

# T/CAGHP

中国地质灾害防治工程行业协会团体标准

T/CAGHP 028—2018

---

## 坡面防护工程施工技术规程（试行）

Technical Specification for Slope Protection Engineering

2018-01-01发布

2018-04-01实施

中国地质灾害防治工程行业协会 发布

# T/CAGHP

中国地质灾害防治工程行业协会团体标准

T/CAGHP 028—2018

---

## 坡面防护工程施工技术规程（试行）

Technical Specification for Slope Protection Engineering

2018-01-01发布

2018-04-01实施

---

中国地质灾害防治工程行业协会 发布

## 图书在版编目(CIP)数据

坡面防护工程施工技术规程(试行)  
T/CAGHP 028—2018  
中国地质灾害防治工程行业协会编著.  
—武汉:中国地质大学出版社,2018.1

ISBN 978-7-5625-4180-6

I. ①坡… II. ①中… III. ①边坡防护-工程施工-  
技术规范-中国 IV. ①TU413.6-65

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第304620号

\*

选题策划:毕克成 刘桂涛  
责任编辑:舒立霞 责任校对:周旭  
开本:880毫米×1230毫米 1/16  
印张:5 字数:159千字  
2018年1月第1版 2018年1月第1次印刷  
中国地质大学出版社出版发行  
武汉市洪山区鲁磨路388号  
网 址: <http://cugp.cug.edu.cn>  
发行中心:(027)67883511  
传 真:(027)67883580  
印 刷:武汉市籍缘印刷厂  
经 销:全国新华书店

如有印刷质量问题请与印刷厂联系调换  
版权专有 侵权必究



## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准附录 A、C、E 为规范性附录，附录 B、D 为资料性附录。

本标准由中国地质灾害防治工程行业协会提出并归口。

本标准起草单位：湖北省城市地质工程院、中煤科工集团西安研究院有限公司、深圳市工勘岩土集团有限公司、广东省地质工程公司、武汉市勘察设计有限公司、广东肇庆广地爆破工程公司。

本标准起草人：陈少平、周安保、吴礼生、帅红岩、王建筱、刘天林、何坤、祁宁、王贤能、石洋海、金炯球、陈尚丰、官善友、徐光耀、黎学平、陈仲超、余先发。

本标准由中国地质灾害防治工程行业协会负责解释。

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 基本规定 .....	4
5 施工准备 .....	4
5.1 技术准备 .....	4
5.2 现场准备 .....	5
5.3 测量放线 .....	6
6 削方整形与填坡 .....	7
6.1 一般规定 .....	7
6.2 削方整形 .....	7
6.3 填坡 .....	8
6.4 质量检验 .....	9
7 格构锚固坡面防护 .....	9
7.1 一般规定 .....	9
7.2 锚杆 .....	10
7.3 锚索 .....	11
7.4 钢筋混凝土格构 .....	12
7.5 质量检验 .....	14
8 砌体坡面防护 .....	14
8.1 一般规定 .....	14
8.2 砌石 .....	15
8.3 预制砌块 .....	16
8.4 质量检验 .....	17
9 喷锚坡面防护 .....	17
9.1 一般规定 .....	17
9.2 锚杆及挂网 .....	18
9.3 喷射混凝土 .....	19
9.4 质量检验 .....	20
10 柔性防护网坡面防护 .....	20
10.1 一般规定 .....	20
10.2 主动防护网 .....	21
10.3 被动防护网 .....	21
10.4 质量检验 .....	22

11	植被生态坡面防护	23
11.1	一般规定	23
11.2	喷播坡面防护	24
11.3	种植坡面防护	24
11.4	其他生态坡面防护	25
11.5	质量检验	26
12	其他坡面防护	27
12.1	挡土墙	27
12.2	边坡排水	28
12.3	加筋土	30
12.4	格宾	31
12.5	轻量土	32
13	施工监测	32
14	环境保护和安全措施	33
14.1	环境保护措施	33
14.2	安全措施	34
15	质量检测与工程验收	35
15.1	质量检测	35
15.2	工程验收	36
16	坡面防护工程维护	37
附录 A (规范性附录)	坡面防护工程施工工艺流程	39
附录 B (资料性附录)	主要坡面防护形式大样图	42
附录 C (规范性附录)	施工记录表	45
附录 D (资料性附录)	植被坡面防护质量检验评定表	48
附录 E (规范性附录)	坡面防护工程质量验收记录表	51
附:条文说明		55

## 坡面防护工程施工技术规程(试行)

### 1 范围

本规程规定了坡面防护工程施工的术语和定义、基本规定、施工准备、削方整形与填坡、格构锚固坡面防护、砌体坡面防护、喷锚坡面防护、柔性防护网坡面防护、植被生态坡面防护、其他坡面防护、施工监测、质量检测与验收、环境保护和安全措施、坡面防护工程维护等。

本规程适用于坡面防护工程施工,包括城乡建设、道路交通、水利水电、矿山等建设工程活动中的自然斜坡及人工边坡的坡面防护工程施工。湿陷性黄土、冻土、膨胀土和其他特殊性岩土,以及侵蚀环境的坡面防护工程施工,尚应符合国家现行相应规范的规定。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB 6722 爆破安全规程
- GB 50086 岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准
- GB 50330 建筑边坡工程技术规范
- GB 50434 开发建设项目水土流失防治标准
- GB 50924 砌体结构工程施工规范
- GB/T 343 一般用途低碳钢丝
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 5224 预应力混凝土用钢绞线
- GB/T 8918 重要用途钢丝绳
- GB/T 14370 预应力筋用锚具、夹具和连接器
- GB/T 15393 钢丝镀锌层
- GB/T 50279 岩土工程基本术语标准
- GB/T 50344 建筑结构检测技术标准
- JGJ 18 钢筋焊接及验收规程
- JGJ 46 施工现场临时用电安全技术规范
- JGJ 107 钢筋机械连接技术规程
- JGJ 130 建筑施工扣件钢管脚手架安全技术规范
- JTJ 035 公路加筋土工程施工技术规范
- JTG D30 公路路基设计规范
- TB/T 3089 铁路沿线斜坡柔性安全防护网

SDJ 17 水利水电工程天然建筑材料勘察规程

CECS 22 岩土锚杆(索)技术规程

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

- 3.1  
**坡面防护 slope protection**  
为保持自然斜坡和人工边坡稳定,防止坡面冲蚀、风化、剥蚀、掉块等作用,所采取的防护工程措施。
- 3.2  
**施工地质 construction geological**  
地质灾害治理工程施工过程中,对揭露的岩土体和地质现象由专业技术人员进行实时的鉴定和记录描述。
- 3.3  
**坡面削方 slope cutting**  
清除边坡不稳定岩土体的工程措施。
- 3.4  
**坡面整形 slope reshaping**  
清除坡面表层松散、不稳定的岩土体,保持坡面平顺的工程措施。
- 3.5  
**填坡 slope fill**  
对坡面局部的凹坑、凹槽回填,或为降低坡比上挖下填等工程措施。
- 3.6  
**格构锚固 frame anchor**  
在坡面采用现浇钢筋混凝土或预制钢筋混凝土构建框格结构,并用锚杆(索)锚固的工程措施。
- 3.7  
**肋柱 ribbed column**  
由混凝土肋柱、锚杆及肋柱之间的混凝土面板组成的边坡支护结构。
- 3.8  
**锚杆 anchorage**  
将拉力传至稳定的岩层或土体的锚固体系,通常包括钢筋杆体、注浆体、锚具、套管和可能使用的连接器。
- 3.9  
**锚索 anchor cable**  
当锚固体体系的锚拉杆体采用钢绞线或高强钢丝束作杆体材料时,称为锚索。
- 3.10  
**砌石 masonry**  
在坡面上采用块石铺砌以保护坡面的工程措施。



## 3. 11

**预制砌块 precast block**

在坡面上采用预制砌块铺砌以保护坡面的工程措施。

## 3. 12

**喷锚 shotcrete-bolt**

由锚杆、网筋、锚杆拉筋及喷射混凝土面层组成的坡面防护结构。

## 3. 13

**主动防护网 active net**

采用锚杆和支撑绳固定方式将金属柔性网覆盖在潜在不稳定的坡面上,对坡面加固或限制落石运动范围的防护网。

## 3. 14

**被动防护网 passive net**

采用锚杆、钢柱、支撑绳和拉锚绳等固定方式将金属柔性网以一定角度安装在斜坡上,形成栅栏形式的拦石网,拦截滚石或飞石。

## 3. 15

**喷播 spray-seeding**

将草籽、肥料、黏性土、水泥、外加剂等按一定比例在混合箱内均匀搅拌,通过专用的设备喷射到边坡坡面进行植草绿化。

## 3. 16

**种植 cultivation**

将乔木、亚乔木和灌木等植物物种栽种在改良的边坡坡面上,种植成活进行绿化。

## 3. 17

**挡土墙 retaining wall**

用来支承天然斜坡或人工边坡岩土体、防止坡体变形失稳的构筑物。

## 3. 18

**地表排水 slope surface drainage**

在坡面上设置横向截水沟和纵向排水沟,及时排泄坡面水流,防止地表水下渗和冲刷坡面。

## 3. 19

**地下排水 slope subsurface drainage**

在坡体内设置排水孔、盲沟及渗水层,用来排泄坡体地下水的工程措施。

## 3. 20

**加筋土 reinforced soil**

由土工格栅、土工织物、土工条带,以及面板等构成的蜂窝状或网格状三维结构材料,形成的加筋土结构。

## 3. 21

**格宾 gabion**

通过机械编织,将热镀锌低碳钢丝组装成蜂巢形网片箱笼,并在箱笼内装入块石等填充料,用于护坡护岸。

## 3. 22

**轻量土 light-weight soil**

将轻量材料按照比例配制形成重度很轻的、具有一定强度且性能稳定的土工材料。

### 3.23

#### 施工监测 **engineering monitoring**

施工期间,对地表和地下一定深度范围内的岩土体与其上建筑物、构筑物的位移、沉降、隆起、倾斜、挠度、裂缝等变化情况,所采取的周期性的或实时的测量工作。

## 4 基本规定

4.1 坡面防护工程施工应确保施工质量,做到技术先进、安全可靠、经济合理。应因地制宜,就近取材,保护环境和土地资源。

4.2 坡面防护工程施工应具备详细的勘查和设计资料。地质条件与施工技术复杂的坡面防护工程施工方案,应进行专家评审论证。

4.3 施工前勘查、设计、施工、监理等相关单位应进行设计技术交底和图纸会审,施工单位应熟悉工程图纸,明确设计意图、施工技术要求及施工注意事项。

4.4 施工单位应编制施工组织设计,坡面防护施工应采用和推广新技术、新工艺、新材料和新设备。

4.5 施工过程中应采取保持坡体稳定的措施,包括施工技术措施和防范施工影响坡体稳定性的措施,不得因施工降低坡体的稳定性。当坡面防护施工因故停工时,应在坡面做好临时防护。

4.6 坡体开挖与支护遵循逐级开挖、逐级支护的原则,坡面上下不应同时施工,应自上而下分区段依次进行施工。

4.7 施工过程中应同步开展施工地质编录,及时记录及追踪施工过程中的地质条件变化。对治理工程有重要影响的地质现象应进行专项描述、记录及拍照。按照信息法施工要求,将施工地质情况及时反馈设计单位,并根据施工地质变化情况和监测数据由设计单位做出设计变更。

4.8 施工过程中坡体条件、开挖的岩土性质与勘查设计不符时,及时报告监理、设计单位,必要时进行设计变更。

4.9 坡面防护起止端、顶底部应作好护边处理,坡面防护起止端、底部应设封边梁,顶部设压顶梁。

4.10 雨期施工坡面防护工程时应及时排导坡面雨水,防止坡面雨水冲刷渗入坡体。坡顶坡面、坡脚和马道应设排水系统,坡面防护工程外围应设截水沟。

4.11 冬季施工坡面防护工程时,应按冬季施工要求,采取切实可行的保温防冻措施及道路、工作面的防滑措施等,确保正常施工。

4.12 应掌握质量控制的重点及难点,制定详细的施工质量保证措施,及时详实记录分部分项工程质量检验及评定情况,确保施工质量符合设计和验收要求。

4.13 施工过程中应进行施工安全监测,监测边坡位移及变形,以确保边坡施工过程中的稳定。监测点的布设应考虑长期监测的需求。

4.14 识别危险源,掌握安全控制的要点,制定详细的安全保证措施,确保施工人员、周边居民和设施的安全。

4.15 施工期间应有防灾应急与抢险应急预案,做好防灾预演与抢险应急演练,以确保突发灾情时减少人员伤亡和财产损失。

## 5 施工准备

### 5.1 技术准备

5.1.1 施工单位应取得勘查报告及坡面防护工程设计资料,收集监测资料、当地水文气象及地表径

流资料等。

5.1.2 施工单位应组织项目技术管理人员进行现场踏勘,熟悉现场施工条件,复核坡面防护区的地形、岩土体特征、裂隙分布情况、岩体边坡结构类型,明确坡面防护工程的治理范围。

5.1.3 应组织专业技术及管理人员熟悉和领会施工图纸,参加图纸会审,对设计图的疑点及建议应及时向设计方提出并获得答复,明确设计意图,形成图纸会审记录。

5.1.4 施工单位应在熟悉勘查和设计文件、了解施工现场条件的基础上,选择合理的施工工艺,编制施工组织设计,重要的分部分项工程单独编制施工组织设计。施工组织设计主要内容包括:

- 工程概况。
- 施工准备。
- 施工总平面布置。
- 主要施工工艺方法。
- 施工监测。
- 施工组织及资源配置。
- 施工设备及材料。
- 施工进度计划。
- 施工质量保证措施。
- 施工安全保证措施及应急预案。
- 环境保护及文明施工措施。
- 冬雨季施工措施。
- 施工检验及施工资料。
- 施工场地平面布置图、施工剖面图、施工大样图等。

5.1.5 建设单位和监理单位应组织设计单位向施工单位进行设计交底,交代施工技术要求及质量控制难点,形成设计技术交底记录。

5.1.6 施工单位应向参与施工的人员进行施工技术交底,交代工程特点、技术质量要求、施工顺序、施工工艺方法与施工安全,形成施工技术交底记录。

5.1.7 选择代表性坡面防护段及典型岩土体进行锚杆试验,锚杆试验包括成孔试验、注浆试验、抗拔试验。

5.1.8 按设计的混凝土及砂浆强度等级,现场取样做配合比试验,确定材料配比。

5.1.9 采用新的施工工艺或在特殊性岩土中进行坡面防护施工时,应进行施工工艺试验,确定施工方法及质量控制要点。

5.1.10 施工组织设计应经施工单位技术负责人审核签字报总监理工程师审批后实施。

5.1.11 对于爆破、高大模板、高陡边坡脚手架等专项施工技术方案,应经专家组织论证,施工单位技术负责人签字报总监理工程师审批。

5.1.12 施工单位应完善开工前的报验手续,准备施工技术资料,在取得总监理工程师批准后方可开工。

## 5.2 现场准备

5.2.1 施工前应按现场平面布置图的要求规划施工现场布置和临时设施建设,进行临时征地。

5.2.2 合理规划施工用生产区及生活区,生产区和生活区宜分开,并应符合相关安全文明工地的要求。

- 5.2.3 修建施工道路,路面宜硬化处理,施工道路须满足施工车辆行驶要求,路堑或路堤边坡应进行必要支挡。
- 5.2.4 施工用电用水准备,采用工业用电时应有备用的电源,施工水质水量应满足施工及相关规范的要求。
- 5.2.5 施工用电应进行设备总需容量计算,变压器容量应满足施工用电负荷要求,施工用电的布置须执行 JGJ 46 规定。
- 5.2.6 按照所制定的计划组织劳动力进场,并对施工人员进行技术、质量、安全、环境保护等方面的培训。
- 5.2.7 锚杆(索)钻机、混凝土搅拌机、砂浆搅拌机、喷射混凝土机、砂浆泵等施工设备,进场时应进行检验,设备性能应满足施工要求,应做好施工设备安装、调试等准备工作。
- 5.2.8 施工材料堆放及加工场地宜靠近治理工程区,并避免堆载影响坡体稳定。应做好堆场和加工场地排水措施。
- 5.2.9 材料堆场及加工场地的尺寸及平整度应满足要求,场地宜硬化处理。
- 5.2.10 钢筋水泥等应架空置放并有防水防雨措施,砂石堆场应采用混凝土硬化,并分类隔挡。
- 5.2.11 施工材料质量应满足设计及规定要求,进场材料必须有出厂合格证,必须见证取样,检验合格后方可使用。
- 5.2.12 施工前应将水泥、钢筋、砂、粗骨料、商品混凝土、块石等原材料取样送检,取得材质检验报告。
- 5.2.13 成品及半成品如预制混凝土块、预制格构梁、主被动防护网、格宾网、土工格栅、土工布、三维网等应有出厂合格证,并经检验合格。
- 5.2.14 锚杆材料进场时应按规定逐批进行检验,进行锚杆锚索材料性能试验、钢筋连接试验。锚杆在加工场地成型,应确保质量。
- 5.2.15 砌体坡面防护施工前应做好进场砂、石料的见证取样检验,以及砌筑砂浆的配比试验。
- 5.2.16 施工前应选择合适的弃土场地,弃土边坡应保持稳定,弃土坡脚宜设置挡土墙,必要时进行压实整平,设置截排水沟及边坡绿化。
- 5.2.17 高陡坡体的坡面防护工程施工应搭设脚手架,设置作业平台,应编制脚手架搭设专项施工方案,宜采用钢管脚手架顺坡搭设,作业平台宜采用竹木或钢跳板。脚手架基础应建立在地形平缓、承载力适宜和利于坡面防护工程施工的地段。
- 5.2.18 高陡坡体施工脚手架应考虑设备荷载及施工荷载,脚手架承载能力及稳定性应满足施工要求。应进行荷载验算,根据验算结果设置合理的杆件间距或设置加强件,并应符合 JGJ 130 的要求。
- 5.2.19 脚手架基础立于夯实硬化的整平地基上,用 200 mm 方木垫块垫底。同一立面的小横杆应对等交错设置,立杆前后对直。斜杆接长不宜采用对接扣件,应采用叠交方式,搭接长度不小于 50 cm,用 3 只旋转扣件扣紧。

### 5.3 测量放线

- 5.3.1 建设或监理单位应向施工单位移交测量基准点,测量基准点一般不少于 3 个。应对基准点测量复核,经复核基准点满足要求后,方可作为施工放线的基准点。
- 5.3.2 测量人员应熟悉设计图,并根据现场情况编制测量放线图,制定测量放线方案,包括测量方法、计算方法、操作要点、测量仪器、专业人员要求及测量组织等,测量方案报监理工程师审核后再进行实地放线。

- 5.3.3 测量放线仪器应定期检查,测量仪器的精度应满足要求。
- 5.3.4 施工单位应按工程测量要求布设测量控制网点和监测系统,测量控制网点应建立在坡面防护工程之外,且能够控制整个施工场地,并设固定标识妥善保护,施工中定期复测。
- 5.3.5 按设计图纸测放工程的起点、终点和转折点,将各放线点用标桩固定于地面后,再进行中心线和转角测量。
- 5.3.6 施工前应对坡面位置、原坡面地形、原地面线等进行复核复测。
- 5.3.7 测量放线确定坡面防护工程范围、坡面防护工程位置。测放的坡体开口线、坡底线等应定期进行复核。
- 5.3.8 测量放线及校核工作,测量成果记录等,应形成成套的工程资料,及时归档备案。
- 5.3.9 坡面防护工程完工后,应测量并编制工程竣工资料,确定完成工程的位置、大样尺寸、工程量等相关要素。

## 6 削方整形与填坡

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 坡面防护工程施工前应对坡面进行削方整形,清除坡面不稳定的岩土体并整平坡面。
- 6.1.2 削方整形之前应拆除坡面既有建筑物及构筑物,撤离相关人员,坡体埋设的管线应移除。
- 6.1.3 根据设计图或业主提供的控制坐标及水准点,开工前由测量人员对削方坡顶边缘线及削方区侧边界线进行校核并开展控制测量。削方顶边缘线及侧边界线每隔 30 m~50 m 设 1 个坐标控制点及水准点,并进行测量闭合,闭合差应符合测量规范要求。
- 6.1.4 控制测量经监理工程师审批后进行测量放线,并保护测量控制桩不受扰动和破坏,每次测量均需对各控制点进行闭合校核,测量资料应检查复核,经现场监理工程师审批后方可进行削方施工。
- 6.1.5 削方整形应逐级开挖,逐级支护,自上而下分层分区开挖,严禁先掏挖坡脚,同一坡面上下不得同时开挖。
- 6.1.6 开挖坡面与填坡区应设置地表排水系统,并与原排水系统或自然冲沟相衔接,临时排水设施和永久排水设施相结合。
- 6.1.7 采用爆破方法对岩质边坡削方时,应对周边环境进行专项调查,评估爆破振动对坡体稳定性的影响和爆破飞石对周边环境的危害,必要时应设置滚石拦挡结构,并对周边重要建(构)筑物进行爆破振动监测。
- 6.1.8 削方整形后的坡面应平整,无松动岩块,坡比及平整度应符合设计要求及有关规范要求。坡面马道的宽度、标高应符合设计及有关规范要求。
- 6.1.9 雨天不宜进行削坡与填坡施工,开挖面应及时进行防护,不宜长期暴露。雨期施工应采用彩条布、塑料薄膜、喷射水泥砂浆或沙(土)袋等对开挖面进行临时防护。
- 6.1.10 削方后的弃渣不应随意堆放,应及时运至指定地点堆放稳定,边坡潜在滑塌区严禁堆载。应优先考虑弃渣再利用,如作为石料或坡面回填压脚、路基填筑及造地土源等。
- 6.1.11 开挖的坡面需进行防护时,应及时跟进坡面防护工程施工。
- 6.1.12 填坡应分层碾压或夯实,其压实度或密实度应满足设计要求。

### 6.2 削方整形

- 6.2.1 按设计确定的平面坐标和高程,测量定位削方区的范围,确定开口线的位置及标高,对地形

起伏较大和特殊坡形部位应加密布点定位,并做好标记。

6.2.2 坡面削方应分区分段开挖,应避免施工对设计坡面之下的岩土层扰动和破坏,应保持开挖区周边岩土体和待开挖岩土体的稳定。

6.2.3 对原始坡面进行整形,按设计要求分段设马道及平台,马道上应设排水沟。

6.2.4 削方施工应采用机械开挖和人工开挖相结合,机械开挖预留厚度不宜小于 20 cm,人工开挖至设计坡面。

6.2.5 削坡整形施工应按设计的坡比开挖,不应欠挖及超挖。

6.2.6 软岩和强风化岩石削坡,可采用机械开挖或人工开挖,小规模危石可用人工清除。

6.2.7 岩质边坡削方规模、厚度及削方工程量较大时,采取人工清理与爆破相结合的方法进行削坡。爆破削方应符合 GB 6722 的有关规定。

6.2.8 岩层削方需要进行爆破的,应制定专项的爆破施工方案,选择合理的爆破方式和用药量,爆破作业不应影响和破坏设计坡面以下的岩体。

6.2.9 爆破削方应按设计的坡比进行爆破,在设计坡面位置宜采用光面爆破。沿开挖面走向坡面宜平顺,不得有棱角或较小转弯半径。

6.2.10 岩层削方暴露的裂缝可采用水泥浆灌注、黏土封填或混凝土盖板封闭等方法处理。

6.2.11 削方过程中应及时检查开挖坡面,自上而下每开挖 4 m~5 m 检查一次,对于异形坡面应加密检查。根据检查结果及时调整改进施工工艺。

6.2.12 削方过程中应及时对临时垮塌采取支挡措施,保护相邻非削方区坡体的稳定。顺向坡开挖应及时做好支护加固。

6.2.13 清除原地面上的树木、杂草及坡面松散的岩土体,保证坡面岩土体的稳定。

6.2.14 削方现场应有专职安全人员做好安全防护,削方过程中应设置警戒线,非施工人员不得入内。

6.2.15 削方滚石范围内存在建(构)筑物或危及人员安全时,应设置拦挡工程,如拦石堤、落石槽、消能平台、被动防护网等。

### 6.3 填坡

6.3.1 填坡施工之前,应清除原地面上的树木及杂草,当基底为松土时应对基面进行分层碾压夯实,或对基层换填处理。

6.3.2 坡面不宜采用浅层松土填坡,局部的凹坑凹槽宜采用砌石或混凝土填坡。

6.3.3 填坡应按先低处后高处顺序进行,填坡土应分层碾压或分层夯实,碾压或夯实的次数及夯实功能应符合设计要求。

6.3.4 分层压实厚度宜为 30 cm,分层夯实的厚度宜根据夯实功能确定,压实度或密实度应达到设计要求。

6.3.5 填坡土填料宜采用碎石土,碎石含量 30%~80%,块径不宜超过 30 cm,碎石土最优含水量需做现场击实试验,含水量与最优含水量偏差控制在 3%之内。细粒土作填料时,土的含水量应接近最佳含水量,当含水量过高时,应采取晾晒或掺入石灰、水泥、粉煤灰等材料进行处治,并符合 JTG D30 的要求。

6.3.6 填坡施工中作必要的截、排水措施和坡面保护,防止坡面产生滑移。

6.3.7 透水性差的填土宜分层设排水层。排水层为级配碎石,外倾 5°,层厚 0.3 m~0.5 m,排水层高差 5 m~8 m。

6.3.8 当填坡区地基坡比大于 1:5 时,应将坡面软土清除干净,将基底开挖成台阶。坡面若有地下水渗出,应设置盲沟将地下水引出填坡体外。

#### 6.4 质量检验

6.4.1 削方整形结束后,复核坡面岩土层情况,坡面岩土层应与勘查设计一致。

6.4.2 坡面削方整形施工质量检验按表 1 执行。

表 1 坡面削方整形工程质量检验标准表

项类	检查项目		质量合格标准
主控项目	整形坡面		稳定无松动岩块,应按设计要求处理地质灾害隐患
	平均坡度		不陡于设计坡度
	马道		宽度、标高符合设计要求
一般项目	坡脚标高		±20 cm
	不平整度		±15 cm
	光面爆破半孔率	完整的岩体	>85%
		较完整的岩体	>60%
破碎的岩体		>20%	

6.4.3 坡面开挖质量检验:无倒坡、松动岩块、小块悬挂体、陡坎尖角、爆破裂隙,坡面平直,结构面凿毛处理,结构面上的泥土、锈斑、钙膜等必须清除或处理。超欠挖符合 GB 50300 的要求。

6.4.4 填坡土现场取样做压实度或密实度检验,填坡土土质、压实度或密实度应符合设计要求。

### 7 格构锚固坡面防护

#### 7.1 一般规定

7.1.1 格构锚固施工工序应包括:测量放线、坡面整形、锚杆施工、基槽开挖、铺设混凝土垫层、钢筋制作安装、支撑模板、浇筑混凝土、格构间充填及绿化等。格构锚固坡面防护施工工艺流程见附录 A.1。

7.1.2 根据格构锚固坡面防护范围划分区段,合理安排工序,实行锚杆、混凝土格构流水施工。

7.1.3 格构锚固坡面防护区域应与周边的稳定坡体相衔接,并保证坡面的排水畅通。

7.1.4 采用钢筋混凝土格构梁及锚杆进行防护时,锚杆应穿过潜在滑动面一定深度,锚固于稳定岩土体中。

7.1.5 高陡边坡宜采用肋柱梁,肋柱定位必须准确,钢筋混凝土强度满足设计要求。

7.1.6 高边坡及危岩体宜先施工上部锚杆,后施工下部锚杆,先施工稳定性较差段的锚杆,后施工稳定性较好段的锚杆。

7.1.7 锚杆位置、锚杆长度、锚杆材料及水泥浆或砂浆配合比、注浆压力、注浆量等应符合设计要求和规范要求,成孔后应及时注浆。

7.1.8 锚杆施工前选择代表性地层做锚杆基本试验,确定成孔注浆等施工工艺及施工参数。试验锚应进行极限抗拔试验,每种锚杆极限抗拔试验一般不少于 3 根。

7.1.9 下列情况下锚杆应进行拉拔基本试验,并满足 GB 50330 的要求:

- 采用新工艺、新材料或新技术的锚杆。
- 无锚固工程经验的岩土层内的锚杆。
- 一级边坡工程的锚杆。
- 施工图中要求进行现场基本试验时。

7.1.10 格构梁施工应保证钢筋制作安装、模板安装质量,现场做好隐蔽工程验收,留取混凝土试块。混凝土浇筑前必须检查锚杆与格构梁钢筋连接是否牢固,控制混凝土搅拌及浇筑质量。

7.1.11 不同坡度的格构施工,应根据混凝土坍落度和坡面长度制定合理的混凝土浇筑方法,宜由下至上顺序浇筑。

7.1.12 采用预制格构梁时,格构梁宜采用预应力混凝土梁,工厂制作成型,现场安装后施加锚拉预应力锁定。

## 7.2 锚杆

7.2.1 锚杆施工应包括以下施工工序:锚孔定位、成孔、清孔、杆体制作、杆体安装、注浆等,施工工序前后应衔接以防塌孔。锚杆钻孔安装施工记录表见附录 C.5。

7.2.2 锚杆钻孔孔径应达到设计要求,锚孔直径一般为 100 mm~150 mm。

7.2.3 锚杆成孔方法:

- 土层采用回转钻进及螺旋钻进,泥浆护壁,也可采用潜孔锤钻进。
- 岩层采用潜孔锤钻进。
- 碎块石层一般采用潜孔锤钻进,也可采用回转钻进。
- 如遇易塌孔岩土层,宜采用跟管钻进。

7.2.4 锚孔开孔时应低压、慢转导向钻进,严格控制钻具的倾角及方位角,当钻进 0.2 m~0.3 m 后应校核角度,施工中宜采用导向钻具钻进,经常检查孔斜度。

7.2.5 锚孔采用轻型钻机或潜孔锤钻进成孔,小直径的短锚杆也可采用手持式风钻成孔。潜孔锤钻进采用压缩空气清孔。

7.2.6 岩溶及松散易塌孔地层宜采用跟管钻进,钻至设计深度后,对钻孔进行清孔并检查,锚孔应完整且深度满足要求。

7.2.7 锚杆灌浆前应清孔,排除孔内钻渣及积水。一般应采用压缩空气清孔,泥浆护壁时采用清水清孔。

7.2.8 锚杆制作应严格按设计要求下料,长度误差不应大于 50 mm。接长的杆体轴线应与原轴线保持一致。锚杆杆体防腐应满足设计要求,并应符合 CECS 22 的规定。

7.2.9 锚杆杆体连接宜采用直螺纹机械连接,机械连接应符合 JGJ 107 的规定,也可焊接,焊接长度不应小于  $10d$ ,焊接施工应符合 JGJ 18 的规定。锚杆端头应与格构梁钢筋焊接或搭接,如与格构主筋及箍筋相干扰,可局部调整主筋及箍筋间距。

7.2.10 锚杆杆体应设置定位环,定位环间距宜为 2 m~3 m,采用钢筋或塑料定位环,使锚杆置于锚孔中心。锚杆的保护层厚度应符合要求,保护层厚度不应小于 25 mm。

7.2.11 锚杆体使用前应调直、除锈、除油,成型杆体的运输及入孔应保持平顺,不得弯曲变形。

7.2.12 安放锚杆时应匀速入孔,并将注浆管与锚杆同步放入钻孔,注浆管底端距孔底宜为 100 mm。

7.2.13 应采用全黏结注浆,灌注水泥浆或水泥砂浆,浆液水灰比 0.4~0.5,灰砂比 0.8~1.5,锚杆固结体强度不低于 M20。注浆压力 0.1 MPa~2 MPa,具体注浆压力按设计和现场试验确定。



- 7.2.14 根据设计要求,结合岩土体情况确定灌浆压力,应确保浆体灌注密实。当孔口溢出浆液并满足注浆量要求时,可停止注浆。
- 7.2.15 锚杆注浆必须饱满,一次注浆后,浆体凝固后达不到孔口时需及时补浆,同时在注浆孔口上套塑料管并注浆,确保砂浆柱与格构梁之间连接紧密,避免钢筋外露。
- 7.2.16 松散土层及节理裂隙发育的岩层可进行二次压浆,二次压浆应在一次注浆 24 h 之内进行。二次压浆压力不宜小于 1.0 MPa,二次压浆的位置应处在锚固端,水灰比 0.5~0.6。
- 7.2.17 浆液拌合后应尽快使用,拌合后超过 1 h 的浆液不得使用。注浆作业开始和中途停止超过 30 min 再作业时,宜用水或稀水泥浆润滑注浆泵及注浆管路。
- 7.2.18 注浆管路应畅通,锚孔孔口宜堵塞,从下至上注浆至孔口冒浆,如出现浆液从锚孔附近溢流时应立即堵填。
- 7.2.19 注浆完成后,在浆液终凝前不得敲击碰撞杆体,不得对杆体施加荷载。
- 7.2.20 锚杆杆体应与格构梁可靠锚固,可采用杆体弯折在混凝土梁中或与格构钢筋焊接锚固。
- 7.2.21 预应力锚杆施工可参照锚索施工工艺要求。较短的岩石锚杆可采用先注浆后下锚方法施工。

### 7.3 锚索

- 7.3.1 应根据地层情况选择合理的锚索成孔工艺,宜采用无水钻进,土层可采用回转或螺旋钻钻进,岩层中宜采用潜孔锤钻进。
- 7.3.2 选用合理钻具:宜选用大直径钻杆,以缩小钻杆与孔壁间隙。宜选用中高压无阀式冲击器及中高压球齿合金钻头。
- 7.3.3 钻孔深度超过锚索设计长度应不小于 0.5 m,终孔孔径不应小于设计孔径。
- 7.3.4 根据设计的锚索长度、锚墩厚度、张拉段长度确定锚索体的长度。根据设计的锚固段及自由段长度,以及实际钻孔揭露的地层情况,确定锚固段及自由段长度。锚固段应承受锚索全部拉力,自由段不承受拉力。若实际钻孔揭露的地层情况与勘查有明显差异,应由勘查设计复核并调整锚索长度。
- 7.3.5 拉力分散型锚索应根据设计及钻孔情况确定各分散段的长度,不同单元的索体布置应均匀,各单元段的索体数量基本相等,各单元段的锚索在锚头应作标识。
- 7.3.6 压力分散型锚索采用无黏结钢绞线编制,其锚端及单元承力板采用钢板,锚索用墩头固定在承力钢板上,各单元段的锚索在锚头应作标识。
- 7.3.7 预应力锚索材料采用低松弛高强钢绞线加工成型,须满足 GB/T 5224 标准。在锚索编束时对钢绞线预先进行防腐处理。
- 7.3.8 预应力锚具由锚环、夹片和承压板组成,应具有补偿张拉和松弛的功能。锚具、夹具和连接器的性能均应符合 GB/T 14370 的规定。
- 7.3.9 张拉时锚头承力板梁混凝土龄期应达到要求,应具有足够的承载性能,不应发生变形失稳。
- 7.3.10 隔离架、导向帽和架线环应由钢、塑料或其他对索体无害的材料组成。隔离架间距 1 m~2 m,对土层应取小值,对岩层可取大值。
- 7.3.11 浆液制配材料宜采用普通硅酸盐水泥,水泥强度等级不应低于 42.5 MPa,遇腐蚀性环境时可采用抗硫酸盐水泥。可采用水灰比 0.45~0.50 的纯水泥浆,也可采用灰砂比 0.8~1.5,水灰比 0.45~0.50 的水泥砂浆,外加剂的品种和掺量应由试验确定。
- 7.3.12 水泥浆或水泥砂浆应做配比试验,其强度应满足设计要求,锚索固结体的强度不低于 M30。
- 7.3.13 注浆泵宜采用高压低流量泵,泵额定压力 5 MPa~10 MPa,泵额定流量 30 L/min~100 L/min。