

测控专业 CDIO 实践教学在专业实习环节的探索

江晓军, 秦 琴, 曹建清, 王素娟, 陈宝玉, 寇丽丽,
屠子美, 李晨阳, 窦建方

(上海第二工业大学 智能制造与控制工程学院, 上海 201209)

摘 要: 为了提高测控专业应用型人才的实践教学质量, 引入 CDIO 工程教育理念, 探索了以企业实践教学基地为平台的新模式。实践表明: 该模式有利于培养学生知识、能力和素质的协调发展, 提高学生的工程实践能力和职业技能。

关键词: 测控技术; CDIO 工程教育; 实践教学体系; 工程应用能力

中图分类号: P25; G642.0

文献标志码: B

CDIO Practical Teaching for Measurement and Control Technology Specialty

JIANG Xiaojun, QIN Qin, CAO Jianqing, WANG Sujuan, CHEN Baoyu, KOU Lili,
TU Zimei, LI Chenyang, DOU Jianfang

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

Abstract: In order to improve the quality of practice teaching for cultivating the application talents with the measurement and control technology, CDIO engineering education concept was introduced, and the mode of the enterprise practical teaching was implemented. The actual practice demonstrates that the teaching mode is beneficial to cultivate the students' coordinated development of knowledge, ability and diathesis, and improve the engineering practice ability and professional skills.

Keywords: measurement and control technology; CDIO engineering education; practical teaching system; engineering application ability

0 引言

随着我国经济结构的调整, 现代工业企业对工程应用型人才的知识结构、专业素质和综合能力等方面都提出了新的、更高的要求^[1-2]。如以上海为代表的长三角经济区域内涉及测量、控制和仪器专业知识的企业, 要求新招应届大学生具备半导体高端测试仪器、精密运动控制调试、汽车电子控制模

块的软件、硬件测试的职业知识和技能, 以及良好的团队合作能力。如何满足这些快速发展的企业对工程应用型人才知识结构的更新需求, 是许多工程应用型本科院校面临的难题^[3-6]。一些院校教师经过思考, 目前主要形成了两种解决思路, 一种是采购高端测试仪器和精密运动设备并开设相关实践课程, 但考虑到大多数院校由于教学设备采购经费不足, 这种办法不便推广应用; 另一种是社会招聘掌

收稿日期: 2018-03-27

通信作者: 江晓军 (1971-), 男, 四川内江人, 副教授, 博士, 主要研究方向为精密光电测控技术。E-mail: xjjiang@sspu.edu.cn

基金项目: 上海第二工业大学机械工程重点学科 (XXKZD1603), 上海第二工业大学汽车电子联合实验中心内涵建设项目 (A11NH182016) 资助

握半导体高端测试仪器、精密运动控制调试、汽车电子控制模块的软件、硬件测试知识和技能的人员,但同时掌握这些职业知识和技能的人员可谓凤毛麟角,无法一一满足工程应用型本科院校的人才需求。如何解决这一难题,我校测控技术与仪器专业课题组教师对其测控专业实践教学课程、目的与任务、实践教学内容等进行了研究,根据该专业特点及其测控专业应用型人才需求,引入了 CDIO 工程教育理念,通过构建以企业实践教学基地为平台的实践教学新模式,提高了培养测控专业应用型人才的实践教学质量,取得了一定的经验和成效。

1 引入 CDIO 工程教育理念

为满足上海企业对测控专业应用型人才的要求,我校测控专业教师先把学生在大四的实践课程设置为两门:测控技术综合实践 I 和测控技术综合实践 II。这两门课程可以帮助学生掌握光、电、计算机、仪器与控制等专业知识相结合的当代测量和控制技术,使其具备分析、解决工程实际问题的能力以及获取新知识与创新的能力。其次,测控专业教师在这两门课程及其先导课程的实践教学中引入了 CDIO 工程教育理念,培养学生具备一定的专业知识和技能。CDIO 是国际高等工程教育领域中先进的、系统的教育理念和人才培养模式,是以工程能力的培养为主线,综合考虑专业基础知识、职业技能以及个人与团队协作的人际交往技能,乃至在社会环境下进入企业进行构思 (conceive)—设计 (design)—实现 (implement)—运作 (operate); 让学生以主动的、实践的、课程知识之间有机联系的方式学习,培养学生的工程实践能力^[7-10]。测控专业教师对测控技术综合实践 I 和测控技术综合实践 II 的教学大纲进行了修改,以实现传感器检测、机器视觉测量、运动控制、网络化测控和工业机器人应用的功能为目标,引导学生构思、设计方案、编程、搭建电路并测试,最后分组分工实施。这样不但可以训练学生掌握视觉图像采集系统、工业机器人运动系统及相关软件编程、测试和控制的专业技能,而且可以训练学生掌握专业技能,即通过设计、分析硬件电路,然后用示波器等仪器测量电路各观测点的信号变化,再判断硬件电路的正常或故障状态,最后定位并排除故障。但是这些课程内容如果仅仅在

学校的实验室进行,由于实验设备受限,且缺乏同时掌握半导体高端测试仪器、精密运动控制调试、汽车电子控制模块的软件、硬件的职业知识和技能的人员,故学生无法学到这些职业知识和技能。而另一方面,拥有这些设备的企业虽有一些具备相关职业知识和技能的人员,但为了在短期内处理大量的测试任务,他们需要测控专业大学生的协助以加快完成。因此,需要一个渠道把这些企业需求和我校测控专业培养工程应用型人才的需求结合起来,就可以解决上述难题。

2 搭建实践教学基地平台

2.1 调研企业发展及校企合作

企业实践教学既可以帮助学生掌握新兴科技知识、巩固已学到的知识,又可以在实践中培养学生的工程实践能力和职业技能。2018 年教育部等六部委制定的《职业学校校企合作促进办法》实施,推动着校企合作向纵深发展。我校专业教师与安靠封装测控公司、上海微电子公司和联合汽车电子公司分别沟通后,把共计 8 个学分的测控技术综合实践 I、II 的 192 个课时与企业要求实习一个月的时间相对应,并根据校企沟通情况修改了实践教学计划,然后由教务处审核该教学计划并备案,再由专业教师与这些企业沟通校企合作方式、实习带教内容、带教企业导师的责任以及带教企业导师评定学生实习鉴定成绩的方法等事项后,签订校企合作协议并建立了企业实践教学基地。

2.2 带教学生实习

在与各企业订立毕业生的实习合作协议前,先由我校测控专业教师与各意向企业确定实习时间、实习学生人数,其中计划安排安靠封装测试公司实习学生 16 名,上海微电子公司 20 名,联合汽车电子公司 4 名。然后由专业教师组织学生学习实践企业的基本情况及注意事项,包括需要遵守的厂纪厂规、实习内容、实习报酬、交通补贴、饭贴、实习过程管理、指导教师和学生的交流联系方式、实习成绩评定方式等。再按不同企业计划的实习学生人数对学生分组,确定各组带教的专业指导教师和企业指导教师,由各位专业指导教师负责组内学生的实习教学全过程。最后在商定的实习时间内,由各组带教的专业指导教师带领本组学生到相应的企业实践教

学基地实习。

学生进入不同的教学基地后,企业指导教师分配实习任务并带领学生熟悉企业情况,然后指导学生按工程规范熟悉任务内容,再逐步构思、设计、实施、运行以完成实习任务。联合汽车电子有限公司要求实习学生在企业指导教师的指导下,逐步熟悉公司的测试规范并据此对汽车电子产品进行功能测试,保证测试程序正确,检查故障。为完成实习任务,学生白天到公司先熟悉高压油泵、发动机负载时控制板及 adapter 板的 pin 脚信号在不同转速下的变化测试规范,然后构思这些不同型号的部件需要使用哪些测试规范,接着设计出相应的测试方案,再根据该方案申领涉及的仪器仪表、测试导线、夹头等元件,实施单元端子接线,最后通电测试,通过分析 pincheck 测试结果,寻找可能的故障点并排除。这种方法是通过不断地循环 CDIO 的 4 个重点过程来训练学生的工程能力。晚上专业指导教师与学生交流当天实习体验并指导他们整理当天实习内容、写实习日记并画 ECU 等电路模块的工作原理图。此外,学生还要学习 UD8 底层相关测试软件 INCA、MDA、Debug 的测试流程以及 CAN 板与 EMS 板间通信协议,并熟悉单元测试、集成测试、黑盒测试、灰盒测试、白盒测试、静态测试和动态测试方法。而上海微电子公司要求实习学生到公司学习光刻设备的 VME 总线协议及其高速数据传输,然后构思需要使用该协议的光刻部件,接着设计出相应的光刻部件电气接口方案,再根据该方案申领板卡、通信线缆、微电脑等,实施用通信线缆连接板卡、光刻部件、微电脑等,最后上电测试高速数据传输,完成相关数据采集内容的分析和更新操作。此外要学习 cadence allegro 高速 PCB 原理图设计、电气图绘制及标注等,并逐步熟悉高速、高精度滑台的调试及控制方法。这种方法是通过不断地循环 CDIO 的 4 个重点过程来培养学生的工程能力。晚上专业指导教师与学生交流当天实习体验并指导他们整理当天实习内容、写实习日记并修改电气接口模块的工作原理图。与前两个公司对实习学生的要求不同,安靠封装测试公司要求实习学生到公司不但要学习半导体生产流程中晶圆制造、晶圆测试、芯片封装测试、外观检查、成品测试等方法,逐步熟悉后固化、切筋、成型等加工工艺,而且要学习一些职业技能,如操作专用测试仪器对直径为 10 多 μm

的金属线的几何尺寸及其机械性能进行测试。这个实习过程是通过 CDIO 的 4 个重点过程来加强学生的工程能力。例如,先理解专用测试仪器工作原理,了解这些仪器的操作步骤,然后构思不同型号芯片封装上的细小金属线需要使用哪些仪器测试其几何尺寸及其机械性能,接着设计出相应的测试方案,再根据该方案申领涉及的专用测试仪器、测试导线、触头、夹具等,实施安装芯片并夹线,最后对仪器通电测试,记录测试数据。学生在各企业实践教学基地实习期间,时常与指导教师和技术人员讨论、交流实习岗位所涉及的技术和技能,这样不但融入了企业团队合作,还感受了企业文化和敬业精神和工匠精神,提高了人际交往能力,振奋了对未来工作的激情。

3 实践教学成绩评定

CDIO 能力评估是以学生为主的综合性评价,涉及整个实践环节,从理论知识、基本技能、实践过程、创新能力到情感态度多个角度进行全方位评价,尤其注重学生 CDIO 工程能力培养效果。学生在企业实践教学基地进行工程实践的过程中,评价主体为校指导教师和企业指导教师。企业指导教师按学生在实践教学基地一个月的出勤率、遵守厂规、工作态度、待人处世和在 CDIO 4 个重点过程(即构思、设计、实施、运行)中学习技术并掌握实习技能,完成实习任务的程度给出实习鉴定成绩,权重为 30%;而校指导教师根据学生个人实习体验写成的实习日记给出成绩,权重为 20%;此外,校指导教师对学生完成的实习报告给出成绩,权重为 50%。实习结束后由校指导教师根据实习鉴定,实习报告和实习日记计算学生测控技术综合实践 I、II 的最终成绩。这种方法是教师根据各部分反映学生掌握光、电、计算机、仪器与控制等知识和技能相结合的当代测量和控制技术的程度,具备分析与解决工程实际问题的能力,应用团队协作的人际交往技能程度,使用不同的权重给出课程学习的最终评分,保证了实践教学成绩评价的客观、公正和有效性。统计企业指导教师评定学生实习鉴定成绩的数据后,可以看到获得评分良好及以上的学生占实习学生总人数的 97.7%。说明实习企业对我校测控专业毕业生的实习表现和实习任务的

完成程度评价较高。采用上述成绩评定方法得到学生实习成绩后分发给各位校指导教师和企业指导教师, 再根据各位指导教师的意见微调学生实习成绩, 最后确定并报教务处。这样就使教学实习环节的构思、设计、实施、运行的4个过程形成了闭环评价, 并通过不断地实习、评价成绩和修正可以达到持续改进的目的。

4 实践教学质量反馈

学生在实践教学基地的实习结束后, 由校指导

教师发给40名实习学生无记名实习情况调查问卷, 收回32份有效问卷。对这些有效实习情况调查问卷的专业课知识应用情况进行了统计, 结果如图1所示。由图可知: 企业实习中应用专业课知识对学生完成实习任务帮助很大的课程有: 现代工程制图、计算机技术、模拟数字技术、控制原理、仪器及测量技术、图像处理, 其中46.88%的学生认为控制原理和传感器原理对学生完成实习任务的帮助最大。因此在日常教学活动中需要继续加强对控制原理和传感器原理的教学研究。

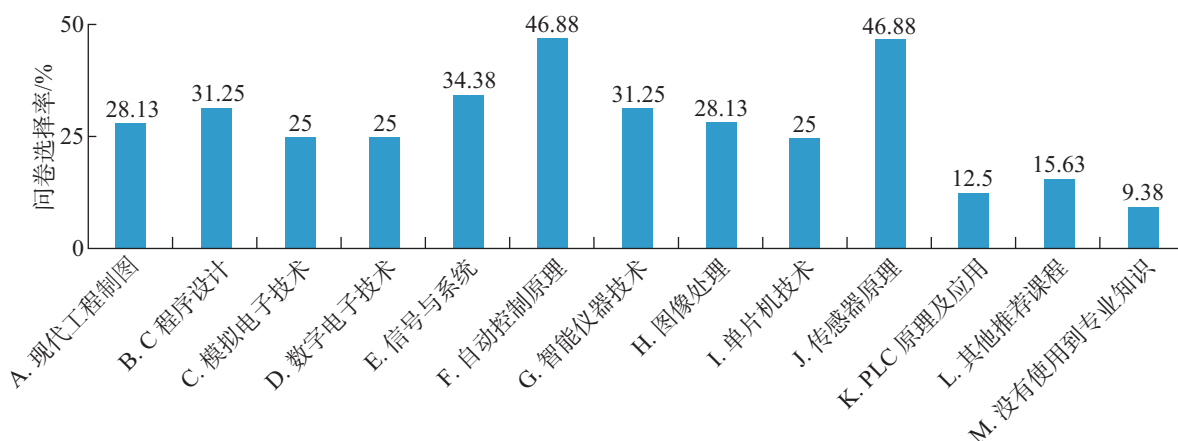


图1 专业课知识应用统计图

Fig.1 The chart of professional knowledge application

从实习情况调查问卷(见表1)中可以看到, 不同学生掌握的专业知识满足实习任务的程度是不一样的。这是因为学生掌握专业知识的程度不同, 应用于实习任务时必然存在一些差距。尽管62.5%的学生认为所学专业课知识基本适应工作需要、有助于完成实习任务, 但专业课知识与实习内容要求掌握的职业知识仍有一些差距, 需要学生们努力学习, 掌握相关的职业知识以补充自己的专业知识。

此外, 学生通过企业实践教学基地的实习, 可以

培养计算机运用能力、程序语言编程能力、外语综合能力及科技写作能力、团队协作能力、人际交往能力等。这些能力也是CDIO工程能力培养的内容。对实习情况调查问卷的能力培养情况进行统计后, 结果如图2所示。由图可知: 93.75%的学生认为实际动手、操作能力对学生完成实习任务的帮助最大, 其次是团队协作能力和人际交往能力。因此在日常教学活动中需要继续加强对实际动手、操作能力、团队协作和人际交往能力的教学研究, 增强学生的这些能力。

表1 专业知识满足实习任务的程度

Tab.1 The proportion of professional knowledge meeting practice teaching tasks

选项	问卷人数	比例/%
A. 适应实习任务需要	6	18.75
B. 基本适应实习任务需要	20	62.5
C. 与实习任务要求差距较大	6	18.75
本题有效填写人次	32	100

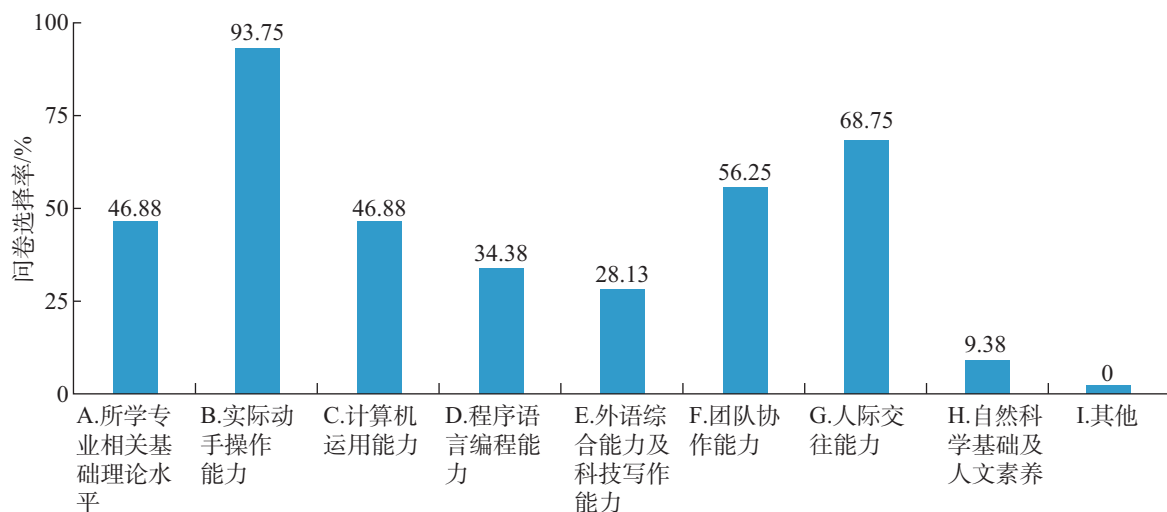


图 2 能力培养情况统计图

Fig.2 The chart of the situation of abilities cultivated

从实习情况调查问卷 (见表 2) 可以看到, 学生都认为企业实践教学基地的实习对将来的就业有帮助, 且半数同学认为很有帮助。这主要有两个原因: 一个是因为实习企业可以提供就业岗位。实习结束后学生可以向有意向的企业递交工作申请, 企业面试通过后双方签订聘用合同。本次实习结束后毕业生向上述 3 家企业递交工作申请的有 7 人, 获

得企业工作岗位 4 人, 占本次到这 3 家企业实习学生总人数的 10%。另一个原因是培养毕业生的职业道德、工作责任心和遵守纪律的习惯, 帮助他们更好地端正学习态度、找出个人能力与工作要求的差距、明确个人努力的方向, 促使毕业生结合企业实际情况提前思考今后的就业方向。说明学生经过实习体验, 认识到企业实践教学促进就业的积极作用。

表 2 实习对就业的影响

Tab. 2 The influence of practice teaching on employment tasks

选项	问卷人数	比例/%
A. 很有帮助	16	50
B. 有帮助	11	34.38
C. 一般	4	12.5
D. 基本没有帮助	1	3.13
E. 没有帮助	0	0
本题有效填写人次	32	100

我们把测控专业近 3 年没参加上述企业实践教学基地实习的毕业生 39 人与参加的毕业生 87 人的工程能力做了统计对比, 发现他们的工程能力对毕业设计的影响存在着明显差别。测控专业要求各位学生的毕业设计内容不能与其他学生的雷同, 因此每个学生的毕业设计内容如何通过具体的、特定的技术方案来实现就要由学生自己主动思考。统计数据表明, 没参加上述实习的学生的毕业设计题目及内容需要老师帮助选定的占其总人数的 90%, 毕

业设计过程需要指导老师全程辅导的占其总人数的 87.5%, 学生主动与其他同学交流毕业设计内容并协作的仅占其总人数的 12.5%。这说明绝大多数学生的工程能力较弱, 独立完成毕业设计的难度较大, 导致他们对指导老师的依赖程度较高。此外通过这些数据还可看到, 学生的人际交往和协作能力也较弱, 导致他们之间缺乏必要的交流和协助。学生参加上述实习后, 一些学生会根据自己在企业实践教学基地的实习经历提出自己的毕业设计题目及

内容, 例如, 印刷电路板电阻检测系统, 基于 VR 技术的工业机械臂虚拟装配系统, 基于机器视觉的齿轮匹配系统。学生希望通过毕业设计来预研教学基地企业的实际工程问题, 并主动给出了大致的、特定的技术方案, 最后能实现部分功效, 获得这些企业的认可。因此毕业设计题目及内容需要老师帮助选定的下降了 15.2%, 而且毕业设计过程需要指导老师全程辅导的下降到 75.4%, 同时出现了一些同学间相互交流毕业设计内容并协作的现象, 使学生主动与其他同学交流毕业设计内容并协作的比例提高了 17.6%。

由此可见, 参加企业实践教学基地实习的毕业生的工程能力得到了增强, 而且其主动性、协作能力、人际交往能力也得到了较大幅度的提升。

5 结 论

经过一个月的企业实践教学, 我校测控技术与仪器专业的毕业生都切身感受了工作的氛围。完成实习任务和学习新知识的过程不但帮助他们熟悉了半导体高端测试仪器、精密运动控制调试、汽车电子控制模块的软件、硬件的职业知识和技能, 而且巩固了所学的专业知识和技能, 增强了学习和工作的责任心, 加强了学生的测控专业实践能力和团队协作能力, 有助于学生的就业, 也帮助发展壮大中的企业找到了满意的人才, 对专业教师改进教学也有

积极的作用, 从而实现了校企双赢, 具有一定的推广应用价值。

参考文献:

- [1] 宋建辉, 于洋, 高宏伟, 等. 测控专业面向 CDIO 的实践教学体系改革探索 [J]. 大学教育. 2016(2): 5-6.
- [2] 李杰, 孙向阳, 何秉高. 基于微型生产线的测控专业实践教学体系研究 [J]. 中国教育技术装备. 2015(22): 156-157.
- [3] 邱雄迹, 李辉, 刘新波. 地方本科院校测控专业实践教学改革探析 [J]. 农村经济与科技. 2017(17): 290-291.
- [4] 马长文, 周明远, 樊丽, 等. 基于大学生职业技能提升的环境工程实践教学模式研究 [J]. 上海第二工业大学学报. 2016, 33(3): 248-252.
- [5] 宋建辉, 于洋, 高宏伟. 依托产业基地分类培养测控专业工程科技人才的途径探讨 [J]. 大学教育. 2014(7): 89-90.
- [6] 叶鉴铭. 基于“校企共同体”的专业建设探索与实践: 以达利服装设计专业为例 [J]. 中国高教研究, 2010, 12: 72-74.
- [7] 冯梅琳, 何学文, 罗小燕, 等. 基于 CDIO 理念的测控专业实践教学创新体系 [J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(3): 180-184.
- [8] 谢爱娟, 陶宇炜, 罗士平, 等. 基于 CDIO 理念下的高校实践教学体系的构建 [J]. 常州大学学报 (社会科学版). 2015(3): 118-121.
- [9] 胡文龙. 基于 CDIO 的工科探究式教学改革研究 [J]. 高等工程教育研究. 2014(1): 163-168.
- [10] 张春红. 应用型本科测控专业 CDIO 工程教育的改革和实践 [J]. 黑龙江科学. 2015(3): 92.