

## 厦门大学“化学学科拔尖学生培养试验计划” 学生科研能力培养的探索与思考

朱亚先\*, 洪炜, 夏海平, 郭祥群, 吕鑫, 杨朝勇, 谢兆雄, 郑兰荪

厦门大学化学化工学院, 福建 厦门 361005

**摘要:** 介绍了厦门大学化学拔尖学生培养试验计划学生科研训练开展情况, 并结合问卷调查, 通过数据对比分析, 探索如何培养高层次创新人才的科研兴趣、素养和能力。

**关键词:** 拔尖试验计划; 科研能力; 学生培养

**中图分类号:** G64; O6

## Exploration and Pondering on the Cultivation of Students' Scientific Research Ability in the "Top Talent Training Program of Chemistry" in Xiamen University

ZHU Yaxian\*, HONG Wei, XIA Haiping, GUO Xiangqun, LÜ Xin, YANG Chaoyong, XIE Zhaoxiong, ZHENG Lansun

College of Chemistry and Chemical Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian Province, P. R. China.

**Abstract:** This paper introduces the development of scientific research training for students in the Top Talent Training Program of Chemistry in Xiamen University. Through questionnaire survey and comparative data analysis, we discuss how to cultivate scientific research interests, literacy and ability of high-level innovative talents.

**Key Words:** Top Talent Training Program; Scientific research ability; Student development

科研训练是本科生实现由学习向发现转化的重要途径, 可以激发学生的创新意识, 培养创新精神, 提高综合素质。厦门大学“化学学科拔尖学生培养试验计划”(以下简称“化学拔尖试验计划”)通过系列科研训练平台和机制建设, 探索高层次人才科研能力的培育模式, 促使拔尖人才脱颖而出。

### 1 科研训练目标、思路和方案

厦门大学化学化工学院一贯重视本科生的科研训练, 我们依托化学国家一级重点学科、国家重点实验室、“985 嘉庚化学”创新平台、能源材料化学协同创新中心等, 依据“启发创新意识、注重训练过程、提高综合素质”的原则, 构建了初级、中级、高级三个层次、循序渐进的科研训练平台, 形成了系统和完整的科研训练机制<sup>[1]</sup>。

在初级、中级、高级科研训练平台的基础上, “化学拔尖试验计划”着眼于国家经济、科技、社会发展对高素质人才的需求, 着力于多元化高层次创新型人才培养, 采取“引导、发现、培育”

收稿: 2019-06-12; 录用: 2019-06-17; 网络发表: 2019-07-03

\*通讯作者, Email: yaxian@xmu.edu.cn

基金资助: 教育部“厦门大学化学学科拔尖学生培养试验计划学生科研能力培养探索”

的方式,制定了系统的科研训练方案,包括:文献检索、选题、项目申请、设计研究路线、大型仪器使用、实验操作、分析数据、归纳总结、撰写论文、化学交流表达能力的训练等。让拔尖试验班学生参与科学研究的全过程,提高学生对科学研究的兴趣,使学生掌握从事科学研究的基本方法与思维方式,激发学生的创新意识,培养学生严谨的科学精神、科学态度与团队精神,为今后从事科学研究打下坚实基础。

## 2 科研能力的培育与训练

### 2.1 文献阅读引导与提问训练

“化学拔尖试验计划”结合各基础课程教学,设置了研讨课,由院士、杰青(杰出青年基金获得者)、教学名师等牵头主讲。研讨课围绕传承、探究、批判、发现、构建等五个核心要素进行课堂设计,培养学生阅读文献、归纳、表达(口头、书面)、质疑、合作、讨论等能力。讨论题目由教师或学生提出,以课程核心知识为基点,向学科前沿、实践应用、学科交叉发散,通过文献阅读、报告、讨论/辩论等环节,引导学生学会提出问题、独立思考、主动学习<sup>[2]</sup>。

同时,要求学生参加不同课题组的组会,有针对性地阅读文献,并在组会上汇报,启发其开放性思维。

### 2.2 科研素养、科研方法训练

我们开设了“化学科研素养与方法”等课程,由院士、青年千人(国家千人计划青年项目入选者)、杰青等优秀教师主讲。内容包括四个部分:“如何树立正确的科研道德观和价值观”“如何培养批判性思维和创新思维”“如何有效地在科研中发现问题”“如何建立科学的研究方法”。授课教师结合科研实例,从追求真理、实事求是、团结协作、探究质疑、自主创新等方面培养学生的科学精神。拔尖试验班学生通过该门课程的学习,为参加后续科研活动提供必要的准备和基础。

科研训练项目指导教师也在实验中也注重学生基本科研素养的培养,从学术道德规范、原始记录规范、学术引文规范、成果署名规范、论文写作规范等方面引导学生建立良好的学术规范。

### 2.3 科研过程训练

学院层面上设立了面向本科生的“育苗基金”“拔尖试验计划创新基金”等,学校也设立了“大学生创新创业训练计划项目”等多种科研训练项目,拔尖试验班学生可根据自己的兴趣与特长自主申请。各类项目须经过预研、立项、申请、评审、签订项目责任书、过程检查、阶段报告、结题汇报答辩等过程。

学生可选择采取不同的方式参加课题组,如循环浸润式,在2-3个课题组轮转式进行不同内容的科研训练;也可采取纵向延续式,在某个课题组由浅入深进行科研训练。

在科研训练过程中,学生查找文献资料、选题、设计研究路线、学习大型仪器使用、完成实验、分析数据、归纳总结、撰写论文等,培养了创新意识和创新能力,提高了综合素质。

2012-2018年,拔尖试验班学生在导师指导下、作为项目负责人参加的各类科研训练项目共计287项。

### 2.4 表达、交流能力训练

对于低年级学生,我们引导学生进行课程论文写作、综述写作、科研项目申请书撰写。通过“查找文献-阅读文献-讨论-归纳-确定写作思路-提出写作提纲-写作-修改”等环节,培养学生文献查阅、信息提取与归纳的能力,为今后科技论文写作打下基础。

对于文字表达能力强的学生,我们指导其进行化学科普写作,使学生用清新、流畅、简洁、拟人化的文字表达元素和化合物的性质、用途,提高学生书面表达能力。

对于高年级学生,我们引导学生进行化学科研论文写作训练,同时组织课题进展报告会、项目中期检查报告会、结题答辩会、墙报展等,组织拔尖试验班学生进行校际间的交流、参加学术会议等,锻炼学生的口头和书面表达能力。

## 2.5 科研训练过程管理

我们制定了相关政策, 设立了定期科研训练检查与评价机制, 加强过程管理。例如, 拔尖试验班学生须参加 2-3 个课题组后选定拔尖计划导师; 科研训练情况汇报作为学生年度考核的重点之一; 每学期定期对拔尖试验班学生的科研训练情况进行检查, 及时发现学生在训练过程中出现的主客观问题并进行纠正解决。

## 2.6 学生成果

通过系统的科研训练, 学生科研素养与科研能力得到提高。2012-2018 年学生本科阶段发表文章 76 篇, 其中文章影响因子在 5.0 以上的 34 篇, 第一作者的 14 篇; 国家发明专利 2 项; 获得省部级以上学业竞赛奖励 31 项。

# 3 科研训练效果问卷调查

## 3.1 问卷调查题目设计

为了解拔尖试验班学生参加科研训练的情况, 我们设计了问卷调查并进行分析, 主要项目见表 1。

表 1 调查项目

调查项目
1. 参加科研训练的目的
2. 科研训练课题的来源
3. 参加科研训练前是否有总体规划
4. 科研训练中参与了哪些工作
5. 在科研训练过程中, 感觉最困难的环节
6. 在科研训练中遇到困难时, 首先选择的求助方式
7. 在科研训练中, 指导教师在哪些方面给予的帮助最多
8. 参加科研训练后, 学习成绩是否受到了影响
9. 参加科研训练, 对文献检索、发现问题、解决问题和科研的方法与手段的影响
10. 参加科研训练, 对专业学习、自主发展能力的影响
11. 参加科研训练, 对克服困难、承担责任和心理承受能力、抗压能力的影响

## 3.2 问卷调查统计情况及分析

### 3.2.1 基本情况

我们在 2016-2018 年连续三年对拔尖试验班学生和参加育苗基金的非拔尖试验班学生进行了问卷调研, 调查问卷共发放 274 份, 回收 201 份, 回收率为 73.4%。

我们将拔尖试验班学生和参加育苗基金的非拔尖试验班学生的数据进行了对比分析。

### 3.2.2 问卷分析

(1) 你参加科研训练项目主要出于哪些方面的目的? [多选题] (图 1)

学生的学习动机是其学习活动得以发动、维持、进行直至完成的内在动力<sup>[3]</sup>。从图 1 看出, 拔尖试验班和非拔尖试验班学生参加科研训练主要是对科研的兴趣、锻炼自身的思维能力和促进专业的学习等内在动力, 外在动力占比相对较低。拔尖试验班学生的培养目标定位, 内在对自我的要求, 使其更注重通过科研训练项目锻炼自身的思维能力, 提升对专业知识的理解与应用。但是, 部分学生也存在着完成任务、随大流的思想。而由于非拔尖试验班学生参加“育苗基金”完全处于自愿, 因此随大流的、完成任务的想法反倒较低。

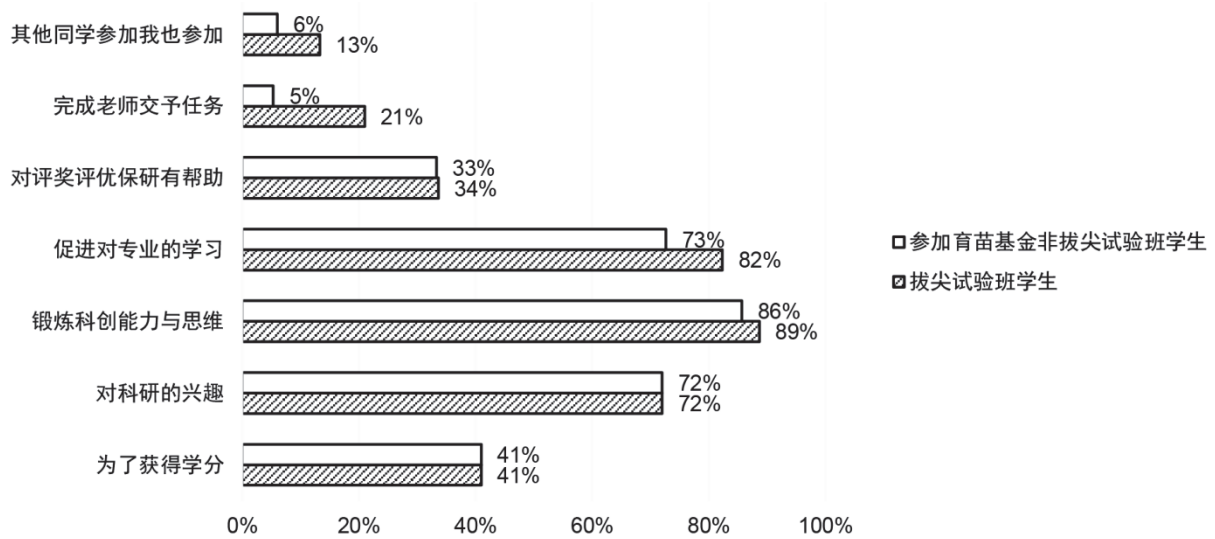


图1 学生参加科研训练主要目的情况对比

(2) 你的科研训练项目课题的来源[单选题] (图2)

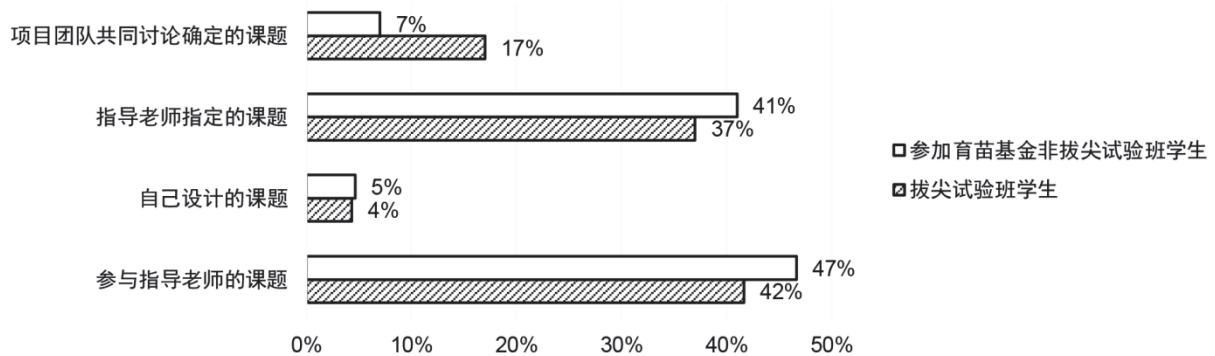


图2 学生参加科研训练课题来源情况对比

从图2看出，学生的科研训练项目课题多数来自参与指导教师的课题或指导教师指定的课题，多数学生在课题选择上的自主性和原创性等意识较弱，对指导教师的依赖程度较高。从调查结果看，拔尖试验班学生通过项目团队共同讨论确定课题的比例比参加育苗基金的非拔尖试验班学生相对要高，体现了拔尖试验班学生团队合作能力、自主学习能力相对较强。

(3) 你在参加科研训练前是否有总体规划？[单选题] (图3)

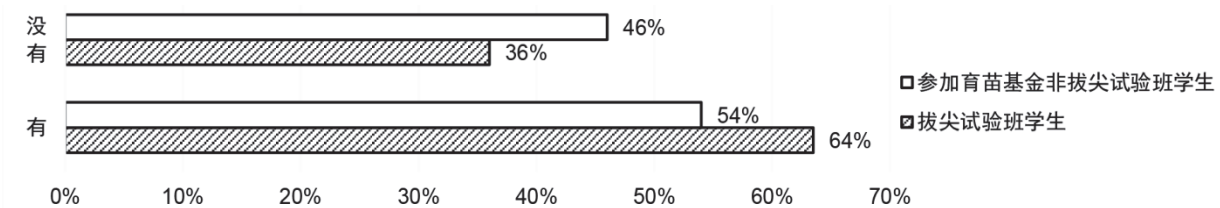


图3 学生参加科研训练前是否有总体规划情况对比

学生在参加科研训练前能够进行比较有效的规划,这对学生获得课题后有序地开展课题是非常有帮助的。从图3看出,超过半数的学生在参加科研训练项目前已经具有进行总体规划的意识,其中拔尖试验班学生的比例更高一些。我们认为,这是因为拔尖试验班学生通过研讨课的训练,思辨能力增强了,总体规划意识也自然增强。

(4) 在科研训练中你参与了哪些工作? [多选题] (图4)

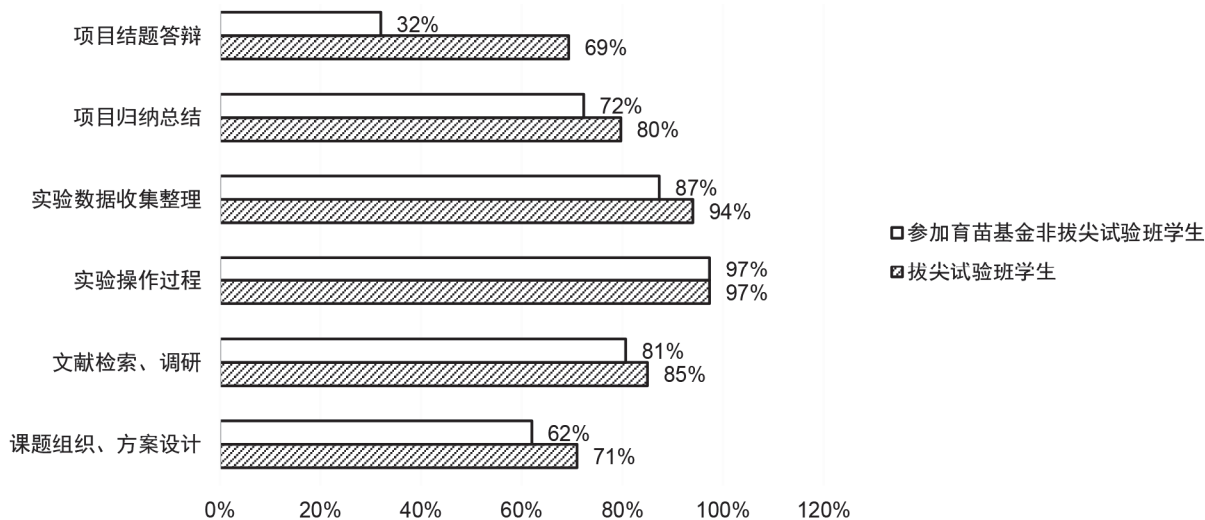


图4 学生参加科研训练工作情况对比

学生积极参与科研活动,深入到科研活动的各个环节,这对于提升其发现问题、分析问题和解决问题的能力,从而促进其自身思维水平和整体认知水平的提高十分有益<sup>[4]</sup>。从图4看出,学生在科研训练中参与课题设计、文献检索、实验操作、数据整理、项目归纳总结答辩等(个别学生参加计算类课题,因而没有参加实验操作过程)。其中,拔尖试验班学生参与科研训练各项工作的比例更高,从侧面也反映了拔尖试验班学生科研训练目标定位和要求比参加育苗基金非拔尖试验班学生更高。

(5) 在科研训练过程中,最困难的环节是什么? [单选题] (图5)

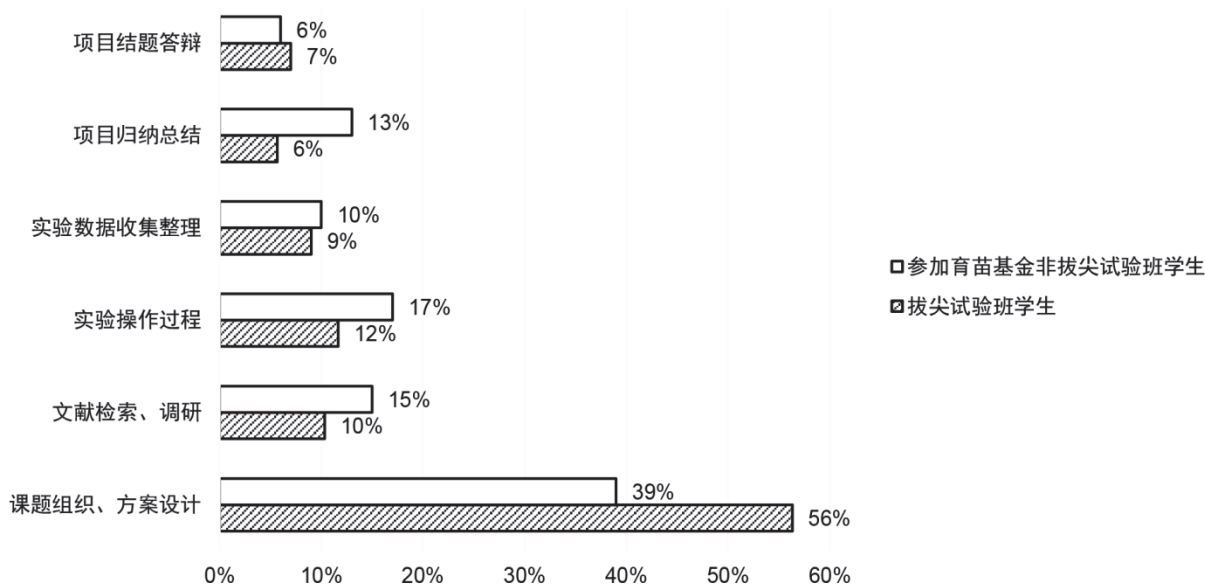


图5 学生在科研训练过程中感觉最困难环节情况对比

从图 5 看出，因为拔尖试验班学生基础比较扎实、动手能力强，因此他们在文献检索、数据收集、实验操作方面感觉困难不大；通常情况下，指导教师对拔尖试验班学生的要求更高，督促他们自己设计实验方案与规划课题，因此拔尖试验班学生多数认为课题组织、方案设计是最困难的环节。

(6) 在科研项目训练中遇到困难时，你首先选择如何求助？[单选题] (图 6)

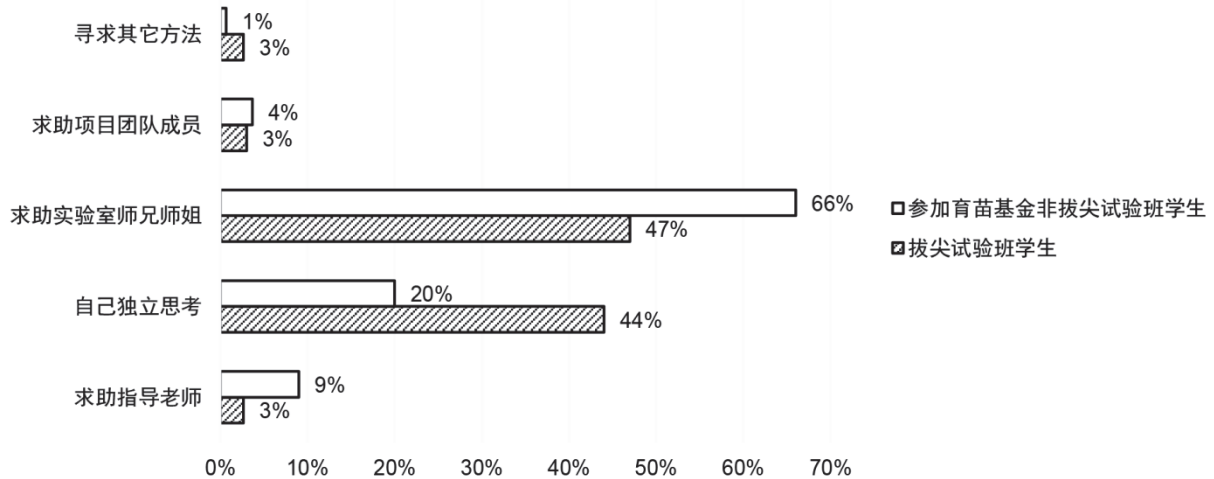


图 6 学生在科研训练遇到困难时首选求助情况对比

从图 6 看出，在科研训练中遇到困难时，拔尖试验班学生更倾向于自己独立思考和求助于实验室高年级学长，特别是选择自己独立思考的比例远大于参加育苗基金非拔尖试验班学生。说明通过文献阅读、科研素养与方法的训练，拔尖试验班学生具有更好的独立思考能力。

(7) 在科研项目训练中，指导教师在哪些方面给予你的帮助最多 [多选题] (图 7)

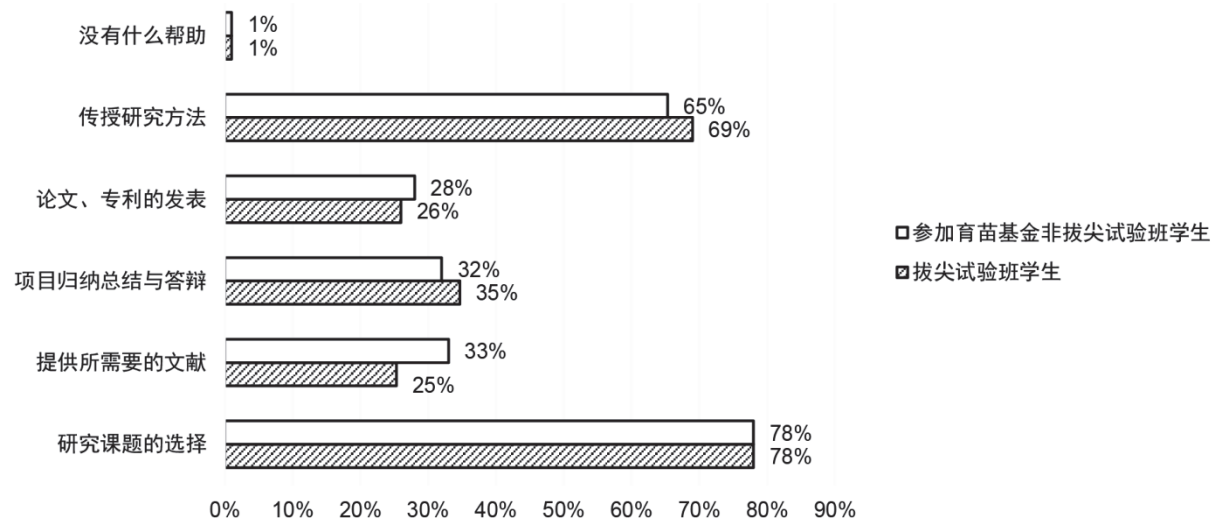


图 7 指导教师在科研训练中给予学生帮助最多方面情况对比

从图 7 看出，该项拔尖试验班学生与参加育苗基金非拔尖试验班学生的选择差别不大，指导教师在研究课题选择和传授研究方法方面给予学生的帮助最多。“在提供所需要的文献”选项，拔尖试验班学生明显偏低，说明受过文献阅读与提问的训练、参加研讨课等，拔尖试验班学生对查询文献方面更加熟练。

(8) 你参加科研训练后学习成绩是否受到了影响? [单选题] (图 8)

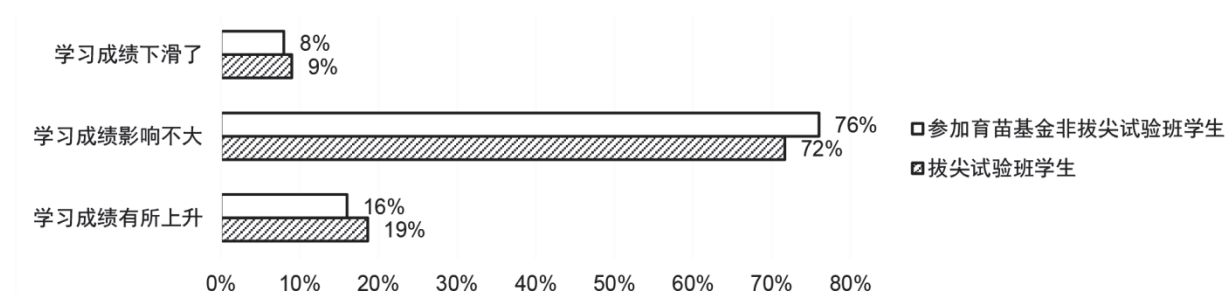


图 8 学生参加科研训练学习成绩受到的影响情况对比

从图 8 看出,大部分学生参加科研训练对学习成绩影响不大;少部分学生的学习成绩有所上升,这是因为在科研训练中遇到问题,促使学生阅读专业书籍、查找资料以寻找解决方法,科研训练起到促进自主学习能力的作,进而促进了学生专业课程学习质量的提高。从图 8 看出,拔尖试验班学生相对于参加育苗基金非拔尖试验班学生学习成绩下滑比例稍高,更具针对性的调研表明,这是由于拔尖试验班少数学生的科研训练占用了过多的课外时间,基础课程的学习时间过少带来的。因此,有必要加强此类学生的时间管理能力。

(9) 参加科研训练项目,对文献检索、发现问题、解决问题和科研的方法与手段有怎样的提升? [矩阵单选题],选择“明显提升”的如图 9 所示。

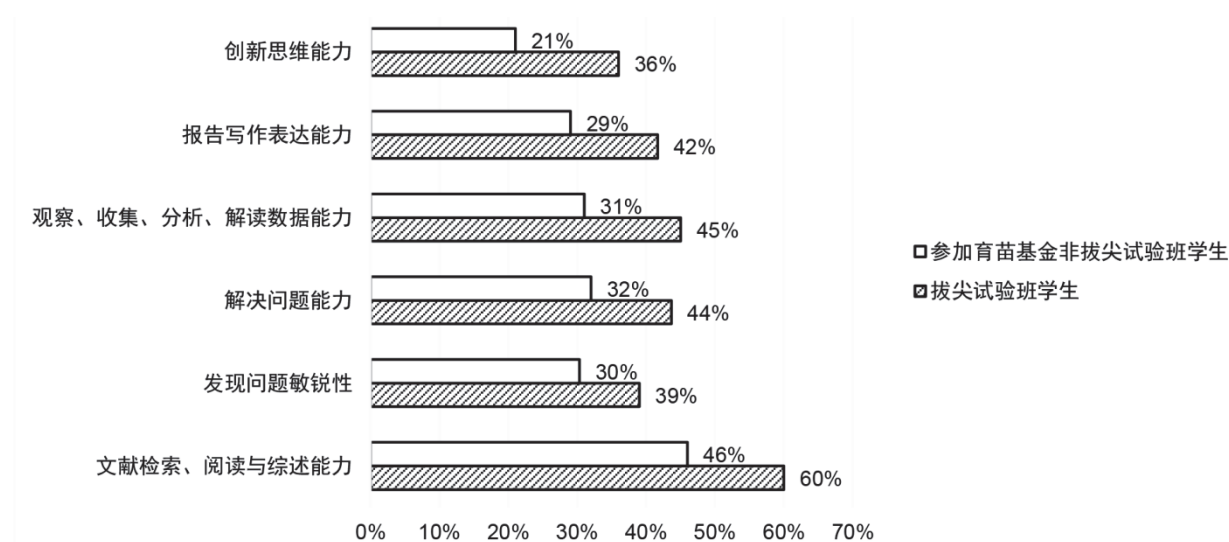


图 9 学生参加科研训练促进文献检索、创新思维等能力明显提升情况对比

从图 9 看出,拔尖试验班学生认为通过科研训练,自身在文献检索、发现问题、解决问题等六个方面有“明显提升”的比例均明显高于参加育苗基金非拔尖试验班学生。

(10) 参加科研训练项目,对专业学习、自主发展能力有怎样的提升? [矩阵单选题],选择“明显提升”的如图 10 所示。

从图 10 看出,拔尖试验班学生认为通过科研训练,自身在专业学习、自主发展能力等八个方面均有“明显提升”的比例高于参加育苗基金非拔尖试验班学生。

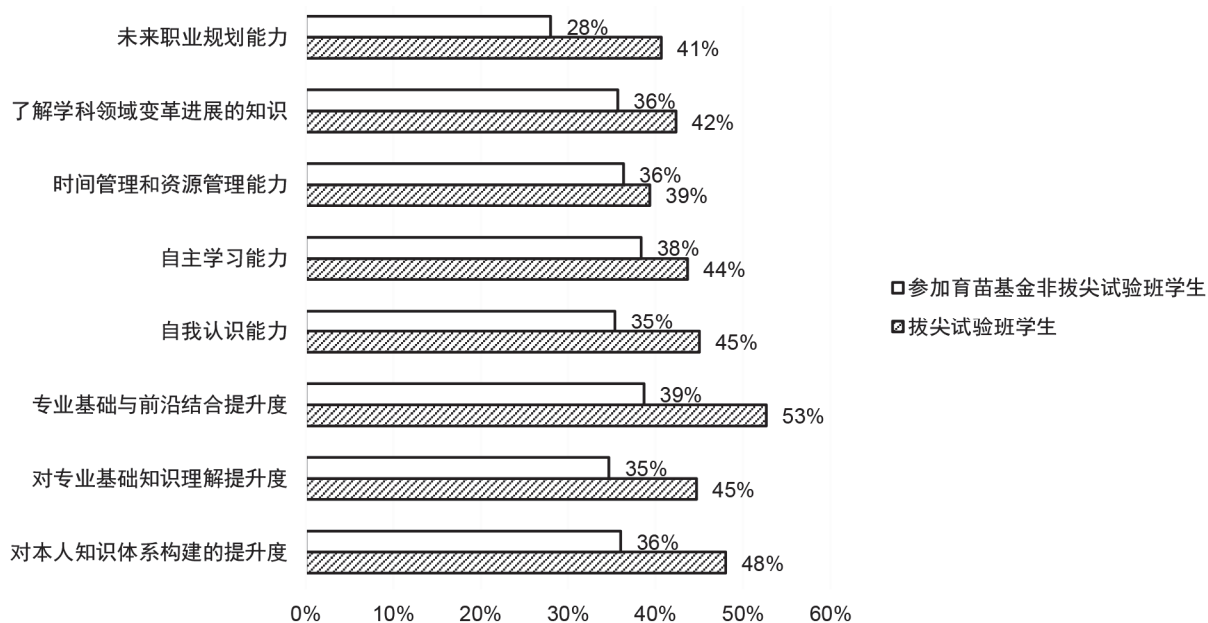


图 10 学生参加科研训练促进专业学习、自主发展能力等明显提升情况对比

(11) 参加科研训练项目,对克服困难、承担责任和心理承受能力、抗压能力的影响[矩阵单选题],选择“明显提升”的如图 11 所示。

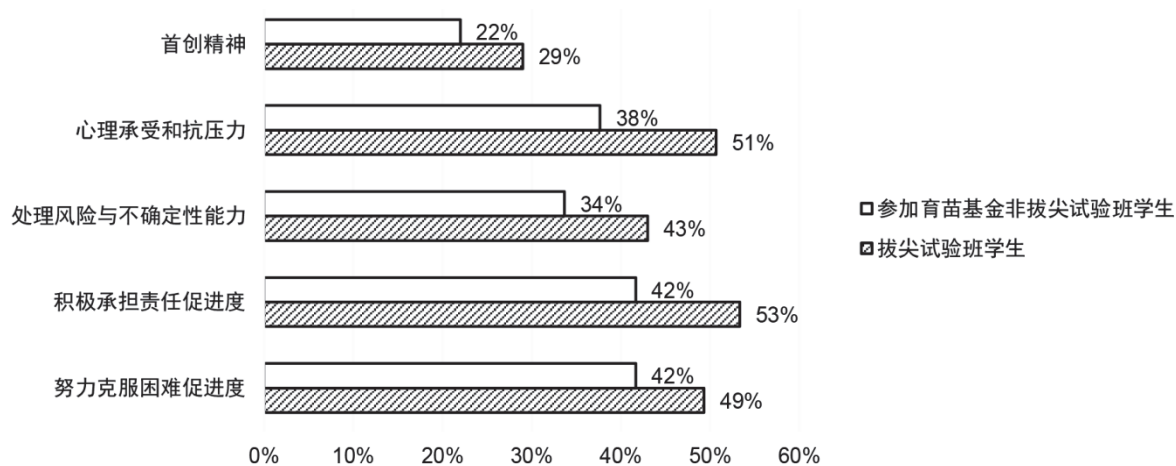


图 11 学生克服困难、承担责任和心理承受能力、抗压能力的影响情况

从图 11 看出,拔尖试验班学生认为通过科研训练,自身对克服困难、承担责任和心理承受能力、抗压能力的影响“明显提升”的比例高于参加育苗基金非拔尖试验班学生。

## 4 对高层次创新人才科研能力培养的思考

### 4.1 培养目标的高定位,可为学生保持科研兴趣提供持续的动力

在学生的培养和教育过程中,大量的研究表明,对于个人的成长,内部动机的影响强度大小、程度深浅、时间久暂等明显强于外部动机。因此学生能够尽早地确立自己的目标和未来发展的方向,即想成为什么样的人,并通过自己的努力去实现目标,对于人才自身的成长起到关键作用。



拔尖试验班学生作为高层次创新人才培养,即培养未来学科领域领军人物,更需要及早引导学生建立自我的高定位,树立高目标,并制定合理的发展阶段目标,使拔尖试验班学生在其自身的成长过程中维持源源不断的发展动力。

#### 4.2 完善和系统的课程体系,可为学生科研能力培养提供扎实的基础

通过问卷调研看出,科研训练过程可以考查学生对所掌握知识的理解与应用能力,同样也可以刺激学生学习更多相关的其他学科领域的知识和技能,促进其对本专业的学习和理解深化。目前虽然针对拔尖试验班学生的科研能力培养要求和方向设置了相关探究性质、技能训练性质的课程,对学生的各方面能力和素质的增强起到显著的作用;但是,若与之相关的课程能更系统化,能从知识结构、教学方式的设计上思考如何能更好提升对高层次创新人才的科研能力培养所需要的知识和训练,形成一套完善的课程体系,将为科研能力培养提供更扎实的基础。

#### 4.3 高水平师资队伍的全程投入,为学生科研能力培养提供强力示范和引导

师资水平的高低是影响人才培养质量的关键因素。拔尖试验班学生的专业基础课程多由院士、杰青等优秀教师担任主讲,其导师由一流专家学者担任,对其学业、专业发展规划、科研训练等方面进行指导,同时还配备有优秀的博士生作为朋辈导师为其解答平时科研训练中遇到的问题。通过问卷调研看出,高水平师资队伍的全程投入,在课程学习、科学研究、发展规划等方面对学生给予全方位的指导,通过自身高素质影响感染学生,有利于激发学生的学术兴趣和创新潜力。

#### 4.4 管理的组织化与制度化,为学生科研能力培养提供有力保障

完善的科研训练管理制度为科研训练工作顺利开展提供有力保障。因此,科研训练管理条例、定期检查、成果汇报、考核机制的制定十分重要,如期中考核、过程检查、循环淘汰、结题报告等。同时还要鼓励学生、资助学生参加学术交流会议、发表论文等,从而拓宽学生的研究视野,进一步提升其科研能力。

### 参 考 文 献

- [1] 朱亚先,洪炜,吴丽晶,吴玲玲,黎朝. 中国大学教学,2016, No. 10, 24.
- [2] 郭祥群. 大学化学,2016, 31(3),11.
- [3] 刘云波,罗亚莉. 当代教育论坛,2007, No. 9, 92.
- [4] 李梅,王洪波,邢丽贞. 山东师范大学学报(自然科学版),2010, No. z2, 143.