



T/CECSGXXXX: 2022

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction Standardization

高速公路路堑边坡施工技术规范

(征求意见稿)

Technical Specification for Construction of Highway Cutting Slope

征求意见稿

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

中国工程建设标准化协会标准

高速公路路堑边坡施工技术规程

Technical Specification for Construction of Highway Cutting Slope

T/CECS G XXXXX-2020

主编单位：广西交通投资集团有限公司 中国科学院武汉
岩土力学研究所

批准单位：中国工程建设标准化协会

实施日期：2022年××月××日

×××××××(出版单位)

中国工程建设标准化协会 公告

20XX 年第 XX 号

关于发布《高速公路路堑边坡施工技术规范》 (CECSG ×××××—2022) 的公告

现发布中国工程建设标准化协会标准《高速公路路堑边坡施工技术规范》(CECSG ×××××—2020)，自 2020 年××月××日起实施。

《高速公路路堑边坡施工技术规范》(CECSG ×××××—2022) 的版权和解释权归中国工程建设标准化协会所有，并委托主编单位广西交通投资集团有限公司负责日常解释和管理工作。

中国工程建设标准化协会

2022 年××月××日

前 言

根据中国工程建设标准化协会公路分会印发的“关于开展2016年第二批中国工程建设协会标准（CECSG）制修订项目编制工作的通知”（中建标公路[2016]26号）的要求，由广西交通投资集团有限公司承担《高速公路路堑边坡施工技术规程》（以下简称本规程）的制定工作。

为科学、合理统一高速公路路堑边坡施工技术标准，规范边坡施工工艺和质量检测及控制方法等本规程编写组在总结、归纳多年来高速公路路堑边坡建设经验和科技成果基础上，通过大量的文献调查、现场调研及验证试验等工作，并广泛征求了有关单位和专家意见，经过反复讨论修改，最终形成本规程。

本《规程》的主要内容共分11章，主要内容包括：1.总则；2.术语及定义；3.基本规定；4.信息法施工；5.施工准备；6.开挖工程；7.防护工程；8.支挡工程；9.排水工程；10.安全监测；11.质量控制和验收。

本规程由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理，由广西交通投资集团有限公司负责具体技术内容解释。请各有关单位在使用过程中注意总结经验，将发现的问题和意见函告本规程日常管理组，联系人：（地址：，广西交通投资集团有限公司，邮编：；联系电话：；电子邮箱：），以便修订时参考。

主编单位：广西交通投资集团有限公司、中国科学院武汉岩土力学研究所

参编单位：北京新桥科技发展有限公司

主编：

主要参编人员：***、***

主审：

主要审查人员：***、***

目 次

1 总则.....	1
2 术语和定义.....	1
3 基本规定.....	3
4 信息法施工.....	4
4.1 一般规定.....	4
4.2 施工准备.....	4
4.3 信息法施工.....	4
5 施工准备.....	6
5.1 技术准备.....	6
5.2 现场准备.....	7
6 开挖工程.....	8
6.1 一般规定.....	8
6.2 土质路堑边坡开挖.....	8
6.3 岩质路堑边坡开挖.....	9
7 防护工程.....	11
7.1 一般规定.....	11
7.2 植物防护.....	11
7.3 喷浆护面.....	12
7.4 喷砼护面.....	12
7.5 锚杆挂网喷射混凝土护面.....	13
7.6 格构护面.....	13
7.7 柔性网防护.....	15
7.8 护面墙.....	16
7.9 植被混凝土护坡.....	18
8 支挡工程.....	19
8.1 一般规定.....	19
8.2 锚索.....	19
8.3 锚杆.....	22
8.4 抗滑桩.....	24
8.5 挡土墙.....	27
8.6 土钉防护.....	29
8.7 格梁.....	30
9 排水工程.....	31

9.1 一般规定	31
9.2 坡面排水系统	31
9.3 坡体排水系统	33
10 安全监测	34
10.1 一般规定	34
10.2 人工巡视检查	35
10.3 地表变形监测	35
10.4 深部变形监测	36
10.5 边坡加固效果监测	37
10.6 地下水位和降雨量监测	38
10.7 监测资料整理与分析	38
11 质量控制和验收	39
11.1 开挖	39
11.2 防护与支挡工程	39
.....	46

征求意见稿

1 总则

- 1.0.1 为提高高速公路路堑边坡施工技术水平，保证工程质量与安全，制定本规程。
- 1.0.2 本规程适用于高速公路路堑边坡的施工。
- 1.0.3 边坡施工，应遵守国家建设工程的有关法律法规，建立健全质量保证体系，明确质量责任，加强质量管理。
- 1.0.4 边坡施工，应遵守国家安全生产的有关法律法规，建立健全安全生产管理体系。
- 1.0.5 边坡施工，应遵守国家环境保护的有关法律法规，节约用地，少占农田，减少污染，保护环境。
- 1.0.6 边坡施工鼓励采用新材料、新技术、新工艺和新设备，经过充分的技术经济论证，其可靠性、安全性、经济性等应满足相关法律、法规和技术标准要求。
- 1.0.7 边坡施工除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

2 术语和定义

2.0.1 土质边坡 soil slope
主要组成物质为土体的边坡。

2.0.2 岩质边坡 rock slope
由各种岩体组成的边坡。

2.0.3 顺层边坡 dip slope
坡面走向与岩层走向夹角小于 20° 、倾向接近的边坡。

2.0.4 滑坡 landslide
斜坡上的岩体或土体在自然或人为因素的影响下沿带或面滑动的现象。

2.0.5 护坡工程 slope protection project
为防治边坡的表面风化、剥落、掉块或冲蚀，在坡面修建的表层防护工程。

2.0.6 边坡支护 slope retaining
为保证边坡稳定及安全，对边坡采取的结构性支挡、加固与防护行为。

2.0.7 生态护坡 ecological slope protection

综合利用植被、复合生物材料与相应工程措施，对坡面进行保护、控制侵蚀的工程途径与手段。

2.0.8 喷锚支护 spray anchor slope protection

采用锚杆与喷射混凝土进行坡体加固和坡面防护的技术。

2.0.9 格构护坡 lattice frame revetment

以锚杆对边坡的坡体进行加固，坡面结构用现浇或预制混凝土梁，按格子形式布置，将锚杆端头锚固在梁上，格子中间可进行植物防护或其它防护的支护形式。

2.0.10 石砌护坡 stone revetment

以片石或块石为主要建筑材料，采用干砌、浆砌等砌筑工艺施工的坡面防护形式，当坡面较陡，需要设置基础，并考虑自身的重力稳定性时称为护面墙。

2.0.11 主动柔性防护网 active flexibility protection net

对斜坡或岩体表面覆盖包裹钢丝绳网等类柔性网，以限制坡面岩土体的风化剥落或崩塌，或将崩塌落石控制于一定范围内的边坡防护技术。

2.0.12 被动柔性防护网 passive flexibility protection network

设置于崩塌源区与危害对象之间，由钢丝绳网或环形网，固定系统（锚杆、拦锚绳、基座和支撑绳）、减压环和钢柱构成的网面状防护体系。

2.0.13 锚杆支护 anchor

安装于边坡中的杆件，通过杆件与岩土体的黏结作用，在边坡变形时杆件中建立起拉力的支护体系，由成孔、安装杆件、注浆（黏结）和杆端锚固工艺组成。

2.0.14 预应力杆（索）支护 prestress anchor

安装于边坡中的杆件（索体），通过张拉预应力和两端锚固，在边坡中预先建立压力，抵抗边坡变形的支护体系，由成孔、编索、安装杆件（索体）、锚固段注浆、张拉预应力和端部锚固工艺组成。

2.0.15 抗滑桩 anti-slide pile

抵抗滑坡下滑力和土压力的横向受力桩，滑动面以上为自由端，滑动面以下为固定端，自由端在横向力作用下产生水平位移时，固定端在桩前被动土压力作用下抵抗变形。

2.0.16 挡土墙 retaining wall

承受岩土体侧向压力的墙体结构，由基础、墙身、墙背、防排水措施等工程组成。

2.0.17 边坡防排水工程 surface drainage engineering

在边坡上修建的防水和排水工程，由坡顶截水沟、路基边沟、坡面排水骨架、坡体支撑渗沟、坡面防水膜、边坡平台封闭和急流槽等工程组成。

2.0.18 边坡内部排水工程 sub-surface drainage engineering
在边坡的坡体内修建的地下水排水设施，包括深层钻孔排水、排水井、排水洞等。

2.0.19 截水沟 intercepting ditch
为拦截山坡上部流向防治对象的水流，在边坡上部设置的截水设施。

2.0.20 排水沟 drainage ditch
位于边坡上的地表排水系统，用于排泄由降水、泉水等转化的坡面水流或由截水沟所排出的水流。

2.0.21 急流槽 runoff gathering pit
在陡坡或深沟地段设置的坡度较陡、水流不离开槽底的沟槽。

2.0.22 排水孔 drainage hole
为疏干和排除地下水，在边坡体中设置的排水孔，孔道一般向上倾斜 $6^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。

2.0.23 渗沟 blind drain
采用渗透方式将地下水汇集于沟内，并通过沟底通道将水排到指定地点的排水设施。

3 基本规定

3.0.1 应根据边坡的工程地质、水文地质、周围环境等勘察资料和设计图纸，进行边坡安全风险评估，特殊岩土及高边坡应编制专项施工组织设计。

条文说明

特殊岩土边坡一般指边坡岩土体为易滑软弱岩土体，或者边坡发育顺坡向外倾软弱结构面的边坡；高边坡指边坡开挖高度大于30m的边坡。

3.0.2 高速公路特殊岩土及高边坡应采用动态和信息法施工，根据边坡开挖揭示的地质信息，及时调整设计与施工方案。

3.0.3 边坡施工前，应完成各项施工准备工作，做好技术交底和准备工作的检查。

3.0.4 边坡开挖前，应做好测量放样工作，施工过程中应检查各种类型的支挡、防护和排水结构物的位置、尺寸，满足设计与质量验收标准的要求。

3.0.5 边坡施工所用的各种材料和设备，其技术性能、指标和参数应符合设计文件和相关技术标准的要求。

3.0.6 边坡施工应按本规程的施工顺序和步骤组织施工，每道工序完成后应及时检查

验收，施工过程中应做好各项检查记录和资料归档工作。

4 信息法施工

4.1 一般规定

4.1.1 特殊岩土和高边坡应采用信息法施工，根据边坡的工程地质、水文地质、周围环境等勘察资料和设计图纸，进行边坡安全风险评估，编制专项施工组织设计。

4.1.2 施工过程中，充分收集开挖揭示的各种地质资料，必要时采用监测方法获取动态地质信息，及时调整设计与施工方案。

4.1.3 当施工过程中获取的地质信息与地勘报告严重不符时，应由设计单位重新进行边坡稳定性分析和判定，并及时调整开挖和支护方案。

4.2 施工准备

4.2.1 施工前，应核对勘察资料 and 施工图纸，对边坡进行分类，评估边坡的安全风险。

4.2.2 特殊岩土和高边坡，应根据设计图纸，验算边坡的稳定性，进行稳定性评估，并优化施工图设计。

4.2.3 信息法施工应配备专门的信息采集设备和有地质经验的工程技术人员，系统采集、分析与处理边坡工程施工信息。

4.2.4 特别重要和特别危险的边坡，宜由具有相应资质的第三方单位进行地质灾害评估，根据评估报告编制专门地质灾害防治及监测方案。

条文说明

多个工程实践表明，由专业的第三方单位在高速公路施工前期阶段就介入到边坡安全监控工作中，进行全线路堑边坡的地质调查，对边坡进行地质分类和稳定性评估，提出边坡设计和施工的合理化建议，在施工期间根据边坡施工情况，及时指导边坡设计和施工，能有效地减少边坡失稳事故，保障边坡安全。

4.3 信息法施工

4.3.1 施工前边坡地质调查应符合下列要求：

- 1 熟悉地质勘察报告的内容，获取气象资料、水文资料、地层岩性、地质构造和边坡岩土的基本物理力学性质资料；
- 2 熟悉施工图纸，获取施工图设计有关地质描述、设计参数取

值和稳定性分析评价资料；

3 开展实地调查，核对勘察报告和施工图设计的地质资料，重点针对地层岩性和边坡岩土的基本物理力学参数取值对设计方案的适用性，进行补充完善；

4 根据地质勘察报告、施工图设计和现场调查，对边坡稳定性和安全性进行分级，编制专项施工组织设计方案；

5 对于特别重要和危险的边坡，按照本标准 4.2.4 的要求，编制地质灾害评估报告，专项防治方案和监测方案。

4.3.2 施工地质信息采集与处理符合下列要求：

1 每开挖一级边坡，应进行 1 次边坡地质描述，开挖揭露地层界面时，应按不同地层进行地质描述：土质边坡开挖应记录土质类型、含水状态、密实度、渗水情况等，必要时现场测定土的物理力学性质指标；岩质边坡开挖应记录边坡岩体类型、节理走向、节理倾向、岩层倾角、节理密度、裂隙宽度、节理胶结及填充情况，以及地表水及地下水来源、补给、渗流量等情况，必要时现场测定岩体物理力学指标；

2 挡土墙的基坑开挖过程中，每开挖一段长度不超过 10 m，应进行 1 次基坑检查验收，详细记录基底和基坑的地质情况：对于土质基坑，应记录土质类型、颗粒组成、含水状态、密实度及渗水情况等，按照相关规范的规定，初步确定地基承载力，并采用触探方法测定地基承载力，对于岩质基坑，应按相关规范的要求对岩体风化程度进行详细描述；根据岩土风化程度，初步确定地基承载力，根据岩体节理走向、倾向、地质缺陷分布、埋置条件等，评价挡土墙沿基底滑动的抗滑稳定性；

3 抗滑桩施工过程中，每个工作班、每进尺不超过 2m，应进行 1 次地质记录，成孔后应进行地质编录和成孔检查验收：土质桩孔应详细记录岩土类型、含水状态、密实度和渗水情况，查找地层界面，判断滑动面的位置；岩质桩孔应按照相关规范要求，对岩体进行定性描述，查找地层界面，评价滑动面以下的埋置深度是否满足设计要求；

4 锚杆（索）等施工过程中，应按照每个钻孔不少于 1 次的要求，进行地质资料记录，每级边坡锚杆（索）钻孔完成后，在安装锚杆（锚索）之前，应进行钻孔检查与验收：每级边坡抽查不少于 1% 的钻孔，检查钻孔直径、钻孔深度、锚固段的地质情况和坡面情况；预应力锚索孔应检查锚固段的岩土物理力学性质和锚固段长度是否符合设计要求，记录锚索孔渗水情况等；

5 信息法施工的工序交接应符合下列要求：每完成一级边坡开挖，应进行 1 次工序交接，工序交接应提交边坡开挖方法、开挖地质记录及起止时间等完整记录，每完成一段挡土墙基坑开挖，应进行 1 次基坑验收，提交基坑地质描述、基础埋置条件、地基承载力、基底摩擦系数等完整记录；每完成一根抗滑桩成孔后，应进行 1 次

成孔验收，提交地质柱状图、埋置深度、桩孔渗水情况等记录；每完成一级边坡的锚杆（索）成孔后，应进行 1 次工序交接，钻孔参数及锚固条件符合设计要求后，方可安装锚杆（索），并应在边坡变形允许的的时间内完成锚固。

4.3.3 动态设计符合下列要求：

- 1 地层岩性和地层界面的变化范围不超过设计允许范围时，同意下一道工序施工；
- 2 地层岩性有明显变化，设计参数取值不合理时，应及时调整设计参数，优化施工图设计；
- 3 地层界面有明显变化时，应检查设计方案的可靠性、安全性和经济性，及时调整变更设计方案，重大方案调整应分方案确认阶段和施工图修改设计阶段进行；
- 4 每一个设计方案应明确地质条件设计要求、施工工序要求、工序施工时间和最长允许时间。

4.3.4 动态施工符合下列要求：

- 1 正常情况下，应严格按照设计条件、施工工序、工序时间和允许时间要求，完成各道工序的施工；
- 2 施工条件和工序时间不满足要求的，可采取辅助施工措施，按预加固或逆作法的方法组织施工；
- 3 边坡现场施工期间，发生方案性重大变化的，应在调整方案确认后，及时完成关键工序施工，避免施工过程中边坡岩土性质随时间变化造成的重大影响；
- 4 动态施工应加快信息处理与反馈，工序交接及验收不得占用关键工序的施工时间。

5 施工准备

5.1 技术准备

5.1.1 技术准备包含以下内容：

- 1 熟悉施工图设计文件，明确设计意图和施工要求；
- 2 现场核对地勘资料及施工图设计文件；
- 3 收集类似工程的施工资料；
- 4 设计交底；
- 5 安全技术交底；
- 6 编制施工组织设计文件；
- 7 编制专项施工方案；
- 8 人员培训。

5.1.2 在熟悉图纸阶段，应理解和领会设计文件的工程地质条件、地形

特征和周边环境等工程背景。

5.1.3 在现场核对施工图设计文件阶段，应核实设计文件在技术、安全和可实施性等方面的完善程度，确认在坡顶开口线至自然斜坡山脊线之间的构造物并测绘周边环境平面图。

5.1.4 对于地质条件和施工技术复杂的工程，应进行多方案比选，编制安全可靠、技术可行、经济合理的专项施工技术文件和专项安全技术方案，建立信息法施工体系和人员配置，并进行评审。

5.1.5 开工前应建立健全质量、环保、安全管理体系和质量检测体系。

5.1.6 所有参与人员均应进行岗前培训，建立健全现场人员管理制度。

5.2 现场准备

5.2.1 现场准备应包括周边环境调查、施工条件调查、材料准备、机械准备和人员准备等内容。

5.2.2 周边环境调查应对施工过程中有可能影响到的周边建筑物和构筑物进行识别、测绘和记录。

5.2.3 应结合工程的规模、工期、地形特点等情况合理布置施工场地，所设置的各种临时设施应满足工程施工的需求及安全施工的要求，边坡坡顶区域不应设置蓄水设施、生活区和施工场地。

5.2.4 不应将生活区和施工场地布置在受洪水、泥石流、塌方、滑坡及雷击等自然灾害威胁的地段。

条文说明

在高速公路施工期间，因泥石流、塌方、滑坡等灾害造成场区施工人员和财产损失的事故时有发生，因此在场区平面布置必须避免可能发生的自然灾害的威胁，必要时应进行场区稳定性地质评价。

5.2.5 爆破器材库、油库的位置，应符合有关规定。

5.2.6 应根据工程施工的需要，配备足够的机械设备和生产工具，且应在施工前对施工机具进行安装调试。

5.2.7 水泥、砂、石、外加剂等施工原材料的选择应在工程开工前通过试验确定，原材料进场后，应按设计图纸和本规程的要求进行相应的质量检测 and 试验工作。

5.2.8 测量和试验应按《公路路基施工技术规范》(JTG/T3610)的要求实施。

6 开挖工程

6.1 一般规定

6.1.1 开挖工程开工前,应按照设计要求完成坡顶截水沟以及外围排水系统。

6.1.2 应采用“逐级开挖,逐级防治”的顺序作业法,当上一级边坡面的加固工程完工后,再进行下一级边坡面的开挖。

6.1.3 开挖后的坡面应平整,坡面上的腐殖物、树根等应按照设计要求处理。

6.1.4 弃方应按《公路路基施工技术规范》(JTG/T3610)的要求实施,弃土场的设置应符合设计要求并满足环境保护与水土保持的相关要求。

6.1.5 施工过程中,应及时进行质量检查并记录隐蔽工程应有影像记录资料。

6.1.6 当开挖过程中揭露断层破碎带、岩堆、滑坡等不良地质现象时,应停止开挖,及时进行边坡地质调查,并报设计单位。

6.2 土质路堑边坡开挖

6.2.1 土质边坡开挖遵循的基本要求:

1 施工应严格按照从上而下、从坡顶向坡脚方向进行分层展开,分层厚度应依据边坡台阶高度进行划分;

2 按照设计图纸测放开口线,并对地形起伏较大和特殊体形部位进行加密,开口线应做明显标识、加强保护,施工过程中应避免移动和损坏;

3 开挖的每级高度按设计要求确定;

4 机械开挖时,不应对永久坡面造成扰动;

5 开挖应严格按照开挖施工方案进行开挖,不应超挖或欠挖;

6 应采取临时排水措施,确保施工作业面不积水;

7 刷坡宜采用机械或辅助人工,保证坡面平顺、无明显的局部高低差、无凸悬危石、浮石、碴堆和杂物;

8 削坡过程中应对开挖坡面及时检查。对于异形坡面,应加密检测,根据测量成果及时调整、改进施工工艺;

9 边坡平台沿排水方向的坡度宜大于0.5%;

10 雨季施工时应采用彩条布、塑料薄膜等材料对坡面进行临时防护；

6.2.2 滑坡路段开挖前遵循以下要求：

- 1 应编制应急加固预案，以预防突发的边坡失稳现象；
- 2 应按照设计及相关规范要求建立排水系统；
- 3 应按照设计及相关规范要求建立监测系统。

6.2.3 滑坡路段开挖遵循以下要求：

- 1 应避免雨季开挖；
- 2 在开挖过程中，应确保监测设施和排水设施正常运行；
- 3 开挖的每级高度宜控制在 5m 以内；
- 4 施工时应采取措施截断流向滑坡体的地表水、地下水及临时用水；
- 5 滑坡体未处理之前，不得在滑坡体上增加荷载，不得在滑坡前缘减载。

6.2.4 膨胀土路堑边坡开挖应符合本规程 6.2.1 的要求外，还应遵循以下要求：

- 1 应选在旱季开挖；
- 2 开挖前应做好临时截排水措施，并对截排水措施进行硬化和防水处理；
- 3 边坡施工过程中，必要时可采取临时防水封闭措施保持土体原状含水率；
- 4 边坡不得以此挖到设计线，应预留厚度 300mm~500mm，待路堑开挖完成后，再分段削去边坡预留部分，并立即进行加固和封闭处理。

6.2.5 当开挖遇到下列情况下，应停止开挖，采取相应的应急措施：

- 1 坡面有松动现象；
- 2 坡面或坡顶出现开裂现象；
- 3 边坡开挖面上的工程地质条件与施工图设计文件存在显著差异；
- 4 边坡监测点的位移变形值超过预设限制。

6.3 岩质路堑边坡开挖

6.3.1 岩质边坡开挖遵循的基本要求：

- 1 开挖之前，清理坡顶开口线以上一定区域内的浮石，如有必要，可在防护工程施工方案中，增设被动网和锚钉等防护措施；
- 2 软石和强风化岩石宜采用机械开挖，并清刷坡面使其顺直、

大面平整，局部坚石应使炮眼法、裸露药包法爆破刷坡，同时清除坡面浮石；

3 坚硬岩石宜采用爆破开挖，爆破开挖应采用光面爆破、预裂爆破等工艺，不得采用峒室爆破。

6.3.2 爆破开挖遵循的基本要求：

1 爆破作业应符合现行《爆破安全规程》（GB6722）的有关规定；

2 爆破作业应由专业人员编制专项设计方案；

3 爆破设计参数应综合考虑岩性、产状、边坡高度和边坡稳定性条件等因素；

4 炮孔的倾斜度应与设计坡度一致，每层炮孔应在同一平面上；

5 多孔或多排炮孔应采用微差爆破；

6 光面爆破应预留光爆层，光面炮孔与主炮孔在同一网路中起爆时，主炮孔在光面炮孔之前起爆；

7 近平台区域宜使用密集小型排炮施工，炮眼底宜低于平台设计高程 10 cm~15 cm；在孔底留出 5 cm~10 cm 空眼装药，炸药用量按松动爆破计算；

8 在开始阶段，应对爆破效果和影响进行及时评估，不断调整和修正爆破参数，确保其满足边坡稳定性和安全性需求。

6.3.3 软岩边坡开挖遵循以下要求：

1 宜采用机械开挖；

2 开挖前，应编制应急加固预案，以预防突发的边坡失稳现象；

3 当机械开挖在局部区域无法实施时，应采用密集小型排炮施工；

4 应根据开挖过程中揭露的地质条件，及时调整和改进施工方案，以确保边坡在施工期间的稳定性；

5 当坡面出露炭质泥页岩时，施工段在高度分级基础上，还应沿路线纵向进行分段，及时进行防护、加固和排水工程处治，处治工程完成后，再进行下一施工段的开挖，纵向进行分段宜小于 30 m；

6 当坡面出现小型塌滑现象时，应及时采取措施，防止塌滑范围进一步扩大；

7 当坡顶出现开裂现象时，应及时标记、测绘和填补，并建立观测点监测其变化，如开裂持续发展，则应停止开挖，采取相应的应急措施。

6.3.4 顺层边坡开挖遵循以下要求：

1 开挖前，应编制应急加固预案，以预防突发的边坡失稳现象；

2 边坡开挖在高度分级基础上，还应沿路线纵向进行分段，及时进行防护、加固和排水工程，处治工程完成后，再进行下一施工段的开挖，沿路线纵向的分段长度宜小于 50m；

- 3 施工方案应依据监测工程及时进行调整和改进；
- 4 如果坡顶存在构造物，应建立日常巡视制度，实时观察构造物状态，并记录；
- 5 当揭露软弱夹层时，应放缓施工进度，并加密监测频次；
- 6 避免雨季开挖。

条文说明

顺层边坡在开挖过程中易发生失稳，开挖前应根据边坡的地质结构特征选择合适的开挖方式，必要时可采取预加固措施，以保证边坡开挖过程不发生顺层滑动破坏。

6.3.5 当开挖过程中揭露溶洞时，遵循以下要求：

- 1 及时设置安全警示标识；
- 2 调查溶洞内部空间的形态、走向、地下水、充填物等特征，采用文字说明、照片和示意图等文件形式，形成调查报告；
- 3 根据溶洞实际情况进行设计复查，并按设计进行溶洞处理施工，当设计与实际情况不符时，应进行溶洞处理的变更设计。

7 防护工程

7.1 一般规定

7.1.1 边坡防护应系统、完整，工程防护与植物防护、临时防护与永久防护应相结合。

7.1.2 边坡开挖变形稳定、坡面经修整和验收合格后，应及时进行防护工程施工。

7.1.3 截水工程和坡体排水工程应先于防护工程施工，其它坡面防排水工程应与防护工程同步施工。

7.1.4 护坡工程应置于稳定的坡体上，护面墙应设置基础，坡面防护应与边坡密贴，边坡上的危石、松散岩土应清除干净。

7.1.5 防护工程所用的材料、施工工艺和厚度等关键尺寸应满足质量验收标准的要求。

7.1.6 植物防护应按植物生长的要求进行养护，满足植被成活率和覆盖率的要求。

7.2 植物防护

7.2.1 采用喷播法时，施工过程划分并遵循以下工序：

- 1 坡面修整；
- 2 铺网；
- 3 喷播；
- 4 前期养护。

7.2.2 防护前，应确认坡顶（或坡顶平台）的截水沟施工完毕并有效运行。

7.2.3 坡面修整应确保坡面平顺，无直径大于 100mm 的浮石，当坡面存在面积大于 1 m² 的凹型坑时，应采用浆砌片石修补平整并确保其稳定。

7.2.4 铺网符合以下要求：

- 1 网片搭接宽度应大于 100mm，并绑扎或挖挂掩埋固定；
- 2 应采用锚钉（或 U 型钉）将网片牢固地固定于边坡面上，锚钉长度根据坡面锚固条件确定；锚钉密度根据坡度确定；
- 3 当采用喷播法时，应确保网片与坡面距离为 50mm~70mm。

7.2.5 喷播应采取自下而上的施工流向。

7.2.6 前期养护符合以下要求：

- 1 雨季施工时，宜采用彩条布、塑料薄膜等材料进行覆盖；
- 2 养护期不宜小于 45 d；
- 3 及时补播。

7.3 喷浆护面

7.3.1 喷护前，如果坡面存在出水点或渗水点，应针对性地增设泄水孔。

7.3.2 喷射顺序应自下而上进行。

7.3.3 砂浆初凝后，应立即开始养护，养护期宜不少于 5 d。

7.3.4 应及时对喷浆层顶部进行封闭处理。

7.4 喷砼护面

7.4.1 作业前应进行试喷，选择合适的水灰比和喷射压力，喷射混凝土宜自下而上进行。

7.4.2 做好泄水孔和伸缩缝。

7.4.3 喷射混凝土初凝后，应立即养护，养护期宜不少于 7 d。

7.4.4 喷射的混凝土强度不应小于设计强度，每台班应抽查 2 组试件。

7.5 锚杆挂网喷射混凝土护面

7.5.1 施工过程应划分并遵循以下工序：

- 1 坡面清理；
- 2 锚杆施工；
- 3 挂网；
- 4 喷砼。

7.5.2 坡面清理应确保坡面无浮石。

7.5.3 锚杆施工符合以下要求：

- 1 应根据实际地质条件复查设计的钻孔孔径和锚杆长度，当设计与实际情况不符时，应进行变更设计，以保证锚杆嵌入稳定基岩内；
- 2 锚杆孔深应符合设计要求，应大于锚杆长度 200 mm；
- 3 钻孔轴线应与岩体主结构面成大角度相交。

7.5.4 挂网符合以下要求：

- 1 钢筋网应与锚杆连接牢固；
- 2 钢筋网与岩面的间隙宜为 30 mm；
- 3 泄水管应牢固固定于钢筋网上。

7.5.5 喷砼符合以下要求：

- 1 作业前应进行试喷，选择合适的水灰比和喷射压力；
- 2 应采用自下而上的施工流向；
- 3 喷砼之前，先预先固定或埋设喷层厚度标志；
- 4 喷头移动应按分部、分段、分块、分片来回进行，喷头移动轨迹应呈螺旋形均匀、缓慢移动，保证喷砼的一圈紧压上半圈；
- 5 喷头与边坡面的角度应大于 75° ；
- 6 喷头与边坡面的距离应控制在 0.7m~1.5m；
- 7 喷砼的厚度应均匀，网片及锚杆不应外露；
- 8 喷砼初凝后，应立即养护，养护期为 7d~10d。

7.6 格构护面

7.6.1 施工过程划分并遵循以下工序：

- 1 放样；
- 2 清坡；
- 3 脚墙开挖；
- 4 脚墙浇筑；

- 5 坡面沟槽开挖；
- 6 格构基础砌筑；
- 7 挡水板设置；
- 8 格构砌筑；
- 9 格构内植生。

7.6.2 砌块宜采用预制砌块。材料符合以下要求：

- 1 砂浆或混凝土进行配比试验，确保其满足设计要求；
- 2 若砌体采用预制砌块时，进行抽样强度试验，满足设计要求；
- 3 若砌体采用石料时，确认石料坚硬、不易风化、无裂纹，表面污渍已被清除，必要时进行抗压强度试验。

7.6.3 脚墙开挖符合下列规定：

- 1 采用流水作业进行施工组织策划；
- 2 划分施工段，分段长度宜小于10 m；
- 3 基底纵坡坡度与平台截水沟纵坡坡度相等；
- 4 基底平整密实，无浮渣。

7.6.4 脚墙砌筑符合下列规定：

- 1 采用坐浆法施工，确保砌筑紧密无空洞；
- 2 当基底为岩层时，先进行表面清洗、湿润，而后再坐浆砌筑，当基底为土质时，直接坐浆砌筑，底浆应满铺；
- 3 砌块使用前浇水湿润，且其砌筑面无泥土；
- 4 砌块安放稳固，砌块间砂浆应饱满，粘结牢固，不应直接贴靠或脱空；
- 5 砌筑作业中断后恢复砌筑时，已砌筑的砌层表面应清扫和湿润；
- 6 脚墙留空区域进行回填，采用小型机具夯实。

7.6.5 坡面沟槽开挖符合下列规定：

- 1 挂线成型并找平，确保沟槽型式、尺度和深度符合设计图纸要求；
- 2 基底无浮渣。

7.6.6 格构基础和格构的砌筑符合下列规定：

- 1 采用自下而上的施工顺序进行垒砌；
- 2 采用坐浆法施工，确保砌筑紧密无空洞；
- 3 当坡面为岩层时，先进行表面清洗、湿润，而后再坐浆砌筑，当坡面为土质时，直接坐浆砌筑，底浆应满铺；
- 4 砌块使用前浇水湿润，且其砌筑面无泥土；
- 5 砌块安放稳固，砌块与坡面间砂浆应饱满，粘结牢固，不应直接贴靠或脱空；
- 6 砌筑作业中断后恢复砌筑时，已砌筑的砌层表面应清扫和湿

润。

7.6.7 采用植生袋码砌工艺进行格构内植生符合下列规定：

- 1 植生袋封口应采用封口扎带（高强度、抗紫外线）或现场用小型封口机封制；
- 2 植生袋应分层码砌，相邻袋子之间宜采用标准扣件进行联结；
- 3 每码砌 4 m² 植生袋墙体中应砌入一个填充中粗砂的植生袋以利排水。

7.7 柔性网防护

7.7.1 施工过程划分并遵循以下工序：

- 1 施工准备与施工放线；
- 2 锚杆与混凝土基础施工；
- 3 安装柔性防护网。

7.7.2 施工准备与施工放线符合以下要求：

- 1 开始施工作业前，应结合现场坡面条件和设计要求，对阻碍工程施工、威胁施工作业安全的局部突起体或孤危石、凹坑和树木进行清除或回填，做好施工准备工作；
- 2 当坡面条件可能影响防护网的防护功能或施工安装时，应按设计要求的位置、间距与容许误差范围，按有利于防护网功能发挥、便于施工、满足设计要求的优先顺序，放线确定锚杆或混凝土基础的位置；
- 3 矩阵式锚固网锚杆定位的同时，宜结合坡面地形条件和设计要求标记出需要开凿孔口凹坑的锚杆孔。

7.7.3 锚杆施工符合以下要求：

- 1 钻孔应在已确定的锚杆孔位置处按设计要求的孔径、长度和方位施工；矩阵式锚固网工程中需要开凿锚杆孔口凹坑的，宜在钻孔同时按设计尺寸开凿；
- 2 应根据边坡岩土体条件进行钻孔注浆试验和锚固力抗拔试验，确定合理的单孔注浆量，核定设计锚固力承载值，试验结果与设计差异较大时应反馈设计部门修改设计；
- 3 可采用先注浆后插入锚杆或先插入杆体后注浆的方法完成锚杆安装。

7.7.4 柔性防护网的安装符合以下要求：

- 1 柔性防护网包含格栅网或高强度钢丝网时，应将格栅网或钢丝网安装在直接面向危岩落石荷载作用一侧；
- 2 应按照设计文件要求的安装顺序和方法安装柔性防护网。

7.7.5 柔性防护网上部结构的安装除符合设计规定外，还符合以下规定：

- 1 各柔性网片间及其与支撑绳间的缝合连接应确保每一个边缘网孔都被连接；
- 2 矩阵式锚固网中，柔性网片应基本位于相邻四根锚杆所限定的防护单元中部，连接网片与支撑绳的缝合绳不应与锚杆直接连接，并应手动张紧缝合绳；
- 3 包含格栅网时，各网片间的搭接宽度不应小于一个网孔尺寸，各格栅网网片间及其与承载网间的扎结点间距不应大于 1m；
- 4 各类支撑绳均应采用张拉设备张紧，被动网上支撑绳的下垂度不应大于柱间距的 3%；
- 5 被动防护网的格栅网上边缘应翻卷到下坡侧至少 150 mm 并与承载柔性网扎结，底部宜顺坡向上延伸铺挂至少 500 mm。

7.8 护面墙

7.8.1 施工过程划分并遵循以下工序：

- 1 放样；
- 2 墙背修整；
- 3 基础开挖；
- 4 基础砌筑；
- 5 墙身砌筑。

7.8.2 墙体材料符合以下要求：

- 1 水泥、砂、水等材料进场时验收，确保其满足设计要求；
- 2 砂浆进行配比试验，确保其满足设计要求；
- 3 当墙体材料采用片石时，石料应坚硬、不易风化、无裂纹，表面污渍已被清除，必要时进行抗压强度试验；
- 4 当墙体材料采用预制砌块时，进行抽样强度试验，满足设计要求。

7.8.3 墙背修整符合以下要求：

- 1 挂线找平刷坡，以确保墙背坡形符合设计图纸要求；
- 2 清扫坡面，以确保墙背坡面无浮渣和碎石；
- 3 当岩性为易风化岩（云母岩、绿泥片岩或炭质泥页岩）时，应划分施工段，采用流水作业法施工。

7.8.4 基础开挖符合下列规定：

- 1 根据伸缩缝划分施工段，分段长度宜小于 10m；
- 2 采用流水作业进行施工组织策划；开挖深度满足设计图纸要求，基础应设置在稳定的地基上，地基承载能力不够时，应采取加固措施；
- 3 基底纵坡坡度与平台截水沟纵坡坡度相等，兼作截水沟底面

使用；

- 4 当基底为岩层时，应进行清扫，以确保无浮渣；
- 5 当基底为土质时，应整平并夯实；一施工段回填夯实后，进入下一施工段开挖。

7.8.5 基础砌筑符合下列规定：

- 1 采用坐浆法施工，确保砌筑紧密无空洞；
- 2 当基底为岩层时，先进行表面清洗、湿润，而后再坐浆砌筑；
- 3 当基底为土质时，直接坐浆砌筑，底浆应满铺；
- 4 砌块使用前浇水湿润，且其砌筑面无泥土；
- 5 砌块安放稳固，砌块间砂浆应饱满，粘结牢固，不应直接贴靠或脱空；
- 6 砌筑作业中断后恢复砌筑时，已砌筑的砌层表面应清扫和湿润；
- 7 基础留空区域用原土石进行回填，采用小型机具夯实。

7.8.6 墙身砌筑符合下列规定：

- 1 划分施工段，分段长度宜小于 10 m，或按沉降缝进行划分；
- 2 各施工段的水平砌缝应一致；
- 3 分层砌筑，依据泄水孔竖向间距确定层高，确保砌层顶部为泄水孔设置高度；
- 4 确保泄水管外倾坡面；
- 5 泄水管内端部应留空，用碎石和砂夯实做成反滤层；
- 6 两相邻工作段的砌筑高差不宜超过 1.2 m；
- 7 采用坐浆法施工，确保砌筑紧密无空洞；
- 8 砌块安放稳固，砌块与墙背坡面间砂浆应饱满，粘结牢固，不应直接贴靠或脱空；
- 9 砌块使用前浇水湿润，并确保砌筑面无泥土；
- 10 砌筑作业中断后恢复砌筑时，已砌筑的砌层表面应清扫和湿润；
- 11 顶部应采用原土夯填，以免水流冲刷。

7.8.7 混凝土护面墙浇筑符合下列规定：

- 1 浇筑砼前，对支架、模板、钢筋和预埋件进行检查，做好记录，符合设计要求后方可浇筑；
- 2 砼浇筑时按照顺序分层浇筑，每层厚度不得大于 300 mm；
- 3 混凝土浇筑时自由落差一般不应大于 2m，当大于 2m 时，应用导管或溜槽输送；
- 4 砼的施工应连续进行，因故中断时，间隔时间应小于前层砼的初凝时间；
- 5 混凝土浇筑完毕后，应在 12h 以内加以覆盖和浇水，浇水次数应能保持混凝土有足够的湿润状态，养护期一般不少于 7 d。

7.9 植被混凝土护坡

7.9.1 施工过程划分并遵循以下工序：

- 1 平整坡面；
- 2 测量放线；
- 3 挂网；
- 4 锚钉锚固；
- 5 喷植被混凝土；
- 6 覆盖无纺布养护。

7.9.2 平整坡面符合以下规定：

- 1 清除坡面杂草杂物和浮石；
- 2 清除坡面突石，使坡面尽可能平整；
- 3 出现倒坡时，应用浆砌石找平。

7.9.3 挂网施工符合以下规定：

- 1 应按照从上到下的顺序铺设镀锌铁丝网并张紧，坡顶与网的搭接长度和网片间的搭接长度应符合设计要求；
- 2 网与坡面间距，应按照设计要求执行；
- 3 不得在绑好的镀锌铁丝网上随意踩踏。

7.9.4 锚钉施工符合以下规定：

- 1 钻孔时应垂直坡面钻入，孔间距允许偏差 ± 50 mm；
- 2 成孔后应及时插入锚钉；
- 3 注浆锚钉应在注浆后 24 h 以后方可进行下一道工序；
- 4 应按照设计要求将锚钉与镀锌铁丝网绑扎。

7.9.5 喷植被混凝土施工符合以下规定：

- 1 雨天不宜喷植施工；
- 2 施工期间气温低于 0°C ，不宜进行喷植施工；植被混凝土拌合物在喷植前应搅拌均匀，搅拌时间不少于 1min；
- 3 喷植时喷枪口与坡面距离应控制在 1m 左右，喷枪与坡面的夹角应尽量垂直，不得仰喷，不允许漏喷，喷植顺序从上到下，喷植完毕后表面应光滑平整；
- 4 喷植厚度应按照设计要求执行，偏差不应大于 ± 10 mm；
- 5 喷植施工中应控制好用水量，保证基质有足够的含水量；
- 6 在面层喷射完成后，应及时铺盖无纺布。

7.9.6 植被养护符合以下要求：

- 1 种子发芽及幼苗期，养护以浇水喷灌为主，应保持植被混凝土呈湿润状态，养护期限视坡面植物生长状况而定，不少于 45 d；
- 2 喷水设备应取用摇臂喷头移动喷洒，杜绝高压水头直接喷射。

7.10 支挡工程

7.11 一般规定

7.11.1 支挡工程施工应跟随开挖分层进行，应自上而下，边开挖，边加固。

7.11.2 支挡工程施工，应按照信息法施工的要求，完成各项地质资料的采集、分析和利用，及时进行动态设计，动态调整施工方案。

7.12 锚索

7.12.1 施工前准备工作遵循以下要求：

- 1 预应力锚索施工前，应根据锚固工程的设计条件、现场地层条件和环境条件编制施工方案；
- 2 施工前应按设计要求进行预应力锚索的锚固性能基本试验，同一地层的锚索试验数量不得少于3根，确定施工工艺；
- 3 施工前，应检查原材料和施工设备的主要技术性能是否符合设计要求；
- 4 施工前应对边坡修整，修整后的边坡应平整、密实、无溜滑体、蠕变体和松动岩体。

条文说明

预应力锚索工序复杂，属于隐蔽工程。施工前应进行仔细调查，做好施工组织设计，同时均应进行锚索基本性能试验（或称极限抗拔试验），以验证锚索结构对地层的适应性、锚索破坏时的特征及锚固段承载体的受力性能等，以保证锚固工程设计的可靠性、施工工艺和方法的适应性，保证锚固段提供足够的抗拔力。

7.12.2 预应力锚索钻孔遵循以下要求：

- 1 造孔设备及机具应根据边坡地质条件、钻孔参数及开挖施工程序等因素选择确定，采用潜孔锤冲击回转钻进造孔；
- 2 应按设计要求测定孔位，孔位坐标误差不得大于100mm，如遇障碍须调整孔位时，应征得监理工程师或设计代表同意；
- 3 开孔时应严格控制钻具的倾角及方位角，当钻进200mm~300mm后应校核角度，在钻进中及时测量孔斜及时纠偏，终孔孔轴偏差不得大于孔深的2%，方位角偏差不得大于3°，如涉及有特殊要求时，应按照其要求执行；
- 4 岩锚成孔应顺直，孔壁无错台、无松动岩石；终孔孔深宜大于设计孔深400mm，终孔孔径不得小于设计孔径10mm；
- 5 钻孔过程中应做好施工地质工作，记录钻进过程中的地质情况，发现异常情况应记录并及时通知设计代表；

- 6 在钻孔过程中，如遇岩体破碎、松软或地下水渗漏易塌孔，可用水泥浆护壁；
- 7 当遇渗水严重钻进困难时，应采用全程跟管钻进成孔；
- 8 对滑坡体钻孔应跟管钻进成孔不得用水作润滑、冷却剂，以减少加固体滑塌风险；
- 9 终孔后应使用压缩空气进行清洗；
- 10 锚孔经验收合格后，应及时安装锚索。

7.12.3 普通拉力型锚索的编束遵循以下规定：

- 1 应按技术要求和锚索结构下料，下料长度等于钢绞线张拉长度+锚垫墩厚度+张拉所需尺寸+外露长度；
- 2 无粘结钢绞线编索前，应将锚固段及锚头 PE 套管剥去，使用清洗剂洗去油脂并套上止油护套，并对裸露钢绞线进行防护；
- 3 锚索应根据设计结构进行编制，采用编帘法或隔离架集束，隔离架应按设计要求设置，其间距允许偏差 50mm；
- 4 锚索编制中钢绞线应一端对齐，排列平顺，不得扭结，绑扎牢固，绑扎间距宜为 2.0 m；
- 5 锚固段的进出浆管应按设计编入索体，靠近孔底的进浆管出口至锚索端部距离不宜大于 200 mm；
- 6 止浆环的安装位置应符合设计要求，尺寸误差不大于±50mm，并将止浆环与索体密封固定。端头锚索的导向帽应按设计要求制作，与索体连接应牢固可靠；
- 7 锚索制成后，经检验合格应签发合格证，并进行编号、挂牌示牌，注明生产日期、孔号。

7.12.4 压力分散型锚索的编束遵循以下规定：

- 1 应按技术要求和锚索结构下料，下料长度等于各组张拉长度+锚垫墩厚度+张拉所需尺寸+外露长度；
- 2 下料前应对钢绞线的 PE 套进行检查，对破损的 PE 套应进行处理；
- 3 进行承载体组装时，承载板应与带 PE 套的钢绞线紧密结合，用挤压套压紧；同组钢绞线挤压完成后，应在挤压套与导向帽之间填充防腐油脂，进行密封与防腐处理；
- 4 锚索体自由段的隔离架间距宜为 1.5 m~2 m；锚固段灌浆宜采用双注浆管形式，管材的耐压能力应不小于 2 Mpa；
- 5 在锚索两个隔离架之间应采用专用黑铁丝捆扎；
- 6 锚索编制完成后，应分组逐根进行钢绞线的编号，并挂牌标识；
- 7 经检验合格的锚索应按编号整齐、平顺地存放在距地面 200 mm 以上的支架或垫木上，不得叠压存放，支架间距宜为 1.0 m~1.5 m，并采用防水布覆盖防护。

7.12.5 锚索安装遵循以下要求：

- 1 锚索安装前应对锚索孔进行检查；
- 2 在锚索入孔前，应校对锚索编号与孔号是否一致，做好标记；
- 3 锚索安装过程中宜采用胶垫隔离、支撑过渡等方式，避免锚束 PE 套损坏；
- 4 钢绞线应在孔内保持平顺，宜在孔口安装 1~2 个隔离支架；锚索应一次放索到位，避免在安装过程中反复拖动索体。

7.12.6 锚索灌浆遵循以下要求：

- 1 锚索安装后应及时进行灌浆；灌浆材料采用水泥浆或水泥砂浆，其强度应满足设计要求；
- 2 浆材所用水泥、外加剂不得含有对锚索有腐蚀性的物质；
- 3 浆液配合比应通过试验确定，采用水泥浆时，水灰比宜取 0.5~0.55；采用水泥砂浆时，水灰比宜取 0.4~0.45；拌合用砂宜选用中粗砂；
- 4 浆液宜采用高速搅拌机拌制，灌浆应采取孔底反浆法灌浆，直至孔口冒出浓浆时才缓慢拔出注浆管，以保证孔道浆体饱满；
- 5 灌浆结束 24h 后，如发现孔口浆体不饱满，应采取必要措施进行补充灌浆；
- 6 灌浆过程中，应按规定制备浆体试件。

7.12.7 锚索坡面结构制作遵循以下要求：

- 1 锚索的坡面结构包括锚墩、地梁和框架；
- 2 坡面结构的基础应牢靠，当坡面不平顺时，应用混凝土或浆砌片石垫平；
- 3 坡面结构的受力面应与锚索垂直；
- 4 由于锚索附近受力大而集中，因此锚索所在位置受力钢筋应按设计适当加密，混凝土应捣固密实。

7.12.8 锚索张拉遵循以下要求：

- 1 锚索张拉前应将孔口处混凝土整平，再安装钢垫板、锚头等设备；
- 2 张拉设备应按规定配套标定，标定应在经国家授权的法定计量技术机构定期进行，当处于下列情况之一时，应重新进行标定：使用时间超过 6 个月；张拉次数超过 200 次；
- 3 使用过程中千斤顶或压力表出现异常情况；千斤顶检修或更换配件后；孔内砂浆强度未达到设计强度的 75% 时，不得进行张拉；
- 4 除设计有明确规定外，应采用先进行单根预应力钢绞线预紧，使锚索各股预应力钢绞线的应力均匀后，再进行整索张拉，预紧应力为锚索设计值的 20%~30%；
- 5 张拉过程中应按设计要求逐级加载，按照设计荷载的 20%、25%、50%、75%、100% 直至
- 6 110%，每加一次荷载，应稳定 5min~8min，再卸荷至前级

荷载，再升级加荷，直至加到设计荷载的 110%，持荷 10 min，再按照设计预应力值锁定；

7 压力分散型锚索张拉前应绘制钢绞线与锚具上的对应分布图，记录单根钢绞线的下料长度、外露长度；

8 张拉时应采用先预紧再分组分级单根对称循环张拉或分组整体张拉的方法；

9 张拉加载及卸载应缓慢平稳，加载速率每分钟不宜超过设计荷载的 10%，卸载速率每分钟不宜超过设计荷载的 20%；

10 锚索张拉每级加载后应同步测量其伸长值，锁定后应量测预应力钢绞线的滑移量；

11 锚索锁定后，在 48h 内若发现有明显的预应力松弛时，应进行补偿张拉；

12 对于松软的坡积土、滑坡体等，应通过试验确定补偿张拉的时间和补偿预应力的大小。

条文说明

压力分散型锚索由于自身的结构特点，锚固段呈分组、递减设置，其张拉工艺与方法同普通拉力型锚索有较大差异。压力分散型锚索张拉时，采用先预紧再分组分级单根对称循环张拉或分组整体张拉，因各根、各级张拉的影响，易产生“松弛效应”，在有条件的边坡锚固工程中，应通过监测手段开展对张拉过程中每根钢绞线的受力测试，以调整张拉工艺和施荷方式，消除影响。

7.12.9 封锚遵循以下要求：

- 1 封孔灌浆应在锚索张拉、检测合格、锁定后进行；
- 2 封孔灌浆时，进浆管应插到底，灌浆应饱满；
- 3 封孔灌浆后，锚头部分应涂防腐剂，并按照设计要求及时进行封闭。

7.13 锚杆

7.13.1 施工前准备工作遵循以下要求：

- 1 施工前应按设计要求进行锚杆抗拔力验证试验，每一种参数组合的锚杆试验数量不得少于 3 根；
- 2 施工前，应检查原材料和施工设备的主要技术性能是否符合设计要求；
- 3 施工前应对边坡修整，修整后的边坡应平整、密实、无溜滑体、蠕变体和松动岩体。

7.13.2 锚杆钻孔遵循以下要求：

- 1 根据设计要求确定孔位并做出标记，开孔允许偏差为 ± 50 mm；
- 2 孔轴应保持直线，终孔深度应不小于设计孔深；
- 3 钻孔过程中应做好施工地质工作，记录钻进过程中的地质情

况，发现异常情况应记录并及时通知设计代表；

- 4 钻孔后应将孔内粉尘、石渣清理干净；
- 5 锚孔经验收合格后，应及时安装锚杆。

7.13.3 锚杆材料及制作遵循以下要求：

- 1 锚杆杆体性能指标应满足设计要求；
- 2 锚杆杆体与各部位的强度、加工精度及技术性能应经试验证明满足设计要求；
- 3 锚杆体及其部件在加工、运输、存放和安装过程中应保持清洁，避免污染、锈蚀、变形及损伤；
- 4 严格按照设计长度进行下料，并对杆体应进行校直，除锈处理；
- 5 锚杆杆体钢筋连接时宜采用机械连接、双面搭接焊、双面帮条焊，采用双面焊时焊接长度不应小于 5 倍钢筋直径，应尽量减少焊接数量；
- 6 锚杆杆体上应每隔 1m~2m 焊有对中支架，支架高度不应小于 25mm。

7.13.4 锚杆安装与注浆遵循以下要求：

- 1 锚杆应安装在孔位中心；
- 2 锚杆未插入岩层部分，应按照设计要求做防锈处理；
- 3 水泥砂浆的性能应满足设计要求，水泥砂浆配合比应通过试验确定，水泥与砂的比例宜为 1:1~1:2(质量比)，水灰比宜为 0.4~0.45，可根据需要添加具有早强、减水、膨胀等作用的外加剂；砂浆应随拌随用，一次拌合的砂浆应在初凝前用完；
- 4 宜先插入锚杆然后注浆，注浆采用孔底注浆法，注浆管应插至距孔底 50mm~100 mm，并随水泥砂浆的注入逐渐拔出，注浆压强宜不小于 0.2 Mpa；
- 5 砂浆锚杆安装后，不得敲击、摇动，普通砂浆锚杆在 3 d 内，早强砂浆锚杆在 12 h 内，不得在杆体上悬挂重物、应在砂浆达到设计强度的 75%后方可进行下步操作。

7.13.5 预应力锚杆的张拉遵循以下要求：

- 1 锚杆张拉前应将孔口处混凝土整平，再安装钢垫板、固定螺帽等；
- 2 孔内砂浆强度未达到设计强度的 75%时，不得进行张拉；
- 3 张拉过程中应按设计要求逐级加载，张拉顺序应考虑邻近锚杆的相互影响。

条文说明

预应力锚杆张拉和锁定是锚杆施工的最后一道工序，也是检验锚杆性能最直观的方式，锚杆锁定后

的预应力变化一般不应超过锚杆设计拉力值的 10%，超出此范围时，应采取补偿张拉的方式，即实施二次张拉。

7.13.6 锚杆锚头的制作遵循以下要求：

- 1 锚杆结合混凝土框架或喷砼网施工时，锚杆处的框架钢筋或钢筋网的钢筋应加密；
- 2 锚杆钢筋可用螺帽固定在钢垫板上，也可直接焊接在钢垫板上，若焊接在钢垫板上时，应将钢筋弯曲，长度不应少于 200mm，弯曲角度为 90°，弯曲部分满焊在钢垫板上；
- 3 锚杆施工完毕后，锚头部分应涂防腐剂，并按照设计要求及时进行封闭。

条文说明

根据工程实践，将锚杆钢筋头弯曲并焊接在钢垫板上，更能有效发挥锚杆的锚固力，建议使用。

7.14 抗滑桩

7.14.1 施工前准备工作遵循以下要求：

- 1 抗滑桩施工宜在旱季进行；如须在雨季施工时，孔口应搭雨棚，做好锁口，孔口地面加筑适当高度的围堰，做好安全施工的其他防护措施；
- 2 施工前应备好各项工序的机具、器材和井下排水、通风、照明设施，编制施工方案；
- 3 施工前应对技术人员和现场管理人员进行技术交底，提出施工技术要求及施工注意事项，交待质量控制难点；
- 4 施工前应进行混凝土配合比试验，现场取得水泥、砂、粗骨料，按设计的桩身混凝土强度和设计要求的坍落度，开展配合比试验；应整平孔口地面，设置地表截、排水及防渗设施；施工前布置变形监测系统，在施工过程中对坡体变形进行监测。

7.14.2 人工挖孔桩开挖遵循以下要求：

- 1 按设计桩位测量放线，桩孔现场位置应与设计坐标一致，设置的桩轴线定位标志应长期保留并定期复核；
- 2 挖孔桩的施工次序宜采取先两侧后中部的开挖顺序，开挖时应间隔跳桩开挖；
- 3 应分节开挖，每节高度宜为 0.6m~2.0m，分节不宜过长，不得在土石层变化处和滑动面处分节，开挖一节立即支护一节；
- 4 桩孔采用钢筋混凝土护壁，护壁的厚度、混凝土强度及配筋应符合设计要求，护壁混凝土可掺加早强剂，以缩短脱模时间；
- 5 护壁混凝土应贴紧围岩灌注，灌注前应清除孔壁上的松动石块、浮土，围岩较松软、破碎、有水时，护壁宜设泄水孔，但浇筑桩身混凝土时应堵塞泄水孔；

6 在围岩松软、破碎和有滑动面的节段，应在护壁内顺滑动方向用临时横撑加强支护，并经常观察其受力情况，及时进行加固；

7 坚硬岩层或孤石采用风镐凿除困难时可采用松动爆破方式开挖。爆破过程中应采取专项施工措施保护建构筑物安全，并监测建构筑物的变形；

8 基岩孔段爆破一般采用微振动钻孔控制爆破，爆破深度控制在 0.3m~0.5m；

9 爆破孔采用小直径钻孔，钻孔直径 A42mm，爆破钻孔中使用 A32 的管装乳化炸药，爆破钻孔呈梅花形布置；

10 爆破开始前在现场测试爆破振动，取得振动衰减参数，即使调整爆破方法，降低爆破振动，确保爆破安全；

11 采用微差控制爆破技术，每段微差时间不应小于 25ms，单段最大药量与一次爆破规模应根据振动衰减规律和爆破分段数严格控制；

12 石方爆破开始前，应对周围建构筑物进行详细调查登记，包括房屋的结构现状和变形情况，并依据结构特征和国家标准给出各自的爆破振动安全允许值；

13 为控制飞石危害，爆破孔口应进行安全防护覆盖，孔口加压砂包，爆区表面用竹笆覆盖，雷雨天气时不宜进行桩孔爆破作业，周围有管线时，爆破前应测量杂散电流值，如杂散电流超过规定值，则应采用抗杂散电流的特殊电雷管，爆破时应实施严格的安全警戒，警戒信号要明显；

14 岩层可采用静态爆破，应制定静态爆破方案，爆破孔的间距、深度及装药量应试验确定；

15 开挖的弃渣不得堆放在孔口处和滑坡区，应及时外运；

16 开挖过程中应做好地质编录工作，如有与设计不符合的地质情况，应及时汇报；

17 开挖至桩底后，应清理孔底的残渣，疏干孔底积水，用混凝土进行封底，并预留集水坑，封底混凝土强度与桩身强度相同，厚度不小于 200 mm；

18 应对桩内做有毒气体检测并加强通风设备。

7.14.3 钻孔桩成孔遵循以下要求：

1 钻孔桩成孔主要有冲击成孔、回转成孔及旋挖成孔，旋挖成孔适用于土层及软岩钻进，冲击及回转成孔适用于各类土层，嵌固于硬岩中的钻孔桩应优先采用冲击钻孔；

2 钻孔桩应间隔跳钻成孔，施工顺序宜先两侧后中间，先外后内；

3 钻孔桩孔口应埋设钢护筒，护筒宜采用 4mm~10mm 钢板制作；护筒埋设应准确、牢固，护筒中心与桩位中心偏差小于 50mm；

4 护筒内径应大于钻头直径 100mm，其下段外侧应采用粘土填实；护筒埋设深度不小于 1.5m，并应满足孔内泥浆面的高度要求，

受水位涨落影响或深厚的填土层中，护筒应适当加高加深；

5 地下水位以下钻孔应采用泥浆护壁，孔内泥浆面应保持高出地下水位 1m 以上，使孔内水头压力稍大于周围地下水压力；

6 在破碎岩层或松散土层中可视需要采用水泥浆或化学浆液护壁，当浆液漏失严重时，应采取充填、封闭等堵漏措施；

7 在滑坡体钻进过程中，应尽量减少循环泥浆渗入滑体，宜采用优质膨润土泥浆进行护壁钻进，不得清水钻进；

8 桩孔钻进设备应具有足够的功率和提升力，采用回旋及旋挖设备时应具备足够的扭矩，钻塔应有足够的承载能力。

7.14.4 抗滑桩钢筋的制作与安装遵循以下要求：

1 抗滑桩的各类钢筋应尽可能在场地制作成型、孔内安装；

2 钢筋可采用机械或人工调直，优先采用机械调直，经调直后的钢筋不得有局部弯曲、死弯、小波浪形，其表面伤痕不应使钢筋截面减少 5%；

3 竖筋宜采用直螺纹套筒连接，不得采用电渣压力焊连接，钢筋套筒连接、焊接或其他连接应按要求抽样送检；

4 竖筋的接头应错开，同一截面竖筋接头数量不应超过 25%；

5 滑带及岩土界面附近受力竖筋不得设置焊接接头，滑带附近的箍筋及加强筋布置应符合要求；

6 受力主筋的布置应注意滑坡的主滑方向，悬臂挖孔桩受弯主筋应布置在挖孔桩承受滑坡推力的一侧；

7 竖筋布置应符合设计要求；

8 挖孔桩桩身钢筋在桩孔内安装，钢筋要求定位准确牢固，钢筋笼与护壁之间用水泥砂浆垫块隔开，以留出保护层厚度，受力钢筋的保护层厚度不得少于 50mm，宜采用 70mm。

7.14.5 混凝土的灌注遵循以下要求：

1 浇筑混凝土前应排干孔底积水，封堵地下水渗水点，并清除孔底土石等浮渣，若桩孔内有较大出水点且无法排干桩孔内积水，应采用水下灌注法灌注砼；

2 碎石、砂及水泥原材料的质量应符合要求，粗骨料可选择碎石或卵石，其骨料粒径应小于 40mm，且不得大于钢筋最小间距的 1/3，砂宜用中粗砂，其含泥量应不超过 2%；

3 钻孔桩混凝土应优先使用商品混凝土；采用现场搅拌混凝土时，搅拌时间应达到要求，其强制式搅拌机搅拌时间不少于 2min；

4 混凝土不得从孔口直接浇筑，应采用串筒导管浇筑，串筒下口与混凝土面距离宜为 1m~2m，应固定可靠，最后一节串筒应倾斜，为防止钢筋骨架上浮，刚开始灌注时，应降低灌注速度，当混凝土拌和物上升到骨架底口 4m 以上时，提升导管，使其底口高于骨架底部 2m 以，即可恢复正常灌注速度；

5 桩孔深度超过 30m 时，不宜采用串筒浇筑，宜采用泵送混凝土至桩底，采用泵送混凝土浇筑时，布料管管口不得高于混凝土面 2

m, 混凝土坍落度宜为 12 cm~16 cm;

6 混凝土应连续浇筑, 分层振捣, 每浇筑 0.4 m~0.6 m 时, 应插入振动棒振捣, 振捣范围应覆盖桩孔全截面, 混凝土保护层不得漏振;

7 桩顶高出地面的挖孔桩, 应支设模板, 分层浇筑, 模板定位及安设应符合混凝土施工规程要求;

8 混凝土浇筑完成后, 挖孔桩桩头混凝土应及时用麻袋、草帘等加以覆盖并浇水养护, 养护期不得少于 7 d, 冬季施工的混凝土不得受冻害;

9 大截面挖孔桩混凝土量较大时, 应按照大体积混凝土的施工技术要求进行配合比设计和施工, 防止产生混凝土开裂。

7.14.6 桩板墙的施工遵循以下要求:

1 桩间挡土板有现浇和预制两种, 挡土板的施工应在桩身砼达至设计强度的 75% 之后进行;

2 挡土板基槽开挖采用逆作法施工, 开挖过程中应采取措施保证边坡稳定; 开挖深度小于 5 m 时, 可采用放坡开挖, 开挖深度大于 5 m 或处于顺滑坡面时, 应有专项的开挖支护方案;

3 现浇混凝土挡土板施工时, 挡土板的模板支撑应牢固, 挡土板较高时应分层支模及浇筑混凝土, 每层浇筑高度不宜超过 4 m, 挡土板钢筋与桩的连接可采用植筋连接或挖孔桩预埋筋连接, 应保证挡土板与桩连接稳固, 现浇挡土板应与桩身混凝土连接, 应凿除护壁混凝土, 凿毛桩身混凝土后再浇筑挡土板混凝土;

4 采用预制混凝土挡土板时, 挡土板应安置在桩体靠后缘侧, 挖孔桩应预留安装挡土板的构造, 挡土板安装要求定位准确, 两端与挖孔桩贴合紧密;

5 挡土板强度达到设计要求后再进行板前板后土体回填, 回填土应分层夯实, 其土类及性质宜与周边土体一致, 回填土和砂土的压实度和密实度应满足设计要求;

6 当桩间为土钉墙或锚喷支护时, 桩间土体应分层开挖、分层加固。

7.14.7 锚拉桩的施工要求遵循以下要求:

1 锚拉桩的桩身受力主筋应根据受力特点按设计要求布置;

2 锚拉桩的锚垫基座应按设计要求配筋, 基座定位须准确, 应保证受力面与锚索垂直;

3 锚拉抗滑桩的锚孔应采用预埋管, 管体宜采用钢管, 也可采用 PVC 管, 预埋管的定位应准确, 其方位角与倾角应满足设计要求;

4 应在抗滑桩墙身强度达到设计要求后才能进行锚索施工。

7.15 挡土墙

- 7.15.1 施工前准备工作遵循以下要求：
- 1 大型挡土墙应编制施工专项方案；
 - 2 按设计要求测放出挡土墙的位置及基坑开挖范围；
 - 3 挡土墙施工前应做好截、排水及防渗设施；
 - 4 在岩体破碎、土质松软或地下水丰富地段修建挡土墙，宜避开雨季施工。
- 7.15.2 挡土墙开挖遵循以下要求：
- 1 挡土墙基坑开挖应分段跳槽开挖，每段长 5m~10m 或与沉降缝设置同长，每施工完成一段挡土墙后才能开挖相邻一段挡土墙的基坑；
 - 2 施工过程中应对地质情况进行核对，与设计不符时，应及时处理；
 - 3 坑内积水应随时排干；
 - 4 采用倾斜基底时，基底标高应按设计控制，不得超挖填补。
- 7.15.3 挡土墙基础施工遵循以下要求：
- 1 应将基底表面风化、松软土石清除；
 - 2 硬质岩石基坑中的基础，宜满坑砌筑；
 - 3 雨季在土质或易风化软质岩石基坑中砌筑基础时，应在基坑挖好后及时封闭坑底，当基底设有向内倾斜的稳定横坡时，应采取临时排水措施，辅以必要座浆后安砌基础；
 - 4 砌筑挡土墙时，要分层错缝砌筑，基底及墙趾台阶转折处，不得做成垂直通缝，砂浆水灰比应符合要求，并填塞饱满；
 - 5 混凝土挡墙基础浇筑应根据挡土墙长度分段进行；
 - 6 混凝土浇筑时自由落差不应大于 2m，当大于 2m 时，应用导管或溜槽输送；
 - 7 混凝土应分层浇筑，分层厚度不易超过 300 mm，各层混凝土浇筑不得间断；
 - 8 墙身高出地面后，基坑应及时回填夯实，并做成不小于 5% 的向外流水坡，以免积水下渗而影响墙身稳定。
- 7.15.4 挡土墙墙体施工遵循以下要求：
- 1 浆砌块石挡土墙应采用座浆法施工，砂浆稠度不宜过大，块片石表面清洗干净；
 - 2 墙顶用 M7.5 水泥砂浆抹成 5% 外斜护顶，厚度不小于 30mm；
 - 3 尽可能选用表面较平的块石砌筑，其最小厚度为 150mm。外露面用 M7.5 砂浆勾缝；
 - 4 混凝土挡土墙墙体混凝土浇筑前，在底部接茬处先均匀浇筑 50mm 厚与墙体混凝土强度等级相同的砂浆结合层；
 - 5 混凝土浇筑时自由落差不应大于 2m，当大于 2m 时，应用导管或溜槽输送；
 - 6 混凝土应分层浇筑，振捣密实，分层厚度不大于 300 mm，墙

体应连续进行浇筑，每层间隔时间不超过混凝土初凝时间；

7 墙体混凝土施工缝宜设在伸缩缝处；

8 混凝土浇筑完毕后，应在 12 h 以内加以覆盖和浇水，浇水次数应能保持混凝土有足够的湿润状态，养护期不少于 7d，可根据空气的湿度、温度和水泥的品种及掺用的外加剂的情况，适当延长；

9 当混凝土强度达到的设计强度 75% 以上时，方可拆除模板；

10 应在坡脚设置排水沟，以排地表水，防止地表水下渗影响挡土墙基础稳定，可能时，结合使用要求做墙顶封闭处理（如三合土地面等），或夯实填土顶面和地表松土，以减少地下水下渗；

11 伸缩缝与沉降缝侧壁应竖直、平齐，无搭叠；

12 墙后填土宜采用透水性较好的碎石土，回填应在墙身强度达到设计强度的 75% 后进行距墙背 0.5m~1.0m 范围内，不宜用重型碾压设备碾压。

7.15.5 挡土墙反滤层和泄水孔的施工遵循以下要求：

1 在砌筑或浇筑墙身时应预设泄水孔；

2 泄水孔一般采用 $\phi 50\text{ mm} \sim 200\text{ mm}$ 圆孔，孔眼间距 2 m~3 m，倾角不小于 5%，上下左右交错布置，泄水孔穿墙体部分用不透水圆管，出水管口用土工布封罩；

3 在挡土墙背侧应设置不小于 300 mm 的反滤层，泄水孔附近 1 m 范围内应加厚至 400 mm~600 mm；

4 为防止积水渗入基础，在最低泄水孔的下部，夯填至少 300 mm 厚的粘土隔水层。

条文说明

挡土墙的失稳跟地下水的存在有较大关系，因此施工中应加强控制挡土墙泄水孔的施工质量，确保地下水的及时排出。

7.16 土钉防护

7.16.1 开挖、成孔等过程中应随时观察地质、位移的变化，发现异常应及时采取措施；大型土钉支护工程应进行施工监控。

7.16.2 施工中应采取有效措施加强安全防护，不得大爆破、大开挖。

7.16.3 施工时应综合考虑排水系统，做好排水设施，疏导地表径流和地下水。

7.16.4 坡面开挖施工遵循以下要求：

1 坡面开挖应根据设计和实际地质情况确定分层深度及工作顺序；

2 在完成上层作业面的土钉与喷射混凝土以前，不得进行下一层深度的开挖；

3 一次开挖深度不得大于设计中规定的边坡临界自稳高度，一次开挖长度也不得大于设计中规定的临界自稳长度；

4 进行土方开挖作业时，应保证边坡平整并符合设计坡率，不得边壁出现超挖或造成边壁土体松动；

5 开挖面有软弱土层且垂直开挖时，应严格控制开挖高度和长度，开挖前应超前支护，开挖后应快速封闭。

7.16.5 土钉施工符合下列规定：

1 施工前应按设计要求对土钉进行现场抗拉拔力验证试验；

2 钻孔完成后，应将孔内残浆、残渣等杂物清理干净；

3 安装土钉钢筋时，应连同注浆排气管按要求一并送入钻孔内；

4 孔内注浆应饱满，浆体强度应符合设计要求。

7.16.6 喷射混凝土面层符合下列规定：

1 喷射混凝土粗集料最大粒径不宜大于 16mm，水灰比不宜大于 0.45，混凝土强度应符合设计要求；

2 混凝土喷射厚度，临时支护厚度不宜小于 60mm，永久支护厚度不宜小于 80mm，永久支护面钢筋的喷射混凝土保护层厚度应不小于 50mm；

3 混凝土喷射每一层应自下而上进行。当混凝土厚度大于 100mm 时，应分两次喷射，在第二次喷射混凝土作业前，应清除结合面上的浮浆和松散碎屑。面层表面应抹平、压实修整；

4 喷射混凝土面层应在长度方向上每 30m 设伸缩缝，缝宽 10mm~20mm；

5 土钉喷射混凝土除符合本标准的要求外，还应满足《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》(GB 50086) 的要求。

7.17 格梁

7.17.1 格梁施工遵循以下施工工序：

1 坡面修整；

2 基槽开挖；

3 模板安装；

4 钢筋加工及安装；

5 混凝土浇筑；

6 格梁养护。

7.17.2 坡面沟槽开挖应按照设计要求进行，超挖部分应采用 C25 砼填补至设计坡面。

7.17.3 格梁基础应清除浮渣，并在底层铺垫厚度不小于 20mm 的水泥砂浆调平层。

7.17.4 格梁钢筋宜制成整体长骨架，钢筋接头需错开，同一截面钢筋接头数不得超过钢筋总根数的 1/2，且有焊接接头的截面之间的距离不得小于 1m。

7.17.5 格梁浇筑砼应连续作业，边浇筑边振捣，对于锚孔周围，钢筋较密集处，应仔细振捣。

8 排水工程

8.1 一般规定

8.1.1 边坡施工前应对边坡实际地形和工程地质条件进行调查和复核，校核设计文件中的排水系统，若边坡实际地形和地质条件与设计不相符合的地方，应及时反馈给设计单位。

条文说明

地下水是造成高速公路边坡发生灾害的主要因素之一，排水工程是确保边坡安全的最重要的措施之一，应引起施工单位的重视。

8.1.2 边坡施工前应按照设计文件要求和边坡实际工程地质编写详细的排水施工方案。

8.1.3 应根据施工需要设置临排水和截水设施，施工期间，应经常维护临排水设施，保证水流畅通。

条文说明

临排水和截水设施应在边坡开挖前完成，由于边坡开挖面积较大，在大雨时还应防止大量积水，合理设置临排水设施，对边坡的稳定性有利。

8.1.4 施工区排水循“高水高排、低水低排”的原则。

8.1.5 施工中应对地下水情况进行记录并及时反馈。

8.2 坡面排水系统

8.2.1 坡顶截水沟满足以下要求：

1 坡顶截水沟应设置在坡口 5m 以外，应结合坡顶地形进行布

设；

2 坡顶截水沟应从坡脚向坡顶开挖，并在边坡开挖之前施工完成，如开挖遇雨应用防水土工布覆盖，避免地表水冲刷下渗边坡坍塌；

3 坡顶截水沟开挖后应立即构筑沟体；

4 坡顶截水沟应按设计要求进行防渗及加固处理；

5 开挖截水沟产生的弃渣不得堆放在水沟两侧，水沟两侧土体应夯实并做硬化处理，以保证地表水能及时排入截水沟中。

8.2.2 平台排水沟满足以下要求：

1 平台排水沟不得采用开挖方法，应采用现浇法施工；

2 排水沟底部铺设 100mm 厚碎石垫层作调平层；

3 平台排水沟应连接至急流槽或边沟；

4 平台排水沟应在下级边坡开挖前施工完成。

8.2.3 边沟满足以下要求：

1 边沟沟底纵坡应衔接平顺；

2 土质地段的边沟纵坡大于 3% 时应采取加固措施。

8.2.4 急流槽满足以下要求：

1 急流槽分节长度宜为 5m~10m，接头处应用防水材料填缝。混凝土预制块急流槽，分节长度宜为 2.5m~5.0m，接头采用榫接；

2 片石砌缝应不大于 40mm，砂浆饱满，槽底表面粗糙；

3 急流槽两侧土体应夯实并做硬化处理，以保证地表水能及时排入；

4 为防止基底滑动，急流槽底可设置防滑平台，或设置凸榫嵌入基底中；

5 为减小水头对槽底的冲刷，急流槽过水面应注意植消力石。

条文说明

急流槽主要用于陡坡地段的排水，达到水流的消能和减缓流速，是山区公路普遍采用的排水结构物。急流槽的断面形式宜采用矩形或梯形，槽底宜砌成粗糙面，用以消能和减小流速。进、出水口是易发生水流冲刷破坏的关键点，应做好防护与加固。

8.2.5 施工过程中应加强水沟的日常维护，若发现水沟开裂应及时查明破坏原因，如属于边坡坡体变形导致水沟开裂，应及时报告给设计单位和监管部门；水沟开裂后应及时修补，防止地表水从开裂处渗入坡体。

条文说明

边坡发生变形时坡顶往往会出现裂缝，坡顶截水沟发生开裂，通过水沟开裂很容易发现边坡异常，提前采取措施防止边坡继续破坏，同时水沟开裂后若不及时修补，导致地表水渗入坡体，会加剧边坡变形，因此发现水沟开裂后应及时修补。

8.3 坡体排水系统

8.3.1 每级边坡开挖后都应进行开挖坡面的水文地质调查，查明坡面渗水分布和雨后坡面出水情况。

条文说明

坡体排水系统是否有效取决于排水系统的位置，在地下水密集处或出水较多的位置布置坡体排水系统更加有效，因此开挖坡面的水文地质调查非常重要。

8.3.2 仰斜式排水孔满足以下要求：

- 1 仰斜式排水孔用于引排边坡内的地下水；
- 2 仰斜式排水孔的布置除按照设计要求布置外，应根据边坡坡面渗水情况调整布置；仰斜式排水孔钻孔成孔直径宜为 75mm~150mm，仰角不小于 6°，孔深应延伸至富水区或潜在滑动面；
- 3 排水段应采用套管跟进钻孔，排水管直径宜为 50mm~100mm，排水管渗水段的泄水孔直径
- 4 10mm，纵向间距 75mm，宜梅花形排列在排水管上部，渗水段裹 1~2 层 250 g/m²~400 g/m² 无纺土工布，防止渗水孔堵塞；
- 5 排水管的非渗水段为靠近出水口的 1m~5m 范围内，不设置泄水孔；
- 6 排水管安装到位后，应用砂浆或粘土封闭钻孔与排水管之间的空隙；
- 7 边坡开挖和防护工程施工完毕后，应对坡体排水情况和排水孔的畅通情况进行检查，必要时可增设排水孔。

条文说明

仰斜式排水孔是采用小直径的排水管在边坡体内排除深层地下水的一种有效方法，它可以快速疏干地下水，提高岩土体的抗剪强度，防止边坡失稳，因而在国内外高速公路得到了广泛应用。当坡面有集中地下水，采用仰斜式排水孔排泄，且成群布置，能取得较好的效果。

8.3.3 边坡渗沟满足以下要求：

- 1 为疏干潮湿的土质路堑边坡体和引排边坡上部局部出露的上层滞水或泉水，可采用边坡渗沟；
- 2 修建边坡渗沟的边坡坡度不应陡于 1:1；
- 3 边坡渗沟的基底应设置在潮湿土层以下的干燥地层内，筑成阶梯状，阶梯式泄水坡坡度宜为 2%~4%，基底应铺砌防渗；
- 4 沟壁应设反滤层，沟内回填透水性粒料；
- 5 渗沟的开挖应分段进行，避开雨季施工。

条文说明

当坡面无集中地下水，但坡体潮湿、含水量较高时，在坡面中设置支撑渗沟，能有效排泄坡体中的地下水，特别是高液限土、红粘土、膨胀土边坡中，效果较好。

8.3.4 排水隧洞施工应符合以下要求：

- 1 施工前应做好现场地质、水文等情况调查和图纸核对，并应编制专项方案。
- 2 施工过程中应做好监控量测工作，围岩级别与设计不符时应及时反馈处理。
- 3 施工应符合现行《公路隧道施工技术规范》(JTG60)的有关规定。

9 安全监测

9.1 一般规定

9.1.1 边坡监测包括施工期监测，防治效果监测和运营期监测，本标准只对施工期监测做出规定，防治效果监测宜结合运营期监测进行。

条文说明

高速公路边坡监测一般可分为施工期和运营期两个阶段，由于施工对边坡的稳定性影响最大，所以施工期监测最为重要，本规程作为施工规程，因此只对施工期监测作出规定。由于保持监测资料的连续性和完整性，更加便于分析和掌握边坡的变化规律，对于重要边坡或者大型滑坡，建议运营期也要开展边坡监测。

9.1.2 边坡监测应采用仪器监测与巡视检查相结合的方法；普通边坡以人工巡视检查为主，重点和复杂边坡以人工巡视检查和仪器监测相结合。

条文说明

巡视检查是边坡安全监测重要的一环，可以与仪器监测互为补充，应对巡视检查予以重视，同时考虑到山区高速公路边坡众多，全部进行仪器监测成本高昂，对于一般稳定性较好的边坡也没必要进行仪器监测，因此本条提出了一般边坡以人工巡视检查为主，而对于重点和复杂边坡，一般指边坡开挖高度大于30m，或者边坡岩土体为易滑软弱岩土体，或者边坡发育顺坡向外倾软弱结构面、或者边坡坡顶有重要构筑物的边坡，则以人工巡视检查和仪器监测相结合的原则。

9.1.3 监测单位首先应对边坡现场踏勘，了解边坡周边环境，是否存在重要构造物以及重要构造物现状等资料，必要时可采用拍照、录像等方法保存有关资料。

9.1.4 监测单位在进行监测前应编制监测方案，监测方案应包括：监测的目的和依据、监测的内容和项目、监测方法及精度、监测点的布置监测期和监测频率、监测数据处理与信息反馈等。

9.1.5 边坡变形监测所使用的仪器、设备，应与监测精度要求相适应，并宜长期稳定可靠，使用维修方便。

9.1.6 监测设施应有永久防护措施，施工过程中应加强各监测点的保护，施工结束后，应编制图表进入竣工文件，以便运营期继续观测使用。

9.1.7 变形监测数据的正负号，应遵守下列规定：

- 1 水平位移：与边坡开挖方向一致为正，反之为负；
- 2 垂直位移：下降为正，上升为负；
- 3 裂缝张合：张开为正，闭合为负。

9.2 人工巡视检查

9.2.1 边坡施工期间，应由专人进行边坡的安全检查，检查人员应具备一定的专业知识和经验。

9.2.2 检查以目测为主，可辅以地质锤、地质罗盘、皮尺等器具以及摄像、摄影等设备进行。

9.2.3 检查的内容包括：

- 1 边坡地表有无新裂缝、坍塌发生、原裂缝有无扩大、延伸；
- 2 边坡地表有无隆起或下陷、边坡后缘有无拉裂、前缘有无剪出口出现、局部楔体有无滑动现象；
- 3 排水沟是否畅通、排水孔是否正常；
- 4 是否出现新的地下水露头；
- 5 安全监测设施有无损坏；
- 6 边坡开挖后暴露的地质情况是否有变化；
- 7 坡顶构筑物的变形变化情况；
- 8 根据设计要求或当地经验确定的其它检查内容。

9.2.4 施工期间的边坡安全人工巡视检查频率为 1d~3d 一次，雨期或边坡发现异常情况时应加密。

9.2.5 检查发现异常和危险情况，应及时通知建设方和其他相关单位。

9.3 地表变形监测

9.3.1 地表变形监测包括边坡表层的垂直位移、水平位移观测和裂缝观测。

9.3.2 地表变形监测的布置满足以下要求：

- 1 监测点的选择应结合边坡的地质地形条件和不稳定边坡、滑

坡的变形范围、变形特征考虑，选择在具有工程地质代表意义的敏感部位布置，布置在边坡坡顶、边坡中部以及边坡坡脚附近布置；

2 监测点的布设成网格形排列，纵向观测线不宜少于 3 条，横向观测线不宜少于 2 条；

3 裂缝观测点可布设在具有代表性的最大裂缝处及可能的破裂壁面位置，设点处其两侧岩体宜相对完整，并避开风化严重的岩层和孤石。

9.3.3 地表变形监测的方法符合以下规定：

1 水平位移可采用视准线法、前方交会法、极坐标法和 GPS 法进行；

2 垂直位移监测可采用水准测量、静力水准测量和 GPS 法进行。

9.3.4 地表变形监测点的安装埋设符合以下规定：

1 水平与垂直位移观测网基准点应设置在边坡变形影响范围以外的稳定地带，并能保证监测精度的地方；

2 工作基点宜埋设在方便观测和稳固的基础上，同时应避免施工对基点的影响；

3 土质边坡段深埋砼桩作观测桩，石质边坡段可在稳固岩面上做 20cm 见方柱石（埋设观测点），观测点用不小于 $\phi 16$ 的钢筋，顶端磨成半球形，中间刻十字。

9.3.5 施工期间的边坡地表变形监测的频率为 3d~7d 一次，开挖期间监测频率为 1d~3d 一次，雨期或边坡发现异常情况时应加密。

9.3.6 地表变形观测精度应符合以下要求：

1 观测点水平位移观测允许误差为 $\pm 3\text{mm}$ ；

2 观测点垂直位移观测允许误差为 $\pm 3\text{mm}$ ；

3 裂缝宽度张合量量测允许误差为 $\pm 1\text{mm}$ 。

9.4 深部变形监测

9.4.1 深部变形监测一般采用钻孔倾斜仪进行监测。

9.4.2 深部变形监测的布置满足以下要求：

1 深部变形监测点可结合地表位移纵向观测线布设，深部变形监测点的地面对应部位应同时设置地表位移观测点，以方便两者数据对比；

2 在一条纵向观测断面上的深层位移观测点的数量不宜少于 2 个深部变形监测点；

3 深部变形观测点的深度应达到主滑面或者稳定基岩以下 5m 左右，主测方向应与预计的主滑方向或者边坡开挖方向基本一致。

9.4.3 施工期间的边坡深部变形监测的频率为 3d~7d 一次，开挖期间监测频率为 1d~3d 一次，雨期或边坡发现异常情况时应加密。

9.4.4 测斜仪的系统精度不宜低于 0.25mm/m，分辨率不宜低于 0.02mm/50mm。

9.4.5 深部变形观测点应在下级边坡开挖前埋设，埋设时符合下列要求：

- 1 埋设前应检查测斜管质量，测斜管连接时应保证上、下管段的导槽相互对准、顺畅，各段接头及管底应保证密封；
- 2 测斜管埋设时应保持竖直，防止发生上浮、断裂、扭转；
- 3 测斜管一对导槽的方向应与所需测量的位移方向保持一致；
- 4 测斜管与钻孔之间的孔隙应用水泥砂浆填充，并振动捣实。

9.5 边坡加固效果监测

9.5.1 在边坡施工期间对锚索（杆）的工作状况和锚固效果进行监测：

1 非预应力锚杆采用钢筋计监测锚杆的应力变化，监测根数不宜少于锚杆总数的 5%，且不应少于 3 根，布设在深部变形观测断面或者地表位移纵向主观测线附近；预应力锚索（杆）采用测力计监测预应力锚索（杆）的预应力的形成和变化，监测根数不应少于锚索（杆）总数的 10%，且不应少于 3 根，布设在深部变形观测断面或者地表位移纵向主观测线附近；

2 锚索（杆）的监测频率，在安装监测仪器的最初 10d 宜每天测定一次，稳定后施工期间的监测频率为 3d~7d 一次，雨期或边坡发现异常情况时应加密；

3 锚索（杆）的监测仪器应具有良好的稳定性和长期工作性能。使用前应进行标定，合格后方可使用。

9.5.2 采用抗滑桩加固的边坡进行抗滑桩加固效果监测：

1 抗滑桩监测可分为抗滑桩表面变形监测、抗滑桩桩体变形监测、抗滑桩钢筋应力监测等；抗滑桩表面变形监测是在选定抗滑桩四周埋设监测点进行表面变形监测，监测方法同前述边坡地表变形监测的方法；

2 抗滑桩桩体变形监测是在沿着选定抗滑桩的主滑方向前后两侧预埋测斜管，在抗滑桩施工完成后采用钻孔倾斜仪进行桩体变形监测；抗滑桩钢筋应力监测是在沿着选定抗滑桩的主滑方向前后两侧选择 2 根主钢筋，分别焊接钢筋计，钢筋计间距 3m~5m，抗滑桩施工完成后用来测量抗滑桩两侧的钢筋受力状况，以便判断抗滑桩加固效果；

3 抗滑桩监测点选取主剖面线附近的抗滑桩，点数根据设计要求或抗滑桩数量确定；

4 施工期间的抗滑桩监测的频率为 3d~7d 一次，雨期或边坡发现异常情况时应加密。

9.6 地下水位和降雨量监测

9.6.1 边坡地下水位监测可利用深部变形监测点进行测量或者布置专门钻孔监测边坡地下水位，采用水位计人工测量，其监测频率同深部变形监测。

9.6.2 宜分段设降雨量观测站，采用自记雨量计或者自动测报雨量计进行降雨量观测。

9.7 监测资料整理与分析

9.7.1 监测资料整理与分析包括下列内容：

- 1 原始资料的检查；
- 2 监测资料的日常整理与分析；
- 3 定期编写监测报告；

9.7.2 对原始监测数据做如下检查，并对检查中发现的问题在现场逐一解决：

- 1 现场作业方法是否符合要求；
- 2 各项监测数据的检查结果是否在限差以内；
- 3 数据记录是否准确、齐全、清晰。

9.7.3 监测资料的日常整理包括以下内容：

- 1 根据检查合格的监测数据计算出相应的监测物理量（水平位移、垂直位移、裂缝宽度、降雨量和地下水位等），并记入相应的记录表；
- 2 绘制监测物理量过程线、分布图及变形关系曲线；
- 3 进行监测物理量特征值的统计，其中主要含各监测物理量的最大值和最小值（包括出现的时间）、变差、周期等。

9.7.4 对监测物理量随时进行如下分析：

- 1 监测物理量随时间、空间变化的规律性；
- 2 监测物理量统计特征值的规律性；
- 3 监测物理量间的相关性；
- 4 从分析中获得监测物理量变化稳定性、趋势性及其今后可能给工程带来的不利影响，进一步可实现边坡稳定性的预测。

条文说明

基于监测物理量的变化分析来分析和预测边坡稳定性一直是岩土工程界的难题，目前国内外的研究

大多以地表关键点的变形作为主要的研究对象，以位移速率作为判别标准，来判断边坡是否稳定，同时根据实测的变形数据采用多种数据分析方法进行外延分析，目前比较成熟的方法有时间序列法、灰色理论方法、神经网络方法、支持向量机、遗传算法等等，可以从中选择一种或多种方法分析和预测未来时间的边坡变形量，进而预测未来时间的边坡稳定性。

9.7.5 定期编写的监测报告宜包括如下内容：

- 1 工程情况，包括当前边坡施工进度情况等；
- 2 工程地质概况；边坡变形监测概况；
- 3 包括监测网点及监测点的布置、维护、完好率、变更情况，以及仪器设备、量测工具的校测情况；监测资料整理的成果图表；
- 4 人工巡视检查情况及主要成果；
- 5 监测数据分析方法说明；
- 6 监测资料阶段分析成果及结论；
- 7 监测工作中存在的问题及今后改进的建议。

10 质量控制和验收

10.1 开挖

10.1.1 整修结束后，将边坡面清理干净，及时安排必要的作业时间，进行工程地质和水文地质情况的复查，必要时进行边坡岩体质量检查的弹性波波速测试以及其它力学试验等。

10.1.2 边坡开挖工程质量检查项目和验收标准见表 1。

表 10.1.2 边坡开挖工程质量检查项目和验收标准

项类	检查项目		质量标准
主控项目	开挖坡面		稳定无松动岩块，对不良地质应按设计要求进行处理
	平均坡度		不陡于设计坡度
	保护层开挖		浅孔、密孔、少药量、控制爆破
一般项目	坡脚标高		±20 cm
	不平整度		±15 cm
	半孔率	完整的岩体	>85%
		较完整的岩体	>60%
破碎的岩体		>20%	

10.2 防护与支挡工程

10.2.1 植被护坡

工程质量验收应按植物防护设计要求执行，植物护坡的覆盖率指标应满足设计要求。

10.2.2 喷射混凝土护面

喷射混凝土施工质量应符合表10.2.2的规定。

表 10.2.2 喷射混凝土施工质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法与频率
1	混凝土强度 (MPa)	在合格标准内	按《公路工程质量检验评定标准第一册 土建工程》(JTG F80/1—2017) 附录 E 检查
2	喷层厚度 (mm)	平均厚度≥设计厚度；80%测点的厚度≥设计厚度；最小厚度≥设计规定最小值	凿孔法或工程雷达法；每 50m ² 测1处，总数不少于 5 处

10.2.3 砌体坡面防护

- 1 干砌片石施工质量应符合表 10.2.3-1 的规定。
- 2 浆砌砌体施工质量应符合表 10.2.3-2 的规定。

表 10.2.3-1 干砌片石施工质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法与频率
1	厚度(mm)	±50	尺量：每 100m ² 抽查 8 点
2	顶面高程(mm)	±30	水准仪：每 20m 抽查 5 点
3	外形尺寸(mm)	±100	尺量：每 20m 或自然段，长宽各测 5 点
4	表面平整度(mm)	50	2m 直尺：每 20m 测 5 点
5	泄水孔间距(mm)	≤设计值	尺量：每 20m 测 4 点

表 10.2.3-2 浆砌片石施工质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法与频率
1	砂浆强度	在合格标准内	按《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG F80/1) 附录 F 检查
		料、块石	±30
			水准仪：长度不大于 30m 时测 5 点，

2	顶面高程(mm)	片石	±50	每增加 10m 增加1 点
3	表面平整度(mm)	料石、块石	≤25	2m 直尺: 每 20m 测5 处
		片石	≤35	
4	坡度 (%)	≤设计值		坡度尺: 长度不大于 30m 时测5 处 每增加 10m 增加1 处
5	厚度或断面尺寸(mm)	≥设计值		尺量: 长度不大于 50m 时测10 个断面, 每增加 10m 增加1 个断面
6	墙面距路基中线(mm)	±50		尺量: 每 20m 测5 点
7	泄水孔间距(mm)	≤设计值		尺量: 每 20m 测4 点

10.2.4 主（被）动防护网

1 施工质量控制包括:

- 1) 所用材料应进行质量检查, 合格后方可使用;
- 2) 锚杆用的水泥砂浆的配合比以及拌合的均匀性, 每工作班检查次数不应少于一次, 条件变化时应及时检查, 每天用的砂浆应做试块一组、一组三块, 养护 28 d 进行检测;
- 3) 格栅的固定方式、尺寸和叠置宽度应满足设计要求, 固定应牢靠;
- 4) 钢丝绳的固定、缝合应满足设计要求;
- 5) 缝合绳外观和手动感受上应无松动, 否则应重新张拉;
- 6) 锚杆钻孔数量、孔深、孔径、钻孔清洗质量以及锚杆直径符合设计要求; 锚固混凝土基础面的清理应符合浇筑要求;
- 7) 锚固混凝土应达到设计要求, 浇筑前检查结构钢筋的数量、规格尺寸及安装位置。

2 验收检测试验包括:

- 1) 卡扣的抗错动拉力检验及抗脱落拉力检验;
- 2) 钢丝绳抗破断能力检验;
- 3) 钢丝（绳）表面镀锌检验;
- 4) 减压环变形检验;
- 5) 砂浆、混凝土试件强度试验;
- 6) 锚杆注浆密实度;
- 7) 防护网组合试验。

10.2.5 边坡锚固防护

- 1 锚杆施工质量应符合表 10.2.5-1 的规定。
- 2 预应力锚固施工质量应符合表 10.2.5-2 的规定。

表 10.2.5-1 锚杆施工质量标准

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	注浆强度(MPa)		在合格标准内	按《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTGF80/1)附录F 或 M 检查
2	钻孔深度 (mm)		≥设计值	尺量: 逐孔测
3	钻孔直径(mm)		±10(设计直径≥60) ±5(设计直径 < 60)	卡尺: 逐孔测
4	孔位(mm)		±50	尺量: 逐孔测
5	钻孔倾角 (°)		≤3	地质罗盘仪: 逐孔测
6	杆体长度(mm)		≥设计值	尺量: 逐孔测
7	锚杆插入钻孔长度(mm)	预应力	不小于设计长度的 97%	尺量: 逐孔测
		非预应力	不小于设计长度的 98%	尺量: 逐孔测
8	锚杆抗拔力(kN)		抗拔力平均值>设计值; 最小抗拔力≥0.9 设计值	拔力试验: 锚杆数 5%, 且不少于 3 根

10.2.5-2 预应力锚固防护施工质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	锚索张拉应力(MPa)	满足设计要求	油压表: 逐根(束)测
2	张拉伸长率(%)	满足设计要求; 设计未要求时为±6	尺量: 逐根(束)测
3	断丝、滑丝数	每束 1 根, 且每断面不超过钢丝总数的 1%	目测: 逐根(束)测

10.2.6 抗滑桩

1 抗滑桩施工质量应符合表 10.2.6 的规定。

表 10.2.6 抗滑桩施工质量标准

项次	检测项目	规定值或允许偏差	检测方法和频率
1	混凝土强度(MPa)	在合格标准内	按《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTGF80/1)附录D 检查
2	桩长(m)	≥设计值	测绳: 每桩检测
3	孔径或断面尺寸(mm)	≥设计值	探孔器或尺量: 每桩检测

4	桩位(mm)		+100	全站仪：每桩检测
5	竖直度 (mm)	钻孔桩	1%桩长，且≤500	测壁仪或铅锤法：每桩检测
		挖孔桩	0.5%桩长，且≤200	铅锤法：每桩检测
6	钢筋骨架底面高程(mm)		±50	水准仪：每桩测骨架顶面高程后反算

10.2.7 挡土墙

- 1 浆砌挡土墙施工质量应符合表 10.2.7-1 的规定。
- 2 干砌挡土墙施工质量应符合表 10.2.7-2 的规定。
- 3 混凝土挡土墙施工质量应符合表 10.2.7-3 的规定。

表 10.2.7-1 浆砌挡土墙施工质量标准

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	砂浆强度(MPa)		在合格标准内	按《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG F80/1—2017)附录 F 检查
2	平面位置(mm)		≤50	全站仪：测墙顶外边线，长度不大于 30m 时测5 点，每增加 10m 增加1 点
3	墙面坡度(%)		≤0.5	铅锤法：长度不大于 30m 时测5 处，每增加 10m 增加1 处
4	断面尺寸(mm)		≥设计值	尺量：长度不大于 50m 时测10 个断面，每增加 10m 增加1 个断面
5	顶面高程(mm)		±20	水准仪：长度不大于 30m 时测5 点，每增加 10m 增加1 点
6	底面高程(mm)		±50	水准仪：长度不大于 30m 时测5 点，每增加 10m 增加1 点
7	表面平整度 (mm)	混凝土预制块、料石	≤10	2m 直尺：每 20m 测3 处，每处测竖直和墙长两个方向
		块石	≤20	
		片石	≤30	
8	泄水孔间距(mm)		≤设计值	尺量：每 20m 测4 点

表 10.2.7-2 干砌挡土墙施工质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	平面位置(mm)	≤50	全站仪：测墙顶外边线，长度不大于 30m

			时测5点, 每增加10m 增加1点
2	垂直度或坡度(%)	≤0.5	铅锤法: 长度不大于30m 时测5处, 每增加10m 增加1处
3	断面尺寸	≥设计值	尺量: 长度不大于50m 时测10个断面, 每增加10m 增加1个断面
4	顶面高程(mm)	±50	水准仪: 长度不大于30m 时测5点, 每增加10m 增加1点
5	底面高程(mm)	±50	水准仪: 长度不大于30m 时测5点, 每增加10m 增加1点
6	表面平整度(mm)	≤50	2m 直尺, 每20m 测3处, 每处测竖直和墙长两个方向

表 10.2.7-3 混凝土挡土墙施工质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	混凝土强度(MPa)	在合格标准内	按《公路工程质量检验评定标准 第一册土建工程》(JTGF80/1) 附录 D 检查
2	平面位置(mm)	≤50	全站仪: 测墙顶外边线, 长度不大于30m 时测5点, 每增加10m 增加1点
3	垂直度或坡度(%)	≤0.3	铅锤法: 长度不大于30m 时测5处, 每增加10m 增加1处
4	顶面高程(mm)	±20	尺量: 长度不大于50m 时测10个断面, 每增加10m 增加1个断面
5	底面高程(mm)	±50	水准仪: 长度不大于30m 时测5点, 每增加10m 增加1点
6	断面尺寸	≥设计值	2m 直尺: 每20m 测3处, 每处测竖直和墙长两个方向
7	表面平整度(mm)	≤8	全站仪: 测墙顶外边线, 长度不大于30m 时测5点, 每增加5m 增加1点
8	泄水孔间距(mm)	≤设计值	尺量: 每20m 测4点

10.2.8 土钉防护

1 土钉防护施工质量应符合表 10.2.8 的规定。

表 10.2.8 土钉防护施工质量标准

项次	检测项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	注浆强度 (MPa)	在合格标准内	砂浆按《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG F80/1) 附录 F 检查, 其他按附录 M 检查
2	土钉孔深 (mm)	+200, -50	尺量: 抽查 10%
3	土钉倾角 (θ)	2	倾角仪: 抽查 10%
4	土钉孔距 (mm)	± 100	尺量: 抽查 10%
5	土钉孔径 (mm)	+20, -5	尺量: 抽查 10%
6	土钉抗拔力	平均值 \geq 设计值, 低于设计值的土钉数 \leq 20%, 最小抗拔力 \geq 设计值的 90%	抗拔力试验: 土钉总数 1%, 且不少于 3 根

10.3 排水系统

1 土质边沟、截水沟、排水沟施工质量应符合表 10.3.1 的规定。

表 10.3.1 土质边沟、截水沟、排水沟施工质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	沟底高程(mm)	+0, -30	水准仪: 200m 测 4 点, 且不少于 5 点
2	断面尺寸(mm)	\geq 设计值	尺量: 每 200m 测 2 点, 且不少于 5 点
3	边坡坡度	不陡于设计要求	尺量: 每 200m 测 2 点, 且不少于 5 点
4	边棱顺直度(mm)	50	20m 拉线: 每 200m 测 2 点, 且不少于 5 点

2 浆砌水沟施工质量应符合表 10.3.2 的规定。

表 10.3.2 浆砌水沟施工质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	砂浆强度 (MPa)	在合格标准内	按《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG F80/1) 附录 F 检查
2	轴线偏位(mm)	50	全站仪或尺量: 每 200m 测 5 点
3	沟底高程(mm)	± 15	水准仪: 每 200m 测 5 点

4	墙面直顺度(mm)	30	20m 拉线: 每 200m 测 2 点
5	坡度	满足设计要求	坡度尺: 每 200m 测 2 点
6	断面尺寸(mm)	±30	尺量: 每 200m 测 2 个断面, 且不少于 5 个断面
7	铺砌厚度	≥设计值	尺量: 每 200m 测 4 处
8	基础垫层宽、厚度	≥设计值	尺量: 每 200m 测 4 处

注: 跌水、急流槽、水簸箕等其他浆砌排水工程的质量标准也应符合本表规定。

3 渗沟施工质量应符合表 10.3.3 的规定。

表 10.3.3 渗沟施工质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	沟底高程(mm)	±15	水准仪: 每 20m 测 2 点
2	断面尺寸(mm)	≥设计值	尺量: 每 20m 测 2 处

征求意见稿

征求意见稿