



北京邮电大学  
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS

# 天算联盟宣讲会

## ——共建天算星座、服务人类社会

**王尚广**

网络与交换技术国家重点实验室

计算机学院

北京邮电大学

<http://www.sgwang.org/>

2022.3.20



王尚广

- 北京邮电大学计算机学院教授、博士生导师、IET Fellow、**网络与交换技术国家重点实验室副主任、星际网络与智能计算实验室主任、国家优秀青年科学基金获得者、国家重点研发计划项目首席科学家、天算星座首席科学家。**
- 研究方向：核心网系统、边缘计算、卫星计算、服务计算、分布式智能系统，先后主持国家重点研发计划项目、国家自然科学基金重点项目、科技部仪器设备专项等各类项目20余项

- **IEEE Technical Committee on Services Computing主席**、IEEE Technical Committee on Cloud Computing副主席、CAAI智能信息网络专委会副主任、CCF服务计算专委会秘书长，先后获得/入选2019年度CAAI智能自然科学二等奖、2020年度爱思唯尔(Elsevier)“中国高被引学者”、2020年度军队科技进步二等奖。
- **团队目前7位老师、科研助理4人、在校博士生20人（3人留学生）、硕士生57人**

# 研究背景



北京邮电大学  
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS

## 滞后发展



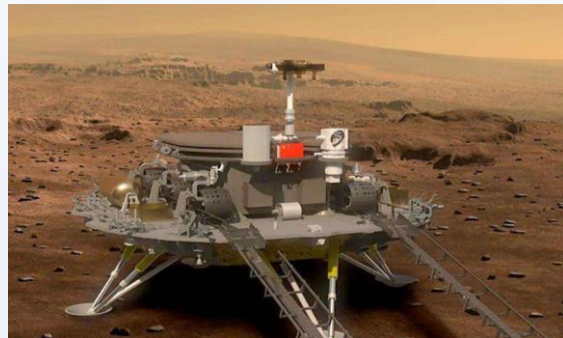
全球80%的陆地、90%的海洋没有移动网络信号覆盖，全球50%的人访问网络困难，**如何让他们享受人类信息通信技术大发展带来的红利？**

## 当前紧迫



碳中和、6G等应用导致卫星在轨计算、在轨服务需求迫切，**如何为构建人类命运共同体提供保障？**

## 未来挑战



大国竞争加剧、灾难频繁发生、资源面临枯竭，**是否需要开启星际大航海来拓展人类的生存空间？**

- 卫星网络成为全球热点，星链、一网、星网等
- 卫星网络是人类拓展地球空间的第一站，是星际航海的“灯塔”
- 欧洲航天局为月球提供电信服务、中国航天局在月球部署WiFi



- 卫星通信覆盖范围广、通信容量大、传输延迟低、不受地域影响、信息广播优势等特点
- 以地面网络为基础、以空间网络为延伸，覆盖太空、空中、陆地、海洋等自然空间，为天基、陆基、海基等各类用户活动提供信息服务保障，将人类网络空间提升到一个新的维度

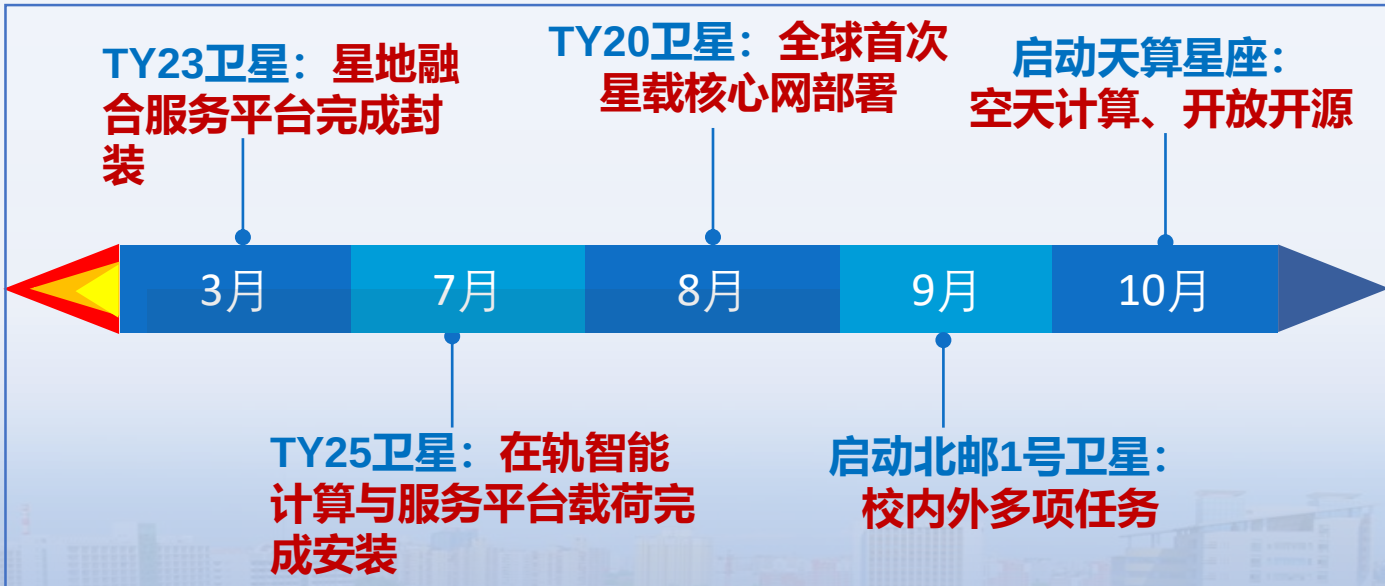
# 研究背景



北京邮电大学  
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS

2020年06月，星际网络与智能计算实验室在深圳成立

2021年10月，北邮、天仪、华为云、北大、中移动等共  
建天算星座



# 研究背景



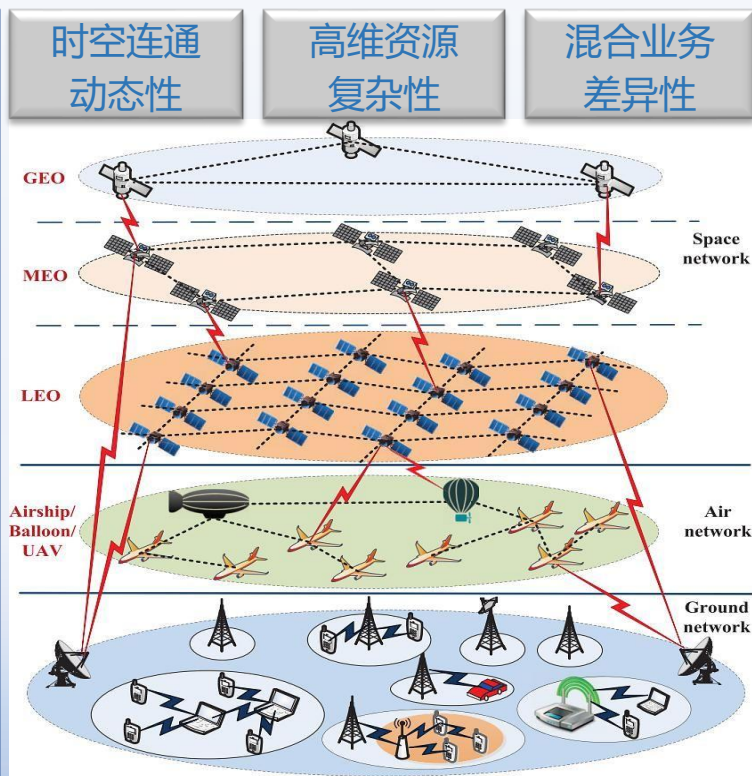
北京邮电大学  
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS

2020年06月，星际网络与智能计算实验室在深圳成立

2021年10月，北邮、天仪、华为云、北大、中移动等共  
**建天算星座**



- **网网不同**：天上一张网、地上一张网，体制多样
- **星星并存**：傻星、呆星、智星，星星不同，网络拓扑动态多变，管理困难
- **存算隔离**：星上无算力、先存储后计算，星上算力弱且受限、效率低下



**定位：**面向国家需求，瞄准国际前沿，立足产学研用，  
坚持开放开源、争创国际领先、服务人类社会

## 卫星发展态势

卫星通用化

卫星智能化

卫星软件化

## 计算演进趋势

新型网络计算

融合服务计算

分布式AI计算

## 重点突破任务

6G核心网系统

卫星数联网

卫星操作系统

云原生卫星平台

器件与载荷搭载

星载服务能力开放

空天  
计算  
在轨  
试验  
开放  
开源  
平台

**目标：**为我国构建智能化综合性数字信息基础设施开展前期探索，为我国6G、卫星互联网等技术发展提供支撑

## 卫星发展态势

卫星智能化

卫星服务化

卫星开放化



## 重点突破任务

6G核心网系统

卫星数联网

卫星操作系统

云原生卫星平台

器件与载荷搭载

星载服务能力开放

## 计算演进趋势

新型网络计算

融合服务计算

分布式AI计算



2023

6颗卫星  
星地组网

2022.

4

2022.

7

北邮一号  
天算三号

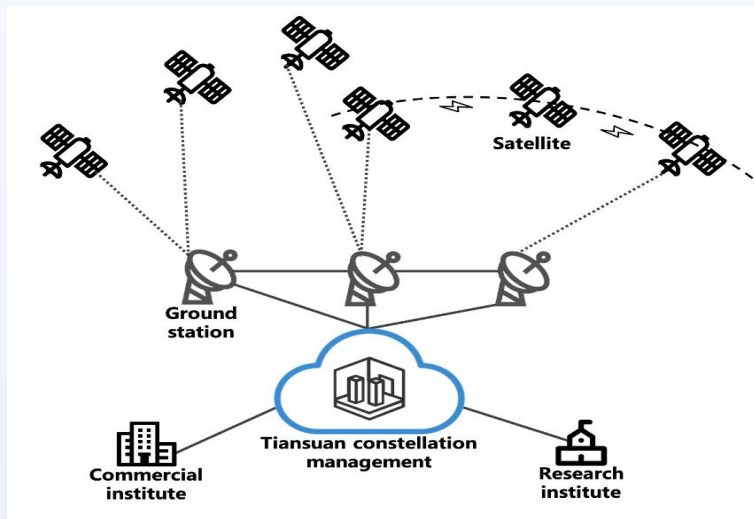
2021.

12

2022.

2

2颗先导星  
成功发射



Communication

Computing

Satellite operating system

Security and reliability

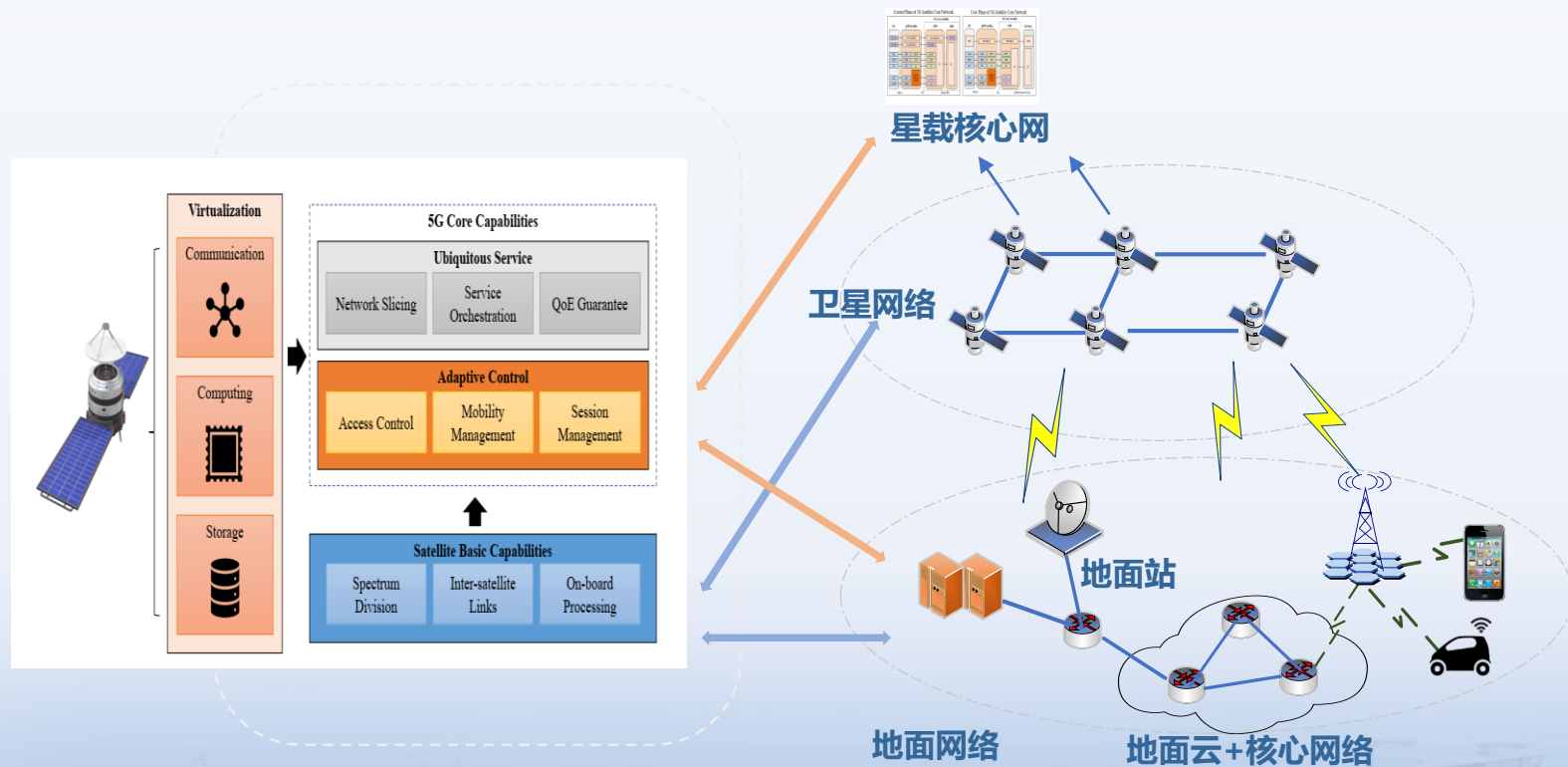
Hardware testing

Shanguang Wang, Qing Li, Mengwei Xu, Xiao Ma, Ao Zhou, Qibo Sun, Tiansuan Constellation: An Open Research Platform, Proc. IEEE EDGE 2021, **Invited Paper**.

# 天算星座平台架构



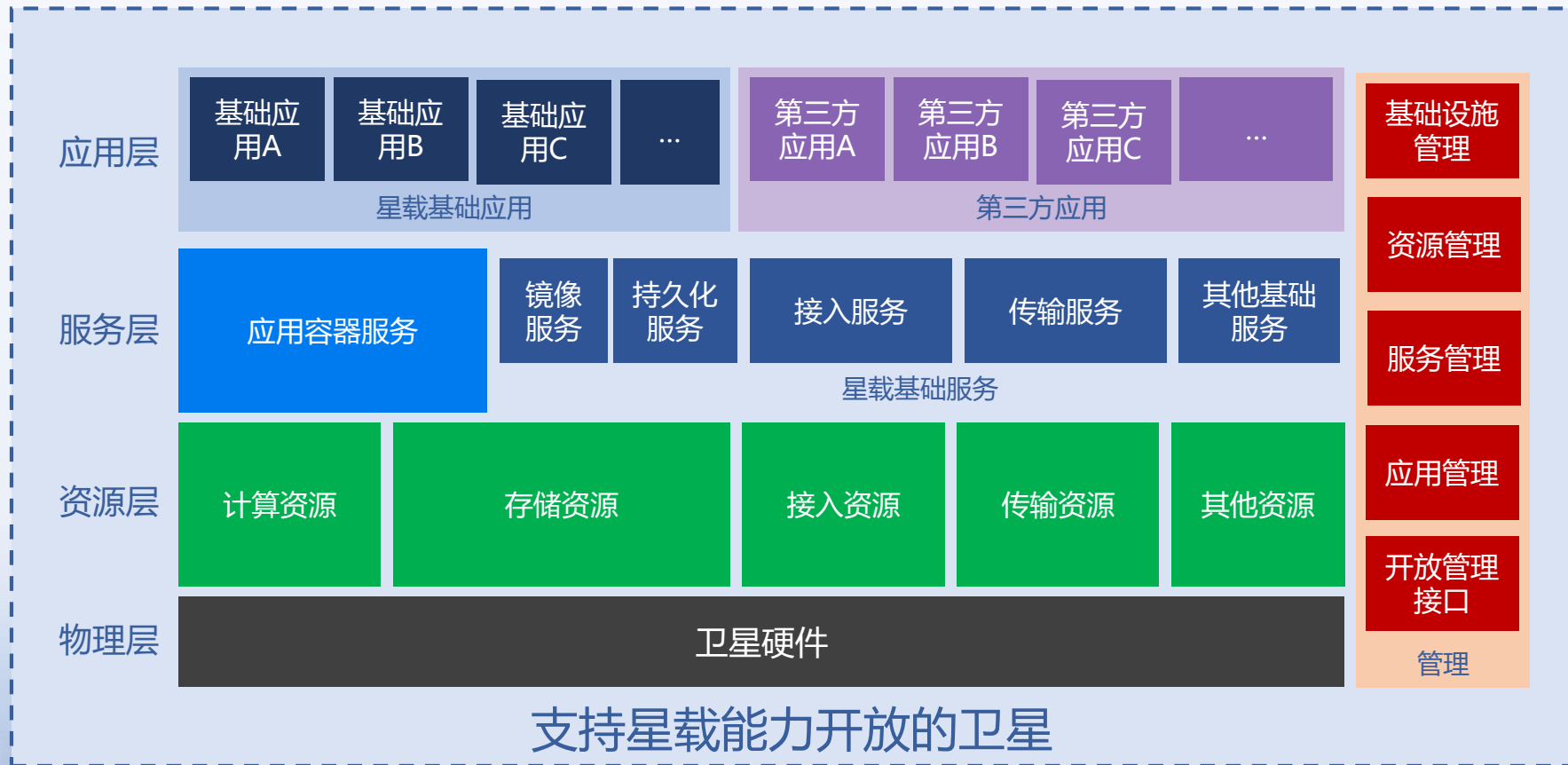
北京邮电大学  
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS



# 天算星座平台架构



北京邮电大学  
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS

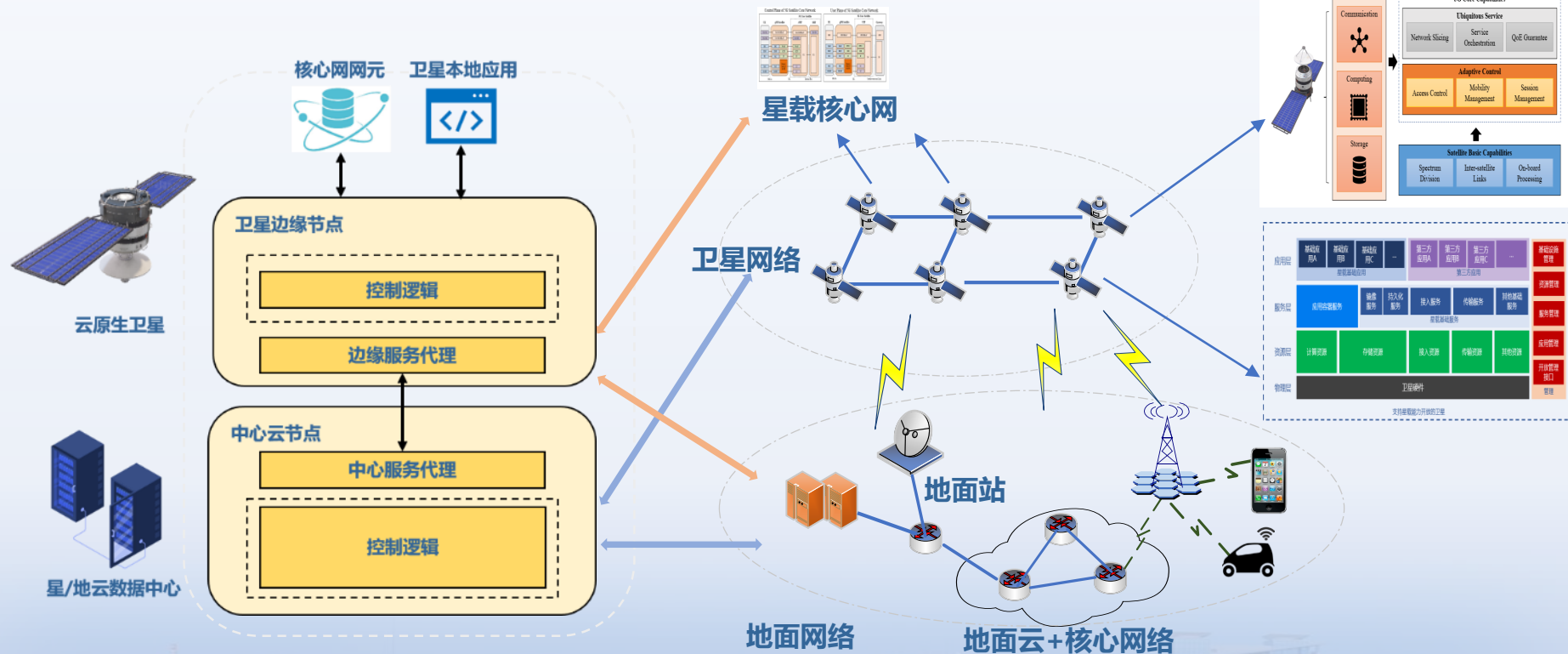


# 天算星座平台架构



北京邮电大学

BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS



# 天算星座平台架构



北京邮电大学

BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS



星载核心网

卫星网络

地面站

地面网络

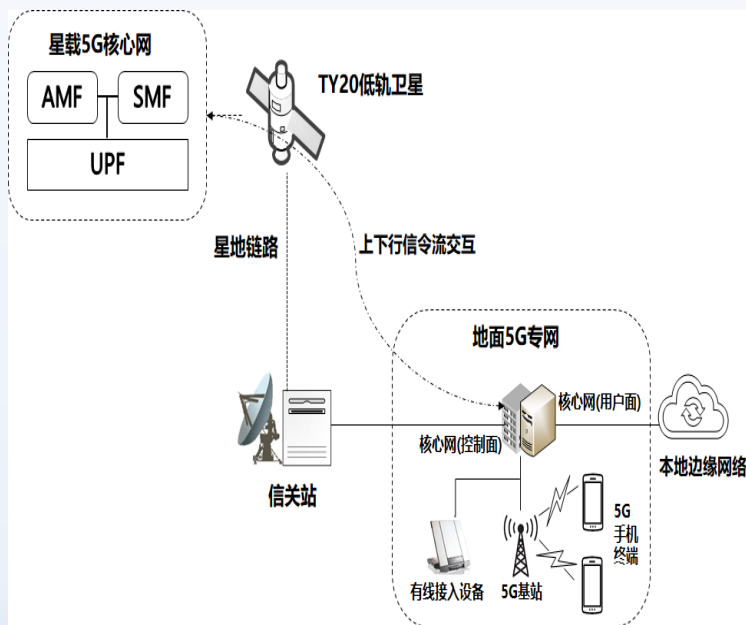
地面云+核心网络



# 当前进展：星载5G核心网



北京邮电大学  
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS

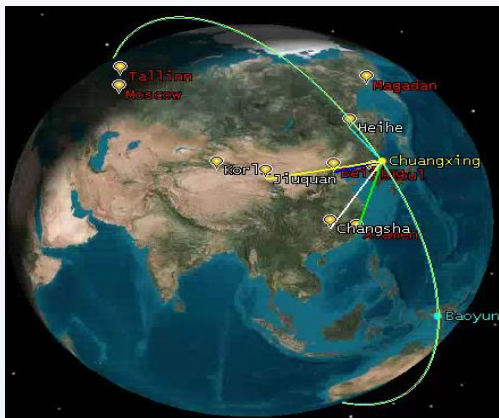


- 2021年8月9日20点36分，通过上行测控链路发送卫星控制指令，成功将5G核心网部署于天仪TY20低轨卫星的星载计算机上，是全球首次实现核心网在卫星部署
- 2021年8月10日21点41分，通过遥测与数传链路回传数据显示核心网的3个主要功能运行正常，实现了卫星控制的边缘计算本地分流，并进行了5G视频通话等业务测试

# 当前进展：2颗先导星成功发射



北京邮电大学  
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS



- 全球首个云原生卫星平台
- 全球首个数联网节点部署
- 全球首个5G软基站与核心网星内互联互通
- 全球首次星地QUIC协议测试
- 星载核心网V2和V3
- 华为云星地分布式组网



2021年12月7日  
天算一号（宝酝）



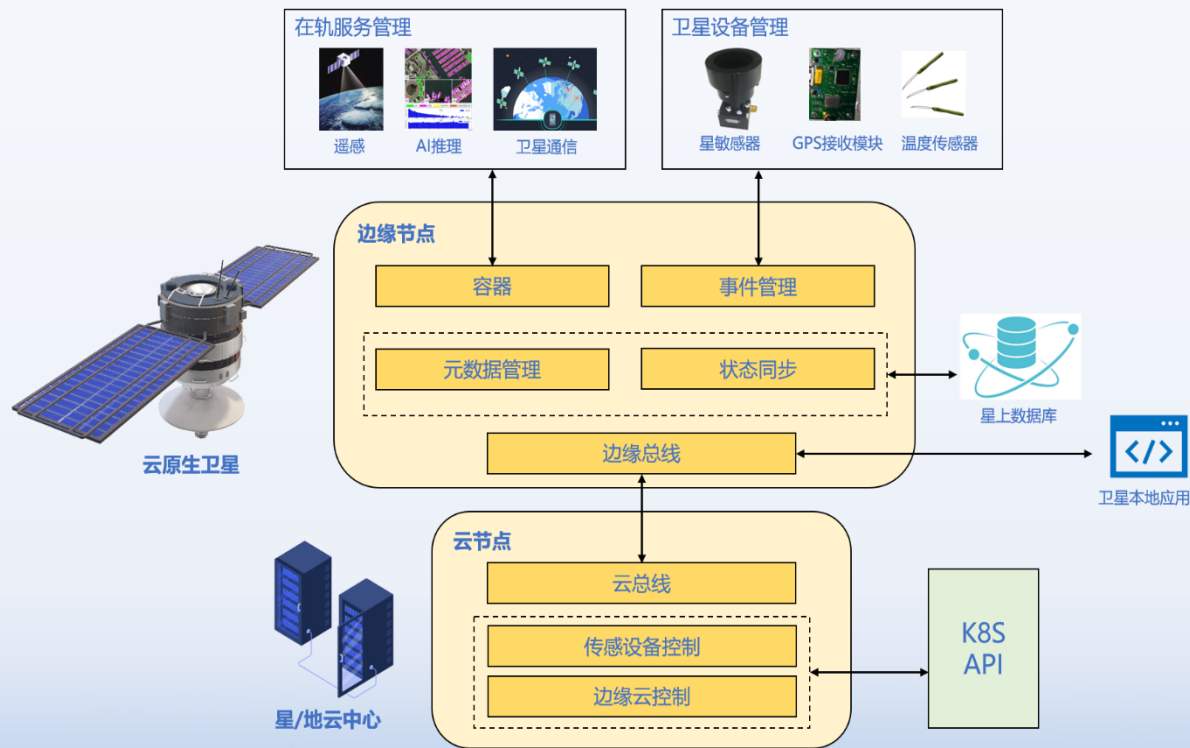
2022年2月27日  
天算二号（创星雷神）



# 当前进展：云原生卫星计算平台



北京邮电大学  
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS



北邮、天仪、华为云、北京大学联合研制了**世界首颗云原生卫星平台**，该平台为星上应用提供网络、计算、通信等云原生基础算力，为星地协同、遥感推理、在轨计算等应用场景提供了试验验证

# 当前进展：云原生卫星计算平台



北京邮电大学  
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS



华为云

[最新活动](#) [产品](#) [解决方案](#) [云市场](#) [合作伙伴](#) [开发者](#) [支持与服务](#) [了解华为云](#)



[文档](#) [备案](#) [控制台](#) [登录](#)

[注册](#)

[了解华为云](#) > [新闻报道](#) > [华为云分布式云原生首次在太空验证，提升“天算星座”复杂任务能力](#)

## 华为云分布式云原生首次在太空验证，提升“天算星座”复杂任务能力

🕒 2021-12-10

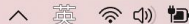
12月10日，搭载“天算星座”计算平台的试验卫星在轨稳定运行，华为云“云边一体”方案首次在太空验证。



隐私保护通话



950808

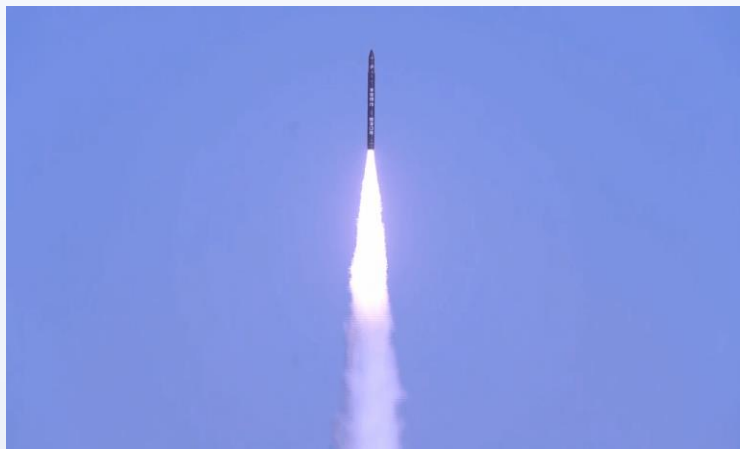


12:35  
2022/4/7

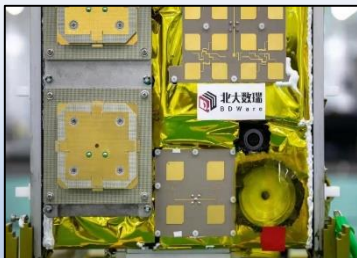
# 当前进展：数联网一号卫星节点



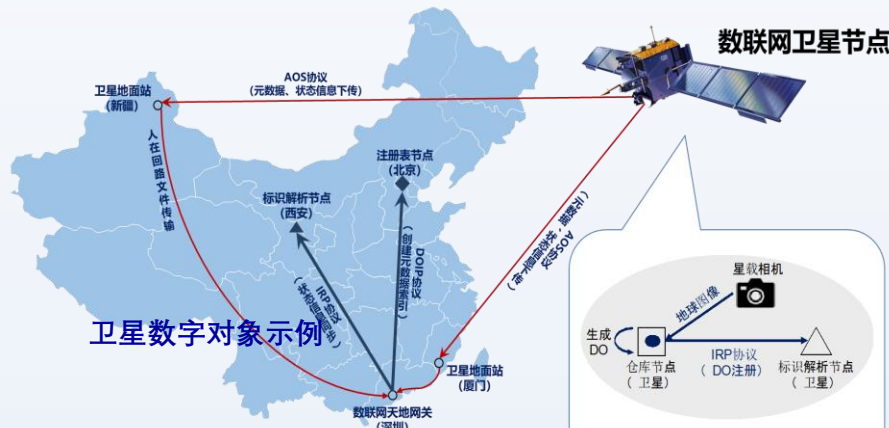
北京邮电大学  
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS



2021年12月7日 谷神星一号火箭发射



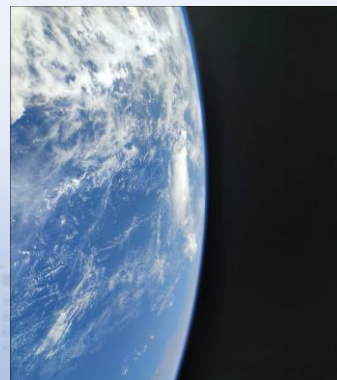
宝酝号卫星 搭载北大数瑞数联网卫星节点



卫星数字对象示例

卫星节点内部结构示意图

```
标识元数据实体
{
  "id": "86.5000.470/do.aSn44Hqa07_bdw",
  "type": "O.Type/DO",
  "attributes": {
    "name": "2wd89a41wd.jpg",
    "from": "satellite",
    "desc": "photos by xiaomi",
    "date": "20220301"
  },
  "elements": [
    {
      "attributes": {
        "size": "17.6MB",
        "format": "jpeg"
      },
      "data": {}
    }
  ]
}
```



# 当前进展：数联网一号卫星节点



北京邮电大学  
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS



北京大学 新闻网  
PEKING UNIVERSITY

头条新闻  
新闻纵横  
专题热点  
视听空间

首页 / 新闻纵横

## 北京大学牵头完成全球首次数联网星地链路验证

2022/03/29 信息来源：计算机学院

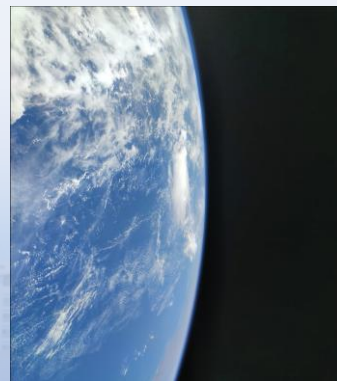
编辑：安宁 | 责编：燕元

2021年12月7日12时12分，由北京大学黄罡教授课题组牵头研制的全球首个数联网卫星节点，搭载宝酝号卫星在酒泉卫星发射中心发射升空并顺利进入预定轨道。经过3个月的调试运行，卫星节点成功将在太空生成的首批数字对象接入北大数端数联网，验证了数联网星地链路的连通性和有效性，标志着数联网迈出了从地面到太空、建设天地一体数字空间基础设施的第一步。



标识  
元数据  
实体

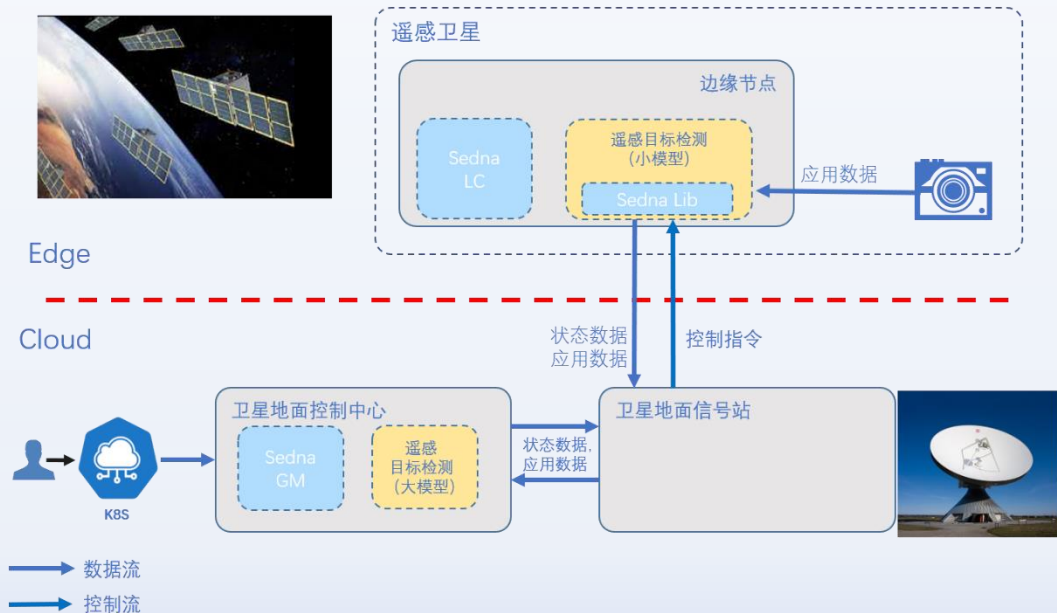
```
{
  "id": "86.5000.470/do.aSn44Hqa07_bdw",
  "type": "O.Type/DO",
  "attributes": {
    "name": "2wd89a41wd.jpg",
    "from": "satellite",
    "desc": "photos by xiaomi",
    "date": "20220301"
  },
  "elements": [
    {
      "attributes": {
        "size": "17.6MB",
        "format": "jpeg"
      },
      "data": {}
    }
  ]
}
```



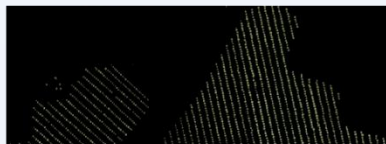
# 当前进展：星地协同的AI计算



北京邮电大学  
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS



| 精准率    | 召回率    |
|--------|--------|
| 99.13% | 99.07% |



## 业务收益

- 提升面积统计精度
- 降低卫星能耗
- 降低星地传输通信量
- 降低传输成本

实现了卫星与地面站的协同AI推理，在遥感场景下，通过在轨云层检测，地面目标在轨识别精度提升了**50%以上**；通过在轨计算，卫星回传数据量减少了**90%**，并支持AI模型的在轨持续更新，为服务航空航天、应急通讯、生态监测、防灾减灾、城市建设等提供了技术参考

# 当前进展：星地协同的AI计算



北京邮电大学  
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS



华为云

[最新活动](#) [产品](#) [解决方案](#) [云市场](#) [合作伙伴](#) [开发者](#) [支持与服务](#) [了解华为云](#)



[文档](#) [备案](#) [控制台](#) [登录](#)

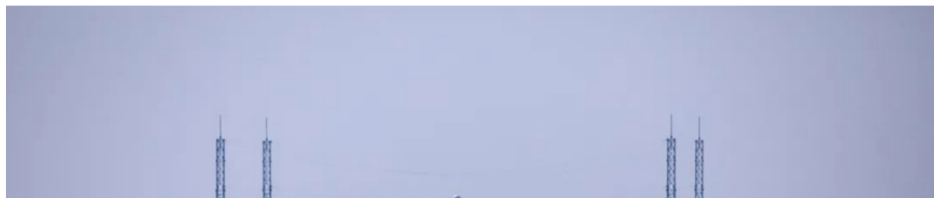
[注册](#)

[了解华为云](#) > [新闻报道](#) > “创新雷神号”卫星成功发射，华为云分布式云原生“天地一体”首次组网成功

## “创新雷神号”卫星成功发射，华为云分布式云原生“天地一体”首次组网成功

🕒 2022-02-28

2022年2月27日，我国在文昌发射场使用长征八号运载火箭，以“1箭22星”方式，成功将“创新雷神号”卫星等共22颗卫星发射升空。卫星主要用于提供商业遥感信息、海洋环境监测、森林防火减灾等服务。其中“创新雷神号”作为“天算星座”计划的第二颗先导试验星，主要基于由北京邮电大学、华为云、北京大学联合研制的星地融合分布式网络验证平台开展试验验证。



隐私保护通话



950808

- 4月发射天算三号（望齐州号）先导星
- 7月发射北邮一号主星：涵盖国内8个团队11项任务
  - 星载5G核心网系统V4
  - 数联网组网及核心节点部署
  - 卫星应用能力开放平台
  - 算力网络控制面和用户面的星上原型系统测试方案
  - 低轨卫星场景下基于AI的视频流传输方案
  - 基于多模态卫星数据的三维空间频谱测绘及信道建模方案
  - 软件定义的卫星组网协议与系统
  - 面向低时延物联网场景的“星-地”链路自适应传输技术研究
  - 基于“星-地”链路的控制器
  - 分布式卫星机器学习框架
  - 6G核心网原型系统部署验证
  - **还有机会搭载....**
- 12月发射2颗具有星间链路的辅星

# 国内外影响：ESA、米兰理工...



北京邮电大学  
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS

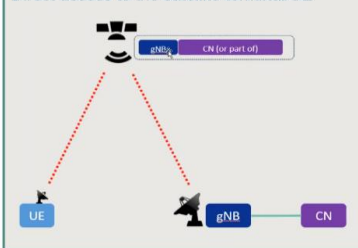
欧洲航天局通信综合应用部（ESA, TIA）与北京时间2021年12月8日晚上8点召开了线上会议，欧方表示希望星载KubeEdge、星载核心网试验情况与天算星座开展合作，目前在协议阶段



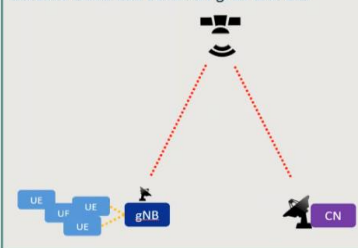
## Satellite topologies and 5G – ongoing projects



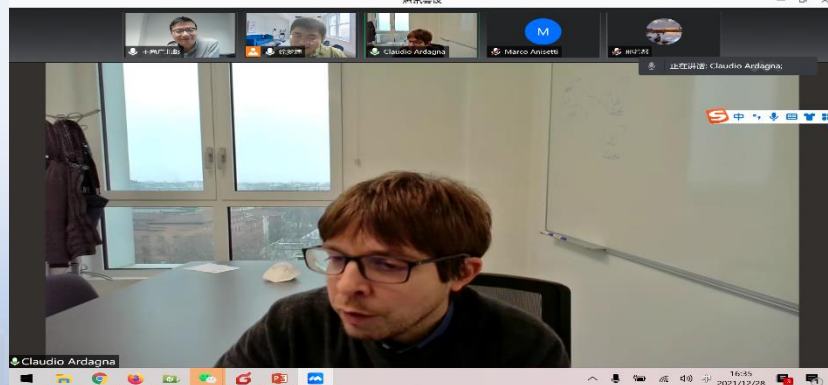
### Direct access to the satellite terminal/UE



### Satellite Backhaul between gNB and UE



THE EUROPEAN SPACE AGENCY



创原会  
全球云原生交流平台

NO.2021123001

## 荣誉证书

CERTIFICATE OF HONOR

### 云原生技术创新奖

为表彰在2021年度云原生技术创新及先锋实践  
评选中的获选项目，特颁发此证书

项目名称：云原生“天算”卫星项目

项目成员：王尚广、邢若艸、徐梦炜、周傲、孙其博、马骁

获评单位：北京邮电大学

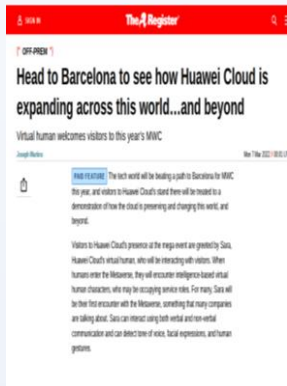
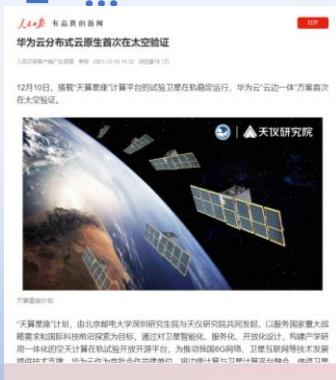
联合评选单位： CLOUD NATIVE  
COMPUTING FOUNDATION |  CAICT 中国信通院 |  HUAWEI

二零二一年十二月



# 国内外影响:媒体报道

- The Register
- Global Times
- 人民日报
- 中国日报
- 科技日报
- 华为云官网
- 中国新闻网
- 环球时报
- 南方日报



更多媒体信息报道汇总 <http://www.tiansuan.org.cn/new4.html>

- 与普通用户相比，我们更懂他们所需卫星的能力，**其平台能力让用户无感部署**
- 与卫星公司相比，我们更懂我们领域的用户技术需求
- 卫星生态中的关键一环，让专业服务专业、让专业更专业



天算联盟

- 高校院所：开拓新方向，提供试验/验证环境，提升科研影响力，获得更多项目资助
- 企业单位：降低试验测试成本，研制新产品，提供端到端一体化服务
- 联盟会议：IEEE Satellite、中国卫星大会
- 理事会：理事长、副理事长、常务理事、理事（会员）
- 秘书处：徐晓斌（北工大）秘书长、金恬（天仪）副秘书长

## 天算联盟 运行机制

面向科  
研院所

通过科研需求，加入天算星座  
通过合作共建，加入天算星座

面向普  
通单位

新器件、新载荷试验  
新方向、新技术

面向卫  
星企业

生态重要补充，助力行业发展  
减少拓展成本，积少成多(0.1U)

## 下一步：天算计划



北京邮电大学  
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS



## 科研成果

- 6G核心网
- 卫星数联网
- 卫星操作系统
- (等待您的加入)...

## 人才培养

- 拔尖创新人才培养
- 高精尖缺人才培养
- 产学研用人才培养

## 天算 星座

## 科技创新

- 成为我国卫星领域的一支重要影响力量
- 应对世界科技变革，成为全球卫星网络科技创新基地之一

**致谢**



北京邮电大学  
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS

**欢迎大家  
加入天算联盟、共建天算星座！**

**徐晓斌秘书长（微信）：13401198697  
xuxiaobin@bjut.edu.cn并抄送buptts@163.com**