

膨胀土边坡防治技术规程

Technical specification for expansive soil slope prevention

（报批稿）

2022-XX-XX 发布

2022-XX-XX 实施

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本规定 4

5 勘察 5

 5.1 一般规定 5

 5.2 边坡勘察 6

 5.3 土体物理力学参数试验 6

6 设计 7

 6.1 一般规定 7

 6.2 设计计算 8

 6.3 膨胀土边坡防排水措施设计 13

 6.4 覆盖层设计 14

7 覆盖层施工 14

 7.1 一般规定 14

 7.2 前期开挖要求 15

 7.3 覆盖层填筑要求 15

 7.4 施工安全 15

8 覆盖层质量检验、验收和监测 16

 8.1 覆盖层质量检验与验收 16

 8.2 监测 17

附 录 A （资料性） 不同压力下的膨胀率及膨胀压力试验 18

附 录 B （资料性） 质量评定表 20

附 录 C （资料性） 边坡工程监测用表 21

前 言

本规程按照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。

本规程由江苏省住房和城乡建设厅提出。

本规程由江苏省住房和城乡建设厅归口。

本规程起草单位：河海大学、江苏省建苑岩土工程勘测有限公司、苏交科集团股份有限公司、江苏中达勘察设计院有限公司、南京市水利规划设计院股份有限公司。

本规程主要起草人：袁俊平、韦杰、曹雪山、刘传新、符新军、李进、丁国权、何国松、吕亚琴、刘靖、郑付涛、陈珍功、顾善虎、张磊。

膨胀土边坡防治技术规程

1 范围

本规程适用于高度不超过15m的膨胀土边坡工程的勘察、设计、施工、检测和监测。地质和环境条件异常复杂的膨胀土边坡工程，尚应进行专项研究。

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 50007 建筑地基基础设计规范
GB 50014 室外排水设计规范
GB 50021 岩土工程勘察规范
GB 50068 建筑结构可靠性设计统一标准
GB 50086 岩土锚固与喷射混凝土支护工程技术规范
GB 50112 膨胀土地区建筑技术规范
GB/T 50123 土工试验方法标准
GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收标准
GB/T 50290 土工合成材料应用技术规范
GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准
GB 50330 建筑边坡工程技术规范
GB / T 51351 建筑边坡工程施工质量验收标准
SL 176 水利水电工程施工质量检验与评定规程
JTG/T D33 公路排水设计规范
JTG D30 公路路基设计规范
TB 10038 铁路工程特殊岩土勘察规程

3 术语和定义

下列术语和符号适用于本文件。

3.1

膨胀土边坡 Expansive soil slope

由膨胀土组成且对建（构）筑物安全或稳定有影响的人工边坡或自然边坡。

3.2

边坡防治 Slope prevention

为保证边坡及其环境的安全，对边坡进行防护、加固和支挡。

3.3

覆盖法 Covering method

在膨胀土边坡的坡面和坡顶等部位，铺设非膨胀粘性土、土工膜等防护性材料，以达到保持边坡稳定性的边坡防护方法。

3.4

覆盖层 Covering layer

铺设在膨胀土边坡的坡面和坡顶等部位，对被覆盖的边坡土体起防渗保湿作用，由非膨胀粘性土、土工膜等材料组成的防护层。

3.5

边坡环境 Slope environment

边坡影响范围内的岩土体、水系、建（构）筑物、道（铁）路及管网等的总称。

3.6

锚杆 Anchor rod

将拉力传至稳定岩土层的构件（或系统）。

3.7

锚杆格构 Anchor lattice

将框架格构梁护坡与锚杆相结合形成的坡体支护结构。

3.8

重力式挡墙 Gravity retaining wall

依靠自身重力使边坡保持稳定的支挡结构。

3.9

坡率法 Slope ratio method

通过调整、控制边坡坡率维持边坡整体稳定和采取构造措施保证坡体及坡面稳定的治理方法。

3.10

软弱夹层 Weak interlayer

胶结程度差、抗剪强度低、饱水或导水性好、易诱发坡体失稳的薄弱层或滑动面（带）。

3.11

膨胀压力 Swelling pressure

非饱和膨胀土吸水膨胀对（支护）结构物所产生的压应力。

3.12

膨胀力 Swelling force

固结仪中的环刀土样，在体积不变时浸水膨胀所产生的最大内应力。它反映了土体吸水膨胀变形受限时的应力增量。

3.13

边坡稳定安全系数 Safety factor of slope stability

分析边坡运行状态时，采用抗滑力与下滑力的比值评价边坡稳定性的安全状态系数。

3.14

裂隙 Crack

膨胀土中发育的、对土体强度和渗透性有显著影响的裂缝。

3.15

裂隙观测窗 Crack observation window

在地表或浅表土层中，用于统计膨胀土中裂隙发育程度和性状的观测区，可在地表或竖直剖面布置。

3.16

干湿循环作用 Dry-wet cycling effect

受降雨蒸发等环境因素影响，膨胀土经历吸水膨胀和失水收缩的反复作用，加剧土中裂隙发育，进而影响其强度和渗透性。

3.17

边坡场地 Slope site

边坡坡体及邻近对边坡稳定性有影响的区域。

3.18

裂隙开展深度 Vertical crack depth

膨胀土边坡场地内，干湿循环作用引发的胀缩裂隙的最大埋深。

3.19

边坡治理单元 Separated item for slope prevention

边坡场地内，地层土性相近、地下水渗流场相对独立、处置工法一致的最小地段，是进行边坡防治的基本单位。

3.20

预留保护层 Reserved protective layer

在膨胀土边坡覆盖层施工的前期开挖过程中，在基底面以上临时保留的土层，用于保护基底土体，避免其受降雨蒸发影响而导致裂隙开展。

γ	——	岩土体的重度；
γ'	——	岩土体的浮重度；
γ_{sat}	——	岩土体的饱和重度；
γ_w	——	水的重度；
c	——	岩土体的黏聚力；
c_0	——	原状、未风化区膨胀土的黏聚力；
$c_{f,d}$	——	裂隙充分发育区膨胀土的黏聚力；
c_r	——	原状、未风化区膨胀土的残余黏聚力；
c_b	——	裂隙未充分发育区（过渡区）膨胀土的黏聚力；
φ	——	岩土体的内摩擦角；
φ_0	——	原状、未风化区膨胀土的内摩擦角；
$\varphi_{f,d}$	——	裂隙充分发育区膨胀土的内摩擦角；
φ_r	——	原状、未风化区膨胀土的残余内摩擦角；
φ_b	——	裂隙未充分发育区（过渡区）膨胀土的内摩擦角
δ	——	墙背与岩土体的摩擦角；
δ_e	——	膨胀变形量；
μ	——	挡墙底与地基岩土体的摩擦系数；
G_0	——	挡墙每延米自重；
G_b	——	滑体单位宽度自重；

U	——	滑面单位宽度总水压力；
V	——	后缘陡倾裂隙面上的单位宽度总水压力
E_a	——	每延米主动岩土压力合力；
Q	——	单位宽度水平荷载；
T	——	滑体单位宽度重力及其他外力引起的下滑力；
R	——	滑体单位宽度重力及其他外力引起的抗滑力；
P_e	——	膨胀压力；
P_i	——	第 i 计算条块对第 $i+1$ 计算条块单位宽度剩余下滑力；
P_X	——	滑动体下滑力。
H	——	边坡高度；
H_p	——	抗滑桩埋置深度；
h	——	岩土层厚度；
h_p	——	抗滑桩进入稳定层的深度；
h_c	——	最大的裂隙可能开展深度；
h_w	——	滑面水头高度；
h_{cv}	——	覆盖层厚度；
θ	——	边坡滑裂面倾角；
l	——	滑面长度；
α	——	墙背与墙底水平投影的夹角；
α_0	——	挡墙底面倾角；
x_0	——	挡墙中心到墙趾的水平距离；
x_{f1}	——	岩土膨胀压力作用点到墙趾的水平距离；
x_{f2}	——	岩土压力作用点到墙趾的水平距离；
z_1	——	岩土压力作用点到墙踵的竖直距离；
z_2	——	岩土膨胀压力作用点到墙踵的竖直距离；
z_{f1}	——	岩土膨胀压力作用点到墙趾的竖直距离；
z_{f2}	——	岩土压力作用点到墙趾的竖直距离；
K_s	——	稳定安全系数；
K_{sc}	——	覆盖层稳定安全系数；
K_{st}	——	挡墙抗滑移稳定安全系数；
K_{sn}	——	挡墙抗倾覆稳定安全系数；
ψ_{i-1}	——	第 $i-1$ 计算条块对第 i 计算条块的推力传递系数。

4 基本规定

4.1 膨胀土边坡的破坏形式可按表 4.1 划分。

表 4.1 膨胀土边坡的破坏形式

破坏形式	破坏特征	岩土体特征
牵引型	从坡脚处自下而上、多级滑动，滑动面埋深较浅	无软弱夹层
滑移型	沿软弱夹层滑动，滑动面埋深可能较大	有软弱夹层
复合型	沿某弧形滑动面或多级滑动	局部有软弱夹层

4.2 膨胀土边坡工程安全等级分为一级、二级、三级；应根据土体膨胀潜势分类、边坡损坏后可能造成的破坏后果（危及人的生命、造成经济损失、对社会或环境产生不利影响等）的严重性和边坡高度，按表 4.2 确定安全等级。

表 4.2 膨胀土边坡工程安全等级

土体膨胀潜势	边坡高度 H	破坏后果	安全等级
强	—	很严重	一级
	$H \geq 6$	严重	一级
	$H < 6$	严重、不严重	二级
中	$H \geq 10$	—	一级
	$10 > H \geq 6$	很严重、严重	一级
		不严重	二级
	$H < 6$	很严重	一级
		严重	二级
		不严重	三级
弱	$H \geq 10$	很严重、严重	一级
		不严重	二级
	$H < 10$	很严重	一级
		严重	二级
		不严重	三级

注：1 膨胀土边坡工程可根据实际情况分段采用不同的安全等级；

2 对危害性极严重、环境和地质条件复杂的膨胀土边坡工程，其安全等级可根据工程情况适当提高；

3 边坡破坏后果分三个级别，很严重系指对人的生命、经济、社会或环境影响很大；严重系指对人的生命、经济、社会或环境影响较大；不严重系指对人的生命、经济、社会或环境影响较小。

4.3 对由软弱夹层控制、工程滑坡地段、边坡塌滑区或边坡塌方影响区内有重要建（构）筑物等的膨胀土边坡工程，当破坏后果很严重、严重时，安全等级应定一级，当破坏后果不严重时，安全等级可定为二级。

5 勘察

5.1 一般规定

5.1.1 对膨胀土边坡工程应按《岩土工程勘察规范》（GB 50021）和《建筑工程边坡技术规范》（GB 50330）等要求进行甲级岩土工程勘察，对一级膨胀土边坡工程应进行专项勘察。

5.1.2 膨胀土边坡工程勘察前期调查要求：

1 收集气象资料，包括历史最大（长）及典型降水/蒸发强度和降水/干旱历时，以及地温、气温和相对湿度等，分析降水/蒸发条件对边坡稳定性的影响。

2 收集历史最高水位资料，调查可能影响边坡水文地质条件的工农业、市政管线、江河等水源因素，以及相关水库水位调度方案资料。

3 查明对边坡工程产生重大影响的汇水面积、排水坡降、长度和植被等情况。

4 调查边坡周围山洪、冲沟和河流冲淤等情况。

5 滑坡区及其影响范围内建（构）筑物的相关资料。

6 收集类似边坡工程经验。

5.1.3 膨胀土边坡工程勘察内容应符合《岩土工程勘察规范》（GB 50021）和《建筑工程边坡技术规范》（GB 50330）等规定，专项勘察时尚应查明：

1 膨胀土体的胀缩性和裂隙发育程度（宽度、长度、密度及空间分布等）。

2 膨胀土体中的软弱夹层的类型、空间分布（埋深、范围、产状、与临空面的关系等）、物理性状（塑性指数、液性指数、组合关系、充填状况、饱和和导水性状等）及力学特性等。

3 地下水类型、含水层分布及连通性、水位变动情况，分析地下水及其变化对边坡稳定性的影响。

4 各层滑坡面（带）的位置、形态和范围。

5.2 边坡勘察

5.2.1 膨胀土边坡的勘探范围应包括边坡坡体和可能对建（构）筑物有潜在安全影响的区域。

5.2.2 膨胀土边坡工程勘察宜采用地质调查、钻探、坑（井）探和槽探、静力触探试验、标准贯入、地球物理等综合方法。

5.2.3 勘探线应垂直边坡走向布置，详勘时的勘探线、点间距可按表 5.2.3 或根据地区经验确定，且对每一单独边坡段勘探线不应少于 2 条，每条勘探线不应少于 3 个勘探点。在滑坡体转折处和预计采取工程措施的地段，也应布置勘探点。

表 5.2.3 详勘时的勘探线、点间距

边坡工程安全等级	勘探线间距（m）	勘探点间距（m）
一级	≤20	≤15
二级	20~30	15~20
三级	30~40	20~25

5.2.4 控制性勘探孔深度应穿过最深潜在滑动面（或最下一层滑面）以下不小于 5m，一般性勘探孔深度应穿过最深潜在滑动面（或最下一层滑面）以下不小于 2m，勘探孔深度尚应满足支护结构的设计需要。

5.2.5 对膨胀土边坡进行专项勘察时，应按以下规定确定气候长期影响下的裂隙开展深度：

1 在边坡场地附近选取地层土质条件相同、地貌形态相近的代表性区域，进行裂隙观测与探测，以确定裂隙开展深度。

2 观测与探测裂隙时，可采用裂隙观测窗和地球物理等方法。

5.2.6 主要土层和软弱夹层（或滑面）应采集试样进行物理力学性能试验或原位测试，进行室内试验时各层土体试样数应不少于 9 个。

5.3 土体物理力学参数试验

5.3.1 土的抗剪强度指标和渗透系数应通过试验方法确定，除应符合《岩土工程勘察规范》（GB 50021）和《土工试验方法标准》（GB/T 50123）等规定，尚应满足本规程的 5.3.2~5.3.4 的规定。

5.3.2 土的抗剪强度指标宜取原状样进行三轴试验确定；裂隙充分发育土体的抗剪强度指标，可取裂隙不发育的原状样经过不少于 6 次干湿循环后进行三轴试验或直接剪切试验确定；土体的残余强度应采用排水反复直接剪切试验确定。

5.3.3 对膨胀土试样进行干湿循环试验时，应符合如下规定：

1 由原位实测土体含水率极值确定干湿循环试验时土样含水率的变化范围。当缺少原位观测资料时，土样含水率的变化范围可取为风干含水率至饱和含水率。

2 干湿循环过程中，土样风干和增湿的速率应取现场实测极大值。

3 试样湿胀过程中，根据试验目的可选择限定试样体积和不限定试样体积两种试验方式。

5.3.4 裂隙发育和含软弱夹层（或滑面处）膨胀土的抗剪强度指标和渗透系数宜采用现场试验确定，并符合《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330）相关规定。当采用室内试验确定时，宜取能反映土体软弱夹层和裂隙性状的大尺寸原状样。对膨胀土边坡工程应按《岩土工程勘察规范》（GB 50021）和《建筑工程边坡技术规范》（GB 50330）等要求进行甲级岩土工程勘察，对一级膨胀土边坡工程应进行专项勘察。

6 设计

6.1 一般规定

6.1.1 膨胀土边坡工程防治设计应根据膨胀土的特性和工程要求，遵循以防护为主、防护与加固相结合的原则。

6.1.2 膨胀土边坡防护设计应优先采用覆盖法和防排水措施，保持土体水分稳定，抑制裂隙发展。

6.1.3 对较大规模的膨胀土边坡工程，应根据场地的工程地质和水文地质条件，并结合工程特点，划分成若干治理单元。

6.1.4 当膨胀土边坡坡顶低于常水位时，可按一般边坡进行设计；当坡顶高于常水位时，应考虑裂隙及其发展对土体强度和渗透性的影响、土体胀缩对防护结构的影响。

6.1.5 膨胀土边坡稳定性分析计算时应根据其工作状况、作用力或环境因素出现的几率和持续时间的长短，分为正常运用条件、非常运用条件Ⅰ和非常运用条件Ⅱ三种。各运用条件应包括以下工况：

1 正常运用条件：对于临水边坡，处于正常高水位、设计洪水位和最低水位之间的各种水位及其经常性降落的情况；对于不临水边坡，投入运行后经常发生或持续时间长的情况。

2 非常运用条件Ⅰ：除正常运用条件、非常运用条件Ⅱ以外的工况，包括边坡施工期，临水边坡的水位非常降落，降雨或连续降雨等原因导致边坡土体饱和及地下水位变化，正常运用条件下边坡体排水失效等。

3 非常运用条件Ⅱ：边坡正常运用条件下遭遇地震。

6.1.6 膨胀土边坡稳定安全系数应不小于表 6.1.6 的规定值。

表 6.1.6 边坡稳定安全系数要求

运用条件	边坡工程安全等级
------	----------

	一级	二级	三级
正常运用条件	1.35	1.30	1.25
非常运用条件 I	1.30	1.25	1.20
非常运用条件 II	1.15	1.10	1.05

注：1 非常运用条件 II 下，边坡塌滑区内有重要建（构）筑物时，其稳定安全系数可适当提高；

2 对地质条件很复杂或破坏后果极严重的边坡工程，其稳定安全系数宜适当提高。

- 6.1.7 当膨胀土边坡稳定安全系数小于表 6.1.6 规定值时，尚应采用坡率法、挡墙、抗滑桩、锚杆格构、截水帷幕等治理措施。
- 6.1.8 膨胀土边坡工程应设置完善的地表截水、排水，坡面和坡顶防渗措施。当地下水对边坡稳定性影响较大时，尚应设置坡体排水措施或隔渗措施。防排水设计应统筹考虑，形成完善的防排水体系。
- 6.1.9 覆盖层设计宜结合植被防护，其材料和结构形式应根据地形地貌、水文气象、地质条件、材料来源和施工条件等综合确定。
- 6.1.10 当场地有放坡条件时，膨胀土边坡加固治理宜优先采用坡率法。填方边坡采用坡率法时可与加筋材料联合应用。
- 6.1.11 采用挡墙、抗滑桩等措施加固时，宜根据使用要求、环境条件和施工条件等，优先采用柔性的结构措施或型式。
- 6.1.12 采用锚固措施加固时，锚固段应选取边坡潜在滑动面以下稳定岩土体，并宜采用全长粘结型锚固体。
- 6.1.13 膨胀土边坡加固治理施工时，应遵循“信息化施工、动态法设计”的原则，根据施工期揭露的地质条件和安全监测反馈的有关信息，及时完善和修正设计。
- 6.1.14 对膨胀土滑坡进行加固治理时，应先考虑滑坡类型成因、滑坡形态、工程地质和水文地质条件、滑坡稳定性、工程重要性、坡上建（构）筑物和施工影响等因素，分析滑坡的有利和不利因素、发展趋势及危害性，适当采取排水、支挡等工程措施综合治理，确保其稳定性；再进行覆盖层处理，提高滑坡体的长期稳定性。

6.2 设计计算

- 6.2.1 膨胀土边坡的设计应根据所划分的治理单元选择代表性剖面进行计算。各治理单元中沿可能滑动方向的剖面，一级二级边坡不宜少于 3 个，三级边坡不宜少于 2 个；剖面应包括最危险或最深的滑动面。
- 6.2.2 膨胀土边坡设计时应计算各种运用条件下的边坡稳定性。地震作用工况下稳定性计算，参照《建筑边坡工程技术规范》（GB50330）进行。
- 6.2.3 膨胀土边坡设计时应考虑边坡的整体稳定性和局部稳定性，分台阶边坡尚应考虑边坡的整体稳定性和各台阶边坡的稳定性。
- 6.2.4 膨胀土边坡稳定计算应以极限平衡法为基本方法。当边坡存在控制边坡稳定性的软弱夹层时，应根据软弱夹层形态按平面或折线形滑面计算，否则可按圆弧形滑面计算。一级边坡可辅以强度指标折减的有限元法验算其稳定性。
- 6.2.5 膨胀土边坡设计计算时，应考虑裂隙的垂直分带性及其影响。根据裂隙开展深度将边坡土层从上向下分为裂隙发育区、过渡区和不发育区。其中，裂隙发育区和过渡区厚度可分别取为裂隙开展深度的 2/3 和 1/3，裂隙开展深度以下视为裂隙不发育区。
- 6.2.6 膨胀土边坡设计计算时，应考虑渗透力的影响。
- 6.2.7 膨胀土边坡稳定性分析计算时，土体抗剪强度指标的选用应符合表 6.2.7 的规定：

表 6.2.7 土体抗剪强度指标选用

土层分区	抗剪强度指标选用	强度指标确定方法
------	----------	----------

裂隙不发育区	c_0 和 φ_0	原状、未风化土样，饱和固结不排水剪（CU）或饱和固结快剪（CQ）
裂隙发育区	$c_{f,d}$ 和 $\varphi_{f,d}$	原状、未风化土样，干湿循环 6 次后，饱和固结不排水剪 CU 或饱和固结快剪 CQ
	c_r 和 φ_r	原状、未风化土样，饱和排水反复直接剪切试验
裂隙过渡区	c_b 和 φ_b	$c_b = \frac{c_0 + c_{f,d}}{2}$ 、 $\varphi_b = \frac{\varphi_0 + \varphi_{f,d}}{2}$ 或 $c_b = \frac{c_0 + c_r}{2}$ 、 $\varphi_b = \frac{\varphi_0 + \varphi_r}{2}$

6.2.8 无软弱夹层的土质边坡宜假定圆弧形滑面，采用简化毕肖普法，按下列公式进行计算边坡稳定安全系数（图 6.2.8）。

$$K_s = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{m_{b,i}} [c_i l_i \cos \theta_i + (G_i + G_{b,i} - U_i \cos \theta_i) \tan \varphi_i]}{\sum_{i=1}^n [(G_i + G_{b,i}) \sin \theta_i + Q_i \cos \theta_i]}$$

(6.2.8-1)

$$m_{b,i} = \cos \theta_i + \frac{\tan \varphi_i \sin \theta_i}{K_s}$$

(6.2.8-2)

$$U_i = \frac{1}{2} \gamma_w (h_{w,i} + h_{w,i-1}) l_i$$

(6.2.8-3)

式中：

K_s ——边坡稳定安全系数；

c_i ——第 i 计算条块滑面黏聚力(kPa)；

φ_i ——第 i 计算条块滑面内摩擦角(°)；

l_i ——第 i 计算条块滑面长度(m)；

θ_i ——第 i 计算条块滑面倾角(°)，滑面倾向与滑动方向相同时取正值，滑面倾向与滑动方向相反时取负值；

U_i ——第 i 计算条块滑面单位宽度总水压力(kN/m)；

G_i ——第 i 计算条块单位宽度自重(kN/m)；

$G_{b,i}$ ——第 i 计算条块单位宽度竖向附加荷载(kN/m)；方向指向下方时取正值，指向上方时取负值；

Q_i ——第 i 计算条块单位宽度水平荷载(kN/m)；方向指向坡外时取正值，指向坡内时取负值；

$h_{w,i}$ ， $h_{w,i-1}$ ——第 i 及第 $i-1$ 计算条块滑面前端水头高度(m)；

γ_w ——水重度，取 10kN/m³；

i ——计算条块号，从后方起编；

n ——条块数量。

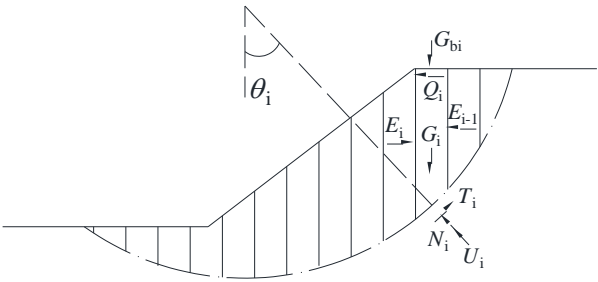


图 6.2.8 圆弧形滑面边坡稳定性计算的条分法图示

6.2.9 膨胀土边坡的最不利滑动面为平面时,采用极限平衡法,由下列公式计算边坡稳定安全系数(图 6.2.9):

$$K_s = \frac{R}{T} \quad (6.2.9-1)$$

$$R = [(G + G_b) \cos \theta - Q \sin \theta - V \sin \theta - U] \tan \varphi + cl \quad (6.2.9-2)$$

$$T = (G + G_b) \sin \theta + Q \cos \theta + V \cos \theta \quad (6.2.9-3)$$

$$V = \frac{1}{2} \gamma_w h_w^2 \quad (6.2.9-4)$$

$$U = \frac{1}{2} \gamma_w h_w l \quad (6.2.9-5)$$

式中:

T ——滑体单位宽度重力及其他外力引起的下滑力(kN/m);

R ——滑体单位宽度重力及其他外力引起的抗滑力(kN/m);

c ——滑面的黏聚力(kPa);

φ ——滑面的内摩擦角(°);

l ——滑面长度(m);

G ——滑体单位宽度自重(kN/m);

G_b ——滑体单位宽度竖向附加荷载(kN/m);方向指向下方时取正值,指向上方时取负值;

θ ——滑面倾角(°);

U ——滑面单位宽度总水压力(kN/m);

V ——后缘陡倾裂隙面上的单位宽度总水压力(kN/m);

Q ——滑体单位宽度水平荷载(kN/m);方向指向坡外时取正值,指向坡内时取负值。

h_w ——滑体后缘陡倾裂隙充水高度(m),根据裂隙情况及汇水条件确定。

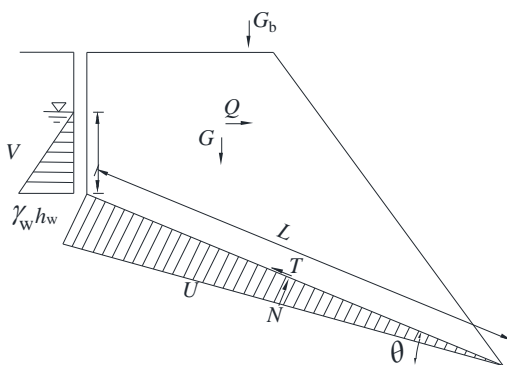


图 6.2.9 平面滑动面边坡稳定性计算简图

6.2.10 膨胀土边坡的最不利滑动面为折线形时,可采用传递系数法隐式解,由下列公式计算边坡稳定

安全系数（图 6.2.10）：

$$P_n = 0 \quad (6.2.10 - 1)$$

$$P_i = P_{i-1}\psi_{i-1} + T_i - \frac{R_i}{K_s} \quad (6.2.10 - 2)$$

$$\psi_{i-1} = \cos(\theta_{i-1} - \theta_i) - \sin(\theta_{i-1} - \theta_i) \tan \varphi_i / K_s \quad (6.2.10 - 3)$$

$$T_i = (G_i + G_{b,i}) \sin \theta_i + Q_i \cos \theta_i \quad (6.2.10 - 4)$$

$$R_i = c_i l_i + [(G_i + G_{b,i}) \cos \theta_i - Q_i \sin \theta_i - U_i] \tan \varphi_i \quad (6.2.10 - 5)$$

式中：

P_n ——第 n 条块单位宽度剩余下滑力(kN/m)；

P_i ——第 i 计算条块与第 $i+1$ 计算条块单位宽度剩余下滑力(kN/m)；当 $P_i < 0$ ($i < n$) 时取 $P_i = 0$ ；

T_i ——第 i 计算条块单位宽度重力及其他外力引起的下滑力(kN/m)；

R_i ——第 i 计算条块单位宽度重力及其他外力引起的抗滑力(kN/m)；

ψ_{i-1} ——第 $i-1$ 计算条块对第 i 计算条块的传递系数；其他符号同前。

当用折线形滑面计算滑坡推力时，应将公式（6.2.10-2）和（6.2.10-3）中的边坡稳定安全系数 K_s 替换为滑坡推力安全系数，以此计算的 P_n ，即为滑坡的推力。

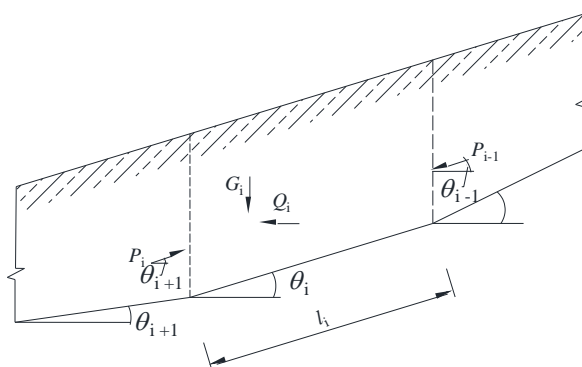


图 6.2.10 折线形滑面边坡传递系数法计算简图

6.2.11 对膨胀土边坡覆盖层进行整体滑移稳定性分析时，可将覆盖层看作滑动刚体，下卧坡体为滑床且为相对隔水层，覆盖层稳定安全系数的计算应符合以下规定：

1 覆盖层中不存在滞水时（图 6.2.11a），可按下式计算：

$$K_{sc} = \frac{[\gamma_{cv} h_{cv} + (\gamma'_{cv} - \gamma_{cv}) h_w] \cos \theta \tan \varphi_{cv} + c_{cv} \sec \theta}{[\gamma_{cv} h_{cv} + (\gamma'_{cv} - \gamma_{cv}) h_w] \sin \theta} \quad (6.2.11-1)$$

式中：

K_{sc} ——覆盖层稳定安全系数；

γ ——覆盖层的重度（kN/m³）；

h_{cv} ——覆盖层厚度（m）；
 θ ——边坡滑动面倾角（°）；
 φ ——覆盖层的内摩擦角（°）；
 c ——覆盖层的黏聚力（kPa）。

2 雨季覆盖层中存在滞水时（图 6.2.11b），可按下式计算：

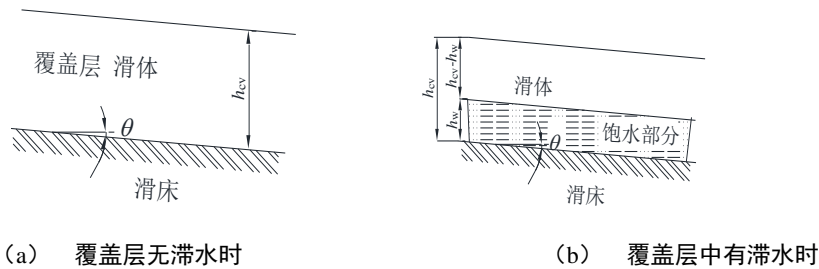


图 6.2.11 覆盖层整体滑移稳定性分析

$$K_{sc} = \frac{[\gamma_{cv}h_{cv} + (\gamma'_{cv} - \gamma_{cv})h_w] \cos \theta \tan \varphi_{cv} + c_{cv} \sec \theta}{[\gamma_{cv}h_{cv} + (\gamma'_{cv} - \gamma_{cv})h_w] \sin \theta} \quad (6.2.11-2)$$

式中：

h_w ——覆盖层滑体的水头高度（m）；
 γ' ——覆盖层的浮重度（kN/m³）。

6.2.12 膨胀土边坡采用支挡结构时，应考虑膨胀压力对支挡结构的影响。膨胀压力的大小应根据边坡土体含水率的变化区域、变化幅度以及支挡结构的允许变形量等因素综合确定。

6.2.13 重力式挡墙的抗滑移稳定性和抗倾覆稳定性验算应考虑膨胀压力作用，计算方法可参考《建筑边坡工程技术规范》（GB50330）规定进行（如图 6.2.13），对膨胀作用力 P_e 进行分解计算。

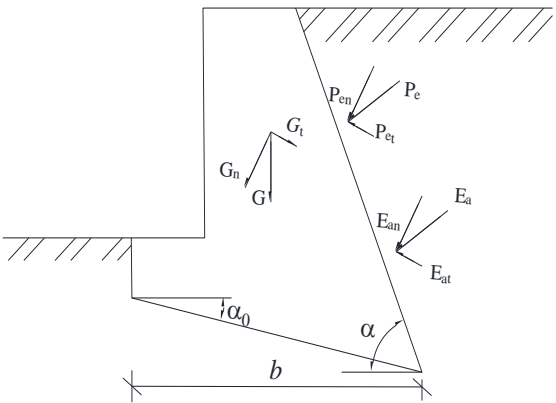
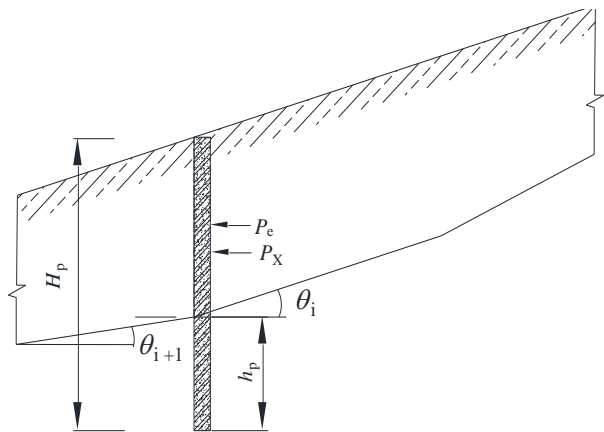


图 6.2.13 重力式挡墙的抗滑移稳定性和抗倾覆稳定性验算图示

6.2.14 对抗滑桩结构进行稳定性验算时，应取边坡剩余下滑力与主动岩土压力中的较大值，并考虑膨胀压力作用，按《建筑边坡工程技术规范》（GB50330）规定进行计算。



注： P_e 为膨胀压力； P_x 为滑动体下滑力； H_p 为抗滑桩埋置深度； h_p 为抗滑桩嵌入稳定层的深度；

图 6.2.14 抗滑桩结构稳定性验算图示

6.2.15 验算锚固措施稳定性时，锚杆的锚固力应考虑锚固结构所受水土压力和土体膨胀压力的作用，按《建筑边坡工程技术规范》（GB50330）规定进行计算。

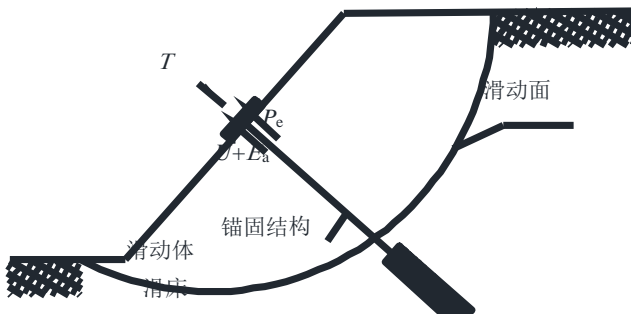


图 6.2.15 锚固结构稳定性验算图示

6.3 膨胀土边坡防排水措施设计

6.3.1 膨胀土边坡防排水措施应满足边坡场地内地表水和地下水的截流、排泄、防渗等使用功能要求，并确保结构安全可靠、便于施工和检修；技术要求除应满足《建筑边坡工程技术规范》（GB50330）、《室外排水设计规范》（GB 50014）和《公路排水设计规范》（JTG/T D33）等相关规定外，尚应符合本规定的 6.3.2~6.3.4 的要求。

6.3.2 地表水的防排水措施可采用挡水堤、截水沟、排水沟（管）、跌水与急流槽等，其选择和布置应根据场地地形、天然水系、汇水条件等确定。

6.3.3 地下水的防排水措施可采用帷幕、排水盲沟、排水网垫、仰斜式排水管（孔）等，其选择和布置应根据地下水的类型、分布、水量等方面综合确定。宜在覆盖层和坡体之间设置排水盲沟或排水网垫，在截排水沟侧壁与坡体之间设置排水体；对挖方边坡，在地下水富集部位或水位变动区，可设置仰斜式排水管（孔）。

6.3.4 仰斜式排水管（孔）设计应符合下列规定：

- 1 仰斜式排水管（孔）的仰角宜不小于 6° ，边长或直径宜不小于 100mm、长度应伸至地下水富集部位。

- 2 仰斜式排水管（孔）间距宜为 2m~3m，主要布设在边坡地下水出渗量较大的位置。
- 3 仰斜式排水管（孔）在进水侧应设置反滤层。
- 4 仰斜式排水管（孔）排出的水宜引入排水沟，其最下一排的出水口应高出地面或排水沟设计水位顶面以上 200mm。

6.4 覆盖层设计

6.4.1 膨胀土边坡覆盖层设计应符合以下规定：

- 1 覆盖层铺设范围应包含坡顶、坡面和坡脚，并延伸到坡顶纵向截水沟或截水帷幕外侧。
- 2 应根据边坡的涉水条件采用不同的覆盖层结构形式。非涉水边坡覆盖层可采用非膨胀性土或改性土的单层结构，也可采用土工膜与非膨胀土（或弱膨胀土）组成的双层结构；涉水边坡覆盖层宜采用非膨胀性土或改性土的单层结构，并在水位变动区铺设现浇钢筋混凝土板。

3 在覆盖层与坡体之间应设置排水措施，以消除可能的水压力（扬压力）对覆盖层的影响。

6.4.2 覆盖层采用单层结构时，覆盖层土料应非膨胀性土料，其工程特性应满足长期稳定的要求，压实度宜不小于 90%。覆盖层厚度可根据土体膨胀潜势和边坡安全等级等确定，宜取为 1.0 m ~ 2.0 m，并符合表 6.4.2 中规定。

表 6.4.2 非膨胀性土料覆盖层厚度建议值

土体膨胀潜势	边坡安全等级	覆盖层厚度（m）
强	一级	≥2.0
	二级	≥1.5
中	一级、二级	≥1.5
	三级	≥1.2
弱	/	≥1.0

6.4.3 覆盖层采用双层结构时，宜选用复合土工膜，土工膜的厚度宜不小于 0.3mm。膜上的非膨胀土或弱膨胀土层应完整、连续、均布，压实度不宜小于 85%，厚度不宜小于 0.7m。

6.4.4 非涉水边坡应对覆盖层宜进行植被防护，并符合以下规定：

1 覆盖层为单层结构时，可采用播撒草种的方式进行绿化，宜选用易成活、生长快、根系发达、叶茎矮或有葡萄茎的多年生当地草类，草种的搭配组合和播种量等应根据植物的生长特点、防护地点及施工方法综合确定。

2 覆盖层为双层结构时，土工膜上的覆盖层可采用铺设草皮或三维土工网加客土喷播草种的方法进行绿化，宜选择根系发达、茎矮叶茂的耐旱草种。

7 覆盖层施工

7.1 一般规定

7.1.1 膨胀土边坡覆盖层施工包括前期开挖与覆盖层填筑两道工序。

7.1.2 前期开挖宜采取自上而下、分层开挖的方式，开挖高度应满足作业安全和施工方便的要求。

7.1.3 前期开挖宜分两个阶段进行，第一阶段开挖至预留保护层，第二阶段挖除预留保护层。

- 7.1.4 第一阶段开挖宜以机械开挖方式为主，不得超挖；第二阶段宜以人工开挖方式为主，不得欠挖。
- 7.1.5 覆盖层填筑施工应采用由下而上分层填筑的方式，材料和填筑工艺应满足覆盖层本体稳定性和对基底土的防渗防蒸发的要求，相关施工参数应由现场工艺试验确定。

7.2 前期开挖要求

- 7.2.1 坡体长度较大时宜沿走向分段进行，弱膨胀土区段宜为 200~100m，中膨胀土区段宜为 100~50m，强膨胀土区段不宜超过 50m。
- 7.2.2 坡体高度较大时宜分层开挖，分层开挖高度不宜超过 3m。
- 7.2.3 挖除预留保护层时，应集中力量快速施工，基底暴露时间不宜超过 24 小时，基底出露后可采用喷射混凝土、防雨布、土工膜等临时保护措施。
- 7.2.4 坡面预留保护层厚度应根据土体的膨胀性确定，当边坡土体为强膨胀性时不宜小于 50 cm，为中弱膨胀性时不宜小于 30 cm。坡顶和坡底预留保护层厚度应考虑机械施工扰动的影响，宜大于坡面预留保护层厚度。
- 7.2.5 挖除预留保护层如遇雨雪等气象条件时，可采用防雨布或土工膜等全面覆盖开挖面，覆盖范围从坡肩向坡顶的延伸范围不宜少于 10m，从坡脚向坡外延伸范围不宜小于 5m。
- 7.2.6 挖除预留保护层时，应挖除受水浸泡崩解或失水干裂的基底土，并用非膨胀性土或素混凝土回填。

7.3 覆盖层填筑要求

- 7.3.1 覆盖层填筑前宜开展现场土料处理、碾压试验、铺料作业和覆盖作业等工艺试验，确定填筑部位、土料种类、级配、含水率、土块粒径大小以及压实标准等技术指标要求。
- 7.3.2 覆盖层土料宜优先选用非膨胀性土料，土料的胀缩性试验和等级判别应按《土工试验方法标准》（GB/T 50123）和《膨胀土地区建筑技术规范》（GB 5112）的规定进行。
- 7.3.3 取用中、强膨胀性土作为覆盖层料源时，应先进行改性使其成为非膨胀性土方可使用。改性剂掺量和改性掺拌工艺应通过现场改性试验确定。
- 7.3.4 覆盖层填筑施工应满足以下规定：
- 1 施工前应清除基底虚土并夯实，注意排除积水。
 - 2 土工膜铺设和拼接应符合《土工合成材料应用技术规范》（GB/T 50290）中的要求。
 - 3 覆盖层填筑施工不得顺坡铺填；铺料和碾压工序应连续交替进行。碾压后间歇时间较长时，应在新铺料前对表面作刨毛或清除处理。采用光面碾时，应在新铺料前对表面作刨毛处理。
 - 4 覆盖层填筑施工过程中如遇雨雪等气象条件时，可采用防雨布或土工膜等全面覆盖填筑面。

7.4 施工安全

- 7.4.1 施工过程中应做好边坡临时防排水措施，并符合如下规定：
- 1 边坡开挖前，应完成坡顶截水沟的开挖和衬护。
 - 2 施工过程中，应通过设置挡水堤、开挖截水沟、设置地表坡度、开挖临时坑槽或沟道、采用机械抽排积水等措施，阻止场外水流进入并及时排除场内积水。
 - 3 边坡开挖时，应保持地下水位降低至最低开挖面 0.5m 以下。
- 7.4.2 施工过程中，应做好安全巡视和监测，做到信息化施工，保障边坡安全和施工操作安全。
- 7.4.3 边坡施工安全措施应符合如下规定：

1 施工过程中,预测可能存在较大滑坡风险时,应及时调整施工作业程序、制定相应处理方案;当边坡变形过大,变形速率过快,周边环境出现沉降开裂等险情时,应按《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330)的要求加强监测并进行应急处理。

2 当边坡施工间歇时间超过一年或坡面冲刷深度大于预留保护层厚度的一半时,应采取适当的保护措施,以维持边坡的稳定。

8 覆盖层质量检验、验收和监测

8.1 覆盖层质量检验与验收

8.1.1 膨胀土边坡工程的质量检验与验收,除应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300)、《建筑边坡工程施工质量验收标准》(GB/T 51351)、《建筑地基基础工程施工质量验收标准》(GB 50202)、《水利水电工程施工质量检验与评定规程》(SL176)等相关规定以外,尚符合本规程 8.1.2 ~ 8.1.3 的规定。

8.1.2 覆盖层应按治理单元对各施工工序中的主控项目和一般项目分别按表 8.1.2-1 和表 8.1.2-2 进行质量检验。

表 8.1.2-1 主控项目施工质量标准、检查方法及数量

项次	检查项目	质量标准	检查(测)数量	检查(测)方法
1	渗排水	边坡底及边坡渗水(含泉眼)妥善引排或封堵,基底面清洁无积水	全数检查	观察、测量与查阅施工记录
2	坡率	不大于设计值	每个单元不少于 2 处	全站仪(经纬仪)测量
3	高程	允许偏差: $-10 \sim +5\text{cm}$	每个单元不少于 2 处	全站仪(水准仪)测量
4	保护层厚度	允许偏差: 人工作业 ≤ 15 , 机械作业 $\leq 30\text{cm}$	每一单元不少于 2 处	尺量或全站仪(水准仪)测量
5	覆盖层厚度	允许偏差: $\leq 2\text{cm}$	每一单元不应少于 2 处	尺量或全站仪(水准仪)测量
6	覆盖层天然土料	自由膨胀率 $\leq 40\%$, 土块最大粒径不大于 5cm , 超过 5mm 的粒径含量不大于 62% (不计姜石含量)	每一单元不少于 2 处	观察、现场量测或抽样检验
	覆盖层改性土料	自由膨胀率 $\leq 65\%$, 土块最大粒径不大于 5cm , 超过 5mm 的粒径含量不大于 62% (不计姜石含量)		
7	覆盖层压实度	双层结构的覆盖层压实度 $\geq 85\%$, 单层结构的覆盖层压实度 $\geq 90\%$; 合格率 $\geq 95\%$, 最小值 \geq 设计值, 不合格样不得集中在局部范围内	抽样数量为每 400m^2 不应少于 1 点, 且每一单元检验数量不应少于 3 处	取样试验, 采用环刀法, 环刀容积不小于 200cm^3

表 8.1.2-2 一般项目施工质量标准、检查方法及数量

项次	检查项目	质量标准	检查(测)数量	检查(测)方法
1	平台宽度	允许偏差: $0 \sim +10\text{cm}$	每一单元不少于 2 处	尺量或全站仪(经纬仪)测量
2	坡脚线偏位	$(-5 \sim +30)\text{cm}$	每 20m 测一处	全站仪(经纬仪)测量
3	表面平整度	允许偏差: $\pm 5\text{cm}$	每一单元不少于 2 处	用 2m 靠尺

8.1.3 覆盖法防治膨胀土坡治理单元的工程质量进行验收时,铺料厚度及铺填宽度合格率不应小于 70% , 检测土体压实度(压实系数)合格率应达到表 7.1.2-1 要求。

8.2 监测

8.2.1 膨胀土边坡工程应开展施工期和运营期监测，技术要求除应符合《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330）等相关规定以外，尚应符合本规程 8.2.2 ~ 8.2.6 的规定。

8.2.2 膨胀土边坡工程施工期监测，应符合工程安全等级和设计要求，结合动态设计和信息化施工，及时完善防治方案和施工期的边坡安全预警机制。

8.2.3 膨胀土边坡工程运营期监测，应通过含水率或裂隙的长期监测，评估覆盖防治方案实施效果。

8.2.4 膨胀土边坡工程观测含水率或裂隙时，应在待测的典型坡段的坡顶和坡面设置监测点，以观测基底面以下土体的含水率变化和裂隙发展情况。

8.2.5 膨胀土边坡工程观测含水率或裂隙时，宜采用自动化监测方法；必要时，可采用钻孔取样、观测窗等方法，并注意对土体含水率和裂隙观测结果进行校准。

8.2.6 膨胀土边坡工程监测除采用仪器设备进行观测外，尚应重视和加强日常人工巡视检查工作。

附录 A (资料性) 不同压力下的膨胀率及膨胀压力试验

A.0.1 不同压力下的膨胀率及膨胀力试验可用于测定有侧限条件下原状土或扰动土样的膨胀率与压力之间的关系，以及土样在体积不变时由于膨胀产生的最大内应力。

A.0.2 不同压力下的膨胀率及膨胀力试验仪器设备应符合下列规定：

- 1 压缩仪试验前校准仪器在不同压力下的压缩量和卸荷回弹量。
- 2 试样面积为 3000mm² 或 5000mm² 时，高为 20mm。
- 3 百分表最大量程为 5mm~10mm，最小分度值为 0.01mm。
- 4 环刀面积为 3000mm² 或 5000 mm² 时，高为 25mm。
- 5 天平最大称量为 200g，最小分度值为 0.01g。
- 6 推土器直径略小于环刀内径，高度为 5mm。

A.0.3 不同压力下的膨胀率及膨胀压力试验方法与步骤，应符合下列规定：

- 1 用内壁涂有薄层润滑油带有护环的环刀切取代表性试样，由推土器将试样推出 5 mm，削去多余的土，称其重量准确至 0.01g，测定试前含水量。
- 2 按压缩试验要求，将试样装入容器内，放入干透水石和薄型滤纸。调整杠杆使之水平，加 1 kPa ~ 2 kPa 的压力(保持该压力至试验结束，不计算在加荷压力之内)并加 50 kPa 瞬时压力，使加荷支架、压板、试样和透水石等紧密接触。调整百分表，并记录初读数。
- 3 对试样分级连续在 1 min ~ 2 min 内施加所要求的压力。所要求的压力可根据工程的要求确定，但应略大于试样的膨胀力。压力分级，当要求的压力大于或等于 150 kPa 时，可按 50 kPa 分级；当压力小于 150 kPa 时，可按 25 kPa 分级；压缩稳定的标准应为连续两次读数差值不超过 0.01 mm。
- 4 向容器内自下而上注入纯水，使水面超过试样上端面约 5 mm，并应保持至试验终止。待试样浸水膨胀稳定后，应按加荷等级分级卸荷至零。
- 5 试验过程中每退一级荷重，应相隔 2 h 测记一次百分表读数。当连续两次读数的差值不超过 0.01 mm 时，可认为在该级压力下膨胀达到稳定，但每级荷重下膨胀试验时间不应少于 12 h。
- 6 试验结束，吸去容器中的水，取出试样称量，准确至 0.01 g。将试样烘至恒重，在干燥器内冷却至室温，称量并计算试样的试后含水量、密度和孔隙比。

A.0.4 不同压力下的膨胀率及膨胀力试验资料的整理和校核，应符合下列规定：

- 1 各级压力下的膨胀率应按下列公式计算：

$$\delta_{epi} = \frac{z_p + z_{cp} - z_0}{h_0} \times 100\% \quad (\text{A.0.4-1})$$

式中， δ_{epi} ——某级荷载下膨胀土的膨胀率 (%)；

z_p ——在一定压力作用下试样浸水膨胀稳定后百分表的读数 (mm)；

z_{cp} ——在一定压力作用下，压缩仪卸荷回弹的校准值(mm)；

- z_0 ——试样压力为零时百分表的初读数 (mm);
- h_0 ——试样加荷前的原始高度 (mm)。

2 试样的试后孔隙比应按下式计算:

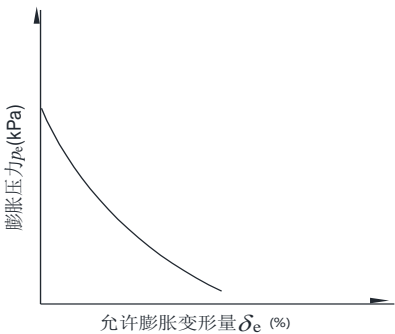
$$e = \frac{\Delta h_0}{h_0} (1 + e_0) + e_0 \tag{A.0.4-2}$$

$$\Delta h_0 = z_{p0} + z_{c0} - z_0 \tag{A.0.4-3}$$

- 式中, e ——试样的试后孔隙比;
- Δh_0 ——卸荷至零时试样浸水膨胀稳定后的变形量 (mm);
- z_{p0} ——试样卸荷至零时浸水膨胀稳定后百分表读数 (mm);
- z_{c0} ——压缩仪卸荷至零时的回弹校准值;
- e_0 ——试样的初始孔隙比。

3 计算的试后孔隙比与实测值之差不大于 0.01。

4 以各级压力下的膨胀率为纵坐标, 压力为横坐标, 绘制膨胀率与压力的关系曲线, 该曲线与横坐标的交点为试样的膨胀力(图 A. 0.4)。



A.0.4 膨胀率-压力曲线示意图

附 录 B
(资料性)
质量评定表

边坡主控项目工序工程质量评定表(B.0.1)

单位工程名称					单元工程量			
分部工程名称					施工单位			
单元工程名称、部位					检验日期		年 月 日	
项次	检查项目		质量标准		检验记录		评定	
1	渗排水		边坡底及边坡渗水(含泉眼)妥善引排或封堵, 基底面清洁无积水				<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	
2	坡率		不大于设计值				<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	
3	高程		允许偏差: -10 ~ +5cm				<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	
4	保护层厚度		允许偏差: 人工作业≤15, 机械作业≤30 cm				<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	
5	覆盖层厚度		允许偏差: ≤2cm				<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	
项次	检测项目		设计值	允许偏差(cm)	实测值	合格数(点)	合格率(%)	
6	覆盖层土料	自由膨胀率	天然土料≤40% 改性土料≤60%	不高于			%	
		土块最大粒径	5cm	不大于			%	
		超过 5mm 粒径含量	62%	不大于			%	
7	压实度	压实度	%	不低于			%	
		合格率≥95%, 最小值≥设计值, 不合格样不得集中在局部范围内						<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
检测结果			共检测 点, 其中合格 点, 合格率 %					
施工单位自评意见				质量等级	监理单位复评意见		复评质量等级	
施工单位					监理单位			
初检人	复检人	终检人						
					核定人			
年 月 日	年 月 日	年 月 日						

边坡一般项目工序工程质量评定表(B.0.2)

单位工程名称					单元工程量			
分部工程名称					施工单位			
单元工程名称、部位					检验日期		年 月 日	
项次	检查项目		质量标准		检验记录		评定	
1	平台宽度		允许偏差: 0 ~ +10cm					
2	坡脚线偏位		允许偏差: (-5~+30) cm					
3	表面平整度		允许偏差: ±5cm					
检测结果			共检测 点, 其中合格 点, 合格率 %					
施工单位自评意见				质量等级	监理单位复评意见		复评质量等级	
施工单位					监理单位			
初检人	复检人	终检人						
					核定人			
年 月 日	年 月 日	年 月 日						

注: “+”表示超挖, “—”为欠挖。

附录 C
(资料性)
边坡工程监测用表

边坡工程监测

承包单位：_____ 合同号：_____
监理单位：_____ 编号：_____

含水率监测报表 C.0.1

上期观测时间		年 月 日 时		本期观测时间		年 月 日 时		天气			
仪器型号				仪器编号				气温	℃气压		kPa
测点 编号	初始值	上期值	本期值	变化量（%）		变化速率（mm/d）		备注			
	（%）	（%）	（%）	本期变化量	累计变化量	日变化速率	累计变化速率				
含水率累计变化时程曲线图											
注：“－”表示含水率减小、“＋”表示含水率增大。											

计算者：_____ 复核者：_____ 签发人：_____

边坡工程监测

承包单位：_____ 合同号：_____
监理单位：_____ 编号：_____

裂隙长度、宽度监测报表 C.0.2

上期观测时间		年		日		时		本期观测时间			年		月		日		时		天气				
仪器型号						仪器编号							温度		°C		气压		kPa				
测点 编号	长度							宽度							裂隙性 状	备注							
	初始观	上期观	本期观	变化量 (mm)		变化速率 (mm/d)	初始观	上期观	本期观	变化量 (mm)		变化速 (mm/d)											
	测值	测值	测值	本期	累计		测值	测值	测值	本期量	累计量												
	(mm)	(mm)	(mm)	量	量	(mm)	(mm)	(mm)															
裂隙长度变化时程曲线图							裂隙宽度变化时程曲线图																
注：	① “+”表示裂隙长度、宽度变大，“-”表示裂隙长度、宽度变小。②后应附裂隙观测照片。																						

计算者：_____ 复核者：_____ 签发人：_____

边坡工程监测

承包单位：_____ 合同号：_____
监理单位：_____ 编 号：_____

裂隙开展深度监测报表 C.0.3

上期观测时间	年 月 日 时	本期观测时间	年 月 日 时	天气						
仪器型号			仪器编号			温度	°C	气压	kPa	
测点 编号	深度								裂隙性状	备注
	裂隙具体部位	裂隙序号	初始观测值 (mm)	上期观测值 (mm)	本期观测值 (mm)	变化量 (mm)		变化速率 (mm/d)		
						本期量	累计量			
裂隙开展深度变化时程曲线图										
注：	① “+” 表示裂隙开展深度变大，“-”表示裂隙开展深度变小。②后应附裂隙观测照片。									

计算者：_____ 复核者：_____ 签发人：_____