

隧道健康监测方案

编制单位：工讯科技（深圳）有限公司

编制日期：二〇一八年九月

目 录

1.监测的必要性.....	1
2.监测的意义.....	3
3.设计依据.....	4
4.系统组成.....	5
5.隧道健康监测系统设计.....	6
5.1 健康监测系统设计原则.....	6
5.2 隧道监测内容及设备.....	6

1.监测的必要性

由于隧道可以缩短里程、保护环境、改善线形、改善公路通车条件，因此，现代高速公路，遇到复杂地形和地质条件，大都采用隧道建筑。而隧道是在地下的隐蔽工程，地下地质条件复杂，存在许多潜在、无法预知的地质因素，属于线状工程，有的规模较大，可长达几公里数十公里，往往穿越许多不同的环境空域和时域，工程条件往往比较复杂，有时环境十分恶劣，稍有不甚，就会造成塌方、沉陷、突泥涌水、支护结构变形、人员和设备伤害等等，进而严重影响隧道安全。为了确保隧道工程安全、及时预报险情，故对隧道工程的安全和稳定状态的监测和评估十分重要，主要为通过监测手段了解隧道运营情况，建立的监测系统对隧道工程监测、评估和预测以趋利避害，已成为现代隧道工程发展的迫切需求。

随着新技术的发展，特别是云计算以及大数据概念的推广，隧道健康监测工程可描述成一个大数据采集分析过程。隧道健康监测系统是基于大数据分析概念而开发的，其将“量大、多样、高复杂度”的隧道结构化和非结构化数据，在分布式技术、云数据库技术、云计算模式的支持下对数据提取、存储、管理、分析，获取隧道系统及隧道环境系统的综合状态，对隧道的使用性能和风险控制进行智能化管理，提供准确的管养决策支持。发展基于云平台技术的监测系统有以下优势：

（1）国家“十二五”规划纲要明确指出，将云计算服务平台列入重点培养发展的战略性新兴产业，并把加强云计算、大数据服务平台建设提升到构建新一代信息基础设施的重要举措的地位上。隧道监测平台是以云计算为核心技术的隧道自动化养护管理平台，是对“十二五”计划的积极响应，是一种面向未来科学的隧道养护管理模式。

（2）中共十四届两会期间，与大数据相关的提案呈现出井喷之势，大数据应用的重要性正在从科研理论群体转向政府决策部门。隧道健康监测系统，从信息的角度上说，是一个大数据的采集分析过程。在监测大数据的背景下，健康监测平台可实现时智能化、时效化、标准化的隧道运营管理，可对未来的结构发展趋势进行安全评估。

（3）搭建结构健康监测平台，与智能交通系统接轨，从项目级隧道管理逐渐向路网级综合管理升级。通过对整个辖区范围内所有隧道状况的检查结果进行

分析与评定，将隧道划分成完好、需要检测和需要立即加固维修等几种状态，进行隧道分级排序，同时根据这种分级排序对这些隧道的有限的维护资金进行合理有序配置。

总之，通过为隧道建立一个先进实用的隧道健康与安全状况监测系统，实时掌握隧道运营状况，实现隧道服务水准的实时安全报警；合理配置隧道养护维修资源，为降低隧道运营维护成本提供科学技术依据，保证隧道检查维修策略制订具有针对性、及时性和高效性。

2.监测的意义

随着科学技术的发展，综合现代测试与传感技术、网络通信技术、信号处理和分析技术、数学理论和结构分析理论等多个学科领域的隧道结构健康监测系统，可极大地延拓隧道监测内容，并可连续地、在线地对结构“健康”状态进行监测和评估，对隧道运营安全和管理水平具有重要的指导意义。隧道健康监测系统，主要功能如下：

（1）通过对相关结构进行监测，建立监测系统，对隧道的安全状况有一个正确全面的认识，有效保障隧道安全；

（2）了解隧道结构变化情况，当变化数值超过预设值时可及时预警。实现隧道健康监测服务水准的实时安全报警，并通知相关单位及时采取相应措施。

（3）通过监测数据，合理评估隧道病害，优化维护方案。通过对监测数据的合理分析和综合评估，确定最优的维护方案，在经济合理的情况下达到维护最优效果；

（4）通过实时监测，对隧道的安全状况有一个正确全面的认识，减少和避免灾难性事故的发生，保证公路的正常运行，有效提高隧道的使用年限，减少灾害的发生，节约经济成本，并可以减少对社会的不良影响；

（5）为科学研究提供数据支撑。通过对隧道的监测，获取结构应变的原始数据，为相关的科学研究提供相关数据和分析服务。

（6）验证隧道的设计建造理论与方法，以及施工工艺，从而完善相关设计施工技术规程，提高隧道设计及施工方法水平和安全可靠度，保障隧道的使用安全，具有重要的社会意义、经济价值和广泛的应用前景。

3.设计依据

隧道健康监测系统设计主要参考下相关规范和标准和相关的技术文件：

- （1）《公路隧道设计规范》（JTJ D70-2004）；
- （2）《公路隧道施工技术规范》（JTG F60-2009）；
- （3）《公路隧道施工技术细则》（JTG/T F60-2009）；
- （4）《锚杆喷射混凝土支护技术规范》（GB 50086—2001）；
- （5）《工程测量规范》（GB50026-2007）；

4.系统组成

系统由感知层、传输层和运用层组成，具体为传感器系统、数据采集子系统、数据传输子系统、数据库子系统、数据处理与控制系统、安全评价和预警子系统，通过各个层相互协调，实现系统的各种功能。现就对系统组成及功能进行介绍。



图 4-1 在线监测系统拓扑示意图

5.隧道健康监测系统设计

5.1 健康监测系统设计原则

监测系统是提供获取隧道结构信息的工具，使决策者可以针对特定目标做出正确的决策。通过结合相关技术的发展。注重实用性、可靠性、先进性、可操作性、易维护性、完整性和可扩容性等几个原则。隧道安全综合管理系统除了对安全监控建设中涉及的参数进行综合管理外，还综合考虑隧道环境参数信息等。

（1）保证系统的可靠性：由于隧道结构安全监控系统是长期野外实时运行，保证系统的可靠性。否则先进的仪器，在系统损坏的前提下也发挥不出应有的作用及效果。

（2）保证系统的先进性：设备的选择、监控系统功能与现有技术成熟监控及测试技术发展水平、结构安全监控的相关理论发展相适应，具有先进和超前预警性。

（3）可操作和易于维护性：系统正常运行后应易于管理、易于操作，对操作维护人员的技术水平及能力不应要求过高，方便更新换代。

（4）具有完整和扩容功能：系统在监控过程能够使监控内容完整、逻辑严密、各功能模块之间能够即相互独立、又能相互关联；能避免故障发生时整个系统的瘫痪。

（5）以最优成本控制：本方案的一个原则就是利用最优布控方式做到既节省项目成本、后期维护投入的人力及物力，又能最大限度发挥出实际监控、监控的效果。

总之，本系统坚持贯彻“技术可行、经济合理”的基本原则，使得健康监测系统做到可用、实用、好用的程度，充分发挥作用，为隧道的养护管理以及安全运营提供技术上的支持。

5.2 隧道监测内容及设备

根据隧道结构特点和相关规范内容，主要对以下内容进行监测：

（1）拱顶沉降和收敛；

-
- (2) 裂缝;
 - (3) 环境温湿度;
 - (4) 不均匀沉降;
 - (5) 围岩内部位移;
 - (6) 地下水位;
 - (7) 围岩压力;
 - (8) 初衬应力;
 - (9) 钢筋应力;
 - (10) 钢支撑应力;
 - (11) 初衬和二衬接触压力监测;
 - (12) 二衬应力;
 - (13) 岩体温湿度。