

# 飞马D200S机载激光雷达技术 在原始森林道路规划设计中的应用

原始森林 | 道路规划 | 雷达技术 | 信息数据 | 交互平台

汇报人：岳峰



# C | 目录 Contents

- 01 项目背景及历程回顾
- 02 项目创新技术解决思路
- 03 D200S机载雷达技术创新应用
- 04 项目总结及未来展望





# 01

## 项目背景及历程回顾

- 项目来源及测区概况
- 首次测绘的技术路线
- 首次测绘的实施过程
- 首次测绘的成果情况



## 2019年公司接到一个测绘任务，设计单位初步描述如下：

项目内容：100公里的道路规划设计。

设计需求：1:2000地形图，对设计线位实地放样，为设计人员提供必要的基础测量数据。

测区位置：西藏林芝地区。

测区描述：植被茂密，但抬头可见天，60公里有小路。

## 组织人员，进入现场，踏勘后情况如下：

线路走廊带位于高山峡谷中，地势险峻，高差较大，河流纵横密布，地质灾害频发。

测区植被覆盖率大于75%，工可线路上抬头有可见光，但看不见天空。

气候温和多雨，每年3-9月份为雨季，年降雨量800毫米。

据当地人反映，测区50年未曾有人进入，根据史料60公里有小路，但已无法定位。

野生动物出没频繁，有豺狼、狗熊、老虎和豹子等。



测区环境照片

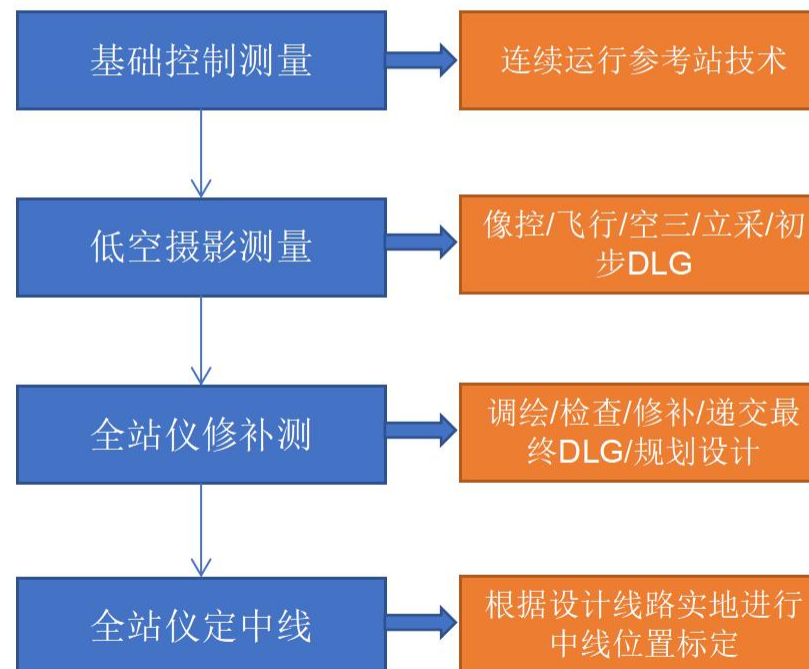




怀着坚定的信念：相信自己！挑战自己！我们一定能行！



### 首次测绘的技术路线







基础控制



摄影测量



地形修测

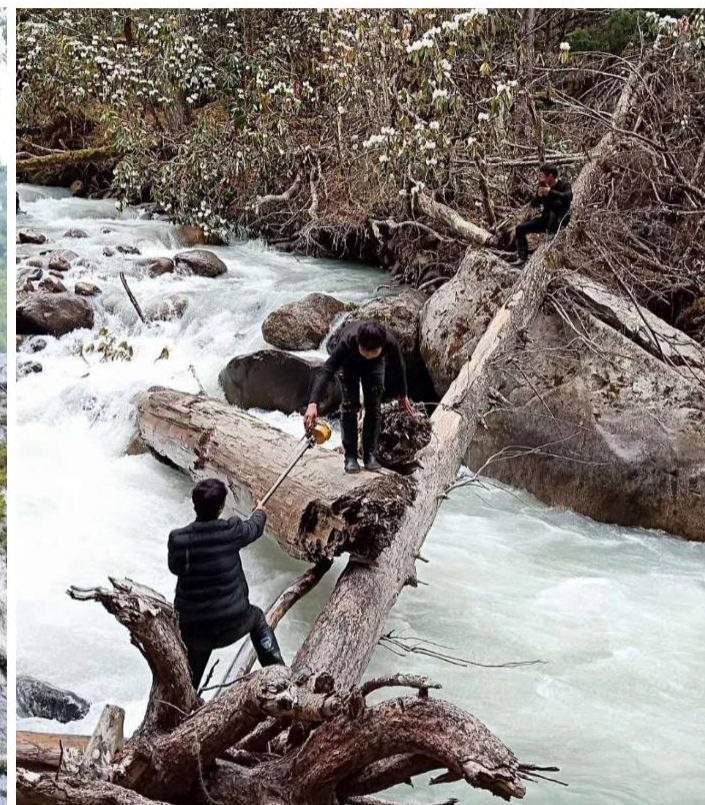




道路放样

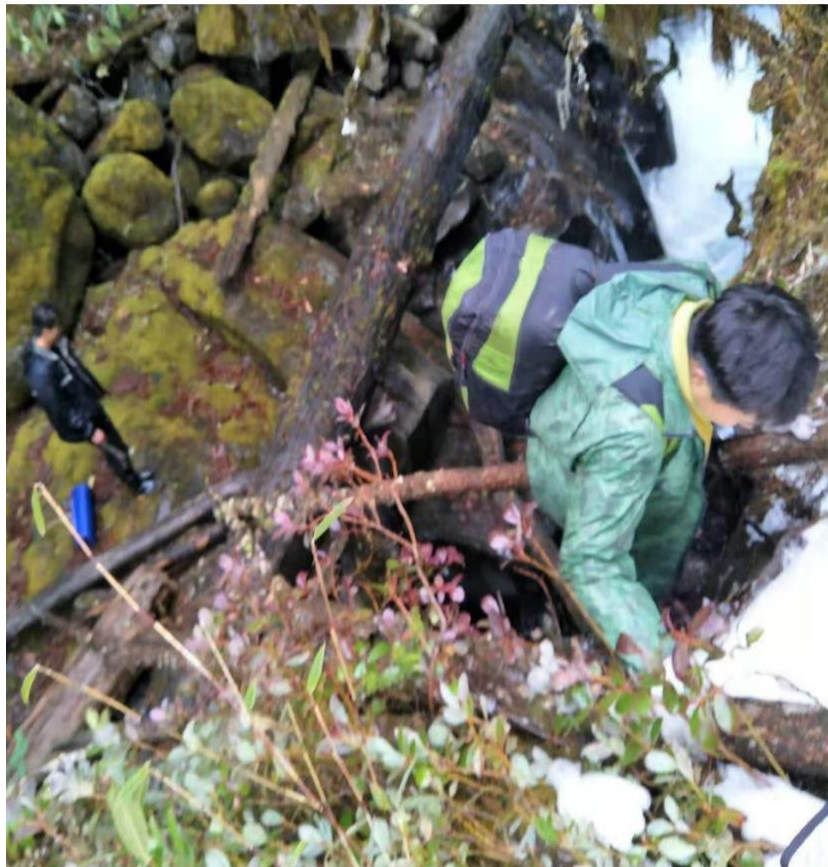


碎步测量



作业环境1





作业环境2



作业环境3



作业环境4





作业环境5



作业环境6



历时三个月，测绘成果情况如下：

- 1 摄影测量：**植被茂密**，弱纹理，像控点布设稀疏，空三精度较差，立体采集成果质量不可控。
- 2 全站仪测量：**通视条件差**，转站次数多，检核条件极少，数据质量不可控。
- 3 森林中**RTK无卫星信号**。
- 4 同一部位，立体采集的**DLG**成果和全站仪采集的碎部点成果对比互差值均大于**3米**。



从新定位规划设计需求：

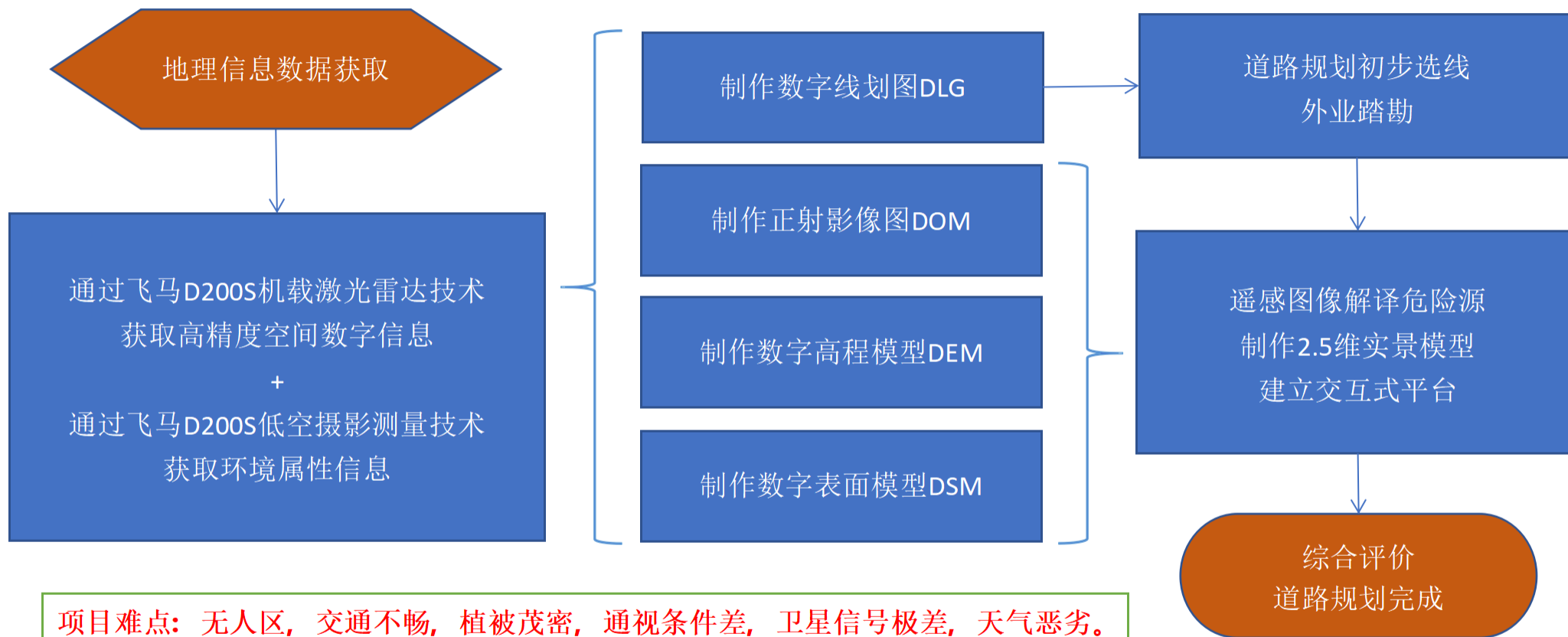
- 1 需要准确的地理信息数据，包括地形和植被属性等。  
(**Lidar**和可见光相机)
- 2 确定地质灾害位置。(遥感解译)
- 3 宏观上对道路设计位置的合理性进行评价。(实景模型)
- 4 自然环境要求我们必须高效完成作业。(无人机)

# 02

## 项目创新技术解决思路

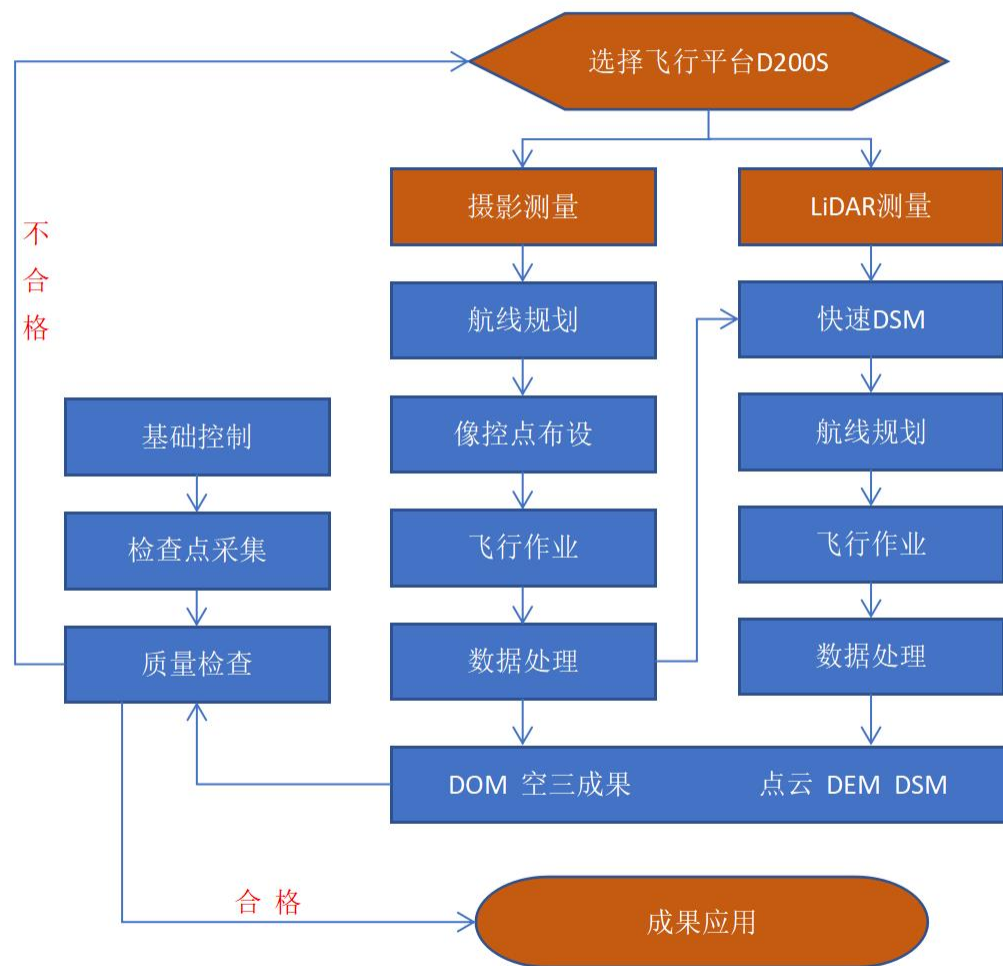
- 创新技术路线
- 生产作业流程





**项目难点：**无人区，交通不畅，植被茂密，通视条件差，卫星信号极差，天气恶劣。  
**解决思路：**需要能够高效完成作业的无人机平台，数据量大且内容丰富，精度质量可靠，实景再现。





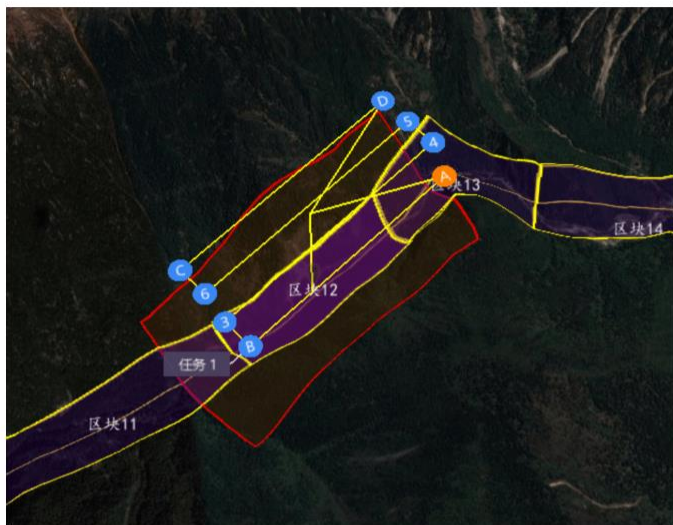
D200S飞行平台：空机重量6.5kg，外形尺寸830×732×378mm。

相机：型号SONY CAM300 RX1RII，传感器尺寸35.9×24mm，有效像素4200万。

雷达：RIEGL mini UX-1UAV，回波数量5，有效测量距离250m。



摄影测量航线规划



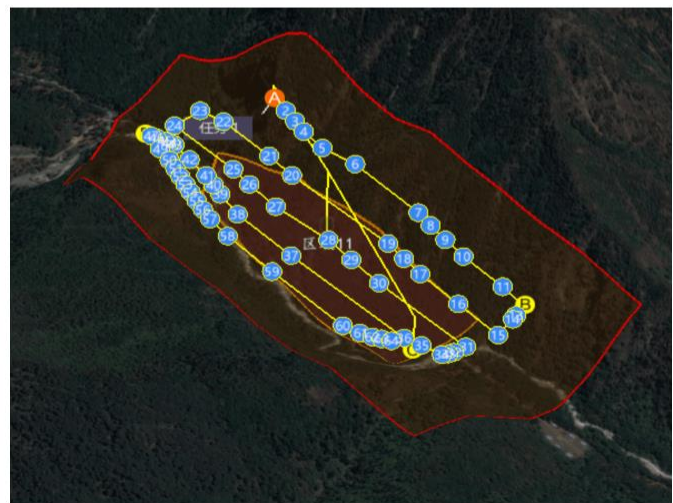
像控点布设



可见光飞行


 空三成果  
 DOM  
 快速DSM

雷达航线规划



雷达飞行



质量检查


 高精度点云  
 DSM  
 DEM

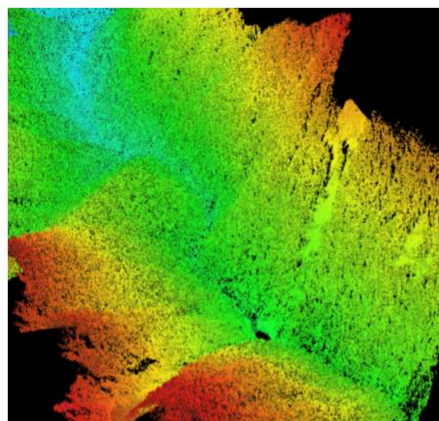
# 03

## D200S创新应用

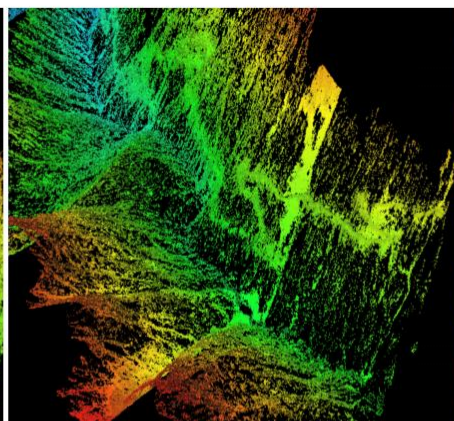
- 高精度数据源的获取
- 数字线划图DLG的生产
- 遥感影像解译标识危险源
- 实景模型交互式平台



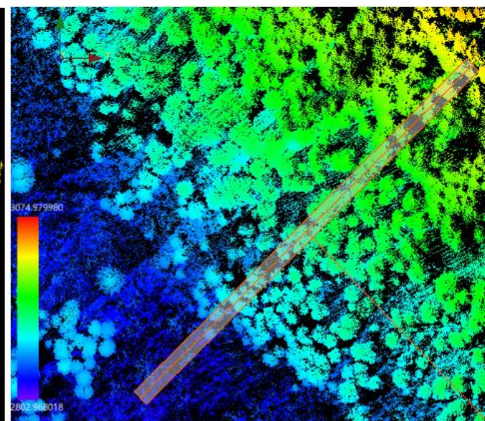




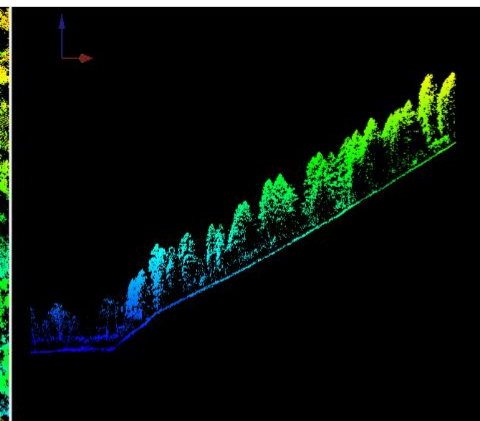
高精度原始点云



高精度地面点云



高精度点云剖面



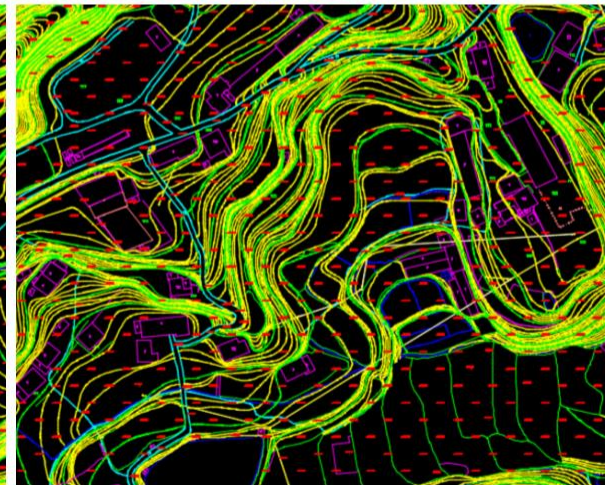
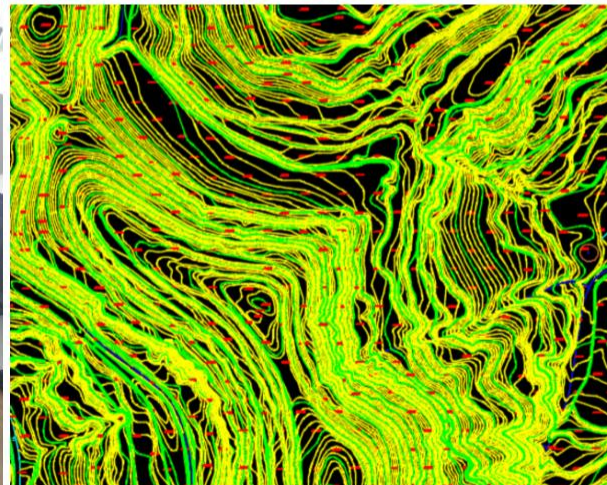
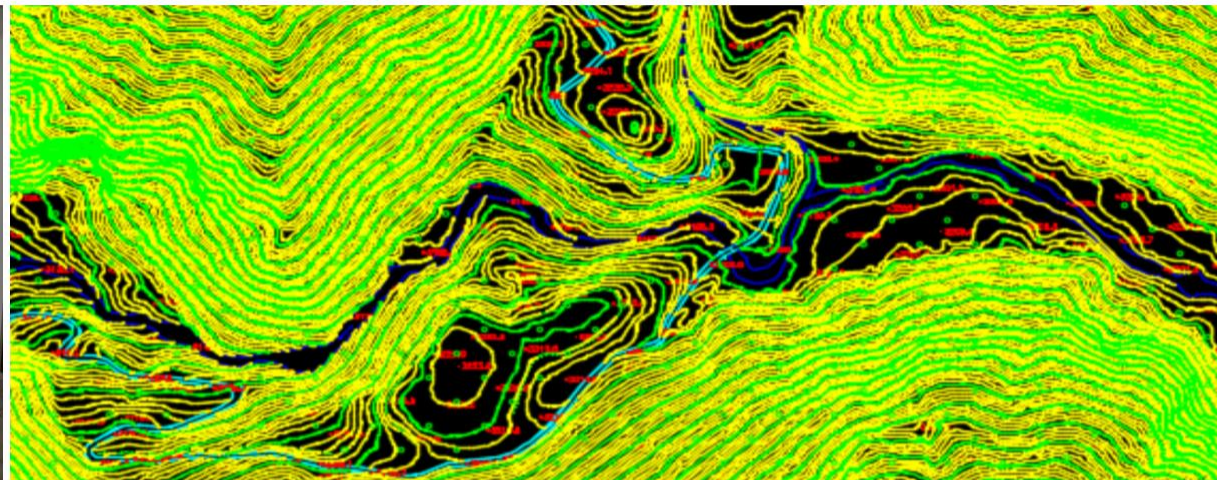
通过飞马D200S可见光和LiDAR飞行获取高精度空间数字信息和环境属性信息。根据《公路勘测细则》1:2000地形图平面位置精度小于1.6m，高程精度小于0.6m，本项目抽样检查后，精度高于规范要求的3-10倍。



正射影像DOM

抽样部位	高程(m)		差值(cm)	抽样部位	高程(m)		差值(cm)	抽样部位	高程(m)		差值(cm)
	抽样	检查			抽样	检查			抽样	检查	
1-1	3971.411	3971.474	-6.3	2-1	3676.654	3676.596	5.8	3-1	3676.654	3676.732	-7.8
1-2	3981.061	3981.143	-8.2	2-2	3714.289	3714.338	-4.9	3-2	3714.289	3714.300	-1.1
1-3	3964.921	3964.826	9.5	2-3	3646.961	3647.026	-6.5	3-3	3646.961	3647.031	-7.0
1-4	3947.098	3947.094	0.4	2-4	3672.480	3672.385	9.5	3-4	3672.480	3672.423	5.7
1-5	3930.384	3930.292	9.2	2-5	3666.390	3666.439	-4.9	3-5	3666.390	3666.329	6.1
1-6	3957.655	3957.643	1.2	2-6	3621.402	3621.455	-5.3	3-6	3621.402	3621.399	0.3
1-7	3916.353	3916.293	6.0	2-7	3559.154	3559.253	-9.9	3-7	3559.154	3559.153	0.1
1-8	3874.454	3874.420	3.4	2-8	3688.278	3688.339	-6.1	3-8	3688.278	3688.279	-0.1
1-9	4024.301	4024.347	-4.6	2-9	3634.646	3634.612	3.4	3-9	3634.646	3634.607	3.9
1-10	3893.190	3893.160	3.0	2-10	3907.321	3907.283	3.8	3-10	3907.321	3907.307	1.4
中误差	6.3cm			中误差	6.7cm			中误差	4.7cm		

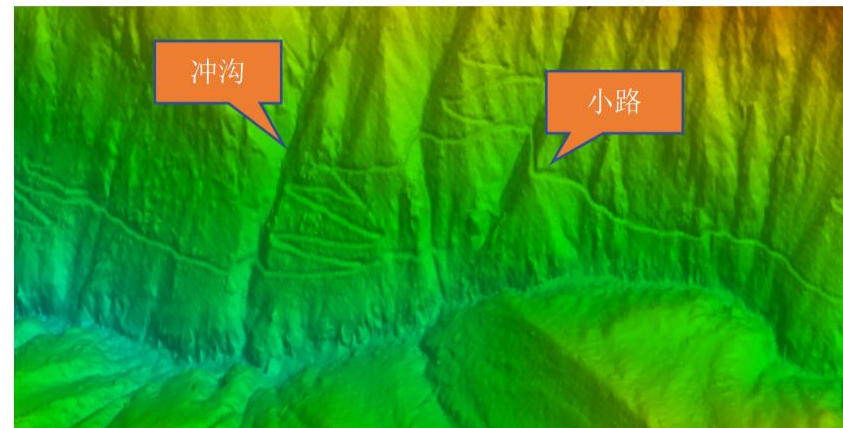




将激光雷达获取的地面点云作为DLG生产的重要依据，高精度点云LAS文件导入第三方软件，结合立体采集的方法进行DLG生产，精度和效率都有显著提高，根据抽样检查结果可知，雷达获取的地面高程精度是规范标准的10倍以上，完全满足道路规划设计需求。

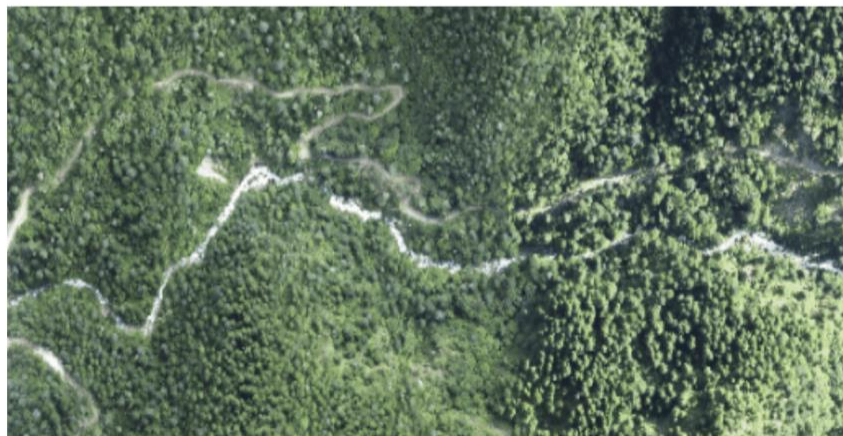


通过高精度DEM的解译，加载山体阴影，对山体进行表面分析，可在植被覆盖区域发现诸多危险源，如冲沟、滑坡、松散孤石、崩塌落石、山体裂缝等安全隐患，这些都是设计在外业踏勘时重点调查的对象，在道路规划中需要进行合理规避。



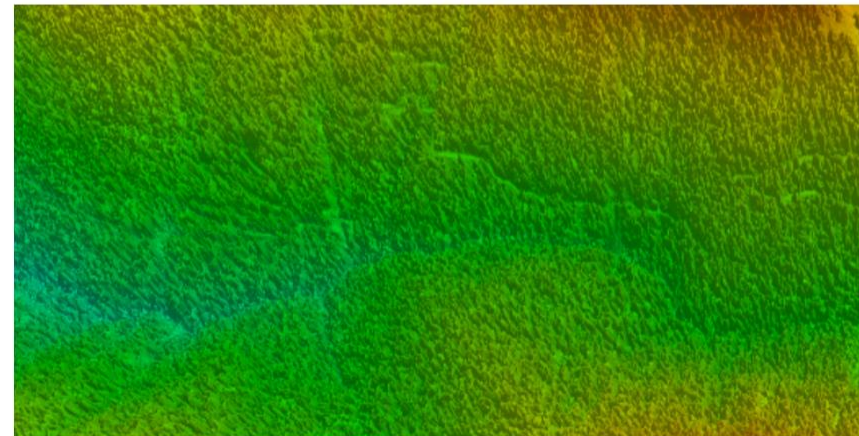
激光雷达获取的地面点云，通过解译辨识，沟壑、小路等清晰可见，对道路规划具有重要。

高精度数字高程模型DEM



数字正射影像DOM

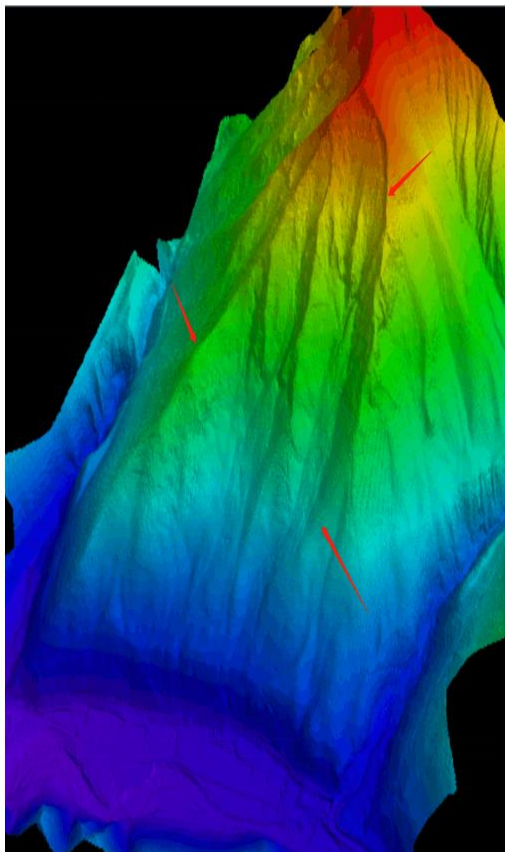
植被遮挡，无法辨别危险源，严重地段小路也无法观察。



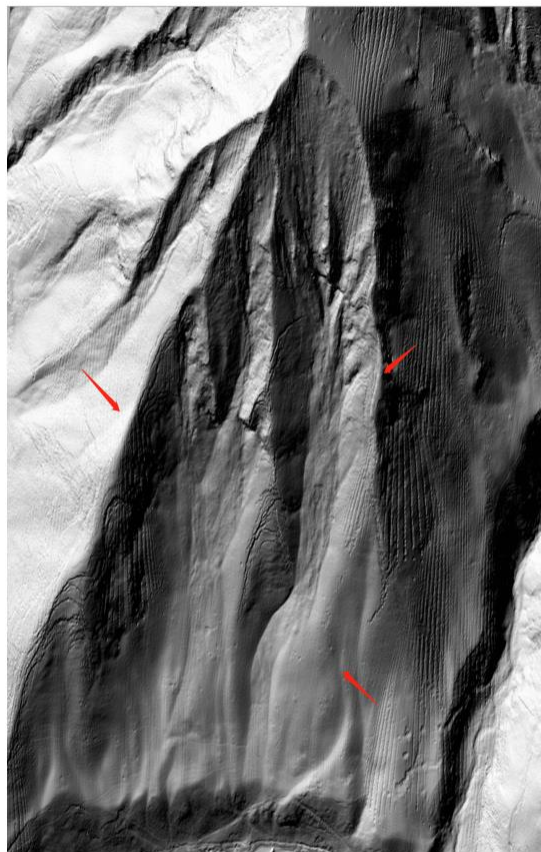
高精度数字表面模型DSM

和正射影像相似，较难辨识准确地貌及地面属性信息。

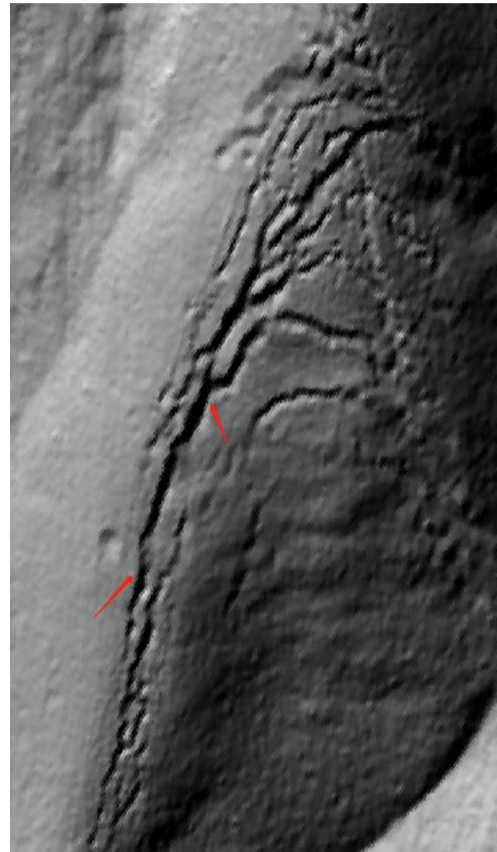




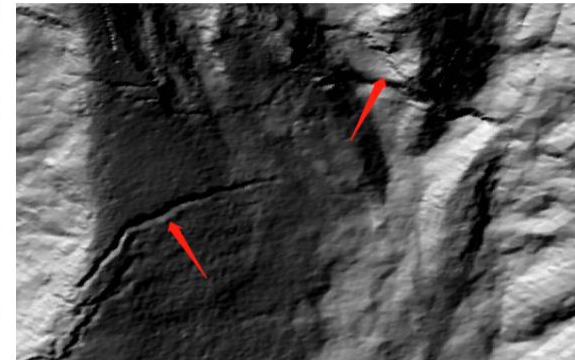
滑坡区 (DEM)



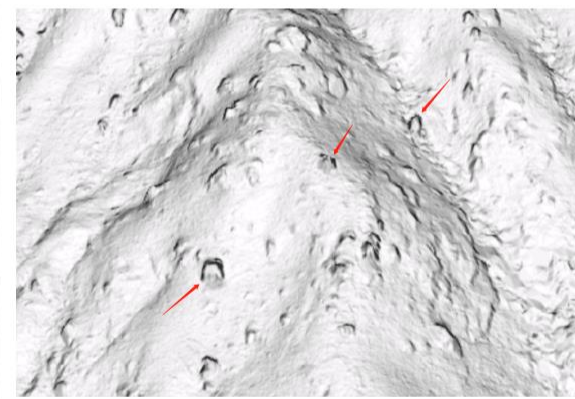
滑坡区 (山体阴影)



山体裂缝



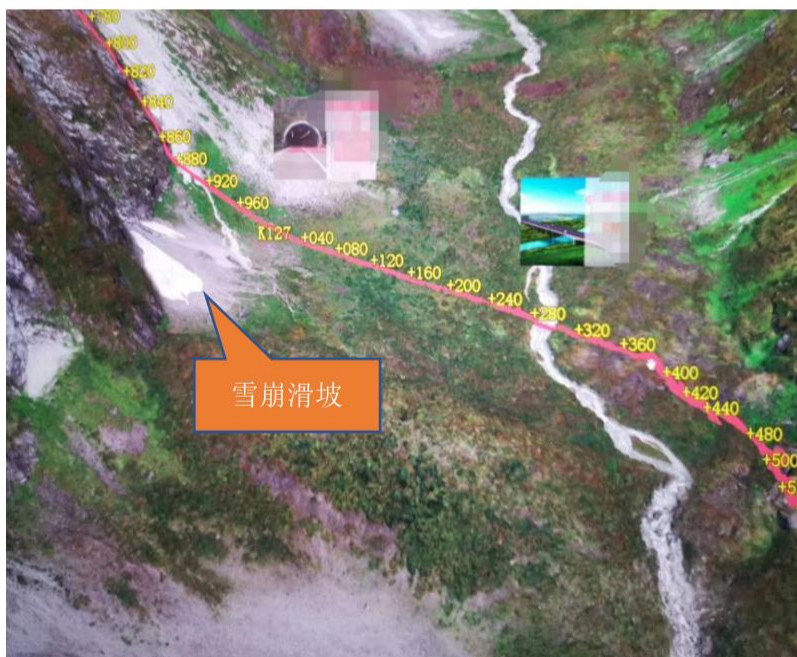
山体裂缝细节



崩塌落石



2.5维实景模型仅需现有的DEM、DSM和DOM成果就能完成，不需要额外增加工作内容，将DOM和DEM叠加能制作地表实景模型，将DOM和DSM叠加制作包含地物高度的实景模型。本项目把DOM、DEM、DSM导入第三方软件平台，并将设计线路导入实景模型中，设计人员可更加直观的了解线位情况，尤其加入遥感解译内容，大大降低了外业踏勘的工作量，使道路规划设计更加科学合理。



DOM+DEM (无地物高度)



DOM+DSM (包含地物高度)



交互式平台



04

## 项目总结及未来展望

---





飞马D200S 无人机技术 项目生产 总结	数据源的内容	高精度点云、影像、地物属性信息、数字表面和高程模型等， <b>具有多样性。</b>
	数据源的质量	平面高程中误差是规范精度限差的 <b>3-10倍</b> ， <b>证明质量可靠。</b>
	作业效率	平均每天作业 <b>5km</b> ，实际用时 <b>30天</b> ，作业速度较之前提升了 <b>3倍</b> ， <b>说明在极端的自然条件飞行平台稳定且高效。</b>
	成果应用	<b>DLG生产、DOM生产、DEM解译、交互式平台的建立</b> ， <b>真正意义上实现了地理信息数据的多样性和可视化</b> ，让设计人员在实景模型中进行交互式设计成为现实。

交通运输业可以发展国民经济、促进社会进步，其中有个重要的环节就是道路规划，以往进行道路规划，仅需要大比例尺地形图，在二维图纸中布线和设计。近年来随着人民生活水平的提高，对道路规划提出了更高的要求，其设计考虑的内容也较多，如更加重视环境保护、景观和安全等，显然传统的测绘成果已无法满足设计需求。

随着科技的发展，在测绘领域也提出了新的概念“地理信息大数据”，除数据源的多样性外，还能进行数据的管理、虚拟仿真、正向设计等。本文详细介绍了飞马D200S低空摄影测量与机载LiDAR测量技术，在原始森林中进行道路规划的应用过程，项目的顺利实施，充分证明了飞马D200S无人机平台具有地理信息数据获取和深度挖掘的能力。在大数据时代到来的今天，基础数据的获取和行业应用显得尤为重要，二者的完美结合是我们当下应该重点考虑的问题，比如：如何在可视化的空间地理信息数据中进行正向设计？如何帮助应用行业对空间大数据信息进行深度挖掘？显然定制专业化的无人机系统集成解决方案将是未来的主流。



# 谢谢大家

汇报人：岳峰

