

# 星基ADS-B碰撞报文恢复与提取技术研究

报 告 人：邓 权

学科专业名称：航空工程

指 导 教 师：苏志刚 教授

2017-09-19

# 报告内容

1. 研究背景
2. 国内外研究现状
3. 研究内容
4. 研究方案
5. 拟解决的关键问题
6. 前期研究成果
7. 工作计划



# 1. 研究背景 (1/2)

近年来，航空业发展迅速，飞机流量持续快速增长以及飞机失联给航迹跟踪、流量控制、航空安全、事故搜索等领域带来了巨大挑战。为了应对这些挑战，2003年ADS-B技术被ICAO确定为未来主要监视技术。

ADS-B技术集通信与监视于一体替代了二次雷达监管技术，不仅能够让飞行员清晰地了解到飞机周边情况，还可以让地面管制人员能对空域流量等进行实时的监控与控制，在民用航空领域应用十分广泛。

相较于二次雷达技术，ADS-B有以下优点：

(1) ADS-B建设成本小，精度高

(2) ADS-B是自主向外发送信息，减少询问环节

# 1. 研究背景 (2/2)

现在的**ADS-B**接收机都是通过地面基站的形式存在，如果想实现全球面积的信号覆盖，则会面临众多问题：

- (1) 大量地面基站的修建需要很高的成本
- (2) 海洋地区以及极地地区的基站修建十分困难

因此，欧洲的航空局星载开始着手研究星基**ADS-B**技术，相比于地面基站，星载**ADS-B**技术有以下优点：

- (1) 星载**ADS-B**接收机的覆盖范围是地面基站的十几倍以上。
- (2) 能够对轨道辐射范围的飞机进行实时监控，不受地形的影响，不需要修建大量接收机，成本相对较低

## 2. 国内外研究现状

国内外对于星载**ADS-B**系统的研究是在地面基站建设相对完善后开始的，初始目的是应用于监视跨洋飞行的飞机。

2008年，欧空局率先开始研究**1090ES**模式的**ADS-B**信号能否被低轨道卫星接收到、研究和仿真促使星载“**ADS-B**”的诞生。

2013年，德国航空中心研制发射了国际首颗星载**ADS-B**的实验卫星**PROVE-V**，主要任务是接收和解算**ADS-B 1090ES**数据链中**DF**位为**17**和**11**的信号。

2015年，铱星二代卫星开始陆续发射，计划于2017年完全替代目前网络，预计将成为第一个完成星座组网的**ADS-B**系统

中国起步较晚，2015年国防科技大学研制的天拓三号微纳卫星实现了国内星载**ADS-B**侦收系统的首次飞行试验。

### 3. 研究内容

星载ADS-B系统的最大优势是覆盖范围广，然而这一优势也带来了2个技术上的主要难题：

(1) 由于传输距离和功率损耗，信号到达接收机时功率很小，因此，如何大幅度提高ADS-B接收机的灵敏度需要被解决

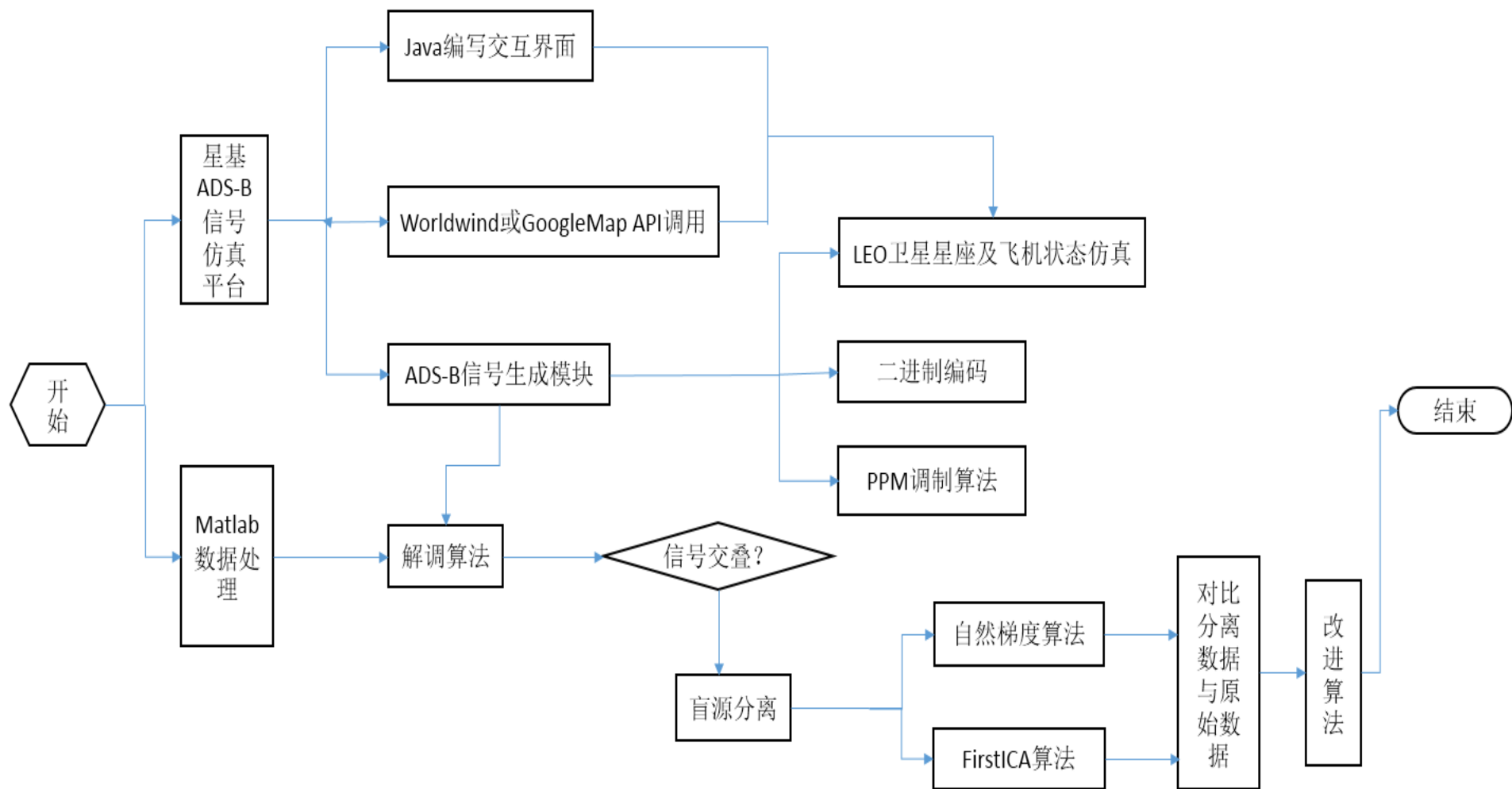
(2) 由于覆盖面积巨大，区域内飞机的数目众多，大量的报文数量导致信号的重叠情况十分严重，如何解重叠将重叠信号分离出来是所面临的另一个难题

本课题的研究内容主要是通过搭建星基ADS-B仿真平台，实现对星基ADS-B系统的仿真，然后通过算法分析恢复与提取出重叠ADS-B信号



# 4. 研究方案 (1/4)

## 4.1 流程图



## 4. 研究方案（2/4）

研究方案主题分为两部分：

（1）数据的生成与采集

- 星基ADS-B仿真平台

（2）数据处理模块

- Matlab算法分析





## 4. 研究方案（3/4）

### 星基ADS-B仿真平台搭建

- (1) 利用JAVA编写交互界面
- (2) 调用Worldwind或Google Map等地图类软件API, 仿真出三维的卫星星座以及航空飞机
- (3) 利用仿真出的飞机位置等信息, 通过编码和PPM调制, 实现ADS-B信号的发射模块
- (4) 对卫星星座编写ADS-B信号接收模块

## 4. 研究方案（4/4）

### Matlab信号处理模块

- （1）通过JAVA与Matlab的交互，将卫星星座接收到的不同飞机的信号后台传送给Matlab
- （2）Matlab编写算法对采集到的交叠信号进行提取与恢复
- （3）比较不同算法对交叠信号的分离结果，提出一种优化的算法来对交叠信号恢复与提取

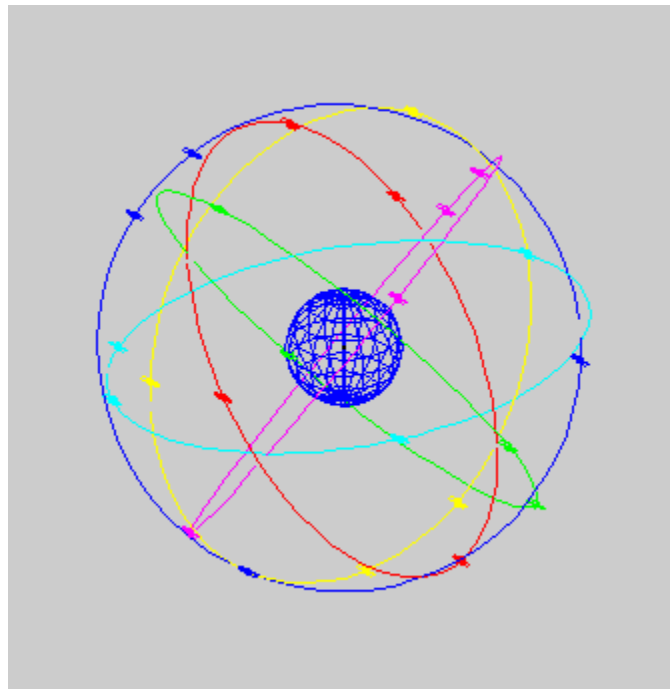


## 5. 拟解决的关键问题

- (1) 低轨道卫星（LEO）星座和飞机位置、速度等状态模拟仿真
- (2) 建立飞机上ADS-B信号发送模块以及卫星星座上的ADS-B信号接收模块
- (3) 对交叠信号进行算法分析与优化

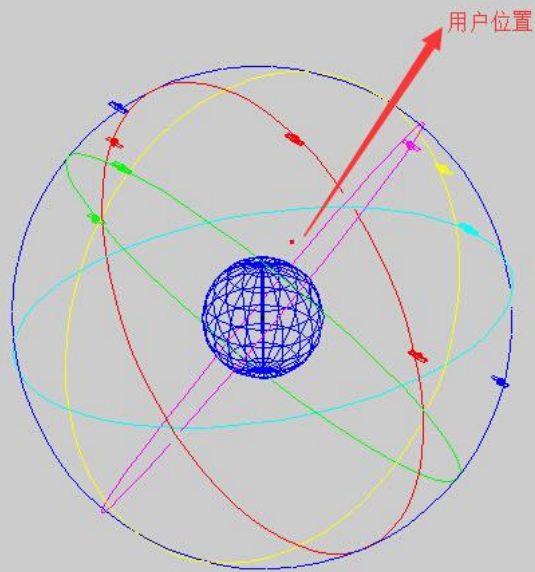
## 6. 前期研究成果 (1/4)

### 卫星星座研究及仿真



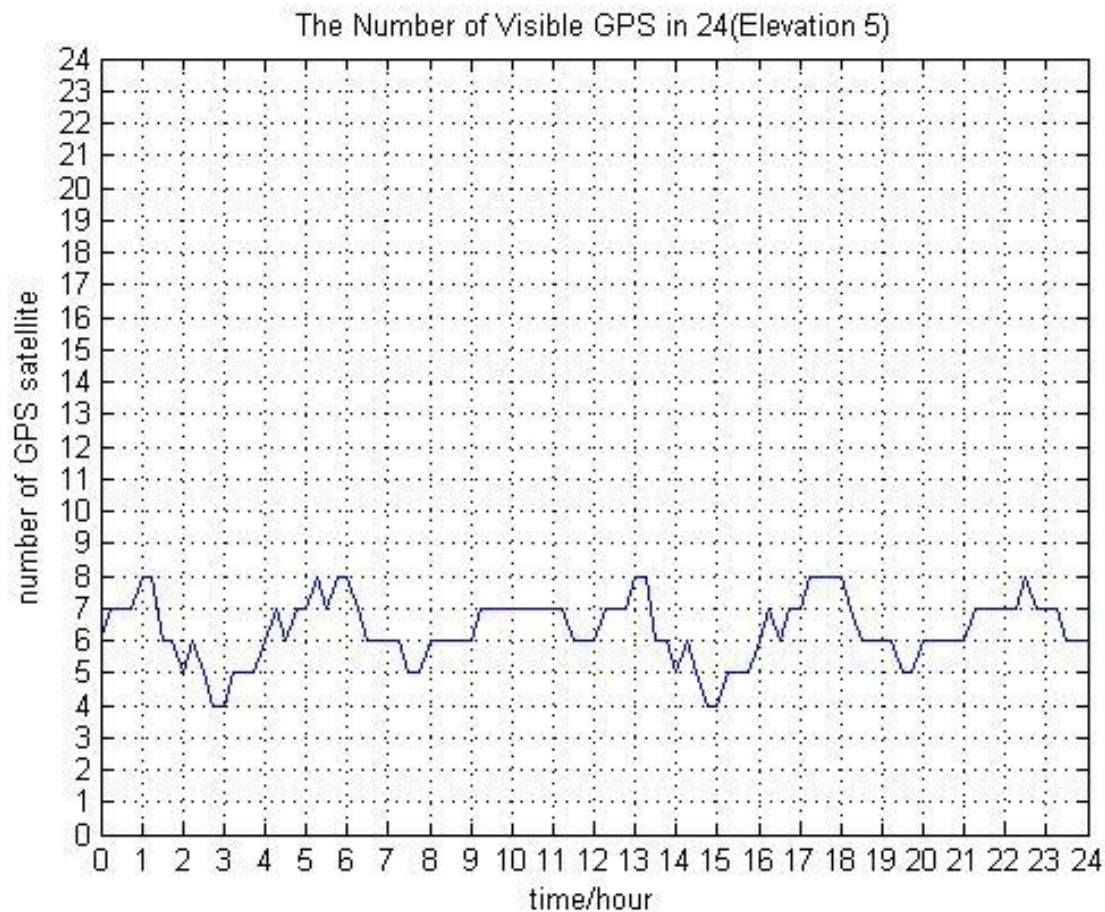
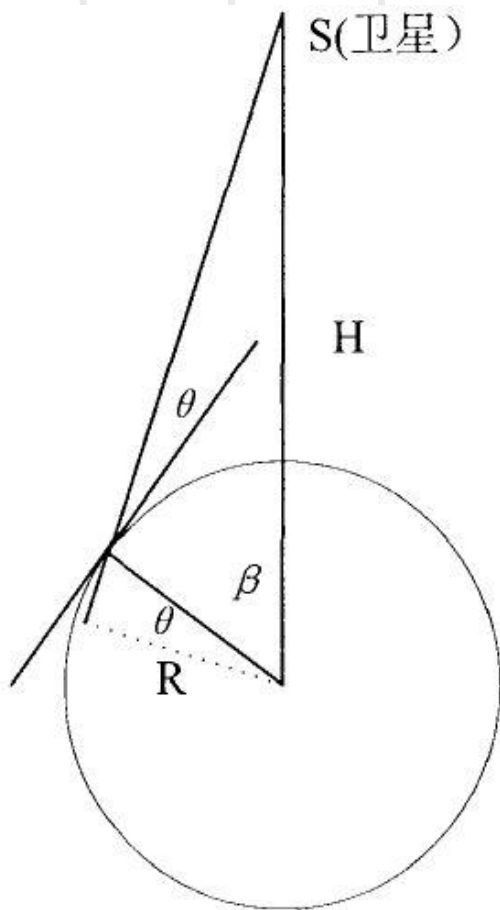
## 6. 前期研究成果 (2/4)

卫星星座可见性分析：最小仰角



## 6. 前期研究成果 (3/4)

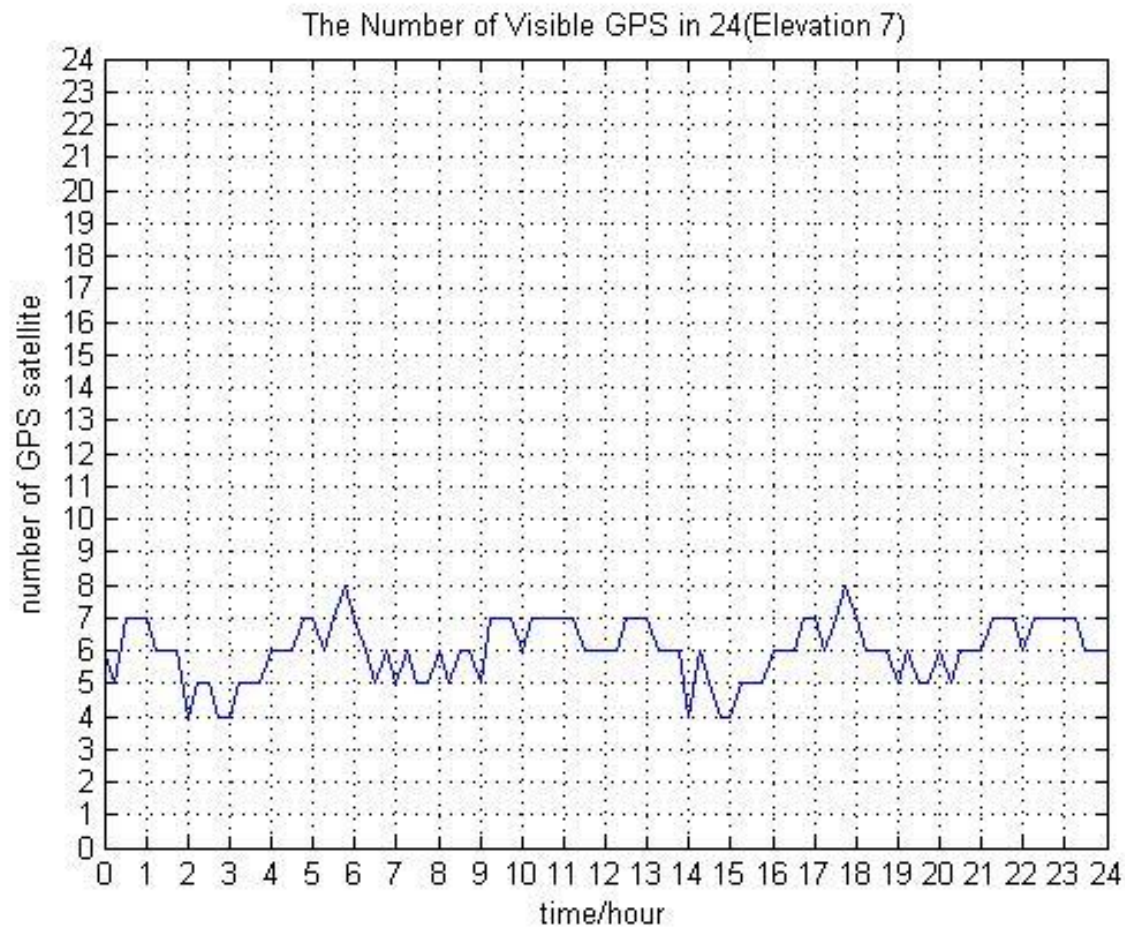
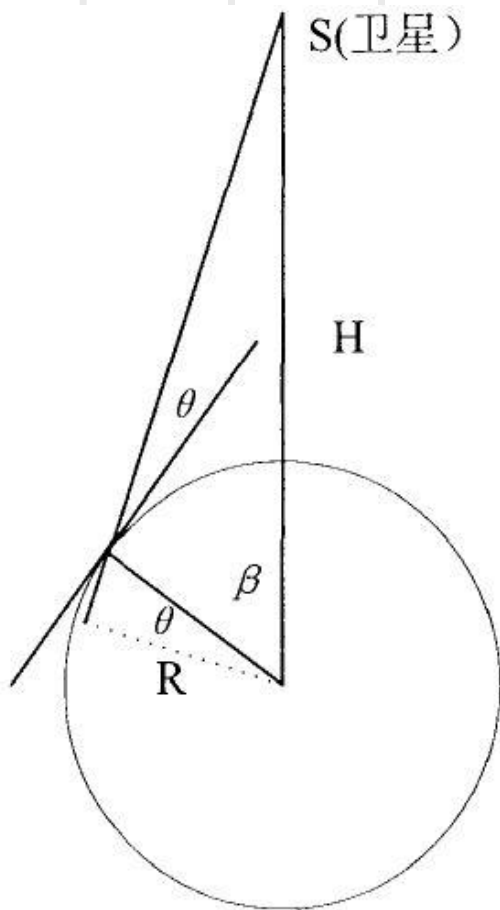
卫星星座可见性分析：最小仰角为 $5^\circ$  时





## 6. 前期研究成果 (4/4)

卫星星座可见性分析：最小仰角为 $7^\circ$  时



## 7. 工作计划

时 间	内 容
2017年9月~11月	查找并阅读与课题相关的文献，学会如何使用JAVA与Matlab的交互以及对Worldwind、Google Map等API的调用
2017年12月~2018年4月	搭建星基ADS-B仿真平台，完成ADS-B信号的仿真工作，并得到交叠ADS-B信号用于分析
2018年5月~7月	利用不同算法对交叠的ADS-B信号进行恢复与提取，比较不同算法对交叠信号的分离结果
2018年8月~12月	算法优化，通过比较不同算法的分离结果，提出一种优化的算法来对交叠信号进行分离，将新的算法分离结果与原始信号进行比较，验证新的算法的可行性
2019年1月~6月	工作总结，撰写学位论文和发表的SCI期刊论文





# 致谢

---

谢谢，敬请批评指正！

