

TST技术在隧道围岩超前预报中的应用

胡 兴¹, 谢 涛¹, 赵永贵²

(1. 贵州大学土木建筑工程学院, 550003 贵阳; 2. 中国科学院地质与地球物理所, 100029 北京)

摘要: 图云关隧道地质构造复杂, 岩体破碎, 施工中为减少和避免地质灾害发生, 采用了TST超前预报技术。应用结果表明, TST技术采用空间观测系统有效地提高了速度分析精度和构造定位精度, 成功地解决了围岩破碎带的超前预报问题。

关键词: 隧道; 围岩; 超前预报; TST

中图分类号: TU941 文献标识码: B 文章编号: 1000-4726(2009)09-0849-03

APPLICATION OF TST TO TUNNEL WALL ROCK ADVANCED PREDICTION

HU Xing¹, XIE Tao¹, ZHAO Yonggui²

(1. College of Civil and Architecture Engineering, Guizhou University, 550003, Guiyang, China;

2. Institute of Geology and Geophysics, CAS, 100029, Beijing, China)

Abstract: Geological structure of Tuyunguan Tunnel is complex, and rock is very fragmented. In order to avoid or decrease the geological hazard in construction, the advanced prediction technology of TST is adopted. The result shows that the spatial observation of TST can effectively improve the precision of the velocity analysis and structure location, and the technology of TST can successfully resolve the problem of advanced prediction in fractured zone.

Key words: tunnel; wall rock; advanced prediction; tunnel seismic tomography

隧道工程实质上就是地质工程, 隧道的设计、施工、工期、造价等无不受地质条件的制约^[1]。尤其是在隧道施工过程中, 由于开挖而诱发的各类地质灾害具有不可选择性、复杂性、特殊性及突发性, 因而常常成为制约隧道修建的最主要因素。如国道317线鹧鸪山隧道、铁山隧道等都曾出现不同程度的围岩变形, 给工程建设造成极大的困难^[2]。

本文借助先进的隧道超前预报技术——TST技术, 对图云关隧道开挖面前方围岩工程特性进行波速分析和构造定位, 成功地解决了前方围岩性质判别和破碎带的超前预报问题。

1 TST技术原理

TST技术(Tunnel Seismic Tomography)是隧道地震CT成像技术的简称, 其基本原理是逆散射成像技术, 其观测系统采用空间布置, 接收与激发系统布置在隧道两侧围岩中。

(1) 观测方式设计的原则是满足三方面的技术要求, 一是满足围岩速度分析的要求, 二是满足三维波场识别、反向滤波的要求, 三是尽量减少面波干扰。

为减小面波干扰, 应将检波器和震源埋入围岩中,

深2 m以上。目前国内外地震超前预报技术采用的观测方式分两种, 一种称阵列观测方式, 检波器和炮点布置在一个平面内, 纵横分布成阵列, 如TST、TRT和HSP技术; 另一种称垂直剖面式观测方案, 检波器和炮点布置在一条平行隧道轴的直线上, 与掌子面垂直, 如俯视速度法、TSP203、TGP206。

(2) 隧道地震超前预报的观测系统布置在隧道内, 由于地震传播路径和地震波类型复杂, 因此在对前方回波进行纵横波分离和偏移成像前, 须进行波场分离, 滤除面波、侧向波等各种干扰波。TST技术采用F-K和T-P变换进行波场识别与分离, 效果很好。

(3) 隧道掌子面前方围岩波速的准确确定十分重要, 不但关系到对围岩工程类别的判断, 更重要的是直接影响到地质对象的准确定位。进行偏移成像前, 必须准确确定围岩波速分布。确定准确的围岩波速首先要有不同偏移距的观测记录数据, 其次必须有有效的分析方法。TST使用偏移叠加能根据最大化原理确定最优偏移速度, 效果很好。

2 工程实例

贵阳市油小线图云关隧道是贵阳市首个世界银行贷款的交通重点工程, 图云关隧道为小净距双洞隧道, 建设区为剥蚀溶蚀低山区, 地形起伏强烈。隧道高7.73 m, 宽13.5 m, 单向三车道, 左线隧道MK1+590~MK3+

收稿日期: 2009-06-07

基金项目: 贵州省工业攻关计划项目(2009GZ31816)

作者简介: 胡兴(1975-), 男, 贵州安顺人, 贵州大学土木建筑工程学院,

讲师, 贵阳市蔡家关, 550003, e-mail: huxing211@yahoo.com.cn

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

425,长1835 m,右线隧道为MK1+590~MK3+345,长1755 m。隧道穿过地层的岩性复杂多样,地形地貌复杂,地质构造发育,场地岩土种类较多且不均匀,性质变化大。

由于隧道地处贵阳市城市范围内,隧址区可溶岩分布较广,岩溶发育,溶洞主要以全填充、半填充或无填充的形式发育,在隧道施工临近充水溶洞及规模较大的溶蚀裂隙时,易发生岩溶突水突泥现象。如何判定隧道开挖面前方围岩工程特性,如何规避施工过程中的灾害问题,是急需解决的问题,也是工程建设成败的关键,为此隧道建设方采用TST地震法技术对MRK2+730~MRK2+580段进行了超前围岩性质预报,以指导工程安全施工。

2.1 TST现场测试布置

TST隧道超前预报技术的观测方式根据波速分析和二维视速度滤波的要求设计,它是一个长40~60 m,宽10~20 m的空间布置的观测系统。根据围岩波速分析的要求,观测布置应尽量扩大横向展布,检波器和炮点沿隧道两侧壁布置,两侧壁检波器间的横向距离应尽量大,至少大于预报长度的十分之一。

TST系统硬件主要由信号采集处理系统、信号接收及联结系统和爆炸装置等部分组成,其激发和接收布置如图1所示。图中黑色孔为爆炸激发点,白色孔为检波器接收孔。

量测系统主要进行以下工作:(1)发射孔和接收孔采用60 mm直径钻头成孔;(2)检波器12个对称布置在两侧壁内,每侧6个,间距4.0 m,埋深1.8~2.0 m,用泥团固定检波器和封孔;(3)爆炸震源4~6个对称布置在两侧壁内,每侧3个,间距24.0 m,埋深1.8~2.0 m;炸

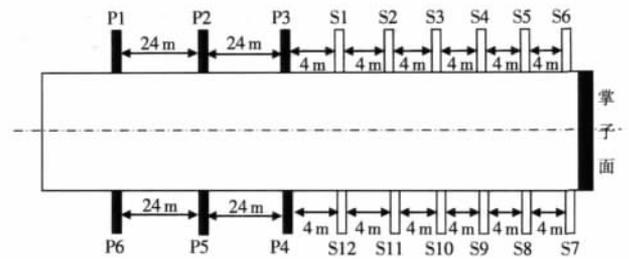


图1 TST激发与接收布置图

药量250~500g,单发毫秒雷管采用启爆器控制启爆。

2.2 TST预报结果及围岩性质判定

掌子面地层岩性为二叠系茅口组,厚层、块状深灰色石灰岩,发育有三组节理裂隙,岩体受节理裂隙切割较破碎,弱风化,呈块状结构,稳定性较差。围岩级别为Ⅱ级。

根据TST测试得出的隧道前方围岩波速分布,得出对围岩性质的判别见图2。

从隧道围岩速度分布分析可见,掌子面(MRK2+728)至MRK2+700段波速基本平稳,约2400;MRK2+700至MRK2+660段波速下降较多,从2400降至2000;MRK2+660至MRK2+630波速上升至2600;MRK2+620开始波速下降,直到MRK2+580,约2400。

结合图2和工程地质分析可以得出,桩号MRK2+730~MRK2+690段,波速2400,为中等风化灰岩夹白云岩,岩体破碎,节理裂隙发育,断续节理带5~6条,有滴水;桩号MRK2+690~MRK2+655段,波速2000~2200,为强风化区,岩体松散破碎,雨季饱水,易坍塌冒顶,应加强防护;桩号MRK2+655~MRK2+580段,波速2400~2600,为中等风化岩,岩体破碎,节理裂隙发育,规模节理带5~6条,有滴水。

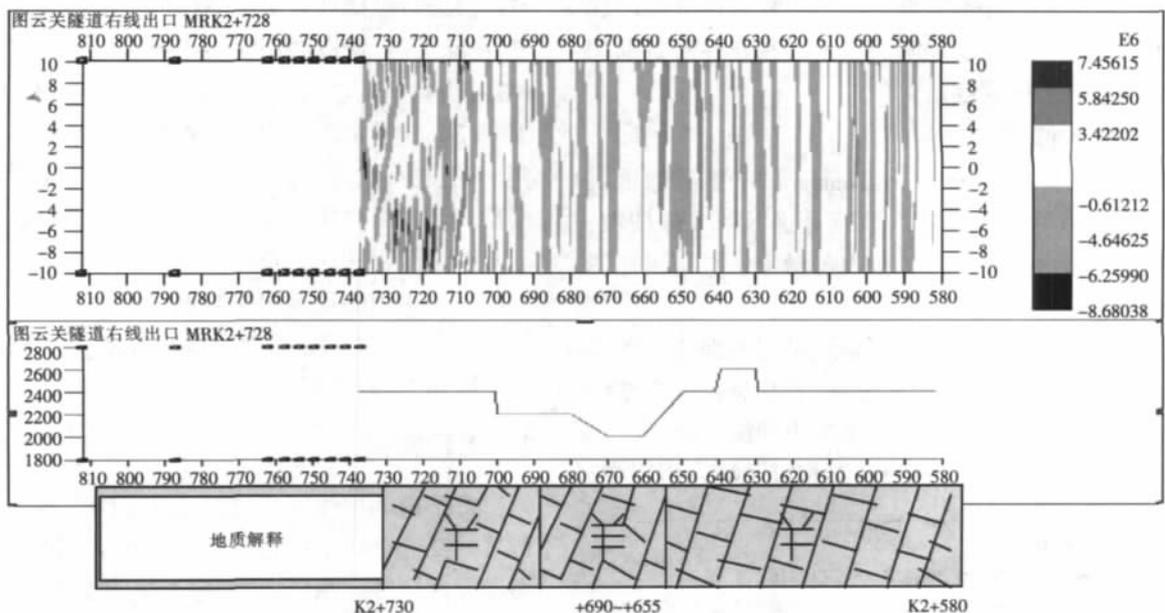


图2 预报段围岩性质预报示意

沥青混合料运输过程中的离析现象分析

刘晓敏, 夏文秀

(黄冈职业技术学院土木建筑工程系, 438002 湖北黄冈)

关键词: 沥青混合料; 水损害; 离析; 温度离析

中图分类号: TU528.42 文献标识码: A 文章编号: 1000-4726(2009)09-0851-02

ANALYSIS ON SEGREGATION OF ASPHALT MIXING CAUSED IN TRANSPORT PROCESS

LIU Xiaomin, XIA Wenxiu

(Department of Civil Engineering and Architecture, Huanggang Polytechnic College, 438002, Huanggang, Hubei, China)

Key words: asphalt mixing; moisture damage; segregation; temperature isolation

我国目前高速公路路面质量管理体系中, 石场石料加工是最不被重视的一个环节。高速公路施工所需的石料往往从当地的一些小石场临时采购。即便是为高速公路施工而专门开设的采石场, 也存在石质不稳定的问题, 且因是临时性的, 生产工艺较落后, 导致生产的集料具有盲目性, 其严重后果是配合比设计迁就集料生产的盲目性, 无法调配出优良的级配曲线, 施工中易产生离析, 这样的碎石用于路面易导致早期的水损坏^[1,2]。为改善沥青路面的水稳定性, 需从材料、设计及施工等多方面采取措施。

1 沥青混合料运输过程中的离析现象

由于卡车装料后运到沥青摊铺机前的路途为施工

收稿日期: 2009-05-08

作者简介: 刘晓敏(1966-), 男, 湖北黄冈人, 黄冈职业技术学院土木建筑工程系, 系主任, 副教授, 高级工程师, 一级注册结构工程师, 湖北省黄冈市黄州南湖教育区桃园街109号, 438002, e-mail: hbgliu@163.com

便道, 难免坎坷不平, 在卡车颠簸的过程中, 粗集料会滚落而产生离析^[3]。运输车向摊铺机卸料时, 在料斗举升过程中, 粗颗粒会提前滚落到摊铺机上, 也会造成离析^[4]。

当料整体卸在摊铺机上后, 粗料会向两边滚落, 由于输料带位于摊铺机中间, 因此最先输入的是中间的混合料。时间一长, 摊铺机侧板处聚集了大量粗集料, 为避免料的溢出, 摊铺机操作手往往不时合拢两侧翼板, 如果此时受料仓混合料过少, 则只有粗集料用于摊铺, 这就不可避免地造成了离析; 如果摊铺前熨平板加热温度不够, 摊铺过程中会产生拖料现象, 也造成了离析^[5,6]。

温度离析主要发生在运输车运送混合料过程中, 造成车厢中混合料表层和摊铺机受料斗两侧余料, 这两部分的混合料摊到路面上后, 温度往往低于110℃, 达不到压路机初始碾压温度要求, 无法压实, 造成空隙率较大, 易产生水损坏^[7]。解决措施是加强车厢的保温

3 结语

根据实际开挖情况看, 采用TST技术基本查明了预报范围内的地质情况, 探明了隧道掌子面前方软弱岩层的分布范围、规模及节理裂隙发育情况。预报结果与开挖结果非常一致, 为施工方提前采取支护措施提供了准确的地质依据, 避免了工程事故的发生。

采用TST技术实现了围岩波速精确分析和超前预报, 保证了构造定位的精确性。运用地震波的运动学和动力学信息, 不但可精确确定地质构造的位置, 还能了解围岩力学性状的空间变化。

隧道地震超前预报是一项正在发展中的技术, 在资料处理、解释等理论与技术层面还有待深入研究。

TST技术是目前阶段问题解决得最好的地震超前预报, 它的预报距离大, 定位准确, 同时能提供地质构造和岩体波速图像, 便于综合分析, 有较广泛的应用前景。

参考文献

- [1] 孙广忠, 等. 军都山隧道快速施工超前地质预报指南[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1990.
- [2] 姜云. 公路隧道围岩大变形预测预报及对策研究[D]. 成都: 成都理工大学, 2004.
- [3] 郭伟伟. 隧道施工超前地质预测预报综合技术方法研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2006.
- [4] 赵永贵. 中国工程地球物理研究的进展与未来[J]. 地球物理学进展, 2002, 17(2): 301-304.
- [5] 赵永贵. 隧道围岩含水性的超前预报技术[J]. 地球与环境, 2005, 33(3): 29-35.
- [6] 赵永贵, 蒋辉. TSP203超前预报技术的缺陷与TST技术的应用[J]. 工程地球物理学报, 2008, 5(3): 266-273.