

doi:10.13582/j.cnki.1674-5884.2019.06.025

科学研究助推科技竞赛*

——以“矿井通风与空气调节”课外教学为例

陈世强^{a,b}, 郝小礼^b, 李轶群^c

(湖南科技大学 a.南方煤矿瓦斯与顶板灾害预防控制安全生产重点实验室;
b.土木工程学院;c.资源环境与安全工程学院,湖南湘潭 411201)

摘要:“矿井通风与空气调节”是我校建环专业的特色方向课,具有地下与地面通风空调交叉的特点。纵向依托建环本科生的知识体系,横向借鉴采矿工程和安全工程教改探讨,提出了量化实验实测、老生带新生和滚动螺旋推进的大学生课外竞赛团队培育机制,重建建环本科生知识点体系,探索了跨专业科研实验平台、科学技术研究与人才科学素养提升三者相融合的课外教学实践。连续5年来的教改实效表明,培养出了多届具有代表性的优秀本科毕业生,践行教学科研融合、教学相长和新工科人才培养。

关键词:矿井通风与空气调节;建筑环境与能源应用工程;专业特色;科学研究;科技竞赛

中图分类号:G642 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-5884(2019)06-0123-05

1 专业发展与课程特色

我校建筑环境与能源应用工程专业(以下简称建环专业)是湖南省一流本科专业建设点,1997招收了首届本科生,源于矿山通风安全专业。地下空间环境控制技术是建环专业长期着力建设、方向鲜明和精心凝练出的具有地下与地面交叉的特色方向,其中,“矿井通风与空气调节”是特色方向的承载主体。

“矿井通风与空气调节”与地面上的“通风工程”“空气调节”等存在相通之处,即均依托“流体力学”“工程热力学”“传热学”等基础知识^[1],但又存在显著不同之处。地面通风与空调的控制对象是地上建筑内或构筑物内环境,而地下通风与空调的控制对象是矿井井下的采掘工作面受限环境等。该课程涉及“矿井空气”和“通风动力”等8个章节,仅安排了24课时;对于建环专业本科生而言,知识跨度大,“学生难学”问题突出。因此,课程课外教学实践及其高效实现,对于人才科

学素养形成、专业特色体现和教学科研贯通,越显重要。

为此,探索地面与地下通风空调相结合的课外教学模式——科学研究助推科技竞赛,是我校建环专业特色建设实践中需要深入解决的问题^[2-3],也是探寻学科建设与专业特色的交融途径。

2 研究进展与问题梳理

多年来,“矿井通风与空气调节”课程一直选用普遍用于采矿工程和安全工程本科教学中的通用教材——《通风安全学》,基本内容由矿井通风系统、矿井瓦斯及其治理、矿井防尘和矿井防灭火几部分构成^[4];其中,矿井通风部分为多个专业均会讲授的内容^[5-8]。但是,让学生学好并不容易,涉及如何备课、如何讲课和怎么考试等问题^[9]。因此,高效传授这部分内容时,需要课堂与课外协同。

收稿日期:20190905

基金项目:湖南省普通高等学校教学改革研究项目(湘教通[2016]400号:403);湖南科技大学教学改革研究项目(G31540)

作者简介:陈世强(1978-),男,贵州遵义人,副教授,博士,主要从事矿井通风装备节能技术研究。

2.1 采矿工程与安全工程专业改革探索

华北理工大学的朱令起等设立了采矿工程科研资助项目,使本科生带着问题去学,目标明确、兴趣浓和主动性强,培养本科生创新能力^[10]。在安全工程的实践教学环节中,结合多年教学经验,中国矿业大学的魏连江、王德明和陈开岩优化了“矿井通风与安全”课程设计的教学内容、体系和方法,构建了新的教学模式,注重培养本科生的独立解决问题能力、创新能力和团队协作能力,极大提高了本科生的积极性和主动性,进一步强化了本科生的动手能力、创新能力、独立分析和解决煤矿通风安全问题的综合能力^[11-12]。此外,围绕教学方法、案例分析、课程设计、教学内容和知识扩展,安徽理工大学的张雷林等开展了课程教学改革^[13];黑龙江科技大学的陈文胜等从优化师资配备、加强案例教学、实践融入教学内容和注重知识更新,探究提高本科生学习积极性与主动性的教学改革^[14]。

在采矿工程和安全工程专业“矿井通风”课程教学的探索和实践,上述四所高校所取得的教改实绩和经验,并不能直接嫁接到我校建环专业的“矿井通风与空气调节”教学环节中。客观上,建环专业学生的矿业方面基础知识薄弱,但是,系统积累了地面通风空调方面的基础知识^[15-16]。

2.2 建环专业中的本课程教改问题的提出

建环专业主要的工程对象是地面建筑通风空调,又可细分为民用建筑通风空调与工业建筑通风空调两类。两类通风空调的共同点就是送入新风而排除污染物,并保证人员热舒适。民用建筑通风空调,侧重于满足室内空气质量和热舒适的要求;工业通风空调,则侧重于控制生产过程中的粉尘、微生物和有害气体浓度,消除高温和高湿,创造良好的工作和生产环境,以及保护大气环境^[17]。进一步,矿井通风空调是一种特定的工业通风空调,具有特长的输配距离、特别的井工作业背景和特殊的空间环境控制目标。

地面工业通风空调与矿井通风空调有着共同点,那就是稀释和排除有毒有害物质,创造良好的气候环境^[18]。矿井通风空调是矿井安全生产的重要保障。一般来说,矿井井下存在爆炸性气体、有毒有害气体、生产过程中的产尘、高温、高湿及无氧区等有毒有害污染源。因此,矿井通风的基

本任务包括^[8,19]:(1)连续不断地供给井下足够的新鲜空气;(2)将井下有毒有害气体和粉尘冲淡到安全浓度以下,并排出矿井;(3)稀释、排除井下的热量和水蒸气,为井下创造适宜的气候条件。

虽然,地下通风空调与地面通风空调在工程目标上有相通之处,在所依托的专业基础上也相同;但是,如何在“矿井通风与空气调节”课外教学实践中沟通地面与地下,是我校专业特色建设与落实的现实需求,也是探索地方高校创新人才培养的实现途径。

3 科学研究助推课外科技竞赛的实施路径

3.1 总体路线

开展“矿井通风与空气调节”课外教学研究,糅合矿井通风空调、工业通风空调与地面通风空调,找准交叉知识点,探究指导建环本科生完成量化实验实测、老生带新生和螺旋发展大学生课外竞赛团队,重构建环本科生知识点体系,探索跨学科科研实验平台、科学研究项目与专业人才科学素养相融合的课程课外教学实践,提高本科生科学研究素养,培养青年拔尖专业人才,彰显建环专业特色。

3.2 三条具体实施与一个竞赛目标

3.2.1 依托科研平台,量化实验实测

从“矿井空气”到“矿井空气调节概论”,梳理章节内容,找准主要知识点,施教建环专业本科生;图1为范例之一,是流体机械及其运行工况点确定,共通于地下与地面通风空调。地面通风空调涉及的喷水室,一般是单喷顺流、单喷逆流或者对喷顺逆流的“空气-液滴水”热湿交换过程;应用空气液滴水热湿交换机理至矿井排风热湿能量提取的热质交换设备,一般可称之为矿井排风热湿能量提取装置。该装置是矿井主通风机扩散器为维护结构、排风液滴水热湿交换和水循环而形成接触式热湿交换设备。热湿过程的实现,关键是喷嘴前水压、排风风速、液滴粒径分布及其沿流程演变;为了实验阐明上述机制,在学科自建的矿井主通风机性能测试平台上,利用英国激光粒径测定系统,回溯流体力学、传热学、工程热力学、空气调节和通风工程,应用量纲分析与相似原理,开展自由喷淋水滴、受限空间喷淋水滴群、上喷逆流

喷水滴群和下喷顺流喷水滴群实测实验,主要测定不同距离喷嘴位置的统计粒径,获取粒径上限、下限和统计学平均粒径,表征粒径及其沿流程变化与额定水压、排风风速和位置之间量化关系。

上述实验实测,工程背景源于“矿井通风与空气调节”,综合运用了地面通风空调基础知识和学科自建综合科研实验平台,具有高精度和无干扰粒径测量的特征。

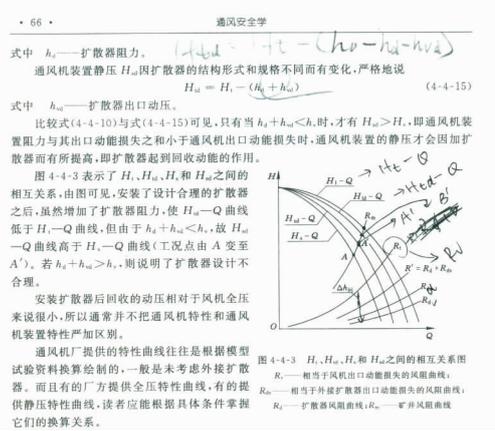
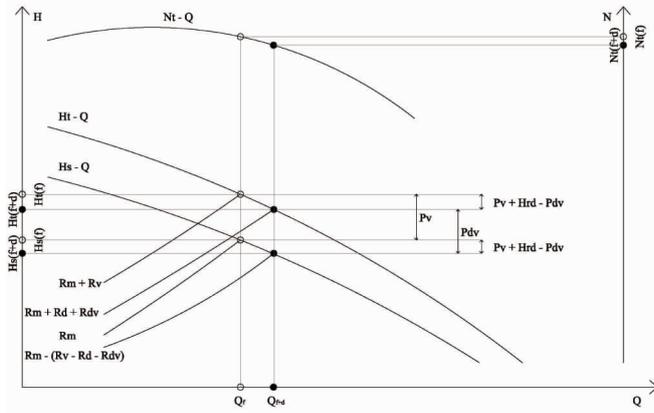


图1 授课者优化教案范例与科研示范(对比教材中“图4-4-3”)

3.2.2 合理遴选,老生带新生

经过班主任老师推荐,结合已建成的矿井主通风机性能测试平台,指导2011级本科生杨超同学等5人承担了校级大学生创新实验与研究学习计划,测定了变频矿用主通风机流量压力参数,并绘制出了多变频率下矿井主通风机性能曲线族;利用获得的曲线族,类比得到适用于超市等人员密度逐时变化显著场所的中央空调送风量控制方法,形成发明专利1项,授权并有偿转让给广东某环境控制公司;以矿井主通风机性能测试平台为基础,根据矿井排风热提取及利用存在的问题,指导2012级本科生云霄琦同学等4人,搭建了矿井排风热提取装置,并开展了定性实验,申报了全国大学生节能减排课外科技竞赛;图2为作品申报

前的实验实测及科学研究课堂汇报。在申报的作品中,对比下喷逆流式排风液滴热湿交换,并推导出了一维液滴运输公式,得到上喷顺流式具有节水、低耗和双行程热湿交换的特征。为此,逐渐形成了2013级以程江浩同学为主的团队、2014级以黄志鹏同学为主的团队、2015级建环以陈杰同学为主的团队、2015级安全工程以杨子文同学为主的团队、2016级建环以张稳同学为主的团队、2017级安全工程孙海涛同学团队、2017级安全工程王彤同学团队、2018级安全工程王梦旭同学团队、2018建环苏恒同学团队,逐步形成了合理的遴选机制,年级有核心,老生带新生,老生适时退出,建环与安全专业交叉,良性循环。



2014级团队实验实测(摄于2016-10-04)



2015级团队课堂汇报(摄于2019-01-03)

图2 本科生实验实测与科学研究汇报

3.2.3 多因素多水平测试,滚动螺旋推进实验

针对矿井排风热湿能量提取中的重要问题,2011级着重确立变频频率与主通风机风量风压之间的量化关系,形成曲线族;依托变频调节的矿井主通风机性能测试平台,2012级定性得出上喷顺流式属于矿井排风热提取装置中优选排风液滴热湿交换实现方式,2013级和2014级开展了自由空间上喷雾化、下喷雾化的液滴粒径定量测定;2014级与2015级主要开展了受限空间上喷顺流与下喷逆流阻力对比实验实测,并得到相同情况下,上喷顺流能减阻25%以上;2015级、2016级和2017级,主要开展不同供水压力、不同主通风机变频频率与沿程粒径演变实验,完成了四因素八水平的交叉实验,较为全面测定出了单喷嘴喷出液滴及其粒径的沿程变换,掌握了排风液滴两相运输过程和确定了供水水泵变频调节优化界限。围绕“矿井通风与空气调节”中的延伸出矿井排风热湿能量提取问题,从2013年至今,所指导的学生课外科研团队滚动发展,大学生课外科研实验得到了高效指导,推动了大学生课外科技竞赛。

3.2.4 地面地下结合,聚焦大学生节能减排课外科技竞赛

矿井排风热湿能量提取问题,涉及“矿井通风与空气调节”“空气调节”“通风工程”“热质交换原理与设备”“流体力学”“传热学”,专业基础知识与专业方向知识贯通融合,地面通风空调与地下通风空调高度关联。为了解决该问题,指导本课程开展课外科学研究实践;以此,相继获批大学生国家级双创项目1项次、省级创新实验项目1项次、校级SRIP重点项目1项次和校级大学生创新实验项目1项次;测定的实验数据及分析讨论结果,获得全国大学生节能减排课外科技竞赛三等奖1项次、校级大学生节能减排课外科技竞赛特等奖2项次、校级大学生节能减排课外科技竞赛三等奖1项次。

4 结语与讨论

充分利用学科科学研究设备,依托纵向科研课题,围绕大学生课外科技竞赛,凝练课程内容的关键科学问题,落实专业人才培养,凸显专业性,形成本文的脉络,具体的实施发轫于2013年指导大学生创新实验项目;之后,通过多年实践,团队新陈代谢,逐步明晰了科研研究与课程课外

教学的融合路径;最终,形成如下值得进一步探索之处:(1)从专业发轫、壮大和现状,凝练办学特色,找出了建环专业本课程教学的不足和问题,进一步如何解决专业特色匹配技术前沿需要的问题;(2)纵向梳理建环专业知识点体系,充分利用学科建成的大型实验平台,聚焦排风热湿能量提取及利用问题,着力开展影响热湿能量提取的量化实验,形成地面与地下通风空调交叉融合,进一步需要解决现有科学研究成果与大数据逻辑判定之间融化问题;(3)着力大学生节能减排课外科技竞赛,从三个方面落实,系统形成、付诸实施和初具实效了科学研究助推课外科技竞赛的“矿井通风与空气调节”课外教学实践,需要进一步解决课外科技竞赛如何反哺课堂教学的问题。

参考文献:

- [1] 高等学校土建学科教学指导委员会等.全国高等学校土建类专业本科教育培养目标和培养方案及主干课程教学基本要求:建筑环境与设备工程专业[M].北京:中国建筑工业出版社,2004.
- [2] 郝小礼,王海桥,刘荣华.建筑环境与设备工程专业地下空间特色的定位与思考[J].高等建筑教育,2010(5):40-44.
- [3] 郝小礼,王海桥,刘荣华.论高校特色专业建设过程中的专业特色定位原则与过程[J].当代教育理论与实践,2012(7):82-84.
- [4] 张国枢.通风安全学:第2版[M].徐州:中国矿业大学出版社,2011.
- [5] Hartman H L, Mutmansky J M, Ramani R V, et al. Mine ventilation and air conditioning[M]. 3rd Edition. Canada: John Wiley & Sons, Inc., 1997.
- [6] 程卫民.矿井通风与安全[M].北京:煤炭工业出版社,2009.
- [7] 周福宝,王德明,陈开岩.矿井通风与空气调节[M].徐州:中国矿业大学出版社,2009.
- [8] 王德明.矿井通风与安全[M].徐州:中国矿业大学出版社,2012.
- [9] 查有梁.教师要学会提炼核心经验[J].教育科学研究,2015(4):5-12.
- [10] 朱令起,郭立稳.大学生综合素质培养在矿井通风课程中的实践[J].河北联合大学学报(社会科学版),2012(4):60-62.
- [11] 魏连江,王德明,陈开岩.《矿井通风与安全》课程设计教学模式研究与改革[J].中国安全生产科学技术,2011(7):163-167.

- [12] 魏连江.《矿井通风与安全》课程设计的教学改革与实践[J].陕西教育(高教版),2009(10):63-70.
- [13] 张雷林,石必明,穆朝民.《通风安全学》课程教学实践与改革[J].安全,2015(8):73-75.
- [14] 陈文胜,张迎新,王洪梁.“矿井通风”课程教学改革与实践[J].黑龙江教育(高教研究与评估),2015(11):24-25.
- [15] 教育部.关于深化教学改革,培养适应21世纪需要的质量人才的意见,教高[1998]2号[R].1998.
- [16] 陆耀庆.实用供热空调设计手册:第2版[M].北京:中国建筑工业出版社,2008.
- [17] 李先庭,蔡浩.我国通风领域面临的挑战[J].暖通空调,2008(2):31-36.
- [18] 王海桥,陈世强,郝小礼.工业通风空调与矿井通风空调的差异:全国暖通空调制冷2010年学术年会[C].中国杭州,2010.
- [19] 吴超.矿井通风与空气调节[M].长沙:中南大学出版社,2008.

Scientific Research Helps to Boost Science and Technology Competition:

Taking the Extracurricular Teaching of Mine Ventilation and Air Conditioning as an Example

CHEN Shiqiang^{a,b}, HAO Xiaoli^b, LI Yiqun^c

(a. Work Safety Key Lab on Prevention and Control of Gas and Roof Disasters for Southern Coal Mines, b. School of Civil Engineering; c. School of Resource, Environment and Safety Engineering, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China)

Abstract: “Mine Ventilation and Air Conditioning” is a special direction course of the specialty of architecture environment and energy application engineering in our university, characterized by the combination of underground and ground ventilation and air conditioning. Relying on the knowledge system of undergraduates and drawing on the insights of mining engineering and safety engineering teaching reform, the paper proposes the cultivation mechanism of undergraduates extracurricular competition team based on quantifying training experiments, the senior students assisting the junior students and rolling spiral promoting models, to re-establish the undergraduate students knowledge system. The paper also explores the extracurricular teaching practice that integrates cross-specialty scientific research experimental platform, scientific and technological research and the improvement of scientific literacy. The consecutive five years of teaching reform shows that many outstanding undergraduate students have been trained, and the integration of teaching and research, teaching and learning, and training of new engineering talents have been practiced.

Key words: mine ventilation and air conditioning; architecture environment and energy application engineering; professional features; scientific research; science and technology competition

(责任校对 钟丽)