

# 新工科建设背景下金属材料工程专业课程体系设置探索与实践

聂洪波<sup>1</sup>, 梁柳青<sup>1</sup>, 陈德勇<sup>2</sup>

<sup>1</sup>百色学院材料科学与工程学院, 广西 百色

<sup>2</sup>广西梧州港德硬质合金制造有限公司, 广西 梧州

收稿日期: 2023年10月16日; 录用日期: 2023年11月14日; 发布日期: 2023年11月21日

## 摘要

金属材料工程是传统工科专业, 在新工科建设背景下需要针对当前和未来产业发展的急需进行转型改造成为新型工科专业。百色学院基于工程教育认证标准和特点对专业课程体系进行了探索与实践, 优化和重构专业课程, 特别是增设专业特色和前沿课程, 调整了课程进度, 形成了适应新工科建设需要和具有区域产业特色的专业课程体系。

## 关键词

新工科, 教学改革, 金属材料工程, 课程体系

# Exploration and Practice on the Professional Curriculum System Design of Metal Materials Engineering under the Emerging Engineering Education Construction

Hongbo Nie<sup>1</sup>, Liuqing Liang<sup>1</sup>, Deyong Chen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>School of Materials Science & Engineering, Baise University, Baise Guangxi

<sup>2</sup>Guangxi Wuzhou Gangde Cemented Carbide Manufacture Co., Ltd., Wuzhou Guangxi

Received: Oct. 16<sup>th</sup>, 2023; accepted: Nov. 14<sup>th</sup>, 2023; published: Nov. 21<sup>st</sup>, 2023

## Abstract

Metal Materials Engineering is a traditional engineering major that needs to be transformed into a

文章引用: 聂洪波, 梁柳青, 陈德勇. 新工科建设背景下金属材料工程专业课程体系设置探索与实践[J]. 教育进展, 2023, 13(11): 8920-8925. DOI: 10.12677/ae.2023.13111379

**new type of engineering major in response to the urgent needs of current and future industrial development under Emerging Engineering Education. Baise University has explored and practiced the professional curriculum design based on the engineering education certification standards and the characteristics of engineering education, optimized and restructured the professional curriculum, especially added special and cutting-edge courses, adjusted the curriculum schedule, and formed a professional curriculum system that meets the needs of Emerging Engineering Education and has regional industrial characteristics.**

## Keywords

**Emerging Engineering Education, Teaching Reform, Metal Materials Engineering, Curriculum System**

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

新工科是区别于现有传统工科的新兴、新型、新生的工科[1]。2017年启动的新工科建设是基于国家战略发展新需求、国际竞争新形势、立德树人新要求而提出的我国工程教育改革方向[2]。以工程教育新理念、新模式、新方法、新内容、新质量等作为学校新工科建设和教育改革的基本内容,构建新工科专业或改造现有传统专业,培养新经济和满足学校所服务的产业所需要的新型工程技术人才,是新工科建设的主要任务[3][4]。金属材料工程专业是典型的传统工科专业[5],亟需进行转型、改造和升级,主动进行新工科建设以保证专业培养的工程科技人才满足国家和产业当前和未来发展的要求。

而在人才培养过程中课程是基本要素[6],具体专业的课程体系建设则是专业新工科建设的基础。新工科建设对未来工程师提出的新要求,特别是学生分析能力、实践能力、沟通能力、创造力、领导力、商业和管理知识、道德水准、专业素养和终身学习等素质的培养以及工匠精神的塑造,最终需要落实到人才培养目标和课程体系的优化上,体现在具体教学环节中[7]。2020年,百色学院金属材料工程专业基于工程教育认证标准、材料类教学质量国家标准、区域产业优势和专业发展以及工程教育特点对课程体系进行了构建和优化,形成了较为合理、具有区域产业特色的专业课程体系,以满足培养新型工程技术人才的需求。

## 2. 基于工程教育认证标准构建课程体系

工程教育认证标准(T/CEEAA 001-2022)[8]规定“课程设置应支持毕业要求的达成,课程体系设计有企业或行业专家参与”。也就是课程体系应围绕立德树人根本任务,将思政课程与课程思政有机结合,实现全员全程全方位育人,课程设置应能够“支持”毕业要求的达成,因此工程教育认证标准以及专业补充标准是专业设定课程体系的最主要依据。课程体系只有按照上述两个标准进行设置,才能有效而全面地实现毕业要求以及进而人才培养目标的达成。认证标准还具体给出课程体系应包括四个模块:a) 数学与自然科学类课程;b) 工程基础类课程、专业基础类课程与专业类课程;c) 工程实践与毕业设计(论文);d) 人文社会科学类通识教育课程。四个模块学分占比分别应不小于总学分的15%、30%、20%和15%。

首先,数学与自然科学类课程要求涵盖适用于金属材料工程专业所属材料学科的、用于支撑具体分析和建模的数学、数值分析、数据分析、统计学及计算和信息科学等知识,以及包括适用于本专业所属

学科的自然科学系统化理论理解和运用,其中百色学院金属材料工程专业数学类课程主要由《高等数学》《线性代数》和《概率论与数理统计》等组成,自然科学类主要由《大学化学》《物理化学》和《大学物理》等课程组成,总计 26 学分,占总课程 170 学分的 15.3%。

其次,工程基础类课程、专业基础类课程与专业类课程,以及工程实践与毕业设计(论文)聚焦于培养学生的分析、研究和解决本专业领域复杂工程问题的能力,不仅需要满足工程教育认证标准和专业补充标准,还应该进一步参考教学质量国家标准中专业领域的详细内容进行制订,百色学院金属材料工程专业这两部分的学分分别为 52 分和 42 分,占总学分的 30.6%和 24.7%。

最后,相较于数学与自然科学类课程,人文社会科学类通识教育课程的比例设定是比较有挑战性,因为在工程教育中包含思政课程在内的人文社会科学类通识教育课程通常占比会较大。百色学院金属材料工程专业人文社会科学类通识教育课程总计 32 学分,占比为 19.4%。这个课程模块涵盖人文社科类知识,职业伦理、社会责任和工程实践规范的知识,以及工程经济、环境及法律方面的知识,帮助学生树立正确的价值观,使学生在从事工程设计时能够考虑经济、环境、法律、伦理等各种制约因素。其中思想政治和德育课程包括了《思想道德与法治》《中国近现代史纲要》《毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论》《马克思主义基本原理》《社会主义发展史》和《习近平新时代中国特色社会主义思想概论》,总计 16 学分,占了该课程模块的一半学分。其余课程包括《大学英语》《军事理论》《职业发展与就业指导》《创业基础》《大学生心理健康教育》《创新思维训练》。由于该课程模块占比过大,既有工程思想又有人文管理知识的《工程伦理》和《项目管理》课程,则划入了其他课程模块。

### 3. 基于材料类教学质量国家标准设置专业课程

2018 年教育部发布的《普通高等学校本科专业类教学质量国家标准》详细给出了材料类专业知识体系和核心课程体系建议,对包括专业理论和实践类课程的设置也有充分和直白的参考和指导,百色学院金属材料工程专业按照材料类教学质量国家标准来设置工程基础类课程、专业基础类课程、专业类课程以及工程实践课程。本专业的工程基础类课程涉及的是比较基础和宽泛的工程基础知识,涵盖材料类学科所需的系统化的、基于理论的工程基本原理,而专业基础类课程则能够为材料类学科的公认实践性工作提供理论框架和知识体系,能体现本学科前沿的知识。前者主要课程是《材料科学基础》《材料工程基础》《机械设计基础》《材料力学》《机械制图》《电工技术》等,后者主要是《金属材料工程专业导论》《热处理原理及工艺》《金属材料学》《材料性能学》《材料现代分析技术》《金属腐蚀与防护》《数据处理与分析》《增材制造技术》《功能材料》等。专业类课程则比较多,它既要求涵盖能够为实践工作中的工程设计和操作提供支撑的,包括有效利用资源、环境影响、整个生命周期成本、资源再利用、碳达峰碳中和以及类似概念的知识,又要求包括专业所属学科当前研究性文献中的有关知识,以及批判性思维和创造性思维的方法论等,本专业的这部分主要由必选课程《科技论文写作与文献检索》《专业英语》《生产企业成本核算》《工程伦理》《项目管理》《集成产品与工艺设计和开发》《资源综合利用及环境保护》和任选课程《冶金工程概论》《铝合金成型技术》《铝材检验技术》《铝生产工艺》《钢铁生产概论》《现代粉末冶金基础与技术》等组成。在任选课程中,分为两个模块,《冶金工程概论》《铝合金成型技术》和《铝材检验技术》属于材料加工模块,以及《铝生产工艺》《钢铁生产概论》《现代粉末冶金基础与技术》则是金属冶炼模块。学生从大二下学期开始,根据自己的爱好和职业规划,只需二选一即可。

工程实践与毕业设计(论文)课程涵盖的是本专业所属工程学科实践工作中所涉及的工程实践知识和方法,属于学生综合运用所学知识解决实际问题的实践环节。虽然目标都是为了强化学生的工程意识和实践创新能力培养,但由于工程实践与毕业设计(论文)课程牵涉到大量的实验实训设备和场地、见习实习

企业以及企业和行业专家参与的数量与水平等，所以同一专业不同高校之间课程设置特别是课程内容差异非常大，具有鲜明的特色。百色学院的定位是“……建设具有百色精神的高水平应用型大学”，目标是培养具有“百折不挠、奉献拼搏、团结务实、争先创新”品质的高水平应用型人才，因此本专业在工程实践课程设置的时候也倾向于贴近企业和生产实际，主要课程包括《大学化学实验》《大学物理实验》《金属材料基础实验 I、II、III》《公共体育》《专业见习》《金工实训》《机械制图训练》《计算机辅助制图》《金属材料工程综合实验》《专业实习》和毕业设计(论文)。在课程体系制订过程中，一个比较有争议的是大学《公共体育》是否属于工程实践类课程。大学生公共体育的实践性很强，在培养沟通能力、团队精神和坚强意志方面都起到非常关键的作用，因此可以建设成为突出实践和创新能力培养的工程实践课程[9]。

#### 4. 基于区域产业优势和专业发展增设专业特色和前沿课程

无论是人才培养目标的定期评价与修订、课程体系设计、还是具体毕业设计(论文)的具体指导和考核，工程教育认证标准都特别强调有行业或企业专家参与，其目的就是为了让专业人才培养不脱离实际经济发展需要，保证课程内容及时更新，与行业实际发展相适应。

百色学院金属材料工程专业从培养目标修订的调研阶段就邀请行业和企业专家参与，在培养目标评价与修订、课程体系设计与修订、毕业设计(论文)的指导与考核以及部分专业课程的课程目标和内容制订，行业和企业专家都发挥了有效的作用。例如，根据专家建议和区域行业发展优势，本专业设立了两个专业任选课程模块——材料加工模块和金属冶炼模块，选择材料加工模块课程的同学，可以做到熟悉材料加工知识也了解金属冶炼知识，选择金属冶炼模块课程的同学则相反，这样充分保障了广西冶金与金属材料产业，特别是钢铁和铝这两个优势产业对专业技术人才的需求，让学生在毕业后能够获取到相应的专业知识和足够的就业竞争优势。

此外，本专业还根据专业实际发展趋势，开设了《增材制造技术》《集成产品与工艺设计和开发》和《资源综合利用及环境保护》等课程，特别是《集成产品与工艺设计和开发》，是根据产品和技术开发的系统性特点而设立的新课程，涵盖了用户需求收集与分析、概念设计、设计规范、产品设计、材料选择、产品开发，产品成本分析、制造工艺设计以及产品和流程改进等教学内容，让学生掌握一种分阶段、系统构建高质量产品和技术的方法。该课程在教学中也直接采用了项目制的实践教学形式，每 5~6 名同学形成一个项目小组(或者模拟公司)，在分析和筛选了有效需求的前提下，分角色的组队模拟开发一下新技术或新产品，边实践边发现问题，边学习解决问题，师生互动性非常强。在课程进行过程中，行业和企业专家也会作为技术评委来参与到教学中，通过评议每一个阶段学生小组的作业来指导学生，让同学掌握的到知识和能力更贴近生产实际。工程项目是各种当前和未来复杂工程问题的集合体，因此，以解决项目问题为目标任务，在完成项目的过程中实现课程目标，即培养学生的工程能力和综合素质，是践行“做中学”教育理念，培养新工科人才的有效形式[10]。

#### 5. 基于工程教育特点重构课程进度

工程是将可能性转化为现实的过程和活动，并非科学的一种应用或者衍生品，因此，通过首先大量学习科学知识然后再去学习应用这些科学知识的技能，是比较低效的工程教育方法。在现代科学产生之前，中国已经有了几千年工程实践历史和早期工程教育[11]，这些伟大的工程成就和对工程教育的认知说明工程涉及到多学科的交叉，基础科学只是工程涉及到的一部分知识。通过实践教学，让学生在亲身实践和动手操作中发现、思考、寻求解决方法、学习新知，是更为高效的工程教育方法，能够做到知行合一。

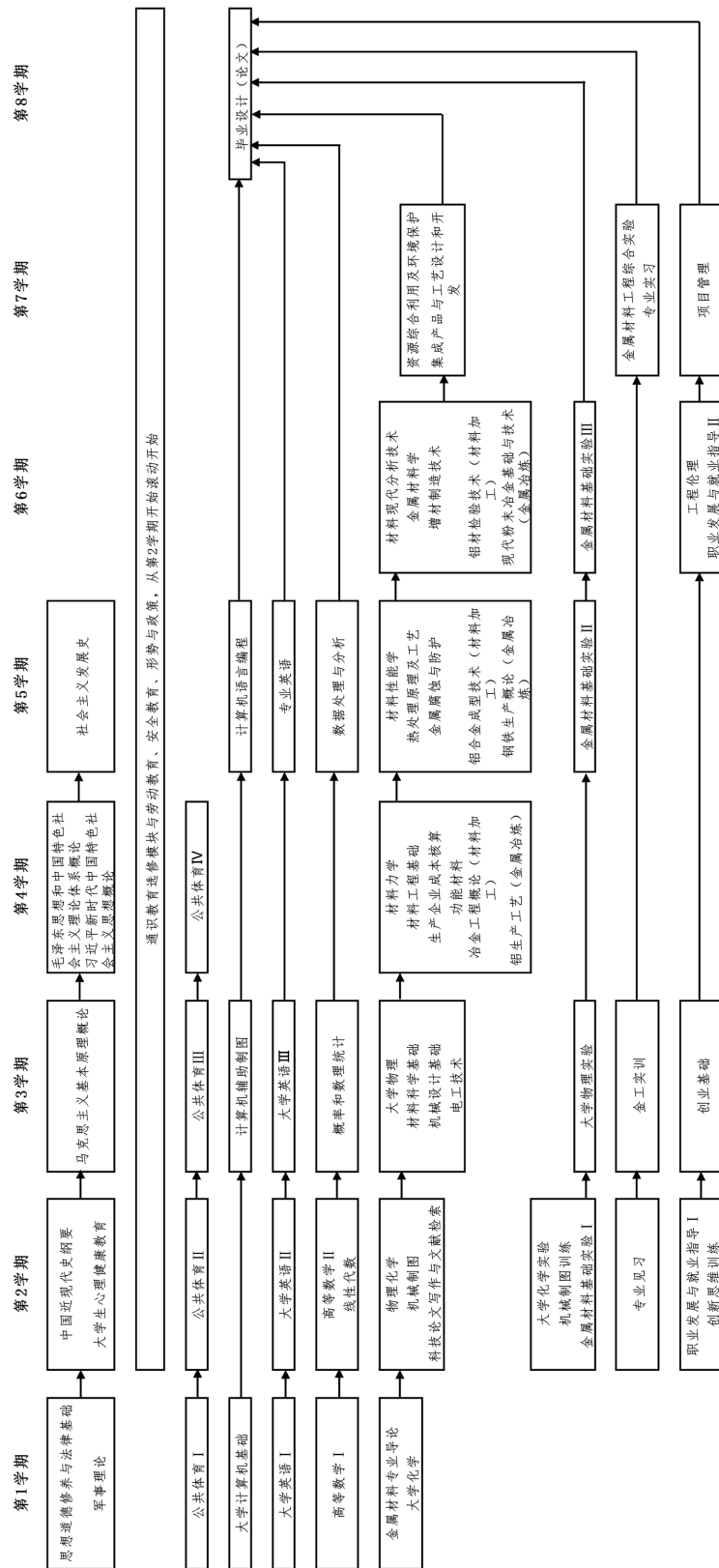


Figure 1. Course arrangement diagram of metal materials engineering in Baize University  
 图1. 百色学院金属材料工程专业的课程进程示意图

根据上述认知,就不能仅仅将大学一年级和二年级的课程安排为理论课教学,而把实践课程集中安排在三、四年级,而是应该在学生一开始接触大学教育的时候,就开始进行实践教学,让实践课程能够在大学四年学习过程中持续开展,具体课程进程示意图见图1。从图1可以看出本专业的金相观察教学课程《金属材料基础实验I》就安排在了大学一年级。广泛地应用金相显微镜操作和金相观察,是金属材料工程专业区别于其他专业的重要特征之一,本专业的从业人员也特别重视金相观察与分析,并通过这项技术解决了大量工程技术和生产控制问题。《金属材料基础实验I》主要涵盖:金相显微镜的原理、构造和使用,金相样品的制备,铁碳合金平衡组织、常用合金钢热处理显微组织和有色金属显微组织观察与分析,球墨铸铁组织定量分析与评估等。上述内容都主要侧重在金相显微镜的使用、金相样品的制备和材料的金相组织观察等操作环节,而金属材料 and 热处理理论知识则相对是次要的。当同学们掌握了金相观察技术,观察到了形形色色金属材料的金相组织,再然后带着材料学方面的问题学习后续《材料科学基础》《热处理原理及工艺》《金属材料学》和《铝材检验技术》等,理论知识的学习更有针对性。

综上所述,我们通过优化、增设和重构专业课程、专业特色和前沿课程以及课程进度等,对课程体系设置了探索和实践,形成了适应新工科建设需要和具有区域产业特色的专业课程体系,促进金属材料工程专业转型升级。同时,专业课程体系设置研讨与实践过程中也发现了一些问题,例如从事工程设计时考虑经济、环境、法律、伦理等各种制约因素的知识点分散、不容易集中教学,任课老师还不能娴熟地在课程教学过程中达成学生“解决复杂工程问题”能力的培养,专业课程的课程思政教学隐形化、考核难度大,这也是以后我们教学改革实践的重点工作。

## 基金项目

百色学院本科教学改革工程项目“基于OBE理念的专业导论课程思政教学设计与实践——以金属材料工程专业为例”(项目编号:2022JG62);百色学院校级一流课程(课程思政示范课程)建设项目“金属材料工程专业导论”(项目编号:2022KC78);广西高等教育本科教学改革工程项目“OBE理念下地方高校金属材料工程专业课程思政与专业思政协同育人模式的探索与实践”(项目编号:2022JGB354)。

## 参考文献

- [1] 林健. 面向未来的中国新工科建设[J]. 清华大学教育研究, 2017, 38(2): 26-35.
- [2] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
- [3] 顾佩华. 新工科与新范式: 概念、框架和实施路径[J]. 高等工程教育研究, 2017(6): 1-13.
- [4] 吴岩. 新工科: 高等工程教育的未来——对高等教育未来的战略思考[J]. 高等工程教育研究, 2018(6): 1-3.
- [5] 乔珺威, 梁伟, 周禾丰. 金属材料工程专业培养模式改革探讨[J]. 中国现代教育装备, 2013(19): 20-22.
- [6] 吴岩. 勇立潮头, 赋能未来——以新工科建设领跑高等教育变革[J]. 高等工程教育研究, 2020(2): 1-5.
- [7] 闫长斌, 杨建中, 梁岩. 新工科建设背景下工程意识与工匠精神的培养——以土木工程类专业为例[J]. 北京航空航天大学学报(社会科学版), 2019, 32(6): 152-160.
- [8] 中国工程教育专业认证协会. T/CEEAA 001-2022 工程教育认证标准[S]. 北京: 标准出版社, 2022.
- [9] 庄丽丽. 工程教育理念指导下的大学体育课改[J]. 西江月, 2013(31): 18.
- [10] 林健. 新工科专业课程体系改革和课程建设[J]. 高等工程教育研究, 2020(1): 1-13+24.
- [11] 纪阳, 张平. 建立新工程本体观重构工科课程体系以“范式转换”突破“工科学科化”困境[EB/OL]. 中国科学报. <https://news.sciencenet.cn/htmlnews/2023/5/500328.shtml>, 2023-05-10.