

油气田高瓦斯地铁隧道光面爆破参数现场优化试验

郭建祥¹, 胡慧慧²

(1. 成都轨道交通集团有限公司, 四川 成都 610031;

2. 中国水利水电第七工程局有限公司, 四川 成都 610081)

摘要: 光面爆破技术在矿山法施工的隧道建设中起着举足轻重的作用, 是安全高效施工的重要技术手段。依托成都地铁18号线龙泉山隧道工程项目, 针对油气田高瓦斯隧道施工的局限性, 在分析隧道内施工区地质特点的基础上, 开展了瓦斯隧道光面爆破施工参数的现场优化试验, 通过多次调整钻爆参数和工艺, 提出了适用于瓦斯隧道光面爆破的钻爆参数, 优化了施工, 指导了龙泉山隧道其他工区的光面爆破施工, 可为其他瓦斯隧道爆破施工提供参考。

关键词: 油气田瓦斯; 地铁隧道; 光面爆破; 参数优化

中图分类号: TV554+.1; TU194; TU192

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2017)04-0098-03

1 概述

光面爆破是为了控制周边轮廓并能维持围岩稳定的一种科学的施工技术, 其实质是在隧道设计断面的轮廓线上布置加密的周边孔, 减小药包直径, 减少装药量, 采用低密度和低爆速的炸药, 以控制炸药爆炸的能量及其作用, 降低爆炸冲击波的峰值压力, 削弱其在岩石中引起的应力波强度, 避免在炮孔周围产生压碎区, 使爆破作用集中到需要爆落的一侧岩体上, 减弱对原岩体的破坏作用。

良好的光面爆破效果可以减小对围岩的扰动范围, 可以有效地减少应力集中所引起的塌方现象, 有利于围岩稳定, 控制超欠挖, 可以确保工期、提高安全性等。

龙泉山隧道1号斜井工区在施工期间, 针对瓦斯隧道施工的局限性, 综合研究了如何更好地使用光面爆破, 经过现场多次参数优化试验, 总结出瓦斯隧道自有的爆破特征, 合理优化了爆破设计, 实现了安全、质量、进度等多目标施工控制的目的。

成都轨道交通18号线工程起于火车南站, 沿天府大道向南以地下线方式敷设, 经环球中心、世纪城、麓山至天府新区博览城片区, 之后沿三岔湖旅游快速路向东, 经合江镇后下穿龙泉山脉至天府国际机场。

龙泉山隧道位于成都轨道交通18号线天府

新站~三岔湖站区间, 主要为泥岩夹砂岩的高瓦斯隧道, 岩石类别主要为IV类围岩, 采用双洞分修方案(线间距为30m), 矿山法施工, 全长9.6km, 最大埋深为285m。

龙泉山隧道主要不良地质条件为浅层天然气, 根据地勘资料推断, 天然气溢出总量为 $700.23 \times 10^4 \text{ m}^3$, 隧道开挖时掌子面单位时间最大天然气涌出量为 $1.23 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

根据《铁路瓦斯隧道技术规范》(TB10120-2002)规定, 龙泉山隧道施工必须采用煤矿许用炸药, 采用电力起爆并使用煤矿许用电雷管。

龙泉山隧道共设2座斜井, 均为主、副斜井。1#主井长400m, 副井长362m; 2#主井长297m, 副井长275m, 其中主井内净空尺寸为5m(宽)×6.8m(高), 副井内净空尺寸为5m(宽)×6.8m(高)。

2 施工前期采用普通爆破的情况

龙泉山1号斜井之主井自2016年8月10日正式开工后, 前期主要采用机械分台阶法开挖。因围岩较坚硬, 机械开挖进尺缓慢, 遂于9月20日开始进行分台阶爆破施工。

前期爆破试验分别就钻孔深度、循环进场、崩落孔、周边光爆孔的钻爆参数及起爆网路等进行了试验与优化, 但爆破效果仍有待加强。

普通爆破采用集中装药, 对围岩损伤较大, 施工人员依据经验进行钻孔装药, 每茬炮进尺为2.8~3m, 孔口欠挖, 表现为拱顶及两侧拱肩

收稿日期: 2017-06-10

欠挖,孔底超挖,平均超挖 30 cm,导致处理超欠挖花费了大量时间,拉长了工序循环时间,且部分危石等不安全因素也亟需解决(图 1、2)。

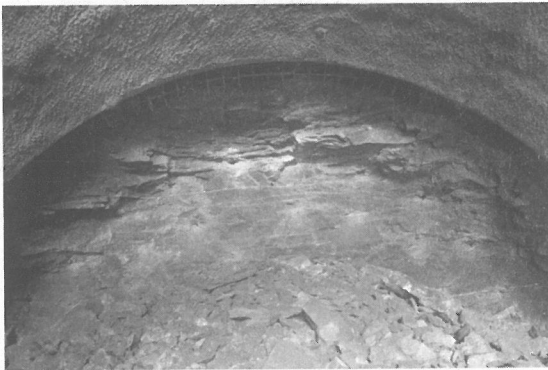


图 1 前期爆破主井拱顶欠挖情况

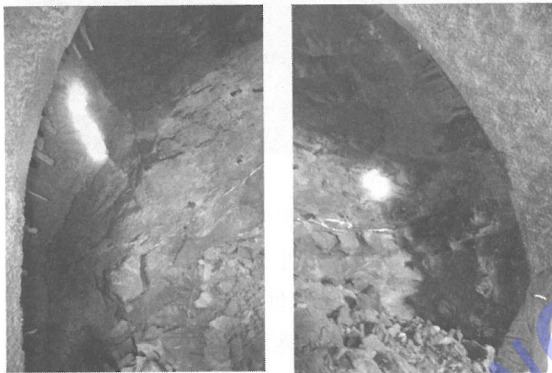


图 2 前期爆破两侧拱肩部位欠挖情况

3 超欠挖产生的原因及影响分析

3.1 隧道钻爆施工超欠挖产生的原因

隧道钻爆施工中其钻孔、装药量、装药结构和地质条件等均可能引起超欠挖问题。首先,周边炮眼应布设在设计轮廓线上,但测量定位偏差直接影响超欠挖;由于受到开挖岩壁的阻碍,凿岩机钻眼时要向轮廓线外侧偏出一个小角度,此为方向偏差;当凿岩机开眼存在偏差时,将进一步增加孔位的附加偏差。钻孔方向偏差是引起超挖的主要因素之一,并随钻孔深度增加而增大;其次,爆破药量及装药结构的控制:周边眼量过大,或者周边眼炮孔间距与装药结构不合理,爆破时将产生围岩大块坍塌,易引起超挖或欠挖。此外,围岩节理发育、断层、地下水发育等地质因素造成爆破达不到预期目的,或爆破后排除危石造成局部超挖。

3.2 钻爆施工超欠挖产生的影响

隧道超欠挖直接影响到工程安全、经济、进

度、喷混凝土材料用量等方面,其中光爆效果的好坏主要体现在隧道结构可靠度和隧道经济效益等方面。对于隧道结构可靠度,超欠挖易引起隧道局部应力集中,导致围岩松动圈显著增大,衬砌时因超挖大、回填不密实,致使结构受力处于不利状态而造成质量隐患。从隧道光爆经济效益方面分析,爆破造成的超挖增加了爆破费用及出渣量,出渣作业时间延长,超挖回填混凝土增加了额外的工程量;欠挖处理同样增加施工成本,耽误施工时间。

4 光面爆破试验

隧道开挖爆破前,需根据开挖段围岩的地质条件、开挖断面、开挖方法、掘进循环进尺确定爆破设计参数。爆破设计参数的主要内容包括炮眼布置、数目、深度和角度、装药量和装药结构、起爆方法和爆破顺序等。爆破人员应严格按照设计图表及说明施工,并根据爆破效果及时修正有关参数,以达到理想的爆破效果。

按照爆破设计内容,遵守爆破作业规程,对爆破器材、钻孔、装药、填塞、连线、爆破等每一道工序进行严格控制,瓦斯隧道爆破施工严格遵守“一炮三检制”,最终实现安全爆破。

2016年12月19日,按照班组经验进行爆破施工(图3),爆破实际进尺为2.8 m(Z1XJK0+155.7~152.9),炮孔间距不合理,局部间距过大,左侧起拱线位置爆破效果差,存在欠挖现象,周边孔集中装药,对围岩损伤较大。

20日,按照爆破专家指导,重新调整炮孔数量及孔位布置(图4),调整周边孔及掏槽孔装药量,在原有掏槽孔基础上增加了4对小掏槽孔,周边孔采用安全导爆索起爆,串联连线,相邻周边孔导爆索采用“T”型连接以保证周边孔全部起爆;本次爆破实际进尺3.2 m(Z1XJK0+152.9~149.7),但孔底超挖较大,左侧光面效果较差,右侧半孔可见,光面效果较好,局部周边间距不均匀影响光面效果,分析其原因为掏槽孔孔底距偏大,影响掏槽效果。

21日,依据20日光爆效果,主要调整了掏槽孔孔底距(图5),本次爆破实际进尺3.4 m(Z1XJK0+149.7~146.3),掌子面光面效果明显,但局部仍然存在周边孔间距不均匀问题;经过

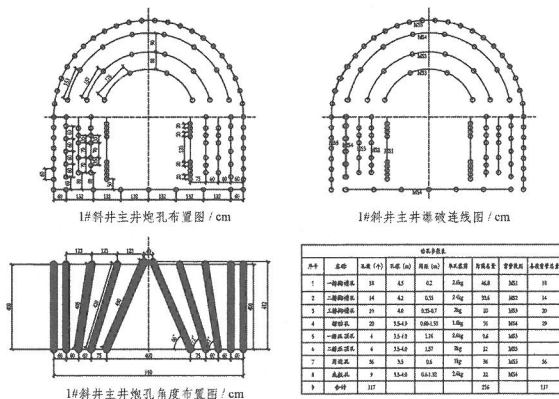


图3 2016年6月19日光面爆破孔布置图

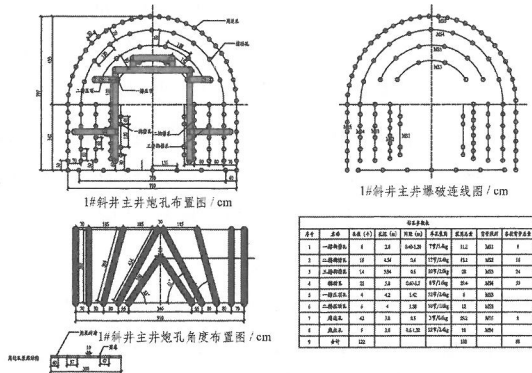


图4 2016年6月20日光面爆破孔布置图

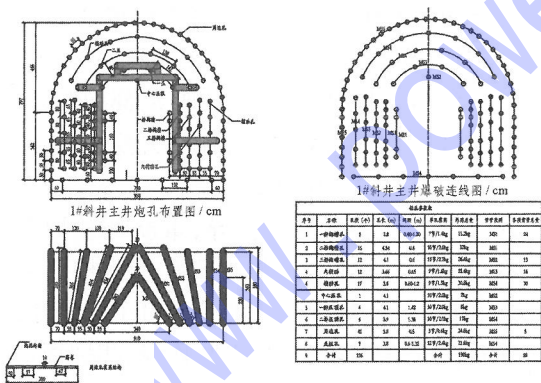


图5 2016年6月21日光面爆破孔布置图

调整掏槽孔雷管段数,保证了光爆效果。后续光爆效果和光爆参数基本稳定,现场爆破工程师驻场,随时依据爆破效果进行微调以保证光面爆破效果(图6),从而使得1号斜井较正常工期提前进入正洞。同时将所取得的经验推广至2号斜井工区、出口工区,确保了整个龙泉山隧道安全高效施工。

5 结语

(1)光面爆破的实质是:隧道掘进爆破后,在

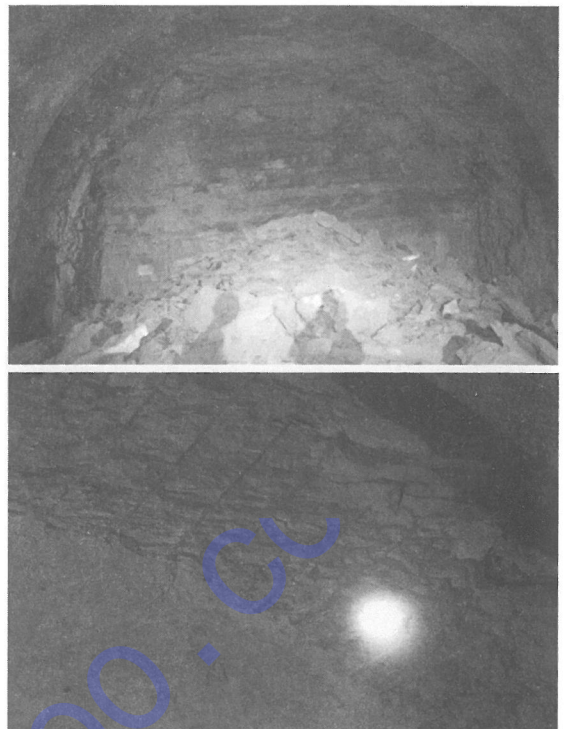


图6 调整参数后的光爆效果

隧道周边形成一个光滑平整的边壁,使隧道断面既符合设计轮廓要求,又使隧道围岩不产生损伤。结合油气田高瓦斯地铁隧道具体的地质条件及施工要求进行光爆试验,优化爆破参数,对瓦斯隧道安全高效施工发挥着极为重要的作用。

(2)通过油气田高瓦斯地铁隧道光面爆破参数优化,大大减少了隧道爆破施工时的超欠挖现象,加快了施工进度,保证了工程质量,降低了成本,并为其他瓦斯隧道工程施工的推广应用提供了参考。

参考文献:

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

作者简介:

郭建祥(1969-),男,重庆铜梁人,PPP管理中心室经理,高级工程师,从事轨道交通及地下工程建设技术与管理工
胡慧慧(1990-),女,河南濮阳人,技术员,硕士,从事轨道交通建设技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)