



北京航空航天大学  
BEIHANG UNIVERSITY

千里之行，始于足下

# 高精度泛源足履定位系统

Omnipresent High-accuracy Positioning Intelligent(OhPi) Shoes



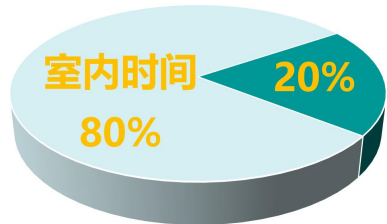
# 研究背景



我国已完成**北斗全球组网**，形成每年4000多亿元的卫星导航产业体系。

在室内等复杂环境中，卫星信号受到**遮挡或者干扰**，定位性能急剧下降，甚至失效。

诺基亚统计



国务院

《新时代的中国北斗》白皮书

2035年前，将建成**更加泛在、更加融合、更加智能**的国家综合定位导航授时体系

工信部

关于大众消费领域北斗推广应用的若干意见

十四五末，重点突破**室内外无缝定位**等关键技术

应急管理部

“工业互联网+危化安全生产”试点建设方案

发展企业**室外、室内**和**受限空间人员定位**技术



应急救援



危化生产

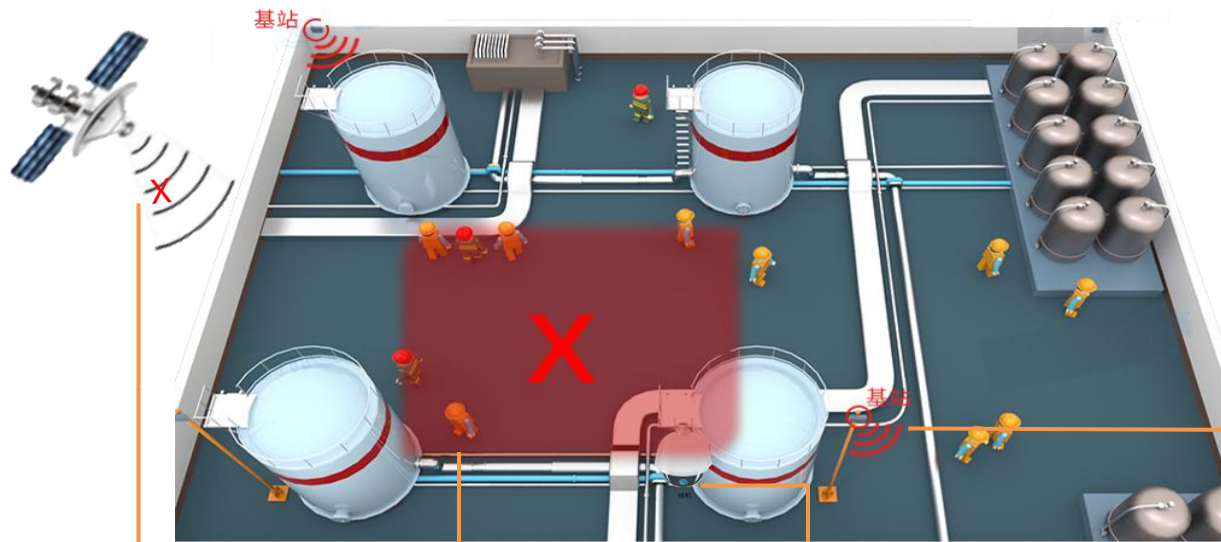


军事巷战

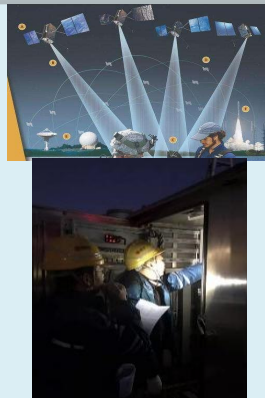
# 面临挑战



北京航空航天大学  
BEIHANG UNIVERSITY



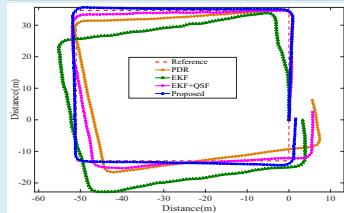
## ⑤断电、电磁干扰等 其它不可预知情况



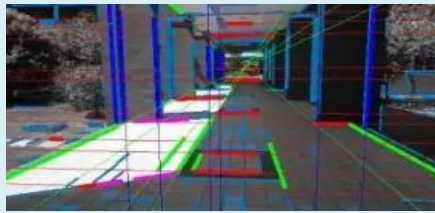
## ① 空间物理遮挡



## ② 惯性误差累积发散



## ③ 视觉SLAM受光线等影响



## ④ BLE, UWB, ZigBee, WiFi 等需要额外布设



“地球观测与导航”重点专项

申报编号：SQ2022YFB3900044

## 面向复杂环境作业厂区的高性能导航控制与时空服务 关键技术及应用

**申请牵头单位：中石化石油工程地球物理有限公司**

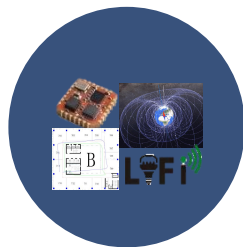
**联合申报单位：武汉大学、深圳大学、北京邮电大学、北京理工大学、石化盈科信息技术有限责任公司、北京航空航天大学江西研究院、中国传媒大学、中国科学院地质与地球物理研究所、北京度位科技有限公司**

2022年10月15日

★ 面向室内、工业园区和军事侦察方面的定位与导航需求，融合北斗与惯性/地磁/地图等**泛源信息**，突破北斗+泛源高可信定位、穿戴式自主定位等关键技术，开发一系列算法、软件和装备，破解卫星拒止区域的人员定位难题，在**无预先布设和信号勘测**的前提下，**提供室内外连续、稳定和准确的定位**。



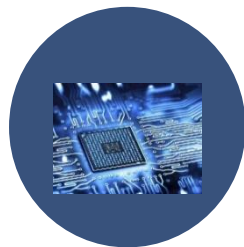
北斗导航系统



泛源传感器



AI算法



国产化芯片

- ★ 泛源高精度足履定位系统，包括**足部终端**、**北斗终端**和**云平台**等三部分  
其中：足部和手持终端为**穿戴装备**，云平台为中心**指挥监控平台**

北斗终端

定位APP

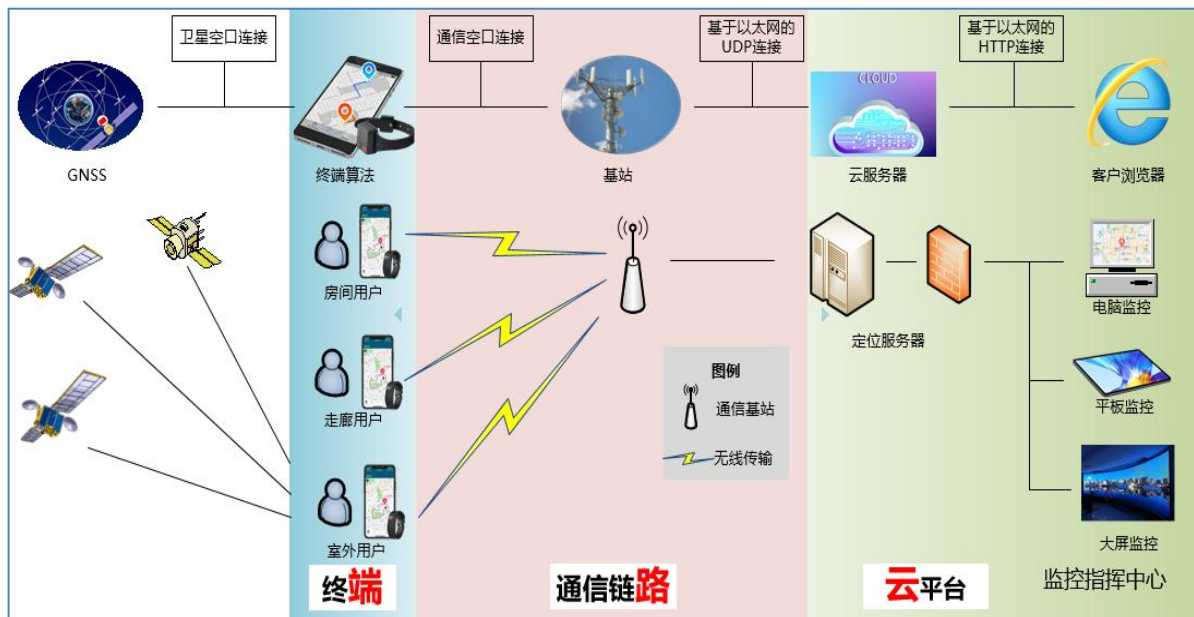
足部终端



云平台

# 解决方案

★ 面向卫星拒止区域的人员定位、追踪与导航需求，基于先进的**泛源智能融合架构**，解决**无线电定位信号受限**的（半）密闭环境下空间中的人员定位难题，实现室内外高精度无缝定位。

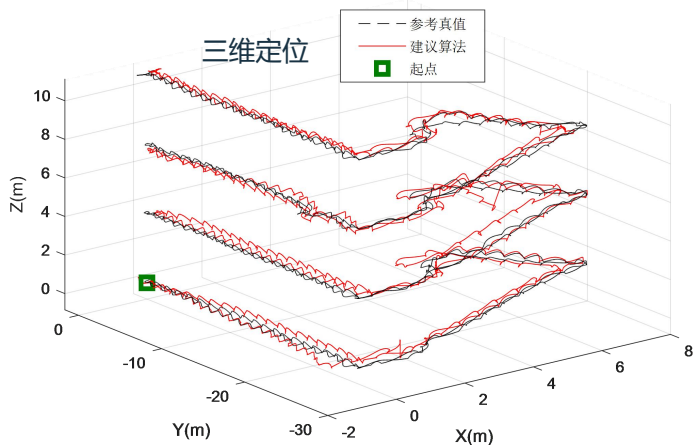


整体方案

| 序号 | 技术指标     | 指标值                |
|----|----------|--------------------|
| 1  | 运动轨迹闭合精度 | <5‰                |
| 2  | 垂直精度     | 1.5m               |
| 3  | 续航时间     | >10h               |
| 4  | 通信方式     | 公网、专网              |
| 5  | 行走模式     | 行走、跑步、后退、侧走、跳跃、电梯等 |
| 6  | 其它       | 坠楼与摔倒报警            |

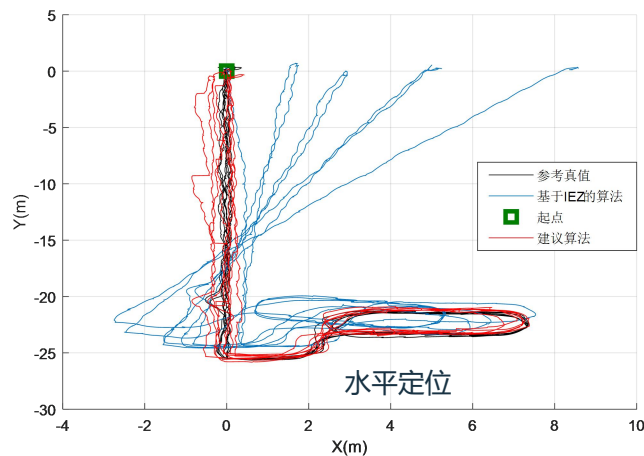
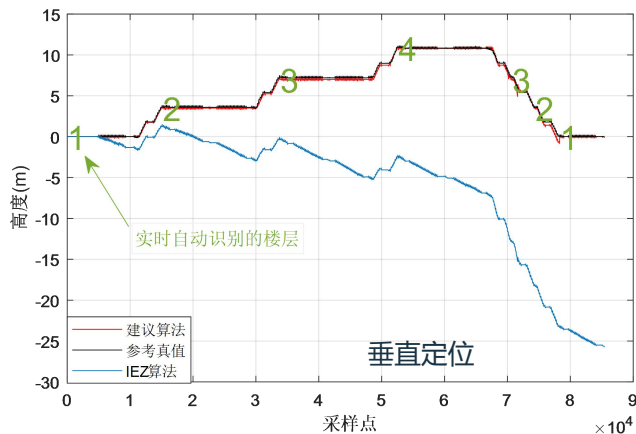
# 性能评估1

测试人员从武大教学实验大楼的11层出发，依次在12-14层的走廊往返步行，最后从14层的楼梯间返回起点，假设起始坐标为  $(0, 0, 0)$ 。



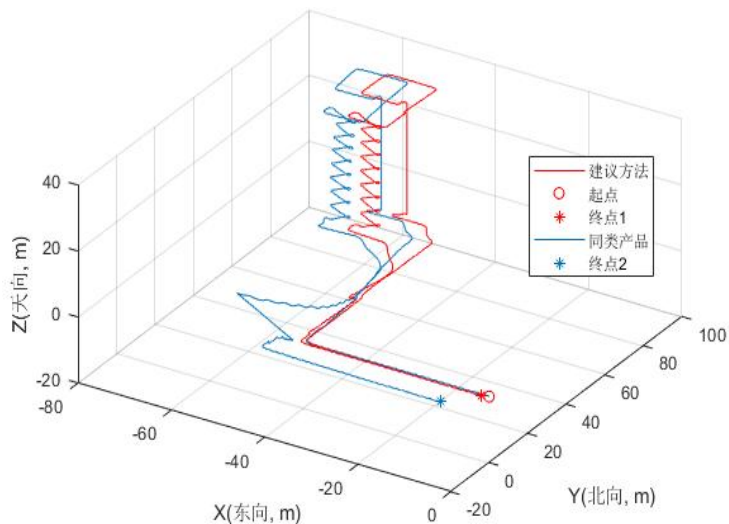
|      | 高程误差<br>(m) | 水平误差<br>(m) | 运动轨迹闭<br>合误差(%) | RMSE<br>(m) | 平面行走<br>距离(m) |
|------|-------------|-------------|-----------------|-------------|---------------|
| 建议算法 | <0.5        | 0.38        | 0.12            | 0.37        | 322.6         |
| 传统算法 | -25.56      | 8.43        | 2.61            | 2.45        |               |

定位性能对比

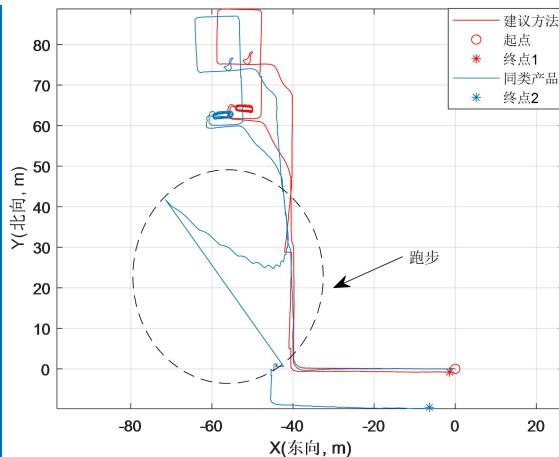


# 性能评估2

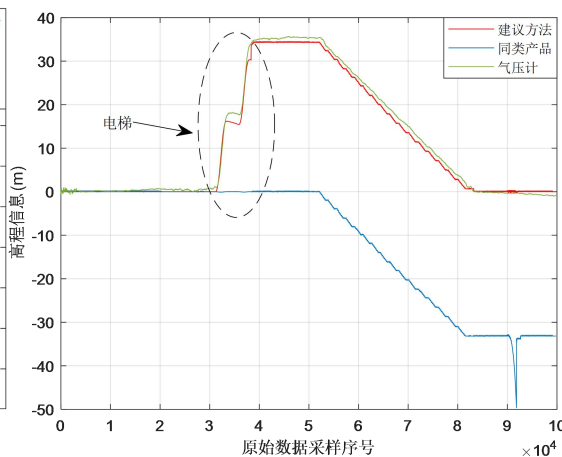
测试人员从北航新主楼B座二层出发；乘电梯到达十楼后，步行返回二楼；接着开始跑步和跳跃，最后，回到起始位置，其坐标为  $(0, 0, 0)$ 。



三维比较



水平比较



垂直比较

|             | 建议方法  | 同类产品 | 气压计 |
|-------------|-------|------|-----|
| 最大高程误差(m)   | <0.5  | >30  | ≈1  |
| 水平误差(m)     | 1.59  | 11.3 | --  |
| 运动轨迹闭合误差(%) | 0.3   | 2.19 | --  |
| 行走距离(m)     | 516.6 |      | --  |

定位性能对比

# 室内外高精度定位演示 1



**场景：**模拟作业人员在智能工厂的**室内步行、乘电梯、走楼梯、室外跑步**等日常运动，并对重复轨迹进行比较，评估设备的定位精度。

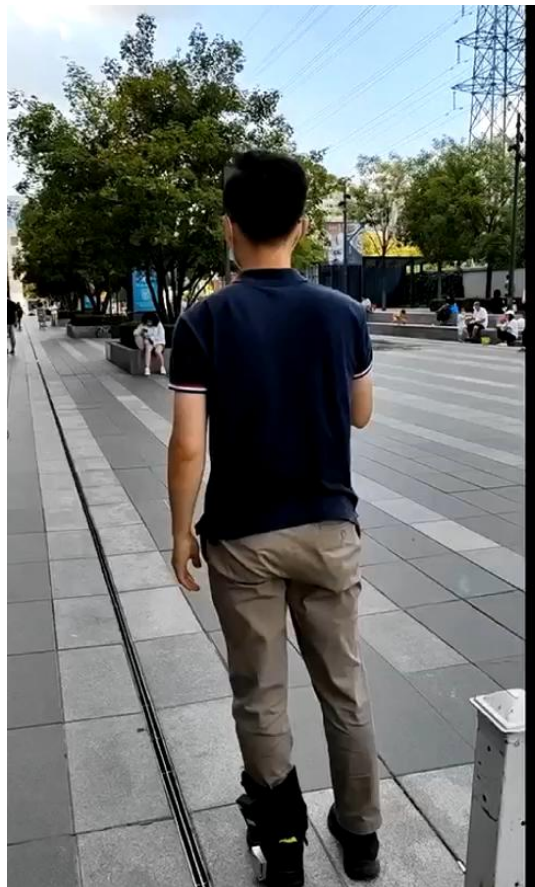


# 室内外高精度定位演示 2



北京航空航天大学  
BEIHANG UNIVERSITY

**场景：**通过在商场中行走、乘坐自动扶梯和垂直电梯，模拟跟踪智能工厂中作业人员轨迹。

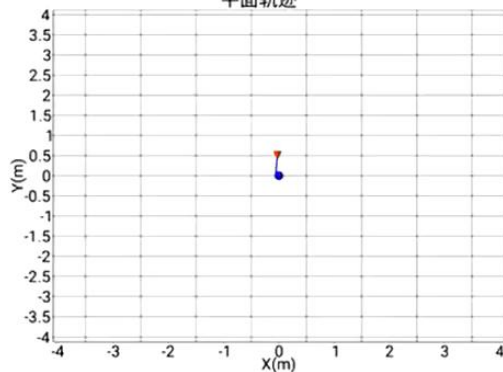


UTrack

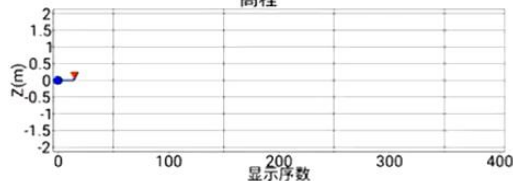
断开



平面轨迹



高程



设备

状态

3D

2D

地图

## “卫星导航与移动通信融合技术” 工信部重点实验室

2019年10月，由北京航空航天大学，联合中国信息通信研究院、中国移动通信研究院、香港理工大学等共同建设。

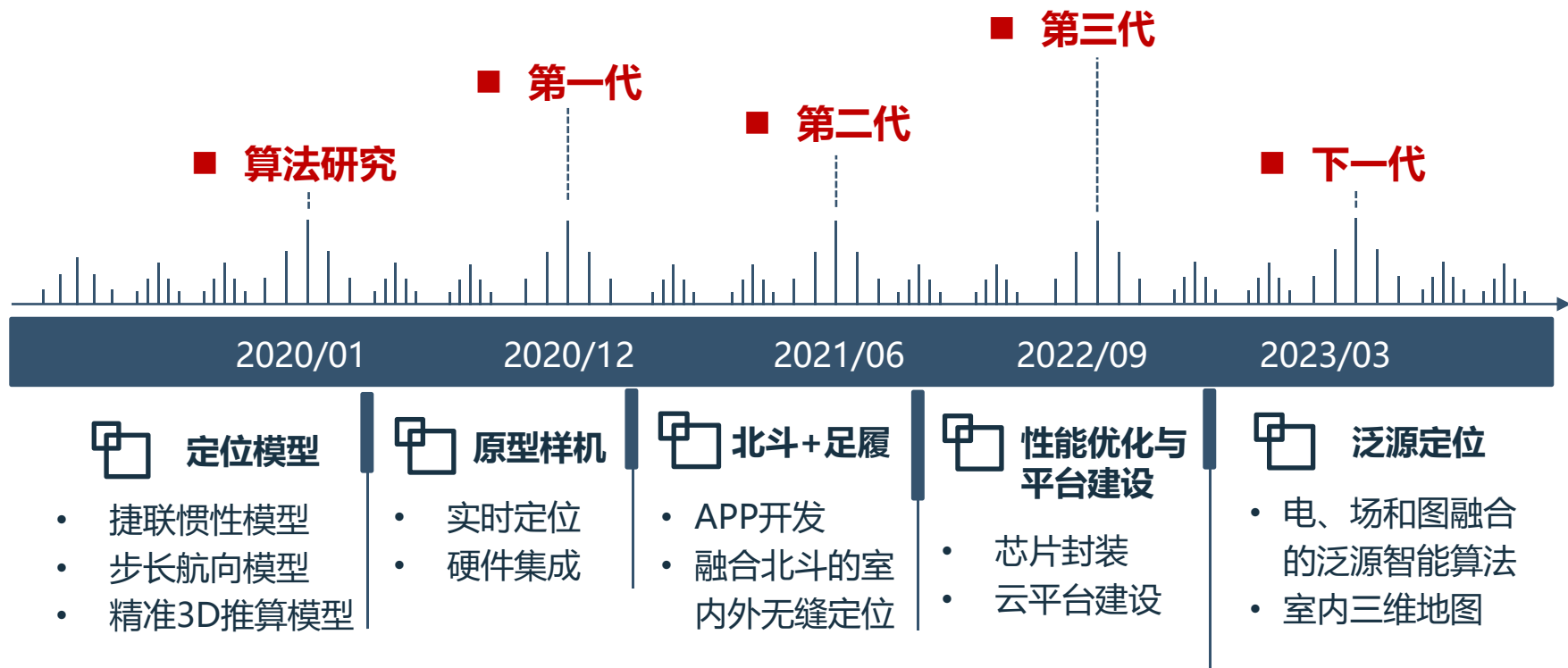
实验室瞄准**国家综合PNT体系和新一代通信体系建设的**战略需求，开展以**北斗和5G**为代表的导航与通信融合理论、技术、系统及应用研究，形成国内外重要的导航通信融合技术研发基地，培养高端技术人才，为占领国际导航通信交叉领域前沿制高点提供有力支撑。团队拥有研发人员36人。



### 团队负责人 施闯 教授

国家杰青，长江学者、万人计划领军人才，科技部重点领域（卫星导航定位）创新团队负责人。

北京航空航天大学教授，从事高精度卫星导航关键技术及应用研究30多年，获国家科技进步奖一等奖1项（排名1）、二等奖3项（2项排名1），第二届全国创新争先奖状等。发表论文230多篇，授权发明专利30多项。



# 荣誉奖励



北京航空航天大学  
BEIHANG UNIVERSITY

全国一等奖

2022年9月

2022中国互联网发展创新  
与投资大赛

全国高校组前三

2022年6月

第五届“北斗+”创新创业  
大赛全国高校组前三

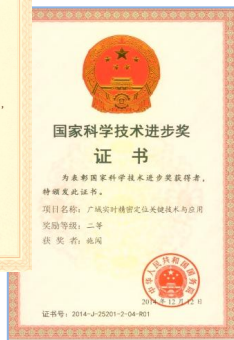
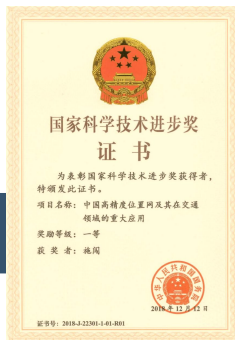
全国央企二等奖

2021年10月

第三届中央企业熠星  
创新创业大赛 二等奖



国家奖励



自主知识产权





北京航空航天大学  
BEIHANG UNIVERSITY

百尺竿头，更进一步

# 感谢关注，欢迎交流合作！

微信联系：夏鸣 (David-Hsia) , 施闯 (COMPASS3)

