

CECS143:20xx

中国工程建设标准化协会标准

给水排水工程
埋地预制混凝土圆形管管道结构设计规程
(征求意见稿)

2019. 12. xx

《给水排水工程埋地预制混凝土圆形管管道结构设计规程》已立项多年，因种种原因未能完成。目前协会标准的制定原则正在变革酝酿中，以前立项的规程要求明年6月前结题。在此背景下，规程修编委员会决定将规程中亟待解决的问题进行修订增补，不再追求与目前处于征求意见稿阶段的《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332形式上完全一致，按原规程形式增补内容。

主要修订及增补内容如下：

- 1、将符号章节改为术语和符号，补充术语内容。
- 2、圆管中的钢筋由冷加工钢筋为主改为以热轧钢筋为主。
- 3、土压力侧压系数当缺乏试验数据时粘土由 $1/3 \sim 1/4$ ，改为 $1/3$ 。
- 4、增补检查井材料、计算模型、与管道的连接等相关内容。
- 5、污水管道提出了宜设内防腐的构造要求，并要求在跌水井上下游两个井段应设置防腐构造。
- 6、参照混凝土规范，增加了管道定期养护、检测、维修等要求。
- 7、补充管道的安全等级及设计使用年限，引自《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332。
- 8、增加了既有埋地预制混凝土圆形管道结构设计原则章节。
- 9、对原规程第7章及表7.1.2进行调整，管口形式按现行《混凝土和钢筋混凝土排水管》GB/T11836给出。
- 10、管道的钢筋保护层进行了微调，有些管道略有增加，与产品标准一致。
- 11、对混凝土管道基础提出了加强措施。随着管顶覆土越来越厚，管道级别也越来越高，相应基础也应随之加强。（详附录1计算）
- 12、补充了砂基础管基不适用的环境及应采取的措施。
- 13、补充了顶管施工内容，与当前施工做法一致。

目次

| | | |
|-----|-----------------------------------|---|
| 1 | 总 则 | 0 |
| 2 | 术语和符号 | 0 |
| 2.1 | 术语 | 0 |
| 2.2 | 符号 | 0 |
| 3 | 材 料 | 0 |
| 3.1 | 混凝土 | 0 |
| 3.2 | 钢筋 | 0 |
| 3.3 | 砌体 | 0 |
| 4 | 管道结构上的作用 | 0 |
| 4.1 | 作用分类和作用代表值 | 0 |
| 4.2 | 永久作用标准值 | 0 |
| 4.3 | 可变作用标准值、准永久值系数 | 0 |
| 5 | 基本设计规定 | 0 |
| 5.1 | 一般规定 | 0 |
| 5.2 | 承载能力极限状态计算规定 | 0 |
| 5.3 | 正常使用极限状态验算规定 | 0 |
| 5.4 | 既有埋地预制混凝土圆形管道结构设计原则 | 0 |
| 6 | 管道结构设计计算 | 0 |
| 6.1 | 管道 | 0 |
| 6.2 | 检查井 | 0 |
| 7 | 管道接口 | 0 |
| 7.1 | 一般规定 | 0 |
| 7.2 | 钢丝网水泥砂浆抹带接口 | 0 |
| 7.3 | 现浇套管接口 | 0 |
| 7.4 | 刚性填料承插口管接口 | 0 |
| 7.5 | 柔性接头企口管、承插口管、钢承插口管橡胶圈接口 | 0 |
| 7.6 | 钢承口管、双插口管及带钢板环的柔性接头企口管橡胶圈接口 | 0 |
| 8 | 构造要求 | 0 |
| 8.1 | 管节制造 | 0 |
| 8.2 | 管道构造与施工 | 0 |
| 8.3 | 检查井构造 | 0 |

| | | |
|------|--|---|
| 附录 A | 钢筋混凝土矩形截面处于受弯或大偏心受压（拉）状态时的最大 裂缝宽度计算 | 0 |
| 附录 B | 管顶竖向土压力标准值 | 0 |
| 附录 C | 地面车辆荷载对管道的作用标准值 | 0 |
| 附录 D | 圆形刚性管道在不同支承条件、各种荷载作用下的内力系数 | 0 |
| | 本规程用词说明 | 0 |

Contents

| | | |
|-----|--|---|
| 1 | General provisions | 0 |
| 2 | Term and symbols | 0 |
| 2.1 | Terms | 0 |
| 2.2 | Symbols | 0 |
| 3 | Materials | 0 |
| 3.1 | Concrete | 0 |
| 3.2 | Steel reinforcement | 0 |
| 3.3 | Masonry | 0 |
| 4 | Actions on the pipeline structure | 0 |
| 4.1 | Classification and combination of actions | 0 |
| 4.2 | Permanent action characteristic value | 0 |
| 4.3 | Variable action characteristic value、 quasi-permanent value coefficient | 0 |
| 5 | General requirements | 0 |
| 5.1 | General | 0 |
| 5.2 | Ultimate limit states | 0 |
| 5.3 | Serviceability limit states | 0 |
| 5.4 | Existing buried precast concrete circular pipeline structure | 0 |
| 6 | Design of pipeline structure | 0 |
| 6.1 | Pipeline | 0 |
| 6.2 | Inspection well | 0 |
| 7 | Pipeline joint | 0 |
| 7.1 | General | 0 |
| 7.2 | Ferrocement mortar plastering belt joint | 0 |
| 7.3 | Cast-in-place casing joint | 0 |
| 7.4 | Rigid packing spigot and socket joint | 0 |
| 7.5 | Rebated socket flexible joint, spigot and socket flexible joint, steel-collar socket flexible joint | 0 |
| 7.6 | Steel-collar spigot and socket flexible joint, double socket flexible joint, rebated socket flexible joint wrapped with steel plate ring..... | 0 |
| 8 | Detailing requirements | 0 |

| | |
|--|---|
| 8.1 Manufacturing of pipe section | 0 |
| 8.2 Detailings and construction of pipeline | 0 |
| 8.3 Detailings of inspection well | 0 |
| Appendix A Calculation of the maximum crack width of reinforced concrete rectangular section in bending or large eccentric tension (compression) state | 0 |
| Appendix B Determination of vertical earth pressure characteristic value on top of the pipeline | 0 |
| Appendix C Standard value of action of ground vehicle load on rectangular pipeline | 0 |
| Appendix D Internal force coefficient of circular rigid pipeline under different supporting conditions and various loads | 0 |
| Explanation of Wording in This Code | 0 |

1 总 则

1.0.1 为了在给水处理工程埋地预制混凝土圆形管管道的结构设计中贯彻执行国家的技术经济政策，做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于城、镇公用设施和工业企业中一般给水排水工程埋地预制无（内）压混凝土圆形管管道开槽施工或人工掘进不开槽施工的结构设计；不适用于工业企业中具有特殊要求的给水排水管道工程结构设计。

1.0.3 本规程系根据现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 规定的原则进行制定的。

1.0.4 对于建设在地震区、湿陷性黄土或膨胀土、永冻土等特殊条件地区的给水排水工程埋地预制混凝土圆形管管道的结构设计，除应执行本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

1.0.5 按本规程设计时，有关构件截面计算和地基基础设计，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《砌体结构设计规范》GB50003、《排水工程混凝土模块砌体结构技术规程》CJJ/T230、《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 预制无(内)压混凝土圆形管道 non-pressure precast concret circular pipeline

工厂生产的常水位至管内顶的混凝土圆形管道，包含钢筋混凝土圆形管道。

2.1.2 刚性接口 rigid joint of pipelines

不能承受一定量的轴向线变位和相对角变位的管道接口，如用水泥类材料密封的管道接口。

2.1.3 柔性接口 flexible joint of pipelines

能承受一定量的轴向线变位和相对角变位的管道接口，如用橡胶圈等材料密封连接的管道接口。

2.1.4 烧结普通(实心)砖 fired common brick

由煤矸石、页岩、粉煤灰或黏土为主要原料，经焙烧而成的实心砖。分烧结煤矸石砖、烧结页岩砖、烧结粉煤灰砖、烧结粘土砖等。

2.1.5 混凝土模块 concrete small hollow block

以水泥为主要胶结材料、以砂、石为主要集料和根据需要加入的掺和料、外加剂等组分，按一定比例搅拌成混凝土，并由专用设备加工制作而成，具有上下契合、左右嵌锁、纵横孔道相互贯通的特征，可用于地下(上)市政基础设施中砌体构筑物的混凝土预制单块砌筑材料。其主要规格尺寸为 400mm×400mm×170mm、400mm×300mm×170mm、400mm×250mm×170mm 等。

2.1.6 混凝土模块砌体结构 concrete small hollow block masonry structure

由混凝土模块和砂浆砌筑并经混凝土灌孔形成的墙体作为构筑物主要受

力构件的结构，简称模块砌体结构。

2.1.7 混凝土普通砖 solid concrete brick

以水泥为胶结材料,以砂、石等为主要集料，加水搅拌、成型，养护制成的一种实心砖。实心砖的主规格尺寸为 240mm×115mm×53mm、240mm×115mm×90mm 等。

2.1.8 混凝土模块砌筑砂浆 mortar for concrete small hollow block

由水泥、砂、水以及根据需要掺入的掺和料和改性剂等组分，按一定比例，采用机械拌和制成，专门用于砌筑混凝土模块的砌筑砂浆。简称砌块专用砂浆。

2.1.9 混凝土模块灌孔混凝土 grout for concrete small hollow block

由水泥、集料、水以及根据需要掺入的掺和料和外加剂等组分，按一定比例，采用机械搅拌后，用于灌筑混凝土模块砌体芯柱或砌体内其它需要填充部位（孔洞）的混凝土。简称灌孔混凝土。

2.1.10 开槽施工 trench installation

从地表开挖沟槽，在沟槽内敷设管道的施工方法。

2.1.11 不开槽施工 trenchless installation

在管道沿线地面下开挖成形的洞内敷设管道的施工方法，本规范主要指顶进施工方法。

2.1.12 土弧基础 arc soil foundation

在原状土上挖成土弧，在土弧内直接安放预制管道的基础形式。

2.1.13 砂垫层基础 sand cushion foundation

在管道底部一定支承角度范围设置达到一定密实度的砂垫层的基础形式，砂垫层的材料可选用中砂、粗砂、级配砂石、卵石或砾石，其最大粒径不应大于 25mm。

2.1.14 混凝土基础 concret foundation

在管道底部一定支承角度范围浇筑混凝土，并应保证混凝土与管节的紧密结合的基础形式。

2.1.15 伸缩缝 expansion and contraction joint

为有效减少因环境温度变化及混凝土自身收缩引起结构内部的应力集中，在结构上设置的完全断开的缝。属结构缝的一种。

2.1.16 检查(窖)井 inspection well

在一个排水管网系统中，同一管道每隔一定距离或支、干线连接节点处，根据不同需要设置的地下小室构筑物。小室一般设有不同形式的排水溜槽、连接地面的井筒通道、铸铁踏步（爬梯）和防护井盖等。

2.2 符号

2.2.1 管道上的作用和作用效应

$F_{ep,k}$ — 管侧主动土压力标准值；

$F_{sv,k}$ — 管道单位长度上管顶竖向土压力标准值；

G_{wk} — 管内水重标准值；

G_{1k} — 管道自重标准值；

q_{vk} — 地面车辆轮压产生的管顶处单位面积上竖向压力标准值；

q_{mk} — 单位面积上地面堆积荷载标准值；

w_{max} — 钢筋混凝土构件计算截面的最大裂缝宽度。

2.2.2 材料性能

E_s — 钢筋的弹性模量；

γ_s — 回填土的重力密度。

2.2.3 几何参数

a — 单个车轮着地分布长度；

- b — 单个车轮着地分布宽度;
- b_j — 圆管混凝土基础的宽度;
- D — 圆管内壁直径;
- D_0 — 圆管计算直径;
- D_1 — 圆管外壁直径;
- d_{bj} — 相邻两个车轮间的净距;
- H_s — 管顶至设计地面的覆土高度;
- h_0 — 钢筋混凝土计算截面的有效高度;
- h_j — 圆管混凝土基础的厚度;
- r_0 — 圆管的计算半径;
- t — 圆管管壁厚度;
- α — 圆管基础的支承半角。

2.2.4 计算系数

- C_c — 填埋式土压力系数;
- C_d — 开槽施工土压力系数;
- C_j — 不开槽施工土压力系数;
- C_G — 永久作用效应系数;
- C_Q — 可变作用效应系数;
- γ_0 — 管道重要性系数;
- γ_G — 永久作用分项系数;
- γ_Q — 可变作用分项系数;
- μ_d — 动力系数;
- ν — 与受拉钢筋表面形状有关的系数;
- ψ — 裂缝间受拉钢筋应变不均匀系数;

ψ_c — 可变作用组合系数；

ψ_q — 可变作用准永久值系数。

3 材 料

3.1 混凝土

3.1.1 开槽施工的预制混凝土圆管混凝土强度等级不得低于 C30，抗渗等级不应低于 S6。

3.1.2 顶管施工的预制混凝土圆管混凝土强度等级不得低于 C40，抗渗等级不应低于 S8。

3.1.3 钢筋混凝土检查井的混凝土强度等级不得低于 C25，抗渗等级按《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB50069 执行。

3.1.4 预制混凝土圆形管道及检查井的混凝土材料，还应同时满足《混凝土结构设计规范》GB 50010 确定的结构环境类别下的混凝土最低强度等级、最大水胶比、最大氯离子含量、最大碱含量的要求。

3.1.5 混凝土配制中采用的外加剂，应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的规定，并应通过检验确定其适用性和相应的掺量。

3.1.6 混凝土中的水、水泥、砂、石、粉煤灰等原材料性能指标均应符合国家现行有关标准的规定。

3.1.7 设计使用的混凝土物理力学性能指标，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定采用。

3.1.8 当混凝土管中输送腐蚀介质，或当混凝土管埋设于具有浸蚀性介质（如有浸蚀性的地下水、土壤）内，如无其他抗腐蚀措施时，混凝土材料应具有相应的耐腐蚀性能。

3.2 钢 筋

3.2.1 预制钢筋混凝土圆管中的钢筋宜采用热轧圆盘条、热轧带肋钢筋、

预应力钢丝、预应力钢筋、冷拔低碳钢丝、冷拉钢筋、冷轧带肋钢筋等，宜优先采用带肋钢丝、钢筋。

3.2.2 混凝土检查井宜采用 HPB300、HRB400、HRB500 钢筋。

3.2.3 钢筋的物理力学性能指标，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定执行。

3.2.4 各种钢筋的性能指标应符合国家现行有关标准的规定。

3.3 砌 体

3.3.1 混凝土模块检查井，其模块的强度等级不得低于 MU10，水泥砂浆强度等级不得低于 M10，灌芯混凝土的强度等级不得低于 C25。

3.3.2 砖砌体检查井，应采用烧结普通砖、混凝土普通砖。砖的强度等级分别不得低于 MU20、MU25，水泥砂浆强度等级不得低于 M10。

3.3.3 混凝土模块的物理力学性能指标，应按现行行业标准《排水工程混凝土模块砌体结构技术规程》CJJ/T230 的规定采用。

3.3.4 砖砌体的物理力学性能指标，应按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 的规定采用。

3.3.5 各种砌体的性能指标应符合国家现行有关标准的规定。

4 管道结构上的作用

4.1 作用分类和作用代表值

4.1.1 管道结构上的作用，应按其性质分为永久作用和可变作用两类：

1 永久作用应包括结构自重、土压力（竖向和侧向）、管内（满水）水重，地基不均匀沉降。

2 可变作用应包括地面堆积荷载、地面车辆荷载。

4.1.2 结构设计时，对不同性质的作用应采用不同的代表值。作用标准值应为作用的基本代表值。

对永久作用，应采用标准值作为代表值；对可变作用，应根据设计要求采用标准值、组合值或准永久值作为代表值。

可变作用组合值应为可变作用标准值乘以作用组合系数；可变作用准永久值应为可变作用标准值乘以作用的准永久值系数。

4.1.3 当管道承受两种或两种以上可变作用，按承载能力极限状态的作用效应基本组合进行设计或正常使用极限状态的作用效应标准组合进行设计时，可变作用应采用标准值和组合值作为代表值。

4.1.4 当按正常使用极限状态的作用效应准永久组合进行设计时，可变作用应采用准永久值作为代表值。

4.2 永久作用标准值

4.2.1 结构自重标准值应按结构构件的设计尺寸与相应材料单位体积的自重标准值计算确定。对于预制素混凝土圆管，其素混凝土单位体积的自重标准值可取 25kN/m^3 ；对于预制钢筋混凝土圆管，其钢筋混凝土单位体积的自重标准值可取 26kN/m^3 。

4.2.2 作用在单位长度管道上的竖向土压力标准值 $F_{sv,k}$ ，应根据管道埋设方式及条件按附录 B 确定。

4.2.3 作用在地下管道单位面积上的侧向土压力标准值 $F_{ep,k}$ ，应按主动土压力计算。侧向土压力沿圆形管道管侧的分布可视为均匀分布，其计算值可按管中心处确定。其标准值应按下列公式计算：

$$F_{ep,k} = k_a \gamma_s Z \quad (5.2.3)$$

式中 $F_{ep,k}$ — 管侧土压力标准值 (kN/m^2)；

k_a — 主动土压力系数，应根据土的抗剪强度确定；

当缺乏试验数据时可取 $\frac{1}{3}$ ；

γ_s — 回填土的重力密度 (kN/m^3)，对埋设在地下水位以上的管道可取 18kN/m^3 ；对埋设在地下水位以下的管道可取 10kN/m^3 ；

Z — 设计地面至管中心处的深度 (m)；

4.2.4 管道内水重的标准值 G_{wk} ，可按水的重力密度为 10kN/m^3 计算。

4.2.5 当管道沿线地基土有显著变化，或当管道上覆土高度有显著变化时，应考虑地基不均匀沉降对管道结构的影响。不均匀沉降标准值应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定计算确定。

4.3 可变作用标准值、准永久值系数

4.3.1 堆积荷载标准值 q_{mk} 应取 10.0 kN/m^2 ，其准永久值系数 ψ_q 可取 0.5。

4.3.2 车辆荷载对管道产生的竖向压力标准值 q_{vk} ，可按附录 C 计算，其准永久值系数 ψ_q 可取 0.5。

4.3.3 车辆荷载传递到管道上的侧压力，可按附录 C (C.0.4) 计算。

5 基本设计规定

5.1 一般规定

5.1.1 本规程采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，以可靠指标度量结构构件的可靠度；采用分项系数设计表达式进行设计。

5.1.2 管道结构，应按下列两种极限状态进行设计：

1 承载能力极限状态：管道结构达到最大承载能力，管体或接口因材料强度被超过而破坏。

2 正常使用极限状态：管道结构出现超过使用耐久性要求的裂缝宽度限值。

注：对于素混凝土管，可只进行承载能力极限状态计算。

5.1.3 埋地管道的结构设计，除计算上述两种极限状态之外，尚应包括管道基础构造、管道连接构造、地基及地基处理、管周各部位回填土的密实度要求、管道耐久性 & 施工技术要求、管道与检查井的连接及检查井设计等内容。

5.1.4 埋地混凝土圆形管管道结构，应按刚性管道计算。

5.1.5 管道结构的内力分析，按弹性体系计算，不考虑由非弹性变形所引起的内力重分布。

5.1.6 管道结构应根据环境条件和输送介质的性质，考虑防腐蚀设计。当用于有卫生要求的输水管道时，其内防腐做法应符合国家现行有关卫生防疫标准要求。

5.1.7 城市主干道下的污水管道宜设置内防腐构造，其中污水管道跌水井上下游各 100m（两个井段）范围的管道及检查井应设置防腐构造。

5.1.8 预制混凝土管道结构在设计使用年限内尚应遵守下列规定：

1、建立定期检测、维修制度；

2、管道内表面应按规定清淤、冲洗、修缮；

3、结构出现可见的耐久性缺陷时，应及时进行处理。

5.1.9 管道结构的安全等级和设计使用年限应符合现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB50332 的规定。

5.2 承载能力极限状态计算规定

5.2.1 管道结构按承载能力极限状态进行强度计算时，结构上的各项作用均应采用作用设计值。

作用设计值应为作用代表值与作用分项系数的乘积。

5.2.2 对管道结构进行强度计算时，应满足下式要求：

$$\gamma_0 S \leq R \quad (5.2.2)$$

式中 γ_0 — 管道的重要性系数，应根据现行国家标准《给水排水工程管道结构设计规范》GB 50332 的规定采用。对给水输水管道，无调蓄设施单线敷设时取 1.1，其它情况敷设时取 1.0；对给水配水管道（无压）、污水管道或合流管道及雨水管道取 1.0；对临时管道取 0.9；

S — 作用效应组合设计值；

R — 管道结构构件抗力的设计值，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定确定。

5.2.3 对管道结构进行强度计算时，作用效应的基本组合设计值，按下式确定：

$$S = \gamma_{G1} C_{G1} G_{1k} + \gamma_{Gi} (C_{Gw} G_{wk} + C_{Fs} F_{sv} + C_{Fdep} F_{epk} + C_{Gs} \Delta_{sk}) + \gamma_Q C_Q Q_k \quad (5.2.3)$$

式中 G_{1k} 、 C_{G1} — 管道自重标准值及其作用效应系数；

G_{wk} 、 C_{Gw} — 管内水重标准值及其作用效应系数；

$F_{sv,k}$ 、 C_{Gsv} — 管顶竖向土压力标准值及其作用效应系数；
 $F_{ep,k}$ 、 C_{Gep} — 管侧主动土压力标准值及其作用效应系数；
 Δ_{sk} 、 C_{Gs} — 管道不均匀沉陷标准值及其作用效应系数；
 Q_{vk} 、 C_{Qk} — 地面车辆荷载或地面堆积荷载标准值及其作用效应系数；

γ_{G1} — 管道自重的分项系数。当作用效应对结构不利时应取 1.20；当作用效应对结构有利时应取 1.00；

γ_{Gi} — 除管道自重外，各项永久作用的分项系数。当作用效应对结构不利时应取 1.27；当作用效应对结构有利时应取 1.00；

γ_{Qv} — 地面车辆荷载或地面堆积荷载的分项系数，应取 1.40；

注：作用效应系数为结构在相应作用下产生的效应(内力、应力等)与该作用的比值，可按结构力学方法确定。

5.2.4 强度计算时的作用组合工况，按表 5.2.4 的规定采用。

表 5.2.4 强度计算的作用组合表

| 计算工况 | 永久作用 | | | | 可变作用 | | |
|------|--------------|----------------|----------------|---------------|---------------------|---------------|---------------|
| | 管自重 G_1 | 土压力 | | 管内水重 G_w | 不均匀沉降 Δ_s | 堆积荷载 q_m | 车辆荷载 q_v |
| | | 竖向 F_{sv} | 侧向 F_{ep} | | | | |
| 1 | √ | √ | √ | √ | △ | √ | |
| 2 | √ | √ | √ | √ | △ | | √ |

注：表中“√”标记的作用为相应工况应予以计算的项目；“△”标记的作用应按具体设计条件确定组合。不均匀沉降 Δ_s 的作用，一般可仅考虑对管道结构纵向的影响。

5.2.5 检查井进行强度计算时，作用效应的基本组合设计值按《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069 的规定执行。

5.3 正常使用极限状态计算规定

5.3.1 管道结构按正常使用极限状态进行验算时，结构上的各项作用均应

采用作用代表值。

5.3.2 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、大偏心受压时，截面允许出现的最大裂缝宽度不应大于 0.2mm。

5.3.3 当验算构件截面的最大裂缝宽度时，应按作用效应的准永久组合计算。作用效应的准永久组合设计值应按下列式确定：

$$S_d = C_{G1} G_{1k} + C_{Gw} G_{wk} + C_{Gsv} F_{sv, k} + C_{Gep} F_{ep, k} + C_{Gs} \Delta_{sk} + \psi_q C_{Qv} Q_{vk} \quad (3.3.3)$$

式中 S_d — 变形、裂缝等作用效应的设计值；

ψ_q — 地面车辆荷载或地面堆积荷载的准永久值系数，应按本规程第 5.3 节的规定采用。

5.3.4 正常使用极限状态验算时，作用组合工况可按本规程第 3.2.4 条的规定采用。

5.3.5 钢筋混凝土结构构件在作用效应准永久组合作用下，计算截面处于受弯、大偏心受压受力状态时，最大裂缝宽度可按附录 A 计算，并应符合本规程第 3.3.2 条的要求。

5.3.6 检查井正常使用极限状态验算，按《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069 的规定执行。

5.4 既有埋地预制混凝土圆形管道结构设计原则

5.5.1 既有混凝土圆形管道结构延长使用年限、改变用途、改扩建或需要进行加固、修复等，均应对其进行评定、验算或重新设计。

5.5.2 管道结构宜按照现行《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181 进行结构性缺陷等级评定。

5.5.3 管道结构极限状态验算及构造要求应符合本规程的有关规定。

5.5.4 管道结构既有部分混凝土、钢筋的强度设计值应根据强度的实测值确定；当材料的性能符合原设计要求时，可按原设计的规定取值。

5.5.5 设计时应考虑既有结构构件实际的几何尺寸、变形状态、截面配筋、连接构造和已有缺陷的影响；当符合原设计要求时，可按原设计的规定取值。

5.5.6 对既有结构进行结构性修复或利用原有管道结构进行半结构性修复设计时，除应符合本规程的规定外，尚应符合相关标准的规定。

6 管道结构设计计算

6.1 管道

6.1.1 埋地预制混凝土圆形管道的内力分析，应考虑管节、基础及地基的共同作用，按弹性体系计算。其基础形式一般可为混凝土基础及砂（土）基础两种（图 6.1.1）。

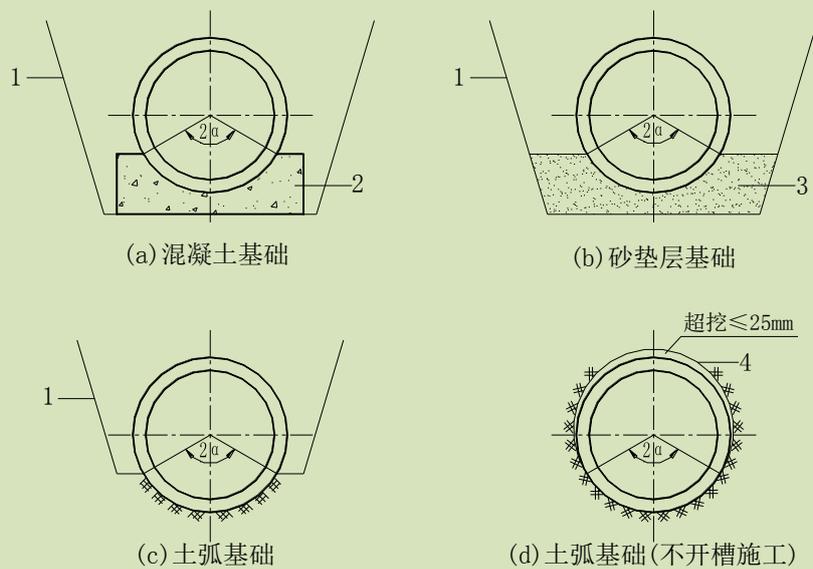


图 6.1.1 圆形管道基础

1—开槽线；2—混凝土基础；3—砂垫层基础；4—掘进线

6.1.2 管道结构静力计算，应按本规程第 5.2.4 条的规定，确定相应工况的组合作用。

6.1.3 管道上各作用的分项系数、准永久值系数，应分别按本规程第 5.2.3、5.3.3 条的规定采用。

6.1.4 管道在组合作用下，管壁各截面的环向内力可按下式计算：

$$M_k = \delta \sum_{i=1}^n k_{ni} P_i \quad (6.1.4-1)$$

$$N_k = \sum_{i=1}^n k_{ni} P_i \quad (6.1.4-2)$$

式中 M_k — 管壁上 k 截面的弯矩设计值 ($\text{N} \cdot \text{mm}/\text{m}$) ;
 N_k — 管壁上 k 截面的轴力设计值 (N/m) ;
 r_0 — 圆管的计算半径 (mm) , 即自圆管中心至管壁中心的距离;
 k_{mi} — 弯矩系数, 应根据管基形式按附录 D 确定;
 k_{ni} — 轴力系数, 应根据管基形式按附录 D 确定;
 p_i — 作用在管道上的 i 项荷载设计值 (N/m) 。

注: 对管截面环向内力计算时, 一般可不计入地基不均匀沉降 Δ_s 的影响。

6.1.5 砂垫层基础或土弧基础设计计算的土基支承角(2α)取值(图 6.1.1), 应根据作用在管道上的荷载确定。施工安装时, 对开槽埋设宜增加 30° ; 对顶进施工宜增加 15° 。当开槽施工素土平基埋设时, 设计计算土基支承角可取 20° 。

6.1.6 地面堆积荷载、地面车辆荷载可变作用, 对管道的水平侧向压力, 一般可不列入作用组合。

6.1.7 埋地预制混凝土圆形管道, 在一般地基土质条件下可不进行纵向结构计算, 只在顶进施工时, 应对管口顶压断面进行局部承压核算。

6.1.8 刚性接口预制圆形管道, 当遇有下列情况时, 应连续设置数个柔性接口:

- 1 管道覆土深度发生突然变化处;
- 2 管道地基发生变化处;
- 3 管道与较大构筑物(如水池、闸井、大型检查井等)连接处;
- 4 管道穿越河道、堤坝、建筑物、铁路。

6.1.9 刚性接口的预制圆形管道及带有连续浇注混凝土基础的管道, 宜每 20m 左右设置伸缩缝, 伸缩缝应采用柔性接口的做法。

6.1.10 素混凝土管的截面计算, 应取管顶或管底截面, 按受弯状态计算,

其计算应符合本规程第 5.2 节的规定。

6.1.11 钢筋混凝土管的里层配筋计算，应取管顶或管底截面，按受弯状态计算，其计算应符合本规程第 5.2、5.3 节的规定。

6.1.12 钢筋混凝土管的外层配筋计算，取管侧截面，应考虑截面上轴力的影响，按偏心受压状态计算，其计算应符合本规程第 5.2、5.3 节的规定。

6.1.13 管道一般宜敷设在原状土层上，当遇有软土、回填土等不良地基时，应按国家现行有关标准进行地基处理设计。此时，管道的纵向应根据地基处理的形式进行设计计算。

6.1.14 管道应埋设在冰冻深度以下，否则应进行专门处理。

6.1.15 当管道穿越河床、堤坝、铁路路基时应采用专门的技术措施，并应对管道进行相应的设计计算。

6.1.16 当管道与其他地下管线（如给水、排水、煤气、热力、电力、电讯等）交叉时，应根据具体情况，进行设计计算。

6.2 检查井

6.2.1 预制混凝土圆形管道上的管道检查井宜采用整体建模分析方法进行结构内力计算；当不具备条件时，亦可将小室结构分解为若干简单结构（或构件）进行内力计算，且应考虑各部分结构构件之间因变形产生的相互影响。

6.2.2 砌体结构检查井的顶板与井壁的连接可视为铰支承；底板与井壁的连接、井墙间的连接可视为连续支承，按节点变形协调进行计算，底板的地基反力可视作均匀分布。

6.2.3 钢筋混凝土检查井可按《给水排水工程钢筋混凝土水池结构设计规程》CECS138 相关条例执行。

7 管道接口

7.1 一般规定

7.1.1 预制混凝土圆形管道接口可分为柔性接口和刚性接口，柔性接口可允许管道在接口处产生一定的变形。一般情况下，预制圆形管道宜选用柔性接口。

7.1.2 预制混凝土管节的管口一般可分为平口、企口和承插口，每种管口形式均可做成柔性接口及刚性接口，管口的形式及接口的类型（表 7.1.2）应根据工程的重要性、管道的用途（给水、雨水、污水等）、埋设方式、使用条件、地基状况、工程投资等因素确定。

表 7.1.2 预制混凝土圆形管道接口形式

| 施工方法 | | 开槽施工 | | | | 顶进施工 | | |
|----------|------------|-------------------|-----------|------------------------------|------------------|-------------------------------|-----|------|
| 管口形式 | | 平口管 刚性接头企口管 | | 柔性接头企口管 柔性接头承插口管 钢承插口管 | 刚性接 头承插 口管 | 钢承口管 双插口管 柔性接头企口管(带钢板环) | | |
| 接口形式 | | 钢丝网 水泥抹 带接口 | 现浇套环接口 | | 橡胶圈 | 刚性 填料 | 橡胶圈 | 刚性填料 |
| | | | 现浇混 凝土 | 加止 水带 | | | | |
| 接口 类型 | 柔性 接口 | — | — | √ | √ | — | √ | — |
| | 刚性 接口 | √ | √ | — | — | √ | — | √ |
| 基础 形式 | 混凝土 基础 | √ | | | ○ | √ | — | — |
| | 砂(土) 基础 | — | | | √ | √ | √ | √ |

注：表中“√”标记为通常使用的情况，“—”标记为不可使用，“○”标记为采取措施后可使用。

7.1.3 对于曲线敷设的管道，其管道接口的允许转角，应根据其构造做法确定，并应符合产品规格。

7.1.4 对于直径不小于 1m 的污水管道宜在管道内侧接口处采用柔性填料嵌缝，密封膏封缝。

7.2 钢丝网水泥砂浆抹带接口

7.2.1 钢丝网水泥砂浆抹带接口（图 7.2.1）应在管道接口处用 M10 水泥砂浆(或 M10 聚合物水泥砂浆)抹带,其宽宜为 200~250mm,厚度宜为 25~35mm。带中应加设 1~2 层 20 号 10mm×10mm 钢丝网, 钢丝网应锚入混凝土基础内 100~150mm, 与抹带接触部分的管外壁应凿毛。

7.2.2 钢丝网水泥砂浆抹带接口为刚性接口,宜应用在带有混凝土管基的一般地基土质的管道上,适用于次要的、对周围环境影响小的无压给水、雨水、污水管道工程。

7.2.3 钢丝网水泥砂浆抹带接口可用于平口管或刚性接头企口管,其管口间的缝隙可用 M10 水泥砂浆、膨胀水泥砂浆或聚合物水泥砂浆等刚性填料填实。

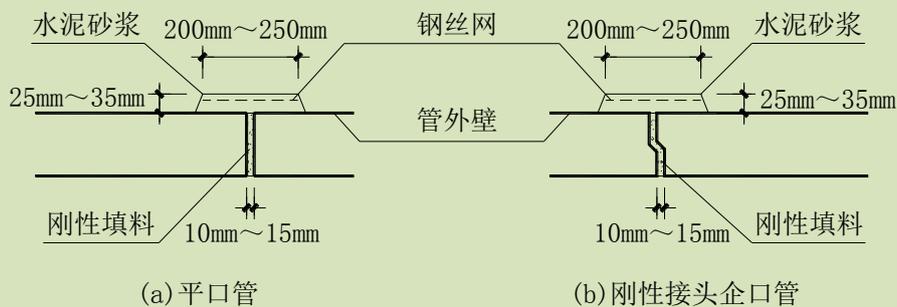
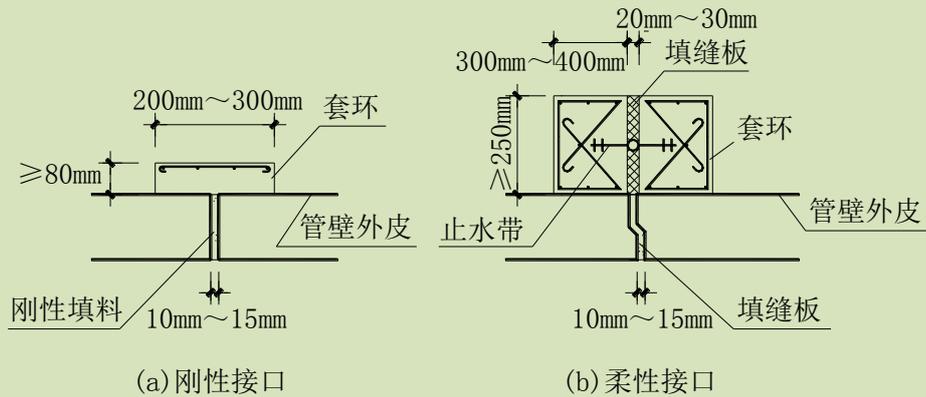


图 7.2.1 钢丝网水泥砂浆抹带接口

7.3 现浇套环接口

7.3.1 现浇套环刚性接口（图 7.3.1a）应在管道接口处将管外壁凿毛,现浇钢筋混凝土外套环,其宽宜为 200~300mm,厚度应不小于 80mm。现浇套环柔性接口（图 7.3.1b）应在管口处将整体套环分为两环,中间以止水带相连,每边套环的宽度宜为 300~400mm,厚度不应小于 250mm。



7.3.1 现浇套环接口

7.3.2 现浇套环接口宜应用在带有混凝土管基的一般地基土质的管道上，适用于次要的无压给水、雨水、污水管道工程。套环柔性接口处的混凝土管基，亦应断开，并设置止水带。

7.3.3 现浇套环接口可用于平口管或刚性接头企口管，其管口间的缝隙对于刚性接口可用刚性填料填实；对于柔性接口可用油麻、橡胶条等柔性填料填实。

7.3.4 止水带及填缝板的性能应符合《给水排水工程混凝土构筑物变形缝设计规程》CECS 117 的规定。

7.4 刚性填料承插口管接口

7.4.1 刚性填料承插口管接口，应在管口中填入刚性填料（图 7.5.1b），适用于刚性接头承插口管。

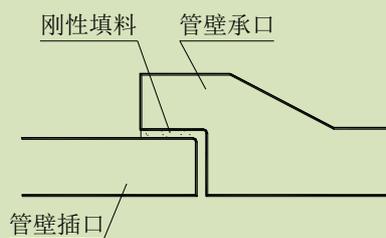


图 7.5.1 刚性填料承插口管接口

7.4.2 刚性填料承插口管接口为刚性接口，可应用于开槽施工砂（土）基上的管道，也可用于带有混凝土管基的管道。适用于无压给水、雨水、污水管道对渗漏无严格要求的管道工程。

7.4.3 刚性填料可为 M10 水泥砂浆、膨胀水泥砂浆、聚合物水泥砂浆等。

7.5 柔性接头企口管、承插口管、钢承插口管橡胶圈接口

7.5.1 柔性接头企口管、承插口管、钢承插口管橡胶圈接口（图 7.4.1）应在管口处放置止水橡胶圈。

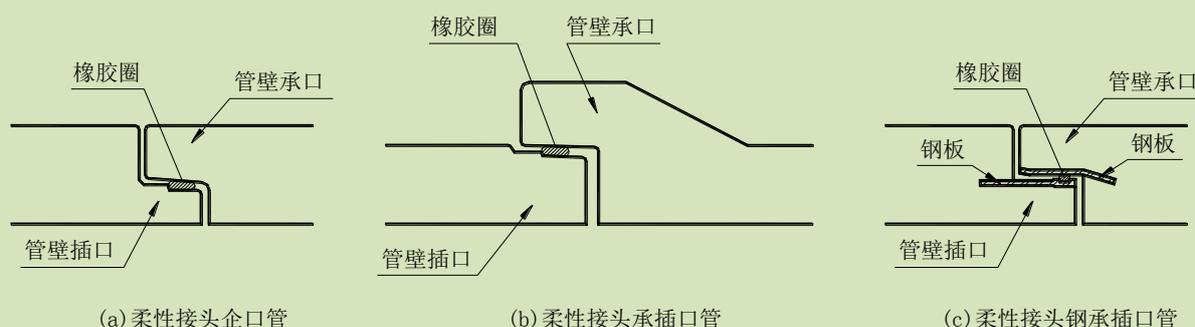


图 7.4.1 橡胶圈接口 1

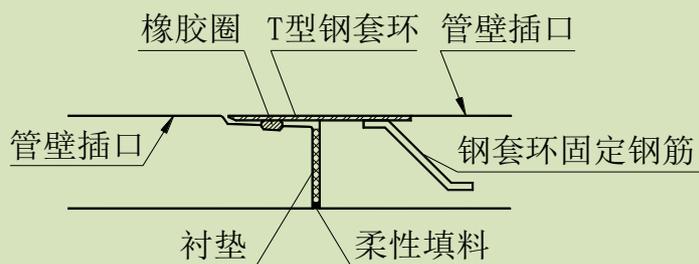
7.5.2 柔性接头企口管、承插口管、钢承插口管橡胶圈接口为柔性接口，宜应用在开槽施工的砂垫层基础管道上，也可用在带有混凝土管基的管道上，适用于各种无压给水、雨水、污水管道工程。

7.5.3 接口内止水橡胶圈宜采用滑动胶圈，其压缩率可采用 30%~45%，环径系数可采用 0.80~0.85。橡胶圈材质的物理力学性能，应符合《橡胶密封件给、排水管及污水管道用接口密封圈材料规范》HG/T 3091 的要求。

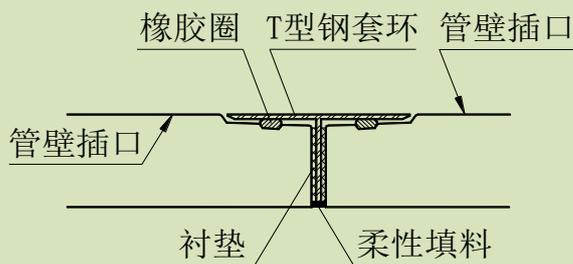
7.6 钢承口管、双插口管及带钢板环的柔性接头企口管橡胶圈接口

7.6.1 钢承口管、双插口管及带钢板环的柔性接头企口管橡胶圈接口（图

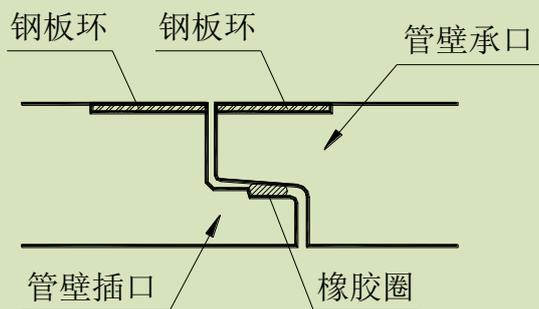
7.6.1) 应在管口处放置止水橡胶圈。



(a) 钢承口管接口



(b) 双插口管接口



(c) 带钢板环柔性接头企口管接口

图 7.6.1 橡胶圈接口 2

7.6.2 钢承口管、双插口管及带钢板环的柔性接头企口管橡胶圈接口为柔性接口，宜应用在顶进法施工的给水排水管道上。适用于各种无压给水、雨水、污水管道工程。

7.6.3 接口内止水橡胶圈宜采用滑动胶圈，其压缩率可采用 40%~45%，环径系数可采用 0.85~0.90。橡胶圈的材质的物理力学性能，应符合给水排水管道用橡胶密封圈的有关规定，钢套环应有良好防腐措施。

8 构造要求

8.1 管节制造

8.1.1 预制混凝土圆管可由离心、悬辊、芯模振动或立式挤压等工艺成型，宜在工厂及流动工厂中制造。

8.1.2 预制混凝土圆管的内表面应满足运行水力条件对糙率的要求，其糙率系数 n 不应大于 0.013。

8.1.3 预制混凝土圆管的管壁厚度宜为管道内径的 $\frac{1}{13} \sim \frac{1}{9}$ ；管节长度应根据制造、运输、安装的条件确定，但不宜小于 2m。

8.1.4 圆管管壁厚度不大于 100mm 时，可配置单层受力环筋，其位置应放在距管内表面 $\frac{2}{5}$ 壁厚处；管壁厚度大于 100mm 时，宜配置双层受力环筋。

8.1.5 钢筋混凝土圆管，当管壁厚度不大于 40mm 时，环筋保护层的最小厚度不应小于 8mm；当管壁厚度大于 40mm 且不大于 100mm 时，环筋保护层的最小厚度不应小于 12mm；当管壁厚度大于 100mm 时，环筋保护层的最小厚度不应小于 20mm。

8.1.6 钢筋混凝土圆管中环向钢筋的净距不应小于 25mm。纵向钢筋一般可按构造配置，对于开槽施工的管节，纵向钢筋的间距可取 300mm；对于顶进施工的管节，纵向钢筋的间距可取 200mm。顶进施工的管节的管口顶压面处的箍筋间距不宜大于 100mm，**顶压面长度不宜小于 300。**

8.2 构造与施工

8.2.1 开槽施工的圆形管道，当管顶覆土 $\leq 6\text{m}$ ，使用素混凝土管基时，混凝土强度等级不应低于 C15，并应保证混凝土与管节的紧密结合；当管基分两次浇注时，界面应按施工缝处理。管顶覆土 $> 6\text{m}$ 时，应由设计人对管

道基础采取加强措施。

8.2.2 开槽施工的圆形管道，当使用土弧基础时，必须保证土弧与管节的紧密贴合，必要时可在弧形槽内填铺 40~60mm 厚中、粗砂。

8.2.3 开槽施工的圆形管道，当使用砂垫层基础时，其砂垫层的材料可选用中砂、粗砂、级配砂石、卵石或砾石，其最大粒径不应大于 25mm。砂垫层在管底以下的压实系数宜为 0.85~0.9，管底以上的压实系数应不小于 0.93。

8.2.4 在碎石层或地下水流动区段内可能发生细颗粒土流失时，宜对砂垫层基础采取保护措施或采用混凝土基础。

8.2.5 开槽施工的圆形管道的沟槽回填土，应对管道两侧同时进行，管道两侧压实面的高差不应超过 300mm。

8.2.6 一般情况下开槽施工的圆形管道的沟槽回填土，在管道两侧管顶以下，其压实度不应低于 95%；在管顶以上高为 500mm、宽为圆管外径范围内，其压实密度可采用 85%~90%；其余部位的压实度（如无其他要求）可采用 85%~90%，路下应满足道路密实度要求（图 8.2.5）。

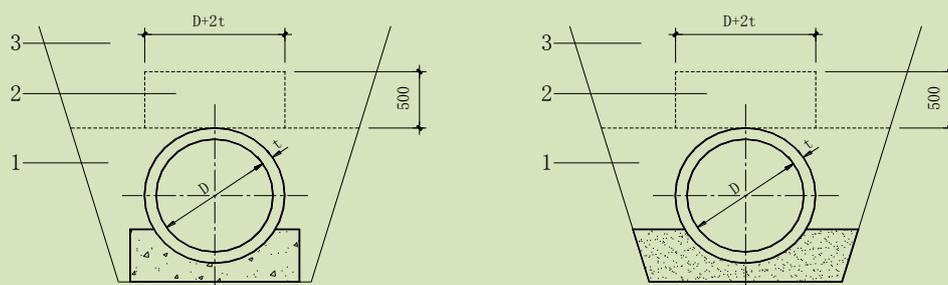


图 8.2.5 沟槽回填土压实度要求

1— $\geq 95\%$ ；2—85%~90%；3—85%~90%，路下应满足道路密实度要求

8.2.7 开槽施工的圆形管道，当管顶覆土厚度较小、地面荷载的影响较大而管道强度不足时，可在 180° 混凝土管基上砌筑砖券或包封混凝土加固（图 8.2.6），混凝土包封厚度 s 不宜小于管壁厚 t 及 100mm。

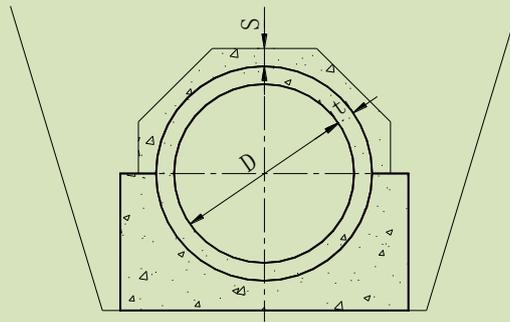


图 8.2.6 混凝土包封加固

8.2.8 圆形管道顶进法施工，宜在良好的地层中进行，当遇有不良土壤时，应进行土壤加固处理。当遇有地下水时，宜采用机械顶管。当采用人工顶管时应采用排水措施，将地下水降至管外底以下 300mm。

8.2.9 顶进法施工的圆形管道，在顶进过程中，应保证管下部 2α 不小于 120° 范围内不超挖；管上部如无特殊要求时，可允许超挖，但超挖值不应大于 25mm（图 6.1.1d）。

8.2.10 顶进法施工的圆形管道，当顶距较长、顶力较大时，宜采取加设管道前端顶进设施、管道中部设中继间、管外注入触变泥浆等措施。施工过程中的顶力相关计算应按顶管相关技术规程执行。

8.2.11 道路、建筑等重要设施下的顶进法施工完成后，应及时对管外孔隙灌注水泥砂浆，其他情况下宜灌注水泥砂浆。

8.2.12 顶进法施工的圆形管道，当遇有软弱土层或穿越建筑物等重要设施时，宜优先采用机械顶管。当采用人工顶管时，应在管道前端设置顶进设施，顶进时管前端及管四周均不得超挖，必要时可在顶进前对管外影响范围内土体进行注浆加固。

8.2.13 当平行顶进两条管道时，其水平净距不得小于管外径；当两条管道不在同一高程上时，其管中心的高差与管中心的水平距离之比，不得大于 1: 1.5。

8.2.14 顶管施工及工作井相关内容应按顶管相关技术规程执行。

8.3 检查井构造

8.3.1 预制混凝土圆形管道检查井结构一般由钢筋混凝土顶板、井壁、钢筋混凝土底板、流槽、井筒等部分组成。

8.3.2 管道检查井应满足排、输水功能及管道正常检修维护的要求，需要人员及设备进入的通道（井筒），其直径（或等效孔径）不应小于 700mm；供检修人员上下的爬梯踏步的垂直间距不应大于 400mm，且不宜小于 300mm。

8.3.3 管道检查井可采用砌体结构或钢筋混凝土结构；对平面复杂或尺度较大的检查井，宜采用现浇钢筋混凝土结构。位于地下水位以下的检查井及污水（包含雨污水合流）管道上的检查井不宜采用砖砌体结构。

8.3.4 钢筋混凝土结构检查井的混凝土保护层最小厚度、受力钢筋最小配筋率、钢筋的锚固与连接、洞口加固等应按《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069 的规定执行。

8.3.5 预制顶板安装时，应做好下列构造：

- 1 墙顶应做 M10 水泥砂浆座浆，厚 20mm；
- 2 顶板四周与墙顶间应采用 M10 水泥砂浆抹三角灰。
- 3 预制顶板间有板缝时，应采用 M10 水泥砂浆填缝、压实并抹带。

8.3.6 井墙的厚度应符合下列规定：

- 1 烧结普通砖、混凝土普通砖墙厚不应小于 240mm；
- 2 毛石墙厚不应小于 400mm；
- 3 混凝土模块墙厚不应小于 300mm；
- 4 钢筋混凝土井壁的厚度不应小于 200mm。

8.3.7 圆管与检查井的连接宜采用刚性连接，柔性接口宜设在井外第一、二节管连接处。圆管进井处外壁应凿毛，第一节与井室相接的管宜采用混

凝土基础。

8.3.8 圆管进井处井壁宜采用构造措施进行加固。

1 烧结普通砖砌体和混凝土普通砖砌体，管顶应发券加强；圆管直径小于 1.0 m 时，券高可采用 120mm；管径大于 1.0 m 时，券高宜采用 240 mm。

2 毛石砌体墙的开洞处，采用管周浇筑混凝土加强，混凝土浇筑宽度应不小于 200。

3 对混凝土模块砌体可采用体内配筋的构造方式进行加强，也可采用管周浇筑混凝土加强，混凝土浇筑宽度应不小于 200。

附录 A 钢筋混凝土矩形截面处于受弯或 大偏心受压（拉）状态时的 最大裂缝宽度计算

A.0.1 受弯、大偏心受压或大偏心受拉构件的最大裂缝宽度，可按下列公式计算：

$$w_{\max} = 1.9 \frac{\sigma_{sq}}{E_s} \left(1c \xi + \frac{d}{\rho_{te}} \right) (\alpha + \alpha_1) \quad (\text{A.0.1-1})$$

$$\psi = 1.1 - \frac{0.65 f_{tk}}{\rho_{te} \sigma_{sq} \alpha_2} \quad (\text{A.0.1-2})$$

式中 w_{\max} —最大裂缝宽度 (mm)；

ψ —裂缝间受拉钢筋应变不均匀系数，当 $\psi < 0.4$

时，应取 0.4，当 $\psi > 1.0$ 时，应取 1.0；

σ_{sq} —按作用效应准永久组合计算的截面纵向受拉钢筋应力

(N/mm²)；

E_s —钢筋的弹性模量 (N/mm²)；

c —最外层纵向受拉钢筋的混凝土保护层厚度 (mm)；

d —纵向受拉钢筋直径 (mm)；当采用不同直径的钢

筋时，应取 $d = \frac{4A_s}{u}$ ， u 为纵向受拉钢筋截面的

总周长 (mm)；

ρ_{te} —以有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢

筋配筋率，即 $\rho_{te} = \frac{A_s}{0.5bh}$ ， b 为截面计算宽度，

h 为截面计算高度； A_s 为受拉钢筋的截面面积，

对偏心受拉构件应取偏心力一侧的钢筋截面面积

(mm^2);

α_1 —系数, 对受弯、大偏心受压构件可取 $\alpha_1 = 0$;

对偏心受拉构件可取 $\alpha_1 = 0.28 \left(\frac{1}{1 + \frac{2e_0}{h_0}} \right)$, e_0 为纵向力对截面

重心的偏心距 (mm), h_0 为计算截面的有效高度 (mm);

ν — 纵向受拉钢筋表面特征系数, 对光面钢筋应取

1.0; 对变形钢筋应取 0.7;

f_{tk} — 混凝土轴心抗拉强度标准值 (N/mm^2);

α_2 — 系数, 对受弯构件可取 $\alpha_2 = 1.0$; 对大偏心受压

构件可取 $\alpha_2 = 1 - 0.2 \frac{h_0}{e_0}$; 对大偏心受拉构件可

取 $\alpha_2 = 1 + 0.35 \frac{h_0}{e_0}$ 。

A.0.2 受弯、大偏心受压、大偏心受拉构件的计算截面纵向受拉钢筋应力 (σ_{sq}), 可按下列公式计算:

1 受弯构件的纵向受拉钢筋应力:

$$\sigma_{sq} = \frac{M_q}{0.87A_s h_0} \quad (\text{A.0.2-1})$$

式中 M_q — 在作用效应准永久组合作用下, 计算截面处的弯矩

($\text{N} \cdot \text{mm}$);

2 大偏心受压构件的纵向受拉钢筋应力:

$$\sigma_{sq} = \frac{M_q - 0.35N_q(h_0 - 0.3e_0)}{0.87A_s h_0} \quad (\text{A.0.2-2})$$

式中 N_q — 在作用效应准永久组合作用下, 计算截面上的纵向

力(N);

3 大偏心受拉构件的纵向受拉钢筋应力:

$$\sigma_{sq} = \frac{M_q + 0.5N_q(h_0 - a')}{A_s(h_0 - a')} \quad (\text{A. 0. 2-3})$$

式中 a' — 位于偏心力一侧的钢筋至截面近侧边缘的距离(mm)。

附录 B 管顶竖向土压力标准值

B.0.1 埋地管道的管顶竖向土压力标准值，应根据管道的敷设条件和施工方法分别计算确定。

B.0.2 当管道的设计地面高于原状地面，管道为填埋式时，管顶竖向土压力标准值应按下列式计算：

$$F_{sv, k} = C_c \gamma_s H_s D_1 \quad (\text{B.0.2})$$

式中 $F_{sv, k}$ — 每延米管道上的管顶竖向土压力(kN/m)；

γ_s — 回填土的重力密度(kN/m³)，一般可取 18kN/m³

计算；

H_s — 管顶至设计地面的覆土高度(m)；

D_1 — 圆管外直径(m)；

C_c — 填埋式土压力系数，可取 1.4 计算。

B.0.3 开槽施工的管道，其管顶竖向土压力标准值应按下列式计算：

$$F_{sv, k} = C_d \gamma_s H_s D_1 \quad (\text{B.0.3})$$

式中 C_d — 开槽施工土压力系数，一般可取 1.2 计算。

B.0.4 对不开槽顶进施工的管道，其管顶竖向土压力标准值应按下列式计算：

$$F_{sv, k} = C_j \gamma_s B_t D_1 \quad (\text{B.0.4-1})$$

$$B_t = D_1 \left[1 + tg \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \right] \quad (\text{B.0.4-2})$$

$$C_j = \frac{1 - \exp \left(-2K\mu \frac{H_s}{B_t} \right)}{2K\mu} \quad (\text{B.0.4-3})$$

式中 C_j — 不开槽施工土压力系数；

B_t — 管顶上部土层压力传递至管顶处的影响宽度(m)；

$K\mu$ — 管顶以上原状土的主动土压力系数和内摩擦系数，应根据试验确定；当缺乏试验数据时，对一般土质条件可取 $K\mu = 0.19$ 计算；

φ — 管侧土的内摩擦角，应根据试验确定；如无试验数据时，对一般土质条件取 $\varphi = 30^\circ$ 计算。

附录 C 地面车辆荷载对管道的作用标准值

C.0.1 地面车辆荷载对管道上的作用，包括地面行驶的各种机动装置，如汽车、履带车、压路机、拖车、塔式起重机、火车、飞机等，其载重等级、规格、型式应按相应的规定确定。

C.0.2 地面行驶的车辆荷载的载重、车轮布局、运行排列等规定，应按现行标准《城市桥梁设计规范》CJJ11、《公路桥涵设计通用规范》JTJD60 采用。

C.0.3 地面车辆荷载传递到管顶的竖向压力标准值，应按下列方法确定：

1. 单个轮压传递到管顶的竖向压力标准值 q_{vk} ，应按下列式计算（图 C.0.3-1）：

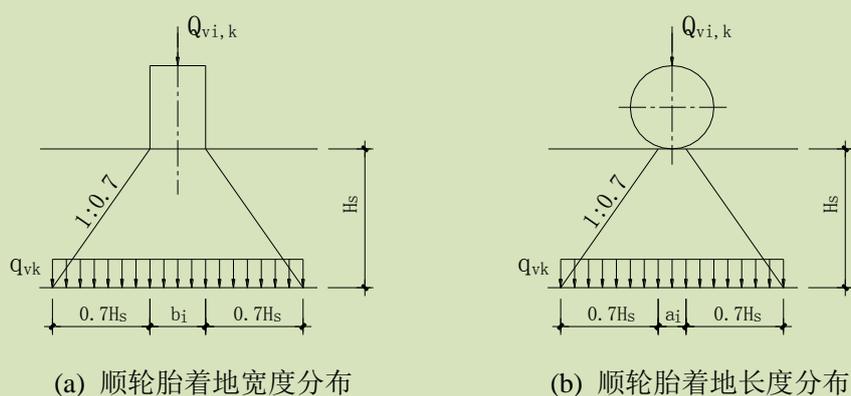


图 C.0.3-1 单个轮压的传递分布图

$$q_{vk} = \frac{\mu_d Q_{vi,k}}{(a_i + 1.4H_s)(b_i + 1.4H_s)} \quad (\text{C.0.3-1})$$

式中 q_{vk} — 轮压传递到管顶处的竖向压力标准值 (kN/m^2)；

$Q_{vi,k}$ — 地面车辆单个轮压标准值 (kN)；

a_i — 单个车轮 i 的着地分布长度 (m)；

b_i — 单个车轮 i 的着地分布宽度 (m)；

H_s — 行车地面至管顶的深度 (m)；

μ_d — 动力系数，可按表（C.0.3）采用。

表 C.0.3 动力系数（ μ_d ）

| | | | | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|-------------|
| 地面至管顶深度 H_s (m) | 0.25 | 0.30 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | ≥ 0.70 |
| 动力系数 μ_d | 1.30 | 1.25 | 1.20 | 1.15 | 1.05 | 1.00 |

2. 两个以上单排轮压综合影响传递到管顶的竖向压力，可按下式计算（图 C.0.3-2）；

$$q_{vk} = \frac{\mu_d n Q_{vi,k}}{(a_i + 1.4H_s)(nb_i + \sum_{j=1}^{n-1} d_{bj} + 1.4H_s)} \quad (\text{C.0.3-2})$$

式中 n — 车轮的总数量；

d_{bj} — 沿车轮着地分布宽度方向，相邻两个车轮间的净距（m）。

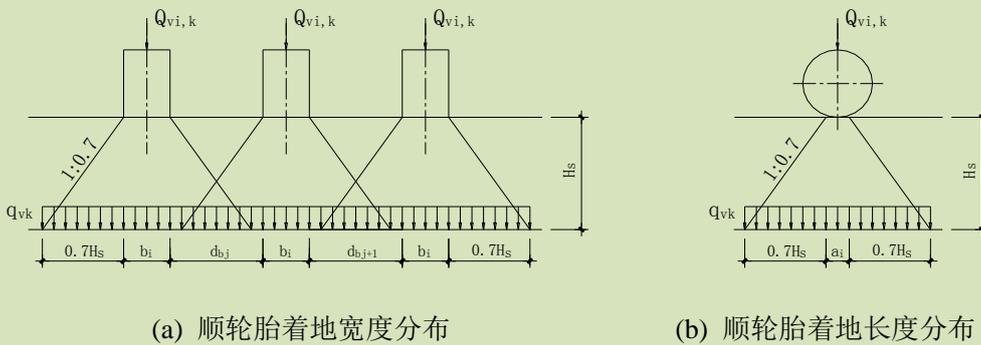


图 C.0.3-2 两个以上单排轮压综合影响传递分布图

C.0.4 地面车辆荷载传递到管道上的侧压力标准值，可按下式计算：

$$q_{hz,k} = \frac{1}{3} q_{vz,k} \quad (\text{C.0.4})$$

式中 q_{hz} — 地面以下计算深度 z 处的侧压力（ kN/m^2 ）；一般可取管中心处计算，管侧压力可视为沿管侧均匀分布。

附录 D 圆形刚性管道在不同支承条件、

各种荷载作用下的内力系数

D.0.1 圆形刚性管道在土（砂）基础上的内力系数 k_{mi} 、 k_{ni} （图 D.0.1-1），可按表 D.0.1 采用。

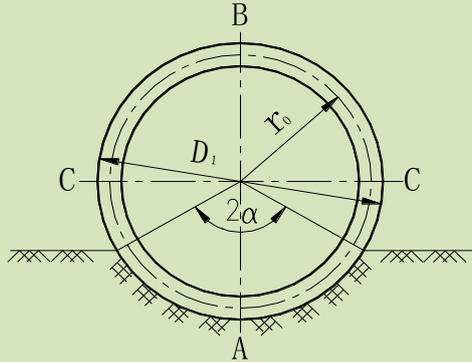
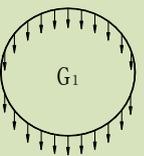
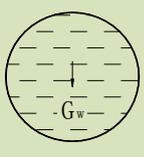
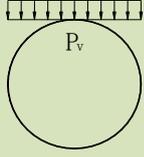
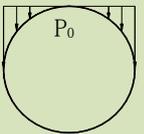
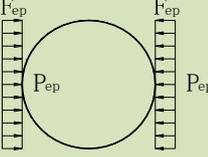
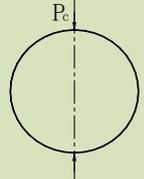


图 D.0.1-1 土（砂）基础计算图

表 D.0.1 圆形刚性管的内力系数（土或砂基础）

| 荷载类别 | 系数 | 基础支承角 (2α) | | | | |
|--|----------|---------------------|------------|------------|------------|-------------|
| | | 0° | 20° | 45° | 90° | 120° |
| 管自重  $P_{G1}=G_1$ | k_{mA} | 0.239 | 0.211 | 0.173 | 0.123 | 0.100 |
| | k_{mB} | 0.080 | 0.079 | 0.075 | 0.071 | 0.066 |
| | k_{mC} | -0.091 | -0.090 | -0.088 | -0.082 | -0.076 |
| | k_{nA} | 0.080 | 0.109 | 0.148 | 0.207 | 0.236 |
| | k_{nB} | -0.080 | -0.079 | -0.078 | -0.062 | -0.048 |
| | k_{nC} | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 0.250 |
| 管内满水重  $P_{GW}=G_w$ | k_{mA} | 0.239 | 0.211 | 0.173 | 0.123 | 0.100 |
| | k_{mB} | 0.080 | 0.079 | 0.075 | 0.071 | 0.066 |
| | k_{mC} | -0.091 | -0.090 | -0.088 | -0.082 | -0.076 |
| | k_{nA} | -0.400 | -0.369 | -0.330 | -0.271 | -0.240 |
| | k_{nB} | -0.240 | -0.239 | -0.237 | -0.221 | -0.208 |
| | k_{nC} | -0.069 | -0.069 | -0.069 | -0.069 | -0.069 |

| 荷载类别 | 系数 | 基础支承角 (2α) | | | | |
|---|----------|---------------------|------------|------------|------------|-------------|
| | | 0° | 20° | 45° | 90° | 120° |
| 竖向均布荷载  $P_v = F_{sv} + q_v D_1$ $P_v = F_{sv} + q_m D_1$ | k_{mA} | 0.294 | 0.266 | 0.228 | 0.178 | 0.154 |
| | k_{mB} | 0.150 | 0.150 | 0.145 | 0.141 | 0.136 |
| | k_{mC} | -0.154 | -0.154 | -0.151 | -0.145 | -0.138 |
| | k_{nA} | 0.053 | 0.082 | 0.121 | 0.180 | 0.209 |
| | k_{nB} | -0.053 | -0.053 | -0.051 | -0.035 | -0.021 |
| | k_{nC} | 0.500 | 0.500 | 0.500 | 0.500 | 0.500 |
| 管上腔内土重  $P_0 = 0.1073 \gamma_s D_1^2$ | k_{mA} | 0.271 | 0.243 | 0.205 | 0.155 | 0.131 |
| | k_{mB} | 0.085 | 0.085 | 0.080 | 0.076 | 0.072 |
| | k_{mC} | -0.126 | -0.126 | -0.123 | -0.117 | -0.111 |
| | k_{nA} | 0.102 | 0.131 | 0.170 | 0.229 | 0.258 |
| | k_{nB} | -0.102 | -0.102 | -0.100 | -0.084 | -0.070 |
| | k_{nC} | 0.500 | 0.500 | 0.500 | 0.500 | 0.500 |
| 侧向主动土压力  $P_{ep} = F_{ep} D_1$ | k_{mA} | -0.125 | -0.125 | -0.125 | -0.125 | -0.125 |
| | k_{mB} | -0.125 | -0.125 | -0.125 | -0.125 | -0.125 |
| | k_{mC} | 0.125 | 0.125 | 0.125 | 0.125 | 0.125 |
| | k_{nA} | 0.500 | 0.500 | 0.500 | 0.500 | 0.500 |
| | k_{nB} | 0.500 | 0.500 | 0.500 | 0.500 | 0.500 |
| | k_{nC} | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 垂直集中荷载  | k_{mA} | 0.318 | — | — | — | — |
| | k_{mB} | 0.318 | — | — | — | — |
| | k_{mC} | -0.182 | — | — | — | — |
| | k_{nA} | 0 | — | — | — | — |
| | k_{nB} | 0 | — | — | — | — |
| | k_{nC} | 0.500 | — | — | — | — |

注：1 弯矩正负号以管内壁受拉为正，管外壁受拉为负。

2 轴力正负号以截面受压为正，截面受拉为负。

3 “荷载类别”中之 P_i 为单位管长上*i*项荷载的总荷载。

4 “基础支承角 (2α)”为设计计算取值，施工中应适当放大（本规程第 6.1.5 条要求）。

5 “管上腔内土重”为开槽施工时管上半部两侧胸腔的回填土重（图D.0.1-2）。

当管径不大，管顶覆土较深时，一般可略去不计；但当管径较大，管顶覆土较浅时，应计入其影响，其值为： $P_0 = 0.1073\gamma_s D_1^2$ 。式中 γ_s 为回填土的重力密度， D_1 为管外径。

6 “垂直集中荷载”，在 $2\alpha = 0$ 时，即为管底点支承，管顶作用有集中荷载，相当于管材试压时的受力情况。

D.0.2 开槽敷设圆形刚性管道在混凝土基础上的内力系数 K_{mi} 、 K_{ni} (图 D.0.2-1)，可按表 D.0.2 采用。

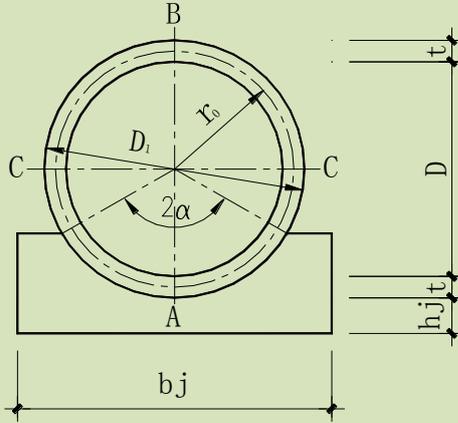
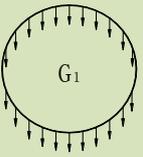
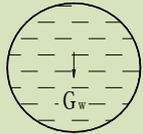
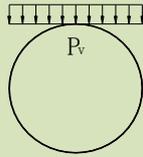
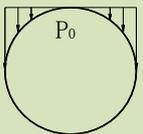
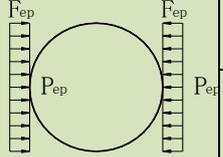


图 D.0.2-1 混凝土基础计算图

表 D.0.2 圆形刚性管的内力系数 (混凝土基础)

| 荷载类别 | 系数 | 管基构造类别 | | | |
|--|----------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| | | $b_j \geq D + 2t$ $h_j \geq 2t$ | $b_j \geq D + 5t$ $h_j \geq 2t$ | $b_j \geq D + 5t$ $h_j \geq 2t$ | $b_j \geq D + 6t$ $h_j \geq 2.5t$ |
| | | 基础支承角 (2α) | | | |
| | | 90° | 135° | 180° | 180° |
| 管自重  | k_{mB} | 0.077 | 0.053 | 0.044 | 0.044 |
| | k_{mC} | -0.075 | -0.059 | -0.048 | -0.048 |
| | k_{nC} | 0.250 | 0.250 | 0.250 | 0.250 |
| 管内满水重  | k_{mB} | 0.077 | 0.053 | 0.044 | 0.044 |
| | k_{mC} | -0.075 | -0.059 | -0.048 | -0.048 |
| | k_{nC} | -0.069 | -0.069 | -0.069 | -0.069 |
| 垂直均布荷载 | k_{mB} | 0.105 | 0.065 | 0.060 | 0.047 |

| | | | | | |
|---|----------|--------|--------|--------|--------|
|  | k_{mC} | -0.105 | -0.065 | -0.060 | -0.047 |
| | k_{nC} | 0.500 | 0.500 | 0.500 | 0.500 |
| 管上腔内土重  | k_{mB} | 0.082 | 0.058 | 0.049 | 0.049 |
| | k_{mC} | -0.110 | -0.094 | -0.083 | -0.083 |
| | k_{nC} | 0.500 | 0.500 | 0.500 | 0.500 |
| 水平均布荷载  | k_{mB} | -0.078 | -0.052 | -0.040 | -0.040 |
| | k_{mC} | 0.078 | 0.052 | 0.040 | 0.040 |
| | k_{nC} | 0 | 0 | 0 | 0 |

注：1 弯矩正负号以管内壁受拉为正，管外壁受拉为负。

2 轴力正负号以截面受压为正，截面受拉为负。

3 “荷载类别”中之 P_i 为单位管长上 i 项荷载的总荷载。

4 混凝土管基尺寸应满足表中“管基构造类别”的要求（图 D.0.2-2）。

5 “管上腔内土重”为开槽施工时管上半部两侧胸腔的回填土重（图 D.0.1-2）。当管径不大，管顶覆土较深时，一般可略去不计；但当管径较大，管顶覆土浅时，应计入其影响，其值为：

$$P_0 = 0.1073\gamma_s D_1^2$$

式中 γ_s 为回填土的重力密度， D_1 为管外径。

6 当混凝土基础分两次施工，即预制圆管先安装在混凝土平基上，再浇注两肩混凝土时，在管自重作用下的内力系数，应取 $2\alpha = 0^\circ$ 的数值（表 D.0.1）。

CECS143:20xx

中国工程建设标准化协会标准

给水排水工程

埋地预制混凝土圆形管管道结构设计规程

(征求意见稿 条文说明)

2019. 12. xx

目次

| | | |
|---|---------------|---|
| 1 | 总 则 | 0 |
| 2 | 术语和符号..... | 0 |
| 3 | 材 料..... | 0 |
| 4 | 管道结构上的作用..... | 0 |
| 5 | 基本设计规定..... | 0 |
| 6 | 管道结构设计计算..... | 0 |
| 7 | 管道接口 | 0 |
| 8 | 构造要求 | 0 |

1 总 则

1.0.1~1.0.5 为原规程条文，未修改，仅增加了检查井砌体的相关规范、规程。

2 术语和符号

2.1.1~2.1.16 为新增条文。

2.2.1~2.2.4 为原规程条文，略作调整

3 材 料

3.1.1、3.1.2 略有改动。

3.1.3、3.1.4 为新增条文，增加检查井项及混凝土耐久性要求。

3.1.5~3.1.8 为原有条文内容。

3.2.1 目前我国强度高，性能好的预应力钢丝、钢筋已充分供应，钢丝、钢筋直径能满足管道配筋要求，故本条相应修改。

3.2.2 为新增条文，其余为原有条文。

3.3 为新增条文，增加了检查井用砌体材料要求。

4 管道结构上的作用

整章基本未修改，主动土压力系数 $1/3 \sim 1/4$ 改为 $1/3$ 。

5 基本设计规定

5.1.1~5.1.6 为原条文内容，5.1.3 在原规程基础上补充了部分内容。

5.1.6 条增加条文说明：当地下水、土壤有腐蚀性时，应在管道外侧设置防腐层，当输送的介质有腐蚀性时，应在管道内侧设置防腐层，防腐层做法可参现行《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 的规定执行。

5.1.7 此为新增条文，污水管道普查发现，混凝土的腐蚀现象还是比较普遍的，轻的混凝土壁上出现钢筋锈痕，重的混凝土保护层脱落，钢筋锈蚀，尤其在跌水井附近更加严重。故此次规程修订，对跌水井附近的一部分管道提出了设置防腐构造的要求，有条件的地区可以在污水管线内侧加设防腐构造，以增强管道的耐久性。一般城市污水管道腐蚀介质主要是管道内的硫化氢，防腐构造可以在管内壁施做耐酸性介质的防腐涂层、设置内衬防腐塑料管、采用抗硫酸盐水泥等。

5.1.8 此为新增条文，设计应提出设计使用年限内管道的使用维护要求，使用者应按行业规定正常使用、定期检查并维修养护。

5.1.9 为新增条文，与 GB50332 协调。

5.2.1~5.2.4 为原规程 5.2.1~5.2.4 的内容，5.2.2 略有调整，与 GB50332 协调。。

5.2.5 此条为新增条文，增加检查井项。

5.3.1~5.3.5 为原规程内容，未修改。

5.3.6 此条为新增条文，增加检查井项。

5.5.1~5.5.5 为新增条文，按混凝土规范编制。

5.5.6 此条为新增条文，对既有结构进行结构性或半结构性修复属于对既有结构重新设计，不仅需符合本规程规定，还需符合修复用材料结构的规程规定。当采用非开挖修复更新方法时，可按现行《城镇排水管道非开挖修复更新工程技术规程》CJJ/T 210 执行。

6 管道结构设计计算

6.1 为原规程条文，未修改。

6.2 为新增条文。

7 管道接口

7.1.1 此条为原规范条文，未修改。

7.1.2 此条文为原规范 7.1.2 条，对原表 7.1.2 进行了修改。表中管口形式系按照《混凝土和钢筋混凝土排水管》GB/T 11836-2009 产品标准给出，其中企口管、承插口管均有刚性接头和柔性接头两种管口形式，设计中宜予以明确，防止混淆。混凝土基础采用柔性接头管材、柔性接口形式时，可在管材接口处用填缝板将混凝土基础断开，以实现接口处的变形能力。施工方法分类表示开槽施工或顶管施工常用的管口形式，确保质量时，不排除使用其它管口形式。

7.1.3 此条为原规范条文，未修改。

7.1.4 此条文为新增条文，此种做法已在工程中普遍应用，效果良好，故纳入规范。

7.2.1~7.2.3 为原规范条文，目前许多城市市政工程已限制使用平口管，刚性接头企口管也因抗变形能力差而很少使用，故本次修订虽保留这种接口形式，但对适用范围加以限制。一般地基土质指承载力满足要求、土质均匀、无不良地质现象的土层。对周围环境的影响主要指管道影响范围内不得有重要管线、构筑物、建筑物等，以免管道漏水造成次生灾害。取消了原规范石棉水泥的做法，主要因为石棉污染环境。

7.3.1~7.3.3 为原规范条文，略作补充，原因同上条。

7.4.1~7.4.3 为原规范条文 7.5.1、7.5.2 的部分内容，本次修订进行了重新规并。目前该种管口接口方式很少应用，仅在农业灌溉等对渗漏无严格要求的区域使用，故予以保留。

7.5.1~7.5.3 为原规范 7.4.1、7.4.2 的内容，进行了重新归并，意在将产品规范的管口形式全部纳入并减少重复。柔性接头企口管、柔性接头承插口管是开槽施工应用最多的管口形式。

7.6.1~7.6.3 为原规范条文 7.5、7.6 内容的合并，增加了带钢板环的柔性接头企口管顶管形式，该种管口无钢套环的腐蚀忧患，但顶距不如钢承口管、双插口管，适宜在良好土层及较短顶距条件下采用。

8 构造要求

8.1.1~8.1.4 为原规范条文，未修改。

8.1.5 此条对管壁厚度分界进行了修订，增加了一些管道的钢筋保护层要求，与产品标准是一致的。

8.1.6 此条文为原规范 8.1.6 条，略加补充完善。

8.2.1 以往工程中管道覆土一般不大于 6m，素混凝土管道基础也能满足荷载要求，随着管道覆土逐渐加深，管道级别也从 I 级提高到 II 级、III 级，管道基础也应随之加强。常用的加强措施有：180°基础配筋、360°基础配筋、增大基础尺寸（增大肩宽、底厚）、提高混凝土强度等。管道基础与管道按接触分析，考虑面间摩擦系数 0.7，经有限元试算，覆土 $12m \geq H_s > 6m$ 时，管道基础（规范指定尺寸）配筋基本在构造配筋范畴。

8.2.2 此条为原规范条文，未修改。

8.2.3 此条文为原规范 8.2.3 条，补充了砂垫层基础密实度的要求。

8.2.4 此条文为新增条文，提出了对不适合砂垫层基础的土层应有防止细颗粒土流失的措施。该措施包括：沿砂垫层基础外围铺设土工布、设置整体垫层等。

8.2.5 此条文为原规范 8.2.4 条，未修改。

8.2.6 此条文为原规范 8.2.5 条，略作补充，增加砂基础回填图例。

8.2.7 此条文为原规范 8.2.6 条，略作补充。

8.2.8 此条文为原规范 8.2.7 条，略作补充。

8.2.9 此条文为原规范 8.2.8 条，未修改。

8.2.10 此条文为原规范 8.2.9 条，略作补充。

8.2.11 此条文为新增条文，顶管后管外注浆已是常规做法。

8.2.12 此条文为原规范 8.2.10 条，进行了部分修改，主要与当前施工做法一致。

8.2.13 此条文为原规范 8.2.11 条，未修改。

8.2.14 此为新增条文，补充施工内容。

8.3.8 此节为新增内容，关于检查井的。采用构造措施加固井壁包括：砖井发砖券、模块井、钢筋混凝土井设置环形加强钢筋或洞边加强钢筋等。

本规程用词说明

一、为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1. 表示很严格，非这样不可的：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

2. 表示严格，在正常情况下均应这样作用：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

3. 对表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

二、条文中指定应按其它有关标准执行时，写法为“应符合……规定”或“应按……执行”。