

材料类教学质量国家标准

1 概述

材料类专业的主干学科是材料科学与工程。材料类本科专业包括材料科学与工程、材料物理、材料化学、冶金工程、金属材料工程、无机非金属材料工程、高分子材料与工程、复合材料与工程 8 个基本专业,以及粉体材料科学与工程、宝石及材料工艺学、焊接技术与工程、功能材料、纳米材料与技术、新能源材料与器件 6 个特设专业。

材料科学与工程是研究材料的组成、结构、合成与制备、性质与使用性能等基本要素及其相互关系的科学,是一门主要涉及物理学、化学、计算科学、工程学和材料科学的综合型交叉学科。材料科学与工程学科是伴随着社会发展对材料研究的需要形成和发展起来的。作为人类赖以生存和发展的物质基础,尽管材料的使用几乎和人类历史一样古老,但材料科学与工程学科作为一门独立的学科,只有约 50 年的短暂历史。在仅仅 50 年的发展过程中,材料科学与工程学科已经充分显示了其在现代科学技术发展和人类社会进步中的重要地位。

材料是人类用于制造物品、器件、构件、机器及其他产品的物质。材料的应用非常广泛,渗透到各个行业,许多领域都与材料制备、性质、应用等密切相关,材料是科技发展和人类社会进步的物质基础。材料类专业承担着材料类专门人才的培养重任,直接影响着我国新材料技术的发展和传统材料产业的升级,进而影响着我国的经济建设与社会发展。我国材料类专业规模较大、需求多,国际社会认可度高,使得本专业类成为供需两旺的专业。近年来,不同类型的高校均纷纷开始设立材料类专业。

21 世纪以来,材料的发展又出现了新的格局。一方面,纳米材料与器件、信息功能材料与器件、能量转换与存储材料、生物医用与仿生材料、环境友好材料、重大工程及装备用关键材料、基础材料高性能化与绿色制备技术、材料设计与先进制备技术将成为材料领域研究与发展的主导方向。不难看出,这些主导方向体现了材料科学与工程学科的一个重要发展趋势,即材料科学与工程同其他众多高新科学技术领域交叉融合的特征越来越显著。另一方面,新材料的开发更加依赖于材料合成、制备与表征科学技术;材料研究将向着多层次、跨尺度的多级耦合方向发展;材料全寿命成本控制和环境因素须被充分考虑;结构-功能一体化是新材料高效利用的重要途径,已成为新材料研究的重要方向。材料发展的这种新格局,对材料类专业人才的素质结构、能力结构和知识结构提出了更高的要求,这一人才需求的变化对从事材料类专业人才培养的高校提出了严峻挑战。

2 适用专业范围

2.1 专业类代码

材料类 (0804)

2.2 本标准适用的专业

根据教育部颁布的《普通高等学校本科专业目录 (2012 年)》,材料类专业分为基本专业和特设专业。

本标准适用于材料类基本专业。材料类特设专业参照本标准执行。

(1) 基本专业

材料科学与工程 (080401)

材料物理 (080402)

材料化学 (080403)
冶金工程 (080404)
金属材料工程 (080405)
无机非金属材料工程 (080406)
高分子材料与工程 (080407)
复合材料与工程 (080408)
(2) 特设专业
粉体材料科学与工程 (080409T)
宝石及材料工艺学 (080410T)
焊接技术与工程 (080411T)
功能材料 (080412T)
纳米材料与技术 (080413T)
新能源材料与器件 (080414T)

3 培养目标

3.1 专业类培养目标

材料类专业培养具有坚实的自然科学基础、材料科学与工程专业基础和人文社会科学基础,具有较强的工程意识、工程素质、实践能力、自我获取知识的能力、创新素质、创业精神、国际视野、沟通和组织管理能力的高素质专门人才。

材料类专业毕业的学生,既可从事材料科学与工程基础理论研究,新材料、新工艺和新技术研发,生产技术开发和过程控制,材料应用等材料科学与工程领域的科技工作,也可承担相关专业领域的教学、科技管理和经营工作。

3.2 学校制定材料类专业培养目标的要求

- (1) 调查研究材料类专业人才的社会需求情况和材料科学与工程学科发展趋势。
- (2) 调查分析本校的生源特点、专业历史沿革与特色,以及毕业生的就业特点。
- (3) 综合考虑上述两方面情况,明确本校材料类专业人才培养的基本定位,制定相适应的、可达成的、具体而明确的材料类专业人才培养目标。
- (4) 对培养目标进行定期评估和修订,一般每4年修订一次,确保培养目标的准确性和有效性。

4 培养规格

4.1 学制

4年。

4.2 授予学位

工学学士。

材料物理和材料化学专业可授予理学学士学位。

4.3 参考总学分或学时

一般为140~190学分[含毕业设计(论文)学分]。

4.4 人才培养基本要求

4.4.1 思想政治和德育方面

按照教育部统一要求执行。

4.4.2 业务方面

- (1) 掌握本专业工作所需的数学和自然科学知识、工程技术知识以及一定的经济学与管理学知识。
- (2) 系统掌握本专业的基础理论和专业知识,熟悉材料的组成、结构、合成与制备、性质与使役性

能之间关系的基本规律。

(3) 掌握本专业所涉及的各种材料的制备、性能检测与分析的基本知识和技能。

(4) 了解材料类专业相关学科的发展现状和趋势，具有创新意识，并具备设计材料和制备工艺、提高材料的性能和产品质量、开发研究新材料和新工艺、根据工程应用选择材料等方面的基本能力。

(5) 了解与本专业相关的职业和行业的重要法律、法规及方针与政策，具有高度的安全意识、环保意识和可持续发展理念。

(6) 具有终身学习意识，能够运用现代信息技术获取相关信息和新技术、新知识，持续提高自己的能力。

(7) 具有一定的组织管理能力、表达能力、独立工作能力、人际沟通能力和团队合作能力。

(8) 具有初步的外语应用能力，能阅读本专业的外文材料，具有一定的国际视野和跨文化交流、竞争与合作能力。

4.4.3 体育方面

掌握体育运动的一般知识和基本方法，形成良好的体育锻炼和卫生习惯，达到国家规定的大学生体育锻炼合格标准。

5 师资队伍

5.1 师资队伍数量和结构要求

按材料科学与工程一级学科专业培养的高校，专任教师不少于 50 人；按二级专业培养的高校，每个专业的专任教师不少于 10 人，且生师比不高于 18 : 1。

年龄在 55 岁以下的教授及 40 岁以下的副教授分别占教授总数和副教授总数的比例应适宜，中青年骨干教师所占比例较高，满足持续发展的需要。

专任教师中具有高级职称的比例不低于 50%，具有中高级职称的比例不低于 85%；专任教师中具有硕士、博士学位的比例不低于 80%，其中具有博士学位的不低于 50%。

学科带头人学术造诣较高，专业领域分布合理，专业教师队伍的年龄结构、知识结构和学缘结构合理，学缘相同的教师比例原则上不高于 50%，有数量适宜的骨干教师，可为专业发展所需的学科基础提供基本保障。

有企业或行业专家作为兼职教师。

5.2 教师背景和水平要求

5.2.1 专业背景

85% 以上的专业授课教师在其学习经历中至少有一个阶段是材料类专业学历，具有材料类专业本科毕业背景的教师人数比例不低于 60%。

5.2.2 工程背景与研究背景

授课教师具备与所讲授课程相匹配的能力（包括科研动手能力和解决实际工程问题的能力），承担的课程数和授课学时数限定在合理范围内，保证在教学以外有精力参加学术活动、进行工程和研究实践，不断提升个人专业能力。

讲授工程与应用类课程的教师具有较强的科研和工程背景；承担过科研项目的教师须占有相当比例，部分教师具有企业工作经历。

5.3 教师发展环境

为教师提供良好的工作环境和条件。有合理可行的师资队伍建设规划，为教师进修、从事学术交流活

动提供支持，促进教师专业发展，包括对青年教师的指导和培养。

拥有良好的相应学科基础，为教师从事学科研究与工程实践提供基本的条件，营造良好的环境和氛围。鼓励和支持教师开展教学研究与改革、指导学生、学术研究与交流、工程设计与开发、社会服务等。使教师明确其在教学质量提升过程中的责任，不断改进工作，满足专业教育不断发展的要求。

6 教学条件

6.1 教学设施要求（实验室、实践基地等）

教室、实验室及设备在数量和功能上能够满足教学需要。教学实验室生均面积不小于 2.5 平方米，生均教学科研仪器设备值不低于 15 000 元。

实验设备完备、充足、性能优良，满足各类课程教学实验和毕业设计（论文）的需求。专业课程实验开设率应不低于 90%，综合性、设计性和创新性实验课程占总实验课程的比例不低于 60%；每个实验既要有足够的实验台套数，又要有较高的利用率。基础实验每组学生数不能超过 2 人；专业实验每组学生数不能超过 3 人；大型仪器实验每组学生数不能超过 8 人。

实验室向学生全面开放，实验设备有良好的管理、维护和更新机制，保证学生使用。

实验技术人员数量充足，能够熟练地管理、配置、维护实验设备，保证实验环境的有效利用，有效指导学生进行实验。

应加强与企业的联系，建立有稳定的产学研合作基地。有足够数量、相对稳定的校内外实习、实践基地，能支持教学目标的达成。

生产实习要有具体的实习大纲、明确的实习内容和考核方法及标准。

实习带队教师高级职称比例不低于 30%；参与教学活动的人员应理解实践教学的目标与要求，配备的校外实践教学指导教师应具有项目开发或管理经验。

6.2 信息资源要求

配备各种高水平的、充足的教材、参考书和工具书以及各种专业图书资料，师生能够方便地使用；阅读环境良好，且能方便地通过网络获取学习资料。

6.3 教学经费要求

教学经费有保证，生均年教学日常运行支出不低于 1 200 元，且应随着教育事业经费的增长而稳步增长，以满足专业教学、建设、发展的需要。

7 质量保障体系

各高校应在学校和学院相关规章制度、质量监控体制机制建设的基础上，结合专业特点，建立专业教学质量监控和学生发展跟踪机制，并在此基础上不断提高教学质量。

7.1 教学过程质量监控机制要求

各高校应建立教学过程质量监控机制，使主要教学环节的实施过程处于有效监控状态；各主要教学环节应有明确的质量要求；建立教学质量监控的组织体系、规章制度和运行机制；建立对课程体系设置和主要教学环节教学质量的定期评价机制，评价时应重视学生和校内外专家的意见。

7.2 毕业生跟踪反馈机制要求

各高校应建立毕业生跟踪反馈机制以及高等教育系统内部及社会有关各方参与的社会评价机制，定期对包括培养目标、毕业要求、课程体系、理论和实践课程教学等在内的人才培养工作进行评价。

在毕业生跟踪反馈机制的执行过程中，需要注意如下几点：

（1）对毕业生做跟踪调查时，确保跟踪反馈信息真实、可靠，具有说服力。

（2）反馈样本数量应达到各专业当年毕业生总量的一定比率（各高校可根据自己的特点自行制定），跟踪调研的时间和周期应有要求。

（3）在选择毕业生跟踪调查对象时，确保调查对象具有代表性，应充分考虑地域分布、企业类型、岗位工种等差异。

（4）适当加强对优秀毕业生、创业学生、在单位做出特殊贡献的毕业生的调查。

（5）形成报告并且能够有效地指导培养方案和培养目标的调整及完善。

7.3 专业的持续改进机制要求

各高校应建立持续改进机制，要求有监视和测量、数据分析以及改进活动。应根据各个教学过程质量监控环节的评价结果以及毕业生跟踪反馈信息，分析教育质量现状及其存在的问题，找出影响教育质量的主要因素，提出改进措施，并组织实施。实施后的结果与信息转入新一轮的循环，不断提升教学质量，使人才培养质量满足不断变化的社会需求。

附录 材料类专业知识体系和核心课程体系建议

1 专业类知识体系

1.1 知识体系

1.1.1 通识类知识

涵盖人文社会科学类知识、工具性知识、数学和自然科学类知识、经济管理和环境保护类知识。

人文社会科学类知识包括哲学、思想政治道德、政治学、法学、社会学等基本内容。

工具性知识包括外语、计算机及信息技术、文献检索、科学研究方法论等基本内容。

数学和自然科学类知识包括数学、物理学、化学、力学以及生命科学和地球科学等基本内容。

经济管理和环境保护类知识包括金融、财务、人力资源和行政管理、环境科学等方面的基本内容。

1.1.2 学科基础知识

学科基础知识被视为专业类基础知识，包括材料科学基础、材料工程基础、材料结构表征等知识领域。各专业应包括的专业基础知识如下。

(1) 材料科学基础知识

包括材料结构、晶体缺陷、相结构与相图、非晶态结构与性能、固体表面与界面、材料的凝固与气相沉积、扩散与固态相变、烧结、变形与断裂、材料的电子结构与物理性能以及材料概论等。

(2) 材料工程基础知识

包括流体流动基础、热量传递、传质过程及其控制、材料及其产品设计、选材、制造加工成型以及失效分析等方面的基础知识，工程制图、机械设计制造基础、电工电子学等。

(3) 物理化学知识

包括气体、热力学第一定律、热力学第二定律、多组分系统热力学、化学平衡、相平衡、化学反应动力学、电化学、表面现象和胶体分散系统等。

1.1.3 专业知识

不同专业的课程须覆盖相应知识领域核心内容，并培养学生将所学的知识应用于新材料、新工艺和新技术研发，生产技术开发和过程控制，材料应用等的的能力。各专业可根据学校情况进行选取和适当补充。

(1) 材料科学与工程专业

课程应包括材料物理性能、材料热处理、材料制备与加工、材料分析方法、工程材料学、材料力学性能等内容。

(2) 材料物理专业

课程应包括材料物理、材料物理性能、材料制备与加工技术、X射线晶体学、电子显微学、材料研究方法、晶体物理学基础、固体物理等内容。

(3) 材料化学专业

课程应包括材料化学、材料合成与制备技术、材料分析测试方法、无机化学、分析化学、有机化学、结晶化学、固体化学等内容。

(4) 冶金工程专业

课程应包括传输原理、冶金原理或冶金热力学及动力学、金属材料及热处理、现代冶金及材料实验研

究方法、钢铁冶金学、有色金属冶金学、冶金工程设计基础等内容。

(5) 金属材料工程专业

课程应包括材料制备技术、材料加工成型技术基础、材料表面工程、金属热处理原理与工艺、金属材料学、材料腐蚀与防护等内容。

(6) 无机非金属材料工程专业

课程应包括无机非金属材料工艺学、无机材料热工基础、无机非金属材料加工原理与设备、无机材料现代测试方法、无机材料物理性能等内容。

(7) 高分子材料与工程专业

课程应包括高分子化学、高分子物理、高分子材料研究方法、聚合反应工程、聚合物加工工程、高分子材料、聚合物基复合材料工程等内容。

(8) 复合材料与工程专业

课程应包括复合材料学、复合材料研究方法、复合材料结构设计基础、复合材料制备与加工、高分子化学、高分子物理、无机材料等内容。

(9) 特设专业

可以在上述各专业课程内容基础上, 根据需要适当调整。

1.2 主要实践性教学环节

具有满足教学需要的完备实践教学体系, 主要包括独立设置的课程实验、课程设计、实习、毕业设计(论文)等多种形式。积极开展科技创新、社会实践等多种形式的实践活动, 组织学生到各类工程单位实习或工作, 取得工程经验, 了解行业状况。

1.2.1 实验课程

实验可分为以下3个类型(其中所列内容可根据情况进行选择):

(1) 公共基础实验

主要包括物理实验、化学实验、计算机基本操作实验、电子电工实验等, 具体实验项目见工科基础课程教学规范。

(2) 专业基础实验

主要包括材料科学基础实验、材料工程基础实验、材料研究与测试方法专业基础训练及综合实验。依据相应课程大纲, 每门课程至少开设4个实验项目, 且能支持专业培养目标的达成。

(3) 专业实验

主要包括专业技能训练、材料制备与性能综合实验等。要求开设材料的力学、热学、电学等性能相关实验至少7项, 同时完成至少1种材料的制备, 包括原料的选择—配方计算—工艺方案设计—制备—相关性能测试及结构分析等全过程训练。

1.2.2 课程设计(可根据实际情况进行选择)

(1) 机械零件设计

进行工程设计基本技能训练。

(2) 材料制备装备设计

结合专业知识进行设备设计训练。

(3) 工厂工艺流程设计

针对至少1种材料生产工艺进行车间工艺流程设计。

1.2.3 实习

实习是学生接触生产实际、接触企业的极好实践环节, 各高校应建立稳定的校内外实习基地, 制定符合生产现场实际的实习大纲, 让学生在实习中实践所学知识, 培养热爱劳动的品质。

1.2.4 毕业设计(论文)

毕业设计(论文)是科研与教学结合最为密切的一个实践环节, 须制定与毕业设计(论文)要求相

适应的标准和检查保障机制,对选题、内容、指导、答辩等提出明确要求,保证课题的工作量和难度,并给学生提供有效指导,每位专业教师指导毕业设计(论文)的学生人数原则上每届不超过6人。选题应结合本专业的工程实际问题,有明确的应用背景,培养学生的工程意识、协作精神以及综合应用所学知识解决实际问题的能力。毕业设计(论文)可以从科研任务中选择规模适当和相对独立的题目,还可以通过与企业紧密合作的实践教学活动的开展来进行。

2 专业类核心课程建议

2.1 课程体系构建原则

课程设置应能支持培养目标达成,课程体系必须支持各项毕业要求的有效达成。

人文社会科学类通识课程约占20%;数学和自然科学类课程约占20%,实践内容约占20%,学科基础知识和专业知识课程约占35%。

人文社会科学类教育能够使学生在从事材料工程设计时考虑经济、环境、法律、伦理等各种制约因素。

数学和自然科学教育能够使学生掌握理论和实验的方法,为学生运用相应基本概念表述材料工程问题、设计与选择材料、进行分析推理奠定基础。

学科基础类课程应包括学科的基础内容,能体现数学和自然科学对专业应用能力的培养;专业类课程、实践环节应能体现系统设计和实施能力的培养。

课程体系的设置应有企业或行业专家参与。

2.2 核心课程体系示例(供各高校参考)

知识体系给出了材料类专业的知识框架,但这些知识应通过课程教学来传授给学生。本标准以举例或推荐的方式对其进行描述,各高校可以此作为参照,构建具有本校特色的课程与课程体系。(括号内数字为建议学时数)

2.2.1 材料科学与工程专业示例

示例一(总学时688+80学时)

材料科学基础(128+48)、物理化学(64+32)、电子技术(64)、电工技术(64)、机械设计制图(48)、统计物理(32)、冶金工程概述(32)、材料物理性能(48)、材料制备与加工(48)、材料分析方法(64)、金属材料学(48)、材料力学性能(48)。

示例二(总学时440+8周)

材料科学基础(72)、材料科学基础实验(1周)、物理化学(64+32)、机械设计基础(56)、机械设计基础课程设计(2周)、材料概论(32)、材料工程基础(64)、材料研究与测试方法(40)、材料研究与测试方法实验(2周)、固体物理(40)、计算机在材料科学与工程中的应用(40)、工程设计训练(3周)。

材料科学方向(总学时188+5周):结构缺陷(32)、材料化学(56)、材料物理(60)、材料加工工艺与设备(40)、材料制备与物性分析实验(5周)。

无机非金属材料方向(总学时184+5周):材料物理性能(32)、无机非金属材料工学(80)、热工设备(32)、工厂设计概论(40)、材料工程基础实验(2周)、材料制备与性能实验(3周)。

金属材料方向(总学时184+5周):材料力学性能(32)、金属热处理原理与工艺(56)、金属凝固理论(56)、金属材料学(40)、金相分析技术实验(2周)、材料结构控制与性能测试(3周)。

2.2.2 材料物理专业示例(总学时508+108学时)

材料科学基础(112+32)、材料工程基础(48+16)、材料物理学(64+32)、材料物理性能(32)、材料热力学与动力学(48)、计算材料学(28+12)、材料化学基础(32)、材料制备与加工技术(48)、材料研究方法(48+16)、固体物理(48)。

2.2.3 材料化学专业示例（总学时 556+124 学时）

材料科学基础（112+32）、材料工程基础（48+16）、材料化学（64+32）、计算材料学（28+12）、材料热力学与动力学（48）、材料结构与性能（48）、材料物理基础（32）、材料合成与制备技术（48）、材料分析测试方法（64）、物理化学（64+32）。

2.2.4 冶金工程专业示例（总学时 688 学时）

冶金物理化学（72）、冶金学（96）、金属学及热处理（64）、机械设计制图（48）、机械设计基础（32）、电工技术（64）、工程力学（64）、传输原理（72）、冶金反应工程（32）、冶金实验研究方法（24）、冶金工程控制基础及应用（40）、冶金工厂设计基础（32）、耐火材料与燃料燃烧（48）。

2.2.5 金属材料工程专业示例（总学时 688 学时）

材料科学基础（96）、画法几何及工程制图（80）、工程力学（64）、金属学及热处理（88）、材料热力学（40）、材料现代研究方法（64）、材料成型与制备（48）、材料力学性能（32）、材料物理性能（32）、材料腐蚀与防护（32）、工程设备设计基础（40）、金属材料学（32）、计算材料学（40）。

2.2.6 无机非金属材料工程专业示例

示例一（总学时 684+64 学时）

无机化学（48+16）、物理化学（64+16）、机械设计基础（48+16）、电工技术（48+16）、工程力学（64）、无机材料科学与工程导论（32）、无机材料科学基础（32）、无机材料物理化学（80）、无机材料工艺学（60）、无机材料热工基础（32）、无机材料现代测试方法（80）、无机材料物理性能（64）、粉体工程（32）。

示例二（总学时 480+12 周）

物理化学（64）、物理化学实验（32）、机械设计基础（56）、机械设计基础课程设计（2 周）、材料概论（32）、材料科学基础（72）、材料科学基础实验（2 周）、无机材料物理性能（32）、无机非金属材料工学（80）、材料设计与性能实验（3 周）、材料研究与测试方法（40）、材料研究与测试方法实验（2 周）、热工设备（32）、无机非金属材料工厂设计概论（40）、工程设计训练（3 周）。

2.2.7 高分子材料与工程专业示例（总学时 336+64 学时）

高分子化学（64+32）、高分子物理（64+32）、高分子材料工程研究方法（48）、聚合物反应工程（48）、聚合物加工工程（48）、高分子材料（32）、聚合物基复合材料工程（32）。

2.2.8 复合材料与工程专业示例

示例一（总学时 352+48 学时）

复合材料学（64）、复合材料研究方法（48）、复合材料结构设计基础（48）、复合材料制备与加工（48）、高分子化学（48+16）、高分子物理（48+16）、无机材料（48+16）。

示例二（总学时 632+112 学时）

工程力学（64）、工程力学实验（16）、机械设计基础（56）、无机化学（56+16）、分析化学（24+32）、有机化学（72+48）、物理化学（64+16）、材料研究与测试方法（40）、高分子化学（48）、高分子物理（48）、材料复合原理（32）、复合材料力学（32）、复合材料聚合物基体（32）、复合材料工艺与设备（48）。

3 人才培养多样化建议

各高校应依据自身办学定位和人才培养目标，以适应社会对多样化人才培养的需要，满足学生继续深造和就业的不同需求为导向，积极探索研究型、工程型、复合型人才培养方式，建立多样化的人才培养模式以及与之相适应的课程体系和教学内容、教学方法，设计优势特色课程，提高选修课比例，由学生根据个人的兴趣和发展进行选修。

4 数据计算方法

（1）学时与学分的折算办法

本标准要求课程教学按 16 学时折算为 1 学分，集中实践性环节按每周折算为 1.5 学分的方法折算。在特殊情况下，某些课程的学时、学分折算办法可适当调整。

（2）生师比

生师比 = 折合在校生数 / 教师总数。

教师总数 = 专任教师数 + 聘请校外教师数 × 0.5。

折合在校生数 = 普通本、专科（高职）生数 + 硕士生数 × 1.5 + 博士生数 × 2 + 留学生数 × 3 + 预科生数 + 进修生数 + 成人脱产班学生数 + 夜大（业余）学生数 × 0.3 + 函授生数 × 0.1。