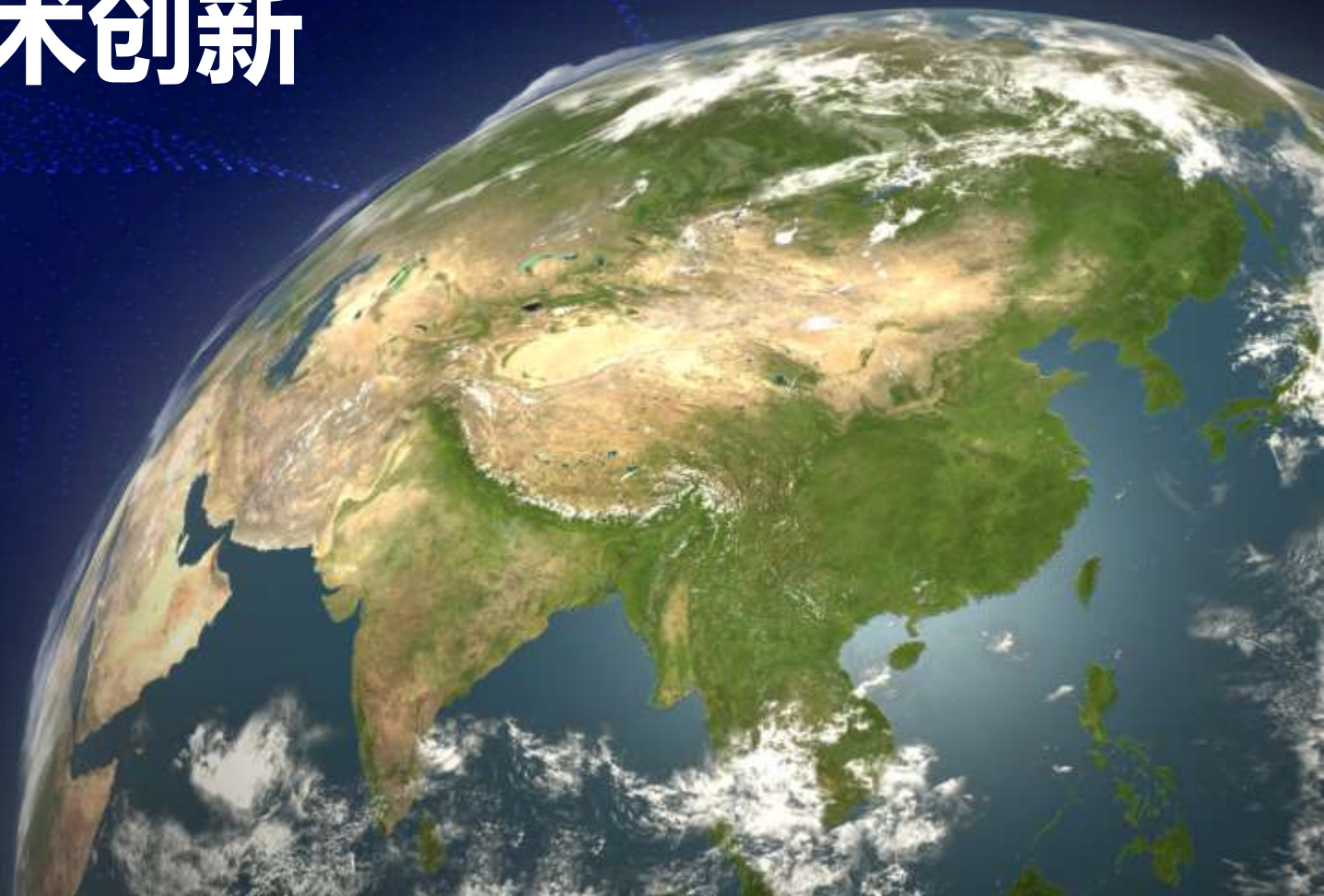
航天宏图
Piesat

商业航天助推遥感技术创新与产业化应用

王宇翔 董事长

2020.6.24



目录

01 商业航天发展背景

02 商业航天助推遥感技术创新

03 商业航天提速遥感产业化应用

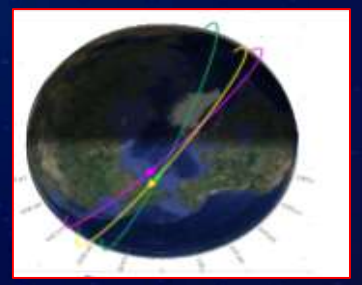
国外遥感卫星上世纪90年代进入商业时代

20世纪90年代，IKONOS作为商业遥感卫星的开拓者和引路者，开启了高分辨率商业遥感卫星的新时代。随着一系列商业遥感卫星的成功发射，商业遥感迎来飞速进步。

1999

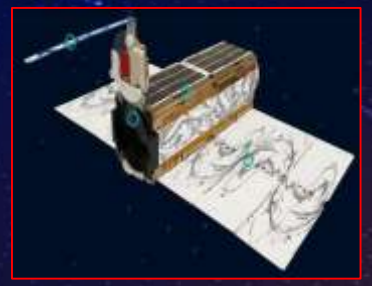
成功发射IKONOS米级商业遥感卫星。开启商业高分辨遥感时代

2008



成功发射GeoEye、QuickBird、Sky Sat等亚米级分辨率微卫星。开启小卫星和微卫星遥感应用时代

2014



WorldView-3卫星发射升空，空间分辨为0.3m，是全球分辨率最高、响应最敏捷的商业成像卫星

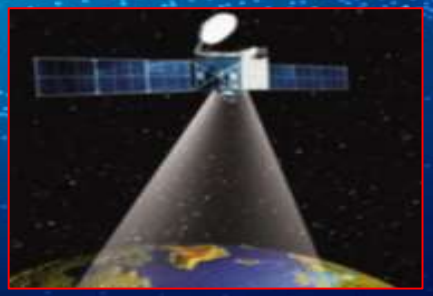
2020

“地球探索者”计划、“哥白尼”计划、气象卫星计划等继续稳定部署。商业卫星持续快速发展

国内遥感卫星逐渐步入商业化发展道路

吉林一号、北京二号等卫星的发射标志着中国商业遥感卫星起步。我国遥感卫星实现了从“有”到“好”的跨越式发展，逐步实现了业务化、商业化和国际出口。

2015之前 | 2015.7 | 2015.10 | 2016 | 2017 | 2020



主要由国家主导卫星工程建设。

2015年7月，**“北京二号”**星座是国家核准的民用商业遥感卫星项目。已纳入国家民用空间基础设施规划。

2015年10月，中国自主研发的商用遥感卫星组星**“吉林一号”**发射成功，开创了中国商业卫星应用的先河。

“高景一号”成功发射，是首个完全中国制造的0.5米分辨率商业遥感卫星星座。

“珠海一号”成功发射，是国内目前唯一完成发射并组网的商用高光谱卫星星座。

商业遥感发展的黄金时代已经到来。

国外导航卫星进入商业化综合时空体系建设阶段

在GNSS系统基础上，依托商业低轨小卫星开展星基增强，建立综合时空体系

1994年GPS，开启卫星导航大众应用时代

1994

2008年Galileo,欧盟主导建设，多国参与共同开发，共享服务

1995

1995年GLONASS
GNSS概念随后提出

2008

2019

2019年新一代铱星，提供低轨增强服务，商业化LEO星座助力综合时空体系建设

我国北斗系统全球组网完成

星间链路

最大特色，解决自主导航问题、卫星的境外管控、卫星遥测数据回传、境外建站监测困难等问题，全球短报文接入，服务应急搜救。

新电离层模型

改进全球范围内的单频用户定位性能

更优的星座

更多MEO卫星提升全球服务性能

新体制信号

抗干扰、更稳定、其他导航系统兼容互操作

新RDSS体制

120字增加至1000字，有源用户支持200万增加到1000万

更多的功能

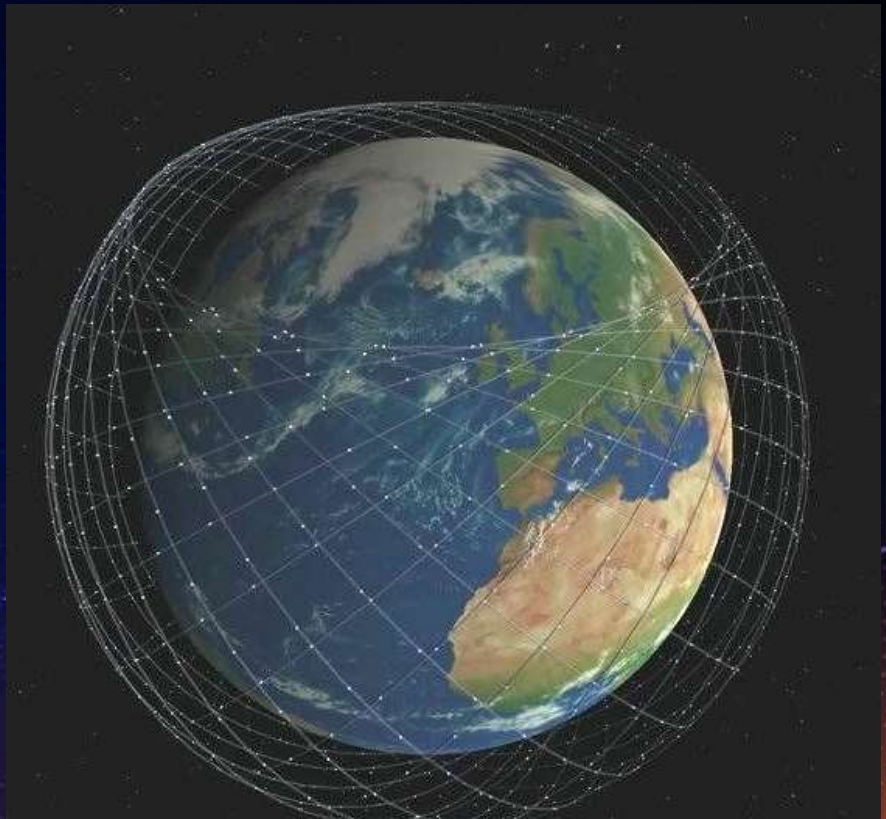
星基增强、更高精度服务、搜救载荷

高性能原子钟

卫星时频基准性能大幅提高

通信卫星即将进入商业互联网时代

2015 年，SpaceX 向美国联邦通信委员会提交“星链”(Starlink)计划，SpaceX**采用一箭60星方式，已发射422颗星链卫星，预计2025 年最终完成约12000颗卫星的部署**，将能提供类似光纤的网络速度，且覆盖面积大大提升。



Starlink星座图

百家号/nasa之光

通信卫星即将进入商业互联网时代

“虹云”工程是航天科工计划打造的中国首个天基互联网系统，由**156颗低轨卫星**组成。2018年12月22日，“虹云”工程技术验证卫星成功发射升空。

“鸿雁”星座是中国航天科技计划部署的全球卫星星座通信系统，由**300颗低轨卫星**组成。2018年12 月29 日，首颗试验星发射成功。

北京九天微星科技发展有限公司于2015年6月成立，布局小卫星制造与互联网市场。

银河航天（北京）科技有限公司于2016年12月成立，2020年1月首发国际先进水平的低轨宽带通信卫星。

国家卫星互联网公司成立

国家战略性重大工程进一步推动商业航天蓬勃发展

2008年

国家中长期科技发展规划：高分辨率对地观测重大专项

2014年

国务院办公厅关于促进地理信息产业发展的意见

2015年

国家民用空间基础设施中长期发展规划2015-2025年

2020年

“新基建”助推商业航天：卫星互联网、人工智能、大数据、云计算

商业航天带来了哪些技术创新与问题?

商业航天的发展带来遥感技术创新

更高
更准
更多
异源融合
天空地海融合
……
更广
更快
更短

分辨率	→	0.3米
载荷类型	→	多元化
处理能力	→	地面+星上、AI+芯片 异源一体化
定位精度	→	亚像元
服务能力	→	泛在、实时服务
监测对象	→	拓展到太空空间

商业航天带来空间碎片态势感知难题

碎片增多，风险增加，空间环境形势日益恶化

碎片数量增加

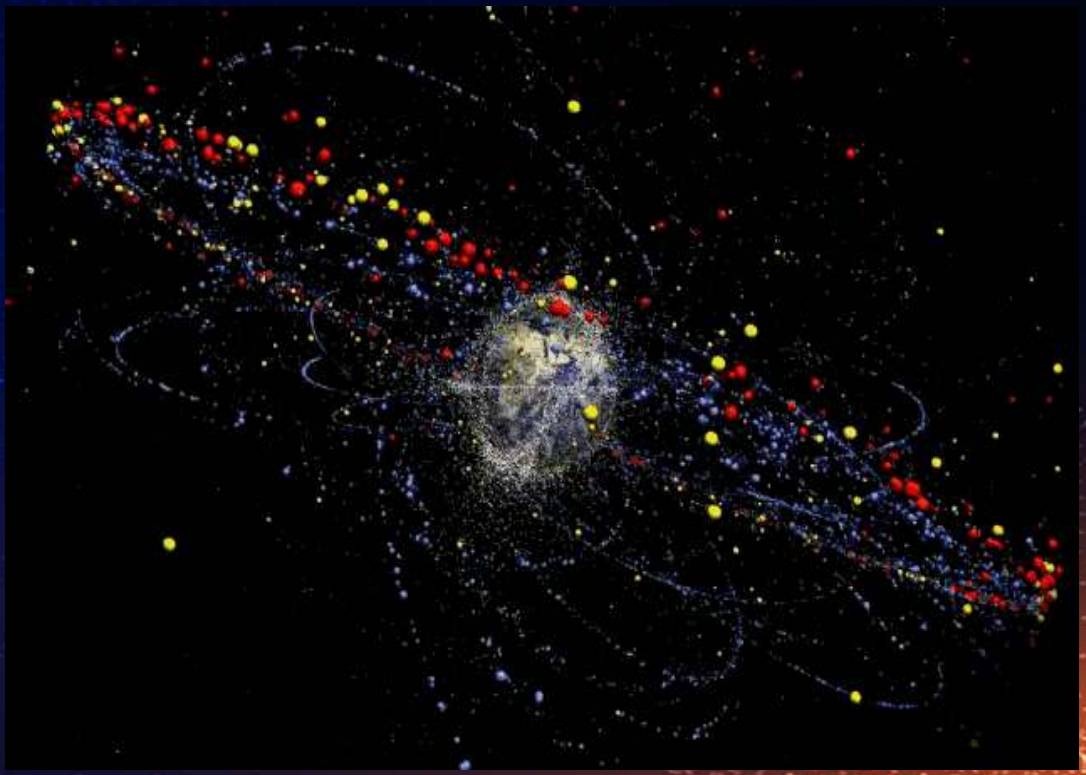
10cm以上碎片达到3万多个，1-10mm达到1亿个，厘米级碎片即可摧毁航天器

碰撞风险增加

航天器在轨爆炸、解体、撞击事件500多次
2018年ESA规避碎片次数多达17次

发射活动增加

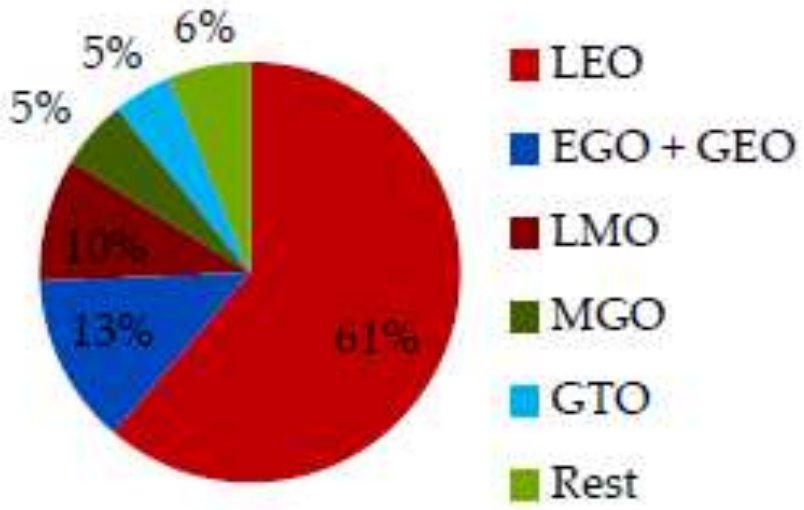
太空探索公司在2019至2024年发射1.2万颗卫星组成“星链”网络

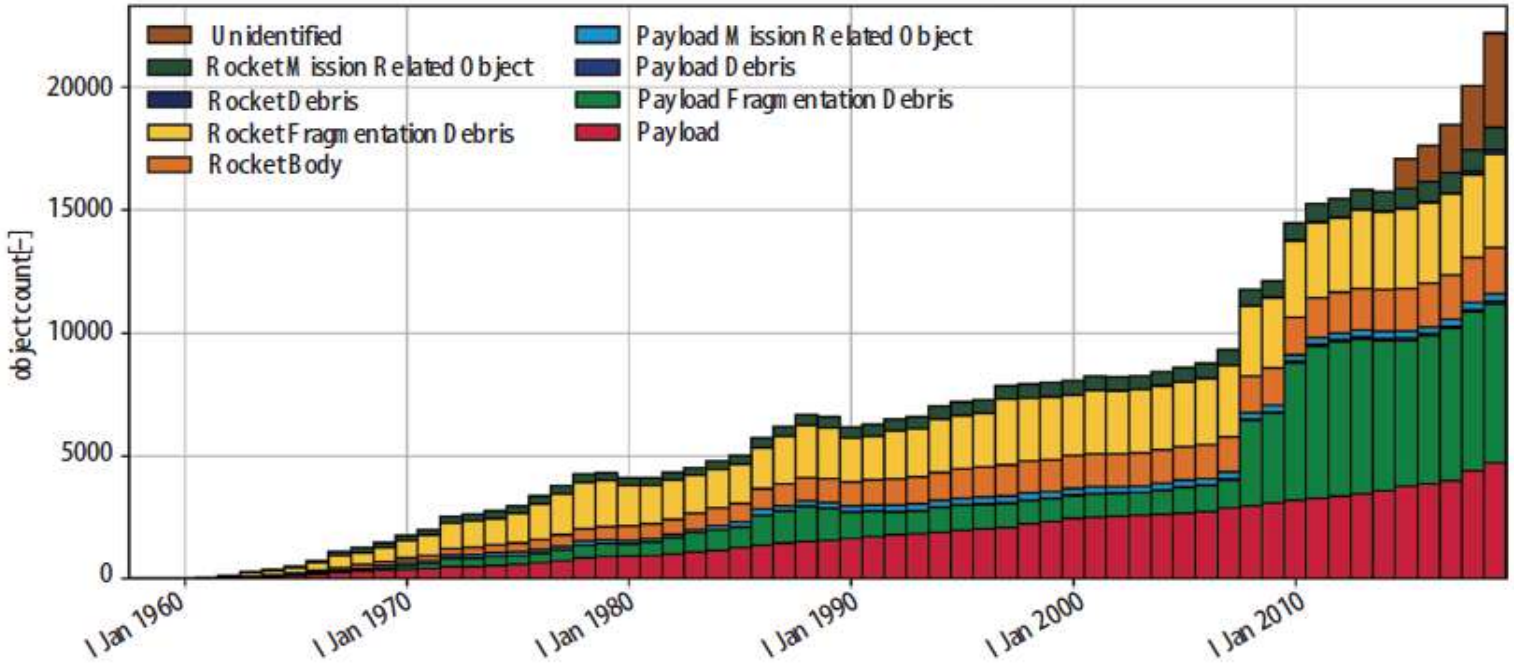


商业航天带来空间碎片态势感知难题

空间环境形势日益恶化（续）

61%碎片集中在LEO轨道（0-2000km），13%碎片集中在GEO轨道（36000km），碎片数量还在持续增加，19年SpaceX 发射的60 颗微小卫星已有3 颗失联, 2 颗将主动坠落,5%成为空间碎片





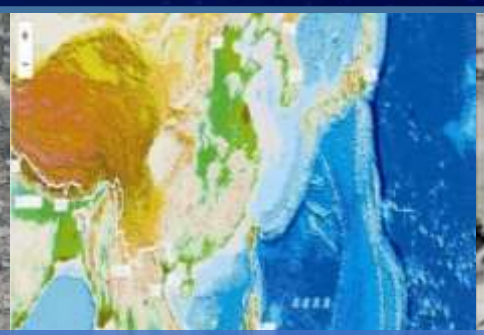
在商业航天高速发展的大背景下，遥感技术如何发展？

遥感技术带动测绘行业新发展

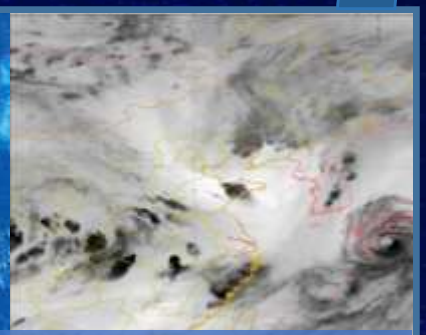
遥感极大拓展了测绘领域的边界

对地观测

看“地”

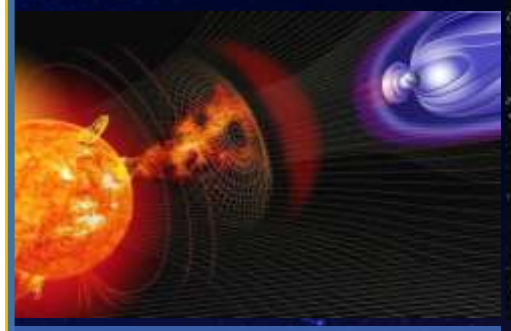


看“海”



看“大气”

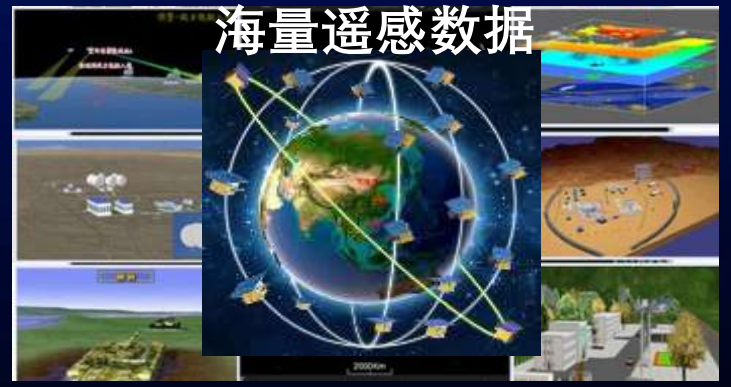
太空观测



空间天气

空间目标

遥感推动了传统测绘对新技术手段的应用



需要大量的计算资源
需要先进的分析算法
需要灵活的服务模式

促进了大数据、云计算、人工智能等
计算机技术在测绘领域的应用

遥感技术带动测绘行业新发展

空间天体测量学：利用运行在地球大气外层空间的空间天文望远镜和卫星，测定天体的位置、自行、距离和光度等天体测量参数的新兴学科。

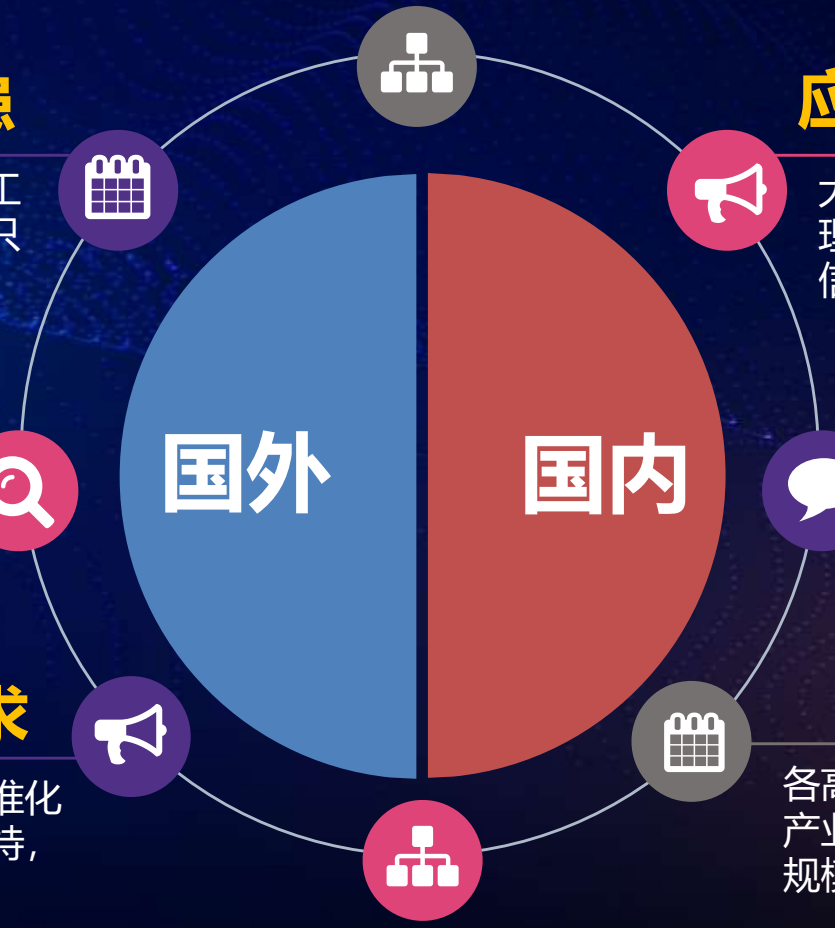
与地面天体测量学相比，主要优点是：因没有大气，观测不受大气折射、大气吸收和漫反射等干扰影响；望远镜的镜筒和轴不受地球重力影响而弯曲。所以**观测精度比地面观测要高**。

依巴谷卫星

哈勃空间望远镜

依巴谷卫星是第一个空间天体测量专用望远镜，**哈勃望远镜**亦能部分用于天体测量观测。

商业航天的发展对遥感软件提出了更高要求



存在国家信息安全隐患

任何软件都可植入后门，成为窃取情报的工具，长期依赖国外软件，存在安全隐患，只有自主可控的国产软件才安全可靠。

无法提供及时的服务保障

国外软件无法获取准确的国产卫星影像参数信息，不具有良好的普适性。核心研发团队位于国外，服务质量和售后难以保障

难以满足行业深度定制需求

国外遥感处理软件发展成熟，较适合标准化的应用，对于定制化及扩展需求较难支持，响应速度慢。

应用面窄，局限于测绘遥感

大部分遥感软件仅支持陆地资源卫星数据处理，主要做DOM、DEM生产，以及简单的信息解译应用。。

跨界融合能力弱

大部分遥感软件对环境、海洋、气象等专业领域应用，尤其是空间环境监测、人工智能等跨界应用融合、服务能力弱。

产业化发展缓慢

各高校、科研院所的先进科研成果尚未形成产业化合力，不足以支撑遥感产业化在更大规模、更深层次应用的发展。

急需一套空天地海一体化、跨界融合能力强国产自主遥感软件

商业航天的发展对遥感软件提出了更高要求

陆地、大气、海洋、空间
遥感载荷全方位支持

空间碎片监测跨界融合

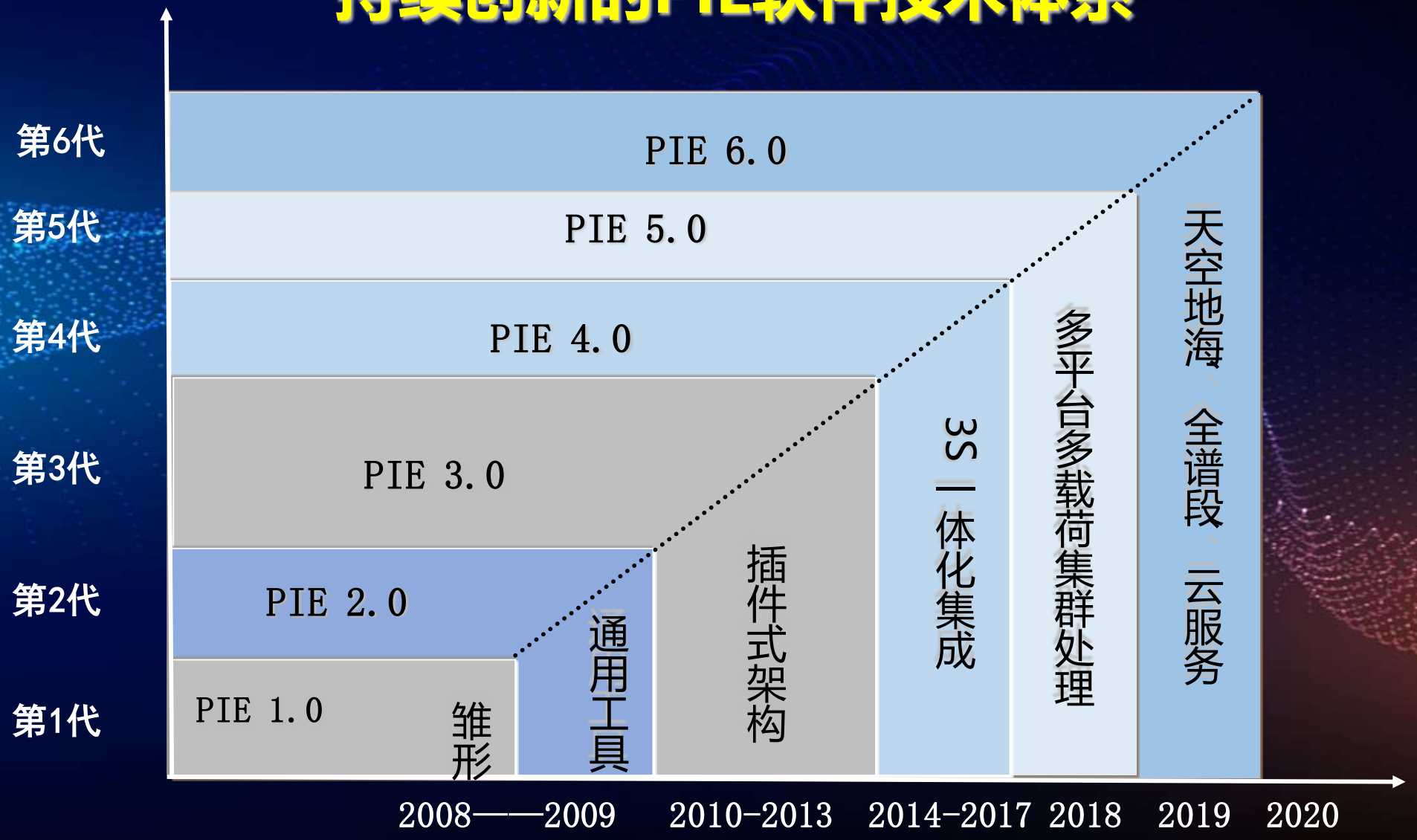
大气海洋监测跨界融合

人工智能跨界融合

虚拟仿真跨界融合

遥感云生态，助推产业化

持续创新的PIE软件技术体系



PIE依托国家重大卫星工程发展壮大

PIE 1.0

环境减灾卫星工程

PIE 2.0

高分辨率对地观测重大专项

PIE 3.0

空间基础设施
“十二五”及“十三五”

PIE 4.0

风云三号、四号地面系统

PIE 5.0

海洋系列卫星、北斗三号工程

PIE 6.0

空间监测拓展测绘边界
数字孪生助力新基建

核心关键技术　1、空间碎片监测与稳健编目管理技术

实现从监测计划优化、监测数据修正、目标关联匹配与识别、定初轨、编目定轨、精密定轨、目标更新管理的全流程、自动化稳健编目管理。

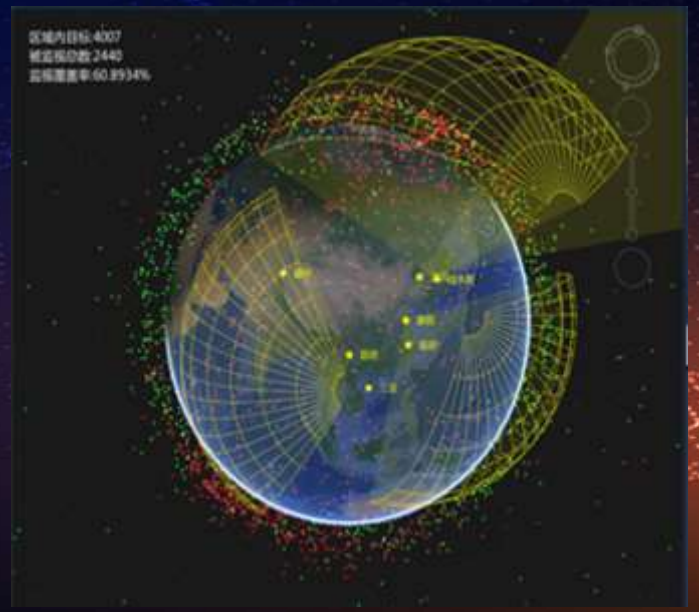
空间碎片监测

空间碎片编目管理

核心关键技术 2、空间态势感知与推演技术

以航天宏图的PIE平台为核心，跨界融合轨道动力学、姿态动力学、空间测量学等多学科的基础技术和前沿应用，实现航天任务仿真、空间信息处理、空间目标预警分析应用和空间事件推演等。

国产自主可控“STK”软件

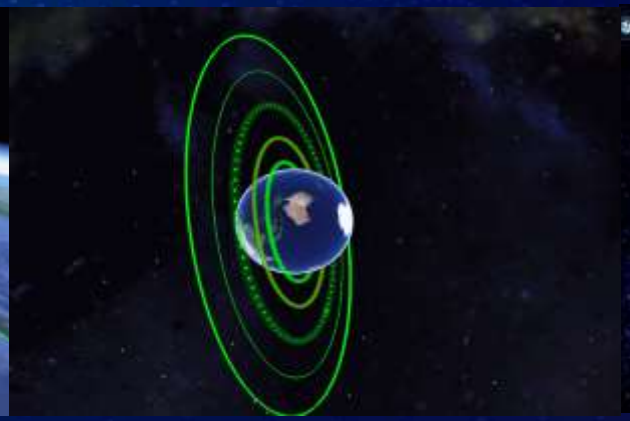


基于PIE提供的CPU+GPU的高速并行计算能力满足**30000个以上空间目标**的态势推演。

核心关键技术 3、空间环境全要素虚拟仿真技术

以PIE为核心，无缝集成多类型三维数据引擎，实现宏观、精细化要素的虚拟仿真及一体化融合展示。**为空间碎片轨道仿真、航天器在轨运行仿真、拦截场景仿真提供技术支撑。**

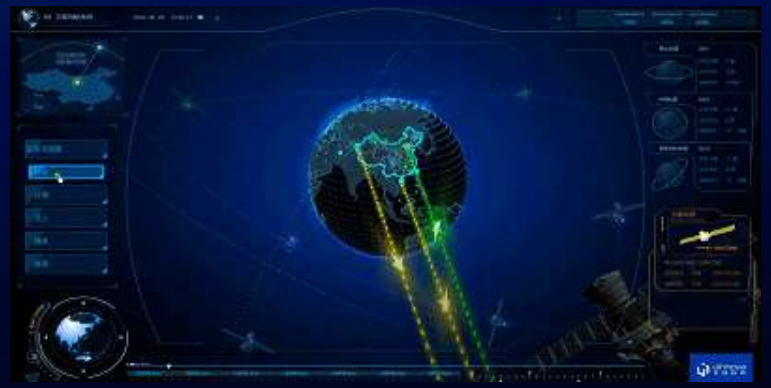
空间卫星仿真



卫星轨道仿真

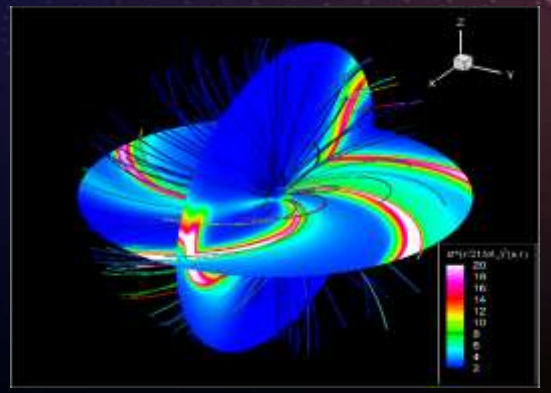
地球大气环境仿真

晨昏线、日影仿真



信息传输仿真

航天器轨迹仿真

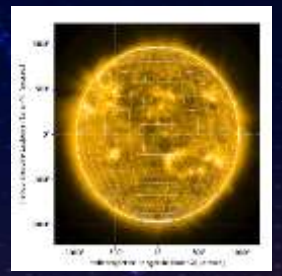


太阳风仿真

- ✓ 多数据源融合
- ✓ 多尺度融合
- ✓ 高效建模展示
- ✓ 真实还原
- ✓ 可测量可分析

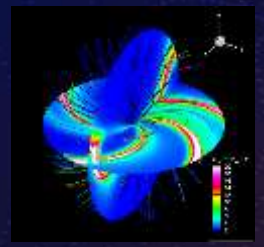
核心关键技术　4、空间天气监测与融合应用技术

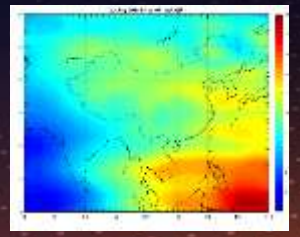
PIE集成空间天气、气象、海洋多源数处理能力，针对卫星，测点，望远镜、雷达、飞机及船舶、再分析预报场等数据，实现空间数据在结构、格式、类型上的统一，多源和异构数据的联接与融合。**为空间态势推演、航天器发射及在轨运行提供技术支撑。**



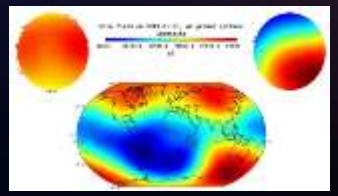
耀斑、质子事件和射电流量的预报

近地太阳风参数和行星际磁场

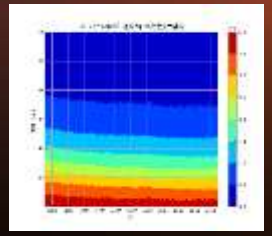




电离层临界频率、电子密度总含量和闪烁指数现报



供矢量磁场数据



临近空间风场和大气参数

核心关键技术　5、基于深度学习与知识图谱的遥感影像智能分析技术

突破了大规模、大范围、高频次、多种类目标自动提取的技术瓶颈，基于遥感影像目标检测模型和语义分割模型进行研发，已建成包含各类典型地物要素的影像样本库，可实现海量遥感数据典型地物要素的全自动化智能提取。

深度学习 ＋ 知识图谱 ＋ 大数据 ⟹ 目标提取结果 关联分析结果

- 多类人工地物目标自动识别
- PIE桌面系统集成
- 具备自主训练模型能力

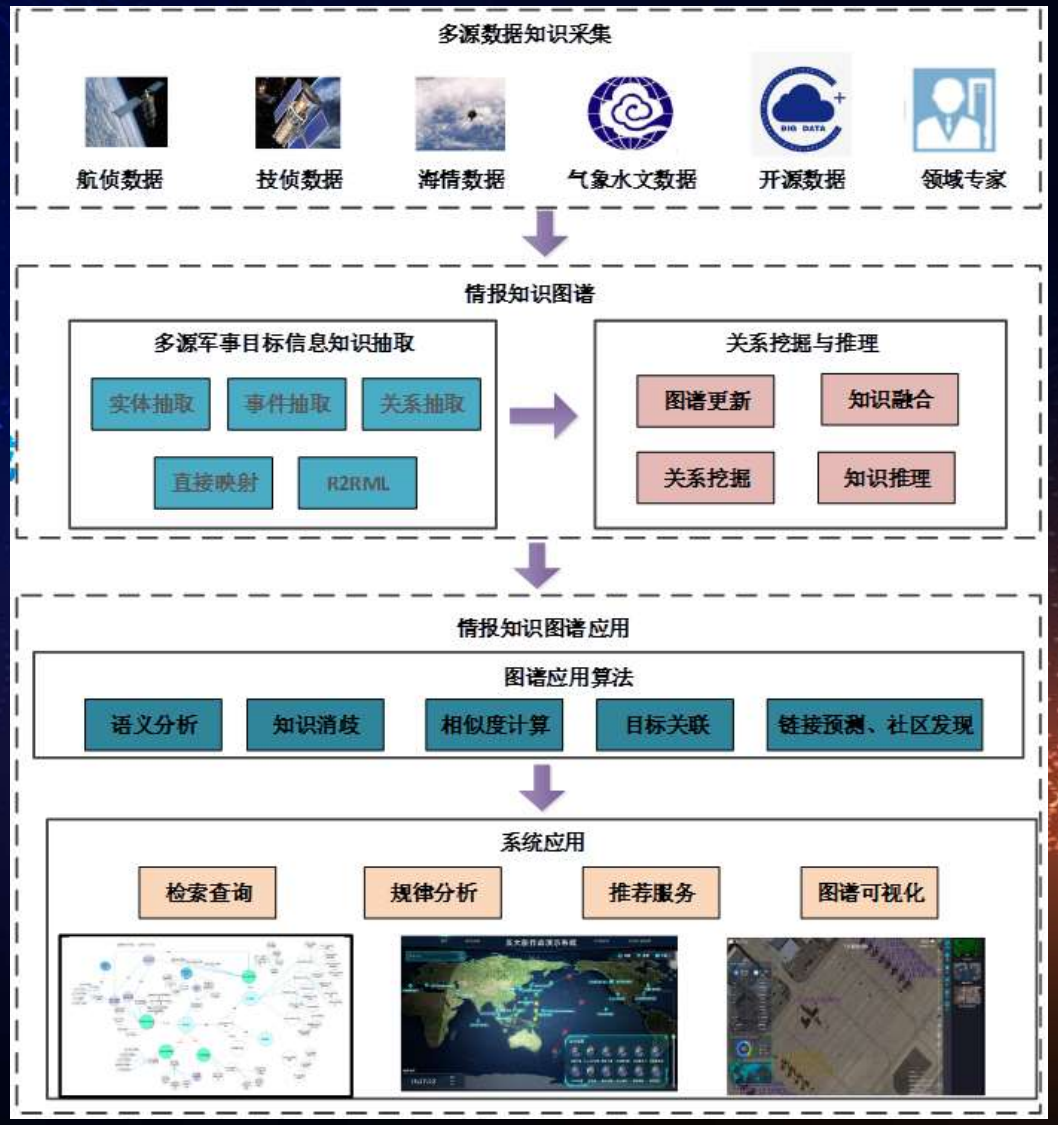
- 集成多种典型目标训练模型
- 支持CPU-GPU分布式训练
- 构建多目标、多地类遥感样本库

核心关键技术　6、基于深度学习与知识图谱的遥感影像智能分析技术

数据→信息→知识　转化能力不足

- 数据利用率低
- 图像判读 依赖人工
- 自动化、智能化水平不高
- 关联关系　尚未挖掘
- 各类信息　稀疏零散
- 知识管理　不成体系

构建遥感领域知识图谱



核心关键技术 7、新一代遥感云服务技术

基于微服务架构实现全自动化软件生命周期运行管理

基于大数据技术实现海量多源异构数据的高效存储管理

基于多通道超融合任务调度技术实现多模式快速并行计算

基于混合云技术实现基础设施资源的动态调度和弹性扩展

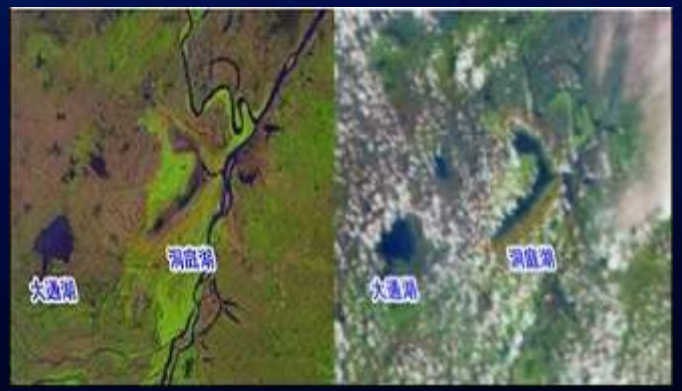
基于云推送技术实现“云+端”数据共享和操作协同

PIE-Cloud支撑空间碎片动态感知推演、全球实时服务

发展方向：实时化处理、高时频分析

目前遥感应用：目标监测与变化检测

未来遥感新型应用：动态、近实时监视

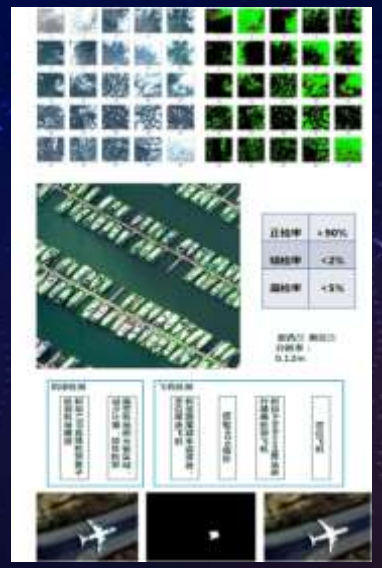


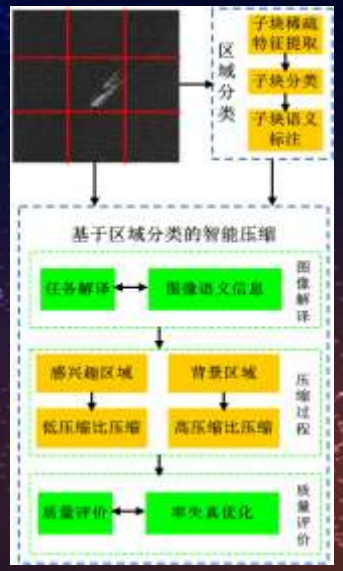
发展方向：在轨智能处理及服务

- 面向任务数据获取、基于ROI在轨处理以及特征和目标检测和面向任务压缩
- 难点：通过在轨处理和信息提取，实现面向任务的高倍数据压缩

①面向任务的数据获取 → ②基于ROI的传感器校正 → ③云检测和目标检测 → ④面向任务的压缩

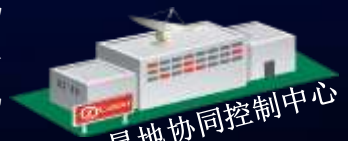
星上处理



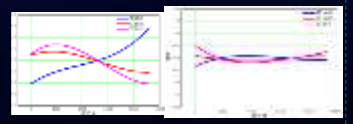


地面处理

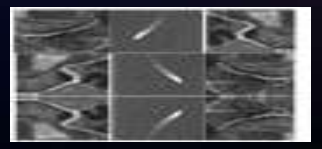
成像规划



地面标定



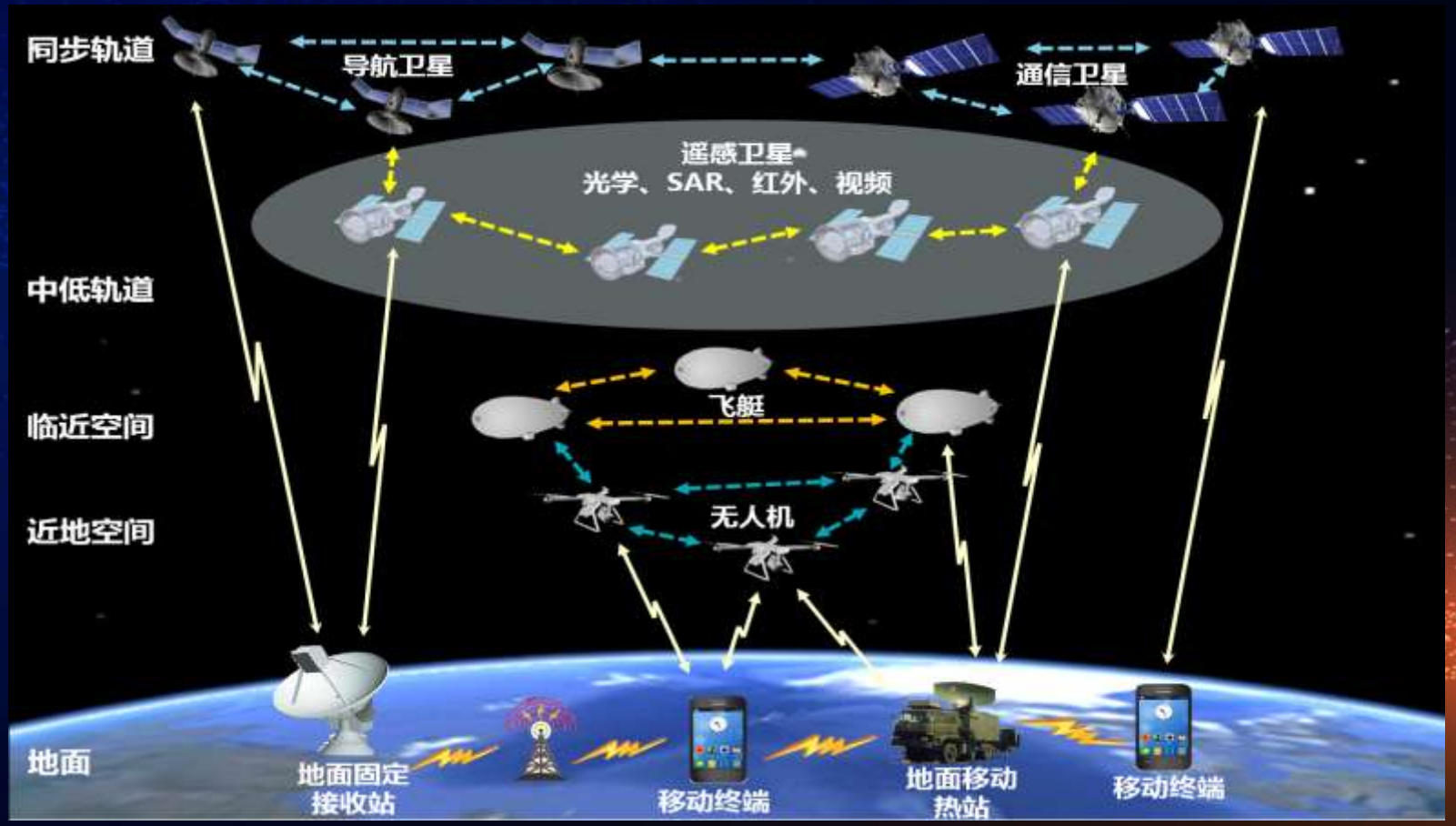
样本训练



地面接收

发展方向：通导遥技术集成与学科协同

通过卫星遥感、通信与导航应用技术的集成创新，带动以实时位置服务为代表的天基信息增值服务产业的发展，在更大范围及更微观粒度上获取目标信息，为事物、事件乃至社会某个方面的演化提供检测、监控、辅助决策服务。



03

PART THREE

商业航天提速遥感产业化应用

商业航天的高速发展带来遥感产业化应用新模式

数据服务	→	信息服务
半自动化	→	智能化
单一	→	空天地海一体化
事后	→	实时化
专业化	→	大众化
集群式	→	云服务

PIE-Cloud遥感云平台助力遥感产业化

在云计算、人工智能、大数据等技术背景下，为用户提供“云+端”的遥感应用一站式服务，充分发挥高效能、低门槛、低成本、易获取等优势，挖掘海量遥感数据价值、提速遥感应用产业化。

PIE-Cloud遥感云平台

PIE-Cloud遥感云平台助力遥感产业化

传感器

卫星

无人机

无人船

摄像头

……

云数管

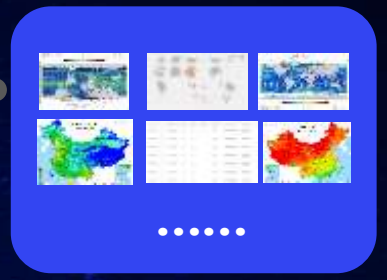
整合上游多源、
海量数据

云计算

整合先进遥感算
法、业务生产线

云制图

汇集紧贴行业应用
需求的产品集市



……

云共享

整合多终端、多链路
泛在服务能力

APP

手机

平板

PC

微信

PIE-Cloud

开放 + 共建 + 共享

遥感云生态

典型应用

基于PIE-Cloud提供遥感云服务

空间态势应用

★ 空间碎片监测、态势显示与推演
★ 危险目标筛选、规避策略
★目标接近分析、威胁等级评估、虚拟仿真等

海洋保障应用

★ 海洋环境监测：生态环境、动力环境
★ 海洋灾害监测：台风、风暴潮、海上溢油
★ 海岸带及海岛监测：岸线变迁、海岛变化

应急管理应用

★ 自然灾害监测预警平台
★ 台风识别定强
★InSAR地质灾害应用等

智能分析应用

★ 大棚房智能检测
★ 光伏发电站（太阳能板）智能检测
★ 河湖四乱智能检测

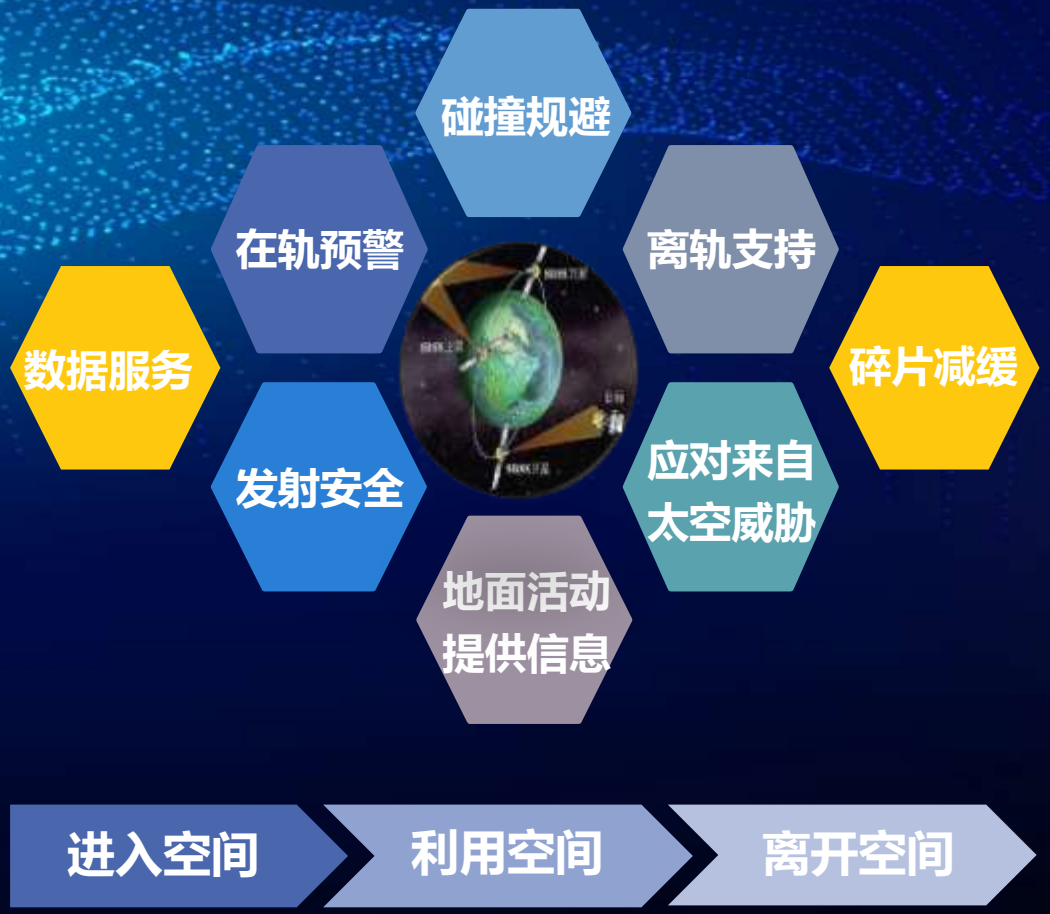
一带一路应用

★“一带一路”沿线国家提供天气预报、防灾减灾等监测服务

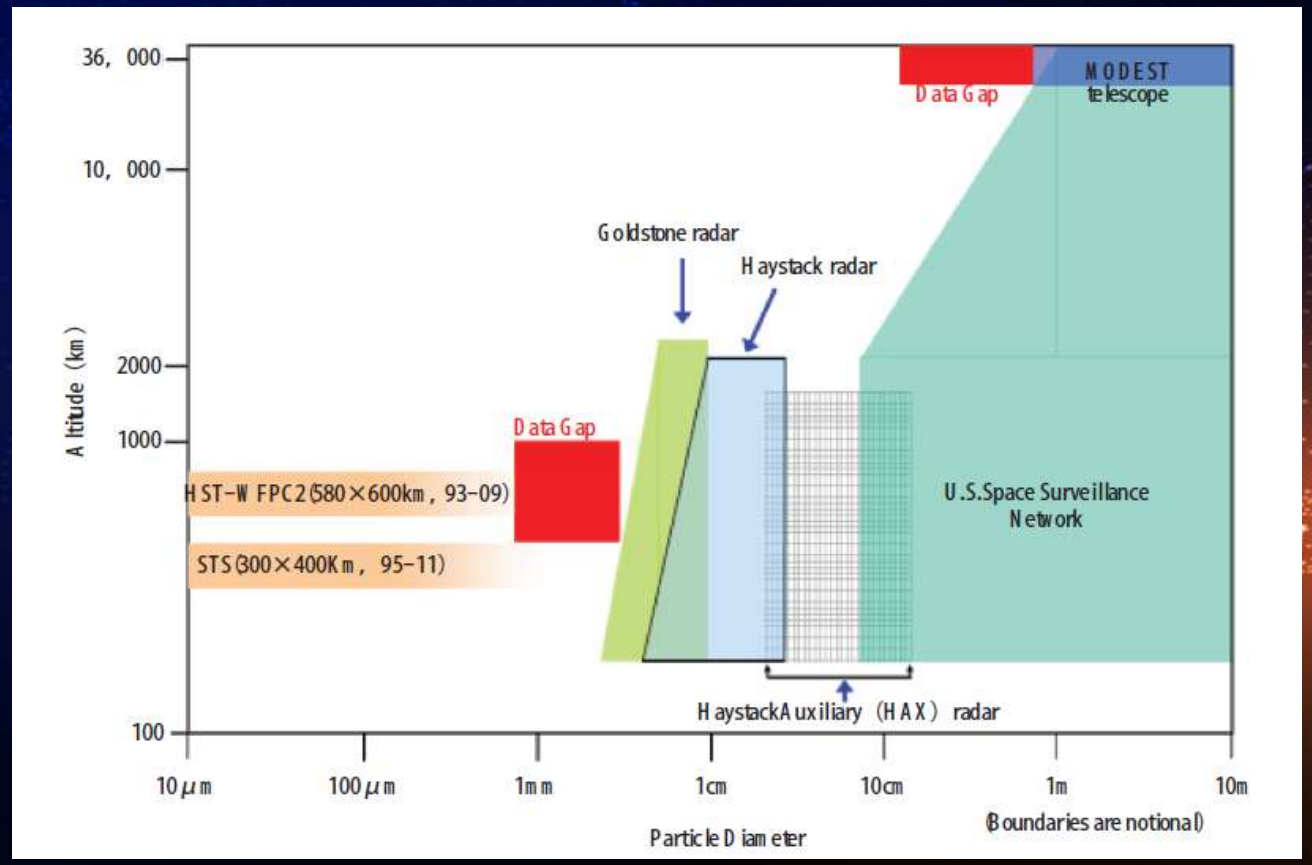
典型应用

空间态势应用

空间碎片监测服务能力严重不足



- 国外10cm以上监测能力接近90%，1-10cm严重不足，10mm以下几乎是空白



空间碎片监测商业化服务需求日益增加

- 商业需求：商业航天活动特别是大规模低轨卫星星座迅猛发展需要持续稳定空间态势监测信息
- 太空安全关系国家安全，太空已经成为兵家必争之地

- 现有感知能力严重不足

1、国外：太空态势感知公司初具规模

美AGI、LEOLABS、ExoAnalytic Solutions、Applied Defense Solutions等公司， 已拥有光学、雷达多种探测手段，可提供空间态势服务；

欧洲的卫星制造、商业测控、在轨服务、碎片清除等均有企业参与。

2、国内：国内太空态势感知尚未有人布局

卫星制造、运载、测控、应用均有商业公司，但未见收获已成红海，仅有公益性部门开展监测预警，尚未有商业化机构

典型应用

空间态势应用

PIE-STK核心能力

轨道计算分析

星座仿真分析

卫星遥感应用支持

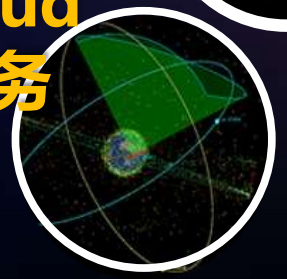
时空框架计算

空间态势推演

碰撞预警分析

陨落/变轨/解体分析

太空安全演训



基于PIE-Cloud提供商业服务

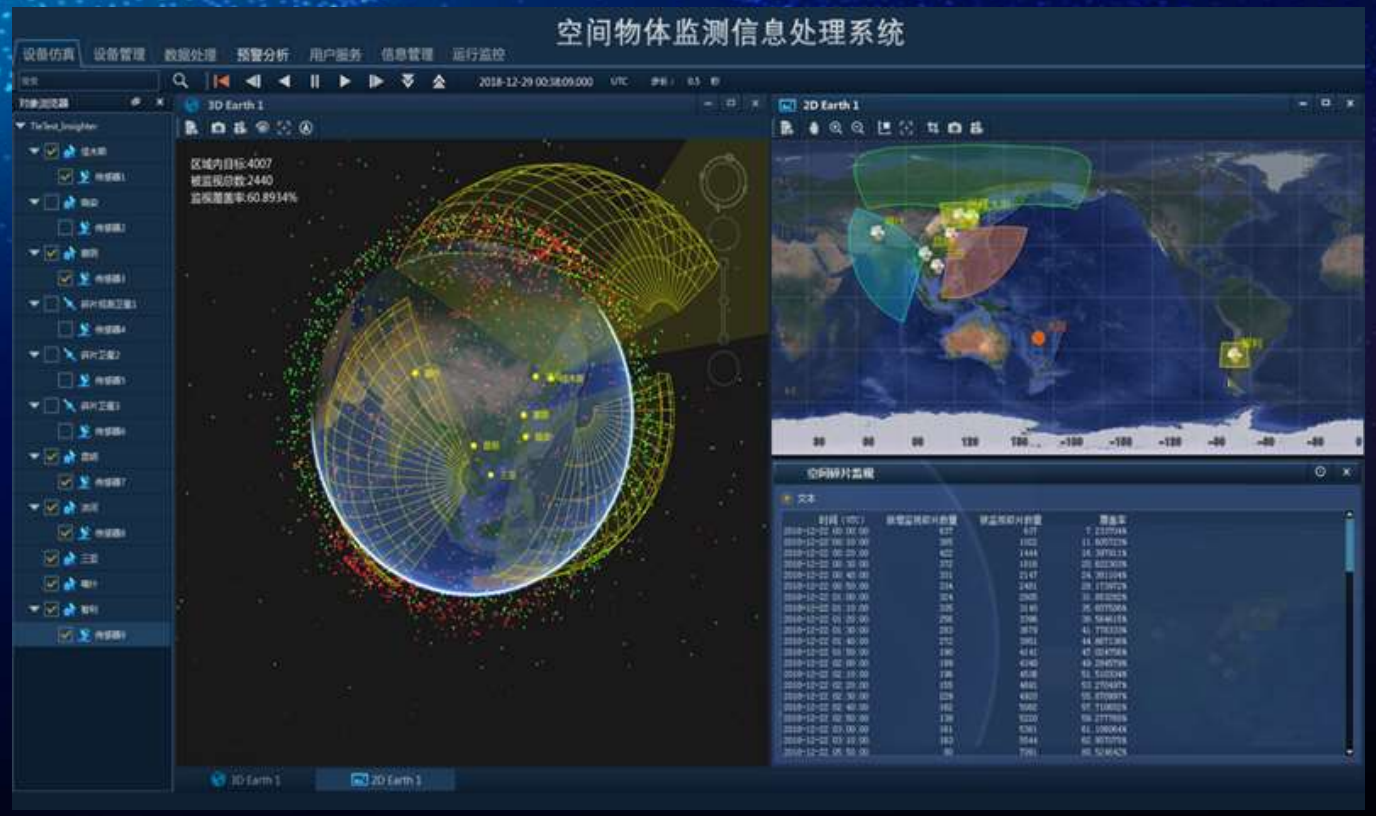
典型应用　空间态势应用

空间态势综合分析与展示

可实现**30000个空间目标**的态势推演，可以根据不同任务的需求进行预报器和动力学模型的选择。

空间态势显示精度达到**公里量级**，高精度外推动力学模型达到**厘米量级**。

精密轨道确定精度匹配测量精度，最高达到**米量级**。可以根据星座等实现特定类型的**态势分析**。



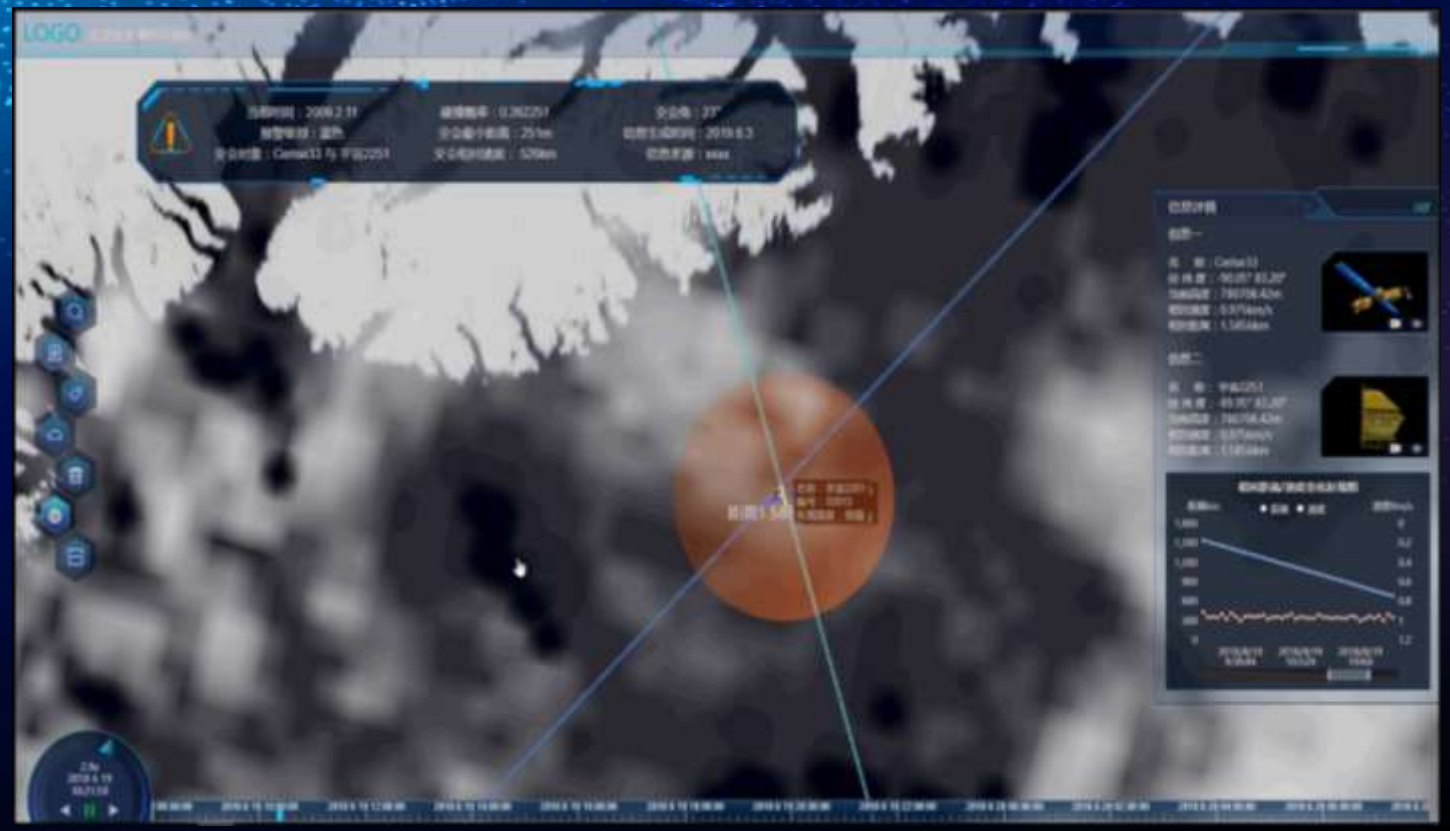
- 空间监测信息处理
- 空间态势显示
- 空间态势推演
- 目标编目分析
- 海洋监视态势分析
- 导航覆盖态势分析
- 气象测绘态势分析
- ……

典型应用

空间态势应用

空间碎片在轨碰撞预警

突破了快速**目标筛选、危险目标确认、初预警门限分析、精预警门限分析**等空间碎片在轨碰撞预警技术；可以针对不同航天器特点，设计航天器**规避机动方案**，并建立了碰撞事件的实时、准实时和事后评估系统，可为航天器在轨安全运行提供支撑和保障。

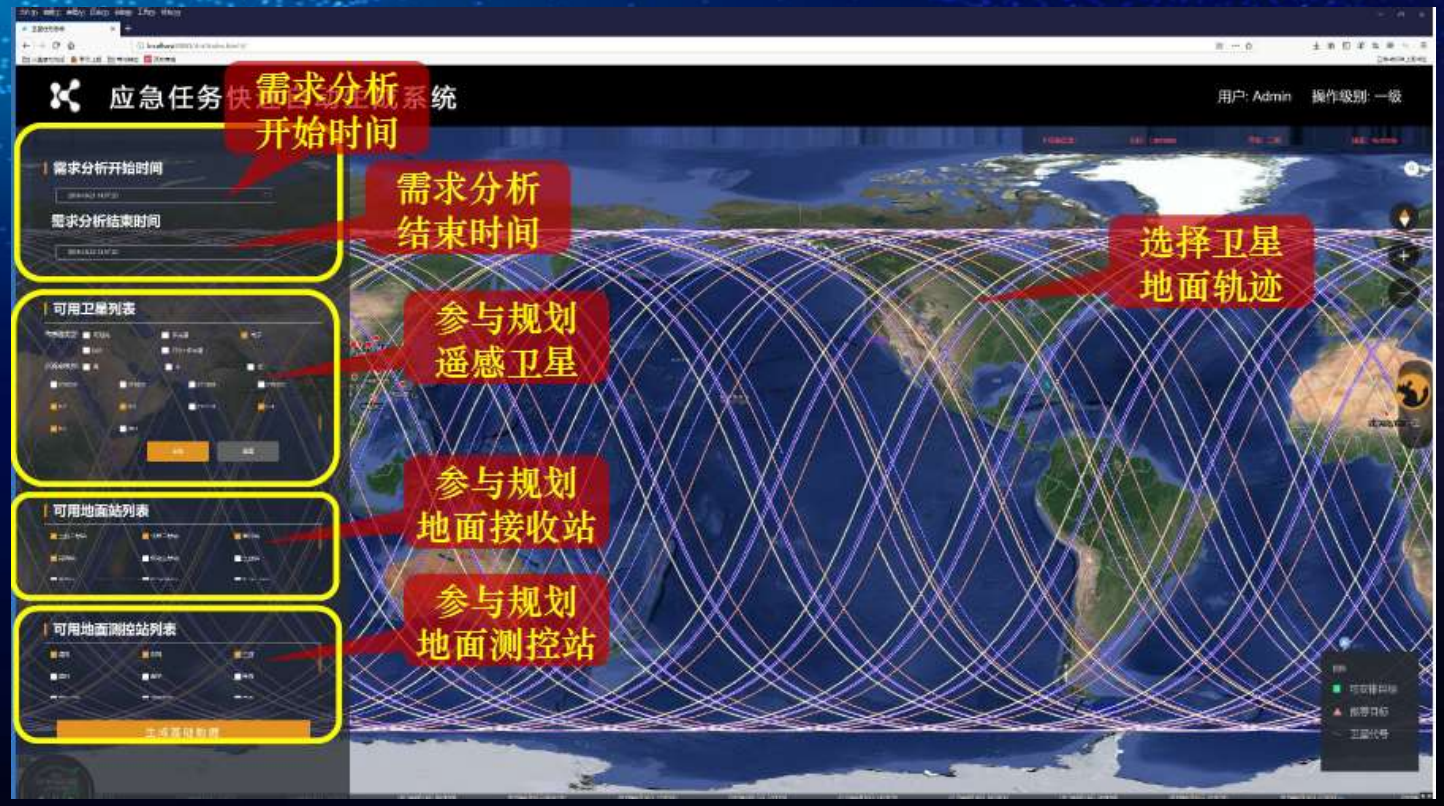


- 危险目标筛选
- 交会分析计算
- 碰撞风险评估
- 规避策略分析
- 碎片演化分析
- ……

典型应用　空间态势应用

遥感任务需求智能规划

利用自主的**高精度轨道预报模型**，可实现遥感星座运行态势分析。针对遥感任务需求中的重点区域和目标，建立基于历史任务数据的遥感任务需求智能规划模型，实现目标区域的遥感任务需求分析和预测，构建了**多类遥感平台协同任务规划**系统，为遥感星座任务智能规划提供支持。



- 高精度轨道预报
- 卫星运行态势分析
- 区域目标优化分割
- 海洋目标分析预测
- 遥感需求自动分析
- 多类遥感平台协同任务规划
- ……
- 拦截场景仿真
- 天基信息支援
- ……

典型应用

海洋保障应用

★ 台风/风暴潮监测预报
★ 灾后损失识别监测
★ 海洋溢油/赤潮监测

海洋灾害监测

★ 海上风能资源
★风电场选址评估
★能源大数据建设

海洋能源大数据

省级海洋应用

海洋环境监测

★ 近海水色反演
★ 近海温度及温排水监测
★ 近海水深反演
★海洋锋、涡旋、内波

海上目标识别

★ 海上舰船识别
★ 海上重大工程监测
★ 养殖区提取等

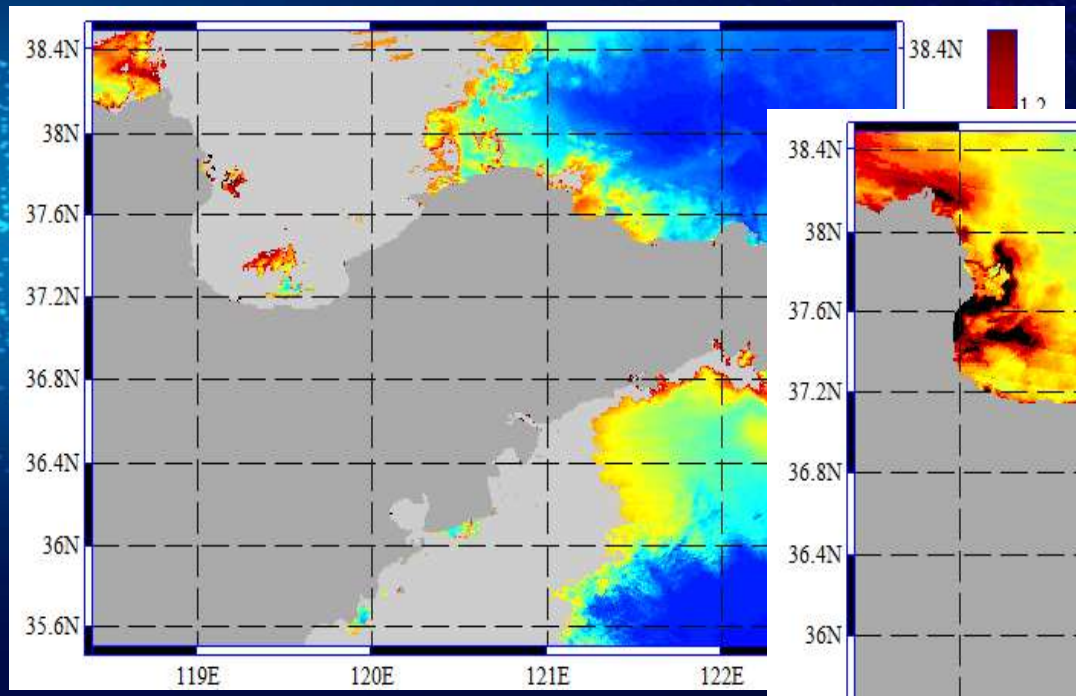
海岛/海岸带监测

★ 海岛变化监测
★ 海岸带资源监测
★湿地监测
★ 海洋生态红线监测

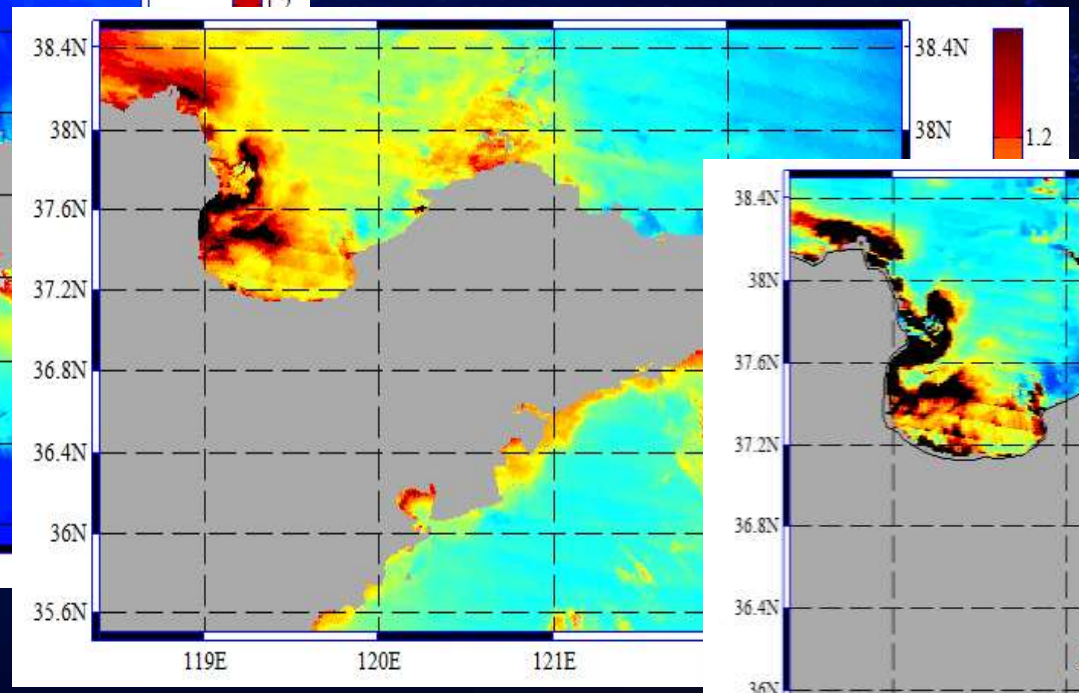
典型应用

海洋保障应用

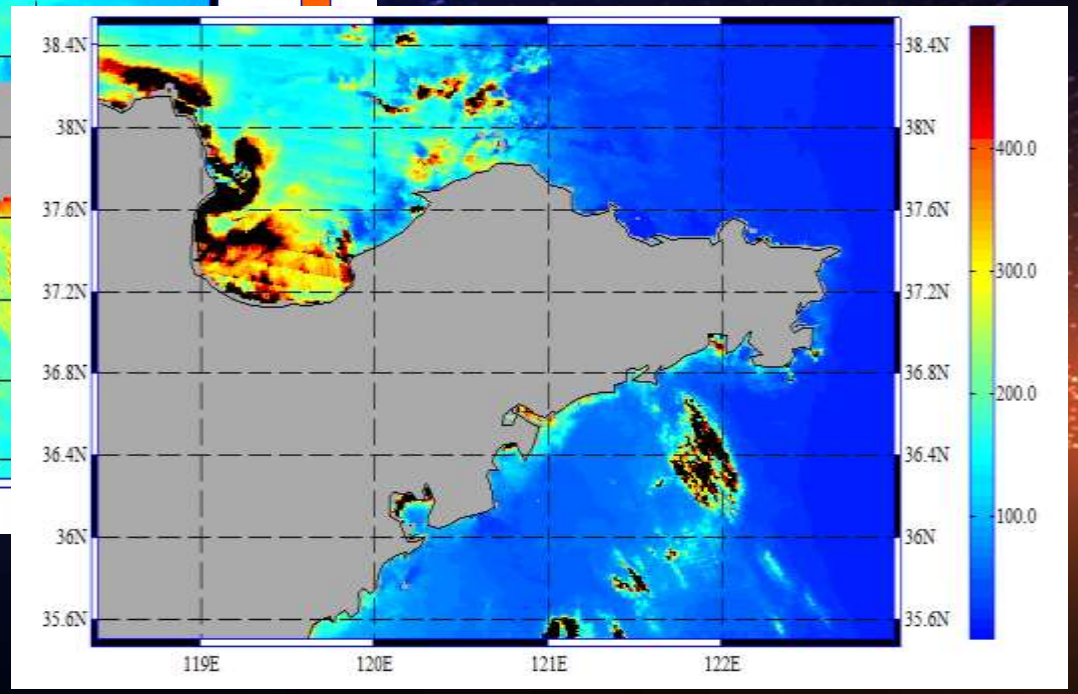
沿海生态环境监测



山东省沿海叶绿素-a浓度
(2018-06-01)



山东省沿海叶绿素-a浓度
(2018-06-12)



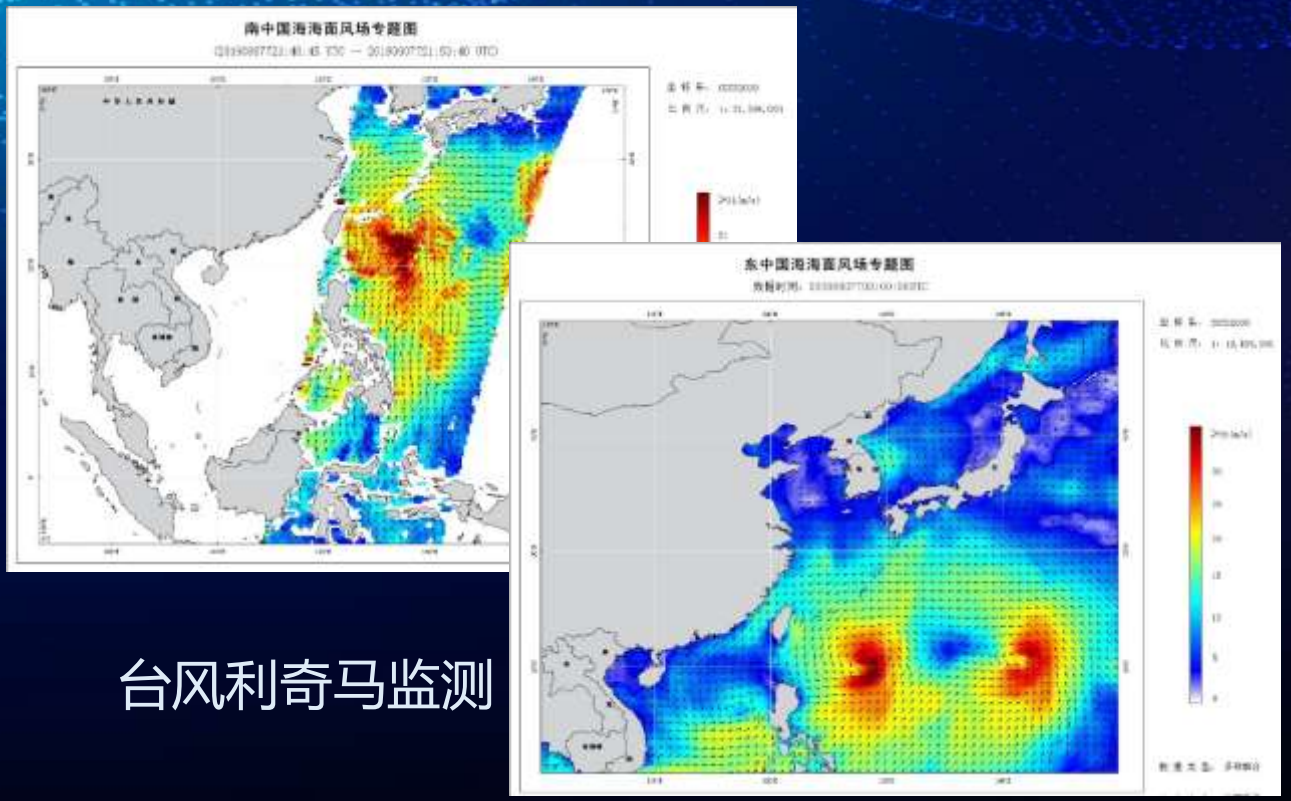
山东省沿海悬浮泥沙浓度
(2018-06-12)

典型应用

海洋保障应用

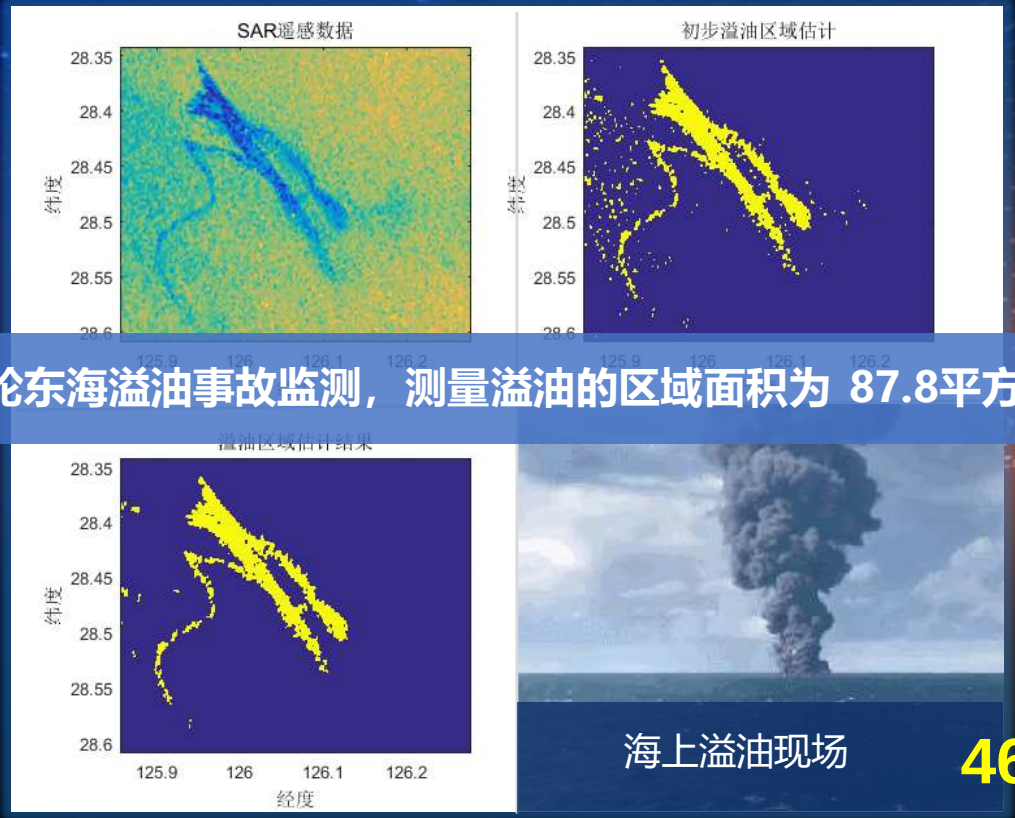
海上减灾应急

结合海洋卫星数据、气象卫星数据、验潮站数据，结合机器学习技术，近实时的监测台风、风暴潮的发生、发展。



台风利奇马监测

利用雷达数据对溢油等应急事件进行监测，估测溢油面积与扩散趋势，辅助减灾与应急救援决策。



桑吉轮东海溢油事故监测，测量溢油的区域面积为 87.8平方公里

海上溢油现场

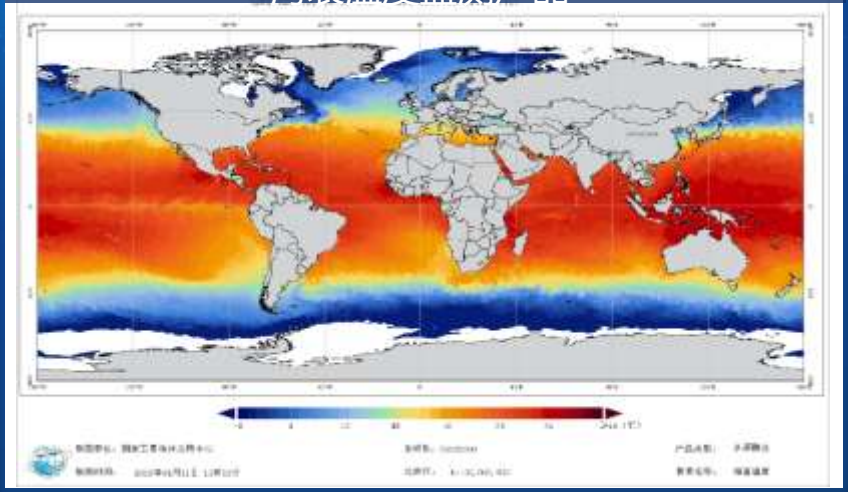
典型应用

海洋保障应用

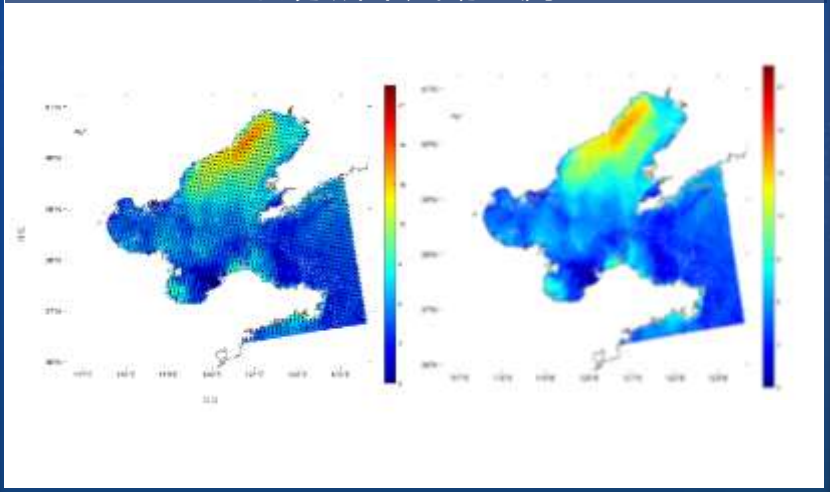
海洋动力环境监测

融合多源海洋卫星数据、浮标观测数据，实现对海表温度、海面风场、有效波高等方面的监测，为分析海洋动力环境提供技术支持。

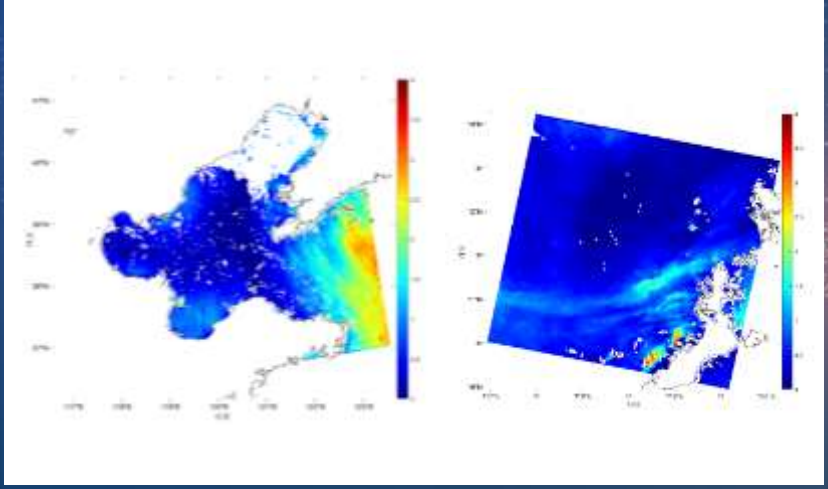
海表温度监测产品



高分辨率风场监测



高分辨率海浪监测

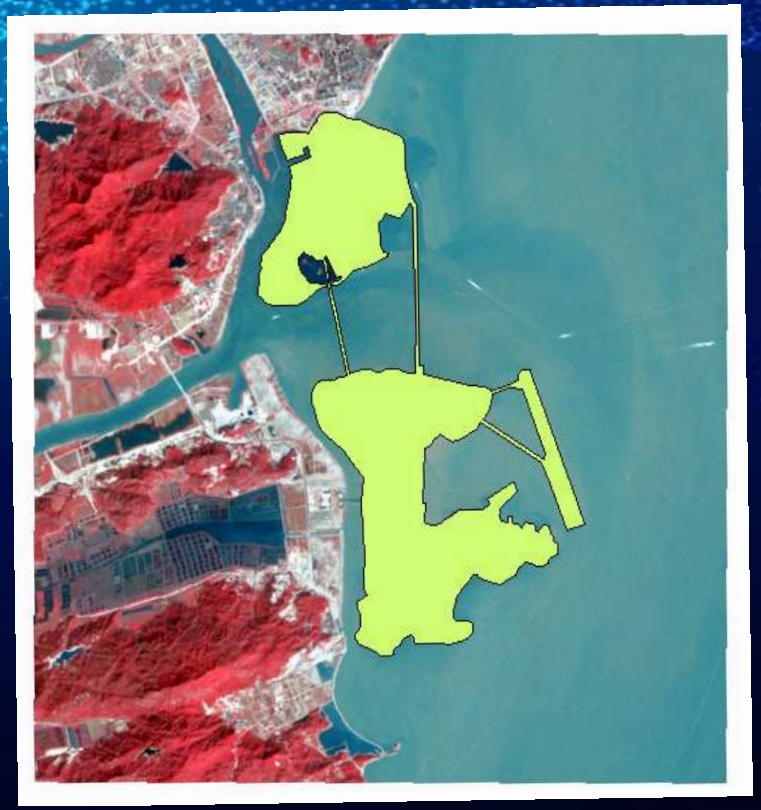


典型应用

海洋保障应用

海岸线动态变化监测

1999年澳门地区陆域面积约27.19km²；2009年面积约31.49km²，2019年约36.45km²，近20年由于填海造陆，陆域面积不断增加。



1999年澳门地区陆域面积

2009年澳门地区陆域面积

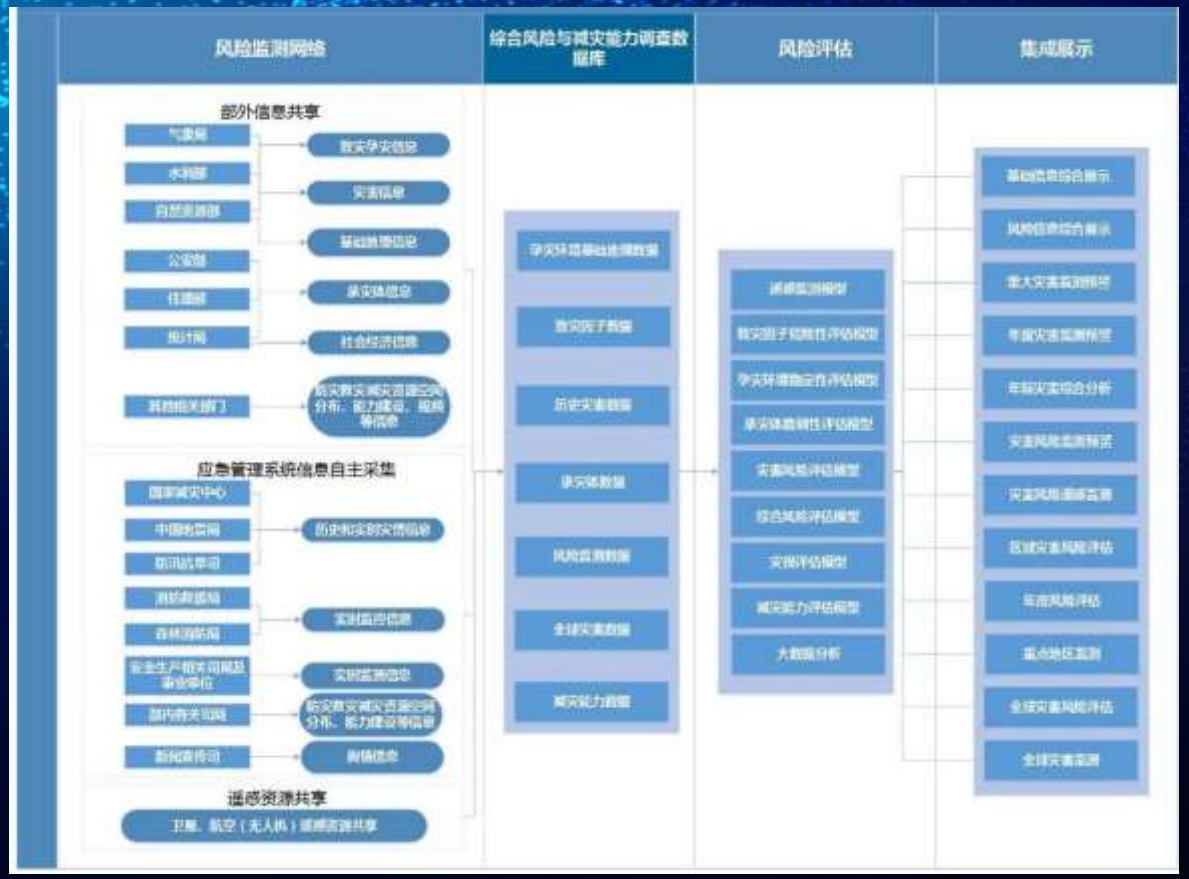
2019年澳门地区陆域面积

典型应用

应急管理应用

自然灾害预警平台

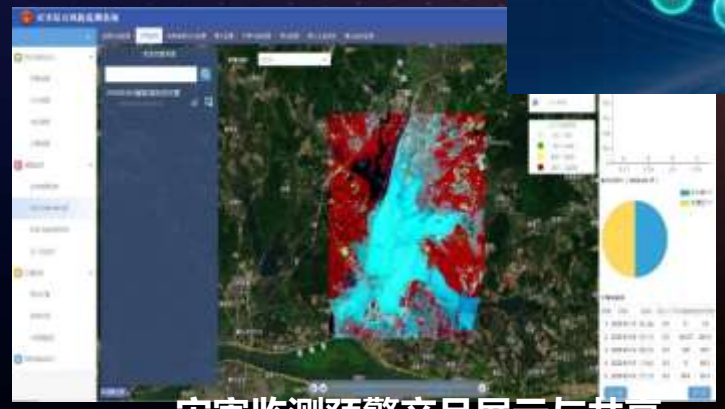
系统接入自然资源、水利、气象等各个部委所涉及的致灾孕灾信息、灾害信息、承载体信息等，自主采集应急管理系统的实时监控信息、历史灾害信息等，并**结合卫星、航空遥感信息**，开展大数据等分析评估，建立地震、台风、洪涝、干旱、森林草原火灾、地质等多灾种多灾害链灾害**综合监测预警体系**。



平台功能体系

平台主界面

多灾种多灾害链综合监测预警能力



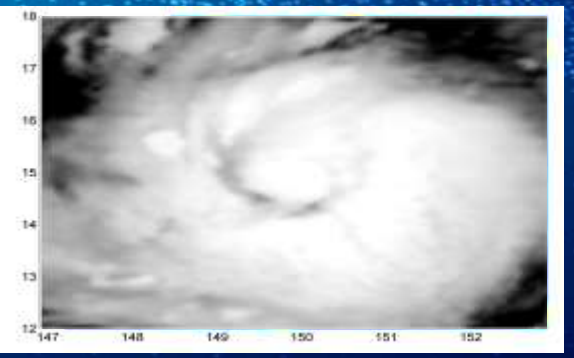
灾害监测预警产品展示与共享

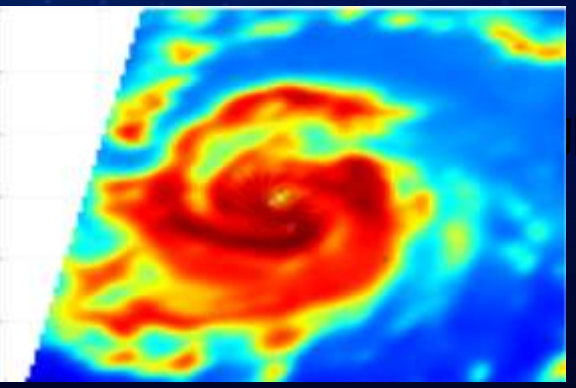
典型应用

应急管理应用

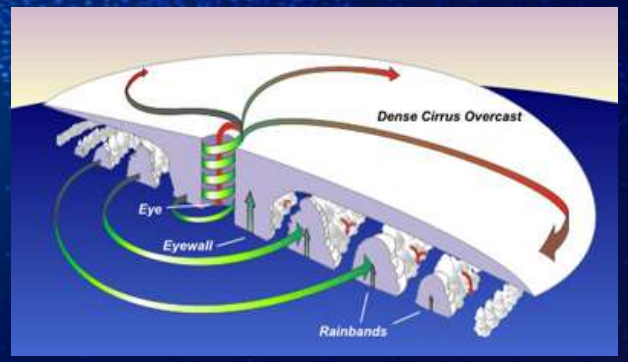
台风定位定强

基于风云四号红外定位结果，利用FY-3D 微波成像仪36.5GHz 亮温进行融合分析，**准确识别台风位置**。

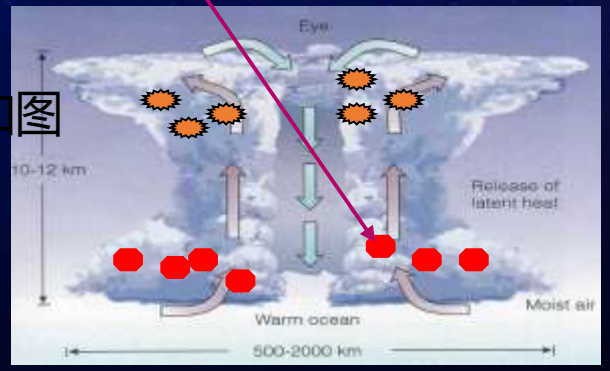




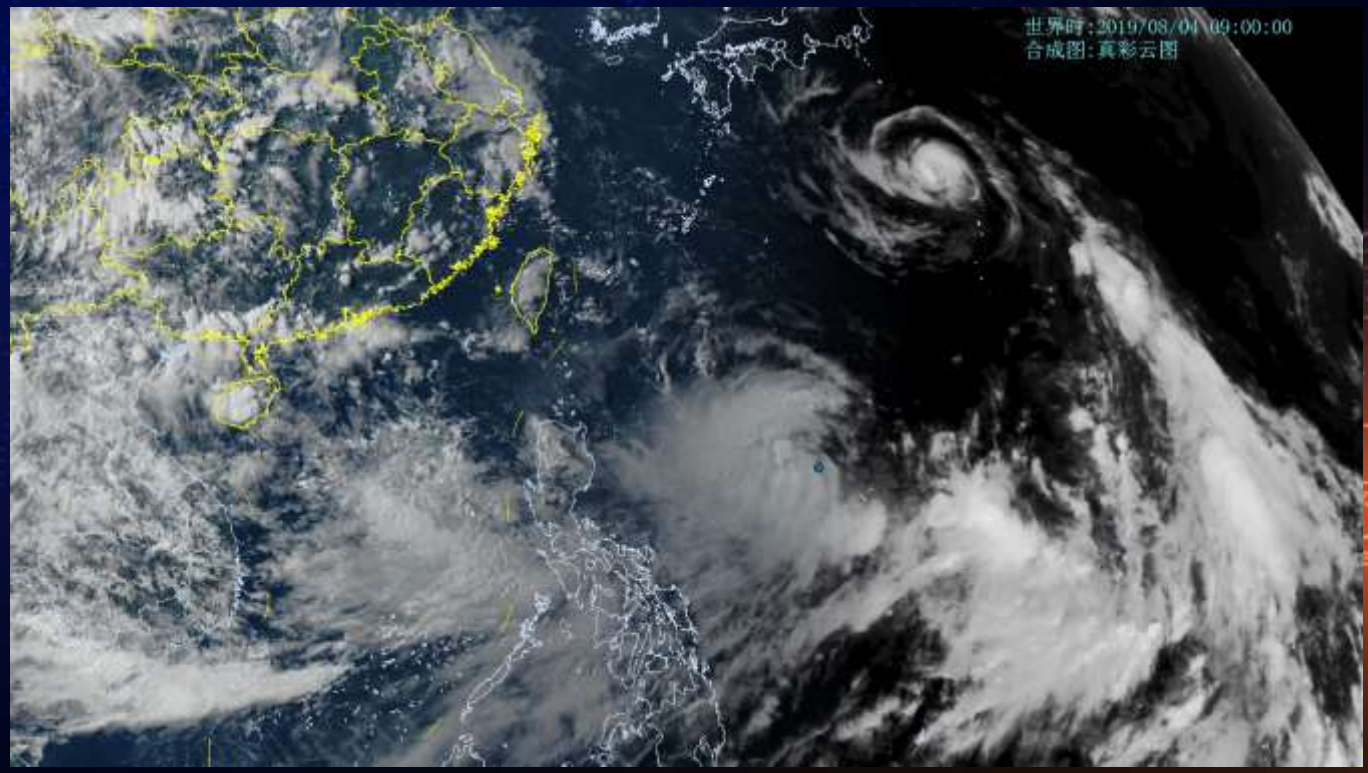
风云四 + 风云三
融合定位



36.5-GHz



微波可探测台风系统
底层的环流特征



9号“利奇马”、10号“罗莎”台风定位动画
(2019年8月4日09:00-8月8日04:00 UTC)

典型应用

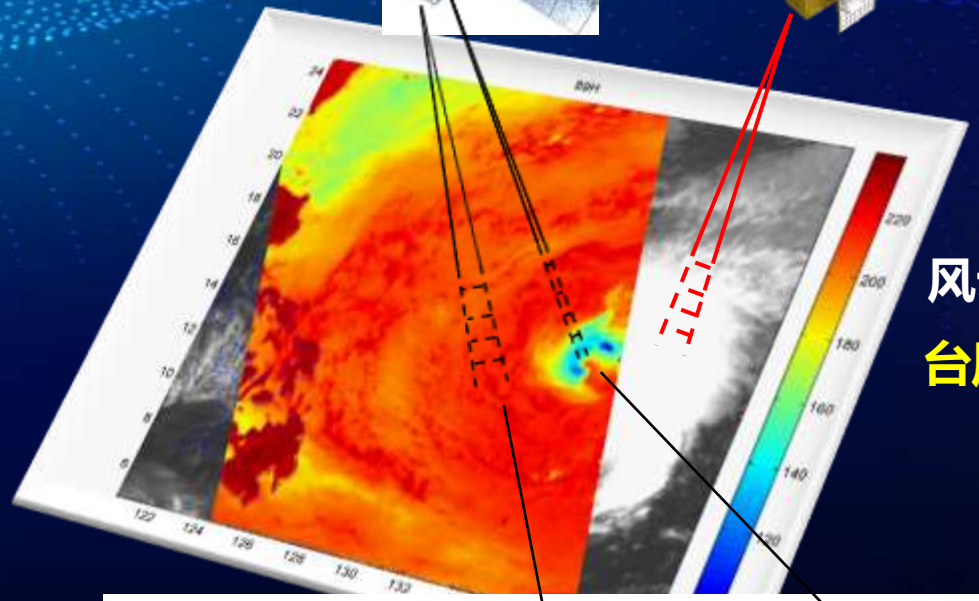
应急管理应用

台风识别定强

引入微波定强算法，**定强结果**相对传统方法（基于红外数据定强）有**明显改善**。

FY-3D/MWRI

FY4A/AGRI



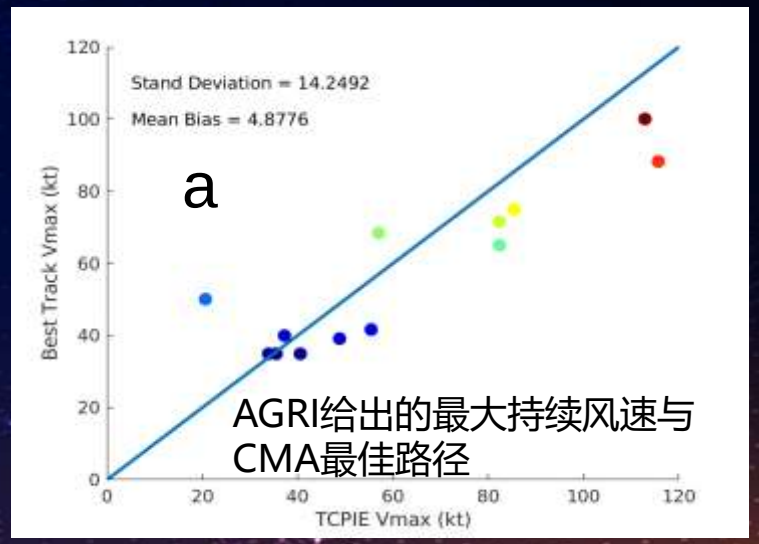
风云四 + 风云三融合定强

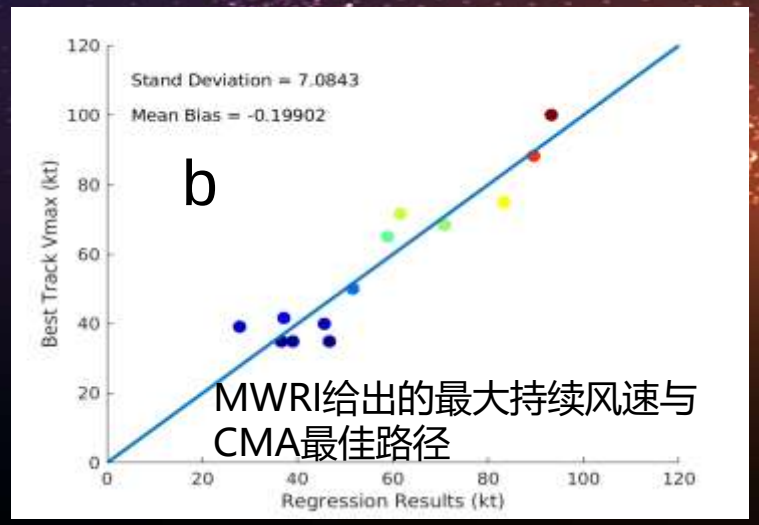
台风“山竹”定强产品

$$V_{\max} = C_0 + \sum_{i=1}^{10} C_i BTc_i + \sum_{j=1}^{10} C_j BTe_j$$

外围云系平均亮温　　中心平均亮温

FY3D MWRI 的亮温与台风最大持续风速的对应关系



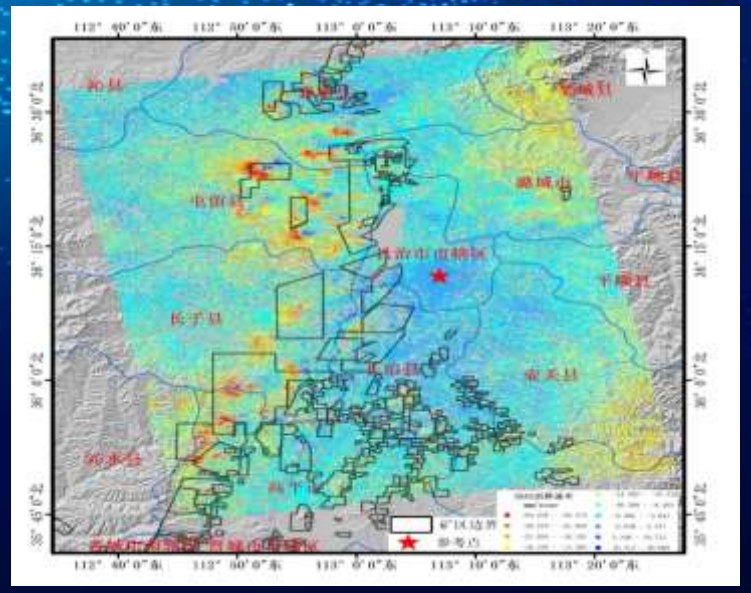


典型应用

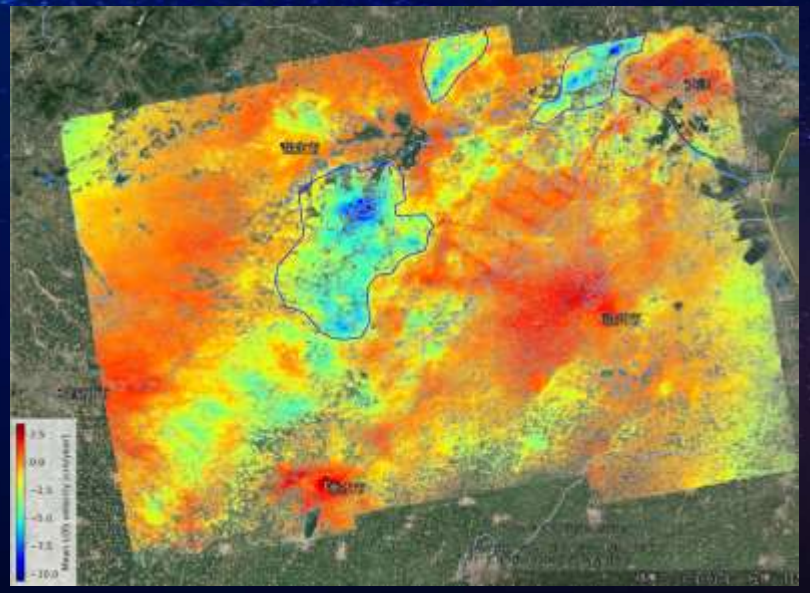
应急管理应用

InSAR地质灾害应用

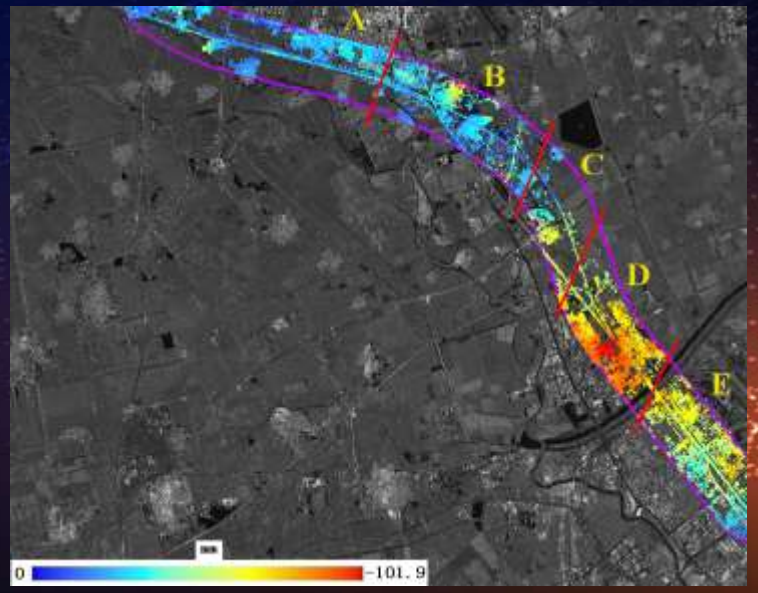
基于PIE-SAR，利用一段时期内覆盖同一地区的多景SAR影像开展联合反演，进而获得高精度的形变，广泛应用于地表沉降和地质灾害监测方面。



长治矿区不稳定监测



京津冀地下水沉降漏斗监测



基础设施沉降监测（京津高铁沿线）

典型应用

应急管理应用

林火应急监测

利用风云四号、葵花八号等静止轨道气象卫星数据，开展高时效火点监测，每**10分钟更新一次监测结果**，为**应急管理、气象、林业、电力**等用户提供信息支持。

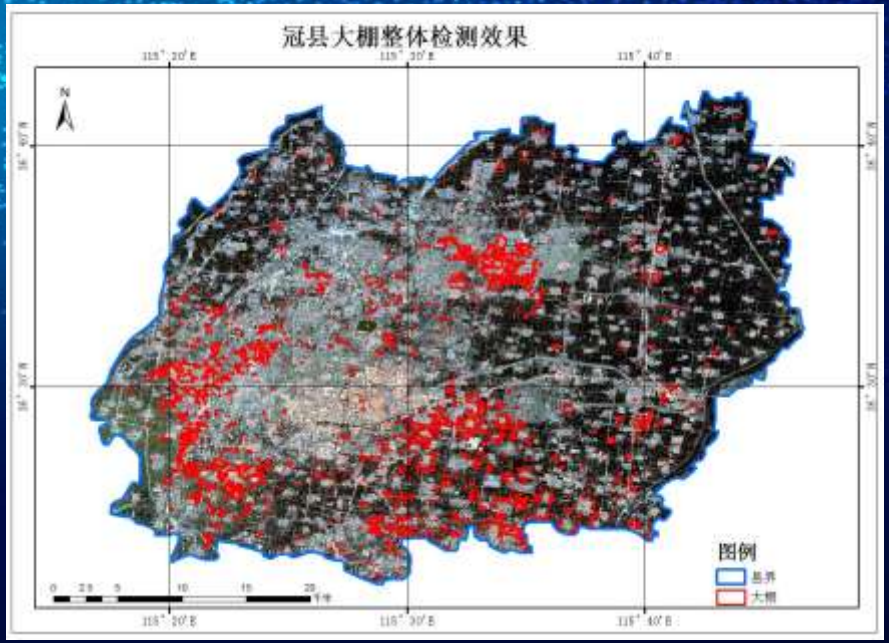
火情监测预警服务平台

典型应用

智能分析应用

大棚房智能识别

大棚房是指借建农业设施或农业园区之名，**违法占用耕地甚至永久基本农田**，用于非农业建设的行为，改变土地性质和用途、改变农业生产功能，触碰耕地保护红线。



航天宏图基于智能化大棚识别，结合珞珈灯光数据，快速检测大棚房位置

典型应用

智能分析应用

大棚房智能识别

北京市顺义区大棚房监测

大棚房位置

多光谱数据智能识别大棚

珞珈一号灯光数据叠加分析

典型应用

智能分析应用

河湖四乱智能识别

政策背景：聚焦管好“盆”和“水”,集中开展“清四乱”行动，推动河长制尽快从“有名”向“有实”转变，加强河湖管理保护，维护河湖健康生命。

航天宏图基于航空遥感和卫星遥感图像，以及大量的学习样本，利用**深度学习** 的方法识别监测对象，目前已**在“乱建”和“乱采”监测方面开展了成功应用**。

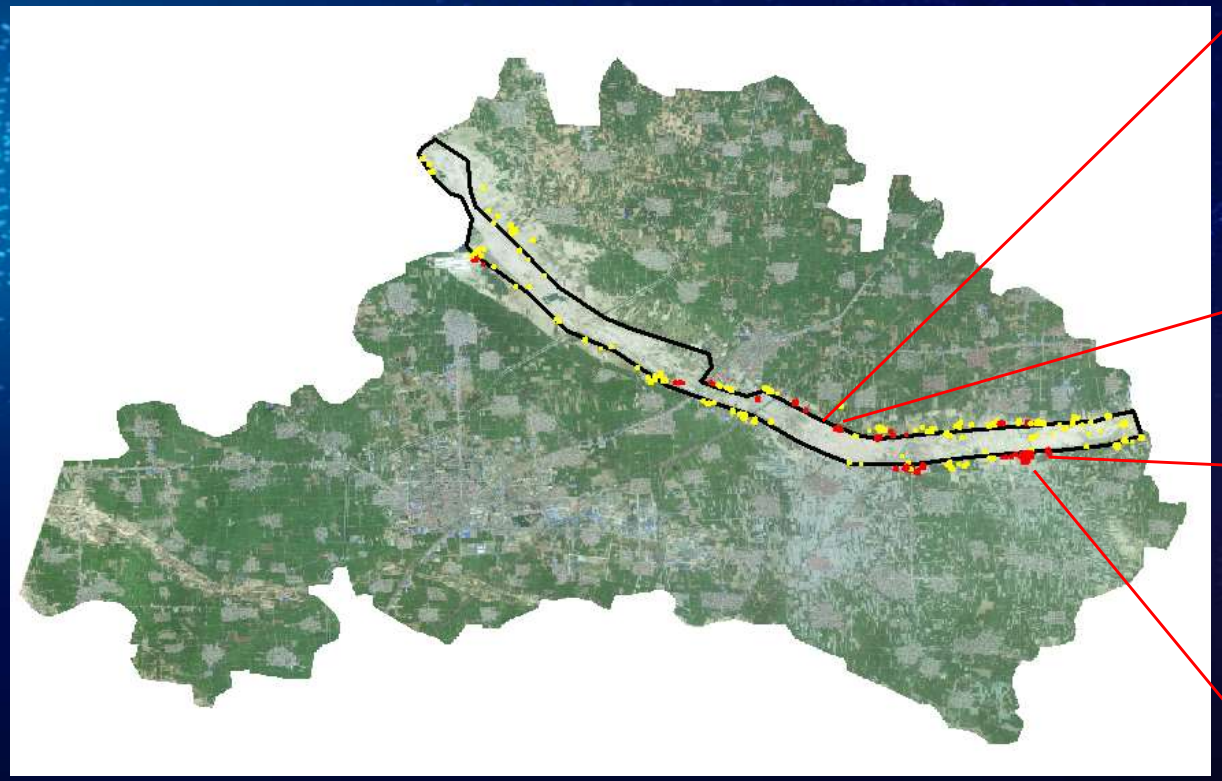
建筑识别

采砂取土识别

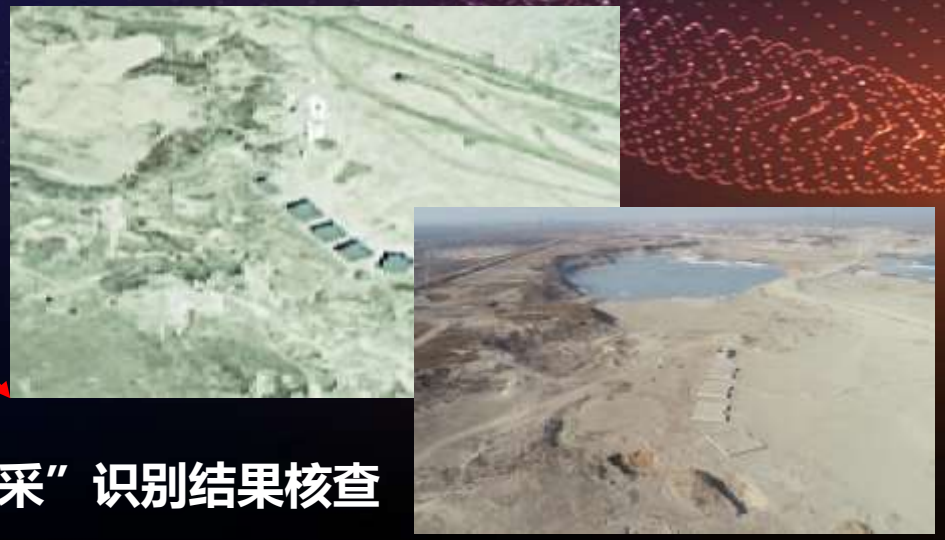
典型应用

智能分析应用

河湖四乱智能识别



“乱建”识别结果核查



“乱采”识别结果核查

典型应用

智能分析应用

光伏发电站（太阳能板）智能提取

训练样本	GF1、ZY-3、Google 8000个样本数据
测试数据	50幅影像
模型参数	D-LinkNet
召回率	90%
正确率	85%

光伏发电站（太阳能板）智能提取效果图

典型应用

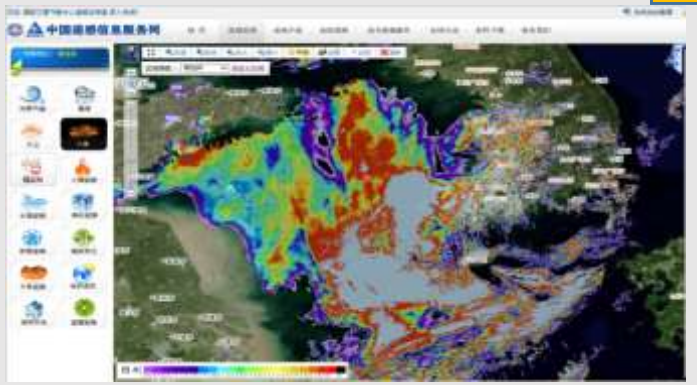
卫星遥感服务“一带一路”

风云卫星护航“一带一路”

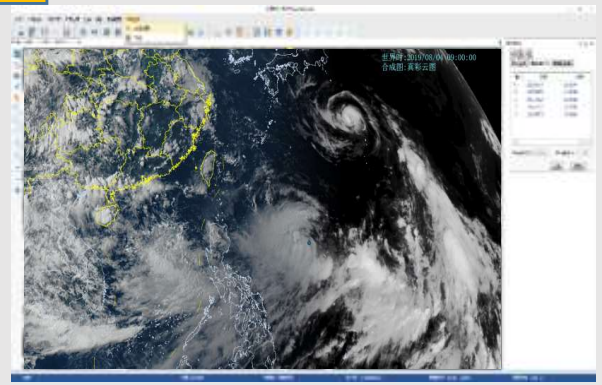
截止目前，中国已成功发射了17颗风云卫星，其中8颗在轨稳定运行，其中**风云二号H星**显著提高了我国天气系统上游地区的监测能力，并为“一带一路”沿线国家提供天气预报、防灾减灾等监测服务。

2018年4月，风云气象卫星作为“一带一路”空间信息走廊的重要组成部分，成为我国航天和气象领域开展国际合作的标志性窗口。

航天宏图是我国风云卫星地面应用系统建设的重要支撑单位，目前已建设**SMART、SWAP平台**在国家级和31个省级平台部署应用，并逐步推广到“一带一路”区域。



风云三号卫星监测分析与遥感应用平台(SMART)



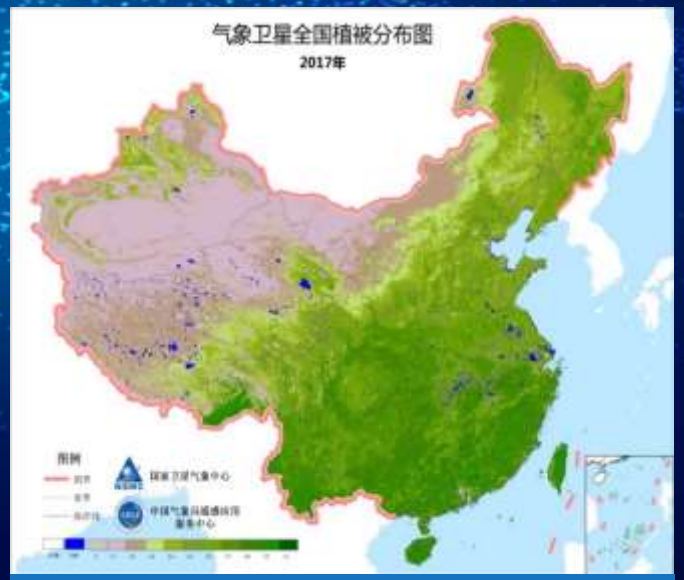
风云四号卫星天气应用平台(SWAP)

典型应用

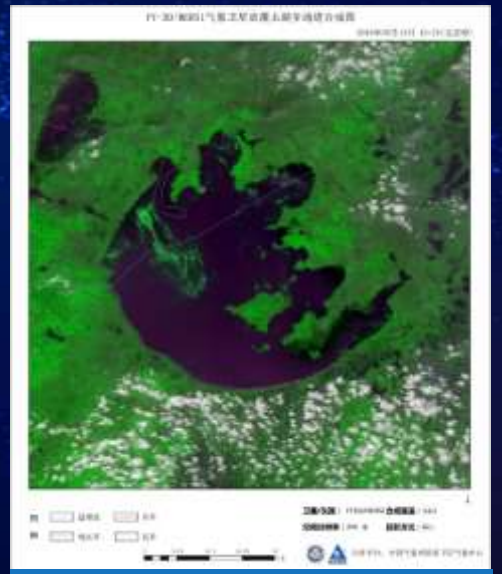
卫星遥感服务“一带一路”

风云三号卫星监测分析与遥感应用平台（SMART）产品

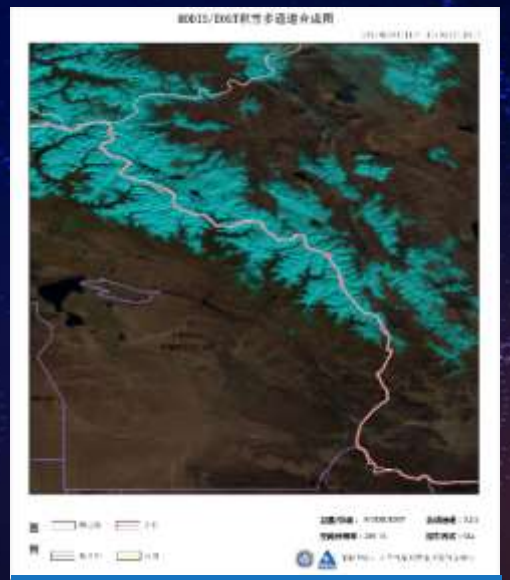
国家级→30余个省级平台→“一带一路”区域



植被及典型生态功能区监测产品



蓝藻多通道合成产品



积雪多通道合成产品

沙尘多通道合成产品

SMART平台以PIE为基础，具备沙尘、大雾、火情、水情、积雪、海冰等专题产品服务能力，是风云三号等卫星数据应用的业务化软件平台，为天气与气候、灾害与环境、农业与生态等领域监测、分析、服务提供重要支撑。

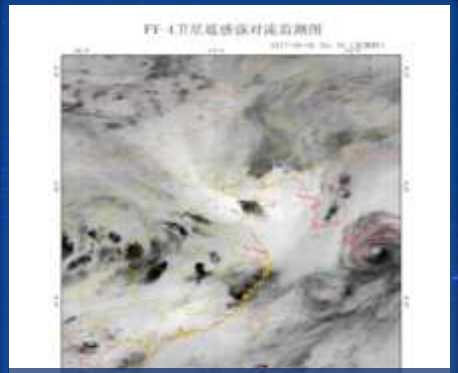
典型应用

卫星遥感服务“一带一路”

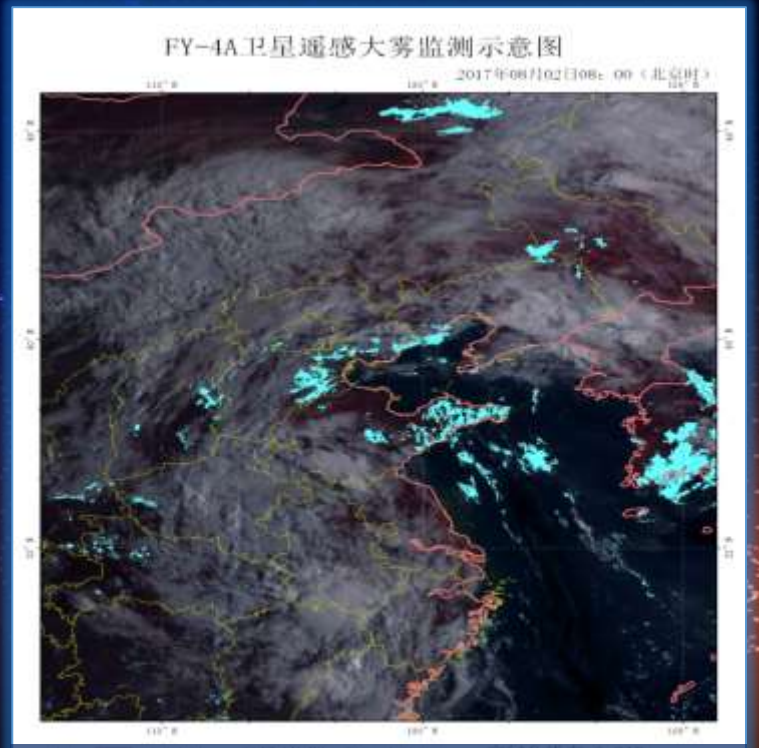
风云四号卫星天气应用平台（SWAP）产品

国家级→30余个省级平台→“一带一路”区域

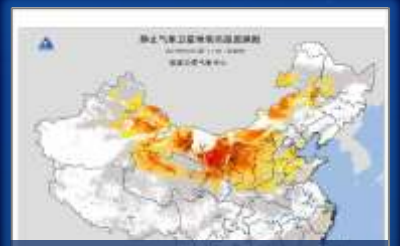
台风监测动画产品



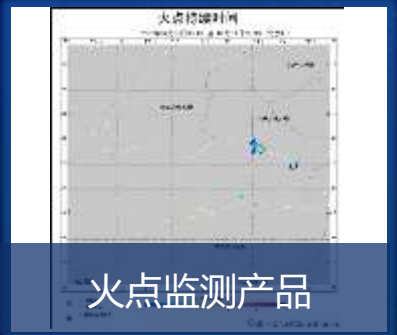
强对流监测产品



大雾监测产品



地表高温监测产品



火点监测产品

台风“利奇马”亮温监测产品

SWAP平台以PIE为基础，具备大气、云、沙尘、降水、辐射、闪电等监测分析及预报产品服务能力，是风云四号等卫星数据应用的业务化软件平台，为天气分析、环境监测、气候监测、资源评估和灾害预警等提供重要支撑。

商业航天的作用：

1、降低了遥感数据的成本

2、提高了观测能力，扩大了观测范围

3、数据类型更加丰富，时间间隔更短

4、应用场景更加深入，促进通导遥一体化应用

5、从“看图说话”到人工智能定量分析