

特长隧道炮孔快速精准定位施工技术

陈小锐, 尹成福, 段建军

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川 成都 610066)

摘要:国内高速公路大长隧道开挖爆破过程中,采用常规方法进行掌子面炮孔定位存在炮孔布孔随意、偏差大的问题,与设计方案中的爆破参数差异大,爆破效果差、残孔率低、超欠挖现象严重。阐述了所研制并应用的一种红外线定位炮孔装置,提高了爆破孔的布孔精度和效率。

关键词:隧道;掌子面;炮孔;精准定位

中图分类号:TV52;TV554

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2020)06-0076-04

Construction Technology of Rapid and Accurate Positioning of Blast Holes in Extra Long Tunnel

CHEN Xiaorui; YIN Chengfu; DUAN Jianjun

(Sinohydro Bureau 5 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610066)

Abstract: In the process of excavation and blasting of large and long tunnels in domestic expressways, there are some problems such as random arrangement of blast holes and large deviation when using conventional method to locate boreholes in the workface, which are quite different from the blasting parameters in the design scheme, and has poor blasting effect, low residual hole rate and serious over and under excavation. A kind of infrared blast hole positioning device being developed and applied is described, which improves the accuracy and efficiency of blast hole layout.

Key words: tunnel; workface; blast hole; accurate positioning

1 概 述

隧道爆破施工过程中,对于掌子面炮孔定位的传统方式是采取全站仪放样几个关键的周边眼孔位,由现场钻工和炮工按照自己以往的经验进行掏槽孔、崩落孔、周边孔的布置,因布孔的随意性而导致现场爆破后洞渣粒径大小离散、难以直接进行二次利用、周边孔布孔间距和位置不准确导致爆破出现明显的超欠挖等缺陷。因此,爆破孔布置的准确性直接关系到开挖质量的好坏,需按论证后的爆破设计要求进行炮孔布置。为解决掌子面炮孔布孔准确性差、效率低的难题,笔者结合工程实例,介绍了所研制的一种“隧道掌子面炮孔快速精准定位装置”,该装置利用红外投影原理,将不同围岩类别的炮孔参数图投影至待开挖掌子面,确保了每个爆破孔均在合理的位置,现场工人只需采用红油漆对投影至掌子面的炮孔进行复点标注即能满足后续钻工进行炮孔的孔位确

定,极大地提高了放样布孔的效率,同时亦减少了爆破造成的超欠挖并解决了爆破粒径问题。

重庆江习高速公路四面山特长隧道为双向四车道,全长 4 880 m。隧道穿越地层为砂岩、泥岩互层,围岩岩性差,主要为Ⅳ级和Ⅴ级围岩,Ⅴ级占比为 43%,Ⅳ级占比为 57%^[1]。中国水电五局承建了重庆江习高速公路四面山特长隧道工程的施工任务。为了确保隧道爆破施工的质量和进度,减少隧道超欠挖的产生,项目部结合现场实际情况,针对施工难点,研究出了隧道掌子面炮孔快速精准定位施工技术。该项技术不但解决了四面山特长隧道掌子面炮孔布孔差异性大的问题,提高了布孔精度,同时也缩短了整体炮孔布孔放点的时间,保证了施工质量,加快了施工进度,节约了施工成本。

2 隧道掌子面炮孔快速精准定位技术

2.1 原 理

隧道施工过程中,通过隧道内现有的导向点

确定爆破定位装置的位置(距掌子面距离 20 m)、基面高程及隧道中心线位置;通过已知的基面高程位置调整定位装置的支架高度;通过定位装置的下部红外垂线仪器确定仪器的精确位置,然后通过观测圆形气泡和条形气泡调动调平螺栓进行粗调平和精调平以达到投影高度和方向的精确,根据不同的围岩类别选择不同的爆破图幻灯片使用该仪器强红光将其投影光斑至掌子面,达到炮孔定位的目的及效果^[2]。通过采用该掌子面爆破孔位投影定位装置,能够快速地将既定方案中的爆破图投影至掌子面,同时根据不同围岩选用不同的爆破图进行投影,极大地提高了爆破参数的合理性和方案的指导性,同时亦节约了爆破孔位放点的时间,提高了功效。

2.2 技术特点

(1)强红外光投影爆破图幻灯片光斑至掌子面,达到了快速定位炮孔位置的目的;

(2)利用隧道内的测量导线进行投影仪器位置及高度的调整,达到了精准定位的目的;

(3)针对不同围岩采用不同的爆破图幻灯片,其爆破参数针对性强,与爆破方案设计结合紧密,更换爆破图速度快,不影响施工功效^[3]。

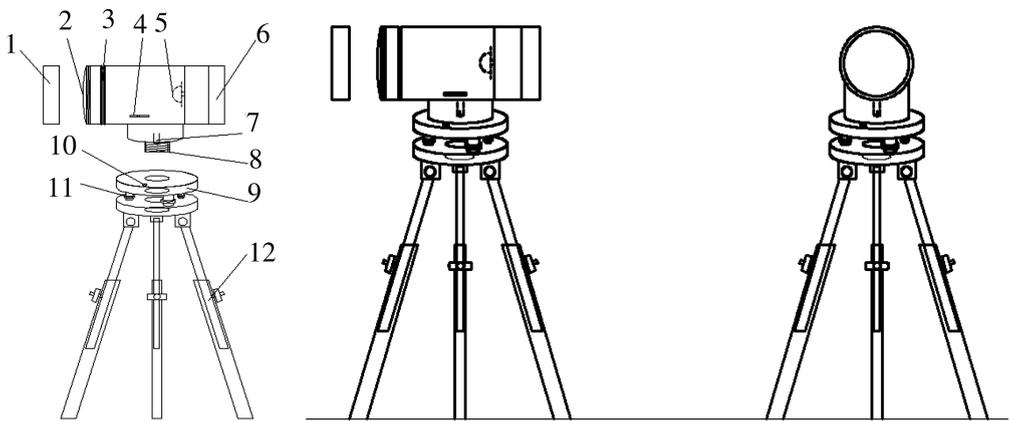


图1 一种快速定位隧道掌子面炮孔位置的装置图

实用新型装置具有的优点:(1)采用该投影装置,可以在极短的时间内将隧道掌子面的炮孔位置精准定位,节约了施工时间,提高了效率,同时也更加精准的定位炮孔位置;(2)根据隧道内不同的围岩,极快地切换不同的爆破图幻灯片,使不同围岩的爆破参数及孔位直接通过更换幻灯片即可直接投影定孔(图2)。(3)该装置具有结构简单、可操作性强、提高功效、造价低廉等优点(图3)^[5]。

(4)该项技术施工工艺易于掌握,安全风险低,施工效率高,成本低,使用范围广,效果良好,适用于地下工程中隧道(洞)掌子面炮孔快速定位施工。

2.3 炮孔定位装置的研制

隧道掌子面炮孔投影快速定位技术工序步骤较为简单,即在距掌子面 20 m 的位置架设钻孔投影装置。利用全站仪及隧道内的基点进行转点,测得仪器架设点位置的地面高程,根据地面高程调整支架投影仪器的高度,使仪器的投影高度处于掌子面的预定圆心位置,根据不同围岩设置不同的爆破参数幻灯底片,快速投影仪器将爆破参数图通过光斑投影至掌子面,达到快速精准定位炮孔孔位的效果。

该隧道掌子面炮孔快速精准定位装置的构造(图1):(1)防尘盖;(2)投影镜头;(3)爆破图幻灯片插入卡槽;(4)条形水平气泡(参考调平);(5)投影光源(红强光灯泡);(6)电池;(7)红外线垂线定位器;(8)仪器与支架座固定槽;(9)支架调平座;(10)调平圆气泡(参考调平);(11)调平螺栓;(12)可伸缩支立架^[4]。

2.4 工序与步骤

2.4.1 掌子面平整度处理

由于掌子面的不平整对所投影的炮孔位置具有一定的影响,通过计算,掌子面的整体平整度超欠挖在 30.3 cm 时(计算:掌子面超挖尺寸=边墙允许超挖/ $\tan\theta=20/\tan32=30.3(\text{m})$)能确保炮孔投影的准确度,同时不会导致超规范的超欠挖。因此,在进行炮孔投影前,需采用挖机对掌子面进



图 2 快速定位投影爆破底片图

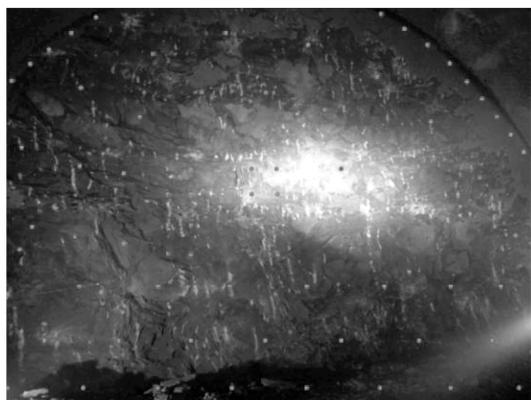


图 3 隧道内炮孔快速投影定位应用图

行找平处理,以确保掌子面的平整度在允许的范围;若超出允许平整度范围,则需对掌子面再次进行修平处理。

2.4.2 炮孔投影仪位置的定点

选择距离掌子面 20 m 的位置作为炮孔投影仪的定点位置且每次进行炮孔投影定位时均严格按定长距离(20 m)进行站位定点,同时,采用全站仪配合测定投影仪站点位置的底部高程,进而推算并调整投影仪的高度。

2.4.3 炮孔投影仪的架设及调平

炮孔投影仪定点安装后,需对其进行调平处理。调平分为初调平和精调平。初调平是由人工支撑三角架,通过视力初步整平支架平台,然后将投影设备通过螺栓固定在三角支撑平台支架上;精调平则是通过调节仪器支座下部的调平螺栓(三颗)进行调节,调节过程中,参考支架平台上的圆形气泡和条形气泡并确保气泡均居中,即达到精调平的效果。

2.4.4 爆破参数幻灯底片的选择

不同的围岩需采用不同的爆破参数。因此,项目部技术人员根据不同的围岩制作了多种爆破参数投影底片,根据现场地质情况确定并选择相应的爆破投影底片,以达到更好地指导现场爆破施工的效果。

2.4.5 爆破图光斑投影至掌子面定位炮孔

定点、调平、底片安装等作业完成后,即可按相应的程序进行爆破炮孔投影作业,通过光电作用将相应的炮孔参数通过红外射线投影至掌子面位置。

2.4.6 对掌子面炮孔实施红油漆复打点

现场作业人员采用撑杆油漆刷将红油漆按投影的炮孔位置进行掌子面打点,避免钻爆台车在掌子面作业时遮住炮孔投影光线而导致无法投影炮孔。

2.4.7 按定位炮孔施钻开孔并爆破

炮孔定位后,推进钻爆台车,钻工按照相应的炮孔位置进行掌子面爆破钻孔作业并按相关参数进行炮孔装填药后引爆。

2.4.8 开挖轮廓线超欠挖效果检查

爆破后,质检人员及测量人员对掌子面爆破开挖超欠挖情况进行检查,以便更好地调整爆破参数。

3 应用效果

现场选择距掌子面 8~25 m 范围作为炮孔投影仪设置的落脚点进行炮孔投影布孔,选择段落的围岩均为Ⅳ级围岩且围岩较为完整,每处掌子面定长距离测 3 个循环并计算其平均值作为试验依据(表 1)。

现场分别对距离掌子面的长度、边顶拱平均超欠挖、施工影响、最优距离选择等参数进行了收集和分析,具体情况如下:(1)仪器距掌子面 8~10 m 时,布孔投影仪无法覆盖掌子面;(2)仪器距掌子面 11~19 m 时,布孔投影仪能够覆盖掌子面且掌子面最大超挖 30 cm,最小超挖 7 cm。在此投影距离内,距离越近超欠挖越严重,即:距离为 11 m 时,超挖最大;(3)仪器距掌子面 20~25 m 时,布孔投影仪能够覆盖掌子面,且掌子面最大超挖为 18 cm,最小超挖为 5 cm,在此投影距离内,距离越远超欠挖越严重,即距离为 25 m 时,超挖最大;距离 20 m 时,超挖最小,为 5 cm。

在隧道施工过程中,通过隧道内现有导向点

表1 炮孔投影偏差分析表

序号	距离掌子面的距离 /m	边顶拱平均超欠挖 /cm	施工影响	最优距离选择	备注
1	8	/	无法全覆盖	×	
2	9	/	无法全覆盖	×	
3	10	/	无法全覆盖	×	
4	11	超挖 30	无影响	×	超挖较多
5	12	超挖 28	无影响	×	超挖较多
6	13	超挖 27	无影响	×	超挖较多
7	14	超挖 21	无影响	×	超挖较多
8	15	超挖 23	无影响	×	超挖较多
9	16	超挖 15	无影响	×	超挖较多
10	17	超挖 15	无影响	×	超挖较少
11	18	超挖 10	无影响	×	超挖较少
12	19	超挖 7	无影响	×	超挖较少
13	20	超挖 5	无影响	√	超挖较少
14	21	欠挖 5	无影响	×	不允许欠挖
15	22	欠挖 10	无影响	×	不允许欠挖
16	23	欠挖 8	台车影响	×	不允许欠挖
17	24	欠挖 12	台车影响	×	不允许欠挖
18	25	欠挖 15	台车影响	×	不允许欠挖

确定爆破定位装置的位置时,炮孔红光投影设备距掌子面的距离为 20 m 时为最佳位置,平均超挖仅 5 cm,超欠挖控制效果最好。经过现场进行的 18 种不同距离投影布孔并比较了投影结果后得知:传统布孔时间为 15 min;而采用红外投影法进行布孔仅需不到 5 min,布孔效率提高 2 倍。

4 结 语

通过已知的基面高程位置调整定位装置的支架高度,并通过定位装置的下部红外垂线仪器确

定仪器的精确位置,通过观测圆形气泡和条形气泡,调动调平螺栓进行粗调平和精调平以达到投影高度和方向的精确,然后根据不同的围岩类别选择不同的爆破图幻灯片,通过该仪器的强红光投影光斑至掌子面达到炮孔定位的目的及效果。采用该掌子面爆破孔位投影定位装置,能够快速地将设计方案的爆破图投影至掌子面,同时根据不同围岩选用不同的爆破图进行投影,极大地提高了爆破参数的合理性和方案的指导性。经过试验得出最佳的投影距离为距掌子面 20 m 位置。该技术施工工艺易于掌握,安全风险低,施工效率高,成本低,使用范围广,效果良好。适用于地下工程中隧洞(洞)掌子面炮孔快速定位。

参考文献:

- [1] 刘志超,陈小锐. 4 880 m 特长隧道水楔破岩复合爆破施工技术研究及应用[J]. 价值工程, 2018, 37(7): 147-149.
- [2] 漆鼎新. 倾斜扇形炮孔投影问题[J]. 有色金属(矿山部分), 1991, 43(7): 47.
- [3] 杨 坚. 基于 PSO-SVR 的隧道光面爆破效果预测评价模型[J]. 湖南交通科技, 2015, 41(2): 165-168.
- [4] 陈小锐. 一种隧道掌子面炮孔位置定位装置. 实用新型 CN201720513046. 2[P]. 2017(12).
- [5] 胡亚威. 一种井下爆破图表投影装置. 实用新型 CN201820842363. 3[P]. 2019(2).

作者简介:

陈小锐(1988-),男,四川遂宁人,工程师,从事建设工程项目施工技术与管理工
尹成福(1979-),男,四川成都人,高级工程师,从事建设工程项目管理工
段建军(1974-),男,四川成都人,高级经济师,从事建设工程机务管理工

(责任编辑:李燕辉)

由水电十局承建的老挝怀拉涅河水电站成功截流

12月16日,随着最后一车石料推入龙口,老挝怀拉涅河水电站截流成功,工程建设取得阶段性胜利。

怀拉涅河水电站位于老挝东南部色贡省格林县境内的怀拉涅河中下游段,工程规模为中型,工程任务以发电为主。工程枢纽主要建筑物包括:混凝土重力副坝、无压补水隧洞(长约 4.2 千米)、主坝为碾压混凝土重力坝(最大坝高 58 米)、引水系统和地面厂房。地面厂房布置 2 台单机容量为 30 兆瓦的冲击式水轮发电机组。

2020 年 10 月 1 日,怀拉涅河水电站项目复工。项目部克服了新冠疫情防控期间劳动力资源组织不易、工程区域气候异常、交通不便、材料及设备进场运输不畅等困难,始终坚持“履约为先、管理为重、创效为本”的管理方针,以打造“两精工程”为目标,加强了各项工作的统筹协调,积极推进工程进度,比计划时间提前 15 天完成截流工作。此次截流成功,标志着怀拉涅河水电站项目正式进入主体施工阶段,为项目按期竣工发电奠定了坚实的基础。

老挝色贡省自然环境厅副厅长培达翁、佳俊色贡副董事长宋萨尼、河北建投国际总经理于仲才、怀拉涅电力有限公司总经理杨翔军、水电十局老挝公司党委书记杨志才及设计方和监理方代表出席了截流仪式。

(供稿:水电十局)