

山岭长大高瓦斯地铁隧道光面爆破 技术的研究与应用

刘海涛, 罗世刚

(成都轨道交通集团有限公司, 四川 成都 610031)

摘要: 龙泉山隧道为油气田高瓦斯长大隧道。在施工过程中, 为提高隧道开挖施工质量与施工效率、保证施工安全, 通过对钻孔、装药以及瓦斯隧道爆破施工关键技术进行研究及优化, 缩短了工序循环时间, 提高了工效和施工质量, 减小了因爆破震动过大对围岩造成的不利影响, 保证了施工安全, 取得了良好的经济效益。为油气田高瓦斯隧道施工积累了经验, 可为类似高瓦斯隧道爆破施工提供借鉴。

关键词: 光面爆破; 高瓦斯; 长大隧道; 地铁; 龙泉山隧道

中图分类号: U215.3; U215.7; U215.1

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2018)03-0163-02

1 概述

光面爆破技术是提高工程施工质量, 减小施工成本投入的一种手段。在常规隧道中, 光面爆破技术相对成熟。但在油气田高瓦斯隧道中, 由于受瓦斯环境的影响, 常规光面爆破技术已不适用, 不但制约瓦斯隧道的开挖质量, 而且增加了施工成本的投入。因此, 研究光面爆破技术在油气田高瓦斯隧道中的应用很有必要, 对类似高瓦斯隧道工程施工亦具有积极的促进作用。

龙泉山隧道位于成都轨道交通18号线工程“天府新站—三岔湖站”区间, 为油气田高瓦斯穿越山岭隧道。岩石类别主要为III级、IV级、V级, 其中IV级围岩占比达60%, 围岩完整性较差。龙泉山隧道采用双洞分修方案, 线间距30 m, 采用矿山法施工。隧道全长9.7 km, 最大埋深285 m。

地层岩性: 龙泉山隧道全隧地层岩性为泥岩夹砂岩, 中薄层产状, 缓倾岩层, 倾角在 10° 左右。

不良地质情况: 龙泉山隧道主要穿越龙泉驿背斜构造, 受三大湾气田影响最大。根据地勘资料推断: 天然气总溢出量为 $700.23 \times 10^4 \text{ m}^3$, 隧道开挖时掌子面单位时间最大天然气涌出量为 $1.23 \text{ m}^3/\text{min}$ 。龙泉山隧道为油气田高瓦斯隧道。

2 爆破设计

龙泉山隧道IV级围岩占60%, IV级围岩施工进度控制着整个工程施工进度。为提高工效,

对瓦斯隧道光面爆破技术进行研究很有必要。根据信息化施工原则, 在IV级围岩条件下, 采用全断面爆破开挖方式, 计划每次爆破进尺长度为2.4 m。

开挖爆破时, 预留仰拱保护层, 待仰拱混凝土施工前进行二次爆破开挖。

2.1 钻孔

采用YT28凿岩机钻孔, 孔径为42 mm, 瓦斯隧道钻孔采用湿式钻孔。

(1) 掏槽孔。

一级掏槽孔钻孔深度为1.79 m, 起钻点水平间距为2.5 m, 上、下间距为0.6 m, 钻孔方向与掌子面夹角为 50° ;

二级掏槽孔的目的是为了进一步扩大掏槽效果, 钻孔深度为3.13 m, 水平间距为3.7 m, 上、下间距为0.7 m, 钻孔方向与掌子面夹角为 56° 。

(2) 主爆孔。

主爆孔分两层布置, 内外层钻孔间距均为0.6 m, 孔深2.4 m, 主爆孔抵抗线为0.8 m。

(3) 周边孔。

周边孔钻孔深度为2.4 m, 间距为0.5 m, 周边孔抵抗线为0.6 m。

2.2 装药

龙泉山隧道为高瓦斯隧道, 采用三级煤矿许用炸药以及矿用雷管, 最后一段延期不超过130 ms, 因此, 雷管段总共为5段。

掏槽孔: 一级掏槽孔采用孔底连续耦合装药,

收稿日期: 2018-06-21

每孔装5节、直径32 mm药卷,单孔药量为1 kg;二级掏槽孔采用孔底连续耦合装药,每孔装6节、直径32 mm药卷,单孔药量为1.2 kg;采用孔内延期矿用雷管起爆。

主爆孔:主爆孔采用连续耦合装药,每孔连续装6节、直径32 mm药卷,单孔药量1.2 kg,采用孔内延期矿用雷管起爆。

周边孔:为满足光面爆破要求,周边孔采用间隔耦合装药、矿用导爆管引爆。孔底连续装药2节,以后每间隔20 cm间隔装药,共装药5节、直径32 mm药卷,单孔药量为1 kg,采用孔外延时矿用雷管起爆。

根据爆破设计,爆破开挖每循环进尺长度为2.4 m,每循环药量为169.6 kg,每循环爆破方量为 157.56 m^3 ,爆破单耗为 1.08 kg/m^3 。

3 爆破安全保证措施

鉴于龙泉山隧道为高瓦斯隧道,爆破开挖需严格按照高瓦斯隧道爆破施工安全规范进行施工。主要包括爆破材料的选用、起爆前瓦斯检查、炮眼封堵方式及正确的装药方式等。

高瓦斯隧道爆破施工采用三级煤矿许用乳化炸药,雷管需使用煤矿许用电雷管;在爆破前、装药前和爆破后需进行洞内瓦斯浓度的检测,若瓦斯浓度超过0.5%不能进行爆破作业;炮眼需采用泥封堵,未封堵或封堵不严不能进行起爆;严禁反向装药,采用正向连续装药结构,雷管以外不能装药卷。

4 爆破效果的检查

(1) 进尺深度。

按照爆破设计,其进尺长度为2.4 m,实际进尺长度为2.27 m,进尺长度小于爆破设计值2.4 m预期。根据分析,其主要原因为第一层主爆孔孔底抵抗线较大,延时未能有效爆出,需要调整钻设角度。

(2) 爆破震动监测。

爆破时,在距起爆点94.72 m处进行了爆破振动速度的检测,检测值显示,最大震速为 2.123 cm/s ,小于设计控制值 5 cm/s ,符合要求。

(3) 残孔率。

拱墙以下残孔率较好,拱肩残孔率较差,整体残孔率约为46%。

(4) 超欠挖。

在拱腰以下,开挖轮廓线符合设计要求,超挖为8 cm左右;但在拱腰以上,特别是拱肩处存在超挖过大的情况,最大超挖量达31 cm,拱肩平均超挖量约为16 cm。

(5) 块度大小。

爆破石渣块度最大直径为60 cm,满足出渣装载要求。

5 爆破设计优化

(1) 周边孔间距的调整。

由于围岩岩层为中薄层、缓倾角构造,周边孔间距从原来的50 cm调整为45 cm,并在拱肩局部范围加打辅助导向孔,同时减小拱肩范围的装药量,将拱肩装药量调整为原来的80%。

(2) 掏槽孔的调整。

将二级掏槽孔钻孔角度调整为 60° ,水平间距调整为4 m,以提高掏槽效果。

(3) 主爆孔的调整。

第一层主爆孔孔底抵抗线较大,导致第二层主爆孔爆破效果不好,在进行第一层主爆孔打孔时钻孔方向向隧道中线偏 10° ,减小了孔底抵抗线距离,提高了爆破效果。

经爆破设计优化,将单耗控制在 0.95 kg/m^3 ,爆破残孔率提高到63%,平均超欠挖控制在10 cm左右。

6 经济效益分析

通过在瓦斯隧道内实施光面爆破技术,取得了良好的效果:节约了炸药用量;减小了喷护量;保证了施工安全;缩短了单循环作业时间。

7 结语

高瓦斯隧道光面爆破施工技术在实际实施过程中应根据地质及围岩情况进行动态调整,以保证获得最佳的爆破效果。

参考文献:

- [1] GB6722-2014,爆破安全规程[S].
- [2] 张继春. 工程控制爆破[M]. 成都:西南交通大学出版社,2001.
- [3] 汪旭光,郑炳旭,张正忠. 爆破手册[M]. 北京:冶金工业出版社,2010.

作者简介:

刘海涛(1973-),男,贵州六盘水人,高级工程师,从事轨道交通建设土建施工技术与管理工

作;罗世刚(1987-),男,重庆市人,工程师,学士,从事水利水电及市政工程施工技术与管理工

作。(责任编辑:李燕辉)