



海克斯康
HEXAGON

中纬合作伙伴 智能安全监测交流会

广州大铁锐威科技有限公司

2023年7月

主讲人：曾观福



结构健康监测

IMS智能测量云平台



轨道精密测量

轨道几何状态测量仪



管道姿态测量

轨迹法管线陀螺仪产品

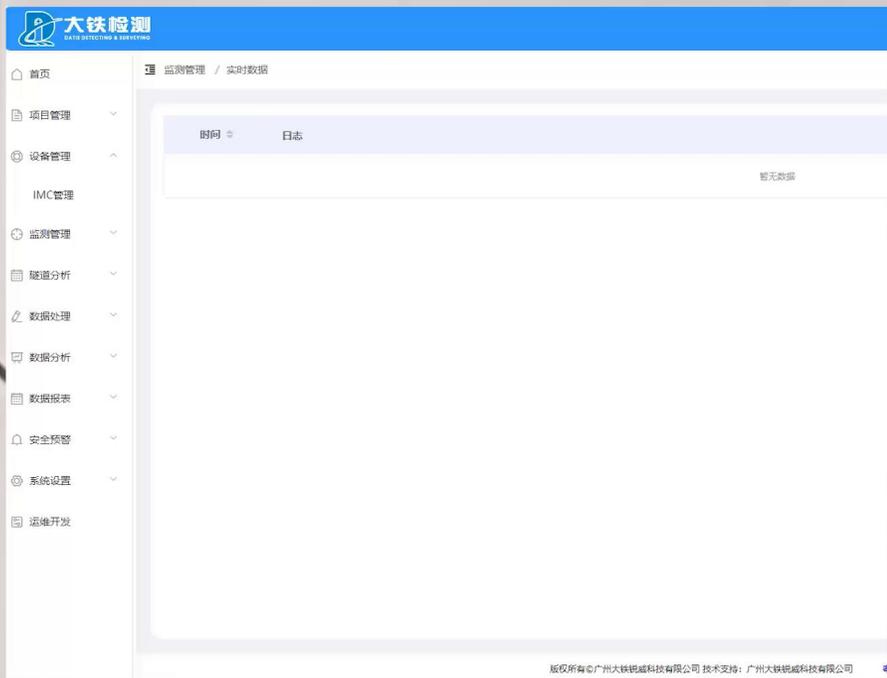
广州大铁锐威科技有限公司是一家集研发、生产及销售于一体的科技型公司，以“开拓进取、精益求精”为宗旨；“**致力于惯导精密测量与结构健康监测**”为企业目标。

大铁锐威的骨干成员自2006年起参与京津城际高速铁路精调系统的研发和结构健康监测的研究。，在轨道测量和结构监测方面均颇有建树，陆续开发出一系列拥有自主知识产权、技术领先的软硬件产品。已在尾矿库、边坡、地铁隧道及高速铁路等领域拥有大量典型案例。我们拥有采集、解算、传输到云平台的系统解决方案及相应的软硬件产品，在GNSS、测量机器人控制与解算、各类岩土类传感器采集与解算等方面都掌握核心技术。

广州大铁锐威科技有限公司

Guangzhou Great Railway Science & Technology Co., Ltd.

平台测量实时数据界面：



量与结构监测



中纬ZOOM95与大铁IMC结合
自动化监测测量视频

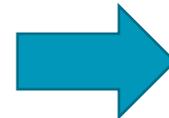
微信小程序

1

微信搜索公众号“大铁监测系统”

2

手机号码一键登录



目 录

-  1 以中纬全站仪为核心的隧道综合解决方案
-  2 长隧道多机联测技术分享
-  3 中纬全站仪在基坑方面的配套方案

01

以中纬全站仪为核心的隧道综合解决方案



开发地下空间是21世纪结构工程的重要发展趋势！

就目前而言，开发城市地下空间可应用于交通设施、商业设施等8个领域。



交通设施



商业设施



地下车库



地下管线



防空洞



地下军事工程



仓储设施地下油库



高程建筑地下空间

2023年1月城市轨道交通运营数据速报

交通运输部 2023-02-03 18:30 发表于北京

通天下 做先锋

2023年1月，31个省（自治区、直辖市）和新疆生产建设兵团共有54个城市开通运营城市轨道交通线路291条，运营里程9609.9公里，实际开行列车296万列次，完成客运量14.7亿人次，进站量8.9亿人次。1月份，客运量环比增加3.1亿人次、增长27.0%，同比减少3.2亿人次、降低17.9%。

新增红河哈尼族彝族自治州首次开通运营城市轨道交通。共新增运营里程26公里，其中，新增运营线路1条（红河州滇南中心城市群现代有轨电车示范线），新增运营区段2个（重庆地铁9号线二期和重庆地铁10号线二期）。

交通运输部 >

2023年1月城市轨道交通运营数据速报

序号	城市	运营线路条数	运营里程（公里）	客运量（万人次）	进站量（万人次）
1	上海	20	825.0	18486.2	10284.3
2	北京	27	797.3	16967.4	9384.6
3	广州	18	609.8	15644.5	8536.2
4	深圳	17	558.6	13270.5	7827.1
5	成都	13	557.8	12004.7	6839.0
6	杭州	12	516.0	6278.3	3877.3
7	武汉	14	504.3	6726.1	4316.8
8	南京	14	448.8	4952.9	2945.7
9	重庆	10	447.3	7208.6	4605.2
10	青岛	8	323.8	2003.9	1448.4
11	天津	8	286.0	2736.0	1699.6
12	西安	8	272.4	7293.7	4793.1
13	苏州	7	254.2	2303.7	1437.5
14	郑州	8	233.0	2357.2	1528.2
15	沈阳	10	216.7	2326.1	1576.4
16	大连	5	212.6	925.6	734.2
17	长沙	7	209.1	4395.8	2389.1
18	宁波	6	186.0	1814.8	1038.5
19	合肥	5	168.8	1999.3	1366.4
20	昆明	6	165.9	1483.5	1080.3
21	南昌	4	128.5	1998.9	1200.6
22	南宁	5	128.2	1952.4	1157.6
23	佛山	6	127.3	1568.2	952.0
24	无锡	4	110.8	1153.8	767.2
25	福州	4	110.7	989.3	748.9
26	长春	5	106.7	731.3	521.2
27	厦门	3	98.4	1387.1	916.5
28	济南	3	84.1	379.8	282.1
29	哈尔滨	3	78.1	1311.8	737.0
30	贵阳	2	74.4	603.1	475.6
31	石家庄	3	74.3	725.0	518.6
32	徐州	3	64.1	619.9	451.8
33	衢州	2	54.0	311.3	255.4
34	温州	1	52.5	62.6	62.6
35	呼和浩特	2	49.0	284.1	230.7
36	绍兴	2	47.1	194.1	111.7
37	芜湖	2	46.2	176.5	155.1
38	洛阳	2	43.5	422.6	319.0
39	南通	1	38.5	144.1	144.1
40	东莞	1	37.8	238.3	238.3
41	乌鲁木齐	1	26.8	191.0	191.0
42	黄石	1	26.8	52.9	52.9
43	兰州	1	25.5	172.4	372.4
44	太原	1	23.3	201.5	201.5
45	淮安	1	20.1	68.1	68.1
46	句容	1	17.3	36.9	22.2
47	嘉兴	1	13.8	10.3	10.3
48	文山	1	13.4	3.8	3.7
49	红河	1	13.4	2.3	2.3

交通运输部每个月月初都会发布上个月全国城市轨道交通运营数据速报，54个城市，291条线路，运营里程达到9609.6公里。



国家铁路网建设及规划示意图

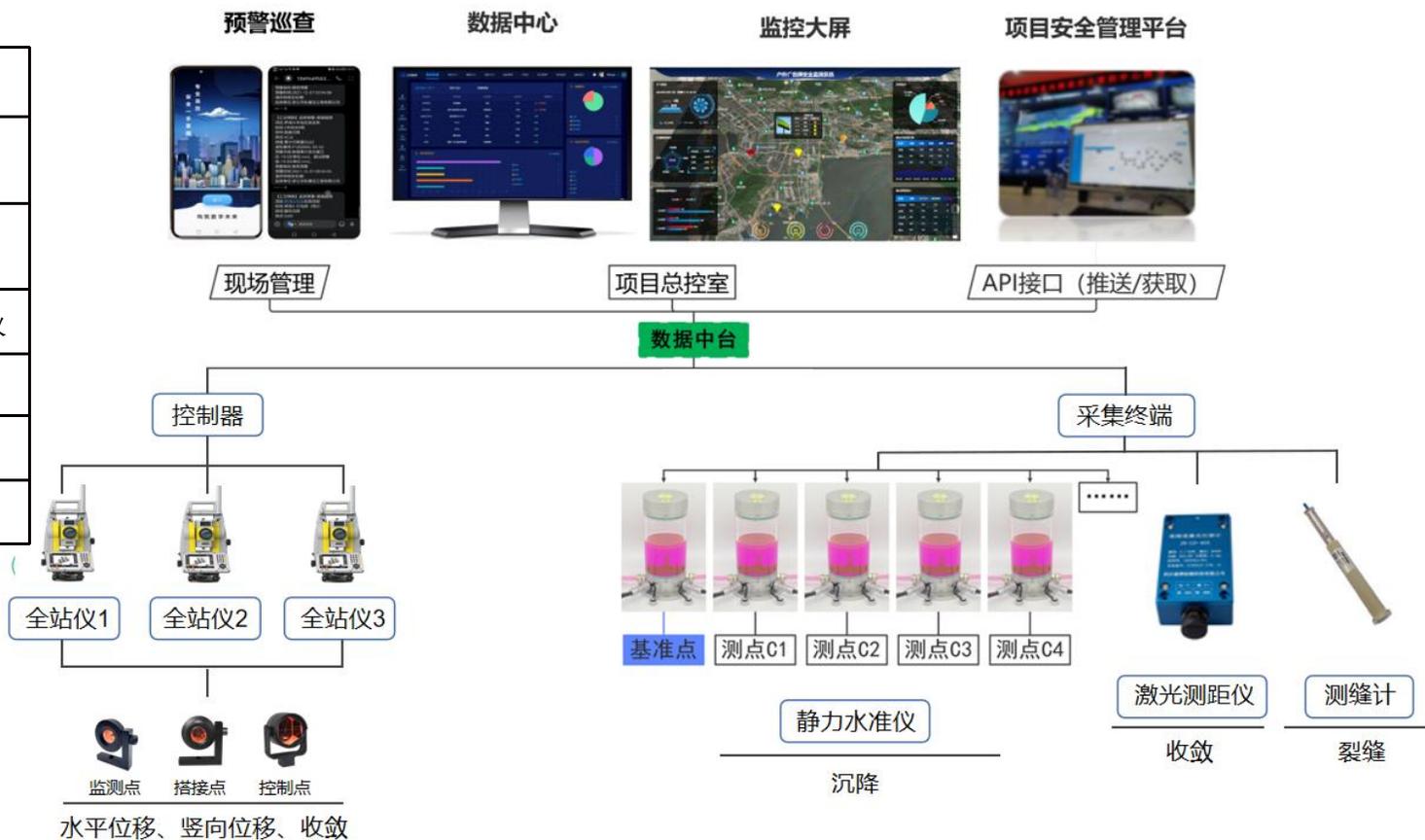
未来5年还将有大批的高铁新线投产，届时全国铁路营业里程将达到17万公里左右，其中高铁（含城际铁路）5万公里左右，铁路基本覆盖城区人口20万以上城市，高铁覆盖98%城区人口50万以上城市。

到2035年铁路网总规模将达到20万公里左右，其中高速铁路包含部分城际铁路，将达到7万公里。



2、隧道安全监测内容及系统架构

监测对象	内容	监测方法	采集设备	传感器
隧道管片	水平位移	全站仪	控制器	倾角仪
	竖向位移	全站仪/静力水准/ 人工水准复核	控制器/采集终端	静力水准仪
	围岩收敛	全站仪/激光测距	控制器/采集终端	全站仪/激光测距仪
	管壁病害	三维扫描	大铁三维激光扫描车	
	裂缝	位移计	采集终端	裂缝计
轨道	位移/沉降	轨道测量仪	轨道测量仪	



3、隧道安全监测现场布设示意图



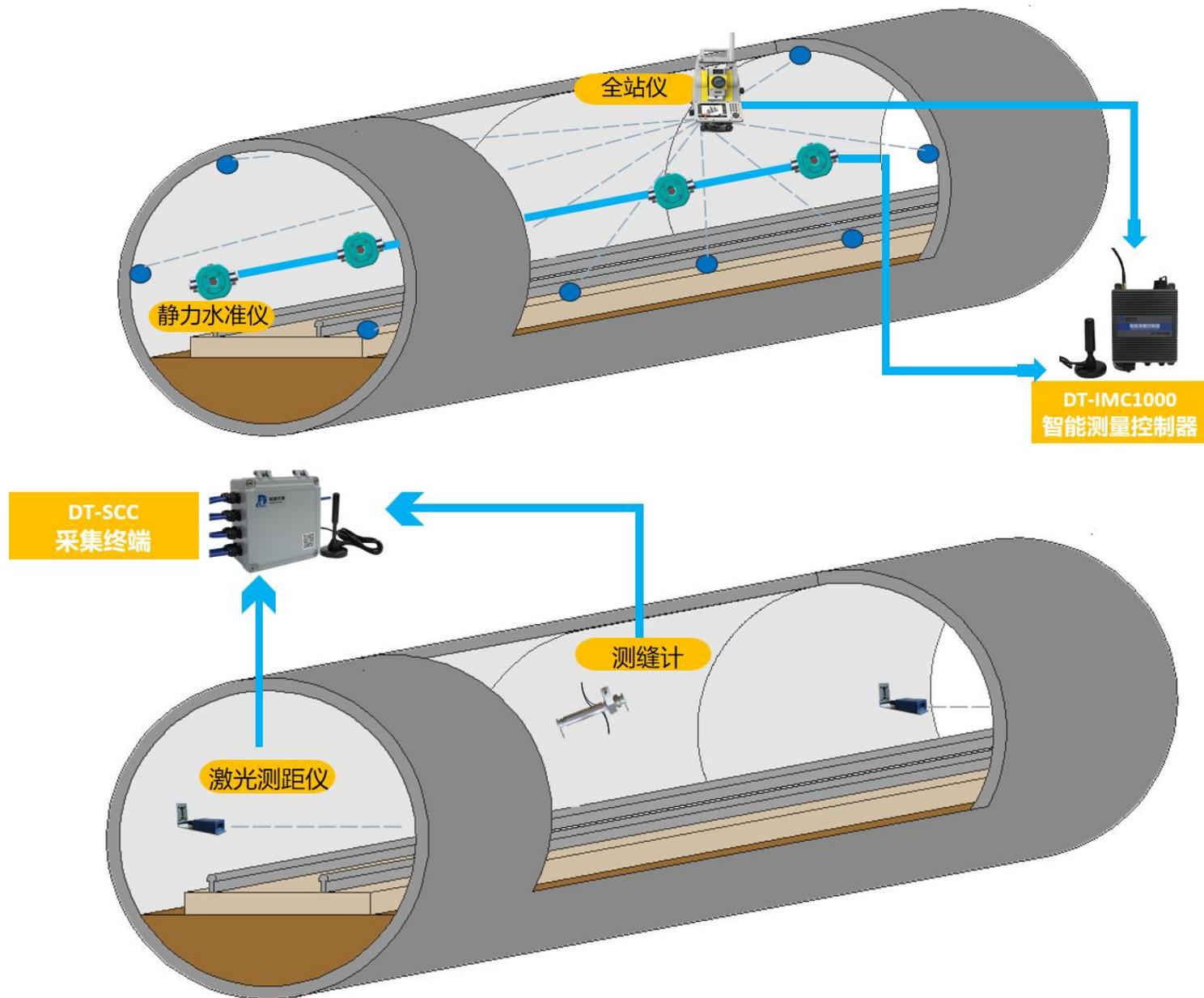
智能测量控制器

DT-IMC1000是一款真正意义上的监测边缘计算机，采用X86构架，具有资源丰富、功能强大、长期稳定性高、结构紧凑等优点，控制器内置了GNSS监测静态解算、测量机器人自动控制与解算、传感器自动控制与解算等边缘计算软件模块，其算力是普通单片机等嵌入式构架无法比拟的。自2015年投入使用以来，已成为隧道、大坝、边坡、铁路、桥梁、基坑等场景结构监测的主流产品。



传感器采集终端

DT-SCC-XXX是大铁检测针对监测领域众多岩土类传感器量身打造的一款传感器采集产品，它具有很强的适应性与灵活性，可物理接入振弦、RS485、电压、电流、电阻等不同信号类型的传感器，再通过软件对端口信号类型进行适配；控制器同时具有强大的无线连接功能，可单独登陆公网，也可通过本地局域网后再登陆公网，是众多传感器应用现场不可或缺的“灵魂伴侣”。



4、隧道安全监测现场布设实物图

全站仪安装方式：



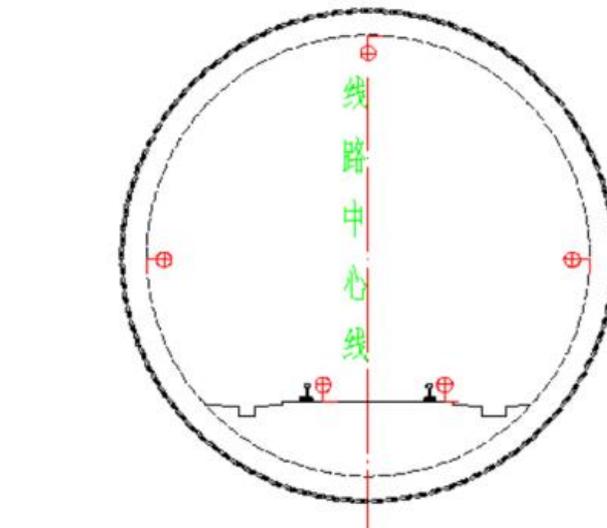
立柱式



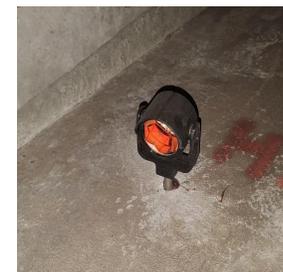
挂墙式



监测点



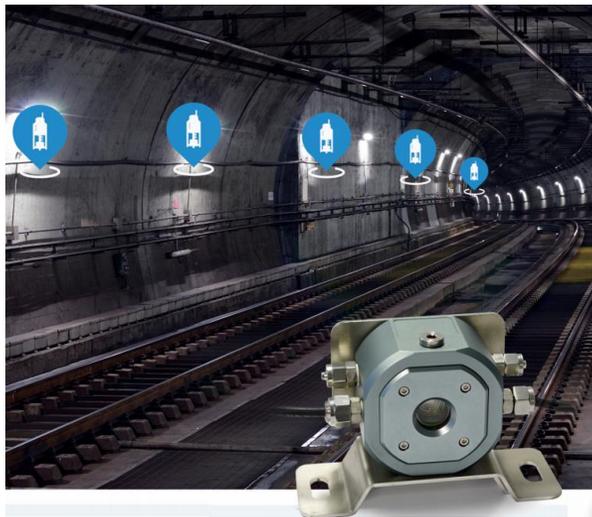
搭接点



控制点

4、隧道安全监测现场布设实物图

静力水准仪安装方式：



隧道中安装在拱腰处



站台处安装在侧台处

激光测距仪安装方式：



隧道中安装在拱腰处

裂缝计安装方式：



安装在测缝两侧

5、监测平台展示与分析

控制点管理

作业管理

测站管理

断面管理

点位学习

点组管理

关联周期

作业设置

测点分布

控制点理论坐标

测站

监测点

断面

测站-测点连线

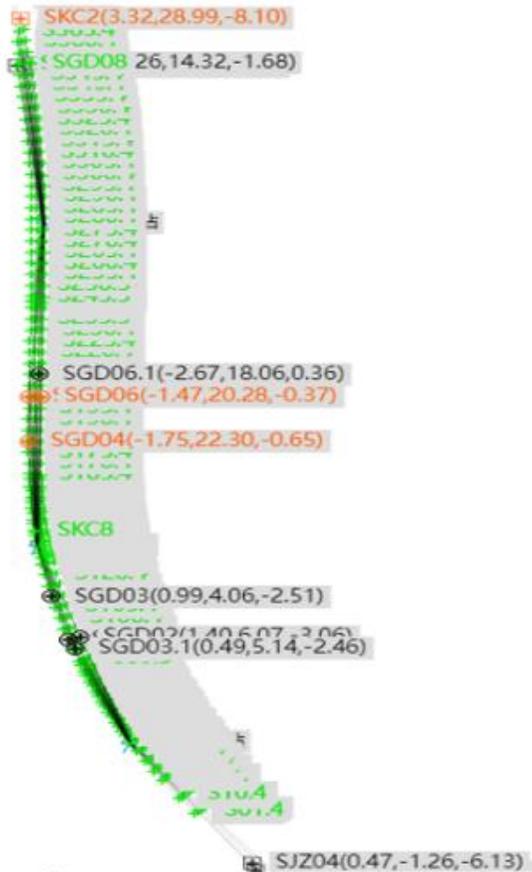
点名

高程

测量

删除线条

测点:



测点分布图

5、监测平台展示与分析

监测项 [Placeholder]

位移监测 测站自检 中误差信息

测点 请选择测点

数据类型 解算数据

日期 2022-09-05 10:34:51 2022-09-07 10:34:51

控制点 监测点

查询

历史数据 极坐标数据 解算数据

周期	测回	E(m)	N(m)	H(m)	水平角(°)	竖直角(°)	斜距(m)	ΔE(mm)	ΔN(mm)	ΔH(mm)	ΔP(mm)	ΣΔE(m)	ΣΔN(m)	ΣΔH(m)	Σ
2910	2	936.40898	10403.4106	100.49693	191.4549 1	91.02128	50.97038	0.07	0.08	0.28	0.11	-0.23	-0.06	-0.75	
2910	2	938.37945	10403.21494	98.93708	189.3230 8	92.47526	50.85065	0.08	0.15	-0.08	0.17	0.14	-0.01	-0.66	

历史数据 均值统计

周期	测回	E(m)	N(m)	H(m)	水平角(°)	竖直角(°)	斜距(m)	ΔE(mm)	ΔN(mm)	ΔH(mm)	ΔP(mm)	ΣΔE(m)	ΣΔN(m)	ΣΔH(m)	Σ
0	0	936.40896	10403.41062	100.49661	191.4549 5	91.02116	50.97031	0	0	0.01	0	-0.25	-0.04	-1.07	
0	0	938.37937	10403.21482	98.9371	189.3231 4	92.475	50.8507	0	0	0	0	0.06	-0.13	-0.64	
0	0	941.70602	10402.84378	101.33169	185.4548 6	90.05539	50.71487	0	0	0	0.01	0.13	-0.09	-0.93	

数据查看界面

5、监测平台展示与分析



数据趋势界面

5、监测平台展示与分析

工程简图 历史数据 消息查询 数据趋势 关联分析 实时数据 预警信息

日期 2022-09-05 14:12:03 到 2022-09-07 14:12:03 消息级别 警告消息 消息体 查询

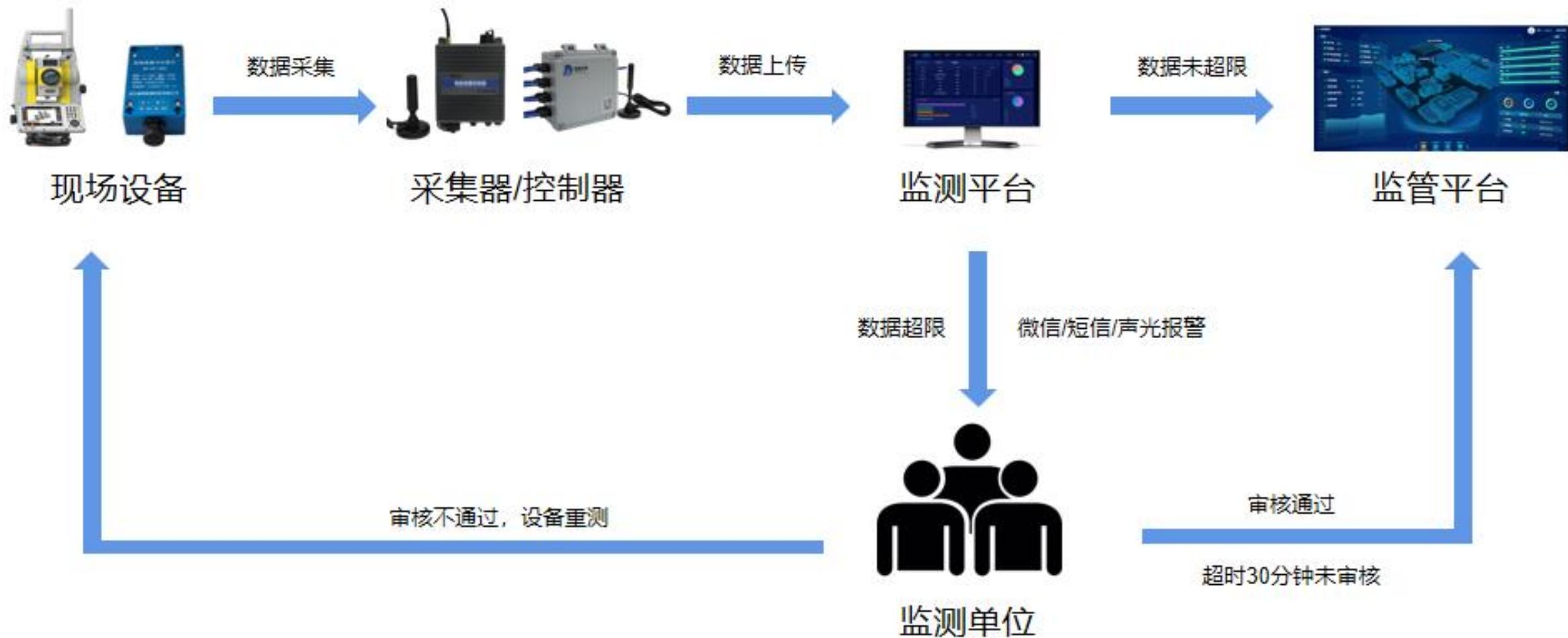
导出

消息体	消息级别	更新时间
[2022-09-07 00:28:29]作业[明挖区间]上行]测量失败点1个:S485.4	警告消息	2022-09-07 00:28:29
[2022-09-06 12:50:34]作业[明挖区间]上行]测量失败点1个:S485.4	警告消息	2022-09-06 12:50:34
[2022-09-06 10:47:25]作业[明挖区间]上行]测量失败点3个:SKC14,S490.3,S495.1	警告消息	2022-09-06 10:47:25
[2022-09-06 10:08:20]测站: 滨海(明挖区间)福1号线福-斗区间--上行,控制点SKC14测量失败,控制点测量失败:1个,配置允许失败:2个。	警告消息	2022-09-06 10:08:20
[2022-09-06 04:31:08]作业[明挖区间]上行]测量失败点1个:S485.4	警告消息	2022-09-06 04:31:08
[2022-09-06 03:14:40]作业[明挖区间]上行]测量失败点1个:S485.4	警告消息	2022-09-06 03:14:40
[2022-09-06 02:05:36]作业[明挖区间]上行]测量失败点2个:S485.4,S495.2	警告消息	2022-09-06 02:05:36
[2022-09-06 00:29:53]作业[明挖区间]上行]测量失败点1个:S485.4	警告消息	2022-09-06 00:29:53
[2022-09-05 19:16:42]作业[明挖区间]上行]测量失败点1个:S485.4	警告消息	2022-09-05 19:16:42
[2022-09-05 16:16:32]作业[明挖区间]上行]测量失败点1个:S485.4	警告消息	2022-09-05 16:16:32

共 19 条 50条/页 < 1 > 前往 1 页

消息查询界面

6、数据预警机制与功能



7、监测数据报告

下载类型: 监测项:

报表类型: 起始时间:

查询

- 向北位移 ×
- 向东位移 ×
- 水平位移 ×
- 竖直位移 ×

清空所有表单 保存表单

自动化现行监测项目数据展示全站仪向北位移日报表

工程名称 监测项

报表编号 天气

本次监测时间 上次监测时间

测点	周期	测回	E(m)	N(m)	H(m)	水平角	竖直角	斜距(m)	ΔE(mm)	ΔN(mm)	ΔH(mm)	ΔP(mm)	ΣΔE(mm)	ΣΔN(mm)	ΣΔH(mm)
----	----	----	------	------	------	-----	-----	-------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------

没有符合条件的数据

显示第 0 至 0 项结果, 共 0 项 0 行 已选

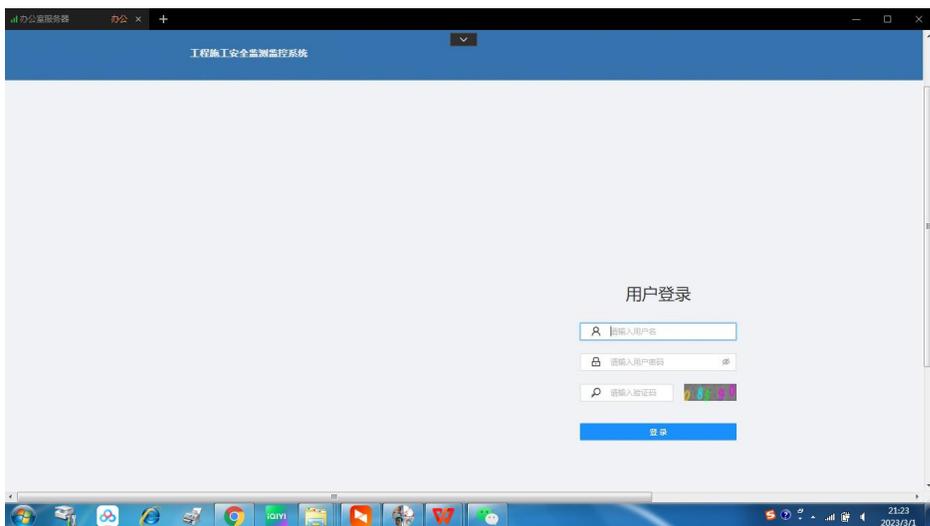
施工工况:

监测结论及建议:

现场监测人 计算人 校核人

监测项目负责人 监测单位

8、第三方平台数据推送

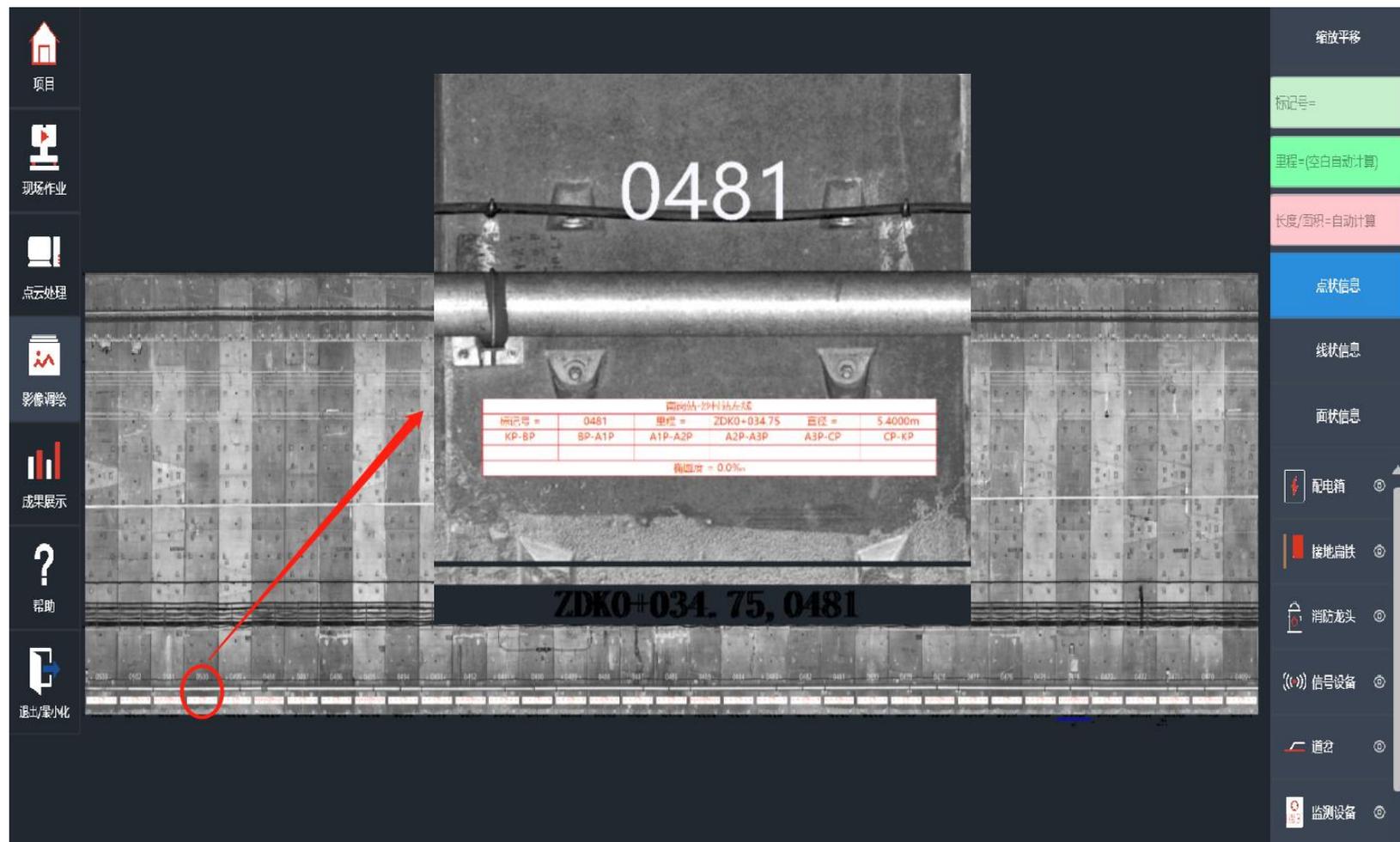


9、隧道三维扫描与轨道测量

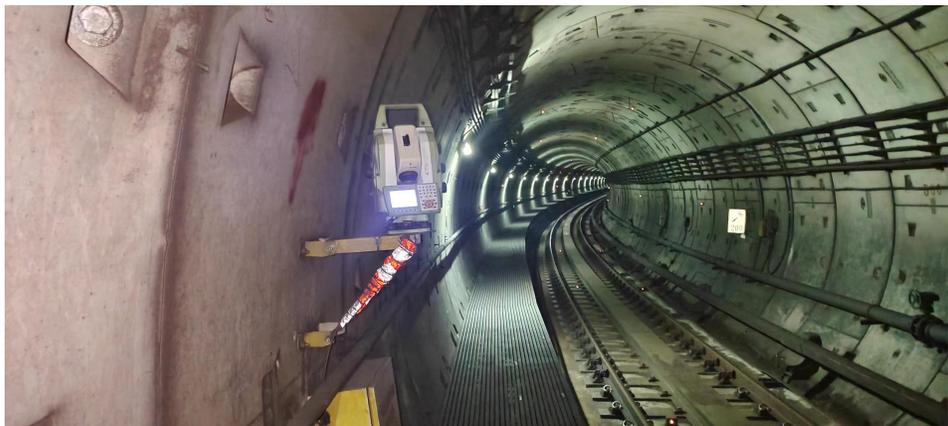


简介：三维激光扫描仪与惯性导航系统结合。

特点：（1）能够同步检测轨道及隧道管片收敛、变形等信息；（2）可以实现**移动式隧道扫描**，同时匹配线路里程、轨距水平等信息。



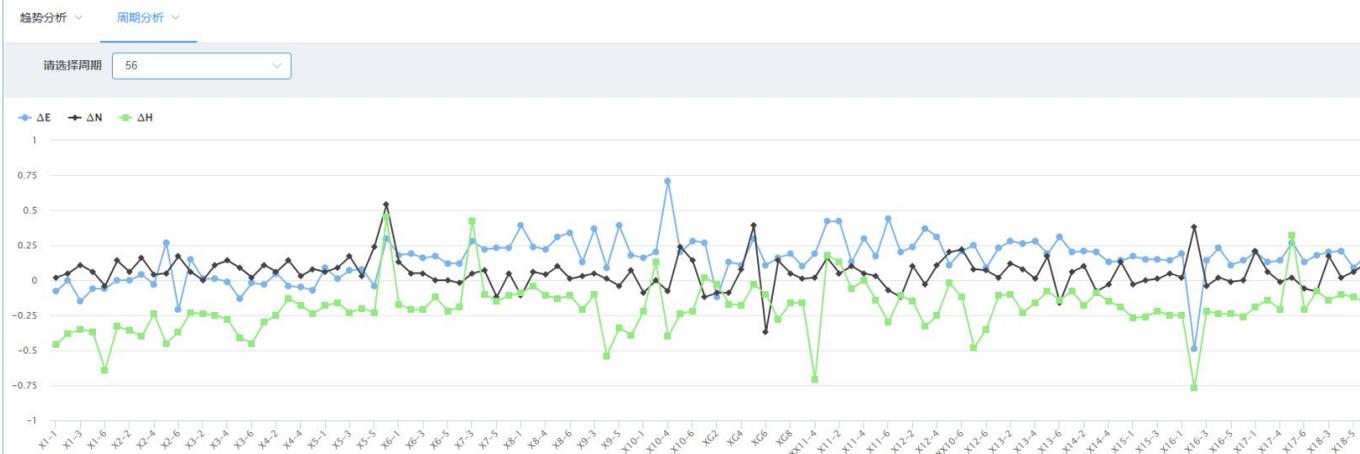
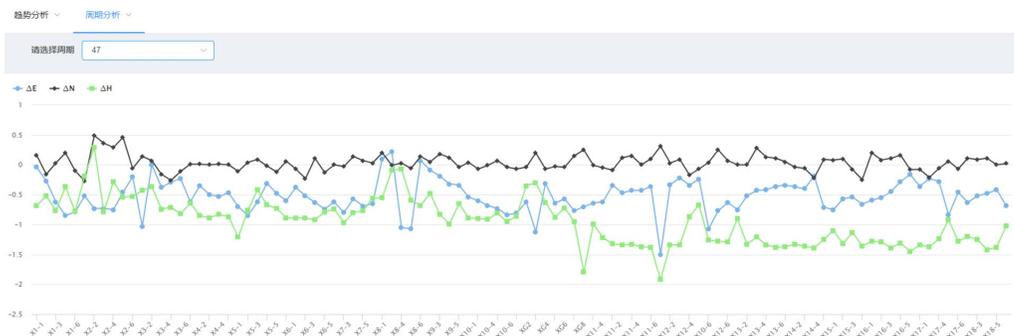
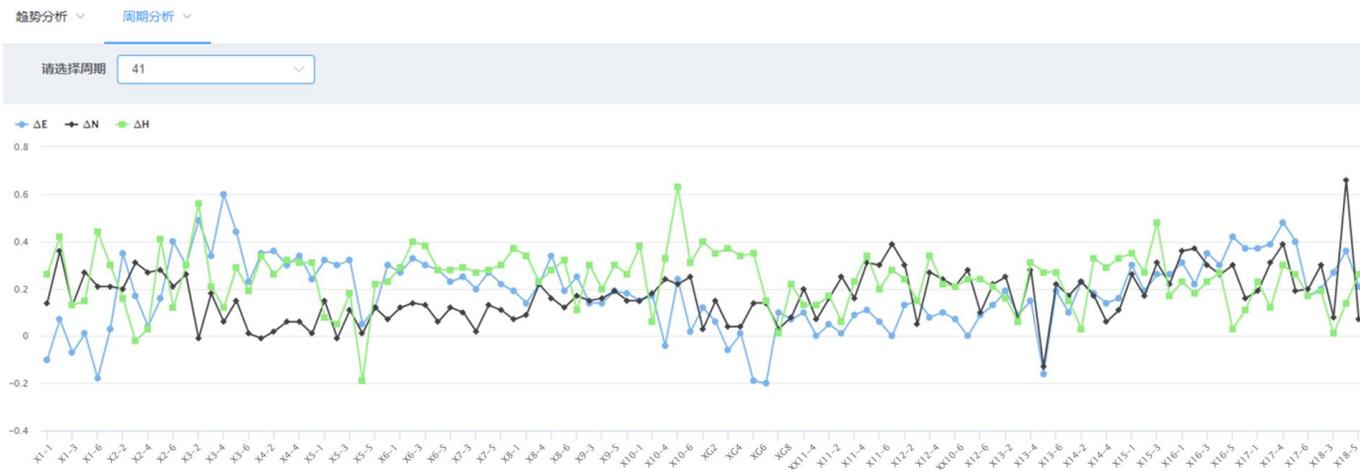
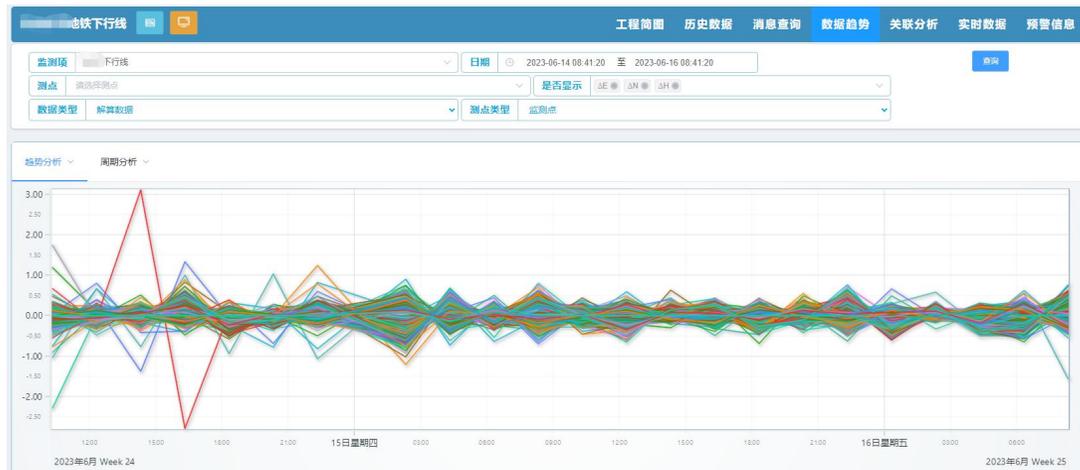
盾构区间三维扫描展开图



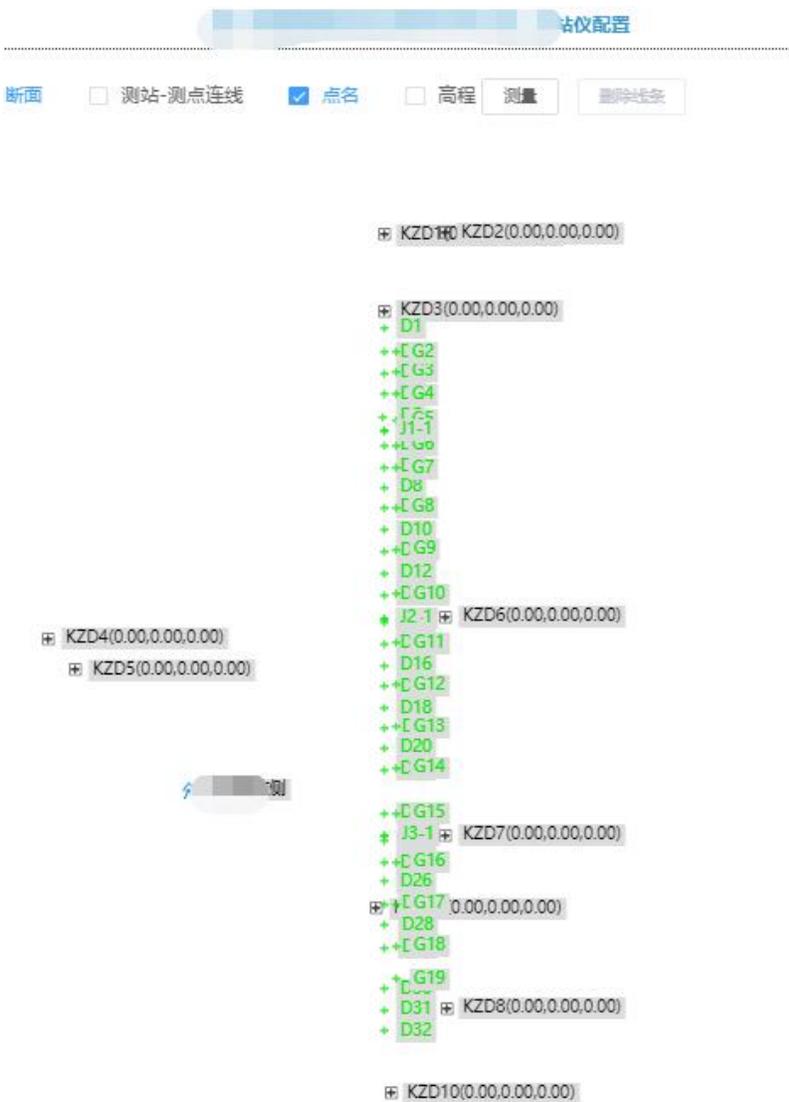
广州地铁5号线某区间隧道2台联测项目，其中一台为徕卡TS16，另一台为中纬ZOOM95。

监测全长260米（含控制点），有弯道。共18个断面。

10、隧道案例分享



10、隧道案例分享



广州某一高铁线路路基沉降监测。

10、隧道案例分享

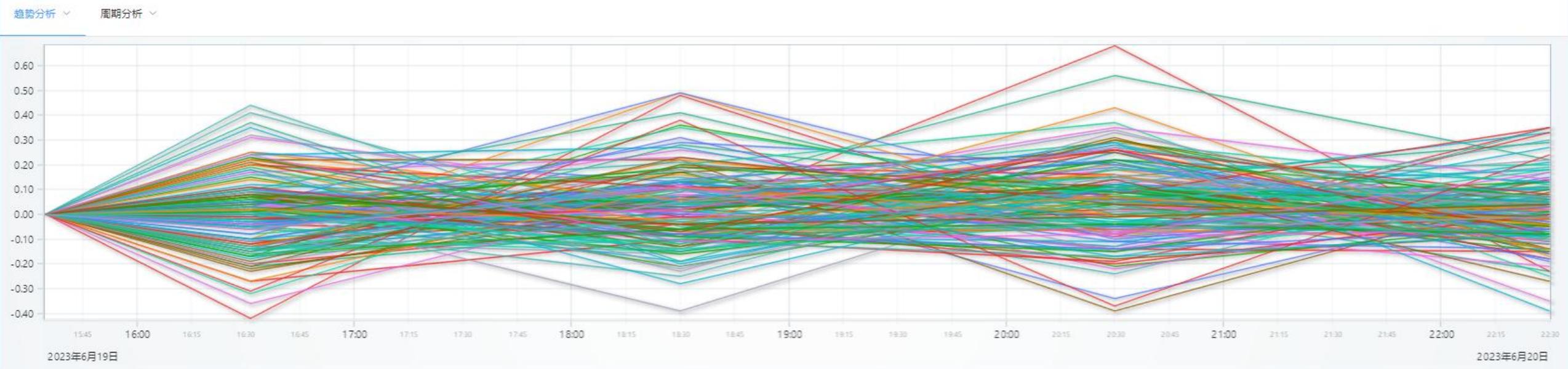
31标  

工程简图 历史数据 消息查询 **数据趋势** 关联分析 实时数据 预警信息

监测项: 日期: 2023-06-19 11:47:56 至 2023-06-20 06:47:56

测点: 请选择测点 ΔE ΔN ΔH

数据类型: 解算数据 监测点



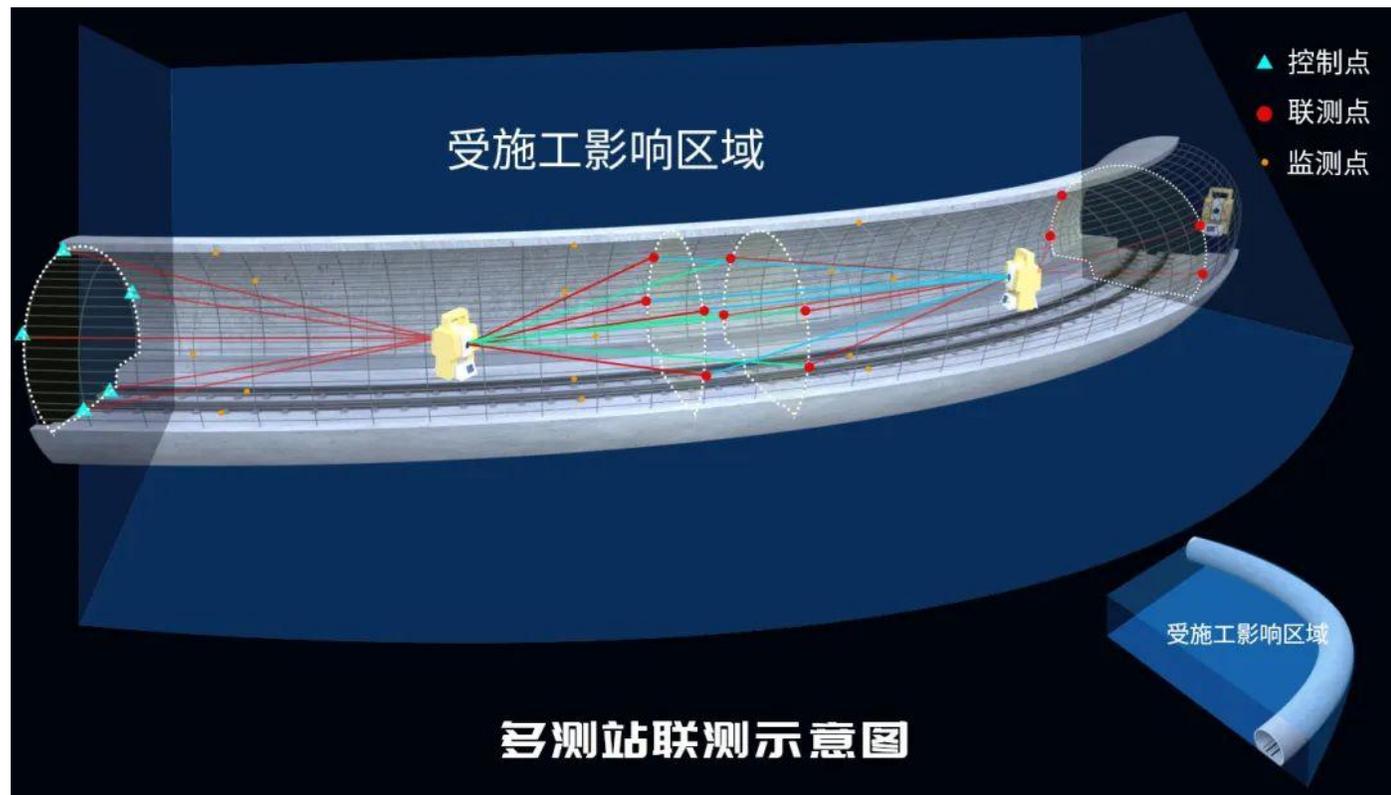
02

长隧道多机联测技术分享



1、狭长隧道自动变形监测的多站联测背景说明

地铁、高速铁路等构筑物隧道段周边实施土建项目，其基坑开挖边线距离隧道往往只有几米到十几米的距离，基坑的开挖施工可能会对临近地铁、高速铁路的运营造成安全问题。当基坑开挖的规模较大时，其施工影响的区域长度在超出单台全站仪可通视的情况下（一般在200米以上距离），加之长距离小视场存在，单站自由设站的方式无法采集到大小里程两端稳定区域控制点数据；如果采用单边控制，在狭长区域对控制网图形强度要求较高，长短边效应明显，容易出现精度下降，数据不稳定现象；采用联测组合解算方法将多全站仪数据在同网平差，保证监测网、精度的统一性，可有效的解决长隧道的测量解算问题，以实现隧道变形区域的精密监测。



测站之间的坐标传导

解算算法的先进性

NO.1

NO.2

NO.3

各测站通讯的稳定性

(1) 棱镜的选择



监测点



搭接点



控制点

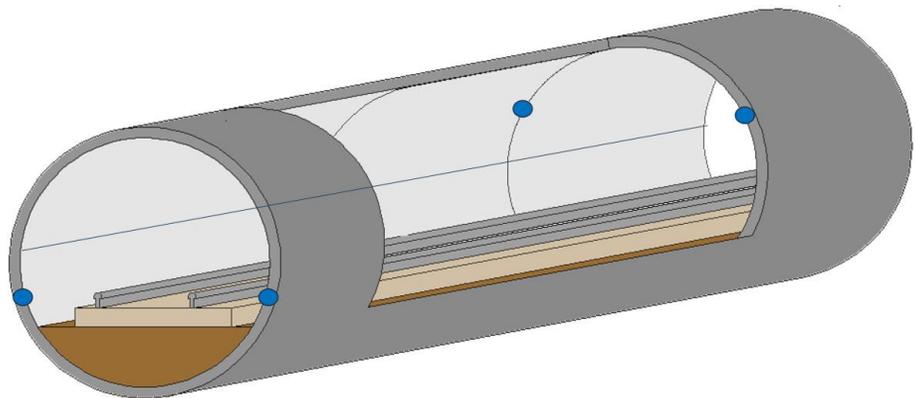
监测点：错位布设，避免小视场；棱镜面垂直于激光方向；

搭接点：错位布设，另类控制点

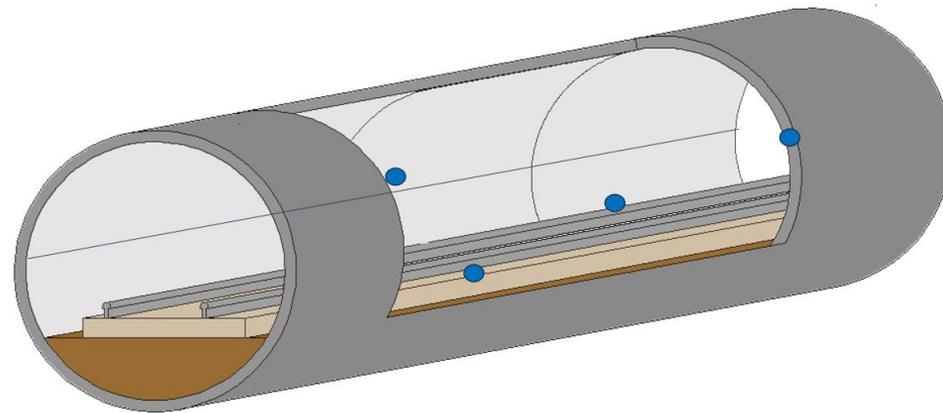
控制点：徕卡大棱镜，错位布设，粘胶固定

3、联测注意事项（坐标传导）

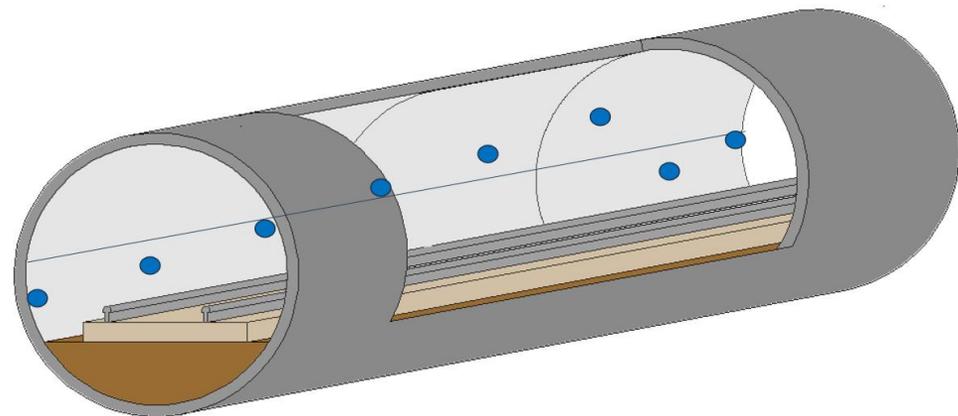
(2) 棱镜布设



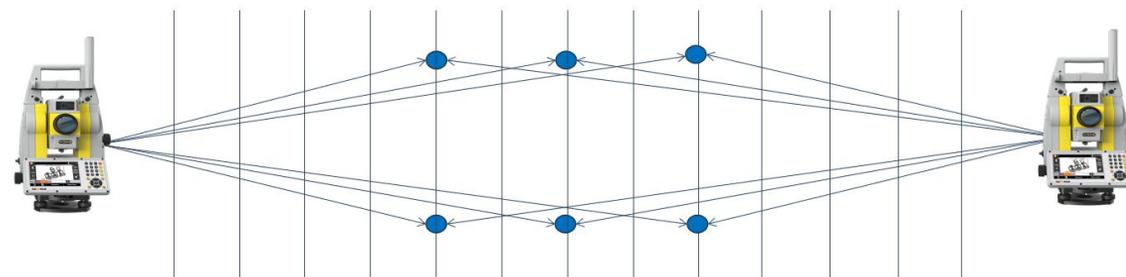
控制点：徕卡大棱镜，错位布设，粘胶固定



搭接点：错位布设，另类控制点

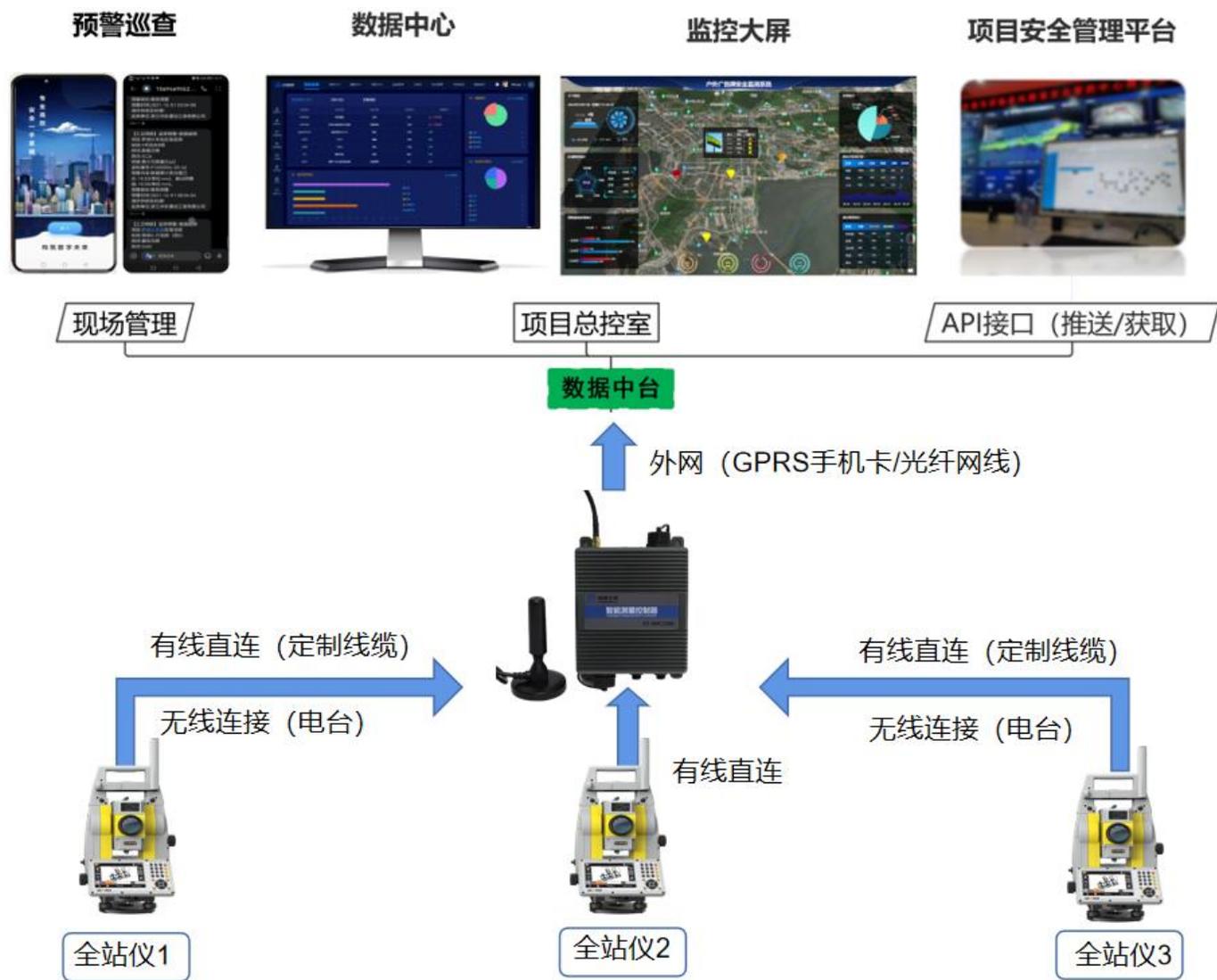


监测点：错位布设，避免小视场；棱镜面垂直于激光方向；



3、联测注意事项（通讯稳定）

外网+内网组合通讯



(1) 外网：数据上传

(2) 内网：各测站与控制器内网关联，提高测量稳定性

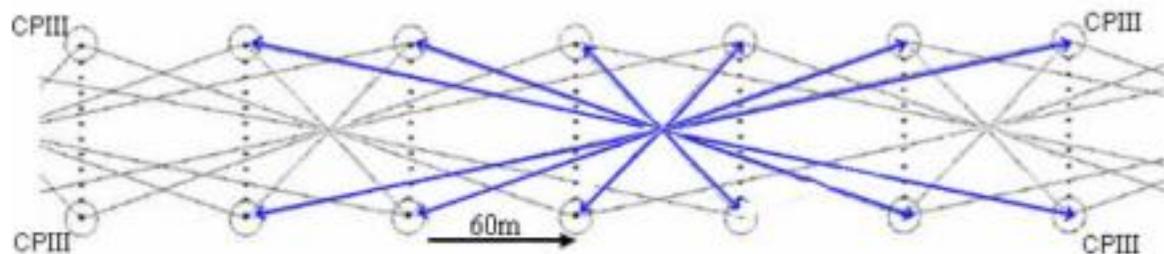
3、联测注意事项（平差解算）

（1）采用全圆观测法和先进的网内自探测算法技术，可自动探测网内所有点的观测质量及稳定性，保证监测网的成果解算稳定性。

- A. 将网内所有点（包括测站点）都作为观测点，整体观测，整体平差。精度统一、平差效果最佳。
- B. 自动探测网内所有点稳定性和位移量，方便数据分析。
- C. 采集和解算信息丰富，原始观测值，观测质量判断信息（2C、I角、归零差、互差等）、点位中误差、平差改算值等所有信息齐备。

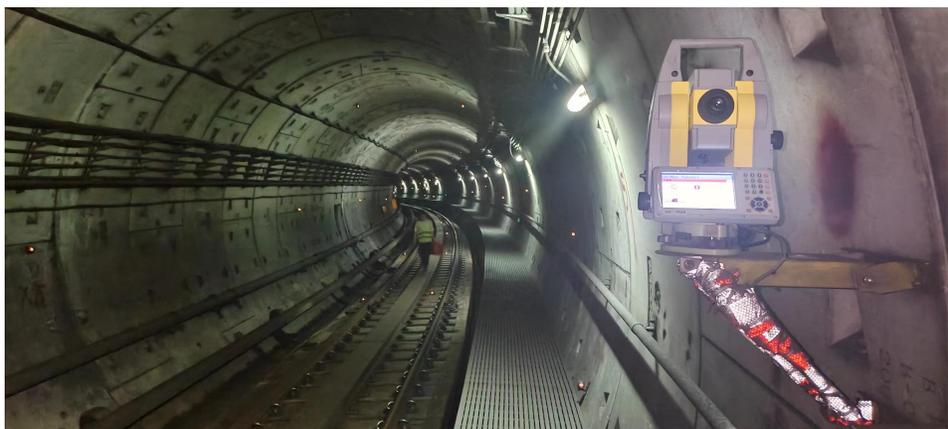
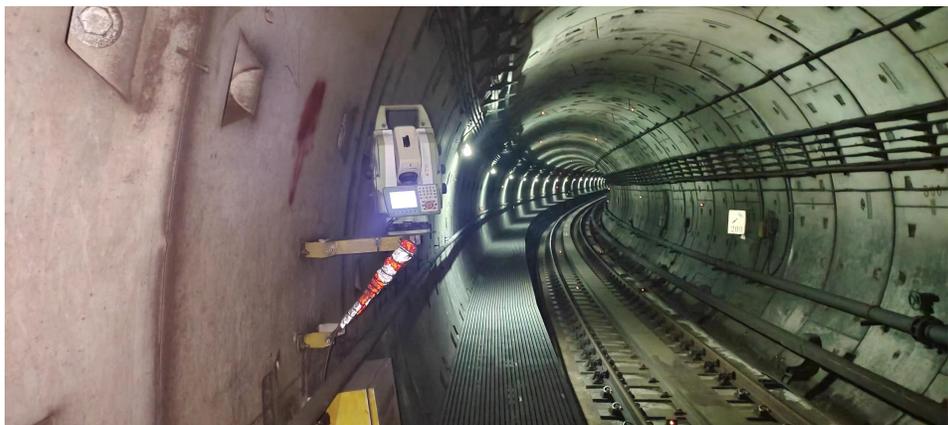
（2）高铁CP3算法在地铁长隧道监测基准传递中的应用

结合地铁监测的实际需求及高铁 CP3 的创造性解决方案,我公司研发了将 CP3 算法与地铁监测全圆观测法、间接平差法相结合的创新算法,以最优方案解决地铁长隧道监测中基准传递和监测平差的问题。实测精度在 120 米内（仪器与监测点距离）可达到亚毫米精度。



4、特色案例分享

(1) 多型号全站仪联测项目 (2台联测)

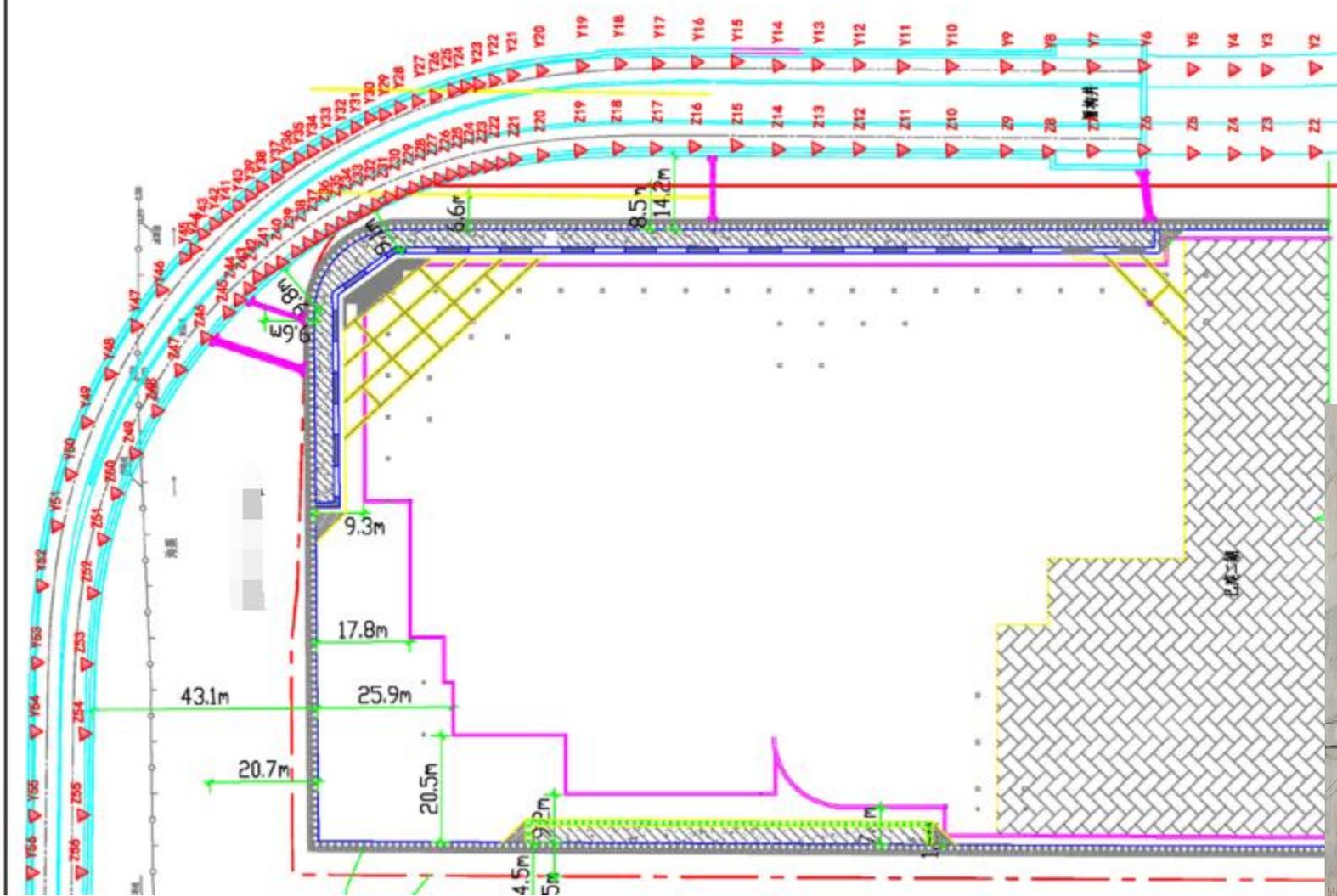


广州地铁5号线某区间隧道2台联测项目，其中一台为徕卡TS16，另一台为中纬ZOOM95。

监测全长260米（含控制点），有弯道。共18个断面。

4、特色案例分享

(2) 超大曲线段联测项目（4台联测）



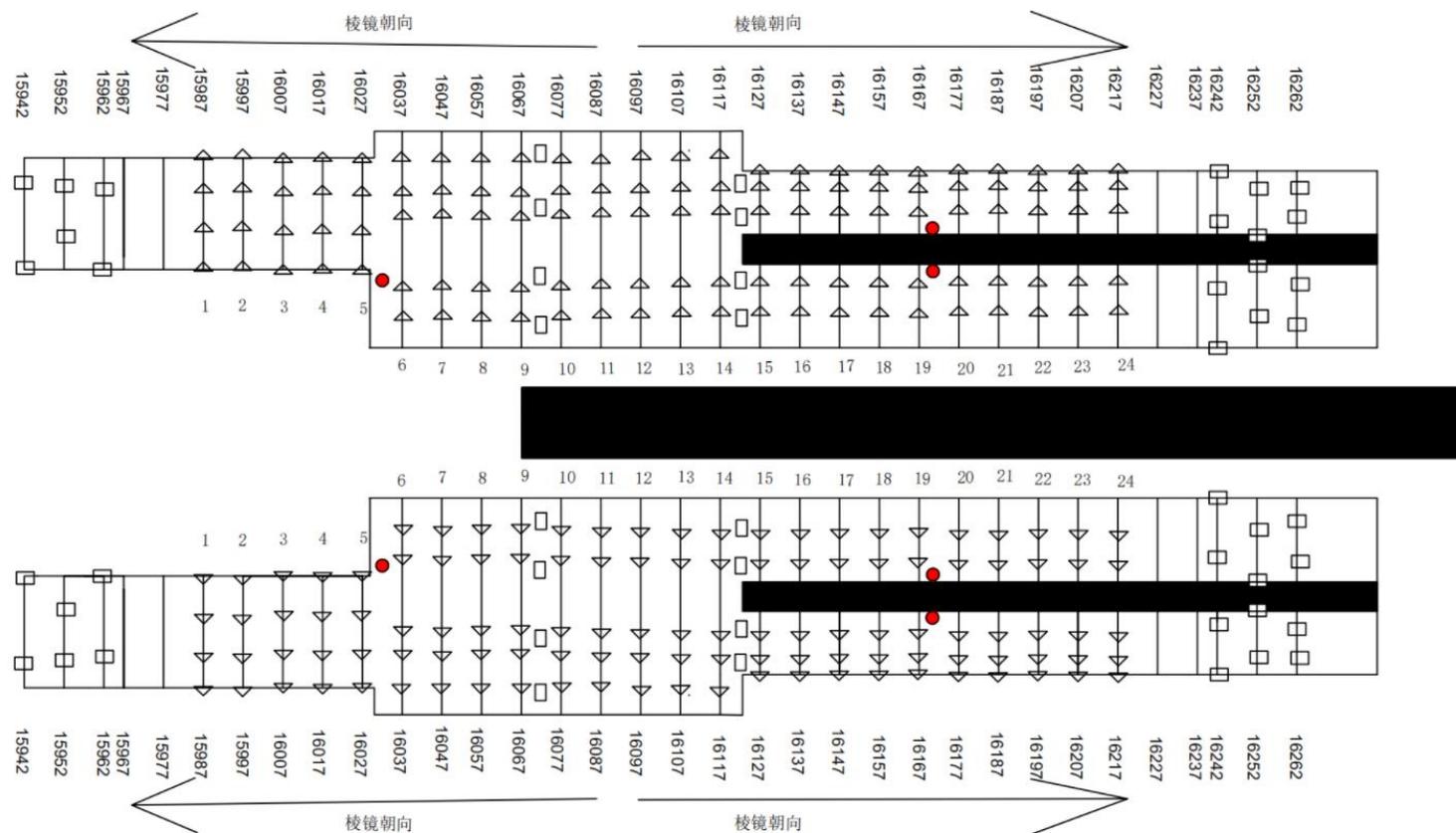
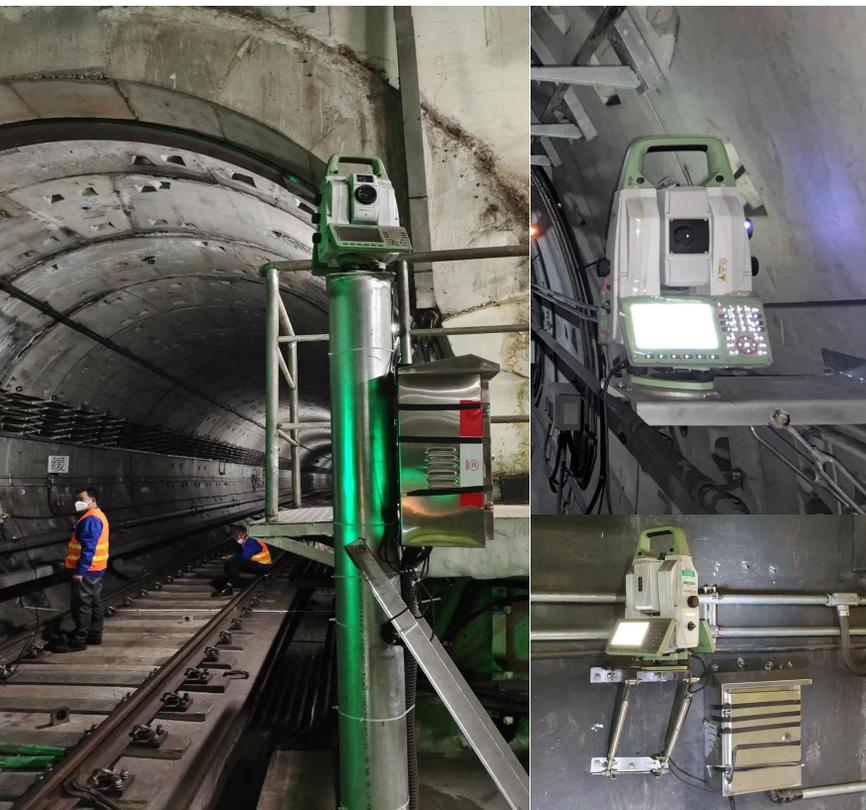
根据图纸及相关规范的要求，受影响地铁隧道包括起始里程为右DK0+160.600，终止里程为右DK0+516.600的区间（356m）及两端各40米的延长段，故须进行监测的隧道区间长度约为436米。



4、特色案例分享

(3) 特殊场景联测项目 (3台联测)

监测区域230米，控制点远离监测区域30米进行布设，全站仪合计测量范围320米。本项目监测区域涵盖站台、岔道、隧道三个不同场景，且快车道和慢车道隔一堵墙，现场呈Y字型，要求用3台全站仪完成测量任务。



03

中纬全站仪在基坑方面的配套方案



1、基坑安全监测内容及系统架构

监测对象	内容	监测方法	采集设备	传感器
竖向支护结构	顶部位移	全站仪/GNSS	全站仪/GNSS	棱镜
	顶部沉降	全站仪/静力水准	全站仪/采集终端	静力水准仪
	深层水平位移	阵列位移	采集终端	阵列位移计
混凝土支撑	支撑轴力	弦式应力应变计	采集终端	钢筋应力计/混凝土应变计
钢支撑	支撑轴力	弦式应力计	采集终端	支撑轴力计
锚索	轴向拉力	弦式应力计	采集终端	穿心式锚索计
地下水	水位标高	渗压法	采集终端	渗压水位计
岩土孔隙水	孔隙水压力	渗压法	采集终端	孔隙水压力计
岩土体	岩土压力	弦式压力盒	采集终端	弦式土压力盒

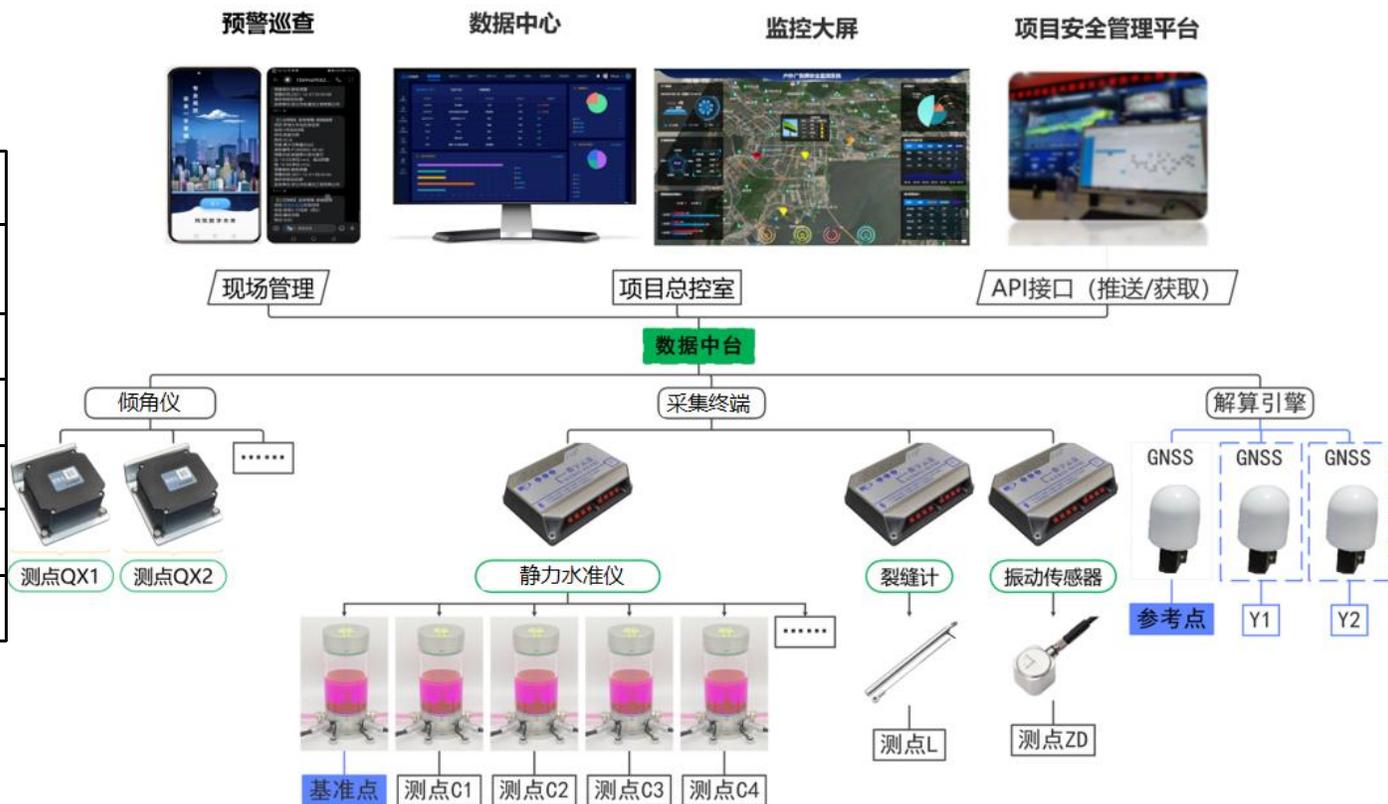


基坑工程支护结构及环境自动化监测内容及系统架构

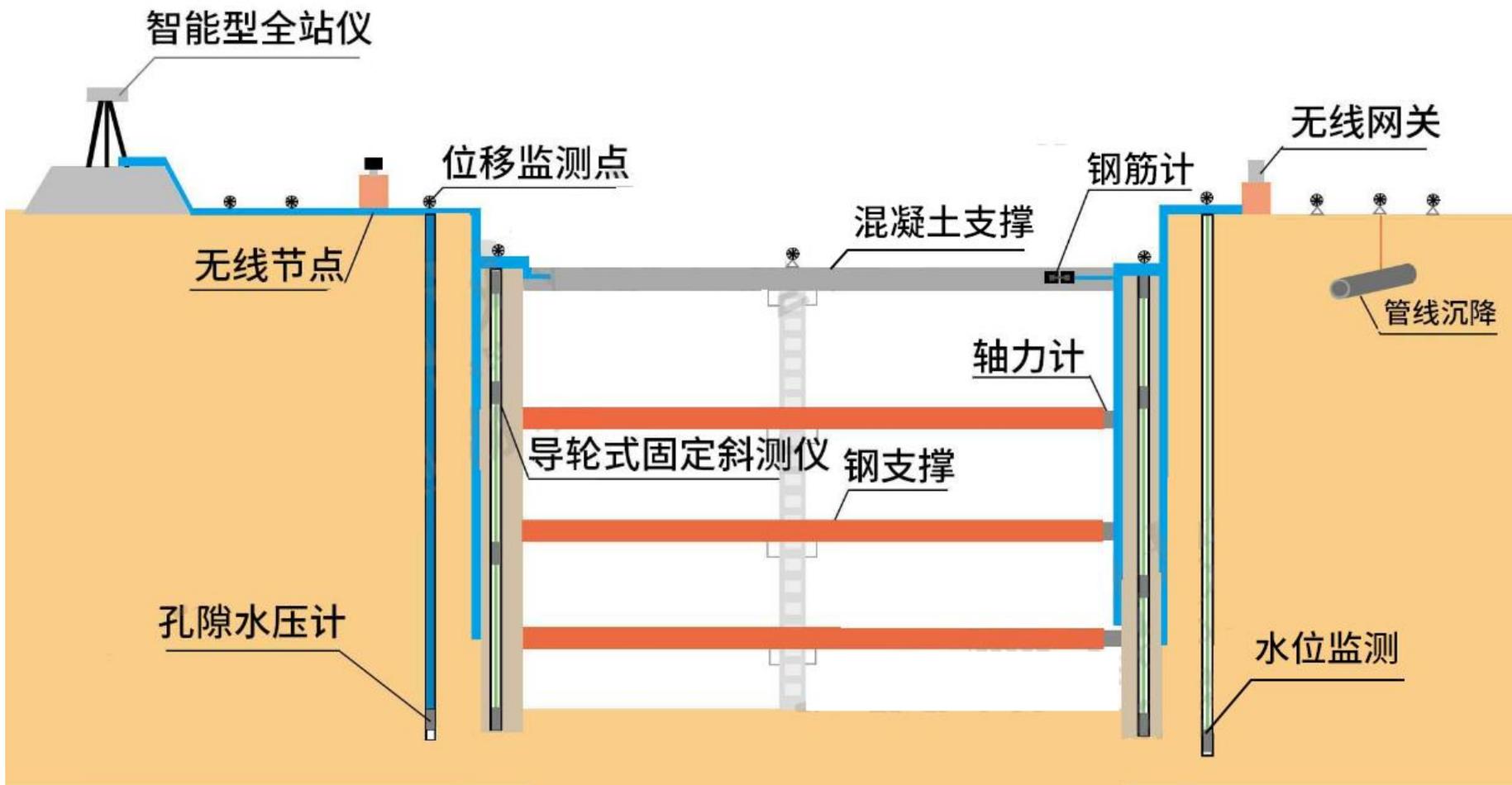
1、基坑安全监测内容及系统架构

监测对象	内容	监测方法	采集设备	传感器
房屋、桥梁等结构物	倾斜	倾角传感器	采集终端	倾角仪
	沉降	静力水准	采集终端	静力水准仪
	裂缝	位移计	采集终端	裂缝计
	水平位移	GNSS	GNSS接收机	
	振动	加速度/速度/频率	采集终端	三轴振动加速度计
周边管线	沉降	水准仪	人工监测	钢钢尺

基坑工程周边影响区结构安全监测内容



2、基坑安全监测现场布设示意图



3、监测内容分项及监测方法

(1) 支护结构顶部水平位移及竖向位移



自动升降保护罩

特点：与全站仪联动使用



3、监测内容分项及监测方法

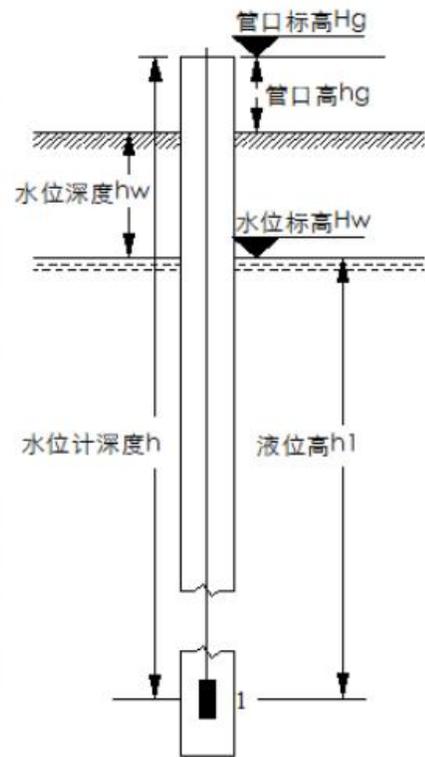
(2) 水位监测

特点:

- 1、一体化设计，内置电池及通讯网络；
- 2、超低功耗，内置电池可使用两年，10000次+数据。

安全等级为一级（含环境风险等级一级/部分剖面一级）的基坑应采用自动化监测

其中，周边水位100%覆盖。



渗压水位计

3、监测内容分项及监测方法

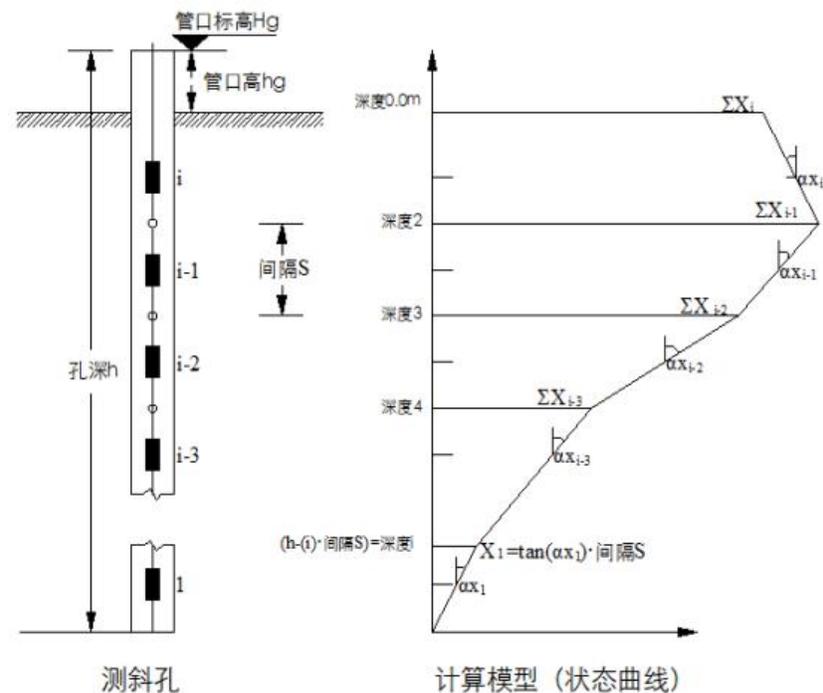
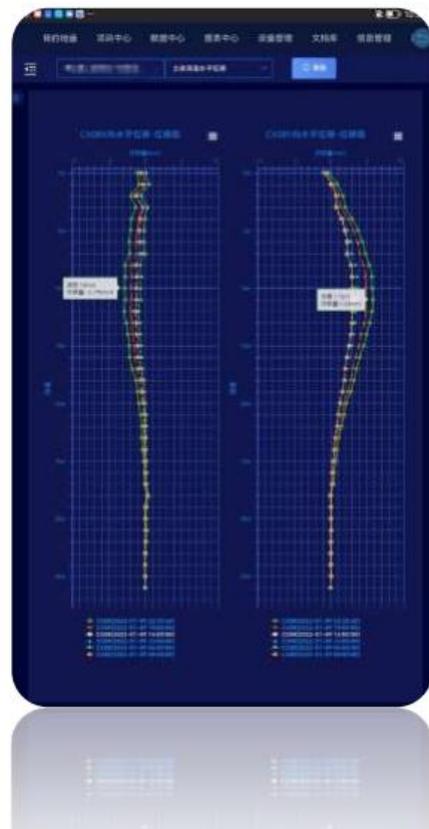
(3) 深层水平位移监测

阵列式位移计

特点：1、数据连续；2、造价贵

安全等级为一级（含环境风险等级一级/部分剖面一级）的基坑应采用自动化监测

其中，深层水平位移应不少于总测点20%，且不少于3个。



3、监测内容分项及监测方法

(4) 支撑及轴力监测

轴力计（反力计）
表面应变计



安全等级为一级（含环境风险等级一级/部分剖面一级）的基坑应采用自动化监测

其中，内力测试安全等级为一级的剖面的测点100%覆盖。

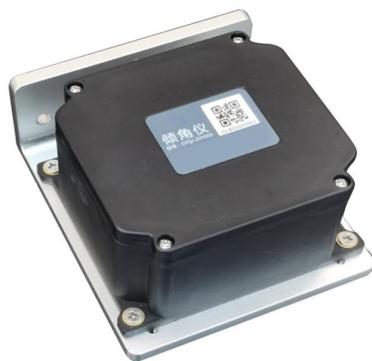


3、监测内容分项及监测方法

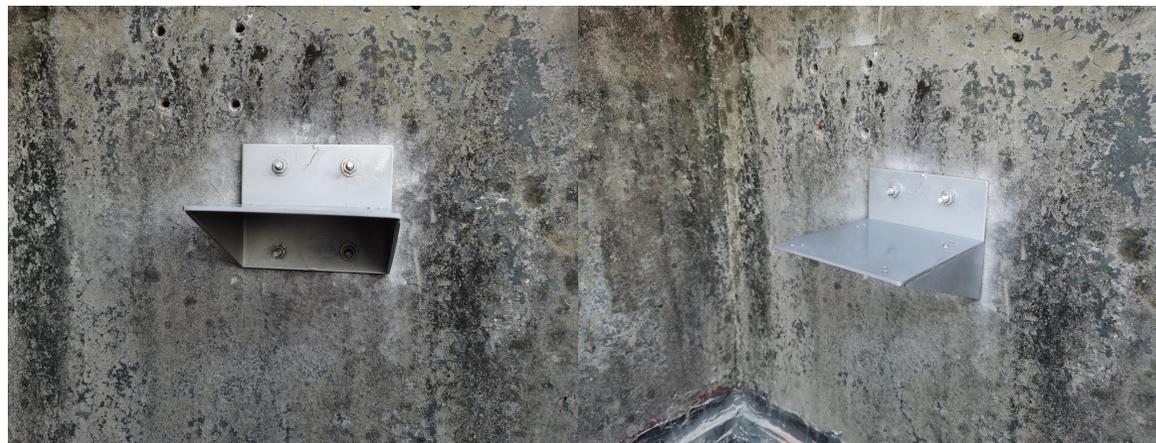
(5) 倾斜监测



高精度三轴倾角仪
(有线)

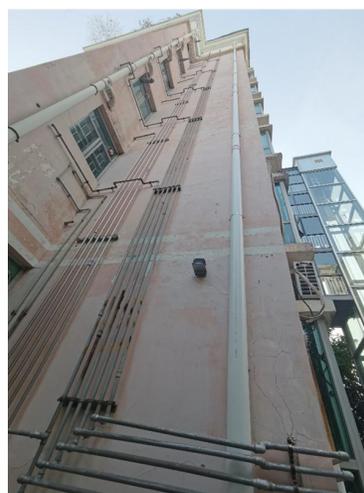


一体化倾角仪
(无线)



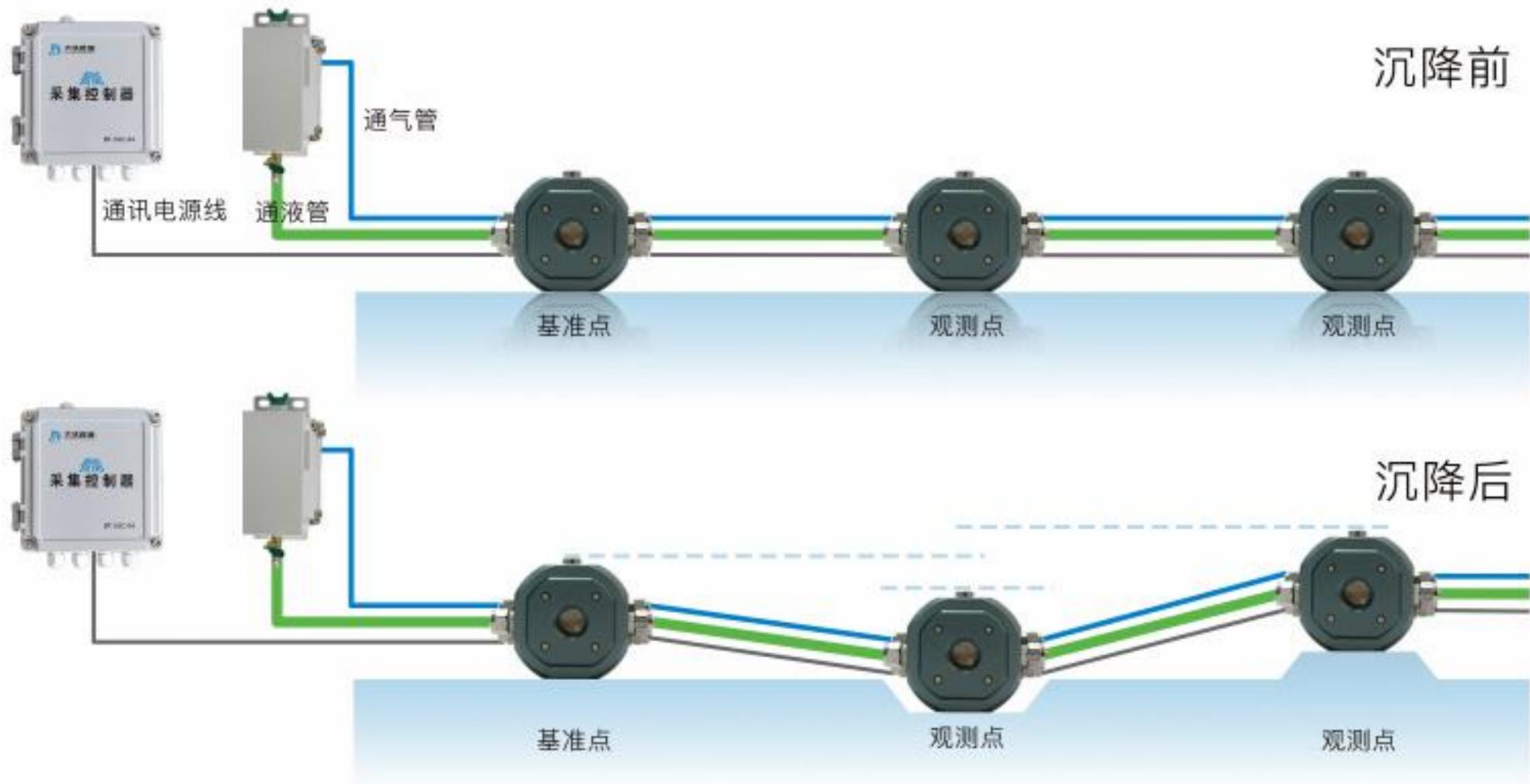
安全等级为一级（含环境风险等级一级/部分剖面一级）的基坑应采用自动化监测

其中，倾斜监测中基坑达到一倍开挖深度，每栋楼不少于1个倾角计。



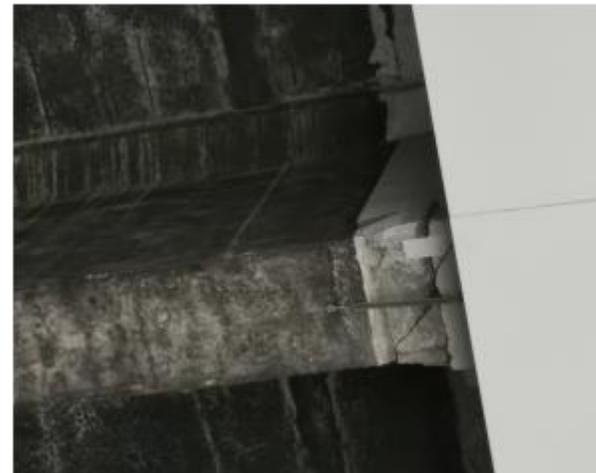
3、监测内容分项及监测方法

(6) 沉降监测



3、监测内容分项及监测方法

(7) 裂缝监测



感谢聆听!

中纬合作伙伴智能安全监测交流会