

UDC

中华人民共和国国家标准

GB

GB 500××-2012

建筑边坡工程鉴定与加固技术规范

(征求意见稿)

2012-××-××发布

2012-××-××实施

中华人民共和国建设部

联合发布

国家质量监督检验检疫总局

关于《建筑边坡工程鉴定与加固技术规范》GB×××××—×× 征求意见稿的说明

本规范根据建设部 [2007] 125 号文，广厦重庆第一建筑（集团）有限公司和重庆市设计院会同有关单位编制完成了国家标准《建筑边坡工程鉴定与加固技术规范》。在编制过程中得到了各参编单位、有关勘察、设计、施工单位、大专院校及科研机构的大力支持，在此表示感谢。

随着我国城市建设及其它行业的发展，已实践了和正在实施大量的边坡工程。边坡工程高度、规模及复杂性都越来越大。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都存在诸多不确定性；同时，因勘察、设计、施工和管理不当等造成一些质量低劣、安全度低、抗震性能差、存在安全隐患及影响正常使用的边坡工程；其中，部分已建的边坡工程已出现变形、开裂，也有部分正在实施的边坡工程出现了工程事故。

目前国内尚无有关边坡工程鉴定与加固的技术标准，为填补此项空白，且与《建筑边坡工程技术规范》GB 50330、《混凝土结构加固设计规范》GB 50367、《砌体结构加固技术规范》GB xxxx、《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50202、《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144 和《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123 等国家现行标准相配套，满足既有边坡工程鉴定与加固的需要，编制《建筑边坡工程鉴定与加固技术规范》使既有边坡工程的鉴定和加固工作标准化、规范化，具有重要的理论价值和巨大的工程应用价值。

在编制过程中，参考了国内外有关技术规定及研究成果，吸收了我

国建筑边坡工程中较成熟的勘察、设计、施工技术方法。现已完成征求意见稿，向全国设计、施工、勘察、科研单位、大专院校等有关部门征求意见。

征求意见稿目的旨在征求意见，有些内容将会有较大变化，故不得作为工程设计的依据，不宜作为宣讲材料。

请于 2010 年 7 月 20 日前将书面意见反馈给规范编制组郑生庆、陈希昌(通讯地址：重庆市渝中区人和街 31 号重庆市设计院，邮编：400015，电话：023-63853309，13320233366，传真：023-63853307，电子邮箱：cxccq@126.com)。我们将慎重研究反馈意见，并进行必要的调整、改进。谢谢。

《建筑边坡工程鉴定与加固技术规范》编制组

二〇一〇年五月五日

目 次

1	总 则	1
2	术语与符号	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	边坡加固设计	6
4	边坡加固工程勘察	8
4.1	一般规定	8
4.2	勘察工作量布置	8
4.3	稳定性分析与评价	9
4.4	参数取值	11
5	边坡工程鉴定	13
5.1	一般规定	13
5.2	鉴定的程序与工作内容	13
5.3	鉴定评定标准	17
5.4	调查与检测	19
5.5	结构构件的鉴定与评级	20
5.6	结构单元的鉴定评级	21
5.7	边坡工程的鉴定与评级	22
6	边坡加固工程的设计计算	23
6.1	一般规定	23
6.2	计算原则	23
6.3	计算参数	25

7	边坡工程的加固方法	27
7.1	一般规定	27
7.2	削方减载法	27
7.3	堆载反压法	28
7.4	锚固加固法	29
7.5	抗滑桩加固法	30
7.6	加大截面加固法	31
7.7	注浆加固法	31
7.8	截排水法	33
8	边坡工程加固	35
8.1	一般规定	35
8.2	锚杆挡墙工程的加固	36
8.3	重力式挡墙工程的加固	37
8.4	悬臂式、扶壁式挡墙工程的加固	38
8.5	桩板式挡墙工程的加固	38
8.6	岩石锚喷边坡工程的加固	39
8.7	坡率法边坡工程的加固	39
8.8	地基和基础加固	40
9	监测	42
9.1	一般规定	42
9.2	监测	42
9.3	监测数据处理	44
9.4	监测报告	45
10	加固工程施工及质量验收	45
10.1	一般规定	45
10.2	施工组织设计	45
10.4	施工险情应急措施	46
10.5	质量验收	46
	附录 A 边坡工程支护结构地基基础安全性鉴定评级	48

A.1 一般规定	48
A.2 地基的鉴定评级	48
A.3 基础的鉴定评级	49
附录 B 边坡工程稳定性鉴定评级	51
本规范用词说明	53

1 总 则

1.0.1 为了在既有建筑边坡工程鉴定与加固中贯彻执行国家技术经济政策，做到技术可靠、安全适用、经济合理、确保质量、保护环境，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于既有建筑、市政工程的边坡工程、岩石基坑工程以及工程滑坡的鉴定和加固。软土、湿陷性黄土、冻土及膨胀土等特殊岩土和侵蚀性环境以及地震区、灾后的边坡工程的鉴定和加固，尚应符合国家现行有关标准的规定。

1.0.3 本规范适用的边坡加固工程高度，岩质边坡为 30m 以下，土质边坡为 15m 以下。超过上述高度的边坡加固工程、地质和环境条件很复杂的边坡工程应进行专门鉴定和加固设计。

1.0.4 既有边坡工程的鉴定及加固除应符合本规范的规定外，尚应符合国家现行标准《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、《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50202、《混凝土结构加固设计规范》GB 50367、《砌体结构加固技术规范》GB xxxxx 及《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123 等的规定。

2 术语与符号

2.1 术语

2.1.1 建筑边坡 building slope

在建筑场地或其周边、由于建筑工程和市政工程开挖或填筑施工所形成的人工边坡和对建（构）筑物安全或稳定有影响的自然或人工斜坡，简称边坡。

2.1.2 既有建筑边坡工程 existing building slope engineering

已存在、使用或正在施工的建筑边坡工程。

2.1.3 既有边坡工程加固 strengthening of existing building slope engineering

对可靠度不足或业主要求提高可靠度的既有建筑边坡工程及其相关部分采取增强、局部更换或调整其内力等措施，使其满足国家现行标准及业主所要求的安全性、耐久性和适用性。

2.1.4 工程滑坡 landslide due to building engineering

因建筑工程行为而诱发的滑坡。

2.1.5 加固设计使用年限 design working life for strengthening of existing building slope engineering

加固设计规定的既有建筑边坡工程加固后无需重新进行检测、鉴定即可按其预定目的正常使用的年限。

2.1.6 目标使用年限 target working life

既有边坡工程鉴定期望的使用年限。

2.1.7 检测 inspection

为评定建筑边坡工程的质量或性能等所实施的检查、测量、试验和检验活动。

2.1.8 损伤 damage

由于荷载、环境侵蚀、灾害和人为因素等造成的支护结构或构件非正常的位移、变形、开裂以及材料的破损和劣化等。

2.1.9 可靠性鉴定 appraisal of reliability

对既有边坡工程的安全性、适用性和耐久性所进行的调查、检测、分析验算和评定等一系列活动。

2.1.10 鉴定单元 appraisal unit

根据被鉴定边坡工程的支护结构体系、构造特点、结构布置、边坡高度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。

2.1.11 子单元 sub-system

鉴定单元中根据组成支护结构的不同型式所细分的基本鉴定单位。例如，上部为重力式挡墙、下部为锚杆挡墙的边坡工程，可分为重力式挡墙、锚杆挡墙等子单元。

2.1.12 构件 member

支护结构中可以进一步细分的基本受力单位。

2.1.13 建筑物 building

本规范中除特殊注明外，建筑物为建筑物和构筑物的总称。

2.1.14 锚杆

本规范中除特殊注明外，锚杆为锚杆和预应力锚索的总称。

2.1.15 削方减载法

通过清除建筑边坡推力区的岩土体达到减少边坡推力，使拟加固的既有建筑边坡工程满足预定功能的一种间接加固法。

2.1.16 堆载反压法

通过在既有边坡工程坡脚堆载反压，使拟加固的既有边坡工程满足预定功能的一种直接加固法。

2.1.17 抗滑桩加固法

通过设置抗滑桩，使拟加固的既有边坡工程满足预定功能的一种直接加固法。

2.1.18 增大截面加固法 structure member strengthening with R.C

增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直接加固法。

2.1.19 锚固加固法

通过设置锚杆及传力结构，使拟加固的既有边坡工程满足预定功能的一种直接加固法。

2.1.20 注浆加固法

通过对岩土体进行注浆处理，改变岩土体的物理、力学性能，使拟加固的既有边坡工程满足预定功能的一种间接加固法。

2.1.21 截排水法

通过设置或改造截、排水系统，使拟加固的既有边坡工程满足预定功能的一种间接加固法。

2.2 符 号

2.2.1 作用和作用效应

R_N ——新增支护结构或构件的抗力；

S ——支护结构上的外部作用；

R_0 ——原支护结构的有效抗力；

G_i ——第 i 计算条块单位宽度岩土体自重；

G_{bi} ——第 i 计算条块滑体地表建筑物的单位宽度自重；

P_{wi} ——第 i 计算条块单位宽度的动水压力；

N_i ——第 i 计算条块滑体在滑动面法线上的反力；

T_i ——第 i 计算条块滑体在滑动面切线上的反力；

R_i ——第 i 计算条块滑动面上的抗滑力；

P_{i-1} 、 P_i ——第 $i-1$ 条块、第 i 条块剩余下滑力。

2.2.2 材料性能参数

c_i ——第 i 计算条块滑动面上岩土体的粘结强度标准值；

ϕ_i ——第 i 计算条块滑动上岩土体的内摩擦角标准值。

2.2.3 几何参数

l_i ——第 i 计算条块滑动面长度；

θ_i ——第 i 计算条块底面倾角；

β_i ——第 i 计算条块地下水流线平均倾角。

2.2.3 计算系数

γ_0 ——工程重要性系数；

ζ_L ——新增支护结构或构件的抗力利用系数；

K_s ——稳定性系数；

ψ_i ——第 i 计算条块剩余下滑推力向第 $i+1$ 计算条块的传递系数。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 一级既有边坡工程的加固设计、鉴定、施工、监测均应执行动态设计、动态鉴定、信息化施工、及时监测的动态管理原则，并符合国家现行标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的相关规定。二级边坡加固工程宜采用动态管理原则。

3.1.2 与边坡支护结构配合使用的混凝土、砌体结构或构件的加固技术、裂缝修补技术、锚固技术和阻锈技术以及加固材料等应符合国家现行标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 和《砌体结构加固技术规范》GB xxx 等的有关规定。

3.1.3 未经技术鉴定或设计许可，不得改变加固后边坡工程的用途和使用条件。

3.1.4 既有边坡工程鉴定、加固设计、施工、监测、监理和验收应由具有相应资质的单位和有经验的技术人员承担。

3.2 边坡工程鉴定

3.2.1 边坡工程鉴定可分为边坡工程质量、可靠性、安全性、适应性及耐久性等的鉴定。

3.2.2 边坡工程鉴定应明确鉴定的对象、范围和要求。鉴定对象可以是整个边坡工程或所划分的相对独立的鉴定单元，也可是特定的支护结构或构件。一般情况下应根据支护结构体系、构造、边坡高度及作用荷载等情况，将边坡工程划分成若干个独立的鉴定单元，以鉴定单元作为基本鉴定对象。

3.2.3 当委托方仅要求对边坡工程的安全性进行鉴定时，可直接按地基基础、支护结构、边坡工程稳定性中较低等级评定边坡工程的安全性等级。

3.2.4 当需要对边坡工程进行洪水、泥石流及火灾等特殊项目鉴定时，特殊鉴定项目评级应符合国家现行有关标准的规定。

3.2.5 鉴定对象的目标使用年限，应根据边坡工程的使用历史，当前的工作状态和今后的使用要求，由委托方和鉴定方共同商定。对边坡工程的各区段，可确定不同的目标使用年限。

3.3 边坡加固设计

3.3.1 下列情况的边坡工程应进行加固设计：

- 1 经鉴定或边坡加固工程勘察确认为必须或宜采取措施的加固；
- 2 因勘察、设计和施工失误及材料性能不合格、构件腐蚀及构件损伤时的加固；
- 3 使用条件有重大变化或改造前的专门加固；
- 4 遭受灾害及安全事故时的加固。

3.3.2 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 边坡工程原有设计和施工竣工资料；
- 3 边坡工程加固勘察报告；
- 4 边坡工程周边建筑物、管线等环境资料；
- 5 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；
- 6 委托方提供的边坡工程设计任务书。

3.3.3 边坡加固工程安全等级应按国家现行标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的规定确定，一般情况下，应与原边坡工程设计安全等级一致。当边坡的使用条件和环境发生改变，使边坡损坏后造成的破坏后果（危及人的生命、造成的经济损失和产生社会不良影响）的严重性变化时，经与委托方商定后，加固边坡工程安全等级可作相应的调整。

3.3.4 边坡工程加固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，应由委托方和设计单位共同商定；
- 2 一般情况应按 30 年考虑，但不应低于边坡服务对象的使用年限，到期后若重新进行的边坡工程鉴定认为其工作正常，仍可继续延长使用年限；
- 3 对使用粘结方法或掺有聚合物加固的边坡工程支护结构或构件，尚应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。

3.3.5 边坡工程的加固方案设计应符合下列规定：

- 1 边坡加固设计方案选择，应综合考虑边坡工程的鉴定报告、勘察报告、加固的目的、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技术及经济分析，最终确定合理的加固设计方案；
- 2 依据鉴定报告结论，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 边坡工程的加固设计范围应根据其鉴定结果及设计分析确定，可对边坡工程整体、区段、支护结构及构件进行加固，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 边坡工程的加固设计，应综合考虑其技术经济效果，应避免不必要的拆除或更换；

5 边坡加固工程设计应考虑景观设计 & 环保设计，做到美化环境，并体现生态保护要求。

3.3.6 一级边坡加固工程应符合国家现行标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 动态设计法的原则，应对施工方案提出特殊要求和监测要求，掌握施工现场的地质情况、施工情况和变形、应力监测的反馈信息，必要时应对加固设计做修改和补充。二级边坡加固工程宜采用动态设计法。

3.3.7 对加固施工过程中可能出现过大变形或塌滑的边坡工程，应在设计文件中规定：先实施临时性的预加固及采取其它安全措施后，再实施永久性加固措施的细则要求。

3.3.8 下列既有边坡工程加固设计及施工应进行专门论证：

1 超过本规范适用高度的边坡工程；

2 边坡工程塌滑影响区内有重要建筑物、地质条件复杂且稳定性较差的边坡加固工程；

3 地质和环境条件很复杂、对边坡加固施工扰动较敏感、稳定性较差的边坡加固工程；

4 已发生严重事故的边坡加固工程；

5 采用新结构、新技术的边坡加固工程。

4 边坡加固工程勘察

4.1 一般规定

4.1.1 既有边坡工程加固时，必须进行边坡加固工程勘察。

4.1.2 边坡加固工程勘察应在充分利用既有边坡工程勘察资料的基础上进行，并对已有的资料进行必要的验证。

4.1.3 边坡加固工程勘察等级应与既有边坡工程安全等级相一致。地质环境条件复杂或已出现变形破坏的边坡工程，其边坡加固工程勘察等级应定为一级。

4.1.4 边坡加固工程勘察可不分阶段，直接进行详勘。

4.1.5 勘察报告应包括下列内容：

1 在查明边坡加固工程支护现状、边坡工程变形、破坏原因以及工程地质和水文地质条件的基础上，确定边坡类型和可能的破坏形式；

2 提供边坡稳定性、变形验算和加固设计所需的岩土参数；

3 评价边坡的稳定性，提出边坡工程稳定性结论；

4 提出边坡工程整治措施和监测方案建议。

4.2 勘察工作布置

4.2.1 边坡工程勘察前应取得下列资料：

1 场地岩土工程的原有勘察资料、边坡工程的变形监测资料；

2 边坡工程规模、支护型式、边坡顶、底高程和支护结构尺寸，原有支护设计图、隐蔽工程的施工记录及竣工图等；

3 附有坐标和地形的边坡工程平面图；

4 邻近建筑物、地下工程和管线等环境条件资料；

5 气象、水文资料（特别是雨期和暴雨强度等）；

6 其他与边坡工程相关的工程地质、水文地质资料。

4.2.2 边坡工程勘察应查明下列内容：

1 地形地貌特征；

- 2 岩土体的物理力学性质和软弱结构面的抗剪强度；
- 3 坡体岩土类型、成因、性状、覆盖层厚度、基岩面的形态和坡度、岩石风化和完整程度；
- 4 结构面的类型、产状、发育程度、延伸程度、闭合程度、充填状况、充水状况、力学性能等；
- 5 气象条件（特别是雨季、暴雨强度）、水文条件、坡面植被情况及地表水对坡面的冲刷情况；
- 6 水文地质条件（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），地下水侵蚀性和岩土层的腐蚀性等情况；
- 7 边坡岩土体与支护结构地基变形破坏范围、特征及其成因。

4.2.3 边坡工程勘察手段和勘察工作布置应符合下列规定：

- 1 边坡工程勘察应根据边坡的勘察等级和已出现的变形破坏迹象，结合搜集的原岩土工程勘察成果等资料，适当补充勘探孔、原位测试。对于一级边坡勘探工作量应适当加密，必要时，采取现场剪切试验确定滑动面的抗剪强度指标；
- 2 边坡工程勘察宜先进行工程地质测绘和调查，并应符合国家现行标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的第 8 章工程地质测绘和调查的有关规定；
- 3 勘探工作宜采用钻探、坑（井）探和槽探等方法。

4.3 稳定性分析与评价

- 4.3.1 既有边坡工程稳定性分析评价应在充分查明工程地质条件的基础上，根据边坡岩土类型、支护结构及型式等进行稳定性评价。
- 4.3.2 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。
- 4.3.3 进行定性评价时，应根据边坡水文地质、工程地质、岩土体结构特征以及已经出现的变形破坏迹象，对边坡的可能破坏形式和边坡稳定性状态做出定性判断，确定边坡破坏的边界范围、边坡破坏的地质模型，对边坡破坏趋势作出判断。
- 4.3.4 边坡稳定性计算根据边坡类型和可能的破坏模式，可按下列原则确定：
 - 1 土质边坡和较大规模的碎裂结构岩质边坡宜采用圆弧滑动法计算；
 - 2 对可能产生平面滑动的边坡宜采用平面滑动法进行计算；
 - 3 对可能产生折线滑动的边坡宜采用折线滑动法进行计算；

- 4 对结构复杂的岩质边坡,可配合采用赤平极射投影法和实体比例投影法分析;
 5 当边坡破坏机制复杂时,宜结合数值分析法进行分析。
- 4.3.5 采用圆弧滑动法时,边坡稳定性系数可按下列方法进行计算:

1 瑞典法

$$K_s = \frac{\sum R_i + R_0}{\sum T_i} \quad (4.3.5-1)$$

$$R_i = N_i \tan \varphi_i + c_i l_i \quad (4.3.5-2)$$

$$N_i = (G_i + G_{bi}) \cos \theta_i + P_{wi} \sin(\beta_i - \theta_i) \quad (4.3.5-3)$$

$$T_i = (G_i + G_{bi}) \sin \theta_i + P_{wi} \cos(\beta_i - \theta_i) \quad (4.3.5-4)$$

式中: K_s —— 边坡稳定性系数;

c_i —— 第 i 计算条块滑动面上岩土体的粘结强度标准值 (kPa);

φ_i —— 第 i 计算条块滑动上岩土体的内摩擦角标准值 ($^\circ$);

l_i —— 第 i 计算条块滑动面长度 (m);

θ_i —— 第 i 计算条块底面倾角 ($^\circ$);

β_i —— 第 i 计算条块地下水流线平均倾角 ($^\circ$);

G_i —— 第 i 计算条块单位宽度岩土体自重 (kN/m);

G_{bi} —— 第 i 计算条块滑体地表建筑物的单位宽度自重 (kN/m);

P_{wi} —— 第 i 计算条块单位宽度的动水压力 (kN/m);

N_i —— 第 i 计算条块滑体在滑动面法线上的反力 (kN/m);

T_i —— 第 i 计算条块滑体在滑动面切线上的反力 (kN/m);

R_i —— 第 i 计算条块滑动面上的抗滑力 (kN/m);

R_0 —— 已有支挡结构的有效抗力 (kN/m)。

2 简化毕肖普法

$$K_s = \frac{\sum R_i + R_0}{\sum T_i} \quad (4.3.5-5)$$

$$R_i = N_i \tan \varphi_i + c_i l_i \quad (4.3.5-6)$$

$$N_i = [(G_i + G_{bi}) + P_{wi} \sin \beta_i - \frac{c_i l_i \sin \beta_i}{K_s}] \frac{1}{m_{ai}} \quad (4.3.5-7)$$

$$m_{ai} = \cos \theta_i + \frac{\tan \varphi_i \sin \theta_i}{K_s} \quad (4.3.5-8)$$

- 4.3.6 采用折线滑动法时,边坡稳定性系数可按传递系数显式解法计算:

$$K_s = \frac{(\sum R_i \psi_i \psi_{i+1} \dots \psi_{n-1} + R_n) + R_0}{\sum T_i \psi_i \psi_{i+1} \dots \psi_{n-1} + T_n} \quad (4.3.6-1)$$

$$\psi_i = \cos(\theta_i - \theta_{i+1}) - \sin(\theta_i - \theta_{i+1}) \tan \varphi_{i+1} \quad (4.3.6-2)$$

式中： ψ_i ——第 i 计算条块剩余下滑推力向第 $i+1$ 计算条块的传递系数。

4.3.7 边坡工程其它情况的稳定性验算应符合国家现行标准《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。

4.3.8 滑动面为圆弧形和折线形时，计算条块的划分应符合下列要求：

1 滑面倾角明显变化处、滑面与水位线相交处、滑面强度指标变化处、地下水位线倾角明显变化处、地形坡角明显变化处、地形线与河（库）水位线相交处、地面荷载明显变化处应作为条块分界点；

2 条块数量不宜少于 8 个。

4.3.9 对存在多个滑动面的边坡，应分别对各种可能的滑动面进行稳定性计算分析，并取最小稳定性系数作为边坡稳定性系数。对多级滑动面的边坡，应分别对各级滑动面进行稳定性计算分析。

4.3.10 下列情况的边坡工程应进行加固处理：

1 当边坡岩土体及支护结构地基出现明显变形破坏迹象时；

2 当边坡工程整体性及支护结构基础的稳定性不能满足边坡稳定安全系数要求时。

4.3.11 加固处理措施建议必须包括下列内容：

1 边坡岩土体加固措施建议；

2 地基加固措施建议；

3 边坡工程加固方法建议。

4.4 参数取值

4.4.1 边坡加固工程的有关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，可按国家现行标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 等并结合工程经验确定。

4.4.2 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期间岩土体及岩体结构面的物理力学性质发生的变化，对已使用的岩土物理力学指标进行适当的调整。

4.4.3 对于未出现变形破坏的边坡，滑动面抗剪强度指标应取现场原位测试的峰值强度值；对于已出现变形破坏的边坡，滑动面抗剪强度指标应取残余强度值。

4.4.4 当边坡、工程滑坡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、工程滑坡稳定性系数 K_s 宜取 1.00~1.05；对产生滑动的边坡、工程滑坡稳定系数 K_s 宜取 0.95~1.00。

4.4.5 岩土抗剪强度指标应与稳定分析时所采用的计算方法相匹配。

5 边坡工程鉴定

5.1 一般规定

5.1.1 在下列条件下，应进行边坡工程可靠性鉴定：

- 1 达到设计使用年限拟继续使用时；
- 2 用途和使用环境改变时；
- 3 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、构件损伤或其它不利状态时；
- 4 需进行司法鉴定时；
- 5 其他需要掌握边坡工程可靠性水平时。

5.1.2 在下列条件下，可进行边坡工程安全性鉴定：

- 1 遭受灾害、事故或其他应急鉴定时；
- 2 对邻近建筑物安全性有影响时；
- 3 进行改造、扩建时；
- 4 需要进行整体维护、维修时；
- 5 使用性鉴定中发现的安全性问题。

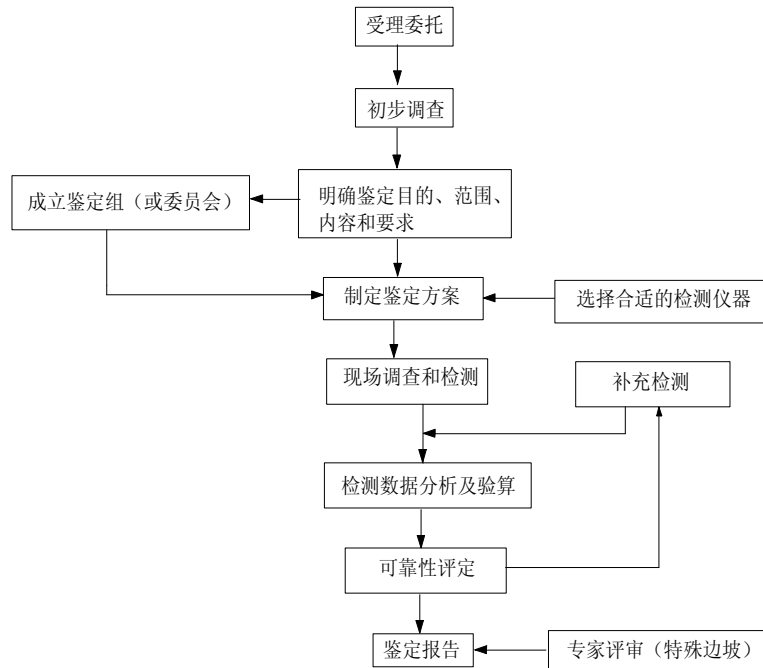
5.1.3 在下列情况下，可进行边坡工程正常使用性鉴定：

- 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。

5.1.4 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。

5.2 鉴定的程序与工作内容

5.2.1 边坡工程鉴定工作程序可按 5.2.1 框图进行。



5.2.1 鉴定程序

5.2.2 初步调查宜包含下列工作内容：

- 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 调查边坡工程历史，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；
- 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；
- 4 拟定鉴定方案。

5.2.3 经初步调查且与委托方协商后，可调整边坡工程鉴定的目的、范围、内容和要求。

5.2.4 鉴定方案应根据鉴定对象的特点和初步调查的结果，鉴定的目的、范围、内容和要求制定。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、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 检测鉴定依据，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检测的数量；

- 5 检测鉴定人员和仪器设备情况；
- 6 检测、鉴定工作进度计划；
- 7 所需要的配合工作；
- 8 检测中的安全措施；
- 9 检测中的环保措施。

5.2.5 详细调查与检测宜根据实际需要选择下列工作内容：

1 详细研究相关文件资料；当边坡工程地质勘察资料不完整或检测过程中发现其它工程地质问题时，应按本规范第4章的规定执行；

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，确有必要时应进行环境作用调查；

3 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，可进行现场抽样验证；当无图纸资料或存在问题时，应按国家现行有关检测技术标准，通过现场取样进行检测或现场测试；

4 支护结构构件及系统的检查和抽样检测。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，应通过对支护结构及系统的现场调查和分析，再按国家现行有关检测技术标准，对重要和有代表性构件或支护结构进行现场抽样检测；确有必要时，应全数检测；

5 附属系统的检查和检测。重点检查边坡排水系统的设置和其使用功效，对其他影响安全的附属系统也应进行检查。

5.2.6 根据详细调查与检测数据，对边坡工程整体和各鉴定单元的安全性进行分析与验算，包括边坡整体稳定性和局部稳定性分析，支护结构构件安全性、正常使用性和耐久性分析及发现的问题原因分析。

5.2.7 在边坡工程鉴定过程中，若发现调查和检测资料不充分或不准确时，应及时补充调查、检测。

5.2.8 边坡工程鉴定评级，应符合下列规定：

1 可靠性评级包括安全性评级和正常使用性评级，安全性分四个等级，正常使用性分三个等级，可靠性分四个等级；当不要求评定可靠性等级时，可直接给出安全性和正常使用性评级结果。

2 当边坡工程可划分为构件、支护结构系统、鉴定单元时，应按表5.2.8评级。

表 5.2.8 鉴定单元的鉴定评级

鉴定单元		支护结构系统		构件	
评定目标	评定等级	等级	A、B、C、D	a、b、c、d	
可靠性	一、二、三、四	安全性评定	地基基础	地基变形、承载力	-
			支护结构	整体性能	-
				承载功能	承载能力、连接和构造
			附属工程	排水功能、承载性能构造连接	-
安全性	A _{su} 、B _{su} 、C _{su} 、D _{su}	正常使用性评定	边坡工程稳定性	边坡局部、整体稳定性	-
			等级	A _s 、B _s 、C _s	a _s 、b _s 、c _s
正常使用性	A _{ss} 、B _{ss} 、C _{ss}	正常使用性评定	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
附属工程	功能与状况	-			

3 当边坡工程不能划分为构件时，应将边坡工程划分成若干鉴定单元，根据各鉴定单元的实际检测数据，对其安全性进行评级，其评级结果直接作为鉴定单元的评级结果。

4 当鉴定单元由子单元组成时，应按表 5.2.8 进行子单元的鉴定评级，且将子单元的最低评定等级作为鉴定单元的评级结果。

5.2.9 特殊项目鉴定的程序可按可靠性鉴定程序执行，但其工作内容应符合特殊项目鉴定的要求。

5.2.10 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 检测鉴定依据；
- 4 调查、检测项目的数据；
- 5 检测数据的分析、验算及结果；
- 6 鉴定结果；
- 7 结论及建议；

8 附件（包括专家评审结果）。

5.2.11 鉴定报告的编写应符合下列要求：

1 鉴定报告中宜明确边坡工程的剩余使用年限，应指出被鉴定边坡工程各鉴定单元在剩余使用年限内存在的问题及产生的原因；

2 鉴定报告中应明确鉴定结果，指明被鉴定边坡工程各鉴定单元的最终评定等级或评定结果，作为技术管理或制定加固、维修计划的依据；

3 鉴定报告中应明确处理对象，对安全性评定为 c 级和 d 级的构件及 C 级和 D 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。

5.3 鉴定评定标准

5.3.1 边坡工程鉴定的构件、支护结构系统、鉴定单元的评级标准应符合表 5.3.1-1、5.3.1-2、5.3.1-3 要求。

表 5.3.1-1 安全性鉴定评级标准

鉴定对象	等级	分级标准	处理要求
构件	a	符合国家现行标准的安全性要求	不必采取措施
	b	略低于国家现行标准的安全性要求，尚不影响安全	可不采取措施
	c	不符合国家现行标准的安全性要求，影响安全	应采取措施
	d	严重不符合国家现行标准的安全性要求，已严重影响安全	必须及时或立即采取措施
鉴定单元	A _{su}	符合国家现行标准的安全性要求	可能有个别次要构件宜采取适当措施
	B _{su}	略低于国家现行标准的安全性要求，尚不影响整体安全	可能有极少数构件应采取的措施
	C _{su}	不符合国家现行标准的安全性要求，影响整体安全，应采取措施	可能有极少数构件必须立即采取的措施
	D _{su}	严重不符合国家现行标准的安全性要求，严重影响整体安全	必须立即采取的措施

表 5.3.1-2 使用性鉴定评级标准

鉴定对象	等级	分级标准	处理要求
------	----	------	------

构件	a _s	符合国家现行标准的正常使用要求，能正常使用	不必采取措施
	b _s	略低于国家现行标准的正常使用要求，尚不影响正常使用	可不采取措施
	c _s	不符合国家现行标准的正常使用要求，明显影响正常使用	应采取措施
鉴定单元	A _{ss}	符合国家现行标准的正常使用要求	可能有个别次要构件宜采取适当措施
	B _{ss}	略低于国家现行标准的正常使用要求，尚不影响整体正常使用	可能有极少数构件应采取措施
	C _{ss}	不符合国家现行标准的正常使用要求，明显影响整体正常使用	应采取措施

表 5.3.1-3 可靠性鉴定评级标准

鉴定对象	等级	分级标准	处理要求
构件	a	符合国家现行标准的可靠性要求，在剩余使用年限内安全、能正常使用	不必采取措施
	b	略低于国家现行标准的可靠性要求，在剩余使用年限内不影响安全、尚能正常使用	可不采取措施
	c	不符合国家现行标准的可靠性要求，已影响安全、或明显影响正常使用	应采取措施
	d	严重不符合国家现行标准的可靠性要求，已严重影响安全	必须及时或立即采取措施
支护结构系统	A	符合国家现行标准可靠性要求，整体安全，可能个别有问题，但不影响整体正常使用	可能有个别次要构件宜采取适当措施
	B	略低于国家现行标准的可靠性要求，尚不明显影响整体安全和正常使用	可能有极少数构件应采取措施
	C	不符合国家现行标准的可靠性要求，影响整体安全和正常使用，应采取措施	可能有极少数构件必须立即采取措施
	D	严重不符合国家现行标准的可靠性要求，已严重影响整体安全	必须立即采取措施
鉴定单元	—	符合国家现行标准的可靠性要求，不影响整体安全和正常使用	可能有极少数次要构件宜采取适当措施
	— —	略低于国家现行标准的可靠性要求，尚不明显影响整体安全、不影响或尚不明显影响整体正常使用	可能有极少数构件应采取措施、极个别次要构件必须立即采取措施
	— — —	不符合国家现行标准的可靠性要求，影响整体安全、明显影响整体正常使用，应采取措施	可能有极少数构件必须立即采取

			措施
	四	严重不符合国家现行标准的可靠性要求，已严重影响整体安全	必须立即采取措施

5.4 调查与检测

5.4.1 使用条件的调查与检测应包括边坡工程上的作用、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。

5.4.2 边坡工程鉴定应通过现场踏勘、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。

5.4.3 边坡工程上作用的调查和检测，可选择表 5.4.3 中的项目。

表 5.4.3 边坡上的作用调查检测表

作用类别	调查、检测项目
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）物恒载等
可变荷载	1 人群荷载； 2 汽车荷载； 3 冰、雪荷载； 4 其他移动荷载等
偶然作用	1 地震作用； 2 水灾、爆炸、撞击等

5.4.4 边坡工程使用环境应包括气象环境、地质环境和边坡工程工作环境，可按表 5.4.4 中所列项目进行调查。

表 5.4.4 边坡使用环境调查表

环境条件	调查项目
气象条件	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、工程地质、周边建筑物等
边坡工程工作环境	侵蚀性气体、液体、固体等

5.4.5 边坡工程所处环境类别和作用等级，可按国家现行标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144 和《混凝土结构耐久性评定标准》CECS 220 中的有关规定确定；当为化学腐蚀环境时，可按国家现行标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 或

《岩土工程勘察规范》GB 50021（对地下地基基础和地下结构）中的有关规定确定。

5.4.6 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、建筑物、需保护的管线等；
- 2 对已发生变形（或裂缝）的部位应做出标识和记录；
- 3 对建筑物的不均匀变形、倾斜等应采用相应的仪器设备进行检测；
- 4 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。

5.4.7 边坡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宜符合《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 的规定，支护结构构件的抽样数量宜按检测类别 A 的要求执行，确有必要时应全数检测；
- 2 检测项目和内容应包括边坡几何尺寸、地基基础、支护结构和附属工程等；
- 3 地基基础、支护结构和附属工程的检测除应满足《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 的规定外，尚应符合国家现行有关标准的要求；
- 4 检测时应确保所使用的仪器设备在检定或校准周期内，并处于正常状态。仪器设备的精度应满足检测项目的要求。

5.5 支护结构构件的鉴定与评级

5.5.1 单个构件的可靠性评级应对其安全性等级和使用性等级进行评定，当构件的使用性等级为 c 级、安全性等级不低于 b 级时，宜评定为 c 级，其他情况应按安全性等级确定。

5.5.2 构件的安全性等级应通过承载力项目的校核和连接构造项目的分析确定。评级标准应符合国家现行有关标准的规定。

5.5.3 构件的使用性等级应通过裂缝、变形、缺陷和损伤、腐蚀等项目对构件正常使用的影响分析确定。评级标准应符合国家现行有关标准的规定。

5.5.4 锚杆安全性鉴定宜按下列要求进行：

- 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 锚杆现场检测采用抽样检测法，检测项目及抽样数量满足下列要求：
 - 1) 对锚杆外锚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%，且不少于 3 个进行检测，并对外锚头锚固效能进行评价；

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，检验其抗拔承载力。

5.5.5 需评估锚杆的耐久年限时，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确定；确有必要，可局部开挖探坑检测锚杆腐蚀情况，按国家现行有关标准评估其耐久年限。

5.5.6 需评估混凝土构件的耐久年限时，可按国家现行标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144 中附录 B 和《混凝土结构耐久性评定标准》CECS 220 进行评估。

5.5.7 需评估重力式挡墙中砌体材料的耐久性时，可按国家现行标准《砌墙砖试验方法》GB/T 542 等进行评估。

5.5.8 对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，根据其沿斜坡滑落的可能性、危害后果的严重程度及当地工程经验，确定其耐久年限。

5.6 鉴定单元的鉴定评级

5.6.1 鉴定单元的可靠性评级应对其安全性等级和使用性等级进行评定，当鉴定单元的使用性等级为 C_{ss} 级、安全性等级不低于 B_{su} 级时，宜定为 C_{su} 级，其他情况应按安全性等级确定。

5.6.2 支护结构中地基基础的鉴定评级应符合本规范附录 A 的要求。

5.6.3 支护结构体系的安全性应按支护结构的整体性、承载功能和变形三个项目进行评定。支护结构的整体性、承载功能和变形的评定应符合下列规定：

1 支护结构的整体性评定应符合表 5.6.3 规定；

表 5.6.3 支护结构整体性评定等级

评定等级	A 或 B	C 或 D
支护结构布置和构造	支护结构布置合理，形成完整的体系；传力路径明确或基本明确；结构形式和构件选型、整体性构造和连接等符	支护结构布置不合理，基本上未形成或未形成完整的体系；传力路径不明确或不当；结构形式和构件选型、整体性构

	合或基本符合国家现行标准的规定，满足安全性要求或不影响安全。	造和连接等不符合或严重不符合国家现行标准的规定，影响安全或严重影响安全。
--	--------------------------------	--------------------------------------

2 支护结构承载功能的评定等级，应按国家现行标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的有关规定经计算和工程经验比对确定，评级标准符合本规范 5.3.1 要求；

3 支护结构变形的评定等级，除应满足国家现行有关标准的规定经计算确定外，尚应根据工程经验比对确定，当支护结构实际整体变形影响或严重影响结构的承载功能时，应直接评定为 C 或 D 级。

5.6.4 鉴定单元使用性评定应符合下列规定：

1 A_{ss} 级：支护结构体系无变形或已有变形、裂缝最大值满足国家现行标准的规定，不含 c_s 级构件，含有 b_s 级的构件数量较少，使用状况良好；

2 B_{ss} 级：支护结构体系有变形、坡体有裂缝，裂缝最大宽度基本满足国家现行标准的规定，可含有 c_s 级构件，且 c_s 级构件数量不超过构件总数的 20%；

3 C_{ss} 级：支护结构体系变形严重、坡体有明显裂缝，裂缝最大宽度不满足国家现行标准的规定，且含有 c_s 级构件的数量超过构件总数的 20%。

5.7 边坡工程的鉴定与评级

5.7.1 边坡工程稳定性的鉴定评级应符合本规范附录 B 的要求。

5.7.2 边坡工程可靠性鉴定评级应按各鉴定单元分别进行评定，且按表 5.7.2 汇总。

表 5.7.2 边坡工程可靠性鉴定评级

鉴定单元	支护结构构件可靠性等级	支护结构系统可靠性等级	鉴定单元可靠性等级
I	a、b、c、d	A、B、C、D	一、二、三、四
II	a、b、c、d	A、B、C、D	一、二、三、四
•	•		
•	•		
•	•		

6 边坡加固工程设计计算

6.1 一般规定

6.1.1 既有边坡工程加固设计计算应符合国家现行标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330的有关规定。其中，混凝土构件加固设计计算应符合国家现行标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367的有关规定；砌体构件加固设计计算应符合国家现行标准《砌体结构加固设计规范》GB 50xxx的有关规定。

6.1.2 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应符合国家现行相关标准的规定。

6.1.3 原支护结构、构件几何尺寸应根据鉴定结果确定。

6.1.4 原支护结构、构件材料的强度标准值应按下列规定取值：

1 当原设计文件有效，且不怀疑支护结构有严重的性能退化时，可采用原设计标准值；

2 当现场检测数据与原设计值有差异时，应采用检测结果推定的标准值，标准值的推定方法应符合国家现行有关标准的规定。

6.2 计算原则

6.2.1 边坡工程加固设计计算应符合下列规定：

1 采用削方减载法、堆载反压法、加大截面加固法加固时，岩土作用力和支护结构抗力的变化值按国家现行标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330的相关规定进行计算；

2 采用截排水法、注浆加固法加固时，岩土作用力和支护结构抗力的变化值应根据加固后的岩土参数实测值，按国家现行标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330的相关规定进行计算；

3 边坡工程无支护结构或支护结构失效、整体失稳或地基失稳，采用锚固加固法、抗滑桩加固法等方法加固时，新增支护结构和构件抗力应按国家现行标准《建筑边坡工程技术规范》GB50330的相关规定进行计算；

4 采用新增支护结构或构件与原支护结构或构件形成组合支护结构加固边坡时，新增支护结构或构件抗力应按本规范 6.2.2 条确定，原支护结构或构件的有效抗力应按本规范 6.2.3 和 6.2.4 条确定。

6.2.2 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 6.2.2 式要求：

$$R_0 + \zeta_L R_N \geq K_s S \quad (6.2.2)$$

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利用系数，按本规范 6.3 节的有关规定确定；

K_s ——安全系数，根据不同支护结构类型的不同计算模式按国家现行标准《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国家现行标准《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 6.2.3 条确定。

6.2.3 边坡工程加固设计时，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国家现行标准《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。原支护结构或构件的几何尺寸和材料强度按下列规定确定：

1 对安全性等级为 a 级的构件，其几何尺寸、材料性能可按原设计文件取值；

2 对构件安全等级为 b、c、d 级的构件，其几何尺寸、材料性能应根据鉴定结果取值；

3 对安全性等级为 A_{su} 级的鉴定单元，其几何尺寸和结构性能按原设计文件确定；

4 对安全性等级为 B_{su} 、 C_{su} 、 D_{su} 级的鉴定单元，其几何尺寸和结构性能应根据鉴定结果确定。

6.2.4 边坡工程加固设计时，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；

2 锚固段位于非稳定地层中的锚杆抗力；

3 边坡工程鉴定单元安全性鉴定结果为 D_{su} 级时，除结构自身重力作用和满足结构安全性要求的构件外的抗力；

4 支护结构或构件通过加固处理后，除结构自身重力作用外，难以有效恢复的抗力；

5 鉴定结果认定支护结构或构件已经失效。

6.2.5 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。

6.2.6 确定作用于加固后的支护结构上岩土侧压力分布，应根据加固方法、原支护结构受力现状、新增支护结构刚度及作用位置、施工方法等因素确定，可简化为三角形、梯形或矩形。

6.2.7 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。

6.3 计算参数

6.3.1 采用锚固加固法加固边坡工程时，根据边坡工程支护型式、边坡工程鉴定单元安全性等级，新增加固结构及构件抗力利用系数 ξ_L 宜按表 6.3.1 采用。

表 6.3.1 新增加固结构及构件抗力利用系数 ξ_L

边坡支护型式	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}	0.75~0.85	0.95~1.00
	C_{su}	0.70~0.80	0.90~0.95
悬臂式、扶壁式挡墙	B_{su}	0.80~0.85	0.95~1.00
	C_{su}	0.75~0.80	0.90~0.95
锚杆（索）挡墙	B_{su}		
	C_{su}	0.65~0.75	0.85~0.90
岩石锚喷边坡	B_{su}		
	C_{su}	0.85~0.90	0.95~1.00
桩板式挡墙	B_{su}	0.80~0.85	0.95~1.00
	C_{su}	0.75~0.80	0.90~0.95

- 注：1 锚固段为土层时，抗力利用系数宜比表中数值降低 0.05；
2 非锚固段为土层时取小值。

6.3.2 采用抗滑桩加固法加固重力式挡墙、桩板式挡墙时，根据边坡工程支护型式、边坡工程鉴定单元安全性等级，新增加固结构、构件抗力利用系数 ξ_L 宜按表 6.3.2 采用。

表 6.3.2 新增加固结构、构件抗力利用系数 ξ_L

边坡支护型式	边坡工程鉴定单元的安全性等级	
	B _{su}	C _{su}
重力式挡墙	0.90~0.95	0.85~0.90
桩板式挡墙	0.90~0.95	0.85~0.90

- 注：1 抗滑桩与预应力锚杆组合加固时，抗力利用系数按表 6.3.1 采用；
2 抗滑桩埋入段为岩石时取大值。

6.3.3 采用加大截面加固法加固边坡工程时，加固后边坡支护结构构件的承载力计算应符合国家现行标准《混凝土结构加固设计规范》GB50367、《砌体结构加固设计规范》GBxxxxx 的有关规定。

7 边坡工程的加固方法

7.1 一般规定

7.1.1 既有边坡工程的加固方法可分为削方减载法、堆载反压法、锚固加固法、抗滑桩加固法、加大截面加固法、注浆加固法和截排水法等。也可采用当地成熟、可靠、有效的加固法。

7.1.2 本章中的加固方法尚应符合下列规定：

1 原有支护结构及构件有局部损坏时，应对损坏的支护结构及构件按国家现行有关标准进行加固处理；

2 应根据边坡工程的情况采取必要的排水、防渗措施以及植被绿化等措施；

3 当边坡工程变形引发坡顶建筑物变形或开裂时，应对坡顶建筑物实施监测和加固。

7.1.3 各类加固方法的设计及构造要求除应符合本章规定外，尚应符合国家现行标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 和《岩土锚杆(索)技术规程》CECS 22 等的规定。

7.2 削方减载法

7.2.1 削方减载法主要用于边坡整体稳定性及支护结构的稳定性等不满足要求时的加固。

7.2.2 下列情况不宜采用削方减载法：

1 削方后可能危及邻近建（构）物及管线等的安全和正常使用时；

2 无抗滑地段、削方减载不能使边坡工程达到稳定时；

3 对牵引式斜坡或具有卸载膨胀性的边坡。

7.2.3 削方减载法应符合下列规定：

1 削方量应根据边坡及支护结构的整体和局部稳定性验算确定；

2 削方应在推力段范围内执行，不应在抗滑段进行削方；

3 削方减载的后缘坡体稳定性应满足有关要求，不应产生新的不稳定边坡；

4 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；

5 有条件时宜尽量削减不稳定岩土体，降低不稳定或欠稳定部分的高度。

7.2.4 对削方减载后形成的边坡可采用坡率法、支挡及坡面防护等进行处理，并应符合下列规定：

1 对削方减载后形成的不稳定边坡，应根据情况采取适宜的支护结构进行处理；

2 当削方减载后形成的边坡整体稳定性满足要求时，应进行坡面防护；

3 削方边坡表面防护型式应根据其岩土情况、稳定性、使用要求及周边环境条件等，可采用混凝土或条石格构护坡、干砌片石或浆砌块石护坡、喷射混凝土及植被绿化等措施，坡脚宜设置护脚墙。

7.2.5 削方减载法施工应符合下列规定：

1 根据现场情况，确定分段长度，并分段施工；

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斜坡；

5 开挖土体应及时运出，不得对临近边坡形成堆载和因临时堆载造成新的不稳定边坡。

7.3 堆载反压法

7.3.1 堆载反压法主要用于边坡的整体稳定性和支护结构的稳定性等不满足要求时的加固。

7.3.2 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计算确定；

2 反压位置应在抗滑段和边坡坡脚；

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，不应给邻近的边坡带来不利影响；

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

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 堆载反压作用影响下的地基稳定性，地基承载力及变形应满足要求；

7 堆载反压不应堵塞挡墙前缘的地下水渗水、排水通道。

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

7.4 锚固加固法

7.4.1 锚固加固法适用于有锚固条件的边坡整体稳定和支护结构抗滑移、抗倾覆、支护结构及构件承载力等不满足要求时的加固。

7.4.2 下列情况的边坡工程宜优先采用锚固加固法：

1 高大的岩质边坡或锚固段土质能满足锚固要求的土质边坡；

2 各类锚杆边坡工程；

3 变形控制要求较高的边坡工程；

4 无开挖条件或因施工扰动使边坡稳定性降低较大的边坡工程；

5 抗震设防烈度较高地区的边坡工程。

7.4.3 下列情况的边坡工程不应采用锚固加固法：

1 软弱土层的边坡工程；

2 地层对钢筋和水泥有强烈腐蚀作用的边坡工程；

3 经处理也不能满足锚固要求的土质边坡；

4 锚杆非锚段欠固结的新填土高度较高及竖向压缩变形较大的边坡工程。

7.4.4 采用锚固加固法时应符合下列规定：

1 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，并符合本规范第 6 章的规定；

2 锚杆的布设位置及方位应根据边坡潜在的破坏模式，支护结构抗滑移、抗倾覆和强度等要求确定，并考虑边坡作用力分布形态，且优先选择设于边坡作用力的重心处；

3 新增锚杆与原支护体系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；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 锚杆外锚头处的传力构件应有足够的强度与刚度。其型式通常为钢筋混凝土

墩、梁、柱、格构梁、排桩或其组合。

7.4.5 锚固加固法中锚杆应符合下列规定：

1 预应力锚杆宜采用精轧螺纹钢、无粘结钢绞线等易于调整预应力值的锚固体系；

2 新增锚杆的锁定预应力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 0.75~0.9 倍；

3 锚杆其它设计和构造要求应符合国家现行标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 和《岩土锚杆(索)技术规程》CECS 22 的有关规定。

7.4.6 原有锚杆外锚头出现锈蚀或保护层开裂时，应按有关规定进行修复。

7.4.7 锚固加固法的施工应符合下列规定：

1 采用水钻成孔法施工引发边坡变形增大、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、构件和邻近建筑物的基础；

3 预应力锚杆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情况，防止预应力张拉对其造成危害。

7.5 抗滑桩加固法

7.5.1 抗滑桩加固法适用于边坡（工程滑坡）治理及桩板式挡墙、重力式挡墙等支护结构加固。

7.5.2 抗滑桩可与预应力锚杆联合使用，并与原有支护结构共同组成抗滑支挡体系。

7.5.3 抗滑桩加固法应符合下列规定：

1 抗滑桩设置应根据边坡（工程滑坡）的稳定性计算分析确定；

2 边坡岩土体不应越过桩顶或从桩间滑出；

3 不应产生新的深层滑动；

4 用于滑坡治理的抗滑桩桩位宜设在滑坡体较薄、锚固段地基强度较高的地段，应综合考虑其平面布置、桩间距、桩长和截面尺寸等因素，以达到经济合理；

5 用于桩板式挡墙、重力式挡墙加固的抗滑桩宜紧贴墙面设置。

7.5.4 抗滑桩施工应符合下列规定：

1 施工前应作好场地地表排水。稳定性较差的边坡、工程滑坡宜在旱季施工，

必要时宜采取堆载反压等增强边坡稳定性的措施，防止其变形加大；

- 2 抗滑桩施工应分段间隔开挖，宜从边坡、滑坡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石分界处和滑动面处；
- 5 桩身混凝土宜连续灌注，避免形成水平施工缝。

7.5.5 抗滑桩设计计算应符合本规范第 6 章的规定。

7.6 加大截面加固法

7.6.1 加大截面加固法适用于下列支护结构、构件及基础的加固：

- 1 重力式挡墙墙身、墙下钢筋混凝土扩展基础；
- 2 桩板式挡墙挡板；
- 3 锚杆挡墙肋柱、肋梁及挡板；
- 4 悬臂式挡墙和扶臂式挡墙的钢筋混凝土构件。

7.6.2 支护结构及构件采用加大截面加固法时，应符合国家现行标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 和《砌体结构加固技术规范》GB xxx 的有关规定。

7.6.3 支护结构基础采用加大截面加固法时，尚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。

7.7 注浆加固法

7.7.1 注浆加固法适用于砂土、粉土、粘性土、人工填土等土体地基加固、岩土边坡加固、抗滑桩前土体加固、及提高土的抗剪参数值。

7.7.2 注浆加固法应符合下列规定：

- 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 应考虑注浆过程对现状边坡带来的不利影响；
- 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，可采用粘土水泥浆、粘土

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；粘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。也可参照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、梅花型布置。渗透性较好的砂性土层，注浆孔间距可取 1.0~2.00m；粘性土层可取 0.8~1.5m；

6 渗透注浆的注浆压力不应超过注浆点处覆盖层土压力与外加荷载压力的和；

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一半，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。

7.7.3 注浆加固法施工应符合下列规定：

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挡墙变形过大；

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。

7.7.4 注浆过程中，出现浆液冒出地表时，可采取下列措施：

1 降低注浆压力，同时提高浆液浓度，必要时掺砂或水玻璃；

2 限量注浆，间歇注浆；

3 地面进行填料反压处理。

7.7.5 注浆过程中，浆液过量流失到非注浆范围时，可采取下列措施：

1 低压或自流注浆；

2 改用较稠浆液；

3 加粗骨料；

4 添加速凝剂；

- 5 间歇注浆；
 - 6 调整注浆施工顺序，首先进行周边封闭孔注浆。
- 7.7.6 注浆质量检验可选用标准贯入试验、轻型动力触探、静力触探、电阻率法、声波法或钻孔抽芯室内试验。对重要工程可采用载荷试验检验。
- 7.7.7 注浆加固法设计、施工及质量检验尚应符合现行标准《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123等的有关规定。

7.8 截排水法

7.8.1 当边坡工程变形及失稳与地下水位差增加、边坡坡体饱和、原支护结构泄水孔失效等直接相关时，宜采用截排水法对边坡工程进行加固处理，减小或消除其对支护结构的影响。

7.8.2 对拟加固的边坡工程采用截排水法时，应根据边坡坡体的渗透性、水源、渗透水量及环境条件等，采用下列方式进行处理：

- 1 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；
- 2 泄水孔失效时，应进行疏通或新增泄水孔；
- 3 当原有截排水系统不满足要求时，应新增截、排水系统。新增截、排水系统距坡顶距离不应小于 5m；
- 4 对渗透性差的含水土层，宜采用砂井与仰斜排水孔联合排水。

7.8.3 新增截、排水系统设计应符合下列规定：

- 1 对地表水、生活及工业用水，宜在沿坡体直接塌滑区和强变形区以外边缘的汇流区设截水沟，在坡体上沿水流汇集区设排水沟；
- 2 对地下水，可根据坡体渗透性及水量等采用垂向孔或斜向孔排水、渗管（井）排水、滤水层或采用透水材料反压等；
- 3 在挡墙墙身上增设泄水孔。

7.8.4 地表的截、排水沟的设计应符合下列规定：

- 1 截、排水沟的截面型式宜采用矩形或梯形，也可采用半圆形；当通过道路等时，宜采用箱涵或涵洞；
- 2 截、排水沟的截面型式及尺寸应根据水量计算确定，最小宽度和深度均不应小于 300mm；
- 3 当考虑城市排洪要求时，截、排水沟应满足城市防排洪水设计要求。

7.8.5 盲沟（洞）排水的设计应符合下列规定：

- 1 盲沟宜环状或折线形布置，并与地下水流向垂直。对原有冲沟、沟谷及低凹处，宜沿低凹处布置；
- 2 在转折点和直线地段，盲沟每隔 30~50m 应设置检查井；
- 3 盲沟的断面尺寸应根据水量及施工条件等确定，沟底宽度不宜小于 0.5m，坡度不小于 3%；
- 4 盲沟沟底应低于坡体内最低的渗水层；
- 5 盲沟内应采用碎块石回填，表面设滤水层。

7.8.6 斜孔排水的设计应符合下列规定：

- 1 斜孔应根据坡体地下水情况，设置于汇水面积较大的低凹部位；
- 2 孔的直径应根据排水量、钻孔施工机具及孔壁加固材料等确定，且不宜小于 50mm，孔的倾斜度宜为 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ；
- 3 孔壁可选用镀锌铜滤管、塑料滤管、竹管或采用风压吹砂填塞钻孔。

7.8.7 对渗透性差的含水土层，可采用砂井与仰斜排水孔联合排水措施。并应符合下列规定：

- 1 斜孔应进入稳定地层；
- 2 砂井的井底和砂井与斜孔的交接点应低于滑动面；
- 3 砂井充填料应保证孔隙水可以自由流入砂井，不被细粒砂土淤积。

7.8.8 对整体稳定、坡度较平缓的边坡，可优先采用植被绿化，固土防冲刷。

7.8.9 采用截排水法处理后的边坡工程宜同时对原支护结构采用必要的加固措施，并满足本规范相应条款的要求。

8 边坡工程加固

8.1 一般规定

- 8.1.1 既有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。
- 8.1.2 根据边坡工程的破坏模式和原因，边坡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。
- 8.1.3 根据现场条件，边坡工程加固可采用新增支护结构和原有支护结构相互独立的受力体系，或新增结构与原有支护结构共同受力的复合受力体系。
- 8.1.4 加固方案宜优先采用有利于与原有支护结构协同工作的、主动受力的结构形式。
- 8.1.5 边坡工程加固宜采用对边坡工程稳定性和支护结构安全性扰动小的加固法。加固支护结构基础也应采用对原支护结构扰动小的型式。
- 8.1.6 下列情况宜优先采用预应力锚杆加固法：
- 1 已发生较大变形和开裂的边坡工程；
 - 2 对变形控制有较高要求的边坡工程；
 - 3 采用其它加固方法而造成施工期边坡稳定性较低的边坡工程；
 - 4 土质边坡工程。
- 8.1.7 当已发生较大变形和开裂的边坡支护结构的主要构件应力较高时，应首先采取预应力锚杆加固法、削方减载法或堆载反压法，对支护结构高应力构件进行卸载，降低其应力水平。当采用预应力锚杆卸载时，预应力锚杆数量除满足卸载需要外，尚应满足锚固加固的需要。
- 8.1.8 边坡工程加固设计计算，除本章有特别规定外，均应符合第6章的有关规定。

8.2 锚杆挡墙工程的加固

8.2.1 锚杆挡墙常见的损伤、破坏方式及原因如下：

- 1 在岩土推力作用下，锚杆挡墙整体失稳；
- 2 锚杆杆体强度、锚固段抗力及外锚头锚固力等不足造成锚杆承载力不满足设计要求，锚杆挡墙出现变形和开裂；
- 3 锚固总抗力不足或锚杆非锚固段过长等因素使锚杆挡墙外倾变形量超过设计允许值；
- 4 锚杆挡墙肋柱、排桩、格构梁的强度和刚度不足或混凝土强度等级过低，不满足承载力要求，出现变形和开裂；
- 5 锚杆严重腐蚀，造成锚杆承载力不足，安全系数不满足设计要求；
- 6 锚杆挡墙肋柱、排桩、基础承载力不满足要求，挡墙出现严重的沉降和倾斜；
- 7 锚杆挡墙挡板的强度和刚度不满足设计要求，出现的变形和开裂；
- 8 锚杆挡墙的排水系统功能失效，在水的作用下，岩土压力增大，导致挡墙变形和开裂。

8.2.2 锚杆挡墙的加固，可采用下列一种或多种加固方法组合：

- 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 锚杆挡墙的钢筋混凝土构件加固可采用加大截面法，也可采用锚固加固法；
- 3 坡脚有反压条件时，可采用堆载反压法；
- 4 坡顶有较高的斜坡且有削方条件时，可采用削方减载法；
- 5 原挡墙排水系统功能失效时，可采用截、排水加固法。

8.2.3 采用锚固加固法时，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 新增锚杆的位置及大小应使原挡墙和加固构件的受力合理；
- 3 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。

8.2.4 采用抗滑桩加固法时，应符合下列规定：

- 1 抗滑桩宜设于桩板式挡墙排桩或肋柱的中间，并应在抗滑桩和挡板间设置可靠的传力构件，或采用抗滑桩紧贴挡板原位浇注的方法；

2 抗滑桩悬臂高度较高，或边坡岩土体作用力较大时，应采用抗滑桩-预应力锚杆加固方法。

8.3 重力式挡墙工程的加固

8.3.1 重力式挡墙的整体稳定性、抗滑移、抗倾覆或墙身强度不满足设计要求时，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或加大截面加固法；
- 3 挡墙地基承载力较低，基础沉降变形较大时，可采用注浆加固法；
- 4 本规范 8.2.3 条 3、4、5 款规定的加固方法。

8.3.2 采用锚固加固法时，应符合下列规定：

1 岩石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 锚杆宜优先设于岩土作用力重心处；
- 4 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。

8.3.3 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，可采取在挡墙外侧或内侧加大截面作法；
- 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。

8.3.4 采用抗滑桩加固法时，应符合下列规定：

1 抗滑桩的截面、嵌固深度及高度应按计算确定，且抗滑桩桩顶标高应超过重力式挡墙后岩土压力合力作用点的标高；

- 2 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；
- 3 抗滑桩护壁设计时应考虑挡墙传来的土压力作用；
- 4 土质边坡时，挡墙抗滑桩施工应间隔开挖，并采取合理措施防止抗滑桩施工期间对原有挡墙安全性造成不利影响。

8.4 悬臂式、扶壁式挡墙工程的加固

- 8.4.1 悬臂式、扶壁式挡墙的整体稳定性、抗滑移、抗倾覆或肋板等构件承载力不满足设计要求时，可按 8.3.1 条的规定进行加固。
- 8.4.2 采用锚固加固法时，锚杆宜优先设于岩土作用力重心处；对扶壁式挡墙，锚杆宜设于扶壁的两侧，也可设于挡墙的中部。
- 8.4.3 当采用抗滑桩加固法时，可按本规范 8.3.4 条的规定进行加固。
- 8.4.4 悬臂式、扶壁式挡墙结构构件的加固应按国家现行标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 的有关规定执行。

8.5 桩板式挡墙工程的加固

- 8.5.1 桩板式挡墙的整体稳定性、抗滑桩及挡板构件承载力等不满足设计要求时，可采用下列一种或多种加固方法组合：
 - 1 锚固区岩土层性能较好时，可采用锚固加固法；
 - 2 基岩面埋深较浅时，可采用抗滑桩加固法；
 - 3 桩板式挡墙因桩前土体抗剪性能较差，不满足设计要求时，可采用注浆加固法；
 - 4 本规范 8.2.3 条 3、4、5 款规定的加固方法。
- 8.5.2 采用锚固加固法时，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板式挡墙变形协调；

- 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。
- 8.5.3 桩板式挡墙的桩前地基采用注浆加固法时，注浆区域为桩嵌固段被动土压力区。
- 8.5.4 采用抗滑桩加固法时，应符合下列规定：
- 1 抗滑桩宜设于桩板式挡墙排桩的中间，等距布置。新增抗滑桩与原有抗滑桩之间中心距不宜小于抗滑桩桩径与原有抗滑桩桩径的较小值的两倍；
 - 2 应在新增抗滑桩、原桩板式挡墙桩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。

8.6 岩石锚喷边坡工程的加固

- 8.6.1 岩石锚喷边坡整体稳定性不足、锚杆承载力不足、锚固深度不足时的加固，可采用下列一种或多种加固方法的组合：
- 1 宜优先采用混凝土格构式锚固加固法。锚固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 本规范 8.2.3 条 3、4、5 款规定的加固方法。
- 8.6.2 当岩石锚喷边坡喷射混凝土面板或格构梁承载力不满足要求时，可采用下列加固方法：
- 1 喷射混凝土面板破坏时，可采用锚杆加固法和置换法进行加固；置换法除应符合国家现行标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 的有关规定外，置换部分的混凝土面板厚度和配筋应根据计算确定，且其厚度不应小于 100mm；
 - 2 喷射混凝土格构梁出现裂缝时，可采用锚杆加固法和增大截面法进行加固；增大截面法应符合国家现行标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 的有关规定。

8.7 坡率法边坡工程的加固

- 8.7.1 坡率法边坡工程的整体稳定性不满足设计要求时，可在坡脚设置抗滑桩、锚杆挡墙、重力式挡墙进行加固；也可采用 8.2.3 条 3、4、5 款规定的方法进行加固。

8.7.2 坡率法边坡工程的局部稳定性不满足设计要求时，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，可采用锚钉格构护坡、砌块护坡、绿化护坡等加固方法。

8.8 地基和基础加固

8.8.1 支护结构基础尺寸或地基竖向承载力不满足设计要求时，宜采用下列一种或多种加固方法：

- 1 基础截面有条件加大时，可采用加大截面法；
- 2 有施工条件和类似工程经验时，可采用注浆加固法；
- 3 当地基受地下水或地表渗水不利影响较大时，可采用截、排水加固法；
- 4 根据地基土性状，还可采用树根桩法、高压喷射注浆法、深层搅拌法等加固地基，并应符合国家现行标准《既有建筑内地基基础加固技术规范》JGJ 123的有关规定。

8.8.2 支护结构地基岩土水平承载力或基础嵌固段外侧岩土体有效厚度不满足设计要求时，可采用下列一种或多种加固方法：

- 1 支护结构有外加锚固条件时，可在支护结构及基础上增设锚杆，将边坡推力传至深部稳定的地层中；无外加锚固条件时，可采用抗滑桩加固法加固；
- 2 当支护结构基础嵌固段被动土压力区地基土有注浆条件时，可采用注浆加固法加固。

8.8.3 支护结构前缘进一步切坡开挖形成的边坡，其设计、施工、监测等应符合国家现行标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330 的有关规定。

8.8.4 支护结构地基和基础加固的其余作法还应按国家现行标准《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123 的有关规定执行。

9 监测

9.1 一般规定

9.1.1 边坡加固工程行为对邻近被保护对象可能引发较大变形或危害时，应对邻近被保护对象采取保护措施，并应在施工过程中对邻近被保护对象进行监测。

9.1.2 当出现下列情况之一时，边坡加固工程变形监测应按一级边坡工程监测要求执行：

- 1 已经破坏或可能出现严重后果的；
- 2 边坡加固施工难度大，施工过程中易引发事故或灾害的；
- 3 切坡高度分别大于30m和15m的岩质边坡和土质边坡；
- 4 其它可能产生严重后果的情况。

9.1.3 一级边坡工程监测应符合信息法施工要求，并应及时提供边坡加固施工监测数据和报告。

9.1.4 边坡加固工程竣工后的监测要求应符合国家现行标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330的有关规定。

9.1.5 边坡加固工程应提出具体监测内容和要求。监测单位编制监测方案，经设计、监理和业主等单位共同认可后实施。

9.1.6 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

9.2.1 监测方案应包括监测目的、监测项目、测试方法及精度要求，测点布置，监测项目报警值、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 边坡加固工程可按表 9.2.3 选择监测项目。

表 9.2.3 边坡加固工程监测项目表

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。

9.2.4 变形观测点的布置应符合国家现行标准《工程测量规范》GB 50026 和《建筑变形测量规程》JGJ/T 8 的有关规定。

9.2.5 对与加固边坡工程相邻的独立建筑物的变形监测, 应满足下列要求:

- 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 当建筑物已出现裂缝, 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 对边坡顶面背后塌滑区范围内的地面变形观测, 宜符合下列规定:

- 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 3 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 40m 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。

9.2.9 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。

9.2.10 支护结构应力监测，应满足下列要求：

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。

9.2.11 当需设置水文观测孔，监测地下水、渗水和降雨对边坡工程的影响时，观测孔的设置数量和位置应符合国家现行标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 等的规定。

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

9.2.13 若遇到下列可能影响建筑物、重要管线、需保护的其他设施和和人员安全的情况时，应立即报警，并采取相应的应急措施：

1 支护结构（或其后面的土体）的最大水平位移已大于边坡开挖深度的 1/800、15mm，或其水平位移速率已连续三日大于 2mm/d；

2 支护结构中有少数重要构件出现应力骤增、压屈、断裂、松弛或拔出的迹象；

3 坡顶邻近建筑物不均匀沉降（差异沉降）已大于国家现行标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 规定的允许沉降差，或建筑物的倾斜速率已连续三日大于 0.0001H/d（H 为建筑物的高度）；

4 坡顶邻近建筑物的砌体部分出现裂缝宽度大于 3mm 的变形裂缝；或其附近地面出现宽度大于 10mm 的裂缝；且上述裂缝尚在发展；

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（如少量流砂、涌土、隆起、陷落等）；

6 根据当地工程经验判断认为，已出现其它必须加强监测的情况。

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按国家现行标准《工程测量规范》GB 50026和《建筑变形测量规程》JGJ/T 8等进行整理、统计及分析，其方法及精度应符合国家现行有关标准的规定。

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。

10 加固工程施工及质量验收

10.1 一般规定

10.1.1 既有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方案，采取合理、可行、有效的措施保证施工安全。

10.1.2 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，采取有效措施增加边坡工程稳定性，确保施工安全，避免边坡工程状态进一步恶化。严禁无序大开挖、大爆破作业。

10.1.3 边坡加固工程施工组织设计除按规定审核外，尚应经地勘及设计单位等审查同意。

10.1.4 一级边坡加固工程施工采用的信息施工法应符合国家现行标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50300的有关规定。二级边坡加固工程施工宜采用信息施工法。

10.1.5 严禁在边坡潜在塌滑区超量堆载，危及边坡工程稳定和安全。

10.1.6 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。

10.1.7 施工时应建立边坡工程变形观测点，进行自检观测。雨季施工时应适当加大观测的频率。加固后的边坡工程应进行必要的监测、检查、维修和维护。

10.1.8 边坡加固工程施工质量的验收除符合本规范规定外，尚应符合国家现行标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50300等的有关规定。

10.2 施工组织设计

10.2.1 边坡加固工程施工组织设计应包括下列内容：

1 工程概况

边坡环境和邻近建筑物基础资料、场区地形、工程地质与水文地质特点、施工条件、边坡加固设计方案的技术特点和难点、及对施工的特殊要求。

2 施工准备

熟悉地勘资料、设计图，技术准备、施工所需的设备、材料采购和进场、劳动力等计划。

3 施工方案

拟定施工场地平面布置、边坡加固施工合理的施工顺序、施工方法、监测方案，尽量避免交叉作业、相互干扰；施工最不利工况的安全性验算应符合国家现行标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50300 的有关规定；

4 应有质量保证体系和措施、安全管理和文明施工、环保措施；施工技术管理人员应具有丰富的边坡加固施工经验。

5 应急预案。

10.2.2 采用信息施工法时，边坡加固工程组织设计尚应反映信息施工法的特殊要求。

10.3 施工险情应急措施

10.3.1 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暂停施工，根据险情原因选用下列应急措施：

- 1 在坡脚被动区采用堆载反压法进行临时抢险处理；
- 2 在坡顶主动推力区进行消方减载，减小岩土体压力；
- 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。

10.3.2 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。

10.4 质量验收

10.4.1 边坡加固工程验收应取得下列资料：

- 1 边坡加固工程的设计文件，边坡加固工程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 边坡工程与周围建筑物位置关系图；
- 5 锚杆抗拔试验报告；
- 6 隐蔽工程验收记录；
- 7 边坡加固工程和周围建筑物监测报告；
- 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。

10.4.2 对隐蔽工程应进行中间验收。

10.4.3 验收工作应按下列规定进行：

- 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（子分部）工程的验收，应在分项工程通过验收的基础上，对必要的部位进行见证检验；

- 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。

10.4.4 建设单位收到边坡加固工程验收报告后，应由总监理工程师（建设单位项目负责人）组织勘察、设计及施工单位的项目负责人、技术质量负责人，按设计、本规范和国家现行标准要求对边坡加固工程验收。

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，包括地基及基础二个项目，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二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 对边坡加固工程勘察资料应重点分析下列内容：
 - 1) 地基岩土层的分布极其均匀性，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、井探、槽探或地球物理等方法进行勘探；
- 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、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：地基承载力符合国家现行标准要求，或不均匀沉降、整体沉降量小于《建筑地基基础设计规范》GB 50007 规定的允许值，或边坡支护结构无沉降、侧移、裂缝、变形。

B 级：地基承载力符合国家现行标准要求，不均匀沉降、整体沉降量略大于《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《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 要求，不均匀沉降、整体沉降量大于《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国家现行标准要求，不均匀沉降、整体沉降量大于《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、刚度符合国家现行标准要求，边坡支护结构基础无沉降、侧移、裂缝、变形。

B 级：基础强度、刚度基本符合国家现行标准要求，不均匀沉降、侧移略大于国家现行标准规定的允许值，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、刚度不符合国家现行标准要求，不均匀沉降、侧移大于国家现行标准规定的允许值，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、刚度严重不符合国家现行标准要求，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 边坡工程稳定性鉴定评级

B.0.1 边坡工程稳定性鉴定评级应符合下列规定：

- 1 稳定性评定包括边坡工程整体稳定性和支护结构基础稳定性评定；
- 2 支护结构构件、地基基础和附属工程安全性评定已经完成；
- 3 稳定性鉴定评级应以变形缝所划分的鉴定单元作为评定对象；
- 4 已经出现稳定性破坏的或已有重大安全事故迹象的边坡工程，其对应的鉴定单元稳定性应直接评定为 D 级。

B.0.2 对重力式挡墙结构按抗滑稳定性和抗倾覆稳定性进行安全性鉴定评级时，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 当支护结构无变形、无倾覆迹象，结合当地工程经验，可直接将其抗滑稳定性和抗倾覆稳定性评定为 A 级或 B 级；
- 3 当变形、倾覆迹象明显，按支护结构实际检测数据验算评定支护结构抗滑和抗倾覆稳定性时，其评级应符合表 B.0.2 的规定。

表 B.0.2 支护结构抗滑、抗倾覆稳定性评级表

R/ γ_0 S		
B 级	C 级	D 级
$\geq 0.90 \sim 0.95 K_s$	$\geq 0.85 \sim 0.90 K_s$	$< 0.85 \sim 0.90 K_s$

注：1 表中 R 、 S 分别表示重力式挡墙的抗滑或抗倾覆稳定性抗力和滑动或倾覆作用效应， K_s 为抗滑或抗倾覆稳定性系数， γ_0 为工程重要性系数。

2 边坡滑塌区影响范围内无重要建筑物时取小值。

B.0.3 边坡工程整体稳定性评价前应符合下列要求：

- 1 资料调查应符合 A.2.1、A.3.1 要求；
- 2 边坡工程支护结构稳定性评价应在支护结构基础稳定性评定之后进行。

B.0.4 应根据边坡工程整体变形迹象、大小、稳定性验算结果及当地工程实际经验综合评定边坡工程整体稳定性，且边坡工程整体稳定性评定应符合下列规定：

- 1 已经出现边坡工程整体稳定性破坏的或已有重大安全事故迹象的边坡，其稳定性评级按 B.0.1 条规定执行；
- 2 当边坡工程及其影响范围内的岩土体、建筑物无变形、裂缝等异常现象时，

可结合当地工程经验和建设年代，直接将其稳定性评定为 A 级或 B 级；

3 当边坡工程及其影响范围内的岩土体、建筑物有变形、裂缝等异常现象，但无破坏迹象时，其稳定性评定应符合表 B.0.4 的规定。

表 B.0.4 支护结构整体稳定性评级表

R/γ ₀ S		
B 级	C 级	D 级
≥0.93~0.96 K _{st}	≥0.88~0.93 K _{st}	<0.88~0.93 K _{st}

注：1 表中 R 、 S 分别表示支护结构整体稳定性抗力和外部作用效应， K_{st} 为对应支护结构整体稳定性安全系数， γ_0 为工程重要性系数。

2 边坡滑塌区影响范围内无重要建筑物时取小值。

本规范用词说明

1. 为了便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这么做的，采用“可”。

2. 规程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”。