

空铁轨道健康监测方案



编制单位：工讯科技（深圳）有限公司

编制日期：二〇一八年七月

目 录

1. 空铁轨道概况..... 1

2. 目的及意义..... 2

3.监测依据..... 3

4.传感器选择和系统设计原则..... 4

 4.1 传感器选择原则..... 4

 4.2 系统设计原则..... 4

5.监测方法选择..... 6

6.监测方案设计..... 7

1.空铁轨道概况

空中铁路（Sky Train）是轨道交通的一个分支。基本原理与地铁、轻轨相似，在设计思维上与地铁则相反，采用悬挂式动力转向架，车厢亦是悬挂式。空中铁路主要由控制中心、运行车辆、动力装置和轨道建设四个部分成。空中列车无人驾驶，电脑自动控制。



图 1-1 空铁实景图

2.目的及意义

通过在线监测手段保证空铁轨道的正常运营，具有重要的社会和经济意义。

通过监测空铁轨道桥墩的倾斜、应力应变等，了解可能存在潜在危险，从而及时预警，提醒业主采取有效措施，保证空铁的安全，包括：

（1）通过对相关的内容的监测，例如桥墩倾斜监测，振动监测等。建立监测系统，可有效保证空铁的安全。

（2）了解空铁的结构变形、应力等情况，当超过预警值时可及时预警，并通知相关单位及时采取相应措施。

（3）通过监测数据，对灾害进行有效评估，给决策者提供相关依据，使运维方案等更加合理，提高空铁的使用寿命。

（4）为科学研究提供数据支撑。通过对空铁的监测，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。

（5）验证空铁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，提高空铁设计及加固方法的设计水平和安全可靠度，保障空铁的使用安全，具有重要的社会意义、经济价值和广泛的应用前景。

3.监测依据

空铁轨道监测系统主要参考下相关规范和标准和相关的技术文件等，主要参考规范为：

- (1) 《建筑与桥梁结构监测技术规范》(GB 50982-2014)
- (2) 《工程测量规范》(GB 50026-2007)
- (3) 《精密工程测量规范》(GB/T 15314-1994)
- (4) 《自动控制系统设计标准》，国家标准局，1999
- (5) 《计算机软件可靠性和可维护性管理》GB/T14393—2008。

除上述标准、规范外，还包括空铁轨道的施工设计图纸。

4.传感器选择和系统设计原则

4.1 传感器选择原则

监测仪器应根据监测项目来选择，传感器的选择应本着技术先进、经济合理、性能可靠适用、长期稳定并满足监测要求的原则。具体的传感器选型原则如下：

（1）**先进性**原则。根据监测要求，选用技术成熟、性能先进的传感器，尽量实现数据的自动化采集；

（2）**可靠、适用性**原则。选择合适的传感器，保证系统在长期运行中的可靠耐用，经济实用；

（3）**耐久性**原则。选用经久耐用的传感器，具有防水、防潮、抗雷电等性能，能在复杂的环境条件长期稳定和正常工作；

（4）**可维护、可扩展**原则。传感器易于维护和更换，并能在后期根据需要进行删减或增加；

（5）**精度合适、经济合理**原则。根据监测精度需要，满足精度适中的仪器，兼顾性能和经济；

（6）**类型统一**原则。在满足监测要求的前提下，仪器类型的选择应尽量统一，以方便数据的采集和处理。

4.2 系统设计原则

监测系统是提供获取空铁轨道结构信息的工具，使决策者可以针对特定目标做出正确的决策，设计原则如下：

（1）保证系统的**可靠性**：由于空铁轨道结构安全监测系统为野外实时运行，需保证系统的可靠性，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、监测系统功能与现在技术成熟监测及测试技术发展水平、结构安全监测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) 系统具有远程固件**升级功能**：根据系统自检以及系统需求可通过远程固件进行完善，且系统具备各种类型的通讯协议和接口，可为后期设备升级服务。

(5) 以最优**成本控制**：监测系统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量测的效果。

总之，系统坚持贯彻“技术可行、实施可能、经济合理”的基本原则，使得监测系统做到可用、实用、好用的程度，充分发挥作用，为空铁轨道养护管理及安全运营提供数据上和技术上的支持。

5.监测方法选择

在线监测能解决目前人工监测的不足，其优势是：

- (1) 不需要人员多次进入现场，节省人力物力；
- (2) 能够全天候 24 小时实时监测，确保数据的连续性；
- (3) 当结构物出现异常时，系统能够第一时间将分析结果以短信的方式通知相关管理人员；
- (4) 有利于传输线缆的保护。
- (5) 每月提供详实数据报告给管理者，并对结构当前状态进行全面评估。

根据监测系统设计的原则，对空铁轨道的监测采用在线监测，满足技术先进、经济合理、安全性高，并更具时效性。

传统人工监测与在线健康监测的优缺点对比见下表。

表 5.1 传统人工检测与在线监测的优缺点对比表

对比项	传统人工监测	在线健康监测
实效性	很难保证数据稳定，尤其在恶劣天气下	不受天气影响实时监测，在恶劣环境下仍保证数据稳定
连续性	进行定期（比如一年或两年一次）的检验	进行长期不间断的 24 小时在线测试，能够反映细微的变化趋势
准确性	系统误差和随机误差比较大	基本上克服了人的主观造成的误差
可量化	以观察为主，数据量化困难	以科学的数据来监测，以量化为基础，提供海量的数据
便捷性	非常繁琐，人工记录再输入电脑	随时查看，后台操作，实现自动化、远程化、可回查、可复制性强
安全性	需要人工检测，恶劣环境下对于人的安全很难保证	保障人员安全

6.监测方案设计

根据空铁轨道的特点，考虑空铁的重要程度、工作环境等，在进行健康监测时，以下各监测内容是非常重要的：

- （1）**结构变形监测：**桥墩倾斜，裂缝观测
- （2）**结构应力（应变）监测：**空铁重要部位静态的应力（应变）测试；
- （3）**结构振动特性与振动水平：**振动特性的测试与分析；
- （4）**车站环境监测：**环境温湿度与雨量观测；