

# 浅谈材料科学与工程专业化学纤维方向 “卓越工程师”课程体系改革

丁长坤 尹翠玉 赵义平 程博闻 肖长发

(天津工业大学材料科学与工程学院 天津 300387)

中图分类号 :G642.0

文献标识码 :A

文章编号 :1672-7894(2014)21-0057-03

**摘要** 实施卓越工程师教育培养计划是我国高等工程教育的重大改革措施。本文介绍了我校在借鉴国内外高等工程教育成功经验的基础上,根据我国化学纤维行业发展对专业设置的要求,结合我校材料科学与工程专业的现状,以工程技术为主线,着力提高学生的工程意识和工程素质,培养学生的工程实践能力及创新精神。通过整合课程模块,改革实践教学体系,多层次训练学生的工程实践与创新能力,以期为地方高校化纤人才培养提供有益的指导。

**关键词** 化学纤维 卓越工程师 课程体系 改革

**The "Outstanding Engineers" Curriculum System Reform for the Chemical Fiber Branch of the Materials Science and Engineering Major // Ding Changkun, Yin Cuiyu, Zhao Yiping, Cheng Bowen, Xiao Changfa**

**Abstract** It is a great reform measure for China's higher engineering education to implement the plan of training outstanding engineers. This paper introduces the reform experience and measures of the chemical fiber curriculum system in Tianjin Polytechnic University, which is based on the reference of successful experience of higher engineering education at home and abroad, according to the development of chemical fiber industry and its request to the profession setting, and combined with the current situation of materials science and engineering in the university. We take engineering technology as the main line, aim at improving students' engineering consciousness and engineering quality, cultivating their engineering practical ability and innovation spirit. By optimizing curriculum module and reforming practical teaching system, students' engineering practical and innovation abilities were trained to provide the favorable instruction for training chemical fiber talents in local colleges and universities.

**Key words** chemical fiber; outstanding engineers; curriculum system; reform

卓越工程师教育培养计划是教育部贯彻《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》精神而率先启动的一项重大改革计划,其主要目标是面向工业界、面向世界、面向未来,培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才,为国家走新型工业化发展道路、建设创新型国家和人才强国战略服务<sup>[1-2]</sup>。

2012年,天津工业大学材料科学与工程专业化学纤维方向经教育部批准实施卓越工程师教育培养计划,我们拟通过教育和行业、高校和企业的密切合作,以实际工程为背景,以工程技术为主线,着力提高材料科学与工程专业化学纤维方向本科学生的工程意识、工程素质和工程实践能力,培养造就创新能力强、适应化学纤维企业发展需要的高素质工程技术人才。

## 1 我校材料科学与工程专业发展现状

我校材料科学与工程专业创建于1958年,始于原天津纺织工学院的化学纤维专业,几十年来为国家培养了一千多名优秀本科毕业生。在长期的办学实践中,材料科学与工程专业构建了一系列专业教学平台,2008年被评为国家级特色专业,专业所属的“纤维材料教学团队”为天津市级教学团队,同时拥有国家级实验教学示范中心、国家级工程实践教育中心、中空纤维膜材料与膜过程国家重点实验室培育基地、改性与功能纤维天津市重点实验室、天津市纺织纤维界面处理技术工程中心等教学平台,“化纤工艺学”2009年被评为天津市精品课程,“高分子化学”、“高分子物理”和“膜分离技术”3门课程被评为天津工业大学校级精品课程。同时,本专业具有材料科学与工程一级学科博士和硕士学位授权点、材料科学与工程一级学科博士后流动站。

本专业是天津及国内材料科学与工程专业中为数不多的、中国北方最大的培养从事化学纤维领域应用型高级技术人才的专业。多年来一直本着为国家和天津地方经济建设培养人才的服务宗旨,紧密围绕天津及中国北方地区化纤行业领域经济和社会发展的需要,特别是天津市滨海新区发展所涉及的轻工纺织、航空航天、新能源、新材料等领域经济和社会发展的需要,致力于培养具有扎实的专业理论基础和技能,同时拥有较强的实践能力、创新能力的应用型工程技术人才,并在以下几个方面形成了自己的专业办学特色:

第一,紧密围绕“厚基础、宽口径、强能力、重素质”的培养目标来构建课程体系。以优质课程群建设为目标,锐意进取、积极改革,注重科学研究和教学资源建设工作。在教学方法上,充分利用现代化的技术手段,依托学科的突出科研优势,以及在企业的各种实践教学机会,采用专、兼职教师合作授课等灵活多样的教学方法,不断进行教学手段更新,丰富教学内容。

基金项目:天津市教育科学“十二五”规划课题(项目编号:HE4009),天津市普通高等学校本科教学质量与教学改革研究计划项目(项目编号:B01-0804)。

作者简介:丁长坤,男,副教授,研究方向为改性与功能纤维。

第二,建立完善的校内实验教学体系,提出了以基本技能培养为基础、工程创新能力培养为目标的实验教学模式。以基本型实验课程夯实学生的实验技能基础,以综合设计型实验强化学生对材料各种性能测试和分析手段的运用,通过让学生参与导师的横向科研项目开展工程创新型实验,培养创新思维,提高自身的创新能力。

第三,充实和完善校外实践教学,参观实习、岗位实习、顶岗实习等环节在企业完成,使学生深入到实际生产环境中,感受实际的生产氛围,从而形成真正的职业能力。

第四,及时将科研成果转化为教学资源。天津工业大学在中空纤维膜和功能纤维方面具有强大的科研实力,连续多年获得国家级奖励。如将新型功能 PVDF 中空纤维膜(2008 年度国家技术发明二等奖)融入“膜分离技术”课程,将复合型导电纤维(2009 年度国家科技进步奖二等奖)和储热调温纤维(2010 年度国家技术发明二等奖)融入“化纤工艺学”课程,将新型功能 PVDF 中空纤维膜和储热调温纤维项目的部分内容转化为创新型实验,教学成果日益得到广泛关注。

## 2 材料科学与工程专业卓越人才培养的基本目标

本专业卓越人才培养方案是在国家教育部应用型工程师通用标准的基础上,按照化纤行业专业标准的基本要求,结合天津工业大学“教研相长、学能并进”的办学理念与办学特色,以及建设教学研究型高水平工业大学的人才培养定位的基础上制定的。所培养的化纤专业应用型工程师,应是掌握扎实的自然科学基础、工程原理和化纤领域的理论知识,具备优良的职业素质和突出的工程实践能力、系统性思维及创新能力及创业精神,具有较强的人文科学基础和良好的社会交往能力,具备国际视野、有理想、有抱负、有社会责任感和团队合作精神,能胜任化纤领域工作的高素质应用型卓越专业人才。

## 3 课程建设和教学改革

### 3.1 构建合理的课程体系

课程体系是实施培养目标的依托,因此必须充分重视课程体系的改革<sup>[3-5]</sup>。

#### 3.1.1 知识体系

根据化纤行业对化纤工程师知识、能力和素质的要求,在校内培养方案中确定相关课程和实践教学环节,将工程意识、工程素质、工程实践能力纳入培养方案。我们在原有课程体系的基础上整合、扩大和优化了“纤维材料设计与合成-制备工艺及设备-结构与性能-应用”的多层次课程体系和课程群,包括:

纤维材料设计与合成课程群,培养学生通过计算机模拟软件等先进手段对高分子材料进行结构设计,掌握高分子材料各种合成方法的机理、工艺及工程化问题。包括“高分子化学”、“高分子材料合成工艺学”、“计算机在材料科学中的应用”、“聚合反应工程”、“材料科学与工程基础”等。

纤维材料制备工艺及设备课程群,培养学生掌握纤维材料制备的原理、方法和工艺技术,加工设备的组成和工作原理,以及一些先进的成形手段和技术。包括“化纤工艺学”、“化学纤维概论”、“高分子材料加工设备”、“模具及设计”、“膜分离技术”、“先进纤维成形技术”、“高技术纤维”等。

纤维材料结构与性能课程群,培养学生掌握纤维材料的结构特点、结构与性能之间的关系,使学生能够应用现代先进的科学仪器和研究方法对纤维材料进行结构分析、表

征和性能测定。包括“高分子物理”、“材料科学研究方法”、“成纤天然高聚物科学”、“材料科学进展”等。

纤维材料应用课程群,培养学生熟悉纤维材料的广阔应用领域,掌握其应用过程中涉及的科学与工程技术问题。包括“材料的表面与界面”、“高分子材料助剂”、“高分子材料及应用”、“产业用纺织品”、“纤维复合材料”、“化纤厂设计与 AutoCAD”、“高分子材料改性”、“高分子材料技术进展”等。

此外,又增加了企业以及工程项目管理知识的相关课程,比如“创业概论与实训”、“知识产权概论”、“质量管理与认证”、“化学纤维质量控制”等。

#### 3.1.2 实践体系

构建“实验基本能力的培养-综合实验能力的训练-工程创新意识和科研能力的培养”三阶段实验教学模式,循序渐进地培养学生的工程实践与工程应用能力。基本型实验通过实验设置、操作要求的规范化、标准化,引导学生树立对待实验的科学、严谨态度,夯实实验技能基础,为后续综合性设计实验、创新型实验打下良好基础。综合设计型实验要求学生分成小组,在教师指导下查阅相关文献,设计实验内容,确定操作方案,实施操作,最终完成实验,撰写实验报告,最后进行学生答辩和教师讲评,强化学生对材料各种性能测试和分析手段的运用能力。依托“一对一导师制”开设创新型实验,导师会利用自己的横向科研项目为每位学生制定“创新实验项目”,以解决项目中的具体问题为目标,着力培养学生的工程实践与工程应用能力。

在企业培养阶段,按照教学计划和教学大纲的安排,在保证教学基本要求的基础上,与企业人力资源部及企业导师共同制定在每个企业的具体实施方案。在企业完成认识实习(企业社会实践一,第4学期)、岗位实习(企业社会实践二,第5学期)、生产实习(工程训练,第6学期)、顶岗实习(第7学期)、毕业设计(论文)(第8学期)。在学校教师和企业工程师共同指导下,使学生接受化学纤维生产工艺流程、化学纤维生产加工设备等方面初步能力训练,获得初步的化纤项目实现能力。第8学期,将企业的实际项目安排作为学生毕业设计(论文)的课题,使学生在产品研发、技术改造与工程创新能力培养方面得到进一步提高。

### 3.2 教学改革措施

#### 3.2.1 课程教学改革措施

第一,根据人才培养方案的新要求,制定包括必修课和选修课在内的教学大纲,及时将科研成果转化为教学资源,积极开展特色教材的编写及使用,不断更新教学手段,充实教学内容,拓宽学生及时掌握新知识和技能的渠道。

第二,加强专业课程师资队伍建设。为每一位青年教师配备资深教师,通过传、帮、带形式将老教师的教学经验传授给青年教师,使得好的教学传统得以延续。教学过程中开展学生、专家评教活动,对评教结果不好的教师进行帮扶,鼓励青年教师观摩教学效果好的教师上课,在听讲中逐步提高教学质量。鼓励青年教师积极参加各项讲课比赛。改革课程专职教师的培养制度,一方面继续鼓励专职教师到国内外知名大学进行进修、访学,另一方面也鼓励专职教师到企业锻炼,了解企业技术需求,开展校企合作,帮助企业开发新技术、新产品,加强自身实践能力的提高。同时聘请企业工程师为兼职教师到校进行教学,构建一支高素质的“双师型”师资队伍。



第三,注重教学资源的共建和共享,为学生个性化学习和课程群建设提供支撑。经过近年来持续不断的建设,目前已经形成了包括教学素材库、多媒体课件和习题库等数字化教学资源,形成了包括教学内容、图像、音视频资料以及网络信息在内的庞大教学资源库,在支撑课程基本知识和基本能力训练的同时,为学生的个性化学习和教师的因材施教提供了选择空间。

### 3.2.2 实践教学改革措施

通过在教学计划中设置基本型实验、综合设计型实验、工程创新型实验、认识实习、岗位认识、生产实习、顶岗实习、毕业设计(论文)等环节,确保实践教学贯穿于人才培养全过程,其中认识实习、岗位认识、生产实习、顶岗实习、毕业设计等环节在企业完成,使学生深入到企业的实际生产环境,感受到实际的生产氛围,从而形成真正的职业能力。

在实验教学方面,根据实验内容的内在联系,科学地综合实验技术和实验方法,积极将科研成果转化为教学内容,在满足传统基本型实验内容要求的基础上,对实验内容进

(上接第 56 页)

体要看 PLC 的具体型号,如 FX2N 系列的 PLC 高速计数器的频率总和不得超过 20KZ<sup>[4]</sup>。在考虑高速计数器的工作频率时需要注意两个问题:

#### 3.1 输入端的响应速度,受硬件限制

如三菱 FX2N,若只使用一个计数器,各输入端的最高响应频率:X0、X2、X3 的为 10KZ,X1、X4、X5 的为 7KZ。若是一个电机的转速为 S=1500r/min,机械上所带丝杠的导程为 F=10mm,要求控制的精度为 0.1mm,则所需输入 PLC 的最小频率为:

$$f_{\min} = \frac{1500r/min \times 10mm}{60s \times 0.1mm} = 2.5KHZ$$

这样输入的最小频率为 2.5KHZ,理论上就能满足控制要求,也能满足 PLC 输入频率要求。

#### 3.2 被选用高速计数器及其工作方式

若是单相双输入且为增计数和减计数同时存在的,同一个高速计数器占用的频率为双相信号频率之和;若为双相 A—B 相型高速计数器,工作时一但要接受二路脉冲信号,还要进行解码工作,其每相的计数频率不得超过 2KZ,且在计算频率总和时要把它们的工作频率乘以 4。

##### 3.2.1 高速计数器的相关指令

关于高速计数器的功能指令,不得不介绍一下 PLC 的扫描周期,由于 PLC 的扫描周期是输入采样、程序执行、输出刷新三个阶段,所以对于输入信号来说就有了输出信号的延迟,这个延迟对于一般的工业控制是在允许的范围之内的,但是对于要求输出反应速度快的工业控制来说 PLC 的扫描周期就显得有些滞后了,但是高速计数器的三个高速指令是不受 PLC 的扫描周期限制的,只要条件成立立即动作输出。高速计数器的三个指令是置位指令 HSCS、复位指令 HSCR 和区间比较指令 HSC。不管用哪个指令,首先程序里要有含有高速计数器的设置内容,也就是要明确哪个计数器被选用。接下来若不涉及计数器触点控制时,计数器的值可设定为计数器的最大值或是高于控制数据的数据。

##### 3.2.2 高速计数器的中断入口

FX2N 系列的高速计数器中断入口有 6 个,中断指针为 I0□0(□=1~6)。通过计数器的中断与高速计数器的指令配合,可以使高速计数器有中断的工作方式。可根据高速计数器的计数当前值与计数设定值的关系来确定是否执行相应

行设计性、思考性、趣味性提升,激发学生的实验兴趣,培养学生严谨的科学思维 and 创新能力。通过实验预习、实验过程和实验报告三部分对学生实验成绩进行综合考核。在实习教学方面,特别要加强与企业合作,认真听取企业管理人员、工程技术人员意见,共同研究制定企业培养方案和学生实习考核办法,共建实践教学基地,为实习构筑坚实的 platform 与保障。

#### 参考文献

- [1] 教育部.卓越工程师教育培养计划[Z].2010.6.
- [2] 教育部.教育部关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见[Z].2011.1.
- [3] 刘峥,陶慧林,张淑华.地方高校基于卓越工程师培养的化工课程体系改革[J].高等理科教育,2012(3):115-118.
- [4] 胡萍,谭森森.化工卓越工程师培养的实践教学体系改革研究[J].中国电力教育,2013(20):96-97,103.

编辑 李前锋

的中断服务程序。这样 PLC 就跳出了它的循环扫描周期的过程,能够及时地反映外部条件的变化。如图 1,当高速计数器 C255 的当前值由 99 变为 100 或是由 101 变为 100 时,高速计数器置位指令 DHSCS 由于不受扫描周期的限制,能立即执行,中断指针 I010 立即置位,随即就转入中断程序运行,中断程序运行完后,又回到主程序断点处运行<sup>[9]</sup>。这样就提高了 PLC 的反应时间。做得到控制得更加及时,更加地精确。

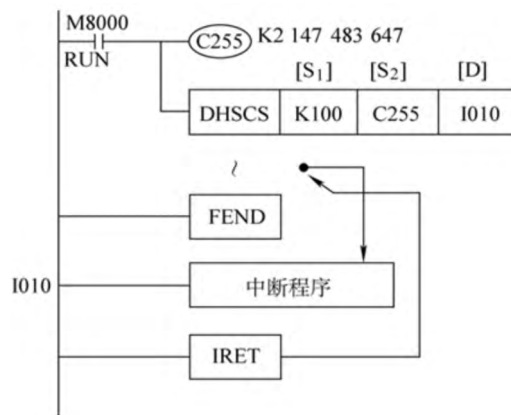


图 1 高速计数器中断程序

在同一程序中如果多处使用高速计数器控制指令,则其控制对象输出继电器的编号的高位应相同,以便在同一中断处理过程中完成控制。

通过对 PLC 高速计数器的深入了解和应用,我们发现很多原来可能用 PLC 满足不了的控制要求,现在通过其高速计数器的指令和中断的设置就能解决。

#### 参考文献

- [1] 瞿彩萍.PLC 应用技术(三菱)[M].北京:中国劳动社会保障出版社,2006:179-185.
- [2] 徐辉,张艳.PLC 编程与应用(三菱 FX2N)[M].南京:江苏教育出版社,2011:81-89.
- [3] FX2N 系列可编程控制器使用手册[Z].

编辑 李前锋