

福银高速 BK231+620-BK231+800 右侧边坡 病害治理工程

施 工 图 设 计



福建省交通规划设计院有限公司

二 〇 二 三 年 四 月

福银高速 BK231+620-BK231+800 右侧边坡
病害治理工程

施 工 图 设 计

项 目 负 责 人	
项目技术负责人	
项目专业审查人	
总 工 程 师	
公司分管领导	
董 事 长	
测 设 单 位	福建省交通规划设计院有限公司
编 制 日 期	二 〇 二 三 年 四 月

福银高速 BK231+620-BK231+800 右侧边坡病害治理工程设计说明

1. 工程背景

经三明高速公路管理公司巡查，福银高速 BK231+620-BK231+800 右侧边坡病害治理工程局部平台及坡面发生开裂，对高速公路运营存在较大安全隐患，我司受三明管理公司委托对该段边坡病害进行治理设计。

2. 设计依据

- (1) 委托函；
- (2) 《公路路基设计规范》(JTG D30—2015)；
- (3) 《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330-2013)；
- (4) 《公路养护技术规范》(JTG H10—2009)；
- (5) 《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)；
- (6) 《岩土工程勘察规范 (2009 年版)》(GB 50021-2001)；
- (7) 《公路养护安全作业规程》(JTG H30-2015)；
- (8) 《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》(GB 50086-2015)；
- (9) 《岩土锚杆 (索) 技术规程》(CECS 22:2005)；
- (10) 现场踏勘调绘资料。

3. 工点概况及防护设计内容

3.1. 工点概况

福银高速 BK231+620-BK231+800 右侧边坡病害治理工程，该段边坡最高 7 级，第一级~第二级坡率为 1:0.5，第三级率为 1:0.75，第四级坡~第五级坡率均为 1:1.0，第六级坡~第七级坡率均为 1:1.25，第三级平台宽度 3.7m，第五级平台宽度 6.2m。第一级坡面采用护面墙防护，第二级坡面采用框架梁进行加固，第三级~第七级坡面采用拱形骨架防护。

1 月 10 日到现场进行实地踏勘，该段路基存在以下病害：

①第二~第五级平台外侧均存在开裂，裂缝宽度为 1~3cm，开裂长度及范围详见立面图；

②第三~第五级坡面上部均存在开裂，裂缝宽度为 1~2cm，开裂长度及范围详见立面图；

③第三~第五级拱形骨架均存在开裂现象。

3.2. 防护设计内容

在现场踏勘的基础上，综合考虑造价、施工难度等因素，具体方案如下：

①在第二、第四、第五级坡面，布置预应力锚索框架梁补强，具体位置及参数详见立面图；

②在第三级坡面，小导管注浆+挂网喷砼 12cm，具体位置及参数详见立面图；

③对第二级~第六级平台，铺设防渗土工膜后，采用 10cm 素砼硬化。



图 1 福银高速高桥隧道出口 BK231+620~231+800 边坡



图 2 第二阶平台开裂



图 3 第三阶坡面上部开裂



图 4 第五阶平台开裂



图 5 第六阶拱形骨架开裂

4. 施工注意事项

4.1. 施工组织设计

在工程施工前，应对施工中的施工方法、施工工艺程序、劳动力组织和安全质量管理给出详细的设计，并制订相应的施工设计书。

4.2. 施工放线测量

施工之前，要求按照设计图纸严格测放工程分区治理分界线位置；由于地形的复杂性和前期测设工作的困难因素，难免存在一定的差异，如发现实测地形与设计图纸变化较大，应及时上报设计、监理及业主代表，以便进行必要的设计补充完善或修正变更。

4.3. 锚固工程施工

4.3.1. 一般规定

由于锚固工程主体为地下隐蔽工程，且工程质量与施工技术密切相关，要求严格按照有关锚固工程施工与验收技术规范和质量检验评定标准进行，确保边坡稳定和结构安全。

对于素喷、锚喷工程参照现行有关规范或规定执行；对于锚索、锚杆工程参照相关标准。

对已进行中线、水平、横断面复测的边坡，按设计图纸确定并标示预应力锚杆（索）的位置，并依据设计要求进行编号，施工完成后应将编号采用红色油漆统一印模标示于混凝土框架上，编号规格为文字高度 20cm，格式为“边坡阶数-锚孔位置-孔号，如第二级边坡、第 24 号孔的第一、二、三排位置的锚孔，编号为：2-1-24, 2-2-24, 2-3-24”；锚杆（索）框架结构编号格式为“边坡阶数-框架编号，如第二级边坡、第三片框架，编号为：2-3”。编号位置应一致，锚孔编号标示于锚孔右侧（地梁、锚墩、十字梁等视具体情况而定）、框架编号标示于下侧横梁的中部。

锚固工程施工前，锚杆（索）应集中制作。施工单位要根据工程具体情况，确定锚固工程工作场区的数量，原则上 2km 以内的边坡锚固工程施工（或距离不超过 1km 的相邻边坡，锚杆（索）数量超过 2000m），需建一个锚杆（索）集中组装场地。锚杆（索）集中组装场地应硬化，搭设工作棚，具备防雨条件，长度须大于锚杆（索）制作长度的 2m 以上；工作棚面积需满足机械设备、原材料集中堆放，锚杆（索）集中制作、成品集中存放；预应力锚杆（索）的制作须

搭设锚杆（索）组装架，高度不低于 50cm。

边坡开挖施工过程中，结合边坡稳定情况，须对锚杆（索）进行预张拉。锚杆（索）的预张拉通常采用轨枕或槽钢等构件作为坡面反力抑制结构，预张拉宜在锚孔注浆施工完成 7 日后进行，预张拉力值不宜超过设计拉力值的 30%。框架和地梁砼施工时，应按设计框架或地梁间隔解除预张拉，逐片浇灌框架或地梁混凝土，并进行张拉锁定，严禁大面积一次性解除预张拉。若施工工序或现场实际条件受限，暂不能对其及时进行张拉锁定的，须于地梁或框架混凝土浇灌完成 7 日后进行预张拉，预张拉力值不超过设计拉力值的 50%。

预应力锚杆（索）张拉锁定后 48h 内，若发现预应力损失大于锚杆（索）拉力设计值的 10% 时，应进行补偿张拉。

4.3.2. 施工工序

锚杆（索）施工的内容包括施工准备、造孔、锚杆（索）制作与安装、注浆、砼结构钢筋制安、锚杆（索）张拉锁定、验收、封锚等 7 个环节，具体步骤见图 11。其中有两个主要环节，一是锚孔成孔，二是锚孔注浆，锚孔成孔的技术关键是如何防止孔壁坍塌、卡钻；注浆的技术关键是如何将孔底的空气、岩（土）沉渣和地下水排出孔外，保证注浆饱满密实。

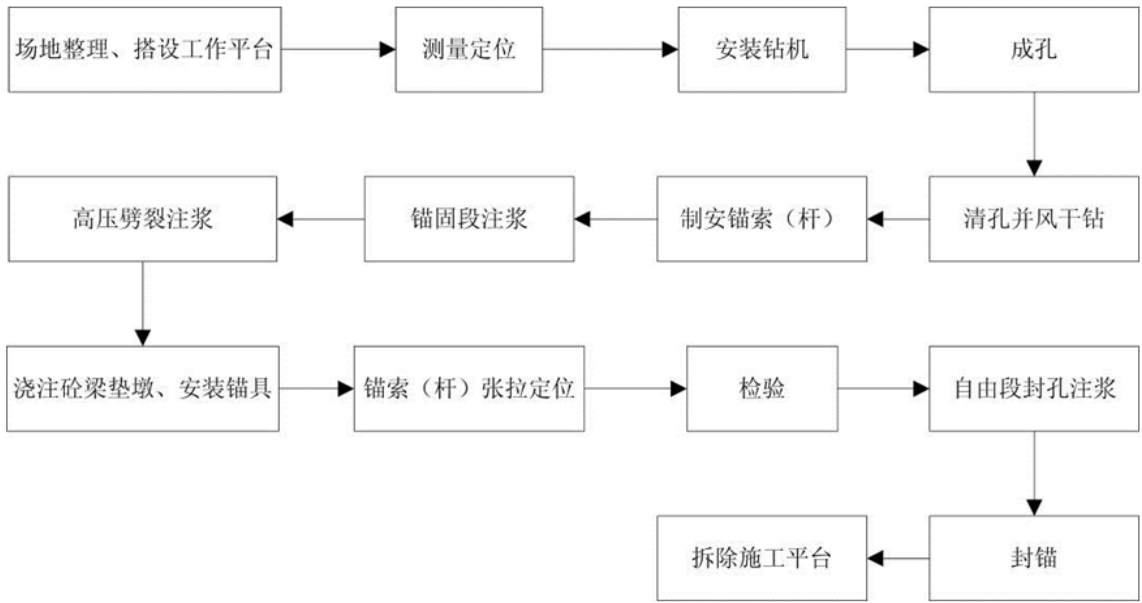


图 6 预应力锚杆（索）施工工序

注：上图为使用自由段无套管的预应力筋时采用二次注浆的基本施工工序，若采用自由段带套管的预应力筋时，宜在锚固段长度和自由段长度内采取同步一次性全段注浆，并且，高压劈裂压浆仅限于设计要求提高地层锚固力或其它特殊要求采用。

4.3.3. 施工准备

进行预应力锚索（杆）施工前应做好施工组织设计，明确施工方法、施工工艺、工序流程、人员组织和施工设备、材料、试验、监测安排及安全、质量管理。接着，申请单项工程开工，开工条件包括开工报告、锚筋材料试验、浆体材料试验、配合比试验、相关机械设备等。并应注意张拉设备及有关机具应进行标定。在单项工程开工申请批复后，按设计要求先进行锚索（杆）基本试验，即抗拔拉破坏试验。在基本试验锚孔施工完成后，在锚固浆体达到 28 天龄期且锚墩砼强度达到 80%后进行试验。

基本试验的目的在于验证设计采用的工作锚索（杆）的性质和性能、施工工艺、设计质量、设计合理性以及所提供的安全储备，同时考虑有关搬运、储存、安装和施工过程中抗物理破坏的能力。

锚索（杆）施工前，应根据锚固地层、锚固吨位做破坏性抗拔试验。试验孔长度及锚固段长度详见立面设计图；试验孔具体位置应由监理和设计代表现场确定，使试验孔可代表工程孔锚固地层实际情况。试验孔自由段不注浆，锚固段与自由段之间设置止浆袋，锚固段外侧应设引排气管，排气管伸入锚固段内 5~10cm，其注浆方法与充满标准和工程孔相同。试验时应记录各级荷载及锚头位移等详细数据，并在工程锚索（杆）施工前及时向设计单位提交试验报告，以验证与调整设计。

安装锚索（杆）前，应先进行钻孔深度、钻孔倾角、锚索（杆）长度的检验；然后安装经现场监理检验制作合格的锚索（杆）并注浆；锚索（杆）施工完毕后，按规范要求对锚索（杆）验收试验和长度检验。

4.3.4. 锚孔钻造

（1）锚孔放样：根据锚固工程施工设计图要求，将锚孔位置准确放样于坡面，孔位纵横误差不得超过 50mm。对于特殊困难场地，需经设计、监理单位同意，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位置。

（2）钻孔设备：钻孔机具应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选择。锚孔钻造应采用潜孔钻机或锚杆钻机冲击成孔，未经设计允许不得采用地质钻机成

孔。

（3）钻机就位：锚孔钻进施工，应搭设满足相应承载能力和稳固条件的脚手架，根据坡面放样孔位准确安装固定钻机，并严格认真进行机位调整，确保钻孔纵横误差不得超过 50mm，高程误差不得超 100mm，钻孔倾角和水平方向角应符合设计要求，倾角和水平方向角允许误差为±1.0°。

（4）钻进方式：锚孔钻进须采用无水干钻，严禁带水钻进；钻孔速度应根据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）钻进过程：钻进施工过程中需对锚孔的地层变化、钻进状态（钻压、钻速）、地下水及其它特殊情况进行现场记录。遇到塌孔、缩孔等不良钻进现象时，应立即停钻，并及时进行固壁灌浆处理（灌浆压力 0.1~0.2MPa），待水泥砂浆初凝后，重新扫孔钻进；或采用钻孔跟管钻进的施工技术。

（6）孔径孔深：钻头直径不得小于设计孔径，钻孔深度须大于设计深度 0.2m。

（7）锚孔清理：钻孔达到设计深度后，不能立即停钻，须稳钻 1~2min。钻孔结束后，需使用高压空气（风压 0.2~0.4MPa）将孔内岩粉及杂质全部清除出孔外。

（8）锚孔检验：锚孔成孔后，须经现场监理检验合格，方可进行下道工序。孔径、孔深检查一般采用设计孔径的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，用高压空气（风压 0.2~0.4MPa）吹验不存明显飞贱尘碴及水体现象。同时要求复查锚孔孔位、倾角和水平方向角，全部锚孔施工分项工作合格后，即可认为锚孔检验合格。（锚孔底部的偏斜应满足设计要求，可用钻孔测斜仪控制和检测。）

4.3.5. 锚杆（索）制作与安装

锚筋下料应整齐准确，误差不大于±50mm，预留张拉段钢绞线长度 1.5m，钢筋锚杆 0.5m。

设计预应力锚索为压力分散型锚索，其锚筋材料采用无粘结高强度低松弛钢绞线，对钢绞线不同单元和钢筋锚接头进行醒目可靠的标记。下料还应注意各单元锚索长度是不同的，钢绞线一律采用机械切割下料。

挤压头的组装，挤压套、挤压簧安装准确，挤压顶推进应均匀充分，施工中应严格控制钢绞线挤压套挤压工艺，并抽样 3%进行检测，确保单根挤压强度不低于 200kN。

组装承载体时应定位准确，挤压套通过螺栓在承载体和限位片之间栓接牢固。架线环间距为 1.0～1.5m，应准确定位、绑接牢固，锚孔孔口位置必须设置一个架线环。注浆管穿索安装准确定位，绑扎结实牢固，应深入导向帽 5～10cm。导向帽可点焊固定于最前端承载板上，并应留有溢浆孔，保证孔底返浆。所有的钢质部分均应均匀涂刷防腐油漆。

对于高强精轧螺纹锚杆，锚固段对中支架若点焊不当，将损伤杆体强度，故应与自由段一样，用套筒触角支架绑接定位。并对其自由段按设计要求进行防腐和隔离措施处理。

锚筋体摆放顺直，不扭不叉，排列均匀。锚筋体经检验合格后，方可运输至相应孔位进行安装。水平运输时，各支点间距不小于 2m，且转弯半径不宜太小；垂直运输时，除主吊点外，其它吊点应使锚筋体快速安全脱钩。锚筋体安装时应按设计倾角和方位平顺推进，严禁抖动、扭转和串动，防止中途散束和卡阻。安装完成后，不得随意敲击锚筋或悬挂重物。锚筋体的安装，必须在现场监理旁站的条件下进行。

4.3.6. 锚孔注浆

一般宜选用灰砂比 1:1～1:2，水灰比 0.45～0.5 的水泥砂浆或水灰比 0.45～0.5 的纯水泥浆，必要时可以加入一定量的外加剂。**其中锚固段遇土质或砂土状强风化岩层且富水时应采用二次高压劈裂注浆法来提高地层锚固力。**

注浆材料要求严格按照经试验合格的配比备料，注浆浆液应严格按照配合比搅拌均匀，随拌随用，浆体强度不低于 40Mpa。锚孔注浆必须采用孔底返浆方法（注浆压力一般为 2.0Mpa 左右），直至孔口溢出新鲜浆液，严禁抽拔注浆管或孔口注浆；如发现孔口浆面回落，应在 30 分钟内进行孔底压注补浆 2～3 次，确保孔口浆体充满。在注浆作业开始和中途停止较长时间再作业时，应用水或水泥稀浆润滑注浆泵及注浆管路。注浆过程应认真做好现场施工注浆记录，每批次注浆都应进行浆体强度试验，试件不得小于两组。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。锚孔钻造完成后应及时进行锚筋体安装和锚孔注浆，原则上不得超过 24 小时。当采用二次劈裂注浆提高地层锚固力时，以浆体强度控制开始劈注时间（一

次注浆体强度为 5Mpa），需在二次注浆管的锚固段内设花孔和封塞，二次注浆的高压注浆管应采用镀锌铁管或钢管。注浆材料加入聚丙烯腈纤维（PAN），掺入量为每方 1.8～2.0kg(纤维抗拉强度不小于 910MPa)，其技术指标详见表 1 聚丙烯腈纤维技术指标表。对锚孔注浆施工，应严格执行有关施工规定和设计要求，监理应全过程旁站，确保锚固工程质量。

表 1 聚丙烯腈纤维（PAN）技术指标表

项目名称	单位	技术指标
抗拉强度	Mpa	>910
弹性模量	Mpa	>17100
断裂延伸率	%	>15
密度	g/cm ³	≥1.18
熔点	°C	>220
单丝当量直径	μm	13，偏差≤±10%
长度	mm	6，偏差≤±10%
抗碱能力	抗拉强度的保持率不小于 99%	
耐热稳定性	良好	
外观质量	形状	束状丝，腰果形截面
	色差	基本一致
	手感	柔软
	未牵引丝	不允许有
	洁净度	无污染

4.3.7. 锚筋张拉锁定

在注浆浆体与台座混凝土强度达到设计强度 80%以上时，方可进行张拉锁定作业。如为选定进行验收试验的锚孔，应在达到设计强度的条件下，待验收试验结束并经检验合格后再进行。验收试验的锚孔应由监理工程师、设计代表现场确定。

锚斜托台座的承压面应平整，并与锚筋的轴线方向垂直。锚具安装应与锚垫板和千斤顶密贴对中，千斤顶轴线与锚孔及锚筋体同轴一线，确保承载均匀。锚筋的张拉必须采用专用设备，设备在张拉作业前应进行标定，锚具、夹片等检验合格后方可使用。

锚索正式张拉前，应取 10～20%的设计张拉荷载，对其预张拉 1～2 次，使其各部位接触紧密，钢绞线完全平直。

对于压力分散型锚索，因各单元锚索长度不同，张拉应注意严格按设计次序分单元采用差异分步张拉，根据设计荷载和锚筋长度计算确定差异荷载，并根据计算的差异荷载进行分单元张拉。压力分散型锚索各单元差异伸长量和差异荷载增量计算公式（以三单元共六束压力分散

型锚索为例）如下。

差异伸长量：

$$\Delta L_{1-2} = \Delta L_1 - \Delta L_2, \quad \Delta L_{2-3} = \Delta L_2 - \Delta L_3$$

$$\Delta L_1 = \frac{\sigma}{E} L_1, \quad \Delta L_2 = \frac{\sigma}{E} L_2, \quad \Delta L_3 = \frac{\sigma}{E} L_3$$

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

差异荷载增量：

$$\Delta P_1 = EA \frac{\Delta L_{1-2}}{L_1} \times 2$$

$$\Delta P_2 = (EA \frac{\Delta L_{2-3}}{L_2} + EA \frac{\Delta L_{2-3}}{L_1}) \times 2$$

其中： L_1, L_2, L_3 ——分别为第一、二、三单元锚索的长度, 且 $L_1 > L_2 > L_3$ ；

$\Delta L_1, \Delta L_2, \Delta L_3$ ——各单元锚索在给定最终张拉(设计锁定)荷载作用下的伸长量；

$\Delta L_{1-2}, \Delta L_{2-3}$ ——各单元锚索在给定最终张拉(设计锁定)荷载作用下的差异伸长量；

σ ——给定最终张拉(设计锁定)荷载作用下钢绞线束应力；

P ——给定最终张拉(设计锁定)荷载作用下单根钢绞线束荷载；

A ——单根钢绞线束的截面面积；

E ——钢绞线的弹性模量；

$\Delta P_1, \Delta P_2$ ——分步差异张拉之第一、二级张拉荷载增量。

锚索的预应力在补足差异荷载后分 5 级按有关规范或规定施加，即设计荷载的 25%，50%，75%，100%和 110%。在张拉最后一级荷载时，应持荷稳定 10～15min 后卸荷锁定。锚索锁定后 48 小时内，若发现明显的预应力损失现象，则应及时进行补偿张拉。

4.3.8. 锚孔验收封锚

验收试验的目的是检验施工质量是否达到设计要求，也称现场验收试验或质量控制试验，它是针对所有工程锚索(杆)进行的；通过验收试验，可获知锚索(杆)受力大于设计荷载时的短期锚固性能，以及满足设计条件时锚索(杆)的安全系数。将验收试验结果与基本试验结果进行

恰当的对比，可作为锚索(杆)长期性能评价的参考。

验收试验设备和方法：

(1) 试验设备包括张拉千斤顶、油压表、油泵和用于连接它们的高压油管，以及相关变形量测系统和固定设施。张拉设备投入正式使用前，应由具有相应资质的计量单位进行标定，且在有效期内，并应绘制压力表读数与系统出力曲线。

(2) 验收试验对张拉系统的精度要求一般较高，试验时对锚索施加应力和变形需要几种设备同时进行测定，如精度较高的油压表、压力传感器、千分表、油标卡尺、挠度计等。

(3) 验收试验可选择下述两种方式之一进行试验：

①业主委托具有相关试验经验业绩的边坡锚固工程专业单位或部门进行验收试验。

②在有关业主、监理和设计代表的指导和监督下由施工单位组织进行验收试验。

(4) 验收试验应按有关规范和规定要求认真做好记录，并提交试验报告，供工程验收使用。

验收试验的规定和要求：

①验收试验锚索(杆)数量不少于工程锚索(杆)总数的 5%，且不得少于 3 根。验收试验锚索(杆)孔位应在指定边坡或项目工程全部工程锚索(杆)范围内由业主、监理和设计代表根据普遍性和代表性的原则进行随机抽样。

②验收试验应分级加荷，起始荷载宜为锚索(杆)设计荷载的 30%，分级加荷值分别为设计荷载的 0.5、0.75、1.0、1.2、1.33 和 1.5 倍，最大试验荷载不能大于锚筋承载力标准值的 0.8 倍。对于压力分散型锚索，要求以设计最大试验张拉荷载计算补足差异伸长量（张拉荷载）后同步张拉至锚索(杆)设计荷载的 30%作为起始荷载。如果最大差异张拉荷载大于设计荷载的 30%，则以最大差异张拉荷载作为起始荷载。

③验收试验中，当荷载每增加一级，均应持荷稳定 10min，并记录位移读数。最后一级试验荷载也应维持 10min。如果在历时 10min 内位移超过 1mm，则该级荷载应再维持 50min，并在 15、20、25、30、45 和 60min 时记录其位移量。

④验收试验中，从 50%设计荷载到最大试验荷载之间所测得的总位移量，应当超过该荷载范围内锚筋自由段长度的预应力筋理论弹性伸长量的 80%，且小于自由段与 1 / 2 锚固段长度之

和的预应力筋的理论弹性伸长值。对于压力分散型锚索，锚固段应视为零，其自由段应分单元按实际全长计算。大量的工程实践表明，对于土质或类土质及破碎锚固地层，考虑锚孔轴向压缩与锚固段孔壁剪切变形特性，其实测上限值一般比理论上限值偏大 5~10%，应具体情况具体分析。

⑤在最后一级荷载作用下的位移观测期内，锚头位移稳定，即在历时 10min 内位移不超过 1mm，或者 2h 蠕变量不大于 2mm。

⑥如果试验结果同时满足上述④、⑤两款条件，则认为验收试验锚索(杆)合格；如发现一孔试验锚索(杆)不能同时满足上述④、⑤两款条件，则需增加抽样三孔锚索(杆)进行验收试验，直至验收试验锚索(杆)全部同时满足上述④、⑤两款条件，方可认为验收试验锚索(杆)合格。不合格锚孔数不得超过工程锚孔总数的 5%。

如果发现验收试验锚索(杆)不合格，则应及时上报有关部门并调查分析产生原因，根据实际情况具体分析，对指定验收工程锚索做如下处理：

- (a) 报废或重新安装；
- (b) 降低锚固力使用；
- (c) 进行补救性重新张拉等其它特殊处理措施。

⑦在全部工程锚索(杆)经抽样进行验收试验并符合上述有关规定和要求条件后，方可按照有关设计要求张拉锁定程序进行张拉锁定和封锚工作。对验收试验锚索(杆)一般应从 1.50 倍设计荷载全部退荷至零后，再重新进行张拉锁定作业。

锚索（杆）张拉完成后应及时对锚头进行补浆和封锚，外锚头应用与锚梁同标号的砼封头，以防锈蚀破坏。对于锚具和锚梁等空隙的补浆应作为锚头防腐的一项关键工序在现场监理旁站的条件下认真进行，补浆管应插入锚梁底面以下进行返式补充注浆，直至补浆孔溢浆为止。对于锚具及锚筋外露部分应严格进行去锈除油后并及时采用与锚梁同标号混凝土进行封锚。

以上未尽事宜应遵循《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》（GB50086-2015）有关要求及省市高指有关边坡锚固工程施工与验收暂行规定办理。

预应力锚索（杆）工程属于隐蔽性强的岩土工程，其施工工艺复杂性及技术难度使得非专

业施工队伍难以保证其施工质量，故应安排具有岩土工程专项资质或地质灾害防治施工资质与相当施工经验和良好业绩的专业队伍承担。

4.4. 坡面喷射砼施工

4.4.1. 钢筋网制作与安装：

（1）钢筋网格间严格按设计要求 200mm×200mm 进行控制。钢筋网应按规范要求对各网格进行梅花形绑扎牢固，使其网片钢筋交接处不产生位移现象为准。

（2）钢筋网应随受喷面起伏铺设，与受喷面的间隙不超过一般为 3cm。

（3）钢筋网与小导管相接处小导管应锚入钢筋网内与钢筋网焊接牢固，使其喷射混凝土后边坡锚喷整体性能良好，喷射混凝土时钢筋网不得晃动。

（4）钢筋保护层厚度不得低于 4cm。

4.4.2. 混凝土喷射：

（1）喷射作业应分段、分片进行，喷射顺序由上及下；

（2）在喷射混凝土施工之前，应清除受喷面坡面灰尘，检查断面，润湿岩石；

（3）喷射砼以 20~30m 分段进行，坡面设置伸缩缝；

（4）每层喷射控制在 25~50mm 之间，分层喷射应在前一层砼终凝 1h 后再进行喷射；第二次喷射前应先用清水清洗喷层面。

（5）喷层厚度的检查记录应定期报送监理人员，经检查，喷射砼厚度未达设计厚度的，应按监理及设计要求进行补喷，所有喷射砼都必须经监理检查合格后才能进行验收。

（6）经检查喷射砼中有鼓皮、剥落、强度偏低或有其它缺陷的部位，应及时予以清理和修补。

（7）喷射砼施工完毕后应及时进行养护，养护可采用塑料布遮盖、也可采用草垫等保湿性材料遮掩，同时保证每天至少浇水两次。

4.4.3. 质量验收

（1）喷射混凝土轴线抗压强度不得小于 9.6Mpa，轴心抗拉强度不得小于 1.1Mpa，与岩石的最小粘结强度不得小于 0.2Mpa；

- (2) 喷射混凝土的 1d 龄期的抗压强度不低于 8Mpa，28d 龄期抗压强度不低于 28Mpa；
- (3) 控制喷层厚度应预埋厚度控制钉、喷射线；喷射混凝土厚度应采用钻孔法检查；
- (4) 喷层厚度检查点密度为 400m²/个；
- (5) 喷层厚度合格条件：用钻孔法检查的所有点中应有 60%的喷层厚度不小于设计厚度，最小值不应小于设计厚度的 60%；
- (6) 检查孔处喷层厚度的平均值不应小于设计厚度。

4.5. 小导管注浆施工

4.5.1. 施工机械

主要机械：1、钻机；2、套管机；3、注浆机。

成孔必须采用干法钻进，钻进时不允许加水，宜尽量选用小型潜孔钻。钻机采用 90mm 的钻头，注浆机以及相应的套管设备额定工作压力不小于 2.0MPa，注浆量不小于 40L/min，注浆流量计与压力表必须标定。

4.5.2. 施工工序

测放孔位→引孔→击入钢花管→制备水泥浆液→压浆→补浆。

- (1) 按设计要求间距进行孔位施放；
- (2) 成孔选用小型潜孔钻进行引孔，钻孔偏斜尺寸不应大于总长度的 1%，成孔后应采用高压风冲洗孔壁；
- (3) 钢花管制作好出浆孔后沿引孔位置击入填方中，应保证管体居中；
- (4) 压浆浆液为纯水泥浆，采用制浆机进行浆液制备，浆液水灰比控制在 0.6~0.9，浆液应搅拌均匀，随搅随用，须在浆液达到初凝前用完；
- (5) 采用压浆泵进行压浆，控制压浆压力，出现压力急剧上升或压浆管剧烈抖动应立即停止压浆，并迅速打开回浆筏门，避免漏浆。

4.5.3. 注浆工艺

注浆采用孔底返浆工艺，通过（预估）注浆量与注浆压力进行双控，并结合孔口补浆保证浆液饱满。

- (1) 分序开孔、埋管、注浆，同排注浆孔实行跳隔施工（至少两孔），注浆顺序是先注边

缘孔，后注中间孔；

- (2) 成孔下管后，先进行第一次注浆，待孔口排气管溢浆后，稳压 3~5 分钟，间歇 5~10 分钟后，再进行一次注浆，此时可扎住排气管，适当升高注浆压力，以加大注浆量且稳压时间不小于 5 分钟。如此往复其注浆压力达到设计确定的稳定压力，并结合孔口补浆保证浆液饱满即可结束该管的注浆工作。

- (3) 注浆过程中如发现周围坡面有冒浆点，则要暂停注浆，用水玻璃水泥砂浆或干硬性砼把冒浆口堵住后再继续注浆。每一注浆孔都要按规定表格当场填写注浆记录。

4.5.4. 施工注意事项

在大范围注浆前，应先做实验，结合单孔注浆量选择合适的注浆压力。

- (1) 为保证水泥浆液质量，拌制时应准确配料，充分搅拌。
- (2) 现场配备专职技术人员旁站，负责注浆工作全过程的质量控制，并做好注浆钻孔的编号及位置、水泥品种及标号、孔深、注浆压力、水灰比、注浆量、注浆时间和注浆孔周边情况等原始施工记录。
- (3) 注浆采用孔底返浆，并多次补浆，以保证浆液饱满；孔口采用土工布，缝制止浆袋（袋内充填锯末），以保证注浆效果。在注浆过程中，发现浆液冒出地表即冒浆时，采用如下技术措施：
 - ①降低注浆压力，同时提高浆液浓度，必要时掺砂或水玻璃；
 - ②限量注浆，控制单位吸浆量不超过 30~40L/min 或更小一些；
 - ③采用间歇注浆的方法，即发现冒浆后就停注，待 15min 左右再注。
- (4) 在注浆过程中，当浆液从附近其他钻孔流出即串浆时，采用如下技术措施加以处理：
 - ①加大第一次钻孔间的孔距；
 - ②在施工组织安排上，适当延长相邻两个钻孔施工时间的间隔，使前一次序孔浆液基本凝固或具有一定强度后，再开始施工后一次序钻孔，相邻同一次序孔不要在同一高程钻孔中注浆；
 - ③对串浆孔或为待注孔，采用同时并联注浆的方法处理，如串浆孔正在钻孔，则停钻封闭孔口，待注浆后再恢复钻孔。

5. 施工安全注意事项

5.1. 设计和施工安全法律、法规、规范及规程

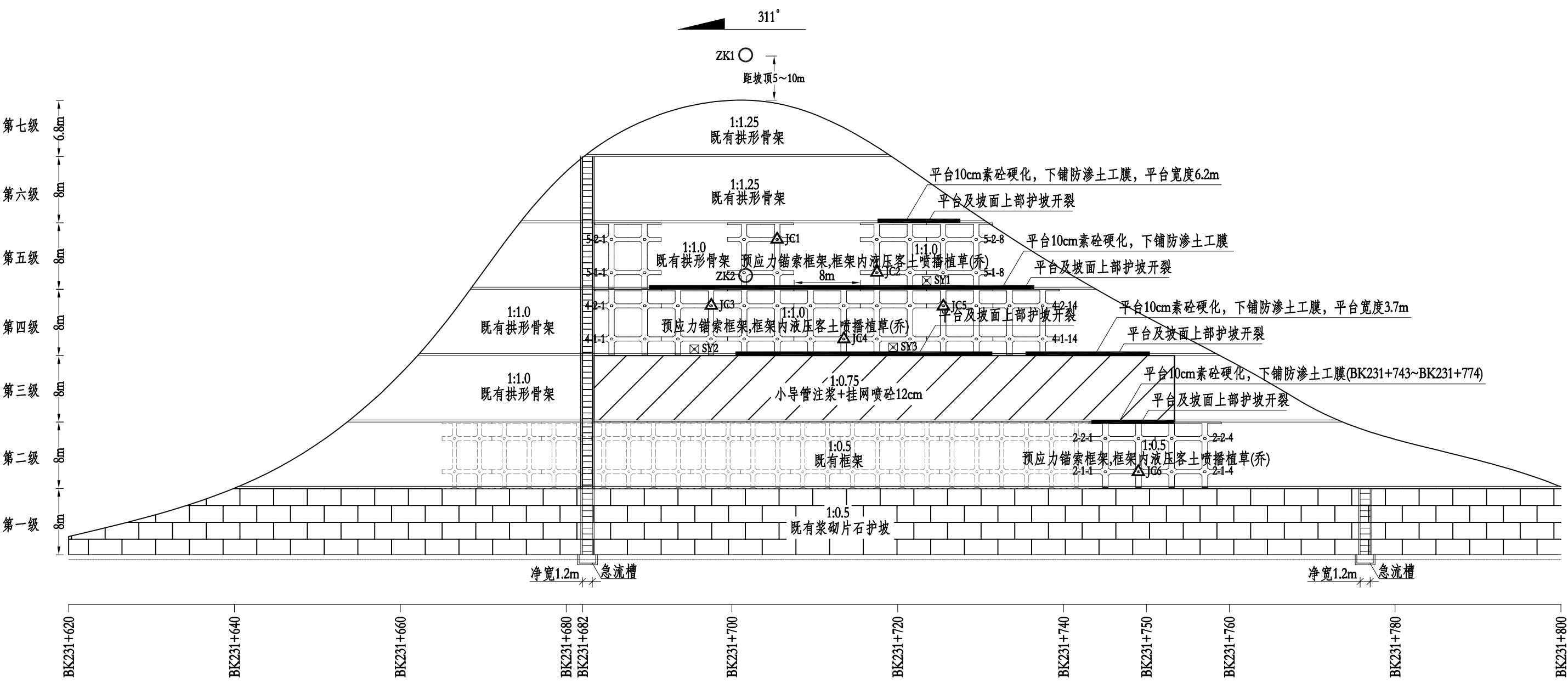
- (1) 《中华人民共和国公路法》（中华人民共和国主席令[1999] 第 25 号）；
- (2) 《中华人民共和国建筑法》（中华人民共和国主席令[1997] 第 91 号）；
- (3) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令[1989] 第 22 号）；
- (4) 《建设工程质量管理条例》（国务院令[2000] 第 279 号）；
- (5) 《建设工程勘察设计管理条例》（摘录）（中华人民共和国国务院令 第 293 号）；
- (6) 《建设工程安全生产条例》（摘录）（国务院令[2003] 第 393 号）；
- (7) 《建设工程安全生产条例》（摘录）（国务院令[2003] 第 393 号）；
- (8) 《公路工程质量管理办法》（摘录）（交通部交公路发[1999] 第 90 号）；
- (9) 《实施实施工程建设强制性标准监督规定》（摘录）（建设部令[2000] 第 81 号）；
- (10) 《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）；
- (11) 《公路工程抗震设计规范》（JTG B02-2013）；
- (12) 《公路环境保护设计规范》（JTG B04-2010）；
- (13) 《公路建设项目环境影响评价规范》（JTG B03-2006）；
- (14) 《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）；
- (15) 《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610-2019）；
- (16) 《公路排水设计规范》（JTG/T D33-2012）；
- (17) 《公路土工合成材料应用技术规范》（JTG/T D32-2012）；
- (18) 《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTG 3363—2019）；
- (19) 《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）；
- (20) 《公路工程地质勘察规范》（JTG C20-2011）；
- (21) 《公路交通安全设施设计规范》（JTJ D81-2017）；
- (22) 《公路交通安全设施设计细则》（JTJ/T D81-2017）；
- (23) 《公路交通安全设施施工技术规范》（JTG/T 3671-2021）；

- (24) 《公路工程安全施工技术规范》（JTG F90-2015）等。

5.2. 施工安全基本原则

- (1) 按相关规范、规程，以设计图为准，安全文明施工；
- (2) 以监测指导施工，做好临时支护、临时排水等临时应急措施；
- (3) 如采用施工脚手架的搭设应牢固可靠，并应加设足够的支撑或拉杆以保证其稳定。高空作业应有可靠的安全保护措施，严禁施工人员不系安全带施工，安全带应系在稳定物上；
- (4) 开始施工前，安质部对施工人员进行入场安全教育、施工安全技术交底；
- (5) 施工作业期间作业人员必须戴好安全帽、系好安全带等安全防护用品；
- (6) 专设值班工程师，监督、指导施工，如发现问题、安全隐患及时处理；
- (7) 严格遵守安全生产规章制度，自觉接受监理、业主等部门监督及指导；
- (8) 施工前应进行交通安全管控，施工机具应根据现场实际情况调度。

福银高速BK231+620~BK231+800右侧边坡立面图

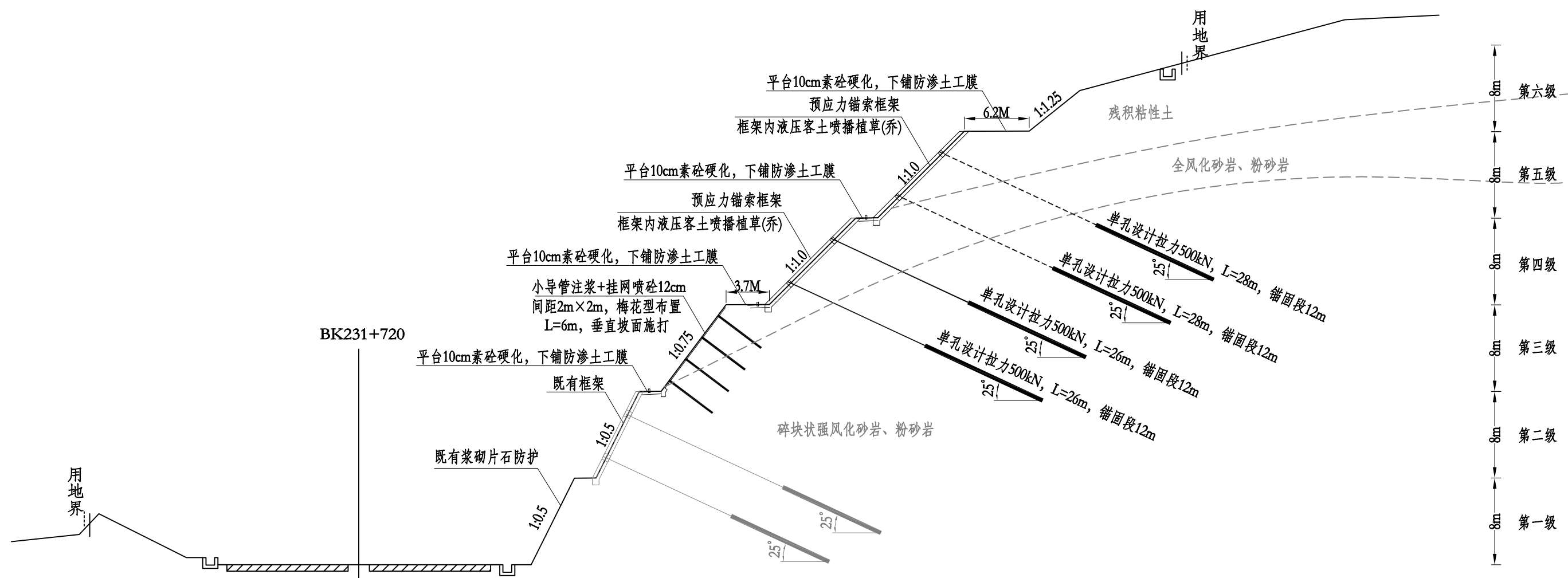


锚固加固工程锚固参数表

类型	位置	编号	总长	锚固长度	设计拉力	钻孔角度 (下倾)	主要锚固段地层	备注
			(m)	(m)	(kN)			
预应力锚索框架	第二阶第一排	2-1-01~2-1-04	22	12	500	25°	碎块状强风化砂岩、粉砂岩	满布
预应力锚索框架	第二阶第二排	2-2-01~2-2-04	22	12	500	25°	碎块状强风化砂岩、粉砂岩	满布
预应力锚索框架	第四阶第一排	4-1-01~4-1-14	26	12	500	25°	碎块状强风化砂岩、粉砂岩	满布
预应力锚索框架	第四阶第二排	4-2-01~4-2-14	26	12	500	25°	碎块状强风化砂岩、粉砂岩	满布
预应力锚索框架	第五阶第一排	5-1-01~5-1-08	28	12	500	25°	碎块状强风化砂岩、粉砂岩	交错
预应力锚索框架	第五阶第二排	5-2-01~5-2-08	28	12	500	25°	碎块状强风化砂岩、粉砂岩	交错

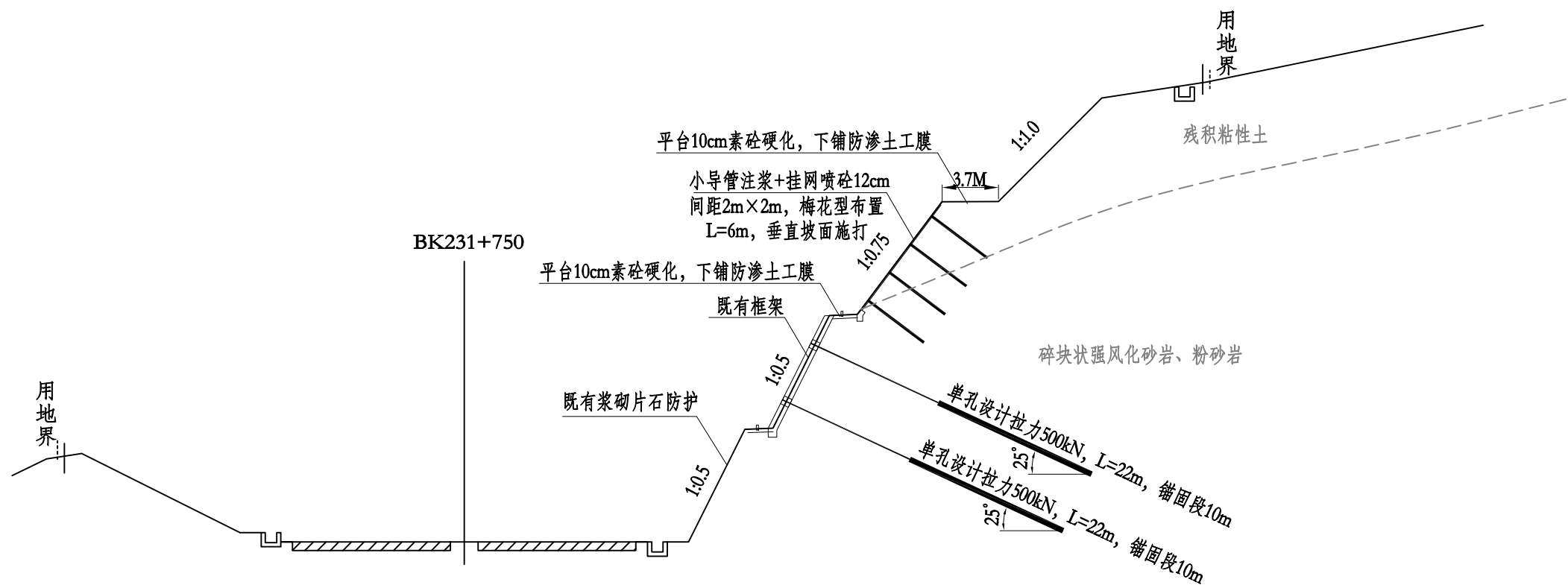
说明：锚索（杆）编号如 a-b-c, a为边坡阶数；b为排数；c为第c根锚索（杆）。

- 附注：
- 1、本图尺寸标注除注明者外均以米计。
 - 2、边坡平台宽度除注明者外均为2米，各级边坡高度除顶级外均为8米。
 - 3、急流槽净宽除注明者外均为1.2米。
 - 4、布置3个锚索试验孔SY1、SY2、SY3，钻孔孔径 $\varnothing 150\text{mm}$ ，6束钢绞线锚索，锚索长度分别为28m、26m、26m，锚固段长度均为12m；在锚固工程正式施工前，应先进行锚索（杆）基本试验，以取得较为准确可靠的锚固设计参数，并供设计使用。
 - 5、ZK1~ZK2为深层位移监测孔，JC1~JC6为锚索（杆）预应力监测孔。
 - 6、框架要求严格按照设计要求刻槽，刻槽深度详见框架结构图。
 - 7、挂网锚喷主要施工工序：清除溜塌虚土，坡面平整后初喷C20砼厚6cm→施打小导管注浆，挂钢筋网→再喷C20砼厚6cm。
 - 8、为了确保施工安全，施工期间必须加强安全巡查和坡体变形监测。
 - 9、未尽事宜参照相关规范和规定办理。



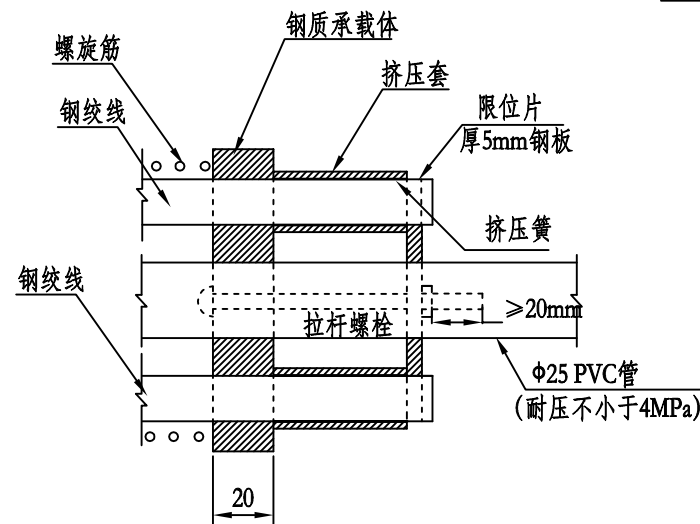
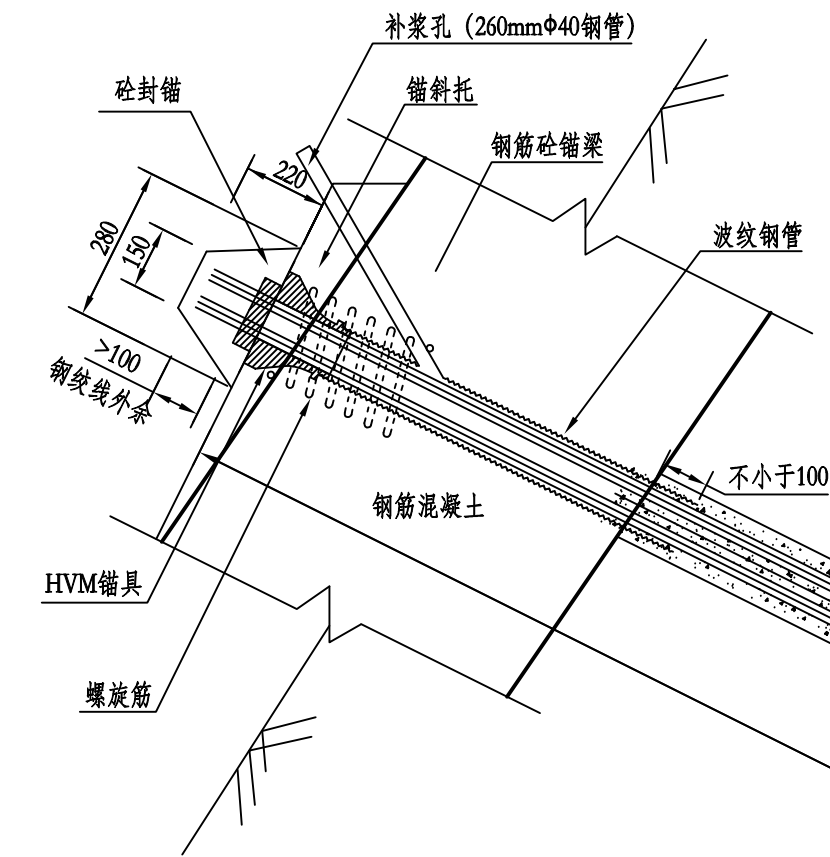
附注：

- 1、本图尺寸标注注明者外均以米计。
- 2、边坡平台宽度除注明者外均为2米；各级边坡高度除边坡顶级外均为8米。
- 3、预应力锚索框架中锚索钻孔孔径 $\Phi 150\text{mm}$ ，6束钢绞线锚索；本工程考虑锚索锚固段进入碎块状强风化砂岩、粉砂岩不小于12m。如遇坡体地下水发育或者下部锚固地层深度变化较大时，应及时通知监理及设计代表，必要时调整锚固工程及相关参数。
- 4、小导管注浆中导管为 $\Phi 50\text{mm}$ 无缝钢管，钻孔孔径 $\Phi 90\text{mm}$ ，间距 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，梅花形布置， $L=6\text{m}$ ，垂直坡面施打。
- 5、未尽事宜参照相关规范及规定办理。

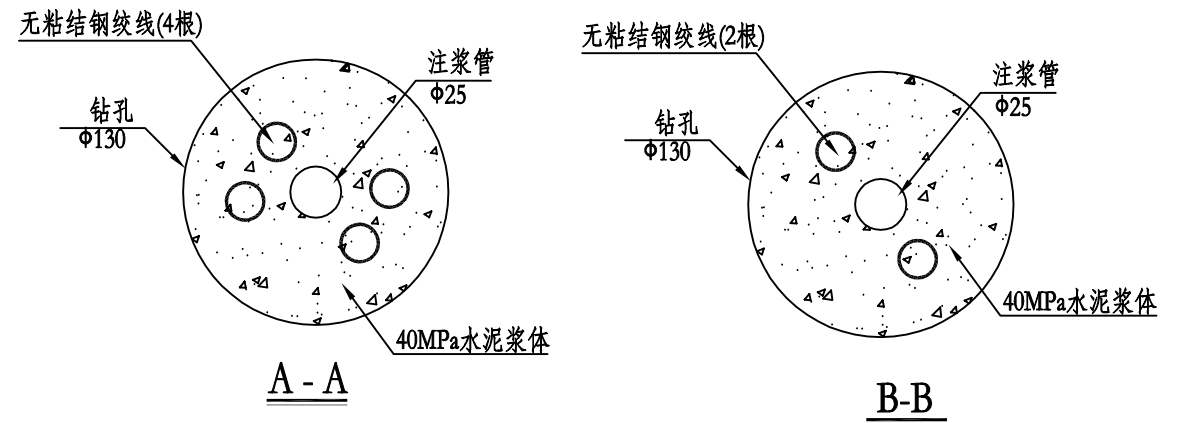


附注:

- 1、本图尺寸标注除注明者外均以米计。
- 2、边坡平台宽度除注明者外均为2米；各级边坡高度除边坡顶级外均为8米。
- 3、预应力锚索框架中锚索钻孔孔径 $\Phi 150\text{mm}$ ，6束钢绞线锚索；本工程考虑锚索锚固段进入碎块状强风化砂岩、粉砂岩不小于12m。如遇坡体地下水发育或者下部锚固地层深度变化较大时，应及时通知监理及设计代表，必要时调整锚固工程及相关参数。
- 4、小导管注浆中导管为 $\Phi 50\text{mm}$ 无缝钢管，钻孔孔径 $\Phi 90\text{mm}$ ，间距 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，梅花形布置， $L=6\text{m}$ ，垂直坡面施打。
- 5、未尽事宜参照相关规范及规定办理。



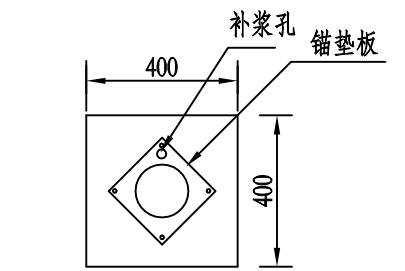
B大样图



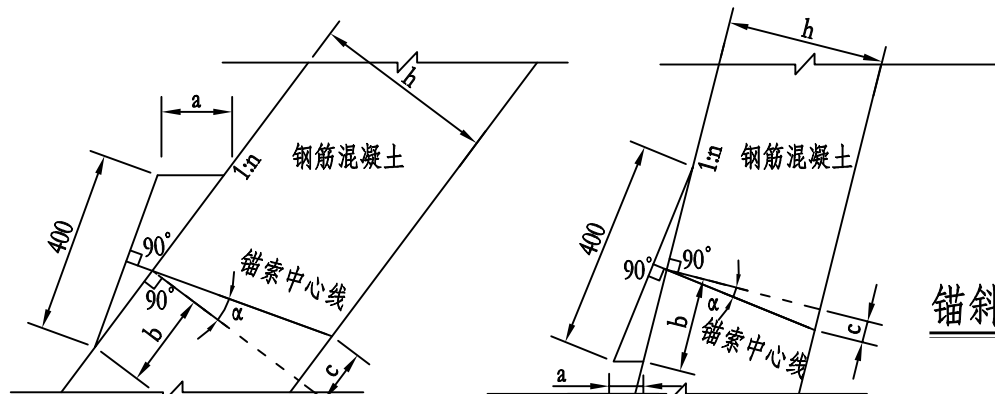
锚头封锚大样图

锚头封锚数量

混凝土(M^3)	0.0105
---------------------	--------



锚斜托表面法向视图

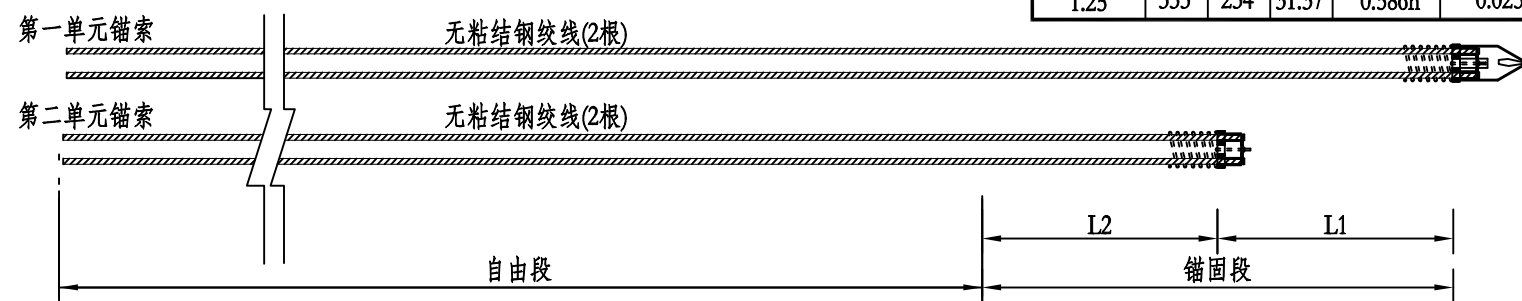


锚斜托侧视图 ($n > 0.33$ 时)

锚斜托侧视图 ($n \leq 0.33$ 时)

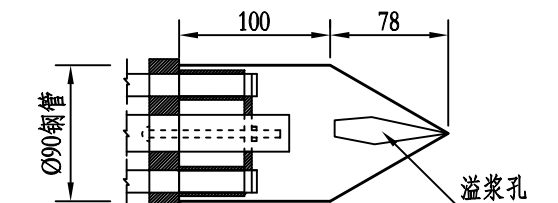
锚斜托顶宽及混凝土数量表 (锚索下倾角为 20° 时)

坡率 (n)	a	b	α	$c (=h \cdot \tan \alpha)$	混凝土(m^3)
0.25	12	186	5.96°	$0.104h$	0.001
0.33	42	196	1.73°	$0.030h$	0.003
0.5	51	200	6.56°	$0.115h$	0.004
0.75	145	209	16.87°	$0.303h$	0.011
1	239	221	25.04°	$0.432h$	0.018
1.25	333	234	31.37°	$0.586h$	0.025



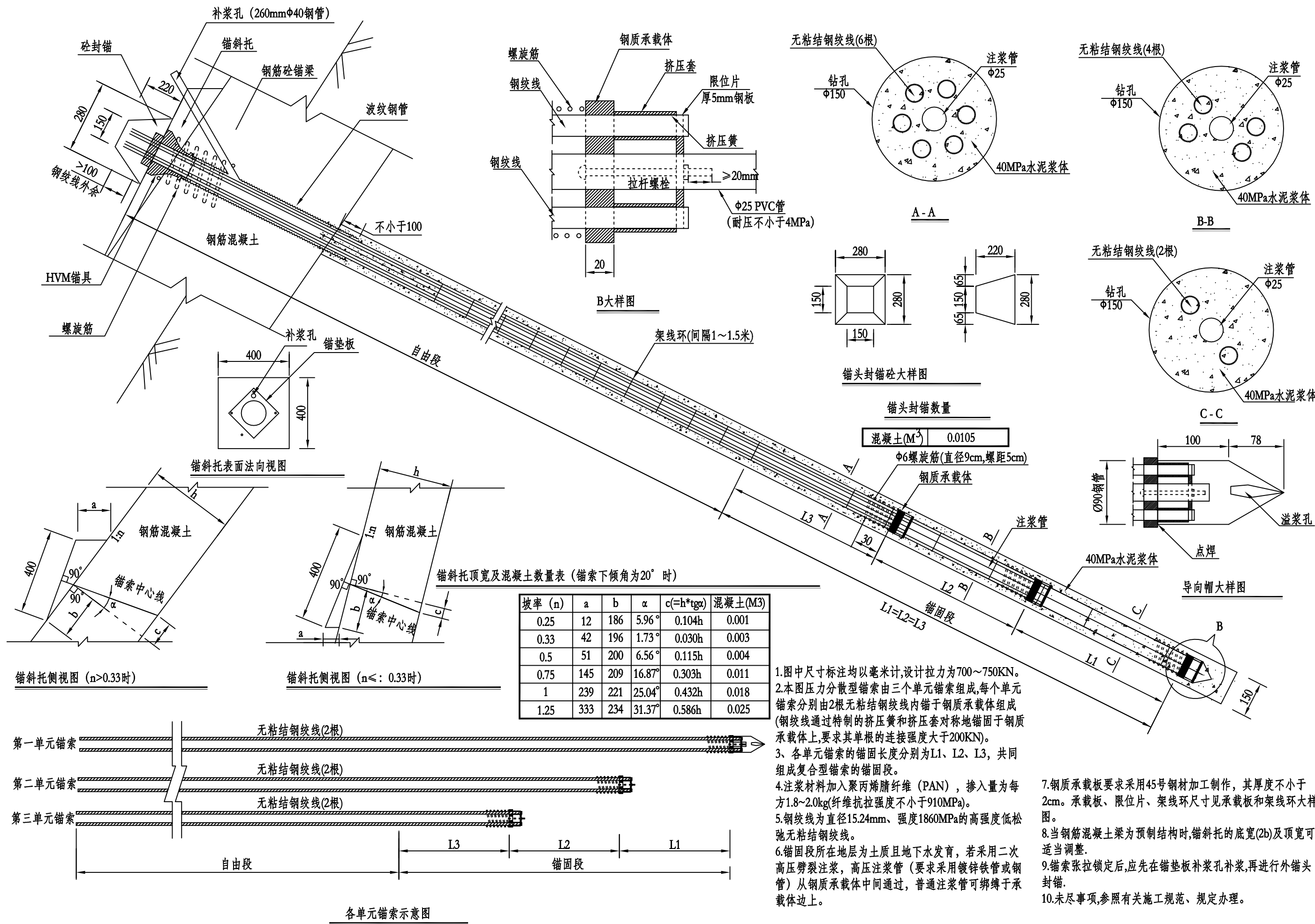
各单元锚索示意图

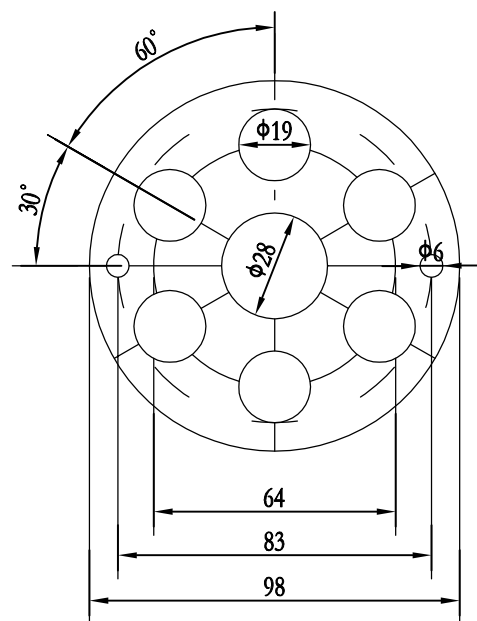
- 图中尺寸标注均以毫米计,设计拉力为450~500KN。
- 本图压力分散型锚索由二个单元锚索组成,每个单元锚索分别由2根无粘结钢绞线内锚于钢质承载体组成(钢绞线通过特制的挤压簧和挤压套对称地锚固于钢质承载体上,要求其单根的连接强度大于200KN)。
- 各单元锚索的锚固长度分别为 L_1 、 L_2 ,共同组成复合型锚索的锚固段。
- 注浆材料加入聚丙烯腈纤维(PAN),掺入量为每方1.8~2.0kg(纤维抗拉强度不小于910MPa)。
- 钢绞线为直径15.24mm、强度1860MPa的高强度低松弛无粘结钢绞线。
- 锚固段所在地层为土质且地下水发育,若采用二次高压劈裂注浆,高压注浆管(要求采用镀锌铁管或钢管)从钢质承载体中间通过,普通注浆管可绑缚于承载体边上。



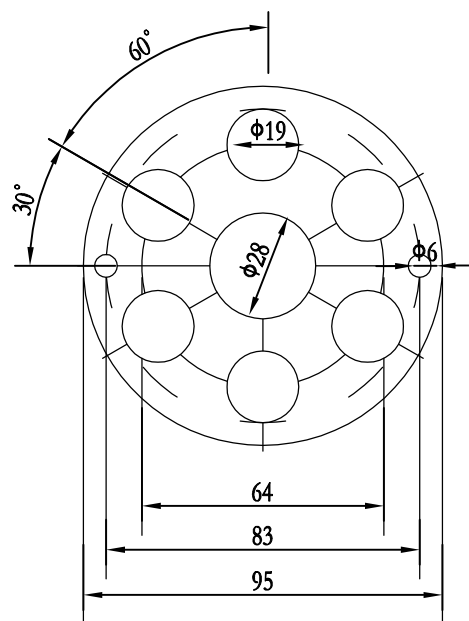
导向帽大样图

- 钢质承载板要求采用45号钢材加工制作,其厚度不小于2cm。承载板、限位片、架线环尺寸见承载板和架线环大样图。
- 当钢筋混凝土梁为预制结构时,锚斜托的底宽(2b)及顶宽可适当调整。
- 锚索张拉锁定后,应先在锚垫板补浆孔补浆,再进行外锚头封锚。
- 未尽事项,参照有关施工规范、规定办理。

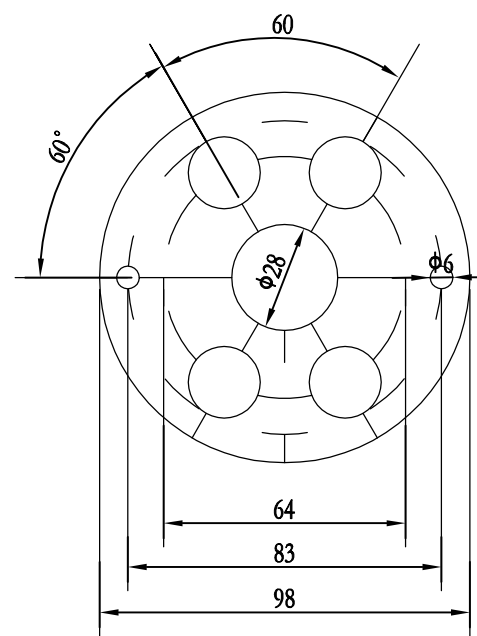




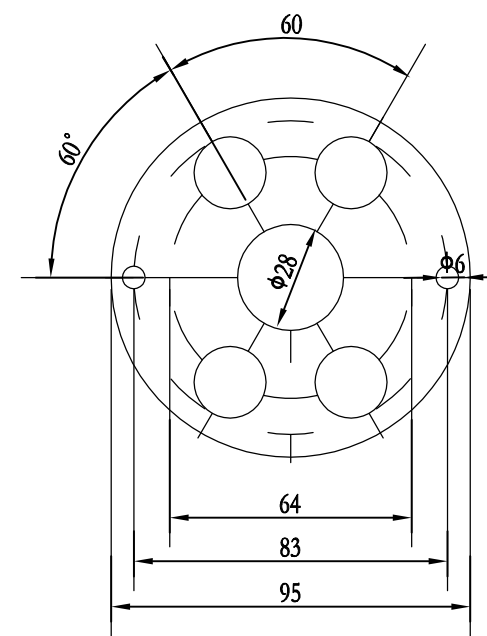
六孔单元载体



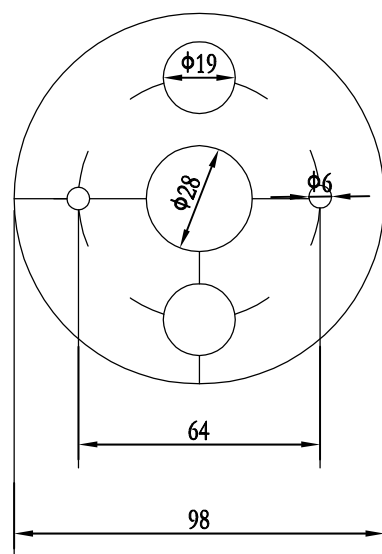
六孔单元限位片



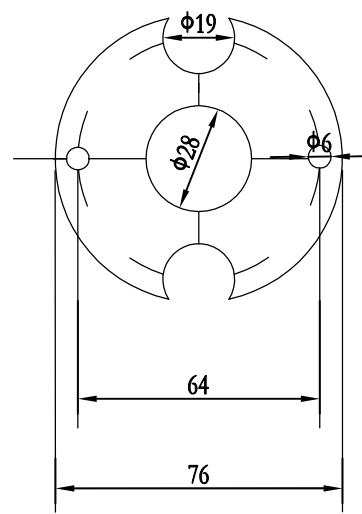
四孔单元载体



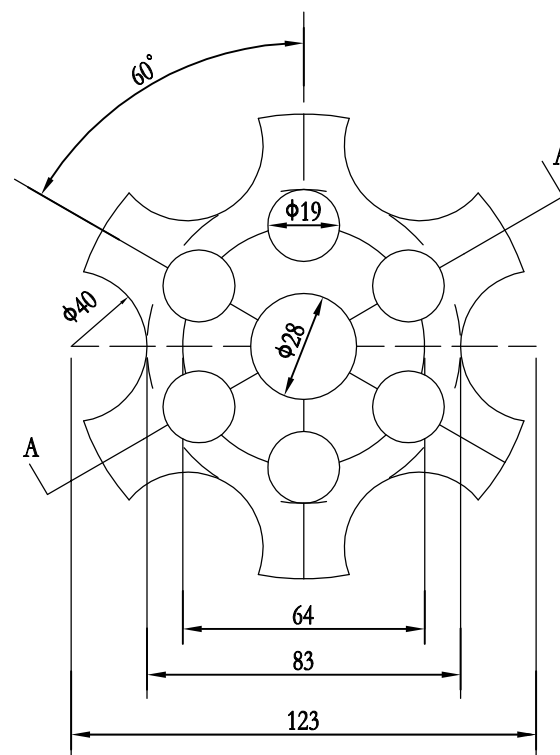
四孔单元限位片



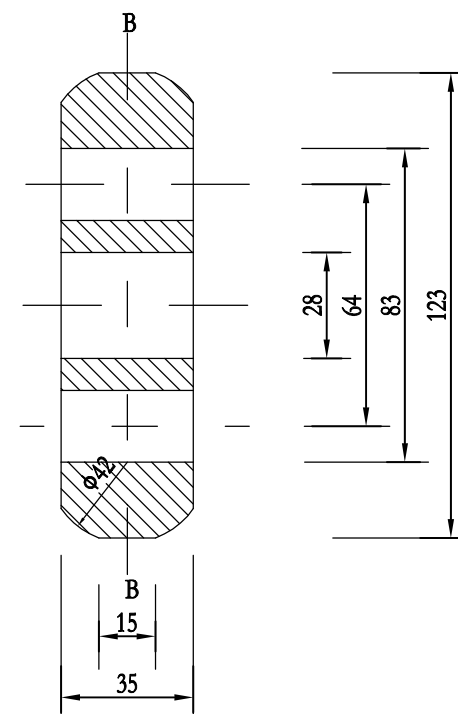
二孔单元载体



二孔单元限位片



B-B

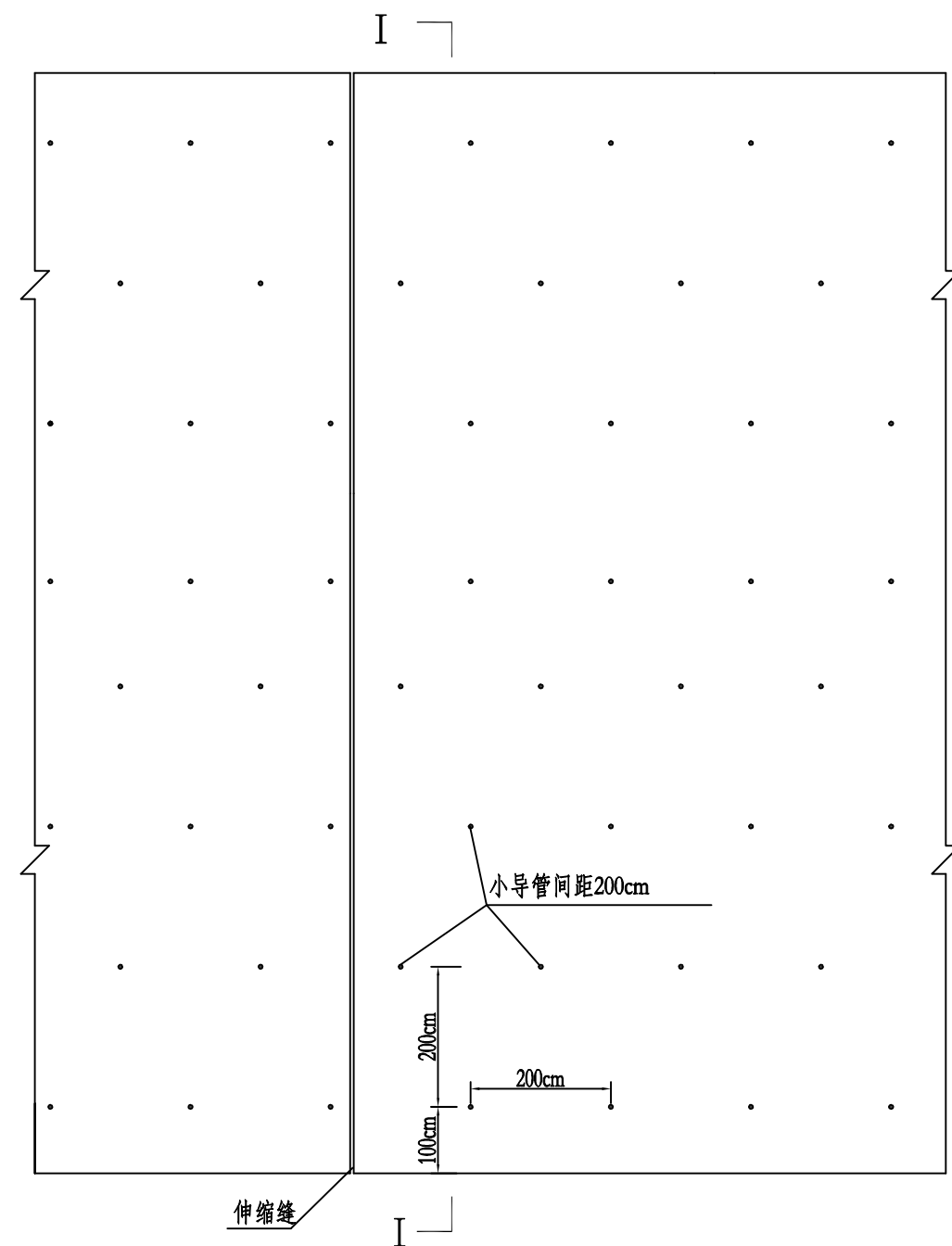


A-A

钢绞线架线环

附注:

- 1、本图尺寸标注除注明者外均以毫米计。
- 2、本图适用于4~6束压力分散型锚索。
- 3、钢绞线架线环建议采用高强塑料制做,要求其材料强度不低于30MPa。
- 4、钢质承载板要求采用45号钢材加工制作,其厚度不小于2cm。

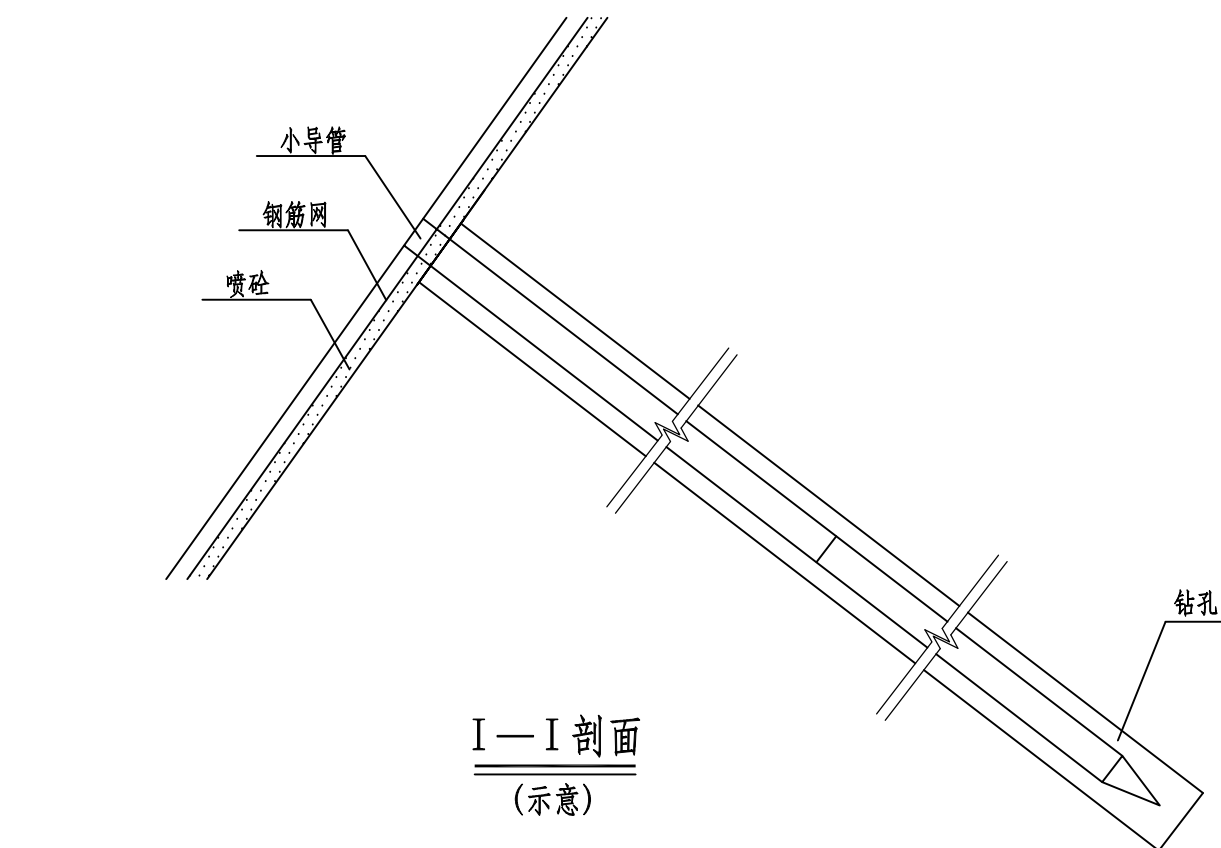


锚固钢筋网喷射混凝土立面示意图

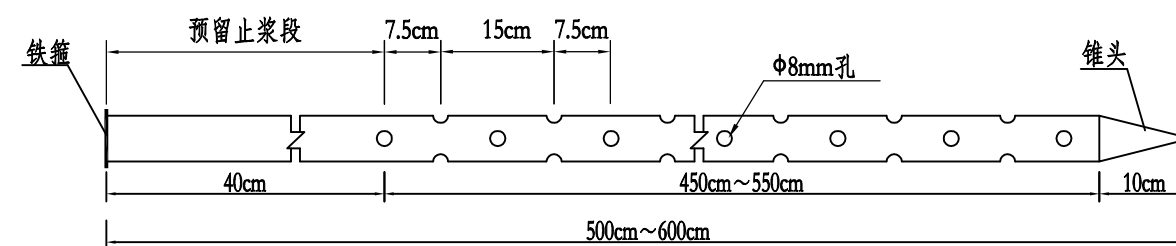
1:100

说明:

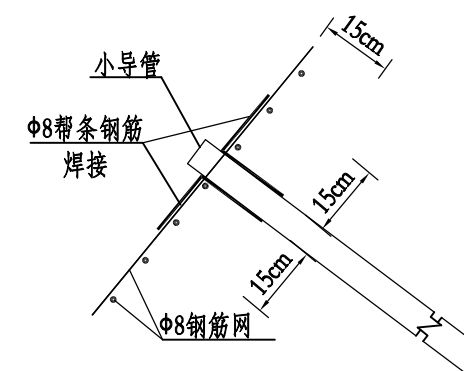
- 1.注浆采用小导管，外径50mm、壁厚4mm的无缝钢管，钢管长度不小于孔深，外露10cm，以与钢筋联接。
- 2.注浆孔采用风枪成孔，孔深不小于6m，间距2m，梅花型布置。
- 3.小导管注浆采用水泥浆液，水灰比：0.5：1，注浆压力：0.5~1.0MPa。达到压力时持续15分钟即可终止注浆。
- 4.注浆施工之前，须进行注浆试验，以调整注浆参数。
- 5.坡面是否挂网锚喷，根据各工点具体情况确定，详见各工点相关设计图表。



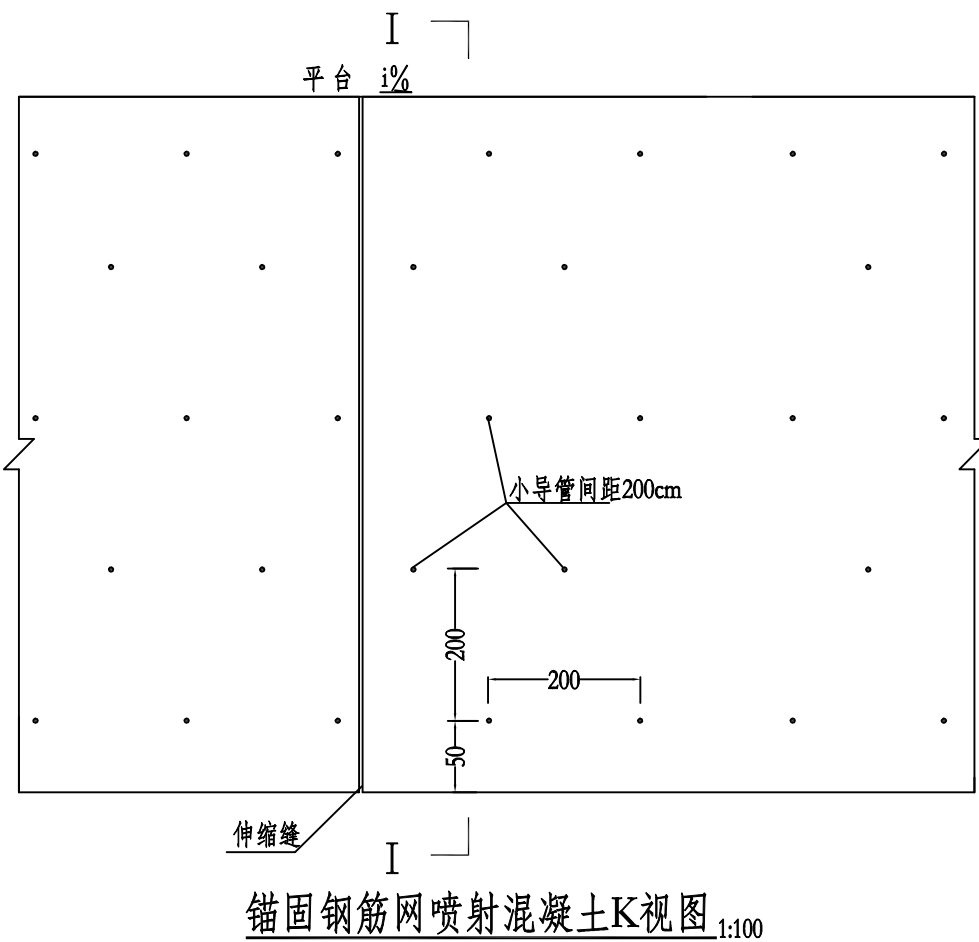
I—I 剖面
(示意)



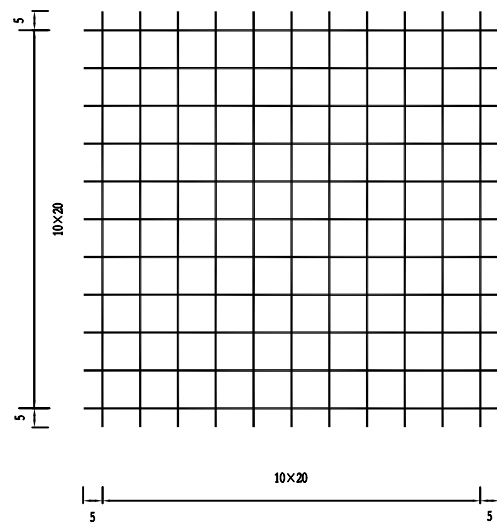
小导管
(示意)



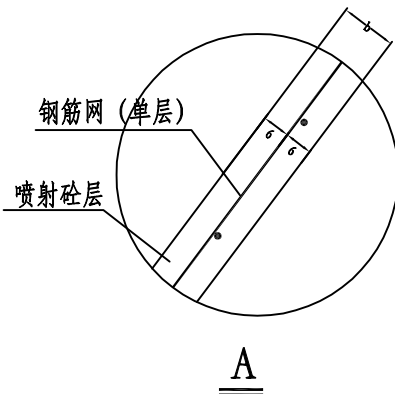
孔口帮条钢筋示意图



锚固钢筋网喷射混凝土K视图 1:100



钢筋网配筋图（单片） 1:20

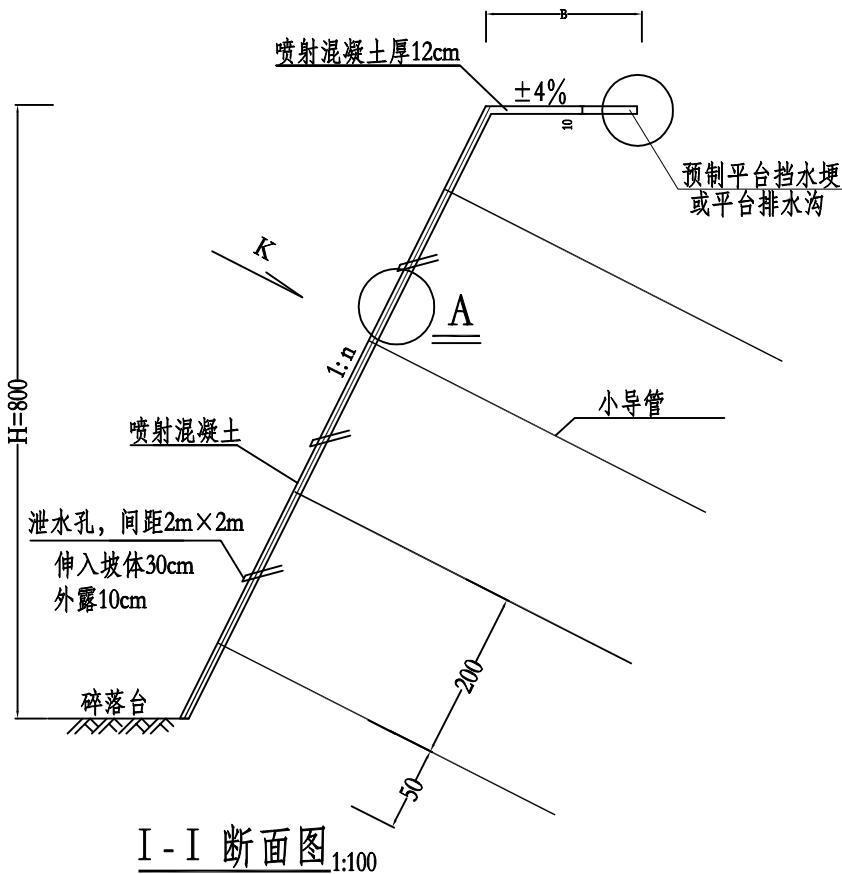


每片钢筋网材料数量表

钢筋网规格(片)	编号	钢筋规格	每根长(cm)	总数	共长(m)	共重(Kg)
200cm	1	Φ8	210	22	46.2	18.25
钢筋网	I 级钢筋合计: 18.25 Kg					

每平方米坡面砼数量表

喷射砼厚度(cm)	C25 水泥砂浆喷射砼坡面(m³/m²)
b=12cm	0.12

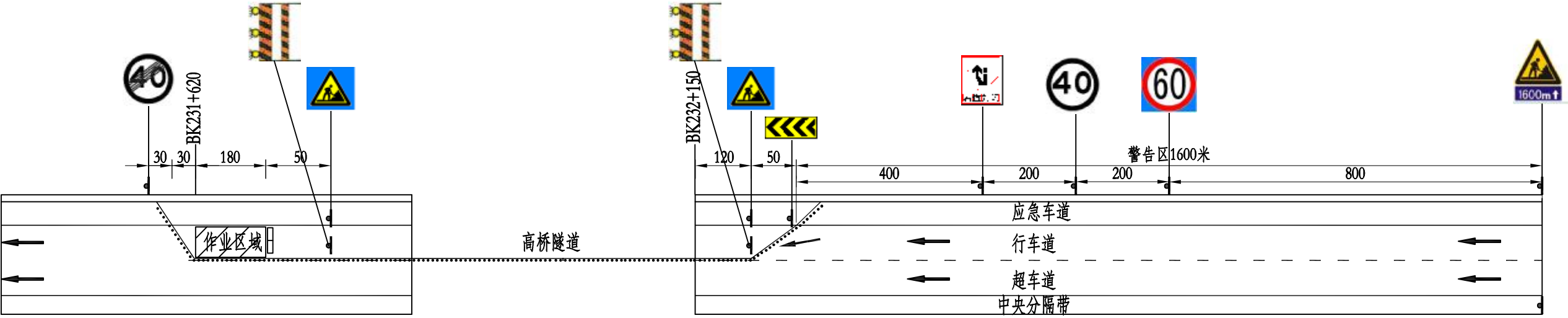


施工注意事项:

- 1、施工中应根据现行《锚杆喷射混凝土支护技术规范》的有关规定要求进行;
- 2、边坡开挖到设计坡面后(超挖允许误差为10cm以内), 应清除坡面各处浮石或孤石, 对突出坡面>10cm的岩土应予以削平, 以求坡面平整, 并清除坡面草皮树根;
- 3、在喷射混凝土前, 应用水或高压风管将岩面上的粉尘和杂物物冲洗干净;
- 4、混凝土要拌和均匀, 应采用强制式搅拌机在短时间内完成, 混凝土中骨料最大粒径不得超过10mm;
- 5、喷射混凝土施工结束后七天内, 应向喷面层洒水养护, 上、下午各一次, 若遇晴天还应增加洒水次数1~2次。施工中应加强工程监理, 严格执行各有关施工技术规范, 以确保工程质量。

施工注意事项:

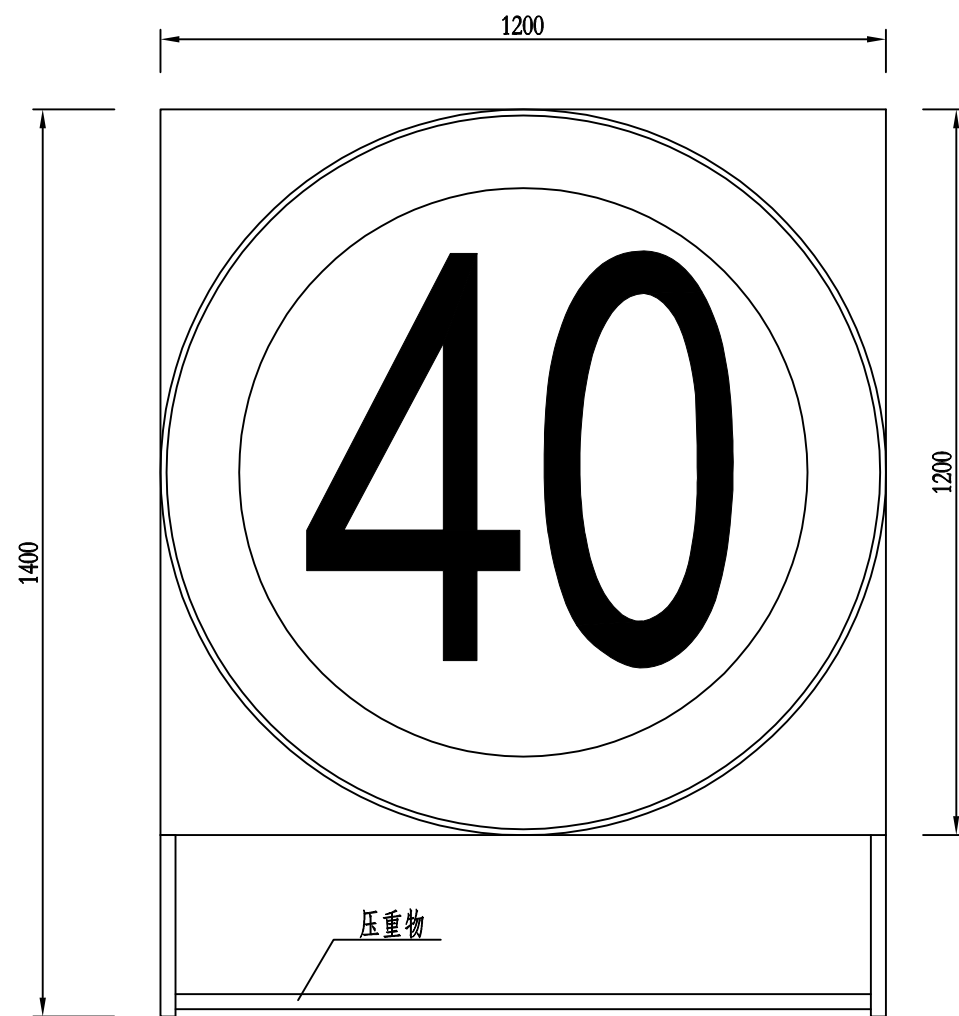
- 1、图中尺寸除注明者外均以cm计;
- 2、坡面采用C20混凝土喷射, 为加快初凝时间, 可适当加掺速凝剂;
- 3、加固坡体采用全坡面封闭, 充填坡面所能出现的裂缝, 阻止裂缝扩展, 以提高坡面稳定性;
- 4、坡面上设Φ7.5cmPVC泄水孔, 管外裹滤膜, 采用高性能长丝纺粘土土工布; 泄水孔间距间距2m×2m, 呈品字形交错布置。
- 5、钢筋网采用单片捆扎预制后悬挂, 对不规则边缘可采用叠置或异型挂网。



图例

- 标志牌
- 车流行驶方向
- 1450mm*800mm水马

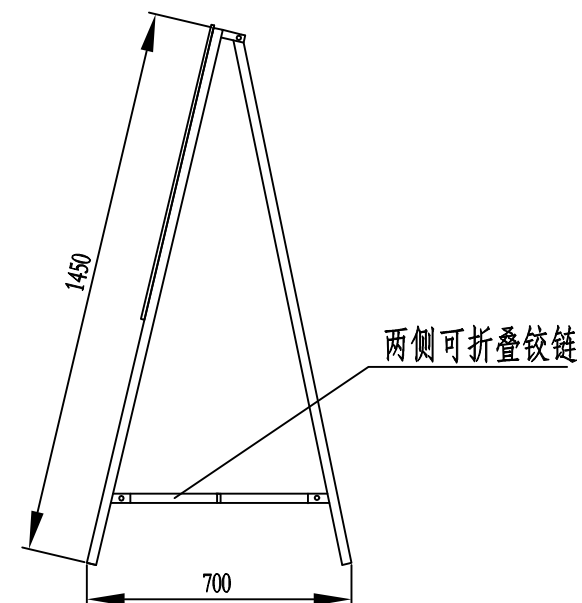
- 注：
- 1、图中尺寸均以m计。
 - 2、图中各标志具体做法见《安全布控标志示意图》。
 - 3、施工单位可根据具体路况再增设标志、标线交通导流设施。
 - 4、未尽事宜详见《福建省高速公路多车道养护工程安全布控指南》。



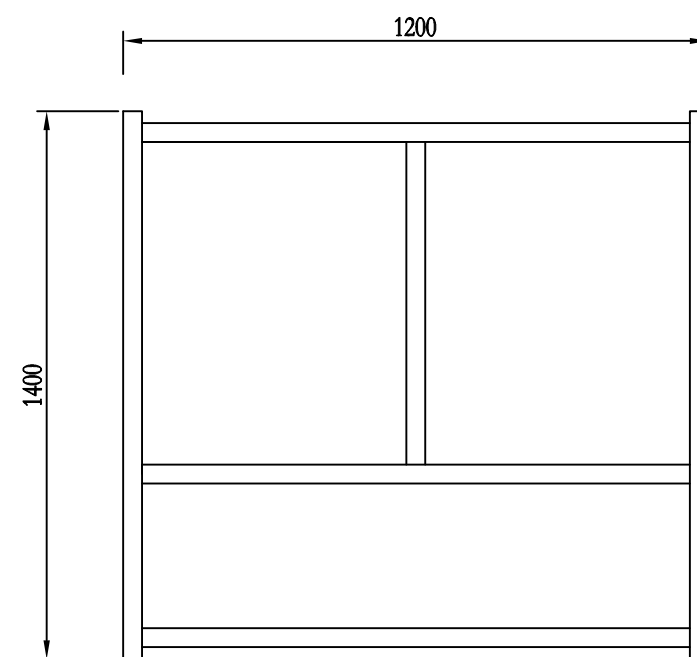
施工标志立面图

单个施工标志材料数量表

名称	编号	截面	长度	件数	单件重 (kg)	总重 (kg)	合计
方形钢管	1	40×40×4	1450	4	6.79	27.16	72.02
	2	40×40×4	1200	5	5.62	28.10	
	3	40×40×4	1150	2	5.38	10.76	
	4	40×40×4	320	4	1.50	6.00	
铝合金板	5	1200×1200		1	11.67	11.67	3mm厚
钹链	6			8			25扁钢
铆钉	7	M8	50	28	0.024	0.672	



施工标志立面图



支架立面图

说明:

- 1、图中尺寸为毫米为单位。
- 2、施工标志使用时，支架下横梁需压重物（沙袋）。

贴黄色反光膜
行车方向对角 (200×150)



水马示意图(一)

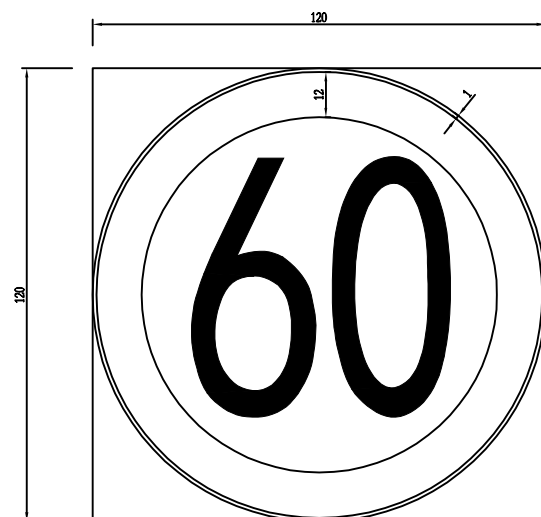
材料：PE塑料
规格：长1450×高800×下宽500×上宽250



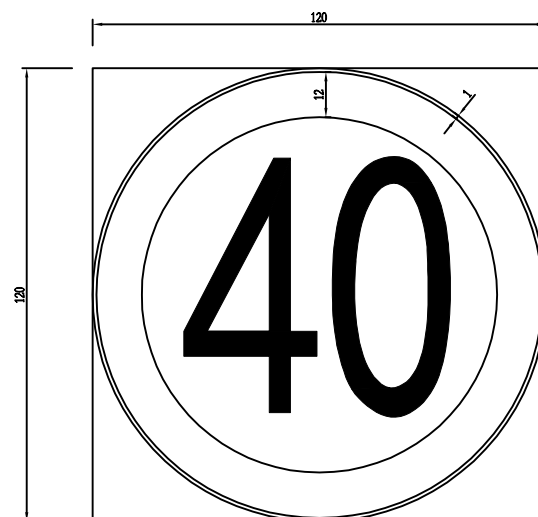
水马示意图(二)

说明：
1、图中尺寸为毫米为单位。

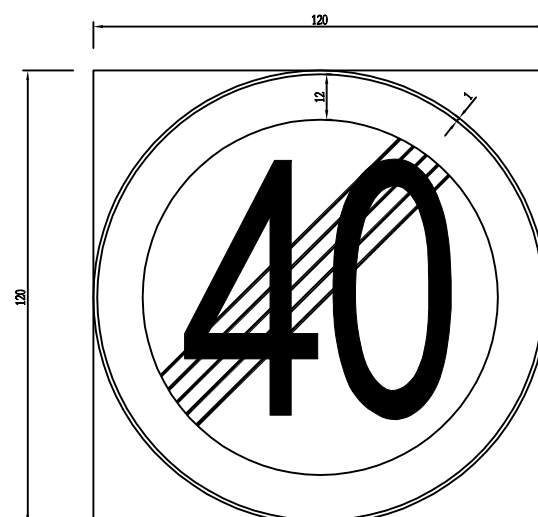
禁令标志 限速60公里/小时



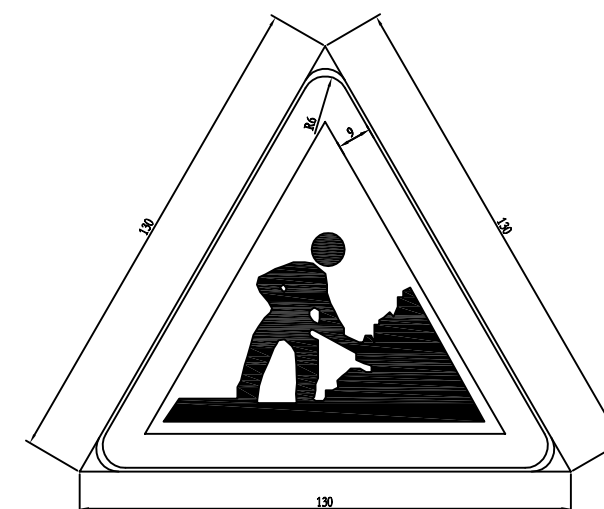
禁令标志 限速40公里/小时



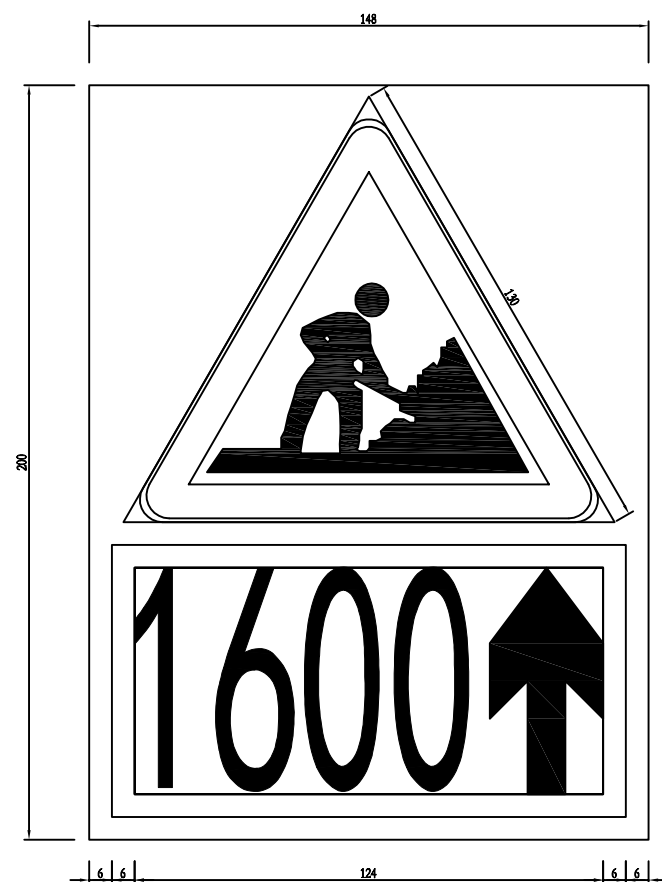
禁令标志 解除限速40公里/小时



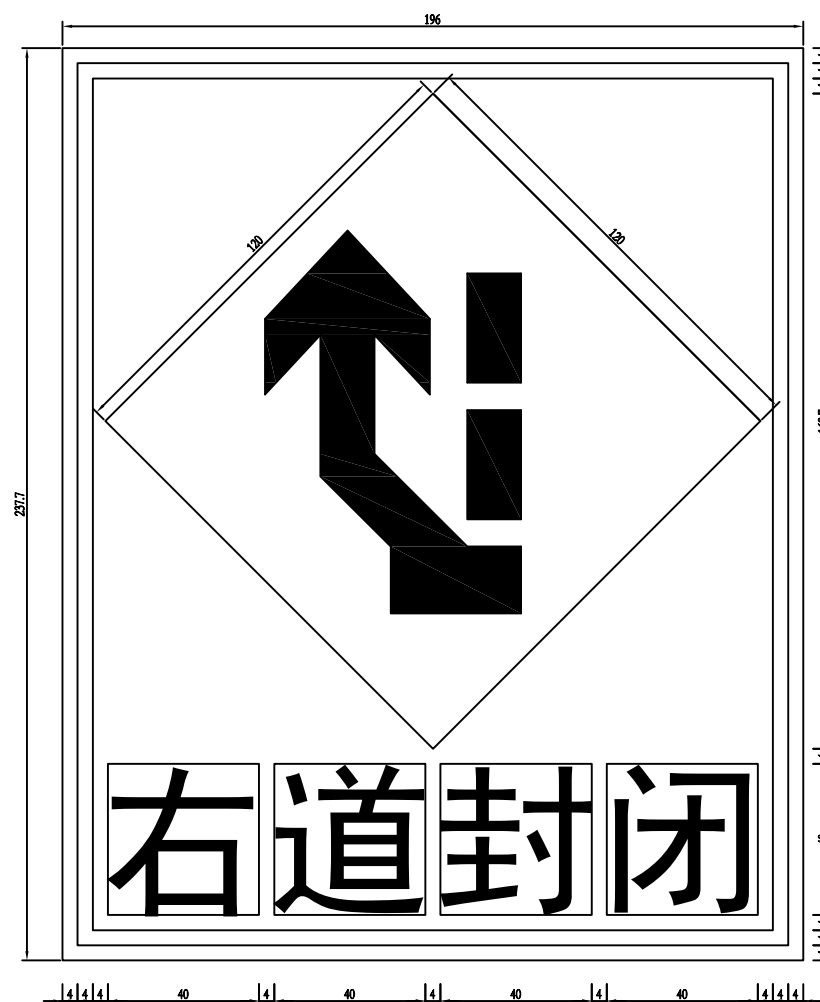
警告标志 施工



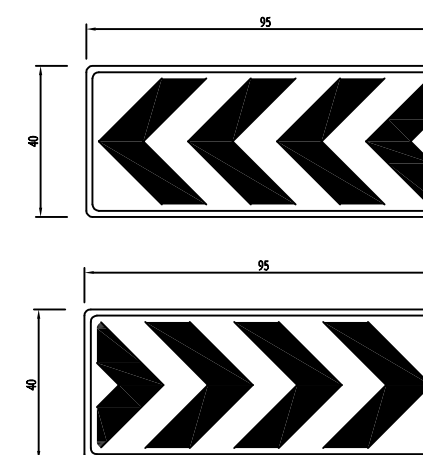
警告标志 施工+辅助标志



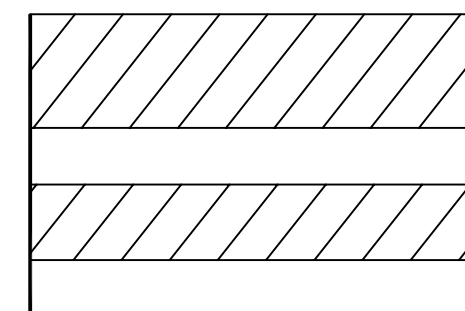
右道封闭警示



行驶方向导向牌



施工警示路栏



注本图均以cm为单位，比例为1：50。

高填深挖路基工程数量表

深挖路堑--坡体加固

锚固工程数量表

福银高速BK231+620~BK231+800右侧边坡病害治理工程

[illegible]

编制:

复核:

审核:

坡面防护及绿化工程数量表

福银高速BK231+620~BK231+800右侧边坡病害治理工程

第1页 共1页 S-16

[illegible]

注：喷射混凝土工程量以现场实际计量为准

编制:

复核：

审核:

高填深挖路基工程数量表

深挖路堑--坡体加固

边坡监测工程数量表

福银高速BK231+620~BK231+800右侧边坡病害治理工程

[illegible]

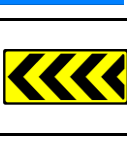
编制:

复核;

审核:

交通布控数量表

福银高速BK231+620~BK231+800右侧边坡病害治理工程

序号	标志名称	版面内容	版面尺寸 (cm × cm)	支撑形式	布控数量												护栏安拆 (m)	备注
					数量	铝合金面板 (kg)	外径60mm、壁厚4mm 无缝钢管 (kg)	铝合金滑槽 (kg)	铝合金角钢 (kg)	抱箍及底衬 (kg)	法兰盘 (kg)	地脚螺栓及紧固件 (kg)	反光膜衬底 (m²)	反光膜字符 (m²)	基础钢筋 (kg)	25号水泥混凝土(m³)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	BK231+620~231+800右侧边坡																	
1	警告标志 施工+辅助标志		148*200	单柱	1	25.31	172.89						2.96	1.78				
2	警告标志 施工+辅助标志		148*200	单柱	1	25.31	172.89						2.96	1.78				
3	施工长度标志		148*200	单柱	1	25.31	172.89						2.96	1.78				
4	禁令标志 限速80公里/小时		120 *120	单柱	1	12.31	119.23						1.44	0.86				
5	禁令标志 解除限速80公里/小时		120 *120	单柱	1	25.31	119.23						2.96	1.78				
6	警告标志 施工		△130	单柱	1	12.31	64.58						1.44	0.86				
7	行驶方向导向牌		95*40	支架	1	2.128	67.07						2.5	1.20				
	总计：	标志			7	127.99	888.78						17.22	10.04				
		可变信息标志牌			3													
		1500mm*800mm附设施工警示灯路栏			4													
		施工警示灯			10													
		1500mm*800mm水马			608													
		护栏安拆长度 (m)																