

环境一号卫星环境应用系统工程 及其关键技术研究图集



中国地图出版社

环境一号卫星环境应用系统工程及其关键技术研究图集



中国地图出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

环境一号卫星环境应用系统工程及其关键技术研究图集
/王桥主编. -- 北京 : 中国地图出版社, 2010. 1

ISBN 978-7-5031-5301-3

I. ①环… II. ①王… III. ①环境卫星—系统工程—中国—图集 IV. ①X84-64

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第014895号

责任编辑: 石家星

装帧设计: 杨晓明

地图制作: 张敏敏

出版审订: 杜秀荣

主 编	王 桥		
出版发行	中国地图出版社		
社 址	北京市宣武区白纸坊西街3号	邮 政 编 码	100054
网 址	www.sinomaps.com		
印 刷	北京市通州次渠印刷厂	经 销	新华书店
成品规格	210mm×297mm	印 张	12.75
版 次	2010年1月第1版	印 次	2010年1月北京第1次印刷
印 数	0001-1000	定 价	380.00元
书 号	ISBN 978-7-5031-5301-3/K · 3287		
审 图 号	GS(2010)36号		

本图集上中国国界线系按照我社1989年出版的1:400万《中华人民共和国地形图》绘制
如有印装质量问题, 请与我社发行部(010-83543974)联系

序

1998年原国家环境保护总局与国家减灾委员会共同提出了“环境与灾害监测预报小卫星星座系统（环境一号卫星）”建设方案，经过多个部门10多年的共同努力，2008年9月环境一号A、B星终于发射成功，这对于我国的环境监测工作具有里程碑意义，标志着我国环境监测开始进入了卫星遥感的新时代。

围绕环境一号卫星及环境应用系统的论证、建设和应用，环境保护部适时启动了“环境一号卫星环境应用系统工程及其关键技术研究”等一系列重大科研项目，对环境一号卫星在我国环境监测中应用的标准规范、模型方法、软件系统等进行了系统研究，攻克了一批环境卫星遥感应用关键技术难题，初步形成了一套实用的环境遥感监测技术标准和技术规范。这些成果奠定了环境一号卫星系统建设和应用的基础，有力地支持了环境保护的各项工作。

为推动环境一号卫星在环境保护领域中应用，促进研究成果的推广应用，项目组把“环境一号卫星环境应用系统工程及其关键技术研究”成果以图集的形式进行了整理并最终出版。图集直观展示了环境一号卫星平台、有效载荷和环境应用系统的建设成果，详细介绍了环境一号卫星应用技术流程、数据产品和业务应用的具体内容和运行情况，相信可为环境保护及相关领域内从事和关心环境遥感监测人员提供有价值的参考。

作为环保工作新的有效手段，环境卫星工作开端良好，但距离满足环境监测等环保重要业务的要求还有很长的路要走。愿大家再接再厉，再创佳绩！

环境保护部副部长：

2009年8月于北京



前言

随着空间技术的发展和环境保护工作的加强，卫星遥感技术在环境保护中的应用受到了国内外的高度重视。2008年9月我国首次发射了专门用于环境与灾害监测的小卫星星座A、B星（环境一号卫星），标志着我国环境监测进入了卫星应用的时代。根据环境一号卫星及环境应用系统论证、建设和应用的需要，环境保护部启动了“环境一号卫星环境应用系统工程及其关键技术研究”这一综合性重大科研项目。该项目历时11年，系统研究并建立了环境一号卫星应用技术体系，并开展了大量的应用示范和业务运行。本图集直观展示了该项目在环境一号卫星及应用系统建设、关键技术研究 and 业务应用示范等方面所取得的成果，以期为读者提供第一手环境一号卫星应用参考资料。

本图集所介绍成果是在环境保护部领导的高度重视和各有关部门的指导帮助下取得的，也是在国家有关科研项目的大力支持下取得的，在此表示衷心的感谢！同时也对来自中国科学院遥感应用研究所、中国科学院地理科学与资源研究所、南京师范大学、中国资源卫星应用中心、中国科学院对地观测与数字地球科学中心、中国航天科技集团航天东方红卫星公司、中国环境监测总站、中国环境科学研究院、江苏省环境监测中心站、北京市环境监测中心、新疆环境监测中心站、辽宁省环境监测中心、重庆市环境监测中心站、四川省环境监测中心站、云南省环境监测中心站、内蒙古环境监测中心站、舟山海洋生态中心站等单位的项目参加人员表示衷心地感谢，他们为本图集成果的完成作出了重要贡献。此外图集的完成还参考了大量国内外专家学者的研究成果，这里也一并向他们致以衷心的感谢！由于我们技术水平有限，错误和不足之处在所难免，恳请专家和读者批评指正。

作者

2009年6月于北京

本图集为重大综合性研究项目“环境一号卫星环境应用系统工程及其关键技术研究”的主要成果展示。由原国防科工委“环境一号小卫星星座应用关键技术研究”、科技部“十一五”国家科技支撑计划项目“基于环境一号等国产卫星的环境遥感监测关键技术与软件研究”（国科发计[2009]87号）、国家发改委“环境与灾害监测预报小卫星星座环境应用系统工程”（发改高技[2007]2989号）等项目资助。

● 项目领导小组

组 长：吴晓青

副组长：赵英民

成 员：宋铁栋 陈 斌 章少民 罗 毅 孟 伟
 魏山峰 陈燕平 王 桥

● 项目组

总 指 挥：赵英民

常务副总指挥：罗 毅

总 指 挥 助 理：许全文

总 设 计 师：王 桥

总设计师助理：魏 斌 王昌佐

● 项目主持单位

环境保护部卫星环境应用中心

● 项目参加单位

中国科学院遥感应用研究所

南京师范大学

中国环境科学研究院

中国科学院地理科学与资源研究所

中国环境监测总站

中国航天科技集团公司第五研究院503所

中国科学院对地观测与数字地球科学中心

中国科学院大气物理研究所

中国资源卫星应用中心

中国测绘科学研究院

● 图集编纂委员会

主 任：吴国增

副主任：王 桥 李京荣

委 员：魏 斌 王昌佐 张 峰 厉 青 吴传庆 申文明 杨一鹏 许全文

主 编：王 桥

副主编：魏 斌 王昌佐 张 峰

主要作者：（按姓氏笔画）

丁敬雷	万华伟	王 桥	王 颖	王中挺	王文杰	王昌佐	厉 青	申文明
龙江华	刘晓曼	孙中平	朱 利	许全文	吴传庆	吴海毓	张 峰	张丽娟
李 营	李 静	杨一鹏	杨丙丰	陈 超	陈 静	周春艳	罗 毅	罗海江
郑丙辉	游代安	董晓晨	熊文成	魏 斌				

第一章

环境一号卫星环境应用系统工程及其关键技术研究概况

1.1 研究目标与内容	2
1.2 研究成果	3

第二章

环境一号卫星系统

2.1 环境一号卫星系统概况	6
2.2 环境一号卫星系统有效载荷	8
2.3 环境一号卫星传感器数据	10
2.4 环境一号卫星有效载荷数据举例	11

第三章

环境一号卫星数据特征与质量分析

3.1 环境一号卫星CCD影像与Landsat TM影像主要地物特征对比	14
3.2 环境一号卫星CCD影像与Landsat TM影像光谱特征对比	15
3.3 环境一号卫星红外影像与EOS MODIS影像光谱特征对比	16
3.4 环境一号卫星超光谱数据特征	17
3.5 环境一号卫星CCD相机宽覆盖特征	18
3.6 环境一号卫星CCD影像波段配准精度分析	19
3.7 环境一号卫星图像质量分析	20

第四章

环境一号卫星图像处理关键技术研究

4.1 研究内容	22
4.2 大气校正	23
4.3 辐射校正	24
4.4 几何校正与镶嵌	25
4.5 云检测与薄云去除	26
4.6 图像融合	27



4.7 环境一号卫星遥感制图举例..... 31

 小结..... 40

第五章

环境一号卫星环境空气遥感监测关键技术研究

5.1 研究内容..... 43

5.2 气溶胶光学厚度反演..... 43

5.3 颗粒物遥感监测..... 48

5.4 雾遥感监测..... 53

5.5 霾遥感监测..... 54

5.6 沙尘暴遥感监测..... 56

5.7 秸秆焚烧遥感监测..... 58

 小结..... 60

第六章

环境一号卫星地表水环境遥感监测关键技术研究

6.1 研究内容..... 62

6.2 水体叶绿素a遥感监测..... 63

6.3 水体悬浮物遥感监测..... 73

6.4 水体透明度遥感监测..... 83

6.5 水体富营养化遥感监测..... 93

6.6 水体水华遥感监测..... 103

6.7 水体水温遥感监测..... 109

6.8 近海海域赤潮遥感监测..... 113

 小结..... 116

第七章

环境一号卫星生态环境遥感监测关键技术研究

7.1 研究内容..... 118

7.2 生态环境遥感监测生态分类体系、分类分区、分类方法..... 119

7.3 生态遥感参数定量提取..... 127

7.4 全国生态环境质量评价..... 134

7.5 生态交错带遥感监测..... 137

7.6 国家级自然保护区核查与监测..... 139

7.7 城市生态环境遥感监测..... 144

7.8 大型工程与区域开发遥感监测..... 150

7.9 生态建设区遥感监测..... 154

7.10 重要生态功能区遥感监测..... 160

7.11 区域灾害环境影响遥感监测..... 164

7.12 土壤环境退化遥感监测..... 167

7.13 全球环境变化遥感监测..... 170

 小结..... 172

第八章

环境一号卫星环境应用系统研制

8.1 研究内容..... 174

8.2 环境一号卫星应用系统数据产品体系..... 177

8.3 环境一号卫星图像处理与专题产品生产分系统研制.....179

8.4 环境一号卫星数据管理分系统研制..... 180

8.5 环境一号卫星用户服务分系统研制..... 182

8.6 环境一号卫星业务运行管理分系统研制..... 184

8.7 环境一号卫星环境空气遥感应用分系统研制..... 186

8.8 环境一号卫星地表水环境遥感应用分系统研制..... 188

8.9 环境一号卫星生态环境遥感应用分系统研制..... 192

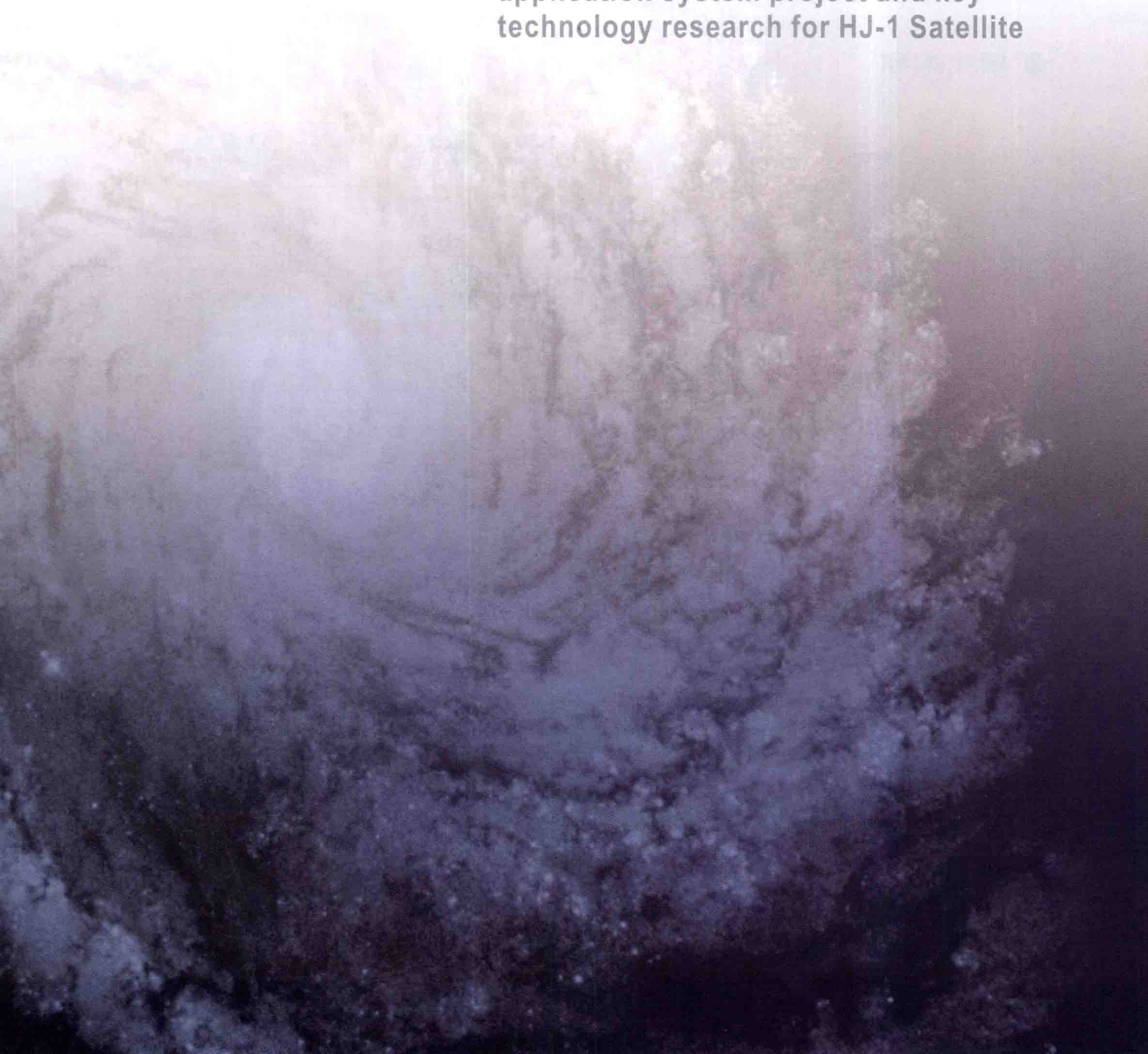
 小结..... 194



第一章

环境一号卫星环境 应用系统工程及其 关键技术研究概况

Introduction of environmental
application system project and key
technology research for HJ-1 Satellite

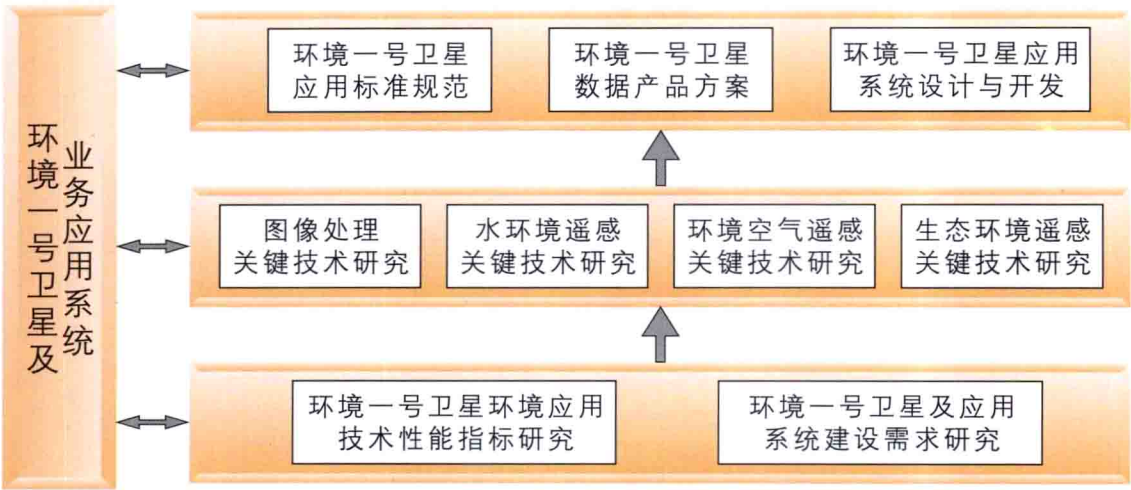


1.1 研究目标与内容

● 研究目标

围绕环境一号卫星系统及环境应用系统的论证、建设和应用，结合国家环境保护重点工作需求，系统地研究环境一号卫星及其环境应用系统建设的可行性、环境一号卫星应用技术标准、技术规范和技术流程，攻克基于环境一号卫星等多源卫星数据的环境空气、地表水和生态环境遥感监测关键技术，开发具有业务化运行能力的环境一号卫星环境应用系统，完成基于环境一号卫星的环境遥感数据产品生产和业务应用示范，建立包括技术标准与规范体系、模型与技术方法体系、软件平台与支撑系统体系、产品生产与分发体系、业务示范与运行体系在内的完整的环境一号卫星应用业务化技术体系，填补国家级环境卫星应用系统建设、开发、运行和业务化应用关键技术研究的空白，提升我国环境遥感应用整体技术能力和水平，促进环境一号卫星从试验应用型向业务服务型转变，推动我国天地一体化的先进环境监测预警体系建设。

● 研究内容



- (1) 环境遥感及其系统建设业务需求研究
- (2) 环境卫星系统环境应用技术性能与指标研究
- (3) 环境一号卫星图像处理关键技术研究
- (4) 基于环境一号卫星的环境空气遥感监测关键技术研究
- (5) 基于环境一号卫星的地表水环境遥感监测关键技术研究
- (6) 基于环境一号卫星的生态环境遥感监测关键技术研究
- (7) 环境一号卫星应用数据标准研究
- (8) 环境一号卫星数据产品体系研究
- (9) 环境一号卫星环境应用系统设计与开发



1.2 研究成果

环境一号卫星环境应用系统工程及其关键技术研究是环保部根据先进环境监测预警体系建设要求而实施的一项具有战略性、综合性、集成性的重大科研项目，经过全体参研人员的努力，取得了阶段性的成果。

(1) 研究了环境一号卫星CCD、红外、高光谱、合成孔径雷达图像处理技术，建立了包括13个新建图像处理模型在内的环境一号卫星图像处理业务化方法和技术体系。

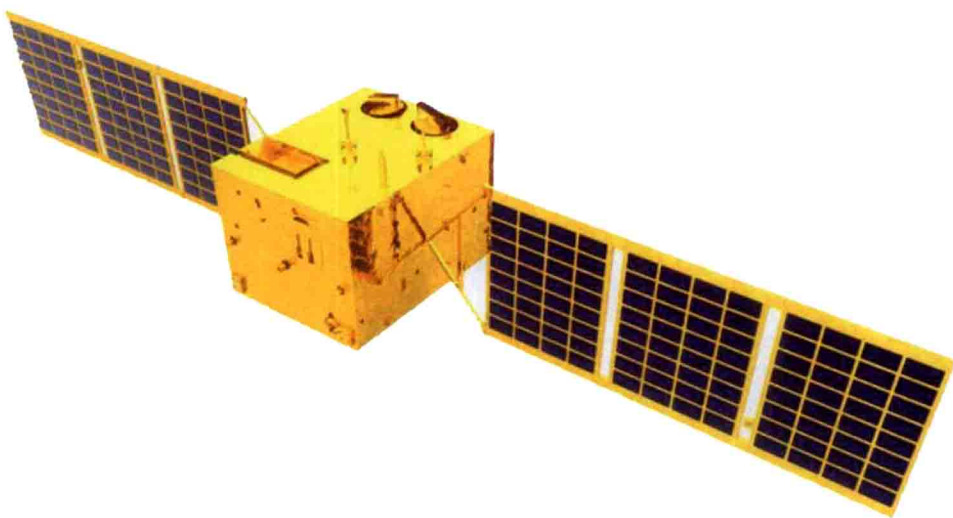
(2) 研究了基于环境一号卫星等多源遥感数据的气溶胶、可吸入颗粒物、雾、霾、沙尘暴、秸秆焚烧等主要大气遥感参数提取方法，形成了环境空气遥感监测业务化方法和技术体系。

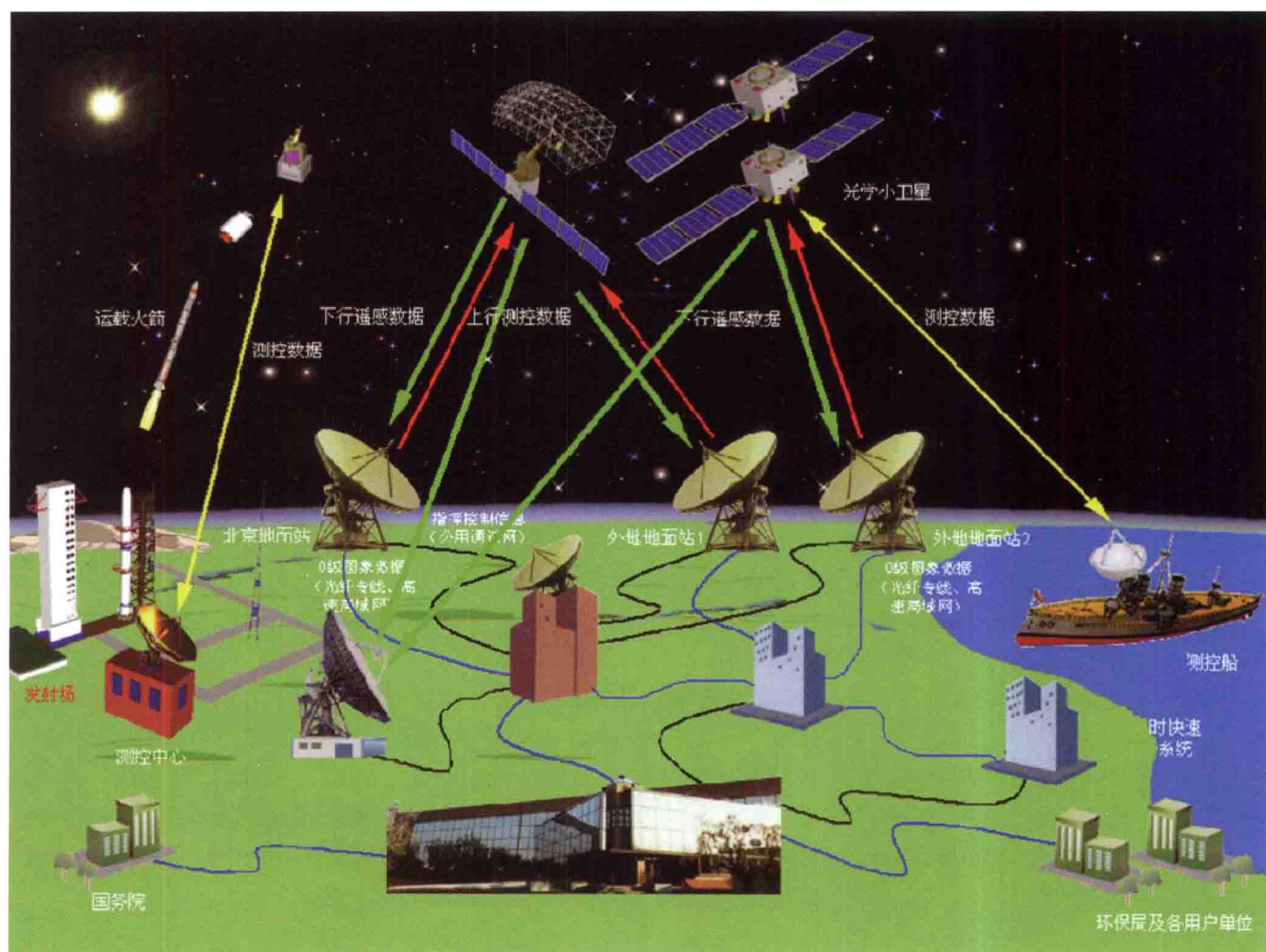
(3) 研究了基于环境一号卫星等多源遥感数据的叶绿素a、悬浮物、透明度、富营养状态、水华、水温、近海海域赤潮指数等主要水质遥感参数提取方法，形成了地表水环境遥感监测业务化方法和技术体系。

(4) 研究了基于环境一号卫星等多源遥感数据的生物物理参数、地表遥感参数、生态系统分类方法，开展了全国生态环境质量、城市生态、国家级自然保护区、重要生态功能保护区、生态交错带、生态建设区、区域灾害环境影响、土壤退化、全球变化等遥感监测与评价应用的关键技术，建立了环境一号卫星等多源遥感数据的生态环境遥感监测业务化技术体系。

(5) 系统地将国家生态环境遥感监测工作需求转化和落实为卫星数据产品内容，建设了环境遥感监测业务化系统。

(6) 通过对环境遥感应用工程，实现了技术的集成和创新，实现了集环境一号卫星等多源遥感数据获取、处理、应用、产品生产与服务于一体的环境遥感业务应用和运行，初步形成了国家生态环境大范围、连续、动态遥感监测能力。建立了适合环境保护部工作特点和需要的环境遥感应用技术体系，初步解决了我国生态环境遥感监测技术缺乏问题，为环境一号卫星的应用提供了全面的技术基础，有力促进了我国环境遥感监测的整体技术能力和水平的提升，为我国天-地一体化的先进环境监测预警体系的建立和完善奠定了坚实的基础，将对我国环境保护工作历史性转变产生深远影响。



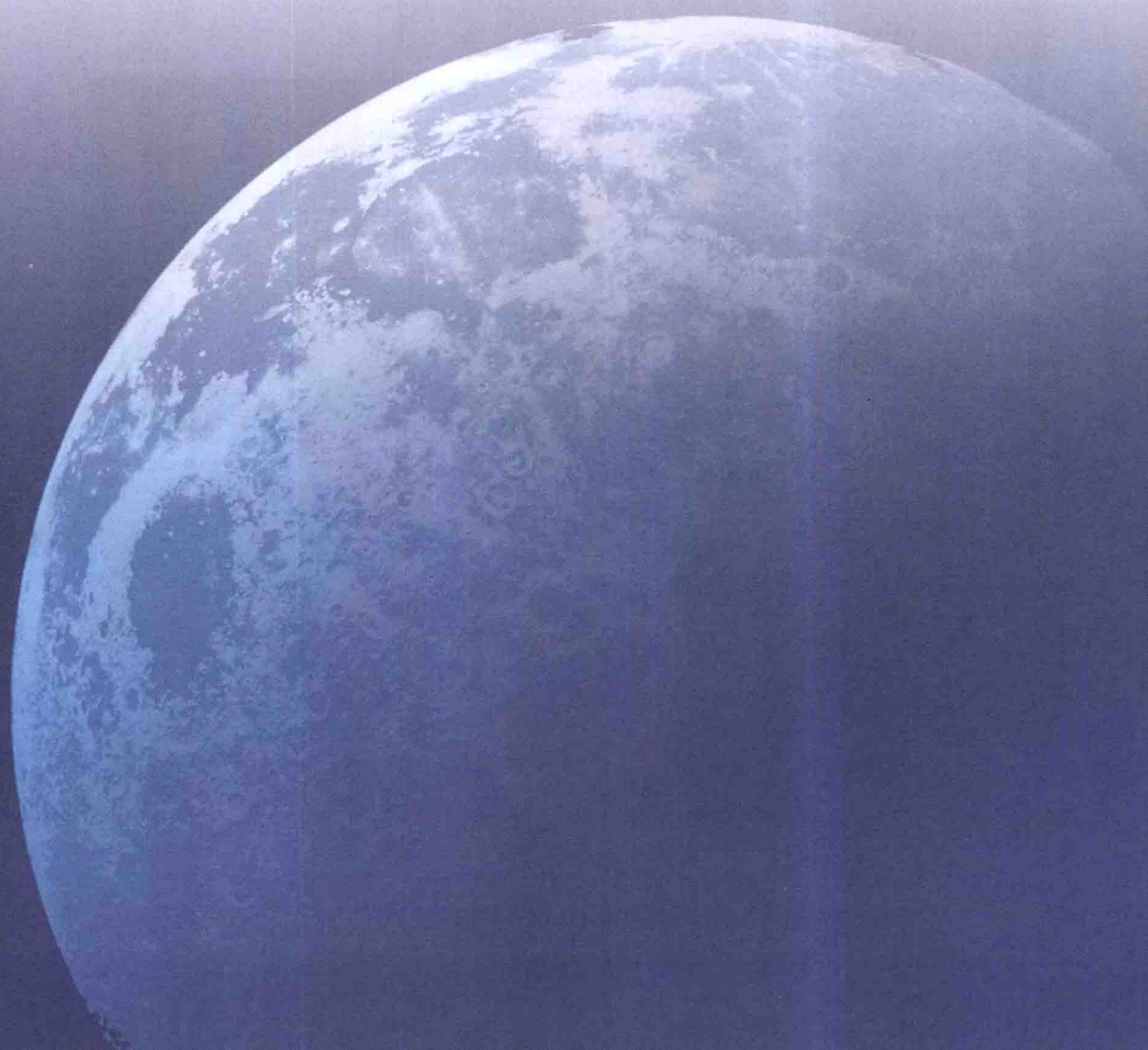


天地一体化卫星系统示意图

第二章

环境一号卫星系统

HJ-1 Satellite system



2.1 环境一号卫星系统概况

环境一号卫星（代号HJ-1）是我国于2008年9月6日发射的一颗专门用于环境与灾害监测预报的小卫星星座。星座由2颗光学小卫星（HJ-1 A/B）和1颗雷达小卫星（HJ-1 C）组成。配备了宽覆盖多光谱可见光相机、红外多光谱扫描仪、高光谱成像光谱仪、合成孔径雷达等先进的传感器，是一个拥有中高空间分辨率、高时间分辨率、高光谱分辨率、宽覆盖性能，能综合运用可见光、红外与微波观测手段的先进环境遥感卫星系统。

环境一号卫星轨道为太阳同步轨道。光学小卫星轨道高度为650km，降交点地方时间为10：30AM；合成孔径雷达小卫星轨道高度为500km，降交点地方时间为6：00AM。

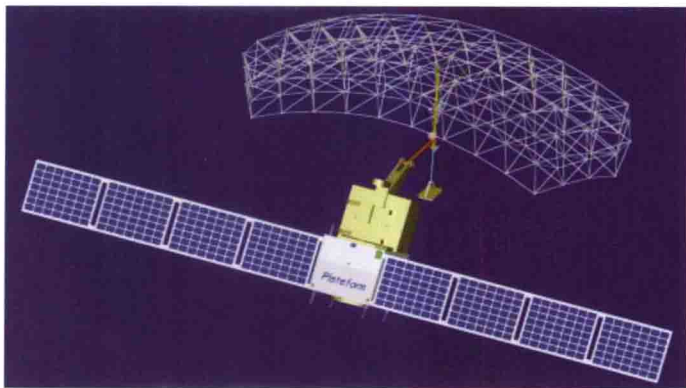
宽覆盖多光谱可见光相机成像48小时全球覆盖一次；超光谱成像仪与红外相机成像96小时全球覆盖一次；合成孔径雷达成像96小时全球覆盖一次。



环境一号卫星-A



环境一号卫星-B



环境一号卫星-C