

文章编号 1000-5269(2010)02-0123-03

隧道爆破施工对附近房屋的振动监测与影响分析^①

叶显亮*

(贵州高速公路开发总公司, 贵州 贵阳 550004)

摘要: 爆破震动是隧道爆破施工危害之一, 隧道掘进过程中应进行爆破震动监测。本文对茅台高速公路中枢隧道爆破开挖施工中产生的地表建筑震动进行监测与分析。通过现场监测掘进爆破引起的地表房屋不同位置处的地表振动速度波形, 研究隧道附近的地表震动特性及其对房屋结构的影响。研究结果为现场爆破参数设计优化与施工安全管理提供了科学依据。

关键词: 隧道爆破; 地表震动; 房屋; 震动监测

中图分类号: U445.53 **文献标识码:** A

随着我国交通事业的迅速发展, 隧道开挖爆破对地表建筑物、构筑物产生的震动危害愈来愈受到人们的重视。目前对隧道爆破的震动效应研究多集中于对衬砌的影响和临近隧道的动力作用分析^[1-2], 并提出了隧道爆破地震波衰减规律应按照掌子面上不同的炮孔爆破类型来描述的观点和方法^[3]。为控制爆破震害, 工程上多采用震动监测来了解爆破的震动强度, 分析爆破地震对地表建筑物安全的影响程度^[4-5]。

本文以遵赤公路白腊坎至茅台段高速公路中枢隧道工程为背景, 通过对现场爆破试验实测震动数据的分析, 研究其地表震动特性及其变化规律, 讨论爆破震动强度对地表房屋结构的影响。由于山区的特殊条件, 中枢隧道进出口段房屋建筑基础比较薄弱。更应该注重爆破震动对其的影响。

1 隧道施工爆破震动监测主要依据与方法

主要监测仪器主要有: IDTS3850 爆破震动记录仪, CD-1 型和 CDJ-1 型速度传感器, 笔记本电脑等。

大量工程实践表明: 爆破作业引起质点震动速度的大小, 与构筑物受爆破作用破坏或损伤的程度密切相关; 质点震动速度三个方向中垂直方向分量较大^[6-7]。因而, 在爆破震动监测工作中, 通常测定隧道掘进爆破时地表垂直方向的质点震动速度, 用其峰值和主振频率作为评价爆破地震效应变化的依据。

根据《爆破安全规程》(GB6722-2003) 规定, “评价各种爆破对不同类型建(构) 筑物和其他保护对象的震动影响, 应采用不同的安全判据和允许标准” 和 “地面建筑物的爆破震动判据, 采用保护对象所在地质点峰值震动速度和主振频率”。隧道山区房屋主要是土坯房、毛石房和一般砖房, 其安全允许标准见表 1。

表 1 爆破震(振) 动安全允许标准

序号	保护对象类别	安全允许振速 v / (cm/s)		
		< 10 Hz	10 Hz ~ 50 Hz	50 Hz ~ 100 Hz
1	土窑洞、土坯房、毛石房	0.5-1.0	0.7-1.2	1.1-1.5
2	一般砖房、非抗震的大型砌块建筑	2.0-2.5	2.3-2.8	2.7-3.0

通过现场爆破震动监测, 分析隧道施工过程中对周围环境产生的危害与影响: (1) 一侧隧道爆破施工对另一侧隧道的震动作用与危害; (2) 隧道向前掘进, 爆破施工对其已开挖段的支护结构产生的震动作用与危害; (3) 隧道爆破施工对周围建(构) 筑物的震动作用与危害。在隧道开挖施工过程中, 通过对隧道开挖爆破引起的爆破震动进行安全监测, 以此来指导隧道工程爆破参数的设计和后续施工。

2 隧道开挖爆破设计

中枢隧道 V 级围岩地段围岩较好时拟采用预

① 收稿日期: 2010-01-30

作者简介: 叶显亮 (1973-), 男, 贵州习水人, 工程师, 从事公路工程及道桥管理工作, Email 4633751@qq.com.

* 通讯作者: 叶显亮, Email 4633751@qq.com.

裂爆破法施工, IV级围岩采用光面爆破法施工, 提高钻眼精度, 严格控制药量, 提高爆破效果, 降低工料消耗, 并提高操作人员的技术水平, 将超控控制

在允许值以内。预裂爆破参数选择表见表 2 光面爆破参数选择见表 3

表 2 预裂爆破参数表

岩石级别	装药不耦合系数 K	周边眼间距 E(cm)	周边眼至内圈崩落眼间距 (cm)	周边眼装药集中度 q(kg/m)
IV级	1. 30- 1. 40	40- 45	40	0. 25- 0. 35
V级	1. 40- 2. 00	30- 40	30	0. 09- 0. 19

表 3 光面爆破参数表

岩石级别	装药不耦合系数 K	周边眼间距 E(cm)	周边眼最小抵抗线 V(cm)	相对距 E/V	周边眼装药集中度 q(kg/m)
IV级	1. 50- 2. 00	45- 60	60- 75	0. 8- 1. 0	0. 20- 0. 30
V级	2. 00- 2. 50	30- 50	40- 60	0. 5- 0. 8	0. 07- 0. 15

3 现场爆破监测分析

目前普遍采用萨道夫斯基公式进行爆破控制设计^[8-10], 该方程中的特征系数 K、 α 是与现场地形、地质条件等因素相关的系数, 很多试验研究及工程实践经验给出了 K、 α 的取值范围及取值方法, 但具体到每个特定条件下的 K、 α 值会有很大不同, 从而使爆破设计结果与实际存在一定偏差, 为此应通过对现场爆破震动监测分析, 指导调整隧道施工装药参数, 优化循环掘进进尺和单次爆破药量等爆破参数, 达到控制爆破地震对临近建(构)筑物的破坏与损伤作用, 确保地表房屋结构安全。典型的爆破震动曲线见图 1, 隧道附近一砖结构民

房现场监测结果如表 4

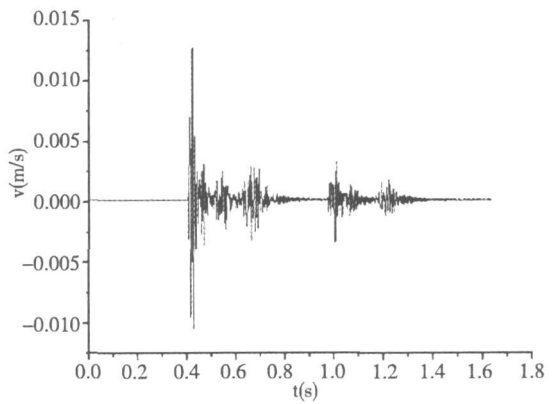


图 1

表 4 各监测点的最大爆破震动速度值

测点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
最大振速 (cm / s)	0. 455	0. 018	1. 833	2. 020	0. 014	0. 007	0. 721	1. 299	0. 531	0. 063

测试到的各点爆破地震波主频均小于 10 Hz 由现场测试可知, 各测点处的爆破震动速度值均未超过我国《爆破安全规程》(GB6722- 2003)规定的受保护对象的安全允许振速值, 只有监测点 4处的爆破震动速度值达到了我国《爆破安全规程》(GB6722- 2003)规定的受保护对象的安全允许振速值的下限值。由此, 按监测时的掘进爆破的药量和炮孔设计隧道爆破是安全的。

4 结论

(1)利用萨道夫斯基的经验公式与现场监测结合的方法, 分析了爆破震动对地表房屋影响。

(2)隧道浅埋段掘进爆破中, 不同类型炮孔的自由面条件对地表的震动效应影响不同, 掏槽孔爆破产生的地震效应最强烈, 施工中应限制掏槽孔爆破的单段装药量, 以确保地表建筑物安全。

(3)由于山区的特殊条件, 中枢隧道进出口处

房屋建筑基础比较薄弱, 更应该注重爆破安全管理。

参考文献:

[1] 谭忠盛, 杨小林, 王梦恕. 复线隧道施工爆破对既有隧道的影响分析 [J]. 岩石力学与工程学报, 2003, 22(2): 281- 285
 [2] 刘勇, 张兴明, 朱永全. 双跨连拱隧道爆破震动测试 [J]. 石家庄铁道学院学报, 1998, 11(2): 63- 66.
 [3] Berta G G. Blasting- induced vibration in tunneling [J]. Tunneling and Underground Space technology, 1994, 9(2): 175- 187.
 [4] 张世雄, 胡建华, 阳生权等. 地下工程爆破震动监测与分析 [J]. 爆破, 2001, 18(2): 49- 52
 [5] 杨年华, 刘慧. 近距离爆破引起的隧道周边震动场 [J]. 工程爆破, 2000(6): 37- 42
 [6] 李顺达. 隧道爆破对地表房屋的影响 [J]. 安徽水利水电职业技术学院学报, 2008, 8(2): 40- 43.
 [7] 曹孝君, 张继春, 吕和林等. 浅埋隧道掘进爆破地表震动效应数值模拟 [J]. 西南交通大学学报, 2006, 41(6): 680- 683.

- [8] 张继春, 曹孝君, 郑爽英等. 浅埋隧道掘进爆破的地表震动效应试验研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 2005, 24(22): 4158-4162
- [9] 杨小林, 侯爱军, 梁为民等. 隧道掘进爆破的损伤机理与振动

- 危害 [J]. 煤炭学报, 2008, 33(4): 400-403
- [10] 李云鹏, 韩常领, 司振民. 柞小公路隧道爆破震动波现场监测与分析研究 [J]. 现代隧道技术, 2008, 45(5): 59-62

Impact Analysis and Vibration Monitoring for Buildings during Tunnel Excavation

YE Xian-liang

(Guizhou Expressway Development Corporation, Guiyang 550004, China)

Abstract The blasting vibration is one of the blasting hazards and it is necessary to monitor the blasting vibration during the tunnel excavation. The analysis and monitoring of the vibration for the buildings around the Zhongshu Tunnel were carried out during the tunnel excavation. Based on the measurement of the waveforms of the vibration velocity in different sites on the ground surrounding of the buildings, the vibration characteristic of the ground and its impacts on ground buildings were studied. The results of study provide the basis for guiding the design and optimization of the blasting parameters for tunnel excavation and the safety management for tunnel construction in the future.

Key words tunneling; blasting; ground vibration; buildings; vibration monitoring

(上接第 107 页)

Study on the Transient Characteristics of Fogging on the Aircraft Windshield

LU An-cheng¹, WANG Y an-meng², HAO Chun-sheng³

(1. Guizhou Tianyi Electrical Appliance Co., Ltd., Military Affairs Commissary Office, Zunyi 563002, China; 2. College of Energy & Power Engineering, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China; 3. Honglin Machinery Factory, Military Affairs Commissary Office, Guiyang 550009, China)

Abstract In order to study the transient characteristics of the fogging process, this paper accomplished the following investigations. Firstly, the temperature control equations were established, and so as its boundary conditions and initial conditions. Secondly, computation methods about the humidity of cabin air was specified. Meanwhile, the heat transfer performance between single fog droplet and internal air flow as well as windshield was also investigated. Finally, the condensation rate of cabin air around the inner surface of windshield was defined. The above-mentioned transient models can offer effective theoretical basis for numerical simulation about the fogging procedure on aircraft windshield.

Key words aircraft windshield; fogging; transient characteristics