

# DB34

安 徽 省 地 方 标 准

DB 34/T 2557—2015

---

## 高速公路施工标准化指南 坡面防护与支挡工程

Guide for standardization construction of expressway in anhui province—Slope  
protection and retaining engineering

2015 - 12 - 30 发布

2016 - 01 - 30 实施

---

安徽省质量技术监督局 发布

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由安徽省交通运输厅提出并归口。

本标准起草单位：安徽公路建设行业协会、安徽省路港工程有限责任公司、安徽省巢湖市公路与桥梁工程有限公司、安徽省交通建设工程质量监督局。

本标准主要起草人：朱忠明、陆万富、卞国炎、吴跟党、周基群、张琼、康家鼎、王程兵、王良宗、李振标、袁民、汪崇龙、张俊、郑国新、钱玉宝、谢洪兵、余梦、陈广杉、程正旺、卢小凤。

## 引 言

为进一步提高安徽省高速公路建设质量和安全水平，规范高速公路建设管理，根据交通运输部《关于开展高速公路施工标准化活动的通知》的要求，结合安徽省高速公路施工技术与管理情况，特编写安徽省高速公路标准化建设系列指南。系列指南包括《安徽省高速公路驻地建设标准化指南》、《安徽省高速公路施工标准化指南》和《安徽省高速公路建设管理标准化指南》。

《安徽省高速公路施工标准化指南》依据国家、交通运输部等工程建设主管部门发布的与之相关的标准、规范、规程编写。

# 高速公路施工标准化指南 坡面防护与支挡工程

## 1 范围

本标准规定了高速公路坡面防护与支挡工程的术语和定义、基本原则、施工准备、坡面防护、框架锚杆（索）防护、生态防护、挂网防护、支挡工程、安全施工、环境保护。

本标准适用于安徽省新建、改建（大修）、扩建的高速公路，一级公路及其他等级的公路建设项目可参照执行。

## 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 3095 环境空气质量标准

GB 6722 爆破安全规程

JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程

JGJ 98 被JGJ/T 98-2010代替 砌筑砂浆配合比设计规程

JTJ 054 被JTG E41-2005代替 公路工程岩石试验规程

JTG E30 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程

JTG/T F50 公路桥涵施工技术规范

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

JTG F90 公路工程施工安全技术规程

DB34/T 1663 安徽省高速公路工地标准化建设指南

《中华人民共和国环境保护法》

《中华人民共和国水土保持法》

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**坡面防护工程** slope protection engineering

在公路工程建设中，为保证道路、桥梁的主体在汽车通行时稳定、安全、畅通，防止冲刷、滑塌而设计制作的一些混凝土或砌筑工程；是防治路基病害、保证路基稳定、改善环境景观、保护生态平衡的重要设施，是对坡面体所进行的各种人工工程行为。

### 3.2

**坡面支挡工程** slope retaining engineering

为支撑天然坡面或人工坡面以保持土体稳定或加强路基强度和稳定性,以及防护坡面在水温变化条件免遭破坏,通过砌筑圬工、修建各类挡土墙、抗滑桩等对坡面采用工程加固措施与实施的建筑物。

### 3.3

#### 坡面防护 slope protection

为保护路基坡面表面免受雨水冲刷,减缓温差及温度变化的影响,防止和延缓软弱岩土表面的风化、破碎、剥蚀演变进程,从而保护路基坡面的整体稳定性,在一定程度上还可美化路容,协调自然环境。

### 3.4

#### 生态防护 ecological protection

生态防护即坡面植被,主要是靠植物根茎与土壤间的附着力以及根茎间的互相缠绕来达到固结表面、提高坡表抗冲刷能力;不仅可以涵养水源,减少或防止水土流失,而且还可净化空气,保护生态,美化环境,营造高速公路运行期行车的良好视觉视野和适宜绿色环境空间;对坡面进行坡面种草、铺草皮和植灌木等绿色植被防护的工程活动。

### 3.5

#### 坡面锚固工程 slope anchorage engineering

利用锚杆(索)技术形成的一种挡土结构物,锚杆(索)一端与工程结构物连接,另一端通过钻孔、插入锚杆(索)、灌浆、养护等工序锚固在稳定的地层中,以承受土压力对结构物所施加的推力,从而利用锚杆(索)与地层间的锚固力来维持结构物的稳定。

## 4 基本原则

4.1 坡面防护工程施工必须严格遵守国家和行业的安全生产法律、法规,积极改善施工条件,制订切实可行的施工方案和安全生产措施,确保现场施工人员的安全和身体健康。

4.2 坡面防护工程应与水土保持、环境保护相结合,遵循“因地制宜、就地取材、以防为主、防治结合”的方针,综合考虑安全、美观、经济、实用性和各路段不同的地质水文条件。做到节约施工用地,少占田地;采取有效措施减少施工污染,做到绿色施工。坡面防护工程施工结束,应对工程项目所涉及施工场地和紧邻周边,做到工完场清,进行生态环境修复,保护周边环境与生态。防护工程应坚持“在保持坡面稳定的前提下,尽量采取生态防护”的原则实施;坡面防护工程施工必须贯彻落实国家环境和生态保护的规定。

4.3 坡面防护工程采用的小型混凝土预制构件宜工厂化集中预制;混凝土采用能够准确计量的强制式搅拌机集中拌制。

4.4 坡面防护工程施工应推广成熟、先进的施工工艺和工法,积极采用经试验和实践证明有效的新技术、新材料、新工艺。

4.5 坡面防护工程施工,应按照施工合同、设计文件的要求,明细各分部、分项工程的关键控制点,进行施工项目全过程的专业化管理。根据坡面防护工程现场实际和施工坡面的功能,对坡面防护工程进行施工分类控制。

4.6 坡面防护工程施工除应符合本指南外,尚应符合国家颁布的现行标准、规范的规定。

4.7 坡面防护与支挡工程施工标准化图片见附件 A。

## 5 施工准备

### 5.1 一般规定

5.1.1 防护与支挡工程施工前应组织现场考察，收集气象、水文及地质等资料，结合工程的主要分项及其特点，调查沿线料源的分布和交通条件，落实拌和场站和预制场等具体位置、占地面积、平面布置等工作，并汇编调查报告，报请监理工程师批准后，布置和建设驻地。

5.1.2 项目经理部和拌和站建设等临建设施应符合合同文件要求，并符合 DB34/T 1663 的要求。

5.1.3 防护与支挡工程作业应安排专业化队伍施工，施工前应根据项目总体施工进度计划、施工技术水平等制定详细的施工计划，并按计划及时组织人员、设备进场，组织开展施工班组、施工人员岗前培训和技术、安全培训，爆破工、模板工、钢筋工、电焊工等特殊工种应进行岗前考核，做到持证上岗。

5.1.4 水泥、砂、石、钢筋等施工原材料应在工程开工前通过试验确定。各种原材料进场时，应进行相应的质量检测和试验工作；进场后，应根据不同的品种、规格及用途分别妥善存放，对容易受潮、锈蚀的材料应有防雨、防潮或防锈措施。

5.1.5 分部、分项工程开工前，施工方案和开工报告应按规定完成批复；工程施工所需的各种材料、机械设备、人员应到位；规模化施工应在完成首件工程总结批准后进行。

### 5.2 技术准备

5.2.1 设计交底下前，项目总工应组织工程技术人员，开展图纸审核工作，对设计中存在的问题及建议，应及时以书面形式提请设计单位答复。

5.2.2 混凝土或砂浆的配合比应以质量比表示，通过计算和试配选定；试配时应使用施工实际采用的材料，配制的混凝土或砂浆拌和物应满足和易性、凝结时间等施工技术条件；制成的混凝土应满足强度、耐久性等质量要求。

5.2.3 混凝土的配合比符合 JGJ 55 的要求；混凝土的试配强度，应根据设计强度等级，并考虑施工条件的差异和变化以及原材料质量可能的波动计算确定；混凝土的坍落度和工作性能宜根据结构物情况和施工工艺要求确定。

5.2.4 砂浆的配合比应通过试验确定，水泥砂浆的配合比应符合 JGJ 98 的要求；当变更砂浆的组成材料时，其配合比应重新试验确定。砂浆应具有良好的和易性，用于石砌石时其稠度宜为 50 cm~70 mm，气温较高时可适当增大。砂浆的配制宜采用质量比，并应随拌随用，宜在 3 h 以内使用完毕；在运输过程或存放时发生离析、泌水的砂浆，砌筑前应重新拌和；已凝结的砂浆不得使用；施工时不允许加水改变砂浆的稠度。

5.2.5 施工前应组织测量人员对业主提供的控制点进行复核，并根据现场地形、地貌对控制点进行加密，做好保护、加固，建立满足测量精度的平面控制网和高程控制网。控制网应经监理工程师签字认可后方可使用。

5.2.6 完成单位、分部、分项工程的划分。施工单位应在工程开工前，依据 JTG F80/1 编制项目《单位、分部、分项工程划分表》，并书面报送监理工程师审批，以此作为工程内业资料编制的依据之一。

5.2.7 分部或分项工程开工应提前 14 d 上报开工报告。其内容包括：编制依据、工程概况、场地布置及临时工程的准备情况，主要施工人员、设备、机构设置，工程项目的进度计划，材料及机械设备的进场供应计划，单位、分部、分项工程划分，工区划分，主要施工方案，施工方法及质量控制，安全、环保、文明施工的各项保证体系和措施。分部或分项工程开工报告经监理工程师审批后方可施工。

5.2.8 落实首件两会制。施工前应通过“首件交底会”，明确详细的工艺、流程；“首件”施工结束后，召开“首件总结会”，进一步改进、完善施工工艺和施工方案。加强一线操作人员技能培训，合理安排施工工序，确保工程质量内实外美。

### 5.3 机具准备

机械设备应按照合同要求配备进场，本着性能优良、配套合理的原则，根据施工进度计划分阶段、分期组织进场，以满足施工需要。特种设备使用前，应出具具有法定机构的检验检测合格证明。使用的起重机械设备应在显著位置悬挂操作规程牌，标明机械名称、型号、操作方法、安全注意事项等。

### 5.4 材料准备

防护与支挡工程施工前，应提前做好钢筋、水泥、砂石料、锚杆（索）、三维网、草籽、草皮、灌木等各项材料的招标订购工作，并根据施工进度计划，制订材料供应计划。材料采购应严格执行材料验收和送检制度，杜绝不合格材料进入现场。施工单位应建立工程材料管理台帐，记录材料的生产厂家、出厂日期、进场日期、数量、规格、批号及使用部位。

### 5.5 作业面准备

5.5.1 按设计文件进行征地红线界桩放样，确定路基施工界线；会同业主做好红线内的障碍物及结构物位置、标高排查，以便工程的开展。

5.5.2 在原地表扰动前，应重新复测地面高程及横断面，并将与设计文件不符的防护与支挡工程量、填挖方断面提交监理工程师审核。

5.5.3 完成“四通一平”即做好临时水、电、通信和施工便道（便桥）的修建工作，保证专业施工队伍进场后能顺利开展施工。

5.5.4 应按防护与支挡工程结构形式、里程长度，合理划分施工段落。

5.5.5 按照规范所规定的检查项目、方法、频率和设计的要求对防护与支挡工程进行核验。

## 6 坡面防护

### 6.1 一般规定

6.1.1 坡面防护工程宜与路基挖填方工程紧密衔接，按照安全稳定原则实施。

6.1.2 路堑坡面施工时应自上而下进行，每开挖一级，防护一级，做到早防护早治理，并尽量安排枯水少雨季节完成施工。路堤坡面防护应由下往上分级砌筑；防护工程应根据施工现场实际情况争取分段施工，路堤段防护工程施工与路基填筑应同步实施。

6.1.3 原材料应严格按照设计、规范要求选用，原材料进场前必须进行检验，合格后方进场使用。

6.1.4 砌石石料应符合设计规定的类别和强度；石料材质应坚实新鲜，无风化剥落层或裂纹，石料表面无污垢、水锈等杂物，用于表面的石料必须具有一个用作砌石表面的平整面且色泽均匀，物理力学指标符合施工图纸的要求。片石应呈块状，中部的厚度应不小于 150 mm。规格小于要求的片石厚度，可以用于塞缝，但其用量不得超过该处砌石重量的 10%。用作镶面的片石，应选择表面较平整、尺寸较大面，并应加以修整。块石的形状应大致方正，上下面大致平整，中间部分厚度应为 200 mm~300 mm，宽度约为厚度的 1.0 倍~1.5 倍，长度约为厚度的 1.5 倍~3.0 倍。块石如有锋棱锐角，应敲除凿平。用作镶面时，应从外围四周向内修凿整理；修凿面每 100 m 长应有凿路 4 条~5 条，侧面修凿面应与外露面垂直。

6.1.5 砌石所用砂浆必须进行集中拌和，采用带精确计量装置的强制式搅拌机；施工过程中应做到随拌随用，砂浆必须在其初凝前使用，初凝后的砂浆严禁使用；严禁现场随地人工拌制砂浆。

6.1.6 工程采用的混凝土预制构件，应采取集中预制、工厂化生产。预制构件应使用高强塑料模具，采用振动台振捣成型，实施雾化养生。预制构件出厂前，应经验收合格，并妥善包装。重型或大型预制构件在运输、安装过程中应采用机械装卸运输方式，不得人工搬运，严禁自卸车自动卸料。

- 6.1.7 坡面防护工程必须严格按设计要求施工，施工前应认真阅读复核设计图纸，若发现设计错漏或与实际情况有出入，或开挖地质与设计情况不符等，应及时通知设计单位，以便进一步确定处治方案。
- 6.1.8 雨季或地下水发育地段，施工应采取截排地表水和导排地下水有效措施，创造干燥作业环境，合理安排受地表水或地下水影响地段防护工程施工进度。
- 6.1.9 坡面防护工程应置于稳定的坡体上；坡面防护施工前，应对坡面进行修整，清除坡面上的危石及不密实的松土。坡面防护层应与坡面密贴结合，不得留有空隙。
- 6.1.10 坡面防护工程线形必须以路线中心线平面参数为基准，按照坡面结构形式、坡率、断面尺寸推算出的距中心桩距离进行径向布置，保证坡面线形顺适、美观。
- 6.1.11 施工中应充分考虑地质条件变化以及环境条件变化的影响因素，做到动态施工信息化管理，必要时应根据实际情况优化设计和施工方案。
- 6.1.12 坡面施工中应加强施工监测和工地巡视，备有应急措施，确保施工人员安全。
- 6.1.13 当昼夜平均气温低于 5℃时，混凝土施工应按冬季施工要求组织。

## 6.2 干砌片（块）石防护

### 6.2.1 一般要求

- 6.2.1.1 石料的等级由特征强度表达，石料抗压试验符合 **JTJ 054** 的规定要求。
- 6.2.1.2 石料的抗压强度必须符合设计规定；如设计未要求，一般不得小于 MU 30。

### 6.2.2 工艺流程

见图 1。

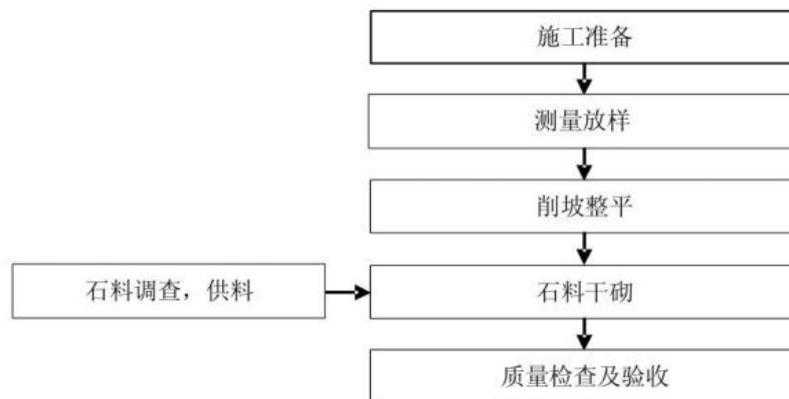


图1 干砌片（块）石防护施工工艺流程图

### 6.2.3 施工要点

#### 6.2.3.1 施工准备

砌石工程开工前，根据设计及规范要求做好砌石各项材料的质检、试验，确定料源，以保证用于工程实体原材料的质量。

#### 6.2.3.2 测量放样

施工前应全面核对设计图纸标高和尺寸；按复核后的图纸平面位置、标高及几何尺寸进行施工放样。防护工程起讫桩号、结构形式变化交接断面作为特征点，中间段落按直线段 10 m/点、曲线段 5 m/点

纵向间距分别测放出防护工程里程桩号径向上下边线，作为坡面修整和施工控制的基准，做好明显标记，施工过程中加强保护。

### 6.2.3.3 削坡整平

路堤填筑过程中，采用反铲挖掘机对路基两侧进行削坡，机械夯拍，夯拍时用反铲挖掘机的铲斗背沿坡面顺序夯拍，局部用铲斗将坡面土方调匀，保证坡面平顺。坡面夯拍密实后，再用人工挂线自下而上精确修整坡面，严格控制坡面平整度和坡率；人工修整坡面与砌筑进度相对应，切不可一次修整过多。

### 6.2.3.4 石料干砌

6.2.3.4.1 砌筑时先挂线按纵向分段，自下而上或由外向里分层逐步铺砌，选择较大片石，从砌石一端向另一端或两端向中间块片石进行铺砌至规定位置，片石大面置于外表，局部不平整处用手锤或钻子修凿至大致平整，片石间缝隙用小片石填塞；若设有反滤层随干砌片石同时铺填，砌石与反滤层应同步交替进行，先铺设一段垫层，再进行片石砌筑。

6.2.3.4.2 相邻两层干砌片石间要嵌紧、找平；坡面上干砌石砌筑，以错缝锁结方式铺砌；护坡表面砌缝宽度不应大于 25 mm，砌石边缘应顺直、整齐牢固；严禁出现通缝、叠砌和浮塞。

6.2.3.4.3 不得在外露面用块石砌筑，中间以小片石填心；铺砌厚度应达到设计要求，坡面应有均匀的颜色和外观。

6.2.3.4.4 铺筑顶面边口，应采用较大而方正的块石，砌成整齐坚固的封边。

### 6.2.4 质量标准

6.2.4.1 石料应选用未风化的硬质石料，砌筑应紧密、错缝，严禁通缝、叠砌、贴砌和浮塞，坡面应平顺。

6.2.4.2 砌石厚度均匀，砌层片石纵横向搭叠压缝，间隙填满，外露面整齐。

6.2.4.3 干砌片石施工质量应符合表 1 的规定。

表1 干砌片石防护质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	厚度 (mm)	±50	每 100 m <sup>2</sup> 抽查 8 点
2	顶面高程 (mm)	±30	水准仪：每 20 m 抽查 5 点
3	外形尺寸 (mm)	±100	每 20 m 或自然段，长宽各测 5 点
4	表面平整度 (mm)	50	2 m 直尺：每 20 m 测 5 点

## 6.3 浆砌片（块）石防护

### 6.3.1 一般要求

6.3.1.1 砌筑用的砂浆类别和强度等级应符合设计规定。砂浆所用的水泥进场时，应附有生产厂家的试验检验报告等合格证明文件，并按批次对同一生产厂、同一品种、同一强度等级及同一出厂日期的水泥进行强度、细度、安定性和凝结时间等性能的检验。水泥的检验试验方法应符合现行行业标准 JTG E30 的规定。采用袋装水泥应储存在干燥通风的室内；拌和场做到随用随领，临时堆放时，做到下垫上盖，且不得长时间露天堆放。

6.3.1.2 砂浆所用的砂应采用中砂或粗砂，当缺乏天然中砂或粗砂时，在保证砂浆强度的基础上，可采用满足质量要求和标准的机制砂代替。砌筑片石时，砂的最大粒径不宜超过 5 mm；砌筑块石、粗料石时，不宜超过 2.5 mm。

6.3.1.3 砂浆拌和时间宜为 3 min~5 min；拌和物要均匀，能形成密实的可塑体，拌和物不得加水重塑。

6.3.1.4 砂浆应具有良好的保水性，需掺入无机塑化剂或有机塑化剂应预先征得监理工程师同意进行试验，试验结果报监理工程师批准，同意后方可使用。

### 6.3.2 工艺流程

见图 2。

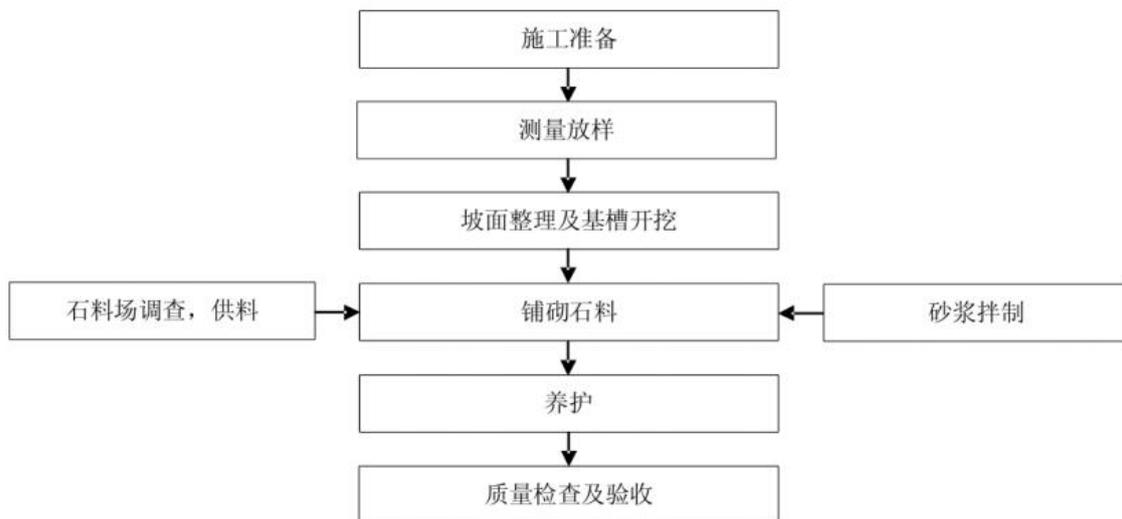


图2 浆砌片（块）石防护施工工艺流程图

### 6.3.3 施工要点

#### 6.3.3.1 施工准备

参见 6.2.3.1。

#### 6.3.3.2 测量放样

参见 6.2.3.2。

#### 6.3.3.3 坡面整理及基槽开挖

浆砌护坡施工前，必须清理坡面，达到平整顺适。坡面清理平整后，及时报验，及时施工；若不能立即施工，应做好坡面保护，复工前应再检验，必要时须重新清理。同时采取临时防排水措施，确保坡面稳定。对软弱地段，路堤坡面浆砌石施工须在路基沉降稳定后实施。脚槽基础开挖采用机械为主，人工为辅的方式进行。

#### 6.3.3.4 铺砌石料

6.3.3.4.1 路堤坡面砌筑时，垫层应与砌筑层配合施工，做到随铺随砌；铺筑时应分段施工，按设计要求设置伸缩缝，基底地质或结构形式变化处应设置沉降缝，可将伸缩缝与沉降缝合并设置；伸缩缝与

沉降缝内两侧壁应竖直、平齐，无搭叠；缝中防水材料应按设计要求施工。泄水孔应在铺砌过程中设置，确保排水畅通，并保证反滤、防渗设施的施工质量。

6.3.3.4.2 基础第一层砌块砌筑，如基底为岩层或混凝土基础，应先将基底表面清洗、湿润，再坐浆砌筑；如基底为土质，可直接坐浆砌筑。

6.3.3.4.3 砌石在使用前必须浇水湿润，垫层表面应清理干净并湿润；砌石表面不得有油污物。

6.3.3.4.4 砌筑路段较长时，应采取分段分层砌筑，分段位置宜设在沉降缝或伸缩缝处；两相邻工作段的砌筑高差不宜超过 1.2 m，各段的水平砌缝应保持一致。

6.3.3.4.5 采用坐浆法分层砌筑，铺浆层厚 30 mm~50 mm，随铺浆随砌石，砌缝砂浆应采用扁铁等设施插捣密实，不得无浆直接贴靠，严禁先堆砌石块再用砂浆灌缝。

6.3.3.4.6 块石砌筑应采用坐浆平砌，做到上下错缝，内外搭接。石料就位后须灌满砂浆并用振捣钎捣实；块石间不得直接接触，块石间较大的空隙应先填塞砂浆，再用小石块嵌实；上下错缝距离不宜小于 30 mm，砌石的灰缝宽度宜控制为 20 mm~30 mm。

6.3.3.4.7 浆砌的块石使用前须进行加工大致方正，处理长度在 30 cm 以下的连续使用不得超过 4 块，且两端须加丁字石；一般长条形丁向砌筑，不得顺长使用。

6.3.3.4.8 浆砌块石顶上采用混凝土盖帽时，墙身顶层砌石应高低交错，以保证盖帽混凝土与墙身的紧密连接。

6.3.3.4.9 当昼夜平均气温低于 5℃时，应停止浆砌石工程的施工；已砌筑完成的部位应采取保温措施。

6.3.3.4.10 勾缝应符合以下要求：

- a) 砌石砌筑完成后，应及时对砌石的外露面进行勾缝。不能及时勾缝的部位，须在砂浆终凝前将灰缝刮深，深度不小于 20 mm，以保证后期勾缝质量。勾缝砂浆宜采用中、细砂，强度应比砌石砂浆强度高一级，勾缝前应先剔缝并用水冲洗、湿润。块石砌石勾缝宜采用凸缝或平缝，浆砌料石可采用凹缝。
- b) 勾缝深度应嵌入砌缝内 20 mm，对缝槽深度不足的部位，应凿除至规定深度后再勾缝。浆砌片石护坡、锥坡应在坡体稳定后进行，除设计另有规定外，宜做成平缝。

### 6.3.3.5 养护

勾缝工作完成或砂浆初凝后，采取覆盖洒水养生且不少于 7 d，养生期间砌石应保持全湿状态，并避免碰撞、振动、承重。

### 6.3.4 质量标准

6.3.4.1 砌石表面平整，砌缝完好、无开裂现象，勾缝平顺一致、无脱落现象。

6.3.4.2 泄水孔坡度向外，无堵塞现象。

6.3.4.3 沉降缝整齐垂直，上下贯通。

6.3.4.4 浆砌片（块）石施工质量应符合表 2 的规定。

表2 浆砌片（块）石防护质量标准

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	不小于设计强度		每台班 2 组试件
2	顶面高程 (mm)	料、块石	±15	水准仪：每 20 m 抽查 5 点
		片石	±20	
3	底面高程 (mm)	-20		

4	坡度或垂直度 (%)	料、块石	0.3	吊垂线: 每 20 m 检查 5 点
		片石	0.5	
5	断面尺寸 (mm)	料石、混凝土块	±20	尺量: 每 20 m 检查 5 点
		块石	±30	
		片石	±50	
6	墙面距路基中线 (mm)	±50		尺量: 每 20 m 检查 5 点
7	表面平整度 (mm)	料石、混凝土块	10	2 m 直尺: 每 20 m 检查 5 点
		块石	20	
		片石	30	

## 6.4 预制构件

### 6.4.1 一般要求

生产无钢筋混凝土预制构件, 采用一次性将混凝土加满, 采用延时继电功能的振动台振动。有钢筋的混凝土预制构件, 浇筑应采用两次入模方式, 第一次先向模具内浇筑 20 mm 厚搅拌好的混凝土, 利用延时继电功能的振动台振动, 将模具内的水泥砂浆振动至均匀并覆盖于板底面后关闭振动器, 放置钢筋网后添加混凝土至设计量, 再进行振动, 直至混凝土中的气泡完全排出, 表面泛浆平整且无下沉为止。

### 6.4.2 工艺流程

见图 3。

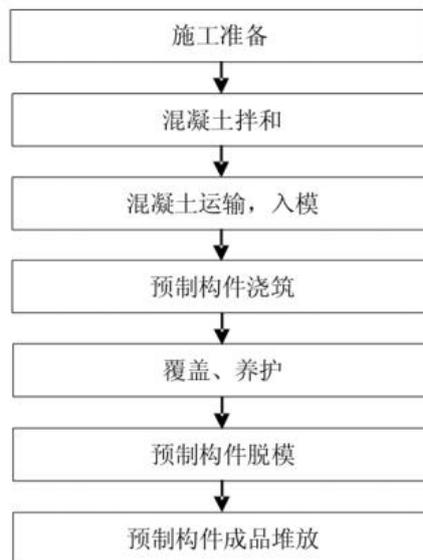


图3 构件预制施工工艺流程图

### 6.4.3 施工要点

#### 6.4.3.1 预制场地布置

6.4.3.1.1 预制场内应设置制作区、堆存区、养护区, 做到区域功能分明。

6.4.3.1.2 预制场布置应符合工厂化生产的要求, 场地四周采用通透式围墙进行封闭, 道路和排水畅通, 场地必须进行混凝土硬化处理, 软弱地基应采用不小于 15 cm 厚片、碎石垫层及不小于 10 cm 厚

C15 混凝土硬化处理；预制场的行车道路应采用不小于 15 厚片、碎石垫层及不小于 15 cm 厚 C20 混凝土进行硬化处理。

6.4.3.1.3 预制场场地排水要求。场地硬化按照四周底、中心高的原则进行，面层排水坡度不小于 1.5%，场地四周应设置排水沟，排水沟地面采用 M7.5 砂浆进行抹面，做到雨天场地不积水、不泥泞，晴天不扬灰。

6.4.3.1.4 预制场场地用电要求。用电采用架空或穿管地线布设，严格按照“三级配电、两级保护”要求进行配电。

6.4.3.1.5 预制场的喷淋养生设施。场地内应根据预制构件养生时间及台座数量设计足够的养生用的自动喷淋设施，喷淋水压加压泵应能保证足够的水压，确保混凝土预制构件的每个部位均能养护到位。

#### 6.4.3.2 预制场标识标牌

6.4.3.2.1 预制场内应在醒目位置设置工程公示牌、安全生产单元预警牌、消防保卫牌、管理人员名单及监督电话牌、警示牌等明示标牌。

6.4.3.2.2 吊装作业区、安全通道设置禁止标志；预制场的制作区、堆存区、构件加工区等各生产区域应设置明示标牌。

6.4.3.2.3 钢筋绑扎区应在醒目位置设置标识牌。

6.4.3.2.4 使用的机械设备应在醒目位置悬挂机械操作安全规定公示牌，易发生机械伤害的场所、施工现场出入口应设置禁止和警示标志。

#### 6.4.3.3 预制构件模具准备

6.4.3.3.1 小型构件模板采用高强复合塑钢定型模具，由专业生产厂家按不同小型构件的几何尺寸进行统一加工和定制，定型模具壁厚不小于 5 mm，棱角处进行圆角处理，底面设置 3 处~4 处较小的排气孔，具有足够的刚度、强度。

6.4.3.3.2 新模具在使用前须在洗衣粉水中清洗一遍，使用过的模具在清除混凝土残渣物后，用平板车托运放入清洗池清洗干净、晾干，再在模具内均匀涂抹脱模剂。

6.4.3.3.3 每循环一次应进行检查，确保成型的预制构件块件规格一致，模具完好且内无留存残渣。

#### 6.4.3.4 混凝土拌和

混凝土拌和之前，对拌和及计量设备进行安装调试与标定，以确保计量准确；测量粗细骨料含水量，将试验室配合比调整为施工配合比；混凝土拌和充分，确保混凝土拌和物拌和均匀，颜色一致，不得有离析和泌水现象。

#### 6.4.3.5 混凝土运输、入模

混凝土运输根据规划、现场实际采用轨道式或混凝土搅拌车运输，运输能力须满足混凝土凝结和浇筑速度的需要；混凝土运到预制场后由龙门吊配合料斗放料入模或混凝土搅拌车直灌入模。

#### 6.4.3.6 预制构件浇筑

6.4.3.6.1 为了防止振动台板在施工过程中变形，振动台钢板厚不宜小于 8 mm，钢板下背带筋应牢固支撑并与振动台钢板满焊，背带筋的位置需左右前后对称，振动台电机居中布置。根据振动台板重量和预计所振动预制构件的重量来确定振动台板下的弹簧型号，弹簧沿台板四角布置，振动台面积不宜过大，以防振动力在边角处衰减，振动台高度以人工操作方便为宜。

6.4.3.6.2 将涂有脱模剂的模具放在振动平台上，向模具内浇筑混凝土，在混凝土浇筑过程中为提高混凝土构件的强度，根据混凝土的塌落度和初凝时间，采用二次振动进行振捣，即在混凝土充满模板后

先振动 60 s~80 s，将混凝土内的气泡排除干净使混凝土内的骨料混合均匀，约 60 s~90 s（根据混凝土的初凝时间）后，再振动 30 s~40 s，用来消除水泥水化反应产生的气泡及缝隙使之完成密实过程。

#### 6.4.3.7 覆盖、养护

6.4.3.7.1 预制构件应待混凝土终凝后，覆盖透水土工布，进行雾化养生。

6.4.3.7.2 将浇筑好的模具移至养生场地，整齐放置在养生平台上，人工二次收光，确保顶面平整、均匀、边角整齐。

6.4.3.7.3 收浆后尽快采取无纺土工布洒水覆盖，减少混凝土表面收缩裂纹。

6.4.3.7.4 采取在养护棚内喷雾养护，喷淋管应在养护大棚内离地面高度约 3 m 处，每间隔 3 m 纵向布设一道，喷淋利用全天候电子延时继电器制柜作为控制系统。

6.4.3.7.5 脱模后的预制构件应继续采取无纺土工布洒水覆盖养护，养护期间应保持混凝土表面始终处于湿润状态；湿养护周期应不少于 7 d。低温季节，可采用蒸汽养生。

#### 6.4.3.8 预制构件脱模

6.4.3.8.1 当混凝土强度达到 75% 时，在养生台上就地进行脱模，将模具及预制构件翻转过来，置于两根木条，正下方放置 10 mm~20 mm 厚泡沫垫片，用橡皮锤敲击模具背面及四周，将模具脱去。

6.4.3.8.2 宜在当日气温最高时进行拆模，拆模时可用橡胶锤辅助适度敲打，确保不出现啃边、掉角及磕碰现象。

#### 6.4.3.9 预制构件成品存放

6.4.3.9.1 预制构件严禁承受行人、运输工具、模板等荷载。预制构件移运前应进行包装，混凝土强度达到设计要求后，方可码垛堆放。

6.4.3.9.2 预制的小型构件移运应按批次做好登记，经检验合格后，按不同规格型号进行包装，码垛高度不应超过 10 个构件，堆放的预制构件应在侧面对其进行支撑固定，以防止搬运过程倒塌。

6.4.3.9.3 预制构件宜采用叉车搬运，并按不同型号、不同规格分类存放。

#### 6.4.4 质量标准

参见 6.5.4。

### 6.5 混凝土预制构件防护

#### 6.5.1 一般要求

6.5.1.1 预制构件应采取专用预制场集中预制；同一分项工程使用同一厂家或同一料场的水泥、粗细集料等材料，确保混凝土颜色一致。

6.5.1.2 预制构件安装前应进行平面位置、坡度和高程的施工测量放样，检查基槽底部密实度，确保混凝土预制构件的安装质量和外观效果。

#### 6.5.2 工艺流程

见图 4。

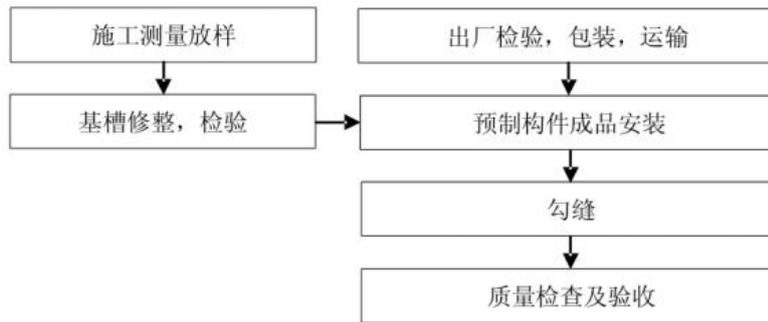


图4 混凝土预制构件防护施工工艺流程图

### 6.5.3 施工要点

#### 6.5.3.1 预制构件成品出厂检验、包装、运输

6.5.3.1.1 预制成型后的小型构件按照批次做好登记，经检验合格后，按不同型号将预制构件码垛在垫木上进行包装，包装后在侧面用木条固定防止搬运过程倒塌。

6.5.3.1.2 预制构件强度达到设计要求后方可进行移运安装，装卸时应做到轻装轻卸。

6.5.3.1.3 采用叉车移运预制构件至运输车上时，码放最高层数不得超过 3 层，车厢底板、侧板以及每层之间需垫上海绵，防止运输过程中预制构件损坏，装卸、运输途中损坏的预制构件不得使用。

#### 6.5.3.2 预制构件成品安装

6.5.3.2.1 预制构件护坡施工前，应进行放线开挖，坡面修整时，应确保砌筑面高程和坡面坡度与设计图纸相一致，并辅以小型电夯夯实、整平和橡皮锤敲振。

6.5.3.2.2 预制构件护坡宜在路堤沉降稳定后施工，铺设前应整平坡面，按设计铺设碎石或砂砾垫层，垫层厚度不小于设计值；经现场工程师及监理工程师验收合格后方可安装。

6.5.3.2.3 预制构件安装时先安装底板，底板安装后，在接头处铺 10 mm 厚的砂浆，再安装边板，边板安好后，用砂砾填实。预制构件应错缝砌筑，砌筑坡面应平顺，并与相邻坡面顺接。

6.5.3.2.4 边沟采用预制构件砌筑时，必须在已碾压密实的土方上开挖，边沟坡面应夯实，平整度应符合预制构件平面要求，使其贴合紧密。沟底砂砾垫层应洒水夯实；边沟底板和侧板应错缝安装，用砂浆填塞密实并凹缝处理。在已修整合格的平台上开挖边沟时，开挖的土方严禁在平台上随意堆放，应在边沟两侧平台范围等厚平铺并夯实至 85% 以上密实度或集中堆放在路基范围外。

6.5.3.2.5 预制构件护坡每 10 m~15 m 应设置一道伸缩缝，缝宽宜为 20 mm~30 mm。

6.5.3.2.6 泄水孔的位置应符合设计要求，并保证畅通。

#### 6.5.3.3 勾缝

预制构件安装需整齐美观，不同预制构件根据设计图纸上要求设置勾缝，勾缝采用“凹缝”，缝宽 20 mm，缝深 8 mm，“凹缝”内用黑色油漆涂刷均匀。

### 6.5.4 质量标准

6.5.4.1 预制构件表面平整光洁，线条顺直美观，不得有破损翘曲、掉角、啃边等现象。

6.5.4.2 蜂窝、麻面面积不得超过该面面积的 0.5%。深度超过 10 mm 的必须处理。

6.5.4.3 混凝土表面非受力裂缝超过 0.15 mm 必须进行处理。

6.5.4.4 墙面直顺，线形顺适，板缝均匀，伸缩缝贯通垂直。

6.5.4.5 预制构件实测项目质量验收标准参见表 3。

表3 预制构件质量标准

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	每台班 2 组试件
2	边长 (mm)	±5 或 0.5%边长	尺量: 长宽各量 1 次, 每批抽查 10%
3	两对角线差 (mm)	10 或 0.7%最大对角线长	尺量: 每批抽查 10%
4	厚度 (mm)	+5, -3	尺量: 检查 2 处, 每批抽查 10%
5	表面平整度 (mm)	4 或 0.3%边长	2 m 直尺: 长、宽方向各测 1 次, 每批抽查 10%
6	预埋件位置 (mm)	5	尺量: 检查每件, 每批抽查 10%

## 6.6 混凝土防护

### 6.6.1 一般要求

6.6.1.1 钢筋应具有出厂质量证明书和试验报告单, 进场时除应检查其外观和标志外, 尚应按不同的钢种、等级、牌号、规格及生产厂家分批抽取试样进行力学性能检验, 钢筋经进场检验合格后方可使用。

6.6.1.2 水泥进场时, 应附有生产厂家的品质试验检验报告等合格证明文件, 并按批次对同一生产厂家、同一品种、同一强度等级及同一出厂日期的水泥进行性能检验, 水泥经进场检验合格后方可使用。

6.6.1.3 混凝土一般宜采用厂拌混凝土, 自拌混凝土的机械、场地条件应满足施工现场条件。

6.6.1.4 现场钢筋加工制作应配置合理的加工机具, 应具有符合场地加工的环境条件。

6.6.1.5 路堑段现浇坡面防护施工高度大于 5 m, 应设置脚手架。脚手架应具有满足施工的强度、刚度和稳定性要求, 并设置必要的安全维护设施。

6.6.1.6 根据现场施工环境条件, 应按设计要求进行施工组织等文件编制。

### 6.6.2 工艺流程 (

见图 5。

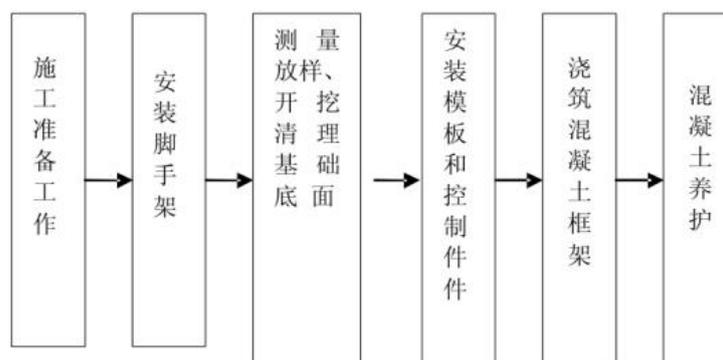


图5 混凝土防护施工工艺流程图

### 6.6.3 施工要点

#### 6.6.3.1 施工准备工作

施工前, 先清理坡面, 达到平整顺直。

#### 6.6.3.2 安装脚手架

沿坡面分级搭设钢管脚手架，脚手架的横杆与纵杆之间利用斜杆加固，铺设木板形成操作平台。

### 6.6.3.3 测量放样、开挖清理基础底面

6.6.3.3.1 依据路基坡面长度、坡度、坡面形状，准确测量定位骨架位置，验测合格后进行基槽开挖。

6.6.3.3.2 基槽分段采用人工开挖，自上向下，准确控制深度，不得欠挖，有超挖用同级混凝土回填；基槽暴露时间不宜过长。

6.6.3.3.3 基槽完成后及时安设构造锚杆（索），防止有松土留在基槽内。

### 6.6.3.4 安装模板和控制件

6.6.3.4.1 严格控制模板安装质量；模板底面与事先放出的外轮廓线严格对齐，底口与坡面靠紧垫平，若有缝隙，在侧模底用水泥砂浆堵塞严密。模板板面之间平整，接缝严密，不漏浆，保证结构物外露面美观，线条流畅。模板安装完毕，对其平面位置、顶部标高、节点联系及纵横向稳定性进行全面检查，验收合格后方可进行下道工序施工。

6.6.3.4.2 摆放底层钢筋前先摆放预制混凝土保护层垫块，采用比骨架混凝土高一个标号的预制混凝土垫块作为保护层，严禁使用塑料保护层垫块；按梅花形布置确保钢筋保护层的厚度。

### 6.6.3.5 浇筑混凝土框架

混凝土采用拌和站集中厂拌，按照自下而上顺序，采用插入式振捣器振捣密实，人工抹面、收光。

### 6.6.3.6 混凝土养护

常温下骨架混凝土采用表面覆盖土工布，洒水保湿养生，湿养护周期不少于7天，保持混凝土表面始终处于湿润状态。

## 6.6.4 质量标准

6.6.4.1 混凝土抗压强度应符合设计要求，设计无明确要求时应大于 15 MPa，并按规定进行试件检测。

6.6.4.2 框骨架断面尺寸偏差小于±10 mm。

6.6.4.3 高程偏差控制：顶面高程偏差±10 mm，底面高程 - 10 mm。

6.6.4.4 坡面平整、顺直，坡度偏差小于 0.3%；平整度偏差小于 10 mm/2 m。

## 7 框架锚杆（索）防护

### 7.1 一般规定

7.1.1 施工中应加强施工监测和工地巡视，备有应急措施，确保施工人员安全。

7.1.2 严格按设计要求施工，施工前应认真阅读复核设计图纸，若发现设计错漏或与实际情况有出入，或开挖地质与设计不符等，应及时通知设计单位，以便进一步确定处治方案。

7.1.3 施工单位应按施工图的设计要求，认真编制框架锚杆（索）工程施工组织设计，上报监理工程师审查批准后实施；重点落实施工队伍的人员、机具设备，督促专业队伍按批准的施工组织设计规范施工。

7.1.4 施工前，应认真检查原材料型号、品种、规格及锚筋各部件的质量，并检查原材料的主要技术性能是否符合设计要求。应按照施工图设计规定进行锚杆（索）基本试验，即抗拔拉破坏试验，以便及时调整和修正设计参数和施工工艺。如果考虑应急抢险工程，则可以在设计人员和监理工程师认可的条件下安排同步试验替代，即验证性试验。

7.1.5 对于产生变形或病害的坡面施工，必须要有可靠的安全施工措施，预备反力构件，设置切实可行的临时排水设施和相应的预警措施及编制专门的方案等。

7.1.6 应搭设满足相应承载、稳固能力、施工技术与安全要求的操作平台、运输通道及升降设备。

7.1.7 每片锚杆（索）框架放线时，按竖肋对应公路里程放线，并使竖肋投影垂直于路线，横梁与竖肋垂直，每片框架上的锚索孔应以第一根竖肋最下部的孔为基准，再确定其余孔位，第二根竖肋的上下自由端长度可根据路线纵坡确定。

7.1.8 框架锚杆（索）工程施工应按锚孔钻造、锚筋制安、锚孔注浆、钢筋混凝土和张拉锁定封锚等主要工序依次进行，各工序在保证主要施工顺序和工艺要求条件下，可以统筹安排；进行工序检验，当上道工序合格后，下道工序方可施工。

7.1.9 施工全过程应进行详细的施工记录，并作为原始资料汇入竣工报告。

## 7.2 锚杆框架

### 7.2.1 一般要求

7.2.1.1 预应力杆体材料宜选用高强螺纹钢筋。当预应力值较小或锚杆长度小于 20 m 时，预应力筋也可采用 II 级或 III 级钢筋。

7.2.1.2 水泥浆体应为普通硅酸盐水泥，必要时可采用抗硫酸盐水泥，不得使用高铝水泥。细骨料应选用粒径小于 2 mm 的中细砂。采用符合要求的水质，不得使用污水。

7.2.1.3 塑料套管材料应具有足够的强度，保证其在加工和安装过程中不致损坏，具有抗水性和化学稳定性，与水泥砂浆和防腐剂接触无不良反应。

7.2.1.4 隔离架应由钢、塑料或其它杆体无害的材料制作，不得使用木质隔离架。

7.2.1.5 防腐材料在锚杆服务年限内，应保持其耐久性，在规定的工作温度内或张拉过程中不开裂、变脆或成为流体，不得于相邻材料发生不良反应，应保持其化学稳定性和防水性，不得对锚杆自由段的变形产生任何限制。

7.2.1.6 应根据设计要求、土层条件和环境条件，合理选择施工设备、器具和工艺方法。

7.2.1.7 根据设计要求和机器设备的规格、型号，平整出保证安全和足够施工的场地。

7.2.1.8 施工前，应认真检查原材料型号、品种、规格及锚杆各部件的质量，并检查原材料和主要技术性能是否符合设计要求。

7.2.1.9 开工前，宜取两根锚杆进行钻孔、注浆、张拉与锁定的试验性作业，考核施工工艺和施工设备的适应性。

### 7.2.2 工艺流程

见图 6。



图6 锚杆框架防护施工工艺流程图

### 7.2.3 施工要点

#### 7.2.3.1 搭设操作平台

自平台开始对锚固的坡面分级搭设钢管脚手架，脚手架的平台位置与钻孔位置相应，脚手架的横杆与纵杆之间利用斜杆加固，然后铺设厚木板形成钻机的操作平台。要求脚手架在平台和坡面上的受力点打入地层不小于 20 cm，同时扣件牢固连接。

#### 7.2.3.2 测放孔位

根据各工程立面图，按设计要求，将锚孔位置准确测放在坡面上；如遇既有刷方坡面不平顺或特殊困难场地时，需经设计和监理工程师认可，在确保坡体稳定和结构安全的前提下，适当放宽定位精度或调整锚孔定位。

#### 7.2.3.3 钻机就位、钻孔

**7.2.3.3.1 钻孔设备。**钻孔机具的选择，根据锚固地层的类别、锚孔孔径、锚孔深度、以及施工场地条件等来选择钻孔设备。岩层中采用潜孔冲击成孔；在岩层破碎或松软饱水等易于塌缩孔和卡钻埋钻的地层中采用跟管钻进技术。

**7.2.3.3.2 钻机就位。**锚孔钻进施工前，搭设满足相应承载能力和稳固条件的脚手架，根据坡面测放孔位，准确安装固定钻机，认真进行机位调整，确保锚孔开钻就位。

7.2.3.3.3 钻进方式。钻孔要求干钻，禁止采用水钻及冲洗孔壁，以确保锚杆施工不致于破坏坡面岩体的工程地质条件和保证孔壁的粘结性能。钻孔速度根据钻机性能和锚固地层情况进行控制，防止钻孔偏斜、扭曲和变径，造成下锚困难或其它意外事故。

7.2.3.3.4 钻进过程。钻进过程中对每个孔的地层变化，钻进状态（钻压、钻速）、地层和地下水及一些特殊情况作好现场施工记录。如遇塌孔缩颈等不良钻进现象时，须立即停钻，并通知监理工程师后及时进行固壁注浆处理，待水泥砂浆初凝后（24 h 后），重新扫孔钻进或采用跟钻工艺。

7.2.3.3.5 孔径孔深。钻孔孔径、孔深要求不得小于设计值。为确保锚孔直径，要求实际使用钻头直径不得小于设计孔径。为确保锚孔深度，要求实际钻孔深度不得小于设计值，并超过 20 cm 以上。

#### 7.2.3.4 锚孔清理、检验

7.2.3.4.1 钻进达到设计深度后，不能立即停钻，要求稳钻 1 min~2 min，防止孔底尖灭、达不到设计孔径。钻孔孔壁不得有沉渣及水体粘滞，必须清理干净，在钻孔完成后，使用高压空气（风压 0.2 MPa~0.4 MPa）将孔内岩粉及水体全部清除出孔外，以免降低水泥砂浆与孔壁岩土体的粘结强度。除相对坚硬完整之岩体锚孔外，不得采用高压水冲洗。若遇锚孔中有承压水流出，待水压、水量变小后方可下锚筋与注浆，必要时在周围适当部位设置排水孔处理。

7.2.3.4.2 锚孔成孔结束后，须经现场监理检验合格后，方可进行下道工序。孔径、孔深检查一般采用设计孔径钻头和标准钻杆在监理工程师旁站的条件下验孔，要求验孔过程中钻头平顺推进，不产生冲击或抖动，钻具验送长度满足设计锚孔深度，退钻要求顺畅，用高压风吹验不应有明显飞贱尘渣及水体现象。同时要求复查锚孔孔位、倾角和方位，全部锚孔施工分项工作合格后，即可认为锚孔钻造检验合格。

#### 7.2.3.5 锚杆制安

7.2.3.5.1 锚筋体材料。锚固工程中，锚杆材料采用设计直径的螺纹钢；排水平孔材料采用 PVC 管。

7.2.3.5.2 锚筋体组装。锚杆采用  $\Phi 6$  钢筋制作对中支架，间距 2 m。

7.2.3.5.3 锚筋体的储存、运输与吊装。组装完成的锚筋体要顺直地分开摆放在通风干燥处，露天储存或制作时，不得直接与地面接触，并应、采用覆盖措施。水平运输时，各支点间距不得大于 2 m，锚筋体的弯转半径不宜太小，以不改变和损伤钢筋体结构为限。垂直运输时，除主吊点外，其他吊点要使锚筋体快速、安全脱钩。在运输和吊装过程中，要细心操作，不得损伤锚筋体及其防护介质和组成部件。

7.2.3.5.4 锚筋体安装。锚筋体入放锚孔前，要检查锚筋体制作质量，确保锚筋体组装满足设计要求，并经监理工程师认可。锚孔内及孔外周围杂物要求清理干净。锚筋体长度要与设计锚孔深度相符，锚筋体无明显弯曲、扭转现象，锚筋防护介质无损伤，凡有损伤的必须修复。锚筋体入孔长度要满足设计要求，锚筋体安装完成后，不得随意敲击，不得悬挂重物。

#### 7.2.3.6 锚孔注浆

7.2.3.6.1 锚孔钻造完成后，要及时安装锚固体并进行锚孔注浆，原则上不得超过 24 h。

7.2.3.6.2 设备与注浆材料：根据锚固防护的设计要求，锚杆采用注浆机灌注水泥砂浆，水泥使用普通硅酸盐水泥，不得使用高铝水泥。

7.2.3.6.3 准备：注浆准备工作应严格认真按配合比制备原材料，在注浆作业开始和中途停顿较长时间再作业时，用水或水泥浆润滑注浆泵及注浆管路。

7.2.3.6.4 注浆浆液：注浆浆液严格按照配合比搅拌均匀，随拌随用，浆液要在初凝前完成，并严防石块、杂物混入浆液。

7.2.3.6.5 注浆结束：注浆结束后，将注浆管、注浆枪和注浆套管清洗干净。

7.2.3.6.6 注浆记录与试验：注浆作业过程做好记录，同时每批次注浆都要进行浆体强度试验，试件不得少于 2 组。浆体未达到设计强度的 70% 时，不得在锚筋体端头悬挂重物 and 拉绑碰撞。

#### 7.2.3.7 挖槽

开挖前应严格按设计图纸测放出格构梁基础开挖边线，并经现场监理工程师检查符合设计要求后方可进行开挖。

#### 7.2.3.8 支模

模板按由下往上、先水平后竖向顺序交替进行支模，格构框架水平和竖向模板间增设支撑钢管。

#### 7.2.3.9 绑扎钢筋

7.2.3.9.1 严格按设计图纸及国家现行有关规范要求施工。钢筋的种类、钢号、直径等均按施工详图及有关设计文件的规定取用。钢筋无剥落层、锈蚀和结垢，也没有油迹、润滑油、泥浆、灰浆、其它可能破坏或降低钢筋与混凝土握裹力的涂层。

7.2.3.9.2 钢筋加工。钢筋的调直和清除污锈符合下列要求：钢筋的表面应洁净，使用前应将表面油渍、漆污、锈皮、鳞锈清除等干净；钢筋平直，无局部弯折，钢筋中心线的偏差不应超过其全长的 1%；钢筋在调直机上调直后，表面伤痕不得使钢筋截面面积减少 5% 以下。

7.2.3.9.3 钢筋的安装。钢筋的安装位置、间距、保护层及各部分钢筋的大小尺寸，均符合施工详图及有关文件的规定。钢筋保护层按施工详图要求布置与预留。钢筋的焊接和绑扎符合设计和规范的规定。在钢筋架设完毕，未浇混凝土之前，须按照设计图纸进行详细检查作好检查记录，检查合格后方可浇筑混凝土。钢筋的安装不与混凝土浇筑同时进行，也不在无适当措施能使钢筋定位的情况下浇筑混凝土。在混凝土浇筑过程中安排专人经常检查钢筋架立位置矫正。严禁为方便混凝土浇筑擅自移动或割除钢筋。

#### 7.2.3.10 浇筑框架梁、肋

7.2.3.10.1 锚杆施工完毕，即可进行格构施工；开挖格构梁基础，绑扎钢筋、架设模板、格构混凝土浇筑，待格构梁混凝土满足设计强度后再安装锚头，并对锚杆外露部分和锚头进行防腐处理。浇筑前应进行配合比试验，施工时严格按试验确定的配合比制作混凝土，确保其强度达到设计要求。

7.2.3.10.2 水泥：配置格构混凝土所需的水泥均符合国家和行业的现行标准。水泥按不同品种、标号、出厂批号分别贮放在专用的仓库中，防止因贮存不当引起水泥变质。袋装水泥的出厂日期不超过 3 个月。

7.2.3.10.3 外加剂：根据混凝土的性能要求，结合混凝土配合比的选择，通过试验确定外加剂的掺量。不同品种外加剂应分别储存，在运输与储存中不相互混装以避免交叉污染。

7.2.3.10.4 骨料：砂料应坚硬、清洁、级配良好。骨料质地坚硬、的最大粒径，不超过钢筋最小净间距的 2/3。

7.2.3.10.5 配合比：混凝土配合比设计按施工图纸的要求或通过试验选定。混凝土的坍落度，根据格构的钢筋含量、混凝土运输、浇筑方法和气候条件决定，尽量采用小的坍落度。

7.2.3.10.6 混凝土拌和及运输：采用固定拌和设备，设备生产率满足高峰浇筑强度的要求，称量、指示、记录及控制设备都有防尘措施，设备称量准确，其称量偏差不超过规定；因混凝土拌和及配料不当，或因拌和时间过长而报废的混凝土弃置在指定的场地，严禁乱堆乱放。混凝土出拌和机后，迅速运达浇筑地点，避免分离、漏浆和严重泌水现象。混凝土入仓时，防止离析。

7.2.3.10.7 浇筑：浇入仓内的混凝土随浇随平仓不堆积。不合格的混凝土严禁入仓，已入仓的不合格混凝土必须予以清除；浇筑混凝土时，如发现混凝土和易性较差，采取加强振捣等措施，以保证质量。混凝土浇筑连续进行，每连续灌注约 0.3 m，采用振动器振捣密实。

7.2.3.10.8 安装锚头：格构梁满足设计强度后即可安装锚头，安装锚头时应对锚杆外露部分和锚头进行防腐处理。

#### 7.2.3.11 养护

混凝土浇筑完成后应及时派专人用麻袋、草帘加以覆盖并浇清水进行养护，养护期 7 天以上。

#### 7.2.3.12 框架内植生袋植草绿化

及时进行后续绿化美化工程。

### 7.3 锚索框架

#### 7.3.1 一般要求

7.3.1.1 预应力杆体材料宜选用钢绞线、高强度钢丝。

7.3.1.2 其它规定参见 7.2.1.2~7.2.1.9。

#### 7.3.2 工艺流程

见图 7。



图7 锚索框架防护施工工艺流程图

### 7.3.3 施工要点

#### 7.3.3.1 搭设操作平台

参见 7.2.3.1 的要求。

#### 7.3.3.2 测放孔位

锚索孔位测放力求准确，偏差不得超过  $\pm 30$  mm，钻孔倾角按设计取定，允许误差不超过  $\pm 1^\circ$ ，考虑沉渣的影响，为确保锚索深度，实际钻孔深度大于设计深度 1.0 m。

#### 7.3.3.3 钻机就位、钻孔

7.3.3.3.1 钻机就位参见 7.2.3.3。

7.3.3.3.2 钻孔：锚索成孔禁止开水钻进，以确保钻孔施工不致恶化坡面条件，钻进过程中，对每孔地层变化、进尺速度及一些特殊情况做现场记录，若遇塌孔，立即停钻，进行固壁灌浆处理 24 h 后重新钻进。

#### 7.3.3.4 锚孔清理、检验

成孔后孔径不小于设计值；钻孔完成之后必须用高压空气（风压 0.2 MPa~0.4 Mpa）进行清孔，以免降低水泥砂浆与孔壁岩体的粘结强度。锚孔成孔结束后，须经现场监理检验合格后，方可进行下道工序。其它规定参见 7.2.3.4。

#### 7.3.3.5 锚索制安

7.3.3.5.1 锚索材料采用高强度、低松弛、环氧全喷涂无粘结预应力钢绞线；要求顺直、无损伤、无死弯。

7.3.3.5.2 锚固段必须除锈、除油污，按设计要求绑扎架线环和箍线环，架线环与箍线环间距 1 m，相间分布，箍线环仅分布于锚固段。

7.3.3.5.3 锚索下料采用砂轮切割机切割，避免电焊切割。考虑到锚索张拉工艺要求，锚索实际长度  $L_{\text{锚}} = L_1 \text{ 锚固段} + L_2 \text{ 自由段} + L_3 \text{ 张拉段工作长度}$ 。锚具采用成套锚具，垫板不得使用铸铁板替代。

7.3.3.5.4 锚孔内及孔外周围杂物要求清除干净。锚索体长度要与设计锚孔深度相符，锚索体无明显弯曲、扭转现象，锚索防护介质无损伤，凡有损伤的必须修复。锚索体入孔长度要满足设计要求，锚索体安装完成后，不得随意敲击，不得悬挂重物。

#### 7.3.3.6 锚孔注浆

锚索孔内灌注砂浆，砂浆体强度不低于 30 Mpa，采用从孔底到孔口返浆式注浆，注浆压力不低于 0.4 Mpa，当砂浆体强度达到设计强度后，方可进行张拉锁定，在砂浆未完全固化以前不得拉拔和移动锚索。

#### 7.3.3.7 挖槽

参见 7.2.3.7。

#### 7.3.3.8 支模

参见 7.2.3.8。

#### 7.3.3.9 绑扎钢筋

参见 7.2.3.9。

### 7.3.3.10 浇筑混凝土框格

7.3.3.10.1 参见 7.2.3.10。

7.3.3.10.2 框架梁节点处坡面必须采用比框架梁设计混凝土标号高一等级的混凝土找平，厚度确保不小于 10 cm。

7.3.3.10.3 框架梁浇注时预埋 OVM 锚具及空口 PVC 管，节点处必须振捣密实，框架梁、肋嵌入坡体 20 cm。

7.3.3.10.4 每片框架整体浇注，一次完成，每两片框架之间设置 20 mm 伸缩缝，待框架梁混凝土达到设计强度后方可进行锚索预应力张拉。当两侧边缘整片框架放不下时也可做两片竖肋，在边缘根据需要打随机锚杆（索）后用浆砌片石护面。

### 7.3.3.11 养护

混凝土浇筑完成后应及时派专人用麻袋、草帘加以覆盖并浇清水进行湿养护，养护期 7 d 以上。

### 7.3.3.12 锚索预应力张拉、锁定

7.3.3.12.1 锚索张拉作业前必须对张拉设备进行标定。正式张拉前先对锚索进行 1 次~2 次试张拉，荷载等级为 0.1 倍的锚索设计拉力。

7.3.3.12.2 锚索张拉分级进行，一般每级荷载分别为设计拉力的 0.25 倍、0.5 倍、0.75 倍、1.0 倍、1.1 倍，除最后一级需要稳定 10 min~20 min 外，其余每级需要稳定 5 min，并分别记录每一级钢绞线的伸长量。在每一级稳定时间里必须测读锚头位移三次。张拉后若发现有明显的预应力损失，及时进行补张拉。建议分 7 d、15 d、21 d 进行补张拉，最后整个坡面整体张拉一次并锁定。

7.3.3.12.3 当张拉到最后一级荷载且变形稳定后，卸载至锁定荷载锁定锚索。锚索锁定后，切除多余钢绞线，用不低于 C20 设计混凝土及时封闭锚头。

### 7.3.3.13 框架内植生袋植草绿化

锚索框架施工完成，及时进行植生袋绿化美化工程。

## 7.4 质量标准

锚杆（索）、拉杆实测项目质量验收标准参见表4。

表4 锚杆（索）、拉杆质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	锚杆（索）、拉杆长度	符合设计要求	尺量：每 20 m 检查 5 根
2	锚杆（索）、拉杆间距（mm）	±20	目测：每 20 m 检查 5 根
3	锚杆（索）、拉杆与面板连接	符合设计要求	目测：每 20 m 检查 5 处
4	锚杆（索）、拉杆防护	符合设计要求	目测：每 20 m 检查 10 处
5	锚杆（索）抗拔力	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（索）数 1%， 且不少于 3 根

## 8 生态防护

## 8.1 一般规定

- 8.1.1 坡面植被防护施工前，应事先完成坡面修整工作。修整后的坡面应大面积平整、排水顺畅，与周围自然地形协调。
- 8.1.2 植被施工，铺、种植被后，应适时进行洒水、施肥等养护管理，直到植被成活。
- 8.1.3 种草施工，草籽应撒布均匀，同时做好保护措施。
- 8.1.4 尽量调整施工组织计划，在春节进行植被防护、灌木（树木）栽植施工，以利于植物成活。草及草籽应尽量选用当地产、生命力强、根系发达的草种，避免引进外地物种。
- 8.1.5 养护用水应不含油、酸、碱、盐等有碍草木生长的成份。

## 8.2 三维网垫喷播植草

### 8.2.1 一般要求

应在春季和秋季施工，应尽量避免在暴雨季节施工；气温低于 12℃不宜喷播作业。

### 8.2.2 工艺流程

见图 8。

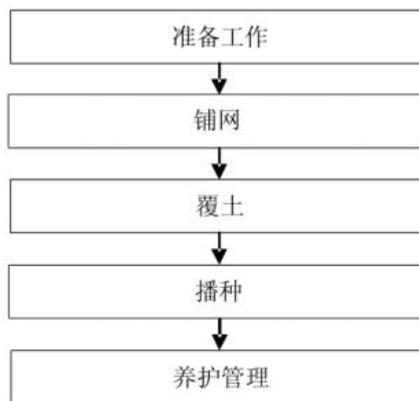


图8 三维网垫喷播植草施工工艺流程图

### 8.2.3 施工要点

#### 8.2.3.1 准备工作

- 8.2.3.1.1 平整坡面。为保证三维植被网与坡面的紧密结合，需清除路堤坡面岩石、碎泥块、植物、垃圾和其他可能引起三维网在坡面被顶起的障碍物；坡面土质疏松的应进行压实。
- 8.2.3.1.2 客土改良。对路堤土土质条件差，不利草种生长的路堤坡面采用回填改良客土，回填客土厚度不少于 50 mm，并用水润湿让坡面自然沉降至稳定。
- 8.2.3.1.3 开挖沟槽。在路堤坡顶及坡底沿坡面走向开挖一矩形沟槽，用以固定三维网。

#### 8.2.3.2 铺网

- 8.2.3.2.1 铺网。三维网的剪裁长度比坡面长 130 cm，铺设三维网时，应自上而下顺坡铺设，并向坡顶、坡脚各延伸 50 cm。铺网时，应让网尽量与坡面贴附紧实，防止悬空。铺设时，应使网保持平整，不产生褶皱，网之间要重叠搭接，网间搭接长度应满足设计要求，一般纵向搭接宽度不小于 15 cm，横向搭接宽度不小于 10 cm。

8.2.3.2.2 固定。三维网应用木桩、锚钉锚固于坡面，四周以 U 型钉固定；一般尽量采用 U 型钉。钉长 30 cm。钉间距一般为 90 cm~150 cm，建议取 100 cm（包括搭接处），在沟槽内也应按约 75 cm 的间距设钉，然后回填压实。

### 8.2.3.3 覆土

8.2.3.3.1 覆土组成。三维植被网中的回填土应符合设计要求，宜采用客土，或土、肥料及腐殖质土的混合物。覆土以肥沃表土为宜，对于瘠薄土应填有机肥、泥炭、化肥等提高其肥力。施工时宜避开阴雨天气，避免回填的底土和客土过湿或冲刷。

8.2.3.3.2 覆土。为保证覆土充满网包，且不压包，应分层多次填土，且洒水浸润，至网包层不外露为止。

### 8.2.3.4 播种

播种方法采用液压喷播。为避免雨水冲刷和实现保湿保温，应及时加盖 15 g/m<sup>2</sup> 无纺布，促进草种发芽生长。

### 8.2.3.5 养护管理

前期养护时间应不少于 45 d，养护应避开高温时段，早晨应在 10 点以前完成，下午在 4 点进行。保持坡面湿润，保证正常发芽，发芽期间湿润深度大于 50 mm，随着幼苗的生长，适当加大湿润深度。

## 8.3 液压喷播植草

### 8.3.1 一般要求

8.3.1.1 喷播植草后，应适时进行洒水、施肥等养护管理，成活率应达到 90% 以上。

8.3.1.2 三维植被网中的回填土宜采用客土或土、肥料及腐殖质土。

### 8.3.2 工艺流程

见图 9。

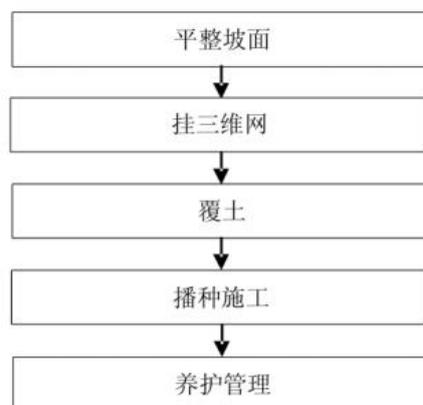


图9 液压喷播植草施工工艺流程图

### 8.3.3 施工要点

#### 8.3.3.1 平整坡面

对现有坡面采用人工细致找平，清除岩石，碎泥块、植物、垃圾，保证三维网垫坡面的平整。

### 8.3.3.2 挂三维网

挂网要求网紧贴坡面，不得悬空或松脱，三维网上下各应预留至少 50 cm 宽，以压入镶边石沟槽内。固网采用  $\Phi 12$  钢筋制成的锚钉锚固。锚钉成正方形布置。锚钉、锚杆（索）外露段应涂裹沥青或穿塑料管防腐。固定时钉与网紧贴坡面，土工网搭接处或凹凸不平处应加密锚杆（索）。

### 8.3.3.3 覆土

回填客土厚度为 50 mm，客土采用清淤清表腐殖土，并与水湿润让坡面自然沉降至稳定。若 pH 值不适宜、尚需改良其酸碱度，一般改良土壤 pH 值应于播种前一个月进行，以增加改良效果。

### 8.3.3.4 喷播施工

按设计比例配合草种、木纤维、保水剂、粘合剂、肥料、染色剂及水的混合物料，并通过喷播机均匀喷射于坡面。雨天、暴风来临时，应尽量避免施工：

#### c) 种子喷播：

- 喷播机加水，利用喷播机自带取水泵或其它水源将喷播机罐体中加入约三分之一的水；
- 加料，一边继续加水，一边按顺序按规定配比将基质原料一一加入喷播机料罐，同时开动搅拌机。使配料在罐内搅拌均匀，直到料罐基本加满；
- 加入种子，把称量计算好的混合种子加入罐内，继续搅拌。喷播植草混合料的配合比（植生土、土壤稳定剂、水泥、肥料、混合草籽、水等）应根据坡面坡度、地质情况和当地气候条件确定，混合草籽用量每 1 000  $m^2$  不宜少于 25 kg；
- 喷播，根据需要喷播的区域大小和地形选择合适的喷嘴，由专业喷枪手手持喷枪将搅拌均匀的固液混合物均匀的喷撒在坪床上。

#### d) 液压喷播喷出的混合物中除种子外，主要包括以下一些成分，用量见表 5：

表5 成分用量表

单位为  $g/m^2$

序号	项目	用量
1	木纤维	100~300
2	保水剂	3~5
3	粘结剂	3~5
4	染色剂	0.1~0.2
5	肥料	20~50（复合肥）
6	泥炭土	50~100
7	活性钙	0.5~1

- 木纤维：是指天然林木的剩余物经特殊处理后的成絮状的短纤维，这种纤维经水混合后成松散状、不结块，给种子发芽提供苗床的作用；
- 保水剂：具有高倍率的吸水性能，用于喷播层的保水给种子萌芽提供水份。保水剂的用量根据气候不同可多可少，雨水多的地方可少放，雨水少的地方可多放；
- 粘和剂：主要作用是提高木纤维对土壤的附着性能和使木纤维之间相互黏结，以保证喷播层抗风吹、雨冲而不脱落。粘和剂的用量根据坡度的大小而定；

- 染色剂：为了提高喷播时的可见性，易于观察喷播层的厚度和均匀度，同时又可改善表面形成草地的绿色景观；
  - 肥料：根据坡面的土壤情况施入；作为公路护坡一般的只要施入早期幼苗所需的肥料即可（N、P、K 的复合肥）；
  - 泥炭土：是一种森林下层的富含有机肥料（腐殖质）的疏松壤土；
  - 活性钙：有利于草种发芽生长的前期土壤 pH 值平衡。
- e) 盖无纺布。若地区多雨，为使草种免受雨水冲失，并实现保温保湿，应加盖 30 g/m<sup>2</sup> 无纺布，促进草种的发芽生长。湿法喷播施工，喷播后应及时养护，成活率应达到 90% 以上。

### 8.3.3.5 养护管理

8.3.3.5.1 洒水。洒水养护。用高压喷雾器使养护水成雾状均匀地湿润坡面，注意控制好喷头与坡面的距离和移动速度，保证无高压射流水冲击坡面形成径流。发芽期湿润深度控制在 30 mm~50 mm，幼苗期依据植物根系的发展逐渐加大到 5 cm~15 cm，经过处理的种子，一般喷射施工后一个月时间能基本形成稳定的坡面植被。因此，前期持续养护时间为 45 d 左右。每天养护两次，早晚各一次，早晨的养护时间应在上午 10 点以前完成，避免在强烈的阳光下进行喷水养护，以免灼伤幼苗叶片。在高温干旱季节，种子幼芽由于地面高温容易被烫伤，每天应增加 1 次~2 次养护，每次湿润 10 mm~20 mm 即可。

8.3.3.5.2 病虫害防治。应定期喷广谱农药剂，及时预防各种病虫害的发生。

8.3.3.5.3 追肥。应根据植物生长需要及时追肥。

8.3.3.5.4 及时补播。草种发芽后，应及时对稀疏无草区进行补播。

## 8.4 人工植草皮

### 8.4.1 一般要求

8.4.1.1 人工植草皮防护适用于坡面缓于 1:1 的各种土质坡面及严重风化的软质岩石坡面。

8.4.1.2 人工植草皮一般应在春季或秋季进行，气候干旱地区则应在雨季进行。

8.4.1.3 草皮宜选带状或块状，厚度宜为 100 mm。草皮应铺过路堑顶部至少 1 m，或铺至截水沟。

### 8.4.2 工艺流程

见图 10。

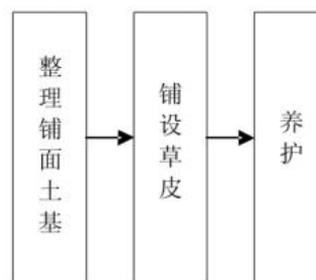


图10 人工植草皮工艺流程图

### 8.4.3 施工要点

8.4.3.1 整理铺面土基。施工前，事先整理坡面；坡面较缓采用平铺；坡面较陡时，采用木签或竹签钉铺固定于坡面上。铺设时，应从坡脚向上铺钉。

8.4.3.2 铺设草皮。草皮满布铺设，不得有 0.2 m<sup>2</sup> 以上的空隙；草皮无病虫害、无枯黄、附土充分，接缝处适当覆土。

8.4.3.3 养护。洒水养护均匀、合适，避免形成冲击和表面径流；养护一般不少于 30 d~45 d；确保草皮成活生长；根据需要及时施肥。

## 8.5 穴种

### 8.5.1 一般要求

8.5.1.1 灌木应在适宜季节栽植。

8.5.1.2 遵从植物生态习性，因地制宜。

8.5.1.3 遵从生态位原则，优化植物配置。

8.5.1.4 保持物种多样性，建立自然群落结构。

### 8.5.2 工艺流程

见图 11。

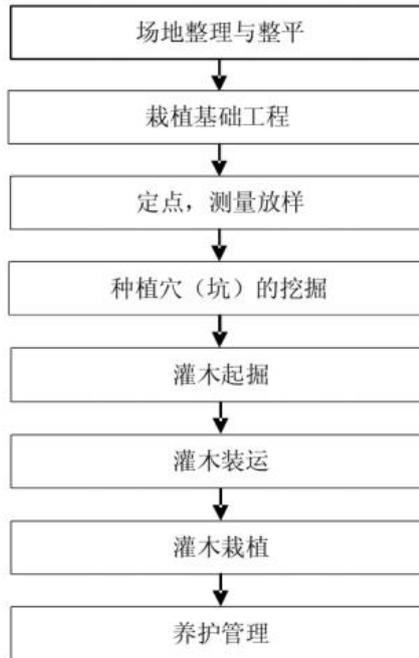


图11 穴种施工工艺流程图

### 8.5.3 施工要点

#### 8.5.3.1 场地整理与整平

8.5.3.1.1 场地整理。清除栽植土壤 50 cm 内杂物、垃圾及不利于植物生长的土壤，不良土壤包括强酸、强碱性土壤、重粘土、沙土、盐土。设计有要求进行地形处理的场地，严格按设计要求的地形处理。

8.5.3.1.2 场地整平。每平方米的平整高差不超过 50 mm，并符合设计要求的坡度。

#### 8.5.3.2 栽植基础工程

8.5.3.2.1 绿化工程从计划到施工阶段，都着眼于完工后的景观效果，总目标是为植物创造良好的生存环境，创造园林式的绿化空间。栽植基础工程是营造适合植物生长土壤的工程，可以说是园林工程中最根本的，也是最重要的工程之一。栽植工程还包括栽植阶段所必须进行的局部土壤改良工程。

8.5.3.2.2 栽植工程具有调节人类生活和自然环境的功能，它是绿化工程中的主体部分，起着悦目怡人的作用。灌木防护首先需认真研究有关植物材料的不同栽植季节，植物的不同特性，植物与土质的相互关系，以及防止树木植株枯死的相应技术措施。

### 8.5.3.3 定点、测量放样

8.5.3.3.1 定点放线使用的工具包括钢尺、轻便卷尺、小木桩、木桩、花杆和绳子。位置确定后用木桩等做出明显标志，树丛用白灰线划清范围，线圈内钉上木桩，写明树种、数量、坑(穴)号，然后用目测方法定出单株小点，用灰点标明。定点与种植的树种和数量必须符合设计图纸要求。

8.5.3.3.2 树种位置及配置应注意层次，切忌呆板，宜中心高边缘低或呈由高渐低的倾斜林冠线，邻近的几棵不要定成机械的几何图纸或一条直线。

### 8.5.3.4 种植穴(坑)的挖掘

8.5.3.4.1 种植穴(坑)挖掘的质量，对植株以后的生长有很大的影响。除按设计确定位置外，应根据根系或泥球大小、土质情况来确定穴径大小(一般应较根盘或泥团大 0.25 m~0.5 m)，根据树种根系类别，确定穴(坑)的深浅(一般应较根系长度或泥团厚度深 0.2 m~0.4 m)。

8.5.3.4.2 采用手工挖掘种植穴(坑)。以定点标记为圆心，以规定的坑(穴)直径先在地上划圆，沿圆的四周向下垂直挖掘到规定的深度。然后将坑底挖松、弄平。栽种露根苗木的坑(穴)底，挖松后在中央堆个小土丘，以利树根舒展。

8.5.3.4.3 土质不好的，应加大坑(穴)的规格，并将杂物筛出清走，遇到石灰渣、石板、沥青等对树木生长不利的物质，应将坑(穴)径加大 1 倍~2 倍，将有害物质清运干净，换上适宜的种植土。

8.5.3.4.4 绿地内挖自然式树木栽植穴中发现严重影响操作的地下障碍物时，及时与设计人员联系，适当改动位置。

### 8.5.3.5 灌木起掘

8.5.3.5.1 苗木质量的好坏是直接影响成活的重要因素之一。在选苗时，除根据设计要求的苗木规格、树形外，还要选择根系发达、生长健壮、无病虫害、无机械损伤和树形端正的苗木。

8.5.3.5.2 起掘苗木的质量，直接影响树木栽植的成活和以后的绿化效果。起掘方式根据不同树木以及树龄、移植季节、运输远近、土质等情况，分以下三种掘苗方式：

- a) 裸根掘苗。主要适用于休眠状态的落叶乔、灌木、藤；
- b) 带宿土掘苗。主要适用于树龄较小的、容易移栽的乔、灌木；
- c) 带泥球掘苗。主要适用于常绿树，以及较难移栽的树木等。

8.5.3.5.3 为提高树木成活率，在起掘前须进行短截修剪，先剪去修剪量的三分之一，栽植后再进行一次修剪，剪去修剪量的三分之一，并整理树姿。开始挖掘时，以树杆为中心，按泥球规格大小，划一个正圆标明泥球直径的尺寸，为保证起出的泥球符合要求，一般应稍放大范围进行挖掘。

8.5.3.5.4 起掘后应根据树木大小、种类、土壤坚松、运距远近确定包扎的形式。包扎要求结实，草绳紧实，确保泥团不松碎，不用发霉变质的草绳。小灌木或泥球直径在三十厘米以下的苗木，可用稻草一束摊平，由底向上翻包，在植株基部近处扎缚牢实。

### 8.5.3.6 灌木装运

8.5.3.6.1 树木的运输与工地栽植的密切配合是保证成活的重要环节之一，“随掘、随运、随栽”对树木成活率最有保障。

8.5.3.6.2 装车前应检查树种、规格、质量，凡不符合要求的，应及时更换。装运时，乔木和灌木宜搭配上车，根部朝行进方向倾斜放置，必要时须盖以防水物。树木运到现场指定的地点后，须随手将根部用稻草等物盖好，以防失水。

#### 8.5.3.7 灌木栽植

8.5.3.7.1 散苗速度应与栽苗速度相适应，边散边栽，散毕栽完，尽量减少树根暴露时间。对假植沟内剩余苗露出的根系，应随时用土埋严。根据具体苗木，应确定好栽植深度和苗木朝向，根部用土塞实后方可将泥球的包扎物自下布上，小心解除。如泥球土质松软时，下压的包扎物可以不予取出，面后填培肥，分层间隙捣实，每层不超过 20 cm。

8.5.3.7.2 裸根木本植物在栽前，先在穴槽内填以适量的肥土，栽植时将根群舒展在穴槽内，周围均匀培上松土，并将树身上下稍稍提动或左右前后移动，使根与土密接后扶正，然后培土分层捣实。树木栽植后按栽植穴、槽规格的外缘做好水堰，堰高 20 cm 左右。较大苗木栽后，为防止被风吹倒，应立即立支柱支撑，固定树木。

8.5.3.7.3 树木运到现场，如当日不能栽完，根部就加以覆盖，如一时不能定植完，应立即假植在不妨碍绿化施工、运输灌溉比较方便又可避风且不积水的地方。

#### 8.5.3.8 养护管理

8.5.3.8.1 浇水。浇水工作应视天气情况而定，晴天时，花草每天上下午各浇一次，木本植物每天浇一次。清洗大树易把水射到人行处，所以开水枪前要注意行人动态，开启时要短距离起喷（示意过往行人），原则上草地每次喷洒 10 min，其余各处喷洒 20 min。

8.5.3.8.2 喷药。准备好高压喷枪、汽油、电源枪、白胶桶及劳动保护用品。作业前注意风向，从下风地段开始，先喷高处，后喷低处，带好胶手套、口罩（面罩）。注意观察行人动态，做好安全防护工作，严防药液喷射到人。

8.5.3.8.3 每次操作由 2 人进行，1 人开机配药及注意行人动态，1 人操作喷枪，两人操作前应预先约定操作动作、信号、手势及旗帜颜色，以便及时联系。工作完毕后，注意回收保管好药物并及时清洁好机具，用肥皂洗擦皮肤裸露部分。

### 8.6 质量标准

8.6.1 选用品质优良的植物种子，种子应注明品种、品系、产地、生产单位、生产年份、发芽率应在 85% 以上，纯度应在 90% 以上。

8.6.2 绿化的苗木规格，应满足设计文件所规定的施工方法与工艺进行，并执行本指南边坡绿化工程相应条款。

8.6.3 种植苗木、草坪生长正常，不得有明显病虫害。

8.6.4 草本修复的面积覆盖率应达到 85%，成活率应达到 90%。

8.6.5 乔木、灌木单株覆盖率应株距合理、匀称，符合相关要求，成活率达到 90%。

8.6.6 使用肥料和土壤符合设计和本标准的要求，锚杆、铁丝网、三维网符合设计要求

## 9 挂网防护

### 9.1 一般规定

- 9.1.1 挂网柔性防护施工前应核查坡面，确保坡面整体稳定。
- 9.1.2 挂网柔性防护系统所用钢筋锚杆（索）、钢丝绳锚杆（索）、隔栅网、钢柱及附件的强度、防腐性能应符合设计及相应产品标准的要求。
- 9.1.3 个别孔位因岩质疏松、破碎不能成孔时，应凿除松散部位，并用强度不低于 C15 的混凝土回填。
- 9.1.4 挂网柔性防护网分两层时，应先挂小孔径网，后挂大孔径网。
- 9.1.5 格栅网的缝合应满足设计施工要求，缝合绳外观和手动感受上应无明显松动，否则应重新张紧。钢绳网每周边与支撑绳或锚杆（索）间的距离应基本一致，其相差不宜大于 150 mm，否则应做调整。
- 9.1.6 锚杆（索）拉拔试验时拉力计必须固定牢靠；拉拔锚杆（索）时，拉力计前方或下方严禁站人；锚杆（索）杆端出现颈缩时，应及时卸荷。
- 9.1.7 向锚杆（索）孔注浆时，注浆罐内应保持一定数量的砂浆，以防罐体放空，砂浆喷出伤人；施工作业过程，注浆管前方严禁站人。

## 9.2 主动柔性防护

### 9.2.1 一般要求

- 9.2.1.1 施工前应认真检查和处理作业区的危石，坡面清理和危石处理时必须加强安全防护，避免滚石伤人。
- 9.2.1.2 主动柔性防护安装完毕后，应检查钢绳网与山体之间贴合是否紧密。如果存在局部与岩体间隙过大（悬空体积大于  $1 \text{ m}^3$ ），应在相应部位增设锚杆（索）。
- 9.2.1.3 施工机具和材料应放置在安全地带。

### 9.2.2 工艺流程

见图 12。



图12 主动柔性防护施工工艺流程图

### 9.2.3 施工要点

9.2.3.1 坡面防护区域危石清除。为保证施工安全，为后续工作创造条件，应先用人工清理防护区域内浮土及浮石。

9.2.3.2 搭设支架，锚杆（索）孔位定位。搭设临时施工脚手架，脚手架结构必须稳固；测量放样确定锚杆（索）孔位，并在每一孔位处凿一定深度不小于锚杆（索）外露环套长度的凹坑。孔位应准确，局部坡面凹陷处应增加锚杆（索），以保证防护网紧贴坡面。

9.2.3.3 安装锚杆（索），注浆锚固：

- a) 按设计深度钻凿锚杆（索）孔并清除孔内粉尘，孔深应比设计锚杆（索）长度长 50 mm 以上，孔径不小于设计要求。钻孔过程匀速钻进，严格控制钻孔速度，以防止钻孔弯曲和变形；钻进达到设计深度后，不停钻；在停止进尺的情况下，稳钻 2 min。坡面岩层破碎、松散时，钢绳锚杆（索）可适当加长。当受凿岩设备限制时，构成每根锚杆（索）的两股钢绳可分别锚入两个锚孔内，形成人字形锚杆（索），两股钢绳间夹角  $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，以达到同样的锚固效果。
- b) 注浆并插入锚杆（索），锚杆（索）外露环套顶端不能高出地表，且环套段不能注浆，以确保支撑绳张拉后尽可能紧贴地表。采用不低于设计强度等级的水泥砂浆，优先选用粒径不大于 3 mm 的中粗砂，孔内应确保浆液饱满，锚固后的锚绳抗拔力不得小于 50 kN。注浆浆体养生不少于 3 d。

9.2.3.4 纵横向支撑绳安装、张拉。安装纵、横向支撑绳，张拉紧后两端各用 2 个~4 个（支撑绳长度小于 15 m 时为 2 个，大于 30 m 时为 4 个，其间为 3 个）绳卡与锚杆（索）外露环套固定连接。纵横向支撑绳应与锚杆（索）外露环套逐个连接固定，安装后应拉紧，使其紧贴坡面。

9.2.3.5 铺搭格栅网并缝合。自上而下铺挂格栅网，格栅网间重叠宽度不小于 50 mm，相邻两张格栅网间的缝合以及格栅网与支撑绳间用  $\phi 1.2$  扎丝按 1 m 间距进行扎结。

9.2.3.6 铺挂钢绳网并缝合、张拉。自上而下铺设高强度钢绳网并缝合，缝合绳为  $\phi 8$  钢绳，每张钢绳网均用缝合绳与四周支撑绳进行缝合并预张拉，缝合绳两端各用 2 个绳卡与网绳进行固定连接。支撑绳和网绳的加固力不得小于设计要求。

9.2.3.7 设置柔性防护地段路基边沟及坡面碎落台，可在槽内填土种植植物进行绿化。

#### 9.2.4 检验评定

参见 9.4。

### 9.3 被动柔性防护

#### 9.3.1 一般要求

挂网防护作业期间，必须设置安全隔离警戒区域；确保施工过程中对来往行人和车辆的安全。

#### 9.3.2 工艺流程

见图 13。

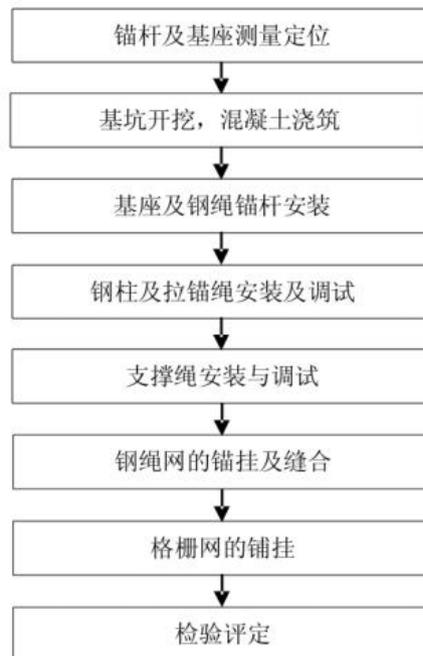


图13 被动柔性防护施工工艺流程图

### 9.3.3 施工要点

9.3.3.1 锚杆（索）及基座测量定位。搭设临时操作平台；按设计参数精确测量放样定出钢柱基座和锚孔基础平面位置，并测设原地面标高。

9.3.3.2 基坑开挖，混凝土浇筑。土质地段基坑开挖，并清理基面；现浇混凝土基础，按照设计要求预埋钢结构埋件。岩质地层钻凿锚杆（索）孔，并清除孔内粉尘，孔深应比设计锚杆（索）长度长 50 mm 以上，孔径不小于设计要求；注浆并插入锚杆（索）锚固。

9.3.3.3 基座及钢绳锚杆（索）安装。将基座套入地脚螺栓并用螺帽拧紧。

9.3.3.4 钢柱及拉锚绳安装及调试。钢结构统一加工，验收合格后转运至现场。将钢柱顺坡向上放置在基座处，按设计位置、角度调整好钢柱，拧紧上拉锚绳。

9.3.3.5 支撑绳安装与调试：

- 将第一根上支撑绳的挂环暂时固定于端柱（分段安装时为每一段的起始钢柱）的底部，调直支撑绳，并将减压环调节就位。在第二根钢柱处，用绳卡将支撑绳固定悬挂在挂座的外侧。在第三根钢柱处，将支撑绳置于挂座内侧；直至本段最后一根钢柱将支撑绳向下绕至该钢柱基座的挂座上，调整减压环位置，当确认减压环全部正确就位后拉紧支撑绳并用绳卡固定；
- 将第一根下支撑绳的挂环挂在钢柱基座上，调直支撑绳并放置在基座的外侧，减压环调节就位。在第二个基座处，用绳卡将支撑绳固定悬挂在挂座的外侧；在第三个基座处，将支撑绳放在挂座内下侧，按此顺序安装支撑绳直至最后一个基座并将支撑绳缠绕在该基座的挂座上，检查减压环位置，拉紧支撑绳并用绳卡固定；
- 按照前述 2 条步骤循序安装第二根下支撑绳，但反向安装，且减压环位于同一跨的另侧。在距减压环约 40cm 处用一个绳卡将两根底部支撑绳相互并结，如此在同一挂座处形成内下侧和外侧两根交错的双支撑绳结构。

9.3.3.6 钢绳网的锚挂及缝合。钢绳网采用钢丝绳穿越网孔，固定在临近钢柱的顶端，并悬挂在上支撑绳。将缝合绳按单张网周边长的 1.3 倍截断，并在其中点出标记。钢绳网缝合从系统的一端开始，先与上支撑绳缝合后与下支撑绳缝合，最后使左右侧的缝合绳端头重叠 1 m。

### 9.3.3.7 格栅网的铺挂:

- a) 格栅网应铺挂在钢绳网的内侧即靠近山坡侧, 叠盖钢绳网上缘并折到网的外侧 15 cm, 用扎丝将格栅网固定到钢绳网上, 扎结点间距不大于 1 m, 每张格栅间重叠约 50 mm。格栅网底部应沿斜坡向上敷设 50 cm 左右, 并用土钉将格栅网底部压住。
- b) 高强度钢丝格栅端头至少应扭结一次, 扭结处不应有裂纹, 钢丝不应有机械损伤和锈蚀现象。
- c) 钢丝绳锚杆(索)应为直径不小于 16 mm 的单根钢丝弯折后, 用绳卡或铝合金紧固套管固定, 并在固定后的环套内嵌套鸡心环。拉锚绳应在一端用相应规格的绳卡或铝合金紧固套管固定并制作挂环。被动网支撑应在一端制作挂环, 缝合绳应按钢丝绳网规格预先切断。
- d) 支撑绳安置完成后应用绳卡等附件固定牢固, 侧拉索的安设应在上拉绳安装好后进行; 下支撑绳应紧贴地面, 不留缝隙。当有两层柔性网时, 小孔径的网应安设在靠近山体内侧; 网底边应紧贴地面, 不留缝隙。

## 9.4 质量标准

9.4.1 锚杆(索)、支撑绳安装、网片安装施工质量标准应符合表 6、表 7、表 8 的规定。

表6 锚杆(索)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)	不小于设计强度	每台班 2 组试件
2	锚孔凹坑 (mm)	符合设计要求	尺量: 抽查 10%
3	锚孔直径 (mm)	≥42	尺量: 抽查 10%
4	锚孔深度 (mm)	不小于设计	尺量: 抽查 10%
5	锚孔间距 (mm)	±100	尺量: 抽查 10%
6	锚杆(索)拔力 (kN)	拔力平均值≥设计值, 最小拔力≥0.9 设计值	拔力试验: 锚杆(索)数1%, 且不少于 3 根

表7 支撑绳安装质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
2	支撑绳直径 (mm)	符合设计要求	每 900 m <sup>2</sup> 抽检 6 处
3	支撑绳穿套方式	符合设计要求	每 900 m <sup>2</sup> 抽检 6 处
4	支撑绳张拉	符合设计要求	每 900 m <sup>2</sup> 抽检 6 处
5	支撑绳绳卡数量 (个)	符合设计要求	每 900 m <sup>2</sup> 抽检 6 处

表8 网片安装质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	缝合绳缠绕方式	符合设计要求	每 900 m <sup>2</sup> 抽检 6 处
2	缝合绳固定	符合设计要求	每 900 m <sup>2</sup> 抽检 6 处
3	缝合绳张拉	符合设计要求	每 900 m <sup>2</sup> 抽检 6 处
4	格栅网搭接宽度	符合设计要求	每 900 m <sup>2</sup> 抽检 6 处
5	格栅与钢绳网扎结数量	≥4 处/m <sup>2</sup>	每 900 m <sup>2</sup> 抽检 6 处

9.4.2 钢柱基础、锚杆（索）施工、钢柱及基座安装、拉锚绳安装、支撑绳安装施工质量标准应符合表 9、表 6、表 7、表 10、表 11 的规定。

表9 钢柱基础质量标准

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)	不小于设计强度	每台班 2 组试件
2	基座间距	符合设计要求	尺量：每跨 1 处
3	平面尺寸	不小于设计	尺量：长宽各 1 处
4	基坑深度	不小于设计	尺量：每边各 1 处
5	轴线偏差	$\leq 15^{\circ}$	量角器量：每基础 1 次
6	预埋件位置	偏位 $\leq 10$ cm	尺量：长宽各 2 处

表10 钢柱及基座安装质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	钢柱倾角	符合设计要求	量角器量：每钢柱 1 次
2	钢柱偏斜度	$\leq 15^{\circ}$	量角器量：每钢柱 1 次
3	基座轴线偏差	$\leq 15^{\circ}$	量角器量：每基础 1 次
4	预埋件位置	偏位 $\leq 10$ cm	尺量：长宽各 2 处

表11 拉锚绳安装质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	拉锚绳直径 (mm)	符合设计要求	每根检查 1 处
2	拉锚绳栓套位置	符合设计要求	逐一检查
3	减压环数量 (个)	符合设计要求	逐一检查
4	拉锚绳绳卡数量 (个)	符合设计要求	逐一检查

## 10 支挡工程

### 10.1 一般规定

10.1.1 支挡工程宜与路基工程施工紧密衔接，路堤段支挡工程施工与路基填筑应同步实施。

10.1.2 施工前仔细现场核查设计地质资料及支挡工程设计方案，结合当地类似工程经验，对设计方案进行完善，选择较为成熟、经济合理、利于环保和就地取材的方案。

10.1.3 所用砂浆必须机械拌和，施工过程中做到随拌随用，砂浆必须在其初凝前使用，已初凝的砂浆必须舍弃。

10.1.4 现浇混凝土挡墙，所用混凝土必须集中拌和，拌和采用带精确计量装置的强制式搅拌机。混凝土工程所用的各种原材料、锚杆（索）等均应符合现行国家或行业标准的规定，并应在进场时对其性能和质量进行检验。

10.1.5 支挡工程线形控制必须以路线中心线为基准，按照支挡结构形式、断面尺寸推算出的距中心桩距离进行径向布置，保证支挡工程线形顺适、美观。

10.1.6 临时防护措施应与永久支挡工程相结合。对于在基坑开挖过程中临时设置的围堰或支挡设施，待砌石施工不受影响时，及时恢复原貌，保持水系畅通。

10.1.7 挡土墙的施工高度大于 2.0 m，应设置脚手架；脚手架层与层步距 1.2 m。脚手架应满足施工的强度、整体刚度和稳定性要求。

10.1.8 墙体的强度达到设计强度的 75%以后方可进行墙背填筑，并按设计要求的填料和密实度分层填筑、分层压实；墙背排水设施、反滤层应随填土及时施工。

## 10.2 砌石挡土墙

### 10.2.1 一般要求

10.2.1.1 石料类别和强度相关要求参见 6.1.4。

10.2.1.2 砌筑用的砂浆的类别和强度等级应符合设计规定；砂浆所用的各项材料的类别、规格及质量要求和标准参见 6.1.5。

10.2.1.3 各类砂浆拌合和掺入物相关要求参见 6.3.1.3、6.3.1.4。

10.2.1.4 应根据开挖断面地质水文情况逐段核实支挡防护设计方案，及时与监理、设计和业主单位联系、沟通，提供真实全面的第一手资料，作为方案的修改、变更的依据。

10.2.1.5 当昼夜平均气温低于 5℃时，应停止浆砌工程的施工。

### 10.2.2 工艺流程

见图 14。

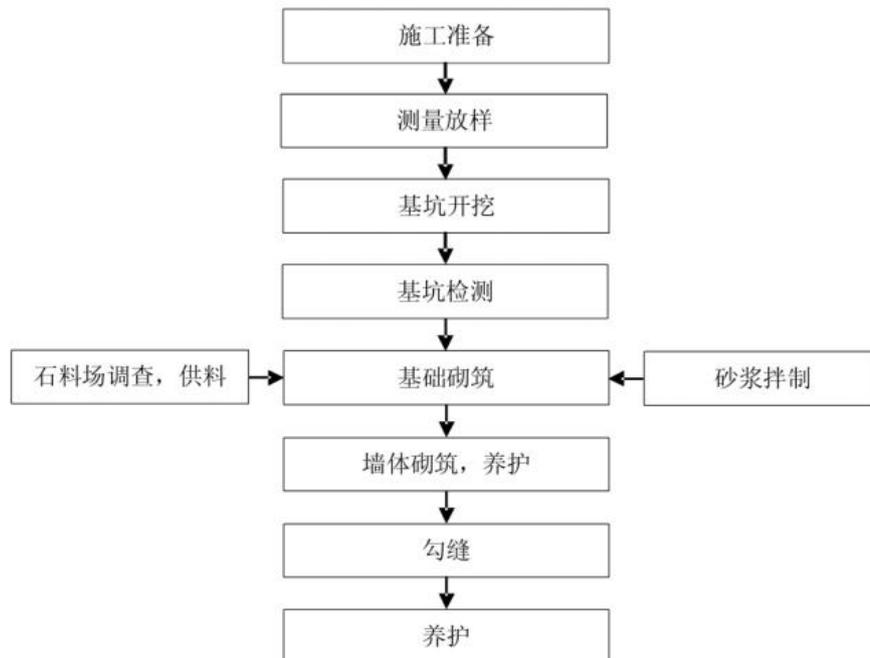


图14 砌石挡土墙施工工艺流程图

### 10.2.3 施工要点

#### 10.2.3.1 施工准备

10.2.3.1.1 基础开工前，向监理工程师提交砌石挡土墙施工方案、组织计划和开工报告，经监理工程师批准后开工。

10.2.3.1.2 施工前应全面核对设计图纸标高和尺寸，浆体和石料的强度必须达到规范要求。同一产地的石材至少抽检一组，砂浆试块的抽检数量按照相关规范条款执行。料石检查产品质量证明书，石材、砂浆检查试块试验报告。

10.2.3.1.3 在现场设置“施工须知”牌，标明主要技术负责人、现场质量管理员、试验检测人、安全负责人；混凝土、砂浆配合比、主要施工工艺及质量标准，来指导施工。

10.2.3.1.4 挡土墙施工前，应做好截、排水及防渗设施。在砌筑过程中，备好防雨设施，以作应急之需。

### 10.2.3.2 测量放样

按图纸设计的平面位置、标高及几何尺寸进行施工放样。根据放出的挡土墙轴线，准确测定出挡土墙边线和原地面标高，经核查无误后，上报监理工程师认可后方可开挖基坑。

### 10.2.3.3 基坑开挖

10.2.3.3.1 基坑的开挖采用机械开挖，人工配合修整的方法。挖出的土不能任意堆放，以免妨碍开挖基坑及其他作业。基坑开挖应避免超挖，底面应高于设计高程 20 cm 左右，以保证夯实后满足设计要求。成型的基坑，先进行地基承载力检测，当地基承载力达不到设计要求时，需及时上报监理、业主以及设计单位，经同意后方可进行地基处理。挖成的基坑，凡有扰动和毁坏的地方追加开挖深度，并按工程师批准的合格材料回填到设计标高，分层夯实。对开挖好后的基坑采取必要的安全围护设施，并设置安全警示标志标牌。

10.2.3.3.2 在松软地层地段时，基坑不宜全段贯通，应采用跳槽的办法开挖以防止部分失稳，当基底土质为碎石土、砂砾石、沙性土、粘性土等时应将其整平夯实。

10.2.3.3.3 基坑开挖应保持有良好的排水，基坑外设置集水井，以利于基底排水。坑内积水应随时排干。采用倾斜基底时，基底标高应按设计控制，不得超挖填补。

10.2.3.3.4 当基底软弱、地形平坦、墙身超过一定高度时，可在墙趾处伸出一个台阶以扩宽基础。

10.2.3.3.5 基坑底面开挖宽度比设计尺寸每边增宽 0.5 m~1.0 m，并保持一定开挖坡面度。

### 10.2.3.4 基坑检测

10.2.3.4.1 基坑开挖后应检验基底承载力，合格后，妥善修整，在最短的时间内放样，用砂浆封底再进行基础的砌筑。若承载力达不到要求，应按监理工程师的指示处理。

10.2.3.4.2 地基处理结束并经检测合格后再进行人工整平，然后夯实。监理工程师认可后，可进行下一道工序施工。

10.2.3.4.3 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，应采用临时排水措施，辅以必要座浆后安砌基础。

### 10.2.3.5 基础和墙体砌筑

10.2.3.5.1 粗料石砌石灰缝厚度不宜大于 20 mm。砂浆初凝后，如移动已砌筑的石块，应将原砂浆清理干净，重新铺浆砌筑。砌筑基础的第一皮石块应坐浆，并将大面向下；石料间的砌缝应互相交错、咬搭，不得无砂浆直接接触，严禁干铺石料后铺灌砂浆。

10.2.3.5.2 料石应采用一丁一顺砌法，相邻两层立缝应错开不小于 100 mm。

10.2.3.5.3 片石应分层砌筑，砌石较长时可分段分层砌筑，应长短相间地与里层砌块咬接成一体，上下层石块交错排列，避免竖缝重合，每层水平缝应大致齐平，竖缝应错开，不得贯通，砌缝宽度一般不应大于 40 mm；但两相邻工作段的砌筑高差不宜超过 1.2 m；砌筑上层时，不应振动下层。

10.2.3.5.4 砌筑较大的片石，宜用在下面，宽面朝下，片石间以砂浆隔开，片石应大小搭配，相互重叠，咬紧密实并配有小石块，做挤浆填缝之用。如用块石，块石应平砌，外圈定位和镶面应一丁一顺排列，丁石深入浆心不小于 25 cm，上下层竖缝错开距离不应小于 10 cm。

10.2.3.5.5 砌石砌筑时必须两面立杆挂线或样板挂线，外面线应顺直整齐，逐层收坡，内面线可大致顺适。在砌筑过程中应经常校正线杆，以保证挡墙砌石各部尺寸符合设计图纸要求。

10.2.3.5.6 砌石的组砌形式：内外搭砌，上下错缝，拉结石、丁砌石交错设置。不同层位的石料接缝应交错一体，不得贯通。挡墙顶部采用砂浆全面找平，排水横坡为向外 2%。

10.2.3.5.7 按照设计要求设置泄水孔，上下排交错布置。孔内预埋软式透水管并长处墙背 15 cm，其端头用土工滤布包裹，最下面一排排水孔出口保证排水通畅，不得阻塞，在泄水孔进水口处设置透水性填料以利排水。

10.2.3.5.8 衡重式挡土墙的上墙墙背与衡重台相交的折角处，衡重式挡土墙的变截面处，应设置占截面面积不少于 20%的榫头加强，条件困难时可用适量的短钢筋加强。

10.2.3.5.9 对总长度大于 10 m~15 m 的路堑挡土墙施工时，应分段跳槽开挖（分段长度 10 m~15 m）或自两端向中间逐段施工，宜隔两端开挖一段，该段砌筑并回填后再开挖相邻段。挡墙后坡面较高，土体稳定性较差，分段长度适当减少 5 m~10 m 一段。

10.2.3.5.10 在基底标高或地基土质出现较大差异处设置变形缝。挡土墙墙趾处的边沟及挡墙起讫桩号以外各 5 m 的边沟铺砌加固，以防水从边沟渗入挡土墙基底，墙背面反滤层的顶部和底部设置隔水层，以防水流深入地基。

10.2.3.5.11 工作段的分段位置宜设在伸缩缝和沉降缝之处，各段水平缝应一致。伸缩缝和沉降缝尽量合并设置；伸缩缝与沉降缝内两侧壁应竖直、平齐，无搭叠；缝中防水材料应按设计要求施工。

10.2.3.5.12 挡土墙端部伸入路堤或嵌入地层部分应与墙体同时砌筑。挡土墙顶应找平抹面或勾缝，其与坡面间的空隙应用粘土或其他材料夯填封闭。砌石在使用前必须浇水湿润，垫层表面应清理干净并湿润；砌石表面不得有油污物。砌筑基础的第一层时，如基底为基岩或混凝土基础，应先将其表面加以清洗、湿润，坐浆砌筑。砌筑工作中断后再次进行砌筑时，应将砌层表面加以清扫和湿润。

10.2.3.5.13 墙身应分层错缝砌筑，砌石高出地面后，立即用透水性材料回填基坑，分层夯实，并完成其顶面排水、防渗设施，保持向外的排水斜坡，避免积水浸泡基底。

10.2.3.5.14 已砌好的砌石上若发现石块松动或灰缝开裂、使用的砂浆强度经检验不合格、勾缝粘结不牢或脱落等缺陷，应按照监理工程师的要求予以补救或拆除重新砌筑。

#### 10.2.3.6 勾缝

10.2.3.6.1 砌石隐蔽面的砌缝可随砌随刮平，不另勾缝。砌石的外露面应进行勾缝，并应在砌筑时靠外露面预留深约 20 mm 的空缝备作勾缝之用。待砌石砌筑完成后，进行勾缝。

10.2.3.6.2 在砂浆凝固前应将缝勾好，若不能及时将缝勾好，应在砂浆终凝前将灰缝刮深，深度不小于 20 mm，为以后勾缝作好准备。勾缝砂浆宜用中、细砂，强度应比砌石砂浆强度高一级，勾缝前应先用清水冲洗、湿润。

10.2.3.6.3 砌石的勾缝其它规定参见 6.3.3.4。

#### 10.2.3.7 养护

浆砌砌石应在砂浆初凝时，及时覆盖；待终凝后，洒水保湿养生不少于 7 d，养生期间应使砌石保持全湿状态并避免碰撞、振动、承重。

#### 10.2.4 质量标准

10.2.4.1 石料应选用未风化的硬质石料，砌筑应紧密、错缝，严禁通缝、叠砌、贴砌和浮塞，勾缝应均匀饱满、美观，坡面应平顺。

10.2.4.2 浆砌砌石施工质量应符合表 12 的规定。

表12 砌石挡土墙质量标准

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	每台班 2 组试件
2	平面位置 (mm)		50	经纬仪: 每 20 m 检查墙顶外边线 3 点
3	顶面高程 (mm)		±20	水准仪: 每 20 m 检查 2 点
4	竖直度或坡度 (%)		0.5	吊垂线: 每 20 m
5	断面尺寸 (mm)		不小于设计	尺量: 每 20 m 量 2 个断面
6	地面高程 (mm)		±50	水准仪: 每 20 m 检查 1 点
7	表面平整度 (mm)	块石	20	2 m 直尺: 每 20 m 检查 3 处, 每处检查竖 直和墙长两个方向
		片石	30	
		混凝土块、料石	10	

### 10.3 悬臂式和扶壁式挡土墙

#### 10.3.1 一般要求

10.3.1.1 原材料必须符合有关技术标准规定，经自检及抽检合格后方可进场；钢筋、水泥必须审核出厂合格证和试验报告，合格方可使用，不合格的一律清除出场。

10.3.1.2 熟悉设计图纸，编制挡土墙施工技术方案，实行“三级技术交底制度”，即技术负责人对管理人员进行技术交底，管理人员对施工班组进行技术交底，班组长负责对操作工人进行技术交底。

10.3.1.3 施工前，应按设计做好墙背截、排水、反滤及防渗设施，完成施工期间临时排水设施。基础基槽开挖应达到设计的持力层，并满足设计基底坡度和深度的要求；基础开挖应从上到下分层分段依次进行，并随时作成一定的坡度以利于排水，且不应在影响坡面稳定的范围内积水。

10.3.1.4 基坑开挖应从上至下分层分段依次进行，开挖过程中应做好临时排水设施，并随时排水，保证工作面干燥及基底不被水浸。基坑开挖后应及时施工，不得长期放置。

10.3.1.5 墙身泄水孔应在安装模板前按设计位置固定，泄水孔应向外倾斜；最下一排泄水孔出口应高出地面或边沟、排水沟及积水地区的常水位 0.3 m；以确保排水畅通。

10.3.1.6 采用整体现浇施工时，每段的底板、面板和肋的钢筋应一次绑扎，一次完成混凝土施工；采用分部浇筑施工时，应设置好预埋钢筋，连接处混凝土应凿毛并清洗干净，保证连接效果。

10.3.1.7 混凝土浇注应均质密实、平整，无蜂窝麻面，不露筋、无缺损，强度符合设计要求。墙混凝土强度等级、各部分结构的几何尺寸和挡土墙的墙顶标高必须符合设计要求。

10.3.1.8 混凝土应按有关规定进行养护；墙背回填应该在挡墙混凝土的强度达到设计强度的 75% 才能够进行填土。回填应分层填筑、分层压实。扶壁式挡土墙回填时应按先填墙趾、后填墙踵的顺序进行。墙背填料宜采用砂性土、卵石土、砾石土或块石土等透水性好、抗剪强度高的材料，填料中不得含有有机物、冰块、草皮、树根及生活垃圾。必须采用粘性土作为填料时，应在墙背设置厚度不小于 30 cm 的砂砾或其他透水性材料排水层；排水层顶部应用厚度不小于 50 cm 的粘性土层封闭。

10.3.1.9 在岩体破碎、土质松软或地下水丰富等地段修建挡土墙，宜避开雨季施工。

#### 10.3.2 工艺流程

见图 15。

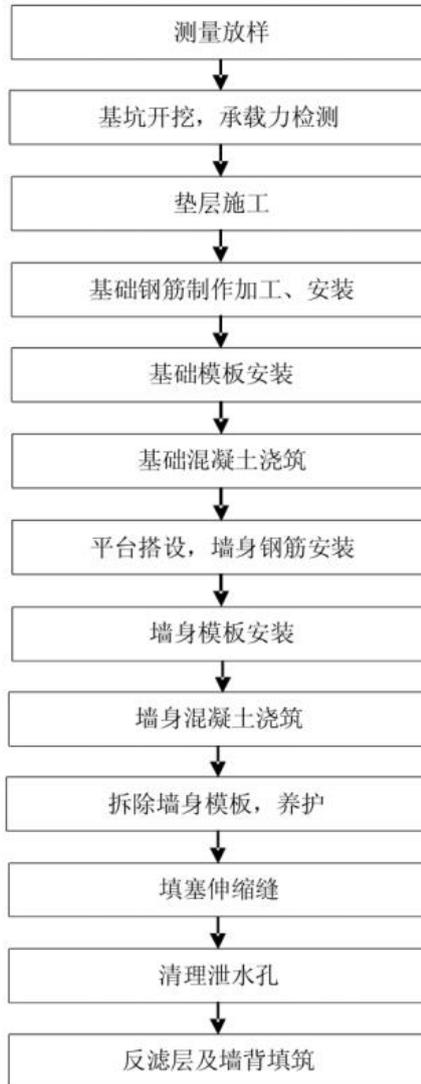


图15 悬臂式和扶壁式挡土墙施工工艺流程图

### 10.3.3 施工要点

#### 10.3.3.1 施工放样

由测量人员根据施工图纸放线，确定挡土墙起讫点断面、界限准确位置及标高，用标桩标出开挖的边线，并向开挖作业班组长做好交底工作，同时保护好放样桩位。

#### 10.3.3.2 基坑开挖，承载力检测

参见 10.2.3.3、10.2.3.4。

#### 10.3.3.3 垫层施工

基坑完成后，按基底纵轴线结合横断面放线复验，确认位置、标高无误并经监理工程师确认后，方可进行垫层施工。地基承载力碎石垫层采用人工配合小型夯机将碎石垫层整平夯实至设计标高，然后浇筑 50 mm 混凝土垫层，为钢筋绑扎提供作业面，混凝土垫层达到一定强度后再次进行基础精确放线。

#### 10.3.3.4 基础钢筋制作加工、安装

测量放线确定基础尺寸后，进行钢筋绑扎、立模，同时预埋墙身钢筋。基础钢筋的绑扎要注意钢筋的保护层厚度，在钢筋与模板间设置预制混凝土保护层垫块，垫块与钢筋扎紧，扎丝一律甩头向内；垫块应采用细石混凝土制作，保证垫块的强度不低于混凝土结构的强度。垫块安装应保证钢筋的保护层厚度符合设计要求，同时密度达到 4 个/m<sup>2</sup>。

#### 10.3.3.5 基础模板安装

10.3.3.5.1 挡土墙基础模板宜采用新的优质竹胶板或定型钢模板，重复利用时应将模板表面水泥浆清除干净，均匀涂抹脱模隔离剂。模板间的拼缝采用双面胶止缝。

10.3.3.5.2 模板的安装应与钢筋绑扎配合进行，先绑扎钢筋再立模板，模板的安装不得影响钢筋的检查，检查合格后才能继续安装模板，模板不应与脚手架相联，避免引起模板变形和浇注过程中模板的不稳定。

10.3.3.5.3 安装侧模时应防止移位和凸出，基础侧模可在模板外设立支撑固定，墙身的侧模可设拉杆固定。

10.3.3.5.4 模板安装完毕后，应对其平面位置、顶部标高、节点联结、纵横向稳定性进行检查。

10.3.3.5.5 模板在安装过程中必须设置防倾覆设施。

#### 10.3.3.6 基础混凝土浇筑

基础模板加固完成后验模，合格后浇筑混凝土；为保证混凝土的拌和质量，加强混凝土施工质量的控制，混凝土采用拌和站集中拌和，混凝土搅拌运输车运输。

#### 10.3.3.7 操作平台搭设，墙身钢筋安装

##### 10.3.3.7.1 操作平台搭设

10.3.3.7.1.1 支架宜采用标准化、系列化、通用化的构件拼装，支架的接头尽量减少，相邻立柱应尽量设在不同的水平面上。

10.3.3.7.1.2 待基础混凝土达到规定强度后，拆除基础侧模，完成基坑回填，整平场地后沿墙身纵向两侧分别搭设施工脚手架。脚手架由立杆、纵杆、横杆和剪刀撑组成，脚手架每层高 2 m，每层脚手架需布设竹笆、四周拉安全网形成封闭操作平台。

##### 10.3.3.7.2 墙身钢筋安装。

10.3.3.7.2.1 绑扎墙身钢筋前应对基础顶面结合部位进行机械凿毛，以凿除松散混凝土露出新鲜石子为准；结合面浇注前洒水湿润，但不得留有积水。

10.3.3.7.2.2 钢筋现场绑扎，同时注意预埋各种管件的设置。墙身钢筋加工安装要求参见 10.3.3.4。

#### 10.3.3.8 墙身模板安装

墙身钢筋绑扎完毕后报监理工程师验收，合格后安装墙面板和扶壁模板。模板底面与事先放出的外轮廓线严格对齐，底口与基础顶靠紧垫平，若有缝隙，在侧模底用水泥砂浆堵塞严密。模板板面之间平整，接缝严密，不漏浆，保证结构物外露面美观，线条流畅。侧模加固前，吊垂线检查其竖直度。对拉拉杆端头设垫片，拉杆螺栓上紧后，再次检查顶口尺寸，确保满足设计尺寸。模板安装完毕，对其平面位置、顶部标高、节点联系及纵横向稳定性进行全面检查，验收合格后方可进行下道工序施工。

#### 10.3.3.9 墙身混凝土浇筑

混凝土拌和站集中拌制，混凝土搅拌运输车运至浇筑地点，泵送入模，50 型振捣器振捣，人工抹面、收光。浇筑混凝土前，通知监理工程师对模板、钢筋和预埋件进行全面检查验收，符合要求后方可浇筑。浇筑混凝土时，试验人员跟班检查混凝土的均匀性，通过现场测定坍落度，验证是否达到设计要求，确保拌制出的混凝土有良好的和易性，粘聚性、流动性和保水性。

#### 10.3.3.10 拆除墙身模板、拆模

常温下混凝土采用表面覆盖土工布，洒水保湿养生，湿养护周期一般不少于 7 d，保持构件表面始终处于湿润状态。侧模板在混凝土强度能保证其表面及棱角不致因拆模而受损坏时方可拆除，一般在混凝土抗压强度达到 2.5 MPa 时方可拆除。现场可通过每构件增加 1 组试件，同条件养护，作为拆模时间评判依据。

#### 10.3.3.11 填塞沉降缝

沉降缝按纵断面设计分段长度预留，一般设于基础标高或地质变化处、分段处及与结构相接处。沉降缝从基础施工开始断开，保持基础与墙身沉降缝在同一竖直面，缝宽一致。在基础施工时，沉降缝位置设置 20 mm 厚泡沫板，待基础混凝土浇筑完成后，沉降缝填塞前先将缝泡沫板清除干净，全断面填塞沥青浸渍好的弹性材料，填塞时做到缝宽均匀，缝身竖直，环向贯通，填塞密实、无空洞，外表光洁。

#### 10.3.3.12 泄水孔清理

泄水孔在立面上的纵横间距按设计执行，采用 PVC 管，泄水孔向墙外横坡符合设计要求；在安装时，可通过定位钢筋对 PVC 管进行固定，对于面板方向的泄水孔，要使 PVC 管与正面模板接触紧密，PVC 管的端面要形成相应的斜面，保证在浇筑混凝土的过程中 PVC 管周围不会漏浆，使面板光滑、平整。PVC 管管口利用胶布进行密封。泄水孔的位置根据设计图纸从基础向上用尺量出中心位置，再加以安装。泄水孔的固定可采用钢筋加工厂的废钢筋焊成三角形将 PVC 管固定。拆除模板后，应对泄水孔进出口进行妥善处理。

#### 10.3.3.13 反滤层及墙背填筑

墙体工程完成后可进行反滤层和墙背回填的施工；反滤层使用透水性材料，并用土工布包裹，墙背分层回填分层碾压，并保证压实度满足设计及规范要求。

#### 10.3.4 质量标准

现浇悬臂式和扶壁式挡土墙施工质量应符合表 13 的规定。

表13 现浇悬臂式和扶壁式挡土墙质量标准

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)	不小于设计强度	每台班 2 组试件
2	砂浆强度 (MPa)	不小于设计强度	每 1 工作台班 2 组试件
3	平面位置 (mm)	30	经纬仪：每 20 m 检查 5 点
4	顶面高程 (mm)	±20	水准仪：每 20 m 检查 2 点
5	垂直度或坡度 (%)	0.3	吊垂线：每 20 m 检查 4 点
6	断面尺寸 (mm)	不小于设计	尺量：每 20 m 量 4 个断面，抽查扶臂 4 个
7	底面高程 (mm)	±30	水准仪：每 20 m 检查 2 点

8	表面平整度 (mm)	5	2 m 直尺: 每 20 m 检查 3 处, 每处检查竖直和墙长两个方向
9	泄水孔间距 (mm)	不大于设计	尺量: 每 20 m 检查 4 点

## 10.4 锚杆(索)挡土墙

### 10.4.1 一般要求

10.4.1.1 基坑开挖、基础浇筑(砌)筑、锚杆(索)制作、肋柱和挡土板预制应符合 JTG/T F50 规定;注浆用的水泥砂浆应符合设计的配比要求。

10.4.1.2 应根据设计要求和地质情况,标注锚杆(索)的钻孔位置;根据锚杆(索)孔径和岩土特性,应合理选择钻孔机具。

10.4.1.3 挡土板和锚杆(索)的施工应逐层由下向上同步进行,挡土板之间的安装缝应均匀,且宜小于 10 mm;同一肋柱上两相邻跨的挡土板搭接处净间距(间隙)不宜小于 30 mm,并应按施工缝处理。

10.4.1.4 挡土板安装时应防止与肋柱相撞以免损坏角隅或开裂;挡土板后的防排水设施及反滤层应与挡土板安装同步进行。

10.4.1.5 锚杆(索)有预应力设计要求,施加的预应力应满足设计要求。

10.4.1.6 锚杆(索)挡土墙的施工应根据设计要求合理安排施工顺序。无具体要求时,应先锚杆进行施工,后进行墙面施工。

10.4.1.7 分级平台应按设计要求进行封闭,并设 2% 的外倾排水坡。

### 10.4.2 工艺流程

见图 16。

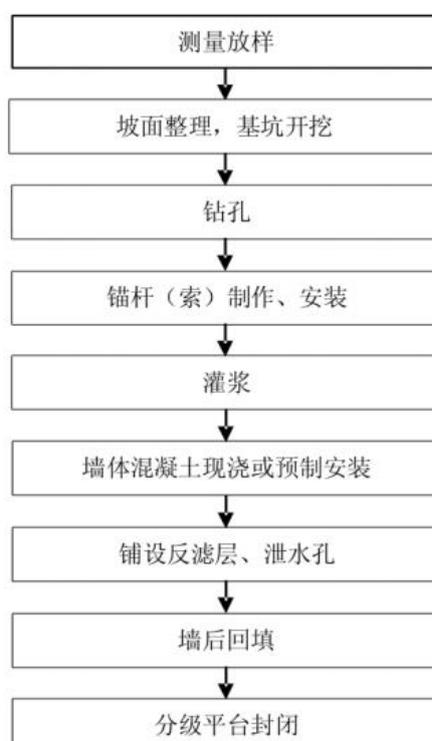


图16 锚杆(索)挡土墙施工工艺流程图

### 10.4.3 施工要点

#### 10.4.3.1 测量放样

测量定线，恢复路线断面边桩，定出肋柱的基线桩，准确定出挡土墙轮廓线、特征点和高程；测定孔位，用仪器测出各个锚孔的位置，并设置孔位方向桩，以便校正。

#### 10.4.3.2 坡面整理，基坑开挖

锚杆（索）挡土墙应自下而上进行施工，施工前，应清除坡面松动石块、浮土，整平墙背坡面；坡面开挖宜采用跳槽方式、自上而下顺序分级开挖，并设置监测设备监控开挖过程中的坡体变形情况，以掌握坡面动态，保证施工安全。须根据现场情况考虑临时支撑，以免山坡坍塌，影响锚杆（索）抗滑力。

#### 10.4.3.3 钻孔

10.4.3.3.1 根据施工图规定的孔位、孔径、孔深和岩土特征，采用与其相适配的类型并能做斜孔钻进的钻进；采用匀速钻进，防止钻孔变形和变径，造成下锚困难；成孔孔壁必须顺直、完整。及时填写钻孔地质原始记录。

10.4.3.3.2 钻孔深度须超过挡土墙后的主动土压力区和潜在滑裂面一定长度，并需在稳定地层中达到足够的有效锚固长度。当岩层风化程度严重或其性质接近土质地层时，可加用套管钻进，以保证钻孔质量。

10.4.3.3.3 在岩层低端钻至要求的深度后，用高压风清孔，将孔内壁及根部残留废土清理干净；严禁用水冲洗。

#### 10.4.3.4 锚杆（索）制作、安装

10.4.3.4.1 锚杆（索）类型规格及性能应符合设计要求，并按施工图尺寸下料、调直、除污。

10.4.3.4.2 插入钻孔的锚杆（索）要顺直，并应除锈，在锚固段部分一般用水泥砂浆防护；锚杆（索）孔外部分需做防锈层，采用在钢筋表面涂防锈底漆，再包扎沥青麻布两层或塑料套管及化学涂料等方法进行防锈。如防锈层局部遭到破坏，应及时加以处理。

10.4.3.4.3 锚杆（索）放入孔内为使在孔内居中，可沿锚杆（索）长度间隔 2 m 左右焊接定位支架。

10.4.3.4.4 清孔完毕后应及时安装锚杆（索），把加工好的锚杆（索）钢筋缓慢地送入钻孔内，定位支架在锚杆（索）下部撑住孔壁，插入锚杆（索）时应将灌浆管与锚杆钢筋同时放至钻孔底部；加工好的锚杆（索）钢筋应保持顺直。

10.4.3.4.5 有水地段安装锚杆（索），应将孔内水排除或采用早强速凝药包式锚杆（索）。

#### 10.4.3.5 灌浆

10.4.3.5.1 按施工配合比采用搅拌机拌制砂浆，随拌随用，经过滤网倒入储浆桶，桶内水泥砂浆在使用前仍需低速搅拌，以防止砂浆离析。

10.4.3.5.2 压浆用砂子以中砂为宜，重量配合比一般为 1:1 和水胶比不大于 0.50 的水泥砂浆，同时尽可能采用膨胀水泥。为避免孔内产生气垫，压浆泵料仓内要始终有一定的砂浆。

10.4.3.5.3 采用重力灌浆与压力灌浆相结合的方法灌注。先将胶管与锚杆同时送入距锚孔底 10 cm 处，用灌浆泵在灌浆压力为 0.3 MPa 左右情况下使砂浆在压力下自孔底向外充满。随浆灌筑，把灌浆管从孔底朝孔口缓慢匀速拔出，但要保持出管口始终埋入砂浆 1.5 m~2.0 m。当砂浆灌至孔口时立即减压为零，以免在孔口形成喷浆。灌浆管拔出后立即浆制作好的封口板塞进孔口，灌浆结束；

10.4.3.5.4 砂浆锚杆（索）安装后，不得敲击、摇动，普通砂浆在 3 d，早强砂浆在 12 h 内不得在杆体上悬挂重物。

#### 10.4.3.6 墙体混凝土现浇或预制、安装

##### 10.4.3.6.1 墙体混凝土现浇

采取分层浇筑分层振捣，振捣时，振动棒应插入下一层混凝土面 50 mm~100 mm，振捣密实。浇筑完成后，应及时养护。

##### 10.4.3.6.2 肋柱、挡板预制和安装

###### 10.4.3.6.2.1 肋柱、挡板预制

10.4.3.6.2.1.1 肋柱、挡板应采用工厂化集中预制；在运输过程中要采取有效措施防止构件破损，面板在运输和堆放时要竖立不可平放堆叠。

10.4.3.6.2.1.2 预制场地要加固平整，当采用底垫时也可不设置混凝土地面；面板预制模板宜用钢模板；模具使用前涂刷隔离剂，使用后及时清理、整齐堆放。

10.4.3.6.2.1.3 按规范要求做好钢筋及预埋件的下料、弯制、绑扎、焊接等工序，预制时应控制好预埋件或预埋孔位置和混凝土保护层厚度，不得有露筋现象。

10.4.3.6.2.1.4 按照配合比配置干硬性或半干硬性混凝土，严格控制用水量。采用混凝土振动器将混凝土振捣，边角处辅以人工捣固，确保混凝土密实。

10.4.3.6.2.1.5 按规定做好构件的脱模、养护，当混凝土达到一定强度后可集中养护 28 d。

###### 10.4.3.6.2.2 肋柱、挡板安装

10.4.3.6.2.2.1 待锚杆（索）孔内砂浆达到设计强度 70%以后，方可进行立柱和挡板安装工作。安装挡板时，应随时作反滤层和墙背回填。

10.4.3.6.2.2.1 挡板安装前应将飞边打掉，防止安装后超出柱顶，对立柱、挡板的倒运、安装应符合混凝土强度要求并防止碰撞和剧烈震动，以免损坏构件。

10.4.3.6.2.2.1 锚杆（索）挡土墙立柱间距应正确或用卡尺固定，以使挡板和柱搭接部分尺寸符合施工图要求；挡板与立柱搭接部分接触面应保持平整，可填入少量砂浆，避免产生集中受力。

10.4.3.6.2.2.1 锚杆（索）焊接、锚固及防锈是锚杆（索）施工中的关键工序，应严格按施工工艺操作。

##### 10.4.3.7 铺设反滤层、泄水孔

泄水孔按施工图要求设置，孔径一般为  $\phi 100$  mm；当墙背土为非渗水土时，应在最低排泄水孔至墙顶以下 0.5 m 高度内，填筑不小于 0.3 m 厚的砂砾石等反滤层。

##### 10.4.3.8 墙后回填

挡板后填料应均匀，不应填入大块石料以免挡墙集中受力；墙背填土和排水设施，应与安装墙板同步协调进行。

##### 10.4.3.9 分级平台封闭

分级式挡土墙平台应回填密实，并做好泄水坡或设排水护板。

#### 10.4.4 质量标准

10.4.4.1 锚杆（索）挡土墙的锚杆（索）施工质量应符合表 14 的规定。

表14 锚杆（索）、拉杆质量标准

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)	不小于设计强度	每台班 2 组试件
2	钻孔位置 (mm)	垂直方向 50; 水平方向 50	钢尺: 逐孔检查
3	钻孔倾角、水平方向角	与设计锚固轴线的倾角、水平方向角 偏差为 $\pm 1^\circ$	地质罗盘仪: 逐孔检查
4	锚杆(索)、拉杆长度	符合设计要求	尺量: 每 20 m 检查 5 根
5	锚杆、拉杆间距 (mm)	$\pm 20$	尺量: 每 20 m 检查 5 根
6	锚杆、拉杆与面板连接	符合设计要求	尺量: 每 20 m 检查 5 根
7	锚杆(索)、拉杆防护	符合设计要求	目测: 每 20 m 检查 10 处
8	锚杆(索)抗拔力	抗拔力平均值 $\geq$ 设计值, 最小抗拔力 $\geq 0.9$ 设计值	抗拔力试验: 锚杆(索)数量的 1%, 并不少于 3 根

10.4.4.2 面板预制、安装质量应符合表 15 的规定。

表15 面板预制、安装质量标准

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)	不小于设计强度	每台班 2 组试件
2	边长 (mm)	$\pm 5$ 或 0.5%边长	尺量: 长宽各量 1 次, 每批抽查 20%
3	两对角线差 (mm)	10 或 0.7%最大对角线长	尺量: 每批抽查 20%
4	厚度 (mm)	+5, -3	尺量: 检查 4 处, 每批抽查 20%
5	表面平整度 (mm)	4 或 0.3%边长	2 m 直尺: 长、宽方向各测 1 次, 每批抽查 20%
6	预埋件位置 (mm)	5	尺量: 检查每件, 每批抽查 20%
7	每层面板顶高程 (mm)	$\pm 10$	水准仪: 每 20 m 抽查 5 组板
8	轴线偏位 (mm)	10	挂线、尺量: 每 20 m 量 5 处
9	面板竖直度或坡度	+0, -0.5%	吊垂线或坡度板: 每 20 m 量 5 处
10	相邻面板错台 (mm)	5	尺量: 每 20 m 面板交界处检查 5 处

注: 面板安装以同层相邻两板为一组。

10.4.4.3 锚杆(索)挡土墙的整体施工质量应符合表 16 的规定。

表16 锚杆(索)挡土墙、锚定板挡土墙和加筋土挡土墙总体质量标准

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	墙顶和肋柱平面位置 (mm)	路堤式	经纬仪: 每 20 m 检查 5 处
		路肩式	
2	墙顶和柱顶高程 (mm)	路堤式	水准仪: 每 20 m 测 5 点
		路肩式	
3	肋柱间距 (mm)	$\pm 15$	尺量: 每柱间
4	墙面倾斜度 (mm)	+0.5%H 且不大于+50, -1%H 且不小于-100, 见注	吊垂线或坡度板: 每 20 m 测 4 处
5	面板缝宽 (mm)	10	尺量: 每 20 m 至少检查 5 条

6	墙面平整度 (mm)	15	2 m 直尺: 每 20 m 测 5 处, 每处检查竖直和墙长两个方向
7	墙背填土: 距面板 1 m 范围内的压实度 (%)	90	每 100 m 每压实层测 2 处, 并不得少于 2 处
注: 平面位置和倾斜度 “+” 指向外, “-” 指向内, H 为墙高。			

## 10.5 抗滑桩

### 10.5.1 一般要求

10.5.1.1 施工前, 应详细调查、收集工程地质资料; 当实际与设计资料不符时, 应及时反馈、处理。抗滑桩施工尽量采用机械成孔, 当地面受限或非圆形截面时, 采用人工挖孔成孔。应完成对滑坡变形、移动监测点的设置; 并连续对滑坡体进行变形、移动进行监测与预警预报, 及时反馈监测施工过程。

10.5.1.2 抗滑桩施工宜避开雨季; 在雨季施工时, 应对桩孔四周进行加高至少 30 cm 防护, 孔口上方应搭设防雨应急棚; 整平孔口地面, 做好周边截、排水及防渗工作。

10.5.1.3 依据现场实际岩土地质情况, 合理安排施工顺序, 减少对坡体稳定的影响。制定正确的施工工艺和方法, 保证时期和施工质量。依据设计资料, 应合理配置施工机具、器材、照明等施工设施, 保障施工环境。

### 10.5.2 工艺流程

见图 17。



图17 抗滑桩施工工艺流程图

### 10.5.3 施工要点

10.5.3.1 测量放样及定位桩。根据批复的测量成果，测量放样确定桩位中心、特征点和外轮廓线，以此为基准，定出孔口护圈内廓。

10.5.3.2 孔口护圈浇筑。经工程师核查批准后支模，浇筑或砌筑孔口护圈。孔口护圈施工完成后，测量孔口护圈顶高程。根据孔口护圈高程及桩底高程确定挖孔深度。孔口护圈高出原地面 30 cm，防止在施工过程中杂物落入孔中伤人。护圈砌筑完成后复测桩位，在护圈顶面引出十字护桩；在挖孔施工过程中，利用十字护桩检测桩孔中心偏位、桩径、桩孔垂直度等。

10.5.3.3 开挖第一节桩孔土方。抗滑桩挖孔施工时，应间隔交错跳挖；单根抗滑桩挖孔时应分节开挖，分节不宜过长，每节高度宜为 1.0 m；不得在土石层变化处和滑动面处分节。桩孔开挖时，先开挖桩孔中间部分土方，然后向周边扩挖，控制好桩孔截面尺寸；根据土质不同，确定开挖节段高度；挖除的渣土弃渣严禁堆放在滑坡范围内和孔口附近，及时清运移走。挖孔过程中，做好原始记录，发现地质情况与设计不符，立即汇报。

10.5.3.4 桩基中心位置检测。开挖一节，支护一节。每一节段挖孔成型后，必须检查其孔位及孔径符合要求后方可支模板，以保证整个抗滑桩的护壁厚度、孔径及垂直度。护壁应贴紧围岩，清除松动岩石、土块。

10.5.3.5 支护壁模板。护壁模板通过拆上节、支下节的方式重复周转使用。模板必须具有足够的刚度；桩径不小于设计桩径。模板间用卡具、扣件连接固定，模板上下端各设一道加强圈作为内支撑，防止模板受力变形。

10.5.3.6 浇护壁混凝土。护壁混凝土采用强制式拌和机厂拌集中生产，并专人浇筑、振捣、养生。注意捣密混凝土，尤其是护壁接头处，应认真处理，以防漏水、渗水。要保证混凝土强度及其厚度；根据气候条件，混凝土强度不小于 1.2 Mpa，浇筑 24 h 后方可拆模，进行下一节开挖。

10.5.3.7 安装电动葫芦、吊桶和照明灯、通风机、水泵等。在垂直运输架上安装滑轮组和电动葫芦，穿上卷扬机钢丝绳。在安装滑轮组和吊桶时，保持吊桶与孔壁之间留有适当距离，防止施工过程中吊桶碰撞孔壁。井底照明必须用 36 V 低压电源，防破电线，防水防爆照明灯。孔口四周设置围护栏；当桩孔深度大于 10 m，应进行井下机械通风，加强空气的流动。操作时上下人员轮流作业，桩孔上方人员必须密切观测桩孔下方人员状况，互相呼应。当地下渗水量不大时，随挖随将泥水用吊桶运出；当地下水水量较大时，在桩孔底先挖集水坑，用水泵抽水，边降水边挖土。

10.5.3.8 开挖、吊运第二节桩孔土方。从第二节段开始，利用提升设备运土，桩孔内操作人员必须戴安全帽，地面人员应系好安全带。当吊桶在桩孔上方 1 m 左右，横移或转动，使吊桶离开桩孔上方，将土卸移孔口以外 3 m，平整现场后存放。桩孔挖至规定深度后，用杆孔规检查孔的直径及井壁圆弧度，施工人员修整孔壁使上下垂直顺直。

10.5.3.9 支护壁模板、浇护壁混凝土。拆除第一节护壁模板，放置钢筋；模板支好后，检测模板中心位置、支撑情况，符合要求后浇筑第二节护壁混凝土。混凝土用吊桶运送到孔内，人工入模、振捣密实。为加快工程进度，在混凝土中适当加入早强剂，加速混凝土硬化。

10.5.3.10 依次向下循环作业至桩底。逐节段往下循环操作，将桩孔挖至设计高程，用钢钎插探桩底地质情况是否与图纸相符，清除虚土。基底地质与设计不符时，及时上报工程师，签署验收记录。当桩孔内有岩层，需要进行挖孔爆破施工时，应进行专门设计，宜采用浅眼松动爆破。严格控制炸药用量并在炮眼附近加强支护，采用电雷管引爆；严禁裸露爆破。孔内爆破后先通风排烟 15 min，并检查无有害气体后，施工人员方可下井继续作业。

10.5.3.11 检查验收桩孔。成孔后，在自检的基础上，做好施工原始记录，办理隐蔽工程验收手续，经工程师对桩直径、高程、桩位、垂直度全面检查签字后，吊放钢筋笼。抗滑桩钢筋笼接头不得设置在土石分界处和滑动面处。

10.5.3.12 钢筋笼制作、安装。在钢筋加工场内，采用长线法胎架制作钢筋笼。加工好的钢筋笼按安装要求分节、分类编号，钢筋接头预拼连接；钢筋笼经验收合格后拆开分节，采用专用钢筋笼运输车运至现场；钢筋笼吊装采用两点起吊。钢筋笼竖直后，对准桩孔中心，纠偏后竖直下放；分节钢筋笼边接长边下放。骨架进入孔中后，严禁摆动碰撞孔壁，以防坍孔。

10.5.3.13 按水下混凝土或常规法浇筑桩身混凝土：

- a) 水下混凝土法浇筑桩身混凝土。当自孔底及孔壁渗入的地下水，其上升速度较快（参考值 $\leq 6$  mm/min）时，应采用水下灌注混凝土的施工方法。导管使用前进行必要的水密承压和接头抗拉试验。初灌料斗高度保持导管底口距孔底 30 cm~50 cm，容量保证首盘料下落后导管埋深不小于 1 m；水下混凝土浇筑必须连续进行，混凝土灌注过程保持导管合理埋深 2 m~6 m；混凝土面上升高度接近钢筋笼底口时，合理控制导管埋深，放缓灌注速率，确保钢筋笼不上浮。桩基水下混凝土灌注，须在首批混凝土初凝前完成；桩基混凝土面实际灌注标高比设计桩顶至少高出 0.5 m。

- b) 常规法浇筑桩身混凝土。常规法浇筑桩身混凝土。开始浇筑时，孔底积水不宜超过 50 mm，浇筑速度尽可能加快，使混凝土对孔壁的压力大于渗水压力，防止水渗入孔内。常规法浇筑混凝土桩，可在导管中自由坠落。桩顶 2 m 以下混凝土，依靠自由坠落捣实，在此线以上浇筑的混凝土必须用振捣棒振捣密实。混凝土浇筑宜一次性连续浇筑完成。浇筑至桩顶 20 cm 以后，将表面已离析的混凝土混合物和水泥浆等清除干净。

10.5.3.14 桩基成品检测、验收。在挖孔桩混凝土灌注完成后，复测桩中心和桩顶高程，在混凝土强度达到设计要求后，进行桩身混凝土完整性、均匀性的检测。

10.5.3.15 抗滑桩与其他支挡结构结合，应按设计要求与抗滑桩配套连接完成。

#### 10.5.4 质量标准

10.5.4.1 抗滑桩施工质量应符合表 17 的规定。

表17 抗滑桩质量标准

项次	检测项目		规定值或允许偏差	检测频率和检测方法
1	混凝土强度 (MPa)		满足设计要求	每台班 2 组试件
2	桩长 (m)		不小于设计	测绳量：每桩测量
3	孔径或断面尺寸 (mm)		不小于设计	探孔器：每桩测量
4	桩位 (mm)		+100	经纬仪：每桩测量桩检查
5	竖直度 (mm)	钻孔桩	1%桩长，且不大于 500	测壁仪或吊垂线：每桩检查
		挖孔桩	0.5%桩长，且不大于 200	吊垂线：每桩检查
6	钢筋骨架底面高程 (mm)		±50	水准仪：测每桩骨架顶面高程后反算

## 11 安全施工

### 11.1 一般规定

11.1.1 防护与支挡工程施工应贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”的方针。施工前应对各种安全隐患进行辨识和评估，在施工过程中有针对性地采取各种有效措施，预防事故发生。

11.1.2 施工前应进行现场调查，应在施工组织设计中编制安全技术措施和施工现场临时用电方案，危险性较大的工程应编制专项施工方案，并附具安全验算结果，或组织专家进行论证、审查。

11.1.3 施工前应进行危险源辨识，并按要求对高坡面路基等工程进行施工安全风险评估，编制风险评估报告，现场应监控。

11.1.4 施工前使用的特种设备，应按相关规定取得生产许可，应经检验合格并取得使用登记证书。应对从业人员进行安全生产教育培训，未经培训不得上岗。特殊作业人员，应按相关规定经过专门培训，取得相应资格证书，持证上岗。

11.1.5 施工现场出入口、沿线各交叉口、施工起重机械、临时用电设施以及脚手架等临时设施，应设置明显的安全警示标志和必要的安全防护措施。

11.1.6 大雨、大雪、大雾和六级以上大风等恶劣天气不得进行露天作业。

11.1.7 防护和支挡工程的施工单位应推广三阶段安全风险分析与预防，单元预警法。

### 11.2 砌筑施工安全规定

11.2.1 坡面防护作业应设警戒区，并应设置明显的警示标志。

11.2.2 砌筑作业人员应佩戴安全帽、防滑鞋等防护用品。

- 11.2.3 高度超过 2 m 作业应设置脚手架，并应符合 JTG F90 要求。
- 11.2.4 砌筑作业中，脚手架下不得有人操作及停留，不得重叠作业。
- 11.2.5 不得自上而下顺坡卸落、抛掷砌筑材料。
- 11.2.6 高处运送材料宜使用专用提升设备。
- 11.2.7 高坡面的防护应编制专项安全方案。

### 11.3 人工开挖支挡抗滑桩安全规定

- 11.3.1 现场应配备气体浓度检测仪，进入桩孔前应先通风 15 min 以上，并经检查确认孔内空气符合 GB 3095 规定的三级标准浓度限值。人工挖孔作业时，应持续通风，现场应至少备用 1 套通风设备。
- 11.3.2 土石层变化处和滑动面处不得分节开挖，应及时加固防护护壁内滑裂面。
- 11.3.3 同排桩施工应跳槽开挖，相邻桩孔不得同时开挖，相邻两孔中的一孔浇筑混凝土，另一孔内不得有作业人员。
- 11.3.4 土层或破碎岩石中挖孔桩应采用钢筋混凝土护壁，应根据计算确定护壁厚度和配筋量。
- 11.3.5 孔内作业人员应戴安全帽、系安全带、穿防滑鞋，安全绳应系在孔口。作业人员应通过带护笼的直梯进出，人员上下不得携带工具和材料。作业人员不得利用卷扬机上下桩孔。
- 11.3.6 绞车、绞绳、吊斗、卷扬机等设备完好，起吊设备应装设限位器和防脱钩装置。
- 11.3.7 孔口处应设置护圈，护圈应高出地面 0.3 m。孔口应设置护栏和临时排水沟，夜间应悬挂示警红灯。孔口四周不得堆积弃渣、无关机具及其他杂物。
- 11.3.8 非爆破开挖的挖孔桩雨季施工，孔口应设置防雨棚，雨天孔内不得施工。
- 11.3.9 在含有毒有害气体的地区，孔内作业应至少每 2 h 检测一次有毒有害气体及含氧量，保持通风，同时应配备不少于 5 套且满足施救需要的隔绝式压缩氧自救器等应急救援器材。
- 11.3.10 人工挖孔桩孔深不宜超过 15 m，孔径不宜小于 1.2 m。
- 11.3.11 孔深超过 15 m 的桩孔内应配备有效的通信器材，作业人员在孔内连续作业不得超过 2 h；桩周支护应采用钢筋混凝土护壁，护壁上的爬梯应每间隔 8 m 设一处休息平台；孔深超过 30 m 的应配备作业人员升降设备。
- 11.3.12 孔口应设专人看守，孔内作业人员应检查护壁变形、裂缝、渗水等情况，并与孔口人员保持联系，发现异常应立即撤出。
- 11.3.13 孔内作业人员的头顶部应设置护盖。弃渣吊斗不得装满，出渣时，孔内作业人员应位于护盖下。
- 11.3.14 孔内照明电压应为安全电压，应使用防水带罩灯泡，电缆应为防水绝缘电缆。
- 11.3.15 孔内爆破作业应专门设计，采用浅眼松动爆破法，并应严格控制炸药用量，炮眼附近孔壁应加强防护和支护。孔深不足 10 m，孔口应做覆盖防护。爆破作业的安全管理应按照 GB 6722 中的有关规定执行。爆破前，相邻桩孔人员必须撤离。
- 11.3.16 混凝土护壁应随挖随浇，每节开挖深度应符合专项施工方案要求，且不得超过 1 m。护壁外侧与孔壁间应填实。混凝土护壁浇筑前，上下段护壁的钩拉钢筋应绑扎牢固。护壁模板应在混凝土强度达到 5 MPa 以上后拆除。

### 11.4 挡土墙施工安全规定

- 11.4.1 挡土墙施工应设警戒区。
- 11.4.2 回填作业应在挡土墙墙身的强度达到设计强度的 75%后设施，墙背 1.0 m 以内不宜使用重型振动压路机碾压。
- 11.4.3 挡土墙墙高大于 2 m 时，施工应符合 JTG F90 规定。
- 11.4.4 锚杆（索）挡土墙施工前，应清楚岩面松动石块，并整平墙背坡面。

## 12 环境保护

### 12.1 一般规定

12.1.1 公路防护与支挡工程施工应按照“预防为主，防治结合，综合治理”原则，严格执行“三同时”制度，按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水土保持法》、环境管理体系认证和安徽省环保部门的有关要求执行，积极维护当地自然环境，最大限度地减少对自然环境的破坏，杜绝环境污染，防止水土流失。

12.1.2 参与坡面防护与支挡工程的施工单位须成立环保和文明施工领导小组，制定环境保护和文明施工管理制度，落实岗位责任制，配备专业人员确保有效运行。

12.1.3 工程的施工组织设计中须有环境保护及文明施工实施方案和具体措施，并在施工过程中认真组织实施。

12.1.4 在坡面施工过程中，注意防止水土流失和污染；雨季坡面施工，应注意天气变化，采取有效措施，避免滑坡、泥石流的发生。

12.1.5 职工进场前进行岗前环保和文明施工教育，宣传有关环保政策、知识，增强职工的环保意识，使环境保护成为参建职工的自觉行动；项目实施过程中，定期进行环保培训。

12.1.6 建立公众投诉电话，主动接受群众监督。施工现场要做到工完、料净、场地清。

### 12.2 生态及水土保持环保措施

12.2.1 施工现场内道路平整、顺畅，排水良好；临时设施均按标准硬化地面，设置沉淀池及排水沟，生活及生产污水需经过滤沉淀池处理后排入沟渠。

12.2.2 取、弃土场的使用须有相应的环保措施报监理工程师批准；取土场、施工场地的周边必须设置排水沟，防止水土流失和污染环境。当条件具备时进行绿化处理，并报请当地水土保持管理部门验收。

12.2.3 取土场在取土结束后，应采用整治和覆土措施；弃土堆放时应分层满面积堆放，并均匀压实，要求压实度不小于 90%。弃土堆坡面采用干砌片石或浆砌片石防护，顶面采用满植草防护。弃土堆顶面视情况设置排水沟，以保证弃土堆地表水的畅通。

12.2.4 在防护和支挡工程开挖施工中，要求文明施工，合理调配，严格按施工规范要求作业，禁止乱取土或随意弃土；严格按照设计要求进行，及时做好弃土场的环保工作。

12.2.5 保持排水系统通畅，确保在任何时候都具有良好的工作状态，避免雨水造成路基坡面水土流失对农田、菜地及农作物的损害。

12.2.6 合理安排施工顺序，施工过程中随时与气象部门联系，对地质不良地段的坡面尽量避开雨季施工。坡面形成后，随即完善护坡、挡土墙、排水沟等防护工程，恢复植被。对路堤坡面及时进行植草绿化。

12.2.7 石方路堑用做料场或料场开采，必须经环保部门批准，并加强取料山体坡面防护。生产期间应定时洒水，减轻施工扬尘。取料结束后应覆土平整、恢复植被，清理河道弃渣及沿线乱堆放的弃料。

12.2.8 在工作场地内设置沉淀池，对施工废水进行沉淀净化，并用于洒水降尘；清理场地的废料处理，不得影响排灌系统及农田水利设施；工程竣工后及时清除临时工程及废弃物，恢复原有地貌景观。

### 12.3 水污染防治环保措施

#### 12.3.1 施工生产废水、生活污水污染防治措施

12.3.1.1 临时设施营地附近没有地表水系，施工污水成分简单，应设置沉淀池和化粪池，用后填埋；生活垃圾不能沿河堆放，装入垃圾桶定时清运或设垃圾坑发酵后用于肥田，垃圾坑施工结束后用土掩埋。

12.3.1.2 施工驻地的生活污水、生活垃圾、粪便集中处理，不直接排入水体。建有水冲式厕所的施工营地及施工管理区的粪便污水宜采用化粪池处理，化粪池出水应汇集到污水集水池，备用于农灌。兼有旱厕的施工营地及施工管理区的粪便污水宜在旱厕中蓄积，备用于农灌。

12.3.1.3 有效地利用水资源，制定污水处理措施，坚决杜绝乱排乱放污水、油污和各种废弃物；禁止利用渗坑、渗井、裂隙排放、倾倒污水；施工污水必须经过集中处理并达到环保要求后，才能外排，防止附近水源受到污染。

12.3.1.4 含有有害物质的建材如水泥等不得堆放在水体附近，并应设篷盖，必要时设围栏，防止被雨水冲刷水体。

12.3.1.5 基坑挖出的泥渣，经沉沙池沉降，禁止随意弃入河道或河滩，以免污染水体、抬高河床或压缩过水断面及淤塞河道；钻渣运至附近采取深挖取土的取土坑内，回填表层土，进行绿化或复耕。

### 12.3.2 含油污水防治措施

12.3.2.1 采用施工过程控制，清洁生产的方式进行含油污水的控制。

12.3.2.2 尽量选用先进的设备、机械，以有效地减少跑、冒、滴、漏的数量及机械维修次数，从而减少含油污水的产生量。禁止在水体中清洗装过油类或其它有毒污染物的容器。

12.3.2.3 在不可避免的跑、冒、滴、漏过程中，尽量采用固态吸油材料如棉纱、吸油纸等将废油收集转化到固态物质中，避免产生过多的含油污水，对泄露到土壤的油污应及时利用刮削装置收集封存，运至垃圾场集中处理。

12.3.2.4 机械、设备及运输车辆的维修保养尽量集中于各路段处的维修点进行，以方便含油污水的收集；在不能集中进行的情况下，由于含油污水的产生量一般小于  $0.5 \text{ m}^3/\text{d}$ ，因此可全部用固态吸油材料吸收混合后封存外运。

12.3.2.5 在施工场地及机械维修场所设平流式沉淀池、含油污水由沉淀池收集，经酸碱中和、沉淀、隔油、除渣等简单处理后，油类等污染物浓度减小，施工结束后将沉淀池覆土掩埋。

12.3.2.6 对收集的浸油废料采取打包密封后，连同施工营地其它危险固体一起外运，外运地点选择在附近具备垃圾填埋或有垃圾处理能力的城镇。

12.3.2.7 施工中油料等化学品不得堆置在河流、鱼塘及饮用水井附近，配备遮盖的帆布，防止雨天化学品随雨水进入水体。

### 12.4 扬尘防治环保措施

12.4.1 按安徽省有关建筑工程扬尘污染治理及招标文件的要求进行标准化施工，施工便道、料场进行水泥混凝土路面硬化，以防扬尘。

12.4.2 进行坡面土方开挖时，堆土要相对集中，存土时间超过一个月的，必须采取覆盖、固化或绿化等措施。短时存放的要采取洒水降尘等措施，并设专人负责。

12.4.3 散装和其它易飞扬的细颗粒散体材料应尽量安排库内存放，如需露天存放应采取严密遮盖措施。

12.4.4 配足洒水车，对施工便道、料场进行经常性洒水，洒水的程度做到既不扬尘又不影响车辆通行。

12.4.5 围挡的主要出入口使用泥土冲洗机，出入口采用水泥混凝土硬化，并设横向的排水坡，坡脚下设排水沟将水引至沉淀池，

12.4.6 车辆要覆盖。

附录 A  
(资料性附录)

坡面防护与支挡工程施工标准化图片

坡面防护与支挡工程施工标准化图片见图 A.1。

表A.1 坡面防护与支挡工程施工标准化图片

序号	施工图片	工艺说明
1		防护混凝土预制构件工厂化集中预制、养护
2		防护混凝土预制构件标识后集中堆存
3		防护混凝土预制构件正式砌筑前模拟试拼
4		防护混凝土预制构件现场精确就位安装

序号	施工图片	工艺说明
5		防护混凝土预制构件试验段
6		空腹式多拱路堤防护
7		预制六角形空心混凝土块
8		预制六角形实心混凝土块
9		浆砌挡土墙外露面勾缝

序号	施工图片	工艺说明
10		多种防护与支挡工程型式组合
11		规则料石表面平整度检测
12		路堑段锚固防护施工操作平台
13		路堑段锚固防护框架梁肋模板
14		路堑段锚索框架与客土喷播组合防护

序号	施工图片	工艺说明
15		生态防护成型后效果
16		生态植被绿化
17		挂网柔性防护
18		人工挖孔抗滑桩开挖及护壁
19		人工挖孔抗滑桩钢筋笼安装