

吉青岭隧道浅埋偏压进口段施工风险分析 及综合防治措施

王海明

(中铁十六局集团路桥工程有限公司,北京 101500)

摘 要:结合吉青岭隧道的工程实际,分析了浅埋偏压不良地质条件下隧道进口段的施工风险,提出了采取初期支护加强,短循环开挖,初期支护封闭等综合地质病害预防措施。

关键词:吉青岭隧道;浅埋;偏压;进口段;风险分析;综合防治

中图分类号:U455.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)01-0079-03

Risk Analysis on Entrance with Shallow-buried and Unbalanced Pressure of Jiqingling Tunnel and the Measures/
WANG Hai-ming (China Railway 16th Bureau Road and Bridge Engineering Co., Ltd., Beijing 101500, China)

Abstract: Based on the engineering case in Jiqingling tunnel, risk analysis was made on the construction of tunnel entrance in poor geological condition with shallow-buried and unbalanced pressure. Integrated prevention measures for geological diseases were put forward with early support strengthening, short cycling excavating and early support closing.

Key words: Jiqingling tunnel; shallow-burying; unbalanced pressure; entrance; risk analysis; integrated treatment

一般情况下隧道洞口位置的地质情况均较差,多表现在覆盖层薄、土质松散、围岩体结构承载能力差,如果处理不当极易发生隧道塌方。如果还有偏压等其他不良地质存在,隧道进洞段出现塌方的可能性会更高。吉青岭隧道是汪延一级公路的重点性工程项目,隧道左幅进口地段属于偏压浅埋的V级破碎性围岩,就属于这类情况。

1 工程概况

吉青岭隧道位于延边朝鲜族自治州汪清县境内的仲坪村南约6 km处,轴线位于吉青岭条状山脊上,入口处地形坡度 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$,入口轴线与地形等高线斜交,交角 $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$,洞身段轴线地形坡度 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。

吉青岭隧道左、右幅分线布置,每幅长度均在1700 m左右。隧道左幅进口段地质较差,结构层由上至下依次是表土层(上覆植被)、风化砂土层、碎石土层;洞身在风化砂土层与碎石土层中间穿过,砂土层中夹有风化岩块,整个开挖断面节理发育非常严重,有些风化岩块一摔即碎,这一地段全风化层厚度达27 m。洞身由于穿过位置不在山体中间,故一侧形成偏压,又由于洞身轴线与山体走向线相偏过大,所以偏压较为严重。山体风化砂层和基岩裂隙

有潜水流存在。

2 洞口段设计支护形式

2.1 超前支护设计

采用洞口超前长管棚和超前小导管复合支护设计。洞口长管棚采用 $\varnothing 108 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$ 的无缝钢管,在隧道开挖轮廓线外环向布置,环向间距45 cm,35根,拱顶加固范围 $132^{\circ}37'16''$,纵向外插角 1° ;超前小导管采用 $\varnothing 42 \text{ mm} \times 3.5 \text{ mm}$ 的钢花管,环向间距41.3 cm,33根,拱顶加固范围 $120^{\circ}00'00''$,纵向外插角 10° 。管长4.1 m,循环长度3 m,前后循环小导管重叠量103.8 cm。

超前管棚和超前小导管注浆渗透加固开挖面外围岩体,限制围岩松弛和变形,提高岩体的承载能力。

2.2 初期支护设计

环向打设中空注浆锚杆,铺挂 $\varnothing 8 \text{ mm}$ 钢筋,架设间距50 cm的I18工字钢架,工字钢架间交错布置间距1 m的 $\varnothing 22 \text{ mm}$ 连接钢筋,喷射C25混凝土的锚喷支护设计。

3 施工方法和流程

隧道左幅进口采用短台阶法开挖进洞,上台阶

收稿日期:2009-08-19

作者简介:王海明(1971-),男(汉族),吉林扶余人,中铁十六局集团路桥工程有限公司工程师、注册安全工程师,交通土木工程专业,从事隧道不良地质研究工作,北京市密云县新北路29号,wanghm19710921@163.com。

I22a 临时仰拱横向支撑,横向支撑每米设置 1 道,长度为 30 m。I18 与 I22a 性能参数比较见表 1。

表 1 I18 与 I22a 几何参数比较表

型型号号	惯性矩/cm ⁴		抗弯截面模量/cm ³		高度 h /mm	腿宽 b /mm	腰厚 d /mm
	I _x	I _y	W _x	W _y			
I18	1660	122	185	26.0	180	94	6.5
I22a	2370	158	237	31.5	220	110	7.5
增强程度/%	43	30	28	21	22	17	15

围岩对初期支护的作用力转化为钢架的轴力、剪力、弯矩 3 个方面,最终体现在钢架受力后的变形量上。我们从材料力学可知,表 1 中几何参数的改变,使得 I22a 较 I18 钢架本身承受轴力、剪力、弯矩的能力有很大的提高,从而提高了钢架的抗变形能力。同时加设临时仰拱后,初期支护的受力结构又得到改善和加强,避免了荷载的集中作用,使单位面积上的钢架受力和受弯减弱。

5.2 增设锁脚锚杆

在曲边墙的底部以上 40 cm 位置设置锁脚锚杆,克服周边围岩对曲边墙初期支护径向压力的水平分力,降低上部岩体和初期支护对曲边墙的压力。

5.3 严格控制围岩暴露时间

缩短围岩暴露时间,控制围岩松弛的范围和深度。

(1)短进尺,缩短开挖后围岩暴露时间。按经验估计,开挖支护 1 榀较开挖支护 2 榀,会使循环作业时间减少 30%,使围岩松弛量减少 40%。

(2)机械化作业缩短围岩暴露时间。机械作业较人工作业会成数倍缩短围岩暴露时间。

5.4 保护和加固围岩

保护和加固围岩,限制围岩松弛,提高围岩的自承力。

(1)机械开挖减少围岩的扰动。对局部机械难以开挖的地方,采取控制爆破,降低爆破对围岩的扰动,爆破前,能机械开挖的全部要机械开挖,这样局部爆破时,限制爆破震动力通过围岩扩散,缩小影响范围。

(2)预留核心土。核心土会起到平衡和稳定围岩变化的作用。当核心土解除后,马上施作临时横向钢支撑。李祖伟等^[2]对重庆万开高速公路铁峰山隧道工程的各工况的研究表明:开挖后隧道底部会形成较大的反向弯矩,产生竖向净空收敛,本条措施“留核心土或加临时仰拱”是克服负弯矩的作用。

(3)及时进行初期支护。开挖后立即封闭掌子面和周边围岩,构筑第一层柔性支护层,限制松弛带

的发展,使围岩自承能力尽快形成。也就是利用初喷土的抗拉强度和抗压强度来约束和限制围岩变形,使底部围岩在上部围岩的作用下压实,提高其本身的结构承能力。

6 效果评价

6.1 评价方案

以监控量测数据作为评价综合防治效果的依据。

本隧道开挖前在洞顶埋设地表沉降观测点,进洞支护后立即埋设了净空变化观测点,为了彼此进行印证,地表沉降点观测断面与洞内净空变化(拱顶下沉和水平收敛)观测断面设在同一断面上,洞口断面间距为 4 m,见图 2。

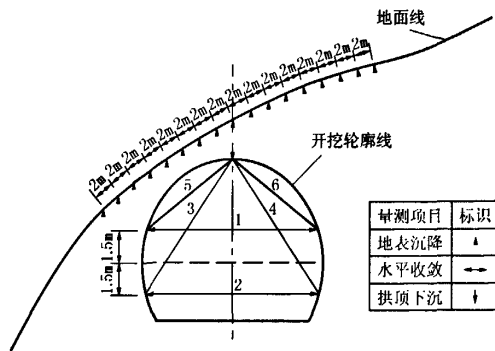


图 2 地表沉降与洞内净空变化监测点布置

监控量测工作分上台阶施工期、下台阶施工期、仰拱施工期 3 个阶段,降雨时段增加跟踪监测。每个阶段量测从开始量测至变形稳定止。量测初期,每天量测 2 次,分别是上午 9:00,下午 5:00,后期趋于稳定后每天量测 1 次,持续监测 1~2 星期。

每次量测完后立即将量测数据输入电脑,对数据指数回归分析,生成位移时态曲线,掌握岩体和支护变形的动态变化规律。按变形等级管理确定的三阶段原则指导施工,即实测变形在容许变形量(10 cm)1/3 范围内时,处于正常阶段;在 1/3~2/3 范围内时,需加强量测,密切关注,采取适宜的加强措施;超过 2/3,暂停施工,分析原因,采取特殊的处理措施。

6.2 观测和分析结果

各阶段地表沉降观测点最大下沉量在 1~1.5 cm,累计最大变形量在 2 cm 以内,地表沉降槽曲线未出现大的变化,各阶段变形均在 1~2 星期内趋于稳定。

(下转第 66 页)

经济性和工程环境的协调性,而且要按照系统方法对设计特征值的选取、稳定性系数的确定、安全等级的划分、计算方法的遴选、设计方案进行比较进行优化。

同时,在设计过程中要贯穿动态的设计思想,根据施工信息反馈的资料,对设计参数及设计方案进行验证,如确认原设计条件有较大变化,及时补充、修改原设计。

所谓施工过程中的信息反馈主要指2个方面:一是指坡面开挖过程中对暴露出来的地质构造、地下水分布的变化及未知地下建筑物的信息反馈;二是指施工过程中对边坡位移及应力监测的信息反馈。岩土的局面结构多变,影响因素多,物理力学性能各向异性大。其结构计算原理及各种参数取值有较大的不确定性,不可能一次计算到位。施工阶段的不稳定性因素多,边坡位移及应力监测能为施工提供直接的原始依据。

边坡的施工质量是确保边坡稳定的非常重要的环节。从原材料的购进、成孔设备的选取、成孔方法的确定、锚杆(索)的制作、注浆的质量、喷护的质量等等要严格把关,强调施工过程的质量。同时要采用信息法施工,就是将设计、施工、监测及信息反馈融为一体的现代施工方法。信息施工方法是动态设计的延伸,也是动态设计的要求。尤其对于地质情况复杂、稳定性差的边坡工程,施工期间的稳定安全控制更为重要。在施工过程中,应贯穿于全过程,使监控网、信息反馈系统与动态设计和施工活动有机结合在一起,不断的将现场水文地质变化情况及时反馈到设计和施工部门,以便调整设计和施工参数,

指导设计与施工。

对于大型边坡工程,边坡稳定性安全监测是监视边坡稳定性状况必不可少的手段,也是非常重要和必要的。通过安全监测,获取边坡变形的信息并对获取信息进行科学的分析和处理,掌握第一手的资料,以便及时地确定相应的处理方案,同时,为今后边坡的治理积累资料。所以,在监测方案设计方面,要把传统的监测手段和现代监测技术结合起来,把常规监测和重点监测、特殊监测结合起来;处理数据时,要把经验方法和现代信息技术结合起来。

5 结语

岩土边坡是一种复杂的地质体,岩土的物理力学性质、破坏模式,这些因素都存在着不确定性,如何从工程施工的各个环节预防边坡锚固事故的发生,如何把这些复杂的、不确定性的因素合理的考虑、把影响边坡工程安全的不利因素控制在一个可承受的范围内,从源头上预防事故的发生,需要有一个整体系统的认识方法,这对于减少工程事故、避免不必要的工程损失具有重要意义。

参考文献:

- [1] 曾宪斌,麦荣强,林思波.锚索结构梁在岩质滑坡治理中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(4):72-75.
- [2] 霍宇翔,黄润秋,巨能攀,等.高陡岩质碎裂结构临时边坡抢险治理方法研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(10):64-67.
- [3] 赵利铭,谭晓丽,王晓华.高速公路高边坡锚固护坡综合治理施工技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(8):61-61.

(上接第81页)

各阶段洞内拱顶下沉和水平收敛最大变形量在0.5~2 cm,累计最大变形量在3 cm以内。时态位移曲线未出现反弯点,变形在1~3星期内趋于稳定,即水平收敛速度 $\geq 0.1 \sim 0.2$ mm/d;拱顶下沉位移速度 ≥ 0.1 mm/d。量测数据表明:进洞开挖方法和支护措施有效,施工控制效果明显。

7 结语

浅埋偏压隧道的综合防治首先从分析工程地质特点入手,了解围岩结构力学变化规律和自承能力的特点,采取适宜的超前加固措施,提高岩体本身的结构承载力和控制其变形;对初期支护进行加强,受

力结构进行完善,使其适应围岩后期变化对支护层产生的压力,限制其变形,确保最终沉降量在可控的范围内。任何支护和加强措施都有一个时效性,针对浅埋偏压不良地质,施工中选择合适的施工工法,作到“短进尺、强支护,早封闭”,同时辅以监控量测,对施工方案和加强措施进行验证,确保顺利进洞,安全施工。

参考文献:

- [1] 钟世航.隧道围岩自承体系的形成及发展[J].铁道工程学报,1994,(9):678-684.
- [2] 李祖伟,袁通,等.特长公路隧道建设工程技术——重庆万开高速公路铁峰山隧道工程[M].北京:人民交通出版社,2007.