

浙江省科学技术奖推荐书

推荐号：13140117

一、项目基本情况

专业评审组：101 机械：机械、电力

奖励类别：技术发明

项目名称 (中文)	皮卫星关键技术及其应用			
主要完成人员	金仲和, 陈子辰, 郑阳明, 王跃林, 金小军, 王昊, 吴昌聚, 王慧泉, 王春晖, 张朝杰, 蒙涛, 白剑, 徐月同, 李东, 何湘鄂			
主要完成单位 (本省第一完成单位盖章)	浙江大学, 中国科学院上海微系统与信息技术研究所			
推荐单位 (盖章)	浙江大学	推荐书可否公示	1 是	
		推荐奖励等级	一等奖	
		项目初评的建议奖励等级低于推荐等级时 <input checked="" type="checkbox"/> 撤回		
主题词	皮卫星, 微型测控应答机, 三轴姿控			
学科分类	1	机电一体化技术	代码	4604070
	2	电子与通信科学技术	代码	5100000
技术管理领域	A91 机电一体化			
所属国民经济行业	13 科学研究、技术服务和地质勘查业			
任务来源	01 国家科技计划			
具体计划、基金的名称和编号(不超过150汉字)				
国家973计划, MEMS皮卫星研究, G1999033110; 教育部, 微小卫星星载测控应答机研制, 重点(104096)。				
授权发明专利	10(项)	其它知识产权	0(项)	
科技成果登记号	13015034			
项目起止时间	起始: 2001-01-01		完成: 2012-01-01	

推荐书版本: 2013999700019289

二、 项目简介

项目主要技术内容、授权专利情况、技术指标、应用推广及取得的经济社会效益等（不超过 1000 汉字）

航天技术是二十一世纪最为重要的战略高技术之一。皮卫星是未来航天技术重要发展方向，在国防安全和民用领域均有重要应用。国际上尤其是发达国家竞相开展皮卫星研究，但由于体积、重量和功耗限制苛刻，所发射的皮卫星成功率低且功能单一；特别是皮卫星三轴姿控更鲜有成功，限制了皮卫星走向实际应用。

本项目利用 MEMS 等微型化技术，取得以下三方面主要创新成果：

发明点 1、突破可靠性设计和自动测试验证难题，研制了国内首颗公斤级卫星。采用微小化、一体化、电子系统无缆化的总体设计技术，有效解决了皮星热控、可靠性、电磁兼容和工业级器件航天应用等问题，成功地发射和运行了 2 颗 ZDPS-1A 卫星，单星重 3.5kg，功耗 3.5W，具备测控通信、三轴姿控、对地全景照相等功能，至今已在轨稳定运行 2 年多。

发明点 2、研制了超低功耗微型化姿控系统及部组件，在国际上首次实现了公斤级卫星自主快速三轴稳定。2 颗 ZDPS-1A 卫星发射入轨后 1 天内即自主实现了对地三轴稳态控制，获取了稳定的地球全景照片。国际上其他已发射的一百余颗 5kg 以下卫星中，仅有加拿大的 CanX-2 卫星在发射入轨后调试了半年多才实现了三轴稳态控制。

发明点 3、创新分频鉴相型载波跟踪环结构，研制出国际上最小、功耗最低的星载 USB 应答机，并成功应用于多型卫星。该应答机重量（56 克）比传统应答机减轻了 2 个量级，功耗（2.2W）减小 1 个量级，主要功能和技术指标与传统应答机相当，为我国微小卫星研制提供了核心部件。

项目已获发明专利 10 项，发表论文 57 篇。两颗皮卫星目前已被西安卫星测控中心用于雷达标校任务；测控应答机已被航天五院、国防科大、中科院等单位 5 型 10 颗卫星采用，其中希望一号、天拓一号卫星已发射成功，入轨后工作正常，圆满完成在轨任务。后续两颗应用型皮卫星已列入我国卫星研制计划，已完成原理样机研制；应邀参加欧盟 QB50 国际合作项目并负责一颗皮卫星研制，已完成设计和评审。

教育部鉴定意见认为，该成果开创了我国公斤级卫星研究领域，为后续发展和应用奠定了技术和工程基础；探索了一条以工业级器件为主研制航天器的技术途径。整体研究成果具有国际先进水平，其中星载 USB 应答机的体积功耗、皮卫星快速自主三轴稳定等方面达到国际领先水平。

本项目的成功使浙江省成为国内首个具备独立研制皮卫星能力的省市，同时培育了一支创新和工程紧密结合的研究队伍，建设了微小卫星部组件和整星设计、生产基地，为在我省实现微小卫星产业化奠定了基础。

三、主要发现、发明及技术创新点

航天技术是人类进入二十一世纪后最为重要的战略高技术之一。未来航天器不断向极大和极小两个方向发展，一方面大型航天器如巨型卫星、空间站、哈勃望远镜等，功能复杂而强大，单个航天器投资巨大、建造周期长、风险控制十分复杂，难以实现规模生产和应用；另一方面，十公斤级的纳卫星和公斤级的皮卫星等微小卫星则研制周期短、使用灵活、可以批量制造和发射，在全球地震监测、全球传感网、全球大气探测、窄带通信、深空探测等领域有着重要应用前景；多颗皮卫星组网构成星群后，也可以实现虚拟大卫星的功能，而且多星间相互备份，比单颗大卫星可靠性更高且不易受到敌方或空间碎片的攻击，在国防安全和民用领域均将发挥重要作用。

本项目始于 2001 年，当时美国 Stanford 大学成功发射了国际上首颗重量小于 1 公斤的微小卫星，携带一个微机电技术（MEMS）研制的微波开关为实验载荷、一个干电池供电、一个简单的微波信标机和一个微带天线，该卫星上天工作了一周，干电池消耗完后即被废弃。虽然该卫星十分简单，但各国仍然意识到皮卫星在科技发展中的战略地位和巨大应用前景，纷纷投入大量人力物力开始相关研究工作。截止 2012 年，国际上已有近百所大学参与皮卫星的研究工作，已经发射的 5 公斤以下卫星已超过 100 颗。但由于皮卫星体积、重量和功耗限制苛刻，相关微型化器件和部组件缺乏，所发射的皮卫星成功率较低，且功能单一，大都仅用于教学和技术验证；特别是作为应用型卫星的基本功能---三轴姿态控制更鲜见成功的报道，从而限制了皮卫星走向实际应用。

本项目利用 MEMS 等微型化技术，攻克了皮卫星三轴姿态控制、微型化测控应答机、整星电子系统一体化设计等核心技术，研制了一批微小型化核心部组件，在此基础上实现了具备三轴姿控、测控通信和对地全景成像等功能的皮卫星并长期在轨工作，研制的部件和卫星已投入实际应用。该项研究先后得到教育部全国优秀博士学位论文获得者专项基金、国家重点基础研究发展规划（973）、教育部重点项目、国防预研、985 学科建设、高校自主科研基本业务费（校长基金）等资助，主要获得以下三方面创新成果：

创新成果一：突破可靠性设计和自动测试验证难题，研制了国内首颗公斤级卫星，并实现长期在轨工作

该项创新成果获发明专利 5 项，发表学术论文 10 篇，其中 SCI 论文 2 篇。

公斤级微小卫星是现代航天技术的发展前沿，在国防和民用领域均有重要的应用前景，这类卫星对体积、重量和功耗的要求极其苛刻，在器件选用、系统设计、研制流程上均难以照搬传统卫星的做法，而须有所创新和突破。

公斤级卫星研制由于体积重量和成本的限制，必须采用工业级器件和一体化设计。针对工业级器件抗辐射能力弱的问题，项目提出了异构冷备份提高星务计算机、测控应答机等关键部件的可靠性（专利 ZL 2009 1 0100928.6），并利用可靠性高的反熔丝 FPGA 实现实时监控和备份切换，从设计上提高了系统抗单粒子故障能力，同时避免了由于热备份带来的功耗问题。整星电子系统一体化设计带来的一个重要问题是系统间电磁干扰，皮卫星中微波电路、高低速数字电路、电源电路、敏感器电路等均挤在一个狭小的空间中，可导致系统间严重的互干扰、影响系统运行的稳定性和可靠性，项目制订并实施整星电子系统无缆化、信号完整性设计等设计准则，有效避免了模块间电磁干扰，在国内首次实现了超低功耗的整星电子系统一体化设计。

针对工业级器件可靠性数据缺乏、整星主要部组件没有飞行经历等问题，本项目提出并实施了同批次元件大比例抽检、多套单机并行综合环境老练筛选、初样正样无差别设计、多卫星并行测试为主线的一整套皮卫星研制技术流程，有效保障了整星研制的可靠性。研制了太阳能电池模拟器（专利 ZL 2009

1 0153429.3) 和卫星自动测试验证系统(专利 ZL 2011 1 0098062.7), 从而可自动完成皮卫星的功能性能指标测试和可靠性测试。

项目研制了一体化正六面体卫星结构和高可靠的卫星分离机构。为提高皮卫星和分离机构的结构加工精度, 满足星箭分离机构的技术要求, 皮卫星和分离机构的整体结构采用线切割一次成型的方法加工(ZL 2008 1 0075351.3)。星箭分离机构是连接皮卫星与火箭系统的部件, 起到连接、保护和分离卫星的作用。设计了火工品切割、弹簧驱动、导轨导向、锁紧轴锁紧的星箭分离机构方案(ZL2008 1 0075353.2), 既能满足分离速度和角度要求, 又具有坚固支撑保护星体的作用, 可靠性高。

应用上述成果, 在有限的人力和时间内, 利用工业级器件完成了 2 颗皮卫星及其分离机构的设计、加工、组装、测试等全部研制工作。2 颗皮卫星自 2010 年 9 月 22 日发射入轨实现正常分离后已在轨工作 2 年以上。该卫星在 15cm 立方体、3.5kg 重、4W 功耗内完成了测控通信、三轴姿控、电源、星务管理、对地全景照相、MEMS 传感器试验等功能(见附件, 皮卫星在轨测试报告)。该卫星是我国首颗成功发射的皮卫星, 也是国际上第一颗快速实现三轴姿控和对地稳定成像的皮卫星(见查新报告、在轨测试报告)。由于两颗皮卫星是国内最小的在轨卫星, 且雷达反射截面可预测性好、地面测试验证充分, 西安卫星测控中心于 2012 年 4-7 月间, 用该卫星验证了地面雷达对微小目标的探测能力, 并对雷达测量目标微波反射截面的精度进行了标校(见用户报告)。

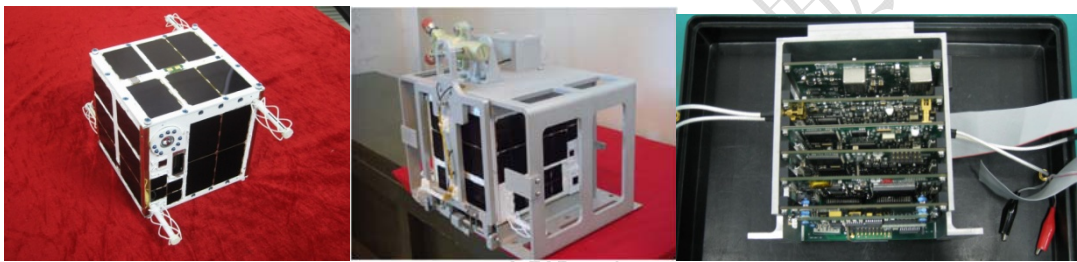


图 1, ZDPS-1A 卫星、星箭连接分离机构、皮卫星综合电子系统照片

创新成果二: 研制了超低功耗微型化姿控系统及部组件, 在国际上首次实现了公斤级卫星自主快速三轴稳定

该项创新成果获发明专利 2 项, 发表学术论文 20 篇, 其中 SCI 论文 5 篇。

三轴姿控是遥感、通信等应用型卫星的基础功能之一, 但由于存在微型化姿态测量和控制部件缺乏、姿控系统地面测试验证困难等问题, 国际上鲜见有公斤级卫星在轨实现三轴姿控的报道。截止目前, 国际上已经研制发射的 5 公斤以下卫星已有 100 余颗, 但除了本项目研制的两颗皮卫星外, 只有加拿大多伦多大学 2008 年发射的 CanX-2 (重量 3.5 公斤) 在轨实现了三轴姿控, 但该卫星的磁强计需用展开机构伸展到卫星外以远离星内电子系统的磁干扰, 导致结构复杂、可靠性差; 另外, 该卫星在发射后, 在地面研究人员参与下调试了半年多才实现三轴姿控。

本项目提出并实现了动态剩磁补偿技术克服了星内磁干扰, 使磁强计可安装于星体内实现整星电子系统一体化设计; 采用全景光学镜头研制了超宽视场太阳敏感器, 视场范围俯仰 10 度至 90 度内 360 度环带可视, 测量精度可达 0.02 度。自主研制了太阳敏感器、三轴磁强计、微动量轮、三轴 MEMS 陀螺组件、三轴磁力矩器、姿控计算机等微型化姿态测量和控制部组件。采用超低功耗芯片、低工作电压措施, 结合复合磁力矩器在阻尼和稳定控制阶段的优化控制策略, 在三轴姿态测量、计算、控制全功能负荷工作时整系统常值功耗仅 1W。建立了姿态测量部件的等效仿真器(专利 ZL 2009 1 0157127.3), 建立了包括姿控处理器、测量部件和执行部件的皮卫星姿态控制系统半实物仿真验证系统, 能方便且充分地验证卫星姿态测量和控制算法(专利 ZL 2009 1 0155796.7)。

在上述研究成果支持下, 研制完成皮卫星三轴姿态测量控制系统, 两颗 ZDPS-1A 皮卫星于 2010 年 9 月 22 日发射入轨后 1 天内即自主实现了对地三轴稳态控制, 拍摄并回传了地球全景照片, 其中指

向精度(10 度)和稳定度(0.1 度/秒)等主要技术指标与前述 CanX-2 卫星相当。应用该三轴姿态测量控制系统, 项目组于 2012 年 9 月, 控制两颗皮卫星处于不同的转动速度, 配合西安卫星测控中心地面雷达完成了不同转速下皮卫星 RCS 的测量任务, 首次验证了该中心提出的卫星自旋状态雷达外测模型。



图 2 皮卫星三轴姿态测量和控制部组件



图 3 皮卫星在姿态稳定后拍摄的地球全景照片

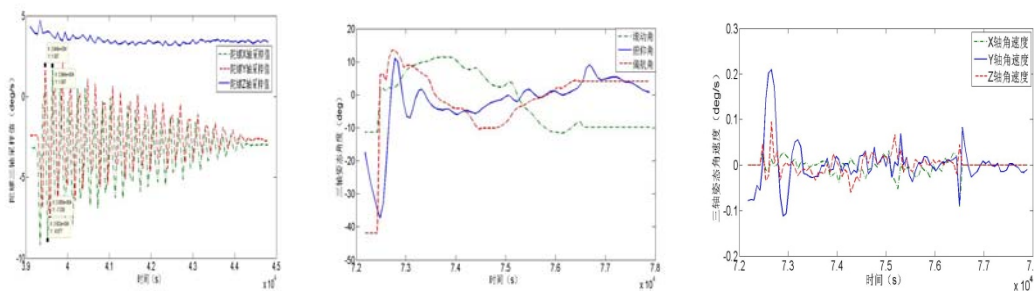


图 4, 皮卫星入轨阻尼、稳定控制的曲线图。左图为皮卫星入轨后角速度达到 4 度/秒左右, 经过不到 5000 秒的磁控阻尼, 角速度降低到 0.2 度/秒, 中图为第七轨皮卫星实现对地三轴姿态稳定控制, 指向精度优于 10 度, 右图为实现稳定控制后的姿态角速度, 稳定性优于 0.1 度/秒。

创新成果三: 创新分频鉴相型载波跟踪环结构, 研制出国际上最小、功耗最低的星载 USB 应答机, 并成功应用于多型卫星

该项创新成果获发明专利 3 项, 发表学术论文 27 篇, 其中 SCI 论文 2 篇。

国外公斤级微小卫星一般只携带具有遥测遥控功能的通信机, 轨道测量和预报则由 GPS 或空间目标监视网提供。但我国目前卫星测定轨和遥测遥控仍以 S 波段统一载波测控体制 (USB) 为主, 国内外 USB 应答机一般重达 10kg, 功耗达 20W, 与皮卫星的要求相去甚远。

本项目针对应答机体积重量大、功耗高的问题, 先后攻克了数字锁相环串联时噪声折叠和相位模糊、载波快速捕获及高精度跟踪等关键技术, 从而将集成数字锁相环和软件无线电引入 USB 测控应答机中 (专利 ZL201010612346.9), 相比传统应答机采用的模拟倍频器、锁相环和解调器, 大幅降低了体积重量和功耗; 提出并实现了具有防载波错锁和误锁功能的分频鉴相型接收机新结构, 从而省略了复杂的载波误锁检测控制系统; 采用 Cordic 算法 (专利 ZL 2009 1 0101089.X, ZL 2009 1 0155716.8) 实现了通用型软件无线电测控应答机平台; 在上述工作基础上, 实现的星载测控应答机重量 (仅 56 克) 比传统应答机减轻 2 个量级, 功耗 (2.2W) 减小 1 个量级, 这也是国际上最小的 USB 应答机 (见查新报告), 为我国微小卫星研制提供了核心关键部件。

该应答机已被航天五院、中科院、国防科大等微纳卫星采用, 交付的应答机初样和正样产品已达 15 台套, 其中 6 套已随 4 颗卫星发射入轨工作, 如希望一号卫星上的应答机自 2009 年 12 月发射以来, 已正常在轨工作 3 年多, 自行研制的两颗皮卫星上的 4 套应答机已在轨工作 2 年多, 天拓一号卫星上的 1 套应答机 2012 年 5 月发射以来已在轨工作近 1 年; 所有应答机功能和性能指标满足要求, 圆满完成全部任务 (见用户报告)。该应答机另外已被 10 颗在研的微纳卫星采用, 包括航天五院东方红海特在研的 XX 星座 (6 颗)、浙江大学在研的 XX 卫星 (2 颗)、中科院伴星 2 号、国防科大视频卫星等, 以降低整星的功耗、重量。

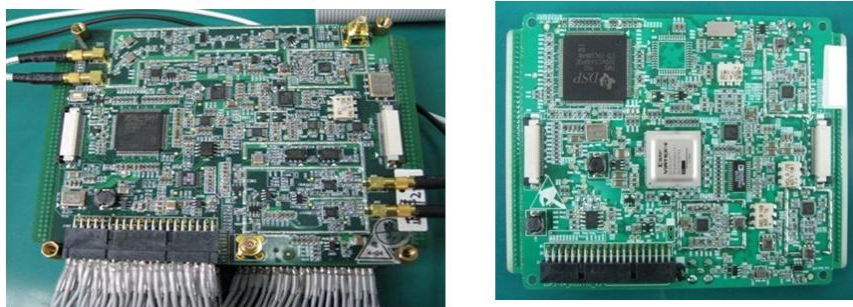


图 5， ZDPS-1A 皮卫星测控应答机照片，左为主用微型化应答机，右为备份数字化应答机。

通过上述创新工作，本项目开创了我国公斤级卫星研究领域，并为后续发展和应用奠定了技术和工程基础；同时探索了一条以工业级器件为主研制航天器的技术途径。

两颗皮卫星发射后，已被西安卫星测控中心用于微波雷达 RCS 定标和校准任务；后续两颗应用型皮卫星已列入我国卫星研制计划，用于航天测量雷达 RCS、测距、测速精度鉴定和校准，项目组已完成该卫星原理样机研制；应邀参与欧盟 QB50 国际合作项目也已获得批准，并负责研制其中一颗皮卫星，用于全球高层大气的探测，目前已完成总体设计和评审。测控应答机已被航天五院、国防科大、中科院等单位 5 型 10 颗卫星采用，其中希望一号、天拓一号卫星已分别于 09 年、12 年发射成功，入轨后应答机工作正常，均圆满完成在轨任务。

两颗皮卫星的成功发射使浙江省成为国内首个研制出公斤级卫星的省市，项目同时培育了一支创新和工程紧密结合的研究队伍，建设了微小卫星部组件和整星设计、生产基地，为在我省实现微小卫星产业化奠定了基础。后续可逐步孵化高新企业、吸引民营资本进入，加速微小卫星的研制和应用发展，为我国航天领域的技术进步和产业发展作出新的重要贡献。

四、 第三方评价

评价结论、检测结果等（不超过 1200 汉字）

（1）项目验收意见

2004 年 9 月 24 日，"MEMS 皮卫星研究" 课题以优异成绩通过 973 项目验收，建议开展在轨演示试验；2006 年 10 月 29 日，教育部重点项目"微小卫星星载测控应答机研制"通过教育部验收，认为在应答机的微型化、低功耗方面具有创新性；2010 年 12 月 17 日，"皮卫星技术 XXX"项目通过总装预研管理中心验收，技术成熟度被评价为 7 级。

（2）在轨测试报告

西安卫星测控中心在"皮星一号 A 卫星在轨测试总结报告"中指出，两颗皮卫星的功能与性能正常，均达到研制要求。在"ZDPS-1A 卫星微型 USB 测控应答机测试报告"、"ZDPS-1A 卫星数字化 USB 测控应答机测试报告"、"TT-1 卫星测控应答机在轨测试报告"中指出，微型低功耗测控应答机的性能与传统应答机相当，长期工作中性能稳定。

（3）教育部成果鉴定意见

认为：该项目研制了国内首颗公斤级卫星，成功发射和至今在轨稳定运行 2 年多；在国际上首次实现了公斤级卫星自主快速三轴稳定；研制出国际上体积重量最小、功耗最低的星载 USB 应答机，并已成功应用于多型卫星；

该项目开创了我国公斤级卫星研究领域，并为后续发展和应用奠定了技术和工程基础；探索了一条以工业级器件为主研制航天器的技术途径。整体研究成果具有国际先进水平，其中在星载 USB 应答机的体积功耗、皮卫星快速自主三轴稳定等方面达到国际领先水平。

（4）总装备部贺信及社会影响

2010 年 9 月 22 日，浙江大学研制的 2 颗 ZDPS-1A 卫星搭载发射成功后，总装备部给浙江大学发来贺信，充分肯定了浙江大学在卫星研究领域取得的成就，鼓励浙大再接再厉，为加快我国航天技术进步和创新作出新的更大贡献。22 日的中央电视台新闻联播和次日的人民日报头版都对浙大皮卫星成功发射进行了报道。在总装创新工作十周年大会上，浙大应邀作为 6 个大会报告之一，就皮卫星创新研究作了专题发言。

（5）用户报告

中国人民解放军 63767 部队在"ZDPS-1A 卫星目标特性测试用户报告"中肯定了 ZDPS-1A 卫星应用于雷达特性观察试验中所起的重要作用。航天东方红卫星有限公司在"低功耗通信试验载荷在轨测试情况说明"中指出，浙江大学提供的应答机功能和性能指标满足任务要求。国防科学技术大学在"用户使用报告"中指出，浙江大学为"天拓一号"提供的微型 USB 应答机功能和性能指标满足任务需求，是国际上最小的测控应答机，并在后续的"视频卫星"中仍采用为主用应答机。

五、 直接经济效益、推广应用情况和社会效益

1、完成单位近三年直接经济效益（单位：万元）

单位名称	2012 年			2011 年			2010 年		
	新增产值	新增利润	新增税收	新增产值	新增利润	新增税收	新增产值	新增利润	新增税收
1.浙江大学	949.8	0.0	0.0	590.0	0.0	0.0	496.0	0.0	0.0
2.中国科学院上海微系统与信息技术研究所	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合 计	949.8	0.0	0.0	590.0	0.0	0.0	496.0	0.0	0.0

3. 社会效益和间接经济效益（不超过 600 汉字）

(1) 在我国开创了以工业级器件为主研制航天器的新途径。

ZDPS-1A 卫星以工业级器件为主研制，已在轨工作超过 2 年，验证了工业级器件在航天器应用的可行性。若工业级器件被大量应用，将使航天器的研制成本大幅度降低，更可改变我国航天核心器件受制于人的局面，其经济和社会效益价值巨大。

(2) 成功研制国际上最小的星载测控应答机，并迅速推广应用。

微型化低功耗测控应答机已被航天五院、中科院、国防科大等微纳卫星采用，已交付的应答机初样和正样产品已达 16 台套，其中 6 套已随 4 颗卫星发射入轨工作，全部圆满完成任务。其余被 10 颗在研的微纳卫星采用，包括航天五院东方红海特在研的 XX 星座(6 颗)、浙大在研的 XX 卫星(2 颗)、中科院伴星 2 号、国防科大视频卫星等。

(3) 微型化姿控系统的推广与应用。

微型化姿控系统已在两颗 ZDPS-1A 卫星实现了在轨三轴姿态控制，并在 2012 年 7 月，配合西安卫星测控中心多型微波雷达完成了不同转速下卫星 RCS 的测量标校任务。目前正在向其他微小卫星和航天器上推广应用。

(4) 研制了我国首颗公斤级卫星，获得国家主管部门的重视并大力推广。

两颗 ZDPS-1A 卫星是国内最小的在轨卫星，得到国家主管部门的充分肯定和大力推广。XX 卫星作为国内首颗应用型皮卫星已列入我国卫星研制计划，目前已完成原理样机研制。

(5) 应邀参与欧盟国际合作项目研制皮卫星。

受邀参加了欧盟 QB50 星群计划，并负责研制其中一颗皮卫星，目前已完成方案设计和评审。

六、 本项目曾获科技奖励情况

获奖项目名称	时间	奖项名称	奖励等级	授奖部门（单位）

本表所填科技奖励是指：

1. 省、自治区、直辖市政府和国务院有关部门、中国人民解放军设立科技奖励；
2. 各市人民政府设立科技奖励；
3. 经登记的社会力量设立科技奖励。

七、项目第一完成人情况

姓名	金仲和	身份证号	330106197001192115		
出生年月	1970-01-01	出生地	浙江嵊州	民族	汉族
性别	男	政治面貌		技术职称	教授
行政职务	无	文化程度	博士研究生	最高学位	博士
所学专业	微电子学与固体电子学		现从事专业	微电子学与固体电子学	
毕业学校	浙江大学			毕业时间	1998-06-01
工作单位	浙江大学			联系电话	057187952587
通讯地址	杭州市浙大路 38 号信电楼 427 房间			邮政编码	310013
电子信箱	jinzh@zju.edu.cn			移动电话	13906526100
曾获科技奖励情况	教育部自然科学二等奖（2004 年）				
参加本项目起止时间	起始：2001-01-01			截止：2012-12-01	
对本项目主要学术、技术贡献（不超过 300 汉字）					
<p>本项目负责人，主持完成皮卫星设计和研制工作。提出发明点 1、2、3 中的主要创新点。十余年来投入工作量达 80%。获得授权发明专利（序号 1-10），发表文章（序号 1-10）。</p>					
<p>声明：</p> <p>本人严格按照《浙江省科学技术奖励办法》及相应规定，省科学技术厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及其相关材料，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科技成果保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。推荐书中主要创新内容、列入计数的知识产权和发表的论文为本项目独有，且未在已获本省科技奖励项目或本年度其它推荐项目中使用。如有不符，本人愿意承担相关责任。</p> <p style="text-align: right;">签名：_____</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>					

项目第二完成人情况

姓 名	陈子辰	身份证号	330106195001240413		
出生年月	1950-01-01	出生地	福州	民 族	汉族
性 别	男	政治面貌	中共党员	技术职称	教授
行政职务	院长	文化程度	博士研究生	最高学位	博士
所学专业	机械制造及自动化		现从事专业	机械制造及自动化	
毕业学校	浙江大学			毕业时间	1985-06-01
工作单位	浙江大学			联系电话	
通讯地址	浙江大学（玉泉）先进技术研究院			邮政编码	310013
电子信箱	Chenzc@zju.edu.cn			移动电话	13505716637
曾获科技奖励情况	省科技进步奖一等奖 1 项，二等奖 4 项				
参加本项目起止时间	起始：2003-01-01			截止：2012-12-01	
对本项目主要学术、技术贡献（不超过 300 汉字）					
<p>本项目行政负责人，共同研究制定了项目总体研发思路和技术路线，并主持完成皮卫星结构和分离机构设计、研制工作。投入工作量达 50%。提出发明点 1 中的主要创新点。获得授权发明专利（序号 9、10）。</p>					
<p>声明：</p> <p>本人严格按照《浙江省科学技术奖励办法》及相应规定，省科学技术厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及其相关材料，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科技成果保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。推荐书中主要创新内容、列入计数的知识产权和发表的论文为本项目独有，且未在已获本省科技奖励项目或本年度其它推荐项目中使用。如有不符，本人愿意承担相关责任。</p> <p style="text-align: right;">签名： _____</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>					

项目第三完成人情况

姓 名	郑阳明	身份证号	330823197805144113		
出生年月	1978-05-01	出生地	浙江江山	民 族	汉族
性 别	男	政治面貌		技术职称	副教授
行政职务	无	文化程度	博士研究生	最高学位	博士
所学专业	电磁场与微波技术		现从事专业	飞行器设计、在轨测试	
毕业学校	西安电子科技大学			毕业时间	2005-06-01
工作单位	浙江大学			联系电话	057187952151
通讯地址	杭州市浙大路 38 号教五 221 房间			邮政编码	310013
电子信箱	Zymsun2002@zju.edu.cn			移动电话	13777350143
曾获科技奖励情况					
参加本项目起止时间	起始：2005-10-01		截止：2012-12-01		
对本项目主要学术、技术贡献（不超过 300 汉字）					
<p>参与卫星总体设计，负责完成了卫星自动测试研究工作。在该项目的创新成果 1 中，提出了星务计算机系统的异构冷备份，研制了太阳能电池模拟器和卫星自动测试验证系统。从而可自动完成皮卫星的功能性能指标测试和可靠性测试。投入工作量达 90%。获得授权发明专利（序号 6-8），发表文章（序号 1-2）。</p>					
<p>声明：</p> <p>本人严格按照《浙江省科学技术奖励办法》及相应规定，省科学技术厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及其相关材料，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科技成果保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。推荐书中主要创新内容、列入计数的知识产权和发表的论文为本项目独有，且未在已获本省科技奖励项目或本年度其它推荐项目中使用。如有不符，本人愿意承担相关责任。</p> <p style="text-align: right;">签名： _____</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>					

其他完成人情况

排名	姓名	性别	出生年月	技术职称	工作单位	本人签名
4	王跃林	男	1959-05-01	教授	中科院上海微系统与信息技术研究所	
5	金小军	男	1977-11-01	副教授	浙江大学	
6	王昊	男	1974-09-01	副教授	浙江大学	
7	吴昌聚	男	1977-10-01	副教授	浙江大学	
8	王慧泉	男	1981-06-01	副研究员	浙江大学	
9	王春晖	男	1983-05-01	讲师	浙江大学	
10	张朝杰	男	1983-07-01	讲师	浙江大学	
11	蒙涛	女	1982-11-01	副教授	浙江大学	
12	白剑	男	1968-07-01	教授	浙江大学	
13	徐月同	男	1969-10-01	副教授	浙江大学	
14	李东	男	1977-02-01	副研究员	中科院上海微系统与信息技术研究所	
15	何湘鄂	女	1982-04-01	工程师	浙江大学	

八、项目第一完成单位情况

单位名称	浙江大学				
单位性质	大专院校	传真	057188981843		
法人代表	金德水	联系电话	051788981739	移动电话	
联系人	吴光豪	联系电话	057188981082	移动电话	13515816369
通讯地址	浙江省杭州市余杭塘路 388 号东 3-125				
电子信箱	kjccg@zju.edu.cn		邮政编码	310058	
对本项目科技创新和推广应用支撑作用情况（不超过 300 汉字）					
<p>(1) 项目主持及完成单位，提出并确定了皮卫星研究总体构思。</p> <p>(2) 完成了皮卫星关键技术研究及原理样机研制。</p> <p>(3) 完成了两颗 ZDPS-1A 卫星、测控应答机、姿态测量和控制系统研制工作，并进行推广应用。</p> <p>(4) 提出并完成了国内首颗公斤级卫星及该卫星的鼠笼式分离机构（发明点 1），在国际上首次实现了 5 公斤以下卫星自主快速三轴稳定控制（发明点 2），研制出国际上体积重量最小、功耗最低的星载 S 波段测控应答机（发明点 3）。</p>					
<p>声明：</p> <p>本单位严格按照《浙江省科学技术奖励办法》及相应规定，省科学技术厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及其相关材料，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科技成果保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。推荐的项目主要创新内容、列入计数的知识产权和发表的论文为本项目独有，且未在已获本省科技奖励项目或本年度其它推荐项目中使用。如推荐项目发生争议，将积极配合工作，协助调查处理。如有不符，本单位愿意承担相应责任。</p>					
法人代表签字			单位公章		
			年 月 日		

项目第二完成单位情况

单位名称	中国科学院上海微系统与信息技术研究所				
单位性质	科研院所	传真	021 62520383		
法人代表	王曦	联系电话	021 62511070	移动电话	
联系人	郑殷	联系电话	021 62511070	移动电话	18917928576
通讯地址	上海市长宁路 865 号				
电子信箱	zy@mail.sim.ac.cn	邮政编码	200050		
对本项目科技创新和推广应用支撑作用情况（不超过 300 汉字）					
<p>(1) 本项目发起单位，在项目初期提出并共同确定了皮卫星研究总体构思。</p> <p>(2) 主持了皮卫星关键技术前期研究工作。</p> <p>(3) 提出了皮卫星姿态控制方案并完成了前期研究。</p> <p>(4) 在 MEMS 技术、传感器等方面支撑了本项目的研究。</p> <p>(5) 参与了发明点 1 和发明点 2 的研制工作。</p>					
<p>声明：</p> <p>本单位严格按照《浙江省科学技术奖励办法》及相应规定，省科学技术厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及其相关材料，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科技成果保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。推荐的项目主要创新内容、列入计数的知识产权和发表的论文为本项目独有，且未在已获本省科技奖励项目或本年度其它推荐项目中使用。如推荐项目发生争议，将积极配合工作，协助调查处理。如有不符，本单位愿意承担相应责任。</p>					
法人代表签字			单位公章		
			年 月 日		

主要完成单位情况表

排名	单位名称	联系电话	联系人
1	浙江大学	057188981082	吴光豪
2	中国科学院上海微系统与信息技术研究所	021 62511070	郑殷

九、 推荐单位意见

推荐意见（不超过 150 汉字）

该项目开创了我国公斤级卫星研究领域，使我省成为首个成功研制皮卫星的省份；探索了以工业级器件为主研制航天器的技术途径，为在我省实现微小卫星产业化奠定了技术和工程基础，对提升我省产业层次尤其是发展战略性新兴产业的创新能力具有特别意义。特推荐申报浙江省技术发明一等奖。

声明：

我单位严格按照《浙江省科学技术奖励办法》及相应规定，省科学技术厅对推荐工作的具体要求，对推荐书内容及全部附件材料进行了严格审查，确认该项目符合《浙江省科学技术奖励办法实施细则》规定的推荐条件，推荐材料全部内容属实，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科技成果保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。推荐的项目主要创新内容、列入计数的知识产权和发表的论文为本项目独有，且未在已获本省科技奖励项目或本年度其它推荐项目中使用。如推荐项目发生争议，愿意协助调查处理。

我单位承诺将严格按照浙江省科学技术厅的有关规定和要求，认真履行作为推荐单位的义务并承担相应的责任。

推荐单位公章

年 月 日

十、 知识产权证明目录（发明专利、植物新品种权、软件著作权等）

授权项目名称	知识产权 类 别	国别	授权号
1. 一种基于 CORDIC 算法的数字锁相放大器	发明专利	中国	ZL 2009 1 0101089. X
2. 基于 CORDIC 算法的电容式微加速度计信号检测装置	发明专利	中国	ZL 2009 1 0155716. 8
3. 小卫星姿态控制地面仿真装置及方法	发明专利	中国	ZL 2009 1 0155796. 7
4. 一种基于哥氏效应的振动式微机械陀螺虚拟实现装置	发明专利	中国	ZL 2009 1 0157127. 3
5. 一种用于皮卫星的接收机电路	发明专利	中国	ZL 201010612346. 9
6. 基于 FPGA 扩展的皮卫星星务管理系统	发明专利	中国	ZL 2009 1 0100928. 6
7. 一种皮卫星太阳电池模拟装置及模拟方法	发明专利	中国	ZL 2009 1 0153429. 3
8. 一种皮卫星的综合测试设备	发明专利	中国	ZL 2011 1 0098062. 7
9. 正六面体皮卫星结构装置	发明专利	中国	ZL 2008 1 0075351. 3
10. 六面体皮卫星发射器机械装置	发明专利	中国	ZL2008 1 0075353. 2

十一、 主要论文、专著及论文专著他引情况（不超过 10 篇）

作者	论文专著名称/刊物	年卷页码 (X 年 X 卷 X 页)	SCI 他 引次数	他引 总次数
1. Yang Mu; Wang Hao; Wu Changju; Wang Chunhui; Ding Licong; Zheng	Space Flight Validation of Design and Engineering of the ZDPS-1A Pico-satellite/ CHINESE JOURNAL OF	2012 , 25, 725-738	0	0
2. Zhang, Yu; Zheng, Yang-Ming; Yang, Mu; Li, Hui; Jin, Zhonghe	Design and implementation of the highly-reliable, low-cost housekeeping system in the ZDPS-1A	2012 , 13, 83-89	0	0
3. 张朝杰; 金小军; 姜建文; 金仲和	基于中心频率检测的应答机载波捕获技术/浙江大学学报	2011 , 45 , 419-423	0	0
4. 张朝杰; 金小军; 杨伟君; 金仲和	高灵敏度微小卫星可变带宽接收机设计/浙江大学学报	2011 , 45, 660-664	0	0
5. 姜建文; 张朝杰; 金小军; 金仲和	基于 CORDIC 算法的微小卫星发射机设计与实现/传感技术学报	2010, 23, 57-61	0	1
6. Han Ke; Wang Hao; Xiang Tian; Jin Zhonghe	Magnetometer Compensation Scheme and Experimental Results on ZDPS-1A Pico-satellite /CHINESE JOURNAL OF	2012 , 25, 430-436	0	0
7. Han Ke; Wang Hao; Tu Binjie; Jin Zhonghe	Pico-satellite Autonomous Navigation with Magnetometer and Sun Sensor Data/CHINESE JOURNAL OF AERONAUTICS	2011 , 24, 46-54	0	0
8. Han, Ke; Wang, Hao; Jin, Zhong-he	Magnetometer-only linear attitude estimation for bias momentum pico-satellite/JOURNAL OF ZHEJIANG	2010 , 11, 455-464	1	1
9. Meng, Tao; Wang, Hao; Jin, Zhong-he; Han Ke	Attitude stabilization of a pico-satellite by momentum wheel and magnetic coils/JOURNAL OF ZHEJIANG	2009 , 10, 1617-1623	0	0
10. Xiang, Tian; Meng, Tao; Wang, Hao; Han, Ke; Jin Zhonghe	Design and on-orbit performance of the attitude determination and control system for the ZDPS-1A	2012 , 77, 182-196	0	0

附件

1. 附件目录;
2. 知识产权证明;
3. 评价证明及国家法律法规要求行业审批文件;
4. 应用证明;
5. 代表性论文、专著等;
6. 他人引用的代表性论文、专著;
7. 其他证明。