



项目批准号	61501343
申请代码	F011902
归口管理部门	
依托单位代码	71007108A0993-1882



61501343 1006944

国家自然科学基金委员会 资助项目计划书

资助类别：青年科学基金项目

亚类说明：

附注说明：

项目名称：机载多天线电磁特性分析的高效算法研究

直接费用：19万元

间接费用：3.2万元

项目资金：22.2万元

执行年限：2016.01-2018.12

负责人：王兴

通讯地址：陕西省西安市太白南路2号

邮政编码：710071

电话：029-88202662

电子邮件：wangxing@mail.xidian.edu.cn

依托单位：西安电子科技大学

联系人：刘艳妮

电话：029-88202837

填表日期：2015年09月01日

国家自然科学基金委员会制



国家自然科学基金委员会资助项目计划书填报说明

- 一、项目负责人收到《关于国家自然科学基金资助项目批准及有关事项的通知》（以下简称《批准通知》）后，请认真阅读本填报说明，参照国家自然科学基金相关项目管理办法及《国家自然科学基金资助项目资金管理办法》（请查阅国家自然科学基金委员会官方网站首页“政策法规”-“管理办法”栏目），按《批准通知》的要求认真填写和提交《国家自然科学基金委员会资助项目计划书》（以下简称《计划书》）。
- 二、填写《计划书》时要求科学严谨、实事求是、表述清晰、准确。《计划书》经国家自然科学基金委员会相关项目管理部门审核批准后，将作为项目研究计划执行和检查、验收的依据。
- 三、《计划书》各部分填写要求如下：
 - （一）简表：由系统自动生成。
 - （二）摘要及关键词：各类获资助项目都必须填写中、英文摘要及关键词。
 - （三）项目组主要成员：计划书中列出姓名的项目组主要成员由系统自动生成，与申请书原成员保持一致，不可随意调整。如果批准通知中“项目评审意见及修改意见表”中“对研究方案的修改意见”栏目有调整项目组成员相关要求的，待项目开始执行后，按照项目成员变更程序另行办理。
 - （四）资金预算表：按批准资助的直接费用填报资金预算表和预算说明书，其中的劳务费、专家咨询费金额不应高于申请书中相应金额；间接费用及项目总经费由系统自动生成。国家重大科研仪器研制项目还应按照预算评审后批复的直接费用各科目金额填报资金预算表、预算说明书及相应的预算明细表。
 - （五）正文：
 1. 面上项目、青年科学基金项目、地区科学基金项目：如果《批准通知》中没有修改要求的，只需选择“研究内容和研究目标按照申请书执行”即可；如果《批准通知》中“项目评审意见及修改意见表”中“对研究方案的修改意见”栏目明确要求调整研究期限和研究内容等的，须选择“根据研究方案修改意见更改”并填报相关修改内容。
 2. 重点项目、重点国际（地区）合作研究项目、重大项目、国家重大科研仪器研制项目：须选择“根据研究方案修改意见更改”，根据《批准通知》的要求填写研究（研制）内容，不得自行降低、更改研究目标（或仪器研制的技术性能与主要技术指标以及验收技术指标）或缩减研究（研制）内容。此外，还要突出以下几点：
 - （1）研究的难点和在实施过程中可能遇到的问题（或仪器研制风险），拟采用的研究（研制）方案和技术路线；
 - （2）项目主要参与者分工，合作研究单位之间的关系与分工，重大项目还需说明课题之间的关联；
 - （3）详细的年度研究（研制）计划。



3. 国家杰出青年科学基金、优秀青年科学基金和海外及港澳学者合作研究基金项目：须选择“根据研究方案修改意见更改”，按下列提纲撰写：
 - (1) 研究方向；
 - (2) 结合国内外研究现状，说明研究工作的学术思想和科学意义（限两个页面）；
 - (3) 研究内容、研究方案及预期目标（限两个页面）；
 - (4) 年度研究计划；
 - (5) 研究队伍的组成情况。
4. 对于其他类型项目，参照面上项目的方式进行选择和填写。

2026年度提名书正式版



简表

申请者信息	姓 名	王兴	性 别	男	出生年月	1984年10月	民 族	汉族
	学 位	博士			职 称	讲师		
	电 话	029-88202662		电子邮箱	wangxing@mail.xidian.edu.cn			
	传 真			个人网页				
	工 作 单 位	西安电子科技大学						
	所 在 院 系 所	电子工程学院						
依托单位信息	名 称	西安电子科技大学					代 码	71007108A0993
	联 系 人	刘艳妮		电子邮箱	ynliu@mail.xidian.edu.cn			
	电 话	029-88202837		网站地址	www.xidian.edu.cn			
合作单位信息	单 位 名 称							代 码
项目基本信息	项 目 名 称	机载多天线电磁特性分析的高效算法研究						
	资 助 类 别	青年科学基金项目				亚 类 说 明		
	附 注 说 明							
	申 请 代 码	F011902:计算电磁学				F011904:电磁兼容		
	基 地 类 别							
	执 行 年 限	2016.01-2018.12						
	直 接 费 用	19万元				间 接 费 用	3.2万元	
	项 目 资 金	22.2万元						



项目摘要

中文摘要(500字以内):

飞机等大尺寸平台上装载着各种用途如通信、导航、探测目标的天线,因此多天线系统的电磁兼容性(EMC)分析一直是现代电磁工程中的难点课题之一。为了实现良好的兼容性,并使天线的性能得到正常发挥,机载多天线系统的电磁兼容性(EMC)分析成为了机载天线设计关键技术里的重中之重。而发展该项技术首要解决的问题是如何快速精确分析机载多天线系统的电磁特性。因此本项目将深入研究高效的电磁计算方法,以解决当前算法和仿真软件在分析机载多天线电磁特性的薄弱环节。主要的创新性包括:1)探索基于离散多天线系统的MoM-PO算法,为新算法的发展奠定基础;2)研究基于离散多天线系统的AIM-PO算法,并将其用于高效分析机载多个线天线的辐射特性;3)实现基于连接结构多天线系统的MoM-PO算法,从而可灵活选取MoM区域;4)开发出基于多天线系统AIM-PO算法的软件高效分析机载多阵列天线的电磁特性。

关键词: 混合算法; 快速傅里叶变换; 物理光学方法; 自适应方法; 多天线系统分析

Abstract(limited to 4000 words):

The antennas for wireless telecommunications, navigation, and detecting targets are usually mounted on the large-scale platforms, such as an aircraft. Therefore, the analysis of electromagnetic compatibility (EMC) of multiple-antenna system has been a difficult issue in modern electromagnetic engineering. To achieve better electromagnetic compatibility and make sure the antennas work normally, the analysis of multiple-antenna system in the presence of aircraft has been the key techniques in the aircraft design. The most important issue of this technique is how to achieve fast and accurate analysis of multiple array antennas mounted on an aircraft. Therefore, to overcome the difficulties confronted in the analysis of multiple array antennas mounted on an aircraft when using the current algorithms and softwares, we will deeply explore the more efficient computational electromagnetic methods. The main contributions are outlined as follows: 1) A novel MoM-PO technique based on a disjointed antennas system is explored, which lays the foundation for the development of the novel algorithm; 2) The adaptive integral method-physical optics (AIM-PO) technique based on a disjointed antennas system is presented for fast analysis of multiple antennas mounted on an aircraft; 3) The MoM-PO based on the connected antennas system is developed to choose the MoM regions flexibly; 4) Finally, the software based on the novel AIM-PO algorithm of multiple-antenna system is developed for fast analysis of multiple array antennas in the presence of aircraft.

Keywords: Hybrid Algorithm; Fast Fourier Transform; Physical Optics; Adaptive Integral Method; Multiple-Antenna System Analysis



项目组主要成员

编号	姓名	出生年月	性别	职称	学位	单位名称	电话	证件号码	项目分工	每年工作时间 (月)	
1	王兴	1984. 10	男	讲师	博士	西安电子科技大学	029-88202662	610502198410201236	项目负责人	8	
2	赵勋旺	1983. 04	男	副教授	博士	西安电子科技大学	13384924213	142623198304070013	多天线系统AIM-PO 关键技术研究	4	
3	张帅	1983. 09	男	讲师	博士	西安电子科技大学	18220848659	429001198309160459	连接多天线MoM-PO 技术研究	6	
4	王夫蔚	1987. 06	男	博士后	博士	西安电子科技大学	15929937053	610113198706131617	机载多线天线电磁 建模	6	
5	董海林	1984. 06	男	博士生	学士	西安电子科技大学	15877348412	610324198406251879	高效混合算法研究	10	
6	赵博	1987. 10	男	博士生	学士	西安电子科技大学	15991342657	610103198710173614	离散多天线MoM-PO 技术研究	10	
7	杨佳妮	1991. 12	女	硕士生	学士	西安电子科技大学	15091893346	610125199112240023	机载多阵列天线电 磁建模	10	
总人数		高级		中级		初级		博士后		博士生	硕士生
7		1		2				1		2	1



国家自然科学基金项目资金预算表（定额补助）

项目名称： 机载多天线电磁特性分析的高效算法研究

项目负责人： 王兴

金额单位： 万元

序号	科目名称	金额	备注
	(1)	(2)	(3)
1	一、 项目资金支出	22. 2000	/
2	（一）直接费用	19. 0000	
3	1、 设备费	5. 0000	
4	（1）设备购置费	3. 0000	用于项目研究的高性能计算机3台
5	（2）设备试制费	0. 0000	
6	（3）设备改造与租赁费	2. 0000	用于给现有高性能服务器进行硬件升级和维护
7	2、 材料费	0. 0000	
8	3、 测试化验加工费	0. 0000	
9	4、 燃料动力费	0. 0000	
10	5、 差旅费	3. 6000	用于调研和学术交流
11	6、 会议费	2. 0000	用于组织会议
12	7、 国际合作与交流费	2. 0000	参加IEEE APS国际会议
13	8、 出版/文献/信息传播/知识产权事务费	2. 5000	论文版面费、信息检索费等
14	9、 劳务费	3. 3000	直接参加项目研究的研究生的劳务费
15	10、 专家咨询费	0. 6000	向专家教授咨询的费用
16	11、 其他支出	0. 0000	
17	（二）间接费用	3. 2000	
18	其中：绩效支出	0. 8000	
19	二、 自筹资金	0. 0000	



预算说明书

(请对各项支出的主要用途和测算理由及合作研究外拨资金等内容进行详细说明，可根据需要另加附页。)

1 设备费

(1) 设备购置费

3.0万元。为高效分析大规模机载多天线系统的电磁特性，需配置高性能计算机2台，每台约0.8万元×2=1.6万元，移动计算设备1台，每台约1.4万元×1=1.4万元。

(2) 设备试制费

无

(3) 设备改造与租赁费

2.0万元。对现有的2台高性能服务器进行硬件升级，包括升级内存、硬盘或其他硬件，每台约1.0万元。

2 材料费

无

3 测试化验加工费

无

4 燃料动力费

无

5 差旅费

3.6万元。为实时掌握和交流项目研究内容的新进展和新方向，开展科学实验、业务调研、学术交流等所发生的费用，每人交通费用约0.25万元，住宿费约320元/天×3天=0.096万元，出差补助180元/天×3天=0.054万元，注册费约0.2万元，共计约6人次，共计0.6万元×6人次=3.6万元。

6 会议费

2.0万元。在项目研究过程中，针对天线加工及载体平台设计中的需求，每次邀请领域内专家旁听，给出指导意见，会议时间1天，参会约25人，预算约1.0万元/次。。

7 国际合作和交流费

2.0万元。针对项目研究过程中在数值计算等方面的问题，参加IEEE天线与传播顶级国际会议一次，预算交通费约1.2万元，注册费约0.5万元，食宿费约0.3万元，共计2万元。

8 出版/文献/信息传播/知识产权事务费

2.5万元。预计专利申请1项，预算0.36万元；中文论文2篇，预算0.24万元；国际期刊论文2篇，预算1.2万元；文献检索、论文和资料费等，预算0.7万元。

9 劳务费

3.3万元。支付给项目组成员中博士后、研究生的劳务费用，硕士研究生600元/月，预算0.06×1人×15月=0.9万元，博士研究生800元/月，预算0.08×2人×15月=2.4万元。

10 专家咨询费

0.6万元。用于项目研究过程中遇到理论、实验等方面问题时，向脑天线领域的教授、研究员咨询的费用，每人约600元，预算为0.06万元×5人次/年×2年=0.6万元

11 其他支出

无

项目负责人签字：

科研部门公章：

财务部门公章：



报告正文

研究内容和研究目标按照申请书执行。

年度研究计划

2016.1—2016.12

- 1) 调研、整理和归档当前 AIM 算法、MoM-PO 算法以及 AIM-PO 算法研究的相关资料；
- 2) 对课题组成员提出明确分工，分别对基于离散多天线系统的 MoM-PO 算法以及基于连接结构多天线系统的 MoM-PO 算法进行深入的研究；
- 3) 实现基于离散多天线系统的 MoM-PO 算法。

2017.1—2017.12

- 1) 开发出基于离散多天线系统的 AIM-PO 算法高效分析载体平台上多个天线辐射特性以及机载多线天线的辐射特性；
- 2) 设计一些载体平台上多天线的简单算例，并比较基于离散多天线系统的 MoM-PO、AIM-PO 算法数值结果以及软件仿真结果进而验证算法的正确性和高效性；
- 3) 实现迭代基于连接结构的 MoM-PO 算法；
- 4) 组织小型的学术交流会，与新加坡国立大学的淡马锡实验室进行学术讨论，研究基于不同类型的多天线电磁模型的 AIM-PO 算法的关键技术。

2018.1—2018.12

- 1) 研究出基于连接结构多天线系统的 AIM-PO 算法，并通过一些载体平台上多个线天线的简单算例，验证算法的正确性和高效性；
- 2) 设计一些复杂的机载多个阵列天线模型，比较数值计算结果以及软件仿真结果，进一步验证算法的精度与效率；
- 3) 总结、整理有关的研究成果，并完成论文和结题报告。

预期研究结果

- 1) 实现基于离散多天线系统的 MoM-PO 算法，为新高效算法奠定基础；
- 2) 研究出基于离散多天线系统的 AIM-PO 算法，并将其用于机载多个线天线的辐射特性分析中；



- 3) 实现基于离散多天线系统的 MoM-PO 算法;
- 4) 开发出适用性高的基于本项目多天线系统的 AIM-PO 新算法的电磁软件进而分析机载多个阵列天线的辐射特性, 并为机载通信天线设计、相控阵雷达系统设计以及机载天线兼容性分析提供技术支持;
- 5) 发表学术论文 5-8 篇, 其中 IEEE T-AP 等国际权威期刊论文 2-3 篇;
- 6) 培养 3-6 名硕士研究生。

2026年度提名书正式版



国家自然科学基金资助项目签批审核表

我接受国家自然科学基金的资助，将按照申请书、项目批准意见和计划书负责实施本项目（批准号：61501343），严格遵守国家自然科学基金委员会关于资助项目管理、财务等各项规定，切实保证研究工作时间，认真开展研究工作，按时报送有关材料，及时报告重大情况变动，对资助项目发表的论著和取得的研究成果按规定进行标注。 项目负责人（签章）： 年 月 日		我单位同意承担上述国家自然科学基金项目，将保证项目负责人及其研究队伍的稳定和研究项目实施所需的条件，严格遵守国家自然科学基金委员会有关资助项目管理、财务等各项规定，并督促实施。 依托单位（公章） 年 月 日																		
本栏目由基金委填写	科学处审查意见：																			
	建议年度拨款计划（本栏目为自动生成，单位：万元）： <table><tr><td>年度</td><td>总额</td><td>第一年</td><td>第二年</td><td>第三年</td><td>第四年</td><td>第五年</td></tr><tr><td>金额</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>						年度	总额	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	金额						
	年度	总额	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年													
金额																				
科学部审查意见： 负责人（签章）： 年 月 日																				
本栏目主要用于重大项目等	相关局室审核意见： 负责人（签章）： 年 月 日																			
	委领导审批意见： 委领导（签章）： 年 月 日																			