



长江空间信息技术工程有限公司（武汉）

CHANGJIANG SPATIAL INFORMATION TECHNOLOGY ENGINEERING CO. LTD.

第二届飞马机器人无人机行业应用大奖赛

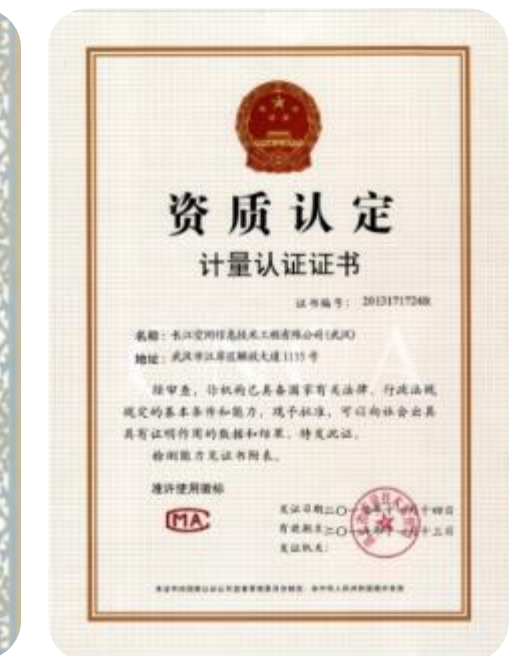
飞马系列无人机

在大渡河双江口水电站地形地貌数字航摄服务中的应用

汇报人：李云帆

- 长江委长江设计院下属国有全资子公司
- 拥有测绘甲级资质证书、水利工程质量检测甲级资质证书、CMA计量认证证书、系统集成资质证书、双软认证

2018年地理信息百强第**29**名





- 三峡、乌东德、溪洛渡、向家坝、白鹤滩等大型水利工程
- 南水北调、鄂北调水、引汉济渭等大型引水工程
- 水利规划前期相关测绘与信息化工作
- 国土、农业、交通等地方政府的航测遥感、基础测绘、确权调查、河长制信息化等项目



项目背景



双江口水电站的重要性



四川省 阿坝自治州 马尔康市



双江口水电站的特殊性



- 世界第一高坝（土心墙堆石坝）
- 建设管理难度大
高坝深基坑、厂房深覆盖
洞室高应力、泄流高落差
- 工程建设过程管理需要**高精度的基础空间信息**作为支撑





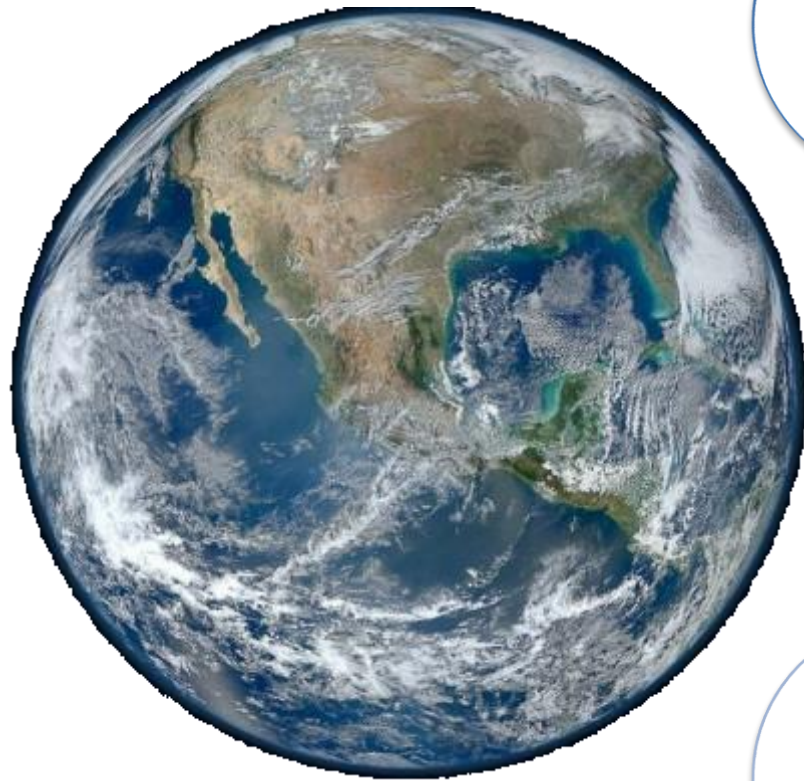
长江空间信息技术工程有限公司（武汉）

CHANGJIANG SPATIAL INFORMATION TECHNOLOGY ENGINEERING CO. LTD.

项目特点



项目特点



1

航摄难度极大

2

项目成果丰富

3

应用具有典型性



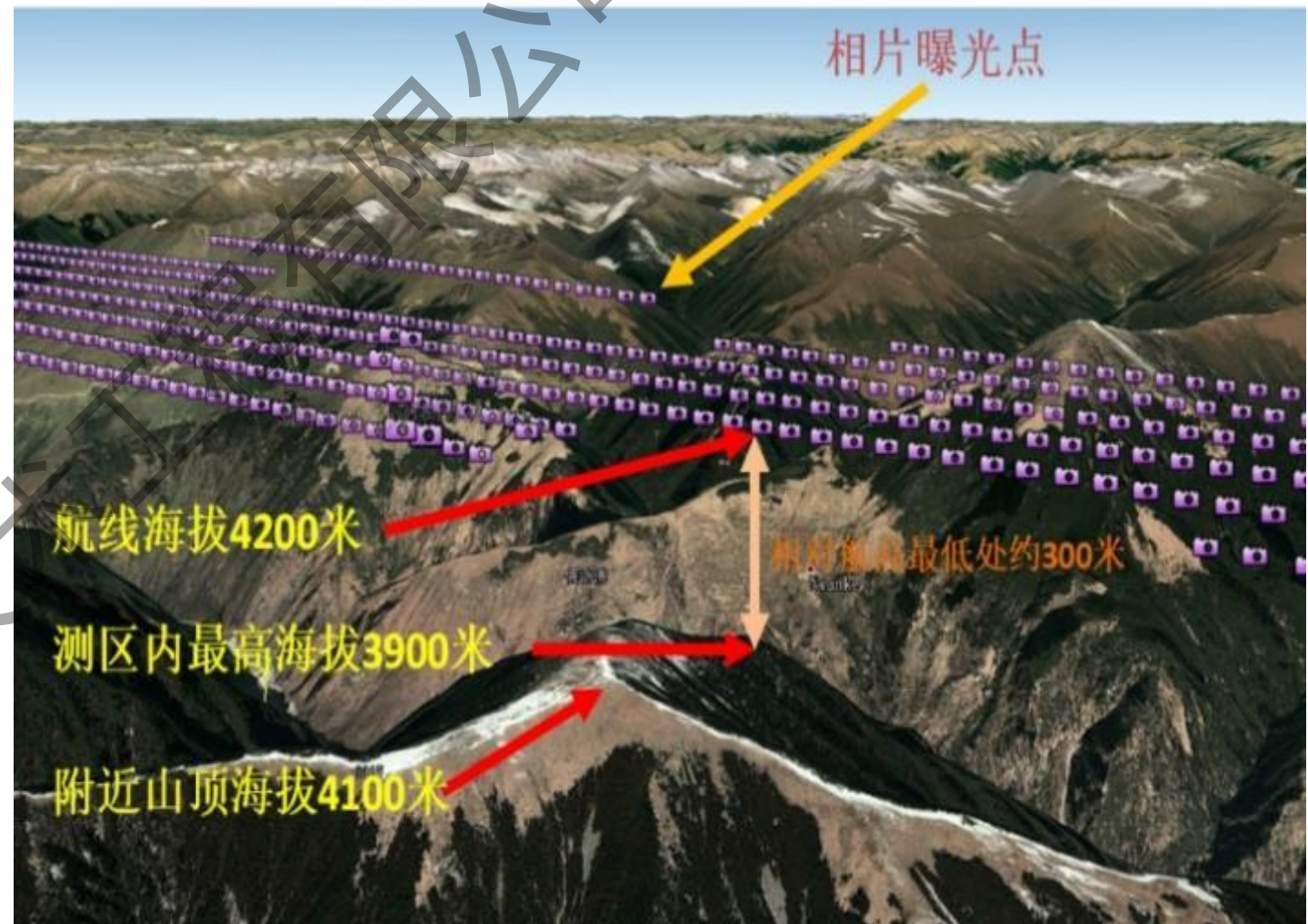
特点1：项目难度极大



项目难度极大

1、飞行条件极度困难

- 测区高差大
- 测区地形陡峭
- 气象地质条件恶劣





项目难度极大

2、项目成果精度要求高

- DEM、DOM: 1:1000比例尺
- 三维倾斜模型: 1:500比例尺

在高山峡谷地区达到上述大比例尺航摄成果精度要求极为困难
需要科学合理的技术设计以及严格的质量控制措施
以当时的无人机应用技术水平, 没有先例



如何解决困难

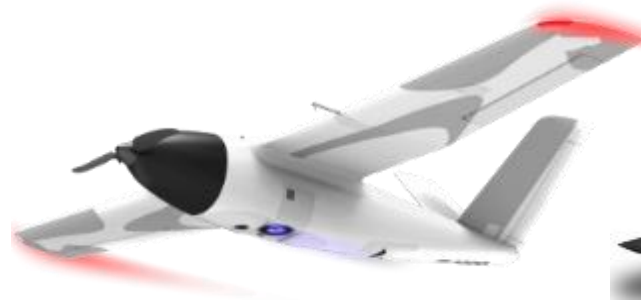
长江空间信息技术工程有限公司（武汉）



如何解决困难

优势：具有飞马系列多类型无人机

- 飞马无人机的**首批用户**，第一家把飞马无人机带到海外的测绘单位
- 飞马无人机型号最为齐全、数量最多的测绘单位之一
- 多年来利用飞马系列无人机完成了**安哥拉400kV 输变电线路大比例尺带状测绘、三峡新通道、旭龙水电站、渝西水资源配置工程、滇中引水工程、金沙江白格堰塞湖应急测绘**等海内外项目，积累了丰富的应用经验



飞马F1000



飞马F200



飞马F300



飞马D200



飞马D1000



如何解决困难

关键技术：1、多类型无人机精细航线设计与联合作业

- 根据不同需求，对不同类型无人机飞行任务进行合理规划
- 采用飞马无人机管家“智航线”进行精细航线设计



(油动固定翼)



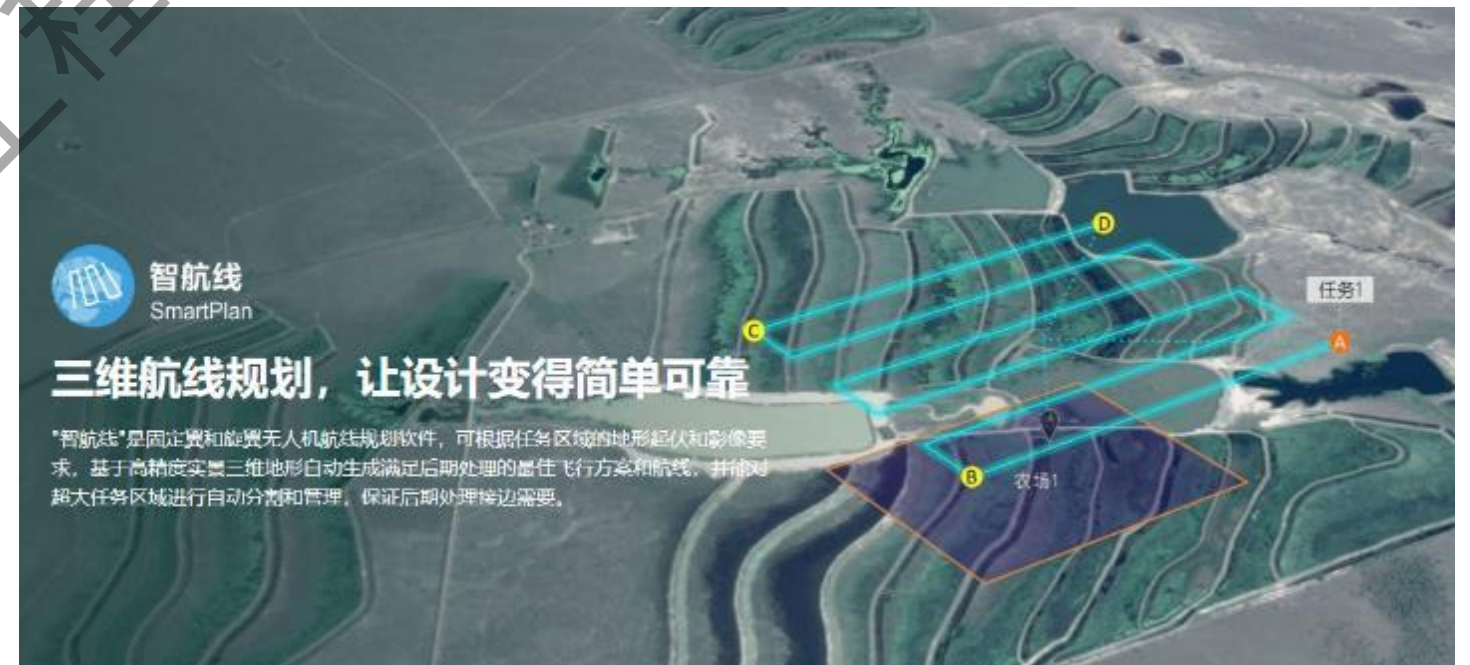
(电动固定翼)



(混合式垂直起降)



(电动多旋翼)

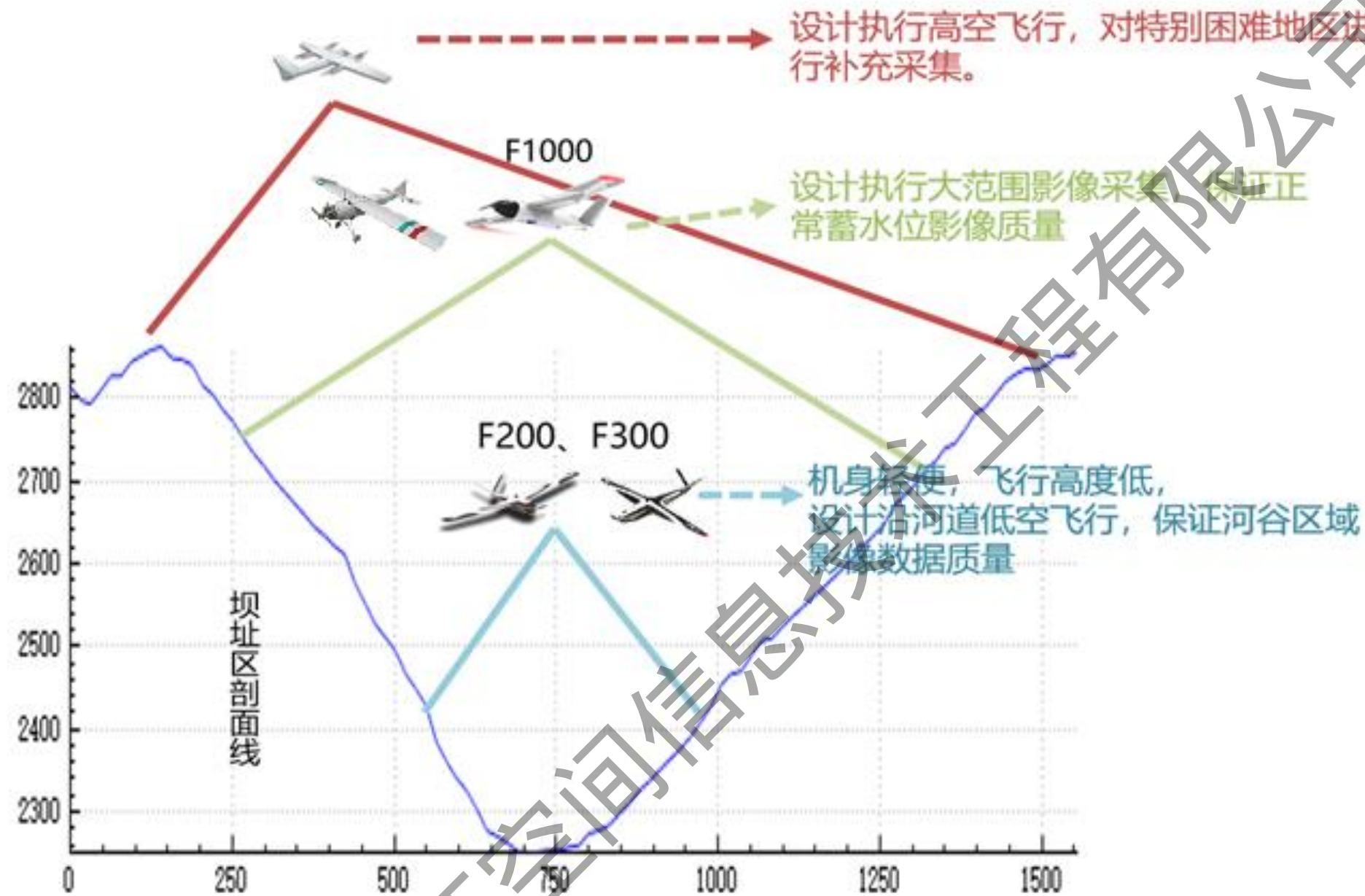


项目投入了几乎所有类型的无人机



如何解决困难

关键技术：1、多类型无人机精细航线设计与联合作业

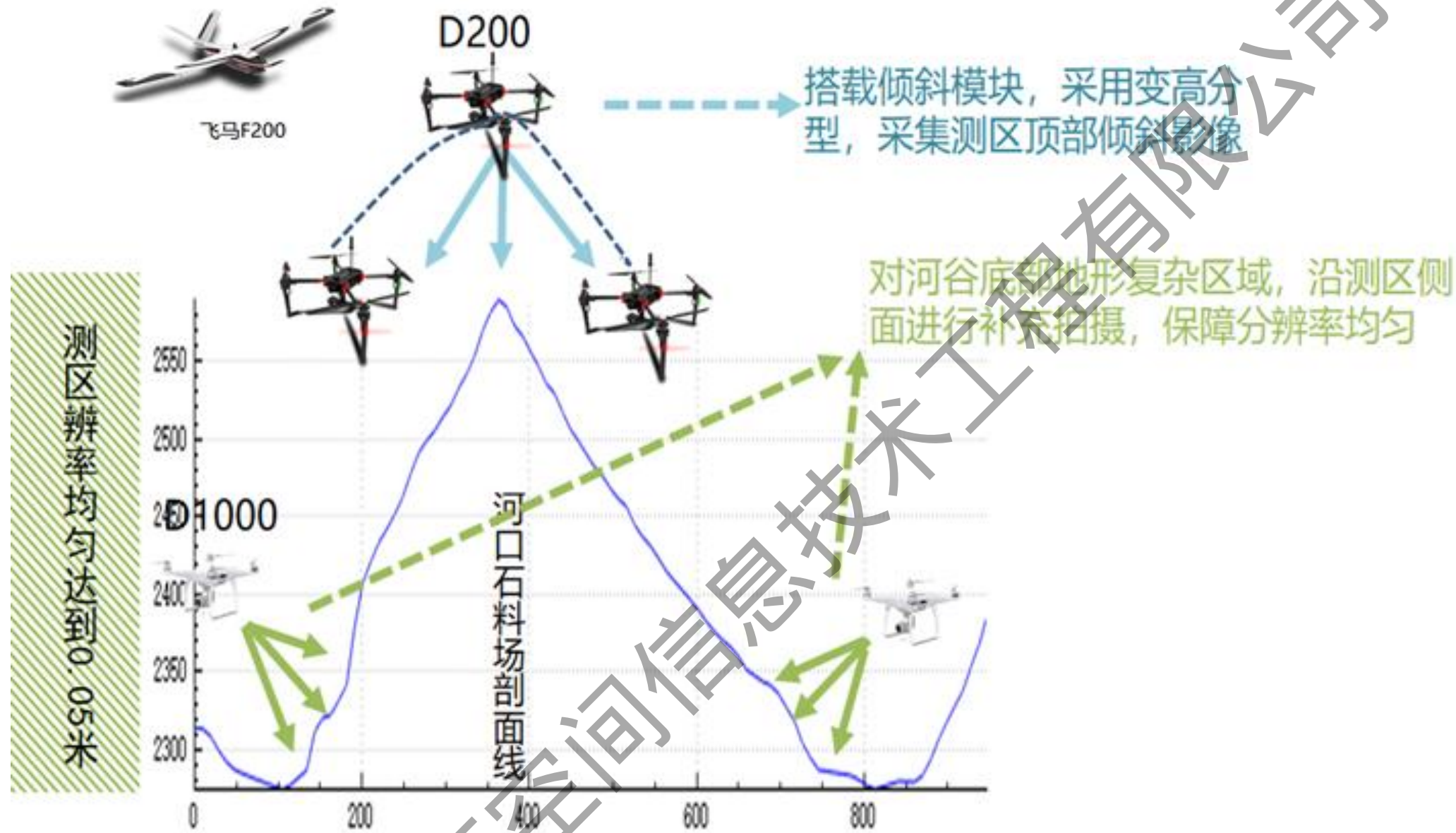


I类航摄航线设计



如何解决困难

关键技术：1、多类型无人机精细航线设计与联合作业

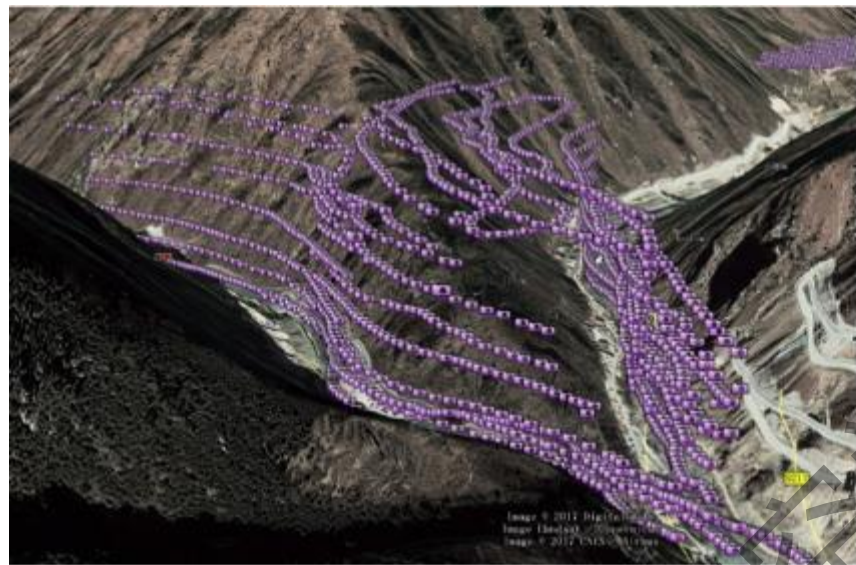


II、III类航摄航线设计

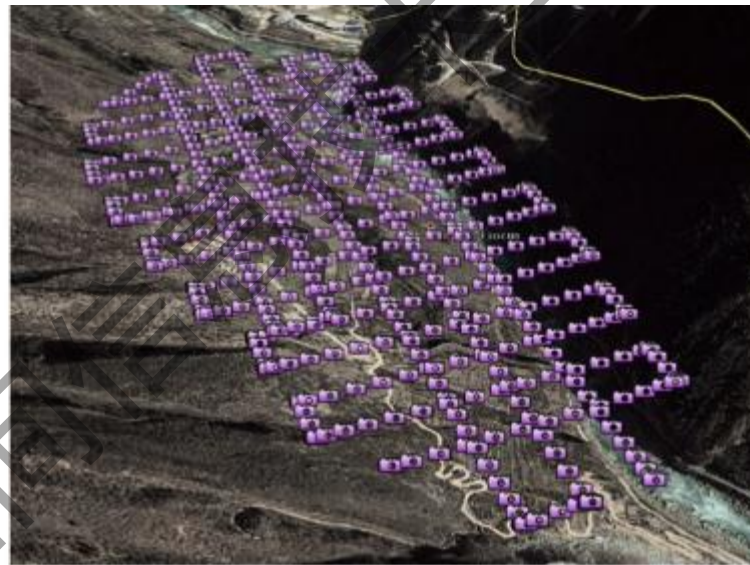


如何解决困难 关键技术：多种飞行方式相结合

- **地势较平坦地区**采用自动飞行设计
 - **坡度陡峭的地区**采用跟随地形变高飞行设计
 - **困难地区**采用人工手控飞行设计
- 保证数据采集的分辨率和重叠度



人工手控飞行航迹



飞马D1000自动飞行航迹

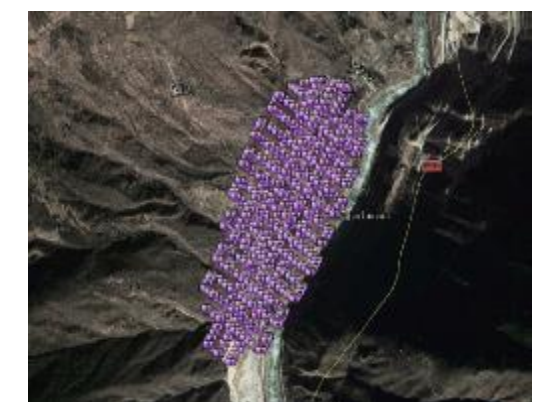


垂直起降

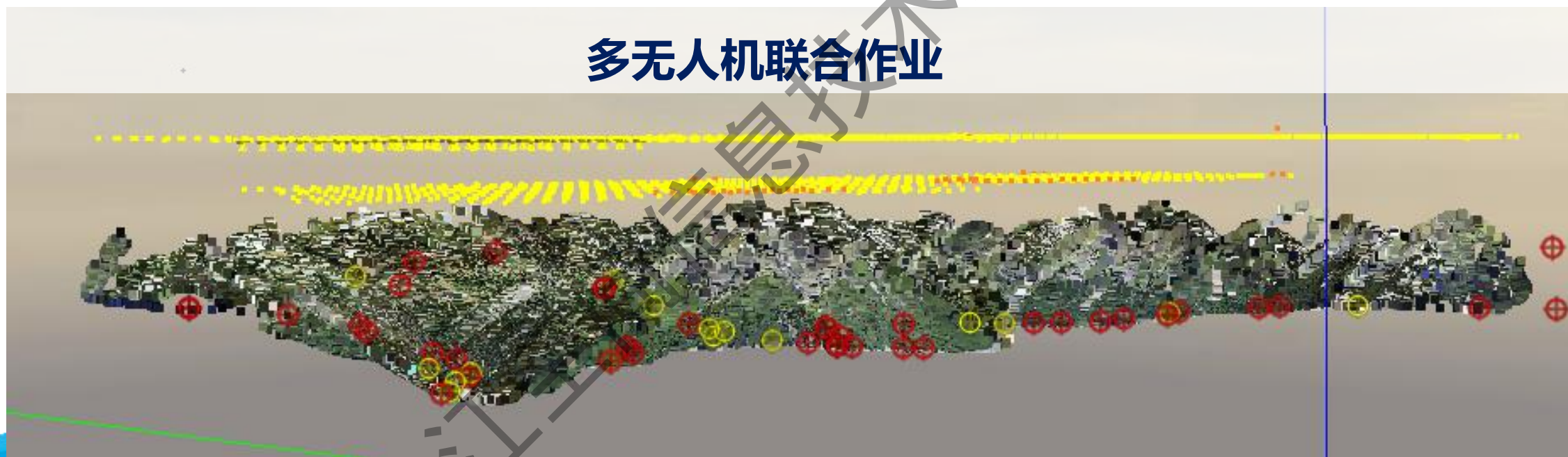


如何解决困难 多类型无人机精细航线设计与协同作业

- 多无人机平台联合作业
- 精细航线规划设计
- 自动飞行与人工操控结合



多无人机联合作业





小 结

项目飞行难度极大，立足于飞马系列无人机，经过多类型无人机精细航线设计与协同作业，成功完成了数据采集任务



特点2：项目成果丰富



➤ **成果类型主要包括:**

测绘成果: 正射影像、数字高程模型、三维实景模型

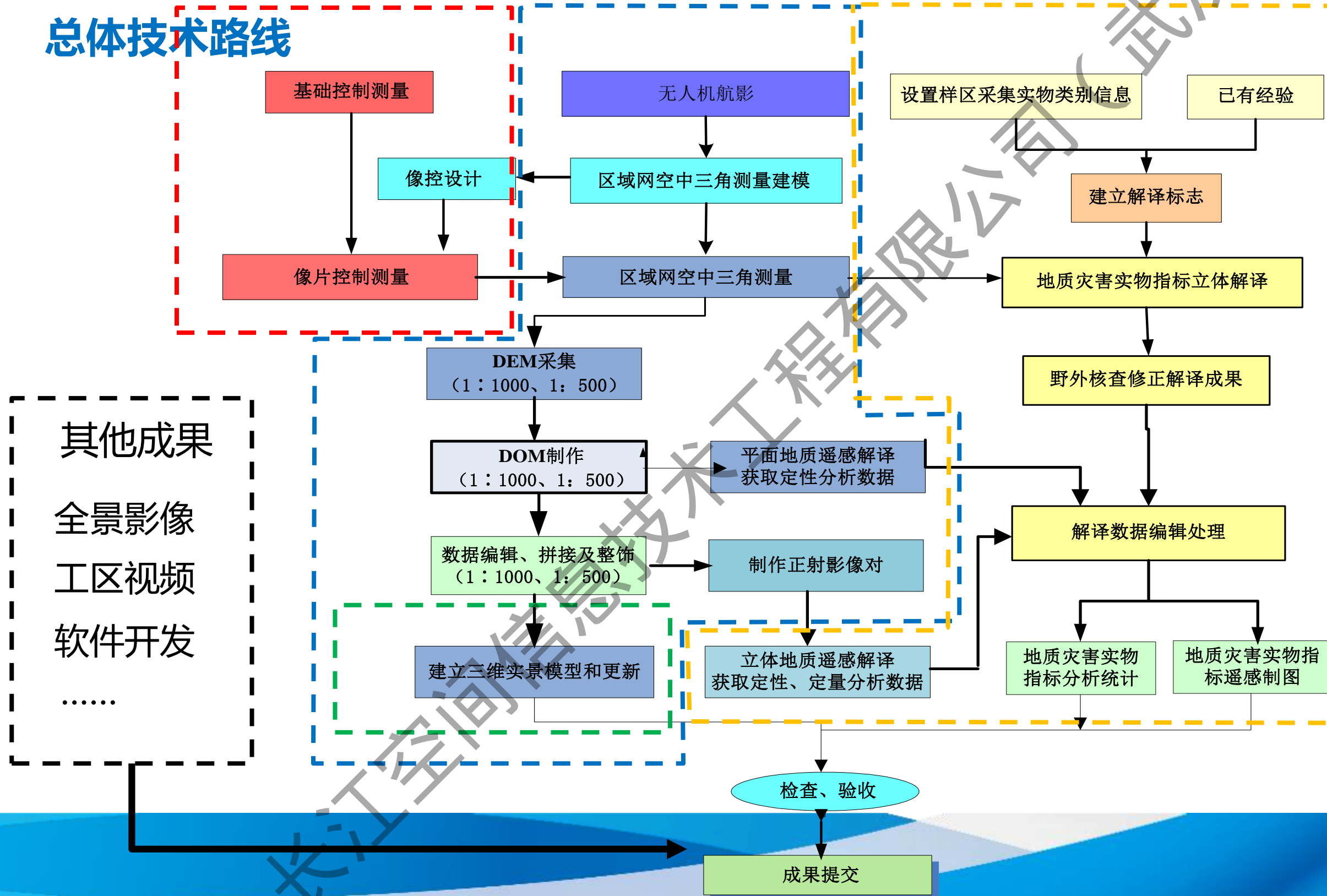
其他成果: 全景影像、工区视频、地质灾害隐患分析报告、三维

软件平台等.....

不仅限于传统测绘产品, 而是全方位记录电站建设过程的原始地形地貌及工程建设过程资料



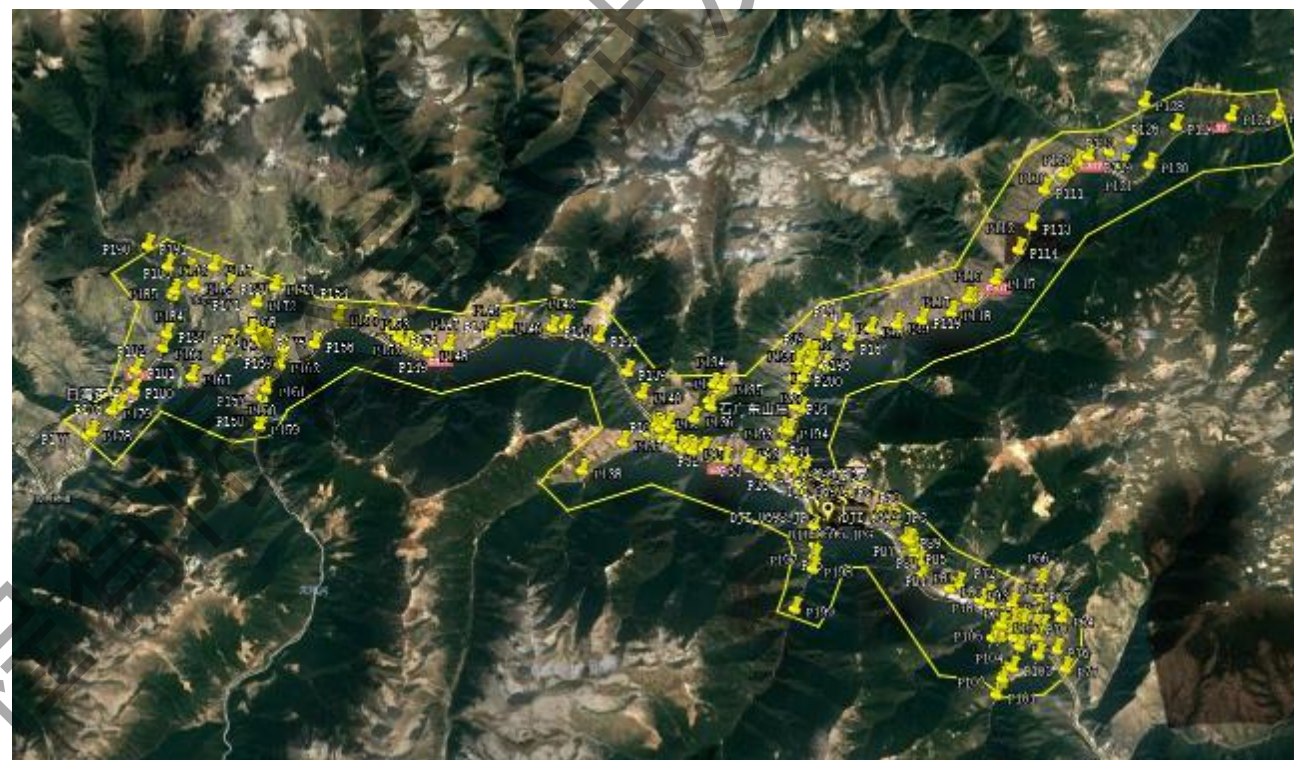
总体技术路线





(一) 基础控制测量

- ✂ 采用GNSS、四等水准引测等测量方法进行永久控制点的引测和加密
- ✂ 共计GPS静态观测**15**点，完成埋设标石**11**座
- ✂ 四等水准线路测量**105.66**千米



(二) 像片控制测量

- 📍 采用RTK技术进行像片控制测量
- 📍 共完成像控点及检查点测量**273**处





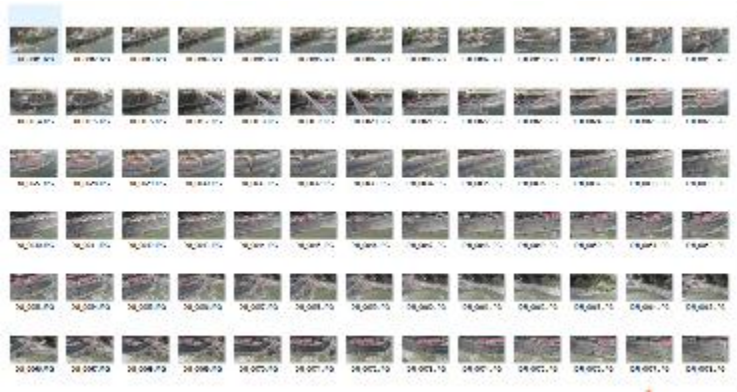
(三) 无人机数字航空摄影

- I类航摄256.8 km² (2017年)
- II类航摄16 km² (2017年)
- III类航摄35km² (2018-2019年)





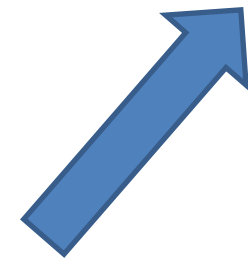
(四) 数据内业处理



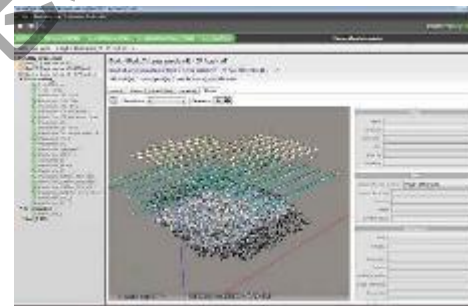
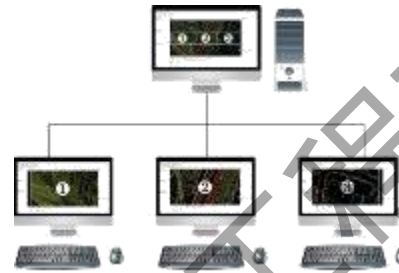
航摄影像数据



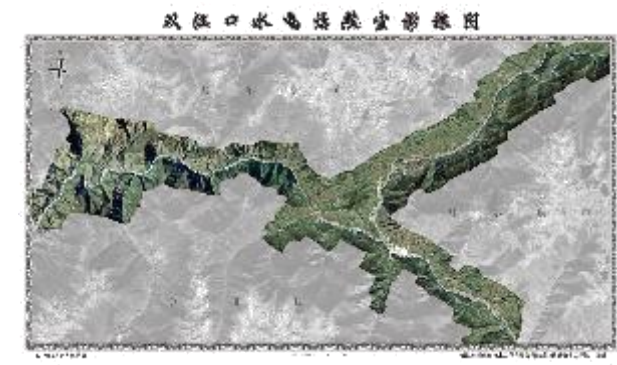
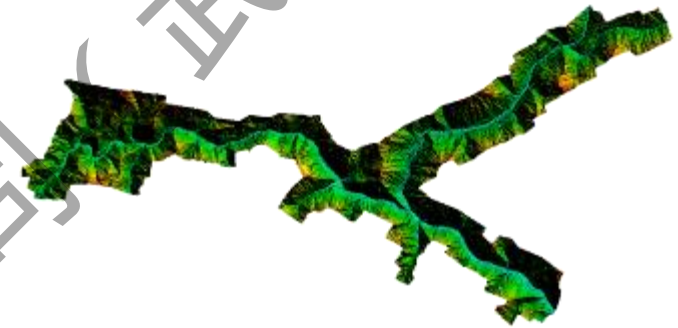
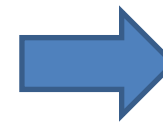
无人管家



MapMatrix



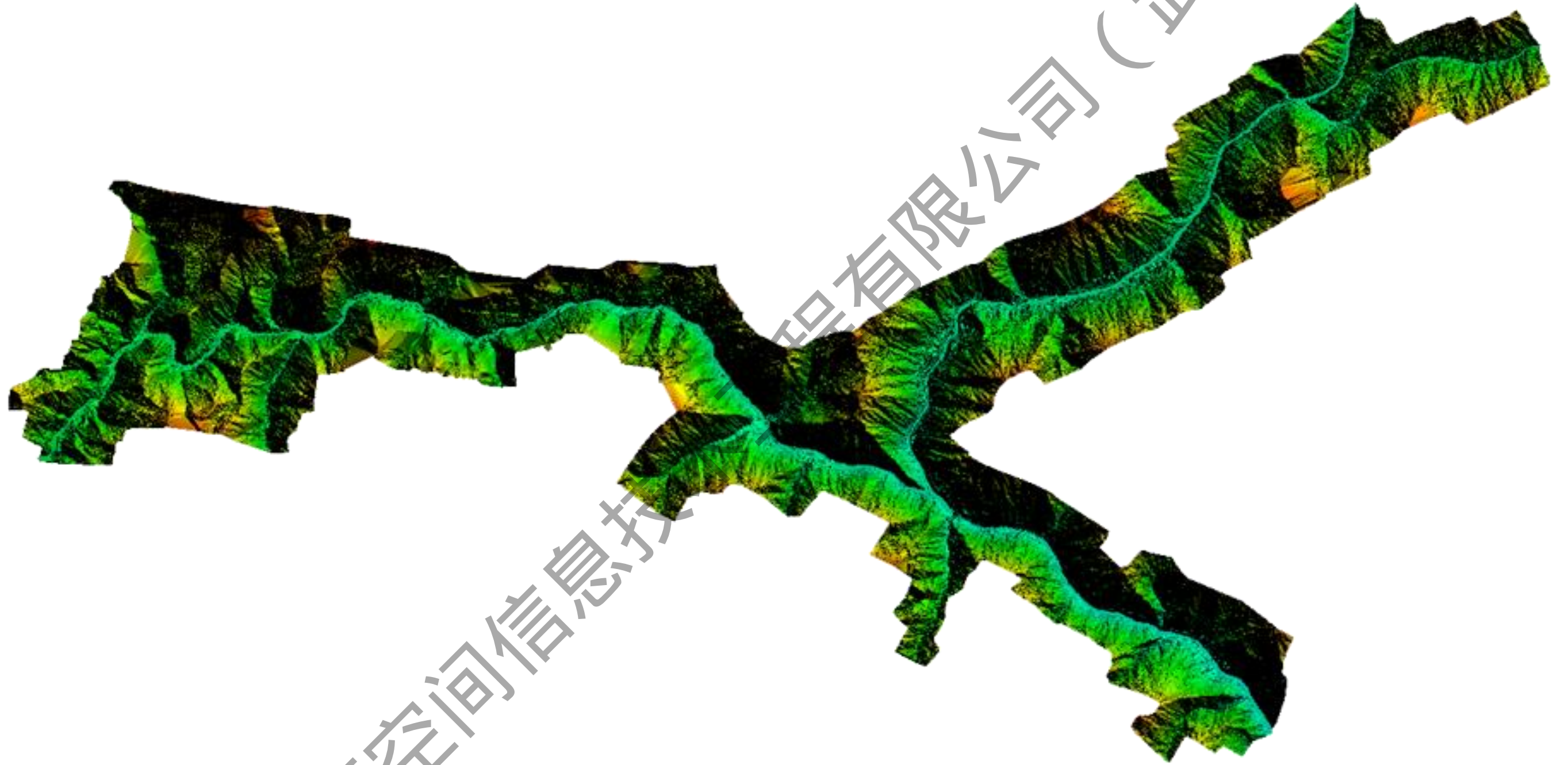
Context Capture





长江空间信息技术工程有限公司（武汉）

CHANGJIANG SPATIAL INFORMATION TECHNOLOGY ENGINEERING CO. LTD.



长江空间信息技术

有限公司（武汉）



双江口水电站航空影像图





II类模型：坝址基坑时序模型 (2017-2019)



双江口水电站基坑2019年



II类模型：当卡土料场时序模型





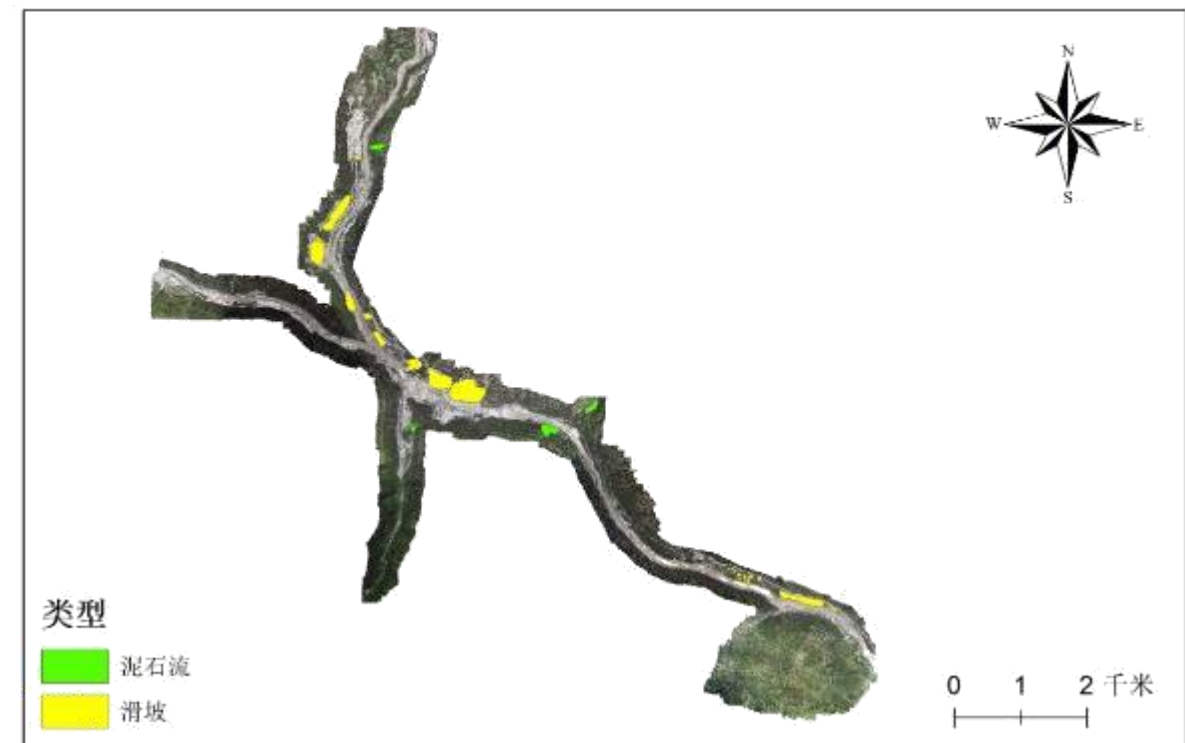
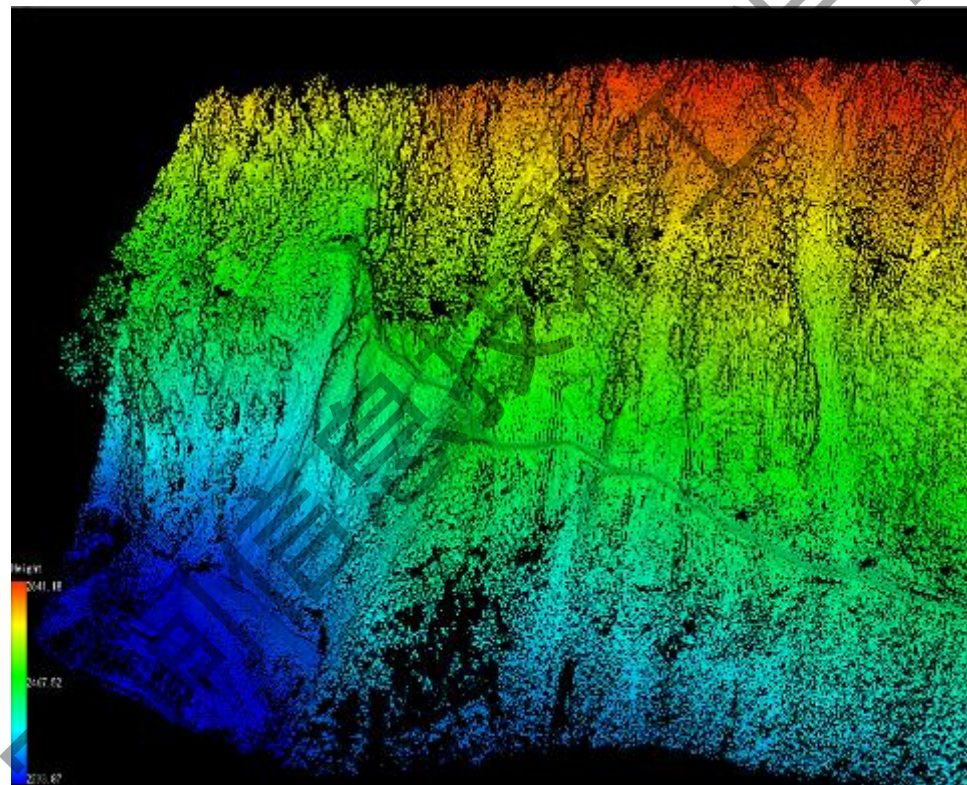
II类模型：业隆村





(五) 三维地灾隐患分析

- 利用DOM和三维模型成果，建立地灾数据样本，计算诱发因子敏感性系数
- 使用GIS空间分析法开展库区地质灾害危险性预测
- 结合**三维实景模型**进行立体目视判读，提高地质灾害隐患排查工作效率





精度检查

1:1000DEM高程中误差： ± 0.58 米

1:1000DOM平面中误差： ± 0.30 米

1:500倾斜模型平面平面中误差： ± 0.12 米

1:500倾斜模型高程高程中误差： ± 0.227 米

成果精度满足规范及合同要求



小 结

项目成果丰富，通过合理设计技术路线，立足于飞马无人机数据处理技术，顺利完成了各项数据生产任务，精度符合要求。



特点3：项目应用具有典型性



应用创新：水利工程建设过程管理

- 一次性签订**8年服务合同**，贯穿大坝主体施工全过程
- 采集关键进度节点的地形地貌及施工现状数据，形成时序历史资料
- 关键指标量测及变化分析服务于各业务部门（征地红线、地质隐患排查、料场渣场方量、施工进度评估……）

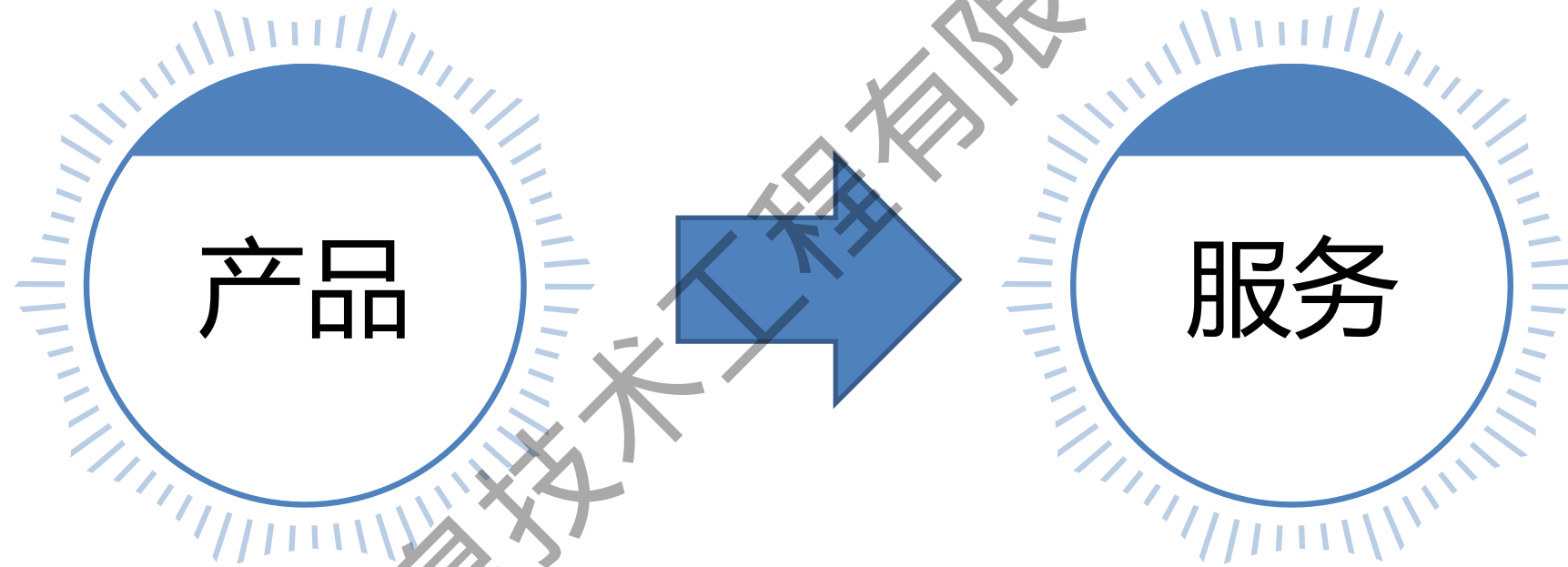
目前国内类似大型水利水电工程建设全过程航摄工作尚不多见

工作中遇到的新问题多，可参考经验较少，具有典型示范性和推广价值



应用创新：水利工程建设过程管理

疑问：无人机航摄数据如何应用？



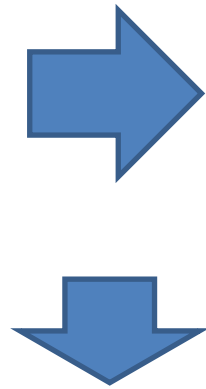


应用创新：航摄数据中心云平台

(1) 业务部门缺乏航摄数据应用工具



数据



分析



应用

建设内容审查、工程量核算、
进度监督、地质隐患分析等

- 数据存储与管理不便
- 数据浏览与查看不便
- 缺乏航摄数据应用工具



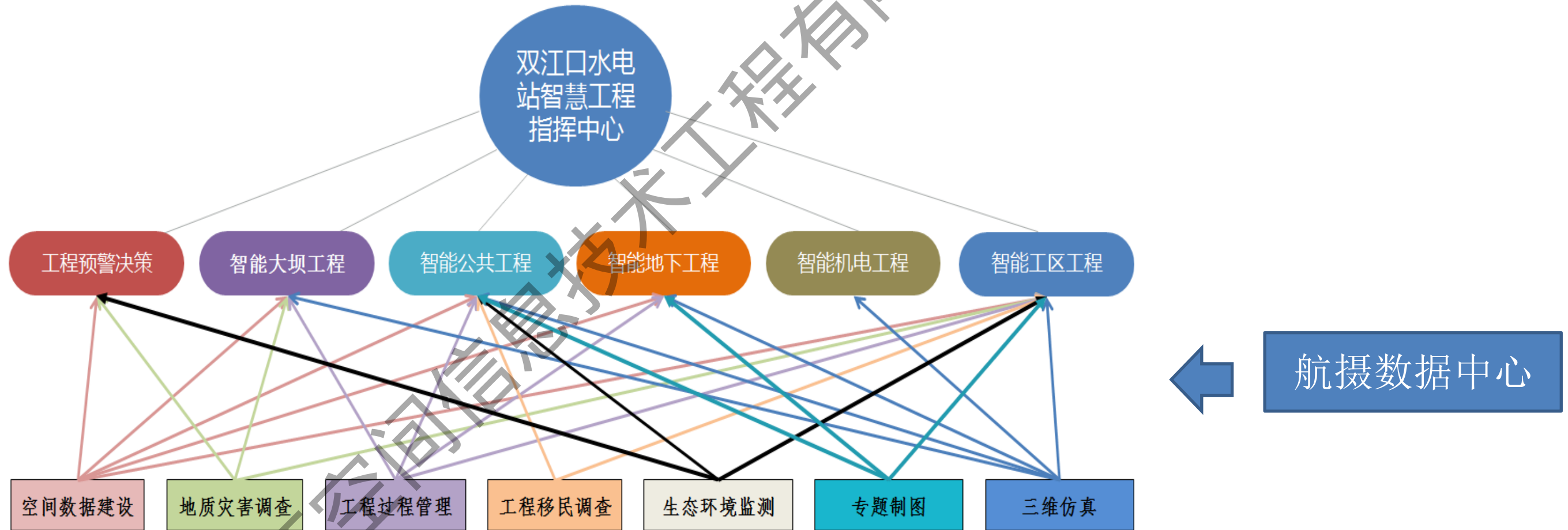
应用创新：航摄数据中心云平台

(2) 与智慧工程平台缺乏衔接

围绕“双江口水电站智慧工程”建设
提供深层次空间信息服务

智慧水电站需求

空间信息服务



四 创新型应用



应用创新：航摄数据中心云平台

航摄数据中心



轻量化航摄数据中心

数据库云存储

在线访问

功能模块集成

航摄数据
服务发布

基础空间
数据

信息展示
数据分析
可视化量测
对比分析

四 创新型应用



应用创新：航摄数据中心云平台

- 航摄数据中心计划建成**数据管理、可视化量测、地灾排查、工程进度对比分析**等模块，实现多种空间信息与大坝建设管理业务的集成
- 计划与飞马**起司网**进行深度合作，打造水利工程**时空信息云平台**





小 结

项目数据应用具有典型性和创新性，为水利工程建设过程管理提供了思路和现实案例，以本地化的航摄数据中心为基础，打造时空数据云服务平台。



创新应用总结



1、推动了飞马系列无人机应用技术进步

- ▶ 本项目以**飞马系列无人机**为主，投入固定翼、多旋翼、垂直起降等多类型无人机平台进行联合作业，通过精细、科学的航线设计，让不同的无人机发挥各自优势，执行合理的任务，共同保障了航摄数据采集质量，从而解决了**高山峡谷地区水利水电工程航摄作业困难问题**，具有实用性和推广价值。



2、形成了飞马系列无人机在水利工程建设领域的应用典范

- ▶ 本项目执行周期贯穿双江口水电站大坝主体工程建设全过程，逐年度、分批次对地形地貌和工程进展情况进行高精度航摄数据采集，并应用于建设管理单位各业务部门，为施工过程管理提供了关键指标量测依据以及宝贵的历史地形地貌资料，并通过变化分析为地质隐患排查等工作提供了支撑。本项目为飞马无人机在工程建设领域的应用提供了具有代表性的范例。



3、提升了飞马系列无人机航摄数据的应用深度

- ▶ 本项目对无人机航摄数据的深度应用进行了深入探索，结合时空数据云平台、三维地理信息系统、互联网、空间信息可视化等先进技术，立足打造“航摄数据中心”，未来可实现高精度航摄数据成果以及其他三维空间信息的在线管理、展示、分析等功能，**打造无人机航摄数据时空云平台，为“智慧工程”建设提供支撑。**



长江空间信息技术工程有限公司（武汉）
CHANGJIANG SPATIAL INFORMATION TECHNOLOGY ENGINEERING CO. LTD.

汇报完毕
谢谢!