



# 天津市工程建设标准设计

DBJT29-183-2018

## 天津市民用建筑施工图设计审查要点

津 18MS-WT

常见问题

2018年12月

# 天津市住房和城乡建设委员会文件

津建办〔2018〕95号

## 市住房城乡建设委关于批准发布《天津市民用建筑施工图设计审查要点》的通知

各建设、勘察、设计单位、施工图审查机构及有关部门：

为进一步提高我市勘察、设计及施工图审查质量，结合我市勘察、设计及施工图审查具体情况，天津市绿色建筑促进发展中心组织我市有关勘察设计、施工图审查机构对《天津市民用建筑施工图设计审查要点》DBJT29-183-2013（以下简称《审查要点》）中《勘察篇》津13MS-K、《结构篇》津13MS-G、《电气篇》津13MS-D、《深基坑篇》津13MS-JK、《常见问题》津13MS-WT进行修编，同时新编《消防篇-建筑》。经审查，批准为天津市工程建设标准设计技术文件，统一编号为：DBJT29-183-2018，专篇名称及编号《勘察篇》津18MS-K、《结构篇》津18MS-G、《电气篇》津18MS-D、《深基坑篇》津18MS-JK、《常见问题》津18MS-WT、《消防篇-建筑》津18MS-XF(J)。未修编原《审查要点》DBJT29-183-2016中《建筑篇》津16MS-J、《给水排水篇》津16MS-S、《暖通空调及动力篇》津16MS-N、《节能篇》津16MS-JN、《绿色建筑篇》津16MS-LJ继续使用。

各有关单位在勘察设计审查时应依据国家及我市现行相关标准规范要求，同时按照《审查要点》所列条目内容进行重点审查。

本《审查要点》自批准发布之日起实施，同时原《审查要点》DBJT29-183-2013中《勘察篇》津13MS-K、《结构篇》津13MS-G、《电气篇》津13MS-D、《深基坑篇》津13MS-JK、《常见问题》津13MS-WT废止。

天津市住房和城乡建设委员会

2018年12月25日

## 天津市民用建筑施工图设计审查要点

批准部门：天津市住房和城乡建设委员会  
主编单位：天津市绿色建筑促进发展中心

批准文号：津建办〔2018〕95号  
统一编号：DBJT29-183-2018  
专篇名称：常见问题  
专篇编号：津 18MS-WT

实行日期：2018年12月25日

### 编制总说明

为更好地落实国家及我市勘察设计法律、法规、技术标准和政策，促进我市勘察设计事业又快又好发展，进一步提高我市勘察设计质量，在做好勘察设计和施工图设计文件审查工作的基础上，进一步明确勘察设计及施工图设计文件技术审查工作主要内容，统一执行标准，提高审查效率，保证勘察设计及施工图设计文件审查质量。根据《建设工程质量管理条例》（国务院令第279号）（2017版）、《建设工程勘察设计管理条例》（国务院令第662号）（2017版）及《市建委关于开展〈天津市民用建筑施工图设计审查要点〉（部分分册）修编工作的通知》（津建设函〔2017〕219号），受天津市住房和城乡建设委员会标准设计处委托，天津市绿色建筑促进发展中心组织勘察设计及施工图设计文件审查有关单位，对原《天津市民用建筑施工图设计审查要点》DBJT29-183-2013中《勘察篇》津13MS-K、《结构篇》津13MS-G、《电气篇》津13MS-D、《深基坑篇》津13MS-JK、《常见问题》津13MS-WT共计5专篇内容进行修编，同时新编《消防篇-建筑》，总计6专篇。

《天津市民用建筑施工图设计审查要点》6专篇统一编号为DBJT29-183-2018，各专篇名称及专篇编号分别为：《勘察篇》津18MS-K、《结构篇》津18MS-G、《电气篇》津18MS-D、《深基坑篇》津18MS-JK、《常见问题》津18MS-WT、《消防篇-建筑》津18MS-XF（J）。

未修编的原《天津市民用建筑施工图设计审查要点》DBJT29-183-2016 中《建筑篇》津 16MS-J、《给水排水篇》津 16MS-S、《暖通空调及动力篇》津 16MS-N、《节能篇》津 16MS-JN、《绿色建筑篇》津 16MS-LJ 继续使用。

本“要点”编制参照了住房城乡建设部《建设工程施工图设计文件技术审查要点》的有关内容，以及国家和本市工程建设标准中部分强制性条款及涉及公共安全、公共利益的相关条款。结合我市勘察设计及施工图设计文件技术审查具体情况，本“要点”还将设计审查过程中各专业常出现的问题、疑点、难点以及技术人员应特别引起注意的问题编入。设计文件技术审查时应符合国家及我市现行标准规范要求，同时按照本“要点”所列条目内容进行重点审查。

本“要点”采用列表方式表述：

编号：由专业及章节条款的标识码组成，例：J1.2.3 表示建筑篇第一章第二节第三条；项目：为设计或审查要点的简称；依据：为引用的规范、规程、标准条款名称及编号；要点：指对应标准条文中出现的关键、重点、难点、疑点及技术人员应特别引起注意的问题或原条款内容。一般条款字体为宋体，强制性条款为黑体，要求或提示性条款为楷体。

当编制依据中的相关标准、规范、法规文件有更新版本时，应按新颁布的有效版本执行。

本“要点”由天津市住房和城乡建设委员会负责解释。版权归天津市住房和城乡建设委员会所有，编制单位享有著作权。未经允许，任何单位和个人无权转让。

2018 年 12 月 25 日

## 《天津市民用建筑施工图设计审查要点》编审委员会

委 员：康 清 李连营 路 清 任彦华 王东林 王丽雯 王家昆 王敬怡 王俊霞  
尹桂旭 于敬海 张锡治 周玉明

### 编审委员：

《勘 察 篇》	编审组负责人：周玉明	委员：周相国 睦 彪 张建根 孙云文 孟庆文 雷华阳
《结 构 篇》	编审组负责人：丁永君	委员：乐 慈 左克伟 汤 芑 韩 宁 赵 越 王俊霞
《电 气 篇》	编审组负责人：孙绍国	委员：曾永捷 侯建成 牛 奇 黄民德 胡海金 李 玲
《深 基 坑 篇》	编审组负责人：周玉明	委员：左克伟 李明生 潘家明 方新涛 刘 畅 杨毅秋
《常 见 问 题》	编审组负责人：王小莉	委员：丁永君 乐 慈 刘洪海 胡振杰 孙绍国 李连营
《消防篇-建筑》	编审组负责人：张大力	委员：王小莉 蔡 节 董天杰 王俊霞 李 涛 张 馥

汇 编：常 婧 李 祎 刘炳楠 吴 鹏 朱健存（以上姓氏按拼音顺序）

## 《天津市民用建筑施工图设计审查要点》目录

序号	专篇名称	专篇编号	编制单位	编制人员
1	勘察篇	津 18MS-K	天津市勘察院	李连营 曹 会 路 清 郑胜昔 赵志峰 孙怀军 符亚兵 董士伟 王 华 刘月辉
2	建筑篇	津 16MS-J	天津市建筑设计院 天津建源工程设计咨询有限公司	刘淑兰 张国伟 董志欣 张小萍 冯 振
3	结构篇	津 18MS-G	天津大学建筑设计研究院 天津市天大规划建筑咨询有限公司	于敬海 张锡治 安海玉 任慕鸿 郭红云 罗 迪 王湘安 陈 昆 闫翔宇 刘佳迪
4	给水排水篇	津 16MS-S	天津大学建筑设计研究院 天津市天大规划建筑咨询有限公司	刘洪海 侯 钧 沈优越 李 明
5	暖通空调 及动力篇	津 16MS-N	天津市房屋鉴定勘测设计院	苑志刚 蔡建军 张红玉 张新民
6	电气篇	津 18MS-D	天津市建筑设计院 天津建源工程设计咨询有限公司	王敬怡 董维华 马瑞娥 李凤丽 沈 嘉 吴闻婧 曲辰飞 王云娜
7	节能篇	津 16MS-JN	天津中怡建筑设计有限公司 天津中远建工科技信息咨询有限公司	田秀荣 王殿池 王希悦 杨灿华 孙 巧 任 颐 张秀兰 江红雷 李 玲 刘 振
8	绿色建筑篇	津 16MS-LJ	天津大学建筑设计研究院	祝 捷 王 亨 刘洪海 沈优越 王丽文 王 勇 闫静静 马晓迪
9	深基坑篇	津 18MS-JK	天津市勘察院 天津泰勘工程技术咨询有限公司	任彦华 刘秀凤 高丽丽 汪 勇 路 清 田 敏 赵志峰 周世冲 王 磊 吴 刚
10	常见问题	津 18MS-WT	天津建源工程设计咨询有限公司	王丽雯 何立梅 周 虹 彭 芳 马瑞娥 刘校基 王俊霞 康 清 王莹莹 王新宁 吕 颖 连晓红 王 蕾 张津津
11	消防篇-建筑	津 18MS-XF ( J )	天津市建筑设计院	刘祖玲 王丽雯 尹桂旭 刘用广 李仲成 冯 斌 冯玉萍 张 洁 马岳涛 韩佳伶 吴 达 董 欣 张国伟 王家昆 仲 敏 陈 露

# 常见问题

编制单位：天津建源工程设计咨询有限公司

编制单位负责人：

王俊波

编制单位技术负责人：

王俊波

技术审定人：

王俊波

设计负责人：

张倩

## 目 录

目 录 .....	01	2.1 结构设计总说明常见问题 .....	25
<b>1 建筑篇</b>		2.2 荷载 .....	32
1.1 基本规定 .....	1	2.3 地基与基础 .....	36
1.2 无障碍设计 .....	4	2.4 结构体系与抗震 .....	44
1.3 防火设计 .....	7	2.5 结构计算与分析 .....	57
1.4 汽车库建筑设计 .....	13	2.6 钢筋混凝土结构 .....	65
1.5 商业建筑设计 .....	15	2.7 砌体结构 .....	71
1.6 中小学建筑设计 .....	16	2.8 复杂结构 .....	75
1.7 托幼建筑设计 .....	17	2.9 超限高层 .....	79
1.8 住宅建筑设计 .....	19	2.10 其它 .....	82
1.9 办公建筑设计 .....	23	<b>3 勘察篇</b>	
<b>2 结构篇</b>		3.1 勘察目的、任务和依据的技术标准 .....	87

## 目 录

3.2 勘察方法及工作量布置.....	89	4.9 相关的设计文件.....	139
3.3 岩土分布特征及均匀性.....	95	<b>5 暖通篇</b>	
3.4 各项岩土性质指标 .....	96	5.1 防排烟.....	141
3.5 地基条件评价 .....	97	5.2 分户计量.....	148
3.6 地下水 .....	100	5.3 节能.....	149
3.7 基坑工程 .....	101	5.4 人防.....	152
3.8 场地及地震效应 .....	103	5.5 其它.....	153
3.9 报告图件 .....	109	<b>6 电气篇</b>	
3.10 其它 .....	110	6.1 安全用电.....	161
<b>4 给水排水篇</b>		6.2 消防控制.....	166
4.1 生活给水 .....	112	6.3 安防.....	176
4.2 中水 .....	119	6.4 防雷.....	177
4.3 排水 .....	120	6.5 节能.....	179
4.4 热水 .....	125	6.6 其它.....	182
4.5 消火栓给水 .....	127	6.7 相关的设计文件.....	188
4.6 自动喷水灭火系统 .....	132		
4.7 灭火器配置 .....	137		
4.8 气体灭火 .....	138		



# 1 建筑篇

## 1.1 基本规定

### 1.1.1 建筑某部位突出红线布置

【存在问题】总平面图中建筑台阶、坡道、地下工程挡土墙、地下室采光井等突出道路红线布置。

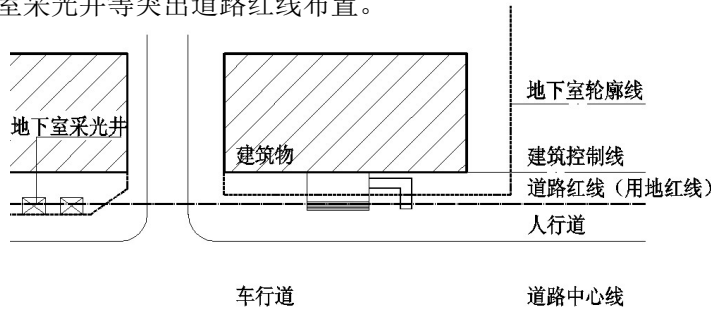


图 1.1.1 (错误图示)

【相关标准】《民用建筑设计通则》GB50352-2005 第 4.2.1 条规定：建筑物及附属设施不得突出道路红线和用地红线建造，不得突出的建筑突出物为：

- 一地下建筑物及附属设施，包括结构挡土桩、挡土墙、地下室、地下室底板及其基础、化粪池等；
- 一地上建筑物及附属设施，包括门廊、连廊、阳台、室外楼梯、台阶、坡道、花池、围墙、平台、散水明沟、地下室进排风口、地下室出入口、集水井、采光井等；
- 一除基地内连接城市的管线、隧道、天桥等市政公共设施外其他

设施。

【提示】道路红线和用地红线是指城市道路占地上、地下法定空间的控制线，因为道路红线以内的地下、地面的空间均为城市公共空间，一旦突出影响人流、车流交通安全、城市空间景观、及城市地下管网敷设等。

### 1.1.2 少年儿童专用建筑大梯井设计

【存在问题】托儿所、幼儿园、中小学、少年儿童专用活动场地等建筑内楼梯大梯井或三跑楼梯设计，存在安全隐患。

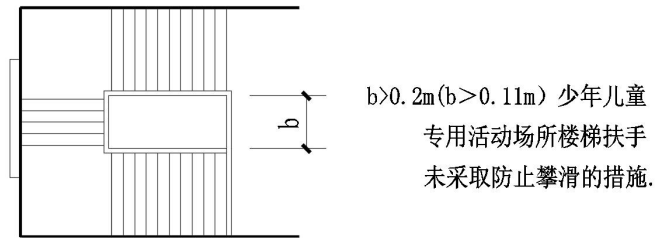


图 1.1.2 (错误图示)

【相关标准】《民用建筑设计通则》GB50352-2005 第 6.7.9 条规定：托儿所、幼儿园、中小学及少年儿童专用活动场所的楼梯，梯井净宽大于 0.20m 时，必须采取防止少年儿童攀滑的措施，楼梯栏杆应采取不易攀登的构造，当采用垂直杆件做栏杆时，其杆件净距不应大于 0.11m。（其中托儿所、幼儿园、中小学应依据现行规范相关条款执行）

【提示】为了保护少年儿童安全，儿童专用活动的建筑，疏散楼梯不宜设 >0.2m 梯井或设计成三跑楼梯。因为孩子们在慌张、拥挤、

玩耍、争相下楼的情况下，存在从楼梯井处坠下的安全隐患。建议设有儿童专用活动场所的建筑，楼梯宜设置为双跑楼梯、梯井宽度小于 0.2m 以利安全通行。规范中防攀爬栏杆----竖向垂直栏杆净距 $\leq 0.11\text{m}$ 、且无任何水平划分栏杆。

且《中小学校设计规范》GB50099-2011 第 8.7.5 条、《托儿所、幼儿园建筑设计规范》JGJ39-2016 第 4.1.12 条规定楼梯井净宽度不得大于 0.11m，否则应采取有效的安全防护措施。

### 1.1.3 场地设计高程低于周边道路高程

**【存在问题】**总平面图场地竖向设计标高（高程）低于周边城市道路的控制标高、当地面排水不畅时，造成城市道路路面雨水倒灌进入场地。

**【相关标准】**《民用建筑设计通则》GB50352-2005 第 4.1.3 条规定：1 基地地面高程应按城市规划确定的控制标高设计；2 基地地面高程应与相邻基地标高协调，不妨碍相邻各方的排水；3 基地地面最低处高程宜高于相邻城市道路最低高程，否则应有排除地面水的措施。

**【提示】**场地的规划高程宜比周边道路的最低路段高程高出 0.2m 以上、且应高于当地平均地下水位；依据天津市规测字 [2018] 99 号规定：从 2018 年 6 月 1 日起，在天津市域范围内统一启用“1972 年天津市大沽高程系 2015 年高程”。

### 1.1.4 自动扶梯出入口宽度不足

**【存在问题】**公共建筑自动扶梯、自动人行道出入口畅通区的宽度不足；密集人流处自动扶梯的倾斜角过陡。

**【相关标准】**《民用建筑设计通则》GB50352-2005 第 6.8.2 条规定：自动扶梯、自动人行道出入口畅通区的宽度不应小于 2.50m，畅

通区有密集人流穿行时，其宽度应加大；扶手带外边至任何障碍物不应小于 0.50m，否则应采取防止障碍物引起人员伤害；自动扶梯的倾斜角不应超过 30°，当提升高度不超过 6m，额定速度不超过 0.50m/s 时，倾斜角允许增至 35°；倾斜式自动人行道的倾斜角不应超过 12°。

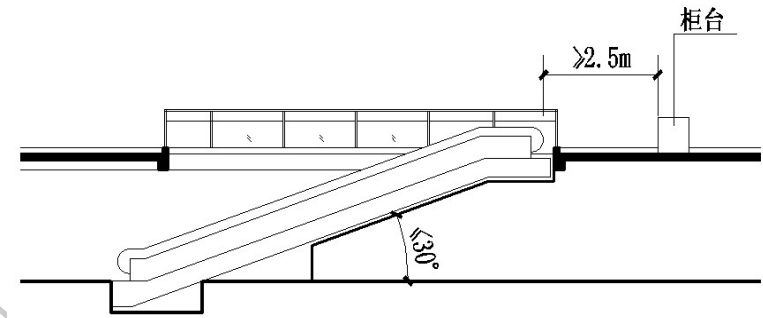


图 1.1.4（正确图示）

### 1.1.5 电梯井道噪声问题

**【存在问题】**电梯井道、机房与有安静要求用房贴邻布置时，未采取隔振、隔声措施。

**【相关标准】**《民用建筑设计通则》GB50352-2005 第 6.8.1 条规定：电梯井道和机房不宜与有安静要求的用房贴邻布置，否则应采取隔振、隔声措施。《住宅设计规范》GB50096-2011 第 6.4.7 条、《老年人照料设施建筑设计标准》JGJ450-2018 第 6.5.3 条、《综合医院建筑设计规范》GB51039-2014 第 5.1.4.4 条、《宿舍建筑设计规范》JGJ36-2016 第 6.2.2 条针对电梯井道与有安静要求的用房贴邻均有相应要求。

**【提示】**电梯在运行中不仅产生很大噪音，电梯机房设备在运转

时会产生震动，噪声会通过井道的墙体进行传播，所以应将紧邻井道的房间墙体（如：医院的病房，住宅起居厅、卧室，老年人居室、休息室等有安静要求的房间）采取隔声、减振措施。

### 1.1.6 卫生间、浴室的布置问题

【存在问题】卫生间、浴室布置在厨房、配电室等有严格卫生要求和防潮要求用房的直接上层。

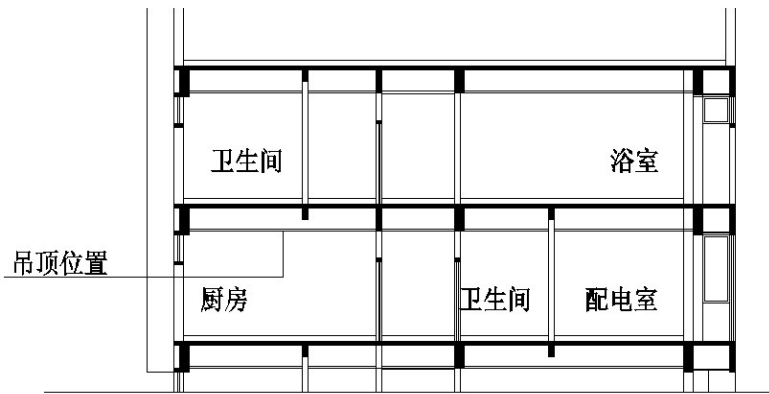


图 1.1.6（错误图示）

【相关标准】《民用建筑设计通则》GB50352-2005 第 6.5.1 条规定：建筑物的厕所、盥洗室、浴室不应直接布置在餐厅、食品加工、食品贮存、医药、医疗、变配电等有严格卫生要求或防水、防潮要求用房的上层。《民用建筑设计通则》GB50352-2005 第 8.3.1 条规定：民用建筑物内配变电所，不应设在厕所、浴室或其他经常积水场所的正下方，且不宜与上述场所贴临。

【提示】卫生间、浴室等房间地面防水层，因施工质量差而发生

向下层漏水现象时有发生，本规定对于使用功能和卫生条件要求高的房间是很必要的。

### 1.1.7 上人屋面女儿墙净高不足

【存在问题】上人屋面或露台的女儿墙最低处净高不满足 1.05m（高层 1.10m）。

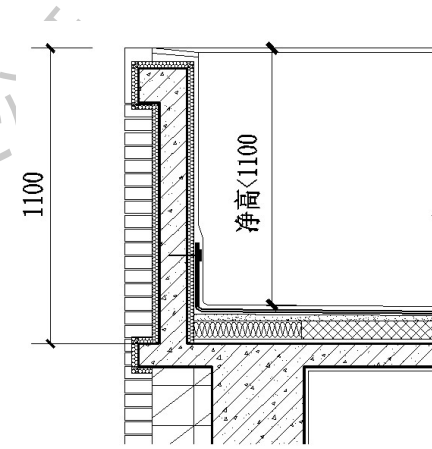


图 1.1.7（错误图示）

【相关标准】《民用建筑设计通则》GB50352-2005 第 6.6.3 条规定：阳台、外廊、室内回廊、内天井、上人屋面及室外楼梯等临空处应设置防护栏杆，临空高度在 24m 以下时，栏杆高度不应低于 1.05m，临空高度在 24m 及 24m 以上（包括中高层住宅）时，栏杆高度不应低于 1.10m。

【提示】临空处栏杆高度应能保障安全，其净高应从可踏面起计算。上人屋面或露台栏杆的形式包括女儿墙等需要防护的部位都应符

合此规定。

### 1.1.8 共享空间挑空楼板的玻璃栏杆设置问题

【存在问题】建筑共享空间中上层挑空楼板安装以栏杆玻璃固定在结构上且直接承受人体荷载的护栏系统。

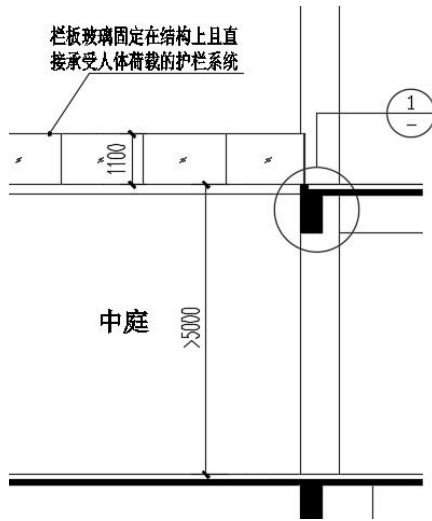


图 1.1.8 (错误图示 1)

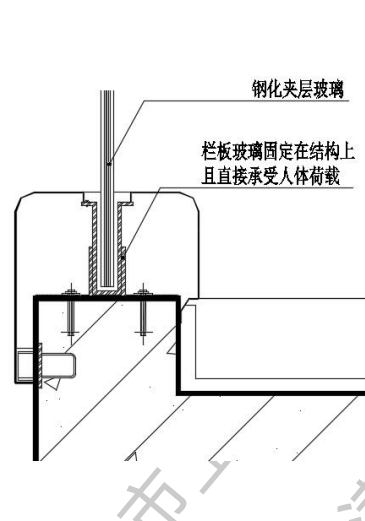


图 1.1.8 (节点 1)

【相关标准】《建筑玻璃应用技术规程》JGJ113-2015 第 7.2.5.2 条规定：栏杆玻璃固定在结构上且直接承受人体荷载的护栏系统，其栏杆玻璃应符合下列规定：1) 当栏杆玻璃最低点离一侧楼地面高度不大于 5m 时，应使用公称厚度不小于 16.76mm 钢化夹层玻璃。2) 当栏杆玻璃最低点离一侧楼地面高度大于 5m 时，不得采用此类护栏系统。

【提示】人员密集的公共活动场所内设有共享空间的中庭、长廊、步行街等建筑，采用栏杆玻璃或者以栏杆玻璃作为镶嵌面板的护栏系

统，应注意其结构、构造及防护高度的安全性。

## 1.2 无障碍设计

### 1.2.1 居住及供公众使用的公共建筑出入口未设平坡出入口

【存在问题】居住建筑（含住宅、公寓及宿舍建筑）及供公众使用的公共建筑（含办公、教育、医疗、体育、文化等）出入口未设平坡出入口。

【相关标准】《天津市无障碍设计标准》DB/T29-196-2017 第 6.1.3.1、7.1.5 条等。

【提示】居住建筑及公共建筑，首层室内外高差不宜过高，否则难以做到平坡出入口的地面坡度不大于 1:20 的要求，当场地条件允许时不宜大于 1:30。

### 1.2.2 建筑台阶的无障碍设计不符合规范要求

【存在问题】建筑室内外设三级及三级以上的台阶时未在两侧设置扶手。

【相关标准】《天津市无障碍设计标准》DB/T29-196-2017 第 3.7.2.2 条台阶的无障碍设计应符合下列规定：三级及三级以上的台阶应在两侧设置扶手。

【提示】居住建筑及公共建筑，建筑室内外设三级及以上台阶时，要在台阶两侧加设扶手。因当台阶比较高时，两侧的扶手对于行动不便的人很有必要，可以减少心理上的恐惧，并对其行动给予一定的帮助。

### 1.2.3 居住建筑无障碍住房的设计不符合规范要求

【存在问题】居住建筑的无障碍住房内卧室、起居室、厨房、卫生间的使用面积、阳台的净深度小于规范要求。

【相关标准】《天津市无障碍设计标准》DB/T29-196-2017 第 3.13.2、3.13.3.1、3.13.4.1、3.13.6.3 条对无障碍住房的卧室（单人、双人、兼起居的卧室）、起居室、厨房、卫生间的房间使用面积及阳台的净深度均规定了最小标准值。

【提示】结合《天津市住宅设计标准》DB29-22-2013 第 5 节的要求，无障碍住房的各类功能房间的最小面积均略大于普通住宅的要求。设计人在选择无障碍住房时应注意其各类功能房间的使用面积是否达标。

#### 1.2.4 为居民服务的配套公共设施—停车场和车库无法无障碍连通

【存在问题】停车位或无障碍停车位设置在非首层时，从车位至无障碍电梯无法无障碍通行。

【相关标准】《天津市无障碍设计标准》DB/T29-196-2017 第 6.2.3.4 条规定：当无障碍机动车停车位设置在非首层时，应设置无障碍电梯通达首层，或经过无障碍通道与附属建筑内无障碍电梯连通，通达首层。

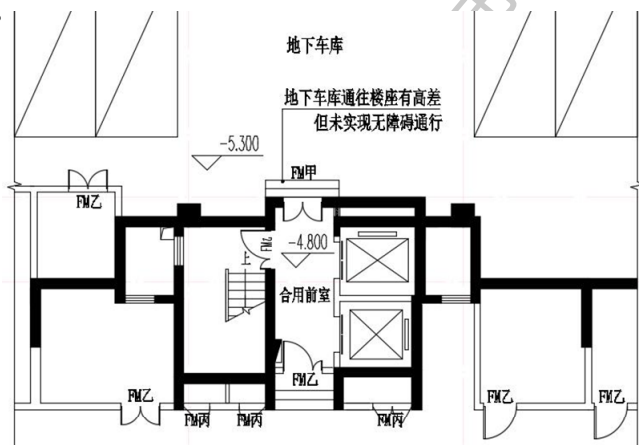


图 1.2.4（错误图示）

【提示】停车场和车库（含无障碍机动车停车位）属于为居民服务的配套公共设施，应供全体业主使用，应避免发生部分业主无法通过无障碍通道和无障碍电梯到达无障碍机动车停车位的情况发生。即使车库内未设置无障碍停车位，但车库的人行出入口仍应为无障碍出入口，其目的主要为方便幼儿、老龄人的日常通行以及物品的搬运。

#### 1.2.5 居住小区及组团的开放绿地和公共广场无法无障碍通达

【存在问题】居住小区及组团的开放绿地和公共广场无法无障碍通达，如道路设有高差、地面铺装不平整、通路上设置障碍物等。



图 1.2.5（错误图示 1）



图 1.2.5（错误图示 2）

【相关标准】《天津市无障碍设计标准》DB/T29-196-2017 第 5 章节对公共广场和开放绿地的无障碍设计给出了具体要求，行为不便的人群与其他人一样应可以平等的享有出行和休闲的权利。居住小区及组团应依照该标准执行。

【提示】居住小区及组团的开放绿地和公共广场是行为不便的人最合适的休闲、娱乐和交流的场所。在居住用地的室外工程和景观设

计中应充分考虑方便老人、孩子及其他行为不便的人群使用。

### 1.2.6 宿舍建筑未依据规范设无障碍宿舍

【存在问题】宿舍建筑未设无障碍宿舍、无障碍宿舍数量不达标或无障碍宿舍设计不达标。

【相关标准】《天津市无障碍设计标准》DB/T29-196-2017 第 6.1.2、3.14.4 条规定：宿舍建筑男、女应各按每 100 套不少于 1 套配置无障碍宿舍，且男、女应各不少于 1 套。无障碍宿舍严禁设双层床位，床间距离不应小于 1.20m，床前过道宽度不应小于 1.50m 等。

【提示】残疾人与健全人在文化学习和工作就业上应有平等的权利和机会。无障碍宿舍应设在便于乘轮椅者到达、进出和疏散的位置。通向公共厕所、浴室、盥洗室的走道应为无障碍通道。

### 1.2.7 设有观众席和听众席及后台设备的公共建筑未设轮椅座席或轮椅座席设计不达标

【存在问题】教育建筑（合班教室、报告厅等）、体育建筑（观众看台区）、文化建筑（剧场、电影院、音乐厅、会堂、演艺中心等观众席位）未设置轮椅座席或轮椅座席的设置不符合规范要求。

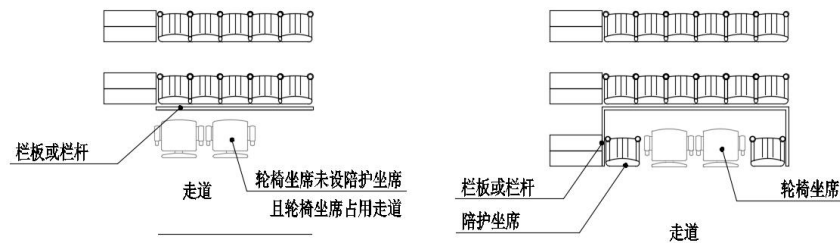


图 1.2.7（错误图示）

图 1.2.7（正确图示）

【相关标准】《天津市无障碍设计标准》DB/T29-196-2017 第 7.4.2.4、7.7.2.8、7.8.3.1、3.16.1 条规定：设有观众席和听众席及后台设备的公共建筑应设轮椅座席。轮椅座席不得设在公共通道范围内；当地面有高差时，在边缘处应安装栏杆或栏板；视线不应受到遮挡；邻近的观众席内宜设置 1:1 的陪护席位等。

### 1.2.8 无障碍门的净宽小于 0.8m、开启方向门把手一侧墙面宽度小于 0.4m

【存在问题】无障碍门采用平开门或推拉门时，门开启后的净宽小于 0.8m、门把手一侧的墙面宽度小于 0.4m。

【相关标准】《天津市无障碍设计标准》DB/T29-196-2017 第 3.6 节规定：

1 无障碍门开启后的净宽度：

无障碍门的净宽度

类别	净宽度 (mm)
自动门	不应小于 1000mm
平开门、推拉门、折叠门	不应小于 800mm (门扇应设距地 0.90m 的把手)

2 乘轮椅者开启的推拉门、平开门和折叠门，在开启方向门把手一侧，应设有宽度不小于 400mm 的墙面。

3 无障碍门的门扇内外应留有直径不小于 1.50m 的轮椅回转空间。

【提示】无障碍门开启后净宽度若不小于 800mm，其门洞宽度建议至少为 950mm。

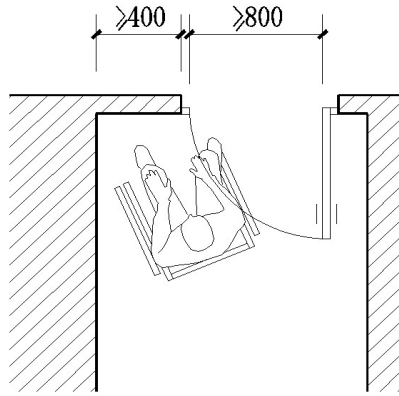


图 1.2.8 (正确图示)

### 1.3 防火设计

#### 1.3.1 封闭楼梯间在首层未直通室外或未形成扩大的封闭楼梯间

【存在问题】设封闭楼梯间或防烟楼梯间的建筑，楼梯间在首层未直通室外亦未将走道和门厅等包括在楼梯间或前室内形成扩大的封闭楼梯间或扩大前室。

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018年版）第 6.4.2.4 条规定：楼梯间的首层可将走道和门厅等包括在楼梯间内形成扩大的封闭楼梯间，但应采用乙级防火门等与其他走道和房间分隔。

【提示】本条允许将通向室外的走道、门厅包括在楼梯间范围内，形成扩大的封闭楼梯间。但这个范围应尽可能的小一些。要注意扩大区域与周围空间要采取防火措施分隔。垃圾道、管道井等检查门不能设计成直接开向楼梯间内。有些建筑，在首层设置有大堂，楼梯间在

首层的出口难以直接对外，往往需要将大堂或首层的一部分包括在楼梯间内而形成扩大的封闭楼梯间。在采用扩大封闭楼梯间时，要注意扩大区域与周围空间采取防火措施分隔。

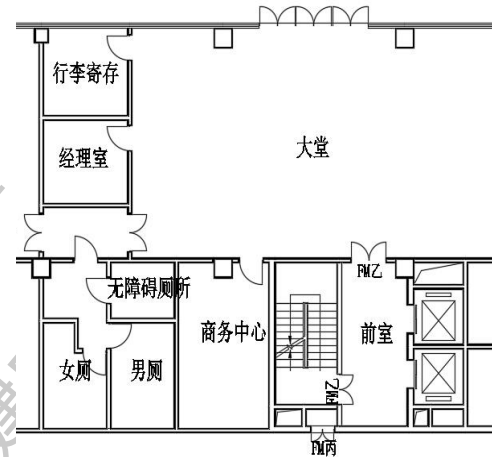


图 1.3.1 (错误图示 1)

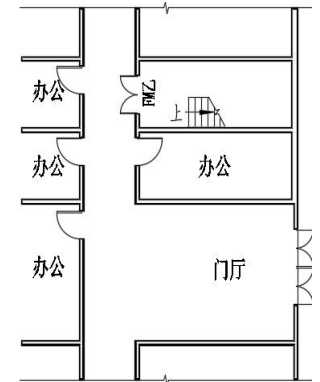


图 1.3.1 (错误图示 2)

#### 1.3.2 高层建筑楼梯改变位置

【存在问题】某高层宾馆建筑，立面为退台造型，建筑内部疏散楼梯需要改变位置。

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018年版）第 6.4.4 条规定：除通向避难层错位的疏散楼梯外，建筑内的疏散楼梯间在各层的平面位置不应改变。

【提示】为保证人员疏散畅通、快捷、安全，除通向避难层且需错位的疏散楼梯和建筑的地下室与地上楼层的疏散楼梯外，其他疏散楼梯在各层不能改变平面位置或断开。因为楼梯间的位置变更后，遇

到火灾时人员不易找到楼梯，耽误宝贵的疏散时间，造成不必要的人员伤亡。

### 1.3.3 防火墙两侧窗间墙距离小于 2m

【存在问题】某建筑每层设计为一个防火分区，在首层门厅处设有二层高度的共享空间，二层共享空间划分为首层的防火分区内，二层平面图防火墙两侧 2m 范围内的窗间墙小于 2m。

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 6.1.3 条规定：紧靠防火墙两侧的门、窗洞口之间最近边缘的水平距离不应小于 2m；采取设置乙级防火窗等防止火灾水平蔓延的措施时，该距离不限。

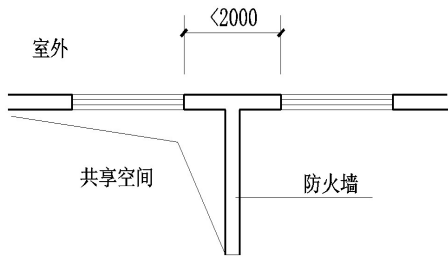


图 1.3.3（错误图示）

### 1.3.4 人员密集建筑与地下燃气锅炉房的位置设置不合理

【存在问题】某综合性建筑，首层为商业、餐饮等功能布置，燃气锅炉房布置在其下层、且泄爆井贴邻其建筑安全出口布置。

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 5.4.12 条规定：燃油或燃气锅炉、油浸电力变压器、充有可燃油的高压电容器和多油开关等……确需布置在民用建筑内时，不应布置在

人员密集场所的上一层、下一层或贴邻……

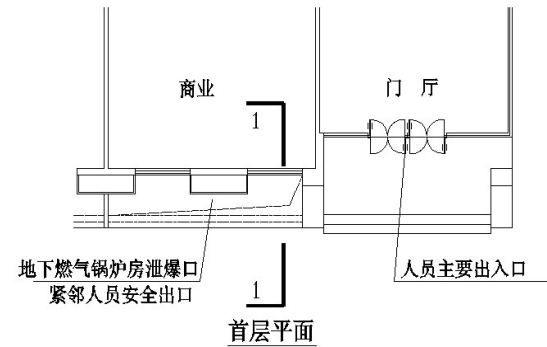


图 1.3.4（错误图示 1）

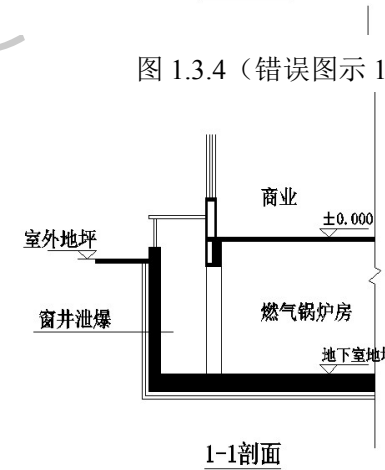


图 1.3.4（错误图示 2）

【提示】1. 燃气、燃油锅炉房有爆炸危险，按照规范要求不允许与居住建筑、人员密集场所贴邻或布置在直接上、下层；2. 燃气、燃油锅炉房的泄爆井更不应设置在紧邻建筑的首层安全出口。

### 1.3.5 合用前室设置防火卷帘



【存在问题】某高层建筑防烟楼梯间与消防电梯合用前室时，其隔墙上用防火卷帘分隔。

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 6.4.1.4 条规定：封闭楼梯间、防烟楼梯间及其前室，不应设置卷帘。

【提示】虽然防火卷帘在耐火极限上可达到防火要求，但卷帘密闭性不好，防烟效果不理想，加之联动设施、固定槽或卷轴电机等部件如果不能正常发挥作用，防烟楼梯间或封闭楼梯间的防烟措施将形同虚设。此外，卷帘在关闭时也不利于人员逃生。因此，封闭楼梯间、防烟楼梯间及其前室不应设置卷帘。

### 1.3.6 竖向防火墙间距不满足规范要求

【存在问题】裙房与高层主体不在同一防火分区时，裙房屋顶天窗与高层主体外墙侧窗洞口最近水平距离不足 4m。

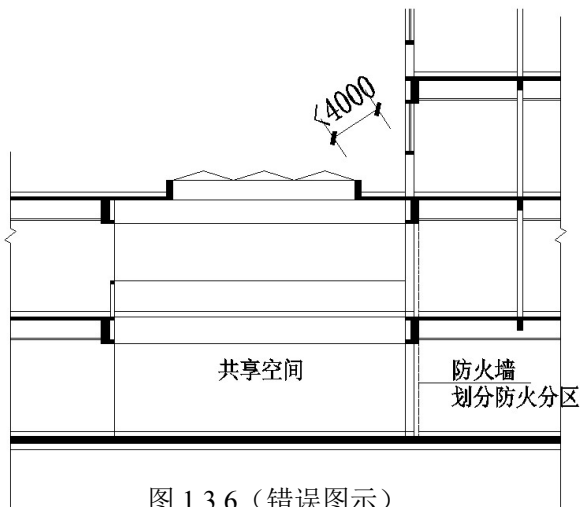


图 1.3.6（错误图示）

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 6.1.4 条规定：建筑内的防火墙不宜设置在转角处，确需设置时，内转角两侧墙上的门、窗、洞口之间最近边缘的水平距离不应小于 4.0m；采取设置乙级防火窗等防止火灾水平蔓延的措施时，该距离不限。

### 1.3.7 地下层与地上层设通窗

【存在问题】外檐通窗跨越地下、地上楼梯间。

通窗跨越地下、地上楼梯间

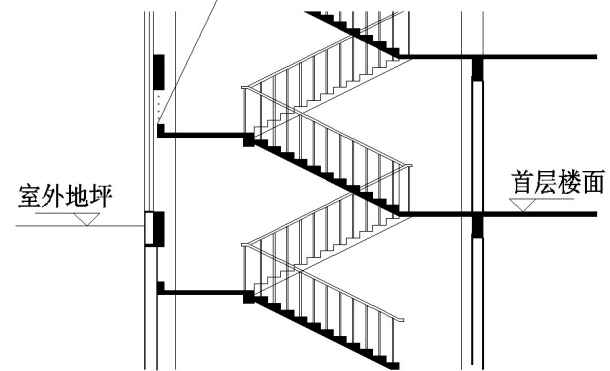


图 1.3.7（错误图示）

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 6.4.4 条规定：建筑的地下或半地下部分与地上部分不应共用楼梯间，确需共用楼梯间时，应在首层采用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙和乙级防火门将地下或半地下部分与地上部分的连通部位完全分隔，并应设置明显的标志。

【提示】地下层与地上层设通窗时，容易造成地下层的火灾蔓延

至地上建筑，存在防火安全隐患。

### 1.3.8 室外疏散楼梯的设置

【存在问题】室外疏散楼梯的门、窗设计存在问题。

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 6.4.5.5 条规定：除疏散门外，楼梯周围 2m 内的墙面上不应设置门、窗、洞口。疏散门不应正对梯段。

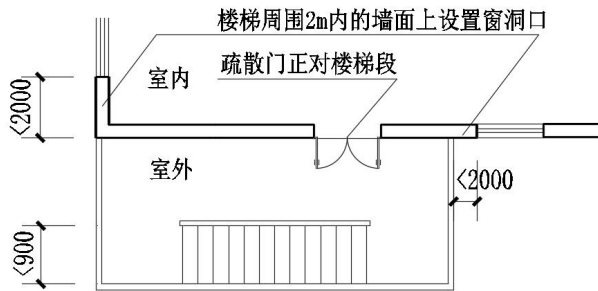


图 1.3.8（错误图示）

### 1.3.9 丙类厂房内设置办公室、休息室，防火分隔及安全出口设置问题

【存在问题】某丙类厂房内设置办公及休息室时，隔墙上连通办公和厂房之间的门未设防火门、且办公部分未设独立的安全出口。

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 3.3.5 条规定：办公室、休息室设置在丙类厂房内时，应采用耐火极限不低于 2.50h 的防火隔墙和 1.00h 的楼板与其他部位分隔，并应至少设置 1 个独立的安全出口。如隔墙上需开设相互连通的门时，应采用乙级防火门。

### 1.3.10 消防控制室、消防水泵房疏散门未直通室外或安全出口、未采取防水淹的技术措施

【存在问题】高层建筑地下车库内设消防控制室、消防水泵房时，其疏散门通向安全出口需穿越停车区；且疏散门未采取防水淹的技术措施。

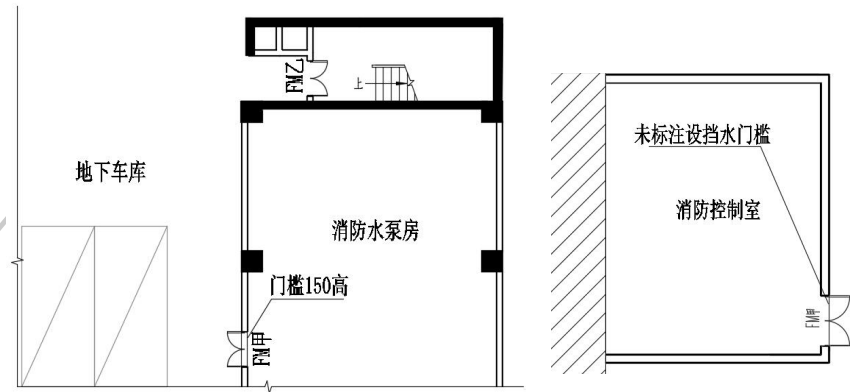


图 1.3.10（错误图示 1）

图 1.3.10（错误图示 2）

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 8.1.6.3、8.1.7.4、8.1.8 条规定：消防控制室、消防水泵房疏散门应直通室外或安全出口；消防水泵房和消防控制室应采取防水淹的技术措施。

【提示】“疏散门应直通安全出口”，是要求消防控制室、消防水泵房的门通过疏散走道直接连通到进入疏散楼梯（间）或直通室外的门，不需要经过其他空间。疏散门应采取门槛、排水措施等方法防止灭火或自动喷水等灭火设施动作后的水积聚而致消防控制设备或消防水泵、消防电源与配电装置等被淹。

### 1.3.11 楼梯间门的疏散净宽小于梯段的疏散宽度

【存在问题】某人员密集建筑内的多功能厅，例如：楼梯间的计算

疏散净宽为 1.80m，但是楼梯间的门洞宽 1.50m、走道的净宽 1.60m。

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 5.5.21 条、表 5.5.21-1 规定：除剧场、电影院、礼堂、体育馆外的其他公共建筑，其房间疏散门、安全出口、疏散走道和疏散楼梯的各自总净宽度，应根据疏散人数按每 100 人的最小疏散净宽度不小于表 5.5.21-1 的规定计算确定。

【提示】疏散宽度按照《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 5.5.21 条、表 5.5.21-1 规定计算出结果后，楼梯间的梯段宽度、楼梯间的门的宽度、走道的宽度，首层安全出入口的宽度均应满足计算宽度要求。

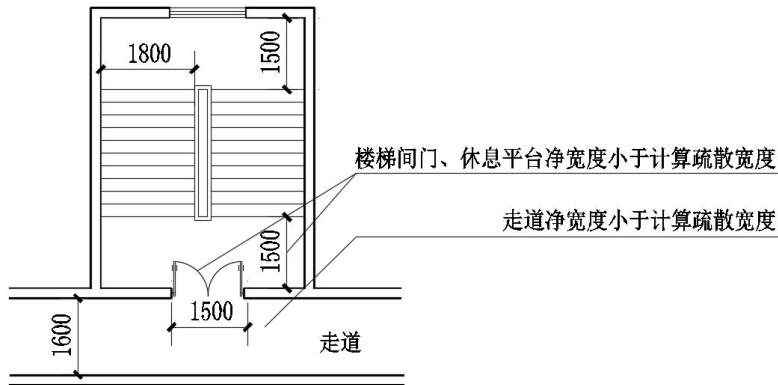


图 1.3.11（错误图示）

### 1.3.12 建筑的封闭楼梯间，外檐设玻璃幕墙时无开启窗扇的设计

【存在问题】不满足自然通风或自然通风不能满足要求的楼梯间，未设置机械加压送风系统或按防烟楼梯间要求设置。

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）

第 6.4.1 条规定：楼梯间应能天然采光和自然通风，并宜靠外墙设置。

第 6.4.2.1 条规定：封闭楼梯间除应符合本规范第 6.4.1 条规定外，尚应符合下列规定：不能自然通风或自然通风不能满足要求时，应设置机械加压送风系统或采用防烟楼梯间。并应满足《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017 的相关要求。

【提示】疏散楼梯间是人员竖向疏散的安全通道，也是消防人员进入火场的主要途径。因此，疏散楼梯间应保证人员在楼梯间内疏散时能有较好的光线，疏散楼梯应尽量采用自然通风以排除烟气，提高楼梯间内的能见度，缩短烟气停留时间。对于自然通风或自然排烟口不能符合现行国家相关防排烟系统设计标准的封闭楼梯间，可以采用设置防烟前室或直接在楼梯间内加压送风的方式实现防烟目的。

### 1.3.13 门厅、走道的顶棚未采用 A 级装修材料

【存在问题】某高层办公建筑，首层门厅、走道及封闭楼梯间为不采暖空间，门厅、走道的顶棚及楼梯间的隔墙（采暖与非采暖空间楼板、隔墙）采用挤塑聚苯板（B1 级）保温，其门厅、走道顶棚及楼梯间的墙面材料的燃烧级别不满足 A 级。

【相关标准】《建筑内部装修设计防火规范》GB50222-2017 第 4.0.4、4.0.5 条规定：疏散楼梯间和前室的顶棚、墙面和地面均应采用 A 级装修材料；地上建筑的水平疏散走道和安全出口的门厅，其顶棚应采用 A 级装修材料。

【提示】建筑物的门厅、走道及楼梯间是火灾时人员逃生的主要通道，因此规范要求以上部位均为 A 级装修材料。

### 1.3.14 高层建筑地下层设汽车库，地上与地下共用疏散楼梯

【存在问题】当地上地下共用楼梯时，未在首层与地下层的出入

口处设防火门。

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 6.4.4.3 条规定：建筑的地下或半地下部分与地上部分不应共用楼梯间，确需共用楼梯间时，应在首层采用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙和乙级防火门将地下或半地下部分与地上部分的连通部位完全分隔，并应设置明显的标志。

【提示】地下层与地上层如果没有进行有效分隔，容易造成地下层火焰及烟气蔓延到地上建筑，同时部分设计人未将地下楼梯间乙级防火门设置于首层，而改为设置于地下楼梯间休息平台位置，容易造成上部人员疏散时误入地下层。

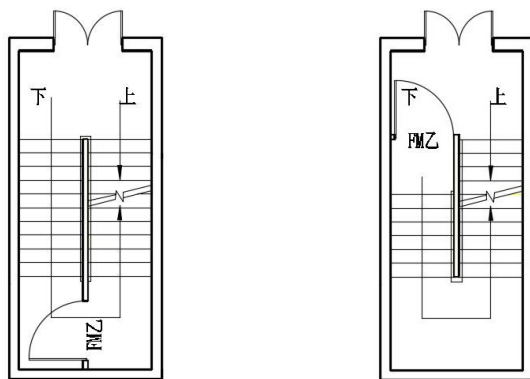


图 1.3.14（错误图示）

图 1.3.14（正确图示）

### 1.3.15 疏散楼梯间、前室及合用前室外窗与相邻房间外窗间距问题

【存在问题】建筑楼梯间、前室及合用前室外窗与相邻房间外窗间距小于 1.0m。

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 6.4.1 条规定：楼梯间靠外墙设置时，楼梯间、前室及合用前室外墙上的窗口与两侧门、窗、洞口最近边缘的水平距离不应小于 1.0m。

【提示】为确保疏散楼梯间内不被烟火侵袭。无论楼梯间与门窗洞口是处于同一立面位置还是处于转角处等不同立面位置，该距离都是外墙上的开口与楼梯间开口之间的最近距离，含折线距离。

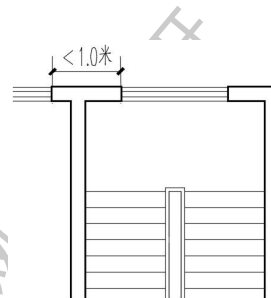


图 1.3.15（错误图示）

### 1.3.16 丙类仓库防火墙耐火极限设置不正确

【存在问题】丙类仓库中防火墙耐火极限按 3 小时设置。

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 3.2.9 条规定：甲、乙类厂房和甲、乙、丙类仓库内的防火墙，其耐火极限不应低于 4.00h。

【提示】甲、乙类厂房和甲、乙、丙类仓库，一旦着火，其燃烧时间较长和(或)燃烧过程中释放的热量巨大，有必要适当提高防火墙的耐火极限。

### 1.3.17 建筑外檐玻璃幕墙与每层楼板、隔墙处无防火封堵问题

【存在问题】建筑外檐设玻璃幕墙，外檐详图中幕墙与每层楼板、隔墙处无防火封堵或防火封堵间距离不符合规范要求。

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018年版）第6.2.6条规定：幕墙与每层楼板、隔墙处的缝隙应采用防火封堵材料封堵

【提示】采用幕墙的建筑，主要因大部分幕墙存在空腔结构，这些空腔上下贯通，在火灾时会产生烟囱效应，如不采取一定分隔措施，会加剧火势在水平和竖向的迅速蔓延，导致建筑整体着火，难以实施扑救。设置幕墙的建筑，其上、下层外墙上开口之间的墙体或防火挑檐仍要符合规范第6.2.5条的要求。

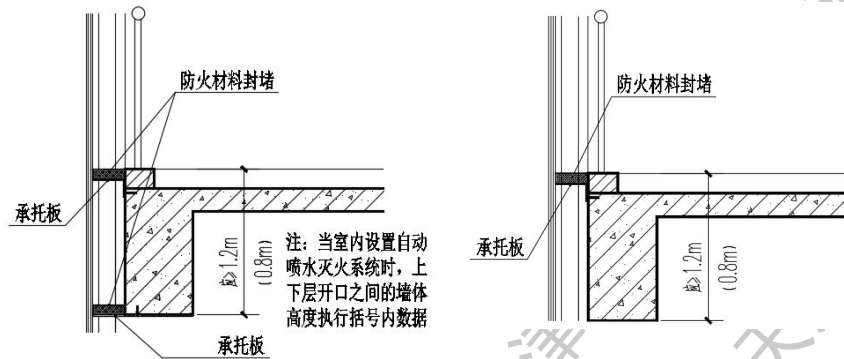


图 1.3.17（正确图示）

图 1.3.17（错误图示）

## 1.4 汽车库建筑设计

### 1.4.1 平战结合的人防地下停车库楼梯间防火门问题

【存在问题】平战结合的人防地下停车库（平时汽车库、战时人防地下室），其人员疏散的楼梯间只设人防门，不设防火门，不能满足平时使用封闭楼梯间的要求。

【相关标准】《人民防空工程设计防火规范》GB50098-2009 第4.4.2.3条规定：公共场所人员频繁出入的防火门，应采用能在火灾时自动关闭的常开式防火门；平时需要控制人员随意出入的防火门，应设置火灾时不需使用钥匙等任何工具即能从内部易于打开的常闭防火门，并应在明显位置设置标识和使用提示；其他部位的防火门，宜选用常闭的防火门。

【提示】普通人防门虽然具有一定的防火能力，但由于门扇较重，开启不便，疏散出口的密闭门平时处于常开状态，不能作为防火门使用。

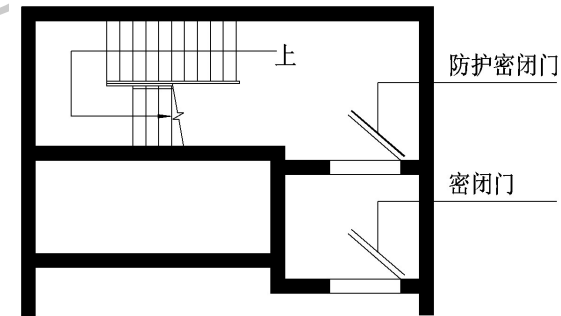


图 1.4.1（错误图示）

### 1.4.2 地下汽车库内电梯厅问题

【存在问题】地下汽车库内的电梯厅与停车区未用防火墙及防火门分隔。

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018年版）第5.5.6条规定：直通建筑内附设汽车库的电梯，应在汽车库部分设置电梯候梯厅，并应采用耐火极限不低于2.00h的防火隔墙和乙级防火门与汽车库分隔。

【提示】受用地限制，在建筑内布置汽车库的情况越来越普遍，但设置在汽车库内与建筑其他部分相连通的电梯竖井也为火灾和烟气的竖向蔓延提供了条件。因此，需采取设置带防火门的电梯候梯厅将汽车库与电梯竖井进行分隔，以阻止火灾和烟气蔓延。

### 1.4.3 防火门净宽问题

【存在问题】战时防护单元墙与平时防火墙重合时，防护单元之间的连通口与防火分区的疏散门共用，洞口宽度 0.8m，防火门净宽不满足规范要求。

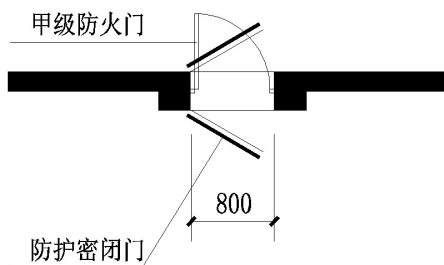


图 1.4.3 (错误图示)

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014 (2018 年版) 第 5.5.18 条规定：除本规范另有规定外，公共建筑内疏散门和安全出口的净宽度不应小于 0.90m，疏散走道和疏散楼梯的净宽度不应小于 1.10m。

【提示】防护单元之间的连通口与防火分区的疏散门共用时，就应同时满足两者的要求，净宽要 $\geq 0.90\text{m}$ 。

### 1.4.4 汽车库内车位封堵安全出口问题

【存在问题】汽车库内的人员安全出口被车位封堵，存在安全隐

患。

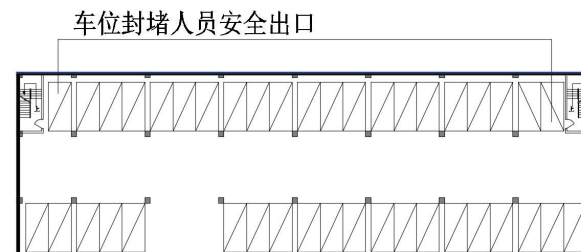


图 1.4.4 (错误图示)

【提示】汽车库内应有满足规范净宽要求的人员疏散通道，疏散出口处应通畅与疏散通道连接。

### 1.4.5 地下汽车坡道与自行车坡道未分开布置。

【存在问题】汽车库的人员安全出口和汽车疏散出口未采取防火墙分开设置。

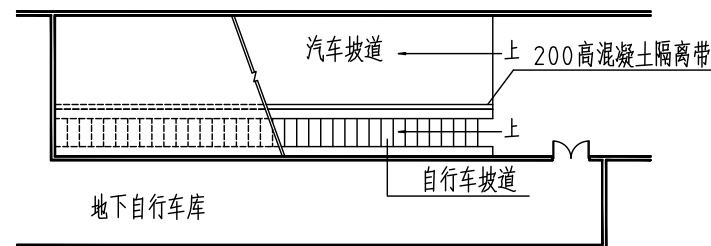


图 1.4.5 (错误图示)

【相关标准】《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》GB50067-2014 第 6.0.1 条规定：汽车库、修车库的人员安全出口和汽车疏散出口应分开设置。设在工业与民用建筑内的汽车库，其车辆疏散出口应与其他部分的人员安全出口分开设置。

【提示】为了确保人员的安全，不管平时还是在火灾情况下，都

应做到人车分流，各行其道，避免造成交通事故，发生火灾时不应影响人员的安全疏散。

## 1.5 商业建筑设计

### 1.5.1 商业建筑内的饮食店铺的灶台布置问题

【存在问题】大型和中型商场内连续排列的饮食店铺的灶台面向公共通道，且未设置机械排烟通风设施。

【相关标准】《商店建筑设计规范》JGJ48-2014 第 4.2.11 条规定：大型和中型商场内连续排列的饮食店铺的灶台不应面向公共通道，并应设置机械排烟通风设施。

【提示】目前商店建筑中设风味小吃情况较多，如连续排列的饮食店铺面向公共通道设灶台，油气四溢，将严重影响场内空气质量，危害人身安全和健康，采取良好的机械排烟通风措施，才能保证商店内的空气质量，方便顾客。

### 1.5.2 商业建筑内的客货梯与营业厅防火分隔问题

【存在问题】商业建筑的客货梯直接设在营业厅内，未设独立的电梯间及防火门。

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 5.5.14 条规定：公共建筑内的客、货电梯宜设置电梯候梯厅，不宜直接设置在营业厅、展览厅、多功能厅等场所内。

【提示】商业建筑的客、货梯宜设置独立的电梯间与营业厅分隔，且商场为人员密集的公共场所，建议采用防火隔墙及乙级防火门分隔。

### 1.5.3 商业建筑楼梯间出屋面问题

【存在问题】商业营业厅设置在五层及以上，疏散楼梯间未出屋

面；屋顶设障碍物、设备用房等导致避难面积不足。

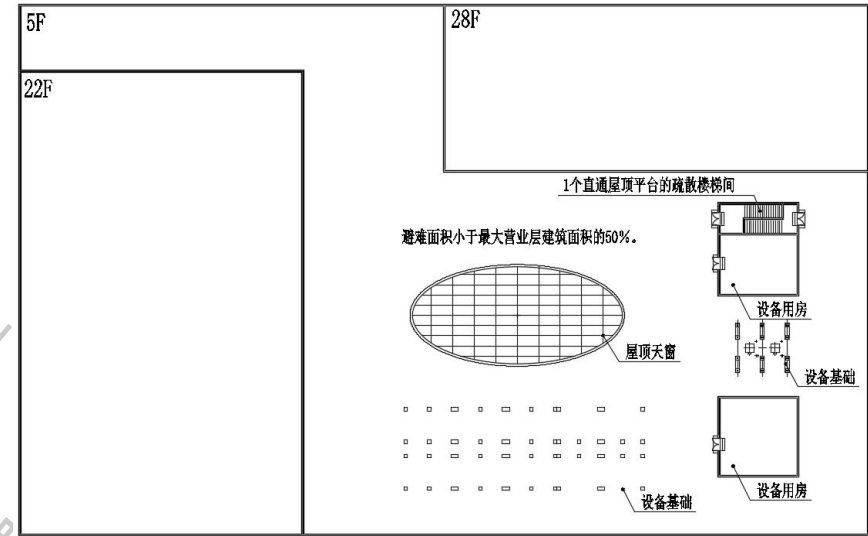


图 1.5.3（错误图示）

【相关标准】《商店建筑设计规范》JGJ48-2014 第 5.2.5 条规定：大型商店的营业厅设置在五层及以上时，应设置不少于 2 个直通屋顶平台的疏散楼梯间。屋顶平台上无障碍物的避难面积不宜小于最大营业层建筑面积的 50%。

【提示】当商业建筑等的五层及以上之楼层供公共使用时，应设置楼梯通达供避难使用的屋顶平台，其面积不得小于建筑(水平投影)面积的 1/2，并在该面积范围内不得设置其他设施；并且建筑物内通达屋顶避难层的楼梯不少于 2 个。我国现行的防火规范虽未强制规定，但今后百货商店、商场将建筑面积趋大、建筑层数趋多，为人员密集场所的应急疏散也宜多加这个措施，故制订本条。

### 1.5.4 商业建筑门宽问题

【存在问题】商业营业厅的疏散门净宽小于 1.4 m，或部分疏散门净宽小于 1.4 m。

【相关标准】《商店建筑设计规范》JGJ48-2014 第 5.2.3 条规定：商店营业厅的疏散门应为平开门，且应向疏散方向开启，其净宽不应小于 1.40m，并不宜设置门槛。

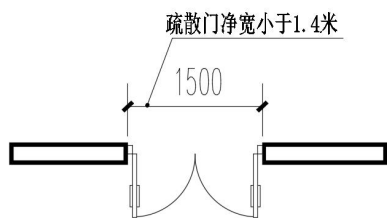


图 1.5.4 (错误图示)

【提示】门净宽应是除去门框、门扇厚度的有效宽度，不是洞口宽度。

## 1.6 中小学建筑设计

### 1.6.1 中小学建筑的门窗设计问题

【存在问题】窗台高度低于 0.9m 且未设防护栏杆。教学用房的门未向疏散方向开启。教学楼二层以上的临空外窗向外开启。

【相关标准】《中小学校设计规范》GB50099-2011 第 8.1.5 条规定：临空窗台的高度不应低于 0.90m。第 8.1.8-2 条规定：各教学用房的门均应向疏散方向开启，开启的门扇不得挤占走道的疏散通道。第 8.1.8.4 条规定：二层及二层以上的临空外窗的开启扇不得外开。

### 1.6.2 中小学建筑的楼梯设计问题

【存在问题 1】楼梯水平扶手高度低于 1.1m；梯井大于 0.11m 且未设防坠落、攀爬、溜滑措施。

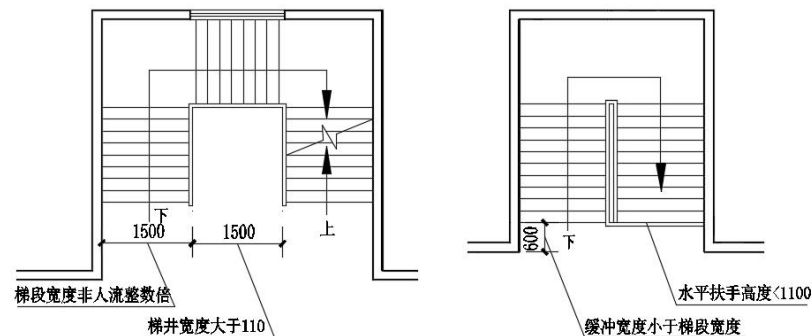


图 1.6.2 (错误图示 1)

图 1.6.2 (错误图示 2)

【相关标准】《中小学校设计规范》GB50099-2011 第 8.7.5 条规定：楼梯两梯段间楼梯井净宽不得大于 0.11m，大于 0.11m 时，应采取有效的安全防护措施，两梯段扶手间的水平净距宜为 0.10m~0.20m。第 8.7.6 条规定：水平扶手高度不应低于 1.10m。

【存在问题 2】教学用房的楼梯梯段宽度未按人流股数的整数倍设置。

【相关标准】《中小学校设计规范》GB50099-2011 第 8.7.2 条规定：中小学校教学用房的楼梯梯段宽度应为人流股数的整数倍，梯段宽度不应小于 1.20m，并按 0.60m 的整数倍增加梯段宽度。每个梯段可增加不超过 0.15m 的摆幅宽度。

【提示】当梯段宽度不是人流宽度的整数倍时很不安全。例如：楼梯梯段宽度为 1.50m(2.5 股人流)，课后急拥下楼时，会挤入 3 人，



必然有人侧身下行，极易跌倒。为保障疏散安全，中小学校楼梯梯段宽度应为人流股数的整数倍。

【存在问题 3】教学楼疏散楼梯在中间层的楼层平台与梯段接口处未设置缓冲空间。

【相关标准】《中小学校设计规范》GB50099-2011 第 8.7.7 条除首层及顶层外，教学楼疏散楼梯在中间层的楼层平台与梯段接口处宜设置缓冲空间，缓冲空间的宽度不宜小于梯段宽度。

【提示】下课时，特别是突发意外灾害紧急疏散时，在中间层楼层休息平台与下行梯段接口处，从走道出来急于下楼的人流与自上一层继续下楼的人流易发生冲撞挤踏事故。

### 1.6.3 中小学建筑的防护栏杆设计问题

【存在问题】防护栏杆最薄弱处承受的最小水平推力小于  $1.5\text{kN}/\text{m}$ 。

【相关标准】《中小学校设计规范》GB50099—2011 第 8.1.6 条规定：防护栏杆最薄弱处承受的最小水平推力应不小于  $1.5\text{kN}/\text{m}$ 。

【提示】由于学生平日嬉闹或应急疏散时，集中挤压、推搡栏杆的人数常超过  $2\text{人}/\text{m}$ ，所以设定为  $1.5\text{kN}/\text{m}$ 。

### 1.6.4 中小学建筑人员密集部位出口问题

【存在问题】教学用建筑物出入口净通行宽度小于  $1.40\text{m}$ ，门内与门外各  $1.50\text{m}$  范围内设置台阶。

【相关标准】《中小学校设计规范》GB50099-2011 第 8.5.3 条规定：教学用建筑物出入口净通行宽度不得小于  $1.40\text{m}$ ，门内与门外各  $1.50\text{m}$  范围内不宜设置台阶。

### 1.6.5 中小学建筑疏散净宽度问题

【存在问题】中小学校建筑的安全出口、疏散走道、疏散楼梯和房间疏散门等处每 100 人的净宽度依照《建筑设计防火规范》GB50016-2014 第 5.5.21 条的规定设计。

【相关标准】《中小学校设计规范》GB50099-2011 第 8.2.3 条规定：中小学校建筑的安全出口、疏散走道、疏散楼梯和房间疏散门等处每 100 人的净宽度应按表 8.2.3 计算。同时，教学用房的内走道净宽度不应小于  $2.40\text{m}$ ，单侧走道及外廊的净宽度不应小于  $1.80\text{m}$ 。

表 8.2.3 安全出口、疏散走道、疏散楼梯和房间疏散门 每 100 人的净宽度(m)

所在楼层位置	耐火等级		
	一、二级	三级	四级
地上一、二层	0.70	0.80	1.05
地上三层	0.80	1.05	—
地上四、五层	1.05	1.30	—
地下一、二层	0.80	—	—

【提示】对于中小学的安全疏散设计，专项设计标准有明确要求的部分，应依据国家现行有关标准设计。

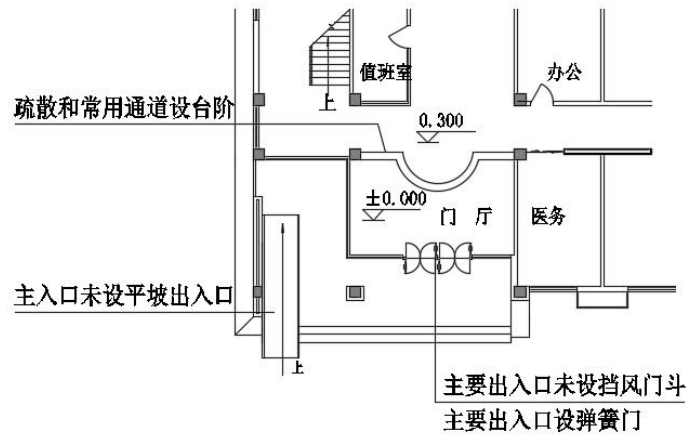
## 1.7 托幼建筑设计

### 1.7.1 托幼建筑入口设计问题

【存在问题】寒冷地区主要出入口未设挡风门斗；幼儿经常通行的走道上设台阶；幼儿出入的门设弹簧门、推拉门等。

【相关标准】《托儿所、幼儿园建筑设计规范》JGJ39-2016 第

4.1.7 条规定：严寒和寒冷地区托儿所、幼儿园建筑的外门应设门斗。  
第 4.1.13 条规定：幼儿经常通行和安全疏散的走道上不应设台阶，当有高差时，应设置防滑坡道。第 4.1.8.5 条规定：幼儿出入的门不应设置旋转门、弹簧门、推拉门，不宜设金属门。



1.7.1 (错误图示)

### 1.7.2 托幼建筑疏散楼梯设计问题

【存在问题】楼梯井净宽度大于 0.11m 未采取安全措施。

【相关标准】《托儿所、幼儿园建筑设计规范》JGJ39-2016 第 4.1.12 条规定：幼儿使用的楼梯，当楼梯井净宽度大于 0.11m 时，必须采取防止幼儿攀滑措施。楼梯栏杆应采取不易攀爬的构造，当采用垂直杆件做栏杆时，其杆件净距不应大于 0.11m。

### 1.7.3 托幼建筑上人屋面、阳台临空栏杆设计问题

【存在问题】上人屋面女儿墙净高小于 1.1m 且未设防护栏杆；阳台栏杆净高小于 1.1m。

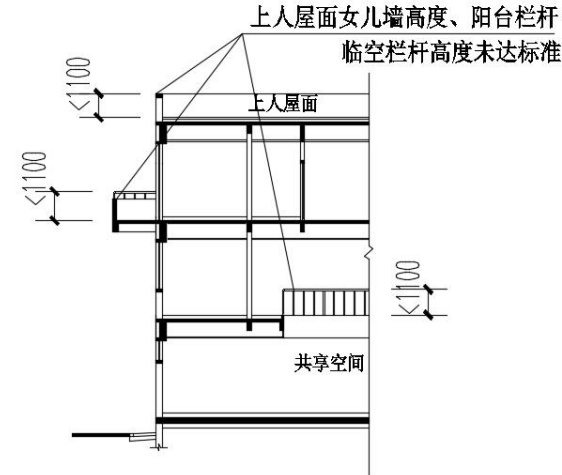


图 1.7.3 (错误图示)

【相关标准】《托儿所、幼儿园建筑设计规范》JGJ39-2016 第 4.1.9 条规定：托儿所、幼儿园的外廊、室内回廊、内天井、阳台、上人屋面、平台、看台及室外楼梯等临空处应设置防护栏杆，……防护栏杆的高度应从地面计算，且净高不应小于 1.10m。防护栏杆必须采用防止幼儿攀登和穿过的构造，当采用垂直杆件做栏杆时，其杆件净距离不应大于 0.11m。

### 1.7.4 托幼建筑侧窗采光设计问题

【存在问题】托幼的生活用房窗地面积之比、通风口面积不满足规范要求。

【相关标准】《托儿所、幼儿园建筑设计规范》JGJ39-2016 第 5.1.1 条规定：托儿所、幼儿园的生活用房、服务管理用房和供应用房中的各类房间均应有直接采光和自然通风，其采光系数最低值及窗地面积之比应符合表 5.1.1 的规定。第 5.3.2 条规定：托儿所、幼儿园的幼儿用房应有良好的自然通风，其通风口面积不应小于房间地板面积的 1/20。夏热冬冷、严寒和寒冷地区的幼儿用房应采取有效的通风设施。

表 5.1.1 采光系数最低值和窗地面积面积比

房间名称	采光系数最低值(%)	窗地面积比
活动室、寝室、乳儿室、多功能活动室	2.0	1: 5.0
保健观察室	2.0	1: 5.0
办公室、辅助办公	2.0	1: 5.0
楼梯间、走廊	1.0	—

【提示】建筑通风设计除了利用房门与外窗进行空气对流外，尚需注意北方冬季外门窗封闭的情况下，采取有效的通风措施，达到通风换气的要求，如设固定换气小扇、采用通风换气装置等。

## 1.8 住宅建筑设计

### 1.8.1 门开启后影响疏散问题

【存在问题】住宅户门开启后影响走道疏散宽度。

【相关标准】《住宅设计规范》GB50096-2011 第 5.8.5 条规定：向外开启的户门不应妨碍公共交通及相邻户门的开启。

【提示】户门的开启应保证安全疏散，避免两户门交叉，妨碍交通。

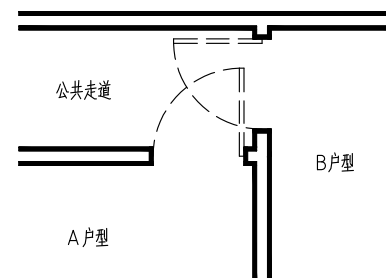
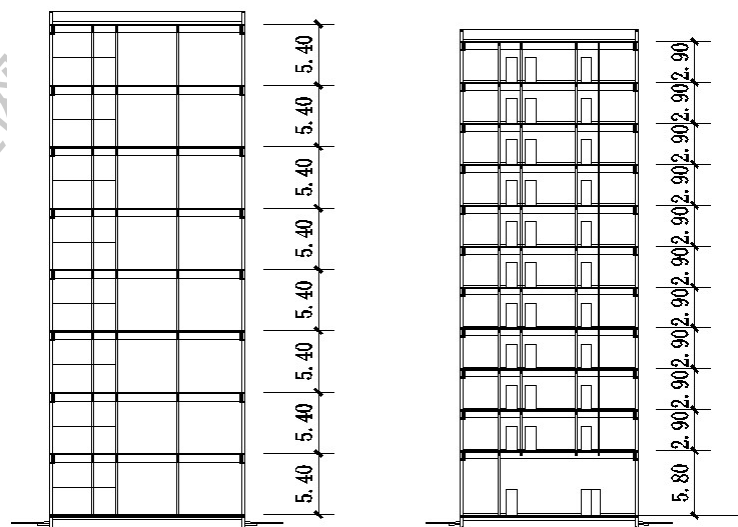


图 1.8.1 (错误图示)

### 1.8.2 住宅层数问题

【存在问题】住宅层高超过 3m 时，未进行层数折算，设置电梯和防火疏散出口出现错误。



经折算  $5.4 \times 8 / 3 = 14.4 = 14 \text{层} + 1.2 \text{米}$   
应为 14 层高层住宅

经折算  $10 \text{层} + 5.8 / 3 = 11.93 = 11 \text{层} + 2.8 \text{米}$   
应为 12 层高层住宅

图 1.8.2 (正确图示)

【相关标准】《住宅设计规范》GB50096-2011 第 4.0.5 条规定：

住宅楼的层数计算应符合下列规定：

1 当住宅楼的所有楼层的层高不大于 3.00m 时，层数应按自然层数计。

2 当住宅和其他功能空间处于同一建筑物内时，应将住宅部分的层数与其他功能空间的层数叠加计算建筑层数。当建筑中有一层或若干层的层高大于 3.00m 时，应对大于 3.00m 的所有楼层按其高度总和除以 3.00m 进行层数折算，余数小于 1.50m 时，多出部分不应计入建筑层数，余数大于或等于 1.50m 时，多出部分应按 1 层计算。

3 层高小于 2.20m 的架空层和设备层不应计入自然层数。

4 高出室外设计地面小于 2.20m 的半地下室不应计入地上自然层数。

### 1.8.3 燃气热水器设置问题

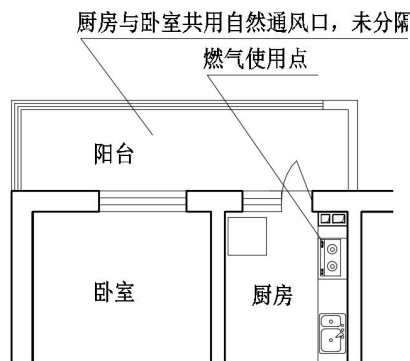


图 1.8.3 (错误图示 1)

【存在问题】住宅中燃气使用点的设置位置不符合规范，厨房与

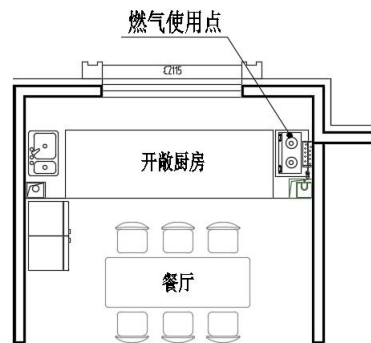


图 1.8.3 (错误图示 2)

卧室共用一个封闭阳台时，封闭阳台的窗是两个房间的共有自然通风口，燃气设备与卧室无分隔。

【相关标准】《城镇燃气设计规范》GB50028-2006 第 10.4.2 条规定：居民生活用气设备严禁安装在卧室内。第 10.4.4 条规定：燃气灶应安装在有自然通风和自然采光的厨房内。利用卧室的套间（厅）或利用与卧室连接的走廊作厨房时，厨房应设门并与卧室隔开。

### 1.8.4 住宅防火分隔问题

【存在问题】上下层开口窗槛墙高度不满足 1.2m；同层相邻户开口之间外窗间距小于 1.0m。

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 6.2.5 条规定：建筑外墙上、下层开口之间应设置高度不小于 1.2m 的实体墙或挑出宽度不小于 1.0m、长度不小于开口宽度的防火挑檐；当室内设置自动喷水灭火系统时，上、下层开口之间的实体墙高度不应小于 0.8m。……住宅建筑外墙上相邻户开口之间的墙体宽度不应小于 1.0m；小于 1.0m 时，应在开口之间设置突出外墙不小于 0.6m 的隔板。

【提示】建筑中采用落地窗，上、下层之间不设置实体墙的现象比较普遍，一旦发生火灾，易导致火灾通过外墙上的开口在水平和垂直方向上蔓延。适当的窗槛墙、窗间墙或防火挑檐是防止火灾发生蔓延的有效措施。

### 1.8.5 室外空调机位设置不合理问题

【存在问题】空调室外机搁板位置、尺寸、围护结构的设置不合理；围护结构上金属百叶间距过密或排放热气的有效开口面积过小；导致空调室外机安装、维修和空调通风运行困难。

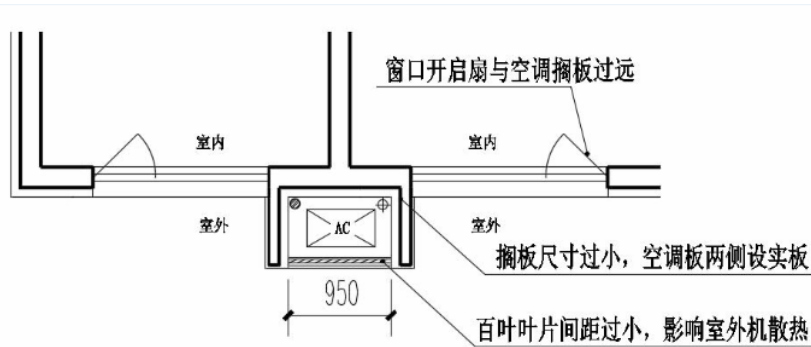


图 1.8.5 (错误图示 1)

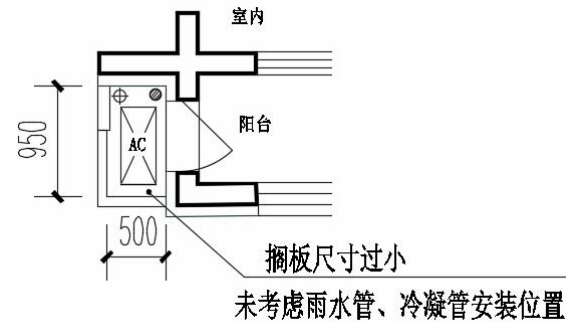


图 1.8.5 (错误图示 4)

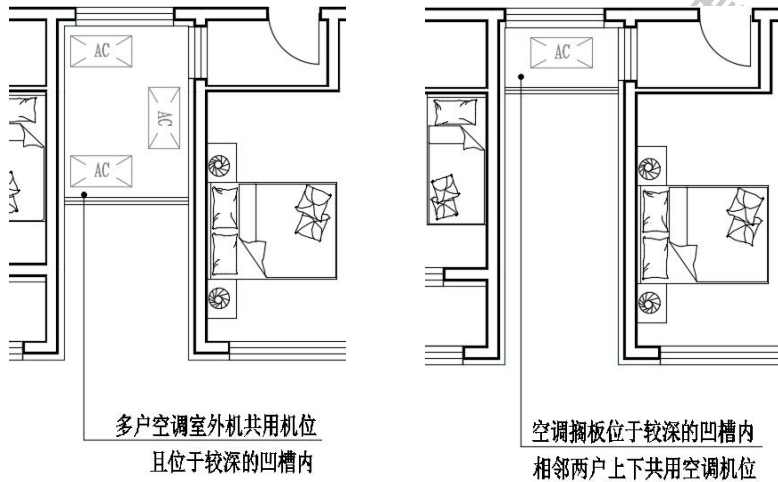


图 1.8.5 (错误图示 2)

图 1.8.5 (错误图示 3)

【相关标准】《天津市住宅设计标准》DB29-22-2013 第 7.1.8 条规定：住宅的每个卧室、起居室（厅）均应合理设置空调室外机搁板，搁板宜设在与本户外窗相邻的建筑外墙上，其位置应符合下列规定：……（略）

【提示】空调室外机搁板的设置应满足安装和维修方便的要求，且不应降低空调室外机排热效果、降低制冷功效，不对居民的正常生活以及对室外和其他住户环境造成影响，相邻的多台室外机气流不应互相干扰。建议空调室外机搁板净空尺寸（不应包含外墙外保温的厚度及雨水立管和冷凝水立管所占用的空间）不小于 1.10m×0.50m，雨水管和有组织排放的冷凝水管不应影响室外机的安装和维修。

### 1.8.6 楼梯宽度问题

【存在问题】楼梯梯段的净宽度不满足 1.10m。

【相关标准】《住宅建筑规范》GB50368-2005 第 5.2.3 条规定：楼梯梯段净宽不应小于 1.10m（除六层及六层以下住宅）。

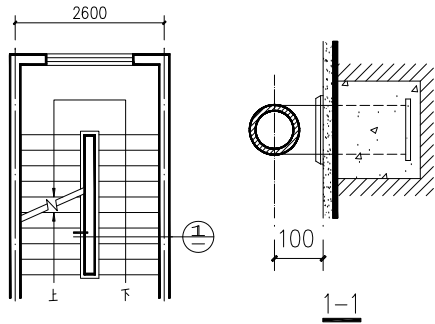


图 1.8.6 (错误图示)

【提示】楼梯梯段净宽系指墙面至扶手中心线或扶手中心线之间的水平距离。楼梯净宽应以最不利点测算，如有突出的柱子、内收的扶手，均以最窄处测算梯段净宽。如某住宅地下室楼梯间开间尺寸 2.60m，墙厚 0.20m，梯段分隔墙厚 0.20m，靠墙扶手选用的作法为：12J8-63-B 抹灰层至扶手中 0.10m，如图所示，楼梯梯段净宽小于 1.1m。

1.8.7 住宅凸窗护栏设置位置及高度问题

【存在问题】住宅凸窗窗台低于 0.90m，防护栏杆未从窗台面起计算有效高度，凸窗护栏未贴窗设置。

【相关标准】《天津市住宅设计标准》DB29-22-2013 第 7.4.2 条规定：当设置凸窗，且窗台距楼面净高度低于 0.90m 时，应设置防护设施，防护高度从窗台面起算不应低于 0.90m，并应贴窗设置。

【提示】当出现可开启窗扇执手超出一般成年人正常站立所能触及的范围，就会出现攀登至凸窗台面关闭窗扇的情况，家中孩童更喜欢在凸窗窗台上玩耍，容易发生坠落事故，因此凸窗栏杆防护高度应从窗台面起算不应低于 0.90m，并应贴窗设置。

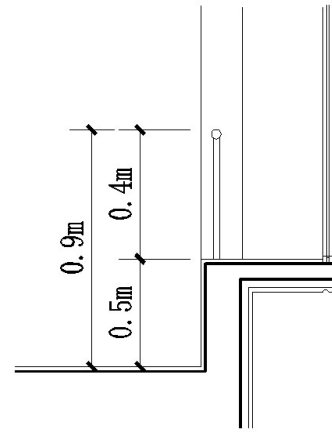


图 1.8.7 (错误图示)

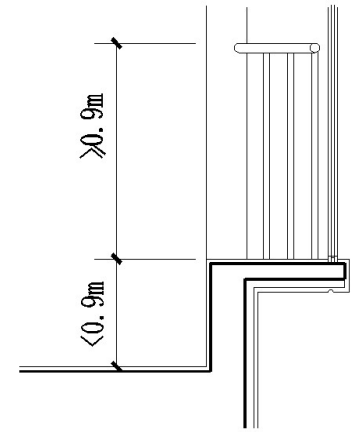


图 1.8.7 (正确图示)

1.8.8 住宅低窗护栏设置高度问题

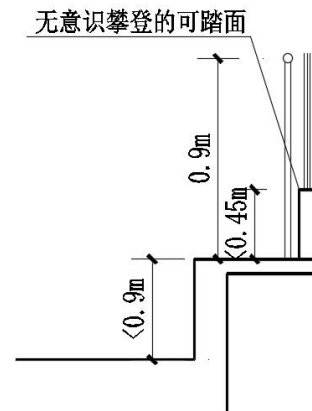


图 1.8.8 (错误图示 1)

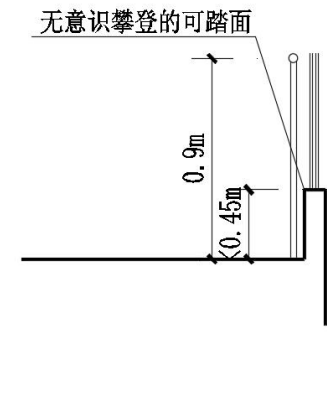


图 1.8.8 (错误图示 2)

【存在问题】住宅窗台低于 0.45m，防护栏杆未从容易造成无意识攀登的可踏面起算，栏杆防护高度净高不满足要求。

【相关标准】《天津市住宅设计标准》DB29-22-2013 第 7.4.1 条规定：窗外无阳台或平台的外窗，窗台距楼面、地面的净高低于 0.90m 时，应设置防护设施。

【提示】住宅不同于其他公共建筑，如窗台距地面净高较低，更容易发生儿童坠落事故。距离楼（地）面 0.45m 以下的台面、横栏杆等容易造成无意识攀登的可踏面，不应计入窗台净高。公共部位的楼梯间、电梯厅等处是交通核疏散的重要通道，窗台栏杆也应照此执行。

### 1.8.9 住宅屋面设置多处设备设施混凝土基础问题

【存在问题】某住宅屋面设置多处设备混凝土基础，未设保温措施或仅抹 30 厚保温砂浆，其做法未计入屋面平均传热系数内。

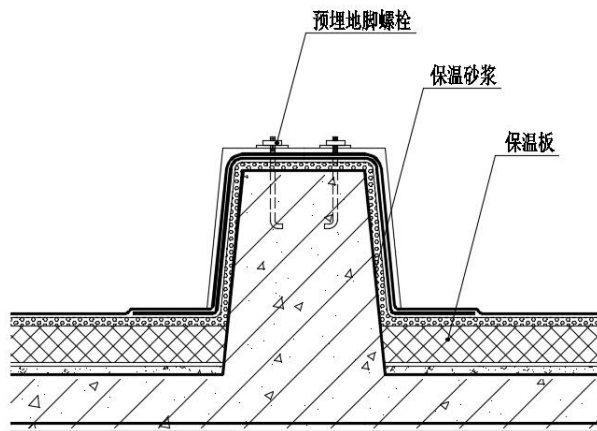


图 1.8.9（错误图示）

【相关标准】《天津市居住建筑节能设计标准》DB29-1-2013 附录

B.0.2 规定：屋面平均传热系数应包含各部位材料的导热系数和厚度的计算。

【提示】某些住宅屋面由于设置过多设备基础，未设保温层或仅抹 30 厚保温砂浆（按热桥处理），导致实际屋面平均传热系数远低于设计值，实际节能效果不达标。设计人应将设备基础部位的保温做法计入屋面平均传热系数的计算内，或者按屋面保温做法设置设备基础的保温层。

## 1.9 办公建筑设计

### 1.9.1 安全出口问题

【存在问题】一、二层商业与三层以上办公共用疏散楼梯。

【相关标准】《办公建筑设计规范》JGJ67-2006 第 5.0.3 条规定：综合楼内的办公建筑部分的疏散出入口不应与同一楼内对外的商场、营业厅、娱乐、餐饮等人员密集场所的疏散出入口共用。

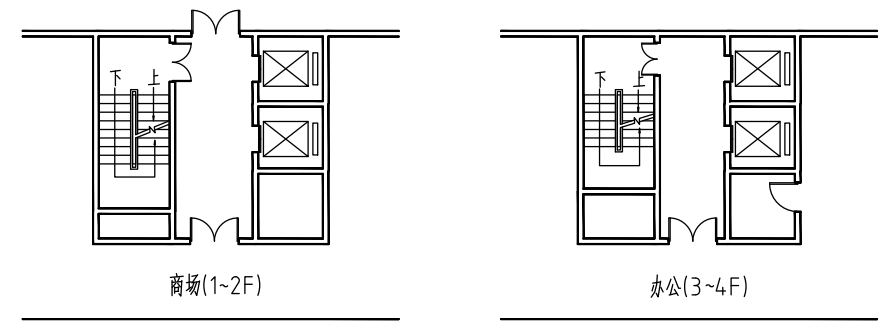


图 1.9.1（错误图示）

### 1.9.2 机要室、档案室与其它防火分隔问题

【存在问题】机要室、档案室未采用甲级防火门。

【相关标准】《办公建筑设计规范》JGJ67-2006 第 5.0.5 条规定：机要室、档案室和重要库房等隔墙的耐火极限不应小于 2h，楼板不应小于 1.5h，并应采用甲级防火门。

【提示】机要室、档案室和重要库房等为重要房间，应采取防火措施。

### 1.9.3 疏散距离问题

【存在问题】疏散距离大于 30 米（未从办公小隔间最远点起计算疏散距离）。

【相关标准】《办公建筑设计规范》JGJ67-2006 第 5.0.2 条规定：办公建筑的开放式、半开放式办公室，其室内任何一点至最近的安全出口的直线距离不应超过 30m。

【提示】这类房间面积大、人员集中、疏散距离远，且易燃的家具、低隔断很多，火灾危险性较大。因此，参照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016-2014 第 5.5.17 条，对距离进行规定。

该条中“安全出口”是指房间开向疏散走道的出口。大空间办公室内套小房间时，小房间的门不能算安全出口。因此，距离应从小房间的最远点进行计算。



## 2 结构篇

### 2.1 结构设计总说明常见问题

#### 2.1.1 设计依据中选用的规范、规程为废止版本

【存在问题】有些工程的结构设计总说明中，将废止版本作为设计依据，或未列出与本工程相关的常用标准、规范、规程等。

【提示】在结构设计总说明中，应与工程性质相对应的主要设计规范、规程、标准等列出，并注意以下问题：

1) 设计依据应选用有效版本，有局部修订的规范应注明版本号，正确索引应为现行规范。

2) 主要的地方标准应列入其中，如天津市的住宅工程应列入《天津市住宅设计标准》DB29-22-2013，采用预应力混凝土管桩或空心方桩的工程应分别列入《预应力混凝土管桩技术规程》DB29-110-2010（含2013年局部修订）、《预应力混凝土空心方桩技术规程》DB29-213-2012，还应列入《建筑基桩检测技术规程》DB/T29-38-2015、《天津市预防混凝土碱骨料反应技术规程》DB/T29-176-2016、《预拌砂浆技术规程》DB/T29-130-2015、《天津市岩土工程技术规范》DB29-20-2017、《天津市绿色建筑设计标准》DB29-205-2015等地方规程。

3) 钢结构工程应列入《建筑钢结构防火技术规范》GB51249-2017；采用预制装配式的建筑应列入《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231-2016、《装配式钢结构技术标准》GB/T51232-2016、《钢筋套筒灌浆连接应用技术规

程》JGJ355-2015、《装配整体式混凝土剪力墙结构设计规程》DB/T29-244-2016等国家和地方标准、规程。

#### 2.1.2 未明确结构的设计使用年限

【存在问题】有些工程的结构总说明中，未注明结构的设计使用年限。另有工程的总说明中，仅注明建筑结构设计基准期为50年，而未注明结构的设计使用年限，混淆了设计基准期和设计使用年限的概念，二者在概念上并不等同。

【相关标准】结构的设计使用年限应按《建筑结构可靠度设计统一标准》GB50068-2001表1.0.5采用；该标准第1.0.4条规定：本标准所采用的设计基准期为50年。

【提示】建筑结构的设计使用年限，是指结构或构件不需进行大修就能按预期目的使用的期限，即房屋建筑在正常设计、正常施工、正常使用和维护下所应达到的使用年限，而设计基准期是为确定可变作用及与时间有关的材料性能取值所选用的时间参数，它不等同于结构的设计使用年限。目前各规范和标准所考虑的荷载统计参数，都是按设计基准期均为50年确定的，如设计时需采用其他设计基准期，则必须另行确定在设计基准期内最大荷载的概率分布及相应的统计参数。

建筑工程的设计使用年限可依据《建筑结构可靠度设计统一标准》GB50068-2001第1.0.5条确定，普通房屋和构筑物的设计使用年限为50年，与设计基准期是统一的，但对于纪念性建筑和特别重要的建筑结构的使用年限为100年，以提高其设计的安全性和耐久性。然而，要使不同设计使用年限的建筑工程对完成预定的功能具有足够的可靠度，所对应的各种可变荷载标准值、材料强度、分项系数、可靠指标

的确定等需要相互配套，尚待逐步研究解决。

因此，建筑工程设计时必须首先依据《建筑结构可靠度设计统一标准》，确定结构的设计使用年限，并在结构总说明中明确标注结构的设计使用年限。绿色建筑提倡适当延长结构的设计使用年限。

《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 引入了可变荷载考虑结构设计使用年限的调整系数  $\gamma_L$ ，以解决设计使用年限与设计基准期不同时对可变荷载标准值的调整问题。《建筑结构荷载规范》第 3.2.5 条规定：楼面和屋面活荷载对应于结构设计使用年限 5 年、50 年、100 年的调整系数  $\gamma_L$  分别为 0.9、1.0、1.1。

### 2.1.3 未注明地基基础和建筑桩基设计等级，或设计等级设定有误

【相关标准】《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 3.0.1 条；《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 3.1.2 条。

【提示】《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 3.0.1 条根据地基复杂程度、建筑物规模和功能特征以及由于地基问题可能造成建筑物破坏或影响正常使用的程度，将地基基础划分为甲、乙、丙三个设计等级，按表 3.0.1 选用；《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 3.1.2 条根据建筑规模、功能特征、对差异变形的适应性、场地地基和建筑物体型的复杂性以及由于桩基问题可能造成建筑破坏或影响正常使用的程度，将建筑桩基划分为甲、乙、丙三个设计等级，按表 3.1.2 选用。

设计等级不同，对地基基础设计、桩基承载力的确定及检测要求也不尽相同。因此在总说明中应注明地基基础或建筑桩基的设计等级。

体型复杂且层数相差超过 10 层的高低层连成一体的建筑物是指在平面和立面上高度变化较大、体型变化复杂，且建于同一基础上的

高层宾馆、办公楼、商业建筑等建筑物，由于上部荷载相差悬殊、结构刚度和构造变化复杂，很容易产生不均匀沉降，为使地基变形不超过建筑物的允许值，地基基础设计的复杂程度和技术难度均较大，有时需要采取多种地基和基础类型或考虑采用地基与基础和上部结构共同作用的变形分析计算来解决不均匀沉降对基础和上部结构的影响问题。因此，对于体型复杂且层数超过 10 层的高低层连成一体的建筑物，考虑到其高度和重量，对地基承载力和变形均有较高要求，将其地基基础和桩基设计等级设定为甲级。

### 2.1.4 未明确设计标高±0.000 对应的绝对高程

【提示】每栋建筑物都有自己的相对设计标高体系，与设计标高相对应的场地绝对高程值应在总说明中明确标注。目前天津地区常用的绝对高程系为大沽高程系。

设计中应注明绝对高程与设计标高±0.000 的对应值，如勘察报告采用的高程为假定高程，则设计人应会同勘察单位和建设单位共同确定绝对高程与假设高程的相对关系，并在图纸中明确注明。这直接涉及到基础选型、埋深和持力层的选择，特别对于桩基础，需提前进行试桩或打桩时，明确工程所采用的绝对高程系尤为重要，以便于确定桩端持力层的位置、桩长及单桩承载力。

目前有少部分工程的地质勘察报告中仍采用假设高程，不便于设计和施工，应采用绝对高程。

### 2.1.5 未注明地下水和土对地下结构的腐蚀性

【相关标准】地下水和土对地下结构的腐蚀性依据《岩土工程勘察规范》GB50021-2001（2009 年版）判定；地下结构的防腐蚀措施可参照《工业建筑防腐蚀设计规范》GB50046-2008 的规定执行。

【提示】当《岩土工程勘察报告》判定场地的地下水和土对地下结构的材料具有腐蚀性时，在结构总说明中应注明地下水和土对地下混凝土结构及其钢筋、钢结构的腐蚀性等级，并注明根据腐蚀介质和腐蚀程度采取相应有效的防腐措施。

天津地区微腐蚀环境可按正常环境进行设计；对一般工程，弱腐蚀环境下可仅考虑混凝土强度等级、钢筋的混凝土保护层厚度和基础材料选择三项防腐措施。

### 2.1.6 基础中钢筋的混凝土保护层最小厚度有误

【相关标准】《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015 年版)第 8.2.1 条规定：基础中钢筋的混凝土保护层厚度应从垫层顶面算起，且不应小于 40mm；《地下工程防水技术规范》GB50108-2008 第 4.1.7-3 规定：钢筋保护层厚度应根据结构的耐久性和工程环境选用，迎水面钢筋保护层厚度不应小于 50mm。

【提示】有些工程仅将《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015 年版)表 8.2.1 正文的内容表示在结构总说明中，但忽略了该表附注对基础中钢筋保护层厚度不应小于 40mm 的规定。

对于有地下室的工程，其迎水面的钢筋保护层厚度不应小于 50mm，当对地下室墙体采取可靠的建筑防水做法或防护措施时，与土层接触一侧钢筋的保护层厚度可适当减少，但不应小于 25mm。人防构件的钢筋保护层厚度还应满足《人民防空地下室设计规范》GB50038-2005 第 4.11.5 条的规定。

对于桩基础中的基桩，《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 8.5.3 条 11 款规定：灌注桩主筋混凝土保护层厚度不应小于 50mm；预制桩不应小于 45mm，预应力管桩不应小于 35mm；腐蚀环境中的灌注

桩不应小于 55mm。《预应力混凝土管桩技术规程》DB29-110-2010（2013 年局部修订）第 3.1.1 条 3 款规定：预应力钢筋保护层厚度小于 40mm 的管桩不能用于建筑桩基础。《预应力混凝土空心方桩技术规程》DB29-213-2012 第 4.1.5 条规定：边长不小于 300mm 的空心方桩预应力筋保护层厚度不得小于 40mm，边长小于 300mm 的空心方桩预应力筋保护层厚度不得小于 25mm。

### 2.1.7 不注重建筑工程抗震设防类别的判定

【相关标准】《建筑工程抗震设防分类标准》GB50223-2008 第 3.0.2 条将建筑工程分为特殊设防类、重点设防类、标准设防类、适度设防类四个抗震设防类别，分别简称为甲、乙、丙、丁类。

【提示】建筑工程抗震设防类别划分的基本原则，主要是根据建筑遭受地震损坏对各方面影响后果的严重性进行分类，这些影响因素主要包括：从性质看有人员伤亡、间接损失、社会影响等；从范围看有国际、国内、地区、行业、小区和单位；从程度看有对生产、生活和救灾影响的大小，导致次生灾害的可能、恢复重建的快慢等。在对具体工程进行抗震设防类别判定时，建筑工程自身抗震能力、各部分功能的差异及相同建筑在不同行业所处的地位等因素，对建筑损坏的后果有不可忽视的影响，在进行设防分类时应对以上因素做综合分析。

《建筑工程抗震设防分类标准》GB50223-2008 第 3.0.1 条 4 款规定：建筑各区段的重要性有显著不同时，可按区段划分抗震设防类别；下部区段的类别不应低于上部区段。这里区段是指由防震缝分开的结构单元、平面内使用功能不同的部分、或上下使用功能不同的部分。

大量的工业与民用建筑属于丙类抗震设防类别，但对属于甲、乙类范畴的建筑工程抗震设防类别的判定应引起重视。

对于城镇给排水、燃气、热力、电力建筑、交通运输建筑、邮电通信、广播电视建筑等基础设施建筑、重要的公共建筑和居住建筑，是否属于甲类或乙类抗震设防类别，设计人应根据《建筑工程抗震设防分类标准》GB50223-2008 的相关规定确定工程的抗震设防类别，并在结构总说明中注明。

《建筑工程抗震设防分类标准》GB50223-2008 第 6.0.5 条规定：商业建筑中，人流密集的大型多层商场抗震设防类别应划分为重点设防类。大型商场是指一个区段人流 5000 人，换算的建筑面积约为 17000m<sup>2</sup> 或营业面积 7000m<sup>2</sup> 以上的商业建筑。这类商业建筑一般须同时满足人员密集、建筑面积或营业面积达到大型商场的标准、多层建筑等条件，所有仓储式、单层的大商场不包括在内。以防震缝分开的结构，当房屋各区段各自独立的疏散出入口能满足本区段疏散要求时，可分为不同的结构区段，相应区段内的人数（或面积）可单独计算；当地下商场设置有直接对外的疏散出入口且满足地下商场疏散要求时，抗震设防分类可地上、地下人数（或面积）分别计算。

当商业建筑与其他建筑合建时，包括商住楼或综合楼，其划分以区段按比照原则确定。例如，高层建筑中多层的商业裙房区段或者下部的商业区段为重点设防类，而上部的住宅可以不提高设防类别。还需注意，当按区段划分时，若上部区段为重点设防类，则其下部区段也应为重点设防类。

《建筑工程抗震设防分类标准》GB50223-2008 第 6.0.8 条规定：教育建筑中，幼儿园、小学、中学的教学用房以及学生宿舍和食堂，抗震设防类别应不低于重点设防类。中、小学生和幼儿等未成年人的自救能力弱，为加强在发生地震灾害时对未成年人的保护，对所有幼

儿园、小学和中学（包括普通中小学和有未成年人的各类初级、中级学校）的教学用房（包括教室、实验室、图书室、微机室、语音室、体育馆、礼堂）的设防类别均予以提高。鉴于学生宿舍和食堂的人员比较密集，其抗震设防类别也应不低于重点设防类。

根据《养老设施建筑设计规范》GB50867-2013 第 3.0.10 条规定，养老设施建筑中老年人用房的建筑抗震设防类别应为重点设防类。因大学生均为成年人，具有一定的抗震自救能力，因此大学建筑的抗震设防类别一般可划分为标准设防类。

#### 2.1.8 学校、医院等人员密集场所建设工程的抗震设防不满足要求

【相关标准】《天津市防震减灾条例》第二十四条规定：学校、医院等人员密集场所的建设工程，应当在当地房屋建筑抗震设防要求的基础上至少提高一档进行抗震设防；天津市《关于贯彻执行《中国地震动参数区划图》GB18306-2015 的通知》（建设[2016]256 号）文件的具体规定。

【提示】根据天津市人民代表大会常务委员会第二十八号公告，《天津市防震减灾条例》于 2011 年 5 月 20 日通过，自 2011 年 8 月 1 日起实施。天津市建委、地震局于 2016 年 5 月 16 日联合发布了“建设[2016]256 号”文件，对学校、医院等人员密集场所建设工程的抗震设防标准作出了具体的严格规定，并明确了提高设防的建筑工程范围为：教育建筑的幼儿园、小学、中学的教学用房、学生宿舍和食堂；医疗建筑中门（急）诊、医技、住院用房及社区卫生服务站等；养老院及残疾人综合服务中心等。按此规定，我市该类建筑具体的地震作用和采取的抗震措施如下：

位于 7 度（0.15g）分区的，地震动峰值加速度提高至 0.20g，按

8度采取抗震措施；

位于8度(0.20g)分区的，按9度采取抗震措施，计算多遇地震下弹性位移时，地震作用仍按8度(0.2g)取值；多遇地震下承载力设计及设防地震、罕遇地震下相关验算时，地震动峰值加速度提高至0.30g，周期折减系数可取1.0。

我市对教育建筑类、医疗建筑类工程的抗震设防要求严于国家规范，设计时应重视。

### 2.1.9 未明确钢筋混凝土结构采取抗震构造措施所对应的抗震等级

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016年版)第3.3.3条和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010第3.9.2条规定：建筑场地为III、IV类时，对设计基本地震加速度为0.15g的地区，宜按抗震设防烈度8度(0.2g)的规定采取抗震构造措施；《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ149-2017第3.3.1条规定：对7度(0.15g)时建于III、IV类场地的异形柱框架结构和异形柱框架-剪力墙结构，应按表3.3.1中括号内所示的抗震等级采取抗震构造措施；《天津市住宅设计标准》DB29-22-2013第9.4.4条也对钢筋混凝土住宅结构作出了具体规定。

【提示】根据GB50011-2010(2016年版)附录A的条文说明，天津市各区域的抗震设防烈度应采用根据中国地震动参数区划图划分的基本烈度，主要城镇中心地区的抗震设防烈度，设计基本地震加速度、设计分组可按抗规附录A确定。根据《中国地震动参数区划图》GB18306-2015，天津大部分地区抗震设防烈度为8度(0.2g)，但西青区、津南区、武清区、滨海新区、静海县和蓟县的部分区域抗震设防烈度为7度，设计基本地震加速度为0.15g，根据上述条文，除蓟县

可能存在I、II类场地可按其实际设防烈度采取抗震构造措施外，其它地区均宜按抗震设防烈度8度(0.2g)的规定采取抗震构造措施。

异形柱结构要求较严，规定对于7度(0.15g)时建于III、IV类场地的异形柱框架结构和异形柱框架-剪力墙结构，应按《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ149-2017表3.3.1中括号内所示的抗震等级采取抗震构造措施。

《天津市住宅设计标准》DB29-22-2013第9.4.4条规定：建筑场地为III、IV类、抗震设防烈度为7度(0.15g)时，对于框架结构及高度大于28m的框架-剪力墙结构、框架-核心筒结构、剪力墙结构等住宅结构，均应按抗震设防烈度8度(0.2g)采取抗震构造措施。

对于公共建筑，可参照《天津市住宅设计标准》DB29-22-2013第9.4.4条的规定执行。

抗震构造措施是指根据抗震概念设计原则，一般不需计算而对结构和非结构各部分必须采取的各种抗震构造要求。构件尺寸、轴压比、纵筋配筋率、箍筋配箍率、钢筋直径和间距、构造柱和圈梁的布置和配筋、高厚比、长细比、板件宽厚比及构件连接要求等内容，都属于抗震构造措施。有些工程的结构总说明中，仅笼统注明按抗震设防烈度8度(0.2g)的要求采取抗震构造措施，并不具体注明采取抗震构造措施所对应的抗震等级，对设计和施工的构造要求不明确。因此总说明中除注明钢筋混凝土结构的抗震等级外，尚应注明采取抗震构造措施所对应的抗震等级，并在施工图中落实对各类结构构件按相应的抗震等级采取抗震构造措施。

### 2.1.10 未注明建筑物的基础最终沉降量

【相关标准】《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011第5.3.1

条规定:建筑物的地基变形计算值,不应大于地基变形允许值;第 5.3.4 条规定:建筑物的地基变形允许值应按表 5.3.4 规定采用。对表中未包括的建筑物,其地基变形允许值应根据上部结构对地基变形的适应能力和使用上的要求确定。

【提示】基础沉降计算是地基设计中的一个重要组成部分,当建筑物的地基产生过大的变形时,对于工业与民用建筑来说,都可能影响正常的生产或生活,危及人们的安全或影响人们的心理状态。

结构设计总说明中,应注明建筑物的基础最终沉降量,且该沉降量不应大于规范规定的允许值。

#### 2.1.11 未注明基坑降水要求和施工停止降水时间

【存在问题】结构设计总说明中,对基坑降水要求不明确,尤其对于深基础,未注明施工停止降水的时间。

【提示】天津地区的地下水位偏高,基础施工时应将地下水降至基底标高以下 0.5~1.0m,待基础施工完毕或上部结构施工至某部位足以抵抗地下水对地下结构产生的浮力时再停止降水,因此总说明中应注明基坑降水要求和施工停止降水时间。

天津地区地下潜水埋藏较浅,对于一般建筑工程特别对于有地下室的工程,基础埋置较深,施工时需采取降水措施。当地下室层数较多、埋置较深时,如果施工刚完成至地面标高即停止降水的话,恢复的地下水将产生较大的浮力,严重者可能导致整个地下室上浮。因此,设计人应在进行抗浮计算的基础上,确定并在图纸中注明施工停止降水时间,以免过早停止降水后地下水位上升而导致地下室构件开裂或上浮。

#### 2.1.12 未注明采用预拌砂浆

【相关标准】《天津市绿色建筑设计标准》DB29-205-2015;《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T223-2010;《预拌砂浆技术规程》DB/T29-130-2015。

【提示】根据国家产业政策和禁止现场搅拌砂浆工作的总体部署,结合我市具体情况,凡在本市外环线以内、滨海新区建成区和其他区县人民政府所在地的建制镇范围内施工的建设工程,禁止现场搅拌砂浆。其他区县有条件的地区逐步禁止现场搅拌砂浆。大力推广预拌砂浆和示范工程,加快推进预拌砂浆应用。《天津市绿色建筑设计标准》DB29-205-2015 第 6.3.4 条要求所有建筑砂浆应采用预拌砂浆。

建设单位应要求设计单位按照预拌砂浆的有关标准规范进行设计,在施工图设计文件中明确预拌砂浆的品种和等级;施工图审查机构应将执行预拌砂浆技术规程情况列入审查范围。

#### 2.1.13 设计中未采用高强钢筋

【相关标准】《关于加快应用高强钢筋的指导意见》建标[2012]1 号;《天津市城乡建设和交通委员会关于加快我市推广应用高强钢筋的通知》(津建设[2012]863 号)。

【提示】高强钢筋是指抗拉屈服强度达到 400 兆帕及以上的螺纹钢筋,具有强度高、综合性能优的特点,采用 400 兆帕、500 兆帕高强度钢筋替代目前大量使用的 335 兆帕级螺纹钢筋,据测算可节约钢材约 12%~20%。高强钢筋作为节材节能环保产品,在建筑工程中大力推广应用,是建设资源节约型、环境友好型社会的重要举措,对推动钢铁工业和建筑业结构调整、转型升级具有重大意义。

按照以上文件要求,到 2013 年底我市建筑工程已全部淘汰 335 兆帕级钢筋,2015 年底我市建筑工程高强钢筋用量达到建筑用钢总量

的65%以上。政府投资公共建筑和保障性住房应率先采用高强钢筋。

在应用400兆帕级螺纹钢的基础上，对大型高层建筑和大跨度公共建筑，优先采用500兆帕级螺纹钢，逐年提高500兆帕级螺纹钢的生产和使用比例。

《天津市绿色建筑标准》DB29-205-2015第6.3.2-1条规定，绿色建筑结构构件中采用不低于400MPa级受力钢筋的比例不应低于85%，混凝土结构中，梁、柱及剪力墙边缘构件的纵向受力钢筋应采用不低于400MPa级的热轧带肋钢筋。

在建设工程设计及施工图审查中要认真落实有关工程建设标准，严格执行《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015年版)，建筑结构中的纵向受力钢筋要优先采用400MPa级及以上螺纹钢，其中，梁柱及剪力墙边缘构件纵向受力构件应采用400MPa级及以上热轧带肋钢筋，梁柱箍筋推广采用400MPa级及以上热轧带肋钢筋。

#### 2.1.14 未对钢筋混凝土结构楼梯间的填充墙采取抗震加强措施

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016年版)第13.3.4条第5款规定：钢筋混凝土结构中，楼梯间和人流通道的填充墙，尚应采用钢丝网砂浆面层加强。

【提示】钢筋混凝土结构中，楼梯间和人流通道为主要的交通和疏散通道，地震发生时应保证人员的紧急疏散，因此，对于楼梯间和人流通道的填充墙，要求采用钢丝网砂浆面层加强，以提高其抗震能力。

#### 2.1.15 未注明建筑物的耐火等级和各构件的耐火极限

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018年版)第6.1.1条规定：防火墙应直接设置在建筑的基础或框架、梁等承重

结构上，框架、梁等承重结构的耐火极限不应低于防火墙的耐火极限。

《建筑钢结构防火技术规范》GB51249-2017第3.2.1条规定：钢结构应按结构耐火承载力极限状态进行耐火验算与防火设计。

【提示】结构设计总说明中，应注明建筑物的耐火等级和各构件的设计耐火极限、构件的防火保护措施、防火材料的性能要求及设计指标等，混凝土构件的保护层厚度和钢结构构件的防火措施应能满足相应耐火极限的要求。注意预应力混凝土构件中预应力钢筋的保护层厚度应满足《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018年版)的相关要求。

承托防火墙的结构构件耐火极限要求应满足《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018年版)的相关要求，其耐火极限不应低于防火墙的耐火极限。

钢结构的防火设计应按照《建筑钢结构防火技术规范》GB51249-2017中的相关规定执行。

#### 2.1.16 未提供结构专业的绿建专篇

【相关标准】《天津市绿色建筑标准》DB29-205-2015第6章绿色建筑有关结构设计和建筑材料的规定。

【提示】自2015年5月1日起凡新立项的民用建筑项目(单栋建筑面积不小于300m<sup>2</sup>、建筑群建筑面积不小于1000m<sup>2</sup>)均应按照《天津市绿色建筑标准》的规定进行绿色建筑设计。

《天津市绿色建筑标准》DB29-205-2015第6章为绿色建筑中有关结构设计和建筑材料的规定。结构专业绿色建筑专篇的主要内容应包括：是否采用了国家和天津地区禁止和限制使用的建筑材料及制品；结构体系的规则性及存在的不规则指标项；简要说明地基

基础、基础构件方案比较及优化设计措施；简要说明结构体系、构件布置、结构构件方案比较及优化设计措施；混凝土结构构件中梁、柱及剪力墙边缘构件的纵向受力普通钢筋是否采用强度不低于 400MPa 的热轧带肋钢筋；现浇混凝土是否采用预拌混凝土，建筑砂浆是否采用预拌砂浆。

### 2.1.17 未提供装配式建筑设计专项说明

【相关文件】《天津市装配式混凝土建筑施工图设计审查指南》、《装配式建筑评价标准》。

【提示】装配式建筑应提供装配式设计专项说明，说明结构类型及采用的预制构件类型、预制装配率指标，装配式结构连接材料的种类及要求（包括连接套筒、浆锚金属波纹管、冷挤压接头性能等级要求、预制夹心外墙内的拉接件、与连接做法相匹配的套筒灌浆料、水泥基灌浆料性能指标，螺栓材料及规格、接缝材料及其它连接方式所采用的材料）、预制构件的生产和检验要求、运输和堆放要求及装配式结构验收要求；应注明主要荷载的取值，包括预制夹心保温外墙板的外叶墙板自重、装配式结构地震作用调整系数、预制构件的施工荷载和特殊设备荷载等；应提出预制结构构件钢筋接头连接方式及相关要求。

设计文件应按照《装配式建筑评价标准》GB/T51129-2017 第 4 章统计装配率并出具计算书，逐项列出各分项的计算过程和最终结果，设计文件中应体现装配率各分项的实施情况和具体做法。

## 2.2 荷载

### 2.2.1 永久荷载分项系数的取值问题

【相关标准】《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 第 3.2.4 条 1 款规定：永久荷载的分项系数，当永久荷载效应对结构不利时，对由可变荷载效应控制的组合应取 1.2，对由永久荷载效应控制的组合应取 1.35；当永久荷载效应对结构有利时，不应大于 1.0。

【提示】荷载效应组合的设计值中，荷载分项系数应根据荷载不同的变异系数和荷载的具体组合情况，以及与抗力有关的分项系数的取值水平等因素确定，以使在不同设计情况下的结构可靠度能趋于一致。因此荷载规范按永久荷载效应与可变荷载效应所占的比例将永久荷载的分项系数  $\gamma_G$  定为 1.2 和 1.35。对于设计使用年限 50 年的建筑，在考虑仅有一项可变荷载作用的前提下，《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 中由可变荷载效应控制的组合为： $S_d = \gamma_G S_{GK} + \gamma_{Q1} S_{Q1K}$ （式 3.2.3-1），由永久荷载效应控制的组合为： $S_d = \gamma_G S_{GK} + \gamma_{Q1} \psi_{C1} S_{Q1K}$ （式 3.2.3-2），由以上二式可推导出：当  $S_{GK}/S_{Q1K} \leq 2.8$  时，荷载组合由可变荷载效应控制，取  $\gamma_G = 1.2$ ；当  $S_{GK}/S_{Q1K} > 2.8$  时，荷载组合由永久荷载效应控制，取  $\gamma_G = 1.35$ 。有些工程的荷载效应由永久荷载效应控制，如计算时仍取  $\gamma_G = 1.2$ ，会使结构的可靠度达不到目标值的要求，造成安全隐患。

当永久荷载效应与可变荷载效应异号也即永久荷载效应对结构有利时，如果仍采用  $\gamma_G = 1.2$ ，则结构的可靠度会随着永久荷载效应所占比例的增大而严重降低。因此当永久荷载效应对结构有利时， $\gamma_G$  宜取小于 1 的系数，但考虑经济效果和应用方便的因素，一般可取  $\gamma_G = 1.0$ 。如：基础配筋计算时，基础的自重是对结构有利的荷载，取  $\gamma_G = 1.0$ ；砌体结构的挑梁抗倾覆验算时，挑梁的抗倾覆荷载是压在挑梁上部的墙体和挑梁尾端上部  $45^\circ$  扩展角范围内本层的砌体与楼面恒荷载标准



值之和  $G_r$ ，其荷载效应对结构有利，《砌体结构设计规范》GB50003-2011 第 7.4.3 条规定：挑梁的抗倾覆力矩设计值  $M_r=0.8G_r(L_2-X_0)$ ，式中取  $\gamma_c=0.8$ 。

### 2.2.2 结构倾覆、滑移或漂浮验算时，永久荷载分项系数的取值问题

【相关标准】《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 第 3.2.4 条 3 款规定：对结构的倾覆、滑移或漂浮验算，荷载的分项系数应满足有关的结构设计规范的规定；《建筑地基基础设计规范》第 3.0.5 条 3 款规定：计算基础抗浮稳定时，作用效应应按承载能力极限状态下作用的基本组合，但其分项系数为 1.0；《建筑地基基础设计规范》第 5.4.3 条规定：建筑物基础存在浮力作用时应进行抗浮稳定性验算，抗浮稳定安全系数一般情况下可取 1.05。

【提示】在进行结构的倾覆、滑移或漂浮等有关稳定性验算时，永久荷载效应一般对结构是有利的，荷载分项系数一般应取小于 1.0。目前在大部分结构设计规范中，实际上仍沿用经验的单一安全系数法进行设计。即使是采用分项系数，在取值上也不可能采用统一的系数。当其它结构设计规范对结构的倾覆、滑移或漂浮验算有具体规定时，应按结构设计规范的规定执行，当没有具体规定时，对永久荷载的分项系数可按工程经验采用。

对于地下室的抗浮稳定性验算，上部结构和地下室结构的自重以及地下室顶板上的覆土均对结构的抗浮有利，其作用效应基本组合的分项系数取 1.0，抗浮稳定安全系数可取 1.05。

有些工程在结构的倾覆、滑移或漂浮等验算中，未将永久荷载效应对结构有利与否加以区分，一律取  $\gamma_c=1.2$ ，使结构的可靠度降低。又如：砌体结构中挑梁和雨篷进行抗倾覆验算时，抗倾覆荷载效应的

分项系数若取 1.0，与《砌体结构设计规范》GB50003-2011 第 7.4.3 条和 7.4.7 条的规定不符，降低了砌体结构悬挑构件的稳定性。

### 2.2.3 走廊、门厅、楼梯活荷载标准值的取值未区分建筑物的性质

【相关标准】《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 表 5.1.1 中第 11 项次 (3) 规定：教学楼及其他可能出现人员密集的情况，其走廊、门厅的活荷载标准值应取  $3.5\text{kN/m}^2$ ；第 12 项次 (2) 规定：除多层住宅以外的建筑，其楼梯活荷载标准值应取  $3.5\text{kN/m}^2$ 。

【提示】对于公共建筑和高层建筑结构，其走廊、门厅、楼梯的人员一般比较密集，活荷载标准值应取  $3.5\text{kN/m}^2$ ；对于多层住宅、别墅等建筑的走廊、门厅、楼梯，人流相对较少，其活荷载标准值可按荷载规范的规定采用  $2.0\text{kN/m}^2$ 。

### 2.2.4 钢筋混凝土结构整体计算时，未计入建筑饰面的重量

【提示】钢筋混凝土结构整体计算时，一般通过输入结构构件的截面尺寸，根据总信息中给定的混凝土容重，由计算机直接计算得出构件的自重，但梁、柱、剪力墙表面的装饰面层却不会自动计入。因此，需将总信息中的混凝土容重适当提高，以考虑构件的装饰面层重量。一般可视结构类型而定，如剪力墙结构可取  $26\text{kN/m}^3\sim 27\text{kN/m}^3$ ，框架结构或框-剪结构可取  $25.5\text{kN/m}^3\sim 26.5\text{kN/m}^3$ ，由设计人根据具体工程确定。

### 2.2.5 对风荷载比较敏感的高层建筑的风压取值问题

【相关标准】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 4.2.2 条规定：对风荷载比较敏感的高层建筑，承载力设计时应按基本风压值的 1.1 倍采用。

【提示】对风荷载是否敏感，主要与高层建筑的体型、结构体系

和自振特性有关，目前尚无实用的划分标准。一般情况下，对于房屋高度大于 60m 的高层建筑，承载力设计时风荷载计算可按基本风压的 1.1 倍采用；对于正常使用极限状态设计（如位移计算），其要求可比承载力设计适当降低，一般取基本风压值。本条规定对于设计使用年限为 50 年和 100 年的高层建筑结构都是适用的。

### 2.2.6 计算地震作用时，藏书库、档案库等活荷载的组合值系数取值错误

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）表 5.1.3 第 5 项规定：按等效均布荷载计算的楼面活荷载，藏书库、档案库的组合值系数按 0.8 采用，其它民用建筑的组合值系数按 0.5 采用。

【提示】计算地震作用时，结构的重力荷载代表值为永久荷载标准值与有关可变荷载组合值之和。一般民用建筑楼面等效均布活荷载的组合值系数按 0.5 采用，考虑到藏书库、档案库、UPS 电池室等活荷载在地震时遇合的概率较大，故按等效楼面均布荷载计算活荷载时，其组合值系数取 0.8。

### 2.2.7 对灵活布置的轻质隔墙未计入荷载

【相关标准】《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 表 5.1.1 附注 6 规定：当隔墙位置可灵活自由布置，非固定隔墙的自重可取每延米长墙重（kN/m）的 1/3 作为楼面活荷载的附加值（kN/m<sup>2</sup>）计入，附加值不小于 1.0kN/m<sup>2</sup>。

【提示】固定轻质隔墙的自重应按恒荷载考虑。在输入其荷载时，如墙下设梁，则按其实际位置以梁的线荷载形式直接输入，如墙下无梁，可将墙体折算成楼面等效荷载输入。请注意：计算隔墙的重量时，

应包含墙体装饰面层的重量。

对于灵活办公、精品卖场等需要灵活布置隔墙的建筑，应注意不能忽略该部分隔墙的自重，输入时可按上述条文规定作为楼面活荷载的附加值计入，且该附加值不应小于 1.0kN/m<sup>2</sup>。

### 2.2.8 消防车活荷载取值问题

【相关标准】《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 表 5.1.1 项次 8 规定了消防车通道（不含消防车停车库）的活荷载标准值。

【提示】消防车活荷载本身较大，对结构构件截面尺寸、层高与经济性影响显著，在 2012 版荷载规范中将双向板跨划分为 3m×3m 和 6m×6m，当板跨介于二者之间时，可根据板跨按线性插值方法确定活荷载标准值；当单向板楼盖板跨介于 2m~4m 之间时，活荷载可按跨度在（35~25）kN/m<sup>2</sup> 范围内线性插值确定。

对地下室顶板上有覆土的消防车活荷载，在荷载规范附录 B 中明确规定可以考虑覆土厚度的影响，对楼面消防车活荷载标准值进行折减。附录 B 中表 B.0.1、表 B.0.2 分别给出了单向板、双向板楼盖常用板跨、不同覆土厚度的楼面消防车活荷载折减系数。

现行荷载规范中消防车道的活荷载标准值是按 30T 的消防车确定的，有些工程消防车比 30T 重，应相应提高消防车道的活荷载取值。

### 2.2.9 未注明特殊房间的活荷载标准值

【提示】建筑物的楼面活荷载应根据其使用功能确定，一般可由《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 中查表得出。但某些有特殊使用功能房间的活荷载，规范中并无明确规定，这些荷载应根据建筑图纸中注明的使用功能，由建筑、给排水、暖通、电气等专业或工艺专业、工艺设计的设备生产厂家或使用单位提供，并作为设计依据在结构总

说明中注明。

### 2.2.10 活荷载取值不正确或遗漏荷载

【提示】荷载取值的正确与否是结构合理设计的前提，对荷载的输入一定要做到准确、到位。但有些工程设计中，活荷载的输入不正确甚至遗漏荷载，这会给结构带来较大的安全隐患或使计算和设计返工，应引以为戒。

电梯机房活荷载标准值应按荷载规范 GB50009-2012 取  $7.0\text{kN/m}^2$ ，卫生间、浴室、阳台的活荷载标准值应取  $2.5\text{kN/m}^2$ ，活荷载输入时应特别注意。

对于有特殊使用要求的房间，其楼面活荷载应由建设单位提供，或由设计单位提出经建设方书面确认，有初步设计阶段的工程可在初步设计文件中明确。

楼面、屋面荷载数值变化大或分布范围比较复杂时，比如地下车库顶的消防车等效均布活荷载，施工图可包含荷载布置平面图。

工程设计中常遇的遗漏荷载的种类：

- 1 悬挂梁上的荷载、栏板荷载、装修荷载、住宅中的封阳台荷载、较高的女儿墙荷载等；
- 2 住宅、酒店、写字楼及商场等建筑的二次装修荷载；
- 3 屋面水箱间、冷却塔、电梯机房、设备荷载、屋顶装饰构架等；
- 4 地下室顶板上的消防车道荷载或覆土荷载等。

如发生第 3、4 类遗漏荷载的情况，将对相关结构构件造成重大的安全隐患。

### 2.2.11 设计墙、柱及基础时楼面活荷载标准值的折减系数取值有误

【相关标准】《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 第 5.1.2 条规

定。

【提示】设计墙、柱和基础时，只有《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 第 5.1.1 条第 1 (1) 项中规定的住宅、宿舍、旅馆、办公楼、医院病房、托儿所和幼儿园的楼面活荷载折减系数才能按《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 表 5.1.2 条取值；第 1 (2) ~ 7 项应采用与其楼面梁相同的折减系数；第 8 项的客车，对单向板的楼盖折减系数取 0.5，对双向板的楼盖和无梁楼盖取 0.8。

结构整体计算时，应特别注意学校教学楼、商业用房、医院门诊楼、停车库等建筑的楼面活荷载折减系数取值。

### 2.2.12 门式刚架的风荷载计算未考虑风压增大系数，雪荷载计算未按 100 年一遇的基本雪压取值

【相关标准】《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB51022-2015 第 4.2.1、4.2.2、4.3.1、4.3.3 条规定。

【提示】有些门式刚架工程在计算时直接输入现行《建筑结构荷载规范》GB50009 中给定的基本风压值，未乘以风压增大系数。按照现行国家标准 GB50009 的规定，对风荷载比较敏感的结构基本风压应适当提高，门式刚架轻型钢结构对于风荷载比较敏感，因此计算主刚架时，基本风压增大系数  $\beta$  应取 1.1，计算檩条、墙梁、屋面板、墙面板及其连接时考虑阵风作用  $\beta$  应取 1.5。

《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB51022-2015 第 4.2.1 条风荷载标准值计算公式中风荷载系数考虑了内外风压最大值的组合，根据不同部位分区和是否为封闭式房屋，按照《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB51022-2015 第 4.2.2 条规定取值。

门式刚架轻型钢结构属于对雪荷载比较敏感的结构，根据 GB51022-2015 第 4.3.1 条规定，基本雪压按《建筑结构荷载规范》GB50009 规定的 100 年重现期的雪压采用。

轻型钢结构房屋自重轻，对雪荷载极为敏感，近几年雪灾调查表明，雪荷载的堆积是造成破坏的主要原因。门式刚架设计时应考虑屋顶局部积雪的影响，按 GB51022-2015 第 4.3.3、4.3.5 条规定，考虑：1) 屋面板和檩条积雪不均匀分布的最不利情况；2) 刚架斜梁全跨积雪的不均匀分布和半跨积雪的均匀分布的最不利情况；3) 高低屋面及相邻房屋屋面高差较大时，应考虑雪的堆积和漂移。

## 2.3 地基与基础

### 2.3.1 基础埋深

【相关标准】《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 5.1.4 条和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 12.1.8 条规定：天然地基上的基础埋置深度可取房屋高度的 1/15；桩基础的埋置深度（不计桩长）可取房屋高度的 1/18。《天津市岩土工程技术规范》DB/T29-20-2017 第 5.1.2 条规定：在满足地基承载力、变形和稳定性的要求下，基础埋深不宜小于 0.6m。

【提示】确定基础埋深时，应综合考虑建筑物的高度、体型、地基土质和抗震设防烈度等因素。对于高层建筑，当抗震设防烈度高、场地存在软弱土层时，宜采用较大的埋置深度，以抵抗倾覆和滑移，确保建筑物的安全。但在满足地基承载力、变形、稳定性及上部结构抗倾覆要求的前提下，对基础埋深的要求可适当放松。当基础位于岩石地基上有可能产生滑移时，应验算基础的滑移，并采取有效的抗滑

移措施。

基础埋深一般从室外地坪算至基础底面。当地下室周围无可靠的侧限时，应从具有侧限的标高算起，如设有沉降缝，应将沉降缝地面以下处用粗砂填实，以保证地下室的可靠侧限。高层建筑宜尽量设置地下室。

当存在相邻建筑物时，为保证原有建筑物在施工期间的安全和正常使用，基础埋深不宜深于相邻建筑物的基础。

### 2.3.2 地基承载力特征值未按《天津市岩土工程技术规范》DB/T29-20-2017 计算

【相关标准】《天津市岩土工程技术规范》DB/T29-20-2017 第 5.2.6 条规定：当基础埋置深度大于 1.0m 时，地基承载力可按式  $f_a = f_{ak} + \eta_d \gamma_m (d - 1.0)$  进行修正。

【提示】本条与《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 5.2.4 条规定不同，天津地区的工程应执行《天津市岩土工程技术规范》DB/T29-20-2017 的要求。地标与国标的主要不同有以下几个方面：（1）深度修正为基础埋置深度减去 1.0m，与《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 5.2.4 条中减去 0.5m 不同；（2）对地基承载力不进行基础宽度的修正。（3）基础埋深的地基承载力修正系数  $\eta_d$  不同。经比较，按天津地标修订后的地基承载力特征值小于国标，因此，天津地区的工程应按《天津市岩土工程技术规范》DB/T29-20-2017 表 5.2.6 取值。

施工图审查中遇到的有些采用天然地基的工程，修正后的地基承载力特征值偏高，多数因  $\eta_d$  取值有误差导致，应特别注意。 $\gamma_m$  为基础底面以上土的加权平均重度，位于地下水位以下的土层取有效重度。

《建筑地基处理技术规范》JGJ79-2012 第 3.0.4 条规定：经处理后的复合地基，当按地基承载力确定基础底面积及埋深而需对复合地基承载力进行修正时，除大面积压实填土地基外，其他处理地基的基础宽度修正系数  $\eta_b$  应取 0，基础埋深修正系数  $\eta_d$  取 1.0。

### 2.3.3 未进行地基软弱下卧层的承载力验算

【相关标准】《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 5.2.7 条规定：当地基受力层范围内有软弱下卧层时，应进行软弱下卧层承载力验算。

【提示】设计人在进行地基承载力验算时，仅重视基础持力层的承载力验算，容易忽略地基受力层范围内软弱下卧层的承载力验算。如果因软弱下卧层的土性差、强度低而对基础设计起控制性作用，会导致基础尺寸做较大范围的修改甚至有可能改变基础选型，因此应对软弱下卧层的验算引起足够的重视。

### 2.3.4 忽视地下室或地下构筑物的抗浮验算

【相关标准】《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 3.0.2 条第 6 款规定：建筑地下室或地下构筑物存在上浮问题时，尚应进行抗浮验算。

【提示】天津地区地下水埋藏较浅，对于埋置较深的纯地下室、或地下室层数较多而地上层数相对较少的建筑物或地下构筑物，应进行抗浮验算。

勘察单位在《岩土工程勘察报告》中应明确给出抗浮设计水位。设计在结构总说明中应注明抗浮设计水位。抗浮验算时，用于抵抗浮力的荷载仅考虑基础及其上部结构的永久荷载效应，浮力按抗浮设计水位计算。因荷载规范对抗浮计算中荷载的分项系数无明确规定，可

沿用经验的单一安全系数法进行设计，建议安全系数取  $K \geq 1.05$ 。如经抗浮计算需设置抗拔桩，则应根据《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 8.5.9 条、第 8.5.12 条的规定，对抗拔桩进行抗拔验算及桩身抗裂验算。

抗浮验算时，当需要在基础顶面或地下室顶板上用回填材料的重量来平衡水浮力时，回填材料的重度应取《建筑结构荷载规范》GB50009 中规定的较小值。

### 2.3.5 布桩时采用的单桩竖向承载力取值概念不清

【相关标准】《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 3.0.5 条第 1 款和《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 5.2.1 条规定：按单桩承载力确定桩数时，传至承台底面上的作用效应应按正常使用极限状态下作用的标准组合，相应的抗力应采用单桩承载力特征值。

【提示】《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 中已取消了单桩竖向承载力设计值的概念。《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 和《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 关于单桩承载力的概念是一致的，即由单桩极限承载力标准值除以安全系数得到单桩承载力特征值。布桩计算时，应采用上部结构传至承台底面荷载效应的标准组合，相应的抗力采用单桩承载力特征值。由程序计算出的传至基础的荷载效应可以是基本组合也可以是标准组合，由设计人自行掌握，一定要区别对待。应在选择标准组合后，再采用单桩承载力特征值进行布桩计算。

目前勘察报告中多数是按基桩的极限侧阻力和极限端阻力标准值给出单桩极限承载力标准值估算值。无论是通过静载试桩还是根据经验参数估算得到的单桩极限承载力标准值  $Q_{uk}$ ，根据《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 5.2.2 条规定，将单桩竖向极限承载力标准值  $Q_{uk}$

除以安全系数 2，即得到单桩竖向承载力特征值  $R_a$ 。

【工程实例】某公建工程，五层框架结构，采用柱下独立承台式布桩。设计人在布桩计算时，荷载效应组合选用了 PKPM-SATWE 软件计算结果中的“D+L”基本组合，而抗力采用的是单桩承载力特征值，因此布置的桩数偏多，造成了不必要的浪费。

实际上，当采用 SATWE 程序计算时，可以在计算“竖向导荷”时将荷载分项系数设定为 1.0，即可得到传至基础的荷载效应标准组合。

### 2.3.6 未注明甲级和地质条件复杂的乙级以及采用新桩型或新工艺的桩基工程应提前试桩的要求

【相关标准】《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 5.3.1 条规定：设计采用的单桩竖向极限承载力标准值，设计等级为甲级的建筑桩基，应通过单桩静载试验确定；设计等级为乙级的建筑桩基，当地质条件简单时，可参照地质条件相同的试桩资料，结合静力触探等原位测试和经验参数综合确定，其余均应通过单桩静载试验确定；第 5.3.10 条规定：后注浆灌注桩的单桩极限承载力应通过静载试验确定；第 5.4.6 条第 1 款规定：对于设计等级为甲级和乙级的建筑桩基，基桩的抗拔极限承载力应通过现场单桩上拔静载试验确定。

《建筑桩基检测技术规程》DB/T29-38-2015 第 3.2.2 条规定：在工程桩设计施工前，设计等级为甲级和地质条件复杂的乙级以及采用新桩型或新工艺的桩基工程应进行静载试验。

【提示】根据以上条文规定，对于甲级和地质条件复杂的乙级以及采用新桩型或新工艺的桩基工程，应在施工图中注明先期试桩的要求。某些工程未注明此项要求，或因工期、场地等因素的制约，在工程桩设计施工前不进行单桩静载试桩，利用工程桩进行试桩，会导致

两种结果：一是工程桩的实际承载力大于勘察报告给出的单桩竖向极限承载力标准值估算值较多，试桩时加载到该估算值即终止加载，桩的承载力得不到充分发挥，造成布桩的浪费；另一种情况是一旦试桩得出的结果小于单桩极限承载力标准值估算值时，有可能工程桩已部分或全部施工完毕，给补桩设计和施工均带来很多困难。因此，对于设计等级为甲级和地质条件复杂的乙级以及采用新桩型或新工艺的桩基工程的建筑桩基，应在工程桩设计施工前进行单桩静载试验，以取得可靠的单桩承载力作为设计依据。

对于后注浆灌注桩或挤扩灌注桩，其单桩承载力受场地的土质情况和施工工艺影响较大，应通过静载试桩方能得到确切的单桩承载力。

### 2.3.7 抗压桩承载力验算和布桩常见问题

【相关标准】桩基竖向承载力计算应符合《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 5.2.1 条的规定。《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 8.5.3 条第 4 款规定：布置桩位时宜使桩基承载力合力点与竖向永久荷载合力作用点重合。

【提示】抗压桩承载力验算时，应分别取轴心和偏心竖向力作用下的荷载效应标准组合。当按《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)第 4.4.2 条的规定进行桩基抗震承载力验算时，应分别取轴心和偏心竖向力作用下的地震作用效应和荷载效应标准组合。

布桩原则应尽量使桩基承载力合力点与竖向永久荷载合力作用点重合。对于砌体结构和剪力墙结构，应尽可能沿墙下布桩，当上部荷载较大时可双排成对或交错布置。在建筑物的四角、转角和墙体相交处宜布置桩位，门窗洞口或无墙开间内宜尽量避免布桩，以使上部荷载传力直接并减少承台梁的受力。

对于异形柱框架结构，可采用柱下独立承台布桩的方式，布桩时应通过计算异形柱的形心，尽可能使桩基合力点与异形柱的形心重合，以减少偏心距的不利影响；也可以采用沿柱轴线地梁下布桩的方式，避免计算异形柱形心带来的繁琐，并减少因形心对中造成的承台定位多样化。

另外，布桩时应选取对应于单一工况的组合内力，而不应将各工况中的内力最大值（ $N_{max}$ 、 $M_{max}$ 、 $V_{max}$ ）作为同一种工况的组合内力进行计算，因为各项内力均出现最大值并不会在同一种工况中发生。

### 2.3.8 桩身承载力验算公式中抗力与荷载效应组合不应采用不同类别的代表值

【相关标准】《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 8.5.9 条和 8.5.12 条规定：当桩基承受拔力时，应对桩基进行抗拔验算及桩身抗裂验算；第 8.5.10 条规定：桩身混凝土强度应满足桩的承载力设计要求。《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 5.8.1 条规定：桩身应进行承载力和裂缝控制计算。

【提示】桩身承载力验算时应注意以下问题：

1 抗拔桩应对桩身进行抗拔承载力及桩身抗裂验算。当桩身保护层厚度超过 30mm 时，可按 30mm 计算裂缝的最大宽度。在非腐蚀环境中，对于允许出现裂缝的三级裂缝控制等级的普通混凝土基桩，因天津地区标准冻结深度通常为 0.6m，且地下水位较高，一般可认为基桩混凝土处于稳定水位以下的二 a 类环境中，其裂缝宽度可按《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 3.5.3 条的规定控制在 0.3mm 以内；预应力混凝土桩则应按二级裂缝控制等级进行桩身混凝土抗裂验算。当地下水或土对混凝土结构具有强、中等腐蚀性时，抗拔桩的裂缝控制等

级应提高一级。

抗拔桩的正截面受拉承载力按《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 式 5.8.7 验算： $N \leq f_y A_s + f_{py} A_{py}$ ，公式右侧项为桩身抗拔力的设计值，因此公式左侧的  $N$  应取荷载效应基本组合下的桩顶轴向拉力设计值作为代表值，而不应采用单桩抗拔承载力特征值。

2 验算抗压桩的桩身强度时，可按《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 式 5.8.2-1 和 5.8.2-2 进行验算。当不考虑桩身配筋时采用式 5.8.2-2： $N \leq \Psi_c f_c A_{ps}$ ，式中的  $N$  应取荷载效应基本组合下的桩顶轴向压力设计值为代表值，而非采用单桩竖向抗压承载力特征值，也非单桩竖向抗压承载力设计值；基桩成桩工艺系数  $\Psi$ 。可结合桩的类型和地区经验确定。

### 2.3.9 布桩中心距问题

【相关标准】《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 8.5.3 条第 1 款规定：摩擦型桩的中心距不宜小于桩身直径的 3 倍。《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 3.3.3 条根据土的种类与成桩工艺、桩的挤土效应、桩数及排列等因素规定了基桩的最小中心距。

【提示】工程基桩的布置是桩基概念设计的主要内涵，是合理设计、优化设计的主要环节。基桩的最小中心距规定基于以下两个因素确定：

1 为了有效发挥桩的承载力。群桩试验表明对于非挤土桩，桩距  $3 \sim 4d$  时，侧阻和端阻的群桩效应系数接近或略大于 1，砂土、粉土略高于粘性土。考虑承台效应的群桩效率则均大于 1。但桩基的变形因群桩效应而增大，亦即桩基的竖向支承刚度因桩土相互作用而降低。

2 基桩最小中心距还需考虑成桩工艺，对于非挤土桩，不需考虑

挤土效应问题；对于挤土桩，为减小挤土负面效应，在饱和粘性土和密实土层条件下，桩距应适当加大。因此最小桩距的规定，考虑了非挤土、部分挤土和挤土效应，同时考虑桩的排列与数量等因素。

需要说明的是：当施工中采取减小挤土效应的可靠措施时，桩的中心距可根据当地经验适当减小；个别部位需减小桩距可根据经验而定；工程需补桩时，桩的中心距也可适当减小。

### 2.3.10 灌注桩的配筋长度问题

【相关标准】《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 4.1.1 条规定：摩擦型灌注桩的配筋长度不应小于  $2/3$  桩长；当受水平荷载时，配筋长度尚不宜小于  $4.0/\alpha$ 。《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 8.5.3 条第 8 款规定：坡地岸边的桩、8 度及 8 度以上地震区的桩、抗拔桩、嵌岩端承桩应通长配筋。

【提示】天津地区的基桩基本上均为摩擦型桩。一般情况下，摩擦型灌注桩计算桩身强度时无需考虑桩身配筋即可满足桩身的承载力设计要求，因此某些工程采用灌注桩时通常仅配置少量的纵向构造钢筋，但配置的钢筋长度不满足规范要求。

《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 4.1.1 条规定摩擦型灌注桩的配筋长度不应小于桩长的  $2/3$ ；当桩承受水平力时，尚不应小于桩反弯点的下限值  $4.0/\alpha$ ；当有液化土层、软弱土层时，为提高桩基的稳定性，同时考虑到施工中避免挤土等影响而产生断桩，桩的纵向钢筋应穿越这些土层并进入稳定土层一定深度，配筋长度应按上述规定取较大值。为确保桩身长度和成桩质量，底部  $1/3$  桩长范围内也宜有少量的纵筋贯通。

根据《中国地震动参数区划图》GB18306-2015，天津地区多数城

镇街区抗震设防烈度已由 7 度 (0.15g) 调整为 8 度 (0.20g)，抗压桩的配筋长度应由原来桩长的  $2/3$  调整为沿桩通长配置纵筋。当桩长较长时，纵筋可分段配置。

抗拔桩应根据桩长、桩的裂缝控制等级、桩侧土性等因素通长等截面或变截面配筋。

### 2.3.11 未进行基础沉降验算

【相关标准】《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 3.0.2 条规定：地基基础设计等级为甲级、乙级的建筑物，以及表 3.0.2 中规定的可不作地基变形验算范围以外的丙级建筑物，均应进行地基变形验算。《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 8.5.13-1 条和《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 3.1.4 条规定：设计等级为甲级的建筑桩基，设计等级为乙级的体型复杂、荷载分布显著不均匀或桩端以下存在软弱土层的建筑桩基，摩擦型桩基，软土地基多层建筑减沉复合疏桩基础，应进行桩基沉降验算。

【提示】对于上述条文规定的需进行基础沉降验算的工程，设计文件中应提供基础沉降计算书。建筑物的基础沉降变形允许值应符合《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 表 5.3.4 和《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 表 5.5.4 的规定。

### 2.3.12 忽略桩基的水平承载力验算

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010 (2016 年版) 第 4.4.1 条规定了可不进行桩基抗震承载力验算的建筑类型，除此之外的建筑工程应进行桩基的水平抗震承载力验算；《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 5.7.1 条规定：受水平荷载的一般建筑物和水平荷载较小的高大建筑物，应验算单桩基础或群桩中基桩的水平承载力；



《预应力混凝土管桩技术规程》DB29-110-2010（含2013年局部修订）和《预应力混凝土空心方桩技术规程》DB29-213-2012第4.3.5条规定了单桩水平承载力验算的具体要求。

【提示】一般情况下，设计人对于桩基的竖向承载力验算比较重视，但容易忽略桩基的水平承载力验算。

影响单桩水平承载力的因素较多，包括桩的截面刚度、材料强度、桩侧土质条件、桩的入土深度、桩顶约束情况等，很难准确估算，一般应通过单桩静载荷试验确定。对于受水平荷载较大的设计等级为甲级、乙级的建筑桩基，规范要求其单桩水平承载力特征值通过水平静载试验确定，其它情况的基桩可根据《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008第5.7节的相关规定估算单桩水平承载力特征值。验算桩基的水平承载力时，应注意按照《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008第5.7.2条第7款规定的不同工况将单桩水平承载力特征值乘以相应的调整系数。

预应力混凝土管桩或空心方桩的抗弯性能差，其水平承载力由桩身强度控制，通常是桩身首先出现裂缝，然后断裂破坏。因此对于采用预应力混凝土管桩或空心方桩的工程，在施工阶段或使用阶段桩身承受较大水平力作用时，除应验算水平承载力外，尚应验算桩身的抗裂承载力和抗侧刚度满足相关要求。

### 2.3.13 民用建筑选用预应力混凝土管桩或空心方桩超出适用范围

【存在问题】坐落于有厚层软土分布的滨海地区的民用建筑，其建筑层数或高度超过了规程中规定的适用范围。

【相关标准】《预应力混凝土管桩技术规程》DB29-110-2010（含2013年局部修订）第3.1.1条、《预应力混凝土空心方桩技术规程》DB29-213-2012第3.1.1条规定：民用建筑使用预应力混凝土管桩或

空心方桩时，其适用层数（及高度）应符合表3.1.1的规定。

【提示】预应力混凝土管桩和空心方桩具有竖向承载力高、耐久性好、节省材料、施工便利、工期短、桩身质量控制较为可靠等优点，因此预制桩得到广泛使用。但预应力空心桩在水平荷载作用下的抗弯及抗剪性能比实心混凝土桩差，受桩自身特点的限制，必须遵从规程中规定的适用范围和适用条件。

软土是指天然孔隙比 $e \geq 1.0$ ，且天然含水量大于液限的细颗粒土，包括淤泥、淤泥质土等，土层厚度应从桩顶算起（即桩身范围内），但应对承台周围的软土进行适当的处理。当软土厚度 $\geq 5\text{m}$ 时，无地下室的建筑物地上总层数不应超过3层且高度不应大于10m，有地下室的建筑物地上总层数不应超过12层且高度不应大于40m。应注意地下室必须是完整的地下室，不能采用半地下室，必须具有一定的埋深且嵌固作用比较好，以增强基础抵抗水平荷载的能力。

### 2.3.14 抗拔管桩或空心方桩的灌芯深度和插筋不满足规程要求

【相关标准】《预应力混凝土管桩技术规程》DB29-110-2010（含2013年局部修订）第4.4.3条和《预应力混凝土空心方桩技术规程》DB29-213-2012第4.4.2条规定：应采用灌芯配筋与承台连接，桩顶灌芯混凝土深度应通过现场灌芯抗拔试验确定，但不得小于 $(8 \sim 10)d$ 且不得小于4.5m，并应满足相关计算要求；灌芯混凝土的插筋数量也应满足受拉承载力要求。

【提示】有少量采用预应力混凝土管桩或空心方桩作为抗拔桩的工程，未注明对抗拔桩的试桩要求，布桩设计采用的单桩抗拔承载力无可靠依据；在图纸中仅注明选用管桩或方桩的图集号，未注明桩顶灌芯混凝土深度或灌芯深度及插筋不满足规程要求。

当地下室或地下构筑物埋置较深，经抗浮验算需设置抗拔桩时，如采用预应力混凝土管桩或空心方桩作抗拔桩使用，则应预先做管桩或空心方桩的抗拔静载试验，单桩抗拔承载力取值应以试桩报告为准。

当混凝土管桩或空心方桩用于抗拔时，应采用灌芯插筋与承台锚固的连接方法。抗拔管桩或空心方桩桩顶的灌芯深度应通过现场灌芯抗拔试验确定，但不得小于 $(8\sim 10)d$ 且不得小于 $4.5m$ ，其插筋数量应进行计算并满足受拉承载力要求。

管桩或空心方桩需要截桩时，应采用灌芯插筋与承台锚固。灌芯混凝土应插捣，保证灌注饱满，混凝土强度等级不得低于C30，且高于基础或承台一个强度等级，宜掺入适量的微膨胀剂。

### 2.3.15 基础构件的最小配筋率不满足规范要求

【相关标准】《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 8.2.1 条第 3 款规定：扩展基础受力钢筋最小配筋率不应小于 $0.15\%$ 。《混凝土结构设计规范》GB50010-2010（2015 年版）第 8.5.1 条规定了钢筋混凝土结构构件中纵向受力钢筋的最小配筋率；第 8.5.2 条规定：对卧置于地基上的混凝土板，板中受拉钢筋的最小配筋率可适当降低，但不应小于 $0.15\%$ 。《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 4.2.3 条规定：柱下独立桩基承台的最小配筋率不应小于 $0.15\%$ ，柱下独立两桩承台和条形承台梁的最小配筋率不应小于 $0.2\%$ 。

【提示】对于截面高度较大的基础底板、独立基础或承台，如直接采用抗弯计算的结果进行配筋，其配筋率有可能不满足上述条文规定的要求，因此设计时应注意复核基础构件的配筋率是否满足最小构造配筋要求。

### 2.3.16 基础墙体及潮湿环境的砂浆强度等级不满足规范要求

【相关标准】《墙体材料应用统一技术规范》GB50574-2010 第 3.4.4 条第 2 款规定：室内地坪以下及潮湿环境的砌筑砂浆，应为水泥砂浆、预拌砂浆或专用砌筑砂浆，普通砖砌体砌筑砂浆强度等级不应低于 M10，混凝土砌块砌筑砂浆强度等级不应低于 Mb10，蒸压普通砖砌筑砂浆不应低于 Ms10。

【提示】天津地区的地下水位较高，地面以下或防潮层以下的砌体多处于很潮湿或含水饱和的状态，对于室内地坪以下及潮湿环境的基础墙体，为提高砌体的耐久性，采用的砂浆强度等级不得过低。

### 2.3.17 桩基承台间未按要求设置联系梁

【相关标准】承台与承台之间的连接构造，应符合《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 4.2.6 条的规定；《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）第 6.1.11 条规定。

【提示】一柱一桩时，应在桩顶两个互相垂直的方向设置联系梁，以加强桩基的整体刚度，并有效传递和抵抗柱底的双向弯矩。当桩与柱的截面直径之比大于 2 时，在水平力作用下，承台水平变位较小，可以认为满足结构内力分析时柱底为固端的假定，可不设置联系梁。两桩桩基承台短向抗弯刚度较小，因此应在其短向设置承台联系梁。

有抗震设防要求的柱下桩基承台，由于地震作用下，建筑物的各桩基承台所受的地震剪力和弯矩是不确定的，因此在纵横两方向设置联系梁，有利于桩基的受力性能。

### 2.3.18 独立柱基间基础系梁与基础地梁的概念混淆

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）第 6.1.11 条规定了框架独立柱基间基础连系梁的设置要求。《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 4.2.6 条规定了承台之间基础系梁的计算

方法和构造要求。《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 8.3.2 条、第 8.4.15 条分别规定了柱下条形基础梁、筏形基础梁的计算原则和构造要求。

【提示】基础系梁作为连接独立基础或承台的构件，属于构造地梁。基础间的相互连接是确保建筑物在地震时能起整体作用的重要构造要求，也即在不均匀水平和竖向地面运动作用下，保证建筑物的整体性。

当基础系梁上有填充墙时，可按偏压（拉）构件计算。当基础系梁承受次地梁传来的较大集中力需要设置附加吊筋时，附加吊筋的开口向上，应与《混凝土结构设计规范》GB50010-2010（2015 年版）图 9.2.11（b）的形式是相同的。

当基础形式采用柱下条形基础或梁板式筏形基础时，基础梁承受条基或筏基所传的向上反力。在比较均匀的地基上，当上部结构刚度较好、荷载分布较均匀、且基础梁的高度不小于  $1/6$  柱距时，地基反力可按直线分布，基础梁可按连续梁计算，此时边跨跨中弯矩及第一内支座的弯矩值宜乘以 1.2 的系数；当不满足以上要求时，可按弹性地基梁方法进行分析计算。基础梁纵向受力钢筋除满足计算要求外，顶部钢筋按计算配筋全部贯通，底部通长钢筋不应少于底部受力钢筋总面积的  $1/3$ 。

梁板式筏形基础可按图集 16G101-3 采用平面整体表示方法制图规则和构造详图进行设计，条形基础梁也可参照图集 16G101-3 用平法表示。

基础设计中，应按照图集 16G101-3 所规定的平面注写方式对各构件进行编号，以区分独立柱基间基础系梁与基础地梁所采取的不同构

造措施。

### 2.3.19 基础地梁的纵向腰筋设置问题

【相关标准】《混凝土结构设计规范》GB50010-2010（2015 年版）第 9.2.16 条规定：当梁的腹板高度  $h_w \geq 450\text{mm}$  时，在梁的两个侧面应沿高度配置纵向构造钢筋，每侧腰筋的截面面积不应小于腹板截面面积的 0.1%，且其间距不宜大于 200mm。

【提示】对于基础地梁，因其截面尺寸较大，地梁腹板两侧的腰筋不易满足 0.1% 倍腹板截面面积的要求。考虑到地梁受温度影响较小等因素，一般选取的腰筋直径不小于 12mm、间距不大于 200mm 即可，截面尺寸较大、梁跨较长的地梁腰筋直径宜适当加大。

### 2.3.20 特殊场地桩基未考虑桩侧负摩阻力

【相关标准】《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 8.5.2-6 条和《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 5.4.2 条规定：由于欠固结软土和场地填土的固结，场地大面积堆载、降低地下水位等原因，引起桩周土的沉降大于桩的沉降，应考虑桩侧负摩阻力对桩基承载力和沉降的影响。

【提示】当桩周土的沉降超过桩身沉降时，将对桩产生向下的作用力，即负摩阻力。产生负摩阻力的场地条件为：1) 桩穿过较厚松散填土、欠固结土、液化土层；2) 地面有大面积堆载时；3) 由于降低地下水位，使桩周土有效应力增大，并产生显著压缩沉降时。负摩阻力并不是沿桩全长都会发生，而是在一定长度范围内产生，正负摩擦的分界点为中性点。

对于存在负摩阻土层的地基，桩侧土与桩的相对位移方向在试桩阶段和桩基工作阶段是完全不同的：试桩时，负摩阻土层表现出向上

的正摩擦力；桩基工作时，当桩的沉降速度小于土的自重固结沉降速度时，土对桩的相对位移是向下的，桩受到的是向下的负摩擦力。因此当采用试桩结果确定单桩竖向承载力特征值时，应考虑两个阶段摩擦力方向的不同对承载力的影响。

### 2.3.21 桩身完整性的检测数量不满足规范要求

【相关标准】《建筑基桩检测技术规范》DB/T29-38-2015 中第 3.3.5 条规定。

【提示】《建筑基桩检测技术规范》DB/T29-38-2015 中第 3.3.5 条提出了比《建筑基桩检测技术规范》JGJ106-2014 第 3.3.3 条更严格的要求。《建筑基桩检测技术规范》JGJ106-2014 第 3.3.3 条要求的检测数量要求为：建筑桩基设计等级为甲级，或地基条件复杂、成桩质量可靠性较低的灌注桩工程，不应少于总桩数的 30%，且不应少于 20 根；其他桩基工程，检测数量不应少于总桩数的 20%，且不应少于 10 根。《建筑基桩检测技术规范》DB/T29-38-2015 中第 3.3.5 条要求的检测数量要求为：建筑桩基设计等级为甲级、地基条件复杂或成桩质量可靠性较低的灌注桩工程，不应少于总桩数的 40%，且不应少于 20 根；其他桩基工程，检测数量不应少于总桩数的 30%，且不应少于 20 根。天津地区的工程应满足《建筑基桩检测技术规范》DB/T29-38-2015 中第 3.3.5 条的要求。

除符合本条前款规定外，每个柱下承台检测桩数不应少于 1 根。许多工程桩基说明中标注为：“三桩及以下承台检测数量不应少于 1 根”，应改为“每个柱下承台检测桩数不应少于 1 根。”

### 2.3.22 抗压桩布置时，有利水浮力的水位取值偏高

【相关标准】《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 第 3.1.3 条规

定：确定可变荷载代表值时应采用 50 年设计基准期。

【提示】水浮力与其他可变荷载一样，在确定各类可变荷载的标准值时，会涉及出现荷载最大值的时域问题，《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 统一采用一般结构的设计使用年限 50 年，作为规定荷载最大值的时域，也称之为设计基准期。采用不同的设计基准期，会得到不同的可变荷载代表值。部分工程在抗压桩设计时采用常年稳定水位减去年变幅的水位计算有利水浮力，但常年稳定水位减年变幅并不是设计基准期内的最低水位，取值偏高，应按 50 年基准期内的最低水位计算有利水浮力。有利水浮力的水位应由勘察单位提供。

### 2.3.23 甲类人防基础底板计算时，底板人防荷载组合中未计入水浮力

【相关标准】《人民防空地下室设计规范》GB50038-2005 第 4.9.4 条规定：若地基反力按计入水浮力计算时，底板荷载组合中应计入水压力。对地下水位以下带桩基的防空地下室，底板荷载组合中应计入水压力。

【提示】天津地区地下水位较高，人防基础底板一般低于常年地下水位，因此计算人防基础底板时，人防荷载组合应计入水浮力的作用。

## 2.4 结构体系与抗震

### 2.4.1 结构设计常见问题

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）第 3.5.1 条、3.5.2 条、3.5.3 条规定；《高层建筑混凝土结构技术规范》JGJ3-2010 第 3.5.1~3.5.6 条、第 3.4.1~3.4.5 条规定。

【提示】结构体系受力不明确、传力不直接、结构布置不合理等

问题的出现,源自结构设计方案存在的问题。比较常见的有以下情况:

1 框架-剪力墙结构中,剪力墙的布置过于集中或偏置于一侧,不符合剪力墙均匀、分散、周边、对称的布置原则,使整个结构的刚度中心与质量中心偏离很多,产生很大的扭转效应;或当剪力墙布置过多时,结构的刚度越大,其地震作用也越大,结构构件的内力和配筋加大,尤其对于剪力墙的自重及墙底内力的增大,使得剪力墙底部的桩数增加很多。因此,在布置剪力墙时应充分利用剪力墙的能力,合理布局,使结构具有适宜的侧向刚度。剪力墙的布置不能过于集中,单片剪力墙底部承担的水平剪力不应超过结构底部总水平剪力的30%。

2 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010第3.4.5条采用结构的楼层扭转位移比和周期比双控指标来控制结构的扭转效应。当结构以扭转为主的第一自振周期与平动为主的第一自振周期之比或楼层的扭转位移比不满足该条文规定时,在方案设计阶段应及时对结构平面布置进行调整,以减少结构扭转效应的影响。

3 部分高层建筑采用框架结构,尽管结构的计算指标能够满足规范要求,但由于框架结构整体侧向刚度较弱,结构的层间位移和顶点位移均较大,地震后修复困难,因此在方案设计阶段宜尽量在适当的部位布置一定数量或少量的剪力墙。

4 框架结构填充墙的布置对结构抗震能力的影响不容忽视。当采用砌体填充墙时,如布置不当,会造成结构的竖向刚度变化过大、形成短柱、或形成较大的刚度偏心。由于填充墙是由建筑专业布置,结构图纸上并不表示,往往容易被忽略。因此在方案设计阶段,结构设计人员应考虑建筑隔墙的布局,对不合理处及时提出修改意见,尽可能地减少填充墙对结构抗震的不利影响。

5 结构在两个主轴方向的动力特性差异过大。当结构的某一方向抗震能力较弱时,会率先开裂和破坏,将导致结构丧失空间协同工作的能力,从而导致另一方向的结构破坏。因此结构布置应使两个主轴方向的动力特性尽量接近。衡量双向抗侧刚度是否接近,可检查电算结果中两个方向的第一自振周期是否接近。

建筑结构的平面布置是否合理,竖向刚度、质量分布是否均匀,结构整体刚度是否适中,结构材料选取是否合适等因素,是决定结构方案优劣和经济与否的关键。对于重要的方案性问题,如果属于违反强制性条文或严重不合理、或有重大的安全隐患等情况,应在方案设计阶段及时进行调整和优化,若在施工图审查阶段解决会造成较大工作量的返工,应引起高度重视。

#### 2.4.2 高层建筑结构设计中的扭转问题

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016年版)表3.4.4-1、第6.1.8条规定;《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010第3.4.3条、第8.1.7条规定。

【提示】扭转不规则在平面不规则类别中居于首位。震害表明:平面不规则、质量和刚度偏心、抗扭刚度弱的结构,在地震中破坏较为严重。在实际工程中,由于建筑场地的限制、建筑功能和建筑立面的要求,使得大多数结构设计中的平面布置和竖向布置,很难达到规范所要求的“规则”标准。结构设计人员必须对抗侧力结构布置进行优化调整,减小结构的平面扭转效应,以提高结构的抗震能力。

对结构的扭转效应可从两方面加以限制:一方面尽量使平面布置简单、规则,避免产生过大的偏心而导致结构产生较大的扭转效应;另一方面加强结构的抗扭刚度和抗扭承载力,这两方面是概念设计中

改进结构抗震性能的重要措施。例如：

1) 尽可能加大周边抗侧力构件的刚度，这样在不增加抗侧力构件数量的同时，可以显著加大结构的抗扭刚度；

2) 布置抗侧力构件时，应遵循均匀、分散、周边、对称的原则，尽可能使结构的质量中心与刚度中心接近。当扭转位移比不能满足规范要求时，往往是结构的抗侧力构件布置不均匀引起的，如剪力墙偏置或布置不均匀等；

3) 中高层建筑要防止结构平面过于狭长。目前十多层左右的中高层住宅较多，为了满足使用和商业需求，大多数中高层住宅的平面布置过于狭长，其长宽比接近或超过《高层混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 3.4.3 条的规定，有些建筑的长度超过了《混凝土结构设计规范》GB50010-2010（2015 年版）第 8.1.1 条规定的钢筋混凝土结构伸缩缝的最大间距要求。一般来说，平面狭长结构的抗扭刚度比较弱，应尽可能地设置伸缩缝断开；

4) 扭转位移比是判断结构平面规则与否的重要指标，其限值在规范中均有明确的规定。《高层混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 3.4.5 条规定的扭转位移比是在考虑楼板刚性和偶然偏心影响的地震作用下的计算指标，这点在设计中容易被忽略。目前的计算软件可以同时输出偶然偏心、单向地震、双向地震作用下的扭转位移比，设计人员应根据规范的具体要求做出正确判断。

### 2.4.3 抗震概念设计和结构构造

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 相关规定。

【提示】抗震设计中，影响整个结构抗震能力的因素很多，例如：

结构构件的承载力和变形性能；结构构件的材料性能及提供的强度储备；结构的连接构造；结构的稳定性；结构的整体性能在经受第一次地震后多次余震反复作用下的抗破坏能力。目前规范只对第一种因素作了规定，其它诸多因素尚无法进行计算，依靠概念设计和结构构造使结构体系具备必要的承载力、刚度、稳定性、能量吸收及耗散能力，也就是使结构具有足够的延性。

概念设计是将结构中的材料性能、构件性能、连接构造、结构体系通过试验或实践检验，但还不能计算和量化的、符合客观规律的基本原则用于结构设计。抗震概念设计中应遵循的基本原则如下：

1 结构的承载力、刚度、质量在平面内和沿高度应均匀、对称和连续分布，避免应力集中；

2 尽可能设置多道抗震防线，增加结构的赘余度，设置必要的延性耗能构件，适当加强结构关键部位和薄弱环节的抗震构造措施；

3 注重结构的连接整体性，同一结构单元的构件应牢固连接；以防震缝分开的结构单元应遵循彻底分离的原则；

4 估计和控制塑性铰区出现的部位和范围，有针对性地采取抗震构造措施，掌握结构的屈服过程以及最后形成的屈服机制；

5 做到强柱弱梁、强剪弱弯、强节点、强柱根；

6 采取有效措施防止过早的混凝土剪切破坏、钢筋锚固滑移和混凝土压溃等脆性破坏；

7 构件节点连接的承载力和刚度要与结构的承载力和刚度相适应，节点连接的承载力不应低于构件的承载力；

8 应避免盲目增加钢筋，任一部位结构构件的设计承载力超强或不足，都可能造成结构的相对薄弱环节，梁端、柱端及抗震墙底部加

强部位的受弯配筋在满足承载力和抗震构造要求的条件下，应避免钢筋超配；

9 应考虑非结构性部件对主体结构抗震产生的不利影响。

结构构造是概念设计的具体化。结构体系依靠力学计算保证构件的承载力及变形，又依靠构造措施将构件连接在一起，形成结构体系。合理的构造能保证构件传力明确，保证在地震力的多次往复作用下能量的吸收及耗散，避免因部分构件破坏而使结构体系丧失承载力及抗震能力，保证结构在设计使用年限内的耐久性。结构的构造措施在规范中很多属于强制性条文，设计时应严格执行。

#### 2.4.4 不应采用框架结构与部分砌体墙混合承重的结构形式

【相关标准】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 6.1.6 条规定：框架结构按抗震设计时，不应采用部分由砌体墙承重之混合形式。框架结构中的楼、电梯间及局部出屋顶的电梯机房、楼梯间、水箱间等，应采用框架承重，不应采用砌体墙承重。

##### 【提示】

1 框架结构与部分砌体墙共同承重（《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016年版）第 7.1.8 条规定：框架结构与砌体结构共同承重，只允许在底部框架-抗震墙结构中采用），形成延性结构与脆性材料共同承受地震作用的结构形式，这种体系所采用的两种承重材料完全不同，其抗侧刚度、变形能力、受力性能、结构延性等相差很大，实际上二者协同工作的性能很差，特别是在地震作用下，两部分由于振动不协调而产生位移差，无延性的砌体墙往往先期倒塌破坏，而框架结构尚未发挥或发挥很小作用时整个建筑物已破坏；

2 框架结构中的楼、电梯间及局部突出屋面的电梯机房、楼梯间、

水箱间和设备间等，不应采用砌体墙承重，也不应支承在砌体填充墙上，而应采用框架承重；有些设计将楼梯平台梁直接支承在框架中的填充墙上，这样做的后果会导致在地震时一旦填充墙破坏可能引起整个楼梯倒塌；

3 这种混合承重的结构形式，在审查中比较常见的情况有：砌体结构的底层建筑中有部分外墙需开设大洞口或局部取消承重墙，代之以钢筋混凝土柱承重，形成砌体结构加部分框架共同承重的结构形式。建议此类结构形式设计成底层框架-剪力墙结构（上部为砌体结构）为宜。

#### 2.4.5 高层建筑结构较多楼层的剪重比小于规范规定值

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016年版）第 5.2.5 条和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 4.3.12 条规定：多遇地震水平地震作用计算时，结构各楼层对应于地震作用标准值的剪力应符合表 4.3.12 规定的楼层最小地震剪力系数值的要求。

【提示】出于对结构抗震安全性的考虑，规范规定的各楼层对应于地震作用标准值的剪力最小值是对结构的最低要求。当个别楼层的剪重比小于规范的规定值时，应采用调整楼层地震剪力的方法使之满足结构楼层最小地震剪力的要求。

当电算结果中较多楼层的剪重比小于规范的规定值时，应查明原因。首先应检查结构的侧向刚度和构件的截面尺寸是否偏小，结构的层间位移角是否符合规范规定；其次检查是否考虑了填充墙对结构刚度的影响，视填充墙的数量对结构的自振周期予以适当的折减。部分设计人在电算时，对有填充墙结构的周期折减系数输入 1.0，未考虑

填充墙对结构刚度的增大作用，使地震作用的计算结果偏小。若结构刚度适中，且计算中也考虑了填充墙对结构刚度的影响，但计算结果中仍有较多的楼层地震剪重比小于规范规定值，则表明结构的整体刚度偏小，宜调整结构的总体布置，增加结构刚度；如果部分楼层的地震剪力系数小于规定值较多，说明结构存在明显的薄弱层，于抗震不利，也应对结构体系进行调整，如增加、增强薄弱层的抗侧刚度等，不能再简单地采用增大楼层地震剪力或修改结构计算的周期折减系数的方法。

#### 2.4.6 乙类抗震设防类别建筑结构的抗震等级选定有误

【相关标准】《建筑工程抗震设防分类标准》GB50223-2008 第 3.0.3-2 条规定：乙类建筑应按高于本地区抗震设防烈度一度的要求加强其抗震措施；同时，应按本地区抗震设防烈度确定其地震作用；第 6.0.5 条规定：商业建筑中，人流密集的大型的多层商场抗震设防类别应划为乙类。

【提示】抗震措施是指除地震作用计算和抗力计算以外的抗震设计内容，因此抗震措施应包含抗震等级的确定，也包括抗震构造措施。对于乙类建筑，在进行主体结构计算时，应采用本地区的抗震设防烈度计算其地震作用，但钢筋混凝土结构框架和剪力墙的抗震等级应按高于本地区抗震设防烈度一度的要求确定。另外，如果建筑的抗震设防类别判定正确，但未把握好结构的地震作用计算与采取抗震措施所采用的抗震设防烈度应区别对待的原则，地震作用计算时按高于本地区抗震设防烈度一度的地震动参数进行计算，不符合《建筑工程抗震设防分类标准》GB50223-2008 第 3.0.3-2 条“乙类建筑应按本地区抗震设防烈度确定其地震作用”的规定，导致结构造价增加。

#### 2.4.7 钢筋混凝土框架结构的短柱及构造问题

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016年版）、第 6.3.7-2 条、第 6.3.8-3 条、第 6.3.9-1、3 条和第 6.3.10 条规定；《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 6.4.3-2 条、第 6.4.4-4 条、第 6.4.6-4 条和第 6.4.7-3 条规定。

【提示】框架结构中的短柱在地震时极易发生脆性剪切破坏，在设计中应尽量避免。尤其应避免在同一楼层中出现少数短柱，一旦有超烈度地震发生，可能使少数短柱首先遭受严重破坏退出工作，继而将地震剪力转移到同楼层其它框架柱，对结构的安全造成很大的危害。因此，应重视框架结构中短柱的设计并加强其构造措施：

1 短柱是指剪跨比 $\leq 2$ 的框架柱，在框架结构或框架-剪力墙结构中，以下部位容易出现短柱：如楼梯间由于在框架柱间设置了休息平台边梁、或大型雨篷设置于框架柱之间的雨篷梁使柱的净高大大减小，框架柱成为短柱；或沿框架结构外立面设置的带形窗，由于砌体填充墙的约束作用也可能形成短柱，由于短柱易发生脆性剪切破坏，抗震性能差，应尽量避免，如出现短柱应按规范要求采取加强措施；

2 短柱的箍筋应沿柱全高加密，且柱加密区箍筋的体积配箍率应符合《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016年版）第 6.3.9-3 条规定；

3 框架结构因填充墙的作用或柱间设置带形窗而形成短柱，应按短柱的构造处理方法进行设计；

4 对于剪跨比小于 1.5 的超短柱，其轴压比的限值应专门研究并采取特殊构造措施。

5 剪跨比不大于 2 的柱宜采用复合螺旋箍或井字复合箍，其体积



配箍率不应小于 1.2%，9 度一级时不应小于 1.5%。

#### 2.4.8 框架柱的轴压比控制问题

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）第 6.3.6 条规定；《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 6.4.2 条规定；《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ149-2017 第 6.2.2 条规定。

【提示】限制框架柱的轴压比主要是为了保证框架结构具有较好的延性。影响柱子延性的因素很多，如轴压比、剪跨比、配箍率、箍筋强度、混凝土强度、混凝土压应变、纵筋配筋率及强度、保护层厚度等，其中轴压比是重要因素，现行规范对轴压比的要求，虽然未列入强制性条文，但一般不宜超过上述规范条文的规定。特别对于钢筋混凝土异形柱，应按《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ149-2017 第 6.2.2 条的规定控制各类异形柱的轴压比，以保证异形柱在不利弯矩作用方向时也具有足够的延性。

在轴压比较高的情况下，如采用加密箍筋间距和肢距且加大箍筋直径，或采用连续复合螺旋箍，或在柱的截面中部附加芯柱等措施，对框架柱的延性性能有不同程度的提高。因此当结构中个别框架柱的轴压比超过规范限值时，可按上述规范条文的附注内容采取适当的加强措施。

因为短柱或超短柱在地震时容易发生脆性剪切破坏，对其轴压比应从严控制。

#### 2.4.9 钢筋混凝土框架梁、柱受力纵筋和箍筋的构造问题

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）第 6.3.3 条、第 6.3.4 条、第 6.3.7 条、第 6.3.8 条、第 6.3.9 条和第 6.3.10 条规定；《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第

6.3.2 条、第 6.3.3 条、第 6.4.3 条、第 6.4.4 条、第 6.4.6 条和第 10.2.7 条规定。

【提示】工程中常见问题如下：

1) 框支梁上下部纵向钢筋的最小配筋率、框支梁支座上部纵向钢筋沿梁全长贯通的钢筋小于总配筋的 50%、框支角柱纵向钢筋配筋率等不符合上述有关强制性条文的规定；

2) 框架柱底层柱根的箍筋加密范围不满足柱净高的 1/3；

3) 忽略了对框架柱端箍筋加密区体积配箍率的验算。柱的体积配箍率与混凝土的轴心抗压强度设计值、箍筋的强度等级和配箍特征值有关，框架柱箍筋加密区的体积配箍率应满足上述条文的要求，以保证框架柱箍筋对混凝土的有效约束作用；

4) 框架梁端、柱端加密区的箍筋间距不满足抗震规范的要求，导致框架节点处的箍筋对混凝土的约束作用减弱。

#### 2.4.10 框架梁端底面和顶面的纵筋面积之比不满足要求

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）第 6.3.3-2 条和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 6.3.2-3 条规定：抗震设计时，框架梁端截面的底面和顶面纵向钢筋截面面积的比值，除按计算确定外，一级不应小于 0.5，二、三级不应小于 0.3。

【提示】框架梁端底面和顶面纵筋面积的比值，对梁的变形能力有较大影响，而梁的变形能力主要取决于梁端的塑性转动能力。梁底面的钢筋不仅可以改善梁端承受负弯矩时的塑性转动能力，还能防止在强震作用下梁底出现较大正弯矩时底部钢筋过早屈服或严重破坏，影响梁承载力和变形能力的正常发挥。另外，框架梁端设置的加密区范围内的箍筋，对于有效发挥受压钢筋的作用，起了很好的保证。因此，框架梁

底部的纵向受力钢筋不应过少，梁端底部和顶部纵筋的截面面积应符合一定的比例，如果按计算结果配筋不满足上述条文的规定，则应调整梁的配筋，使之既满足承载力的要求，又满足延性需求。

#### 2.4.11 一、二级抗震等级框架梁纵向钢筋的配置问题

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016年版）第6.3.4条和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010第6.3.3条规定：沿梁全长顶面和底面的配筋，一、二级不应少于 $2\Phi 14$ ，且分别不应少于梁两端顶面和底面纵向配筋中较大截面面积的 $1/4$ 。一、二级框架梁内贯通中柱的每根纵向钢筋直径，对矩形截面柱，不宜大于柱在该方向截面尺寸的 $1/20$ ；对圆形截面柱，不宜大于纵向钢筋所在位置柱截面弦长的 $1/20$ 。

【提示】地震作用的随机性和其往复作用的特性使框架梁的反弯点位置并非固定不变，因此规定沿梁全长顶面和底面均应配置一定数量的纵向钢筋以保证梁各个部位具有适当的承载力。对于抗震等级为一、二级的框架梁，规范要求沿梁全长顶面和底面的配筋分别不应少于梁两端顶面和底面纵向配筋中较大截面面积的 $1/4$ ，且不应少于 $2\Phi 14$ 。

对于个别框架梁端顶面纵筋配筋率较大的情况，如果按一般的设计方法配置梁顶面贯通钢筋，当其不满足上述条文的规定时，应特殊标注该梁跨中的顶面钢筋以满足要求。

规范对于一、二级框架梁内贯通中柱的每根纵向钢筋直径的规定，主要是为了防止框架梁在反复地震荷载作用下的钢筋产生滑移和锚固失效而破坏。

#### 2.4.12 剪力墙厚度不满足规范要求

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016年版）第6.4.1条规定；《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010第7.2.1条、第8.2.2-1条规定。

【提示】此类问题主要出现在剪力墙的底部加强区。底部一般层高较大，对于按一、二级抗震等级设计的剪力墙，其底部加强部位的截面厚度不应小于 $200\text{mm}$ 且不宜小于层高或剪力墙无支长度的 $1/16$ ，高层建筑一字形独立剪力墙底部加强部位的截面厚度不应小于 $220\text{mm}$ 。依据《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010第7.2.1条规定，剪力墙的厚度应满足本规程附录D墙体稳定验算的要求，如稳定验算不满足要求时，应调整剪力墙的厚度。

#### 2.4.13 剪力墙加强部位的墙体配筋与非加强部位未区分设置

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016年版）第6.1.10条和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010第7.1.4条规定：抗震设计时，一般剪力墙结构底部加强部位的高度可取墙肢总高度的 $1/10$ 和底部两层二者的较大值；房屋高度不大于 $24\text{m}$ 时，底部加强部位的高度可取底部一层。

【提示】剪力墙结构的底部在地震时承受的地震剪力较大，且轴压比也相对较大，设置剪力墙底部加强部位与框架梁、柱端设置箍筋加密区的概念类似，通过在底部加强部位增加剪力墙的纵、横向钢筋和边缘构件箍筋，提高墙体的抗震能力和延性，以避免脆性剪切破坏，改善结构的整体抗震性能。

部分设计对剪力墙底部加强部位和非加强部位的构造要求不加以区分，没有做到有的放矢。例如某钢筋混凝土剪力墙结构，共十二层，层高均为 $3.0\text{m}$ ，抗震设防烈度为8度（ $0.20g$ ），剪力墙抗震等级为二

级，设计中剪力墙加强部位和非加强部位的配筋完全相同，未考虑加强部位的构造规定，不符合概念设计的要求。

#### 2.4.14 剪力墙连梁的抗剪强度不满足要求

【相关标准】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 5.2.1 条规定：高层建筑结构地震作用效应计算时，可对剪力墙连梁刚度予以折减，折减系数不宜小于 0.5；第 7.2.26 条规定：当剪力墙的连梁不满足第 7.2.22 条的要求时，可按本条文的规定采取相应的处理措施。

【提示】框架-剪力墙或剪力墙结构中的连梁刚度相对墙体较小，但承受的弯矩和剪力很大，配筋设计困难。设计中经常遇到剪力墙连梁抗剪强度不足的问题。因此设计时允许连梁适当开裂（降低刚度）而把内力转移到墙体上。折减系数不宜小于 0.5，设防烈度低时可少折减一些，设防烈度高时可多折减一些，以保证连梁承受竖向荷载的能力。

设计时应注意仅在计算地震作用效应时可对连梁刚度进行折减，对重力荷载、风荷载作用效应计算不宜考虑连梁刚度折减。计算地震内力时，剪力墙连梁刚度可折减；计算位移时，连梁刚度可不折减。

剪力墙结构的连梁在地震时适当开裂可以消耗部分地震能量，因此连梁的设计不需要太强。当剪力墙连梁的抗剪强度不满足要求时，可按高规第 7.2.26 条的规定采取适当的措施，但应避免在正常使用条件下或较小的地震作用下连梁上出现裂缝，同时注意与折减连梁相连的剪力墙墙肢的设计应相应加强。

#### 2.4.15 异形柱框架结构一字形柱较多，不满足规范要求

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）

第 6.3.5-1 条规定：框架柱的截面宽度和高度一、二、三级且超过 2 层时不宜小于 400mm，四级或不超过 2 层时不宜小于 300mm；《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ149-2017 第 2.1.1 条、第 6.2.2 条对异形柱类型的规定中不含一字形柱。

【提示】依据《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ149-2017 第 2.1.1 条和第 6.2.2 条规定，异形柱的截面形状含 L 形、T 形、十字形和 Z 形四种，柱截面的肢厚最小可取至 200mm。而一字形柱截面为矩形，根据《建筑抗震设计规范》（2016 年版）第 6.3.6-1 条的规定，矩形柱截面的最小尺寸为 300mm。有些设计中采用较多的一字形柱，且一字形柱截面的宽度与异形柱截面的肢厚一般取相同的尺寸（小于 300mm），这种结构形式，既不符合抗震规范也不符合异形柱规程的规定，降低了异形柱结构的抗震性能。实际设计中应避免采用宽度小于 300mm 的一字形截面柱。

#### 2.4.16 异形柱结构不应采用连体和错层结构形式

【相关标准】《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ149-2017 第 3.1.4-2 条规定：抗震设计时，异形柱结构不应采用连体和错层等复杂结构形式。

【提示】有些采用错层形式的住宅建筑，因建设方要求房间内尽量不见明柱而选用混凝土异形柱结构。由于异形柱的肢厚较小，相应的梁宽和梁柱节点核心区尺寸均受到限制，它与矩形柱具有不同的截面特性和受力特性。

《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ149-2017 规定异形柱结构不应采用连体和错层等复杂结构形式，是因为目前缺乏此类工程的应用及专门研究依据，设计时应遵守。

#### 2.4.17 特征周期的取值

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016年版）第 5.1.4 条规定：特征周期应根据场地类别和设计地震分组按表 5.1.4-2 采用，计算罕遇地震作用时，特征周期应增加 0.05s；第 4.1.6 条规定：建筑的场地类别，应根据土层等效剪切波速和场地覆盖层厚度按表 4.1.6 划分为四类，当有可靠的剪切波速和覆盖层厚度且其值处于表 4.1.6 所列场地类别的分界线附近时，应允许按插值方法确定地震作用计算所用的设计特征周期。

【提示】天津地区多数建筑场地的覆盖层厚度较大，土层等效剪切波速值偏低，尤其塘沽区、开发区等部分场地的场地类别介于 III 类~IV 类之间。《天津市民用建筑施工图设计审查要点/勘察篇》中注明：对需要时程分析、或设计要求提供覆盖层厚度的工程，应提供覆盖层厚度，确定覆盖层厚度的波速孔深度应不小于 120m；对不需要实测覆盖层厚度的工程，当无实测资料时，天津市除蓟县县城及北部山区外的平原地区，覆盖层厚度均应按大于 100m 考虑。

对于天津地区来说，当覆盖层厚度大于 80m 时，场地类别为 III 类或 IV 类，如果仅依据《岩土工程勘察报告》给定的场地类别按表 5.1.4-2 确定特征周期  $T_g$ ，则  $T_g$  取值为 0.55s 或 0.75s，在场地类别分界处一旦剪切波速或覆盖层厚度稍有变化，特征周期即产生突变，导致地震作用的取值差异甚大。从《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016年版）第 4.1.6 条条文说明中给出的“在  $\ln v_s$  平面上的  $T_g$  等值线图”看，土层的等效剪切波速和覆盖层厚度对特征周期  $T_g$  取值的影响较大，图中的  $T_g$  按相邻等值线间距渐变，使得  $T_g$  的取值基本连续化。因此，当有可靠的剪切波速和覆盖层厚度且其值处于表 4.1.6

所列场地类别的分界线附近时（15%以内），应按本条条文说明中给出的“在  $\ln v_s$  平面上的  $T_g$  等值线图”确定地震作用计算所用的设计特征周期  $T_g$ ，尽可能减少因  $T_g$  的取值误差而带来的地震作用的差异。当无实测资料时，天津市除蓟县县城及北部山区外的平原地区，覆盖层厚度均应按大于 100m 确定特征周期值。

#### 2.4.18 关于特别不规则多层结构的审查

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016年版）第 3.4.1 条规定：建筑设计应符合抗震概念设计的要求，不规则的建筑方案应按规定采取加强措施；特别不规则的建筑方案应进行专门研究和论证，采取特别的加强措施；不应采用严重不规则的建筑方案。

【提示】该条文的条文说明中划分了不规则建筑方案的种类，并对建筑方案的各种不规则性，分别给出处理对策，以提高建筑设计和结构设计的协调性。

“特别不规则”指的是多项均超过表 3.4.3-1 和表 3.4.3-2 中不规则指标或某一项超过规定指标较多，具有较明显的抗震薄弱部位，将会引起不良后果者。对于特别不规则的多层建筑结构，应进行专门研究和论证，并采取特别的加强措施。

#### 2.4.19 甲、乙类建筑和高度大于 24m 的丙类建筑采用单跨框架结构

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016年版）第 6.1.5 条规定：甲、乙类建筑以及高度大于 24m 的丙类建筑，不应采用单跨框架结构。高度不大于 24m 的丙类建筑，不宜采用单跨框架结构。

【提示】震害调查表明，单跨框架结构，尤其是层数较多的高层建筑，震害比较严重。单跨框架结构超静定次数较少，冗余度低，耗

能力较弱，一旦柱子出现塑性铰，发生连续倒塌的可能性很大，对抗震不利。因此，建议分类按以下方法设计：1) 甲类建筑不应采用单跨框架结构；2) 乙类建筑（一、二层的连廊除外）或高度大于 24m 的丙类建筑采用单跨框架结构时，应进行超限工程抗震设防专项论证；3) 乙类建筑中的一、二层连廊和高度不超过 24m 的丙类建筑采用单跨框架结构时，应根据单跨框架的层数、高度、跨度、高宽比、使用功能及其重要性等因素，选择采取提高框架柱的抗震等级、抗倒塌能力的措施，或对框架柱选用相应的抗震性能目标进行设计。

单跨框架结构是指整栋建筑全部或绝大部分采用单跨框架。如某个主轴方向有局部的单跨框架，可不作为单跨框架结构对待。框-剪结构中的框架，可以是单跨。

#### 2.4.20 不考虑剪力墙合理数量，框架抗震等级一律按框剪结构的框架抗震等级选取

【相关标准】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 8.1.3 条规定：抗震设计的框架-剪力墙结构，应根据在规定的水平力作用下结构底层框架部分承受的地震倾覆力矩与结构总地震倾覆力矩的比值，确定相应的设计方法。

【提示】由框架和剪力墙组成的结构，在规定的水平力作用下，结构底层框架部分承受的地震倾覆力矩与结构总地震倾覆力矩的比值不尽相同，结构性能有较大差别。在结构设计时，依据倾覆力矩的比值，确定该结构相应的适用高度和抗震措施等。

1 当框架部分承担的倾覆弯矩不大于结构总倾覆力矩的 10% 时，意味着地震作用绝大部分由剪力墙承担，工作性能接近于纯剪力墙结构，结构中剪力墙的抗震等级可按剪力墙结构的规定执行；其最大适

用高度仍按框架-剪力墙结构的要求执行；框架部分应按框架-剪力墙结构的框架设计，需要进行 JGJ3-2010 第 8.1.4 条的剪力调整，其侧向位移的控制指标按剪力墙结构采用。

2 当框架部分承担的倾覆弯矩大于结构总倾覆力矩的 10% 但不大于 50% 时，属于典型的框架-剪力墙结构。

3 当框架部分承担的倾覆弯矩大于结构总倾覆力矩的 50% 但不大于 80% 时，意味着结构中剪力墙的数量偏少，框架承担较大的地震作用，此时框架部分的抗震等级和轴压比宜按框架结构的规定采用；其最大适用高度可比框架结构的要求适当提高，提高的幅度可视剪力墙承担的地震倾覆力矩确定。

4 当框架结构承担的倾覆弯矩大于结构总倾覆力矩的 80% 时，意味着结构中剪力墙的数量极少，此时框架部分的抗震等级和轴压比应按框架结构的规定执行，剪力墙部分的抗震等级和轴压比应按框架-剪力墙结构的规定采用；其最大适用高度宜按框架结构采用。这种少墙框剪结构，由于其抗震性能较差，不主张采用，以避免剪力墙受力过大、过早破坏。当不可避免时，宜采取将此种剪力墙减薄、开竖缝、开结构洞、配置少量单排钢筋等措施，减小剪力墙的作用。

#### 2.4.21 框架-核心筒结构外框架承担的地震剪力不满足规范要求

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）第 6.7.1-2 条和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 9.1.11-1 条规定：除加强层及其相邻上下层外，按框架-核心筒计算分析的框架部分各层地震剪力的最大值不宜小于结构底部总地震剪力的 10%。当小于 10% 时，核心筒墙体的地震剪力应适当提高，边缘构件的抗震构造措施应适当加强；任一层框架部分承担的地震剪力不应小

于结构底部总地震剪力的 15%。

【提示】设计恰当时，框架-核心筒结构可以形成外周框架与核心筒协同工作的双重抗侧力结构体系。实际工程中，由于外周框架柱的柱距过大、梁高过小，造成外框架刚度过低，核心筒刚度过高，结构底部剪力主要由核心筒承担。这种情况在强烈地震作用下，核心筒墙体可能损伤严重，经内力重分布后，外周框架会承担较大的地震作用。因此规范对外周框架按弹性刚度分配的地震剪力作了基本要求，各层地震剪力的最大值不宜小于结构底部总地震剪力的 10%；当不满足此要求时，意味着筒体结构的外部框架刚度过弱，需同时加强核心筒和外框架，应对各层框架剪力按结构底部总剪力的 15%进行调整，同时对核心筒的设计剪力和抗震构造措施予以加强，例如各层核心筒墙体的地震剪力标准值取 1.1 倍计算值和楼层总地震剪力二者的较小值，墙体的抗震构造措施按抗震等级提高一级采用。

当框架部分分配的地震剪力标准值小于结构底部总剪力的 20%，但其最大值不小于结构底部总地震剪力的 10%时，应按结构底部总地震剪力标准值的 20%和框架部分楼层地震剪力标准值中最大值的 1.5 倍二者的较小值进行调整。

#### 2.4.22 对于不规则的结构，未对薄弱部位采取加强措施

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）第 3.4.4 条和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 3.4.8 条的规定。

【提示】实际工程设计中，由于建筑方案的要求，会出现平面或立面不规则的情况。JGJ3-2010 第 3.4.3~3.4.7 条和 3.5.2~3.5.6 条分别对结构平面布置和竖向布置的不规则性提出了限制条件。若结

构方案中仅有个别项目超过了规范条款中规定的“不宜”的限制条件，此结构属于不规则结构，但仍可按规程的规定进行计算和采取相应的构造加强措施。若结构方案中有多项超过了规范条款中规定的“不宜”的限制条件或某一项超过“不宜”的限制条件较多，此结构属特别不规则结构，应尽量避免。

无论采用何种结构体系，都应对薄弱部位采取有效的抗震构造措施。如：扭转不规则时应计入扭转影响；凹凸不规则或楼板局部不连续时，应采用符合楼板平面内实际刚度变化的计算模型，同时加强楼板局部不连续部位周边楼板的刚度和配筋；竖向不规则时，应采用空间结构计算模型，其薄弱层的地震剪力应乘以增大系数。

#### 2.4.23 框架结构未考虑楼梯构件对地震作用的影响

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）第 6.1.15 条规定：对于框架结构，楼梯间的布置不应导致结构平面特别不规则；楼梯构件与主体结构整浇时，应计入楼梯构件对地震作用及其效应的影响，应进行楼梯构件的抗震承载力验算；宜采取构造措施，减小楼梯构件对主体结构刚度的影响。

【提示】框架结构的整体刚度相对较柔，当楼梯构件与主体结构整浇时，楼板起到斜支撑的作用，对结构刚度、承载力、规则性的影响比较大。在计入楼梯构件的刚度后，结构整体的刚度加大且在楼层平面内刚度分布不均匀，其影响程度与框架结构的刚度、楼梯的数量和位置有关。因此框架结构的楼梯布置应尽量遵循均匀、对称的原则，并将楼梯构件作为重要的抗震结构构件进行设计，楼梯梁、柱应与框架结构的抗震等级相同，提高楼梯周边框架梁、柱的承载力和延性，楼梯板采用双层配筋并加强构造措施。

当采取措施,如梯板滑动支撑于平台板,楼梯构件对结构刚度的影响较小,可不考虑楼梯构件对地震作用的影响,但应计算罕遇地震下楼梯跑的位移量并予以预留。

#### 2.4.24 剪力墙结构设置角窗,未在角窗范围采取特殊的构造加强措施

【相关标准】《全国民用建筑工程设计技术措施 混凝土结构篇》第 5.1.13 条的有关规定。

【提示】近年来,城市住宅建筑中为了取得最佳景观,在建筑物角部开角窗,削弱了结构的整体性。建筑物的四角是保证结构整体性的重要部位,在地震作用下,建筑物发生平动、扭转和弯曲变形,位于建筑物四角的结构构件受力较为复杂,其安全性又直接影响建筑物角部甚至整体建筑的抗倒塌能力。因此,B 级高度的剪力墙结构不应在外墙开设角窗;抗震设防烈度为 7 度和 8 度时,不宜在外墙开设角窗,如必须设置角窗,应采取特殊的加强措施,如角窗两侧墙肢适当加厚,提高角窗两侧墙肢的抗震等级,角窗两侧的墙肢沿全高设约束边缘构件,转角窗房间的楼板适当加厚并双层双向配筋,转角窗两侧墙肢间的楼板设置暗梁,加强角窗窗台挑梁的配筋和构造等。

#### 2.4.25 高层住宅结构的剪力墙,未在约束边缘构件层与构造边缘构件层之间设置过渡层

【相关标准】《天津市住宅设计标准》DB29-22-2013 第 9.4.5 条的有关规定。

【提示】在高层住宅设计中,为避免边缘构件配筋急剧减少的不利情况,不应使边缘构件中的纵筋和箍筋设置变化过快,因此规定了约束边缘构件与构造边缘构件之间设置过渡层的要求。过渡层边缘构件

的纵筋、箍筋配置要求可低于约束边缘构件的要求,但均应高于构造边缘构件的要求。

#### 2.4.26 框架-核心筒结构中核心筒角部墙体的边缘构件设置不满足规范要求

【相关标准】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 9.2.2 条规定。

【提示】抗震设计时,核心筒为框架-核心筒结构的主要抗侧力构件,因此,对核心筒的边缘构件设置提出了比一般剪力墙结构更高的要求。设计时应注意:1)底部加强部位角部墙体约束边缘构件沿墙肢的长度宜取墙肢截面高度的 1/4;2)约束边缘范围内的应主要采用箍筋;3)底部加强部位以上的角部墙体宜设置约束边缘构件。

#### 2.4.27 抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计地震分组取值有误

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)附录 A 和《中国地震动参数区划图》GB18306-2015 表 1 和表 C。

【提示】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)附录 A 仅给出了我国各县级及县级以上城镇的中心地区的抗震设防烈度、设计基本地震加速度和所属的设计地震分组。各县级及县级以上城镇中心地区以外的行政区域建筑工程,应根据工程所在地查询《中国地震动参数区划图》GB18306-2015 的“附录 A(规范性附录)中国地震动峰值加速度区划图”或者附录 C 确定抗震设防烈度、设计基本地震加速度和所属的设计地震分组。

天津市西青区、津南区、武清区、宝坻区、滨海新区、宁河区、蓟县的不同街道的抗震设防烈度、设计基本地震加速度和所属的设计地震分组不同,应按《中国地震动参数区划图》GB18306-2015 采取从

高原则。以西青区中北镇为例，若按《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016年版)附录A取值，抗震设防烈度为7度(0.15g)，低于《中国地震动参数区划图》GB18306-2015表C.2中的8度(0.2g)，应按《中国地震动参数区划图》GB18306-2015取8度(0.2g)。

#### 2.4.28 社区卫生服务站、养老院及残疾人综合服务中心未提高抗震设防

【相关标准】津建设[2016]256号文件：《市建委市地震局关于贯彻执行《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)的通知。

【提示】《市建委市地震局关于贯彻执行《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)的通知中，除对《建筑工程抗震设防分类标准》GB50223-2008中明确划分为重点设防类的医疗建筑要求提高抗震设防外，也对社区卫生服务站、养老院及残疾人综合服务中心等提出了提高抗震设防的要求。若社区卫生服务站、养老院及残疾人综合服务中心在主楼的底部，可仅对社区卫生服务站、养老院及残疾人综合服务中心的所在的楼层及其下部的各楼层提高抗震设防，上部的楼层仍可按原抗震设防烈度进行计算和采取抗震构造措施。

#### 2.4.29 剪力墙住宅结构中，纵、横两个方向的剪力墙数量相差较大，纵向剪力墙墙肢偏短，数量设置不足。

【相关标准】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010第7.1.1、7.1.8条规定：剪力墙结构应具有适宜的侧向刚度，平面布置沿两个主轴方向的侧向刚度不宜相差过大。抗震设计时，高层建筑结构不应全部采用短肢剪力墙；B级高度高层建筑以及抗震设防烈度为9度的A级高度高层建筑，不宜布置短肢剪力墙，不应采用具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构。当采用具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构时，

在规定的水平地震作用下，短肢剪力墙承担的底部倾覆力矩不宜大于结构底部总地震倾覆力矩的50%。

【提示】目前住宅建筑多采用剪力墙结构形式，为满足建筑开发商提出的使用功能、立面、采光等要求，结构抗侧力构件布置常出现沿纵向布置的剪力墙较短而且分散的情况，导致结构两个主轴方向的抗侧力构件分布相差较大。由于建筑物纵向长度较大，弹性阶段连梁对整体刚度贡献较大，甚至有部分设计人员为提高纵向刚度设置了截面很高、跨高比很小的连梁，致使连梁极易发生剪切破坏或导致墙肢破坏。结构计算时，部分设计人仅关注多遇地震作用下程序计算给出的各项指标是否满足规范要求，更有甚者完全忽视抗剪截面不足的状况，计算结构位移时不考虑连梁刚度折减，造成计算结果出现纵向刚度并不“不弱”的假象，进而掩盖了剪力墙结构平面布置沿两个主轴方向相差过大的问题。弹塑性分析表明：连梁一旦开裂，刚度将大大降低，伴随着连梁产生塑性铰（或发生剪切破坏），结构纵向刚度急剧下降，弹塑性位移急剧增大，层间弹塑性位移角往往超出规范弹塑性位移角限值，短墙肢破坏严重，导致结构无法满足“大震不倒”的基本设防目标。

综上所述，高层剪力墙结构纵向不应全部采用短肢剪力墙（不考虑相连的横向剪力墙是否为长墙，仅按纵向剪力墙的肢长与肢厚之比不大于8即认为是短肢剪力墙），应布置一部分“长墙”，在规定水平地震作用下，“长墙”承担的底部倾覆力矩不宜小于结构底部总地震倾覆力矩的50%。对于纵向采用较多短肢剪力墙（仅按纵向剪力墙截面计算）的高层建筑，除满足多遇地震作用下设计要求外，还宜补充进行罕遇地震下的弹塑性验算，以确保结构满足“大震不倒”的要求。



## 2.5 结构计算与分析

### 2.5.1 框架结构未进行薄弱层的弹塑性变形验算

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016年版）第 5.5.2 条规定：7~9 度时楼层屈服强度系数小于 0.5 的钢筋混凝土框架结构和框排架结构应进行罕遇地震作用下薄弱层的弹塑性变形验算。

【提示】震害调查表明：如果结构中存在薄弱层或薄弱部位，在强烈地震作用下，由于个别主要抗侧力构件薄弱部位产生的最大弹塑性变形超过其极限变形能力，将会引起结构构件严重破坏甚至导致结构的整体倒塌或局部倒塌。对于钢筋混凝土框架结构，屈服强度系数小于 0.5 的楼层在强震作用下的弹塑性变形较大，为结构的薄弱部位，因此，抗震规范规定对楼层屈服强度系数小于 0.5 的框架结构，应进行罕遇地震作用下薄弱层的弹塑性变形验算。

在事先不能判断楼层屈服强度系数是否小于 0.5 的情况下，可由程序计算出楼层的屈服强度系数，再判断是否应进行弹塑性变形验算，这些可由程序统一完成。综合以往审查的工程发现，多数框架结构存在屈服强度系数小于 0.5 的层位，尤其对于有明显薄弱层的结构；也有部分框架结构的弹塑性变形计算结果不符合规范限值的要求，在这种情况下必须对薄弱层采取加强措施，并重新计算直到符合规范要求。

对结构进行罕遇地震作用下的薄弱层弹塑性变形验算，是实现结构“大震不倒”概念设计的重要措施，因此应按规范的规定进行验算。

### 2.5.2 未计算斜交抗侧力构件方向的结构水平地震作用

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016年版）

第 5.1.1-2 条规定：有斜交抗侧力构件的结构，当相交角度大于  $15^\circ$  时，应分别计算各抗侧力构件方向的水平地震作用。

【提示】工程设计中常遇到折线形的建筑平面，如沿场地折线边缘而建的建筑物，或采用 Y 字形平面等，部分设计忽略了沿斜交抗侧力构件方向的水平地震作用计算。补充的斜交方向的计算表明：个别构件的受弯或受剪配筋，有时是斜交方向地震作用的计算结果起控制作用，不能忽视，应严格按规范执行。

另外，由于地震作用的随机性，地震力沿不同的方向作用时结构地震反应的大小各不相同，因此存在一个使得结构地震反应最大的方向角。计算软件可以计算出最大地震力作用的方向角并在结构周期文件中输出。如果该角度大于  $15^\circ$ ，应将该数值回填到结构计算总信息中并重新计算，以体现最不利地震作用方向对结构的影响。

### 2.5.3 计算地震作用时振型数选取不合理

【相关标准】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 5.1.13-1 条规定：B 级高度和复杂高层建筑结构，在抗震计算时宜考虑平扭耦联计算结构的扭转效应，振型数不应小于 15，对多塔楼结构的振型数不应小于塔楼数的 9 倍，且计算振型数应使振型参与质量不小于总质量的 90%。

【提示】有些复杂高层和高柔的超高层建筑结构，计算地震作用时选用的振型数偏少，忽略了高振型的影响，使部分楼层的计算结果与实际偏差较大。对于高柔的长周期结构，高振型的影响不容忽视，为使高柔建筑的分析精度有所改进，当采用振型分解法计算结构地震作用及地震作用效应时，其组合的振型数应适当增加，振型数应达到使振型参与质量不小于总质量的 90%所需的数量。

对于一般结构,《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016年版)第5.2.2条的条文说明中,规定了计算振型数一般可以取振型参与质量达到总质量的90%所需的振型数。按扭转耦联振型分解法计算时,各楼层可取两个正交的水平位移和一个转角共三个自由度,因此,振型数一般可按下列要求选择:当考虑平扭耦连时,振型数应不多于房屋层数(假定楼板为水平刚性)的3倍;房屋层数 $\geq 3$ 的多层建筑,振型数应 $\geq 9$ ;高层建筑的振型数应 $\geq 15$ ;对多塔楼结构的振型数应 $\geq$ 塔楼数的9倍。电算时选择的振型组合数是否合理,可以通过计算结果中X、Y两个主轴方向的有效质量系数是否大于0.9判定,若小于0.9,可逐步增加振型个数,直到X、Y两个方向的有效质量系数都大于0.9为止。

#### 2.5.4 阻尼比取值有误

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016年版)第5.1.5条规定:除有专门规定以外,建筑结构的阻尼比应取0.05。《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016年版)第10.2.8条规定:大跨度屋盖建筑中,屋盖钢结构和下部支承结构协同分析时,阻尼比应符合下列规定:(1)当下部支承结构为钢结构或屋盖直接支承在底面时,阻尼比可取0.02;(2)当下部支承结构为混凝土结构时,阻尼比可取0.025~0.035。《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015年版)第11.8.3条规定:预应力混凝土框架结构的阻尼比宜取0.03;在框架-剪力墙结构、框架-核心筒结构及板柱-剪力墙结构中,当仅采用预应力混凝土梁或板时,阻尼比应取0.05。《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010第5.2.2条规定:混合结构在多遇地震作用下的阻尼比可取为0.04。《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016年版)

第8.2.2条和《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ99-2015第5.4.6条规定:(1)钢结构在多遇地震下的计算,高度不大于50m时可取0.04;高度大于50m且小于200m时,可取0.03;高度不小于200m时,宜取0.02。

【提示】目前计算软件提供了全楼统一阻尼比和按材料区分阻尼比两种计算方法。采用全楼统一阻尼比的计算方法时,可参照上述规范条文,具体情况具体分析,结合工程的实际情况,选取合适的阻尼比。按材料区分阻尼比时,可以设置各种材料的不同阻尼比,一般钢构件取0.02,混凝土构件取0.05。对于每一阶振型,不同构件单元对于振型阻尼比的贡献认为与单元变性能有关,变形能大的单元对该振型阻尼比的贡献较大,反之则较小。所以,可根据该阶振型下的单元变性能,采用加权平均的方法计算出振型阻尼比。

#### 2.5.5 梁刚度增大系数取值有误

【相关标准】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010第5.2.2条规定:在内力与位移计算中,现浇楼面和装配整体式楼面中梁的刚度可考虑翼缘的作用予以增大,楼面梁刚度增大系数可根据翼缘实际情况取1.3~2.0。《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010第11.3.1条规定:混合结构弹性分析时,宜考虑钢梁与现浇混凝土楼板的共同作用,梁的刚度可取钢梁刚度的1.5~2.0倍,但应保证钢梁与楼板有可靠连接。弹塑性分析时,可不考虑楼板与梁的共同作用。《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ99-2015第6.1.3条规定:高层民用建筑钢结构弹性计算时,钢筋混凝土楼板与钢梁间有可靠连接,可计入钢筋混凝土楼板对钢梁刚度的增大作用,两侧有楼板的钢梁其惯性矩可取为 $1.5I_b$ ,仅一侧有楼板的钢梁其惯性矩可取为 $1.2I_b$ , $I_b$ 为钢梁截面惯性

矩。弹塑性计算时，不应考虑楼板对钢梁惯性矩的增大作用。

【提示】与楼板整浇的钢筋混凝土梁，截面形状为 T 形或 r 形，其抗弯刚度均比矩形截面大。计算时框架梁可按矩形截面输入，将矩形梁的刚度乘以一个梁刚度增大系数来近似考虑楼板对梁刚度的提高作用。该增大系数应根据梁翼缘尺寸与梁截面尺寸的比例予以确定，设计人可视工程的具体情况在 1.3~2.0 之间合理取值；对于大截面梁或宽扁梁，应按实际刚度增大系数考虑。有些设计中将该系数取为 1.0，低估了梁的实际刚度，将会导致结构刚度和地震作用的计算结果偏小。

在弹性阶段，楼板对钢梁刚度的加强作用不可忽视。从国内外工程经验看，作为主要抗侧力构件的框架梁由于楼板钢筋的作用，其刚度增大作用很大，故在整体结构计算时应考虑楼板对钢梁刚度的加强作用。框架梁承载力设计时一般不按照组合梁设计。

### 2.5.6 电算总信息中有关参数的输入问题

【相关标准】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 5.1.8 条规定：高层建筑结构内力计算中，当楼面活荷载大于  $4\text{kN/m}^2$  时，应考虑楼面活荷载不利布置引起的梁弯矩的增大；第 5.2.4 条规定：高层建筑结构楼面梁受扭计算中应考虑楼盖对梁的约束作用，当计算中未考虑楼盖对梁扭转的约束作用时，可对梁的计算扭矩乘以折减系数予以折减。

【提示】电算总信息输入时应注意以下参数的取值问题：

1 梁设计弯矩增大系数：有些设计人不区分具体工程的楼面荷载大小及不利布置情况，均将梁设计弯矩增大系数输入 1.1~1.3。当楼面活荷载较大时，应考虑楼面活荷载的不利布置引起的梁弯矩的增大，如果计算总信息中已考虑了活荷载不利布置的影响，则梁的弯矩无需

再放大。

2 梁扭矩折减系数：由于受楼盖的约束作用，与楼板整浇的梁实际受到的扭矩小于理论计算值。因此，可以将梁的计算扭矩乘以一个小于 1.0 的折减系数来考虑楼盖对梁扭转的约束作用。计算分析表明：扭矩折减系数与楼盖的约束作用和梁的位置密切相关，折减系数的变化幅度较大，应根据具体情况确定。但下列情况梁的抗扭刚度不应折减：周边无楼板与之相连的梁，其折减系数应取 1.0。

3 抗震墙的竖向分布钢筋配筋率指定过高，图纸中未达到配筋率的要求。目前，部分计算软件抗震墙的竖向分布钢筋的最小配筋率默认为 0.3%，图纸中往往按《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）第 6.4.3 条中规定的一、二、三级的抗震墙最小配筋率为 0.25%，四级抗震墙最小配筋率为 0.20% 配置抗震墙钢筋，低于计算值。由于计算时竖向构造钢筋配筋率取值偏高，造成边缘构件的纵筋计算值偏低。应注意修改计算参数中的抗震墙的竖向分布钢筋配筋率。

4 一级抗震墙施工缝的验算：JGJ3-2010 第 4.3.15 条规定：抗震等级为一级的剪力墙，水平施工缝的抗滑移应满足验算要求。按一级抗震等级设计的剪力墙，要防止水平施工缝处发生滑移，需验算通过水平施工缝的竖向钢筋是否足以抵抗水平剪力，如果所配置的端部和分布钢筋不够，则可设置附加插筋，附加插筋在上、下层剪力墙中都要有足够的锚固长度。

### 2.5.7 未考虑双向水平地震作用下的扭转影响

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）第 5.1.1-3 条和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 4.3.2-2 条规定：质量与刚度分布明显不对称、不均匀的结构，应计算双向水

平地震作用下的扭转影响。

【提示】不对称、不均匀的结构是“不规则结构”的一种，在同一结构平面内的质量、刚度布置不对称，或虽在平面内对称，但沿高度分布不均匀的结构，都具有明显的不规则性，应考虑双向水平地震作用下的扭转影响。

《建筑抗震设计规范疑问解答》第 4.2 条指出：在刚性楼板假定条件下，当计算小震作用下的楼层最大弹性水平位移（或层间位移）与该楼层两端弹性水平位移（或层间位移）平均值的比值大于 1.2 时，判断为扭转不规则；当比值接近 1.5 时，判断为特别不规则；当比值大于 1.5 时，一般判断为严重不规则。此时，计算的弹性水平位移（或层间位移）为代数值，当位移值小于规范限值的 50% 时，判断严重扭转不规则的比值可以适当放松。需要注意的是，最大值和平均值的计算，均取楼层中同一轴线两端的竖向构件计算，不考虑楼板中悬挑的端部。

综上所述，当结构的扭转位移比接近 1.5，且位移值不小于规范限值的 50% 时，表明结构质量和刚度分布明显不对称、不均匀，应按规范的规定计算双向水平地震作用下的扭转影响。

#### 2.5.8 高层建筑结构计算时未考虑偶然偏心的影响

【相关标准】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 4.3.3 条规定：计算单向地震作用时应考虑偶然偏心的影响，每层质心沿垂直于地震作用方向的偏移值可按  $e_i = \pm 0.05L_i$  采用；第 3.4.5 条规定计算结构的扭转位移比时应考虑偶然偏心的影响。

【提示】结构在地震时的扭转反应是一个极其复杂的问题，一般情况下宜采用规则的结构体型，以避免地震扭转效应。高层建筑结构，

即使楼层的计算刚心与质心基本重合，也会存在一定的扭转效应，这是由于施工、使用或地震地面运动的扭转分量等因素所引起的不利影响。《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 4.3.3 条规定取各层质心的偶然偏移量为  $\pm 0.05L_i$  来计算结构的单向水平地震作用。对于平面布置不规则的结构，除其自身已有的偏心外，尚应考虑偶然偏心的影响。

历次地震震害表明：平面不规则、质量与刚度偏心和抗扭刚度太弱的结构，在地震中遭到严重破坏。为了限制结构平面布置的不规则性，避免因过大的偏心而导致结构产生较大的扭转效应，高规第 3.4.5 条规定了在考虑偶然偏心影响的地震作用下，A 级高度高层建筑的扭转位移比不宜大于 1.2，不应大于 1.5；B 级高度高层建筑、混合结构及复杂高层建筑的扭转位移比不宜大于 1.2，不应大于 1.4。

#### 2.5.9 未对需进行时程分析的建筑进行多遇地震下的补充计算

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）第 5.1.2-3 条中规定：特别不规则的建筑，甲类建筑和表 5.1.2-1 所列高度范围的高层建筑，应采用时程分析法进行多遇地震下的补充计算。

【提示】天津目前大部分地区抗震设防烈度已由 7 度（0.15g）调整至 8 度（0.2g）且场地土多为 III、IV 类。根据表 5.1.2-1，抗震设防烈度为 7 度（0.15g）时，房屋高度 > 100m 时，应采用时程分析法进行多遇地震下的补充计算。抗震设防烈度为 8 度（0.2g）且场地土为 III、IV 类时，房屋高度 > 80m 时，应采用时程分析法进行多遇地震下的补充计算。

天津地区抗震设防烈度由 7 度（0.15g）调整为 8 度（0.2g）的区

域，需特别注意 80~100m 之间的建筑，抗震设防烈度调整前不需采用时程分析法进行补充计算，提高设防烈度后需采用时程分析法进行多遇地震下的补充计算。

#### 2.5.10 不注重地震波的选取及弹性时程分析法计算结果的比较

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）第 5.1.2-3 条规定：时程分析法当取三组加速度时程曲线时，计算结果宜取时程法的包络值和振型分解反应谱法的较大值；当取七组及七组以上的时程曲线时，计算结果可取时程法的平均值和振型分解反应谱法的较大值。

采用时程分析法时，应按建筑场地类别和设计地震分组选用实际强震记录和人工模拟的加速度时程曲线，其中实际强震记录的数量不应少于总数的 2/3，多组时程曲线的平均地震影响系数曲线应与振型分解反应谱法所采用的地震影响系数曲线在统计意义上相符；每条时程曲线计算所得结构底部剪力不应小于振型分解反应谱法计算结果的 65%，多条时程曲线计算所得结构底部剪力的平均值不应小于振型分解反应谱法计算结果的 80%。

【提示】根据该条文说明的规定，选取的地震波应满足地震动三要素，即有效加速度峰值、频谱特性和持续时间的要求。有效加速度峰值按表 5.1.2-2 选用，频谱特性由地震影响系数曲线表征，依据所处的场地类别和设计地震分组确定；持续时间一般为结构基本周期的 5~10 倍。“在统计意义上相符”是指输入地震波的平均地震影响系数曲线与振型分解反应谱所用的地震影响系数曲线在各周期点上相差不大于 20%。所谓“实际强震记录”并非一定是当地的地震记录，而是在数据库中按上述原则选取的强震加速度记录。地震波选取的正确

与否，用该条文所规定的定量标准来衡量。

时程分析法作为一种补充计算方法，对于特别不规则、特别重要的和较高的高层建筑需要采用，主要用于结构变形验算、及结构构件的内力和承载力校核。

有些工程的弹性时程分析，选取的地震波的加速度峰值或场地特征周期不满足该条文的要求，应按规范的规定重新选取地震波进行计算；有些工程由于高振型的影响，结构顶部若干层的平均地震反应大于振型分解反应谱法的计算结果，这种情况下应在结构的内力和位移计算时对该部位楼层的地震剪力乘以放大系数；对于结构时程分析中出现的薄弱部位，应进行综合分析之后采取相应的加强措施。

#### 2.5.11 对计算结果的分析判断存在问题

【相关标准】《建筑结构抗震规范》GB50011-2010（2016 年版）第 3.6.6-4 条规定：所有计算机计算结果，应经分析判断确认其合理、有效后方可用于工程设计。

【存在问题】对结构计算结果不加分析，对其正确与否缺乏判断或判断错误：

1 某些特殊部位的计算结果有异常现象，因此设计时不以此作为设计制图的依据，但缺少相关的原因分析和手工复核计算，而是凭经验设计，带有一定的随意性；

2 计算书中缺少结构的重要信息，不能判断其采用的原始数据是否正确，如电算总信息、荷载取值、手工导荷、计算结果超限信息；缺少主要构件的抗裂、挠度计算、抗倾覆验算，或有的计算结果已明显超过规范允许值，如挠度过大、或裂缝宽度超过规范要求；有些构件的配筋小于计算结果很多，存在严重的安全隐患。

3 无故任意增大配筋，误认为配筋越多越安全，甚至有些框架梁端上部纵筋加大一倍或数倍，违反了“强柱弱梁”抗震概念设计原则，这是非常危险的。

【提示】发生以上问题的原因：

- 1 对规范、规程的条文不熟悉，概念不清，盲目设计；
- 2 不熟悉计算机软件的技术条件及适用范围，采用的程序与结构计算简图不符，不熟悉计算程序中对各项系数的取值要求；
- 3 有些设计人过度依赖计算机的计算结果，认为凡是计算机得出的结果都是正确的，对计算结果不加任何分析和判断；
- 4 有些结构构件的配筋与计算结果相差较多，绘图深度及图纸校审深度不够。

#### 2.5.12 对结构受剪承载力薄弱层和转换层的地震剪力未乘以增大系数

【相关标准】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 3.5.8 条规定：侧向刚度变化、承载力变化、竖向抗侧力构件连续性不满足 JGJ3-2010 第 3.5.2、3.5.3、3.5.4 条要求的楼层，其对应于地震作用标准值的剪力应乘以 1.25 的增大系数；《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）第 3.4.4-2 条规定：平面规则而竖向不规则的建筑，应采用空间结构计算模型，刚度小的楼层地震剪力应乘以不小于 1.15 的增大系数，其薄弱层应按本规范有关规定进行弹塑性变形分析。

【提示】对竖向不规则的结构，包括某楼层抗侧刚度小于其上一层的 70%或小于其上相邻三层侧向刚度平均值的 80%，或楼层抗侧力结构的受剪承载力小于其上一层的 80%，或某楼层竖向抗侧力构件不连续，其薄弱层的地震剪力应乘以不小于 1.15 的增大系数。计算软件（如

SATWE）中，可以直接将抗侧刚度薄弱层乘以 1.25 的地震剪力增大系数，而对受剪承载力薄弱层和竖向抗侧力构件不连续的楼层的地震剪力无放大功能，设计中容易忽略这一点。因此当结构存在受剪承载力薄弱层或竖向抗侧力构件不连续的楼层时，应在结构计算总信息中强制指定该部位楼层为薄弱层，之后程序会自动将指定薄弱层的地震剪力乘以 1.25 的增大系数。

需特别注意的是，对于局部转换构件也应进行地震剪力的调整，应单独对转换构件进行特殊构件定义，将其定义为转换梁、转换柱。

#### 2.5.13 复杂结构未采用不同力学模型的软件进行计算分析

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）第 3.6.6-3 条规定：复杂结构在多遇地震下的内力和变形分析时，应采用不少于两个适合的不同力学模型，并对其计算结果进行分析比较；《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 5.1.12 条规定：体形复杂、结构布置复杂以及 B 级高度高层建筑结构，应采用至少两个不同力学模型的结构分析软件进行整体计算。

【提示】对于以上条文中规定的复杂建筑和超高建筑，采用至少两个不同力学模型的三维空间分析软件进行整体内力位移计算，可以对结构进行综合分析比较，以保证力学分析的可靠性，并从中找出结构的薄弱部位，在设计中对薄弱部位和重点部位采取加强构造措施。

施工图审查中发现，有些属于以上规定范围的复杂建筑和超高建筑，仅采用一个计算软件进行整体内力位移计算，不满足规范要求；有些工程虽然采用了两个不同力学模型的分析软件进行计算，但并不通过计算结果对结构进行综合分析比较，不重视对结构的薄弱部位和重点部位进行判定分析和构造加强，而是从不同软件对结构构件的计

算结果中分别选取最大值进行配筋设计，极有可能造成“强梁弱柱、强弯弱剪”等后果，违反了结构抗震概念设计的基本原则。

#### 2.5.14 异形柱结构未对与主轴成 $45^\circ$ 的方向进行补充验算

【相关标准】《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ149-2017 第4.2.4-2条规定：7度（0.15g）及8度（0.2g）时，异形柱结构的地震作用计算尚应对与主轴成 $45^\circ$ 的方向进行补充验算。

【提示】多数异形柱结构的地震作用计算，容易忽略对与主轴成 $45^\circ$ 的方向进行补充验算。

由于异形柱的截面特性及其多样性，使确定异形柱结构中各异形柱构件对应的水平地震作用的最不利方向很复杂。研究表明：对于全部采用等肢异形柱且较为规整的矩形平面布置的结构，当地震力沿 $45^\circ$ 方向作用时，L形柱的配筋变化较大，比主轴方向的增幅有时可达10%~20%，由于6度、7度（0.1g）抗震设计时异形柱的截面设计一般是由构造配筋控制的，其差异可能被构造配筋所掩盖，因此上述条文规定7度（0.15g）及8度（0.2g）抗震设计时进行 $45^\circ$ 方向的水平地震作用计算和抗震验算。验算结果中应着重注意结构底部、角部、负荷较大及结构平面变化部位的异形柱在水平地震作用不同方向的内力变化，从中选取最不利情况作为异形柱截面设计的依据，以增加异形柱结构抗震设计的安全性。对于具有较多不等肢异形柱或平面布置不规则的异形柱结构，还应适当补充其它角度方向的水平地震作用计算和抗震验算。

#### 2.5.15 结构计算中选取的楼板计算模型与实际不符

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016年版）第3.4.4-1条规定：凹凸不规则或楼板局部不连续时，应采用符合楼

板平面内实际刚度变化的计算模型；高烈度或不规则程度较大时，宜计入楼板局部变形的影响。

【提示】对于楼板形状复杂的建筑结构，如有效宽度较窄的环形楼板结构、楼板局部开大洞的结构、楼板平面狭长或楼板有较大凹入的结构等，楼板平面内的刚度有较大削弱且不均匀，楼板平面内的变形会使楼层内抗侧力刚度较小的构件的位移和内力增大，在对这类结构进行分析计算时，为了真实地反映楼板平面内的刚度，应采用“弹性膜”的假定，即假定楼板在平面内的刚度为真实刚度，而楼板平面外的刚度为零，楼板在平面内的刚度采用平面应力膜单元来计算。

SATWE软件的另两种楼板假定为“弹性楼板3”和“弹性楼板6”。弹性楼板3是针对厚板转换层结构的转换厚板提出的，假定楼板在平面内无限刚而在平面外的刚度是真实刚度。“弹性楼板6”是针对板柱结构或板柱剪力墙结构提出的，假定楼板在平面内和平面外的刚度均为真实刚度，采用壳单元来计算。设计师应该根据结构的实际受力特点，采用相应的计算模型，以保证分析结果的可靠性。

#### 2.5.16 框架-剪力墙结构框架总剪力调整系数设上限2.0

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016年版）第6.2.13条和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010第8.1.4条规定：侧向刚度沿竖向分布基本均匀的框架-剪力墙结构和框架-核心筒结构，任一层框架部分承担的剪力值，不应小于结构底部总剪力的20%和按框架-剪力墙结构、框架-核心筒结构计算的框架部分各楼层地震剪力中最大值的1.5倍二者的较小值。

【提示】框架-剪力墙结构、框架-核心筒结构是抗震设计时具有两道抗震防线的结构，剪力墙（核心筒）是第一道防线，框架是第二

道防线。柱与剪力墙（核心筒）相比，其抗剪刚度很小，在地震作用下，楼层地震总剪力主要由剪力墙（核心筒）来承担，框架柱只承担很小一部分。但框架作为第二道防线，过于单薄是不利于抗震的。为保证框架部分有一定的抗震能力，需要对框架部分的总剪力进行调整。

计算软件对框架内力调整系数内定的上限值为 2.0，但调整系数达到 2.0 时，结构某些楼层框架柱的剪力调整仍有可能达不到规范要求。目前计算软件已作了改进，可以放松调整系数的上限值，方法是把 0.2 $V_0$  调整的起始层号填成负值，则程序将不控制调整系数的上限值。

在框架-剪力墙结构中，框架总剪力调整还应注意下列问题：（1）对于框架柱数从下至上基本不变的规则结构， $V_0$  应取对应于地震作用标准值的结构底部总剪力；对于框架柱数从下至上分段有规律变化的结构， $V_0$  应取每段最下一层结构对应于地震作用标准值的总剪力。（2）框架剪力的调整应在楼层剪力满足规范规定的楼层最小地震剪力系数的前提下进行。

#### 2.5.17 结构计算中未计入梁柱偏心的影响

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）第 6.1.5 条和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 6.1.7 条规定：框架梁柱中心线宜重合。当梁柱中心线不能重合时，在计算中应考虑偏心对梁柱节点核心区受力和构造的不利影响。如偏心距大于该方向柱宽的 1/4 时，可采取增设梁的水平加腋等措施。设置水平加腋后，仍需考虑梁柱偏心的不利影响。

【提示】梁中线与柱中线、柱中线与剪力墙中线之间有较大偏心距时，在地震作用下可导致核心区受剪面积不足，对柱带来不利的扭

转效应。当偏心距超过 1/4 柱宽时，需进行具体分析并采取有效措施，如采用水平加腋梁及加强柱的箍筋等。

采用水平加腋，能明显改善梁柱节点承受反复荷载的性能。梁的水平加腋部分应按构造要求配置附加斜筋和箍筋，箍筋直径和间距应与梁端箍筋加密区相同。在验算梁的剪压比和受剪承载力时，一般可偏于安全地不计加腋部分截面的有利影响。

#### 2.5.18 大跨度、长悬臂结构未计入竖向地震作用

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）第 5.1.1-4 条规定：8、9 度时的大跨度和长悬臂结构及 9 度时的高层建筑，应计算竖向地震作用。《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 4.3.2 条规定：高层建筑中的大跨度、长悬臂结构，7 度（0.15g）、8 度抗震设计时应计入竖向地震作用。

【提示】高设防烈度区的大跨度、长悬臂结构，应验算其自身及其支承部位结构的竖向地震效应。大跨度指跨度大于 24m 的楼盖结构、跨度大于 8m 的转换结构，长悬臂结构是指跨度大于 2m 的悬挑结构。高层建筑由于高度较高，竖向地震作用效应放大比较明显，因此 7 度（0.15g）时也应计入竖向地震作用的影响。

JGJ3-2010 第 4.3.14 条规定：跨度大于 24m 的楼盖结构、跨度大于 12m 的转换结构和连体结构、悬挑长度大于 5m 的悬挑结构，结构竖向地震作用效应标准值宜采用时程分析法或振型分解反应谱方法进行计算。时程分析计算时输入的地震加速度最大值可按规定的水平输入最大值的 65%采用，反映谱分析时结构竖向地震影响系数最大值可按水平地震影响系数最大值的 65%采用，但设计地震分组可按第一组采用。



JGJ3-2010 第 4.3.15 条规定,高层建筑中,大跨度结构、悬挑结构、转换结构、连体结构的连接体的竖向地震作用标准值,不宜小于结构或构件承受的重力荷载代表值与 JGJ3-2010 表 4.3.15 所规定的竖向地震作用系数的乘积。跨度和悬挑长度不大于 4.3.14 条规定的大跨结构和悬挑结构,可直接按 4.3.15 条规定的竖向地震作用系数乘以相应的重力荷载代表值作为竖向地震作用标准值。

### 2.5.19 混凝土构件中采用 HRB500 钢筋作为横向钢筋时,钢筋的抗拉强度设计值 $f_{yv}$ 取值偏大

【相关标准】《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015 年版)第 4.2.3 条规定:横向钢筋的抗拉强度设计值  $f_{yv}$  应按表中  $f_y$  的数值采用;当用作受剪、受扭、受冲切承载力计算时,其数值大于  $360\text{N}/\text{mm}^2$  时应取  $360\text{N}/\text{mm}^2$ 。

【提示】根据试验研究,当混凝土构件中采用强度等级高于 HRB400 级的横向钢筋时,受剪、受扭、受冲切箍筋的抗拉强度有一定的折减,因此计算时钢筋强度按 HRB400 级钢筋取  $360\text{N}/\text{mm}^2$ 。但用作围箍约束混凝土的间接配筋时,其强度设计值不限。

## 2.6 钢筋混凝土结构

### 2.6.1 混凝土强度等级和钢筋保护层厚度不符合规范要求

【相关标准】《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015 年版)第 3.5.3 条规定了对设计使用年限为 50 年的结构混凝土耐久性的基本要求;第 8.2.1 条规定了普通钢筋及预应力钢筋的混凝土保护层厚度;《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版)附录附表 1。

【提示】混凝土强度等级的选取及钢筋保护层厚度的确定应注意以下几点:

1 混凝土的强度等级应符合《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015 年版)第 3.5.3 条对混凝土耐久性的基本要求。室内潮湿环境为二 a 类,如厨房、厕所、浴室等最低为 C25,室外露天环境为二 b 类,最低为 C30,该条文附注 4 规定:当有可靠工程经验时,处于二类环境中的最低混凝土强度等级可降低一个等级。

2 普通钢筋和预应力钢筋的混凝土保护层厚度应符合《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015 年版)第 8.2.1 条规定。针对常出现的问题,确定钢筋保护层厚度时应注意满足下列要求:

- 1) 厨房、厕所、浴室等处于潮湿环境中的构件,应按二 a 类环境确定保护层;
- 2) 室外环境中的构件及与大气接触的构件,应按二 b 类环境确定保护层;
- 3)  $\pm 0.000\text{m}$  以下干湿交替或水位频繁变动环境中的构件,如承台、基础梁、基础底板等应按二 b 类环境考虑,埋入  $\pm 0.000\text{m}$  以下部位的柱应按二 b 类环境考虑;冰冻线以下的构件,如基桩应按二 a 类环境考虑。

4) 受力钢筋的保护层厚度,不应小于纵向受力钢筋的公称直径。

5) 设计使用年限为 100 年的混凝土结构,最外层钢筋的保护层厚度不应小于《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015 年版)表 8.2.1 中数值的 1.4 倍。

6) 对地下室的工程,其迎水面保护层厚度不应小于 50mm。当对地下室墙体采取可靠的建筑防水做法或防护措施是,与土层接触一侧

钢筋的保护层厚度可适当减少，但不应小于 25mm。

7)《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版)附录附表 1 第四、五项是对有防火要求的钢筋混凝土梁、板等构件的耐火极限要求，对于不同耐火极限的同类构件，其保护层要求也不相同，设计时应特别注意。还应注意支承防火墙的构件的钢筋保护层厚度应满足耐火极限不低于 3 小时的要求。

### 2.6.2 钢筋混凝土楼板的最小厚度不满足防火规范要求

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版)附录附表 1 中规定了钢筋混凝土楼板的最小防火厚度要求。

【提示】《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版)附录附表 1 根据不同的保护层厚度分别列出了四边简支的钢筋混凝土楼板的最小厚度。对于处于一类环境的钢筋混凝土楼板，按《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015 年版)表 8.2.1 的规定其最小保护层厚度为 15mm，则对应于《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版)附录附表 1 中规定的楼板最小厚度应为 80mm。

### 2.6.3 框架梁的抗剪箍筋配置不足

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)第 6.3.3-3 条和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 6.3.2-4 条规定：当梁端纵向受拉钢筋配筋率大于 2% 时，表 6.3.3 中箍筋最小直径数值应增大 2mm；《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 6.3.5-1 条规定：框架梁沿梁全长箍筋的面积配筋率应符合公式 6.3.5-1~3 的要求。

【提示】框架梁的抗剪箍筋配置应注意以下几点：

1 应复核框架梁非加密区的箍筋是否满足计算要求，例如当梁的

跨度较大、或梁上承受较大集中荷载且产生的剪力所占比例较大时，可能会出现非加密区配箍不足的情况，此时应选择有较大集中力处的截面计算其斜截面受剪承载力作为配箍依据；

2 跨度相差较大的框架梁，当梁截面相同时，因地震力的作用可能导致跨度较小的梁段产生较大的梁端地震剪力，该梁计算得出的箍筋面积高于其它跨度较大的梁，当采用平面表示法集中标注的箍筋为计算结果中较小的箍筋时，应复核短跨梁的箍筋是否满足计算要求；

3 对于截面宽度较大、抗震等级较高、或混凝土强度高而箍筋强度低的框架梁，应复核沿梁全长箍筋的面积配筋率是否符合《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 6.3.5-1 条的要求；

4 当梁端纵向受拉钢筋配筋率大于 2% 时，应按照《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)第 6.3.3-3 条的规定将表 6.3.3 中的箍筋最小直径数值增大 2mm。《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 6.3.5-1 条规定：框架梁沿梁全长箍筋的面积配筋率应符合公式 6.3.5-1~3 的要求。

### 2.6.4 梁受扭纵筋及受扭箍筋的配置问题

【相关标准】《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015 年版)第 9.2.5 条规定：沿截面周边布置的受扭纵向钢筋的间距不应大于 200mm 和梁截面短边长度；除应在梁截面四角设置受扭纵向钢筋外，其余受扭纵向钢筋宜沿截面周边均匀对称布置，受扭纵向钢筋应按受拉钢筋锚固在支座内；第 9.2.10 条规定：在弯剪扭构件中，箍筋的配筋率不应小于  $0.28f_t/f_{yv}$ ，受扭箍筋应做成封闭式，且应沿截面周边布置，当采用复合箍筋时，位于截面内部的箍筋不应计入受扭所需的箍筋面积。

【提示】梁受扭纵筋及受扭箍筋的配置应注意以下问题：

1 有些设计把梁的计算受扭纵筋面积除以 2 分别配置在梁的上下纵筋部位，将上下纵向钢筋加大，虽然受扭纵筋的配筋总量满足计算要求，但会造成梁的受扭纵筋沿截面周边分布不均匀，受扭纵筋的间距也不符合上述条文的规定。

2 把弧线形梁简化成直线形梁计算，会造成抗扭钢筋配置不足。弧形梁是承受扭矩的，按直线梁计算忽略了弧形梁的扭矩，使计算简图与实际受力不符，存在安全隐患。计算时弧形梁的抗扭刚度不应折减，应按实际情况计算出梁的扭矩然后求出其抗扭箍筋和纵筋，还应满足抗扭构造配筋要求。

3 对于梁的受扭箍筋，按 SATWE 软件计算的输出结果中，VTAst-Ast1 的 Ast1 为抗扭箍筋沿截面周边布置的单肢箍的面积，配置梁箍筋时，应将抗剪箍筋面积除以复合箍筋的肢数与 Ast1 之和来确定梁周边的箍筋直径，截面内部的箍筋不承受扭矩作用，仅为抗剪箍筋。

4 对承受弯剪扭共同作用的构件，应复核其剪扭箍筋的总配筋率  $\rho_{sv}$  不小于  $0.28f_t/f_{yv}$ 。

### 2.6.5 钢筋混凝土梁纵向受拉钢筋超筋配置

【相关标准】《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015 年版)第 6.2.7 条规定了纵向受拉钢筋屈服与受压区混凝土破坏同时发生时的相对界限受压区高度。

【提示】有些工程中跨度较大或承受荷载较大的钢筋混凝土梁，当其截面受到限制时，梁跨中或支座截面处的配筋很大，部分截面的混凝土受压区高度超过上述规范条文中规定的相对界限受压区高度。

钢筋混凝土单筋梁纵向受拉钢筋的配筋率  $\rho = \xi_b f_c / f_y$ ，从式中可以看出，梁纵向受拉钢筋的配筋率  $\rho$  与混凝土受压区高度  $\xi_b$  成正比。当钢筋混凝土梁的受压区高度达到界限值  $\xi_{bmax}$  时，其纵向受拉钢筋的配筋率也达到最大值  $\rho_{max}$ ，此时若再增加纵向受拉钢筋，梁的破坏形式由适筋梁转变为超筋梁，而超筋破坏为脆性破坏形式，应予避免。因此，对于钢筋混凝土梁等受弯构件，应控制其纵向受拉钢筋的最大配筋率。当混凝土强度等级越高而钢筋混凝土梁截面较小、配筋又较大时，应注意核算构件的最大配筋率。例如：钢筋混凝土梁混凝土采用 C40，HRB400 级钢筋，截面 200X500，梁底配筋 6 $\Phi$ 25，其配筋率为 2.946%，大于最大配筋率  $\rho_{max}=2.748\%$  的要求，属于超筋梁，设计中应避免。对于有延性要求的框架梁，其梁端纵向受拉钢筋的最大配筋率有明确的要求，《建筑结构抗震规范》GB50011-2010(2016 年版)第 6.3.4-1 条规定：框架梁端纵向受拉钢筋的配筋率不宜大于 2.5%。

### 2.6.6 忽视受弯构件受力钢筋的最小配筋率要求

【相关标准】《混凝土结构设计规范》GB50010-2010 第 8.5.1 条规定。

【提示】限制受弯构件受力钢筋最小配筋率的主要目的是保证构件受拉区混凝土开裂后受拉钢筋不致立即屈服而出现少筋梁的脆性破坏形式。受拉钢筋的最小配筋率由 0.2% 和  $45f_t/f_y$  (%) 二者的较大值控制，可以看出，受拉构件的最小配筋率与混凝土和钢筋的强度等级有直接的关系。当混凝土强度等级越高而钢筋强度等级较低时，对构件的最小配筋率要求越高。例如：楼板混凝土采用 C30，HPB300 级钢筋，板厚 100mm，板底配筋  $\Phi 8@200$ ，其配筋率为 0.251%，不满足最小配筋率  $\rho_{min}=0.262\%$  的要求。

对于较厚的地下室顶板或楼面、以及截面较大的楼面梁，当混凝土强度等级较高时，应注意验算其最小配筋率。

### 2.6.7 埋置较深的地下室底板厚度的取值问题

【相关标准】《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 第 8.4.11 条规定：梁板式筏基底板除计算正截面受弯承载力外，其厚度尚应满足受冲切承载力、受剪切承载力的要求；第 8.4.6 条规定：平板式筏基的板厚应满足受冲切承载力的要求。《地下工程防水技术规范》GB50108-2008 第 4.1.4 条规定：防水混凝土的设计抗渗等级应符合表 4.1.4 的规定。

【提示】近年来，随着上部主体结构高度的增加，地下室的埋置深度也在不断加深，地下室层数由地下一层增加到地下二、三层，甚至部分工程已达地下四层，开挖深度接近 20m，因此对于埋置较深的地下室底板设计应予以高度重视。即使当结构的工程桩布置在框架柱下或剪力墙下时，由于地下室底板所承受的水浮力急剧增加，其厚度除满足上述条文规定的要求外，还应考虑地下工程的防水要求及地下水中混凝土结构的耐久性要求（包括混凝土底板在地下水中的抗裂问题），且一旦地下室出现渗漏，修复难度较大。另外，地下室底板同时承受着部分土反力及协调基础受力的作用，因此地下室底板除满足规定的计算要求和构造条件外，尚应针对地下室结构的抗渗设计、耐久性要求和基础的协同工作适当增加底板的厚度。

### 2.6.8 上部覆土较厚时纯地下室顶板厚度的取值问题

【相关标准】《地下工程防水技术规范》GB50108-2008 第 4.1.7-1 条规定：防水混凝土结构厚度不应小于 250mm。《人民防空地下室设计规范》GB50038-2005 第 4.11.3 条规定：防空地下室结构钢筋混凝土

顶板的最小厚度为 200mm。

【提示】对于纯地下室结构，当其顶板上部覆盖的土层较厚时（建议按覆土厚度 1.2m 为界），地下室顶板的厚度应满足上述条文的规定。

当纯地下室顶板上部覆盖的土层较厚，在夏季遭遇暴雨时可能会使雨水急聚在覆土层内来不及排泄，因此地下室顶板的厚度除满足计算要求外，还应考虑其防水要求和混凝土结构的耐久性要求，如果地下室顶板发生渗漏，也会带来修复困难。因此，地下室顶板厚度不宜太薄。对于设有次梁的地下室顶板，当其上部采取可靠的建筑防水做法时，顶板厚度可取不小于 160mm。

应注意：地下室顶板覆土区域梁、板的裂缝宽度尚应符合《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010）（2015 年版）第 3.4.5 条不大于 0.2mm 的规定。

### 2.6.9 建筑物设置防震缝时缝宽过小

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版) 第 6.1.4 条和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 3.4.10 条的规定。

【提示】体形复杂、平立面特别不规则的建筑结构，可按实际需要在适当部位设置防震缝，形成多个较规则的抗侧力结构单元，有利于减小房屋的扭转并改善结构的抗震性能。设置防震缝时，应根据抗震设防烈度、结构材料种类、结构类型、结构单元的高度和高差情况，留有足够的宽度。规范中规定的是防震缝宽度的最小值，为防止房屋在地震中可能发生的碰撞，防震缝的净宽度原则上应大于两侧结构允许的地震水平位移之和。防震缝两侧结构类型不同时，宜按需要较宽防震缝的结构类型和较低房屋高度确定防震缝宽。当相邻结构的基础

存在较大的沉降差时，宜增大防震缝的宽度；钢结构房屋缝宽应大于相应钢筋混凝土结构房屋的 1.5 倍。设置伸缩缝和沉降缝时，其宽度应符合防震缝的要求。

#### 2.6.10 地下室顶板作为嵌固部位时，地下一层框架柱的每侧配筋面积不满足首层柱每侧配筋面积的 1.1 倍

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)第 6.1.14-3 条和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 12.2.1-2 条规定：地下室顶板作为上部结构的嵌固部位时，地下一层柱截面每侧纵向钢筋不应小于地上一层柱对应纵向钢筋的 1.1 倍。

【提示】为了使地下室顶板作为上部结构的嵌固部位，地下室顶板和地下一层的设计应满足：

地下室顶板必须有足够的平面内刚度，以有效传递地震基底剪力。地下室顶板应避免开设大洞，地下室在地上结构相关范围的顶板应采用现浇梁板结构；地下室顶板的厚度不宜小于 180mm，若柱网内设置多道次梁时，板厚可适当减小；结构地上一层的侧向刚度不宜大于相关范围地下一层侧向刚度的 0.5 倍；

框架柱嵌固端屈服时，地下一层对应的框架柱或抗震墙墙肢不应屈服，规定地下一层框架柱截面每侧纵向钢筋不应小于地上一层柱对应纵向钢筋的 1.1 倍，地下一层抗震墙墙肢端部边缘构件纵向钢筋的截面面积，不应少于地上一层对应墙肢端部边缘构件纵向钢筋的截面面积。

当框架柱嵌固在地下室顶板时，规范要求地下一层框架柱每侧纵筋不应小于地上一层对应柱每侧纵筋的 1.1 倍，应注意设计方法。一般采用地下一层柱比其对应的首层柱每侧多设置 1 根纵筋，增加的纵

筋伸至嵌固端楼板顶部弯折满足锚固长度后截断，这样可以避免在提高嵌固端下层柱实配受弯承载力的同时又增大首层柱底截面的实际受弯承载力。如地下一层柱每侧增加的纵筋直接伸至嵌固端以上满足锚固长度后才截断，会加剧地下室顶层框架柱及框架梁的负担，不易满足《抗规》第 6.1.14 条第 3 款 1)、2) 的规定，对嵌固端“强梁弱上柱”机制的实现极为不利，也可能造成塑性铰向底层柱的上部转移，难以实现规范的初衷。设计时可在图纸中注明采用图集 16G101-1 中第 64 页“地下一层增加钢筋在嵌固部位的锚固构造”做法。

#### 2.6.11 剪力墙边框柱的配筋不满足框架柱的构造配筋要求

【相关标准】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 8.2.2-5 条规定：边框柱截面宜与该榀框架其他柱的截面相同，边框柱应符合本规程第六章有关框架柱的构造配筋规定；剪力墙底部加强部位边框柱的箍筋宜沿全高加密；当带边框剪力墙上的洞口紧邻边框柱时，边框柱的箍筋宜沿全高加密。

【提示】边框柱在剪力墙平面内是墙体的组成部分，其纵向钢筋应按剪力墙计算确定；边框柱在剪力墙平面外属于框架柱，其纵向钢筋应按框架柱计算确定；边框柱截面宜与该榀框架其它柱的截面相同。边框柱的构造配筋除应符合相应抗震等级的边缘构件的规定外，尚应符合相应抗震等级的框架柱的要求；剪力墙底部加强部位边框柱的箍筋宜沿全高加密；当带边框剪力墙上的洞口紧邻边框柱时，边框柱的箍筋宜沿全高加密。边框柱的抗震等级、连梁的抗震等级应按剪力墙的抗震等级确定。

### 2.6.12 楼面主梁支撑在剪力墙或核心筒的连梁上

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)第 6.5.3 条和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 7.1.5 条、9.1.10 条规定：楼面梁不宜支撑在剪力墙或核心筒的连梁上。

【提示】连梁平面外的抗弯刚度很弱，达不到约束主梁端部的作用，连梁也没有足够的抗扭刚度去抵抗平面外的弯矩；此外，楼面主梁支撑在连梁上对连梁不利，连梁本身剪切应变较大，容易出现斜裂缝，楼面主梁的支撑使连梁在较大的地震发生时，难于避免产生脆性的剪切破坏。因此应尽量避免将楼面梁支撑在剪力墙连梁上；当不可避免时，除了补充计算和复核外，应采取可靠的措施，如在连梁内配置交叉斜筋或交叉暗撑，或采用型钢混凝土连梁等。楼面次梁支撑在剪力墙连梁上时，次梁端部宜按铰接设计。

### 2.6.13 忽视构件并筋的构造要求

【相关标准】《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015 年版)第 4.2.7 条规定：直径 28mm 及以下的钢筋并筋数量不应超过 3 根；直径 32mm 的钢筋并筋数量宜为 2 根；直径 36mm 及以上的钢筋不应采用并筋。并筋应按单根等效钢筋进行计算，等效钢筋的等效直径应按截面面积相等的原则换算确定。

【提示】为解决粗直径钢筋及配筋密集引起的设计与施工困难，规范提出了受力钢筋可采用并筋(钢筋束)的布筋方式。并筋等效直径的概念适用于混凝土构件中钢筋间距、保护层厚度、裂缝宽度验算、钢筋锚固长度、搭接接头面积百分率及搭接长度等有关条文的计算及构造规定。相同直径的二并筋等效直径可取 1.41 倍单根钢筋直径；三并筋等效直径可取为 1.73 倍单根钢筋直径。

并筋的锚固和连接长度应按照图集 16G101-1 第 62 页计算。

### 2.6.14 对提高地下车库中柱配筋率的理解有误

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)第 14.3.1-3 条，中柱的纵向钢筋最小总配筋率，应增加 0.2%。中柱与梁或板、中间楼板及底板连接处的箍筋应加密，其范围和构造与地面框架结构的柱相同。

【提示】此条是根据“强柱弱梁”的设计概念适当加强框架柱的措施，是对地下钢筋混凝土结构按抗震等级提出的构造要求。本条规定主要适用于地下车库、过街通道、地下变电站和地下空间综合体等单建式地下建筑。钢筋混凝土结构单建式地下建筑的抗震等级要求略高于高层建筑地下室，因为高层建筑地下室在地面建筑倒塌以后一般即弃之不用，而单建式地下建筑则在附近房屋倒塌后仍常有继续服役的必要，其使用功能的重要性常高于高层建筑地下室。因此高层建筑地下室中柱的纵向钢筋最小配筋率可不执行此条规定。

### 2.6.15 对地下建筑采用无梁楼盖设计的整体安全性估计不足

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)第 6.1.14-1 条规定：地下室顶板作为上部结构的嵌固部位时，地下室在地上结构相关范围的顶板应采用现浇梁板结构，相关范围以外的地下室顶板宜采用现浇梁板结构；第 14.3.2-1 条规定：地下建筑的顶板、底板和楼板，宜采用梁板结构。当采用板柱-抗震墙结构时，应在柱上板带中设构造暗梁，其构造要求与同类地面结构的相应构件相同。

【提示】为加强地下室无梁楼盖工程质量安全管理，有效防范质量安全事故发生，住建部办公厅发布了《关于加强地下室无梁楼盖工

程质量安全管理的通知》(建办质[2018]10号),对工程建设各方责任主体提出安全管理要求。对设计环节的要求是:设计单位要保证施工图设计文件符合国家、行业标准规范和设计深度规定要求,在无梁楼盖工程设计中考虑施工、使用过程的荷载并提出荷载限值要求,注重板柱节点的承载力设计,通过采取设置暗梁等构造措施,提高结构的整体安全性。要认真做好施工图设计交底,向建设、施工单位充分说明设计意图,对施工缝留设、施工荷载控制等提出施工安全保障措施建议,及时解决施工中出现的相关问题。施工图审查机构要加强对无梁楼盖工程施工图设计文件的审查。

板柱节点冲剪破坏是无梁楼盖的主要缺陷,冲剪破坏具有脆性破坏的特征,不仅使得材料的强度利用效率降低,同时破坏引起的冲击力更容易触发结构系统的连续倒塌。在设计中不仅要考虑均布荷载,还要考虑由于无梁楼盖本身跨度、边界条件不同,以及消防车和施工不均匀荷载造成的不平衡弯矩的影响。

## 2.7 砌体结构

### 2.7.1 砌体结构禁止使用粘土砖

【相关标准】天津市人民政府令第56号《天津市墙体材料革新和建筑节能管理规定》第六条规定:自2003年7月1日起,在本市外环线以内地区和塘沽区、汉沽区、大港区内的建成区,以及天津经济技术开发区、天津港保税区、天津新技术产业园区范围内的新建住宅工程,全面禁止使用实心粘土砖。

【提示】为保护土地资源和生态环境,推广建筑节能,发展新型墙体材料,天津市政府已发布政府令,自2003年起基本禁止使用粘土砖。

目前的砌体结构多采用烧结页岩实心砖或多孔砖。多孔砖指国家标准《烧结多孔砖》GB13544-2000规定的孔洞率在15%~25%之间的承重空心砖,应明确称之为“多孔砖”,而空心砖指国家标准《烧结空心砖和空心砌块》GB13545-2003规定的孔洞率在40%~50%之间的非承重空心砖,主要用于隔墙、围护墙等非承重部位。在一些工程的设计图纸中,将承重墙采用的多孔砖注写为空心砖或承重空心砖,极易与非承重的大孔空心砖产生混淆,造成安全隐患。

### 2.7.2 砌体结构房屋的层数和高度不满足规范双控要求

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016年版)第7.1.2条规定:房屋的层数和总高度不应超过表7.1.2的规定。

【提示】震害调查表明:多层砌体房屋的抗震能力与房屋的层数和总高度有直接的关系,其破坏程度随层数的增多和高度的增大而加重,因此将房屋的层数和高度作为强制性条文加以限制,是十分必要的,不强调控制多层砌体房屋的层数和高度,就难以保证其在地震时特别是在较强地震时的安全。在《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016年版)第7.1.2条中,将房屋的层数和高度作为强制性条文加以双控限制。对于天津大部分设防烈度为8度的地区,一般抗震设防类别为丙类的砌体结构的总高度限值为18m,总层数不得超过6层。

房屋总高度是指室外地面到主要屋面板板顶或檐口的高度,半地下室从地下室室内地面算起,全地下室和嵌固条件好的半地下室应允许从室外地面算起;对带阁楼的坡屋面应算至山尖墙的一半高度处。

若半地下室层高较大,顶板距室外地面较高,或有大的窗井而无窗井墙或窗井墙不与纵横墙连接,构不成扩大基础底盘的作用,周围

的土体不能对多层砖房半地下室起约束作用，则此时半地下室应按一层考虑，并计入房屋总高度。

### 2.7.3 错层砌体结构的总层数不应超过规范规定

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016年版)第7.1.7-3.2)条规定：对于房屋有错层，且楼板高差大于层高的1/4的砌体结构房屋，宜设置防震缝。

【提示】错层砌体结构在错层部位的受力比较复杂。试验表明：平面规则的错层结构，其竖向刚度不规则，对抗震不利；平面布置不规则的错层结构，其扭转效应显著，破坏严重。错层砌体结构的抗震性能较差，宜尽量避免。

当多层砌体房屋的错层高度不超过层高的1/4时，错层楼板处的计算模型可作为一个楼层质点对待，该部位的圈梁或连为一体的梁应考虑两侧上下楼板水平地震力形成的扭矩，采取抗扭措施，必要时进行抗扭验算。

当平面规则的多层砌体房屋错层高度超过层高的1/4时，结构计算模型和构造均应将错层当作两个楼层质点对待并计入房屋总层数中，且房屋的总层数相应增加后不得超过抗震规范对总层数的限制。对于错层楼板之间的墙体，应采取特殊措施解决平面内局部受剪和平面外受弯问题。

应注意，对于错层高差为半个楼层高的砌体结构房屋，错层两侧每个楼层均应计入总层数，且不得超过抗震规范的限制，因此该类砌体结构的实际层数受到限制。因此，对于楼板高差较大的错层砌体结构房屋，宜设置防震缝。

### 2.7.4 部分墙段的抗震受剪承载力不满足要求，未采取相应的加强措施

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016年版)第7.2.7条规定：普通砖、多孔砖墙体的截面抗震受剪承载力，应按式7.2.7-1验算： $V \leq f_{vE}A / \gamma_{RE}$ ；采用水平配筋的墙体，应按式7.2.7-2验算： $V \leq (f_{vE}A + \zeta_s f_{yA_s}) / \gamma_{RE}$ ，层间墙体竖向截面的总水平钢筋面积的配筋率应不小于0.07%且不大于0.17%。

【提示】当抗震设防烈度较高、砌体结构层数较多时，可能会有部分墙段的抗震受剪承载力不满足要求，设计时需要对这些墙体采取相应的加强措施。

从 $V \leq f_{vE}A / \gamma_{RE}$  (式7.2.7-1)可以看出，砌体结构的受剪承载力与墙体的横截面面积和强度等级有关。适当调整墙段长度或增加墙厚，可提高其抗剪强度；《砌体结构设计规范》GB50003-2011表3.2.2显示，当砂浆强度等级 $\geq M10$ 时，各类砌体的抗剪强度不再提高，因此提高砌体强度等级的效果并不明显。

当砌体的抗剪强度不足时，可采用配筋砌体，按式7.2.7-2验算。配筋砌体不仅可以提高墙体的抗剪能力，还可以改善砌体的受压性能，提高砌体的延性。实际砌体结构设计中，如果出现部分墙段受剪承载力不足的情况时，PKPM计算结果可以直接输出墙段需要配置的水平钢筋面积值。砌筑在灰缝砂浆内的钢筋易生锈，如钢筋直径过大将会使灰缝加厚，对砌体的受力产生不利影响，因此砌体内配置的水平钢筋直径不宜过大，一般取4~6mm。

应特别注意：层间墙体竖向截面的钢筋总面积的配筋率应不小于0.07%且不大于0.17%，这是根据试验资料得到的经验数据，当墙内配筋率过小时，对砌体的抗剪强度提高作用不明显，而当配筋率过大时，钢筋的强度不能充分利用，因此，当计算所得的墙体配筋率超过0.17%时，



应采取以上所述的加强措施或适当调整墙体的布置,减少墙体的配筋率。

当按式 7.2.7-2 验算砌体的受剪承载力不满足要求时,可按  $V \leq [\eta_c f_{vE} (A - A_c) + \zeta f_t A_c + 0.08 f_y A_s] / \gamma_{RE}$  (式 7.2.7-3) 计入构造柱对墙体受剪承载力的提高作用,构造柱可置于墙段中部、截面不小于 240mm × 240mm 且间距不大于 4m。构造柱的承载力分别考虑了混凝土和钢筋的抗剪作用,也与构造柱的数量和间距有关,虽然构造柱对墙体的抗剪能力有明显的提高作用,但不能随意增设构造柱,以保持多层砌体结构的特性,因此应对墙体中设置的构造柱承担的抗剪承载力有所限制。

### 2.7.5 多层砌体房屋的层高超过规范规定的限值

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)第 7.1.3 条规定:多层砌体承重房屋的层高,不应超过 3.6m;当使用功能确有需要时,采用约束砌体等加强措施的普通砖房屋,层高不应超过 3.9m。

【提示】某些采用多层砌体结构的公共建筑或住宅楼(坡屋面且不设阁楼层),因建筑功能需要,虽然总层数未达到规范限值,但某层或顶层的层高超过 3.6m,可根据具体情况采取构造加强措施。

一般做法是沿该楼层承重墙每隔不大于 2m 的间距增设一根构造柱<sup>[4]</sup>,与楼盖和坡屋盖圈梁形成墙内框架,增强对墙体的约束作用,提高砌体的抗剪承载力和延性,从而提高房屋的整体抗震能力。但在采取约束砌体等加强措施的情况下,对于普通砖墙体一般楼层的层高也不应超过 3.9m,不能无限制增高。对于含坡屋顶的顶层平均计算层高可适当放宽,一般按不高于 4.2m 控制。

对于单层或低层工业建筑及附属用房,因工艺要求需要层高超过 3.6m 时,可根据具体情况采取如增加墙厚、增设壁柱和圈梁、提高材

料强度等级等措施,也可参考单层空旷房屋的规定。

### 2.7.6 多层砌体房屋构造柱的设置不合理

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)第 7.3.1 条规定了多层砌体结构设置钢筋混凝土构造柱的具体要求。

【提示】在砌体结构中设置钢筋混凝土构造柱可以约束墙体,提高砌体的抗震能力和延性,使得大震时开裂的墙体不致破碎倒塌。构造柱一般应设在砌体墙段的两端,特别是在墙体交接处设置构造柱可以对两个方向的墙体起到约束作用,如外墙转角、内外墙交接处、外墙局部突出处、楼电梯间四角、以及错层部位的墙体交接处等,具体设置要求依房屋层数和抗震设防烈度按规范要求设置。构造柱截面不宜太大,以免改变了砌体结构的受力特性。

构造柱设置的重要部位还有:大房间内外墙交接处、较大洞口两侧(较大洞口一般指内纵墙和横墙 2m 以上的洞口)。当一个较长的墙段在中部设有较大洞口时,墙段两尽端的构造柱不足以提供对较长墙体的约束,需要在较大洞口两侧增设构造柱,使洞口两侧形成两个受到约束的墙体。对于外纵墙的较大洞口,则由设计人员根据开间和门窗尺寸的具体情况确定,避免在一个不大的窗间墙段内设置三根构造柱,一般做法是在内横墙与外纵墙相交处不设构造柱,而在洞口两端设置构造柱。

根据汶川地震的震害调查结果,抗震规范编制组对砌体结构楼梯间构造柱的设置提出了更为严格的要求,即在楼梯段上下端对应的墙体处增加四根构造柱,与在楼梯间四角设置的构造柱合计共八根构造柱,再与本规范第 7.3.8 条规定的各层楼梯间休息平台或楼层半高处设置的钢筋混凝土带等构成应急疏散安全岛,以实现砌体结构重要疏

散通道“大震不倒”的基本设计原则。应注意：楼梯段上下端对应的墙体处设置的构造柱宜上下贯通，不应拘泥于“梯段两端”。

### 2.7.7 多层砌体房屋不应采用砌体墙和钢筋混凝土墙混合承重

【提示】多层砌体房屋，当部分墙段的抗剪承载力不满足要求时，一般可采用调整墙段长度、增加墙厚、在墙段中部增设构造柱或采用水平配筋砌体的方法来提高其抗震承载力。如果人为将不满足抗震承载力要求的墙段由砖砌体改为现浇钢筋混凝土墙，结构体系将变成由砌体墙和钢筋混凝土墙混合承重的结构类型，超出了抗震规范第7章的适用范围，属于超规范设计。

砖砌体和钢筋混凝土属于两种不同性质的材料，二者协同工作的程度受到许多因素的制约，需根据结构楼板的刚度、砌体墙与混凝土墙的连接等因素，确定混凝土墙参与工作的系数，考虑结构体系改变后地震作用的传递及各段墙的分配情况，进行结构的计算与分析。若无配套的行业或地方标准，应按《建筑工程勘察设计管理条例》第二十九条的规定进行设计审定。

### 2.7.8 多层砌体房屋不应设置转角窗

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016年版)第7.1.6条规定：抗震设防烈度为7度、8度时，承重外墙尽端至门窗洞边的最小距离不宜小于1m、1.2m。施工图设计文件审查要点——结构篇第3.7.1-(7)条规定：在抗震设防地区，多层砌体房屋墙上不应设置转角窗。

【提示】在砌体结构中设置转角窗，破坏了砌体墙的整体性和连续性，给结构抗震带来安全隐患。

### 2.7.9 承重墙体沿竖向不连续时，未对楼盖和托墙梁采取加强措施

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016年版)第7.1.7-2条规定：多层砌体房屋结构体系，纵横墙的布置沿竖向应上下连续。

【提示】多层砌体结构，当少量承重墙体不能沿竖向上下连续而需设置托墙梁时，应按《砌体结构设计规范》GB50003-2011第7.3节的规定设计墙梁。为保证地震力的有效传递，墙体竖向不连续处的楼板应加强刚度和配筋。

有些砌体结构（如别墅），为追求错落有致的立面效果，外纵墙沿竖向分层向后退砌，使得承重墙体上下不连续，且未对竖向不连续墙体周围的楼板采取构造加强措施，对结构抗震非常不利。

### 2.7.10 未进行砌体局部受压承载力验算和小墙肢的受压承载力验算

【相关标准】《砌体结构设计规范》GB50003-2011第5.1.1条和5.2.1条规定：对砌体结构应进行受压承载力和局部受压承载力验算；第6.2.4条规定：跨度大于6m的屋面梁和砖砌体结构中跨度大于4.8m的楼面梁，应在支承处砌体上设置钢筋混凝土垫块。

【提示】对于截面尺寸较小的墙肢，如多层砌体住宅楼每层各户的入户门较集中处，当该小墙肢承受各方向楼面梁或过梁传来的荷载较大时，应注意复核该墙肢的受压承载力是否满足要求，如不满足或接近砌体抗压承载力设计值时，可将该小墙肢作为不承受竖向荷载的构造墙段，而在其上部设置两方向的楼面梁并跨过该小墙肢，楼面梁以入户门洞远端的承载力较大的墙段作为支承端。

在大梁的支承处砌体上设置钢筋混凝土垫块，可以有效地扩散梁端传至墙体的局部压力。梁垫的设置分两种情况：一是在验算梁端砌体局部受压承载力不足时，支承处砌体上应按计算要求设置钢筋混

土垫块；对于《砌体结构设计规范》GB50003-2011 第 6.2.7 条规定的跨度大于 6m 的屋面梁和砖砌体结构中跨度大于 4.8m 的楼面梁，即使梁端局部受压承载力满足要求，也应在支承处砌体上按构造设置钢筋混凝土梁垫。

### 2.7.11 忽视特殊墙体的稳定验算

【相关标准】《砌体结构设计规范》GB50003-2011 第 6.1.1 条规定：砌体结构的墙、柱应进行高厚比验算。

【提示】目前，多层砌体结构墙体的稳定验算一般由 PKPM 计算软件完成，计算机直接给出各墙段的高厚比和允许高厚比。但由于设计人在计算建模过程中，会对楼、屋盖做必要的简化和归并，有些部位并不能真实地反映楼、屋盖对墙体边界的约束条件，因此不能完全依赖于电算结果，尚应对某些特殊部位墙段的稳定性进行手算复核，如下列部位：顶层楼梯间墙体；楼板侧边未伸入外墙或无拉结措施的外墙；开孔较大的承重墙体；用于嵌固悬挑构件的抗倾覆墙体；纵横跨交接处的悬墙；较高且无拉接措施的女儿墙等。

### 2.7.12 不重视乙类教育建筑砌体结构的特殊要求

【相关标准】《建筑工程抗震设防分类标准》GB50223-2008 第 6.0.8 条规定：教育建筑中，幼儿园、小学、中学的教学用房以及学生宿舍和食堂，抗震设防类别应不低于重点设防类。《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)表 7.1.2 附注 3 规定：乙类的多层砌体房屋应允许按本地区设防烈度查表，但层数应减少一层且总高度应降低 3m。第 7.1.2-2 条规定：对医院、教学楼等横墙较少的多层砌体房屋，总高度应比表 7.1.2 的高度降低 3m，层数相应减少一层。

【提示】针对幼儿和中、小学生等未成年人在突发地震时自救能

力弱，人员比较密集的情况，应特别加强对未成年人的保护措施，将所有幼儿园、小学、中学的教学用房以及学生宿舍和食堂的抗震设防类别均提高为乙类。

幼儿园、小学、中学的教学用房等当规模不大时可选用砌体结构，因使用功能的要求，结构层高和横墙间距均较大。按照上述所列相关条文的限制规定，设计时应特别注意对乙类教育建筑砌体结构层数和总高度的特殊要求。

【工程实例】某中学教学楼，抗震设防烈度 8 度 (0.20g)，四层砌体结构，各层层高均为 3.6m，室内外高差 0.45m，教室横墙间距为 9m。

首先可以确定本教学楼的抗震设防类别为乙类。根据《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)表 7.1.2 附注 3 的规定：本工程乙类砌体房屋的层数不应超过 6-1=5 层，总高度不应超过 18-3=15m；再按第 7.1.2-2 条的规定：本教学楼的允许层数应为 5-1=4 层，总高度限值为 15-3=12m。本工程虽为四层，但总高度为  $3.6 \times 4 + 0.45 = 14.85\text{m} > 12\text{m}$ ，已超过乙类横墙较少的多层砌体结构的总高度限值，因此本教学楼不适合选用砌体结构，改为钢筋混凝土框架结构体系较为适宜。

## 2.8 复杂结构

### 2.8.1 框支剪力墙结构中，剪力墙底部加强部位的高度取值不正确

【相关标准】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 10.2.2 条规定：带转换层的高层建筑结构，其剪力墙底部加强部位的高度应从地下室顶板算起，宜取至转换层以上两层且不宜小于房屋高度的 1/10。

【提示】由于转换层的存在，使结构的传力路径变得复杂，内力也有较大变化，因此当转换层位置提高时，剪力墙底部加强范围也应随之增大，这里的剪力墙包括落地剪力墙和转换构件上部的剪力墙。

【工程实例】某框支剪力墙结构，共 28 层，底部两层大空间的层高均为 4.8m，上部 26 层为剪力墙住宅，层高均为 3m。设计时剪力墙底部加强区的高度为 12.6m，即一~三层为剪力墙的底部加强部位。该高度值虽符合《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 7.1.9 条“一般剪力墙结构底部加强部位的高度可取墙肢总高度的 1/10 和底部两层二者的较大值”的规定，却忽视了第 10.2.2 条剪力墙底部加强部位的高度还应满足框支层加上框支层以上两层高度的要求。正确的底部加强区高度应为： $4.8 \times 2 + 3 \times 2 = 15.6\text{m}$ ，即一~四层为剪力墙的底部加强部位。

### 2.8.2 转换结构构件的水平地震作用计算内力未乘以增大系数

【相关标准】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 10.2.4 条规定：特一、一、二级转换结构构件的水平地震作用计算内力应分别乘以增大系数 1.9、1.6、1.3。

【提示】对于带转换层的复杂高层建筑结构，目前常用的计算程序如 YJK、PKPM 不会根据用户输入的转换层号自动判断转换梁或转换柱，需设计人员自行指定。对于承托墙、柱的梁，包括主次梁转换的主梁和次梁、桁架转换的弦杆都应指定为转换梁，支撑转换梁、桁架的柱都应指定为框支柱。转换梁和框支柱的内力调整内容较多，只有在指定特殊构件后，程序方可根据相关规范条文自动对其进行调整。

### 2.8.3 框支梁的腰筋配置不满足高规要求

【相关标准】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第

10.2.7 条第 3 款规定：偏心受拉的转换梁，沿梁腹板高度应配置间距不大于 200mm、直径不小于 16mm 的腰筋；第 10.2.8 条第 8 款规定：框支梁的腰筋应在节点区可靠锚固，水平段应伸至柱边且不小于  $0.4L_{aE}$ ，锚入柱内的水平段长度和弯下段之和不应小于钢筋的抗震锚固长度  $L_{aE}$ 。

【提示】转换梁的截面尺寸一般较大，具有深受弯构件的特性，支承不落地剪力墙的框支梁为偏心受拉构件，其梁侧的腰筋承受一定的拉力作用，因此，沿框支梁两侧配置的腰筋应按受拉钢筋锚固于两端的框支柱内，且应满足上述条文规定的直径和间距要求。

对于托柱转换梁，其腰筋设置同普通梁，直径不宜小于 12mm，间距不宜大于 200mm 即可。

### 2.8.4 托柱转换梁下未设置双向梁

【相关标准】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 10.2.8 条第 9 款规定：托柱转换梁在转换层宜在托柱位置正交方向设置框架梁或楼面梁。

【提示】对托柱转换梁，梁上的框架柱承受竖向荷载和水平地震作用，在结构的两个主轴方向均产生柱底弯矩，当弯矩较大时，应在两主轴方向设置框架梁或楼面梁，以避免转换梁承受过大的扭矩作用。

### 2.8.5 对受力复杂的框支主梁，未进行应力补充计算

【相关标准】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 10.2.16 条第 8 款规定：当框支梁承托剪力墙并承托转换次梁及其上剪力墙时，应进行应力分析，按应力校核配筋，并加强配筋构造措施。

【提示】带转换层的高层建筑结构，当上部结构平面布置复杂而采用框支主梁承托剪力墙并承托转换次梁及其上剪力墙时，这种多次

转换的传力路径较长,框支主梁将承受较大的剪力、扭矩和弯矩,一般不宜采用。试验表明:框支主梁易产生受剪破坏。当不得已需要采用多次转换时,应对框支主梁进行应力补充分析,按应力校核配筋并加强配筋构造。可采用 PKPM-FEQ 程序进行应力分析计算,也可采用手算方式做校核,以加强框支主梁的配筋和构造措施。

### 2.8.6 转换层与上层结构的侧向刚度比不符合高规规定

【相关标准】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 附录 E.0.1 条规定:当转换层设置在 1、2 层时,转换层与其相邻上层结构的等效剪切刚度比宜接近 1,抗震设计时不应小于 0.5;附录 E.0.2 条和 E.0.3 条规定:当转换层设置在第 2 层以上时,转换层下部结构与其上部结构的等效侧向刚度比(剪弯刚度比)宜接近 1,抗震设计时不应小于 0.8,且转换层与其相邻上层的侧向刚度比不应小于 0.6。

【提示】剪切刚度是指楼层剪切面积乘以剪切模量的乘积与相应层高的比值,其大小跟结构竖向构件的剪切面积和层高密切相关,但剪切刚度没有考虑带支撑的结构体系中支撑的影响和剪力墙洞口高度变化所产生的影响。

剪弯刚度是指单位力作用下的层间位移角,它能同时考虑剪切变形和弯曲变形的影响,但没有考虑上、下层对本楼层的约束。

结构进行地震内力计算时,一般采用楼层地震剪力与层间位移比值刚度法,它与楼层剪切刚度和剪弯刚度的概念完全不同,而且它们之间也没有必然的联系。因此,规范赋予了它们不同的适用范围,应按以上规定区别应用<sup>[18]</sup>。

计算转换层上下结构的侧向刚度比时,可在总信息“采用的楼层刚度算法”项中,按底部大空间的层数选择不同的等效刚度法计算

转换层上部与下部结构的侧向刚度比,使其满足高规附录 E 的要求。

### 2.8.7 连接体结构与主体结构的连接不满足要求

【相关标准】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 10.5.4 条规定:连接体结构与主体结构宜采用刚性连接,连接体结构的主要结构构件应至少伸入主体结构一跨并可靠连接;必要时可延伸至主体部分的内筒,并与内筒可靠连接。当连接体结构与主体结构采用滑动连接时,支座滑移量应能满足两个方向在罕遇地震作用下的位移要求,并应采取防坠落、撞击措施。

【提示】连接体结构与两侧主楼的支座连接非常重要,通常有刚性连接、铰接、滑动连接等形式。两端刚接、两端铰接的连体结构属于强连接结构;连接体一端与结构铰接,另一端做成滑动支座,或两端做成滑动支座的方式属于弱连接方式。

强连接方式——当连接体结构包含多层楼盖,且连接体结构刚度足够,能将主体连接为整体并协同受力、变形时,可做成强连接结构。强连接结构设计时就要做到真正使其连为整体,完全协调受力。当连接体与两端塔楼刚接或铰接时,连接体可与塔楼结构整体协调,共同受力,此时连接体除承受重力荷载外,更主要的是要协调连接体两端的变形及振动产生的作用效应。一般情况下,连接体与塔楼连接处的受力较大,构造处理复杂,选择合适的连接体刚度、结构形式及支座处的构造处理非常重要。强连接结构应加强连接体结构与主体结构的连接构造,尤其要特别加强支座部位的连接构造,当与连接体相连的主体结构为钢筋混凝土结构时,竖向构件内宜设置型钢并锚入下部主体结构。

弱连接方式——如果连接体结构较弱(如连廊结构),无法协调连

接体两侧的结构共同工作，可做成弱连接结构，此时应重点考虑滑动支座的做法和限位装置的构造，并提供滑动支座的预计滑移量，且支座的滑移量应能满足两个方向在罕遇地震作用下的位移要求。

实际工程中常遇到将连廊结构与两边主体结构以一端铰接、另一端做成滑动支座的弱连接连体结构，有些设计对滑动支座的位移量仅以一端主体结构在罕遇地震作用下的单向位移作为滑移控制量，或按所谓的经验数据作为预计滑移量，均不符合高规第 10.5.4 条的规定。

### 2.8.8 大底盘多塔楼或单塔楼结构与底盘结构质心的距离超过规定值

【相关标准】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 10.6.3 条规定：多塔楼高层建筑结构各塔楼的层数、平面和刚度宜接近；塔楼对底盘宜对称布置；塔楼结构与底盘结构质心的距离不宜大于底盘相应边长的 20%。

【提示】大底盘多塔楼结构体系本身就比较复杂，尤其当各塔楼的质量和刚度分布不均匀时，结构的扭转振动反应加剧，塔楼与底盘的连接部位受力更加复杂，仅靠计算机程序难以较为准确地估算出结构的地震反应，因此宜尽量避免采用大底盘多塔楼结构。当底盘面积很大时，可以设置防震缝简化结构形式，如采取将裙楼与主楼之间设缝断开、或将质量和刚度不同的塔楼在裙楼之间设缝分成若干个单塔大底盘结构等措施，以减小结构的地震扭转反应。

塔楼结构与底盘结构质心的距离宜接近。当二者的偏心距离较大时，塔楼与底盘结构的扭转效应加大，因此高规第 10.6.3 条规定：塔楼结构与底盘结构质心的距离不宜大于底盘相应边长的 20%。单塔楼作为大底盘多塔楼结构的特例，也应执行此条规定。当单塔楼或多塔楼与大底盘的质心偏心距大于底盘相应边长 20%时，如另有一项不规

则评分不小于 1 分的不规则类型，根据《天津市超限高层建筑工程设计要点》第 3.2.2 条规定，应进行超限高层建筑工程抗震设防专项审查。

对于大底盘多塔楼工程，结构设计人应在方案设计阶段就与建筑专业和业主进行充分沟通，设置必要、合理的防震缝，使各结构单元抗侧力结构的平面布置尽量简单、规则，增大结构的抗扭刚度，并具有合理的刚度和承载力分布，提高结构的抗震性能。

### 2.8.9 错层结构错层处框架柱、剪力墙不满足规范要求

【相关标准】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 10.4.4 条规定：抗震设计时错层处框架柱截面高度不应小于 600mm，混凝土强度等级不应低于 C30，箍筋应全柱端加密配置，抗震等级应提高一级，一级应提高至特一级；第 10.4.6 条规定，错层处平面外受力的剪力墙的截面厚度不应小于 250mm，其抗震等级应提高一级采用，错层处剪力墙的混凝土强度等级不应低于 C30。

【提示】错层结构是指在建筑中同层楼板不在同一标高、相邻楼盖结构高差超过梁高（错层面积大于该层总面积的 30%）的结构类型。错层结构由于楼板不连续，会引起构件内力分配及地震作用沿层高分布的复杂化，错层部位还容易形成不利于抗震的短柱和矮墙，属于复杂结构，因此错层结构在建模、计算、制图等各个设计环节上都有其特殊性，比平层结构的设计要复杂得多。

如错层处混凝土构件不能满足设计要求，需采取有效措施，如采用型钢混凝土柱或钢管混凝土柱、剪力墙内设型钢等，以改善构件的抗震性能并提高其承载力。

当结构中仅局部存在错层构件时，不属于错层结构，但错层构件

宜参考本条规范要求进行设计。

## 2.9 超限高层

### 2.9.1 对超限高层建筑工程抗震设防专项审查的有关规定不了解

【相关文件】超限高层建筑工程抗震设防专项审查的相关文件如下：

1 2002年7月25日，建设部签发中华人民共和国建设部第111号令——《超限高层建筑工程抗震设防管理规定》，自2002年9月1日起实施。

2 2006年9月5日，建设部签发建质[2006]220号——《超限高层建筑工程抗震设防专项审查技术要点》，于2010年7月16日修编，签发建质[2010]109号——《超限高层建筑工程抗震设防专项审查技术要点》，自2010年7月16日起实施。

3 2015年5月21日，住建部签发建质[2015]67号——《超限高层建筑工程抗震设防专项审查技术要点》（以下简称《技术要点》），自2015年5月21日起实施，建质[2010]109号文件同时废止。

4 2011年12月28日，天津市建交委发布津建设[2012]1199号——《天津市超限高层建筑工程设计要点》；于2016年1月28日修编，发布津建设[2016]39号——《天津市超限高层建筑工程设计要点》（2016修订版），主要根据建质[2015]67号《技术要点》的相关内容进行相应修改，自2016年1月28日起执行。

【提示】对于超出国家现行规范、规程所规定的适用高度的高层建筑工程、建筑结构布置特别不规则的高层建筑工程、超限大跨空间结构、特殊类型高层建筑、采用新技术的高层建筑、单跨框架高层建

筑以及建设行政主管部门相关文件中规定的应当进行抗震专项审查的高层建筑工程，均为超限高层，需申报超限高层建筑工程抗震设防专项审查。

未经超限高层建筑工程抗震设防专项审查，建设行政主管部门和其他有关部门不得对超限高层建筑工程设计文件进行审查。

超限高层建筑工程的施工图设计文件审查应当由经地方建设行政主管部门认定的具有超限高层建筑工程审查资格的施工图设计文件审查机构承担。

施工图设计文件审查时应当检查设计图纸是否执行了抗震设防专项审查意见；未执行专项审查意见的，施工图设计文件审查不能通过。

超限高层建筑工程的判定以及申报超限高层抗震设防专项审查需要提供的资料详见《超限高层建筑工程抗震设防专项审查技术要点》建质[2015]67号文件和《天津市超限高层建筑工程设计要点》（2016修订版）的具体规定。

《天津市超限高层建筑工程设计要点》（2016修订版）对建筑物规则性超限的认定采用了全新的评分制模式，性能目标的选用也与不规则评分挂钩。确定是否超限及不规则评分时，应注意当平面和竖向均不规则（部分框支剪力墙结构指框支层以上的楼层不规则）时，其最大适用高度应比规定高度降低至少10%；深凹进平面在凹口设置连梁，当连梁刚度较小不足以协调两侧的变形时，仍视为凹凸不规则，不按楼板不连续的开洞对待；有效楼板宽度指扣除洞口的楼板净宽度且不计入宽度小于1m的楼板，其中有剪力墙包围的楼、电梯间等可不作为洞口对待；悬挑结构一般指悬挑结构中有竖向结构构件的情况。

2017年10月28日，津建设【2017】416号文件《市建委关于全

面推进工程质量安全提升行动进一步提高我市勘察设计质量的通知》规定：设计单位在施工图审查送审环节应填写《建设工程项目超限判定表》。施工图审查机构专业技术负责人要对《建设工程项目超限判定表》中设计单位填写的内容正确与否进行审核，出具审核意见并手写签字。

### 2.9.2 未按照超限审查意见复核穿层柱的承载力并采取加强措施

【提示】穿层柱是结构设计中的重要构件，应进行性能化设计，采取措施确保其具有足够的承受上部竖向荷载的能力。由于穿层柱按侧向刚度分配的地震剪力和弯矩均较小，结构设计时穿层柱的剪力应按本层非穿层柱地震剪力取值复核穿层柱的承载力，并对同层的非穿层柱和剪力墙的内力进行适当调整。

穿层柱应沿柱全高范围配置纵筋，并按穿层柱的实际高度特殊注明箍筋加密区的范围。建模计算时如果设置虚梁与柱相连（如用虚梁建悬挑板）时，应注意人工修改程序中柱的计算长度系数，避免程序不按照穿层柱考虑。

### 2.9.3 超限高层建筑工程实例

#### 工程实例一

【工程概况】天津开发区某酒店的公寓楼，钢筋混凝土框架-核心筒结构，地下3层，地上38层，建筑总高度136.9米。

【超限情况】《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010表3.3.1-1和表3.3.1-2中规定：抗震设防烈度8度区A、B级高度框架-核心筒结构的最大适用高度分别为100m、140m，根据《技术要点》附录一第一项的规定，本工程属于B级高度框架-核心筒结构，高度超限，应进行超限高层建筑工程抗震设防专项审查。

《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010表11.1.2中规定：抗震设防烈度8度区型钢混凝土框架-钢筋混凝土核心筒结构的最大适用高度为150m。需要说明的是：型钢混凝土框架可以是型钢混凝土梁与型钢混凝土柱组成的框架，本工程为减少柱子尺寸或增加延性在混凝土柱中设置构造型钢，而框架梁仍为钢筋混凝土梁时，该体系不应视为混合结构；此外对于体系中局部构件（如框支梁柱）采用型钢混凝土梁柱，也不应视为混合结构。

#### 工程实例二

【工程概况】某展览馆，框架-剪力墙结构，地下1层，地上6层，总高度35.1米。

【超限情况】地下一层~五层外轮廓平面尺寸为110m×60m，其中二、三层结构平面中部沿Y向开洞后有效楼板宽度为该层楼板典型宽度的28%，属于楼板不连续的平面不规则类型；二、三层结构平面沿Y向两侧凹进22.8m，大于该向总尺寸的30%，形成细腰型平面，属于凹凸不规则的平面不规则类型；六层局部收进的水平向尺寸大于五层该向水平尺寸的25%，属于尺寸突变的竖向不规则类型；另外尚有2根局部穿层柱。综上所述，本工程同时具有楼板不连续、凹凸不规则、尺寸突变、局部穿层柱等不规则项，根据《技术要点》附件1表2的规定判定为超限高层建筑工程，应进行抗震设防专项审查。

#### 工程实例三

【工程概况】某办公楼，单塔大底盘结构，地下4层，地面以上主塔楼为34层的框架-核心筒结构，总高146.5m，裙楼为5层框架-剪力墙结构，总高23.35m。

【超限情况】本工程塔楼结构高度大于100m，属于B级高度的高



层建筑，高度超限，同时单塔楼平面布置偏置于底盘平面的一侧，经计算，塔楼结构沿 X 向的质心与底盘结构的质心距离大于底盘对应边长的 20%，属于《技术要点》附录 1 表 3 中塔楼偏置的不规则类型，且 X、Y 向考虑偶然偏心影响的扭转位移比大于 1.2，属于《技术要点》附录 1 表 2 中扭转不规则的平面不规则类型，根据《技术要点》附件 1 表 3 的规定，该工程同时具有表 3 和表 2 中各一项不规则类型，应进行超限高层建筑工程抗震设防专项审查。

#### 工程实例四

【工程概况】某研发中心，连体结构，两侧塔楼为 9 层框架结构，总高 39 米，在两塔楼结构的顶层设置连廊形成连体结构，连廊跨度 41 米，层高 4 米，采用钢桁架结构与主体结构以弱连接方式连接，连接体一端与结构铰接另一端做成滑动支座，支座滑移量满足《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 10.5.4 条规定的两个主轴方向在罕遇地震作用下的位移要求。

【超限情况】本工程两个塔体结构除层数相同外，平面布置、刚度和体型均显著不同，且连接体跨度为 41 米，根据《技术要点》附录一第三项的规定，属于复杂连接的不规则类型，应进行超限高层建筑工程抗震设防专项审查。

#### 工程实例五

【工程概况】天津市某高层剪力墙住宅楼，因建筑功能需要采用错层结构，共 30 层，层高均为 3m，室内外高差 0.6m。

【超限情况】本工程总高度为  $3 \times 30 + 0.6 = 90.6\text{m}$ ，且各标准层同时左右错层，《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 10.1.3 条规定：8 度抗震设计时，剪力墙结构错层高层建筑的房屋高度不宜

大于 60m，根据《技术要点》附件 1 表 1 的规定，本工程属于房屋高度超限的错层剪力墙结构，应进行超限高层建筑工程抗震设防专项审查。

【提示】当楼板错层高度不超过梁截面高度时，可不作为错层结构；至于住宅中个别位置楼板跃层等错层情况比较复杂，应根据实际情况具体判断。但是，即使不作为错层结构，在一些关键部位仍应采取必要的加强措施。

#### 工程实例六

【工程概况】某办公、商住多塔楼大底盘复杂结构，大底盘上沿 X 方向顺序坐落有一栋办公楼和两栋住宅楼，地下 3 层，地面以上裙楼为 4 层框架结构，总高 20.40m，办公塔楼为 28 层框架—核心筒结构，总高 98.55m，住宅塔楼为 26 层剪力墙结构，总高 84.25m。

【超限情况】三个塔楼中，办公塔楼与两栋住宅塔楼的层数、刚度和平面布置均相差较大，且塔楼结构的质心与底盘结构质心的距离大于底盘相应边长的 20%；住宅塔楼因底部 1~4 层商业用房需要大空间而在四层顶设置局部结构转换层，住宅塔楼尚有部分楼层为错层结构，其高度超过《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 10.1.3 条 8 度区最大适用高度 60m 的规定，结构计算结果中有多项指标超限，因此，本工程存在高度超限、多项不规则指标超限、同时采用多塔楼偏置、带转换层、错层等多种复杂类型，属于严重不规则的高层建筑结构工程，根据《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）第 3.4.1 条规定：严重不规则的建筑不应采用。

建设单位按以上方案首次报审本工程超限抗震设防专项审查时，超限审查专家组的结论为：“复审”。设计单位根据专家组的超限审查

意见作了以下重点修改：在办公塔楼与两栋住宅塔楼之间设置抗震缝；住宅塔楼减少转换层以上的横向剪力墙，使得可以落地的剪力墙尽量落地，以减少框支转换构件或尽可能取消框支转换层；调整平面布置减少塔楼质心与底盘质心的偏心距，从而控制扭转位移比等。经调整修改再次报审后，由专家组重新进行了审查，超限审查结论为“通过”。

## 2.10 其它

### 2.10.1 关于加层接建工程

【相关标准】《建筑工程勘察设计管理条例》国务院令第 293 号相关规定。

【提示】关于加层接建工程，应说明原有建筑物的概况（包括结构类型、层数、设计出图日期、已完成施工部位或施工完工日期、投入使用日期等），同时应根据《混凝土结构加固设计规范》GB50367-2013 第 1.0.3 条的规定，在对原有混凝土结构加固前，根据建筑物的种类，对原有建筑物进行结构安全性鉴定和抗震能力鉴定，并依据鉴定结果进行设计。对于加层接建工程，一般应按现行规范和标准进行整体结构复核算，并对原结构构件中需要加固的部位及接建部分，提供设计图纸和计算书。

常见的加层接建工程设计有如下形式：

1) 在现有的钢筋混凝土框架结构房屋上接建一层钢结构，此种结构体系下部为钢筋混凝土结构、上部为钢结构，采用两种不同的材料，两种结构的阻尼比不同，上下两部分刚度发生突变，在《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)中未包括此种结构形式，属于超规范设计，此种结构体系应根据国务院令第 293 号《建筑工程勘察设计

管理条例》第二十九条的规定，上报“有关部门组织的建设工程技术专家委员会进行审定”。

2) 如果第 1) 项所述工程的接层采用钢筋混凝土柱，即整个结构抗侧力体系的竖向构件仍为钢筋混凝土材料，仅屋盖系统采用钢结构，此类情况可按照《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)第六章的有关规定进行抗震设计。

3) 在砌体结构总高度、总层数已达限值的情况下，若在其上再接建一层轻钢结构房屋，因《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)中无此种结构形式的有关规定，两种结构的阻尼比不同，上下两部分刚度发生突变，属于超规范设计，此种结构体系应根据国务院令第 293 号《建筑工程勘察设计管理条例》第二十九条的规定，上报“有关部门组织的建设工程技术专家委员会进行审定”。

### 2.10.2 钢筋混凝土结构的改造和加固

【相关标准】《混凝土结构加固设计规范》GB50367-2013 相关规定。

【提示】对于改造、加固工程，应说明原有建筑物的概况（包括结构类型、层数、设计出图日期、已完成施工部位或施工完工日期、投入使用日期等），同时应根据《混凝土结构加固设计规范》GB50367-2013 第 1.0.3 条规定对建筑物进行可靠性鉴定和抗震能力鉴定。钢筋混凝土结构的加固设计，除应遵守《混凝土结构加固设计规范》GB50367-2013 的相关规定外，尚应符合国家现行有关规范的要求。

钢筋混凝土结构经鉴定确认需要进行加固时，应根据鉴定结论和委托方提出的要求，由有资格的专业技术人员按《混凝土结构加固设计规范》GB50367-2013 的规定和业主要求进行加固设计。加固设计

的范围,可按整幢建筑物或其中某独立区段确定,也可按指定的结构、构件或连接确定,但均应考虑该结构的整体性。

《混凝土结构加固设计规范》GB50367-2013 第 3.1.7 条规定:

1) 混凝土结构的加固设计使用年限,应由业主和设计单位共同确定;

2) 当结构的加固材料中含有合成树脂或其他聚合物成分时,其结构加固后的使用年限宜按 30 年考虑;当业主要求结构加固后的使用年限为 50 年时,其所使用的胶和聚合物的粘结性能,应通过耐长期应力作用能力的检验;

3) 使用年限到期后,当重新进行的可靠性鉴定认为该结构工作正常,仍可继续延长其使用年限。

4) 对使用胶粘方法或掺有聚合物材料加固的结构、构件,尚应定期检查其工作状态;检查的时间间隔可由设计单位确定,但第一次检查时间不应迟于 10 年。

在设计总说明中,应按《混凝土结构加固设计规范》GB50367-2013 第 3.1.8 条规定,明确结构加固后的用途。在加固设计使用年限内,未经技术鉴定或设计许可,不得改变加固后结构的用途和使用环境。

对于采用植筋技术进行加固改造的钢筋混凝土结构,《混凝土结构加固设计规范》GB50367-2013 第 15.2.6 条规定:承重结构植筋的锚固深度应经设计计算确定;不得按短期拉拔试验值或厂商技术手册的推荐值采用。

### 2.10.3 多层砌体房屋的改造和加固

【相关标准】《建筑抗震加固技术规程》JGJ116-2009 第 5.3.1 条和 5.3.7 条规定。

【提示】多层砌体房屋抗震承载力不满足计算要求时,多采用水泥砂浆面层、钢筋网砂浆面层或现浇钢筋混凝土板墙的加固方法,规范条文对加固面层与原结构构件的连接及相关材料的要求作出了具体规定。

第 5.3.1 条明确规定了水泥砂浆面层或钢筋网水泥砂浆面层加固墙体的设计方法,且是需要严格执行的强制性要求。为使面层加固有效,除了要注意原墙体的砌体砂浆强度不高于 M2.5 外,强调了以下几点:①钢筋网的保护层厚度及钢筋距墙面空隙;②钢筋网与墙面的锚固;③钢筋网与周边原有结构构件的连接。

第 5.3.7 条明确规定了现浇钢筋混凝土板墙的加固墙体的设计方法,是强制性要求,强调了钢筋混凝土板墙加固时要注意以下几点:①板墙与原有楼板、周边结构构件应采用短筋、拉结钢筋可靠连接;②板墙的钢筋应与墙体充分锚固;③板墙应有基础,条件允许时基础埋深同原有基础。

### 2.10.4 钢筋混凝土柱排架结构中屋面钢梁的计算要求

【相关标准】《钢结构设计标准》GB50017-2017 附录 B 表 B.1.1 的规定。

【提示】单层厂房采用钢筋混凝土柱排架结构形式,屋面采用压型钢板、型钢梁时,有些设计按《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB51022-2015 表 3.3.2 的规定控制钢梁的挠度限值是不恰当的。因为此类结构形式不属于 GB51022-2015 规定的门式刚架的适用范围,因此屋面钢梁的计算应执行《钢结构设计标准》GB50017-2017 附录 B 表 B.1.1 的规定。

### 2.10.5 钢框架结构的顶层为大跨度钢架的计算要求

【相关标准】《钢结构设计标准》GB50017-2017 附录 B 表 B.1.1 和第 A.2.1 条的规定。

【提示】多层钢框架结构的顶层采用单跨或多跨类似门式刚架的结构形式,屋面为压型钢板、型钢梁时,有些设计采用双重标准,即对下部的多层钢框架结构按《钢结构设计标准》GB50017-2017 的相关指标控制,而对顶层按《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB51022-2015 第 3.3.1 条控制柱顶位移和钢梁的挠度,后者是不恰当的。因为此类结构形式不属于 GB51022-2015 规定的门式刚架的适用范围,因此顶层大跨度刚架的设计应按《钢结构设计标准》GB50017-2017 的相关规定执行。

#### 2.10.6 带夹层门式刚架的相关要求

【相关标准】《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB51022-2015 第 3.3.1 条和第 6.2.8 条规定。

【提示】门式刚架轻型房屋钢结构建筑多设有一层夹层作为办公等功能。对于纵向设置夹层或在横向端跨设置夹层的刚架,可按 GB51022-2015 规定的带夹层的门式刚架进行计算,但夹层处柱顶的水平位移限值宜按《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB51022-2015 第 3.3.1 条取  $H/250$ ,  $H$  为夹层柱高度。

《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB51022-2015 第 6.2.8 条规定,夹层的纵向抗震设计可单独进行,对内侧柱列的纵向地震作用应乘以增大系数 1.2。

#### 2.10.7 单层钢结构厂房柱脚的相关要求

【相关标准】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)第 8.3.8 条和第 9.2.16 条规定。

【提示】《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)第 8.3.8 条规定:钢结构的刚接柱脚宜采用埋入式,也可采用外包式;6、7 度且高度不超过 50m 时也可采用外露式。

《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)第 9.2.16 条规定:柱脚应能可靠传递柱身承载力,宜采用埋入式、插入式或外包式柱脚,6、7 度也可采用外露式柱脚。

大量的单层钢结构厂房震害表明,外露式柱脚破坏的特征是锚栓剪断、拉断或拔出。由于柱脚锚栓破坏,使钢结构倾斜,严重者导致厂房坍塌。当采用外露式柱脚时,与柱间支撑连接的柱脚,不论计算是否需要,都必须设置剪力键,以可靠抵抗水平地震作用。

#### 2.10.8 屋顶上部构架的相关要求

【相关标准】《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015 年版)第 3.4.3 条和第 3.3.4 条规定;《钢结构设计标准》GB50017-2017 附录 B.1.1 条规定;《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)第 3.7.1 条、第 13.2.2 条和第 13.2.3 条规定。

【提示】部分建筑为丰富立面造型,在屋顶上部设计了形式多样的装饰构架,这些构架虽然不作为主体结构承受荷载作用,但由于其截面小、跨度大及暴露室外等因素,设计中不应忽视。

屋顶装饰构架一般多采用钢筋混凝土或钢构件,主体结构计算时应计入屋顶构架的影响,应对水平风荷载和水平地震作用进行复核,但其层间位移角可适当放宽。对于大跨度的钢筋混凝土梁或钢梁,其挠度宜分别按《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015 年版)第 3.4.3 条和《钢结构设计标准》GB50017-2017 附录 B.1.1 条规定的限值控制。对于钢筋混凝土构件,应按《混凝土结构设计规范》

GB50010-2010(2015年版)第3.4.5条中二b类环境类别0.2mm裂缝宽度限值控制。应对轻型钢结构坡屋面屋盖构件和连接节点进行验算,对钢柱支承在屋面梁板上的节点承载力进行验算并注明构造措施。由于屋顶构架暴露室外,应注意构件的维护,保证构件的耐久性要求。

### 2.10.9 幕墙工程未经主体结构设计单位进行确认

【相关标准】《建筑工程设计文件编制深度规定》建质[2008]216号第4.4.11条规定:当建筑幕墙结构设计由有设计资质的幕墙公司按建筑设计要求承担时,主体结构设计人员应复核与幕墙相连的主体结构的安全性(幕墙本身及幕墙与主体结构间的连接件的安全性由建筑幕墙设计单位负责)。

【提示】幕墙既可作为主体结构的围护结构,又能起到丰富美化建筑立面的效果,因此越来越多的用于城市建筑中,尤其对于超高层建筑,幕墙已成为无可替代的外围护结构。幕墙的设计一般由具有设计资质的幕墙公司按照建筑设计要求承担,其设计图纸在进行施工图审查之前,应由主体结构设计人员进行复核,复核的主要内容有:主体结构是否能承受幕墙传至主体结构的荷载,以及主体结构构件能否满足安装幕墙埋件的要求。

### 2.10.10 建筑幕墙的设计高度超过适用范围

【相关标准】建标[2015]38号文件有关规定;《建筑幕墙工程技术规范》DB29-221-2013第1.0.2条规定:本规范适用于天津地区下列民用建筑幕墙工程的设计、制作、安装施工、检测、验收以及保养和维修:建筑高度不大于250m的玻璃幕墙工程和金属幕墙工程;建筑高度不大于150m花岗石石材幕墙工程,建筑高度不大于100m的非花岗石石材幕墙工程;建筑高度不大于60m的人造板材幕墙工程。

【提示】高层建筑的外围护结构,如采用玻璃幕墙和金属幕墙建筑高度大于250m时,或花岗石石材幕墙高度超过150m、非花岗石石材幕墙高度超过100m时,已超出《建筑幕墙工程技术规范》DB29-221-2013的适用范围,应进行专门论证取得设计依据,并应由具有超高层幕墙经验的单位承担设计和施工。

建标[2015]38号文件规定:1)新建住宅、党政机关办公楼、医院门诊楼和病房楼、中小学校、托儿所、幼儿园、老年人建筑,不得在二层及以上采用玻璃幕墙;

2)人员密集、流动性大的商业中心,交通枢纽,公共文化体育设施等场所,临近道路、广场及下部为出入口、人员通道的建筑,严禁采用全隐框玻璃幕墙。以上建筑在二层及以上安装玻璃幕墙的,应在幕墙下方周边区域合理设置绿化带或裙房等缓冲区域,也可采用挑檐、防冲击雨篷等防护设施。

### 2.10.11 未重视景观工程的结构设计

【相关标准】《建筑结构可靠度设计统一标准》GB50153-2008第1.0.8条规定;《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011第7.1.1条规定。

【提示】随着人民生活水平的提高,人们对房屋周边的环境要求也日益提高。景观设计等主要由景观设计师完成,结构工程师一般不直接参与设计。景观设计师对景观建筑的结构安全等级及抗震构造措施均不是很了解,尤其是景观设计中经常采用高低错落的景致、下沉广场、亲水平台、曲径通幽的走廊等,设计中一定要注意地基处理、沉降差异、挡土墙等的设计,设计人应具备相关的结构设计知识。景观设计图纸在进行施工图审查之前,应由结构设计人员进行复核,复

核的主要内容有：主体结构是否满足结构安全等级及抗震构造措施，地基基础设计及沉降计算是否满足要求。

#### 2.10.12 建筑钢结构的防火设计

【相关标准】《建筑钢结构防火技术规范》GB51249-2017 第 3.1.1 条、第 3.1.2 条、第 3.1.3 条、第 3.2.1 条规定。

【提示】为了合理进行建筑钢结构防火设计，减少火灾危害，2018 年 4 月 1 日开始实施的《建筑钢结构防火技术规范》GB51249-2017 规范，对建筑的耐火极限等级、构件的设计耐火极限、构件的防火保护措施、防火材料的性能要求及设计指标做了规定。

第 3.1.1 条明确了柱间支撑的设计耐火极限应与柱相同，楼盖支撑的设计耐火极限应与梁相同，屋盖支撑和系杆的设计耐火极限应与屋顶承重构件相同。

第 3.1.2 条规定钢结构构件的耐火极限验算低于设计耐火极限时，应采取防火保护措施。

第 3.1.3 条规定钢结构节点的防火保护应与被连接构件中防火保护要求最高者相同。

另外，第 3.2.1 条还明确规定钢结构应按结构耐火极限承载力极限状态进行耐火验算与防火设计。

### 3 勘察篇

#### 3.1 勘察目的、任务和依据的技术标准

##### 3.1.1 拟建物工程概况叙述不清；勘察目的、任务不清

【相关标准】施工图设计审查对应的勘察阶段为详细勘察阶段，GB50021-2001(2009年版)第4.1.11条规定：详细勘察应按单体建筑物或建筑群提出详细的岩土工程资料和设计、施工所需的岩土参数；对建筑地基作出岩土工程评价，并对地基类型、基础形式、地基处理、基坑支护、工程降水和不良地质作用的防治等提出建议。主要应进行下列工作：

- 1 搜集附有坐标和地形的建筑总平面图，场区的地面整平标高，建筑物的性质、规模、荷载、结构特点、基础形式、埋置深度、地基允许变形等资料；
- 2 查明不良地质作用的类型、成因、分布范围、发展趋势和危害程度，提出整治方案的建议；
- 3 查明建筑范围内岩土层的类型、深度、分布、工程特性、分析和评价地基的稳定性、均匀性和承载力；
- 4 对需进行沉降计算的建筑物，提供地基变形计算参数，预测建筑物的变形特征；
- 5 查明埋藏的河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物；
- 6 查明地下水的埋藏条件，提供地下水位及其变化幅度；
- 7 在季节性冻土地区，提供场地土的标准冻结深度；

##### 8 判定水和土对建筑材料的腐蚀性。

GB50021-2001(2009年版)第4.9.1条：该条为强制性条文，但基本同于DB/T29-247-2017第5.1.9条，且不及DB/T29-247-2017规范详细，略。

DB/T29-247-2017第5.1.9条：详细勘察阶段岩土工程评价基本内容，应符合下列规定：

- 1 查明建筑场地各岩土层的成因、时代、地层结构和均匀性以及特殊性岩土的性质，尤其应查明基础下软弱和坚硬地层分布，以及各岩土层的物理力学性质；对于岩质地基应查明岩石坚硬程度、岩体完整程度、基本质量等级和风化程度；
- 2 查明地下水类型、埋藏条件、补给及排泄条件、腐蚀性、初见及稳定水位；提供水位季节变化幅度和各主要地层的渗透系数、抗浮设防水位；提出基坑工程应采取的地下水控制措施建议；提供场地的标准冻结深度；
- 3 对于地基岩土层的工程特性和地基的稳定性进行分析评价，提出各岩土层的地基承载力特征值；论证采用天然地基基础形式的可行性，对持力层选择、基础埋深等提出建议，提供计算变形所需的岩土参数；
- 4 对复合地基或桩基类型、持力层选择提出建议；提供桩的极限侧摩阻力、极限端阻力和变形计算的有关参数；对有厚层欠固结软土、大面积填土或堆载的场地，应判断可能引起桩周负摩阻力土层的标高和厚度，评价桩周土负摩阻力的影响；当有软弱下卧层时，应建议进行软弱下卧层验算；对沉桩可行性、施工对环境的影响及桩基施工中注意的问题提出建议；持力层为倾斜地层时，应评价桩的稳定性，并提出处理措施的建议；

5 对基坑工程的设计、施工方案提出建议；并提供基坑各边的地质平面图；

6 进行场地与地基的地震效应评价。

JGJ/T72-2017 第 3.0.8 条：基本同于 DB/T29-247-2017 第 5.1.9 条，略。

【提示】工程勘察前，应取得建筑总平面图、地形图和地下管线资料；掌握工程性质、规模、结构类型、荷载及变形要求；并进行现场踏勘，收集、研究已有勘察资料、工程环境和当地建筑经验；按 GB50021-2001(2009 年版)第 3.1.4 条、JGJ/T72-2017 第 3.0.2 条及 DB/T29-247-2017 第 4.2.5 条确定岩土工程勘察等级，根据项目委托单及上述相关规范、规程制定勘察纲要。经技术审核通过后实施。

报告编制中，应详细描述拟建场区地理位置，应对拟建工程的性质及特点进行全面的阐述，包括拟建物类别（是车间等工业项目还是住宅等民用项目）、层数、高度、建筑面积、结构类型、拟采用的基础类型、基础埋深、地下室情况（层数、深度）及对沉降变形有无特殊要求等；对于车间等工业项目还应包括设备情况（吊车、设备基础、动力机械、地面堆载等）、厂房跨度、柱距、单柱荷载等。根据上述相关规定确定勘察等级，阐明本次勘察的目的及任务。对勘察有特殊要求的应注明。

### 3.1.2 依据的技术标准不明确

#### 【相关标准】

#### 1 国家标准

- (1) 《岩土工程勘察规范》GB50021-2001(2009 年版)
- (2) 《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011

(3) 《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)

(4) 《中国地震动参数区划图》GB50011-2015-2015

(5) 《复合地基技术规范》GB/T50783-2012

(6) 《土工试验方法标准》GB/T50123-1999

(7) 《土的工程分类标准》GB/T50145-2007

(8) 《油气田及管道岩土工程勘察规范》(GB50568-2010)

#### 2 行业标准

(1) 《高层建筑岩土工程勘察标准》JGJ/T72-2017

(2) 《软土地区岩土工程勘察规程》JGJ83-2011

(3) 《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008

(4) 《建筑地基处理技术规范》JGJ79-2012

(5) 《建筑基坑支护技术规程》JGJ120-2012

(6) 《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T87-2012

(7) 《土工试验规程》SL237-1999

(8) 《劲性搅拌桩技术规程》J10496-2004

(9) 《预应力混凝土管桩技术标准》JGJ/T406-2017

(10) 《岩土工程勘察报告编制标准》(CECS99:98)

#### 3 地方标准

(1) 《天津市岩土工程勘察规范》DB/T29-247-2017

(2) 《天津市岩土工程技术规范》DB/T29-20-2017

(3) 《建筑基坑工程技术规程》DB29-202-2010

(4) 《预应力混凝土管桩技术规程》DB29-110-2010

(5) 《预应力混凝土空心方桩技术规程》DB29-213-2012

(6) 《天津市岩土工程技术规范》DB/T29-20-2017



- (7) 《建筑基坑工程技术规程》DB29-202-2010
- (8) 《预应力混凝土管桩技术规程》DB29-110-2010
- (9) 《预应力混凝土空心方桩技术规程》DB29-213-2012
- (10) 《天津市地基土层序划分技术规程》J11414-2009

#### 4 其它标准、文件

- (1) 《房屋建筑和市政基础设施工程勘察文件编制深度规定》(2010年版)
- (2) 《天津市民用建筑施工图设计审查要点》(勘察篇)
- (3) 《岩土工程勘察专业有关技术问题的解释说明之三》
- (4) 其他相关标准, 以及政府、行业协会发布的技术规定。

【提示】在勘察成果报告中应说明报告编制所依据的规范及标准。不得使用已作废规范及规程。有特殊要求的应注明。

### 3.2 勘察方法及工作量布置

#### 3.2.1 勘察方法的选择不当

勘察方法单一, 为追求经济效益, 绝大部分工作量布置为静力触探测试孔。

【相关标准】GB50021-2001(2009年版)第4.1.20条: 1 采取土试样和进行原位测试的勘探孔的数量, 应根据地层结构、地基土的均匀性和工程特点确定, 且不应少于勘探孔总数的1/2, 钻探取土试样孔的数量不应少于勘探孔总数的1/3。

GB50021-2001(2009年版)第9.1.1条: 当需查明岩土的性质和分布, 采取岩土试样或进行原位测试时, 可采用钻探、井探、槽探、洞探和地球物理勘探等。勘探方法的选取应符合勘探目的和岩土的特性。

GB50021-2001(2009年版)第9.1.2条: 布置勘探工作时应考虑勘探对工程自然环境的影响, 防止对地下管线、地下工程和自然环境的破坏。钻孔、探井和探槽完工后应妥善回填。

DB/T29-247-2017第5.1.5条: 详细勘察阶段应采用多种手段查明场地工程地质条件, 宜采用钻探、触探以及其他原位测试相结合的方式进行, 对软土、粘性土、粉土和砂土的测试手段, 宜采用静力触探和标准贯入试验; 对碎石土宜采用重型或超重型圆锥动力触探。

DB/T29-247-2017第5.1.7条: 详细勘察采取土试样和进行原位测试应满足岩土工程评价要求, 符合下列规定:

- 1 采取土试样和进行原位测试的勘探孔数量, 应根据地层结构、地基土的均匀性和工程特性确定, 且不应少于勘探孔总数的1/2, 钻探取土试样孔的数量不应少于勘探孔总数的1/3;
- 2 每一主要土层的原装土试样或原位测试数据不应少于6件(组);
- 3 在地基主要受理层内, 对厚度大于0.5m的夹层或透镜体, 应采取土试样或进行原位测试。

【提示】由于勘察市场价格调整因素, 原位测试手段被广泛使用, 原位测试如触探固然有经济性、分层较准确、指标不受施工条件限制的优点, 但同时, 其多解性的缺点同样明显(易造成误判)。故不应单纯追求经济效益, 应采用多种勘察手段相结合的勘察方法, 确保勘察质量。如天津地区软土宜采用钻探、静力触探测试相结合的勘察方法, 标贯试验及动力触探试验适于粉土以上粗颗粒土的测试, 而对软土则不适用。

#### 3.2.2 勘探点的布置、间距及深度不满足规范及设计要求

此问题是岩土工程勘察报告审查中经常出现的问题, 一般分为以

下四种情况：

1 进行岩土工程勘察时，一般规划方案未审批通过，规划调整后出现平面图不对应，钻孔偏移较大，部分拟建物无工作量。

2 进行勘察野外施工时，拆迁工作尚未完成，造成工作量欠缺。

3 未了解清楚拟建物结构及荷载特点，勘探点深度不满足结构设计要求。

4 勘察等级为甲级项目控制孔数量不满足规范要求。

【相关标准】GB50021-2001(2009年版)第4.1.15条、4.1.16条、4.1.17条、4.1.18条、4.1.19条、4.8.3条、4.9.2条、4.9.4条和后叙DB/T29-247-2017规范相关条文基本一致，略。

GB50007-2011第3.0.2条：第2款：设计等级为甲级、乙级的建筑物，均应按地基变形设计；第3款：设计等级为丙级的建筑物有下列情况之一时应作变形验算；略）。

GB50007-2011第8.5.13条：对以下建筑物的桩基应进行沉降验算：

1 地基基础设计等级为甲级的建筑物桩基；

2 体形复杂、荷载不均匀或桩端以下存在软弱土层的设计等级乙级的建筑物桩基；

3 摩擦型桩基。

JGJ/T72-2017第4.1.3条：详细勘察阶段勘探点的平面布置，应根据高层建筑平面形状、荷载的分布情况进行，并应符合下列规定：

1 当高层建筑平面为矩形时，应按双排布置；当为不规则形状时，宜在凸出部位的阳角和凹进的阴角布置勘探点；

2 在高层建筑层数、荷载和建筑体形变异较大位置处，应布设勘

探点；

3 对勘察等级为甲级的高层建筑，当基础宽度超过30m时，应在中心点或电梯井、核心筒部位布设勘探点；

4 单幢高层建筑的勘探点数量，对勘察等级为甲级及其以上的不应少于5个，乙级不应少于4个；控制性勘探点的数量对勘察等级为甲级及其以上的不应少于3个，乙级不应少于2个；

5 湿陷性黄土、膨胀土、红黏土等特殊岩土应布设适量的探井；

6 高层建筑群可按建筑物并结合方格网布设勘探点。相邻的高层建筑，勘探点可互相共用，控制性勘探点的数量不应少于勘探点总数的1/2。

对于高层建筑天然地基的勘探点间距的确定，JGJ/T72-2017第4.2.1条：详细勘察阶段勘探点间距应根据高层建筑勘察等级控制在15m~30m范围内，并应符合下列规定：

1 勘察等级为甲级及其以上宜取较小值，乙级可取较大值；

2 在暗沟、塘、浜、湖泊沉积地带和冲沟地区，在岩性差异显著或基岩面起伏很大的基岩地区，在断裂破碎带、地裂缝等不良地质作用场地，勘探点间距宜取小值并可适当加密。

JGJ/T72-2017第4.3.1条：端承型桩勘探点平面布置应符合下列规定：

1 勘探点应按柱列线布置，其间距应能控制桩端持力层面和厚度的变化，宜为12~24m；

2 对荷载较大或复杂地基的一柱一桩工程，应每柱设置勘探点；

3 在勘探过程中发现基岩中有断层破碎带，或桩端持力层为软硬互层且厚薄不均，或相邻勘探点所揭露桩端持力层面坡度超过10%，

钻孔应适当加密；

4 岩溶发育场地当以基岩作为桩端持力层时应按柱位布孔，同时应辅以各种有效的地球物理勘探手段，以查明拟建场地范围及有影响地段的各种岩溶洞隙和土洞的位置、规模、埋深、岩溶堆填物性状和地下水特征。

JGJ/T72-2017 第 4.3.2 条：对于摩擦型桩，勘探点的平面布置，应符合下列规定：

1 勘探点应按建筑物周边或柱列线布设，其间距宜为 20~30m，当相邻勘探点揭露的主要桩端持力层或软弱下卧层层位变化较大，影响到桩基方案选择时，应适当加密勘探点。

2 对于基础宽度大于 30m 的高层建筑，其中心宜布设勘探点；带有裙房或外扩地下室的高层建筑，勘探点布设时应将裙房和外扩地下室与主楼一同考虑。

JGJ/T72-2017 第 4.3.3 条：端承型桩勘探孔的深度应符合下列规定：

1 当以可压缩地层(包括全风化和强风化岩)作为独立柱基桩端持力层时，勘探孔深度应能满足沉降计算的要求，控制性勘探孔的深度应深入预计桩端持力层以下 5d~8d(d 为桩身直径或方桩的换算直径)，直径大的桩取小值，直径小的桩取大值，且不应小于 5m；一般性勘探孔的深度应达到预计桩端下 3d~5d，且不应小于 3m；

2 对一般岩质地基的嵌岩桩，控制性勘探孔深度应钻入预计嵌岩面以下 3d~5d，且不应小于 5m；一般性勘探孔应钻入预计嵌岩面以下 1d~3d，且不应小于 3m；

3 对花岗岩地区的嵌岩桩，控制性勘探孔应进入中等、微风化岩

5~8m；一般性勘探孔深度应进入中等、微风化岩 3~5m；

4 对于岩溶、断层破碎带地区，勘探孔应穿过溶洞、或断层破碎带进入稳定地层，进入深度不应小于 3d，且不应小于 5m；

5 具多韵律薄层状的沉积岩或变质岩，当基岩中强风化、中等风化、微风化岩呈互层出现时，对拟以微风化岩作为持力层的嵌岩桩，勘探孔进入微风化岩深度不应小于 5m。

JGJ/T72-2017 第 4.3.4 条：摩擦型桩勘探孔的深度应符合下列规定：

1 一般性勘探孔的深度应进入预计桩端持力层或预计最大桩端入土深度以下不小于 5m；

2 控制性勘探孔的深度应达群桩桩基(假想的实体基础)沉降计算深度以下 1~2m，群桩桩基沉降计算深度宜取桩端平面以下附加应力为上覆土有效自重压力 20%的深度，或按桩端平面以下 1B~1.5B(B 为假想实体基础宽度)的深度考虑。

JGJ/T72-2017 第 4.5.4 条：勘探孔应沿各侧边布设，其间距应根据地层复杂程度确定，宜取 15~30m，且每一侧的剖面线勘探点不宜少于 3 个。当场地存在软土、饱和粉细砂、深厚填土、暗沟、暗塘等特殊地段以及岩溶地区，因适当加密勘探点，查明其分布和工程特性。

JGJ/T72-2017 第 4.5.5 条：勘探孔的深度不宜小于基坑深度的 2 倍，并应穿透软弱土层和饱和砂层。当在要求的勘探深度内到遇微风化岩石时，控制性勘探孔深度可进入微风化岩 3~5m；一般性勘探孔深度可进入微风化岩 1~3m，每个侧边控制性勘探点数量不宜少于该侧边勘探点数量的 1/3，且不宜少于 1 个。

JGJ94-2008 第 3.2.2 条第 1 款：勘探点间距：

1 对于端承型桩(含嵌岩桩): 主要根据桩端持力层顶面坡度决定, 宜为 12~24m。当相邻两个勘探点揭露出的层面坡度大于 10%或持力层起伏较大、地层分布复杂时, 应根据具体工程条件适当加密勘探点。

2 对于摩擦型桩: 宜按 20~35m 布置勘探孔, 但遇到土层的性质或状态在水平方向分布变化较大, 或存在可能影响成桩的土层时, 应适当加密勘探点。

3 复杂地质条件下的柱下单桩基础应按柱列线布置勘探点, 并宜每桩设一勘探点。

JGJ94-2008 第 3.2.2 条第 2 款: 勘探深度:

1 宜布置 1/3~1/2 的勘探孔为控制性孔, 对于设计等级为甲级的建筑桩基, 至少应布置 3 个控制性孔; 设计等级为乙级的建筑桩基, 至少应布置 2 个控制性孔。控制性孔应穿透桩端平面以下 3~5 倍桩身设计直径, 且不得小于 3m; 对于大直径桩, 不得小于 5m。

2 嵌岩桩的控制性钻孔应深入预计桩端平面以下不小于 3~5 倍桩身设计直径, 一般性钻孔应深入预计桩端平面以下不小于 1~3 倍桩身设计直径。当持力层较薄时, 应有部分钻孔钻穿持力岩层。在岩溶地区、断层破碎带地区, 应查明溶洞、溶沟、溶槽、石笋等的分布情况, 钻孔应钻穿溶洞或断层破碎带进入稳定土层, 进入深度应满足上述控制性钻孔和一般性钻孔的要求。

DB/T29-247-2017 第 5.2.1 条 (对于天然地基): 详细勘察阶段勘探点的平面布置, 应根据建筑物平面形状、荷载的分布情况进行, 并应符合下列规定:

1 勘探点应沿建筑物的周边、柱列线布置, 在建筑物荷载或体型变化处 应布设勘探点, 高层建筑物各角点和中心部位应布置勘探点;

2 勘察等级为乙、丙级的工程, 对体型相同或相近的建筑群, 可结合单体建筑轮廓按网状布置勘探点;

3 勘察等级为甲、乙级的单体工程, 勘探点不得少于 4 个; 丙级岩土工程, 勘探点不得少于 3 个;

4 高中心独立构筑物, 如烟筒、水塔等, 勘探点不得少于 2 个。在建筑群中的高中心独立构筑物, 应适当布置勘探点;

5 当建筑物处在古河道、沟、坑斜坡位置时, 应针对向建筑物外侧倾斜的软土层坡度、厚度变化较大部位增布外延勘探点, 外延范围不应小于 1~2 倍基础埋深;

6 当场地内存在古河道、古沟坑和厚层软土时, 应适当加密勘探点, 查清其分布范围和深度变化等。

DB/T29-247-2017 第 5.2.2 条 (对于天然地基): 勘探点间距, 甲级勘察工程为 20~30m, 乙级勘察工程为 25~35m, 丙级勘察工程为 30~50m。复杂场地勘探点应适当加密布置。

DB/T29-247-2017 第 5.2.3 条 (对于天然地基):

1 一般性勘探孔深度应不小于地基主要受力层下限深度。当基础底面宽度  $b$  不大于 5m 时, 自基础底面算起的一般性勘探孔深度可按表 5.2.3 确定, 但不应小于 5m;

表 5.2.3 天然地基一般性勘探孔深度 (m)

基础形式	单独基础	条形基础
勘探孔深度	1.5b	3.0b

2 对大型设备基础, 自基础底面算起的勘探孔深度不宜小于 2.0b;

3 对箱型基础、筏形基础, 自基础底面算起的勘探孔深度宜大于

1. 0b;

4 当存在可液化土层时, 勘探孔深度应穿透其底界。

DB/T29-247-2017 第 5.2.4 条 (对于天然地基): 控制性勘探孔深度及数量应符合下列规定:

1 天然地基需进行变形验算时, 控制性勘探孔深度应至地基压缩层深度以下 1~2m, 控制性勘探孔的数量不应少于勘探孔总数的 1/3;

2 建筑总平面内的裙房或仅有地下室部分 (或当基底附加应力  $P_0 \leq 0$  时) 的控制性勘探孔的深度可适当减小, 但应深入稳定分布地层, 且根据荷载和土质条件不宜少于基底下 0.5~1.0 倍基础宽度;

3 当需进行地基整体稳定性验算时, 控制性勘探孔的深度应满足验算要求;

4 当有大面积地面堆载或软弱下卧层时, 应适当加深控制性勘探孔的深度。

DB/T29-247-2017 第 5.4.1 条 (对于摩擦型桩): 对于摩擦型桩, 勘探点的平面布置应符合下列规定:

1 勘探点应按建筑物周边或柱列线布置, 带有裙房或外扩地下室的高层建筑, 布置勘探点时宜与主楼一同考虑;

2 对勘察等级为甲级的单幢高层建筑, 勘探孔数量不应少于 5 个, 乙级不应少于 4 个。对密集的高层建筑群, 勘探点可适当减少, 相邻高层建筑, 勘探点可互相共用, 计入互相共用的勘探点每栋高层建筑勘探点数量不宜少于 4 个, 且孔距应满足要求;

3 控制性勘探点数量不应少于勘探点总数的 1/3。对于地基基础设计等级为甲级的单幢建筑桩基至少应布置 3 个控制性孔, 设计等级为乙级的单幢建筑桩基至少应布置 2 个控制性孔。对密集的高层建筑

群, 每栋建筑物至少应有 1 个控制性勘探点。重要构筑物至少应有 1 个控制性勘探点。

DB/T29-247-2017 第 5.4.2 条 (对于摩擦型桩): 对于摩擦型桩, 勘探点间距宜为 20~35m。抗拔桩的勘探孔间距可为 30~45m。

DB/T29-247-2017 第 5.4.3 条 (对于摩擦型桩): 对于摩擦型桩, 勘探孔的深度应符合下列规定:

1 一般性勘探孔的深度应进入预计最大桩端入土深度以下  $3d \sim 5d$  ( $d$  为桩径), 且不得小于 3m; 对大直径桩, 不得小于 5m;

2 控制性勘探孔的深度应达桩基沉降计算深度以下 1~2m, 群桩桩基沉降计算深度宜取桩端平面以下附加应力为上覆土有效自重压力 20% 的深度, 或按桩端平面以下  $1 \sim 1.5b$  ( $b$  为假想实体基础宽度) 的深度考虑;

3 对独立或条形承台下的桩基, 控制性勘探孔的深度宜达桩端下 2~3 倍承台宽度;

4 桩端下存在软弱下卧层时, 控制性勘探孔的深度应满足下卧层验算要求。

DB/T29-247-2017 第 5.4.4 条 (对于端承型桩):

1 勘探点应按柱列线布置, 其间距应能控制桩端持力层层面和厚度的变化, 宜为 12~24m;

2 在勘探过程中发现基岩中有断层破碎带, 或桩端持力层为软、硬互层, 或相邻勘探点所揭露桩端持力层层面坡度超过 10%, 且单向起伏时, 钻孔应适当加密; 对荷载较大或复杂地基的一柱一桩工程, 应每柱设置勘探点;

3 控制性勘探孔的数量不应少于勘探孔总数的 1/3。

DB/T29-247-2017 第 5.4.5 条（对于端承型桩）：对于端承型桩，勘探孔的深度应符合下列规定：

1 当以可压缩地层(包括全风化和强风化岩)作为桩端持力层时，一般性勘探孔的深度应达到预计桩端下 3~5m 或 3d~5d；控制性勘探孔的深度应深入预计桩端持力层以下 5~10m 或 6d~10d，且满足沉降计算要求；

2 对一般岩质地基的嵌岩桩，一般性勘探孔应钻入预计嵌岩面以下 1d~3d，控制性勘探孔深度应钻入预计嵌岩面以下 3d~5d，对质量等级为Ⅲ级以上的岩体，可适当放宽；

3 对花岗岩地区的嵌岩桩，一般性勘探孔深度应进入微风化岩 3~5m，控制性勘探孔应进入微风化岩 5~8m；

4 对于存在断层破碎带场地，勘探孔应穿过断层破碎带进入稳定地层，进入深度不应小于 3d，并不小于 5m；

5 当基岩中强风化、中等风化、微风化岩呈互层出现时，对以微风化岩作为持力层的嵌岩桩，勘探孔进入微风化岩深度不应小于 5m。

DB/T29-247-2017 第 5.5.3 条（对于基坑）：勘探点间距宜为 20~35m。

DB/T29-247-2017 第 5.5.4 条（对于基坑）：一般性勘探孔的深度宜为开挖深度的 2~3 倍。在深厚软土区，一般性勘探孔的深度应适当加深，控制性勘探孔应穿透软土层底板 2~3m；为降水或截水设计需要，控制性勘探孔应穿透主要含水层进入隔水层 2~3m。

JGJ120-2012 第 3.2.1 条：基坑工程的岩土勘察应符合下列规定：

1 勘察点范围应根据基坑开挖深度及场地的岩土工程条件确定，基坑外宜布置勘探点，其范围不宜小于基坑深度的一倍；当需要采用

锚杆时，基坑外勘探点的范围不宜小于基坑深度的 2 倍；当基坑外无法布置勘探点时，应通过调查取得相关勘察资料并结合场地内的勘察资料进行综合分析；

2 勘探点应沿基坑边布置，间距宜取 15~25m；当场地存在软弱土层、暗沟或岩溶等复杂地质条件时，应增加勘探点，并查明其分布和工程特性。

3 基坑周边勘探孔的深度不宜小于基坑深度的 2 倍；基坑面一下存在软弱土层或承压水含水层时，勘探孔深度应穿过软弱土层或承压水含水层；

**【提示】**此问题，各相关规范规定条文较多，原则上勘察工作量的布置按照《天津市岩土工程技术规范》DB29-247-2017 执行(天津市勘察设计协会勘察工作委员会 2018 年 4 月 20 日，关于发布《岩土工程勘察专业有关技术问题的解释说明之三》的通知)。勘察工作量的布置、勘探点间距及深度确定，是岩土工程师综合素质的体现，第一应掌握“国标”、“地标”及各行业标准的相关规定；第二应了解拟建物结构及荷载分布特点、选择应遵循的规范。正确判定勘察等级、确定是否需进行沉降变形分析；第三充分了解拟建场区工程地质条件，初步确定持力层深度。综合以上三点因素，最终确定勘探点的布置形式、间距及各类勘探点深度。另外，在外业施工过程中，应随时注意地层分布变化情况，适时调整设计，以最优化的工作量达到规范及设计要求。场地及地震效应勘察方法及工作量布置详见第八章。

### 3.3 岩土分布特征及均匀性

#### 3.3.1 地基土层序划分不规范

【相关标准】天津市工程建设标准《天津市地基土层序划分技术规程》DB/T29-191-2009。

DB/T29-247-2017 第 3.2.1 条：天津地区地基土层划分应符合《天津市地基土层序划分技术规程》DB/T29-191 的有关规定。

【提示】该规程旨在统一工程勘察标准，便于建立城市工程地质数据库，该规程于 2009 年 7 月 1 日实施。《岩土工程勘察专业有关技术问题的解释说明之三》对此有补充说明：天津市区及周边地区应按规定执行，市外较远各区可参照执行；滨海地区埋深 25m 以上应按实际情况划分，埋深 25m 以下宜按上述规程执行。

#### 3.3.2 表层特殊土识别不清

对表层特殊土识别不清，将新近沉积土误判为正常沉积土层，给出天然地基承载力特征值明显偏高。

【相关标准】天津市工程建设标准《天津市岩土工程勘察规范》DB/T29-247-2017 附录 A 天津市地貌分区及滨海地区上部陆相新近沉积层分布图。

DB/T29-20-2017 第 5.2.4 条：采用物理指标确定地基土承载力，按附录 A 的规定，求得统计修正后的物理指标  $\mu_k$ ，查表 5.2.4-1 至表 5.2.4-4，求得地基土承载力特征值。5.2.4-2 注：分布沟、塘、洼地、故运河及河漫地段的新近沉积土，根据实测或经验取值  $f_{ak}$ 。

【提示】天津市表层土变化较大，一般地段以人工填土为主；沟、塘、故河道、洼淀地段分布有新近沉积土层；沿海河分布有冲填土（市

区局部也分布此层土）。不同的成因及环境形成的岩土层，其物理力学性质的差异是非常明显的，《岩土工程勘察专业有关技术问题的解释说明之三》对新近沉积土层分布区域有补充说明。应掌握天津市工程地质图系（天津市工程建设标准《天津市岩土工程勘察规范》DB/T29-247-2017 附录 A），有针对性的在野外勘察施工中加强技术措施，做到判断准确，取值合理，避免质量事故的发生。

#### 3.3.3 分期提供勘察报告由于地质人员土层识别原因，造成地层分层差异过大，给基础设计造成极大困难

【相关标准】《岩土工程勘察规范》GB50021-2001(2009 年版)第 4.1.11 条第 3 款：查明建筑范围内岩土层的类型、深度、分布、工程特性、分析和评价地基的稳定性、均匀性和承载力。

【提示】勘察工作分期进行时，应只有一份勘察纲要用来指导施工，由同一地质技术人员担任项目负责人，对整场区地层分布情况进行全面分析，找出地层垂直方向和水平方向分布及变化规律，对特殊标志层、对拟建工程设计、施工将会引起不良影响的夹层（或透镜体）及对工程影响较大的地层进行着重描述。进行场地均匀性评价分区段给出基础设计参数。

#### 3.3.4 地层划分不合理，造成统计结果变异系数较大

【相关标准】DB/T29-247-2017 第 15.2.2 条：岩土的物理性质指标宜采用算数平均值，并计算相应的均方差与变异系数，给出范围值。当变异系数较大时，应分析误差产生的原因，提出建议值。

### 3.4 各项岩土性质指标

#### 3.4.1 勘察报告或土工试验资料未加盖印章、无相关人员签署

【相关标准】《建设工程质量管理条例》第十九条：勘察、设计单位必须按照工程建设强制性标准进行勘察、设计，并对其勘察、设计的质量负责。

注册建筑师、注册结构工程师等注册执业人员应当在设计文件上签字，并对设计文件负责。

中华人民共和国住房和城乡建设部“关于印发《注册土木工程师（岩土）执业及管理工作暂行规定》的通知”建市【2009】105号文件。

天津市城乡建设和交通委员会“关于落实住房和城乡建设部《注册土木工程师（岩土）执业及管理工作暂行规定》的通知”建设【2009】404号文件。

【提示】土工试验室应在完成的项目勘察报告文件扉页、土工试验成果表加盖土工试验专用章、计量认证章，并由试验人员、审核人员及技术负责人签字。同时，应按建设【2009】404号文件要求，在土工试验报告扉页加盖“天津市土工试验管理专用章”。

#### 3.4.2 抗剪强度指标未提供标准值

【相关标准】GB50007-2011 第 4.2.2 条：地基土工程特性指标的代表值应分别为标准值、平均值及特征值。抗剪强度指标应取标准值，压缩性指标应取平均值，载荷试验承载力应取特征值。

DB/T29-247-2017 第 15.2.3 条：抗剪强度指标标准值可按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB5007 的有关规定计算。当变异系

数大于 0.3 时，宜剔除大值，取小值平均确定计算值。

【提示】标准值是取其概率分布的 0.05 分位数。工程勘察成果报告中，一般岩土参数均应提供范围值、平均值、子样数、标准差及变异系数。与地基承载能力及稳定性有关的参数（ $c$ 、 $\phi$ ）尚应提供标准值。

#### 3.4.3 当土层性质不均匀时，未增加取土数样或原位测试的工作量，造成数理统计离散度较大

【相关标准】GB50021-2001(2009 年版)第 4.1.20 条第 4 款：当土层性质不均匀时，应增加取土试样或原位测试数量。

【提示】项目技术负责人应加强野外施工中的质量控制工作，应由地质技术人员担任编录工作，且应对地质编录人员进行专业培训。当地层条件有变化时，应将现场钻探结果及时反馈到项目技术负责人，及时修改勘察纲要及单孔设计，杜绝此问题。

#### 3.4.4 对于需要沉降计算的场地，未提供变形计算指标

【相关标准】GB50021-2001(2009 年版)第 4.1.11 条第 4 款：对需进行沉降计算的建筑物，提供地基变形计算参数，预测建筑物的变形特征。

【提示】对应沉降计算的变形试验参数一般提供分级荷载下的压缩模量  $E_s$  指标。固结试验应根据拟建物荷载及加荷特点选择适宜的试验方法及加荷等级。当需考虑地基土应力历史进行沉降变形分析时，尚应提供压缩指数  $C_c$  及回弹指数  $C_e$  指标。



### 3.5 地基条件评价

#### 3.5.1 未提供填土填垫年限

【相关标准】GB50021-2001(2009年版)第3.3.7条第5款:特殊性土除应描述上述相应土类规定的内容外,尚应描述其特殊成分和特殊性质;如对淤泥尚需描述臭味,对填土尚需描述物质成分、堆积年代、密实度和均匀性等。

【提示】填土的填垫年限,对土体的固结度、土体强度及变形特性影响很大,GB50021-2001(2009年版)第6.5.5条第5款规定:对堆积年限较长的素填土、冲填土和由建筑垃圾或性能稳定的工业废料组成的杂填土,当较均匀和较密实时可作为天然地基;由有机质含量较高的生活垃圾和对基础有腐蚀性的工业废料组成的杂填土,不宜作为天然地基。

当初定采用人工填土做基础持力层时,该层土的原状土取样间距不宜大于0.5m,且每栋建筑物的人工填土原状样总数不应少于6个(DB/T29-247-2017第5.2.6条)。

#### 3.5.2 对于存在不良地质条件的场地,未摸清其分布及变化规律,未对工程的影响作出分析评价、建议整治方案不合理

【相关标准】GB50021-2001(2009年版)第4.1.11条第5款:查明埋藏的河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物。

【提示】遇特殊性岩土及不良地质条件时,应增加勘探点数量,查清其分布规律,分析其对工程的影响。做到因地制宜,提出整治方案,经济合理地解决工程地质问题。

#### 3.5.3 建议地基处理方案不合理,处理方法及持力层选择不明确。对

#### 于水泥土搅拌桩复合地基,未提供室内配比试验

【相关标准】GB50021-2001(2009年版)第4.10.1条第1~3款:地基处理的岩土工程勘察应满足下列要求:

- 1 针对可能采用的地基处理方案,提供地基处理设计和施工所需的岩土特性参数;
- 2 预测所选地基处理方法对环境及邻近建筑物的影响;
- 3 提出地基处理方案的建议。

JGJ79-2012第7.3.1条第4款:设计前,应进行拟处理土的室内配比试验。针对现场拟处理的最弱层软土的性质选择合适的固化剂、外掺剂及其掺量,为设计提供不同龄期、不同配比的强度参数。对竖向承载的水泥土强度宜取90d龄期试块的立方体抗压强度平均值。

【提示】对拟采用或可能采用复合地基的场地,制定勘察纲要时即应有针对性的布置工作量,进行必要的针对性试验,室内资料整理阶段应对地基条件进行综合分析,选择最优地基处理方案,并提供相应设计参数。

#### 3.5.4 对桩土复合地基设计理念不清楚,提供一套CFG桩设计参数,却未标注该项设计参数对应的施工方法

【相关标准】JGJ79-2012第2.1.12条:水泥粉煤灰碎石桩(CFG桩)是由水泥、粉煤灰、碎石等混合料加水拌合在土中灌注形成竖向增强体的复合地基。

【提示】CFG桩是一种“地基处理方法”,而不是一种“桩型”,它有多种施工桩型,如沉管法,长螺旋法,钻孔法等,桩基设计参数随桩型不同而不同。故在提供CFG桩复合地基设计参数时,应注明对应的施工方法。

**3.5.5 桩基础方案建议不合理，建议桩型及持力层不明确，未论证沉（成）桩可能性及对环境的影响。未进行单桩竖向极限承载力标准值估算，未建议进行试桩**

【相关标准】GB50021-2001(2009年版)第4.9.1条：桩基岩土工程勘察应包括下列内容：

- 1 查明场地各层岩土的类型、深度、分布、工程特性和变化规律；
- 2 当采用基岩作为桩的持力层时，应查明基岩的岩性、构造、岩面变化、风化程度，确定其坚硬程度、完整程度和基本质量等级，判定有无洞穴、临空面、破碎岩体或软弱岩层；
- 3 查明水文地质条件，评价地下水对桩基设计和施工的影响。判定水质对建筑材料的腐蚀性；
- 4 查明不良地质作用，可液化土层和特殊性岩土分布及其对桩基的危害程度。并提出防治措施的建议；
- 5 评价成桩可能性，论证桩的施工条件及其对环境的影响。

GB50021-2001(2009年版)第4.9.6条：对地基基础设计等级为甲级的建筑物和缺乏经验的地区，应建议做静载荷试验。

JGJ94-2008第5.3.1条：设计采用的单桩竖向承载力标准值应符合下列规定：

- 1 设计等级为甲级的建筑桩基，应通过单桩静载试验确定；
- 2 设计等级为乙级的建筑桩基，当地质条件简单时，可参照地质条件相同的试桩资料，结合静力触探等原位测试和经验参数综合确定；其余均应通过单桩静载试验确定；
- 3 设计等级为丙级的建筑桩基，可根据原位测试和经验参数综合确定。

JGJ/T72-2017第8.3.2条：桩基条件评价应包括以下基本内容：

- 1 提出桩型和桩端持力层的建议；
- 2 提供建议桩型的侧阻力、端阻力和桩基设计其他岩土参数；
- 3 对沉（成）桩可能性、桩基施工对环境的影响进行评价。

【提示】往往勘察报告只罗列桩型及可能采用的桩端持力层，任由设计选择，这样就失去了岩土工程勘察的意义。应根据场地条件结合拟建物特点，对可采用的桩型及可选择的桩端持力层分别作出评价及承载力估算；并对成桩可能性作出分析评价。最终提出合理化建议，即桩型的最优选择及对应的桩端持力层的最优选择。

**3.5.6 桩型建议不合理，未考虑部分桩型的限制条件**

【相关标准】DB29-110-2010规程局部修订条文第3.1.1条：预应力混凝土管桩基础的使用及适用范围应符合下列规定：

- 1 民用建筑预应力混凝土管桩基础适用范围应符合表3.1.1的规定：

表 3.1.1 民用建筑适用层数

区 域	无地下室	有地下室
软土厚度 $\geq 5\text{m}$	建筑层数 $\leq 3$ 层或 建筑高度 $\leq 10\text{m}$	建筑层数 $\leq 12$ 层或 建筑高度 $\leq 40\text{m}$
软土厚度 $\leq 5\text{m}$ 或其 它非软土地区	建筑层数 $\leq 9$ 层或 建筑高度 $\leq 30\text{m}$	建筑层数 $\leq 18$ 层或 建筑高度 $\leq 55\text{m}$

注：软土厚度指基础承台下软土的厚度。

- 2 预应力混凝土薄壁管桩（PTC 桩）不能用于建（构）筑物的桩基础；
  - 3 预应力钢筋保护层厚度小于 40mm 的管桩不能用于建筑桩基础。
- DB29-213-2012第3.1.1条：预应力混凝土空心方桩（以下简

称空心方桩)的使用及适用范围应符合下列规定:

1 民用建筑使用空心方桩时,其适用层数(及高度)应符合表 3.1.1 的规定:

表 3.1.1 民用建筑适用层数

区域	无地下室	有地下室
厚层软土地区	≤3 层(高度不超过 10m)	≤12 层(高度不超过 40m)
其它地区	≤9 层(高度不超过 30m)	≤18 层(高度不超过 55m)

注:厚层软土地区是指软土厚度≥5m 的地区。

2 预应力薄壁混凝土空心方桩(PTS 桩)不能用于建(构)筑物的桩基础及腐蚀性地区;

3 预应力筋保护层厚度小于 40mm 的空心方桩不能用于建筑桩基础。

【提示】在《预应力混凝土管桩技术规程》DB29-110-2010 和《预应力混凝土空心方桩技术规程》DB29-213-2012 实施后,对桩型的建议应考虑其适用条件。

**3.5.7 对于需要进行变形计算的场地,未进行沉降计算或计算方法不符合相关规范规定**

【相关标准】需计算变形的相关标准:

GB50007-2011 第 3.0.2 条第 2 款:设计等级为甲级、乙级的建筑物,均应按地基变形设计;

GB50007-2011 第 3.0.2 条第 3 款:有下列情况之一的丙级建筑物也应作变形验算:

- 1 地基承载力特征值小于 130kPa,且体型复杂的建筑;
- 2 在基础上及其附近有地面堆载或相邻基础荷载差异较大,可能

引起地基产生过大的不均匀沉降时;

- 3 软弱地基上的建筑物存在偏心荷载时;
- 4 相邻建筑距离过近,可能发生倾斜时;
- 5 地基内有厚度较大或厚薄不均的填土,其自重固结未完成时。

GB50007-2011 第 8.5.13 条:对以下建筑物的桩基应进行沉降验算:

算:

- 1 地基基础设计等级为甲级的建筑物桩基;
- 2 体形复杂、荷载不均匀或桩端以下存在软弱土层的设计等级乙级的建筑物桩基;
- 3 摩擦型桩基。

计算方法的相关标准:

1 GB50007-2011 第 5.3.5 条:计算地基变形时,地基内的应力分布,可采用各向同性均质线性变形体理论。其最终沉降量按分层总和法 5.3.5 式计算。

2 GB50007-2011 第 8.5.15 条:计算桩基础沉降时,最终沉降量宜按单向压缩分层总和法计算。地基内的应力分布宜采用各向同性均质线性变形体理论。按实体深基础方法明德林应力公式方法。计算应按本规范附录 R 进行。

3 JGJ/T72-2017 第 8.2.10 条:对不能准确取得压缩模量的地基土,包括碎石土、砂土、花岗岩残积土、全风化岩、强风化岩等,可按本标准附录 C 采用变形模量  $E_0$  分别估算高层建筑箱型或筏型基础及扩展基础或条形基础的地基沉降量。

4 JGJ94-2008 第 5.5.6 条:对于桩中心距不大于 6d 的桩基,其最终沉降量计算可采用等效作用分层综合法(按 5.5.6 式计算)。

5 其他经验成熟的方法。

【提示】勘察报告应按上述需进行变形计算的相关标准，对应进行沉降变形分析的建筑物进行分析评价。

上述规范载明的 4 种计算方法中，天津地区较为常用的为第 1、2 种方法。GB50007-2011 第 8.5.15 条，桩基计算实体深基础算法，即为 GB50007-2011 第 5.3.5 条的分层总和法。

天然地基沉降量计算一般采用上述第 1 种方法；

桩基础沉降计算可采用：①按实体深基础，采用第 1 种 GB50007-2011 第 5.3.5 条分层综合法，按第 5.3.5~5.3.9 条计算；②采用单向压缩分层总和法，按规范附录 R.0.1 式计算；③对于桩中心距不大于 6d 的桩基，采用等效作用分层综合法，按 JGJ94-2008 第 5.5.6 条，5.5.6 式计算。

### 3.5.8 对软弱土层负摩阻力取值叙述不清

勘察报告桩基设计参数表中给出了各层土的摩阻力值及承载力估算，但同时提出应考虑负摩阻力问题，却未给出相应软弱土层的负摩阻力系数值。

【相关标准】《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008 第 5.4.3 条：桩周土沉降可能引起桩侧负摩阻力时，应根据工程具体情况考虑负摩阻力对桩基承载力和沉降的影响；但缺乏可参照的经验时，可按下列规定验算：

1 对于摩擦型基桩可取桩身计算中性点以上侧阻力为零，并可按下式验算基桩承载力： $N_k \leq R_a$

2 对于端承型基桩除应满足上式要求外，尚应考虑负侧阻力引起基桩的下拉荷载  $Q_s^n$ ，并可按下式验算基桩承载力： $N_k + Q_s^n \leq R_a$

3 当土层不均匀或建筑物对不均匀沉降较敏感时，尚应将负侧阻力引起基桩的下拉荷载计入附加荷载验算桩基沉降。

【提示】勘察报告在提出考虑负摩阻力时，应确定软弱土层中性点深度，并将中性点以上土层摩阻力视为零计算竖向承载力；计算抗拔承载力时不减除负摩阻力，应以抗压侧阻力值乘以抗拔系数。

由负摩阻力形成的下拉荷载，只有在端承型基桩或计算桩基沉降时作为附加荷载计入。

【工程实例】天津滨海某酒店项目

设计对软弱土层土层按减掉摩阻力（报告给出的摩阻力值）的计算方法计算单桩承载力，致使计算出单桩承载力偏低，且在计算抗拔桩时仍减掉软弱土层摩阻力，造成工程浪费。

### 3.5.9 未进行不良地质作用评价

【相关标准】GB50021-2001(2009 年版)第 4.1.11 条第 2 款：查明不良地质作用的类型、成因、分布范围、发展趋势和危害程度，提出整治方案的建议。

## 3.6 地下水

### 3.6.1 取水试样不足 3 组，且未单独设置取水孔

【相关标准】DB/T29-247-2017 第 3.3.3 条第 2 款：为评价场地地下水对混凝土、钢结构的腐蚀性，应在同一场地至少采集 3 件水样进行试验分析。对沿海地带和受污染的场地，应于不同地段采集具代表性的足够件数的水样。水样应在静水位以下深度超过 0.5m 处采集，必要时应分层采集不同深度的水样，并应防止所采水样受到地表水和钻探用水的影响。当工程需要评价场地地基土对混凝土、钢结构的腐

蚀性时，应在地下水静水位以上采集土样进行试验分析。

【提示】应单独设置取水孔，采用干钻成孔。确保水样能代表天然条件下的水质情况。水试样应及时试验，清洁水放置时间不宜超过 72h，稍受污染的水不宜超过 48h，受污染的水不宜超过 12h。

### 3.6.2 地下水、土对建筑材料腐蚀性判定错误

【相关标准】DB/T29-247-2017 第 12.1.5 条：地下水土对建筑材料的腐蚀性评价应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB50021 的有关规定执行。

【提示】GB50021-2001(2009 年版)表 12.2.1 为有干湿交替作用的情况，I II 类腐蚀环境无干湿交替作用时，表内硫酸盐数值应乘以 1.3 的系数；对土的腐蚀性评价应乘以 1.5 的系数。当工程中采用多节预制桩或钢管桩等基础时，应评价地下水对钢结构的腐蚀性。

【工程实例】工程中经常出现腐蚀性判定错误的情况，造成不必要的损失或浪费。天津地区无污染地段，地下水的腐蚀性介质一般为  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、总矿化度（对混凝土）及  $\text{Cl}^-$ （对混凝土结构中钢筋）。对混凝土结构的腐蚀性评价经常出现判定漏项的情况，或在长期浸水条件下未乘以 1.3 的系数，从而出现错判。

### 3.6.3 对于深基坑勘察，未提供承压含水层的水头标高

【相关标准】JGJ120-2012 第 3.2.1 条第 5 款：当有地下水时，应查明各含水层的埋深厚度和分布，判断地下水类型、补给和排泄条件；有承压水时，应分层测量其水头高度。

JGJ/T72-2017 第 5.0.4 条：当场地有多层对工程有影响的地下水时，应在代表性地段布设一定数量钻孔分层量测水位。

JGJ120-2012 第 8.1.3 条：当基坑底为隔水层且层底作用有承压

水时，应进行坑底突涌验算。

【提示】天津地区，地下水位较高，第一承压含水层水头高度也较大，对深基坑工程影响较大。因第一承压含水层水头高度未有效控制导致的基坑事故屡有发生。故必须准确测定承压含水层水头高度，估算坑底突涌可能性，为基坑降水或截水设计提供必要的设计参数。

### 3.6.4 静止水位差异较大时未说明原因

【相关标准】GB50021-2001(2009 年版)第 7.1.1 条第 5 款，岩土工程勘察应根据工程要求，通过搜集资料和勘察工作，掌握下列水文地质条件：勘察时的地下水位、历史最高地下水位、近 3~5 年最高地下水位、水位变化趋势和主要影响因素。

【提示】随着工程建设项目的增多，在建建筑相距较近，由于临近基坑开挖降水的原因造成勘察场地水位出现较大的高差变化。此时，勘察报告应对此情况进行详尽的描述，分析相邻基坑降水对本勘察场地的影响。

### 3.6.5 未提供地下水初见水位

【相关标准】GB50021-2001(2009 年版)第 7.2.2 条第 1 款，地下水的量测应符合下列规定：遇地下水时应量测水位。

## 3.7 基坑工程

### 3.7.1 深基坑勘察目的任务不清

【相关标准】GB50021-2001(2009 年版)第 4.8.10 条：基坑工程勘察应针对以下内容进行分析，提供有关计算参数和建议；

- 1 边坡的局部稳定性、整体稳定性和坑底抗隆起稳定性；
- 2 坑底和侧壁的渗透稳定性；

- 3 挡土结构和边坡可能发生的变形；
- 4 降水效果和降水对环境的影响；
- 5 开挖和降水对邻近建筑物和地下设施的影响。

### 3.7.2 抗剪强度指标试验数据偏少或提供剪切指标不合理

【相关标准】GB50021-2001(2009年版)第4.8.4条：在受基坑开挖影响和可能设置支护结构的范围内，应查明岩土分布，分层提供支护设计所需的抗剪强度指标。土的抗剪强度试验方法，应与基坑工程设计要求一致，符合设计采用的标准，并应在勘察报告中说明。

GB50007-2011第4.2.4条：土的抗剪强度指标，当采用室内剪切试验确定时，每层土的试验数量不得少于六组。

DB/T29-247-2017第5.5.6条：基坑设计等级为甲、乙级基坑除应提供直剪快剪试验与直剪固结快剪试验强度指标外，尚应提供粉土和砂土的颗粒级配曲线以及静止土压力系数等。

DB/T29-202-2010第3.2.3条：基坑工程勘察应提供土的常规物理试验指标、土的抗剪强度指标标准值、土的渗透性指标和其他设计要求提供的指标和参数，提供的指标和参数应准确。

DB/T29-202-2010第3.2.4条：剪切试验的方法应与分析计算的方法配套，应进行直剪试验与直剪固结快剪试验。必要时做静止土压力系数试验。

DB/T29-202-2010第3.2.5条：对于有特殊要求的基坑工程，尚应提供三轴不固结不排水(UU)强度指标和三轴固结不排水(CU)强度指标。

【提示】土的抗剪强度指标，是基坑支护设计的主要参数，必须确保试验结果的可靠性。《岩土工程勘察专业有关技术问题的解释说明

之三》也再一次强调：基坑工程每个主要土层的直剪快剪试验与直剪固结快剪试验强度指标均不应少于6个。

### 3.7.3 深基坑勘察，表层的厚层填土未取样或取样数量不够

【相关标准】JGJ120-2012第3.2.1条第4款，对主要土层和厚度大于3m的素填土，应按本规程第3.1.14条的规定进行抗剪强度试验并提出相应的抗剪强度指标。

JGJ/T72-2017第4.5.7条第1款：当人工素填土厚度大于3.0m时，应进行重度和抗剪强度试验。

### 3.7.4 未提供抗浮设防水位或未考虑地形地貌因素

【相关标准】GB50007-2001第3.0.3条第1款第6项：当工程需要时，尚应提供用于计算地下水浮力的设计水位。

JGJ/T72-2017第8.6.2条：抗浮设防水位的综合确定应符合下列规定：

- 1 场地抗浮设防水位宜取地下室自施工期间到全使用寿命期间可能遇到的最高水位；
- 2 施工期间的抗浮设防水位可按勘察时实测的场地最高水位，并根据季节变化导致地下水可能升高的因素，以及结构自重和上覆土重尚未施加时，浮力对地下结构的不利影响等因素综合确定；
- 3 场地具多种类型地下水，各类地下水虽然具有各自的独立水位，但若相对隔水层已属饱和状态、各类地下水有水力联系时，宜按各层水的混合最高水位确定；
- 4 当地下结构临近江、湖、河、海等大型地表水体，且与本场地地下水有水力联系时，可按地表水体百年一遇高水位及其波浪雍高，结合地下排水管网等情况，并根据当地经验综合确定抗浮设防水位；

5 对于城市中的低洼地区，应根据特大暴雨期间可能形成街道被淹的情况确定，对南方地下水位较高、地基土处于饱和状态的地区，抗浮设防水位可取室外地坪高程。

【提示】勘察期间，场区地面高程往往和设计室外地坪标高差异较大，一般勘察期间地面较设计室外地坪低，抗浮设防水位的确定应充分考虑大面积地面抬升的因素，否则提供值将偏于不安全。

### 3.7.5 对于地基基础设计等级为甲级、且水文地质条件复杂的深大基坑未进行抽水试验

【相关标准】GB50021-2001(2009年版)第4.8.5条：当场水文地质条件复杂，在基坑开挖过程中需要对地下水进行控制（降水或隔渗），且已有资料不能满足要求时，应进行专门的水文地质勘察。

【提示】天津地区地下水位较高，地下水压力、浮力及渗透作用对基坑稳定性影响较大。尤其对于深大基坑，其第一承压含水层对地基土的浮托力更不容忽视。故针对深基坑勘察，在调查收集水文地质资料的基础上，应进行专门的水文地质勘察。可采用分层抽水试验，确定表层浅水及深部承压水的水文地质参数。根据岩土渗透性、补给条件，分析评价降水或隔水措施的可行性及其对基坑稳定性和周边环境的影响。

### 3.7.6 深基坑勘察钻孔未进行封孔处理

【相关标准】DB/T29-247-2017第5.5.7条第4款：基坑内钻孔进入开挖深度以下承压含水层且承压含水层对基坑工程有影响时，钻探结束后应及时封孔。甲级基坑和深度大于10m的乙级基坑宜采用水泥浆封孔。

【提示】对于深层承压水，如不进行封孔处理或封孔处理不好，

均可能造成承压水沿钻孔渗流、突涌，造成基坑破坏。

### 3.7.7 基坑工程评价不合理

【相关标准】GB50021-2001(2009年版)第4.8.10条：基坑工程勘察应针对以下内容进行分析，提供有关计算参数和建议：

- 1 边坡的局部稳定性、整体稳定性和坑底抗隆起稳定性；
- 2 坑底和侧壁的渗透稳定性；
- 3 挡土结构和边坡可能发生的变形；
- 4 降水效果和降水对环境的影响；
- 5 开挖和降水对邻近建筑物和地下设施的影响。

GB50021-2001(2009年版)第4.8.11条：岩土工程勘察报告中与基坑工程有关的部分应包括下列内容：

- 1 与基坑开挖有关的场地条件、土质条件和工程条件；
- 2 提出处理方式、计算参数和支护结构选型的建议；
- 3 提出地下水控制方法、计算参数和施工控制的建议；
- 4 提出施工方法和施工中可能遇到的问题的防治措施的建议；
- 5 对施工阶段的环境保护和监测工作的建议。

【提示】勘察报告应提供基坑支护设计所需的相关参数，并根据场区工程地质条件结合基坑等级及周边条件，对基坑支护设计方案提出合理化建议。当对建议方案进一步进行稳定性分析时，采用方法应合理。DB/T29-247-2017第5.5.9条对基坑评价内容也做了详细规定。

## 3.8 场地及地震效应

### 3.8.1 未进行建设场地抗震地段划分、未提供地震设计参数

【相关标准】GB50021-2001(2009年版)第5.7.1条：在抗震设防

烈度等于或大于 6 度的地区，应进行场地和地基地震效应的岩土工程勘察，并应根据国家批准的地震动参数区划和有关的规范，提出勘察场地的抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计特征周期分区。

GB50021-2001(2009 年版)第 5.7.2 条：在抗震设防烈度等于或大于 6 度的地区进行勘察时，应确定场地类别，当场地位于抗震危险地段时，应根据国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的要求，提出专门研究的建议。

GB50011-2010(2016 年版)第 4.1.1 条：选择建筑场地时，应按表 4.1.1 划分对建筑抗震有利、一般、不利和危险的地段。

表 4.1.1 有利、一般、不利和危险地段的划分

地段类别	地质、地形、地貌
有利地段	稳定基岩，坚硬土，开阔、平坦、密实、均匀的中硬土等
一般地段	不属于有利、不利和危险的地段
不利地段	软弱土，液化土，条状突出的山嘴，高耸孤立的山丘，陡坡，陡坎，河岸和边坡的边缘，平面分布上成因、岩性、状态明显不均匀的土层(含故河道、疏松的断层破碎带、暗埋的塘浜沟谷和半填半挖地基)，高含水量的可塑黄土，地表存在结构性裂缝等
危险地段	地震时可能发生滑坡、崩塌、地陷、地裂、泥石流等及发震断裂带上可能发生地表位错的部位

GB50011-2010(2016 年版)第 4.1.9 条：场地岩土工程勘察，应根据实际需要划分的对建筑有利、一般、不利和危险的地段，提供建筑的场地类别和岩土地震稳定性(含滑坡、崩塌、液化和震陷特性)评价。对需要采用时程分析法补充计算的建筑，尚应根据设计要求提供土层剖面、场地覆盖层厚度和有关动力参数。

### 3.8.2 未布置剪切波速测试孔或布置不合理、测试深度不够

【相关标准】GB50011-2010(2016 年版)第 4.1.3 条，土层剪切波速的测量，应符合下列要求：

在场地详细勘察阶段，对单幢建筑，测量土层剪切波速的钻孔数量不宜少于 2 个，数据变化较大时，可适量增加；对小区中处于同一地质单元的密集高层建筑群，测量土层剪切波速的钻孔数量可适量减少，但每幢高层建筑和大跨空间结构的钻孔数量均不得少于 1 个。

对丁类建筑及丙类建筑中层数不超过 10 层、高度不超过 24m 的多层建筑，当无实测剪切波速时，可根据岩土名称和性状，按表 4.1.3 划分土的类型，再利用当地经验在表 4.1.3 剪切波速范围内估计各层的剪切波速。

GB50021-2001(2009 年版)第 5.7.4 条：为划分场地类别布置的勘探孔，当缺乏资料时，其深度应大于覆盖层厚度。当覆盖层厚度大于 80m 时，勘探孔深度应大于 80m，并分层测定剪切波速。10 层和高度 30m 以下的丙类和丁类建筑，无实测剪切波速时，可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)规定，按土的名称和性状估计土的剪切波速。

DB/T29-247-2017 第 7.2.2 条第一款：初勘阶段：对于大面积的同一地质单元，剪切波速试验孔的数量不应少于 3 个。详勘阶段：对单幢建筑，剪切波速孔的数量不宜少于 2 个；处于同一地质单元内的密集建筑群，剪切波速孔数量可适当减少，但每幢高层建筑和大跨空间结构地基土层较为均匀时不得少于一个。

【提示】《岩土工程勘察专业有关技术问题的解释说明之三》对此问题有详细规定：



1 对单幢建筑(包括抗震设防甲类建筑,包括抗震设防乙类建筑,层数超过 10 层、高度超过 24m 的抗震设防丙类、丁类多层建筑)剪切波速的钻孔数量不应少于 2 个。

2 对小区中处于同一地质单元内的密集建筑群,剪切波速孔数量可适当减少,但每幢高层建筑和大跨空间结构的波速孔数量不得少于一个。

3 当位于同一地质单元的密集建筑群相邻建筑的勘探孔可相互借用时,借用点所布置的波速孔亦可相互借用。

### 3.8.3 提供场地的抗震设防烈度、设计基本地震加速度错误

【相关标准】GB50011-2010(2016 年版)附录 A:我国主要城镇抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计地震分组。《中国地震动参数区划图》GB18306-2015。

【提示】各县级及县级以上城镇的中心地区的抗震设防烈度、设计基本地震加速度和所属的设计地震分组,按 GB50011-2010(2016 年版)附录 A 采用。各县级及县级以上城镇的中心地区以外的地区,应根据工程场址的地理坐标查询《中国地震动参数区划图》GB18306-2015 的附录 A“中国地震动峰值加速度区划图”和附录 B“中国地震动加速度反应谱特征周期区划图”以确定工程场址所在地抗震设防烈度、设计基本地震加速度和所属的设计地震分组。

### 3.8.4 建筑场地类别判定依据不足

【相关标准】GB50011-2010(2016 年版)第 4.1.4 条:建筑场地覆盖层厚度的确定,应符合下列要求:

1 一般情况下,应按地面至剪切波速大于 500m/s 且其下卧各层岩石的剪切波速均不小于 500m/s 的土层顶面的距离确定;

2 当地面 5m 以下存在剪切波速大于其上部各土层剪切波速 2.5 倍的土层,且该层及其下卧各层岩石的剪切波速均不小于 400m/s 时,可按地面至该土层顶面的距离确定;

3 剪切波速大于 500m/s 的孤石、透镜体,应视同周围土层。

4 土层中的火山岩硬夹层,应视为刚体,其厚度应从覆盖土层中扣除。

GB50011-2010(2016 年版)第 4.1.5 条:按式 4.1.5-1 及式 4.1.5-2 计算等效剪切波速(公式略)。

GB50011-2001(2016 年版)第 4.1.6 条:建筑的场地类别,应根据土层等效剪切波速和场地覆盖层厚度按表 4.1.6 划分为四类,其中 I 类分为 I<sub>0</sub>、I<sub>1</sub>两个亚类。当有可靠的剪切波速和覆盖层厚度且其值处于表 4.1.6 所列场地类别的分界线附近时,应允许按插值方法确定地震作用计算所用的设计特征周期。

表 4.1.6 各类建筑场地的覆盖层厚度(m)

等效剪切波速(m/s)	场地类别				
	I <sub>0</sub>	I <sub>1</sub>	II	III	IV
$v_{se} > 800$	0				
$800 \geq v_{se} > 500$		0			
$500 \geq v_{se} > 250$		<5	≥5		
$250 \geq v_{se} > 150$		<3	3~50	>50	
$v_{se} \leq 150$		<3	3~15	15~80	>80

DB/T29-247-2017第7.2.2条第二款及第三款:市区和滨海新区,对丁类建筑及丙类建筑中层数不超过10层、高度不超过24m的多层建筑,当无实测剪切波速时,可根据岩土名称和场地所在地区按7.2.2-1

式计算各层土的剪切波速:

各类土A(m/s)、B(1/s)值按表7.2.2确定。按7.2.2-1公式计算的各类土剪切波速仅适用场地类别划分。

表 7.2.2 各类土剪切波速 A、B 值

地区	淤泥质土		粘土		粉质粘土		粉土		粉砂		细砂	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
市区	93	4.6	140	2.5	139	3.6	147	4.8	218	3.4	196	4.1
滨海新区	65	6.0	83	4.6	115	4.6	126	4.9	—	—	230	2.9

土层等效剪切波速应按 7.2.2-2 式计算。

【3.8.3、3.8.4 提示】天津地区，20m 以上等效剪切波速值在 150m/s 界限点附近变化，对场地类别判定的另一因素覆盖层厚度相应应有 50m 和 80m 两个界限点。当 20m 以上等效剪切波速值大于 150m/s 时，只需确定覆盖层厚度是否大于 50m 即可（大于 50m 为 III 类）；当 20m 以上等效剪切波速值小于 150m/s 时，需确定覆盖层厚度是否大于 80m（大于 80m 为 IV 类）。

其他建筑工程设施的场地，无实测土层剪切波速值时，可按 DB/T29-247-2017 第 7.2.2 条计算确定。

对需要时程分析，或设计要求提供覆盖层厚度的工程，应提供覆盖层厚度。确定覆盖层厚度的波速孔深度应不小于 100m；对不需要实测覆盖层厚度的工程，当无实测资料时，天津市除蓟县县城及北部

山区外的平原地区，覆盖层厚度均应按大于 80m 考虑。

### 3.8.5 液化判别地下水位取勘察期间实测值不妥

【相关标准】GB50011-2010(2016 年版)第 4.3.3 条：地下水位深度 (m)，宜按设计基准期内年平均最高水位采用，也可按近期年内最高水位采用。

### 3.8.6 未进行液化判别、液化判别孔数及测试点数均不足、未判定液化等级

【相关标准】GB50011-2010(2016 年版)第 4.3.2 条：地面下存在饱和砂土和饱和粉土时，除 6 度外，应进行液化判别；存在液化土层的地基，应根据建筑的抗震设防类别、地基的液化等级，结合具体情况采取相应的措施。

GB50021-2001(2009 年版)第 5.7.8 条：地震液化的进一步判别应在地面以下 15m 的范围内进行；对于桩基和基础埋深大于 5m 的天然地基，判别深度应加深至 20m。对判别液化而布置的勘探点不应少于 3 个，勘探孔深度应大于液化判别深度。

GB50021-2001(2009 年版)第 5.7.9 条：地震液化的进一步判别，除应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB50011)的规定执行外，尚可采用其他成熟方法进行综合判别。

当采用标准贯入试验判别液化时，应按每个试验孔的实测击数进行。在需作判定的土层中，试验点的竖向间距宜为 1.0~1.5m，每层土的试验点数不宜少于 6 个。

GB50021-2001(2009 年版)第 5.7.10 条：凡判别为可液化的土层，应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB50011)的规定确定其液化指数和液化等级。

勘察报告除应阐明可液化的土层、各孔的液化指数外，尚应根据各孔液化指数综合确定场地液化等级。

【提示】采用标贯试验判定土层液化应注意以下问题：

1 标贯试验时，必须在标贯器内采取扰动土样进行颗分试验，不可采用原状土样的颗分试验数据进行液化判别。

2 单孔液化判别按 GB50011-2010(2016 年版)规范 4.3.4 条，式 4.3.4 进行计算，其标准贯入锤击数基准值  $N_0$  取值见下表：

天津地区标准贯入锤击数基准值  $N_0$  取值表

地区	抗震设防烈度	设计基本地震加速度	$N_0$ 值
大部分地区	8	0.20g	12
西青区、静海区、蓟县	7	0.15g	10

3 单孔液化判定计算完成后，如为可液化的土层，按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011-2010(2016 年版)第 4.3.5 条规定确定其液化指数和液化等级。

按式 4.3.5 计算液化指数时，单位土层厚度的层位影响权函数  $W_i$  的取值：

判别深度为 15m 时：

该层中点深度不大于 5m 时，取  $W_i=10$ ；

等于 15m 时，取  $W_i=0$ ；

中间 5~15m 内，采用内插取值， $W_i=15-d_i$ ；

判别深度为 20m 时：

该层中点深度不大于 5m 时，取  $W_i=10$ ；

等于 20m 时，取  $W_i=0$ ；

中间 5~20m 内，采用内插取值， $W_i=2(20-d_i)/3$ ；

4 计算出液化指数  $I_{cE}$  后，按表 4.3.5 确定液化等级。

表 4.3.5 液化等级与液化指数的对应关系

液化等级	轻微	中等	严重
液化指数 $I_{cE}$	$0 < I_{cE} \leq 6$	$6 < I_{cE} \leq 18$	$I_{cE} > 18$

### 3.8.7 提供液化土层桩周摩阻力未进行折减

【相关标准】JGJ94-2008 第 5.3.12 条：对于桩身周围有液化土层的低承台桩基，当承台底面上下分布有厚度不小于 1.5m、1.0m 的非液化土或非软弱土层时，可将液化土层极限侧阻力乘以土层液化影响折减系数计算单桩极限承载力标准值。土层液化影响折减系数可按表 5.3.12 确定。

表 5.3.12 土层液化影响折减系数  $\psi_L$

$\lambda_N=N/N_{cr}$	标准贯入点深度 $d_s$ (m)	折减系数
$\leq 0.6$	$d_s \leq 10$	0
	$10 < d_s \leq 20$	1/3
$0.6 < \lambda_N \leq 0.8$	$d_s \leq 10$	1/3
	$10 < d_s \leq 20$	2/3
$0.8 < \lambda_N \leq 1.0$	$d_s \leq 10$	2/3
	$10 < d_s \leq 20$	1

当承台底面上下非液化土层厚度小于以上规定时，土层液化影响折减系数取 0。

【提示】提供液化土层桩周土摩阻力折减系数时，对浅部新近沉

积土层的折减应考虑承台的埋深因素。

**3.8.8 未进行场地稳定性和适宜性评价**

【相关标准】JGJ/T72-2017 第 8.1.1~8.1.7 条(略)；  
GB50011-2010(2016年版)规范 4.1.7~4.1.9 条(略)。

**3.8.9 厚层软土地区未进行软土震陷评价**

【相关标准】GB50021-2001(2009年版)第 5.7.11 条：抗震设防烈度等于或大于 7 度的厚层软土地区，宜判别软土震陷的可能性和估算震陷量。

GB50011-2010(2016年版)第 4.3.11 条：地基中软弱粘性土层的震陷判别，可采用下列方法。饱和粉质黏土震陷的危害性和抗震陷措施应根据沉降和横向变形大小等因素综合研究确定，8 度(0.30g)和 9 度时，当塑性指数小于 15 且符合下式规定的饱和粉质黏土可判为震陷性软土。 $W_s \geq 0.9W_L$ ； $I_L \geq 0.75$

DB/T29-247-2017 第 7.4.1 条：滨海地区场地有厚层软土时，宜判定和评价其产生震陷的可能性。

DB/T29-247-2017 第 7.4.2 条：当厚层软土的等效剪切波速满足表 7.4.2 条件时，各类建(构)筑物可不考虑震陷影响

表 7.4.2 软土等效剪切波速和承载力特征值与震陷的关系

抗震设防烈度	7 度	8 度
	0.15g	0.20g
等效剪切波速 (m/s)	>120	>140
震陷影响	不考虑	不考虑

DB/T29-247-2017 第 7.4.3 条：软土震陷判别可通过剪切波速测试值、地基土承载力、上覆非软弱土层厚度、软土层厚度等进行分析，

必要时可结合室内土的动力性质试验进行判别。

DB/T29-247-2017 第 7.4.4 条：软土震陷分析和建筑物震陷估算值应依据《软土地区岩土工程勘察规程》JGJ83 有关规定评价确定。

JGJ83-2011 第 6.3.4 条：设防烈度等于或大于 7 度时，对厚层软土分布区宜判别软土震陷的可能性，并应符合下列规定：

1 当临界等效剪切波速大于表 6.3.4-1 的数值时，可不考虑震陷影响。

表 6.3.4-1 临界等效剪切波速

抗震设防烈度	7 度	8 度	9 度
临界等效剪切波速 $v_{se}$ (m/s)	90	140	200

2 对于天然地基的建筑物，当临界等效剪切波速小于或等于表 6.3.4-1 的数值时，甲级建筑物和对沉降有严格要求的乙级建筑物应进行专门的震陷分析计算；对沉降无特殊要求的乙级建筑物和对沉降敏感的丙级建筑物，可按表 6.3.4-2 的建筑物震陷估算值或根据地区经验确定。

表 6.3.4-2 建筑物震陷估算值

设防烈度 震陷估算值 (mm)	7(0.1~0.15g)	8(0.2g)	9(0.4g)
	地基条件		
地基主要受力层深度 内软土厚度>3m 地基土等效剪切波速 值<90m/s	30~80	150	>350

注：1 当地基土实际条件与表中的条件相比，只要有一项不符合时，应按实际条件变化的大小和建筑物性质及结构类型，适当减小震陷值；当地基土实际条件与表中的两项条件均不相符时，可不考虑震陷对建筑物的影响；

2 当需要估算软土震陷量时，宜采用以静力计算代替动力分析的简化分层总和法。

#### 【提示】

1 土层等效剪切波速是以剪切波在地面至计算深度各层土中传播时间不变的原则定义的土层平均剪切波速。计算按 DB/T29-247-2017 第 7.4.2 条进行。

2 在场地抗震设防烈度为 8 度的地区，当采用天然地基且地基主要受力层范围内存在累计厚度 $\geq 3\text{m}$ 的软土层时，应对其在地震力作用下可能产生的软土震陷进行评价，并提供估计的震陷量（震陷量通常可按 80~150mm 考虑）。具体执行《天津市岩土工程勘察规范》DB/T29-247-2017 和《软土地区岩土工程勘察规程》JGJ83-2011。

### 3.9 报告图件

#### 3.9.1 勘察报告格式未按照《天津市岩土工程技术文件范本》的内容和格式出具报告或未加盖注册土木工程师（岩土）执业印章

【相关标准】天津市城乡建设和交通委员会文件[2009]404号：

1 自 2009 年 9 月 1 日起，凡我市行政辖区内的岩土工程项目，统一实施注册土木工程师（岩土）执业制度。

2 自 2009 年 10 月 1 日起，凡我市行政辖区内的岩土工程项目，勘察设计单位应按《天津市岩土工程技术文件范本》的内容和格式出具报告。

#### 3.9.2 勘探点平面图无标识，且与规划总平面图不符

【相关标准】GB50021-2001(2009 年版)第 4.1.11 条第 1 款：搜集附有坐标和地形的建筑总平面图。

【提示】勘探点平面图应表示的内容：

1 应以坐标确定场区地理位置，或有明显的参照物（如：两条相交的道路），应有指北方向；

2 拟建物位置地理及层数，标明图纸比例尺；

3 勘察工作量布置及完成情况：孔位、孔性、孔深、地下水位、孔口标高；未完成工作量仅标注设计孔位、孔性、孔深；

4 应标注水准点位置（或在文字报告中作出相应说明）。

#### 3.9.3 原位测试试验未绘制试验曲线、或绘制成果不规范

【相关标准】GB50021-2001(2009 年版)第 10.3.3 条：静力触探试验成果分析应包括下列内容：

绘制各种贯入曲线：单桥和双桥探头应绘制  $p_s-z$  曲线、 $q_c-z$  曲线、 $f_s-z$  曲线、 $R_f-z$  曲线；孔压探头尚应绘制  $u_i-z$  曲线、 $q_t-z$  曲线、 $f_t-z$  曲线、 $B_q-z$  曲线和孔压消散曲线： $u_t-lgt$  曲线；

GB50021-2001(2009 年版)第 10.5.4 条：标准贯入试验成果  $N$  可直接标在工程地质剖面图上，也可绘制单孔标准贯入击数  $N$  与深度关系曲线或直方图。

GB50021-2001(2009 年版)第 10.4.3 条：圆锥动力触探试验成果分析应包括下列内容：

单孔连续圆锥动力触探试验应绘制锤击数与贯入深度关系曲线；

GB50021-2001(2009 年版)第 10.6.4 条：十字板剪切试验成果分

析应包括下列内容:

绘制单孔十字板剪切试验土的不排水抗剪峰值强度、残余强度、重塑土强度和灵敏度随深度的变化曲线, 需要时绘制抗剪强度与扭转角度的关系曲线;

GB50021-2001(2009 年版)第 10.7.4 条: 旁压试验成果分析应包括下列内容:

对各级压力和相应的扩张体积(或换算为半径增量)分别进行约束力和体积的修正后, 绘制压力与体积曲线, 需要时可作蠕变曲线。

【提示】绘制各种原位测试曲线, 便于对场区进行平面范围及深度范围内工程性质变化进行综合分析, 找出变化规律并与室内试验资料一起进行分析比较, 确定相关工程特性指标。

#### 3.9.4 图件无签署或签署不全

【相关标准】《建设工程质量管理条例》第十九条: 勘察、设计单位必须按照工程建设强制性标准进行勘察、设计, 并对其勘察、设计的质量负责。

注册建筑师、注册结构工程师等注册执业人员应当在设计文件上签字, 并对设计文件负责。

#### 3.9.5 平面图及剖面图无比例尺或比例尺过小

【相关标准】《岩土工程勘察报告编制标准》第 5.4.4 条: 工程地质剖面图的比例尺应根据地质条件、勘探孔的疏密、深度等具体情况确定。水平比例尺宜选用 1:500, 亦可采用 1:200 或 1:1000; 垂直比例尺宜选用 1:100, 亦可采用 1:50 或 1:200。但水平与垂直之比不宜大于 1/10。在基岩及斜坡地区, 水平比例尺与垂直比例尺宜相同。

### 3.10 其它

#### 3.10.1 借用邻近场区勘察资料距离过远、或资料本身不具代表性

【提示】《岩土工程勘察专业有关技术问题的解释说明之三》对资料借用问题作了比较详细的规定:

1 勘探资料原则上不得借用, 仅当工程本身实施条件确有困难时, 方可借用。

2 借勘探孔: 在同一地质单元内借用已有勘探孔时, 借用勘探点与新实施勘探点的间距按地基复杂程度等级确定, 应满足: 一级(复杂)地基 20m, 二级(中等复杂)地基 35m, 三级(简单)地基 50m。

3 借用土工试验及原位测试资料: 在同一地质单元内借用已有勘探孔的土工试验及原位测试资料时, 借用资料的勘探孔与场地的间距按地基复杂程度等级确定, 应满足: 一级(复杂)地基 50m, 二级(中等复杂)地基 100m, 三级(简单)地基 150m。

4 借用地下水资料: 沿海地区(塘沽、汉沽、大港)、有污染的场地不得借用水质分析资料; 其他地区借用场地周围已有水质分析资料时, 借用距离应满足 3 款要求, 且需结合拟建工程情况新取一定数量的水试样进行水质分析试验。

5 借用深孔波速资料: 对于同一地质单元内, 相邻场地有覆盖层厚度实测勘察资料时, 可以借鉴使用, 借用场地的距离不应超过 1km。

6 同一项目分期提供勘察成果时, 借用条件可适当放宽。

7 借用勘探资料时, 应对借用资料的原因和可行性进行详细论述, 须在勘察报告中附相应的勘探资料成果, 并将借用资料勘探孔位置标注在勘探孔平面布置图上。

### 3.10.2 假设高程或采用“08高程”，与设计采用高程关系不清

【相关标准】GB50021-2001(2009年版)第4.1.11条第1款：搜集附有坐标和地形的建筑总平面图，场区的地面整平标高，建筑物的性质、规模、荷载、结构特点、基础形式、埋置深度、地基允许变形等资料。

天津市规划局《关于启用“1972年天津市大沽高程系2015年高程”的通知》规测字[2018]99号文件：从2018年6月1日起，在天津市域范围内统一启用“1972年天津市大沽高程系2015年高程”。

【提示】这是个较普遍的问题，假定某点为±0.00、个别工程假设某点高程数值接近场区绝对高程，或者是未注明采用的大沽高程年份，极易造成设计桩端位置差异、和市政配套无法衔接，造成工程损失。故除特殊情况外，一般均应采用地区绝对高程。

### 3.10.3 设计与勘察脱节

【提示】进行勘察时，往往设计尚未委托，或勘察单位只根据一张设计总平面图进行勘察施工，未与设计沟通，形成勘察设计脱节。经常出现勘察漏项及技术指标不能满足设计要求的情况，造成勘察返工。即延误工期、又造成一定的经济损失。

勘察时拟建物按规范要求不需要布置控制性钻孔，当设计变更层数需布置控制性钻孔进行沉降变形分析时，原设计孔深已不能满足设计要求。或由于规划调整，勘查等级由乙级变成甲级时，技术工作量是否满足规范要求。上述问题均要结构设计审查时作出判断并提出审查意见，极易疏漏。

## 4 给水排水篇

### 4.1 生活给水

#### 4.1.1 城市给水管道与自备水源、回用水管道的错误连接

【相关标准】《城镇给水排水技术规范》GB50788-2012 第 3.4.7 条：供水管网严禁与非生活饮用水管道连接，严禁擅自与自建供水设施连接，《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）第 3.2.3 条：城市给水管道严禁与自备水源的供水管道直接连接。3.2.3A 条：中水、回用雨水等非生活饮用水管道严禁与生活饮用水管道连接。

【提示】城市给水管道如果设置不慎，容易造成饮用水污染。自备水源（如自有水井等）的供水管道严禁与城市给水管网直接连接（不论自备水源的水质是否符合《生活饮用水卫生标准》），因为若连接，这有可能造成自备水源的水进入市政供水管道，这是不允许的。用生活饮用水作为中水、回用雨水补充水时，不应采用管道直接连接，应补入中水、回用雨水贮存池内，其进水管口最低点高出溢流边缘的空气间隙不应小于 150mm。

#### 4.1.2 从城市给水管道接出用水管道未设倒流防止器

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）第 3.2.5 条：从给水饮用水管道上直接供下列用水管道时，应在这些用水管道的下列部位设置倒流防止器：1 从城镇给水管网的不同管段接出两路及两路以上的引入管，且与城镇给水管形成环状管网的小区或建筑物，在其引入管上；2 从城镇生活给水管网直接抽水的水泵的吸水管上；3 利用城镇给水管网水压且小区引入管无防回流设施时，

向商用的锅炉、热水机组、水加热器、气压水罐等有压力容器或密闭容器注水的进水管上。

【提示】有两路进水的建筑物或小区，其在建筑室外形成环状管网，且与城镇给水管网形成环状，这时需在城镇给水管网引入的两条进水管上设置倒流防止装置，这样可以防止小区管道内的水倒流进入城镇给水管网，这一点需要设计师加以注意；叠压供水设备从城镇给水管网的水管上直接吸水，必须设置倒流防止器，防止压力水直接倒流入城镇给水管网；从市政给水管向锅炉、热水机组（非住宅户内使用）、热交换器等压力容器补水的管道上，必须设置倒流防止器，以防市政管网压力低时，室内压力管网的水倒流进入市政管网，污染水源。

#### 4.1.3 生活给水管向消防水池补水未采取防止回流污染措施

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）第 3.2.4C 条：从生活饮用水管网向消防、中水和雨水回用水等其他用水的贮水池（箱）补水时，其进水管口最低点高出溢流边缘的空气间隙不应小于 150mm。

【提示】消防水池补水管的管径较大，规范为了防止补水时回流污染，明确要求进水管口的最低点高出溢流边缘的空气间隙高度控制在不小于 150mm。部分设计师往往不注意此条款，经常出错，此条为强制性条款，尤其要注意执行。

#### 4.1.4 生活水箱间上方设置条件不当

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）第 3.2.11 条：建筑物内的生活饮用水水池（箱）宜设在专用房间内，其上方的房间不应有厕所、浴室、盥洗室、厨房、污水处理间等。

【提示】生活饮用水水箱间的上方，应是洁净且干燥的用房，不



应设置厕所、浴室、盥洗室、厨房、污水处理间等需经常冲洗地面的房间，以免楼板产生渗漏时污染水质，设计有必要提醒建筑专业，在房间功能布置时，一定避免此类房间布置在水箱间顶板上。

#### 4.1.5 生活水箱的配管未设防护措施

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009年版）第3.2.12条：生活饮用水水池（箱）的构造和配管，应符合下列规定：1 人孔、通气管、溢流管应有防止生物进入水池（箱）的措施。

【提示】人孔的盖与盖座之间的缝隙是昆虫进入水池(箱)的主要通道，人孔盖与盖座要吻合紧密，并用富有弹性的无毒发泡材料嵌在接缝处。暴露在外的人孔盖要有锁。通气管口和溢流管是外界生物（细菌、病毒、孢子、蚊子、爬虫、老鼠等）入侵的通道，会造成水箱内的水质污染；应采取过滤、隔断等防生物入侵的措施，可设置耐腐蚀材料防护网（溢泄水管口）、空气过滤装置（通气管）等。

#### 4.1.6 给水管道阀门设置不全

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009年版）第3.4.5条：给水管道的下列部位应设置阀门：4 入户管、水表前和各分支立管；5 室内给水管道向住户、公共卫生间等接出的配水管起端。

【提示】生活给水管道检修阀门的设置应满足规范的要求，应考虑以人为本，便于开启与维修，尤其使检修时影响的使用面越小越好，故此阀门的设置不可缺少。

#### 4.1.7 给水管道止回阀设置不全

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009年版）第3.4.7条：给水管道的下列管段上应设置止回阀：1 直接从城镇给

水管网接入小区或建筑物的引入管上；2 密闭的水加热器或用水设备的进水管上。

【提示】设计人往往忽略止回阀的设计。生活给水管道向一般的水加热器（如电加热器）的供水管应设置单向阀，防止水倒流。而向有压力容器供水，则需要设倒流防止器。

#### 4.1.8 给水管道的布置不妥

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009年版）第3.5.7条：室内给水管道不应穿越变配电房、电梯机房、通信机房、大中型计算机房、计算机网络中心、音像库房等遇水会损坏设备和引发事故的房间，并应避免在生产设备上方通过。

【提示】布置给水管道时，应注意穿越房间的使用功能，避免进入变配电房、电梯机房等房间，以免管道跑水，引起电气设备的损坏、引发安全事故。

#### 4.1.9 各种给水管道穿过沉降缝处未采取防剪切措施

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009年版）第3.5.11条：给水管道不宜穿越伸缩缝、沉降缝、变形缝。如必须穿越时，应设置补偿管道伸缩和剪切变形的装置。

【提示】各种给水管道（生活给水、中水、消防栓、喷淋等管道）尽量不要穿越伸缩缝、沉降缝、变形缝，当无法避免时，应采取补偿措施：如不宜由双墙处穿过，若无法避免，应在墙体单侧（另一侧开洞）或双侧采取柔性连接；在穿墙处做成方形补偿器等；也可设置金属波纹管（需注明长度），以达到防剪切作用。

#### 4.1.10 塑料给水管道与灶台的距离及与热水器连接的问题

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009年版）

第 3.5.13 条：塑料给水管道不得布置在灶台上边缘；明设的塑料给水立管距灶台边缘不得小于 0.4m，距燃气热水器边缘不宜小于 0.2m。达不到此要求时，应有保护措施。塑料给水管道不得与水加热器或热水炉直接连接，应有不小于 0.4m 的金属管段过渡。

【提示】塑料给水管道不同于金属管道，布置时应考虑一些安全措施。

1 塑料给水管道若布置在灶台上边缘，炉灶口喷出的火焰及辐射热会损坏管道。燃气热水器虽无火焰喷出，但其燃烧部位外面仍有较高的辐射热，所以规范要求塑料给水管不应靠近。

2 塑料给水管道不应与水加热器或热水炉直接连接，以防炉体或加热器的过热温度直接传给管道而损害管道，一般应考虑设置不少于 0.4m 的金属管过渡连接措施。

#### 4.1.11 给水计算公式选用不当

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）  
第 3.6.4 条：住宅建筑的生活给水管道的设计秒流量，应按下列步骤和方法计算： $q_g = 0.2 \cdot U \cdot N_g$ ，第 3.6.5 条：宿舍（I、II 类）、旅馆、宾馆、酒店式公寓、医院、疗养院、幼儿园、养老院、办公楼、商场、图书馆、书店、客运站、航站楼、会展中心、中小学教学楼、公共厕所等建筑的生活给水设计秒流量，应按下式计算： $q_g = 0.2 \cdot a \cdot \sqrt{N_g}$   
第 3.6.6 条：宿舍（III、IV 类）、工业企业的生活间、公共浴室、职工食堂或营业餐馆的厨房、体育场馆、剧院、普通理化实验室等建筑的生活给水管道的设计秒流量，应按下式计算： $q_g = \sum q_{0n} b$

【提示】生活给水管道设计秒流量计算按用水特点分为不同类型，不同建筑应选用相应的计算公式，不要选错。现行规范中对老版规范

关于住宅计算公式作了很大的修改，现采用的是以概率法为基础的计算方式，不要再采用老的计算公式。宿舍共分为 4 类，其中 3、4 类的计算是采用同时给水百分数计算水量；在此提醒大家：对于不同的建筑，设计应采用相应的给水计算公式。

#### 4.1.12 大便器自闭冲洗阀给水当量数或流量取值问题

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）  
第 3.6.5 条附注：3）有大便器延时自闭冲洗阀的给水管段，大便器延时自闭冲洗阀的给水当量均以 0.5 计，计算得到的  $q_g$  附加 1.20L/s 的流量后，为该管段的给水设计秒流量。第 3.6.6 条附注：2）大便器自闭式冲洗阀应单列计算，当单列计算值小于 1.2L/s 时，以 1.2L/s 计；大于 1.2L/s 时，以计算值计。

【提示】不同使用功能的建筑，其大便器自闭冲洗阀设计流量的计算方法是不同的。

1 在宿舍（I、II 类）、宾馆、医院、办公楼、商场等建筑内有大便器自闭冲洗阀的给水管段，大便器的给水当量不能按《建筑给水排水规范》第 3.1.14 条取值，设计时考虑应按 0.5 计，计算得到的  $q_g$  附加 1.20L/s 的流量。

2 工业企业的生活间、公共浴室、职工食堂或营业餐馆的厨房、体育场馆等大便器的自闭阀不能单纯按给水百分数计算，至少按 1 个自闭阀的额定流量计算。

#### 4.1.13 生活给水箱分格问题

【相关标准】《天津市二次供水工程技术规程》DB29-69-2016 第 7.2.2 条：水箱容积大于 30m<sup>3</sup> 时，应分为容积基本相等的两格，并能独立工作。

【提示】水箱的容积较大时，应分为容积基本相等的两格，并能独立工作。当其中一个水箱清洗消毒或检修时，对二次供水用户的供水不会中断，可以达到二次供水的持续稳定。

#### 4.1.14 生活给水水箱进水管阀门设置错误

【相关标准】《天津市二次供水工程技术规程》DB29-69-2016 第 7.2.8 条：水箱进水管与出水管上必须安装阀门，且进水管应安装具有机械和电气双重控制功能的水位控制阀。

【提示】生活水箱进水管机械阀门不应设置普通浮球阀，而应采用液压水位控制阀。因为普通浮球阀当管径较大时，易漏水，且关闭的安全性不高，为了保证水箱储水稳定和二次供水泵房的安全，“标准”对进水阀特别做出了要求。

#### 4.1.15 生活给水水箱溢水管设置错误

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）第 3.7.7 条：水塔、水池、水箱等构筑物应设进水管、出水管、溢流管、泄水管和信号装置，并应符合：溢流管宜采用水平喇叭口集水；喇叭口下的垂直管段高度不宜小于 4 倍溢流管管径。溢流管的管径，应按能排泄水塔（池、箱）的最大入流量确定，并宜比进水管管径大一级。《二次供水工程技术规程》CJJ140-2010 第 6.1.8.5 条：溢流管管径应大于进水管管径；宜采用水平喇叭口集水，溢流管出口末端应设置耐腐蚀材料防护网。

【提示】生活水箱溢水管的设计应考虑以下几个方面：

1 生活水箱进水管为压力流，而溢水管为重力流；溢水管管径大于进水管，可保证排泄水箱的最大入流量。

2 当水箱溢水为水箱高水位侧面开孔时，溢水水位不易确定，为

溢水管底至管顶，由于溢水管管径高度，水箱有效水深会减少。

3 溢水管管顶采用喇叭口（1: 1.5~1: 2.0 喇叭口）集水，是有明显的溢流堰的水流特性，之后经一段垂直管段（4 倍溢流管管径）转弯穿池壁伸出池外。

4 当水箱设在地下室时，其排水泵的选型应与系统的溢流量相匹配。

5 要考虑设置耐腐蚀材料滤网（《天津市二次供水工程技术规程》要求设 20 目的耐腐蚀材料滤网）以防昆虫、蚊蝇等小动物进入。

#### 4.1.16 居住用房给水泵房设置的限制

【相关标准】《城镇给水排水技术规范》GB50788-2012 第 3.6.6 条：给水加压、循环冷却等设备不得设置在居住用房的上层、下层和毗邻的房间内，不得污染居住环境。《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）第 3.8.11 条：民用建筑物内设置的生活给水泵房不应毗邻居住用房或在其上层或下层。《二次供水工程技术规程》CJJ140-2010 第 7.0.2 条：居住建筑的泵房应符合下列规定：1 不应毗邻起居室或卧室。宜设置在居住建筑之外或居住建筑的地下二层，当居住建筑首层为公建时，可设置在地下一层；2 泵房应独立设置，泵房出入口应从公共通道直接进入。

【提示】水泵机组运行时所产生的噪音，会对建筑的使用者及周围环境造成影响。居住用房不仅指居住建筑的卧室或起居室，还包括公共建筑如酒店的客房、医院的病房等。居住用房对环境的安静要求比较高，如此就限制了给水泵房的设置部位，规范明确要求其不可以毗邻居住用房，就是为了避免噪声扰民的问题，这一点设计师需要特别注意。泵房的独立设置，是方便二次供水部门的管理和使用。

#### 4.1.17 给水泵房未采取减震防噪措施

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009年版）第3.8.12条：建筑物内的给水泵房，应采用下列减振防噪措施：1 应选用低噪声水泵机组；2 吸水管和出水管上应设置减振装置；3 水泵机组的基础应设置减振装置；4 管道支架、吊架和管道穿墙、楼板处，应采取防止固体传声措施；5 必要时，泵房的墙壁和天花应采取隔音吸音处理。

【提示】水泵机组运行时所产生的噪音，会对建筑的使用者及周围环境造成影响。现行规范对给水泵房内噪声的规定很明确，在水泵的选型、基础、管道、敷设等方面均有要求，需要设计师在进行设计时遵照执行，不要忽视漏掉。泵房的运行噪音应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB10070的规定。

#### 4.1.18 增压设备布置间距过小

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009年版）第3.8.14条：水泵机组的布置，应符合表3.8.14的规定：

表 3.8.14 水泵机组外轮廓面与墙和相邻机组间的间距

电动机额定功率 (kW)	水泵机组外轮廓面与墙面 之间的最小间距 (m)	相邻水泵机组外轮廓面之 间的最小间距 (m)
≤22	0.8	0.4
>25~55	1.0	0.8
≥55, ≤160	1.2	1.2

【提示】有的工程加压水泵机组布置间距过小，如某泵房，并排安装的两台110kW消防泵，其基础中心间距仅有1.0m。水泵机组的布置应考虑水泵的检修空间，水泵机组的基础端边之间距离或至墙面的

净距应保证泵轴和电机转子的拆卸，给检修工作留出操作空间。

#### 4.1.19 减压阀的阀后压力不明确

【提示】控制配水点处的供水压力是给水系统节水设计中较为关键的一个环节。在系统分区或分区下部楼层设置减压阀是常用的方法，设计师应在施工图中明确减压阀的选型及各系统减压阀阀后压力，满足系统设计及管网的安装调试要求。

#### 4.1.20 二次供水管道未设标识

【相关标准】《天津市二次供水工程技术规程》DB29-69-2016 第8.2.3条：二次供水管道应作蓝色标识，并标明二次供水。

【提示】采用蓝色标识是为了与再生水（浅绿色）等其它管线加以区别，便于管理与维护，防止误接、误用、误饮造成供水安全事故。标明“二次供水”字样是为了区别于市政给水管网。

#### 4.1.21 生活水箱进水管标高有误

【相关标准】《二次供水工程技术规程》CJJ140-2010 第6.1.8条：水池（箱）应设进水管、出水管、溢流管、泄水管、通气管、人孔，并应符合下列规定：1 进水管的设置应符合现行国家规范《建筑给水排水设计规范》GB50015；2 出水管管底应高于水池（箱）内底，高差不小于0.1m；《天津市二次供水工程技术规程》DB29-69-2016 第7.2.7条：水箱进水管管底应高于溢流管管顶，距离不应小于0.1m，并应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB50015；水箱出水管管底距水箱底部不应不小于0.1m。

【提示】为防止水质污染，规程对水箱进水管均有严格要求，生活给水水箱的出水管不应在水箱底接出，出水管的管下皮应高于箱底0.1m，可以尽量减少水箱底部沉淀物从出水口流出。

#### 4.1.22 二次供水设施的水箱消毒方法的问题

【相关标准】《二次供水工程技术规程》CJJ140-2010 第 6.5.1 条：二次供水设施的水池（箱）应设置消毒设备。第 6.5.2 条：消毒设备可选择臭氧发生器、紫外线消毒器和水箱自洁消毒器等，其设计、安装和使用应符合国家现行有关标准的规定。第 6.5.3 条：臭氧发生器应设置尾气消除装置。第 6.5.4 条：紫外线消毒器应具备对紫外线照射强度的在线监测，并宜有自动清洗功能。

【提示】规程中提到的三种消毒设备是目前使用安全、消毒效果比较好的设备，也是最常用的设备，设计人员在使用这几种消毒设备时，需注意其使用要求，即，臭氧发生器应设置尾气消除装置、紫外线消毒器应在线监测。

#### 4.1.23 游泳池进水口、回水口、泄水口未设置防护措施

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）第 3.9.20A 条：游泳池和水上游乐池的进水口、池底回水口和泄水口的格栅孔隙的大小，应防止卡入游泳者手指、脚趾。泄水口的数量应满足不会产生负压造成对人体的伤害。

【提示】游泳池进水口、回水口、泄水口的正确设置，对保证池水的有效循环和水质净化处理效果十分重要。同时其安全性考虑同样不容忽视，具体做法请参照行业标准《游泳池给水排水工程技术规程》CJJ122-2017 的有关规定。

#### 4.1.24 循环冷却水系统未考虑节能措施

【相关标准】《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 第 4.3.19 条：空气调节冷却水系统设计应符合下列要求：3 冷却塔补水总管上应设置水流量计量装置。《天津市公共建筑节能设计标准》

DB29-153-2014 第 6.2.6 条：冷却塔的选型和布置应符合国家现行标准《建筑给水排水设计规范》GB50015 的规定，循环冷却水系统的设计应符合下列要求：1 应采取水温控制措施；2 应有过滤、缓释、阻垢、杀菌、灭藻水等处理措施；

【提示】冷却塔的补水是为了弥补系统的蒸发、排污、风吹损失，过多的飘水是导致补水量增大的主要原因。设计师应选择能效高、噪音低、飘水少的成品冷却塔。在补水总管设置水流量计量装置可以通过对补水量的计量，使管理者建立节能意识，为监督管理提供一定的依据，故此补水管上不要漏设水表。冷却塔的调节控制不仅使制冷机保持稳定运行，且能起到明显的节能效果。控制包括冷却循环系统的温度控制、流量控制和水质控制。可以调节冷却塔的台数、风机的转速、设置旁通电动阀等。冷却循环水处理，对于保证冷却水系统及冷凝器的效率很重要，不要忽视冷却水处理。

#### 4.1.25 管网叠压供水方式未注意设置条件

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）第 3.3.2A 条：叠压供水设计方案应经当地供水行政主管部门及供水部门批准认可；《天津市管网叠压供水技术规程》DB/T29-173-2014 第 3.1.4 条：设备吸水管应独立接自城镇供水管网或小区环状管网。第 3.1.5 条：设备吸水管所接的城镇供水管网管径不应小于 150mm；所接的小区供水管网管径不应小于 100mm。

【提示】叠压供水设备在城镇供水管网能满足用户的流量要求，而不能满足所需的水压要求，设备运行后不会对管网的其他用户产生不利影响的地区使用。选用管网叠压供水方式是有设定条件的，首先应经过当地供水行政主管部门的认可。当市政供水管网管径小于 150mm

时,一般都位于城市供水管网的末端,其供水水压偏低,若在此处采用管网叠压供水方式,会造成周边建筑物供水水压降低,影响其正常使用。同样道理为了不影响小区内其它建筑的使用,规程规定了连接叠压供水设备的小区管网的最小管径,设计应遵照执行。

#### 4.1.26 管网叠压供水水泵扬程计算错误

【相关标准】《天津市管网叠压供水技术规程》DB/T29-173-2014 第 3.2.2.6 条:水泵扬程计算值应按下列公式计算:  $P_{11}=P_S-P_K$  ( $P_{11}$ —水泵扬程计算值,  $P_S$ —供水系统设计压力值,  $P_K$ —水泵吸水口处实际可利用的供水压力值)

【提示】部分设计人不注意,采用管网叠压供水,水泵仍按照断流水箱水位计算扬程。管网叠压供水方式不同于水泵、水箱供水方式,它利用了市政供水管网的压力,故在计算水泵扬程时,应减去实际可利用的供水压力值。

#### 4.1.27 未充分利用市政水压供水

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003(2009年版) 第 3.3.3 条:建筑物内的给水系统宜按以下要求确定:应利用室外给水管网的水压直接供水。当室外给水管网的水压和(或)水量不足时,应根据卫生安全、经济节能的原则选用贮水调节和加压供水方案。

【提示】应尽可能利用市政给水管网的水压直接供水,对于多层、高层建筑给水系统,当市政管网供水能力不能满足供水要求时,再采取加压供水方式。这是节能的一般要求,也是绿色建筑的基本要求,设计师应遵照执行。

#### 4.1.28 二次供水系统底部用水点处水压偏大

【相关标准】《民用建筑节能设计标准》GB50038-2005 第 4.1.3

条:市政管网供水压力不能满足供水要求的多层、高层建筑的给水、中水、热水系统应竖向分区,各分区最低卫生器具配水点处的静水压不宜大于 0.45MPa,且分区内底层部分应设减压设施保证各用水点处供水压力不大于 0.2MPa。

【提示】控制配水点处的供水压力是给水系统节水设计中最为关键的一个环节,要求供水点压力不大于 0.2MPa,目的是要通过限制供水压力,避免无效出流造成水的浪费。

#### 4.1.29 穿过人防地下室的给水管未设置防护阀门

【相关标准】《人民防空地下室设计规范》GB50038-2005 第 6.2.13 条:防空地下室给水管道上防护阀门的设置及安装应符合下列要求:1 当给水管道从出入口引入时,应在防护密闭门的内侧设置;当从人防围护结构引入时,应在人防围护结构的内侧设置;穿过防护单元之间的防护密闭隔墙时,应在防护密闭隔墙两侧的管道上设置;2 防护阀门的公称压力不应小于 1.0MPa;3 防护阀门应采用阀芯为不锈钢或铜材质的闸阀或截止阀;4 人防围护结构内侧距离阀门的近端面不宜大于 200mm。阀门应有明显的启闭标志。

【提示】防护阀门是指为防冲击波及核生化战剂由管道进入工程内部而设置的阀门。在防护分区内设置防护阀门,防护阀门规范要求公称压力不小于 1.0MPa,阀门应有明显的启闭标志。

#### 4.1.30 中学化学实验室给水水嘴压力超压

【相关标准】《中小学校设计规范》GB50099-2011 第 10.2.5 条:当化学实验室给水水嘴的工作压力大于 0.02MPa,急救冲洗水嘴的工作压力大于 0.01MPa 时,应采取减压措施。

【提示】在中小学校的设计中，此点经常被设计师忽视。化学实验室给水水嘴的水压值是有限值的，即洗涤池化验盆的给水水压不能大于0.02MPa，急救冲洗水嘴的压力不能大于0.01MPa。这是因为给水水压较高时，容易发生溅水现象；急救冲洗水嘴是为当有害化学药品溅入学生眼中时，急救冲洗使用，水压不能过大。应采取减压限压措施。

## 4.2 中水

### 4.2.1 部分建筑项目未进行中水设计

【相关标准】《天津市再生水设计规范》DB29-167-2007 第1.0.3条：市域范围内在进行各类建筑物和建筑小区设计时应有室内及庭院中水设施的建设内容，庭院管道上应有景观和绿化用水接出口。中水设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时使用。

【提示】《天津市再生水设计规范》明确了中水给水系统的设置范围——市域范围内的各类建筑物均应考虑中水设计，不考虑建筑规模和建筑性质。

### 4.2.2 中水供水安全及切换问题

【相关标准】《建筑中水设计规范》GB50336-2003 第1.0.10条：中水工程设计必须采取确保使用、维修的安全措施，严禁中水进入生活饮用水给水系统。《天津市再生水设计规范》DB29-167-2007 第1.0.8条：小区中水水源未接管道前，可用生活饮用水替代，切换点（阀门井）必须设在小区入口总管处，不允许在建筑物内切换。

【提示】中水是非饮用水，应严格限制其使用范围，保证使用安全。中水管道严禁与生活饮用水管道以任何方式的连接，避免发生误

接、误用。在目前天津市市政中水管网未铺设地区，需要用生活饮用水代替，为防止楼内中水与生活饮用水的错接、误接，发生安全事故，要求给水、中水系统切换的位置应在小区入口处。

### 4.2.3 拖布池不应供应中水

【相关标准】《建筑中水设计规范》GB50336-2003 第5.4.7条：中水管道上不得装设取水龙头。当装有取水接口时，必须采取严格的防止误饮、误用的措施。

【提示】中水管道上不得装设取水龙头，指的是在人员出入密集型的公共场所安装取水龙头，容易造成不知情人员的误使用。中水仅可以用作冲厕、道路清扫、消防、城市绿化、车辆冲洗等。建筑物内的拖布池不应该供应中水，以防误用。

### 4.2.4 中水管道未采取防止误接、误用的措施

【相关标准】《建筑中水设计规范》GB50336-2003 第8.1.6条：中水管道应采取下列防止误接、误用、误饮的措施：1 中水管道外壁应按有关标准的规定涂色和标志；2 水池（箱）、阀门、水表及给水栓、取水口均应有明显的“中水”标志；3 公共场所及绿化的中水取水口应设带锁装置；4 工程验收时应逐段检查、防止误接。

【提示】有的工程中水管道不做标识，未采取防止误接、误用的措施。防止误接、误饮、误用，保证中水的使用安全是中水工程设计中必须考虑的问题，也是采取安全防护措施的主要内容。中水管道外壁颜色是区别其它管道的一种方法。目前，以浅绿色为中水管道标识。对于在公共场所的中水取水口，设置带锁装置后，可防止任意人的误用。车库中用于冲洗地面和冲洗车辆所用的中水龙头也应上锁，并挂牌明示不得饮用，以防停车人误用。

#### 4.2.5 中水箱未采取消毒措施

【相关标准】目前对于中水的二次供水，国家和地方没有明确的标准，为保证中水水质，建议参照《天津市二次供水工程技术标准》DB29-69-2016 第 11.1.3 条：二次供水设施设置水箱时，必须设置消毒设备对水箱储水进行消毒，并保证消毒效果。

【提示】中水的水质标准较低，在高层建筑中，中水在水箱内停留，会使其水质恶化。而现行规范对二次加压中水消毒问题未有规定。因此，建议中水二次加压系统仿照生活给水系统，设置消毒设备对水箱储水进行消毒。

#### 4.2.6 中水管道与其它管道埋设间距要求

【相关标准】《建筑中水设计规范》GB50336-2003 第 8.1.4 条：中水管道与生活饮用水给水管道、排水管道平行埋设时，其水平净距不得小于 0.5m，交叉埋设时，中水管道应位于生活饮用水管道下面，排水管道的上面，其净距均不得小于 0.15m。

【提示】规范明确中水管道与饮用水管道平行或交叉敷设时的距离要求，为的是防止污染饮用水。一些设计师往往不注意，给水、中水管道水平敷设时间距较近，如有的间距只有 0.3m、0.4m，不满足规范要求，需要修改。

### 4.3 排水

#### 4.3.1 排水系统的水封未做要求

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）第 4.2.6 条：构造内无存水弯的卫生器具与生活污水管道或其它可能产生有害气体的排水管道连接时，必须在排水口以下设存水弯。存水

弯的水封深度不得小于 50mm。严禁采用活动机械密封替代水封。第 4.5.9 条：带水封的地漏水封深度不得小于 50mm。第 4.5.10A 条：严禁采用钟罩（扣碗）式地漏。

【提示】部分设计人员对排水系统水封要求不注意，未对水封提出具体要求。存水弯水封必须保证一定的深度，考虑到水封蒸发损失、自虹吸损失以及管道内气压变化等因素，规范规定水封深度不得小于 50mm。这对于防止排水管道有害有毒气体进入室内很重要。活动的机械存在使用寿命问题，同时还存在排水中杂物卡堵的问题，所以规范不允许用活动机械密封替代水封。设计人在设计过程中不得忽视这一细节。钟罩式地漏水力条件差，易淤积堵塞，当疏通淤积泥沙垃圾时，钟罩移位，水封干涸，下水道有害气体窜入室内，污染环境。

#### 4.3.2 排水沟的水封未做要求

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）第 4.3.19 条：室内排水沟与室外排水管道连接处，应设水封装置。

【提示】室内排水沟与室外排水管道连接，设计容易忽视隔绝室外管道中有毒气体通过明沟窜入室内，污染室内环境卫生。比较有效的方法，就是在室外设置水封井或排水管设置存水弯。

#### 4.3.3 排水管道不得穿过变形缝

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）第 4.3.3 条：建筑物内排水管道布置应符合：排水管道不得穿过沉降缝、伸缩缝、变形缝、烟道和风道；当排水管道必须穿过沉降缝、伸缩缝、变形缝时，应采取相应技术措施。

【提示】穿过沉降缝、伸缩缝、变形缝时，管道可能因不均匀沉降、伸缩、变形而产生损坏，造成排水管道的渗漏，从而污染环境。



设计中应避免排水管道穿过沉降缝、伸缩缝、变形缝、烟道和风道。2009年版的给排水规范对排水管道穿缝提出了必须穿越的余地，现在大型超大型项目很多，而建筑布局造成排水管道非穿越沉降缝、伸缩缝、变形缝时，可考虑橡胶密封排水管材、管件。

#### 4.3.4 住宅排水管道不应穿卧室

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009年版）  
第4.3.3A条：排水管道不得穿越卧室。

【提示】卧室是住宅安静要求最高的地方，现行规范将排水管道不得穿越卧室，定为强制性条文，要求排水管道不得穿越卧室任何部位，这一点设计师一定要注意。这也是经常被居民投诉的问题。

#### 4.3.5 住宅排水管道布置错误

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009年版）  
第4.3.6A条：厨房间和卫生间的排水立管应分别设置。

【提示】厨房、卫生间的排水立管独立设置，可以防止卫生间排水管道内的污浊有害气体串至厨房内，对居住者卫生健康造成影响，这在住宅是基本要求。

#### 4.3.6 住宅排水管道不应穿客厅餐厅

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009年版）  
第4.3.3.6条：排水管道不得穿越住宅客厅、餐厅，并不宜靠近与卧室相邻的内墙；

【提示】住宅的客厅、餐厅也有卫生、安静要求，排水管穿厅的事例，群众投诉的案例时有发生，这就要求给排水专业与建筑设计专业协调好。

#### 4.3.7 排水立管底部的排水支管连接错误

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009年版）  
第4.3.12.1条：排水立管最低排水横支管与立管连接处距排水立管管底垂直距离不得小于表4.3.12的规定。

表4.3.12 最低横支管与立管连接处到立管管底的垂直距离

立管连接卫生器具的层数	垂直距离 (m)	
	仅设伸顶通气	设通气立管
≤4	0.45	按配件最小安装尺寸确定
5~6	0.75	
7~12	1.20	
13~19	3.00	0.75
≥20	3.00	1.20

注：单根排水立管的排出管宜与排水立管相同管径。

【提示】老版给排水规范对于设有通气管情况下的最低横支管距立管底部没有距离的要求，现行2009年版给排水规范增加了这部分内容，提出了最低横支管距立管底部最小距离的要求，设计师对此应加以注意。现行规范删除了原来“当与排出管连接的立管底部放大一号管径或横干管比与之连接的立管大一号管径时，可将表中垂直距离缩小一档”的标注，这是因为放大排出管管径，对排水立管底部正压区改善不大，但会降低管内流速，减小管道内水流充满度，污物宜淤积而造成堵塞。单根排水立管的排出管不需变径。

#### 4.3.8 排水立管不满足最大设计排水能力

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009年版）  
第4.4.11条：生活排水立管的最大设计排水能力，应按表4.4.11确定。

表 4.4.11 生活排水立管最大设计排水能力

排水立管系统类型			最大设计通水能力(L/s)				
			排水立管管径 (mm)				
			50	75	100 (110)	125	150 (160)
伸顶 通气	立管与 横支管 连接配 件	90° 顺 水三通	0.8	1.3	3.2	4.0	5.7
		45° 斜 三通	1.0	1.7	4.0	5.2	7.4
专用 通气	专用通 气管 75mm	结合通 气管每 层连接	—	—	5.5	—	—
		结合通 气管隔 层连接	—	3.0	4.4	—	—
	专用通 气管 100mm	结合通 气管每 层连接	—	—	8.8	—	—
		结合通 气管隔 层连接	—	—	4.8	—	—
主、副通气立管+环形通气管			—	—	11.5	—	—
自循环 通气	专用通气形式		—	—	4.4	—	—
	环形通气形式		—	—	5.9	—	—
特殊 单立管	混合器		—	—	4.5	—	—
	内螺旋 管+旋 流器	普通型	—	1.7	3.5	—	8.0
		加强型	—	—	6.3	—	—

注：排水层数在 15 层以上时，宜乘 0.9 系数。

【提示】现行 2009 年版给排水规范对生活排水立管的最大设计排水能力做了较大的调整。1 不再区分塑料排水管和铸铁排水管，相同

管径其最大设计排水能力是一样的；其二，设有专用通气立管的排水立管，老版规范不区分结合通气管连接层数对排水能力的影响，现行规范通气管每层连接和隔层连接其排水能力是不同的，结合通气管每层连接其排水能力高于隔层连接；其三，相同管径下的排水能力基本上都低于以前规范数值，这一点设计师尤要注意。近期仍有部分工程按老规范的数值确定排水立管的管径，造成排水管径偏小，不满足现行规范对此要求。

#### 4.3.9 底层单排水管道不满足最大设计排水能力

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）

第 4.4.15.1 条：当建筑底层无通气的排水管道与其楼层管道分开单独排出时，其排水横支管管径可按表 4.4.15 确定：

表 4.4.15 无通气的底层单独排出的横支管最大设计排水能力

排水横支管	50	75	100	125	10
最大排水能力	1.0	1.7	2.5	3.5	4.8

【提示】现行 2009 年版的给排水规范对无通气的排水管道的最大设计排水能力做了较大调整：取消了立管工作高度，只给出底层无通气单排水管的排水能力，不是原来立管的工作高度可以达到 8 米；底层无通气的排水管道的排水能力做了调整，对于管径 DN100、DN125、DN150 的排水管，其最大设计排水能力减小。

#### 4.3.10 排水管道检查口和清扫口的设置不全

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）

第 4.5.12 条：铸铁排水立管上检查口在建筑物最低层和设有卫生器具

的二层以上建筑物的最高层，应设置检查口，当立管水平拐弯或有乙字管时，在该层立管拐弯处和乙字管的上部应设检查口；当排水立管底部或排出管上的清扫口至室外检查井中心的最大长度大于表 4.5.12-1 的数值时，应在排出管上设清扫口；排水横管的直线管段上检查口或清扫口之间的最大距离，应符合表 4.5.12-2 的规定。

表 4.5.12-1 排水立管或排出管上的清扫口至室外检查井中心的最大长度

管径 (mm)	50	75	100	100 以上
最大长度 (m)	10	12	15	20

表 4.5.12-2 排水横管的直线管段上检查口或清扫口之间的最大距离

管道管径 (mm)	清扫设备种类	距离 (m)	
		生活废水	生活污水
50~75	检查口	15	12
	清扫口	10	8
100~150	检查口	20	15
	清扫口	15	10
200	检查口	25	20

【提示】排水管道检查口和清扫口的设置是有要求的，不得随意设置或忽略设置，设置时不应超过上述条款规定。水平管线过长而未设清扫口，当管道堵塞时，无法疏通，从而影响生活。排水立管汇合时，在该层应设置检查口。

#### 4.3.11 排水管道布置不妥

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）

第 4.3.6 条：排水横管不得布置在食堂、饮食业厨房的主副食操作和烹调备餐的上方。当受条件限制不能避免时，应采取防护措施。

【提示】排水管道的布置不能由于漏水或凝结水造成安全卫生隐患。排水管道应避免设在食堂、厨房的上方，这需要设计人与建筑专业共同协商，合理布置，以满足使用的需求和规范的要求。

#### 4.3.12 排水管道未设环形通气管

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）

第 4.6.3 条：下列排水管段应设置环形通气管：1 连接 4 个及 4 个以上卫生器具且横支管的长度大于 12m 的排水横支管；2 连接 6 个及 6 个以上大便器的污水横支管。

【提示】在公共建筑集中的卫生间或盥洗室内，在横支管上承担的卫生器具数量超过允许负荷时应按规范设置环形通气管。设置环形通气管时，应用主通气立管或副通气立管逐层将环形通气管连接。

#### 4.3.13 排水通气管口设置不当

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）

第 4.6.10 条：高出屋面的通气管设置应符合下列要求：1 通气管高出屋面不得小于 0.3m，且应大于最大积雪厚度，通气管顶端应装设风帽或网罩；注：屋顶有隔热层时，应从隔热层板面算起。2 在通气管口周围 4m 以内有门窗时，通气管口应高出窗顶 0.6m 或引向无门窗一侧；3 在经常有人停留的平屋面上，通气管口应高出屋面 2m，当伸顶通气管为金属管材时，应根据防雷要求考虑防雷装置；4 通气管口不宜设在建筑物挑出部分（如屋檐檐口、阳台和雨篷等）的下面。

【提示】排水通气管的设置应视屋面情况而定。

1 通气管高出屋面的距离要考虑隔热保温层的厚度。在上人屋面

上的通气管，应注意通气管的设置高度（2m）。

2 设有跃层的住宅，尤其当顶层部分退台成为露台时，应特别注意通气管口距跃层门、窗口的距离，在通气管口 4m 范围以内有门窗时，通气管口应高出门窗顶 0.6m 或把通气管引向无门窗一侧，以防止空气污染。

3 高层建筑低层排水通气管伸出侧墙设置亦应符合上述要求。

#### 4.3.14 排水集水池容积过小，未设启停泵水位

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）第 4.7.8 条：集水池设计应符合下列规定：1 集水池有效容积不宜小于最大一台污水泵 5min 的出水量，且污水泵每小时启动次数不宜超过 6 次。2 集水池除满足有效容积外，还应满足水泵设置、水位控制器、格栅等安装、检查要求。3 集水池设计最低水位，应满足水泵吸水要求。7 集水池应设置水位指示装置，必要时应设置超警戒水位报警装置，并将信号引至物业管理中心。

【提示】工程中常见问题如下：

1 地下室的排水泵流量选择偏大，而集水池有效容积设置普遍偏小，如某工程地下室排水泵流量  $40\text{m}^3/\text{h}$ ，其水泵 5min 的出水量为  $3.33\text{m}^3/\text{h}$ ，而其集水池尺寸只有  $1.2\text{m}\times 1.2\text{m}\times 1.0\text{m}$ ，其有效容积不到  $1\text{m}^3$ ，与规范要求差距较大，这会造成排水泵启动过于频繁，影响电机的使用寿命。地下室的集水池有效容积不宜设置过小，规范的 5min 出水量是下限值，要以水泵每小时自动启闭次数不大于 6 次来校核。

2 有的设计项目集水池未设启停泵水位，有的项目设计的最低水位，不能满足水泵吸水要求（参见产品要求）。

#### 4.3.15 污水集水池未设密闭盖板和通气管

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）第 4.7.8 条：4 当污水集水池设置在室内地下室时，池盖应密封，并设通气管系；室内有敞开的污水集水池时，应设强制通风装置。

【提示】地下室的生活污水（如卫生间、厨房、洗衣房的排水）的集水池，很容易散发异味，影响室内空气。故应设置密封防臭盖板，并应设置通气管，将污浊气体排出室外。

#### 4.3.16 住宅地下室排水要求

【相关标准】《住宅设计规范》GB50096-2011 第 8.2.11 条：地下室、半地下室中低于室外地面的卫生器具和地漏的排水管，不应与上部排水管连接，应设置集水设施用污水泵排出。

【提示】设计住宅地下室、半地下室的排水管，应按住宅设计标准要求。若与上部排水管连接，当室外排水管道满流或发生堵塞时，室外污水倒灌，低于室外地面的卫生洁具就会返水，造成污染室内环境，直接影响用户生活。

#### 4.3.17 天津市住宅对于厨房排水的要求

【相关标准】《天津市住宅设计标准》DB29-22-2013 第 10.0.11 条 排水系统的设计应符合下列要求：2 排水支管接入层数为三层及三层以上时，厨房排水立管管径不宜小于 DN100；3 厨房器具排水支管应设在本层内，所接支管应采用 45 度三通与立管相接。

【提示】对于住宅厨房排水管道的设计要注意如下：

1 住宅排水管道同层布置，可以避免排水管道漏水、噪音或因结露产生的凝结水影响下一层居住户卫生健康。厨房洗菜盆的排水在地面之上，可以做到将排水支管设在本层内，同时方便清通。

2 因为厨房排水含有油污成分，加大厨房的排水立管管径，可减

少排水管道堵塞的几率。

#### 4.3.18 天津市住宅排水要求

【相关标准】《天津市住宅设计标准》DB29-22-2013 第 10.0.11 条 排水系统的设计应符合下列要求：6 支管接入层数多于四层的排水系统，底部应独立排出或采取有效的防返压措施，并应符合国家现行标准《建筑给水排水设计规范》GB50015 的要求；7 排水立管各层均应设置检查口。

【提示】天津市对多层和高层住宅，有一定的要求。

1 污水立管的水流流速大，而排出管流速较小，在立管底部管道内产生正压区，它会使底部卫生洁具的水封遭受破坏。底部横支管单独排出是解决立管底部造成正压、影响底部卫生洁具使用的有效方法。

2 排水系统在各层立管处均设检查口，既方便管道疏通，又使邻里之间不相互干扰；同时方便闭水试验。

#### 4.3.19 防空地下室口部染毒区需冲洗部位设置不全

【相关标准】《人民防空地下室设计规范》GB50038-2005 第 6.4.5 条：防空地下室口部染毒区墙面、地面的冲洗应符合下列要求：1 需冲洗的部位包括进风竖井、进风扩散室、除尘室、滤毒室（包括与滤毒室相连的密闭通道）和战时主要出入口的洗消间（简易洗消间）、防毒通道及其防护密闭门以外的通道，并应在这些部位设置收集洗消废水的地漏、清扫口或集水坑。

【提示】防空地下室口部染毒区的冲洗包括进风竖井、进风扩散室、除尘室、滤毒室密闭通道、洗消间、防毒通道等，设计人不要漏掉。

#### 4.3.20 未见雨水系统设计依据及暴雨强度的计算公式

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）第 4.9.3 条：设计暴雨强度应按当地或相邻地区暴雨强度公式计算确定。

【提示】部分设计师漏掉雨水系统，设计依据没有雨水系统的相应规范，设计说明没有雨水系统，也未按照《天津市雨水径流量计算标准》DB/T29-236-2016 进行雨水系统的设计，内排雨水未提供屋顶平面图，计算书内没有雨水系统的计算。雨水是给排水系统重要的一部分，不能忽视。

## 4.4 热水

#### 4.4.1 热水循环系统未考虑同程式设计

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）第 5.2.11 条：建筑物内集中热水供应系统的热水循环管道宜采用同程布置的方式；当采用同程布置困难时，应采取保证干管和立管循环效果的措施。

【提示】集中热水供应系统应采用管路同程布置的方式，这可以防止系统中热水短路、尽量减少开启水嘴时放冷水的时间，以达到整个系统的循环效果。此次 2009 年版规范，在热水系统布置中，虽然将“应”改为“宜”，但要求的标准并没有降低，无论采取何种管道布置方式均要求保证干管和立管的循环效果。此要求对节水、节能有着重要的作用，是建筑物内热水系统设计中必须考虑的问题。

#### 4.4.2 公共浴室热水管道布置欠妥

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）第 5.2.16 条：公共浴室淋浴器出水水温应稳定，并宜采取下列措施：

1 采用开式热水供应系统。2 给水额定流量较大的用水设备的管道，应与淋浴配水管道分开。3 多于 3 个淋浴器的配水管道，宜布置成环形。

【提示】采用开式热水供应系统设计，可以达到冷、热水系统的水压稳定，不受给水管网水压变化影响；便于调节冷热水混合水嘴的出水温度，避免水压高造成淋浴器实际出水量大于设计水量，既浪费水量，又影响使用。为了避免因浴盆、浴池、洗涤池等用水量大的卫生器具启闭时，引起淋浴器管网的压力变化过大，造成淋浴器出水不稳定，规范要求其管道与淋浴配水管道分开设计。为了在较多的淋浴器之间启闭阀门变化时减少相互的影响，规范要求配水管布置成环状和同径布置。

#### 4.4.3 热水系统未考虑管道的膨胀

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）第 5.6.3 条：热水管道系统，应有补偿管道热胀冷缩的措施。

【提示】热水管道因膨胀会产生伸长，如管道无自由伸缩的余地，则使管道内承受超过管道所许可的内应力，致使管道弯曲甚至破裂，并对管道两端固定支架产生很大推力。为了减少管道在膨胀时的内应力，设计人应尽量利用管道的自然转弯，当直线管段较长（含水平与垂直管段）不能依靠自然补偿来解决膨胀伸长量时，设计应当按不同管材在管道上合理布置伸缩器。

#### 4.4.4 热水系统阀门设置不全

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）第 5.6.7 条：热水管网应在下列管段上装设阀门：1 与配水、回水干管连接的分干管；2 配水立管和回水立管；3 从立管接出的支管；4 室内热水管道向住户、公用卫生间等接出的配水管的起端；5 与水加热

设备、水处理设备及温度、压力等控制阀件连接处的管段上按其安装要求配置阀门。

【提示】部分工程热水管道阀门设置不全。热水供应系统的管道，根据各管段上的要求，应考虑设置阀门；同时应考虑便于检修方便。阀门要具有调节功能。

#### 4.4.5 热水系统采用的设备、管材及配件不耐热

【相关标准】《建筑给水排水规范》GB50015-2003（2009 年版）第 5.6.1 条：热水系统采用的管材和管件，应符合现行有关产品的国家标准和行业标准的要求。管道的工作压力和工作温度不得大于产品标准标定的允许工作压力和工作温度。

【提示】热水系统所采用的设备如水泵、管材、阀门等应符合耐热要求。水泵应选择热水泵，管材宜优先选用薄壁铜管、薄壁不锈钢管、塑料热水管、金属复合热水管等。塑料管材不同于钢管，它能承受的压力受相应的温度变化的影响很大，在采用塑料热水管、金属复合热水管时，应注意管道的工作压力按相应温度下的许用工作压力选择。

#### 4.4.6 12 层及以下住宅未设置太阳能热水系统

【相关标准】《天津市居住建筑节能设计标准》DB29-1-2013 第 6.2.2 条 当无条件采用工业余热、废热、深层地热作为热水系统热源时，生活热水系统应符合下列要求：12 层及 12 层以下住宅应采用太阳能热水系统。

【提示】推广建筑节能技术，发展节能、节水、节材、环保的绿色建筑，推广可再生能源利用，是国家政策。12 层及以下建筑设置太阳能热水系统，是在满足日照要求和经济合理的前提下，能够达到或

超过 50%的太阳能保证率。这是天津市节能的要求，且是强制性条款，要遵照执行。

#### 4.4.7 太阳能加热系统设计时应注意的问题

【相关标准】《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB50364-2005。

【提示】1 太阳能热水系统的设计需要与各专业协调配合，如与建筑专业协调安装位置并不影响建筑立面；且并不影响结构安全；如设在屋顶，应在防雷装置保护之下等等；2 应说明太阳能热水系统的设计依据，各种技术参数（如耗热量、集热器、集热面积等等）、布置形式等相关内容。3 太阳能加热系统的设计应符合《建筑给水排水规范》第 5.4.2A 条要求；4 太阳能集中热水供应系统，应注意采取安全措施，如可靠的防止集热器、储热水箱、管道、阀门的过热；在闭式系统中要设置膨胀罐、安全阀等泄压泄水的安全措施；有冰冻可能的系统采取防冻措施等。

### 4.5 消火栓给水

#### 4.5.1 消防水源的条件不明确

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 4.2.2 条：用作两路消防供水的市政给水管网应符合下列要求：1 市政给水厂应至少要有两条输水干管向市政给水管网输水；2 市政给水管网应为环状管网；3 应至少要有两条不同的市政给水干管上不少于两条引入管向消防给水系统供水。

【提示】规范明确要求从环状市政给水管网引入小区的管线，不应少于两条，且是从两条不同的市政给水干管上引入，如从小区两侧

道路上的市政管线引入。供水管数量、供水管的管径及供水压力在设计说明和图纸中应明确，不能遗漏，缺少这些条件，就无法进行消防给水的设计。

#### 4.5.2 消防水池的容积不足且液位不全或设置有误

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 4.3.9 条：消防水池的出水、排水和水位应符合下列规定：1 消防水池的出水管应保证消防水池的有效容积能被全部利用；2 消防水池应设置就地水位显示装置，并应在消防控制中心或值班室等地点设置显示消防水池水位的装置，同时应有最高和最低报警水位。

【提示】消防水池的有效水深是设计的最高水位至消防水池(箱)最低有效水位之间的距离，其有效容积是最低有效水位至最高水位间的水池容积，消防水池的出水管的设计应能保证有效容积全部利用。消防水池应设置液位计等就地水位显示装置，并应在消防控制中心或值班室等地点设置显示消防水池水位的装置。消防水池的报警液位不应缺失或有误；部分设计师将最高、最低报警液位等同于最高、最低液位，这是不对的。

#### 4.5.3 消防水池未设通气管

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 4.3.10 条：消防水池的通气管和呼吸管应符合下列规定：1 消防水池应设置通气管；2 消防水池通气管、呼吸管和溢流水管等应采取防止虫鼠等进入消防水池的技术措施。

【提示】规范明确消防水池要设通气管，且对通气管提出防护要求。以往设计中，设计师忽视通气管的设置，现在规范提出了明确要求，不要再缺失通气管，且通气管要采取防止虫鼠进入的措施。

#### 4.5.4 室内外消火栓设计流量有误

【提示】室内外消火栓设计流量，从原版的《建筑设计防火规范》《高层民用建筑设计防火规范》移出（原规范已废止），表示在《消防给水及消火栓系统技术规范》中，其消防水量与原版规范中的水量多数相同，局部有些调整，设计中应按现行的《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 执行。

#### 4.5.5 消防水泵的水管设置有误

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 5.1.13 条：离心式消防水泵吸水管、出水管和阀门等，应符合下列规定：1 一组消防水泵，吸水管不应少于两条，当其中一条损坏或检修时，其余吸水管应仍能通过全部消防给水设计流量；2 消防水泵吸水管布置应避免形成气囊；3 一组消防水泵应设不少于两条的输水干管与消防给水环状管网连接，当其中一条输水管检修时，其余输水管应仍能供应全部消防给水设计流量；4 消防水泵吸水口的淹没深度应满足消防水泵在最低水位运行安全的要求，吸水管喇叭口在消防水池最低有效水位下的淹没深度应根据吸水管喇叭口的水流速度和水力条件确定，但不应小于 600mm，当采用旋流防止器时，淹没深度不应小于 200mm。

【提示】规范明确一组消防泵的吸水管不可以少于两条；不少于两条的输水干管与消防给水环状管网连接；吸水管喇叭口在消防水池最低有效水位下的淹没深度不小于 600mm，采用旋流防止器时，淹没深度不应小于 200mm；这些规范均有明确要求，且是强条，必须严格执行。

#### 4.5.6 消防水泵吸水管穿越水池未采取合适的措施

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 5.1.13.11 条：消防水泵的吸水管穿越消防水池时，应采用柔性套管；采用刚性防水套管时应在水泵吸水管上设置柔性接头，且管径不应大于 DN150。

【提示】以前规范对消防水泵吸水管穿越消防水池时的套管没有明确的要求，可以是柔性套管、也可以是刚性套管，对刚性套管也没有管径的要求。现行规范明确消防水泵的吸水管穿越消防水池时要采用柔性套管，且对于刚性套管提出了管径的限制，应遵照执行。

#### 4.5.7 高位消防水箱水位设置误区

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 5.2.6 条：高位消防水箱应符合下列规定：1 高位消防水箱的有效容积、出水、排水和水位等，应符合本规范第 4.3.8 条和第 4.3.9 条的规定；2 高位消防水箱的最低有效水位应根据出水管喇叭口和防止旋流器的淹没深度确定，当采用出水管喇叭口时，应符合本规范第 5.1.13 条第 4 款的规定；当采用防止旋流器时应根据产品确定，且不应小于 150mm 的保护高度。

【提示】《消防给水及消火栓系统技术规范》对于消防水池、水箱的要求很明确，水位的要求也很严格，高位水箱不同于消防水池的一点是，采用旋流防止器时，对于淹没深度，要求消防水池不应小于 200mm；高位水箱不小于 150mm。这些均是强条，必须严格执行。

#### 4.5.8 消防水箱出水管的设置不当

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 5.2.6.9 条：高位消防水箱出水管管径应满足消防给水设计流量的出水要求，且不应小于 DN100；高位消防水箱出水管应位于高位消防水



箱最低水位以下，并应设置防止消防用水进入高位消防水箱的止回阀。

【提示】消防水箱出水管道布置应合理：

1 消防水箱应有不经过稳压泵的出水管（即重力管）。对于高层建筑的下部空间，屋顶高位水箱的静水压已经满足了消火栓充实水柱的要求。注意此处出水管管径不应小于 DN100。

2 设计时应保证高位消防水箱出水管的标高低于最低液位；消防水箱出水管应设止回阀，以满足消防泵工作时消防水不进入水箱的要求。

#### 4.5.9 水泵接合器设置不足

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 5.4.4 条：临时高压消防给水系统向多栋建筑供水时，消防水泵接合器应在每座建筑附近就近设置。

【提示】消防水泵接合器的设置是为消防队员到达火灾现场后能及时出水扑救火灾创造条件。老版防火规范没有对于多栋建筑接合器设置部位进行要求，容易导致多栋、十余栋建筑室外只有几个接合器，火灾时不便找寻，影响救火的速度，现规范要求接合器在每座建筑附近设置，方便火灾时救火使用。

#### 4.5.10 消防水泵房（水箱间）未采取防冻措施

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 5.2.4 条：高位消防水箱的设置应符合下列规定：严寒、寒冷等冬季冰冻地区的消防水箱应设置在消防水箱间内，其他地区宜设置在室内，当必须在屋顶露天设置时，应采取防冻隔热等安全措施；第 5.2.5 条：高位消防水箱间应通风良好，不应结冰，当必须设置在严寒、寒冷等冬季结冰地区的非采暖房间时，应采取防冻措施，环境温度或水温不

应低于 5℃。第 5.5.9 条：消防水泵房的设计应根据具体情况设计相应的采暖、通风和排水设施，并应符合：严寒、寒冷等冬季结冰地区采暖温度不应低于 10℃，但当无人值守时不应低于 5℃。

【提示】天津属于寒冷地区，消防高位水箱应设置在室内，而不应露天放置。消防水泵房和高位水箱间采取防冻措施，是为了防止水池、水箱内的水结冰，从而导致火灾时消防水泵无法正常启动运行，影响火灾的扑灭。通常无人值守时的设计温度为 5℃，有人员值守时，房间的温度应提高。

#### 4.5.11 未设置高位消防水箱

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 6.1.9 条：室内采用临时高压消防给水系统时，高位消防水箱的设置应符合下列规定：1 高层民用建筑、总建筑面积大于 10000m<sup>2</sup>且层数超过 2 层的公共建筑和其他重要建筑，必须设置高位消防水箱。

【提示】此条规定了室内采用临时高压消防给水系统时设置高位消防水箱的原则。高层民用建筑、总面积大于 10000 m<sup>2</sup>且层数超过 2 层的公共建筑和其他重要建筑因其性质重要，火灾发生将产生巨大的经济和社会影响。高位消防水箱是火灾时灭火的重要消防水源，其目的是增加消防供水的可靠性，在消防泵启动前就可以出水灭火，且成本低，消防安全效益高。此条款为强条，应严格执行。

#### 4.5.12 消防给水系统压力较大未分区

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 6.2.1 条：符合下列条件时，消防给水系统应分区供水：1 系统工作压力大于 2.40MPa；2 消火栓栓口处静压大于 1.0MPa。

【提示】规范对于分区压力有明确的规定，当消火栓栓口处静压

大于 1.0MPa, 就应进行分区, 设计时应注意, 尤其对于高层的底部区域, 不要超压。

#### 4.5.13 消防电梯集水井的容积不足

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 9.2.3 条: 消防电梯的井底排水设施应符合下列规定: 排水泵集水井的有效容量不应小于 2.00 m<sup>3</sup>。

【提示】规范对消防电梯井底的排水提出要求, 是为了保证灭火设备启动后, 消防电梯能够正常工作。要注意的是: “不小于 2.0m<sup>3</sup>” 限值是指有效水容积, 而不是集水井的总容积。集水井设计的最低水位, 应满足排水泵吸水要求。

#### 4.5.14 系统无计算书或计算书不全

【相关标准】《建筑工程设计文件编制深度规定》第 4.6.1 条: 在施工图设计阶段, 给水排水专业设计文件应包括图纸目录、施工图设计说明、设计图纸、主要设备表、计算书。

【提示】在施工图设计阶段, 设计人应提供各消防系统的计算书。计算书要有计算公式、参数、主干管的计算或典型管道的计算 (如喷淋最不利处的计算)、消防水池、水箱消防加压设备的计算及计算结果, 并宜附有计算简图。

#### 4.5.15 室外消火栓间距和保护半径设置有误

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 7.3.1 条: 建筑室外消火栓的布置除应符合本节的规定外, 还应符合本规范第 7.2 节的有关规定。第 7.2.5 条市政消火栓的保护半径不应超过 150m, 间距不应大于 120m。

【提示】市政消火栓、室外消火栓的保护半径、间距是一致的,

设计时要注意室外消火栓的布置, 不足时, 应增加室外消火栓。

#### 4.5.16 消火栓的布置无法满足两股水柱保护

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 7.4.6 条: 室内消火栓的布置应满足同一平面有 2 支消防水枪的 2 股充实水柱同时达到任何部位的要求, 但建筑高度小于或等于 24.0m 且体积小于或等于 5000m<sup>3</sup>的多层仓库、建筑高度小于或等于 54m 且每单元设置一部疏散楼梯的住宅, 以及本规范表 3.5.2 中规定可采用 1 支消防水枪的场所, 可采用 1 支消防水枪的 1 股充实水柱到达室内任何部位。

【提示】规范明确了消火栓的布置要求, 室内消火栓的布置应按照同层有两支水枪的充实水柱同时到达任何部位进行布置, 对于建筑高度小于 54 米的住宅 (一部疏散楼梯), 前室面积较小, 现规范放宽到可以一股水柱保护。

#### 4.5.17 室内消火栓设置部位有误

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 7.4.7 条: 建筑室内消火栓的设置位置应满足火灾扑救要求, 并应符合下列规定: 室内消火栓应设置在楼梯间及其休息平台和前室、走道等明显易于取用, 以及便于火灾扑救的位置。

【提示】室内消火栓应首先设置在楼梯间或其休息平台等相对较安全的地点灭火, 其次消火栓可以设置在走道等便于消防队员接近的地点, 而不要设置在非公共区域或影响使用的地方。部分设计图纸未将消火栓设在公共区域, 有的甚至设在储藏室内, 不方便救火时使用。

#### 4.5.18 消火栓的栓口压力偏小

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014

第 7.4.12 条：室内消火栓栓口压力和消防水枪充实水柱，应符合下列规定：2 高层建筑、厂房、库房和室内净空高度超过 8m 的民用建筑等场所，消火栓栓口动压不应小于 0.35MPa，且消防水枪充实水柱应按 13m 计算；其它场所，消火栓栓口动压不应小于 0.25MPa，且消防水枪充实水柱应按 10m 计算。

【提示】消火栓栓口压力，以前的规范要求经过计算确定，此次规范明确规定数值，即 0.35MPa、0.25MPa，相比以前计算的数值大一些，尤其对于高层建筑等消防水枪充实水柱要求 13m 的，增加的数值比较多，将近 0.1MPa，设计时应注意，尤其在计算消防泵扬程进行选型时。

#### 4.5.19 消火栓系统底部超压

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 7.4.12 条：室内消火栓栓口压力和消防水枪充实水柱，应符合下列规定：1 消火栓栓口动压力不应大于 0.5MPa；当大于 0.7MPa 时必须设置减压装置。

【提示】消火栓栓口处的出水压力超过 50m 水柱时，水枪的反作用力大，一个人独立难以操作，而当出水压力达到 70m 水柱时，两个人也难以控制，为此，要求消火栓栓口处的出水压力较高时，应采取减压措施。减压措施一般可采用设置减压阀或减压孔板等方式，也可以采用减压稳压消火栓。在使用减压稳压消火栓时，在设计说明中不能笼统说明栓口压力超过 0.50MPa 时采用减压消火栓，应具体说明设置的楼层数。

#### 4.5.20 漏设试验消火栓

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014

第 7.4.9 条：设有室内消火栓的建筑应设置带有压力表的试验消火栓，其设置位置应符合下列规定：1 多层和高层建筑应在其屋顶设置，严寒、寒冷等冬季结冰地区可设置在顶层出口处或水箱间内等便于操作和防冻的位置；2 单层建筑宜设置在水力最不利处，且应靠近出入口。

【提示】屋顶消火栓供本单位和消防队定期检查室内消火栓给水系统时使用，设计时注意不要忽略漏掉，并且栓前要设压力表。

#### 4.5.21 消火栓管网阀门设置有误

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 8.1.6 条：室内消火栓环状给水管道检修时应符合下列规定：1 室内消火栓竖管应保证检修管道时关闭停用的竖管不超过 1 根，当竖管超过 4 根时，可关闭不相邻的 2 根；2 每根竖管与供水横干管相接处应设置阀门。

【提示】此条为消火栓管网上阀门的设置原则，消火栓立管与环状干管连接处应设检修阀门，不可遗漏。

#### 4.5.22 未明确消防水泵的控制

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 11.0.1 条：消防水泵控制柜应设置在消防水泵房或专用消防水泵控制室内，并应符合下列要求：1 消防水泵控制柜在平时应使消防水泵处于自动启泵状态；第 11.0.2 条：消防水泵不应设置自动停泵的控制功能，停泵应由具有管理权限的工作人员根据火灾扑救情况确定。第 11.0.5 条：消防水泵应能手动启停和自动启动。第 11.0.8 条：消防水泵、稳压泵应设置就地强制启停泵按钮，并应有保护装置。第 11.0.12 条：消防水泵控制柜应设置机械应急启泵功能，并应保证在控制柜内的控制线路发生故障时由有管理权限的人员在紧急时启动消防水泵。

机械应急启动时，应确保消防水泵在报警后 5.0min 内正常工作。

【提示】规范对消防系统的控制提出了很多具体的要求，且多数条款是强条，应严格执行。

#### 4.5.23 消火栓按钮不作为启泵的开关

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 11.0.19 条：消火栓按钮不宜作为直接启动消防水泵的开关，但可作为发出报警信号的开关或启动干式消火栓系统的快速启闭装置等。

【提示】此条款与老版规范不同，老版的防火规范消火栓按钮可以直接启动消防水泵，新版的规范消火栓按钮只可以发出报警信号，不再可以直接启动消防水泵，设计人需要注意。

## 4.6 自动喷水灭火系统

### 4.6.1 部分民用建筑未按规范要求设自动喷水灭火系统

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 8.3.3 条：除本规范另有规定和不宜用水保护或灭火的场所外，下列高层民用建筑或场所应设置自动灭火系统，并宜采用自动喷水灭火系统：1 一类高层公共建筑（除游泳池、溜冰场外）及其地下、半地下室；2 二类高层公共建筑及其地下、半地下室的公共活动用房、走道、办公室和旅馆的客房、可燃物品库房、自动扶梯底部；3 高层民用建筑内的歌舞娱乐放映游艺场所；4 建筑高度大于 100 米的住宅建筑。

《建筑设计防火规范》GB50016-2014 第 8.3.4 条：除本规范另有规定和不适用水保护或灭火的场所外，下列单、多层民用建筑或场所应设置自动灭火系统，并宜采用自动喷水灭火系统：2 任一楼层建筑面积大于 1500m<sup>2</sup> 或总建筑面积大于 3000m<sup>2</sup> 的展览、商店、餐饮和旅馆建筑

以及医院中同样建筑规模的病房楼、门诊楼、手术部；3 设置送回风道（管）的集中空气调节系统且总建筑面积大于 3000m<sup>2</sup> 的办公建筑等；5 大中型幼儿园，老年人照料设施；6 总建筑面积大于 500m<sup>2</sup> 的地下或半地下商店；7 设置在地下或半地下或地上四层及以上楼层的歌舞娱乐放映游艺场所（除游泳场所外），设置在首层、二层和三层且任一层建筑面积大于 300m<sup>2</sup> 的地上歌舞娱乐放映游艺场所（除游泳场所外）。

【提示】设计人易忽略一些建筑规模不大的公共场所，未按规范要求设自动喷水灭火系统。实际上往往是这些超过一定面积的多层和二类高层的商场营业厅等火灾危险性较高，发生火灾可能导致经济损失大、社会影响大、人员伤亡大的特点。设自动喷水灭火系统，有利于扑灭初期火灾。对于老年人照料设施，当受条件限制难以设置普通自动喷水灭火系统的老年人照料设施，可采用局部应用自动喷水灭火系统。

### 4.6.2 干式或预作用系统的配水管未设置快速排气阀和电动阀

【相关标准】《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017 第 4.3.2 条：自动喷水灭火系统应有下列组件、配件和设施：干式系统和预作用系统的配水管道应设快速排气阀。有压充气管道的快速排气阀入口前应设电动阀。

【提示】干式系统与预作用系统设置快速排气阀，是为了使配水管道尽快排气充水。干式系统和配水管道充有压缩空气的预作用系统中，为快速排气阀设置的电动阀，平时常闭，系统开始充水时打开。不可忽视排气阀和电动阀的设置。

### 4.6.3 最不利点喷头工作压力偏小

【相关标准】《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017 第

5.0.1 条注：系统最不利点处洒水喷头的工作压力不应低于 0.05MPa。

【提示】此压力为工作压力最低值，非设计值，将最不利点处洒水喷头的工作压力确定为 0.05MPa 是为降低高位水箱的设置高度，降低建筑造型、结构处理上的难度。降低最不利点喷头工作压力而产生的问题，可通过其它途径解决。工作压力值与喷头间距共同影响喷淋系统的喷水强度与作用面积，设计应注意的是：系统最不利点处洒水喷头的工作压力若采用 0.05MPa，则应减小喷头布置间距；为达到规范第 7.1.2 条规定的喷头间距及保护面积，喷头设计压力应计算确定，一般约取 0.1MPa。

#### 4.6.4 高大空间场所设计参数、系统水量、喷头间距有误

【相关标准】《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017 第 5.0.2 条：民用建筑和厂房高大空间场所采用湿式系统的设计基本参数不应低于规范中表 5.0.2 的规定。

【提示】设计易忽略建筑中庭等高大空间场所喷淋系统的设计要求，仅按项目整体危险等级根据规范第 5.0.1 条规定进行常规设计，造成高大空间处设计水量、喷头流量系数、喷头间距均不满足规范要求。若项目中含有高大空间场所，根据场所类别、净空高度的不同，其喷水强度及系统水量都将大于普通喷淋系统，且注意喷头间距不应>3m。

#### 4.6.5 喷头选用的流量系数有误

【相关标准】《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017 第 6.1.1 条：设置闭式系统的场所，洒水喷头类型和场所的最大净空高度，应符合规范中表 6.1.1 的规定。

【提示】条文给出了不同的最大净空高度场所适用的洒水喷头类型，即：对于  $h \leq 8\text{m}$  的普通场所，采用  $K \geq 80$  喷头；对于  $8 < h \leq 12\text{m}$

的高大空间场所，采用  $K \geq 115$  喷头或非仓库型特殊应用喷头；对于  $12 < h \leq 18\text{m}$  的高大空间场所，采用非仓库型特殊应用喷头，即流量系数  $K \geq 161$  喷头。严重、仓库危险级场所宜采用流量系数大于 80 的洒水喷头。

#### 4.6.6 隐蔽式洒水喷头使用场所有误

【相关标准】《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017 第 6.1.3.7 条：湿式系统的洒水喷头不宜选用隐蔽式洒水喷头；确需采用时，应仅适用于轻危险级和中危险 I 级场所。

【提示】隐蔽式洒水喷头具有美观性的优点，越来越受到业主的青睐。在以往的工程设计中，该类喷头广泛地应用在一些装饰豪华、外观要求美化的场所，如商场、高级宾馆、酒店、娱乐中心等。但根据目前的应用现状，此类场所火灾危险性大，而隐蔽式洒水喷头存在巨大的安全隐患：发生火灾时喷头的装饰盖板不能及时脱落以及装饰盖板脱落后滑竿无法下落，导致喷头溅水盘无法滑落到吊顶平面下部，喷头无法形成有效的布水，或喷头装饰盖板被油漆、涂料喷涂等的安全隐患，因此，火灾危险等级超过中危 I 级的场所不应采用隐蔽式洒水喷头。

#### 4.6.7 自动喷水灭火系统的试压值未说明或试压值有误

【相关标准】《自动喷水灭火系统施工及验收规范》GB50261-2017 第 6.2.1 条：当系统设计工作压力等于或小于 1.0MPa 时，水压强度试验压力应为设计工作压力的 1.5 倍，并不应低于 1.4MPa；当系统设计工作压力大于 1.0MPa 时，水压强度试验压力应为该工作压力加 0.4MPa。

【提示】规范设定试压值，是为了保证系统在实际灭火过程中能

承受《自动喷水灭火系统设计规范》中规定的 10m/s 最大流速和 1.20MPa 最大工作压力的要求。设计说明中应明确喷淋系统的试压值。

#### 4.6.8 喷淋系统控制阀未采用信号阀或设锁定阀位的锁具

【相关标准】《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017 第 6.2.7 条、第 10.1.4 条：连接报警阀进出口的控制阀、报警阀组前环状供水管网上设置的控制阀应采用信号阀或设锁定阀位的锁具。

【提示】自动喷水灭火系统是有效的自救灭火设施，将在无人操纵的条件下自动启动喷水灭火，扑救初期火灾，该系统的灭火成功率与供水的可靠性密切相关，报警阀组前环状供水管道上设置的阀门，既是报警阀的水源控制阀，又是管网检修控制阀，对于确保系统正常供水至关重要。本条强调报警阀组前环状供水管网上设置的控制阀采用信号阀或设锁定阀位的锁具，目的是防止阀门误关闭，导致系统供水中断。不仅报警阀室内阀前后的控制阀应采用信号阀，报警阀组前环状供水管网上检修阀及报警阀后配水管网中控制阀如穿过人防防火隔断处密闭阀也应采用信号阀或设锁定阀位的锁具。

#### 4.6.9 水流指示器设置位置不当

【相关标准】《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017 第 6.3.1 条：除报警阀组控制的洒水喷头只保护不超过防火分区面积的同层场所外，每个防火分区、每个楼层均应设水流指示器。

【提示】水流指示器的功能，是及时报告发生火灾的部位，以便消防人员迅速准确到达现场。规范对系统中要求设置水流指示器的部位提出了规定，即每个防火分区和每个楼层均要求设有水流指示器。不能因为某个防火区域较小或某层面积小，其所带喷头数目少，就不单设水流指示器。不同防火分区共用水流指示器将不能及时报告火灾

地点，延误抢救时间。水流指示器后的喷洒管不可跨层布置。

#### 4.6.10 喷淋系统末端试水装置未设在最不利点处

【相关标准】《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017 第 6.5.1 条：每个报警阀组控制的最不利点洒水喷头处应设末端试水装置，其他防火分区、楼层均应设直径为 25mm 的试水阀。

【提示】为了检验系统的可靠性、测试系统能否在开放一只喷头的最不利条件下可靠报警并正常启动，要求在每个报警阀组的供水最不利点处设置末端试水装置。其他的防火分区与楼层，则要求在供水最不利点附近或次不利点处装设直径 25mm 的试水阀，以便在必要时连接末端试水装置。

#### 4.6.11 末端试水装置及报警阀、减压阀处排水管道管径偏小

【相关标准】《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017 第 6.5.2 条：末端试水装置的出水，应采取孔口出流的方式排入排水管道，排水立管宜设伸顶通气管，且管径不应小于 75mm。《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 9.3.1 条：1 末端试水装置处的排水立管管径不宜小于 DN75；2 报警阀处排水立管宜为 DN100；3 减压阀处压力试验排水管道不应小于 DN100。

【提示】不通风排水立管随工作高度增加排水能力减少，DN75 排水立管高度 3 米时排水能力 1.35L/s，满足 K80 喷头工作压力 0.1MPa 时流量；当高度超过 6 米时，DN75 排水立管排水能力仅为 0.5L/s，因此，末端试水装置的出水应排入排水管道，排水立管宜设伸顶通气管，排水管径不应小于 75mm。

4.6.12 末端试水装置和试水阀未设标识，未对安装高度及保护措施提出设计要求

【相关标准】《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017 第 6.5.3 条：末端试水装置和试水阀应有标识，距地面高度宜为 1.5m，并应采取不被他用的措施。

【提示】末端试水装置和试水阀的设置位置，影响到试水装置的可操作性和可维护性，若将末端试水装置和试水阀安装于吊顶内，不便操作，宜设于距地面 1.5m 高度处，并应采取不被他用的措施，以防末端试水装置的接头误作为生活用水接口使用，造成系统频繁动作。

#### 4.6.13 自动喷水灭火系统的喷头间距不满足规范要求

【相关标准】《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017 第 7.1.2 条：直立型、下垂型标准覆盖面积洒水喷头的布置，包括同一根配水支管上喷头的间距及相邻配水支管的间距，应根据设置场所的火灾危险等级、洒水喷头类型和工作压力确定，并不应大于表 7.1.2 的规定，且不应小于 1.8m。

【提示】喷头的布置间距是自动喷水灭火系统设计的重要参数，其中设置场所的火灾危险等级对喷头布置起决定性因素。喷头间距过大会影响喷头的开放时间及系统的控、灭火效果，间距过小会造成作用面积内喷头布置过多，系统设计用水量偏大。为控制喷头与起火点之间的距离，保证喷头开放时间，又不致引起喷头开放数过多，提出了标准覆盖面积喷头的布置间距及喷头最大保护面积，其目的是确保喷头既能适时开放，又能使系统按设计选定的强度喷水。

喷头的布置间距可根据设计选定的喷水强度、喷头的流量系数和工作压力计算。设计要注意，喷头平面尺寸标注应以固定墙体为准，不要与轴线锁定喷头尺寸。

#### 4.6.14 通透性吊顶场所喷头设置不当

【相关标准】《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017 第 7.1.13 条：装设网格、栅板类通透性吊顶的场所，当通透面积占吊顶总面积的比例大于 70%时，喷头应设置在吊顶上方，并应符合下列规定：1 通透性吊顶开口部位的净宽度不应小于 10mm，且开口部位的厚度不应大于开口的最小宽度；2 喷头间距及溅水盘与吊顶上表面的距离应符合表 7.1.13 的规定。

【提示】通透性吊顶会削弱喷头的动作性能、布水性能和灭火性能。工程设计中，若存在装设网格、栅板类通透性吊顶的场所，水专业设计人员应了解通透吊顶形式并与建筑专业配合，保证吊顶的开口形式、纵深度满足喷淋系统设计的要求。

#### 4.6.15 配水干管不直接喷头

【提示】配水干管上不宜直接布置喷头，供水顺序宜为配水干管、配水支管、喷头。因为配水干管管径较大，一般为 DN100 及以上，若从配水干管处直接开孔接 DN25 的短管，其水力条件不好，又增加造价，不合理。

#### 4.6.16 自动喷水灭火系统的管材不满足规范要求

【相关标准】《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017 第 8.0.2 条：配水管道可采用内外壁热镀锌钢管、涂覆钢管、铜管、不锈钢管和氯化聚氯乙烯（PVC-C）管。当报警阀入口前管道采用不防腐的钢管时，应在该段管道的末端设过滤器。

【提示】当管道采用内外壁热镀锌钢管时，部分设计人员在喷淋系统叙述中仅说明采用“镀锌钢管”或未说明采用“内外壁热镀锌钢管”。对于报警阀入口前的管道，当采用内壁未经防腐涂覆处理的钢管时，要求在这段管道的末端、即报警阀的入口前，设置过滤器，以保

证配水管道的质量，避免不必要的维修。

#### 4.6.17 配水管道的管径未经计算、入口压力过大

【相关标准】《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017 第 8.0.7 条：管道的直径应经水力计算确定。配水管道的布置，应使配水管入口的压力均衡。轻危险级、中危险级场所中各配水管入口的压力均不宜大于 0.40MPa。

【提示】喷淋系统应经水力计算确定管径，才能满足规范的要求。在部分工程项目中，喷头布置较密，在作用面积内，要达到喷水强度，其计算水量较大。如某地下车库，在喷头布置较密时，其系统计算水量超过 30l/s，而其设计水量只有 30l/s。这样就会出现系统的供水量小于实际出水量，管网的供水可靠性得不到保证。故此，喷淋系统的流量及所需压力应经过详细的计算。同时，管道布置力求均衡配水管入口压力，在保证喷头工作压力的前提下，轻、中危险级场所系统配水管入口压力不宜超过 0.40MPa。

#### 4.6.18 干式、预作用自动喷水灭火系统的充水时间过长

【相关标准】《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017 第 8.0.11 条：干式系统、由火灾自动报警系统和充气管道上设置的压力开关开启预作用装置的预作用系统，其配水管道充水时间，不宜大于 1min；雨淋系统和仅由火灾自动报警系统联动开启预作用装置的预作用系统，其配水管道充水时间不宜大于 2min。

【提示】规范要求充水时间，是为了使干式、预作用等平时未充水的配水管网达到系统启动后立即喷水灭火。当系统较大时，建议将报警阀靠近保护区，以减少阀后管道部分容积。

#### 4.6.19 水泵扬程计算有误

【相关标准】《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017 第 9.2.4 条给出了水泵扬程或系统入口的供水压力计算公式： $H=(1.2\sim 1.4)\sum P_p+P_0+Z-h_c$

【提示】公式中  $\sum P_p$  为管道沿程损失和局部水头损失的累计值，局部水头损失应包含报警阀水头损失、水流指示器水头损失及管道局部水头损失。《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 10.1.6 条：喷淋系统管道局部水头损失可按管道沿程水头损失 10~30% 估算，支管较多时取 30%。管道沿程损失需按最不利供水干管实际长度计算，有些设计人计算时仅估算管道沿程损失值，往往会小于实际损失值，且计算水泵扬程或系统入口的供水压力时，管道损失值未乘以安全系数 1.2~1.4，造成喷淋系统加压泵扬程偏小，不满足设计要求。

#### 4.6.20 设置减压孔板未说明孔径或孔径过小

【相关标准】《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017 第 9.3.1 条：减压孔板应符合下列规定：1 应设在直径不小于 50mm 的水平直管段上，前后管段的长度均不宜小于该管段直径的 5 倍；2 孔口直径不应小于设置管段直径的 30%，且不应小于 20mm；3 应采用不锈钢板材制作。

【提示】采用减压孔板减压时，应经过计算，给出减压孔板的孔径。注意其设置条件，并且孔径不应小于 20mm。

#### 4.6.21 减压阀的设置不满足规范要求

【相关标准】《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017 第 9.3.5 条：减压阀的设置应符合下列规定：1 应设在报警阀组入口前；2 入口前应设过滤器，且便于排污；3 当连接两个及以上报警阀组时，应设置备用减压阀；5 比例式减压阀宜垂直设置，可调式减压阀宜水平



设置。

【提示】1 要求减压阀设在报警阀组入口前，是为了保证系统可靠动作，除水流指示器入口允许安装信号阀外，报警阀出口管道上不得随意安装其他阀件；2 为防止堵塞，减压阀入口前应设置过滤器，且便于排污；3 为保证检修时不关停系统，与并联安装的报警阀连接的减压阀应设备用减压阀。

#### 4.6.22 向 2 个及以上报警阀组供水的管道未布置成环状

【相关标准】《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017 第 10.1.4 条：当自动喷水灭火系统中设有 2 个及以上报警阀组时，报警阀组前应设环状供水管道。

【提示】自动喷水灭火系统是有效的自救灭火设施，要求供水的可靠性较高。对于设置两个及以上报警阀组的系统，要求报警阀组前应设环状供水管道。

#### 4.6.23 喷淋系统消防水箱出水管管径偏小、漏设止回阀

【相关标准】《自动喷水灭火系统设计规范》GB50084-2017 第 10.3.4 条：高位消防水箱的出水管应符合下列规定：1 应设止回阀，并应与报警阀入口前管道连接；2 出水管径应经计算确定，且不应小于 100mm。

【提示】消防水箱的出水管设有止回阀，是为了防止水泵及消防水泵接合器的供水倒流入水箱；在报警阀前接入系统管道，可以保证及时报警；采用较大直径的管道，是为了减少管道的水头损失。

#### 4.6.24 汽车库、修车库内喷头布置位置有误

【相关标准】《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》GB50067-2014 第 7.2.6 条：汽车库、修车库内喷头应设置在汽车库停

车位的上方或侧上方，对于机械式汽车库，尚应按停车的载车板分层布置，且应在喷头的上方设置集热板。

【提示】一般汽车库中停车位置是固定的，设计中，绝大部分汽车库设置的喷头是根据面积大小和喷头之间的距离均匀布置，导致汽车停放部位不在喷头的直接保护下部，汽车发生火灾时，喷头保护不到，灭火效果差，所以，应将喷头布置在停车位上。

## 4.7 灭火器配置

### 4.7.1 部分建筑未设灭火器或漏画灭火器

【相关标准】《建筑灭火器配置设计规范》GB50140-2005 第 1.0.3 条：灭火器的配置类型、规格、数量及其设置位置应作为建筑消防工程设计的内容，并应在工程设计图上标明。

【提示】在建筑消防工程设计时应当按照规范规定，正确选择和配置灭火器，进行建筑灭火器配置的设计与计算，并应将配置灭火器的类型、规格、数量及其位置作为建筑消防工程的设计内容，且在工程设计图中标明。选用带有灭火器的消火栓标准图集时，应在说明中标注每个消火栓组合柜中的灭火器数量、灭火级别及药剂重量，并应符合灭火器保护距离的布置要求。

### 4.7.2 灭火器的保护距离超规范要求

【相关标准】《建筑灭火器配置设计规范》GB50140-2005 第 5.2.1 条：设置在 A 类火灾场所的灭火器，其最大保护距离应符合表 5.2.1 的规定。第 5.2.2 设置在 B、C 类火灾场所的灭火器，其最大保护距离应符合表 5.2.2 的规定。

表 5.2.1 A 类火灾场所的灭火器最大保护距离 (m)

危险等级 \ 灭火器形式	手提式灭火器	推车式灭火器
严重危险级	15	30
中危险级	20	40
轻危险级	25	50

表 5.2.1 B、C 类火灾场所的灭火器最大保护距离 (m)

危险等级 \ 灭火器形式	手提式灭火器	推车式灭火器
严重危险级	9	18
中危险级	12	24
轻危险级	15	30

【提示】灭火器的保护距离，A 类、B、C 类火灾的最大保护距离是不一致的，且不同危险等级其保护距离也是不同；设计时应注意，如果仅仅在消火栓箱的下部设灭火器，对于某些建筑其保护距离超过规范要求。

#### 4.7.3 灭火器配置场所的危险等级有误

【相关标准】《建筑灭火器配置设计规范》GB50140-2005 附录 C 表 C、附录 D 表 D。

【提示】灭火器配置场所的危险等级，规范将其划分为严重、中、轻危险级三级，工业建筑参照附录 C 的表 C，民用建筑参照附录 D 的表 D。灭火器的危险等级不要定性错误。

#### 4.7.4 不同类型、规格灭火器表达不清

【相关标准】《建筑灭火器配置设计规范》GB50140-2005 第 7.1.1

条：灭火器配置的设计与计算应按计算单元进行。

【提示】灭火器的配置是按计算单元进行的，同一建筑、同一楼层不同计算单元，其火灾的种类、危险等级不同，配置的灭火器就不相同，如酒店的多功能厅是严重危险级，客房就不是，其灭火器配置的规格就不同，设计师要注意这点，设备表中应明确不同规格的灭火器设置的部位，并应在平面图中表示。

## 4.8 气体灭火

### 4.8.1 未明确气体灭火系统的设计依据及技术参数

【相关标准】《建筑工程设计文件编制深度规定》第 4.6.3.1 条：设计总说明中的设计依据应包括：本专业设计所采用的主要规范、标准（包括标准的名称、编号、年号和版本号）。

【提示】气体灭火系统应按设计文件编制深度要求明确系统类型、采用何种气体及技术参数等等，需要预留设备间的应预留。

### 4.8.2 未设置气体灭火防护区的泄压口

【相关标准】《气体灭火系统设计规范》GB50370-2005 第 3.2.7 条：防护区应设置泄压口，七氟丙烷灭火系统的泄压口应位于防护区净高的 2/3 以上。

【提示】防护区需要开设泄压口，是因为气体灭火剂喷入防护区内，会显著地增加防护区的内压，如果没有适当的泄压口，防护区的围护结构易于遭到破坏。应在图中给出泄压口的设置位置和面积。

### 4.8.3 未明确气体灭火系统的控制要求

【相关标准】《气体灭火系统设计规范》GB50370-2005 第 5.0.2 条：管网灭火系统应设自动控制、手动控制和机械应急操作三种启动

方式。预制灭火系统应设自动控制和手动控制两种启动方式。5.0.4 条：灭火设计浓度或实际使用浓度大于无毒性反应浓度 (NOAEL 浓度) 的防护区和采用热气溶胶预制灭火系统的防护区，应设手动与自动控制的转换装置。当人员进入防护区时，应能将灭火系统转换为手动控制方式；当人员离开时，应能恢复为自动控制方式。防护区内外应设手动、自动控制状态的显示装置。

【提示】设计文件中应明确气体灭火系统的控制要求，不应忽视。

## 4.9 相关的设计文件

### 4.9.1 设计说明中选用了已废止的规范

【相关标准】《建筑工程设计文件编制深度规定》第 4.6.3.1 条：设计总说明 1) 设计依据简述。

【提示】作为设计依据的各种规范、规程、标准等，应注明有效版本号，不得选用已废止的版本。

### 4.9.2 未见抗震设计

【相关标准】《建筑机电工程抗震设计规范》GB50981-2014 第 1.0.4 条：抗震设防烈度为 6 度及 6 度以上地区的建筑机电工程必须进行抗震设计。

【提示】《建筑机电工程抗震设计规范》GB50981-2014 已于 2015 年 8 月 1 日实施，该规范对机电工程抗震提出要求，且抗震设计为强制性条款，天津市的抗震设防烈度不低于 7 度，给排水及消防系统的管道、设备应进行抗震设计。

### 4.9.3 设计说明内容不全

【相关标准】《建筑工程设计文件编制深度规定》第 4.6.3.1 设计总说明：4) 给排水系统简介：主要的技术指标（如最高日用水量，平均数用水量、最大时用水量，各给水系统的设计流量、设计压力，最高日生活污水排水量，设计小时耗热量、热水用水量，循环冷却水量及补水量，各消防系统的设计参数、消防用水量等）。

【提示】设计施工说明中应说明给水排水系统的用水量、系统供水（排水）方式、给排水量、分区情况、系统的工作压力、试验压力等；消火栓系统的室内外用水量，自动喷水灭火系统的火灾危险等级、喷淋水量、喷水强度、系统为干式、湿式或预作用；消防系统（消火栓、喷淋系统）的供水方式、系统的工作压力、试验压力；灭火器配置场所的危险等级、灭火级别等等。

### 4.9.4 系统无计算书或计算书不全

【相关标准】《建筑工程设计文件编制深度规定》第 4.6.1 条：在施工图设计阶段，给水排水专业设计文件应包括图纸目录、施工图设计说明、设计图纸、主要设备表、计算书。

【提示】在施工图设计阶段，设计人应提供各给排水系统计算书。计算书要有计算公式、主要参数、主干管的计算或典型管道的计算、加压设备的计算及计算结果，并宜附有计算简图。

### 4.9.5 未采用节水型卫生器具、器材

【相关标准】《民用建筑节水设计标准》GB50555-2010 第 6.1.1 条：建筑给水排水系统中采用的卫生器具、水嘴、淋浴器等应根据使用对象、设置场所、建筑标准等因素确定，且均应符合现行行业标准

《节水型生活用水器具》CJ164 的规定。第 6.1.3 条：居住建筑中不得使用一次冲洗水量大于 6L 的坐便器。第 6.1.4 条：小便器、蹲式大便器应配套采用延时自闭式冲洗阀、感应式冲洗阀、脚踏冲洗阀。

【提示】节能、节水是国家发展的基本要求。卫生洁具的用水量占日用水量的比例较大，故此，设计说明或设备表及图中，应说明卫生洁具采用节水型产品。如选用不大于 6L 的冲水水箱的卫生洁具等。

#### 4.9.6 未见节能设计专篇、绿色建筑专篇

【相关标准】天津市津建设〔2015〕384 号文件

【提示】应按照津建设〔2015〕384 号文件要求，编写《天津市建筑节能设计专篇》、《天津市绿色建筑施工图设计专篇》，且其内容应与建筑专业一致。

#### 4.9.7 未见海绵城市设计专篇

【相关标准】天津市津建规〔2017〕301 号文件

【提示】应按照天津市津建规〔2017〕301 号文件要求进行海绵城市设计，给排水专业应配合建筑等专业按照天津市工程建设标准 DBJT29-207-2017《设计专篇》津 17WJ-2-1 的格式编写海绵城市设计专篇或相关内容，并将其编写在建筑专业目录内。

## 5 暖通篇

### 5.1 防排烟

#### 5.1.1 忽视 70℃防火阀的设置

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 9.3.11 条规定：通风、空气调节系统的风管在下列部位应设置公称动作温度为 70℃的防火阀：1 穿越防火分区处；2 穿越通风、空气调节机房的房间隔墙和楼板处；3 穿越重要或火灾危险性大的房间隔墙和楼板处；4 穿越防火分隔处的变形缝两侧；5 竖向风管与每层水平风管交接处的水平管段上。

注：当建筑内每个防火分区的通风、空气调节系统均独立设置时，水平风管与垂竖向总管的交接处可不设置防火阀。

《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 9.3.12 条规定：公共建筑的浴室、卫生间和厨房的竖向排风管，应采取防止回流措施并宜在支管上设置公称动作温度为 70℃的防火阀。

#### 【提示】

1 设计通风、空气调节系统时，应首先明确防火分区的划分。当单层建筑面积较大、使用功能较复杂、防火分区划分不规则时，容易出现风管穿越防火分区时漏设防火阀的现象。

2 穿越防火分区的侧送风口，如图 5.1.1 所示，当共享空间为独立防火分区时，共享空间的侧送风口，在侧送风口前的支风道上均应设置 70℃防火阀或采用防火风口。

3 当建筑物发生火灾时，消防水泵房、消控室为消防灭火的核心

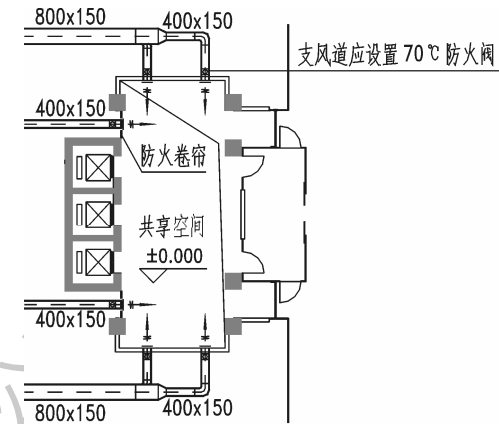


图 5.1.1

站房之一，设计应保证其在火灾情况下仍能正常工作、不受到火灾的威胁。因此，应将消防水泵房、消控室视为上述防火规范中所提到的“重要”房间，凡穿越消防水泵房、消控室隔墙处的送排风管道均应设置 70℃防火阀。

4 厨房被视为火灾危险性较大的房间，通往厨房操作间的门为防火门，穿越厨房防火隔墙处风管应设防火阀。

5 风管穿越避难走道、前室的防火隔墙处应设防火阀。

6 风管穿越通风、空气调节机房时设置防火阀，设计中有时被设计人忽视。例如：空调机房隔墙处设置回风百叶，回风百叶前未设任何防火措施，不满足规范要求。空调机房的回风口应作为风管系统的一个环节来处理，按规范要求需要设置防火阀。

7 公共建筑卫生间设置的通风器带有止回阀，但竖向排风管未采取防止回流措施，且几个通风器串在一起后与竖向风管连接，水平支管上应设 70℃的防火阀。

### 5.1.2 忽视排烟防火阀的设置

【相关标准】《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017 第4.4.10条规定：排烟管道下列部位应设置排烟防火阀：1 垂直风管与每层水平风管交界处的水平管段上；2 一个排烟系统负担多个防烟分区的排烟支管上；3 排烟风机入口处；4 穿越防火分区处。

【提示】规定排烟系统在负担多个防烟分区时，主排烟管道与连通防烟分区排烟支管处应设置排烟防火阀，其目的是防止火灾通过排烟管道蔓延到其他区域。

### 5.1.3 建筑防烟系统采用自然通风方式，可开启外窗或开口面积不足或设置不当

【相关标准】《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017 第3.1.6条规定：封闭楼梯间应采用自然通风系统，不能满足自然通风条件的封闭楼梯间，应设置机械加压送风系统。当地下、半地下建筑（室）的封闭楼梯间不与地上楼梯间共用且地下仅为一层时，可不设置机械加压送风系统，但首层应设置有效面积不小于 $1.2\text{m}^2$ 的可开启外窗或直通室外的疏散门。第3.2.1条规定：采用自然通风方式的封闭楼梯间、防烟楼梯间，应在最高部位设置面积不小于 $1.0\text{m}^2$ 的可开启外窗或开口；当建筑高度大于 $10\text{m}$ 时，尚应在楼梯间的外墙上每5层内设置总面积不小于 $2.0\text{m}^2$ 的可开启外窗或开口，且布置间隔不大于3层。第3.2.2条规定：前室采用自然通风方式时，独立前室、消防电梯前室可开启外窗或开口的面积不应小于 $2.0\text{m}^2$ ，共用前室、合用前室不应小于 $3.0\text{m}^2$ 。第3.2.3条：采用自然通风方式的避难层（间）应设有不同朝向的可开启外窗，其有效面积不应小于该避难层（间）地面面积的2%，且每个朝向的面积不应小于 $2.0\text{m}^2$ 。

【提示】设计人应与建筑专业核实采取自然通风部位的可开启外窗面积，不应以外窗面积混淆于可开启外窗面积，导致实际通风面积不足、未达到规范要求。

### 5.1.4 自然排烟口面积不足或设置位置不当

【相关标准】《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017 第4.3.2条规定：防烟分区内自然排烟窗（口）的面积、数量、位置应按本标准第4.6.3条规定经计算确定，且防烟分区内任一点与最近的自然排烟窗（口）之间的水平距离不应大于 $30\text{m}$ 。当工业建筑采用自然排烟方式时，其水平距离尚不应大于建筑内空间净高的2.8倍；当公共建筑空间净高大于或等于 $6\text{m}$ ，且具有自然对流条件时，其水平距离不应大于 $37.5\text{m}$ 。

第4.3.3条规定：自然排烟窗（口）应设置在排烟区域的顶部或外墙，并应符合下列规定：1 当设置在外墙上时，自然排烟窗（口）应在储烟仓以内，但走道、室内空间净高不大于 $3\text{m}$ 的区域的自然排烟窗（口）可设置在室内净高度的 $1/2$ 以上；2 自然排烟窗（口）的开启形式应有利于火灾烟气的排出；3 当房间面积不大于 $200\text{m}^2$ 时，自然排烟窗（口）的开启方向可不限；4 自然排烟窗（口）宜分散均匀布置，且每组的长度不宜大于 $3.0\text{m}$ ；5 设置在防火墙两侧的自然排烟窗（口）之间最近边缘的水平距离不应小于 $2.0\text{m}$ 。第4.3.6条：自然排烟窗（口）应设置手动开启装置，设置在高位不便于直接开启的自然排烟窗（口），应设置距地面高度 $1.3\text{m}\sim 1.5\text{m}$ 的手动开启装置。净空高度大于 $9\text{m}$ 的中庭、建筑面积大于 $2000\text{m}^2$ 的营业厅、展览厅、多功能厅等场所，尚应设置集中手动开启装置和自动开启设施。

【提示】1 设计人在设置走道、中庭等处自然排烟窗（口）时忽

视了防烟分区内任一点与最近的自然排烟窗（口）之间的水平距离。

2 在设计中庭、展览厅、多功能厅等高大空间时，设计人忽略排烟窗（口）应设置在储烟仓内，以低侧窗代替高侧窗或虽有可开启的高侧窗，但未设有方便开启的装置。

### 5.1.5 两个或两个以上防火分区共用一套排烟系统

【相关标准】《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017 第4.4.1条规定：当建筑的机械排烟系统沿水平方向布置时，每个防火分区的机械排烟系统应独立设置。

#### 【提示】

1 当单层建筑面积较大时，划分为两个或两个以上防火分区，受条件限制，多个防火分区共用一个土建竖井，两个或两个以上防火分区共用一套排烟系统，如图 5.1.6-1，不符合规范要求。

2 机械排烟系统横向按每个防火分区设置独立系统，是指风机、风口、风管都独立设置。应采用图 5.1.6-2 的方法，排烟管穿防火分区处设置排烟防火阀，且穿越防火分区的排烟管道的耐火极限不应小于 1.00 小时。

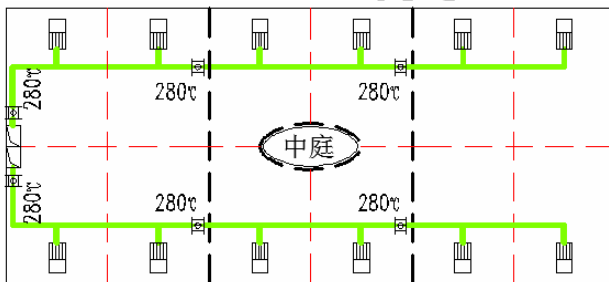
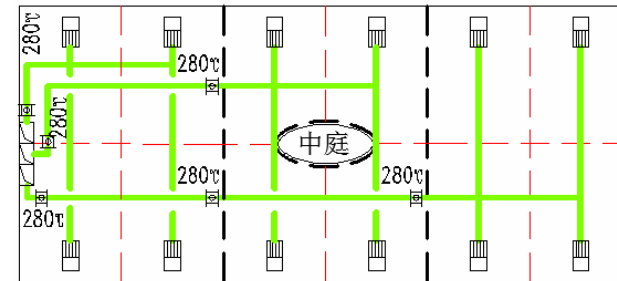


图 5.1.5-1（错误图示）



名称	图例	名称	图例
280℃ 常开排烟防火阀		防火分区	
排烟口		防烟分区	

图 5.1.5-2

### 5.1.6 排除有燃烧或爆炸危险气体的风机的设置位置

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 9.3.9 条规定：排除有燃烧或爆炸危险气体、蒸气和粉尘的排风系统，应符合下列规定：1 排风系统应设置导除静电的接地装置；2 排风设备不应布置在地下或半地下建筑（室）内；3 排风管应采用金属管道，并应直接通向室外安全地点，不应暗设。

《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 9.3.16 条规定：燃气锅炉房应选用防爆型的事故排风机。当采取机械通风时，机械通风设施应设置导除静电的接地装置……

《城镇燃气设计规范》GB50028-2006 第 10.5.3 条规定：商业用气设备设置在地下室、半地下室或地上密闭房间内时，应设置独立的机械送排风系统；通风量应满足下列要求：1）正常工作时，换气次数

不应小于 6 次/h;事故通风时,换气次数不应小于 12 次/h;不工作时换气次数不应小于 3 次/h。

**【提示】**

1 燃气锅炉房设置于地下一层,同时设平时及事故排风机,事故排风用于排除有燃烧或爆炸危险气体,排风机不应设于地下室,排风管应采用金属管道。

2 设置在商业建筑地下一层,使用燃气作为加热热源的厨房操作间,应设事故排风,且排风机不应设于地下室。

### 5.1.7 汽车库排烟系统设置问题

**【相关标准】**《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》GB50067-2014 第 8.2.8 条规定:在穿过不同防烟分区的排烟支管上应设置烟气温度大于 280℃时能自动关闭的排烟防火阀,排烟防火阀应连锁关闭相应的排烟风机。《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017 第 5.2.2 条规定:排烟风机、补风机的控制方式应符合下列规定:1 现场手动启动;2 火灾自动报警系统自动启动;3 消防控制室手动启动;4 系统中任一排烟阀或排烟口开启时,排烟风机、补风机自动启动;5 排烟防火阀在 280℃时应自行关闭,并应连锁关闭排烟风机和补风机。

**【提示】**排烟防火阀、排烟风机一定要做到相互连锁,目前国内的技术已经完全做到了,而且都能做到自动和手动两用;要求排烟口平时宜处于关闭状态,发生火灾时做到自动和手动都能打开,凡设置消防控制室的汽车库排烟系统应用联动控制的排烟口或排烟风机。规范要求系统风机除就地启动和火灾报警系统联动启动外,还应具有消防控制室内直接控制启动和系统中任一排烟阀(口)开启后联动启动,

目的是确保排烟系统不受其他因素的影响,提高系统的可靠性。

### 5.1.8 送风、排烟气流短路

**【相关标准】**《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017 第 3.3.5 条规定:机械加压送风风机宜采用轴流风机或中、低压离心风机,其设置应符合下列规定:1 送风机的进风口应直通室外,且应采取防止烟气被吸入的措施。2 送风机的进风口宜设在机械加压送风系统的下部。3 送风机的进风口不应与排烟风机的出风口设在同一面上。当确有困难时,送风机的进风口与排烟风机的出风口应分开布置。且竖向布置时,送风机的进风口应设置在排烟出口的下方,其两者边缘最小垂直距离不应小于 6.0m;水平布置时,两者边缘最小水平距离不应小于 20.0m。4 送风机宜设置在系统的下部,且应采取保证各层送风量均匀性的措施。5 送风机应设置在专用机房内,送风机房应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的规定。6 当送风机出风管或进风管上安装单向风阀或电动风阀时,应采取火灾时自动开启阀门的措施。

**【存在问题】**在某些设计文件中,会出现屋顶加压送风机与排烟风机相邻设置的情况,一旦火灾发生,屋顶排烟风机排出的烟气再次被吸入,由加压送风机送入防烟楼梯间、前室、合用前室等疏散通道,导致消防防烟系统起不到应有的作用。

**【提示】**本条特别强调了加压送风机的进风必须是室外不受火灾和烟气污染的空气。一般应将进风口设在排烟口下方,并保持一定的高度差;必须设在同一层面时,应保持两风口边缘间的相对距离,或设在不同朝向的墙面上,并应将进风口设在该地区主导风向的上风侧。进风管道宜单独设置,不宜与平时通风系统的进风管道合用。



上述“边缘最小距离”，是对新鲜空气的进风口和烟气排出口在同一平面或同一立面时的规定，并且是针对一次火灾时需要同时运转的进风口、出风口的规定。同时，烟气排出口的布置位置应根据建筑物所处环境条件（如风向、风速、周围建筑物以及道路等情况）综合考虑确定，不应将排出的烟气直接通向其它火灾危险性较大的建筑物上，也不应设置在可能妨碍人员避难、疏散和灭火活动的部位。

### 5.1.9 风管防回流措施使用不当

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 9.3.12 条规定：公共建筑的浴室、卫生间和厨房的垂直排风管，应采取防回流措施并宜在支管上设置公称动作温度为 70℃ 的防火阀。公共建筑内厨房的排油烟管道宜按防火分区设置，且在与竖向排风管连接的支管处应设置公称动作温度为 150℃ 的防火阀。

【提示】为防止火势通过建筑内的浴室、卫生间、厨房的垂直排风管道（自然排风或机械排风）蔓延，要求这些部位的垂直排风管采取防回流措施并尽量在其支管上设置防火阀。垂直排风管防止回流的措施有以下四种：1 加高各层垂直排风管的长度，使各层的排风管道穿过两层楼板，在第三层内接入总排风管道，如图 5.1.9-1 所示。2 将浴室、厕所、卫生间内的排风竖管分成大小两个管道，大管为总管，直通屋面；而每间浴室、厕所的排风小管分别在本层上部接入总排风管，如图 5.1.9-2 所示。3 将支管顺气流方向插入排风竖管内，且使支管到支管出口的高度不小于 600mm，如图 5.1.9-3 所示。4 在排风支管上设置密闭性较强的止回阀。

对于规范限定范围之外的其它房间，如：办公室、休息室等设置排风设施时，不应套用上述方法，应严格按照规范的要求，在水平风

管上靠近垂直风管的部位设防火阀。

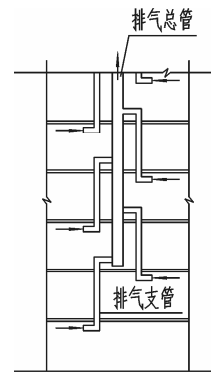


图 5.1.9-1

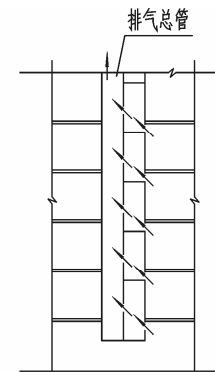


图 5.1.9-2

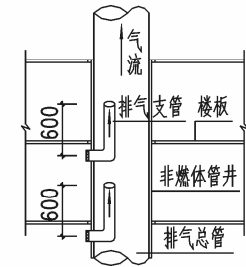


图 5.1.9-3

### 5.1.10 防排烟方式不统一

【存在问题】某一工程裙房四层、塔楼二十二层，塔楼防烟楼梯间在一～四层因没有可开启的外窗，按四层楼梯间计算设置了机械加压送风系统，四层以上可开启外窗面积满足规范要求，采用自然通风方式。

【提示】防烟楼梯间为一个整体，火灾发生时，当加压送风机开启，送风气流将充满整个防烟楼梯间，而不是设计人所想象的仅充满一～四层。因加压送风机的风量、风压是按一～四层确定的，将导致防烟楼梯间疏散门的门洞断面风速不能满足规范要求。

### 5.1.11 未设机械排烟装置

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）第 8.5.3、8.5.4 条规定：民用建筑的下列场所或部位应设置排烟设施：1 设置在一、二、三层且房间建筑面积大于 100m<sup>2</sup> 的歌舞娱乐放映游艺场所，设置在四层及以上楼层、地下或半地下的歌舞娱乐放映游艺场所。

所；2 中庭；3 公共建筑内建筑面积大于 100m<sup>2</sup>且经常有人停留的地上房间；4 公共建筑内建筑面积大于 300m<sup>2</sup>且可燃物较多的地上房间；5 建筑内长度大于 20m 的疏散走道。地下或半地下建筑（室）、地上建筑内的无窗房间，当总建筑面积大于 200m<sup>2</sup>或一个房间建筑面积大于 50m<sup>2</sup>，且经常有人停留或可燃物较多时，应设置排烟设施。

【提示】1 地下室的内走道，尤其是设备用房毗邻的内走道，其排烟设施是设计人常常忽略掉的设计内容，当内走道长度超过 20m 时，应按规范要求设置机械排烟系统。

2 中庭在建筑中往往贯通数层，在火灾时会产生一定的烟囱效应，能使火势和烟气迅速蔓延，易在较短时间内使烟气充填或弥散到整个中庭，并通过中庭扩散到相连通的邻近空间。设计中需结合中庭和连通空间的特点、火灾荷载的大小和火灾的燃烧性等，采取有效的防烟、排烟措施。应注意排烟设施的设置与否与中庭高度无关，均应设置。

3 地下、半地下建筑（室）不同于地上建筑，地下空间的对流条件、自然采光和自然通风条件差，可燃物在燃烧过程中缺乏充足的空气补充，可燃物燃烧慢、产烟量大、温升快、能见度降低很快，不仅增加人员的恐慌心理，而且对安全疏散和灭火救援十分不利。因此，地下空间的防排烟设置要求比地上空间严格。地上建筑中无窗房间的通风与自然排烟条件与地下建筑类似，因此其相关要求也与地下建筑的要求一致。

### 5.1.12 防烟分区划分问题

【相关标准】《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017 第 4.2.1、4.4.12.3 条规定：设置排烟系统的场所或部位应采用挡烟垂

壁、结构梁及隔墙等划分防烟分区。防烟分区不应跨越防火分区。对于需要设置机械排烟系统的房间，当其建筑面积小于 50 m<sup>2</sup>时，可通过走道排烟，排烟口可设置在疏散走道；排烟量应按本标准第 4.6.3 条第 3 款计算。

【提示】走道不满足自然排烟条件时，设计人一般不会遗漏设置机械排烟设施，但是常见排烟量不足。采用隔墙等形成了独立的分隔空间，实际就是一个防烟分区和储烟仓，该空间应作为一个防烟分区设置排烟口，不能与其他相邻区域或房间叠加面积作为防烟分区的设计值。面积较小的房间疏散路径较短，人员较易迅速逃离起火间，可以把控制走道烟层高度作为重点。

### 5.1.13 事故通风系统设置不当

【相关标准】《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 6.3.9 条规定：事故通风应符合下列规定：1 可能突然放散大量有害气体或有爆炸危险气体的场所应设置事故通风。事故通风量宜根据放散物的种类、安全及卫生浓度要求，按全面排风计算确定，且换气次数不应小于 12 次/h；2 事故通风应根据放散物的种类，设置相应的检测报警及控制系统。事故通风的手动控制装置应在室内外便于操作的地点分别设置；3 放散有爆炸危险气体的场所应设置防爆通风设备；4 事故排风宜由经常使用的通风系统和事故通风系统共同保证，当事故通风量大于经常使用的通风系统所要求的风量时，宜设置双风机或变频调速风机；但在发生事故时，必须保证事故通风要求；5 事故排风系统室内吸风口和传感器位置应根据放散物的位置及密度合理设计；6 事故排风的室外排风口应符合下列规定：1) 不应布置在人员经常停留或经常通行的地点以及邻近窗户、天窗、室门等设

施的位置；2) 排风口与机械送风系统的进风口的水平距离不应小于20m；当水平距离不足20m时，排风口应高出进风口，并不宜小于6m；3) 当排气中含有可燃气体时，事故通风系统排风口应远离火源30m以上，距可能火花溅落地点应大于20m；4) 排风口不应朝向室外空气动力阴影区，不宜朝向空气正压区。第6.3.2条规定：**建筑物全面排风系统吸风口的布置，应符合下列规定：1 位于房间上部区域的吸风口，除用于排除氢气与空气混合物时，吸风口上缘至顶棚平面或屋顶的距离不大于0.4m；2 用于排除氢气与空气混合物时，吸风口上缘至顶棚平面或屋顶的距离不大于0.1m；3 用于排出密度大于空气的有害气体时，位于房间下部区域的排风口，其下缘至地板距离不大于0.3m；4 因建筑结构造成有爆炸危险气体排出的死角处，应设置导流设施。**

【提示】事故通风是确保生产和保障人民生命安全的一项必要措施。对在生活中可能突然放散有害气体的建筑，在设计中均应设置事故排风系统。事故通风的通风量，要保证事故发生时，控制不同种类的放散物浓度低于国家安全及卫生标准所规定的最高容许浓度，且换气次数不低于12次/小时。事故排风系统应根据建筑物可能释放的放散物种类设置相应的检测报警及控制系统，以便及时发现事故，启动自动控制系统，减少损失。事故通风的手动控制装置应安装在室内、外便于操作的地点，以便一旦发生紧急事故，使其立即投入使用。放散物包含有爆炸危险的气体时，应采用防爆通风设备。

事故排风的室内吸风口，应设在有害气体或爆炸危险性物质放散量可能最大或聚集最多的地点。对事故排风的死角，应采取导流措施。当发生事故向室内放散密度比空气大的气体或蒸汽时，室内吸风口下缘至地板距离不应大于0.3m，上缘至地板距离不应大于1.0m；放散密

度比空气小的气体或蒸汽时，室内吸风口应设在上部地带；放散密度比空气小的可燃气体或蒸汽时，室内吸风口应尽量紧贴顶棚布置，除用于排除氢气与空气混合物时，其上缘距顶棚不得大于0.4m。

为保证传感器能尽早发现事故，及时快速监测到所放散的有害气体或爆炸危险性物质，传感器应布置在建筑内有可能放散有害物质的发生源附近以及主要的人员活动区域，且应安装维护方便，不影响人员活动。当放散气体或蒸汽密度比空气大时，应设在下部地带；当放散气体或蒸汽密度比空气小时，应设在上部地带。

当风吹向和流经建筑物时，由于撞击作用，产生弯曲、跳跃和旋流现象，在屋顶、侧墙和背风侧形成的负压闭合循环气流区为动力阴影区；由于撞击作用而使其静压高于稳定气流区静压的区域为正压区。为便于污染物排放，不产生倒流，应尽可能避免将排风口设在动力阴影区和正压区。

#### 5.1.14 设计机械排烟系统时未考虑补风问题

【相关标准】《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017 第4.5.1、4.5.2条规定：**除地上建筑的走道或建筑面积小于500m<sup>2</sup>的房间外，设置排烟系统的场所应设置补风系统。补风系统应直接从室外引入空气，且补风量不应小于排烟量的50%。**

【提示】根据空气流动的原理，必须要有补风才能排出烟气。排烟系统排烟时，补风的主要目的是为了形成理想的气流组织，迅速排除烟气，有利于人员的安全疏散和消防人员的进入。对于建筑地上部分的机械排烟的走道、小于500m<sup>2</sup>的房间，由于这些场所的面积较小，排烟量也较小，可以利用建筑的各种缝隙，满足排烟系统所需的补风。

## 5.2 分户计量

### 5.2.1 未设冷、热量计量装置

【相关标准】《天津市民用建筑能耗监测系统设计标准》DB29-216-2013 第 5.3.2 条规定：民用建筑设置计量装置应符合下列规定：1 在公共建筑热力入口处设置热量表；2 在自建热（冷）源或换热（冷）站处设置热（冷）量表；3 采暖、空调水系统的热（冷）量表宜设置在分、集水器总管道上；4 对于未设置分、集水器或分、集水器总管不具备安装条件的系统，宜在系统主管或各分支处设置热（冷）量表。第 3.0.1、3.0.2 条规定：新建、改建、扩建和既有公共建筑以及居住建筑中的热源、热力站应设置能耗监测系统。民用建筑中设置的能耗监测系统应按上一级数据中心要求自动、定时发送能耗数据信息。

《天津市公共建筑节能设计标准》DB29-153-2014 第 4.7.3 条规定：采用区域性冷源和热源时，在每栋公共建筑的冷源和热源入口处，应设置冷量和热量计量装置。公共建筑内部归属不同使用单位的各部分，宜分别设置冷量和热量计量装置。《天津市居住建筑节能设计标准》DB29-1-2013 第 5.1.7 条规定：供暖（空调）系统，必须设置热量计量装置，并满足下列规定：1 锅炉房和热力站应设热量计量装置，以计量并检测其供热量；2 居住建筑采用直接计量方式时，应在各用户热力入口处设置户用热量表，并以此作为其供热耗热量的贸易结算点。采用间接计量方式时，应在建筑物热力入口处设置热量表，并以此作为其供热耗热量的贸易结算点；3 居住建筑的公共区域部分应单独设置热量表。4 热计量装置设置应符合国家行业现行标准《供热计

量应用技术规程》JGJ173 和天津市地方标准《天津市集中供热住宅计量供热设计规程》的规定。

【提示】冷、热量计量不仅可以实现量化管理、计量收费，同时是节约能源的重要手段，可以检验冷热源系统的运行效率，实现系统能耗的定量分析。按照冷量和热量的用量计收供暖和供冷费用，既公平合理，又有利于提高用户的节能意识。

对居住类建筑，依据《天津市集中供热住宅计量供热设计规程》DB/T29-26-2017 第 6.1.1 条规定：新建城市热网集中供热住宅，应按照按户分环、分室控温并能按户计量用热量的计量供热方法进行设计。

《天津市建筑节能条例》第十七条规定：民用建筑施工图设计文件应当包括供热系统调控、室内温度调控和用热计量装置；公共建筑还应当包括用电、用热用冷、用气、用水等分项计量及其数据采集传输装置。热源的热力出口及热力站的设计文件，应当包括供热计量及其数据采集传输装置。

### 5.2.2 冷热量计量表未按流量选型

【相关标准】《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.10.3 条规定：用于热量结算的热量表的选型和设置应符合下列规定：1 热量表应根据公称流量选型，并校核在设计流量下的压降。公称流量可按设计流量的 80%确定；2 热量表的流量传感器的安装位置应符合仪表安装要求，且宜安装在回水管上。

《天津市集中供热住宅计量供热设计规程》DB/T29-26-2017 第 8.2.3 条规定：热量表的常用流量应与供热系统设计流量的 80%接近。设计文件应标明所选热量表的常用流量。若选用热量表的口径小于所接管道的管径时，应采用缩径措施，缩径范围不宜超过两档。

【提示】对于热量结算的热源、换热机房及楼栋热量表，以及用于户间热量分摊的户用热量表的选型，不能简单地按照管道直径直接选用，而应根据系统的设计流量的一定比例对应热量表的公称流量确定。若按照流量选型后需变径时，变径不应低于两档，以减少产生的涡流和压损对水泵扬程选型的影响。供暖回水管的水温较供水管的低，流量传感器安装在回水管上所处环境温度也较低，有利于延长电池寿命和改善仪表使用工况。

### 5.2.3 热量表安装位置及安装方式有误

【相关标准】《天津市集中供热住宅计量供热设计规程》DB/T29-26-2017 第 5.0.5.2、5.0.5.4 条规定：建筑物的热力入口装置除应满足常规要求外，还应符合下列规定：当热力入口设置总热量表时，热量表的流量传感器应设在回水管上，且流量传感器前应设过滤器，滤网规格宜为 60 目。流量传感器前、后直管段的长度要求见 8.3.1 条的要求。热力入口涉及到的总热量表、各种阀门及仪表宜水平安装。《天津市集中供热住宅计量供热设计规程》DB/T29-26-2017 第 8.3.1 条规定：流量传感器的安装位置应符合下列要求：1 除户用热量表外，流量传感器应安装在回水管道上；2 流量传感器不应直接安装在阀门或变径管件后、不应紧邻在水泵出口端或靠近弯头等管内流态不稳定区域；3 流量传感器水平或垂直的安装方式应在设计图纸中明确；4 流量传感器前、后直管段的长度必须大于等于所选用热量表的产品说明书的规定，当无法确定选用热表的具体要求时，流量传感器前、后安装直管段的长度，宜按不小于 5 倍和 2 倍管径的长度预留安装空间。

【提示】热量表的流量传感器一般宜安装在回水管道上，因为回

水管道内水流介质的温度低于供水管道内的水流介质温度，可使热量表流量传感器有一个较好的运行条件。要求流量传感器安装位置其前后要设置直管段、避免安装在易出现涡流和气泡等位置，是为了保证热量表计量的准确度。从流体力学分析，保证热量表流量传感器前、后直管段足够长度可使流经热量表的流体处于稳定流动状态。不同的流量传感器前、后直管段长度要求也不同。所以，其长度和安装方式应按照产品说明书确定。当供暖系统设计无法确定选用热表的具体要求时，流量传感器前、后应预留直管段的安装条件。热量表的流量传感器由于构造不同，有的只能水平安装，有的水平、垂直安装均可，设计图纸中应对其安装方式加以明确。水平安装时，热量表壳体上箭头方向为水流方向，不得装反；垂直安装时，应使进水方向由下进水。

## 5.3 节能

### 5.3.1 未提供完整的冷、热负荷计算书

【相关标准】《天津市公共建筑节能设计标准》DB29-153-2014 第 4.1.1 条规定：施工图设计阶段，必须进行热负荷计算和逐项逐时的冷负荷计算。

【提示】冷、热负荷的计算为暖通、空调设计的基础，是建筑节能审查之重点，设计人不可忽视。

冷、热负荷计算书应包括如下内容：首页、典型房间负荷计算、负荷计算结果。其中首页应提供：室外计算参数、室内设计参数、围护结构热工参数、人员密度、照明功率密度、不同类型房间的电器设备功率、新风量标准、负荷计算所使用的计算软件等。

### 5.3.2 围护结构传热系数取值与建筑专业不符

【存在问题】冷热负荷计算书中，围护结构传热系数与建筑节能登记表不符。

【提示】围护结构的热工性能为建筑节能与否的主要判断指标，目前天津市各设计单位均由建筑专业进行围护结构热工性能的节能计算，并将最终结果形成建筑节能登记表。暖通专业在负荷计算中各围护结构传热系数的取值应与节能登记表完全一致。在实际工程中常发生暖通专业在计算中按各围护结构传热系数最大限值计算，与建筑专业不符的情况。

### 5.3.3 全空气系统过渡季工况下不能实现全新风运行

【相关标准】《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 第 4.3.11 条规定：设计定风量全空气空气调节系统时，宜采取实现全新风运行或可调新风比的措施，并宜设计相应的排风系统。

【提示】空调系统设计时不仅要考虑到设计工况，而且应考虑全年运行模式。在过渡季工况下，空调系统采用全新风或增大新风比运行，都可以有效地改善空调区内空气的品质，大量节省空气处理所需消耗的能量，应该大力推广应用。但要实现全新风运行，设计时必须认真考虑新风取风口和新风管所需的截面积，合理设计好排风出路，并应确保室内必须保持的正压值。

应明确的是：“过渡季”指的是与室内、外空气参数相关的一个空调工况分区范围，其确定的依据是通过室内、外空气参数的比较而定的。由于空调系统全年运行过程中，室外参数总是处于一个不断变化的动态过程之中，即使是夏天，在每天的早晚也有可能出现“过渡季”工况（尤其是全天 24h 使用的空调系统），因此，不要将“过渡季”理解为一年中自然的春、秋季节。

### 5.3.4 未计算风机的单位风量耗功率

【相关标准】《天津市公共建筑节能设计标准》DB29-153-2014 第 4.5.17 条规定：空调风系统和通风系统的作用半径不宜过大。风道系统风量大于 10,000m<sup>3</sup>/h 时，单位风量耗功率（W<sub>s</sub>）应按照下式计算，并不应大于表 4.5.17 的规定。

【提示】设计师应在设计图中明确风机的风压（对于普通的机械通风系统）或机组余压（对于空调风系统）P，以及对风机效率 η<sub>F</sub> 的最低限值要求，按照公式计算并和表 4.5.17 对照来评判是否达到了本条文的要求。

### 5.3.5 未计算循环水泵的耗电输冷（热）比

【相关标准】《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 第 4.3.9 条规定：在选配空调冷（热）水系统的循环水泵时，应计算空调冷（热）水系统耗电输冷（热）比 [EC(H)R<sub>a</sub>]，并应标注在施工图的设计说明中。空调冷（热）水系统耗电输冷（热）比计算应符合下列规定：1 空调冷（热）水系统耗电输冷（热）比应按下列公式计算： $EC(H)R_a = 0.003096 \sum (G \cdot H / \eta_b) / Q \leq A (B + \alpha \sum L) / \Delta T$

【提示】空调冷（热）水系统耗电输冷（热）比反映了空调水系统中循环水泵的耗电与建筑冷热负荷的关系，对此值进行限制是为了保证水泵的选择在合理的范围，降低水泵能耗。

### 5.3.6 空调土建送回风道未采取可靠的防漏风及绝热措施

【相关标准】《天津市公共建筑节能设计标准》DB29-153-2014 第 4.5.12 条规定：空气调节风系统不应采用土建风道作为空气调节系统的送风道和输送冷、热处理后的新风送风道。不得已而使用土建风道时，必须采取可靠的防漏风和绝热措施。

【提示】一些工程采用的土建风道，实际效果往往并不理想，其中最突出的问题是漏风严重，采用土建风道输送已经过冷、热处理的空气，能量浪费严重；同时由于混凝土等墙体的蓄热量大，没有绝热层的土建风道会吸收大量的送风能量，严重影响空调效果，因此不主张在设计中采用土建风道来输送已经过冷、热处理的空气，当受条件制约必须使用土建风道时，应采取可靠的防漏风和绝热措施。

### 5.3.7 空调系统未按内外区分别设置

【相关标准】《天津市公共建筑节能设计标准》DB29-153-2014 第 4.5.7 条规定：建筑内存在需要常年供冷的内部区域时，空调系统的设计应符合下列要求：1 应根据室内进深、分隔、朝向、楼层以及围护结构特点等因素，划分建筑物空气调节内、外区；2 内、外区宜分别设置系统或末端装置；并应避免冬季室内冷、热风的混合损失；3 对有较大内区且常年有稳定的大量余热的办公、商业等建筑，有条件时宜采用水环热泵等能够回收余热的空气调节系统；4 当建筑物内区采用全空气系统时，冬季和过渡季应最大限度地采用新风作冷源，冬季不应使用制冷机供应冷水。

【提示】大中型公共建筑的内区在冬季和过渡季温度过高、热舒适性差是普遍现象。内、外区无明确的室内进深尺寸界线，应根据外围护结构对室内热环境的多种影响因素进行划分。建筑物外区和内区的负荷特性不同，特别是冬季内、外区对空调的需求存在很大的差异，因此宜分别设计和配置空调系统。这样，不仅可以方便运行管理、获得最佳的空调效果，而且还可以避免冷热抵消、节约能源。

### 5.3.8 冷水机组选型问题

【相关标准】《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》

GB50736-2012 第 8.2.2 条规定：电动压缩式冷水机组的总装机容量，应根据计算的空调系统冷负荷值直接选定，不另作附加；在设计条件下，当机组的规格不能符合计算冷负荷的要求时，所选择机组的总装机容量与计算冷负荷的比值不得超过 1.1。《天津市公共建筑节能设计标准》DB29-153-2010 第 4.4.7 条规定：蒸气压缩循环冷水（热泵）机组应采用卸载灵活、可靠，满负荷制冷性能系数（COP）及综合部分负荷性能系数（IPLV）较高的机型，并应符合下列要求：1 名义工况制冷性能系数（COP）不应低于表 4.4.7-1 规定的数值；2 综合部分负荷性能系数（IPLV）不宜低于表 4.4.7-2 规定的数值。

【提示】空调负荷的分布，在一年之内是极不均匀的，设计负荷的运行时间，一般仅占空调总运行时间的 6~8%。从实际情况看，目前几乎所有的舒适性集中空调建筑中，都不存在冷源的总供冷量不够的问题，大部分情况下，所有安装的冷水机组一年中同时满负荷运行的时间没有出现过，甚至一些工程所有机组同时运行的时间也很短或者没有出现过。这说明相当多的制冷站房的冷水机组总装机容量过大，实际上造成了投资浪费。同时，由于单台机组装机容量也同时增加，还导致了其在低负荷工况下运行，能效降低。

### 5.3.9 节能登记表内容数值有误

【存在问题】设计人普遍能按照津建设【2015】384 号文件格式要求编写节能设计专篇，但是节能登记表中冷热源类型部分，常见内容填写不完整或填写有误等情况。

【提示】冷热源类型表中“总冷热负荷（kW）”应与本工程暖通专业说明中计算总冷热负荷一致，而不应填写建筑全年能耗（kWh）。“冷水（热泵）机组”一栏中，应罗列本工程全部相关设备参数，其 COP、

IPLV、SCOP 数值均应填写完整。

### 5.3.10 工业建筑节能设计应注意的问题

【相关标准】《工业建筑节能设计统一标准》GB51245-2017 第 3.1.1 条规定：工业建筑节能设计应按表 3.1.1 进行分类设计。

表 3.1.1 工业建筑节能设计分类

类别	环境控制及能耗方式	建筑节能设计原则
一类工业建筑	供暖、空调	通过围护结构保温和供暖系统节能设计，降低冬季供暖能耗；通过围护结构隔热和空调系统节能设计，降低夏季空调能耗
二类工业建筑	通风	通过自然通风设计和机械通风系统节能设计，降低通风能耗

【提示】在进行节能设计时，将工业建筑分为两类，其类别是指一栋单体建筑或一栋单体建筑的某个部位。既一栋单体建筑的某个部位的“节能类别”可以与其他部位不同，比如厂房局部为办公功能，厂房按二类工业建筑节能设计，办公可按一类建筑进行采暖、空调系统设计，并加强其围护结构保温性能措施，进行采暖、空调设计时，应执行本规范第 5 章节规定。

### 5.3.11 单元式空调机能效比取值有误

【相关标准】《天津市公共建筑节能设计标准》DB29-153-2014 第 4.2.15 条规定：名义制冷量大于 7.1kW、采用电机驱动压缩机的单元式空气调节机、风管送风式和屋顶式空气调节机组时，其在名义制冷工况和规定条件下的能效比（EER）不应低于表 4.2.15 的规定。

第 4.2.18 条规定：多联式分体空调（热泵）机组的制冷综合性能系数 IPLV（C）不应低于表 4.2.18 的规定。

【提示】应注意单元式空气调节机（分体空调）、多联式空调（热泵）机组不同限值的选取。《天津市公共建筑节能设计标准》DB29-153-2014 沿用了《单元式空气调节机能效限定值及能源效率等级》GB19576 中 EER 指标。GB19576 中又规定：本标准适用于名义制冷量大于 7100W，采用电机驱动压缩机的单元式空气调节机，风管送风式和屋顶式空调机组，本标准不包括多联式空调（热泵）机组和变频空调机。所以单元式空气调节机（分体空调）应按《天津市公共建筑节能设计标准》DB29-153-2014 第 4.2.15 条规定选取限值。

## 5.4 人防

### 5.4.1 滤毒通风量超过过滤吸收器的额定风量

【相关标准】《人民防空地下室设计规范》GB50038-2005 第 5.2.8.4 条规定：滤毒通风进风管路上选用的通风设备，必须确保滤毒进风量不超过该管路上设置的过滤吸收器的额定风量。第 5.2.16 条规定：设计选用的过滤吸收器，其额定风量严禁小于通过该过滤吸收器的风量。

【提示】保证所选用的过滤吸收器的额定风量必须大于滤毒通风时的进风量，是确保战时滤毒效果不可缺少的措施之一。五、六级人防二等人员掩蔽所清洁通风量为  $\geq 5\text{m}^3/\text{P}\cdot\text{h}$ ，滤毒通风量为  $\geq 2\text{m}^3/\text{P}\cdot\text{h}$ ，（设计时通常不应取最小值作为工程的设计计算值）因此防空地下室的战时进风系统中清洁通风机和滤毒通风机所需的风量、风压相差均较大。当清洁进风与滤毒进风合用一台电动风机时，进风机按保证战时清洁通风量选用，此时，必须在滤毒通风的分支管路上加设风量调节阀，以备在战时滤毒通风状态时，通过调节阀来达到减小进风量、保证滤毒效果的目的。同时，设计人应对风机在不同状态下的工况进



行校核计算。

#### 5.4.2 引入防空地下室的采暖、空调管道未采取防护密闭措施

【相关标准】《人民防空地下室设计规范》GB50038-2005 第 5.4.1 条规定：引入防空地下室的采暖管道，在穿越人防围护结构处应采取可靠的防护密闭措施，并应在围护结构的内侧设置工作压力不小于 1.0MPa 的阀门。第 5.6.11 条规定：引入防空地下室的空调水管，应采取防护密闭措施，并应在其围护结构的内侧设置工作压力不小于 1.0MPa 的阀门。

【提示】在实际工程中应尽量避免与人防无关的采暖、空调管道穿越防空地下室，当防空地下室内设有采暖或空调系统、管道必须穿越时，应按规范要求采取可靠的防护密闭措施，并应在图纸中明确标注阀门的工作压力。

#### 5.4.3 战时柴油电站通风、排烟问题

【相关标准】《人民防空地下室设计规范》GB50038-2005 第 5.7.2.2、5.7.2.3、5.7.8 条规定：柴油发电机房采用清洁式通风时，应按下列规定计算进、排风量：当柴油发电机房采用水冷却时，按排除柴油发电机房有害气体所需的通风量经计算确定。有害气体的容许含量取：CO 为  $30\text{mg}/\text{m}^3$ ，丙烯醛为  $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ，或按大于等于  $20\text{m}^3/(\text{kW}\cdot\text{h})$  计算进风量；排风量取进风量减去燃烧空气量。柴油机的排烟系统，应按下列规定设置：柴油机排烟口与排烟管应采用柔性连接。当连接两台或两台以上机组时，排烟支管上应设置单向阀门；排烟管的室内部分，应做隔热处理，其表面温度不应超过  $60^\circ\text{C}$ 。

##### 【提示】

1 柴油电站的送排风应经计算确定。机房采用水冷冷却方式时，

若通风换气量较小，且送风量小于排风量，则达不到消除机房内有害气体的目的，无法保证柴油发电机正常工作。

2 设计柴油机排烟系统时，应说明其排烟管隔热处理的具体做法，柴油机排烟口与排烟管的柔性接头应采用耐高温材料。

## 5.5 其它

### 5.5.1 建筑物热力入口调节阀设置不当

【相关标准】《天津市集中供热住宅计量供热设计规程》DB/T29-26-2017 第 5.0.5 条规定：建筑物热力入口装置除应满足常规要求外，还应符合下列规定：1 热力入口的供水管上应设静态平衡阀，在回水管上设可现场设定型的自力式压差控制阀。第 5.0.6 条规定：自力式压差控制阀的规格应根据热力入口设计流量和所需控制的压差通过计算确定，并应符合以下要求：1 作用在自力式压差控制阀前后的压力不应大于其工作压力，且应符合表 5.1 的规定；2 自力式压差控制阀所控制的水环路阻力（压差）应在其控制压差范围内，且应符合表 5.2 的规定；3 自力式压差控制阀的设计压降宜为其所控制环路计算阻力的 0.3 倍~0.6 倍；4 自力式压差控制阀的口径与其所安装的管道口径差不宜大于两级。第 5.0.7 条规定：静态平衡阀的规格应通过计算确定，并应符合以下要求：1 阀门两端的压差不应超出产品允许的压差范围；2 当资用压头已知时，静态平衡阀的规格应根据阀门的设计流量及两端的压差选择确定；3 当设计资料未知时，可选用与管道同径或小一号的静态平衡阀，且应根据设计流量计算其所需的最小压差。《供热计量技术规程》JGJ173-2009 第 5.2.2 条规定：集中供热系统中，建筑物热力入口应安装静态水力平衡阀，并应对系统进

行水力平衡调试。

【提示】水力调控的阀门主要有静态水力平衡阀、自力式流量控制阀和自力式压差控制阀，三种产品调控反馈的对象分别是阻力、流量和压差，而不是互相取代的关系。热力入口设置静态平衡阀的目的有二，一是通过限流与流量调节功能，实现热网的水力平衡；二是通过消除热力入口过剩的资用压头，使自力式压差控制阀与散热器恒温阀工作在合理的压差范围内，保证其控制精度。

水力平衡调节、压差控制和流量控制的目的是为了调控室温，调控室温功能由末端装置来实现。温控阀前后压差不应大于 0.03MPa，压差过大会产生噪音，因此在选择自力式压差控制阀时，应保证控制阀的阀权以及在关闭过程中的压差不会产生噪音。

### 5.5.2 未提供完整计算书

【存在问题】在建设单位报送给施工图审查单位的设计文件中，常出现下列问题：计算书中缺少原始输入数据；缺少必要的计算简图；计算书不全，当既有冷负荷计算又有热负荷计算时，仅提供冷负荷计算书；未注明计算软件的名称和版本；打印的计算结果不全；设备选型与计算结果不一致等等。

【提示】计算是暖通、空调设计的基础，也是施工图审查的重点，设计人不可忽视。完整的计算书应包括如下内容：首页、冷、热负荷计算、空调（采暖）水系统水力计算及水力平衡计算、风系统阻力计算、管道热膨胀计算、必要的气流组织计算、主要设备选型计算、风机的单位风量耗功率计算、空调水系统的耗电输热比计算、必要的计算简图。

其中首页应提供：室外计算参数、室内设计参数、围护结构热工

参数、人员密度、照明功率密度、不同类型房间的电器设备功率、新风量标准、负荷计算所使用的计算软件等。

### 5.5.3 办公、客房等房间新风量不满足要求

【相关标准】《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 3.0.6 条规定：设计最小新风量应符合下列规定：

1 公共建筑主要房间每人所需最小新风量应符合表 3.0.6-1 规定。

表 3.0.6-1 公共建筑主要房间每人所需最小新风量【m<sup>3</sup>/（h·人）】

建筑房间类型	新风量
办公室	30
客房	30
大堂、四季厅	10

2 设置新风系统的居住建筑和医院建筑，所需最小新风量宜按换气次数法确定。居住建筑换气次数宜符合表 3.0.6-2 规定，医院建筑换气次数宜符合表 3.0.6-3 规定。

3 高密人群建筑每人所需最小新风量应按人员密度确定，且应符合表 3.0.6-4 规定。

【提示】民用建筑人员所需最小新风量应根据室内空气的卫生要求、人员的活动和工作性质，以及在室内的停留时间等因素确定。卫生要求的最小新风量，民用建筑主要是对 CO<sub>2</sub> 的浓度要求。《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》中对办公、客房等房间的每人所需最小新风量要求为强制性条款。

### 5.5.4 未考虑管道热膨胀

【相关标准】《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》

GB50736-2012 第 5.9.5 条规定：当供暖管道利用自然补偿不能满足要求时，应设置补偿器。

【提示】对采暖管道进行热膨胀计算是许多设计人常常忽略的问题，此条是规范中的强制性条文，在设计中应引起重视。《全国民用建筑工程设计技术措施-暖通空调·动力》（2009 年版）第 2.4.11 条规定：水平干管或总立管的固定点的布置，应保证分支管接点处的最大位移量不大于 40mm。设于管井内的供回水干管宜设置波纹管补偿器，波纹管补偿器应设于两个固定支架之间，其一端应布置在靠近固定支架处。如图 5.5.4 所示为某工程高区采暖系统供回水主立管连接示意图，在设计中应保证图示 d 处分支接点由管道胀缩引起的最大位移不大于 40mm。某些设计中 b 处未设置固定支架，当管道胀缩时，转弯处水平干管位移量过大，水平管段可能被剪切。垂直双管系统及跨越管与立管同轴的单管系统的散热器立管，当连接散热器立管的长度小于 20m 时，可在立管中间设固定卡；长度大于 20m 时，应采取补偿措施。

### 5.5.5 散热器供暖系统未设自动控温装置

【相关标准】《供热计量技术规程》JGJ173-2009 第 7.2.1 条规定：新建和改扩建的居住建筑或以散热器为主的公共建筑的室内供暖系统应安装自动温度控制阀进行室温调控。

【提示】以往传统的室内供暖系统中安装使用的手动调节阀，对室

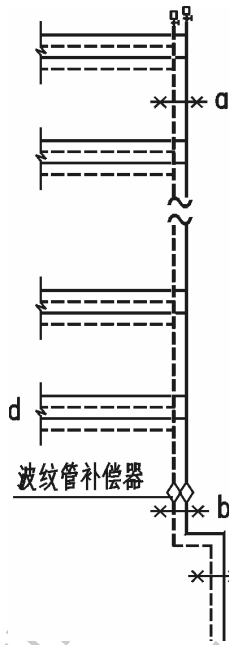


图 5.5.4

内供暖系统的供热量能够起到一定的调节作用，但因其缺乏感温元件及自力式动作元件，无法对系统的供热量进行自动调节，从而无法有效利用室内的自由热，节能效果大打折扣。

散热器系统应在每组散热器安装温控阀或者其它自动阀门来实现室内温控。散热器恒温控制阀具有感受室内温度变化并根据设定的室内温度对系统流量进行自力式调节的特性。正确使用散热器恒温控制阀可实现对室温的主动调节以及不同室温的恒定控制。散热器恒温控制阀对室内温度进行恒温控制时，可有效利用室内自由热、消除供暖系统的垂直失调从而达到节省室内供热量的目的。

### 5.5.6 地面辐射采暖未设自动控温装置

【相关标准】《天津市集中供热住宅计量供热设计规程》DB/T29-26-2017 第 6.6.6 规定：住宅建筑地面辐射供暖时，应在集水器每个环路设预设定型电热恒温控制阀。第 6.5.7 条规定：采用地面辐射供暖的住宅，应分别为每个主要房间配置独立的环路，面积小的附属房间加热管或输配管可以串联。《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142-2012 第 3.8.3 条规定：地面辐射供暖供冷水系统室温控制可采用分环路控制和总体控制两种方式，自动控制阀宜采用电热式控制阀，也可采用自力式温控阀和电动阀，并应符合下列规定：1 当采用分环路控制时，应在分水器或集水器处的各个分支管上分别设置自动控温阀，控制各房间或区域的室内空气温度；2 当采用总体控制时，应在分水器或集水器总管上设置自动控温阀，控制整个用户或区域的室内空气温度。

【提示】地面辐射供暖系统中，自动温控应采用温控器（室温型或地温型）加热电执行器来完成，不宜采用自力式温控阀或电磁阀。

分别为每个主要房间配置独立的环路，是为了便于分室控制。

### 5.5.7 幼儿园、养老院等建筑的散热器未设防护措施

【相关标准】《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.3.10 条规定：幼儿园、老年人和特殊功能要求的建筑的散热器必须暗装或加防护罩。

【提示】为保护儿童、老年人、特殊人群的安全健康，当设计特殊功能要求的建筑时，室内散热器必须暗装或加防护罩，设计时不可忽视。地板辐射采暖系统或章鱼式散热器采暖的热媒分配器，也应按本条规定执行。另外《养老设施建筑设计规范》GB50867-2013 第 6.3.2 条规定：固定在走廊墙、立柱上的物体或标牌距地面的高度不应小于 2.00m；当小于 2.00m 时，探出部分的宽度不应大于 100mm；当探出部分的宽度大于 100mm 时，其距地面的高度应小于 600mm。所以养老设施不宜在走廊设置分配器。

### 5.5.8 中小学教室通风问题

【相关标准】《中小学校设计规范》GB50099-2011 第 10.1.9 条规定：除化学、生物实验室外的其他教学用房及教学辅助用房的通风应符合下列规定：1 非严寒与非寒冷地区全年，严寒与寒冷地区除冬季外，应优先采用开启外窗的自然通风方式；2 严寒与寒冷地区于冬季，条件允许时，应采用排风热回收型机械通风方式；其新风量不应低于本规范表 10.1.8 的规定；3 严寒与寒冷地区于冬季采用自然通风方式时，应符合下列规定：1) 宜在外围护结构的下部设置进风口；2) 在内走道墙上部设置排风口或在室内设附墙排风道，此时排风口应贴近各层顶棚设置，并应可调节；3) 进风口面积不应小于房间面积的 1/60；当房间采用散热器采暖时，进风口宜设在进风能直接被散热器直接加热的

部位；4) 当排风口设于内走道时，其面积不应小于房间面积的 1/30；当设置附墙垂直排风道是，其面积应通过计算确定；进、排风口面积与位置宜结合建筑布局经自然通风分析计算确定。

【提示】新鲜空气对于学生的健康和听课时集中注意力是必要的保障。在寒冷及严寒地区，教室通风应采用在外墙和走道开小气窗或做通风道的换气方式。教室如在外墙开窗，风直接吹到学生身上，容易感冒，故以设风斗式小气窗为宜，或将进风口设在散热器后方，让新风经散热器加热后送入教室。

### 5.5.9 供暖管道穿越防火墙时未采取相应措施

【相关标准】《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.9.8 条规定：当供暖管道必须穿越防火墙时，应预埋钢套管，并在穿墙处一侧设置固定支架，管道与套管之间的空隙应采用耐火材料封堵。《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版) 第 6.1.6 条规定：除本规范第 6.1.5 条规定外的其他管道不宜穿过防火墙，确需穿过时，应采用防火封堵材料将墙与管道之间的空隙紧密填实，穿过防火墙处的管道保温材料，应采用不燃材料；当管道为难燃及可燃材料时，应在防火墙两侧的管道上采取防火措施。

【提示】供暖管道穿越防火墙时采取防火封堵、固定等措施，是为了保持防火墙墙体的完整性，以防发生火灾时，烟气或火焰等通过管道穿墙处波及到其他房间。本条规定在于防止建筑物内的高温烟气和火势穿过防火墙上的开口和孔隙等蔓延扩散，以保证防火分区的防火安全。

### 5.5.10 供暖管道穿变形缝时未采取相应措施

【相关标准】《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》

GB50736-2012 第 5.9.7 条规定：穿越建筑物基础、伸缩缝、沉降缝、防震缝的供暖管道，以及埋设在建筑结构里的立管，应采取预防建筑物下沉而损坏管道的措施。

【提示】在布置供暖系统时，若必须穿过建筑物变形缝，应采取预防由于建筑物下沉而损坏管道的措施，如：在管道穿过基础或墙体埋设大口径套管内填以弹性材料、在变形缝两侧设置柔性连接等。

#### 5.5.11 地面辐射采暖加热管选材的问题

【相关标准】《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.4.6 条规定：热水地面辐射供暖塑料加热管的材质和壁厚的选择，应根据工程的耐久年限、管材的性能以及系统的运行水温、工作压力等条件确定。

【提示】加热管的材质和壁厚，应按工程使用条件经计算选择确定。当不具备计算条件时，应注明：对永久性建筑，应保证设计工况下的使用年限大于或等于 50 年；对临时建筑，设计工况下的使用年限应与建筑物同寿命。

#### 5.5.12 集中供热住宅设计应注意的问题

【相关标准】《天津市集中供热住宅计量供热设计规程》DB/T29-26-2017 第 4.2.1 条规定：热力站位置宜靠近热负荷中心，并应设置在地上。

第 6.3.2 条规定：采用户用热量表的户内系统入口装置，供水管由关断阀、Y 型过滤器、户用热量表构成；回水管由关断阀或静态平衡阀、温度传感器连接件等构成。采用间接计量方式的户内系统入口装置由供水管关断阀、Y 型过滤器，回水管关断阀、调节阀等构成。调节阀材质应为铜。

第 6.2.4 条规定：住宅建筑物内供暖系统供、回水水平干管及共用供、回水立管宜采用钢塑复合压力管（βPSP），电磁感应双热熔连接，也可采用无缝钢管（GB/T8163）焊接。

第 6.6.6 条规定：住宅建筑地面辐射供暖时，应在集水器每个环路设预设定型电热恒温控制阀。第 5.0.8 条规定：1 热力入口处的最小资用压差；2 室内系统的供回水压差（不包括平衡阀、压差控制阀等设备的阻力）；3 室内系统设计工况时的计算温差、额定热负荷和额定流量；4 最低静压值。

第 6.7.1 条规定：户内供暖系统管道应采用具有阻氧特性的塑料管材。

【提示】在设计时应注意与老版规范的区别。6.3.2 条提出了户内采暖系统热力入口装置的基本构成要求，过滤器进一步保护户用热量表和恒温阀。当采用的热量表不带温度传感器时，供水管也应设置温度传感器连接件。当回水管设置静态平衡阀时，可不再设置关断阀。6.7.1 条提出对户内供暖系统管道材质的要求，以往大量使用的 PP-R 管和 PP-R 稳态管，由于所需管壁较厚不宜弯曲，在供暖系统中已不宜采用。

#### 5.5.13 未计算户间传热

【相关标准】《天津市集中供热住宅计量供热设计规程》DB/T29-26-2017 第 3.2.1~3.2.4 条规定：实施分户计量的非独立住宅，除计算供热设计热负荷外还应计算因各户室温差异而形成的户间传热附加负荷。户间传热负荷的计算应按下列要求进行：1 应计算通过户间楼板与隔墙的传热量；2 宜采用面积法计算户间传热负荷；3 户间传热温差宜取为  $\Delta t=5\sim 8^{\circ}\text{C}$ ；4 计算户间传热负荷时，应考虑

各户间传热面同时出现户间传热的概率（设置加热管的地面无需计算）；5 户间传热负荷的计算方法见附录 A。户间传热负荷不宜大于房间供暖设计热负荷的 30%。当计算结果大于 30%时，宜取 30%。户间传热负荷仅作为确定户内供暖设备容量和计算户内管道的依据，不应计入户外共用立管和干管热负荷以及建筑物总供暖设计热负荷。散热设备热负荷等于户间传热负荷与房间供暖设计热负荷之和。

【提示】户间传热是指在实施计量供热的集中供热住宅建筑中，由于周围房间热用户热行为差异而引起的户间热量传递。在设计中不考虑户间传热或将户间传热负荷计入建筑物总热负荷，这两种做法都是错误的，前者会导致集中供热住宅中失热房间室内温度偏低，而后者则会使供热系统及热源设备选型过大，造成不必要的浪费。计算房间的户间传热负荷时，必须确定户间的楼板及隔墙的数量。只有不同户之间的楼板及隔墙才需计算热传递。

#### 5.5.14 住宅热负荷未计算附加值

【相关标准】《天津市集中供热住宅计量供热设计规程》DB/T29-26-2017 第 3.1.2 条规定：设计热负荷应按《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 的相关规定进行计算。房间处在建筑物边、顶、底等不利位置时，应按下列要求，增加围护结构的附加耗热量。1 当不利房间有两面外墙或与室外空气接触的楼板时，附加 15%；2 当不利房间有三面外墙或与室外空气接触的楼板时，附加 20%。

【提示】近年来集中供热住宅供暖常有反馈称处在建筑物边、顶、底等不利位置的房间的供暖温度普遍低于中间位置的房间，除有保温施工方面的原因，不少设计的热负荷计算中，忽略了“两面外墙修正”的要求，尽管《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 正

文未提出这一要求，但在其条文说明以及“供暖通风设计手册”中均有提及。需要指出的是引入这一项修正后，无需再对围护结构基本耗热量进行两面外墙修正。

#### 5.5.15 未提供水力平衡计算

【相关标准】《供热计量技术规程》JGJ173-2009 第 5.2.1 条规定：集中供热工程设计必须进行水力平衡计算，工程竣工验收必须进行水力平衡检测。《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 第 5.9.11 条规定：室内热水供暖系统的设计应进行水力平衡计算，并应采取使设计工况时各并联环路之间（不包括共同段）的压力损失相对差额不大于 15%。

【提示】供热系统能耗浪费主要原因是水力失调。因系统水力不平衡导致管网失调，造成“近热远冷”的冷热不均现象，以往为解决这一问题，常采用增加供暖系统总流量的方法来改善远端用户的用热状况，造成了能源的浪费。因此在设计时应严格进行水力平衡计算，不应仅以设置水力平衡装置和室温自控装置代替系统的水力平衡计算。

#### 5.5.16 燃气锅炉房、直燃机房通风的问题

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版) 第 5.4.12.10 条规定：燃气锅炉房应设置爆炸泄压设施。燃油或燃气锅炉房应设置独立的通风系统，并应符合本规范第 9 章的规定。《锅炉房设计规范》GB50041-2008 第 15.3.7 条规定：设在其他建筑内的燃油、燃气锅炉房的锅炉间，应设置独立的送排风系统，其通风装置应防爆，新风量必须符合下列要求：1 锅炉房设置在首层时，对采用燃油作燃料的，其正常换气次数每小时不应小于 3 次，事故换气次数每小时不

应小于 6 次；对采用燃气作燃料的，其正常换气次数每小时不应小于 6 次，事故换气次数每小时不应小于 12 次；2 锅炉房设置在半地下或半地下室时，其正常换气次数每小时不应小于 6 次，事故换气次数每小时不应小于 12 次；3 锅炉房设置在地下或半地下室时，其换气次数每小时不应小于 12 次；4 送入锅炉房的新风总量，必须大于锅炉房 3 次的换气量；5 送入控制室的新风量，应按最大班操作人员计算。

#### 【提示】

1 燃气锅炉房、直燃机房的送排风应经计算确定，其排风量等于进风量减去燃烧空气量。有些施工图设计只设置了机械排风系统，而未考虑进风渠道，这将造成进风量不足，不能满足系统的需要。

2 《全国民用建筑工程设计技术措施-暖通空调·动力》第 6.2.4 条、6.2.6 条规定：燃气溴化锂吸收机房应设独立的煤气表间。直燃机房、日用油箱间、煤气表间应分别独立设置防爆排风机、燃气浓度报警器、防爆风机与各自的燃气浓度报警器连锁。当燃气浓度达到爆炸下限 1/4 时报警并联接防爆风机排风。并应有进风途径。

#### 5.5.17 住宅入户管入户位置不符合规范要求

【相关标准】《天津市集中供热住宅计量供热设计规程》DB/T29-26-2017 第 5.0.4.6 条规定：供暖用管道井的设置应符合，管井内应防水防潮，并应设排水地漏。入户管不得从非公共空间进入户内。

【提示】因为管道检修、渗漏等原因，管道井内有可能积水，引入单元内的供回水管必须先由管道井引至公共区域再接入单元内，目的是防止管道井内积水从管道埋地入户部分渗入室内。

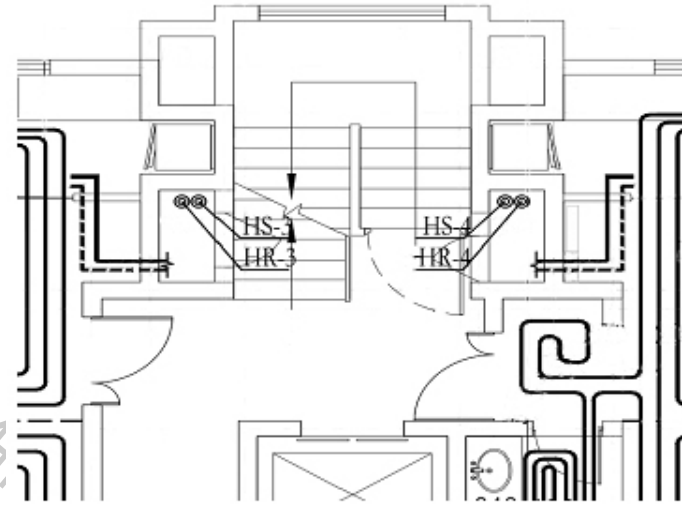


图 5.5.17 错误图示

#### 5.5.18 汽车库通风控制方式不明确

【相关标准】《天津市绿色建筑标准》DB29-205-2015 第 8.4.5 条规定：设置机械通风的地下车库，应设一氧化碳浓度监测装置并联动通风系统运行。《车库建筑设计规范》JCJ100-2015 第 7.3.3 条规定：当车库停车区域自然通风达不到稀释废气标准时，应设置机械排风系统。

【提示】地下停车库不同时间使用频率有很大差别，往往为节省运行费用，不开启平时通风系统，当车流量比较大时，尾气积聚在车库内空气质量很差。设置一氧化碳浓度探测传感装置并联动通风系统的运行，能兼顾节能与车库内空气品质。

1 根据《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》GB50067-2014 第 8.2.1 条，建筑面积小于 1000m<sup>2</sup>的地下一层汽车库可不设置机械排烟系统，但是设计不应忽视机械通风系统的设置。

2 地下汽车库设置机械通风系统时，应同时设一氧化碳浓度监测装置并与通风系统运行联动。

#### 5.5.19 设备材料表中未提供详细的技术数据

【相关标准】《建筑工程设计文件编制深度规定》第 4.7.4 条规定：施工图阶段，设备表中型号、规格应注明详细的技术数据。

【提示】有些设计文件仅提供设备的规格型号而未提供详细的技术数据，使得设计审查无法判断其设备选型是否正确，同时这些不完善的设计文件也给施工及设备采购带来不必要的麻烦。建议在材料表中提供如下技术数据：1 风机：风量、风压、电量；2 水泵：流量，扬程，电量；3 制冷机组：冷量，冷水及冷却水进出水温，电量，承压，阻力损失；4 空调机组：冷热负荷，风量，表冷器冬夏季进出水温，机外余压，电量；5 换热器：换热量，一、二次侧供回水温度，水阻力。

#### 5.5.20 规范版本引用有误

【存在问题】工程设计所依据或引用的规范、规程、标准设计图集等为过期的作废版本。

【提示】常发现某些设计人在设计依据中选用已经作废的规范图集，如《建筑设计防火规范》、《天津市集中供热住宅计量供热设计规程》、《98 系列建筑标准设计图集》，规范、规程等均为设计人员进行工程设计的依据，应注意选用现行的、正确的版本指导设计。



## 6 电气篇

### 6.1 安全用电

#### 6.1.1 住宅防火剩余电流动作装置设置问题

【相关标准】《住宅建筑规范》GB50368-2005 第 8.5.2 条:住宅供电应采取防止因接地故障等引起的火灾。

《天津市住宅设计标准》DB 29-22-2013 第 12.2.7 条:住宅供电应采取防止因接地故障等引起火灾的措施。

【提示】住宅供电采取防止因接地故障等引起火灾的措施,通常是在低压电源进线或配电干线处设置剩余电流动作保护或剩余电流动作报警装置,其作用是对建筑物内火灾进行早期预防和报警。因此在设计中不应仅在照明干线设置剩余电流动作保护或剩余电流动作报警装置,住宅其它低压电源进线或配电干线也应设置。但对一旦发生剩余电流超过额定值切断电源造成停电,且发生重大经济损失及不良社会影响的电气装置或场所,应安装报警式剩余电流保护装置。

#### 6.1.2 住宅套内的配电、插座安装高度等安全问题

【相关标准】《住宅建筑规范》GB50368-2005 第 8.5.5 条:住宅套内的电源插座与照明应分路配电。安装在 1.8 米及以下的插座均应采用安全型插座。

《天津市住宅设计标准》DB29-22-2013 第 12.7.5 条:套内安装在 1.80m 及以下的电源插座均应采用安全型插座。

【提示】1 插座与照明回路分开,可减少相互影响,从而保障用电安全,因此在设计中应将电源插座与照明分路配电,如住宅套内卫

生间排风插座等应与照明分路供电。

2 住宅套内在 1.8m 及以下采用安全型插座可减少儿童触电事故,因此在住宅套内安装在 1.8m 及以下的所有插座(包括厨房、卫生间等)均应采用安全型插座,同时厨房、卫生间应选用防溅水型插座。

#### 6.1.3 儿童活动场所插座的选型和安装高度问题

【相关标准】《通用用电设备配电设计规范》GB 50055-2011 第 8.0.6 条第 6 款:在住宅和儿童专用活动场所应采用带保护门的插座。

《教育建筑电气设计规范》JGJ310-2013 第 5.2.4 条:中小学、幼儿园的电源插座必须采用安全型。幼儿活动场所电源插座底边距地不应低于 1.8m。

《宿舍建筑设计规范》JGJ36-2016 第 7.3.4 条:供中小学使用的宿舍,必须采用安全型电源插座。

《商店建筑电气设计规范》JGJ392-2016 第 4.5.4 条:商店建筑的电器设备应符合规定:儿童活动区不宜设置电源插座。当有设置要求时,插座距地安装高度不应低于 1.8m,且应选用安全型插座。

《托儿所、幼儿园建筑设计规范》JGJ39-2016 第 6.3.5 条:托儿所、幼儿园的房间内应设置插座,且位置和数量根据需要确定。活动室插座不应少于四组,寝室、图书室、美工室插座不应少于两组。插座应采用安全型,安装高度不应低于 1.8m。插座回路应与照明回路应分开设置,插座回路应设置剩余电流动作保护。

【提示】为防止儿童和幼儿将手指或细物伸入插座的插孔中而触电,儿童专用活动场所的电源插座必须采用安全型。考虑幼儿的身高因素,规定幼儿活动场所电源插座底边距地不低于 1.8m,可进一步避免意外触电事故的发生。在中小学、幼儿园电气设计文件中,需明确

所有场所的各类电源插座必须采用安全型。在幼儿园电气设计文件中,还需明确幼儿活动场所,如幼儿的活动室、衣帽储存间、卫生间、洗漱间及幼儿寝室等场所的电源插座底边距地为 1.8m 或大于 1.8m。供中小学使用的宿舍及商店建筑的儿童活动区的插座均应采用安全型,商店儿童活动区的插座安装高度与幼儿园要求相同。设计应注意中小学、供中小学使用的宿舍、幼儿园、商业建筑设计文件中对于电源插座的选型及其距地高度的要求。

#### 6.1.4 防空地下室电气设备选型问题

【相关标准】《人民防空地下室设计规范》GB50038-2005 第 7.2.9 条:防空地下室安装的变压器、断路器、电容器等高、低压电器设备,应采用无油、防潮设备。

【提示】由于防空地下室室内较为潮湿,为保证人身安全和电气设备的正常工作,在施工图设计说明中注明防空地下室安装的变压器、断路器、电容器等高、低压电器设备,应采用防潮设备。

#### 6.1.5 防空地下室电气设备自动控制装置设置不全

【相关标准】《人民防空地下室设计规范》GB 50038-2005 第 7.3.5 条:防空地下室的各种电气设备当采用集中控制或自动控制时,必须设置就地控制装置、就地解除集中控制和自动控制的装置。

【提示】防空地下室的各种电气设备当采用集中控制或自动控制时,必须设置就地控制装置、就地解除集中控制和自动控制的装置。如选用随设备自带的电气设备,应在图纸中注明带有就地控制装置、就地解除集中控制和自动控制的装置。

#### 6.1.6 建筑物内总等电位联结设置不完善

【相关标准】《低压配电设计规范》GB50054-2011 第 5.2.4 条:建

筑物内的总等电位联结,应符合下列规定:

1 每个建筑物中的下列可导电部分,应做总等电位联结:

- 1) 总保护导体(保护导体、保护接地中性导体);
- 2) 电气装置总接地导体或总接地端子排;
- 3) 建筑物内的水管、燃气管、采暖和空调管道等各种金属干管;
- 4) 可接用的建筑物金属结构部分。

2 来自外部的本条第 1 款规定的可导电部分,应在建筑物内距离引入点最近的地方做总等电位联结。

3 总等电位联结导体,应符合本规范第 3.2.15 条~第 3.2.17 条的有关规定。

4 通信电缆的金属外护层在做等电位联结时,应征得相关部门的同意。

【提示】采用接地故障保护时,建筑物内应作总等电位联结,如果采用共用接地装置,应在接地平面图中表示清楚,或应绘制相应图纸并注明所涉及的标准图编号、页次和索引。

#### 6.1.7 景观照明的接地系统问题

【相关标准】《城市夜景照明设计规范》JGJ/T163-2008 第 8.3.2 条:安装于建筑本体的夜景照明系统应与该建筑配电系统的接地型式相一致。安装于室外的景观照明中距建筑外墙 20m 以内的设施应与室内系统的接地型式相一致;距建筑物外墙 20m 以外的部分宜采用 TT 接地系统,将全部外露可导电部分连接后直接接地。

【提示】安装于室外的景观照明中距建筑物外墙 20m 以内的设施,应与室内的接地形式一致,距建筑物外墙大于 20m 可采用 TT 接地形式。因为两个接地系统在电气上要真正分开,在地下必须满足一

定的距离（在实际工程中两接地系统相距 20m 远时，相互间的影响已十分微弱），否则两接地系统形式上是分开了，而实际在电气上仍未分开。故在工程设计中应注意。

#### 6.1.8 有淋浴、浴缸的卫生间内电器设备的安装问题

【相关标准】《民用建筑电气设计规范》JGJ16-2008 第 12.9.2 条：浴池的安全防护应符合下列规定：3~10 款。

《天津市住宅设计标准》DB 29-22-2013 第 12.6.2 条：卫生间等潮湿场所，宜采用防潮易清洁的灯具；卫生间的灯具位置不应安装在 0、1 区内及上方。开关宜设于卫生间门外。

【提示】在浴室设计中当未采用安全特低电压供电及安全特低电压用电器具时，在 0 区内，应采用专用于浴盆的电器（在 0 区内应至少为 IPX7）；在 1 区内，只可装设电热水器（在 1 区内应至少为 IPX5）；在 2 区内，只可装设电热水器及 II 类灯具（在 2 区内应至少为 IPX4，在公共浴池内应为 IPX5）。在 0、1 及 2 区内，非本区的配电线路不得通过；也不得在该区内装设开关设备及线路附件。

#### 6.1.9 远方控制的电动机未采取安全措施

【相关标准】《通用用电设备配电设计规范》GB50055-2011 第 2.5.4 条：自动控制或连锁控制的电动机应有手动控制和解除自动控制或连锁控制的措施；远方控制的电动机应有就地控制和解除远方控制的措施；当突然起动可能危及周围人员安全时，应在机械旁装设起动预告信号和应急断电控制开关或自锁式停止按钮。

【提示】冷却塔、风机等远方控制的电动机应设置就地控制装置、就地解除远方控制的装置，自动控制或连锁控制的电动机，应有手动控制和解除自动控制或连锁控制的措施。如选用随设备自带电气设备，

应注明带有就地控制装置、就地解除远方控制的装置，并在平面图中绘出就地控制箱（宜装设在电动机附近便于操作和观察的地点）。设计中还应根据具体情况，采取一些必要的措施。

#### 6.1.10 电源线路隔离电器的设置问题

【相关标准】《供配电系统设计规范》GB50052-2009 第 7.0.10 条：由建筑物外引入的配电线路，应在室内分界点便于操作维护的地方装设隔离电器。

【提示】在室内分界点便于操作维护的地方装设隔离电器，是为了便于维护、测试和检修室内线路或设备，防止任何设备无意带电。隔离电器一般采用隔离开关、熔断器或具有隔离功能的断路器等。

设计中如选用具有隔离功能的断路器，应在系统图中用其图形符号表示或注明，不可简略。

#### 6.1.11 TN 系统变压器中性点的接地安装问题

【相关标准】《交流电气装置的接地设计规范》GB/T50065-2011 第 7.1.2 条：TN 系统可分为单电源系统和多电源系统，并应分别符合下列要求：

- 1 对于单电源系统，TN 电源系统在电源处应有一点直接接地，装置的外露可导电部分应经 PE 接到接地点。
- 2 对于具有多电源的 TN 系统，应避免工作电流流过不期望的路径。

对用电设备采用单独的 PE 和 N 的多电源 TN-C-S 系统(图 7.1.2-8)，仅有两相负荷和三相负荷的情况下，无需配出 N，PE 宜多处接地。

对用电设备采用单独的 PE 和 N 的多电源 TN-C-S 系统(图 7.1.2-8)和对于具有多电源的 TN 系统(图 7.1.2-9)，应符合下列要求：

- 1 不应在变压器的中性点或发电机的星形点直接对地连接。
- 2 变压器的中性点或发电机的星形点之间相互连接的导体应绝缘，且不得将其与用电设备连接。
- 3 电源中性点间相互连接的导体与 PE 之间，应只一点连接，并应设置在总配电屏内。
- 4 对装置的 PE 可另外增设接地。

【提示】为确保低压供电系统安全、可靠地运行，TN 系统变压器中性点接地应符合《交流电气装置的接地设计规范》GB / T 50065-2011 第 7.1.2 条的规定，同时应注意变压器中性点的接地线的截面应按照变压器的容量确定。具体做法可参照《天津市建筑标准设计图集（2012 版）》12D2 第 P100 页。

#### 6.1.12 安全隔离变压器的接地问题

【相关标准】《建筑照明设计标准》GB 50034-2013 第 7.2.10 条：当照明装置采用安全特低电压供电时，应采用安全隔离变压器，且二次侧不应接地。

【提示】用安全特低电压(SELV)时，其降压变压器的初级和次级应予隔离，二次侧不应作保护接地，以免高电压侵入到特低电压(交流 50V 及以下)侧而导致不安全。当采用安全隔离变压器时，其二次侧不应做保护接地。

#### 6.1.13 燃油燃气锅炉房、燃气调压间、燃油泵房等处电气设备选型问题

【相关标准】《锅炉房设计规范》GB 50041-2008 第 15.2.2 条：电动机、启动控制设备、灯具和导线型式的选择，应与锅炉房各个不同的建筑物和构筑物环境分类相适应。燃油、燃气锅炉房的锅炉间、

燃气调压间、燃油泵房、煤粉制备间、碎煤机间和运煤走廊等有爆炸和火灾危险场所的等级划分，必须符合现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB50058 的有关规定。

【提示】燃气中如天然气的主要成分为甲烷，与空气形成 5%~15%浓度的混合气体时易燃并引起爆炸。因而天然气调压间属防爆建筑物。燃油泵房、煤粉制备间、碎煤机间和运煤走廊等均属有火灾危险场所。而燃煤锅炉间则属于多尘环境，水泵房属于潮湿环境。上述使用功能不同的建筑物和构筑物内所选用的电机和电气设备，应按建筑物的使用功能与要求选择。注意条文中的《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB50058 已被《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014 替代。

#### 6.1.14 防空地下室从防护区内引到非防护区的照明电源回路设置问题

【相关标准】《人民防空地下室设计规范》GB50038-2005 第 7.5.16 条：从防护区内引到非防护区的照明电源回路，当防护区内和非防护区灯具共用一个电源回路时，应在防护密闭门内侧、临战封堵处内侧设置短路保护装置，或对非防护区的灯具设置单独回路供电。

【提示】当非防护区与防护区内照明灯具合用同一回路时，非防护区的照明灯具、线路战时一旦被破坏，发生短路会影响到防护区内的照明。因此在设计时，当防护区内和非防护区灯具共用一个电源回路时，应在防护密闭门内侧、临战封堵处内侧设置短路保护装置，或对非防护区的灯具设置单独回路供电。具体做法可参照人防图集《人民防空地下室设计规范》图示 05SFD10 第 6-4 页、《结建人防工程建筑标准设计图集》DBJT29-204-2016（津 16F01）第 FD02~05 页。

### 6.1.15 竖井在每层楼设置的维护检修门未开向公共走廊

【相关标准】《低压配电设计规范》GB 50054-2011 第 7.7.5 条：电气竖井的井壁应采用耐火极限不低于 1h 的非燃烧体。电气竖井在每层楼应设维护检修门并应开向公共走廊，检修门的耐火极限不应低于丙级。楼层间应采用防火密封隔离。电缆和绝缘线在楼层间穿钢管时，两端管口空隙应做密封隔离。

【提示】电气竖井内布线是民用建筑中强电及弱电垂直干线线路特有的一种布线方式。在电气竖井内除敷设干线回路外，还设置各层的电力、照明配电箱及弱电线路的分线箱等电气设备。为了方便维护管理，竖井维护检修门应开向公共走廊。设计中要注意与土建专业结合。

### 6.1.16 金属电缆桥架及其支架接地问题

【相关标准】《低压配电设计规范》GB 50054-2011 第 7.6.22 条：金属电缆托盘、梯架及支架应可靠接地，全长不应少于 2 处与接地干线相连。

【提示】建筑电气工程中的电缆梯架、托盘和槽盒大量采用钢制产品，所以与保护导体的连接至关重要。设计中应引起重视，同时应在设计文件中表达清楚。另外注意《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303-2015 第 11.1.1 条第 1 款要求对全长大于 30m 梯架、托盘和槽盒，每隔 20m~30m 应增加一个连接点，并要求起始端和终点端均应可靠接地，目的也是为了保证供电干线电路的使用安全。

### 6.1.17 电子信息机房内等电位联结及接地的相关要求不全

【相关标准】《数据中心设计规范》GB 50174-2017 第 8.4.4 条：数据中心内所有设备的金属外壳、各类金属管道、金属线槽、建筑物金

属结构等必须进行等电位联结并接地。

《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343-2012 第 5.1.2 条：需要保护的电子信息系统必须采取等电位联结与接地保护措施。

【提示】对数据中心内所有设备的金属外壳、各类金属管道、金属线槽、建筑物金属结构等做等电位联结及接地，是为了降低或消除这些金属部件之间的电位差，是对人员和设备安全防护的必要措施。如果这些金属之间存在电位差，将造成人员伤害和设备损坏，因此，数据中心基础设施不应存在对地绝缘的孤立导体。为了避免电子设备之间及设备内部出现危险的电位差，采用等电位连接降低其电位差是十分有效的防范措施。在设计中应在接地平面图中表示清楚，交待不清楚的应绘制相应图纸或注明所涉及的标准图编号、页次。

### 6.1.18 住宅内家居配电箱电源进线开关电器设置问题

【相关标准】《住宅设计规范》GB 50096-2011 第 8.7.3 条：每套住宅应设置户配电箱，其电源总开关装置应采用可同时断开相线和中性线的开关电器。

《住宅建筑电气设计规范》JGJ 242-2011 第 8.4.3 条：家居配电箱应装设同时断开相线和中性线的电源进线开关电器。

《天津市住宅设计标准》DB 29-22-2013 第 12.7.2 条：每套住宅内设置的家居配电箱应设同时分断相线和中性线并可带负荷分断的总开关电器。

【提示】家居配电箱其使用人员特点是，操作人员专业性较差，特别是一些老人、少年儿童等行为能力弱甚至不懂电气常识。因此对家居配电箱进线开关电器设计应有其特殊性，在一些施工图纸设计中往往忽略此点。比如在家居配电箱进线开关电器处仅采用隔离电器（只

具有隔离功能，不能接通和分断负荷电流），由于使用者不懂得开关电器操作顺序，往往带负荷切断隔离电器，以致误操作造成事故。为了保证居民人身安全，设计中可采用在层电能表箱中每套住宅的总开关电器设置短路、过负荷及过电压的保护功能，在家居配电箱电源进线处采用可同时断开相线和中性线，并能接通和分断负荷的隔离开关。

### 6.1.19 电动门的安全用电问题

【相关标准】《住宅建筑电气设计规范》JGJ242-2011 第 8.3.1 条：电动门应由就近配电箱（柜）引专用回路供电，供电回路应装设短路、过负荷和剩余电流动作保护器，并应在电动门就地装设隔离电器和手动控制开关或按钮。

《住宅建筑电气设计规范》JGJ242-2011 第 8.3.2 条：电动门的所有金属构件及附属电气设备的外露可导电部分，均应可靠接地。

【提示】电动门供电应采用专用回路，供电回路应装设不大于 30mA 的剩余电流动作保护器，用于漏电时的人身保护；电动门的所有金属构件及附属电气设备的外露可导电部分均应可靠接地，室外电动门的等电位连结做法详《等电位联结安装》15D502 第 25 页。

## 6.2 消防控制

### 6.2.1 消防用电设备未采用专用的供电回路

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版) 第 10.1.6 条：消防用电设备应采用专用的供电回路，当建筑内的生产、生活用电被切断时，应仍能保证消防用电。

备用消防电源的供电时间和容量，应满足该建筑火灾延续时间内各消防用电设备的要求。

【提示】为确保消防设备用电，设计时应考虑采用专用的供电回路，即从低压总配电室或分配电室（建筑物的电源进线处第一级配电装置）至消防设备或消防设备室（如消防水泵房、消防控制室、消防电梯机房等）最末级配电箱的配电线路采用专用的供电回路。电源应直接取自配电室的母线，当切断（停电）一般电源时，消防电源不受影响，保证扑救工作的正常进行。因此，应将消防用电设备的配电线路与其他动力、照明配电线路分开敷设。注意当变电室设置在本建筑物内时，应从变压器的低压侧开始为专线；当变电室设置在室外或其他建筑物时，应从本建筑物配电室总开关后开始为专线。

在工程设计中不应将车库、泵房、设备用房等场所的一般照明（包括一、二级负荷）加入应急照明系统，也不应将普通潜水泵、客梯、风机等非消防负荷加入消防系统中，否则会在火灾时通过电气设备、线路扩大火势，并使电气设备、线路带电或漏电，造成不必要的人员伤亡事故，另外这些设备、线路若发生短路故障，也将导致消防用电设备不能正常运行，降低了消防用电设备的可靠性。

应急照明电源采用专用的供电回路应符合下列规定：

1 当建筑物消防用电负荷为一级，且采用交流电源供电时，宜由主电源和应急电源提供双电源，并以树干式或放射式供电。应按防火分区设置末端双电源自动切换应急照明配电箱，提供该分区内的备用照明和疏散照明电源。当采用集中蓄电池或灯具内附电池组时，宜由双电源中的应急电源提供专用回路采用树干式供电，并按防火分区设置应急照明配电箱。

2 当消防用电负荷为二级并采用交流电源供电时，宜采用双回路树干式供电，并按防火分区设置自动切换应急照明配电箱。当采用

集中蓄电池或灯具内附电池组时，可由单回路树干式供电，并按防火分区设置应急照明配电箱。

3 人民防空地下室应急照明采用专用的供电回路做法，详《防空地下室电气设计》（2007年合订本）FD01 P13 页。

注：消防用电设备包括消防控制室照明、消防水泵、消防电梯、防烟排烟设施、火灾报警装置、自动灭火装置、消防应急照明、疏散指示标志和电动的防火门、卷帘、阀门等。

### 6.2.2 消防用电设备配电线路敷设未采取防火保护措施

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018年版)第10.1.10条：消防配电线路应满足火灾时连续供电的需要，其敷设应符合下列规定：

1 明敷时(包括敷设在吊顶内)，应穿金属导管或采用封闭式金属槽盒保护，金属导管或封闭式金属槽盒应采取防火保护措施；当采用阻燃或耐火电缆并敷设在电缆井、沟内时，可不穿金属导管或采用封闭式金属槽盒保护；当采用矿物绝缘类不燃性电缆时，可直接明敷。

2 暗敷时，应穿管并应敷设在不可燃性结构内且保护层厚度不应小于30mm。

3 消防配电线路宜与其他配电线路分开敷设在不同的电缆井、沟内；确有困难需敷设在同一电缆井、沟内时，应分别布置在电缆井、沟的两侧，且消防配电线路应采用矿物绝缘类不燃性电缆。

【提示】消防配电线路的敷设是否安全，直接关系到消防用电设备在火灾时能否正常运行。对消防配电线路的敷设要求应在设计图纸中明确。对于电缆井、沟外的明敷电缆，由于线路暴露在外，火灾时容易受火焰或高温的作用而损毁，要求线路明敷时要穿金属导管或金

属线槽并采取保护措施。保护措施一般可采用包覆防火材料或涂刷防火涂料。暗敷设时，配电线路应穿金属导管并敷设在保护层厚度达到30mm以上的结构内。由铜芯、矿物质绝缘材料、铜等金属护套组成的矿物绝缘类不燃性电缆可以直接明敷。

### 6.2.3 消防电梯的电气设计问题

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018年版)第7.3.5条：除设置在仓库连廊、冷库穿堂或谷物筒仓工作塔内的消防电梯外，消防电梯应设置前室，并应符合规定：除前室的出入口、前室内设置的正压送风口和本规范第5.5.27条规定的户门外，前室内不应开设其他门、窗、洞口。

《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018年版)第7.3.8条：消防电梯应符合规定：电梯轿厢内部应设置专用消防对讲电话。

【提示】消防电梯的前室不应开设其他门、窗、洞口，与消防电梯共用前室的电梯均应为消防电梯，应按照消防电梯选用供电电缆，电梯轿厢应设置消防对讲电话。

### 6.2.4 消防用电设备过负荷保护设置问题

【相关标准】《低压配电设计规范》GB 50054-2011第6.3.6条：过负荷断电将引起严重后果的线路，其过负荷保护不应切断线路，可作用于信号。

【提示】配电线路过负荷时一般还未形成短路，短时间的过负荷并不会立即引起灾害，在某些情况下可让导体超过允许温度运行，也即牺牲一些使用寿命以保证对某些负荷的供电不中断，如消防水泵之类的负荷，这时保护可作用于信号。在工程设计中对消防用电等设备的配电线路上装设的保护电器（热继电器、带热磁脱扣器的断路器）

应仅作用于信号而不应切断电路。如为随设备自带控制柜应根据工程情况注明相应要求。

### 6.2.5 消防应急照明和灯光疏散指示标志的备用电源的连续供电时间问题

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版)第 10.1.5 条:建筑内消防应急照明和灯光疏散指示标志的备用电源的连续供电时间应符合下列规定:

- 1 建筑高度大于 100m 的民用建筑,不应小于 1.5h;
- 2 医疗建筑、老年人照料设施、总建筑面积大于 100000m<sup>2</sup>的公共建筑和总建筑面积大于 20000m<sup>2</sup>的地下、半地下建筑,不应少于 1.0h;
- 3 其他建筑,不应少于 0.5h。

【提示】为了保证在建筑物发生火灾时坚持正常工作,以及人员顺利疏散,应急灯应明确备用电源的连续供电时间等参数。设计人在选用消防应急照明灯具时,不能忽略其必要参数,应满足规范要求。

### 6.2.6 消防应急照明灯具和疏散指示标志的要求不明确

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版)第 10.3.7 条:建筑内设置的消防疏散指示标志和消防应急照明灯具,除应符合本规范的规定外,还应符合现行国家标准《消防安全标志》GB 13495 和《消防应急照明和疏散指示系统》GB 17945 的规定。

【提示】应注意《消防安全标志》GB 13495 已废止,有效版本应改为《消防安全标志 第 1 部分:标志》GB 13495.1-2015。应急照明灯具应选用满足《消防应急照明和疏散指示系统》GB 17945-2010 要求的产品。

### 6.2.7 对消防用电设备、消防配电箱、消防控制箱的要求不明确

【相关标准】《人民防空工程设计防火规范》GB50098-2009 第 8.1.6 条:消防用电设备、消防配电箱、消防控制箱等应设置有明显标志。

《建筑设计防火规范》GB 50016-2014(2018 年版)第 10.1.9 条:按一、二级负荷供电的消防设备,其配电箱应独立设置;按三级负荷供电的消防设备,其配电箱宜独立设置。消防配电设备应设置明显标志。

【提示】为保证发生火灾时,有效地控制和扑灭火灾防止误操作,设计中应对消防用电设备、消防配电箱、消防控制箱等设置方便在紧急情况下操作的明显标志,如清晰易读的说明、操作示意图等。对消防设备的配电箱和控制箱应采取防火隔离措施,通常的防火保护措施有:将配电箱和控制箱安装在符合防火要求的配电间或控制间内;采用内衬岩棉对箱体进行防火保护。

### 6.2.8 疏散照明设置不全

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版)第 10.3.1 条:除建筑高度小于 27m 的住宅建筑外,民用建筑、厂房和丙类仓库的下列部位应设置疏散照明:

- 1 封闭楼梯间、防烟楼梯间及其前室、消防电梯间的前室或合用前室、避难走道、避难层(间);
- 2 观众厅、展览厅、多功能厅和建筑面积大于 200m<sup>2</sup>的营业厅、餐厅、演播室等人员密集的场所;
- 3 建筑面积大于 100m<sup>2</sup>的地下或半地下公共活动场所;
- 4 公共建筑内的疏散走道;
- 5 人员密集的厂房内的生产场所及疏散走道。

【提示】设置疏散照明可以使人们在正常照明电源被切断后,仍



然以较快的速度逃生，是保证和有效引导人员疏散的设施。规范规定了建筑内应设置疏散照明的部位，这些部位主要为人员安全疏散必须经过的重要节点部位和建筑内人员相对集中、人员疏散时易出现拥堵情况的场所。对于规范未明确规定的场所或部位，应根据实际情况，从有利于人员安全疏散需要出发考虑设置疏散照明，如生产车间、仓库、重要办公楼中的会议室等。其它现行规范已明确规定要求设置疏散照明的场所、部位的还应满足相关规范的要求。

### 6.2.9 建筑内疏散照明的地面最低水平照度不满足要求

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版)第 10.3.2 条：建筑内疏散照明的地面最低水平照度应符合下列规定：

- 1 对于疏散走道，不应低于 1.0lx；
- 2 对于人员密集场所、避难层(间)，不应低于 3.0lx；对于老年人照料设施、病房楼或手术部的避难间，不应低于 10.0lx；
- 3 对于楼梯间、前室或合用前室、避难走道，不应低于 5.0lx；对于人员密集场所、老年人照料设施、病房楼或手术部内的楼梯间、前室或合用前室、避难走道，不应低于 10.0lx。

【提示】《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版)第 10.3.2 条强制性条文规定的区域均为疏散过程中的重要过渡区或视作室内的安全区，适当提高疏散应急照明的照度值，可以大大提高人员的疏散速度和安全疏散条件，有效减少人员伤亡。10.3.2 条给出的建筑内疏散照明的地面最低水平照度为最低标准，有条件的，要尽量增加该照明的照度，从而提高疏散的安全性。其它现行规范已明确规定了疏散照明最低照度标准的条款，应本着就高不就低的原则，在不低于现行《建筑设计防火规范》第 10.3.2 条要求的前提下严格执行相关规范。

### 6.2.10 教育建筑的疏散照明地面水平照度不满足要求

【相关标准】《教育建筑电气设计规范》JGJ310-2013 第 8.6.2 条：教育建筑的疏散照明除应符合国家现行防火设计标准的相关规定外，还应符合下列规定：

- 1 中小学和幼儿园的疏散场所地面的照度不应低于 5lx；
- 2 高等学校的防烟楼梯间前室、消防电梯前室、楼梯间、室外楼梯的疏散照明的地面水平照度不应低于 5lx，其他场所水平疏散通道的照度不应低于 3lx。

【提示】教育建筑较为特殊，学校水平疏散通道人员密集，为确保学生在非正常情况下有效地辨认疏散通道，避免惊慌及混乱，防止踩踏等事故的发生，疏散照明应注意提高照度要求，另外，应注意高等学校室外疏散楼梯也应增设疏散照明。

### 6.2.11 疏散标志灯、安全出口标志灯设置问题

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版)第 10.3.5 条：公共建筑、建筑高度大于 54m 的住宅建筑、高层厂房(库房)和甲、乙、丙类单、多层厂房，应设置灯光疏散指示标志，并应符合下列规定：

- 1 应设置在安全出口和人员密集的场所的疏散门的正上方；
- 2 应设置在疏散走道及其转角处距地面高度 1.0m 以下的墙面或地面上。灯光疏散指示标志的间距不应大于 20m；对于袋形走道，不应大于 10m；在走道转角区，不应大于 1.0m。

《人民防空工程设计防火规范》GB 50098-2009 第 8.2.4 条第 1 款：沿墙面设置的疏散标志灯距地面不应大于 1m，间距不应大于 15m。

【提示】一些工程设计中沿袋形疏散走道设置的疏散标志灯大于

10m 或在人员密集的场所的疏散门的正上方未设置灯光疏散指示标志。火灾发生时往往烟气较大,妨碍人们在紧急疏散时辨识方向。疏散指示标志的合理设置,对人员安全疏散具有重要作用。设计人应在规范规定的范围内合理选定安装位置。应注意疏散指示标志的安装高度应为距地面高度 1.0m 以下的墙面或地面上,在走道转角区,不应大于 1.0m。另外也应注意人防工程的疏散指示标志灯间距不应大于 15m。

#### 6.2.12 地面设置能保持视觉连续的灯光或蓄光疏散指示标志的问题

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版)第 10.3.6 条:下列建筑或场所应在疏散走道和主要疏散路径的地面上增设能保持视觉连续的灯光疏散指示标志或蓄光疏散指示标志:

- 1 总建筑面积大于 8000m<sup>2</sup> 的展览建筑;
- 2 总建筑面积大于 5000m<sup>2</sup> 的地上商店;
- 3 总建筑面积大于 500m<sup>2</sup> 的地下或半地下商店;
- 4 歌舞娱乐放映游艺场所;
- 5 座位数超过 1500 个的电影院、剧场,座位数超过 3000 个的体育馆、会堂或礼堂;
- 6 车站、码头建筑和民用机场航站楼中建筑面积大于 3000m<sup>2</sup> 的候车、候船厅和航站楼的公共区。

《商店建筑电气设计规范》JGJ392-2016 第 5.3.6 条:大(中)型商店建筑、总建筑面积大于 500m<sup>2</sup> 的地下和半地下商店应在通往安全出口的疏散走道地面上增设能保持视觉连续的灯光或蓄光疏散指示标志。

【提示】在展览建筑、商店、歌舞娱乐放映游艺场所、电影院、剧场和体育馆等大空间或人员密集的公共场所的疏散走道和主要疏散路线的地面上应增设能保持视觉连续的疏散指示标志。该标志是辅助

疏散指示标志,不能作为主要的疏散指示标志。合理设置疏散指示标志,能更好地帮助人员快速、安全地进行疏散。对于空间较大的场所,人们在火灾时依靠疏散照明的照度难以看清较大范围的情况,依靠行走路线上的疏散指示标志,可以及时识别疏散位置和方向,缩短到达安全出口的时间。

#### 6.2.13 避难层(间)的消防专线电话和消防应急广播的设置问题

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版)第 5.5.23 条:建筑高度大于 100m 的公共建筑,应设置避难层(间)。避难层(间)应符合规定:应设置消防专线电话和应急广播。

《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版)第 5.5.24 条:高层病房楼应在二层及以上的病房楼层和洁净手术部设置避难间。避难间应符合规定:应设置消防专线电话和消防应急广播。

【提示】一些施工图避难层(间)的消防专用电话和应急广播未设置,尤其是对高层病房楼在二层及以上的病房楼层和洁净手术部设置的避难间,因为可以利用平时使用的房间,如每层的监护室,也可以利用电梯前室等,避难间面积也比较小,更容易漏设,应引起重视。

#### 6.2.14 电气火灾监控系统的设置问题

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版)第 10.2.7 条:老年人照料设施的非消防用电负荷应设置电气火灾监控系统。下列建筑或场所的非消防用电负荷宜设置电气火灾监控系统:

- 1 建筑高度大于 50m 的乙、丙类厂房和丙类仓库,室外消防用水量大于 30L/s 的厂房(仓库);
- 2 一类高层民用建筑;
- 3 座位数超过 1500 个的电影院、剧场,座位数超过 3000 个的体

育馆，任一层建筑面积大于 3000m<sup>2</sup> 的商店和展览建筑，省（市）级及以上的广播电视、电信和财贸金融建筑，室外消防用水量大于 25L/s 的其他公共建筑；

4 国家级文物保护单位的重点砖木或木结构的古建筑。

《商店建筑设计规范》JGJ48-2014 第 7.3.16 条：对于大型和中型商店建筑的营业厅，除消防设备及应急照明外，配电干线回路应设置防火剩余电流动作报警系统。

《图书馆建筑设计规范》JGJ38-2015 第 8.3.10 条：图书馆建筑应采取电气火灾监控措施。

《金融建筑电气设计规范》JGJ284-2012 第 17.4.1 条：特级、一级防火金融建筑的下列部位应设置电气火灾监控探测器：

1 金融设施专用空调电源干线、动力末端配电箱、照明与插座末端配电箱；

2 弱电机房、值班室、商场、厨房及餐厅、观影设施、娱乐设施、展览设施等区域的照明与插座配电箱。

《金融建筑电气设计规范》JGJ284-2012 第 17.4.2 条：二级防火金融建筑的金融设施专用空调电源干线、动力末端配电箱、照明与插座末端配电箱，应设置电气火灾监控探测器。

【提示】电气过载、短路等一直是我国建筑火灾的主要原因。电气火灾隐患形成和存留时间长，且不易发现，一旦引发火灾往往造成很大损失。应根据建筑的性质、发生电气火灾危险性等设置电气火灾监控系统。

#### 6.2.15 为减少接地故障引起的电气火灾危险而装设的剩余电流监测或保护电器的设置及动作电流要求问题

【相关标准】《民用建筑电气设计规范》JGJ 16-2008 第 7.6.7 条第 1 款：住宅、公寓等居住建筑应设置剩余电流动作报警器。

《低压配电设计规范》GB 50054-2011 第 6.4.3 条：为减少接地故障引起的电气火灾危险而装设的剩余电流监测或保护电器，其动作电流不应大于 300mA；当动作于切断电源时，应断开回路的所有带电导体。

【提示】在火灾危险场所内，剩余电流监测器的动作电流不应大于 300mA。

#### 6.2.16 燃气锅炉等场所未设置火灾报警装置

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版) 第 5.4.12 条：燃油或燃气锅炉、油浸变压器、充有可燃油的高压电容器和多油开关等，宜设置在建筑外的专用房间内；确需贴邻民用建筑布置时，应采用防火墙与所贴邻的建筑分隔，且不应贴邻人员密集场所，该专用房间的耐火等级不应低于二级；确需布置在民用建筑内时，不应布置在人员密集场所的上一层、下一层或贴邻，并应符合规定：应设置火灾报警装置。

【提示】目前民用建筑中使用天然气等可燃气体的用量越来越大，设置燃气的锅炉、直燃机的建筑也越来越普遍，但是在此类建筑物的电气防火设计中未能引起足够重视，未设置火灾自动报警系统。认为该场所已经设置可燃气体检测报警装置，一旦燃气泄漏，可燃气体检测报警装置就报警了，不会发生火灾。由于工程中可燃气体检测报警装置的报警控制值是该可燃气体爆炸下限的 25%，当空间内的空气与可燃气体的混合气体浓度达到这个值时才发出报警。特别是泄漏的可燃气体在室内扩散条件较差时，易于积聚形成易燃性混合气体，

同时电气设备又比较多,起火机会较多。因此在该场所应设火灾自动报警系统,当发生火灾时能迅速扑救和控制,有效地减少火灾危害。

#### 6.2.17 柴油发电机房布置在民用建筑内的设置位置和设计的要求不满足

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018年版)第5.4.13条:布置在民用建筑内的柴油发电机房应符合规定:不应布置在人员密集场所的上一层、下一层或贴邻;机房内设置储油间时,其总储存量不应大于 $1\text{m}^3$ ,储油间应采用耐火极限不低于 $3.00\text{h}$ 的防火隔墙与发电机间分隔;确需在防火隔墙上开门时,应设置甲级防火门;应设置火灾报警装置。

【提示】应注意柴油发电机房不应布置在人员密集场所的上一层、下一层或贴邻,且应设置火灾报警装置。需要明确设置在建筑内的柴油设备或柴油储罐,柴油的闪点不应低于 $60^\circ$ ,储油间的总储量不应大于 $1\text{m}^3$ 。

#### 6.2.18 可燃气体探测报警系统的设置问题

【相关标准】《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018年版)第8.4.3条:建筑内可能散发可燃气体、可燃蒸气的场所应设置可燃气体报警装置。

《火灾自动报警系统设计规范》GB50116-2013第8.1.2条:可燃气体探测报警系统应独立组成,可燃气体探测器不应接入火灾报警控制器的探测器回路;当可燃气体的报警信号需接入火灾自动报警系统时,应由可燃气体报警控制器接入。

【提示】规范明确规定了应设置可燃气体探测报警装置的场所及设置要求。设置场所包括工业生产过程、储存仓库、公共建筑中可能散发可燃蒸气或气体,并存在爆炸危险的场所与部位,也包括丙、丁

类厂房、仓库中存储或使用燃气加工的部位,以及公共建筑中的燃气锅炉房等场所。燃气锅炉房、直燃机房、调压间、计量间、采用燃气的厨房操作间等场所中可能散发可燃气体,并存在火灾爆炸危险的场所与部位,应设可燃气体报警装置。当可燃气体浓度达到爆炸下限的25%时,应连锁启动事故排风机,并关闭燃气总阀门。同时还应符合不同环境条件对电气设备选型、设计和安装的要求。为避免可燃气体探测器对火灾自动报警系统的影响,可燃气体探测报警系统作为一个独立的由可燃气体报警控制器和可燃气体探测器组成的子系统,不应将可燃气体探测器接入火灾探测报警系统总线中。作为主体设计单位的施工图纸,当可燃气体报警装置由专业部门另行设计时,也应明确设计范围及设置要求并预留接口。

#### 6.2.19 紧急广播系统设置问题

【相关标准】《公共广播系统工程技术规范》GB50526-2010第3.2.5条:紧急广播系统的应具备功能除应符合本规范第3.2.1条的规定外,尚应符合下列规定:

1 当公共广播系统有多种用途时,紧急广播应具有最高级别的优先权。公共广播系统应能在手动或警报信号触发的 $10\text{s}$ 内,向相关广播区播放警示信号(含警笛)、警报语声文件或实时指挥语声。

2 以现场环境噪声为基准,紧急广播的信噪比应等于或大于 $12\text{dB}$ 。

【提示】1 当公共广播系统有多种用途时,应在施工说明中注明紧急广播应具有最高级别的优先权。公共广播系统应能在手动或警报信号触发的 $10\text{s}$ 内,向相关广播区播放警示信号(含警笛)、警报语声文件或实时指挥语声。

2 由于建筑物中场所或区域不同,其环境情况较复杂,因此应估

算突发公共事件发生时现场环境的噪声水平，以确定紧急广播的应备声压级，使紧急广播的信噪比等于或大于现场环境噪声 12dB，及时组织人安全疏散，避免人为紧张造成混乱。

#### 6.2.20 火灾广播扬声器防火、防水选型不明确

【相关标准】《公共广播系统工程技术规范》GB50526-2010 第 3.6.7 条：用于火灾隐患区的紧急广播扬声器应符合下列规定：

- 1 广播扬声器应使用阻燃材料，或具有阻燃后罩结构；
- 2 广播扬声器的外壳防护等级应符合现行国际标准《外壳防护等级（IP 代码）》GB 4208 的有关规定。

【提示】在火灾场所为使火灾初发阶段播出紧急广播，防止火灾时迅速烧毁紧急广播扬声器，影响安全疏散，同时不应由于其助燃而扩大灾患。广播扬声器应使用阻燃材料或具有阻燃后罩结构。图中应加以注明。

在设有自动喷淋系统的火灾场所，当火灾发生时喷淋系统将自动喷洒，为保证火灾初发阶段播出紧急广播，在短期喷淋条件下广播扬声器应能正常工作。因此，应按防水的相应防护等级选择适宜的扬声器。设计人应在图中明确。

#### 6.2.21 火灾广播传输线路未明确采用阻燃材料

【相关标准】《公共广播系统工程技术规范》GB50526—2010 第 3.5.6 条：火灾隐患地区使用的紧急广播传输线路及其线槽（或线管）应采用阻燃材料。

【提示】在火灾场所为使火灾初发阶段火灾广播传输线路不被烧毁，同时不应由于其助燃而扩大灾患。紧急广播传输线路及其线槽（或线管）应使用阻燃材料。设计文件中应加以说明。

#### 6.2.22 消防控制室内穿过与消防设施无关的电气线路及管路

【相关标准】《火灾自动报警系统设计规范》GB50116-2013 第 3.4.6 条：消防控制室内严禁穿过与消防设施无关的电气线路及管路。

【提示】为保证消防控制设备安全运行，便于检查维修，其他与消防设施无关的电气线路和管网不得穿过消防控制室，以免互相干扰造成混乱或事故。与建筑其他弱电系统合用的消防控制室内，消防设备应集中设置，并应与其他设备间有明显间隔，线路及管路分区布置，避免干扰。

#### 6.2.23 火灾自动报警系统的线缆选型问题

【相关标准】《火灾自动报警系统设计规范》GB50116-2013 第 11.2.2 条：火灾自动报警系统的供电线路、消防联动控制线路应采用耐火铜芯电线电缆，报警总线、消防应急广播和消防专用电话等传输线路应采用阻燃或阻燃耐火电线电缆。

【提示】由于火灾自动报警系统的供电线路、消防联动控制线路需要在火灾时继续工作，应具有相应的耐火性能，采用耐火铜芯电线电缆，对于其他传输线等要求采用阻燃型或阻燃耐火电线电缆，以避免其在火灾中发生延燃，应注意联动总线与报警总线的要求不同，应采用耐火铜芯电线电缆。

#### 6.2.24 消防控制室可直接报警的外线电话的设置问题

【相关标准】《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116-2013 第 6.7.5 条：消防控制室、消防值班室或企业消防站等处，应设置可直接报警的外线电话。

【提示】消防控制室应设可直接报警的“119”专用电话机，不能用建筑工程中电话站通信系统（小总机用户线）代用。

### 6.2.25 火灾报警器的设置问题

【相关标准】《火灾自动报警系统设计规范》GB50116-2013 第 6.5.1 条：火灾光报警器应设置在每个楼层的楼梯口、消防电梯前室、建筑内部拐角等处的明显部位，且不宜与安全出口指示标志灯具设置在同一面墙上。

《火灾自动报警系统设计规范》GB50116-2013 第 6.5.2 条：每个报警区域内应均匀设置火灾报警器，其声压级不应小于 60dB；在环境噪声大于 60dB 的场所，其声压级应高于背景噪声 15dB。

【提示】每个报警区域内应均匀设置火灾报警器，火灾报警器的设计可参考《火灾自动报警系统设计规范图示》14X505-1 第 54、55 页，需要注意的是全范围内的声压级都应满足要求，在设计说明中应明确建筑中设置的火灾报警器的声压等级要求，便于在各个报警区域内都能听到警报信号声，以满足告知所有人员发生火灾，大空间、疏散通道可按 25 米左右设置一个，建筑内部拐角区距离不超过 25 米时，可只设火灾光报警器。

### 6.2.26 消防疏散照明和疏散指示系统的联动控制设计问题

【相关标准】《火灾自动报警系统设计规范》GB50116-2013 第 4.9.1 条：消防应急照明和疏散指示系统的联动控制设计，应符合下列规定：

- 1 集中控制型消防应急照明和疏散指示系统，应由火灾报警控制器或消防联动控制器启动应急照明控制器实现；
- 2 集中电源非集中控制型消防应急照明和疏散指示系统，应由消防联动控制器联动应急照明集中电源和应急照明分配电装置实现；
- 3 自带电源非集中控制型消防应急照明和疏散指示系统，应由消

防联动控制器联动消防应急照明配电箱实现。

《火灾自动报警系统设计规范》GB50116-2013 第 4.9.2 条：当确认火灾后，由发生火灾的报警区域开始，顺序启动全楼疏散通道的消防应急照明和疏散指示系统，系统全部投入应急状态的启动时间不应大于 5s。

【提示】消防应急照明和疏散指示系统的组成、消防应急灯具及其他相关设备的各项技术要求应符合《消防应急照明和疏散指示系统》GB 17945-2010 的要求。系统控制到灯具时，应能将每一个消防应急灯具的工作状态反馈至消防控制室；系统控制到回路时，应能将每回路消防应急灯具的工作状态反馈至消防控制室。根据工程实际情况可按《火灾自动报警系统设计规范图示》14X505-1 第 38~42 页选择合适的消防应急照明和疏散指示系统类型。应明确确认火灾后，消防应急照明和疏散指示系统的应急转换时间和应急转换控制的方式。

### 6.2.27 压力开关、流量开关启动消防泵的问题

【相关标准】《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 11.0.4 条：消防水泵应由消防水泵出水干管上设置的压力开关、高位消防水箱出水管上的流量开关，或报警阀压力开关等开关信号应能直接自动启动消防水泵。消防水泵房内的压力开关宜引入消防水泵控制柜内。

《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116-2013 第 4.2.1 条：湿式系统和干式系统的联动控制设计，应符合规定：联动控制方式，应由湿式报警阀压力开关的动作信号作为触发信号，直接控制启动喷淋消防泵，联动控制不应受消防联动控制器处于自动或手动状态影响。

《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116-2013 第 4.3.1 条：联动

控制方式，应由消火栓系统出水干管上设置的低压压力开关、高位消防水箱出水管上设置的流量开关或报警阀压力开关等信号作为触发信号，直接控制启动消火栓泵，联动控制不应受消防联动控制器处于自动或手动状态影响。当设置消火栓按钮时，消火栓按钮的动作信号应作为报警信号及启动消火栓泵的联动触发信号，由消防联动控制器联动控制消火栓泵的启动。

【提示】湿式和干式系统中压力开关直接启泵，消火栓系统中压力开关和流量开关直接启泵等连锁控制，是这些消防系统自身完成的，连锁控制应通过专用线路实现，不受消防联动控制器处于自动或手动状态影响。消防联动控制器为上述消防系统提供连锁范围之外的后备控制，是由消防联动控制器通过输出模块来实现。作为消防水泵的直接启泵的信号，报警系统和平面图中不应漏设实现连锁控制的专用线路，可参照《火灾自动报警系统设计规范图示》14X505-1，报警系统图可参照第 18、19 页，联动控制图示见第 26~29 页。

### 6.2.28 消防电气控制装置的启动方式问题

【相关标准】《火灾自动报警系统设计规范》GB50116-2013 第 3.1.8 条：水泵控制柜、风机控制柜等消防电气控制装置不应采用变频启动方式。

《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014 第 11.0.14 条：火灾时消防水泵应工频运行，消防水泵应工频直接启泵；当功率较大时，宜采用星三角和自耦降压变压器启动，不宜采用有源器件启动。消防水泵准工作状态的自动巡检应采用变频运行，定期人工巡检应工频满负荷运行并出流。

【提示】为保证消防水泵、防排烟风机等消防设备的运行可靠性，

水泵控制柜、风机控制柜等消防电气控制装置不应采用变频启动方式。

### 6.2.29 加压送风机的启动、加压送风口和加压送风机的联动开启问题

【相关标准】《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017 第

5.1.2 条：加压送风机的启动应符合下列规定：

- 1 现场手动启动；
- 2 通过火灾自动报警系统自动启动；
- 3 消防控制室手动启动；
- 4 系统中任一常闭加压送风口开启时，加压风机应能自动启动。

《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017 第 5.1.3 条：当防火分区内火灾确认后，应能在 15s 内联动开启常闭加压送风口和加压送风机，并应符合下列规定：

- 1 应开启该防火分区楼梯间的全部加压送风机；
- 2 应开启该防火分区内着火层及其相邻上下层前室及合用前室的常闭送风口，同时开启加压送风机。

【提示】第 5.1.2 条明确了加压送风机和常闭加压送风口的控制方式，加压送风机必须具备多种方式可以启动，除接收火灾自动报警系统信号联动启动外，还应能独立控制，不受火灾自动报警系统故障因素的影响；第 5.1.3 条明确了当防火分区内火灾确认后，常闭加压送风口和加压送风机联动开启的执行动作时间应在 15s 内，该防火分区楼梯间的全部加压送风机应同时开启，并要求准确开启着火层及其上下层的送风口，同时开启加压送风机，设计说明和系统图应表达完整。

### 6.2.30 排烟风机、补风机的控制方式问题

【相关标准】《建筑防烟排烟系统技术标准》GB51251-2017 第 5.2.2 条：排烟风机、补风机的控制方式应符合下列规定：

- 1 现场手动启动；
- 2 火灾自动报警系统自动启动；
- 3 消防控制室手动启动；
- 4 系统中任一排烟阀或排烟口开启时，排烟风机、补风机自动启动；
- 5 排烟防火阀在 280℃时应自行关闭，并应连锁关闭排烟风机和补风机。

【提示】明确了排烟风机及其补风机的控制方式，要求系统风机除就地启动和火灾报警系统联动启动外，还应具有消防控制室内直接控制启动和系统中任一排烟阀（口）开启后联动启动，确保排烟系统不受其他因素的影响，提高系统的可靠性，排烟防火阀在 280℃时应自行关闭，并应连锁关闭排烟风机和补风机。应注意 5.2.2 条第 5 款的排烟防火阀应指排烟风机入口处总管上设置的 280℃排烟防火阀，本条明确了 280℃排烟防火阀与排烟风机和补风机的连锁控制要求。

## 6.3 安防

### 6.3.1 出入口控制系统、住宅对讲的设置问题

【相关标准】《天津市住宅建设智能化技术规程》DB/T29-23-2016 第 4.3.5 条：出入口控制系统应符合规定：在住宅(区)出入口，在楼栋出入口和地下机动车、非机动车库与住宅楼相通的出入口应设置出入口控制系统；系统应满足紧急逃生时人员疏散的相关要求。当发生火警或需紧急疏散时，系统应与火灾报警系统及其他紧急疏散系统联动，自动解锁并开启逃生通道闸门。

《天津市住宅建设智能化技术规程》DB/T29-23-2016 第 4.3.6 条：

楼宇对讲系统应符合规定：在住户厅、楼栋出入口、地下车库与住宅楼相通的出入口，在 A 级住宅（区）的出入口门卫处及监控中心，应设置楼宇对讲；楼栋口进出门电控锁除由用户分机操作控制开锁外，应能通过钥匙或感应卡等方式控制开锁，并应具有消防联动和失电打开功能。

《出入口控制系统工程设计规范》GB 50396-2007 第 9.0.1 条：系统安全性设计除应符合现行国家标准《安全防范工程技术规范》GB50348 的有关规定外，还应符合规定：系统必须满足紧急逃生时人员疏散的相关要求。当通向疏散通道方向为防护面时，系统必须与火灾报警系统及其他紧急疏散系统联动，当发生火警或需紧急疏散时，人员不使用钥匙应能迅速安全通过。

《建筑设计防火规范》GB50016-2014(2018 年版)第 6.4.11 条：建筑内的疏散门应符合规定：人员密集场所内平时需要控制人员随意出入的疏散门和设置门禁系统的住宅、宿舍、公寓建筑的外门，应保证火灾时不需使用钥匙等任何工具即能从内部易于打开。

【提示】出入口控制、对讲均应满足火灾时人员逃生的功能，对规范规定的应设置住宅（区）出入口系统、对讲系统的部位不应漏设。

### 6.3.2 住宅的入侵探测器设置不全

【相关标准】《天津市住宅建设智能化技术规程》DB/T29-23-2016 第 4.3.7 条：住户报警系统应符合规定：在住宅首层、二层、顶层、次顶层的住户厅、门、窗处应安装入侵探测器，在住宅其他层的住户厅、门、窗处应预留安装入侵探测器的位置和管线。

【提示】设计人容易忽略住户的入户门、阁楼屋面斜天窗等处的入侵报警装置，应注意规范已明确未设置入侵探测器的楼层应预留安



装入探测器的位置和管线，应遵照执行。

### 6.3.3 紧急报警（求助）装置的设置不到位

【相关标准】《天津市住宅建设智能化技术规程》DB/T29-23-2016 第 4.3.8 条：紧急报警(求助)系统应符合规定：在门卫、停车场(库)岗亭应设置紧急报警(求助)装置，在住户客厅、卧室、卫生间应设置紧急报警(求助)装置。

【提示】设计人不应漏设住宅次卧室、卫生间等处紧急报警(求助)装置。

### 6.3.4 住宅视频监控系统的设置问题

【相关标准】《天津市住宅建设智能化技术规程》DB/T29-23-2016 第 4.3.2 条：视频监控系统应符合规定：在住宅(区)的周界围墙或栅栏、出入口、机动车库(停车场)、首层电梯间、楼栋出入口、电梯轿厢、管理中心应安装视频监控。

【提示】视频监控系统是住宅(区)直观观察和事后检索的重要安全防范手段，规范明确的设置部位不应遗漏，尤其注意住宅的首层电梯间、楼栋出入口、电梯轿厢等位置。

### 6.3.5 监控中心报警设置问题

【相关标准】《安全防范工程技术规范》GB50348-2004 第 3.13.1 条：监控中心应设置为禁区，应有保证自身安全的防护措施和进行内外联络的通讯手段，并应设置紧急报警装置和留有向上一级接处警中心报警的通信接口。

【提示】监控中心是安全防范系统的神经中枢和指挥中心，工程设计中常忽略监控室自身的安全防范。为确保安防监控中心正常工作，设计中应将监控中心设置为禁区，应有进行内外联络的通讯手段，并

应设置紧急报警装置和留有向上一级接处警中心报警的通信接口。其中接处警中心应为具有执法职能（如公安机关的接警中心）的接处警中心。

## 6.4 防雷

### 6.4.1 各类防雷建筑物防雷电波侵入措施问题

【相关标准】《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010 第 4.5.4 条：固定在建筑物上的节日彩灯、航空障碍信号灯及其他用电设备和线路应根据建筑物的防雷类别采取相应的防止闪电电涌侵入的措施，并应符合下列规定：

- 1 无金属外壳或保护网罩的用电设备应处在接闪器的保护范围内。
- 2 从配电箱引出的配电线路应穿钢管。钢管的一端应与配电箱和 PE 线相连；另一端应与用电设备外壳、保护罩相连，并应就近与屋顶防雷装置相连。当钢管因连接设备而中间断开时应设跨接线。

- 3 在配电箱内应在开关的电源侧装设 II 级试验的电涌保护器，其电压保护水平不应大于 2.5kV，标称放电电流值应根据具体情况确定。

【提示】一些设计中对电缆进出线，未在进出端将电缆的金属外皮与电气设备接地相连；固定在建筑物上的节日彩灯、航空障碍信号灯及其它用电设备的线路，未采取相应的防止雷电波侵入的措施。为了防雷电波侵入，对电缆进出线应在进出端将电缆的金属外皮与电气设备接地相连。固定在建筑物上的节日彩灯、航空障碍标志灯及其他用电设备的线路，当设计采取下列防雷电波侵入措施时，应在设计中描述清楚。

1 无金属外壳或保护网罩的用电设备，应处在接闪器的保护范围内。

2 有金属外壳或保护网罩的用电设备，应将金属外壳或保护网罩就近与屋顶防雷装置相连。

3 从配电箱引出的线路应穿钢导管，钢导管的一端应与配电箱外露可导电部分相连，另一端应与用电设备外露可导电部分及保护罩相连，并应就近与屋顶防雷装置相连，钢导管因连接设备而在中间断开时，应设跨接线，钢导管穿过防雷分区界面时，应在分区界面作等电位联结。

4 在配电箱内，应在开关的电源侧与外露可导电部分之间装设过电压保护器。

#### 6.4.2 接闪器布置问题

【相关标准】《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010 第 4.3.1 条：第二类防雷建筑物外部防雷的措施，宜采用装设在建筑物上的接闪网、接闪带或接闪杆，也可采用由接闪网、接闪带或接闪杆混合组成的接闪器。接闪网、接闪带应按本规范附录 B 的规定沿屋角、屋脊、屋檐和檐角等易受雷击的部位敷设，并应在整个屋面组成不大于  $10\text{m}\times 10\text{m}$  或  $12\text{m}\times 8\text{m}$  的网格；当建筑物高度超过  $45\text{m}$  时，首先应沿屋顶周边敷设接闪带，接闪带应设在外墙外表面或屋檐边垂直面上，也可设在外墙外表面或屋檐边垂直面外。接闪器之间应互相连接。

《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010 第 4.4.1 条：第三类防雷建筑物外部防雷的措施宜采用装设在建筑物上的接闪网、接闪带或接闪杆，也可采用由接闪网、接闪带和接闪杆混合组成的接闪器。接闪网、接闪带应按本规范附录 B 的规定沿屋角、屋脊、屋檐和檐角等易

受雷击的部位敷设，并应在整个屋面组成不大于  $20\text{m}\times 20\text{m}$  或  $24\text{m}\times 16\text{m}$  的网格；当建筑物高度超过  $60\text{m}$  时，首先应沿屋顶周边敷设接闪带，接闪带应设在外墙外表面或屋檐边垂直面上，也可设在外墙外表面或屋檐边垂直面外。接闪器之间应互相连接。

【提示】建筑物防直接雷击的接闪器应采用装设在屋角、屋脊、女儿墙及屋檐上的避雷带，并在屋面装设不大于  $10\text{m}\times 10\text{m}$  或  $12\text{m}\times 8\text{m}$  的网格（第二类防雷建筑物），或  $20\text{m}\times 20\text{m}$  或  $24\text{m}\times 16\text{m}$  的网格（第三类防雷建筑物），同时该网格每边长还应满足不大于上述各自边长的要求。

当第二类防雷建筑物高度超过  $45\text{m}$  时（第三类防雷建筑物高度超过  $60\text{m}$  时），为使外墙外顶角或屋檐外角或女儿墙顶外边角不遭直接雷击，应将女儿墙、屋檐外角等处支架顶适当加长斜弯到所规定的位置。如有金属栏杆可利用作为接闪器时，可将其顶部做成喇叭口，使其口边斜弯到所规定的位置。

#### 6.4.3 防雷建筑物内部防雷装置问题

【相关标准】《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010 第 4.1.2 条：各类防雷建筑物应设内部防雷装置，应符合下列规定：

1 在建筑物的地下室或地面层处，下列物体应与防雷装置做防雷等电位连接：

- 1) 建筑物金属体；
- 2) 金属装置；
- 3) 建筑物内系统；
- 4) 进出建筑物的金属管线。

【提示】建筑物内应作防雷等电位连接，并应在施工说明、接地平

面图中表示清楚，交待不清楚的应绘制相应图纸或注明。

#### 6.4.4 电子信息系统的防雷措施问题

【相关标准】《综合布线系统工程设计规范》GB50311-2016 第 8.0.10 条：当电缆从建筑物外面进入建筑物时，应选用适配的信号线路浪涌保护器。

《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010 第 4.3.8 条：防止雷电流流经引下线和接地装置时产生的高电位对附近金属物或电气和电子系统线路的反击，应符合规定：在电子系统的室外线路采用金属线时，其引入的终端箱处应安装 D1 类高能量试验类型的电涌保护器；在电子系统的室外线路采用光缆时，其引入的终端箱处的电子系统侧，当无金属线路引出本建筑物至其他有自己接地装置的设备时可安装 B2 类慢上升率试验类型的电涌保护器。

【提示】为防止雷击瞬间产生的电流与电压通过电缆引入建筑物布线系统，对配线设备和通信设施产生损害，甚至造成火灾或人员伤亡的事件发生，应采取相应的安全保护措施，电子系统应在线缆从建筑物外面进入建筑物时，安装适配的电涌保护器。

#### 6.4.5 雷击电磁脉冲防护等级问题

【相关标准】《雷击电磁脉冲建筑防护标准》DB/T29-58-2010 第 5.1.1 条、《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB50343-2012 第 4.3.1 条、《金融建筑电气设计规范》JGJ284-2012 第 11.3.1 条。

【提示】电子信息系统防雷击电磁脉冲工程设计的重要依据是确定工程的防护等级，设计人员应确定建筑物电子信息系统是否需防护和按什么等级防护，以达到安全、适用、经济的目标。

#### 6.4.6 利用建筑物的钢筋作为防雷装置问题

【相关标准】《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010 第 4.3.5 条：利用建筑物的钢筋作为防雷装置时，应符合规定：构件内有箍筋连接的钢筋或成网状的钢筋，其箍筋与钢筋、钢筋与钢筋应采用土建施工的绑扎法、螺丝、对焊或搭焊连接。单根钢筋、圆钢或外引预埋连接板、线与构件内钢筋应焊接或采用螺栓紧固的卡夹器连接。构件之间必须连接成电气通路。

【提示】利用钢筋混凝土柱和基础内钢筋作引下线和接地体，国内外在上世纪 60 年代初期就已经采用了，已较为普遍。现在工程中常采用钢筋混凝土构件中的钢筋作为防雷引下线与接地体，但在设计中对引下线与接闪器、接地体以及外引预埋连接板等处的连接往往叙述不清楚。在实际工程中采用的钢筋混凝土构件除进出雷电流的第一个连接点外，通常都采用许多并联绑扎点，这可通过很大冲击电流。因此，只要把进出构件等处采用焊接或采用螺栓紧固的卡夹器连接，就可通过更大冲击电流。设计中应引起重视，并应明确构件之间必须连接成电气通路。

## 6.5 节能

### 6.5.1 住宅的公共部位的照明节能问题

【相关标准】《住宅建筑规范》GB50368-2005 第 10.1.4 条：住宅的公共部位的照明应采用高效光源、高效灯具和节能控制措施。

《天津市住宅设计标准》DB29-22-2013 第 12.6.3 条；共用部位应设置人工照明，应采用高效节能的照明装置和节能控制措施。当应急照明采用节能自熄开关时，必须采取消防时应急点亮的措施。

《天津市居住建筑节能设计标准》DB29-1-2013 第 7.0.3 条：居住

建筑公共部分应选用 LED 等高效光源、高效灯具（包括节能附件）及采用节能控制方式。

【提示】住宅公共场所和部位的照明应采用高效光源和灯具，如图中未给出灯具型号应在图纸中注明“住宅公共部位的照明采用高效光源和灯具”；住宅公共部位的照明由于种种原因，易形成“长明灯”，因此应采取节能控制措施，如采用节能自熄开关控制（当应急照明在采用节能自熄开关控制时，必须采取应急时自动点亮的措施），或受物业管理的控制（或有人值班的房间集中控制）。

### 6.5.2 住宅内的机电设备节能问题

【相关标准】《住宅建筑规范》GB50368-2005 第 10.1.5 条：住宅内使用的电梯、水泵、风机等设备应采取节电措施。

《天津市居住建筑节能设计标准》DB29-1-2013 第 7.0.11 条：在工程中，应优先选用节能的电气设备；对于电气设备应选用节能控制方式；电梯应选用具有节能拖动及节能控制方式的产品；推荐采用节能、环保的家用电器。

【提示】在住宅的电气设计中往往忽略了对住宅内使用的电梯、水泵、风机等设备的选型，认为上述设备由建筑或水、暖专业而不由电气专业确定。但由于建筑或水、暖专业对上述设备选型的要求及关注点不同，不一定满足电气专业对设备的要求。因此电气设计人员应配合建筑或水、暖专业设备选型并应满足电气专业的要求，即应选用节能的电气产品，诸如节能的电梯及节能控制方式，变频控制的水泵、风机等，并在电气设计图纸中注明。

### 6.5.3 公共部分照明、电梯、水泵等用电负荷分类电能计量装置的设置问题

【相关标准】《天津市居住建筑节能设计标准》DB29-1-2013 第 7.0.6 条第 2 款：公共部分照明、景观照明、电梯、水泵等用电负荷应设置分项电能计量装置。

【提示】分项计量应按电力部门电价分类及管理要求设置。条文中的“分项电能计量”实际是指按不同用电负荷进行不同收费的电价分类计量，并非能耗监测系统的分项计量。公共部分照明、景观照明、电梯、水泵等用电负荷设置的电能计量装置，方便物业管理需要，能够更细致地把握不同公用设施的用电情况。

### 6.5.4 照明功率密度限值问题

【相关标准】《建筑照明设计标准》GB50034-2013 第 6.3.3~6.3.7、6.3.9~6.3.13 条：各类建筑的照明功率密度限值应符合表 6.3.3~6.3.7、6.3.9~6.3.13 条的规定。

【提示】LPD 是照明节能的重要评价指标，各类建筑的照明功率密度不应超过规范的限值要求，各类建筑的典型房间均应给出照度计算书，应严格执行相关标准。

### 6.5.5 设计照度值问题

【相关标准】《建筑照明设计标准》GB50034-2013 第 4.1.7 条：设计照度与照度标准值的偏差不应超过±10%。

【提示】在工程设计中，设计照度值与照度标准值比较，可有一10%~+10%的偏差。此偏差只适用于装 10 个灯具以上的照明场所；当小于 10 个灯具时，允许适当超过此偏差。同时应避免出现按强条返算灯具数量，而没有考虑灯具的实际照度要求的情况。

### 6.5.6 未合理选择照明控制方式

【相关标准】《天津市绿色建筑标准》DB29-205-2015 中第

9.3.5 条：走廊、楼梯间、门厅、大堂、大空间、地下停车场等场所的照明系统应采取分区、定时、感应等节能控制措施。

《天津市公共建筑节能设计标准》DB29-153-2014 第 5.3.9 条：照明控制应符合要求：照明控制应结合建筑使用情况及天然采光状况，进行分区、分组控制；旅馆客房应设置节电控制型总开关；建筑景观照明应采取集中控制方式。

《建筑照明设计标准》GB 50034-2013 第 7.3.2 条：公共场所应采用集中控制，并按需要采取调光或降低照度的控制措施。

【提示】当有天然采光条件时应充分利用，以节约人工照明电能，因此要求在照明控制上应予以配合。一般应在平行于窗的方向进行控制或适当增加照明开关，公共建筑的走廊、楼梯间、门厅、大堂、大空间等公共场所的照明，应采用集中控制，并按建筑使用条件和天然采光状况采取分区、分组控制措施，当设有建筑设备管理系统或智能照明系统时，上述照明可采用智能系统实施监控。地下停车场应采用集中控制，分区管理的措施。

#### 6.5.7 民用建筑能耗监测系统设计深度不够

【相关标准】《天津市民用建筑能耗监测系统设计标准》DB29-216-2013 第 3.0.1 条：新建、改建、扩建和既有公共建筑以及居住建筑中的热源、热力站应设置能耗监测系统。

【提示】设计图纸不齐全，部分工程仅有简单的系统图和说明。不能正确指导施工人员施工，确保与本市民用建筑运行能耗监管信息系统数据中心的联网，同时也不能很好的实现建筑节能的有效监督管理，并对能源消耗状况进行实时监测，及时发现、纠正用能浪费现象。建筑能耗监测系统的施工图设计文件应包括下列内容：

1 设计说明，包括建筑物分类分项能耗数据的范围；

能耗计量：多功能电能表和数字电能表的精度等级不应低于 1.0 级。其性能参数应符合国家现行标准《交流电测量设备》GB/T17215、《多功能电能表》DL/T614 的有关规定；电流互感器精度等级不应低于 0.5 级，变比应与被测量回路的电流值相适应，电流互感器性能参数应符合现行国家标准《电流互感器》GB1208 的规定等。

数据采集方式：应采用有线为主、无线为辅的传输方式。新建民用建筑中的能耗计量装置与系统主机设备之间的数据传输应采用有线方式，既有建筑中的能耗计量装置与系统主机等设备之间的数据传输可采用无线方式。有线传输可采用专线传输、公共电话网传输、公共数据网传输等多种模式。根据传输设备技术性能要求采用总线制传输方式、以太网传输方式，或两者混合应用等传输方式。

系统技术指标：能耗计量装置和数据采集器之间的通信协议应符合国家现行标准《多功能电能表通信协议》DL/T645 和《户用计量仪表数据传输技术条件》CJ/T188 的有关规定等。

功能说明：对既有建筑改造还应包括原计量状况、改造后系统的功能说明及技术指标。

2 能耗监测系统的平面图和系统图；当高压供电时，应在高压侧设置能耗计量装置，同时在低压侧进线柜设置低压总能耗计量装置（当采用 0.4kV 低压配电装置供电时），对于满足本标准表 4.0.5 要求的出线柜出线回路，可直接设置分项能耗计量装置，当出线柜的出线回路未能全部满足表 4.0.5 要求时，应在建筑物楼层或功能区的配电系统中设置相应的分项能耗计量装置，获取分项能耗数据；

3 利用建筑设备监控系统（BAS）、电力监控系统采集能耗数据时，

应提供上述系统有关能耗数据采集的系统图和平面图，并说明数据共享和通信接口的方式；

4 向上一级能耗数据中心传输数据的方式、通信协议和技术指标以及线缆敷设方式；

5 供电、防雷与接地保护措施；

6 设备材料表。

具体做法可参照《天津市建筑标准设计图集》(2012 版)12D17 公共建筑能耗监测及管理系统。

#### 6.5.8 地下车库一氧化碳浓度监测装置的设置问题

【相关标准】《天津市绿色建筑标准》DB29-205-2015 第 8.4.5 条：设置机械通风的地下汽车库，应设一氧化碳浓度监测装置并联动通风系统运行。

【提示】地下停车库不同时间使用频率有很大差别，设置一氧化碳浓度探测传感装置并联动通风系统的运行，能兼顾节能与室内空气品质，保证车库内 CO 浓度低于危害水平。

#### 6.5.9 节能专篇、绿建专篇内容不全

【相关标准】津建设【2015】384 号文件：市建委关于印发《天津市绿色建筑标准》、《天津市建筑节能设计专篇》的通知。

【提示】施工图设计文件应按 2015 年新修订版设置《天津市建筑节能设计专篇》(公共建筑、居住建筑)，属于绿色建筑的还应按 2015 年新修订版设置《天津市绿色建筑标准》(公共建筑、居住建筑)。节能专篇与绿建专篇在电气专业的设计文件中应齐全，注意绿色建筑电气设计指标表应按照工程实际填写。可参考《公共建筑节能设计施工图编制深度图样》DBJT29-178-2016 (津 16J18)、《居住建筑节能设

计施工图编制深度图样》DBJT29-178-2016 (津 16J19)、《绿色建筑施工图设计深度图样 (居住建筑)》DBJT29-214-2017 (津 17J20)。

## 6.6 其它

### 6.6.1 专用厕所无障碍设施求助呼叫按钮的设置问题

【相关标准】《无障碍设计规范》GB50763-2012 第 3.9.3 条：无障碍厕所的无障碍设计应符合规定：内部应设坐便器、洗手盆、多功能台、挂衣钩和呼叫按钮。

《天津市无障碍设计标准》DB/T29-196-2017 第 3.10.3 条：无障碍厕所设计应符合规定：在座便器旁的墙面上应设 0.40m~0.50m 的求助呼叫按钮。

【提示】在无障碍厕所内设置求助呼叫按钮，禁忌随意设置安装高度，应满足距地面高 0.40m~0.50m 的规定。

### 6.6.2 无障碍住房电气设计问题

【相关标准】《无障碍设计规范》GB50763-2012 第 3.12.4 条：无障碍住房及宿舍还应符合：居室和卫生间内应设求助呼叫按钮；供听力障碍者使用的住宅和公寓应安装闪光提示门铃。

《天津市无障碍设计标准》DB/T29-196-2017 第 3.13.7 条：电气控制开关及家具设计应符合下列规定：

- 1 家具和电器控制开关的位置和高度应方便乘轮椅者靠近和使用；
- 2 户内门厅、走道、卧室应设双控照明开关或遥控智能开关；
- 3 电气照明开关高度宜为 0.90m~1.10m；
- 4 起居室、卧室插座高度宜为 0.60m，厨房、卫生间插座高度宜为 0.90m~1.10m；

- 5 电视、计算机网络和电话插座高度宜为 0.60m;
- 6 居室和卫生间应设求助呼叫按钮, 高度宜为 0.40m~0.50m。
- 7 对讲机和通话器高度宜为 0.90m~1.10m;
- 8 供听力障碍者使用的住房应设置闪光提示门铃。

《天津市无障碍设计标准》DB/T29-196-2017 第 3.14.5 条: 无障碍宿舍的其它规定:

- 1 宿舍应设置插座, 插座高度宜为 0.60m;
- 2 宿舍内应设高度为 0.40m-0.50m 的救助呼叫按钮;
- 3 宿舍内应设置为听力障碍者服务的闪光提示门铃。

【提示】在无障碍住房电气设计时, 其照明开关、插座等电气设计应考虑残障人或乘轮椅者进入和操作, 并根据不同的使用要求进行配置, 无障碍宿舍内及无障碍住房的居室、卫生间应设救助呼叫按钮, 无障碍宿舍和供听力障碍者使用的住房不应漏设闪光提示门铃。

### 6.6.3 防空地下室各种动力配电箱设置问题

【相关标准】《人民防空地下室设计规范》GB50038-2005 第 7.3.4 条: 防空地下室的各种动力配电箱、照明箱、控制箱, 不得在外墙、临空墙、防护密闭隔墙、密闭隔墙上嵌墙暗装。若必须设置时, 应采取挂墙式明装。

【提示】防空地下室各类动力配电箱、照明箱、控制箱不宜安装在具有防护密闭功能的外墙、临空墙、防护密闭隔墙、密闭隔墙上, 如受条件限制必须在具有防护密闭功能的外墙、临空墙、防护密闭隔墙、密闭隔墙上设置时, 应采取挂墙明装, 且应在设计图纸中注明。

### 6.6.4 防空地下室内电缆桥架敷设问题

【相关标准】《人民防空地下室设计规范》GB50038-2005 第 7.4.6

条: 当防空地下室内的电缆或导线数量较多, 且又集中敷设时, 可采用电缆桥架敷设的方式。但电缆桥架不得直接穿过临空墙、防护密闭隔墙、密闭隔墙。当必须通过时应改为穿管敷设, 并应符合防护密闭要求。

【提示】电缆桥架直接穿过临空墙、防护密闭隔墙和密闭隔墙或多根电缆穿在一个孔内, 防空地下室的防护、密闭性能均被破坏。当条件制约必须穿墙设置时, 可采取电缆穿管方式, 并且一根电缆穿一根管, 不得忽视防护和密闭要求。

### 6.6.5 树干式供电系统的保护开关电器设置问题

【相关标准】《民用建筑电气设计规范》JGJ16-2008 第 7.1.4 条 4 款: 由本单位配变电所引入的专用回路, 在受电端可装设不带保护的开关电器; 对于树干式供电系统的配电回路, 各受电端均应装设带保护的开关电器。

【提示】当采用树干式供电, 各受电端均未装设带保护的开关电器时, 如其中一受电端发生故障会引起上级保护开关电器断电, 从而扩大了停电范围, 应当避免出现这种情况。因此在设计中当采用树干式供电时, 各受电端均应装设带保护的开关电器。

### 6.6.6 充电桩的设计问题

【相关标准】《国务院办公厅关于加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见》(国办发〔2015〕73 号) 第(四)条: 新建住宅配建停车位应 100%建设充电设施或预留建设安装条件, 大型公共建筑物配建停车场、社会公共停车场建设充电设施或预留建设安装条件的车位比例不低于 10%, 每 2000 辆电动汽车至少配套建设一座公共充电站。

《关于加快居民区电动汽车充电基础设施建设的通知》(发改能

源[2016]1611号)第二条:规范新建居住区设施建设。新建居住区应统一将供电线路敷设至专用固定停车位(或预留敷设条件),预留电表箱、充电设施安装位置和用电容量,并因地制宜制定公共停车位的供电设施建设方案,为充电基础设施建设安装提供便利。新建居民区停车位配套供电设施建设应与主体建筑同步设计、同步施工。

《天津市新能源汽车充电基础设施建设运营暂行管理办法》(津发改工业(2017)1021号)二 规划管理 第六条:本市新建住宅配建停车位须按照100%比例标准预留充电基础设施建设安装条件,并鼓励房地产开发经营企业和充电设施建设运营企业合作,按照一定比例建设充电设施(具体比例由企业自行决定)。新建的大于2万平方米的商场、宾馆、医院、办公楼等大型公共建筑配建停车场和社会公共停车场,具有充电设施的停车位应不少于总停车位的10%。

**【提示】**电气设计文件对本市新建住宅配建停车位须按照100%比例标准预留充电基础设施建设安装条件,应统一将供电线路敷设至专用固定停车位(或预留敷设条件),预留电表箱、充电设施安装位置和用电容量,新建居民区停车位配套供电设施建设应与主体建筑同步设计、同步施工。大于2万平方米的商场、宾馆、医院、办公楼等大型公共建筑配建停车场和社会公共停车场均应按照不少于总停车位的10%标准设计停车位的充电设施。

#### 6.6.7 线缆选型问题

**【相关标准】**《民用建筑电气设计规范》JGJ16-2008第7.4.1条:低压配电导体选择应符合规定:对一类高层建筑以及重要的公共场所等防火要求高的建筑物,应采用阻燃低烟无卤交联聚乙烯绝缘电力电缆、电线或无卤无卤电力电缆、电线。

《住宅建筑电气设计规范》JGJ242-2011第6.4.3条:高层住宅建筑中明敷的线缆应选用低烟、低毒的阻燃类线缆。

《交通建筑电气设计规范》JGJ243-2011第6.4.7条:II类及以上民用机场航站楼、特大型和大型铁路旅客车站、集民用机场航站楼或铁路及城市轨道交通车站等为一体大型综合交通枢纽站、地铁车站、磁浮列车站及具有一级耐火等级的交通建筑内,成束敷设的电线电缆应采用绝缘及护套为低烟无卤阻燃的电线电缆。

《商店建筑设计规范》JGJ48-2014第7.3.14条:对于大型和中型商店建筑的营业厅,线缆的绝缘和护套应采用低烟低毒阻燃型。

《医疗建筑电气设计规范》JGJ312-2013第5.5.2条:二级及以上医院应采用低烟、低毒阻燃类线缆,二级以下医院宜采用低烟、低毒阻燃类线缆。

《会展建筑电气设计规范》JGJ333-2014第6.3.2条:会展建筑中除直埋敷设的电缆和穿导管暗敷的电线电缆外,成束敷设的电缆应采用阻燃型或阻燃耐火型电缆,在人员密集场所明敷的配电电缆应采用无卤低烟的阻燃或阻燃耐火型电缆。

《教育建筑电气设计规范》JGJ310-2013第5.3.1条:教育建筑的低压配电线缆应符合规定:线缆绝缘材料及护套应避免火焰蔓延对建筑物和消防系统的影响,并应避免燃烧产生含卤烟雾对人身体的伤害。

**【提示】**在火灾事故死亡人数中,80%不是直接烧死的,而是由于烟雾和毒气窒息而死。浓烟使人陷入极度恐慌不知所措,又使人难以呼吸而直接致命。为了对生命安全负责,对一类高层建筑以及重要的公共场所等防火要求高的建筑物及人员密集的场所,人流难以疏散的地方,提出了线缆的选型要求,从而尽可能地在火灾发生时更多地



争取到宝贵的逃生时间。线缆可参照《天津市建筑标准设计图集》(2012版)12D1第79页选用。

#### 6.6.8 住宅户内配电箱的安装高度问题

【相关标准】《住宅建筑电气设计规范》JGJ242-2011第8.4.1条：每套住宅应设置不少于一个家居配电箱，家居配电箱宜暗装在套内走廊、门厅或起居室等便于维修维护处，箱底距地高度不应低于1.6m。

《天津市住宅设计标准》DB29-22-2013第12.7.1条：每套住宅应在套内便于进出线及维修维护处设置家居配电箱，配电箱应暗装，箱底边距地高度不应低于1.60m。

【提示】家居配电箱底距地不低于1.6m是为了安全和检修、维护方便。家居配电箱因为出线回路多，单排箱体可能满足不了使用要求。如果改成双排，家居配电箱底距地1.8m，位置偏高不好操作。建议单排家居配电箱暗装时箱底距地宜为1.8m，双排家居配电箱暗装时箱底距地宜为1.6m；家居配电箱明装时箱底距地应为1.8m。应特别注意有跃层的户型跃层单独设置的配电箱的位置，不应设置在楼梯梯跑处，此位置不便于检修、维护，无法保证使用安全。

#### 6.6.9 住宅建筑光纤到户的设计问题

【相关标准】《住宅区和住宅建筑内光纤到户通信设施工程设计规范》GB50846-2012第1.0.3条：住宅区和住宅建筑内光纤到户通信设施工程的设计，必须满足多家电信业务经营者平等接入、用户可自由选择电信业务经营者的要求。

第1.0.4条：在公用电信网络已实现光纤传输的县级及以上城区，新建住宅区和住宅建筑的通信设施应采用光纤到户方式建设。

第1.0.7条：新建住宅区和住宅建筑内的地下通信管道、配线管

网、电信间、设备间等通信设施，必须与住宅区及住宅建筑同步建设。

【提示】建筑电气专业设计文件应按照《建筑工程设计文件编制深度规定》(2016年版)第4.5.3条的规定在说明中明确住宅建筑内光纤到户通信设施的系统设计概况，包括小区设备间、电信间的面积、个数及与住宅同期建设的情况。绘制住宅小区光纤到户通信系统示意图，做法参考《天津市住宅区和住宅建筑内光纤到户通信设施标准设计图集》津16D19B07~B10页，并示出为智能化深化设计预留的设备间、电信间具体所在楼栋、面积及配线区所辖住户数。住宅光纤到户通信系统图做法应按照《天津市住宅区和住宅建筑内光纤到户通信设施标准设计图集》津16D19B11~B17页绘制。设备间、电信间的面积尺寸详津16D19B18页。楼层配线箱及家居配线箱箱体尺寸可按照《住宅区和住宅建筑内光纤到户通信设施工程设计规范》GB50846-2012第7.3.2、7.3.3条的条文说明选取。设计文件中应明确住宅建筑内光纤到户通信设施干线桥架走向(每个设备间、电信间的为多家运营商预留的进户管不应少于4RC100)，为智能化专项设计预留条件，以满足多家电信业务经营者的平等接入。

#### 6.6.10 装配式建筑设计电气问题

【相关标准】《建筑工程设计文件编制深度规定》(2016年版)第4.5.14条：当采用装配式建筑技术设计时，应明确装配式建筑设计电气专项内容：

- 1 明确装配式建筑电气设备的设计原则及依据；
- 2 对预埋在建筑预制墙及现浇墙内的电气预埋箱、盒、孔洞、沟槽及管线等要有做法标注及详细定位；
- 3 预埋管、线、盒及预留孔洞、沟槽及电气构件间的连接做法；

4 墙内预留电气设备时的隔声及防火措施；设备管线穿过预制构件部位采取相应的防水、防火、隔声、保温等措施；

5 采用预制结构柱内钢筋作为防雷引下线时，应绘制预制结构柱内防雷引下线间连接大样，标注所采用防雷引下线钢筋、连接件规格以及详细作法。

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231-2016 第 7.4.1 条：装配式混凝土建筑的电气和智能化设备与管线的设计，应满足预制构件工厂化生产、施工安装及使用维护的要求。

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231-2016 第 7.4.2 条：装配式混凝土建筑的电气和智能化设备与管线设置及安装应符合下列规定：

- 1 电气和智能化系统的竖向主干线应在公共区域的电气竖井内设置；
- 2 配电箱、智能化配线箱不宜安装在预制构件上；
- 3 当大型灯具、桥架、母线、配电设备等安装在预制构件上时，应采用预留预埋件固定；

4 设置在预制构件上的接线盒、连接管等应做预留，出线口和接线盒应准确定位；

5 不应在预制构件受力部位和节点连接区域设置孔洞及接线盒，隔墙两侧的电气和智能化设备不应直接连通设置。

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231-2016 第 7.4.3 条：装配式混凝土建筑的防雷设计应符合下列规定：

1 当利用预制剪力墙、预制柱内的部分钢筋作为防雷引下线时，预制构件内作为防雷引下线的钢筋，应在构件接缝处作可靠的电气连接，并在构件接缝处预留施工空间及条件，连接部位应有永久性明显

标记；利用钢筋做为防雷装置时，单根钢筋、圆钢和外引预埋连接板、线与构件内钢筋应焊接或采用螺栓紧固的卡夹器连接，构件之间必须连成电气通路；

注：此条较原文条款增加了利用钢筋做为防雷装置时的要求。（详《天津市装配式混凝土建筑施工图设计审查指南》DBJT29-206-2017）

2 建筑外墙上的金属管道、栏杆、门窗等金属物需要与防雷装置连接时，应与相关预制构件内部的金属件连接成电气通路；

3 设置等电位连接的场所，各构件内的钢筋应作可靠的电气连接，并与等电位连接箱连通。

《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T51232-2016 第 5.4.4 条：电气和智能化设计应符合下列规定：

- 1 电气和智能化的设备与管线宜采用管线分离的方式；
- 2 电气和智能化系统的竖向主干线应在公共区域的电气竖井内设置；
- 3 当大型灯具、桥架、母线、配电设备等安装在预制构件上时，应采用预留预埋件固定；

4 设置在预制部(构)件上的出线口、接线盒等的孔洞均应准确定位。隔墙两侧的电气和智能化设备不应直接连通设置；

5 防雷引下线和共用接地装置应充分利用钢结构自身作为防雷接地装置。构件连接部位应有永久性明显标记，其预留防雷装置的端头应可靠连接；

6 钢结构基础应作为自然接地体，当接地电阻不满足要求时，应设人工接地体；

7 接地端子应与建筑物本身的钢结构金属物连接。

【提示】当采用装配式建筑技术设计时，建筑电气专业的设计文

件应按照《建筑工程设计文件编制深度规定》(2016年版)第4.5.14条的规定明确装配式建筑设计电气专项内容。应明确电气专业选用系统的形式、设备管线布置与装配式构件的关系；应明确管线设计在装配式构件上预埋管线、预埋构件、预留孔洞及其相应的做法和要求；应明确预制构件的防雷、接地以及等电位连接的做法和要求。

### 6.6.11 直埋电缆敷设问题

【相关标准】《电力工程电缆设计标准》GB50217-2018第5.3.5条：直埋敷设的电缆不得平行敷设于地下管道的正上方或正下方。电缆与电缆、管道、道路、构筑物等之间允许最小距离应符合表5.3.5的规定。

表5.3.5 电缆与电缆、管道、道路、构筑物等之间允许最小距离(m)

电缆直埋敷设时的配置情况		平行	交叉
控制电缆之间		—	0.5 <sup>①</sup>
电力电缆之间或与控制电缆之间	10KV及以下电力电缆	0.1	0.5 <sup>①</sup>
	10KV以上电力电缆	0.25 <sup>②</sup>	0.5 <sup>①</sup>
不同部门使用的电缆		0.5 <sup>②</sup>	0.5 <sup>①</sup>
电缆与地下管沟	热力管沟	2.0 <sup>③</sup>	0.5 <sup>①</sup>
	油管或易(可)燃气管道	1.0	0.5 <sup>①</sup>
	其他管道	0.5	0.5 <sup>①</sup>
电缆与铁路	非直流电气化铁路路轨	3.0	1.0
	直流电气化铁路路轨	10	1.0
电缆与建筑物基础		0.6 <sup>③</sup>	—
电缆与道路边		1.0 <sup>③</sup>	—
电缆与排水沟		1.0 <sup>③</sup>	—

电缆与树木的主干	0.7	—
电缆与1KV及以下架空线电杆	1.0 <sup>③</sup>	—
电缆与1KV以上架空线杆塔基础	4.0 <sup>③</sup>	—

注：① 用隔板分隔或电缆穿管时不得小于0.25m；

② 用隔板分隔或电缆穿管时不得小于0.1m；

③ 特殊情况时，减小值不得大于50%。

【提示】电缆直埋敷设时，应避免因环境温度、外部热源、浸水、灰尘聚集及腐蚀性或污染物质等外部影响带来的损害，并应防止在敷设和使用过程中因受撞击、振动和建筑物的变形等各种机械应力作用而带来的损害，故在设计中应严格执行上述规范要求。

### 6.6.12 无障碍客房电气设计问题

【相关标准】《无障碍设计规范》GB50763-2012第3.11.5条：无障碍客房还应符合：客房及卫生间应设高400mm~500mm的救助呼叫按钮；客房应设置为听力障碍者服务的闪光提示门铃。

《天津市无障碍设计标准》DB/T29-196-2017第3.12.4条：无障碍客房设计还应符合：家具和电器控制开关的位置和高度应方便乘轮椅者靠近和使用；客房及卫生间应设高度为0.40m~0.50m的救助呼叫按钮；客房应设置为听力障碍者服务的闪光提示门铃；客房应设置插座，插座高度宜为0.60m。

【提示】不得忽视在无障碍客房及卫生间内设置救助呼叫按钮，客房还应设置为听力障碍者服务的闪光提示门铃。

## 6.7 相关的设计文件

### 6.7.1 施工说明不完善

【相关标准】《建筑工程设计文件编制深度规定》（2016年版）第

4.5.3条：设计说明。

- 1 工程概况：初步（或方案）设计审批定案的主要指标；
- 2 设计依据（内容见第3.6.2条第1款）；
- 3 设计范围；
- 4 设计内容（应包括建筑电气各系统的主要指标）；
- 5 各系统的施工要求和注意事项（包括线路选型、敷设方式及设备安装等）；
- 6 设备主要技术要求（亦可附在相应图纸上）；
- 7 防雷、接地及安全措施（亦可附在相应图纸上）；
- 8 电气节能及环保措施；
- 9 绿色建筑电气设计：
  - 1) 绿色建筑目标；
  - 2) 建筑电气设计采用的绿色建筑技术措施；
  - 3) 建筑电气设计所达到的绿色建筑技术指标。
- 10 与相关专业的技术接口要求；
- 11 智能化设计：
  - 1) 智能化系统设计概况；
  - 2) 智能化各系统的供电、防雷及接地等要求；
  - 3) 智能化各系统与其它专业设计的分工界面、接口条件。
- 12 其它专项设计、深化设计；

- 1) 其它专项设计、深化设计概况；
- 2) 建筑电气与其它专项、深化设计的分工界面及接口要求。

【提示】施工设计说明应满足上述条款要求。

### 6.7.2 设计文件无计算书或计算书不完善

【相关标准】《建筑工程设计文件编制深度规定》（2016年版）第

4.5.1条：在施工图设计阶段，建筑电气专业设计文件图纸部分应包括图纸目录、设计说明、设计图、主要设备表，电气计算部分出计算书。

【提示】设计人应提供完整的计算书，设计计算书（供内部使用及存档）内容包括：

- 1 用电设备负荷计算；
- 2 变压器、柴油发电机选型计算；
- 3 典型回路电压损失计算；
- 4 系统短路电流计算；
- 5 防雷类别的选取或计算；
- 6 典型场所照度值和照明功率密度值计算；
- 7 各系统计算结果尚应标示在设计说明或相应图纸中。

### 6.7.3 施工说明中选用已废止的国家标准、规范、图集

【提示】施工说明及图纸中所采用的工程图集、标准及规范均应采用国家现行有效版本。