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

Leica机载激光雷达技术在高速铁路工程勘察设计中的应用

李海亮 高级工程师

2018-9-11

海克斯康 HEXAGON

目录

1. 背景及意义

2. 关键技术

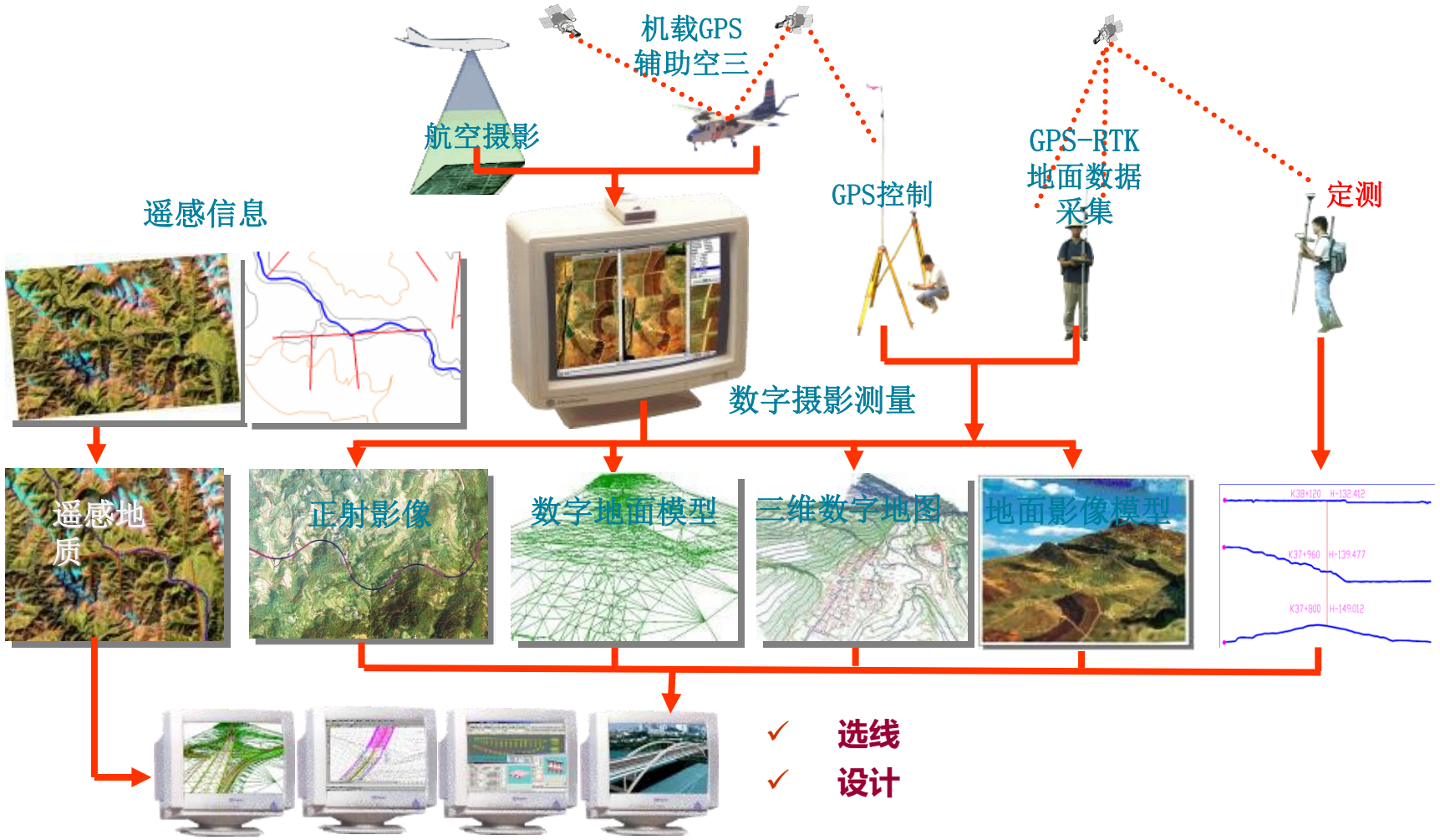
3. 典型工程应用效果

4. 结论与展望

海克斯康 HEXAGON

一、背景及意义

传统铁路勘测模式



✓ 选线

✓ 设计

海克斯康 HEXAGON

铁路建设重心转移

10多年的快速发展使我国铁路建设取得了令世人瞩目的巨大成就，随着西部交通大发展、国际大通道建设和走向国际市场的需要，我国铁路建设重心已发生重大转移：

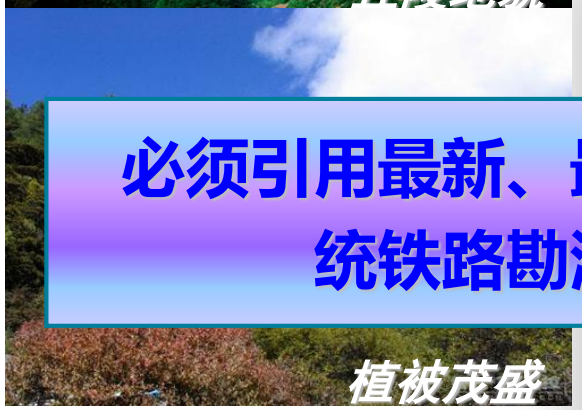
- ◆东部地区
- ◆新建铁路
- ◆国内铁路建设
- ◆铁路建设技术
- ◆大规模建设

→

- ■极端复杂地区
- ■既有铁路病害处治
- ■国际大通道、海外工程
- ■数字化铁路
- ■可持续发展

在可持续发展新模式下，铁路勘察设计必须寻求新的技术支撑……

工程建设环境日益艰巨



工程建设对质量的要求及环境的变化，使繁重的测设任务与工程周期及成本间的矛盾日益突出：

- 自然条件变化，传统航测难以适应
- 安全设计
- 野外工作量大，人工作业困难
- 环境保护与景观建设日益重要
- 勘察设计周期紧张
- 建设任务愈加艰巨

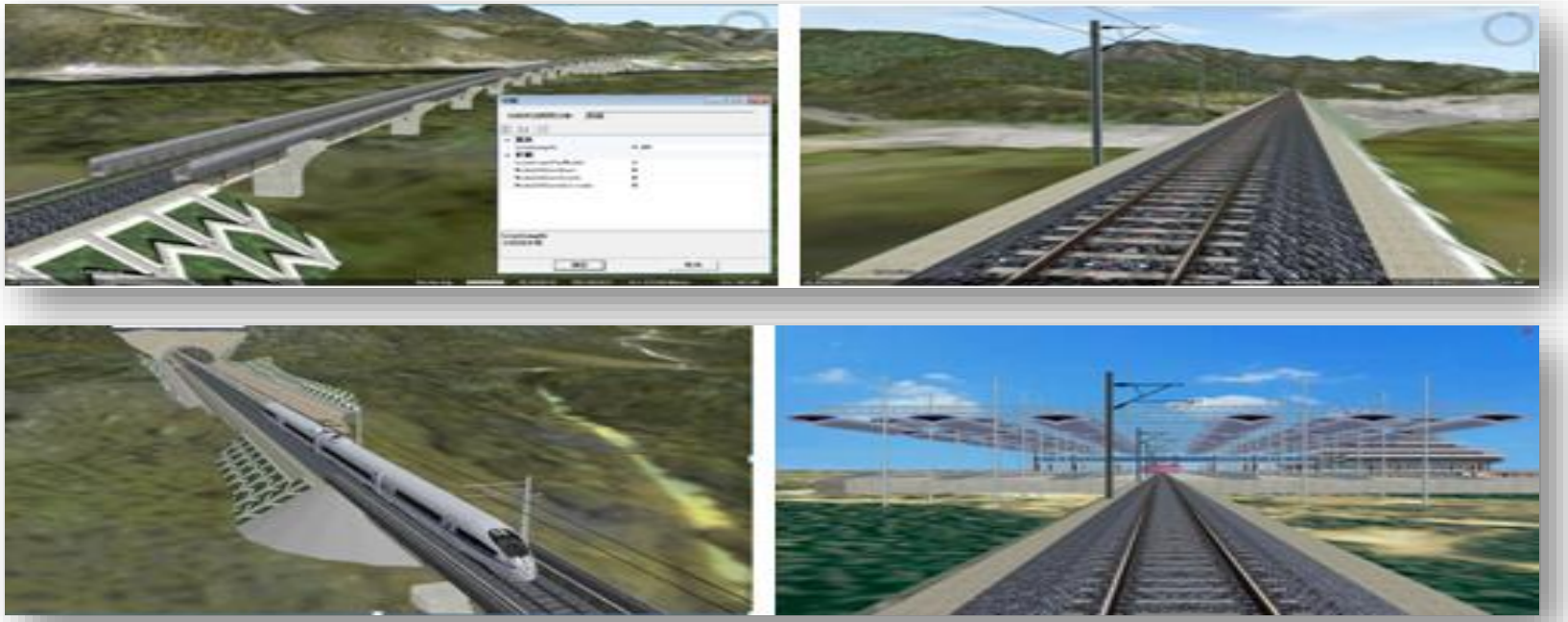
必须引用最新、最先进的现代空间信息技术，弥补、克服传统铁路勘测方法在新工程环境下的技术不足！

海克斯康 HEXAGON

推动铁路BIM需求越来越迫切

2013年上半年，在中国铁路总公司的统一部署下，全国各大铁路设计院和工程施工企业积极推进基于BIM技术的信息化建设。

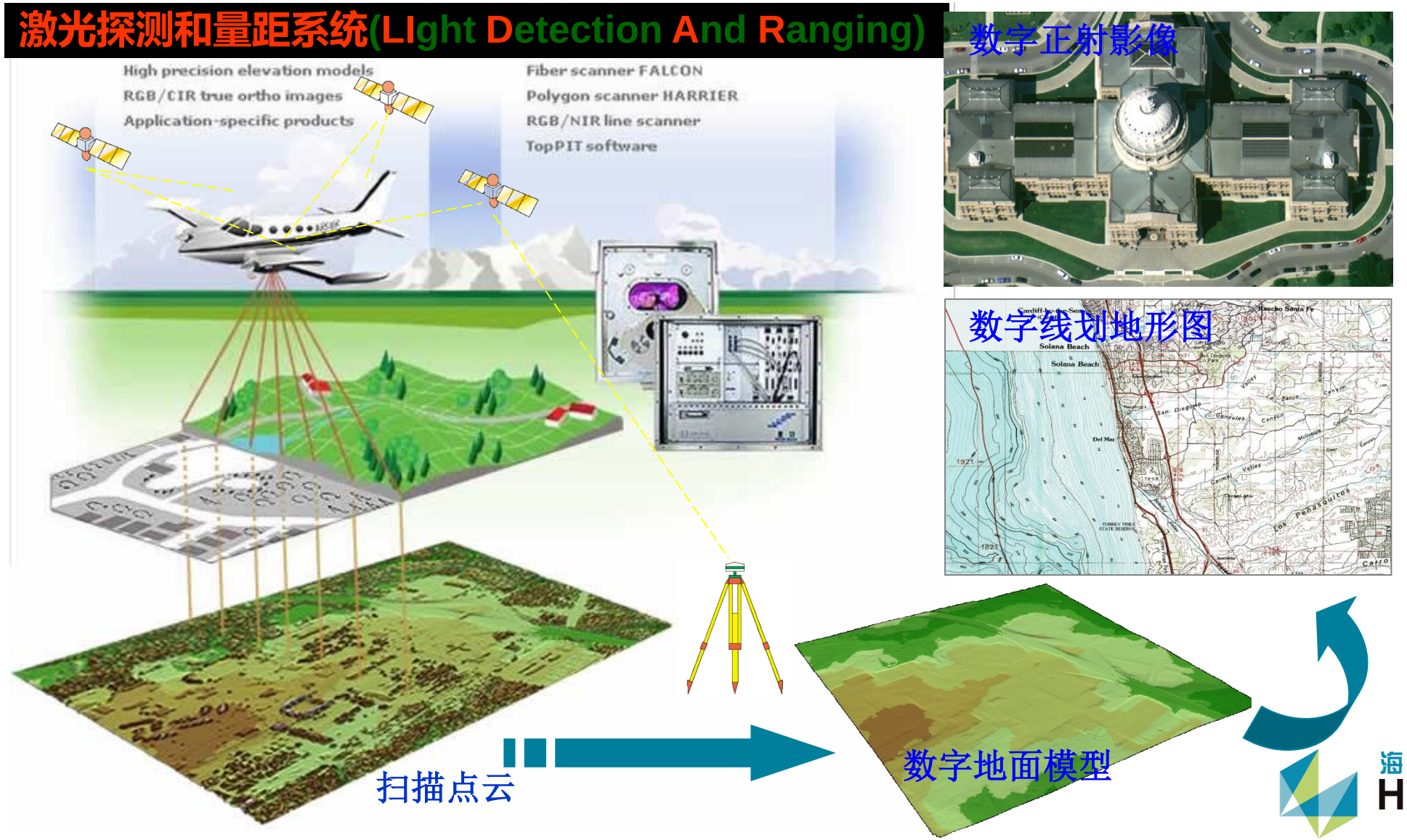
- 碰撞检验
- 施工模拟
- 工程量计算
- 节能优化
- 物料管理



如何在铁路建设中应用BIM技术，充分发挥BIM技术的优势，为铁路建设服务，是当前铁路勘察设计亟需解决的问题。

海克斯康 HEXAGON

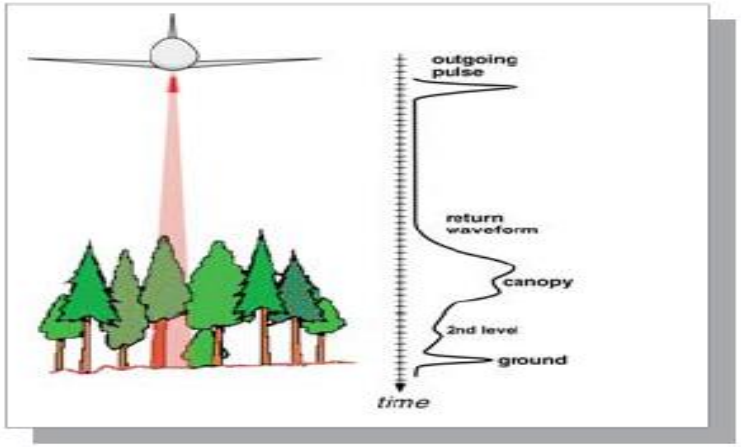
激光测量及机载激光测量（LIDAR）



海克斯康 HEXAGON

Leica ALS60

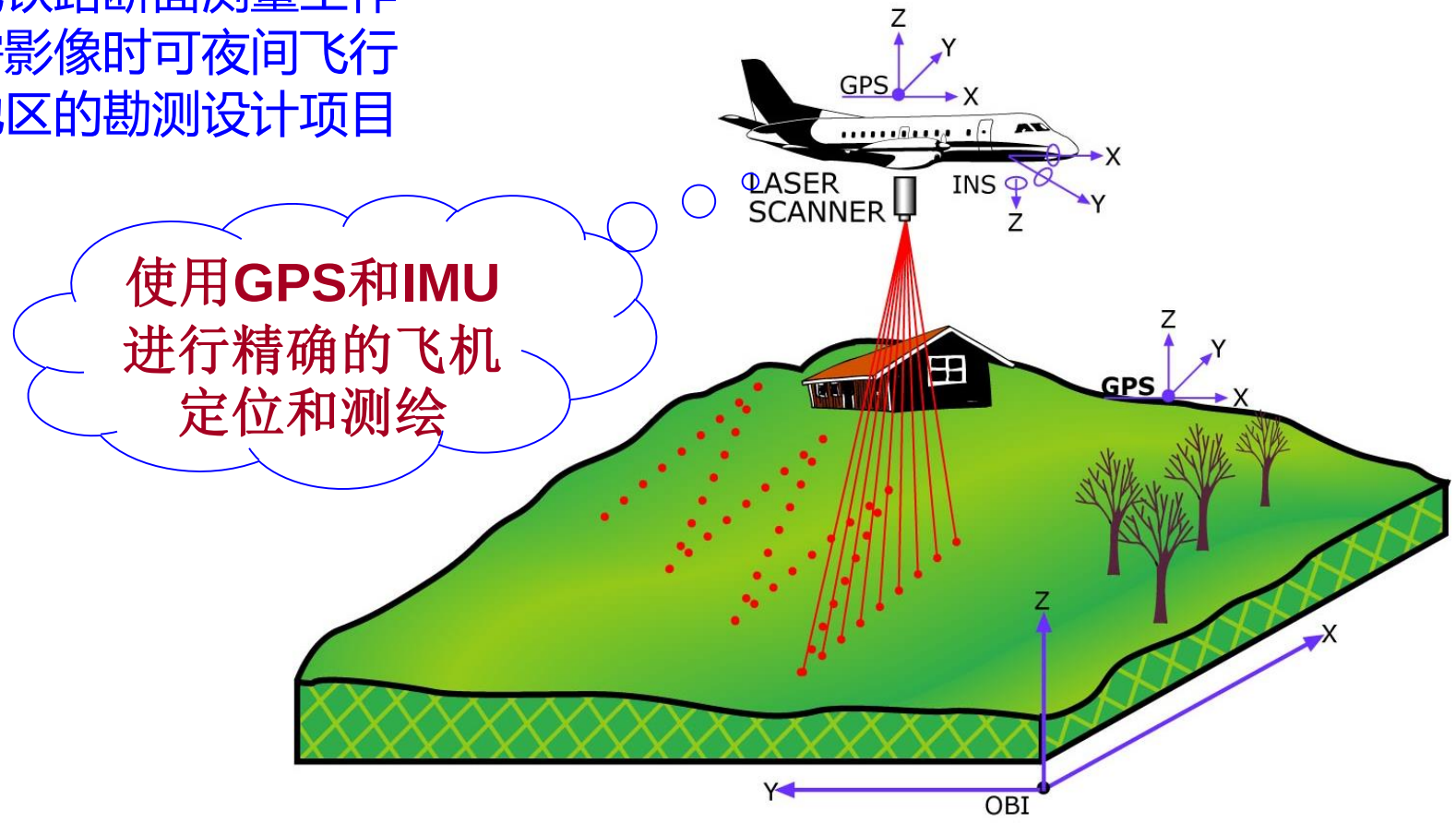
最大脉冲频率	200 kHz
最大扫描频率	100 Hz
回波/强度信号次数	4 + 3
强度数字化级别	8bit+8bitAGC(16bit)
相对飞行高度 (m)	200 – 5000
最大扫描角度 (deg)	75
自适应滚动补偿	有
控制箱工作温度	0 – 40°C
扫描仪工作温度	0 – 40°C 机舱内温度
搭载数码相机	RCD30



海克斯康 HEXAGON

Leica ALS60技术优势

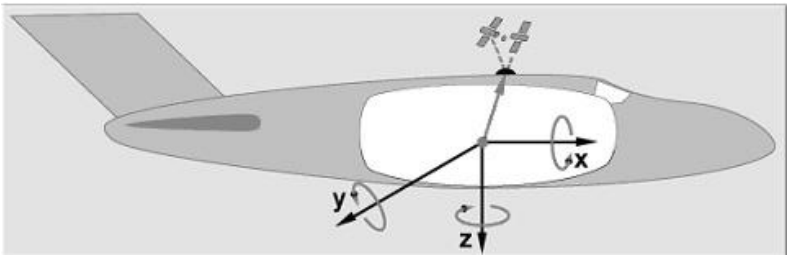
- 快速获取数字地表模型，每个点都有真实三维坐标
- 只需极少量地面控制
- 基于多次回波技术，可穿透植被
- 高程精度高，可替代铁路断面测量工作
- 受天气影响小、无需影像时可夜间飞行
- 特别适合条件复杂地区的勘测设计项目

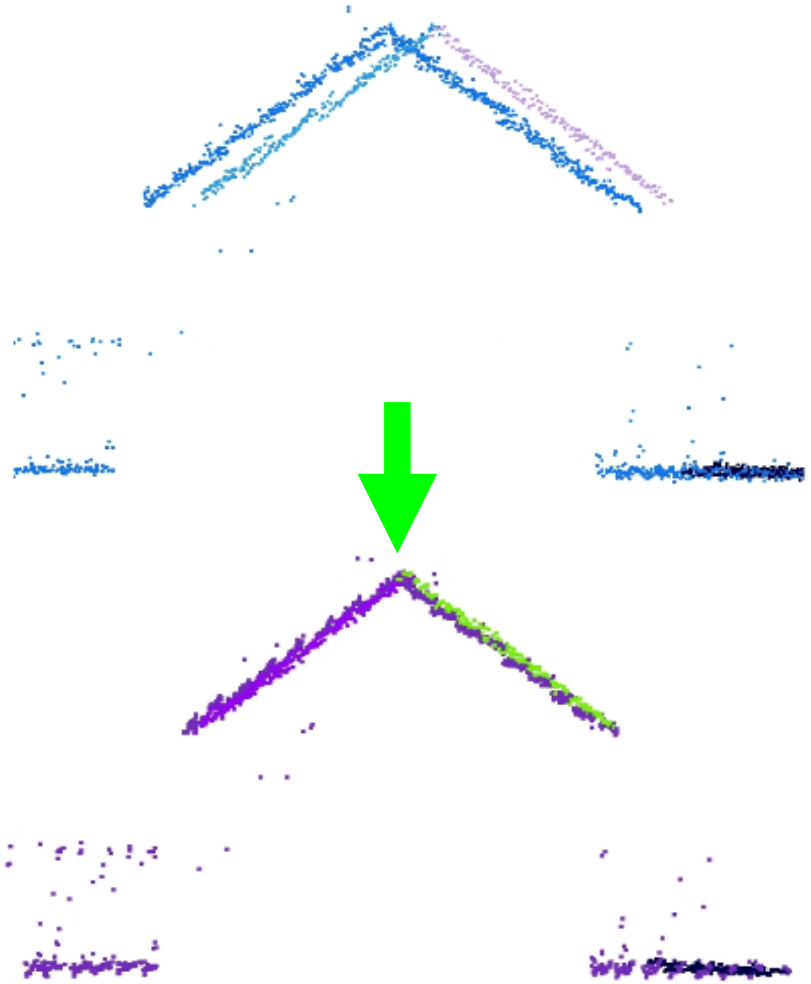


海克斯康
HEXAGON

二、关键技术

带状工程机载激光雷达数据精度精化方法——检校





海克斯康 HEXAGON

带状工程机载激光雷达数据精度精化方法——残余系统差消除

针对某些航线激光雷达数据残余系统误差的问题。通过沿线路每5km布设的外业像控点、每4km的一个CPI点及航线间接边综合推估，计算激光雷达数据的系统差并予以消除。

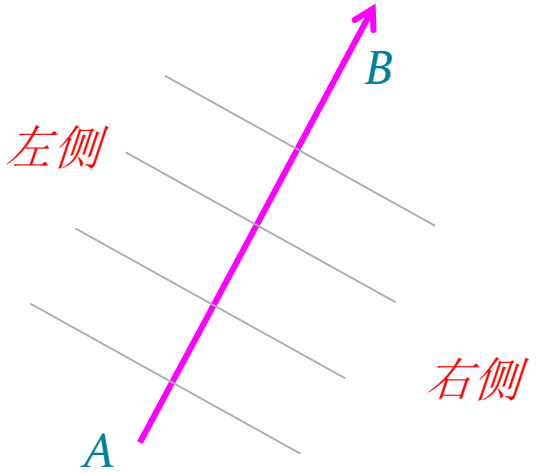
DK175-177段系统差消除前精度统计表

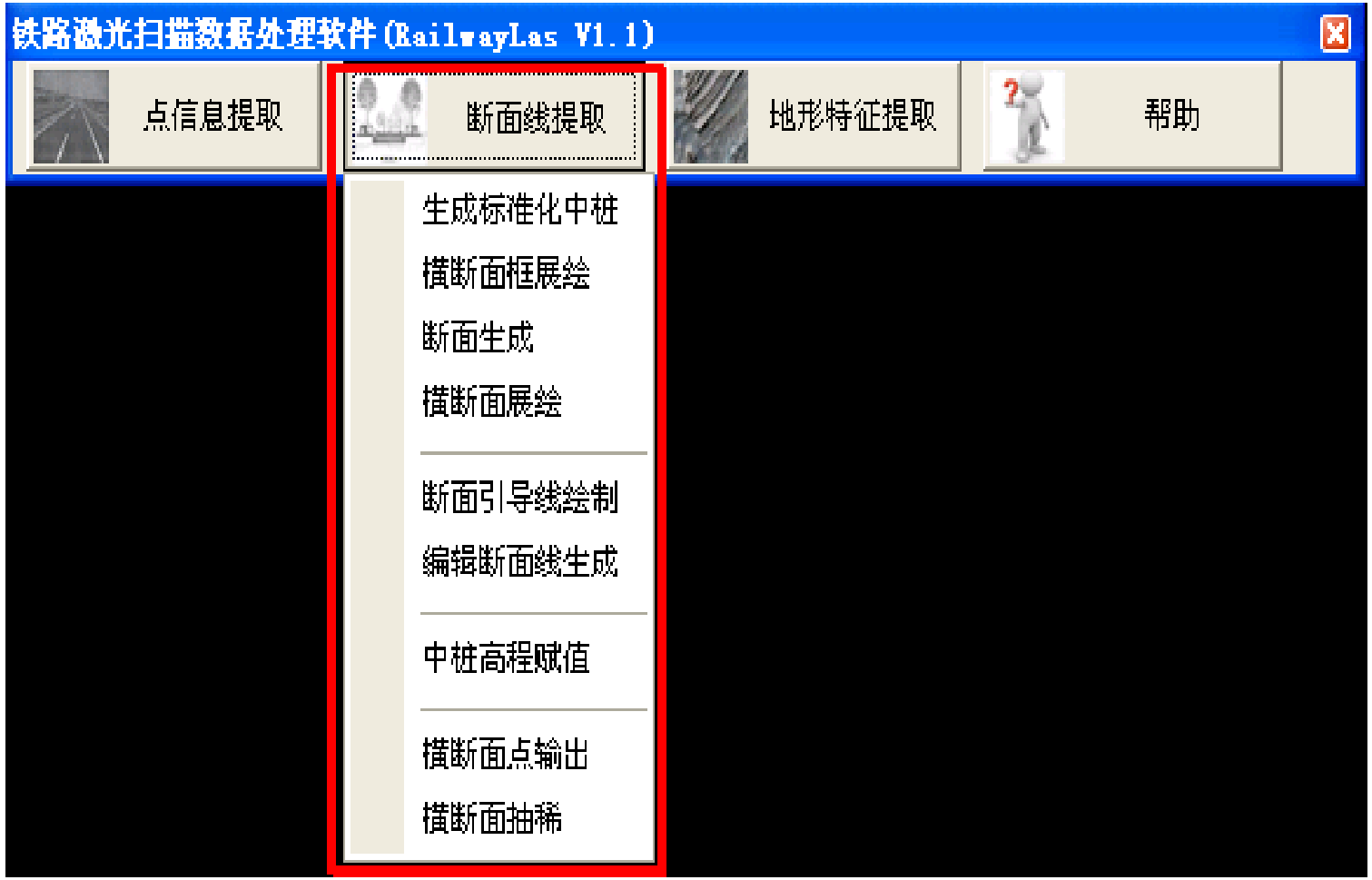
限差	≤0.1m	>0.10m && ≤0.20m	>0.20m&& ≤0.35m	>0.35m
点数（个）	485	470	519	223
比率（%）	46.24	47.22	60.8	23.17

海克斯康 HEXAGON

基于原始激光数据的纵横断面提取技术

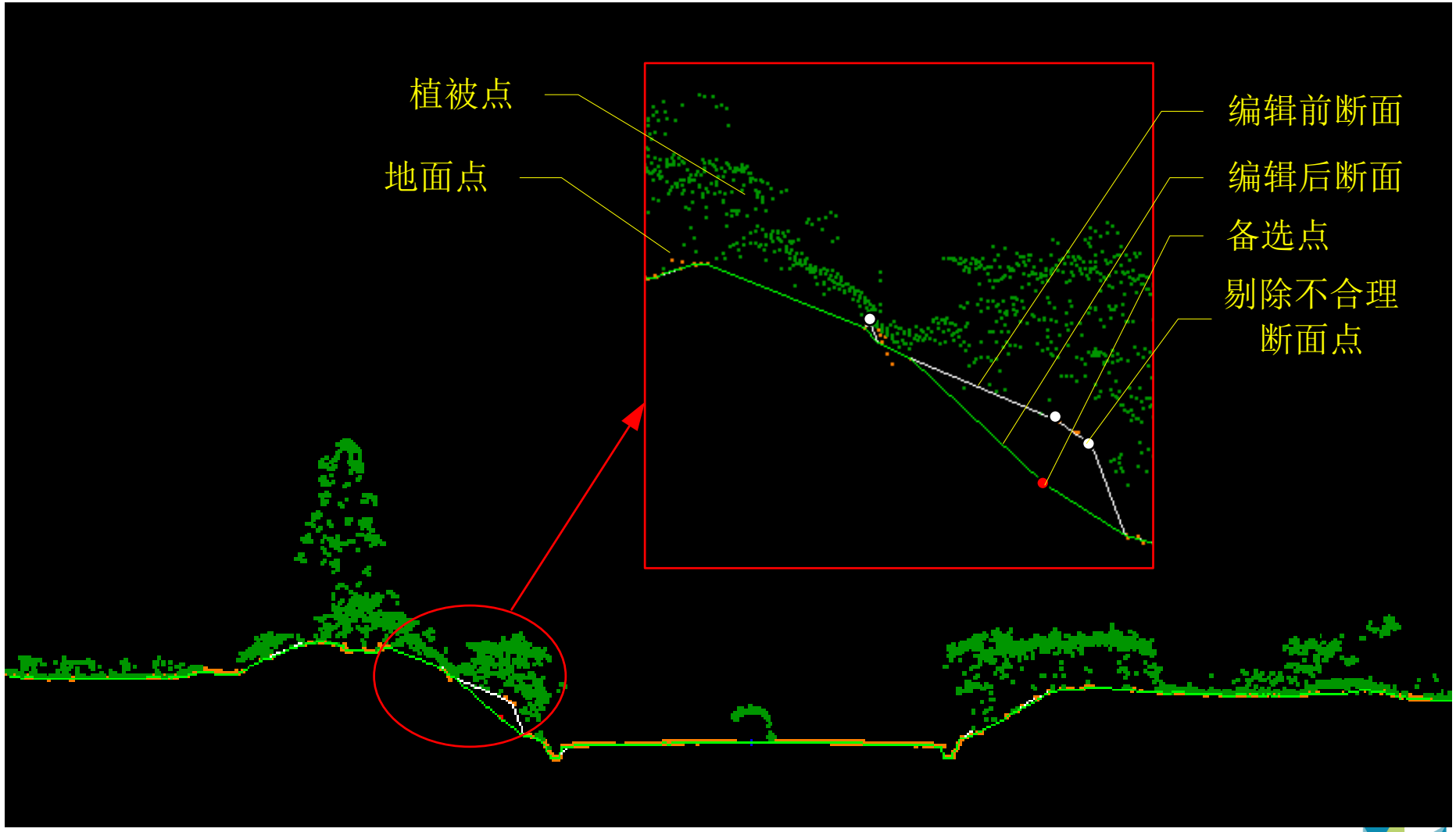
1. 基于原始激光点云的断面自动生成；
2. 在可视化环境下的断面精加工；
3. 断面抽稀与标注；
4. 成果输出。





海克斯康 HEXAGON

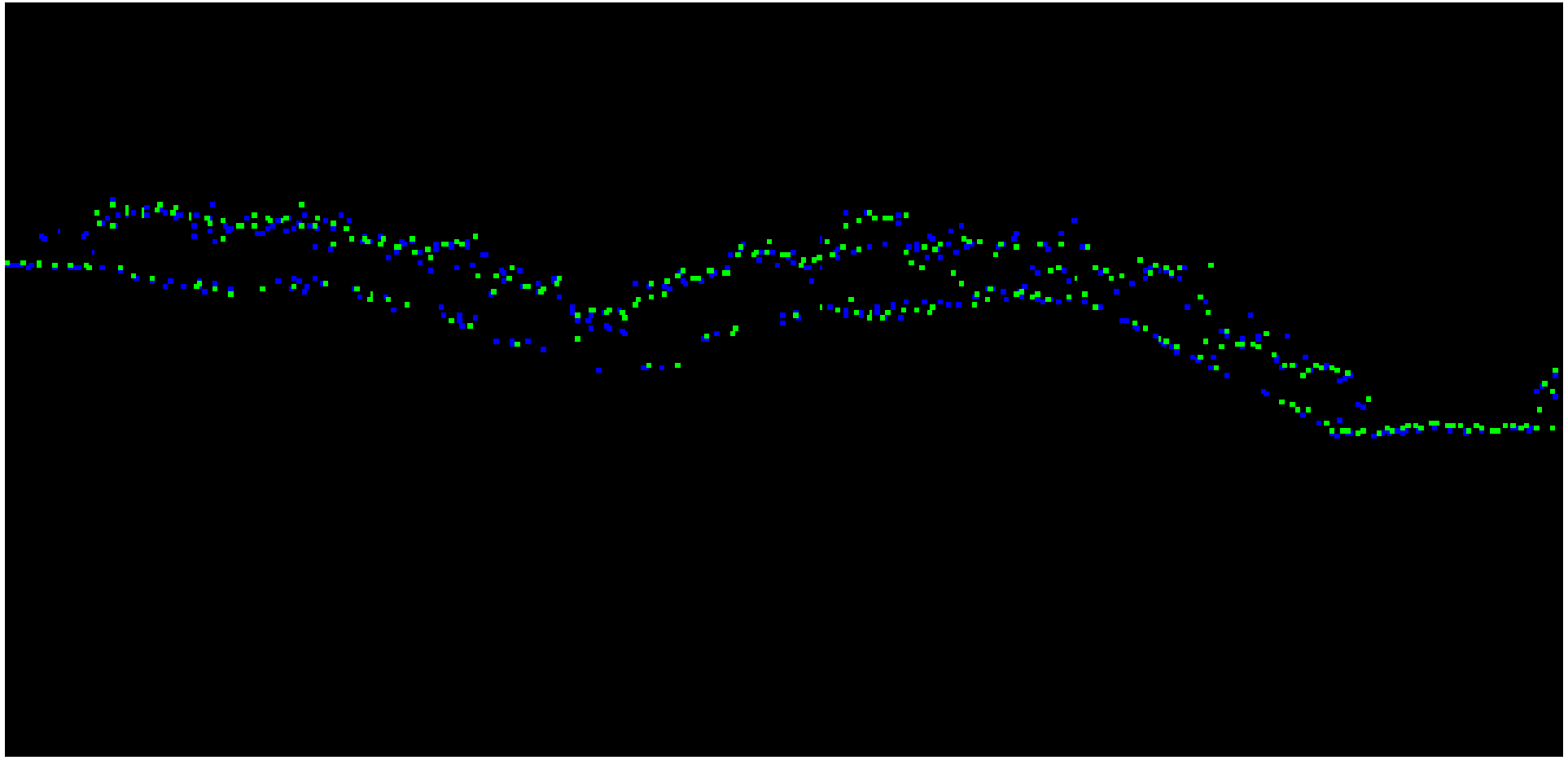
基于原始激光数据的纵横断面提取技术



海克斯康 HEXAGON

困难复杂地区机载激光雷达采集方法

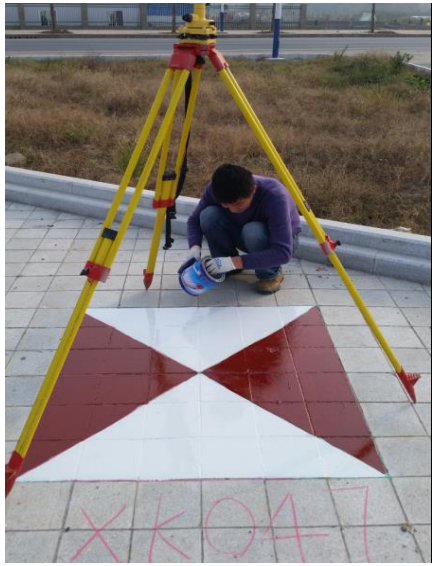
通过重复航飞，增加地面点密度。

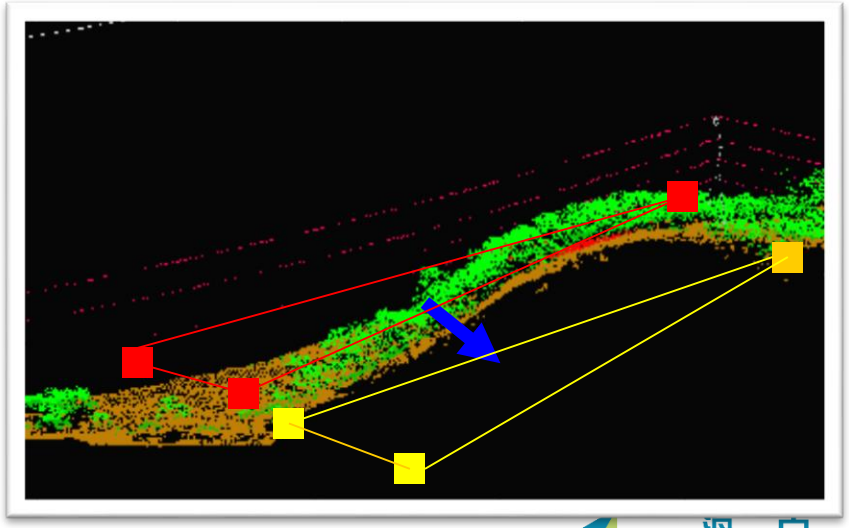


海克斯康 HEXAGON

困难复杂地区机载激光雷达采集方法

- 针对困难山区像控选点难的问题，可在航飞前人工布设像控点。该方法获得的像控点精度高，作业灵活，而且可节省工期。





海克斯康 HEXAGON

三、典型工程应用

武襄十铁路机载激光雷达测量——工程概况

- 武汉至襄阳段地处江汉平原，属平原、微丘地形，植被不算茂密，线路里程约300km；
- 随州及十堰段植被覆盖茂密，线路里程约90km。

在本项目中，采用Leica ALS60机载激光雷达系统进行全线勘察。

海克斯康 HEXAGON

武襄十铁路机载激光雷达测量——航线设计

- 从经济性出发，并考虑到梅雨季节低云多的影响，针对孝感东至谷城段拟以1500米的高度进行飞行，扫描角为53度。激光点云发射密度为1.81（点/m^2），激光带宽为1495米；
- 谷城至十堰郊区段受地形起伏影响，ALS60扫描仪要求飞行高度不能低于2300米。针对谷城至十堰郊区段拟以2300米的高度进行飞行，扫描角设置为40度。激光点云发射密度为1.24（点/m^2），激光带宽为1600米。为了加大点密度，保证测量精度，本段每条航线飞行两次，从而提高激光穿透植被的概率 。

武襄十铁路机载激光雷达测量——精度统计

表 1 检校场高程精度验证统计表(单位：米)

差值算术平均值	-0.018
最大差值	0.180
中误差	0.079

表 2 CP1 高程精度验证统计表(单位：米)

差值算术平均值	0.074
最大差值	0.243
中误差	0.111

表 3 测区控制点高程精度验证统计表(单位：米)

差值算术平均值	0.099
最大差值	0.278
中误差	0.132

- 通过检校场、CP1及测区控制点对激光点云高程精度进行检查，本次激光点云高程精度优于0.132米，满足技术设计的精度指标；

海克斯康 HEXAGON

武襄十铁路机载激光雷达测量——精度统计

按照地形特征精

35m

0

0.4

海克斯康 HEXAGON

武襄十铁路机载激光雷达测量——精度统计

海克斯康 HEXAGON

武襄十铁路机载激光雷达测量——精度统计结论

- 通过精度评定结果可以看出除密林及陡砍边缘处，其他情况激光雷达能够满足90%点在0.35米限差以内，满足横断面点的测量精度要求；
- 通过检测分析发现，激光数据精度稳定性高，可利用激光数据对外业数据进行检测。

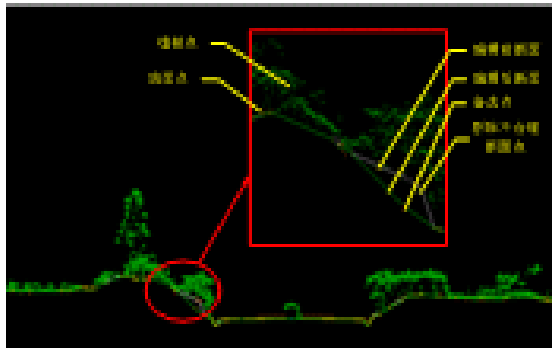
武襄十铁路机载激光雷达测量——工作汇总

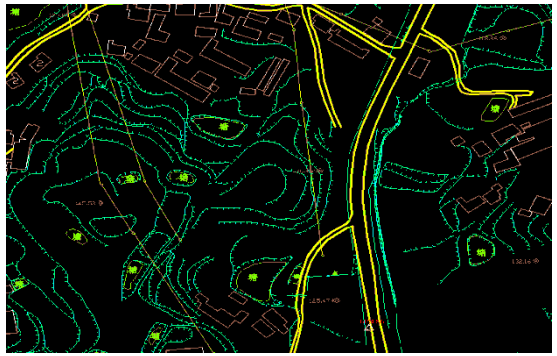
序号	工作内容	计算单位	工作量	备注
1	航飞	公里	612.5	孝感至谷城：419.5公里；谷城至十堰96.5公里，飞两遍。
2	点云处理	平方公里	1862	
3	正射影像	平方公里	1815	
4	1:2000地形图	平方公里	389.7	
5	工点图	平方公里	1.01	计58处，每处面积不大，费时费工
6	横断面	个	14548	定测结束后，补充74批次，计5031个
7	纵断面	点	96719	

海克斯康 HEXAGON

武襄十铁路机载激光雷达测量——应用结论

- 通过本项目的应用，充分检验了我院研发的机载激光雷达测量技术在铁路勘测中的方法、流程及软件系统，在质量控制、山区密林地区勘测方法等方面积累了宝贵的经验；
- 应用过程中，我院在机载激光雷达测量技术的精度、产品形式、生产流程等方面与各设计专业进行了充分的磨合，为后续推广应用打下了坚实的基础；
- 机载激光雷达技术可有效的降低劳动强度，缩短测设周期，尤其是面对定测结束后方案变化，其优势特别明显。
- 基于本项目的信息丰富的机载激光雷达数据，后续选取了8公里进行了全专业BIM试点设计，荣获2016年创新杯建筑信息模型(BIM)应用设计大赛一等奖。





海克斯康 HEXAGON

四、结论与展望

结论与展望

1. 机载激光雷达技术已在我国工程建设相关行业进行了近10年的应用，已经逐渐成为主流技术，在勘测中应用潜力巨大。
2. 2016年以来，采用LeicaALS60、ALS80已先后完成了近15个项目，为铁路设计提供了丰富准确的勘测数据，显著提高了勘察效率和质量；
3. 随着铁路建设技术进步以及BIM技术、智能铁路的需求，对铁路勘测提出了更高的要求。机载激光雷达技术作为一种快速、准确的测量方法，可获取高精度、高质量的三维地理信息数据，是铁路勘测必然的发展方向。
4. 机载激光雷达数据具有丰富的信息，挖掘潜力巨大，在工程建设行业中，目前勘测专业提供给设计专业的数据仍沿用旧的方法和体系，难以体现新技术的优势，必须将更多、更丰富的信息推送给设计专业，才能发挥其价值。

海克斯康 HEXAGON

谢 谢