

Cultivating Undergraduates' Integrative Competence by Relying on Scientific Research Projects

—Taking Mechanical Major as an Example

Yanbao Guo, Deguo Wang, Zhenyuan Liu, Shuhai Liu

College of Mechanical and Transportation Engineering, China University of Petroleum, Beijing
Email: gyb82@126.com

Received: Jan. 2nd, 2018; accepted: Jan. 17th, 2018; published: Jan. 24th, 2018

Abstract

Mechanical major focuses on the student's ability and practice. It not only requires graduates to master the relevant knowledge of the major, but also requires them to have certain scientific research ability. This paper describes the necessity of undergraduate students' participation in scientific research based on the scientific research status of mechanical majors, and analyzes the problems faced by undergraduates in scientific research. Some suggestions for improvement are proposed. In conclusion, it is necessary to establish and improve the scientific research mechanism of undergraduates so as to enhance their integrative competence by relying on scientific research projects.

Keywords

Undergraduate, Research Project, Integrative Competence, Mechanical Major

依托科研项目培养本科生的综合能力¹

—以机械专业为例

郭岩宝, 王德国, 刘镇远, 刘书海

中国石油大学(北京)机械与储运工程学院, 北京
Email: gyb82@126.com

收稿日期: 2018年1月2日; 录用日期: 2018年1月17日; 发布日期: 2018年1月24日

¹ 中国石油大学(北京)“本科教学工程”立项: “本科生进实验室”的创新模式探究与实践—以机械专业为例。

摘要

机械专业是一个重能力、重实践的专业，它不仅要求毕业生掌握本专业的相关知识，更要求其要具备一定的科研能力。文章从机械专业本科生的科研状况出发，阐述本科生参与科研的必要性，分析了本科生科研面临的问题并提出了改善意见。总之，建立健全本科生科研机制，从而依托科研项目提高学生的综合能力是十分有必要的。

关键词

本科生，科研项目，综合能力，机械专业

Copyright © 2018 by authors 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. 本科生参与科研现状

让本科生参与科研不是什么新鲜事，而真正重要的是他们参与科研的深度和广度。科研的范围很广，狭义上的“科研”如听讲座、做实验，广义上的科研可以指做项目、搞研发。但对于大多数本科学子而言，科研在他们心里是很遥远的事情。例如，机械工程专业是一个重能力、重实践的专业，它不仅要求毕业生掌握本专业的相关知识，更要求其要具备一定的科研能力[1]。文章结合近几年教学和科研经验，以机械工程专业为例，对各年级本科生同学进行了样本为 30 的抽样调查，从调查问卷结果上统计出了一些能说明问题的数据。

笔者将目前常见的科研项目进行了大致分类，让各个年级的本科生同学单选(选出他们做过的、正在做或是有意向做的科研项目)。其统计结果如表 1。

为保证读者可以对调查数据有更主观的认识，将调查数据做成了柱状图，如图 1 所示。

根据表格和柱状图可以看出，大一同学对科研的认识水平有限，仅仅停留在科技实践方面(如参加讲座)，造成这种结果的原因主要是因为他们刚来学校，对科研的认知还很有限，而且，大学一年级学生多以上课为主，最多是进行科技讲座的培训[2]，在这样的情况下，让他们做科研显然不现实。将四类科研项目逐个解读，逐步剖析，得到的结论如下：大一学生刚步入大学校园，专业基础知识不足，暂时尚缺乏进行研发、改进类型的项目工作，他们参加的大多是与科研有关但深度不大的项目，如听讲座、做实验等。与大一年级同学不同，大二大三学生则开始倾向选择设计研发和产品优化方向的项目，而经过深度询问后发现，大二大三同学在选择设计研发时的本质也不同于大一同学，前者真正弄懂了什么是

Table 1. The relationship between the scientific research project and the Undergraduates' grade

表 1. 科研项目与本科生所在年级关系表

年级	类型	科技实践	设计研发	产品优化	编程控制
大一学生		16	12	0	2
大二学生		12	5	9	4
大三学生		6	7	7	10
大四学生		0	12	6	12

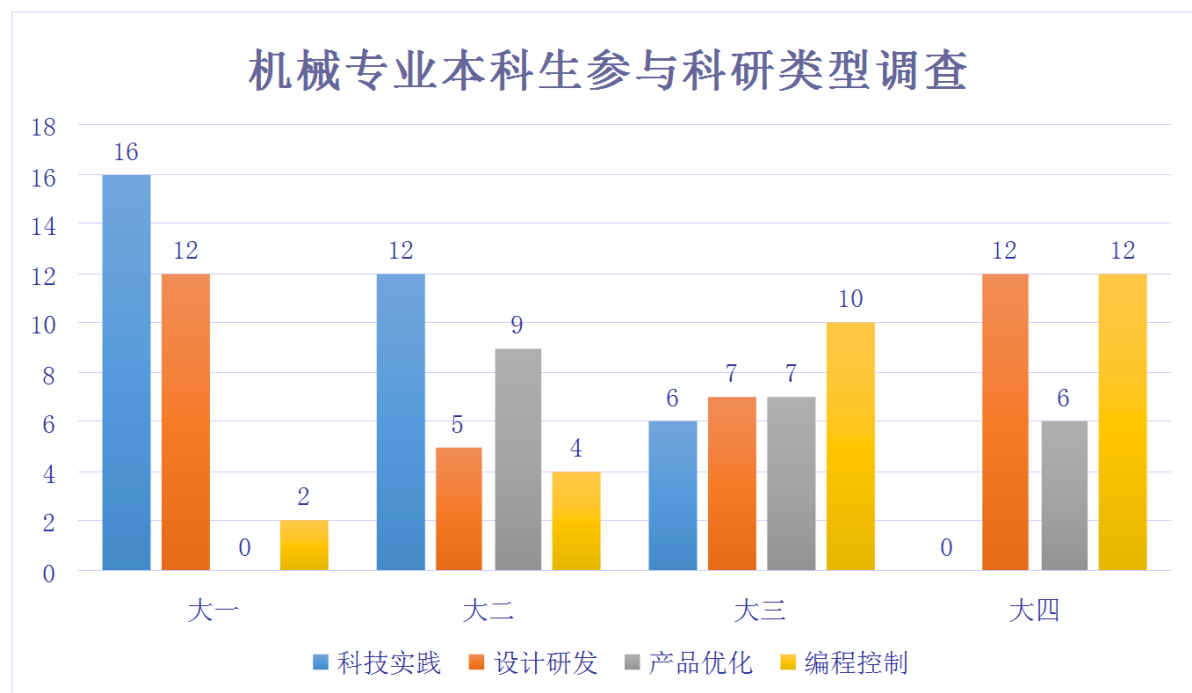


Figure 1. Histogram of Scientific research projects with respect to the grade of Undergraduates

图 1. 科研项目与本科生所在年级柱状图

“设计研发及优化”，他们倾向于“做出实物”；而大一同学选择此项仅仅是感兴趣而已。到了大四阶段，学生的综合能力在经历了几年的学习实验后有了显著的提高，他们不再限于做改进研发的项目，转而倾向于做机电液一体化这样复杂但有良好成果的项目，部分同学还开始涉足编程控制等。

由此可见，本科生各阶段对科研的认识程度还是有很大差异的，随着年级的提升，学生们综合能力在慢慢提高，相应的，他们选择的科研项目的难度也在提升。

2. 本科生参与科研项目的意义

2.1. 培养动手能力

机械工程专业注重培养学生的综合能力，而现实情况却是学生的动手能力严重不足，其中很大一部分体现在日常实验中。例如电动机正反转实验，在经过教师的讲解后，有的同学还不能独立完成实验，而且只在接线一项就陷入了很大的难题，这些同学持续 2~3 个小时也不能连出正确的线路，最后只得经过多方求助方可完成，大学生的动手能力由此可见一斑。如果不能对这方面进行强化，那么等他们走上工作岗位后，缺乏基本的动手能力将会给他们带来相当大的困扰。

所以，让本科生参与科研就是一种锻炼动手能力的好途径，学生跟随导师进入实验室后，会面临各种各样的实际问题，这些问题不再局限于书本知识，而是切切实实的操作问题，通过团队协作排除实验台故障将会给他们带来丰富的实践经验。除此之外，学生们在本科阶段以书本知识为主，并不能很好的将所学知识转化到实际应用中来，而在实验室实验就能很好的帮他们解决这个问题。

另外，在实验室工作的本科生常常需要用到各类绘图、分析软件。如画图用的 SolidWorks、UG、Pro/E 以及二维绘图软件 CAD；有限元分析软件 ANSYS、编程软件 Matlab 等等。进入实验室可以让他们尽早的接触这些软件，而早早的熟悉这些机械行业必备的软件对他们将来能够在机械行业占据立足之地很有必要。

2.2. 促使老师、研究生、本科生“三位一体”共赢

“三位”具体指教师、研究生、本科生，即首先通过选拔一些机械专业能力较为突出的学生进入实验室，然后由教师下发任务，并安排研究生带本科，传授他们看文献的方法、告诉本科生科研需要如何查阅相关书籍[3]，实验方面先从最繁琐但又需要严谨的记录数据开始，逐渐过渡到在研究生指导下可以独立完成实验。至于联系实验仪器制造商等事务也可适当安排他们负责，可以让他们了解实验台的搭建过程和锻炼在实验台搭建过程中面临问题时解决问题的能力。这样既可以锻炼他们自己，提高综合能力，又大大减轻了研究生和导师的工作量。此外，如果他们选择继续读研，又会对将来扩展自己的研究课题思路具有很大的帮助。总而言之，这种模式既能减轻研究室的课题负担又能极大提高本科生科研能力、思维能力，何乐而不为？

2.3. 对本科生的未来规划有指引作用

平心而论，不是每个同学都适合搞科研，有的学生适合毕业工作，通过工作来实现自我价值；而有的同学就适合潜心钻研，能从某一个小的灵感出发，通过查阅大量文献确定其科研价值，确定研究方向，然后找到突破口，最终做出对国家乃至世界有益的贡献[4]。如果强行让不适合做研究的同学搞科研，不仅不能获得学术方面的突破，反而可能适得其反，耽误了该同学的工作。所以，让学生早早进入实验室可以使学生能更早的了解自己适合科研还是工作，确保自己早早做出决断，不至于在关键时刻错过最适合自己的选择。

2.4. 增加本科生团队合作能力

我们处在一个合作共赢的时代，尤其是互联网时代，人与人之间的交流更加便捷，那么利用当前社会资源和与研究有关的人展开交流显得十分有必要。可以说没有交流、合作的科研就不叫科研。过去“单打独斗”似的研究早已不适合时代主流。严谨的团队合作精神是每个现代大学生必备的基本素养，只有通过合作，集大家智慧于一身，才能取得更大的突破。所以，在本科生的教育过程中要重视团队精神的培养。而依托科研项目这一途径在校园中能够将学生、教师、实验人员聚集在一起，可以促使他们的思维充分开动起来，在合作中解决问题[5]，在研究过程中让学生体会到合作的好处。这也是我们做科研不变的初衷。

3. 存在的问题

3.1. 学校和老师不够重视

由于本科生同学主要任务是学习公共课和专业课课程，因此科研能力较研究生要差，如果把大量精力放在本科生科研上，就会“本末倒置”，即投入与产出不成比例。因此对于学校来说，在本科生身上投入大量精力培养其科研能力没有必要。所以很少有学校将本科生科研作为硬性要求，写入培养计划的更是少之又少；反观美国，1969年，美国麻省理工学院(MIT)最早提出并实施“本科生研究机会计划”(Undergraduate Research Opportunity Program, 简称 UROP)，并为其他美国大学所效仿，如加州大学伯克利分校在1991年创立了“本科生科研学徒计划”(Undergraduate Research Apprenticeship Program, 简称 URAP)。目前，美国多数研究型大学都成立了本科生科研办公室等机构，在组织上确立了对本科生科研活动的支持，保障了本科生科研训练计划的有效实施[6]。而国内院校长期不重视本科生科研的状况也会使本科生科研培养计划搁置，学生本人更不重视，直至陷入恶性循环。而老师层面，由于没有校方要求，也很少有教师愿意招募本科生进入实验室，指引他们参与科研，只在毕业设计时对学生有方向性的指导，这对达到基本独立完成科学研究的目标还相差甚远。

3.2. 企业发挥的作用太少

如果说企业对本科生科研起关键性作用显然太绝对,但也绝不要忽视企业在本科生科研中所发挥的作用。一般来说,本科生在大学期间有不少去企业参观实习的机会,而学校也负责同这些企业建立良好合作关系,企业可以就生产过程需要改进的项目立项,教师包揽后分配给学生作为科研任务,学生毕业后可以去该企业应聘或是实习,这些留在企业的学生继续发挥校友优势,与学校保持紧密联系,有好的共建项目可以共同探讨解决。尤其是在我们这类专业性较强的石油化工院校,专业性较强,相应国企实力较为雄厚(中石油、中石化、中海油等),它们项目繁多,遇到的问题也多,除了企业内部自行解决,他们遇到难题时也时常会找到我们,如果企业都像这些国企一样多多加强合作而不敷衍我们学校,那么我们的本科生就不愁没有项目做。反观国外,虽然他们的专业成绩不如我们出色,但是创新力远超我们的学生,因为他们在本科生阶段采用的就是类似“专业硕士”的培养方案,学生有大量时间在企业实践,比我们按照培养计划进行的“参观实习”含金量要大。

3.3. 相关资金不足

经费短缺有时是制约科研的重要因素之一。以机械专业为例:有些实验仪器需要学生自行购买,市面上见不到的还需要自己联系厂家生产,来回路费、住宿费显然是一笔不小的开支,如果不能得到相关补助,这笔钱由学生自行出资,就会极大挫伤同学们的科研积极性,积极性都没了,那么就更谈不上培养学生的综合能力了。

4. 相关建议

4.1. 学校加强对本科生科研项目的重视

由于美国开展本科生培养较早,所以还是要借鉴一下他们的培养方法。美国课题组定期招聘本科生研究助理进入实验室科研,但国内对于招聘本科生进行科研鲜有学校层面的要求,那么国内是不是也要适当的改变一下,吸取一下美国这种教育模式的长处呢?答案是肯定的。

如果学校从源头妥善处置(例如给教师下发培养任务,要求略低于研究生),那么长期参与科研项目培养出来的本科生的综合能力一定超出不参与科研的学生。学生毕业后反哺学校,长此以往形成良性循环对学校一定是有好处的。

4.2. 加强校企合作,课题共享

要想仅靠学校的力量将本科生科研培养计划搞好显然是不现实的,一是学校没有那么多的项目供大量的本科生研究,二是学校不可能拿出许多的人力、物力、精力去支持本科生科研,所以,与企业合作就成了既有效又高效的方法,作为工科院校里的机械专业,毕业生大部分是要进各种对口企业工作。由于长期停留在对书本知识的学习上,所以学生的知识结构显得十分单一,而企业刚好弥补了这一不足,他们在生产过程中会遇到各种问题,可以将这些问题进行分类然后下发给学校,可以是一个改进点,也可以是一个研发点。教师接下任务随即展开讨论,招聘学生作为助理开展相关研究,经过科研历练的学生毕业后可以选择进该企业实习,由此形成良性循环。

4.3. 实行合理的奖励政策

除了建立良好的科研机制,有时也需要对学生进行一些适当的激励。例如,学校从教育资金里拨出一部分专项资金,专门用于本科生科研,导师也可以根据学生的贡献从项目收入拿出一部分进行奖励[7]。除了物质上的奖励,政策上的奖励也一样可行,例如可以让愿意考本校研究生的同学填报自己的指导教

师作为研究生导师，科研特别突出的同学甚至可以考虑直接保研，对于在进实验室科研的时间里做出贡献的本科生，导师可以鼓励其发表论文等等。

5. 总结

总而言之，本科生参与科研是利大于弊的，对于热衷学术研究且不满足于本科阶段理论学习的同学，亦或是想继续深造提升自己科研能力的同学，利用课余时间进科研实验室从事科研工作是一种很好的锻炼。而通过参与科研项目又能培养本科生的综合能力，如：自主学习能力、知识运用能力，团队协作能力等。另外，本科生参与科研不仅对于提升学生综合能力有着重要的促进作用，同时对于学校招生、学科建设以及在社会创造良好声誉等方面都具有非常重大的意义。

参考文献 (References)

- [1] Lopatto, D. (2003) The Essential Features of Undergraduate Research. *Council on Undergraduate Research Quarterly*, 5, 139-140
- [2] 郝浩. 国内外本科生科研训练计划的比较研究[J]. 教育学术月刊, 2014(5): 106-111.
- [3] 王有基, 吕为群. 依托科研项目培养本科生创新能力—以生物类专业为例[J]. 中国高校科技, 2013(9): 58-59.
- [4] Russell, S.H., Hancock, M.P. and McCullough, J. (2007) Benefits of Undergraduate Research Experiences. *Science*, 316, 548-549. <https://doi.org/10.1126/science.1140384>
- [5] 赵晓莉, 方华, 徐德福, 等. 理工科大学生创新能力培养探索—以科研项目驱动为例[J]. 中国科教创新导刊, 2014(2): 24-25.
- [6] 王成勇, 周慧杰, 朱晓勇. 基于科研项目驱动的大学生创新能力培养新途径[J]. 高教论坛, 2011(10): 23-25.
- [7] 王佳丽, 张玉科. 基于实验教学改革与科研项目驱动的大学生创新能力培养研究—以辽宁医学院畜牧兽医学院为例[J]. 畜牧与饲料科学, 2015(12): 2-3.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2160-729X, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ae@hanspub.org