

宁夏市政工程施工图设计技术要点

(2022 年版)

宁夏回族自治区住房和城乡建设厅

2022 年 12 月 21 日

前 言

为指导宁夏市政工程施工图设计工作，宁夏回族自治区住房和城乡建设厅委托宁夏建筑设计研究院有限公司，编制了本技术要点。

本技术要点共十四章：1. 总则；2. 给水工程；3. 排水工程；4. 再生水工程；5. 城市环境卫生工程；6. 城市道路工程；7. 城市桥梁工程；8. 燃气工程；9. 热力工程；10. 市政工程建筑专业；11. 市政工程结构专业；12. 市政工程电气、自控仪表专业；13. 市政工程暖通专业；14. 市政工程给排水及消防专业。除总则外，每章均有常见问题及解析。针对区内市政工程施工图设计中常见问题给出执行依据及解决办法，以便更好地理解并执行规范及标准中一些难点和重点问题。本技术要点未涉及内容应执行国家现行有关标准。

在本要点执行过程中如发现需修改和补充之处，请及时向宁夏建筑设计研究院有限公司反映，以供今后修订时参考。

编制单位：宁夏建筑设计研究院有限公司

参编人员：张青海 张 辉 史成万 宋欢宇 王 巍 刘晓洁 张 平

徐永忠 张道亮 贺 宇 蔡鹏飞 郝艳英 刘伏平

审查人员：刘立杰 王国余 卢 军 录永祥

陈建中 何春永 任胜龙 彭 英

目 录

前 言	1
第一章 总 则	12
第二章 给水工程	14
第一节 基本要求	14
一、一般规定	14
二、现行相关部分国家规范、标准	14
三、地方规定	14
第二节 取水、泵房、输配水管道	14
一、设计内容	14
二、设计要点	15
(一) 取水	15
(二) 泵房	18
(三) 输配水管道	20
第三节 给水厂设计及水处理	23
一、设计内容	23
二、设计要点	23
(一) 水厂总体设计	23
(二) 调蓄构筑物	24
(三) 水处理	24
第四节 常见问题解析	28
第三章 排水工程	30
第一节 基本要求	30
一、一般规定	30
二、现行相关部分国家规范、标准	30
三、地方规定	30
第二节 污水管网及雨水管网	30
一、设计内容	30
二、设计要点	30
(一) 一般规定	31
(二) 排水管渠和附属构筑物	31

(三) 泵站	33
第三节 污水处理、污泥处理和处置	34
一、设计内容	34
二、设计要点	34
(一) 污水处理	34
(二) 污泥处理和处置	35
第四节 海绵城市	36
一、设计内容	36
二、设计要点	36
(一) 海绵型城市道路	36
(二) 海绵型城市绿地与广场	36
(三) 单项海绵设施	37
第五节 常见问题解析	38
第四章 再生水工程	40
第一节 基本要求	40
一、一般规定	40
二、现行相关部分国家规范、标准	40
三、地方规定	40
第二节 再生水管网	40
一、设计内容	40
二、设计要点	40
(一) 再生水管道	40
第三节 再生水处理厂设计	41
一、设计内容	41
二、设计要点	41
(一) 再生水处理厂	41
第四节 常见问题解析	42
第五章 城市环境卫生工程	43
第一节 基本要求	43
一、一般规定	43
二、现行相关部分国家规范、标准	43
第二节 生活垃圾卫生填埋场(厂)	43

一、设计内容	43
二、设计要点	43
(一) 场址选择	43
(二) 总体设计	43
(三) 防渗与地下水导排	44
(四) 防洪与雨污分流系统	44
(五) 渗沥液收集与处理	45
(六) 填埋气体导排与利用	45
(七) 填埋作业与管理	45
(八) 封场与堆体稳定性	46
(九) 辅助工程	46
第三节 垃圾转运站	47
一、设计内容	47
二、设计要点	47
(一) 选址	47
(二) 工艺设计	47
(三) 环境保护与劳动卫生	47
第四节 生活垃圾堆肥场(厂)	48
一、设计内容	48
二、设计要点	48
(一) 基本规定	48
(二) 总体设计	48
(三) 垃圾接收、输送与预处理	48
(四) 堆肥工艺	48
(五) 辅助与公用设施	49
第五节 餐厨垃圾处理	49
一、设计内容	49
二、设计要点	49
(一) 餐厨垃圾的收集与运输	49
(二) 总体设计	50
(三) 餐厨垃圾处理工艺	50
(四) 辅助工程	50
第六节 常见问题解析	50

第六章 城市道路工程	51
第一节 基本要求	51
一、一般规定	51
二、现行相关部分规范、标准	51
第二节 城市道路设计	51
一、设计内容	51
二、设计要点	52
(一) 基本原则	52
(二) 路线	52
(三) 交叉	53
(四) 横断面	54
(五) 路基路面	54
(六) 行人和非机动车交通	56
(七) 公共交通设施	56
(八) 公共停车场和城市广场	57
(九) 桥梁与隧道	57
(十) 管线、排水	58
(十一) 交通安全和管理设施	58
(十二) 抗震、防灾	59
(十三) 无障碍	59
第三节 常见问题及解析	59
第七章 城市桥梁工程	67
第一节 基本要求	67
一、一般规定	67
二、现行相关部分国家规范、标准	67
第二节 桥梁结构设计	68
一、设计内容	68
二、设计要点	68
(一) 基本原则	68
(二) 设计标准	68
(三) 桥梁上部结构	69
(四) 桥梁下部结构	71
(五) 桥梁附属设施	71

(六) 天桥及地下通道结构	73
(七) 涵洞	73
(八) 桥梁抗震	74
(九) 结构计算要点	74
第三节 常见问题解析	75
第八章 燃气工程	78
第一节 基本要求	78
一、一般规定	78
二、现行相关部分国家规范、标准	78
第二节 室外燃气管网	79
一、设计内容	79
二、设计要点	79
(一) 压力不大于 1.6MPa 的室外燃气管网	79
(二) 压力大于 1.6MPa 的室外燃气管网	80
第三节 燃气场站	82
一、设计内容	82
二、设计要点	82
(一) 储配站、门站	82
(二) 调压站(箱、柜)与调压装置	82
(三) 液化天然气气化站	84
(四) 液化天然气瓶组气化站	84
(五) 液化石油气储存站、储配站和灌装站	85
(六) 汽车加气站	86
第四节 常见问题解析	86
第九章 热力工程	89
第一节 基本规定	89
一、一般规定	89
二、现行相关部分国家规范、标准	89
三、地方规定	89
第二节 锅炉房工艺	90
一、设计内容	90
二、设计要点	90

(一) 锅炉房的建设规模和供热介质、供热能源	90
(二) 锅炉房的布置	90
(三) 锅炉房工艺	91
(四) 锅炉房环保	94
第三节 热力管网	95
一、设计内容	95
二、设计要点	95
(一) 热力管网	95
(二) 厂站	98
第四节 热力工程节能	99
第五节 常见问题解析	99
第十章 市政工程专业	102
第一节 基本要求	102
一、一般规定	102
二、现行相关部分国家规范、标准	102
第二节 总平面图布置	103
一、设计内容	103
二、设计要点	103
(一) 水厂	103
(二) 污水厂、污泥处理厂	103
(三) 再生水厂厂址、厂区	104
(四) 垃圾焚烧厂	104
(五) 门站和储配站	104
(六) 压缩天然气加气站	105
(七) 汽车加油加气加氢站	105
(八) 液化石油气站	106
(九) 锅炉房	108
(十) 转运站	108
第三节 主要配套建筑物	108
一、设计内容	108
二、设计要点	109
(一) 泵房	109
(二) 泵站	109

(三) 锅炉房	109
(四) 调压站	110
(五) 压缩天然气供应站	111
(六) 垃圾焚烧厂房	111
(七) 垃圾转运站房	112
第四节 常见问题及解析	112
第十一章 市政工程结构专业	114
第一节 基本要求	114
一、一般规定	114
二、现行相关部分国家规范、标准	114
第二节 给水工程、排水工程、再生水工程	115
一、设计内容	115
二、设计要点	116
(一) 抗震设计	116
(二) 地基基础	116
(三) 厂站构筑物	119
(四) 管道工程	121
第三节 燃气工程	124
一、设计内容	124
二、设计要点	124
(一) 抗震设计	124
(二) 地基基础	126
第四节 热力工程	130
一、设计内容	130
二、设计要点	130
(一) 抗震设计	131
(二) 地基基础	133
(三) 热力管网	137
第五节 常见问题	141
第十二章 市政工程电气、自控仪表专业	143
第一节 基本要求	143
一、一般规定	143

二、现行相关部分国家规范、标准	143
第二节 给水（排水、再生水）工程电气、自控仪表	144
一、设计内容	145
二、设计要点	145
（一）供配电系统	145
（二）平面布置、安装及抗震设计	145
（三）电气防雷接地	146
（四）消防	147
（五）自控监控系统	151
（六）仪表选型	152
（七）控制室	152
（八）防火及防爆	153
（九）仪表防雷接地	155
（十）仪表供配电系统	156
（十一）仪表配管配线	157
（十二）视频监视系统及安全防范	157
第三节 城市道路工程供配电与照明	158
一、设计内容	158
二、设计要点	158
（一）供配电系统	158
（二）道路照明	159
（三）防雷接地	160
第四节 燃气工程电气、照明与自控仪表	160
一、设计内容	160
二、设计要点	160
（一）电气防爆	160
（二）照明	161
（三）防雷接地	161
（四）场站自控仪表	164
（五）燃气应用监控设施	165
第五节 热力工程供配电、照明与自控仪表	165
一、设计内容	165
二、设计要点	165
（一）供配电系统	165

(二) 照明	166
(三) 防雷接地	166
(四) 热力网及锅炉房自控仪表	166
第六节 常见问题及解析	168
第十三章 市政工程暖通专业	172
第一节 基本要求	172
一、一般规定	172
二、现行相关部分国家规范、标准	172
第二节 采暖	172
一、设计内容	172
二、设计要点	172
(一) 采暖	172
(二) 节能	172
第三节 通风	173
一、设计内容	173
二、设计要点	173
(一) 泵站通风	173
(二) 垃圾处理厂通风、除尘	173
(三) 粪便处理厂通风	173
(四) 变电所通风	173
(五) 热力工程通风	174
(六) 燃气工程通风	174
(七) 环保措施	175
(八) 抗震设计	176
第四节 常见问题及解析	176
第十四章 市政工程给排水及消防专业	177
第一节 基本要求	177
一、一般规定	177
二、现行相关部分国家规范、标准	177
第二节 给排水、消防给水和灭火设施	178
一、设计内容	178
二、设计要点	178

（一）给水、排水再生水工程消防给水和灭火设施	178
（二）城市环境卫生工程给排水、消防给水和灭火设施	180
（三）城市道路工程消防给水和灭火设施	180
（四）燃气工程给排水、消防设施	181
（五）热力工程给水、排水和消防设施	186
第三节 常见问题解析	186

第一章 总 则

一、为规范宁夏地区市政公用工程施工图设计工作，明确设计内容，统一设计尺度，根据《实施工程建设强制性标准监督规定》、《房屋建筑和市政基础设施工程施工图设计文件审查管理办法》、住房和城乡建设部关于修改《房屋建筑和市政基础设施工程施工图设计文件审查管理办法》，编制本要点。

二、本要点适用于市政公用工程（不含隧道工程、轨道交通工程、城市防洪工程、风景园林工程）中的给水工程、排水工程、再生水工程、城市环境卫生工程、城市道路工程、城市桥梁工程、燃气工程和热力工程的施工图设计文件。

三、本要点规定的设计内容依据现行相关法规（本要点所称法规系法律、法规、部门规章及政府主管部门规范性文件的总称）和工程建设标准编写，主要包括：现行工程建设标准（含国家标准、行业标准、地方标准）中的非强制性条文；现行工程建设国家标准、行业标准中涉及公共利益和公众安全的部分非强条文；法规中涉及技术管理且需要在施工图设计中落实的规定。

四、各专业除按本要点内容设计外，尚需设计下列内容：

1. 与现行工程建设标准强制性条文密切相关的设计图纸是否符合住房和城乡建设部《市政公用工程设计文件编制深度规定》（2013版）的要求（如：施工图主体结构、压力容器、压力管道、基础结构、安全防护、安全监控相关设计图纸等）。

2. 与结构安全相关的编制依据（如：规划、水力、铁路、消防、文物等政府主管部门对本工程的审批文件）是否齐全，相关审批意见是否得到落实；对有环评、洪评、地质灾害性评价、工程场地地震安全性评价、工程安全风险评估报告的工程，其评价要求及结论是否得到执行；对抗震设防区有抗震专项论证要求的工程，其抗震专项论证意见是否得到执行。

3. 工程设计使用的岩土工程勘察文件（详勘）是否已审查且合格。设计所采用的地基承载力等地基土的物理力学指标、水文地质资料（地表水、地下水的最高、最低水位及其腐蚀性等）、抗震设防烈度（设计基本地震加速度及设计地震分组）及建筑场地类别应与审查合格的《岩土工程勘察报告》一致。

4. 进行地震安全性评价的工程，抗震设防烈度或者设计地震动参数应同时满足批准的地震安全性评价结果和相关设计规范的要求。

5. 施工图设计是否对涉及施工安全的重点部位和环节在设计文件中已予注明，并对防范生产安全事故提出了指导意见。

6. 采用新结构、新材料、新工艺的建设工程和特殊结构的建设工程，施工图设计是否提出了保障施工作业人员安全和预防生产安全事故的措施建议。

7. 是否使用属于淘汰或禁止使用的建筑材料。使用限制使用的建筑材料时，是否符合《宁夏回族自治区住房和城乡建设厅技术公告》的限制条件。

8. 勘察设计企业、注册执业人员以及相关人員是否按相关规定在施工图设计文件（包括图纸和计算书）上加盖相应的图章和签字。

五、钢结构设计图的深度应满足国家标准图《钢结构设计制图深度和表示方法》03G102 的要求。

六、给水工程、排水工程、城市环境卫生工程、燃气工程、热工程厂站中各类建筑物的建筑专业、结构专业，除执行本要点外、还应执行《建筑工程施工图设计技术要点》中建筑、结构专业的相应要求。

七、除本要点内容外，施工图设计尚应包括现行有关地方性法规规定的内容。

第二章 给水工程

第一节 基本要求

一、一般规定

1. 施工图设计文件应达到《市政公用工程设计文件编制深度规定（2013版）》的深度要求。
2. 设计说明、设备材料表，图纸(总图及其他图纸)需完整齐全。
3. 设备材料选择必须满足相关部门（住建部、宁夏住建厅）下发的关于材料禁止、限制使用的文件要求；采用新技术、新材料、新设备、新工艺应合理可行及有无排他性。
4. 引用规范、标准及标准图集等设计文件应有针对性，应为现行有效版本。
5. 施工图设计文件对相关设计标准、规范中的强制性条文必须严格执行，对以“必须”、“应”等规范用语规定的非强制性条文提出的要求，应予以明确阐述或充分体现。
6. 图纸签署应符合规定。

二、现行相关部分国家规范、标准

1. 《室外给水设计标准》GB 50013-2018
2. 《城市给水工程项目规范》GB 55026-2022
3. 《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838-2015
4. 《含藻水给水处理设计规范》CJJ 32-2011
5. 《高浊度水给水设计规范》CJJ 40-2011
6. 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021
7. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021
8. 《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025-2018
9. 《建筑设计防火规范》GB 50016-2014（2018版）
10. 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268-2008
11. 《埋地塑料给水管道工程技术规程》CJJ 101-2016

三、地方规定

1. 宁夏回族自治区地方标准《城市综合管廊工程技术标准》DB64/T 1645—2019
2. 《关于银川市加强建筑机电工程抗震设计及施工质量管理的通知》（银川市建设工程质量监督站）银质监字[2020]14号（2020年5月6日发布）

第二节 取水、泵房、输配水管道

一、设计内容

包括取水工程、泵房、输配水管道。取水包含水源选择、地下水取水构筑物、地表水取水构筑物的设计；泵房包含水泵的选择、水泵机组布置、泵房布置；输配水管道包含管道布置和敷设、

管渠材料及附属设施等内容。

二、设计要点

取水、泵房、输配水管道设计在强制执行《城市给水工程项目规范》GB 55026 全部涉及内容条件下，对以下规范条文、文件规定应予以关注执行。

(一) 取水

1. 水源选择

(1) 地下水

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

5.1.3 供水水源采用地下水时，应有与设计阶段相对应的水文地质勘测报告，取水量应符合现行国家标准《城镇给水排水技术规范》GB50788 的有关规定。

(2) 地表水

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

5.1.4 供水水源采用地表水时的设计枯水流量年保证率 and 设计枯水位的保证率应符合现行国家标准《城镇给水排水技术规范》GB50788 的有关规定。

2. 地下水取水构筑物

(1) 一般规定

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

5.2.3 地下水取水构筑物的设计应符合下列规定：

- 1 应有防止地面污水和非取水层水渗入的措施；
- 2 取水构筑物周围的水源保护区范围内应设置警示标志；
- 3 过滤器应有良好的进水条件，结构坚固，抗腐蚀性强，不易堵塞；
- 4 大口井、渗渠和泉室应有通风设施。

(2) 管井

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

5.2.6 管井井口应加设套管，并填入优质黏土或水泥浆等不透水材料封闭。封闭厚度应根据当地水文地质条件确定，并应自地面算起向下不小于 5m。当井上直接有建筑物时，应自基础底起算。

5.2.7 采用管井取水时应设至少 1 口备用井，备用井的数量宜按 10%~20%的设计水量所需井数确定。

(3) 大口井

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

5.2.13 大口井应采取下列防止污染水质的措施：

- 1 人孔应采用密封的盖板，盖板顶高出地面不得小于 0.5m；

2 井口周围应设不透水的散水坡,宽度宜为 1.5m;在渗透土壤中散水坡下应填厚度不小于 1.5m 的黏土层,或采用其他等效的防渗措施。

(4) 渗渠

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

5.2.14 渗渠的规模和布置应保证在检修时仍能满足取水要求。

5.2.15 渗渠中管渠的断面尺寸应按下列规定计算确定:

- 1 水流速度宜为 0.5m/s~0.8m/s;
- 2 充满度宜为 0.4~0.8;
- 3 内径或短边长度不应小于 600mm;
- 4 管底最小坡度不应小于 0.2%。

5.2.19 位于河床及河漫滩的渗渠,反滤层上部应根据河道冲刷情况设置防护措施。

5.2.20 渗渠的端部、转角和断面变换处应设置检查井。直线部分的检查井间距,应视渗渠的长度和断面尺寸确定,宜采用 50m。

5.2.22 地面式检查井应安装封闭式井盖,井顶应高出地面 0.5m,并应有防冲设施。

3. 地表水取水构筑物

(1) 寒冷地区

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

5.3.4 寒冷地区取水口应设在水内冰较少和不易受冰块撞击的地方,不宜设在流冰容易堆积的浅滩、砂洲和桥孔的上游附近;严寒地区的取水口不应设在陡坡、流急、水深小的河段。

5.3.11 岸边式水泵房进口地坪的设计标高应符合下列规定:

- 1 当泵房在渠道边时,应为设计最高水位加 0.5m;
- 2 当泵房在江河边时,应为设计最高水位加浪高再加 0.5 m,必要时尚应采取防止浪爬

高的措施;

3 泵房在湖泊、水库或海边时,应为设计最高水位加浪高再加 0.5 m,并应采取防止浪爬高的措施。

5.3.12 位于江河上的取水构筑物最底层进水孔下缘距河床的高度,应根据河流的水文和泥沙特性以及河床稳定程度等因素确定,并应符合下列规定:

1 侧面进水孔不得小于 0.5 m;当水深较浅、水质较清、河床稳定、取水量不大时,其高度可减至 0.3 m;

2 顶面进水孔不得小于 1.0 m;

3 在高浊度江河取水时,应在最底层进水孔以上不同水深处设置多个可交替使用的进水孔。

5.3.15 取水构筑物淹没进水孔上缘在设计最低水位下的深度，应根据水域的水文、冰情、气象和漂浮物等因素通过水力计算确定，并应符合下列规定：

- 1 顶面进水时，不得小于 0.5 m；
- 2 侧面进水时，不得小于 0.3 m；
- 3 湖泊、水库取水或虹吸进水时，不宜小于 1.0m；当水体封冻时，可减至 0.5m；
- 4 水体封冻情况下，应从冰层下缘起算；
- 5 湖泊、水库、海边或大江河边的取水构筑物，应考虑风浪的影响。

5.3.17 取水构筑物进水孔应设置格栅，栅条间净距应根据取水量、冰絮和漂浮物等确定。小型取水构筑物宜为 30mm~50mm，大、中型取水构筑物宜为 80mm~120mm。当江河中冰絮或漂浮物较多时，栅条间净距宜取大值。

5.3.20 进水自流管或虹吸管的数量及其管径应根据最低水位，通过水力计算确定，其数量不宜少于两条。当一条管道停止工作时，其余管道的通过流量应满足事故用水要求。

5.3.22 取水构筑物进水间平台上应设便于操作的闸阀启闭设备和格网起吊设备。必要时，应设清除泥沙的设施。

5.3.26 缆车式和浮船式取水构筑物的设计应符合现行国家标准《泵站设计规范》GB 50265 的有关规定。

5.3.28 低坝位置应选择在稳定河段上。坝的设置不应影响原河床的稳定性。取水口宜布置在坝前河床凹岸处。

(2) 含藻的湖泊、水库

《含藻水给水处理设计规范》CJJ 32—2011

3.0.1 取水口应位于含藻量较低、水深较大或水域开阔的位置，不应设在水华频发区域、高藻期间主导下风向的凹岸区。

取水口应远离天然湖岸、泥沙淤积区。取水口的位置应符合现行行业标准《饮用水水源保护区划分技术规范》HJ /T338 的规定，一级保护区范围内不应有排水口和入湖河口。

(3) 高浊度水源

《高浊度水给水设计规范》CJJ 40—2011

在高浊度河流中取水，取水工程设计应符合本规范第四章第一节、第二节、第三节相关条款的要求。

4.1.5 取水构筑物的设计取水量应包括下列内容：

- 1 现行国家标准《室外给水设计标准》GB50013 中对应设计规模应包括的水量；
- 2 设计最大含沙量时净水厂的自用水量；
- 3 预处理系统的排泥水量、蒸发水量、渗漏水；
- 4 原水输送管渠的漏损水量；

5 调蓄水池的补充水量。

4.3.2 取水泵房的进水口应防止推移质泥沙进入。进水口下缘与河床的高差不应小于 1.0m, 在水深较浅的河段, 高差不应小于 0.5m。进水口应设叠梁闸。

4.3.12 水泵的台数和容量的配置应考虑由于进水含沙量不同所引起取水量的变化, 泵组的备用率应达到 50%~100%, 水泵扬程和流量应留有适当的余量。在设有调蓄水池的给水系统中, 取水泵房内应设置调蓄水池补充水水泵。

5.1.4 净水厂主要处理构筑物的设计水量, 应满足后续处理单元的进水量要求, 并应根据其在高浊度水处理流程中的位置确定; 当构筑物下游设有调蓄水池时, 还应包括调蓄水池的补充水流量。设计应考虑季节变化或原水水质变化所引起的产水量变化、整个处理流程及各处理构筑物的适应能力, 应保证不同季节或原水水质变化时的安全供水。

(二) 泵房

1. 一般规定

(1) 水压

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

3.0.10 给水管网水压按直接供水的建筑层数确定时, 用户接管处的最小服务水头, 一层应为 10m, 二层应为 12m, 二层以上每增加一层应增加 4m。当二次供水设施较多采用叠压供水模式时, 给水管网水压直接供水用户接管处的最小服务水头宜适当增加。

(2) 泵房消防

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

6.1.12 泵房的消防设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 及《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974 的有关规定。

(3) 水泵的选择

《泵站设计规范》GB 50265—2010

9.1.1 主泵选型应符合下列规定:

- 1 应满足泵站设计流量、设计扬程及不同时期供排水的要求;
- 2 在平均扬程时, 水泵应在高效区运行; 在整个运行扬程范围内, 水泵应能安全、稳定运行。排水泵站的主泵, 在确保安全运行的前提下, 其设计流量宜按设计扬程下的最大流量计算;
- 3 由多泥沙水源取水时, 水泵应考虑抗磨蚀措施; 水源介质有腐蚀性时, 水泵应考虑防腐措施。

(4) 水泵吸水管

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

6.2.6 吸水池(井)最低运行水位下的容积, 应在符合最小尺寸布置要求的前提下, 满足共用吸水池(井)的水泵 30 倍~50 倍的设计秒流量要求。

6.3.4 离心泵进水管应符合下列规定：

1 非自灌充水的每台离心泵应分别设置进水管；

2 自灌充水启动或采用叠压增压方式的离心泵时，可采用合并吸水总管，分段数不应少于2个；

3 每条吸水总管及相互间的联络管上应设隔离阀。

6.3.8 水泵进、出水管道上的阀门、伸缩节、三通、弯头、堵板等处应根据受力条件设置支撑设施。

2. 泵房布置

(1) 水泵机组布置

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

6.5.2 卧式水泵及小型立式离心泵机组的平面布置应符合下列规定：

1 单排布置时，相邻两个机组及机组至墙壁间的净距：电动机容量不大于55kW时，不应小于1.0m；电动机容量大于55kW时，不应小于1.2m；当机组进出水管道不在同一平面轴线上时，相邻机组进、出水管道间净距不应小于0.6m；

2 双排布置时，进、出水管道与相邻机组间的净距宜为0.6m~1.2m；

3 当考虑就地检修时，应保证泵轴和电动机转子在检修时能拆卸。

6.5.3 混流泵、轴流泵及大型立式离心泵机组的水平净距不应小于1.5m，并应满足水泵吸水进水流道的布置要求。当水泵电机采用风道抽风降温时，相邻两台电动机风道盖板间的水平净距不应小于1.5m。

6.5.5 水泵高程布置应符合下列规定：

1 较小汽蚀余量的水泵采用自灌或非自灌充水布置方式应经技术经济比较后确定，气蚀余量大、高原低气压地区或要求起动快的大型水泵，应采用自灌充水布置方式；

2 各种运行工况下水泵的可用气蚀余量应大于必须气蚀余量；

3 湿式安装的潜水泵最低水位应满足电机干运转的要求。

(2) 泵房布置

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

6.6.1 泵房的主要通道宽度不应小于1.2m。当一侧布置有操作柜时，其净宽不宜小于2.0m。

6.6.2 泵房内的架空管道，不得阻碍通道和跨越电气设备。

6.6.3 泵房地面层的净高，除应考虑通风、采光等条件外，尚应符合下列规定：

1 当采用固定吊钩或移动吊架时，净高不应小于3.0m；

2 吊起设备的底部与其吊运所跨越物体顶部之间的净距不应小于0.5m；

3 桁架式起重机最高点与屋面大梁底部距离不应小于0.3m；

4 地下式泵房，吊运时设备底部与地面层地坪间净距不应小于0.3m；

5 当采用立式水泵时，应满足水泵轴或电动机转子联轴的吊运要求；当叶轮调节机构为机械操作时，尚应满足调节杆吊装的要求；

6 管井泵房的设备吊装可采用屋盖上设吊装孔的方式，净高应满足设备安装和人员巡检的要求。

6.6.4 立式水泵与电机分层布置的泵房除应符合本标准第 6.6.1 条～第 6.6.3 条的规定，尚应符合本条文的相关规定。

1 水泵层的楼盖上应设吊装孔。吊装孔的位置应在起重机的的工作范围之内。吊装孔的尺寸应按吊运的最大部件或设备外形尺寸各边加 0.2m 的安全距离确定。

2 必要时应设置通向中间轴承的平台和爬梯。

6.6.9 泵房内应设排除积水的设施。当积水不能自流排除时，应设集水坑和排水泵，排水泵不得少于 2 台，并应根据集水坑水位自动启停。

6.6.10 泵房应至少设一个可搬运最大设备的门。

（三）输配水管道

1. 一般规定

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

7.1.3 城镇供水事故水量应为设计水量的 70%。原水输水管道应采用 2 条以上，并按事故用水量设置连通管。多水源或设置了调蓄设施并能保证事故用水量的条件下，可采用单管输水。

7.1.4 在各种设计工况下运行时，管道不应出现负压。

7.1.5 原水输送宜选用管道或暗渠（隧洞）；当采用明渠输送原水时，应有可靠的防止水质污染和水量流失的安全措施。清水输送应采用有压管道（隧洞）。

7.1.10 配水管网应按最高日最高时供水量及设计水压进行水力计算，并按下列 3 种设计工况校核：

- 1 消防时的流量和水压的要求；
- 2 最大转输时的流量和水压要求；
- 3 最不利管段发生故障时的事故用水量和水压要求。

7.1.12 压力输水管应防止水流速度剧烈变化产生的水锤危害，并应采取有效的水锤防护措施。

7.1.13 负有消防给水任务管道的最小直径和室外消火栓的间距应符合现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974 的有关规定。

2. 管道布置和敷设

《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025-2018

5.2.4 埋地管道、排水沟等与建筑物之间的防护距离，不宜小于表 5.2.4 的规定。当不能满

足要求时，应采取与建筑物类别相应的防水措施。

5.5.16 在湿陷性黄土场地，地下管道及其附属构筑物，如检漏井、阀门井、检查井、管沟、消火栓井、消防水泵接合器井等的地基设计，应符合下列规定：

1 应设 150mm~300mm 厚的土垫层；对埋地的重要管道或大型压力管道及其附属构筑物，尚应在土垫层上设 300mm 厚的灰土垫层。

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

7.4.3 地下管道的埋设深度，应根据冰冻情况、外部荷载、管材性能、抗浮要求及与其他管道交叉等因素确定。

7.4.4 架空或露天管道应设置空气阀、调节管道伸缩设施、保证管道整体稳定的措施和防止攀爬（包括警示标识）等安全措施，并应根据需要采取防冻保温措施。

7.4.8 给水管道遇到有毒污染区和腐蚀地段时，应符合现行国家标准《城镇给水排水技术规范》GB 50788 的有关规定。

7.4.9 给水管道与污水管道或输送有毒液体管道交叉时，给水管道应敷设在上面，且不应有接口重叠；当给水管道敷设在下面时，应采用钢管或钢套管，钢套管伸出交叉管的长度，每端不得小于 3m，钢套管的两端应采用防水材料封闭。

7.4.10 给水管道穿越铁路，重要公路和城市重要道路等重要公共设施时，应采取措施保障重要公共设施安全。

7.4.11 管道穿过河道时，可采用管桥或河底穿越等方式，并应符合下列规定：

1 管道采用管桥穿越河道时，管桥高度应符合现行国家标准《内河通航标准》GB 50139 的有关规定，并按现行国家标准《内河交通安全标志》GB 13851 的规定在河两岸设立标志；

2 穿越河底的给水管道应避开锚地，管内流速应大于不淤流速。管道应有检修和防止冲刷破坏的保护设施。管道的埋设深度应同时满足相应防洪标准（根据管道等级确定）洪水冲刷深度和规划疏浚深度，并应预留不小于 1m 的安全埋深；河道为通航河道时，管道埋深尚应符合现行国家标准《内河通航标准》GB 50139 的有关规定。

3. 综合管廊

敷设在城市综合管廊中的给水管道应符合现行国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838 的规定和宁夏回族自治区地方标准《城市综合管廊工程技术标准》DB64/T 1645—2019 的规定。

4. 管渠材料及附属设施

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

7.5.2 金属管道应考虑防腐措施。金属管道内防腐宜采用水泥砂浆衬里。金属管道外防腐宜采用环氧煤沥青、胶粘带等涂料。

金属管道敷设在腐蚀性土中以及电气化铁路附近或其他有杂散电流存在的地区时，应采取防

止发生电化学腐蚀的外加电流阴极保护或牺牲阳极的阴极保护措施。

7.5.4 非整体连接管道在垂直和水平方向转弯处、分叉处、管道端部堵头处，以及管径截面变化处支墩的设置，应根据管径、转弯角度、管道设计内水压力和接口摩擦力，以及管道埋设处的地基和周围土质的物理力学指标等因素计算确定。

7.5.5 输水管（渠）道的始点、终点、分叉处以及穿越河道、铁路、公路段，应根据工程的具体情况和有关部门的规定设置阀（闸）门。输水管道尚应按事故检修的需要设置阀门。配水管网上两个阀门之间独立管段内消火栓的数量不宜超过 5 个。

7.5.7 输水管（渠）道隆起点上应设通气设施，管线竖向布置平缓时，宜间隔 1000m 左右设一处通气设施。配水管道可根据工程需要设置空气阀。

住房和城乡建设部办公厅 国家发展改革委办公厅《关于加强公共供水管网漏损控制的通知》建办城〔2022〕2 号

采用先进适用、质量可靠的供水管网管材。直径 100 毫米及以上管道，鼓励采用钢管、球墨铸铁管等优质管材；直径 80 毫米及以下管道，鼓励采用薄壁不锈钢管；新建和改造供水管网要使用柔性接口。

《埋地塑料给水管道工程技术规程》CJJ 101—2016

4.2.1 管道不得穿越建筑物基础。

4.2.3 管道敷设在冰冻风险地区时，应采取防冻措施。

4.2.5 管道与热力管道之间的水平净距和垂直净距，应符合表 4.2.5-1 和表 4.2.5-2 的规定，并确保给水管道周围土温度不高于 40℃。当直埋蒸汽热力管道保温层外壁温度低于 60℃ 时，水平净距可减半。

管道与其他管线及建（构）筑物之间的水平净距和垂直净距，应符合现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013 的有关规定。

4.2.8 管道穿越高等级路面、高速公路、铁路和主要市政管线设施时，宜垂直穿越，并应采用钢筋混凝土管、钢管或球墨铸铁管等作为保护套管。套管内径不得小于穿越管外径加 200mm，且应与相关单位协调。

4.4.2 管道的结构设计文件应包括管材规格、管道基础、连接构造，以及对管道工程各部位回填土的技术要求。

4.4.17 管道的管周围回填土的压实系数，应在有关设计文件中明确规定。管底以下部分人工土弧基础的压实系数应控制在 0.85~0.90；管底以上部分人工土弧基础和管两侧胸腔部分的回填土压实系数不应小于 0.95。

4.5.1 当管道系统采用柔性连接时，在水平或垂直向转弯处、改变管径处及三通、四通、端头和阀门处，应根据管道设计内水压力计算管道轴向推力。当轴向推力大于管道外部土体的支承强度和管道纵向四周土体的摩擦力时，应设置止推墩。

4.5.3 柔性连接的管道敷设坡度大于 1:6 时，应浇筑混凝土防滑墩。防滑墩间距可按表 4.5.3 的规定采用。

4.5.4 管道上设置的阀门、消火栓、排气阀等管道附件，其重量不得由管道支承，应设置固定墩。固定墩应有足够的体积和稳定性，并应有锚固装置固定附配件。

5.3.3 管道系统的连接，应根据不同连接形式选用专用的连接工具，不得采用螺纹连接。连接时，不得采用明火加热。

5.4.5 管道穿越道路、高速公路、城市道路主干道时，宜采用非开挖施工，并应设置金属或钢筋混凝土套管，且应符合下列规定：

- 1 套管伸出路基长度应满足设计要求。
- 2 套管内应清洁无毛刺。
- 3 穿越的管道应采用刚性连接，经试压且验收合格后方可与套管外管道连接。
- 4 严寒和寒冷地区穿越的管道应采取保温措施。

5.7.6 进户管穿越建筑物地下墙体或基础时，应在墙或基础内预留或开凿不小于管外径加 150mm 的孔洞，并安装硬质套管保护进户管，待管道敷设完毕后，将管外部空隙用黏性土封堵填实。进户管穿越建筑物地下室外墙时，应按设计要求施工。

6.1.5 水压试验的试验压力应符合下列规定：

- 1 聚乙烯（PE）管道和聚氯乙烯（PVC）管道试验压力不应小于工作压力的 1.5 倍，且不应小于 0.8MPa；
- 2 钢塑复合（PSP）管道试验压力应大于工作压力 0.5MPa，且不应小于 0.9MPa。

第三节 给水厂设计及水处理

一、设计内容

设计内容包括水厂总体设计、水处理。水处理包含预处理、混凝剂和助凝剂的投配、混凝、沉淀和澄清、过滤、地下水除铁和除锰、除氟、氯消毒和氯胺消毒、二氧化氯消毒、次氯酸钠消毒、臭氧净水、活性炭吸附、净水厂排泥水处理等内容。根据原水水质特点及达到要求的出水水质，合理选择净水处理工艺。

二、设计要点

水厂总体设计、水处理设计在强制执行《城市给水工程项目规范》GB 55026 全部涉及内容条件下，对以下规范条文、文件规定应予以关注执行。

（一）水厂总体设计

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

8.0.10 一、二类城市主要水厂的供电应采用一级负荷。一、二类城市非主要水厂及三类城市的水厂可采用二级负荷。当不能满足时，应设置备用动力设施。

8.0.14 严寒地区的净水构筑物应建在室内；寒冷地区的净水构筑物是否建在室内或采取加盖措施应根据当地的实际气候条件确定。

8.0.15 水厂生产和附属生产及生活等建筑物的防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

8.0.18 水厂生产废水与排泥水、脱水污泥、生产与生活污水的处置与排放应符合项目环评报告及其批复的要求。

（二）调蓄构筑物

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

7.6.7 清水池的个数或分格数不得小于 2 个，并应能单独工作和分别泄空；有特殊措施能保证供水要求时，可修建 1 个。

7.6.10 生活饮用水的清水池、调节水池、水塔，应有保证流动，避免死角，防止污染，便于清洗和通气等措施。

7.6.11 调蓄构筑物周围 10m 以内不得有化粪池、污水处理构筑物、渗水井、垃圾堆放场等污染源；周围 2m 以内不得有污水管道和污染物。当达不到上述要求时，应采取防止污染的措施。

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

9.1.5 水厂设计时，应考虑任一构筑物或设备检修、清洗而停运时仍能满足生产需求。

9.1.6 净水构筑物应根据需要设置排泥管、排空管、溢流管或压力冲洗设施等。

（三）水处理

1. 预处理

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

9.1.8 当原水的含沙量、浊度、色度、藻类和有机污染物等较高或 pH 值异常，导致水厂运行困难或出水水质下降甚至超标时，可在常规处理前增设预处理。

2. 混凝剂和助凝剂的投配

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

9.3.1 混凝剂和助凝剂品种的选择及其用量应根据原水混凝沉淀试验结果或参照相似条件下的水厂运行经验等，经综合比较确定。聚丙烯酰胺加药量应控制出厂水中的聚丙烯酰胺单体含量不超过现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB5749 规定的限值。

9.3.8 加药间宜靠近投药点并应尽量设置在通风良好的地段。室内应设置每小时换气 8 次~12 次的机械通风设备，入口处的室外应设置应急水冲淋设施。

3. 混凝、沉淀和澄清

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

9.4.2 沉淀池和澄清池的个数或能够单独排空的分格数不应小于 2 个。

4. 过滤

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

(1) 一般规定

9.5.3 滤池的分格数应根据滤池形式、生产规模、操作运行和维护检修等条件通过技术经济比较确定。除无阀滤池和虹吸滤池外，不得少于4格。

(2) V型滤池

9.5.27 滤层表面以上的水深不应小于1.2m。

9.5.29 V型滤池冲洗水的供应应采用水泵，并应设置备用机组；水泵的配置应适应冲洗强度变化的需求。

9.5.33 V型滤池的进水系统应设置进水总渠，每格滤池进水应设可调整堰板高度的进水堰；每格滤池出水应设调节阀并宜设可调整堰板高度的出水堰，滤池的出水系统宜设置出水总渠。

9.5.34 反冲洗空气总管的管底应高于滤池的最高水位。

(3) 虹吸滤池

9.5.37 虹吸滤池的最少分格数，应按滤池在低负荷运行时，仍能满足一格滤池冲洗水量的要求确定。

(4) 翻板滤池

9.5.51 翻板滤池冲洗气源的供应应采用鼓风机，并应设置备用机组。

9.5.52 翻板滤池的池宽不宜大于6m，不应大于8m；翻板滤池的长度不应大于15m。

9.5.54 滤层表面以上水临时储存冲洗废水区域高度不应小于1.5m。

9.5.55 翻板阀底距滤层顶垂直距离不应小于0.30m。

5. 地下水除铁和除锰

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

9.6.2 地下水除铁、除锰工艺流程的选择及构筑物的组成应根据原水水质、处理后水质要求、除铁、除锰试验或参照水质相似水厂运行经验，通过技术经济比较确定。

6. 除氟

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

9.7.1 当原水氟化物含量超过现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749的规定时，应进行除氟。

7. 二氧化氯消毒

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

9.9.21 二氧化氯应采用化学法现场制备后投加。二氧化氯制备宜采用盐酸还原法和氯气氧化法。

9.9.23 二氧化氯消毒系统应采用包括原料调制供应、二氧化氯发生、投加的成套设备，发

生设备与投加设备应有备用，并应有相应有效的各种安全设施。二氧化氯消毒系统中的储罐、发生设备和管材均应有良好的密封性和耐腐蚀性。在设置二氧化氯消毒系统设备的建筑内，所有可能与原料或反应生成物接触的建筑构件和墙地面应做防腐处理。

8. 次氯酸钠消毒、次氯酸钠与硫酸铵氯胺消毒

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

9.9.29 采用次氯酸钠氯消毒时，经技术经济比较后，可采用商品次氯酸钠溶液或采用次氯酸钠发生器通过电解食用盐现场制取；采用硫酸铵溶液加氨进行氯胺消毒时，宜采用商品硫酸铵溶液，氯和氨的投加比例及消毒接触时间应按本标准第 9.9.8 条和第 9.9.9 条执行。

9.9.30 商品次氯酸钠溶液原液浓度约 10% (有效氯) 时，储存浓度宜按 5% (有效氯) 考虑，储备量宜按储存浓度和最大用量的 7d 左右计算。商品硫酸铵溶液可采用 7%~8% (有效氨) 原液储存和直接投加；当投加量较小时，可进行 1:1~1:3 稀释后储存并投加，储备量可按储存浓度和最大用量的 7d~15d 计算。

9.9.32 次氯酸钠、硫酸铵溶液投加系统的设计可按本标准第 9.3.6 条的第 1 款~第 3 款执行。当投加设备处在同一建筑内时，应分别设在不同的房间内，且室内加注管道不应在同一管槽或空间内敷设。

9.9.38 次氯酸钠发生器及制成液储存设施的所在房间应设置每小时换气 8 次~12 次的高位通风的机械通风设备，在房间出入口附近应至少设置一套快速淋浴、洗眼器。

9.9.39 食用盐储存间内的起重设备、电气设备、门窗等均应采取耐高盐度的防腐措施。

9. 臭氧净水

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

9.10.5 所有与臭氧气体或溶解有臭氧的水体接触的材料应耐臭氧腐蚀。

9.10.8 气源装置的供气量及供气压力应满足臭氧发生装置最大发生量时的要求，且气源装置应邻近臭氧发生装置设置。

9.10.9 供应空气的气源装置中的主要设备应有备用。

9.10.11 制氧机供氧装置应设有备用液氧储罐，其备用液氧的储存量应满足制氧设备停运维护或故障检修时的氧气供应量，不宜少于 2d 的用量。

9.10.12 以空气或制氧机为气源的气源装置应设在室内，并应采取隔音降噪措施；以液氧储罐为气源的气源装置宜设置在露天。

除臭氧发生车间外，液氧储罐、制氧站与其他各类建筑的防火距离应符合现行国家标准《氧气站设计规范》GB 50030 的有关规定；液氧储罐四周宜设栅栏或围墙，不应设产生可燃物的设施，四周地面和路面应按现行国家标准《氧气站设计规范》GB 50030 规定的范围设置非沥青路面层的不燃面层。

采用液氧储罐或制氧机气源装置时，厂区应有满足液氧槽车通行、转弯和回车要求的道路和

场地。

9.10.14 臭氧发生装置的产量应满足最大臭氧加注量的要求。

9.10.17 臭氧发生装置应尽可能设置在离臭氧用量较大的臭氧接触池较近的位置。

9.10.18 臭氧发生装置应设置在室内。室内空间应满足设备安装维护的要求；室内环境温度宜控制在 30℃ 以内，必要时，可设空调设备。

9.10.20 输送臭氧气体的管道直径应满足最大输气量的要求，管道设计流速不宜大于 15m/s。管材应采用 316L 不锈钢。

9.10.21 臭氧气体输送管道敷设可采用架空、埋地或管沟。在气候炎热地区，设置在室外的臭氧气体管道宜外包绝热材料。

以氧气为气源发生的臭氧气体输送管道的敷设设计可按现行国家标准《氧气站设计规范》GB 50030 中的有关氧气管道的敷设规定执行。

9.10.24 臭氧接触池应全密闭。池顶应设置臭氧尾气排放管和自动双向压力平衡阀，池内水面与池内顶宜保持 0.5m~0.7m 距离，接触池入口和出口处应采取防止接触池顶部空间内臭氧尾气进入上下游构筑物的措施。

9.10.29 臭氧尾气消除装置应包括尾气输送管、尾气中臭氧浓度监测仪、尾气除湿器、抽气风机、剩余臭氧消除器，以及排放气体臭氧浓度监测仪及报警设备等。

10. 活性炭吸附

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

9.11.3 颗粒活性炭吸附或臭氧—生物活性炭处理工艺在水厂工艺流程中的位置，应经过技术经济比较后确定；颗粒活性炭吸附工艺宜设在砂滤之后，臭氧—生物活性炭处理工艺可设在砂滤之后或砂滤之前；当颗粒活性炭吸附或臭氧—生物活性炭处理工艺设在砂滤之后时，其进水浊度宜小于 0.5NTU；当臭氧—生物活性炭处理工艺设在砂滤之前，且前置工艺投加聚丙烯酰胺时，应慎重控制投加量；当水厂因用地紧张而难以同时建设砂滤池和炭吸附池，且原水浊度不高和有机污染较轻时，可采用在下向流颗粒活性炭吸附池炭层下增设较厚的砂滤层的方法，形成同时除浊除有机物的炭砂滤池。

9.11.10 颗粒活性炭吸附池内壁与颗粒活性炭接触部位应强化防裂防渗措施。

11. 净水厂排泥水处理

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

10.1.2 净水厂排泥水排入河道、沟渠等天然水体的水质应符合现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978 的有关规定。排入城镇排水系统时，应在该排水系统排入流量的承受能力之内。

10.6.9 机械脱水间应考虑通风和噪声消除设施。

10.8.2 当采用填埋方式处置时，渗滤液不得对地下水和地表水体造成污染。

第四节 常见问题解析

问题 1. 给水管道的最小埋深该如何确定？

解析：根据《室外给水设计标准》GB 50013—2018 中 7.4.3 条：地下管道的埋设深度，应根据冰冻情况、外部荷载、管材性能、抗浮要求及与其他管道交叉等因素确定；根据《建筑给水排水设计标准》GB 50015—2019 中 3.13.19 条：室外给水管道管顶最小覆土深度不得小于土壤冰冻线以下 0.15m，行车道下的管线覆土深度不宜小于 0.70m；根据《城市工程管线综合规划规范》GB 50289-2016 中 4.1.1 条：注：聚乙烯给水管线机动车道下的覆土深度不宜小于 1.00m。

宁夏地区冰冻线均在 1.0m 以下，当给水管道管顶最小覆土深度不得小于土壤冰冻线以下 0.15m，在满足冰冻情况的前提下，也可满足外部荷载等要求。

问题 2. 给水管道与雨水管道交叉时，给水管道敷设在雨水管道的下面时，是否需要采取保护措施？

解析：根据《室外给水设计标准》GB 50013—2018 中 7.4.9 条：给水管道与污水管道或输送有毒液体管道交叉时，给水管道应敷设在上面，且不应有接口重叠；当给水管道敷设在下面时，应采用钢管或钢套管。

由于初期雨水污染浓度高，给水管道敷设在雨水管道下侧时，也应采取保护措施，可采取措施如下：交叉处管道设置钢套管，钢套管伸出交叉管的长度，每端不得小于 3m，钢套管的两端应采用防水材料封闭，钢套管需做防腐处理。

问题 3. 排泥水处理系统的排水池的有效容积及回流水泵流量如何确定，需要考虑哪些因素？

解析：根据《室外给水设计标准》GB 50013—2018 中 2.0.39 条：排水池用以接纳和调节滤池反冲洗废水为主的调节池，当反冲洗废水回用时，也称回用水池。根据《室外给水设计标准》GB 50013—2018 中 10.3.6 条条文说明：水厂如有初滤水排放，当滤池反洗水水质符合直接回用要求时，初滤水可纳入反洗水排水池；当滤池反洗水水质不符合直接回用要求时，则应单独设置初滤水排水池。

因此，当滤池反洗水水质符合直接回用要求时，滤池反冲洗废水和初滤水量合并进入排水池时，排水池包括一个周期反冲洗水量和初滤水量，并需考虑一定安全余量。反冲洗废水回流根据反冲洗周期和反冲洗水量计算确定回水泵流量，应保证回流量连续、均匀，应设备用泵。当滤池反冲洗废水水质达不到直接回用要求时，应单设反洗水排水池和初滤水排水池，分别计算水池容积及回用水泵流量扬程。

问题 4. 给水厂水处理构筑物的设计流量如何确定？

解析：根据《室外给水设计标准》GB 50013—2018 中 9.1.3 条：水处理构筑物的设计水量，应按最高日供水量加水厂自用水量确定。9.1.3 条条文说明：水厂的自用水量系指水厂内沉淀池或澄清池的排泥水、溶解药剂所需用水、滤池冲洗水以及各种处理构筑物的清洗用水等。根据《室

外给水设计标准》GB 50013—2018 中 4.0.2 条：水厂设计规模应按设计年限，规划供水范围内综合生活用水、工业企业用水、浇洒市政道路、广场和绿地用水，管网漏损水量，未预见用水的最高日用水量之和确定。

水处理构筑物的设计水量应包含规划供水范围内综合生活用水、工业企业用水、浇洒市政道路、广场和绿地用水、管网漏损水量、未预见用水的最高日用水量之和，以及原水水质最不利情况下水厂自用水量。

问题 5. 水处理构筑物有无必要设置两个或两格？

解析：根据《室外给水设计标准》GB50013-2018 中 7.6.7 条：清水池的个数或分格数不得小于 2 个，并应能单独工作和分别泄空；有特殊措施能保证供水要求时，可修建 1 个。根据《室外给水设计标准》GB50013-2018 中 9.1.5 条：水厂设计时，应考虑任一构筑物或设备检修、清洗而停运时仍能满足生产需求。

清水池的个数或分格数不得小于 2 个，规范未对水处理构筑物的个（格）数提出强制要求。在非高峰供水期对任一净水构筑物和设备常进行清洗、检修时，总供水能力可满足此时的用户用水需要，可修建 1 个。在检修期总生产能力不满足最高日用水量或调蓄容积不能调蓄要求的情况下，水处理构筑物不应小于 2 个（格）。

问题 6. 寒冷地区净水构筑物是否可建在室外？

解析：根据《室外给水设计标准》GB50013-2018 中 8.0.14 条：严寒地区的净水构筑物应建在室内；寒冷地区的净水构筑物是否建在室内或采取加盖措施应根据当地的实际气候条件确定。

宁夏地区位于寒冷地区，给水构筑物一般应建于房屋内。温度影响水处理效果，低温还会导致水面结冰和工艺管道冻裂。春秋季节宁夏地区多沙尘，在室外，气象条件也对水质有影响。

第三章 排水工程

第一节 基本要求

一、一般规定

排水工程一般要求同给水工程。

二、现行相关部分国家规范、标准

1. 《室外排水设计标准》GB 50014-2021
2. 《城乡排水工程项目规范》GB 55027-2022
3. 《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838-2015
4. 《防洪标准》GB 50201—2014
5. 《埋地塑料排水管道工程技术规程》CJJ 143—2010
6. 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021
7. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021
8. 《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025-2018
9. 《建筑设计防火规范》GB 50016-2014（2018版）
10. 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268-2008
11. 《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400—2016
12. 《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》（试行）住房和城乡建设部（2014年10月）

三、地方规定

1. 宁夏回族自治区地方标准《城市综合管廊工程技术标准》DB64/T 1645—2019
2. 宁夏回族自治区地方标准《海绵城市建设工程技术规程》DB64/T 1587-2019
3. 《银川市建设项目设计文件海绵专篇(章)编制深度(试行)》银海绵办发〔2022〕12号（2022年8月4日发布）

第二节 污水管网及雨水管网

一、设计内容

设计内容包括排水管渠和附属构筑物、泵站。排水管渠和附属构筑物包含污水管道、检查井、跌水井、水封井、截流井、出水口、立体交叉道路排水、防洪、管道敷设等内容。根据原水水质特点及达到要求的出水水质，合理选择净水处理工艺。

二、设计要点

排水管渠和附属构筑物、泵站设计时在强制执行《城乡排水工程项目规范》GB 55027全部涉及内容条件下，对以下规范条文、文件规定应予以关注执行。

（一）一般规定

★银川地区市政排水体制应符合《银川市城市排水工程专项规划（2012-2030年）》。

《城市排水工程规划规范》GB 50318—2017

3.5.3 排水管渠应布置在便于雨、污水汇集的慢车道或人行道下，不宜穿越河道、铁路、高速公路等。截流干管宜沿河流岸线走向布置。道路红线宽度大于40m时，排水管渠宜沿道路双侧布置。

3.6.5 排水管渠系统中，在排水泵站和倒虹管前，应设置事故排出口。

4.4.5 排入城市污水管渠的污水水质应符合现行国家标准《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T 31962的要求。

《室外排水设计标准》GB 50014—2021

3.2.6 受有害物质污染场地的雨水径流应单独收集处理，并应达到国家现行相关标准后方可排入排水管渠。

（二）排水管渠和附属构筑物

1. 污水管道

《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025-2018

5.2.4 埋地管道、排水沟等与建筑物之间的防护距离，不宜小于表5.2.4的规定。当不能满足要求时，应采取与建筑物类别相应的防水措施。

5.5.16 在湿陷性黄土场地，地下管道及其附属构筑物，如检漏井、阀门井、检查井、管沟、消火栓井、消防水泵接合器井等的地基设计，应符合下列规定：

1 应设150mm~300mm厚的土垫层；对埋地的重要管道或大型压力管道及其附属构筑物，尚应在土垫层上设300mm厚的灰土垫层；

2 对埋地的非金属自流管道，应符合本条第1款地基处理要求，且应设置混凝土条形基础。

《室外排水设计标准》GB 50014—2021

5.1.12 污水、合流管道及湿陷土、膨胀土、流沙地区的雨水管道和附属构筑物应保证其严密性，并进行严密性试验。

5.1.13 当排水管渠出水口受水体水位顶托时，应根据地区重要性和积水所造成的后果，设置防潮门、闸门或泵站等设施。

5.3.4 管道接口应根据管道材质和地质条件确定，并应符合现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032的有关规定。当管道穿过粉砂、细砂层并在最高地下水位以下，或在地震设防烈度为7度及以上设防区时，应采用柔性接口。

5.3.6 排水管道设计时，应防止在压力流情况下使接户管发生倒灌。

2. 检查井

《室外排水设计标准》GB 50014—2021

5.4.17 在压力管道上应设置压力检查井。

3. 跌水井

《室外排水设计标准》GB 50014—2021

5.5.1 管道跌水水头为 1.0m~2.0m 时，宜设跌水井；跌水水头大于 2.0m 时，应设跌水井。管道转弯处不宜设跌水井。

4. 水封井

《室外排水设计标准》GB 50014—2021

5.6.2 水封深度不应小于 0.25m，井上宜设通风设施，井底应设沉泥槽。

5. 截流井

《室外排水设计标准》GB 50014—2021

5.8.4 截流井溢流水位应在设计洪水位或接纳管道设计水位以上，当不能满足要求时，应设置闸门等防倒灌设施，并应保证上游管渠在雨水设计流量下的排水安全。

6. 出水口

《室外排水设计标准》GB 50014—2021

5.9.2 出水口应采取防冲刷、消能、加固等措施，并设置警示标识。

5.9.3 受冻胀影响地区的出水口应考虑采用耐冻胀材料砌筑，出水口的基础应设在冰冻线以下。

7. 立体交叉道路排水

《室外排水设计标准》GB 50014—2021

5.10.7 当下立交道路的最低点位于地下水位以下时，应采取排水或控制地下水的措施。

8. 防洪

《防洪标准》GB 50201—2014

6.5.1 穿越和跨越有洪水威胁水域的输油、输气等管道工程，应根据工程规模分为三个防护等级，其防护等级和防洪标准应按表 6.5.1 及所穿越和跨越水域的防洪要求确定。

6.5.3 从洪水期冲刷较剧烈的水域底部穿过的输油、输气等管道工程，其埋深应同时满足相应防洪标准洪水的冲刷深度和规划疏浚深度，并应预留安全埋深。

9. 管道敷设

《埋地塑料排水管道工程技术规程》CJJ 143—2010

1.0.3 埋地塑料排水管道输送的污水应符合现行国家标准《污水排入城镇下水道水质标准》GB/T 31962 的规定。

4.1.2 塑料排水管道宜采用直线敷设，当遇到特殊情况需进行折线或曲线敷设时，管口最

大允许的偏转角度及管材最小允许的曲率半径应符合国家现行有关标准的要求。

4.1.4 塑料排水管道结构设计应采用以概率理论为基础的极限状态设计法，以可靠指标度量管道结构的可靠度。

4.2.6 当塑料排水管道穿越铁路、高速公路时，应设置保护套管，套管内径应大于塑料管道外径 300mm。套管设计应符合铁路、高速公路管理部门的有关规定。

4.2.7 当塑料排水管道穿越河流时，可采用河底穿越，并应符合下列规定：

1 塑料排水管道至规划河底的覆土厚度应根据水流冲刷条件确定。对不通航河流覆土厚度不应小于 1.0m；对通航河流覆土厚度不应小于 2.0m，同时还应考虑疏浚和抛锚深度。

2 在埋设塑料排水管道位置的河流两岸上、下游应设立警示标志。

4.2.8 当塑料排水管道用于倒虹管时，应符合现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 的规定，并应采取相应技术措施。

4.8.1 塑料排水管道应敷设于天然地基上。

4.8.2 塑料排水管道敷设当遇不良地质情况，应先按地基处理规范对地基进行处理后再进行管道敷设。

4.9.1 塑料排水管道基础应采用中粗砂或细碎石土弧基础。管底以上部分土弧基础的尺寸，应根据管道结构计算确定；管底以下部分人工土弧基础的厚度可按下式计算确定，且不宜大于 0.3m。

$$hd \geq 0.1(1+DN)$$

式中：hd—管底以下部分人工土弧基础的厚度（m）；

DN—管道的公称直径（m）。

4.9.2 塑料排水管道胸腔中心处的沟槽设计宽度，需根据管材的环刚度、围岩土质、相邻管道情况、回填土的种类及施工条件综合考虑，并按本规程附录 A 确定回填土的压实度。

4.9.4 当塑料排水管道与检查井连接时，检查井基础与管道基础之间应设置过渡区段，过渡区段长度不应小于 1 倍管径，且不宜小于 1.0m；直径较大的塑料排水管道，管顶部宜考虑设置卸压或减压构件。

10. 管道敷设

敷设在城市综合管廊中的排水管道应符合现行国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB50838 和宁夏回族自治区地方标准《城市综合管廊工程技术标准》DB64/T 1645-2019。

（三）泵站

1. 一般规定

《室外排水设计标准》GB 50014—2021

6.1.7 单独设置的泵站与居住房屋和公共建筑物的距离应满足规划、消防和环保部门的要求。泵站的地面建筑物应与周围环境协调，做到适用、经济、美观，泵站内应绿化。

6.1.8 泵站室外地坪标高应满足防洪要求，并应符合规划部门规定；泵房室内地坪应比室外地坪高 0.2m~0.3m；易受洪水淹没地区的泵站和地下式泵站，其入口处地面标高应比设计洪水位高 0.5m 以上；当不能满足上述要求时，应设置防洪措施。

2. 泵房设计

(1) 除臭

《室外排水设计标准》GB 50014—2021

6.1.13 位于居民区和重要地段的污水泵站、合流污水泵站和地下式泵站，应设置除臭装置，除臭效果应符合国家现行标准的有关规定。

6.4.12 泵房内应有排除积水的设施。

(2) 出水设施

《室外排水设计标准》GB 50014—2021

6.5.2 出水压力井的盖板必须密封，所受压力由计算确定。水泵出水压力井必须设透气筒，筒高和断面应根据计算确定。

6.5.3 敞开式出水井的井口高度，应满足水体最高水位时开泵形成的高水位，或水泵骤停时水位上升的高度。敞开部分应有安全防护措施。

第三节 污水处理、污泥处理和处置

一、设计内容

设计内容包括污水处理、污泥处理和处置。污水处理包含厂址选择和总体设计、格栅、化学除磷、污水自然处理、消毒等内容。污泥处理和处置包含污泥机械脱水、污泥干化焚烧、污泥综合利用、污水自然处理、消毒等内容。污水处理厂的出水，产生的污泥、臭气和噪声均应符合国家现行相关标准的规定。

二、设计要点

污水处理、污泥处理和处置设计时在强制执行《城乡排水工程项目规范》GB 55027 全部涉及内容条件下，对以下规范条文、文件规定应予以关注执行。

(一) 污水处理

1. 格栅

《室外排水设计标准》GB 50014—2021

7.1.12 位于寒冷地区的污水和污泥处理构筑物，应有保温防冻措施。

7.3.1 污水处理系统或水泵前应设置格栅。

2. 化学除磷

《室外排水设计标准》GB 50014—2021

7.10.7 化学除磷时，接触腐蚀性物质的设备和管道应采取防腐蚀措施。

3. 污水自然处理

《室外排水设计标准》GB 50014—2021

7.12.3 污水自然处理必须考虑对周围环境及水体的影响，不得降低周围环境的质量，应根据地区特点选择适宜的污水自然处理方式。

7.12.20 在多级稳定塘系统的后面可设养鱼塘，进入养鱼塘的水质应符合国家现行有关渔业水质标准的规定。

4. 消毒

《室外排水设计标准》GB 50014—2021

7.13.1 污水厂出水的消毒程度应根据污水性质、排放标准或再生利用要求确定。

7.13.4 消毒设施和有关建筑物的设计，应符合现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013的规定。

（二）污泥处理和处置

1. 污泥机械脱水

《室外排水设计标准》GB 50014—2021

8.5.1 污泥机械脱水的设计应符合下列规定：

4 污泥机械脱水间应设通风设施，换气次数可为8次/h~12次/h。

2. 污泥干化焚烧

《室外排水设计标准》GB 50014—2021

8.7.14 污泥自然干化场的设计宜符合下列规定：

3 污泥自然干化场宜设人工排水层。除特殊情况外，人工排水层下应设不透水层，不透水层应坡向排水设施，坡度宜为0.01~0.02。

8.7.10 热干化系统必须设置尾气净化处理设施，并应达标排放。

8.7.15 污泥自然干化场及其附近应设长期监测地下水质量的设施。

3. 污泥综合利用

8.9.2 污泥的处置和综合利用应因地制宜。污泥的土地利用应严格控制污泥中和土壤中积累的重金属和其他有毒有害物质含量，园林绿化利用和农用污泥应符合国家现行标准的规定，处理不达标的污泥不得进入耕地。

《城市排水工程规划规范》GB 50318—2017

4.6.4 采用土地利用、填埋、焚烧、建筑材料综合利用等方式处理处置污泥时，污泥的泥质应符合国家现行相关标准的规定，确保环境安全。

第四节 海绵城市

一、设计内容

包括海绵型城市道路，海绵型城市绿地与广场，单项海绵设施等内容。海绵城市应结合室外总平面、园林景观、建筑、给水排水等专业相互配合设计，本章节内容仅含对给排水专业相关要求。

二、设计要点

海绵城市设计在强制执行《城乡排水工程项目规范》GB 55027 和《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020 全部涉及内容条件下，对以下规范条文、文件规定应予以关注执行：

（一）海绵型城市道路

《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》（试行）

1. 低影响开发设施结合道路绿化带和道路红线外绿地优先设计下沉式绿地、生物滞留带、雨水湿地等。

2. 路面雨水宜首先汇入道路红线内绿化带，当红线内绿地空间不足时，可由政府主管部门协调，将道路雨水引入道路红线外城市绿地内的低影响开发设施进行消纳。当红线内绿地空间充足时，也可利用红线内低影响开发设施消纳红线外空间的径流雨水。低影响开发设施应通过溢流排放系统与城市雨水管渠系统相衔接，保证上下游排水系统的顺畅。

3. 城市道路绿化带内低影响开发设施应采取必要的防渗措施，防止径流雨水下渗对道路路面及路基的强度和稳定性造成破坏。

4. 道路径流雨水进入道路红线内外绿地内的低影响开发设施前，应利用沉淀池、前置塘等对进入绿地内的径流雨水进行预处理，防止径流雨水对绿地环境造成破坏。有降雪的城市还应采取措施对含融雪剂的融雪水进行弃流，弃流的融雪水宜经处理（如沉淀等）后排入市政污水管网。

宁夏回族自治区地方标准《海绵城市建设工程技术规程》DB64/T 1587-2019

5.1.8 在低影响开发设施的建设区域，城市雨水管渠和泵站的设计重现期、径流系数等设计参数应按 GB50014 中的相关标准执行。

5.3.1 城市道路低影响开发的主要控制目标是以削减地表径流与控制面源污染为主、雨水收集利用为辅。

5.3.2 城市道路低影响开发设计应符合以下规定：

c) 城市道路低影响开发工程的建设，不应降低市政工程范围内的雨水排放系统设计降雨重现期标准。

（二）海绵型城市绿地与广场

《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》（试行）

1. 周边区域径流雨水进入城市绿地与广场内的低影响开发设施前，应利用沉淀池、前置塘等对进入绿地内的径流雨水进行预处理，防止径流雨水对绿地环境造成破坏。有降雪的城市还应

采取措施对含融雪剂的融雪水进行弃流，弃流的融雪水宜经处理（如沉淀等）后排入市政污水管网。

（三）单项海绵设施

《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》（试行）

1. 下沉式绿地

（1）下沉式绿地内一般应设置溢流口（如雨水口），保证暴雨时径流的溢流排放，溢流口顶部标高一般应高于绿地 50-100 mm。

2. 生物滞留设施

（1）生物滞留设施应用于道路绿化带时，若道路纵坡大于 1%，应设置挡水堰/台坎，以减缓流速并增加雨水渗透量；设施靠近路基部分应进行防渗处理，防止对道路路基稳定性造成影响。

（2）生物滞留设施内应设置溢流设施，可采用溢流竖管、盖篦溢流井或雨水口等，溢流设施顶一般应低于汇水面 100 mm。

（3）生物滞留设施的蓄水层深度应根据植物耐淹性能和土壤渗透性能来确定，一般为 200-300mm，并应设 100mm 的超高；换土层介质类型及深度应满足出水水质要求，还应符合植物种植及园林绿化养护管理技术要求；为防止换土层介质流失，换土层底部一般设置透水土工布隔离层，也可采用厚度不小于 100mm 的砂层（细砂和粗砂）代替；砾石层起到排水作用，厚度一般为 250-300mm，可在其底部埋置管径为 100-150mm 的穿孔排水管，砾石应洗净且粒径不小于穿孔管的开孔孔径；为提高生物滞留设施的调蓄作用，在穿孔管底部可增设一定厚度的砾石调蓄层。

3. 渗井

（1）雨水通过渗井下渗前应通过植草沟、植被缓冲带等设施对雨水进行预处理。

（2）渗井的出水管的内底高程应高于进水管管内顶高程，但不应高于上游相邻井的出水管管内底高程。渗井调蓄容积不足时，也可在渗井周围连接水平渗排管，形成辐射渗井。

4. 渗管/渠

（1）渗管/渠应设置植草沟、沉淀（砂）池等预处理设施。

（2）渗管/渠开孔率应控制在 1%-3%之间，无砂混凝土管的孔隙率应大于 20%。

（3）渗管/渠的敷设坡度应满足排水的要求。

（4）渗管/渠四周应填充砾石或其他多孔材料，砾石层外包透水土工布，土工布搭接宽度不应少于 200 mm。

（5）渗管/渠设在行车路面下时覆土深度不应小于 700 mm。

第五节 常见问题解析

问题 1. 市政道路做雨污水管道分流改造时，现状合流管道利用时作为污水管使用还是雨水管使用？

解析：根据《室外排水设计标准》GB 50014—2021 中 4.1.3 条：中等城市和小城市在中心城区和非中心城区雨水管渠设计重现期（年）为 2~3 年。

合流管建设较早，一般旧规范《室外排水设计规范》GB 50014—2006（已废止）设计，重现期为 0.5~1 年，管径偏小，难以满足现有雨水设计标准。一般合流管利用时宜作为污水管使用，合流管连接雨水口应进行拆除。

问题 2. 市政道路做雨污水管道分流改造时，污水设计流量应考虑哪些因素？

解析：雨污分流改造区域多位于老城区，小区内多为雨污合流制，如果市政道路雨污分流改造时新建污水管道，污水管道过流能力不但要考虑污水的汇入，还应考虑合流制小区内雨水汇入。

问题 3. 曝气管道采用钢管时，管道是否需要做防腐？

解析：根据《室外排水设计标准》GB 50014—2021 中 7.9.17 条：选择输气管道的管材时，应考虑强度、耐腐蚀性和膨胀系数。当采用钢管时，管道内外应有不同的耐热、耐腐蚀处理。根据《鼓风机曝气系统设计规程》CECS 97：97 中 4.2.2 条：供风管道为钢管时，必须对管道内进行严格防腐处理，管道外也宜做防腐处理。管内防腐可采用厚 $\delta = 150 \mu$ 的铝合金热喷涂或其它方法。

因此曝气供风管路采用钢管时，必须对管道内进行严格防腐处理，管道外也宜做防腐处理。

问题 4. 在低影响开发设施的建设区域，雨水管渠设计参数该如何计算？

解析：根据《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》（试行）住房和城乡建设部（2014 年 10 月）中第四章 第四节城市道路第（1）条和宁夏回族自治区地方标准《海绵城市建设工程技术规程》DB64/T 1587-2019 中 5.1.8 条：在低影响开发设施的建设区域，城市雨水管渠和泵站的设计重现期、径流系数等设计参数应按《室外排水设计标准》GB50014 中的相关标准执行。

雨水管渠设计的设计流量仍然应按雨水管渠设计重现期计算。

问题 5. 排水管道下游坡度变小该如何处理？

解析：根据《室外排水设计标准》GB 50014-2021 中 5.2.1 条和 5.2.2 条规定水力计算，坡度变小时，流速变慢，过流面积会增大，在管径不变的情况下，坡度变小处会出现涌水。

因此上游管道坡度大于下游管道坡度时，下游管道管径应根据水力计算进行放大。

问题 6. 雨水和污水埋地管道最小水平净距该如何确定？

解析：根据《建筑给水排水设计标准》GB 50015-2019 中附录 E 小区地下管线（构筑物）间最小净距 雨水管与污水净管距 0.8-1.5m。《室外排水设计标准》GB 50014-2021 中附录 C 和《城市工程管线综合规划规范》GB 50289-2016 中表 4.1.9 均未对雨水和污水埋地管道最小水平净距做出具体要求。

埋地排水管道的水平净距应满足排水检查井不占临近管道,以及检修时开挖不扰动临近管道的基础。

问题 7. 污水厂污泥和生活垃圾混合填埋时, 填埋污泥指标需要满足什么指标?

解析: 根据《城镇污水处理厂污泥处置混合填埋用泥质》GB/T 23485-2009 中 4.1 条: 污泥用于混合填埋时, 污泥含水率应 $<60\%$, $\text{pH}=5-10$, 混合比例 $\leq 8\%$ 。《城镇污水处理厂污泥处置混合填埋用泥质》GB/T 23485-2009 中 5.1 条: 污泥用于垃圾填埋场覆盖土添加料时, 污泥含水率应 $<45\%$, 臭气浓度小于 2 级, 横向剪切强度 $>25\text{kN/m}^2$ 。

第四章 再生水工程

第一节 基本要求

一、一般规定

再生水一般规定同给水工程。

二、现行相关部分国家规范、标准

1. 《室外排水设计标准》GB 50014-2021
2. 《城乡排水工程项目规范》GB 55027-2022
3. 《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838
4. 《城镇污水再生利用工程设计规范》GB 50335—2016
5. 《埋地塑料排水管道工程技术规程》CJJ 143—2010
6. 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021
7. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021
8. 《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025-2018
9. 《建筑设计防火规范》GB 50016-2014（2018版）
10. 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268-2008
11. 《建筑中水设计标准》GB 50336—2018

三、地方规定

1. 《关于新建建筑安装再生水设施的通知》（银川市住房和城乡建设局,银川市市政管理局,银川市自然资源局,银川市审批服务管理局）银住建发[2020]97号（2020年3月30日发布）

第二节 再生水管网

一、设计内容

设计内容包括再生水管道敷设相关要求。

二、设计要点

再生水管网设计时在强制执行《城乡排水工程项目规范》GB 55027全部涉及内容条件下,对以下规范条文、文件规定应予以关注执行。

（一）再生水管道

1. 再生水水管道

《城镇污水再生利用工程设计规范》GB 50335—2016

6.1.8 当再生水管道敷设在给水管道上面时,除应满足本规范附录B规定的最小垂直净距外,尚应符合下列规定:

- 1 接口不应重叠;

- 2 再生水管道应加设套管；
- 3 套管内径应大于再生水管道外径 100mm；
- 4 套管伸出交叉管的长度每端不得小于 3m；
- 5 套管的两端应采用防水材料封闭。

《室外排水设计标准》GB 50014—2021

5.15.4 再生水管道与生活给水管道、合流管道和污水管道相交时，应敷设在生活给水管道下面，宜敷设在合流管道和污水管道的上面。

2. 综合管廊

敷设在城市综合管廊中的再生水水管道应符合现行国家标准《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838 的规定，同时应符合宁夏回族自治区地方标准《城市综合管廊工程技术标准》DB64/T 1645 的规定。

第三节 再生水处理厂设计

一、设计内容

设计内容包括再生水厂设计，根据回用水用途达到不同的水质目标。

二、设计要点

再生水厂设计时在强制执行《城乡排水工程项目规范》GB 55027 全部涉及内容条件下，对以下规范条文、文件规定应予以关注执行。

（一）再生水处理厂

《城镇污水再生利用工程设计规范》GB 50335—2016

4.2.1 污水再生利用用途分类应符合现行国家标准《城市污水再生利用分类》GB / T 18919 的有关规定，不同用水途径的再生水水质，应符合下列规定：

1 再生水用作农田灌溉用水的水质标准，应符合现行国家标准《城市污水再生利用 农田灌溉水质标准》（GB 20922）的有关规定。

4.2.2 当再生水同时用于多种用途时，水质可按最高水质标准要求确定或分质供水；也可按用水量最大用户的水质标准要求确定。个别水质要求更高的用户，可自行补充处理达到其水质要求。

《建筑中水设计标准》GB 50336—2018

4.2.1 中水用作建筑杂用水和城市杂用水，如冲厕、道路清扫、消防、绿化、车辆冲洗、建筑施工等，其水质应符合现行国家标准《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920）的规定。

4.2.2 中水用于建筑小区景观环境用水时，其水质应符合现行国家标准《城市污水再生利用 景观环境用水水质》（GB/T 18921）的规定。

4.2.5 中水用于食用作物、蔬菜浇灌用水时，其水质应符合现行国家标准《城市污水再生利用农田灌溉用水水质》（GB 20922）的规定。

4.2.6 中水用于多种用途时，应按不同用途水质标准进行分质处理；当中水同时用于多种用途时，其水质应按最高水质标准确定。

6.2.18 中水消毒应符合下列规定：

4 当中水原水为生活污水时，应适当增加加氯量。

7.2.4 中水处理站宜设有值班、化验、药剂贮存等房间。对于采用现场制备二氧化氯、次氯酸钠等消毒剂的中水处理站，加药间应与其他房间隔开，并有直接通向室外的门。

7.2.21 对中水处理中产生的气味应采取有效的净化措施。

7.2.22 对中水处理站中机电设备所产生的噪声和振动应采取有效的降噪和减振措施，中水处理站产生的噪声值应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB3096 的规定。

第四节 常见问题解析

问题 1. 再生水管道与给水管道有什么区别？

解析：根据《城镇污水再生利用工程设计规范》GB 50335—2016 中 6.1.2 条：再生水管道水力计算、管道敷设及附属设施设置的要求等，应符合现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013 的有关规定。再生水设计时务必高度重视误接、误饮、误用，设计中必须特殊考虑。再生水所有组件和附属设施应在显著位置设置明显耐久的内容，管道取水口处设置“禁止饮用”的耐久标识。

第五章 城市环境卫生工程

第一节 基本要求

一、一般规定

城市环境卫生工程的一般规定同给水工程。

二、现行相关部分国家规范、标准

1. 《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》GB50869-2013
2. 《生活垃圾填埋场污染控制标准》GB16889-2008
3. 《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》GB51220-2017
4. 《生活垃圾转运站技术规范》CJJ/T47—2016
5. 《生活垃圾堆肥处理技术规范》CJJ52-2014
6. 《餐厨垃圾处理技术规范》CJJ184-2012
7. 《生活垃圾处理处置工程项目规范》GB 55012-2021
8. 《市容环卫工程项目规范》GB55013-2021

第二节 生活垃圾卫生填埋场（厂）

一、设计内容

生活垃圾卫生填埋场设计内容包括场址选择、总体设计、防参与地下水导排、防洪与雨污分流系统、渗沥液收集与处理、填埋气体导排与利用、填埋作业与管理、封场与堆体稳定性、环境保护与劳动卫生等内容。

二、设计要点

城市环境卫生工程相关设计在强制执行《生活垃圾处理处置工程项目规范》GB 55012 全部涉及内容条件下，对以下规范条文、文件规定应予以关注执行：

（一）场址选择

《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》GB50869-2013

4.0.3 填埋场选址应符合现行国家标准《生活垃圾填埋场污染控制标准》GB 16889 和相关标准的规定，并应符合下列规定：

- 4 人口密度、土地利用价值及征地费用均应合理；

（二）总体设计

《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》GB50869-2013

- 5.2.3 填埋库容应保证填埋场使用年限在 10 年及以上，特殊情况下不应低于 8 年。

5.3.3 填埋库区的占地面积宜为总面积的 70%~90%，不得小于 60%。每平方米填埋库区垃圾填埋量不宜低于 10m³。

5.3.4 填埋库区应按照分区进行布置，库区分区的大小主要应考虑易于实施雨污分流，分区的顺序应有利于垃圾场内运输和填埋作业，应考虑与各库区进场道路的衔接。

5.7.1 填埋场的绿化布置应符合总平面布置和竖向设计要求，合理安排绿化用地，场区绿化率宜控制在 30%以内。

5.7.3 填埋库区周围宜设安全防护设施及不少于 8m 宽度的防火隔离带，填埋作业区宜设防飞散设施。

（三）防渗与地下水导排

《生活垃圾卫生填埋技术规范》GB50869-2013

8.2.8 穿过 HDPE 土工膜防渗系统的竖管、横管或斜管，穿管与 HDPE 土工膜的接口应进行防渗漏处理。

8.2.11 锚固沟的设计应符合下列规定：

- 1 锚固沟距离边坡边缘不宜小于 800mm。
- 2 防渗材料转折处不应存在直角的刚性结构，均应做成弧形结构。
- 3 锚固沟断面应根据锚固形式，结合实际情况加以计算，不宜小于 800mm×800mm。
- 4 锚固沟中压实度不得小于 93%；

8.3.4 地下水收集导排系统宜按渗沥液收集导排系统进行设计。地下水收集管管径可根据地下水水量进行计算确定，干管外径(dn)不应小于 250mm，支管外径(dn)不宜小于 200mm。

《生活垃圾填埋场污染控制标准》GB16889-2008

5.7 生活垃圾填埋场应设置防渗衬层渗漏检测系统，以保证在防渗衬层发生渗滤液渗漏时能及时发现并采取必要的污染控制措施。

5.8 生活垃圾填埋场应建设渗滤液导排系统，该导排系统应确保在填埋场的运行期内防渗衬层上的渗滤液深度不大于 30cm。

《生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术规范》CJJ113-2007

3.3.3 防渗系统的四周边坡基础层应结构稳定，压实度不得小于 90%。边坡坡度陡于 1:2 时，应作出边坡稳定性分析。

3.5.4 导流层应选用卵石或碎石等材料，材料的碳酸钙含量不应大于 10%，铺设厚度不应小于 300mm，渗透系数不应小于 $1 \times 10^{-3} \text{m/s}$ ；

（四）防洪与雨污分流系统

《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》GB50869-2013

9.1.1 填埋场防洪系统设计应符合国家现行标准《防洪标准》GB 50201、《城市防洪工程设计规范》CJJ 50 及相关标准的技术要求。防洪标准应按不小于 50 年一遇洪水水位设计，按 100 年一遇洪水水位校核。

9.2.3 分区作业雨污分流应符合下列规定：

- 1 使用年限较长的填埋库区，宜进一步划分作业分区。
- 2 未进行作业的分区雨水应通过管道导排或泵抽排的方法排出库区外。
- 3 作业分区宜根据一定时间填埋量划分填埋单元和填埋体，通过填埋单元的日覆盖和填埋体的中间覆盖实现雨污分流。

《生活垃圾填埋场污染控制标准》GB 16889-2008

5.13 生活垃圾填埋场填埋区基础层底部应与地下水年最高水位保持 1m 以上的距离。当生活垃圾填埋场填埋区基础层底部与地下水年最高水位距离不足 1m 时，应建设地下水导排系统。地下水导排系统应确保填埋场的运行期和后期维护与管理期内地下水水位维持在距离填埋场填埋区基础层底部 1m 以下。

（五）渗沥液收集与处理

《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》GB50869-2013

10.2.1 渗沥液水质参数的设计值选取应考虑初期渗沥液、中后期渗沥液和封场后渗沥液的水质差异。

10.3.1 填埋库区渗沥液收集系统应包括导流层、盲沟、竖向收集井、集液井（池）、泵房、调节池及渗沥液水位监测井。

10.4.9 渗沥液处理中产生的污泥应进行无害化处置。

10.4.10 膜处理过程产生的浓缩液可采用蒸发或其他适宜的处理方式。浓缩液回灌填埋堆体应保证不影响渗沥液处理正常运行。

（六）填埋气体导排与利用

《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》GB50869-2013

11.3.3 填埋库容大于或等于 $1.0 \times 10^6 \text{t}$ ，垃圾填埋深度大于或等于 10m 时，应采用主动导气。

11.5.2 填埋气体利用方式和规模应根据填埋场的产气量及当地条件等因素，通过多方案技术经济比较确定。气体利用率不宜小于 70%。

11.6.6 填埋库区应防止填埋气体在局部聚集。填埋库区底部及边坡的土层 10m 深范围内的裂隙、溶洞及其他腔性结构均应予以充填密实。填埋体中不均匀沉降造成的裂隙应及时予以充填密实。

（七）填埋作业与管理

《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》GB50869-2013

12.2.1 填埋物进入填埋场应进行检查和计量。垃圾运输车辆离开填埋场前宜冲洗轮胎和底盘。

12.2.7 每一作业区完成阶段性高度后，暂时不在其上继续进行填埋时，应进行中间覆盖，覆盖层厚度应根据覆盖材料确定，黏土覆盖层厚度宜大于 30cm，膜厚度不宜小于 0.75mm。

（八）封场与堆体稳定性

《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》GB51220-2017

4.0.2 最终封场工程的工程内容应包括：

- 1 垃圾堆体整形、覆盖工程、地下水污染控制工程（当地下水受到填埋场污染时）；
- 2 当原系统不完善时，工程内容应包括填埋气体收集和处理与利用工程、渗沥液导排与处理工程、防洪与雨水导排工程；
- 3 垃圾堆体绿化、环境与安全监测、封场后维护与场地再利用等。

5.3.2 土工膜作为主防渗层，应符合下列规定：

- 7 应与场底防渗层进行有效焊接或搭接。

6.1.1 当地下水受到填埋场污染时，填埋场封场工程应采取地下水污染控制措施。

7.1.2 经监测存在填埋气体地下迁移现象时，应采取防止气体向场外迁移的工程措施。

7.2.1 封场前无气体导排收集设施的垃圾堆体，应设置填埋气体导排收集设施。

8.0.1 封场前无渗沥液导排设施或导排设施被堵的垃圾堆体，封场工程应考虑设置渗沥液导排设施，渗沥液导排设施的设置应符合下列规定：

- 3 堆体边坡出现渗沥液渗出现象时，还应在渗沥液渗出位置设置渗沥液导排盲沟。

9.1.1 应对填埋场原有防洪设施进行评估校核，对填埋区外截洪沟进行洪峰流量校核时，汇水总面积应包括填埋堆体的表面面积。

9.1.4 填埋区周边存在滑坡风险的区域应实施护坡工程。

10.3.2 封场绿化应选择抗逆性强、适应填埋场环境条件、生长稳定的植物，垃圾堆体上宜选用护坡、防冲刷能力强的浅根植物。

11.1.2 填埋场封场工程运行监测设施应包括地下水、地表水、污水排放、填埋气体集中排放、场区及场界大气等监测设施。

11.1.4 应设置垃圾堆体表面沉降监测点，监测点宜在垃圾堆体顶部和边坡平台上布置，监测点应设置坚固的标记物。

（九）辅助工程

《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》GB50869-2013

14.3.1 填埋场除考虑填埋气体消防外，还应设置建（构）筑物的室内、室外消防系统。消防系统的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 和《建筑灭火器配置设计规范》GB50140 的有关规定。

（十）环境保护与劳动卫生

《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》GB50869-2013

15.0.2 填埋场应设置地下水本底监测井、污染扩散监测井、污染监测井。填埋场应进行水、气、土壤及噪声的本底监测和作业监测。监测井和采样点的布设、监测项目、频率及分析方法应

按现行国家标准《生活垃圾填埋场污染控制标准》GB 16889 和《生活垃圾卫生填埋场环境监测技术要求》GB/T 18772 执行，填埋库区封场后应进行跟踪监测直至填埋体稳定。

15.0.4 填埋场使用杀虫灭鼠药剂时应避免二次污染。

第三节 垃圾转运站

一、设计内容

生活垃圾卫生填埋场设计内容包括选址、工艺设计、环境保护与劳动卫生等内容。

二、设计要点

垃圾转运站相关设计在强制执行《市容环卫工程项目规范》GB55013 全部涉及内容条件下，对以下规范条文、文件规定应予以关注执行。

（一）选址

《生活垃圾转运站技术规范》CJJ/T47—2016

2.1.2 转运站不宜设在下列地区：

- 1 大型商场、影剧院出入口等繁华地段；
- 2 邻近学校、商场、餐饮店等群众日常生活聚集场所和其他人流密集区域。

2.1.3 若转运站选址于本规范第 2.1.2 条所述地区路段时，应强化二次污染控制措施，优化转运站建设形式及转运站外部交通组织。

（二）工艺设计

《生活垃圾转运站技术规范》CJJ/T47—2016

4.1.3 转运站应采用机械填装垃圾的方式进料，并应符合下列规定：

2 当转运站的后续环节是垃圾填埋场或转运混合垃圾时，应采用较大压实能力的填装/压实机械设备，装载容器内的垃圾密度不应小于 $0.6\text{t}/\text{m}^3$ ；

4.1.4 转运站在工艺技术上还应符合下列规定：

4 垃圾卸料、转运作业区应配置通风、降尘、除臭系统，并保持该系统与车辆卸料动作联动；

（三）环境保护与劳动卫生

《生活垃圾转运站技术规范》CJJ/T47—2016

7.1.3 转运站应结合垃圾转运单元的工艺设计，强化在卸装垃圾等关键位置的密闭、通风、降尘、除臭措施；大、中型转运站应设置独立的抽排风/除臭系统。

7.1.4 转运站的噪声控制应符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348、《声环境质量标准》GB3096 的有关规定。

7.2.9 在转运站内应设置消毒、杀虫设施及装置。

第四节 生活垃圾堆肥场（厂）

一、设计内容

生活垃圾堆肥场（厂）设计内容包括总体设计，垃圾接收、输送与预处理，堆肥工艺，辅助与公用设施，环境保护和安全生产等内容。

二、设计要点

生活垃圾堆肥场（厂）相关设计在强制执行《市容环卫工程项目规范》GB55013 全部涉及内容条件下，对以下规范条文、文件规定应予以关注执行。

（一）基本规定

《生活垃圾堆肥处理技术规范》CJJ52-2014

3.0.2 堆肥处理的原料宜为生活垃圾中可生物降解部分。

3.0.3 城镇粪便、城市污水厂污泥和农业废物等可降解物料，宜适量进入生活垃圾堆肥处理系统。

（二）总体设计

《生活垃圾堆肥处理技术规范》CJJ52-2014

5.1.5 堆肥处理厂内宜设置满足(3~6)个月产品储存的场地。

5.2.2 堆肥处理厂应以堆肥处理厂房为主体布置，其他各项设施应按垃圾处理流程要求合理布置，并宜按功能分区。

（三）垃圾接收、输送与预处理

《生活垃圾堆肥处理技术规范》CJJ52-2014

6.1.4 卸料区应有地面冲洗和污水导排设施。

6.2.1 给料和输送设备应符合下列规定：

4 输送设备宜进行局部封闭，并应设置集气罩。

5 人工分选输送机，双侧分选时宽度不宜超过 1200mm，皮带移动速度宜为 0.1m / s~0.3m/s，垃圾堆积厚度不宜大于 10cm。

6.2.4 对于袋装生活垃圾，预处理应设置破袋工序，破袋率应大于 90%。

6.2.6 预处理设备应具有防粘、防缠绕功能，并宜加密封罩；易损部件应易于拆卸和更换，预处理设备的运行参数应具有一定的调节范围。

6.2.7 预处理设备应设有专门的渗沥液收集装置，并宜具有自清洁功能。设备四周应留有维修需要的空间或通道。

（四）堆肥工艺

《生活垃圾堆肥处理技术规范》CJJ52-2014

7.4.2 堆肥产品质量应符合国家现行标准《城镇垃圾农用控制标准》GB 8172 和《粪便无害化卫生要求》GB 7959 等的有关规定。

7.4.3 利用堆肥产品制有机肥时，有机肥产品应符合现行行业标准《有机肥料》NY 525 和《生物有机肥》NY 884 的有关规定。

7.4.4 堆肥后处理各分选工段分选出的不可堆肥物应按物质类别分别存放。

7.5.1 堆肥主发酵废气及其他部位散发的臭气应进行有效收集，并应除臭和净化处理。

7.5.3 经处理后的恶臭气体浓度，应符合现行国家标准《恶臭污染物排放标准》GB 14554 的有关规定。

（五）辅助与公用设施

《生活垃圾堆肥处理技术规范》CJJ52-2014

9.1.2 厂区绿化应按厂内功能分区的要求布置，绿化植物应优先选择具有污染吸附和噪声隔离功能的物种，厂区绿地率不宜大于 30%。

（六）环境保护和安全生产

《生活垃圾堆肥处理技术规范》CJJ52-2014

10.1.2 堆肥处理厂厂区和厂界的空气质量指标应符合现行国家标准《环境空气质量标准》GB3095 和《恶臭污染物排放标准》GB14554 的有关规定。

10.1.3 生活垃圾不宜在厂区内露天裸卸，厂内场地散落的垃圾应及时清扫。堆肥残余物在厂内堆放时间不应超过 10d。

10.1.5 厂区内应采取灭蝇措施，并应设置蝇类密度监测点。

10.2.1 作业区及厂内应设置固定的噪声、恶臭气体和粉尘监测点。

10.3.2 堆肥处理厂应采取有效的安全防护措施。应在有关的设备醒目位置设置警示标识，并应有可靠的防护措施。

10.3.3 堆肥处理厂垃圾卸料间、预处理和发酵车间等场地，应采取换气、除臭、灭蚊蝇和消毒等措施。

第五节 餐厨垃圾处理

一、设计内容

餐厨垃圾处理设计内容包括餐厨垃圾的收集与运输，总体设计、餐厨垃圾处理工艺，辅助工程，环境保护和安全生产等内容。

二、设计要点

餐厨垃圾处理相关设计在强制执行《市容环卫工程项目规范》GB55013 全部涉及内容条件下，对以下规范条文、文件规定应予以关注执行。

（一）餐厨垃圾的收集与运输

《餐厨垃圾处理技术规范》CJJ184-2012

3.0.4 煎炸废油应单独收集和运输，不宜与餐饮垃圾混合收集。

3.0.5 厨余垃圾宜实施分类收集和分类运输。

3.0.7 餐厨垃圾应做到日产日清。采用餐厨垃圾饲料化和制生化腐植酸的处理工艺时，其餐厨垃圾在存放、运输过程中应采取防止发生霉变的措施。

3.0.12 餐厨垃圾运输车装、卸料宜为机械操作。

（二）总体设计

《餐厨垃圾处理技术规范》CJJ184-2012

4.0.3 餐厨垃圾处理设施宜与其他固体废物处理设施或污水处理设施同址建设。

（三）餐厨垃圾处理工艺

《餐厨垃圾处理技术规范》CJJ184-2012

7.1.1 单位或居民区设置的小型厨余垃圾处理设备应做到技术可靠、排放达标，处理后的残余物应得到妥善处理。

7.2.10 应根据处理后产品质量的要求确定控制盐分措施。

7.3.7 餐厨垃圾中钠离子含量高对厌氧发酵影响较大时，宜采取降低钠离子的措施。

7.3.9 对厌氧产生的沼气应进行有效利用或处理，不得直接排入大气。

7.3.10 工艺中产生的沼液和残渣应得到妥善处理，不得对环境造成污染。

7.5.1 饲料化处理的餐厨垃圾在处理前应严格控制存放时间，应确保存放和处理过程中不发生霉变。

7.5.4 餐厨垃圾在进入饲料化处理系统前，应对其进行检测，发生霉变的餐厨垃圾及过期变质食品不得进入饲料化处理系统。

（四）辅助工程

《餐厨垃圾处理技术规范》CJJ184-2012

8.3.1 餐厨垃圾处理厂应设置室内、室外消防系统，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016和《建筑灭火器配置设计规范》GB50140的有关规定。

8.3.2 油脂储存间、燃料间和中央控制室等火灾易发设施应设消防报警设施。

8.3.3 设有可燃气体管道和储存设施的车间应设置可燃气体和消防报警设施。

第六节 常见问题解析

问题 1. 垃圾填埋场地下水监测点设置监测井，监测井深度有什么要求？

解析：根据《垃圾填埋场环境监测要求》GB/T 18772-2002 中 6.2 采样方法：用水泵抽吸井水 1~3 次。因此地下水监测点监测井底必须见水，考虑到地下水的波动，一般井深可按见水后再向下 2 米。

第六章 城市道路工程

第一节 基本要求

一、一般规定

1. 施工图设计文件应达到《市政公用工程设计文件编制深度规定（2013版）》的深度要求。
2. 设计说明、工程数量表及设计图纸(总图及其他图纸)需完整齐全。
3. 材料选择必须满足相关规范要求；采用的新技术、新材料、新设备、新工艺应合理可行及无排他性。
4. 引用规范、标准及标准图集等设计文件应有针对性，应为现行有效版本。
5. 施工图设计文件对相关设计标准、规范中的强制性条文必须严格执行，对以“必须”、“应”等规范用语规定的非强制性条文提出的要求，应予以明确阐述或充分体现。
6. 说明书应包括危大工程设计说明，对涉及危大工程时，应明确部位及环节，与设计有关的“危大工程”、“超规模危大工程”列出清单，提出保障工程周边环境安全和工程施工安全的意见，对要求监测的内容提出意见和建议，涉及基础（沟槽）支护的需要进行专项设计。
7. 图纸签署应符合规定。

二、现行相关部分规范、标准

1. 《城市道路交通工程项目规范》 GB 55011-2021
2. 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021
3. 《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003-2021
4. 《建筑与市政工程无障碍通用规范》GB55019-2021
5. 《城市道路工程设计规范》CJJ37—2012（2016年版）
6. 《城市快速路设计规程》CJJ129-2009
7. 《城市道路路线设计规范》CJJ 193-2012
8. 《城市道路交叉口设计规程》CJJ152—2010
9. 《城市道路路基设计规范》CJJ194-2013
10. 《城镇道路路面设计规范》CJJ169—2012
11. 《城市道路交通标志和标线设置规范》GB 51038-2015
12. 《道路交通标志和标线》GB 5768

第二节 城市道路设计

一、设计内容

城市道路设计主要包括路线（平面、纵断面）、交叉口、路基、路面、行人和非机动车交通、交通安全和管理设施、无障碍设施等内容，若建设内容有涉及时还应包括公共交通设施、停车场、

城市广场等。

二、设计要点

(一) 基本原则

1. 道路设计应遵循和体现安全、适用、经济、适度美观、以人为本、资源节约、环境友好的设计原则。根据城市实际情况，满足因地制宜、就地取材、便于施工和养护的要求。

2. 城市道路工程设计应根据城市总体规划、城市综合交通规划、专项规划，考虑社会效益、环境效益与经济效益的协调统一，合理采用技术标准。

(二) 路线

1. 一般规定

道路等级：道路设计的先决条件，每条道路在路网中承担的作用应由整个路网决定。道路等级一般在规划阶段确定。在设计阶段，需要对规划道路等级提高或降低时，均需经规划或相关主管部门审批后方可变更。

道路等级划分应遵照《城市道路交通工程项目规范》GB 55011-2021 中 3.1.1 条执行。

设计速度、设计车辆、道路建筑界限应遵照《城市道路交通工程项目规范》GB 55011-2021 中 3.1.2~3.1.4 条执行。

2. 平面设计

道路平面应做好直线与平曲线的衔接，合理设置缓和曲线、超高、加宽等。圆曲线的最小半径应满足车辆在曲线部分的安全、舒适通行需要；当圆曲线范围设超高时，应设置超高缓和段。

设计时必须执行《城市道路交通工程项目规范》GB 55011-2021 中 3.2 节的要求；设计中应满足《城市道路工程设计规范》CJJ37-2012 中 6.2.2~6.2.8 条，《城市快速路设计规程》CJJ129-2009 中 6.1.1、6.1.2、6.2.1、6.2.1~6.2.7 条，《城市道路路线设计规范》CJJ 193-2012 中 6.4.3、6.5.1、6.6.6 条之规定。

3. 纵断面设计

道路纵断面设计应根据道路等级、设计速度，综合建设条件、交通安全、经济效益、节能减排、环保要求等因素，合理确定道路纵断面技术指标，并应做好土石方平衡，保障路基稳定、管线覆土、防洪排涝的需要。

设计时必须执行《城市道路交通工程项目规范》GB 55011-2021 中 3.3 节的要求；设计中应满足《城市道路工程设计规范》CJJ37-2012 中 6.3.1~6.3.7 条，《城市快速路设计规程》CJJ129-2009 中 6.3.2~6.3.4 条之规定。

4. 平面线形与纵断面线形的组合

道路线形设计的习惯做法是先进行平面设计，后进行纵断面设计，这样只能以纵断面来迁就平面。因此，在平面设计时要考虑纵断面设计；同样在纵断面设计时也要与平面线形协调配合。平纵线形组合是指在满足汽车运动学和力学要求的前提下，研究如何满足视觉和心理方面的连续

性、舒适感，研究与周围环境的协调和良好的排水条件。所以，线形设计不仅要符合技术指标要求，还应结合地形、景观、视觉、安全、经济性等进行协调和组合，使道路线形设计更加合理。

设计中应满足《城市道路工程设计规范》CJJ37—2012 中 6.4.2 条，《城市快速路设计规程》CJJ129-2009 中 6.1.3、8.2.1、8.3.1、8.3.2 条之规定。

（三）交叉

道路与道路或轨道交通线路交叉形式应根据道路网布局、相交道路等级和轨道交通线路性质、交通特性、安全要求及有关技术、经济和环境效益等分析确定，并应与周围环境相协调，合理确定用地规模。

道路交叉口应根据相交道路、轨道交通线路的交通组织、几何设计要素、交通工程设施和交通管理方式等合理布置，满足各交通方式的通行需求，并应为行人和非机动车提供安全通过人行横道的条件。

1. 平面交叉

平面交叉口按几何形状可分为十字形、T形、Y形、X形、多叉形、错位及环形交叉口。

设计时必须执行《城市道路交通工程项目规范》GB 55011-2021 中 4.0.5、4.0.9 条的要求；设计中应满足《城市道路工程设计规范》CJJ37—2012 中 7.2.3 条，《城市道路交叉口设计规程》CJJ152—2010 中 3.3.3、4.2.9、4.2.13、4.4.7、4.5.4、4.6.2、4.6.3、4.8.1 条之规定。

2. 立体交叉

城市道路立交的类型选择直接影响立交设计的技术标准、规模和工程造价。以往立交修建使用中出现过因规模、标准欠妥而致占地、投资过大，或难以适应规划年限内交通需求增长而出现过早饱和、发生交通堵塞等问题。

城市道路立体交叉投资大、交通组织复杂，影响深远，必须进行多方案设计，通过立交方案评价，择优选定。

设计时必须执行《城市道路交通工程项目规范》GB 55011-2021 中 4.0.3、4.0.7、4.0.8 条的要求；设计中应满足《城市道路工程设计规范》CJJ37—2012 中 7.3.7 条，《城市道路交叉口设计规程》CJJ152—2010 中 5.3.1、5.3.2、5.3.3、5.3.4、5.5.3、5.5.4、4.6.3、4.8.1 条，《城市道路路线设计规范》CJJ 193-2012 中 9.3.12、9.3.13 条之规定。

3. 道路与轨道交通线路交叉

道路与轨道交通线路交叉可分为平面交叉和立体交叉。交叉形式应根据道路与轨道交通线路的性质、等级、交通量、地形条件、安全要求等因素综合确定，应优先采用立体交叉。

设计时必须执行《城市道路交通工程项目规范》GB 55011-2021 中 4.0.3、4.0.6 条的要求。

4. 快速路出入口设计

为了保证城市快速路与城市干道的联系，以及相交道路间的交通转换，必须设置一定数量的出入口，这是有效利用城市快速路的先决条件。但是，如果布置的出入口数量不够、间距太大，

会减少对快速路主线车流的供给,导致快速路的经济性降低;相反,如果布设的出入口数量过多,除增加投资外,还干扰快速交通,降低车速;同时,不受限制的出入口车辆的排队以及出入口布置不合理出现的交织等,都是造成快速路拥挤和事故的主要原因。因而研究确定出入口的合理布局,不仅能消除拥挤、减少事故、而且对于提高快速路合流区、分流区车辆的安全性都具有重要作用;同时,合理的出入口布置对于各类土地利用影响也很大,布置得好可以促进土地开发,否则会产生不利影响。因此对出入口位置、间距及端部的几何设计进行规定和限制,对提高快速路的功效意义重大。

设计中应满足《城市快速路设计规程》CJJ129-2009 中 7.2.2、7.3.1、7.4.1~7.4.4、7.5.1 条,《城市道路交叉口设计规程》CJJ152-2010 中 5.3.5 条之规定。

(四) 横断面

横断面设计应在了解规划意图、红线宽度、道路性质后,首先调查收集交通量(车流量与人流量)、流向、车辆组成种类、行车速度等,推算道路设计通行能力。同时根据交通性质、交通发展要求与地形条件,并考虑地上、地下管线的敷设、沿街绿化布置等要求,以及结合市内的通风、日照、城市用地条件等。综合研究分析确定横断面形式与各组成部分尺寸,在规划部门确定的道路红线宽度范围内进行,并考虑节约用地。

城市道路与城市用地、市政管网设施关系较为密切,改扩建工程难度都较大。因此,在横断面设计时,应尽可能按规划断面一次实施。受投资、拆迁限制,需分期实施时,应做多方案比较,按远期需求预留发展条件。近期应根据现有交通量,考虑正常增长及建成后交通发展确定路面宽度及结构,并根据市政管网规划预留管线位置或预埋过街管线,以免远期实现规划断面时伐树、挪杆或掘路。

在道路改建工程中,若仅靠工程措施提高道路通行能力,难度较大、投资较高、效果也不一定显著。应充分利用已形成的城市道路网,采取工程措施与交通管理措施相结合的办法来提高道路通行能力和保证交通安全。除增辟车行道、展宽道路等工程措施外,还可采取交通管理措施,如设置分隔设施、单向行驶交通组织等。在商业性街道,还可采取限制除公共交通外的机动车及非机动车通行的措施,以保障行人安全。

设计中应满足《城市快速路设计规程》CJJ129-2009 中 5.1.3、5.2.5、5.3.1~5.3.5、5.4.2、5.4.3 条,《城市道路工程设计规范》CJJ37-2012 中 5.3.2~5.3.5、5.3.7、5.4.1 条,《城市道路路线设计规范》CJJ 193-2012 中 5.2.8、5.3.5、5.3.8 条之规定。

(五) 路基路面

路基路面应根据道路功能、技术等级和交通荷载,结合沿线地形、地质、水文、气候、路用材料等条件进行设计;应使用节能减排路面设计,选择技术先进、经济合理、安全可靠、方便施工的路基路面结构,合理采用路面材料再生利用技术。采用工业废渣时应进行环保评价,避免污染自然环境。

1. 路基

路基路面性能不仅取决于其结构和材料，而且与路基相对高度、压实状况、排水设施及自然因素密切相关。条文强调路基路面结构方案的设计应做好前期调查、分析工作，结合沿线地形、地质、材料等自然条件，因地制宜、合理选材，保证路基路面具有足够的强度、稳定性和耐久性。

城市道路路基由路基本体与路基附属设施组成。路基本体是指路面结构下路基工作区深度的岩土结构物；路基附属设施是指为确保路基本体的稳定性和抗变形能力而采用的必要的附属工程设施，包括边坡、排水设施、防护、支挡与加固设施。路基是路面的基础，需要足够的强度和模量为路面提供良好的支撑条件；必须确保路基长期稳定，防止产生病害影响路面使用性能。因此，必须避免将路基工程当成一般土石方工程的简单化概念，真正将路基工程视为与路面、桥隧工程同等重要的结构工程。

设计时必须执行《城市道路交通工程项目规范》GB 55011-2021 中 5.0.3、5.0.4、5.0.7、5.0.8、5.0.9 条的要求；设计中应满足《城市道路工程设计规范》CJJ37—2012 中 12.2.3~12.2.5、~5.3.5、5.3.7、5.4.1 条，《城市道路路基设计规范》CJJ194-2013 中 4.3.4、4.3.8、4.6.2、4.6.4、4.7.4、5.2.7、6.1.1、6.2.3、6.2.6、6.2.8、6.3.1、6.3.2、6.5.3 条之规定；路基设计计算应依据《城市道路路基设计规范》CJJ194-2013 中 6.4.5、7.2.3、7.2.4 条中之方法。

2. 路面

道路路面的基本结构层一般为面层、基层、垫层三个主要层次。当路面各层的厚度较大时，又再细分为若干个层次，如面层分为表层（上面层）、中面层和下面层，基层分为上基层和下基层等。面层直接承受汽车车轮的作用并直接受阳光、雨雪、冰冻等温度和湿度及其变化的作用，应具有足够的结构强度、高温稳定性、低温抗裂性、抗疲劳、抗水损害；为保证交通安全和舒适性，面层应有足够的抗滑能力及良好的平整度。基层主要起承重作用，应具有足够的强度和扩散荷载的能力并具有足够的水稳定性。垫层的主要作用为改善土基的湿度和温度状况，保证面层和基层的强度稳定性和抗冻胀能力，扩散由基层传来的荷载应力，以减小土基所产生的变形。垫层应具有一定的强度和良好的水稳定性。

路面承受汽车车轮的作用并受阳光、雨雪、冰冻等温度和湿度及其变化的作用，路面结构层的组合与地质条件、路基土特性、路基水文及气候环境状况、交通量与交通组成密切相关，进行路基路面整体结构强度、刚度、稳定性、耐久性综合设计合理的结构组合，才能获得运行安全舒适并与环境、生态、社会协调的综合效益。路面面层类型的选用不仅要考虑道路的类型和等级，更需要考虑不同面层的适用范围。道路设计中应针对不同性质、功能的场所选用相应的铺面类型。

路面结构设计应以双轮组单轴载 100kN 为标准轴载。对有特殊荷载使用要求的道路，应根据具体车辆选用适当的轴载和计算参数。

近年来，随着对城市道路环保和景观要求的日益提高，科研人员研发了一批新型沥青混合料，

并得到成功应用，如温拌沥青混凝土、大孔隙沥青混凝土、彩色沥青混凝土、透水水泥混凝土路面、透水沥青路面、透水砖路面等。并且已有相应的专用规范。因此，本规范只对各种路面结构的使用条件作原则规定，具体的设计要求，可详见相关规范。

设计时必须执行《城市道路交通工程项目规范》GB 55011-2021 中 5.0.5 条的要求；设计中应满足《城市道路工程设计规范》CJJ37—2012 中 12.3.3、12.3.4 条，《城市道路路面设计规范》CJJ169-2012 中 3.2.6、3.2.8、4.3.3~4.3.5、5.2.2、5.2.5、5.3.2、5.4.1、5.4.2、6.4.1、6.7.1、6.7.2、7.2.2、7.2.3、条之规定；路面设计计算应依据《城市道路路面设计规范》CJJ169-2012 中 5.4.1、5.4.2、6.2.2、6.3.8 条中之方法。

（六）行人和非机动车交通

行人和非机动车交通系统是城市交通的重要组成部分，然而目前无论从规划、建设还是管理上看，考虑较多的是机动车交通系统，主要解决的也是机动车交通问题，而对于最基本的交通方式——行人和非机动车交通，考虑得相对较少，造成行人和非机动车交通环境逐渐恶化，“人车混行”较为普遍，行人和非机动车路权被侵害，交通事故时有发生，行人和非机动车安全没有保障等等。因此，为了将行人和非机动车交通系统设计提高到一个较高的层面，《城市道路工程设计规范》CJJ37—2012 中将其作为独立章节编写，条文强调了行人和非机动车交通系统的连续性和完整性，要求设计中应提供明确的路权，保障必需的通行空间。此外，应同时考虑无障碍设施、附属设施、景观及环境设施，为行人和非机动车创造安全、良好、舒适的环境。

行人交通系统设计中应满足《城市道路工程设计规范》CJJ37—2012（2016 年版）中 9.1.1、9.2.4、9.2.5、9.2.6 条之规定。

非机动车道系统设计中应满足《城市道路工程设计规范》CJJ37—2012（2016 年版）中 9.3.1 条之规定。

（七）公共交通设施

伴随着区域化、城市化和机动化的快速发展，我国各大中城市交通出行需求迅速增长，道路交通面临巨大压力，为实现发展城市公共交通的战略目标，有效引导城市交通结构向公共交通转化，在城市道路规划设计中，必须考虑与道路相关的公共交通通道和场站设计。不同的公共交通系统对城市道路设计有其特殊的要求，根据《城市公共交通分类标准》CJJ/T 114-2007 中规定，城市道路公共交通包括常规公交、快速公交、无轨电车、出租车四类，其中无轨电车和常规公交的道路设计标准是一致的。规范按快速公交、普通公交和出租车三类规定。

设计时必须执行《城市道路交通工程项目规范》GB 55011-2021 中第 8 章的要求。

1. 公共交通专用车道

规范对公交专用车道的内容进行了相关规定。根据我国实际情况，结合不同的公共交通系统对道路的使用要求，将公共交通专用车道统一划分为快速公交专用车道和普通公交专用车道两类。

设计中应满足《城市道路工程设计规范》CJJ37—2012（2016 年版）中 10.2.2、10.2.3、

9.2.5、9.2.6 条之规定。

2. 公共汽车站

公交车站分为快速公交车站、常规公交车站、出租车停靠站。**设计中应满足《城市道路工程设计规范》CJJ37—2012（2016年版）中 10.3.1、10.3.2、10.3.3 条之规定。**

（八）公共停车场和城市广场

公共停车场和城市广场的位置、规模应符合城市规划布局和道路交通组织需要合理布置；内部交通组织及竖向设计应与周边的交通组织和竖向条件相适应。

1. 公共停车场

确定公共停车场规模的依据为服务对象的要求、车辆到达与离去的交通特征、高峰日平均吸引车次总量、停车场地日有效周转次数、平均停放时间、车辆停放不均匀性等，同时要结合城市的性质、规模、服务公共建筑物的位置、城市交通发展规划等综合考虑。停车场根据停放车辆的类型分为机动车停车场和非机动车停车场；根据停放车辆的场地分为路上停车场和路外停车场；根据服务对象分为公用停车场和专用停车场。规范规定的内容为停放机动车和非机动车的公共停车场。

设计中应满足《城市道路工程设计规范》CJJ37—2012（2016年版）中 11.2.5、11.2.6 条之规定。

2. 城市广场

城市广场是指与城市道路相连接的社会公共用地部分，是车辆和行人交通的枢纽场所，或是城市居民社会活动和政治活动的中心。规范按其用途和性质将其分为公共活动广场、集散广场、交通广场、纪念性广场与商业广场五类。虽然各类广场的功能特性是有差异的，但在广场分类中严格区分各类广场，明确其含义是有困难的。城市中有些广场由于其所处位置及历史形成原因，往往具有多种功能，为了充分发挥广场的作用及使用效益，节约城市用地，应注意结合实际需要，规划多功能综合性广场。

设计中应满足《城市道路工程设计规范》CJJ37—2012（2016年版）中 11.3.4 条之规定。

（九）桥梁与隧道

桥梁设计应符合城市规划的要求，根据道路功能、等级、通行能力及防洪抗灾要求，结合水文、地质、通航、环境等条件进行综合设计。当需分期实施时，应保留远期发展余地。桥梁的设置，尤其是特大桥、大桥的设置应根据城市道路功能及其等级、通行能力，结合地形、河流水文、河床地质、通航要求、河堤防洪、环境影响等进行综合考虑，并设置完善的防护设施，增强桥梁的抗灾能力。

隧道设计应符合城市规划、城市地下空间利用规划、环境保护和城市景观的要求，并应综合考虑区域内人文环境、地形、地貌、地质与地质灾害、水文、气象、地震、交通量及其组成，以及运营和施工条件。

本节仅对桥梁与隧道影响城市道路方案部分，具体设计要点见专门章节。

设计时必须执行《城市道路交通工程项目规范》GB 55011-2021 中第 6、7 章的要求；设计中应满足《城市道路工程设计规范》CJJ37—2012（2016 年版）中 13.2.5、13.3.4 条之规定。

（十）管线、排水

城市道路是综合管线的载体，应尽量为管线工程提供技术条件。管线种类往往较多，需要统一协调，同步规划、同步设计才能确保总体布局合理。

道路排水工程往往结合区域排水工程建设，是城市排水工程的一部分，应符合城市排水工程的一般要求。

1. 管线

设计中各类管线的具体技术要求属相关专业规范范畴，道路设计中应从配合道路建设的角度对管线工程设计提出原则性要求，以协调管线与道路之间的关系。

设计中应满足《城市道路工程设计规范》CJJ37—2012（2016 年版）中 15.2.2、13.3.4 条之规定。

2. 排水

道路设计中所指的“道路排水工程”是指直接服务于道路，用于排除地面水、地下水和道路结构层含水的一系列排水设施，而不是指道路范围所有的“城市排水工程”。针对海绵城市建设，涉及城市水系、排水防涝、绿地系统、道路交通等多方面，需要从径流源头、中途和末端综合控制，应贯彻规划引领、统筹建设的原则，控制目标和指标必须从规划层面统筹考虑，分解到相关的专项规划之中，在建筑与小区、城市道路、绿地与广场、水系等的建设中具体落实。城市道路设计应在不削弱道路基本功能的前提下，落实海绵城市建设规划提出的控制目标。

设计时必须执行《城市道路交通工程项目规范》GB 55011-2021 中第 9.1.1 条的要求；设计中应满足《城市道路工程设计规范》CJJ37—2012（2016 年版）中 15.3.1 条之规定。

（十一）交通安全和管理设施

交通安全和管理设施是维护交通秩序、预防和减少交通事故、发挥城市道路运输效率的基础设施，是“以人为本”、“方便群众”的具体体现，也是反映城市交通建设、管理水平和文明程度的一个重要方面。交通安全和管理设施的建设规模与技术标准应结合国内生产实际的需要和适度超前；同时要相互匹配，协调发展，形成统一的整体。防止追求过高的技术标准或者随意降低技术标准。交通安全和管理设施应按总体规划、分期实施的原则配置，最重要的是做好前期基础工作，即总体规划设计，依据路网的实施情况逐步补充、完善。

交通安全和管理设施易被人忽视，有时往往到了工程快竣工时，才想到要设置标志、标线等安全设施。特别是当经费不足时，交通安全和管理设施项目往往“首砍其冲”。因此设计中应注意规划设计，在规划设计指导下工程才有保障。同时交通安全和管理设施是保障道路行车安全的重要手段，同时也是体现城市交通管理的一个窗口，因此，强调在规划设计时，应与当地规划和

交管部门协调配合。

在城市道路的设计与建设过程中，一般是随着城市的发展，分条、分段由不同的建设单位建设。一条道路或一段道路的建成通车，都会对一定区域的交通格局带来影响，因此，需对周边已有的一些交通设施进行调整，为了更好地发挥道路使用功能，在此强调应加强对现有设施的协调和匹配。

设计时必须执行《城市道路交通工程项目规范》GB 55011-2021 中第 9.3 节的要求；设计中应满足《城市道路工程设计规范》CJJ37—2012（2016 年版）中 14.1.4、14.2.1~14.2.3 条之规定。

（十二）抗震、防灾

1. 抗震

设计时必须执行《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021 中的要求；设计中应满足《城市道路工程设计规范》CJJ37—2012（2016 年版）中 3.7.1 条之规定，相关标准参照《公路工程抗震规范》（JTG B02-2013）中 4.1.1、4.1.2、7.1.1、7.2.1、7.3.1~7.3.5、8.1.1、8.1.2、8.2.1、8.3.1、8.3.2、9.0.1、9.0.2。

2. 防灾

道路应避开泥石流、滑坡、崩塌、地面沉降、塌陷、地震断裂活动带等自然灾害易发区。

设计时必须执行《城市道路交通工程项目规范》GB 55011-2021 中第 3.1.5 条的要求。

（十三）无障碍

无障碍设施的建设和运行维护应遵循下列基本原则：1. 满足残疾人、老年人等有需求的人使用，消除他们在社会生活上的障碍；2. 保证安全性和便利性，兼顾经济、绿色和美观；3. 保证系统性及无障碍设施之间有效衔接；4. 从设计、选型、验收、调试和运行维护等环节保障无障碍通行设施、无障碍服务设施和无障碍信息交流设施的安全、功能和性能；5. 无障碍信息交流设施的建设与信息技术发展水平相适应；6. 各级文物保护单位根据需要在不破坏文物的前提下进行无障碍设施建设。

城市道路中无障碍设施主要包括盲道、缘石坡道、无障碍机动车停车位和上/落客区、无障碍电梯、台阶、扶手；交通管理设施中还包括无障碍信息交流设施。设计中还应注意无障碍设施与建筑界限的关系，保证无障碍设施的空间位置和尺寸。

设计时必须执行《建筑与市政工程无障碍通用规范》GB55019-2021 中的要求；设计中应注意满足《无障碍设计规范》（GB 50763-2012）中 4.3.1、4.4.1、4.4.2、4.5.1 条之规定。

第三节 常见问题及解析

问题 1. 怎样选用设计规范与标准？

解析：工程建设标准包括国家标准、行业标准、地方标准和团体标准、企业标准。国家标准

分为强制性标准、推荐性标准、行业标准、地方标准和推荐性标准。强制性标准必须执行；国家鼓励采用推荐性标准。设计中常见采用规范名称错误，版本号过期，引用规范不全等问题。

问题 2. 设计中怎样处理道路相关设施的布置？

解析：城市道路是一个系统工程，现代化道路往往作为基础设施特别是管线布置的通路和平台，设计中常见对相关设施考虑不全面、不统一的问题。设计中应对道路相关设施进行全面统一的考虑，包括道路范围内管线、综合管廊设施，如有其它可能影响道路建筑界限的构筑物，须对布置原则作出要求。

(1) 道路范围内管线设施布置：管线设计标准、平面布置原则、竖向设计原则。管线平面布置、竖向布置、管线材料、规格和施工要求等。

(2) 综合管廊设施布置：道路综合管廊设施布置情况。

(3) 其他设施布置：其他未列明的道路相关设施的布置原则、要求等内容。

问题 3. 设计文件编制深度规定中有平面总体设计图，其具体要求是怎样的？

解析：目前施工图中往往缺少平面总体设计图，相应的在设计中常见方案不全面，措施不明确，界限不清晰。设计中应着重体现现状地形、地物、沿线规划地块、现状重要建筑物、文物古迹、道路位置、桩号、桥涵、隧道、相交道路和附近道路系统、排水系统、现状地上地下管线的布置位置。施工图中应标出道路中心线、起终点及相交节点位置、高程、路幅边线、停车港、示坡线、平曲线要素。对环境敏感区(如景区、学校、自然保护区等)及重要设施的范围必要时应标注，特别要注意道路线位与水源保护线、基本农田保护线、生态控制线及高压线的关系。

问题 4. 旧路改造罩面设计中如何做纵断面设计？

解析：针对旧路改造罩面施工图纵断面设计：a. 测量要足够，最好每 10m 对现状断面进行测量，每个断面每侧现状高程至少测 3 个点。b. 纵断拟合尽量贴近原有地面线。c. 对于复杂关键路段，可以根据纵断设计成果进行横断拟合，即将横断面上每个点的设计高程算出来。拟合时可以在施工验收允许误差范围内调整每个点的高程，最终将整条道路曲面高程求出来，而不只是常规的中线高程设计值。采用这样的调坡方式，可以较准确的计算调平工程量。d. 对于不满足规范要求的纵坡，及局部沉陷或隆起的小范围路段，应当进行调平。c. 对于较长范围内原有接近平坡路段，调坡较困难的情况下，也可以采用平坡，但需考虑排水措施，如加密雨水口、设置锯齿形偏沟等。

问题 5. 特殊土路基设计的要点有哪些？宁夏常见特殊土路基有哪些？设计处理措施如何选用？

解析：特殊路基设计是影响道路造价最大的不确定性因素，设计中常见问题是对特殊路基处理的缺漏，处理措施不合理。设计前期应针对地勘资料做全面分析，设计图中应包括软土地基、湿陷性黄土地基等不良地质和病害地段路基起讫桩号、位置、长度、宽度、工程地质说明、处理方式或措施、工程及材料数量等。设计中应满足处理措施成熟、可靠，在此基础上积极采用新技

术、新材料。设计推荐采用动态设计理念，明确施工中与设计文件相关的不确定性情况处置流程与建议。

宁夏平原灌区多见软土路基；宁夏南部及中部地区多见湿陷性黄土路基。

(1) 软土地基处理

宁夏主要城市多处于平原灌区（卫宁平原、银川平原），地下水位普遍较高，湖塘沟渠分布广，城市道路往往会遇到软土（淤泥）地基。对于上述软土路段，应进行专门的处理设计：主要用于提高地基承载力，减小不均匀沉降以及路面设计使用年限内的残余沉降（简称工后沉降）。

城市道路容许最大工后沉降表

工程位置道路等级	桥台与路堤相邻处	涵洞、通道处	一般路段
快速路、主干路	<0.10m	<0.20m	≤0.30m
次干路、支路	≤0.20m	<0.30m	<0.50m

设计中首先应鉴别地基是否存在软土。

软土鉴别指标表

土类	天然含水率 (%)		天然孔隙比	直剪内摩擦角 (°)	十字板剪切强度 (KPa)	压缩系数 a_{01-02} (MPa ⁻¹)
黏质土、有机质土	≥35	≥液限	≥1.00	<5°	<35	>0.5
粉质土	≥30		≥0.90	<8°		>0.3

其次选择处理措施。宁夏大部分软土地基属于淤泥、淤泥质土、冲填土，通常深度较浅，可采用换土垫层、换土加筋垫层法、加筋碎石垫层、抛石挤淤等处理措施。具体处理方法的选择应综合考虑地上、地下构筑物及管线、施工工期及对周围环境的影响等因素，可参考下表选用。

软土地基常用处理方法及适用范围表

处理层位	处理方法		适用范围
浅层处理	换土垫层		淤泥、淤泥质土、冲填土等，换填处理厚度不大于 3.0m
	换土加筋垫层		
	加筋碎石垫层		
	抛石挤淤		含水率大，排水困难，厚度不大于 3.0m 的软土地基，尤其适用于石料丰富、运距较近地区；仅适用于次干路和支路
深层处理	排水固结	袋装砂井	各种软土地基；附近区域内存在对沉降要求较

处理层位	处理方法		适用范围
		塑料排水板	为严格的重要建筑物或管线时不宜采用
	复合地基	粒料桩	振冲粒料桩成桩时软土的十字板抗剪强度应大于 15kPa; 沉管粒料桩成桩时软土的十字板抗剪强度应大于 10kPa
		水泥搅拌桩	软土的十字板抗剪强度不小于 10kPa, 有机质含量不大于 10%
		粉喷桩	
	桩基	旋喷桩	施工场地狭窄、净空低、上部土质较硬而下部软弱的软土
		水泥粉煤灰碎石桩(CFG 桩)	软土的十字板抗剪强度不小于 20kPa

1) 垫层法

垫层法适用于淤泥、淤泥质土、冲填土等软弱地基的浅层处理。采用垫层法处理软基时，垫层厚度一般不小于 0.5m 且不宜超过 3.0m，并应与其他处理方法进行经济比较后择优选用。

换土垫层可以采用砂砾、碎石、素土、石灰土、水泥土和石屑等材料。垫层的宽度及厚度应符合设计要求，同时，换填料还应高出地下水位不小于 0.5m，并宽出路基两侧不小于 0.5m。

垫层压实度(重型标准)

路床顶面以下深度(m)	快速路	主干路	次干路	支路
<0.80	≥96%	≥95%	≥94%	≥92%
0.80~1.50	≥94%	≥93%	≥92%	≥91%
>1.50	≥93%	≥92%	≥91%	≥90%

碎石垫层法通常用于石料丰富地区的填方路基。垫层材料采用未筛分碎石，最大粒径不超过 150mm。

换土加筋垫层法中垫层材料选用与垫层法相同。换土加筋垫层法的加筋材料宜选用双向抗拉强度大于 50kN/m、受力时伸长率小于 10%、耐久性好、糙度大的土工格栅。当垫层厚度小于 1.0m 时，在 1/2 厚度处铺设一层加筋土工格栅；当厚度大于 1.0m 时，每 0.5m 铺设一层加筋土工格栅。也可根据工程实际情况选用其他土工合成材料，如钢塑格栅、土工格室及其它高强土工材料。

2) 抛石挤淤法

抛石挤淤法适用于常年积水的洼地，排水施工困难，表土呈流动状态，厚度较薄，片石能沉达底部的泥沼及厚度小于 3.0m 的软土路段，尤其适用于石料丰富、运距较近的地区。采用抛石

挤淤法施工的路基，需要一定的沉实稳定时间，宜修建过渡式路面。抛石挤淤法不宜用于快速路和主干路的路基工程。

3) 轻型路堤

根据宁夏实际情况，推荐结合区域工业固废综合处理政策，设计采用粉煤灰轻型路堤；对于土工泡沫塑料（EPS）路堤，适用于软土性质极差，需要大幅度减轻路堤重量的路段，宜用在桥头、墙背等工程位置，由于技术复杂，造价较高，设计时应慎重采用。

对于设计中具体情况，还可以参照《公路软土地基路堤设计与施工技术细则》JTG/T D31-02-2013、《公路土工合成材料应用技术规范》JTG/T D32-2012、《土工合成材料应用技术规范》GB/T 50290-2014 进行处理。

(2) 湿陷性黄土地基处理

黄土指的是在干燥气候条件下形成的多孔性具有柱状节理的黄色粉性土。黄土主要分布于世界大陆比较干燥的中纬度地带。全世界黄土分布的总面积大约有 1300 万平方公里。我国西北的黄土高原是世界上规模最大的黄土高原。宁夏黄土多分布在固原市及同心县、海原县周边地区，还有部分分布在红寺堡区、盐池县及灵武市周边地区（本地区主要为黄土状粉土）。

黄土主要分为湿陷性黄土和非湿陷性黄土。湿陷性黄土是指在一定的压力下受水侵蚀，土结构迅速破坏，并产生显著附加下沉的黄土；非湿陷性黄土是指在一定的压力下受水侵蚀，无显著附加下沉的黄土。根据地区经验，宁夏地区黄土物理力学性质为：天然含水量 12%~22%，塑限为 16%~22%，液限为 25%~35%，试验研究表明，粗粉粒和砂粒在黄土结构中起骨架作用，由于在湿陷性黄土中砂粒含量很少，而且大部分砂粒不能直接接触，能直接接触的大多为粗粉粒。细粉粒通常依附在较大颗粒表面，特别是集聚在较大颗粒的接触点处与胶体物质一起作为填充材料。当黄土受水浸湿时，结合水膜增厚楔入颗粒之间，于是结合水连接消失，盐类溶于水中，骨架强度随着降低，土体在上覆土层的自重压力或在自重压力与附加压力共同作用下，其结构迅速破坏，土粒向大孔滑移，粒间孔隙减小，从而导致大量的附加沉陷。湿陷产生的根本原因是黄土具有明显的遇水连接减弱，造成了湿陷坍塌。

对非自重湿陷性黄土地基，消除其全部湿陷量的处理厚度，需将基础底面以下附加压力与上覆土体的饱和自重压力之和大于或等于湿陷起始压力的所有土层进行处理。对自重湿陷性黄土地基，消除其全部湿陷量的处理厚度要求穿透全部湿陷性黄土层。无论是非自重湿陷性黄土地基还是自重湿陷性黄土地基，湿陷性黄土层的厚度需与地表水或施工用水下渗影响深度相结合，即界定的湿陷性黄土层的厚度一般不大于地表水或施工用水下渗影响的最大深度。消除湿陷性黄土地基的部分湿陷量，主要是处理湿陷性强烈（ $\delta_s \geq 0.07$ 、 $\delta_{zs} \geq 0.05$ ）和湿陷性中等（ $\delta_s \geq 0.04$ 、 $\delta_{sz} \geq 0.03$ ）的土层，但是对未处理的湿陷性黄土层的剩余湿陷量要求控制在 0.15m 之内。

1) 换填垫层法

可用于处理厚度 3m 以内的湿陷性黄土地基。当临近房屋建筑、结构物，其他处理方法受限

时,宜采用换填垫层法。快速路、主干路宜采用石灰土垫层,其他等级道路可采用石灰土垫层或素土垫层。当地基土的塑性指数小于7时,可采用水泥土垫层(宁夏地区属于贫石灰岩地区,采用水泥土垫层往往有更好的经济性;而且水泥土水稳定性更好,对于地下水位高的地区更为适宜)。对快速路、主干路,当采用石灰土垫层的厚度大于1.5m时,可采用上下垫层法,即下部和上部各0.5m范围采用石灰土(水泥土)垫层,中间采用素土垫层。其他等级道路,当素土垫层厚度大于2m,且含水率大于或接近最佳含水率时,垫层底部应设置0.5m厚石灰土(水泥土)垫层。

石灰土垫层的石灰剂量,其质量比对消石灰宜为8%,对磨细生石灰宜为6%。土料宜采用塑性指数7~15的黏质土,不应含有有机质。土块粒径不宜大于15mm。石灰中CaO+MgO含量不应低于55%,宜采用Ⅲ级钙质消石灰或Ⅱ级镁质消石灰。水泥土垫层的水泥剂量,其质量比宜为4%~5%,宜选用强度等级为32.5级的普通硅酸盐水泥。素土垫层的土料中有机质含量不应超过5%,不应夹有砖块、瓦砾和石块。

2) 冲击碾压法

冲击碾压法可用于处理湿陷等级为Ⅰ~Ⅱ级的非自重湿陷性黄土地基,以及零填和高度小于4m的路堤下的Ⅱ级自重湿陷性黄土地基;地基土的含水率宜为10%~22%。湿陷性黄土处理厚度宜为0.5~1.0m,不宜超过1.5m。

采用冲击压路机对湿陷性黄土地基进行处理,在宁夏、青海、甘肃、陕西、山西、河南、河北等地均进行过立项研究。众多研究成果和工程实例分析表明,25kJ三边形冲击压路机的有效影响深度(使土体压实度增大1%的最大深度)约为1.4m,可有效地消除1.1m深度范围内土体的湿陷性;20kJ三边形冲击压路机的有效影响深度约为1.1m。冲击碾压法浅层处理效果明显,但不能提高深层地基的承载力。

冲击碾压会对周围构造物产生损害。设计应查明冲击碾压范围内的各种构造物,并根据构造物的类型制定相应的保护措施。

3) 强夯法

适用范围:厚度3~6m的湿陷性黄土,不宜超过8m。环境许可情况下局部或整片处理。

强夯会对周围构造物产生损害。设计应查明夯点距离周围建构筑物的最小水平安全距离,并根据构造物的类型制定相应的保护措施。

4) 挤密桩法

挤密桩法可用于处理湿陷等级为Ⅱ~Ⅳ级的自重湿陷性黄土地基。适宜处理的湿陷性黄土层厚度宜为5~12m,不宜超过15m。地下水位以上,局部或整片处理。地基土的含水量是挤密桩加固效果的关键。

挤密桩法宜在下列情况下采用:

- ①桥台、台后及高挡墙(高度 $\geq 6\text{m}$)基底湿陷性黄土地基处理。

②采用强夯法对附近房屋建筑、构造物或其他设施造成影响，且不便采取减（隔）振措施。

③路线处于黄土冲沟，强夯等大型机械作业困难或强夯施工对自然边坡稳定性构成威胁。

快速路、主干路的湿陷性黄土地基处理宜采用石灰土挤密桩或干拌水泥碎石挤密桩；其他等级道路可采用石灰土挤密桩或素土挤密桩。

问题 6. 路基边坡防护措施的主要类型有哪些？设计中如何选用？

解析：各类护坡措施主要是针对因空气、雨水侵蚀而引起路基边坡坍塌或崩塌进而影响路基稳定而采取的辅助性工程措施。对于路基稳定性不足以及位于浸水、滑坡、泥石流、常年冻土、软土、液化土、膨胀土、湿陷性黄土等特殊不良地质路段的路基，应按相关规范另行设计。护坡形式的选择要综合考虑当地气候、水文地质、工程地质、边坡高度、环境条件、施工条件、材料来源以及工期等综合因素。路基边坡防护工程应和道路周围环境景观相协调。有条件时宜采用植被绿化护坡形式。

通常采用的主要护坡形式有：植物护坡、生态护坡、骨架植物护坡、封面锤面护坡、石砌护坡、喷浆护坡、护面墙。由于气候原因，宁夏地区不适宜采用单纯植物护坡；城市道路设计中，景观因素是需要考虑的重要因素，一般不推荐采用封面锤面护坡、石砌护坡；喷浆护坡适用于岩质边坡，宁夏地区城市道路中较为少见。综上，宁夏地区一般适用于采用生态护坡、骨架植物护坡和护面墙，其中前两种适用范围更广，更符合生态设计理念，护面墙适用于较高边坡（ $H>8m$ ），或者受用地限制影响边坡需要采用较陡的坡率的路段。

（1）生态护坡

在不适宜植物生长的坡面采用工程手段进行全坡面绿化防护的护坡形式。生态护坡分为三维植被网护坡、挖沟植草护坡和土工格室植草护坡。三维植被网护坡适用于植物难于生长的土质边坡和强风化软质岩石边坡；挖沟植草护坡适用于易于人工开挖的软质岩石路堑边坡；土工格室植草护坡适用于人工开挖困难的岩石路堑边坡。采用生态护坡的边坡边坡坡率应缓于 1: 0.75，每级坡高不大于 8m。推荐采用三维植被网护坡、土工格室植草护坡。

（2）骨架植物护坡

分为浆砌片石（或水泥混凝土块）骨架植物护坡、水泥混凝土空心块植物护坡。浆砌片石（或水泥混凝土块）骨架植物护坡适用于边坡坡率缓于 1: 0.75 的土质和全风化岩石边坡。当坡面受雨水冲刷严重或潮湿时，边坡坡率应缓于 1: 1。骨架网格内应采用植物或其他辅助防护措施。宁夏南部城市降雨量较大且集中，骨架宜做成截水沟型。水泥混凝土空心块植物护坡适用于边坡坡率缓于 1: 0.75 的土质边坡和全风化、强风化的岩石路堑边坡。当水泥混凝土空心块植物护坡用于多级边坡防护时，应设置浆砌片石或混凝土骨架。空心预制块内应填充种植土，并喷播植草。

（3）护面墙

护面墙分为实体护面墙和窗孔式护面墙两种。护面墙适用于防护易风化或风化严重的软质岩石或较破碎岩石的路堑边坡以及坡面易受侵蚀的土质边坡。实体护面墙防护的边坡坡率缓于 1:

0.5。窗孔式护面墙防护的边坡坡率应缓于 1: 0.75。单级护面墙的高度不宜超过 10m。护面墙基础应设置在稳定的地基上，埋置深度应根据地质条件确定，一般不小于 500mm；冰冻地区应埋置在冰冻深度以下不小于 250mm；有流水地段，护面墙基础埋置深度应满足冲刷防护要求。

问题 7. 路面设计中的主要问题，常见病害及技术措施？

解析：城市道路路面组成结构较为复杂，板块形式多。设计中往往忽略各板块路面的特点以及衔接做法，存在节点缺失、数量失准、衔接不一等问题。如目前城市慢行改造时，往往采用非机动车与人行道共板方案，两种功能板块可采用不同颜色、材质加以区分。

设计时应针对道路相关设施采用不同的技术措施，避免设计缺陷，如管线沟槽、检查井、雨水篦子等部位的病害。

目前国内城市道路普遍采用半刚性路面基层（无机结合料稳定土铺筑的能结成板体并具有一定抗弯强度的基层，典型如水泥、石灰及稳定集料基层），随之基层反射裂缝也成为最为常见的病害。宁夏地处西北内陆，温差大、干燥，因温缩及干缩导致裂缝更为严重。施工图中应将防治路面反射裂缝作为重要设计内容。

问题 8. 平面交叉设计问题和要点有哪些？

解析：平交叉路口是城市道路中最常见的交叉类型，设计中往往出现图示不清晰、不全面、交通组织不合理，常用方格网式竖向设计精确性差；进口道和出口道数目不匹配；进口道和出口道未对齐，偏移距离大，行车不安全；渠化岛上设置的绿化不满足视距要求，有安全隐患；道路交叉口形式选择与相交道路等级不匹配；不设置展宽车道或设置数量不足；六车道及以上没有考虑行人驻足区。

设计前期应加强现场调查和交通分析。设计图采用合理的绘图比例，比例尺一般采用 1: 200~1: 500 以达到图示清晰全面的效果。平交口坐标控制图应示出道路重要点位的坐标，尤其是直线段与曲线段交点的坐标、路缘石半径等。平交口竖向设计图应示出道路交叉点的坐标、设计高程，道路交叉区域的道路中线、边线点位的坐标和设计高程，交叉区域加密的等高设计高程数据等，灵活采用等分法和方格网法，必要时绘制设计等高线。

问题 9. 交通工程设计常见问题有哪些？

解析：根据强制性工程建设规范——《城市道路交通工程项目规范》第 9.3.1 条：“城市道路交通安全和管理设施应与道路土建工程同步设施”。目前设计中常见的问题是标志、标线设施位置不合理、相交道路交叉口标志、标线设施设计缺失，选用材料不符合国家规范要求等。设计中应满足规范标准的更新，根据交通规划及分析全面考虑标志标线设置。由于交通科技发展迅速，信号与监控设施设计中经常出现功能缺失、设备落后等问题。设计中应积极与交管部门加强沟通协调，及时更新设备信息。

第七章 城市桥梁工程

第一节 基本要求

一、一般规定

1. 施工图设计文件应达到《市政公用工程设计文件编制深度规定（2013版）》的深度要求。
2. 设计说明、工程数量表及设计图纸(总图及其他图纸)需完整齐全。
3. 材料选择必须满足相关规范要求；采用的新技术、新材料、新设备、新工艺应合理可行及无排他性。
4. 引用规范、标准及标准图集等设计文件应有针对性，应为现行有效版本。
5. 施工图设计文件对相关设计标准、规范中的强制性条文必须严格执行，对以“必须”、“应”等规范用语规定的非强制性条文提出的要求，应予以明确阐述或充分体现。
6. 说明书应包括危大工程设计说明，对涉及危大工程时，应明确部位及环节，与设计有关的“危大工程”、“超规模危大工程”列出清单，提出保障工程周边环境安全和工程施工安全的意见，对要求监测的内容提出意见和建议，涉及基础（沟槽）支护的需要进行专项设计。
7. 图纸签署应符合规定。

二、现行相关部分国家规范、标准

1. 《城市道路交通工程项目规范》 GB 55011-2021
2. 《公路桥涵设计通用规范》 JTG D60-2015
3. 《城市桥梁设计规范》 CJJ11—2011（2019年版）
4. 《公路桥涵地基与基础设计规范》 JTG 3363—2019
5. 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》 JTG 3362—2018
6. 《公路圬工桥涵设计规范》 JTG D61—2005
7. 《公路钢结构桥梁设计规范》 JTG D64—2015
8. 《钢—混凝土组合桥梁设计规范》 GB 50917—2013
9. 《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》 JTGT 3364
10. 《城市人行天桥与人行地道技术规范》 CJJ 69—95
11. 《公路涵洞设计规范》 JTG/T 3365-02-2020
12. 《公路桥梁抗风设计规范》 JTG/T 3360—01—2018
13. 《城市桥梁抗震设计规范》 CJJ 166—2011
14. 《建筑与市政工程抗震通用规范》 GB 55002-2021

第二节 桥梁结构设计

一、设计内容

桥梁结构设计包括基本原则、设计标准、桥梁上部结构、桥梁下部结构、桥梁附属设施、天桥及地下通道、涵洞、桥梁抗震及结构计算要点等内容。

二、设计要点

(一) 基本原则

1. 桥梁设计应遵循安全、耐久、适用、环保、经济和美观的原则。根据桥位实际情况，满足因地制宜、就地取材、便于施工和养护的要求。

2. 桥梁设计应符合城市规划、环境保护和城市景观的要求。应根据道路功能、等级、通行能力及防洪抗灾要求，结合水文、地质、通航、环境等条件进行综合设计。

(二) 设计标准

1. 设计工作年限

桥梁设计工作年限应按以下规范及条文执行。

《城市道路交通工程项目规范》GB 55011-2021

6.0.4 桥梁应根据道路等级和结构重要性程度，在项目建设前期确定结构设计工作年限，并根据环境条件进行耐久性设计。桥梁设计工作年限应符合表 6.0.4 的规定。

2. 汽车荷载等级

(1) 桥梁设计汽车荷载等级应按以下规范及条文执行。

《城市道路交通工程项目规范》GB 55011-2021

6.0.5 桥梁设计应根据道路的功能、等级和发展要求等具体情况选用设计荷载。汽车荷载和人群荷载的计算图式、荷载等级及其标准值、加载方法等应符合本规范附录 B 的规定。

《城市桥梁设计规范》CJJ 11-2011

10.0.1 桥梁设计采用的作用分为永久作用、可变作用、偶然作用分类。除可变作用中设计汽车荷载与人群荷载外，作用与作用效应组合均应按现行行业标准《公路桥涵设计通用规范》JTG D60 的有关规定执行。

(2) 与铁路交叉桥梁荷载等级还应满足相关行业规范规定。

3. 设计净空

(1) 通航河流的桥下净空应按批准的城乡规划的航道等级确定。通航内河轮船桥梁的通航水位和桥下净空应符合现行国家标准《内河通航标准》GB 50139 的规定，并应充分考虑河床演变和不同通航水位航迹线的变化。当通行小型游船、游艇时，应结合规划以及水务部门对通行限界的相关要求执行。

(2) 不通航河流的桥下净空应根据计算水位或最高流冰面加安全高度确定。

当河流有形成流冰阻塞的危险或有漂浮物通过时,应按实际调查的数据,在计算水位的基础上,结合当地具体情况酌留一定富余量,作为确定桥下净空的依据。对淤积的河流,桥下净空应适当增加。

(3) 在不通航或无流放木筏河流上及通航河流的不通航桥孔内,桥下净空应按《城市道路交通工程项目规范》GB 55011-2021 第 3.1.4 条、《城市桥梁设计规范》CJJ 11-2011(2019 年版) 3.0.5 条的规定执行。

4. 防洪标准、通航等级

桥梁防洪标准及通航等级按照《城市道路交通工程项目规范》GB 55011-2021 第 6.0.1 条、6.0.2 条、《城市桥梁设计规范》CJJ 11-2011(2019 年版) 第 3.0.3 条的有关规定执行。

5. 桥面纵、横坡

(1) 桥梁设计应与路线设计密切配合,桥位一般服从路线的走向,但路线应考虑减小大桥设计的复杂性,尽量避免在弯道上设置大跨径桥梁,桥梁平面线形必须与桥头引道平面线形相配合。

(2) 桥梁纵轴线宜与洪水主流流向正交。对通航河流上的桥梁,其墩台沿水流方向的轴线应与最高通航水位时的主流方向一致。当斜交不能避免时,交角不宜大于 5 度;当交角大于 5 度且斜桥正做时,墩台边缘净距按现行《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60) 中的 3.2.3 条相关规定计算。

(3) 桥梁纵坡、横坡应按照现行行业标准《城市桥梁设计规范》CJJ 11-2011(2019 年版) 第 6.0.6 条、6.0.8 条有关规定执行。

(三) 桥梁上部结构

桥梁上部结构一般采用钢筋混凝土及预应力混凝土结构、圬工结构、钢结构和钢-混凝土组合梁结构。

1. 钢筋混凝土及预应力混凝土结构

(1) 材料

钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁结构使用的材料应按现行行业标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362-2018 第 3.1.2 条、第 4.5.2 条、第 4.5.3 条有关规定执行。

(2) 计算的一般规定

桥梁上部结构计算应按现行行业标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362-2018 第 4.2.4 条有关规定执行。

(3) 持久状况正常使用极限状态计算

桥梁上部结构持久状况正常使用极限状态计算按现行行业标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362-2018 第 6.4.2、第 6.4.3、第 6.5.3 条有关规定执行。

2. 圬工结构

(1) 拱桥结构验算应按现行行业标准《公路圬工桥涵设计规范》JTG D61—2005 第 5.1.4 条、第 5.1.11 条有关规定执行。

(2) 严寒地区修建拱桥应按现行行业标准《公路圬工桥涵设计规范》JTG D61—2005 第 5.2.5 条、第 5.2.6 条、5.3.1 条、5.3.2 条、5.3.3 条和《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG D3362—2018 第 9.5.3 条、第 9.5.4 条、第 9.5.5 条有关规定执行。

3. 钢结构

(1) 材料

钢结构桥梁使用的材料应按现行行业标准《公路钢结构桥梁设计规范》JTG D64—2015 第 3.1.2 条、第 3.1.3 条、第 3.2.1 条、第 3.2.2 条、第 3.2.7 条、第 3.2.8 条有关规定执行。有特殊要求使用桥梁结构用钢时材料应符合相应规范。

(2) 构件设计

钢结构桥梁构件设计应按现行行业标准《公路钢结构桥梁设计规范》JTG D64—2015 第 5.1.1 条、第 5.1.5 条、第 5.2~5.4 条有关规定执行。

(3) 连接的构造和计算

钢结构桥梁连接的构造和计算应按现行行业标准《公路钢结构桥梁设计规范》JTG D64—2015 第 6.2.8 条、第 6.2.12 条、第 6.3.2 条、第 6.3.3 条、第 6.3.5 条、第 6.3.10 条有关规定执行。

(4) 钢板梁设计时应按现行行业标准《公路钢结构桥梁设计规范》JTG D64—2015 第 7.2.1 条、第 7.2.3 条、第 7.3.2 条、第 7.4.2 条有关规定执行。

(5) 钢箱梁设计时应按现行行业标准《公路钢结构桥梁设计规范》JTG D64—2015 第 8.1.3 条、第 8.1.4 条、第 8.2.1~8.2.5 条、第 8.2.1 条、第 8.5.2 条有关规定执行。

4. 钢—混凝土组合梁结构

(1) 结构计算

钢—混凝土组合梁的结构构件及连接件的计算应按现行行业标准《公路钢结构桥梁设计规范》JTG D64—2015 第 11.2.1~11.2.5 条、第 11.3.1~11.3.3 条、第 11.4.2 条和《钢—混凝土组合桥梁设计规范》GB 50917—2013 第 4.1.1 条、4.3.3 条、4.4.2 条、5.1.3 条、5.2.1 条、6.1.1 条、6.1.2 条有关规定执行。

(2) 材料

钢—混凝土组合梁使用的材料应按现行行业标准《钢—混凝土组合桥梁设计规范》GB 50917—2013 第 3.1.2 条、第 3.1.3~3.1.6 条、第 3.2.2 条、第 3.3 条、第 3.4 条有关规定执行。

(3) 结构要求

钢—混凝土组合梁设计时应按现行行业标准《钢—混凝土组合桥梁设计规范》GB 50917 第 8.1.1 条、第 8.2.1 条、第 8.2.2 条、第 8.2.3 条、第 8.3.1 条有关规定执行。

(四) 桥梁下部结构

桥梁下部结构设计通常分为浅基础、桩基础设计。

1. 浅基础

(1) 基础埋置深度

桥梁墩台基础基底的埋置深度应按现行行业标准《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363—2019 第 5.1.1 条、第 5.1.2 条、第 5.1.3 条有关规定执行。

(2) 地基承载力及基底偏心距验算

桥梁墩台地基验算时应按现行行业标准《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363—2019 第 5.2.1 条、第 5.2.3~5.2.5 条有关规定执行。

(3) 沉降验算

桥涵墩台的沉降验算应按现行行业标准《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363—2019 第 5.3.1 条、第 5.3.4 条有关规定执行。

(4) 稳定性验算

桥涵墩台的稳定性验算应按现行行业标准《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363—2019 第 5.4.1 条、第 5.4.2 条、第 9.2.7 条有关规定执行。

2. 桩基础

(1) 桥涵桩基础设计与计算时应按现行行业标准《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363—2019 第 6.2.2 条、第 6.2.6 条、第 6.3.12 条有关规定执行。

(2) 下部结构使用的材料应按现行行业标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362—2018 第 4.5.2 条、第 4.5.3 条有关规定执行。

(五) 桥梁附属设施

桥梁附属设施通常包括桥面铺装、桥梁支座、桥梁伸缩缝、桥头搭板、桥梁排水、安全设施与防撞、过桥管线和桥梁照明。桥梁应根据所在道路等级、使用功能、工程规模和不同的桥型结构设置照明、交通信号标志、航运信号标志、航空障碍标志、防雷接地装置以及桥面防水、排水、检修、护栏等附属和安全设施。

1. 桥面铺装

(1) 桥面铺装的结构型式宜与桥梁上部结构型式、相接道路的路面型式相协调，并有完善的桥面防水、排水系统，并按现行行业标准《城市桥梁设计规范》CJJ11—2011 (2019 年版) 第 9.1 条、第 9.2.1 条、《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》JTGT 3364 相关要求执行。

(2) 桥面铺装宜采用沥青混凝土铺装，沥青层厚度及材料级配宜和相邻路面结构保持一致。

2. 桥梁支座

桥梁支座可按其跨径、结构形式、反力值、支承处的位移及转角变形值并结合宁夏地区的抗震、温度情况等进行支座选型。支座的材料、成品等技术要求应符合现行国家相关技术标准的规定。并按现行行业标准《城市桥梁设计规范》CJJ11—2011(2019年版)第9.4条相关要求执行。

3. 桥梁伸缩缝

桥梁伸缩装置应保证自由伸缩、并应满足承载和变形要求，使车辆平稳通过。伸缩装置应具有良好的密水性和排水性，并易于检查和养护。伸缩装置的材料、成品等技术要求应符合现行国家相关技术标准的规定。并按现行行业标准《城市桥梁设计规范》CJJ11—2011(2019年版)第9.3条相关要求执行。

4. 桥头搭板

桥头搭板参照现行行业标准《公路桥涵设计通用规范》JTG D60-2015第5.5条相关要求执行。

5. 桥梁排水

桥面排水设施应按现行行业标准《城市桥梁设计规范》CJJ11—2011(2019年版)第9.2.2、第9.2.3条相关要求执行。

6. 安全设施与防撞

(1) 桥梁人行道临空侧应设置人行道栏杆。

(2) 对主干路和次干路的桥梁，当两侧无人行道时，应设置保证检修人员及车辆安全的措施。设置检修道时，检修道临空侧应设防撞护栏或栏杆

(3) 城市快速路上的桥梁应设置中央分隔带防撞护栏。

(4) 桥梁防撞护栏及人行护栏的设计以及防撞等级的选择可按照现行行业标准《城市道路交通设施设计规范》GB 50688—2011(2019年版)第7.2.7条、7.2.9条、7.5.2条、7.7.2条、7.7.3条、《城市桥梁设计规范》CJJ11—2011(2019年版)第6.0.7条的有关规定进行设计及选择。

7. 过桥管线

(1) 桥位上空不宜设置架空高压线，当无法避开时，桥梁主体结构最高点与架空电线之间的最小垂直距离，应符合国家现行标准《城市电力规划规范》GB50293和《110~550kv 架空送电线路设计技术规程》DL/T 5092的规定。当桥位旁有架空高压线时，桥边缘与架空电线之间的水平距离应符合国家现行相关标准的规定。

(2) 桥位应与燃气输送管道、输油管道，易燃、易爆和有毒气体等危险品工厂、车间、仓库保持一定安全距离。当距离较近时，应设置满足消防、防爆要求的防护设施。桥位距燃气输送管道、输油管道的安全距离应符合国家现行相关标准的规定。

(3) 桥梁敷设的管线应按《城市道路交通工程项目规范》GB 55011-2021 第 6.0.6 条、《城市桥梁设计规范》CJJ 11—2011(2019 年版)第 9.7.5 条有关规定执行。

8. 桥梁照明

桥梁上的照明应按现行行业标准《城市桥梁设计规范》CJJ11—2011 (2019 年版)第 9.6 条相关要求执行。

(六) 天桥及地下通道结构

1. 计算的一般规定

天桥、地下通道的计算应按现行行业标准《城市人行天桥与人行地道技术规范》CJJ 69—95 第 3.1.11 条、第 2.5.2 条相关要求执行。

2. 构造及其它规定

天桥、地下通道的构造应按现行行业标准《城市人行天桥与人行地道技术规范》CJJ 69—95 第 2.2.2 条、第 2.3.2.1 条、第 2.3.2.2 条、第 2.3.3 条、第 2.5.4 条、第 3.4.1 条、第 3.4.3 条、第 3.4.4 条、第 3.4.5.1 条、第 3.4.5.3 条、第 3.9.10 条、第 4.8.3 条相关要求执行。

(七) 涵洞

1. 材料要求

涵洞结构材料选择应满足《公路涵洞设计规范》JTG/T 3365-02-2020 4.1.1、4.1.2、4.1.5 条。

2. 涵洞结构设计

涵洞的结构设计应符合现行《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60) 中的作用及其组合、《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362)中的承载能力极限状态和正常使用极限状态设计、《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTGD63) 中的地基承载力验算, 以及《公路圬工桥涵设计规范》(JTG D61) 与《公路工程抗震规范》(JTG B02)中的相关规定。

3. 涵洞构造

(1) 涵洞洞身、洞身与端墙、翼墙、进出水口、急流槽交接处宜设置沉降缝, 缝内宜填弹性不透水材料。

(2) 除置于岩石地基上的涵洞和无圬工基础的圆管涵洞身范围可不设沉降缝外, 其余沿洞身长度方向每隔 4-6m 应设置一道沉降缝, 并应符合下列规定:

(3) 在中央分隔带及路肩附近宜设置沉降缝。

(4) 在地基土质发生变化、基础埋深不同或地基压力发生较大变化以及填挖交界处均应设置沉降缝。

(5) 当采用填石抬高基础时, 其沉降缝间距不宜大于 4m。

(6) 钢筋混凝土构件, 其受力钢筋的最小配筋率和最小混凝土保护层厚度应符合现行《公

路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362)的相关规定。

(八) 桥梁抗震

1. 桥梁抗震设防目标、设防类别和设防措施等级

城市桥梁应按《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021 第 2.2.1 条、第 2.2.2 条、第 6.1.1 条、6.1.2 条、第 6.1.3 条及《城市桥梁抗震设计规范》CJJ 166—2011 第 5.5.1 条、5.1.2 条中的规定确定桥梁抗震设防目标、设防类别和设防措施等级。

2. 桥梁场地抗液化措施

(1) 桥梁场地液化等级应根据桥位处地勘报告确定。

(2) 桥梁地基抗液化措施应按现行行业标准《城市桥梁抗震设计规范》CJJ 166—2011 第 4.2.5~4.2.8 条、第 4.4.2 条有关规定执行。

3. 桥梁抗震分析

(1) 桥梁抗震分析应按现行行业标准《城市桥梁抗震设计规范》CJJ 166—2011 第 6.6.1 条、第 6.6.2 条、第 6.6.5 条、第 6.2.5 条、第 6.5.5 条、第 6.6.9 条有关规定执行。

(2) 桥梁地基的抗震验算应按现行行业标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021 第 3.2.1~3.2.3 条有关规定执行。

4. 桥梁减隔震设计

桥梁减隔震设计应按现行行业标准《城市道路工程项目规范》GB 55011-2021 第 6.0.12 及《城市桥梁抗震设计规范》CJJ166—2011 第 9.4.2 条有关规定执行。

5. 墩柱及结点构造措施

对于本地区的常规桥梁，墩柱潜在塑性铰区域加密箍筋的配置，应按现行行业标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021 第 6.1.5 条及《城市桥梁抗震设计规范》CJJ166—2011 第 8.2.2 ~8.2.3 条有关规定执行。

6. 抗震措施

城市桥梁结构抗震措施应按现行行业标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021 第 6.1.7 条、第 6.1.8 条及《城市桥梁抗震设计规范》CJJ166—2011 第 11.2~11.5 条有关规定执行。

(九) 结构计算要点

1. 桥梁结构应根据结构上可能同时出现的作用，按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行最不利作用组合计算，并应同时满足构造和施工工艺的要求。

2. 当桥梁按承载能力极限状态设计时，根据结构的重要性、结构破坏时可能产生的后果严重性，应采用不低于《城市道路工程项目规范》GB 55011-2021 表 6.0.9 规定的设计安全等级。

3. 桥梁结构支承体系应满足桥梁的受力和变形要求。

4. 桥梁结构应满足抗倾覆安全度的要求，并应避免局部构件失效引起的整体倒塌。

5. 当桥梁基础的基坑施工,存在危及施工安全和周围建筑安全风险时,应制定基坑围护设计。

6. 桥梁抗风设计应符合现行行业标准《公路桥梁抗风设计规范》JTG/T 3360—01—2018 第 1.0.2 条、第 1.0.3 条、第 3.1 条、第 3.3 条有关规定执行。

7. 栏杆水平推力水平荷载为 2.5kN/m, 竖向荷载为 1.2kN/m, 不与其他活载叠加。

第三节 常见问题解析

问题 1. 如何解决桥梁设计原则不统一, 桥型及尺寸多样化的问题?

解析: 根据对设计单位、施工单位及审图单位信息反馈, 本地区桥梁设计存在桥型多样化、结构尺寸多样化, 造成施工模板周转利用率低下, 成本较高缺点。建议从统一设计原则、规范桥型方案选择及上下部结构尺寸优化本区桥梁设计。

一、桥梁设计原则

1. 遵循“安全可靠、使用耐久、技术先进、经济合理”的要求进行市政桥涵设计。并综合考虑使用要求、本地区的自然条件、材料来源、便于施工和养护等因素。重视与周围环境、人文景观的协调。重视桥梁造型美观; 充分听取当地政府和有关主管部门的意见。

2. 跨越河流的桥梁, 除必须满足泄洪要求外, 还应充分注意建桥对防洪、环保所造成的影响, 并征得水利部门对桥位及桥型方案的书面意见。跨越通航河流的桥梁, 需进行通航净空尺度论证, 并取得相关航道管理部门的批复意见。

3. 根据桥位的地形、地质和水文等条件, 合理设计桥孔, 尽量采用预应力空心板、T 梁、小箱梁、钢混组合梁等成熟、适用、经济的桥型, 减少钢筋混凝土梁板结构。

4. 确定桥型方案还应注意桥位处的交通运输条件、施工机具进出、场地布置等因素。采用标准化跨径的桥涵宜采用装配式结构, 适用于机械化、工厂化施工。以加快施工速度, 降低工程造价。

5. 道路上的桥梁与水流相交的斜度一般应控制在 30° 以内, 最大不宜超过 45° 。当斜度小于 10° , 且无通航要求时, 可以斜桥正做; 当跨越无法改移的河道或人工沟渠时, 宜顺适实际斜交角度布设。主线斜交桥涵, 宜取 10° 或 15° 作为斜度变化等级, 以方便采用通用设计图进行设计。跨越通航河流的桥型布置, 应充分保证各级航道的使用功能, 使航道通顺, 水流平稳。通航孔桥墩(台)沿水流方向的轴线应与通航水位的主流方向一致, 必须斜交时, 一般斜度不宜大于 5° ; 若斜度超过 5° , 桥梁净跨径必须相应加大。

6. 为满足行车舒适性要求, 特大、大、中桥宜采用连续结构, 小桥可采用简支结构, 桥面连续。为改善行车条件, 当采用多跨简支梁(板)结构时, 宜设置桥面连续构造, 减少伸缩缝数量; 多孔桥梁一联长度不宜超过 160m, 桥孔分联时, 应充分考虑桥梁下构的刚度协调。

7. 特大、大、中桥宜采用模数式橡胶伸缩缝或其它技术可靠、经济合理的伸缩缝装置, 伸缩缝槽口采用 C50 的钢纤维混凝土; 当桥梁只有一孔, 且长度小于 20 米时可考虑采用一端设伸缩

缝、另一端与桥台作桥面连续，以减少车辆频繁振动。伸缩缝规格的计算与选择应符合《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362-2018 中第 8.8 条的相关规定。

8. 装配式预应力混凝土 T 梁、装配式预应力混凝土箱梁、装配式预应力混凝土空心板一般采用板式橡胶支座，纵横坡大于 2.5% 时宜采用盆式橡胶支座或球型钢支座。滑动支座一律设置防尘罩；一般中小桥不设置滑板支座，斜桥中的滑动支座应采用定向滑动支座。

9. 位于平曲线上的桥梁：平曲线半径较小时可作曲线桥；平曲线半径较大时，可布置折线桥，其上部结构必须包络桥面净空和护栏。桥面纵坡一般应服从路线纵面设计，当桥梁位于凹形竖曲线上时，应采取措施，保证桥面排水通畅。

二、桥梁上部结构选择

1. 一般大、中桥梁：根据宁夏当地设计和施工经验，推荐采用以下标准跨径：① L=6、8m 采用钢筋混凝土板，简支桥面连续；② L=10、13、20m 采用后张法预应力混凝土空心板，简支桥面连续；③ L=25m 采用预应力混凝土箱梁，先简支后结构连续。④ L=30、40m 采用预应力混凝土箱梁或 T 梁，先简支后结构连续。

2. 一般多孔梁桥孔跨布置应综合上、下部结构及基础作总体分析比较，选取合理的孔跨布置。同一座桥应尽量采用等跨径布置；同一座桥梁不同跨径的上部结构不应超过两种。

3. 中、小跨径的弯、坡、斜桥，支架不高时，可采用整体式支架现浇连续或简支梁板结构。

4. 对于一般的中小跨径中小桥梁、位于大半径路段的特大和大桥，桥梁结构形式应考虑标准化设计，以简化设计和施工，一般桥梁尽可能采用同一种跨径，对于多孔长桥，桥梁孔径布置也可采用两种跨径组合，并考虑施工工艺的可行性。

5. 宜采用先简支后结构连续结构；存在过高桥墩时，一联中应在 1-2 个中墩（一般选择靠近温度收缩零点或高墩）上采用墩梁固结方式。

6. 平曲线半径较小、多跨大中桥梁，若采用装配式标准跨径，应进行必要的技术处理，预制梁（板）折线布置，不得出现较严重的审美缺陷。也可根据实际情况选取跨径小的标准跨径，但若下部构造工程量较大，应与现浇结构进行技术经济比较。

三、桥梁下部结构和基础选择

1. 桥梁跨越被交路时，桥墩尽量与被交路平行布置。

2. 为规范桥梁结构尺寸，桥墩柱、桩直径选择建议参照公路桥梁通用图相同跨径及桥型做法，桩柱间距不宜大于 7.2 米，悬臂端盖梁长度不宜大于 3 米。整幅桥宽不宜大于 30 米，否则宜采用分幅设计，分幅宜设在分隔带内或双黄线内。

3. 桥墩盖梁尺寸建议参照公路桥梁通用图相同跨径及桥型做法。

4. 桥台桩径宜与桥墩桩径相同，立柱不高时可采用先填路基后桩基接盖梁型式。当桥台桩柱间距与桥墩相同时，桥台盖梁高度可比桥墩盖梁减少 10cm，宽度比柱（桩）径大 10~20cm；当桩柱式桥台支承中心线位于桩基中心线跨径侧时应加大盖梁宽度并偏置，让支承中心线偏向于桩

基中心线的路基侧。

5. 群桩基础的承台厚度按照《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362—2018）执行。

6. 设置盖梁的桥墩，柱高大于 3m 时需要设置桩顶系梁。

7. 不设置盖梁的桥墩均要设置桩顶系梁；当柱高大于 7m 时需要设置柱顶系梁（系梁顶面低于墩柱顶面 30cm）。

8. 桥台形式：填土高度大于 5m 时宜采用肋板台，填土高度小于等于 5m 时宜采用桩柱式台。和挡墙衔接时采用 U 型桥台。

9. 肋板台承台顶面高程按露出地面 50cm 左右控制。

10. 桥台桩柱及肋板数量同桥墩。如果桥梁有加宽或斜交，视具体情况增加肋板数量和桩柱数量。

11. 现浇箱梁过渡墩可采用墩顶扩大头形式（防撞挡块采用梁底伸出式）也可采用盖梁形式。

12. 现浇箱梁桥台桩柱及肋板数量与端横梁的支座数量一致。

13. 摩擦桩桩底素混凝土段长度根据当地设计习惯建议采用 0.5 米。

14. 桩基： $\phi 1.5\text{m}$ 桩基桩长不超过 60m， $\phi 1.2\text{m}$ 的桩基不超过 50m，不满足者需增加桩径。

15. 桩基根据相关规范及地方习惯设置声测管。

问题 2. 如何解决桥梁附属设施易受损，使用寿命较短的问题？

解析：据对已建桥梁结构调查及回访养护部门，桥梁伸缩缝、支座属易损构件，往往很难达到设计使用寿命；桥台背后存在跳车。分析其原因后，建议从材料要求、设计精细化及施工工艺方面加强。

1. 设计文件加强伸缩缝、支座等附属设施材料设计，说明书提出其所符合的技术规范、规程，必要时应明确材料具体技术指标。

2. 伸缩缝采用 D40、D80、D120、D160、D240 等型号伸缩缝时，伸缩缝的型号选用根据桥梁实际伸缩长度计算确定，计算方法见 JTG 3362-2018 中 8.8 条文的有关规定。安装伸缩缝混凝土宜采用 C50，并设置防裂钢筋网或采用钢纤维混凝土。

3. 桥头搭板按行车方向路面宽度设置（土路肩及人行道不设置搭板）。填土高度 $\geq 5\text{m}$ 的桥梁及桥头位于软土地基上的桥梁，桥头搭板长度宜选用 8 米；填土高度 $< 5\text{m}$ 且桥头位于非软土地基的桥梁，桥头搭板长度宜选用 6 米。台背填料选用易压实材料，有条件时选用液态粉煤灰。存在软弱地基时应加固地基。

4. 现浇箱梁支座采用 GPZ（2009）系列，预制结构按通用图选择板式橡胶支座/滑板支座，并根据地区温度选用耐寒性天然橡胶支座。

第八章 燃气工程

第一节 基本要求

一、一般规定

1. 施工图设计文件应达到《市政公用工程设计文件编制深度规定（2013版）》的深度要求。
2. 引用规范、标准及标准图集等设计文件应有针对性，应为现行有效版本。
3. 设计文件对相关设计标准、规范中的强制性条文必须严格执行，对以“必须”、“应”等规范用语规定的非强制性条文提出的要求，应予以明确阐述或充分体现。
4. 设备、材料的选择必须满足相关部门（住建部、宁夏住建厅）下发的关于材料禁止、限制使用的文件要求；采用新技术、新材料、新设备、新工艺应合理、可行及有无排他性。系统施工材料应标注材料种类、外径、壁厚、材质、防腐材料等。设备及附件应标注设备容量、运行参数（运行压力、流量、扬程、电功率等）。
5. 图纸及其他设计文件，签署及盖章应规范、合法。
6. 近年来，国家部委、自治区相继颁布了消防、节能、环保等方面的条例、标准等，当项目内容涉及到时，项目设计依据、技术措施等均应按其要求严格执行。

二、现行相关部分国家规范、标准

1. 《城镇燃气规划规范》GB/T 51098-2015
2. 《城市工程管线综合规划规范》GB 50289-2016
3. 《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020年版）
4. 《聚乙烯燃气管道工程技术标准》CJJ 63-2018
5. 《液化石油气供应工程设计规范》GB 51142-2015
6. 《城镇燃气管道穿跨越工程技术规程》CJJ/T 250-2016
7. 《城镇燃气输配工程施工及验收规范》CJJ 33-2005
8. 《压力管道规范 公用管道》GB/T 38942-2020
9. 《压力管道规范 工业管道》GB/T 20801-2020
10. 《汽车加油加气加氢站技术标准》GB 50156-2021
11. 《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014
12. 《承压设备无损检测》NB/T 47013-2015
13. 《特种设备生产和充装单位许可规则》TSG 07-2019

第二节 室外燃气管网

一、设计内容

包含压力不大于 1.6MPa 的室外燃气管网和压力大于 1.6MPa 的室外燃气管网的敷设、布置要点，选材要点。

二、设计要点

(一) 压力不大于 1.6MPa 的室外燃气管网

压力不大于 1.6MPa 的室外燃气管网，其敷设、布置应符合如下要求。

《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020 年版）

6.3.4 地下燃气管道埋设的最小覆土厚度（路面至管顶）应符合下列要求：

- 1 埋设在机动车行道下时，不得小于 0.9m；
- 2 埋设在非机动车行道（含人行道）下时，不得小于 0.6m；
- 3 埋设在机动车不可能到达的地方时，不得小于 0.3m；
- 4 埋设在水田下时，不得小于 0.8m。

注：当不能满足上述规定时，应采取有效的安全防护措施。

6.3.5 输送湿燃气的燃气管道，应埋设在土壤冰冻线以下。

6.3.7 地下燃气管道不得在堆积易燃、易爆材料和具有腐蚀性液体的场地下面穿越，并不宜与其他管道或电缆同沟敷设。当需要同沟敷设时，必须采取有效的安全防护措施。

6.3.9 燃气管道穿越铁路、高速公路、电车轨道和城镇主要干道时应符合下列要求：

- 1 穿越铁路或高速公路的燃气管道，应加套管。

注：当燃气管道采用定向钻穿越并取得铁路或高速公路部门同意时，可不加套管。

- 2 穿越铁路的燃气管道的套管，应符合下列要求：

- 1) 套管埋设的深度：铁路轨底至套管顶不应小于 1.20m，并应符合铁路管理部门的要求；
- 2) 套管宜采用钢管或钢筋混凝土管；
- 3) 套管内径应比燃气管道外径大 100mm 以上；
- 4) 套管两端与燃气管的间隙应采用柔性的防腐、防水材料密封，其一端应装设检漏管；
- 5) 套管端部距路堤坡脚外的距离不应小于 2.0m。

3 燃气管道穿越电车轨道或城镇主要干道时宜敷设在套管或管沟内；穿越高速公路的燃气管道的套管、穿越电轨道或城镇主要干道的燃气管道的套管或管沟，应符合下列要求：

- 1) 套管内径应比燃气管道外径大 100mm 以上，套管或管沟两端应密封，在重要地段的套管或管沟端部宜安装检漏管；

- 2) 套管或管沟端部距电车道边轨不应小于 2.0m；距道路边缘不应小于 1.0m。

- 4 燃气管道宜垂直穿越铁路、高速公路、电车轨道或城镇主要干道。

6.3.10 燃气管道通过河流时，可采用穿越河底或采用管桥跨越的形式。当条件许可时，可

利用道路桥梁跨越河流，并应符合下列要求：

1 随桥梁跨越河流的燃气管道，其管道的输送压力不应大于 0.4MPa。

2 当燃气管道随桥梁敷设或采用管桥跨越河流时，必须采取安全防护措施。

3 燃气管道随桥梁敷设，宜采取下列安全防护措施：

1) 敷设于桥梁上的燃气管道应采用加厚的无缝钢管或焊接钢管，尽量减少焊缝，对焊缝进行 100%无损探伤；

2) 跨越通航河流的燃气管道管底标高，应符合通航净空的要求，管架外侧应设置护桩；

3) 在确定管道位置时，与随桥敷设的其它管道的间距应符合现行国家标准。

(二) 压力大于 1.6MPa 的室外燃气管网

压力大于 1.6MPa 的室外燃气管网，其选材、布置应符合如下要求。

《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006 (2020 年版)

6.4.4 高压燃气管道采用的钢管和管道附件材料应符合下列要求：

1 燃气管道所用钢管、管道附件材料的选择，应根据管道的使用条件（设计压力、温度、介质特性、使用地区等）、材料的焊接性能等因素，经技术经济比较后确定。

3 燃气管道所采用的钢管和管道附件应根据选用的材料、管径、壁厚、介质特性、使用温度及施工环境温度等因素，对材料提出冲击试验和（或）落锤撕裂试验要求。

4 当管道附件与管道采用焊接连接时，两者材质应相同或相近。

5 管道附件中所用的锻件，应符合国家现行标准《压力容器用碳素钢和低合金钢锻件》JB4726、《低温压力容器用低合金钢锻件》JB4727 的有关规定。

6 管道附件不得采用螺旋焊缝钢管制作，严禁采用铸铁制作。

6.4.10 下列计算或要求应符合现行的国家标准《输气管道工程设计规范》GB50251 的相应规定：

1 受约束的埋地直管段轴向应力计算和轴向应力与环向应力组合的当量应力校核；

2 受内压和温差共同作用下弯头的组合应力计算；

3 管道附件与没有轴向约束的直管段连接时的热膨胀强度校核；

4 弯头和弯管的管壁厚度计算；

5 燃气管道径向稳定校核。

6.4.15 高压燃气管道的布置应符合下列要求：

1 高压燃气管道不宜进入四级地区；当受条件限制需要进入或通过四级地区时，应遵守下列规定：

1) 高压 A 地下燃气管道与建筑物外墙面之间的水平净距不应小于 30m（当管壁厚度 $\delta \geq 9.5\text{mm}$ 或对燃气管道采取有效的保护措施时，不应小于 15m）；

2) 高压 B 地下燃气管道与建筑物外墙面之间的水平净距不应小于 16m（当管壁厚度 $\delta \geq$

9.5mm 或对燃气管道采取有效的保护措施时，不应小于 10m）；

3) 管道分段阀门应采用遥控或自动控制。

2 高压燃气管道不应通过军事设施、易燃易爆仓库、国家重点文物保护单位的安全保护区、飞机场、火车站、海（河）港码头。当受条件限制管道必须在本款所列区域内通过时，必须采取安全防护措施。

3 高压燃气管道宜采用埋地方式敷设。当个别地段需要采用架空敷设时，必须采取安全防护措施。

6.4.17 焊接支管连接口的补强应符合下列规定：

1 补强的结构型式可采用增加主管道或支管道壁厚或同时增加主、支管道壁厚、或三通、或拔制扳边式接口的整体补强形式，也可采用补强圈补强的局部补强形式。

2 当支管道公称直径大于或等于 1/2 主管道公称直径时，应采用三通。

3 支管道的公称直径小于或等于 50mm 时，可不作补强计算。

4 开孔削弱部分按等面积补强，其结构和数值计算应符合现行国家标准《输气管道工程设计规范》GB50251 的相应规定。其焊接结构还应符合下述规定：

1) 主管道和支管道的连接焊缝应保证全焊透，其角焊缝腰高应大于或等于 1/3 的支管道壁厚，且不小于 6mm；

2) 补强圈的形状应与主管道相符，并与主管道紧密贴合。焊接和热处理时补强圈上应开一排气孔，管道使用期间应将排气孔堵死，补强圈宜按国家现行标准《补强圈》JB/T 4736 选用。

6.4.18 燃气管道附件的设计和选用应符合下列规定：

1 管件的设计和选用应符合国家现行标准《钢制对焊无缝管件》GB 12459、《钢板制对焊管件》GB/T 13401、《钢制法兰管件》GB/T 17185、《钢制对焊管件》SY/T 0510 和《钢制弯管》SY/T 5257 等有关标准的规定。

2 管法兰的选用应符合国家现行标准《钢制管法兰》GB/T 9112~GB/T 9124、《大直径碳钢法兰》GB/T 13402 或《钢制法兰、垫片、紧固件》HG 20592~HG 20635 的规定。法兰、垫片和紧固件应考虑介质特性配套选用。

3 绝缘法兰、绝缘接头的设计应符合国家现行标准《绝缘法兰设计技术规定》SY/T 0516 的规定。

4 非标钢制异径接头、凸形封头和平封头的设计，可参照现行国家标准《钢制压力容器》GB150 的有关规定。

5 除对焊管件之外的焊接预制单体（如集气管、清管器接收筒等），若其所用材料、焊缝及检验不同于本规范所列要求时，可参照现行国家标准《钢制压力容器》GB 150 进行设计、制造和检验。

第三节 燃气场站

一、设计内容

包括储配站、门站，调压站（箱、柜）与调压装置，液化天然气气化站，液化石油气储存站、储配站和灌装站，汽车加油加气站等内容。

二、设计要点

燃气站场设计时，对以下规范条文、文件规定应予以关注执行。

（一）储配站、门站

储配站、门站的设计应符合如下要求。

《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020年版）

6.5.6 当燃气无臭味或臭味不足时，门站或储配站内应设置加臭装置。加臭量应符合本规范第3.2.3条的有关规定。

6.5.7 门站和储配站的工艺设计应符合下列要求：

- 1 功能应满足输配系统输气调度和调峰的要求；
- 2 站内应根据输配系统调度要求分组设置计量和调压装置，装置前应设过滤器；门站进站总管上宜设置分离器；
- 3 调压装置应根据燃气流量、压力降等工艺条件确定设置加热装置；
- 4 站内计量调压装置和加压设备应根据工作环境要求露天或在厂房内布置，在寒冷或风沙地区宜采用全封闭式厂房；
- 5 储配站内进罐管线上宜设置控制进罐压力和流量的调节装置；
- 6 当长输管道采用清管工艺时，其清管器的接收装置宜设置在门站内；
- 7 站内管道上应根据系统要求设置安全保护及放散装置；
- 8 站内设备、仪表、管道等安装的水平间距和标高均应便于观察、操作和维修。

（二）调压站（箱、柜）与调压装置

调压站（箱、柜）与调压装置的设计应符合如下要求。

《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020年版）

6.6.2 调压装置的设置应符合下列要求：

- 1 自然条件和周围环境许可时，宜设置在露天，但应设置围墙、护栏或车挡；
- 2 设置在地上单独的调压箱（悬挂式）内时，对居民和商业用户燃气进口压力不应大于0.4MPa；对工业用户（包括锅炉房）燃气进口压力不应大于0.8 MPa；
- 3 设置在地上单独的调压柜（落地式）内时，对居民、商业用户和工业用户（包括锅炉房）燃气进口压力不宜大于1.6MPa；
- 4 设置在地上单独的建筑物内时，应符合本规范第6.6.12条的要求；
- 5 当受到地上条件限制，且调压装置进口压力不大于0.4MPa时，可设置在地下单独的建

筑物内或地下单独的箱体, 并应分别符合本规范第 6.6.14 条和第 6.6.5 条的要求;

6.6.4 地上调压箱和调压柜的设置应符合下列要求:

1 调压箱(悬挂式)

2) 调压箱到建筑物的门、窗或其他通向室内的孔槽的水平净距应符合下列规定:

当调压器进口燃气压力不大于 0.4MPa 时, 不应小于 1.5m;

当调压器进口燃气压力大于 0.4MPa 时, 不应小于 3.0m;

调压箱不应安装在建筑物的窗下和阳台下的墙上; 不应安装在室内通风机进风口墙上。

3) 安装调压箱的墙体应为永久性的实体墙, 其建筑物耐火等级不应低于二级;

4) 调压箱上应有自然通风孔。

2 调压柜(落地式)

1) 调压柜应单独设置在牢固的基础上, 柜底距地坪高度宜为 0.30m;

2) 距其他建筑物、构筑物的水平净距应符合表 6.6.3 的规定;

3) 体积大于 1.5m³ 的调压柜应有爆炸泄压口, 爆炸泄压口不应小于上盖或最大柜壁面积的 50%(以较大者为准); 爆炸泄压口宜设在上盖上; 通风口面积可包括在计算爆炸泄压口面积内;

4) 调压柜上应有自然通风口, 其设置应符合下列要求:

当燃气相对密度大于 0.75 时, 应在柜体上、下各设 1%柜底面积通风口; 调压柜四周应设护栏;

当燃气相对密度不大于 0.75 时, 可在柜体上部设 4%柜底面积通风口; 调压柜四周宜设护栏。

3 调压箱(或柜)的安装位置应能满足调压器安全装置的安装要求。

4 调压箱(或柜)的安装位置应使调压箱(或柜)不被碰撞, 在开箱(或柜)作业时不影响交通。

6.6.5 地下调压箱的设置应符合下列要求:

1 地下调压箱不宜设置在城镇道路下, 距其他建筑物、构筑物的水平净距应符合本规范表 6.6.3 的规定;

2 地下调压箱上应有自然通风口, 其设置应符合本规范第 6.6.4 条第 2 款 4) 项规定;

3 安装地下调压箱的位置应能满足调压器安全装置的安装要求;

4 地下调压箱设计应方便检修;

5 地下调压箱应有防腐保护。

6.6.7 调压箱(柜)或调压站的噪声应符合现行国家标准《城市区域环境噪声标准》GB 3096 的规定。

(三) 液化天然气气化站

液化天然气气化站的设计应符合如下要求。

《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006 (2020 年版)

9.2.6 站内兼有灌装液化天然气钢瓶功能时,站区内设置储存液化天然气钢瓶(实瓶)的总容积不应大于 2m^3 。

9.2.12 液化天然气集中放散装置的汇集总管,应经加热将放散物加热成比空气轻的气体后方可排入放散总管;放散总管管口高度应高出距其 25m 内的建、构筑物 2m 以上,且距地面不得小于 10m 。

9.2.13 液化天然气气化后向城镇管网供应的天然气应进行加臭,加臭量应符合本规范第3.2.3条的规定。

9.4.3 管道宜采用焊接连接。公称直径不大于 50mm 的管道与储罐、容器、设备及阀门可采用法兰、螺纹连接;公称直径大于 50mm 的管道与储罐、容器、设备及阀门连接应采用法兰或焊接连接;法兰连接采用的螺栓、弹性垫片等紧固件应确保连接的紧密度。阀门应能适用于液化天然气介质,液相管道应采用加长阀杆和能在线检修结构的阀门(液化天然气钢瓶自带的阀门除外),连接宜采用焊接。

9.4.4 管道应根据设计条件进行柔性计算,柔性计算的范围和方法应符合现行国家标准《工业金属管道设计规范》GB 50316的规定。

9.4.7 液态天然气管道上的两个切断阀之间必须设置安全阀,放散气体宜集中放散。

9.4.8 液化天然气卸车口的进液管道应设置止回阀。液化天然气卸车软管应采用奥氏体不锈钢波纹软管,其设计爆裂压力不应小于系统最高工作压力的 5 倍。

9.4.11 液化天然气储罐安全阀的设置应符合下列要求:

- 1 必须选用奥氏体不锈钢弹簧封闭全启式;
- 2 单罐容积为 100m^3 或 100m^3 以上的储罐应设置 2 个或 2 个以上安全阀;
- 3 安全阀应设置放散管,其管径不应小于安全阀出口的管径。放散管宜集中放散;
- 4 安全阀与储罐之间应设置切断阀。

(四) 液化天然气瓶组气化站

液化天然气瓶组气化站的设计应符合如下要求。

《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006(2020 年版)

9.3.1 液化天然气瓶组气化站采用气瓶组作为储存及供气设施,应符合下列要求:

- 1 气瓶组总容积不应大于 4m^3 。
- 2 单个气瓶容积宜采用 175L 钢瓶,最大容积不应大于 410L ,灌装量不应大于其容积的 90% 。
- 3 气瓶组储气容积宜按 1.5 倍计算月最大日供气量确定。

9.3.3 设置在露天(或罩棚下)的空温式气化器与气瓶组的间距应满足操作的要求,与明火、

散发火花地点或其他建、构筑物的防火间距应符合本规范第 9.3.2 条气瓶总容积小于或等于 2m³ 一档的规定。

(五) 液化石油气储存站、储配站和灌装站

液化石油气储存站、储配站和灌装站的设计应符合如下要求。

《液化石油气供应工程设计规范》GB 51142-2015

3.0.16 液化石油气供应站不得设置在地下或半地下建筑上。

5.1.2 液化石油气储存站、储配站和灌装站站址的选择应符合下列规定：

1 三级及以上的液化石油气储存站、储配站和灌装站应设置在城镇的边缘或相对独立的安全地带，并应远离居住区、学校、影剧院、体育馆等人员集聚的场所；

2 在城市中心城区和人员稠密区建设的液化石油气储存站、储配站和灌装站应符合本规范第 3 章的规定；

3 应选择地势平坦、开阔、不易积存液化石油气的地段，且应避开地质灾害多发区；

5.3.6 液化石油气压缩机进、出口管段阀门及附件的设置应符合下列规定：

1 进、出口管段应设置阀门；

2 进口管段应设置过滤器；

3 出口管段应设置止回阀和安全阀（设备自带除外）；

4 进、出口管段之间应设置旁通管及旁通阀。

5.3.10 液态液化石油气泵进、出口管段阀门及附件的设置应符合下列规定：

1 泵进、出口管段应设置切断阀和放气阀；

2 泵进口管段应设置过滤器；

3 泵出口管段应设置止回阀，并应设置液相安全回流阀。

5.3.13 储配站和灌装站应设置残液倒空和回收装置。

5.3.14 汽车槽车装卸台柱的装卸接头应采用与汽车槽车配套的快装接头，接头与装卸管之间应设置阀门。装卸管段应设置拉断力为 800N~1400N 的拉断阀。

5.3.17 铁路槽车装卸枝桥上的液化石油气装卸鹤管应设置便于操作的机械吊装设施。

5.3.19 站内室外液化石油气管道的设置应符合下列规定：

4 液相管道两阀门之间应设置管道安全阀，高点应设置排气阀，低点应设置排污阀；

5 管道安全阀与管道之间应设置阀门。

9.3.4 液化石油气储罐第一道法兰、垫片和紧固件的设计应符合现行行业标准《钢制管法兰、垫片、紧固件》HG/T 20592~HG/T 20635，并应采用带颈对焊法兰、带内环和对中环型的金属缠绕垫片和专用级高强度全螺纹螺柱与 II 型六角螺母的组合。

9.3.5 液化石油气储罐接管安全阀件的配置应符合下列规定：

1 应设置安全阀和检修用的放散管；

2 液相进口管应设置止回阀；

3 储罐液相出口管和气相管应设置紧急切断阀；

4 储罐所有管道接口应设置两道手动阀门；排污口两道阀间应采用短管连接，并应采取防冻措施。

9.3.7 液化石油气储罐安全阀的设置应符合下列规定：

1 应选用弹簧封闭全启式安全阀，且整定压力不应大于储罐设计压力。

2 容积大于或等于 100m³的储罐应设置 2 个或 2 个以上安全阀。

3 安全阀应设置放散管，其管径不应小于安全阀的出口管径。

4 地上储罐安全阀放散管管口应高出储罐操作平台 2.0m 以上，且应高出地面 5.0m 以上；地下储罐安全阀放散管管口应高出地面 2.5m 以上。

5 安全阀与储罐之间应设置阀门。

（六）汽车加气站

汽车加油加气站的设计应符合如下要求。

《汽车加油加气加氢站技术标准》GB 50156-2021

5.0.8 加油加气加氢站的变配电间或室外变压器应布置在作业区之外。变配电间的起算点应为门窗等洞口。

5.0.9 站房不应布置在爆炸危险区域。站房部分位于作业区内时，建筑面积应符合本标准第 14.2.10 条的规定。

5.0.15 本标准表 5.0.13-1、表 5.0.13-2 和表 5.0.14 中，工艺设备与站区围墙的防火间距还应符合本标准第 5.0.11 条的规定。设备或建（构）筑物的计算间距起止点应符合本标准附录 A 的规定。

第四节 常见问题解析

问题 1. 液化天然气气化站内压力管道类别如何确定？

解析：根据市场监管总局市场监管总局关于特种设备行政许可有关事项的公告（2019 年第 3 号）的附件 1（特种设备生产单位许可目录）之注一相关内容的规定，液化天然气气化站内压力管道的类别应为 GC2（工业管道 2 级）。

市政燃气工程管道，通常属压力管道范畴，对压力管道类别辨识不清，会造成设计及选型、选材错误，会导致工程安全事故亦或造成工程浪费。因此，正确辨识压力管道类别非常重要。

压力管道类别，市政道路燃气管道通常被认定为 GB1（公用工程燃气），加气站、气化站等场站内燃气管道通常被认定为 GC2（工业管道 2 级）。

问题 2. 压力管道图纸如何签署？

解析：依据《特种设备生产和充装单位许可规则》TSG 07-2019 的相关规定，GB1（公用工

程燃气)压力管道设计,设计文件签署应为四级(设计、校核、审核、审定),GC2(工业管道2级)的签署应为三级(设计、校核、审核)。

问题 3. 市政燃气管道工程设计,设计文件是否需要提供管道数据表?

解析:依据《压力管道安全技术监察规程-工业管道》TSG D0001-2009 的相关规定及市场监管局的行政管理要求,市政燃气管道工程设计,设计文件必须提供管道数据表【管道数据表主要包括:管道(参数)特性表、管道(材料)等级表。管道数据表参见 TSG D0001-2009 之附件 C】,以便压力管道的备案、监管,以确保工程安全。

市政燃气工程管道,通常属压力管道范畴,应按压力管道要求,增加相应的法律、法规设计依据,按照相应的行政主管部门(市场监督管理局)要求,应出具管道系统的参数特性表、材料等级表等,以明确压力管道类别、级别,以明确管材及执行标准,并注明阀门等附件型号,对管道的检测、清洗、试压应做出明确要求。

第九章 热力工程

第一节 基本规定

一、一般规定

1. 施工图设计文件应达到《市政公用工程设计文件编制深度规定（2013版）》的深度要求。
2. 引用规范、标准及标准图集等设计文件应有针对性，应为现行有效版本。
3. 施工图设计应根据工程项目所涉及的内容编制设计文件，设计文件包括设计与施工说明、设计图纸、计算书等。
4. 设计文件应完整表达热力系统相关设计参数、设备表及主要材料表、设备系统安装及验收要求等内容。
5. 设计文件对相关设计标准、规范中的强制性条文必须严格执行，对以“必须”、“应”等规范用语规定的非强制性条文提出的要求，应予以明确阐述或充分体现。
6. 热力系统涉及节能、抗震、湿陷性技术要求的技术措施、参数应予以明确表达。
7. 对涉及大型设备安装的预留孔洞情况应予以说明。
8. 依据项目情况对涉及系统运行策略的设计方案予以明确说明。

二、现行相关部分国家规范、标准

1. 《供热工程项目规范》GB 55010-2021
2. 《锅炉安全技术规程》TSG 11-2020
3. 《锅炉房设计标准》GB 50041-2020
4. 《城镇供热管网设计标准》CJJ 34-2022
5. 《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81-2013
6. 《城镇供热直埋蒸汽管道技术规程》CJJ/T 104-2014
7. 《城镇供热系统运行维护技术规程》CJJ 88-2014
8. 《高密度聚乙烯外护管硬质聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管及管件》GB/T 29047-2021
9. 《压力管道规范 公用管道》GB/T 38942-2020
10. 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021
11. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021
12. 《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025-2018
13. 《建筑设计防火规范》（2018版）GB 50016-2014
14. 《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251-2017

三、地方规定

1. 《全区住房和城乡建设领域打赢蓝天保卫战三年行动计划（2018—2020年）》宁建（城）发〔2018〕49号；

2. 银川市人民政府办公室关于印发《银川市燃气锅炉低氮改造工作实施方案》的通知（银政办规发【2020】4号）

第二节 锅炉房工艺

一、设计内容

锅炉房设计是指符合《锅炉房设计标准》（GB 50041）介质及参数范围的工程设计，包括锅炉房建设规模和供热介质、供热能源、锅炉房的布置、锅炉房工艺、锅炉房环保等内容。

二、设计要点

锅炉房工程设计的规模与布局、建设标准应符合《供热工程项目规范》（GB 55010）要求，并对以下规范条文、文件规定应予以关注执行。

（一）锅炉房的建设规模和供热介质、供热能源

1. 锅炉房建设规模（锅炉房容量）应根据设计热负荷经技术经济比较后确定，并应符合《锅炉房设计标准》GB50041-2020，第 3.0.12 条规定。

2. 锅炉房设计热负荷的确定基础如下：

（1）设计热负荷的确定首先要明确供热对象（供热范围），是建筑单体、建筑区域（企业区域）还是城市区域。

（2）建筑单体、建筑区域的设计热负荷以建筑方案为基础计算确定。

（3）城市区域的设计热负荷以区域总体建设规划、供热规划为基础计算确定。

3. 锅炉房供热介质应根据供热负荷及参数需求经技术经济比较后确定，并应符合《锅炉房设计标准》GB50041-2020，第 3.0.9 条、第 3.0.10 条规定。

4. 锅炉房的供热能源采用何种燃料，须经由供热规模、供热能源的资源条件、安全生产、经济效益和环境保护等多方条件综合比较确定。

《全区住房和城乡建设领域打赢蓝天保卫战三年行动计划（2018—2020年）》

禁止在城市建成区新建 35 蒸吨/小时以下燃煤供热锅炉，其他地区一律不再新建 10 蒸吨/小时以下燃煤供热锅炉。

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012

8.11.9 除厨房、洗衣、高温消毒以及冬季空调加湿等必须采用蒸汽的负荷外，其余热负荷应以热水锅炉为热源。当蒸汽热负荷在总热负荷的比例大于 70%且总热负荷 $\leq 1.4\text{MW}$ 时，可采用蒸汽锅炉。

（二）锅炉房的布置

1. 锅炉房布置设计分三个层级，锅炉房的位置设计、锅炉房内各工艺（功能）区域分布设计、各工艺区域内的工艺（设备及管线）布置设计。

2. 锅炉房的位置设计主要由供热规模决定，其范围大小由工艺专业提出方案，由建筑专业规

划实施，具体设计应符合《锅炉房设计标准》GB50041-2020，第 4.1 条规定。

3. 锅炉房内各工艺区域分布设计，由工艺专业提出方案，由建筑专业设计实施，具体设计应符合《锅炉房设计标准》GB50041-2020，第 4.2 条规定。

4. 锅炉房各区域内的工艺布置由工艺专业设计实施，工艺布置应确保设备安装、操作运行、维护维修的安全和方便，并使各种管线流程短、结构简单，使锅炉房面积和空间使用合理紧凑。

《锅炉房设计标准》GB50041-2020

3.0.4 地下、半地下、地下室和半地下室锅炉房，严禁选用液化石油气或相对密度大于或等于 0.75 的气体燃料。

4.3.8 锅炉间通向室外的门应向室外开启，锅炉房内的辅助间或生活间直通锅炉间的门应向锅炉间内开启。

4.4.5 锅炉操作地点和通道的净空高度不应小于 2m，并应符合起吊设备操作高度的要求；在锅筒、省煤器及其他发热部位的上方，当不需操作和通行时，其净空高度可为 0.70m。

4.4.6 锅炉与建筑物的净距，不应小于表 4.4.6 的规定。

表 4.4.6 锅炉与建筑物的净距

单台锅炉容量		炉前(m)			锅炉两侧和后部通道(m)
蒸汽锅炉 (t/h)	热水锅炉 (MW)	链条 锅炉	煤粉炉、循环 流化床锅炉	燃气(油) 锅炉	
1~4	0.7~.8	3.00	2.50	2.50	0.80
6~20	4.2~14.0	4.00	3.00	3.00	1.50
≥35	≥29.0	5.00	4.00	4.00	1.80

(三) 锅炉房工艺

1. 锅炉房工艺设计包括能源（燃料）供应系统设计、烟风系统设计、供热（蒸汽、热水）系统设计，以及水处理和给水系统设计等。

2. 锅炉房工艺设计在强制执行《供热工程项目规范》GB 55010 全部涉及内容条件下，对以下规范条文、文件规定应予以关注执行：

《锅炉安全技术规程》（TSG 11-2020）

5.1.2.1 每台锅炉至少应当装设两个安全阀（包括锅筒和过热器安全阀）。符合下列规定之一的，可只装一个安全阀：

- (1) 额定蒸发量小于或等于 0.5t/h 的蒸汽锅炉；
- (2) 额定蒸发量小于 4t/h 并且装设有可靠的超压联锁保护装置的蒸汽锅炉；
- (3) 额定热功率小于或者等于 2.8MW 的热水锅炉。

5.1.2.2 除满足本规程 5.1.2.1 的要求外，以下位置也应当装设安全阀：

- (1) 再热器出口处，以及直流锅炉的外置式启动（汽水）分离器；
- (2) 直流蒸汽锅炉过热蒸汽系统中两级间的连接管道截止阀前；

(3) 多压力等级余热锅炉，每一压力等级的锅筒和过热器。

5.1.10 安全阀安装

(1) 安全阀应当铅直安装，并且应当安装在锅筒（锅壳）、集箱的最高位置，在安全阀和锅筒（壳）之间或者安全阀和集箱之间，不应当装设有取用蒸汽或者热水的管路和阀门；

(2) 几个安全阀如果共同装在一个与锅筒（壳）直接相连的短管上，短管的流通截面积应当不小于所有安全阀的流通截面积之和；

(3) 采用螺纹连接的弹簧安全阀时，应当符合 GB/T 12241《安全阀一般要求》的要求；安全阀应当与带有螺纹的短管相连接，而短管与锅筒（壳）或者集箱筒体的连接应当采用焊接结构。

5.1.12 蒸汽锅炉安全阀排汽管

(1) 排汽管应当直通安全地点，并且有足够的流通截面积，保证排汽畅通，同时排汽管应当固定，不应当有任何来自排汽管的外力施加到安全阀上；

(2) 安全阀排汽管底部应当装有接到安全地点的疏水管，在疏水管上不应当装设阀门；

(3) 两个独立的安全阀的排汽管不应当相连；

(4) 安全阀排汽管上如果装有消音器，其结构应当有足够的流通截面积和可靠的疏水装置；

(5) 露天布置的排汽管如果加装防护罩，防护罩的安装不应当妨碍安全阀的正常动作和维修。

6.1.13 热水锅炉安全阀排水管

热水锅炉的安全阀应当装设排水管，排水管应当直通安全地点，并且有足够的排放流通面积，保证排放畅通。在排水管上不应当装设阀门，并且应当有防冻措施。

5.5 排污和放水装置

排污和放水装置的装设应当符合以下要求：

(2) 额定蒸发量大于 1t/h 的蒸汽锅炉和 B 级热水锅炉（工业用直流和贯流式锅炉除外），排污管上装设两个串联的阀门，其中至少有一个是排污阀，且安装在靠近排污管线出口一侧；

(3) 过热器系统、再热器系统、省煤器系统的最低集箱（或者管道）处装设放水阀；

(4) 有过热器的蒸汽锅炉锅筒装设连续排污装置；

(5) 每台锅炉装设独立的排污管，排污管尽量减少弯头，保证排污畅通并且接到安全地点或者排污膨胀箱（扩容器）；

(6) 多台锅炉合用 1 根排放总管时，需要避免 2 台以上的锅炉同时排污；

(7) 锅炉的排污阀、排污管不宜采用螺纹连接。

《锅炉房设计标准》GB 50041-2020

8.0.4 燃油、燃气和煤粉锅炉烟道和烟囱设计除应符合本标准第 8.0.3 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 在烟气容易集聚的地方，以及当多台锅炉共用 1 座烟囱或 1 条总烟道时，每台锅炉烟道出口处应装设防爆装置，其位置应有利于泄压；当爆炸气体有可能危及操作人员的安全时，防爆装置上应装设地压导向管；

2 燃油、燃气锅炉烟囱和烟道应采用钢制或钢筋混凝土构筑，燃气锅炉的烟道和烟囱最低点应设置冷凝水排水设施；

3 燃油、燃气锅炉不得与使用固体燃料的设备共用烟道和烟囱；

4 水平烟道长度应根据现场情况和烟囱抽力确定，并使燃油、燃气锅炉能维持微正压燃烧的要求；

5 水平烟道应有不小于 1% 坡向锅炉或排水点的坡度；

6 排烟温度低于烟气露点时，烟道及烟囱内壁应采取相应的防腐措施。

8.0.5 锅炉房烟囱的高度应符合现行国家标准《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271 的有关规定；锅炉房在机场附近时，烟囱高度尚应符合航空净空要求。

10.1.1 热水锅炉的出口水压不应小于锅炉最高供水温度加 20℃ 相应的饱和压力。

10.1.2 热水锅炉应有防止或减轻因热水系统的循环水泵突然停运后造成锅水汽化和水击的措施。

10.1.3 热水系统循环水泵进、出口母管之间应装设带止回阀的旁通管，旁通管截面积不宜小于母管的 1/2；在进口母管上应装设除污器和安全阀，安全阀应安装在除污器出水一侧；当采用气体加压膨胀水箱时，其连通管宜接在循环水泵进口母管上。

11.1.3 热水锅炉应装设指示仪表监测并记录下列安全运行参数：

- 1 锅炉进出口水温和水压；
- 2 锅筒(锅壳)压力，出水集箱压力；
- 3 锅炉循环水泵运行和故障。

11.1.4 每台热水锅炉应按表 11.1.4 的规定装设监测经济运行参数的仪表。

11.1.7 锅炉房应装设下列经济核算用的仪表：

- 1 蒸汽量指示和积算；
- 2 过热蒸汽温度指示和记录；
- 3 供热量指示和积算；
- 4 煤、油、燃气和脱硫剂、脱硝剂总耗量记录和积算；
- 5 原水总耗量指示和积算；
- 6 凝结水回收量指示和积算；
- 7 热水系统补给水量指示和积算；
- 8 总电耗量指示和积算。

11.1.8 锅炉房报警信号的装设，应符合表 11.1.8 的规定。

13.1.11 每台蒸汽锅炉的连续排污管道宜分别接至连续排污膨胀器；在锅炉出口的连续排污管道上，应装设节流阀；在锅炉出口和连续排污膨胀器进口处，应各设 1 个切断阀；2 台 ~4 台锅炉宜合设 1 台连续排污膨胀器；连续排污膨胀器上应装设安全阀。

13.1.12 锅炉的排污阀及其管道不应采用螺纹连接，锅炉排污管道应减少弯头。

13.1.14 锅炉本体、除氧器和减压减温器上的放汽管、安全阀的排汽管应接至室外安全处，2 个独立安全阀的排汽管不应相连。

《工业锅炉水质》GB/T 1576-2018

4.2.3 采用锅外水处理的自然循环蒸汽锅炉和汽水两用锅炉水质，额定蒸发量大于或等于 10t/h 的锅炉，给水应除氧。额定蒸发量小于 10t/h 的锅炉如果发现局部氧腐蚀，也应采取除氧措施。

（四）锅炉房环保

锅炉房环保包括降低污染物排放、降噪、废弃物处理等措施。近年来，围绕国家高质量发展战略目标，各级政府相继出台了节能、降耗、减排的政策文件，锅炉房设计必须采取相应措施，降低污染物排放，以符合规定要求。

《全区住房和城乡建设领域打赢蓝天保卫战三年行动计划（2018—2020 年）》宁建（城）发〔2018〕49 号

全区新建 65 蒸吨/小时及以上燃煤供热锅炉大气污染物排放浓度执行超低排放（在基准含氧量 6%条件下，烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放浓度分别不高于 10、35、50mg/m³）标准。

新建 35 蒸吨/小时燃煤供热锅炉大气污染物排放浓度执行特别排放限值标准（在基准含氧量 6%条件下，烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放浓度分别不高于 30、200、200mg/m³）标准。

城市建成区新建燃气供热锅炉要满足低氮排放要求（30mg/m³）。

银川市人民政府办公室关于印发《银川市燃气锅炉低氮改造工作实施方案》的通知（银政办规发【2020】4 号）

银川市各县（市）区建成区范围内，在 2020 年 1 月 1 日后新建的燃气锅炉氮氧化物排放浓度必须低于 30mg/m³。

《锅炉大气污染物排放标准》GB13271-2014

4.5 每个新建燃煤锅炉房只能设一根烟囱，烟囱高度应根据锅炉房装机总容量，按表 4 规定执行。燃油、燃气锅炉烟囱不低于 8m，烟囱的具体高度按批复的环境影响评价文件确定。新建锅炉房的烟囱周围半径 200m 距离内有建筑物时，其烟囱应高出最高建筑物 3m 以上。

表 4 燃煤锅炉房烟囱最低允许高度

锅炉房装机总容量		烟囱最低允许高度/m
MW	t/h	
<0.7	<1	20
0.7~<1.4	1~<2	25
1.4~<2.8	2~<4	30
2.8~<7	4~<10	35
7~<14	10~<20	40
≥14	≥20	45

第三节 热力管网

一、设计内容

热力管网设计是指符合《城镇供热管网设计规范》(CJJ/T 34) 介质及参数范围的工程设计, 包括热力管网、厂站等内容。

二、设计要点

1. 热力管道的介质及参数符合《特种设备生产单位许可目录》(2019年第3号) 压力管道范围时, 热力管道系统设计应符合《压力管道规范 公用管道》(GB/T 38942) 要求。
2. 依据供热介质的不同, 供热管网分热水供热管网和蒸汽供热管网两种类型。供热管网设计应根据设计热负荷及负荷类型经技术经济比较后确定其类型。
3. 热水供热管网包括供、回水管道系统设计和厂站设计。厂站设计包括中继泵站、热水隔压换热站、热力站设计。热水供热管网根据季节性负荷的不同可采用双管制或多管制。
4. 蒸汽供热管网是针对蒸汽供热管道系统的设计。根据项目凝结水回收条件的不同经技术经济比较确定是否进行凝结水管道系统设计。蒸汽供热管网根据季节性负荷的不同、蒸汽参数的不同可采用单管制、双管制或多管制。
5. 供热管网设计热负荷应依据《城镇供热管网设计标准》CJJ 34-2022, 第 3.1 条综合分析计算确定。

热力管网设计在强制执行《供热工程项目规范》GB 55010 全部涉及内容条件下, 对以下规范条文、文件规定应予以关注执行:

(一) 热力管网

《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025-2018

5.2.4 埋地管道、排水沟等与建筑物之间的防护距离, 不宜小于表 5.2.4 的规定。当不能满足要求时, 应采取与建筑物类别相应的防水措施。

5.5.22 直埋敷设的供热管道、管沟和各种地下井、室及固定墩等的地基处理, 应符合本标准第 5.5.16 条的规定: 150mm~300mm 厚的土垫层; 对埋地的重要管道或大型压力管道及其附属构筑物, 尚应在土垫层上设 300mm 厚的灰土垫层。

《城镇供热管网设计标准》CJJ/T 34-2022

8.2.11 地上敷设的供热管道穿越行人过往频繁地区时，管道保温结构或跨越设施的下表面距地面的净距不应小于 2.5m；在不影响交通的区域，应采用低支架，管道保温结构下表面距地面的净距不应小于 0.3m。

8.2.18 地下敷设供热管线的覆土深度应符合下列规定：

1 管沟盖板或检查室盖板覆土深度不应小于 0.2m。

2 直埋敷设管道的最小覆土深度应符合现行行业标准《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81 和《城镇供热直埋蒸汽管道技术规程》CJJ/T 104 的有关规定。

8.5.1 供热管网阀门的设置应符合下列规定：

1 热水、蒸汽管网干线、支干线、支线的起点应安装关断阀门。

2 热水管网输送干线分段阀门的间距宜为 2000~3000m；输配干线分段阀门的间距宜为 1000~1500m。

3 长输管线上分段阀门的间距宜为 4000~5000m。

4 管道在进出综合管廊时，应在综合管廊外设置阀门。

8.5.2 热水供热管网的关断阀和分段阀均采用双向密封阀门。

8.5.19 地上敷设管道与地下敷设管道连接处，地面不得积水，连接处的地下构筑物或直埋管道的外护管应高出地面 0.3m 以上，管道穿入构筑物的孔洞及直埋管道的保温层应采取防止雨水进入的措施。

9.0.5 计算供热管道对固定点的作用力时，应根据升温或降温，选择最不利的工况和最大温差进行计算。当管道安装温度低于工作循环最低温度时，应选用安装温度进行计算。

9.0.7 固定点两侧管段作用力合成时应符合下列原则：

1 地上敷设、管沟敷设管道和直埋敷设蒸汽管道应符合下列规定：

1) 固定点两侧管段由热胀冷缩受约束引起的作用力和活动端位移产生的作用力的合力相互抵消时，较小方向作用力应乘以 0.7 的抵消系数；

2) 固定点两侧内压不平衡力的抵消系数应取 1.0；

3) 当固定点承受几个支管的作用力时，应取几个支管不同时升温或降温产生作用力的最不利组合值。

11.1.3 保温材料及其制品的主要技术性能应符合下列规定：

4 站房内及综合管廊内供热管道及管件的保温材料应采用不燃材料或难燃材料。

《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81-2013

4.1.3 直埋热水管道最小覆土深度应符合表 4.1.3 的规定，同时应进行稳定验算。

表 4.1.3 直埋热水管道最的最小覆土深度

管道公称直径 (mm)	最小覆土深度 (m)	
	机动车道	非机动车道
≤125	0.8	0.7
150~300	1.0	0.7
350~500	1.2	0.9
600~700	1.3	1.0
800~1000	1.3	1.1
1100~1200	1.3	1.2

4.2.7 直埋管道分支点干管的轴向热位移量不宜大于 50mm。

4.2.8 公称直径小于或等于 500mm 的支管可从干管直接引出，在支管上应设固定墩或轴向补偿器或弯管补偿器，并应符合下列规定：

- 1 分支点至支管上固定墩的距离不宜大于 9m；
- 2 分支点至支管上轴向补偿器或弯管的距离不宜大于 20m；
- 3 分支点至支管上固定墩或弯管补偿器的距离不应小于支管的弯头变形段长度；
- 4 分支点至支管上轴向补偿器的距离不应小于 12m。

4.2.9 轴向补偿器和管道轴线应一致，轴向补偿器与分支点、转角、变坡点的距离不应小于管道弯头变形段长度的 1.5 倍，且不应小于 12m。

6.1.2 管道作用于固定墩、固定支架两侧作用力的合成应遵循下列原则：

- 1 合成力应是其两侧管道单侧作用力的矢量和；
- 2 根据两侧管段摩擦力下降造成的轴向力变化的差异，应按最不利情况进行合成；
- 3 两侧管段由热胀受约束引起的作用力和活动端作用力的合力相互抵消时，荷载较小方向力应乘以 0.8 的抵消系数；

- 4 当两侧管段均为锚固段时，抵消系数应取 0.9；

- 5 两侧内压不平衡力的抵消系数应取 1.0。

《城镇供热直埋蒸汽管道技术规程》CJJ/T 104-2014

3.1.3 当直埋蒸汽管道与其他地下管线交叉时，直埋蒸汽管道的管路附件距交叉部位的水平净距宜大于 3m。

3.1.4 直埋蒸汽管道的最小覆土深度应符合表 3.1.4 的规定。当不符合要求时，应采取相应的技术措施对管道进行保护。

表 3.1.4 直埋蒸汽管道的最小覆土深度

外护管公称直径 (mm)	最小覆土深度 (m)	
	车行道	非车行道
≤500	1.0	0.8
600~900	1.1	0.9
1000~1200	1.3	1.0
1300~1600	1.5	1.2

3.2.3 当采用轴向补偿器时，两个固定支座之间的直埋蒸汽管道不宜有折角。

《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021

6.2.9 城镇给水排水和燃气热力工程中，管道穿过建（构）筑物的墙体或基础时，应符合下列规定：

1 在穿管的墙体或基础上应设置套管，穿管与套管之间的间隙应用柔性防腐、防水材料密封；

2 当穿越的管道与墙体或基础嵌固时，应在穿越的管道上就近设置柔性连接装置。

《室外给水排水和燃气供热工程抗震设计规范》GB50032-2003

10.3.11 管网上的阀门均应设置阀门井。

10.3.13 架空管道的活动支架上，应设置侧向挡板。

（二）厂站

《锅炉房设计标准》GB50041-2020

10.2.1 换热器容量应根据生产、采暖通风和生活热负荷确定；采用 2 台及以上换热器时，当其中 1 台停止运行，其余换热器容量宜满足 60-75%总计算热负荷的需要。

《城镇供热管网设计标准》CJJ/T 34-2022

7.5.1 热水管网循环泵、中继泵的选择应符合下列规定

3 水泵应具有工作点附近较平缓的流量-扬程特性曲线，并联运行水泵的特性曲线宜相同。

4 水泵的承压和耐温能力应与供热管网设计参数相适应。

5 应减少并联水泵的台数：设置 3 台或 3 台以下水泵并联运行时，应设备用泵；当 4 台或 4 台以上水泵并联运行时，可不设备用泵。

6 水泵应配置节能型调速装置。

7.5.3 当在用户入口设加压水泵、分布循环泵或混水泵时，水泵应采用调速泵。热水管网循环泵。

10.2.3 中继泵站水泵入口处应设除污装置。

10.3.13 热力站内阀门设置应符合下列规定：

1 一次侧供水、回水总管上应设阀门；

2 当供热系统采用质调节时，一次侧管网供水或回水总管上应设置自动流量控制阀；

- 3 当供热系统采用变流量调节时，一次侧管网应设置自力式压差调节阀；
 - 4 热力站内各分支管路的供、回水管道上应设阀门；
 - 5 在各分支管路应设自动调节阀或手动调节阀。
- 10.3.14 一次侧管网供水总管上及二次侧管网回水总管上应设置除污器。
- 10.4.3 汽水换热器进气管道上应设断电即关的阀门。
- 10.4.4 蒸汽供热系统应按下列规定设置疏水装置：
- 1 蒸汽管路的最低点、流量测量孔板前和分汽缸底部应设置启动疏水装置；
 - 2 分汽缸底部和饱和蒸汽管路安装启动疏水装置处应设置经常疏水装置；
 - 3 系统正常工作中不能用启动疏水装置代替经常疏水装置进行疏水。

第四节 热力工程节能

热力工程针对供应对象的负荷类型不同、规模不同，所采取的节能系统方案、技术措施也不同，涉及设备配置与参数选择等多个层级与环节。

1. 系统方案包括热源方案与运行方案：

(1) 热源方案通过热源设备、热源方式的选择决定了热能媒介（水或蒸汽）、输送方式、蒸汽压力、循环温差等。热源方案设计应符合《供热工程项目规范》GB55010-2021，第 2.1.3 条、第 2.1.4 条要求。

(2) 运行方案包括系统配置与系统调节两个方面。蒸汽管道系统的双管制或多管制设计，热水管网的分环路设计、分布式循环系统设计，都是为了在运行阶段保证热力系统安全与节能、经济运行的系统配置方式。

2. 热源厂与热力站的节能计量与控制措施应符合《供热工程项目规范》GB55010-2021，第 2.2.10 条要求。

3. 热力工程的热源方案设计、技术措施、设备配置与参数选择还应符合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》，以及其他相关规范、地方标准的条文要求。

第五节 常见问题解析

问题 1：燃气锅炉房设计中，当燃气锅炉容量较小时，是否可以将锅炉与其他循环设备、水处理设备等设置在同一区域？

解析：不可以。依据《锅炉房设计标准》（CJJ/T 34-2022）第 15.1.3 条要求，锅炉间与其他辅助间之间应设置防火隔墙，其耐火极限不应低于 2.0h；隔墙上开设的门应为甲级防火门。设置后，辅助间相对安全，可按非防爆环境对待。

问题 2：燃煤锅炉脱硫、脱硝工艺系统设计时，参照设备厂家资料是否就可以满足施工图设计要求？

解析：燃煤锅炉脱硫、脱硝工艺系统设计，在参照设备厂家资料基础上，还应依据《工业锅

炉及炉窑湿法烟气脱硫工程技术规范》HJ 462、《火力发电厂烟气脱硝设计技术规程》DL/T 5480 进行设计，其污染物排放浓度应符合国家和地方现行环境保护政策要求。

问题 3：如何理解直埋热水管道无补偿敷设方式？

解析：《城镇供热管网设计标准》GB 50025-2022 中，第 8.4.7 条要求，直埋敷设热水管道宜采用无补偿敷设，并按现行行业标准《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81-2013（简称《技术规程》）的有关规定执行。

《城镇供热管网设计标准》GB 50025-2022 中的术语中对无补偿敷设方式作了明确规定。日常工作中，从业人员为了保护管件及附属设施的安全，对直埋管道采取分段有补偿或无补偿设计。无补偿敷设方式的表达同时包含以下内容：

1、管道利用转角自然补偿；

2、充分利用直埋敷设时土壤对管道的束缚力、直埋管道钢材的安全许用应力，采用应力分类法对管道、管件进行应力验算、稳定性验算，管道验算符合《技术规程》第 5 条的方法及安全边界；

3、直埋管道系统最终减少或取消套筒、波纹管、球形等轴向补偿器的管道敷设方式。

热水直埋管道采用无补偿敷设方式可以提高管网建设的经济性、系统运行的安全性。街区直埋管道系统设计更容易实现无轴向补偿器的目标要求。

问题 4：如何应用直埋热水管道无补偿敷设方式？

解析：无补偿敷设应用可采用直接验算或查阅套用《热水管道直埋敷设》(17R410)国标设计图集方式。直接验算的手工验算、软件验算方法与结论均应符合《技术规程》第 5 条的方法及安全边界条件。

具体工作中，庭院管网的地形比较平坦，管道沿线弯曲补偿比较多，温度、压力引起的应力不大，管网设计常采用查阅套用《热水管道直埋敷设》方式，避免繁琐的应力计算，图纸审查不查验应力计算书。反之，涉及复杂地形的庭院管网，或涉及大、中型项目的热水管网设计，均应进行应力计算，图纸审查附应力计算书。

设计压力大于 1.6MPa 或设计温度大于 85℃的热水管网应提供应力计算书；公称直径大于 500mm 的管道应提供应力计算书，还应进行局部稳定性验算、径向稳定性验算。

问题 5：在什么工程条件下，室外供热管网系统设计应绘制水压图？

解析：在《城镇供热管网设计标准》CJJ/T 34-2022，第 7.1.3 条中，明确要求热水管网应在水力计算的基础上绘制各运行方案的干线水压图。对于地形复杂的地区，还应绘制必要的支干线水压图。

具体工作中，要求大、中型热水管网或复杂地形热水管网均应绘制水压图。

问题 6：在什么工程条件下，室外供热管网系统设计应绘制纵断面图？

解析：依据《市政公用工程设计文件编制深度规定》，要求大、中型热水管网或复杂地形热水管网均应绘制管道敷设纵断面图，且应与平面图相契合。

对于地形平坦的庭院管网设计，应明确标注转弯处、各控制节点处地面控制标高、管道安装控制标高。

问题 7：室外供热管网施工方案中，顶管与拉管如何选择？

解析：室外供热管网施工方案中，热力管施工建议采用顶管形式，拉管容易造成应力集中。并且，在《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28-2014，第 4.4.3 条中，明确要求顶管施工的管材不得作为供热管道的工作管。

第十章 市政工程建设专业

第一节 基本要求

一、一般规定

1. 施工图应达到《建筑工程设计文件编制深度规定（2016年版）》的深度要求。
2. 施工图文件应包括：图纸目录、设计总说明、设计图、计算书。
3. 设计说明，设备材料表，图纸（总图及其他图纸）需完整齐全。
4. 建筑材料选择必须满足相关部门（住建部、宁夏住建厅）下发的关于材料禁止、限制使用的文件要求；采用新技术、新材料、新设备、新工艺应合理可行及有无排他性。
5. 引用规范、标准及标准图集等设计文件应有针对性，应为现行有效版本。
6. 施工图设计文件对相关设计标准、规范中的强制性条文必须严格执行，对以“必须”、“应”等规范用语规定的非强制性条文提出的要求，应予以明确阐述或充分体现。
7. 图纸签署应符合规定。

二、现行相关部分国家规范、标准

1. 《民用建筑建筑设计标准》GB51348-2019
2. 《建筑设计防火规范》（2018版）GB 50016-2014
3. 《建筑内部装修设计防火规范》GB50222-2017
4. 《地下工程防水技术规范》GB50108-2008
5. 《屋面工程技术规范》GB50345-2012
6. 《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025-2018
7. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021
8. 《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015
9. 《工业建筑节能设计统一标准》GB51245-2017
10. 《锅炉房设计标准》GB 50041-2020
11. 《生活垃圾焚烧处理工程技术规范》CJJ 90-2009
12. 《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020年版）
13. 《压缩天然气供应站设计规范》GB51102-2016
14. 《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015
15. 《汽车加油加气加氢站技术标准》GB 50156-2021
16. 《压缩天然气供应站设计规范》GB51102-2016
17. 《室外排水设计标准》GB 50014-2021
18. 《室外给水设计标准》GB 50013—2018
19. 《城镇污水再生利用工程设计规范》GB 50335—2016

第二节 总平面图布置

一、设计内容

总图设计包括总平面布置、竖向设计、交通组织、防火设计、厂区绿化、厂区用地指标等。根据市政工程的特点，在满足各个类型工艺要求的同时重点关注以下几点：

1. 主导风向对厂区内外部布局和厂区产生污染的建筑对周边建筑环境的影响。
2. 部分燃气、油储罐及危险化工产品的储存和场站内建筑的防火间距，危险场站和周边建筑、道路的防火间距。
3. 厂区内外部道路的畅通、消防车等救援车辆的可达性要高。
4. 危化品储存区的围堰设置要到位。

二、设计要点

（一）水厂

水厂总平面布置设计时应按以下规范或标准条文执行。

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

8.0.3 水厂总体布置应符合下列规定：

- 1 应结合工程目标和建设条件，在确定的工艺组成和处理构筑物形式的基础上，兼顾水厂附属建筑和设施的实际设置需求；
- 2 在满足水厂工艺流程顺畅的前提下，平面布置应力求功能分区明确、交通联络便捷和建筑朝向合理；
- 3 在满足水厂生产构筑物水力高程布置要求的前提下，竖向布置应综合生产排水、土方平衡和建筑景观等因素统筹确定；
- 4 对已有水厂总体规划的扩建水厂，应在维持总体规划布局基本框架不变的基础上，结合现实需求进行布置；对没有水厂总体规划的改建、扩建水厂，应在满足现实需求的前提下，结合原有设施的合理利用、水厂生产维持和安全运行、水平衡等因素，统筹考虑布置。

8.0.7 生产管理建筑物和生活设施宜集中布置，力求位置和朝向合理，并与生产构筑物保持一定距离。采暖地区锅炉房宜布置在水厂最小频率风向的上风向。

（二）污水厂、污泥处理厂

污水厂、污泥处理厂总平面布置时应按以下规范或标准条文执行。

《室外排水设计标准》GB 50014-2021

7.2.1 污水厂、污泥处理厂位置的选择应符合城镇总体规划和排水工程专业规划的要求，并应根据下列因素综合确定：

- 1 便于污水收集和处理再生后回用和安全排放；
- 2 便于污泥集中处理和处置；
- 3 在城镇夏季主导风向的下风侧；

- 4 有良好的工程地质条件；
- 5 少拆迁、少占地，根据环境影响评价要求，有一定的卫生防护距离；
- 6 有扩建的可能；
- 7 厂区地形不应受洪涝灾害影响，防洪标准不应低于城镇防洪标准，有良好的排水条件；
- 8 有方便的交通、运输和水电条件；
- 9 独立设置的污泥处理厂，还应有满足生产需要的燃气、热力、污水处理及其排放系统等设施条件。

（三）再生水厂厂址、厂区

再生水厂厂址、厂区总平面布置时应按以下规范或标准条文执行。

《城镇污水再生利用工程设计规范》GB 50335—2016

5.1.1 再生水厂厂址、厂区总体布置、竖向设计等设计要求应符合现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 和《室外排水设计规范》GB 50014 的有关规定。

（四）垃圾焚烧厂

垃圾焚烧厂总平面布置时应按以下规范或标准条文执行。

《生活垃圾焚烧处理工程技术规范》CJJ90-2009

4.4.1 垃圾焚烧厂应以垃圾焚烧厂房为主体进行布置，其他各项设施应按垃圾处理流程、功能分区，合理布置，并应做到整体效果协调、美观。

4.4.2 油库、油泵房的设置应符合现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074 中的有关规定。

（五）门站和储配站

门站和储配站总平面布置时应按以下规范或标准条文执行。

《城镇燃气设计规范》GB50028-2006（2020年版）

6.5.5 门站和储配站总平面布置应符合下列要求：

- 1 总平面应分区布置，即分为生产区(包括储罐区、调压计量区、加压区等)和辅助区。
 - 2 站内的各构筑物之间以及与站外构筑物之间的防火间距应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。站内建筑物的耐火等级不应低于现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 “二级”的规定。
 - 3 站内露天工艺装置区边缘距明火或散发火花地点不应小于 20m，距办公、生活建筑不应小于 18m，距围墙不应小于 10m。与站内生产建筑的间距按工艺要求确定。
 - 4 储配站生产区应设置环形消防车通道，消防车通道宽度不应小于 3.5m。
- 9.2.7 液化天然气气化站内总平面应分区布置，即分为生产区(包括储罐区、气化及调压等装置区)和辅助区。

生产区宜布置在站区全年最小频率风向的上风侧或上侧风侧。

液化天然气气化站应设置高度不低于 2m 的不燃烧体实体围墙。

9.2.8 液化天然气气化站生产区应设置消防车道，车道宽度不应小于 3.5m。当储罐总容积小于 500m³时，可设置尽头式消防车道和面积不应小于 12m×12m 的回车场。

9.2.9 液化天然气气化站的生产区和辅助区至少应各设 1 个对外出入口。当液化天然气储罐总容积超过 1000m³时，生产区应设置 2 个对外出入口，其间距不应小于 30m。

（六）压缩天然气加气站

压缩天然气加气站总平面布置时应按以下规范或标准条文执行。

《压缩天然气供应站设计规范》GB51102-2016

5.1.1 压缩天然气加气站、压缩天然气储配站的总平面应按生产区和辅助区分区布置。

5.1.2 一级、一二级压缩天然气供应站应设 2 个对外出入口；三级压缩天然气供应站宜设 2 个对外出入口。

5.1.3 压缩天然气加气站、压缩天然气储配站的四周边界应设置不燃烧体围墙。生产区围墙应采用高度不小于 2m 的不燃烧体实体围墙；辅助区根据安全保障情况和景观要求，可采用不燃烧体非实体围墙。生产区与辅助区之间宜采用围墙或栅栏隔开。

5.1.4 压缩天然气瓶组供气站的四周边界应设置不燃烧体围墙，当采用非实体围墙时，底部实体部分高度不应小于 0.6m。

5.1.5 压缩天然气供应站的集中放散装置宜设置在站内全年最小频率风向的上风侧。

5.1.8 压缩天然气供应站内生产区应设有满足生产、运行、消防等需要的道路和回车道。固定车位前应设有满足压缩天然气运输车辆运行的回车道。当站内固定式压缩天然气储气设施总几何容积不小于 500m³时，应设环形消防车道；当站内固定式压缩天然气储气设施总几何容积小于 500m³时，可设置尽头式消防车道和面积不小于 12m×12m 的回车场地。消防车道宽度不应小于 4.0m。

5.2.2 当压缩天然气加气站、压缩天然气储配站与天然气储配站合建时，站内天然气储罐或储气井之间的防火间距应符合下列规定：

1 固定容积天然气储罐之间的防火间距不应小于相邻较大罐直径的 2/3。

2 当固定容积天然气储罐的总储气容积大于 200000m³时，应分组布置。卧式储罐组与组之间的防火间距不应小于相邻较大罐长度的一半；球形储罐组与组之间的防火间距不应小于相邻较大罐的直径，且不应小于 20m。

3 当储气井的总储气容积大于 200000m³时，应分组布置。组与组之间的防火间距不应小于 20m。

4 天然气储罐与储气井之间的防火间距不应小于 20m。

（七）汽车加油加气加氢站

汽车加油加气加氢站总平面布置时应按以下规范或标准条文执行。

《汽车加油加气加氢站技术标准》GB 50156-2021

5.0.1 车辆入口和出口应分开设置。

5.0.2 站区内停车位和道路应符合下列规定：

1 站内车道或停车位宽度应按车辆类型确定。CNG 加气母站内单车道或单车停车位宽度不应小于 4.5m，双车道或双车停车位宽度不应小于 9m；其他类型汽车加油加气加氢站的车道或停车位，单车道或单车停车位宽度不应小于 4m，双车道或双车停车位宽度不应小于 6m。

4 作业区内的停车场和道路路面不应采用沥青路面。

5.0.7 电动汽车充电设施应布置在辅助服务区内。

5.0.8 加油加气加氢站的变配电间或室外变压器应布置在作业区之外。变配电间的起算点应为门窗等洞口。

（八）液化石油气站

液化石油气站总平面布置时应按以下规范或标准条文执行。

《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015

5.2.1 液化石油气储存站、储配站和灌装站站总平面应分区布置，并应分为生产区(包括储罐区和灌装区)和辅助区。生产区宜布置在站区全年最小频率风向的上风侧或上侧风侧。

5.2.2 液化石油气储存站、储配站和灌装站边界应设置围墙。生产区应设置高度不低于 2m 的不燃烧体实体围墙，辅助区可设置不燃烧体非实体围墙。

5.2.5 液化石油气储存站、储配站和灌装站的生产区应设置环形消防车道；当储罐总容积小于 500m³时，可设置尽头式消防车道和回车场，且回车场的面积不应小于 12m×12m。消防车道宽度不应小于 4m。

5.2.7 灌瓶间的钢瓶装卸平台前应设置汽车回车场。

5.2.11 全压力式液化石油气储罐的设置不应少于 2 台，储罐区的布置应符合下列规定：

1 地上储罐之间的净距不应小于相邻较大储罐的直径。

2 当储罐总容积大于 3000m³时，应分组布置，组内储罐宜采用单排布置。组与组之间相邻储罐的净距不应小于 20m。

3 储罐组四周应设置高度为 1.0m 的不燃烧体实体防护堤。

5 防护堤内储罐超过 4 台时，至少应设置 2 个过梯，且应分开布置。

5.2.12 不同形式的液化石油气储罐及液化石油气储罐与其他燃气储罐应分组布置，储罐之间的防火间距应符合下列规定：

1 球形储罐组之间的防火间距不应小于相邻较大罐直径，且不应小于 20m。

2 卧式储罐组之间的防火间距不应小于相邻较大罐长度的 1 / 2。

3 全冷冻式与半冷冻式液化石油气储罐、全压力式液化石油气储罐之间的防火间距不应小于相邻较大罐直径，且不应小于 35m。

4 液化石油气储罐与固定容积燃气储罐之间的防火间距不应小于相邻较大罐直径的 2 / 3。

5 液化石油气储罐与低压燃气储罐之间的防火间距不应小于相邻较大罐直径的 1 / 2。

6.1.6 工业企业内液化石油气气化站储罐总容积小于或等于 10m³时，可设置在独立建筑物内，并应符合下列规定：

- 1 储罐之间及储罐与外墙的净距，均不应小于相邻较大罐的半径(外径)，且不应小于 1m；
- 2 储罐室与相邻厂房之间的防火间距不应小于表 6.1.6 的规定；
- 3 储罐室与相邻厂房室外设备之间的防火间距不应小于 12m；
- 4 当非直火式气化器的气化间与储罐室毗连设置时，隔墙应采用无门窗洞口的防火墙。

6.1.8 气化间、混气间与站内建筑的防火间距应符合下列规定：

- 1 气化间、混气间与站内建筑的防火间距不应小于表 6.1.8 的规定；
- 2 当压缩机室与气化间、混气间采用无门窗洞口的防火墙隔开时，可合建；
- 3 燃气热水炉间的门不得面向气化间、混气间；
- 4 柴油发电机伸向室外的排烟管管口不得面向具有火灾爆炸危险的建筑一侧；
- 5 当采用其他燃烧方式的热水炉时，防火间距不应小于 25m。

7.0.3 当采用天然气化方式供气，且瓶组气化站配置钢瓶的总容积小于 1m³时，瓶组间可设置在除住宅、重要公共建筑和高层民用建筑及裙房外与用气建筑物外墙毗连的单层专用房间内，并应符合下列规定：

- 1 耐火等级不应低于二级；
- 2 应通风良好，并应设置直通室外的门；
- 3 与其他房间相邻的墙应采用无门窗洞口的防火墙；
- 4 应配置可燃气体泄漏报警装置；
- 5 室温不应高于 45℃，且不应低于 0℃；
- 6 当瓶组间独立设置，且邻向建筑的外墙为无门窗洞口的防火墙时，间距可不限；
- 7 与其他建筑的防火间距应符合本规范表 7.0.4 的规定。

7.0.7 设置在露天的空温式气化器与瓶组间的防火间距可不限，与明火、散发火花地点和其他建筑的防火间距可按本规范第 7.0.4 条中钢瓶总容积小于或等于 2m³的规定执行。

8.0.2 液化石油气钢瓶不得露天存放。I、II 类液化石油气瓶装供应站的瓶库宜采用敞开或半敞开式建筑。瓶库内的钢瓶应按实瓶区和空瓶区分区存放。

8.0.3 I 类液化石油气瓶装供应站出入口一侧可设置高度不低于 2m 的不燃烧体围墙，围墙下部 0.6m 应为实体；其余各侧应设置高度不低于 2m 的不燃烧体实体围墙。II 类液化石油气瓶装供应站的四周宜设置非实体围墙，围墙应采用不燃烧材料，且围墙下部 0.6m 应为实体。

8.0.5 III 类液化石油气瓶装供应站可将瓶库设置在除住宅、重要公共建筑和高层民用建筑

及裙房外的与建筑物外墙毗连的单层专用房间，隔墙应为无门窗洞口的防火墙，并应符合本规范附录 A 的规定。瓶库与主要道路的防火间距不应小于 8m，与次要道路不应小于 5m。

（九）锅炉房

锅炉房总平面布置时应按以下规范或标准条文执行。

《锅炉房设计标准》GB50041-2020

4.1.1 锅炉房位置的选择应根据下列因素确定：

- 1 应靠近热负荷比较集中的地区，并应使引出热力管道和室外管网的布置在技术、经济上合理，其所在位置应与所服务的主体项目相协调；
- 2 应便于燃料贮运和灰渣的排送，并宜使人流和燃料、灰渣运输的物流分开；
- 4 应有利于自然通风和采光；
- 5 应位于地质条件较好的地区；
- 6 应有利于减少烟尘、有害气体、噪声和灰渣对居民区和主要环境保护区的影响，全年运行的锅炉房应设置于总体最小频率风向的上风侧，季节性运行的锅炉房应设置于该季节最大频率风向的下风侧，并应符合环境影响评价报告提出的各项要求；
- 7 燃煤锅炉房和煤制气设施宜布置在同一区域范围；
- 8 应有利于凝结水的回收；
- 9 区域锅炉房尚应符合城市总体规划、区域供热规划的要求；
- 10 危险化学品生产企业锅炉房的位置，除应满足本条上述要求外，还应符合有关技术要求。

（十）转运站

转运站总平面布置时应按以下规范或标准条文执行。

《生活垃圾转运站技术规范》CJJ/T47—2016

3.0.1 转运站的总体布置应依据其规模、类型，综合工艺要求及技术路线确定，并应符合下列规定：

- 1 总平面布置应工艺合理、布置紧凑、交通顺畅，便于转运作业；应符合安全、环保、卫生等要求；
- 2 转运作业区应置于站区主导风向的下风向；
- 3 车辆出入口应设置在站区远离周边主要环境保护目标的一端；
- 4 应设置围墙。

第三节 主要配套建筑物

一、设计内容

市政工程中的配套建筑物相对功能单一，主要为重要的工艺设备提供耐久性的保护。防水、

防火、门窗构造、节能绿建等一般性的要求和建筑工程中的要求一致。以下针对各个类型的市政工程主要配套建筑物需要特别注意的地方明确设计要点。

二、设计要点

(一) 泵房

泵房设计时应按以下规范或标准条文执行。

《室外给水设计标准》GB 50013—2018

6.6.1 泵房的主要通道宽度不应小于 1.2m。当一侧布置有操作柜时,其净宽不宜小于 2.0m。

6.6.3 泵房地面层的净高,除应考虑通风、采光等条件外,尚应符合下列规定:

- 1 当采用固定吊钩或移动吊架时,净高不应小于 3.0m;
- 2 吊起设备的底部与其吊运所跨越物体顶部之间的净距不应小于 0.5m;
- 3 桁架式起重机最高点与屋面大梁底部距离不应小于 0.3m;
- 4 地下式泵房,吊运时设备底部与地面层地坪间净距不应小于 0.3m;

5 当采用立式水泵时,应满足水泵轴或电动机转子联轴的吊运要求;当叶轮调节机构为机械操作时,尚应满足调节杆吊装的要求;

6 管井泵房的设备吊装可采用屋盖上设吊装孔的方式,净高应满足设备安装和人员巡检的要求。

6.6.10 泵房应至少设一个可搬运最大设备的门。

(二) 泵站

泵站设计时应按以下规范或标准条文执行。

《室外排水设计标准》GB 50014-2021

6.1.5 会产生易燃易爆和有毒有害气体的污水泵站应为单独的建筑物,并应配置相应的检测设备、报警设备和防护措施。

6.1.8 泵站室外地坪标高应满足防洪要求,并应符合规划部门规定;泵房室内地坪应比室外地坪高 0.2m~0.3m;易受洪水淹没地区的泵站和地下式泵站,其入口处地面标高应比设计洪水位高 0.5m 以上;当不能满足上述要求时,应设置防洪措施。

6.1.11 泵房宜设两个出入口,其中一个应能满足最大设备或部件的进出。

(三) 锅炉房

锅炉房设计时应按以下规范或标准条文执行。

《锅炉房设计标准》GB50041-2020

4.1.3 当锅炉房和其他建筑物相连或设置在其内部时,不应设置在人员密集场所和重要部门的上一层、下一层、贴邻位置以及主要通道、疏散口的两旁,并应设置在首层或地下室一层靠建筑物外墙部位。

4.3.7 锅炉间出入口的设置应符合下列规定:

1 出入口不应少于 2 个，但对独立锅炉房的锅炉间，当炉前走道总长度小于 12m，且总建筑面积小于 200m²时，其出入口可设 1 个；

2 锅炉间人员出入口应有 1 个直通室外；

3 锅炉间为多层布置时，其各层的人员出入口不应少于 2 个；楼层上的人员出入口，应有直接通向地面的安全楼梯。

4.3.8 锅炉间通向室外的门应向室外开启，锅炉房内的辅助间或生活间直通锅炉间的门应向锅炉间内开启。

15.1.1 锅炉房的火灾危险性分类和耐火等级应符合下列规定：

1 锅炉间应属于丁类生产厂房，建筑不应低于二级耐火等级；当为燃煤锅炉间且锅炉的总蒸发量小于或等于 4t / h 或热水锅炉总额定热功率小于或等于 2.8MW 时，锅炉间建筑不应低于三级耐火等级；

2 油箱间、油泵间和重油加热器间应属于丙类生产厂房，其建筑均不应低于二级耐火等级；

3 燃气调压间及气瓶专用房间应属于甲类生产厂房，其建筑不应低于二级耐火等级。

15.1.2 锅炉房的外墙、楼地面或屋面应有相应的防爆措施，并应有相当于锅炉间占地面积 10% 的泄压面积，泄压方向不得朝向人员聚集的场所、房间和人行通道，泄压处也不得与这些地方相邻。地下锅炉房采用竖井泄爆方式时，竖井的净横断面积应满足泄压面积的要求。

15.1.3 燃油、燃气锅炉房锅炉间与相邻的辅助间之间应设置防火隔墙，并应符合下列规定：

1 锅炉间与油箱间、油泵间和重油加热器间之间的防火隔墙，其耐火极限不应低于 3.00h，隔墙上开设的门应为甲级防火门；

2 锅炉间与调压间之间的防火隔墙，其耐火极限不应低于 3.00h；

3 锅炉间与其他辅助间之间的防火隔墙，其耐火极限不应低于 2.00h，隔墙上开设的门应为甲级防火门。

15.1.4 锅炉房和其他建筑物贴邻时，应采用防火墙与贴邻的建筑分隔。

15.1.5 调压间的门窗应向外开启并不应直接通向锅炉间，地面应采用不产生火花地坪。

15.1.14 锅炉间外墙的开窗面积应满足通风、泄压和采光的要求。

（四）调压站

调压站设计时应按以下规范或标准条文执行。

《城镇燃气设计规范》GB50028-2006（2020 年版）

6.6.12 地上调压站的建筑物设计应符合下列要求：

1 建筑物耐火等级不应低于二级；

2 调压室与毗连房间之间应用实体隔墙隔开，其设计应符合下列要求：

1) 隔墙厚度不应小于 24cm，且应两面抹灰；

2) 隔墙内不得设置烟道和通风设备，调压室的其他墙壁也不得设有烟道；

3) 隔墙有管道通过时, 应采用填料密封或将墙洞用混凝土等材料填实;

3 调压室及其他有漏气危险的房间, 应采取自然通风措施, 换气次数每小时不应小于 2 次;

4 城镇无人值守的燃气调压室电气防爆等级应符合现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058 “1 区”设计的规定(见附录图 D-7);

5 调压室内的地面应采用撞击时不会产生火花材料;

6 调压室应有泄压措施, 并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定;

7 调压室的门、窗应向外开启, 窗应设防护栏和防护网;

8 重要调压站宜设保护围墙;

9 设于空旷地带的调压站或采用高架遥测天线的调压站应单独设置避雷装置, 其接地电阻值应小于 10Ω 。

6.6.14 地下调压站的建筑物设计应符合下列要求:

1 室内净高不应低于 2m;

3 必须采取防水措施; 在寒冷地区应采取防寒措施;

4 调压室顶盖上必须设置两个呈对角位置的人孔, 孔盖应能防止地表水浸入;

5 室内地面应采用撞击时不产生火花材料, 并应在一侧人孔下的地坪设置集水坑;

6 调压室顶盖应采用混凝土整体浇筑。

(五) 压缩天然气供应站

压缩天然气供应站设计时应按以下规范或标准条文执行。

《压缩天然气供应站设计规范》GB51102-2016

7.1.4 压缩天然气供应站内有爆炸危险甲、乙类生产厂房的设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。建筑物的门窗应向外开启。

7.1.5 天然气压缩机室宜为单层建筑, 净高不宜低于 4.0m。当压缩机的控制室毗邻压缩机室设置时, 控制室门窗应位于爆炸危险区范围外, 控制室与压缩机室之间应采用无门窗洞口的防火墙分隔。当必须在防火墙上开窗用于观察设备运转时, 应设置非燃烧材料密闭隔声的固定甲级防火窗。

7.1.6 压缩天然气加气站、压缩天然气储配站内加气柱、卸气柱附近应设置防撞柱(栏)。

(六) 垃圾焚烧厂房

垃圾焚烧厂房设计时应按以下规范或标准条文执行。

《生活垃圾焚烧处理工程技术规范》CJJ90-2009

12.3.1 垃圾焚烧厂房的生产类别应为丁类, 建筑耐火等级不应低于二级。

12.3.2 垃圾焚烧炉采用轻柴油燃料启动点火及辅助燃料时, 日用油箱间、油泵间应为丙

类生产厂房，建筑耐火等级不应低于二级。布置在厂房内的上述房间，应设置防火墙与其他房间隔开。

12.3.3 垃圾焚烧炉采用气体燃料作为点火及辅助燃料时，燃气调压间应为甲类生产厂房，其建筑耐火等级不应低于二级，并应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 的有关规定。

12.3.4 垃圾焚烧厂房地上的防火分区的允许建筑面积不宜大于4条焚烧线的建筑面积，地下部分不应大于一条焚烧线的建筑面积。汽轮发电机组间与焚烧间合并建设时，应采用防火墙分隔。

12.3.5 设置在垃圾焚烧厂房的中央控制室、电缆夹层和长度大于7m的配电装置室，应设两个安全出口。

12.3.6 垃圾焚烧厂房的疏散楼梯梯段净宽不应小于1.1m，疏散走道净宽不应小于1.4m，疏散门的净宽不应小于0.9m。

12.3.7 疏散用的门及配电装置室和电缆夹层的门，应向疏散方向开启；当门外为公共走道或其他房间时，应采用丙级防火门。配电装置室的中间门，应采用双向弹簧门。

14.1.4 建筑抗震设计应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。垃圾焚烧厂房楼(地)面的设计，除满足工艺的使用要求外，应符合现行国家标准《建筑地面设计规范》GB 50037 的有关规定。对腐蚀介质侵蚀的部位，应根据现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046，采取相应的防腐蚀措施。

(七) 垃圾转运站房

垃圾转运站房设计时应按以下规范或标准条文执行。

《生活垃圾转运站技术规范》CJJ/T47—2016

5.0.7 转运站防火等级的确定应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的有关规定。

转运站火灾危险性类别应属丁类，其灭火器配置应按轻危险级考虑；对于具有分类收集及预处理功能综合型转运站的回收物储存间(室)等存放易燃物品的设施，火灾危险性类别应为丙类，其灭火器配置应按中危险级考虑。

5.0.9 转运车间地面和内墙面1.5m以下应做防腐处理，且应便于清洗。

第四节 常见问题及解析

问题1. 总图专业和建筑单体专业在指北针的方向上不一致。

解析：由于我区部分市县城市规划根据地形地貌情况不同整体存在角度偏转，设计人员平时制图习惯于正南布局，导致总图专业和建筑单体专业在指北针的方向上经常存在不一致的问题，导致建筑节能计算完全错误。需要设计人员加强沟通协作，避免设计错误。

问题 2. 总图专业风玫瑰图适用错误。

解析：市政工程中的部分厂区内部建筑布置需要考虑常年主导风向问题，避免产生安全和污染的隐患问题。但是相当一部分设计单位，尤其是区外的设计单位不重视基础气象资料的落实套用外地的风玫瑰图，致使总图布置存在大量不符合我区现状的问题。需要设计人员提高设计水平，重视气象条件对总图布置的影响，避免产生损失。

问题 3. 节能措施不到位。

解析：市政工程中的配套建筑用房一般都是按照工业建筑考虑，致使设计人员对于节能设计十分不重视，甚至不涉及，不符合我国的节能环保的政策要求。需要设计人员根据《工业建筑节能设计统一标准》GB51245-2017 中相对应的一、二类工业建筑节能要求及地方性建筑节能设计标准严格执行。

问题 4. 地下设备用房不采用封闭楼梯间。

解析：市政工程中的地下部分设备用房存在人员活动较少的实际情况，致使部分设计人员认为火灾危险性小，图纸中按照设备平台的楼梯考虑疏散楼梯设置形式，未按照《建筑设计防火规范》第 6.4.4 条强制性条文的要求设置封闭楼梯间。此中情况只要是地下、半地下室，均需要严格按照防火规范执行。

问题 5. 内装修材料燃烧等级不满足要求。

解析：市政工程中的配套建筑用房主要起到保护工艺设备的作用，部分设备用房的内装修材料耐火等级为 A 级，经常存在不符合要求的内装修材料出现在图纸中，增加了消防安全隐患，需要设计人员根据《建筑内部装修设计防火规范》GB50222-2017 的相关分类等级核实装修材料性能。

第十一章 市政工程结构专业

第一节 基本要求

一、一般规定

1. 施工图应达到《建筑工程设计文件编制深度规定（2016年版）》的深度要求。
2. 施工图设计文件包括图纸目录、设计说明、设计图纸、计算书。
3. 设计说明，设备材料表，图纸（总图及其他图纸）需完整齐全。
4. 建筑材料选择必须满足相关部门（住建部、宁夏住建厅）下发的关于材料禁止、限制使用的文件要求；采用新技术、新材料、新设备、新工艺应合理可行及有无排他性。
5. 引用规范、标准及标准图集等设计文件应有针对性，应为现行有效版本。
6. 施工图设计文件对相关设计标准、规范中的强制性条文必须严格执行，对以“必须”、“应”等规范用语规定的非强制性条文提出的要求，应予以明确阐述或充分体现。
7. 根据市政工程工艺类型不同，结构专业设计应根据各建筑单体、构筑物的使用条件和工艺形式确定合理的结构形式，采用针对性的结构电算软件计算，并根据工艺运行情况及时补充修改施工图。
8. 建筑物和构筑物墙板、壁板、底板对涉及工艺专业设备安装的预留洞应予以明确标注定位及洞口尺寸。
9. 依据项目情况对涉及系统运行策略的设计方案予以明确说明。
10. 图纸签署应符合规定。

二、现行相关部分国家规范、标准

1. 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068-2018
2. 《建筑工程抗震设防分类标准》GB50223-2008
3. 《建筑结构荷载规范》GB50009—2012
4. 《混凝土结构设计规范》GB50010—2010(2015年版)
5. 《建筑抗震设计规范》GB50011—2010(2016年版)
6. 《砌体结构设计规范》GB50003—2011
7. 《建筑地基基础设计规范》GB50007—2011
8. 《建筑桩基技术规范》JGJ94—2008
9. 《建筑地基处理技术规范》JGJ79—2012
10. 《湿陷性黄土地区建筑规范》GB50025-2018
11. 《工程结构可靠性设计统一标准》GB50153-2008
12. 《钢结构通用规范》GB 55006-2021
13. 《工程结构通用规范》GB 55001-2021

14. 《建筑与市政地基基础通用规范》 GB55003-2021
15. 《建筑与市政工程抗震通用规范》 GB55002-2021
16. 《砌体结构通用规范》 GB55007-2021
17. 《混凝土结构通用规范》 GB55008-2021
18. 《钢结构通用规范》 GB 55006-2021
19. 《民用建筑绿色设计规范》 JGJ/T229—2010
20. 《中国地震动参数区划图》 GB18306-2015
21. 《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》（22G101-1、2、3）
22. 《工业建筑防腐蚀设计规范》 GB50046-2018
23. 《建筑与市政工程防水通用规范》 GB55030-2022
24. 《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》 GB 55032-2022
25. 《构筑物抗震设计规范》 GB50191-2012
26. 《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》 GB 50032-2003
27. 《给水排水工程构筑物结构设计规范》 GB50069-2002
28. 《高耸结构设计标准》 GB50135-2019
29. 《建筑工程抗浮技术标准》 JGJ 476-2019
30. 《地下工程防水技术规范》 GB 50108-2008
31. 《混凝土结构耐久性设计规范》 GB/T5047
32. 《建筑边坡工程技术规范》 GB 50330-2013
33. 《建筑基坑支护技术规程》 JGJ120-2012
34. 《给水排水工程管道结构设计规范》 GB50332-2002
35. 《给水排水工程钢筋混凝土水池结构设计规程》 CECS138: 2002
36. 《给水排水工程钢筋混凝土沉井结构设计规程》 CECS137: 2015
37. 《给水排水管道工程施工及验收规范》 GB50268-2008
38. 《给水排水构筑物施工及验收规范》 GB5014-2008

第二节 给水工程、排水工程、再生水工程

一、设计内容

给水工程结构专业设计中，建筑物包含水厂生产用房、附属生产及生活等建筑物；调蓄构筑物：生活饮用水的清水池、调节水池、水塔；水处理构筑物：预处理车间、加药间、沉淀池、澄清池、滤池、除铁和除锰车间、除氟车间、加氯车间、臭氧发生车间、液氧储罐、制氧站、排泥车间等。

排水工程、再生水工程结构专业设计中，建筑物包含污水厂水处理用房、污泥处理厂、进水

泵房、中控室、化验室等建筑物。污水处理构筑物：格栅池、除磷车间、消毒池、城市排涝泵站、城镇主干道立交处的雨水泵房等。水泵、水箱、污水处理设备基础等。

二、设计要点

给水工程、排水工程、再生水工程应根据各单体建筑的主要工艺设计形式、主要设备及工艺管道的设计功能、安装要求、运行条件等，分类别确定合理的结构形式和抗震措施，具体要点如下：

（一）抗震设计

1. 抗震设防类别

《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223—2008

5.1.3 给水建筑工程中，20 万人口以上城镇和抗震设防烈度为 7 度及以上的县及县级市的主要取水设施和输水管线、水质净化处理厂的主要水处理建（构）筑物、配水井、送水泵房、中控室、化验室等，抗震设防类别应划为重点设防类，简称乙类。

5.1.4 排水建筑工程中，20 万人口以上城镇和抗震设防烈度为 7 度及以上的县及县级市的污水干管（含合流），主要污水处理厂的主要水处理建（构）筑物、进水泵房、中控室、化验室，以及城市排涝泵站、城镇主干道立交处的雨水泵房等，抗震设防类别应划为重点设防类，简称乙类。

2. 抗震设计参数

建筑抗震设计采用的抗震设防烈度、设计基本地震加速度和所属设计地震分组，应按《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010（2016 年版）附录 A 采用。

（二）地基基础

1. 基础选型与地基处理

（1）基础选型、埋深和布置是否合理，基础底面标高不同或局部未达到勘察报告建议的持力层时结构处理措施是否得当。

（2）地基处理方案和技术要求是否合理，施工、检测及验收要求是否明确。地基处理方案的设计应符合《建筑地基处理技术规范》JGJ 79—2012 的规定。

（3）桩基类型选择、桩的布置、试桩要求、成桩方法、终止沉桩条件、桩的检测及桩基的施工质量验收要求是否明确。

（4）是否要进行沉降观测，如要进行观测，沉降观测的措施是否落实，是否正确。

（5）深基础施工中是否提出了基础施工中施工单位应注意的安全问题、基坑开挖和工程降水时是否有消除对毗邻建（构）筑物等设施的影响及确保边坡稳定的措施。

（6）对有液化土层的地基，是否根据建筑的抗震设防类别、地基液化等级，结合具体情况采取了相应的措施；液化土中的桩的配筋范围是否符合《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 第 4.4.5 条的要求。

(7) 根据《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021 第 4.1.1 条规定，当工程处于发震断裂两侧 10km 以内时，应计入近场效应对设计地震动参数的影响。

(8) 湿陷性地区地基处理应符合《湿陷性黄土地区建筑标准》(GB 50025-2018) 第 3.0.2 条、第 5.6 条和第 6.1 条的相关规定。

2. 地基和基础设计

(1) 地下构筑物的顶板和外墙计算，采用的计算简图和荷载取值（包括地下室外墙的地下水压力及地面荷载等）是否符合实际情况，计算方法是否正确；

(2) 存在软弱下卧层时，是否对下卧层进行了强度和变形验算。

(3) 单桩承载力的确定是否正确，群桩的承载力计算是否正确；桩身混凝土强度是否满足桩的承载力设计要求；当桩周土层产生的沉降超过基桩的沉降时，应根据《建筑桩基技术规范》JGJ 94—2008 第 5.4.2 条考虑桩侧负摩阻力。

(4) 筏形基础的设计计算方法是否正确，见《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011 第 8.4.14~8.4.16 条。

(5) 地基承载力及变形计算、桩基沉降验算是否正确。

(6) 基础设计（包括桩基承台），除抗弯计算外，是否进行了抗冲切及抗剪切验算以及必要时的局部受压验算，见《建筑地基基础设计规范》GB50007—2011 第 8.2.8 条、8.3.1 条、8.3.2 条、8.5.17~8.5.23 条。

(7) 地下室墙的门（窗）洞口是否按计算设置了地梁；地下室设置的隔墙是否进行了计算，其计算简图、荷载取值、受力传力路径是否明确合理。

3. 基础埋置深度

《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011

5.1.6 当存在相邻建筑物时，新建建筑物的基础埋深不宜大于原有建筑基础。当埋深大于原有建筑基础时，两基础间应保持一定净距，其数值应根据原有建筑荷载大小、基础形式和土质情况确定。

4. 地基稳定性计算

《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011

5.4.2 位于稳定土坡坡顶上的建筑，当垂直于坡顶边缘线的基础底面边长小于或等于 3 m 时，其基础底面外边缘线至坡顶的水平距离（图 5.4.2）应符合下式要求，但不得小于 2.5m：

$$\text{条形基础} \quad a \geq 3.5b - d/\tan \beta \quad (5.4.2-1)$$

$$\text{矩形基础} \quad a \geq 2.5b - d/\tan \beta \quad (5.4.2-2)$$

5. 扩展基础

应符合《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011 第 8.2.1 及 8.2.8 条的规定。

6. 条形基础

《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011

8.3.1 柱下条形基础的构造，除满足本规范第8.2.1条的要求外，尚应符合下列规定：

4 条形基础梁顶部和底部的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截面总面积的1/3。

7. 筏基

《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011

8.4.5 采用筏形基础的地下室，地下室钢筋混凝土外墙厚度不应小于250mm，内墙厚度不应小于200mm。墙的截面设计除满足承载力要求外，尚应考虑变形、抗裂及外墙防渗等要求。墙体内应设置双面钢筋，钢筋不宜采用光面圆钢筋，水平钢筋的直径不应小于12mm，竖向钢筋的直径不应小于10mm，间距不应大于200mm。

8.4.8 平板式筏基内筒下的板厚应满足受冲切承载力的要求，其受冲切承载力按(8.4.8)式计算。

8.4.16 平板式筏基柱下板带和跨中板带的底部支座钢筋应有不少于1/3贯通全跨，顶部钢筋应按计算配筋全部连通，上下贯通钢筋的配筋率不应小于0.15%。

8. 桩基础

《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011

8.5.3 桩和桩基的构造，应符合下列要求：

2 扩底灌注桩的扩底直径，不应大于桩身直径的3倍。

5 设计使用年限不少于50年时，非腐蚀环境中预制桩的混凝土强度等级不应低于C30，预应力桩不应低于C40，灌注桩的混凝土强度等级不应低于C25；二b类环境及三类及四类、五类微腐蚀环境中不应低于C30；在腐蚀环境中的桩，桩身混凝土的强度等级应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。

8 桩身纵向钢筋配筋长度应符合下列规定：

1) 受水平荷载和弯矩较大的桩，配筋长度应通过计算确定；

2) 桩基承台下存在淤泥、淤泥质土或液化土层时，配筋长度应穿过淤泥、淤泥质土层或液化土层；

3) 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；

8.5.9 当桩基承受拔力时，应对桩基进行抗拔验算。

8.5.17 桩基承台的构造，除满足受冲切、受剪切、受弯承载力和上部结构的要求外，尚应符合下列要求：

1 承台的宽度不应小于500mm。边桩中心至承台边缘的距离不宜小于桩的直径或边长，且桩的外边缘至承台边缘的距离不小于150mm。对于条形承台梁，桩的外边缘至承台梁边缘的距离

不小于 75mm。

2 承台的最小厚度不应小于 300mm。

3 承台的配筋，对于矩形承台，其钢筋应按双向均匀通长布置。

9. 地基基础抗震设计

《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032—2003

对存在液化土层的地基应采取抗液化处理措施，并符合 4.3.6~4.3.9 的规定。

4.3.10 提高管道适应液化沉陷能力，应符合下列要求：

1 对埋地的输水、气、热力管道，宜采用钢管；

2 对埋地的承插式接口管道，应采用柔性接口；

3 对埋地的矩形管道，应采用钢筋混凝土现浇整体结构，并沿线设置具有抗剪能力的变形缝；

4 当埋地圆形钢筋混凝土管道采用预制平口接头管时，应对该段管道做钢筋混凝土满包；

5 架空管道应采用钢管，并应设置适量的活动、可挠性连接构造。

4.3.12 厂站建（构）筑物或地下管道傍故河道、现代河滨、海滨、自然或人工坡边建造，当地基内存在液化等级为中等或严重的液化土层时，宜避让至距常时水线 150m 以外；否则应对地基做有效的抗滑加固处理，并应通过抗滑动验算。

4.4.3 当地基内存在液化土层时，低承台的抗震验算，应符合本条规定。

4.4.6 存在液化土层的桩基，桩的箍筋间距应加密，宜与桩顶部相同，加密范围应自桩顶至液化土层下界面以下 2 倍桩径处；在此范围内，桩的纵向钢筋亦应与桩顶保持一致。

（三）厂站构筑物

各类水质净化处理厂内，水池及泵房等构筑物，当其上部建有地面建筑时，地上部分结构满足《宁夏建筑工程施工图设计技术要点》相应内容要求。管道、水池及泵房等构筑物满足本要点要求。

1. 基本规定

《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069—2002

（1）各项作用应按 4.2 和 4.3 确定。

（2）结构内力分析应符合 5.1.3 的规定，均应按弹性体系计算。

（3）钢筋混凝土构件当处于轴心受拉或小偏心受拉受力状态时，应进行抗裂度验算，应满足 5.3.7 的规定。

（4）钢筋混凝土构件当处于受弯、大偏心受拉或压时，应符合 5.3.9 的规定。

（5）预应力混凝土构件的抗裂验算，应符合 5.3.8 的规定。

（6）大型矩形构筑物的变形缝设置应符合 6.2.1 规定。

（7）大型矩形构筑物的水平向构造钢筋应符合 6.3.2 规定。

(8) 矩形构筑物水平向拐角处的钢筋应符合 6.3.3 的规定。

(9) 构筑物开孔处的加固应符合 6.4.1 及 6.4.2 的要求。

2. 钢筋混凝土沉井结构

《给水排水工程钢筋混凝土沉井结构设计规程》CECS 137: 2015

5.2.2 沉井按承载能力极限状态进行强度计算时，作用效应的基本组合设计值应符合本条规定。

6.1.3 当下沉系数较大，或在下沉过程中遇有软弱土层时，应根据实际情况进行沉井的下沉稳定验算，并符合本条要求。

6.1.4 沉井抗浮应按沉井封底和使用两个阶段，分别根据实际可能出现的最高水位进行验算，并符合本条要求。

6.1.6 位于江（河、湖、水库、海）岸的沉井，若前后两面水平作用相差较大，应按要求验算沉井的滑移和倾覆稳定性。

6.1.7 靠近江、河、海岸边的沉井，应进行土体边坡在沉井荷重作用下整体滑动稳定性的验算。

6.1.9 在施工阶段，井壁的竖向抗拉应按本条规定计算。

6.1.13 水下封底混凝土的厚度应根据基底的向上净反力计算确定。水下封底混凝土的厚度，应符合本条规定。

6.1.14 封底混凝土板的边缘应进行冲剪验算，冲剪处的封底厚度应在设计图中注明，计算厚度必须扣除附加厚度。

6.2.8 圆形沉井在顶管力作用下，后背土体的稳定应符合本条规定。

6.3.6 矩形沉井在顶管力作用下，后背土体的稳定性验算应符合本条规定。

3. 钢筋混凝土水池结构

《给水排水工程钢筋混凝土水池结构设计规程》CECS 138: 2002

5.2.4 当水池承受地下水（含上层滞水）浮力时，应进行抗浮稳定验算，并符合本条规定。

5.3.7 当钢筋混凝土水池构件支承竖向传动装置时，应按作用效应准永久组合进行变形验算，并符合本条规定。

6.1.2 池壁在侧向荷载作用下，单向或双向受力的区分条件应符合本条规定。

6.1.3 当四边支承壁板的长度与高度之比大于 2.0 或三边支承、顶端自由壁板的长度与高度之比大于 3.0 时，其水平向角隅处的局部负弯矩 M_{cx} 应按本条规定计算。

6.1.4 当利用池壁顶端的走道板、工作平台为池壁的支承构件时，走道板、工作平台和池壁的计算应符合本条规定。

6.2.3 圆柱壳池壁在侧向荷载作用下的受力条件，应符合本条规定。

7.1.7 敞口水池顶端宜配置水平向加强钢筋。水平向加强钢筋内外两侧各不应少于 3 根，

间距不宜大于 10cm，直径不应小于池壁受力钢筋，且不宜小于 16mm。

矩形水池在闭水试验工况时，壁板端部应计算相邻壁板上水压力产生的边缘反力（剪力），可按 6.1.5 及 6.1.6 的规定计算确定。

4. 抗震设计

《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032—2003

- (1) 构筑物的平面、竖向布置应符合 3.4.3 的规定。
- (2) 对地基承载力的验算应符合 4.2.3 及 4.2.4 的规定。
- (3) 在地震作用下，结构自重惯性力、动水压力、动土压力应按 6.2.1~6.2.5 的规定计算确定。水塔的地震作用应按 9.2.1 确定。
- (4) 有盖矩形水池在水平地震作用下的抗震验算，应符合 6.2.7 的规定。
- (5) 矩形水池的构造应符合 6.3.5 的规定。
- (6) 有盖水池内部立柱的构造要求应符合 6.3.3 的规定。

(四) 管道工程

1. 基本规定

- (1) 对砌体混合结构、钢筋混凝土结构和预应力混凝土管结构，应进行承载力和控制开裂或裂缝宽度计算，并符合相应规范要求。
- (2) 对钢管、球墨铸铁管、各种化学管材，应进行承载力（强度、稳定）和变形计算。
- (3) 对基槽回填土及管基做法应有明确要求。
- (4) 对位于地震区的管道应有抗震措施并进行必要的抗震验算

《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332—2002

- (1) 各项作用应按 3.2 和 3.3 确定。
- (2) 管道结构的计算模型应符合 4.1.3 的规定。
- (3) 结构内力分析应符合 4.1.6 的规定，均应按弹性体系计算。
- (4) 对管壁截面的强度计算应符合 4.2.8 的规定。
- (5) 现浇钢筋混凝土管道，其混凝土的抗渗性能应符合 5.0.8 的规定。
- (6) 露明的钢筋混凝土管道，其混凝土的抗冻性能应符合 5.0.12 的规定。
- (7) 对现浇钢筋混凝土管道、混合结构矩形管道，沿线应设置变形缝，符合 5.0.2 的规定。

2. 刚性管道

《给水排水工程埋地预制混凝土圆形管管道结构设计规程》CECS 143: 2002

- (1) 结构计算时的作用组合工况应符合 5.2.4 的规定。
- (2) 结构截面的最大裂缝宽度按 5.3.5 的规定计算。
- (3) 对管道的土弧或砂垫层基础，设计计算和施工安装的要求应符合 6.0.5 的规定。
- (4) .管道的接口应符合 6.0.8 和 6.0.9 的规定。

《给水排水工程埋地矩形管道结构设计规程》CECS 145: 2002

- (1) 混凝土管道的混凝土抗渗等级应符合 3.2.2 的规定。
- (2) 砌体混合结构的适用条件, 应符合 5.1.4 和 5.1.5 的规定。
- (3) 钢筋混凝土矩形管道沿长度设置伸缩缝应符合 7.2.4 的规定。
- (4) 管道上开孔处的加固措施, 应符合 7.1.3 和 7.2.5 的要求。
- (5) 钢筋混凝土管道的纵向配筋应符合 7.2.6 的规定。

《给水排水工程埋地预应力混凝土管和预应力钢筒混凝土管管道结构设计规程》CECS 140: 2011

- (1) 结构计算时的作用组合工况应符合 5.1.4 的规定。
- (2) 管体构造应符合 7.1 的规定
- (3) 管道基础及沟槽回填应符合 7.2 的规定。
- (4) 管道的接头应符合 7.3.1 和 7.3.2 的规定。
- (5) 管道结构混凝土的氯离子含量不得大于胶凝材料用量的 0.06%, 满足 7.5.3 的规定。

3. 柔性管道

《给水排水工程埋地钢管管道结构设计规程》CECS 141: 2002

- (1) 管道采用土弧基础时, 其设计土弧中心角应符合 5.1.4 的规定。
- (2) 钢管管道的最大竖向变形, 应满足 7.0.1 的规定。
- (3) 钢管道的管件的设计壁厚, 应符合 8.0.2 的规定。

《给水排水工程埋地铸铁管管道结构设计规程》CECS 142: 2002

- (1) 管道采用土弧基础时, 其设计土弧中心角应符合 5.1.4 的规定。
- (2) 球墨铸铁管的最大竖向变形, 应满足 7.0.1 的规定。
- (3) 铸铁管道水平敷设方向改变处采用重力支墩抗滑时, 应符合 8.0.8 的要求。

《埋地塑料排水管道工程技术规程》CJJ 143—2010

- (1) 管道的地基处理应符合 4.8 的规定。
- (2) 管道的土弧基础应符合 4.9.1 的规定。
- (3) 对沟槽回填土密实度的要求, 应符合 4.9.2 及 4.9.3 的规定。

《给水排水工程埋地玻璃纤维增强塑料夹砂管管道结构设计规程》CECS 190: 2005

- (1) 管材无长期静水压基准试验数据时, 管材的初始失效压力应满足第 3.2.1 条要求。
- (2) 管道的设计内水压力标准值应符合 4.2.2 的规定。
- (3) 管道的抗浮稳定应满足 5.2.4 的要求。
- (4) 管道在敷设方向改变处的抗滑稳定应满足 5.2.6 的要求。
- (5) 管道的内衬和外表面的构造应符合 8.0.2 的要求。
- (6) 柔性接口管道的敷设应符合 8.0.5 的要求。

- (7) 管道的埋设深度应符合 8.0.9 的要求。
- (8) 管道的敷设基础构造应符合 8.0.11 的要求。
- (9) 管道四周回填土的压实系数应符合 8.0.12 的要求。

《埋地塑料给水管道工程技术规程》CJJ 101—2016

4.1.1 埋地塑料给水管道系统设计除应符合本章规定外，尚应符合现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 和《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 的有关规定。

4.1.2 管道应按管土共同工作的模式进行内力分析。

4.1.3 管道设计使用年限不应低于 50 年，结构安全等级不应低于二级。

4.1.5 管道不应采用刚性管基基础。对设有混凝土保护外壳结构的塑料给水管道，混凝土保护结构应承担全部外荷载。

4.4.1 管道上的荷载作用分类、作用标准值、代表值和准永久值系数均应符合现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 的有关规定。

4.4.2 管道的结构设计文件应包括管材规格、管道基础、连接构造，以及对管道工程各部位回填土的技术要求。

4.4.3 管道结构的内力分析，均应按弹性体系计算，不考虑由非弹性变形所引起的塑性内力重分布。

4.4.15 管道应采用中、粗砂铺垫的人工土弧基础。

4.4.16 管道管底以上部分人工土弧基础的尺寸，应根据工程结构计算的支承角值增加 30° 确定，人工土弧基础的支承角不宜小于 90°。

4.4.17 管道的管周围回填土的压实系数，应在有关设计文件中明确规定。管底以下部分人工土弧基础的压实系数应控制在 0.85~0.90；管底以上部分人工土弧基础和管两侧胸腔部分的回填土压实系数不应小于 0.95。

4. 管道抗震设计

《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032—2003

10.2.1 地下直埋式管道的抗震验算应满足第 5 章 5.5 的要求。

10.3.1 给水和燃气管道的管材选择，应符合下列要求：

3 过河倒虹吸管或架空管应采用焊接钢管；

10.3.3 地下直埋圆形排水管道应符合下列要求：

1 当采用钢筋混凝土平口管，设防烈度为 8 度及以下及 8 度 I、II 类场地时，应设置混凝土管基，并应沿管线每隔 26~30cm 设置变形缝，缝宽不小于 20mm，缝内填柔性材料；8 度 III、IV 类场地或 9 度时，不应采用平口连接管。

2 8 度 III、IV 类场地或 9 度时，应采用承插式管或企口管，其接口处填料应采用柔性材料。

10.3.4 混合结构的矩形管道应符合下列要求：

1 砌体采用砖不应低于 MU10；块石不应低于 MU20；砂浆不应低于 M10。

2 钢筋混凝土盖板与侧墙应有可靠连接。设防烈度为 7 度、8 度且属 III、IV 类场地时，预制装配顶盖不得采用梁板系统结构（不含钢筋混凝土槽形板结构）。

3 基础应采用整体底板。当设防烈度为 8 度且场地为 III、IV 类时，底板应为钢筋混凝土结构。

10.3.5 当设防烈度为 9 度或场地土为可液化地段时，矩形管道应采用钢筋混凝土结构，并适当加设变形缝；缝的构造应符合 4.3.10 的第 3 款要求。

10.3.6 地下直埋承插式圆形管道和矩形管道，在下列部位应设置柔性接头及变形缝：

1 地基土质突变处；

2 穿越铁路及其他重要的交通干线两端；

3 承插式管道的三通、四通、大于 45° 的弯头等附件与直线管段连接处。

10.3.8 管道穿过建（构）筑物的墙体或基础时，应符合下列要求：

1 在穿管的墙体或基础上应设置套管，穿管与套管间的缝隙内应填充柔性材料。

2 当穿越的管道与墙体或基础为嵌固时，应在穿越的管道上就近设置柔性连接。

5. 耐久性要求

(1) 钢筋混凝土结构的钢筋净保护层厚度，应符合相应规范的规定。

(2) 钢管、铸铁管的防腐内衬构造应明确，应与结构计算控制变形协调一致。

(3) 当钢结构和混凝土结构接触的环境土、水有腐蚀性时，应明确防腐措施，并应符合《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046—2018 的要求。

第三节 燃气工程

一、设计内容

燃气工程结构专业设计中，建筑物包含储配站、门站、液化天然气瓶组气化站、液化石油气储存站、储配站和灌装站、液化石油气瓶装供应站、汽车加气站等建筑物。燃气工程压缩机、储罐等设备基础。

二、设计要点

燃气工程应根据各单体建筑的主要工艺设计形式、主要设备及工艺管道的设计功能、安装要求、运行条件等，分类别确定合理的结构形式和抗震措施，具体要点如下：

(一) 抗震设计

《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223-2008

5.1.5 燃气建筑中，20 万人口以上城镇、县及县级市的主要燃气厂的主厂房、贮气罐、加压泵房和压缩间、调度楼及相应的超高压和高压调压间、高压和次高压输配气管道等主要设施，抗震设防类别应划为重点设防类。

《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032-2003

1.0.4 抗震设防烈度应按国家规定的权限审批、颁发的文件(图件)确定。

1.0.5 本规范适用于抗震设防烈度为6度至9度地区的室外给水、排水和燃气、热力工程设施的抗震设计。

对抗震设防烈度高于9度或有特殊抗震要求的工程抗震设计，应按专门研究的规定设计。

1.0.8 对位于设防烈度为6度地区的室外给水、排水和燃气、热力工程设施，可不作抗震计算；当本规范无特别规定时，抗震措施应按7度设防的有关要求采用。

3.2.2 建设场地的选择、应符合下列要求：

2 应尽量避免不利地段；当无法避开时，应采取有效的抗震措施；

3 不应在危险地段建设。

3.2.4 对地基和基础的抗震设计，应符合下列要求：

1 当地基受力层范围内存在液化土或软弱土层时，应采取措施防止地基承载力失效、震陷和不均匀沉降导致构筑物或管网结构损坏。

4 当构筑物基底受力层内存在液化土、软弱黏性土或严重不均匀土层时，虽经地基处理，仍应采取措施加强基础的整体性和刚度。

3.4.3 构筑物的平面、竖向布置，应符合下列要求：

3 防震缝应根据抗震设防烈度、结构类型及材质、结构单元间的高差留有足够宽度，其两侧上部结构应完全分开，基础可不分；当防震缝兼作变形缝（伸缩、沉降）时，基础亦应分开。变形缝的缝宽，应符合防震缝的要求。

3.6.5 毗连构筑物及与构筑物连接的管道，当坐落在回填土上时，回填土应严格分层夯实，其压实密度应达到该回填土料最大压实密度的95%~97%。

10.3.8 管道穿过建（构）筑物的墙体或基础时，应符合下列要求：

1 在穿管的墙体或基础上应设置套管，穿管与套管间的缝隙内应填充柔性材料。

2 当穿越的管道与墙体或基础嵌固时，应在穿越的管道上就近设置柔性连接。

10.3.13 架空管道的活动支架上，应设置侧向挡板。

《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010（2016年版）

3.3.4 地基和基础设计应符合下列要求：

3 地基为软弱黏性土、液化土、新近填土或严重不均匀土时，应根据地震时地基不均匀沉降和其他不利影响，采取相应的措施。

3.3.5 山区建筑的场地和地基基础应符合下列要求：

1 山区建筑场地勘察应有边坡稳定性评价和防治方案建议；应根据地质、地形条件和使用要求，因地制宜设置符合抗震设防要求的边坡工程。

2 边坡设计应符合现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330的要求；其稳定性

验算时，有关的摩擦角应按设防烈度的高低相应修正。

3 边坡附近的建筑基础应进行抗震稳定性设计。建筑基础与土质、强风化岩质边坡的边缘应留有足够的距离，其值应根据设防烈度的高低确定，并采取避免地震时地基基础破坏。

3.5.4 结构构件应符合下列要求：

1 砌体结构应按规定设置钢筋混凝土圈梁和构造柱、芯柱，或采用约束砌体、配筋砌体等。

2 混凝土结构构件应控制截面尺寸和受力钢筋、箍筋的设置，防止剪切破坏先于弯曲破坏、混凝土的压溃先于钢筋的屈服、钢筋的锚固粘结破坏先于钢筋破坏。

3 预应力混凝土的构件，应配有足够的非预应力钢筋。

3.5.5 结构各构件之间的连接，应符合下列要求：

1 构件节点的破坏，不应先于其连接的构件。

2 预埋件的锚固破坏，不应先于连接件。

3 装配式结构构件的连接，应能保证结构的整体性。

3.5.6 装配式单层厂房的各种抗震支撑系统，应保证地震时厂房的整体性和稳定性。

3.6.6 利用计算机进行结构抗震分析，应符合下列要求：

1 计算模型的建立、必要的简化计算与处理，应符合结构的实际工作状况，计算中应考虑楼梯构件的影响。

2 计算机软件的技术条件应符合本规范及有关标准的规定，并应阐明其特殊处理的内容和依据。

3 复杂结构在多遇地震作用下的内力和变形分析时，应采用不少于两个合适的不同力学模型，并对其计算结果进行分析比较。

4 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。

3.7.2 非结构构件的抗震设计，应由相关专业人员分别负责进行。

3.7.3 附着于楼、屋面结构上的非结构构件，以及楼梯间的非承重墙体，应与主体结构有可靠的连接或锚固，避免地震时倒塌伤人或砸坏重要设备。

3.7.6 安装在建筑上的附属机械、电气设备系统的支座和连接，应符合地震时使用功能的要求，且不应导致相关部件的损坏。

（二）地基基础

应按《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011 执行；并应同时满足现行地方标准和行业标准的相关规定。

1. 基本规定

《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011

3.0.4 地基基础设计前应进行岩土工程勘察，并应符合下列规定：

1 岩土工程勘察报告应提供下列资料：

- 1) 有无影响建筑场地稳定性的不良地质作用, 评价其危害程度;
- 2) 建筑物范围内的地层结构及其均匀性, 各岩土层的物理力学性质指标, 以及对建筑材料的腐蚀性;
- 3) 地下水埋藏情况、类型和水位变化幅度及规律, 以及对建筑材料的腐蚀性;
- 4) 在抗震设防区应划分场地类别, 并对饱和砂土及粉土进行液化判别;
- 5) 对可供采用的地基基础设计方案进行论证分析, 提出经济合理、技术先进的设计方案建议; 提供与设计要求相对应的地基承载力及变形计算参数, 并对设计与施工应注意的问题提出建议;
- 6) 当工程需要时, 尚应提供: 深基坑开挖的边坡稳定计算和支护设计所需的岩土技术参数, 论证其对周边环境的影响; 基坑施工降水的有关技术参数及地下水控制方法的建议; 用于计算地下水浮力的设防水位;

2 地基评价宜采用钻探取样、室内土工试验、触探、并结合其他原位测试方法进行。设计等级为甲级的建筑物应提供载荷试验指标、抗剪强度指标、变形参数指标和触探资料; 设计等级为乙级的建筑物应提供抗剪强度指标、变形参数指标和触探资料; 设计等级为丙级的建筑物应提供触探及必要的钻探和土工试验资料。

3 建筑物地基均应进行施工验槽。当地基条件与原勘察报告不符时, 应进行施工勘察。

2. 建筑物(地基)安全等级

《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011

3.0.1 地基基础设计应根据地基复杂程度、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分为三个设计等级, 设计时应根据具体情况, 按表 3.0.1 选用。

3. 基础埋置深度

《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011

5.1.6 当存在相邻建筑物时, 新建建筑物的基础埋深不宜大于原有建筑基础。当埋深大于原有建筑基础时, 两基础间应保持一定净距, 其数值应根据建筑荷载大小、基础形式和土质情况确定。

4. 地基承载力

应符合《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011 第 5.2.1、5.2.2 及 5.2.7 的要求。

5. 地基变形计算

《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011

5.3.2 地基变形特征可分为沉降量、沉降差、倾斜、局部倾斜。

5.3.3 在计算地基变形时, 应符合下列规定:

1 由于建筑地基不均匀、荷载差异很大、体型复杂等因素引起的地基变形，对于砌体承重结构应由局部倾斜值控制；对于框架结构和单层排架结构应由相邻柱基的沉降差控制；对于多层或高层建筑和高耸结构应由倾斜值控制；必要时尚应控制平均沉降量。

2 在必要情况下，需要分别预估建筑物在施工期间和使用期间的地基变形值，以便预留建筑物有关部分之间的净空，选择连接方法和施工顺序。

5.3.9 当存在相邻荷载时，应计算相邻荷载引起的地基变形，其值可按应力叠加原理，采用角点法计算。

6. 稳定性计算

应符合《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011 第 5.4 节的要求。

7. 扩展基础

应符合《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011 第 8.2.3 及 8.2.8 条的规定。

8. 条形基础

《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011

8.3.1 柱下条形基础的构造，除满足本规范第 8.2.1 条的要求外，尚应符合下列规定：

4 条形基础梁顶部和底部的纵向受力钢筋除应满足计算要求外，顶部钢筋应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截面总面积的 1/3。

9. 筏形基础

《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011

8.4.5 采用筏形基础的地下室，钢筋混凝土外墙厚度不应小于 250mm，内墙厚度不宜小于 200mm。墙的截面设计除满足承载力要求外，尚应考虑变形、抗裂及外墙防渗等要求。墙体应设置双面钢筋，钢筋不宜采用光面圆钢筋，水平钢筋的直径不应小于 12mm，竖向钢筋的直径不应小于 10mm，间距不应大于 200mm。

8.4.8 平板式筏基内筒下的板厚应满足受冲切承载力的要求，并应符合下列规定：

1 受冲切承载力应按 (8.4.8) 进行计算；

2 当需要考虑内筒根部弯矩的影响时，距内筒外表面 $h_0/2$ 处冲切临界截面的最大剪应力可按公式(8.4.7-1)计算，此时 $\tau_{\max} \leq 0.7 \beta hpft / \eta$ 。

8.4.14 当地基土比较均匀、地基压缩层范围内无软弱土层或可液化土层、上部结构刚度较好，柱网和荷载较均匀、相邻柱荷载及柱间距的变化不超过 20%，且梁板式筏基梁的高跨比或平板式筏基板的厚跨比不小于 1/6 时，筏形基础可仅考虑局部弯曲作用。筏形基础的内力，可按基底反力直线分布进行计算，计算时基底反力应扣除底板自重及其上填土的自重。当不满足上述要求时，筏基内力可按弹性地基梁板方法进行分析计算。

8.4.15 按基底反力直线分布计算的梁板式筏基，其基础梁的内力可按连续梁分析，边跨跨中弯矩以及第一内支座的弯矩值宜乘以 1.2 的系数。梁板式筏基的底板和基础梁的配筋除满足计

算要求外，纵横方向的底部钢筋尚应有不少于 1/3 贯通全跨，顶部钢筋按计算配筋全部连通，底板上下贯通钢筋的配筋率不应小于 0.15%。

8.4.16 按基底反力直线分布计算的平板式筏基，可按柱下板带和跨中板带分别进行内力分析。柱下板带中，柱宽及其两侧各 0.5 倍板厚且不大于 1/4 板跨的有效宽度范围内，其钢筋配置量不应小于柱下板带钢筋数量的一半，且应能承受部分不平衡弯矩 m_{Munb} 。 $Munb$ 为作用在冲切临界截面重心上的不平衡弯矩， m 应按式(8.4.17)进行计算。平板式筏基柱下板带和跨中板带的底部支座钢筋应有不少于 1/3 贯通全跨，顶部钢筋应按计算配筋全部连通，上下贯通钢筋的配筋率不应小于 0.15%。

10. 桩基础

《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011

8.5.3 桩和桩基的构造，应符合下列要求：

2 扩底灌注桩的扩底直径，不应大于桩身直径的 3 倍。

5 设计使用年限不少于 50 年时，非腐蚀环境中预制桩的混凝土强度等级不应低于 C30，预应力桩不应低于 C40，灌注桩的混凝土强度等级不应低于 C25；二 b 类环境及三类及四类、五类微腐蚀环境中不应低于 C30；在腐蚀环境中的桩，桩身混凝土的强度等级应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。设计使用年限不少于 100 年的桩，桩身混凝土的强度等级宜适当提高。

8 桩身纵向钢筋配筋长度应符合下列规定：

1) 受水平荷载和弯矩较大的桩，配筋长度应通过计算确定；

2) 桩基承台下存在淤泥、淤泥质土或液化土层时，配筋长度应穿过淤泥、淤泥质土层或液化土层；

3) 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；

4) 钻孔灌注桩构造钢筋的长度不宜小于桩长的 2/3；桩施工在基坑开挖前完成时，其钢筋长度不宜小于基坑深度的 1.5 倍。

10 桩顶嵌入承台内的长度不应小于 50mm。主筋伸入承台内的锚固长度不应小于钢筋直径 (HPB235) 的 30 倍和钢筋直径 (HRB335 和 HRB400) 的 35 倍。对于大直径灌注桩，当采用一柱一桩时，可设置承台或将桩和柱直接连接。桩和柱的连接可按本规范第 8.2.5 条高杯口基础的要求选择截面尺寸和配筋，柱纵筋插入桩身的长度应满足锚固长度的要求；

8.5.9 当桩基承受拔力时，应对桩基进行抗拔验算。单桩抗拔承载力特征值应通过单桩竖向抗拔静载荷试验确定，并应加载至破坏。

8.5.17 桩基承台的构造，除满足抗冲切、抗剪切、抗弯承载力和上部结构的要求外，尚应符合下列要求：

1 承台的宽度不应小于 500mm。边桩中心至承台边缘的距离不宜小于桩的直径或边长，且

桩的外边缘至承台边缘的距离不小于 150mm。对于条形承台梁，桩的外边缘至承台梁边缘的距离不小于 75mm；

2 承台的最小厚度不应小于 300mm；

《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008、相关地方标准及其他现行行业标准要求

11. 地基处理

按《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011 第七章要求执行。

根据设计采用的地基处理方法，应按现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 的要求进行。

湿陷性地区地基处理应符合《湿陷性黄土地区建筑标准》（GB 50025-2018）第 3.0.2 条、第 5.6 条和第 6.1 条的相关规定。

12. 地基基础抗震设计

地基基础抗震设计及措施，按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010（2016 年版）及地方标准执行。

《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032-2003

4.3.6 未经处理的液化土层一般不宜作为天然地基的持力层。对地基的抗液化处理措施，应根据建（构）筑物和管道工程的使用功能、地基的液化等级，按表 4.3.6 的规定选择采用。

4.3.12 厂站建（构）筑物或地下管道傍故河道、现代河滨、海滨、自然或人工坡边建造，当地基内存在液化等级为中等或严重的液化土层时，宜避让至距常时水线 150m 以外；否则应对地基做有效的抗滑加固处理，并应通过抗滑动验算。

4.4.6 存在液化土层的桩基，桩的箍筋间距应加密，宜与桩顶部相同，加密范围应自桩顶至液化土层下界面以下 2 倍桩径处；在此范围内，桩的纵向钢筋亦应与桩顶保持一致。

13. 其他

《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020 年版）

8.9.6 在地震裂度为 7 度和 7 度以上的地区建设液化石油气站时，其建、构筑物的抗震设计，应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011- 2010 和《构筑物抗震设计规范》GB 50191 的规定。

第四节 热力工程

一、设计内容

热力工程结构专业设计中，建筑物包含民用建筑锅炉房、风机房、配电室、煤棚、渣棚、水处理间、水泵房等建筑物；锅炉、风机、水泵等设备基础。

二、设计要点

热力工程厂站、管网应根据各热力厂站的主要工艺设计形式、主要设备及工艺管道的设计功

能、安装要求、运行条件等，分类别确定合理的结构形式和抗震措施；

(一) 抗震设计

《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223-2008

5.1.6 热力建筑中，50 万人口以上城镇的主要热力厂主厂房、调度楼、中继泵站及相应的主要设施用房，抗震设防类别应划为重点设防类。

编者注：根据规范条文说明的解释，相应的主要设施指主干线管道。

《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032-2003

1.0.4 抗震设防烈度应按国家规定的权限审批、颁发的文件(图件)确定。

1.0.5 本规范适用于抗震设防烈度为 6 度至 9 度地区的室外给水、排水和燃气、热力工程设施的抗震设计。

对抗震设防烈度高于 9 度或有特殊抗震要求的工程抗震设计，应按专门研究的规定设计。

1.0.8 对位于设防烈度为 6 度地区的室外给水、排水和燃气、热力工程设施，可不作抗震计算；当本规范无特别规定时，抗震措施应按 7 度设防的有关要求采用。

3.2.2 建设场地的选择、应符合下列要求：

- 2 应尽量避免不利地段；当无法避开时，应采取有效的抗震措施；
- 3 不应在危险地段建设。

3.2.4 对地基和基础的抗震设计，应符合下列要求：

1 当地基受力层范围内存在液化土或软弱土层时，应采取措施防止地基承载力失效、震陷和不均匀沉降导致构筑物或管网结构损坏。

4 当构筑物基底受力层内存在液化土、软弱黏性土或严重不均匀土层时，虽经地基处理，仍应采取措施加强基础的整体性和刚度。

3.4.3 构筑物的平面、竖向布置，应符合下列要求：

2 对体型复杂的构筑物，宜设置防震缝将结构分成规则的结构单元；当设置防震缝有困难时，应对结构进行整体抗震计算，针对薄弱部位，采取有效的抗震措施。

3 防震缝应根据抗震设防烈度、结构类型及材质、结构单元间的高差留有足够宽度，其两侧上部结构应完全分开，基础可不分；当防震缝兼作变形缝（伸缩、沉降）时，基础亦应分开。变形缝的缝宽，应符合防震缝的要求。

3.6.5 毗连构筑物及与构筑物连接的管道，当坐落在回填土上时，回填土应严格分层夯实，其压实密度应达到该回填土料最大压实密度的 95%~97%。

10.3.8 管道穿过建（构）筑物的墙体或基础时，应符合下列要求：

- 1 在穿管的墙体或基础上应设置套管，穿管与套管间的缝隙内应填充柔性材料。
- 2 当穿越的管道与墙体或基础嵌固时，应在穿越的管道上就近设置柔性连接。

10.3.12 当设防烈度为 7 度、8 度且地基土为可液化土地段或设防烈度为 9 度时，管网的

阀门井、检查井等附属构筑物不宜采用砌体结构。如采用砌体结构时，砖不应低于 MU10，块石不应低于 MU20，砂浆不应低于 M10，并应在砌体内配置水平封闭钢筋，每 500mm 高度内不应少于 $2f_6$ 。

10.3.13 架空管道的活动支架上，应设置侧向挡板。

《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 年版）

3.3.4 地基和基础设计应符合下列要求：

3 地基为软弱黏性土、液化土、新近填土或严重不均匀土时，应根据地震时地基不均匀沉降和其他不利影响，采取相应的措施。

3.3.5 山区建筑的场地和地基基础应符合下列要求：

1 山区建筑场地勘察应有边坡稳定性评价和防治方案建议；应根据地质、地形条件和使用要求，因地制宜设置符合抗震设防要求的边坡工程。

2 边坡设计应符合现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的要求；其稳定性验算时，有关的摩擦角应按设防烈度的高低相应修正。

3 边坡附近的建筑基础应进行抗震稳定性设计。建筑基础与土质、强风化岩质边坡的边缘应留有足够的距离，其值应根据设防烈度的高低确定，并采取措施避免地震时地基基础破坏。

3.5.4 结构构件应符合下列要求：

1 砌体结构应按规定设置钢筋混凝土圈梁和构造柱、芯柱，或采用约束砌体、配筋砌体等。

2 混凝土结构构件应控制截面尺寸和受力钢筋、箍筋的设置，防止剪切破坏先于弯曲破坏、混凝土的压溃先于钢筋的屈服、钢筋的锚固粘结破坏先于钢筋破坏。

3 预应力混凝土的构件，应配有足够的非预应力钢筋。

3.5.5 结构各构件之间的连接，应符合下列要求：

1 构件节点的破坏，不应先于其连接的构件。

2 预埋件的锚固破坏，不应先于连接件。

3 装配式结构构件的连接，应能保证结构的整体性。

3.5.6 装配式单层厂房的各种抗震支撑系统，应保证地震时厂房的整体性和稳定性。

3.6.6 利用计算机进行结构抗震分析，应符合下列要求：

1 计算模型的建立、必要的简化计算与处理，应符合结构的实际工作状况，计算中应考虑楼梯构件的影响。

2 计算机软件的技术条件应符合本规范及有关标准的规定，并应阐明其特殊处理的内容和依据。

3 复杂结构在多遇地震作用下的内力和变形分析时，应采用不少于两个合适的不同力学模型，并对其计算结果进行分析比较。

4 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。

3.7.2 非结构构件的抗震设计，应由相关专业人员分别负责进行。

3.7.3 附着于楼、屋面结构上的非结构构件，以及楼梯间的非承重墙体，应与主体结构有可靠的连接或锚固，避免地震时倒塌伤人或砸坏重要设备。

3.7.6 安装在建筑上的附属机械、电气设备系统的支座和连接，应符合地震时使用功能的要求，且不应导致相关部件的损坏。

(二) 地基基础

应按《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011 执行；并应同时满足现行地方标准和行业标准的相关规定。

1. 基本规定

《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011

3.0.4 地基基础设计前应进行岩土工程勘察，并应符合下列规定：

1 岩土工程勘察报告应提供下列资料：

1) 有无影响建筑场地稳定性的不良地质作用，评价其危害程度；

2) 建筑物范围内的地层结构及其均匀性，各岩土层的物理力学性质指标，以及对建筑材料的腐蚀性；

3) 地下水埋藏情况、类型和水位变化幅度及规律，以及对建筑材料的腐蚀性；

4) 在抗震设防区应划分场地类别，并对饱和砂土及粉土进行液化判别；

5) 对可供采用的地基基础设计方案进行论证分析，提出经济合理、技术先进的设计方案建议；提供与设计要求相对应的地基承载力及变形计算参数，并对设计与施工应注意的问题提出建议；

6) 当工程需要时，尚应提供：深基坑开挖的边坡稳定计算和支护设计所需的岩土技术参数，论证其对周边环境的影响；基坑施工降水的有关技术参数及地下水控制方法的建议；用于计算地下水浮力的设防水位；

2 地基评价宜采用钻探取样、室内土工试验、触探、并结合其他原位测试方法进行。设计等级为甲级的建筑物应提供载荷试验指标、抗剪强度指标、变形参数指标和触探资料；设计等级为乙级的建筑物应提供抗剪强度指标、变形参数指标和触探资料；设计等级为丙级的建筑物应提供触探及必要的钻探和土工试验资料。

3 建筑物地基均应进行施工验槽。当地基条件与原勘察报告不符时，应进行施工勘察。

2. 建筑物（地基）安全等级

《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011

3.0.1 地基基础设计应根据地基复杂程度、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分为三个设计等级，设计时应根据具体情况，按表 3.0.1 选用。

3. 基础埋置深度

《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011

5.1.6 当存在相邻建筑物时，新建建筑物的基础埋深不宜大于原有建筑基础。当埋深大于原有建筑基础时，两基础间应保持一定净距，其数值应根据建筑荷载大小、基础形式和土质情况确定。

4. 地基承载力

应符合《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011 第 5.2.1、5.2.2 及 5.2.7 的要求。

5. 地基变形计算

《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011

5.3.2 地基变形特征可分为沉降量、沉降差、倾斜、局部倾斜。

5.3.3 在计算地基变形时，应符合下列规定：

1 由于建筑地基不均匀、荷载差异很大、体型复杂等因素引起的地基变形，对于砌体承重结构应由局部倾斜值控制；对于框架结构和单层排架结构应由相邻柱基的沉降差控制；对于多层或高层建筑和高耸结构应由倾斜值控制；必要时尚应控制平均沉降量。

2 在必要情况下，需要分别预估建筑物在施工期间和使用期间的地基变形值，以便预留建筑物有关部分之间的净空，选择连接方法和施工顺序。

5.3.9 当存在相邻荷载时，应计算相邻荷载引起的地基变形，其值可按应力叠加原理，采用角点法计算。

5. 稳定性计算

应符合《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011 第 5.4 节的要求。

7. 扩展基础

应符合《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011 第 8.2.3 及 8.2.8 条的规定。

8. 条形基础

《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011

8.3.1 柱下条形基础的构造，除满足本规范第 8.2.1 条的要求外，尚应符合下列规定：

4 条形基础梁顶部和底部的纵向受力钢筋除应满足计算要求外，顶部钢筋应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截面总面积的 1/3。

9. 筏形基础

《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011

8.4.5 采用筏形基础的地下室，钢筋混凝土外墙厚度不应小于 250mm，内墙厚度不宜小于 200mm。墙的截面设计除满足承载力要求外，尚应考虑变形、抗裂及外墙防渗等要求。墙体内应设置双面钢筋，钢筋不宜采用光面圆钢筋，水平钢筋的直径不应小于 12mm，竖向钢筋的直径不应小于 10mm，间距不应大于 200mm。

8.4.8 平板式筏基内筒下的板厚应满足受冲切承载力的要求，并应符合下列规定：

1 受冲切承载力应按（8.4.8）进行计算；

2 当需要考虑内筒根部弯矩的影响时，距内筒外表面 $h_0/2$ 处冲切临界截面的最大剪应力可按公式(8.4.7-1)计算，此时 $\tau_{\max} \leq 0.7 \beta_{hp} f_t / \eta$ 。

8.4.14 当地基土比较均匀、地基压缩层范围内无软弱土层或可液化土层、上部结构刚度较好，柱网和荷载较均匀、相邻柱荷载及柱间距的变化不超过 20%，且梁板式筏基梁的高跨比或平板式筏基板的厚跨比不小于 1/6 时，筏形基础可仅考虑局部弯曲作用。筏形基础的内力，可按基底反力直线分布进行计算，计算时基底反力应扣除底板自重及其上填土的自重。当不满足上述要求时，筏基内力可按弹性地基梁板方法进行分析计算。

8.4.15 按基底反力直线分布计算的梁板式筏基，其基础梁的内力可按连续梁分析，边跨跨中弯矩以及第一内支座的弯矩值宜乘以 1.2 的系数。梁板式筏基的底板和基础梁的配筋除满足计算要求外，纵横方向的底部钢筋尚应有不少于 1/3 贯通全跨，顶部钢筋按计算配筋全部连通，底板上下贯通钢筋的配筋率不应小于 0.15%。

8.4.16 按基底反力直线分布计算的平板式筏基，可按柱下板带和跨中板带分别进行内力分析。柱下板带中，柱宽及其两侧各 0.5 倍板厚且不大于 1/4 板跨的有效宽度范围内，其钢筋配置量不应小于柱下板带钢筋数量的一半，且应能承受部分不平衡弯矩 m_{Munb} 。 M_{unb} 为作用在冲切临界截面重心上的不平衡弯矩， m 应按式(8.4.17)进行计算。平板式筏基柱下板带和跨中板带的底部支座钢筋应有不少于 1/3 贯通全跨，顶部钢筋应按计算配筋全部连通，上下贯通钢筋的配筋率不应小于 0.15%。

10. 桩基础

《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011

8.5.3 桩和桩基的构造，应符合下列要求：

2 扩底灌注桩的扩底直径，不应大于桩身直径的 3 倍。

5 设计使用年限不少于 50 年时，非腐蚀环境中预制桩的混凝土强度等级不应低于 C30，预应力桩不应低于 C40，灌注桩的混凝土强度等级不应低于 C25；二 b 类环境及三类及四类、五类微腐蚀环境中不应低于 C30；在腐蚀环境中的桩，桩身混凝土的强度等级应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。设计使用年限不少于 100 年的桩，桩身混凝土的强度等级宜适当提高。

8 桩身纵向钢筋配筋长度应符合下列规定：

1) 受水平荷载和弯矩较大的桩，配筋长度应通过计算确定；

2) 桩基承台下存在淤泥、淤泥质土或液化土层时，配筋长度应穿过淤泥、淤泥质土层或液化土层；

3) 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；

4) 钻孔灌注桩构造钢筋的长度不宜小于桩长的 2/3; 桩施工在基坑开挖前完成时, 其钢筋长度不宜小于基坑深度的 1.5 倍。

10 桩顶嵌入承台内的长度不应小于 50mm。主筋伸入承台内的锚固长度不应小于钢筋直径 (HPB235) 的 30 倍和钢筋直径 (HRB335 和 HRB400) 的 35 倍。对于大直径灌注桩, 当采用一柱一桩时, 可设置承台或将桩和柱直接连接。桩和柱的连接可按本规范第 8.2.5 条高杯口基础的要求选择截面尺寸和配筋, 柱纵筋插入桩身的长度应满足锚固长度的要求;

8.5.9 当桩基承受拔力时, 应对桩基进行抗拔验算。单桩抗拔承载力特征值应通过单桩竖向抗拔静载荷试验确定, 并应加载至破坏。

8.5.17 桩基承台的构造, 除满足抗冲切、抗剪切、抗弯承载力和上部结构的要求外, 尚应符合下列要求:

1 承台的宽度不应小于 500mm。边桩中心至承台边缘的距离不宜小于桩的直径或边长, 且桩的外边缘至承台边缘的距离不小于 150mm。对于条形承台梁, 桩的外边缘至承台梁边缘的距离不小于 75mm;

2 承台的最小厚度不应小于 300mm;

《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008、相关地方标准及其他现行行业标准要求

11. 地基处理

按《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011 第七章要求执行。

根据设计采用的地基处理方法, 应按现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 的要求进行。

湿陷性地区地基处理应符合《湿陷性黄土地区建筑标准》(GB 50025-2018) 第 3.0.2 条、第 5.6 条和第 6.1 条的相关规定。

12. 地基基础抗震

地基基础抗震设计及措施, 按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 (2016 年版) 及地方标准执行。

《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032-2003

4.3.6 未经处理的液化土层一般不宜作为天然地基的持力层。对地基的抗液化处理措施, 应根据建(构)筑物和管道工程的使用功能、地基的液化等级, 按表 4.3.6 的规定选择采用。

4.3.12 厂站建(构)筑物或地下管道傍故河道、现代河滨、海滨、自然或人工坡边建造, 当地基内存在液化等级为中等或严重的液化土层时, 宜避让至距常时水线 150m 以外; 否则应对地基做有效的抗滑加固处理, 并应通过抗滑动验算。

4.4.6 存在液化土层的桩基, 桩的箍筋间距应加密, 宜与桩顶部相同, 加密范围应自桩顶至液化土层下界面以下 2 倍桩径处; 在此范围内, 桩的纵向钢筋亦应与桩顶保持一致。

(三) 热力管网

1. 基本规定

《城镇供热管网结构设计规范》CJJ 105—2005

2.0.2 结构混凝土的最低强度等级应满足耐久性要求，且不应低于表 2.0.2 的规定。对于接触侵蚀性介质的混凝土，其最低强度等级尚应符合现行有关标准的规定。

2.0.4 位于地下水位以下的管沟及检查室，应采用抗渗混凝土结构，混凝土的抗渗等级应按表 2.0.4 的规定确定。相应混凝土的骨料应选择良好级配；水灰比不应大于 0.5。

当混凝土满足抗渗要求时，一般可不作其他防渗处理。对接触侵蚀性介质的混凝土，应按现行有关标准或进行专门试验确定防腐措施。

表 2.0.4 混凝土的抗渗等级

最大作用水头与混凝土构件厚度比值 i_w	抗渗等级 Pi
<10	P6
10~30	P8
>30	P10

注：抗渗等级 Pi 的定义系指龄期为 28 天的混凝土构件，施加 $i \times 0.1MP_a$ 水压后满足不渗水指标。

2.0.9 在管道运行阶段，当受热温度超过 20°C 时，管沟及检查室结构混凝土的强度值及弹性模量值应予以折减，不同温度作用下的折减系数应按表 2.0.9 的规定确定。结构构件的受热温度可按本规范附录 A 的规定计算确定。

表 2.0.9 混凝土在温度作用下强度值及弹性模量值的折减系数

折减项目	受热温度 ($^\circ\text{C}$)			受热温度的取值
	20	60	100	
轴心抗压强度	1.0	0.85	0.80	轴心受压及轴心受拉时取用计算截面的平均温度，弯曲受压时取表面最高受热温度
轴心抗拉强度	1.0	0.80	0.70	
弹性模量	1.0	0.85	0.75	承载能力极限状态计算时，取构件的平均温度，正常使用极限状态验算时，取内表面最高温度

注：当受热温度为中间值时，折减系数值可线性内插求得

3.2.3 热力管道及设备自重标准值，应按下列规定计算确定：

- 1 热力管道及设备自重标准值，应为管材、保温层、管内介质及管道附件自重标准值之和。
- 2 蒸汽管道的管内介质自重标准值，在管道运行阶段，应根据管道运行工况和疏水设备布置情况进行分析，当可能有冷凝水积存时，应考虑管道内的冷凝水积存量；在管道试压阶段，应按管道充满水计算。

3 作用在管道支架结构上的管道自重标准值，应计入管道失跨的影响，作用标准值应按下式计算：

$$G = IqL \quad (3.2.3)$$

式中：G——支架结构上的管道自重标准值（kN）；

I ——管道失跨系数，一般取 1.5，当有可靠工程经验时，可适当减小；

q ——单位长度管道自重标准值（kN/m）；

L ——管道跨距(m)，若支架两侧的跨距不等时，可取平均值。

对蒸汽管网紧邻管道阀门及弯头的管道支架，在管道运行阶段作用在结构上的管道自重标准值应按动态作用考虑，动力系数可取 1.5。

3.3.9 混凝土结构管沟及检查室，应考虑在管道运行阶段结构内、外壁面温差对结构的作用。壁面温差作用标准值可按本规范附录 A 计算确定。

3.3.10 对于通行管沟及检查室结构，应考虑管道安装及检修阶段的吊装荷载，荷载标准值采用所起吊管道、设备的自重标准值。

4.1.3 管沟及检查室结构及结构构件的承载能力极限状态设计，应包括下列内容：

1 管道运行阶段结构构件的承载力计算。对通行管沟及检查室，尚应进行管道安装或检修阶段起吊管道、设备时结构构件的承载力计算；对需揭开盖板进行管道检修的管沟及检查室，尚应进行管道检修阶段结构构件的承载力计算；对设有固定支架的管沟及检查室结构、蒸汽管网设有活动支架的管沟及检查室结构，尚应进行管道试压阶段结构构件的承载力计算。

2 设有固定支架、导向支架及活动支架的管沟及检查室结构，管道运行阶段结构作为刚体的抗滑移、抗倾覆稳定验算。对设有固定支架的管沟及检查室结构、蒸汽管网设有活动支架的管沟及检查室结构，尚应进行管道试压阶段结构作为刚体的抗滑移、抗倾覆稳定验算。

3 当结构位于地下水位以下时，管道运行阶段的结构抗浮稳定验算。对需揭开盖板进行管道检修的管沟及检查室，尚应进行管道检修阶段的结构抗浮稳定验算。

4 预埋件设计。

4.1.4 固定支架、导向支架及活动支架结构及结构构件的承载能力极限状态设计，应包括下列内容：

1 管道运行阶段结构构件的承载力计算。对固定支架及蒸汽管网的的活动支架，尚应进行管道试压阶段结构构件的承载力计算。

2 管道运行阶段架空管道支架基础的抗滑移、抗倾覆稳定验算及地基承载力计算。对固定支架及蒸汽管网的的活动支架，尚应进行管道试压阶段支架基础的抗滑移、抗倾覆稳定验算及地基承载力计算。地基承载力计算应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定。

3 预埋件设计。

4.1.5 预制混凝土滑动支墩的结构设计，应包括下列内容：

1 管道运行阶段墩体及其底部坐浆的承载力计算。对于蒸汽管网尚应进行管道试压阶段墩体及其底部坐浆的承载力计算。坐浆抗剪承载力计算应符合现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 的有关规定。

2 管道运行阶段墩体的抗倾覆稳定验算。对蒸汽管网尚应进行管道试压阶段墩体的抗倾覆稳定验算。

3 预埋件设计。

4.2.5 结构上的作用组合工况应符合下列规定：

1 管沟及检查室结构上的作用组合，应按表 4.2.5-1 的规定确定。

2 管道支架结构上的作用组合，应按表 4.2.5-2 的规定确定。

4.2.7 结构承受水平作用时的抗滑移稳定验算，抗力应计入由管道及设备自重、结构自重、结构上的竖向土压力形成的摩阻力，对管沟及检查室结构，尚应计入侧向土压力形成的摩阻力；对岩石地基，当采取可靠嵌固措施时，尚应计入岩石对结构的嵌固作用。

1 架空管道支架结构承受水平作用时的抗滑移稳定可按(4.2.7-1)式验算。

2 检查室及管沟结构承受管道水平作用时的抗滑移稳定可按(4.2.7-2)式验算。

4.3.3 钢筋混凝土结构构件在组合作用下，计算截面的受力状态处于受弯或大偏心受拉(压)时，截面允许出现的最大裂缝宽度限值应为 0.2mm。

6.0.1 管沟及检查室结构防水应符合下列规定：

1 结构位于地下水位以下时，应采用抗渗混凝土结构防水，并根据需要增设附加防水层或其他防水措施。

2 位于地下水位以上的混凝土结构或砌体结构，应考虑地表水及毛细管水等作用，采取可靠的防水措施。

3 柔性防水层应设置保护层。

6.0.2 管沟沿线应设置伸缩缝。对土质地基，伸缩缝的间距应符合下列规定：

1 对于钢筋混凝土结构管沟，其间距不宜大于 25m。

2 对于砌体结构管沟，其间距不宜大于 40m。

6.0.8 管沟结构的现浇钢筋混凝土构件，其纵向构造钢筋应符合下列规定：

1 构件里、外侧构造钢筋的配筋率均不应小于 0.15%。

6.0.10 管沟及检查室内管道支架采用钢结构时，支架立柱根部应采用混凝土包裹，其保护层厚度不应小于 50mm，包裹的混凝土高出底板高度，在管沟内不应小于 150mm，在检查室内不应小于 300mm。

《城镇直埋供热管道工程技术规程》CJJ/T 81-98

3.1.8 埋地固定墩处应采取可靠的防腐措施，钢管、钢架不应裸露。

5.2.4 制作固定墩所用混凝土强度等级不应低于 C20，钢筋直径不应小于 $\Phi 8$ ，其间距不应大于 250mm。钢筋应采用双层布置，保护层不应小于 30mm。

5.2.4 供热管道穿过固定墩处，孔边应设置加强筋。

《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》GB 50032-2003

3.6.5 毗连构筑物及与构筑物连接的管道，当坐落在回填土上时，回填土应严格分层夯实，其压实密度应达到该回填土料最大压实密度的 95%~97%。

4.3.10 提高管道适应液化沉陷能力，应符合下列要求：

2 对埋地的承插式接口管道，应采用柔性接口；

3 对埋地的矩形管道，应采用钢筋混凝土现浇整体结构，并沿线设置具有抗剪能力的变形缝，缝宽不宜小于 20mm，缝距一般不宜大于 15m；

4 当埋地圆形钢筋混凝土管道采用预制平口接头管时，应对该段管道做钢筋混凝土满包，纵向钢筋的总配筋率不宜小于 0.3%；并应沿线加密设置变形缝（构造同 3 款要求），缝距一般不宜大于 10m；

10.2.4 架空管道支承结构所承受的水平地震作用标准值，可按下式计算：

$$F_{hc,k} = \alpha_1 G_{eq} \quad (10.2.4)$$

式中： α_1 ——相应纵向或横向基本自振周期的地震影响系数。

10.2.5 当设防烈度为 9 度时，架空管道支承结构应计算竖向地震作用效应，其竖向地震作用标准值可按下式计算：

$$F_{cV,k} = \alpha_{v,max} G_{eq} \quad (10.2.5)$$

10.2.6 架空管道结构所承受的水平地震作用标准值，应本条规定计算。

10.2.7 当设防烈度为 9 度时，架空管道应计算竖向地震作用效应，其竖向地震作用标准值可按本条规定计算。

10.3.4 混合结构的矩形管道应符合下列要求：

1 砌体采用砖不应低于 MU10；块石不应低于 MU20；砂浆不应低于 M10。

2 钢筋混凝土盖板与侧墙应有可靠连接。设防烈度为 7 度、8 度且属 III、IV 类场地时，预制装配顶盖不得采用梁板系统结构（不含钢筋混凝土槽形板结构）。

3 基础应采用整体底板。当设防烈度为 8 度且场地为 III、IV 类时，底板应为钢筋混凝土结构。

10.3.5 当设防烈度为 9 度或场地土为可液化地段时，矩形管道应采用钢筋混凝土结构，并适当加设变形缝；缝的构造等应符合 4.3.10 的第 3 款要求。

10.3.6 地下直埋承插式圆形管道和矩形管道，在下列部位应设置柔性接头及变形缝：

1 地基土质突变处；

2 穿越铁路及其他重要的交通干线两端；

3 承插式管道的三通、四通、大于 45° 的弯头等附件与直线管段连接处。

10.3.8 管道穿过建（构）筑物的墙体或基础时，应符合下列要求：

1 在穿管的墙体或基础上应设置套管，穿管与套管间的缝隙内应填充柔性材料。

2 当穿越的管道与墙体或基础嵌固时，应在穿越的管道上就近设置柔性连接。

10.3.12 当设防烈度为 7 度、8 度且地基土为可液化土地段或设防烈度为 9 度时，管网的阀门井、检查井等附属构筑物不宜采用砌体结构。如采用砌体结构时，砖不应低于 MU10，块石不应低于 MU20，砂浆不应低于 M10，并应在砌体内配置水平封闭钢筋，每 500mm 高度内不应少于 2 f_6 。

10.3.13 架空管道的活动支架上，应设置侧向挡板。

第五节 常见问题

问题 1. 水池等复杂构筑物如何选用计算软件？

解析：水池等复杂构筑物，常用计算软件 PKPM、盈建科 YJKS 所建模型不能真实反映出各种荷载工况组合作用。需配合专业水池计算软件，或迈达斯、ETABS 等有限元分析软件综合对比后确定结构构件配筋及构造措施。

问题 2. 水池抗浮设计方案选择及抗浮安全标准如何确定？

解析：水池抗浮设计应及时和地质勘查专业沟通，确定合理的抗浮设计方案。抗浮设计水位较高时，可多种抗浮方案比选后再进行施工图设计。抗浮安全系数应满足《建筑工程抗浮技术标准》JGJ476-2019 第 3.0.1 条规定。

问题 3. 大型运行设备使用几年后基础有微裂缝如何解决？

解析：运行状态下有振动的水泵、压缩机等设备，设备基础应地基可靠稳定，基础表面应设置防振动抗裂钢筋网片。

问题 4. 超长水池构件，如何解决温度裂缝问题？

解析：超长水池构件，应设置后浇带或膨胀加强带。

问题 5. 场地单体距离较近且有高差错落时应注意事项有哪些？

解析：同一水池中，相邻的小水池高差较大时，施工图中应示意结构剖面，明确施工先后顺序。两个相邻的构筑物构件，基础较低的水池构件墙板应验算较高水池基础扩算应力对墙板产生的附加应力。

问题 6. 污水工程中，强腐蚀性介质的水池防腐措施如何选择？

解析：按照《工业建筑防腐蚀设计规范》GB50046-2018，污水处理水池应根据介质的腐蚀性，选择合适的防腐蚀做法。污水处理池混凝土保护层厚度应单独注明。

问题 7. 压力管道廊架间距选用标准如何确定？

解析：压力管道在地下管廊、廊架上加设时，如采用图集未建议的廊架间距和管径，应根据压力管道设计手册计算刚度条件和强度条件后，确定廊架间距。压力管道在地下管廊、廊架上加设时，如采用图集未曾建议的廊架间距和管径，应根据压力管道设计手册计算刚度条件和强度条件后，确定廊架间距。供热外网固定、滑动、导向支架应标注推力。

问题 8. 加气站站房、设备用房的设计注意事项有哪些？

解析：加气站站房、设备用房根据工艺要求，屋面应采用易于泄爆的结构形式，满足工艺设计要求。

问题 9. 给水工程、排水工程、热力工程复杂厂房的设计注意事项有哪些？

解析：水厂泵房、地下设备间应预留设备安装洞，吊车或桁车资料及时和厂家核对，确保吊车使用净高满足要求。吊车牛腿标高、宽度需由厂家复核满足工艺要求。给水工程、排水工程、热力工程的复杂厂房设计中，设备基础和建筑物基础应有总平面位置定位图，确保基础互相不冲突。复杂平面且荷载分布不均匀的设备基础，应考虑设沉降缝或通过沉降分析复核基础情况。大跨度设备间应计算竖向地震作用。工艺设备预埋件位置及做法应结合工艺图详细深化设计。墙壁板预留洞口大于 1 米时，应设置补强措施。

问题 10. 热力工程中型、大型工艺管道布置结构专业支架设计注意事项有哪些？

解析：热力工程中，锅炉房和换热站，应根据工艺管道布置，优先利用建筑物梁柱设置合理形式的管道支架。如条件不具备，设置独立钢结构支架。

第十二章 市政工程电气、自控仪表专业

第一节 基本要求

一、一般规定

1. 施工图设计文件应达到《市政公用工程设计文件编制深度规定（2013版）》的深度要求。
2. 设计说明、设备材料表，图纸(总图及其他图纸)需完整齐全。
3. 设备材料选择必须满足相关部门（住建部、宁夏住建厅）下发的关于材料禁止、限制使用的文件要求；采用新技术、新材料、新设备、新工艺应合理可行及有无排他性。
4. 引用规范、标准及标准图集等设计文件应有针对性，应为现行有效版本。
5. 施工图设计文件对相关设计标准、规范中的强制性条文必须严格执行，对以“必须”、“应”等规范用语规定的非强制性条文提出的要求，应予以明确阐述或充分体现。
6. 图纸签署应符合规定。

二、现行相关部分国家规范、标准

1. 《室外给水设计规范》GB 50013-2018
2. 《室外排水设计规范》GB 50014-2006（2016年版）
3. 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019-2015
4. 《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020年版）
5. 《锅炉房设计规范》GB 50041-2020
6. 《供配电系统设计规范》GB 50052-2009
7. 《20kV及以下变电所设计规范》GB 50053-2013
8. 《低压配电设计规范》GB 50054-2011
9. 《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010
10. 《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014
11. 《35kV~110kV变电站设计规范》GB 50059-2011
12. 《3~110kV高压配电装置设计规范》GB 50060-2008
13. 《66kV及以下架空电力线路设计规范》GB 50061-2010
14. 《工业电视系统工程设计规范》GB 50115-2019
15. 《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116-2013
16. 《汽车加油加气加氢站技术标准》GB 50156-2021
17. 《数据中心设计规范》GB 50174-2017
18. 《民用闭路监视电视系统工程技术规范》GB 50198-2011
19. 《有线电视网络工程设计标准》GB 50200-2018
20. 《电力工程电缆设计标准》GB 50217-2018

21. 《综合布线系统工程设计规范》GB 50311-2016
22. 《建筑中水设计规范》GB 50336-2018
23. 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343-2012
24. 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB 50493-2009
25. 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012
26. 《建筑机电工程抗震设计规范》GB50981-2014
27. 《压缩天然气供应站设计规范》GB51102-2016
28. 《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015
29. 《民用建筑电气设计标准》GB51348-2019
30. 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021
31. 《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065-2011
32. 《城市夜景照明设计规范》JGJ/T 163-2008
33. 《城镇供热管网设计规范》CJJ34-2010
34. 《城市道路照明设计标准》CJJ45-2015
35. 《城市道路照明工程施工及验收规程》CJJ89-2012
36. 《城镇排水系统电气与自动化工程技术标准》CJJ 120 - 2018
37. 《自动化仪表选型设计规范》HG/T 20507-2014
38. 《控制室设计规范》HG/T 20508-2014
39. 《仪表供电设计规范》HG/T 20509-2014
40. 《仪表配管配线设计规范》HG/T 20512-2014
41. 《仪表系统接地设计规范》HG/T 20513-2014
42. 《仪表及管线伴热和绝热保温设计规范》HG/T 20514-2014
43. 《分散型控制系统工程设计规范》HG/T 20573-2012
44. 《可编程控制器系统设计规范》HG/T 20700-2014
45. 《锅炉安全技术监察规程》TSG G0001-2012
46. 《钢制电缆桥架工程技术规程》T/CECS 31-2017

第二节 给水（排水、再生水）工程电气、自控仪表

本要点依据市政公用工程设计文件编制深度规定，以及不同工程分类，不同工程特点，并按照电气工程类别中包含的不同专业分别列出相应的供配电、自控仪表、照明、防雷接地、防爆等内容。将给水工程、排水工程、可再生水工程中电气工程列为一个章节，排水工程、再生水工程中电气、自控仪表专业内容均参见给水工程。

一、设计内容

包括供配电系统、平面布置、安装及抗震、电气防雷接地、消防、自控监控系统、仪表选型控制室、防火及防爆、仪表防雷接地、仪表供配电系统、仪表配管配线、视频监视系统及安全防范等内容。

二、设计要点

给水、排水、再生水工程电气、仪表自控设计在执行国家相关标准、规范时，需对以下规范条文、文件规定应予以重点关注。

（一）供配电系统

《室外给水设计规范》GB 50013-2018

6.1.7 泵房用电负荷分级应符合下列规定：（详见相关条文）。

8.0.10 一、二类城市主要水厂的供电应采用一级负荷。一、二类城市非主要水厂及三类城市的水厂可采用二级负荷。当不能满足时，应设置备用动力设施。

《供配电系统设计规范》GB 50052-2009

7.0.10 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。

《低压配电设计规范》GB 50054-2011

3.1.15 在符合下列情况时，应选用具有断开中性极的开关电器：

1 有中性导体的 IT 系统与 TT 系统或 TN 系统之间的电源转换开关电器；

《民用建筑电气设计标准》GB51348-2019

7.5.3 三相四线制系统中四极开关的选用，应符合下列规定：（详见相关条文）。

（二）平面布置、安装及抗震设计

《室外排水设计规范》GB 50014-2006（2016 年版）

6.1.14 管廊内应设通风、照明、广播、电话、火警及可燃气体报警系统、独立的排水系统、吊物孔、人行通道出入口和维护需要的设施等，并应符合国家现行有关防火规范的要求。

《3~110kV 高压配电装置设计规范》GB 50060-2008

5.5.1 总油量超过 100kg 的屋内油浸电力变压器，应安装在单独的变压器间内，并应设置灭火设施。

《20kV 及以下变电所设计规范》GB 50053-2013

4.2.1 室内、外配电装置的最小电气安全净距应符合表 4.2.1 的规定。

4.2.6 配电装置的长度大于 6m 时，其柜（屏）后通道应设两个出口，当低压配电装置两个出口间的距离超过 15m 时应增加出口。

4.2.7 高压配电室内成排布置的高压配电装置，其各种通道的最小宽度，应符合表 4.2.7 的规定。

4.2.8 低压配电室内成排布置的配电屏的通道最小宽度，应符合现行国家标准《低压配电设

计规范》GB50054 的有关规定；当配电屏与干式变压器靠近布置时，干式变压器通道的最小宽度应为 800mm。

《建筑机电工程抗震设计规范》GB50981-2014

7.1.1 重要电力设施可按设防烈度提高 1 度进行抗震设计，但当设防烈度为 8 度及以上时不再提高。

7.1.2 内径不小于 60mm 的电气配管及重力不小于 150N/m 的电梯梯架、电缆槽盒、母线槽均应进行抗震设防。

(三) 电气防雷接地

《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010

3.0.1 建筑物应根据建筑物的重要性、使用性质、发生雷电事故的可能性和后果，按防雷要求分为三类。

6.3.4 穿过各防雷区界面的金属物和建筑物内系统，以及在一个防雷区内部的金属物和建筑物内系统，均应在界面处附近做符合下列要求的等电位连接：

- 1 所有进入建筑物的外来导电物均应在 LPZ0A 和 LPZ0B 与 LPZ1 区的界面处做等电位连接。

《低压配电设计规范》GB 50054-2011

5.2.4 建筑物内的总等电位联结，应符合下列规定：

- 1 每个建筑物中下列可导电部分，应做总等电位联结：（详见相关条文）。

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。

5.2.8 TN 系统中配电线路的间接接触防护电器的动作特性，应符合下式要求：

$$Z_s I_a \leq U_0$$

式中：Z_s — 接地故障回路的阻抗(Ω)

U₀ — 相导体对地标称电压(V)

《民用建筑电气设计标准》GB51348-2019

12.3.1 当向建筑物供电的配电变压器安装在该建筑物外时，建筑物内应做总等电位联结，电气装置的接地应符合下列规定：

1 低压电缆和架空线路在引入建筑物处，对于 TN-S 或 TN-C-S 系统，保护接地导体（PE）或保护接地中性导体（PEN）应一点或多点接地；

- 2 对于 TT 系统，保护接地导体（PE）应单独接地。

12.3.2 向建筑物供电的配电变压器安装在该建筑物内，建筑物内应做总等电位联结。

《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065-2011

4.4.2 气体绝缘金属封闭开关设备区域应设置专用接地网，并应成为变电站总接地网的一个组成部分。

8.2.1 PE 的最小截面积应符合本条规定

《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014

5.5.2 爆炸性气体环境中应设置等电位联结,所有裸露的装置外部可导电部件应接入等电位系统。

5.5.3 爆炸性环境内设备的保护接地设计应符合本条文的规定。

(四) 消防

《电力工程电缆设计标准》GB 50217-2018

4.1.2-3 电缆终端构造类型选择应按满足工程所需可靠性、安装与维护方便和经济合理等因素确定,并应符合下列规定:

3 在易燃、易爆等不允许有火种场所的电缆终端应采用无明火作业的构造类型。

4.1.6-3 电缆接头构造类型选择应根据工程可靠性、安装与维护方便和经济合理等因素确定,并应符合下列规定:

3 在不允许有火种的场所,电缆接头不得采用热缩型。

5.1.10 爆炸性气体环境敷设电缆应符合下列规定:(详见相关条文)。

5.1.16-1 1kV 及以下电源中性点直接接地且配置独立分开的中性导体和保护导体构成的 TN-S 系统,采用独立于相导体和中性导体以外的电缆作保护导体时,同一回路的该两部分电缆敷设方式应符合下列规定:

1 在爆炸性气体环境中,应敷设在同一路径的同一结构管、沟或盒中。

5.2.3-1 电缆穿管敷设方式选择应符合下列规定:

1 在有爆炸性环境明敷的电缆、露出地坪上需加以保护的电缆、地下电缆与道路及铁路交叉时,应采用穿管。

5.2.5-2,4 电缆沟敷设方式选择应符合下列规定:

2 经常有工业水溢流、可燃粉尘弥漫的厂房内,不宜采用电缆沟;

4 处于爆炸、火灾环境中的电缆沟应充砂。

5.4.2-1,2 暴露在空气中的电缆保护管应符合下列规定:

1 防火或机械性要求高的场所宜采用钢管,并应采取涂漆、镀锌或包塑等适合环境耐久要求的防腐处理;

2 需要满足工程条件自熄式要求时,可采用阻燃型塑料管。部分埋入混凝土中等有耐冲击的使用场所,塑料管应具有相应承压能力,且宜采用可挠性的塑料管。

5.6.8 电缆隧道宜采用自然通风。当有较多电缆导体工作温度持续达到 70° C 以上或其他影响环境温度显著升高时,可装设机械通风,但风机的控制应与火灾自动报警系统联锁,一旦发生火灾时应可靠切断风机电源。长距离的隧道宜分区段实行相互独立的通风。

5.7.4 采用机械通风系统的电缆夹层,风机的控制应与火灾自动报警系统联锁,一旦发生火

灾时应可靠切断风机电源。

5.9.1 通过木质结构的桥梁、码头、栈道等公用构筑物，用于重要的木质建筑设施的非矿物绝缘电缆时，应敷设在可燃材料的保护管或槽盒中。

5.9.2-2,3 交通桥梁上、隧洞中或地下商场等公共设施的电缆应具有防止电缆着火危害、避免外力损伤的可靠措施，并应符合下列规定：

2 自容式充油电缆在沟槽内敷设时应充砂，在保护管内敷设时，保护管应采用非导磁的不燃材料的刚性保护管；

3 非矿物绝缘电缆用在无封闭式通道时，宜敷设在可燃材料的保护管或槽盒中。

6.2.7-2 电缆桥架型式选择应符合下列规定：

2 在易燃粉尘场所，宜选用梯架，每一层桥架应设置实体盖板。

6.2.11 要求防火的金属桥架，除应符合本标准第7章的规定外，尚应对金属构件外表面施加防火涂层，防火涂料应符合现行国家标准《钢结构防火涂料》GB14907的规定。

7.0.1-1,2,3,4 对电缆可能着火蔓延导致严重事故的回路、易受外部影响波及火灾的电缆密集场所，应设置适当的防火分隔，并按工程重要性、火灾概率及其特点和经济合理等因素，采用下列安全措施：（详见1-4款条文）。

7.0.2 防火分隔方式选择应符合下列规定：（详见相关条文）。

7.0.3 实施防火分隔的技术特性应符合下列规定：（详见相关条文）。

7.0.4 非阻燃电缆用于明敷时，应符合下列规定：（详见相关条文）。

7.0.5 在火灾概率较高、灾害影响较大的场所，明敷方式下电缆的选择应符合下列规定：（详见相关条文）。

7.0.6 阻燃电缆的选用应符合下列规定：（详见相关条文）。

7.0.7 在外部火势作用一定时间内需维持通电的场所或回路，明敷的电缆应实施防火分隔或采用耐火电缆。（详见相关条文）

7.0.8 对同一通道中数量较多的明敷电缆实施防火分隔方式，宜敷设于耐火电缆槽盒内，也可敷设于同一侧支架的不同层或同一通道的两侧，但层间和两侧间应设置防火封堵板材，其耐火极限不应低于1h。

7.0.9 耐火电缆用于发电厂等明敷有多根电缆配置中，或位于油管、有熔化金属溅落等可能波及场所时，应采用符合现行行业标准《阻燃及耐火电缆 塑料绝缘阻燃及耐火电缆分级及要求第2部分：耐火电缆》GA306.2规定的A类耐火电缆（IA级~IVA级）。除上述情况外且为少量电缆配置时，可采用符合现行行业标准《阻燃及耐火电缆 塑料绝缘阻燃及耐火电缆分级及要求第2部分：耐火电缆》GA306.2规定的耐火电缆（I级~IV级）。

7.0.12 在安全性要求较高的电缆密集场所或封闭通道中，应配备适于环境的可靠动作的火灾自动探测报警装置。明敷充油电缆的供油系统宜设置反映喷油状态的火灾自动报警和闭锁装置。

7.0.14 用于防火分隔的材料产品应符合下列规定：（详见相关条文）。

《低压配电设计规范》GB 50054-2011

4.2.2 同一配电室内相邻的两段母线，当任一段母线有一级负荷时，相邻两段母线之间应采取防火措施。

6.4.1-2 当建筑物配电系统符合下列情况时，宜设置剩余电流监测或保护电器，其应动作于信号或切断电源：

2 接地故障产生的电弧，可能引起火灾危险。

6.4.2 剩余电流监测或保护电器的安装位置，应能使其全面监视有起火危险的配电线路的绝缘情况。

6.4.3 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。

7.1.5 电缆敷设的防火封堵，应符合下列规定：（详见相关条文）。

7.5.2-7 封闭式母线敷设时，应符合下列规定：

7 母线在穿过防火墙及防火楼板时，应采取防火隔离措施。

7.6.3 电缆在屋内、电缆沟、电缆隧道和电气竖井内明敷时，不应采用易延燃的外保护层。

7.6.4 电缆不应在有易燃、易爆及可燃的气体管道或液体管道的隧道或沟道内敷设。当受条件限制需要在这类隧道或沟道内敷设电缆时，应采取防爆、防火措施。

7.6.21 电缆托盘和梯架在穿越防火墙及防火楼板时，应采用防火封堵。

7.6.28 电缆沟在进入建筑物处应设防火墙。电缆隧道进入建筑物处以及在进入变电所处，应设带门的防火墙。防火门应装锁。电缆的穿墙处保护管两端应采用难燃材料封堵。

《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061-2010

3.0.3-4,5 架空电力线路路径选择应符合下列要求：

4 3kV 及以上至 66kV 及以下架空电力线路，不应跨越存储易燃、易爆危险品的仓库区域。架空电力线路与甲类生产厂房和库房、易燃易爆材料堆场以及可燃或易燃、易爆液（气）体储罐的防火间距，应符合国家有关法律法规和现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关规定。

5 甲类厂房、库房，易燃材料堆垛，甲、乙类液体储罐，液化石油气储罐，可燃、助燃气体储罐与架空电力线路的最近水平距离不应小于电杆（塔）高度的 1.5 倍；丙类液体储罐与电力架空线的最近水平距离不应小于电杆（塔）高度的 1.2 倍。35kV 以上的架空电力线路与储量超过 200m³ 的液化石油气单罐的最近水平距离不应小于 40m。

《3~110kV 高压配电装置设计规范》GB 50060-2008

5.5.6 油量在 2500kg 及以上的屋外油浸变压器或电抗器与本回路油量为 600~2500kg 的充油电气设备之间的防火间距，不应小于 5000mm。

《35kV~110kV 变电站设计规范》GB 50059-2011

3.8.5 铅酸蓄电池室内的照明，应采用防爆型照明器，不应在蓄电池室内装设非防爆电器。

3.15.2 站内电源回路的电缆不宜在同一条通道（沟、隧道、竖井）中敷设，无法避免时，应采取有效的防火阻隔措施。

5.0.6 电缆从室外进入室内的入口处与电缆竖井的出、入口处，以及控制室与电缆层之间，应采取防止电缆火灾蔓延的阻燃及分隔的措施。

5.0.7 变电站火灾探测器及报警装置的设置，应符合现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB50229的有关规定。

5.0.8 火灾探测及报警系统的设计和消防控制设备及其功能，应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB50116的有关规定。

《20kV 及以下变电所设计规范》GB 50053-2013

3.3.5 高层主体建筑内变电所应选用不燃或难燃型变压器；多层建筑物内变电所和防火、防爆要求高的车间内变电所，宜选用不燃或难燃型变压器。

4.1.8 供给一级负荷用电的两回电源线路的电缆不宜通过同一电缆沟；当无法分开时，应采用阻燃电缆，且应分别敷设在电缆沟或电缆夹层的不同侧的桥（支）架上；当敷设在同一侧的桥（支）架上时，应采用防火隔板隔开。

《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014

3.1.1 当生产、加工、处理、转运、或贮存过程中出现或可能出现下列爆炸性气体混合物环境之一时，应进行爆炸性气体环境的电力装置设计。

3.2 爆炸性气体环境危险区域划分（详见相关条文）。

3.3 爆炸性气体环境危险区域范围（详见相关条文）。

3.4 爆炸性气体混合物的分级、分组（详见相关条文）。

4.1.1 当生产、加工、处理、转运、或贮存过程中出现或可能出现可燃性粉尘与空气形成的爆炸性粉尘混合物环境时，应进行爆炸性粉尘环境的电力装置设计。

4.2 爆炸性粉尘环境危险区域划分（详见相关条文）。

4.3 爆炸性粉尘环境危险区域范围（详见相关条文）。

5.1.1 爆炸性环境的电力装置设计应符合下列规定：（详见相关条文）。

5.2 爆炸性环境电气设备的选择（详见相关条文）。

5.3 爆炸性环境电气设备的安装（详见相关条文）。

5.4 爆炸性环境电气线路的设计（详见相关条文）。

《钢制电缆桥架工程技术规程》T/CECS 31-2017

4.7.1 电缆桥架在穿越防火墙及防火楼板时，应采取防火封堵措施。

4.7.2 防火封堵、防火层的设置，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016的相

关要求，按电缆桥架贯穿孔洞的形状和条件，采用相应的防火封堵材料或防火封堵组件，防火封堵材料不应应对电缆桥架的防腐层造成损害。

（五）自控监控系统

《分散型控制系统工程设计规范》HG/T 20573-2012

4.1.3 开放性

DCS 应具有开放性网络结构，支持 OPC 开放标准。应是遵循 OSI（开放系统互连）、IEEE 通信标准的开放系统，实现能与其他 DCS 及控制与管理计算机互联的要求。

6.3.1 过程 I/O 接口单元

2 过程 I/O 卡件输入电路应带电磁隔离或光电隔离，应符合 IEC61000 或 SAMA PMC33.1 标准抗干扰规定。

3 对于来自或送至爆炸危险区域的信号，在采用本安防爆技术时，应在 I/O 接口现场侧设置安全栅或本安型 I/O。

《可编程控制器系统设计规范》HG/T 20700-2014

3.1.2 PLC 关键单元和部件可采用冗余配置。

3.1.3 PLC 应具有开放性网络结构，支持 OPC 开放标准，遵循 OSI（开放系统互连）、IEEE 通信标准，实现与 BPCS 及其他控制与管理计算机互联。

3.6.1-2,3 过程 I/O 接口单元应符合下列规定：

2 I/O 卡件输入电路应具备电磁隔离或光电隔离等抗干扰措施。

3 开关量接口容量不能满足负载的要求或需将开关量隔离时，应配置隔离设备。

3.16.1 PLC 系统应能支持多种现场总线和标准的通信协议（如 TCP/IP）。能与工厂管理网（TCP/IP）相连接，其通信网络应符合工业以太网的通信标准，应是开放的通信网络。

《城镇排水系统电气与自动化工程技术标准》CJJ 120 - 2018

5.1.2 自动化运行控制系统设备应能够在所在环境中安全、长期、稳定地运行。

5.1.5 地下排水设施的工作场所必须设置环境监测和控制系统。

5.2.5 大型及特大型污水处理厂、重要排水泵站及无人值守设施的主要控制设备应采用冗余结构，包括控制器冗余、电源冗余和通信网络冗余。

5.3.2 自动化运行控制系统接受区域监控中心的远程控制时，应具有通信、数据采集及上报等功能，能够按区域监控中心的要求控制设备运行。

5.7.1 自动控制系统应采用工业级设备。

5.7.2 计算机、控制器及其软件系统应采用标准的接口和开放的通信协议。

5.7.3 控制器宜采用模块化结构，应具有以太网、现场总线、远程 I/O 连接、远程通信接口，具有自检和故障诊断能力。

《室外给水设计规范》GB 50013 - 2018

12.2.1 水源在线检测设置应符合下列规定：（详见相关条文）。

12.2.2 水厂在线检测设置应符合下列规定：（详见相关条文）。

《室外排水设计规范》GB 50014-2006（2016年版）

8.2.1 污水厂进、出水应按国家现行排放标准和环境保护部门的要求，设置相关项目的检测仪表。

（六）仪表选型

《自动化仪表选型设计规范》HG/T 20507-2014

3.0.2 在现场安装的电子式仪表应根据危险区域的等级划分，来选择满足该危险区域的相应仪表，防爆设计应符合现行国家标准《爆炸性气体环境用电气设备》GB3836，所选择的防爆产品应具有防爆合格证。

3.0.3 仪表的防护等级应符合现行国家标准《外壳防护等级》GB4208的有关规定，现场安装的非电子式仪表防护等级不宜低于IP54。

3.0.4 管道安装仪表（节流装置、流量计、调节阀等）过程连接的压力等级应满足管道材料等级表的要求。当仪表选用的材质与管道（或设备）等级不同时，应保证所选材料应能承受测量介质的设计温度和设计压力及温压曲线的相应要求。

《城镇排水系统电气与自动化工程技术标准》CJJ 120-2018

5.5.1 排水泵站和污水处理厂的在线检测仪表配置应符合下列规定：（详见相关条文）。

《建筑中水设计规范》GB 50336-2018

8.2.3 中水系统应在中水储存池（箱）处设置最低水位和溢流水位报警装置。

（七）控制室

《控制室设计规范》HG/T 20508-2014

3.2.1 -1,2 不同装置规模的控制室其总图位置应符合下列规定：

- 1 控制室宜位于装置或联合装置内，应位于爆炸危险区域外；
- 2 中心控制室宜布置在生产管理区。

3.2.2 对于含有可燃、易爆、有毒、有害、粉尘、水雾或有腐蚀性介质的工艺装置，控制室宜位于本地区全年最小频率风向的下风侧。

3.2.4 控制室应远离高噪声源。

3.2.5 控制室应远离振动源和存在较大电磁干扰的场所。

3.2.6 控制室不应与化学品库相邻布置。

3.5.6 控制室应设置应急照明系统，并应符合下列规定：（详见相关条文）。

《控制室设计规范》HG/T 20508-2014

3.9.1 控制室内应设置火灾自动报警装置，并应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计

规范》GB50116 的规定。

3.9.2 控制室内应设置消防设施。

(八) 防火及防爆

《仪表供电设计规范》HG/T 20509-2014

8.3.2 供电线路中的电器设备、安装附件，应满足现场的防爆、防护、防腐、环境温度及抗干扰的要求。

9.2.1 电源线截面积的选择应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB50054—2011 及《电力工程电缆设计规范》GB50217 的规定。爆炸危险场所电源线截面积的选择应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058 的规定。

《仪表配管配线设计规范》HG/T 20512-2014

3.0.2 仪表配管、配线时，对爆炸和火灾危险、腐蚀、高温、潮湿、振动、雷击、粉尘、沙尘及电磁场干扰等环境，应采取相应措施。

7.2.3 当采用本安系统时，应选用本安电缆，其分布电容、分布电感参数应符合本安回路的要求。本安电缆外护套为蓝色标志。

7.2.5 火灾危险场所架空敷设的电缆，应选用阻燃电缆。

8.1.8 本安和非本安的信号，不应共用同一根多芯电缆和同一接线箱。

8.1.12 防爆现场仪表、接线箱、就地仪表盘（柜）的电缆进出口，应根据现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058 采用相应的防爆级别的电缆密封接头。

8.5.1 电缆沟底的坡度，不应小于 1:200。室内沟底坡度应向下坡向室外。在沟的最低点应采取有效排水措施，在可能积聚易燃易爆气体的电缆沟内应填充沙子。

8.6.5-1 直埋电缆不应沿任何地下管道的上方或下方平行敷设。当沿地下管线两侧平行敷设或与其交叉时，最小净距应符合下列规定：

1 与易燃易爆介质的管道平行时为 1000mm，交叉时为 500mm。

《仪表系统接地设计规范》HG/T 20513-2014

5.2.2 在不能确定控制室与现场之间有良好的等电位接地系统时，宜在总线信号电缆屏蔽层的现场端直接将屏蔽层接地，而电缆屏蔽层的另一端通过电容与接地系统连接。在有爆炸危险场所时，电缆屏蔽层的电容连接接地端应设置在非爆炸性安全场所（见图 5.2.2）

5.2.4 系统之间数字通信电缆屏蔽的接地连接。宜在通信电缆屏蔽层的一端使用电容与接地系统连接，另一端直接接地，电缆屏蔽层电容连接接地端应设置在非爆炸性安全场所。（见图 5.2.4）

《仪表及管线伴热和绝热保温设计规范》HG/T 20514-2014

6.4.7 应用在爆炸危险场所的电伴热带及附件，应满足相应的防爆等级，并应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058 的规定。

6.4.8 电伴热防爆产品防爆温度组别不应超过危险介质防爆温度组别值的80%。

8.3.4 对于易燃易爆危险环境，应选择符合相应防爆等级的防爆电加热器。防爆电加热器内部要有保险丝，且熔断温度应低于防爆区的限制温度。

《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343-2012

5.5.4 火灾自动报警及消防联动控制系统的防雷与接地应符合下列规定：（详见相关条文）。

《综合布线系统工程设计规范》GB 50311-2016

9.0.1 根据建筑物的防火等级对缆线燃烧性能的要求，综合布线系统在缆线选用、布防方式即安装场地等方面应采取相应的措施。

9.0.2 综合布线工程设计选用的电缆、光缆应从建筑物的高度、面积、功能、重要性等方面加以综合考虑，选用相应等级的阻燃缆线。

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012

9.1.7 防排烟系统的检测与监控，应执行国家现行有关防火规范的规定；与防排烟系统合用的通风空调系统应按消防设置的要求供电，并在火灾时转入火灾控制状态；通风空调风道上的防火阀应具有位置反馈功能。

9.2.1-3 传感器的选择应符合下列规定：

3 易燃易爆环境应采用防燃防爆型传感器。

9.3.3-2 通风系统应对下列参数进行检测：

2 可燃或危险物泄露等事故状态；

9.3.4 事故通风系统的通风机应与可燃气体泄露、事故等探测器连锁开启，并宜在工作地点设有声、光等报警状态的警示。

《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019-2015

11.1.12 防火与排烟系统的监测与控制应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB50116的有关规定；兼作防排烟用的通风空气调节设备应受消防系统的控制，并应在火灾时能切换到消防控制状态；风管上的防火阀宜设置位置信号反馈。

11.2.1 传感器、执行器应根据环境条件选择防尘型、防潮型、耐腐蚀型、防爆型等，并应根据使用环境状况规定传感器、执行器的维护点检周期。

11.4.1-2 生产工艺有要求且技术可行时，通风系统宜监测下列参数：

2 工作区有爆炸危险物质的浓度。

11.4.2 排除有毒或爆炸危险物质的局部排风系统，以及甲、乙类工业建筑的全面排风系统，宜在与污染物浓度报警装置连锁，并应在工作地点设置通风机启停状态显示。

11.5.1-4 除尘系统监测应包括下列参数或状态：

4 净化有爆炸危险粉尘的除尘器，除灰系统故障时应报警。

《锅炉房设计规范》GB 50041-2020

11.1.9 液化石油气气瓶间、燃气调压间、燃气锅炉间及油泵间的可燃气体浓度报警装置，应与房间事故通风机联动，并应与燃气供气母管或燃油供油母管的总切断阀联动；设有防灾中心时，应将信号传至防灾中心。

17.0.5 燃油及燃气的非独立锅炉房的灭火系统，当建筑物内设有防灾中心时，应由防灾中心集中监控。

17.0.6 非独立锅炉房和单台蒸汽锅炉额定蒸发量大于或等于 10t/h，或总额定蒸汽量大于或等于 40t/h 及单台热水锅炉额定热功率大于或等于 7MW，或总额定热功率大于或等于 28MW 的独立锅炉房，应设置火灾探测器和自动报警装置；火灾探测器的选择及其设置的位置、火灾自动报警系统的设计和消防控制设备及其功能，应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 的有关规定。

（九）仪表防雷接地

《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343-2012

5.1.1 建筑物电子信息系统宜进行雷击风险评估并采取相应的防护措施。

5.2.1 机房内电子信息设备应作等电位连接。等电位连接的结构形式应采用 S 型、M 型或它们的组合（图 5.2.1）。电气和电子设备的金属外壳、机柜、机架、金属管、槽、屏蔽线缆金属外层、电子设备防静电接地、安全保护接地、功能性接地、浪涌保护器接地端等均应以最短的距离与 S 型结构的接地基准点或 M 型结构的网格连接。机房等电位连接网络应与共用接地系统连接。

5.2.6 接地装置应优先利用建筑物的自然接地体，当自然接地体的接地电阻达不到要求时应增加人工接地体。

5.4.3 电源线路浪涌保护器的选择应符合下列规定：（详见相关条文）。

5.4.4 信号线路浪涌保护器的选择应符合下列规定：（详见相关条文）。

《数据中心设计规范》GB 50174-2017

8.4.1 数据中心的防雷和接地设计，应满足人身安全及电子信息系统正常运行的要求，并应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 和《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 的有关规定。

8.4.2 保护性接地和功能性接地宜共用一组接地装置，其接地电阻应按其中最小值确定。

《有线电视网络工程设计标准》GB 50200-2018

5.4.7 接入分配网防雷接地应符合下列规定：（详见相关条文）。

《城镇排水系统电气与自动化工程技术标准》CJJ 120 - 2018

4.11.12 自动控制系统的的工作接地与低压供电系统的保护接地宜采用联合接地方式，接地电阻不应大于 1Ω。

4.11.13 本安线路、本安型仪表应可靠接地。本安型仪表系统的接地宜采用独立的接地极或

接至信号回路的接地极上。

4.11.17 弱电系统设备的防雷与接地应符合现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 的有关规定。

4.11.22 当电源接入控制设备或通信设备机柜时，应设置电涌保护装置。当通信电缆接入通信机柜时，应设置与通信端口工作电平相匹配的电涌保护装置。当信号电缆接入控制柜时，宜设置与信号工作电平相匹配的电涌保护装置。

《工业电视系统工程设计规范》 GB 50115-2019

10.0.1-1,2 工业电视系统接地设计应符合下列规定：

- 1 系统宜采用共用接地。
- 2 当采用共用接地时，接地电阻值不应大于 1 欧姆；采用单独接地时，接地电阻不应大于 4 欧姆

10.0.6 建筑物外屋顶上、塔(杆)顶、露天构筑物上明配钢管线路中的钢管、线缆的金属屏蔽层应接地。

10.0.10 进入监控室的架空电缆入室端和摄像机装于旷野、塔顶或高于附近建筑物的电缆段，应设置防雷装置。

10.0.13 工业电视系统的防雷设计，应符合现行国家标准《建筑电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 和《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定。

(十) 仪表供配电系统

《仪表供电设计规范》 HG/T 20509-2014

8.3.2 供电线路中的电器设备、安装附件，应满足现场的防爆、防护、防腐、环境温度及抗干扰的要求。

《数据中心设计规范》 GB 50174-2017

8.1.3 供配电系统应为电子信息系统的可扩展性预留备用容量。

8.1.7 电子信息设备宜由不间断电源系统供电。不间断电源系统应有自动和手动旁路装置。确定不间断电源系统基本容量时，应留有余量。

《工业电视系统工程设计规范》 GB 50115-2019

9.0.1 工业电视系统宜采用二级负荷供电。供电要求应符合现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052 的有关规定。

9.0.2 工业电视系统供电设计应符合下列规定：

- 1 系统应由监控室集中供电；
- 2 集中供电应配置电源控制器。

9.0.5 交流电源电压波动超过系统设备正常工作范围时，应设置稳压电源。稳压电源装置的选择应符合下列规定：

- 1 输入、输出电压应满足系统使用要求；
- 2 应具有高净化消除滤波干扰，以及过压、过流自动断电保护功能；
- 3 电源容量应按所带全部负载的满载功率的 1.5 倍配置。

(十一) 仪表配管配线

《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014

5.4.3-2 敷设电气线路的沟道、电缆桥架或导管，所穿过的不同区域之间墙或楼板处的孔洞应采用非燃性材料严密堵塞。

《城镇排水系统电气与自动化工程技术标准》CJJ 120-2018

3.2.4 爆炸危险环境中的配电和控制线路应采用铜芯电缆，其敷设和安装应符合下列规定：
(详见相关条文)。

9.2.17 电缆进户处、导线管的端头处、空余的导线管等均应作封堵处理，金属电缆桥架和金属导线管均应可靠接地。

《仪表配管配线设计规范》HG/T 20512-2014

3.0.2 仪表配管、配线时，对爆炸和火灾危险、腐蚀、高温、潮湿、振动、雷击、粉末、沙尘及电磁干扰等环境，应采用相应措施。

8.1.1 仪表电缆应按较短的途径敷设，避开热源、潮湿、振动源及电磁场干扰，不应敷设在影响操作、妨碍设备维修的位置。

8.1.7 不同电平的信号，不应共用同一根多芯电缆和接线箱。

8.1.8 本安和非本安的信号，不应共用同一根多芯电缆和同一接线箱。

8.1.13-1,2 现场仪表、接线箱、就地仪表盘（柜）的电缆进出口外侧电缆的保护，宜采用下列两种方式：

- 1 连续式：电缆密封接头挠性管与镀锌焊接钢管连接。
- 2 非连续式：电缆密封接头加电缆桥架或电缆密封接头加镀锌焊接钢管。

8.3.3 仪表交流电源线路，应与仪表信号线路分开敷设；补偿信号电缆，应与其他信号电缆分开敷设；本安信号和非本安信号线也应分开敷设。分隔方式可采用金属隔板隔开，并对金属隔板可靠接地，也可以采用不同的电缆桥架。铠装电缆、光缆可以不开敷。

(十二) 视频监视系统及安全防范

《工业电视系统工程设计规范》GB 50115-2019

5.3.6-5,6 不同环境条件下设置的摄像机采用的防护装置或采取的防护措施应符合下列规定：

- 5 设置在强腐蚀环境下的摄像机，应采取防腐蚀措施；
- 6 设置在剧烈震动环境下的摄像机，应采取防振、隔振措施。

7.5.2 工业电视线路再不同的环境敷设时，其敷设方式宜符合下列规定：（详见相关条文）

7.5.3 工业电视模拟视频信号线缆应与交流供电电源线缆分管敷设。

《城镇排水系统电气与自动化工程技术标准》CJJ 120 - 2018

8.0.3-6 安装在室外的摄像机应设置防护罩，并应采取防震和防雷措施。

《民用闭路监视电视系统工程技术规范》GB 50198-2011

3.1.11.4 根据监视目标和环境的条件，确定摄像机类型及防护措施。

3.2.12.5 摄像机应避免在高温、潮湿、强磁场下的环境工作。

《工业电视系统工程设计规范》GB 50115-2019

8.3.5-1 监控室的安全系统设计应符合下列规定：

1 监控室应设置火灾自动报警系统，并应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 的有关规定。

7.5.1-7 工业电视线路路由选择应符合下列规定：

7 在爆炸危险区域，应选择爆炸危险性较小的环境或远离释放源的地方。

7.5.2-10 工业电视线路在不同的环境敷设时，其敷设方式应符合下列规定：

10 爆炸危险环境工业电视线路敷设方式，及其防护要求等应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

7.5.7 工业电视线缆穿越建筑物不同的部位时，应符合下列规定：（详见相关条文）。

第三节 城市道路工程供配电与照明

一、设计内容

包括供配电系统、道路照明、防雷接地等内容。

二、设计要点

城市道路工程供配电与照明设计在执行国家相关标准、规范时，需对以下规范条文、文件规定应予以重点关注。

（一）供配电系统

《数据中心设计规范》GB 50174—2017

8.1.3 供配电系统应为电子信息系统的可扩展性预留备用容量。

8.1.7 电子信息设备宜由不间断电源系统供电。不间断电源系统应有自动和手动旁路装置。确定不间断电源系统的基本容量时，应留有余量。

8.1.8 数据中心内采用不间断电源系统供电的空调设备和电子信息设备不应由同一组不间断电源系统供电，测试电子信息设备的电源和电子信息设备的正常工作电源应采用不同的不间断电源系统。

《城市道路照明设计标准》CJJ45-2015

6.1.2 道路照明配电系统的设计应符合下列规定：

1 供电网络设计应符合规划的要求。宜采用路灯专用变压器供电。变压器和照明配电箱宜设置在靠近照明负荷中心并便于操作维护的位置。

4 宜使三相负荷平衡。最大相负荷不宜超过三相负荷平均值的 115%，最小相负荷不宜小于三相负荷平均值的 85%。

6.1.3 正常运行情况下，照明灯具端电压应为额定电压的 90%-105%。

6.1.4 道路照明配电系统宜采用地下电缆供电，当采用架空线路时，宜采用架空绝缘配电线路。中性线的截面不应小于相线的导线截面，且应满足不平衡电流及谐波电流的要求。

6.1.5 道路照明配电回路应具有短路保护和过负荷保护，并应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB50054 的要求。各单相回路应单独进行控制和保护。每个灯具应设有单独保护装置。

《低压配电设计规范》GB50054-2011

道路照明配电线路的保护应符合第四章的相关规定。

（二）道路照明

《城市道路照明设计标准》CJJ45-2015

3.3.1 设置连续照明的机动车道的照明标准值应符合表 3.3.1 的规定。

3.4.1 交会区的照明标准值应符合表 3.4.1 的规定。

3.5.1 主要供行人和非机动车混合使用的商业区、居住区人行道路的照明标准值应符合表 3.5.1-1 的规定，眩光限值应符合表 3.5.1-2 的规定。

4.2.1 机动车道照明必须采用功能性灯具，并应根据照度等级、道路形式及道路宽度等选择灯具的光度参数。

5.1.3 常规照明灯具的布置方式可分为单侧布置、双侧交错布置、双侧对称布置、中心对称布置和横向悬索布置五种基本方式（图 5.1.3）。采用常规照明方式时，应根据道路横断面形式、宽度及照明要求进行选择，并应符合下列要求：

2 灯具的布置方式、安装高度和间距可按表 5.1.3 经计算后确定。

5.1.4 采用高杆照明方式时，灯具及其配置方式，灯杆位置、高度、间距以及最大光强的瞄准方向，应符合下列规定：

2 灯杆不宜设置在路边易于被机动车刮碰的位置或维护时会妨碍交通的地方。

5.2.1 平面交叉路口的照明应符合下列要求：

4 T 形交叉路口应在道路尽端设置灯具，并应显现道路形式和结构。

5.2.2 曲线路段的照明应符合下列要求：

4 转弯处的灯具不得安装在直线路段灯具的延长线上；

5 急转弯处安装的灯具应为车辆、路缘石、护栏以及邻近区域提供充足的照明。

5.2.8 人行地道的照明应符合下列规定：（详见相关条文）。

（三）防雷接地

《城市道路照明设计标准》CJJ45-2015

6.1.7 对安装高度在 15m 以上或其他安装在高耸构筑物上的照明装置,应按现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB50057 的规定配置避雷装置。

6.1.8 道路照明配电系统的接地形式应采用 TT 系统或 TN-S 系统,并应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB50054 的相关规定。当采用剩余电流保护装置时,还应满足现行国家标准《剩余电流动作保护装置安装和运行》GB13955 的相关要求。

6.1.9 金属灯杆及构件、灯具外壳、配电及控制箱屏等的外露可导电部分均应与保护导体相连接。接地应符合国家现行相关标准的规定。在满足接地电阻要求的情况下,应利用路灯基础钢筋等自然接地体。

第四节 燃气工程电气、照明与自控仪表

一、设计内容

包括电气防爆、照明、防雷接地、场站自控仪表、燃气应用监控设施、等内容。

二、设计要点

燃气工程电气、照明与自控仪表设计在执行国家相关标准、规范时,需对以下规范条文、文件规定应予以重点关注。

（一）电气防爆

《城镇燃气设计规范》GB 50028 - 2006（2020 年版）

6.5.21 门站和储配站电气防爆设计符合下列要求：（详见相关条文）。

1 站内爆炸危险场所的电力装置设计应符合现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB50058 的规定。

2 其爆炸危险区域等级和范围的划分宜符合本规范附录 D 的规定。

3 站内爆炸危险厂房和装置区内应装设可燃气体浓度检测报警装置。

6.6.6 单独用户的专用调压装置除按本规范第 6.6.2~6.6.3 条设置外,尚可按下列形式设置,但应符合下列要求:

1 当商业用户调压装置进口压力不大于 0.4MPa,或工业用户(包括锅炉)调压装置进口压力不大于 0.8 MPa 时,可设置在用气建筑物专用单层毗连建筑物内:

(5) 室内电气、照明装置应符合现行的国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的“1 区”设计的规定。

6.6.12 地上调压站的建筑物设计应符合下列要求:

4 城镇无人值守的燃气调压室电气防爆等级应符合现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》GB 50058 “1 区”设计的规定(见附录图 D-7);

《压缩天然气供应站设计规范》GB51102-2016

9.1.3 压缩天然气供应站电气防爆设计应符合下列规定：

1 设置在爆炸危险区域电气设备的选型、安装和线路的敷设应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058 的有关规定。

2 爆炸危险区域等级和范围的划分应符合本规范附录 A 的规定。本规范附录 A 未规定的情况，应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058 的有关规定。

《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015

12.1.3 液化石油气储供应站具有爆炸危险场所的电力装置设计应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058 的有关规定，爆炸危险区域等级和范围的划分宜符合本规范附录 A 的规定。

《汽车加油加气加氢站技术标准》GB 50156-2021

11.1.4 当引用外电源有困难时，加油加气站可设置小型内燃发电机组。内燃机的排烟管口，应安装阻火器。排烟管口至各爆炸危险区域边界的水平距离，应符合下列规定：

- 1 排烟口高出地面 4.5m 以下时，不应小于 5m。
- 2 排烟口高出地面 4.5m 及以上时，不应小于 3m。

11.1.5 加油加气站的电力线路宜采用电缆并直埋敷设。电缆穿越行车道部分，应穿钢管保护。

11.1.7 爆炸危险区域内的电气设备选型、安装、电力线路敷设等，应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的有关规定。

（二）照明

《汽车加油加气加氢站技术标准》GB 50156-2021

11.1.3 加油站、加气站及加油加气合建站的消防泵房、罩棚、营业室、LPG 泵房、压缩机间等处，均应设事故照明。

11.1.8 加油加气站内爆炸危险区域以外的照明灯具，可选用非防爆型，罩棚下处于非爆炸危险区域的灯具，应选用防护等级不低于 IP44 级的照明灯具。

（三）防雷接地

《城镇燃气设计规范》GB 50028 - 2006（2020 年版）

6.5.23 门站和储配站的静电接地设计应符合国家现行标准《化工企业静电接地装置设计规范》HGJ 28 的规定。

6.6.12 地上调压站的建筑物设计应符合下列要求：

9 设于空旷地带的调压站或采用高架遥测天线的调压站应单独设置避雷装置，其接地电阻值应小于 10Ω 。

6.6.15 当调压站内、外燃气管道为绝缘连接时，调压器及其附属设备必须接地，接地电阻

应小于 100Ω 。

9.6.5 液化天然气气化站的防雷和静电接地设计，应符合本规范第 8.11 节的有关规定。

当建筑物位于防雷区之外时，放散管的引线应接地，接地电阻应小于 10Ω 。

10.2.39 工业企业用气车间、锅炉房以及大中型用气设备的燃气管道上应设放散管，放散管管口应高出屋脊（或平屋顶）1m 以上或设置在地面上安全处，并应采取防止雨雪进入管道和放散物进入房间的措施。

当建筑物位于防雷区之外时，放散管的引线应接地，接地电阻应小于 10Ω 。

10.5.9 屋顶上设置燃气设备时应符合下列要求：

4 应有防雷和静电接地措施。

10.8.5 燃气管道及设备的防雷、防静电设计应符合下列要求：（详见相关条文）。

《压缩天然气供应站设计规范》GB51102-2016

9.2.1 压缩天然气供应站内建筑物的防雷设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定。

9.2.2 压缩天然气供应站内生产区的罩棚、有封闭外壳的橇装工艺设备和压缩机室、调压计量室等有爆炸危险的生产厂房应有防雷接地设施，并应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB50057 中“第二类防雷建筑物”的有关规定。

9.2.3 压缩天然气供应站内建筑物防雷装置的接地（独立接闪装置的接地装置除外）、防静电接地、电气和电子信息系统接地等应共用接地装置，接地电阻应取其中最小值，且不宜大于 4Ω 。单独设置的工艺装置，接地电阻不宜大于 10Ω 。地上或管沟敷设的金属管道始末端应做接地连接，接地电阻不宜大于 10Ω 。

9.2.4 压缩天然气供应站内产生静电危险的设备和管道应采取防静电接地措施。站内各类接地系统的接地装置（独立接闪装置的接地装置除外）均可用于防静电接地。

9.2.5 加气、卸气车辆或金属容器应设置防静电接地装置，应与就近的接地装置可靠连接。

9.2.6 压缩天然气供应站内爆炸危险区域内的所有钢制法兰及金属管道上非良好导电性连接管道的两端应采用金属导体跨接。

《液化石油气供应工程设计规范》GB51142-2015

12.2.1 液化石油气供应站具有爆炸危险建筑的防雷设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB50057 中第二类防雷建筑物的有关规定。

12.2.2 液化石油气罐体应设防雷接地装置，并应符合现行国家标准《石油化工装置防雷设计规范》GB50650 的有关规定。

12.2.3 防雷接地装置的电阻值，应按现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074 和《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定执行。

12.2.4 液化石油气储罐、泵、压缩机、气化、混气和调压、计量装置及低支架和架空敷设

的管道应采取静电接地。

12.2.5 液化石油气供应站静电接地设计应符合国家现行标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 和《石油化工静电接地设计规范》SH 3097 的有关规定。

12.2.6 在生产区入口处应设置安全有效的人体静电消除装置。

《汽车加油加气加氢站技术标准》GB 50156-2021

11.2.2 加油加气站的电气接地应符合下列规定：

1 防雷接地、防静电接地、电气设备的工作接地、保护接地及信息系统的接地等，宜共用接地装置，其接地电阻应按其中接地电阻值要求最小的接地电阻值确定。

2 当各自单独设置接地装置时，油罐、LPG 储罐、LNG 储罐和 CNG 储气瓶（组）的防雷接地装置的接地电阻、配线电缆金属外皮两端和保护钢管两端的接地装置的接地电阻，不应大于 $10\ \Omega$ ，电气系统的工作和保护接地电阻不应大于 $4\ \Omega$ ；地上油品、LPG、CNG 和 LNG 管道始、末端和分支处的接地装置的接地电阻不应大于 $30\ \Omega$ 。

11.2.3 当 LPG 储罐的阴极防腐符合下列规定时，可不另设置防雷和防静电接地装置：

1 LPG 储罐采用牺牲阳极法进行阴极防腐时，牺牲阳极的接地电阻不应大于 $10\ \Omega$ ，阳极与储罐的铜芯连线横截面不应小于 16mm^2 。

2 LPG 储罐采用强制电流法进行阴极防腐时，接地电极必须用锌棒或镁锌复合棒，接地电阻不应大于 $10\ \Omega$ ，接地电极与储罐的铜芯连线横截面不应小于 16mm^2 。

11.2.6 当加油加气站内的站房和罩棚等建筑物需要防直击雷时，应采用避雷带（网）保护。当罩棚采用金属屋面时，宜利用屋面作为接闪器，但应符合下列规定：（详见相关条文）。

11.2.7 加油加气站内的信息系统应采用铠装电缆或导线穿钢管配线。配线电缆金属外皮两端、保护钢管两端均应接地。

11.2.8 加油加气站信息系统的配电线路首、末端与电子器件连接时，应装设与电子器件耐压水平相适应的过电压（电涌）保护器。

11.2.9 380/220V 供配电系统宜采用 TN-S 系统，当外电源为 380V 时，可采用 TN-C-S 系统。供电系统的电缆金属外皮或电缆金属保护管两端均应接地，在供配电系统的电源端应安装与设备耐压水平相适应的过电压（电涌）保护器。

11.2.10 地上或管沟敷设的油品管道、LPG 管道、LNG 管道和 CNG 管道，应设防静电和防感应雷的共用接地装置，其接地电阻不应大于 $30\ \Omega$ 。

11.2.11 加油加气站的汽油罐车、LPG 罐车和 LNG 罐车卸车场地，应设卸车或卸气时用的防静电接地装置，并应设置能检测跨接线及监视接地装置状态的静电接地仪。

11.2.12 在爆炸危险区域内工艺管道上的法兰、胶管两端等连接处，应用金属线跨接。当法兰的连接螺栓不少于 5 根时，在非腐蚀环境下可不跨接。

11.2.13 油罐车卸油用的卸油软管、油气回收软管与两端快速接头，应保证可靠的电气连接。

11.2.14 采用防静电的热塑性塑料管道时,导电内衬应接地;采用不防静电的热塑性塑料管道时,不埋地部分的热熔连接件应保证长期可靠的接地,也可采用专用的密封帽将连接管件的电熔插孔密封,管道或接头的其他导电部件也应接地。

11.2.15 防静电接地装置的接地电阻不应大于 $100\ \Omega$ 。

11.2.16 油品罐车、LPG 罐车、LNG 罐车卸车场地内用于防静电跨接的固定接地装置,不应设置在爆炸危险 1 区。

(四) 场站自控仪表

《压缩天然气供气站设计规范》GB 51102 - 2016

10.2.1 压缩天然气供应站应设置自控系统,并宜作为燃气输配数据采集监控系统的远端站。自控系统应包括工艺过程控制系统、可燃气体检测报警系统和紧急切断系统。

10.2.5 可燃气体探测报警系统的设计应符合下列规定:(详见相关条文)。

《液化石油气供应工程设计规范》GB 51142 - 2015

6.2.6 当液化石油气与空气或其他燃气混气时,除应符合本规范第 3.0.4 条和第 3.0.5 条的规定外,尚应符合下列规定:

1 混气装置应设置切断气源的安全连锁装置,当参与混合的任何一种气体突然中断或液化石油气体积分数接近爆炸上限的 2 倍时,应自动报警。

12.3.1 液化石油气储罐检测仪表的设置应符合下列规定:(详见相关条文)。

12.3.4 液化石油气供应站应设置可燃气体检测报警系统和视频监视系统。

12.3.5 液化石油气供应站爆炸危险场所应设置可燃气体泄漏报警控制系统,并应符合下列规定:(详见 1、2、3、4 款规定)。

《城镇燃气设计规范》GB 50028 - 2006 (2020 年版)

9.4.14 液化天然气储罐仪表的设置,应符合下列要求:

1 应设置两个液位计,并应设置液位上、下限报警和连锁装置。

注:容积小于 3.8m^3 的储罐和容器,可设置一个液位计(或固定长度液位管)。

2 应设置压力表,并应在有值班人员的场所设置高压报警显示器,取压点应位于储罐最高液位以上。

9.4.19 储罐区、气化装置区域或有可能发生液化天然气泄漏的区域内应设置低温检测报警装置和相关的连锁装置,报警显示器应设置在值班室或仪表室等有值班人员的场所。

9.4.20 爆炸危险场所应设置可燃气体浓度检测器。报警浓度应取爆炸下限的 20%,报警显示器应设置在值班室或仪表室等有值班人员的场所。

9.4.21 液化天然气气化站内应设置事故切断系统,事故发生时,应切断或关闭液化天然气或可燃气体来源,还应关闭正在运行可能使事故扩大的设备。

液化天然气气化站内设置的事事故切断系统应具有手动、自动或手动自动同时启动的性能,手

动启动器应设置在事故时方便到达的地方，并与所保护设备的间距不小于 15m。手动启动器应具有明显的功能标志。

《汽车加油加气加氢站技术标准》GB 50156-2021

11.4.7 可燃气体检测器和报警器的选用和安装，应符合现行国家标准《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB 50493 的有关规定。

（五）燃气应用监控设施

《城镇燃气设计规范》GB50028-2006（2020 年版）

6.6.6 单独用户的专用调压装置除按本规范第 6.6.2~6.6.3 条设置外，尚可按下列形式设置，但应符合下列要求：

2 当调压装置进口压力不大于 0.2MPa 时，可设置在公共建筑的顶层房间内，

3) 房间内应设置可燃气体浓度检测监控仪表及声、光报警装置。该装置应与通风设施和紧急切断阀连锁，并将信号引入该建筑物监控室。

10.8.1 在下列场所应设置燃气浓度检测报警器。（详见相关条文）。

第五节 热力工程供配电、照明与自控仪表

一、设计内容

包括供配电系统、照明、防雷接地、热力网及锅炉房自控仪表、燃气应用监控设施等内容。

二、设计要点

热力工程供配电、照明与自控仪表设计在执行国家相关标准、规范时，需对以下规范条文、文件规定应予以重点关注。

（一）供配电系统

《城镇供热管网设计规范》CJJ34-2010

12.2.1 中继泵站及热力站的负荷分级及供电要求，应根据各站在热力网中的重要程度，按现行国家标准《供配电系统设计规范》GB50052 的规定确定。

12.2.2 供热管网中按一级负荷要求供电的中继泵站及热力站，当主电源电压下降或消失时应投入备用电源，并应采用有延时的自动切换装置。

12.2.3 中继泵站的高低压配电设备应布置在专用配电室内。热力站的低压配电设备容量较小时，可不设专用的低压配电室，但配电设备应布置在便于观察和操作且上方无管道的位置。

12.2.5 低压配线应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB50054 对电源与供热管道净距的规定，并宜采用桥架或钢管敷设。在进入电机接线盒处应设置防水弯头或金属软管。

12.2.8 用于供热管网的电气设备和控制设备的防护等级应适应所在场所的环境条件。

《锅炉房设计规范》GB 50041 - 2020

15.2.1 锅炉房的供电负荷级别和供电方式应根据工艺要求、锅炉容量、热负荷的重要性和

环境特征等因素，按现行国家标准《供配电系统设计规范》GB50052的有关规定执行。

15.2.8 控制室、变压器室和高（低）压配电室不应设在潮湿的生产房间、淋浴室、卫生间、用热水加热空气的通风室和输送有腐蚀性介质管道的下面。

（二）照明

《城镇供热管网设计规范》CJJ34-2010

12.3.2 除中继泵站、热力站以外的下列地方应采用电气照明。（详见相关条文）。

《锅炉房设计规范》GB 50041-2020

15.2.9 锅炉房各房间及构筑物地面上人工照明标准照度值、显色指数及功率密度值应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB50034的规定。

15.2.10 锅炉水位表、锅炉压力表、仪表屏和其他照度要求较高的部位应设置局部照明。

15.2.11 在装设锅炉水位表、锅炉压力表、给水泵以及其他主要操作的地点和通道，宜设置事故照明；事故照明的电源选择应按锅炉房的容量、生产用汽的重要性和锅炉房附近供电设施的设置情况等因素确定。

15.2.12 照明装置电源的电压，应符合下列要求：

1 地下凝结水箱间、出灰渣地点和安装热水箱、锅炉本体、金属平台等设备和构件处的灯具，当距地面和平台工作面小于 2.50m 时，应有防止电击的措施或采用不超过 36V 的电压；

2 手提行灯的电压不应超过 36V；在本条第 1 款中所述场所的狭窄地点和接触良好的金属面上工作时，所用手提行灯的电压不应超过 12V。

（三）防雷接地

《锅炉房设计规范》GB 50041-2020

15.2.14 砖砌或钢筋混凝土烟囱应设置接闪器；利用烟囱爬梯作为其引下线时，应有可靠的连接。

15.2.15 燃气放散管的防雷设施应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定。

15.2.16 燃油锅炉房贮存重油和轻柴油的金属油罐，当其顶板厚度大于或等于 4mm 时，可不装设接闪器，但应接地，接地点不应少于 2 处；当油罐装有呼吸阀和放散管时，其防雷设施应符合现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074 的有关规定；覆土在 0.50 m 以上的地下油罐，当有通气管引出地面时，在通气管处应做局部防雷处理。

15.2.17 气体和液体燃料管道应有静电接地装置；当其管道为金属材料，且与防雷或电气系统接地保护线相连时，可不设静电接地装置。

（四）热力网及锅炉房自控仪表

《城镇供热管网设计规范》CJJ 34-2010

13.2.1 热水供热管网在热源与供热管网的分界处应检测、记录下列参数：

1 供水压力、回水压力、供水温度、回水温度、供水流量、回水流量、热功率和累计热量以及热源处供热管网补水的瞬时流量、累计流量、温度和压力。

13.2.2 蒸汽供热管网在热源与供热管网的分界处应检测、记录下列参数：

1 供汽压力、供汽温度、供汽瞬时流量和累计流量（热量）、返回热源的凝结水温度、压力、瞬时流量和累计流量。

13.3.3 中继泵的入口和出口应设有超压保护装置。

《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB 50493-2009

3.0.2 可燃气体和有毒气体的检测系统应采用两级报警。同一检测区域内的有毒气体、可燃气体检（探）测器同时报警时，应遵循下列原则：

- 1 同一级别的报警中，有毒气体的报警优先；
- 2 二级报警优先于一级报警。

3.0.4 报警信号应发送至现场报警器和有人值守的控制室或现场操作室的指示报警设备，并且进行声光报警。

《锅炉安全技术监察规程》TSG G0001-2012

10.3 保护装置

(1) B级锅炉及额定热功率大于或者等于7MW的C级锅炉，应当装设超温报警装置和联锁保护装置；

(2) 层燃锅炉应当装设当锅炉的压力降低到会发生汽化或者水温超过了规定值以及循环水泵突然停止运转时，能够自动切断鼓、引风的装置。

11.3.6.3 系统报警装置（详见相关条文）。

11.3.6.4 加热装置联锁保护

系统内的联锁保护装置，应当在以下情况时能够切断加热装置，并且发出报警：（详见相关条文）。

11.3.6.5 系统联锁保护

有机热载体系统的联锁保护装置，应当在以下情况时能够切断加热装置和循环泵，并且发出报警：（详见相关条文）。

13.3.1 蒸汽锅炉安全附件及仪表要求

(3) 锅炉应当装设可靠的超压、低水位报警或者连锁保护装置，并且定期维护。

13.3.2 汽水两用锅炉安全附件及仪表要求

(3) 锅炉应当装设可靠的超压、低水位报警或者连锁保护装置，并且定期维护。

《锅炉房设计规范》GB 50041-2020

11.1.7 锅炉房应装设下列经济核算用的仪表：（详见相关条文）。

11.1.8 锅炉房报警信号的装设，应符合表11.1.8的规定。表11.1.8省略。

11.1.9 液化石油气气瓶间、燃气调压间、燃气锅炉间及油泵间的可燃气体浓度报警装置，应与房间事故通风机联动，并应与燃气供气母管或燃油供油母管的总切断阀联动；设有防灾中心时，应将信号传至防灾中心。

11.2.2 蒸汽锅炉应设置极限低水位连锁保护装置，当单台额定蒸发量大于或等于 6t/h 时，尚应设置蒸汽超压保护装置。

11.2.3 热水锅炉应设置当锅炉压力降低到热水可能发生汽化、水温升高超过规定值，或循环水泵突然停止运行时的自动切断燃料供应和停止鼓风机、引风机运行的保护装置。

11.2.4 热水系统应设置自动补水装置并宜设置自动排气装置，加压膨胀水箱应设置水位和压力自动调节装置。

11.2.12 燃用煤粉、油或气体的锅炉应设置点火程序控制和熄火保护装置。

11.2.13 层燃锅炉的引风机、鼓风机和锅炉分层给煤机、炉排减速箱等加煤设备之间应装设电气连锁装置。

11.2.14 燃用煤粉、油或气体的锅炉应设置下列电气连锁装置：（详见相关条文）。

11.2.15 制粉系统各设备之间应设置电气连锁装置。

11.2.16 连续机械化运煤系统、除灰渣系统中，各运煤设备之间、除灰渣设备之间，均应设置电气连锁装置，并使在正常工作时能按顺序停车，且其延时时间应能达到空载再启动。

11.2.17 运煤和煤的制备设备应与其局部排风和除尘装置连锁。

11.2.23 控制系统的供电应采用不间断电源（UPS）供电，蓄电池后备供电时间不应小于 30min，并应留有 20%裕量。

第六节 常见问题及解析

问题 1. 城市给水工程中，取水工程、净（配）水工程、转输厂站的供电负荷等级应如何确定？其备用动力如何设置？

解析：城市给水工程中，取水工程、净（配）水工程、转输厂站的供电负荷等级不应低于《城市给水工程项目规范》GB55026-2022 表 2.2.19 规定。当不能满足表 2.2.19 要求时，应设置备用动力设施。

问题 2. 生活饮用水供水泵房、水箱间和水质净化设备间是否有必要设专人管理和监控？

解析：依据《建筑给水排水与节水通用规范》GB55020-2021 第 9.5.2 条规定，生活饮用水供水泵房、水箱间和水质净化设备间应有专人管理和监控。

问题 3. 污水厂及海绵城市及湿地、雨水系统中的排水泵站负荷等级如何确定，是不是可以不按二级负荷设计？

解析：首先排水工程应包括雨水系统和污水系统。其次依据《城乡排水工程项目规范》GB55027-2022 第 2.2.14 条规定，城镇排水工程的供电电源应按照二级负荷设计，重要负荷应按

一级负荷设计。当不能满足上述要求时，应设置备用动力设施。第三，对于镇（乡）村的排水泵站负荷等级应依据《镇（乡）村排水工程技术规程》CJJ124-2008 第 3.4.1 条规定确定，排水泵站供电可按三级负荷设计，重要地区宜按二级负荷等级设计。灌溉泵站及经论证对供电可靠性要求不高、中断供电影响较小的供水泵站和小型排水泵站可按三级负荷设计。

问题 4. 海绵城市及湿地、雨水系统中的排水泵站一般距离城市较远或用电负荷较小，二级负荷设计时，其供电电源是否必须采用两路电源供电？

解析：对于大中型供排水泵站的二级负荷两路供电电源宜由双回线路供电，每一回路应按承担泵站全部容量设计；负荷较小或地区供电条件困难时，可由一路 6KV 及以上专用输电线路供电。

问题 5. 泵站内是否必须设置事故照明？

解析：泵站应设置正常工作照明、事故照明以及必要的安全照明装置。照明装置安装高度低于 2.5m 时，应有防止触电措施或采用 12V~36V 安全电压照明。

问题 6. 格栅间及调蓄池是否设通风设施和有毒有害气体检测与报警装置？

解析：按照《城乡排水工程项目规范》GB55027-2022 第 2.2.16 条规定，应设置。

问题 7. 污泥气贮罐、污泥气压缩机房、污泥气阀门控制间、污泥气管道层等可能泄露污泥气的场所、电机、仪表和照明等电器设备是否采用防火防爆措施，室内是否设通风设施和污泥气泄露报警装置？

解析：应按照《城乡排水工程项目规范》GB55027-2022 第 4.4.9 条和《室外排水设计标准》GB50014-2021 第 8.3.18 规定设置。

问题 8. 泵站及污水处理厂内综合接地电阻设置时，应基础钢筋网的自然接地装置还是室外人工接地装置？

解析：泵站及污水处理厂内均应装设保护人身和设备安全的接地装置。接地装置应充分利用直接埋入地中或水中的钢筋、压力钢管、闸门槽、拦污栅槽等金属件，以及其他各种金属结构等自然接地体。当自然接地体的接地电阻常年都能符合要求时，不宜添设人工接地体；不符合要求时，应增设人工接地装置。接地体之间应焊接。

问题 9. 对迎宾路、通向大型公共建筑的主要道路、位于市中心和商业中心的道路，照明标准值如何确定？

解析：应执行《城市道路照明设计标准》CJJ 45-2015 表 3.3.1 中 I 级照明标准。

问题 10. 路面平均亮度高于 $1.0\text{cd}/\text{m}^2$ 的道路与无照明设施的道路连接，且行车限速高于 50km/h 时，是否需设置过渡照明？

解析：需设置过渡照明。

问题 11. 人行地道内照明照度值如何确定？

解析：人行横道的照明不得低于人行横道所在道路的 1.5 倍。人行地道内的平均水平照明，夜间宜为 30l x 、白天宜为 100l x ；最小水平照明，夜间宜为 15l x 、白天宜为 50l x 。并应提供垂

直照明。

问题 12. 室外公共区域照明及道路照明设计指标有哪些？

解析：室外公共区域照明指标包括照度、色温、显色指数和亮度。道路照明设计包括照明水平、照明均匀度、眩光限制、道路照明的诱导性。

问题 13. 道路照明灯具布置方式有几种？

解析：任何道路照明设置不得侵入道路建筑限界内。道路常规照明灯具的布置可分为单侧布置、双侧交错布置、双侧对称布置、中心对称布置和横向悬索布置五种基本方式。

问题 14. 路灯灯具悬挑长度和灯具仰角如设定？

解析：灯具的悬挑长度不宜超过安装高度的 $1/4$ ，灯具的仰角不宜超过 15° ；灯具的布置方式、安装高度和间距可按《城市道路照明设计标准》CJJ 45-2015 表 5.1.3 经计算后确定。

问题 15. 道路照明配电系统是否设短路保护和过负荷保护？每个灯具是否设有单独保护装置？具体如何设置？

解析：道路照明配电系统应具有短路保护和过负荷保护。每个灯具应设有单独保护装置。

问题 16. 道路路灯杆处应设独立接地装置，接地电阻设置按 $\leq 10\Omega$ 还是 $\leq 4\Omega$ 设置？有些地区接地电阻达不到怎么办？

解析：道路配电采用 TT 系统接地保护时，没有采用 PE 线连接成网的灯杆、配电箱等其独立接地电阻不应大于 4Ω 。道路配电路的分支、末端及中间适当位置做重复接地并形成联网，其重复接地电阻不应大于 10Ω ，系统接地电阻不应大于 4Ω 。应优先利用路灯基础钢筋做自然接地体，当自然接地体不满足时，另外增设人工接地装置，共用接地装置需满足接地电阻值要。

问题 17 燃气厂站的供电电源如何？

解析：燃气厂站的供电电源应满足正常生产和消防的要求，站内涉及生产安全的设备用电和消防用电应由两回线路供电，或单回路供电并配置备用电源。

问题 18. 燃气厂站仪表控制系统是否设置不间断电源装置？

解析：应设置。

问题 19. 爆炸危险环境中的接地系统可以采用 TN-C-S 系统吗。

解析：不可以，按照 GB50058-2014 第 5.5.1 条 1 款规定，爆炸危险环境中的 TN 系统应采用 TN-S 系统。

问题 20. 燃气厂站危险区域内，可能产生静电危害的储罐、设备和管道的静电导消措施如何设置？

解析：燃气厂站爆炸危险区域内，可能产生静电危害的储罐、设备和管道应采取静电导消措施。

问题 21. 锅炉机组中的电动机是否设现场自锁控制按钮？

解析：锅炉机组采用集中控制时，自动控制或连锁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；远程控制的电动机应有就地控制和解除远程控制的措施；当突然启动可能危及周围人员安全时，应在机械旁装设启动预告信号和应急断电开关或自锁按钮。

问题 22. 锅炉房是否应设置通信设施？

解析：应设置，按照《锅炉房设计标准》GB50041-2020 第 15.2.18 条执行。

问题 23. 锅炉房内是否设置火灾自动报警系统？

解析：非独立锅炉房和单台蒸汽锅炉额定蒸发量大于或等于 10t / h，或总额定蒸发量大于或等于 40t / h 及单台热水锅炉额定热功率大于或等于 7MW，或总额定热功率大于或等于 28MW 的独立锅炉房，应设置火灾探测器和自动报警装置；火灾探测器的选择及其设置的位置、火灾自动报警系统的设计和消防控制设备及其功能，应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关规定。

问题 24. 爆炸危险场所中可燃气体报警如何设置？

解析：燃油或燃气锅炉间、冷热电联供的燃烧设备间、燃气调压间、燃油泵房、煤粉制备间、碎煤机间等有爆炸危险的场所，应设置固定式可燃气体浓度或粉尘浓度报警装置。可燃气体报警浓度不应高于其爆炸极限下限的 20%，粉尘报警浓度不应高于其爆炸极限下限的 25%。

第十三章 市政工程暖通专业

第一节 基本要求

一、一般规定

同热力工程一般规定。

二、现行相关部分国家规范、标准

1. 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019-2015
2. 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012
3. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021
4. 《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015
5. 《居住建筑节能设计标准》DB 64/521-2022
6. 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019
7. 《绿色建筑设计标准》DB 64/T1544-2018
8. 《供热工程项目规范》GB 55010-2021
9. 《燃气工程项目规范》GB55009-2021
10. 《建筑设计防火规范》（2018版）GB 50016-2014
11. 《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251-2017

第二节 采暖

一、设计内容

包括采暖设计、节能设计。

二、设计要点

市政工程采暖专业设计时，对以下规范条文、文件规定应予以关注执行。

（一）采暖

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012

5.1.5 严寒或寒冷地区设置供暖的公共建筑，在非使用期间内，室内温度应保持在0℃以上；当利用房间蓄热量不能满足要求时，应按保证室内温度5℃设置值班供暖。当工艺有特殊要求时，应按工艺要求确定值班供暖温度。

（二）节能

《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245—2017

5.2.4 建筑物热力入口处应设置压力平衡装置。

5.2.8 选择散热器时，应采用外表面刷非金属性涂料的散热器，散热器应明装，对于需要分室自动控制室温的散热器供暖系统，散热器前应安装恒温控制阀。

第三节 通风

一、设计内容

包括泵站通风、垃圾处理厂通风、除尘、粪便处理厂通风、变电所通风、热力工程通风、燃气工程通风、环保措施、抗震。

二、设计要点

市政工程通风专业设计时，对以下规范条文、文件规定应予以关注执行。

(一) 泵站通风

《泵站设计规范》GB 50265-2010

9.11.4 油罐室和阀控式密封铅酸蓄电池室的换气次数不应少于3次/h，油处理室和防酸防爆型铅酸蓄电池室的换气次数不应少于6次/h。室内空气严禁循环使用。

9.11.5 油罐室、油处理室和蓄电池室应分别设置独立的机械通风系统，室内应保持负压。通风系统的排风口应高出屋顶1.5m。风机和配套电动机应选用防爆型。

9.11.6 蓄电池室温度宜保持在10~35℃。不设采暖设备时，室内最低温度不得低于0℃。

(二) 垃圾处理厂通风、除尘

《生活垃圾焚烧处理工程技术规范》CJJ 90-2009

13.3.2 垃圾焚烧厂房的通风换气量应按下列要求确定：

- 1 焚烧间应只计算排除余热量；
- 2 汽机间应同时计算排除余热量和余湿量；
- 3 确定焚烧厂房的通风余热，可不计算太阳辐射热。

13.4.3 机械通风不能满足工艺对室内温度、湿度要求的房间，应设空调装置。

(三) 粪便处理厂通风

《城市粪便处理厂设计规范》CJJ 64-2009

9.0.1 接受间、固液分离间、浓缩间、絮凝脱水间及堆肥车间等建筑物内，除应设置换气装置外，还应在室内的处理设备上部采取负压运行方式收集臭气，经管道收集并集中进行除臭处理。

(四) 变电所通风

《20kV及以下变电所设计规范》GB 50053-2013

6.3.3 当变压器室、电容器室采用机械通风时，其通风管道应采用非燃烧材料制作。当周围环境污秽时，应加设空气过滤器。装有六氟化硫气体绝缘的配电装置的房间，在发生事故时房间内易聚集六氟化硫气体的部位，应装设报警信号和排风装置。

《35kV~110kV变电站设计规范》GB 50059-2011

4.5.4 蓄电池室应根据设备对环境温湿度要求和当地的气象条件，设置通风或降温通风系统，并应符合规范4项要求。

4.5.6 六氟化硫开关室应采用机械通风，室内空气不应再循环。六氟化硫电气设备室的正常

通风量不应少于 2 次/h，事故时通风量不应少于 4 次/h。

《110（66）kV~220kV 智能变电站设计规范》GB/T 51072-2014

6.2.2 采暖、通风和空气调节系统应具备自动控制功能，其运行信号宜实现远传。

6.2.3 电气设备房间降温通风系统应根据需要设置温度控制装置，且应根据设定的上、下限温度自动控制风机启停。

6.2.4 SF₆ 气体绝缘电气设备所在房间应设置 SF₆ 气体超限报警，当 SF₆ 气体浓度超限时应自动启动机械通风装置。

（五）热力工程通风

《建筑设计防火规范》GB 50016-2014（2018 年版）

9.3.16 燃油或燃气锅炉房应设置自然通风或机械通风设施。燃气锅炉房应选用防爆型事故排风机。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，通风量应符合下列规定：

1 燃油锅炉房的正常通风量应按换气次数不少于 3 次/h 确定，事故排风量应按换气次数不少于 6 次/h 确定；

2 燃气锅炉房的正常通风量应按换气次数不少于 6 次/h 确定，事故排风量应按换气次数不少于 12 次/h 确定。

《锅炉房设计标准》GB50041-2020

15.3.8 燃气调压间等有爆炸危险的房间，应有每小时不少于 6 次的换气量；当自然通风不能满足要求时，应设置机械通风装置，并应设每小时换气不少于 12 次事故通风装置；通风装置应防爆。

15.3.9 油泵间和贮存闪点小于或等于 45℃ 的易燃油品的地下油库，除采用自然通风外，应设置机械通风装置，每小时换气不应小于 6 次/h，事故排风换气不应小于 12 次/h；计算换气量时，房间高度可按 4m 计算；环境温度或燃油运行温度大于或等于燃油闪点的油泵间和易燃油库的通风装置应防爆。

（六）燃气工程通风

1. 调压站（箱、柜）与调压装置

《城镇燃气设计规范》GB 50028 - 2006（2020 年版）

6.6.12 地上调压站的建筑物设计应符合下列要求：

3) 调压器室及其他有漏气危险的房间，应采取自然通风措施，换气次数每小时不应小于 2 次。

2. 液化天然气气化站

《城镇燃气设计规范》GB 50028 - 2006（2020 年版）

9.6.2 设有液化天然气工艺设备的建、构筑物应有良好的通风措施。通风量按房屋全部容

积每小时换气次数不应小于 6 次。在蒸发气体比空气重的地方，应在蒸发气体聚集最低部位设置通风口。

3. 压缩天然气供应站

《压缩天然气供应站设计规范》GB 51102-2016

7.2.3 压缩天然气供应站内具有爆炸危险的封闭式建筑物应采取通风措施。工作通风的换气次数不应少于 6 次 / h，事故通风的换气次数不应少于 12 次 / h。

4. 液化石油气供应工程

《液化石油气供应工程设计规范》GB 51142-2015

10.2.2 具有爆炸危险的封闭式建筑应采取通风措施。通风口不应少于 2 个，并应靠近地面设置。事故排风量应按换气次数不少于 12 次 / h 确定。当采用自然通风时，通风口总有效面积不应小于该房屋地面面积的 3%。

(七) 环保措施

1. 饮食业油烟排放

《饮食业油烟排放标准》GB18483-2001

4.2 饮食业单位油烟的最高允许排放浓度和油烟净化设施最低去除效率，按表 2 的规定执行。

表 2 饮食业单位的油烟最高允许排放浓度和油烟净化设施最低去除效率

规模	小型	中型	大型
最高允许排放浓度 (mg/m ³)	2.0		
净化设施最低去除效率 (%)	60	75	85

5.1 排放油烟的饮食业单位必须安装油烟净化设施，并保证操作期间按要求运行。油烟无组织排放视同超标。

2. 噪声控制

《声环境质量标准》GB 3096-2008

5.1 各类声环境功能区适用表 1 规定的环境噪声等效声级限值。

5.4 各类声环境功能区夜间突发噪声，其最大声级超过环境噪声值的幅度不得高于 15dB(A)。

3. 消声及隔声

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012

10.2.3 通风与空调系统产生的噪声，当自然衰减不能达到允许噪声标准时，应设置消声设备或采用其他消声措施。系统所需的消声量，应通过计算确定。

《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019—2015

12.2.3 通风与空调系统产生的噪音，当自然衰减不能达到允许噪声标准时，应设置消声设备或采取其他消声措施。系统所需的消声量，应通过计算确定。

4. 隔振

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012

10.3.1 当通风、空气、制冷装置以及水泵等设备的振动靠自然衰减不能达标时，应设置隔振器或采取其他隔振措施。

《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019—2015

12.3.1 当通风、空气调节、制冷装置以及水泵等设备的振动靠自然衰减不能达标时，应设置隔振器或采取其他隔振措施。

《生活垃圾转运站工程项目建设标准》建标[2009]65号

第四十二条 转运站应结合垃圾转运单元的工艺特点，强化在卸装垃圾等关键位置的通风、降尘、除臭措施；大型转运站必须设置独立的通风、除臭系统。

(八) 抗震设计

《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981-2014

5.1.4 防排烟风道、事故通风风道及相关设备应采用抗震支吊架。

5.1.5 供暖、通风与空气调节设备、构筑物、设施的选型、布置与固定应符合下列规定：

4 重力大于 1.8KN 的空调机组、风机等设备不宜采用吊装安装。当必须采用吊装时，应避免设在人员活动和疏散通道位置的上方，但应设置抗震支吊架。

第四节 常见问题及解析

问题 1：地下燃气锅炉房通风设计，通风机是否可以设置在地下室独立房间？

解析：不可以。依据《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014，2018 年版）第 9.3.9.2 条要求，排除有燃烧或爆炸危险气体的排风系统，排风设备不应布置在地下或半地下建筑（室）内。排风机、排风管设计应符合第 9.3.9 条、第 9.3.16 条要求。

问题 2：燃气锅炉间与辅助设备间的地面排水沟是否可以在隔墙处连通？

解析：不可以。依据《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014，2018 年版）第 6.2.4 条要求，建筑内的防火隔墙应从楼地面基层隔断至梁、楼板或屋面板的底面基层。

第十四章 市政工程给排水及消防专业

第一节 基本要求

一、一般规定

同给水工程一般规定。

二、现行相关部分国家规范、标准

1. 《室外给水设计规范》GB 50013-2018
2. 《城市给水工程项目规范》GB 55026-2022
3. 《室外排水设计标准》GB 50014-2021
4. 《城乡排水工程项目规范》GB 55027-2022
5. 《城市工程管线综合规划规范》GB 50289-2016
6. 《城市综合管廊工程技术规范》GB 50838-2015
7. 《防洪标准》GB 50201—2014
8. 《建筑给水排水设计标准》GB 50015—2019
9. 《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020—2021
10. 《埋地塑料排水管道工程技术规程》CJJ 143—2010
11. 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021
12. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021
13. 《湿陷性黄土地区建筑标准》GB 50025-2018
14. 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268-2008
15. 《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB 50400—2016
16. 《建筑中水设计标准》GB 50336-2018
17. 《民用建筑节水设计标准》GB 50555-2010
18. 《建筑设计防火规范》GB 50016-2014（2018版）
19. 《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974-2014
20. 《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140-2005
21. 《消防设施通用规范》GB 55036-2023
22. 《生活垃圾转运站技术规范》CJJ/T47—2016
23. 《餐厨垃圾处理技术规范》CJJ184-2012
24. 《生活垃圾堆肥处理技术规范》CJJ52-2014
25. 《生活垃圾处理处置工程项目规范》GB 55012-2021
26. 《市容环卫工程项目规范》GB55013-2021
27. 《液化石油气供应工程设计规范》GB 51142—2015

28. 《压缩天然气供应站设计规范》GB 51102—2016
29. 《汽车加油加气加氢站技术标准》GB 50156-2021
30. 《城镇燃气设计规范》GB 50028—2006（2020版）
31. 《水喷雾灭火系统技术规范》GB 50219—2014
32. 《锅炉房设计标准》GB 50041—2020

第二节 给排水、消防给水和灭火设施

一、设计内容

包括给水工程、排水工程、再生水工程消防给水和灭火设施设计，城市环境卫生工程给排水、消防给水和灭火设施设计，城市道路工程消防给水和灭火设施设计，燃气工程给排水、消防设施设计，热力工程给水、排水和灭火设施设计。

二、设计要点

在强制执行《城市给水工程项目规范》GB 55026、《城乡排水工程项目规范》GB 55027、《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002 和《消防设施通用规范》GB 55036 全部涉及内容条件下，对以下规范条文、文件规定应予以关注执行：

（一）给水、排水再生水工程消防给水和灭火设施

《建筑设计防火规范》GB 50016-2014（2018版）

8.1.2 民用建筑、厂房、仓库、储罐(区)和堆场周围应设置室外消火栓系统。

注：耐火等级不低于二级且建筑体积不大于 3000m³的戊类厂房，居住区人数不超过 500 人且建筑层数不超过两层的居住区，可不设置室外消火栓系统。

8.1.10 厂房、仓库、储罐(区)和堆场，应设置灭火器。

8.2.1 下列建筑或场所应设置室内消火栓系统：

1 建筑占地面积大于 300m²的厂房和仓库；

8.2.2 本规范第 8.2.1 条未规定的建筑或场所和符合本规范第 8.2.1 条规定的下列建筑或场所，可不设置室内消火栓系统，但宜设置消防软管卷盘或轻便消防水龙：

1 耐火等级为一、二级且可燃物较少的单、多层丁、戊类厂房(仓库)。

2 耐火等级为三、四级且建筑体积不大于 3000m³的丁类厂房；耐火等级为三、四级且建筑体积不大于 5000m³的戊类厂房(仓库)。

《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974-2014

7.2.5 市政消火栓的保护半径不应超过 150m，间距不应大于 120m。

7.2.6 市政消火栓应布置在消防车易于接近的人行道和绿地等地点，且不应妨碍交通，并应符合下列规定：

1 市政消火栓距路边不宜小于 0.5m，并不应大于 2.0m；

2 市政消火栓距建筑外墙或外墙边缘不宜小于 5.0m；

7.3.2 建筑室外消火栓的数量应根据室外消火栓设计流量和保护半径经计算确定，保护半径不应大于 150.0m，每个室外消火栓的出流量宜按 10L/s~15L/s 计算。

7.3.3 室外消火栓宜沿建筑周围均匀布置，且不宜集中布置在建筑一侧；建筑消防扑救面一侧的室外消火栓数量不宜少于 2 个。

7.4.2 室内消火栓的配置应符合下列要求：

1 应采用 DN65 室内消火栓，并可与消防软管卷盘或轻便水龙设置在同一箱体内；

2 应配置公称直径 65 有内衬里的消防水带，长度不宜超过 25.0m；消防软管卷盘应配置内径不小于 $\phi 19$ 的消防软管，其长度宜为 30.0m；轻便水龙应配置公称直径 25 有内衬里的消防水带，长度宜为 30.0m；

3 宜配置当量喷嘴直径 16mm 或 19mm 的消防水枪，但当消火栓设计流量为 2.5L/s 时宜配置当量喷嘴直径 11mm 或 13mm 的消防水枪；消防软管卷盘和轻便水龙应配置当量喷嘴直径 6mm 的消防水枪。

7.4.3 设置室内消火栓的建筑，包括设备层在内的各层均应设置消火栓。

7.4.6 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 5000m³ 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。

7.4.8 建筑室内消火栓栓口的安装高度应便于消防水龙带的连接和使用，其距地面高度宜为 1.1m；其出水方向应便于消防水带的敷设，并宜与设置消火栓的墙面成 90° 角或向下。

7.4.9 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。

7.4.10 室内消火栓宜按直线距离计算其布置间距，并应符合下列规定：

1 消火栓按 2 支消防水枪的 2 股充实水柱布置的建筑物，消火栓的布置间距不应大于 30.0m；

2 消火栓按 1 支消防水枪的 1 股充实水柱布置的建筑物，消火栓的布置间距不应大于 50.0m。

7.4.12 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 0.50MPa；当大于 0.70MPa 时必须设置减压装置；

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；其他场所，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。

（二）城市环境卫生工程给排水、消防给水和灭火设施

1. 排水系统

《生活垃圾转运站技术规范》CJJ/T47—2016

6.0.4 转运站排水系统应符合下列规定：

1 应按雨污分流原则进行转运站排水设计；

3 应设置积污坑或沉沙井等设施，以收集生产作业过程产生的污水。积污坑或沉沙井的形式和容量应与相关工艺要求相匹配；

4 应采取有效的污水处理或排放措施。

《生活垃圾堆肥处理技术规范》CJJ52-2014

9.4.4 堆肥处理厂排水应符合现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 和《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的规定。垃圾收集车经过的道路和卸料平台的初期雨水，应进行截流并纳入厂区污水管道。

《餐厨垃圾处理技术规范》CJJ184-2012

8.4.3 餐厨垃圾处理过程中产生的污水应得到有效收集和妥善处理，不得污染环境。

2. 消防给水和灭火设施

《生活垃圾转运站技术规范》CJJ/T47—2016

5.0.7 转运站防火等级的确定应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 和《建筑灭火器配置设计规范》GB50140 的有关规定。

转运站火灾危险性类别应属丁类，其灭火器配置应按轻危险级考虑；对于具有分类收集及预处理功能综合型转运站的回收物储存间(室)等存放易燃物品的设施，火灾危险性类别应为丙类，其灭火器配置应按中危险级考虑。

《生活垃圾堆肥处理技术规范》CJJ52-2014

9.5.1 堆肥处理厂应设置室内外消防系统，消防系统的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的有关规定。

9.5.2 堆肥处理厂厂房应按生产的火灾危险性分类划分为丁类，建筑耐火等级不应低于二级。

除以上要求之外，环境卫生工程的消防给水和灭火设施设计要求同给水工程部分。

（三）城市道路工程消防给水和灭火设施

《建筑设计防火规范》GB 50016-2014（2018 版）

8.1.2 城镇(包括居住区、商业区、开发区、工业区等)应沿可通行消防车的街道设置市政

消火栓系统。

《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974-2014

7.1.5 严寒、寒冷等冬季结冰地区城市隧道及其他构筑物的消火栓系统，应采取防冻措施，并宜采用干式消火栓系统和干式室外消火栓。

7.2.2 市政消火栓宜采用直径 DN150 的室外消火栓，并应符合下列要求：

2 室外地下式消火栓应有直径为 100mm 和 65mm 的栓口各一个。

7.2.3 市政消火栓宜在道路的一侧设置，并宜靠近十字路口，但当市政道路宽度超过 60m 时，应在道路的两侧交叉错落设置市政消火栓。

7.2.4 市政桥桥头和城市交通隧道出入口等市政公用设施处，应设置市政消火栓。

7.2.5 市政消火栓的保护半径不应超过 150m，间距不应大于 120m。

7.2.6 市政消火栓应布置在消防车易于接近的人行道和绿地等地点，且不应妨碍交通，并应符合下列规定：

1 市政消火栓距路边不宜小于 0.5m，并不应大于 2.0m；

2 市政消火栓距建筑外墙或外墙边缘不宜小于 5.0m；

7.2.11 地下式市政消火栓应有明显的永久性标志。

（四）燃气工程给排水、消防设施

1. 给水排水系统

《液化石油气供应工程设计规范》GB 51142—2015

11.2.2 液化石油气储存站、储配站、灌装站、气化站和混气站生产区的排水系统应采取防止液化石油气排入其他地下管道或低洼部位的措施，并应符合下列规定：

1 生产区内地面雨水可散流排出站外。在排出围墙之前，应设置水封和隔油装置。

2 储罐区雨水可采用管道排至站外，在排出储罐区防护堤和围墙之前应分别设置水封装置。

3 液化石油气储存站、储配站、灌装站、气化站和混气站生产区应在建筑墙外或围墙内设置水封井。水封井的水封高度应为 0.30m~0.50m；水封井应设沉泥段，沉泥段高度不应小于 0.25m。

4 清洗储罐的污水不应直接进入排水管道。液化石油气储罐的排污应采用活动式回收桶集中收集处理，不得直接接入排水管道。

5 排出站外城镇下水道系统的污水应符合现行行业标准《污水排入城镇下水道水质标准》CJ 343 的有关规定。

《压缩天然气供应站设计规范》GB 51102—2016

8.2.3 压缩天然气加气站、压缩天然气储配站的废油水、洗罐水等应回收集中处理。

8.2.4 站区场地应有完整、有效的雨水排水系统，并宜采用暗管排水。

《汽车加油加气加氢站技术标准》GB 50156-2021

10.3.2 加油加气站的排水应符合下列规定：

- 1 站内地面雨水可散流排出站外。当雨水由明沟排到站外时，应在围墙内设置水封装置。
- 2 加油站、LPG 加气站或加油与 LPG 加气合建站排出建筑物或围墙的污水，在建筑物墙外或围墙内应分别设水封井（独立的生活污水除外）。水封井的水封高度不应小于 0.25m；水封井应设沉泥段，沉泥段高度不应小于 0.25m。
- 3 清洗油罐的污水应集中收集处理，不应直接进入排水管道。LPG 储罐的排污(排水)应采用活动式回收桶集中收集处理，不应直接接入排水管道。
- 4 排出站外的污水应符合国家现行有关污水排放标准的规定。
- 5 加油站、LPG 加气站，不应采用暗沟排水。

2. 消防设施

《城镇燃气设计规范》GB 50028—2006（2020 版）

6.5.19 门站和储配站内的消防设施设计应符合国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定，并符合下列要求：

3 储配站内消防给水管网应采用环形管网，其给水干管不应少于 2 条。当其中一条发生故障时，其余的进水管应能满足消防用水总量的供给要求。

6 门站和储配站内建筑物灭火器的配置应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的有关规定。储配站内储罐区应配置干粉灭火器，配置数量按储罐台数每台设置 2 个；每组相对独立的调压计量等工艺装置区应配置干粉灭火器，数量不少于 2 个。

9.5.1 液化天然气气化站在同一时间内的火灾次数应按一次考虑，其消防水量应按储罐区一次消防用水量确定。

液化天然气储罐消防用水量应按其储罐固定喷淋装置和水枪用水量之和计算，其设计应符合下列要求：

1 总容积超过 50m³或单罐容积超过 20m³的液化天然气储罐或储罐区应设置固定喷淋装置。喷淋装置的供水强度不应小于 0.15L/(s·m²)。着火储罐的保护面积按其全表面积计算，距着火储罐直径（卧式储罐按其直径和长度之和的一半）1.5 倍范围内（范围的计算应以储罐的最外侧为准）的储罐按其表面积的一半计算。

2 水枪宜采用带架水枪。水枪用水量不应小于表 9.5.1 的规定。

9.5.2 液化天然气立式储罐固定喷淋装置应在罐体上部和罐顶均匀分布。

9.5.3 消防水池的容量应按火灾连续时间 6h 计算确定。但总容积小于 220m³且单罐容积小于或等于 50m³的储罐或储罐区，消防水池的容量应按火灾连续时间 3h 计算确定。当火灾情况下能保证连续向消防水池补水时，其容量可减去火灾连续时间内的补水量。

9.5.6 站内具有火灾和爆炸危险的建、构筑物、液化天然气储罐和工艺装置区应设置小型

干粉灭火器，其设置数量除应符合表 9.5.6 的规定外，还应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的规定。

《液化石油气供应工程设计规范》GB 51142—2015

11.1.2 液化石油气储罐区消防用水量应按储罐固定喷水冷却装置和水枪用水量之和计算，并应符合下列规定：

1 储罐总容积大于 50m^3 或单罐容积大于 20m^3 的液化石油气储罐、储罐区和设置在储罐室内的小型储罐应设置固定喷水冷却装置。固定喷水冷却装置的用水量应按储罐的保护面积与冷却水供水强度计算确定。着火储罐的保护面积应按全表面积计算；距着火储罐直径 1.5 倍范围内的相邻储罐应按全表面积的 1/2 计算。

2 冷却水供水强度不应小于 $0.15\text{L}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ 。

3 水枪用水量不应小于表 11.1.2 的规定。

4 地下液化石油气储罐可不设置固定喷水冷却装置，消防用水量应按水枪用水量确定。

11.1.4 消防给水管网应布置成环状，向环状管网供水的干管不应少于 2 根。

11.1.7 液化石油气球形储罐固定喷水冷却装置宜采用水雾喷头。储罐固定喷水冷却装置的水雾喷头的布置，应在喷水冷却时将储罐表面及液位计、阀门等重要部位全覆盖。卧式储罐喷水冷却装置可采用喷淋管。

11.1.9 储罐固定喷水冷却装置出口的供水压力不应小于 0.2MPa 。球形储罐，水枪出口的供水压力不应小于 0.35MPa ；卧式储罐，水枪出口的供水压力不应小于 0.25MPa 。

11.3.1 液化石油气供应站内干粉灭火器或 CO_2 灭火器的配置应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的有关规定。干粉灭火器的配置数量应符合表 11.3.1 的规定。

《压缩天然气供应站设计规范》GB 51102—2016

8.1.1 压缩天然气加气站、压缩天然气储配站在同一时间内的火灾次数应按 1 次考虑，室外消防用水量应按储气井、固定式储气瓶组及固定车位气瓶车的一起火灾灭火消防用水量确定。站区的消防用水量不应小于表 8.1.1 的规定。

8.1.4 当设置消防水池时，消防水池的容量应按火灾延续时间不小于 3h 计算确定。当消防水池采用两路供水且在火灾情况下连续补水能满足消防要求时，消防水池的有效容积可减去火灾延续时间内补充的水量，但消防水池的有效容积不应小于 100m^3 ；当仅设有消火栓系统时，不应小于 50m^3 。

8.1.5 压缩天然气加气站、压缩天然气储配站内消防给水管网应采用环形管网，给水干管不应少于两条，当其中一条发生故障时，其余的进水管应能满足消防用水总量的供给要求。寒冷地区的消防给水管网应采取防冻措施。

8.1.7 压缩天然气供应站内储气井应根据储气规模配置干粉灭火器，每 25 个储气井配置 8kg 干粉灭火器的数量不得少于 2 个；工艺装置区配置 8kg 干粉灭火器的数量不得少于 2 个；加

气柱、卸气柱配置 8kg 干粉灭火器的数量不得少于 2 个。建筑物灭火器的配置应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的有关规定。

《汽车加油加气加氢站技术标准》GB 50156-2021

10.2.2 设置有地上 LNG 储罐的一、二级 LNG 加气站和地上 LNG 储罐总容积大于 60m³ 的合建站应设消防给水系统，但符合下列条件之一时可不设消防给水系统：（略）

10.2.6 LPG 设施的消防给水设计应符合下列规定：

1 LPG 储罐采用地上设置的加气站，消火栓消防用水量不应小于 20L/s；总容积大于 50m³ 的地上 LPG 的储罐还应设置固定式消防冷却水系统，其冷却水供给强度不应小于 0.15L/m²·s，着火罐的供水范围应按其全部表面积计算，距着火罐直径与长度之和 0.75 倍范围内的相邻储罐的供水范围，可按相邻储罐表面积的一半计算。

2 采用埋地 LPG 储罐的加气站，一级站消火栓消防用水量不应小于 15L/s；二级站和三级站消火栓消防用水量不应小于 10L/s。

3 LPG 储罐地上布置时，连续给水时间不应少于 3h；LPG 储罐埋地敷设时，连续给水时间不应少于 1h。

10.2.7 按本规范第 10.2.2 条规定应设消防给水系统的 LNG 加气站及加油加气合建站，其消防给水设计应符合下列规定：

1 一级站消火栓消防用水量不应小于 20L/s，二级站消火栓消防用水量不应小于 15L/s。

2 连续给水时间不应少于 2h。

10.2.8 消防水泵宜设 2 台，当设 2 台消防水泵时，可不设备用泵。当计算消防用水量超过 35L/s 时，消防水泵应设双动力源。

10.2.10 固定式消防喷淋冷却水的喷头出口处给水压力不应小于 0.2MPa。移动式消防水枪出口处给水压力不应小于 0.2MPa，并应采用多功能水枪。

《水喷雾灭火系统技术规范》GB 50219—2014

3.1.5 液化石油气灌瓶间的保护面积应按其使用面积确定，液化石油气瓶库、陶坛或桶装酒库的保护面积应按防火分区的建筑面积确定。

3.1.8 甲、乙类液体泵，可燃气体压缩机及其他相关设备，其保护面积应按相应设备的投影面积确定，且水雾应包络密封面和其他关键部位。

3.1.10 系统用于冷却全压力式及半冷冻式液化烃或类似液体储罐时，其冷却范围及保护面积应符合下列规定：

1 着火罐及距着火罐罐壁 1.5 倍着火罐直径范围内的相邻罐应同时冷却；当相邻罐超过 3 座时，可按 3 座较大的相邻罐计算消防冷却水用量。

2 着火罐保护面积应按其罐体外表面面积计算，相邻罐保护面积应按其罐体外表面面积的 1/2 计算。

3.1.11 系统用于冷却全冷冻式液化烃或类似液体储罐时,其冷却范围及保护面积应符合下列规定:

1 采用钢制外壁的单容罐,着火罐及距着火罐罐壁 1.5 倍着火罐直径范围内的相邻罐应同时冷却。着火罐保护面积应按其罐体外表面面积计算,相邻罐保护面积应按罐壁外表面面积的 1/2 及罐顶外表面面积之和计算。

2 混凝土外壁与储罐间无填充材料的双容罐,着火罐的罐壁与罐顶及距着火罐罐壁 1.5 倍着火罐直径范围内的相邻罐罐顶应同时冷却。

3 混凝土外壁与储罐间有保温材料填充的双容罐,着火罐的罐顶及距着火罐罐壁 1.5 倍着火罐直径范围内的相邻罐罐顶应同时冷却。

4 采用混凝土外壁的全容罐,当管道进出口在罐顶时,冷却范围应包括罐顶泵平台,且宜包括管带和钢梯。

3.2.6 当保护对象为甲、乙、丙类液体和可燃气体储罐时,水雾喷头与保护储罐外壁之间的距离不应大于 0.7m。

3.2.7 当保护对象为球罐时,水雾喷头的布置尚应符合下列规定:

1 水雾喷头的喷口应朝向球心;

2 水雾锥沿纬线方向应相交,沿经线方向应相接;

3 当球罐的容积不小于 1000m³时,水雾锥沿纬线方向应相交,沿经线方向宜相接,但赤道以上环管之间的距离不应大于 3.6m;

4 无防护层的球罐钢支柱和罐体液位计、阀门等处应设水雾喷头保护。

3.2.8 当保护对象为卧式储罐时,水雾喷头的布置应使水雾完全覆盖裸露表面,罐体液位计、阀门等处也应设水雾喷头保护。

3.2.13 用于保护液化烃或类似液体储罐和甲 B、乙、丙类液体储罐的系统,其立管与罐组内的水平管道之间的连接应能消除储罐沉降引起的应力。

4.0.6 给水管道应符合下列规定:

1 过滤器与雨淋报警阀之间及雨淋报警阀后的管道,应采用内外热浸镀锌钢管、不锈钢管或铜管;需要进行弯管加工的管道应采用无缝钢管;

2 管道工作压力不应大于 1.6MPa;

3 系统管道采用镀锌钢管时,公称直径不应小于 25mm;采用不锈钢管或铜管时,公称直径不应小于 20mm;

4 系统管道应采用沟槽式管接件(卡箍)、法兰或丝扣连接,普通钢管可采用焊接;

5 沟槽式管接件(卡箍),其外壳的材料应采用牌号不低于 QT 450-12 的球墨铸铁;

6 防护区内的沟槽式管接件(卡箍)密封圈、非金属法兰垫片应通过本规范附录 A 规定的干烧试验;

7 应在管道的低处设置放水阀或排污口。

5.1.7 设置水喷雾灭火系统的场所应设有排水设施。

6.0.4 用于保护液化烃储罐的系统，在启动着火罐雨淋报警阀的同时，应能启动需要冷却的相邻储罐的雨淋报警阀。

（五）热力工程给水、排水和消防设施

1. 给水系统

《锅炉房设计标准》GB 50041—2020

15.4.2 煤场（库）和灰渣场应设有防止粉尘飞扬的洒水设施和防止煤屑和灰渣被冲走以及积水的设施，煤场尚应设置消除煤堆自燃用的给水点。

15.4.5 锅炉房冷却水量大于等于 $8\text{m}^3/\text{h}$ 时，应循环使用。

2. 排水系统

《锅炉房设计标准》GB 50041—2020

16.3.3 湿式除尘脱硫装置、水力除灰渣系统和锅炉清洗废水应经沉淀、重复利用或中和处理达标后排放，锅炉排污水口宜回收利用或降温至 40°C 以下排放，软化或除盐水处理的酸、碱废水应经过中和处理达标后排放。

3. 消防设施

《锅炉房设计标准》GB 50041—2020

17.0.8 锅炉房、运煤栈桥、转运站、碎煤机室等处宜设置室内消防给水系统，其相连接处并宜设置水幕防火隔离设施。

第三节 常见问题解析

问题 1. 宁夏地区市政消火栓设计一般有什么要求？

解析：宁夏地区一般采用地下式室外消火栓。根据《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974-2014 中 7.2.1 条 地下消火栓井的直径不宜小于 1.5m，当地下式室外消火栓的取水口在冰冻线以上时，应采取保温措施。《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974-2014 中 8.3.6 条：在寒冷、严寒地区，室外阀门井应采取防冻措施。《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974-2014 中 8.3.7 条 消防给水系统的室内外消火栓、阀门等设置位置，应设置永久性固定标识。

问题 2. 连接市政消火栓起点的短管的起端是否需要设置倒流防止器等水质防污染措施？

解析：不需要设置倒流防止器，见《建筑给水排水设计标准》GB 50015—2019 中 3.3.8 条条文说明。起端只需设置控制阀即可，安装参照国标图集 13S201。