

自制设备对培养特种专业研究生 科研能力的分析与探究

——以爆破理论与技术专业为例

程扬帆^{1,2}, 王文涛¹, 汪 泉^{1,2}, 龚 悦^{1,2}, 韩体飞^{1,2}

(1. 安徽理工大学 化学工程学院, 安徽 淮南 232001; 2. 安徽省爆破器材与技术工程实验室, 安徽 淮南 232001)

摘 要: 为了探究自制实验设备在特种专业研究生培养中发挥的作用, 以爆破理论与技术专业为例, 讨论了自制实验设备在研究生培养工作上的必要性和可行性, 并结合实际案例进行分析。结果发现, 鼓励学生自制实验设备有助于调动其学习积极性, 激发创新思维, 促进产学研的深度融合, 有利于培养具有高水平科研能力的复合型人才。

关键词: 科研能力; 自制实验设备; 高校教育; 爆炸理论

中图分类号: G642; G643 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-4824(2021)03-0060-04

特种专业是随着国家建设持续发展, 基础工业和技术服务改造方面不断深入, 产生的一批涵盖交通、采矿、建筑、化工、能源等多领域的特殊专业。随着社会需求的转型和高等教育的改革, 对特种专业研究生的培养逐渐从技术应用型转变为创新发展型。而转变的核心就是提高研究生的科学研究水平, 以爆破理论与技术专业为例, 其专业内容包括工程、化学、物理、计算机等多个学科, 在研究生的培养过程中, 通常因为学科交叉的复杂性, 和自身专业的特殊性, 国内外高校以及研究机构缺乏相应的实验仪器, 用来满足复杂条件的实验需求。因此, 鼓励并支持研究生自制实验设备以解决现有条件的不足, 既能够让学生将专业技术与实际应用相结合, 又可以增强对理论知识的理解, 培养学生创新思维和科研能力。

1 自制实验设备在科研工作中的必要性

科研工作从某种角度来说就是一种创新和发

现, 具有一定的前沿性和新颖性。在实验中往往会设计一些新的实验设备来对问题进行研究, 而实验室中集成式的测试仪器往往是建立在已有的认知体系, 对实验创新的作用并不明显。市面上部分实验设备滞后于科技发展的需要, 而且价格昂贵, 对于探索新的发现起到的作用并不显著。纵观国内外的高校, 使用自制实验设备开展科研实验的例子很多, 自制实验设备对推动科技发展的进程也发挥着巨大的作用。另外, 随着国家研究生招生规模的扩大, 分摊到每一个导师的研究生名额也逐渐增多, 学生对于实验仪器的需求也格外急切。然而, 大部分实验仪器还将面临老化、零件更换以及人工维修等后续问题。综合多方面考虑, 自制实验设备能够最大程度的满足实验效果, 减少科研成本, 加深实验者对实验设备的认知程度, 实现科研经费的充分利用。实验设备的设计与研制成为科研工作者一项不可或缺的能力, 而广大研究生则是扮演着研制实验设备的主力军。

收稿日期: 2021-02-25

基金项目: 安徽省化工专业委员会教学研究重点项目(2017jyxm1256); 安徽省新型爆炸材料及应用创客实验室项目(2016ckjh073); 省级“六卓越、一拔尖”卓越人才培养创新项目(2019zyrc040); 安徽理工大学青年教师科学研究基金项目(QN2017206); 安徽理工大学研究生创新基金项目(2020CX2066)

作者简介: 程扬帆(1987-), 男, 安徽怀宁人, 安徽理工大学化学工程学院副教授, 博士。

2 爆破理论与技术专业实验的特殊性

爆破理论与技术专业研究的内容主要有爆破器材的优化、炸药性能的提高和气固两相爆轰理论等。涉及的实验多数伴有快速的化学反应,瞬时释放大量热量和能量,并且形成高压气体甚至冲击波,因此该专业的实验设备的损耗程度相较于其他专业更加明显。

此外,由于专业可能涉危涉密,因此服务于该专业实验仪器的生产制造厂家较为有限;同时,相较于尖端爆炸领域的军事科研单位,普通高校在实验设备的性能和资金方面存在巨大的差距。这也间接造成了对该类专业研究生科研能力培养的难度增大。

3 自制实验装置对研究生科研能力培养的重要作用

1) 科研能力培养的重要性。研究生教育担负着为国家和社会培养具有高层次高素质人才的任务。根据《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》提出的目标,预计2020年全国的在校研究生人数将达到200万^[1]。随着研究生招生规模的扩大,研究生培养存在的问题也不断的凸显:培养方案与现实需求的偏差,培养目标制定的不明确,综合素质的不达标。当下研究生的培养模式出现的问题归结为一点就是缺乏对科研能力的培养,而对于特种专业研究生该问题显得尤为突出。科研能力是衡量研究生学业水平的一项重要指标,涵盖了学习能力、发现问题的能力、创新思维的能力、实践操作与解决问题的能力等多个方面,缺乏这种能力对研究生的升学和就业都会造成了巨大的阻碍,通过自制实验设备的手段对该能力的提升有着显著的作用。

2) 开设综合性设计性实验。目前市面上生产的实验仪器大都是具有很多的实验模块,操作方式便捷,学生只要通过几次训练便能熟练掌握操作流程^[2]。以粉尘爆炸测试仪器20 L球形爆炸容器为例,仪器的主要功能是测试粉尘爆炸的压力以及压力上升速率,但对于一些设计性、综合性的实验,该仪器所能发挥的功效十分有限。长此以往,不仅扼杀了学生的科研创新能力,还会给学生带来强烈的依赖心理,过分夸大实验仪器对科学研究的决定性影响,丧失动手和思考能力。

自制实验设备不仅能够对现有设备的功能进行补充和改进,还能让学生对相关理论知识和仪器整体结构有更加深入的了解。从整体性出发,有助于学生更好地开展具有设计性和综合性的实验。

3) 提高交叉学科研究水平。随着社会的不断发展,国家和企业对于人才的需求量也越来越大,这也给高等院校在培养人才方面带来了巨大考验。调查发现,专业技能扎实且具备相关交叉学科知识的复合型人才,往往更容易受到企业的青睐。因此,在培养研究生的问题上,适当提高交叉学科的教育研究更有助于学生的就业与发展。

在进行一些交叉学科的实验时,由于有明确的教学科研目的^[3],可以根据实验者的设想来进行设计自制实验设备,摆脱现有条件的约束。与自制实验仪器相比,传统实验室仪器功能比较固定,自制实验设备可以不受这个限制,操作更加灵活,能够紧密的贴合科研与教学的要求。再者,设计设备的本身就一个多学科相互融合的过程,学生需要从各个学科的角度去思考仪器的运行、安全防护、和后续保养等问题。

4) 提高研究生的综合能力。自制仪器设备不仅可以满足科技发展对实验深度和范围变化的需要,还能适应创新型国家对人才的培养要求^[4]。通过让研究生参与实验设备的设计与加工,有助于增强其综合能力,提高其核心竞争力^[5]。研究生参与设计实验设备对能力的提高主要有以下几个方面:

第一,提升学生的调研能力,设计一个实验设备需要大量充分的前期调研工作,如传统仪器的工作原理与不足、自制实验设备的创新点、自制实验设备的可行性等,在这个过程中学生的调研能力会得到培养,看待问题的角度也会更加全面。

第二,提升学生的业务能力,在自制实验设备的设计研制调试等环节,一定会出现各种各样的问题,学生需要调用自己的知识储备去解决问题,有助于提高自身的专业水平、拓展知识的深度与广度。

第三,培养团队协作能力,一项实验设备的研制工作,往往需要一个团队进行统筹和分配。因此,每个学生要清楚自身的定位,发挥自己的特长把单项任务做好的同时还要兼顾团队让效益最大化。

第四,增强管理与沟通能力,自制实验设备从图纸走向实际还要经历一番过程。例如材料零件

的购买、设计经费的把控、以及和加工厂商协调沟通等环节,通过对这些问题的处理,培养了学生良好的管理与沟通能力,为以后解决更加复杂的工程实际问题奠定了基础,同时也增加了科研工作中的成就感^[6]。

第五,面对挫折的能力,挫折是每个科研工作者科研道路上必须经历的苦涩。自制实验设备不是一帆风顺,极有可能会面临诸多困难。因此,在研究生培养阶段,通过让学生自制实验设备,可以培养学生直面挫折的能力,对其今后的科研和生活大有裨益。

4 自制粉尘爆炸测试设备的实证研究

1) 自制粉尘爆炸测试设备的原因。随着工业化的进程,越来越多的粉体物质出现在各类生产活动,其中一些粉尘具有一定的可燃性,可能造成起火、爆炸等危害。根据有关资料显示^[7],平均每年我国发生粉尘爆炸事故 9~10 起,给国家和人民造成巨大的损失,因此国内外的专家学者致力于研究粉尘爆炸的机理以及预防措施。

现有的粉尘爆炸测试装置主要有哈特曼管(1.2 L)、20 L 球形爆炸罐和 1 m³ 爆炸容器^[8]。这些实验装置的共同点就是受限密闭空间无可见通道或可见通道过小,这对观察研究粉尘燃烧的火焰结构和火焰失稳机理带来了不便,基于上述原因爆破理论与技术专业研究生自制了可视化等压条件下测量粉尘燃爆特性的装置。该装置能够在等压条件下研究粉尘的燃爆特性,首先能真实的模拟粉尘爆炸时的场景;其次,采用乳胶气球取代钢体爆炸罐,达到可视化的目的,能够捕捉大尺度粉尘燃烧的动态图像。

2) 设备的结构设计与操作方法。

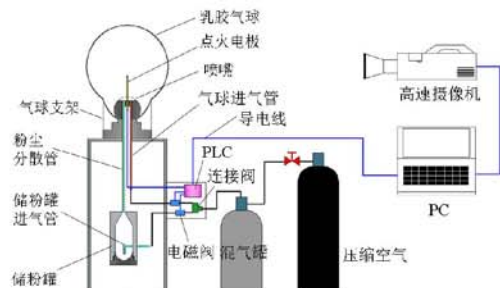


图1 自制设备示意图

该装置主要包括配气系统、智能控制系统、装置支架、储粉罐、进气导管、喷头、乳胶气球支架、

点火器组合系统、乳胶气球和球形罩。配气系统包括空气、可燃性气体或惰性气体中的一种或多种组合气体;智能控制系统包括可编程控制单元和远程控制单元,并通过编程控制通气元件,进而实现对进气、喷粉和点火的控制;储粉罐的内部设有高压气体进入孔,上部连接有粉尘分散喷射孔;喷头中间空心并接入配气导管、粉尘喷射导管、点火器和相应传感器。本实验装置操作简单,实验方法易行,实验效果良好,可以通过乳胶气球对粉尘的燃爆现象进行观察,消除了壁面效应的影响。

以测试铝粉的燃烧特性的实验来简述该装置的使用步骤:实验前,通过编写智能控制的运行程序,设置进气、喷粉以及点火的时间。然后配置一定体积比(1:9)的氢气-空气混合气体,调节配气系统的减压阀,使混合气体输出压力达到 2 MPa,并将称量一定质量(10 g)的铝粉并放置在储粉罐中。随后将透明乳胶气球固定在喷头上,远程启动,开启控制智能控制系统,使其逐步控制管路中通气元件,给乳胶气球充气,紧接着打开储粉罐的通气元件,高压混合气体使铝粉在喷头处喷射分散出来。最后,铝粉喷出,经过一定的延迟时间后(60 ms),铝粉弥漫呈云雾状,并和混合气体预混均匀,此时开启智能控制系统,控制点火组合系统通电点火,完成铝粉燃爆实验。实验人员远程操作高速摄像系统,直接观察并记录铝粉从喷出到点火燃烧的全过程。

3) 自制实验设备对研究生科研能力的提升。上述自制实验设备从设计、生产和调试直至成品阶段,均是经由研究生们自行完成,导师提供经济支持和技术顾问。整个过程中参与学生展现了强大的凝聚力和良好的科研氛围,互帮互助,利用课余时间查阅文献,思考解决问题的方法,科研能力也在不知不觉中得到提升^[9]。另外,设计实验设备的过程中,成员定期举行交流座谈会,汇报设计进展,总结实践经验与问题。然后逐步将这种学术的交流常态化,培养学生的科研习惯,提升学生的科研能力。最后,自制实验设备的成功离不开导师的经济和理论上的支持,这种自上而下的机制,激励着学生多出高水平的科研成果。

5 结语

随着高等教育的改革与发展,对于特种专业研究生学术水平和科研能力的培养也受到广泛的关注与期待。本文以爆破理论与技术专业研究生

为主体,研究发现鼓励和支持研究生自制实验设备不仅具有现实意义,还能极大的调动学生的科研积极性,巩固学生的专业知识,启发和培养创新意识和团队协作精神,拓宽学生的视野,促进其知识储备向技术实体的转化,有利于保持科研内容的先进性。从国家社会层面上来看,对特种专业研究生,通过自制实验设备的手段,能够培养一批具有综合能力和创新思维的高层次人才,有利于建立产学研深度融合的技术创新体系,推动国家社会高质量发展。从个人层面上,有利于增强学生发现问题、认识问题、解决问题的能力,为将来的就业和发展打下良好的基础。

[参 考 文 献]

- [1] 余修武,叶勇军,蒋复量,等.安全工程硕士研究生科研创新与实践能力的培养探索[J].大学教育,2019(4):187-189.
- [2] 汪雪琴,朱群雄.开展实验设备自制提高师生创新能力[J].高等理科教育,2008(4):117-119.
- [3] 单永明.学生自制设备的实践与探索[J].实验技术与管理,2012,29(10):28-32.
- [4] 廖庆敏,秦钢年,蒙艳玫.把自制设备作为实验教学示范中心的特色来建设[J].实验技术与管理,2010,27(7):121-123.
- [5] 朱静然,王岚.论研究生核心竞争力的构成要素及提升策略[J].河北科技大学学报(社会科学版),2019,19(3):97-102.
- [6] 曹勇锋,张可方.自制设备在专业实验教学中的应用[J].实验科学与技术,2009,7(3):135-137.
- [7] 多英全,刘焱楠,胡馨升.2009~2013年我国粉尘爆炸事故统计分析研究[J].中国安全生产科学技术,2015,11(2):186-190.
- [8] 袁然.镁铝合金粉爆炸特性分析[D].成都:西南石油大学,2016.
- [9] 付建伟.提升高校学术型硕士研究生科研能力的几点体会[J].教育教学论坛,2019(26):196-197.

An Analysis and Exploration of Self-made Equipment for Cultivating Research Ability of Postgraduates of Special Majors:Based on Blasting Theory and Technology Major as an Example

Cheng Yangfan^{1,2}, Wang Wentao¹, Wang Quan^{1,2}, Gong Yue^{1,2}, Han Tifei^{1,2}

- (1. School of Chemical Engineering, Anhui University of Science and Technology, Huainan, Anhui 232001, China;
2. Anhui Engineering Laboratory of Explosive Materials and Technology, Huainan, Anhui 232001, China)

Abstract: In order to explore the role of self-made experimental equipment in the cultivation of postgraduate in special majors, the necessity and feasibility of that were discussed based on the blasting theory and technology major, and the practical cases were analyzed. It was found that encouraging students to make their own experimental equipment was conducive to mobilizing their learning enthusiasm, stimulating innovative thinking, promoting the deep integration of production, study and research, and cultivating interdisciplinary talents with high-level scientific research ability.

Key Words: scientific research ability; self-made experimental instruments; university education; explosion theory

(责任编辑:熊文涛)