

# 液压与气动技术教学和科研相结合的探索

周明连<sup>1</sup>,许淑惠<sup>2</sup>

(1. 北京交通大学 机电学院,北京 100044;2. 北京建筑工程学院 环境与能源工程学院,北京 100044)

**摘要:**对知识的传授和探索是大学的基本特征,二者的有机结合使教学和科研相得益彰。文章探索了将液压与气动技术教学和科研相结合方式,即课堂教学与科研相结合、实验教学和科研相结合、创新小组进入科研团队三种方式,这对培养学生的创新能力起到了促进作用。

**关键词:**教学;科研;创新

**中图分类号:**U44-4

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2010)01-0079-03

大学教师和学生都是研究者。“在高等学术机构中,教师与学生的关系与在中学迥然不同,教师不是为学生而存在,两者都为科学而共处。<sup>[1]</sup>”大学是既包括教师也包括学生的探索高深学问的学者社团,大学里的教师和学生是独立的研究者和受到指导的研究者。学生在研究中学习 and 在学习中研究。“大学教师的主要任务不全是教,大学学生的主要任务也不全是学;大学生需要独立地自己去从事‘研究’,至于教授的工作则在诱导学生研究的兴趣,再进一步指导并帮助学生做研究工作。<sup>[2]</sup>”中国教育部2001年颁布的旨在加强本科教学工作的4号文件要求,创造条件使学生较早地参与科学研究。该文以液压与气动技术教学改革为例,探讨将科学研究引入教学过程的方法。

## 一、课堂教学与科研相结合

对于本科教学而言,课堂教学仍然是主要阵地。研究性学习不是对班级授课制的否定,而是对班级授课制的弘扬与补充。班级授课是宏观的教学计划安排、中观的课程改造、微观的课堂学习和作业都有所体现的“第一课堂”<sup>[3]</sup>。

液压与气动技术课程的实践性强,其研究和创新都要基于一定的知识和经验基础上进行。课堂教学的目标是使学生快速掌握一定的基础知识,了解每一个知识点在实践中的应用,目前最新的发展状况,以及工程实践中存在的问题。比如对于齿轮式液压泵的教学,其基本原理、排量计算等内容通过讲授和演示学生可以很快地掌握,随即在教学中提出这种齿轮泵在工程应用中出现的以下问题。

(1) 齿轮泵的从动轮轴承比主动轮轴承更快损坏;

收稿日期:2009-12-13

作者简介:周明连(1963-),男,北京交通大学机电学院副教授,博士,主要从事液压与气动技术、控制工程研究,(E-mail) mlzhou@bjtu.edu.cn。

- (2) 齿轮泵运行噪声、振动大;
- (3) 齿轮泵高压运行时内部泄漏大, 容积效率低;
- (4) 齿轮泵变量问题;
- (5) 齿轮泵的流量脉动问题。

结合结构、原理方面和齿轮式液压马达相似的齿轮式气动马达, 继续提出以下问题。

- (6) 齿轮式液压马达的效率分析;
- (7) 齿轮式气动马达的数学模型;
- (8) 齿轮式气动马达的性能优化;
- (9) 齿轮式气动马达的噪声特性分析;
- (10) 齿轮式气动马达的消声器设计。

针对工程应用和研究前沿提出的具体问题, 可以提高学生的兴趣。提出了具体问题后, 还需要引导学生分析、解决问题。课堂上对问题(1)做分析: 齿轮泵从动轮和主动轮齿数相同, 转速相同, 影响齿轮泵轴承寿命的因素主要为受力。对两齿轮进行受力分析, 则发现两齿轮的径向受力不同, 即所谓“径向力不平衡现象”, 分析出原因, 促使学生发散思维, 想出解决问题的多种方法。对问题(2)和(3)做类似的分析, 发现“齿轮泵困油现象”、“浮动侧板技术”的主要演变和发展历程。这种通过分析、解决问题的途径获得的知识, 不仅使学生掌握的知识全面、深刻, 也使学生了解技术创新的方法。问题(4) - (10)都是目前研究中的问题, 尚没有成熟的解决方法, 但可以引导学生讨论。在课堂教学之后, 学生不只是掌握了学科的基本知识, 更了解了目前存在的问题。这些问题将在实验教学中得到延伸, 并成为课外小组的选题热点, 从而把第一课堂和第二课堂连接了起来。

## 二、实验教学和科研相结合

对于实践性较强的课程, 实验是一个重要的联系实际的环节。长期以来, 液压与气动教学实验台多数是生产厂家设计、安装、调试后整机出厂, 实验系统和回路是固定连接模式。实验教学过程中, 学生不能拆卸元件和调整回路, 只能按照实验指导书上的教学实例照猫画虎, 学生的主观能动性难以调动起来, 学生对所学知识的理解和掌握也不会透彻; 同时, 优秀学生在实验过程中可能会有一些新的想法, 期望能够尝试和验证, 这正是创新能力培养的绝好时机, 应当给他们提供实现自己求知愿望的实验条件。

为了提高教学效果, 将科研内容引入到教学中, 对实验教学内容进行了扩充。在传统的液压、气动元件拆装实验中, 增加了系统集成、元件安装使用维护以及故障诊断的实验, 丰富了实验教学内容, 增强了教学效果。结合气动科研课题, 开设了气动马达及其消声器的组装、调试、检测系列实验。在该系列实验中, 使学生经历了从零件到产品的全过程, 在对不同参数的马达测试中, 对比了制造精度、工作压力、润滑条件等参数对马达效率的影响, 激励学生建立马达效率模型以及进行性能优化的探索。在对气动马达噪声的测试与频谱分析中, 对比几种消声器的性能实验, 使学生对马达噪声和消声效果有感性认识, 鼓励学生参与新型消声器的构思与创新。由于气动控制与自动化技术应用越来越普遍, 组织学生自行设计了 PLC 控制的气动机械手实验装置。充分发挥了气动系统组装方便、实验环境好的优势, 用不同的元件随时组成不同的系统, 并对各气缸进行计算机控制、PLC 控制系统进行实现。

实验拉近了书本知识和工程实际的距离, 并成为知识学习向科学研究过渡的纽带。通过设计型实验、创新型实验, 使学生对科学研究不再神秘, 激发了学生的创新热情。在学生提交的专题论文中, 提出了很多创新思路。比如针对气动马达噪声问题, 学生提出许多超越常规的思路, 比如将噪声频率提高, 超出人的听觉范围, 从而减小危害; 将噪声的频率不断改变, 使之具有音乐的特性; 噪声的能量回收, 提高效率; 将无声手枪的消声方法用于气动马达; 通过马达噪声谱进行故障诊断等方案, 反映了学生的创新思维非常活跃。

## 三、创新小组进入科研团队

在实验室提供的若干个研究平台基础上, 学生根据兴趣成立创新小组。对教师科研课题有兴趣的学生可以直接进入科研团队, 承担部分具体科研工作; 在专题论文中提出新的见解和可行的研究方案, 并且方案在实验室有条件进一步研究认证的学生, 可以自己组成研究组展开研究。在管理上, 指导教师采用宏观管理, 即每周一次汇报研讨会, 每组汇报进展情况和存在的问题, 进行研讨, 提出进一步研究的思路 and 措施。

以下是 2008 年度提出的 10 个研究课题。

(1) 传动的种类与创新。在总结各种传动技术的基础上提出创新思路与研究方案。

(2)泵的技术创新。只要能对流体加压、提升,使之运动的装置,都属于泵的范畴。总结目前已有的各种泵技术,提出新的思路和实施方法。

(3)齿轮泵变量技术。齿轮泵有很多优点,但目前不能改变排量。查阅文献,看看目前齿轮泵变量的方法,提出新的思路和实施办法。

(4)智能型液压缸技术。液压缸应用广泛,使用中多数需要检测输出力、位移、速度、加速度等信号,外接传感器非常不方便。在查阅资料的基础上,提出智能型液压缸的设计方案。

(5)基于频率控制的开关阀。目前液压阀、气动阀速度控制都采用变开口量控制,能否采用电子技术调制解调原理,用高速开关阀的开闭频率控制,实现数字控制。

(6)基于纯水介质液压传动。液压系统目前都用矿物油,如用水,则经济性和环保性都好,使用纯水传动对液压元件提出了新的要求。查阅并论述这方面文献,提出创新思路。

(7)超高压流体技术。目前经常使用的流体压力在 50MPa 以下,超高压流体如何产生,有哪些作用。在论述文献的基础上提出创新思路。

(8)交流液压传动技术。液压油流动从泵经系统回油箱,类似电池直流电的方式,可否采用交流的

液压技术。检索并论述该技术文献,提出创新思路。

(9)柔性气缸的构思与设计。液压缸、气缸都是刚性的,如果用软管作为缸体,柔性杆或绳做活塞杆,能否发明出柔性的气缸,这在机器人控制中有很好的用处。

(10)气动人工肌肉技术发展。这是目前国内外的热门课题,查阅该方面的文献,提出创新思路。

经过几年的实践,参加创新小组的学生多数进入硕士研究生阶段的学习,有的直接攻读博士学位。创新小组的建立为学生成才奠定了很好的基础。总结实践经验,发现创新小组没有具体的时限和成果预期,没有为完成任务而科研的功利束缚,因而具有更大的灵活性,更利于大胆创新;同时由于课题内容、小组成员组成以及研究方法、技术路线学生有很大的自主性,所以研究的积极性更大。创新小组进入科研团体更符合科学创新的本质。

#### 参考文献:

- [1] 薛岩. “研究性学习”课程的实践与探索[J]. 辽宁工学院学报(社会科学版), 2007(2): 131-133.
- [2] 赵晓霞. 大学本科研究性学习的特征[J]. 现代大学教育, 2006, (5): 105-108.
- [3] 贾光政,王金东,杨松山,等. “液压与气动”实验教学模式的探讨[J]. 机床与液压, 2007(2): 151-152.

## On combination of teaching and scientific research for hydraulic and pneumatic technology

ZHOU Ming-lian<sup>1</sup>, XU Shu-hui<sup>2</sup>

(1. Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, P. R. China;

2. Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, P. R. China)

**Abstract:** Knowledge exploring and teaching are basic characteristics of the modern university, and their combination will bring out the best in each other. We analyzed the way to combine the teaching of “hydraulic and pneumatic technology” with scientific research, including combination of class teaching and scientific research, combination of experimental teaching and scientific research, and taking the innovation group into the research team, which are helpful to cultivate students’ innovation ability.

**Keywords:** teaching; scientific research; innovation

(编辑 欧阳雪梅)