

深埋隧洞力学响应监测与测试设计思路

刘海波

水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院

DOI:10.12238/hwr.v5i3.3702

[摘要] 尽管深埋隧洞项目越来越多,但是相关的工程专业知识还没有得到充分的汇总,设计和计算方法还不够成熟。深埋隧洞工程的设计和施工完整性控制需要大量的现场监测和测试数据支持,根据深埋隧洞工程的特点提出了所有现有的监测和试验设计方法,它们在应用中面临许多挑战。为此,首先根据现场暴露的现象和通过各种先进的监测技术获得的结果,在深埋的固体岩石隧洞施工期间对围岩的力学响应特性和力学响应在运行期间内衬的特性,分析当前流行的控制方法。当前的问题是深入的隧洞监测和典型的横截面测试,本文提供了相关参考思路及建议。

[关键词] 深埋隧洞; 监测与测试; 深埋隧洞开挖力学响应

中图分类号: TV7 文献标识码: A

Design Ideas of Mechanical Response Monitoring and Testing of Deep Buried Tunnel

Haibo Liu

Xinjiang Uygur Autonomous Region Water Resources and Hydropower Survey and Design and Research Institute of the Ministry of Water Resources

[Abstract] Although there are more and more deep buried tunnel projects, the relevant engineering expertise has not been fully summarized, and the design and calculation methods are not mature enough. The design and construction integrity control of deep buried tunnel engineering require extensive support of field monitoring and testing data, and all existing monitoring and testing design methods are proposed according to the characteristics of deep buried tunnel engineering, which face many challenges in their application. Therefore, according to the field exposure phenomenon and the results obtained by various advanced monitoring techniques, we analyze the mechanical response characteristics of the surrounding rock during the construction of deep solid rock tunnel and the popular control methods. The current problem is the in-depth tunnel monitoring and typical cross-section testing, and this paper provides relevant reference ideas and suggestions.

[Key words] deep buried tunnel; monitoring and testing; mechanical response of deep buried tunnel excavation

引言

隧洞施工和运行过程中的监测和测试是一种重要的支持技术,可以及时掌握周围的岩石和衬砌状况,客观地评估项目的稳定性,进行反馈分析和改进设计,并就工程问题作出良好决策。因此监测和测试信息的丰富性、代表性和客观性决定了其有效性。在传统的隧洞监测设计中,变形监测中的收敛监测和洞室顶板位移控制占据着重要的位置。机械参数的核心和基于新奥地利方法概念的信息设计以及反馈设计的优化均基于变形控制的结果。它是基本数据。此外传统的监测设计还包

括渗流监测、应力应变监测等,即锚杆应力、外水压力、混凝土应变等。通常,仅在重要部位设置测量点。深埋隧洞项目,特别是硬岩石隧洞的工程实践已明确反应了与浅埋隧洞完全不同的机械响应特性。表面变形小,内部断裂范围大,破坏过程中变形突然变化,时间效应断裂问题突出明显的区别。围岩的内部开裂和控制是决定深埋在隧洞中的围岩的稳定性和设计支撑的重要问题,这时传统的变形监测方法在应用中面临着更大的挑战^[1]。

1 深埋隧洞开挖力学响应

深埋隧洞的衬砌应力环境很复杂,多

重荷载的耦合作用与设计中采用的计算条件、计算理论和荷载分布方式明显不同。衬砌的实际机械响应和传统结构设计的计算结果。不同的。难以支持对机械反应进行科学分析并对其完整性进行全面评估的性质的最终监测结果。鉴于上述原因,基于长期隧洞深埋工程的实践经验,在对隧洞掘进机械响应特性和衬砌机械响应特性的理解的基础上,本文提出了一些思路和意见。监控设计和工程测试问题,并提出监控设计和深度工程测试。

深部是指几何岩体表现出非线性机械现象的深度与其下方的深度之间的间

隔。地下隧洞属于这种类型的深部工程。高地应力是深度工程的主要环境条件,但是岩石质量和完整性的类型决定了深度工程的物理组成,并且深层工程岩石的质量不受风化的影响很大。与浅埋隧洞不同,深埋隧洞施工过程中,主要的工程问题是由于具有相对完整或完整结构的软岩受压而引起的坚硬岩石喷发和变形。另外由于诸如剥落、鼓胀、应力型塌陷和应力型结构塌陷之类的高应力而引起的围岩的破坏、破裂和破坏也是深部普遍的工程问题。

隧洞钻进过程中,围岩的变形是其力学响应的外表,它被广泛用作评估围岩稳定性的基础。在深埋条件下的III类围岩发生明显变形,可能反映了在集中应力作用下对围岩破坏的发展。在低压水平下,具有良好完整性的坚硬岩石仅存在局部质量问题,变形小,无需支撑系统。首先在开挖之后,表面会出现外层岩石条,这将剥落,但是可控性很好;然后深部岩石破裂发展、扩展、聚集和渗透,一定深度的边岩完整性下降,承载力下降,破坏积累到一定程度,导致严重的塌方问题。

由于此时的围岩变形主要是由岩体破裂引起的变形,因此岩体中不同深度处的变形大小可以反映岩体破裂的发展程度,可以通过以下方法获得:例如多点位移计、工具滑尺或光纤取得变形数据。由于井壁的变形很小,因此几乎不可能通过观察传统的会聚变形,评估其稳定性并在施工期间改进支护设计来分析钻井力学对围岩的响应。开挖围岩时,具有脆性破坏,塌陷前变形小的特点。在破坏围岩之前,多点位移计标度的变形很小,但是在破坏时变形会急剧变化。此时,洞壁周围的岩石在短时间内经历了明显的膨胀和撕裂,导致部分岩体坍塌。在高压条件下具有良好完整性的硬岩的另一个重要特征是断裂时效问题。换句话说,开挖后不久,围岩整体性良好,低波速区域较浅,但几个月后,围岩在表层膨胀并剥落。围岩内的破坏程度和深度也急剧增加。简而言之,用于控制变形并在变形的基础上改善支撑的常规观测设计理念已不再适用于深埋硬岩隧洞。围岩脆性破坏、内部破坏和裂缝、旧裂缝等引起的

不稳定性问题应以波速测试为基础,以此作为在隧洞施工过程中良好支护设计的支撑,并观察周围环境的深层变形^[2]。

2 深埋隧洞衬砌力学响应

深埋隧洞中的高地应力引起的硬岩老化破碎和软岩压缩变形的作用将对衬里产生形变压力,地基应力的变化将引起形变压力分布的变化。尽管它们是对立的,但由于每个部分周围岩石破裂程度不同而导致的外部水压分布不均也是影响衬砌应力特性的重要因素。另外,衬套形状的不规则性也影响衬里应力的分布。因此,多个主要载荷因素的耦合作用导致工作环境变得非常恶劣,且导致衬套的机械响应更为复杂。在同一截面中,除了钢筋应力和混凝土的温度应力效应发生较大变化外,变形压力不均匀是衬砌钢筋应力分布不均的重要原因,这也反映了混凝土应力的分布不均。

3 监测与测试设计

对于具有明显变形响应的IV类围岩,可以采用传统的变形监测方法。失真监控技术非常成熟,因此在此不再赘述。但是,对于具有良好完整性的硬岩,由于深埋在隧洞中的围岩的机械响应特性其变形很小,变形监测无法反映实际的破坏、断裂状况和岩体发育状态。因此,应更加注意围岩内部断裂规律的范围、程度和演化。在深埋岩洞施工中,围岩变形为内部裂缝的外表,但地表变形很小,数据缺乏分析意义。多点位移计可以反映围岩内部变形的劈裂特征,从而间接反映不同深度围岩的破裂。同时,这种变形监测可以在钻井过程中实现实时监测,并且可以很好地收集钻井过程中的时间和位置影响。与多点位移计的变形监测相比,声波测试可以直接反映围岩的破裂,但在钻井过程中无法进行实时测试。因此,声波检测与多点位移计监测相结合更适合于深埋岩层隧洞的力学响应特性。

由于工程领域的专业工作,变形监测计划通常负责设计专家的观察,而声学探测孔的布局通常是地质勘测专家的责任。因此,失真监视截面和声学检测截面通常交替布置。如果使用多点偏移量来检视变形的剧烈变化,由于孔壁支撑系统的阻塞,则无法判断围岩的状况,因此,只

能在此处暂时放置声学测试钻头进一步阐明了岩体内部的裂缝发育。因此,只有在同一个断面中布置两种检测多点位移规模和同时检测声波的方法,才能达到充分收集和评价围岩实际情况的目的。

在浅层工程实践中,人们对监视测试和建设活动的关注不够。大多数观察和测试曲线仅反映了观察到的变量的值和时间与每个钻孔步骤的掌面空间状态之间的对应关系。该信息揭示了其机械响应机制,并总结了其变化规律,以及建议采取科学的应对措施围岩是钻井活动直接引起的,并受支护作用的影响。因此,为了与位移控制曲线和声学测试结果保持一致,必须详细记录诸如钻削过程中每个步骤的掌面位置随时间变化,每个支撑刻度的时间和位置变化之类的信息。并分析围岩的变形和破坏对时空响应规律的影响。应当注意声波测试不能实时测试,并且不可能获得足够的连续时间序列数据,例如失真监测。因此,声波测试只能在钻探过程的不同模拟阶段进行,以获得围岩破坏的时空演变和裂缝的程度^[3]。

4 结语

基于现场现象以及典型深埋隧洞的监测和测试结果,本文对此类工程的岩石和衬砌的力学响应特性进行了分析,围岩或衬砌力学状况的巨大差异是此类项目的重要特征。在缺乏丰富的工程经验和不成熟的设计和计算方法的情况下,可选择考虑使用传统的表面变形监测方法和各种类型的分布式监测工具,且配置方法应结合实际情况考虑。

[参考文献]

- [1]杨平庆.断层破碎区域隧洞开挖的力学响应分析[D].安徽理工大学,2019.
- [2]严锦江,张洋.深埋片理化软岩隧洞开挖力学响应现场试验研究[J].水力发电,2020,46(12):41-45.
- [3]张传庆,高阳,刘宁.深埋隧洞力学响应监测与测试设计的思考[J].岩土力学,2018,39(07):2626-2631.

作者简介:

刘海波(1988—),男,汉族,新疆乌鲁木齐人,本科生,工程师,从事工作:水利工程设计。