



基于“OBE”理念的智能制造专业群建设探索

黄 维

(武汉职业技术学院 电子信息工程学院,湖北 武汉 430074)

摘 要:近年来,在人工智能技术的广泛应用下,装备制造业发生巨大变革。通过梳理装备制造类专业群建设思路,深度探索智能制造专业群的建设逻辑。与此同时,基于“OBE”理念,针对智能制造产业发展现状,以智造领域的职业岗位群以及关键能力目标为逻辑起点,对专业群建设的产业内涵进行了挖掘,设计了面向能力培养的实践教学环节与主干课程体系。

关键词:“OBE”理念;智造领域;岗位群;智能制造专业群

中图分类号: TH16-4;G717

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2022) 03-0066-08

DOI: 10.19899/j.cnki.42-1669/Z.2022.03.012

一、背景分析

人工智能技术方兴未艾,新业态、新技术极大地促进了我国工业“两化融合”的历史进程,智能制造正成为中国制造未来发展的必然趋势。

智能制造(以下简称智造),“基于新一代信息技术,贯穿设计、生产、管理、服务等制造活动各个环节,具有信息深度自感知,智慧优化自决策,精准控制自执行等功能的先进制造过程,系统与模式的总称。”^[1]融合了自动化技术、工业互联网技术、人工智能技术、关键技术 CPS,成为新一代具有综合学科特征的制造技术。因此,培养智造高端人才,必须构建融合多学科的专业教学体系。

二、产业变革背景下的智造群专业建设改革

(一)制造业变革背景分析

1. 制造产业变革的时代背景

当前工业 4.0 正处于发展中,即智能化时代,得益于工业互联网、物联网、务联网的产生,使得制造的过程中万物互联、人与物互通,制造过程中不仅共享虚拟的数字空间,同时还共享虚拟的物理空间。智能传感器、智能网络、射频读入系统、智能立体化仓储、智能控制系统(FCS)、专家系统的涌现,颠覆了已有的检测、通讯、计算、控制、决策的方式,使得整个制造过程中资源利用最大化、分析科学、数据可靠,决策合理、加工制造效率高、制造周期短、制造成本低、管理体系安全,并且按照个性化需求,高品质地向客户交付产品。

2. 智能制造产业的发展现状

智造在 3C、汽车制造、家用电器、建筑机械、轻工机械、交通设备等诸多领域,已经开启了广泛的应用。例如比亚迪的汽车智能生产线、京东方新一代显示屏智能制造生产线、海尔智能电视机的智造生产

收稿日期:2022-01-20

基金项目:2020 年度湖北省职业技术教育学会科学研究重点课题“基于 OBE 理念的工业机器人技术专业人才培养模式创新研究”(项目编号:ZJGA202007)。

作者简介:黄维(1982—),女,湖北武汉人,武汉职业技术学院电子信息工程学院副教授,研究方向:机器人、电子工程。

线等。我国智能制造行业保持着较为快速的增长速度,2019年我国智能制造装备行业的产值突破2万

亿,2020年初步估计达到2.5万亿元。2015—2020中国智能制造产值规模,如图1所示。

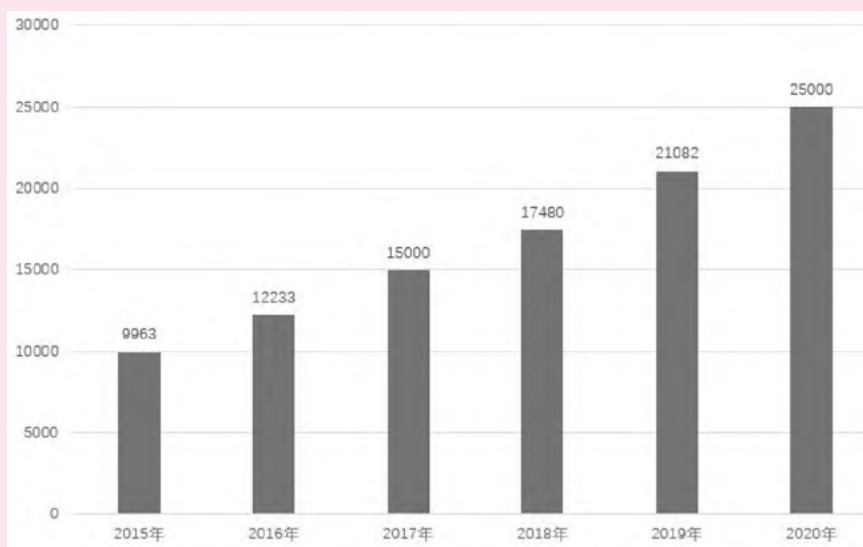


图1 2015—2020中国智能制造产值规模(单位:亿元)

资料来源:前瞻产业研究院

随着国家智能制造产业发展日趋成熟,工业和信息化部以及中国电子技术标准化研究院研究报告指出,2020年全国制造业智能制造能力成熟度较2019年有所提升,一级及以下的低成熟度企业数量

减少10%左右,三级以上的高成熟度企业数量增加了8%左右。75%的企业开始部署智能制造生产线。2020年全国智能制造能力成熟度水平,如图2所示。

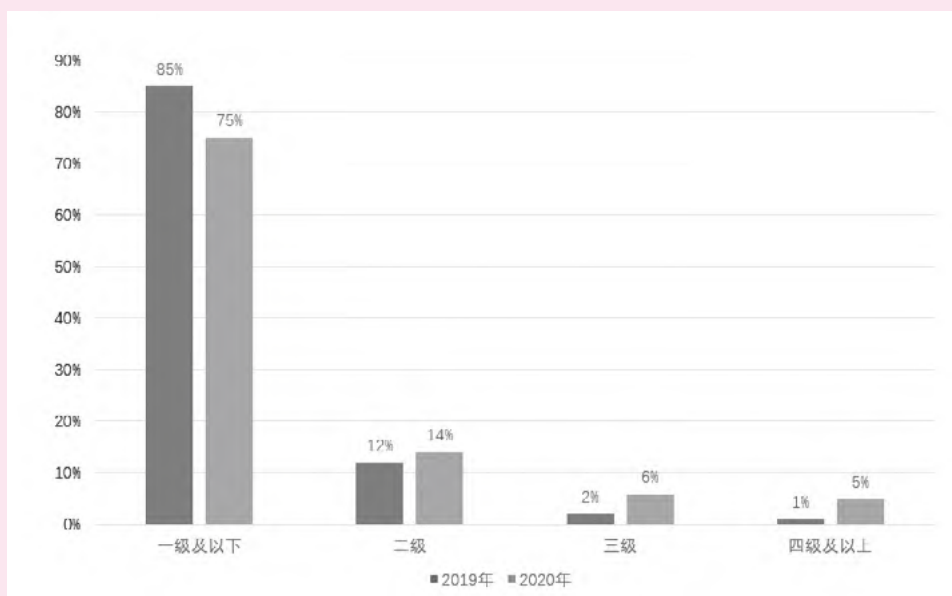


图2 2019—2020年全国智能制造能力成熟度水平(单位:%)

资料来源:工业和信息化部 中国电子技术标准化研究院

中国已具备世界上最齐全的工业产品品类,约46个大品类,92个中品类,500多个小品类工业产品,超过美国等西方发达工业国家;产业规模快速增加,

装备制造业一些主要产品的总量已位居全球前茅,如造船业、建筑机械、港口机械、高铁等,均居全球第一。

(二) 对标智造产业发展的专业群改革

1. 智能制造专业群建设的现状

随着我国智能制造水平不断提升,产业对于岗位的需求也在发生变革,然而职业教育的专业和课程设置未能及时适应产业变革所带来的变化。近年来,部分职业院校建设的“机械制造及自动化专业群”(以下简称机制自动化群),作为过渡时期的专业群,起到了一定的示范作用,其反映的是中国工业化进程中开启信息化、数字化技术时对产业人才的需求,人才培养对标工业 3.0,在中国制造向工业 4.0 过渡的时代背景下,“机制自动化群”已不足以匹配人才培养的新需求,因此,应重新梳理专业群对应的产

业技术体系。

“机制自动化群”曾经这样描述与产业关联的特征:“机械制造与自动化专业群以制造终端技术链为纽带,融合工业大数据和物联网相关技术,聚焦产品设计、工艺装备、制造检测和数据管理四大环节,面向精密模具设计、多轴数控加工、系统集成和生产过程数据分析等岗位群”,将其中的关键词与以下智造系统特征、技术及三大行动领域进行对比,可以发现,产业技术已经发生了巨大的变革,“机制自动化群”不能满足产业需求,因此,亟须重新定义智造群的产业内涵及实践领域。

智造系统特征、技术、工程领域如图 3 所示。



图3 智造系统特征、技术及三大智造工程领域

2. 智造群专业建设改革方向

《国家职业教育改革实施方案》^[2]和《关于实施中国特色高水平高职学校和专业建设计划的意见》^[3]明确了专业群建设对高职教育改革的重要性,强调了中国特色的高水平专业群建设是新一轮教学改革的主攻方向。工业化和信息化、智能化的融合是中国工业发展的一大特色,人才培养体系、专业群建设应适应产业发展与变革、及时挖掘智造时代的产业内涵,对接智造岗位群能力要求,由“机制自动化群”转变为“智造群”,面向三大智造工程领域及职业岗位群,以此为基础,对专业群进行系统化设计。

三、基于 OBE 理念的“智造群”构建路径

(一) “OBE”理念及其内涵

“OBE 是成果导向教育 (Outcome based education) 的简称,是由著名教育家 Spady 于 20 世纪 90 年代在其著作《以成果为本的教育:争议和答案》中首次提出,并很快被人们接受和推广,成为美国、英国等欧美发达国家高等教育改革的主流思想。在我国亦被称为学习结果导向教育、目标导向教育或需求导向教育。”^[4]

传统课程体系的构建是从专业知识体系出发,对课程内容进行设计,这种方式存在的问题是人才

培养目标定位不够清晰,人才所应具备的能力缺乏一定的针对性,而 OBE 成果导向教育理念则以反向设计的思路,侧重点从“教”转向“学”,首先确定学习成果目标,围绕学生经过学习后所应具备的核心能力,制定专业人才培养目标,进而全面梳理专业课程体系,对课程教学进行整体设计,包括教学内容、学习任务、教学策略、教学资源、教学评价体系等。

学习成果是 OBE 理念的核心,既是起点,也是终点。OBE 理念中对于学习成果的确定划分为内部需求和外部需求两部分,其中内部需求主要以院校自身办学情况及专业教学需要为依据而确定,外部需求则延伸至社会、行业、企业及岗位对于人才培养以及专业课程建设的需求。高等职业教育培养的是高素质应用型技术技能人才,其特点是具备行业及相关岗位所需的技能和职业素养,传统的课程教学模式人才培养与行业要求出现较大的差异,其根本原因在于,产业不断发展升级,与此同时专业教学尚未依据产业及岗位的需求进行精准的教学目标定位,产业和教学之间存在脱节的现象,人才培养无法匹配产业转型升级的变化及需求。因此,在关注内部需求的同时,将外部需求纳入学习成果确定的依据,

有助于学校在进行专业及课程建设和改革时,聚焦重点及核心教育教学目标及关键能力的培养,在人才培养方案的制定和课程体系的设计中,加强岗位导向的专业技术技能的学习,确保专业学习和岗位就业之间的相互衔接。与传统的知识体系课程教学模式相比, OBE 理念指导下的教学体系及课程体系的构建更加符合职业教育的核心内涵,基于产业和岗位的实际需求,对教学体系进行反向设计,最终将培养的人才输送至对应岗位,形成产业与教学体系之间的检验及闭环。

基于 OBE 理念,从人才培养所面向的产业和岗位需求分析出发,基于智造产业岗位典型工作任务、生产任务及工作场景,分析专业人才培养所应具备的关键能力,包括专业技术技能以及职业素质素养,由此设定专业教学建设的成果目标。基于能力目标导向,对专业教学体系进行全面梳理和设计,包括智造专业课程体系、教学硬件环境建设、教学数字资源建设等。课题组基于三大智造工程领域企业岗位群类别及能力素质要求,从产业化人才培养目标出发,耦合相关学科知识,明确了智造群逆向构建思路,依托产业升级发展需求,对接实际岗位如图 4 所示。

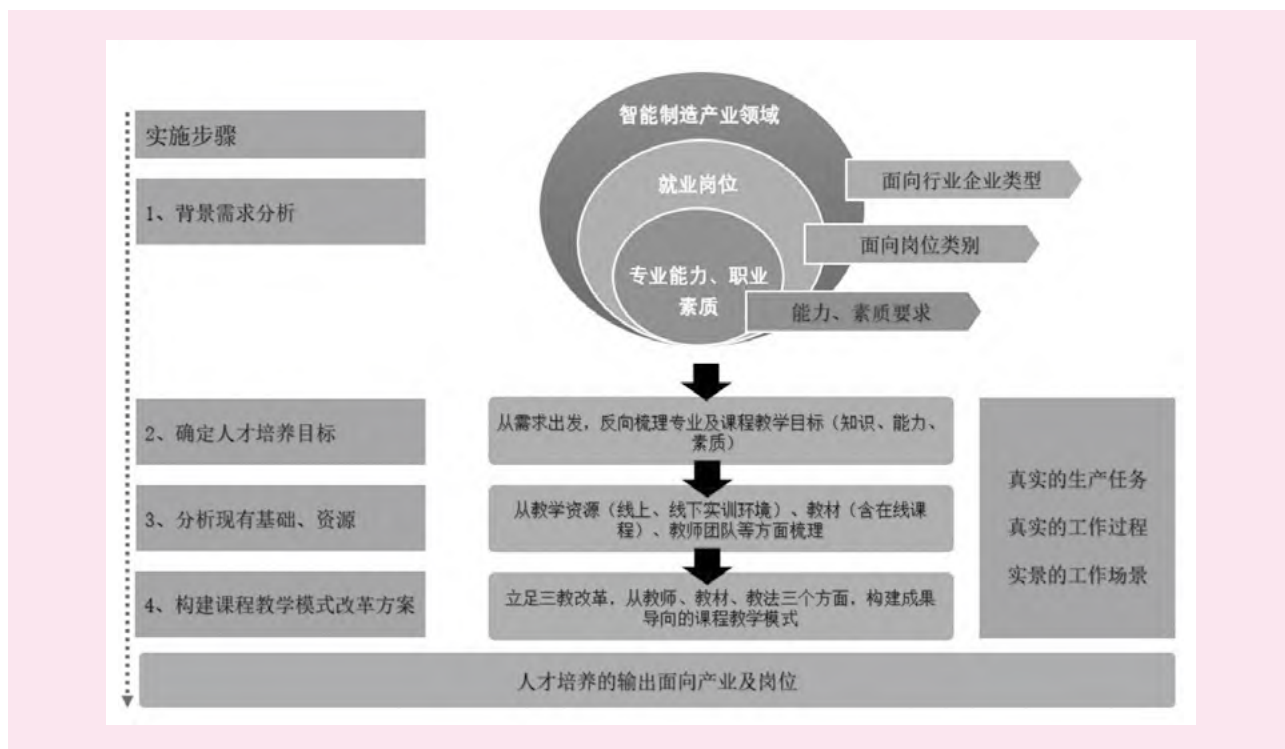


图4 智造群逆向构建思路

（二）面向关键能力培养的智造群专业建设路径

1. 确定专业、技术及岗位群之间的对应关系

“在高职人才培养方案中,职业岗位群要根据专业群的服务面向和各专业的关系来确定,职业岗位群可直接反映专业人才培养定位。如果将专业群视

为一个系统,那么专业群与产业的对应关系是专业群的外部逻辑;群内各专业之间的关系是专业群的内部逻辑。职业岗位群一头连着产业链,一头连着课程体系,建立起系统外部和系统内部的联系通道,所以职业岗位群是专业群内部和外部之间进行能量

和信息交换的载体。”^[5] 由于智能制造主要应用在 3C 产品及汽车制造业,课题组通过访谈、调研典型智能设备及自动生产线研发企业、3C 产品及汽车制造业,梳理出专业、技术与职业岗位群的对应关系,为设计

与产业深度融合的实践教学环节、主干课程体系提供可靠依据。智造群专业、平台技术、应用技术与智造领域、岗位群、服务面向的整体对应关系,如图 5 所示。



图 5 智造专业群与产业岗位群的对应关系

2. 确定专业群人才培养的关键能力目标

关键能力的培养是智造专业群建设的核心目标。“OBE 成果导向理论提出的学习成果更多地指向于能力,是学生毕业时拥有的最大能力,这种成果上升为能力,是一种可以带走的‘关键能力’,必将成为学习成果的最新标的。”^[6] 关键能力内涵与产业链、生产链相互耦合,如图 6 所示。

3. 设计基于关键能力培养的教学硬件及软件资源体系

依据“OBE”成果导向理念,关键能力的达成还需通过课程教学来实现,课程教学体系的构建依托于教学硬件及软件资源体系,基于关键能力目标体系,建设与之相对应的教学硬件环境及教学软件资源,构建智能制造技术实训中心:

教学硬件环境包括智造实训中心、智造理实一体化教室(实训室)、智造生产线、智造车间、模拟智造工厂,模拟智造企业,智能化立体仓库、数据智能采集系统、智能制造集成系统平台、智能制造实训平台、智能设备及自动生产线制造装备实训平台的建设和开发。

教学软件资源包括融合智造真实场景的信息化

教学资源、针对智造技能培养的活页式教材、智造实践项目作业指导书等教学资源。通过建设上述软硬件教学资源,为关键能力培养体系提供支撑。

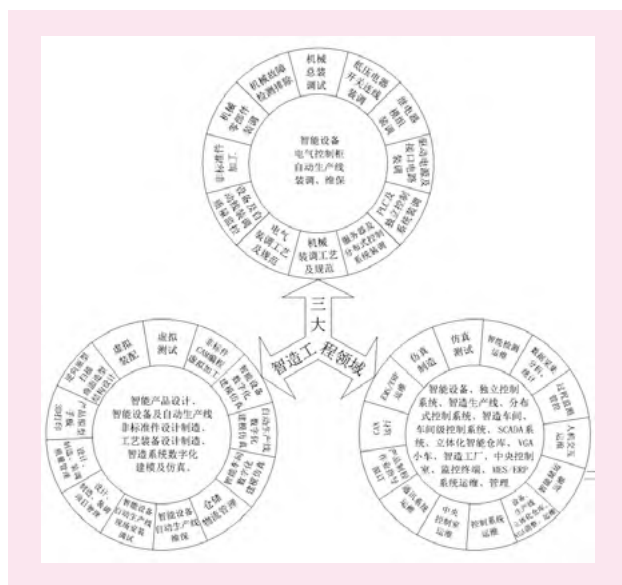


图 6 关键能力内涵与产业链、生产链的耦合关系

四、基于 OBE 理念的“智造群”专业教学及课程体系设计

(一) 面向关键能力培养的实践教学体系设计

智造产业汇集了众多新技术,该产业具有多学科融合、综合性强、实践性强的特点,需要具备职业能力和专业能力的人才。高职智造群建设的终极目标是培养智造高端技能型人才,基于 OBE 理念,从

产业链和工作现场所需能力出发,基于产教融合、学科融合、技术创新、工学交替的人才培养模式,依托多学科融合的智造群共享平台—智能制造技术实训中心,融合产业领域中的真实工作项目、工作任务及工作场景,在课堂上再现生产线、工作岗位的真实场景。智造群关键能力培养的实践教学体系设计,见表 1 所示。

表 1 智造群实践教学体系设计

融合行动领域 工作场景 的实训项目	正逆向数字化设计制造实训		自动生产线电气控制安装调试实训		生产过程智能控制实训	
	项目设计	课时	项目设计	课时	项目设计	课时
	项目一: 调味盒设计制造。装 6 种调味料,方便倒出任意一种调味料,且密封防潮、结构简单(至多三个零件)。完成产品自顶向下关联正向设计、数字制作、手工装配。	1 周	项目一: 变频多级调速。节能降耗、可靠、灵活,避免启动电流冲击电机。采用现场总线连接 PLC 与触摸屏组态、继电器模组,以模拟实现变频调速。	1 周	项目一: 智能机床参数调试。完成对设备、工艺装备的机械、电气、信息系统等进行调整、安装、测试。	1 周
	项目二: 儿童惯性车模型制造。具备良好的惯性运行的特点、结构简单,正逆向结合设计、数字制作、手工装配。	1 周	项目二: 无极调速。通过 PLC 实现平滑、灵活、宽范围调速控制,系统搭建普通电路、现场总线。	1 周	项目二: 智能生产线(独立控制系统、手持终端、VGA 小车)运维。生产线的机械、电气、信息系统的调整、运行、维护。	1 周
路径	项目三: 儿童推车设计制造。轻巧灵活,不用连杆机构自由转向、方便过坎、结构简单,正逆向结合设计、数字制作、手工装配。	2 周	项目三: 十字滑台 XY 轴运动控制。PLC 控制步进电机驱动 XY 轴运动,PLC 采集光电传感器限位反馈,开环控制对象运动。(系统搭建参建项目一)	1 周	项目三: 智能车间运维。完成车间(分布式控制系统、立体化仓库、VGA 小车、智能检测系统、数据采集系统、电子看板等)的机械、电气、信息系统的调整、运行、维护。	2 周
	正向方案(思路、选材、工艺)→数字化建模→虚拟装配→虚拟测试→虚拟数控加工→3D 打印→手工装配→三坐标检测→模型修改→输出工程图及检测报告。 逆向方案: 光栅扫描→数据处理→曲面造型、结构设计→虚拟装配→虚拟测试→虚拟数控加工→3D 打印→手工装配→三坐标检测→客户评测→模型修改→输出工程图及检测报告。		项目四: 伺服驱动系统。上位机对步进电机进行开环驱动控制,下位机实时监控处理编码器反馈,通过半闭环控制对象运动。(系统搭建参建项目一)	1 周	设计调整、运行、维护方案→项目工作流程: 流程图、作业规范及指导书→现场实操→检查验收→改进反馈→修订方案→修订规范→修订作业指导书。	
群共享平台	软件: 现场总线/工业以太网/以太网/无线网/SDN 技术; 物联网/万维网/泛在网络/Inter 网技术; CAX (如 CAD/CAM) PDM/MBD/PLM/ERP/MES/SCADA 技术; 嵌入式软件/虚拟仿真软件/AI 软件。					校园智能制造实训中心
	硬件: 智能传感器→嵌入式系统→电气控制柜: 上位机、下位机、继电器、伺服驱动电源→智能设备; 自动生产线执行器 码垛、智能传感器、射频识别器→无线网络→数据采集系统; 立体化仓库; VGA 小车; 监控终端; 控制柜; 中控室 智能消费品→智能设备→智能生产线→智能车间→模拟智能工厂→模拟智能企业→模拟产业链、价值链、供应链...					

(二) 面向关键能力培养的主干课程体系设计

“知识逻辑是专业群组建的内部逻辑,因为专业群由若干专业组成,专业群组建的专业逻辑的本质是知识的逻辑,专业只是知识体系传播的载体,知识的相关性是组建专业群的重要内在依据。”^[7] 智造群,可由机械制造与自动化、机电一体化技术、工业机器人技术、智能控制技术、工业网络技术、电气自动化技术等专业组成。组建时,可针对各个不同学校已有专业的情况,依据“岗位相近、知识关联、能力相通、技能相连”^[8] 的组群要素以集群形式开展专业建设。

面向智造综合能力培养,智造群的主干课程分为三大模块组:群共享课程模块、分享课程模块、核心课程模块。

其中,群共享课程模块、分享课程模块,应充分依据产业逻辑、岗位逻辑、知识的相关性以及产业技术内涵、共享硬件、软件平台进行设计。

专业群共享课程模块,应便于以课程组形式开展课程及配套资源建设,最大限度利用专业群资源,

从而提高群建设的效率和辐射作用。

专业群分享课程模块,除了最大限度地发挥课程建设的效益以外,还在学科融合、专业特色、课程创新上预留教学改革的发展空间。使专业群建设真正做到边建边改、边建边创新、边建边发展。使智造综合能力的培养在群建设的过程中,能够不断提升质量并向纵深发展。

专业群核心课程模块,应体现出群内各个专业的人才培养特色,满足三大智造工程领域中不同岗位群的精准对接。譬如,工业机器人技术专业应侧重于设备层及集成化控制系统,解决智能制造专用设备、工业机器人的应用、系统集成方面的技术问题。机械制造与自动化专业侧重于机械数字化设计及制造工艺、设备层机械运维、工艺装备支持,解决非标零件数字化设计制造、生产过程虚拟仿真、智能设备及生产线的机械装调与维护方面的技术问题。机电一体化技术专业与电气自动化技术专业侧重于设备层与制造过程中的电气控制系统,解决设备及自动

产线、数控系统及驱动系统的电气控制的技术问题。智能控制技术专业侧重于管理层、智能制造执行层(PLM、MES/ERP、CAPP、CAE、SCADA、网络控制与通信等应用)解决智造指令下达,加工数据采集处理传送的技术问题。工业网络技术专业侧重于智能制造

现场组网,解决现场总线、工业以太网、以太网联网通信的技术问题,传感器网络实时数据传递、现场数据采集上传问题,工业网络自组织自适应的管理问题以及异构集成的技术问题等。智造群主干课程体系,如图7所示。

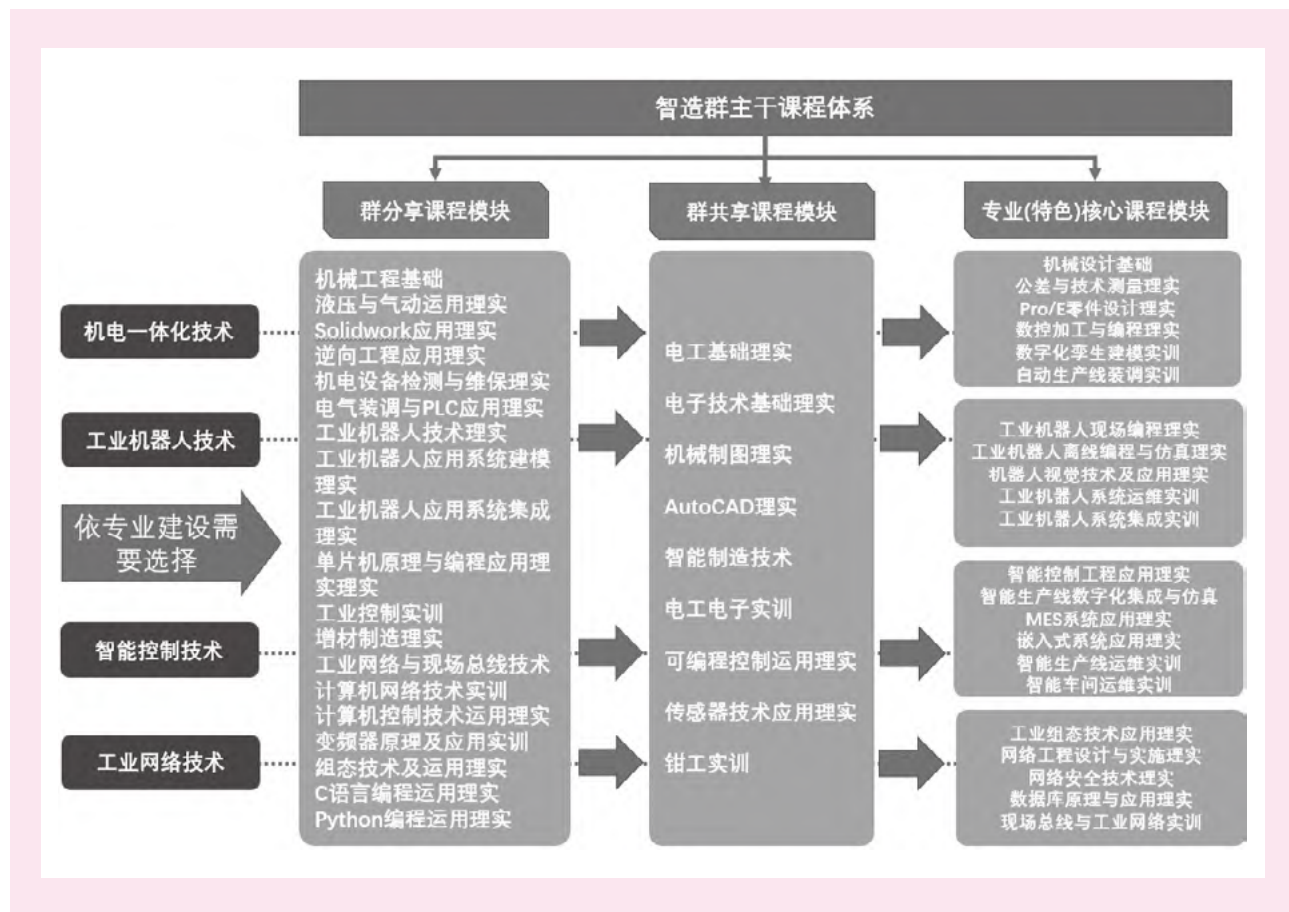


图7 智造群主干课程体系

上述主干课程体系的设计,重点关注两点:第一,在智造应用领域中,高职教育更接近智造产业前端。人才培养目标应该定位在一线的应用型人才培养,课程设计侧重技术应用,设置理实一体化及实训课程。第二,智造群以智能制造技术作为核心课程和主线,引领智造群建设的方向。

五、总结

自示范性高职院校建设以来,各院校不断加大专业群的建设力度,对专业建设特别是集群式的专业建设,起到了巨大的推动作用。促进了“三教”改革的深入发展,对高职教育的人才培养起到了积极的作用。

“机制自动化群”曾经是高职校装备制造类专业群建设中的热门设计,近年来,信息技术、大数据技术、物联网技术、人工智能技术开始广泛应用于制

造业中,产业升级变革对装备制造大类中的机械设计制造类、自动化类等学科的交叉、融合、重构提出了要求。为适应智造产业对人才培养的新需求,高职院校须重新调整和定位制造类专业群的建设。本文基于智造时代产业变革以及智造能力对新产业的重要性,提出了智造群建设的一些初步设想,期望以此拙见供各位同仁参考,进一步推动智造专业群建设。

参考文献:

- [1] 陈明,张光新,向宏.智能制造导论编著[M].北京:机械工业出版社,2021:9-25
- [2] 国务院.国家职业教育改革实施方案:国发〔2019〕4号[Z].2019.
- [3] 教育部职成司.关于实施中国特色高水平高职学校和专业建设计划的意见:教发〔2019〕5号[Z].2019.
- [4] 刘衍聪,李军.基于obe理念的应用技术型人才培养方案的设计

- 计[J].中国职业技术教育,2018(14):72-96.
- [5] 张新民,杨文涛.论高职院校专业群建设的组群逻辑[J].职教论坛,2021(7):6-12.
- [6] 段姣雯.基于obe理念的职业教育教师核心能力分析[J].教育教学论坛,2020(21):30-31.
- [7] 平和光.高职院校高水平专业群组建的基本逻辑[J].职业技术教育,2019(40):3.
- [8] 湖南省教育厅.湖南省职业院校示范性特色专业群建设方案:湘教发〔2014〕号[Z].2014.

[责任编辑:向 丽]

Exploration on the Construction of Intelligent Manufacturing Specialty Group Based on the Concept of OBE

HUANG Wei

(College of Electronic Information Engineering, Wuhan Polytechnic, Wuhan Hubei, 430074, China)

Abstract: Recent years, with the wide application of artificial intelligence technology, great changes have taken place in the manufacturing industry. This paper sorts out the way to construct manufacturing specialty group, and deeply explores the construction logic of intelligent manufacturing specialty group. Meanwhile, based on the concept of OBE, aiming at the development status of intelligent manufacturing industry, taking the professional position group and key ability targets of intelligent manufacturing as the logical starting point, excavate the connotation of specialty group construction, and design practical teaching links and main course curriculum system aiming at the ability training.

Key words: OBE concept; intelligent manufacturing field; position group; intelligent manufacturing specialty group