

The Application of Monitor Measurement Technology in Newly-built Lanzhou-Chongqing Railway Tao Shu Ping Tunnel 4 slope

Wei BoLun

China Railway 21th Bureau Group Engineering Lanzhou China
 2824018205@qq.com

Abstract

Monitoring Measurement technology, which plays an important role in the process of tunnel construction, supervises the deforming process and developing trend of tunnel surrounding rock. It monitors the settlement of vault and peripheral convergence of Tao Shu Ping Tunnel's fourth slope in real-time. Based on the analyses of the data, the stability of surrounding rock is available. Furthermore, by guiding the on-site construction, serious accident can be successfully avoided. Undoubtedly, the monitoring measurement technology has a certain guiding significance not only on the anaphase construction of Tao Shu Ping Tunnel but also some similar tunnels.

Keywords: Monitoring Measurement technology, Tao Shu Ping Tunnel, Tunnel Construction.

监控量测技术在新建兰渝铁路桃树坪隧道 4 号斜井中的应用

卫波伦

中铁二十一局第三工程有限公司, 兰州, 甘肃, 中国
 2824018205@qq.com

摘要

监控量测技术是对隧道围岩变形过程及发展趋势的监测, 在隧道施工过程中起着举足轻重的作用。对桃树坪隧道 4 号斜井拱顶下沉及周边收敛进行实时监测, 通过数据分析得出围岩的稳定情况, 及时指导现场施工, 成功避免了重大安全事故的发生, 对桃树坪隧道的后期施工以及相似围岩条件下的其他隧道施工具有一定的指导意义。

关键词: 监控量测, 桃树坪隧道, 隧道施工

1. 工程概况

1.1. 设计简况

桃树坪隧道位于兰州东站出站端, 隧道起讫里程为 DK3+435~DK6+655, 全长 3220m, 设计为双线铁路隧道。本隧道穿行于黄河高阶地下部, 地势上隧道进口低, 洞身出口挖方较大, 地形起伏大, 隧道最小埋深为 12m, 相对高差达 200m 以上。该山体脊部高程超过 1770m。其上沟谷发育, 切割相对较深。除进、出口及沟谷地段地表分布有圆砾土外, 其余地段地表大都黄土覆盖, 山体坡面上植被较稀疏。隧道区围岩分类划分为 V 级(加强)后期变更为 VI 级。4 号斜井位于线路左侧, 全长 445m,

与隧道左线中线相交于 DK5+885, 全线坡度 11%。设计岩层为砂质黄土及圆砾土。

1.2. 工程地质和水文地质

1.2.1. 工程地质

4 号斜井工程涉及的主要地层为: 第四系全新统人工填筑砂质黄土, 上更新统风积砂质黄土, 中更新统风积砂质黄土, 冲击卵石土, 粗圆砾土及细圆砾土, 基岩主要为上第三系砂岩。隧道通过地区属黄土梁、峁区, 地表覆盖有厚度较大的砂质黄土, 下伏为厚约 12m 第四系的粗、细圆砾土及第三系的砂岩。

1.2.2. 水文地质

该区域内地下水可分为第四系孔隙潜水和基岩裂隙水。第四系孔隙潜水属季节性或间歇性的暂时性潜水，分布于第四系地层的孔隙中，与大气降水关系密切，区内降水多集中在7、8、9三个月，分布极不均匀，造成了大气降水补给地下水过程的间歇性，其相对于雨期较为滞后。浅层地下水主要沿基岩垂向裂隙渗入补给深层基岩裂隙水或沿基岩面径流，如此浅层地下水在其介质中的赋存时间相应较短，不会形成稳定的地下水含水水体，故为季节性或间歇性的暂时性潜水。隧道洞身部分基岩裂隙水受补给源限制，其富水性较差。

2. 监控量测方案与实施

2.1. 监控量测的目的

围岩监控量测是指在隧道施工过程中，对包括围岩状况、地质结构、支护结构在内的全面跟踪观测，通过监测分析，全面了解、掌握可能影响施工的不利因素，并分析判断支护结构的安全稳定性，从而指导施工、优化设计，保证施工安全、顺利地展开，其目的主要有：

- (1) 确保施工安全和隧道结构的长期稳定；
- (2) 验证支护结构效果，确认支护参数和施工方法的准确性或为调整支护参数和施工方法提供依据；
- (3) 监控工程对周围环境的影响；
- (4) 积累量测数据，为信息化设计与施工提供依据。

2.2. 监测内容以及断面布置

2.2.1. 监测内容

隧道施工中的监控量测，根据《规范》和图纸要求，确定必测和选测项目。必测项目为日常施工管理必须进行的量测，主要包括：地质及支护情况观测、水平收敛、拱顶下沉、地表沉降量测；选测项目是为未开挖点段的设计及施工计划提供数据而进行的量测项目，主要包括：围岩内部位移量测、锚杆轴力量测、初期支护及二次衬砌混凝土应力量测、围岩压力及钢支撑应力量测。结合桃树坪隧道的地质情况和现场施工具体实际，并结合铁道部和项目业主最新要求，以必测项目为重点，辅助选测项目。现以桃树坪隧道四号斜井为例，监测内容如下表1所示：

表1 桃树坪四号斜井监测内容

检测项目	初测时间	监测频率		检测精度	测量仪器
拱顶下沉	开挖面5-10m	沉降速率 $\geq 5\text{mm/d}$	2次/d	1mm	精密水准仪

		沉降速率 1-5mm/d	1次/d		
		沉降速率 0.5-1mm/d	1次/2d		
		沉降速率 0.2-0.5mm/d	1次/3d		
		沉降速率 <0.2mm/d	1次/7d		
水平收敛	开挖面 5-10m	1-15d	2次/d	0.01m	JSS30A型收敛仪
		16d-1个月	1次/d		
		1个月-3个月	2次/周		
		大于3个月	3次/月		

2.2.2. 断面布置

桃树坪隧道四号斜井采用上下短台阶预留核心土施工方法。拱顶为砂质圆砾土，极易坍塌，下部为粉细砂及砂岩，在地下水浸泡下易涌出，且易垮塌。考虑到洞内施工对桩点的影响，量测点一般布置在拱顶每隔2-5m处，拱顶下沉采用封闭三角钩布置，测点后部的锚杆必须埋入基岩，严禁将测点焊接在钢拱架上，断面布置图如下图1所示：

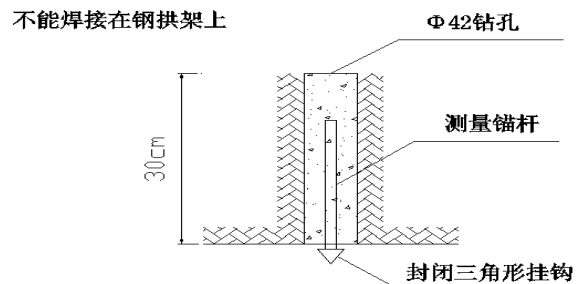


图1. 拱顶下沉封闭三角钩布置图

其量测方法是：

- (1) 在隧道内引测水准点；
- (2) 用水准尺和水准仪测量各量测点的标高，根据标高计算出拱顶沉降量；

水平收敛量测与拱顶下沉量测布置在同一断面内进行，每个监控量测断面布设两条水平收敛基线，一般在拱腰位置布置观测点，布置间距为2-5m，考虑到洞内施工对桩点的影响，水平收敛采用封闭三角钩布置，测点后部的锚杆必须埋入基岩，严禁将测点焊接在钢拱架上，断面布置图如下图2所示：

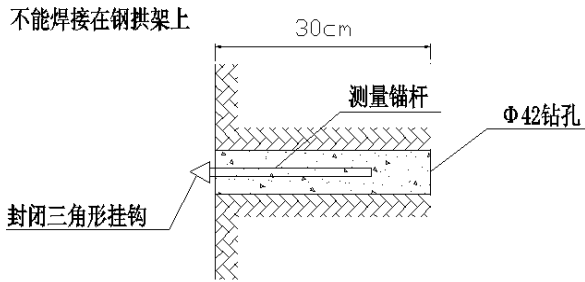


图2 周边收敛封闭三角钩布置图

其量测方法是：

- (1) 预先埋设观测点；
- (2) 观测前，先将收敛仪与两端的三角钩相连接，将仪器螺旋旋紧到归零位置处；
- (3) 仪器在量测时，钢尺处于悬空状态；
- (4) 收敛仪在悬空状态下读取读数；

2.2.3. 实际监测数据分析

监控量测过程中，部分断面可能会由于围岩极为软弱以及掌子面开挖过快的原因而导致变形速率发展很快，如不及时采取相关加固措施，将有可能导致塌方或者变形侵陷的危险。以下将以兰渝铁路桃树坪隧道4号斜井典型断面 XK1+21 拱顶下沉和周边收敛数据为例进行具体分析：

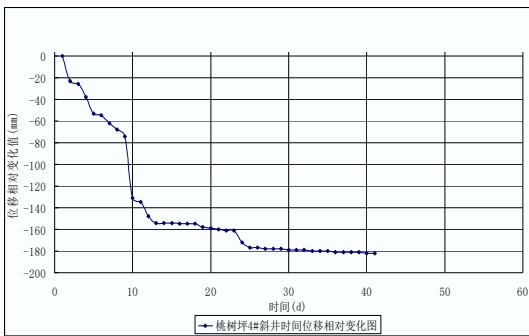


图3 XK1+21 断面拱顶下沉时间位移相对变化图

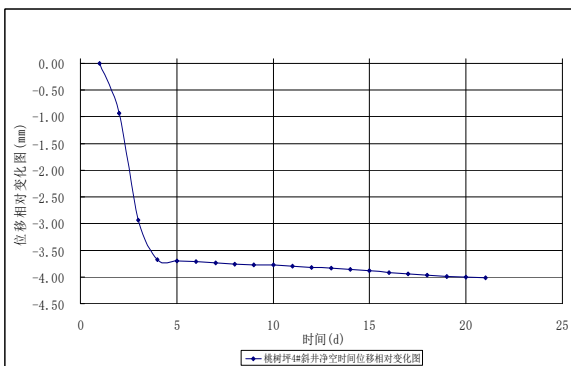


图4 XK1+21 断面周边收敛时间位移相对变化图

XK1+21 断面的累计拱顶沉降和周边收敛随时间变化如上图3和图4所示，由图中数据分析我们可以看到：从监测开始后，每日拱顶下沉变化迅速，7天后累计沉降已经超过100mm，达到135mm，其中有5天沉降速率都大于6mm，最大有57mm/d。周边收敛变化趋势基本上与拱顶下沉变化趋势相一致，但变化量相对较小。继续进行隧道施工势必会对围岩的稳定和洞内施工人员的安全造成威胁。采用加固措施后，从图中曲线我们可以看到，变形速率明显变的平缓，大约在25天后围岩趋于稳定。分析认为：桃树坪隧道4号斜井围岩稳定的时间应该在一个月左右，同时施工对围岩的变形和稳定性影响较大，建议尽量缩短上下台阶开挖距离，同时初期支护应尽快封闭成环。

根据现场监控量测结果，绘制出围岩变化曲线，分析判断围岩压力、混凝土应力等变化趋势，通过比较判断，对于超出安全预警值得，及时采取措施，修正支护参数和优化设计，总结并提交成果报告，作为指导施工的资料和依据。

3. 结论

(1) 现场监测及数据分析表明，拱顶沉降变化和周边收敛变化能较合理地反映出围岩的稳定性状态及其发展趋势，通过准确及时的监测，可以充分了解初期支护后围岩的变形情况，当出现异常情况时，可采用相应的加固预防措施，避免重大安全事故的发生，保证洞内施工的安全和经济性。同时在桃树坪隧道4号斜井软弱富水地段，应及时根据监测数据分析结果暂停开挖并采取加固措施，建议加密监控量测断面布置，及时降水排水，对数据及时分析后采取相应施工对策。

(2) 隧道监控量测贯穿整个隧道施工过程，必须将其作为重中之重纳入正常施工环节当中，并切实落实，从而更好地掌握围岩和支护的动态信息并及时反馈，进而通过分析，必要时及时修改支护参数确保施工的顺利进行。

围岩量测结果作为确定施工方案的依据，对隧道的正常施工和日常管理工作具有重要意义。针对桃树坪隧道4号斜井拱顶下沉及周边收敛进行实时监测，通过数据分析得出围岩的稳定情况，及时指导现场施工，成功避免了重大安全事故的发生，对桃树坪隧道的后期施工以及相似围岩条件下的其他隧道施工具有一定的指导意义。

References

[1] Wang HaiTao,W, Application of monitoring measurement technology in Qiaozhuang tunnel. Journal Of Liaoning Technical University (Natural Science), 2009, 28(2):237-239.

[2] Yu Bo, Detection and measurement technology of wall rocks in new Austrian tunneling method. Shanxi Architecture, vol.07, pp. 130-131.

[3] Wu Ke,W, Ma Mingyue, and Li Shucui , Monitoring Measurement and Evaluation of Stability in Fujiachong Tunnel.Chinese Journal of Underground Space and Engineering, vol.03, 2011.

[4] Wang LiJun,W,(2007).Application of Monitoring Survey Technique in Tongyan Freeway Tunnel in Ningxia Hui Autonomous Region.
<http://d.wanfangdata.com.cn/periodical/ysky200702005>.

[5] Gao LingFa,(2005). Research on the Technology for the Supervision, Control and Measurement of the Tongziwo Tunnel.
<http://www.cqvip.com/Main/Detail.aspx?id=1620947>.