

公路边坡地质灾害综合治理施工设备与工艺探讨

张晓宏

(陕西省煤田地质局 陕西 西安 710054)

摘 要 分析了铜黄公路边坡地质灾害治理工程中预应力锚索孔、水平排水孔和钻孔注浆设备与施工工艺,探讨了治理施工技术的合理应用,并对其做出了进一步发展评价与技术设备配套展望。

关键词 锚索孔 水平排水孔 注浆 滑坡 地下水

中图分类号 U417.1 **文献标识码** B **文章编号** 1000-3746(2003)S1-0102-03

铜(川)黄(陵)高速(一级)公路宜君段有多处山体处于古滑坡地带。公路开挖后,古滑坡体复活造成边坡不稳定。雨季来临时,边坡不稳定滑移更为严重。尤其是山体中得到地表水补给后,将顺着山势从高处自动渗透到路基中,导致路基裂缝变形,从而成为影响公路施工建设的重大地质灾害问题。因此,公路施工中采取了针对性措施来克服这一不良地质灾害。首先采用预应力锚索肋梁与框架梁,稳固边坡;其次布置水平排水孔,疏导排泄边坡与路基中有害的水分,以及进行钻孔注浆,加固路基等。这些工程治理办法,施工中都取得了预期的效果。

1 锚索治理

1.1 滑坡体概况

铜黄一级公路 K146~147 段路堑开挖高度 20~35 m,滑坡体平均厚度 15~20 m。该段地层上部为第四系松散堆积层,含卵石、粉质粘土,以及坡积砂泥岩风化物。下部为二叠系灰绿色泥岩、砂岩互层。砂岩层理发育,中等风化。泥岩风化强烈,部分呈粘土状,其中古滑坡体滑动层为二叠系中灰绿色泥质胶结岩层。由于路堑开挖,使古滑坡失去原有山体的支撑条件,而直接临空出露位移,因此导致边坡上下产生多处裂缝,面临坍塌。

1.2 锚索治理方案

采取分级开挖,多次(3~4次)削坡。每次削坡后浇注一排钢筋混凝土肋梁(单片梁面积约 8 m²),每片梁上下各用一根预应力锚索锚固、锁定。锚索钻孔直径 120~150 mm,下仰角 30°,孔深 35~45 m。锚索由 7 根 Ø15.24 mm 钢绞线箍扎制成。锚固段 10~15 m,自由段穿 80 mm 直径的波纹管,灌注

沥青防腐。

1.3 锚索孔施工分析

锚索钻孔引进了香港豪顿 HD-90、HD-120 型履带全液压双动力头跟管钻机,同时还使用了 MK-5 型全液压动力头和 MD-50 型机械动力头撬装钻机。豪顿钻机使用水循环自动跟管钻进, MK-5 和 MD-50 型钻机使用空气洗孔潜孔锤钻进。MK-5 和 MD-50 型钻机不同的是前者使用英格索兰低压(0.5~0.7 MPa)潜孔锤、螺旋钻具钻进,后者使用英格索兰高压(0.7~2.1 MPa)潜孔锤、外平粗径钻具(Ø89 mm)钻进。这些设备代表了国内外近年锚杆、锚索孔钻机的主要类型,其钻进工艺各显优势,现根据施工情况剖析讨论如下:

(1)众所周知,滑坡离不开水的原因,人们常说“十滑九水”。豪顿钻机因为使用水循环,本身对治理滑坡不利。其钻进孔口则必须挖设排水沟,并铺设塑料隔水薄膜,以防止水浸入边坡。但实际上施工附近地表仍受到水浸之忧。特别是孔内水循环后,水不断渗入地层内部,加重了滑坡趋势。相反空气潜孔锤钻进利用气体洗孔,地层中进入气体不会加重滑坡和造成根本性危害,只是孔内潜孔锤震动对地表松散土有轻微影响。

(2)豪顿钻机由于采取双动力头驱动钻头、套管同步钻进与护壁,套管在下完锚索后再回转拔出。所以锚索入孔非常顺利,技术优势显而易见。而空气潜孔锤钻进泥质胶结层和松散层的锚索孔,下锚索前要多扩孔、清孔。即使如此,有时锚索还难以一次性下到孔底。因此导致辅助作业时间长、效率低,工艺技术急待改进。目前,国内现有的单双动力头跟管工艺,遇到复杂地层起拔套管比较困难。

收稿日期 2003-04-30

作者简介 张晓宏(1962-) 安徽南陵人,陕西省煤田地质局副总工程师、教授级高级工程师,钻探工程专业,从事技术与管理工作,陕西省西安市(029)32236914。

(3)在钻进中,愈是遇到硬岩,潜孔锤的效率优势愈突出,这一点豪顿钻机相形见绌。特别是高压潜孔锤,钻进2 h左右即完成一个钻孔。但高压潜孔锤遇到潮湿的泥质类地层,钻进速度远不如低气压潜孔锤采用螺旋钻杆强力排粉钻进快。

(4)豪顿钻机履带底盘可以自行移位,但必须创造长大工作面,以便于其左右移位。造成施工中只能采取削一层坡、钻一排孔的工程流水作业法。相比撬装钻机钻进而言,由于后者机器质量较轻,主要部件(油箱、电机)可以解体安装到人工高架平台,所以能够创造上下多层工作面平行作业,十分有利缩短工期,缩短治理滑坡的周期。

(5)当施工边坡底层锚索孔时,如果路面土方全部挖走外运,滑坡体底部无支护,变动的滑坡将影响工作面前正在施工钻机的安全。为此,充分利用了MK-5型钻机体积较小的优势,开挖间隔性的工作面摆放该钻机钻孔。未开挖的山体,仍保持支护状态,故保证了边坡稳定。而体积庞大的豪顿钻机则无法发挥作用。

2 水平排水孔

2.1 排水孔布置

宜君县区域内森林植被覆盖率高,为铜黄公路通过的山体提供了地下水储存的天然条件。而充足的地下水和雨水补给可以湿化边坡,润化古滑坡的滑动面,从而加剧滑坡危害。因此除针对降水布置地表沟槽等明排水工程系统外,沿公路两边的滑动边坡、以及路基挡墙的底部均设置了大量的水平排水孔常年排水。排水孔深度一般30~40 m,间隔距离约15 m,钻孔角度上仰5°,完孔后直接下入 $\varnothing 120$ mm的PVC塑料过滤管集水排泄。

2.2 排水孔施工分析

国内对于公路边坡地层排水,主要采用明沟、浅层泄水孔、深部盲洞等方法来减少水害。现今随着钻探设备与技术应用范围的扩大,施工水平钻孔代替又长又深的盲洞作业,使地下纵深地层排水的难题迎刃而解,从而深受公路建设的欢迎。铜黄公路建设正是在这种趋势下,设计布置了路基挡墙泄水孔、边坡上仰疏水孔等立体疏排水系统来治理边坡地质灾害。施工排水孔设备主要选择的是MD-50与MK-5型钻机,以及三缸单作用变量泵(NBB200/40型)和胶管挤压灰浆泵(UBJ-3型)。现对比设备工艺分析如下:

(1)边坡排水孔施工前期,利用空气潜孔锤设

备先钻进了2个孔。但由于边坡底部地层中水量丰富,水平孔内易形成积水,导致排粉时结团成块,空气吹洗比较困难。最终因钻速较慢而改用水泵供水成孔,从而大幅度节省了开动空压机的成本,并提高了效率。

(2)MD-50型锚固工程钻机,因动力不够,经过4个孔的钻进试验,只能勉强打到30 m孔深。此后全部采用了MK-5型钻机(30 kW动力)施工。经分析认定,水平上仰钻进,由于钻具自重和地层软硬不均等因素都影响到钻机的扭矩,使钻机额定的钻进孔深能力有所降低。

(3)水平排水孔产生的岩粉多沉积在钻孔的下侧,当使用外平钻杆施工时,循环水难以将沉积的岩粉“垫”及时充分地清除。但使用螺旋钻杆,依靠螺旋翼片的旋推力可保持排粉比较通畅。

(4)水平排水孔都具有定向防斜的要求。为保证塑料花管正常下入孔内,钻进中必须控制给进压力,保持进尺匀速。防止软地层中因钻速太快,遇到石块后迅速偏斜。同时,螺旋钻杆与三翼钻头之间要采取短钻杆连接扶正器加以保直防斜。

(5)由于钻孔为水平上仰施工,泵送到孔底的冲洗液向孔外循环具有一定的自流作用。所以尽管胶管挤压泵功率小、泵压低(2 MPa),但完全能适应深40 m的水平排水孔钻进。尤其是胶管挤压泵可泵送高含砂量的泥浆,为现场维护使用带来了极大的方便。而三缸单作用泵虽然泵压高(4 MPa)、排量稳定,可配套钻进更深的水平孔,但存在经常需更换皮碗、塞线等易损件问题,费时、费力、也费财。

3 钻孔注浆施工

3.1 注浆加固方法

为了防止边坡中所含地下水流入路基,在坡底与路面之间挖设了截水的盲沟(卵石充填)。但盲沟作用有限,路基中仍赋存了大量来自山体中的水,造成路面多处变形、沉降。对此,一方面是通过施工水平钻孔排除路基中的积水(施工后的排水孔一般都水流不息)。另一方面,则在路面上钻孔注浆,对路基碎石层等孔隙进行水泥浆充填替换,加固路基。

注浆加固孔布置方式为:在路面裂缝两侧均匀布置双排钻孔,在路面沉降坑范围,按梅花形、孔对孔间隔3 m布置。钻孔深度4~6 m,直径94 mm。配套 $\varnothing 25$ mm的PVC注浆管,自孔底向孔口分段分时注浆。其水泥浆拌合配合比为(单位kg):水泥:粉煤灰:速凝剂:水=(200~225):(50~60):

(1~2): 700。

3.2 钻孔注浆工艺分析

根据工程要求,我们配置了 DPP-100 型汽车钻机,单缸与三缸单作用泵(BW200/60 型),高速(500 r/min)1 m³ 和低速(100 r/min)3 m³ 搅拌机等设备。现结合施工实际情况,对钻孔注浆工艺分析如下:

(1)由于钻孔较浅,采用空气潜孔锤施工进场设备多、成本高,加之钻孔水循环工艺对路基有危害,因而受到严格限制,经比较选择了干钻取心成孔工艺。

干钻成孔最主要的问题是如何防止钻头过度磨损和烧钻。实际施工中采用了多组出刃与排列焊接的硬质合金钻头,并严格控制钻进参数,做到轻压慢转。

(2)针对加固路基内砂石垫层的强度要求,只能采取小泵压(≤ 1 MPa)渗入性注浆工艺,以避免泵压过高造成路基垫层劈裂,产生不必要的损害。因此单缸单作用注浆泵(1 MPa)在施工中的作用得到了充分地发挥,而三缸单作用泵的压力(6 MPa)高,容易超压力注浆,不利现场操作控制,并增大了设备投入的费用。

(3)注浆操作必须安排专人、随时观察泵压和路基挡墙缝隙。当泵压过高或挡墙出现漏浆点时,应暂停 2~4 h 再补浆。一般补浆 3~5 次,直至泵严重,即可完成该孔注浆,否则,高压注浆,浆液扩散范围超出路基,将造成不必要的材料浪费。

(4)钻孔与注浆作业之间必须安排一定的顺序间隔。一般注浆孔与钻进孔应相隔 3 个孔位以上,以防止此孔注浆,彼孔冒浆。并实行注浆区域不钻孔,钻孔区域不注浆的作业施工流程。

(5)现场实际配浆结果表明,水泥、粉煤灰在高速小容量搅拌机翼片的飞速旋转混合下,固相分散迅速、水化充分,搅拌效率比低速搅拌机增大约 1 倍。因此,配套高速搅拌注浆将大大地节省辅助时间。

(6)对部分路段上所产生的较大凹坑,施工后期探索搅拌一些浓浆(水灰比 0.35 左右),按压密注浆方法缓慢进行灌注,以适当抬高洼陷的路面,但不容易控制。

4 结语

铜黄一级公路已经竣工通车。经过预应力锚索、水平排水孔和钻孔注浆等工程技术治理,公路边坡、路基消除了不良地质带来的危害,为行车安全畅通发挥积极的作用。通过铜黄公路地质灾害治理阶段的工程施工与技术分析,给我们留下了进一步工作的启示。

(1)利用预应力锚索、水平排水孔、钻孔注浆等组合方式治理公路边坡复杂的地质灾害,能达到主动止滑、主动疏水、主动加固的目的。并可产生施工期短、效果快、经济效益好的结果。

(2)开发非装载式(无履带)全液压、双动力头空气潜孔锤跟管钻机,是锚固工程未来发展的迫切需要。

(3)系列配套高低压分类的胶管挤压泵,用于锚固、注浆和排水孔施工,既节省设备投入,又便于现场维护。

(4)螺旋钻杆成孔常常遇到探头石和卵石卡钻问题、以及定向钻进问题,应针对地层系列化配套不同螺距的钻具、接头扶正器加以解决。特别是应配套在空心螺旋钻杆中下入锚索注浆的钻具,以解决成孔后部分锚索不能顺利入孔的难题。

(5)针对砂石垫层路基钻孔注浆,如采用渗入与压密法 2 种灌浆工艺,可匹配小型低压单缸单作用泵,不仅挤密加固效果好,而且还能减少施工成本。

参考文献:

- [1] 苏宏阳,等.基础工程施工手册(第二版)[M].北京:中国计划出版社,2002.
- [2] 曾国熙,等.地基处理手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1994.