

公路预应力锚索框架防护施工技术规范

2022 - 01 - 12 发布

2022 - 04 - 10 实施

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 材料..... 2

5 施工工艺..... 3

6 监测、检测与验收..... 9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由山西省交通运输厅提出并监督实施。

本文件由山西省交通运输标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：山西路桥建设集团有限公司、山西路桥第二工程有限公司。

本文件主要起草人：程志康、郭子强、张亚军、樊秀生、蒲智明、单慧强、席红亮、席文斌、赵宏川。

公路预应力锚索框架防护施工技术规程

1 范围

本文件规定了公路预应力锚索框架防护施工技术材料、施工工艺、施工质量管理与验收。
本文件适用于公路锚索框架防护工程施工，其它工程可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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/T 14370 预应力筋用锚具、夹具和连接器
- GB 50204 混凝土结构工程施工及验收规范
- DL/T 5083 水利水电工程预应力锚索施工规范
- JGJ 63 混凝土拌合水用水标准
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准
- JTG/T 3610 公路路基施工技术规范
- JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范
- 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

锚索

由锚具、钢绞线及附件组成的结构件。

3.2

预应力锚索

由锚具、预应力钢绞线及附件组成的结构件。

3.3

锚孔

起安放、固定束体，控制施力方向的作用，可用机械钻凿等方法在被加固体中制作成型。

3.4

自由段

（预应力）锚索依靠自身弹性变形，张拉时可自由伸长，锁定后形成对被锚固介质施加预应力的部分。

3.5

锚具

将（预应力）锚索的张拉力传递给被锚固介质的装置。

3.6

预应力损失

预应力锚索张拉锁定后的应力到建立有效预应力这一过程中所出现的应力减少。

4 材料

4.1 一般规定

锚索框架支护所需的水泥、钢材、高强度低松弛钢绞线及锚具等各类材料应符合设计文件要求。使用前需对各种材料做必要的物理力学试验，提供材料检验合格证书等资料。

4.2 水泥

水泥宜用普通硅酸盐水泥，水泥强度等级不低于 42.5MPa。

4.3 水

拌合水的水质符合《混凝土拌合水用水标准》（JGJ63），一般情况下，凡适合于饮用的水均可作为拌合水。

4.4 钢绞线

4.4.1 预应力锚索规格应符合设计文件要求。高强度低松弛无粘结钢绞线，要求顺直、无损伤、无锈蚀、无死弯等。

4.4.2 外观检查应符合下列要求：

- a) 制作预应力锚索的钢绞线逐盘进行严格检查，其表面不应有裂缝、小刺、劈裂、死弯、锈蚀等机械损伤和油迹。
- b) 钢绞线的外观尺寸符合有关技术标准的要求。
- c) 根据设计要求，切断钢绞线，短钢绞线不得接长使用，以免接头强度不足，影响承载能力及接头锈蚀，影响使用寿命。
- d) 锚固段除锈要求十分严格，采用钢刷除去钢绞线缝隙的铁锈，使用除锈剂时对其性能应注意选择，采用碱性或中性除锈剂。

4.4.3 力学性能检查应符合下列要求：

- a) 钢绞线的力学性能抽样检查：一般钢绞线批量在 60t 以下的，随机选取 3 盘取 3 根试件组成 1 个试验组；60t 以上批量的，按 60t 一组组成试验组。
- b) 试件制取时应从所选钢绞线盘内先截去 500mm，再根据试验条件截取 900mm~1200mm（测试标距为 610mm）。
- c) 检验时应从每批钢绞线中任取 3 盘，并从每盘所选的钢绞线端部正常部位截取一组试样进行表面质量、直径偏差和力学性能试验。如每批少于 3 盘，则应逐盘取样进行上述试验。试验结果如有一项不合格时，则不合格盘报废，并再从该批未试验过的钢绞线中取双倍数量的试样进行该不合格项的复验；如仍有一项不合格，则该批钢绞线为不合格。
- d) 测定钢绞线的破断力时，采用整根钢绞线做拉力试验，不允许将钢绞线拆散。

4.5 水泥砂浆用砂

锚固工程水泥砂浆，用砂宜中砂（平均粒径 $0.3\text{mm}\sim 0.5\text{mm}$ ），并要求含泥量不应大于3%（以质量计），砂中有害物质（如云母、轻物质、有机质、硫化物等）含量应低于1%。

4.6 混凝土材料

4.6.1 在预应力锚固中，选用强度高、耐久性好的混凝土，应具有较高的早期强度。

4.6.2 混凝土宜采用 42.5 级普通硅酸盐水泥或早强硅酸盐水泥。

4.6.3 粗骨料宜采用中粗砂，含泥量控制至 3%以下，含泥量大时，应清洗干净。

4.6.4 减水剂可采用产量大，品种多，价格适中的萘系高效减水剂。

4.7 塑料管

需具有足够的强度，保证其在加工和安装过程中不能损坏，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。

4.8 施工设备

施工设备包括钻孔设备、注浆设备、张拉设备、混凝土搅拌设备、下料设备等。具体要求如下：

- a) 钻孔设备应根据施工环境、地质条件、钻孔深度、钻孔方向和孔径大小等因素选择适宜的钻孔机械。
- b) 注浆设备包括柱塞灰浆泵、挤压式灰浆泵和螺旋杆式灰浆泵等。
- c) 张拉设备应根据锚具类型、束体材料、施工环境等因素选择，包括千斤顶、高压油泵。常用的千斤顶有 YCQ 系列、YDC 系列。预应力油泵可分为电动高压油泵与手动油泵两类。
- d) 混凝土搅拌设备主要用来制备外锚头处的混凝土。常用的混凝土设备有 JQ 型强制式混凝土搅拌机。
- e) 下料设备包括型材切割机和便携式液压切断机。

5 施工工艺

5.1 一般规定

5.1.1 预应力锚索锚固施工工艺应符合相关规范规定，流程图见图 1。

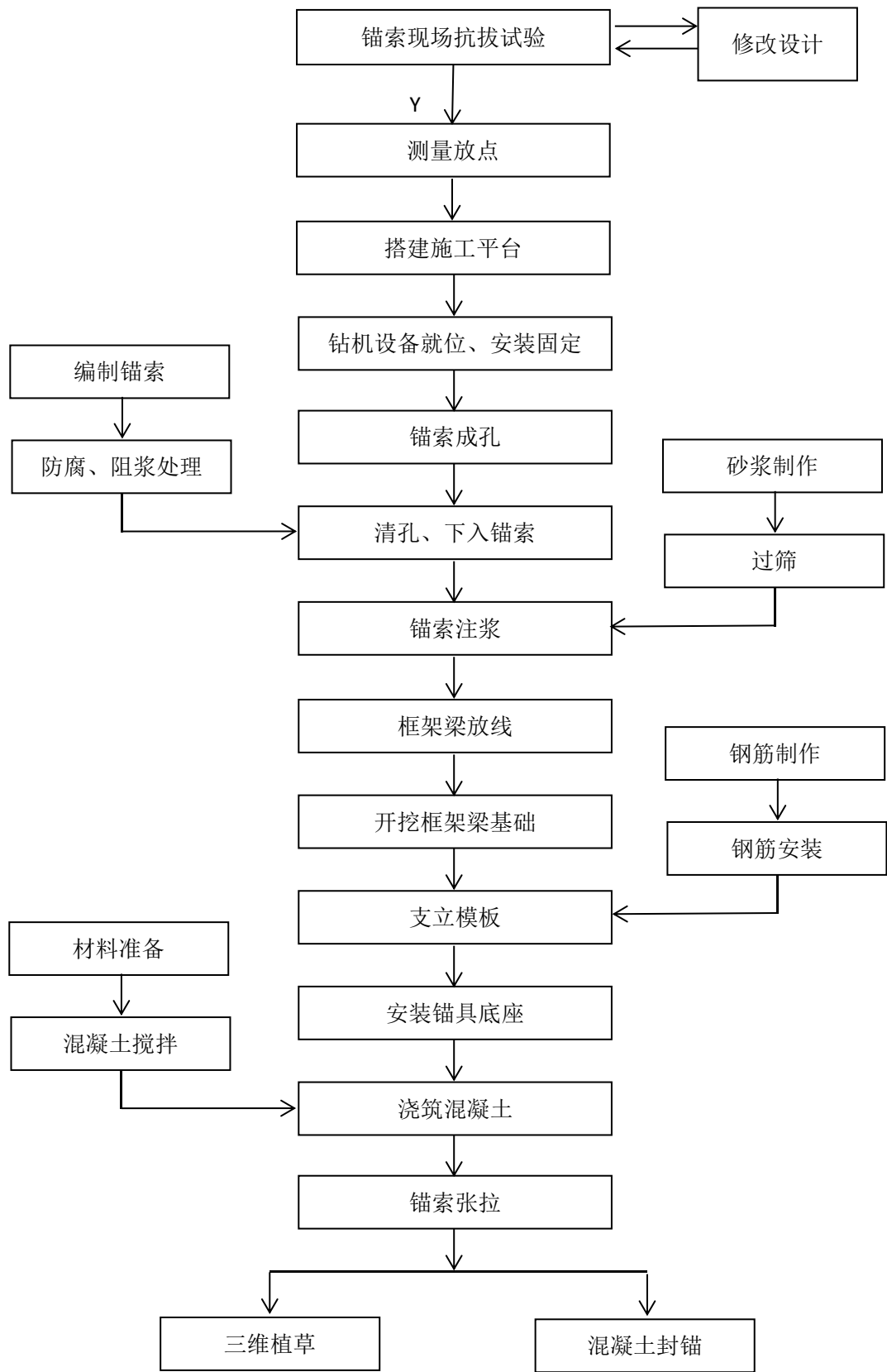


图 1 预应力锚索锚固施工工艺流程图

5.2 施工准备

5.2.1 原坡面验收

施工坡面应满足设计要求。不符合设计要求时，对原坡面进行人工整修，达到坡度要求，同时对松散岩体进行清除。

5.2.2 坡面测量放样

根据控制点及设计施工立面图，按设计要求，将锚孔及横竖梁位置准确测放在坡面上，水平方向孔距误差不应大于5cm，垂直方向孔距误差不应大于10cm，如遇既有刷方坡面不平顺或特殊困难场地时，需经设计监理单位认可，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。

5.2.3 搭设脚手架平台与钻机就位

- a) 为方便钻机作业，需在边坡上搭设脚手架平台。高边坡钻孔工作均在高空条件下作业，作业平台的牢固性与安全性十分重要。采用符合规范标准的 $\phi 48\text{mm} \times 3.5\text{mm}$ 钢管作支架，用扣件联接，平台宽度为不小于2m。要求爬杆不得和竖梁锚孔交错，平台应低于横排锚孔0.5m，作业平台上满铺 $\geq 25\text{mm}$ 木板，木板与脚手架用铁丝绑扎牢固，平台外面设栏杆，平台用垂直水平面地锚桩锚牢，保证钻机施工时的稳定及施工的安全性。
- b) 钻机在作业平台上安装要保证稳固，且保证使钻头中心对准孔位中心。确保锚孔开钻就位纵横误差不得超过 $\pm 5\text{cm}$ ，垂直误差不得超过 $\pm 10\text{cm}$ ，钻孔倾角和方向符合设计要求，倾角允许误差 $\pm 1.0^\circ$ ，方位允许误差 $\pm 2.0^\circ$ 。

5.3 钻孔

5.3.1 钻孔方法选择

钻孔要求干钻，不宜采用水钻，以确保锚索施工不至于恶化边坡岩体的工程地质条件和保证孔壁的粘结性能。钻孔速度根据使用钻机性能和锚固地层严格控制，防止钻孔扭曲和变径，造成下锚困难或其它意外事故。

5.3.2 钻孔倾角

钻孔的倾角按照设计文件要求，开孔时要用钻孔来回多次对孔口进行钻进，导正开孔的倾角和孔位，并在开孔钻进前1m时，用测斜仪多次量测钻机的底盘或钻杆，随时调整钻机，保证在开孔时由地层软硬或坡面不平整引起钻机对孔位偏移的误差，在钻进中每钻进3~5m用测斜仪量测一次钻孔孔斜，及时调整钻孔孔斜误差。

5.3.3 钻进

钻进过程中对每个孔的地层变化，钻进状态（钻压、钻速）、地下水及一些特殊情况做好现场施工记录。如遇塌孔、缩孔等不良钻进现象时，须立即停钻，及时进行固壁灌浆处理（灌浆压力 $0.1\text{MPa} \sim 0.2\text{MPa}$ ），待水泥砂浆初凝后，重新扫孔钻进。为确保锚孔深度，实际钻孔深度不应小于设计深度，并应超钻50cm。

5.3.4 锚孔清理

钻进达到设计深度后，不能立即停钻，要求稳钻1~2分钟，防止孔底尘灭、达不到设计孔径。钻孔孔壁不得有沉渣及水体粘滞，应清理干净，在钻孔完成后，使用高压空气（风压0.2MPa~0.4MPa）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固外，不应采用高压水冲洗。若遇锚孔中有承压水流出，待水压、水量变小后方可下锚索与注浆，必要时在周围适当部位设置排水孔处理。钻孔成孔后在浇筑前应用棉纱或水泥包装编织袋堵孔临时防护。

5.3.5 锚孔检验

锚孔钻进结束后，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、钻头和标准钻杆在现场监理旁站的条件下验孔，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，无明显飞溅尘渣及水体现象。同时要求复查锚孔孔位、倾角和方位，全部锚孔施工合格后，即可认为锚孔钻进检验合格。

5.4 锚索制作安装

5.4.1 锚索制作应遵循下列规定

- a) 考虑到锚索张拉工艺要求，实际锚索长度要比设计长度多留1m作为张拉工作长度；即锚索长度等于锚索锚固段+锚索自由段+张拉段1m。为便于区别，不同长度锚索体要用红、黑两种油漆进行点刷作为标志。
- b) 锚索要确保每根钢绞线顺直，不扭不叉，排列均匀，对死弯，机械损伤处应剔除。无粘结钢绞线外套管不得有破损。预应力体内的绑扎材料用黑铁丝，不得用有色金属材料。
- c) 锚索制作前应对钻孔实际长度进行测量，并按孔号截取锚索体长度，锚索应用机械切割，不得用电焊或气割。
- d) 锚索锚固段为复合型，分别为：L1、L2、L3三段3根钢绞线，各段采用挤压头与承载体组合连接，钢制承载板采用厚2cm的45号钢材，钢质承载体及其配套组件应在厂家定制。架线环每隔1.5m设一个。
- e) 每孔锚索的锚固段由3根无粘结钢绞线内锚于钢质承载体组成，为了张拉时便于区别，每组要用红、白、黑三种油漆进行点刷作为标记，然后剥去承载体处聚乙烯管外皮（注：只允许剥去能放下钢质承载体、挤压套部分，其余决不破坏），将钢绞线通过特别的挤压簧和挤压套对称地锚固于钢质承载体上（注：挤压套、挤压簧应安装准确，挤压顶推进应均匀充分，施工中应控制钢绞线挤压套挤压工艺，并抽样1%~3%进行检测，确保单根挤压强度不低于200KN）。
- f) 锚索下料和编索时，注意进行编号。

5.4.2 锚固段及自由段安装应遵循下列规定

- a) 锚固段内架线环按2.0m间距设置，为防止钢绞线散开，影响设锚，同时避免下锚时，泥土灌入堵塞注浆管，一般情况下在锚固体前端装有锥形的导向帽（导向帽采用Φ60钢管将其前段5cm做成60°角的锥形），导向帽应牢固地焊于钢绞线上。
- b) 自由段安装时，主要处理好自由拉伸与防护的结构。因此自由段的钢绞线必须除去锈蚀，自由段套防腐套管，套管两端10cm~20cm长度范围内用黄油填充，外绕工程胶布固定。
- c) 下锚索采用人工下锚体的方式。下锚索时锚索体由套管作导向，操纵人员协调一致，均匀用力往锚孔里推，保证锚索体在孔内顺直不扭曲。将锚索插入锚孔内，距离孔底0.5m居中放好，并在锚孔外预留钢绞线1m以上长度作为预应力张拉工作段，锚索安放时搬运支点不得大于2m，

转弯半径最好不小于 10m，保证锚索在搬运过程中不扭曲变形。下完锚索，用拔管机将套管拔出。锚索将注浆管预置在锚体中部跟随锚索一起下入孔底。

5.5 框架混凝土浇筑

5.5.1 框架梁基槽开挖

锚索槽开挖时，坡面为硬岩时，边坡框架不需嵌入岩面内，框架基础先铺垫 5cm 厚混凝土垫层，再进行钢筋制安，如遇局部架空可用 M7.5 浆砌片石嵌补；坡面为软质岩或土质时，框架应嵌入土层内。坡面开挖时，锚索以锚索孔位为轴心向两边各开挖 30cm，基槽垂直坡面，槽底面平行坡面。钢筋砼立柱埋入平台地面标高以下 50cm。

5.5.2 框架梁钢筋制作

锚索框架钢筋应在坡面上绑扎，并先在基础上铺砌一层厚 5cm 混凝土，钢筋制作要平顺、牢固，满足规范，同一截面钢筋接头不得超过钢筋总数的 1/4，钢筋接头的搭接长度不得小于 4.5d（d 为受拉钢筋中的最大直径）。框架钢筋制作时若锚索与地梁钢筋、箍筋相互干扰，可局部调整钢筋、箍筋的间距。

5.5.3 框架模板安装

根据梁的位置安装模板，模板使用前应将模板表面清理干净。为使混凝土表面光洁，棱角整齐，在混凝土浇筑前模板表面应涂刷机油做脱模剂。为控制模板稳定，在模板内设两条 $\Phi 12$ 拉模筋，每节模板设两处，间隔 1.2m。模板外用钢管卡住支撑，每节模板设三处。模板安装就位后上报监理工程同意后才能进行下道工序。

5.5.4 现浇框架混凝土

混凝土浇筑前，先清除孔口周围碎石及泥土，然后绑扎钢筋、立模板，并同时安装定向肋、定位管及固定锚垫板。锚垫板可作为外锚墩端面模板固定在定位管端部，锚垫板必须与定位管轴线垂直。

采用分段浇筑，浇筑时振捣要均匀、密实，保证浇筑质量。

5.5.5 养生

拆模后喷淋混凝土表面，以降低水化热，养护温度不得低于 5℃。养生时间要求：养护期不少于 7d。

5.6 注浆

5.6.1 锚固端灌浆应符合下列规定：

- 放入锚索束后应及时灌浆。
- 无黏结锚索孔灌浆宜一次注满锚固段和自由段。
- 灌浆应饱满、密实。
- 按设计要求控制注浆压力，必要时按设计要求进行劈裂注浆。

5.6.2 封孔应符合下列规定：

- 封孔灌浆应在锚索张拉、检测合格、锁定后进行。
- 封孔灌浆时，进浆管必须插到底，灌浆必须饱满。

5.6.3 若锚固段所在地层为坡积土层，为提高锚固力，采用二次高压劈裂注浆，高压注浆管（要求采用铸铁管或钢管）从钢质承载体中间通过，普通注浆管可绑缚于承载体边上。

5.6.4 采用砂浆泵将浆液输送至孔底，再由孔底返至孔口，待孔口流出的浆液与灌入的浆液浓度一致

时方可停止灌浆，灌浆时采用阻塞器封闭灌注。锚索将锚固段与自由段同时注满，套管和孔壁之间注满砂浆。

5.6.5 砂浆拌制时应现场做好不少于 3 组 $70.7\text{mm} \times 70.7\text{mm} \times 70.7\text{mm}$ 立方体试件。注浆压力、注浆数量和注浆时间根据锚固体的体积及锚固地层情况确定。

5.6.6 注浆结束后，将注浆管、注浆枪和注浆套管清洗干净，同时做好注浆记录。

5.6.7 注浆管路应畅通，不得有堵塞现象，避免浆液突然喷出伤人，注浆管路不使用时要及时注压清水冲洗干净。

5.7 张拉

5.7.1 清除作业范围内影响张拉的障碍物。

5.7.2 油表、油泵、千斤顶是否按照标定证书上的配套使用，同时检查油管接头是否连接牢固，是否漏油。油泵放置在稳定牢固的场地，以防工作中产生颤动，影响油表的读数。千斤顶和油泵由专人负责操作。

5.7.3 预应力锚索长度超过 24m 时，应制定详细的张拉操作规程，并通过试验完善工艺后方可实施。

5.7.4 锚索张拉应采用先进行单根预应力钢绞线预紧，锚索各股预应力钢绞线的应力均匀后，再进行整索张拉。

5.7.5 张拉方式根据设备及施工条件采用分组张拉或整体式张拉。

5.7.6 锚索张拉应分级进行，通常采用 5 级，分级荷载为 $0.2N_t$ 、 $0.4N_t$ 、 $0.6N_t$ 、 $0.8N_t$ 、 $1.0N_t$ (N_t 为设计张拉荷载)，每级加载至分级值后，持荷稳压至少 5min，测读 3 次千斤顶的伸长量、框架(地)梁体的位移量，读数准确到 0.2mm，并如实记录测读数，记录每级荷载与锚索位移的关系。

5.7.7 锚索超张拉值应取设计拉力的 105%~110%，最大不宜超过 115%。

5.7.8 锚索整体张拉前，应进行单股钢绞线的预张拉，单股钢绞线的最大预张拉力可取单股钢绞线设计张拉力的 10%，且锚索各单元体的预拉应力值应一致。

5.7.9 锚索张拉锁定采用间隔施工，即每间隔 1~2 根锚索进行循环张拉锁定。

5.7.10 张拉加载及卸载应缓慢平稳，加载速率每分钟不宜超过 0.1m，卸载速率每分钟不宜超过 0.2 倍张拉控制应力。

5.7.11 张拉过程中或张拉后混凝土墩被压裂：

- a) 保证钻机的倾斜角度符合设计要求，每台钻孔机就位后用仪器检查钻杆角度，符合要求方可工；
- b) 竖肋中锚索张拉预留的角度按设计要求设置，保证垂直面且与竖肋钢筋固定牢固，避免混凝土振捣时发生偏移。
- c) 竖肋侧模与底模要倾斜一定的角度，模板安装前由测量放样，施工人员按放线要求进行安装。

5.7.12 张拉过程中锚固段被拉松：

- a) 使用能够满足张拉所需强度要求的高标号水泥。
- b) 严格按照试验室提供的配合比配置水泥浆液。
- c) 水泥浆液灌入孔内后，在未凝固之前，不得人为扰动锚索。
- d) 锚索孔全孔钻完之后，在锚索下入孔内之前，对全孔进行一次固结灌浆，减少孔内渗水，以防止灌入孔内的水泥浆液被稀释。
- e) 在钻孔过程中，当遇到宽大裂隙或断层破碎带时，应停止钻进，对钻孔固结灌浆之后再行钻进，以防浆液漏掉。

- f) 在钻孔过程中,当遇到塌孔、掉块时,应停止钻进并对钻孔进行固结灌浆处理,待凝之后再扫孔钻进,既可减小钻孔施工难度,也可避免因塌孔掉块而导致锚索下不到孔底,防止掉块滚落孔底使锚固段钢绞线得不到水泥浆液的有效握裹而起不到锚固作用。
- g) 锚索孔的锚固段应置于完整岩石内,在钻孔过程中,若钻孔已达到设计孔深而尚未钻到完整岩石或虽已钻到新鲜完整岩石,但进入完整岩石内的深度达不到锚固段长度要求时,应继续加深,直至满足要求为止,确保锚固段置于稳定岩石内才能终孔。
- h) 锚固段钢绞线不能捆扎过紧,当使用无粘结钢绞线时,锚固段内的钢绞线上的油脂应清洗干净。

5.8 封锚

锚索张拉锚固后,利用砂轮片截除多余段,严禁电弧烧割。钢绞线、锚具进行清洗、垫座混凝土凿毛处理后,用混凝土封闭保护锚头。

6 监测、检测与验收

6.1 监测

- 6.1.1 施工过程中,需对边坡变形、锚索轴力等进行监控测量,验证工程设计,指导工程施工,保证人员安全。
- 6.1.2 锚索工程施工监测的内容、数量、部位和监测方法应按设计要求实施。
- 6.1.3 施工期原位监测工作必须与锚索张拉同步进行,及时整理资料,迅速反馈信息,进行动态设计,调整施工工艺。
- 6.1.4 监测报告的内容主要包括:监测项目、方法、检测仪器的型号、规格和标定资料。施工期监测的原始资料应包括预应力损失值及应力-应变曲线图。

6.2 检测

- 6.2.1 锚索工程的原材料检测应包括:出厂合格证检查;材料现场抽检;锚索浆体和混凝土配合比试验;强度等级检测。
- 6.2.2 锚索工程施工中常见的检测仪器有:测力计、测斜仪、孔内摄像仪及灌浆自动记录仪等。
- 6.2.3 混凝土抗压强度的检测和评定应符合现行国家标准《建筑结构检测技术标准》的有关规定。
- 6.2.4 边坡工程质量检测报告应包括下列内容:工程概况;检测主要依据;检测方法 with 仪器设备型号;测点分布图;检测数据分析;检测结论等。

6.3 验收

- 6.3.1 锚索工程验收应在按设计文件施工结束,工程质量符合设计要求,具备投入使用,或施工过程中发生质量问题,经处理后已达到设计要求后进行。
- 6.3.2 锚索工程验收应提供的资料包括:钢绞线、锚具、监测仪器等出厂合格证;进场的钢绞线、锚具、防护管材的检验资料;混凝土、水泥净浆及水泥砂浆的试验报告;设计有关技术文件;施工及重要会议记录;施工技术报告及竣工图等。