

山东省工程建设标准

边坡工程鉴定与加固技术标准

Technical standard for appraisal and
reinforcement of slope

DB37/T 5184—2021

住房和城乡建设部备案号：J 15752 — 2021

主编单位：山东建勘集团有限公司

批准部门：山东省住房和城乡建设厅

山东省市场监督管理局

施行日期：2021年07月01日

中国建材工业出版社

2021 北 京

前 言

根据山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局的计划和要求，编制组经深入调查研究，认真总结山东地区实践经验，参考有关国内标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本标准。

本标准的主要内容是：总则、术语和符号、基本规定、鉴定加固勘察、鉴定调查与检测、鉴定评级、加固设计、加固施工及验收、加固工程监测及有关附录。

本标准由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由山东建勘集团有限公司负责具体技术内容的解释。本标准在执行过程中如有意见和建议，请寄送山东建勘集团有限公司编制组（地址：济南市无影山西路 686 号，邮编：250031，电子邮箱：kcytgs@163.com，网址：<http://www.sdjiankan.com>）。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人员和主要审查人员：

主 编 单 位：山东建勘集团有限公司

参 编 单 位：（排名不分前后）

山东省地矿工程勘察院

山东省水利勘测设计院

山东电力工程咨询院有限公司

济南市勘察测绘研究院

山东正元建设工程有限责任公司

青岛地矿岩土工程有限公司

济南市房屋安全检测鉴定中心

山东省鲁地深基础检测中心

主要起草人员：付宪章 苏玉玺 赵庆亮 叶胜林 刘 燕

马连仲	邵广彪	黄 薛	谢孔金	郭庆华
王基文	陈圣仟	何东林	王忠胜	卜发东
吕仁军	谷仓勇	黄 帅	谢 亮	韩 亮
曾纯品	张利生	程海涛	宋 娜	杨庆义
苏白济	宋金平	牟晓东	郑朝辉	付 垚
刘洪华	黄 民	孙海涛	刘文广	胡本勇
江 海	武登辉	刘明鑫	王宇平	李 斌
范世英	徐帅陵	陈洪年		

主要审查人员：（排名不分前后）

刘俊岩	郑全明	孙剑平	李连祥	张维汇
嵇 飙	范 涛	荆少东	孙 杰	

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	4
3	基本规定	5
3.1	一般规定	5
3.2	边坡工程鉴定	5
3.3	边坡工程加固	6
4	鉴定加固勘察	8
4.1	一般规定	8
4.2	勘察要求	8
4.3	岩土工程参数	10
5	鉴定调查与检测	11
5.1	一般规定	11
5.2	调查与检测要求	11
5.3	使用条件调查	12
5.4	支护系统的调查与检测	14
6	鉴定评级	17
6.1	一般规定	17
6.2	构件鉴定评级	18
6.3	支护子单元鉴定评级	20
6.4	鉴定单元的稳定性评级	22
6.5	鉴定单元的鉴定评级	25
6.6	鉴定报告	25
7	加固设计	28

7.1	一般规定	28
7.2	设计要求	29
7.3	悬臂式、扶壁式挡墙工程	31
7.4	重力式挡墙工程	35
7.5	锚杆挡墙工程	37
7.6	桩板式挡墙工程	38
7.7	加筋土挡墙工程	40
7.8	锚定板式挡墙工程	41
7.9	岩石锚喷边坡工程	42
7.10	坡率法边坡工程	43
8	加固施工及验收	45
8.1	一般规定	45
8.2	基本施工要求	45
8.3	应急措施	47
8.4	工程验收	48
9	加固工程监测	50
9.1	一般规定	50
9.2	监测工作	50
9.3	监测数据处理	53
9.4	监测报告	53
附录 A	边坡工程支护结构地基基础安全性鉴定评级	55
附录 B	原有支护结构有效抗力作用下的边坡稳定性计算方法	58
本标准用词说明		63
引用标准名录		64
附：条文说明		65

1 总 则

1.0.1 为了在边坡工程鉴定与加固中做到安全适用、技术可靠、因地制宜、经济合理、确保质量及保护环境，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于山东省内既有建筑、市政边坡工程的鉴定与加固。岩质边坡高度超过 30m、土岩边坡高度超 25m、土质边坡高度超 15m 的边坡工程以及地质和环境条件复杂的边坡工程鉴定方案应进行专项论证。

1.0.3 边坡工程的鉴定与加固除应符合本标准的规定外，尚应符合国家及地方现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 边坡 slope

地表天然地质和工程地质的作用范围内，具有侧向临空面的地质体，包括自然边坡和人工边坡。根据地质条件可分为土质边坡、岩质边坡和土岩组合边坡。

2.1.2 土岩组合边坡 soil-rock composite slope

边坡体由土层和岩层组成的边坡。

2.1.3 边坡工程鉴定 appraisal of slope engineering

对边坡工程及相关部分的安全性、正常使用性等进行的调查、检测、分析验算和评定等一系列活动。

2.1.4 边坡工程加固 reinforcement of slope engineering

对边坡工程及其相关部分采取增强、局部更换等措施，使其满足国家和山东省现行标准的安全性、耐久性和适用性。

2.1.5 边坡工程鉴定加固勘察 appraisal and reinforcement geological investigation of slope engineering

为满足边坡鉴定加固所进行的岩土工程勘察活动。

2.1.6 边坡工程鉴定检测 inspection of slope appraisal engineering

为评定边坡工程的质量或性能等实施的检查、测量、试验和检验等一系列活动。

2.1.7 鉴定单元 appraisal unit

根据被鉴定边坡工程的地质条件、支护结构体系、边坡形态和作用大小等不同所划分的可以独立进行鉴定的区段，每一区段为一鉴定单元。

2.1.8 子单元 sub-system

鉴定单元中根据组成支护结构的不同形式所细分的基本鉴定单位，一般可按地基基础、支护结构和附属工程划分为三个子单元。

2.1.9 构件 member

子单元中可以进一步细分的基本受力单位。

2.1.10 构件加固 members reinforcement

对既有支护构件采取的修复、补强措施。

2.1.11 整体加固 integral stability reinforcement

对既有边坡工程采取新增支护结构的方式，以提高边坡整体稳定性而进行的加固。

2.1.12 削方减载法 cut unloading at top of slope

通过削减边坡推力区的岩土体达到减少边坡推力，使加固后的既有边坡工程满足预定功能的一种加固法。

2.1.13 堆载反压法 back loading at toe of slope

通过在边坡工程坡脚堆载反压，使加固后的既有边坡工程满足预定功能的一种加固法。

2.1.14 抗滑桩加固法 slide-resistant pile method

通过设置抗滑桩，使加固后的既有边坡工程满足预定功能的一种加固法。

2.1.15 加大截面加固法 structure member strengthening with R. C

加大原结构或构件的截面面积或增配钢筋，以提高其承载力和刚度的一种加固法。

2.1.16 锚固加固法 anchoring method

通过设置锚杆及传力结构，使加固后的既有边坡工程满足预定功能的一种加固法。

2.1.17 注浆加固法 grouting method

通过对岩土体进行注浆处理，改变岩土体的物理、力学性能，使加固后的既有边坡工程满足预定功能的一种加固法。

2.1.18 截排水法 cut-off and draining method

通过设置或改造截、排水系统，使加固后的既有边坡工程满

足预定功能的一种加固法。

2.2 符 号

2.2.1 作用和作用效应

S ——支护结构上的外部作用效应；

R ——支护结构或构件的抗力；

R_N ——新增支护结构或构件的抗力；

R_0 ——原支护结构的有效抗力；

ζ_L ——新增支护结构或构件的抗力发挥系数。

2.2.2 计算系数

F_s ——抗滑移稳定系数；

F_t ——抗倾覆稳定系数；

F_{st} ——边坡稳定性系数；

K ——安全系数。

2.2.3 鉴定评级

A_{ss} 、 B_{ss} 、 C_{ss} ：鉴定单元正常使用性等级；

A_{su} 、 B_{su} 、 C_{su} 、 D_{su} ：鉴定单元安全性等级；

A_s 、 B_s 、 C_s ：子单元正常使用性等级；

A_u 、 B_u 、 C_u 、 D_u ：子单元安全性等级；

a_s 、 b_s 、 c_s ：构件正常使用性等级；

a_u 、 b_u 、 c_u 、 d_u ：构件安全性等级。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 边坡工程鉴定与加固应明确对象、范围和要求，可将边坡工程整体作为鉴定与加固对象，也可将鉴定单元、子单元或构件作为鉴定与加固对象。

3.1.2 边坡工程鉴定与加固由具备相应能力的单位和专业技术人员承担。

3.1.3 加固后的边坡工程应进行正常维护，当改变其用途和使用条件时应进行边坡工程安全性鉴定。

3.2 边坡工程鉴定

3.2.1 边坡鉴定适用于对边坡工程安全性、正常使用性、耐久性和施工质量等进行的鉴定。

3.2.2 在下列条件下，应进行边坡工程安全性鉴定：

- 1 遭受灾害、事故或其他应急情况时；
- 2 存在较严重的质量缺陷或出现影响边坡工程安全性、适用性或耐久性的材料劣化、构件损伤或其他不利状态时；
- 3 对邻近建筑物安全有影响时；
- 4 进行改造、扩建及使用环境改变时；
- 5 需要进行整体维护、维修时；
- 6 达到设计使用年限拟继续使用时；
- 7 需进行司法鉴定时；
- 8 使用性鉴定中发现安全性问题时；
- 9 边坡工程未进行施工质量验收时；
- 10 其他应进行边坡工程安全性鉴定的。

3.2.3 在下列情况下，可进行边坡工程正常使用性鉴定：

- 1 使用维护中需要进行常规性的检查；
 - 2 边坡工程有特殊使用要求的鉴定；
 - 3 其他需进行的边坡工程正常使用性鉴定。
- 3.2.4** 当边坡工程存在耐久性问题时，应进行边坡工程耐久性鉴定。
- 3.2.5** 边坡工程鉴定可按初步调查、制定方案、详细调查与检测、鉴定评级和报告编写的程序进行。
- 3.2.6** 特殊项目鉴定的工作内容还应符合特殊项目鉴定的要求。
- 3.2.7** 鉴定方案应根据鉴定范围和目的、现场条件及技术标准等制定。鉴定方案宜包括下列内容：
- 1 工程概况，主要包括边坡工程类型、边坡总高度、周边环境，边坡设计、施工及监理单位，建造年代等；
 - 2 鉴定的目的、范围、内容和要求；
 - 3 鉴定依据，主要包括检测、鉴定所依据的标准及有关的技术资料等；
 - 4 检测项目和选用的检测方法以及抽样检测的数量；
 - 5 检测鉴定人员和仪器设备配置；
 - 6 鉴定工作进度计划；
 - 7 检测中的安全措施；
 - 8 检测中的环保措施。

3.3 边坡工程加固

- 3.3.1** 边坡工程加固应先设计后施工，及时验收，长期维护。
- 3.3.2** 边坡加固对象的目标使用年限，应根据边坡工程的使用历史、现状和使用要求确定。
- 3.3.3** 下列情况的边坡工程应进行加固：
- 1 边坡出现失稳迹象、支护结构及构件出现明显开裂及变形的边坡工程；
 - 2 使用条件有重大变化可能影响安全的边坡工程；
 - 3 遭受灾害及已发生安全事故的边坡工程；

- 4 支护结构出现严重腐蚀的边坡工程；
 - 5 其他应进行加固的边坡工程。
- 3.3.4** 边坡加固工程安全等级应按现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的规定确定。当边坡的使用条件和环境发生改变，使边坡工程损坏后造成的破坏后果的严重性发生变化时，加固边坡工程安全等级应作相应的调整。
- 3.3.5** 边坡工程加固设计文件及施工专项方案应按有关规定进行评审。
- 3.3.6** 对使用粘结方法或掺有聚合物加固的支护结构或构件，尚应由建设单位委托具备相应资质的单位定期检查其工作状态，检查的时间可由设计单位确定，但第一次时间不应超过 10 年。
- 3.3.7** 与支护结构配合使用的混凝土结构、砌体结构或构件的加固技术、裂缝修补技术、锚固技术和防锈技术以及加固材料等应符合现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 和《砌体结构加固设计规范》GB 50702 等的有关规定。

4 鉴定加固勘察

4.1 一般规定

4.1.1 当边坡已有工程勘察资料不满足鉴定加固要求时，应进行边坡工程鉴定加固勘察。

4.1.2 边坡工程鉴定加固勘察应在利用已有工程勘察资料的基础上进行。

4.1.3 边坡工程鉴定加固勘察应根据边坡特点、破坏情况、边坡工程鉴定要求和可能的加固方式，有针对性地开展工作的。

4.1.4 边坡工程鉴定加固勘察前应取得下列资料：

- 1 气象、水文资料，特别是雨期和暴雨强度等资料；
- 2 场地已有岩土工程勘察资料；
- 3 边坡工程的设计、施工等相关资料；
- 4 附有坐标和地形的边坡工程平面图等；
- 5 邻近建筑物、地下工程和管线等环境资料。

4.1.5 边坡鉴定加固勘察除应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 和《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的有关规定外，尚应重点查明下列内容：

- 1 边坡岩土体与支护结构变形特征及其成因；
- 2 边坡岩土体及岩体结构面的物理力学性质及其变化；
- 3 场地的地下水类型、水位、水量、补给、排泄条件和动态变化，岩土层的透水性，地下水出露情况等水文地质条件及其变化。

4.2 勘察要求

4.2.1 边坡工程鉴定加固勘探范围应包括坡面区域和坡后一定的区域，且应符合下列规定：

1 对无外倾结构面控制的岩质边坡，坡顶勘探区域后缘到坡顶边缘的水平距离一般不应小于边坡高度；

2 对于可能按土体内部圆弧形破坏的土质边坡不应小于1.5倍坡高；

3 对可能沿岩土界面滑动的土岩组合边坡，后部应大于可能的后缘边界；

4 对有外倾结构面控制的岩质边坡，坡顶勘探区域一般应覆盖该结构面在坡顶的出露线；

5 对既有支护结构和建（构）筑物应覆盖有潜在安全影响的区域。

4.2.2 边坡工程鉴定加固勘察手段和勘察工作布置应符合下列规定：

1 边坡工程鉴定加固勘察应先进行工程地质测绘和调查；

2 勘察工作布置应根据边坡工程的勘察等级和已出现的变形破坏迹象，结合搜集的已有岩土工程勘察成果等资料，适当补充勘探孔、原位测试和工程物探等工作；对于勘察等级为甲级的边坡工程，其勘探孔、工程物探测试点（线）应适当加密，必要时，采取现场剪切试验确定滑动面的抗剪强度指标；

3 勘察工作布置应注意对已有边坡工程支护构件的保护，合理避开支护构件；

4 勘探工作采用钻探、坑（井）探、槽探以及物探等方法。

4.2.3 勘察中的钻孔、探井、探坑和探槽应及时封填密实。

4.2.4 边坡工程鉴定加固勘察工程地质测绘应符合下列规定：

1 测绘范围应包括边坡工程可能影响的范围和可能影响边坡工程安全的范围；

2 测绘比例尺宜为1:500~1:1000，对边坡稳定性有重要影响的复杂地段宜采用1:200；

3 测绘内容应包括地形、地物及支护结构等内容；

4 测绘成果应包括地形图、平面图、支护剖面图以及文字

说明等资料。

4.3 岩土工程参数

4.3.1 岩土物理力学指标应通过原位测试、室内试验取得，当无试验条件时，按现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的规定确定安全等级为二级或三级的边坡，可按工程经验确定。

4.3.2 对于未出现变形或处于弱变形阶段的边坡工程，滑动面抗剪强度指标可取现场原位测试的峰值强度值；处于滑动阶段或已滑动的边坡工程，滑动面抗剪强度指标可取残余强度值；处于强变形阶段的边坡工程，滑动面抗剪强度指标可取介于峰值强度与残余强度之间值。

4.3.3 利用搜集的岩土物理力学指标时应进行分析复核，并应充分考虑边坡工程使用对岩土体及岩体结构面的物理力学性质造成的变化。

4.3.4 当按坡率法实施的边坡工程已产生变形或滑动时，可采用反演分析法确定滑动面抗剪强度指标。对出现变形的边坡工程，其稳定性系数 K_s 宜取 1.00 ~ 1.05；对产生滑动的边坡工程，其滑坡稳定系数 K_s 宜取 0.95 ~ 1.00。

5 鉴定调查与检测

5.1 一般规定

5.1.1 现场检测宜选用对检测对象无损伤的检测方法。当选用局部破损的取样检测方法或原位检测方法时，不得损害检测对象的安全性。

5.1.2 检测时应确保所使用的仪器设备在检定或校准周期内，并处于正常工作状态。仪器设备的精度应满足检测项目的要求。

5.1.3 对边坡工程检测项目进行二次抽样检测时，抽样数量应符合现行国家有关标准的规定。

5.1.4 边坡工程检测数据的处理和分析应符合国家、行业和省有关标准的规定。

5.2 调查与检测要求

5.2.1 初步调查应满足下列要求：

1 查阅边坡工程资料，包括边坡工程勘察资料、设计图、设计变更资料、竣工图、竣工资料、历次检测（监测）、加固和改造资料、质量或事故处理报告等；

2 调查边坡工程建设及使用历史，如原始施工、维修、加固、改造、用途变更、使用条件改变及受灾等情况；

3 现场考察，根据资料核对实物，调查边坡工程实际使用情况，查看已发现的问题，听取有关人员的意见等。

5.2.2 详细调查与检测应满足下列要求：

1 详细研究相关文件资料；

2 调查核实使用条件：应对设计、施工、用途、维修、加固等建设、使用历史进行调查，同时对永久荷载、可变荷载、偶然荷载作用和间接作用进行调查，当环境作用对边坡安全性影响

较大时应进行环境作用调查；

3 支护结构、构件的检查和抽样检测：当有图纸资料时，可进行现场抽样复核；当无图纸资料或图纸资料不全时，应通过对支护结构的现场调查和分析，再按现行国家有关检测技术标准，对重要和有代表性的支护结构、构件进行现场抽样检测；检测数据离散性大时应全数检测；

4 附属工程的检查和检测：重点检查边坡工程排水系统的设置和其排水功能，对其他影响安全的附属工程也应进行检查；

5 材料性能检测分析：当图纸资料有说明且不怀疑材料性能有变化时，可采用设计值；当无图纸资料或存在问题时，应按现行国家有关检测技术标准，现场取样进行检测或现场测试。

5.2.3 边坡工程鉴定调查与检测包括使用条件和支护结构两部分的调查与检测。

5.3 使用条件调查

5.3.1 使用条件的调查应包括边坡工程作用、使用环境和使用历史三部分，调查中应考虑使用条件在目标使用年限内可能发生的变化。

5.3.2 使用条件调查应通过现场踏勘、资料查阅和向委托方、知情人员及边坡工程周边居民调查，了解边坡工程使用、维护和改造历史。

5.3.3 边坡工程作用的调查，可选择表 5.3.3 中的项目。

表 5.3.3 边坡工程作用的调查项目

作用类别	调查项目
永久作用	1 土压力、水压力、预应力等直接作用，地基变形等间接作用； 2 坡顶堆载、建（构）筑物恒载等
可变作用 （荷载）	1 人群荷载； 2 汽车荷载； 3 冰、雪荷载； 4 其他移动荷载、周边工程施工荷载等
偶然作用	1 地震作用； 2 水灾、爆炸、撞击等

5.3.4 边坡工程作用取值应符合下列规定：

1 边坡工程的水土压力作用按现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的规定确定；

2 边坡坡顶上建（构）筑物的作用按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定取值；

3 其他荷载作用应按现行国家有关标准的规定确定。

5.3.5 边坡工程使用环境应包括气象环境、地质环境和工作环境，可按表 5.3.5 中所列项目进行调查。

表 5.3.5 边坡工程使用环境调查项目

环境条件	调查项目
气象环境	降雨季节、降雨量、降雪量、霜冻期、冻融交替、土壤冻结深度等
地质环境	地形、地貌、水文地质及工程地质、周边建（构）筑物等
工作环境	侵蚀性气体、液体、固体等

5.3.6 边坡工程所处环境类别和作用等级，可按现行国家标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144 的有关规定确定；当为化学腐蚀环境时，可按现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 和《岩土工程勘察规范》GB 50021 的有关规定确定。

5.3.7 边坡工程及周边环境的变形与裂缝的调查、检测应符合下列规定：

1 调查范围为边坡工程塌滑区及其影响范围内的地面、建（构）筑物、地上及地下输送管线等；

2 对已发生变形或出现裂缝的部位应做出标识和记录；

3 对受到影响的地上及地下输送管线应做出标识和记录，必要时采用相应的仪器设备进行探测；

4 对建（构）筑物的变形、倾斜等应采用相应的仪器设备进行检测；

5 对地面或结构体裂缝深度、宽度、走向应采用相应的仪器设备进行检测或观测，并对其变化趋势进行监测或判断。

5.4 支护系统的调查与检测

5.4.1 对边坡工程支护系统的调查和检测应包括地基基础、支护结构和附属工程三个部分。

5.4.2 对地基基础的调查，除应查阅岩土工程勘察报告及有关图纸资料外，尚应调查地基变形情况（沉降量和沉降稳定情况、沉降差）以及支护结构倾斜、扭曲和裂损情况。

5.4.3 基础的种类和材料性能，应通过查阅图纸及验收资料确定；当资料不足时，可采用局部开挖、物探等手段检测，并应查明基础类型、尺寸、埋深、变形、开裂、腐蚀和损伤等情况。

5.4.4 对支护结构的调查，可根据支护结构的具体情况以及鉴定的内容和要求，选择表 5.4.4 中的调查项目。

表 5.4.4 支护结构的调查项目

调查项目	调查内容
结构整体性	结构布置、连接构造
结构和材料性能	材料强度，结构或构件几何尺寸，构件承载性能、抗裂性能和刚度
结构缺陷、损伤和腐蚀	制作和安装偏差，材料和施工缺陷，构件及其节点的裂缝、损伤和腐蚀
结构变形	支护结构的整体变形，竖向构件的倾斜，受弯构件的挠度和侧弯
构件的构造	保证支护结构构件承载能力、稳定性、延性、抗裂性能、刚度等有关构造措施

5.4.5 对附属工程的调查，除应查阅有关图纸资料外，尚应现场核实附属工程的布置，调查该系统的使用功能、老化损伤、破坏失效等情况。

5.4.6 地基基础、支护结构及附属工程检测包含以下项目：

- 1 材料性能；
- 2 边坡工程外观几何尺寸和整体变形；

- 3 支护结构、构件及基础的外观质量与缺陷；
- 4 支护结构、构件及基础的几何尺寸和变形；
- 5 配筋数量、规格和保护层厚度；
- 6 支护结构、构件及基础的耐久性；
- 7 截、排水系统。

5.4.7 边坡工程支护系统的地基基础、支护结构及附属工程现场检测应符合下列规定：

1 检测抽样原则和抽样数量应按现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 的规定执行，支护结构构件的抽样数量可按检测类别 B 的要求执行，检测数据离散性大时应全数检测；

2 检测项目和内容应包括地基基础、支护结构和附属工程的几何特性、材料性能和结构性能等；

3 地基基础、支护结构和附属工程的检测除应符合现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 、《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 和《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 的规定外，尚应符合国家其他现行有关检测标准的要求；

4 检测时应确保所使用的仪器设备在检定或校准周期内并处于正常工作状态，仪器设备的精度应满足检测项目的要求。

5.4.8 支护结构的材料性能、几何尺寸和变形、缺陷和损伤等检测，可按下列原则进行：

1 支护结构材料性能的检测，当图纸资料有明确说明且无疑问时，可进行现场抽检验证；当无图纸资料或存在问题有疑问时，应按现行国家有关检测技术标准的规定，通过现场取样或现场测试进行检测；

2 支护结构或构件几何尺寸的检测，当图纸资料齐全完整时，可进行现场抽检复核；当图纸资料不全或无图纸资料时，应通过对结构布置和结构体系的分析，对重要和有代表性的结构或构件进行现场详细测量；

3 支护结构的整体变形、竖向构件的倾斜、受弯构件的挠度和侧弯的检测，应在结构或构件变形状况普遍观察的基础上，对有明显变形的结构或构件，可按现行国家有关检测标准的规定进行检测；

4 制作和安装偏差、材料和施工缺陷，应根据现行国家有关建筑材料、施工质量验收标准的有关规定进行检测。构件及其节点的损伤，应在其外观全数检查的基础上，对其中损伤相对严重的构件和节点进行详细检测；

5 当需要进行构件结构性能测试时，可根据现行国家有关结构性能检验或检测技术标准，通过现场试验进行检测。构件的结构性能现场载荷试验，应根据同类构件的使用状况、荷载状况和检验目的选择有代表性的构件。

5.4.9 当需对混凝土结构构件进行材质及有关耐久性检测时，除应按本标准第 5.4.8 条规定外，尚应符合下列要求：

1 混凝土强度的检验宜采取取芯、超声、回弹或其他有效方法综合确定，并应符合现行国家有关检测技术标准、规程的规定；

2 混凝土构件的老化可通过外观状况检查、混凝土中性化测试和钢筋锈蚀状况等检测确定，必要时应进行劣化混凝土岩相及化学分析、混凝土表层渗透性测定等；

3 从混凝土构件中截取的钢筋力学性能和化学成分，应按现行国家标准的规定进行检验。

5.4.10 当需对砌体结构构件进行砌筑质量和砌体强度检测时，除应按本标准第 5.4.8 条的规定执行外，尚应符合下列要求：

1 砌体强度检测，应根据现行国家砌体工程检测技术标准选择适当的检测方法进行；

2 对于砌筑质量明显较差不满足现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 要求的结构构件，应增加抽样数量。

6 鉴定评级

6.1 一般规定

6.1.1 边坡工程可划分成若干鉴定单元进行鉴定评级，安全性评级和正常使用性评级应符合下列规定：

- 1 安全性评级分为四个等级，正常使用性评级分为三个等级；
- 2 当鉴定单元可划分为构件、支护子单元时，应按表 6.1.1 规定的工作内容进行鉴定单元的评级；

表 6.1.1 鉴定单元评级的层次、等级划分及工作内容

层次	一			二		三
层名	鉴定单元			支护子单元		构件
安全性鉴定	等级	A_{su} 、 B_{su} 、 C_{su} 、 D_{su}		等级	A_u 、 B_u 、 C_u 、 D_u	a_u 、 b_u 、 c_u 、 d_u
	稳定性分析			—		—
	支护系统评级结果			地基基础	地基变形、承载力	—
					基础承载性能	—
				支护结构	整体性能	—
					承载功能	承载能力、连接、构造和变形
			附属工程	排水功能，护栏、防护功能	承载能力、连接、构造和变形	
正常使用性鉴定	等级	A_{ss} 、 B_{ss} 、 C_{ss}		等级	A_s 、 B_s 、 C_s	a_s 、 b_s 、 c_s
	支护子单元评级综合分析			地基基础	影响边坡正常使用的地基基础变形、损伤	—
				支护结构	使用状况	变形、裂缝、缺陷、损伤、腐蚀
					位移	空间位移
				附属结构	功能与状况	—

3 当鉴定单元不能细分为构件、支护子单元时,应根据鉴定单元的实际检测数据,直接对其安全性和正常使用性进行评级。

6.2 构件鉴定评级

6.2.1 边坡工程单个构件的划分,应符合下列规定:

1 基础

- 1) 独立基础:一个基础为一个构件;
- 2) 条形基础:两个变形缝所分割的区段为一个构件;
- 3) 单桩:一根为一个构件;
- 4) 群桩:两个变形缝所分割的承台或独立的承台及其所含的基桩为一个构件;
- 5) 地梁:两个变形缝所分割的区段为一个构件。

2 支护结构

- 1) 锚杆:一根锚杆为一个构件;
- 2) 抗滑桩:一根抗滑桩为一个构件;
- 3) 肋柱:两根锚杆所区分的一段肋柱为一个构件;
- 4) 肋梁:两根肋柱所区分的一段肋梁为一个构件;
- 5) 挡墙:两个变形缝所分割的挡墙段为一个构件;
- 6) 挡板:按肋梁、肋柱或桩区分的挡板段为一个构件。

6.2.2 构件的安全性等级评定应通过承载力项目的校核和连接构造项目的分析确定,并取其中的较低等级作为构件的安全等级。评级标准应符合表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 构件安全性鉴定评级标准

等级	分级标准
a_u	构件承载能力不低于设计要求的 100%, 连接和构造符合现行国家标准的要求
b_u	构件承载能力不低于设计要求的 95%, 连接和构造基本符合现行国家标准的要求
c_u	构件承载能力不低于设计要求的 90%, 连接和构造不符合现行国家标准的要求
d_u	构件承载能力低于设计要求的 90%, 连接和构造严重不符合现行国家标准的要求

6.2.3 构件的使用性等级评定应通过裂缝、变形、缺陷和损伤、腐蚀、空间位移等项目对构件正常使用的影响分析确定，并取其最低等级作为构件的使用等级。评级标准应符合表 6.2.3 的规定。

表 6.2.3 构件使用性鉴定评级标准

等级	分级标准
a _s	符合现行国家标准的正常使用要求，在目标使用年限内能正常使用
b _s	略低于现行国家标准的正常使用要求，在目标使用年限内尚不影响正常使用
c _s	不符合现行国家标准的正常使用要求，在目标使用年限内明显影响正常使用

6.2.4 锚杆安全性鉴定评级宜按下列规定进行：

1 调查锚杆已有技术资料，根据已有技术资料对锚头、锚杆杆体、锚固段承载力进行验算。

2 锚杆现场检测可抽样检测，检测项目及抽样数量应符合下列规定：

- 1) 对锚杆外锚头固端质量进行全数检查。对发现有质量缺陷的外锚头进行全数检测；对未发现有质量缺陷的外锚头抽其总数的 5%，且不应少于 3 个进行检测，并对外锚头锚固性能进行评价；
- 2) 有条件时，对锚杆杆体施工质量进行检测；
- 3) 采取有效安全措施或预加固措施后，抽取锚杆总数的 5%，且每种类型锚杆不应少于 3 根，进行锚杆抗拔试验。

6.2.5 锚杆的耐久性应根据锚杆修建年代、材料选择、防腐措施、环境类别和作用等级，及当地工程经验类比进行评估；确有必要，可局部开挖探坑检测锚杆腐蚀情况，按现行国家有关标准评估其耐久年限。

6.2.6 混凝土构件的耐久年限可按现行国家标准《工业建筑可

靠性鉴定标准》GB 50144 进行评估。

6.2.7 重力式挡墙中砌体材料的耐久性可按现行国家标准《砌墙砖试验方法》GB/T 2542 等标准进行评估。

6.2.8 按坡率法修建的边坡工程，应根据边坡工程的地质特点、高度和已使用年限，划分成若干鉴定单元，调查各鉴定单元的外露岩土体的风化程度，局部块体材料的裂隙、损伤程度，根据其整体或局部滑动的可能性、危害后果的严重程度及当地工程经验，确定其耐久年限。

6.3 支护子单元鉴定评级

6.3.1 支护子单元鉴定评级按地基基础、支护结构和附属工程三项进行。

6.3.2 地基基础子单元的安全性评级应符合本标准附录 A 的规定。

6.3.3 支护结构子单元安全性评级应按支护结构的整体性、承载功能和变形两个项目进行，评级应符合下列规定：

1 支护结构的整体性评定应符合表 6.3.3-1 的规定；

表 6.3.3-1 支护结构整体性评定等级

评定等级	A _u	B _u	C _u	D _u
支护结构布置和构造	支护结构布置合理、体系完整；传力路径明确，结构形式和构件选型、整体性构造和连接等符合现行国家标准的规定，满足安全性要求	支护结构布置合理、体系完整；传力路径基本明确，结构形式和构件选型、整体性构造和连接等基本符合现行国家标准的规定，不影响安全	支护结构布置欠合理、体系欠完整；传力路径不明确或不当，结构形式和构件选型、整体性构造和连接等不符合现行国家标准的规定，影响安全	支护结构布置不合理、体系基本未形成；传力路径不明确或不当，结构形式和构件选型、整体性构造和连接等不符合或严重不符合现行国家标准的规定，严重影响安全

2 按承载功能和变形评定支护结构的等级应符合表6.3.3-2的规定；

表 6.3.3-2 支护结构承载功能和变形评定等级

评定等级	A _u	B _u	C _u	D _u
支护结构承载功能和变形	构件集中不含 c _u 级和 d _u 级构件, b _u 级构件不超过 30%, 无影响承载功能的变形	构件集中不含 c _u 级和 d _u 级构件, b _u 级构件超过 30%, 无影响承载功能的变形; 构件集中不含 d _u 级构件, c _u 级构件不超过 20%, 无影响承载功能的变形	构件集中不含 d _u 级构件, c _u 级构件超过 20%, 局部略有影响承载功能的变形; 构件集中 d _u 级构件不超过构件总数的 10%, 且 d _u 级构件不危及支护结构整体安全性, 局部略有影响承载功能的变形	构件集中 d _u 级构件超过构件总数的 10% 或 d _u 级构件危及支护结构整体安全性, 有影响承载功能的变形

3 支护结构应按本条第 1、2 款的较低评定等级作为支护结构的评级结果。

6.3.4 附属工程的安全性评级应按排水工程或系统的排水功能和护栏安全两个项目进行, 评级应符合下列规定:

1 排水工程或系统的排水功能评定应符合表 6.3.4-1 的规定;

表 6.3.4-1 排水工程或系统的排水功能评定等级

评定等级	A _u	B _u	C _u	D _u
排水工程(系统)	布置合理、体系完整, 排水功能符合设计要求	布置合理、体系基本完整, 排水功能基本符合设计要求	布置基本合理、体系基本完整, 排水功能不符合设计要求	排水功能失效, 严重影响边坡工程的排水功能, 对地基基础、支护结构承载功能和变形有不利影响

2 护栏安全性的等级应符合表 6.3.4-2 的规定;

表 6.3.4-2 护栏安全性评定等级

评定等级	A _u	B _u	C _u	D _u
护栏安全性	护栏构件集中不含 c _u 级和 d _u 级构件, b _u 级构件不超过 30%, 无影响承载功能的变形	护栏构件集中不含 c _u 级和 d _u 级构件, b _u 级构件超过 30%; 构件集中不含 d _u 级构件, c _u 级构件不超过 20%	构件集中不含 d _u 级构件, c _u 级构件超过 20%; 构件集中 d _u 级构件不超过构件总数的 10%, 且 d _u 级构件不危及护栏整体安全性	构件集中 d _u 级构件超过构件总数的 10% 或 d _u 级构件危及护栏整体安全性

3 附属工程应按本条第 1、2 款的较低评定等级作为附属工程的评级结果。

6.3.5 支护子单元正常使用性评定应符合下列规定:

1 A_s级: 子单元所含构件无变形或已有变形满足现行国家标准规定, 无 c_s级构件, b_s级构件的数量不超过构件总数的 20%, 使用状况良好;

2 B_s级: 子单元所含构件已有变形、裂缝最大值基本满足现行国家标准规定, 无 c_s级构件, b_s级构件的数量超过构件总数的 20%, 或 c_s级构件不超过构件总数的 20%;

3 C_s级: 子单元所含构件已有变形、裂缝最大值不满足现行国家标准规定, 且 c_s级构件超过构件总数的 20%。

6.4 鉴定单元的稳定性评级

6.4.1 鉴定单元稳定性鉴定评级分为抗滑移稳定性评级、抗倾覆稳定性评级和整体稳定性评级。

6.4.2 边坡稳定性评价包括定性评价和定量评价, 应先进行定性评价, 后进行定量评价。

6.4.3 鉴定单元稳定性鉴定评级应符合下列规定:

1 支护结构构件、地基基础和附属工程安全性评级已经完成;

- 2 稳定性评级应以鉴定单元或子单元作为评定对象；
- 3 已经出现稳定性破坏的或已有重大安全事故迹象的鉴定单元，应直接评定为 D_{su} 级。

6.4.4 当原支护结构对边坡稳定性起有利作用时，边坡工程稳定性验算应考虑其有效抗力。下列情况不应考虑原支护结构或构件的有效抗力：

- 1 支护结构基础位于潜在滑面之上，边坡工程整体失稳时；
- 2 锚杆锚固段位于非稳定地层中时；
- 3 鉴定认定支护结构或构件已经失效时。

6.4.5 原支护结构、构件的有效抗力应按下列规定取值：

- 1 原支护结构、构件几何尺寸应根据调查与检测结果确定；
- 2 当现场检测数据符合原设计值时，原支护结构、构件的材料强度标准值可采用原设计标准值；当现场检测数据与原设计值有差异时，应依据检测结果推定材料强度标准值，推定方法应符合现行国家有关标准的规定；

3 原支护结构或构件的有效抗力可根据原支护结构、构件的几何尺寸和材料性能按现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 和《混凝土结构设计规范》GB 50010 等相关规定计算确定；

4 确定支护结构及构件有效抗力时应考虑支护结构布置和构造因素，必要时结合支护结构整体性评定等级适当折减。

6.4.6 按支护结构抗滑移稳定性和抗倾覆稳定性评定鉴定单元安全性等级时，应符合下列规定：

- 1 以抗滑稳定性和抗倾覆稳定性的最低鉴定等级作为鉴定单元的安全性等级；
- 2 支护结构无变形、倾覆迹象，且不改变边坡使用条件时，可直接将其抗滑稳定性和抗倾覆稳定性评定为 A_{su} 级或 B_{su} 级；
- 3 支护结构有明显变形、倾覆迹象，可直接将其抗滑稳定性和抗倾覆稳定性评定为 C_{su} 级或 D_{su} 级；
- 4 支护结构难以确定有无变形、倾覆迹象，或改变边坡使

用条件时，应按实际检测数据验算评定其抗滑和抗倾覆稳定性，其评定等级应符合表 6.4.6-1 和表 6.4.6-2 的规定。

表 6.4.6-1 一、二级边坡工程支护结构抗滑、抗倾覆稳定性评级表

稳定性系数	$\geq 1.00F_s$ 或 F_t	$\geq 0.95F_s$ 或 F_t	$\geq 0.90F_s$ 或 F_t	$< 0.90F_s$ 或 F_t
评定等级	A _{su}	B _{su}	C _{su}	D _{su}

注： F_s 、 F_t 为抗滑或抗倾覆稳定安全系数。

表 6.4.6-2 三级边坡工程支护结构抗滑、抗倾覆稳定性评级表

稳定性系数	$\geq 1.00F_s$ 或 F_t	$\geq 0.93F_s$ 或 F_t	$\geq 0.87F_s$ 或 F_t	$< 0.87F_s$ 或 F_t
评定等级	A _{su}	B _{su}	C _{su}	D _{su}

注： F_s 、 F_t 为抗滑或抗倾覆稳定安全系数。

6.4.7 应根据鉴定单元整体变形迹象、大小、稳定性验算结果，综合评定鉴定单元整体稳定性，且应符合下列规定：

1 已经出现整体稳定性破坏的或已有重大安全事故迹象的鉴定单元，其稳定性评级按本标准第 6.4.3 条的规定执行；

2 当鉴定单元及其影响范围内的岩土体、建筑物无变形、裂缝等异常现象，且不改变边坡使用条件时，可结合建设年代，将其稳定性评定为 A_{su} 级或 B_{su} 级；

3 当难以确定鉴定单元及其影响范围内的岩土体、建筑物有无变形、裂缝等异常现象，或改变边坡使用条件时，应按实际检测数据验算评定，验算可按本标准附录 A 提供的方法进行，其稳定性评定等级应符合表 6.4.7 的规定，边坡整体稳定性系数 F_s 的计算按本标准附录 B 执行。

表 6.4.7 鉴定单元整体稳定性评级表

稳定性系数 F_{st}	$\geq 1.00F_{st}$	$\geq 0.96F_{st}$	$\geq 0.93F_{st}$	$< 0.93F_{st}$
评定等级	A _{su}	B _{su}	C _{su}	D _{su}

注： F_{st} 为对应鉴定单元整体稳定安全系数。

6.4.8 鉴定单元应按抗滑移稳定性、抗倾覆稳定性和整体稳定性的最低评定等级作为鉴定单元稳定性的评级结果。

6.5 鉴定单元的鉴定评级

6.5.1 支护系统安全性的鉴定评级依据支护子单元鉴定评级结果综合分析确定，应符合下列规定：

1 当附属工程安全性评定为 B_u 级以上时，应以地基基础和支护结构安全性评级中的最低评定等级，作为支护系统的安全性等级；

2 当附属工程安全性等级为 C_u 级，地基基础和支护结构安全性和鉴定单元稳定性评级不低于 B_u 级时，支护系统安全性评级应为 B_{su} 级；

3 当附属工程安全性等级为 D_u 级，地基基础和支护结构安全性评级不低于 C_u 级时，支护系统安全性评级应为 C_{su} 级；

4 其他情况应以地基基础和支护结构安全性评级，作为支护系统安全性评定等级。

6.5.2 应以支护系统安全性评级和鉴定单元稳定性评级中的较低评定等级，作为鉴定单元安全性评定等级。

6.5.3 鉴定单元使用性评定应符合下列规定：

1 A_{ss} 级： B_s 级子单元不应超过子单元总数的 1/3；

2 B_{ss} 级：无 C_s 级子单元；

3 C_{ss} 级：有 C_s 级子单元。

6.6 鉴定报告

6.6.1 边坡工程鉴定工作完成后，应及时提出鉴定报告，鉴定报告应包括下列内容：

1 工程概况；

2 鉴定的目的、范围、内容和要求；

3 鉴定依据；

4 调查、检测项目的实测数据；

5 检测数据的分析、验算及结果；

6 鉴定结论及建议；

7 附件。

6.6.2 鉴定报告的编写应符合下列规定：

1 鉴定报告中宜明确鉴定对象的剩余使用年限，应指出鉴定对象在剩余使用年限内可能存在的问题及产生的原因；

2 鉴定报告中应明确鉴定结果，指明鉴定对象的最终评级结果，明确既有支护结构、构件有效支护抗力，作为技术管理或制订加固、维修计划的依据；

3 鉴定报告宜按表 6.6.2 明确各层次构件、子单元和鉴定单元的评级结果，且应明确处理对象，对安全性等级为 C_u 级和 d_u 级的构件及 C_{su} 级和 D_{su} 级的鉴定单元的数量、所处位置做出详细说明，并提出处理建议。

表 6.6.2 边坡工程鉴定单元评定等级汇总表

鉴定单元	支护结构构件评定等级	支护子单元评定等级	鉴定单元评定等级
I	a_u 、 b_u 、 c_u 、 d_u a_s 、 b_s 、 c_s	A_u 、 B_u 、 C_u 、 D_u A_s 、 B_s 、 C_s	A_{su} 、 B_{su} 、 C_{su} 、 D_{su} A_{ss} 、 B_{ss} 、 C_{ss}
II	a_u 、 b_u 、 c_u 、 d_u a_s 、 b_s 、 c_s	A_u 、 B_u 、 C_u 、 D_u A_s 、 B_s 、 C_s	A_{su} 、 B_{su} 、 C_{su} 、 D_{su} A_{ss} 、 B_{ss} 、 C_{ss}
.....			

6.6.3 鉴定报告中边坡安全性处理建议应符合下列规定：

1 鉴定单元评定等级为 A_{su} 的边坡不必采取整体加固措施； B_{su} 级边坡宜采取整体加固措施； C_{su} 、 D_{su} 级边坡应采取整体加固措施；

2 边坡工程 a_u 级构件不必采取构件加固措施； b_u 级构件可不采取构件加固措施； c_u 级构件应采取构件加固措施； d_u 级构件必须及时采取构件加固措施；

3 当边坡采取整体加固时，边坡中缺陷不会继续发展、不影响构件耐久性和外观的各级既有构件可不进行加固。

6.6.4 鉴定报告中边坡正常使用性处理建议应符合下列规定：边坡工程使用性 a_s 级构件不必采取构件加固措施； b_s 级构件可不

采取构件加固措施；c_s级构件应采取构件加固措施。

6.6.5 边坡工程施工质量鉴定时，鉴定报告应明确施工质量是否满足设计要求，对存在的问题和缺陷提出处理意见。

7 加固设计

7.1 一般规定

7.1.1 边坡工程加固设计时应取得下列资料：

- 1 边坡工程的鉴定报告；
- 2 边坡监测资料；
- 3 边坡工程原有设计和施工竣工资料；
- 4 边坡工程加固勘察报告；
- 5 边坡工程周边建筑物、管线等环境资料；
- 6 现有的施工技术、设备性能、施工条件及类似工程加固经验等资料；

7 委托方提供的边坡加固工程设计任务书。

7.1.2 边坡工程在加固施工前应进行加固设计，加固设计计算应符合现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 等标准的相关规定。

7.1.3 边坡工程既有支护结构构件的加固设计应依据构件结构和材料的不同，分别符合现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 和《砌体结构加固设计规范》GB 50702 等的有关规定。

7.1.4 边坡工程整体加固可采用削方减载、堆载反压、锚固加固、抗滑桩加固、加大截面加固、注浆加固和截排水等方法。加固可以使用一种或多种加固方法组合。当采用组合加固法时，应使组合支护结构受力、变形相协调。

7.1.5 边坡的整体加固方案宜兼顾原支护构件的加固，优先采用边坡工程稳定性和支护结构安全性扰动小、有利于与原有支护结构协同工作的加固方法。

7.2 设计要求

7.2.1 边坡加固工程设计使用年限应按下列原则确定：

1 边坡加固后的使用年限不应低于边坡工程服务对象的使用年限；

2 到期后若重新鉴定认为其工作正常，仍可继续延长的使用年限。

7.2.2 边坡工程的加固方案设计应符合下列规定：

1 边坡加固设计应综合考虑边坡工程的鉴定报告、勘察报告、加固目的、加固设计的可靠性及预期效果、施工难易程度和条件、对邻近建筑和环境的影响、工期和造价等因素，进行全面的分析及经济分析后确定合理的加固设计方案；

2 依据鉴定报告，加固方案设计应考虑合理利用原有支护结构的有效抗力；

3 边坡加固范围应根据鉴定结果及设计分析确定，可对边坡工程整体、区段、支护结构或构件、截（排水）系统等进行加固处理，但均应考虑边坡工程的整体性及加固部分与邻近建筑物的相互影响；

4 边坡加固工程应综合考虑其技术经济效果，避免不必要的拆除或更换；适修性差的边坡工程不应进行加固；

5 边坡加固工程设计应考虑景观及环保要求，做到美化环境，保护生态。

7.2.3 边坡工程加固方案的选择应考虑下列因素：

1 原支护结构的损伤、破坏原因；

2 原支护结构的破坏模式和支护结构及构件的开裂变形情况；

3 新增支护结构与原支护结构受力关系的合理性及加固效果；

4 现场实施方案的可行性；

5 经济合理性。

7.2.4 边坡工程加固设计时，原支护结构或构件的有效抗力按鉴定结果确定，必要时可重新核算。

7.2.5 整体加固新增支护结构或构件与原支护结构共同工作时，支护结构抗力计算应符合下列规定：

1 应根据岩土工程勘察报告、边坡工程鉴定结果、使用要求、加固措施等，确定计算单元中新增支护结构或构件的抗力和原支护结构或构件的有效抗力；

2 组合支护结构抗力计算简图，应符合其实际受力和构造状况；

3 计算单元中的组合支护结构或构件应满足式（7.2.5）的要求：

$$R_0 + \zeta_L R_N \geq KS \quad (7.2.5)$$

式中： R_N ——新增支护结构或构件的抗力；

ζ_L ——新增支护结构或构件的抗力发挥系数，新增锚杆及抗滑桩抗力依据不同支护形式在下面各节中分别提出；

K ——安全系数，根据不同支护结构类型的不同计算模式按现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的相关规定确定；

S ——支护结构上的外部作用，根据边坡工程破坏模式按现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 相关规定确定；

R_0 ——原支护结构的有效抗力，按第 6.4.5 条确定。

7.2.6 边坡工程加固后改变传力路径或使支护结构质量增大时，应对相关支护结构、构件及地基基础进行必要的验算。

7.2.7 地震区边坡工程、涉水边坡工程及动荷载作用下的边坡工程加固设计计算除应符合本标准规定外，尚应符合现行国家有关标准的规定。地震区支护结构或构件的加固，除应满足承载力要求外，尚应复核其抗震能力。同时，还应考虑支护结构刚度增大和结构质量重分布而导致地震作用效应增大的影响。

7.2.8 锚固法加固设计应符合下列规定：

1 土层软弱、岩土体对锚固结构具有强烈腐蚀作用、锚杆非锚固段竖向压缩变形较大的边坡工程不应采用锚固法加固；

2 新增锚杆的承载力、数量及间距应根据边坡整体稳定性、支护结构抗滑移、抗倾覆稳定性、支护结构及构件的强度等计算确定；

3 新增锚杆与原支护结构中的锚杆间距不宜小于 1m，且应将锚固段错开布置，或改变锚杆的倾角或水平方向角；新增锚杆锚固段起点应从原锚杆锚固段的终点开始计算，且应穿过已有滑裂面或潜在滑裂面不小于 2m；

4 预应力锚杆宜采用精轧螺纹钢筋、无粘结钢绞线等易于调整预应力值的锚固体系；新增锚杆的锁定值宜为锚杆拉力设计值；当被锚固的支护结构位移控制值较低时，预应力锚杆的锁定预应力值可为锚杆拉力设计值的 75% ~ 90%；

5 锚杆外锚头处的传力构件应有足够的强度与刚度；

6 锚杆防腐和其他应符合现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的有关规定。

7.2.9 抗滑桩法加固设计应符合下列规定：

1 抗滑桩设置应根据边坡工程的稳定性验算分析确定；边坡岩土体不应越过桩顶或从桩间滑出，且不应产生新的深层滑动；

2 当采用人工成孔时，抗滑桩护壁设计时应考虑挡墙传来的土压力作用；

3 边坡稳定性较差时，抗滑桩施工应间隔开挖、及时浇筑混凝土，并应防止抗滑桩施工对原支护结构安全造成不利影响。

7.3 悬臂式、扶壁式挡墙工程

7.3.1 悬臂式、扶壁式挡墙整体加固，可采用下列一种或多种加固方法：

1 坡体为锚固性能较好的岩土层时，可优先采用锚固加

固法；

2 挡墙地基承载力较高时，可采用抗滑桩加固法；

3 挡墙地基承载力较低，基础沉降变形较大时，可采用地基加固方法；

4 边坡岩土体工程力学性能较差时，可采用注浆加固方法；

5 坡脚有反压条件时，可采用堆载反压法；

6 坡顶有较高的斜坡且有削方条件时，可采用削方减载法；

7 原挡墙排水系统功能失效时，可采用截、排水法。

7.3.2 采用锚固加固法时，尚应符合下列规定：

1 悬臂式、扶壁式挡墙宜采用预应力锚杆加固；

2 扶壁式挡墙工程采用锚固加固法时，锚杆的布设位置应避开挡墙扶壁；

3 悬臂式、扶壁式挡墙墙板强度不能满足锚杆外锚头的传力要求时，应设置钢筋混凝土格构梁，格构梁应与原挡墙形成组合受力体系；

4 新增锚杆及传力结构的抗力发挥系数 ζ_L 宜按表 7.3.2 采用。

表 7.3.2 新增锚杆及传力结构的抗力发挥系数 ζ_L

边坡支护形式	边坡工程鉴定单元的安全性等级	非预应力锚固加固法	预应力锚固加固法
悬臂式、扶壁式挡墙	B _{su}	≤0.85	≤1.00
	C _{su}	≤0.80	≤0.95
	D _{su}	≤0.75	≤0.90

注：锚固段地层为土层时，抗力发挥系数宜比表中数值降低 0.05。

7.3.3 采用抗滑桩加固法时，尚应符合下列规定：

1 抗滑桩宜紧贴悬臂式、扶壁式挡墙墙趾，或在抗滑桩与挡墙墙趾之间增设混凝土传力构件；当抗滑桩需承担挡墙倾覆力矩时，挡墙底板应与抗滑桩有效连接，且满足抗冲切要求；

2 新增抗滑桩加固结构、构件的抗力发挥系数 ζ_L 宜按表

7.3.3 采用。

表 7.3.3 新增抗滑桩加固结构、构件的抗力发挥系数 ζ_L

边坡支护形式	边坡工程鉴定单元的安全性等级		
	B_{su}	C_{su}	D_{su}
悬臂式、扶壁式挡墙	≤ 0.85	≤ 0.80	≤ 0.75

注：1 抗滑桩与预应力锚杆组合加固时，抗力发挥系数按本标准表 7.3.2 采用；

2 抗滑桩嵌固段地层为土层时，抗力发挥系数宜比表中数值降低 0.05。

7.3.4 悬臂式、扶壁式挡墙地基加固可采用注浆、排水固结、树根桩等加固方法，并应符合现行行业标准《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123 的有关规定。

7.3.5 采用注浆加固法时应符合下列规定：

1 注浆质量指标和注浆范围应根据边坡工程特点和加固目的，结合地质条件及施工条件确定；

2 应考虑注浆过程对边坡工程带来的不利影响；

3 应根据边坡加固的要求，选择注浆材料、注浆方法，以提高岩土体抗剪参数为主时，可采用以水泥为主剂的浆液；以防渗堵漏为主时，可采用黏土水泥浆、黏土水玻璃浆等浆液；孔隙较大的砂砾石层和裂隙岩层，可采用渗透注浆法；黏性土层可采用劈裂注浆法；

4 注浆设计前宜进行室内浆液配比试验和现场注浆试验，确定浆液的扩散半径、注浆孔间距及布置等设计参数和检验施工方法及设备；也可根据当地类似工程的经验确定设计参数；

5 注浆孔可采用等距布孔、梅花形布置；渗透性较好的砂性土层，注浆孔间距可取 1.0m ~ 2.0m；黏性土层可取 0.8m ~ 1.5m；

6 渗透注浆的注浆压力不应超过注浆点处覆盖层土体的自重压力与外加荷载压力之和；

7 注浆加固地基时，注浆孔布孔范围超过基础边缘外宽度不宜小于基础宽度的 1/2，且大于地基有效持力层宽度，注浆加

固深度不应小于地基有效持力层影响深度；

8 注浆加固边坡时，注浆范围应深入滑动面以下；当支护结构被动土压力区采取注浆加固时，注浆范围应深入被动土压力滑裂面以下，但不宜超过支护结构底部；

9 注浆质量检验可选用载荷试验、标准贯入试验、轻型动力触探、静力触探、电阻率法、声波法或钻孔抽芯法。

7.3.6 堆载反压法应符合下列规定：

1 堆载反压量应根据拟加固边坡的整体稳定性及支护结构的稳定性验算确定；

2 反压位置应在抗滑段和边坡坡脚部位；

3 堆载反压不应危及邻近建筑物及管线等的安全和正常使用，不对邻近的边坡带来不利影响；

4 堆载反压加固材料宜就地取材、便于施工，可采用岩土体、毛条石、沙袋或混凝土等；

5 堆载反压体应与被加固的坡体紧密接触，保证能提供有效的抗力；当采用土体进行堆载反压时，土体应堆填密实；当为永久性加固时，土体的密实度不宜低于 0.90；采用毛条石反压时应错缝浆砌搭接；

6 堆载反压的地基稳定性、承载力及变形应满足要求；

7 当应急抢险堆载反压的土体不满足永久性加固要求时，应采用换填、碾压或注浆加固法等进行处理。

7.3.7 削方减载法应符合下列规定：

1 不宜在牵引式斜坡或膨胀性土体边坡工程中应用；

2 削方应距已有的邻近建筑物基础有一定的安全间距；不得危及邻近建筑物、管线及道路等的安全及正常使用；

3 削方减载不应产生新的不稳定边坡；

4 削方应在推力段范围内执行；

5 削方量应根据边坡工程及支护结构的整体和局部稳定性验算确定；

6 有条件时宜尽量削减或分阶削减不稳定岩土体，降低不

稳定或欠稳定部分的边坡高度；

7 对削方减载后形成的边坡可采用坡率法、支护及坡面防护等进行处理。

7.3.8 截排水法应符合下列规定：

1 当边坡工程变形及失稳与坡体积水直接相关时，宜采用截排水法对边坡工程进行加固处理；

2 原有地表截排水系统及地下排水系统失效时，应进行疏通、修复；

3 当原有截排水系统不满足要求，应新增截排水系统，新增截、排水系统应符合现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的有关规定，且距坡顶水平距离不应小于 5m。

7.3.9 悬臂式、扶壁式挡墙结构构件的加固应符合现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 的有关规定。

7.4 重力式挡墙工程

7.4.1 重力式挡墙的整体加固，可采用下列一种或多种加固方法：

1 挡墙地基承载力较高时，可采用加大截面加固法；

2 本标准第 7.3.1 条规定的加固方法。

7.4.2 采用加大截面加固法时，应符合下列规定：

1 根据设计要求、场地施工条件，可采取在重力式挡墙外侧、内侧或顶部加大截面做法；

2 当新增截面和原挡墙的连接可靠，能形成整体时，加固后的支护结构按复合结构进行整体计算；

3 应考虑加大截面后对地基基础的不利影响，土质地基时，加大截面部分基础宜采用钢筋混凝土板式基础；

4 新增部分基础开挖应采用分段跳槽的开挖方案，必要时可采用削方减载等措施，确保施工开挖安全；

5 宜考虑新增截面重力对边坡支护的有利作用，支护抗力发挥系数取 1.00。

7.4.3 采用锚固加固法时，应符合下列规定：

1 岩质边坡的重力式挡墙无明显变形时，可采用非预应力锚杆加固；土质边坡的重力式挡墙或挡墙变形已较大或需要严格控制变形以及需要增加较大外加抗力时，可采用预应力锚杆加固；

2 置于岩石上的重力式挡墙，无水平锚固条件时，可采用竖向预应力锚杆加固；锚固点处应增设纵向的现浇钢筋混凝土梁，梁的截面及配筋应满足外锚头的传力、构造和整体受力要求；

3 增设的锚杆和钢筋混凝土格构梁应与原挡墙形成组合受力体系；

4 新增锚杆及传力结构的抗力发挥系数 ζ_L 应按表 7.4.3 采用。

表 7.4.3 新增锚杆及传力结构的抗力发挥系数 ζ_L

边坡支护形式	边坡工程鉴定单元的安全性等级	非预应力锚固加固法	预应力锚固加固法
重力式挡墙	B_{su}	≤ 0.80	≤ 1.00
	C_{su}	≤ 0.75	≤ 0.95
	D_{su}	≤ 0.70	≤ 0.90

注：锚固段地层为土层时，抗力发挥系数宜比表中数值降低 0.05。

7.4.4 采用抗滑桩加固法时，应符合下列规定：

1 抗滑桩宜紧贴重力式挡墙面现浇，或在抗滑桩与挡墙面间增设混凝土传力构件；

2 新增抗滑桩加固结构、构件的抗力发挥系数 ζ_L 应按表 7.4.4 采用。

表 7.4.4 新增抗滑桩加固结构、构件的抗力发挥系数 ζ_L

边坡支护形式	边坡工程鉴定单元的安全性等级		
	B_{su}	C_{su}	D_{su}
重力式挡墙	≤ 0.85	≤ 0.80	≤ 0.75

注：1 抗滑桩与预应力锚杆组合加固时，抗力发挥系数按本标准表 7.4.2 采用；

2 抗滑桩嵌固段地层为土层时，抗力发挥系数宜比表中数值降低 0.05。

7.4.5 当重力式挡墙进行地基加固时执行本标准第 7.3.4 条的规定；采用注浆加固法、堆载反压法、削方减载法、截排水法加固重力式挡墙时分别按本标准第 7.3.5、7.3.6、7.3.7 和 7.3.8 条的规定执行。

7.4.6 重力式挡墙的构件加固设计可依据其结构形式，分别按现行国家标准《砌体结构加固设计规范》GB 50702 和《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 的有关规定进行加固设计。

7.5 锚杆挡墙工程

7.5.1 锚杆挡墙的整体加固，可采用下列一种或多种加固方法：

1 锚杆挡墙整体失稳、锚杆锚固力及肋柱承载力不足时的加固，应优先采用锚固加固法，也可采用抗滑桩加固法；

2 本标准第 7.3.1 条第 4、5、6、7 款规定的加固方法。

7.5.2 采用锚固加固法时，尚应符合下列规定：

1 当锚杆挡墙的整体稳定、锚杆承载力、锚杆挡墙肋柱承载力等不足，采用锚固加固法时，可在肋柱上增设锚杆加固，也可在锚杆挡墙肋柱间增设肋柱、横梁和锚杆加固；

2 锚杆挡墙肋柱外倾位移较大时，可在肋柱上加设预应力锚杆；

3 新增锚杆及传力结构的抗力发挥系数 ζ_L 宜按表 7.5.2 采用。

表 7.5.2 新增锚杆及传力结构的抗力发挥系数 ζ_L

边坡支护形式	边坡工程鉴定单元的安全性等级	非预应力锚固加固法	预应力锚固加固法
锚杆挡墙	B _{su}	≤0.75	≤1.00
	C _{su}	≤0.70	≤0.95
	D _{su}	≤0.65	≤0.90

注：锚固段地层为土层时，抗力发挥系数宜比表中数值降低 0.05。

7.5.3 采用抗滑桩加固法时，尚应符合下列规定：

1 抗滑桩宜设于肋柱中间，并应设置可靠的传力构件，或采用抗滑桩紧贴挡板原位浇筑的方法；

2 抗滑桩悬臂高度较高，或岩土体作用力较大时，应采用抗滑桩加预应力锚杆加固方法；

3 新增抗滑桩加固结构、构件的抗力发挥系数 ζ_L 宜按表 7.5.3 采用。

表 7.5.3 新增抗滑桩加固结构、构件的抗力发挥系数 ζ_L

边坡支护形式	边坡工程鉴定单元的安全性等级		
	B_{su}	C_{su}	D_{su}
锚杆挡墙	≤ 0.80	≤ 0.75	≤ 0.70

注：1 抗滑桩与预应力锚杆组合加固时，抗力发挥系数按本标准表 7.5.2 采用；

2 抗滑桩嵌固段地层为土层时，抗力发挥系数宜比表中数值降低 0.05。

7.5.4 当采用注浆加固法、堆载反压法、削方减载法、截排水法加固锚杆挡墙时分别按本标准第 7.3.5、7.3.6、7.3.7 和 7.3.8 条的规定执行。

7.5.5 锚杆挡墙的肋柱等混凝土构件加固设计可按现行《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 等国家标准的有关规定进行加固设计。

7.6 桩板式挡墙工程

7.6.1 桩板式挡墙的整体加固，可采用本标准第 7.3.1 条第 1、2、4、5、6 和 7 款规定的加固方法中的一种或多种加固方法。

7.6.2 采用锚固加固法时，尚应符合下列规定：

1 应优先采用预应力锚杆加固；

2 锚杆可设于桩身；当锚杆设于桩两侧时，应增设传力构件使新增锚杆和桩变形协调；

3 当混凝土挡板承载力不足时，可在挡板上加设锚杆及可靠的传力构件；

4 新增锚杆及传力结构的抗力发挥系数 ζ_L 宜按表 7.6.2 采用。

表 7.6.2 新增锚杆及传力结构的抗力发挥系数 ζ_L

边坡支护形式	边坡工程鉴定单元的安全性等级	非预应力锚固加固法	预应力锚固加固法
桩板式挡墙	B _{su}	≤0.85	≤1.00
	C _{su}	≤0.80	≤0.95
	D _{su}	≤0.75	≤0.90

注：锚固段地层为土层时，抗力发挥系数宜比表中数值降低 0.05。

7.6.3 采用抗滑桩加固法时，尚应符合下列规定：

1 抗滑桩宜设于桩板式挡墙既有桩的中间，等距布置；新增抗滑桩与原有桩之间中心距不宜小于抗滑桩桩径与原有桩径的较大值的 2 倍；

2 应在新增抗滑桩、原桩板式挡墙的桩顶设置可靠的连接构件；

3 抗滑桩宜紧贴面板现浇，或增设可靠的传力构件；

4 新增抗滑桩加固结构、构件的抗力发挥系数 ζ_L 宜按表 7.6.3 采用。

表 7.6.3 新增抗滑桩加固结构、构件的抗力发挥系数 ζ_L

边坡支护形式	边坡工程鉴定单元的安全性等级		
	B _{su}	C _{su}	D _{su}
桩板式挡墙	≤0.90	≤0.85	≤0.80

注：1 抗滑桩与预应力锚杆组合加固时，抗力发挥系数按本标准表 7.6.2 采用；

2 抗滑桩嵌固段地层为土层时，抗力发挥系数宜比表中数值降低 0.05。

7.6.4 当采用注浆加固法、堆载反压法、削方减载法、截排水法加固桩板式挡墙时分别按本标准第 7.3.5、7.3.6、7.3.7 和 7.3.8 条的规定执行。

7.6.5 桩板式挡墙的柱、板等混凝土构件加固设计可按现行

《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 等国家标准的有关规定进行加固设计；桩的加固设计可按现行《建筑桩基技术规范》JGJ 94 等标准的有关规定进行加固设计。

7.7 加筋土挡墙工程

7.7.1 加筋土挡墙的整体加固，可采用下列一种或多种加固方法：

1 可采用锚固加固法；锚杆可采用非预应力锚杆，当边坡工程变形较大时，应采用预应力锚杆，合理确定锚杆位置和角度，尽量减小对原有加筋材料的损害；

2 有施工条件时，也可采用抗滑桩加固法；

3 本标准第 7.3.1 条第 4、5、6 和 7 款规定的加固方法。

7.7.2 采用锚固加固法时，尚应符合下列规定：

1 应在坡面上增设面板或格构梁，其截面及配筋应满足外锚头传力、构造和整体受力要求；

2 新增锚杆及传力结构的抗力发挥系数 ζ_L 宜按表 7.7.2 采用。

表 7.7.2 新增锚杆及传力结构的抗力发挥系数 ζ_L

边坡支护形式	边坡工程鉴定单元的 安全性等级	非预应力锚固 加固法	预应力锚固 加固法
加筋土挡墙	B_{su}	≤ 0.90	≤ 1.00
	C_{su}	≤ 0.85	≤ 0.95
	D_{su}	≤ 0.80	≤ 0.90

注：锚固段地层为土层时，抗力发挥系数宜比表中数值降低 0.05。

7.7.3 采用抗滑桩加固法时，尚应符合下列规定：

1 抗滑桩应在桩顶设置可靠的连接构件；

2 抗滑桩宜紧贴坡面现浇，或与坡面间增设可靠的传力构件；

3 新增抗滑桩加固结构、构件的抗力发挥系数 ζ_L 宜按表

7.7.3 采用。

表 7.7.3 新增抗滑桩加固结构、构件的抗力发挥系数 ζ_L

边坡支护形式	边坡工程鉴定单元的安全性等级		
	B_{su}	C_{su}	D_{su}
加筋土挡墙	≤ 0.80	≤ 0.75	≤ 0.70

注：1 抗滑桩与预应力锚杆组合加固时，抗力发挥系数按本标准表 7.7.2 采用；

2 抗滑桩嵌固段地层为土层时，抗力发挥系数宜比表中数值降低 0.05。

7.7.4 当采用注浆加固法、堆载反压法、削方减载法、截排水法加固加筋土挡墙时分别按本标准第 7.3.5、7.3.6、7.3.7 和 7.3.8 条的规定执行。

7.8 锚定板式挡墙工程

7.8.1 锚定板式挡墙的整体加固，可采用下列一种或多种加固方法：

1 锚定板式挡墙整体失稳、锚定板锚固力及肋柱承载力不足时的加固，应优先采用锚固加固法，也可采用抗滑桩加固法；

2 本标准第 7.3.1 条第 4、5、6、7 款规定的加固方法。

7.8.2 采用锚固加固法时，尚应符合下列规定：

1 采用锚固加固法时，优先考虑在锚定板挡墙肋柱间增设肋柱、横梁和锚杆加固，以便新增锚杆避开锚定板；

2 采用锚固加固法时，优先考虑加设预应力锚杆；

3 新增锚杆及传力结构的抗力发挥系数 ζ_L 宜按表 7.8.2 采用。

表 7.8.2 新增锚杆及传力结构的抗力发挥系数 ζ_L

边坡支护形式	边坡工程鉴定单元的安全性等级	非预应力锚固加固法	预应力锚固加固法
锚定板式挡墙	B_{su}	≤ 0.70	≤ 0.95
	C_{su}	≤ 0.65	≤ 0.90
	D_{su}	≤ 0.60	≤ 0.85

7.8.3 采用抗滑桩加固法时，尚应符合下列规定：

1 抗滑桩与肋柱间应设置可靠的传力构件，或采用抗滑桩紧贴肋柱原位浇筑的方法；

2 抗滑桩悬臂高度较高，或岩土体作用力较大时，应采用抗滑桩加预应力锚杆加固方法，锚杆应与抗滑桩有效连接；

3 新增抗滑桩加固结构、构件的抗力发挥系数 ζ_L 宜按表 7.8.3 采用。

表 7.8.3 新增抗滑桩加固结构、构件的抗力发挥系数 ζ_L

边坡支护形式	边坡工程鉴定单元的安全性等级		
	B_{su}	C_{su}	D_{su}
锚定板式挡墙	≤ 0.8	≤ 0.75	≤ 0.70

注：1 抗滑桩与预应力锚杆组合加固时，抗力发挥系数按本标准表 7.8.2 采用；

2 抗滑桩嵌固段地层为土层时，抗力发挥系数宜比表中数值降低 0.05。

7.8.4 当采用注浆加固法、堆载反压法、削方减载法、截排水法加固锚杆挡墙时分别按本标准第 7.3.5、7.3.6、7.3.7 和 7.3.8 条的规定执行。

7.8.5 锚定板式挡墙的肋柱等混凝土构件加固设计可按现行《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 等国家标准的有关规定进行加固设计。

7.9 岩石锚喷边坡工程

7.9.1 锚喷边坡整体加固，可采用下列一种或多种加固方法：

1 宜优先采用混凝土格构式锚固加固法；锚杆设置总量和锚杆锚固深度应计算确定；锚杆可采用非预应力锚杆，当边坡工程变形较大时，应采用预应力锚杆；

2 有施工条件时，也可采用抗滑桩加固法；

3 本标准第 7.3.1 条第 4、5、6 和 7 款规定的加固方法。

7.9.2 采用锚固加固法时，尚应符合下列规定：

1 新增锚杆及传力结构的抗力发挥系数 ζ_L 宜按表 7.9.2

采用。

表 7.9.2 新增锚杆及传力结构的抗力发挥系数 ζ_L

边坡支护形式	边坡工程鉴定单元的 安全性等级	非预应力锚固 加固法	预应力锚固 加固法
喷锚边坡	B _{su}	≤0.95	≤1.00
	C _{su}	≤0.90	≤0.95
	D _{su}	≤0.85	≤0.90

7.9.3 采用抗滑桩加固法时，尚应符合下列规定：

- 1 抗滑桩应在桩顶设置可靠的连接构件；
- 2 抗滑桩宜紧贴坡面现浇，或与坡面间增设可靠的传力构件；
- 3 新增抗滑桩加固结构、构件的抗力发挥系数 ζ_L 宜按表 7.9.3 采用。

表 7.9.3 新增抗滑桩加固结构、构件的抗力发挥系数 ζ_L

边坡支护形式	边坡工程鉴定单元的安全性等级		
	B _{su}	C _{su}	D _{su}
喷锚边坡	≤0.90	≤0.85	≤0.80

注：抗滑桩与预应力锚杆组合加固时，抗力发挥系数按本标准表 7.9.2 采用。

7.9.4 岩石锚喷边坡喷射混凝土面板和格构梁加固，应符合现行国家标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086 和《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 的有关规定。

7.10 坡率法边坡工程

7.10.1 坡率法边坡工程的整体加固，可在坡脚设置抗滑桩、锚杆挡墙、喷锚支护、重力式挡墙进行加固；也可采用本标准第 7.3.1 条第 4、5、6 和 7 款规定的方法进行加固。

7.10.2 坡率法边坡工程的局部稳定性不满足要求时，可采用下列加固方法：

- 1 有锚固条件时，可采用混凝土格构式锚杆加固法；
 - 2 坡面倾角较大、表层土体滑移时，可采用锚杆格构、砌块护坡及绿化护坡等加固方法。
 - 3 为防止孤石滚落可增设柔性防护网。
- 7.10.3** 坡率法边坡新增支护结构抗力系数均可按 1.00 考虑。

8 加固施工及验收

8.1 一般规定

8.1.1 边坡加固工程应根据其加固前现状、工程地质和水文地质、加固设计文件、鉴定结果、安全等级、边坡环境等条件编制施工组织设计，采取适当的措施保证施工安全。

8.1.2 边坡加固工程施工组织设计应包括工程概况、编制依据、施工计划、工艺技术、安全保证措施、施工管理及人员配备、验收要求、应急处置措施、计算书及相关施工图纸等内容，并应反映信息化施工要求。

8.1.3 施工时应建立边坡工程变形观测点，进行自检观测。雨期施工时应适当加大观测的频次。

8.1.4 边坡加固工程施工质量的验收除应符合本标准规定外，尚应符合现行国家标准《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、《建筑边坡工程技术规范》GB 50330、《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 和地方标准《边坡工程施工质量验收标准》DB37/T 5137 的有关规定。

8.2 基本施工要求

8.2.1 对不稳定或欠稳定的边坡工程，应根据加固前边坡工程已发生的变形迹象、地质特征和可能发生的破坏模式等情况，采取有效的措施增加边坡工程的稳定性，确保边坡工程和施工安全。严禁无序大开挖、大爆破作业。

8.2.2 严禁在边坡潜在塌滑区内超量堆载。

8.2.3 边坡加固工程施工时应采取有组织的截、排水措施，满足地下水、暴雨和施工用水等的排放要求。有条件时宜结合边坡

工程的永久性排水措施进行。

8.2.4 削方减载法施工应符合下列规定：

- 1 根据现场情况，确定分段施工长度，并隔段施工；
- 2 开挖应先上后下、先高后低、均匀减重；
- 3 开挖后的坡面应及时进行防护及排水处理；
- 4 不应因施工开挖形成不稳定的边坡；
- 5 开挖土体应及时运出，不得对邻近边坡形成堆载或因临时堆载造成新的不稳定边坡。

8.2.5 堆载反压法施工应符合下列规定：

- 1 反压加固材料、堆填密实度应符合设计要求；采用毛条石反压时应错缝浆砌搭接；
- 2 堆载反压不应堵塞挡墙前缘的地下水渗水、排水通道。

8.2.6 锚固加固法施工应符合下列规定：

- 1 采用水钻成孔法施工可能引发边坡变形增大、稳定性降低时，应改用干钻成孔法施工；
- 2 锚杆施工时，不应损伤原支护结构、构件和邻近建筑物基础；
- 3 预应力锚杆张拉顺序应避免相近锚杆相互影响，并应采用分级张拉到位的施工方法；
- 4 预应力张拉过程中，应加强监测原支护结构及构件的变形，防止预应力张拉对其造成危害。

8.2.7 抗滑桩施工应符合下列规定：

- 1 施工前应做好场地地表排水；稳定性较差的边坡工程宜避开雨期施工，必要时宜采取堆载反压等增强边坡稳定性的措施，防止变形加大；
- 2 抗滑桩施工应分段间隔开挖，宜从边坡工程两端向主轴方向进行；
- 3 滑坡区施工开挖的弃渣不得随意堆放在滑坡体内，以免引起新的滑坡；
- 4 桩纵筋的接头不得设在土岩分界处和滑动面处；

5 桩身混凝土宜连续灌注，避免形成水平施工缝。

8.2.8 截面加大施工前，应完成界面处理，并应考虑界面处理对构件抗力的削弱作用，必要时应采取临时加固或卸荷措施。

8.2.9 注浆加固法施工除满足现行行业标准《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123 和《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 的有关规定外，还应符合下列规定：

1 选择注浆方法时，应考虑岩土的类型和浆液的凝胶时间；

2 施工时要随时根据支护结构及周边环境的反应调整注浆压力，不能出现因压力过大而导致支护结构或边坡变形过大；

3 注浆施工前，应选择有代表性的地段进行注浆试验，通过监测数据反馈分析优化注浆参数；注浆区域较大或地质条件复杂时，注浆试验不应少于 3 处；试验孔均可作为施工孔利用；

4 注浆时应遵守逐渐加密的原则，加密次数视地质条件和施工条件等因素而定；

5 软弱破碎、竖向裂隙发育、容易串冒浆的岩土层，宜采用自上而下分段注浆；

6 岩体裂隙注浆时，宜先用稀浆填充较小的裂隙，再用较稠的浆液填充较宽的裂缝，注浆过程中变浆时机可根据注浆压力与吸浆率的变化情况而定；

7 注浆过程中，出现冒浆和浆液过量流失时，应及时采取处理措施。

8.3 应 急 措 施

8.3.1 边坡加固工程施工前应进行风险源分析，建立风险处置机制，制定应急处置方案。

8.3.2 边坡加固工程施工过程中出现险情时，应做好边坡支护结构和边坡环境异常情况资料收集、整理及汇编等工作。

8.3.3 当边坡工程变形过大，变形速率过快，周边建筑物、地面出现沉降开裂等险情时应暂停施工，根据险情原因选择下列应急措施：

- 1 在坡顶主动推力区进行削方减载，减小岩土体压力；
- 2 在坡脚被动区采用堆载反压法进行临时抢险处理；
- 3 封闭坡面及坡面裂缝，做好临时防水、排水措施；
- 4 对支护结构进行临时加固；
- 5 对险情段加强监测；
- 6 立即向勘察和设计等单位反馈信息，开展勘察和设计资料复审，按现状进行施工工况验算，并提出合理排险措施；
- 7 危及相关人员和财产损失时应撤出边坡加固工程影响范围内的人员及财产。

8.4 工程验收

8.4.1 边坡加固工程施工质量验收应取得下列资料：

- 1 边坡加固工程的设计文件、边坡工程鉴定加固勘察报告和鉴定报告；
- 2 原材料出厂合格证、进场材料复检报告或委托检验报告；
- 3 混凝土、砂浆强度检验报告；
- 4 边坡加固工程与周围建（构）筑物位置关系图；
- 5 支护结构或构件的有关检验报告；
- 6 隐蔽工程验收记录；
- 7 边坡加固工程和周围建筑（构）物监测报告；
- 8 设计变更通知、重大问题处理文件和技术洽商记录；
- 9 施工记录和竣工图。

8.4.2 边坡加固工程验收应符合下列规定：

- 1 检验批工程的质量验收应分别按主控项目和一般项目验收；
- 2 隐蔽工程应在施工单位自检合格后，于隐蔽前通知有关人员检查验收，并形成中间验收文件；
- 3 分部或子分部工程的验收，应在分项工程通过验收的基础上，对必要的部位进行安全性和功能性检验；
- 4 边坡加固工程完工后，施工单位自行组织有关人员进行

检查评定，并向建设单位提交工程验收报告；

5 建设单位收到边坡加固工程验收报告后，应由建设单位组织相关单位进行边坡加固工程验收。

9 加固工程监测

9.1 一般规定

9.1.1 边坡加固工程的监测要求应符合现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的有关规定。

9.1.2 边坡工程加固施工期间及永久性边坡工程加固竣工后不少于2年内，应对加固的边坡及被保护对象进行监测。

9.1.3 边坡加固工程的监测应符合信息化施工要求，及时提供监测数据和报告。

9.1.4 边坡工程加固设计应提出具体监测内容和要求。监测单位编制监测方案，经相关单位共同认可后实施。

9.1.5 边坡监测工作应由两名或两名以上监测人员承担；当监测仪器测量精度与监测人员有关时，监测人员应固定不变。

9.2 监测工作

9.2.1 监测方案应包括监测目的，监测项目、方法及精度要求，测点布置，监测项目预警值、信息反馈制度和现场原始状态资料记录等内容。

9.2.2 监测点的布置应满足监控要求，且边坡塌滑区影响范围内的被保护对象宜作为监测对象。

9.2.3 边坡加固工程监测项目应满足设计要求，设计没有具体要求的边坡工程可根据其安全等级、地质环境、边坡类型、支护结构类型和变形控制要求按表9.2.3选择监测项目。

9.2.4 变形观测点的布置应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的有关规定。

9.2.5 与加固边坡工程相邻的独立建筑物的变形监测应符合下列规定：

表 9.2.3 边坡加固工程监测项目

测试项目	测点布置位置	边坡工程安全等级		
		一级	二级	三级
坡顶水平位移和垂直位移	支护结构顶部	应测	应测	应测
地表裂缝	墙顶背后 $1.0H$ (岩质) $-1.5H$ (土质) 范围内	应测	应测	选测
坡顶建筑物、地下管线变形	建筑物基础、墙面, 管线顶面	应测	应测	选测
锚(索)杆拉力	外锚头或锚杆主筋	应测	应测	可不测
支护结构变形	主要受力杆件	应测	选测	可不测
支护结构应力	应力最大处	应测	应测	可不测
地下水、渗水与降雨关系	出水点	应测	选测	可不测

注: H 为挡墙高度。

1 设置 4 个以上的观测点, 监测建筑物的沉降与水平位移变化情况;

2 设置不应少于 2 个观测断面的监测系统, 监测建筑物整体倾斜变化情况;

3 建筑物已出现裂缝时, 应根据裂缝分布情况, 选择适当数量的控制性裂缝, 对其长度、宽度、深度和发展方向的变化情况进行监测。

9.2.6 边坡坡顶背后塌滑区范围内的地面变形监测应符合下列规定:

1 选择 2 条以上的典型地裂缝观测裂缝长度、宽度、深度和发展方向的变化情况;

2 选择 2 条以上测线, 每条测线不应少于 3 个控制测点, 监测地表面位移变化规律。

9.2.7 对边坡工程临空面、支护结构体的变形监测, 应满足下列要求:

1 监测总断面数量不宜少于 3 个, 且在边坡长度 20m 范围

内至少应有一个监测断面；

- 2 每个监测断面测点数不宜少于 3 点；
- 3 坡顶水平位移监测总点数不应少于 3 点；
- 4 预估边坡变形最大的部位应有变形监测点。

9.2.8 锚杆应力监测，应满足下列要求：

- 1 根据边坡加固施工进程的安排，应对已进行过拉拔试验的原锚杆体和新选择的有代表性的锚杆，测定锚杆应力和预应力损失，及时反映后续锚杆施工对已有锚杆拉力和预应力损失的影响；

- 2 非预应力锚杆的应力监测根数不宜少于锚杆总数的 3%，预应力锚索应力监测数量不宜少于锚索总数的 5%，且不应少于 3 根（索）；

- 3 当加固锚索对原有支护结构构件的工作状态有影响时，宜对原有支护结构构件应力变化情况进行监测。

9.2.9 支护结构构件应力监测宜符合下列规定：

- 1 对同类型支护结构构件，相同受力状态，应力监测点数不应少于 2 点；

- 2 对支护结构构件的应力监测，应在边坡工程的不同高度处布置应力监测点，测点总数量不应少于 3 点；

- 3 宜采用两种或两种以上不同的应力监测方法监测支护结构构件的应力状态。

9.2.10 当设置水文观测孔监测地下水、渗水和降雨对边坡加固工程的影响时，观测孔的设置数量和位置应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定。

9.2.11 边坡加固施工初期，监测宜每天一次，且根据监测结果调整监测时间及频率。

9.2.12 边坡加固施工遇到下列情况时应及时预警，并采取相应的应急措施：

- 1 有软弱外倾结构面的岩土边坡支护结构坡顶有水平位移迹象或支护结构受力裂缝有发展；无外倾结构面的岩质边坡支护

结构坡顶累积水平位移大于 5mm 或支护结构构件的最大裂缝宽度超过现行国家相关标准的允许值；土质边坡支护结构坡顶的累积最大水平位移已大于边坡高度的 1/500 或 20mm，或其水平位移速率已连续 3d 每天大于 2mm；

2 土质边坡坡顶邻近建筑物的累积沉降或不均匀沉降已大于现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 规定允许值的 70%，或建筑物的整体倾斜度变化速度已连续 3d 每天大于 0.00007；

3 坡顶邻近建筑物出现新裂缝、原有裂缝有新发展；

4 支护结构中有重要构件出现应力骤增、压屈、断裂、松弛或拔出的迹象；

5 边坡底部或周围土体已出现可能导致边坡剪切破坏的迹象或其他可能影响安全的征兆；

6 根据当地工程经验判断认为已出现其他必须预警的情况。

9.3 监测数据处理

9.3.1 边坡加固工程的监测资料应分类，且应按现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 和《建筑变形测量规范》JGJ 8 进行整理、统计及分析，其方法及精度应符合现行国家有关标准的规定。

9.3.2 监测数据应反映监测参数与监测时间的关系，监测数据应编制成监测参数与时间关系的数据表，并绘制监测参数与监测时间关系曲线图。

9.4 监测报告

9.4.1 监测报告应结论准确、用词规范、文字简练，对于容易混淆的术语和概念应书面予以解释。

9.4.2 监测报告应包括下列内容：

1 边坡加固工程概况，包括工程名称、支护结构类型、规模、施工日期及加固边坡与周边建筑物平面图等；

- 2 设计单位、施工单位及监理单位名称；
- 3 监测原因、内容和目的，以往相关技术资料；
- 4 监测依据；
- 5 监测仪器的型号、规格和标定资料；
- 6 监测各阶段原始资料；
- 7 数据处理的依据及数据整理结果，监测参数与监测时间
曲线图；
- 8 监测结果分析；
- 9 监测结论及建议；
- 10 监测日期、报告完成日期；
- 11 监测人员、审核和批准人员签字。

附录 A 边坡工程支护结构地基 基础安全性鉴定评级

A.1 一般规定

A.1.1 支护结构地基基础的安全性鉴定，包括地基及基础两个项目，以及基础、基础梁和桩三种主要构件。

A.1.2 支护结构地基的岩土性能标准值和地基承载力标准值应按边坡加固工程的勘察资料确定。

A.1.3 根据地基、基础变形观测资料，上部支护结构变形、损伤反应及当地工程实践经验，结合地基和基础的承载力检测验算，综合评定支护结构地基、基础的安全性。

A.1.4 支护结构地基基础的安全性评定以地基及基础两个项目中的最低评定等级作为地基基础的安全性等级。

A.2 地基的鉴定评级

A.2.1 边坡工程地基的检验应符合下列要求：

1 收集场地岩土工程勘察资料、边坡地基基础和支护结构设计资料和图纸、隐蔽工程的施工记录及竣工图等；

2 对边坡工程鉴定加固勘察资料应重点分析下列内容：

- 1) 地基岩土层的分布及其均匀性，软弱下卧层、特殊土及沟、塘、古河道、墓穴、岩溶、洞穴等；
- 2) 地基岩土的物理力学性能；
- 3) 地下水的水位、渗流及其腐蚀性；
- 4) 场地稳定性；
- 5) 地基震害特性。

3 调查边坡实际使用荷载、支护结构水平位移、竖向沉降、损伤、裂缝等情况，并分析其原因；

4 调查邻近建筑物地下工程、管线等情况，并分析其对地基的影响程度；

5 根据收集的资料和调查情况进行综合分析，提出检测方法，进行地基抽样检测。

A.2.2 地基的检测可根据边坡和场地的实际条件选用下列方法：

1 采用钻探、坑（井）探、槽探以及物探等方法进行勘探；

2 进行原状土、岩石的室内物理力学性能试验；

3 进行载荷试验、标准贯入试验、静力触探试验、十字板剪切试验等原位测试。

A.2.3 根据检测数据、计算分析结果及本地区工程经验，地基的安全性评定应符合下列规定：

A 级：地基承载力符合现行国家标准要求，不均匀沉降、整体沉降量小于现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 规定的允许值，边坡支护结构无沉降、侧移、裂缝、变形。

B 级：地基承载力符合现行国家标准要求，不均匀沉降、整体沉降量略大于现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 规定的允许值，边坡支护结构虽有轻微裂缝、变形，但无发展迹象。

C 级：地基承载力不符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 和《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的要求，不均匀沉降、整体沉降量大于现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 规定的允许值，边坡支护结构有裂缝、变形，且短期内无终止迹象。

D 级：地基承载力严重不符合现行国家标准要求，不均匀沉降、整体沉降量大于现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 规定的允许值，或边坡支护结构有严重变形裂缝，且危及支护结构或构件的安全性。

A.3 基础的鉴定评级

A.3.1 基础的检验应符合下列要求：

1 收集基础、支护结构和管线设计资料和竣工图，了解支护结构各部分基础的实际荷载；

2 应进行现场调查。可通过开挖探坑验证基础类型、材料、尺寸及埋置深度，检查基础开裂、腐蚀或损坏程度。判断基础材料的强度等级。对变形或开裂的支护结构尚应查明基础的倾斜、弯曲、扭曲等情况。对桩基应查明其进入岩土层的深度、持力层情况和桩身质量。

A.3.2 基础的检验可采用下列方法：

1 目测基础的外观质量；

2 用简易工具初步查明基础的质量；用非破损法或局部破损法检测基础材料的强度；

3 检查钢筋的直径、数量、位置、保护层厚度和锈蚀情况；

4 对桩基可通过沉降、侧移观测，判断桩基工作状态。

A.3.3 根据检测数据、计算分析结果及本地区工程经验，基础的安全性评定应符合下列规定：

A级：基础强度、刚度符合现行国家标准要求，边坡支护结构基础无沉降、侧移、裂缝、变形。

B级：基础强度、刚度基本符合现行国家标准要求，不均匀沉降、侧移略大于现行国家标准规定的允许值，边坡支护结构基础虽有轻微裂缝、变形，但无发展迹象。

C级：基础强度、刚度不符合现行国家标准要求，不均匀沉降、侧移大于现行国家标准规定的允许值，边坡支护结构基础有裂缝、变形，且短期内无终止迹象。

D级：基础强度、刚度严重不符合现行国家标准要求，不均匀沉降、侧移大于国家相关规范规定的允许值，或边坡支护结构有严重变形裂缝，且危及支护结构或构件的安全性。

附录 B 原有支护结构有效抗力作用下的 边坡稳定性计算方法

B. 0. 1 对圆弧形滑面可采用简化毕肖普法，边坡稳定性系数可按式 (B. 0. 1-1) 计算 (图 B. 0. 1)。

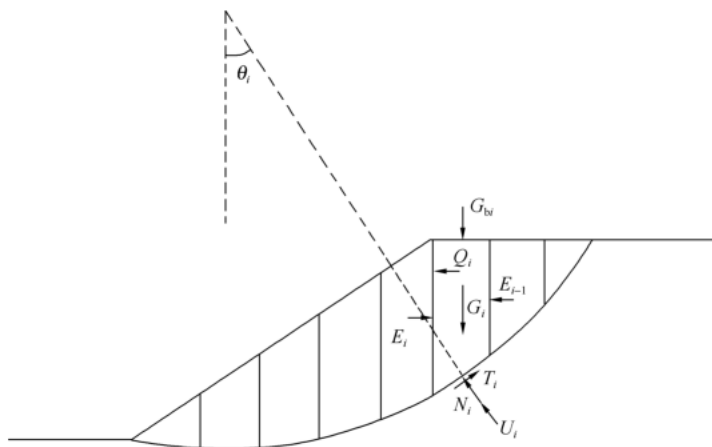


图 B. 0. 1 圆弧形滑面边坡计算示意

$$F_s = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{m_{\theta i}} [c_i L_i \cos \theta_i + (G_i + G_{bi} + R_{0i} \sin \alpha_i - U_i \cos \theta_i) \tan \phi_i]}{\sum_{i=1}^n [(G_i + G_{bi}) \sin \theta_i + Q_i \cos \theta_i - R_{0i} \cos (\theta_i + \alpha_i)]} \quad (\text{B. 0. 1-1})$$

$$m_{\theta i} = \cos \theta_i + \frac{\tan \phi_i \sin \theta_i}{F_s} \quad (\text{B. 0. 1-2})$$

$$U_i = \frac{1}{2} \gamma_w (h_{wi} + h_{w,i-1}) L_i \quad (\text{B. 0. 1-3})$$

式中： F_s ——边坡稳定性系数；

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 ($^\circ$)；

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 ($^\circ$)，滑面倾向与滑动方向相同时取正值，底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_{bi} ——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；

R_{0i} ——第 i 计算条块所受原有支护结构单位宽度有效抗力 (kN/m)；当只在最末一个条块上作用有有效抗力 R_0 时，取 $R_{0i} = 0 (i < n)$ ， $R_{0n} = R_0$ ；

α_i ——第 i 计算条块原有支护结构单位宽度有效抗力倾角 ($^\circ$)；有效抗力方向指向斜下方时取正，指向斜上方时取负值；

h_{wi} ， $h_{w,i-1}$ ——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/m^3 ；

i ——计算条块号，从后方起编；

n ——条块数量。

B.0.2 对平面滑动面，边坡稳定性系数可按式 (B.0.2-1) 计算 (图 B.0.2)。

$$F_s = \frac{R}{T} \quad (\text{B.0.2-1})$$

$$R = [(G + G_b) \cos \theta - Q \sin \theta + R_0 \sin(\theta + \alpha) - V \sin \theta - U] \tan \varphi + cL \quad (\text{B.0.2-2})$$

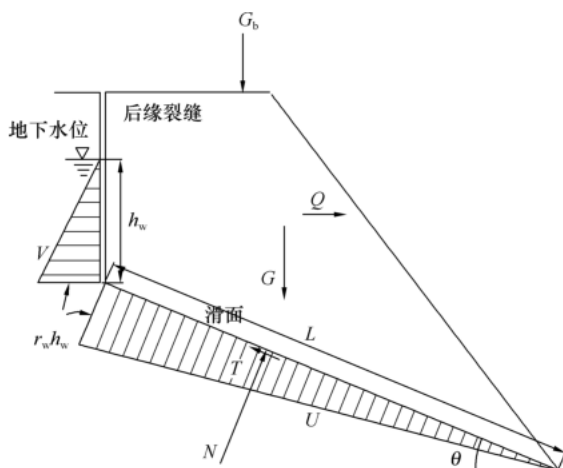


图 B.0.2 平面滑面边坡计算简图

$$T = (G + G_b) \sin \theta + Q \cos \theta - R_0 \cos(\theta + \alpha) + V \cos \theta \quad (\text{B.0.2-3})$$

$$V = \frac{1}{2} \gamma_w h_w^2 \quad (\text{B.0.2-4})$$

$$U = \frac{1}{2} \gamma_w h_w L \quad (\text{B.0.2-5})$$

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;

R_0 ——滑体所受原有支护结构单位宽度有效抗力 (kN/m);

α ——原有支护结构单位宽度有效抗力倾角 ($^\circ$); 有效抗力方向指向斜下方时取正值, 指向斜上方时取负值;

h_w ——后缘陡倾裂隙充水高度 (m), 根据裂隙情况及汇水条件确定。

B. 0.3 对折线形滑动面可采用传递系数法隐式解, 边坡稳定性系数可按下式计算 (图 B. 0.3)。

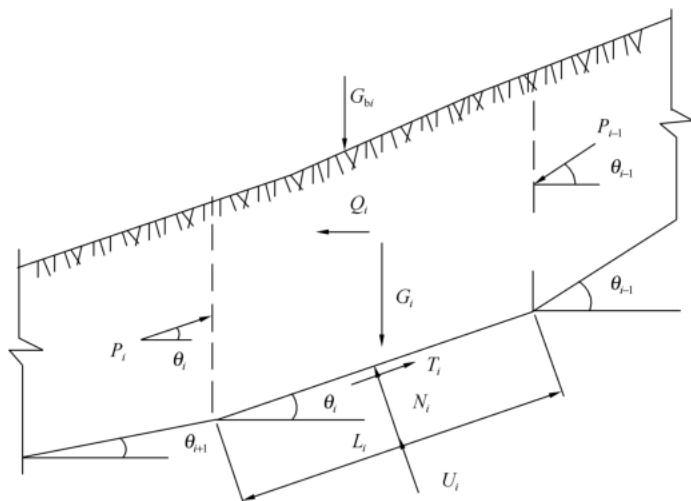


图 B. 0.3 折线形滑面边坡传递系数法计算简图

$$P_n = 0 \quad (\text{B. 0. 3-1})$$

$$P_i = P_{i-1}\varphi_{i-1} + T_i - R_i/F_s \quad (\text{B. 0. 3-2})$$

$$\varphi_{i-1} = \cos(\theta_{i-1} - \theta_i) - \sin(\theta_{i-1} - \theta_i)\tan\phi_i/F_s \quad (\text{B. 0. 3-3})$$

$$T_i = (G_i + G_{bi}) \sin \theta_i + Q_i \cos \theta_i - R_{0i} \cos(\theta + \alpha_i) \quad (\text{B. 0. 3-4})$$

$$R_i = c_i L_i + [(G_i + G_{bi}) \cos \theta_i - Q_i \sin \theta_i + R_{0i} \sin(\theta + \alpha_i) - U_i] \tan \varphi_i \quad (\text{B. 0. 3-5})$$

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);

φ_{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。

本标准用词说明

1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

(1) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

(2) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的用词：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

(3) 表示有选择，在一定条件下可以这样做，采用“可”。

2 规范中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑边坡工程鉴定与加固技术规范》 GB 50843
- 2 《建筑边坡工程技术规范》 GB 50330
- 3 《工业建筑可靠性鉴定标准》 GB 50144
- 4 《建筑结构检测技术标准》 GB/T 50344
- 5 《混凝土结构加固设计规范》 GB 50367
- 6 《砌体结构加固设计规范》 GB 50702
- 7 《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》 GB 50086
- 8 《既有建筑地基基础加固技术规范》 JGJ 123
- 9 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 10 《建筑地基基础设计规范》 GB 50007
- 11 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 12 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 13 《砌体结构工程施工质量验收规范》 GB 50203
- 14 《建筑地基处理技术规范》 JGJ 79
- 15 《建筑桩基技术规范》 JGJ 94
- 16 《岩土工程勘察规范》 GB 50021
- 17 《工程测量规范》 GB 50026
- 18 《工业建筑防腐蚀设计规范》 GB 50046
- 19 《建筑基坑工程监测技术规范》 GB 50497
- 20 《建筑变形测量规范》 JGJ 8

山东省工程建设标准

边坡工程鉴定与加固技术标准

DB37/T 5184—2021

条文说明

前 言

山东省工程建设标准《边坡工程鉴定与加固技术标准》DB37/T 5184-2021,其住房和城乡建设部备案号为J 15752-2021,已经山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局批准并联合发布。

本标准在编制过程中,编制组广泛调查研究,认真总结了山东地区的工程经验,参考有关国家标准、行业标准,在广泛征求意见的基础上编制。

为便于广大边坡工程施工、监理等有关单位人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,《边坡工程鉴定与加固技术标准》编制组,按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行过程中需要注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规定的参考。

在使用中如发现本条文说明有不妥之处,请将意见和建议寄送山东建勘集团有限公司标准编制组(地址:济南市无影山西路686号,邮编:250031,电子邮箱:kcyytgs@163.com,网址:www.sdjiankan.com)。

目 次

1	总则	69
2	术语和符号	70
2.1	术语	70
2.2	符号	70
3	基本规定	71
3.1	一般规定	71
3.2	边坡工程鉴定	71
3.3	边坡工程加固	73
4	鉴定加固勘察	74
4.1	一般规定	74
4.2	勘察要求	74
4.3	岩土工程参数	75
5	鉴定调查与检测	76
5.1	一般规定	76
5.2	调查与检测要求	76
5.3	使用条件调查	77
5.4	支护系统的调查与检测	78
6	鉴定评级	80
6.1	一般规定	80
6.2	构件鉴定评级	80
6.3	支护子单元鉴定评级	81
6.4	鉴定单元的稳定性评级	82
6.5	鉴定单元的鉴定评级	83
6.6	鉴定报告	83
7	加固设计	85

7.1	一般规定	85
7.2	设计要求	85
7.3	悬臂式、扶壁式挡墙工程	88
7.4	重力式挡墙工程	90
7.5	锚杆挡墙工程	91
7.6	桩板式挡墙工程	92
7.7	加筋土挡墙工程	93
7.8	锚定板式挡墙工程	93
7.9	岩石锚喷边坡工程	93
7.10	坡率法边坡工程	94
8	加固施工及验收	95
8.1	一般规定	95
8.2	基本施工要求	95
8.3	应急措施	96
8.4	工程验收	96
9	加固工程监测	97
9.1	一般规定	97
9.2	监测工作	98
9.3	监测数据处理	98
9.4	监测报告	98
附录 A	边坡工程支护结构地基基础安全性鉴定评级	99

1 总 则

1.0.1 既有边坡工程鉴定与加固涉及边坡工程施工质量、性能检测、工程地质、水文地质、岩土力学、支护结构、锚固技术、施工及监测等多门学科。边坡工程岩土特性复杂多变，破坏模式、计算参数及计算理论存在诸多不确定性。因勘察、设计、施工和管理不当等原因造成一些质量低劣、安全度低、耐久性差、抗震性能低及年久失修的边坡工程，对存在安全隐患或影响正常使用的边坡工程急需加固处理。制定本标准的目的是使山东边坡工程的鉴定与加固技术标准化、规范化，符合技术可靠、安全适用、经济合理、确保质量、保护环境的要求。

1.0.2 岩质边坡高度超过 30m、土岩边坡高度超 25m、土质边坡高度超 15m 的边坡工程鉴定与加固工程实例较少，且工程经验欠充分，因此对超过上述高度的边坡工程鉴定与加固设计应做必要的加强处理，特别是对地质和环境条件很复杂的边坡工程，应针对地质和环境条件的复杂特点，对鉴定方案进行专项论证。

1.0.3 边坡工程鉴定与加固是一门综合性和边缘性强的工程技术学科，本标准难以全面反映其技术要求；且软土、湿陷性黄土、冻土及膨胀土等特殊岩土边坡工程，以及地震区、灾后的边坡工程的鉴定与加固牵扯特殊技术问题，如抗隆起、抗渗流、湿陷性和膨胀性处理、锚固技术处理及支护结构选型等。因此，本条规定除遵守本标准外，边坡工程鉴定与加固设计涉及的其他技术要求还应符合国家及山东省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 ~ 2.1.18 本节根据边坡工程鉴定与加固的特点，给出了本标准主要术语的定义。

2.2 符 号

2.2.1 ~ 2.2.3 本节给出的符号主要是本标准出现的符号，其他符号应按现行国家有关标准执行。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 边坡工程的鉴定与加固应首先确定鉴定与加固的对象和工作的内容，通常上述要求是由委托方根据鉴定与加固的原因和希望达到的目标确定的。鉴定对象可以是整个边坡工程，相对独立的鉴定单元、特定的支护结构或构件；一般情况下为使委托方应用方便、目标明确，应根据支护结构类型、构造、边坡高度及作用荷载大小等情况，由鉴定单位协助委托单位确定鉴定对象和鉴定目的，可将边坡工程划分成若干个独立的鉴定单元（子单元），以鉴定单元（子单元）作为基本鉴定对象。加固范围宜结合鉴定结果、加固对象及加固目的综合确定。

3.1.2 边坡工程鉴定与加固是一门综合性和边缘性强的工程技术学科，要求较高技术水准和综合能力，单位和专业技术人员的能力是保证边坡工程鉴定与加固质量的前提条件。

3.2 边坡工程鉴定

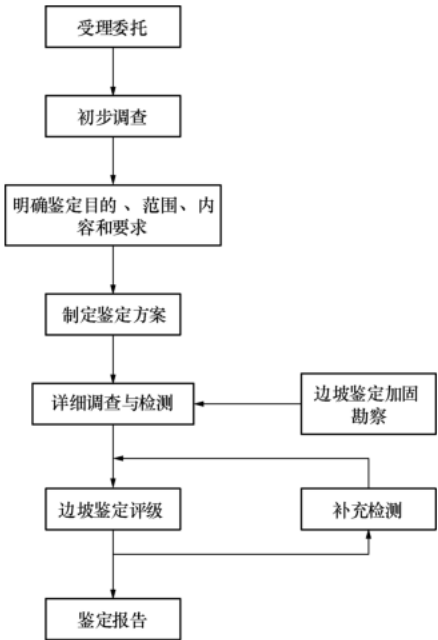
3.2.1 边坡工程鉴定的适用范围为边坡工程安全性、正常使用性、耐久性鉴定及边坡工程施工质量鉴定。

3.2.2 ~ 3.2.3 从大量的边坡工程鉴定实践项目来看，95% 以上的边坡工程鉴定项目是以解决安全性问题为主要目的，对涉及安全的边坡工程耐久性問題也逐步提到日常工作中来，大部分边坡工程对正常使用性的要求不高，只有少数的边坡工程涉及正常使用问题；因此，边坡工程鉴定应以安全性鉴定为主导，兼顾正常使用和耐久性鉴定，对于比常规的边坡鉴定更复杂、存在某些特定突出问题的情况，应采取更深入、更细致、更有针对性的专项鉴定来解决。从划分边坡工程具体鉴定项目的条件而言，给出了

常见情况的处理方法；只是特别提出了对需进行司法鉴定的边坡工程，宜首先选择对其安全性进行鉴定，当然也可单独进行其他项目的鉴定，如边坡工程施工质量鉴定，从而使边坡工程司法鉴定工作有了依据，确保科学、公正和规范地开展司法鉴定工作。

3.2.4 由于边坡工程耐久性问题极其复杂，国内外研究成果主要适用于特定的环境、特定的问题和试验室研究，对一般的耐久性问题还缺乏系统、充分的研究，因此，对边坡工程还需要进行大量、长期、艰苦的研究工作。当发现边坡工程耐久性问题可能或已严重影响边坡工程的安全性，不能保证边坡工程正常使用年限时，应根据边坡工程实际条件、现行国家相关专业规范和当地工程经验进行耐久性有关参数检测。

3.2.5 本标准参照了民用建筑和工业建筑鉴定程序、工作特色，结合了边坡工程鉴定的工作特色，给出了边坡工程鉴定工作程序，详细流程如下图。



由于委托方可能缺少专业技术知识，其委托的项目和要求与实际边坡工程存在的问题可能存在很大差别或委托的检测项目无法实施或不需检测，故现场初步调查后可与委托方协商，重新确定鉴定的目的、范围和内容。对于复杂的、特殊的、争议较大的边坡工程鉴定项目，可邀请专家对鉴定报告进行评审，对专家提出的问题进行相应的补充检测、验算和评定；同时有关鉴定程序应符合有关国家法律和行政管理条例的规定。

3.2.6 对特殊的鉴定项目（如洪水、泥石流、地震、火灾、爆炸、撞击等）其鉴定程序可按本标准第3.2.5条的规定执行，但其工作内容应符合特殊项目鉴定的要求，并应符合现行国家相关标准的规定。

3.3 边坡工程加固

3.3.2 边坡工程加固后的目标使用年限，应根据边坡工程的安全等级、已使用的年限、目前的工作状态和未来的使用要求，按现行国家相关标准确定。当现行国家相关标准无明确规定时，应由委托方和加固设计方根据现有边坡工程的安全等级、技术水平，参考同类工程经验及现行国家相关标准的一般规定共同商定；对边坡工程的不同对象，由于其所处位置、环境、使用条件、破坏后果及要求等的差别，可确定不同的目标使用年限。

3.3.4 边坡工程的危及对象、经济损失及不良社会影响等发生变化，使用条件和环境发生改变，例如边坡的高度减低或增高，边坡坡顶和坡脚邻近增加或取消重要建筑物等后，边坡加固工程的安全等级应根据情况做相应的调高或调低。

3.3.6 边坡工程加固后的工作状态和维护制度直接关系其使用年限。加固后的边坡定期检查维护制度应由设计单位制定，由物管单位执行。

4 鉴定加固勘察

4.1 一般规定

4.1.1 既有边坡工程勘察资料是边坡鉴定和加固设计的依据，当既有边坡工程无勘察资料，或原勘察资料不能满足工程鉴定加固需要时，边坡工程鉴定前应进行工程勘察。既有边坡工程鉴定前，建设单位应提供符合本标准要求既有边坡工程勘察文件，否则，鉴定单位不应开展既有边坡工程鉴定工作，设计单位不得进行既有边坡工程的加固设计。

4.1.2 充分利用既有边坡工程勘察资料，可以节省工作量，避免重复工作。

4.1.3 既有边坡鉴定加固情况不同，勘察工作内容、工作深度也不同，相关标准也有具体要求，这里强调要有针对性。

4.1.4 既有边坡工程相关资料较多，包括边坡工程的规模、支护形式、边坡顶、底高程和支护结构尺寸，原支护设计图、隐蔽工程的施工记录和竣工图、边坡变形监测资料以及其他相关资料等均应收集完整。

4.1.5 既有边坡工程勘察工作除满足常规边坡工程勘察要求外，重点是查明可能发生变化的评价参数（如抗剪强度等），常规边坡勘察要求在现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 和《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 中均有详细规定。

4.2 勘察要求

4.2.1 既有边坡工程勘察范围应包括影响边坡安全和受边坡安全影响的相关区域。

4.2.2 工程地质测绘和调查是边坡工程勘察的基础工作之一；单一的直孔钻探往往难以达到预期的勘察效果，宜采用钻探、坑

(井)探、槽探以及物探等多种方法相结合的勘探手段。

4.2.3 将钻孔、探井、探坑和探槽及时封填密实是对边坡岩土体和环境保护的基本要求。

4.3 岩土工程参数

4.3.1 原位测试、室内试验方法应根据岩土条件、设计对参数的要求、方法的适用性、地区经验等因素选用，试验条件尽可能接近实际。实践证明：通过综合测试、试验并结合工程经验的方法较合理。

4.3.3 由于岩土物理力学指标会随着时间的和环境改变而发生变化，故对搜集的岩土物理力学指标进行分析复核是必要的。边坡工程鉴定加固勘察时，应充分考虑这些变化，对搜集的岩土物理力学指标做适当的调整。

4.3.4 反演分析法是一种有效的确定滑动面抗剪强度指标的方法。按坡率法进行放坡的边坡工程已经出现了变形或滑动，且边坡或滑坡的整体稳定性能够通过宏观、定性判断确定稳定性系数 K_s 值时，可以采用反演分析法计算滑动面抗剪强度指标。

对于出现变形的边坡工程，弱变形阶段 K_s 可取1.02~1.05，强变形阶段 K_s 可取1.00~1.02。值得注意的是：此处的变形是指与整体稳定性有关的变形，而非局部岩土体变形或支护结构体设计正常使用的变形，需要在现场认真、准确地加以判断。此外，弱变形与强变形两个阶段也是没有明确界限的。一般来说，可以根据岩土体中所产生的裂缝宽度、裂缝贯通和延伸程度、结构体的变形破坏程度以及变形发展态势等因素进行综合判定。对于产生滑动的边坡工程，其滑坡稳定系数 K_s 可取0.95~1.00。

5 鉴定调查与检测

5.1 一般规定

5.1.1 边坡工程检测时不应损害原构筑物的安全性，这是最基本的要求，不允许因检测方法失误导致边坡工程事故；因此，应优先推荐采用无损检测技术检测边坡工程。采用局部破损取样方法或原位检测方法时，应注意不损害支护结构的安全性，当发现检测方法可能影响支护结构安全时，在采取有效预加固处理措施后，方可开展有关检测工作；检测工作完成后应对局部损伤部位采取相应的修补措施。

5.1.2 该条规定是保证检测数据有效性的必要条件。

5.1.3 由于受时间、空间和其他条件的限制问题，边坡工程一般情况下难以全数检测，当抽检数量偏少，又发现相关检测项目存在差异时，允许进行二次抽样检测，二次抽样数量应符合现行国家技术标准的有关规定，否则，二次抽样结果不具有代表性，不能作为相关判断的依据。

5.1.4 为保证检测结果的客观性、科学性、可比性和公正性，检测数据的处理必须符合国家、行业和地方现行有关标准的规定。

5.2 调查与检测要求

5.2.1 初步调查是搞好后期各部分工作的前提条件，需了解如原始施工、维修、加固、改造、用途变更、使用条件改变以及受灾等情况；调查有无超载问题、附加建（构）筑物情况及排水现状等；对于比较复杂的、超过现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 适用范围的边坡工程项目更要做好初步调查工作，才能拟订出符合实际、符合要求的鉴定方案，确定下一

步工作大纲并指导后续工作，为进入现场进行详细调查、检测做好准备工作。

5.2.2 详细调查与检测是在初步调查的基础上进行的，主要是对边坡使用条件、支护结构与构件、附属工程和材料性能进行现场核实及检测。由于不同边坡工程的复杂程度差异极大，因此可根据实际边坡工程的复杂程度有选择地进行相应项目的调查和检测。对于已有变形迹象的边坡工程，应根据边坡工程的实际现状开展补充地质勘察工作，特别是对需加固的边坡工程应进行边坡加固工程地质勘察，并核实边坡工程的实际使用条件。当边坡工程环境差异过大时，应对环境作用进行相应的调查，条件允许时，应对相关项目进行现场实地检测或进行相应的原位实验检测。对于支护结构材料，有证据证明材料特性确有保证时，可直接采用原设计值，也可进行简单抽样检测验证；无证据时，应严格按现行国家有关检测技术标准，通过现场取样检测或现场测试确定材料特性。由于边坡工程的特殊性和复杂性，对支护结构、构件的检查和抽样检测是比较困难的，通常通过对支护结构、构件及周边环境的变形调查和检测，初步判断支护结构、构件的安全性，当支护结构、构件和边坡环境有明显变形迹象时，应适当增加抽检数量，且重点检测变形部分支护结构、构件的变形、损伤情况。目前边坡工程附属工程的检查和检测并未引起工程技术人员的充分重视，特别是检查边坡排水系统的设置及其使用功能的发挥效果，边坡工程的安全与排水系统的关系极为密切，因此，应引起工程技术人员的高度重视。

5.3 使用条件调查

5.3.1 ~ 5.3.2 既有边坡工程鉴定除应考虑下一目标使用期内可能受到的作用和使用环境外，还应考虑边坡工程已承受到的各种作用及其工作条件，以及使用历史上受到的设计中未考虑的作用。例如边坡工程坡顶超载作用、灾害作用或临时性损伤等也应在调查之列。向周边居民调查有其特殊意义，由于居民与边坡工

程的特殊关系，居民对周边环境的变化更为敏感，因此，应重视向边坡工程周边居民调查，了解边坡工程的使用、维护和改造历史。

5.3.3 边坡工程作用的调查和检测，包括永久作用、可变作用（荷载）和偶然作用，是根据现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 进行分类的，实际调查和检测工作中应根据边坡工程实际情况选择相应的项目进行检测，但不应遗漏有关作用的调查与检测。

5.3.4 明确了边坡工程上作用的取值方法，按现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330、《建筑结构荷载规范》GB 50009 等标准的规定确定。

5.3.5 在边坡工程鉴定中业主最关心的是鉴定对象是否安全，是否满足下一个目标使用期的要求，如果边坡工程出现病态（严重变形、裂缝、支护结构破损等）要求查找原因、分析危害程度和提出处理方法，而边坡工程所处气象环境、地质环境和工作环境与其安全性密切相关，因此，应对其所处的环境进行调查。

5.3.6 边坡工程所处环境类别和作用等级，应根据具体情况按现行国家相关标准的有关规定确定。

5.3.7 边坡工程及周边环境的变形、裂缝的调查、检测直接关系到边坡工程安全性鉴定，因此，应引起高度重视，本条给出了调查、检测的规定，同时鼓励采取新技术、新设备、新手段更有效地调查、检测鉴定对象及周边环境的变形和裂缝，在条件允许时，应对其变化趋势进行监测。

5.4 支护系统的调查与检测

5.4.1 对边坡工程既有支护结构的调查与检测，宜划分地基基础、支护结构和附属工程三部分进行，这是评定其安全性的基本工作内容。

5.4.2 地基基础现状、实际使用荷载及地基与支护结构变形调

查是支护结构地基基础调查的基础部分。当地基基础资料不足时，可采用现场抽样检测、计算校核等方法验证已有岩土工程勘察资料的准确性，其中需通过现场检测确定地基承载力时，可按现行行业标准《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123 和现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 规定的方法进行确定；当地基基础沉降变化趋势不明确时，应对其变化趋势和量值进行监测，监测时间不宜少于其一个变化周期。

5.4.4 ~ 5.4.5 本条提出了支护结构及附属工程调查项目。

5.4.6 本条提出了边坡工程支护系统的地基基础、支护结构及附属工程检测项目。

5.4.7 由于边坡工程现场检测受场地、地理和建筑环境、边坡高度等多种因素的影响，确定合理的、符合实际情况的抽样检测标准是非常困难的，本条参考现行国家有关验收、检测标准规定了抽样的基本原则、检测内容、检测设备等要求。随着研究工作的深入开展和各地区边坡工程检测、鉴定经验的总结，各地区可根据本地区边坡工程特点编制相应的边坡工程检测技术地方标准，补充完善相应的检测规定。

5.4.8 ~ 5.4.10 提出了用于边坡工程的混凝土结构和砌体结构的结构材料、几何尺寸、制作安装偏差、结构构件性能、混凝土结构耐久性检测的具体检测方法。

6 鉴定评级

6.1 一般规定

6.1.1 由于边坡工程的特殊性，边坡工程应重点评定其安全性，此条与现行国家相关标准相一致。在具体分析边坡工程安全性时，应将边坡工程划分成若干鉴定单元作为基本鉴定对象，以鉴定单元为龙头，将安全性评级分四个等级，正常使用性评级分三个等级，分层次、分阶段、分步骤、渐进地分析鉴定单元的安全性和正常使用性。在具体评级时可将鉴定单元划分为构件、子单元和鉴定单元分别评级，这与现行国家有关鉴定标准的相关规定是一致的；对不能具体细分为构件、子单元的鉴定单元，应直接对鉴定单元进行相应的评级。对于在同一剖面、不同高度位置采用不同支护结构形式组成的复杂鉴定单元，应根据鉴定单元的实际情况，将其细分为若干相对独立的子单元（每一子单元的组成与简单鉴定单元的组成可能相似）后，按表 6.1.1 的规定进行独立子单元的鉴定评级。

6.2 构件鉴定评级

6.2.1 为使用方便，本条给出了支护结构构件划分方法。

6.2.2 ~ 6.2.3 按现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330、《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144 和《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292 等的有关规定给出了单个构件安全性和使用性评级标准。

6.2.4 锚杆是边坡工程中最常用也是最重要的支护结构构件之一，其安全性直接关系到鉴定对象的安全性及整体稳定性，其安全性评定应引起充分重视。由于锚杆构件属隐蔽构件，在现有技术手段条件下，实际检测其工作状态存在困难，因此，本条明确

了应进行的基本检测工作。需要说明的是，当锚杆为全粘结性锚杆时，一般情况下抗拔试验检测的是锚杆通长范围的抗拔承载性能，此时，应全面考虑已有工程建设年代、地质勘察资料、设计资料、竣工资料及其他类似工程经验，综合评定锚杆的实际工作性能。

6.2.5 ~ 6.2.8 本标准给出了锚杆、混凝土构件、砌体材料及坡率法修建的边坡耐久性鉴定评估办法。

6.3 支护子单元鉴定评级

6.3.1 本条参照现行国家标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144 和《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292 的子单元划分方法，支护系统可包含地基基础、支护结构和附属工程三个子单元。

6.3.2 由于支护结构中的地基基础鉴定内容较多，参照现行国家标准的有关规定制定了地基基础子单元安全性评级标准，具体内容见本标准附录 A。

6.3.3 支护结构子单元安全性评定包含支护结构的整体性、承载功能和变形两项具体内容。

随边坡支护结构类型、构造、连接的不同，支护结构发挥的效能有很大差别，当其连接构造和连接本身不满足支护结构有效传递外部作用时，应直接评定为 C_u 或 D_u 级。

当按支护结构承载性能和变形评定支护结构安全性等级时，除应考虑构件的评定等级外，还应考虑鉴定单元中支护结构的变形，不同变形表现了支护结构的不同安全状态，对已变形支护结构，当其变形严重影响支护结构安全性时，应直接评定为 D_u 级。

对支护结构子单元，应进行支护结构整体性评级、承载性能和变形评级，并将两种评级方式中的最低评定等级作为支护结构子单元的最终评定等级。

在具体界定子单元评级时，本标准参考现行国家标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144、《民用建筑可靠性鉴定标

准》GB 50292 的有关规定，规定在抽检构件的“构件集”中，不同等级构件数量所占比例作为判定等级的标准；由于不同类型边坡工程复杂程度、规模大小、边坡高度、施工条件、施工质量和环境条件差异很大，当边坡工程抽检构件数量不足时，应根据具体条件进行补充检测，扩大抽检的构件集（或按现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 中 C 类规定确定抽检构件数量，且抽检构件一定要有代表性），当检测数据离散性过大，无法进行批量评定时应全数检测。

6.3.4 工程实践经验表明，边坡工程的垮塌事故多数与边坡的附属工程中排水系统有关，排水系统布置是否合理、体系是否完整直接影响其排水功能，排水功能是否可以正常发挥将影响鉴定单元的安全性。

一般情况下护栏虽不影响边坡工程本身的安全性，但对边坡工程使用功能有一定影响，对人身安全性有较大影响；因此，当边坡工程护栏安全性不满足要求时，应单独指出其安全性等级，并采取相应的处理措施。

6.3.5 给出了子单元正常使用性评定标准。

6.4 鉴定单元的稳定性评级

6.4.1 本条给出了鉴定单元稳定性评级包含的内容。

6.4.2 定性评价和定量评价为边坡稳定性评价的两类方法，定性评价是定量评价的基础，定量评价是定性评价的补充和完善。

6.4.3 本条给出了稳定性鉴定评级的范围、评定条件和评定对象，当鉴定单元已经出现稳定性破坏或已有重大安全事故迹象时，应直接将其安全性定性评定为 D_{su} 级。

6.4.4 既有边坡工程的支护结构为边坡稳定提供了抗力，存在支护结构与没有支护结构时的边坡力平衡体系是不一样的，因此，边坡加固工程稳定性计算时应当合理考虑原支护结构的有效抗力。当支护结构完全破坏已失效或滑动面位于支护结构体外（滑动面位于支护结构基础之下或支护结构之上）时，边坡加固

工程稳定性验算不考虑原有支护结构的有效抗力。

6.4.5 本条给出了既有支护结构有效抗力确定原则，对既有支护结构、构件的几何尺寸和材料性能指标的取值做了明确规定，同时要求考虑支护结构布置和构造对有效抗力的影响。

6.4.6 本条给出了支护结构按抗滑稳定性和抗倾覆稳定性评价其安全性的方法和标准。第2、3款体现了边坡稳定性评价先定性评价后定量评价的原则，简化了评级标准；当无法确定有无变形迹象或有变形、滑移和倾覆等不正常迹象时可按第4款的规定计算确定支护结构抗滑稳定性和抗倾覆稳定性能力，并根据边坡工程的安全性等级确定其抗滑和抗倾覆稳定性评定等级。

6.4.7 本条给出了边坡整体稳定性评级方法，其分界参数与边坡安全性等级等因素相关，其分级标准与边坡工程安全性等级变化后的安全系数基本一致。

6.4.8 因边坡支护结构的存在，致使岩土体破坏模式发生改变，应对鉴定单元的不同破坏模式进行稳定性验算，以最小安全系数或最不利状态作为评定边坡工程整体稳定性的依据。

6.5 鉴定单元的鉴定评级

6.5.1 本条在支护子单元评级的基础上给出了支护系统安全性的评级方法。

6.5.2 本条给出了鉴定单元安全性评级方法。

本条在支护系统评级及稳定性评级的基础上给出了鉴定单元安全性的评级方法。

6.5.3 本条给出了鉴定单元正常使用性评级方法，直接以支护系统的正常使用性评级作为鉴定单元正常使用性评级，依据支护子单元正常使用性评级结果进行评定。

6.6 鉴定报告

6.6.1 当边坡工程鉴定工作完成后，为有效、及时地处理边坡工程中存在的问题，特别是急需解决的安全隐患问题，应及时向

委托单位出具鉴定报告。

本条规定只是最基本的规定，应根据边坡工程的复杂程度、难易程度等实际情况，报告所含内容、项目和要求的差别，可适当增加或减少相应的内容，专家评审意见宜作为附件使用，而非报告的必要要件。

6.6.2 对既有边坡工程每一鉴定对象而言，剩余使用年限是指在正常使用和正常维护条件下，不需大修，鉴定对象就可完成预定功能的时间。

6.6.3~6.6.4 规定了鉴定报告应对被鉴定边坡的安全性和正常使用性处理提出建议，并给出了原则性规定。

7 加固设计

7.1 一般规定

7.1.4 整体加固是指在原有支护结构的基础上采取增设新的支护结构等加固措施，本标准列出了常用的几种整体加固方法，若有其他成熟、可靠的加固方法亦可应用。

7.1.5 规定了既有边坡整体加固方法确定原则，采用扰动性小、有利于原有支护结构抗力发挥的加固形式。

7.2 设计要求

7.2.1 边坡加固后的使用年限应结合边坡工程服务对象的使用年限确定，为了保障边坡工程服务对象的安全，边坡的使用年限不应小于服务对象的使用年限。

7.2.2 边坡加固工程的设计方案优化是设计成功的关键，设计方案的制定应执行多方案的比较和优选，最终确定合理的加固设计方案。

适修性差的边坡工程指既有边坡工程的加固费用超过新建支护结构费用的 70% 以上，此时已不适合采用对原支护结构进行加固的做法。

7.2.3 本条明确了既有边坡工程加固方案选择时应考虑的主要因素。

7.2.4 边坡加固设计前，既有支护结构、构件的相关参数应在边坡工程鉴定中通过实测等方式予以确定。边坡加固工程设计时，原有支护结构及构件还能发挥多少作用，应依据边坡工程鉴定报告中提供的实测或明确的计算参数确定。

7.2.5 本条规定了采用锚固加固法、抗滑桩加固法加固，新、旧支护结构共同受力时，组合支护结构抗力计算的相关规定。根

据现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的有关规定，边坡工程稳定性、变形及构件强度等计算时，应采用不同的荷载效应最不利组合，相应的抗力取值分别为特征值和设计值。本条提到的组合支护结构抗力则为特征值和设计值的统称，边坡加固计算采用抗力特征值或抗力设计值应按现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的有关规定执行。

1 组合支护结构中新增支护结构和原支护结构抗力的发挥程度受加固方法、原支护结构现状等多种因素影响，加固设计时应根据本章具体规定分别计算各自有效抗力。

3 本款公式主要表达新旧支护结构共同受力时，抗力大于作用的基本概念。原支护结构有效抗力通过鉴定报告提供的有关参数计算确定，不再做折减。当加固前原支护结构构件处于高应力状态且无法进行有效卸载和检测鉴定确认时，原支护结构有效抗力的利用应慎重。新增支护结构抗力则由于加固后支护结构因二次受力存在应变滞后，难以充分发挥。本条根据支护结构形式和加固方法分别采用不同的抗力发挥系数来考虑应变滞后对新增支护结构抗力发挥的影响。采用此方法计算抗力一是便于设计人员理解和应用，同时又与国家混凝土结构加固规范和砌体结构加固规范的加固计算思路一致。

7.2.6 当支护结构传力路径改变或使支护结构质量增大时，支护结构构件及地基基础受力会发生改变，可能因构件及地基基础强度不足影响边坡安全，故有必要进行重新验算。

7.2.8 本条规定了采用锚固加固法进行加固时应遵循的基本规定。

1 软弱土层中的锚杆会显著蠕变，从而导致锚杆预应力值降低，或因锚固段注浆体与土层间的摩阻强度过低无法满足设计要求的锚固力；若地层对钢筋和灌浆体有强腐蚀性，会降低锚杆的使用寿命，导致边坡存在安全隐患和边坡稳定维护成本的增加；当锚杆自由段处在欠固结的新填土等竖向变形较大的地层中时，较大的竖向变形会导致锚杆的拉压力增加和对挡墙附加推力

增加，不利于边坡的稳定，因此以上几种情况下的边坡不适宜采用锚固法进行加固。

2 锚杆布置的位置与方位要充分考虑边坡可能发生的破坏模式、支护结构抗滑移、抗倾覆和强度等要求，锚杆位置布设于边坡作用力合力点，能使其最大限度提高抵抗滑移或倾倒破坏的抗力。

3 新增锚杆与原支护体系中锚杆的间距过密，会引起群锚效应，从而降低锚杆的承载能力，不能充分发挥新增锚杆与原支护体系中锚杆的作用；锚固段穿过滑裂面或潜在滑裂面不小于2m有利于锚固的可靠性，同时是参考国内外的岩土锚杆规范所做的规定。

4 精轧螺纹钢筋是在整根钢筋上轧有螺纹的大直径、高强度、高尺寸精度的直条钢筋，可在任意截面上通过内螺纹连接器进行加长或者采用螺母进行锚固，具有连接、锚固简便、利于重复张拉、与胶凝材料黏结力强、施工方便等优点；钢绞线具有强度高、低松弛、可重复张拉、与钢筋相比可大量节省钢材且便于运输和现场施工的特点，此外预应力锚杆杆体采用精轧螺纹钢筋、无黏结钢绞线时，可根据监测结果较方便地进行预应力调整，进行边坡动态设计与施工。

新增锚杆由于控制变形和加固的要求，预应力锁定值宜为锚杆拉力设计值；被锚固支护结构位移控制值较低时，由于支护结构变形，锚杆杆体受力会增加较多，为了保证锚杆的安全，被锚固结构允许产生一定变形的工程，锚杆初始预应力适当降低，锁定值可取锚杆拉力设计值的75%~90%。

5 锚杆传力构件具有足够的强度和刚度，是为了避免传力构件局部损坏和坡面地层因压缩变形而导致锚杆作用效果降低或不能将锚固力有效地传至稳定地层中。

6 永久锚杆在防腐等方面有严格的构造要求，应按现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330的有关规定执行。

7.2.9 本条规定了采用抗滑桩加固法进行加固时应遵循的基本

规定。

1 抗滑桩的截面、嵌固深度及高度应按计算确定，边坡岩土体不应越过桩顶或从桩间滑出，不应产生新的深层滑动。

3 抗滑桩间隔开挖和其他防护措施是施工期间挡墙的安全防护。

7.3 悬臂式、扶壁式挡墙工程

7.3.1 挡墙的主要载荷是土压力和相关的外来载荷，随着其使用时间的增长，挡土墙的外观质量、稳定性就可能会减弱，出现墙面开裂、鼓胀甚至不同程度的失稳现象。由于挡墙所承受的外部载荷环境、回填土性质、地质条件不同，因而，挡墙出现结构损坏、失稳的原因和所采用的加固方法也不尽相同，本条列出了悬臂式、扶壁式挡墙工程几种有代表性的加固方法。

7.3.2 本条规定了悬臂式、扶壁式挡墙采用锚固加固法进行加固时应遵循的规定。

1 悬臂式、扶壁式挡墙整体性强，采用预应力锚杆加固有利于控制其变形。

2 挡墙扶壁厚度及配筋量大，是挡墙的主要受力部位，为了减小对既有支护结构的破坏和施工难度，锚杆布置应避让。

4 本款明确了悬臂式、扶壁式挡墙新增锚杆及传力结构的抗力发挥系数取值。悬臂式、扶壁式挡墙的自身变形较大，新增非预应力锚杆更容易与之协同工作，所以锚杆抗力发挥系数折减比重力式挡墙少；预应力锚固加固法对原支护结构有卸载作用，锚杆抗拉刚度大，有利于消除应力应变滞后，充分发挥新增支护结构的作用，所以折减少。实际工程应用时，应注意避免张拉控制应力过大，对原支护结构带来损伤或对原锚杆等产生的过多卸载作用，影响原支护结构有效抗力的发挥。

7.3.3 本条规定了悬臂式、扶壁式挡墙采用抗滑桩加固法进行加固时应遵循的规定。

1 采用抗滑桩加固时，抗滑桩与重力式挡墙之间水平力的

可靠传递是关键。当抗滑桩无法紧贴挡墙时，可将桩与挡墙之间的土体置换为现浇混凝土。

2 本条明确了抗滑桩加固法加固悬臂式、扶壁式挡墙时抗力发挥系数取值。只有悬臂式、扶壁式挡墙自身或其地基有一定位移抗滑桩才能发挥作用，二者有一个协同过程，难以同时发挥最大支护作用，故对其抗力作用有所折减。

7.3.5 注浆加固法适用于砂土、粉土、黏性土、人工填土等土体加固。注浆设计前应弄清场地能否采用注浆处理、适合采用何种注浆材料和多大压力、预计的注浆量以及注浆处理后强度增加或渗透性减小的程度等。

边坡注浆堵塞的泄水孔应重新采取清孔措施，同时应控制注浆压力，避免注浆过程中边坡稳定性降低或对支护结构带来新的损伤。

注浆浆液的扩散半径与浆液的流变特性、注浆压力、胶凝时间、注浆时间等因素有关。理论计算的扩散半径与实际往往相差很大，有条件时进行现场注浆试验确定相关参数对设计和施工更有指导意义。

渗透注浆是在很小的压力下，克服地下水压和土的阻力，渗入土体的天然孔隙，在土层结构基本不受扰动和破坏的情况下达到加固的目的。

注浆加固地基时，增加的注浆宽度是参照有关地基基础处理规范而来，其目的是有利于保证对地基持力层的有效加固。

注浆质量的好坏应通过合适的检查方法检验。轻型动力触探、静力触探、钻孔抽芯等方法存在仅能反映检查一点的加固效果的局限性，电阻率法、声波法等存在难以定量和直接反映检查效果的缺点，对地基整体加固效果的检查目前尚无有效的方法。相比之下，采用现场载荷试验检验注浆加固效果，在一定范围内较能反映实际现状，但其检验费用相对较高，时间也较长，对重要工程为确保工程安全，采用此方法检验是合理的。

7.3.6 本条规定了堆载反压法设计的具体内容及要求。应急抢

险过程的堆载反压体作为边坡永久性加固工程使用时，应复核其能否满足永久性的要求，并根据具体情况采取适当的处理措施。

7.3.7 本条规定了削方减载法设计的具体内容及要求。削方减载法适用于有削方条件、不危及后缘坡体整体稳定性及邻近构筑物、管线、道路及场地等安全和正常使用的情況。

有条件采用削方减载法对既有边坡工程进行加固时，削方减载后使拟加固的边坡工程稳定性满足要求，也需对新形成的坡脚及坡面进行保护。对稳定性不满足要求的及新形成的开挖边坡均应按现行国家有关标准的规定进行支护处理。

7.3.8 本条说明了截排水法加固法的适用范围及加固措施。

7.3.9 悬臂式、扶壁式挡墙的结构构件包括扶壁、立板（或称面板）、墙趾板和墙踵板，是混凝土结构构件，无特殊性，可完全按现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 的有关规定进行加固，以满足其受力要求。

7.4 重力式挡墙工程

7.4.1 本条列出了重力式挡墙工程常用的加固方法。

7.4.2 当重力式挡墙截面尺寸不够时，可采用墙前或墙后加大截面宽度，也可墙前和墙后同时加大截面宽度。加大截面尺寸范围可以是挡墙的局部高度区域。

挡墙采用钢筋混凝土时，加大截面部分混凝土浇筑前，应采取凿毛处理、植入拉结钢筋等措施，保证新、旧混凝土结合成为整体。当挡墙为砌体材料时，应先剔除原结构表面疏松部分，对不饱满的灰缝进行处理，加固部位采取设水平齿槽或锚筋等措施，保证新加混凝土与挡墙结合成为整体；

基槽开挖施工阶段，挡墙的稳定性会削弱。采取分段跳槽施工，可减少挡墙同时受扰动的范围，避免坑槽内地基土暴露过久引起原基础产生和加剧不均匀沉降，甚至危及挡墙的安全。

7.4.3 考虑到重力式挡墙刚度一般较大，新增非预应力锚杆时，同样变形锚杆承担的拉力较小，所以锚杆抗力发挥系数折减

较多。预应力锚固加固法对原重力式挡墙有卸载作用，新设锚杆的支护作用可充分发挥，所以折减少。

7.4.4 采用抗滑桩加固时，抗滑桩与重力式挡墙之间水平力的可靠传递是关键。当抗滑桩无法紧贴挡墙时，可将桩与挡墙之间的土体置换为现浇混凝土。

加固重力式挡墙抗滑桩抗力发挥同加固悬臂式、扶壁式挡墙时相当。

7.5 锚杆挡墙工程

7.5.1 锚杆挡墙工程失稳诱发因素较多，依据工程损伤程度、破坏方式及现场条件，可采取多种方法加固，在条件允许的情况下，应优先采用锚固加固法。

7.5.2 在肋柱上增设锚杆，不但可以提高锚杆挡墙的稳定性和减小肋柱的变形；对于原锚杆挡墙工程中由于肋柱间距过大及锚固总量不够而导致锚杆挡墙失稳，可以采用以下两种方法来提高锚杆挡墙的抗力：（1）在原肋柱之间增设新的肋柱；（2）在肋柱之间增设横梁和锚杆。新增锚杆的位置与原支护体系中锚杆应有一定的间距，以避免群锚效应，新增锚杆初始预应力的值应考虑原支护体系锚杆的锚固力的大小，新增锚杆的锁定预应力值宜与其周围锚杆预应力一致，以有利于新旧锚杆共同发挥锚固作用。

锚杆挡墙采用锚杆加固时，新增非预应力锚杆抗拉刚度较小，在边坡新的变形下其应力应变滞后严重，相较其他支护形式，新增锚杆发挥作用小，因此锚杆抗力发挥系数折减较其他支护形式多。 B_{su} 级锚杆挡墙既有锚杆是满足安全性要求的，一般不增设锚杆，为了减小锚肋、挡板受力，有时也会增设锚杆，故增加了 B_{su} 级锚杆挡墙新增锚杆及传力结构的抗力发挥系数。

7.5.3 对于采用抗滑桩方法加固的锚杆挡墙工程，新增抗滑桩和挡板（肋柱）间设置可靠的传力构件（或者采用紧贴挡板原位浇注），有利于原支护体系中的挡板（肋柱）与新增抗滑桩

之间土压力的传递、协调变形与施工。

抗滑桩悬臂较高或边坡岩土体作用力较大时，采用锚拉桩加固法是被动加固与主动加固相结合的综合治理方法，有利于控制由于边坡岩土体作用力过大抗滑桩顶部的变形，避免其倾倒破坏，并有利于减少桩身配筋，提高其经济性。

锚杆挡墙发生变形是抗滑桩发挥抗力作用的前提，锚杆挡墙的既有锚杆延迟了挡墙变形的发生，故锚杆挡墙新设抗滑桩抗力发挥系数较小。

7.5.4 采用注浆加固法、堆载反压法、削方减载法、截排水法加固锚杆挡墙设计要求同加固扶壁式、悬臂式挡墙设计要求相同，分别在本标准第 7.3.5、7.3.6、7.3.7 和 7.3.8 条中有相关规定。

7.6 桩板式挡墙工程

7.6.1 本条列出了几种有代表性的加固方法。对施工期间因多种原因造成部分已施工桩或挡板不满足安全要求时，还可根据实际情况采用加大截面加固法、墙后部分土体材料置换（当未填土时）等措施，必要时结合本条所列的加固方法。

7.6.2 桩板挡墙通常采用悬臂桩，桩顶位移过大引起的周边建筑、市政设施损坏的情况较多。采用预应力锚杆加固，可有效控制桩顶位移。

若新增的锚杆为非预应力锚杆，因桩板式挡墙的自身变形较重力式挡墙大，与悬臂式挡墙相当，锚杆更容易与之协同工作，所以锚杆抗力发挥系数折减比重力式挡墙少，与悬臂式挡墙相同。

7.6.3 新增抗滑桩与原桩基距离过近，施工期间对原桩基可能会产生不利的影响，削弱其埋入岩土层段的嵌固效果。抗滑桩与桩板式挡墙排桩之间在桩顶应设置后浇的钢筋混凝土连系梁，提高桩受力的整体性。

7.7 加筋土挡墙工程

7.7.1 本条列出了加筋土挡墙几种有代表性的加固方法。

7.7.2 加筋土挡墙自身变形较大，锚杆更容易与之协同工作，其抗力发挥系数折减少。

7.7.3 加筋土挡墙自身变形能力强，随着挡墙变形增加抗滑桩才能逐步发挥其抗滑作用，较大的变形降低了加筋土自身支护能力，在不考虑加筋土支护效果降低的前提下，应适当降低抗滑桩抗力发挥系数。

7.8 锚定板式挡墙工程

7.8.2 ~ 7.8.3 锚定板式挡墙增设锚杆及抗滑桩加固效果，同锚杆挡墙增设锚杆及抗滑桩加固效果相当，考虑到锚定板挡墙增设锚杆锚固段一般在土层中，其新增锚杆及传力结构的抗力发挥系数直接按土层中的抗力发挥系数考虑，若锚固段分布在岩层中，其抗力发挥系数可提高 0.05。

7.9 岩石锚喷边坡工程

7.9.1 对需进行加固的岩石锚喷边坡工程，应根据加固工程地质勘察报告、边坡加固工程鉴定和加固后边坡工作状态，分析边坡破坏模式，根据破坏模式，兼顾已有边坡现状，选择合理的加固设计方案。

本条规定了岩石锚喷边坡工程整体稳定性不满足要求时，可根据现场情况采用一种或多种加固法组合进行加固。

7.9.2 岩石锚喷边坡新增锚杆与既有锚杆受力机理一致，应力应变滞后小，便于协同作用，有利于抗力发挥，故其抗力发挥系数折减较小。新增锚杆锚固段均在岩层中，无须考虑锚固段地层为土层时抗力发挥系数的折减。

7.9.3 岩石锚喷边坡新增抗滑桩嵌固段均在岩层中，变形小，抗滑桩易于同既有支护结构协同作用，其抗力发挥系数折减较小。

7.10 坡率法边坡工程

7.10.1 对需进行加固的坡率法边坡工程，应根据加固工程地质勘察报告、边坡加固工程鉴定和加固后边坡工作状态，分析边坡破坏模式，根据破坏模式，兼顾已有边坡现状，选择合理的加固设计方案。

本条规定了坡率法边坡工程整体稳定性不满足要求时，可根据现场情况采用一种或多种加固法组合进行加固。

7.10.2 本条规定了坡率法边坡工程局部稳定性不满足要求时，需根据工程情况及条件采用混凝土格构式锚杆加固法、锚钉格构护坡、砌块护坡、绿化护坡、设柔性防护网等进行加固或防护。

7.10.3 坡率法边坡新增支护结构和构件能充分发挥其支护效能，抗力发挥系数可不折减。

8 加固施工及验收

8.1 一般规定

8.1.1 既有边坡工程的加固，由于各种原因容易造成施工安全事故，所以施工方案应结合边坡的具体工程条件及设计基本原则，采取合理可行、有效的综合措施，在确保边坡加固工程施工安全、质量可靠的前提下施工。

8.1.2 边坡加固工程的施工组织设计是贯彻实施设计意图、确保工程进度、工程质量和施工安全、指导施工的主要技术文件。施工单位应认真编制，严格审查，实行多方会审制度。方案中应有施工应急控制措施和实施信息法施工的具体措施和要求。

8.1.3 加固边坡工程应根据其特殊情况或设计要求，施工单位应将监控网的监测范围延伸至相邻建筑物或周边环境进行自检监测，以便对边坡加固工程的整体或局部稳定做出准确判断，必要时采取应急措施，保障施工安全及施工质量；雨期施工时，应加强监测、巡查次数。

8.2 基本施工要求

8.2.4 本条规定了采用削方减载法时现场施工顺序及有关要求。现场施工时，应根据工程的具体情况、边坡的稳定性及现场条件等确定施工顺序，并做好临时封闭、截排水、开挖临时放坡、弃土弃渣及安全施工等有关工作。

8.2.6 由于钻孔用水会软化边坡岩土体，引起其岩土体物理力学参数下降，导致边坡的变形加大，降低边坡的稳定性，在受水影响明显的地层中成孔时，应采用干钻；锚杆预应力张拉过程会出现应力集中，可能引起原支护结构局部损坏或压缩变形，因此在张拉时，不但要分级张拉到位，同时需加强对原支护结构及

构件变形的监测。

8.2.7 抗滑桩施工阶段因对边坡进一步扰动，边坡的稳定性处于相对较低时期。施工采取跳槽开挖等措施尽量减少对边坡的扰动，有利于保证施工期间边坡的安全。

8.2.9 注浆施工合理性是确保注浆加固效果的重要环节。施工过程中对注浆压力、注浆流量的监测和调整则是提高注浆质量的关键。

注浆施工包括注浆机械的选择、注浆方法的选择、确定注浆次序和进行注浆控制。其中注浆控制可以采用过程控制，即通过调整浆液性质和注浆压力、流量，把浆液控制在所要处理的范围内；也可采用质量控制方法，通过注浆总量、注浆压力、注浆时间等的控制，达到注浆加固的要求。

注浆过程中，出现浆液冒出地表时，可采取降低注浆压力，同时提高浆液浓度，必要时掺砂或水玻璃；采取限量注浆、间歇注浆和地面进行填料反压处理等措施。

浆液过量流失大都伴随着注浆压力不升、吃浆不止的情况，多为岩土层内部特殊的岩土结构等原因造成的。应根据不同的地质情况，采用不同的处理方法，通常处理方法有降低注浆压力；改用较稠浆液；加粗骨料；添加速凝剂；间歇注浆；调整注浆施工顺序，首先进行周边封闭孔注浆等。

8.3 应急措施

8.3.1 当施工中边坡加固工程出现险情时，施工单位应及时采取相应措施处理，并向设计等单位反馈信息，未经许可不得继续施工，避免出现工程事故。

8.4 工程验收

8.4.1 本条规定了边坡加固工程施工质量验收的资料要求。

9 加固工程监测

9.1 一般规定

9.1.2 边坡工程加固施工可能对既有边坡及支护结构造成一定损伤，加剧边坡变形，危及边坡及其坡顶建筑物安全，应引起高度重视。为了掌握边坡及其坡顶建筑物变形、支护结构受力情况、加固措施的有效性，需对边坡进行监测。永久性边坡工程使用周期长，加固竣工后一般不超过2年的时间段内其变形可能进一步发展，支护结构内力发生较大改变，因此，要求永久性边坡工程加固竣工后持续监测时间不应少于2年。大多的监测时间不应少于2年。

对既有边坡工程进行加固施工前，设计单位应明确指出被保护对象内可能被危害的保护对象，并给出具体监测项目及监测周期要求。

9.1.4 边坡工程及支护结构变形值的大小与边坡高度、地质条件、水文条件、支护类型、加固施工方案、坡顶荷载等多种因素有关，变形计算复杂且不成熟，现行国家有关标准均未提出较成熟的计算理论。因此，目前较准确地提出边坡加固工程变形预警值也是困难的，特别是对岩体或岩土体边坡工程变形控制标准更难提出统一的判定标准，工程实践中只能根据地区经验，采取工程类比的方法确定。在确定具体监测内容和要求时，宜由设计单位提出初步意见，再与边坡加固工程变形监测有关的单位共同协商最终确定边坡加固工程监测方案。

9.1.5 本条明确了保证边坡加固工程监测持续性和准确性的人员措施。

9.2 监测工作

9.2.1 ~ 9.2.3 为规范边坡加固工程变形监测工作，给出了监测方案的具体要求及监测对象、项目的选择要求，供相关工程技术人员参考使用。

9.2.4 ~ 9.2.11 为了使边坡加固工程监测工作有法可依且可以有效实施，给出了变形观测点布置应执行的现行国家有关标准、相应监测项目、监测要求的最低标准，同时给出了监测频率的一般规定，其目的是避免边坡加固工程监测工作中缺乏统一的监测规定，随意布置变形观测点或随意增加无效观测点的现象，在满足实际工程需求的前提下，减少社会资源和财富的浪费。

9.2.12 基于本标准第 9.1.4 条同样的原因，边坡加固工程监测预警的控制是一件非常困难的工作，关系到社会资源、人力、物力的调配，预报不及时或不准确，其产生的后果都是严重的，在参考现行国家相关标准和有关边坡工程实践后，给出了预警预报的一般要求。在实际使用中，监测单位应根据边坡加固工程自然环境条件、危害后果的严重程度、地区边坡工程经验（如发现少量流砂、涌土、隆起、陷落等现象时的处理经验）及同类边坡工程的类比，慎重、科学地做出预警预报。

9.3 监测数据处理

9.3.2 通过对已有边坡工程监测报告的调查发现，监测数据的处理方法、表达形式差异极大，且不规范，为统一监测数据的处理方法，表达方式特做此规定。

9.4 监测报告

9.4.2 为规范、统一边坡加固工程监测报告的编制，特做此规定。

附录 A 边坡工程支护结构地基 基础安全性鉴定评级

A.1 一般规定

A.1.1~A.1.4 任何工程的地基基础一般均为隐蔽工程，实际现场检测工作受周边环境、场地条件、检测设备、检测方法等多种因素影响，实际支护结构地基基础的检测存在很大困难，因此，岩土体参数应按边坡工程鉴定加固勘察报告确定；同时根据地基基础变形观测资料、上部支护结构反应、当地工程实践经验，结合有关验算，评定支护结构地基基础的安全性。支护结构地基基础包括地基及基础两个项目，其安全性以地基及基础两个项目中的最低评定等级作为地基基础的安全性等级。

A.2 地基的鉴定评级

A.2.1 本条参考现行国家有关标准给出了边坡工程地基检验的基本要求。

A.2.2 本条给出了地基检测的几种工作方法。

A.2.3 本条给出了地基安全性评级方法和标准。

A.3 基础的鉴定评级

A.3.1~A.3.2 给出了基础检验应符合的规定及现场检测的几种方法。

A.3.3 本条给出了基础安全性评级方法和标准。