

智能制造技术架构及其应用型本科课程体系的建设

徐开元, 何玉安

(上海第二工业大学智能制造与控制工程学院, 上海 201209)

摘 要: 面向国家智能制造工程发展主题, 探索智能制造技术相关应用型本科课程体系的建设。提出智能制造技术框架, 基于此框架探讨智能制造新型复合应用型人才培养课程群。在理论教学层面提出基于多知识域集成的理论培养方法, 在实践层面规划了智能制造实践课程群, 为智能制造工程人才的教学计划提供一种新思路。

关键词: 中国制造 2025; 智能制造工程; 工业互联网; 智能制造系统模型

中图分类号: TG 659

文献标志码: B

0 引言

我国制造业存在高端装备依赖进口、制造企业信息化、智能化水平低等问题, 在重大工程产业创新过程中还有不足之处, 因此, 我国提出中国制造 2025, 智能制造工程是其五大主题之一。智能制造旨在加快智能制造装备发展, 加强关键共性技术创新, 建设智能制造标准体系, 构筑工业互联网基础, 推动重点领域智能转型, 打造智能制造人才队伍。通过人机智能交互、工业机器人、智能物流管理、智能制造等技术, 促进生产过程的数字化、信息化、自动化与智能化^[1]。

目前, 已有智能制造工程的相关研究成果指出了智能制造工程的本质、涵义与我国智能制造的发展方向^[2-5], 但智能制造技术架构及其培养课程体系方面的系统化研究成果还较少。

对此, 本文提出智能制造技术框架, 基于此框架提出智能制造新型复合人才的需求, 在理论与实践两个层面建设智能制造专业的课程群, 提出基于多知识域集成的理论培养方法, 为今后院校开展智能制造工程专业人才的培养提供一种新的可行思路。

1 智能制造技术框架的建立

智能制造覆盖上下游全流程、全知识领域, 需

要将各种技术综合运用起来, 涉及信息传输与物理生产等多个生产领域, 包括设计、制造、装配、管理、维修等阶段, 实现智能制造需要各个阶段集成创新, 共同提高制造的智能化、信息化、数字化。

由于系统化、多角度地构建智能制造技术框架模型方面的工作还并不多见, 本文建立了基于全生命周期的智能制造工程核心要素架构, 如图 1 所示。智能制造技术框架主要包含智能设计、智能制造、智能管理与智能信息等 4 个领域, 每个信息领域又包含 2 个子类。

智能设计域包含具体的设计方法与设计技术 2 类, 设计技术涉及 CAD/CAM/CAE、数字化协同设计、全三维数字设计等内容; 设计方法包含低碳设计、模块化设计、轻量化设计与仿生设计等内容。智能设计域是智能制造工程的重要组成部分与先决技术^[6-7]。

智能制造域是智能制造工程前沿主流制造技术的集合, 它包括了增材制造技术 (3D)、高档数控机床、工业机器人以及先进装备装配技术等。在先进制造模式方面, 它包含定制化大批量生产、服务型制造模式、敏捷制造、精益生产与并行工程。智能制造使能技术是智能制造工程的直接推动者与智能技术的体现。

智能管理域主要包括 PDM/ERP/MES 系统、作

收稿日期: 2017-09-01

通信作者: 徐开元 (1985-), 男, 河北唐山人, 讲师, 博士, 主要研究方向为智能制造工程、装配仿真、机械结构设计等。

E-mail: kyxu@sspu.edu.cn。

基金项目: 上海市科委科技创新行动计划项目 (15111102202) 资助

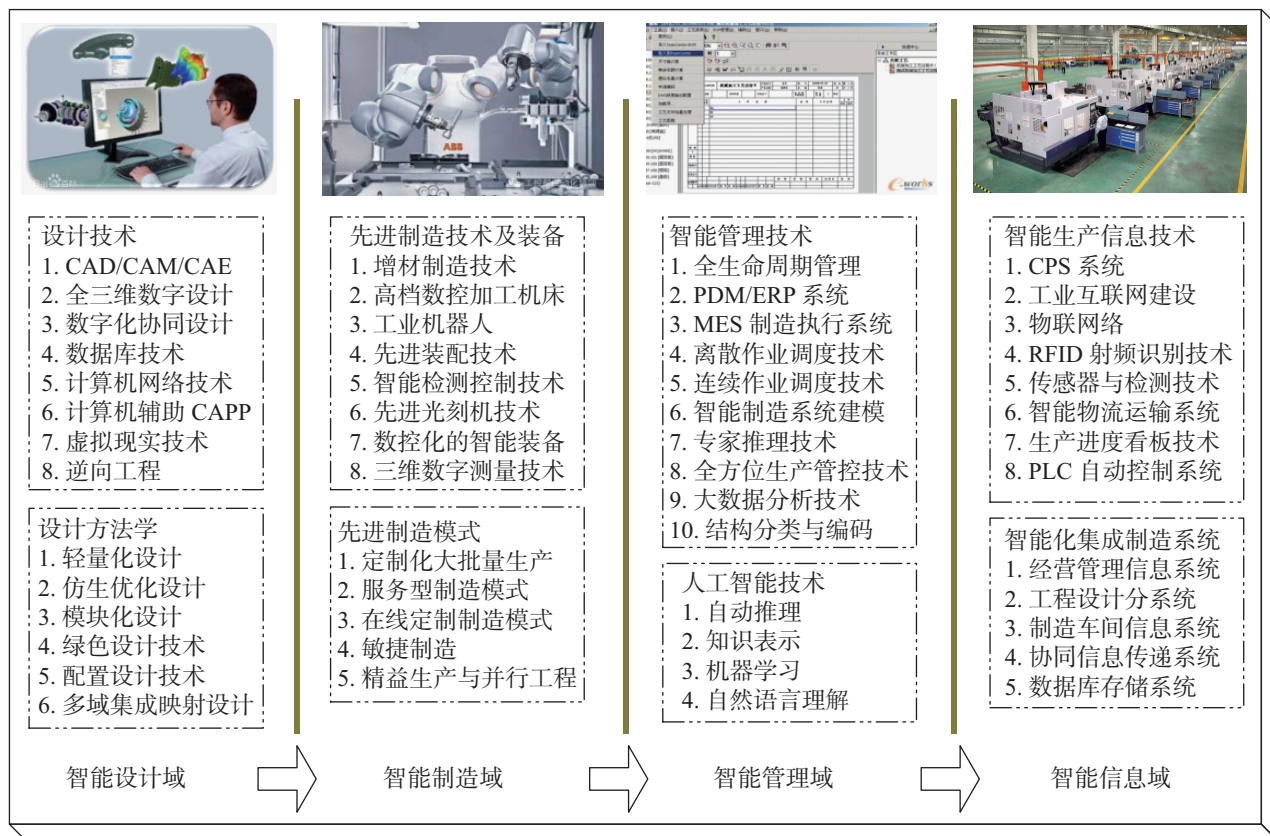


图 1 基于全生命周期的智能制造技术框架

Fig. 1 Frame of smart manufacturing technology based on full life cycle management

业调度技术、专家推理技术、全方位生产管控、大数据分析、物料分类与编码等管理技术,以及人工智能技术。制造管理技术是企业组织生产、调度生产资源的重要依据和工具。

智能信息域技术是车间物流信息与现场生产信息的承载者与推送者。它包括智能生产信息技术和智能化集成制造系统 2 个部分^[8-9]。智能生产信息技术包含 CPS 系统、工业互联网、物联网、RFID 射频识别技术、传感器与检测技术、智能物流运输系统、生产进度看板技术等。集成制造系统是一种智慧工厂模式,包含若干子系统:经营管理信息系统、工程设计分系统、制造车间信息系统、协同信息平台与数据库存储系统。

智能制造工程模型从多领域、多角度、宏观地阐述了智能制造工程的核心要素以及中国制造 2025 的工程发展主题,对智能制造新型复合人才的培养提出了具体的培养目标与方向。

2 智能制造技术课程体系的建设

基于智能制造的技术框架确定培养目标:培养

能够掌握产品全生命周期流程中设计、制造、管理与信息基础技术的专业人才。从理论与实践两个层面探讨智能制造工程复合型人才的培养课程体系,通过生产实践突出理论教学的应用性,并搭建保证专业基本规格的理论教学、实验教学课程群。

2.1 基于多知识域集成的理论课程体系

由智能制造工程架构模型可知,实施智能制造需要工程人员具备多个制造领域的先进知识与维护运营智能制造系统的综合管理能力。

结合应用型本科院校的学科特点,提取智能设计、智能制造、智能管理与智能信息 4 个领域的主流技术要素,提出了基于多域知识集成的智能制造应用型本科课程体系,如图 2 所示。该课程体系包括各分领域的培养目的与骨干课程,4 个学科领域的课程的开设顺序是:设计 > 制造 > 信息 > 管理。

2.2 智能制造实践课程体系

具有知识与技能的劳动者成为“工业 4.0”战略能否取得成功的关键,技能实践是对理论知识学习的进一步巩固。本节将从以下 3 方面阐述学生实践、动手能力的培养。

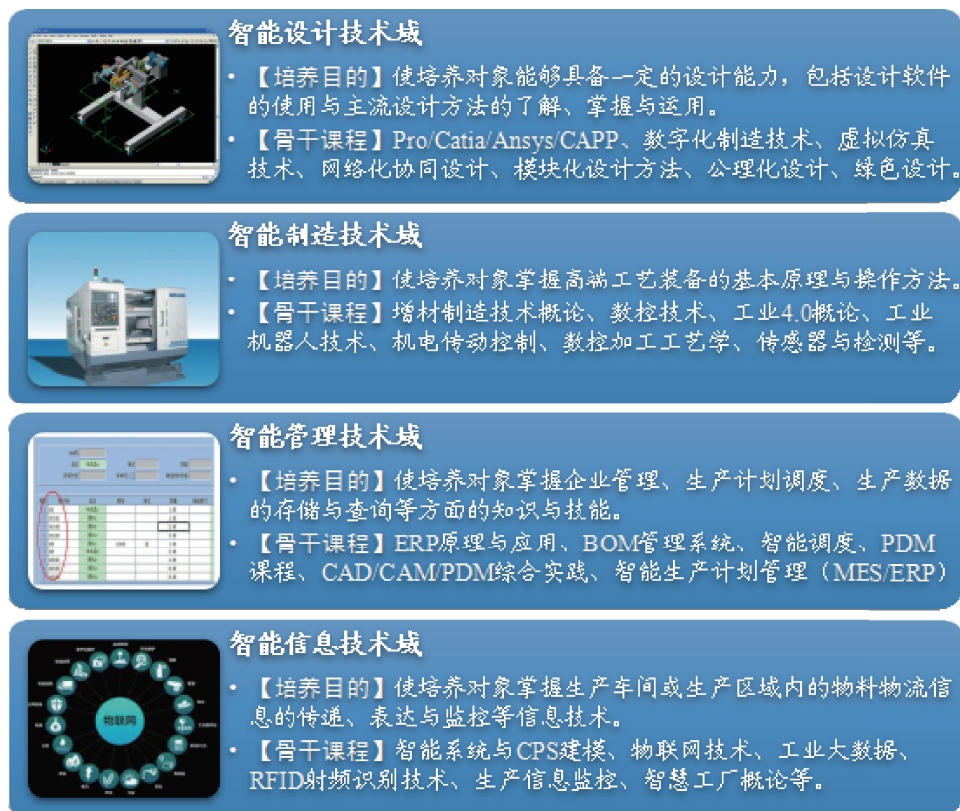


图2 基于多知识域集成的智能制造专业理论课程群

Fig. 2 Theoretical course group of smart manufacturing based on multi-knowledge domain integration

2.2.1 实践课程建设

面向智能制造复合人才的培养, 本文规划若干实践课程: 工业机器人应用实践、机器人维修实践、3D 打印技术实践、数控系统装调实践、ERP 原理与应用实践、智能系统与 CPS 建模课程设计等。上述实践课程增强了专业的综合应用性, 强化了专业核心技能的培养, 满足了应用型人才培养的理论 with 实习实训等教学需要。

2.2.2 智慧工厂实训室建设

通过建设智慧工厂模拟实训室, 从认识、理论、实操、演练、应用与集成的角度, 确定实训室建设的目标。智慧工厂实训室具有工业性、开放性、设备高端性、柔性生产性与技术先进性等特点。实训室通过建设一条真实的工厂智能生产线, 实现智能化操作, 系统控制模式主要采用分站式控制, 通过工业物联网进行数据交换, 通过 RFID 射频识别技术采集生产线物流数据, 从而实现整个系统的连续协调工作。

实训室能够让学生对工业 4.0 智能工厂形成直观认识, 培养学生的动手能力, 并能够从认知层面学习掌握智能制造的理论、原理、创新思维和技术知

识。通过智能装备与数字化软件系统相结合对所学原理与技术进行实践, 掌握智能制造、智能物流运营管理以及信息流通等活动协作技能。

2.2.3 课外科研活动

学生从事科研项目能够锻炼动手能力与思维能力。以本专业为例, 作为应用型本科院校, 多位教授、副教授与多家高新技术企业开展了科研合作, 承担了国家自然科学基金、上海市科委基金、应用型本科建设等教研项目, 教学科研经费达数百万, 并将这些科研项目转化为学生的训练项目, 教师与学生共同完成学术调研、课题实验以及论文成果的发表, 创造出了实际的机械产品, 发挥了应用型本科学术科研优势, 产生了显著的经济社会效益。

3 结 语

智能制造几乎涵盖所有先进设计、制造与信息技术, 它涉及产品的整个全生命周期, 并且智能制造没有放之四海而皆准的通用解决方案, 如何推进智能制造要根据企业的具体问题去寻找解决方案。应对技术变革, 创新型人才是最稀缺的资源, 智能制造工程人才培养方兴未艾。本文提出了基于全生命周

期的智能制造工程框架,进而依据该框架确定了智能制造应用型人才需掌握的基础技术,提出并构建了理论教学与实践课程群,为今后智能制造工程专业人才培养奠定了基础。

参考文献:

- [1] 贺正楚,潘红玉.德国“工业 4.0”与“中国制造 2025”[J].长沙理工大学学报(社会科学版),2015,30(3): 103-110.
- [2] 周济.智能制造——“中国制造 2025”的主攻方向[J].中国机械工程,2015,26(17): 2273-2284.
- [3] 张曙.智能制造与 i5 智能机床[J].机械制造与自动化,2017,46(1): 1-8.
- [4] 张曙.工业 4.0 和智能制造[J].机械设计与制造工程,2014,43(8): 1-5.
- [5] YOSHIKAWA H. Manufacturing and the 21st century intelligent manufacturing systems and the renaissance of the manufacturing industry [J]. Technological Forecasting and Social Changes, 1995, 49(2): 195-213.
- [6] 刘国军,陈绍业,王凤翥.图书馆目录[M].北京:高等教育出版社,1957.
- [7] LI L G. Higher education talent cultivation mode in the era of industry 4.0 [J]. Tsinghua Journal of Education, 2016, 37(1): 6-15.
- [8] 于勇.唐钢智能制造的信息化架构设计[J].钢铁,2017,52(1): 1-6.
- [9] ROELKENS G, LIU L, LIANG D, et al. III-V/Silicon photonics for on-chip and intra-chip optical interconnects [J]. Laser & Photonics Reviews, 2010, 4(6): 751-779.

Smart Manufacturing Technology Frame and The Building of Its Curriculum System for Application-Oriented Undergraduate

XU Kaiyuan, HE Yuan

(School of Intelligent Manufacturing and Control Engineering, Shanghai Polytechnic University, Shanghai 201209, China)

Abstract: Faced with the development theme of smart manufacturing engineering in China, curriculum system for application-oriented undergraduate of smart manufacturing was explored. The frame of smart manufacturing was presented. The training program for smart manufacturing interdisciplinary application talents was also presented based on the smart manufacturing frame. And the theory cultural method based on multiple knowledge domain integrated was proposed in the theory teaching level. The practice course group of smart manufacturing was planned in the practice level. It provided a new way for teaching program of smart manufacturing engineering talents in the future.

Keywords: made in China 2025; smart manufacturing engineering; industry internet; smart manufacturing system model