

塑造智慧变革



HEXAGON

海克斯康



北京
国家会议中心

2018年

9月10-12日

2018.hexagonchina.com.cn

铁路轨道检查仪在既有铁路 线的检测应用

演讲人：王文昆 2018-9-10



株洲时代电子技术有限公司

ZHUZHOU TIMES ELECTRONIC TECHNOLOGY CO., LTD.



海 克 斯 康
HEXAGON

目录

1 轨道测量控制网系统

2 轨道测量控制网建设技术方案

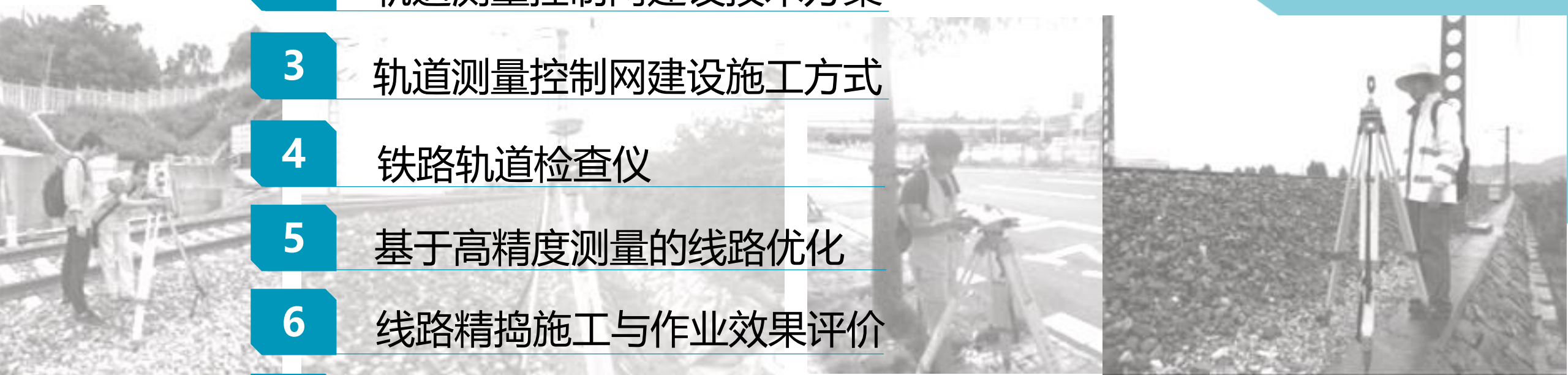
3 轨道测量控制网建设施工方式

4 铁路轨道检查仪

5 基于高精度测量的线路优化

6 线路精捣施工与作业效果评价

7 应用案例介绍



1

轨道测量控制网系统

1.1 既有线维护现状

既有铁路线路

维护现状

相对基准

局部水准

拉弦线

消除局部不平顺

效率低

如何

高质高效维护保养线路

铁路轨道测量控制网系统

- 卫星平面控制网
- 水准基点控制网
- 固定桩控制网
- 轨道精密测量
- 线路优化设计
- 捣固方案制定

轨道测量控制网系统

1.2 测量技术

轨道测量控制网系统

外部测量

GPS静态测量

高精度水准测量

自由设站边角交会网测量

自由设站边角交会
/水准测量

卫星控制点

GPS定位测量

固定桩控制点

线路测量点

轨检仪

线路标记点

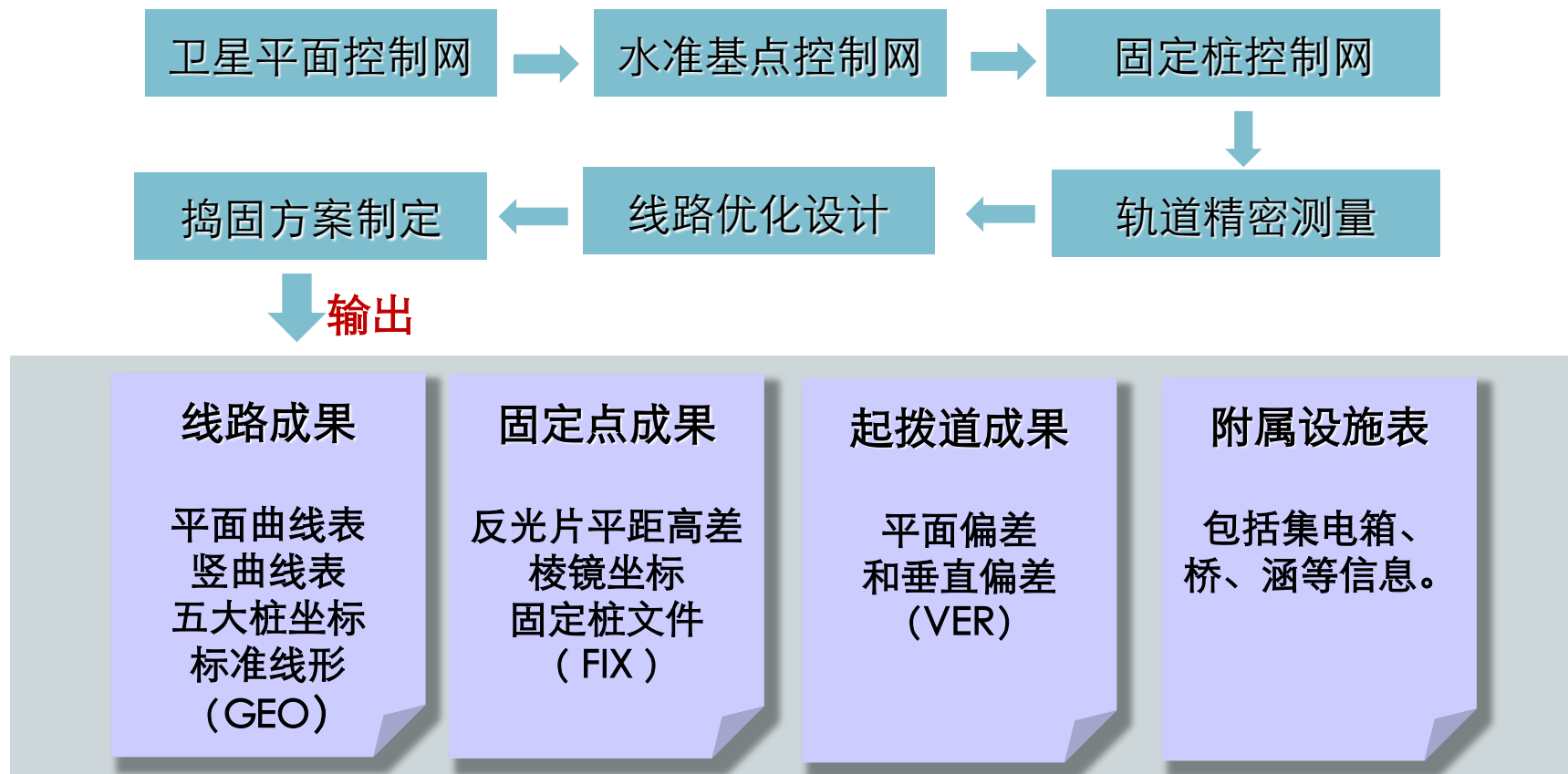
自由设站边角交会/水准测量

内部测量

铁路轨道检查仪

轨距
超高
水平
轨向
高低
中线坐标

1.3 系统建设流程



1

轨道测量控制网系统

1.4 系统特点

简单
高效

消除长波
不平顺

与捣固车
无缝对接

复测便捷

兼容性强

目录

1 轨道测量控制网系统

2 轨道测量控制网建设技术方案

3 轨道测量控制网建设施工方式

4 铁路轨道检查仪

5 基于高精度测量的线路优化

6 线路精捣施工与作业效果评价

7 应用案例介绍

2.1 主要技术依据

《有砟轨道固定桩设置及测量暂行技术条件》（TJ/GW 106-2013）

《铁路工程测量规范》（TB10101-2009）

《铁路线路设计规范》（GB50090-2006）

《铁路维修规则》（铁运[2006]146号）

《全球定位系统（GPS）铁路测量规范》（TB 10054）

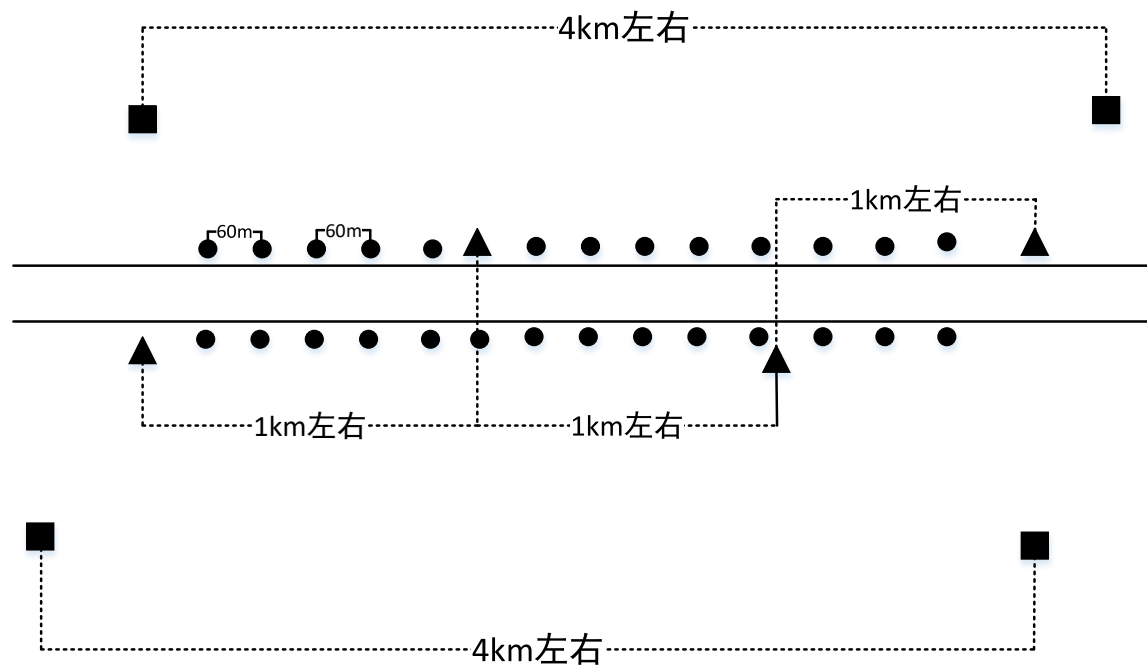
《国家三、四等水准测量规范》（GB/T 12898-2009）

2

轨道测量控制网建设技术方案

2.2 轨道测量控制网点位分布

- : 卫星控制网高级控制点, 线外每4km左右一对点, 联测国家已知点或附近CORS站
- ▲ : 卫星控制网次级控制点, 线内每1km左右一个点, 与水准基点控制网中控制点共点
- : 固定桩控制网控制点, 每60m左右布设一对点



2.3 技术方案

轨道测量控制网系统

卫星平面控制网



水准基点控制网

固定桩控制网

线

卫星控制点测设

——由整体到局部、高级到次级、分级测设

卫星高级控制点（相当于CPI）间隔3~4km

——联测CORS基站（C/D级）/国家A、B级控制点

卫星次级控制点（相当于CPII）间隔1km

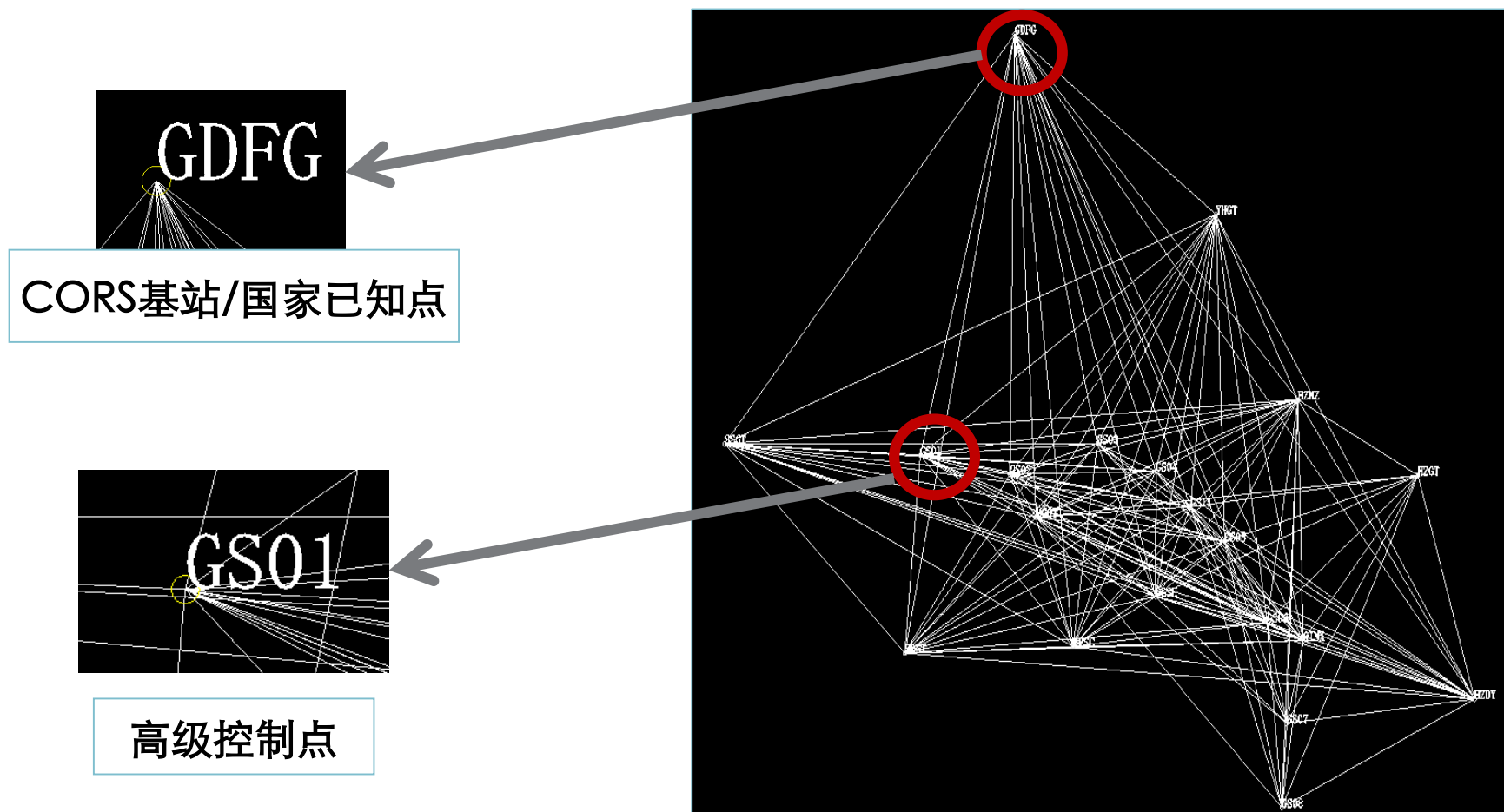
——GPS静态联测GPS高级控制点（D/E级）



2

轨道测量控制网建设技术方案

2.3 技术方案 高级控制点联测 CORS站和国家已知平面点



卫星平面控制网

2

轨道测量控制网建设技术方案

2.3 技术方案

——次级控制点联测高级控制点



卫星平面控制网

轨道测量控制网建设技术方案

轨道测量控制网系统

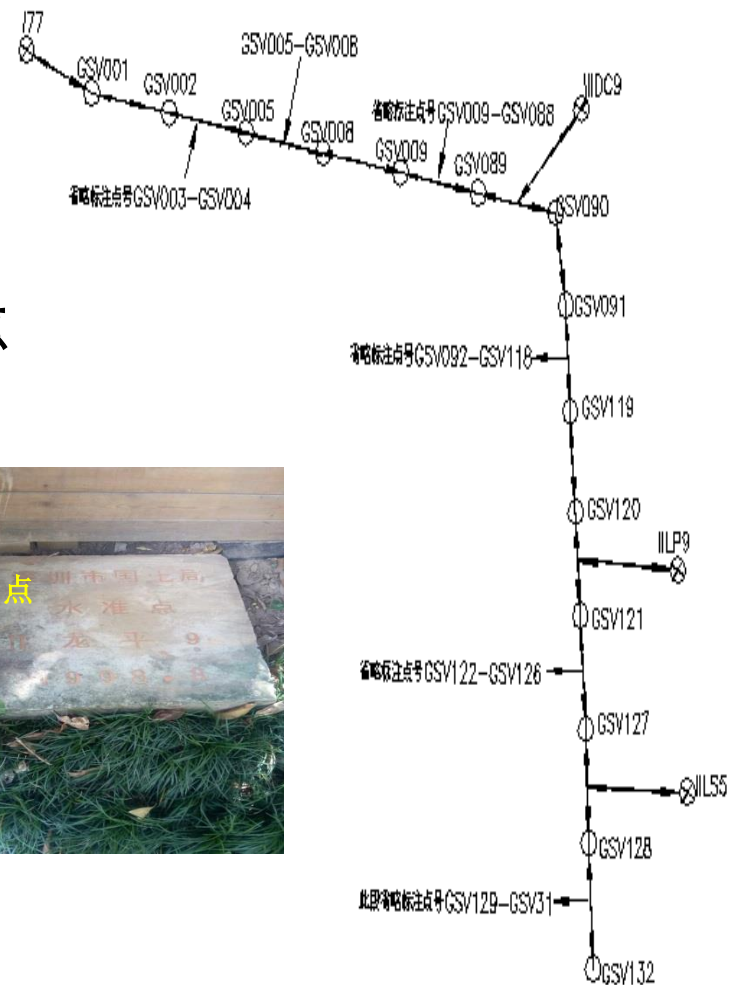
水准基点控制网

固定桩控制网

线

□ 技术措施

- 分级控制测量
- 国家三等水准
- 联测国家已知点
- 线下线上联测



2.3 技术方案

轨道测量控制网系统

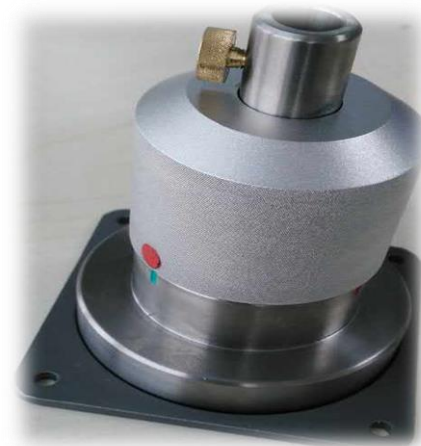
卫星平面控制网

水准基点控制网

固定桩控制网

线

黏贴式固定桩布设方法：固定桩采用接触网支柱上设置磁性底座，并在底座中心位置贴设自贴式反光片布设。



京广线线路约束网控制点现状报告

填报日期: 2015年12月7日

运用单位名称: 新田站

地址: 广东省广州市天河区

联系方式: 058-21067

执笔部门名称: 线路技术科 填报人: 李勇

产品制造单位名称: 株洲时代电子技术有限公司

产品名称: 线路约束网控制点

试用情况及评价:

我段于2013年11月25日至28日,与株洲时代电子技术有限公司合作,对京广线马田墟至横岗渡区间进行了近10km的线路约束网控制点布设,近期对其中的5km左右控制点反光片进行了应用现状考察,具体数据如下:

里程区间	1856+800~1862+0
控制点区间	185626~186142
控制点总数	100
自然脱落、风化、腐蚀点数	0

以上调查数据显示,基于反光片布设的线路约束网控制点抗腐蚀、风化性能良好,无自然脱落、变形。

2.3 技术方案

轨道测量控制网系统

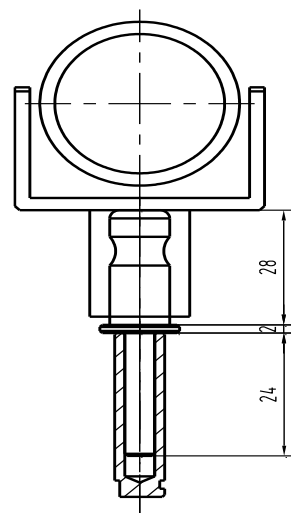
卫星平面控制网

水准基点控制网

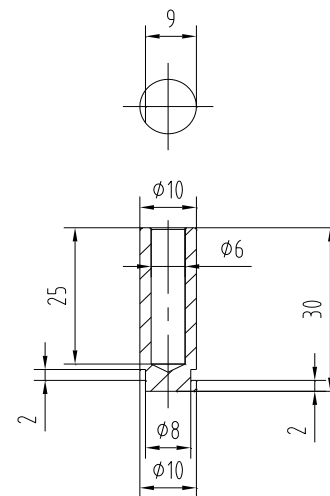
固定桩控制网

线

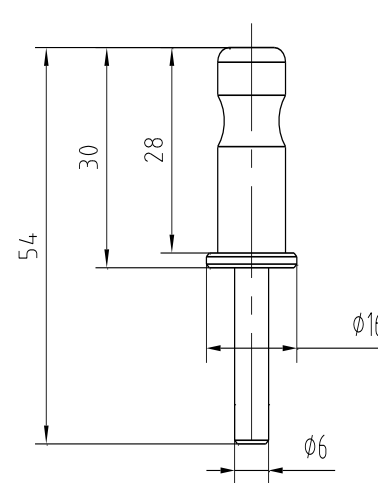
固定桩布设采取**打孔预埋**的方式在电线杆、挡砟墙或者电缆槽顶面上进行设置。预埋件均稳固，不可晃动，标志内及标志顶面检查无异物。



预埋式棱镜组件



预埋套管



固定鞘

2

轨道测量控制网建设技术方案

2.3 技术方案

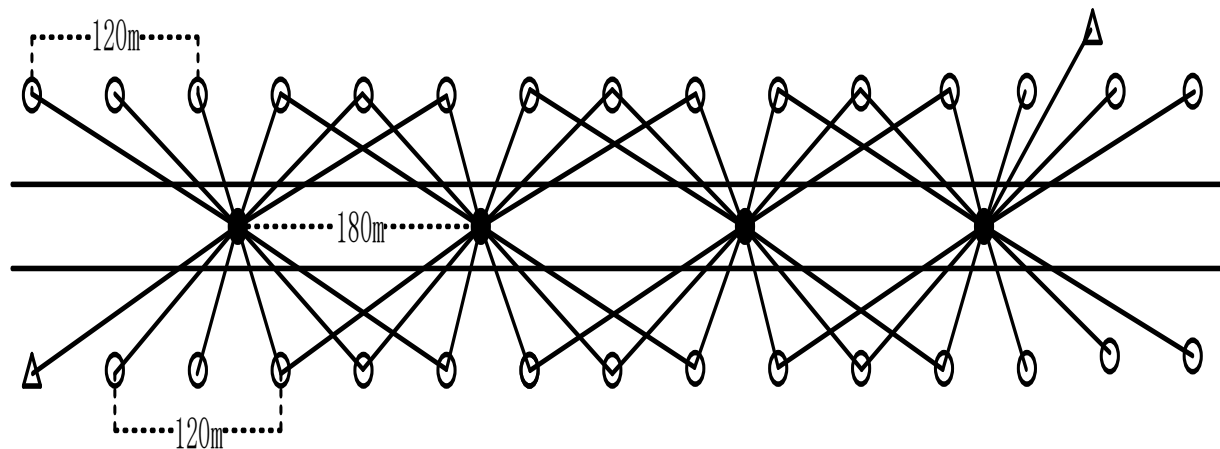
轨道测量控制网系统

卫星平面控制网

水准基点控制网

固定桩控制网

线



注：○为固定桩控制点；△为卫星平面控制网控制点；●为测站仪器所在地；

测量方式——全站仪自由测站边角交会法

联测数据——与卫星平面控制网、水准基点控制网联测



采用该方法，测量精度高、网型可靠性大、每个固定桩控制点至少有两个测站点上观测水平角、竖直角、斜距。

2

轨道测量控制网建设技术方案

2.3 技术方案

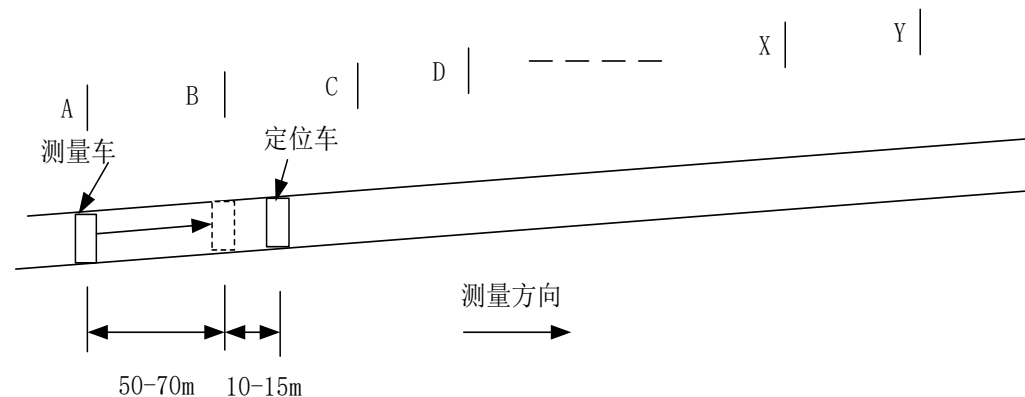
轨道测量控制网系统

卫星平面控制网

水准基点控制网

固定桩控制网

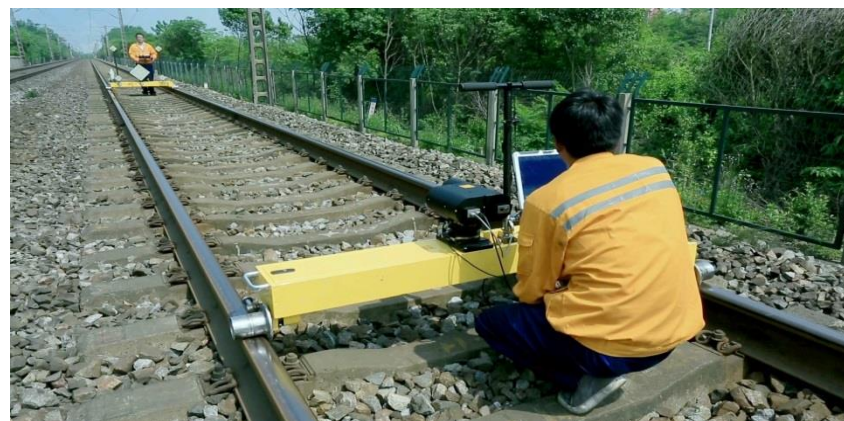
线



测量采用步进方式，测量时定位车静止不动，测量车沿铁轨向定位车运动，测量完一个区段后定位车再移动至下一个区段，开始下一段测量。



标记点标记



目录

- 1 轨道测量控制网系统
- 2 轨道测量控制网建设技术方案
- 3 轨道测量控制网建设施工方式
- 4 铁路轨道检查仪
- 5 基于高精度测量的线路优化
- 6 线路精捣施工与作业效果评价
- 7 应用案例介绍



卫星控制网点位 布设	卫星控制网测量	水准基点控制网 测量	固定桩控制网点 位布设	固定桩控制网测 量	线路精密 测量
2人	6人	3人	4人	4人	3人

职责

负责在铁路沿线布设GPS控制点。

分工

用电钻在水泥板上打孔，然后放置测钉，粘合剂固定测钉，做好保护标记。

仪器设备

电锤 粘合剂 锤子 测钉



3

轨道测量控制网建设施工方式

卫星控制网点位 布设	卫星控制网测量	水准基点控制网 测量	固定桩控制网点 位布设	固定桩控制网测 量	线路精密 测量
2人	6人	3人	4人	4人	3人

职责

完成卫星平面控制网测量工作

分工

联测cors已知点，进行GPS静态观测。一测站测量完成后，按设计网型合理换站，填写外业测量记录单，并导出测量数据。

仪器设备

GPS接收机（包括基座、接收机、三脚架）、外业测量记录单、防雨罩、对讲机



卫星控制网点位 布设	卫星控制网测量	水准基点控制网 测量	固定桩控制网点 位布设	固定桩控制网测 量	线路精密 测量
2人	6人	3人	4人	4人	3人

职责

完成水准基点控制网测量工作

分工

一个负责设站，进行仪器操作，保证外业采集数据符合规范要求；两人负责立尺，保证尺子立正，听到仪器操作员指令后再进行下一站测量。

仪器设备

一套水准测量设备（包括基座、水准仪、铟瓦尺、尺垫、三脚架）、外业测量记录单、防雨罩、对讲机。



3

轨道测量控制网建设施工方式

卫星控制网点位 布设	卫星控制网测量	水准基点控制网 测量	固定桩控制网点 位布设	固定桩控制网测 量	线路精密 测量
2人	6人	3人	4人	4人	3人

职责

负责在轨道两侧设置固定桩控制点。

分工

固定点设置岗负责电线杆打孔、预埋、进行固定点编号。

仪器设备

固定点设置工装、贴片、
AB胶、刷子、点号工装等。



卫星控制网点位 布设	卫星控制网测量	水准基点控制网 测量	固定桩控制网点 位布设	固定桩控制网测 量	线路精密 测量
2人	6人	3人	4人	4人	3人

职责

负责完成固定桩控制网外业数据采集。

分工

全站仪操作岗负责全站仪架设及操作，棱镜架设岗负责棱镜测量工装的。

仪器设备

全站仪、三脚架、棱镜、轨道棱镜测量工装及温度计、气压计。



卫星控制网点位 布设	卫星控制网测量	水准基点控制网 测量	固定桩控制网点 位布设	固定桩控制网测 量	线路精密 测量
2人	6人	3人	4人	4人	3人

职责

操作长波轨检仪测量小车，完成轨道线形测量及轨道线路点标记。

分工

测量车操作岗负责操作测量车的运行以及测量车端固定点测量系统软件的操作。定位车操作岗负责操作定位车的运行、摄像系统的调整以及摄像测量系统软件的操作。辅助测量岗负责协助测量车测量固定点工作，记录测量中遇到的集电箱、道岔、桥梁等特征点并利用喷漆和标记点喷涂字板完成标记点设置。

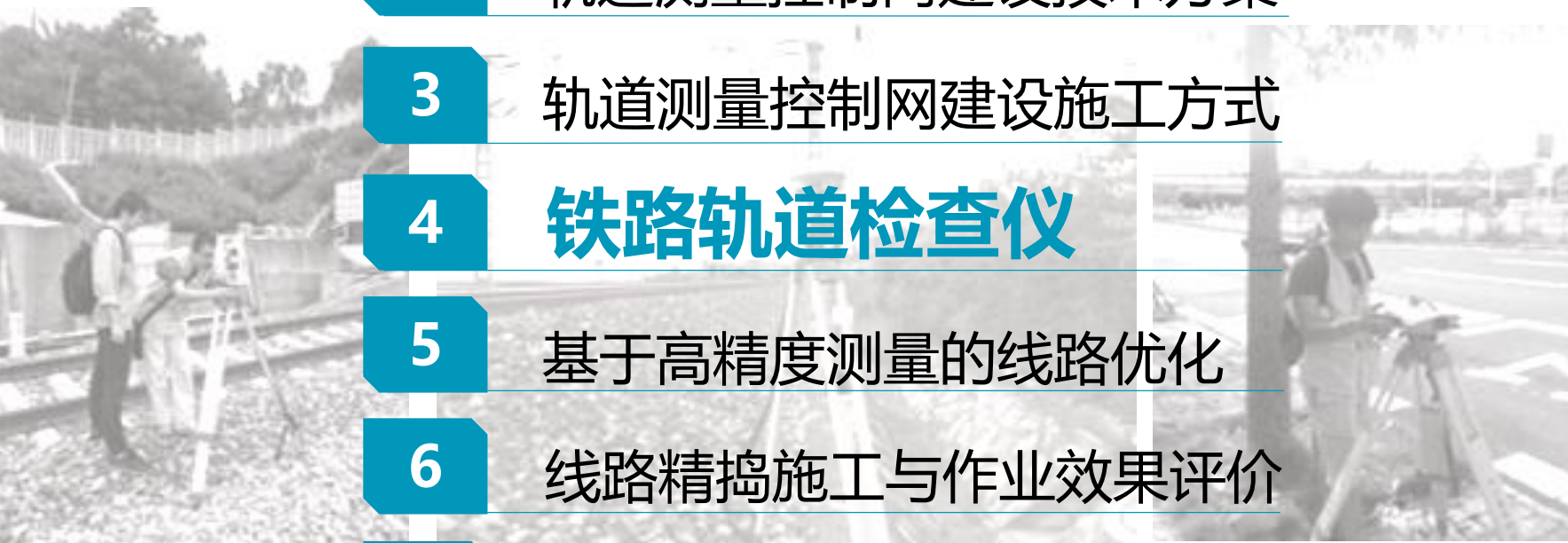
仪器设备

铁路轨道长波检查仪、
标记点喷涂字板。



目录

- 1 轨道测量控制网系统
- 2 轨道测量控制网建设技术方案
- 3 轨道测量控制网建设施工方式
- 4 **铁路轨道检查仪**
- 5 基于高精度测量的线路优化
- 6 线路精捣施工与作业效果评价
- 7 应用案例介绍



4.1 工作原理

铁路轨道检查仪是一种基于摄像测量技术的测量系统，并结合基于全站仪的固定桩测量，组成一套自动化程度很高的轨道几何参数测量装置。该装置不仅能在既有线建网过程中使用，还能在已有CP3或者固定桩控制网的线路日常维护中使用，对线路运营维护自动化具有重要意义。铁路轨道检查仪由两台手推式小车组成，分别称为测量车与定位车。



4

铁路轨道检查仪

4.1 工作原理

内部参数测量功能

轨道内部参数测量基于摄像技术原理，通过测量与线路紧密结合的移动目标物，实时解析图像，以获得轨道内部参数：**轨距、水平、三角坑、轨距变化率、左右高低、左右轨向、正矢、抄平和里程。**



外部参数测量功能

轨道外部参数测量基于全站仪测量原理，结合安装在车体上的全站仪以及车体内部传感器的测量数据，综合处理，获得轨道外部参数，能够检测轨道**平面偏差、高程偏差**等外部参数。



4.1 工作原理

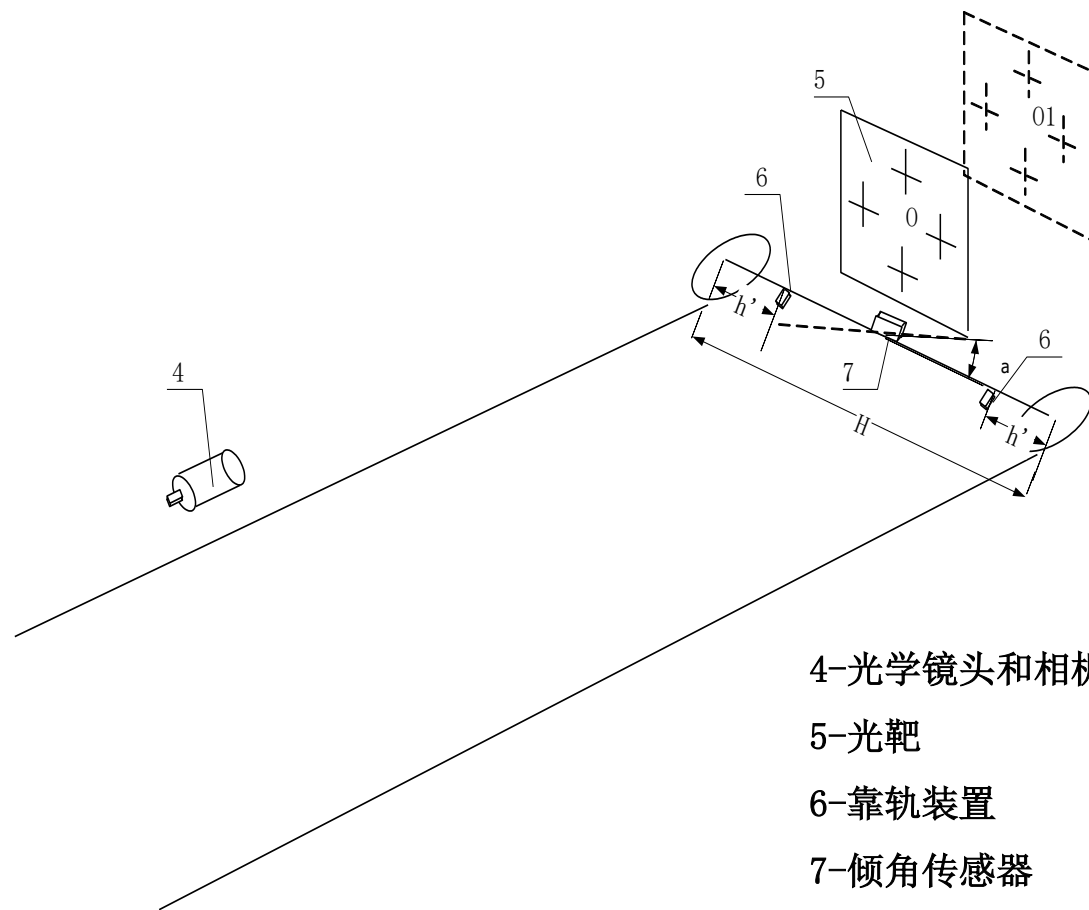
线路线型测量利用光弦的准直性，基于摄像测量的技术，通过测量与线路紧密结合的目标物的移动，实时解析图像，获得线路线形参数。



4.2 线路相对线形测量原理

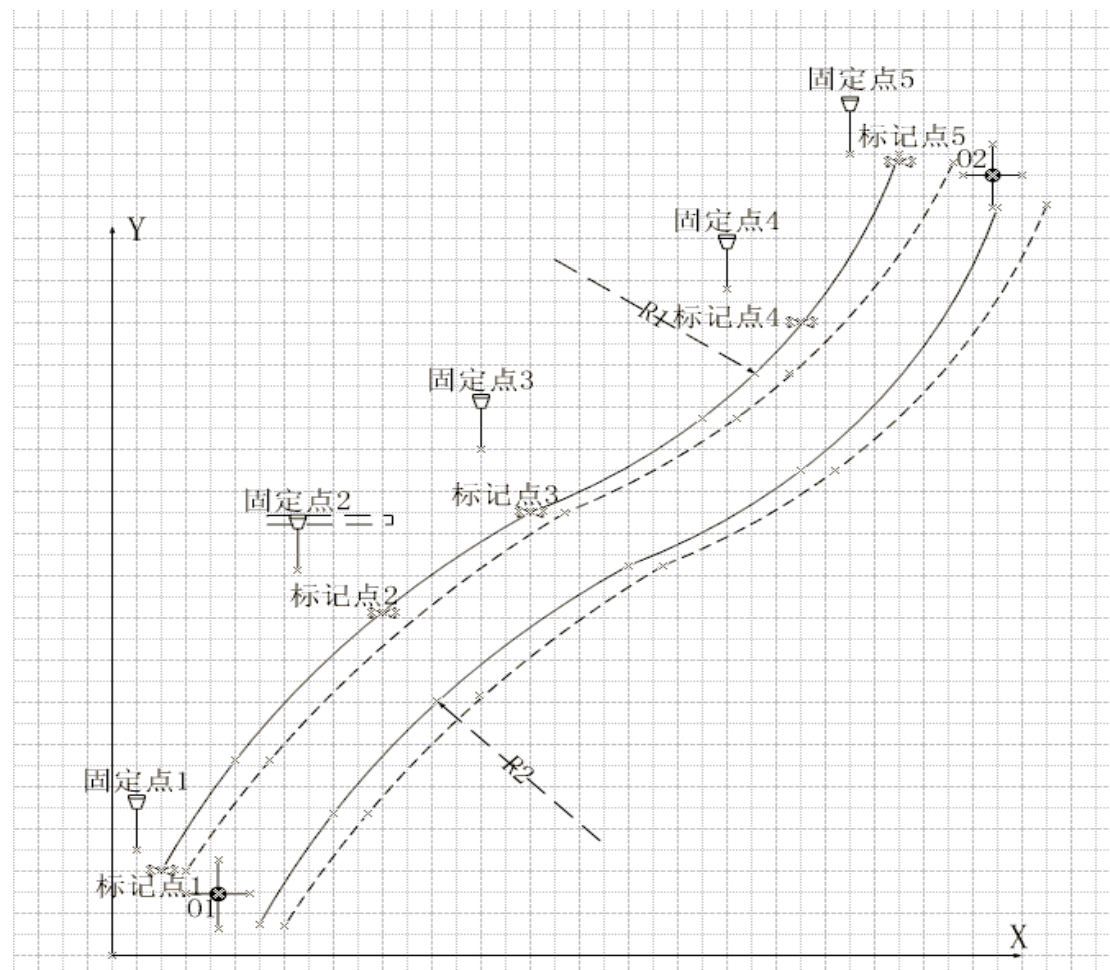
当测量小车沿铁轨运动时, 车轮的空间位置反映了铁轨的空间曲线参数。

可以完成矢距、超高、超平、轨距等多种轨道几何参数的测量, 测量范围大, 测量弦长长, 能满足长波检测的要求, 有效地消除长波不平顺。



4.3 线路绝对测量原理

- 1、建立测量控制网，含数据库及其相应的管理软件，数据库中记录着原始设计中线及线路控制点的理论值；
- 2、固定点偏移采用全站仪测量，用于轨道参数测量的修正；
- 3、在两个固定点之间，轨道的曲线参数仍然采用相对测量法测量。



4.4 技术参数

序号	项目	精度指标	备注
1	轨距	$\pm 0.30\text{mm}$	
2	轨距变化率	$\pm 0.02\%$	基长为1m
3	超高	$\pm 0.30\text{mm}$	
4	扭曲	$\pm 0.50\text{mm}$	
5	高低、轨向	$\pm 0.3\text{mm}$	
6	正矢	$\pm 1.0\text{mm}$	20m弦
7	线路横向偏差	$\pm 3.0\text{mm}$	
8	线路垂向偏差	$\pm 2.5\text{mm}$	
9	里程	$\pm 1\%$	里程累计误差

4

铁路轨道检查仪

4.5 设备结构



测量车主要部件

4

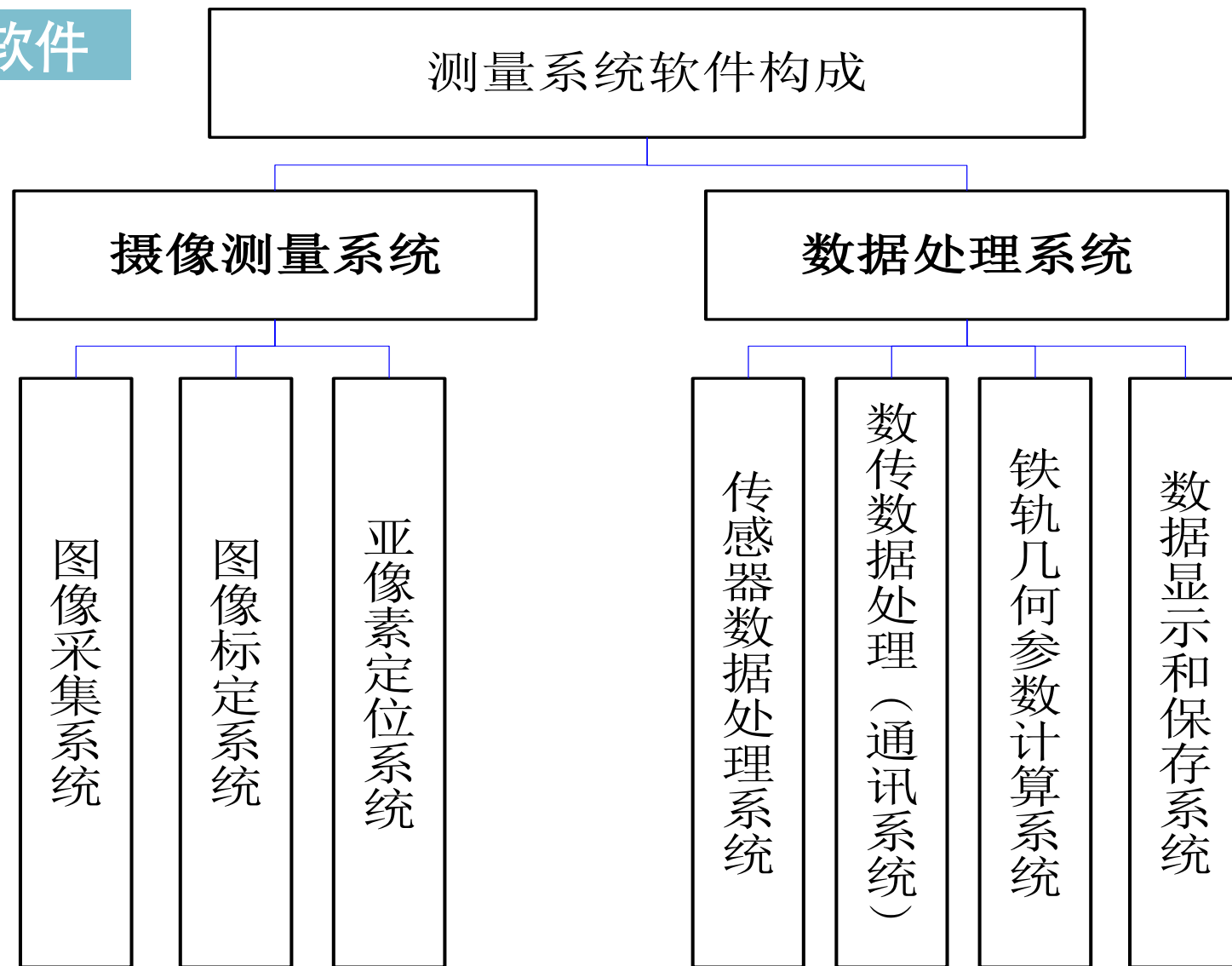
铁路轨道检查仪

4.5 设备结构



定位车主要部件

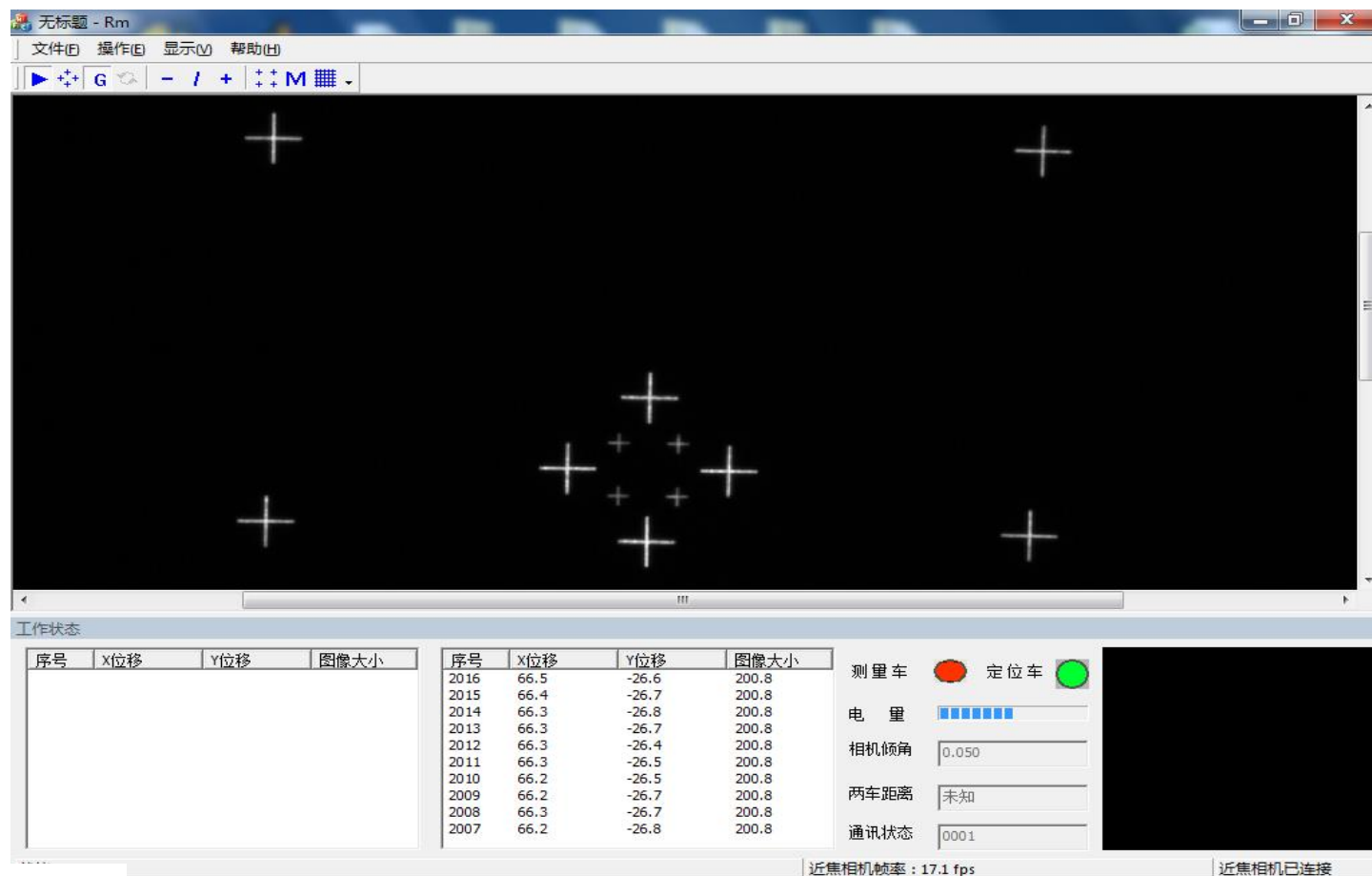
4.6 测量软件



4

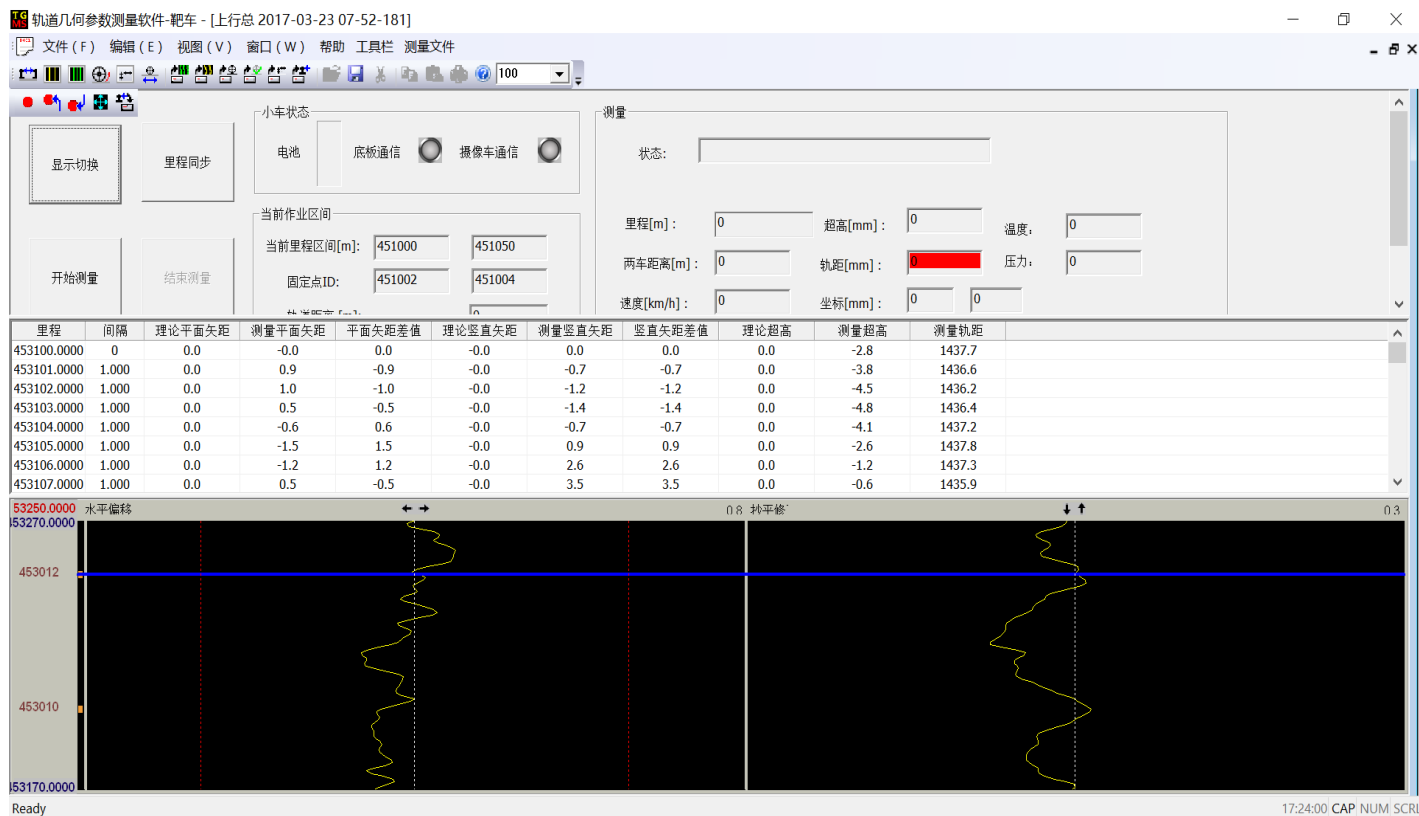
铁路轨道检查仪

4.7 定位车软件



定位车软件的主要功能是采集图像，进行模式识别，亚像素定位十字丝的中心并给出中心坐标，连同传感器数据通过数传电台发送给测量车进行进一步处理。

4.8 测量车软件



测量车软件的主要功能是采集数据，包括轨距、超高、高差、平距等，并接受定位车传输过来的数据。

目录

1 轨道测量控制网系统

2 轨道测量控制网建设技术方案

3 轨道测量控制网建设施工方式

4 铁路轨道检查仪

5 基于测高精度的线路优化

6 线路精捣施工与作业效果评价

7 应用案例介绍

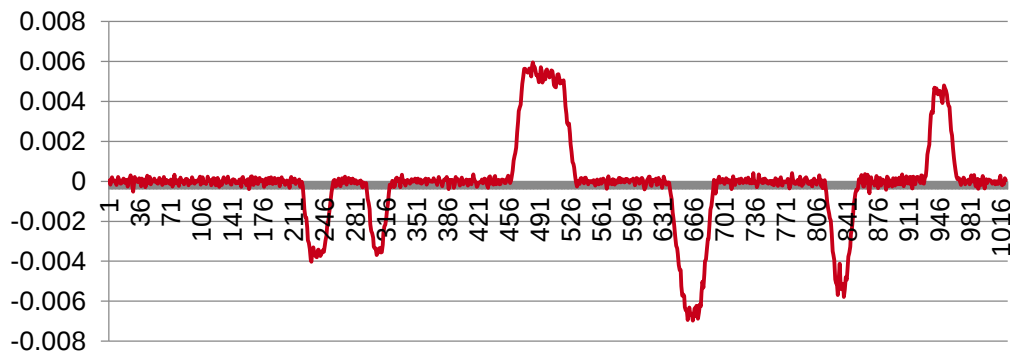
5.1 平面线路数据处理

优化原则

平面线路优化在满足线路设计规范与维修规范的前提下，采用拨道量最小的原则进行线路优化。

对于直线采用线性拟合的方法，找到拨道量最小的直线方程。对于曲线采用曲线拟合的方法找到拨道量最小的圆心位置和半径大小及缓和曲线长度。曲线优化中首先考虑曲线的切线方向和转向角，保证曲线的转向角变化最小，使线路不至于发生大的改变。

数据分析



5

基于高精度测量的线路优化

5.1 平面线路数据处理

自动优化

人工干预



对曲线半径和缓长进行适当调整，使拨道量整体最小。根据线间距、桥梁、隧道、道岔这些有拨道量要求的地方在直线上设置预拨道量进行拨道限制。

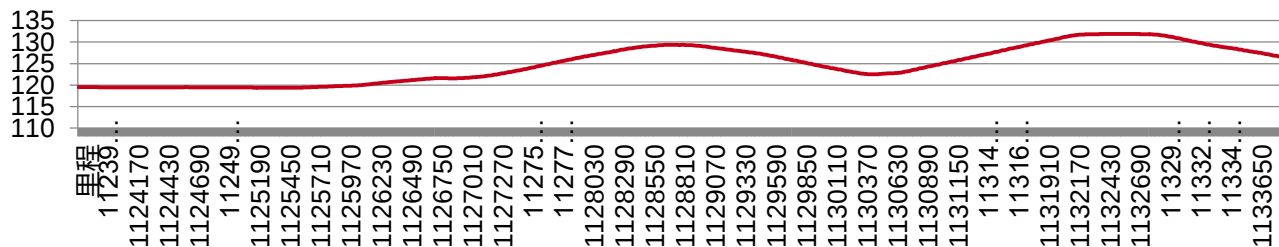
5.2 纵断面线路数据处理

优化原则

纵断面线路设计采用高程拉坡人工干预方法进行线路优化，优化的原则是要满足《铁路线路设计规范》、《铁路维修规范》的要求。主要有：最小坡段坡长不小于200m，相邻坡度差不得超过15%，在坡度差大于3%时，需要在变坡点处增加竖曲线，竖曲线半径一般设为10000m，在满足以上规范后优化时应尽量使起道量最小化。

对于在有平面曲线存在时需对坡度进行折减，对于有缓和曲线存在的方，要避免有竖曲线存在。

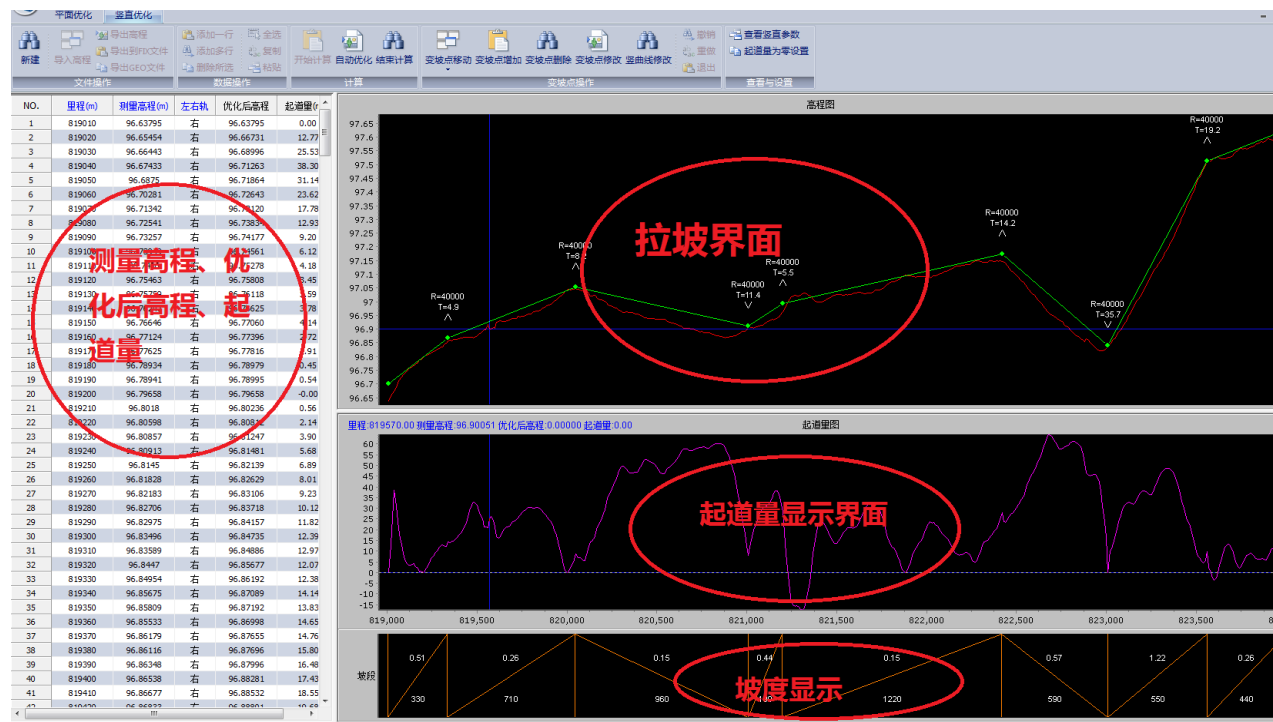
数据分析



5.2 纵断面线路数据处理

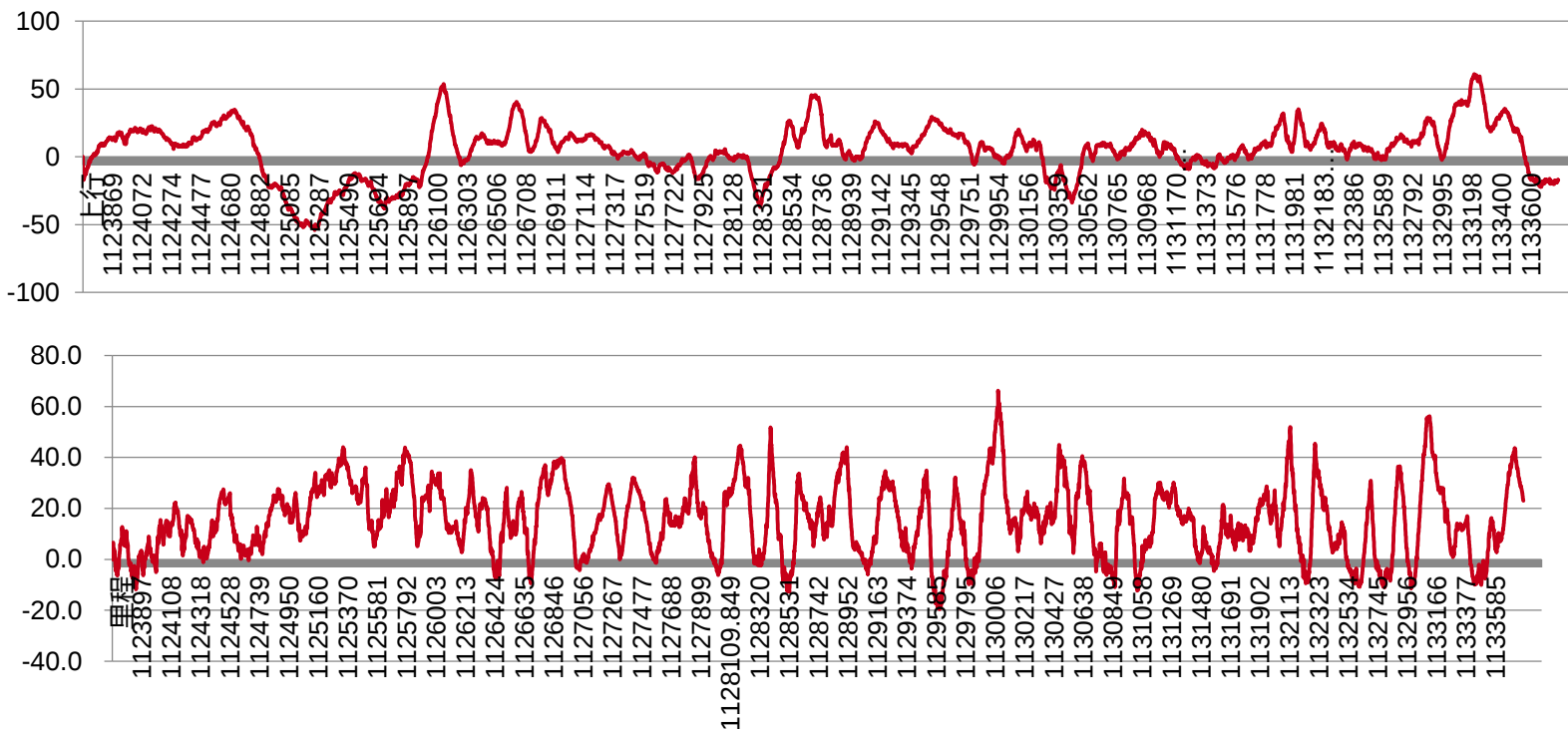
自动优化

人工拉坡



5.3 线路优化成果

线路优化设计成果包含平面曲线表、竖曲线表、固定桩成果表、线路起拨道量表等。



目录

- 1 轨道测量控制网系统
- 2 轨道测量控制网建设技术方案
- 3 轨道测量控制网建设施工方式
- 4 铁路轨道检查仪
- 5 基于高精度测量的线路优化
- 6 **线路精捣施工与作业效果评价**
- 7 应用案例介绍

捣固施工

捣固前

线路技术资料提交与核对

向工务段技术部门提供大机捣固地段优化后平面曲线、超高，纵断面坡度、变坡点、竖曲线资料（GEO）；提供编制好的捣固车前端偏移计算机数据文件（VER）。提供线路标记点里程同步文件。

捣固

现场数据标注

检查标记点M记号是否清晰，对不清晰的M点进行重新标记。精确标注好曲线ZH、HY、QZ、YH、HZ点及超高值，纵断面坡度值、变坡点、竖曲线ZY、QZ、YZ点。

复测

评估

6

线路精捣施工与作业效果评价

捣固施工

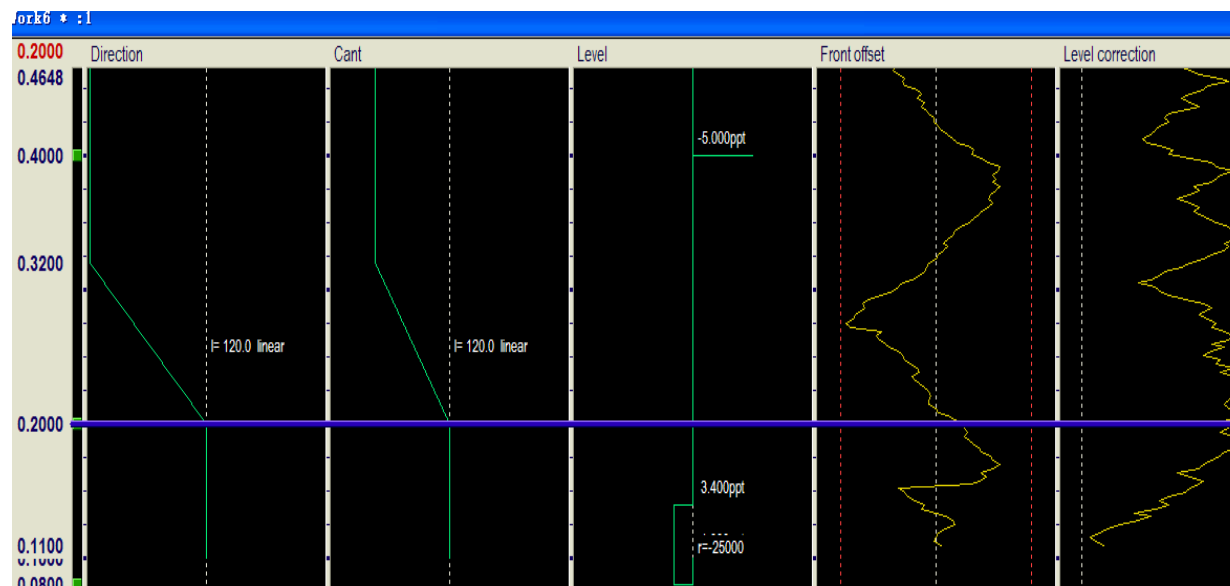
捣固前

捣固

复测

评估

捣固车录入平、纵断面线形数据，录入纵断面与设计线位置偏差数据、平面与设计线位置偏差数据。



6

线路精捣施工与作业效果评价

捣固施工

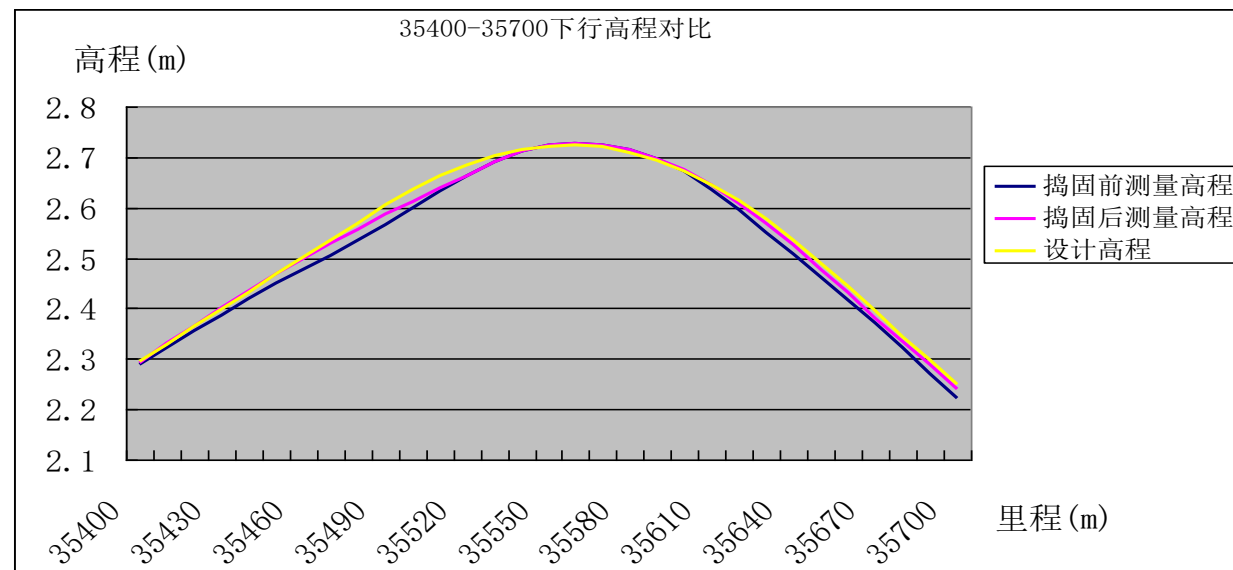
捣固前

捣固

复测

评估

捣固后测量线形及设计线形的对比



捣固施工

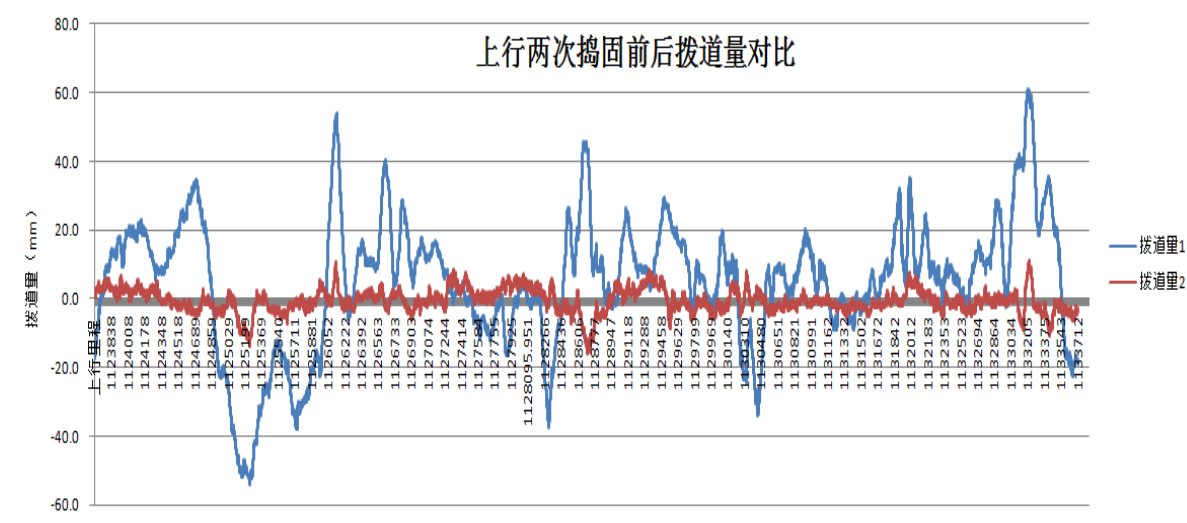
捣固前

捣固

复测

评估

捣固前线路拨道量和捣固后线路拨道量对比



捣固施工

捣固前

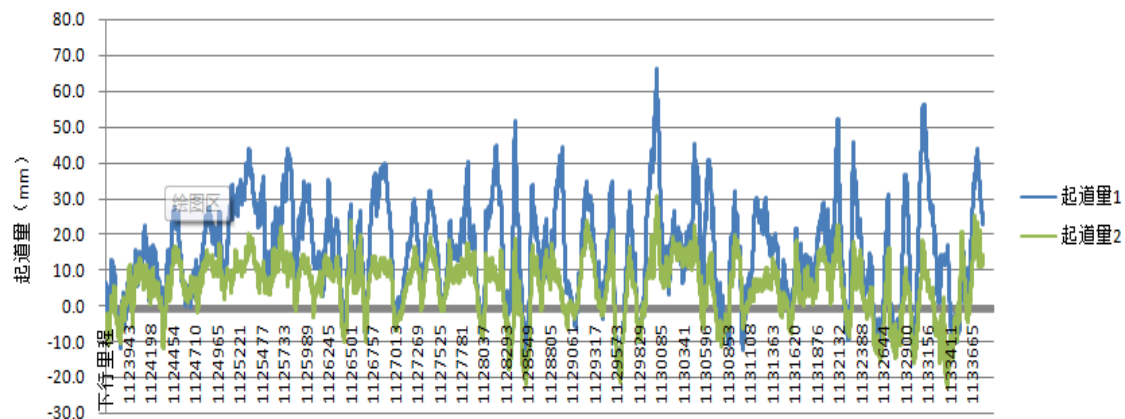
捣固

复测

评估

捣固前线路起道量和捣固后线路起道量对比

下行两次捣固前后起道量对比



动检车线路检验结果对比

大机依据精捣方案进行捣固作业后，TQI指标下降范围

捣固施工

捣固前

捣固

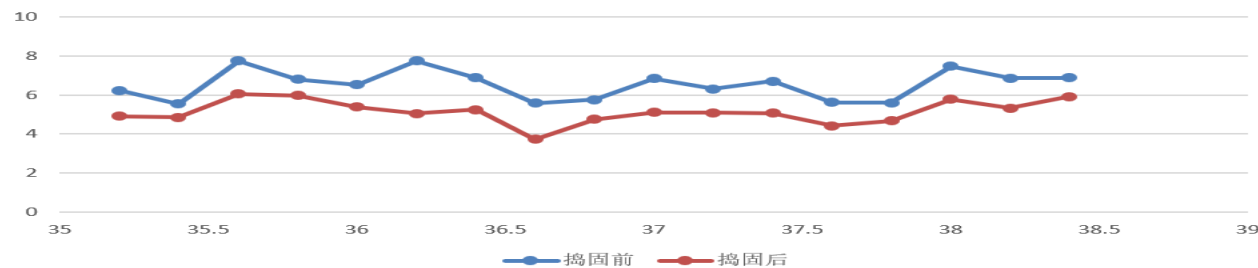
复测

评估

TQI指数汇总表 (1月25、26日为黄色, 2月7、8日为白色)

线名	里程	超限	左轨向	右轨向	左高低	右高低	水平	轨距	三角坑	TQI	超标	速度	标准	日期编号	车型	更新
武九线下行	35	无	0.53	0.83	0.46	0.56	0.62	1.02	0.71	4.73	未超过	127	(120, 160)	20150207	动检车	
武九线下行	35.2	无	0.49	0.88	0.5	0.69	0.62	0.98	0.74	4.92	未超过	126	(120, 160)	20150207	动检车	
武九线下行	35.2	无	0.8	1.1	0.81	1.05	0.65	0.98	0.84	6.23	未超过	126	(120, 160)	20150125	动检车	
武九线下行	35.4	无	0.4	0.85	0.57	0.71	0.59	0.96	0.78	4.85	未超过	126	(120, 160)	20150207	动检车	
武九线下行	35.4	无	0.78	1.07	0.57	0.78	0.59	0.96	0.81	5.55	未超过	130	(120, 160)	20150125	动检车	
武九线下行	35.6	无	0.65	0.91	0.71	0.89	0.9	1.07	0.93	6.06	未超过	136	(120, 160)	20150207	动检车	
武九线下行	35.6	无	0.92	1.31	0.72	1.34	1.15	1.02	1.3	7.76	未超过	139	(120, 160)	20150125	动检车	
武九线下行	35.8	无	0.59	0.81	0.62	0.67	1.21	0.93	1.15	5.99	未超过	145	(120, 160)	20150207	动检车	
武九线下行	35.8	无	0.94	1.17	0.77	0.78	1.21	0.86	1.09	6.81	未超过	148	(120, 160)	20150125	动检车	
武九线下行	36	无	0.56	0.78	0.74	0.83	0.81	0.88	0.78	5.39	未超过	153	(120, 160)	20150207	动检车	
武九线下行	36	无	0.79	0.81	1.05	1.15	0.9	0.87	0.96	6.53	未超过	153	(120, 160)	20150125	动检车	
武九线下行	36.2	无	0.57	0.64	0.62	0.78	0.74	0.85	0.84	5.05	未超过	156	(120, 160)	20150207	动检车	
武九线下行	36.2	无	0.83	0.59	1.18	1.65	1.21	0.81	1.49	7.76	未超过	156	(120, 160)	20150125	动检车	
武九线下行	36.4	无	0.64	0.72	0.64	0.8	0.68	1.05	0.74	5.26	未超过	156	(120, 160)	20150207	动检车	
武九线下行	36.4	无	1.01	0.71	1.09	1.3	0.84	0.92	1.02	6.89	未超过	156	(120, 160)	20150125	动检车	
武九线下行	36.6	无	0.47	0.5	0.54	0.56	0.5	0.6	0.58	3.74	未超过	156	(120, 160)	20150207	动检车	
武九线下行	36.6	无	0.81	0.8	0.46	0.64	0.5	0.72	0.65	4.58	未超过	155	(120, 160)	20150125	动检车	
武九线下行	36.8	无	0.56	0.56	0.48	0.6	0.81	0.85	0.9	4.76	未超过	155	(120, 160)	20150207	动检车	
武九线下行	36.8	无	1.04	0.65	0.54	0.69	0.93	0.73	0.99	5.77	未超过	155	(120, 160)	20150125	动检车	
武九线下行	37	无	0.56	0.79	0.53	0.61	0.84	0.91	0.87	5.12	未超过	154	(120, 160)	20150207	动检车	
武九线下行	37	无	1.17	1.08	0.88	0.73	1.24	0.84	1.12	6.85	未超过	155	(120, 160)	20150125	动检车	
武九线下行	37.2	无	0.63	0.81	0.76	0.58	0.68	0.93	0.68	5.1	未超过	154	(120, 160)	20150207	动检车	
武九线下行	37.2	无	1.23	0.98	0.87	0.8	0.74	0.89	0.81	6.32	未超过	155	(120, 160)	20150125	动检车	

武九线捣固前后TQI



6

线路精捣施工与作业效果评价

捣固施工

捣固前

捣固

复测

评估

动检车线路检验结果对比

大机依据精捣方案进行捣固作业后，轨检车再次检查波形图与作业前对比



目录

1 轨道测量控制网系统

2 轨道测量控制网建设技术方案

3 轨道测量控制网建设施工方式

4 铁路轨道检查仪

5 基于高精度测量的线路优化

6 线路精捣施工与作业效果评价

7 应用案例介绍

时间	客户名称	项目线路	项目内容
2011.5~2012.3	上海铁路局	京沪客专	EM-SAT建网
2012.6~2013.9	粤海铁路	海南东环线	建网测量
2013.11~2013.12	广铁集团	京广线衡阳段	既有线精捣精测
2014.5~2014.7	广铁集团	南广线郁南段	高速线精捣精测CPIII
2014.10.8~12.15	中铁十局	兰渝线合川段	高速线精捣精测CPIII
2014.12~12	永州工务段	衡柳线	高速线精捣精测CPIII
2015.3	广州大机段	娄邵线	高速线精捣精测
2015.5	兰州局	兰新线金昌段	既有线精捣精测
2015.5~7	武汉局	京广线孝感段	既有线精捣精测
2015.8	北京局	张唐铁路	高速线精捣精测
2015.11~12	中铁七局	广茂线	既有线精捣精测
2015.3~2016.12	广铁集团	娄邵线等	EM-SAT建网合作研究
2016.7~2017.7	广铁集团	广深线	高速线建网精测
2016.4	上海局	宁启线	海安六合精测
2016.5	昆明局	沪昆线曲靖段	既有线建网
2016.5	沈阳局	秦沈线锦州段	客运专线建网
2016.6	济南局	青荣城际	精测
2016.7	昆明局	云桂线	弥勒段精测
2016.9	南昌局	沪昆线萍乡段	建网精测
2016.12	永州工务段	衡柳线	精测
2017.3	太原局	南同蒲铁路平遥段	轨道测量控制网建设
2017.06	济南局	龙烟铁路	精测

7.1 广深线建网

□ 线路类型

——既有线建网



红线标识为测量路线示意

测量线路为广深铁路广州东至深圳段，起于广州东站，经常平火车站，至深圳火车站，双线135.5公里，里程为K10+000至K145+500的客运专线线路。

□ 建网要求

提供

固定桩的绝对三维坐标（国家坐标系）

优化后的线路理论线型

线路起拨道量

固定桩至标准线型的位置关系（平距和高差）

应用案例介绍

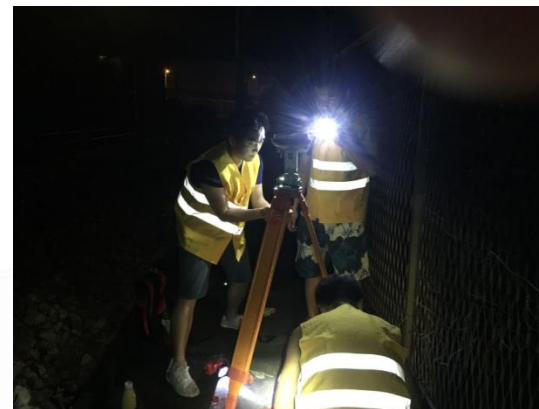
□ 建网方案



7.1 广深线建网

□ 技术难点

- 测量线路距离长，控制点成带状分布
- 国家已知点破坏严重，水准联测距离长



- 分级测设，设置高级控制点
- 高级平面控制联测广东省cors中心进行解算，每相邻高级控制点将对线路进行分段控制

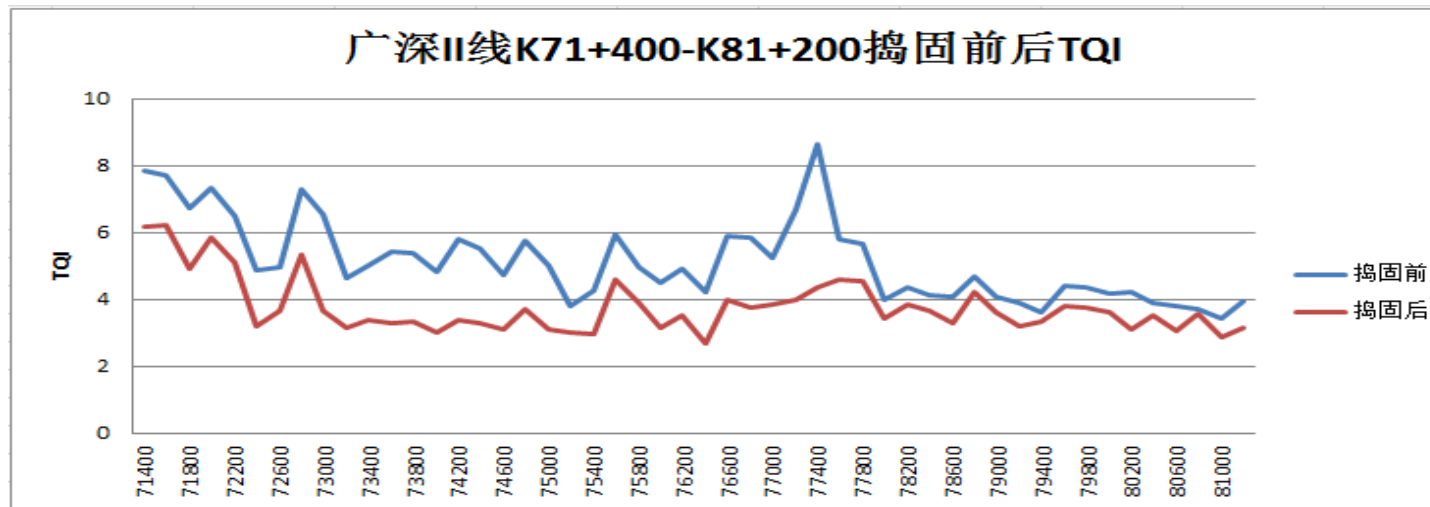
□ 技术措施

7.1 广深线建网

成果资料

- 附件1：广深I、II线卫星平面控制网成果表.docx
- 附件2：广深I、II线水准基点控制网成果表.docx
- 附件3：广深I、II线固定桩控制网成果表.docx
- 附件4：广深I、II线C级、D级卫星平面控制点点之记.docx
- 附件5：广深I、II线轨道控制网建设项目仪器设备检定证书.docx
- 附件6：广深I线平面优化台账.xlsx
- 附件7：广深II线平面优化台账.xlsx
- 附件8：广深I线竖直优化台账.xlsx
- 附件9：广深II线竖直优化台账.xlsx
- 广深I、II线铁路轨道测量控制网建设工程总结报告20171027.docx

精捣前后TQI



7.2 沪昆线曲靖段线路测量

高级控制桩设置

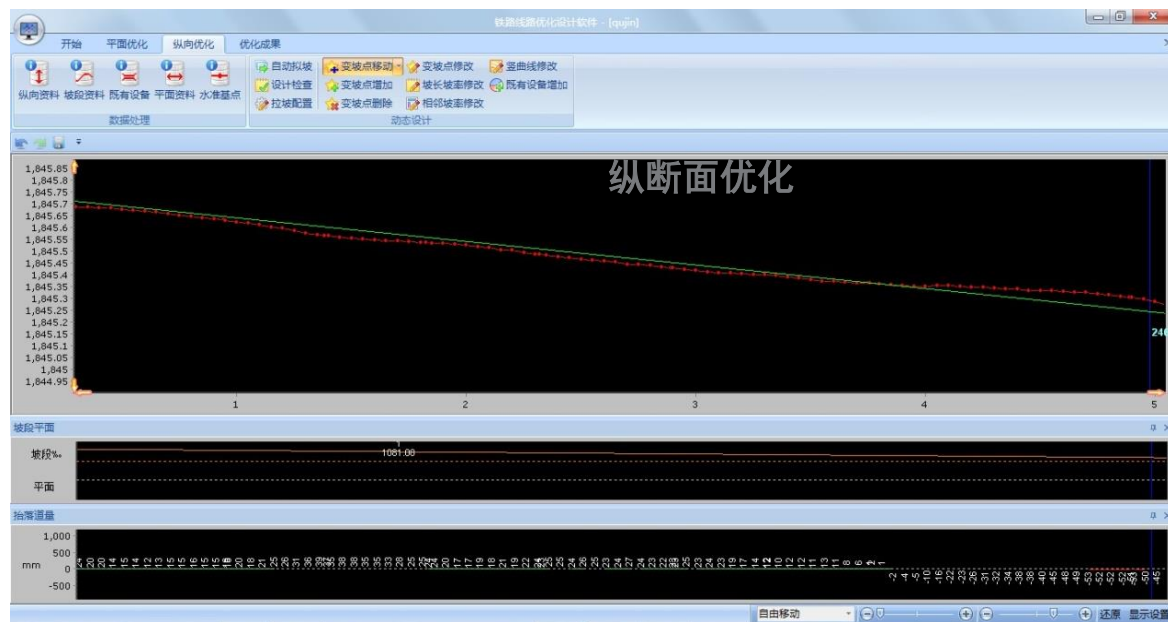
高级控制桩测量

固定桩设置

固定桩测量

线路线型与固定
桩位置关系测量

内业处理



7.2 沪昆线曲靖段线路测量

高级控制桩设置

高级控制桩测量

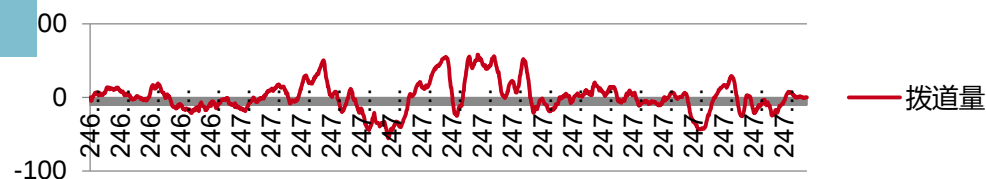
固定桩设置

固定桩测量

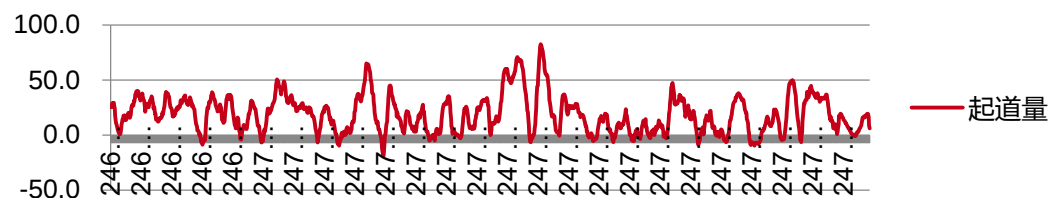
线路线型与固定
桩位置关系测量

内业处理

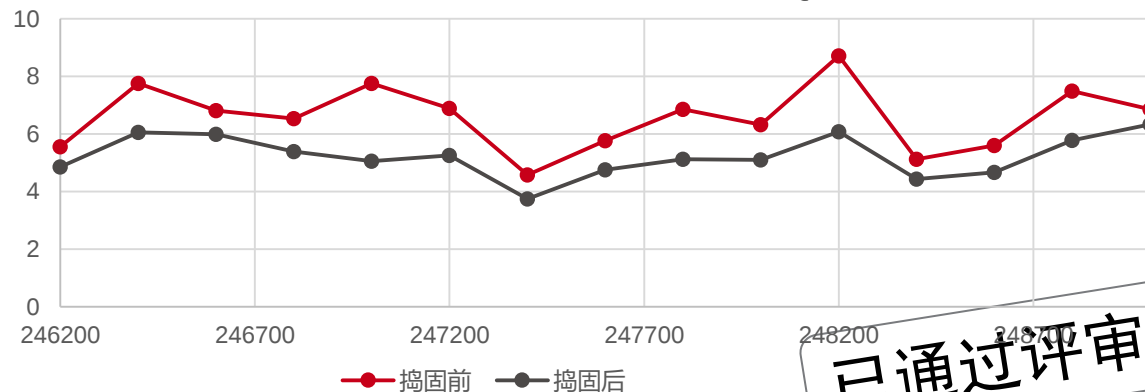
拨道量



起道量



沪昆线曲靖段捣固前后TQI



已通过评审

7.3 南同蒲线路建网测量

卫星控制网

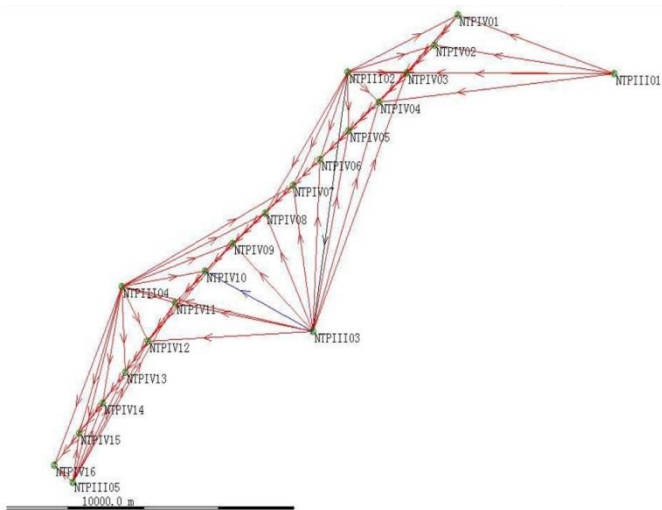
质量评价

表 6.12 卫星平面控制网二维约束平差最弱边精度信息

等级	最弱边	方向中误差 MA(s)		边长相对中误差 MS:S		备注
		实测	限差	实测	限差	
三等	NTPIII03至NTPIII04	0.14	1.7	1/1546000	1/100000	合格
四等	NTPIV001 至 NTPIV002	0.86	2.0	1/245000	1/70000	合格

表 7.3 往返测高差检验表

起点	终点	类型	高差 (m)	较差 (mm)	限差 (mm)	距离 (km)	是否合格
NTPIV001	NTPIV002	往测	1.21982	0.07	3.88	0.93862	合格
		返测	-1.21975			0.93555	合格
NTPIV002	NTPIV003	往测	0.15996	-0.17	3.99	0.9927	合格
		返测	-0.16013			0.98856	合格
NTPIV003	NTPIV004	往测	-1.19603	0.53	4.05	1.02568	合格
		返测	1.19656			0.98447	合格
NTPIV004	NTPIV005	往测	-1.64185	0.87	4.09	1.04755	合格
		返测	1.64272			1.05768	合格
		往测	-0.95627			1.01216	合格



7.3 南同蒲线路建网测量

质量评价

固定桩控制网

表 8.2 固定桩控制网测量平面精度统计（自由网）

起止里程	长度(km)	自由网平差	
		方向观测值改正数最大值(")	距离观测值改正数最大值(mm)
K452+000-K459+600	7.9	2.46	-2.14

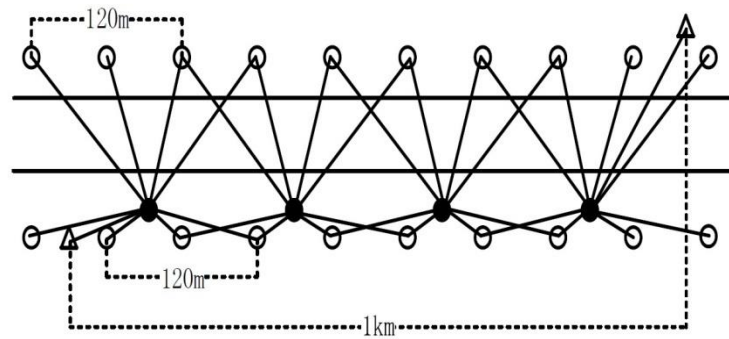
表 8.3 固定桩控制网测量平面精度统计（约束网）

约束网平差 (K452+000-K459+600)						
与卫星平面控制网联测		与固定桩控制网联测		方向观测中误差最大值(")	距离观测中误差最大值(mm)	相邻点相对点位中误差最大值(mm)
方向观测值改正数最大值(")	距离观测值改正数最大值(mm)	方向观测值改正数最大值(")	距离观测值改正数最大值(mm)			
1.87	4.84	4.09	4.72	1.63	2.28	1.7

表 8.4 固定桩高程网平差精度统计表

起止里程	长度(km)	自由网平差	约束网平差	
		高差改正数最大值 (mm)	高差改正数最大值 (mm)	高程中误差最大值 (mm)
K452+000-K459+600	7.9	2.736	2.152	1.710

由表 8.4 可以看出，固定桩高程网自由网平差后，高差改正数的最大值为 2.736mm，约束网平差后



注：○为导线控制点；●为测站仪器所在地；△为卫星控制网控制点

图 8.3 线下自由设站法固定桩控制网外业观测示意图

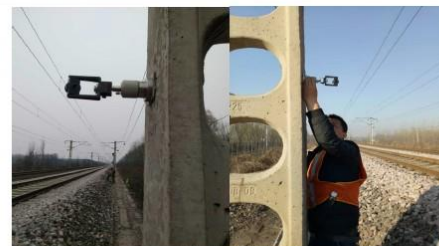


图 8.4 观测校镜设置



图 8.5 固定桩外业测量观测现场图

变革总结

□ 全线养护标准统一、测量精度高，消除长波不平顺

精测网具有统一的平面坐标系统和高程系统，建立了绝对控制基准，进行整体平差后，精度均匀，满足规范要求，保证了线路养护质量。

□ 实现了轨道快速测量及自动化养护，节约人力成本

在精测网的基础上，确定日后线路养护基准，之后的仅需要轨检仪即可进行线路精测和复测，节省了大量的人力成本，提高经济效益。

□ 提高养护作业效率

线路优化后的数据可直接传给捣固车，提高作业效率，一定程度上可以降低因为天窗时间短而维护工作量大的矛盾，避免捣固质量过于依赖人工经验。

□ 兼容现有轨道测量养护设备

精测网成果不仅适用于时代电子生产的轨检仪，还兼目前市场上多种类型的轨检仪。

变革总结

□ 高性能的控制网建网设备（Leica GPS、水准仪）

仪器稳定性高，在铁路强电磁环境下，抗干扰能力强，有效减少内业负担，避免返作业的可能。

□ 功能强大的LGO后处理软件

LGO数据后处理软件操作简单、实用，且被免费提供。处理的结果文件接口与其他后处理软件（如科傻等）兼容，无缝对接，简化数据处理过程，提高效率。

□ 智能化的全站仪GeoCom的接口开发

基于全站仪的GeoCom的指令控制接口开发，可进行定制化、智能化的开发，提高作业效率，减少人工失误。

□ 创新性的应用技术支持

GPS的高采样率支持快速静态测量技术创新性研究。

强大的技术团队可提供可借鉴性的自动化解决方案建议。

—— 谢 谢 ——

感谢观看！