

川藏公路二郎山龙胆溪滑坡整治工程 堆积体锚索钻孔跟管钻进工艺技术的应用

袁学武¹, 楼日新²

(1. 成都理工大学 四川 成都 610059 ; 2. 四川准达岩土工程公司 四川 成都 610072)

摘 要 川藏公路是国家重点军、地两用交通要道,二郎山隧道是国家“九五”重点建设工程。长期以来龙胆溪滑坡影响川藏公路这一交通大动脉。由于紧邻公路的滑体规模大,滑面深、稳定性差,设计采用了较长的堆积体锚索(76 m)和较深的堆积体抗滑桩(65 m),这在国内外还没有类似工程的成功经验,特别是在松散堆积体中进行大口径跟管钻进,其难度在国内外尚属首次。结合成功的工程实践,首次开发对心式、自锐式跟管钻具及配套的工艺技术,很好地解决了工程难题。并针对不同性状的堆积体提出了相应的工艺措施。

关键词 滑坡治理;抗滑桩;堆积体;锚索;冲击跟管钻进;拔管

中图分类号 P634.5 文献标识码 B 文章编号 1000-3746(2003)S1-0105-04

1 工程概况

川藏公路二郎山隧道是国家“九五”重点建设工程。龙胆溪滑坡(1号)位于四川省天全县二郎山隧道东口龙胆溪右岸,国道318线K2729+920~K2730+425处。滑坡地形陡峻,平均坡度约43°,前后缘海拔分别为1840 m和2135 m。滑坡分东西块,K2729+920~K2730+165为东块,K2730+166~425为西块。

从监测资料和工程施工所能揭示的情况看,1号滑坡西块滑体自公路为界分为上下多级,下级又分为浅、中、深3层滑面。其中最活跃的是紧邻公路的上级滑坡和下级的第三层滑面。西块规模大,滑面深、稳定性差是整个滑坡最危险、也是施工难度最大的工程区。

1号滑坡西块(K2730+166~425)公路内侧设计布置41肋预应力锚索框架,K2730+182~222为10肋小框架,每肋上设2束长为21.5 m的(锚固段长为8 m)锚索,K2730+222~342为31肋大框架,每肋上设3束长为24.5 m(锚固段为10 m)的锚索。公路外侧K2730+163~420范围内设计共布置43根(实际施工42根)预应力锚索抗滑桩,每根桩头设置4束锚索。抗滑桩最大设计深度49.5 m(实际施工最大深度65 m);锚索设计最大深度61 m(实际施工最大深度76 m)。

2 工程地质及水文地质条件

滑坡区地层由表层的崩坡积物和志留系下统罗惹坪组钙质泥岩组成。地表为块、碎石土坡积物,多呈松散结构,厚度变化大,大孤石普遍,厚度3~5 m。志留系罗惹坪组钙质泥岩是崩坡积层的下伏岩层,包括钙质泥岩和泥岩2类,呈灰、灰绿、灰黑色。钙质泥岩呈中、厚层状,致密较坚硬,节理裂隙发育,岩层较破碎,风化程度中等,野外露头可见中厚层状岩体,或挤压破碎岩块组成碎裂结构的岩体。泥岩以灰黄、灰绿夹灰色为特征,中~薄层构造,破碎风化严重,多呈碎石夹泥或泥化夹层状及糜棱化条带,含泥量较高。地层出露点可见泥呈挤压破碎带或碎裂泥质结构。该套地层产状NE40°~50°/S50°~65°,局部产状倾北。

施工区地形陡峻,坡体上冲沟发育,崩坡层透水性好,赋水性差。滑带透水性差,地下水较丰富。本区地下水主要以基岩裂隙、孔隙水为主,坡体表层存在上层滞水。前期勘探揭示坡体地下水以窝状、脉状或片状分布与埋藏,地下水主要接受雨水、融雪的入浸补给。施工过程中部分桩内遇大流量远程补给承压水,最大流量40 m³/h,稳定水位位于16 m。

二郎山地区地处四川盆地亚热带季风湿润气候区与青藏高原内陆性干冷气候区的交接地带,常年有暴雨、降雪等灾害性天气。龙胆溪雨季洪水流量达6 m³/s,丰水期流量0.8 m³/s,平均期为0.2~

0.3 m³/s, 枯水期为 0.06 ~ 0.1 m³/s。50 年一遇最大洪水流量 174 m³/s, 洪水对岸坡的冲刷侧蚀作用是岸坡失稳的主要原因。

3 堆积体预应力锚索跟管钻进施工

3.1 工程概况

本工程共有 42 根堆积体预应力锚索抗滑桩和 41 肋堆积体预应力锚索框架。每根抗滑桩布置 4 束 12 ϕ _j15.24 锚索, 共计 168 束抗滑桩堆积体预应力锚索, 锚索最长施工长度 76 m。小框架每肋设 2 根 9 ϕ _j15.24 锚索, 大框架每肋设 3 根 12 ϕ _j15.24 锚索, 最大施工深度 32 m, 共计 9 ϕ _j15.24 锚索 510 m, 12 ϕ _j15.24 锚索 12465.56 m(包括大框架和抗滑桩锚索)。

3.2 施工流程

堆积体预应力锚索施工, 其主要施工工艺流程见图 1。

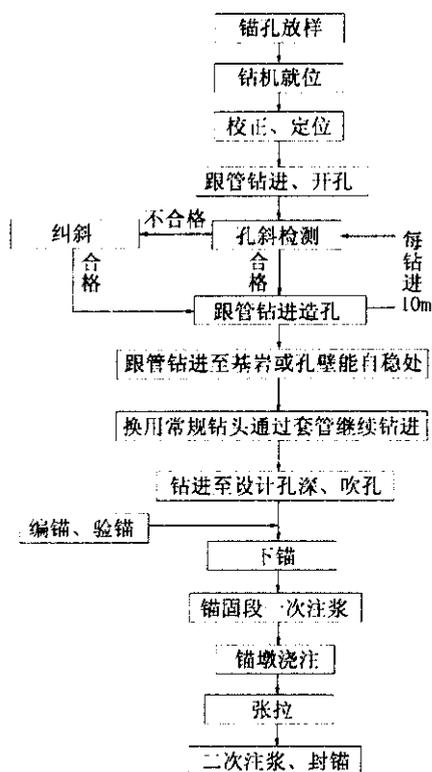


图 1 施工工艺流程图

3.3 施工工艺

3.3.1 锚孔定位及编号

3.3.1.1 锚孔放样

(1) 利用经纬仪结合红外仪, 依据设计单位移交的控制桩号, 先确定 42 根抗滑桩的桩排方向, 再依据各桩桩心坐标确定桩心位置, 通过不同桩排方

向和桩心位置确定各桩长轴方向, 各桩不同锚索的外撇脚确定各锚孔的方向, 结合锁口盘高程和桩段长度, 计算锚孔在孔口的位置(距长轴方向中心线的距离和高程)放出锚孔的开孔位。用红油漆在所测放的孔位处标明锚孔中心点及锚孔编号。

(2) 孔口坐标误差 ≥ 10 cm。

3.3.1.2 校正定位

在确定孔位中心和钻机就位后, 依据各孔位的外撇脚和钻孔俯角校正钻机立轴方向。校正的定位要求:

(1) 各桩上排(1、2 号孔)俯角 28° ;

(2) 各桩下排(3、4 号孔)俯角 32° ;

(3) 各桩 1、3 号孔外撇下游 2° , 2、4 号孔外撇上游 2° 。

3.3.1.3 锚孔编号

本工程锚索分为 3 种:

(1) 第一种为抗滑桩预应力锚索, 锚孔编号为 MZ-I-i-n。其中 MZ-I 表示抗滑桩按不同深度区分的类型 I = I、II、III; i 表示抗滑桩的编号 $i = 1, 2, 3, \dots, 42$; n 表示同一桩上不同锚索束号 $n = 1, 2, 3, 4$ 。

(2) 第二种为大框架锚索, 锚孔编号为 Di-j。其中 i 表示行号 $i = 1, 2, 3$; j 表示列号 $j = 1, 2, 3, \dots, 31$ 。

(3) 第三种为小框架锚索, 锚索编号为 Xi-j。其中 i 表示行号 $i = 1, 2$; j 表示列号 $j = 1, 2, 3, \dots, 10$ 。

3.3.2 钻机就位

为使锚孔在施工过程中及成孔后其轴线的俯角、方位角符合设计要求, 必须保证钻机就位的准确性和稳固性。因此, 钻机安装平台做到平整、坚实、不变形、不震动等。确保开孔钻具的轴线与设计锚孔轴线保持一致, 否则, 必须整改达到要求方可开孔钻进。

3.3.2.1 准确性

(1) 调整钻机立轴轴线和边坡地面的接触点的高程与标定孔位一致;

(2) 调整钻机立轴的轴线, 使其与设计锚孔中心轴线的俯角及方位角保持一致;

(3) 由技术人员测校开孔钻具轴线, 使其与锚孔中心轴线方向一致, 然后才能开孔;

(4) 在钻进前和每钻进 10 m 由技术人员检测钻具轴线、钻机立轴轴线与锚孔轴线的一致性。

3.3.2.2 稳固性

- (1)用卡固管件使钻机卡牢稳固;
- (2)试运转钻机,再次校测开孔钻具轴线与锚孔中心的轴线,使其保持一致,拧紧紧固螺栓;
- (3)随时保证施钻过程中钻机的稳固性;
- (4)设置孔口导向管或小型导向桩,以保证施工的锚孔顺直、倾角、方位角符合设计要求。

3.3.3 造孔

3.3.3.1 锚孔基本技术参数

- (1)锚孔中心轴线允许偏差:孔斜误差 $\geq 3\%$, 钻孔偏角 $\geq 1^\circ$,外撇角误差 $\geq 0.5^\circ$ 。
- (2)锚孔孔径参数:孔径 146 mm。
- (3)孔深参数:各锚孔深度均按设计要求严格执行,并依据现场监理指令适当调整,900、1200 kN 级锚索锚固段长度分别为:小框架 $L_{\text{固}}=8.0$ m,大框架 $L_{\text{固}}=10.0$ m,抗滑桩 $L_{\text{固}}=14.0$ m;严格控制有效孔深 $\Delta L \leq 50$ cm,钻孔应穿过滑动面,将锚固段设置在较新鲜完整的岩体中。

3.3.3.2 造孔主要设备、机具

- (1)造孔设备:4 台套 XY-2 型钻机、2 台套 MD-50 型锚固钻机。
- (2)CIR110 型冲击器:10 台套, JW100 型 8 套, 350R 型 8 套。
- (3)造孔钻具:CXG146、168 型对心、偏心扩孔跟管潜孔锤钻具各 30 套。
- (4)空压机:10 m³/0.8 MPa、20 m³/1.5 MPa 各 3 台。
- (5)电动拔管机(自制)4 台。

3.3.3.3 钻进工艺及参数

- (1)钻进工艺:在崩积层和崩坡积层以及裂隙较为发育的基岩钻进,采用风动潜孔锤冲击跟管钻进,在裂隙不发育基岩层采用风动潜孔锤冲击钻进。
- (2)工艺参数:①钻进压力:开孔时,冲击器紧贴岩面,低压力冲击,平稳缓慢推进,钻进过程中 $P_f=2 \sim 4$ kN;②转速:开孔转速 $n=0$,钻进转速 $n \geq 50$ r/min;③风量风压: $Q_{\text{风}}=9 \sim 17$ m³/min, $P_{\text{风}}=0.7 \sim 1.0$ MPa。

3.3.3.4 扫孔、清孔、测孔

- (1)扫孔:钻孔钻到设计孔深以后,用同级钎头扫孔,保证终孔直径。
- (2)清孔:终孔后的清孔,采用压力 >0.8 MPa 的压缩空气冲孔排渣,保证孔底残存岩渣低于沉渣段顶端。
- (3)测孔:综合测定钻孔各项技术指标,必须符合设计规范要求。

3.3.5 堆积体跟管钻进中特殊情况下的工艺措施及其效果

3.3.5.1 深厚覆盖层

由于滑坡体的主要组成岩体在平面分布上沿公路方向呈波状起伏特征,存在隆起的褶曲构造。褶曲构造核部岩体多为厚层结构,破碎程度相对较轻,而构造核之间岩体则受挤压作用强烈,岩层形成了严重的破碎带或断层挤压带。这种构造影响的强弱、岩性软硬、风化程度的差异使锚索成孔施工的难度成倍增加。在第三层滑面以上,由于地层结构松散,垮塌、架空、漏风严重,夹泥、遇水、造孔护壁排渣困难。考虑到滑坡体造孔严禁使用液体冲洗介质,因而如何确保造孔、固壁的顺利是该工程的关键技术之一。针对现场具体地层情况,综合考虑工期要求、设备、工艺水平等因素,积极组织技术人员开展科技攻关。优化偏心跟管钻具,自行设计了分体式无锁对心跟管钻具,无锁自锐式对心跟管钻具,电动拔管机等设备和机具。确保了锚索施工的质量和工期。

为了进一步了解滑坡体地层结构情况,指导锚索成孔施工,在进场之初分别在公路上坡边小框架 X1-1 和抗滑桩平台 MZ-III-18-1 施工了 2 个取心孔,结果与设计提供地层情况基本吻合。框架和抗滑桩共 281 个孔,地质及钻进情况见表 1。由于抗滑桩锚索施工区覆盖层较厚、松散破碎,加大了造孔难度,而现有设备跟管钻进深度有限,我们采用了异径跟管、一次性跟管钻具、孔底割管等施工工艺,保证了钻孔方位角、俯角与开孔方位角、俯角的一致性,达到设计要求,取得了良好的效果。

3.3.5.2 破碎地层段

在钻遇破碎地层时,钻具发生剧烈跳动现象,钻进负荷加大,甚至坍孔、埋钻、卡钻,给正常钻进施工带来一定的影响。为此,必须采取有效措施,保证正常钻进施工。

(1)崩坡积层必须采用跟管钻进工艺,待锚索钢绞线和压浆管送至孔底后,方可拔出套管。

(2)在基岩接触面岩层较破碎,尤其是采用偏心跟管时,易出现卡钻、掉钻等孔内事故。因此,必要时采用注浆固结孔壁的措施,待凝后继续扫孔钻进。

通过以上处理措施,能够顺利通过破碎地层,在起拔套管时也能顺利拔出套管。加快了钻进速度,取得了良好的技术效果。

3.3.5.3 地下水、承压水和黄粘土层

表 1 锚索钻孔地层及施工情况

孔 号	设计深度 /m	设计覆盖层 钻孔深度/m	实际钻孔 覆盖层深度/m	地下水出露 深度/m	实际孔深 /m	粘土层 深度范围/m
MZ-IV-19-1	63.5	51.0	66.0	64.0	82.2	1.0~54.64
MZ-IV-19-2	63.5	51.0	66.0	-	82.2	0.9~49.51
MZ-IV-19-3	55.0	39.5	62.5	-	80.0	0.9~53.24
MZ-IV-19-4	55.0	39.5	62.5	64.1	80.0	2.9~58.13
MZ-IV-20-1	63.5	51.0	71.0	51.0	83.5	0.8~39.50
MZ-IV-20-2	63.5	51.0	71.0	46.9	83.5	0.8~39.50
MZ-IV-20-3	55.0	39.5	61.7	51.0	79.2	0.8~39.60
MZ-IV-20-4	55.0	39.5	60.0	48.0	80.0	1.0~40.10
MZ-IV-21-1	63.5	51.0	65.0	56.0	82.0	4.0~65.10
MZ-IV-21-2	63.5	51.0	65.0	58.5	83.2	4.3~65.20
MZ-IV-21-3	55.0	39.5	60.4	-	80.0	4.0~59.30
MZ-IV-21-4	55.0	39.5	65.0	-	83.0	0~64.10
MZ-IV-22-1	63.5	51.0	71.0	51.6	83.5	0.8~34.10
MZ-IV-22-2	63.5	51.0	66.2	57.3	80.7	0.8~61.10
MZ-IV-22-3	55.0	39.5	58.0	52.3	78.0	0~49.60
MZ-IV-22-4	55.0	39.5	60.0	52.5	75.5	0.8~31.20
合计	948	724	1031.3		1296.5	

在钻遇地下水、承压水时,跟管钻进的排渣、排粉效果较差,可加入一定的泡沫剂,同时增大风量强行吹孔。如果仍不能正常钻进,采用提钻具、下栓塞、钻杆注浆的方法处理该地层,待凝后继续扫孔钻进。

在钻遇黄粘土层、滑面、其它软弱夹层若为干孔(无地下水),采用降低钻进速度、多提动钻具、充分排粉的处理措施;若有地下水,加入一定的泡沫剂,

同时增大风量,如果仍不能正常钻进,采用起钻具、下栓塞和钻杆注浆的方法处理该处地层,待凝后继续钻进。

通过以上的技术措施,较好地通过了该段地层。但是在起拔套管时,由于套管与围岩可能被水泥浆液固结在一起,无法起拔套管,造成了一定的经济损失,有待进一步组织技术人员开展科技攻关。