



標書網
BiaoShu.com

提供资质陪标, 代理投标, 围标调查130220
Vol.8, No.4
December, 2002
C.BLASTING
兼职, 精算标底, 只要算得准, 重奖50万

爆破震动的控制

朱泽兵, 张东明

(中铁十一局集团五公司, 重庆 400037)

摘要: 重庆轻轨大坪车站隧道最小埋深仅 4m, 地面人口密集, 建筑物林立。采用了浅孔、多循环和楔形掏槽的分步开挖方式, 根据被保护建筑物的安全振速确定最大一段药量, 采用了增设减振孔的光面爆破技术, 同时严格控制单孔药量。在开挖施工过程中还进行了爆破震动监测。上述技术措施有效地控制了爆破的地震强度, 保证了开挖施工的安全, 地表建筑物没有损坏。

关键词: 隧道掘进; 分步开挖; 控制爆破; 振动监测

中图分类号: TD325.1+4; TD325.37 文献标识码: A

CONTROL OF BLASTING VIBRATION IN EXCAVATION OF DAPING TUNNEL

标书网网址导航 wz.biaoshu.com
ZHU Ze-bing, ZHANG Dong-ming

(The 11th Bureau Group, China Railway Construction Corp., Chongqing 400037, China)

ABSTRACT: In Chongqing light railway project, Daping station tunnel has a minimum buried depth of only four meters and dense population and constructions on surface. The stepped excavation mode with short-hole, multi-round and V-shaped cut were adopted. The maximum charge weight of one delayed interval was determined from the permitted vibration velocity for the construction to be protected. The smooth blasting technology with adding vibration-reduced holes was used. The charge weight of each interval was determined by the smooth blasting technology. Also, the monitoring of blasting vibration was carried out in excavation of the tunnel. The strength of blasting vibration was effectively under control through taking above-mentioned technological measures. So, the constructing safety in excavation of the tunnel was ensured and the constructions on surface were in good condition.

KEY WORDS: Tunneling; Stepped excavation; Control blasting; Vibration monitoring

1 工程概况

佛图关至大坪区间隧道及大坪车站隧道位于重庆主城区内, 地面上人口密集, 建筑物林立。特别是车站暗挖隧道, 围岩为 III 类泥岩, 拱部开挖跨度 26.3m, 开挖断面 430m², 洞顶人工填土 2~4.2m, 岩石厚 4~15m, 最薄处仅 4m, 洞室顶跨比为 0.2~0.5, 地表处情况复杂, 多为抗震性能差的楼房和交通干道公路路面。因此, 爆破施工必须采取措施, 确

保施工区周围人员和建筑物的安全, 重庆市公安局对爆破震动提出了严格要求, 楼房地面质点的振动速度控制在 2.0cm/s 以内。

2 影响爆破震动的因素

爆破震动的危害, 一般用质点振动速度值 (v) 来评估。对于爆破震动, 质点振动速度与炸药量 (Q) 成正比, 而与距爆破中心的距离 (R) 成反比, 此外还受起爆与爆破方法以及爆破点与测点之间地质条件的影响。振速与其主要影响因素之间的关系一般可用下式表示:

标书网 biaoshu.com 提供免费的资质交换平台! 电: 020-31334179 QQ: 279674008

作者简介: 朱泽兵, 工程师, 硕士。

帮有征 (建造师, 建造师等) 人才和老板寻找挂靠单位, 帮公司联系寻找人才和合作单位



3 控制爆破震动的技术措施

3.1 控制最大一段药量和单孔药量

以地面建筑物基础底部至爆源中心的距离 R 为安全控制半径, 以质点振速限值 $[v] = 2\text{cm/s}$ 为控制标准, 通过上式反算各开挖部分允许的最大一段药量。

炮孔按浅、密原则布置, 控制单孔药量, 使一次爆破的药量均匀地分布在被爆岩体中, 同时采用毫秒雷管进行微差爆破, 以减小爆破地震动强度。

3.2 确定合理的开挖方案

在大管棚预支护下进洞, 正台阶开挖, 将开挖断面分成 9 个部分, 如图 1 所示。上台阶先进行双侧壁导坑(A 和 A')的开挖, 两导坑掌子面之间相距 15m, 然后进行中隔壁上部(B)和下部(C)的开挖。下台阶先开挖中槽(F), 再采用短台阶开挖方式进行左右两侧边墙上部(D 和 D')及下部(E 和 E')的开挖。导坑采用双楔形掏槽、预留光爆层的光面爆破, 增设周边减振孔, 每循环进尺控制在 1.2m 以下, 开挖后立即进行初期支护。

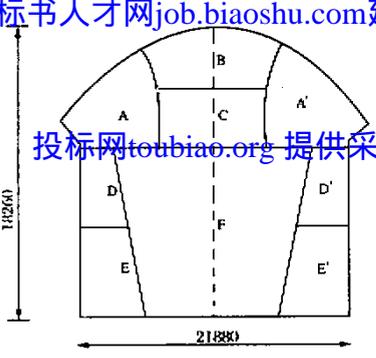


图 1 车站隧道分部开挖示意图

Fig.1 Schematic diagram of stepped excavation for station tunnel

3.3 选择合理的掏槽形式

一般情况下, 掏槽爆破的地震动强度比其他部位炮眼爆破时都要大。在本工程的条件下, 由于每循环进尺控制在 1.1m, 岩石强度较小, 同时为了减小掏槽爆破的地震动强度, 宜选用楔形掏槽。在雷管段数足够时, 选用双楔形掏槽, 对掏槽部位的岩体一部分一部分地进行爆破, 这样既容易掏出槽来, 又能使掏槽面平整, 减少振动, 减小地震动强度。

量测结果来看, 采用双楔形掏槽比不采用时爆破震动明显减小, 爆破效果明显比单楔形掏槽要好。

3.4 选用合理的周边孔爆破形式

一般情况下, 采用光面爆破, 周边孔间距为 60cm, 特别困难地段(例如隧道上方为抗震性差的楼房)采用预裂爆破, 预裂孔间距为 50cm, 这样既可以最大限度地减少对围岩的破坏, 又可以达到减震的目的。

3.5 选择合理的段间隔时差

有关资料表明, 在软岩中爆破, 振动频率比较低, 一般在 100Hz 以下, 振动持续时间纵向比横向大时, 可达到 200ms 左右, 垂直向可达到 100ms 左右。为避免振动强度的叠加作用, 低段(1~7 段)雷管跳段使用。

3.6 合适的爆破器材

炸药和雷管也是影响爆破震动的因素。根据爆轰理论, 炸药爆轰速度直接影响质点振动速度, 故应选用低爆速炸药。本工程选用爆速低的 2 号岩石硝酸铵炸药, 药卷规格为 $\phi 32\text{mm} \times 200\text{mm}$ 和 $\phi 25\text{mm} \times 400\text{mm}$ 两种。雷管采用 3~29 段非电毫秒雷管, 起爆时跳段使用。

4 车站隧道拱部炮孔布置及爆破参数

为确保工程进度和施工安全, 爆破施工应按“多眼、少药、浅孔”的原则。为控制超欠挖, 减少爆破对围岩的扰动, 全面采用光面爆破技术, 边墙部位预留光爆层。

4.1 拱部上半断面炮孔布置

(1) 拱部左右侧壁导坑及中隔壁上部(一个临空面)的掏槽方式为双楔形掏槽, 孔深比其它孔深 30cm, 间距 60cm, 斜孔孔底距离 30cm。辅助孔间距 70~80cm, 周边孔间距 50cm, 距相邻辅助孔 60cm。

(2) 在爆破大拱脚时, 周边孔之间增加一个空孔, 以增强光爆效果, 减少爆破对大拱脚的扰动。

4.2 拱部下半断面炮孔布置

拱部核心土下部(三个临空面, 水平钻孔)在拆除临时支柱、做完拱部二次衬砌后即进行开挖。采用水平布孔, 孔距 1.2m, 排距 1.0m, 梅花形布置。

拱部炮孔布置如图 2 所示, 爆破参数列于表 1。

5 爆破震动监测

5.1 爆破震动量测内容及测点布设

在洞身开挖爆破时, 对地面的质点振动速度及频率进行量测。根据爆破安全规程和合作单位



標書網
BiaoShu.com

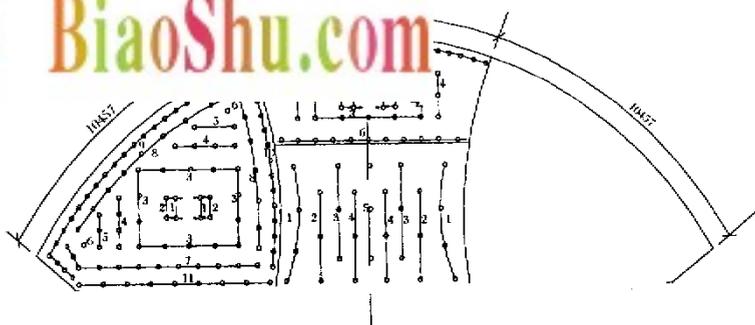


图 2 车站隧道拱部典型的炮孔布置

Fig.2 Typical blasthole pattern for arch of station tunnel

表 1 隧道拱部的布孔及爆破参数

Table 1 Blast-hole pattern and blasting parameters for excavation of tunnel arch

开挖部位	炮孔编号	炮孔名称	数量/个	孔深/m	单孔药量 /kg	段药量 /kg	起爆顺序	雷管段号	备注
上半断面 左、右侧导 坑	1	掏槽孔	4	1.5	0.375	1.50	1	3	开挖断面积 $S = 47.2\text{m}^2$, 炸药单耗 $q = 0.6\text{kg/m}^3$, 循环进尺 $l = 1.2\text{m}$, 炮孔数 $n = 110$ 个
	2	扩槽孔	4	1.5	0.375	1.50	1	3	
	3	辅助孔	14	1.2	0.30	4.20	2	5	
	4	辅助孔	5	1.2	0.30	1.50	3	7	
	5	辅助孔	5	1.2	0.30	1.50	4	9	
	6	辅助孔	2	1.2	0.30	3.90	4	9	
	7	辅助孔	12	1.2	0.30	3.60	5	11	
	8	辅助孔	15	1.2	0.30	4.50	6	13	
	9	周边孔	13	1.2	0.15	1.95	7	15	
	10	周边孔	24	1.2	0.15	3.60	8	17	
	11	底孔	9	1.2	0.45	4.05	9	19	
		装药合计				32.7			
上半断面 中槽	1	掏槽孔	4	1.5	0.375	1.50	1	3	开挖断面积 $S = 20.2\text{m}^2$, 炸药单耗 $q = 0.6\text{kg/m}^3$, 循环进尺 $l = 1.2\text{m}$, 炮孔数 $n = 58$ 个
	2	扩槽孔	4	1.5	0.375	1.50	1	3	
	3	辅助孔	12	1.2	0.30	3.60	2	5	
	4	辅助孔	6	1.2	0.30	1.80	3	7	
	5	周边孔	21	1.2	0.15	3.15	4	9	
	6	底孔	11	1.2	0.30	3.30	5	11	
		装药合计				14.85			

标书网人才网jiaoshu.com建造师、造价师（与“标书”相关的工作免费介绍）

投标网toubiao.org 提供采购和招标信息, 帮助编好相应投标书13022067895

86) 和重庆市公安局渝中区分局的有关规定, 将爆破时土坯房和陈旧危房地面的质点振动速度控制在 1.0cm/s 以下, 其它建(构)筑物控制在 2.0cm/s 以下。

监测点原则上布置在距爆破中心较近的建筑物及其地面。根据区间隧道、大坪车站地面建筑物的分布及结构情况, 重点对牛奶场家属区、市政公司机具厂、大坪医院家属区、武术培训中心、重庆市医药设计院等单位的房屋以及处于拱顶上方和两侧的居民住房进行监测。总共布置 65 个测点, 其中区间

标书网大坪车站 38 提供免费的资质交换平台! 电话: 020 - 31334179 QQ: 279674008

表 2 所示三方数据

5.2 量测仪器及方法

采用 DSVM-4C 振动测试仪或 RS1616K(P) 振动分析仪、笔记本计算机、891-II 型拾振器、打印机等组成的振动测试系统, 量测过程由计算机自动进行控制, 3 个拾振器分别测量振动速度的水平径向分量(v_r)、切向分量(v_t)和垂直分量(v_z)。

每次量测后及时打印出振动速度的三个分量值、主振频率及振动速度随时间的衰减变化曲线等资料, 并进行分析。发现问题(如振动速度超标等), 及时向有关方面汇报, 并视情况增加监测次数或监

5.3 监测分析结果

帮有征(造价师, 建造师等)人才和老板寻找挂靠单位, 帮公司联系寻找人才和合作单位



DK7+687 左导洞	16	32.7	4.5
DK7+693 左导洞	15	32.7	4.5
DK7+695 左导洞	15	32.0	4.2
DK7+697 左导洞	15	32.0	4.2
DK7+704 右导洞	19	30.0	4.2
DK7+687 右导洞	19	30.0	4.2
DK7+692 中隔壁上部	16	15.0	3.8
DK7+697 中隔壁上部	16	15.0	3.6

爆破地点	最大振动速度/(cm·s ⁻¹)		
	径向分量 v _r	切向分量 v _t	垂向分量 v _z
DK7+687 左导洞	1.932	1.060	1.987
DK7+693 左导洞	0.799	0.708	1.697
DK7+695 左导洞	0.645	0.502	1.192
DK7+697 左导洞	1.721	0.731	1.986
DK7+704 右导洞	1.572	0.762	1.946
DK7+687 右导洞	0.562	0.356	1.426
DK7+692 中隔壁上部	0.786	0.912	1.033
DK7+697 中隔壁上部	0.674	0.529	0.736

(3)观测发现:在观测条件一定的情况下,质点振速随楼层的增高而减小,频率也随楼层的增高而变低,这是在对下导坑开挖至建筑物测点前约10m所观测分析得到的结果。但这只是针对本工程而言(要求振速在2.0cm/s以下),所得到的结果不一定带有普遍性。

(4)通过观测发现,水平向振速小于垂直向振速。

6 结束语

(1)通过爆破方案实施过程中对质点振动速度的监测,证明采用浅眼多循环、分部开挖、增设周边减振眼及严格控制药量等措施,有效地控制了爆破的地震动强度,保证了安全。

(2)在已进行的车站暗挖隧道(重庆大坪隧道段最危险地段)施工中,爆破对建筑物没有造成损坏,质点振动速度没有超过控制标准(即2cm/s);通过对房屋裂缝观测,施工过程中没有发生异常变化,说明所采取的爆破震动控制技术是成功的,对以后类似工程具有借鉴意义。

(3)有待继续优化钻爆参数,在保证安全、质量和光爆效果的前提下,尽可能减少炮孔数目,以加快施工进度。

参考文献

- [1]重庆交科公路勘察设计院.重庆轻轨较新线佛-大区间隧道和车站隧道施工图设计[Z]2001.
- [2]地下铁道工程施工及验收规范(GB50299-99)[M].北京:中国计划出版社,1999.
- [3]施仲衡等.地下铁道设计与施工[M].西安:陕西科学技术出版社,1997.

通过监测与分析大量的监测数据,整理得到如下结论:

(1)振动速度较大的是在前半段,即掏槽孔和下部孔爆破。因此,控制爆破震动应把重点放在掏槽孔和底板孔上。

(2)振速在各区段所占的比例见表3。

表3 振速分段比例

Table 3 Percentage of vibration velocity per section %

测向	振速/(cm·s ⁻¹)				数据/个
	>2.0	2.0~1.5	1.5~1.0	1.0~0.5	
垂直	1.3	12	26.7	25.3	299
水平	0	6	15.0	34.0	299

(上接第73页)

果明显,省时省料,对围岩破坏小,对凿岩爆破技术没有特殊要求,也不需要改变通常的凿岩爆破工序,只需在炮孔内装入预先加工好的聚能药卷即可。药卷结构简单,制作方便,操作简单易行,便于掌握,适合于现场推广应用。

总之,定向断裂新技术不同于传统意义的光面爆破技术,现场应用表明,该工艺技术可行,在现有的常规设备条件下,不需增加投资,便可获得良好的爆破效果。随着该技术的推广应用,必将带来非常明

显的直接经济效益,使我国的岩巷施工水平上升到一个新的高度。

参考文献:

- [1]杨永琦.定向断裂控制爆破技术的研究[J].煤炭学报,1996,21(3):56-60.
- [2]杨仁树.岩石炮孔定向断裂控制爆破机理试验研究[D].北京:中国矿业大学(北京)博士学位论文,1997.