

智能化测绘技术体系构建思考与实践

--空间数据采集与生产

燕 琴

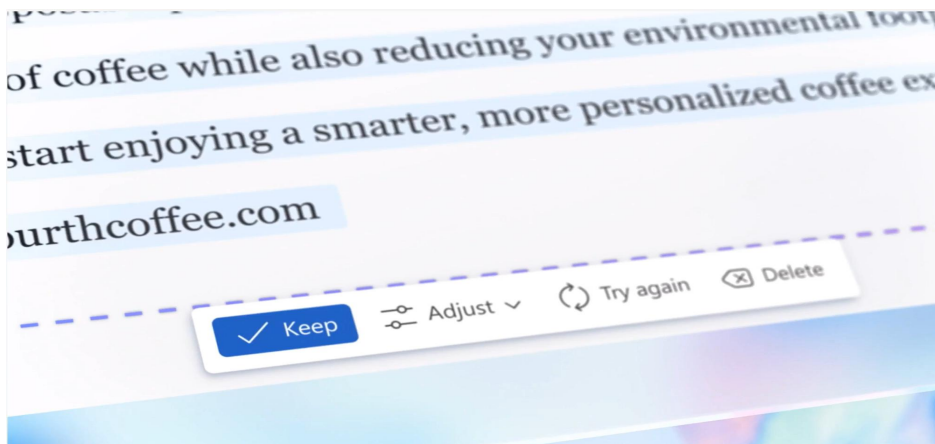
院长 研究员

中国测绘科学研究院

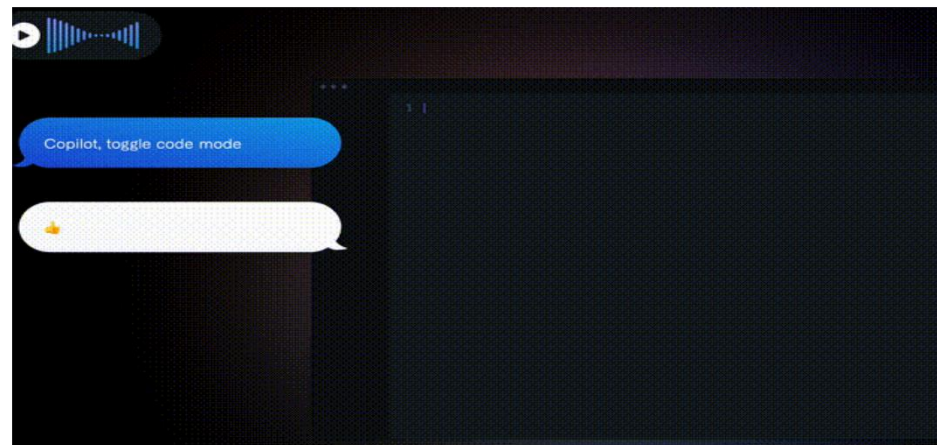
2023年6月

今天，我们正处在智能化的时代

接入
GPT4
后微软
Office
智能化

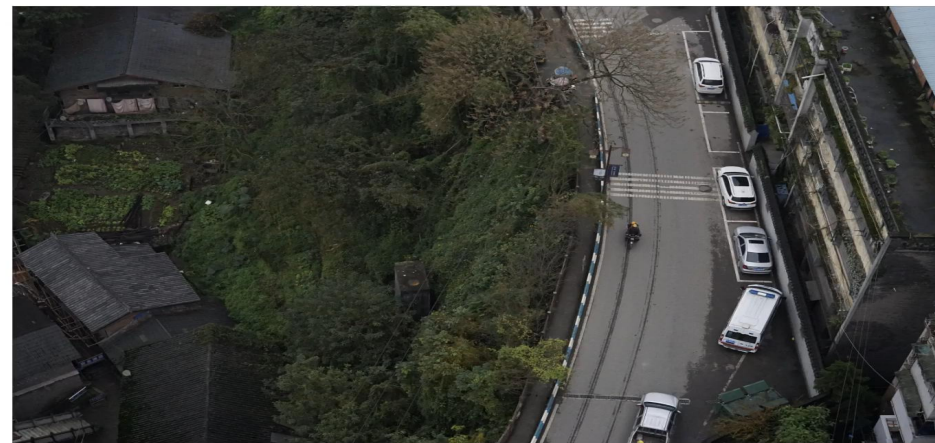


Segment
Anything
实例分割
示例



语音
需求
下的
代码
自动
编写

Segment
Anything
无人机
影像全景
分割

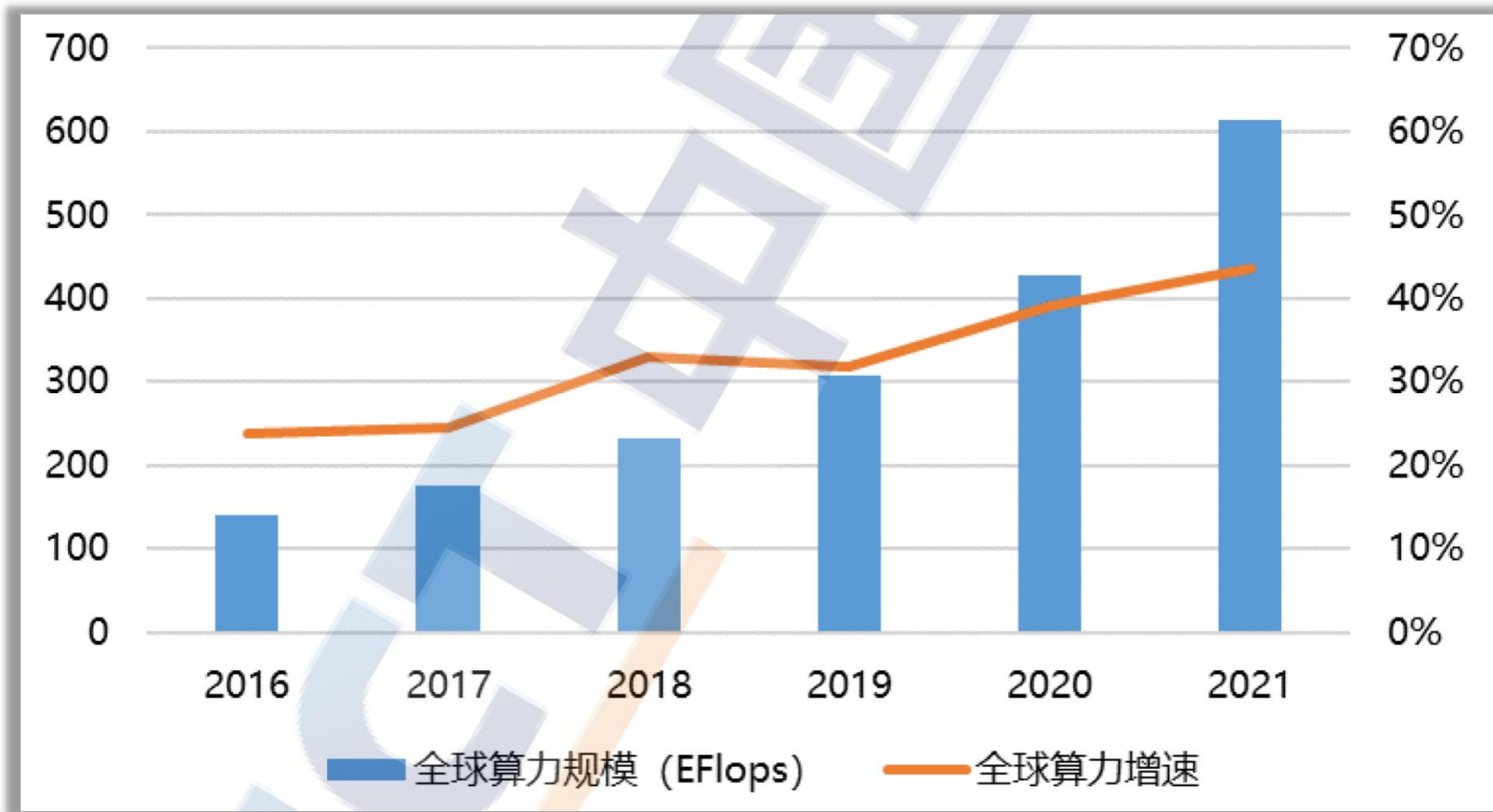


共识 需求 机遇 挑战 !!

- 1960-1990年代，第一代人工智能是以知识驱动的符号主义，主要代表是专家系统，如XCON。
- 1990-2020年代，第二代人工智能是以数据驱动的连接主义，主要代表是深度学习，特点是数据+算力+算法。
- 2020-至今，第三代人工智能以“知识+数据”为驱动，主要代表是大模型，特点是常识、经验、推理等类人思考的能力。

人脑是一个很庞大的神经网络，大约有800多亿个神经元，通过100万亿个神经突触进行连接，所以人脑的能力非常强。

全球算力持续增长，大模型催生**英伟达市值首次突破万亿美元**



据信通院统计，2021年我国基础设施算力规模达到 **140 EFLOPS**，**位居全球第二**，近六年累计出货服务器算力总规模达到 202 EFlops，全球占比 33%，增速达到 50%，其中**智能算力成为增长驱动力**，**增速达到 85%**。

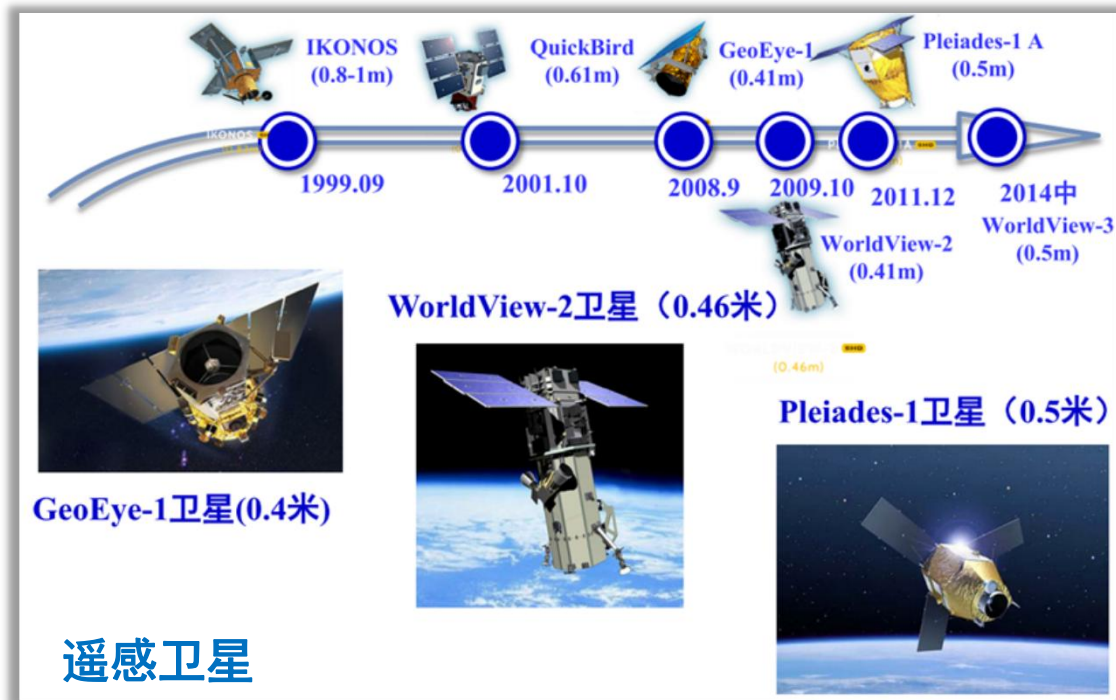
数据资源规模快速增长。

2022年我国数据产量达8.1ZB，同比增长22.7%，全球占比达10.5%，位居世界第二。

截至2022年底，我国数据存储量达725EB，同比增长21.1%，全球占比达14.4%。

2022年我国大数据产业规模达1.57万亿元，同比增长18%。

我国超过200颗遥感卫星，遥感大数据涌现。



“科技顶流” AI大模型快速涌现……

大模型发展历程

对测绘带来什么影响？

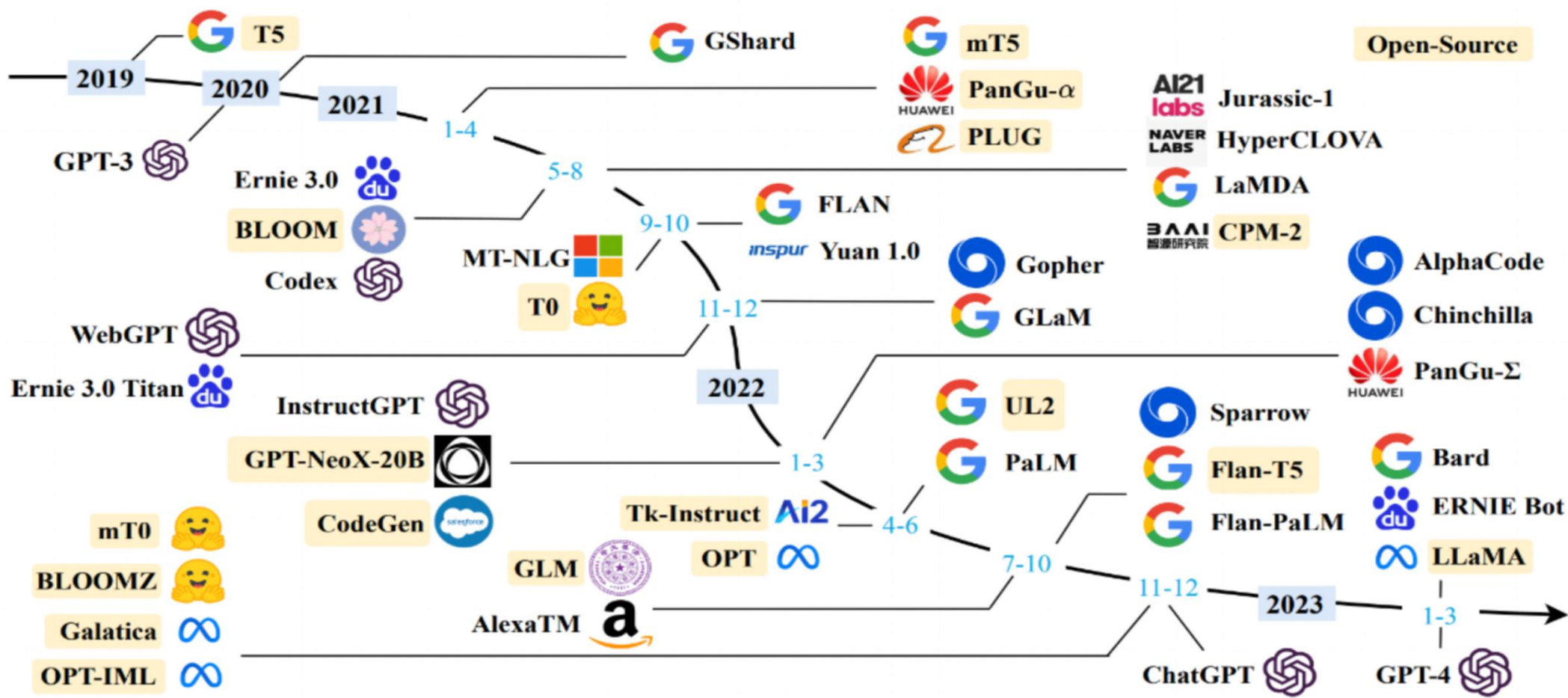


Fig. 1. A timeline of existing large language models (having a size larger than 10B) in recent years. We mark the open-source LLMs in yellow color.

“擂响战鼓” 的中国AI大模型

过去**5年**世界上参数量超过百亿的大模型大约有**45个**
32个出现在**美国**，9个出现在**中国**，4个出现在**欧洲**。

5月28日，科技部新一代人工智能发展研究中心发布的《中国人工智能大模型地图研究报告》显示，中国研发的大模型数量排名**全球第二**，仅次于美国，目前**中国10亿参数规模以上的大模型已发布79个**。而从大模型区域分布来看，中国已有**14个地区**在开展大模型研发，其中，北京、广东、浙江、上海处于**第一梯队**，数量最多的**北京有38个大模型**，第二位的**广东有20个**。



- 百度文心一言
- 阿里云通义千问
- 腾讯混元大模型
- 华文盘古大模型
- 讯飞星火大模型

“AI大模型是绝对不能错过的历史机遇。因为这将是有史以来最大的平台革命，它将比Windows、安卓要大10倍甚至更多，它会让每个应用改写，会重构人类的工作，会让有创意的那些人的聪明才智被放大10倍或者更多。” ----**创新工场董事长兼CEO李开复**

测绘发展阶段

21世纪以来

信息化测绘阶段

智能化测绘

20世纪80年代以前

模拟测绘阶段



圆明园地形实测图



手工绘图

21世纪前

数字化测绘阶段



数字摄影测量系统



手扶数字化仪采集系统



空天地一体化信息获取方式



3D点云辅助自动驾驶



青新高



青新高速

智能化测绘时代已经到来！





国务院关于全国基础测绘中长期规划纲要（2015-2030年）的批复：指出了**新型基础测绘**的主要特征，即“全球覆盖、海陆兼顾、联动更新、按需服务、开放共享”，为智能化测绘发展指明了方向。

国函〔2015〕92号



“十四五”自然资源保护和利用规划提出“重点开展智能化测绘理论与方法等重大基础科学问题研究”
“十四五”测绘地理信息重点工作安排要求“加强智能化基础测绘技术体系顶层设计，编制智能化测绘技术体系大纲”

创新驱动发展

全国测绘地理信息工作会议召开

2023-05-15 来源：自然资源部

【字号：大 中 小】 【打印】 【关闭】 分享到：

5月15日至16日，全国测绘地理信息工作会议在湖南省长沙市召开。会议提出，面向高质量发展新要求，全面推进测绘地理信息事业转型升级。自然资源部党组书记、部长王广华出席会议并讲话，湖南省委常委、副省长张迎春致辞，部党组成员、副部长刘国洪主持会议。

会议深入学习习近平总书记关于测绘地理信息工作和数字中国、数字经济的重要讲话和重要论述，以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻党的二十大精神，从测绘地理信息事业发展新定位、服务支撑高质量发展新要求、塑造行业新面貌新期待三个方面，进一步提高政治站位，统一思想认识。

会议全面总结了过去五年工作，从机构改革、规划统筹、管理制度、服务能力、产业发展、自主创新、国际合作等方面，充分肯定了测绘地理信息事业取得的明显成效。

会议指出，要全面贯彻落实党中央国务院关于数字中国建设、数字经济发展等战略部署，准确把握新征程“严守资源安全底线、优化国土空间格局、促进绿色低碳发展、维护资源资产权益”自然资源工作定位，按照“支撑经济社会发展、服务各行业需求，支撑自然资源管理、服务生态文明建设”工作要求，从四个方面提出了测绘地理信息工作的目标方向和重点任务，即为数字中国建设打造统一的时空基底、为高质量发展提供丰富的数据要素保障、为地理信息产业发展营造优良环境、为构建新安全格局严守测绘地理信息管理底线。

会议强调，加快推进测绘地理信息事业转型升级，是新征程上自然资源工作的重要任务，是更好支撑高质量发展的重要举措。各级自然资源主管部门要结合学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想主题教育，加强组织领导，深入调查研究，坚持守正创新，努力破解难题，加快部署推进。

各省（区、市）、新疆生产建设兵团自然资源主管部门主要负责同志及分管负责同志，部总规划师，有关司局、派出机构和直属单位主要负责同志等参加会议。



**主持自然资源部科技项目：
智能化测绘技术体系框架
建设与示范应用
2023-2025年**



太空旅游



无人机物流



自动驾驶

新兴领域新业态，对测绘提出新的要求，促使智能化测绘技术发展

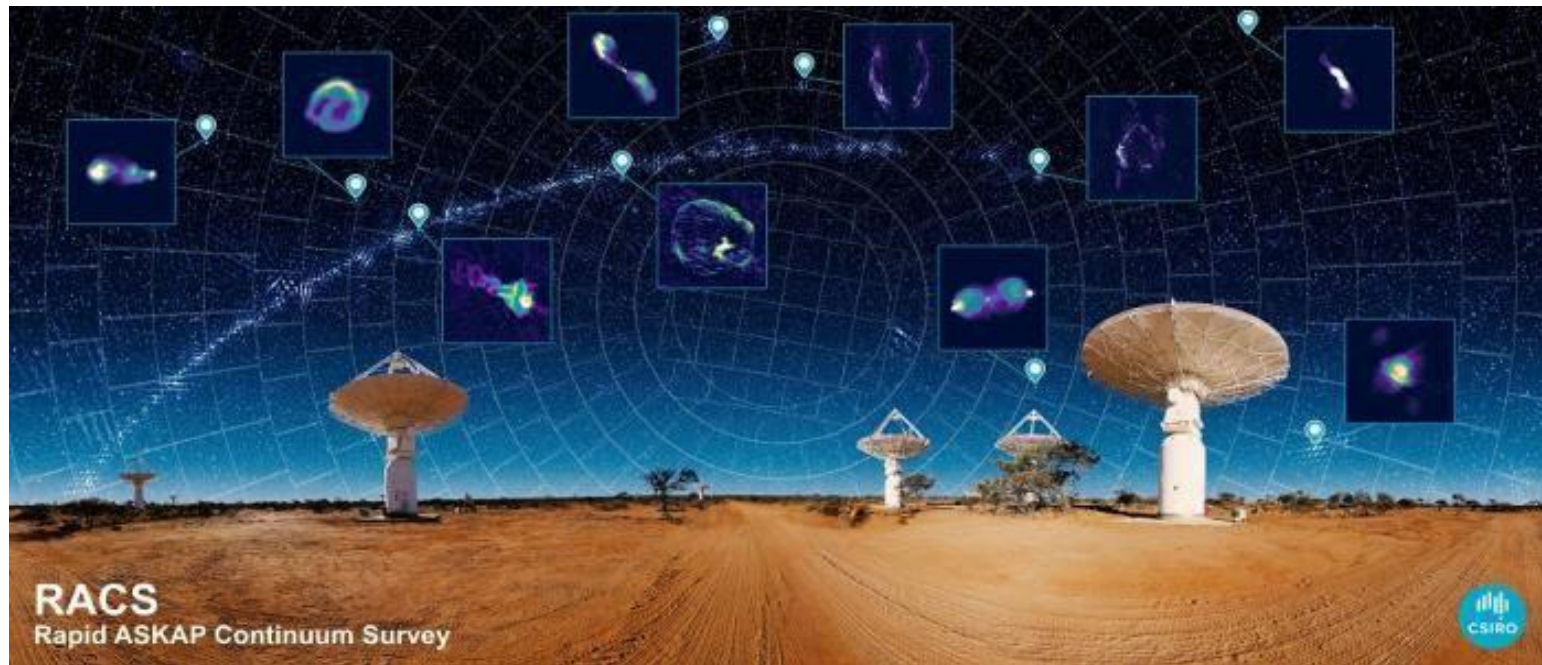


2022年4月8日（美东时间），SpaceX猎鹰9号火箭升空，为美国公理太空公司（Axiom Space）发射首个国际空间站上的全私人商业载人航天任务Ax-1。4月24日，四名太空游客搭乘龙飞船安全返回。

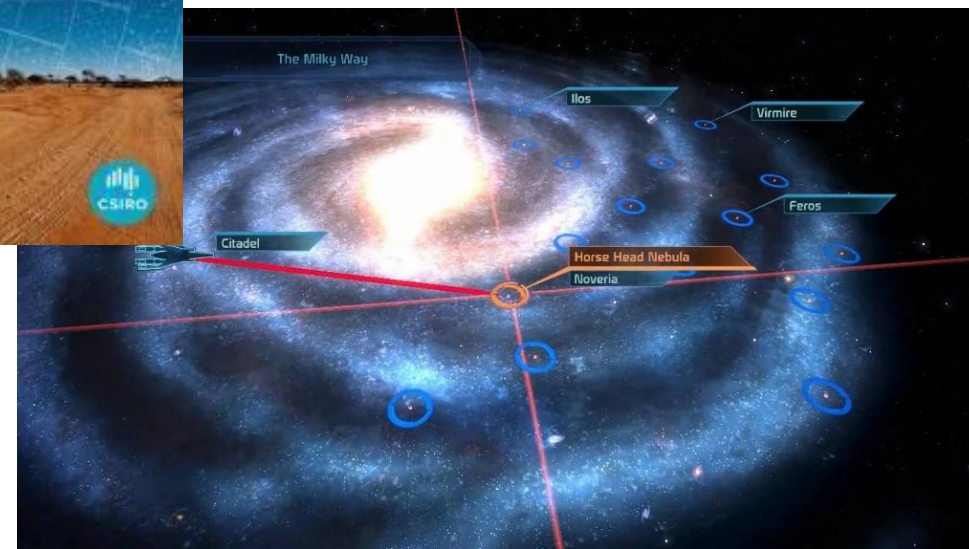
2016年，中国长征火箭有限公司总裁韩庆平
“中国太空旅游三步走计划”

时间	计划
2020年-2024年	利用10吨级的亚轨道飞行器，相继实现60-80公里轨道高度的商业载荷飞行和3-5座的商业载人飞行，提供太空旅游观光、短时间失重体验和特殊机动飞行服务
2025年-2029年	利用百吨级的亚轨道飞行器，可相继实现120-140公里轨道高度的商业载荷飞行和10-20座的商业载人飞行
2030年-2035年	利用百吨级组合动力飞行器，提供10-20座、80-90公里轨道高度的长时间亚轨道商业飞行，支撑全球快速点对点洲际航班、商业长期空间飞行等业务地开展

太空地图与导航、太空环境与路况、太空虚拟环境、太空资源勘探与开发



澳大利亚联邦科学与工业研究组织(CSIRO)利用澳大利亚平方公里阵列射电望远镜(ASKAP), 完成了“宇宙地图”星球测绘工作



高精度太空地图与导航

智能化测绘的定义？

李德仁 院士

我们已经从以绘制地形图为主的小测绘发展成当今以**地球空间信息服务**为主的智能化大测绘，必须抓住机遇，不失时机地拓展新基建时代地球空间信息学的新使命，实现数字产业化、产业数字化和智能化。



陈军 院士

智能化测绘是以**知识和算法**为核心要素，构建以**知识为引导、算法为基础**的**混合型智能计算范式**，实现测绘感知、认知、表达及行为计算。



刘经南 院士

智能化测绘时代正是将传统测绘技术转向**人**的智能化感知认知的技术，测绘要形成智能化感知、认知环境，发现环境中的问题，而且能够提供**解决方案的完整过程链条**，这是智能时空技术的核心。



GPT-4



智能化测绘（Intelligent Surveying and Mapping）是指**运用现代科技手段**，如人工智能、大数据、云计算、物联网等，**对传统测绘技术进行升级和优化**，实现测绘过程的**自动化、智能化和精确化**。

智能化测绘技术特征

高度智能 (Highly Intelligent)

大幅提升测绘设备和系统的自主性、自适应性和决策能力。实现自动化、智能化的数据采集、处理和分析。



所需即所得 (On-demand Availability)

能够根据需求随时获取精确、实时的地理信息。提高地理信息服务的实用性、时效性和可用性。

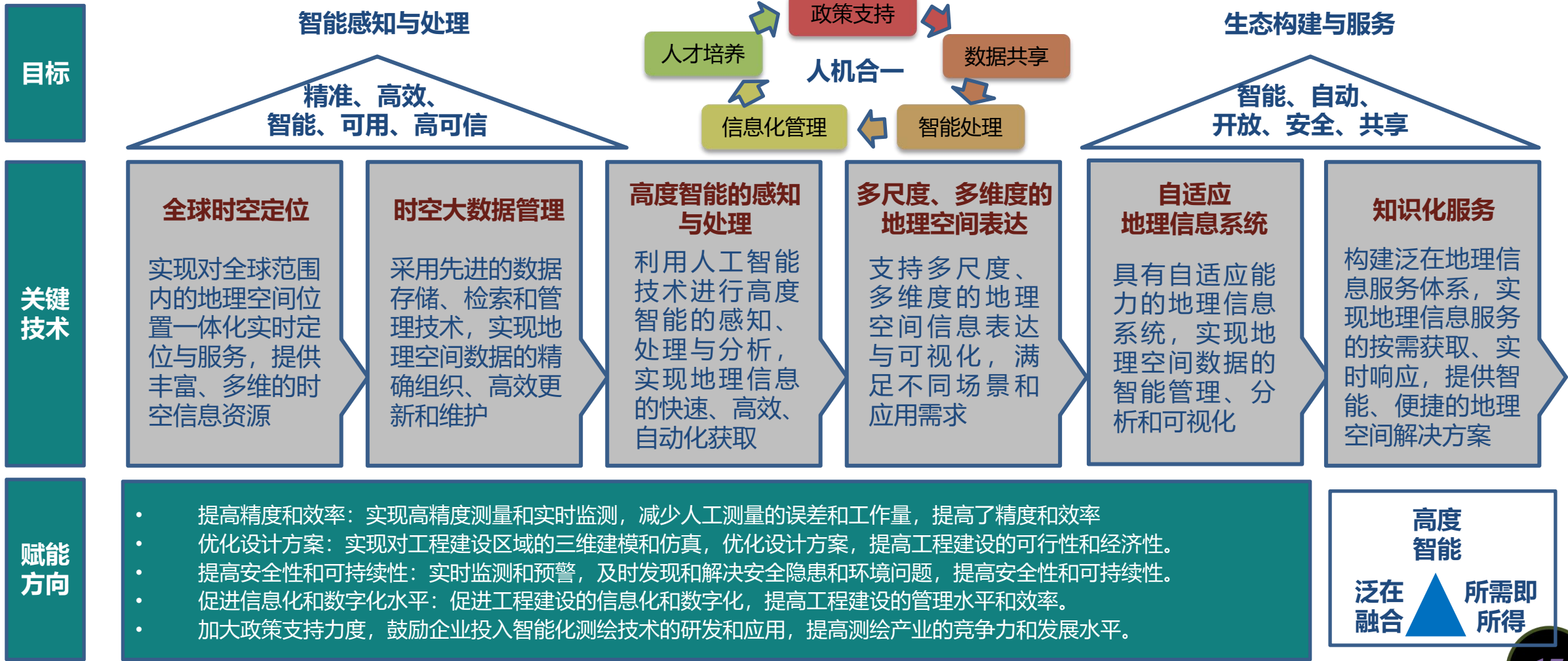


泛在融合 (Ubiquitous Integration)

融合泛在感知、泛在互联和泛在服务等理念，关注人与环境实时状态和动态趋势，实现室内外、自然与社会场景的全面测绘



技术框架



空间数据采集与生产

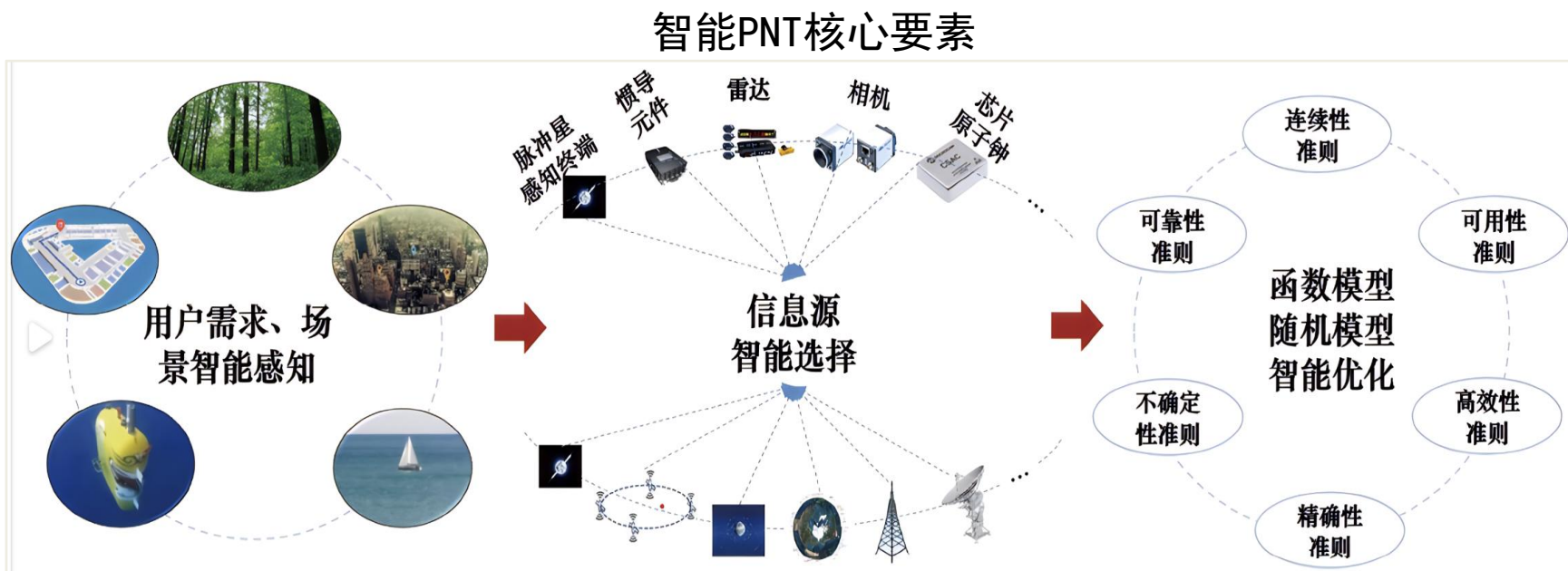
- **智能化生产工具：**生产力是推进社会变革的根本动力，而生产工具则是衡量生产力发展水平的客观尺度，也是划分经济时代的物质标志。如设备、软件、硬件。
- **人机协同智能作业：**不要幻想机器完成所有的工作，机器做不了的事儿，交给人来！

最需要智能化！ 最能智能化！

- 提高生产效率，降低劳动强度
- 提高数据精度，降低错误概率
- 提高可信程度，降低应用受限

1. 智能PNT技术

- 综合PNT：基于不同原理的多种PNT信息源，经过云平台控制、多传感器的高度集成和多源数据融合，生成**时空基准统一**的，且具有**抗干扰、防欺骗、稳健、可用、连续、可靠**的PNT服务信息。
- 弹性PNT：以综合PNT信息为基础，以多源PNT传感器优化集成为平台，以函数模型弹性调整和随机模型弹性优化为手段，融合生成**适应多种复杂环境的PNT信息**，使其具备**高可用性、高连续性和高可靠性**。
- 智能PNT应用，包括**用户智能感知 多源信息智能集成以及函数模型、随机模型智能优化**



智能PNT用户感知、智能函数模型优化和智能随机模型改进以及相应多源PNT智能融合是PNT智能应用的前提，是未来PNT智能化发展主要方向之一

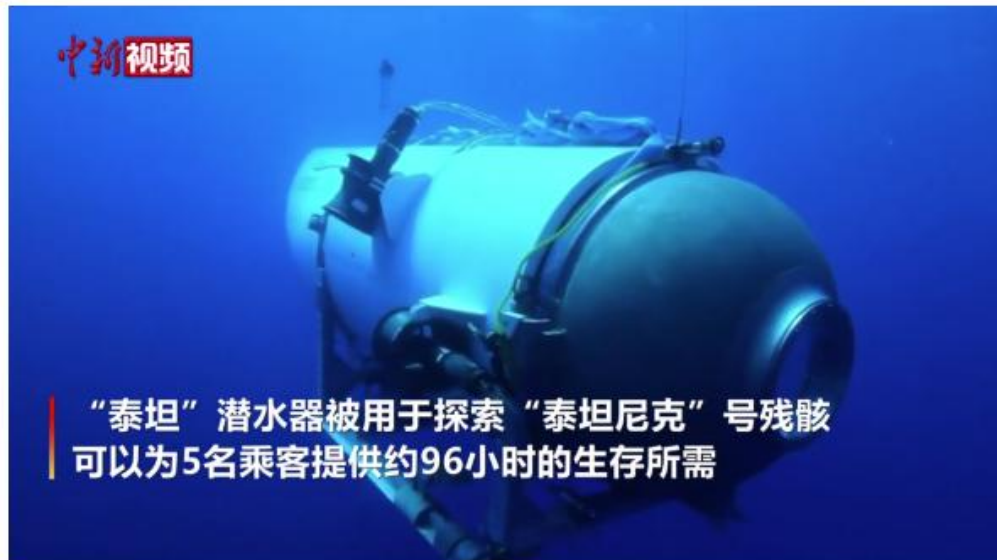
海洋场景PNT系统

获2022年国家测绘科学技术特等奖

初步构建基于海洋场景的国家新一代PNT体系，研制我国**首批**适应深海环境的海底导航定位基准站装备，在南海建立了我国**首个**厘米级精度海底基准点和米级精度海洋导航定位试验场，实现了我国在该技术领域**从“0到1”的突破**。设计我国首套水下北斗原型系统，牵头制作了系统沙盘和动画演示视频。



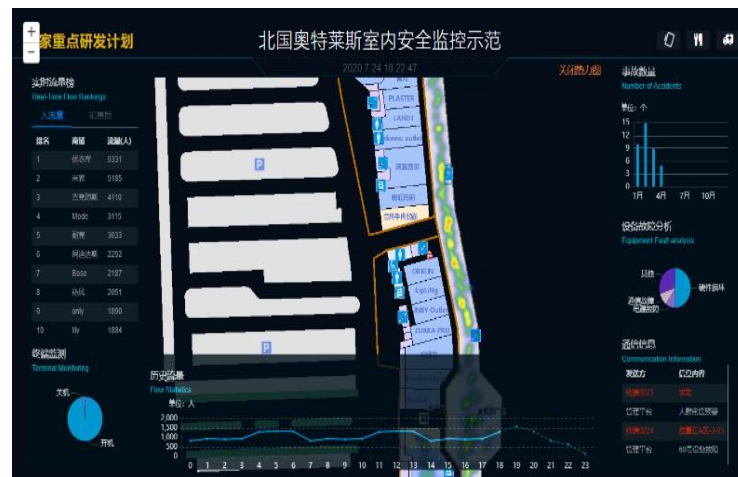
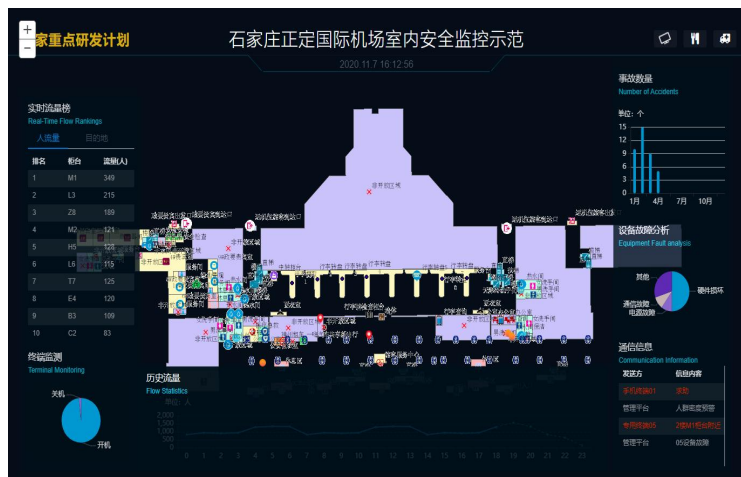
水下北斗原型系统演示视频



中新网6月21日电 综合外媒报道，一艘对泰坦尼克号残骸进行探险旅游的深海潜水器18日在加拿大东南部海岸外的水域神秘失踪。随着时间一点点逝去，美国救援队当地时间20日表示，目前搜救工作还“未取得任何结果”，氧气支持只剩不到40小时，救援工作正在与“死神”赛跑。

2. 智能室内定位技术

- 云推送容器服务技术，支持20万以上大规模并发用户的可靠通信。
- 云存储容器服务技术，支持20万用户数据和50万平米地图数据的高效管理。
- 开展了冬奥场馆、正定机场、奥莱商城等室内外集成测试和应用，测试并支撑了亚米级定位和50万平米建筑广场室内位置服务。



3. 实景三维中国建设技术体系—轻量级移动激光扫描系统



背包式轻扫A2plus



手持式轻扫R1



固定站轻扫S1



车载式轻扫V4

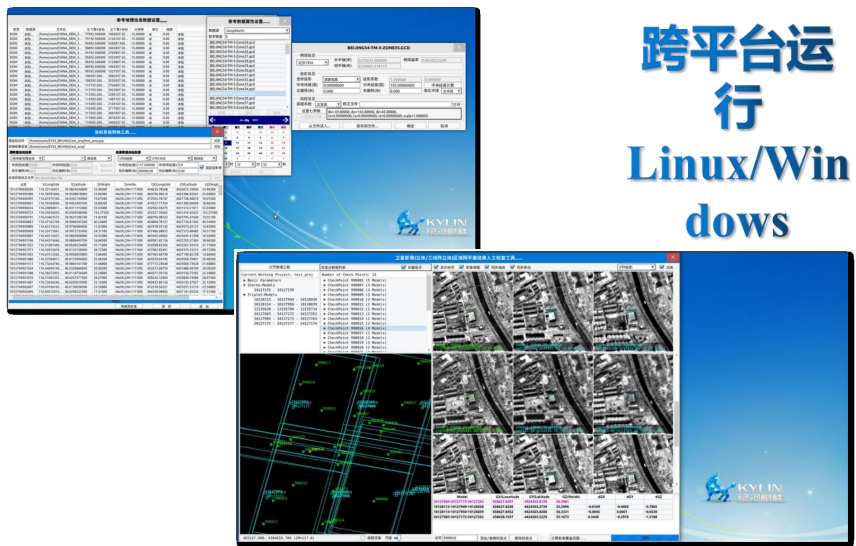
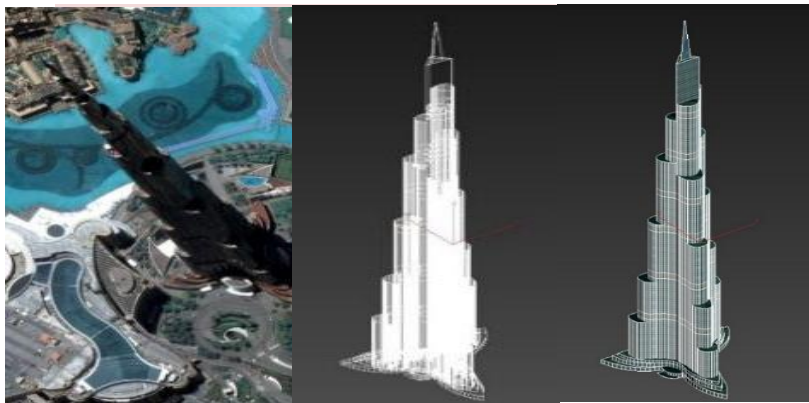
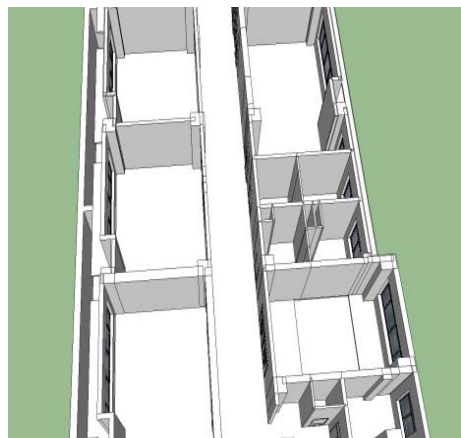
- 作为实景三维数据获取的主要装备之一，**我院自主研发了轻量级移动扫描系统（轻扫系统）**：利用轻量级的激光、相机、惯导实现的低成本、高精度的空间信息采集装备，包括背包式、手持式、固定站及车载式等。
- 轻扫系统解决城市中室内或其他隐蔽地区空间数据获取问题（成本、可靠性等）。



实景三维自动建模软件PG系列

支持卫星影像、倾斜航空影像、近景影像、视频、光场影像和激光点云等多源数据生成DEM、DOM和DSM产品，以及室内外场景的三维语义化自动建模。

- ❑ 支持城市或区域级、室内外/地上地下三维场景重建。
- ❑ 支持自动或半自动方式快速完成LOD1-LOD5级三维单体模型的建模。



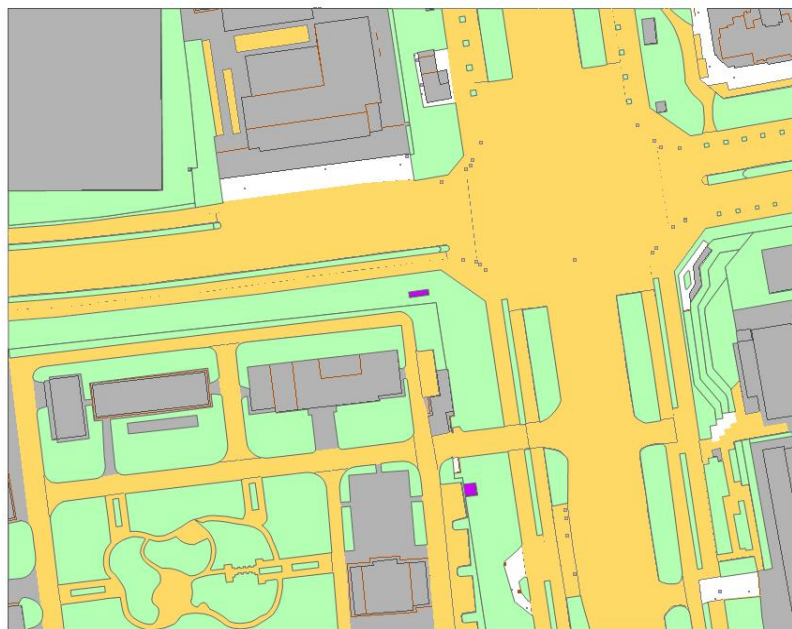
集群并行+人机协同

地理实体生产软件EntityInfo

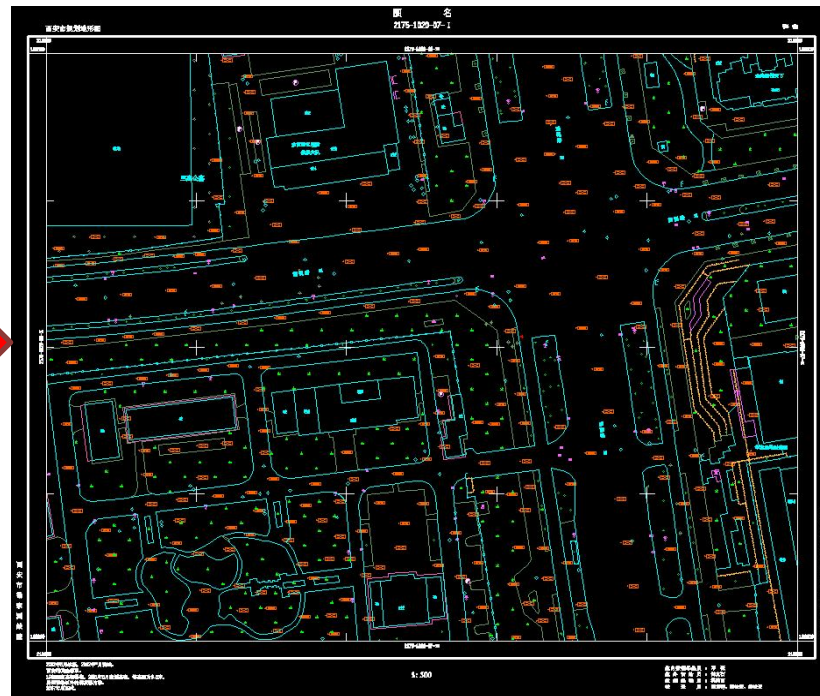
地理实体智能转换
生产软件EntityInfo

几何信息补偿、语义信息转换、重构与整合、实体关系处理
地理实体智能转换生产软件EntityInfo 实现存量地理信息与地理实体的相互转换

- 支持地理实体**按需组装**
- **90%**自动化率：地理实体到地形图的自动派生
- **10倍**生产效率提高：由传统人工交互1~2幅/人天，提高到自动派生后20幅/人天。



基础地理实体



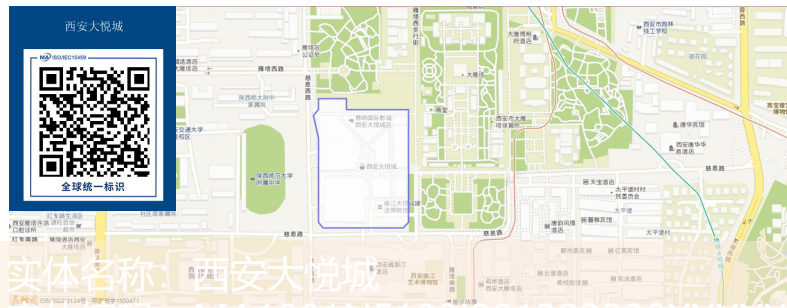
地形图

基础地理实体MA标识EntitySID

- 在实景三维构建的数字空间里，一物一码，才能万物互联
- 遵循ISO/IEC1 5459国际标准，制定编码规则，为基础地理实体编制全球唯一的身份标识
- 已获得基础地理实体MA标识全球根节点和**国家级节点建设授权**，初步建成了基础地理实体MA标识的国家级解析平台

国家
新型
基础
测绘
西安
试点
应用

- 基础地理实体编制了全球唯一的MA标识，并生成二维码图标
- 实现基础地理实体MA标识与不动产登记单元代码的精准对接
- 搭建基础地理实体MA标识解析平台
- 实现基础地量实体MA标识“一码多态”



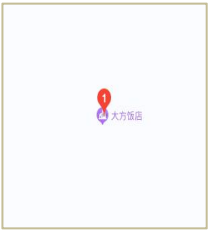
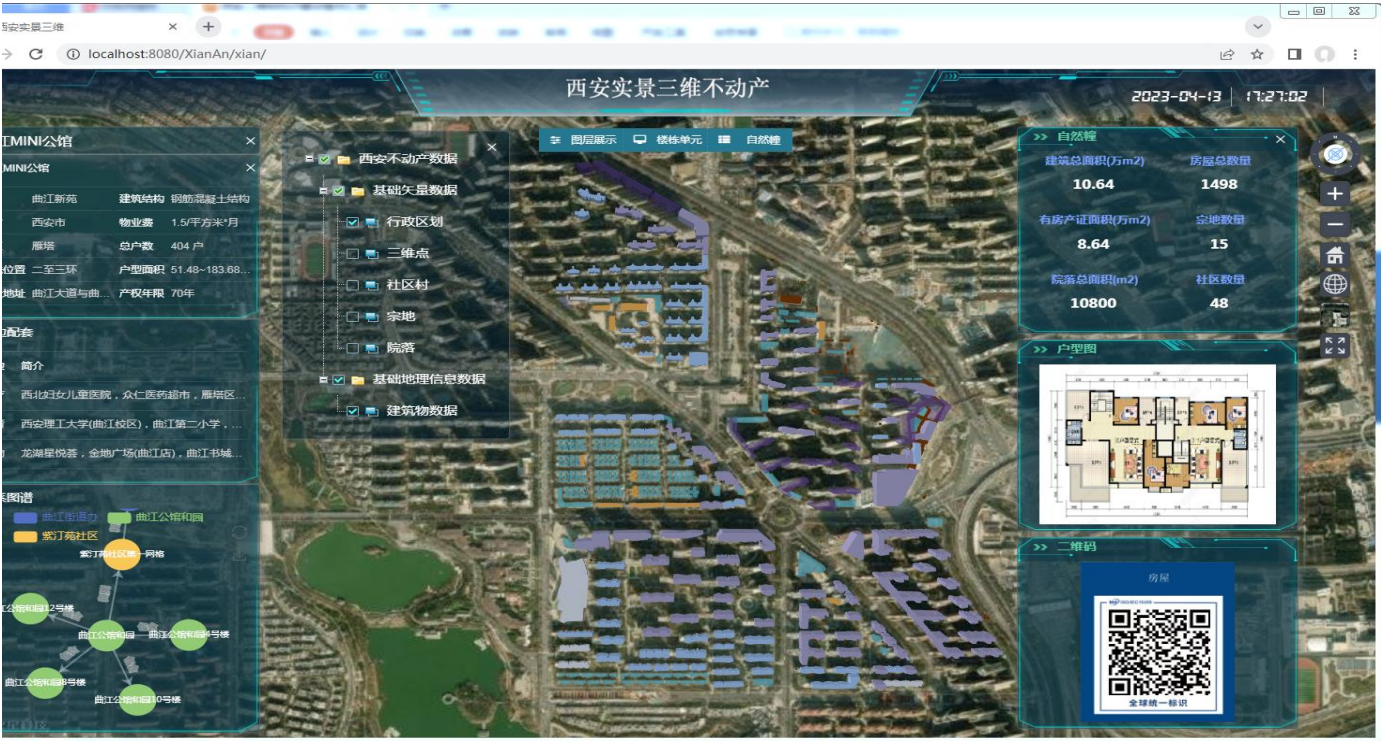
实体名称：西安大悦城

实体编码：MA1001NE1031201322320XXXXXXXXXXXX10031200000001



EntitySID国家新型基础测绘西安试点应用

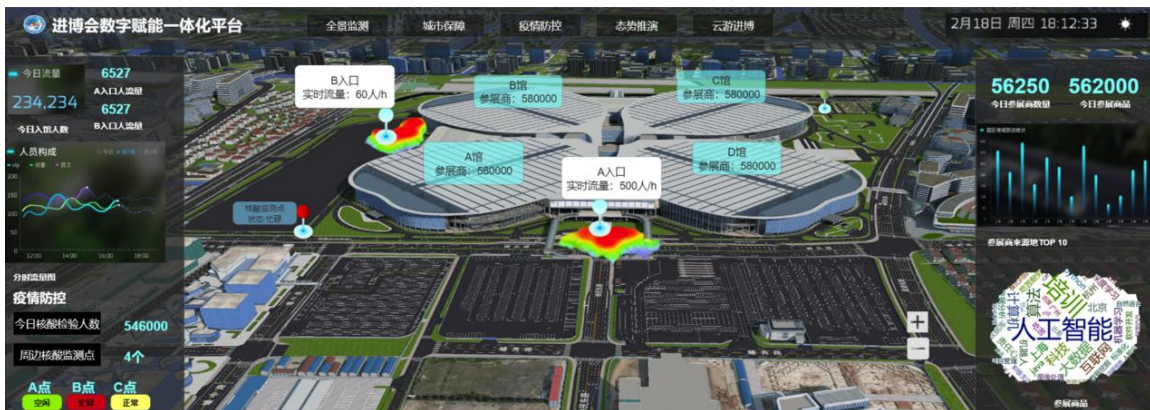
- 基础地理实体编制了全球唯一的MA标识 并生成二维码图标
- 实现了基础地理实体MA标识与不动产登记单元代码的精准对接
- 搭建了基础地理实体MA标识解析平台
- 实现了基础地量实体MA标识 “一码多态” 应用



西安市宗地信息二维码查询系统	
宗地信息	
宗地代码	610113013002GB00004
不动产单元号	610113013002GB000004W0000000
权利类型	3
权利性质	9999
项目名称	西安曲江新区慈恩西路东侧

基于实景三维的泛在感知（进博会）

由于互联网实现了人与人的信息便捷交互，互联网时代的泛在测绘最显著的推动力就是为满足人与社会及人与环境的多种需求，**人本身也成为了测绘的对象。**



对环境的感知，以及对人与环境关系的感知、认知和相应服务将是泛在测绘的重点之一。



4. 遥感影像人机协同智能解译平台FeatureStation



单机版套装

FeatureStation AI

FeatureStation ScreenFilter

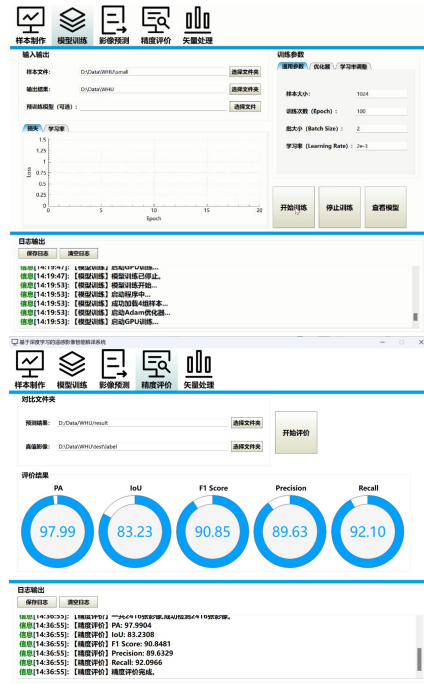
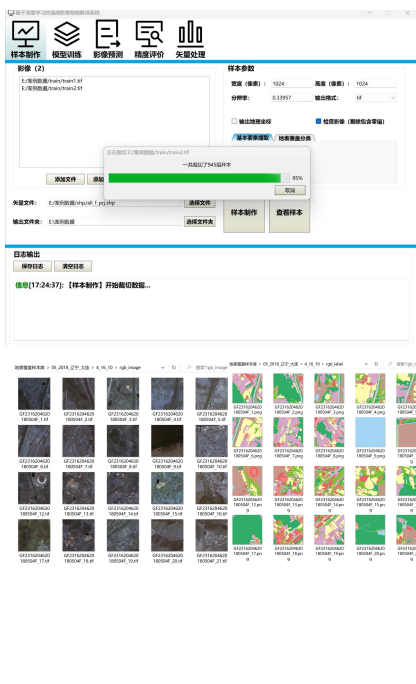
FeatureStation Editor

- 一键安装、简单易上手，解压即可运行，无需配置深度学习环境；
- 一体化运行，样本制作、模型训练、模型预测、精度评价、交互精编全流程；
- 成本低，单机运行、无需专业人员运维；
- C++底层开发，性能稳定，易扩展。



人机协同智能解译迭代闭环

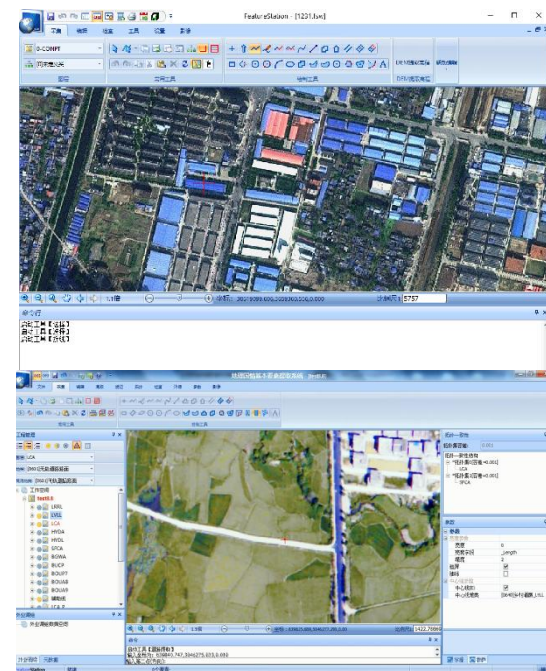
智能计算后台



智能引擎



人机交互前台



样本生成



模型训练



模型预测



智能推送



交互精编

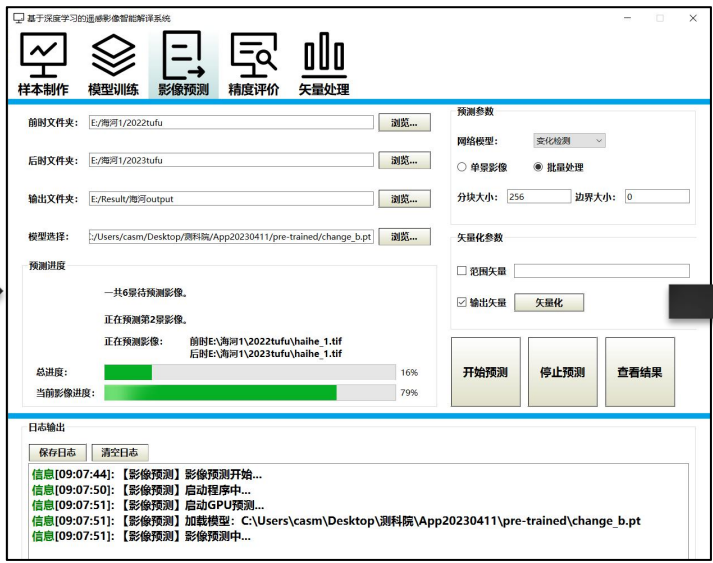
样本反馈、迭代更新、强化学习

“样本生成-模型训练-模型预测-智能推送-交互精编”迭代闭环

自然资源保护和利用遥感监测试点作业流程



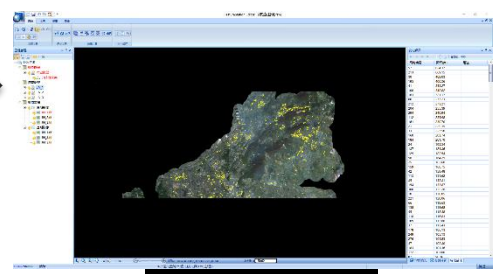
影像批量网格切片
FeatureStation AI



变化图斑AI智能提取
FeatureStation AI



图斑快速筛查
FeatureStation ScreenFilter



图斑核对编辑
FeatureStation Editor
知识辅助确认



自动填写属性



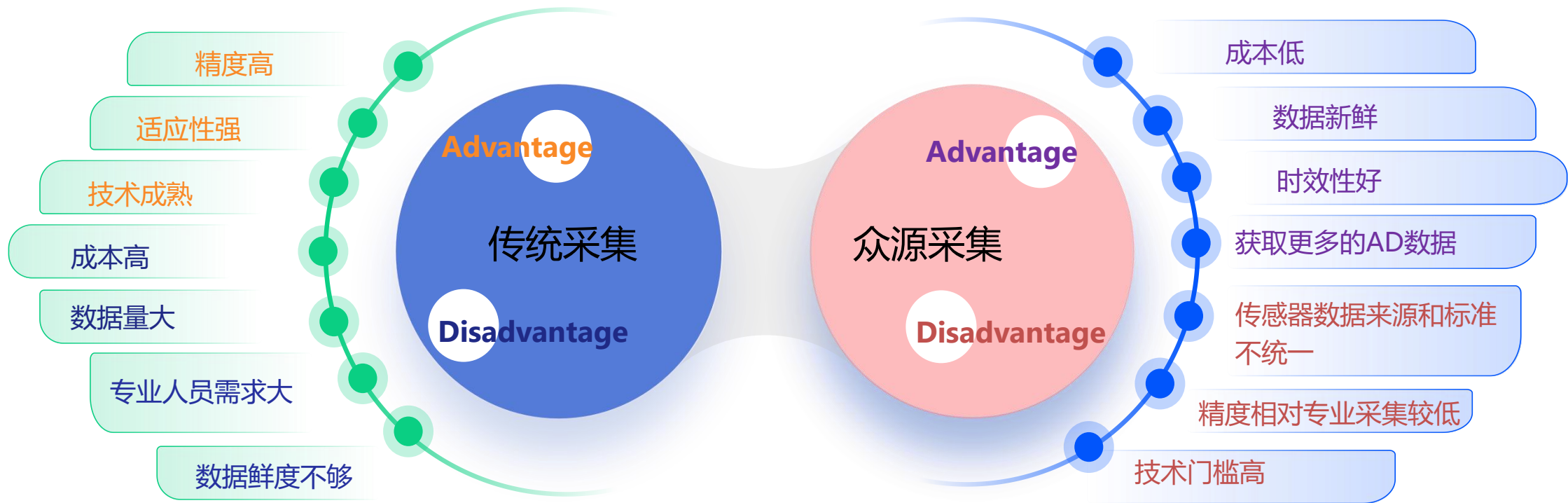
制作影像截图文件

成果整理

FeatureStation AI

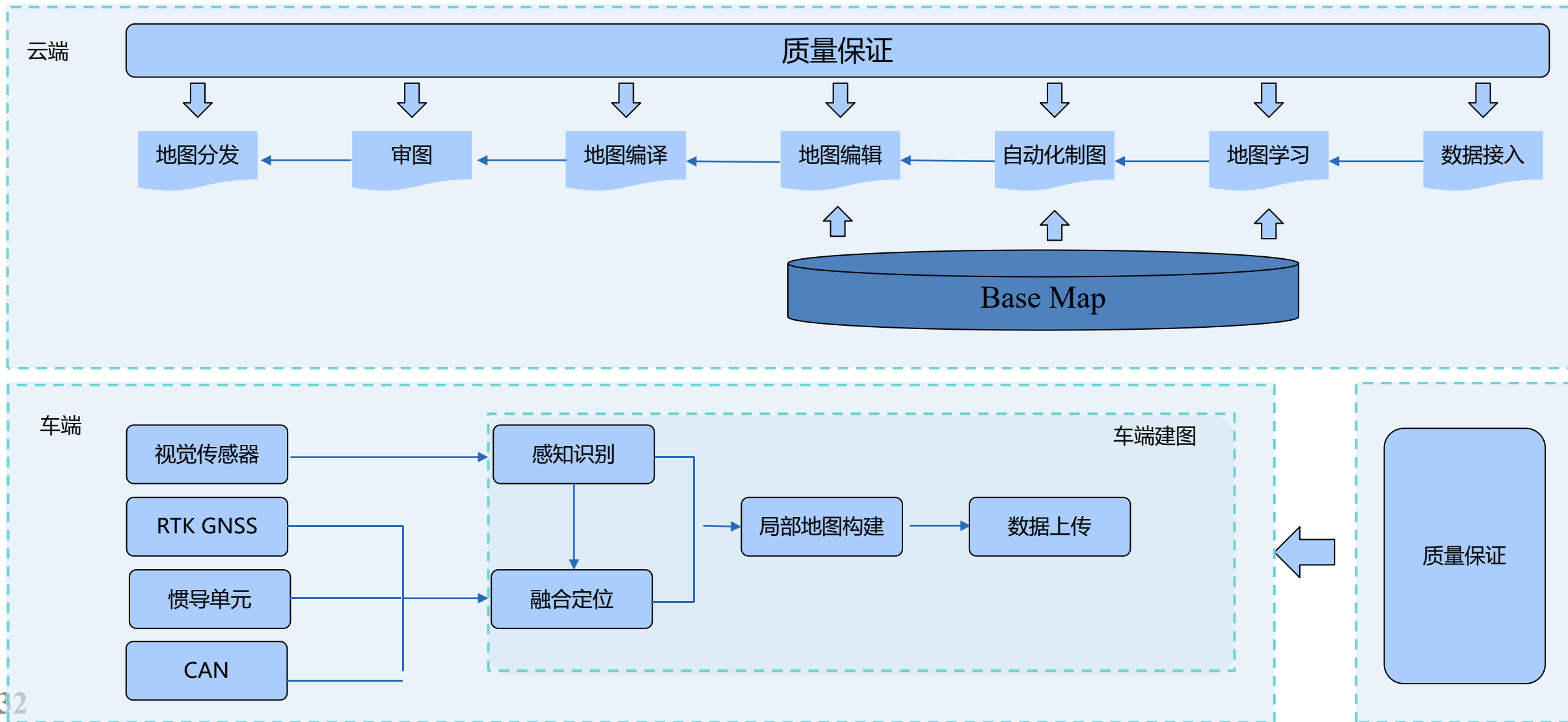
影像人工地毯式监测 ➡ 图斑智能引导式监测

5. 自动驾驶高精度地图

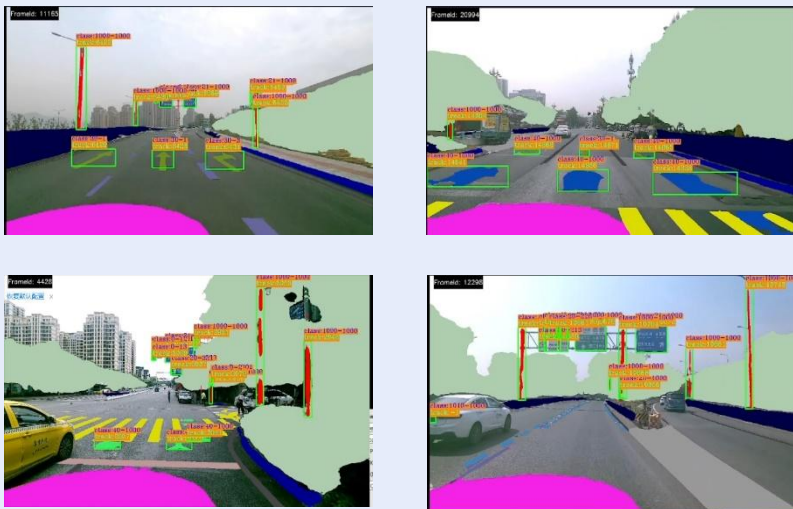


自动驾驶需要高新鲜度和时效性的高精度地图

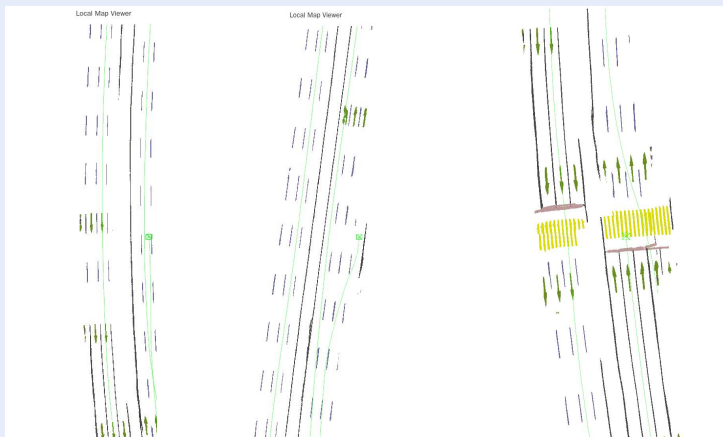
集成环境感知、**车端建图**、云端地图学习、自动化制图、地图编辑、地图编译和地图分发，为车厂提供从传感器数据收集到数据下发全数据链路的自动驾驶高精度地图构建方案。



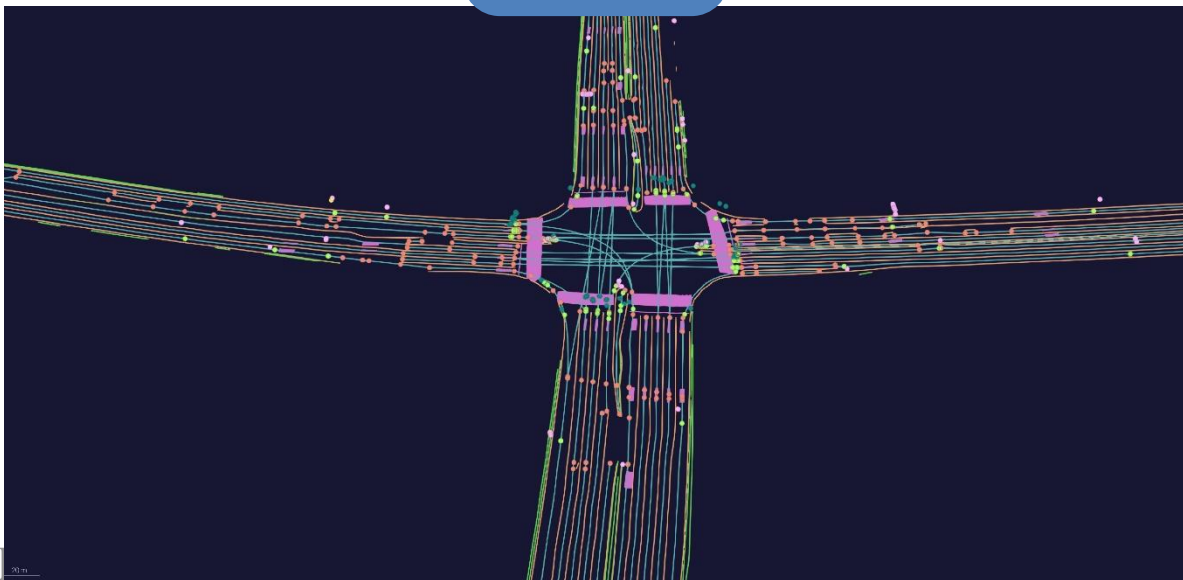
环境感知



局部地图车端构建



路口建模



分歧/合流建模



6. 网络地图智能监管

创新构建地理空间大数据众源感知监测技术体系，自主研发地理信息监测分析内容治理平台

- 网络地理**大数据搜索引擎**
- 地图**分类训练与目标识别引擎**
- 地理信息**安全分析知识库**
- 一体化**监控门户与手机监控终端**
- 智能化**地图技术审查系统**

■ 地图数据深度搜索

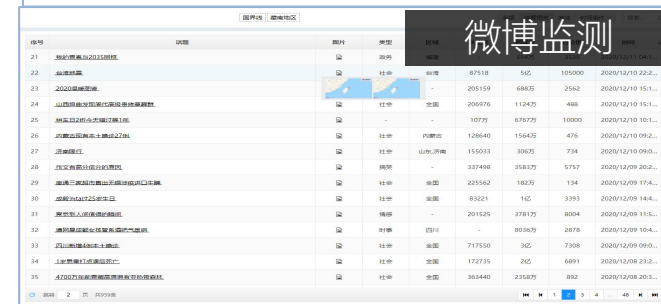
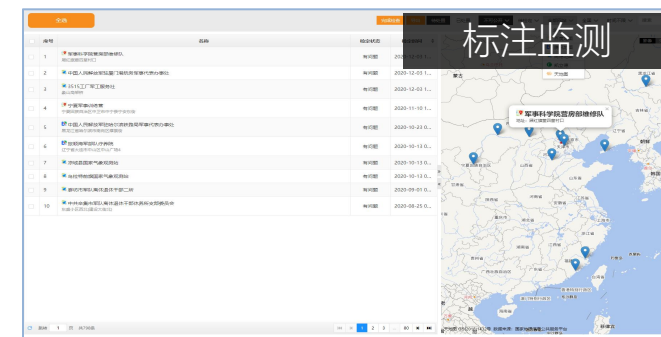
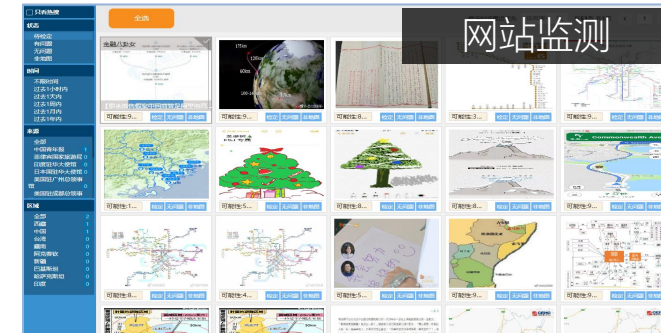
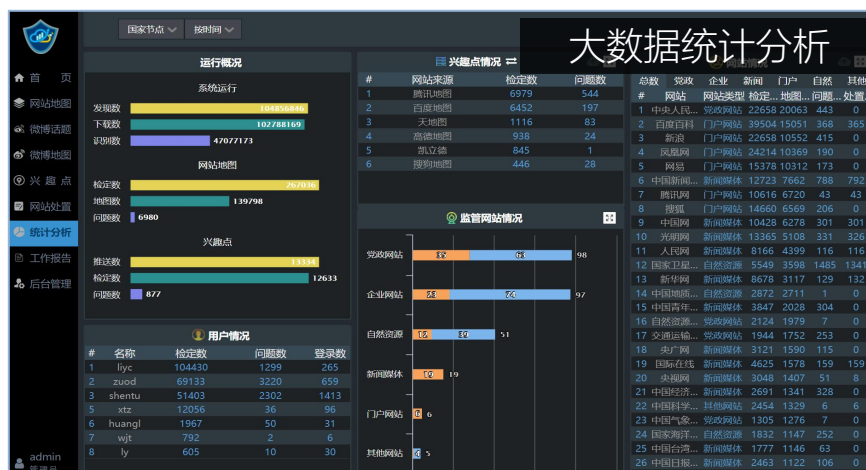
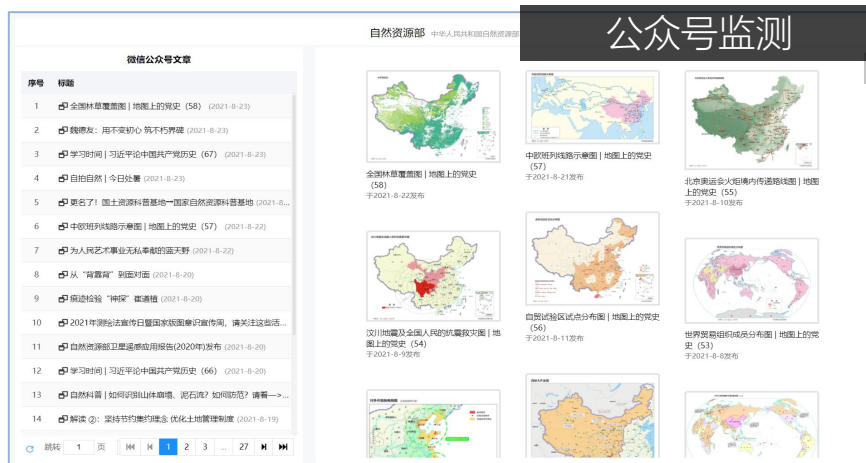
- 地图图像、地图产品
- 地图标注、POI、地名
- 包含地图的数据文件和在线服务

■ 多类型信源覆盖

- 政府网站、
- 新闻媒体
- 地图门户
- 微博、微信公众号

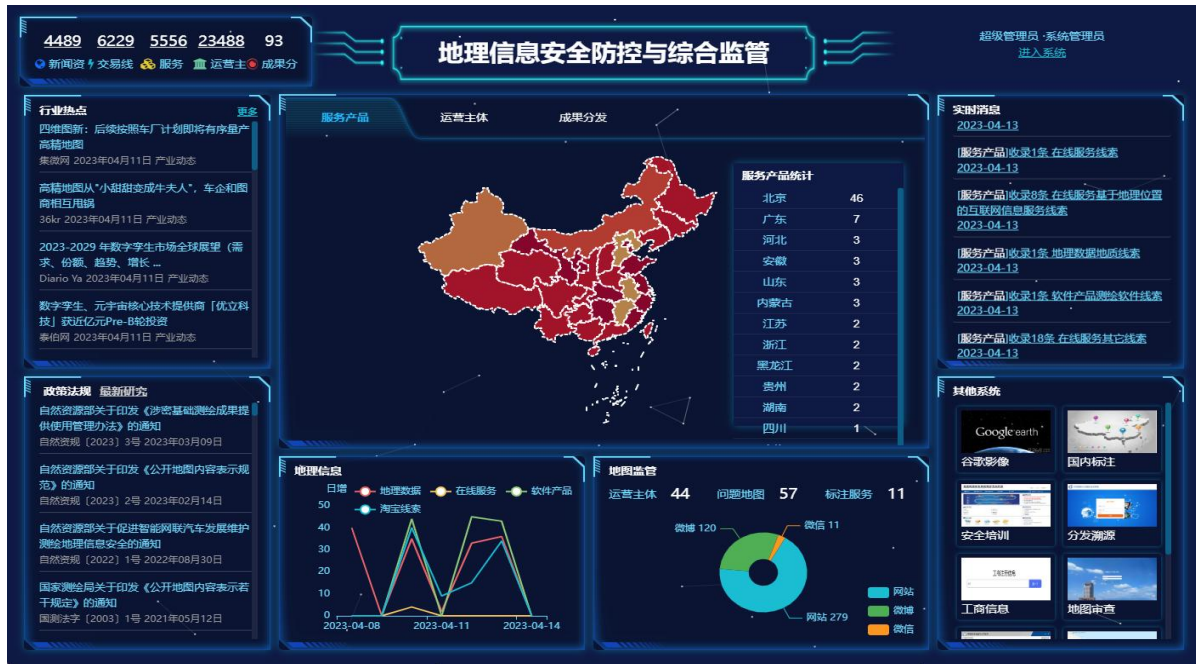
■ 智能化内容识别

- 高价值信源自动发现
- 基于AI的地图自动识别
- 地图内容（区域、注记）自动提取
- 敏感内容自动预警
- “国家-省市”协同工作



网络地图智能监管

荣获测绘科技进步特等奖



2022年

国家节点推送地图25.5万、兴趣点0.7万余个，检定发现“问题地图”近721幅、“问题兴趣点”121个

各省级节点推送地图27.5万张，检定发现“问题地图”7726幅



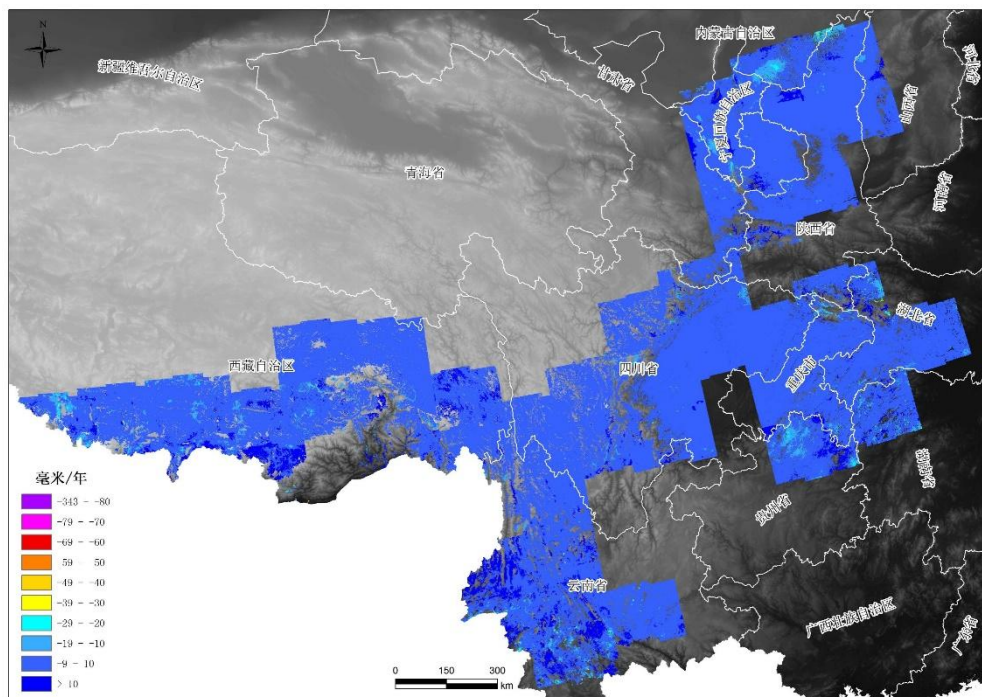
研究院监管集群

- 监测网站 **200+家/天**
- 分析网页 **900+万/天**
- 识别图像 **800+万/天**
- 推送地图 **2+万/天**

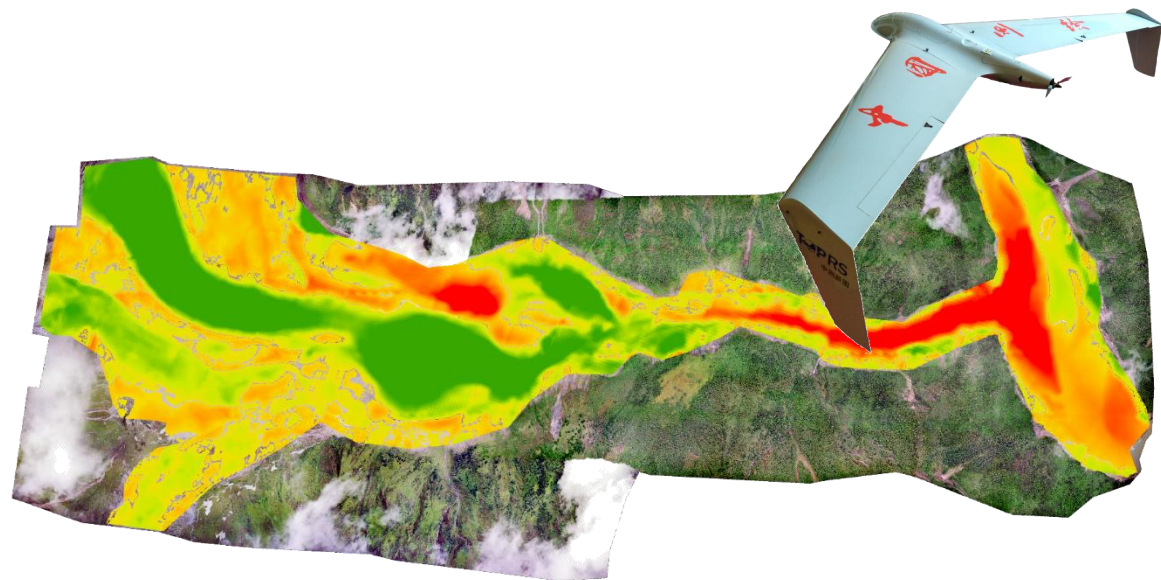
业务化运营服务中心

7. 天空地协同的地质灾害监测预警

- 航天——通过卫星InSAR实现大范围地质灾害监测与隐患粗查；
- 航空——通过低空无人机遥感实现重点区域精细监测排查；
- 地面——通过CORS站组网实现区域地表稳定性连续监测，并对重点隐患点进行全时视频监测与分析。



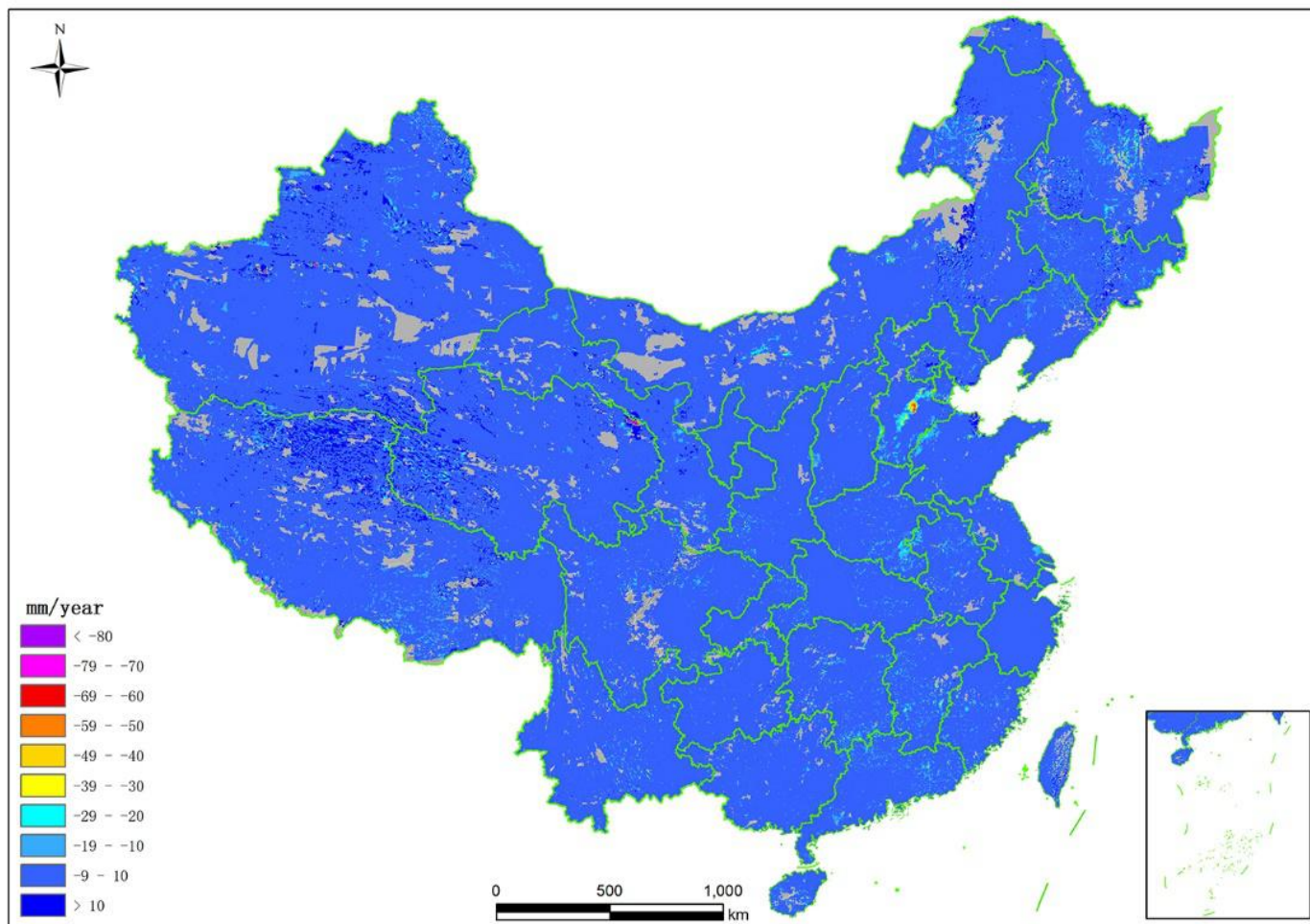
五大地灾高易发区地表形变速率(2019-2020)



西藏色东普沟无人机遥感监测

全国地表形变一张图

2021年9月-2022年4月全国地表形变速率图
(审图号为GS(2020)4622号的标准地图)



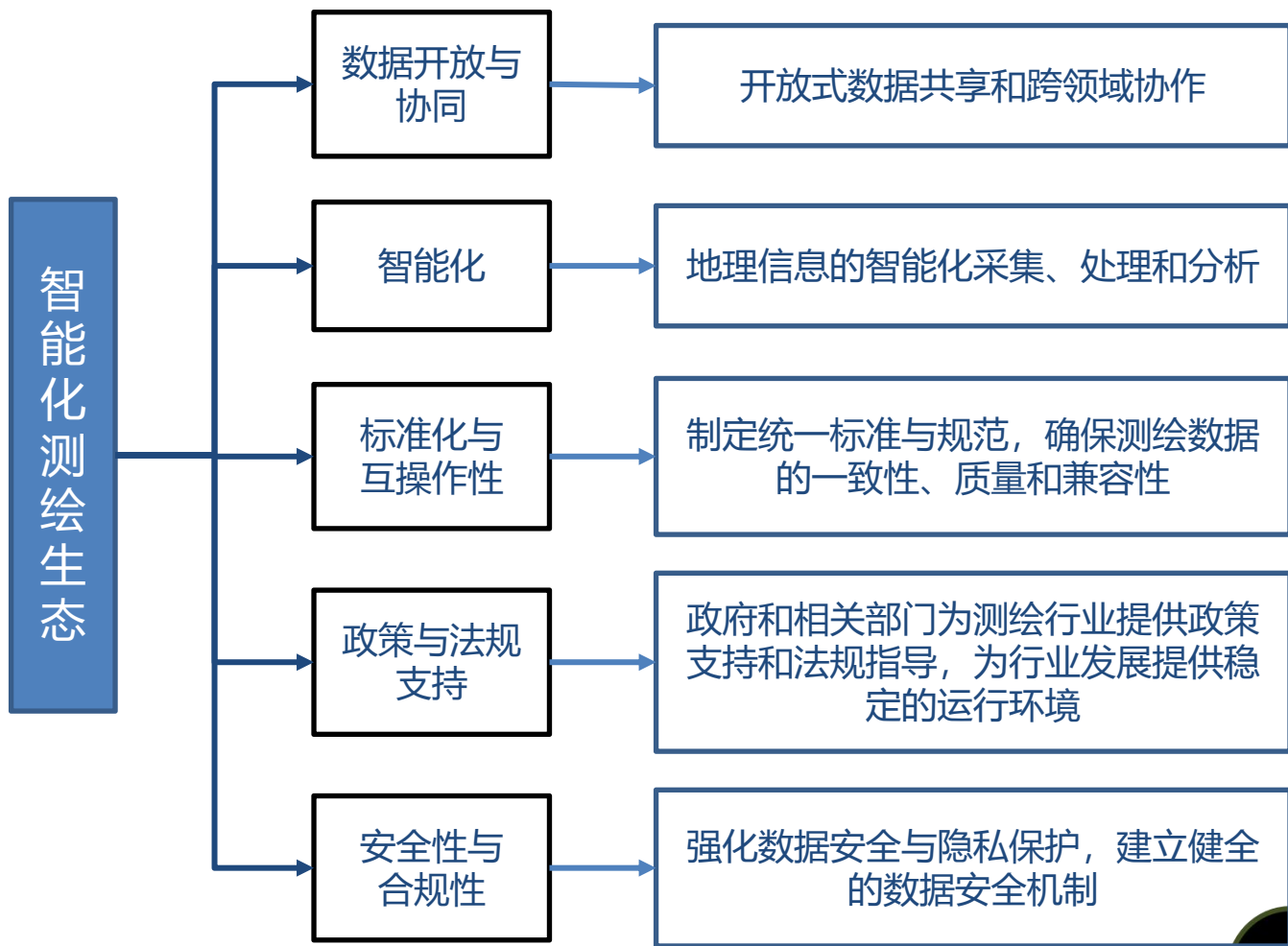
立足多学科交叉优势，自主研发
InSAR 超算平台，成功获取2021
年9月至2022年4月 全国地表形
变一张图。

- 监测点数量近**3亿**，监测点平均密度达29个/平方千米。
- 天津、河北、山东等地GNSS实测数据验证表明，该结果的监测精度为**4.58毫米/年**。

总结：智能化测绘技术体系构建

1. 生态构建

智能、开放、安全的测绘生态环境



2. 时空赋能

泛在、协同的产业链

完整、高效、创新驱动的产业体系

泛在/
全方位

地理信息采集、处理和应用无处不在，为各行各业提供实时高精度地理信息服务，推动高质量发展

创新
驱动

持续投入创新，加速技术研发和成果转化，推动产业链在技术和应用上实现跨越式发展

跨界
协同

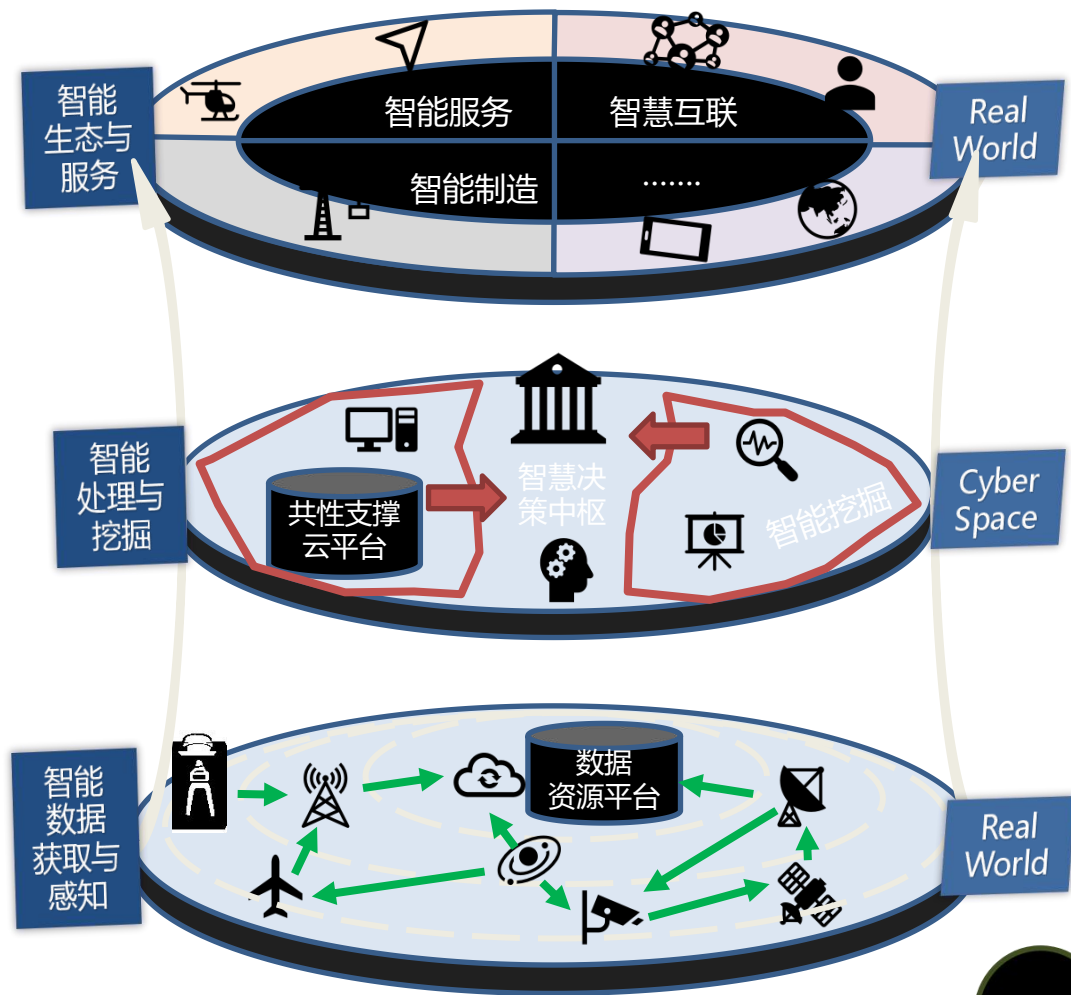
多领域交叉融合与协作，推动产业链优化和升级

个性化
定制

更加注重用户需求，提供个性化定制的地理信息服务，满足各行各业、各类用户的多样化需求

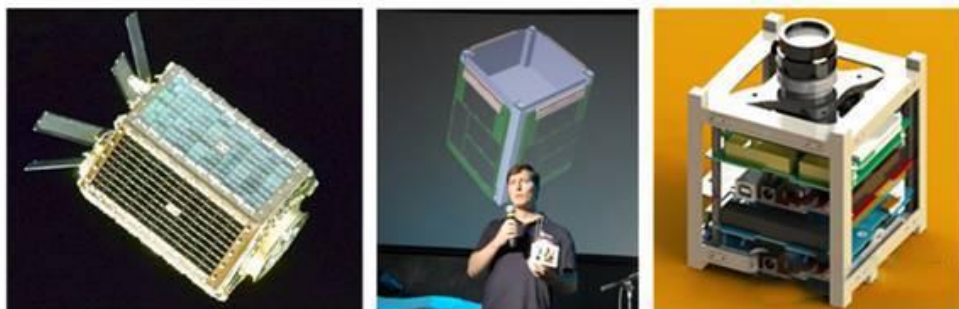
可持续
发展

注重环境保护和可持续发展，为生态环境保护提供有力支持，实现产业环境的和谐共生

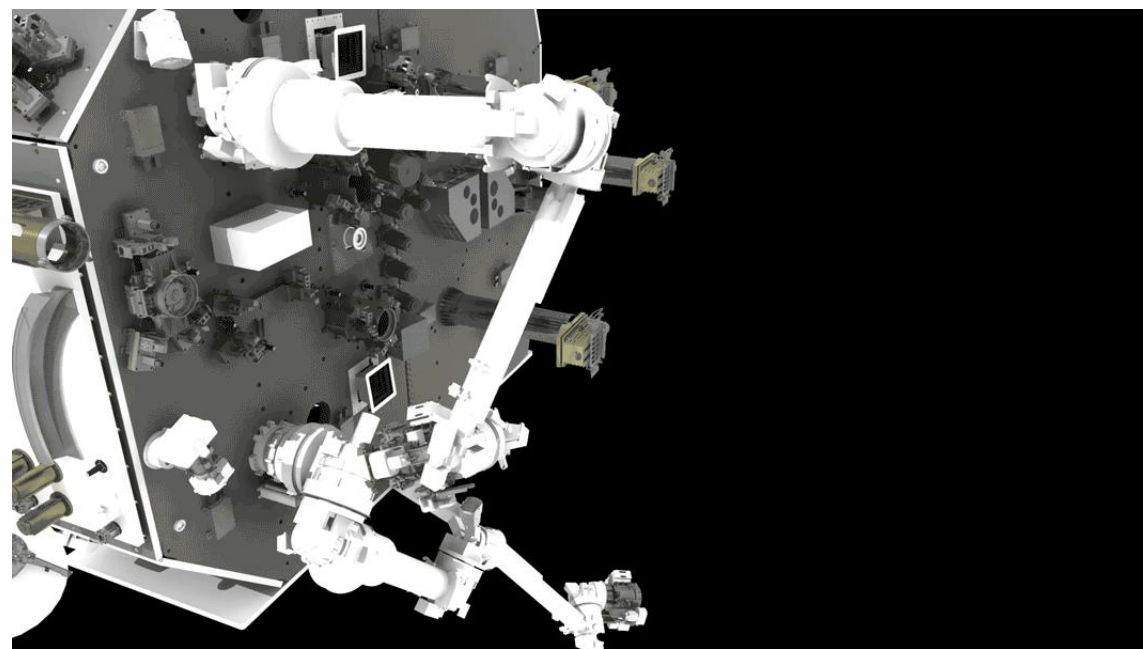


智慧制造

机器人制作/维修等：利用工业机器人和自动化生产线，提高测绘装备制造的效率、为卫星维修等



3D打印卫星：可快速、低成本地制作复杂零部件，减少浪费，显著提高制造效率





Thank You All!

GISTC
空间智能 因融至慧

2023地理信息软件技术大会
2023 Geospatial Information Software Technology Conference

燕 琴，中国测绘科学研究院，2023年6月