

# 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](http://2018.hexagonchina.com.cn)

# 三维激光扫描技术在隧道监测 与质量检测中的应用

---

江鸿，中交二航局技术中心岩土室副总工

2018.9.11

# 目录

1. 概述
2. 隧道三维激光扫描技术
3. 三维激光数据处理及隧道监控平台
4. 应用案例

# 一、概述

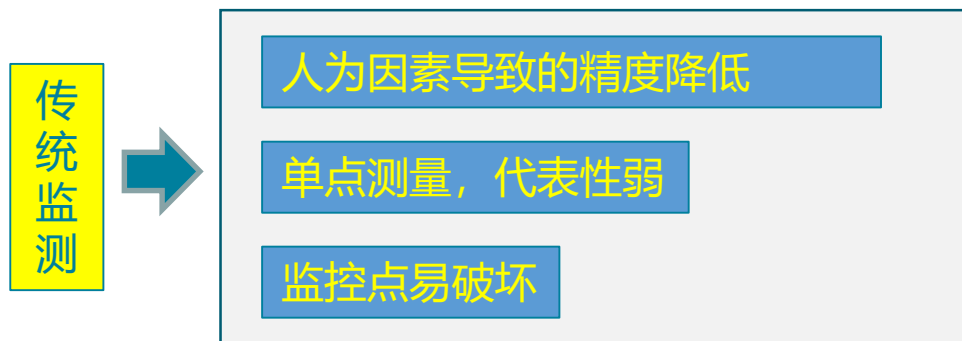
- ◆ 我国已成为世界上隧道最多,建设发展最快的国家
- ◆ 隧道工程是一门涉及多专业跨学科的系统工程, 施工风险控制难度极大
- ◆ 隧道事故频发, 造成巨大的损失



- ◆ 解决方案: 建立起一整套完善的隧道安全预警体系、实时开展隧道安全评估
  - 新技术
  - 信息化
  - 大数据

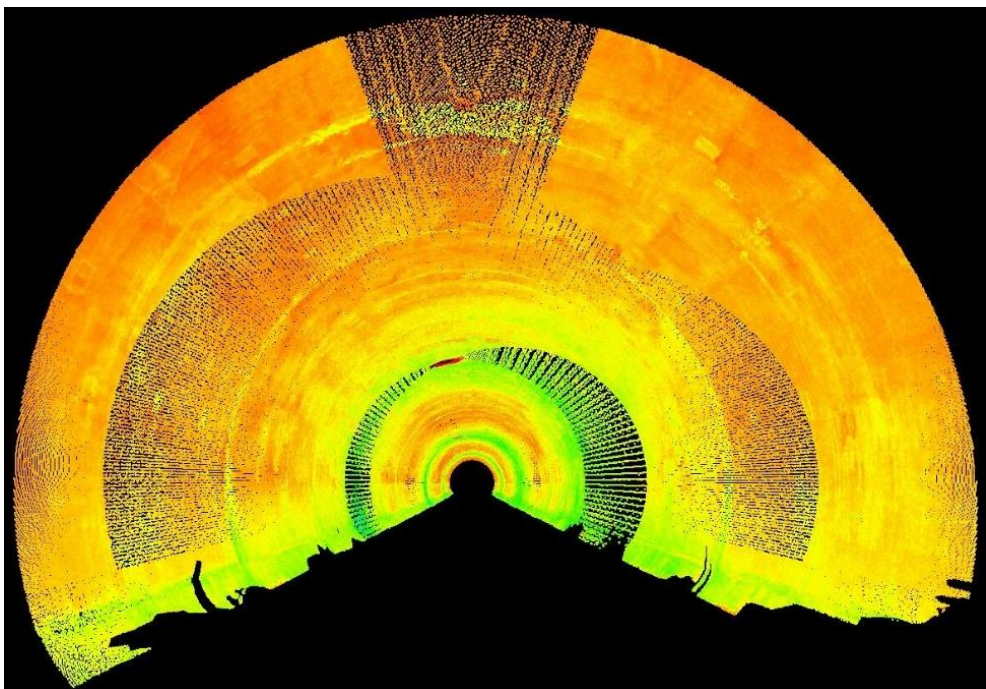
# 一、概述

监控量测是隧道施工中必不可少的环节，传统监测量测采用全站仪+反光片



# 一、概述

三维激光扫描技术又被称为实景复制技术，能够快速扫描隧道轮廓，获取隧道三维点云坐标，从而构建高精度高分辨率的隧道数字模型，是推动隧道施工信息化和智能化的关键技术



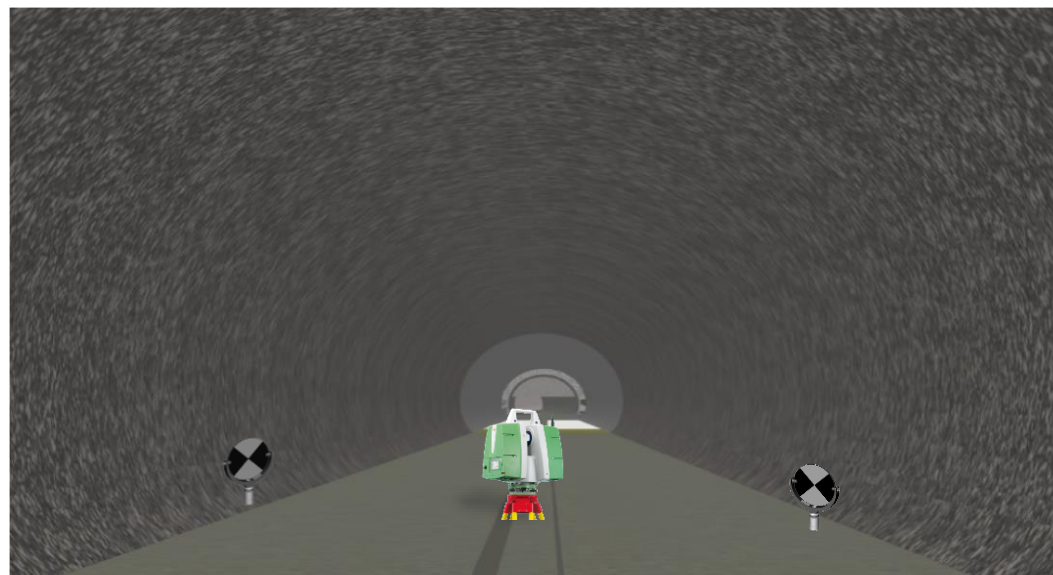
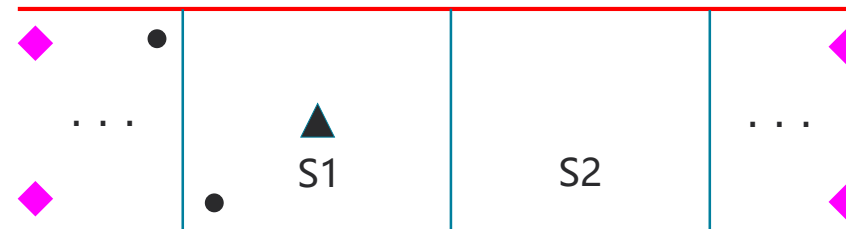
- 采用无接触测量，避免测点**破坏**
- 获得隧道三维点云，得到隧道**三维变形**
- **同时实现**变形监测、侵限分析、二衬厚度评估

**应用瓶颈：**噪点多、手动删除效率低、无专业的基于三维激光扫描技术的隧道软件平台

## 二、隧道三维激光扫描技术

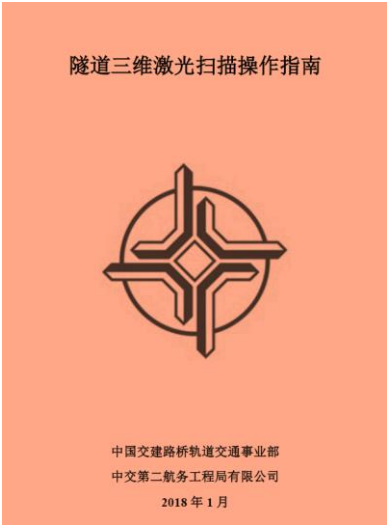
### ■ 隧道三维激光扫描及误差控制

- ◆ 三维激光扫描仪测站间距
- ◆ 三维激光扫描入射角、分辨率
- ◆ 点云拼接方式
- ◆ 三维激光扫描仪测站位置

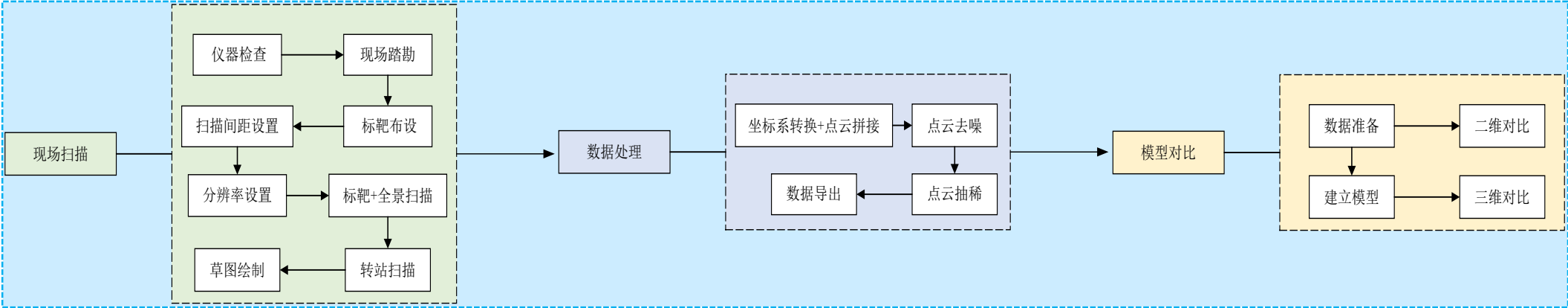


# 二、隧道三维激光扫描技术

## ■ 扫描操作指南



编制了隧道三维激光扫描操作指南，通过标准化操作，降低了隧道三维激光扫描误差



### 三、三维激光数据处理及隧道监控平台

#### ■ PC应用程序

## 隧道监控数据处理平台 PC版本



用户名:

密码:

项目名称:

### 三、三维激光数据处理及隧道监控平台

■ 项目/隧道管理

多项目、多隧道管理

数据管理

A6标 邦山隧道左线

- 代码设置
- A6标
  - 邦山隧道左线
    - 平曲线
    - 竖曲线
    - 初支设计断面
    - 二衬设计断面
    - 左线出口
    - 扫描仪测量数据
  - 邦山隧道右线
    - 平曲线
    - 竖曲线
    - 初支设计断面
    - 二衬设计断面
    - 右线出口
    - 扫描仪测量数据

| 起始里程           | 终止里程           | 围岩级别   | 跨度      | 埋深           | 开挖方法 | 地下水 |
|----------------|----------------|--------|---------|--------------|------|-----|
| DK144+700.0000 | DK145+711.0000 | III-C级 | 18.0000 | 50 < h ≤ 300 | 台阶法  | 稍发育 |

隧道信息

起始里程:

终止里程:

围岩级别:

跨:

埋 深:

开挖方法:

地 下 水:

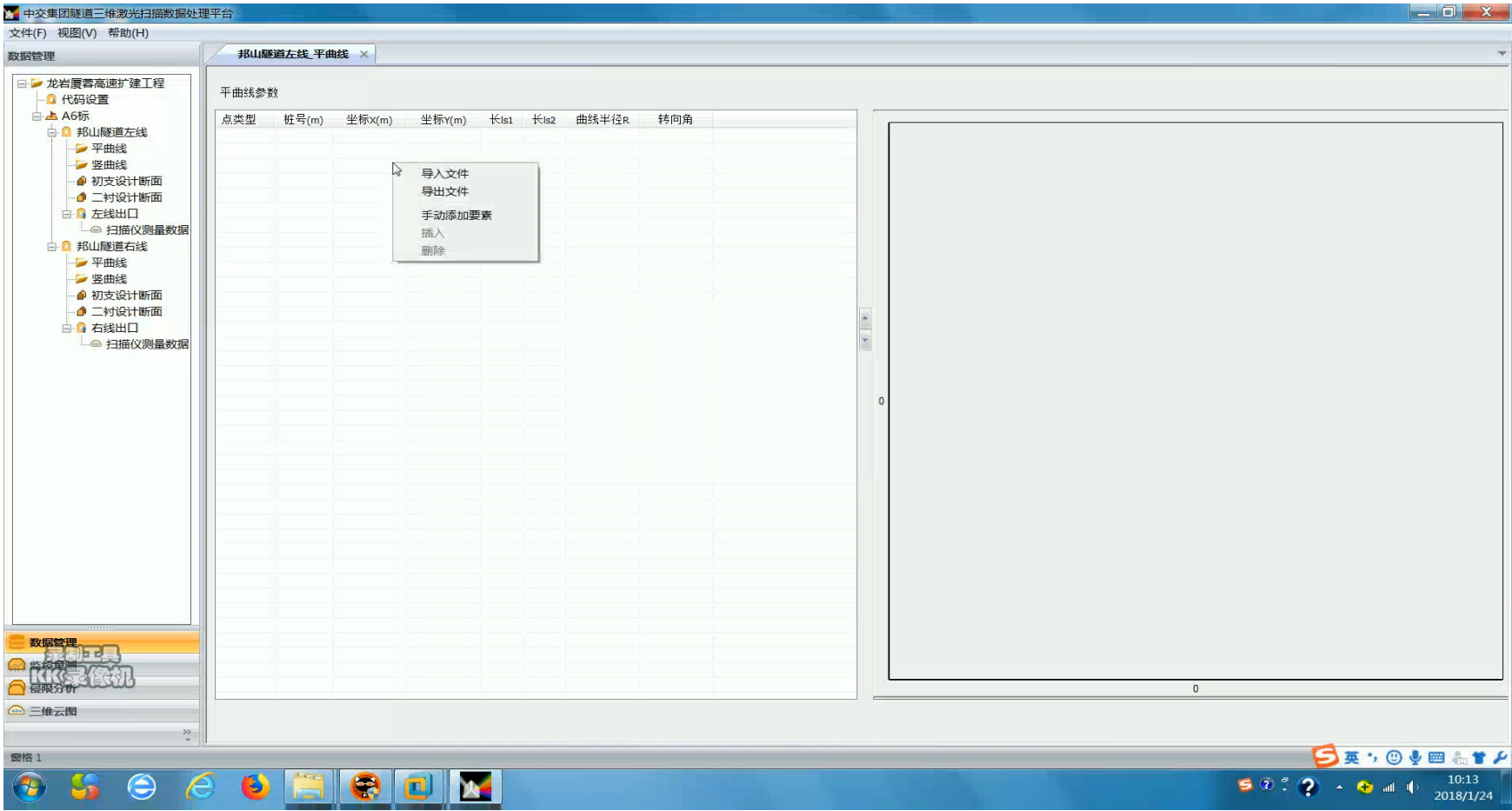
多项目、多隧道平铺显示

设置项目  
具体信息

# 三、三维激光数据处理及隧道监控平台

## ■ 设计轴线编辑

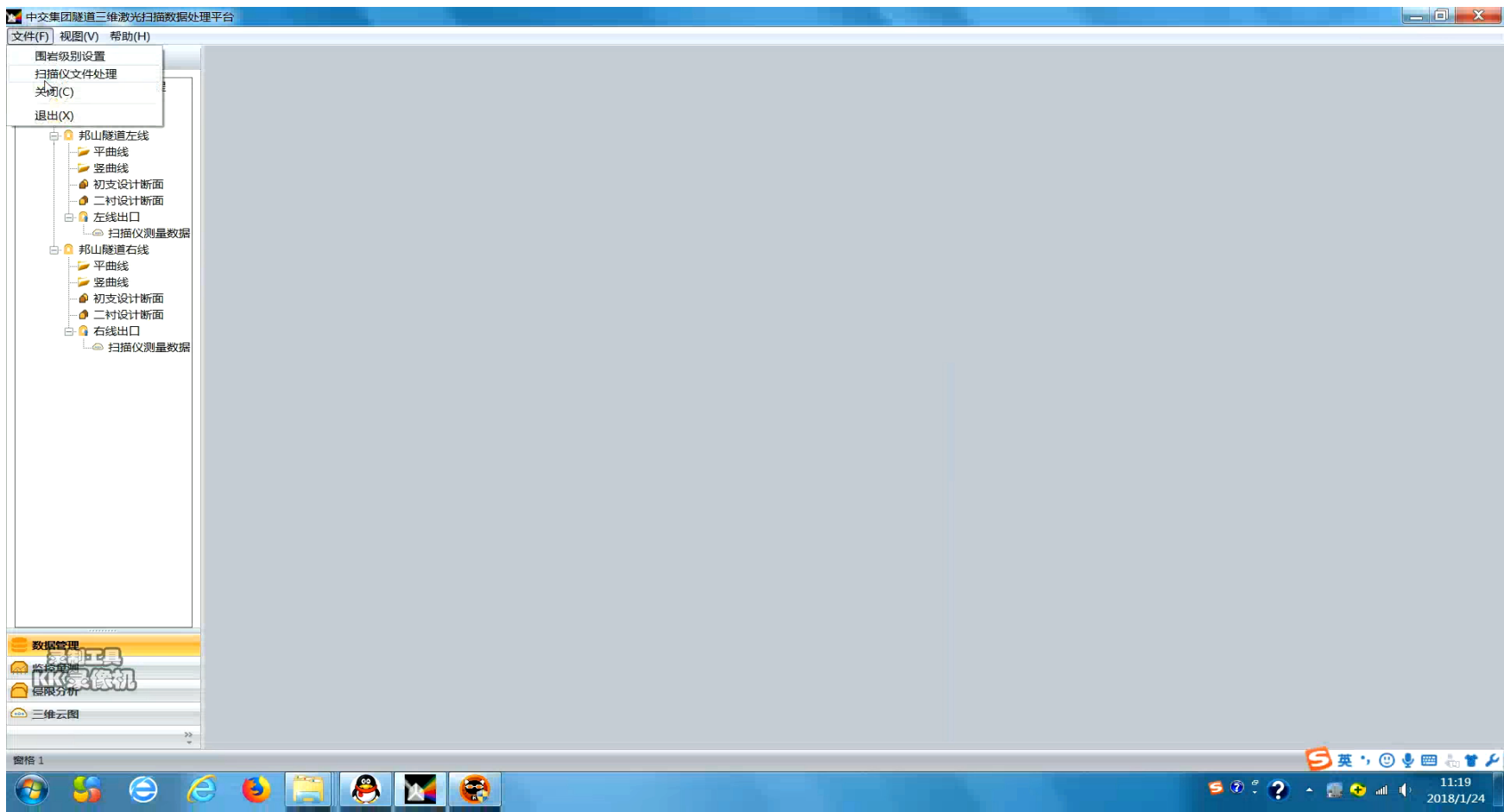
支持文件导入  
手动输入、修改、  
编辑



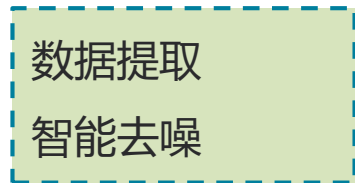
# 三、三维激光数据处理及隧道监控平台

## ■ 点云导入

点云数据一键完成拼接、裁剪、归化至施工坐标、数据分类操作



## 数据提取



# 三、三维激光数据处理及隧道监控平台

## ■ 监测数据

查看拱顶沉降、  
周边收敛监测数  
据

数据源: 激光扫描仪

测点选择: YK145+380.0000-GD

数据处理日期: 2017/11/13

查询

提交限值

提交报警值

单日预警: 5

累计预警: 100

应用

生成报表

| 测点高度值(mm) | 单日沉降(mm) | 累计沉降(mm) | 日期         |
|-----------|----------|----------|------------|
| 7977.0650 | 0.0000   | 0.0000   | 2017/05/04 |
| 7977.1850 | -4.8800  | -4.8800  | 2017/05/05 |

数据源: 激光扫描仪

测点选择: YK145+380.0000-GD

数据处理日期: 2017/11/13

查询

提交限值

提交报警值

单日预警: 5

累计预警: 100

应用

生成报表

| 测点高度值(mm) | 单日沉降(mm) | 累计沉降(mm) | 日期 |
|-----------|----------|----------|----|
| 7931.1720 | -1.8160  | -1.8160  |    |
| 7928.9960 | -2.1760  | -2.1760  |    |
| 7927.1510 | -1.8450  | -1.8450  |    |
| 7925.8640 | -1.2870  | -1.2870  |    |
| 7923.9520 | -1.9120  | -1.9120  |    |
| 7921.5590 | -2.3930  | -2.3930  |    |
| 7921.3560 | -0.2630  | -0.2630  |    |
| 7921.0130 | -0.3430  | -0.3430  |    |
| 7919.8520 | -1.1610  | -1.1610  |    |
| 7920.0720 | 0.2200   | 0.2200   |    |
| 7919.3130 | -0.7590  | -0.7590  |    |
| 7919.4640 | 0.1510   | 0.1510   |    |
| 7918.3880 | -1.0760  | -1.0760  |    |
| 7918.3560 | -0.0320  | -0.0320  |    |

2017/05/16

TempTable - Excel

二分钟

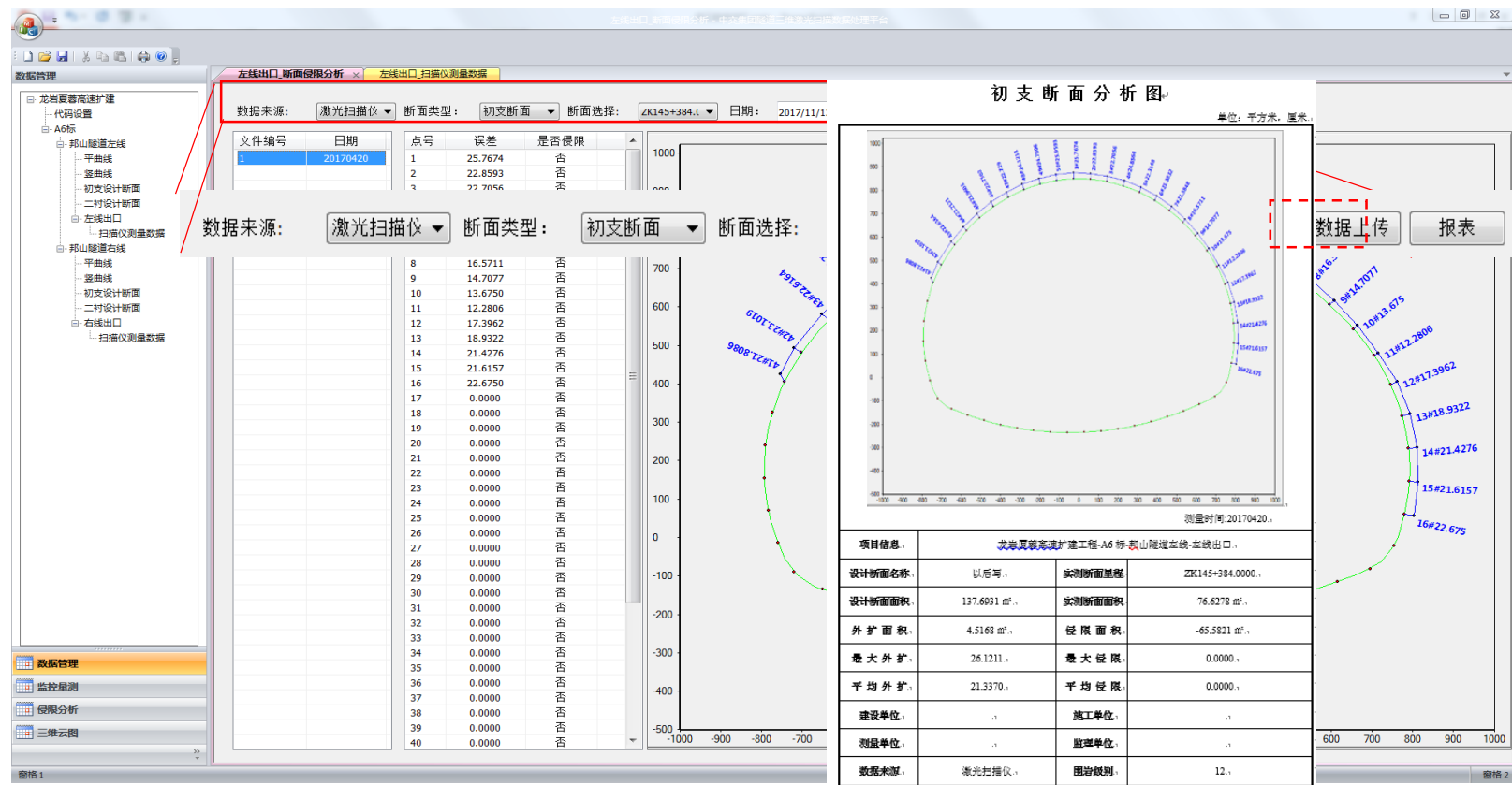
| 测点编号           | 测点里程        | 初始高程(m)  | 上次高程(m)  | 本次高程(m)  | 本次沉降量(mm) | 沉降速率(mm/d) | 累计沉降量(mm) | 沉降时间       | 备注 |
|----------------|-------------|----------|----------|----------|-----------|------------|-----------|------------|----|
| 145386.0000-GD | 145386.0000 | 847.0287 | 841.4582 | 841.7294 | -5.5695   | -0.0425    | -5.5695   | 2017/03/01 |    |
| 145382.0000-GD | 145382.0000 | 844.2069 | 838.3589 | 838.3191 | -5.8478   | -0.0397    | -5.8478   | 2017/03/01 |    |
| 145386.0000-GD | 145386.0000 | 837.9780 | 831.2668 | 831.4865 | -6.6913   | -0.2196    | -6.6913   | 2017/03/01 |    |
| 145380.0000-GD | 145380.0000 | 831.0707 | 825.7624 | 825.7951 | -5.2756   | -0.0072    | -5.2756   | 2017/03/01 |    |
| 145384.0000-GD | 145384.0000 | 824.0735 | 818.1483 | 818.1308 | -5.9247   | -0.0079    | -5.9247   | 2017/03/01 |    |
| 145386.0000-GD | 145386.0000 | 826.1122 | 820.1481 | 820.2119 | -5.9641   | -0.0479    | -5.9641   | 2017/03/01 |    |
| 145372.0000-GD | 145372.0000 | 824.0965 | 820.2245 | 820.2245 | -3.8720   | -0.0036    | -3.8720   | 2017/03/01 |    |
| 145376.0000-GD | 145376.0000 | 797.3945 | -1.0000  | -1.0000  | 0         | 0          | 0         | 2017/03/01 |    |
| 145380.0000-GD | 145380.0000 | 797.7971 | 791.9164 | 791.9039 | -5.8807   | -0.0135    | -5.8807   | 2017/03/01 |    |
| 145384.0000-GD | 145384.0000 | 798.4909 | 795.9780 | 795.9609 | -2.5129   | -0.0141    | -2.5129   | 2017/03/01 |    |

原始数据 | 回归分析

# 三、三维激光数据处理及隧道监控平台

## ■ 侵限分析

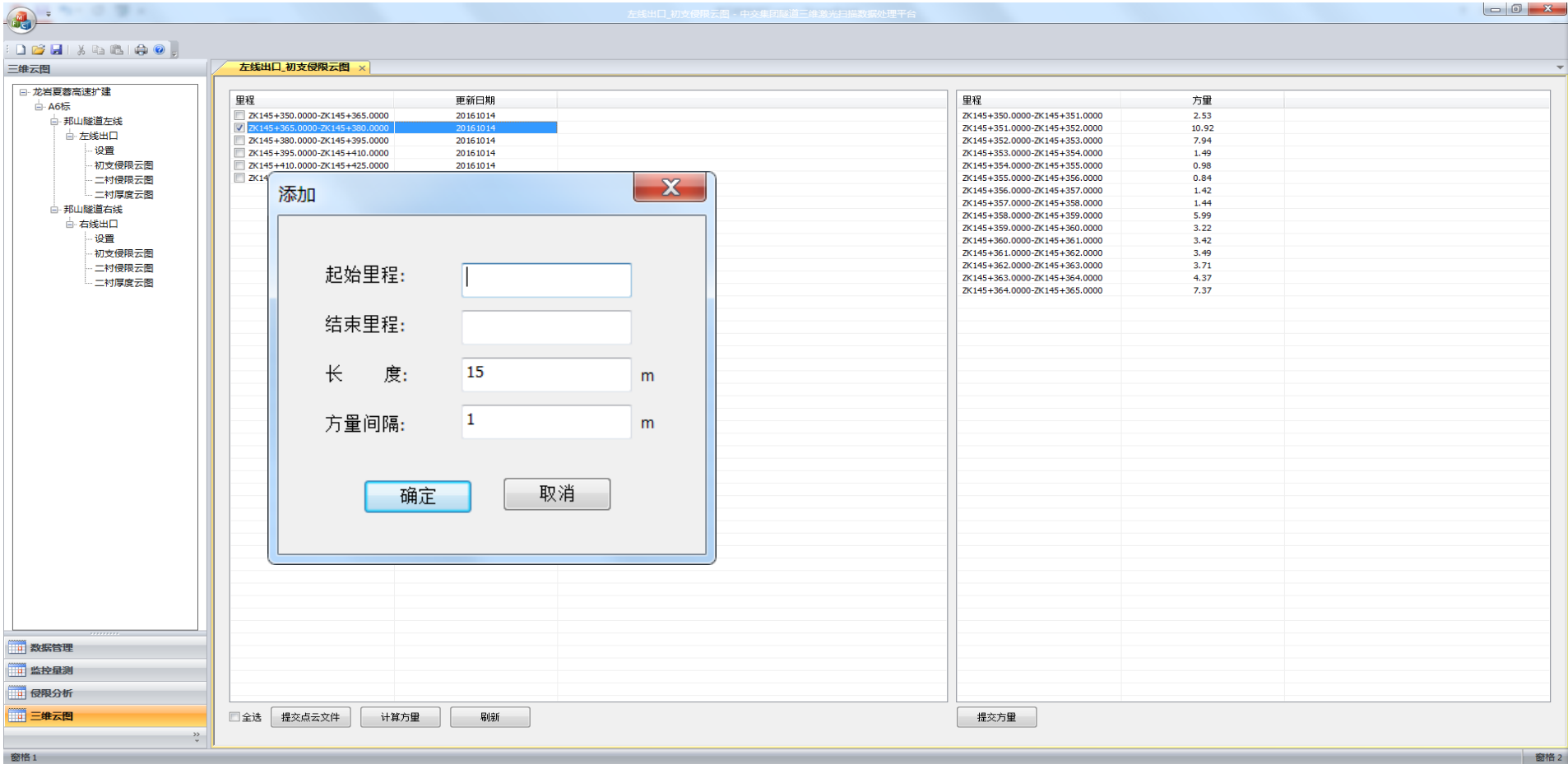
初支侵限  
二衬侵限



# 三、三维激光数据处理及隧道监控平台

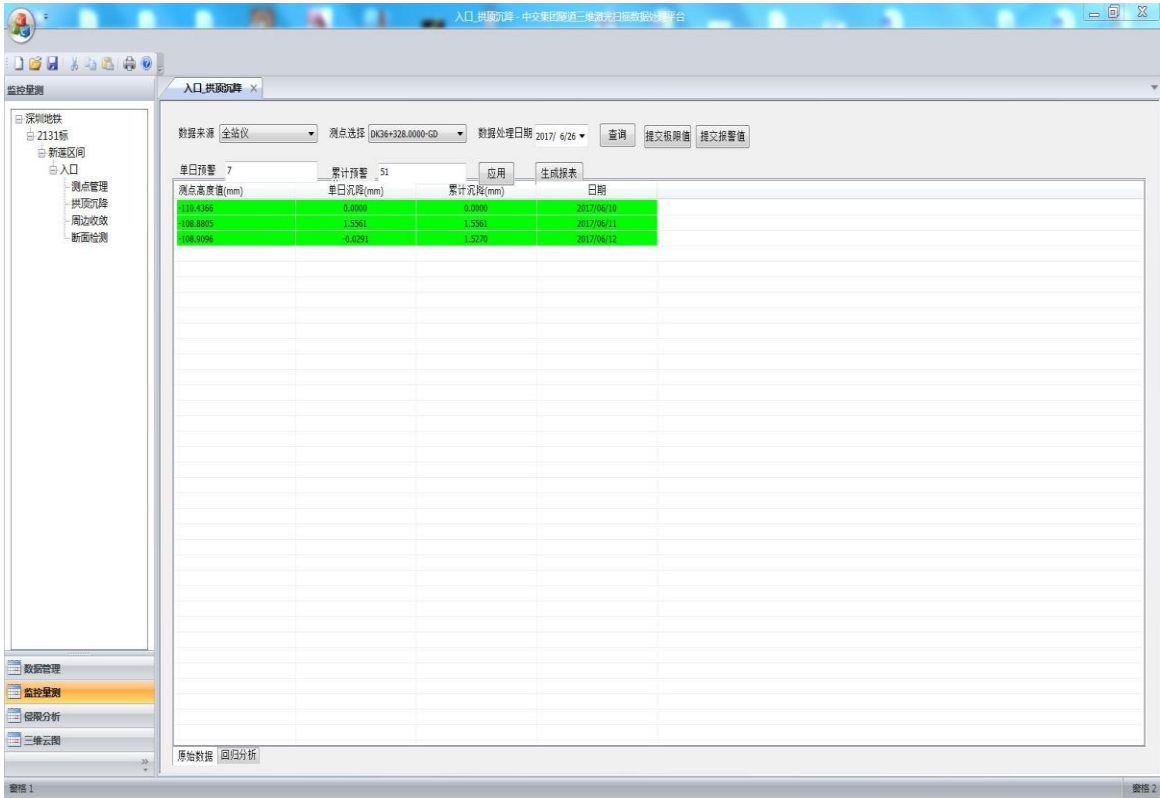
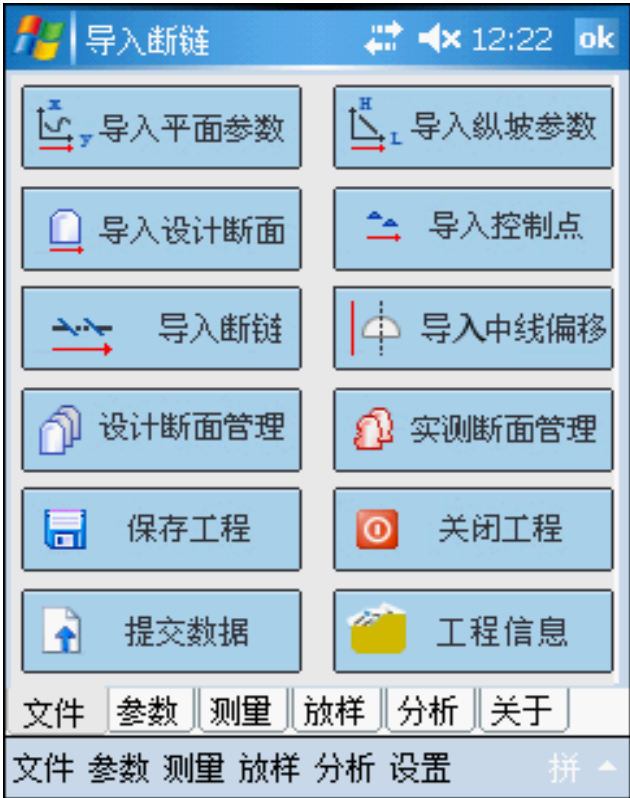
## ■ 方量计算

初支超挖方量  
二衬混凝土方  
量



# 三、三维激光数据处理及隧道监控平台

## ■ 隧道监控平台



### 三、三维激光数据处理及隧道监控平台

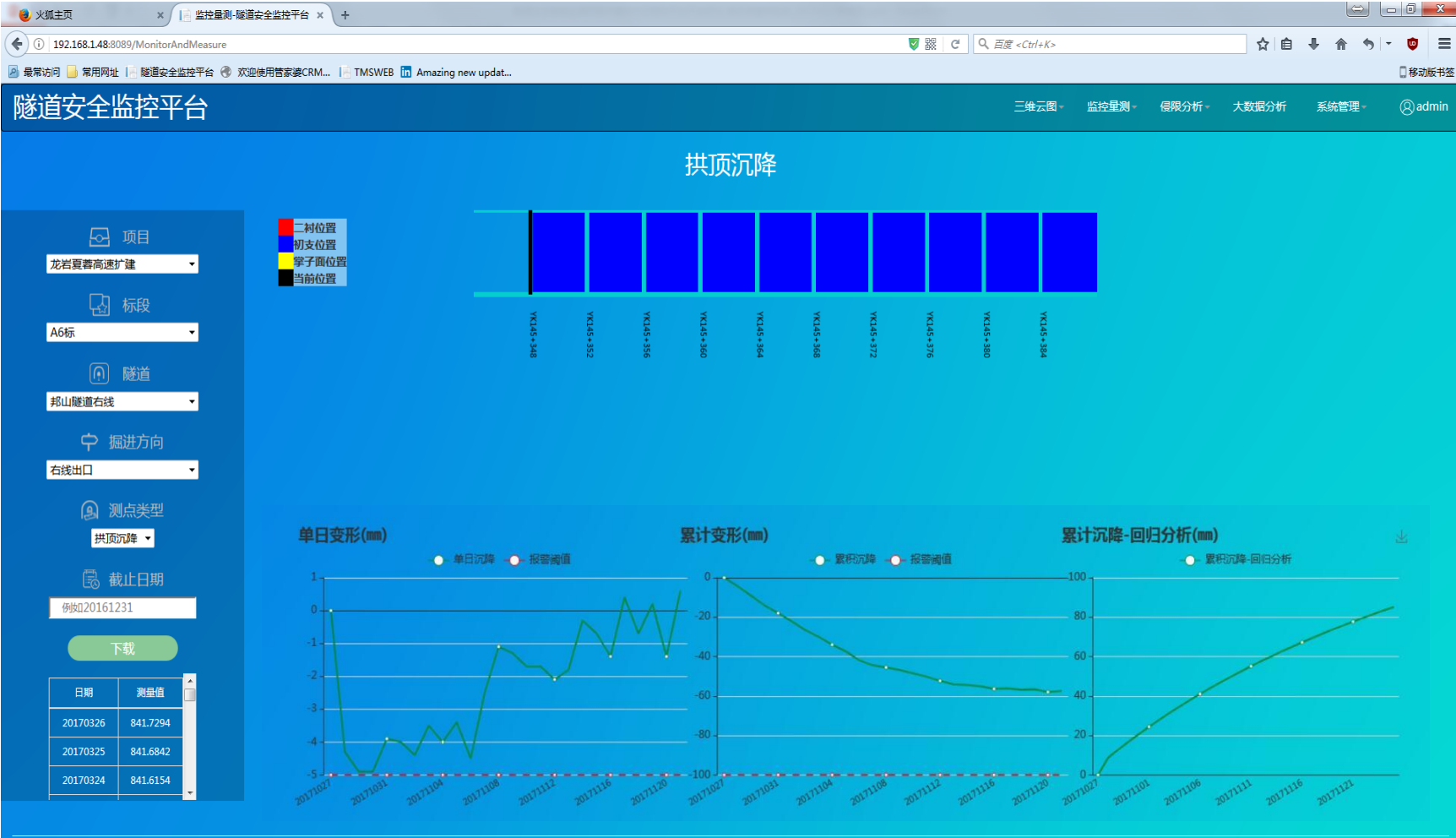
#### ■ Web程序



# 三、三维激光数据处理及隧道监控平台

## ■ 监控量测

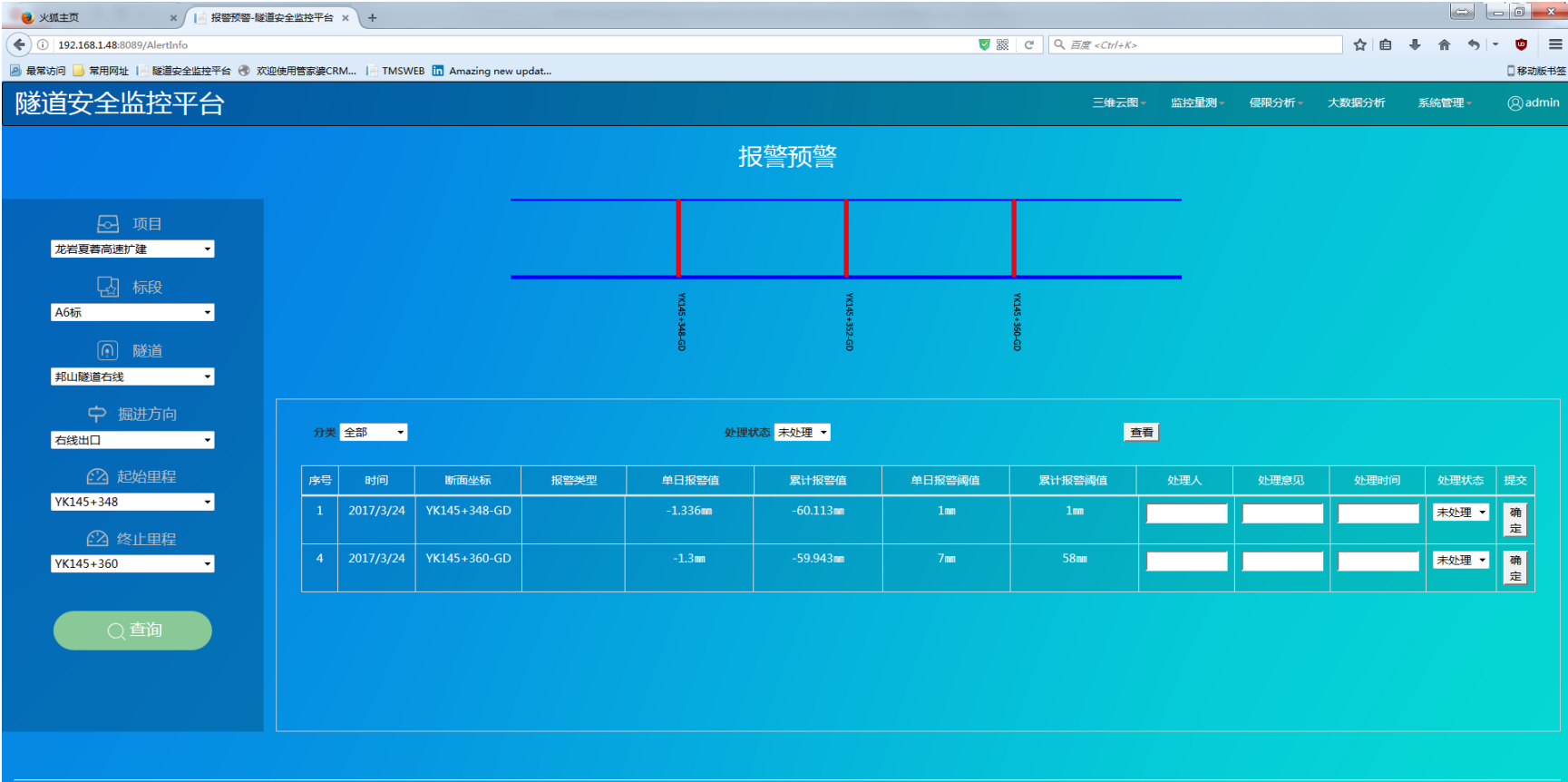
单日变形曲线  
累积变形曲线  
回归分析



# 三、三维激光数据处理及隧道监控平台

## ■ 监控量测

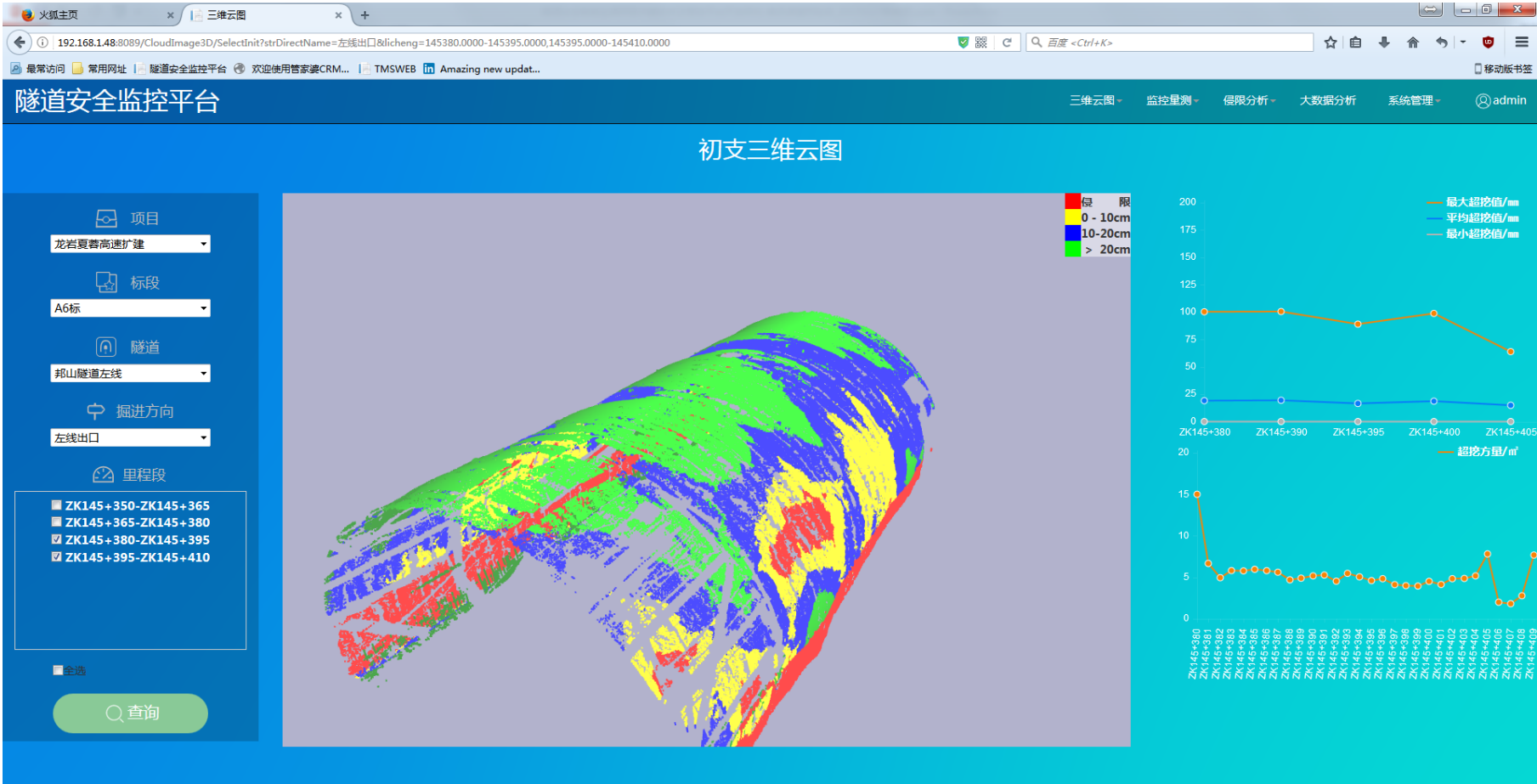
报警信息  
交互式处理



# 三、三维激光数据处理及隧道监控平台

## ■ 三维云图

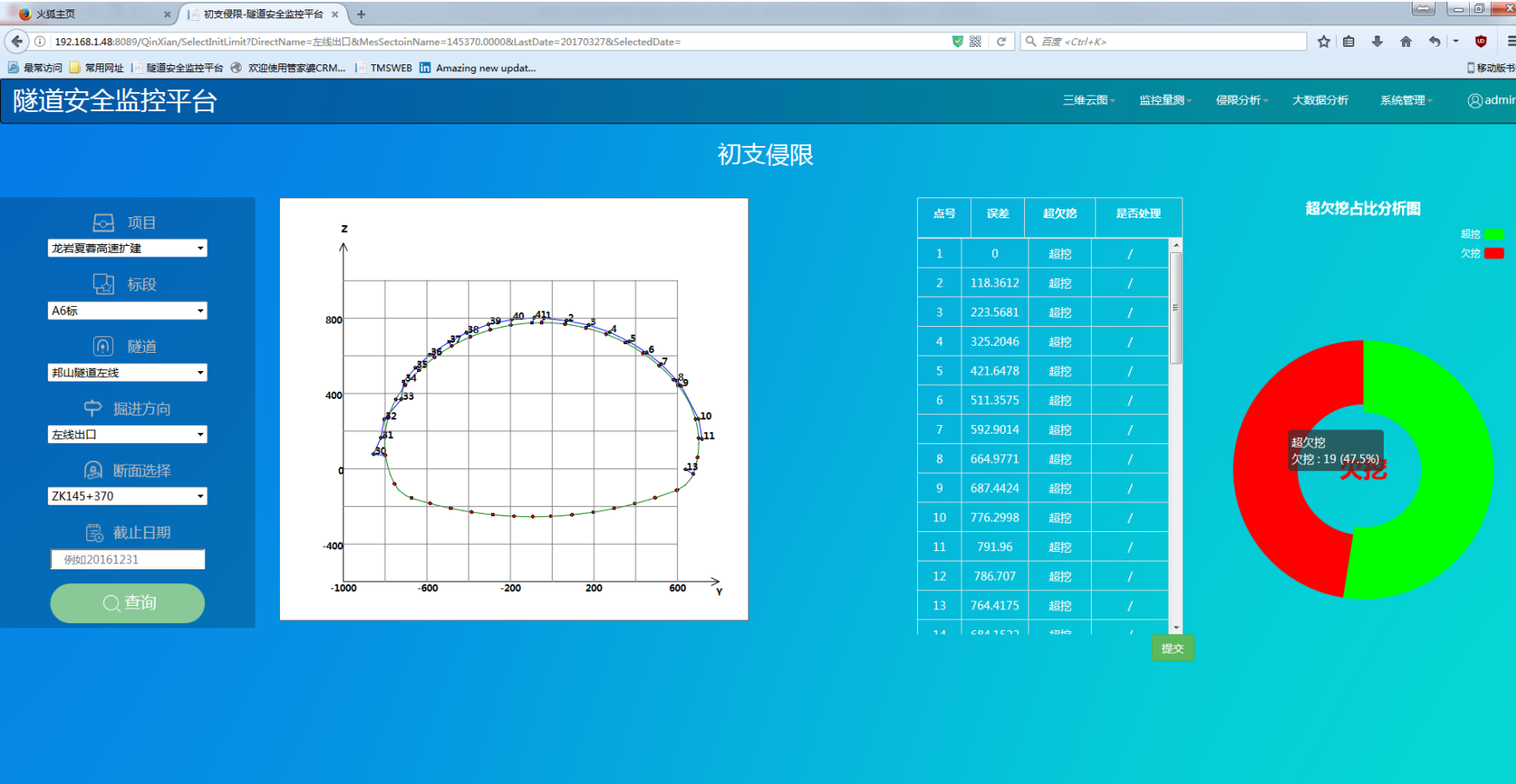
三维云图  
侵限量统计  
方量统计



# 三、三维激光数据处理及隧道监控平台

## ■ 侵限分析

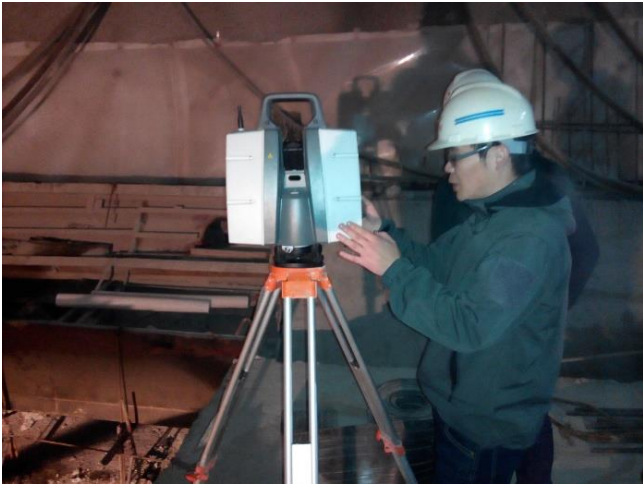
超欠挖值统计  
超欠挖百分比



# 四、应用案例

## ■ 统计分析

- ◆ 杭黄铁路：桐庐隧道、石碣隧道、施家隧道……
- ◆ 福建龙岩厦蓉高速公路扩建工程：邦山隧道
- ◆ 深圳地铁2号线：新莲区间……



—— 谢 谢 ——

