



普通高校“十二五”规划教材

王中宇 许 东 编著
韩邦成 赵建辉

精密仪器设计原理



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高校“十二五”规划教材

精密仪器设计原理

王中宇 许 东 编著
韩邦成 赵建辉



北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书对精密仪器设计的基本原理和常用方法进行了系统的论述,主要包括精密仪器设计中的一般问题与典型航空航天仪器系统设计的特色问题,反映了当前精密仪器设计的技术水平和相关成果,体现了该学科领域的研究前沿和发展方向。

全书分为8章,包括精密仪器设计概论、精密仪器的设计思路、精密仪器的误差分析、精密机械系统设计、精密机械伺服系统设计、精密光学系统设计、精密定位系统设计和航天陀螺系统设计。

本书为北京航空航天大学“精密仪器设计”研究生精品课程建设项目的标志性成果之一,可作为工科高等学校相关课程的教材或教学参考书,还可供相关科研工作者和工程技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

精密仪器设计原理 / 王中宇等编著. — 北京:北京航空航天大学出版社,2013.8

ISBN 978-7-5124-1227-9

I. ①精… II. ①王… III. ①仪器—设计 IV.

①TH702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 185996 号

版权所有,侵权必究。

精密仪器设计原理

王中宇 许 东 编著
韩邦成 赵建辉
责任编辑 刘晓明

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路37号(邮编100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:bhpress@263.net 邮购电话:(010)82316936

北京市同江印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:27 字数:605千字

2013年8月第1版 2013年8月第1次印刷 印数:2500册

ISBN 978-7-5124-1227-9 定价:59.00元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

精密仪器是信息技术的源头和科技创新的源泉,它广泛地应用于科学技术各个领域,从太空的测控到微观的检测,为科学技术的进步提供了技术支持,已经成为一个国家综合国力的重要标志。国家“十二五”规划强调要发展量大、面广的科学仪器设备,实现国产优质科学仪器设备的广泛应用,并且带动相关产业和服务业的发展。

仪器科学与技术是我国唯一的仪器类专业博士学科,近年来全国各高校培养了一大批优秀的高级技术人才,为我国的科技进步做出了可喜的贡献。

“精密仪器设计”则是仪器科学与技术学科中的核心课程之一。

教材在人才培养中起着举足轻重的作用,多年来仪器科学与技术学科的研究生教材大部分仍然是油印讲义,没有正式出版的优秀教材。其原因是研究生教材要求高、难度大,要求具有“先进性、创新性、实用性”。随着科学技术发展的日新月异,新技术不断涌现,要求编著者紧紧把握世界科技前沿并具有深厚的功底,既要有较扎实的理论基础,又要有丰硕的科研成果。另外,由于研究生教材发行量较小,经济效益低,出版难度大,造成教材建设踏步不前,20年来几乎没有多大的变化。近年来,仪器科学与技术学科下属的测控技术与仪器专业出版了一批优秀教材,例如清华大学出版社1991年出版了薛实福教授等编著的《精密仪器设计》,获1996年机械工业部优秀教材一等奖;机械工业出版社1991年出版了天津大学陈林才教授编写的《精密仪器设计》教材;李庆祥教授经过多次修订后,由清华大学出版社2004年出版了“普通高等教育‘十五’国家级规划教材”、“北京高等教育精品教材”《现代精密仪器设计》;上海交通大学出版社1992年出版了叶曼华教授主编的《精密仪器计算机辅助设计》;机械工业出版社1993年出版了张善锺教授主编的《精密仪器精度理论》和《精密仪器结构设计手册》等等。这些教材被国内高校广泛采用并产生了积极的影响,为培养高等技术人才起到了积极的作用,有力地促进了该学科的发展。但这些教材仍然不是研究生专用的教材,只能作参考。近年来我国的科教事业有了突飞猛进的发展,研究生招生量大增,为培养高



质量人才,研究生教材是当前急需解决的重要问题。

北京航空航天大学仪器科学与技术学科是国家一级重点学科,近年来在精密光机电一体化技术、新型惯性仪表与导航系统技术、精密测试技术与科学仪器、航天器姿态测量与控制 and 先进传感技术等方面取得了多项成果。王中宇教授长期在该专业的科研和教学第一线工作,有深厚的理论基础和多项科研成果。他主编的《精密仪器设计原理》(普通高校“十二五”规划教材),从理论的角度全面阐述了精密仪器设计中有关各系统的设计理论和方法,是他多年从事科学研究和教学工作的科学技术规律的总结。该书内容新颖,涉及多门学科前沿知识的综合运用,符合认识规律;在精密仪器设计基本原理的基础上,突出了航空航天仪器设计中的一些特色问题。在“精密仪器设计概论”一章,从仪器科学的内涵及其发展开始,不仅对精密仪器的基本组成与设计问题进行了常规介绍,而且对航空航天精密仪器的研究现状及其发展趋势进行了深入论述,突出了航空航天学科的特点以及自身专业的优势。“航天陀螺系统设计”一章,其中姿态控制是保证卫星姿态控制精度的前提;控制力矩陀螺尤其是磁悬浮控制力矩陀螺则是实现姿态控制的新型惯性执行机构。该章既是一个有典型工程应用背景的设计实例,又是学校特点与专业特色的集中体现,理论联系实际,实用性强,有创新。

当然,任何一本教材都需经教师反复使用,不断更新改进,才能成为一本优秀教材。在此,谨希望作者在教学实践中,吸取学生的良好意见,不断提高质量,使该教材成为一本优秀教材。

希望从事仪器科学与技术的同行专家在教学、科研、实践的漫长过程中,努力编写出符合中国教学特点和学生认识规律的教材,全面提升教材质量,创新教学体系,丰富并发展教学内容,促进我国仪器科学与技术学科向着更高的水平发展。

提高教学质量,培养高水平的学生永远是教师不懈的追求。

清华大学精密仪器系教授

2013年4月于清华园

精密仪器是用于精密测量几何量和物理量的仪器或仪表,是信息获取的主要手段,也是信息技术领域中的源头和基础,被广泛应用于国防、工业、农业等现代化国民经济活动的各个方面。精密仪器是仪器科学技术领域中的核心内容,是当前高新技术中的前沿技术。我国载人航天、深海探测、高速铁路等重大工程的建设与发展,无一不是依靠仪器科学发展的推动作用。可以说,仪器科学的整体发展水平已经成为国家综合国力的重要标志。

“精密仪器设计”是一门实践性很强的课程,在把握核心问题的同时,还需要紧跟学科的发展趋势。在本教材的编写过程中,通过对现有教学参考书的综合分析、比较与总结,作者确立了以先进科学仪器为主线、结合现代精密仪器设计中的核心问题、兼顾航空航天仪器中的特色问题的指导思想。与国内相关教材相比,本书更加注重航空航天特色,围绕一些专题来分析国内外相关研究的最新进展、设计方法和典型应用,做到点和面相结合、理论和实验相补充,力图形成具有航空航天特色的精密仪器设计课程教学内容体系。

本书的写作特点是,在讲授精密仪器设计基本原理的基础上,突出航空航天仪器设计中的特色问题;在讲授精密仪器设计常用方法的基础上,注重学生实践能力的培养;坚持“以科研优势推进高水平教学”的指导思想,注重培养学生的创新意识及实践能力。

全书分为8章,包括精密仪器设计概论、精密仪器的设计思路、精密仪器的误差分析、精密机械系统设计、精密机械伺服系统设计、精密光学系统设计、精密定位系统设计和航天陀螺系统设计。各章在编排顺序上前后衔接,内容上则相对独立。

本书由北京航空航天大学仪器科学与光电工程学院王中宇、许东、韩邦成和赵建辉共同撰写;万聪梅在实践性教学环境的建设方面、李帆在开放式网络教学环境的建设方面对本书的编撰做出了积极的贡献;博士生李萌、孟浩、葛乐矣、孙茜参加了部分内容的编写,王倩在清稿过程中做了大量的工作。清华大学精密仪



器与机械学系李庆祥教授、北京航空航天大学惯性技术与导航仪器系赵剡教授给予了热情的指导,在此一并致谢!

作者的工作得到了学术界前辈和同行专家、学者的长期支持与鼓励,同时还得益于从相关著作与科技论文中所汲取的丰富的素材,谨致谢意!

审稿专家提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢!

作者水平有限,不当之处敬请批评指正。

作者

2012年12月

目 录

第 1 章 精密仪器设计概论	1
1.1 仪器科学的内涵及其发展	1
1.1.1 仪器科学的内涵	1
1.1.2 仪器科学的发展	7
1.2 航空航天精密仪器	14
1.2.1 航空航天精密仪器的研究现状	14
1.2.2 航空航天精密仪器的发展趋势	25
1.3 精密仪器的基本组成与设计	27
1.3.1 精密仪器的基本组成	27
1.3.2 精密仪器设计的主要问题	31
1.3.3 精密仪器设计的指导思想	32
1.3.4 精密仪器设计的基本要求	33
1.3.5 精密仪器设计的任务分析	38
1.3.6 精密仪器设计的程序步骤	40
习 题	41
第 2 章 精密仪器的设计思路	42
2.1 精密仪器的总体设计	42
2.1.1 精密仪器的设计原理	42
2.1.2 精密仪器的设计方法	49
2.1.3 精密仪器的设计内容	56
2.1.4 精密仪器的参数与指标	58
2.2 精密仪器设计中的主要因素	60
2.2.1 精密仪器设计中的温度因素	60
2.2.2 精密仪器设计中的力学因素	67
2.2.3 精密仪器设计中的材料因素	71
2.2.4 精密仪器设计中的其他因素	75
2.3 精密仪器设计中的基本原则	76



2.3.1	阿贝原则	77
2.3.2	测量链最短原则	79
2.3.3	封闭原则	80
2.3.4	基面统一原则	80
2.3.5	经济原则	81
2.3.6	运动学原则	82
2.3.7	粗精分离原则	82
2.3.8	价值系数最优原则	83
习 题		84
第3章 精密仪器的误差分析		85
3.1	误差分析的基本问题	85
3.1.1	误差的概念及其内涵	85
3.1.2	误差分析的目的与意义	89
3.1.3	误差的分析及其评定	89
3.2	误差的来源及其计算	94
3.2.1	误差的主要来源	94
3.2.2	误差计算的方法	95
3.2.3	有效数字及其运算	101
3.3	误差合成的常用方法	102
3.3.1	仪器误差的分类	103
3.3.2	同类误差的合成	104
3.3.3	综合误差的合成	107
3.4	误差溯源及其算法	109
3.4.1	微分法	110
3.4.2	几何法	111
3.4.3	投影法	112
3.4.4	瞬时臂法	112
3.5	精度设计与误差分配	116
3.5.1	仪器的精度设计	116
3.5.2	仪器的误差分配	118
3.5.3	仪器的精度校验	120
习 题		123



第 4 章 精密机械系统设计	124
4.1 支承件的结构与设计	124
4.1.1 支承件的结构特性	124
4.1.2 支承件的设计要求	126
4.2 导轨系统的设计	128
4.2.1 导轨的类型	129
4.2.2 导轨的设计指标	130
4.2.3 滑动摩擦导轨设计	133
4.2.4 滚动摩擦导轨设计	139
4.2.5 流体摩擦导轨设计	144
4.2.6 弹性摩擦导轨设计	146
4.3 主轴系统的设计	147
4.3.1 主轴系统的要求	147
4.3.2 圆锥轴系设计	153
4.3.3 圆柱轴系设计	158
4.3.4 滚动摩擦轴系设计	160
4.3.5 流体摩擦轴系设计	166
4.4 精密工作台的设计	168
4.4.1 工作台的性能要求与组成	168
4.4.2 导轨形式的选择	170
4.4.3 导轨的特性分析	173
习 题.....	177
第 5 章 精密机械伺服系统设计	178
5.1 机械伺服系统的组成与性能	178
5.1.1 机械伺服系统的组成及其特征	178
5.1.2 精密机械伺服系统的设计要求及性能指标	182
5.1.3 伺服系统设计的一般步骤	183
5.2 伺服系统的执行元件	184
5.2.1 执行元件的分类及其特点	184
5.2.2 直流伺服电动机	185
5.2.3 步进电动机	190
5.2.4 交流伺服电动机	194



5.3 电力电子变流技术	198
5.3.1 开关器件特性	199
5.3.2 变流技术	201
5.4 伺服系统的设计	204
5.4.1 开环伺服系统的设计	205
5.4.2 闭环伺服系统的设计	210
习 题	228
第 6 章 精密光学系统设计	230
6.1 光学仪器的基本组成	230
6.2 光辐射源及其特征	231
6.2.1 辐射的基本定律	231
6.2.2 光谱的选择性	233
6.2.3 常见的辐射源	234
6.2.4 辐射的传输	234
6.3 人眼及其光学系统	236
6.3.1 人眼的基本结构	236
6.3.2 人眼的特性	237
6.3.3 人眼的视觉特性	239
6.4 光学系统的像差及像质评价	243
6.4.1 光学系统的像质评价	243
6.4.2 光学系统的像差公差	248
6.5 光学系统总体设计原则	249
6.5.1 光孔转接原则	249
6.5.2 物像空间不变原则	250
6.6 照明系统设计	251
6.6.1 照明方式与设计	251
6.6.2 照明系统的要求	253
6.7 典型光学系统设计	254
6.7.1 望远系统设计	254
6.7.2 显微镜的设计	258
6.8 光电传感系统设计	267
6.8.1 光电效应及光电传感器	267
6.8.2 光电系统设计	276



6.9 光学系统设计的具体过程和步骤	279
习 题	281
第7章 精密定位系统设计	282
7.1 微动器件及系统	282
7.1.1 压电、电致伸缩器件	284
7.1.2 磁致伸缩器件	289
7.1.3 电热式微动机构	293
7.1.4 机械式微动机构	294
7.2 光栅定位测量系统	297
7.2.1 莫尔条纹的定位测量	298
7.2.2 莫尔条纹的读数系统	303
7.2.3 光栅副的设计	305
7.2.4 莫尔条纹的影响因素	306
7.2.5 莫尔条纹信号的细分	308
7.3 激光干涉定位测量系统	314
7.3.1 激光干涉仪的原理	314
7.3.2 干涉仪的误差分析	315
7.3.3 典型干涉仪的结构	316
7.3.4 激光干涉仪光路的设计原则	318
7.3.5 提高干涉测量精度的措施	319
7.4 其他编码器	322
7.4.1 线纹尺与度盘	322
7.4.2 码尺与码盘	324
7.4.3 旋转变压器	325
7.4.4 磁 栅	327
习 题	330
第8章 航天陀螺系统设计	331
8.1 卫星姿态的控制	331
8.1.1 被动姿态控制	332
8.1.2 半被动姿态稳定和半主动姿态控制	333
8.1.3 主动姿态控制	334
8.2 控制力矩陀螺的原理与结构	335



8.2.1	控制力矩陀螺的原理	335
8.2.2	磁悬浮控制力矩陀螺	339
8.3	磁悬浮控制力矩陀螺设计	341
8.3.1	磁悬浮转子系统设计	341
8.3.2	框架伺服系统	368
8.4	控制力矩陀螺在航天器上的应用	375
8.4.1	控制力矩陀螺的动力学基础	375
8.4.2	单框架控制力矩陀螺系统构形设计及分析	377
8.4.3	各种指标分析	380
8.4.4	单框架控制力矩陀螺系统的控制律	381
8.4.5	单框架控制力矩陀螺的控制律	383
习 题	387
习题及参考答案	388
参 考 文 献	412

第 1 章 精密仪器设计概论

仪器仪表是获取信息的重要手段,涉及人类生活的各个方面。精密仪器是用于精密测量各种几何量和物理量(包括长度、角度等几何量,力学、热学、电磁学、光学、无线电学中的物理量,以及时间频率和电离辐射等)的装置。利用精密仪器进行准确的测量,是国防、工业、农业等领域中不可或缺的一项基础性工作。精密仪器属于仪器科学与技术这个一级学科,它和信息科学与技术密切相关,是信息技术的源头,也是与机械、材料、电子、光学、控制和计算机等学科相互交叉的一门综合学科,在信息技术领域处于前沿的地位。

本章根据现代精密仪器设计的一般问题,兼顾航空航天仪器的特色,对精密仪器科学的内涵及其发展、仪器仪表的基本组成与设计等问题进行系统论述。

1.1 仪器科学的内涵及其发展

1.1.1 仪器科学的内涵

仪器是获取信息的主要手段,属于高新技术领域中的前沿和关键。在现代化国民经济的各个领域中,仪器科学涉及人类活动的各个方面,仪器科学与技术是现代科技中的重要学科之一,并与许多学科有着紧密的联系,它的整体发展水平是衡量一个国家综合实力的重要标志之一。

1. 仪器科学的概念

随着人类制造和使用工具不断地向着高、精、尖的方向发展,人们活动的规模、深度与广度也不断拓展,人类已经很难通过自己的感觉、思维和器官来直接观测或操作复杂的工具,使之达到既定的目标。

现代科学技术的发展与实验水平的提高,对仪器仪表先进性的依赖程度越来越高。先进的仪器设备既是知识创新和技术变革的前提,也是创新研究的主题内容及其成果的重要体现形式。

仪器仪表是工业生产的“倍增器”、科学研究的“先行官”、军事装备的“战斗力”、国民活动的“物化法官”。这种提法已经广为人们所理解并接受。

仪器科学是一门对新技术极度敏感并且集各种高技术于一体的应用型学科。

早期的仪器仪表主要是采用机械结构,其后在仪器的设计中引入了光学技术,不少仪器采用了光与机械相结合的结构。随着电子技术的发展,电子技术逐渐成为仪器技术的重要组成



部分。后来在仪器的设计中又不断地引入先进的光电技术与激光技术,使得仪器朝着光、机、电相结合的集成化方向发展。随着计算机技术的出现,仪器仪表向着智能化的方向迈进。Internet 技术的普及则又促使仪器仪表向着网络化的方向发展,一些现代化的尖端仪器还引入了生物技术、材料技术以及物化技术。仪器仪表的用途也从单纯的信息获取发展为融数据采集、信号传输、信号处理以及反馈控制于一体的复杂测量与控制过程。

进入 21 世纪以来,随着计算机网络技术、软件技术、微纳米技术的发展,测量、控制与仪器技术呈现了虚拟化、远程化和微型化的发展趋势。仪器技术始终是以各种高新技术的发展为动力,新概念、新原理、新技术、新材料和新工艺等最新科学技术的集成,使得仪器学科成为对高新技术最敏感的学科之一,它的多学科交叉进而形成的边缘学科属性和多技术集成的特点也越来越鲜明。

仪器科学就是专门研究、开发、制造、应用各类仪器,使人类的感知、思维和器官得以延伸的科学,人们通过使用科学仪器获得更强的感知和操作工具的能力,以最佳或接近最佳的方式发展生产力,进行科学研究,预防和诊断疾病,以及从事各种社会活动。

2. 仪器科学的学科领域和属性

根据仪器科学与技术学科的内涵,有关仪器的开发、运行、应用的理论与技术研究,包括新材料、新技术、新器件、新工艺在新型仪器仪表的开发及相关传感器等方面的应用基础及其产业化研究,都是该学科所面临的重要任务。

仪器科学的学科领域主要包括:

- ① 仪器仪表技术及其系统;
- ② 工业自动化测控技术及仪器;
- ③ 科学测试、分析技术及其仪器;
- ④ 人体诊断技术及医疗仪器设备;
- ⑤ 计量测试技术及电测仪器;
- ⑥ 仪表校验装置和计量检定;
- ⑦ 电子测量仪器和电工测量系统;
- ⑧ 专用检测技术及各类专业测量仪器;
- ⑨ 相关传感器技术及其系统集成。

在现代科学技术和生产力的推动下,仪器技术在促进科技和生产力发展的同时,已经从最初简单的测量器具发展成为一门相对独立并且比较系统的学科。作为测量和测试技术集中体现的仪器科学与技术这个学科,在当今国民经济和科技发展的进程中发挥着日益重要的作用,其学科属性也发生了很大的变化。

仪器科学的学科属性主要体现在以下四个方面。

(1) 仪器技术处于信息技术中的源头

信息技术包括信息获取、信息处理和信息传输三部分。其中信息获取是通过仪器来实现



的,仪器中的传感器、信号采集系统就是完成这一任务的具体执行机构。如果不能有效地获取信息或信息获取不准确,那么信息的存储、处理与传输都是毫无意义的。因此信息获取不仅是信息技术的基础,而且还是信息处理与信息传输的前提条件。仪器则是获取信息的工具,没有仪器就不可能进入信息社会,因此仪器技术是“信息获取—信息处理—信息传输”这个信息链中的源头,起着信息源的作用,也是信息技术中的核心与关键。

美国商务部在1999年关于新兴数字经济的报告中指出,信息产业包括计算机软硬件行业、通信设备制造行业和仪器仪表行业,仪器仪表在现代社会中具有极为重要的作用。国际上一般将信息技术生产行业定性为计算机、通信和仪器仪表三个行业。

(2) 仪器科学与技术属于信息技术领域

仪器仪表在学科分类上属于信息获取技术的范畴。如何获得自然界中的各类信息是人类在认识世界、改造世界的过程中首先要解决的问题。“信息获取”是“信息传输”与“信息处理”工作的前提和基础,仪器仪表则是人类获得并认知自然界各类信息的工具,是对物质世界的信息进行测量与控制的基础手段和必要设备,因此仪器仪表是信息技术及其相关产业的源头和重要组成部分。仪器仪表技术的快速发展,已经成为信息时代的一个典型特征。

(3) 仪器技术是现代科技中的前沿技术

在仪器科学与技术学科领域中,科技和产业的发展具有以下特点:

- ① 学科领域所面对的产品种类多样化;
- ② 对产品的稳定性、可靠性和适应性要求都很高;
- ③ 技术指标和功能不断提高;
- ④ 最先应用新的科学研究成果,并且大量采用高新技术;
- ⑤ 测控单元小型化、智能化,既可以独立使用,又可以嵌入或联网使用;
- ⑥ 测控范围向着立体化、全球化的方向发展,测控功能则向着系统化、网络化的方向发展;
- ⑦ 便携式、手持式以及个性化仪器的发展迅速。

(4) 仪器产业是国民经济发展中的瓶颈产业

现代化大规模生产如发电、冶金、炼油、化工、飞机和船舶制造等,如果离开了各种测量与控制仪器仪表装置,就无法开展正常的安全生产,更难以创造巨额的产值和利润。仪器仪表已经成为促进当代生产力的主流环节,在现代工业的投资中占据相当大的比重。例如重大工程项目的投入,仪器仪表平均占10%左右的设备资金;运载火箭的试制费用主要是用于购置仪器仪表。因此可以形象地把仪器仪表比喻成国民经济领域中的“瓶颈”产业。

仪器学科发展的主要趋势是:

- ① 利用各学科最新的科技成果,特别是结合微电子、光电子、生物化学、信息处理等学科及大规模集成电路、微纳加工、网络技术等,形成了一些交叉学科领域中的高新计量技术,包括微弱信号敏感、传感、检测与融合技术等;



- ② 物质的原子、分子级检测技术；
- ③ 复杂组成样品的联用分析技术；
- ④ 生命的原位、在体、实时、在线、高灵敏、高通量、高选择性检测技术；
- ⑤ 工业自动化测控的在线分析、原位分析，高可靠性、高性能和高适用性技术；
- ⑥ 医疗诊断中的健康状况监测、早期防治、无损诊断、无创和低创直视诊疗、精确定位治疗技术；
- ⑦ 各类应用领域中的专用、快速、自动化监测及其计量技术。

现代仪器仪表是集光、机、电、计算机和许多种基础学科群高度综合的产物，对高新技术极为敏感，因此成为现代科技中的前沿技术。

3. 仪器科学的主要研究内容

仪器科学的主要研究内容如下。

(1) 计量测试技术与精密测量仪器

主要进行精密测试与仪器的研究开发，例如远程、在线及智能化测试，计量专家系统与计算机仿真，以及误差理论与数据处理等方面的研究工作。

(2) 光机电一体化技术与测试仪器

主要进行光机电一体化测试仪器的设计方法、精度技术、优化及可靠性设计、虚拟仪器、虚拟设计与虚拟现实等方面的研究工作。

(3) 近代光学、光电检测技术及应用

主要进行干涉与偏振测量、光学非球面检测、激光多普勒及光散射测量、紫外测量、三维检测等方面的研究工作。

(4) 光电信息传感及其处理技术

主要进行光学遥感、图像采集与处理、光学信息处理技术与方法等方面的研究工作。

(5) 微小型光机电集成技术与系统

主要进行微小型光机电系统的设计、制造与检测，微小型机器人及其有效载荷技术，微小型运动及传感仿生技术等方面的集成研究工作。

(6) 微纳米测试仪器与控制技术

主要进行微观形貌的检测、微纳米测量技术、微纳米计量等方面的研究工作。

(7) 瞬态、动态测试技术及仪器

主要进行瞬态与动态参数测试仪器与标定技术、动态信号采集与分析、信号处理技术等方面的研究工作。

(8) 传感器技术的系统集成及其工程应用

主要进行传感器技术的基础研究及其系统集成，包括传感器的特性测试、多传感器的状态监测与信息融合、近感探测技术等方面的基础理论及其应用研究工作。