

浅谈客运专线长大复杂隧道地质超前预报

李永华¹, 程文斌²

(1. 中铁十七局集团三公司, 河北石家庄, 050081; 2. 中铁三局技术开发部, 山西太原, 030001)

摘 要: 介绍了目前隧道地质超前预报所使用的主要技术方法, 并结合几条客运专线的地质特点, 对客运专线隧道地质超前预报提出一些建议。
关键词: 客运专线; 长大隧道; 地质超前预报
中图分类号: U45 文献标识码: A

1 客运专线隧道地质超前预报的必要性

据不完全统计, 我国客运专线隧道的修建数量将超过 1 000 km, 其中有许多长大隧道(如石太 27.892 km 的太行山隧道), 隧道穿越地区地质条件复杂, 主要不良地质分布有灰岩岩溶和湿陷性黄土等。随着隧道工程的规模、数量、长度和跨度的不断增加, 大大增加了隧道勘察阶段工作的难度。国内外因地质不明造成隧道施工事故的教训很多, 例如, 日本越新干线中山隧道涌水淹没竖井; 前苏联贝加尔—阿穆尔干线上某隧道, 挖通含水层, 发生水泥砂浆喷出; 我国成昆线、大秦线、衡广复线建设过程中, 因地质问题造成停工的时间约占施工总工期的 1/4~1/3。由此不难看出, 加强隧道施工阶段的地质超前预报工作非常重要, 有必要将其纳入客运专线隧道施工工序并列入预算之中。

客运专线隧道地质超前预报要解决的问题主要包括: 断裂、破碎带, 岩溶和黄土洞穴等不良地质对象的性质、规模的判定; 不良地质体的位置及产状的确定; 岩体工程类别的识别等。

2 目前隧道地质超前预报工作使用的方法

目前隧道地质超前预报工作使用的方法包括以下几种: 工程地质调查与推断、地质雷达、地震反射、红外线探水、地质水平钻孔和超前导坑等。可以分为常规地质法和物探法两大类。

2.1 工程地质调查与推断法

工程地质调查与推断包括地面踏勘和掌子面地质素描, 通过地表和隧道内的工程地质调查和分析, 了解隧道所处地段的地质结构特性, 推断前方的施工地质情况。主要内容包括地层岩性、构造发育情况(含断层、贯穿性节理、岩溶或岩脉)、地下水的位置及出水状态等, 预测隧道掌子面前方不良地质体可能出现的类型、部位、规模, 以便隧道施工采取合理的工艺措施, 避免事故。在隧道埋深浅和地质构造不太复杂的情况下, 这种方法有较高的准确性。但在隧道地质构造比较复杂地区和深埋隧道的情况下, 该方法工作难度较大, 工作准确性难以保证。

2.2 水平超前探孔

采用隧道内安放的水平钻机在隧道中线水平方向上钻孔, 以推断隧

道前方的地质情况。一般可根据钻进速度的变化、钻孔取芯鉴定或根据钻孔冲洗液的颜色、气味、岩粉以及在钻进过程中遇到的情况来判断岩体的大概情况。对采用各种探测设备预报到的不良地质进行确认, 也可作为天然气和瓦斯的排放孔。水平钻孔是地质预测预报最直接有效的手段。

2.3 超前导坑

超前导坑法包括超前平行导坑和超前正洞导坑。通过对施工过程导坑中遇到的构造、结构面或地下水情况等地质素描做地质预报图对正洞进行地质预报。

2.4 地质雷达

作为短距离预报的主要方法之一, 地质雷达能发现掌子面前方地层的变化, 对断裂带特别是含水带、破碎带和溶洞或空洞有较高的识别能力。在深埋隧道和富水地层以及岩溶发育地区, 地质雷达是一个很好的预报手段。但地质雷达记录易受洞内机器和电线、电缆等的干扰, 采集和探测分析中要特别注意排除干扰。

2.5 红外探水

红外线探水仪通过接受岩体的红外辐射强度, 根据围岩红外辐射场的变化来分析判断掌子面前方 30 m 范围内是否存在含水带, 是探测地下水的一种较理想工具, 操作方便, 对施工无干扰。但红外线探水在目前情况下只能做定性分析, 尚不能做定量分析, 也不能判断含水体的具体里程。

2.6 地震反射法

地震反射法是工程物探最可靠的方法之一, 也是目前隧道地质超前预报、长距离预报的主要方法, 但由于观测条件的限制(不似地面勘探的半无限体)以及岩体内各种方向都可能形成反射, 使之在判释方面遇到很大的麻烦。地震反射法的工作原理是利用在隧道围岩内以排列方式激发弹性波, 在向三维空间传播的过程中, 遇到声阻抗界面, 即地质岩性变化的界面、构造破碎带、岩溶和岩溶发育带等, 会产生弹性波的反射现象, 这种反射回波被隧道围岩内的检波装置接收下来, 通过数据处理, 从中拾取掌子面前方的反射波信息, 达到预报的目的, 见图 1。

针对隧道地质超前预报工作, 国内外在探测技术与仪器方面均有研究。国外瑞士安伯格公司的 TSP203 隧道地质超前预报仪(以下简称

The Design of the Sewage Residual Chlorine Detecting Instrument Based on Avr- ATmega16L

XU Zhi-yong, ZHU Feng- xin

ABSTRACT: This paper introduces the sewage detection system based on the avr- ATmega16L- type MCU, analyzes on the general hardware and software design of this system, specially points out the implementation of the photosensitive sensor circuit, the real- time calendar chip and RS- 232 software and hardware.

KEY WORDS: ATmega16L; residual chlorine detecting instrument; photosensitive resistance sensor

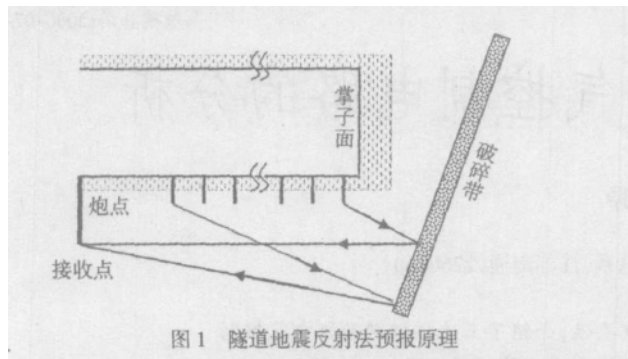


图1 隧道地震反射法预报原理

TSP203 是专门用于隧道地质超前预报的仪器。国内 20 世纪 80 年代, 铁一院物探队提出隧道地震反射回波检测方法, 使用地震仪采集, 地震检波器安装在隧道洞壁上, 采用锤击或炸药激震。该方法总结为“负视速度法”, 曾经在一些工程中应用, 但未能得到推广。2005 年 8 月 25 日, 由北京交通大学、中国铁路工程总公司隧道及地下工程试验研究中心邀请国内专家, 在成都主持召开会议, 对北京市水电物探研究所研制的 TGP12 隧道地质预报系统进行了鉴定。认为 TGP12 仪器与相关的处理系统, 性能稳定可靠, 采集的波形完整, 信噪比高, 与国外同类仪器对比整体上具有国际先进水平。

另外, TGP12 隧道地质预报系统是在 SWS 多波列工程勘探与工程检测系统基础上研制的, TGP12 通过配置不同传感器和处理软件可以用于埋深小于 100 m 隧道的地面勘探, 在客运专线的隧道超前预报中可以内外结合综合物探。

2.7 水平声波剖面法

该方法 (接收频率为声波频段的地震波) 是利用孔间地震剖面法的原理及相应软件开发的一种超前预报方法。它的布置方式除脱离了开挖工作面, 对施工干扰小外, 还可以使反射波位于直达波、面波延续相位之外, 因而反射波不受干扰, 记录清晰, 提高了信噪比, 反射波同相轴明显。观测方式是在巷道的两个侧壁分别布置震源和检波器, 按照其相对位置设计两种观测方式: 固定激发点 (或接收点) 和激发、接收点相错斜交方式, 见图 2。

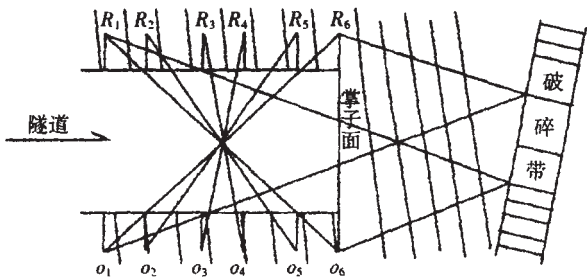


图2 相错斜交观测方式示意图

3 对客运专线地质超前预报的几点建议

由于各条客运专线隧道所遇到的不良地质体各有特点, 如武广主要是灰岩岩溶, 郑西主要是湿陷性黄土, 石太则岩溶和黄土两者都有, 而其他则主要是变质岩, 因而有必要区别对待, 针对不良地质体的主要特点,

采取不同的预报方法。另外各种物探手段的自身局限性以及隧道内可供观测的空间有限, 观测方案受到限制, 因而也不能迷信某一方法、某一仪器。

(1) 客运专线长大复杂隧道施工期间的地质预报工作必须以地质方法为基础, 集各种预报方法所长”的综合预报。

(2) 岩溶地区的长大复杂隧道地质素描和地面踏勘贯通的超前物探: 地震反射 TSP203 或 TGP12、地质雷达、红外探水贯通, 遇重大问题离异常 20 m~30 m 时进一步综合验证, 必要时采用水平声波剖面法或地震 CT 加强。水平地质超前探孔 1~5 孔贯通, 根据综合物探的判释结果增加超前钻孔, 但必须保证 1 孔贯通。

(3) 湿陷性黄土地区的长大复杂隧道地质素描和地面踏勘贯通的超前物探: 地质雷达和红外探水贯通, 必要时在浅埋段 (小于 150 m), 可以用 SWS 多波列工程勘探系统从地面进行物探。

(4) 变质岩地区的长大复杂隧道地质素描和地面踏勘贯通遇重大地质问题 (如断裂和破碎带等) 时, 提前 50 m~100 m 进行地震反射 TSP203 或 TGP12, 地质雷达和红外探水跟进预报。

4 结语

(1) 采用地震反射波方法的隧道地质超前预报技术, 是一项很重要的有利于隧道施工安全的方法, 其探查隧道前方围岩工程地质性质方面的作用也是非常明确的, 是不容低估的, 但也不是万能的, 准确性因人而异, 一定要注意经验的积累。在探查隧道前方水文地质性质方面探查岩溶病害的分布、规模方面作用是明确的, 但也存在盲区; 有水和无水的判断已经积累一些宝贵经验, 例如利用多物性参量进行分析等。现场工作时应密切结合其他施工地质工作, 采用地震反射波方法的隧道预报技术, 但是也应该明确任何方法不是万能的, 应考虑应用得当与潜力巨大等问题。

(2) 综合地质超前预报工作应作为一道工序纳入施工组织设计中。在客运专线长大复杂隧道施工地质预报工作中, 应坚持隧道洞内探测与洞外地质勘探的结合、地质方法与物探方法的结合、多种物探方法的结合、地球物理方法与超前水平钻探的结合, 开展多层次、多手段的综合超前地质预报, 并贯穿整个施工过程。

参考文献

- [1] 赵永贵. 隧道超前预报和病害诊断技术 [D]. 中国公路学会学术年会议论文集, 2003: 282-288.
- [2] 曾昭璜. 隧道地震反射法超前预报 [J]. 地球物理学报, 1994, 37(2): 218-230.
- [3] 王正成. 地质雷达在隧道超前预报中的应用 [J]. 铁道建筑, 2005(2): 9-11.
- [4] 李立功. 复杂地质条件下的超前地质预报方法 [J]. 铁道建筑, 2004(9): 25-26.

(责任编辑: 刘翠玲)

第一作者简介: 李永华, 男, 1972 年 7 月生, 1997 年毕业于太原理工大学矿井建设专业, 工程师, 中铁十七局集团三公司, 河北省石家庄市中山西路 (上庄), 050081.

Talking about the Geological Advanced Prediction of Large Complicated Tunnel on Special Passenger Line

LI Yong-hua, CHENG Wen-bin

ABSTRACT: This paper introduces some technical methods used currently in the geological advanced prediction of the tunnel, and connecting with the geological features of several special passenger lines, advances some suggestions on the geological advanced prediction on the special passenger line.

KEY WORDS: special passenger line; large tunnel; geological advanced prediction