

# 东南大学材料科学与工程实验中心

## 整体情况介绍

### 一、实验中心简介

东南大学材料科学与工程实验中心（以下简称实验中心）于 1998 年 6 月成立，成立时下设金属材料实验室和建筑材料实验室（现改为土木工程材料实验室）。这两个实验室的历史可追溯至二十世纪四十年代中央大学的“材料试验室”，“材料试验室”的装备在当时的国内同类实验室中处于领先地位。随着专业方向的增设和学科调整，2003 年材料科学与工程学院本科专业增设“电子信息材料”方向时，实验中心又增加了电子信息材料实验室和微观结构实验室。

目前，实验中心设有四个基础实验室，并有两个江苏省重点实验支持（组织框架如图 1 所示），为全校材料类专业学科或与材料相关学科服务，完成相关专业学科的专业基础课程实验或专业实验课以及其他的实践教学活 动，是一个本、硕、博共享，不仅对东南大学学生开放，也面向校外开放的实验平台。

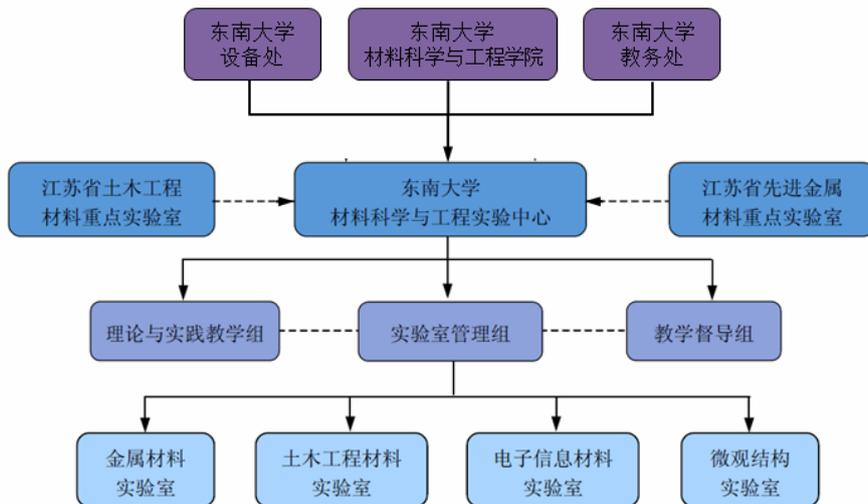


图 1 东南大学材料科学与工程实验中心组织框架

东南大学材料科学与工程学院一贯重视实验平台的软硬件建设，在过去多年的开放运行中，实验室的成功建设不仅培养了大批的优秀高素质高水平人才，也出色地完成了一系列的科研项目，取得了众多的科研成果。一人当选了中国工程院院士，曾获得国家科技进步二等奖三项，国家发明奖一项，并承担了国家 973 项目等在内的科研项目。2006 年和 2007 年又分别获批建设两个江苏省重点实验室（土木工程材料，先进金属材料），江苏省和学校共投入 4000 多万元建设，2011 年两个省重点实验室已顺利通过验收。两个省级重点实验室的建成，对原实验中心是一个很好的补充，特别是在大型设备方面，引进了世界领先水平的材料制备与材料表征与分析测试设备，如双光束场发射环境扫描电镜、计算机断层扫描 CT、X 射线衍射仪、高分辨透射电镜、纳米硬度仪等，形成一个从材料设计、制备与加工到成分与性能测试、微观组织结构分析的功能齐备的综合性材料类实验中心。

结合省级实验教学改革项目和校级创新平台的建设，目前实验中心不仅在硬件上具备世界先进水平的装备，实现了对实践教学的开放，而且在软件（新的实验教学体系、教学方法、教学信息平台和管理体制等）等方面都得到了全面的建设和提升。

实验中心在软、硬件方面的建设为培养培养基础扎实，综合能力（动手能力强、独立分析和解决问题的能力）强、并具有创新意识以及团队协作精神的研究型创新人才提供了很好的平台。



图 2 试验中心的环境

## 二、教学理念与改革思路

东南大学材料科学与工程实验中心在多年的建设与实践特别是实验示范中心立项建设以来形成了自己具有鲜明特色的教学理念和改革思路，主要表现为：

1、打破以验证为目的，以独立的课程为依托的传统实验教学理念，建立以“开放性、探索性和创新性”为特色，以材料科学与工程学科的“成分/组织—制备工艺—性质—使用性能”四大要素及其相互关系为主线，融“材料设计、加工与制备，成分与性能测试，微观组织结构分析”为一体的教学实验新模式。

2、基于材料大类学科基础和现有的专业方向，构建“三层次(基础实验、探究实验和综合创新实验)、四方向(金属材料、土木工程材料、电子信息材料、先进材料)”的实验课程新体系。

3、培养基础扎实，综合能力（动手能力强、独立分析和解决问题的能力）强、并具有创新意识以及团队协作精神的研究型创新人才。

## 三、教学体系与教学内容

东南大学材料科学与工程实验中心立项建设以来，围绕创新、综合能力培养等人才培养目标，建立了新的实验教学体系并且已经付诸实施，同时，完善并完成了三层次实验教学体系的改革，完成了以培养创新人才为目标的开放性、探索性及综合创新实验项目的设计。

### 1、建立了材料科学与工程实验教学新体系

旧的实验教学体系中，除了材料科学基础实验和专业方向大型实验外，其他的实验都是依附于课程，各门实验课程之间相互独立，为实验而实验，同时缺乏与材料制备相关的实验。立项建设以来，实验中心在实验教学实践和改革的过程中逐渐建立了涵盖材料科学基础、材料制备、材料性能测试与分析、材料表征以及专业方向综合实验五个方面的实验课程群，具有三个层次的实验教学项目的实验教学新体系。

新的实验教学体系中，实验课程（含研讨型实验课程）总数达 15 门，实验项目总数 180 个，涵盖了基础实验、探究实验和综合创新型实验，其中综合设计型实验和研究创新型实验占 71%。同时，新的实验体系和实验项目与工程实际、科研项目紧密融合，注重将科

研成果转化实验项目，探索性和综合创新性实验项目大多由教师的科研项目转化而来。目前，学院教师承担的 973 项目、863 项目、国家自然科学基金项目、企业合作项目、重大工程项目的课题都是探索性和综合创新性实验项目的来源。

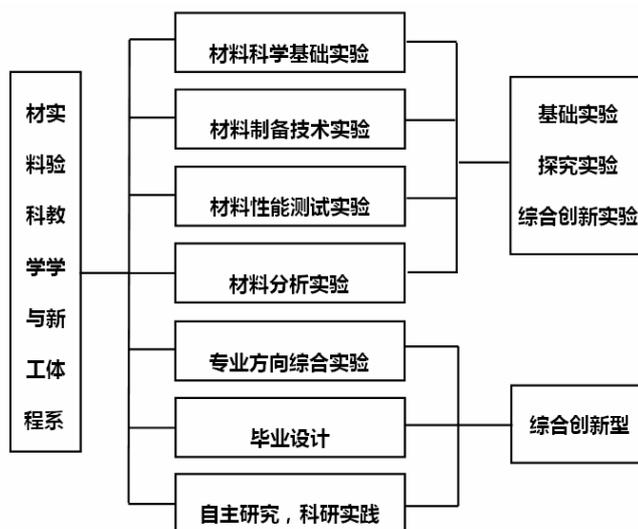


图 3 材料科学与工程专业实验教学体系框架

## 2、完成了以培养创新人才为目标的开放性、探索性及综合创新实验项目的设计

从材料科学与工程学科的“成分/组织—制备工艺—性质—使用性能”四大要素及其相互关系高度出发，设计构建了基础实验，探究实验和综合创新实验三层次实验项目，让学生自主完成从材料设计/选择、材料合成/制备/处理、组织结构分析、相关性能测试、综合分析评价全过程的综合实践锻炼，深刻认识材料科学四大要素之间的相互关系，从而掌握材料科学与工程的基本科学研究方法，培养学生的团队协作能力、实践动手能力、创新意识及独立分析问题和解决问题的能力。

## 四、教学方法、手段与教学成效

实验中心在保持原有特色（充分开放、专业方向大型实验等）的基础上，形成了一些与人才培养目标一致的教学方法（平台），并在新实验教学体系的建立与实践过程中取得了显著的教学成效。

### 1、构建了网络助学、教师指导、学生自主创新设计和实验（探索实验和综合创新）相结合的多层次的实验教学模式

从激发学生的兴趣和创新能力出发，我们将实验课程分为基础型、探索型和综合创新型。学生主要通过网络实验课程掌握基础实验，在探索型和综合创新型实验环节，通过实验设计和实验项目的实施，不仅使基础实验技能得到训练和提升，而且培养学生的创新意识，锻炼学生自主设计和实验研究的能力。

### 2、以学生为主体，突出实验项目的开放性、实验过程的探索性和创造性

为了建立以学生为主体的实验教学体系，培养研究创新型人才，在实验项目的设计上，除了基础实验外，探索性和综合创新性实验项目内容本身是开放的，学生可根据自己的兴趣，选择实验题目，自主设计实验方案、确定实验内容和实验方法。指导老师的作用是引导和指导。

### 3、教学效果与教学成果

2010年，东南大学材料科学与工程专业获批建设国家特色专业，国家特色专业的建设促进了实验中心的教学改革工作。同时，新实验教学模式的改革在取得初步成效的基础上，又获得了江苏省教育厅的立项，这些都极大地推动了实验教学改革，获得了一些教学成果，并使教学效果得到了明显的提升。

实验项目开出率达100%，教学效果显著，特别是每年的大型综合实验，学生不仅参与热情高，还给予了高度的评价，普遍反映这样的大型综合实验使他们在知识的学习与运用、创新思维能力的培养、实践能力、综合分析解决问题的能力 and 团队写作能力方面都得到了很好的锻炼和提升。

近三年，本专业共获得省部级以上科研成果奖5项，东南大学教学成果奖1项，发表教改论文6篇，本科生发表科研论文3篇。本科生参加省级以上学科竞赛获奖8项，国家级SRTP项目3项，省级SRTP项目4项，省级本科优秀论文奖1项。（说明：因本实验中心对其他院系的开发涉及面很广，所以，未统计材料科学与工程学院之外的院系与本实验中心相关的成果。）

近三年中有16人次参加了6项国内有关实验教学、实验室管理方面的研讨会、交流会，其中4人次进行了大会报告，介绍实验中心的教学改革情况和取得的成效与经验，起到了良好的示范和辐射作用。近三年中，有清华大学、北京科技大学、上海交通大学、西南交通大学、华南理工大学、厦门大学、同济大学、重庆大学等20余所高校的同行来本实验中心参观和交流。



图 4 部分获奖证书

## 五、队伍建设和状况

学校、学院一直重视实验队伍建设，政策导向明确，吸引并稳定了各类人才充实、加强实验队伍。近三年实验中心引进 3 名具有博士学位的专职实验技术人员，在职实验技术人员中有 1 人在职进修获得了博士学位，有 1 人在职读研，有 1 人完成了专升本。此外，5 名从海外引进的高层次人才和 9 名新进博士等一大批年轻教师作为兼职教师参加了实验中心的建设和实践教学研究，为实验中心的后续发展提供了强有力的技术支撑。

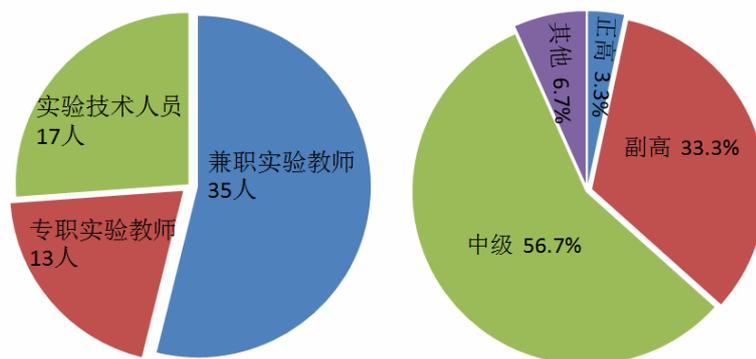


图 5 实验教师人员组成及专职实验教师和实验技术人员的职称情况

为了适应新的实验教学体系的教学需要，教授们直接参与探索型和综合创新型实验项目的指导，教授们对学生实验的指导由过去的名义上的指导转变为实质性的指导。同时，学院成立了实验教学督导组，帮助并监督实验教师认真完成实验教学工作。学院还通过各种方式努力促进实验教学师资队伍的提升，鼓励实验室老师参加各种学术交流活动 and 国内外有关的培训，鼓励并支持实验室教师申报或参与专业建设和教学改革课题，要求实验室教师积极参加首开课培训和青年教师授课竞赛，提升师资队伍的学术水平，并努力培养具有国际视野的实验师资队伍。

目前，实验教学中心主任为教授，具有博士学位，曾全面负责省级重点实验室的建设。实验中心常务副主任具有多年的从事实验室管理和实验教学的经验。实验教学队伍具有较好的教学科研创新能力，实验教学水平高，积极参加教学改革、科学研究，广泛参与国内外同行交流。队伍的结构数量合理，专兼结合，核心骨干相对稳定，专职人员中具有硕士及以上学历或高级专业技术职称人员达 63%。近三年中原有的专职实验技术人员中有 1 人在职进修获得了博士学位，有 1 人在职读研，有 1 人完成了专升本。

## 六、管理模式

### 1、管理体制

本中心实施校、院级二级管理，资源共享及开放共享在全校实验室中开展较早，各类仪器设备的使用效益较好。

实验中心切实贯彻主任负责制，各实验室、各关键岗位分工明确，职责分明，有效实施了中心教育教学资源统筹调配。

长期以来，实验中心的建设工作与学科建设紧密结合，实验中心、重点实验室、重点学科的建设工作已逐渐融合在一个整体中。

## 2、信息平台

实验中心初步建立了具有较丰富信息量的网络信息平台。实验教学课程体系、实验教学计划、课程大纲、实验项目、教学课件以及实验指导书等均上网可查，方便学生自学，有助于发挥网络助学功能。实验中心的各种规章制度和管理方法也均上网可查，便于学生随时了解和学习。同时，中心还建立了大型仪器预约系统并实际运行，方便师生预约使用大型仪器设备，也提高了大型仪器的使用效率。



图 6 实验中心网站主页

## 3、运行机制

实验中心一直较好地实施开放运行，运行状态良好，工作量饱满。中心管理制度规范化、人性化，以学生为本，长期得到实践并不断提升水平。其中实验室的开放管理制度、二级安全培训考核制度已成为高校同类实验室中的典范。实验教学评价方法科学合理，较好地促进和保证了实验教学质量的持续提高。

学校和学院一直重视实验教学及运行经费投入，经费投入有保证，配套运行经费充足，完全能够满足实验中心的快速发展需要。

实验中心建立并成功运行 12 年的院级设备维修基金制度已成为中心的一个特色，受到校内外专家的一致好评。

## 七、设备与环境

### 1、仪器设备

由于与重点实验室、重点学科、各类创新平台建设的完全融合，实验中心的设备配置先进合理，数量充足，充分满足各类实验项目的需要。特别是在原有设备的基础上，在材料制备、材料的表征等方面增添了世界一流水平的大型设备，如带离子切割的场发射环境扫描电镜、带有高温台的 XRD、带有高温台和气氛控制的纳米硬度仪等等。这些设备都对本科实验

教学开放，让学生有机会利用这些一流水平的设备开展创新实践活动，也使得培养的人才具有国际视野。

由于人员、制度的落实，实验中心的仪器设备使用效益较高，其中大型仪器设备的开放使用制度、预约使用制度、独立操作培训制度的成功实施，为学生开展综合性、创新性训练提供了有力的支撑。

近三年改进、自制仪器设备共计 5 台（套），极大地丰富了学生实验训练活动。目前，实验中心的仪器设备总值达 5125 万元。



图 7 实验中心部分仪器设备照片

## 2、维护运行

实验中心的仪器设备管理制度健全，固定资产账、物相符率达 100%。有了校、院维修基金制度的保障，仪器设备维护经费足额到位，维护措施得力，设备完好率达到了 95% 以上。近三年各类建设经费的投入已达 3166 万元，淘汰了较多的陈旧设备，仪器设备平均年更新率达 10% 以上。

## 3、环境与安全

实验室面积、空间、布局科学合理，满足实验教学需要。为适应学科快速发展的需要，新的材料化工大楼已主体封顶，届时试验中心的面积将达到 10000 平方米（现有的材料楼将全部变为实验楼）。实验室设计、设施、环境体现以人为本，安全、环保严格执行国家标准，应急设施和措施完备。实验室实行定期安全检查制度，安全工作制度完善，落实到位。

中心建有完善的师生安全教育管理体系，院级安全教育培训制度已落实十余年，各类安全警示标志醒目。



图 8 实验中心部分规章制度及安全警示标识

## 八、特色项目

### 1、将高水平科研项目与大工程建设课题转化为优质实验教学资源

随着我校材料学科科学研究、产学研合作和社会服务水平的不断提升，材料科学与工程实验中心的教学改革获得了源源不断的素材。大量的综合性、创新性实验项目一部分来自于各位教师的研究领域，另一部分源自我校对外分析测试服务过程中所积累、收集的工程实际项目。对学生而言，这些教学实验项目极具挑战性、探索性。

本中心主要骨干教师均有较好的科研工作基础和工程实际经验，负责或参加了多项 863、973、自然科学基金、科技创新工程等国家级、省部级重要科研项目和大量横向协作项目，在新材料的应用基础研究领域获得了三十多项国家级、省部级奖励,在教学研究领域取得了十多项省部级、校级成果奖，中心成员积累了丰富的教学、科研、实践经验，为学生参与高水平科研提供了条件。

### 2、建立了“三自一统”式的大型综合实验课

本中心设置了综合实验课程“专业方向大型实验”，已实践多年。该课程的实验形式是按“三自一统”理念设计的，即由学生自由选择实验专题项目，自主确定实验方案，自己选择实验时间，统一进行实验成果的汇报讨论与评价。

综合实验中的专题内容大多来自科研项目与工程实际问题，它考察学生的基本专业知识与综合运用能力，这些综合实验只给出题目或实验目的，不固定实验模式，即不提供传统实验意义上的实验指导书，甚至没有现成的参考资料，需要的实验原理、实验方法、甚至样品都必须通过查阅文献，由学生自主确定。

### 3、自筹经费，建立了院级“设备维修基金制度”

基金来源于全院所有教师的科研经费和对外科技服务经费（提取比例按项目性质分为到账额的 2~7%），目前该基金总收入达 320 余万元，全部用于实验中心仪器设备的维修、改造、升级。这一制度的建立，为实验中心实施开放管理提供了充足的运行经费保障，形成了科研、实验、开放良性互动的局面。

### 4、满足学生需要，常年实施 24 小时开放运行管理制度

为保障大学生创新实践活动的顺利开展，实验中心研究并实施了完全开放的运行管理制度，其中实验室开放运行管理办法、校院二级实验室安全教育培训制度、大型仪器独立操作培训制度、大型设备网上预约使用制度已成为国内同行的示范。



图 9 实验中心部分学生实验照片