

电气化铁路堑坡喷锚防护

宋建军*

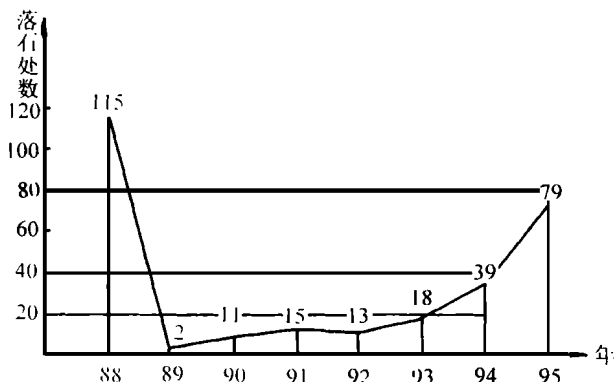
(广州铁路(集团)公司)

提 要 本文讲述了喷锚防护的原理、参数标准及施工作业方法,为电气化区段岩石路堑边坡崩塌、落石提供了一种工期短、投资少、效果好的防护方法。

主题词 喷浆 水灰比 锚杆

1 概况

京广线郴坪间 59.4 km 线路,系我段管辖的电气化区段,该线路穿越五岭山脉的石灰岩地带。路堑大多是采用爆破施工而成,未作防护处理的裸露岩石路堑边坡,岩层破碎、坡面不完整、软弱岩层暴露。湘南山区,湿润多雨,昼夜温差大,风化作用强烈。由于长期的风化和雨水冲刷,致使堑坡岩石变形错位,落石和楔形体坍塌时有发生,并且日趋严重,严重威胁线路的畅通和行车的安全及电气化设备的完好。衡广复线 1988 年开通以来,危石下落时有发生,防不胜防,每年危石下落的情况详见下图:



注:图中数据为每年元月份的春检数

图 1 危石下落折线图

由上图可以看出,危石崩坍从1992年以后逐年增加,1993年到1999年落石处数以成倍的速度递增,由于落石的地点和时间主要由自然环境制约,因此严重危及行车安全。

比如1994年2月22日凌晨,京广下行153次列车0:09分通过太平里车站,0:13分通过K1940岩石路堑地段,0:20分上行164次司机发现在K1940+080下行道心有一石头,立即呼叫下行1785次列车并告前方太平里车站,1785次列车0:25分停于距故障地点500 m处,经工务人员处理,于1:35分开通线路,影响行车70分,该危石从9.5 m高的左侧堑坡中部落下,越过侧沟跳入下行道心,体积为0.21 m³。险些造成行车重大、大事故。

上级主管部门对郴坪间边坡防护工作十分重视,每年拨了大量专款加以防护整治,收到显著效果。整治岩石路堑边坡常采用如下几种方法:(a)浆砌片石护墙,(b)浆砌拱支撑,(c)边坡下部挡墙,中、上部片石护坡。以上措施在病害处理中均能发挥效果,但存在工程圪工量大、施工周期长、施工难度大、整治费用高、行车干扰大等通病。电气化路堑区段,供电设备密布,堑坡距回流线最近处仅为1.2 m,路基半宽只有2.8~3.2 m,堑坡高而陡,坡比仅为1:0.2~1:0.3。部分堑坡施工点,无法做到施工脚手架距电网回流线2 m的要求。采用浆砌片石防护根本无法满足施工、安全上的要求,工程造价亦无法承受。我们采用挂网喷锚防护,就可不受此限,施工中只需搭设简易的、可移动的手脚板即可。而费用仅为上述方案的50%。

2 喷锚原理

挂网喷锚能够在岩石表层形成一个粘结力达7 MPa的混凝土覆盖层。同时,喷射的混凝土射入岩石裂隙,充填岩石凹穴,与岩石紧密粘结,增加岩石的强度,隔断阳光和水对岩石的侵蚀,防止岩石风化、脱落。锚杆深入岩体内一定深度加固岩石,按一定方式、间距布置的锚杆群,可以提高岩石锚固区的强度和整体性,制止岩石松动。钢筋网将整个坡面连成一个整体,将所承受力通过锚杆传到完整岩石,从而提高整个坡面的完整性,制止个别松动岩石下落。

3 喷锚工艺参数标准

3.1 喷浆距离

喷浆距离是保证岩石边坡防护质量好坏的关键。实施中,根据规范确定目标值,进行多次试验其结果如图2。

通过反复实验我们确定在喷射压力为600 kPa以内时的喷射距离控制在0.8至1.5 m范围较为适合,喷射角度不小于60度,这样既能保证混凝土

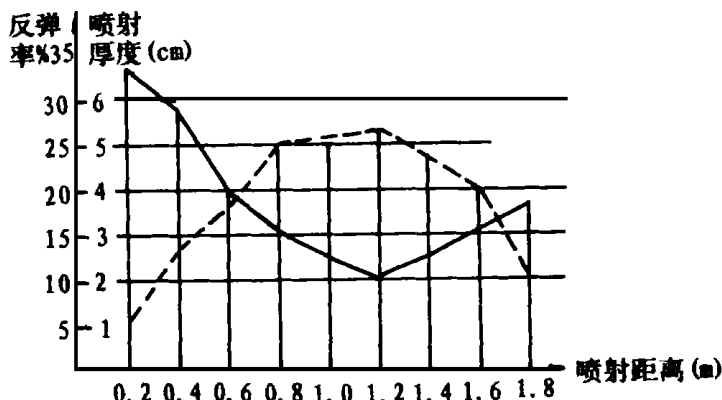


图2

注:实线表示压力600 kPa时距离与反弹量关系;
虚线表示压力600 kPa时距离与厚度关系。

的密实,又可减少浆液的回弹,一次喷射厚度可达 5 cm 左右,对凹陷较深的岩面,可分多次喷射,其厚度可达 15 cm 左右。

3.2 水灰比

根据配料的粒径、密度、粘度、渗透半径等综合因素,通过试验得出喷射厚度与水灰比关系如图 3。

由上图关系可知,我们确定配合比为 1: 2: 2,砂率 50%,水灰比控制在 0.4 至 0.5 之间。据此作业可将喷射时的反弹量控制在 10% 至 15% 左右。

3.3 挂网规格

通过计算,我们确定挂网的制作采用 $\phi 6$ 圆钢焊成 20×20 cm 的网络状若干片,然后安装在外露 5 cm 的锚杆上,钢筋网与岩面距离一般在 3 cm 左右,使喷射的混凝土保护层在钢筋网上达到 2 cm 左右。

4 喷锚施工工艺作业

根据岩石边坡的特殊性我们设计了施工方案(图 4),物质流程(图 5)。同时计划安排机械设备(表 1)、施工人员(表 2);并确定了施工作业程序。

4.1 喷锚整治示意图

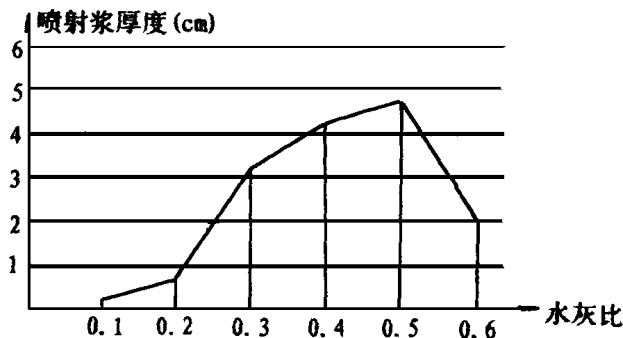


图 3 喷射厚度与水灰比关系

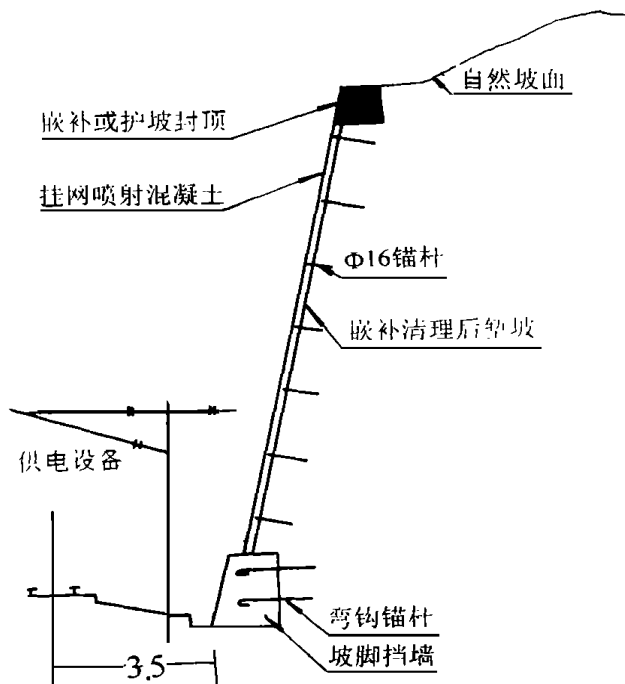


图 4

4.2 物质流程

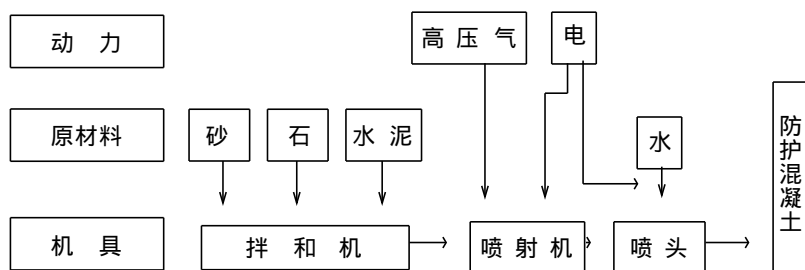


图5

4.3 主要设备及人员

表1 主要施工机械设备

潜水泵	发电机	空压机	喷浆机	电焊机	风 镐	高压管
台	台	台	台	套	台	m
2	1	1	1	1	2	100

以及电缆、 $\varnothing 15$ 水管、安全绳、脚手板、插座板等。

表2 主要施工人员

喷射砼	铲灰	拌灰	筛砂	养生	挑灰	电工	钻孔	机械工	其它	合 计
人	人	人	人	人	人	人	人	人	人	人
4	1	2	2	1	8	1	4	1	4	28

4.4 喷锚施工作业程序

4.4.1 清、洗、找平坡面: 人工凿除坡面个别外凸岩石, 用 1: 4 砂浆嵌补凹进部分和较大裂缝; 清除表层积屑及杂草, 高压水冲洗坡面。

4.4.2 钻孔、锚杆: 坡面悬挂脚手板, 根据岩层厚度、节理用直径 50 mm 钻头垂直岩石层钻 0.8~2.5 m 深孔; 锚孔灌注 1: 水泥砂浆, 用 $\Phi 16$ 钢筋灌锚嵌入岩石中, 锚杆外露 5 cm 呈弯曲状, 在岩面形成 1 m 间距的梅花状。

4.4.3 挂网: 将 $\Phi 6$ 圆钢焊成 20×20 cm 的网络片, 提运到坡面挂网位置, 人工锤击, 使之与坡面一致, 焊接在锚杆上, 网距岩石面距离为 3 cm 左右。

4.4.4 喷浆: 坡面埋设泄水孔, 设置喷射厚度标, 严格按确定的技术参数及要求施喷, 每次喷射混凝土不超过 5 cm, 网外保护层不小于 2 cm。

4.4.5 混凝土养护: 初凝后即喷水养护, 始终保持混凝土面湿润, 在混凝土强度达到 10 MPa 后减少养护次数, 直至达到设计强度。

5 效果检查

1995 年 5 至 6 月,我们对京广 K1935+ 350~ + 420 处高 10~ 15 m 的岩石边坡进行喷锚支护 770 m²。喷射混凝土龄期后,锚杆抗拔力达 45 kN,混凝土平均抗压强度(检查试件)为 23.6 MPa。堑坡表面全部为混凝土覆盖,经过连续多场大雨,混凝土表面无异常,整治效果良好。K1935+ 350~ + 420 工程按常规的防护方法需工期 55~ 60 天;采用挂网喷锚工艺连同准备工作在内 20 天完成,仅用 400.5 个工,节约人工工费 4 万余元。按常规该工程需投资 23.6 万元;改用挂网喷浆,实际耗资 12.1 万元。进而对 K1942+ 425~ + 560 K1948+ 375~ + 440 两处难度更大的工程进行挂网喷浆整治,都收到预期的质量效果,经济效益和安全效益。

6 意义

电气化铁路岩石路堑病害采用喷锚方法进行整治,其意义如下:

- (1) 由于电气化设备影响,其它整治措施无法施工的,喷锚可不受制约。喷锚施工无须封锁线路或停电,只是利用列车间隔进行,尤其是可以充分利用天窗时间进行作业。
- (2) 喷射混凝土强度高,锚杆及挂网易于操作,设备简单,故障率低,缩短施工工期 1/2,降低工程造价 50%,达到整治病害的目的。
- (3) 对于部分岩体较完整、节理不发育,岩层不倾向线路的堑坡,虽无落石之患,但长年风化,也会造成病害,对此类堑坡,采用不挂网喷浆进行防护,能有效地防止风化剥落。
- (4) 经喷锚施工后的堑坡坡面,坚实美观,易于检查和发现病害。

参考资料

- 1 郑颖人等人编.地下工程锚喷支护设计指南.北京:中国铁道出版社.1988
- 2 张家识、彭吉中编.锚喷支护施工.中国铁道出版社.1984
- 3 铁路工务技术手册.路基.中国铁道出版社.1995

ANCHOR BOLT-SPRAY PROTECTION OF ELECTRIFICATION RAILWAY CUT

Song Jianjun

GuangZhou Railway (Group) Company

Abstract This article addresses the principle of anchor bolt-spray protection, parameter standard and methods of construction work. It provides a short work-hourmeter, little investment cost and good effect protective method for the sideslope crumble and stone-falling in rock cut of electrified section.

Keywords guniting water-cement ratio anchor