

DB42

湖 北 省 地 方 标 准

DB42/T 2542—2026

市政管涵基坑工程技术规程

Technical specification for excavation engineering
of the municipal pipeline and box culvert

2026 - 04 - 03 发布

2026 - 08 - 03 实施

湖北省住房和城乡建设厅
湖北省市场监督管理局

联合发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号	2
5 基本规定	3
6 工程勘察与环境调查	4
6.1 一般规定	4
6.2 工程勘察	4
6.3 环境调查	5
7 支护结构选型与计算	5
7.1 一般规定	5
7.2 支护结构选型	5
7.3 基坑稳定性验算	6
8 钢桩支护	11
8.1 一般规定	11
8.2 构造	11
8.3 施工	15
8.4 检验	15
9 水泥土搅拌墙（桩）内插钢桩支护	15
9.1 一般规定	15
9.2 构造	16
9.3 施工	16
9.4 检测	16
10 灌注桩支护	17
10.1 一般规定	17
10.2 构造	17
10.3 施工	17
10.4 检测	17
11 内支撑	18
11.1 一般规定	18
11.2 构造	18
11.3 施工	19
11.4 检验	19

12	坑内加固.....	20
12.1	一般规定.....	20
12.2	构造.....	20
12.3	施工.....	21
12.4	检测.....	22
13	放坡护面与喷锚网.....	22
13.1	一般规定.....	22
13.2	构造.....	22
13.3	施工.....	23
13.4	检测.....	23
14	地下水控制.....	23
14.1	一般规定.....	23
14.2	集水明排.....	23
14.3	隔渗.....	24
14.4	降水.....	24
14.5	检测.....	26
15	土方开挖与回填.....	26
15.1	一般规定.....	26
15.2	开挖与回填.....	26
15.3	检测.....	27
16	监测.....	28
16.1	一般规定.....	28
16.2	监测项目.....	28
16.3	监测点布置.....	28
16.4	监测频率及基坑周边环境报警值.....	29
17	标准实施及评价.....	29
	附录 A（资料性）区域工程地质及水文地质概况.....	31
	附录 B（资料性）武汉市都市发展区软土分布图.....	37
	附录 C（资料性）湖北省地方标准实施信息及意见反馈表.....	38
	条文说明.....	39

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由湖北省住房和城乡建设厅提出并归口。

本文件起草单位：武汉市政工程设计研究院有限责任公司、中国地质大学（武汉）、中国市政工程中南设计研究总院有限公司、中南建筑设计院股份有限公司、武汉东研智慧设计研究院有限公司、武汉生态环境设计研究院有限公司、中机三勘岩土工程有限公司、武汉设计咨询集团有限公司、武汉承远设计咨询集团有限公司、湖北建科国际工程有限公司、武汉誉城建设集团有限公司、宜昌市磐石注册岩土工程师事务有限公司、东风鸿远工程咨询有限公司、湖北道泽岩土工程有限公司、武汉市勘察设计有限公司、武汉市市政建设集团有限公司、武汉誉城千里建工有限公司、中信建设有限责任公司、长江大学。

本文件主要起草人：和礼红、汪小南、刘堰陵、吕锦刚、郑盘石、蔡清、冯晓腊、崔德山、李栋广、鲜少华、谢昭宇、刘朝辉、刘秀珍、王延涛、马昌慧、阎波、许开军、李瑞、朱东良、吴钰梁、刘艳敏、刘柏强、万纯斌、吴志权、张海龙、赵君、汪彪、胡科、燕惠英、江强强、张华军、王海成、刘律、陈康、张琪、钟显辉、胡文惠、郝勇、卢方伟、胡云华、李菲菲、李艳、喻贤波。

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省住房和城乡建设厅，联系电话：027-68873088，邮箱：bkc@hubszjt.net.cn。在执行过程中如有意见和建议，请邮寄武汉市政工程设计研究院有限责任公司，地址：武汉市汉口常青路40号；邮编：430023。

市政管涵基坑工程技术规程

1 范围

本文件规定了湖北省市政工程中管涵基坑工程的工程勘察与环境调查、支护结构选型与计算、支护结构施工与检测检验、地下水控制、土方开挖与回填、监测等基本原则和相关技术要求。

本文件适用于湖北省市政工程中的雨水、污水、给水管涵以及水厂和泵站等进出水管涵基坑。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 20933 热轧钢板桩
- GB/T 32285 热轧H型钢桩
- GB 50007 建筑地基基础设计规范
- GB/T 50010 混凝土结构设计标准
- GB 50017 钢结构设计标准
- GB 50021 岩土工程勘察规范
- GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范
- GB 50330 建筑边坡工程技术规范
- GB 50661 钢结构焊接规范
- GB 55001 工程结构通用规范
- GB 55003 建筑与市政地基基础通用规范
- GB 55006 钢结构通用规范
- GB 55008 混凝土结构通用规范
- JGJ 94 建筑桩基技术规范
- JGJ 120 建筑基坑支护技术规程
- JGJ/T 199 型钢水泥土搅拌墙技术规程
- CJJ 56 市政工程勘察规范
- DB42/T 159 基坑工程技术规程
- DB42/T 169 岩土工程勘察规程
- DB42/T 830 基坑管井降水工程技术规程
- DB42/T 1774 等厚度水泥土搅拌墙技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

市政管涵基坑工程 excavation engineering of the municipal pipeline and box culvert

为保证市政工程中的管道和箱涵正常施工以及周边环境安全所需的挡土结构、地下水控制、土方开挖与回填及环境监测等各项措施的总称。管涵基坑通常具有线性、窄长、与道路排水并行施工等特点。

3.2

基坑周边环境 surroundings around excavation

与基坑支护、土方开挖、地下水控制相互影响的周边建（构）筑物、地下管线、道路、桥梁和隧道、轨道交通、铁路、江河堤防等，以及岩土体和地下水、邻近地表水体的统称。

[来源：DB42/T 159—2024，3.2]

3.3

支护钢桩 retaining steel pile

基坑工程中作为支挡结构的槽钢、拉森钢板桩、H型钢、钢管桩及其组合体系的总称。支护钢桩由工厂按照标准规格制作，具有施工速度快、可重复利用的特点。

注：在不引起混淆的情况下，本文件中的“支护钢桩”简称为“钢桩”。

3.4

型钢水泥土搅拌墙 soil mixed wall

在连续套接的三轴水泥土搅拌桩内插入型钢形成的挡土截水复合结构。

[来源：JGJ/T 199—2010，2.2.1，有修改]

3.5

等厚度水泥土搅拌墙 constant thickness cement-soil mixing wall

通过对地基土的置换、切割或铣削、注入水泥浆、搅拌混合、固结形成的厚度相等的水泥土搅拌墙，本文件所指的等厚度水泥土搅拌墙主要是采用TRD、CSM及抓斗工法形成的等厚度水泥土搅拌墙。

[来源：DB42/T 1774—2021，3.1]

4 符号

4.1 作用、抗力、材料性能

下列作用、抗力、材料性能符号适用于本文件。

C_k : 土的黏聚力标准值；

φ_k : 土的内摩擦角标准值；

E_{pk} : 被动土压力合力标准值；

E_{ptk} : 支护结构嵌固深度范围内被动区抗力合力标准值（抗力反向时取绝对值求和）；

e_{ptk} : 按弹性抗力法计算的被动区抗力强度标准值；

q_0 : 坡顶超载标准值；

γ : 土的重力密度、简称重度；

E : 支撑材料的弹性模量；

A : 支撑的截面面积。

4.2 几何参数

下列几何参数符号适用于本文件。

H : 基坑开挖深度；

H_w : 承压水水头高度；

D : 基坑底至承压含水层顶板的距离。

4.3 计算系数

下列计算系数符号适用于本文件。

- K_{tk} : 被动区抗力安全系数;
- K_{nd} : 整体滑动稳定安全系数;
- K_{lq} : 抗隆起稳定安全系数;
- K_{ty} : 抗承压水突涌安全系数;
- K_{gy} : 侧壁抗流土安全系数;
- K_c : 水平向支撑刚度系数。

5 基本规定

- 5.1 基坑工程设计应规定工作年限,且设计工作年限不应小于1年;当基坑工程超过设计工作年限时,应对基坑工程的安全性进行评估。基坑支护应满足安全可靠、技术先进、经济合理、绿色环保等要求。
- 5.2 基坑支护结构作为永久性工程一部分时,结构设计和耐久性应满足永久性工程的工作年限要求。基坑构件的设计工作年限不应小于基坑设计工作年限。
- 5.3 基坑支护结构安全等级划分应按 DB42/T 159 执行,基坑应分段划分基坑支护结构安全等级;基坑环境保护等级划分和支护结构水平变形控制值应按 DB42/T 159 执行。
- 5.4 基坑工程应满足市政工程总体要求,应统筹基坑与道路、排水、桥梁、隧道等相关工程的建设时序,并综合考虑与市政公用设施、城市轨道交通等的关系。
- 5.5 基坑工程设计前应取得下列资料:
- a) 市政管涵总平面图、项目红线图、场地地形图等;
 - b) 场地岩土工程勘察报告;
 - c) 管涵设计图、基坑周边环境资料;
 - d) 基坑周边的荷载及分布情况。
- 5.6 基坑工程设计应包括下列内容:
- a) 支护结构方案比较和选型;
 - b) 支护结构体系上的作用和作用组合确定;
 - c) 基坑稳定性验算;
 - d) 支护结构构件承载力、稳定性和变形计算;
 - e) 支护结构构件截面设计及结构构造(含支撑拆撑和换撑设计);
 - f) 地下水控制设计;
 - g) 环境影响分析评价及保护技术要求;
 - h) 危险源辨识及其应急措施;
 - i) 支护结构施工、检测检验及验收要求;
 - j) 基坑土方开挖及回填要求;
 - k) 基坑工程监测与维护要求等。
- 5.7 基坑工程设计与施工宜考虑时空效应。
- 5.8 轨道交通、桥梁、铁路等安全保护范围内的基坑工程,应评价基坑工程对轨道交通、桥梁、铁路等的影响。基坑工程需采取降水措施时,应评价降水对周边环境的影响。
- 5.9 位于斜坡地段的基坑,应分析评价现状边坡的整体稳定性及边坡与基坑工程的相互影响,并根据分析评价结果提出相应防护和治理措施。坑外边坡设计应符合 GB 50330 的要求。
- 5.10 岩质及土岩结合的基坑工程应根据岩体强度、岩层产状和节理裂隙结构面的组合性状、土岩结合

面的性质和强度等，采取相应的设计和施工措施。

5.11 基坑工程环境保护应涵盖设备进场及组装、场平、清障、支护结构施工、土体加固、地下水控制、支撑架设、土方开挖、管涵安装及基坑回填等施工全过程。

5.12 在基坑工程施工与使用期内，应对基坑及周边环境进行监测。基坑工程应遵循“动态设计、信息化施工”的原则，在施工过程中根据检测及监测成果对设计及施工进行动态调整。

6 工程勘察与环境调查

6.1 一般规定

6.1.1 基坑工程勘察宜与对应的道路、厂站等市政工程勘察同步进行，并满足基坑工程设计的需要。勘察工作应按 GB 50021、DB42/T 169 及 CJJ 56 执行。

6.1.2 基坑工程勘察前应取得以下资料和信息：

- a) 附有现状地形的管涵设计总平面图；
- b) 管涵类型及高程、管径、管材、箱涵尺寸和拟采取的施工工艺；
- c) 管涵周边既有地下设施和地上建（构）筑物分布情况。

6.1.3 施工过程中遇到以下问题，并可能影响基坑工程质量与安全时，应开展施工勘察工作：

- a) 设计或施工有较大变更的基坑工程；
- b) 工程地质与水文地质条件出现较大异常的基坑工程；
- c) 发生险情或事故，需要重新组织设计施工的基坑工程。

6.2 工程勘察

6.2.1 基坑工程勘察应采用钻探取样、原位测试及室内试验等多种手段，对于软土、粉土夹层或黏性土与粉土、粉砂交互层土应采用静力触探试验查明其空间分布和土性特征；一级阶地或湖塘相沉积软弱土层的静力触探孔占基坑工程勘探孔总数的比例不应小于 1/2。

6.2.2 基坑工程勘探点布置应符合下列要求：

- a) 勘探点宜沿管涵两侧交错布置，基坑宽度大于 8 m 时可沿基坑两侧并排布置勘探点；详细勘察的勘探点间距见表 1，表中场地或岩土条件复杂程度的划分应符合 CJJ 56 的规定；

表1 详细勘察勘探点间距

场地或岩土条件复杂程度	埋深小于 5 m	埋深 5 m~8 m	埋深大于 8 m
一级（复杂）	40~75	30~50	20~30
二级（中等复杂）	75~100	50~75	30~50
三级（简单）	100~150	75~100	50~75

注：表中埋深均指管底埋置深度。

- b) 管涵走向转角处、明挖与暗挖交界处、邻近房屋支管处宜布置勘探点，复杂地段可增加横断面；

- c) 跨越长江、汉江等江河低阶地及相类似的平原地区等不同地貌单元时，应分别在每个地貌单元布置勘探孔，地貌单元交界处应加密勘探点；线路通过暗浜、沟、塘、湖泊沉积地带、冲沟地区和古河道等地段，宜加密勘探孔；

- d) 相邻勘探孔揭露的地层变化较大并影响基坑支护设计或施工方案选型时，应加密勘探孔间距。

6.2.3 基坑工程勘探孔深度应满足基坑支护设计、地下水控制、基坑开挖及施工的要求，不宜小于基坑开挖深度的 2 倍，且应穿透淤泥和淤泥质土等软弱土层；当在此深度内遇到厚层坚硬黏性土、碎石

土及岩层时，可根据岩土类别及支护要求适当减少勘探深度。

6.2.4 对于岩质基坑，应查明岩体地质构造、地质年代、岩性、产状、风化程度、结构面特征等，评价软质岩石开挖后工程性能弱化对基坑稳定性的影响；对于土岩组合基坑，应查明土、岩结合面与基坑坡面组合关系，应查明土、岩分界面的渗透性及含水特征，评价基坑沿土、岩界面滑动的可能性。

6.2.5 基坑工程需要降水或隔渗设计时宜做抽水试验，水文地质条件复杂时宜进行水文地质专项勘察。

6.2.6 勘探孔施工完成后应及时采取有效措施回填封孔。

6.3 环境调查

6.3.1 基坑工程环境调查范围应为基坑开挖与降水影响范围，对邻近铁路、轨道交通、堤防、隧道、燃气或有特殊重要保护对象的工程，应进行专项环境调查。

6.3.2 基坑工程环境调查，应包括以下内容：

- a) 调查收集基坑影响范围内的建（构）筑物分布、层数、结构类型、基础形式、埋置深度、工作年限、结构完好程度和邻近基坑支护开挖方式、周边降水历史等相关资料；
- b) 查明基坑影响范围内的地下管线（包括给排水、电力、燃气等）、地下工程设施（地铁隧道、通道、车站等）及地下人防工程的位置及其材质、规模、埋置深度、基础形式、结构类型和构筑年代等；
- c) 调查基坑影响范围内的地上架空管线、高压电线等设施悬高、电压、权属单位等信息；
- d) 水域段基坑应调查水域地表水流向、流速、设计洪水位或历年丰水位、上下游是否存在闸坝及闸坝权属单位等信息；
- e) 调查基坑周边既有边坡的基本情况；
- f) 调查可能影响基坑稳定性的不良地质作用；
- g) 调查可能对基坑工程设计、施工及维护有影响的其他环境因素。

7 支护结构选型与计算

7.1 一般规定

7.1.1 基坑支护应根据基坑开挖深度、平面形状、周边环境及其保护要求、工程地质水文地质条件、施工场地条件等的差异进行分段设计。

7.1.2 基坑开挖深度应包含管涵基础换填厚度；对于新建、改建或扩建道路中的基坑，应结合道路路基处理合理确定基坑开挖深度。

7.1.3 多种支护结构组合使用时，相互之间应有可靠的搭接和构造措施。

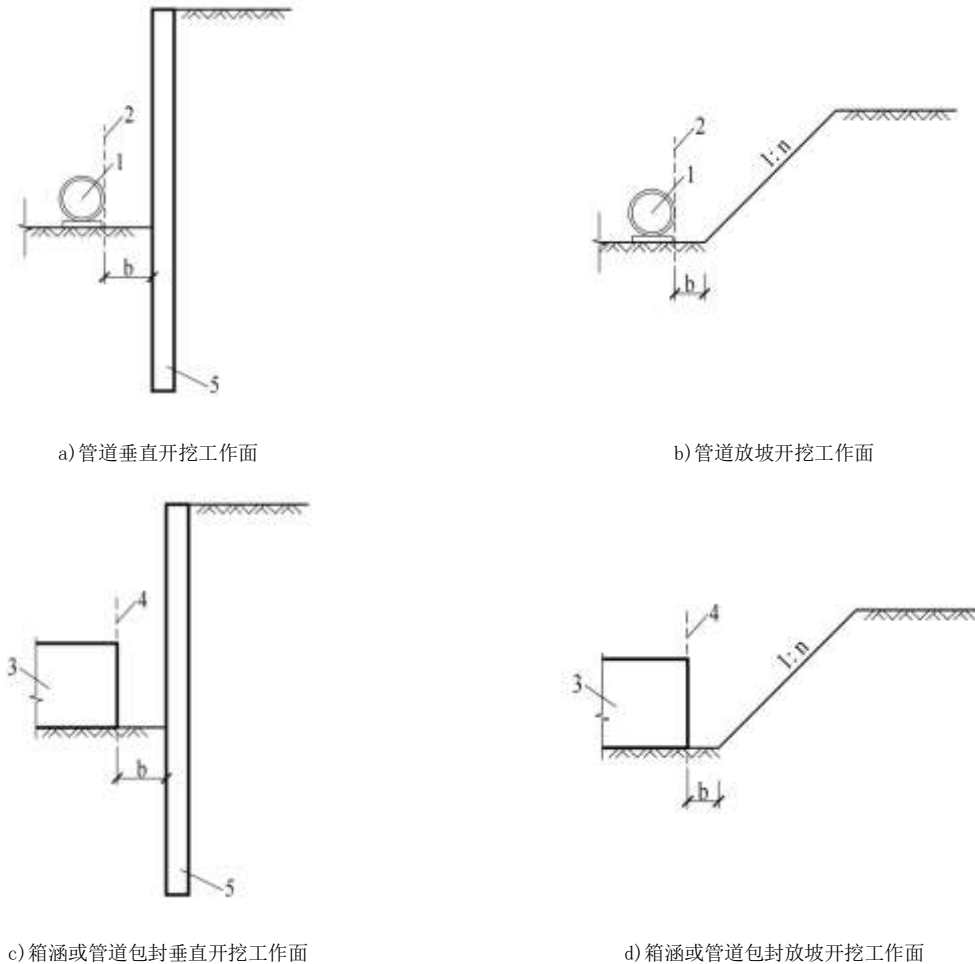
7.2 支护结构选型

7.2.1 支护结构选型应根据基坑开挖深度、周边环境及其保护要求、工程地质条件、施工场地条件以及施工工艺和设备等通过多方案比选确定。

7.2.2 支护结构选型：

- a) 基坑环境保护等级为一级，基坑竖向支护结构可采用钢桩、水泥土搅拌墙（桩）内插钢桩、灌注桩等；
- b) 基坑环境保护等级为二级，基坑竖向支护结构可采用钢桩；
- c) 基坑环境保护等级为三级，基坑可采用放坡开挖，坡面采用护面或挂网喷混凝土等措施；
- d) 坑底及以下存在深厚软弱土层时宜采用坑内加固。

7.2.3 工作面宽度应满足基坑开挖和管涵敷设施工要求。采用支护结构垂直支护时，支护结构内侧与管道外壁或箱涵侧墙外壁之间的工作面宽度 b 可为0.5 m~1.0 m，基坑较浅或管径较小时取小值，基坑较深或管径较大时取大值；放坡开挖，坡脚与管道外壁或箱涵侧墙外壁之间的工作面宽度 b 可为0.5 m~0.8 m，见图1。当新建管道或箱涵外侧分布的天然气、雨水、污水等既有管涵距离很小时，工作面宽度可减小或采用新建与既有管涵同槽支护方式。工作面宽度尚应符合GB 50268的规定。



标引序号说明：

- 1——管道；
- 2——管道外壁边线；
- 3——箱涵或管道包封结构；
- 4——箱涵或管道包封结构外壁；
- 5——支护结构。

图1 管涵基坑横断面示意

7.3 基坑稳定性验算

7.3.1 对悬臂式或支撑式支护结构宜采用弹性抗力法或其他能考虑支护结构与土体共同作用的平面或空间有限元数值方法计算支护结构内力和变形等。

7.3.2 对坡体内有不利倾向或坑底分布软弱夹层的基坑、土岩组合基坑以及岩质基坑，应根据具体条件采用平面滑动面法、折线滑动面法、三维刚体平衡法等方法进行稳定性分析。

7.3.3 对于悬臂式、支撑式支护结构,采用弹性抗力法计算支护结构嵌固深度时,弹性抗力法应按DB42/T 159执行,被动区抗力安全系数 K_{tk} 按公式(1)确定。

$$K_{tk} = \eta E_{pk} / E_{ptk} \quad \dots\dots\dots (1)$$

被动区抗力 e_{ptk} 按公式(2)计算。

$$e_{ptk} = k_h \Delta x \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

e_{ptk} ——按弹性抗力法计算的被动区抗力标准值(kPa);

k_h ——水平向基床系数,按“m”法确定(kPa/m),应按DB42/T 159执行;

Δx ——支护结构的水平位移(m);

E_{ptk} ——支护结构嵌固深度范围内被动区抗力合力标准值(抗力反向时取绝对值求和)(kN);

E_{pk} ——支护结构嵌固深度范围内的被动土压力合力标准值(kN);

K_{tk} ——支护结构被动区抗力安全系数。对于悬臂式结构,不应小于1.50(采用坑内加固时,不应小于1.35);对于单支点结构,不应小于1.20;对于多支点结构,不应小于1.05;

η ——管涵基坑经验系数。支护桩(墙)嵌固深度大于基坑宽度时,取1.1~1.2,基坑坑底为软弱土体时取小值,其他情况取大值;支护桩(墙)嵌固深度小于等于基坑宽度时,取1.0。

7.3.4 基坑支护结构应按DB42/T 159、JGJ 120进行整体稳定性验算。

7.3.5 支护桩(墙)底部分布有软弱土层或夹层时(图2),采用桩(墙)底圆弧滑动模式时应按公式(3)进行抗隆起稳定性验算。施工过程抗隆起系数敏感区段的坑边超载 q 不应超过设计限值,且不大于20 kPa。

$$K_{lq} = \lambda \frac{M_{RLk}}{M_{SLk}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

K_{lq} ——抗隆起稳定安全系数;基坑支护结构安全等级为一级、二级、三级的 K_{lq} 分别不应小于2.20、1.90、1.70;

M_{RLk} ——抗隆起力矩标准值(kN·m/m);

M_{SLk} ——隆起力矩标准值(kN·m/m);

λ ——管涵基坑综合修正系数。支护桩(墙)嵌固深度大于基坑宽度时,取1.1~1.3;支护桩(墙)嵌固深度小于等于基坑宽度时,取1.0~1.1。

$$M_{RLk} = M_{Sk} + \sum_{i=1}^{n_2} M_{RLkj} + \sum_{m=1}^{n_3} M_{RLkm} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

M_{Sk} ——围护桩(墙)的容许力矩标准值(kN·m/m);

M_{RLkj} ——坑外最下道支撑以下第 j 层土产生的抗隆起力矩标准值(kN·m/m);

M_{RLkm} ——坑内最下道支撑以下第 m 层土产生的抗隆起力矩标准值(kN·m/m);

n_2 ——坑外最下道支撑以下至墙底的土层数;

n_3 ——坑内开挖面以下至墙底的土层数。

$$M_{SLk} = M_{SLkq} + \sum_{i=1}^{n_1} M_{SLki} + \sum_{j=1}^{n_4} M_{SLkj} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

M_{SLkq} ——坑外地面荷载产生的隆起力矩标准值(kN·m/m);

M_{SLki} ——坑外最下道支撑以上第 i 层土产生的隆起力矩标准值(kN·m/m);

M_{SLkj} ——坑外最下道支撑以下、开挖面以上第 j 层土产生的隆起力矩标准值(kN·m/m)。

$$M_{RLkj} = \int_{\alpha_A}^{\alpha_B} [(q_{1fk} + \gamma D' \sin \alpha - \gamma H_A + \gamma h'_0)(\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha K_a) \tan \varphi_k + c_k] D'^2 d\alpha \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

n_1 ——坑外最下道支撑以上的土层数；

n_4 ——坑外最下道支撑至开挖面的土层数；

c_k 、 φ_k ——滑裂面以上地基土层的抗剪强度指标标准值，均为直剪快剪试验指标，其取值应按 DB42/T 159 执行。

K_a ——对应土层的主动土压力系数；

q_{1fk} ——坑外对应土层的上覆土压力标准值（kPa）。

$$M_{RLkm} = \int_{\alpha_A}^{\alpha_B} [(q_{2fk} + \gamma D' \sin \alpha - \gamma H_A + \gamma h'_0)(\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha K_a) \tan \varphi_k + c_k] D'^2 d\alpha \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

γ ——对应土层的天然重度（kN/m³）；

q_{2fk} ——坑内对应土层的上覆土压力标准值（kPa）；

h'_0 ——最下道支撑与地面的距离（m）。

$$M_{SLkq} = \frac{1}{2} q_k D'^2 \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

D' ——围护桩（墙）最下道支撑以下部分的深度（m）。

$$M_{SLki} = \frac{1}{2} \gamma D'^2 (H_B - H_A) \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

H_A 、 H_B ——对应土层层顶和层底的埋深（m）。

$$M_{SLkj} = \frac{1}{2} \gamma D'^3 \left[\left(\sin \alpha_B - \frac{1}{3} \sin^3 \alpha_B \right) - \left(\sin \alpha_A - \frac{1}{3} \sin^3 \alpha_A \right) \right] \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中：

α ——如图2所示，单位为弧度；

α_A 、 α_B ——对应土层层顶和层底与最下道支撑连线的水平夹角，单位为弧度。

$$K_a = \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_k}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$\alpha_A = \arctan \left[\frac{H_A - h'_0}{\sqrt{D'^2 - (H_A - h'_0)^2}} \right] \quad \dots\dots\dots (12)$$

$$\alpha_B = \arctan \left[\frac{H_B - h'_0}{\sqrt{D'^2 - (H_B - h'_0)^2}} \right] \quad \dots\dots\dots (13)$$

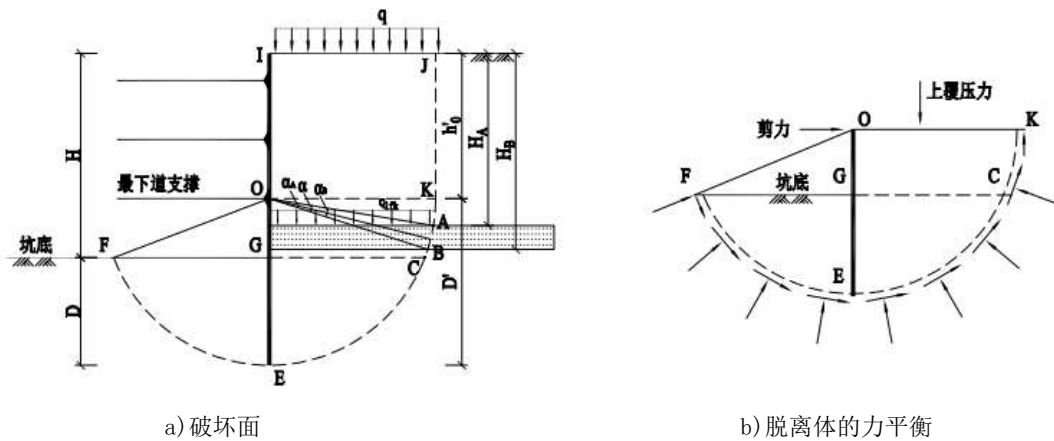


图2 支护结构底抗隆起稳定性验算

7.3.6 放坡开挖的基坑工程，坡脚或坡脚以下有软塑~流塑状的黏性土、淤泥、淤泥质土分布，应按图3所示模型进行坑底抗隆起稳定性验算，并应满足公式（14）的要求。图3中，取验算土层深度h为承载力的计算宽度，如放坡宽度b大于h，则应取放坡宽度b为计算宽度。

$$K_{lq} = R_u / P \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中：

K_{lq} ——抗隆起稳定安全系数；基坑支护结构安全等级为一级、二级、三级的 K_{lq} 分别不应小于 1.80、1.60、1.40；

p ——OA宽度范围内验算土层以上总荷载，包括土体重量以及地面超载(kN)；

R_u ——按OA宽度计算的验算土层的极限承载力合力(kN)。

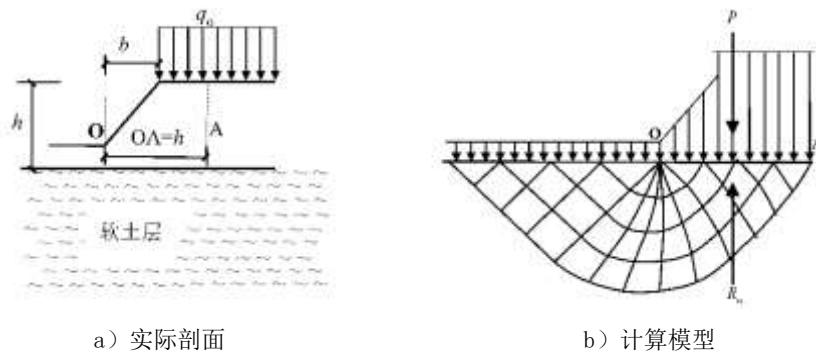
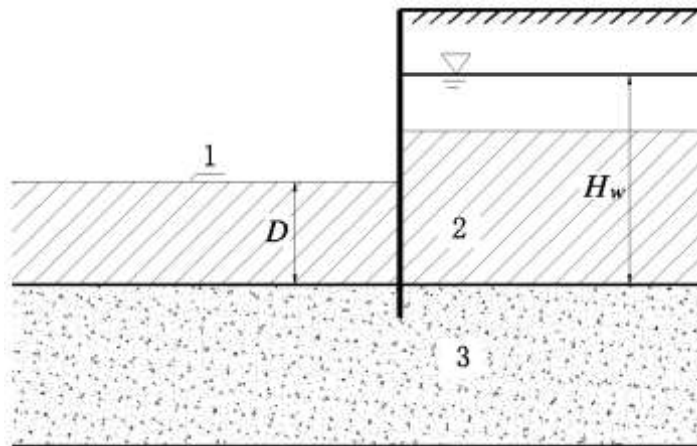


图3 放坡开挖坑底抗隆起稳定性验算

7.3.7 当存在水头高于坑底的承压水含水层时应按公式（15）进行抗承压水突涌验算（图4）。

$$K_{ty} = \frac{D \cdot \gamma}{H_w \cdot \gamma_w} \quad \dots\dots\dots (15)$$



标引序号说明:

1——基坑底面;

2——隔水层;

3——含水层

图4 抗承压水突涌验算

式中:

K_{ty} ——抗承压水突涌安全系数, 不应小于1.05;

D ——基坑底至承压含水层顶板的距离(m);

γ —— D 深度范围内土的平均天然重度(kN/m^3);

h_w ——承压水水头高度(m);

γ_w ——水的重度, 取 $10 \text{ kN}/\text{m}^3$ 。

7.3.8 基坑侧壁有粉土、粉砂层时应按公式(16)进行抗流土验算(图5)。

$$K_{gy} = \frac{(2t+h)\gamma'}{h\gamma_w} \dots\dots\dots (16)$$

式中:

K_{gy} ——侧壁抗流土安全系数, 不应小于1.50;

t ——隔渗帷幕或连续支护桩(墙)插入基坑底以下的深度(m);

h ——侧壁含水层水位至基坑底的深度(m);

γ' ——土的平均浮重度(kN/m^3);

γ_w ——水的重度, 取 $10 \text{ kN}/\text{m}^3$ 。

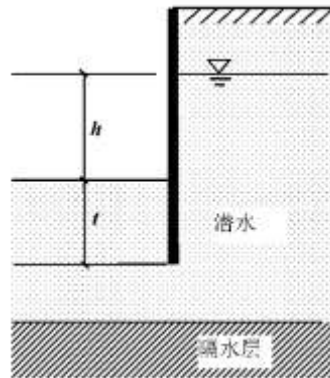


图5 基坑侧壁抗流土验算

7.3.9 坑内加固的混凝土抗压、抗剪、抗拉强度可分别按下式确定：

$$q_u = \frac{1}{2} \sim \frac{1}{3} f_{cu,k} \quad \dots\dots\dots (17)$$

$$q_j = \frac{1}{3} q_u \quad \dots\dots\dots (18)$$

$$q_l = 0.15 q_u \quad \dots\dots\dots (19)$$

式中：

q_u ——混凝土抗压强度设计值（MPa），不宜大于 0.8 MPa；

q_j ——混凝土抗剪强度设计值（MPa）；

q_l ——混凝土抗拉强度设计值（MPa），不大于 0.2 MPa；

$f_{cu,k}$ ——混凝土28 d无侧限抗压强度标准值（MPa）。采用 7 d 龄期抗压强度推算时， $f_{cu,k} = 2f_{cu,7}$ 。混凝土变形模量宜通过试验确定，无试验资料时可按 $E = (100 \sim 150) f_{cu,k}$ 取值。

8 钢桩支护

8.1 一般规定

8.1.1 钢桩应由工厂按照标准规格制作。钢管桩、型钢桩宜采用Q355B级钢材，拉森钢板桩与型钢桩的规格、型号等应分别符合GB/T 20933和GB/T 32285的规定。

8.1.2 钢桩设计应按施工和使用两种工况计算承载力及变形；施工工况主要为运输、堆放、沉桩和回收阶段，按单构件计算；使用工况主要为基坑开挖和使用阶段，按单元宽度计算。钢桩应符合GB 50017、GB 55006的要求。

8.1.3 地下水丰富时，钢桩应选择含有锁口做法的槽钢、拉森钢板桩等，保证支护结构兼具止水功能。

8.1.4 组合钢桩中的钢管桩或者型钢桩参与内力、变形、抗隆起、抗倾覆和整体稳定性等受力计算，止水锁扣钢板桩深度应满足基坑止水及抗流土稳定性要求。

8.2 构造

8.2.1 槽钢、拉森钢板桩宜密扣，平面布置形式如图6。



图6 槽钢与拉森钢板桩常用布置形式

- 8.2.2 单根钢桩焊接接头不宜超过两个，焊接接头位置应避免设置在支撑位置或开挖面附近等受力较大处；相邻钢桩接头竖向位置宜相互错开，错开距离不宜小于1 m，且接头距离基坑底面不宜小于2 m。钢桩宜设置完整、封闭的钢腰梁，钢腰梁与钢桩宜采用焊接的连接方式，应贴合钢桩。
- 8.2.3 钢板桩应扣紧、连续，作为隔渗帷幕时可根据需要涂抹密封止水材料。
- 8.2.4 钢桩先于坑内加固体施工时，钢桩与加固体之间的空隙应采用旋喷桩或压力注浆等措施填充；钢桩后于坑内加固体施工时，钢桩宜在加固体初凝前打入。
- 8.2.5 钢桩施工困难时，可采取预引孔等辅助措施。预引孔做法可参考图7（图中L为预引孔间距）。预引孔直径与间距根据经验与试桩效果确定。

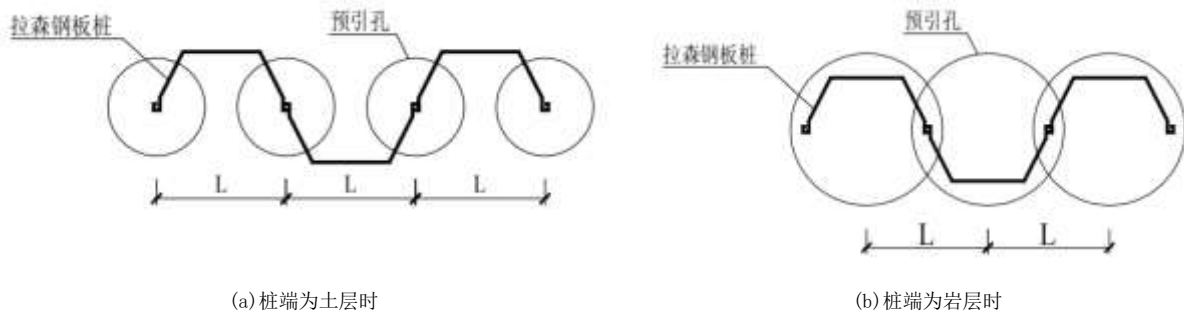


图7 拉森钢板桩预引孔示意图

- 8.2.6 拔桩对邻近建（构）筑物等周边环境影响较大时，钢桩不宜拔出。
- 8.2.7 钢桩因基坑上方有高压线、桥梁等净空较低的建（构）筑物导致不能整体打入时，可采用分段焊接连接、螺栓连接等措施。
- 8.2.8 基坑交叉处的内支撑应合理布置，常见的平面布置形式详见图8。

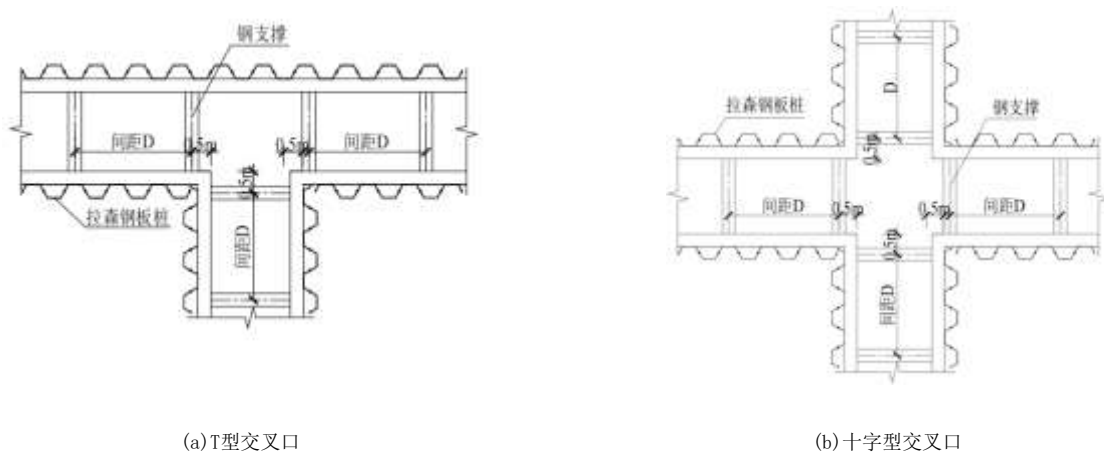
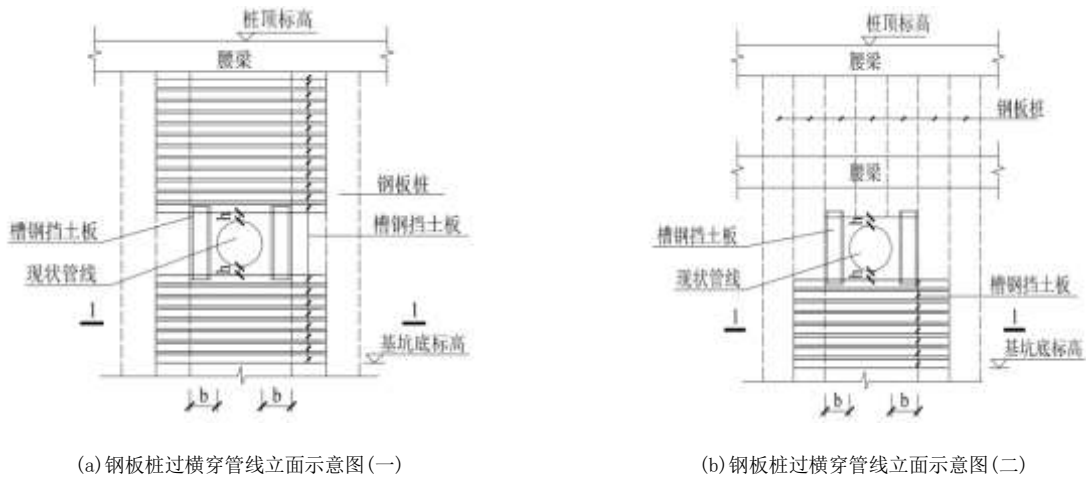


图8 沟槽交叉处内支撑布置平面图

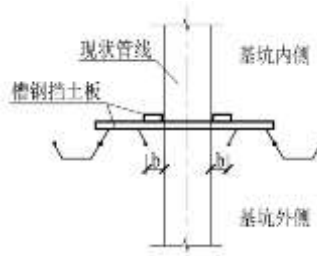
- 8.2.9 基坑穿越现状管涵时，无法施作支护桩的部位可采用横向钢板等措施进行支护，做法可参考图9；

应考虑该部位的宽度、深度、地质条件等对支护结构的影响，必要时采取相应加强措施。



(a) 钢板桩过横穿管线立面示意图(一)

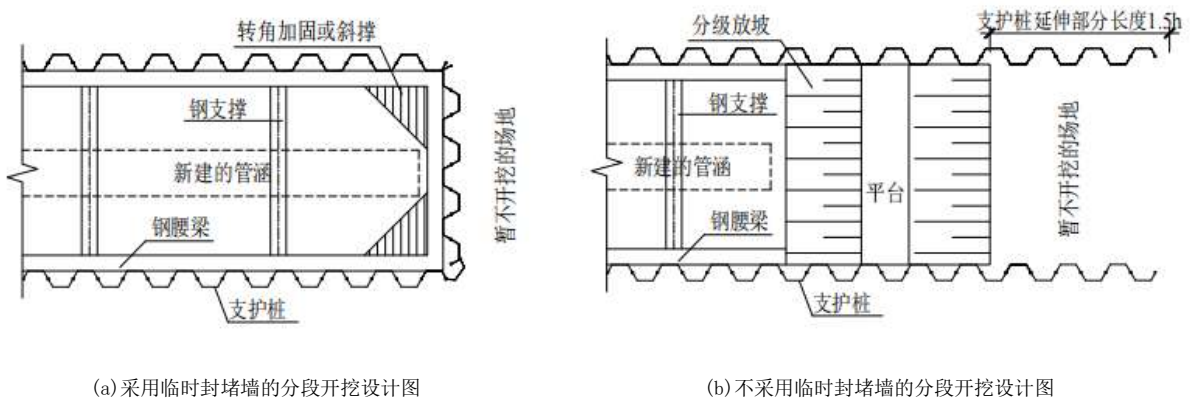
(b) 钢板桩过横穿管线立面示意图(二)



(c) 钢板桩过横穿管线平面示意图1-1

图9 钢板桩过横穿管线处示意图

8.2.10 基坑分段开挖时，其分段端部应采取分隔措施。当设置临时封堵墙时，其型式宜与相邻基坑支护结构一致（图10a）；端部纵向放坡开挖时，支护钢桩应延伸至端部未开挖土体中，且延伸长度不宜小于基坑开挖深度的1.5倍（图10b、图11）。



(a) 采用临时封堵墙的分段开挖设计图

(b) 不采用临时封堵墙的分段开挖设计图

图10 基坑分段开挖平面设计图

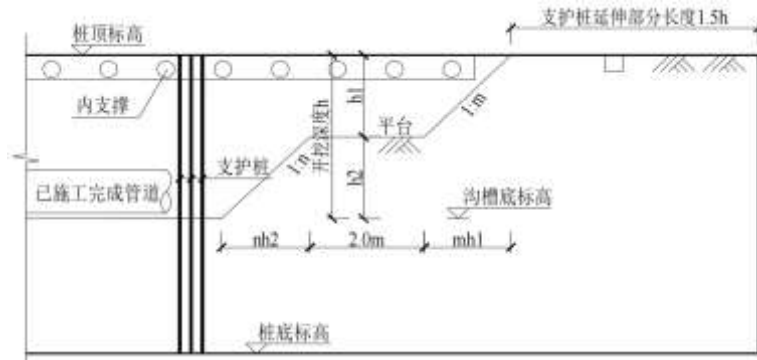


图11 钢板桩支护段沟槽纵向分段开挖设计图

8.2.11 钢管桩、型钢桩可与拉森钢板桩组合形成组合钢桩。钢管桩与拉森钢板桩可采用图12的组合形式；型钢桩与拉森钢板桩可采用图13组合形式。

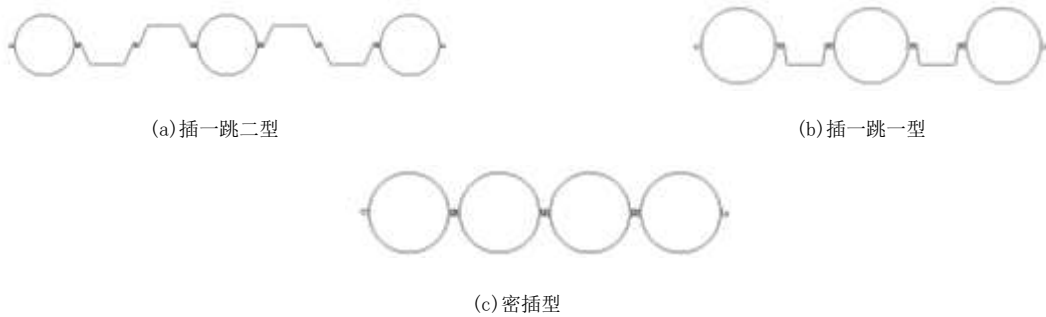


图12 钢管桩组合形式

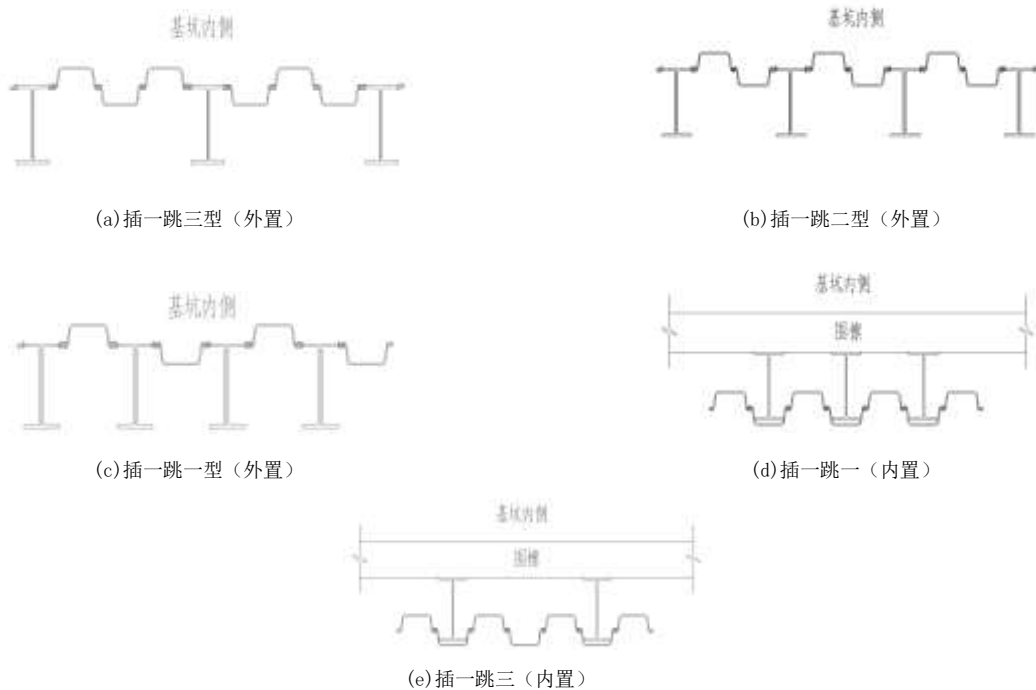


图13 型钢与钢板桩组合形式

8.2.12 组合钢桩内支撑可采用钢筋混凝土支撑、钢支撑和组合支撑；围檩应与支撑体系连成整体；内支撑与围檩斜交时，应设置抗剪措施。

8.3 施工

8.3.1 钢桩的运输和堆放应满足以下要求：

- a) 运输过程中应塞入枕木，搬运时应防止桩体撞击造成桩体损坏或弯曲；
- b) 堆放场地应平整、坚实、排水通畅；场地松散、软弱时，应进行地基承载力和变形验算，根据需要采取措施保证钢桩运输、搬运、堆放和起吊的稳定与安全；
- c) 堆放点距离基坑较近时，应分析钢桩的运输、搬运、堆放和起吊对基坑的不利影响。

8.3.2 钢桩宜采用整材；分段焊接时应采用等强连接，焊缝的形式及要求应满足GB50017、GB50661等相关规范的规定；沿钢桩轴线方向应错缝焊接，错开高度不宜小于500 mm，同一截面高度接桩比例不应超过50 %。

8.3.3 钢桩不应有影响使用功能的变形或扭转；出现弯曲、锁口不正等缺陷时，应采用机械方法或火焰加热校正；沉桩前应进行防锈处理，并涂刷减摩剂。

8.3.4 场地存在硬质物等地下障碍物时，施工前应先进行清障工作。应根据障碍物状况、地质条件、保护对象的保护要求等制定专项清障方案。

8.3.5 钢桩施工应进行现场工艺试验，必要时可采用静压沉桩、免共振沉桩等施工工艺或引孔、高压水冲法等辅助措施；宜采用辅助措施降低沉桩过程的振动及对土体的扰动与挤压。

8.3.6 钢桩施打、基坑开挖及钢桩拔出等施工过程中应及时清除附着在钢桩凹槽及表面的残留土体。

8.3.7 槽钢钢板桩打入时应防止屈曲；拉森钢板桩打入时应确保锁口相互咬合；H型钢打入时应防止偏转；钢管桩打入时应防止倾斜。

8.3.8 组合钢桩间拉森钢板桩可采用小企口，沉桩前应在锁口内嵌填黄油、沥青、木屑或其他密封材料；组合钢桩可采用专用机械手或振动锤进行沉桩与拔桩，沉桩时锁口应对准。

8.3.9 振动拔桩时宜采用免共振设备等措施控制振动影响，并宜间隔拔桩；组合钢桩拔出时，应先拔出拉森钢板桩等止水钢板桩，再间隔拔出钢管桩或型钢。

8.3.10 拔桩后应及时充填空隙；在堤防等有防渗要求的场地，封填措施应满足相关主管部门要求。

8.4 检验

8.4.1 钢桩的质量检验应包括下列内容：

- a) 外观检验，主要为表面缺陷、长度、宽度、厚度、高度、端头矩形比、平直度和企口形状等；
- b) 材质检验，主要为力学指标检验，构件的拉伸、弯曲试验，企口强度试验和延伸率试验等；
- c) 钢桩平面布置应保证轴线平直顺畅，且应符合设计要求，正负误差不应大于5 cm；
- d) 钢桩桩顶标高和桩底标高的偏差均不应大于10 cm，垂直度偏差不应大于1/200。

8.4.2 热轧钢板桩的截面尺寸、截面面积、理论重量、惯性矩及截面模量等应满足GB/T 20933 等相关规范的规定。

9 水泥土搅拌墙（桩）内插钢桩支护

9.1 一般规定

9.1.1 水泥土搅拌墙（桩）内插钢桩支护体系由水泥土搅拌桩、等厚度水泥土搅拌墙、钢桩、内支撑等共同组成。

9.1.2 水泥土搅拌墙（桩）内插钢桩支护适用于填土、淤泥质土、黏土、粉土、砂土等地层。对淤泥、泥炭土、盐渍土、有机质土以及地下水具有腐蚀性地层或无工程经验的地区，必须通过现场试验确定其适用性。

9.1.3 水泥土搅拌墙（桩）内插钢桩的选型应符合以下规定：

- a) 钢桩芯材可选用 H 型钢、钢管等，芯材的强度验算应符合 GB50017 的相关规定；
- b) 应充分考虑钢桩打拔、运输等可能产生的噪声、振动等对环境的不利影响；
- c) 应充分考虑水泥土搅拌墙施工空间要求，场地竖向净空受限时宜选择低净空施工工艺；
- d) 型钢水泥土搅拌墙内插型钢的截面承载力验算、型钢与水泥土之间的错动剪切承载力和水泥土最薄弱截面处的局部受剪切承载力验算均应按 DB42/T 159 执行。

9.2 构造

9.2.1 水泥土搅拌墙（桩）的设计深度宜比钢桩的设计深度深 0.5 m~1.0 m，黏性土可取低值，砂性土可取高值；水泥土搅拌墙（桩）的垂直度偏差不应大于 1/250。

9.2.2 采用三轴水泥土搅拌桩时，水泥土搅拌桩的直径为 650 mm 时，每幅之间咬合不宜小于 200 mm；水泥土搅拌桩的直径为 850 mm 时，每幅之间咬合不宜小于 250 mm。

9.2.3 采用等厚度水泥土搅拌墙时，TRD 工法的墙体平面布置宜简单、规则，宜采用直线布置，墙体厚度宜取 550 mm~900 mm，宜取 50 mm 的模数；CSM 工法的墙体厚度宜取 700 mm~900 mm，并宜根据施工设备的模数选用；幅间咬合搭接不宜小于 200 mm；抓斗成槽后注浆工法的墙体厚度宜取 800 mm~1000 mm。

9.2.4 水泥土搅拌墙（桩）内插钢桩墙身厚度变化处或型钢插入密度变化处，搅拌墙厚度较大区段或型钢插入密度较大区段宜向两侧延伸过渡。

9.3 施工

9.3.1 钢桩宜在水泥土搅拌墙（桩）初凝前植入，植入前应检查其平整度、套箍、端头板和接头质量。

9.3.2 钢桩宜沿水泥土搅拌墙（桩）中心线等间距布置；垂直于水泥土搅拌墙（桩）中心线平面定位偏差不应大于 10 mm，平行于水泥土搅拌墙（桩）中心线平面定位偏差不应大于 20 mm。

9.3.3 钢桩植入应采用牢固的定位导向架等措施保证钢桩垂直度，在水泥土搅拌墙（桩）平面内和平面外的垂直度偏差不应大于 1/200；应采用悬挂构件等措施控制钢桩顶标高。

9.3.4 钢桩植入前应除锈，并在其表面涂刷减摩材料；钢桩宜依靠自重植入，自重植入困难可采用辅助措施下沉。

9.3.5 钢桩拔出回收应将表面清理干净，钢桩拔出后留下的空隙应及时填充；周边环境复杂、保护要求高的基坑钢桩可不拔出。

9.3.6 在三级阶地，三轴水泥土搅拌桩成桩困难时，可采用先行钻孔套打等预先松动土层的方式施工；相邻桩的搭接时间间隔不宜大于 24 h。

9.3.7 对环境保护要求高的基坑工程，三轴水泥土搅拌桩宜选用挤土量小的搅拌机头，并应通过试成桩及监测结果调整施工参数。

9.3.8 TRD 工法施工应连续；冷缝应采用旋喷桩、注浆等进行加固处理；在长江一级阶地且临近有保护对象时，施工区长度不宜超过 10 m，并应严格控制推进速度。

9.3.9 CSM 工法施工过程中，应及时处理溢出的浆液，且不应在施工中的墙体或已完成的墙体上方清理泥浆。

9.3.10 在深厚软弱土区域或深厚砂层区域，抓斗钻孔后注浆工法在施工过程中应制备满足要求的泥浆保证不塌孔、不缩径。

9.4 检测

9.4.1 水泥土搅拌墙（桩）身强度、完整性和长度可采用现场钻取芯样的方法确定，钻取芯样宜采用单动双管薄壁取土器。随机抽检数量不应少于总墙幅数（或桩数）的1%，且不少于3幅墙（根桩）；每孔取芯数量不应少于3组，每组3件试块。有类似工程的可靠经验时，可结合动力触探或标准贯入试验等原位测试方法综合分析、判断桩身的强度、完整性和长度。

9.4.2 水泥土搅拌墙（桩）身28 d龄期无侧限抗压强度应满足设计要求；墙（桩）身作为隔渗帷幕体的渗透系数应满足设计要求，且不大于 1.0×10^{-5} cm/s。

9.4.3 取芯钻孔垂直度偏差不应大于1/300，深度不应小于墙（桩）体深度。

10 灌注桩支护

10.1 一般规定

10.1.1 灌注桩支护应根据工程地质与水文地质条件、环境条件、施工条件、基坑开挖深度等因素综合比较和选型。

10.1.2 灌注桩支护应充分考虑基坑开挖、支撑设置、管涵安装及施工等各种工况条件。

10.1.3 灌注桩支护设计应包括支护桩内力和变形计算、基坑稳定性验算、基坑外地表变形估算等内容，并符合GB/T 50010对灌注桩的配筋要求。

10.2 构造

10.2.1 灌注桩桩顶应设置封闭的冠梁；冠梁宽度不宜小于排桩直径，高度不宜小于排桩直径的0.6倍。

10.2.2 灌注桩桩间土宜采用喷射混凝土等措施保护。

10.2.3 排桩需设置隔渗帷幕时，隔渗帷幕的设计应符合本规程第14章执行。

10.2.4 灌注桩支护结构的桩身直径不宜小于600 mm。

10.3 施工

10.3.1 灌注桩的成桩工艺应根据工程地质与水文地质条件及基坑周边环境等因素综合比选。

10.3.2 灌注桩临近变形敏感、结构性能差的建（构）筑物或地下管线时，不应采用易塌孔、易缩径或有较大振动的施工工艺。

10.3.3 周边环境复杂时，宜先施工基坑帷幕及支护灌注桩，再施工工程桩。

10.3.4 采用旋挖钻成孔工艺时，应采用钻斗内卸土措施，降低卸土撞击噪声，或穿过黏性土时采用抓斗、汽车钻、回转钻等低噪音工艺，再采用旋挖钻接力施工。

10.3.5 挤土桩施工时，在周边环境复杂的场地应采用引孔、优化施工顺序、隔离桩等有效措施，减轻挤土效应对周边环境的影响。

10.3.6 一级阶地岩溶场地地面塌陷区的入岩钻孔，宜采用跟管钻进；入岩钻孔应及时采用注水泥浆等措施填充封闭。

10.3.7 灌注桩应间隔成桩，混凝土浇筑完毕24 h后方可施工相邻桩。

10.3.8 钻孔灌注桩施工过程中泥浆制备应选用优质膨润土，应根据施工机械、工艺及穿越土层情况进行泥浆配合比试验；应加强场地泥浆排放的管理，应采用钢制泥浆箱（池），减少泥浆污染。

10.3.9 冠梁施工前应将桩顶部浮浆及破碎部分清除。

10.3.10 灌注桩桩体的平面偏差及标高偏差应不大于50 mm，桩体直径及桩长应不小于设计要求，桩体垂直度偏差不应大于1/200。

10.4 检测

10.4.1 应采用低应变动测法全数检测灌注桩桩身完整性,根据低应变动测法判断桩身完整性为III类时,应采用钻芯法进行验证。

10.4.2 灌注桩施工及质量检验尚应符合GB 55008、JGJ 94、DB42/T 159等相关规范的规定。

11 内支撑

11.1 一般规定

11.1.1 内支撑应采用稳定的结构体系和可靠的连接构造;宜采用水平支撑,水平支撑应与冠梁(围檩)共同组成几何不变体系。

11.1.2 支撑结构杆件应进行承载能力(包括抗压、抗拉及抗剪等)计算,对受压杆件应分别进行支撑平面内、外的稳定性验算。

11.1.3 周边环境复杂、需要严格控制变形的基坑,宜采用钢筋混凝土内支撑和钢筋混凝土冠梁;采用灌注桩和水泥土搅拌墙(桩)内插钢桩时,第一道内支撑宜采用钢筋混凝土支撑。

11.1.4 内支撑安装与拆除应与设计工况一致,且应遵循“先撑后挖、先换撑后拆撑”原则。

11.2 构造

11.2.1 内支撑的水平间距根据计算和施工要求确定,钢支撑可为3.0 m~5.0 m,钢筋混凝土支撑可为6.0 m~10.0 m。水平对撑上、下各道支撑杆件中心线宜布置在同一竖向平面内。

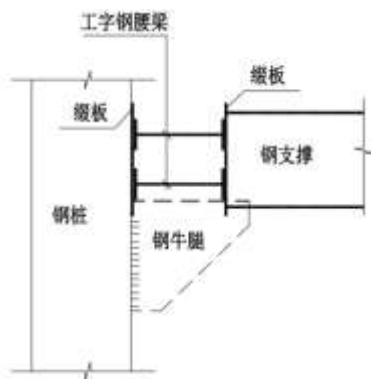


图14 钢支撑与钢桩连接详图

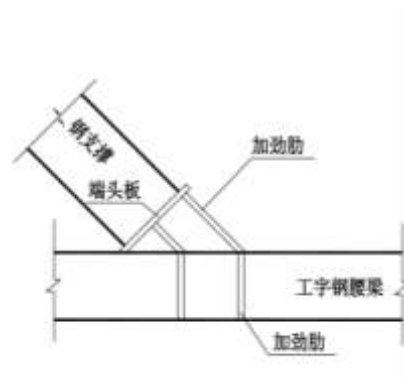


图15 钢支撑与钢腰梁连接详图

11.2.2 支撑杆件宜避开管道和箱涵等构筑物,其竖向间距根据计算和施工要求确定。采用拉森钢板桩支护,拉森钢板桩竖向支护深度超过5.0 m且均为钢支撑时,竖向宜设置不小于两道钢支撑。

11.2.3 钢支撑与钢桩、钢支撑与钢腰梁应连接可靠,详见图14和15。钢支撑的安装应符合GB 55006的规定。

11.2.4 支撑拆除应严格按设计拆换撑工况进行;拆撑时可利用管道及箱涵的混凝土基础、箱涵底板及顶板作为换撑条件,详见图16。

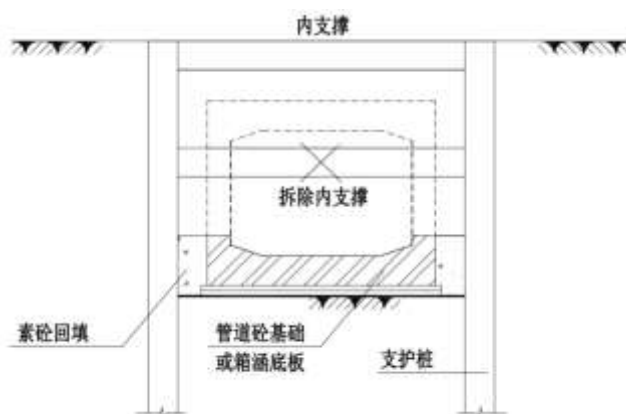


图16 基坑换撑示意图

11.3 施工

11.3.1 钢筋混凝土支撑底模应具有足够的强度和刚度；采用混凝土垫层作底模时，应有隔离措施，挖土时应及时清除吸附在支撑底部的块体和隔离物。

11.3.2 钢筋混凝土冠梁和腰梁宜与钢筋混凝土支撑整体浇筑；混凝土支撑施工后应及时采取有效措施养护，其强度达到设计要求后方可进行土方开挖；施工质量应满足GB 55001、GB 55008等的规定。

11.3.3 钢腰梁与支护结构之间的空隙应及时用铁楔楔紧或混凝土填充；钢腰梁和钢支撑应有可靠的防坠落措施。

11.3.4 在基坑施工过程中，应考虑温度变化对钢支撑和钢围檩的影响，应对支撑应力进行监控。

11.3.5 支撑上面严禁运行施工设备和超载，设计有考虑时应严格按设计要求控制。

11.3.6 支撑拆除应在换撑形成并达到设计要求后进行。

11.3.7 施工过程中不应碰撞、破坏桩体和内支撑等支护结构。

11.3.8 基坑开挖至坑底标高应及时浇筑垫层；基坑应及时回填。

11.4 检验

内支撑体系的工程质量检验标准应符合表2规定。

表2 内支撑体系工程质量检验标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值(mm)	检查方法
			数量	
主控项目	1	支撑标高	30	水准仪
	2	支撑平面	100	用钢尺量
一般项目	1	围檩标高	30	水准仪
	2	支撑中心标高和同层支撑顶面标高差	±30	水准仪
	3	支撑两端标高差	5	水准仪
	4	支撑挠曲度	3	水准仪
	5	混凝土支撑截面尺寸	±10	用钢尺量
	6	开挖超深（开槽安放支撑不在此范围）	200	水准仪

12 坑内加固

12.1 一般规定

12.1.1 为改善基坑内软弱土层的物理力学性能，提高基坑支护结构稳定性、控制支护结构变形，可进行坑内加固，加固体可选用水泥土搅拌桩、旋喷桩等施工工艺。如图17所示。

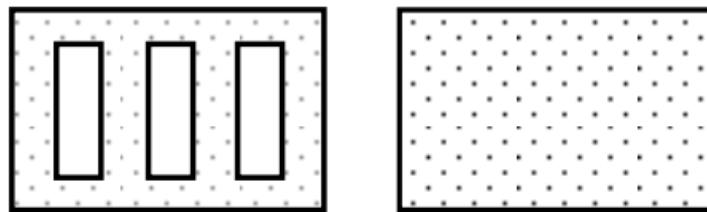


图17 被动区加固示意图

12.1.2 坑内加固设计应明确加固方法、平面布置形式、水泥掺量、加固体强度等，加固体厚度应满足支护结构稳定性和变形控制要求，不宜小于3.0 m。

12.1.3 坑内加固平面布置形式可采用格栅式加固（图18a）或满堂加固（图18b）。坑内加固采用格栅式布置时，加固体的置换率对淤泥和淤泥质土不应小于0.8，对一般粘性土及砂土等其他类土不宜小于0.7。

12.1.4 坑内加固体可作为连续分布的土层参与支护结构内力、变形和稳定性计算。



(a) 格栅式加固

(b) 满堂加固

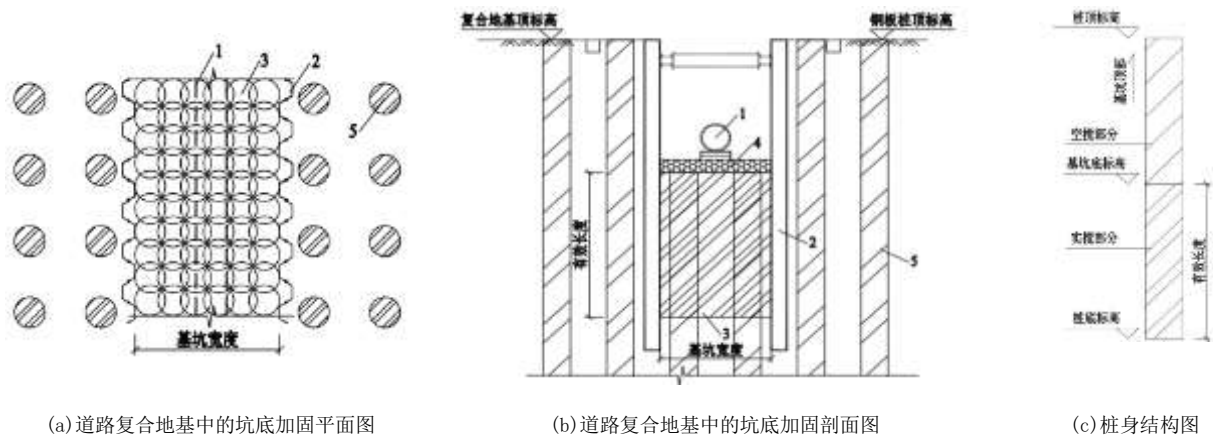
图18 被动区加固平面布置示意图

12.2 构造

12.2.1 加固体28天龄期无侧限抗压强度应满足设计要求，且不应小于0.6 MPa；水泥掺量和水灰比宜根据室内和现场试验确定。

12.2.2 采用旋喷桩或水泥土搅拌桩加固时，桩与桩之间的搭接宽度不宜小于150 mm；旋喷桩或水泥土搅拌桩加固体与支挡结构之间搭接宽度不宜小于200 mm。

12.2.3 道路复合地基中的基坑坑内加固应统筹考虑加固体施工工艺与道路、箱涵结构等复合地基施工工艺。基坑支护桩桩位宜避让复合地基桩体（图19）。



标引序号说明：

- 1——管道；
- 2——支护桩；
- 3——坑底加固；
- 4——褥垫层；
- 5——复合地基桩基。

图19 道路复合地基中的坑底加固设计图

12.2.4 坑内加固桩体可以基坑底为分界面，分界面以下为实搅部分，分界面以上为空搅部分。

表3 坑内加固桩体材料用量参考表

桩型	加固土体的单位材料用量	
	实搅部分水泥掺量	空搅部分水泥掺量
单（双）轴水泥土搅拌桩	13 %~15 %	6 %~8 %
三轴水泥土搅拌桩	20 %~22 %	6 %~10 %
旋喷桩	≥25 %	不含水泥

12.3 施工

12.3.1 对周边环境变形控制要求严格的基坑，宜先进行基坑支护结构施工，再进行坑内土体加固施工。

12.3.2 旋喷桩或水泥土搅拌桩加固施工前应按照设计要求进行工艺性试桩，并根据试桩结果确定相关施工参数，试桩数量不应少于3根。

12.3.3 根据工程需要旋喷桩可采用单管法、双管法或三管法，水泥土搅拌桩可采用单轴、双轴或三轴水泥土搅拌桩。

12.3.4 桩体施工前可采用铺设碎石垫层、毛渣等措施保证施工机械设备的稳定。

12.3.5 施工周边环境有保护要求时可采用速凝浆液、隔孔喷射、冒浆回灌、放慢施工速度或具有排泥装置的桩体施工技术等措施。

12.3.6 旋喷桩施工时，邻近施工影响区域不应进行抽水作业。

12.3.7 采用旋喷桩作加固体时，宜先进行支护桩（墙）施工，再进行坑内土体加固；采用深层搅拌桩作加固体时，宜采取支护桩（墙）切割已施工搅拌桩的施工方法保证加固体与支护桩密贴；若先进行支

护桩（墙）施工，再进行坑内土体加固时，应在支护桩（墙）与加固体之间的空隙采用旋喷桩或注浆进行补强加固。

12.3.8 坑内加固宜在基坑开挖之前完成；加固范围和加固体强度应进行检验；加固体达到设计要求并在龄期达28天后方可进行土方开挖。

12.3.9 土体加固施工产生的泥浆和弃土应及时清运。

12.4 检测

12.4.1 施工前宜进行水泥石配合比试验，取现场原位搅拌的水泥石浆液制作试块，抽检不少于6件试块，水下密封养护7d或14d后进行无侧限抗压强度试验，抗压强度满足设计要求后方可施工。

12.4.2 加固施工完成后，应进行原位测试试验，可采用动力触探或标准贯入试验等方法，测试点数量沿管涵基坑不宜少于1点/20m，且不应少于3个测试点。

12.4.3 钻取原位水泥石芯样做28天龄期无侧限抗压强度试验，钻取芯样宜采用单动双管薄壁取土器，随机抽检数量不应少于总桩数的1%，且不应少于3根。

13 放坡护面与喷锚网

13.1 一般规定

13.1.1 场地地下水位低，且具有放坡开挖条件，可采用局部或全深度放坡。

13.1.2 边坡侧和边坡脚以下有软弱土层分布时应进行坑底抗隆起稳定性验算。

13.1.3 边坡应及时采用砂土包反压、砂浆抹面、挂网喷砂等坡面防护措施。

13.2 构造

13.2.1 放坡开挖深度大于6m的土质边坡，宜分级放坡并设置平台，各级平台宽度不宜小于1.5m。

13.2.2 放坡坡顶和坡底应设置排水沟，各级平台应设置排水沟或挡水沟；基坑开挖到底后应及时封底。

13.2.3 抹面混凝土强度等级不低于C25，厚度可为40mm~60mm。

13.2.4 喷射混凝土强度等级不低于C25，厚度可为60mm~100mm；钢筋混凝土面板应配置钢筋网和加强钢筋，钢筋网钢筋直径宜取6mm~10mm，钢筋间距宜取150mm~250mm；加强钢筋直径宜取16mm~20mm；加强筋与插筋之间应设锚筋固定。参考图详见图20（图中a为喷射混凝土厚度，D为插筋间距）。

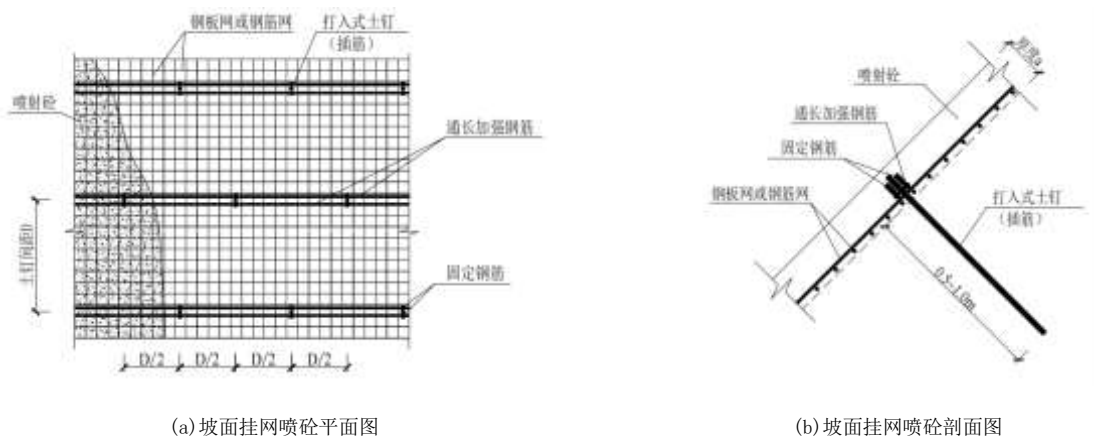


图20 坡面挂网喷砂示意图

13.3 施工

13.3.1 土方开挖分层厚度应与插筋竖向间距一致，逐层开挖，逐层施工抹面、挂网及喷射混凝土面层；软弱土层中开挖时，应在12 h内完成插筋和喷射混凝土面层施工；应在上层插筋和喷射混凝土完成并养护48 h后方可开挖下一层土方。

13.3.2 喷射混凝土面层施工应符合下列要求：

- a) 细骨料宜选用中粗砂，含泥量应小于3%；粗骨料宜选用粒径不大于20 mm的级配砾石；
- b) 水泥与砂石的重量比宜取1:4~1:4.5，砂率宜取45%~55%，水灰比宜取0.4~0.45；
- c) 使用速凝剂等外加剂时，应通过试验确定外加剂掺量；
- d) 喷射作业应分段依次进行，同一分段内应自下而上均匀喷射，一次喷射厚度宜为30 mm~60 mm；
- e) 钢筋与坡面的间隙应大于20 mm；钢筋网可采用绑扎固定，钢筋连接宜采用搭接焊，焊缝长度不应小于钢筋直径的10倍。

13.3.3 边坡坡面宜平缓、顺直，应清除坡面松散层及不稳定的块体。

13.3.4 边坡开挖前，应做好边坡的截水和排水措施。

13.3.5 坡顶及平台荷载不应超过设计限值，重型设备不应在坡顶作业。

13.3.6 挖方边坡上侧堆土或材料以及移动施工机械时，应与挖方边缘保持足够安全距离。

13.3.7 雨季施工时，边坡应采用覆盖、拦截等防水措施，并加强巡视检查。

13.3.8 应在边坡上设置牢固的爬梯或斜道作为人员上下的安全通道，严禁在坡面上攀爬。

13.4 检测

13.4.1 喷射混凝土应进行抗压强度试验，试块数量宜为每200 m²取一组，每组试块为三个；对于小于200 m²的独立工程，取样不少于一组；试块可采用现场喷射混凝土大板或原位抽芯方法制作。

13.4.2 喷射混凝土应进行厚度检测，每200 m²检测数量不应不少于一组，每组的检测点不应少于3个；全部检测点的面层厚度平均值不应小于设计值，最小厚度不应小于设计值的80%。

13.4.3 挂网喷砼的插筋位置允许偏差应为100 mm；倾角允许偏差应为3°；插筋杆体长度不应小于设计长度；钢筋网间距允许偏差应为±30 mm。

14 地下水控制

14.1 一般规定

14.1.1 基坑工程地下水控制应满足下列要求：

- a) 满足基坑坑底抗突涌、坑底及侧壁抗渗流稳定性要求，保证基坑工程稳定和安全；
- b) 保证基坑周边环境的安全和正常使用；
- c) 满足基坑内的工程施工条件。

14.1.2 基坑工程地下水控制方法包含集水明排、隔渗和降水等。集水明排、隔渗和降水可单独使用或组合使用。

14.1.3 基坑工程地下水控制实施过程中，应对地下水及周边环境进行监测。

14.1.4 基坑工程地下水控制设计和施工，除满足本规程的有关要求外，尚应符合DB42/T 830、DB42/T 159等相关规范的规定。

14.2 集水明排

14.2.1 基坑内明排可采用明沟、盲沟等；集水井底低于排水沟底以下不少于0.3 m。

14.2.2 基坑顶应设置截水沟和集水井,截面尺寸应满足排水流量要求;截水沟和集水井可采用彩条布、抹水泥砂浆等防渗措施。

14.2.3 基坑明排水应通过沉淀池沉淀后排出。

14.2.4 明沟、集水井、沉淀池应及时清理淤积物,保持排水畅通。

14.3 隔渗

14.3.1 竖向隔渗可采用等厚度水泥石土搅拌墙 (TRD、CSM或抓斗工法等)、SMW工法桩、水泥石土搅拌桩、旋喷桩、连续钢板桩 (拉森钢板桩、槽钢钢板桩)、支护桩加旋喷、支护桩加注浆等方法。

14.3.2 坑底水平隔渗可采用水泥石土搅拌桩、旋喷桩等方法。

14.3.3 根据具体情况,竖向隔渗帷幕宜采用悬挂式帷幕、悬挂式帷幕与坑底水平隔渗帷幕相结合的方式;采用悬挂式帷幕与坑底水平隔渗帷幕相结合的方式时宜结合减压井等辅助措施。

14.3.4 采用水泥石土搅拌桩、旋喷桩形成隔渗帷幕时,水泥石土搅拌桩搭接宽度不应小于150 mm,旋喷桩搭接宽度不应小于200 mm;单轴水泥石土搅拌桩、旋喷桩隔渗帷幕宜采用双排或多排相互搭接的方式。

14.3.5 隔渗帷幕可单独设置或与支护结构共同形成隔渗帷幕;采用支护结构共同形成隔渗帷幕时,应对其可能发生渗漏的薄弱部位进行加强。

14.3.6 采用槽钢、拉森钢板桩及含有拉森钢板桩的组合钢桩作为支护结构兼作隔渗帷幕时,拉森钢板桩锁扣应连接牢固、连续、密贴;槽钢应正反设置,咬合连续,必要时采用注浆、旋喷桩等加强措施。

14.3.7 帷幕搭接施工间隔时间不宜大于24 h,当超24 h时搭接施工应放慢施工速度确保搭接效果,无法搭接或搭接不良,可采用增设注浆、旋喷桩等处理措施。

14.4 降水

14.4.1 管井宜设置在基坑的外侧;基坑存在不小于0.8 m的工作面宽度时,管井可设置在工作面宽度内;管井沿基坑纵向间距 b 根据计算确定,可为30 m~50 m,宜在基坑两侧交叉布置,且宜靠近支管基坑。管井平面布置示意图如图21。

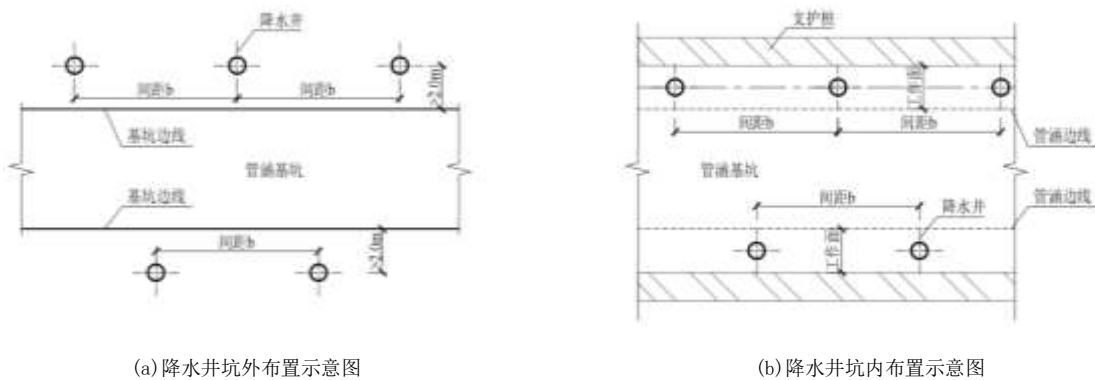


图21 管井平面布置示意图

14.4.2 管井降水井钻孔直径宜为500 mm~600 mm,滤水管直径及单井出水量按计算确定。周边无隔渗帷幕或未考虑隔渗帷幕的影响、按开放式降水考虑时的基坑涌水量按下表进行计算。

表4 承压含水层基坑涌水量计算公式与适用条件

序号	图形	计算公式	适用条件
1		$Q = \frac{2.73KMS}{\lg(R + r_0) - \lg r_0}$	①承压水完整井； ②均质含水层； ③基坑远离边界。
2		$Q = \frac{2.73KMS}{\lg \frac{R + r_0}{r_0} + \frac{M - l}{l} \lg \left(1 + 0.2 \frac{M}{r_0} \right)}$	①承压水非完整井； ②均质含水层。

式中：
 Q——基坑计算涌水量，m³/d；
 K——渗透系数，m/d；
 S——水位降深，m；
 M——含水层厚度，m；
 R——抽水影响半径，m；
 r₀——基坑等效半径，m；
 l——过滤器工作部分长度，m；
 h——基坑动水位至含水层底板的深度，m；
 H——任意点处隔水底板到降水前静水位的高度，m。

14.4.3 基坑等效半径可按表5确定。

表5 基坑等效半径 r_0

名称	基坑平面图形	适用条件	公式采用的符号	r_0 表达式
线状		$\frac{宽}{长} \rightarrow 0$ 时适用	S为基坑长度	$r_0 = \frac{S}{4} = 0.25S$
长条形		线状基坑分段开挖时适用； $\frac{a}{b}$ 一般不大于20。	a、b为边长，且 $a > b$ ；	$r_0 = \frac{a + b}{4}$

14.4.4 管井施工及洗井完成后，应及时进行试抽水，对单井出水量、含砂率进行检测；单井出水量及含砂率应满足设计要求；管井施工及质量检验应符合现行DB42/T 830的相关规定，并及时进行施工与质量验收。

14.4.5 承压水降水应遵循“按需降水，控制变形，保护环境”的原则，降水全过程严格控制管井出水含砂量；降水运行应有备用电源。

14.4.6 管井降水工程完成后应及时封井。

14.4.7 对填土、粉土、粉砂、互层土、吹填砂等含水层，可采用轻型井点降水。常用轻型井点的成孔孔径100 mm~150 mm，间距 b 一般为0.8 m~2.0 m；井点管宜在基坑两侧交叉布置，且宜靠近支管基坑，平面布置示意图如图22；集水总管应沿抽水水流方向布置，坡度宜为0.25 %~0.5 %。

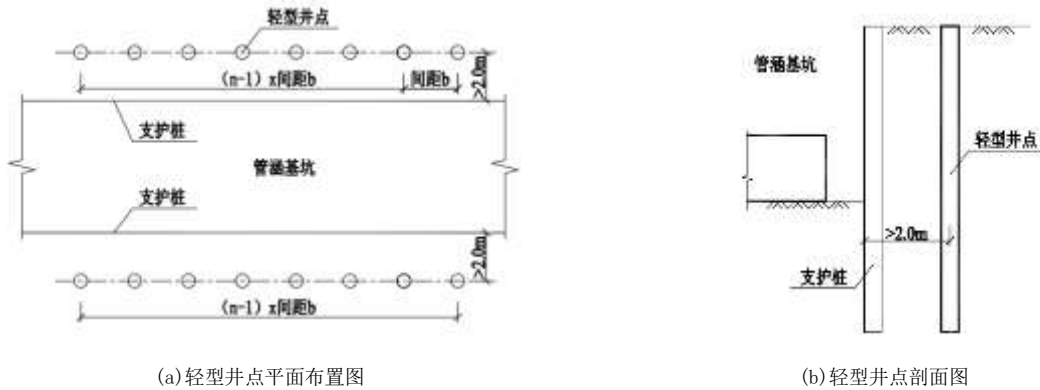


图22 轻型井点布置示意图

14.5 检测

14.5.1 降水管井施工完成后应对管井平面位置、成井直径、深度进行检测，检测结果应符合以下要求：

- a) 井位偏差应不大于 1.0 m；
- b) 成孔直径应不小于设计值，井管壁厚不应小于设计壁厚的 90 %；
- c) 井孔及井管垂直度偏差不大于 1 %；
- d) 成井深度应满足设计要求。

14.5.2 降水过程中应定期（不超过 3 个月）进行含砂量检测，含砂量应小于1/100000。

15 土方开挖与回填

15.1 一般规定

15.1.1 土方开挖宜充分利用基坑时空效应，合理确定土方分层开挖的厚度和长度；软弱土开挖分层厚度不宜大于1 m。

15.1.2 基坑可采用一端向另一端或从中间向两端开挖的方法；纵向斜面可设置多级边坡；各级边坡以及纵向总边坡应满足稳定性、变形等验算要求。基坑纵向分段开挖设计如图10与图11。

15.1.3 基坑开挖与支撑施工应遵循“分层、分段、均衡、及时加撑、严禁超挖”的原则，并符合设计要求。

15.1.4 基坑开挖至设计标高后，应及时组织验槽并进行垫层及基础施工；管道安装和箱涵施工完成后及时回填。管涵地基基础施工与检验应符合GB 50007、GB 55003等相关规范的规定。

15.2 开挖与回填

15.2.1 基坑周边、放坡平台堆载不应超过设计要求。

15.2.2 开挖老黏性土边坡和土岩复合边坡，应及时实施坡面防护及绿化工程。

15.2.3 基坑开挖过程中应做好基坑内外的截排水；坑底应预留厚度0.2 m~0.5 m的余土采用人工清理。

15.2.4 基坑不宜采用爆破开挖。

15.2.5 对于前期已施工并回填完成的管涵上部，堆土堆载应考虑其对管涵受力及沉降的不利影响；堆

载高度不应超过设计覆土厚度。

15.2.6 应按相关规范及设计要求及时进行基坑回填，回填土应控制土料含水率及分层压实厚度等参数，严禁使用淤泥、沼泽土、泥炭土、冻土、有机土或含生活垃圾的土。基坑回填设计如图23，压实系数应符合表6中的要求。

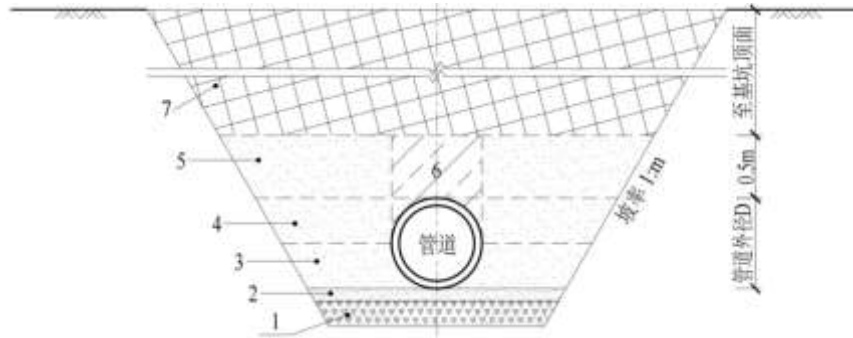


图23 管道基坑回填横断面图

表6 管道基坑回填压实系数

编号	回填部位	管材			
		球墨铸铁管道		钢筋混凝土管道	
1	碎石垫层	≥90 %			
2	中粗砂垫层	≥90 %			
3	砂石基础	≥93 %			
4	管道两侧回填材料	中粗砂	≥95 %	中粗砂	≥95 %
		粘性土	≥95 %	粘性土	≥90 %
5	管顶 0.5 m 以内管道两侧回填材料	粘性土	≥95 %	粘性土	≥95 %
6	管顶 0.5 m 以内正上方回填材料	粘性土	≥85 %	粘性土	≥85 %
7	管顶 0.5 m 以上回填材料	按道路设计要求且不小于 90 %			
注1: 回填材料由排水专业设计确定, 基坑垂直开挖时m为0。					
注2: 回填土的压实系数, 除设计要求用重型击实标准外, 其他皆以轻型击实标准试验获得最大干密度为 100%。					

15.2.7 基坑位于现状道路范围时, 新旧路基相接处可采用台阶式搭接回填, 宜采用土工格栅加强搭接。

15.2.8 回填土压实系数应满足设计要求; 填筑厚度及压实遍数应根据土质、压实系数及压实机具确定; 无试验依据时, 应符合表7中的要求。

表7 填土施工时的分层厚度及压实遍数

压实机具	分层厚度(mm)	每层压实遍数
平碾	250~300	6~8
振动压实机	250~350	3~4
柴油打夯	200~250	3~4
人工打夯	<200	3~4

15.3 检测

15.3.1 应进行分层压实系数检测和地基承载力检测。每填筑一层，应检测该层的压实系数，符合要求后方可填筑上一层。

15.3.2 对黏性土、粉土、灰土、水泥土，其压实系数可采用环刀法；对于砂土、碎石土，其压实系数可采用灌水法或灌砂法；上述回填土均可采用静力触探、轻型动力触探或标准贯入试验进行检测。

15.3.3 压实系数检测点的数量，基坑每10 m~20 m不应少于1个点，单位工程不应少于3个点。

15.3.4 采用载荷试验检测回填土承载力，基坑每20 m~40 m不应少于1个点，单位工程不应少于3个点。

16 监测

16.1 一般规定

16.1.1 基坑监测应贯穿基坑工程全过程；监测点方案应根据基坑支护结构安全等级和基坑环境保护等级综合确定。

16.1.2 监测频率应能准确快速反映支护结构、周边环境的动态变化；有危险征兆时应实时跟踪监测。

16.1.3 环境保护对象的变形控制标准应按照相关规定及要求确定，且应考虑其历史变形及基坑施工全过程变形。

16.2 监测项目

16.2.1 监测项目应根据基坑工程安全等级、环境保护要求、场地特点、基坑支护形式、施工工艺等因素综合确定，应采用仪器监测与现场巡视检查相结合的方法。

16.2.2 基坑工程监测项目宜根据基坑工程安全等级参照表8选择确定。

表8 基坑工程监测项目表

序号	监测项目	基坑支护结构安全等级		
		一级	二级	三级
1	支护结构（边坡顶）竖向、水平位移	√	√	√
2	坑外土体深层水平位移	√	○	—
3	桩（墙）内力	○	○	—
4	支撑轴力	√	○	○
5	地表（含道路）竖向位移	√	√	○
6	邻近建（构）筑物倾斜	√	√	○
7	邻近地下管线竖向位移	√	√	○
8	邻近建（构）筑物裂缝、地表裂缝	√	√	○
9	地下水位（降水工程）	√	○	○

注：√：应测项目；○：选测项目（视工程具体情况和相关单位要求确定）；—：不测项目。

16.3 监测点布置

16.3.1 基坑支护结构受力和变形较大处及周边环境保护要求较高处，应加密监测点。不同监测项目的监测点宜布置在同一断面。

16.3.2 距离基坑边1~3倍基坑开挖深度范围内需要保护的周边环境应作为监测对象，对深厚软土区应适当扩大监测范围。需要进行管井降水，宜将监测范围覆盖降水影响范围。

16.3.3 支护结构水平位移监测点和竖向位移监测点宜为共用点，并布置在支护结构上或基坑放坡坡顶附近，监测点间距沿管涵基坑纵向不宜大于30 m；支护结构深层水平位移或坑外土体深层水平位移监测

点应布设在基坑有代表性及关键部位，坑外土体深层水平位移监测测斜管的埋设深度应大于支护结构深度并进入相对稳定的岩土体中。

16.3.4 环境复杂的支管基坑及横穿现状管涵处的基坑应布设监测点，且应满足既有环境及管涵的相关变形要求。

16.3.5 邻近基坑的建（构）筑物监测点布置的间距不宜大于30 m，建（构）筑物每个角点应布置监测点，圆形、多边形的建筑物宜沿纵横轴线对称布置。

16.3.6 既有地下管涵监测点间距宜为15 m~30 m；应对距离基坑较近的、重要的、抗变形能力差的管涵进行重点监测。无法在地下管涵上布置直接监测点时，可采用引线法，在管涵上方布置地表监测点。

16.4 监测频率及基坑周边环境报警值

16.4.1 各监测项目的监测频率应根据施工工况确定，并满足设计要求。当监测数据变化较大或者速率加快、监测值达到或接近报警值、遇不良天气状况、存在勘察未发现的不良地层、横穿现状管涵处或出现其他影响基坑及周边环境安全的异常情况时，应加密监测。

16.4.2 基坑周边环境保护对象报警值可参照表9，当对保护对象有明确要求时应按相关要求确定。基坑周边环境保护对象的报警值除考虑基坑工程施工引起的附加变形外，尚应考虑其原有变形的影响。

表9 基坑周边环境报警值

监测项目			报警值	
管线 位移	刚性 管道	压力	连续3天变化速率（mm/d）：1~2，累计值（mm）：10~20	
		非压力	连续3天变化速率（mm/d）：3，累计值（mm）：20~30	
	柔性管线		连续3天变化速率（mm/d）：3~5，累计值（mm）：30~40	
邻近建（构）物筑变形			连续3天变化速率（mm/d）：1~3，累计值（mm）：20~30	
临近既有轨道交通和高速铁路			连续3天变化速率（mm/d）：1~2；累计值（mm）：10	
邻近道路路基沉降			高速公路、主干道	连续三天变化速度（mm/d）：3，累计值（mm）：20~30
			一般城市道路	连续三天变化速度（mm/d）：3，累计值（mm）：30~40
地下水位			连续三天变化速率（mm/d）：500，累计值（mm）：1000	
注1：报警值按基坑环境情况分段确定；				
注2：建（构）筑物整体倾斜率累计值达到2‰或新增1‰时应报警；				
注3：根据周边环境保护对象对变形的适应能力及与基坑边距离取范围值的低值或高值。				

16.4.3 出现下列情况之一时，监测单位应立即报警，通知有关各方及时分析原因并对基坑支护结构和周边环境中的保护对象采取应急措施：

- a) 监测数据达到监测报警值；
- b) 基坑支护结构或周边土体的变形明显增加或基坑出现流土、流砂、管涌、隆起或较严重渗漏等；
- c) 基坑支护结构的支撑出现过大变形、压屈、断裂或松弛等现象；
- d) 周边建（构）筑物主体结构（含基础）、周边地面出现较严重突发裂缝或危及安全的变形裂缝；
- e) 周边管涵变形明显增加或出现裂缝、泄漏等；
- f) 根据工程经验判断，出现其他应进行危险报警的情况。

17 标准实施及评价

- 17.1 结合实际,认真做好标准实施准备,包括标准实施的方案准备、组织准备、知识准备、手段准备和物质条件准备等。
- 17.2 制定标准实施方案,明确适用对象和场景、提供实施必备条件和保障(组织、制度、资金、人员和设备仪器等)、推荐方法路径,确定资源要素配置、关键环节和控制点,提出标准实施中的注意事项。
- 17.3 针对相关方和具体对象/岗位进行标准宣贯和培训,结合标准要求,落实责任制,做到横向到边,纵向到底。
- 17.4 标准实施主要在工程建设、技术改造等活动中开展。工程建设、技术改造活动标准实施的重点是落实国家环境保护、安全的要求。
- 17.5 标准实施的检查主要是检查标准实施方案的落实情况,需要逐条检查标准实施内容的落实,并记录未实施内容的理由或原因。标准实施检查也要检查标准实施的支持手段和物质条件的落实情况。做好标准实施验证记录,畅通标准实施信息采集的方式方法和反馈渠道,定期整理并处理收集到的意见建议。对标准实施评价的基本依据是《中华人民共和国标准化法》等。
- 17.6 在标准实施一定时间后,对照标准实施方案,开展标准实施效果评价分析,总结实施经验成效,梳理存在的薄弱环节,对标准实施的评价主要是评价标准实施的效果,主要从技术进步、质量水平提高、效率提高、节约费用、节省时间、履行社会责任等方面进行有益性评价,同时还要评价标准实施带来的问题,以便为未来改进提供参考。
- 17.7 适时向专业标准化技术委员会和标准归口管理单位反馈情况,提出标准推广、修改、补充、完善或者废止等意见建议。
- 17.8 标准实施信息及意见反馈表相关示例见附录 C。

附录 A

(资料性)

区域工程地质及水文地质概况

A.1 湖北省工程地质及水文地质概况

A.1.1 湖北省工程地质及水文地质概况

湖北省地处我国中部，长江中游地区，为华中交通枢纽，自古有“九省通衢”之称，水陆交通十分发达。湖北省属亚热带季风气候，具有冬冷夏热、降水充沛的气候特点，年降水量为 800 mm~1600 mm。省内地势为西高东低，三面环山，自然地理地貌条件多样，有山地、丘陵、平原三大类，其中鄂西北及鄂西南为中低山区，鄂东北为山地及连绵的丘陵岗地，鄂中为江汉平原，鄂东南为低山丘陵。长江、汉江纵贯全省，湖泊星罗棋布，素有“千湖之省”之称，省内地表水丰富，除长江与汉江外，全省共有约 1193 条河流，全长约 53000 公里，最大的梁子湖面积有 1000 平方公里。

湖北省境内地质条件复杂，地层分布类型广泛，既有新近沉积的第四系地层，也有古老的前古生界地层；既有沉积岩，又有岩浆岩和变质岩。详见湖北省地方标准《岩土工程勘察工作规程》(DB42/169)附录 E。

根据地壳的稳定性、新构造运动的差异和大区地貌，湖北省可分为 6 个工程地质区，并根据局部地貌、工程地质岩土体类型和小构造，细分为 23 个亚区，其划分情况详见表 A.1.1《湖北省工程地质分区表》。

A.1.2 水文地质概况

根据不同地区的水文地质特征及地下水类型，湖北省可分为以下 6 个水文地质区。

- 鄂中盆地孔隙水区（I）。本区位于湖北省中部，主要包括江汉盆地和南襄盆地。盆地中间为冲积平原，地势低平，河网纵横，湖泊密布，海拔一般在 20 m~40 m 之间。盆地周边呈岗状起伏，地貌形态为岗状平原，海拔多在 60 m~150 m 之间。冲积平原地区地下水储存丰富，有 3 层地下水：第一层为孔隙潜水，含水层由砂、粉土、黏性土、淤泥质土交互组成，含水岩层厚度 3 m~10 m，水位埋深 1 m~5 m。第二层为孔隙承压水，分布较广，含水层厚度以平原河谷地区较薄，为 5 m~20 m，江汉平原腹地较厚，为 100 m 及以上，水位埋深 1 m~5 m。第三层为裂隙孔隙承压水，含水地层为上第三系。
- 鄂西裂隙岩溶水区（II）。本区位于湖北省西部和西南部，包括南漳、保康、五峰、鹤峰、巴东、利川、来凤等县和神农架地区。区内多属中山，海拔多在 1000 m 以上，雨水充沛。主要含水地层为古生界和中生界碳酸盐岩含水岩类，地下水类型为裂隙岩溶水，为省内地下水资源丰富的地区。本区岩溶发育程度，为省内最强烈地区，亦是我国主要岩溶发育区之一。
- 鄂东南裂隙岩溶水为主区（III）。本区包括武昌、黄石、崇阳、通山和蒲圻等县市，地势南高北低，南部以低山为主，海拔高程 500 m~1000 m，北部多为丘陵和岗地，海拔高程 40 m~200 m，含水岩类齐全，其中以碎屑岩类孔隙裂隙含水岩组分布最广，碳酸盐岩类裂隙岩溶含水岩组为主要含水层。南部碳酸盐岩类多裸露地表，地下水以潜水为主，北部碳酸盐岩类多隐伏地下，岩溶发育，以承压水为主。
- 鄂东北裂隙水区（IV）。本区范围大致位于由枣阳经安陆、新洲至黄石一线的东北部，地势北高南低。北部以低山为主，海拔高程 500 m~1000 m，属大别山与桐柏山系，南部多为丘

陵区，海拔高程大部分在 500 m 以下。本区含水岩类主要为元古界变质岩类，以含裂隙水为主，风化层中有部分孔隙水。是省内地下水贫乏的地区之一。

——大洪山裂隙岩溶水为主区（V）。本区位于江汉盆地和南襄盆地之间，南到钱场、皂市，北至襄樊市。地形上是中间为低山，周边为丘陵和岗地。本区含水岩类齐全，以碎屑岩类孔隙裂隙含水岩类分布面积为最大，而以碳酸盐岩类裂隙岩溶水储量最为丰富。

——鄂西北裂隙岩溶水为主区（VI）。本区包括郧县、郧西、竹山、竹溪和均县等县，地形上多为中至低山，海拔高程 500 m~1500 m。含水岩类以变质岩裂隙含水岩类分布最为广泛，碳酸盐岩类裂隙岩溶水储存量最丰富。主要含水层为下古生界地层。

A.2 武汉地区工程地质及水文地质概况

A.2.1 自然地理地质概况

A.2.1.1 气象水文

武汉地区属于我国亚热带东南季风气候区，具有夏季炎热、冬季寒冷、降水充沛等主要气候特点，年平均气温 15.9℃，极端最高气温 41.3℃，极端最低气温-18.1℃。多年平均年降水量 1261.2 mm，降水多集中在 6 月~8 月，占全年的 41%；最大年降水量 2107.1 mm，最大日降水量 332.6 mm。

武汉地区的长江最高洪水位为 29.73 m（吴淞高程系统），最低枯水位 8.87 m，水位升降幅度 20.86 m。长江水与其两岸承压水有密切的水力联系，互补关系明显，在基坑设计与施工过程中必须考虑汛期长江水位上升的影响，基坑开挖应尽可能选在枯水季节。

武汉市区分布有众多大小不一的湖泊，其水域总面积达 191.12 平方公里，对位于湖泊四周的基坑工程不能忽视地表水体的影响。

A.2.1.2 地形地貌

武汉地处江汉平原东部，地势为东高西低，南高北低，中间被长江、汉江呈 Y 字形切割成三块，谓之武汉三镇。武汉城区南部分布有近东西走向的条带状丘陵，四周分布有比较密集的树枝状冲沟，武汉素有“水乡泽国”之称，境内大小近百个湖泊星罗棋布，形成了水系发育、山水交融的复杂地形。最高点高程 150 m 左右，最低陆地高程约 18 m。

武汉地区地貌形态主要有以下三种类型。

——剥蚀丘陵区：主要分布在武昌、汉阳地区，丘陵呈线状或残丘状分布，如武昌的磨山、珞珈山、汉阳的扁担山等，丘顶高为 80 m~150 m，组成残丘的地层为志留系与泥盆系的砂页岩。

——剥蚀堆积垆岗区：主要分布在武昌、汉阳的平原湖区与残丘之间，地形波状起伏，垆岗与坳沟相间分布，高程为 28 m~35 m（相当于Ⅲ级阶地）。组成垆岗的地层主要为中、上更新统黏性土（老黏土）。

——堆积平原区：分布于整个汉口市及武昌、汉阳沿江一带，主要由长江、汉江冲洪积物构成的Ⅰ、Ⅱ级阶地。Ⅰ级阶地广泛分布于长江、汉江两岸地区，地面标高 19 m~21 m。地层由全新统黏性土、砂性土及砂卵石层构成。区内有众多湖泊、堰塘、残存的沼泽地及暗沟、暗浜等；Ⅱ级阶地仅见于青山镇及东西湖一带，地面标高为 22 m~24 m，地层由上更新统的黏性土与砂性土组成。

A.3 宜昌地区工程地质及水文地质概况

A.3.1 自然地理地质概况

A.3.1.1 气象水文

宜昌市地处东亚副热带季风区，降水的水汽来源主要为印度洋孟加拉湾西南季风和太平洋东南季风，此降水多为涡切变类型。偏东水汽来自东海，降水多为东风带系统(台风)类型。各水汽来源的运动规律是每年四月即进入市域，6月中旬到7月形成“梅雨期”，暴雨多、雨量集中7月中旬以后雨带逐渐北移。冬季受西伯利亚干冷气团控制，盛行偏北风，寒冷干燥，降水量少。根据宜昌市1956~2010年平均年降水量等值线图，55年同步期平均年降水地区分布特点是南多北少，山区多平原河谷少。总趋势是自东南、西南向北递减。从行政区划55年同步期平均年降水量分布看，五峰为最高，达到1541 mm。宣都、长阳在1200 mm~1400 mm。枝江、当阳、兴山在1000 mm左右。其他县市区在1100 mm左右。全市平均1188.9 mm。

A.3.1.2 地形地貌

宜昌西北部属鄂西山地，主要为古生代以碳酸盐岩为主组成的中低山、低山，山势雄伟壮丽，江河深切。东南部属江汉平原与鄂西山地过渡的丘地带，主要为白垩系至上第三系砂岩夹泥岩、砾岩组成的低丘、岗状平原，地势低，谷切开阔。在垂直方向上，多层地貌发育，谷肩以上有三级剥夷面，谷肩以下有五级阶地。

在漫长的地质年代里，白垩纪时期的燕山运动奠定了本区地貌的基本轮廓，嗣后地壳长期处于大面积间歇性掀斜上升之中，在流水侵蚀、岩溶、风化等外营力作用的强烈雕刻下，形成了现今较为完善多层次的地貌景观。按形态成因类型，大体可分六区：

- a) 以碳酸盐岩为主的长阳复背斜北翼构造侵蚀剥蚀中山、中低山区：分布于宜昌西南角玄帝山、高家堰一带，山体标高一般800~1000米，最高达1443.6米。地势西北高，东南低，山脉受构造线控制，形成一系列北西西向的褶皱山地和峡谷沟谷深切，峡谷呈“V”型，山体雄伟，有多层岩溶发育。该区以 S_2 、 S_3 两级剥夷面较为常见，其上分布着岩溶洼地、残丘、漏斗、溶沟、溶槽。
- b) 以碳酸盐岩为主的黄陵背斜周翼构造侵蚀、剥蚀中低山、低山区：分布于分乡、石碑、暮阳、庙河一带，绕黄陵背斜核部展布，由震旦系至二叠系碳酸盐岩为主的沉积盖层组成。山地标高一般为600~800米，最高1589.5米。单斜岩层经长江及支流深切后，形成悬崖峭壁面向背斜核心的逆向坡和较平缓外倾(倾角小于岩层倾角)的顺向坡单面山地形。该区以峡谷深切且多层岩溶地貌形态发育为其特点。山势高峻、江狭河窄，多形成“V”型险谷，两岸峭壁上常有溶洞和暗河流出，如下牢溪陡壁上的猫子洞、三游洞，石碑溪左岸陡壁上的地下暗河一五爪洞等。长江在该区形成了灯影峡和黄猫峡，切割深度达几百米，江面宽150~350米，沿江两岸断续分布有三级剥夷面和五级阶地并在相当I、II级阶地标高上发育着成层的溶洞，如黄、石龙洞、王八洞等。江底有多处标高低于零点的深槽，如南津关江底深槽标高负44米，且有砂砾石充填。该区地表岩溶发育强烈，残丘洼地广布，镶嵌其间的岩溶槽谷高悬于峡谷两岸。残丘多呈浑圆状，比高差50米左右；洼地内多布有落水洞，山体斜坡上：溶沟、溶槽、石芽、石柱到处可见。
- c) 以岩浆岩为主的黄陵背斜核部侵蚀剥蚀低山、高丘陵区：分布于宜昌西北部莲沱、三斗坪、太平溪一带，由前展上纪岩浆岩和崆岭群变质岩组成。地势自长江向南北两侧升高，地面标高一般300~500米，最高974米。该区水系以长江为主干呈树枝状发育，切割密度较大。长江横贯生区，河谷开阔，江面宽400~600米，两岸发育有多级阶地，其中I级阶地发育最为善，支流入江处有规模不等的洪积扇。岩浆岩分布地区，经长期的风化剥蚀、其岩表部多有厚度不等的风化壳，多形成波伏起伏的浑园状丘陵、垅岗状山岭和平缓的山坡(坡度，0~20度)，镶嵌其间的开阔而浅切的沟谷颇为发育。变质岩分布地区：山较险峻，山顶与山脊多呈犬牙状，山脊宽10~20米，斜坡多呈直线型，坡角20~35度，沟谷呈“V”型。

- d) 由砾岩组成的文佛山向斜侵蚀剥蚀低山、高丘陵地区：分布于宜昌南部长江以西的十二背、文佛山一带，地势由西向东降低，地面标高一般 300~600 米，最高 720 米。由白垩系罗镜滩组砾岩组成。山体顶面平坦，且与岩层面基本一致，见有溶蚀洼地和落水洞，山坡陡峻，坡脚处常有崩坍岩块，山体间沟谷切割深度 100~300 米，属“V”型及箱型谷。
- e) 由砂岩夹泥岩组成的宜昌单斜侵蚀剥蚀低丘、岗状平原区：分布于宜昌东南部风洞河、南津关、艾家河、高家堰一线以东，由白垩系至下第三系砂岩夹泥岩为主组成。地势由长江向两侧逐渐升高，地面标高一般 100~200 米，最高 472 米。由于岩层向南东缓倾，被水系切割后形成似桌状山和单面山过渡类型的波状丘陵与平缓垅岗地形，沟谷浅切，比高差仅几十米。长江进入本区后，河谷开阔，江面宽 1000~2000 米，右岸由于江水不断侧蚀，形成较多三角面。
- f) 由第四系松散堆积物组成的河谷侵蚀堆积平原区：呈树枝状零星分布于南津关至虎牙滩段长江及其主要支流的河谷漫滩、阶地等处，由第四系松散堆积物组成。地势西北高，东南低，地面标高一般小于 100 米。地势较平坦，微向河床倾斜，其间被溪沟切割。长江河谷呈不对称状，左堆积阶地、漫滩分布较广，宜昌市区即位于 I 级阶地和 II 级阶地之上。右岸基岩陡壁临江，江中岛屿、沙洲断续分布，如葛洲坝、胭脂坝。

A.3.1.3 地质构造

宜昌市位于扬子江淮地台的西部，处于新华夏系级构造第三降起带南段与淮阳山字型构造体系的复合部位。中、北部为黄陵背斜，东边为当阳盆地，西边为秭归盆地，南边为长阳背斜、仁和坪向斜，西南边为五峰向斜，西北边为神农架背斜。

A.3.2 地层分布及岩土体工程地质特征

A.3.2.1 概述

宜昌在地层区划上从属扬子区，其西部属于黄陵八面山分区的黄陵小区，东部属于江汉分区的江汉西部小区。该区是我国南方标准地层区之一，地层发育齐全，自元古代以来，除石炭纪、晚二叠纪至侏罗纪地层缺失外，其余地层均有出露。其中第四纪地层零星分布于长江及其主要支流的河床、漫滩、阶地等处；早三叠纪、白垩纪地层主要分布于宜昌东南部，不整合超覆于前白垩纪地层之上；二叠纪奥陶纪地层主要出露于宜昌东部和西南角；寒武纪至震旦纪地层则沿黄陵背斜周缘及长阳复背斜北翼分布；元古界崆岭群分布于黄陵背斜核部。

宜昌区内岩浆岩均系前震旦纪岩浆侵入活动的产物，分布于黄背斜核部。受北西向构造的控制，岩性十分复杂，从超基性—基性岩、中岩乃至岩皆有出露。中酸性侵入岩呈岩基及岩株产出，规模较大，构成侵入岩的主体；其他超基性、基性岩等规模甚小，多以小岩体及脉岩零星分布。主要岩石类型为：浅红色细—中粒花岗岩、似斑状斜长花岗岩、中粒斜长花岗岩、英云闪长岩、闪长岩。

A.3.2.2 地层构成及岩土体工程地质特征

A.3.2.2.1 以粘性土为主的粘软土类(A)

该土类具粘软特性，主要分布于宜昌东南部土门—宜昌一带，沿长江及支流两岸呈树枝状展布，宜昌西北部莲沱—太平溪一带长江及支流两岸也有零星分布。因其形成时代、成因类型、颗粒级配及含水量的不同，表现出不同的工程地质特性，据此划分为两个亚类，三个岩组。其中硬塑—可塑中—弱胀缩性粘土、亚粘土亚类。胀缩性土体主要分布于宜昌东南角枝江猫子湾—宜昌邓家湾一带，面积约 7 平方公里。

A.3.2.2.2 以砂、砂砾石为主的松散土类(B)

该土类由第四系松散的粉红砂、中粗沙、砂砾石及半固结泥砾石组成。除泥砾石在宜昌东南马崇岭地表出露，中粗砂在胭脂坝、乐天溪等处河心州、河漫滩及支流入江处有零星分布外，其余皆隐于

长江及其支流阶地下部。该土类结构松散，稳定性差，但砂、砂砾石格架压缩性低，具较高承载力，是良好的地基土层，根据物质组成及其工程地质特性的差异分为两个亚类、三个岩组。

A. 3. 2. 2. 3 以碎屑岩为主的层状岩类(C)

主要分布于宜昌单斜拗陷区，部分分布于黄陵背斜周翼。该岩类岩石原生沉积结构面发育，岩石的物质成分和胶结性状有所不同，造成工程地质性质的差异性。

A. 3. 2. 2. 4 以碳酸盐岩为主的层状岩溶洞隙岩类(D)

主要分布于黄陵背斜周翼及长阳复背斜北翼。岩石具层状结构，强度较高，岩发育。富含岩溶裂隙水，但具不均一性。由于岩溶作用破坏了岩体的完整性，对岩体强度及稳定性有一定的影响，易产生岩溶塌陷、斜坡变形等工程地质问题。根据岩石结构、岩溶发育程度的差异，可分为三个亚类、五个岩组。

A. 3. 2. 2. 5 以岩浆岩为主的块状岩类(E)

分布于宜昌西北部的黄陵背斜核部。岩体完整性好，强度高，但岩体表部风化壳较厚。由于岩石的物质组分和所受构造变动的不同造成工程地质性质的差异，分为两个亚类。宜昌西北角分布的元古界崆岭群变质岩，因其片麻理的存在混合岩化程度不同，其力学性质与岩浆岩相比较有所降低，但总体而言强度较高，且主要工程地质特征与岩浆岩相似，故将其划为块状工程地质岩类。

A. 3. 2. 3 对基坑工程而言，应特别注意以下几点。

A. 3. 2. 3. 1 上更新统的黏性土（老黏性土）是一种超固结土。开挖暴露后极易产生卸荷裂隙或干缩裂隙。若保护不当，使水分浸入，土体强度将迅速下降，发生崩塌、边坡失稳或增加对支护结构的压力。此外，塑性指数高的老黏性土具有一定的膨胀性，失水干缩，遇水膨胀，对支护结构会产生一定的膨胀压力。

A. 3. 2. 3. 2 白垩系至上第三系砂岩夹泥岩、砾岩在地质历史上经受过强烈的挤压褶皱作用，节理裂隙发育，开挖暴露后极易风化、软化，导致边坡失稳。

A. 3. 3 水文地质条件

A. 3. 3. 1 特点概述

宜昌区内雨量充沛，地表水系发达，水资源丰富，赋存多种类型地下水。根据地下水赋存特区内可分为松散岩孔隙水、碎屑岩孔隙裂隙水、砾岩裂隙岩溶水、碳酸盐岩裂隙岩溶水、碎屑岩夹碳酸盐岩岩溶裂隙水、岩浆岩风化壳裂隙水、变质岩风化壳裂隙水七种类型。

区内地下水补给源，大致有以下两种：

——大气降雨补给，是本区主要的补给源，在西部山区尤为突出，大部分降水渗入地下，变为地下迳流；

——大气降水与地表水的双重补给，分布在山区、河流沟前缘斜坡、岩溶发育区的地下水，属双重互补性质，即洪水期既受降雨补给，并受江河陡涨河水补给；枯水期，斜坡地带的地下水又排泄给地表水。

区内地下水动态随季节变化，时间快、幅度大，其水量、水位季节差值可达几倍。地下水多沿岩石中的孔隙、裂隙、破碎带、岩层层面和岩溶管道运移，在当地侵蚀溶蚀基准面，岩相突变接触带、背向斜构造倾伏转折端、断裂复合部位的沟谷或低地、各级剥夹面之间的斜坡、碳酸盐岩类广布的山前区等地带排泄于地表。

A. 3. 3. 2 基坑工程

对基坑工程而言，应特别注意以下几点：

- 孔隙承压水的富水性随含水层颗粒组成的增大而增大，其渗透性也随着增大，渗透系数从 10^{-3} cm/sec 增大到 10^{-1} cm/sec；
- 针对承压水的地下水控制措施多采取敞开式管井降水、悬挂式隔渗帷幕+管井降水，少量采用落底式隔渗帷幕（卵石层中的黏土夹层）。由于下部卵石层渗透系数较大，可采用封降结合、深浅井结合等综合措施的方式。

附录 B

(资料性)

武汉市都市发展区软土分布图

图B.1给出了武汉市都市发展区软土分布（2015年版）。

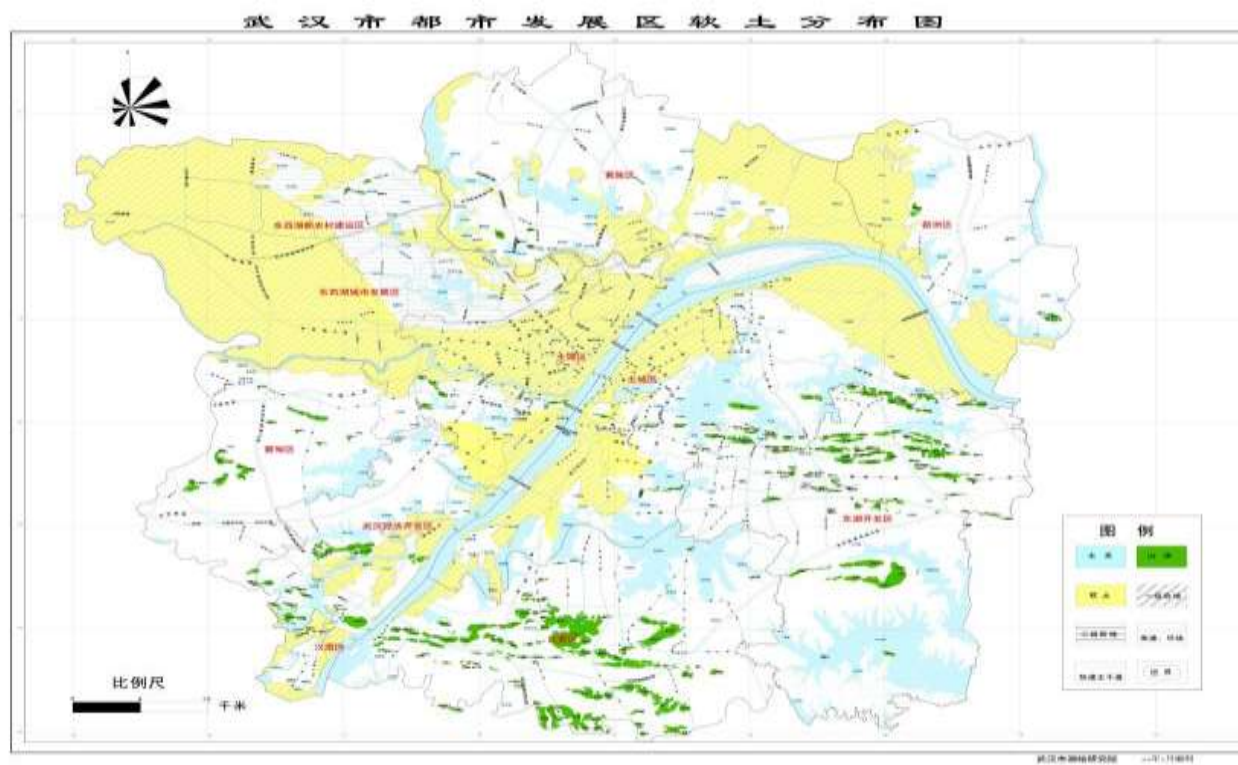


图 B.1 武汉市都市发展区软土分布图

附 录 C

湖北省地方标准实施信息及意见反馈表

表C.1给出了湖北省地方标准实施信息及意见反馈表。

表 C.1 湖北省地方标准实施信息及意见反馈表

标准名称及编号			
总体评价	适用性	该标准与当前所在地的产业或社会发展水平是否相匹配？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	协调性	该标准的特色要求与其他强制性标准的主要技术指标、相关法律法规、部门规章或产业政策是否协调？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	执行情况	标准执行单位或人员是否按照标准要求组织开展相关工作？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
实施信息	标准实施过程中是否存在阻力和障碍？		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	实施过程中存在的主要问题		
修改意见	总体意见	<input type="checkbox"/> 适用 <input type="checkbox"/> 修改 <input type="checkbox"/> 废止	
	具体修改意见	需修改章节： 具体修改意见：	
反馈渠道	<input type="checkbox"/> 标准化行政主管部门 <input type="checkbox"/> 省直行业主管部门 <input type="checkbox"/> 专业标准化技术委员会（工作组） <input type="checkbox"/> 标准起草组（牵头起草单位）		
反馈人	姓名： 单位： 联系方式：		

填表说明：为及时掌握标准实施情况，了解地方标准实施过程中存在的问题，并为标准复审提供科学依据，特制定《湖北省地方标准实施信息及意见反馈表》。可根据实际情况在表格中对应方框打勾，有需要文字说明的反馈意见可在相应位置进行文字描述，也可另附页。

湖北省地方标准
市政管涵基坑工程技术规程

DB42/T 2542—2026

条文说明

5 基本规定

5.4 道路雨水、污水及给水管涵基坑支护设计应与道路设计统筹考虑。道路需要深层地基处理时，道路桩体深层地基处理宜避开排水管涵位置，不能避开时桩顶标高宜设置在管涵底标高以下，便于后期管涵施工；同时基坑支护应考虑对周边既有桩体的保护，基坑侧壁分布有较为深厚软弱土层时，应谨慎采用放坡开挖方式，确需放坡时应进行边坡稳定性验算，同时验算时不应考虑有间距的散状分布的桩体作用。

道路需要浅层地基处理时，处理后的标高低于管涵顶标高时，可先回填道路土方至管涵顶标高以上后（一般高出约50 cm）再开挖施工管涵；处理后的标高高于管涵顶标高时，可直接开挖施工管涵。

管道支管、检查井及箱涵结合箱的基坑支护方式宜与临近的管道和箱涵基坑支护方式相同。

5.7 市政管涵基坑工程时空效应主要表现在以下三个方面：

- a) 基坑宽度，特别是管道基坑宽度一般在3.0 m以内；其有限基坑宽度对基坑稳定性等验算可能产生较大影响，此时宜考虑有限宽度对基坑支护设计及计算的影响；
- b) 基坑在一定的长度或区段，其土方量不大、开挖较快，同时管道安装或箱涵施工也较快，与建筑、地铁等基坑比较，管涵基坑使用时间较短，宜考虑有限宽度与使用时间较短对基坑设计和施工的影响；
- c) 由于基坑宽度较窄、长度相对较长，基坑土方开挖、支撑施工、管道及箱涵施工等与大面积基坑比较有其特殊性，宜考虑基坑线性、窄长对基坑施工的影响。

6 工程勘察与环境调查

6.2.1 本条对一级阶地或湖塘相沉积软弱土层区域的基坑工程明确了应采用静力触探孔的数量，静力触探的孔深可结合地层组合情况辅以其他勘探方法如钻探、动力触探等确定。

7 支护结构选型与计算

7.1.2 对于新建、改建或扩建的道路，宜先进行道路深层或浅层地基处理，再进行基坑施工，基坑深度宜从道路地基处理底标高计算；对于现状道路不需要改造及升级施工时，宜按照现状条件进行基坑深度计算。

7.2.3 本文指出工作面宽度为管道外壁或箱涵外墙外壁与支护结构内壁或放坡坡面之间的距离。

市政管涵基坑支护设计应进行工作面宽度设计。采用纯放坡支护设计时，工作面宽度主要与基坑深度及放坡坡率有关；采用悬臂垂直支护设计时，工作面宽度主要与基坑深度有关；采用内支撑垂直支护设计时，工作面宽度主要与基坑深度、内支撑间距及冠梁或围檩宽度有关。

工作面宽度与基坑深度相关，主要是由于深度不同，基坑土方开挖、结构施工与回填等施工的效率不同，且基坑有问题或险情时施工人员撤离及施工设备、材料等转移的效率也不同。

工作面宽度与内支撑间距及冠梁或围檩宽度相关，主要是由于内支撑间距及腰梁宽度影响土方的纵向及横向开挖及回填效率，且基坑有问题或险情时施工人员撤离及施工设备、材料等转移的效率也不同。

7.3.3 基坑宽度越窄，尺寸效应越明显，考虑基坑与支护结构的尺寸效应可减少支护结构嵌固深度。支护结构嵌固深度大于基坑宽度时，采用天汉软件的“坑中坑”模型进行计算可以有效提高支护结构被动区抗力安全系数 K_{sk} 。因此采用增大系数的计算方法来考虑基坑宽度的影响是可行的。

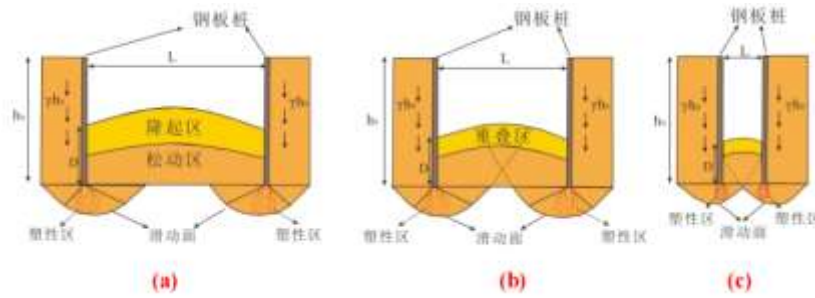


图 1 不同宽度对基坑隆起破坏模式的影响

国内有关学者采用PLAXIS 3D等有限元软件对湖北省典型长江及汉江一级阶地软弱土层的沟槽基坑抗隆起稳定性进行了模拟，通过改变沟槽基坑开挖宽度来研究沟槽宽度对基坑稳定性的影响。沟槽基坑开挖宽度对稳定性系数和钢板桩水平位移的影响如下图所示。

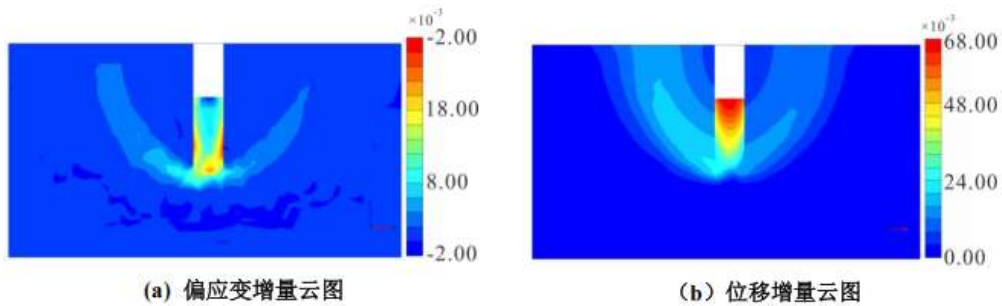


图 2 典型沟槽基坑极限平衡状态云图

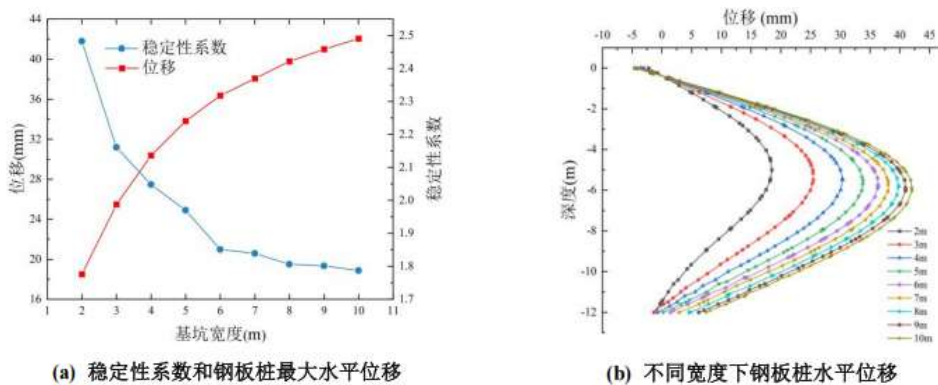


图 3 沟槽基坑宽度对稳定性系数和钢板桩位移的影响

从(a)图可以看出当基坑宽度为2 m时，稳定性系数为 2.483，在宽度增加到 3 m 时，稳定性系数达到 2.161，变化率达到 12.9 %。随着开挖宽度的增加，稳定性系数逐渐降低，且变化率也逐渐降低即稳定性系数变化越来越平缓。说明随着基坑宽度的增加，基坑的尺寸效应越来越不明显，沟槽基坑两侧壁的限制作用逐渐消失。

从工程应用的统计结果来看，通过多种软件分析出的基坑宽度尺寸对支护结构变形的影响规律比较接近，尚未发生由于基坑设计方面的问题而导致工程事故，更多的是由于施工质量缺陷而带来的支护结构位移偏大或局部失稳，表明经验系数具有一定的合理性，也有一定的安全度。

本节是通过湖北省近年来大量工程实践总结的方法，总体来说，经验系数法可在工程实践中应用，同时可为下次修订积累经验。

7.3.5 目前国内各类规范以及手册对基坑抗隆起稳定性验算方法和计算公式不太一致，各种方法由于假设条件不同，计算结果相差较大。对于支撑式支护结构，大量工程实践与研究表明，以最下道支点为圆弧滑动圆心的假设更加符合工程实际。本节参考 DG/TJ 08-61-2018，采用以最下道支点为圆弧滑动圆心并取矩的方法进行抗隆起稳定性计算，其安全系数计入了支护桩（墙）抗弯力矩的影响。

基于湖北省内软土分布区大量基坑工程实践，直剪快剪试验所得内摩擦角通常低于固结快剪试验所得值（中南勘察设计院科研成果《武汉市基坑工程软土抗剪强度指标的优化选取及其应用研究》），直接将直剪快剪指标用于水土合算会导致结果过于保守，因此对稳定性结果进行适当修正是符合实践应用需要的。同时，对于比较狭长的市政基坑工程，当支护桩（墙）嵌固深度超过基坑宽度时，按圆弧滑动法，其整体稳定性的滑动面将穿过对侧支护结构，基坑两侧的被动区重叠，这种重叠会提高土体被动抗力，所以此种情况下抗隆起稳定性应考虑基坑宽度的影响（同 7.3.3 节分析）。

通过多种软件分析工程实例和研究资料，计算公式针对抗剪强度指标选用的差异和考虑市政管涵基坑的尺寸效应引入管涵基坑综合修正系数 λ 。总体而言，将直剪快剪指标用于评价施工期稳定性、将固结快剪指标用于评价长期稳定性的原则，在工程实践中得到了有效的验证，其具体取值的经验可为下次规程修订提供重要依据。

根据多年的大量的管涵基坑工程实践，若桩底在设计桩底标高以上的某一土层内可满足抗隆起计算要求，且该土层厚度不小于 2 m，则可认为抗隆起计算满足要求，即这一土层以下仍然分布有软弱土层，可不再进行基坑抗隆起验算。

8 钢桩支护

8.2.5 目前常规的钢桩施工工艺主要是锤击和振动，其动力、能量不同，穿透岩土层的能力不同。钢桩设置范围内存在杂填土、障碍物或老黏性土、基岩等坚硬岩土层时往往出现穿透困难、效率低下的现象，可采用引孔、高压水冲法等措施。引孔措施一般采用钻机引孔、长螺旋引孔、旋挖引孔等，引孔深度一般不超过钢桩桩长，引孔空隙可采用土、中粗砂或注浆回填。

8.2.9 当管道周围存在易流失的粉土粉砂或流塑状态的淤泥、淤泥质土时，现状管道与钢桩之间的空隙可采用与管道外轮廓相吻合的钢板，使之与钢桩焊接牢固；或采用注浆、旋喷桩等措施预加固管道周围土体，确保施工安全。

8.3.2 钢桩在桥梁、高压线等低净空环境下往往需要分段焊接接长施工。

8.3.6 钢桩施打、基坑开挖及钢桩拔出等施工过程应及时采用钢筋、锹、镐、挖土机等有效措施将附着在拉森钢板桩、槽钢、型钢、钢管等钢桩凹槽及表面的残留土体清除，防止其脱落造成工程及安全事故。

8.3.9 钢桩拔桩产生的振动、噪声、临近地面及建（构）筑物的变形不容忽视，需要时宜采用静力拔桩或免共振设备，且应在基坑回填完成并满足设计及相关规范要求后进行，拔桩留下的空隙可根据地层情况及不同的需求采用灌砂、注浆、搅拌桩或旋喷桩等措施封填。

12 坑底加固

12.1.2 根据多年的大量的管涵基坑工程实践，坑内加固为满堂加固且厚度不小于 3.0 m，通常不会出现基坑隆起现象。

12.2.4 实搅部分与空搅部分的厚度应根据计算确定。近年来，一些位于深厚软弱土层的基坑为加强对周边环境的保护，采用了对坑底以上及以下土体分别进行预加固的方法，效果很好。

13 放坡开挖

13.2.1 当基坑周边环境要求不高时，可采用土钉墙支护结构。在长江（汉江）等一级阶地或湖塘地段，土钉墙开挖深度不宜超过6.0 m；在二级、三级阶地，当土质条件较好采用分级放坡的开挖深度可增加。当基坑侧壁或底部分布有软弱土层、粉土粉砂层时，应结合水泥土搅拌桩、微型钢管桩（或型钢）、树根桩及预应力管桩等竖向支护构件采用复合土钉墙。

14 地下水控制

14.1.2 对于建筑、地铁等基坑，地下水控制方法一般还包含回灌，且回灌宜与降水、隔渗组合使用。由于市政管涵基坑深度一般不深、降水时间一般不长、降水强度一般不大，极少采用回灌措施，因此本条没有包含回灌。

14.2.1 管涵基坑明排主要为坑内明排，由于坑内横断面通常较小，采用盲沟排水不削弱断面尺寸、也不影响有限空间的平整度，更加利于坑内管道的安装和箱涵的支模、浇筑等施工，因此可采用盲沟排水方法；对于宽度较为狭小的污水管道基坑及直径较小的雨水管道基坑，若土体含水量不大，且能够保证工程连续，可取消坑内明沟及盲沟，采用分段设置集水井集中抽排措施。

14.3.4 隔渗帷幕的搭接宽度应结合隔渗帷幕深度及施工设备性能、施工工艺等因素综合确定。本条规定是最低限值，根据实际帷幕深度、施工设备及工艺不同，搭接宽度可适当加大。

14.3.6 槽钢、拉森钢板桩及组合钢桩等钢桩转角处可采用特制的转角钢桩或通过切割、焊接等方法加工形成异型钢桩等措施进行转角连接，确保帷幕连续封闭。

14.4.1 基坑管井降水应根据工程及水文地质条件、水位降深、帷幕深度和环境保护要求等条件分段选择管井降水工艺、管井平面布置及管井结构设计。对于长江一级阶地交互层及二、三级阶地古河道的弱透水含水层中的承压水，可采用真空管井降水。

市政管涵基坑深度一般小于7.0 m，在武汉、黄冈、荆州、监利、襄阳等临近长江及汉江的城市，其坑底一般没有到达砂土层，部分紧邻长江及汉江的管涵基坑可能进入砂层、粉土或粉土粉砂层，因此基坑降水多数为减压降水，单口井降水时间也不是很长，相对较短，可以称之为“减短”现象；同时管涵基坑一般为带状、狭长基坑，对于单口井而言，难以充分发挥其最大作用，降水实际效果与计算比较，要有一定的折减，可以称之为“窄长”效应。由于“减短”现象及“窄长”效应，基坑单口降水井降水强度不宜过大，降水井间距不宜过大。综上，同时结合大量的工程经验，其纵向间距一般为15 m~25 m。为了兼顾支管基坑，充分利用管井，管井宜靠近支管基坑。

14.4.2 对于市政管涵基坑，管井降水井单井出水量一般为30 m³/h~80 m³/h。

14.4.3 表中仅列出常规分段开挖情况，即a/b不大于20的情况，其他尺寸可插值选取。

14.4.6 对于分段降水工程，某段降水工程完成后应保留下一区段附近的降水井，并处于正常运行状态。

15 土方开挖与回填

15.2.3 坑底以上0.2 m~0.3 m 范围内的土方一般采用人工修底，主要是为了防止机械超挖和扰动坑底土体；基底为软弱土层且挖土机械在坑内作业时，人工修底的高度宜进一步加大至0.3 m~0.5 m。

16 监测

16.3.2 基坑周边分布有铁路、轨道交通（地铁及轻轨）、隧道、桥梁、综合管廊、压力管道、堤防、高压铁塔或其他对变形有特殊要求的建（构）筑物及设施时，监测工作应与相关单位或部门协商，并按相关要求编制专项监测方案。