



南京航空航天大学本科教育教学系列丛书



南京航空航天大学

NANJING UNIVERSITY OF
AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS

实验室简介

■主编 昂海松 ■副主编 周元洪

南京航空航天大学
本科教育教学系列丛书编委会



■ 南京航空航天大学本科



2007074365

G649.2
1133-(19)7

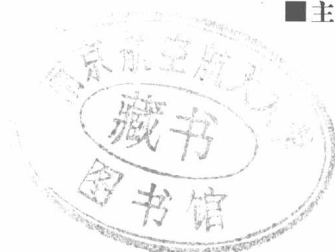


南京航空航天大学

NANJING UNIVERSITY OF
AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS

实验室简介

■ 主编 昂海松 ■ 副主编 周元洪



南京航空航天大学
本科教育教学系列丛书编委会

2007074365

序 言

南京航空航天大学座落在钟灵毓秀、虎踞龙盘的历史文化古都南京,创建于1952年10月。建校50多年来,学校实现了一次次历史性跨越,现已成为一所以工为主,理工结合,多学科协调发展,具有航空、航天、民航特色的重点大学,进入了向高水平研究型大学发展的新阶段。

阳春布德泽,万物生光辉,2006年4月学校将迎来教育部专家组进校对本科教学工作水平评估。遵循“以评促建、以评促改、以评促管、评建结合、重在建设”的评估指导方针,学校在近三年的评建工作中,以全面建设优秀本科教育,着力提高教学质量为目标,求真务实,真抓实干,办学理念进一步凝炼,师资队伍进一步提升,教学条件进一步改善,教学体系进一步优化,教学管理进一步规范,学风建设进一步加强,教学效果进一步提高,办学特色进一步明确,各项工作取得了显著的成效。为了充分展现南京航空航天大学本科教学工作的水平和质量,我们编辑了《南京航空航天大学本科教育教学工作系列丛书》,全书共有28册,每一分册围绕一个专题,采用汇集、选编、节选、实录等多种形式精心编选。内容大致分为三大类:一是学校在治校、治教和治学、教学改革与创新、学生思想政治教育等方面的探索实践;二是学校学科建设、师资队伍建设、条件建设、教学管理和学生教育管理、学生科技创新等方面的成果;三是优秀教师、优秀学生、杰出校友、学术带头人的风采。我认为,这套丛书虽然不足以全面反映南航54年发展历史所沉淀的深厚文化底蕴、优良的办学传统和浓郁的育人氛围,但可作为一个窗口向读者展现南航人做人、做事、做学问的风格,创建具有国防科技特色的高水平研究型大学的雄心。

智周万物惟创造,道济天下展经纶,南京航空航天大学的发展是新中国半个世纪来高等教育发展的一个缩影,以其鲜明的办学特色,雄厚的教学、科研实力,令人瞩目的成果享誉社会。我们相信,在各级领导、社会各届人士、海内外校友的热忱支持下,南航人一定能够把学校建设得更加辉煌!

凡事没有最好,只有更好,置于您手中的这套丛书一定还有许多疏漏和失当之处,伏祈不吝赐教!

胡海岩

二〇〇六年四月八日

前 言

高等学校实验室是人才培养的主要课堂,也是知识创新和科技创新的重要基地,实验教学对于培养学生的实践能力和创新能力尤为重要。我校现有各类实验室51个,其中国家级重点实验室1个、部省级重点实验室3个,部门开放实验室5个;实验中心20个,其中校级基础实验教学中心9个(3个为省级基础课实验教学示范中心)。目前,我校各类功能的教学实验室齐全,仪器设备先进,数量配置合理,设备利用率高,在人才培养中发挥了重要作用。

实验室建设是学校整体建设的重要组成部分,实验室基础设施与条件也是学校总体办学水平的重要标志。“十五”以来,学校大幅度地改造、提高实验室条件,不断更新实验教学仪器设备,逐年完善教学实验室基础设施。学校把基础课实验室的建设作为本科教学条件建设的重点;学校注重经济、管理、文学和法学类专业的实践性教学,建设了一批特色实验室;同时,学校重视新专业实验室的建设,新办专业建设同步建设实验室;学校大力推进大学生的创新活动,建设了一批大学生创新实践基地。

学校十分注重把科研成果转化为设计性、综合性实验,同时利用科研成果自主开发了一批实验教学设备或仪器,促进了实验教学质量的提高。学校从基础条件建设和制度建设着手,积极推进实验室开放,建设了一个面向学生开放、良好的实验教学环境。

编 者

二〇〇六年三月

目 录

一、国家、部、省级重点实验室、实验中心

直升机旋翼动力学重点实验室	(1)
航空电源重点实验室	(9)
智能材料与结构重点实验室	(16)
飞行器结构力学与控制重点实验室	(26)
力学实验中心	(36)
机械工程实验中心	(47)
电工电子实验中心	(74)
超声电机工程研究中心	(83)
直升机旋翼技术实验室	(90)
振动工程实验室	(91)
空气动力学实验室	(95)
特种加工实验室	(108)
CAD/CAM 实验室	(109)

二、校实验中心

物理实验中心	(110)
化学实验中心	(141)
材料实验中心	(161)
工程训练中心	(178)
计算中心	(191)
外语实验中心	(203)

三、院实验中心、实验室

飞行器设计技术实验室	(213)
微型飞行器技术实验室	(216)
结构强度实验室	(222)

飞行器环境控制实验室	(227)
土木工程实验中心	(233)
推进系统实验中心	(239)
车辆工程实验中心	(277)
自动控制实验中心	(286)
电气工程实验中心	(301)
测试工程实验室	(313)
飞行控制研究室	(318)
电子工程实验中心	(322)
计算机技术实验中心	(351)
工业设计实验室	(362)
飞行器制造工程实验室	(366)
先进制造技术中心实验室	(371)
民航工程实验中心	(378)
数学与建模实验室	(399)
经济与管理实验中心	(407)
医学物理与生物医学工程实验中心	(433)
人文与社科实验中心	(445)
艺术实验中心	(450)

四、大学生创新基地

飞机创新设计实验室	(462)
能源与动力创新实验室	(467)
智能控制系统创新实验室	(470)
电子设计创新实验室	(475)
嵌入式系统创新实验室	(480)
机电一体化创新实验室	(482)
大学生科技中心	(484)
航模队	(487)

直升机旋翼动力学重点实验室

一、概况

南京航空航天大学直升机旋翼动力学国家级重点实验室是我国直升机行业唯一的重点实验室,于1995年底建成并通过国家验收,主要从事直升机科技领域的基础性研究以及高层次人才的培养。其研究方向包括:(1)直升机设计;(2)直升机空气动力学;(3)直升机飞行力学;(4)直升机动力学;(5)直升机实验技术。

实验室已形成一支稳定的、梯队配置合理、学历层次高、研究能力强的科技队伍,现有各类研究人员30人,其中教授9人(8人为博士生导师),副高职5人,中级职称11人。实验室已具备试验厂房及计算机房,研究人员工作室建筑面积合计2915平方米,拥有旋翼试验台、低速风洞、旋臂式模型旋翼机动飞行试验机、立式水洞、结构振动试验系统等大型直升机专业试验设备,并配备有计算机仿真工作站以及先进的测力、测速、测压仪器,具有良好的研究条件和学术环境。除以上大型设备可为本科生教学服务外,实验室还专门建造了多种教学实验设备,包括直升机教学综合实验系统、直升机空气动力特性实验装置、模型桨叶振频及振型实验装置、旋翼桨叶扬起下坠实验装置等,具有良好的教学实验条件。

实验室是在直升机技术研究所和直升机旋翼技术部开放研究实验室的基础上建成的,是中国航空学会直升机专业分会的挂靠单位,是我国唯一“直升机设计”专业的所在单位,属“飞行器设计”国家重点学科,曾自行设计、研制并试飞成功了我国第一架直升机“延安二号”及我国第一副复合材料旋翼桨叶,90年代合作研制成功了无人驾驶直升机“WZ-1”,目前正研制“F-160”新型无人驾驶直升机。多年来,实验室为我国的直升机国防事业和国民经济建设作出了突出贡献,为国家培养了大批本科生和研究生,他们中的许多人已经成为我国直升机行业的领导和科研技术骨干。

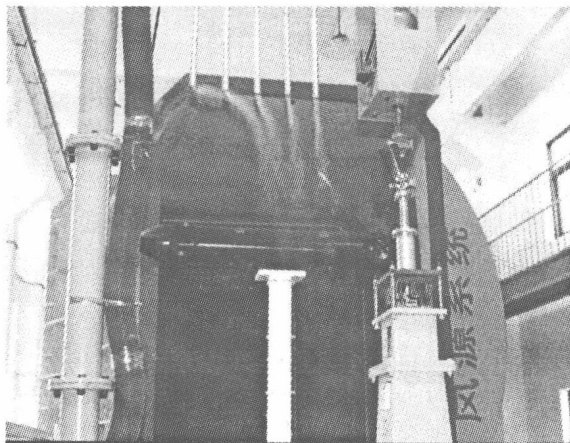
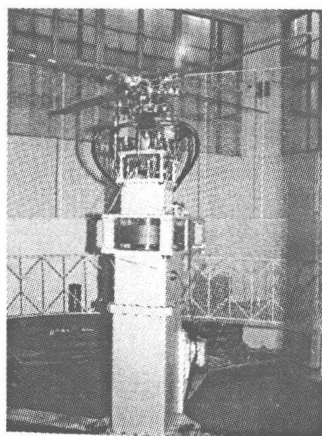
实验室还积极开展国际学术交流与合作。近几年中,派出学术交流、进修人员22人次,与美、德、韩等国先后开展了多项课题合作。实验室共接待了来自美国西科斯基公司、欧洲直升机公司、德国宇航院等单位的人员参观考察18批次,并邀请了欧美若干大学的专家学者来实验室讲学,迄今,与德、法、韩、俄、英、美等国的多个直升机高校和研究机构建立了学术联系与合作关系,对本实验室的本

科生教学和科研工作均起到了积极的推动作用。

二、设备情况

设备名称	型号	价格(元)	性能与用途
模型旋翼试验系统	自研	1000000	空气动力学
旋臂式模型旋翼机动飞行试验机	自研	1000000	机动飞行
立式水洞	自研	1000000	流场测试
结构振动试验系统	INSTRON 25kN	615831	振动及疲劳
仿真工作站	SGI Octance	1178636	飞行仿真

(1)模型旋翼试验系统

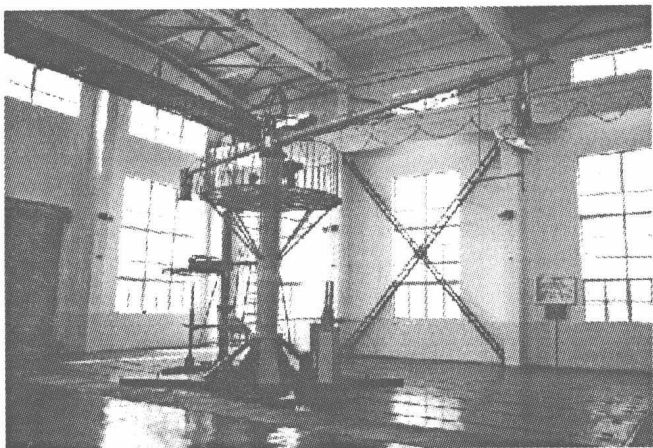


模型旋翼试验系统

该设备包括旋翼试验台和低速风洞。是研究旋翼流场、高性能旋翼、旋翼气弹耦合及动力稳定性必不可少的设备,达到了90年代中后期国际先进水平,曾获中国航空工业总公司和江苏省科技进步二等奖,已用于多项试验研究课题和本科生教学。近年来,新制造了两台六分量天平 and 操纵作动筒,更新了数据采集与处理系统,性能及可靠性都有改善。

(2)旋臂式模型旋翼机动飞行试验机

该试验机是为了模拟直升机的多种机动飞行科目、研究旋翼非定常空气动力学及机动飞行力学而创造的一套新型试验设备,其综合能力为目前世界先进

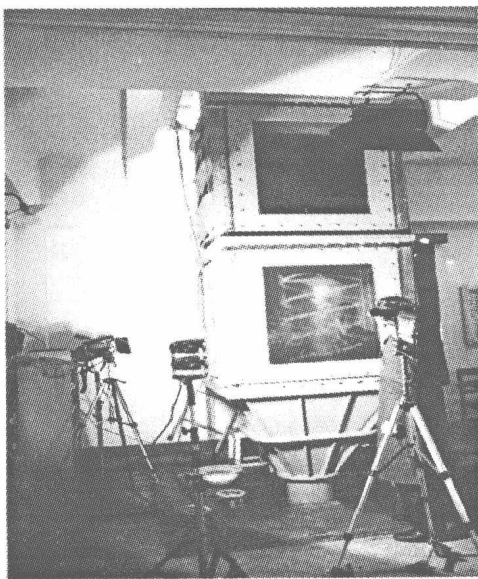


模型旋翼机动飞行试验机

水平,获国家技术发明三等奖。已用于完成国家预研及实验室基金等多项试验。近年来,新添置天平一台,改进了旋翼驱动电机,增加了倾转自由度,以满足相关教学试验的需要。

(3)立式水洞

自行创建的国内最大的立式水洞,主要用于旋翼流场显示、尾迹及总体布局研究,其主要优点是流场显示直观,随时可对试验对象进行修型。该设备的建成及应用获部级科技进步三等奖,后来又对其流速控制和照明做了改进。已用于旋翼自由尾迹、旋翼涡/桨干扰、某预警机机头流场、某舰飞行甲板流场等试验研究。并用于本科生的《直升机空气动力学》课程的相关教学实验。



大型立式水洞

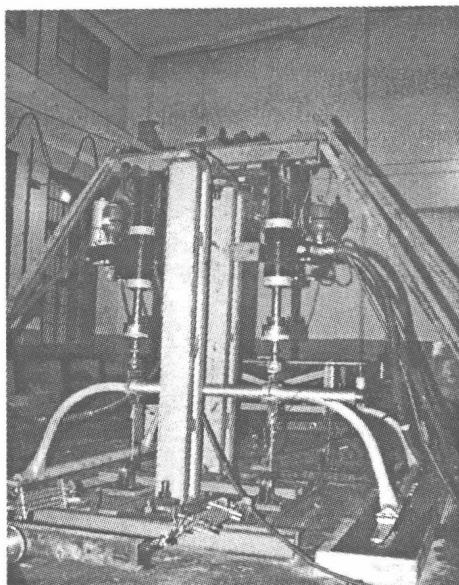
(4)结构振动试验系统

该系统由英国 Instron 公司购进,用于进行结构的静强度、疲劳、振动特性等试验,能实现相位、振幅、载荷的协调控制及加载。近几年又进行了添置数据采集

系统等多项改进,已用于 Z-11 地面共振试验、WZ-1 无人直升机强度试验、Y-7 方向舵支臂疲劳试验以及汽车阻尼器、大跨度房顶等试验研究。

(5) 仿真工作站

该工作站的硬件系统配备有 SGI Octance 图形工作站、双塔式 Origin 200 服务器、Indigo 2 工作站以及个人计算机若干套。除系统软件、常用的应用软件外,还专门购置了 Coryphaeus 仿真软件、PV-wave 分析处理软件、Flightlab 直升机仿真软件。整个系统可实现多用户并行处理。利用该系统可进行直升机空气动力学、动力学、飞行力学与控制等领域的可视化仿真,已用于舰载直升机、无人侦察机、长空靶机的三维图形制作,武装直升机的飞行品质计算及评估研究,结构弹伤仿真计算等,并通过毕业设计,培养了一批本科生。



结构振动试验系统

三、承担的实验教学

实验项目	服务课程	实验类型	实验内容
直升机的操纵方法	直升机空气动力学	综合性	直升机操纵
悬停旋翼桨盘诱导速度的测定	直升机空气动力学	基础性	诱导速度测定
旋翼的吹风挥舞运动	直升机空气动力学	演示性	吹风挥舞现象
悬停旋翼的地面效应	直升机空气动力学	基础性	地面效应现象
桨叶梁试件固有频率的测量实验	直升机强度	基础性	固有频率测量
桨叶扬起下坠的应力测量实验	直升机强度	综合性	扬起下坠现象及应力测量
桨叶构造	直升机部件设计	设计性	桨叶构造
桨毂构造	直升机部件设计	设计性	桨毂构造
操纵系统构造	直升机部件设计	设计性	操纵系统构造
机身和起落架构造	直升机部件设计	设计性	机身和起落架构造
直升机课程设计	直升机课程设计	设计性	课程设计

1.《直升机空气动力学》实验,其中包括:
实验一,直升机的操纵方法。

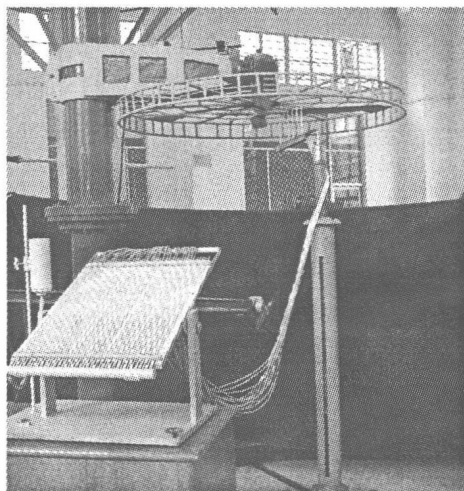


直升机的操纵方法试验

实验二,悬停旋翼桨盘诱导速度的测定

实验三,旋翼的吹风挥舞运动

实验四,悬停旋翼的地面效应



悬停旋翼地面效应试验

2.《直升机强度》实验包括:

实验一,模型桨叶振频及振型的测量实验

实验二,桨叶梁试件固有频率的测量实验

实验三,桨叶扬起下坠的应力测量实验

3.《直升机部件设计》实验包括:

实验一,桨叶构造

实验二,桨毂构造

实验三,操纵系统构造

实验四,机身和起落架构造

4.《直升机课程设计》实验,包括:直升机课程设计。

四、实验室成果

实验室完成了大量的直升机国防和民用科研任务,特别是近几年来,承担科研任务180余项,获奖科研成果达33项,其中获国家级科技成果奖5项,部、省级成果奖28项。这些成果均达到国内领先水平,一部分达到当代国际先进水平,部分研究成果已应用于国内多种直升机型号中。此外,近几年来,还出版了多本直升机专著,完成了各种学术会议和杂志论文、GF报告427篇,且一批论文被SCI和EI等国际检索刊物收录。

除科研成果外,实验室在教学设施建设方面,也取得一些重要成果,主要包括:

(1)“十五”期间,通过国防重点专业的项目建设,专门研制了一套“直升机教学综合试验平台”。该平台是在一架“延安-2”直升机基础上改装而成的,主要用于《直升机空气动力学》、《直升机动力学》和《直升机飞行力学》等本科生主干课程的教学实验,为本科生部分设计性和综合性实验提供一个多功能的实验平台。由于与工程实际紧密结合,它对于培养本科生的工程实际经验和综合试验能力具有重要意义。

(2)通过“十五”“211”飞行器设计重点学科建设,自行研制了一套“新概念旋翼飞行器设计与实验系统”。该系统将在《直升机空气动力学》、《直升机动力学设计》、《直升机飞行控制》等飞行器设计专业课程的教学中发挥重要作用。

(3)通过“十五”“高新工程”项目建设,自行研制了一套“六自由度旋翼试验系统”。该系统将为《直升机飞行力学》等课程的教学提供服务。

(4)对1984年引进的“INSTRON四点协调加载疲劳试验机”进行了大幅度

改造,更新了控制系统、油源和伺服系统,使该试验装置的功能得到了完善。该系统将为《直升机强度》等课程的教学实验提供服务。

五、实验室开放

实验室的本科生开放实验,主要面向高年级本科学生。实验室制定了相关的开放实验的管理办法。已开放的实验包括:直升机的操纵方法、桨叶扬起下坠的应力测量、直升机桨毂桨叶构造设计等。

目前,正利用“直升机教学综合试验平台”作为开放实验的主要装置。其特色之一是综合性,学生可在该平台上进行旋翼流场的定量测量实验,旋翼桨叶的动特性测量实验,直升机平衡和旋翼挥舞运动对操纵响应的演示实验,其中旋翼流场和旋翼桨叶的动特性实验可在计算机上进行直观的显示,便于学生理解;特色之二是与工程实际的紧密结合。该平台由真实直升机(延安2号)改造而成,学生所进行的各种实验是在真实直升机上的实验,有利于培养学生的工程实际经验。同时,各种测试设备,如测速、测振手段在现有的基础上有了本质的提升,提高了试验结果的可靠性。

开放实验项目	实验类型	实验内容
直升机的操纵方法	综合性	直升机操纵
直升机的流场测量	基础性	流场测量

六、实验室科研能力及服务项目

1. 科研能力

实验室在科研方面有很强的实力,主要的研究方向和领域包括:

(1) 旋翼涡系、流场及高性能旋翼研究

旋翼涡系、流场是研究旋翼性能、气动力和动力学特性的基础。直升机的飞行特性、气动载荷、振动及疲劳等基本问题的研究都与它密切相关。重点实验室在这一领域的主要研究内容包括:旋翼尾迹涡系模型的机理及数学分析;旋翼流场和干扰流场的理论与实验研究;高性能旋翼桨叶的平面形状和特型桨尖研究;旋翼气动载荷理论分析与试验研究;旋翼尾流/尾梁环量控制机理研究;

(2) 非定常旋翼气动及机动飞行力学研究。

旋翼非定常气动针对旋翼所处的气流环境和自身的周期挥舞及变距运动,尤其对于直升机的机动飞行状态,研究旋翼的气动特性及其机理,这一领域是当前旋翼理论研究的前沿。重点实验室在这一领域的主要研究内容包括:旋翼动态

失速的理论与实验研究;旋翼的涡-桨干扰研究;旋翼在机动飞行状态下的气动特性研究;旋翼气动噪声的机理和分析方法研究;新型式反扭矩系统的非定常气动研究;直升机飞行仿真技术研究

(3)旋翼气动弹性耦合及动力学稳定性研究

旋翼的气动弹性耦合动力学研究,深入到旋翼受载与变形运动的复杂情况,更真实更深入地探讨旋翼桨叶这种细长柔性升力系统的动力学基本特性。重点实验室在这一领域的主要研究内容包括:旋翼气动弹性稳定性研究;旋翼/机体/操纵系统耦合动力稳定性与动力响应;旋翼振动载荷识别理论与方法研究;旋翼振动抑制与主动控制研究;新型反扭矩系统的动力学研究

2. 服务项目

重点实验室投资建设和引进的一批先进的设备和测试仪器,在研究工作中已发挥了重要作用。目前,实验室已经做出了一批在国内领先并具有国际先进水平的研究成果,并已经完成了多项直接应用于现役机种和在研型号的研究任务,为直升机的国防事业和国民经济建设作出了重要贡献。

航空电源重点实验室

一、概况

航空电源重点实验室由原自动控制系电气工程实验室和原航空部设立的唯一航空电源研究室发展过来的。1998年8月24日中航总正式下达《航空计[1998]840号》文,在南航建设航空电源航空科技重点实验室,共投资1800万元,同时也作为南航211工程的重点建设项目。2001年8月顺利通过211工程建设验收。

重点实验室具有两个博士点:电力电子与电力传动,电机与电器;三个硕士点:电力电子与电力传动,电机与电器,电力系统及其自动化;一个博士后流动站:电气工程。其中电力电子与电力传动学科于1994年、2001年连续两次评为江苏省重点学科,2002年评为国防科工委国防重点学科。

1. 研究条件

航空电源重点实验室主要从事航空电源的预研和型号研制任务,重点实验室现有面积3000平方米,目前已建成五个试验系统:

(1)飞机电源物理试验系统:该系统引进美国AVTRON公司的K938-500飞机电源试验台,它包括一台双输出轴拖动台、一套四象限直流伺服系统、一套控制台和冷却油源等。具有自动数据采集和自动加载功能,可以可逆运转,可测试容量达150kVA、转速高达30000r/min的飞机发电系统,还可以实验飞机电动机。

(2)现代飞机配电系统试验系统:该试验系统以双发飞机为对象,建立全套飞机供电系统的模拟设备及实验测试设备,主要装置有电源模拟器、模拟配电网、模拟负载、自动加载设备、自动测试设备、基准仪表等。自动测试设备是以数据采集系统为核心的自动数据采集、处理设备,用于电网分析,配置可编程电源和负载后还可作为飞机电气设备的自动测试台。

(3)电力电子试验系统:该试验系统包括电力电子试验系统和电动机控制试验系统。电力电子试验系统主要包括:功率器件测试装置、元件测试装置、电力电子装置(含高频开关电源自动测试系统)和电磁兼容基础测试设备,可以完成各类电力电子变换器的研究与开发。电动机控制试验系统主要由多套施动机组、DSP和单片机开发系统、转矩、转速测试设备等构成。

(4)计算机数字仿真试验系统:数字仿真系统完成飞机电源系统、飞机配电

系统、电力电子变换器和机电控制系统的计算机仿真分析和设计研究。该系统由计算机网络、电子设计自动化软件、电磁系统仿真软件、机电一体化设计软件和自行研制的飞机电源数字仿真与设计软件等构成。

(5)电源结构与工艺研究试验系统:该试验系统主要研究内容是电力电子装置的微型化和模块化、热设计、电磁兼容设计和电力电子组件结构关键工艺技术,是从理论研究到工程实现的重要“接口”。主要设备有贴片维修工作站、环氧封装设备、静电防护设备、基本机械加工设备等等。

航空电源重点实验室已成为我国航空电源研究和型号研制的重要基地,可承担航空科学和工业中的基础研究、应用基础研究、预先研究、产品早期开发和型号研制任务,向航空系统全行业开放,确保军民机对航空电源和飞机电气系统的需求。

2. 研究力量

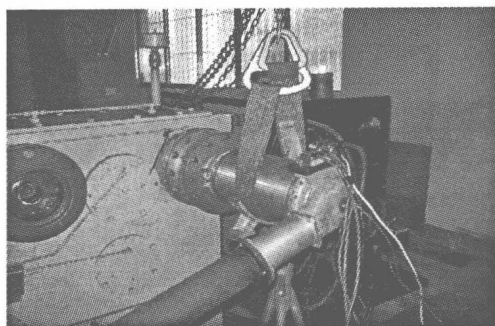
实验室现有研究人员 31 人,其中:教授 7 人(45 岁以下 6 人),博导 7 人(45 岁以下 6 人);副教授、高工 15 人(45 岁以下 13 人);具有工学博士学位的研究人员 15 人;3 人入选“江苏省 333 跨世纪学术、技术带头人培养工程”;2 人入选江苏省普通高校“青蓝工程”跨世纪学术带头人培养人选;1 人评为国防科工委“国防工业百名优秀博士、硕士”;2 人评为省部级优秀青年教师;

目前已形成了一支以中青年教授和具有工学博士学位研究人员为骨干的科研队伍,1999 年被评为江苏省普通高校优秀学科梯队。

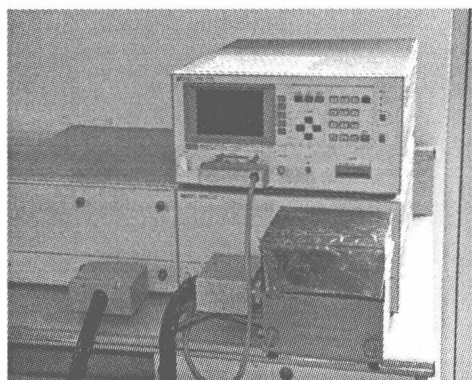
二、设备情况

重点实验室所在学科电力电子与电力传动于 1994 年、2002 年连续两次评为江苏省重点学科,2002 年评为国防重点学科。“九五”期间江苏省投资 147 万元建设学科研究生教学和科研基地,1997 年原中国航空工业总公司投资 1800 万元建设航空电源航空科技部级重点实验室,5 个建设单元已建成:1)航空电源物理试验单元;2)现代飞机配电系统试验单元;3)电力电子与运动控制试验单元;4)计算机数字仿真单元;5)航空电源结构与工艺研究试验单元。该实验室购置了大量先进仪器和设备,为科研和教学创造了良好的条件。重点实验室的主要仪器设备有:高速电机试验台、红外线热成像仪彩图胶片记录仪、SMT 表面贴装维修工作站、计算机工作站、焊接炉、动态信号分析仪、晶体管特性图示仪、精密信号发生器、4 通道 150MHz 示波器、四通道 200MHz 数字示波器、三相功率分析仪、精密 LCR 测试仪、微机型转矩功率转速测试仪、锁相放大器、数字式高斯计、涡流探伤仪、涡流探伤仪。这些设

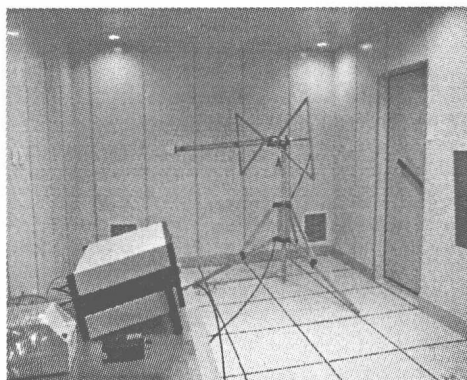
备在教学和科研中发挥了很大作用,取得了丰富的科研成果。



AVTRON 高速大功率拖动台



精密 LCR 测试设备



电磁屏蔽实验室

三、承担实验教学

在广大教师和全体实验人员共同努力下,开展广泛和深入的教学科研工作。经过老师和学生的相互配合,不懈钻研,近年来各方面取得了丰硕的成果。

四、实验室成果

重点实验室经过多年的努力,已形成 4 个具有特色和优势、在国内具有影响的科研、学科领域:航空航天器供电系统,功率变换技术,现代调速系统,电机、电器及其控制。

近年来获省部级科技进步 20 多项,发表研究论文数百篇。完成了多项型号电源系统研制项目,为我国航空工业的发展做出了重要贡献。目前正在研究大功率