

塑造智慧变革

2018年海克斯康新产品新技术发布暨用户大会

HxGN Local Beijing 2018

2018年9月10日-12日 北京·国家会议中心

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

徕卡全站扫描仪在铁路工程中的应用及数据处理

郭志广，中铁三局集团公司 高级工程师

日期：2018年09月11日

目录

1. 全站扫描仪及其在铁路工程中的应用

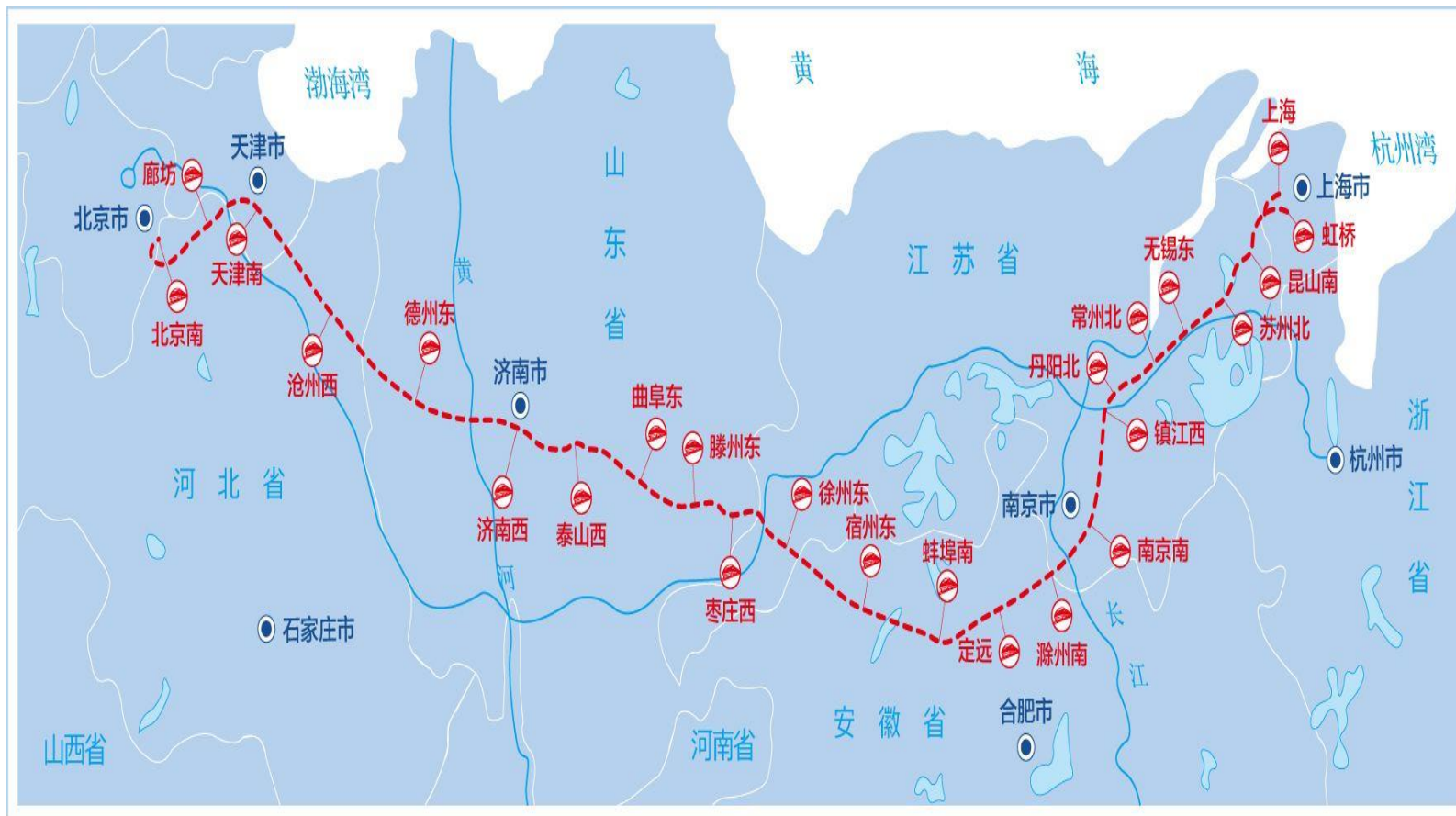
- a) 铁路工程特点及检测工作要求
- b) 全站扫描仪的技术优势及其应用
 - i. 在轨道板检测中的应用
 - ii. 在铁路桥梁中的应用
 - iii. 在铁路隧道中的应用

2. 全站扫描仪点云数据处理技术

- a) 坐标系与坐标转换
 - i. 认识点云数据的本质
 - ii. 点云数据的显示与存储
 - iii. 目录项
- b) 数据处理技术路线
 - i. 数据处理的行业属性
 - ii. 数据处理的技术：理
 - 目录项点云数据的三维显示与二维分析
 - iii. 目录项

a)、铁路工程特点及检测工作要求

- 铁路工程是典型的线性工程，一般由路基、桥梁、隧道等建（构）筑物组成。
- 铁路工程控制网分级布设，沿建（构）筑物呈线性拓展，按照设计、施工、运营“三网合一”设计。
- 位置检测工作必须以工程控制网为基准，严格按照设计、规范、规程等行业要求进行施测。
- 《铁路技术管理规程》是国家铁路技术管理的基本规章，各部门、各单位制定的技术管理文件等，都必须符合规程的规定。
- 全站扫描仪的技术突破，为铁路工程益检测提供了全新的、快速的、准确的测量手段。



b)、全站扫描仪的技术优势及其应用

- 全站扫描仪（Leica Nova MS50 / MS60）
- 是一个功能全面的革命性解决方案，集成了：
 - 高精度全站仪技术
 - 高速3D扫描技术
 - 高精度GPS超站仪技术
 - 高分辨率图像测量技术
- 能够以多种方式获得高精度的测量成果；
- 是首屈一指的创新方案，开启了测量新纪元

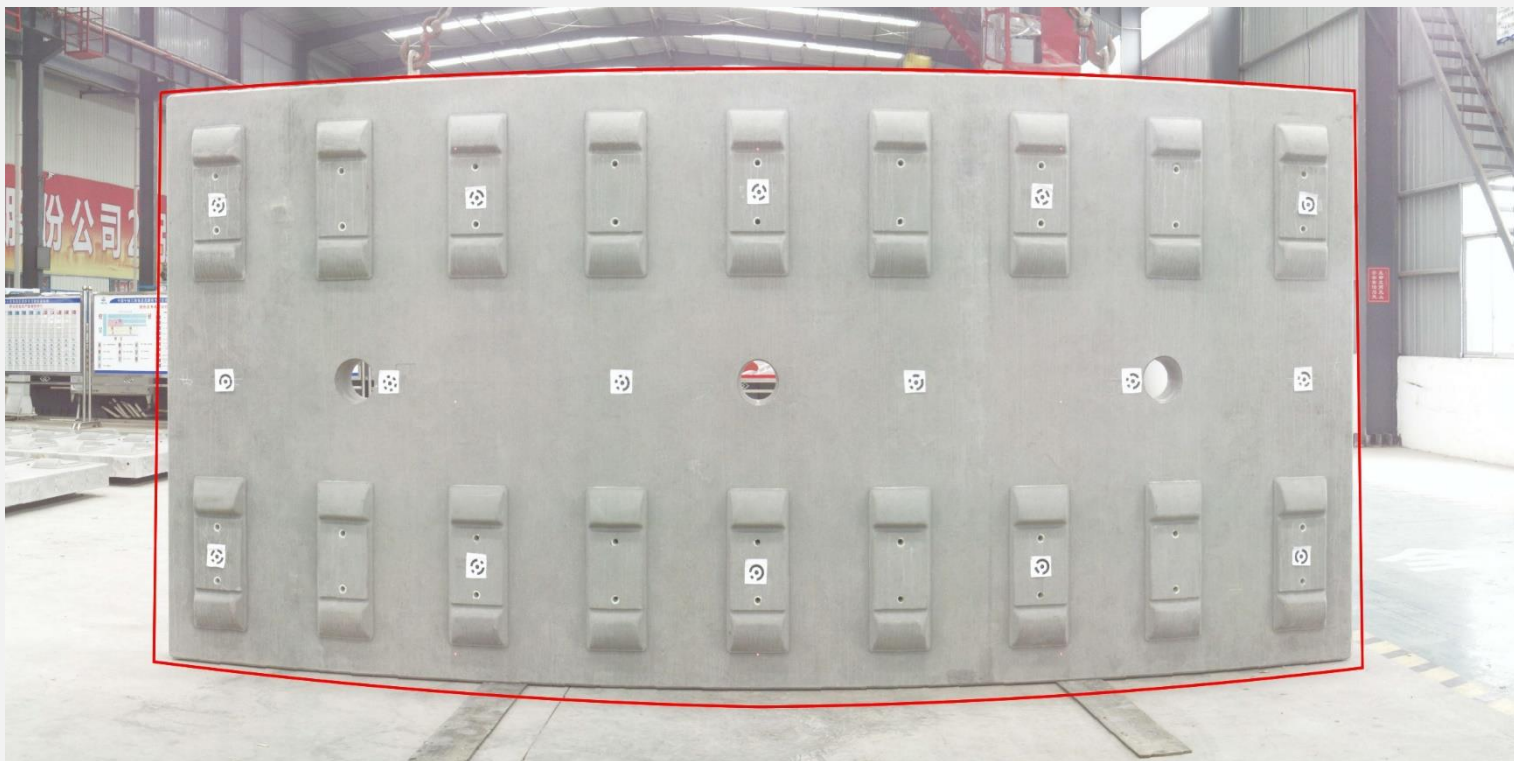


b)、全站扫描仪的技术优势及其应用

- 高精度全站仪技术：
 - ✓ 精度优势，超高精度满足不同业务精度需求；
 - ✓ 测程优势，完全适应铁路工程各级控制网布设要求；
 - ✓ 设站优势，支持方位角、已知后视点、后方交会等方式；
- 高速三维扫描技术：
 - ✓ 拼接优势，先设站后扫描采集的点云无拼接误差直接分析；
 - ✓ 精度优势，根据业务要求测距噪声最佳可达0.4mm；
 - ✓ 密度优势，自定义模式可在不同距离扫描密度大致相同；
- 全站仪+扫描仪组合，很好解决了：
 - ✓ 长大线型工程靠点云拼接或拟合造成的精度损失；
 - ✓ 扫描设备与现场控制网之间不协调、不适应的矛盾；
 - ✓ 为检测工作提供了新手段（如桥梁检测、隧道检测等）；



i 全站扫描仪在轨道板检测中的应用



- 扫描方式

- 经过分析对比，最终选择了轨道板立式扫描模式，这种方式有利于发挥全站扫描仪精度和性能优势

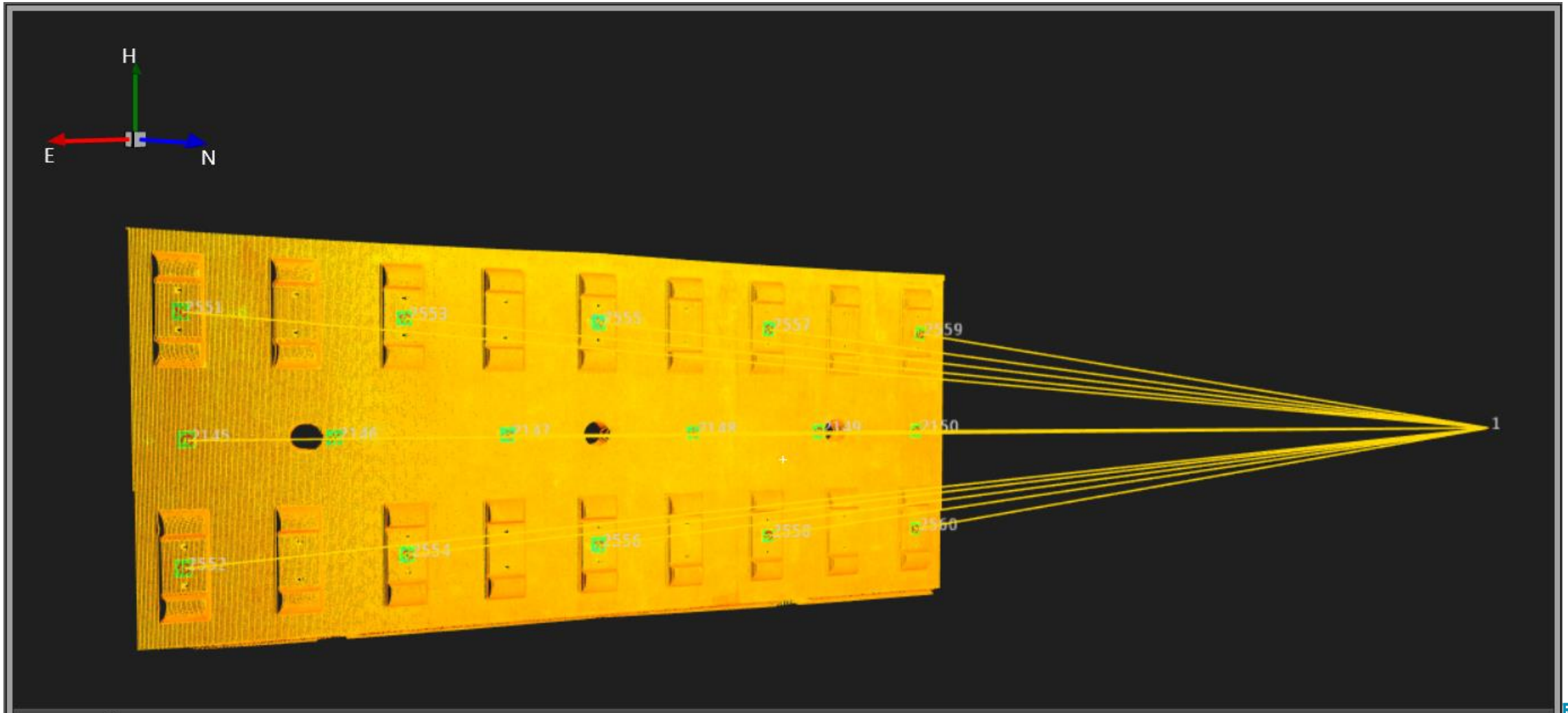
- 扫描区域

- 采用区域扫描模式
- 指定多个扫描区域顶点形成扫描区域

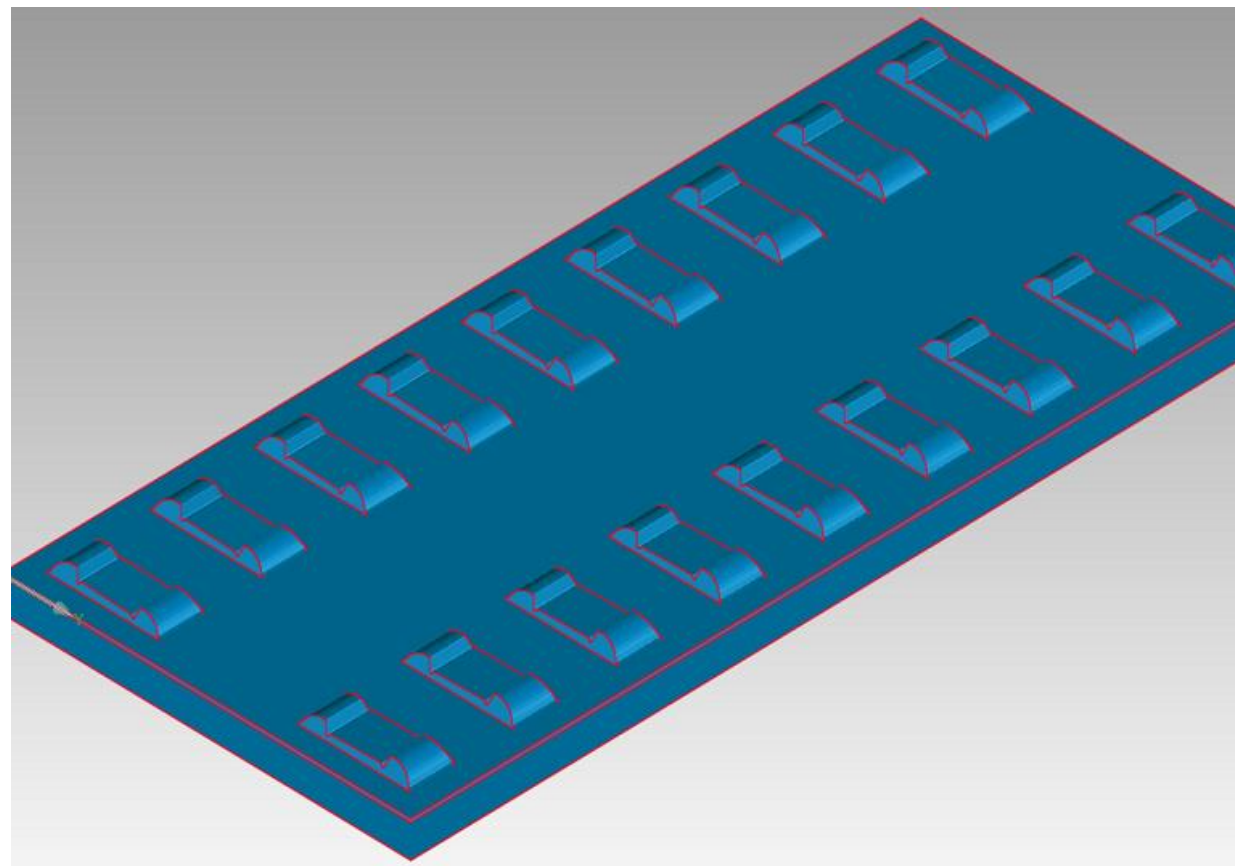
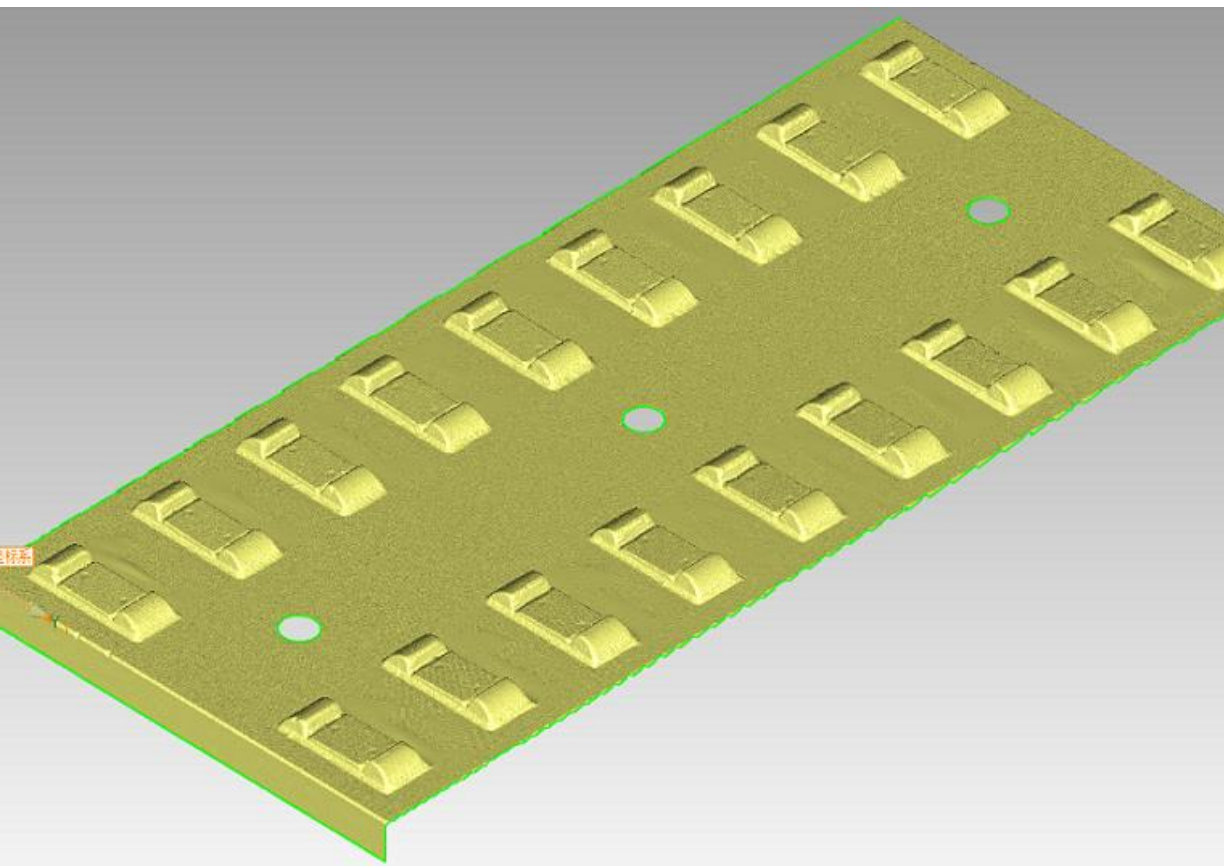
- 扫描模式

- 采用性能-距离模式
- 标题2, 14号.
 - 标题3,12号.
 - 标题4, 12 号.

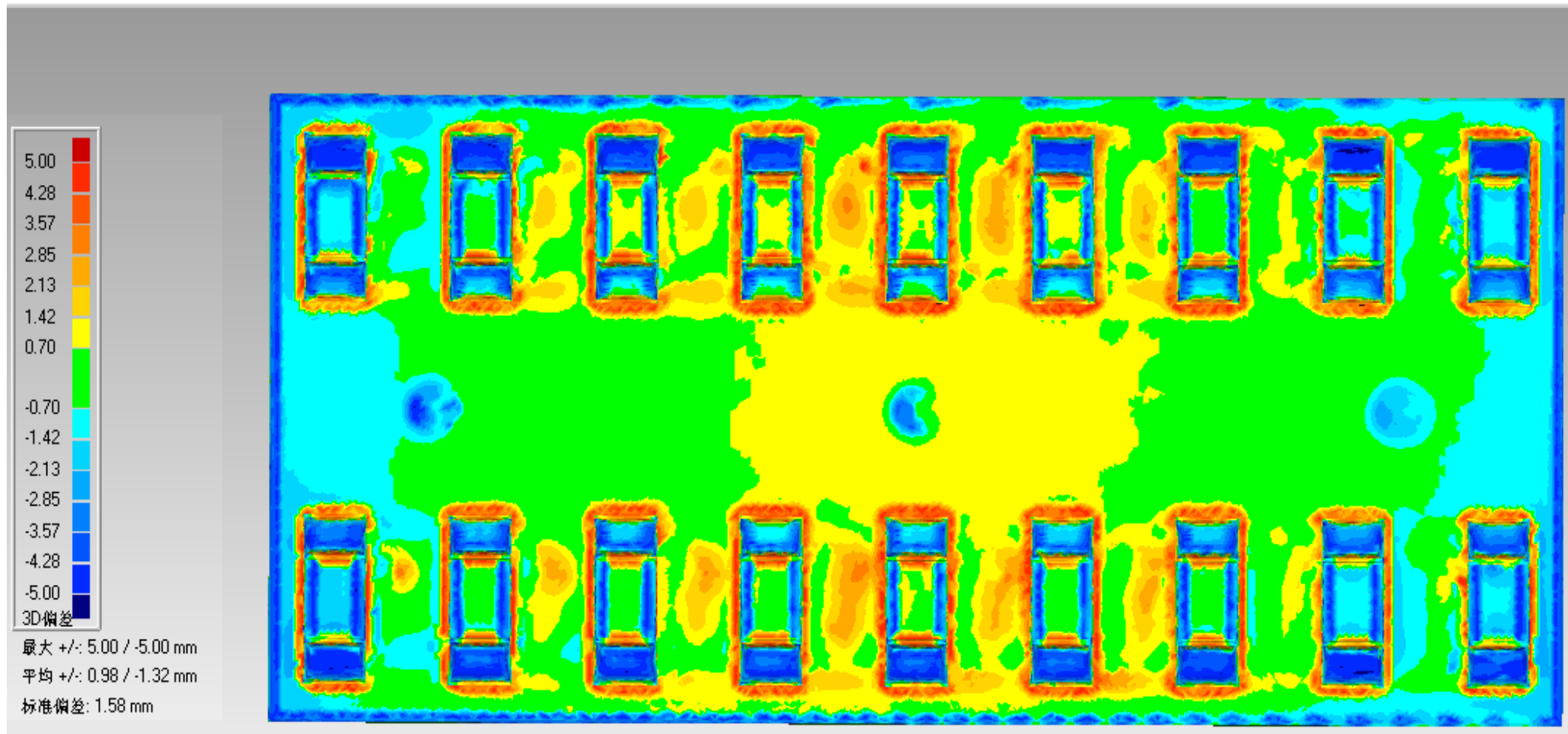
i 全站扫描仪在轨道板检测中的应用



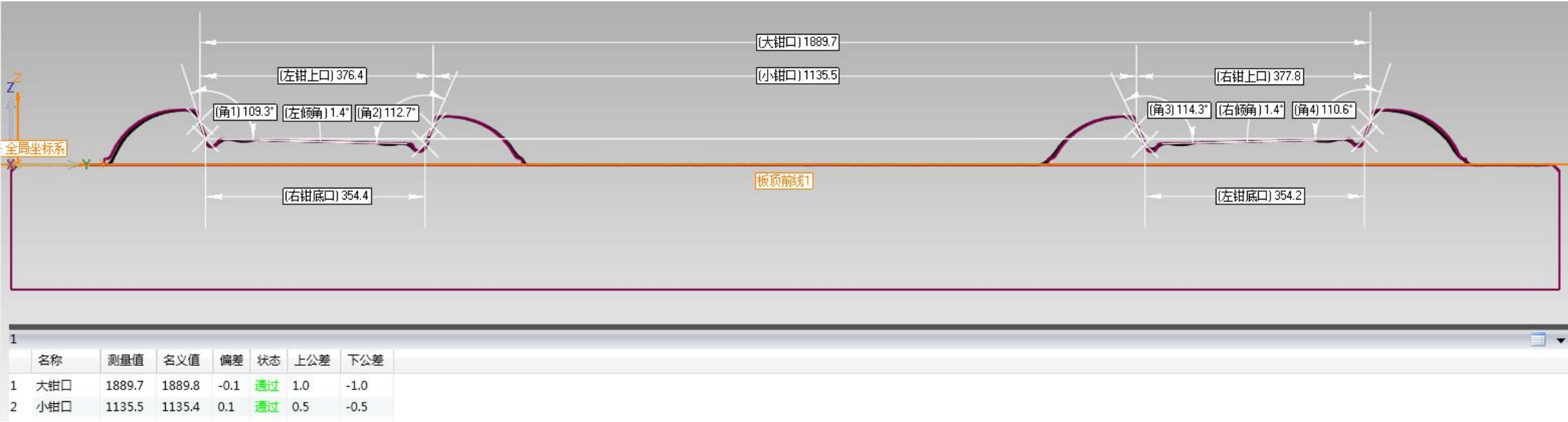
i 全站扫描仪在轨道板检测中的应用



i 全站扫描仪在轨道板检测中的应用



i 全站扫描仪在轨道板检测中的应用



i 全站扫描仪在轨道板检测中的应用

距离噪声 * (1 sigma; 柯达灰板 (反射率 90%)):

精度

距离	1000 Hz	250 Hz	62 Hz	1 Hz
10 m	0.6 mm	0.5 mm	0.4 mm	0.4 mm
25 m	0.8 mm	0.6 mm	0.5 mm	0.5 mm
50 m	1.0 mm	0.8 mm	0.6 mm	0.6 mm
100 m	2.0 mm	1.0 mm	0.8 mm	0.8 mm
200 m	6.0 mm	3.0 mm	2.0 mm	1.8 mm

标准偏差 测距光束中断, 强热流闪烁及在光束路径上有移动物体都会引起准确度指标的偏差。

* 距离噪声代表扫描点和拟合表面之间残差的标准差

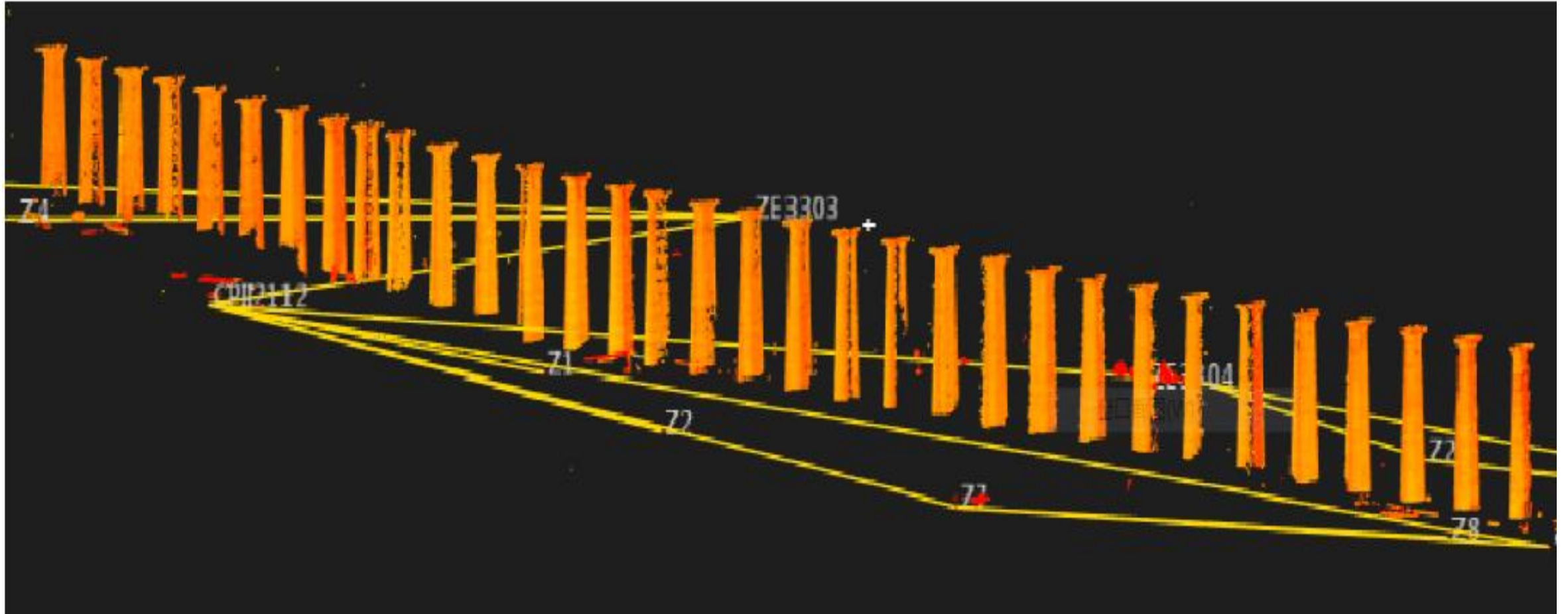
- 平面目标
- 平面目标和测量方向的垂直方向
- 平面模型与点云最佳拟合

ii 全站扫描仪在铁路桥梁中的应用

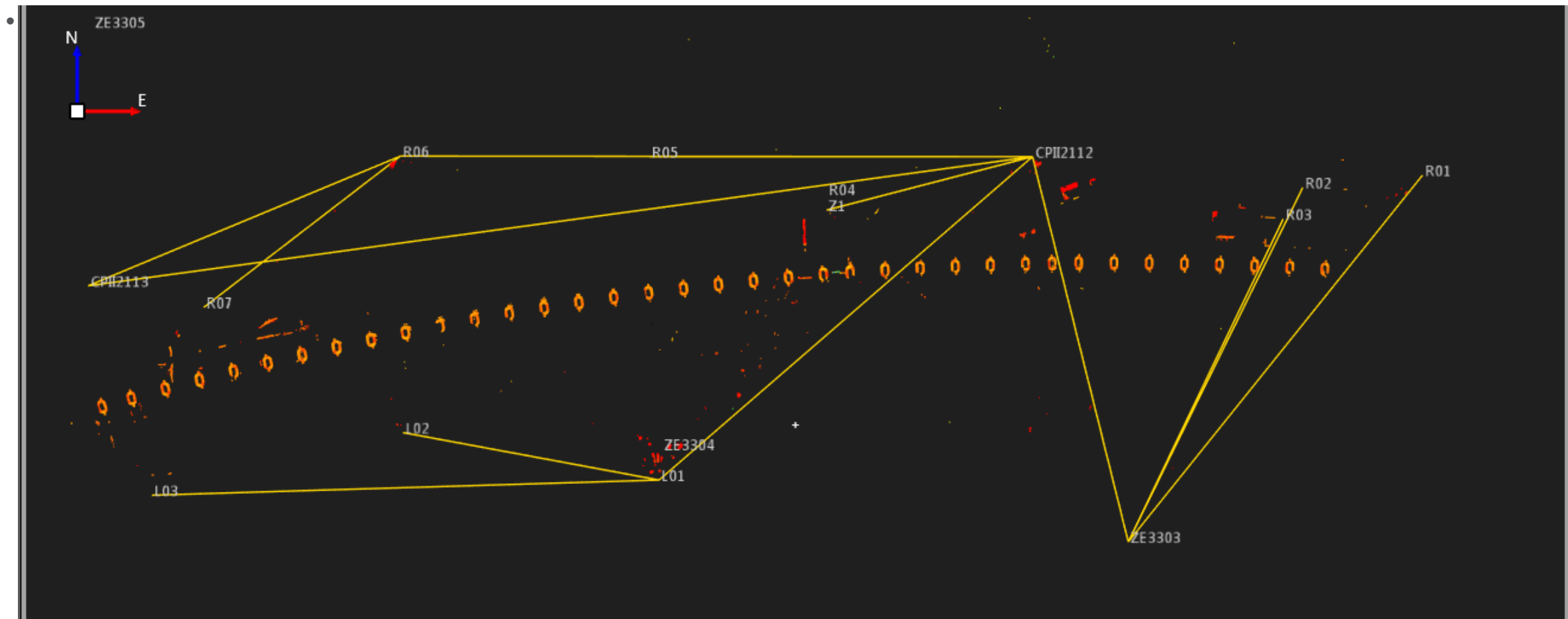
- 仪器设备：Leica Nova MS50
- 设站方式：后交交会
- 扫描模式：性能-距离模式
- 扫描密度：25mm @ 测站至墩身距离
- 扫描组织：
 - i. 在墩身左右两侧交叉设站
 - ii. 逐墩按矩形区域等密度扫描



ii 全站扫描仪在铁路桥梁中的应用

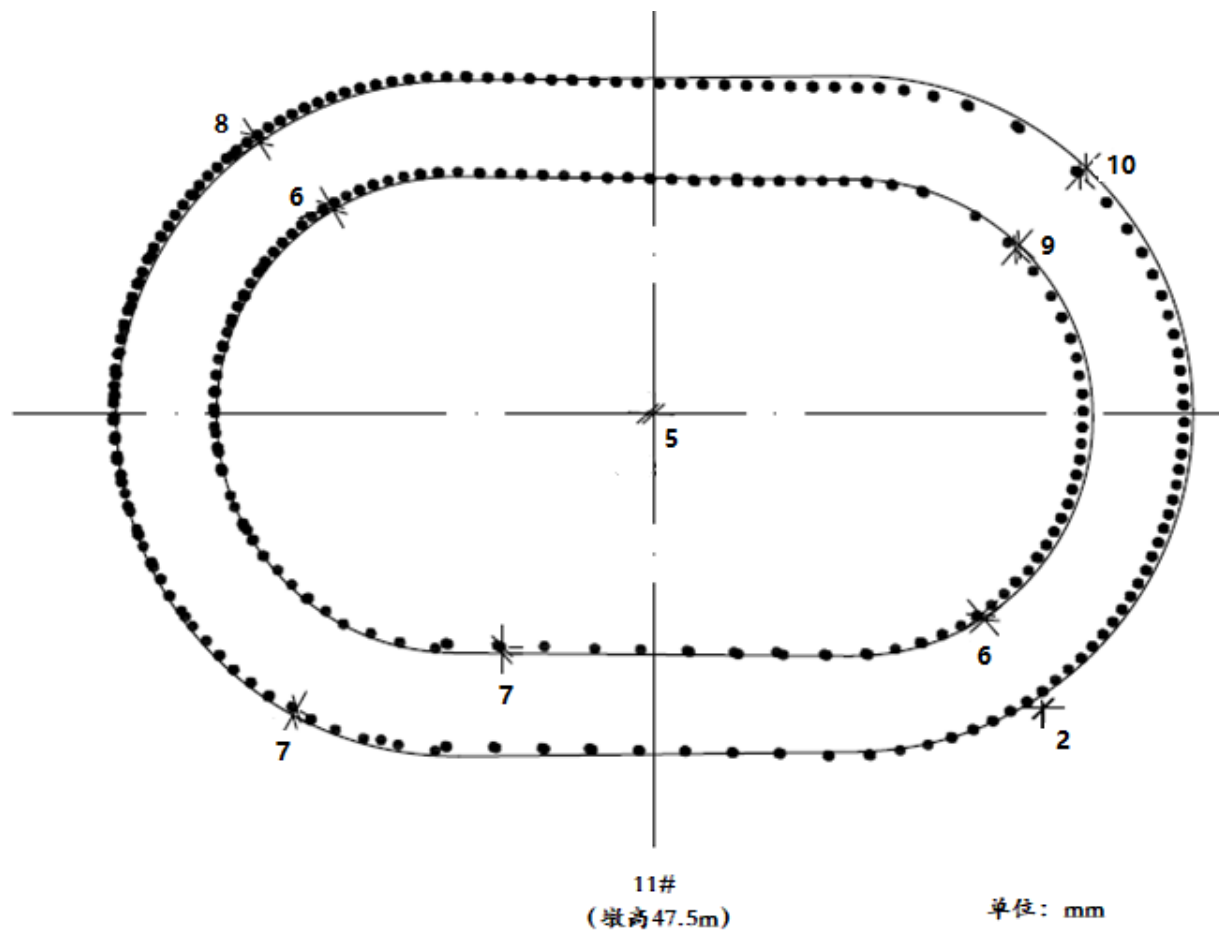


ii 全站扫描仪在铁路桥梁中的应用



ii 全站扫描仪在铁路桥梁中的应用

- 数据处理.
 - 检测点云数据导入Leica Infinity软件进行格式转换
 - 再导入自主开发的软件进行墩身偏差计算
- 项目概况
 - 某一项目共检测桥梁7座、共计50个墩；
 - 其中：最低23.8米、最高111.5米，平均55米；
- 检测情况.
 - 墩身定位误差：纵向2.6cm、横向2.3cm；

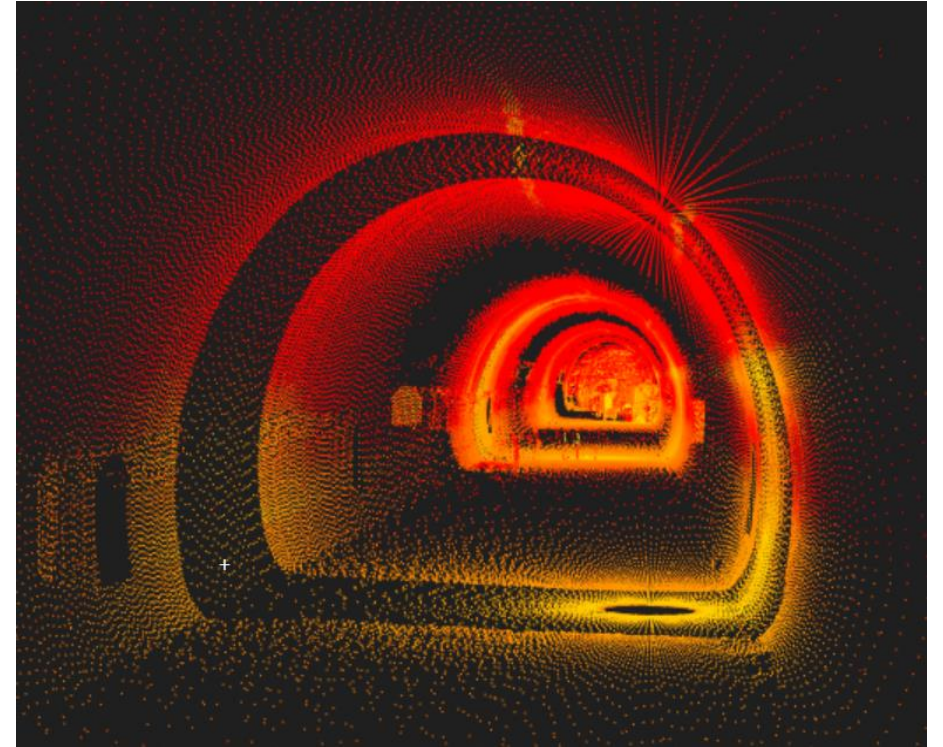
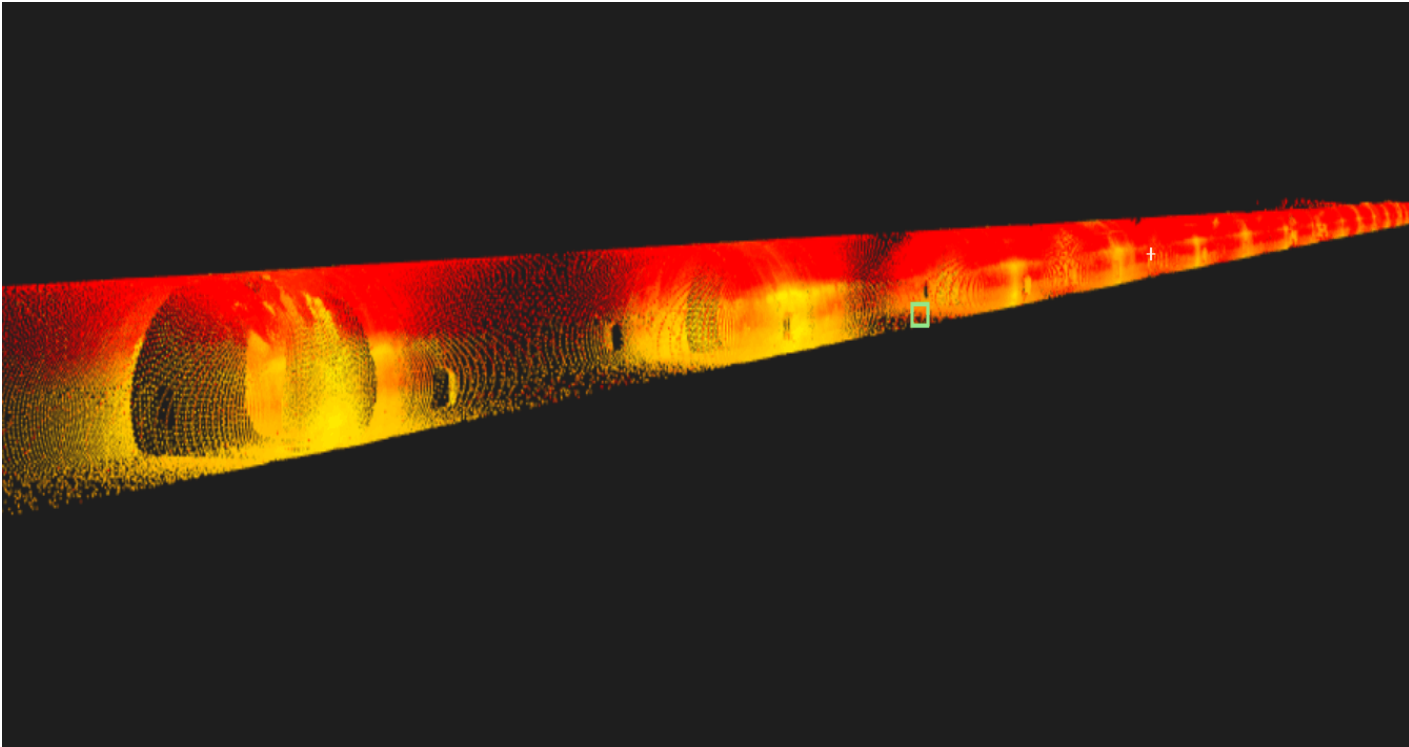


iii 全站扫描仪在铁路隧道中的应用

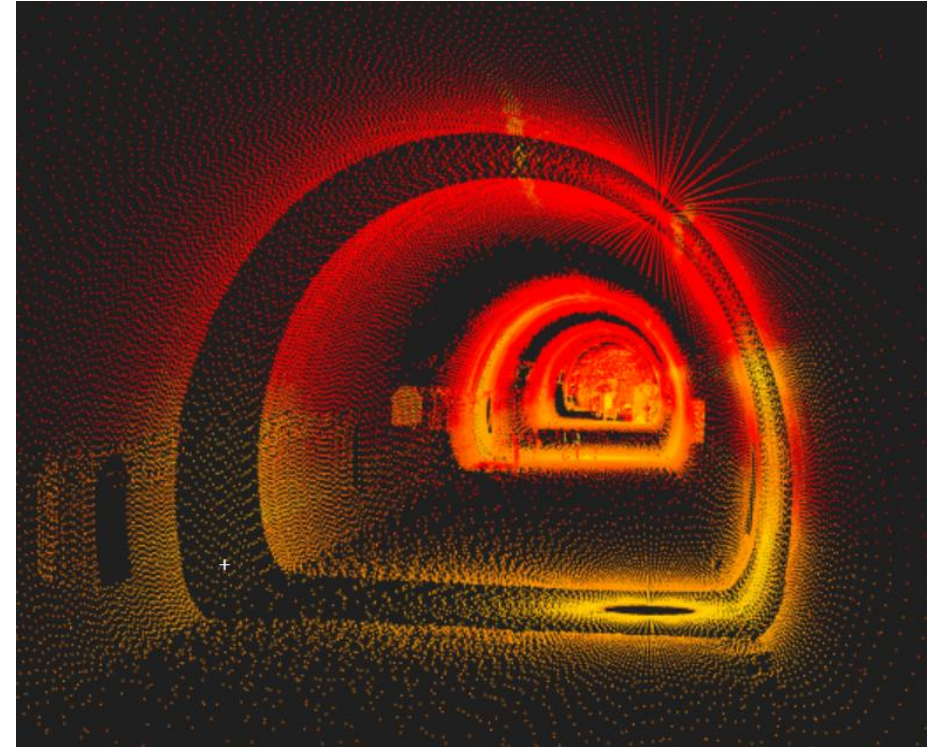
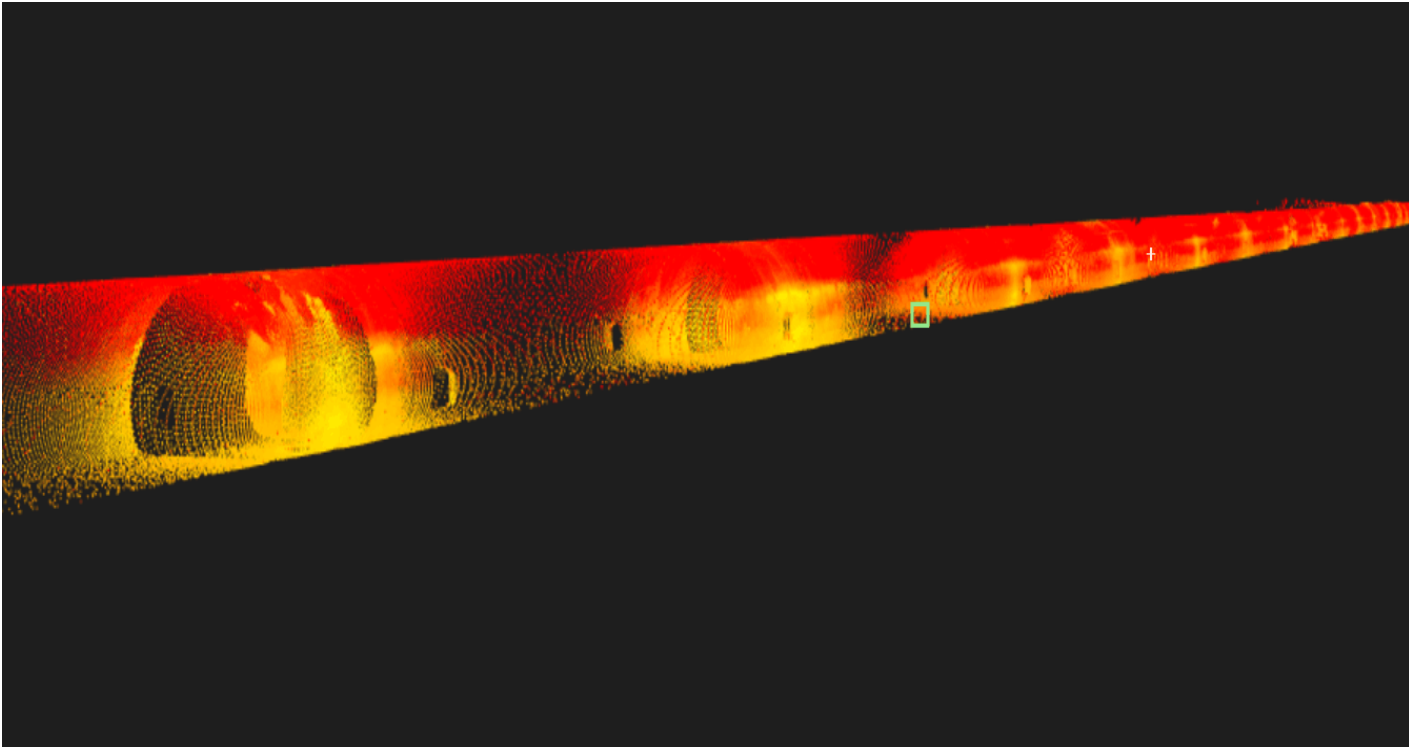


- 仪器设备：Leica Nova MS50
- 设站方式：后交交会
- 扫描模式：速度（1000点/秒，长达300m）模式
- 扫描密度：25mm @ 10m
- 扫描组织：
 - i. 全景扫描：每测站在墩身左右两侧交叉设站
 - ii. 每站迁移：30米~45米
 - iii. 逐墩按矩形区域等密度扫描

iii 全站扫描仪在铁路隧道中的应用

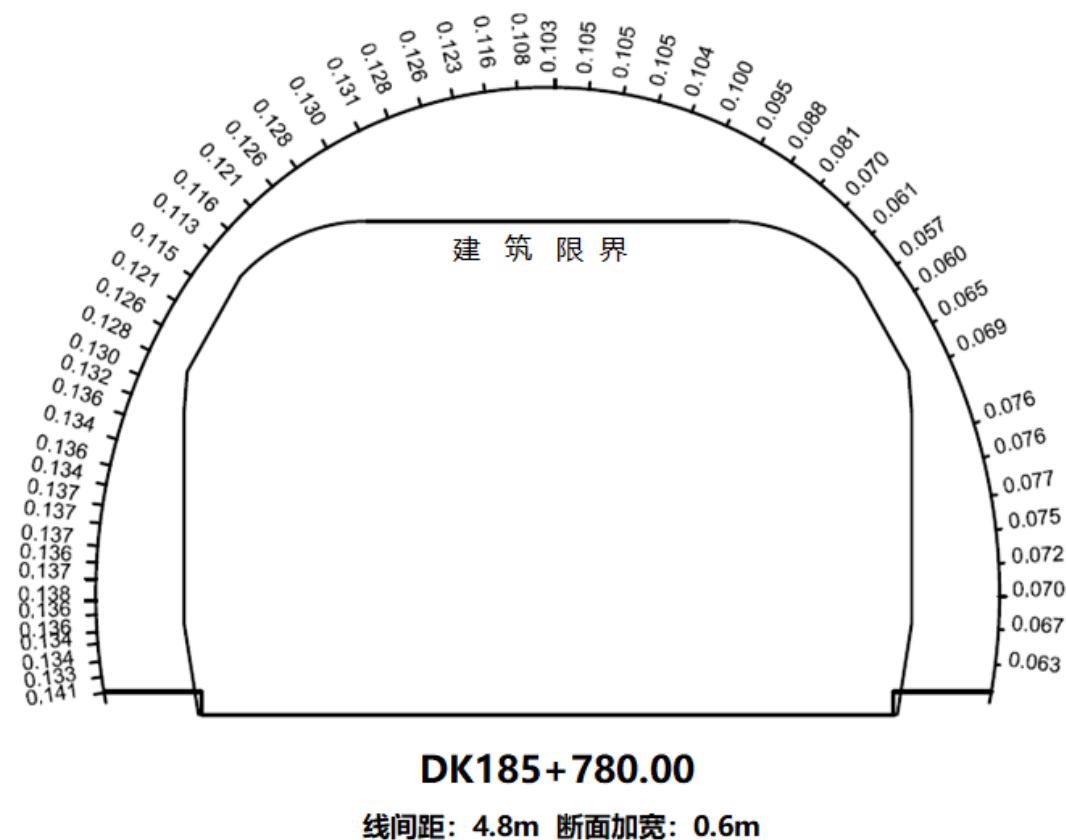


iii 全站扫描仪在铁路隧道中的应用



iii 全站扫描仪在铁路隧道中的应用

- 铁路线路：客货共线，设计时速200km/h
- 断面类型：二衬已做
- 断面加宽：0.6m
- 双线间距：4.8m
- 建筑限界：
 - i. 依据《铁路技术管理规程》隧限-2B进行检算；
 - ii. 基本建筑限界扩展为双线曲线段建筑限界；
 - iii. 双线曲线段建筑限界应符合设计图纸要求；
- 处理软件：T3D（自主开发的软件）：



2、全站扫描仪点云数据处理技术

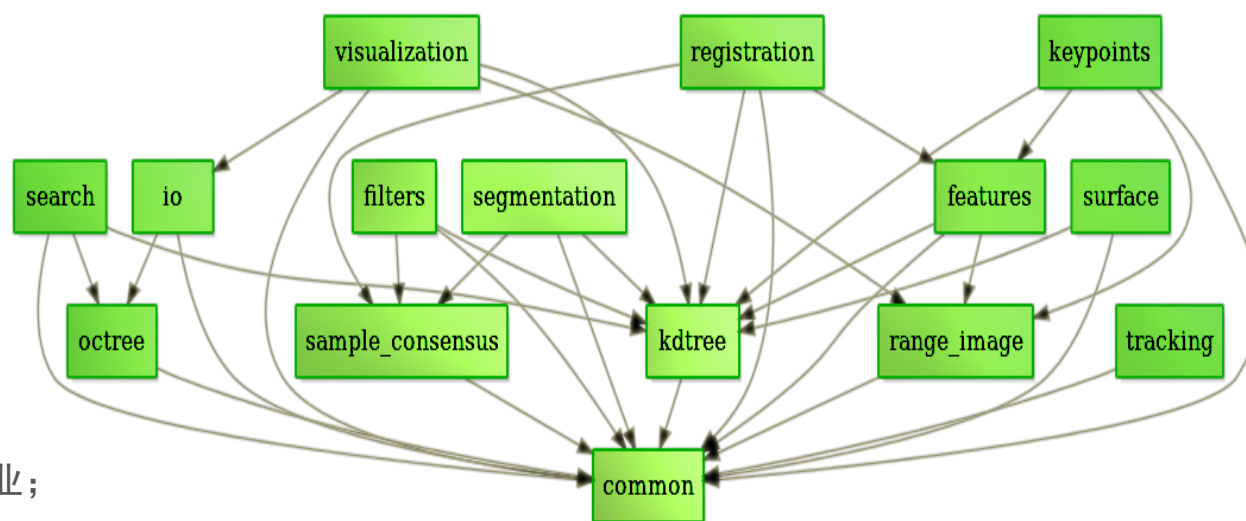
- 数据处理流程：

- a) 全站扫描仪采集的原始数据转换为通用格式（如.pts）；
- b) 调用PCL库读取点云、提取断面、存储文件；
- c) 将断面数据与设计净空或限界进行比对，形成检测报告；



- 软件开发特点：

- a) 使用C++语言开发，并运用多线程、并行计算等技术；
- b) 使用开源库（如PCL、VTK等）实现点云读取、显示功能；
- c) 结合行业需求和特点定制开发，适用铁路、公路、地铁等行业；



2、全站扫描仪点云数据处理技术

- 核心功能设计：



2、全站扫描仪点云数据处理技术

- 核心功能设计：
 - a) 项目参数来源于设计图纸和行业规范；



- b) 检测数据采用注册机制实现快速访问目的；



2、全站扫描仪点云数据处理技术

- 核心功能设计：
 - a) 检测数据采用注册机制实现快速访问目的；



- b) 断面分析形式多样，输出报表符合规范要求；



2、全站扫描仪点云数据处理技术

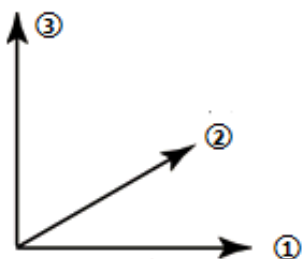
- 核心功能设计：



2、全站扫描仪点云数据处理技术

- 主要关键技术：

- a) 坐标系设计与坐标对应关系

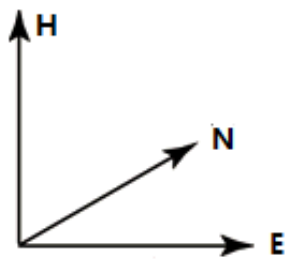


应用场景：

第一字段：

第二字段：

第三字段：

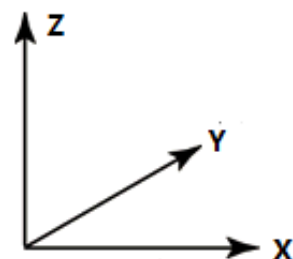


数据采集

E -- 东坐标

N -- 北坐标

H -- 高程

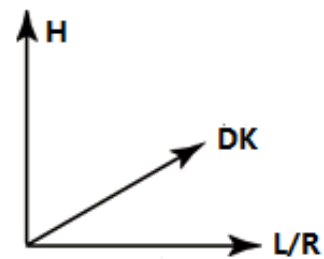


CAD绘图

X -- 横坐标

Y -- 纵坐标

Z -- 高程



二维断面分析

L/R -- 左负右正

DK -- 断面里程

H -- 断面高度

2、全站扫描仪点云数据处理技术

- 主要关键技术：

- a) 断面提取：修改PCL v1.6源码，实现两次截取得到断面三维坐标点云（见右侧代码）。
- b) 坐标转换：将三维空间断面点云转换为二维平面（代码如下）

```
//=====
//三维点云（cld_3D），先平移（cld_trans），再旋转（cld_theta）
float theta1 = 0;
Eigen::Affine3f trans = Eigen::Affine3f::Identity();
trans.translation() << (-1) * oPt0.Y, (-1) * oPt0.X, (-1) * oPt0.H;
trans.rotate( Eigen::AngleAxisf (theta1, Eigen::Vector3f::UnitZ()));
pcl::PointCloud<pcl::PointXYZ> cld_trans;
pcl::transformPointCloud(cld_3D, cld_trans, trans);
//-----
float theta2 = 2 * M_PI - oPt0.dA + M_PI/2;
Eigen::Affine3f theta = Eigen::Affine3f::Identity();
theta.translation() << 0, 0, 0;
theta.rotate(Eigen::AngleAxisf(theta2, Eigen::Vector3f::UnitZ()));
//-----
pcl::PointCloud<pcl::PointXYZ> cld_theta;
pcl::transformPointCloud(cld_trans, cld_theta, theta);
//-----
//输出二维数据到文件
pcl::io::savePCDFFileASCII( o2DFile, cld_theta);
//=====
```

```
//=====
// dkCal--断面施工里程
// oLeftPt/oRightPt--里程断面参数
double dCK = LeftLine.ConK( dkCal );
double dkL = dCK - dRange - dSeg;
double dkR = dCK + dRange + dSeg;
oLeftPt = RoadLine.GetV_XYZ( dkL );
oRightPt = RoadLine.GetV_XYZ( dkR );
//-----
// 平面方程：A·X + B·Y + C·Z + D = 0
Eigen::Vector4f vec_DK, vec_L, vec_R;
//-----
vec_L[0] = oLeftPt.A; // 左截面
vec_L[1] = oLeftPt.B;
vec_L[2] = oLeftPt.C;
vec_L[3] = oLeftPt.D;
//-----
vec_R[0] = oRightPt.A; // 右截面
vec_R[1] = oRightPt.B;
vec_R[2] = oRightPt.C;
vec_R[3] = oRightPt.D;
//=====
// 改进后函数：先取右部，再截左部
pcl::PointCloud<pcl::PointXYZ> cloud_LR;
//-----
CrssClipper3D<pcl::PointXYZ> ts_clipper( vec_L );
cloud_LR = ts_clipper.setPlaneParameters( vec_R );
//-----
pcl::io::savePCDFFileASCII(oFile, cloud_LR);
//=====
```

—— 谢 谢 ——





如果您对此篇PPT感兴趣，请扫描二维码
