

文章编号: 1673-9469(2012)01-0044-04

土石夹杂连拱隧道施工技术

冯海暴

(中交一航局第二工程有限公司, 山东 青岛 266071)

摘要: 双连拱隧道施工工艺作为隧道施工中的一项工艺在不断改进。本文通过施工九瑞高速桂林二双连拱隧道,对较长连拱隧道施工功效进行了总结,解决了土石夹杂地质冒顶、伪顶问题等,分析了锚杆受力原理,并在传统的施工工艺上进一步优化改进;本次施工对双连拱隧道施工工艺方法进一步优化改进,并完成了整套工艺的开发,可为以后的同类工程施工提供参考。

关键词: 双连拱隧道; 施工工艺; 套壳法; 伪顶; 岩溶

中图分类号: U452

文献标识码: A

Improvement application of construction technique of twin multiple - arch tunnel

FENG Hai - bao

(No. 2 Eng. Co. Ltd. of CCCC First Harbor Engineering Co. Ltd., Shandong Qingdao 266071, China)

Abstract: Along with our country highway's development, double arch tunnel construction technology for tunnel construction improve continuously at high speed in the construction; taking two double arch tunnel in Guilin for example, the author summarized longer connecting arch tunnel construction effect, the problems including the Earth Inclusion geology roof, roof problems, analysis of anchor force principle were solved, and the traditional construction technology was also optimized; the construction of the double arch tunnel construction technology for further optimization and improvement had completed the whole set process development it could provide the reference for the later similar project construction.

Key words: twin multiple arch tunnel; construction's technique; casing hub method; false roof; karst

桂林二双连拱隧道是九瑞高速公路最长的一座连拱隧道,隧道洞门为削竹式结构,断面造型美观,位于江西瑞昌市桂林办事处,东洞口在桂林办事处徐家山,西洞口位于严家。隧道起讫桩号为K33+830-K34+343,全长513 m。隧道处于半径等于4 000 m的曲线段中,无超高。隧道纵坡为双向坡,坡度为+1.5%、-0.56%。进、出洞门均为1:1.5削竹式。

该隧道处于构造剥蚀区,最高点在轴线右侧山脊(狮子山),标高为234.2 m,最低点在隧道出口,标高为95.50 m,相对高差为138.7 m,出口仰

坡开挖过程发现煤矸石,围岩破碎,孤石夹杂粘土。在进洞20 m后,围岩节理发育,有溶蚀现象,但规模不大,其中K34+291~284段围岩非常破碎,其它地段围岩稍好,但仍较破碎。

1 隧道掘进方案

在桂林二连拱隧道施工过程中,由于隧道地质为粘土夹杂孤石,为减少开挖对围岩的扰动次数,保证施工的安全和质量,桂林二隧道决定V级围岩采用侧导洞法施工,并在施工中尽量采用人

工配合小型机械(如风镐等)进行开挖,尽可能地减小施工对围岩的扰动,当进入Ⅲ类围岩后,采用全断面开挖以提高施工速度。

桂林二隧道出口中导洞进洞方式原设计进洞里程 K34 + 325,由于该位置处中导洞右侧拱部位于岩层破碎地段,仰坡经过塌方加固,出口端边仰坡最高处达 23 m 之高,进、出口均为 V 级浅埋段围岩,并且在导洞的右半部出现大面积的人工开挖过的回填土,围岩承载力太小,达不到设计要求,经过实地考察后,决定对中导洞采取“假拟洞门”的削竹进洞方法施工,即把中导洞进洞里程调整为 K34 + 334,加长 9 m,使中导洞仰坡坡度减小,进、出口端主洞护拱顶,护拱管棚延削竹式护拱按设计间距排列施工。

2 中导洞施工

桂林二隧道围岩极度破碎,为增加支护强度,开挖采用钻爆法施工,并遵循“短进尺、弱爆破、强支护、勤量测”的方针。中导洞 V 级围岩掘进过程中采取上、下部分开挖,上部分超前 3 - 5 m。根据围岩情况每循环进尺 1.0 - 2.0 m,在施工中每个断面面积约为 32.6 m²,在施工中由于中导洞面积较小,Ⅲ、Ⅳ类围岩都采用了全断面掘进方法。见表 1 桂林二隧道中导洞开挖工序时间。

桂林二隧道中导洞加宽车道设置两个,加宽道长度为 20 m,宽度为 9 m,高 7 m。分别设置在 K33 + 967 处和 K33 + 206 两处,在中导洞从 K34 +

343 后退施工至 K34 + 100 处时转为进口施工。在装载机装运期间,需要在洞内打开排风设备,保持洞内环境,桂林二隧道每循环出渣设备及时间耗费见表 2。

因隧道围岩较为破碎,且严重风化,为保证施工安全,开挖后应及时封闭,具体施工措施采用了锚杆和网片联合支护的方式,结合实际施工经验,总结出正常情况下每榀拱架安装需要 40 min,锚杆钻机每分钟约 0.25 m(视围岩不同,效率也不同),挂钢筋网 20 m²/h,每台喷浆机喷射混凝土 2 m³/h,可供参考,由于不同的地质和不同的操作水平,都会影响施工效率。

钢架施工是初支的关键工序,直接影响初期支护中的围岩受力状况,尤其在钢架应力集中的地方,如两节钢架连接处每个螺栓的连接情况。在钢架安装过程中防止两拱脚标高不一致和前倾后仰现象的出现,倾斜角度不得超过 2°,并在下一榀钢架中找平。为保证拱架安装的规范性,在施工中,我们总结出一套快速检查钢架中心偏离隧道中线情况的方法。从两拱脚拉线找出与隧道中心线的交点,设为 A 点,从钢架顶中心点处吊垂点设为 B 点,采用 A、B 两点的比较以确定其偏差情况,适当校合调整,达到规范要求。

3 中隔墙顶部三角区密实性控制

顶部三角区指在中隔墙顶部和围岩紧贴过渡

表 1 桂林二隧道中导洞开挖工序时间

Tab. 1 The activity time of pilot tunnel excavating in the No. 2 tunnel of Guilin

围岩类型	风枪数量	炮眼深度/m	掏槽眼数量/个	周边眼数量/个	钻孔耗费时间/min	爆破效果/m
V	9	1.5 - 2	18 - 20	40 - 45	180 - 200	1.2 - 1.5
IV	9	3.5 - 4	18 - 20	45 - 50	220 - 240	3 - 3.5
III	9	4 - 4.5	18 - 20	45 - 55	240 - 270	3.8 - 4.2

表 2 桂林二隧道中导洞出渣配备设备及耗时表

Tab. 1 The instrument and time consuming of pilot tunnel tap slag in the No. 2 tunnel of Guilin

围岩类型	排险、出渣设备数量			设备耗时(每循环)/min		
	挖掘机	装载机	出渣车	挖掘机	装载机	出渣车
V	1	1	2	60 - 90	90 - 120	45 - 60
IV	1	1	2	60 - 90	90 - 120	120 - 150
III	1	1	2	40 - 60	90 - 120	150 - 180

的一个三角区域(见图1)。中隔墙顶部三角区混凝土的密实程度是中隔墙控制的质量重点,由于中隔墙直接传递两侧围岩的对称受力,三角区又是中隔墙顶部的一个薄弱点,在浇筑混凝土过程中,操作原因或混凝土工作性等都会使得顶部出现空隙,这样就会形成一个围岩受力传递的盲区,会因为中部空隙导致量测围岩受力不均出现扰动或垮塌现象。对中隔墙顶部三角区混凝土密实性控制是不可忽视的重点。

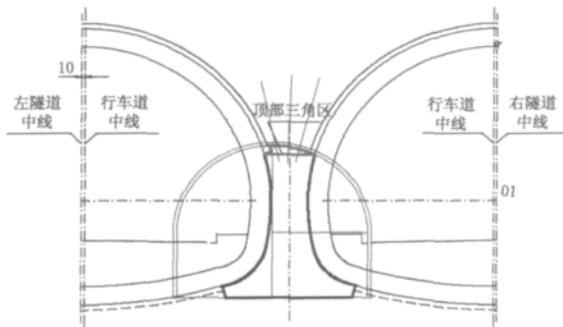


图1 中隔墙顶部三角区示意图

Fig.1 The schematic diagram of trigone at the top of mid-partition

中隔墙顶部三角区混凝土密实性控制。通常对中隔墙顶部三角区混凝土密实性控制的方法有膨胀混凝土结合注浆法控制和使用喷射混凝土控制法。

桂林二隧道中隔墙施工中,中隔墙和围岩交界处缝隙较大,容易出现漏浆现象,注浆压力也很难控制,采用喷射混凝土补强的方法进行施工,在进行典型施工后,经取芯验证各项指标都可以满足设计要求。

在中隔墙混凝土浇筑时由于在中导洞顶部是一个弧形,而混凝土浇筑的顶面经附着式振捣器振捣后却是一个平面,在弧面和平面的中部往往会形成一个三角区是空洞,为保证中隔墙顶部三角区的密实性,使用喷射混凝土进行后期补强。在浇筑完成中隔墙混凝土后,留置5-10cm空间,然后使用喷射混凝土逐层喷射,先从左侧进行加强,然后再转移至右侧,使用喷射混凝土两侧补强后,采用取芯方法验证,混凝土的强度和密实性都可以满足设计要求。

4 主洞支护优化工法

4.1 锯齿形开挖

在桂林二隧道断面开挖过程中,凿岩机施工需要一定空间,尤其是进行周边眼钻孔时,需要紧贴设计开挖轮廓线(预留沉降量包括在内),而凿岩机却不能完全无缝隙紧贴围岩,就需要在周边眼施工时有一定的仰角,结合实际施工经验一般开挖过程中需要进行锯齿形开挖,一般循环开挖正坡隧道(前进方向为上坡)在循环的循环末端超挖控制为30-70mm,在第二循环开始的始端起钻一般都是紧贴开挖设计轮廓线,凿岩机的仰角根据实际循环进尺计算确定,如果为负坡隧道(前进方向为下坡)则开挖时可以根据隧道坡度适当控制超挖量,在起始端一般都是水平施钻,在端部控制超挖量为30-70mm,也可以根据循环进尺调整,见图2。

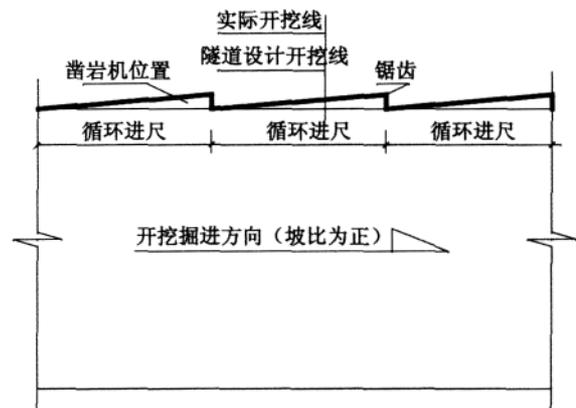


图2 正坡隧道锯齿开挖示意图

Fig.2 The diagram of excavating of positive slope tunnel sawtooth

4.2 锚杆受分析

在隧道开挖过程中,初期支护锚杆是不可缺少的项目,锚杆受力主要受剪切力和拉拔力,拱部锚杆主要受拉拔力,剪切力在拱顶时趋近于0。边强锚杆主要受剪切力,拉拔力在边墙端部时趋近于0(图3、图4)。

桂林二隧道IV级、V级围岩初期支护时设置钢拱架作为受力结构,往往钢架较重,施工时会断开,两节钢架之间连接采用螺栓连接,根据隧道断面受力趋势,拱架分段节点设置往往是避开隧道拱顶部位。为了施工方便,往往会将安装节点设置在拱顶,根据受力分析在拱顶部位往往拉应力和弯矩最大,故钢架节点避开拱顶。

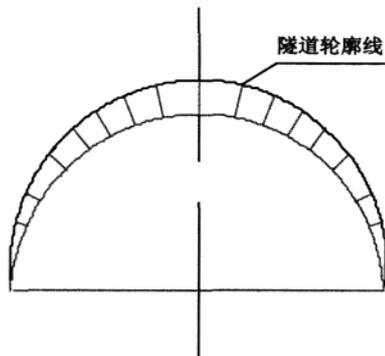


图3 隧道锚杆拉拔力受力分析

Fig.3 The drawing force analysis of bolt

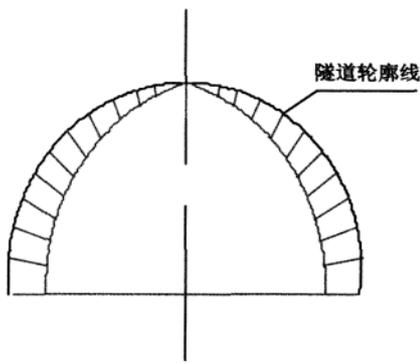


图4 隧道锚杆剪切力受力分析

Fig.4 The shear stress analysis of bolt

(上接第36页)

最后关键的一点便是寻找要素之间的整合方式。整合方式没有固定的模式归纳,是一个开放的设计过程。立体整合是近几年出现较多的具有实效的整合方式,相较于要素平面上的整合更节省土地和资源,也可以创造特别的形式和视觉效果,在城市设计领域备受推崇。芝加哥千禧公园是将立体整合用到极致,号称最大的“屋顶花园”下,是地下停车场和轨道交通的两层立体复合,解决了地块交通混乱的同时,提供最大限度的绿化,千禧公园已成为芝加哥各项文化娱乐活动的聚集地,是芝加哥一个标志性的城市区域。

4 结语

考虑了城市中心绿地与商业空间的融合,把原本矛盾对立的两级置于一个相同的目标之下,实现了矛盾的转化,转不利为有利,实现了城市绿

5 结束语

在双连拱隧道施工中做好排水和超前地质预报是隧道施工中重要工序,建议在隧道施工中要根据坡度正坡掘进,在隧道两侧做好排水;在溶蚀地段、特殊地段施工时,超前地质预报结合超前钻掘进施工,做到“短进尺、强支护、勤量测”,针对不同的地质情况,选择合适的施工方案,可以为隧道施工安全、质量和进度起到保障作用。建议在以后的双连拱隧道施工中,不断总结提高,提供一套先进完整的连拱隧道施工工艺。

参考文献:

- [1] 汪俊民. 软弱围岩地段双连拱隧道施工技术[J]. 西部探矿工程, 2003(06): 95-97.
- [2] 徐羽白. 新型混凝土工程施工工艺[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [3] 何川, 林刚, 汪会帮. 公路双连拱隧道[M]. 北京: 人民交通出版社, 2006.
- [4] 冯卫星, 杨丙龙. 大华岭隧道塌方处理方案研究[J]. 国防交通技术, 2008(02): 11-13.
- [5] 冯海暴, 郭明章, 邹索焰. 破碎围岩半裸露型隧道洞口进洞方法探讨[J]. 河北工程大学学报: 自然科学版, 2010, 27(1): 85-87.

(责任编辑 刘存英)

地的经济价值,同时也是在体验经济时代做出的市场呼应。市中心绿地与商业空间的融合,可以解决当下许多城市在旧城中心区改造和新中心建设中出现的用地稀缺等问题,在当下提倡用地混合和精明增长的专业背景下,是一个立足于理论,致力于解决问题的新的思考方式。

参考文献:

- [1] 马清运. 商都-商业刷新都市[J]. 时代建筑, 2005, (2): 57-59.
- [2] 王若冰, 胡冬南. 城市绿地的经济效益与开发模式[J]. 城市环境与城市生态, 2003(增刊): 55-56.
- [3] 董贺轩, 卢济威. 作为集约化城市组织形式的城市综合体深度解析[J]. 城市规划汇刊, 2009(1): 54-61.
- [4] 曲艳丽, 杨朝华. 城市综合体-商业对城市空间的整合叙事[J]. 城市建筑, 2007(4): 17-20.

(责任编辑 刘存英)