

基于误差流理论的金工实习课程教学体系的思考

唐皓^{a,b}, 胡小平^a, 唐果宁^b

(湖南科技大学 a. 工程训练中心, b. 机电工程学院, 湖南 湘潭 411201)

摘要: 基于“误差流理论”的理论和方法, 将金工实习中“培养和提高学生的动手能力和工程素质”视为在有限的时间和空间内应给予学生的“能力流”, 结合具体的“创新大赛”或“卓越学子”计划, 将金工实习课程中的车、铣、钳、铸、数控等学习环节转达为“能力”, 进行量化和升华之后, 通过数学模型、适应性分析, 最终为学生学习环节的合理搭建、能力提高, 提供可量化的评价。

关键词: 误差流理论; 金工实习; 课程量化; 能力培养; 课程搭建

中图分类号: G642.0

文献标志码: A

文章编号: 1674-5884(2017)09-0063-04

对于绝大多数综合类高等学校而言, 金工实习是一门学生学习工程材料、熟悉机械制造、了解机械加工的多样性和复杂性, 侧重实践能力培养的课程。它不仅能帮助学生在学习相关课程的理论知识, 建立工程意识, 而且能为今后的就业奠定良好的基础。以湖南科技大学为例, 金工实习主要面向所有工科类专业和部分非工科类专业(商学、管理学)开设, 涉及的工种有车工、铣工、钳工、铸造、数控车、数控铣以及特殊加工(线切割、激光加工)等。传统的金工实习课程体系通常是根据车、铣、钳、铸、数控等不同的内容, 按一定的顺序, 先进行理论课的教学(包括实际操作前的示范), 之后再让学生进行实际操作, 从而达到训练、锻炼和提高学生动手能力和工程素质之目的。然而, 这种相对稳定的教育模式和课程体系势必也带来一些问题。首先, 由于培养目标比较笼统, 无法与专业特点相结合, 易造成学生的学习目标不够明确, 学生完全凭个人兴趣进行学习和操作, 难以取得良好的效果; 其次, 教师在授课过程中, 采用的是既定教材和固定模式, 不能因材施教, 学时分配不均; 第三, 难于与目前在大学生中蓬勃开展的“挑战杯”“节能减排大赛”“大学生智能创新大赛”等创新活动有机结合, 不利于吸引学生加入教师的科研团队, 如“卓越学子”计划等。尤其在当前, 随着我国产业转型升级、升级, 制造业向价值链两端延伸, 研发、设计、制造、营销、售后等环节已经形成一套完整的体系, 用人单位对毕业生的综合能力提出了更高要求。因此, 面临新的形势, 笔者认为, 改革金工实习课程教育、教学体系已迫在眉睫。

1 金工实习教育教学改革研究现状

关于金工实习教育教学改革, 国内许多高校都在积极探索。查阅相关成果, 概括起来主要分为三类: 一是教育理念的改革。朱淑梅等人针对当前教改过程中存在的一些问题, 提出要在提高教学内容的继承性和延伸性基础上, 融会贯通教学方法和手段, 才能全面调动教师和学生的主观能动性^[1]。二是教育方式的改革。高琪等人为了提高学生的工程能力, 采用“模块单元化组织、菜单式选项”的教学模式和“多层次”教学方案, 试图解决实习内容多与实习时间有限、实习专业数多与专业需求不同等问题^[2]。韦相贵等人针对教学“内容多, 时间少”的现状, 结合“微”时代下金工实习教学改革实际, 从知识

收稿日期: 20170721

作者简介: 唐皓(1988-), 男, 湖南长沙人, 讲师, 博士, 主要从事复杂精密运动系统误差与精度分析研究。

点的选取、命题、教学设计、素材搜集、制作、编辑录制等微课制作关键环节入手,提出将金工实习理论教学或实习、实训教学中的知识点制作成微课进行辅助教学^[3]。三是教学模式的改革。如陈晓明等人借鉴 CDIO 工程教学理念,采用团队任务模式、职场角色模拟模式以及校企合作模式,对金工实习的教育模式进行了探讨^[4]。周卫民等人结合“卓越工程师教育培养计划”,提出以“增加工程意识,增强工程实践能力,提高综合素质,培养创新精神和创新能力”为目标的,分层次、模块化改革方案^[5]等等。

然而,上述成果亦存在不足。一是教育教学改革意识更多地还留存于“理念”层面,没有形成可行的方案,难于对具体的课程内容改革形成指导;二是虽然在局部对金工实习的子课程(工种)进行了剖析,但更多的还是少数课程(工种)在方法和器具方面的更新;三是借鉴的方法和手段还需更新,如系统论方法、计算机技术、模拟仿真技术等的应用还不够普遍。本文试图借鉴“误差流”理论,运用系统分析方法,对金工实习课程教学体系进行全面考察,以期在金工实习教育教学改革提供借鉴。

2 误差流理论简介

普遍认为,“误差流理论”(Stream of variation)最初由美国密执安大学 S. J. Hu 教授 20 世纪 90 年代提出^[6],是针对机械加工中多工序、多层次制造系统的误差诊断和预报而提出的理论及方法。一个产品的机械加工过程是一个复杂的动态过程,影响产品质量的因素很多,包括确定性因素和随机因素。倘若把产品的加工过程作为研究与控制对象,运用数学模型可以将其抽象为矢量方程式: $y=f(x)$,式中 y 表示为加工过程中期望产生的各项指标矢量,如形状精度、表面粗糙度等, x 为影响加工过程和加工精度各项指标的因素矢量,如切削参数、刀具几何参数和毛坯质量参数等。欲保证产品的加工精度,本质上就是要限制和降低加工误差。而加工精度则是指零件在加工以后的几何参数(尺寸、形状和位置)与图纸规定的理想零件的几何参数符合的程度,符合程度愈高,加工精度也就愈高。然而,在实际生产过程中,由于种种原因,不可能把产品的零部件做得绝对精确,总会产生加工误差。因此,加工精度的低和高可通过误差的大和小来表示。一般情况下,零件的加工精度越高,加工成本也愈高,生产效率则愈低。为了提高生产效率,降低生产成本,可把待加工零件的加工误差控制在一定范围之内,这既保证零件的精度要求,又可以降低生产成本。此外,由于误差产生机制的差别,不同的误差可能在同一产品在不同的加工工序中相互补偿,因此,以产品为载体、质量为目标,对所有误差进行分析、归类,遴选成为必然。即通过对误差的敏感分析,通过数学模型,最终给产品加工的工序、工艺合理的搭建意见。

由此得到启发,即借鉴“误差流理论”的理论和方法,将金工实习中“培养和提高学生的动手能力和工程素质”视为我们在有限的时间和空间内应给予学生的“能力流”,结合具体的“创新大赛”或“卓越学子”计划,将金工实习课程中的车、铣、钳、铸、数控等学习环节转达为“能力”,进行量化和升华之后,通过数学模型、敏感性分析,最终为学生学习环节的合理搭建和能力的提高提供可量化的评判。

3 金工实习与“产品加工”的相似性比较

金工实习课程的实施过程是通过多工种(车、铣、钳、铸、数控等)的知识传授和技能培养来提高学生的综合素质和工程意识的过程,这与“产品加工”的“误差”产生过程有一定程度上的相似。首先,方案都具有可控性。两者都是在一定的理论、目标、规划指导下事前制定方案,方案制定时虽可反复酝酿,一旦方案确定就不能随意更改。其次,两者都会有增量。学生通过学习课程将提高“能力”,产品经加工将产生“误差”。再次,两者都是通过一系列具体过程加以实施(见表 1)。

表 1 金工实习与“产品加工”实施过程相似性比较

比较内容	“产品加工”的实施过程	金工实习课程的实施过程
方案	图纸及技术要求	教学大纲及授课计划
过程	多工艺、多工序、多检测	多工种、多环节、多考察
结果	按图纸及技术要求进行检验	按教学大纲及授课计划进行考核

从表1看出,“产品加工”的过程存在一系列多工艺、多工序、多检测程序。事实上,产品从毛坯到成品都必须经过一系列的工艺和工序,其中每个工艺和工序有不同的技术要求,因为不同的工艺和工序不可避免地将产生误差,故还需要进行多工艺、多工序的质量检测,直至加工出最终的、符合质量要求的产品。类比“产品加工”,图1为金工实习授课过程“能力流”变化示意图。

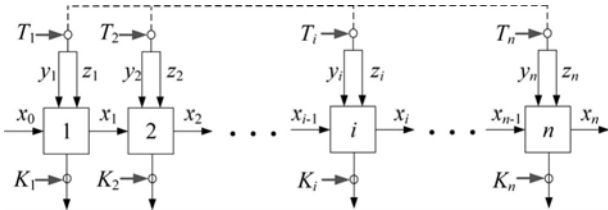


图1 学生在学习金工实习课程中“能力流”变化示意图

设 T_i 为课堂授课环节赋予的能力; K_i 为学生经学习后获得的能力。在整个课程中,学生的认知与动手能力(x)随着 n 个工种的学习得到提升。其中,主要影响其能力提升的因素包括学生课堂上的吸收(y)、学生感兴趣程度(z)以及影响学生掌握技能水平的其他因素(m)等。学生通过多课程学习,最终可以获得既定的能力。同样,金工实习课程的实施过程也存在一系列多工种、多环节、多考察程序。虽然大学生是有个人意识的个体,但基于目前国内大学普遍存在的教师为主体的办学现状,每个学生普遍还是从属学校教育、教学的统一部署和安排。正因为如此,学生在学习金工实习课程时,首先要被安排经过多工种(车、铣、钳、铸、数控等)的培训,每个工种有不同的技巧和要求、不同的考察方式,直至完成所有工种的实习。通常情况,由于学生个体的差异和兴趣的不同,他们的学习效果和个人收获也存在差异,为检验学习成果,最后还需对每个学生进行综合考核。由此可见,金工实习与“产品加工”的实施过程具有较大的相似性。两者的工序(或工种)都可以进行合理的搭建(见表2)。“产品加工”工序的合理搭建,目的是降低成本和提高质量。即针对产品加工在不同的工艺条件下产生的误差,分析其产生的原因和特征,探索误差传递规律,建立误差模型,通过误差敏感性分析,进而对加工工序进行合理的搭建。同样,为提高学生金工实习的效果,结合具体的培养要求(或是教师引导、学生自主参与或要求),先对各个工种的特点、工时、能力指数和可能出现的问题进行分析和评估,设定为参数并将其量化,探讨其规律并建立数学模型,通过适应性分析,可以达到既定的培养目标。

表2 金工实习与“产品加工”工序(工种)搭建相似性比较

比较内容	“产品加工”的工序搭建	金工实习课程的工种搭建
方式	通过精度要求、误差分析进行选择	通过能力要求、工种特点进行选择
方法	数学建模和敏感性分析	数学建模和适应性分析
目标	满足精度且成本合理	满足人才培养的特殊要求

综上所述,金工实习课程的教学过程与“产品加工”的过程存在一定程度上的相似性。表现为:一是方案具有可控性;二是都具有贯穿整个过程的“增量”(学习提高“能力”,加工产生“误差”),且局部“增量”之间存在关联;三是过程存在相似;四是环节可以重新合理搭建。这为我们进行基于“误差流理论”的本科生金工实习课程教学体系改革打下了坚实的基础。

4 金工实习课程体系的构建

如图2为金工实习课程体系构建的框图。众所周知,金工实习的所有课程既有区别又有联系,尤其是其工程背景各有侧重,因此必须要对它们进行分类。从图2看出,金工实习的所有课程经过分类之后,欲建立基于“误差流理论”的“误差”建模方法相似的“能力”课程建模方法,课程的“能力”特征分析及参数量化是课程体系构建的关键。首先,要确认“能力”可以提高、可以传递,正如“误差”可以产生、可以传递;其次要建立两者之间的映射关系、课程特征之间参量的传递关系,学生能力适应性目标分析。

倘若这个环节处理得当,就能够对所有课程特征参数进行量化,依据特殊的要求(如“创新大赛”或“卓越学子”计划),借助数学模型对课程适应性进行排列,进而对所需课程重新搭建。

当然,课程“能力”的界定、“能力流”传递、“能力”特征分析以及参数量化是一个非常复杂的问题。其一,课程的能力特征值涉及的内容较多,包括技术含量、普遍工时、思辨能力以及动手能力等,目前这些特征值还没有统一的度量标准,虽然可以借鉴工人定级方法或其他标准,但也只能初步估计值;其二,培养的对象是具有个体意识的人,由于个人经历不同、兴趣爱好不同、对知识、能力的理解不同等等,客观上难于界定出统一的度量进行描述;其三,学生创新(动手)能力的提升如何描述等。此外,基于“误差流理论”

的建模方法与“能力”课程建模方法之间的映射关系如何建立等等,这些问题也非常复杂。

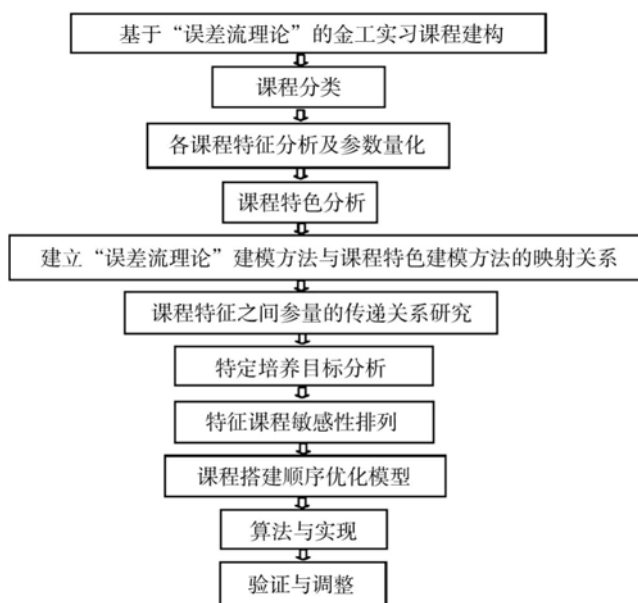


图2 金工实习课程体系构建的框图

5 结语

基于“误差流”理论对本科生金工实习的课程教学体系进行改革,旨在借鉴“误差流理论”对产品加工过程的分析方法,对金工实习课程所涉及的内容,即车、铣、钳、铸、数控等工种类别、特征、目标进行逐一分析,构造以“能力流”为主要内涵的关系链,通过误差流理论的“误差”建模方法与“能力”课程建模方法映射关系的比较,试图建立以提高学生“创新能力和工程意识”为目标的金工实习课程培养体系,思路基本可行。当然我们也应当看到,由于金工实习各工种之间存在内在联系,即存在耦合,因此,教师(师傅)在授课过程中也应注意多结合、多交叉,使学生获得举一反三、触类旁通的效果。为此,为克服学生兴趣较低、金工实习课程安排未与各个专业结合、教师无法因材施教以及难于将学生吸引到金工实习课堂等问题,本文认为可以从两个方面着力:一是结合专业特点,重新设定教学内容。鉴于我校金工实习面向机械类、近机类以及非机类各专业,且不同专业有不同的特点,我们可结合专业特点,在实习环节对学生能力培养有所侧重,定能使获得更大的教益。二是吸引学生回归课堂,总之,开展金工实习教育、教学改革,既符合时代发展的要求,也是目前教育教学改革的现实需要。

参考文献:

- [1] 朱淑梅,王广勋,谢鸥,等. 高校金工实习存在的问题和改革措施[J]. 高校学刊,2016(17):143-144.
- [2] 高琪,李颖,张飞. 基于工程能力培养的“金工实习”教学改革[J]. 实验室研究与探索,2015(1):234-237.
- [3] 韦相贵,傅永根,张科研,等. 基于金工实习教学改革的微课制作研究[J]. 实验室研究与探索,2016(3):222-225.
- [4] 陈晓明,赵清来,郭洪宇. 借鉴 CDIO 工程教学模式的金工实习教学改革方法[J]. 装备制造技术,2016(9):199-201.
- [5] 周卫民,姜文彪. 金工实习教学改革的探索与实践[J]. 浙江科技学院学报,2013(6):476-480.
- [6] Ceglarek D, Shi J, Wu S M. A Knowledge - Based Diagnostic Approach for the Launch of the Auto - Body Assembly Process[J]. Journal of Engineering for Industry, November,1994(6):491-500.

(责任校对 蒋云霞)