

地铁运营区间 自动化监测方案

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.....	2
3. 设计依据.....	3
4. 监测方案.....	4
4.1 监测范围.....	4
4.2 监测内容.....	4
4.3 测点布设.....	4
4.4 主要监测项目技术要求.....	4
4.4.1 隧道水平位移及收敛.....	5
4.4.2 隧道道床沉降.....	10
4.4.3 隧道拱顶沉降.....	12
4.4.4 隧道结构竖向位移.....	14
4.5 监测数据处理与分析.....	17
4.5.1 监测数据的整理.....	17
4.5.2 控制基准和报警值.....	18
4.5.3 变形控制网主要技术要求.....	19
4.6 监测周期与频率.....	20
4.6.1 监测周期.....	20
4.6.2 监测频率.....	20
5. 自动化监测成果实时查看系统.....	21
5.1 基础资料管理及历史资料存储.....	21
5.2 远程管理功能.....	21
5.3 无线远程实时监测结构图.....	21
5.4 自动化监测系统界面.....	22

1.监测的必要性

城市轨道交通做为新的交通运输方式以其不可比拟的优势快速发展起来,在城市公共交通中发挥着越来越大的作用。地铁开通运营最高峰客流达百万人次/日。面对如此庞大的轨道交通网络和客流状况,地铁结构的安全愈显重要。通过对地铁主体结构的监测,收集监测数据,记录整治方案,系统地整理、积累资料,及时掌握现有建成地铁工程运营的变形情况,不断总结经验教训,可为病害治理提供可靠依据,也可为今后相关工程设计、施工、运营维护单位提供借鉴。

传统检测的主要技术参数均由人工定期用传统仪器到现场进行测量,安全检测工作量大,受天气、人工、现场条件等许多因素的影响,存在一定的系统误差和人为误差。同时,人工检测还存在不能及时检测各项技术参数,难以及时掌握工程的各项安全技术指标等缺点,这些都影响工程的安全生产和管理水平。

地铁运营期自动化监测系统的实施,便于企业和安全监管部门快速掌握与工程安全密切相关的技术指标的最新动态,有利于及时掌握工程的运行状况和安全状况。自动化监测系统的预期目标是:保障地铁运营的安全,充分发挥项目工程效益,更好地为安全生产服务。

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，主要监测目标是：投入先进的仪器设备，以实现对隧道水平位移、竖向位移的连续、精准监测，从而掌握地铁在运行过程中隧道变形特征和规律，达到信息化监测的目的。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.设计依据

地铁隧道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等：

- （1）工程有关勘察设计资料和招标文件；
- （2）《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB50911-2013）；
- （3）《城市轨道交通工程测量规范》（GB50308-2008）；
- （4）《工程测量规范》（GB50026-2007）；
- （5）《国家一、二等水准测量规范》（GB/T12897-2006）；
- （6）《地铁设计规范》（GB50157-2013）；
- （7）《城市轨道交通技术规范》（GB50490-2009）；
- （8）《地下铁道工程施工及验收规范》（GB50299-2003）；
- （9）《地铁工程监控量测技术规程》（DB11/490-2007）；
- （10）《安全防范工程技术规范》（GB50348-2004）；
- （11）《电气装置安装工程施工及验收规范》GB50254- 96；
- （12）《城市轨道交通技术规范》（GB50490-2009）；
- （13）《国际布线标准》ISO11801

除上述相关规范内容外，还国家、交通运输部颁发的现行规范、规程、验标等各项技术标准和有关的法律、法规。

4.监测方案

4.1 监测范围

自动化监测范围为武汉地铁3号线王家湾-宗关区间 ZDK12+344～ZDK12+194 段，长约 150 米。

4.2 监测内容

针对武汉地铁3号线王家湾-宗关区间 ZDK12+344～ZDK12+194 段，监测内容主要有：

- (1) 隧道结构水平位移及收敛
- (2) 隧道结构竖向位移
- (3) 隧道拱顶沉降
- (4) 道床沉降

4.3 测点布设

测点布设包括监测控制点及监测点（沉降点、水平位移测点等）的布设。本工程监测范围对应的武汉地铁3号线王家湾—宗关左线 ZDK12+344～ZDK12+194，长约 150 米。监测断面按 15m 间距布设，监测范围内左线布设 11 个断面，分别为 ZDK12+194、ZDK12+209、ZDK12+224、ZDK12+239、ZDK12+254、ZDK12+269、ZDK12+284、ZDK12+299、ZDK12+314、ZDK12+329、ZDK12+344。每个断面设棱镜测点 5 个：拱顶 1 个，两侧拱腰各 1 个，道床轨枕 2 侧各 1 个。此外每个断面拱腰处布置 1 个压差变形测量传感器测隧道结构竖向位移。

控制点必须远离变形区，且保证其稳固性。本项目监测控制点位于监测点 40m 外的稳定区域，基准控制点左线首尾两端各设 3 个，靠监测点位置最近距离为 40m 以上。

4.4 主要监测项目技术要求

4.4.1 隧道水平位移及收敛

（一）监测目的

通过对隧道结构水平位移及收敛的监测，掌握在地铁在运营过程中隧道结构的水平位移及收敛情况。

（二）测量形式及工作原理

（1）莱卡智能型全站仪自动化隧道水平位移及收敛监测

选用瑞士徕卡 TCA2003 智能型全站仪和自动监测软件 GeoMoS 建立自动监测系统。自动测量地铁隧道结构在三维方向—X、Y、Z 方向（其中：X、Y 为水平方向，Z 为垂直沉降方向）的变形变位值。为确保监测系统正常施测，监测系统同时配备系统维护、监测工程技术人员，以保证系统正常运作和及时提供信息。

莱卡自动监测系统组成见图 4-1。

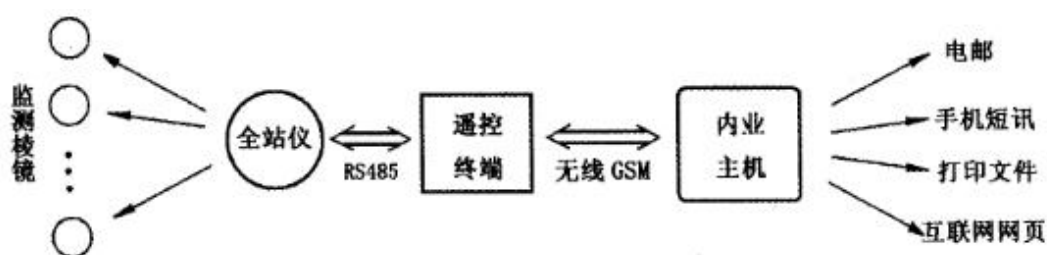


图 4-1 莱卡自动化三维监测系统

（2）徕卡地铁隧道自动化监测系统的特点

- 1) 远程控制多台仪器，实时在线获得监测结果；
- 2) 完全自动化的测量，无需人工干预；
- 3) 高自由度的测量周期设置和点组管理；
- 4) 原始数据精度高；
- 5) 可以有效消除测站不稳定性的影响（自由设站）；
- 6) 优异的小视场角功能（仪器、棱镜、软件）：
 - ①仪器具备同类产品最优异的小视场角功能；
 - ②使用迷你棱镜，减少棱镜面积；
 - ③GeoMoS 软件独特的小视场功能；
- 7) 可重复性好，相邻两次测量，数据变化较小，稳定性好。

（3）自动化监测设备概述

俗称的测量机器人就是智能型全站仪，是当代最先进的全站仪。在仪器内部安装了伺服马达，它通过内置的自动目标识别装置 ATR1 发射出的激光束经棱镜反射后由 CCD 相机接收，实现自动寻找和自动精确照准目标。能在不用人操作的情况下，全天候的对地铁进行监测，为地铁的安全提供了保证。目前精度较高的有莱卡 TCA2003 全站仪。

目前，测量机器人在工程结构的变形监测领域应用非常广泛。通常，在地铁运营期间，要对它的安全性和稳定性进行监测，同时也要验证设计数据是否正确，则需要定期地对其位移、沉陷进行监测。而测量机器人正好发挥了能自动寻找和自动精确照准目标、自动测定测站点至目标点的距离、水平方向值和天顶距，并能同步计算出目标点相对测站点三维坐标，最后记录在 PC 卡或计算机内。由于它不需要人工照准、读数、计算，有利于消除人差的影响、减少记录计算出错的机率。

（4）自动化监测设备技术参数

- 1) 仪器名称：莱卡 TCA2003 智能型全站仪
- 2) 应用领域：工程、房产测绘、市政建设等；
- 3) 技术参数：
测角精度： $\pm 0.5''$
测距精度： $\pm(1\text{mm}+1\text{ppm})$



图 4-2 TCA2003 智能型全站仪

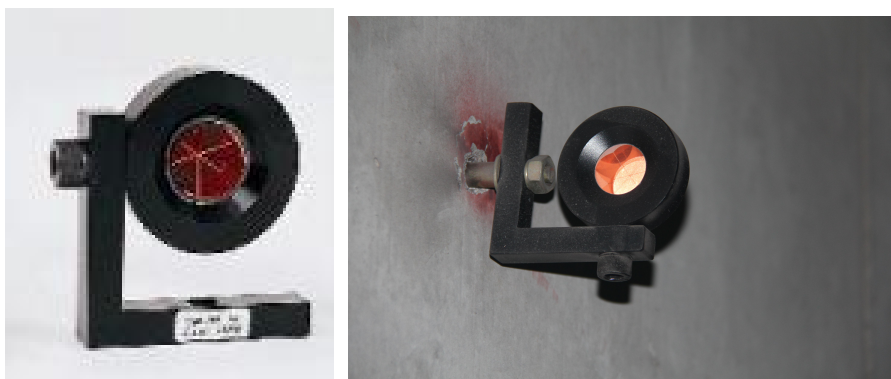


图 4-3 L 型迷你棱镜

（5）监测软件

为保证地铁隧道结构监测工作的正常开展，保证监测成果的及时性、有效性，需建立 GeoMoS 自动监测系统。该监测系统将包含两部分：第一部分是隧道现场监测部分，第二部分是数据成果的反映部分。

徕卡 GeoMoS 自动变形监测系统的特点：高测量精度；成熟稳定的系统平台；远程控制多台设备，无需专人值守；实时在线、实时分析、即时告警；支持各类通讯方式；图形化分析，提供报表，开放的数据接口；功能模块化，易于扩展，可持续升级。

（三）测点布设原则及方法

（1）测点布设及监测范围

监测范围：武汉地铁 3 号线王家湾-宗关区间 ZDK12+344~ZDK12+194 段，长 150 米。

监测断面（监测点）：按左线路的里程的前进方向，每 15 米设立一个监测断面，设置 11 个监测断面，分别为 ZDK12+194、ZDK12+209、ZDK12+224、ZDK12+239、ZDK12+254、ZDK12+269、ZDK12+284、ZDK12+299、ZDK12+314、ZDK12+329、ZDK12+344。每个断面设立左右 2 个监测点，共计 22 个监测点。

监测布点断面图如图所示：

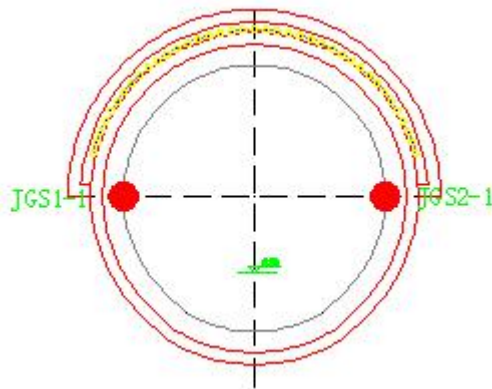


图 4-4 隧道水平位移及收敛监测断面图

监测布点平面图如图所示：

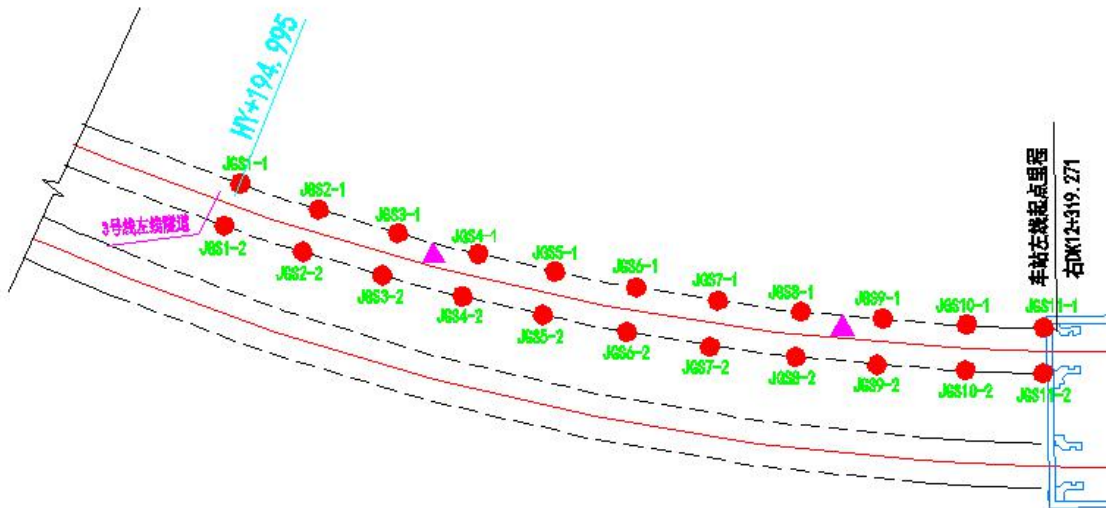


图 4-5 隧道水平位移及收敛监测平面图

(2) 监测设备及测点的安装固定方式

①L 型迷你仪棱镜的安装

在待监测隧道的左右两侧同一水平高度上钻孔安装 L 型秘密棱镜。

L 型棱镜具体安装步骤为：

- 选好安装仪器的管片，确定安装的高度（选择管片的腰部位置）
- 在选定的安装位置处，用电钻打孔（深度约为 8mm）
- 通过膨胀螺丝将迷你型棱镜固定好
- 通过旋转棱镜进行微调



图 4-6 L 型迷你棱镜的安装与固定

②智能型全站仪的安装与固定

在待监测范围的中部位置选择左右具备通视条件及距离适中处安装固定，选择在隧道侧壁上钻孔安装固定支架，在支架上配置强制对中底座，保证智能型全站仪的稳定，全站仪的安装与固定见图 4-7。

全站仪具体安装步骤为：

- 选好安装智能型全站仪的管片，确定安装的高度
- 在选定的安装位置处，用电钻打孔（深度约为 8mm）
- 通过膨胀螺栓将安装支架固定好
- 用固定螺栓将智能型全站仪安装在支架上
- 对智能型全站仪进行微调，完成安装

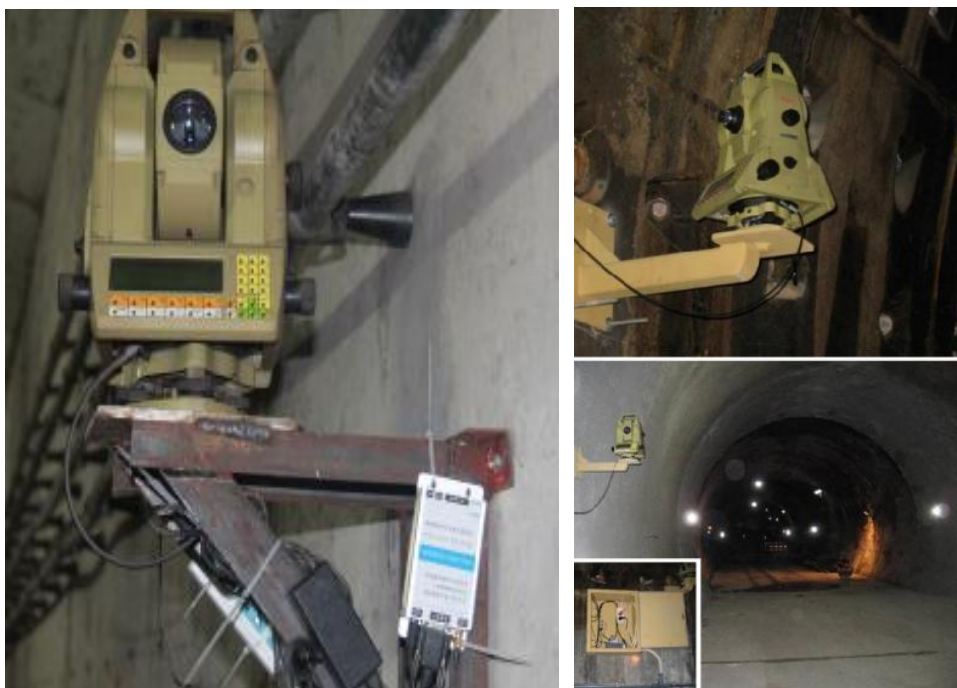


图 4-7 智能全站仪的安装与固定

王家湾-宗关区间 ZDK12+344~ZDK12+194 段弯道较大，通视条件较差，需在 ZDK12+344~ZDK12+194 监测段中间布设 2 台智能型全站仪，以保证所有监测点与全站仪之间满足通视条件。

两台全站仪共同观测几组特殊的广角棱镜（360°棱镜），它们称为连接点，同时也是监测点，双机控制网示意图如图 4-8 所示。

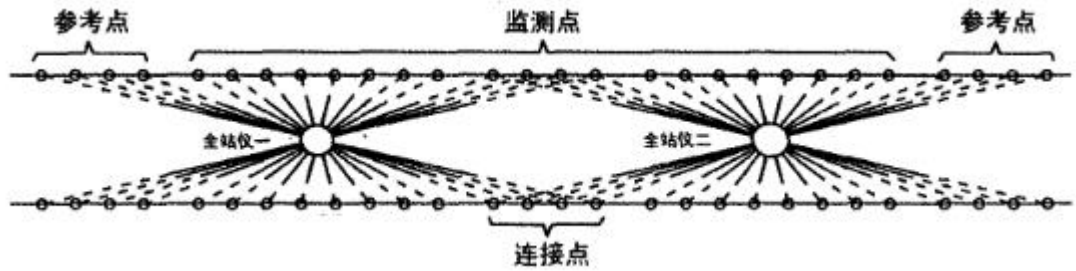


图 4-8 双机控制网示意图

由于有两个测站，所以需要将两站所测的坐标转换到同一坐标系统中，这需要相邻测站之间的公共点（连接点）进行联系。

（3）人工控制网

由于自动监测网的特点，基准控制点无法布置在远离变形区域的稳定区，而只能是在较为靠近的拟稳区。这样一来，我们还需要布设人工控制网来监测控制点本身，监测周期为一周到数周。

人工控制网是普通的测量控制网，除了联测所有的控制点，自身布设成锁状延伸到变形区两侧足够远的区域，以保证基准的稳定性。

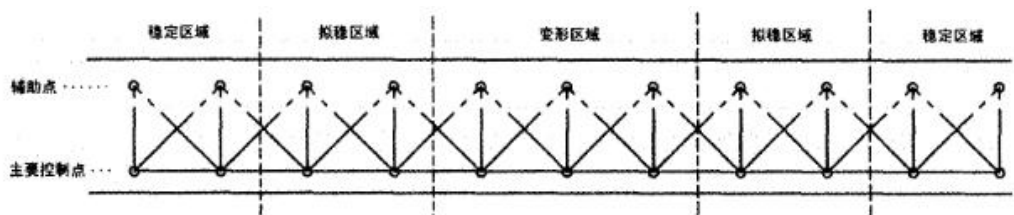


图 4-9 人工控制网

4.4.2 隧道道床沉降

（一）监测目的

通过对隧道结构道床沉降的监测，掌握地铁在运营过程中隧道道床沉降情

况。

（二）测量形式及工作原理

与隧道水平位移及收敛测量方式一致，使用莱卡 TCA2003 智能型全站仪对隧道道床沉降进行自动化监测。

（三）测点布设原则及方法

（1）测点布设及监测范围

监测范围：武汉地铁 3 号线王家湾-宗关区间 ZDK12+344~ZDK12+194 段，长 150 米。

监测断面（监测点）：按左线的里程的前进方向，每 15 米设立一个监测断面，设置 11 个监测断面，分别为 ZDK12+194、ZDK12+209、ZDK12+224、ZDK12+239、ZDK12+254、ZDK12+269、ZDK12+284、ZDK12+299、ZDK12+314、ZDK12+329、ZDK12+344。在每个断面道床轨道两侧各设立 1 个监测点，共计 22 个测点。监测布点平面图及断面图如图所示：

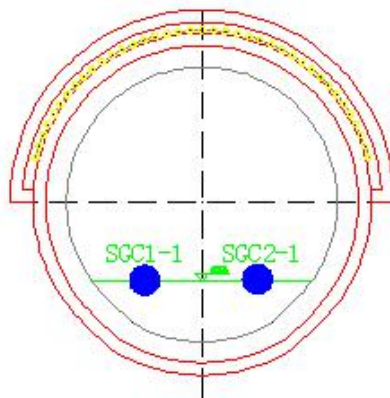


图 4-10 隧道道床沉降监测断面图

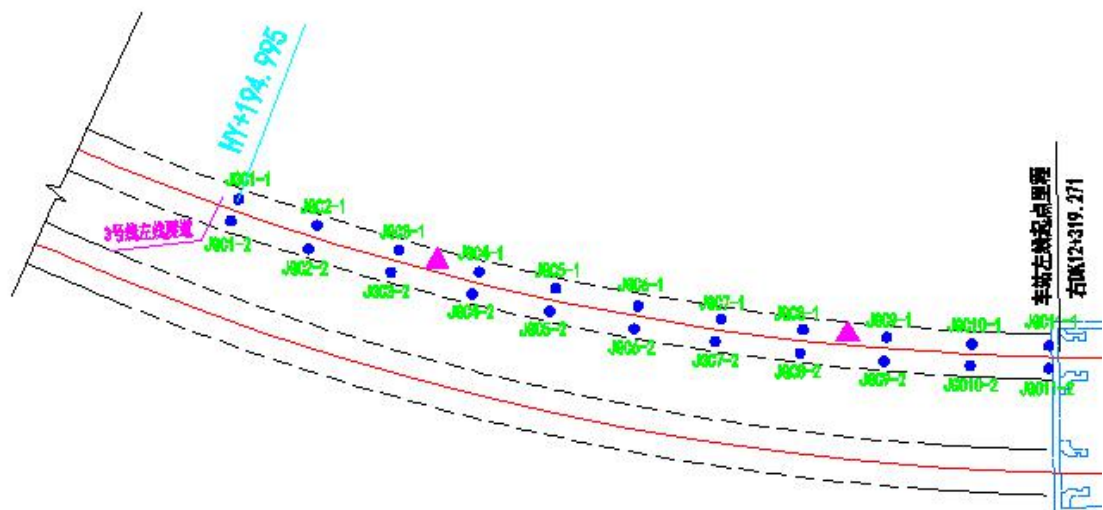


图 4-11 隧道道床沉降监测平面图

(2) 测点布设原则

为了提高高差测量精度,测点前后视距尽量相等,前后视水平角度尽量相等,且角度尽量控制在 10° 以内。

工作点前后最近的测点与工作点距离控制在 7.5m , 仪器高度设为 1.3m , 这样能够把角度控制在 10° 以内, 如图 4-12 所示。

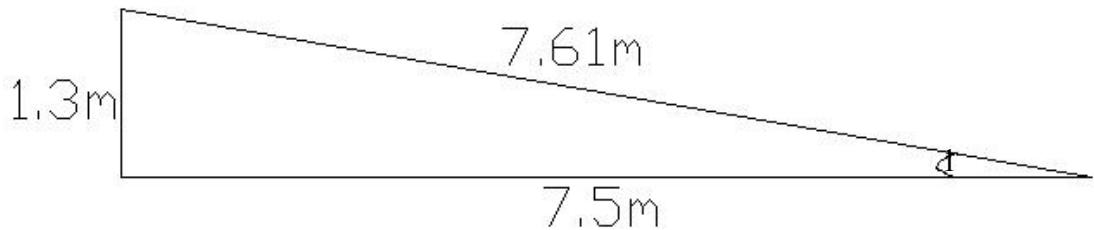


图 4-12 前后视水平角度计算示意图

(3) 监测设备及测点的安装固定方式

① L 型迷你棱镜的安装

在待监测隧道道床轨道两侧钻孔安装 L 型迷你棱镜。



图 4-13 L 型迷你棱镜的安装与固定

4.4.3 隧道拱顶沉降

(一) 监测目的

通过对隧道结构拱顶沉降的监测,掌握地铁在运营过程中隧道拱顶沉降情况。

(二) 测量形式及工作原理

与隧道水平位移及收敛测量方式一致,使用莱卡 TCA2003 智能型全站仪对

隧道拱顶沉降进行自动化监测。

（三）测点布设原则及方法

（1）测点布设及监测范围

监测范围：武汉地铁 3 号线王家湾-宗关区间 ZDK12+344~ZDK12+194 段，长 150 米。

监测断面（监测点）：按线路的里程的前进方向，每 15 米设立一个监测断面，在隧道左线设置 11 个监测断面，分别为 ZDK12+194、ZDK12+209、ZDK12+224、ZDK12+239、ZDK12+254、ZDK12+269、ZDK12+284、ZDK12+299、ZDK12+314、ZDK12+329、ZDK12+344。在每个断面拱顶设立 1 个监测点，共计 11 个测点。

（2）监测设备及测点的安装固定方式

①L 型迷你仪棱镜的安装

在待监测隧道拱顶钻孔安装 L 型秘密棱镜。



图 4-14 拱顶 L 型迷你棱镜图

（4）测点布置图

监测布点平面图及断面图如图所示：

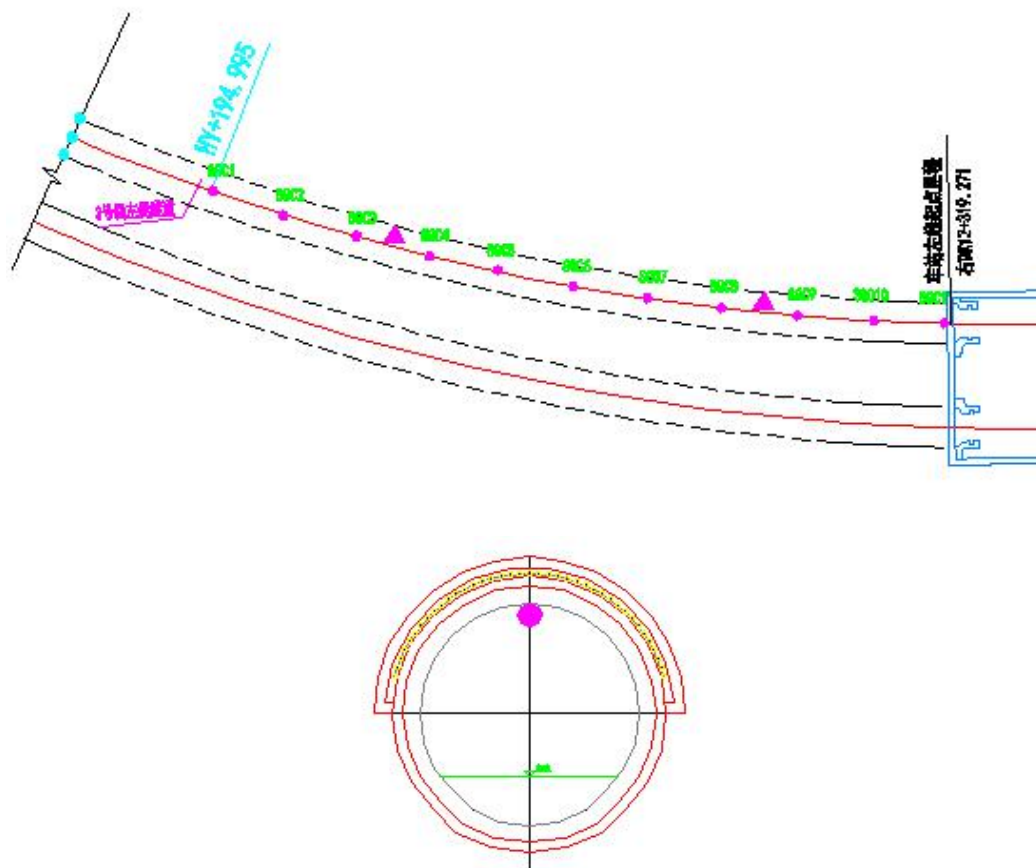


图 4-15 拱顶沉降监测平面及断面图

4.4.4 隧道结构竖向位移

（一）监测目的

通过对隧道竖向位移的监测，掌握隧道结构的竖向位移情况，达到信息化监测的目的。

（二）测点布置

监测范围：武汉地铁 3 号线王家湾-宗关区间 ZDK12+344～ZDK12+194 段，长 150 米。

监测断面（监测点）：按线路的里程的前进方向，每 15 米设立一个监测断面，在隧道左线设置 11 个监测断面，分别为 ZDK12+194、ZDK12+209、ZDK12+224、ZDK12+239、ZDK12+254、ZDK12+269、ZDK12+284、ZDK12+299、ZDK12+314、ZDK12+329、ZDK12+344。在每个断面拱腰处布设 1 个监测点，共计 11 个测点。

基点布置在靠监测点位置最近距离为 50m 以上，可布设在 ZDK12+290 里程处。

（三）观测方法

对隧道结构竖向位移采取数据自动采集和无线传输的静力水准测量方式，在隧道的侧壁管片上钻孔安装压差式变形传感器，提前设定数据采集频率，随时无线下载测量数据，实时监测 3 号线的结构竖向变形情况，压差式变形传感器如下图。



图 4-16 压差式变形测量传感器

（三）仪器技术指标及测量原理

本方案选用具有 RS485 遥测接口的压差式变形测量传感器。其主要技术指标如下：

表 4.1 沉降监测系统技术指标

技术参数	产品型号	MAS-LTG-Y500
	量程	500mm
	综合精度	$\pm 0.2\% \text{ F} \cdot \text{S}$
	分辨率	0.2mm
	供电	DC12V
	环境温度	-20~85℃

（四）压差式变形测量传感器的布置方法及安装要求

1) 安装前

a) 测点安装方式：根据传感器布点情况，如数量、点位距离及其它具体要求确定安装方式，择优选择使用效率（效果）最好且便于安装维护的方式。

b) 布线方式：根据设计要求选择好线缆管线架设方式，测量管线的具体长度，视情况提供效果最好且操作方便的方式。

c) 测试：使用笔记本电脑单机采集数据，看传感器测试数据的变化情况，从而判断出传感器是否正常，以及稳定性、灵敏度。

d) 根据现场布点情况修改传感器编号。

e) 传感器在挪动过程中应轻拿轻放，严禁磕、摔、碰、撞。

2) 安装时

a) 超平：现场安装传感器的测点应该用水准仪进行超平，以确保传感器都安装在同一水平面上。

b) 钻孔：将传感器支架与结构紧固连接。

c) 传感器的安装：根据设计要求或者结构物特点选择好安装点，结合被测物实际情况，将传感器安装到设计要求的位置。

d) 储液罐的安装：储液罐选点应在相对静止的地方与传感器之间的相对高度应在传感器的量程 500mm 范围之内的位置，当储液罐固定好，液面相对静止，此时能准确反应传感器的真正变化。然后再将灌注好液体的水管接到储液罐，完成水路的连通。

e) 线路的焊接：根据布点及量测的管线长度裁剪通讯和电源线路线缆的长度。然后根据传感器的电源及通讯线的定义焊接到总线，再将总线引入采集箱。

f) 连通水路：传感器与储液罐之间水路的连通，在传感器的安装高度布置用 pvc 管保护的水管并连通至储液罐。在水路的连通过程中应把整个水路里面的气泡排净，传感器应轻轻振捣，直至不冒出气泡为止。

(5) 数据处理及分析

压差式变形测量传感器给出沉降量的计算方式：

$$\Delta h = (H_i - H_0) - (H_{\text{基点}i} - H_{\text{基点}0})$$

Δh ——沉降变化量，mm

H_i ——实测各测点与液面高差，mm

H_0 ——初始各测点与液面高差，mm

$H_{\text{基点}i}$ ——实测基点与液面高差，mm

$H_{\text{基点}0}$ ——初始基点与液面高差，mm

通过基点将各测点受环境影响的因素进行剔除，从而反映真实的隧道结构沉降变化。

4.5 监测数据处理与分析

4.5.1 监测数据的整理

监测数据的整理分析反馈的方法和内容包括监测资料的采集、整理、分析、反馈及评判决策等方面。

（一）采集

全站仪自动数据采集，并将量测值自动传输到数据库管理系统。

（二）整理

每次观测后应立即对原始观测数据进行校核和整理，包括原始观测值的检验、物理量的计算、填表制图，异常值的剔除、初步分析和整编等。

（三）分析

采用比较法、作图法和数学、物理模型，分析各监测物理量值大小、变化规律、发展趋势，以便对工程的安全状态和应采取的措施进行评估决策。绘制监测数据随时间变化的规律曲线——时态曲线（或散点图），如图 4-17~18 所示。



图 4-17 隧道结构沉降时态曲线图



图 4-18 隧道结构沉降时态曲线图

4.5.2 控制基准和报警值

监测预警是监测工作的目的之一，是预防工程事故发生、确保工程结构及周边环境安全的重要措施。监测控制值和预警值是监测工作实施的前提，是监测期间工程结构及周边环境处于正常、异常和危险三种状态进行判断的重要依据，因此确定监测控制值和报警值是必要的。监测控制值和报警值一般采用监测变量累计值和变化速率两项指标共同控制。

监测控制值和报警值应由工程设计方根据工程的设计计算结果、周边环境中被保护对象的控制要求等确定，监测工作实施过程中，一般根据设计文件和规范要求，确定适合本工程的监测控制值和报警值要求如下：

- （1）满足设计文件要求，不能超过设计容许值；
- （2）满足监测对象的安全要求，达到保护的目；
- （3）满足规范、规程要求；
- （4）满足被保护对象的主管部门提出的要求。

本工程采用的监测控制值和报警值如下表：

表 4.2 监测项目控制值

序号	监测项目	判定内容	控制值
1	道床沉降	累计控制值和变化速率	10mm; 变化速率控制值为 1mm/d
2	拱顶沉降	累计控制值和变化速率	10mm; 变化速率控制值为 1mm/d
3	水平位移	累计控制值和变化速率	5mm; 变化速率控制值为 1mm/d
4	隧道结构竖向位移	累计控制值和变化速率	10mm; 变化速率控制值为 1mm/d

4.5.3 变形控制网主要技术要求

变形监测网的主要技术要求参照《城市轨道交通工程测量规范》(GB50308-2008) 执行。

水平位移监测控制网的主要技术要求：

表 4.3 水平位移监测控制网的主要技术要求

等级	相邻控制点点位中误差 (mm)	平均边长 (m)	测角中误差 (″)	最弱边相对中误差	主要作业方法
II	±3.0	150	±1.8	≤1/70000	按二等测量进行

水平位移监测的主要技术要求和监测方法如下表：

表 4.4 水平位移监测的主要技术要求

变形监测等级	变形点的点位中误差 (mm)	坐标较差或两次测量较差 (mm)	适用范围
II	±3.0	4.0	结构收敛和运营阶段结构和道床以及有中等精度要求的监测对象

垂直沉降监测控制网的主要技术要求：

表 4.5 垂直沉降监测控制网的主要技术要求

等级	相邻基准点高差中误差 (mm)	每站高差中误差 (mm)	往返较差、附和或环线闭合差 (mm)	检测已测高差之较差 (mm)
II	±0.5	±0.15	$\pm 0.30\sqrt{n}$	$0.4\sqrt{n}$

注：表中 n 为测站数

垂直沉降监测主要技术要求如下表：

表 4-6 垂直位移监测的主要技术要求

变形监测等级	高程中误差 (mm)	相邻变形点高差中误差 (mm)	往返较差，附和或环线闭合差 (mm)	主要监测方法

II	± 0.5	± 0.3	$0.30\sqrt{n}$	二等水准测量
----	-----------	-----------	----------------	--------

4.6 监测周期与频率

4.6.1 监测周期

本工程监测周期为 1 年。

4.6.2 监测频率

隧道的监测每隔 1 个小时收集一次数据，也可根据人工设置时间段进行实时采集，为了保证数据的稳定可靠，建议主要采集时间放在晚上地铁停运以后。

5.自动化监测成果实时查看系统

5.1 基础资料管理及历史资料存储

(1) 可实现监测数据存贮，直观显示各项监测、监控数据信息的历史变化过程及当前状态，为既有隧道结构的监测提供简单明了、直观有效的参考数据；

(2) 具备基础资料管理、各项监测内容实时显示、图形报表制作、综合预警等功能。

5.2 远程管理功能

(1) 实现隧道结构安全监测数据在监测项目部内部及主管单位的多级共享；

(2) 具备权限管理、权限登陆、权限协商功能；

(3) 实现隧道结构安全监测系统的远程登录、远程访问、远程管理、远程控制。系统的分析数据和现场的监测数据可以实时发布，通过互联网可以实时监测的运行。

5.3 无线远程实时监测结构图

只要能够接入互联网，即可取得监测得到的数据；安全可靠，SQLserver 数据库是大型的数据库，它的安全性高用它来做监测系统的数据引擎可以保证数据的安全；系统对用户实现管理功能，通过检查使用者的名字和密码，使用者才能进入。通过数据流方式传输，资费与短信相比较为便宜。GPRS DTU 采用 ARM9 高性能工业级嵌入式处理器，以实时操作系统为软件支撑平台,超大内存,内嵌自主知识产权的 TCP/IP 协议栈。为用户提供高速，稳定可靠，数据终端永远在线，多种协议转换的虚拟专用网络。DTU 在应用之前首先要进行设置，通过软件设置好数据中心的 IP 和端口及其它参数的设置，设置好之后串口和采集器串口对接，DTU 上电之后根据事先设置好的中心 IP 和端口进行连接，成功连接到中心软件后即可双向透明传输数据。用户可以通过任何能联网的电脑，登录服务器输入自己的用户名密码及时查看自己监测的信息。系统提供的图标显示更直观的显示了被监测的数据。

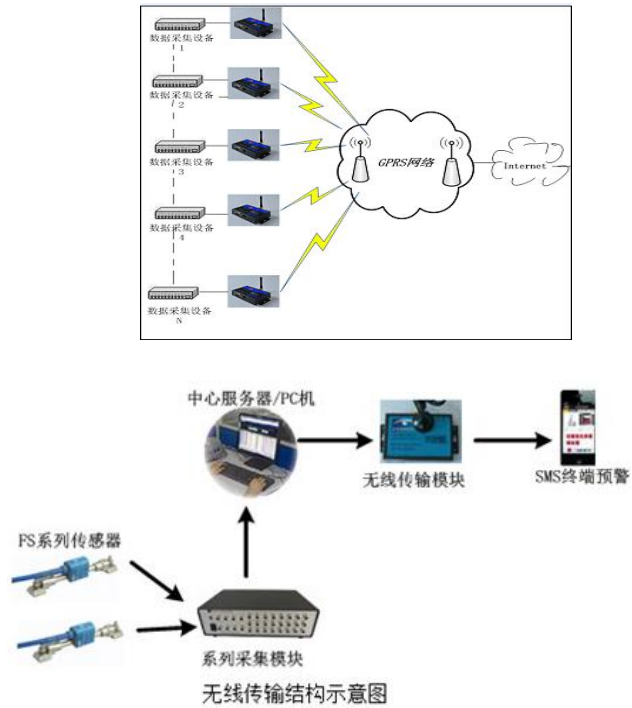


图 5-1 无线实时监测结构图



图 5-2 监测显示台示意图

5.4 自动化监测系统界面

将所有监测数据传输至远程云计算中心，远程云计算中心可将海量监测数据

进行整理计算分析，并将分析结果以云平台的形式展现给用户，云平台的功能有人性化登入界面、系统预报警、监测数据历史曲线查看、监测列表数据及报表导出、和监测日报及自动导出推送等功能，参见图 2-3~2-7 所示。

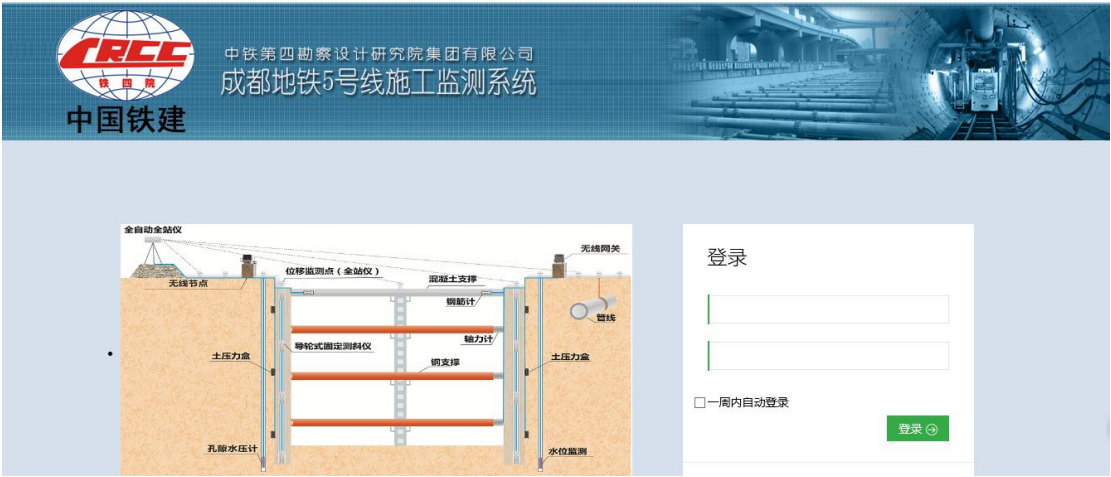


图 2-3 系统登陆界面



图 2-4 监测系统功能导航及热点示意图



图 2-5 系统预警功能



图 2-6 监测数据历史曲线图

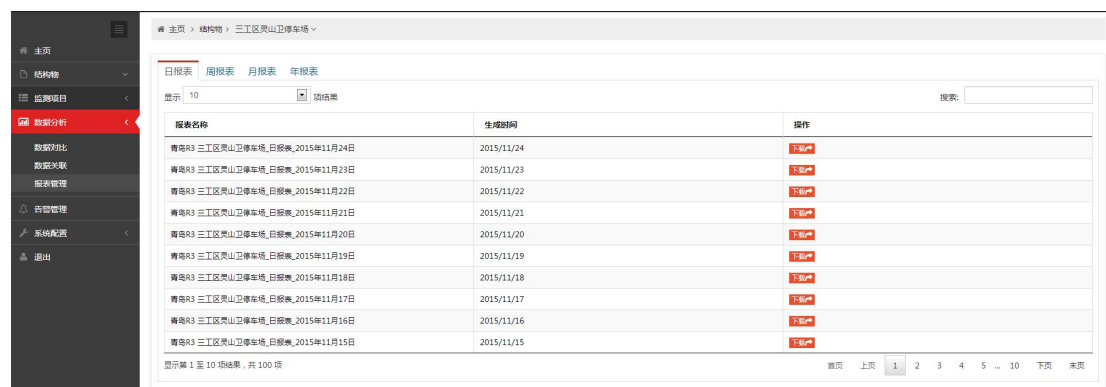


图 2-7 监测列表数据及报表导出功能