



中国航天

八院合作研究项目需求

中国航天科技集团公司上海航天技术研究院

二〇一五年一月



中国航天

上海航天技术研究院

SHANGHAI ACADEMY OF SPACEFLIGHT TECHNOLOGY

题目一：

静止轨道微波探测频点与时空指标分析

研究背景：

风云四号微波气象卫星为我国气象卫星后续规划的重要卫星之一，主要为了弥补现有气象卫星对云层内部的温湿度高频次全天候探测能力不足，加强降水、台风等短临突发天气的监测能力。国外无相关在轨卫星，卫星探测指标及应用无参考。



研究内容

1) 研究静止微波暴雨、台风探测应用需求指标

根据气象预报的应用需求，研究对强对流降水、台风监测需求的幅宽、空间分辨率、时间分辨率等指标

2) 研究卫星探测主要技术指标

根据应用指标的需求，论证卫星探测频点、带宽及灵敏度指标，以及保证探测要求的如定标精度等其他技术指标

技术要求

提供幅宽、空间分辨率、时间分辨率等应用指标分析结果

提供探测频点及对应带宽和灵敏度等指标，定标精度等其他指标研究结果

提交研究原理算法或分析模型、及数据成果

时间计划

2015年6月第一阶段交流

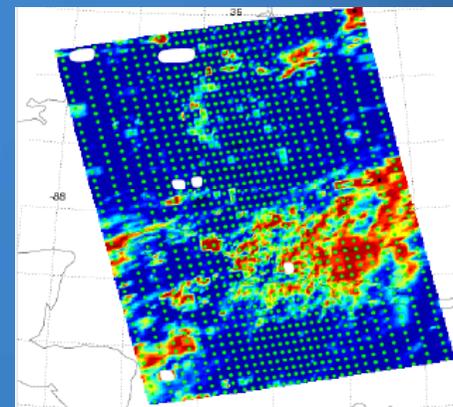
2015年11月完成

题目二：

微波遥感数据与光学数据融合研究

研究背景：

风云四号微波气象卫星为我国气象卫星后续规划的重要卫星之一，主要用于强对流降水和台风全天候监测。为了发挥气象卫星综合体系潜力，静止微波遥感将与风云四号光学载荷、与低轨微波探测融合处理，互相补充提升总体效能。



研究内容

1) 研究微波与光学数据融合反演方法

根据风云四号微波星和光学星、风云三号卫星微波探测指标，研究微波与光学数据融合反演算法及输入数据与参数

2) 研究数据融合处理对卫星观测要求

根据融合应用的要求，分析配合使用卫星获取数据的时间间隔、空间观测几何条件和精度等指标约束条件

3) 研究梳理静止微波应用能力

研究静止微波能够用于气象业务与气候研究的其他应用能力

技术要求

提供静止微波与静止光学、高低轨微波融合原理算法，以及使用的数据与输入的附加参数

提供配合卫星观测空间几何、时间间隔、精度等指标

时间计划

2015年6月第一阶段交流

2015年11月第二阶段交流

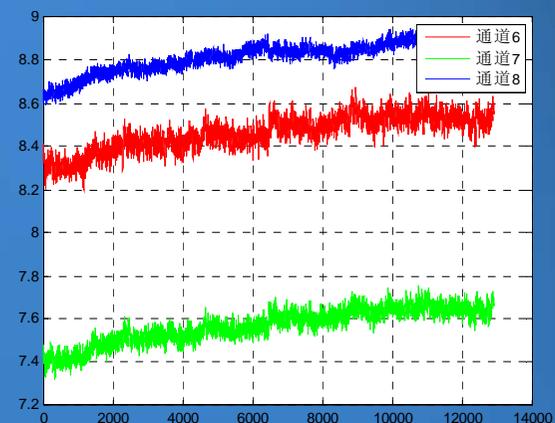
2016年11月完成

题目三：

静止轨道微波数据处理应用技术研究

研究背景：

为了验证风云四号微波星接收机、定标等相关技术，同时获取高轨微波数据供数据分析研究，在风云四号光学星上搭载了微波验证样机，探测频点为183GHz和425GHz，在高轨上获取微波探测数据、而且如此高频率探测均为第一次。



1) 静止微波数据定标处理

对数据进行定标等处理，获得对应的亮温数据

2) 静止微波数据大气参量反演

对获取的亮温数据，研究高频微波辐射传输模式，反演大气
温湿度廓线

3) 静止微波数据质量评价

分析高轨微波探测的温度、湿度和定标精度，评价载荷灵敏度、空间分辨率等性能指标

技术要求

提供静止微波定标方法

提供静止微波大气参量反演原理模型

提供探测产品精度以及载荷性能指标评价结果

时间计划

2015年6月第一阶段交流

2015年11月第二阶段交流

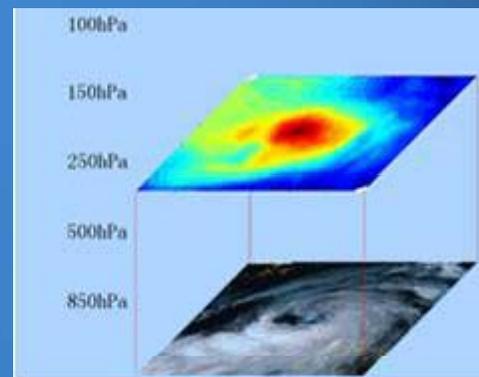
2016年6月完成

题目四：

大气垂直探测仪效能评价

研究背景：

风云四号卫星为我国第二代静止气象卫星，其上装载的大气垂直探测仪利用红外高光谱数据获取大气温湿度垂直廓线。高轨上无相关在轨探测数据，卫星探测效能及应用无参考。



1) 大气垂直探测仪探测数据正演模拟

根据载荷探测原理方案，研究探测数据正演方法，结合性能测试指标值，根据假设的大气先验参数输入，模拟卫星在轨探测数据及光谱复原技术

2) 大气垂直探测仪反演及探测效能评估

研究反演算法，根据性能测试指标，反演大气温湿度，分析反演精度及误差影响，评估载荷效能

技术要求

提供载荷正演原理模型、反演原理算法

提供反演精度评价结果

时间计划

2015年6月第一阶段交流

2015年11月第二阶段交流

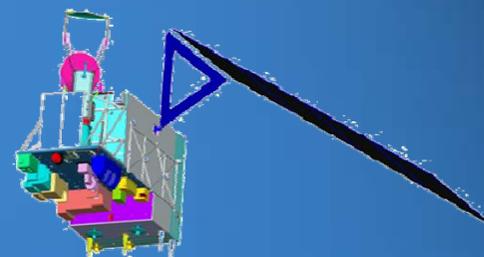
2015年6月完成

题目五：

极轨气象卫星有效载荷星上定标精度需求分析及提高方法研究

研究背景：

气象卫星最重要的目标是提高气象预报精度和气候预测的准确率，而提高准确率和精度必须依赖于星上**有效载荷定标精度**的提高。我国目前目前在轨可见近红外波段辐射定标精度达到7%，红外波段辐射定标精度达到0.5K，而微波辐射定标精度达到1.2~2.0K。



1) 极轨气象卫星定标精度需求分析

根据目前数值天气预报应用需求，分析极轨气象卫星可见近红外、红外及微波遥感仪器定标精度指标要求

2) 遥感仪器高精度定标技术

研究提高极轨气象卫星可见近红外、红外及微波遥感仪器定标精度新技术、新探测方法

技术要求

提供满足高精度气象预报与气候研究需求的可见近红外、
红外和微波谱段定标精度指标
提供提高定标精度的技术方法

时间计划

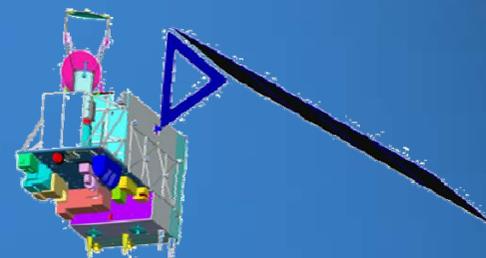
2015年10月前完成

题目六：

极轨气象卫星主被动微波遥感仪器联合探测对提高星上载荷定标精度的有效性研究

研究背景：

降水测量雷达作为极轨气象卫星主动微波载荷可以克服可见光、红外遥感仪器以及微波辐射计等被动探测的缺陷，极大提高我国降水预报的准确性，提高星上载荷定标精度。



主被动探测定标技术研究

研究极轨气象卫星主动降水测量雷达探测与被动光学、微波
载荷探测定标技术方法，分析联合探测定标精度

技术要求

提供主被动探测定标技术原理方法

提供联合探测定标精度结果

时间计划

2015年8月前完成

题目七：

细颗粒物探测效能分析及指标优化

研究背景：

大气环境及污染物监测卫星通过主动手段结合实现对大气细颗粒物、污染气体、云和气溶胶等探测要素大范围、连续、动态、全天时综合监测。卫星配置多角度偏振探测仪和偏振扫描仪等进行细颗粒物探测，应用方法及可行性需论证。



1) 细颗粒物反演技术研究

针对目前卫星提出的细颗粒物探测载荷配置及探测方案，研究细颗粒物反演原理技术，分析探测要素及指标要求

2) 探测效能分析及指标优化研究

针对目前卫星细颗粒物探测载荷技术指标，对细颗粒物探测效能进行分析，提出系统和载荷指标优化建议

技术要求

提供细颗粒物反演的输入参数及指标要求

提供细颗粒物探测的优化指标

时间计划

2015年11月前完成

题目八：

CO2主动激光探测指标论证和误差分析

研究背景：

大气环境及污染物监测卫星通过主动手段结合实现对大气细颗粒物、污染气体、云和气溶胶等探测要素大范围、连续、动态、全天时综合监测。卫星配置激光主动雷达进行CO2等温室气体高精度探测。



1) 激光雷达CO₂反演技术研究

基于卫星配置的激光雷达探测原理方案和技术指标，研究CO₂反演技术

2) CO₂探测精度评价及误差源分析

针对CO₂柱浓度优于1ppm的要求，分析误差来源，对误差进行初步分配，并评估数据精度

技术要求

提供CO₂激光探测优化指标

提供CO₂误差源、分配分析

时间计划

2015年11月前完成

题目九：

多载荷联合校飞试验方案探测配置优化

研究背景：

为了确保**大气环境及污染物监测卫星**入轨后的探测效能，通过校飞试验获取主被动多手段探测数据，进行多载荷探测效能验证。试验时选用两架飞机，一架装载大气探测激光雷达和宽幅成像光谱仪，另一架装载高精度偏振扫描仪和多角度偏振成像仪。



多载荷校飞试验方案探测配置优化

初步选择在我国污染较重的京津冀、长三角和珠三角三个区域分别开展校飞试验。对任一区域分别在晴空无云、重雾霾和沙尘天气下进行三次校飞试验

为了保证试验的可行性、有效性和经济性，对试验方案包括飞行高度、飞行载荷配置、区域选择、飞行架次、飞行气候条件以及试验方案有效性等进行分析，并提出优化建议

技术要求

提供飞行高度、飞行载荷配置、区域选择、飞行架次、飞行气候条件优化建议

提供试验方案优化建议

时间计划

2015年8月前完成



谢谢!

八院 804 所与南京信息工程大学合作需求

八院 804 所拟与南京信息工程大学开展静止轨道毫米波亚毫米波探测仪、亚毫米波临边探测仪、GNSS-R 海洋微波测高仪及测风仪等载荷的应用需求分析、总体指标论证等方面的研究工作。

一、静止轨道毫米波亚毫米波探测仪

1 载荷概述

中国气象局明确提出了对静止轨道微波探测星（“风云四号”微波星）的应用需求，我国已经计划在“风云四号”光学星立项研制后择机发展“风云四号”微波探测星。作为国防科工局民用航天“十二五”重点预先研究项目，由八院八〇四所抓总开展研究工作，在五频段准光馈电网络、425GHz 接收机、毫米波亚毫米波定标源等关键技术攻关的技术上完成了接收定标原理样机的集成与测试。在天线扫描方式方面，完成了天线扫描方案设计、天线扫描方案验证样机的研制与测试，结果验证了天线扫描方案的正确性。完成了Φ1 米缩比全系统样机的研制，并用该样机进行了外场成像试验，在国内首次取得了 425GHz 测试数据与 89GHz 多反射面微波图像，验证了毫米波亚毫米波探测仪方案的合理性与正确性。技术上已经突破了大部分关键技术，当前关注的重点是深化需求分析与反演应用技术研究，进一步明确载荷的科学目标。

2 研究目标

针对静止轨道毫米波亚毫米波探测仪进行国内外应用现状调研，开展静止轨道微波探测的各气象参数正演模型与反演算法研究，论证静止轨道微波载荷科学目标，完成静止轨道毫米波亚毫米波探测仪载荷指标体系论证。

3 研究内容

静止轨道毫米波亚毫米波探测仪反演应用研究具体包括以下四方面的工作：

1) 毫米波亚毫米波探测仪国内外应用现状调研与分析

针对当前国内外星载毫米波亚毫米波探测仪的应用情况，开展毫米波与亚毫米波应用算法调研及实际数据产品应用效果分析。同时开展国内外机载、地面毫米波亚毫米波探测系统应用算法调研与应用研究。

2) 静止轨道大气温湿度、降水、台风、海面风场正演与反演算法研究

分析在晴空条件下静止轨道微波探测毫米波亚毫米波频段温度探测通道与水汽探测通道权重函数，研究多频段联合反演对探测精度和探测范围指标提高的最优算法。同时分析不同类型云层对大气温湿度探测的影响，开展在不同气象条件下大气温湿度的最优反演算法研究。开展基于微波频段的降水正向仿真模型，重点研究非球面冰粒子散射影响，分析静止轨道毫米波亚毫米波频段辐射亮温对液态、固态水含量敏感性分析，研究静止轨道可降水量与降水气象参数反演算法研究。开展台风条件下的微波辐射模型，分析静止轨道毫米波亚毫米波频段辐射亮温对台风状态变化的响应，研究静止轨道微波探测对台风轨迹预报精度提高的可行性，同时开展台风降水探测的正演模型与反演算法研究。开展基于静止轨道微波辐射探（水平极化或垂直极化）测的海面风速辐射传输模型，分析微波辐射通道对海面风速变化的敏感性。同时开展基于静止轨道散射探测与全极化辐射探测的海面风场（包括风速与风向）的正演模型与反演算法研究。

3) 静止轨道微波遥感与光学遥感数据融合、高低轨融合的应用研究

基于现有星载、机载与地面探测数据，开展微波探测与光学探测数据融合与气象参数联合反演方法研究，开展静止轨道微波遥感与光学遥感数据联合应用对气象参数反演精度提高的方法研究。开展极轨微波遥感与静止轨道微波遥感交叉定标技术研究，同时针对极轨低纬度时间分辨率低和静止轨道高纬度水平空间分辨率差的特点，开展极轨微波遥感与静止轨道微波遥感联合应用技术研究，分析联合总科学目标与极轨、静止轨道探测要求关系，论证高低轨一体化应用体系。

4) 静止轨道毫米波亚毫米波探测仪需求分析与指标论证

根据气象应用、气候研究以及科学研究的要求，结合中国的实际情况，对静止轨道毫米波亚毫米波探测仪的需求进行分析论证。给出静止轨道毫米波亚毫米

波探测仪需要实现的功能，以及对于提升我国气象应用、气候应用、科学研究等方面能力的意义。从应用需求方面提出静止轨道毫米波亚毫米波探测仪预期能够实现的各项科学指标，包括探测频段、水平空间分辨率、垂直空间分辨率、温度灵敏度、时间分辨率和观测延迟等。并以科学指标为基础，与航天八院载荷单位 804 所合作，共同完成静止轨道毫米波亚毫米波探测仪工程技术指标体系论证。

二、亚毫米波临边探测仪

1 载荷概述

亚毫米波临边探测仪是八院“核心攀登”项目，是采用亚毫米波高频谱探测技术来实现对大气定量监测和大气变化探测，当前已经完成了亚毫米波高频接收、二次变频单元、模拟谱分析和数字谱分析等关键技术攻关，并完成了系统方案设计，开展了各子系统的加工与部分测试，计划于 2015 年底完成地面原理试验样机的研制。与中科院遥感所已经开展了需求与反演的先期研究。

2 研究目标

针对亚毫米波临边探测仪进行国际发展趋势与现状调研和需求分析。基于大气辐射传输模型（正演模型）开展各种参数指标的敏感性分析，明确载荷科学目标，开展了亚毫米波临边探测仪载荷总体指标论证。

3 研究内容

亚毫米波临边探测仪反演应用研究具体包括以下四方面的工作：

1) 亚毫米波临边探测仪国际现状与发展趋势研究

对国内外科研机构在太赫兹临边探测技术应用方面所做的科学研究工作和星载、机载仪器进行总结，并综合分析太赫兹临边高频谱探测技术应用未来的发展方向。对国内研制亚毫米波临边探测仪的可行性进行分析。

2) 亚毫米波临边探测仪正演模型与参数敏感性分析

调研国外正演模型，基于国外高精度的正演模型，完成无云条件下太赫兹临边探测正演模型模拟。分析不同大气、地表辐射背景及传感器参数对探测的敏感性。需要分析的参数有探测频点、带宽、空间分辨率、时间分辨率、测量误差等。

3) 亚毫米波临边探测仪需求分析论证

根据气象应用、大气环境监测以及科学研究的要求，结合中国的实际情况，对极轨气象卫星上搭载及机载亚毫米波临边探测仪的需求进行分析论证。在参数敏感性分析基础上，结合国内载荷研发现状，提出可行的科学目标需求，论证亚毫米波临边探测仪对红外紫外临边探测仪的应用的互补性。并针对亚毫米波临边探测仪开展载荷评估，完成评估分析报告。

4) 亚毫米波临边探测仪科学指标与工程技术指标论证

提出亚毫米波临边探测仪预期能够实现的各项科学指标。并以科学指标为基础，结合研制周期内能够达到的技术水平的实际情况，完成亚毫米波临边探测仪工程技术指标的论证工作。

三、GNSS-R 海洋微波测高仪

1 载荷概述

该载荷作为航天科技集团公司科技创新研发项目，上海市科委军民两用项目，总装预研基金支持项目，由八院八〇四所抓总开展研究工作，完成了星载多波束相控阵天线设计技术的实现，并在 GNSS 海面微弱散射信号增强技术、星载镜面反射点预测技术的研究、论证和具体工程化应用方面取得了突破。目前已经完成了整个载荷原理样机的硬件研制，正在进行子系统、分系统的联调，以及软硬件的联合调试，准备进行海面静态试验，并探讨挂飞的可行性，以获取实际海况数据。接下来要做的重点是深化需求分析与海面测高反演应用技术研究，进一步明确载荷的科学目标。

2 研究目标

针对 GNSS-R 海洋微波测高仪的国内外应用现状进行广泛调研，同时开展基于 GNSS-R 体制的海洋测高模型和反演算法的研究，探讨、论证 GNSS-R 海洋微波测高仪的主要科学目标和次要科学目标，完成 GNSS-R 海洋微波测高仪的载荷指标体系论证。

3 研究内容

GNSS-R 海洋微波测高仪反演应用研究具体包括以下四方面的工作：

1) GNSS-R 海洋微波测高仪国内外应用现状调研与分析

针对当前国内 GNSS-R 测高技术应用情况，开展 GNSS-R 测高应用算法调研及实际数据产品应用效果分析。同时开展国内外机载、岸基 GNSS-R 测高系统应用算法调研与应用研究。

2) 基于 GNSS-R 技术的海面高度、有效波高的反演算法研究

对海面高度反演模型、波浪谱模型进行研究，探讨、论证适用于 GNSS-R 体制的海面高度模型和波浪谱模型，分析中低海况以及高海况下的海面粗糙度对反演结果的影响。开展大气电离层对信道传输特性影响的分析，并对双频、三频对电离层误差消除的模型进行研究、论证。重点研究海表面散射模型，论证分析 GNSS-R 技术在不同高度、不同平台的搭载下，对小、中、大尺度全球海面测高、有效波高反演的精度和时空分辨率。同时开展进一步提高 GNSS-R 技术海面测高精度的可行性研究。

3) GNSS-R 测高仪与其它体制遥感载荷的数据融合的应用研究

基于现有星载、机载与地面探测数据，开展不同体制遥感载荷数据融合与气象参数联合反演方法研究，开展 GNSS-R 测高载荷与散射计、辐射计、SAR 等不同体制的遥感载荷的数据联合应用对气象参数反演精度提高的方法研究。同时开展与盐度计、光学 SAR 等其它体制的载荷互补，拓展各自的应用领域，提高探测精度和可靠度，创建交叉领域的研究。分析论证多星组网对海面高度、有效波高反演结果的影响和提升。

4) GNSS-R 海洋微波测高仪的需求分析与指标论证

根据气象应用、气候研究以及科学研究的要求，结合中国的实际情况，对 GNSS-R 海洋微波测高仪的需求进行分析论证。给出 GNSS-R 海洋微波测高仪需要实现的功能，以及对于提升我国气象应用、气候应用、科学研究等方面能力的意义。从应用需求方面提出 GNSS-R 海洋微波测高仪预期能够实现的各项科学指标，并以科学指标为基础，与航天八院载荷单位 804 所合作，共同完成 GNSS-R 海洋微波测高仪工程技术指标体系论证。

四、GNSS-R 海洋微波测风仪

1 载荷概述

该载荷作为航天科技集团公司科技创新研发项目，上海市科委军民两用项目，由八院八〇四所抓总开展研究工作，完成了 GNSS 海面微弱散射信号增强技术、星载镜面反射点预测技术的研究、并在具体工程化应用方面取得了突破。目前正在进行整个载荷原理样机的硬件研制，准备进行海面静态试验，并探讨挂飞的可行性，以获取实际海况数据。接下来要做的重点是深化需求分析与海面测风反演应用技术研究，进一步明确载荷的科学目标。

2 研究目标

针对 GNSS-R 海洋微波测风的国内外应用现状进行广泛调研，同时开展基于 GNSS-R 体制的海洋测风模型和反演算法的研究，探讨、论证 GNSS-R 海洋微波测风仪的主要科学目标和次要科学目标，完成 GNSS-R 海洋微波测风仪的载荷指标体系论证。

3 研究内容

GNSS-R 海洋微波测风仪反演应用研究具体包括以下四方面的工作：

5) GNSS-R 海洋微波测风仪国际现状与发展趋势研究

针对当前国内 GNSS-R 测风技术应用情况,开展 GNSS-R 测风应用算法调研及实际数据产品应用效果分析。同时开展国内外机载、岸基 GNSS-R 测风系统应用算法调研与应用研究。

6) 基于 GNSS-R 技术的海面风场反演算法研究

调研国外测风模型,对海面风速、风向反演模型进行研究,探讨、论证适用于 GNSS-R 体制的海面散射模型和海浪谱模型,分析中低海况以及高海况下的海面粗糙度对反演结果的影响。开展大气电离层对信道传输特性影响的分析,并对双频、三频对电离层误差消除的模型进行研究、论证。重点研究海表面散射模型,论证分析 GNSS-R 技术在高海况、大风速下进行准确探测的可行性研究。同时开展对台风模型的研究,论证分析台风、飓风探测技术的可行性。

7) GNSS-R 测风仪与其它体制遥感载荷的数据融合的应用研究

基于现有星载、机载与地面探测数据,开展不同体制遥感载荷数据融合与气象参数联合反演方法研究,开展 GNSS-R 测风载荷与散射计、高度计、SAR 等不同体制的遥感载荷的数据联合应用对气象参数反演精度提高的方法研究。同时开展与降雨卫星、光学 SAR 等其它体制的载荷互补,创建高海况下全 3D 气象降雨视图的研究。分析论证多星组网对时空分辨率和探测精度的影响和提升。

8) GNSS-R 海洋微波测风仪科学指标与工程技术指标论证

提出 GNSS-R 海洋微波测风仪预期能够实现的各项科学指标。并以科学指标为基础,结合研制周期内能够达到的技术水平的实际情况,完成 GNSS-R 海洋微波测风仪工程技术指标的论证工作。