

文章编号:1673-9469(2010)01-0085-03

破碎围岩半裸露型隧道洞口进洞方法探讨

冯海暴¹,郭明章¹,邹崇焰²

(1.中交一航局第二工程有限公司,山东 青岛 266071;2.中国水利水电第十六工程局有限公司,福建 福州 350003)

摘要:本文以九瑞高速公路南阳一隧道为实例,通过介绍延长套拱和管棚处理破碎围岩半裸露型隧道洞口的加固措施,并结合“应力平衡”原理使用支撑梁抵抗围岩侧压力,以削弱开挖爆破对隧道半裸露洞口产生的震动偏压力,使隧道施工安全进洞。

关键词:破碎围岩;半裸露;零刷仰坡;加固技术

中图分类号: U415

文献标识码: A

Discussion for entering cave method of shattered rock half - naked tunnel entrance

FENG Hai-bao¹, GUO Ming-zhang¹, ZOU Chong-yan²

(1. NO.2 Engineering Company, Ltd. Of CCCC First Harbor Engineering Company, Shandong Qingdao 265510, China;2. Sinohydro Bureau 16th Company Limited, Fujian Fuzhou 350003, China)

Abstract: Taking the Nanyang 1 tunnel for example, reinforcement measures for tunnel entrance including extending the sets of arches and pipe - shed - type to deal with broken rock semi - exposed were introduced. The support beam was used to resist lateral pressure of surrounding rock based on conjunction with "stress balance" principle. These measures above can weaken vibration bias force produced during the tunnel excavation and can make sure construction security.

Key words: shattered rock; half - naked; non - brushing inverted slope; reinforcement technique

山区隧道地质大都复杂,特别是洞口段围岩一般较为破碎,隧道进洞因不同的地质情况采用不同的进洞方法,九瑞高速公路南阳一隧道洞口围岩破碎,且有一半暗洞暴露,对隧道进洞加大了难度,为保证隧道施工安全,采取了有效的施工方法,实现了顺利进洞。

1 工程概况

南阳一隧道为分离式隧道,属于长隧道,位于江西省瑞昌市桂林办事处与南阳乡分界处。左线里程桩号为 K36 + 010—K38 + 350,全长 2 340m,右线里程桩号为 K36 + 020—K38 + 365,全长为 2 345m。隧道处于两个平面曲线中,左线两曲线半径分别为 3 585.4m 和 1 800m;右线两曲线半径分别为 3 322.3m 和 1 720m。隧道纵坡为单向坡,左右线的坡率均为 - 2.25%,隧道最大超高为

2%,进、出洞门均为 1:1.5 削竹式。

根据实地调查及钻孔,本隧道通过地段地层结构较复杂。该段山体围岩为灰色中厚层状灰岩,泥质灰岩,夹白云质灰岩,较破碎,岩层风化程度较高,隧道出洞口表层以含碎石粘土为主,呈松散结构。设计洞身的穿越围岩为中生代碳酸盐岩类地层,该套地层各层位不同程度地发育着岩溶地貌和岩溶地下水,在区内最高点标高为 238.5m,最低标高为 80.4m,相对高差为 158.1m。

经过现场勘察、测量计算,发现隧道洞口围岩极其破碎,与原设计地质资料不符;由于左洞隧道左侧碎石场强爆破开采后,使隧道出口明暗洞交界处有暗洞 ZK38 + 328 - ZK38 + 320 段顶部左侧拱顶、拱角裸露,部分拱角外露,岩体呈松散状,破碎程度较严重,岩层倾向与隧道轴线小角度相交,岩层容易整片坍塌。

收稿日期:2009-10-13

作者简介:冯海暴(1980-),男,助理工程师,河北邯郸人,从事地下工程的研究。

2 施工方法

仰坡开挖法:首先对 ZK38 + 325 ~ ZK38 + 315 段仰坡延边山体原采石场开采面及坡顶的浮石、悬石进行清理,按照“分节爆破、多打眼,打短眼、弱爆破”的原则进行爆破刷坡;将仰坡按照 11.552 m 分为 3 个台阶进行爆破,自上而下,第一个台阶为 4.552m,第二个台阶为 4m,第三个台阶为 3m。

每次爆破炮眼深度不超过 1m,每爆破一次,在进行下一道爆破程序前,需将上一次爆破支护完成。一般对隧道洞口段常用的预加固措施主要有锚索加固、管棚加固、超前锚杆、型钢支撑、超前小导管等方式。对于南阳一隧道出洞口处于浅埋、偏压、破碎、地段,而且该段仰坡坡率较大和临时性进洞边坡的特点,采用超前锚杆结合型钢支撑相结合的方法进行边坡加固。

仰坡支护采用 $\Phi 22$ 加固锚杆,长度为 500cm,梅花型布置,横竖向间距为 120cm \times 120cm,表面焊 $\Phi 6$ 双层钢筋网,钢筋网格间距 20cm \times 20cm,并喷射 10cm 厚的 C25 喷射砼进行分段封闭支护,确保喷射混凝土达到 70% 强度后再进入爆破施工。

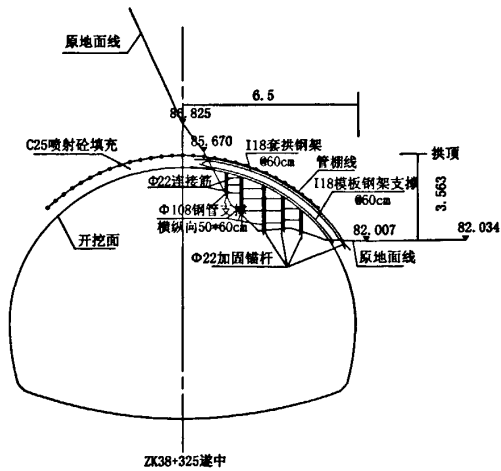


图1 套拱加固初步设计方案图

Fig.1 The preliminary design of arch reinforcement

套拱及管棚加固施工方法:在 ZK38 + 327 ~ ZK38 + 325 处设置套拱,并按设计要求进行管棚注浆(外露管棚段不开注浆孔)。因 ZK38 + 325 ~ ZK38 + 320 左侧拱顶及拱角管棚裸露,在深入围岩部分的管棚开孔,对裸露管棚采用 $\Phi 25$ 钢筋进行环向连接加固,钢筋纵向间距为 20cm,加固完成后在管棚内外侧铺设 $\Phi 8$ 钢筋网并焊接牢固,网格间距 20 \times 20cm,用 C25 混凝土在管棚上部进行浇筑

形成钢筋混凝土剪力墙。套拱加固初步设定方案见图 1。

裸露围岩加固处理方法:隧道左洞套拱浇筑完成后,如果直接开挖暗洞 K38 + 325 ~ K38 + 320 段,将会使得左洞右半幅围岩完全悬空或形成较严重偏压,又由于该段围岩破碎,必将引起塌陷,为消除质量隐患,对 K38 + 325 - K38 + 320 段裸露管棚部分进行加固,并在隧道左侧距离隧道轮廓线以外,对裸露管棚上部偏压围岩进行支挡,起到加固作用。

为减小开挖后围岩对隧道产生较大的偏压力,需要对悬空部分围岩进行“应力平衡”处理方法。另外,在管棚施工对松散围岩产生扰动,难以形成稳定的承载拱,这些因素都将对隧道施工安全产生隐患,根据现场实际状况,结合本工程工期紧等特点,对隧道松散部分围岩进行注浆固结,并在隧道左线轮廓线以外 2m 处砌筑挡墙,挡墙基础使用锚杆与底部围岩拉接,以抵抗围岩侧压力。挡墙高度为 2m,延隧道方向延入围岩,顶部宽度为 1m,底部宽度为 2m,使用 C25 钢筋混凝土在套拱上部设置支撑梁,支撑梁两端钢筋锚入两端围岩,并在裸露围岩部分套拱采用双层钢架支撑。具体加固方案见图 2。

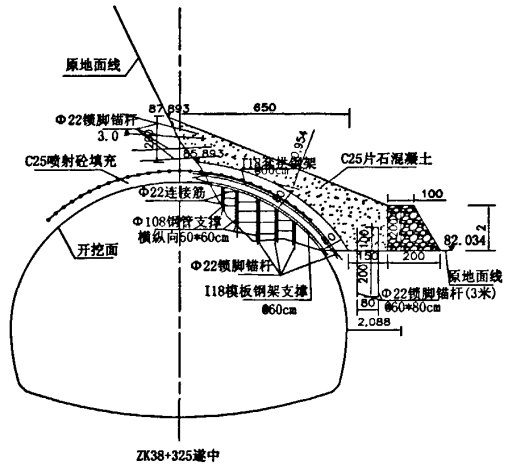


图2 K38+325—320偏压裸露围岩加固图

Fig.2 Reinforcement plan of K38+325-320 bias bare rock

3 方案实施

3.1 仰坡加固

首先进行隧道边坡进行支护施工,并对松散严重的围岩进行注浆固结施工,在隧道偏压围岩顶部及其周围布设监控量测点,地表下沉量测和

必测项目设置在同一断面,在特殊浅埋地段(埋深约在1.5倍洞径)进行,为保证安全施工,在K38+325、K38+315、K38+305三个断面设置了量测点。

3.2 围岩稳定性判断

根据收敛速度判别,一般地段收敛速度 >1.0 mm/d时,围岩处于急变化状态,需加强支护系统;下沉速率小于 $0.07\sim 0.15$ mm/d时,围岩基本达到稳定。各量测项目持续到变形基本稳定后2周结束,断层破碎带地段位移长时间不能稳定时,延长量测时间并采取加强措施。

3.3 套拱及裸露围岩加固施工

在明洞开挖过程中由于岩体较破碎,在K38+326桩号第三台阶爆破完成后,发现岩体为斜面状,较破碎,如果再次爆破,可能会导致上部破碎岩石整体掉落;为保证施工安全,决定不再对仰坡岩石进行爆破扰动,将明暗洞交界桩号优化调整到K38+326,将套拱增加2m,调整后套拱桩号为K38+326-K38+330,并将管棚调整为30m。在套拱立架过程中,将裸露部分暗洞顶部采用双层钢架加固,导向管紧贴围岩面,以保证管棚施工时能够顺利导向。在套拱裸露围岩面打设锚杆以保证施工上部支撑梁时可以更好的与围岩粘结并和隧道套拱形成整体,达到受力效果。

3.4 隧道进洞掘进施工

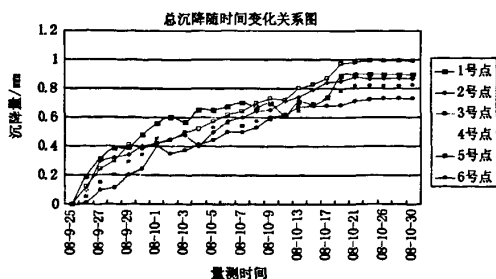


图3 地表沉降-时间关系图

Fig.3 The diagram of surface subsidence vs time

在隧道掘进施工前,首先要确定裸露围岩的稳定情况,由于下沉速率小于 $0.07\sim 0.15$ mm/d,通

过图3地表沉降时间关系图,可以分析判定隧道的顶部裸露围岩已基本趋于稳定,可以进入下一步工序施工。

在围岩稳定后,采用超短台阶法进行暗洞掘进施工,每循环进尺不超过1m,对于局部稳定性较差的区段,适当的加强支护参数,及时观测地表沉降、拱顶沉降和围岩收敛,并对每天采集的数据进行比较分析,确保隧道掘进安全。洞口段掘进施工总使用时间10d,每天平均掘进1.2m。在施工中拱顶沉降和围岩收敛稳定性都较好,在穿越该段裸露围岩后,立即调整了掘进方法,施工速度也提高了1倍,施工工期也得到了保障。

4 结语

通过以上进洞方法,使得南阳一隧道左洞裸露部分洞身得到了有效的处理,并使得悬空部分围岩也得到了加固,隧道暗洞掘进安全穿越破碎围岩,使工期和质量都得到了保障,比正常掘进施工减少11d;从洞口工程开挖石方、喷射混凝土、钢筋网、锚杆及回填土项目方面比正常节约施工成本达10.79万元。避免了大面积开挖,保护了自然环境。


综上所述,在山区修建隧道,尽量做到超前探测,规范施工,注意控制开挖爆破,做到“弱爆破,短进尺,紧支护,勤量测”,结合国家的环保要求,不断优化隧道洞口工程施工的工艺方法,为以后的破碎围岩半裸露型隧道洞口进洞施工提供有效的参考数据,使隧道施工技术不断提高。

参考文献:

- [1] 曲川波,施召云.隧道工程不良地质进洞方法[J].水电工程技术,2005(2):27-29.
- [2] JTJ042-94,公路隧道施工技术规范[S].
- [3] JTG F80/1-2004,公路工程质量检验评定标准[S].
- [4] 刘辉,宋志伟,唐德康,等.断层间距对隧道纵向稳定性影响数值分析[J].黑龙江科技学院学报,2008,18(6):447-450.
- [5] JTG D70-2004,公路隧道设计规范[S].
- [6] 朱大力,李秋枫.预测隧道涌水量的方法[J].工程勘察,2000(4):1-2.

(责任编辑 刘存英)

破碎围岩半裸露型隧道洞口进洞方法探讨

作者: [冯海暴](#), [郭明章](#), [邹崇焰](#), [FENG Hai-bao](#), [GUO Ming-zhang](#), [ZOU Chong-yan](#)
作者单位: [冯海暴, 郭明章, FENG Hai-bao, GUO Ming-zhang \(中交一航局第二工程有限公司, 山东, 青岛, 266071\)](#), [邹崇焰, ZOU Chong-yan \(中国水利水电第十六工程局有限公司, 福建, 福州, 350003\)](#)
刊名: [河北工程大学学报 \(自然科学版\)](#) 
英文刊名: [JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING \(NATURAL SCIENCE EDITION\)](#)
年, 卷(期): 2010, 27 (1)
被引用次数: 3次

参考文献(6条)

1. [曲川波; 施召云](#) [隧道工程不良地质进洞方法](#) 2005 (02)
2. [JTJ 042-1994](#). 公路隧道施工技术规范
3. [JTG F80/1-2004](#). 公路工程质量检验评定标准
4. [刘辉; 宋志伟; 唐德康](#) [断层间距对隧道纵向稳定性影响数值分析](#) [期刊论文]-[黑龙江科技学院学报](#) 2008 (06)
5. [JTG D70-2004](#). 公路隧道设计规范
6. [朱大力; 李秋枫](#) [预测隧道涌水量的方法](#) [期刊论文]-[工程勘察](#) 2000 (04)

本文读者也读过(10条)

1. [蒋正华](#). [JIANG Zhenghua](#) [隧道洞口地形偏压段的新型设计与施工方法](#) [期刊论文]-[公路工程](#) 2010, 35 (2)
2. [王雪霁](#). [尹冬梅](#). [WANG Xue.ji](#). [YIN Dongmei](#) [严重偏压地形下隧道半明半暗进洞技术探讨](#) [期刊论文]-[隧道建设](#) 2010, 30 (3)
3. [张双苗](#). [ZHANG Shuang-zhuo](#) [偏压地形条件下隧道进洞方案设计](#) [期刊论文]-[交通标准化](#) 2009 (1)
4. [刘小兵](#). [彭立敏](#). [王薇](#) [隧道洞口边仰坡的平衡稳定分析](#) [期刊论文]-[中国公路学报](#) 2001, 14 (4)
5. [林立彬](#) [东塘沟偏压隧道洞口修建技术](#) [会议论文]-2009
6. [付义祥](#). [刘杰](#). [朱俊](#). [刘华江](#) [公路隧道无仰坡洞口的研究](#) [期刊论文]-[资源环境与工程](#) 2009, 23 (z2)
7. [赵振华](#). [阳杰](#). [ZHAO Zhen-hua](#). [YANG Jie](#) [古斗隧道出洞施工技术](#) [期刊论文]-[山西建筑](#) 2010, 36 (15)
8. [王礼刚](#). [Wang Ligang](#) [新黄土隧道洞口段施工实例浅析](#) [期刊论文]-[甘肃科技](#) 2008, 24 (10)
9. [吴荣锋](#) [隧道洞口施工技术](#) [会议论文]-2008
10. [刘小兵](#) [隧道洞口边仰坡稳定性影响因素的综合性评价](#) [期刊论文]-[铁道工程学报](#) 2002 (1)

引证文献(3条)

1. [冯海暴](#). [郭庆杰](#). [张骏](#). [杨鑫普](#) [岩溶地区隧道跨越超大富水溶洞处理技术](#) [期刊论文]-[煤炭工程](#) 2013 (4)
2. [冯海暴](#). [曲俐俐](#). [杨鑫普](#). [张骏](#). [孟令德](#). [蒋万德](#) [隧道底板下富水溶洞处治技术](#) [期刊论文]-[隧道建设](#) 2012 (5)
3. [冯海暴](#) [土石夹杂连拱隧道施工技术](#) [期刊论文]-[河北工程大学学报 \(自然科学版\)](#) 2012 (1)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hbjzkjxyxb201001021.aspx