

可重构的本科教学组织模式之探究

郭瑞峰

(西安建筑科技大学, 陕西 西安 710055)

摘要:本科教育从市场学角度是一种人才产品的生产,人才市场主体对产品需求的多样性和可变性决定本科人才培养和教学组织模式是稳定性与灵活性的统一。借鉴 21 世纪机械制造领域先进的可重构制造系统的理论,初步探讨可重构教学组织模式。重点探讨构建实用性强、特色突出、既适应社会经济发展需要、又符合教育内在规律和学生个性发展的课程体系及其组织方式和实施条件及效用。重点介绍处于核心地位的体系的可重构性。

关键词:人才产品;可重构;模块化;教学组织模式;课程体系

中图分类号: G 642

文献标志码: A

文章编号: 1008-7192(2013)03-0089-06

A Study on the Reconfigurable Teaching Mode
of Undergraduate Education

GUO Rui-feng

(Xi'an Univ. of Arch. and Tech., Xi'an 710055, China)

Abstract: From the perspective of marketing, undergraduate education is to produce talent products. The diverse and variable requirements of the products in the talent market determine that there is a need for an unity of stability and flexibility in the teaching mode of undergraduate education. By using for reference the advanced theory and method of the Reconfigurable Manufacturing System in the field of machinery manufacturing in 21st century, this paper probes the feasibility of reconfigurable teaching mode. It deeply discusses the construction of the curriculum, the methods, the implementing conditions and the effectiveness, which are of strong practicality and outstanding features so as to meet the need of economic development of the society and accord with the inherent law of education and the personality development of students. The special stress is laid on the introduction of the reconfiguration of the curriculum centering on the core courses.

Key words: talent product; reconfigurable; modularization; teaching methods; curriculum

收稿日期:2013-04-28

基金项目:机械类专业课程体系大平台的规划与编制的研究(JG100114)

作者简介:郭瑞峰(1968-),男,山西晋城人,西安建筑科技大学机电工程学院副教授,主要从事机械设计与制造、机械 CAD、机械疲劳可靠性研究工作。

从市场经济学的角度来解读教育,教育就是一种产业,人才就是它的“产品”。不同层次的教育生产着不同层次的人才“产品”。巴黎高等师范学校校长加伯利埃尔·于杰在北京举行的中外大学校长论坛上指出:“高等师范学校,也和其他大学一样,是一个企业,这意味着她有自己的客户,需要向他们提供产品,学校最耀眼的产品,比她自身所进行的诸多研究活动更为活跃、影响力更为广泛多样的,就是她所培养的毕业生。”

本科教育的毕业生,即人才这种“产品”的供求关系基本上是在“人才市场”上实现的。人才市场上对人才需求的主体有国家主体、社会群体主体和个体主体^[1]。狭义上的国家主体是指代表一定的公共事业机构如党政群机构、文化机构、教育机构等提出的具体的人才需求。社会群体主体是指代表着一定的群体利益的需求主体,主要包括性质、形式、规模各不相同的以追逐利润为目标的经济单位,如国有企业、集体企业、私营企业、三资企业、独资企业等。其中大中型企业对本科人才的需求着眼于其理论素养和知识结构的基础性人才,而对于中小型或微型企业对本科人才的需求钟情于其操作性和动手性的技术型人才。个体主体是指对教育有着各种各样需求的个人,这里主要是指正在接受本科教育的在读大学生个体。个体主体主要从自身的切身利益出发希望通过接受本科教育达到四个方面的需求。一是生存需求,二是身心发展需求,三是尊重或荣誉需求,四是成就需求^[2]。

本科教育需求主体及其各个体对本科人才需求的多样性和异质性是现代社会的—个主要特征。因此,作为本科人才产品的主要生产者和供应者的本科高等教育机构,应在国家宏观教育目标指导下,根据不同科类、不同层次、不同区域制定符合学校历史和社会定位的不同的培养目标、培养模式以及教学组织模式,从而培养出具有异质化的本科人才“产品”,满足不同主体对人才“产品”的需求。

一、可重构制造系统

可重构制造系统(RMS, Reconfigurable

Manufacturing System)是指按系统规划的要求,通过对制造系统结构及其组成单元进行快速重组、重排、更新,及时调整制造系统或子系统的制造功能、制造能力和生产过程,以迅速响应市场需求变化及其它需求的一种新型制造系统。可重构制造系统是继上世纪20年代的自动化流水线、50年代的NC机床、60年代的FMS和80年代的CIMS之后的又—类新型可变制造系统。美国国家研究院经对世界40位专家咨询后,于1998年提出的《2020年制造业挑战预测》中把可重构制造系统列为2020年前制造业面临的十大关键技术之首^[3]。

21世纪,随着技术革新的突飞猛进,制造企业面对的市场瞬息万变,为了保持竞争力,需要使制造系统快速而经济地响应市场需求的频繁变化,向社会快速提供小批量和个性化产品。传统的机械自动化生产线具有大批量生产的效益,但面对市场的变化不能快速响应;而柔性制造系统FMS虽然能够缩短产品的试制和生产周期,但投资巨大,回收周期长。而CIMS虽然是一种解决问题的途径,但一些先进的企业需要实现更大的系统柔性。因此,在制造领域就迫切需要建立—种既具有规模生产的效益,又能快速适应动态多变的制造环境,并能充分利用现有制造资源的新型制造模式。可重构制造系统是适应这一需求而新近提出的一种制造新模式。

可重构制造系统涉及先进的制造战略、系统工程与分析、随机动态规划与决策论、质量工程、系统可靠性、自治与协同控制、运行跟踪与诊断、计算机技术、系统集成管理和生产运作管理等多学科、多技术的交叉与融合。

可重构制造系统的终极目标是在大幅度地压缩制造系统投资、降低生产成本的前提下,提高系统功能的柔性和敏捷性,从而极大地缩短适应产品品种与产量变化的制造系统建造时间及新产品上市时间。

可重构制造系统的核心是系统的可重构性,涵盖全部制造活动和过程,主要体现在以下四个部分:组织的可重构性;组成制造系统的企业、企业内部各单元之间的拆分与重组;产品的可重构

性——通过重构少量基本零件设计,可以获得多样的零件和组件;业务过程的可重构性——面向产品形成的不同方法和不同阶段,进行生产过程的重构;车间加工系统的可重构性——物料加工处理设备或子系统灵活地根据任务要求动态地改变其结构、布局和功能。

可重构制造系统的主要特征或关键技术主要集中在以下四个方面。

1. 全生命周期建模与评价

在可重构制造系统 RMS 的设计规划中,系统配置是动态的,对于加工同一个零件族的产品,往往可以有多个系统结构可供选择。采用全生命周期的理论和科学方法,考虑产品的质量、生产成本、可靠性等多因素,为零件族制造系统实行资源优化配置与评估。评价的重点,一是对产品实现包含的主要过程进行选定;二是对评价权重进行分配选择。

2. 模块化与可集成化技术

模块化与可集成化技术是指制造系统的软硬件资源实现制造功能的模块化、制造能力的模块化以及制造过程的模块集成化。关键是功能模块的合理划分和模块之间接口的通用化和标准化,以及模块界面匹配的快速性和便简性,以便使模块之间进行无缝化集成、有效化组织与管理。重点是制造设备功能的拓朴结构的分析与综合。

3. 开放式系统设计技术

可重构制造系统的一个重要特征是充分利用现有资源。当生产任务改变时,可重构的制造系统能够合理有效地对现有制造资源进行优化配置,硬件系统及其组元、制造技术和制造过程可依据产品订单驱动,使之迅速地适应新的市场需要。该制造系统的组织结构不是一个封闭的,而是一个开放式的系统,并允许不断升级,以实现制造系统的高柔性和敏捷性,高度适应生产任务的可变性。

4. 可监控与可诊断技术

可重构制造系统运行性能的保障比传统的制造系统要求更高。由于系统运行中的渐升效应、劣化效应和其他效应的影响,使可重构系统

的运行性能在寿命期内呈现复杂的状况。为了保证可重构制造系统的可行性和效用,缩短渐升期和劣化期,必须确保系统运行性能具有可测性和可评价性,即过程中的可诊断性,还必须确保对硬件设备故障或缺陷以及对产品质量缺陷的跟踪和可溯源性。

二、可重构教学组织模式

1. 人才类型及知识结构

作为高等教育的人才“产品”具有其特殊性,它即是高等教育的受教育者,是人才“产品”的直接载体,同时又是人才市场产品需求的主体。受教育者依据国家主体、社会群体主体对人才需求、以及个体的切身利益需求出发,对自身产品进行定位。由于受到国际形势、国家宏观政策、社会环境、经济结构、教育环境、所在地域等因素的影响,人才市场的需求呈现着多样性、差异性和多变性,决定了受教育者对自身产品的定位也总是呈现出多样性、差异性和多变性。

人才“产品”不同于物质产品,它不是客观物质本身,而是人这个载体所具有的知识、能力和素质的矛盾统一体。1998 年教育部下发的文件中认为:本科教育教学改革的“关键”就是要“构建适应 21 世纪政治、经济、文化发展需要的人才培养模式”,为学生构建体现“现代教育思想和教育观念”的“知识、能力、素质结构。”

拥有知识结构、能力结构和素质结构不同分为不同人才类型。潘懋元先生认为,一般将人才类型分为两类:学术型人才和应用型人才,其中学术型人才是指发现和研究客观规律的人才,而应用型人才则是运用客观规律为社会谋取直接利益^[4]。从严格的科学立场看,把客观规律转变为科学原理,属于科学研究的范畴,把科学原理应用于社会实践从而转化为物质的或非物质的产品,属于科学应用的范畴。相应地,这两种转化就需要两类人才:学术型人才和应用型人才^[5]。

学术型人才是研究客观规律、发现科学原理的人才,主要任务是致力于将自然科学和社会科

学领域中的客观规律转化为科学原理。学术型人才要求具有深厚和宽泛的基础知识、掌握系统的科学研究方法、具有高水平的研究能力和原创性创新能力,在社会各个领域从事研究工作和创新工作。学术型人才还必须具备宽广的科学视野,面向科学技术发展前沿,预测科学技术发展趋势与后果,在基础性、战略性、前瞻性的科学技术问题的发现和创新上取得突破。

应用型人才是利用科学原理为社会谋取直接利益工作的人才,主要任务是将科学原理或发现新的知识直接应用于与社会生产活动密切相关的社会实践领域。将科学原理转化工程原理或工作原理的应用型人才称为工程型人才。而将工程原理或工作原理应用于社会实践从而将其转化为具体产品的应用型人才称为技能型人才和技术型人才。技能型人才主要从事实际操作或具体运作;而技术型人才主要从事组织管理操作活动并处理操作过程中的技术问题。工程型人才处于研发、规划、设计、决策等环节;技能型人才处于生产、建设、服务等实际操作一线环节;技术型人才主要处于操作一线环节中的技术岗位和管理岗位。

应用型人才的需求主体主要是社会群体中的各企业。从知识、能力和素质结构上来看,工程型人才侧重于工程科学的研究和工程设计,强调科学研究能力;技术型人才侧重于生产技术应用与开发,强调综合应用能力和解决实际问题的能力;技能型人才侧重于职业岗位的具体操作,强调动手技能。

早在1965年,美国教育家H. A. Foeckel就预言:在将来某一时候,大学本科水平上可能至少有四种基本类型的学士学位教学计划——科学类(science)、工程科学类(engineering science)、工程类(engineering)和工程技术类(engineering technology)。

无论是学术型人才还是应用型人才,随着现代科学技术的迅速发展以及学科的分化与交叉,社会对人才的知识、能力和素质结构的复合性要求越来越高,对复合型人才需求日趋强烈,既使是对工程类或技术类人才的要求也是如此。也

正因如此,国家的研究生教育也分为学术型和专业型研究生,以应对高层次人才的需求。

国家、社会对人才“产品”需求的类型与层次各不相同,受教育者主体对自身兴趣、发展定位的不同,各个因素都决定了人才“产品”的生产者——本科高等学校的生产目标和生产方式不同,即对每个受教育者个体都应依据不同的教育目标和定位,采取不同的教育方式。

2. 可重构课程体系模式

如果将本科高等教育看作一个复杂的制造系统,课程体系就是人才产品的生产刀具,不同的课程体系以及体系的不同课程组织就可生产出不同的专业、不同类别和不同层次的人才“产品”。

课程体系是根据一定的专业人才培养目标,由相关学科知识及实践环节按一定比例及逻辑顺序排列组合而成的知识系统^[6]。实践教学在本科生的培养中非常重要,这里以机械工程学科为例,主要论述学科专业的课程体系如何构建,从而以能力为导向、以就业为导向、以个性化发展为导向,构建课程体系,从而塑造出不同特质、不同类型、不同层次的本科生人才产品。

首先,构建课程体系总框架,形成人才制造系统。从学科专业总培养目标所需的知识、能力、素质结构入手,来构建课程体系总体框架。该框架具有一个相对固定的结构体系。

其次,课程体系的构建要建立人才产品的全生命周期评价体系,实现产品的可重构性。从人才一生长成、可持续发展的角度,依据系统工程分析原理构建课程体系,使人才产品既能定位于学术型、应用型或复合型人才,也能快速相互过渡与转化,增强人才产品的可塑性。

再次,课程体系的构建是一个开放式的系统体系,实现加工车间系统的可重构性。依据“订单驱动原理”,采纳“随机动态规划与决策论”,合理有效利用现有资源,进行软、硬件的优化配置。本科人才的培养主要立足于本学校本院的教学资源,各高校都有其本科教学基本定位,且受教学资源所限,不可能满足受教育者个体的所有需求。课程体系应是一个开放式的系统,横向上应

立足于本校学科群，打破学院之间、学科之间的人为壁垒，甚至建立校际联系，将校与校之间、学院与学院之间的学科群中的相关课程纳入到课程体系，为各类人才的培养提供足够的发展空间。纵向上应将学科群的硕士研究生的部分课程也纳入到课程体系中，实现本科教育与研究生教育的无缝连接，为学术型和复合型人才的培养提供最大化发展空间。

最后，课程体系的构建要实行模块化和可集成化，实现业务过程的可重构性。按照知识结构和科学逻辑，组织课程模块，构建课程体系。该课程体系就是人才培养的总体业务流程，不同的动态组合，就形成各具特色的人才产品。

举例来说，机械工程学科面向装备制造业，任何机械装备或机械产品的形成都是“研究—开发—设计—制造—运行—维护—管理”等环节组成的工程链条。从本科教学的特点出发，要体现其基础性、可塑性和全面性，同时保证专业教学的有效性和专业发展的稳定性。课程体系首先就要覆盖工程链条各环节，具备必要的专业基础知识和基本训练。这些课程包含在“基本课程”之中，相当于目前大多高校实施的课程体系中的最基本的必修课程，相当于产品可重构中形成产品族的基本组元。为构建产品族中功能各异的不同产品，要用“拓展课程”去实现。该“拓展课程”是完成人才培养的必要组成部分，完全不同于目前课程体系中的选修课程。表 1 为机械工程专业课程体系模块框架，表 2 为部分模块课程体系中基本课程和拓展课程所包含的课程内容。

以专业知识和专业素质的能力构建为例，立志成为学术型的机械设计理论研究为主，并希望得到继续深造的机械专业本科生，要求数学知识和学科理论知识扎实、专业理论知识丰富，在完成所有“基本课程”的同时，要在自然科学模块、工程理论模块和工程技术基础 I—机械设计模块中选择大量的“拓展课程”进行选课，对其它模块的课程，只需掌握必要的“基本课程”或(和)少量的“拓展课程，从而构成个性化的“课程计划”，为后续更深层次的学习进修打下坚实而宽广的

自然科学和理论科学知识。

表 1 机械工程专业课程体系模块框架

课程模块	
人文社科模块	
自然科学模块	
工程理论模块	
	编程软件模块
	设计软件模型
	制造软件模块
计算机技术模块	测试软件模块
	控制软件模块
	管理软件模块
工程技术基础 I	机械设计模块
工程技术基础 II	机械制造模块
工程技术基础 III	信息测控模块
	专业方向 I
	专业方向 II
工程技术模块	专业方向 III

	专业方向 N
经济管理模块	

表 2 部分模块课程体系组成

模块	基本课程	拓展课程
自然科学模块	高等数学、线性代数、概率论与数理统计、大学物理	复变函数、计算方法、数学模型、数理统计、数理方程、模糊数学、随机过程、数值分析、矩阵理论及其应用
	理论力学、材料力学、电工学、电子学	结构力学、弹性力学、塑性力学、工程热力学、流体力学、传热学、模拟与数字电子技术
工程理论模块		现代设计理论与方法、机械优化设计、结构分析与设计、有限元理论、复杂系统的分析与建模、产品全生命周期设计、机械可靠性设计、机械系统动力学、绿色设计、机械振动学、创新产品协同开发技术
工程技术基础 I—机械设计模块	机械制图、机械原理、机械设计	

3. 可重构教学模式的实施

要想有效地实施，必须具备的条件：一是教学组织上的可重构性。即在高等学校内部学院

与学院之间,在高等学校与学校之间的教学组织要建立相互联系和有效管理,实现资源共享,实行课程对外开放、学分互认制度;二是课程体系的实施具有可监控性和可诊断性,运用质量工程,实现自治与协同控制,运行跟踪诊断。

4. 可重构教学模式的效用

可重构教学模式是通才与专才培养的统一,是通才培养与专才培养争论的有效解决途径。增加专业种类就是要增加课程的组合方式。这种组合从根本上是要适应市场的多元需求和学生的个性需求,为了避免专业在学科下的细分和封闭^[7]。

可重构教学模式是宽泛与精细的统一,是专业培养战略上的宽泛化,人才培养具体战术上的精细化。专业名称的宽泛化、外延趋大化,使受教育者能够更好定位所学专业的行业领域,更好地适应社会的要求,有利于就业、把握工作机会,促发受教育者学习的积极性。课程体系模块动态自由重构,使课程设置更趋个性化、人性化和异质化,也更加符合现代激烈竞争市场对技术和岗位细化和专业化的趋势,促发受教育者学习的主动性。

三、结 语

国家中长期教育改革发展规划纲要中指出提高教育教学质量是高等教育发展的核心任务,克服教育同质化倾向,引导各类高校在不同层次、不同领域办出特色,是高等教育改革的目标,而课程体系的设置是教学改革的重点和突破点。

课程体系是雕琢人才产品的利器。课程体系本身直接体现了教学思想,课程体系的组成及实施决定了人才的培养目标、规格、层次和质量。借鉴21世纪机械制造领域的最新发展成果——可重构制造系统的理论、技术与方法,初步探讨了可重构教学组织模式。重点探讨了构建实用性强、特色突出,既适应社会经济发展需要、又符合教育内在规律和学生个性发展的课程体系及其组织方式和实施条件及效用。可重构教学组织模式的核心是课程体系的可重构性。

参 考 文 献

- [1]杨志坚.中国本科教育培养目标研究(之二):本科教育培养目标的基本理论问题[J].辽宁教育研究,2004(6):4-17.
- [2]顾冠华.市场经济条件下高等教育对社会需求的应答[J].教育研究,1996(1):24-28.
- [3]任思成,徐德,王芳.可重构制造系统研究与发展[J].制造业自动化,2005(3):1-4.
- [4]潘懋元,石慧霞.应用型人才培养的历史探源[J].江苏教育,2009(1):7-10.
- [5]刘维俭,王传金.从人才类型的划分论应用型人才的内涵[J].常州工学院学报,2006(6):98-100.
- [6]邱泳枝,李正元.新世纪课程体系改革的走向[J].江苏高教,2002(1):80-81.
- [7]刘小强.美国本科教育“个人专业”的启示[J].中国高教研究,2009(7):38-43.