Creative Education Studies 创新教育研究, 2019, 7(6), 730-735
Published Online December 2019 in Hans. http://www.hanspub.org/journal/ces
https://doi.org/10.12677/ces.2019.76124

A Brief Analysis of Three Ways to Cultivate the Engineering Undergraduates' Applied Innovation Ability

Yurong Nan, Huiying Sun*, Guoqing Weng

College of Information Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou Zhejiang
Email: nyr@zjut.edu.cn, *shy@zjut.edu.cn, wgq@zjut.edu.cn

Received: Nov. 14th, 2019; accepted: Nov. 28th, 2019; published: Dec. 5th, 2019

Abstract

In order to improve the quality of personnel training, three ways to cultivate the engineering undergraduates' applied innovation ability were explored. First, on the basis of analyzing the influence of classroom teaching on innovation ability, we should promote the reform of theoretical and experimental classes, arrange time and space rationally, expand teaching activities to promote the cultivation of innovative thinking; second, build an experimental platform, promote the mechanism of inclusive innovation activities and strengthen the cultivation of students' ability to apply innovation; third, taking the deep integration of production and education as an opportunity, teachers and students should work together to solve the industrial problems and further enhance the ability of application and innovation. Through the cultivation of three ways, we can improve undergraduates' application and innovation ability.

Keywords

Innovation Ability, Classroom Reform, Innovation Activity, Integration of Production and Teaching

浅析工科大学生应用创新能力培养的三种途径

南余荣，孙惠英*，翁国庆

浙江工业大学信息工程学院，浙江 杭州
Email: nyr@zjut.edu.cn, *shy@zjut.edu.cn, wgq@zjut.edu.cn

收稿日期：2019年11月14日；录用日期：2019年11月28日；发布日期：2019年12月5日

*通讯作者。

文章引用: 南余荣, 孙惠英, 翁国庆. 浅析工科大学生应用创新能力培养的三种途径[J]. 创新教育研究, 2019, 7(6): 730-735. DOI: 10.12677/ces.2019.76124

摘　要

为了提高人才培养质量，探索了工科大学生应用创新能力培养的三个途径。第一，在分析课堂教学对创新能力影响的基础上，推进理论课堂和实验课堂改革，合理安排时间与空间，展开教学活动以促进创新思维培养；第二，建设实验平台，推进普惠型创新活动机制，加强学生应用创新能力培养；第三，以产教深度融合为契机，师生协同，解决产业问题，进一步提高应用创新能力。通过三种途径的培养，提高本科生应用创新能力。

关键词

创新能力，课堂改革，创新活动，产教融合

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

《中国制造 2025》颁布以来，新一轮科技革命和产业变革在中国大地悄然兴起，产教融合更加紧密，一方面推进了高科技向企业转移，另一方面有力提升了高校办学实力。但从人才培养视角观察，目前普遍还存在着两个问题，一是在“大众化”教育背景下，粗放型的人才培养思维使拔尖人才得不到有效地培养；二是“重知识、轻能力、轻素质”的习惯性教育理念阻碍了高素质人才的进一步发展。为了更有效地培养人才，需要通过精细化的教学工作，尤其在产教深度融合背景下，更应深入探索培养体系。从课堂改革、创新机制、产教融合三个途径入手，提高应用型创新人才培养质量。

2. 围绕创新能力培养力促课堂改革

创新思维是人类发展道路旁永远怒放的鲜花，也是人类社会进步的宝贵资源。创新方法需要挖掘、创新能力需要培养，创新是人类发展永恒的话题，从“李约瑟之谜”到“钱学森之问”都涉及到了创新问题。

创新能力 P 可以用一个简化公式来表达[1]：

$$P = K \times (R + S + C + F) \times Z^2 \tag{1}$$

式子中 P 表示创新能力；K、R、S、C、F、Z 分别表示与个人综合素质相关的系数、创新人格、创新思维、批判性思维、创新方法、知识量。创新能力是这些要素结合形成的关系总和，创新能力可以通过知识学习及过程来长进，还可以通过创新环境营造、创新意识培养和创新活动来提高。创新不是发明家的专利，陶行知先生说过：处处是创造之地，天天是创造之时，人人是创造之人。接受高等教育的青年学生正处思维最活跃时期，该时期的创新能力培养对其一生起着决定性的作用。

不同专业对知识的需求是不同的，但通过培养方案，开发创新思维则有共通规律。近年来，各个高等院校在教学改革方面做了大量工作，加强了过程考核，提高了平时成绩在总成绩中的占比，推动了大学生能力与素质的提高[2]。各个专业也相应地制定了培养方案，它是师生开展教学活动的纲领。目前的绝大部分培养方案在知识目标上具有很强的逻辑性，但在创新能力目标上与教学活动缺乏内在关系，难以达成创新能力培养目标。为此，应对教学活动进行改革。

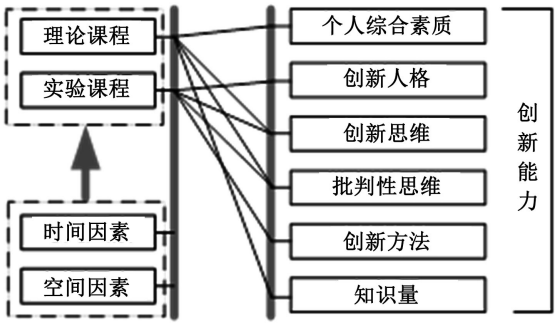

Figure 1. The influence of classroom teaching on innovation ability
图 1. 课堂教学对创新能力的影响

先从课堂改革入手，如图 1 所示。图 1 中的理论课程和实验课程对创新能力的多个方面产生影响，其主要影响用实线表示，时间因素和空间因素通过前两者发生作用，用箭头表示。下面对图 1 中左边四个方面做进一步分析。

1) 理论课程教学方法。德国的雅斯贝尔斯在《大学的理念》中指出：大学应对学生全面的教育和培养，进行各种各样的交流。在今天的信息化社会里，网络化课程平台已普遍应用，应全面开展探究式、翻转式等课堂。在每一个授课单元，通过课前预习、课堂探究、课后总结三个阶段进行深度学习[3]。在课堂上，让每一位同学有机会进行各种交流，发表自己的观点来解答问题或者以批判性的思维对他人解答提出质疑[4]。宋代朱熹指出：“学贵有疑，小疑则小进，大疑则大进，不疑不进”。质疑精神是一种优秀的品格，质疑也是一种讨论方式。讨论可以在同学个体之间、小组之间、也可以在全班发表，网络评价(打分)、同学评价与教师评价共同促使学习、讨论不会流于形式。

2) 实验课程指导方法。除课程设计、毕业设计、科技活动外，传统的实验往往重视知识的验证而忽视探究性思维的开发，需要进行优化设计。优化设计原则为：一、利用课程网站、实验指导书和交流工具(如 QQ 群)，改善课前、课堂、课后的师生互动方式，发挥学生的主观能动性、探究精神和团队协作精神。二、将多个 2 学时的实验按内容优化合并成 4 学时实验，实验次数减半，一般可以有效减少总的实验操作时间。然后，在每次实验后面增加一个提高型指标或功能，不给出操作步骤，学生通过实验课前预习、同组讨论和教师指导来解决。三、实验课后除总结报告外，还要完成与实验内容密切相关的设计题，写出实验方案，尽量采用学科竞赛真题或类似的题目。这样，只要督促及时、评价打分合理，学生都会参与课前、课堂和课后的深度学习[5]。

当大部分理论课程、实验课程都以这种方式授课时，则探究、讨论、质疑就成为习惯，逐渐养成批判性思维。

3) 时间因素。学习过程中如果缺少认知活动正向的或反向的推动作用，将会阻碍学生达到该学科认知领域的高级层次(按照布鲁姆的“教育目标分类法”)。教学计划中如果总学时数太多，导致学生无法按时研习理论知识和实验设计，那么，学习效果则会大打折扣；反之，如果总学时太少，研讨的氛围将会被破坏。好在一些专业经过多年的运行，把握总学时不会成为难事，但要特别注意每个学期总学时、理论课时、实验课时等，尽量降低学生在每个学期的学习压力，使学生有更多时间用于探究性学习[6]。

4) 空间因素。创新活动需要空间，学生实验需要实验室空间。由于学生个体的差异，总有学生在规定时间内无法完成全部实验内容，实验室应充分考虑到这种情况，合理安排，同时，应全面推行开放实验室制度。这样，如果有些学生希望进一步进行实验研究，在一定程度上得到实验室空间上的保证，使实验研究活动更为流畅，实验探究思维得以延续，促进创新思维的培养。

时间与空间因素是实验活动的保障基础，亲身实践才是根本。我国古代教育家墨子说过：“士虽有学，而行为本焉。”大学生的学习也要经过各类实习、实验的锤炼，逐步增加知识量，提高创新人格，强化创新思维。

3. 建立应用实验平台和创新活动机制

中国近代职业教育家张伯苓说过，学生“不单是要从书本上得到学问，并且还要有课外活动，从这里得来的知识学问，比书本上好得多”。培养计划课程体系中的理论课程模块和实验课程模块都是基于完整知识系统的，两者相辅相成。在教学实施过程中，应扭转以理论知识为主实验为辅的教育体系，践行陶行知先生所倡导的“教学做合一”的教育思想。在应试环境下成长起来的学生，唯书本观念已经形成，所以，要扭转这种状况，培养方案必须面向知识系统化、面向实验、面向应用[7] [8]。为此，建立了应用平台：一是应用实验平台，二是创新活动机制。

1) 应用实验平台。建立应用实验平台，建立基于实验平台的实验体系，突出综合设计型、应用创新型的实践教学环节[9]。以培养学生的创新能力为核心，提高学生的综合能力和尽快适应未来工作能力为目标，实现学生知识面的拓展、实践能力的增长、创新意识和创新能力的提高[10]，为解决复杂工程问题打好基础。例如，浙江工业大学的所有工科专业都建立了应用实验平台，与之相关的教学计划做了相应的调整。在不包括跟课实验学分的情况下，综合设计型、应用创新型等实践教学环节的学分达到了总学分 20%，由于实验学分的学时数是理论课程的两倍，这就意味着所有实践环节(包括跟课实验)的学时数超过总学时数的 40%。所以，以应用创新为主的实验体系在学生创新能力培养中起着非常重要的作用[11]。为了达到期望的效果，每个实践环节不仅要求写出教学大纲，而且都要求写出实施细则，在强调过程评价的机制下，保证课前、课堂、课后的学习质量。由于学生在跟课实验中，已经养成课前准备、课堂研究和实施、课后总结与提高的习惯，所以，只要教师的要求不放松，综合运用知识、深入探究科学问题的教学目标是可以达到的。

2) 创新活动机制。如果说综合设计型实验仅对应课程模块、知识综合运用程度不高的话，那么，科技创新活动是一种很好的补充。培养方案中要求学生完成一个科技项目，两到三人一组，题目自拟，自找指导教师。这是一种人人参加、普惠型的创新活动机制，从组队、拟题、申报、寻求指导、完成，无不体现个人的综合能力。产教深度融合的今天，一般水平较高的大学都能找到校友企业的资助。以浙江工业大学信息学院为例，每届 300 多位学生，银江科技集团近年来投入 300 万元用于学生的科技创新，平均 1 个小组有 7000 元的项目经费，但实际经费按项目优劣确定，学生的参与积极性很高，在教师的指导下，完成率达到 100%。

应用实验和科技项目是直接的创新活动，对提高应用型创新能力大有裨益[12]。

4. 以产教深度融合为契机培养创新能力

为了进一步培养学生应用创新能力，应积极开展校企对接活动，形成产教深度融合的新机制[13]，促使人才培养质量有较大地提高，努力培养出能为区域经济发展做出更大贡献的“特色”人才。“特色”作为人才培养水平的重要标志，已经引起更加社会各界的关注[14]。盛产“特色”人才的高校更容易与地方政府展开深度合作，建立地方研究院、企业研究院。

在市场竞争压力下，为了满足市场需求、获取利润，企业愿意主动拥抱高校、进行技术创新，这样的创新活动更为及时有效。在此背景下，所建立的地方研究院、企业研究院(统称为研究院)主动以培养大学生工程应用能力为己任，遵照教育规律和人才成长规律，构建有针对性的实践教育方案，积极推动应用创新能力培养模式改革。图 2 为产教融合的创新能力培养方案，包含四个方面，下面分别阐述。

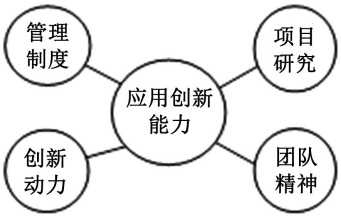

Figure 2. Cultivation of innovation ability from the integration of production and education
图 2. 产教融合的创新能力培养

1) 管理制度。完善管理制度，为创新活动提供保障。第一，健全组织管理体系。产教融合研究院的功能之一是双方的人才培养。以人才培养为目标，建立有关教学运行、安全保障和学生管理等规章制度，为学生的科技活动提供了制度上的保障，同时，让学生感受企业文化，提高职业素养，为科技创新活动打下基础。第二，建设产教融合师资队伍。指导教师队伍，由高校教师和企业单位的专业技术人员、管理人员共同组成，学生与指导教师一起工作，同时也培养了“双师型”导师。第三，建立保护学生合法权益制度。提供充分的安全保护设备，保护学生的身心健康与安全。当学生取得科技成果时，按研究院人员获得奖励，激励学生参与项目创新活动的热情。

2) 创新动力。产品需求来自市场，市场需求是创新的原动力，了解市场需求可以扩展创新灵感维度。当一个学生还在为选择毕业设计题目而苦恼时，经过实习并了解市场需求的学生已经在为解决核心问题而忙碌了。“市场(产业)、大学、科研”合三为一的发展模式已经被证明是一条可持续创新发展之路，美国斯坦福大学就是一个范例。可以说，科技创新灵感来自于市场的需求，来自于经济社会发展的需求。

3) 项目研究。在老师的指导下，学生参与项目研究，这是最直接的应用创新活动，也是培养创新能力最直接的方法。研究院主要功能是为企业解决核心技术难题，为企业开发新产品。这些项目往往具有区域特色，也往往与高校的专业特色相适应[15]。通过跟课实验、综合实验、科技活动训练的毕业班学生，可以在大三大四之间的暑期进入研究院实习，充分了解产品开发流程，使应用创新活动有章可循，消除天马行空的想象。针对性地选择具有特色的应用型项目作为实习内容，为毕业设计的课题打下基础。

4) 团队精神。团队合作精神可归纳到创新人格范畴，团队合作是创新活动的必要条件，顺畅的合作使科技创新更具有生命力。在经济全球化背景下，大多数科技创新不是一个人搞出来的，团队合作使创新活动更容易取得成功，当然，这种合作不一定仅限于技术的合作，还可以是技术、营销、生产、物流等方面的合作，良好的合作能力有助于创新能力的提高。

产教融合创新活动具有整体性，管理措施、需求调研、项目研发、团队合作都是产教融合创新活动的必要环节，这与单纯以解决产业问题的项目研究有所区别。经历过产教融合创新活动的学生，能够更好地满足产业需求。

5. 结语

创新能力培养要从理论课堂和实验课堂做起，在课堂中积累知识并运用知识，树立探究的习惯，逐渐培养批判性思维和创新思维。通过创新实验与创新项目的锻炼，完善创新人格、积累创新经验。以此为基础，积极参与产教融合活动，进一步培养创新能力和工程应用能力。创新人才是产业变革的需要，也是时代发展的需要。具有创新能力的本科学生，可以从容应对未来的变化，适应未来的发展。

基金项目

浙江省高等教育课堂教学改革研究项目“基于探究性学习的《电力电子技术》翻转课堂研究与实践”

(kg20160057)。

参考文献

[1] 陈光. 创新思维与方法——TRIZ 的理论与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2016

[2] 王清远, 杨明娜, 李勇, 等. 地方综合性大学创新创业人才培养体系的构建与思考[J]. 实验技术与管理, 2016, 33(12): 13-16.

[3] 胡鸿志, 管芳, 郭庆. 基于翻转课堂与慕课的高校教学模式研究与实践.[J]. 实验技术与管理, 2016, 33(12): 189-192.

[4] 冯建, 遇丽, 熊伟. 翻转课堂在有机化学专业综合实验课程中的教学实践.[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(4): 208-211.

[5] 桑新民. MOOCs 热潮中的冷思考[J]. 中国高教研究, 2014(6): 5-10.

[6] 曾玲晖, 张翀, 卢应梅, 等. 基于卓越教学视角的大学应用型人才培养模式研究[J]. 高等工程教育研究, 2016(1): 19-23.

[7] 桑玉军, 宋作忠, 周广林, 等. 校企协同培养应用型人才[J]. 中国高等教育, 2017(15): 66-68.

[8] 南余荣, 蔡炯炯, 谢岳, 等. 电力电子技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2018.

[9] 顾佩华. 创新时代的工程教育: 思考与探索[J]. 高等工程教育研究, 2016(8): 14-15.

[10] 黄维. 本科立人本科立校——构建“中国特色世界一流”本科教育体系初探[J]. 中国高教研究, 2016(8): 1-6.

[11] 左健民. 产学研合作与高校创新型人才培养[J]. 教育发展研究, 2013, 33(1): 76-80.

[12] 张大良. 把握“学校主体、地方主责”工作定位积极引导部分地方本科高校转型发展[J]. 中国高等教育, 2015(10): 23-29.

[13] 马廷奇. 产业结构转型、专业结构调整与大学生就业促进[J]. 中国高等教育, 2013(15): 56-59.

[14] 吕勇, 刘力双, 刘洋, 等. 适应工程教育认证的实验教学示范中心教学体系建设[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(2): 197-200.

[15] 朱梦冰, 刘晶如, 杨燕, 等. 应用型创新人才培养实践教学改革[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(7): 186-189.