

培养工科本科生的方法与体会

以项目的形式培养本科生似乎是一个争议很大的话题,一方面老师需要花费大量时间完成学生的基础能力的积累和训练,中间会面临学生退出、能力提升不佳等风险,极有可能会落得个“事倍功半”的结果,另一方面本科生的科技成果无非是一些竞赛奖励与模型,长期被科研工作者轻视,在科研重压下青年教师往往选择“避而远之”,远没有自己单打独斗或指导研究生的效果好。这些年来,我坚持从大学一年级中选择一些本科生进入科研团队,经过大概3~4个循环的培养,这些学生在毕业时可以在能力上达到企业有一定经验的工程师水平,在知识水平上可以与硕士生一样胜任某些科研任务。下面简单谈谈我这些年的主要方法和体会。

以小组形式遴选和组织学生。工科学生的培养目标是让他们适应未来职场的需要。企业的大多数工作都是通过协作方式完成,因此,遴选学生时首先向所有学有余力的学生开放报名。报名的学生被随机分成5人左右一组,给每个小组大概3个小时利用给定材料完成一个项目的设计和搭建,项目一般是一个简化的工程问题但又没有清晰答案,这就要求各组学生在动手搭建实物之前充分讨论,由此构思形成基本可行的概念方案,然后再下手搭建实物,在这过程中可以考察学生诸多方面的能力,如成员分工是否合理、讨论是否能够顺利进行、能否统筹安排时间、各种建议被采纳的程度等,每个学生的参与程度也一目了然。以小组考察选择出来的学生更能适应小组的协同工作,选拔出来的学生再次被分为3~5人的小组,给他们若干个可供选择的题目,大约1个星期的时间内由小组的成员根据各自特点进行自由选择。这一方法我已经坚持了10年,每个年级大概选择10名学生。

让学生学会用可拓学方法解决工程问题。低年级的本科生在专业知识方面并无过多积累,技能训练方面亦有很大差距,而工程实际问题则对这两方面均有一定的要求,这是一对矛盾。在此过程中,需要指导教师处理好传授领域知识与方法的问题,学生可以按照基础课、专业基础课、专业课的方式循序渐进地



系统掌握某一个领域的知识,但是做事的方法则普遍被大家所忽视,我会让学生学习解决工程问题的方法和哲理,就是我们常说的“渔”。

在培养学生的过程中,我给学生讲授可拓学的相关知识,利用可拓学的思维工具引导工程设计的全过程。首先可拓学提出了形式化描述问题的工具,以表述机械问题为例,物元、事元、关系元可以很好地描述机械中的零件、运动和联接装配关系,第二可以通过发散树、蕴含系、相关网等拓展分析方法让学生可以很容易联想到不同机械知识之间的关系,第三通过共轭思维、菱形思维、逆向思维、传导思维等可拓思维模式可以辅助学生展开设计思路,避免思维停滞不前,最后通过可拓学的分解、扩缩等变换方法可以辅助提出创造性的解决方案。我的学生王杰等在设计无级变流量冲水装置过程中利用可拓学方法提出了4套具有创造性的设计方案,现均已获得国家发明专利授权,并获得第四届全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛一等奖;中国机械工程学会从2004年开始的面向机械类专业本科生的见习机械设计工程师考试中,已经明确将创新设计的内容纳入考试范围。

让学生循序渐进地进行项目训练。到科研小组的学生有详细的培养计划,大致分为3~4个循环对应能力由低到高的不同阶段,第1个循环是对刚进入小组的学生安排的竞赛,即依托正在举行的某个赛事活动开展项目工作,经过恰当引导和方法培训,这些大一、大二的学生都在全国和北京市级比赛中取得了很好的成绩,这一阶段学生以学习方法和积累能力为主。第2个循环是让学生适应职场的环境,依托于老师和企业间开展的合作课题进行,要求学生在学校老师

和企业工程师的指导下解决某个企业的实际问题,此时学生已有一定的方法基础和技术积累,可以利用学到的方法解决未知问题。第3个循环是学生正式按照类似研究生的要求完成研究项目的某些任务,这个过程对学生的能力和知识都有了更高要求,尤其是自学知识的能力,实践证明学生有了很好的方法引导,加上恰当的小组配合,可以高质量地完成研究课题。第4个循环是部分能力突出的学生会进入的阶段,要求学生能够按照产品级的要求实际开发出能够投入生产和大量应用的产品,即达到企业熟练工程师的能力要求,如目前一个小组团队正在为校图书馆开发一套能够跟随读者移动并可以作为座椅的机器人,从2013年10月份启动至今,目前已经进入第三代工程样机的调试阶段,完成后将定型生产交付给全校师生使用。

重视过程中对学生的考核。“任意结果是任意过程的结果”,在培养学生的过程中,每一个环节的质量控制都非常重要,曾有不少老师向我抱怨,在课程设计或者实验环节中如果安排的是小组任务,则很难避免个别同学“磨洋工”和“蹭饭吃”的情况,我的本科生小组完全按照研究生小组管理,每个项目均有详细的工作计划和任务节点,每周会有固定的集体交流时间,并且小组成员轮流汇报工作进展。要求每个小组的每次讨论都有详细的工作纪要和下一步的工作计划,并且群发给所有同学,这个过程并不轻松,对学生之间以及师生之间的信任都是极大的挑战,但是实际上如果学生意识到他做的事情非常有意义且很重要,他会付出百倍的努力去做好的。

实践证明,在培养本科生的过程中,如果注重方法、组织和安排合理,不但可以充分激发他们的创造力和工作激情,提高学生的就业竞争力,而且也会使他们成为老师非常重要的科研助手。

文/秦建军

作者简介 北京建筑大学机电学院,副教授。图片为本文作者。

栏目主持人 马臻,电子邮箱:zhenma@fudan.edu.cn。

(责任编辑 李娜)