

“实验-实训-实战”渐进式全过程实践和创新教学体系的构建 ——以采矿工程专业为例

李新旺,凌向阳,孙利辉,程立朝

(河北工程大学 矿业与测绘工程学院,河北 邯郸 056038)

[摘要] 实践创新体系构建是实现人才培养目标的重要途径。通过分析目前采矿工程专业实践教学现状和存在问题,构建了“实验-实训-实战”渐进式全过程实践创新教学体系,明确了实践教学改革思路与原则,厘清了实践能力和创新能力教学内容,设计了实验、实训和实战三个培养阶段,实施了学科竞赛、创新项目、毕业设计等教学模块。教学体系实行后,学生的实践能力和创新能力明显提高,创新性成果大量涌现,有力的支撑了培养目标的达成。

[关键词]: 实践创新教学体系;采矿工程;实验-实训-实战;渐进式

doi:10.3969/j.issn.1673-9477.2022.02.016

[中图分类号] G642

[文献标识码] A

[文章编号] 1673-9477(2022)02-0110-06

我国煤炭行业发展进入了新时代,“四个革命、一个合作”的能源安全新战略、“碳达峰碳中和”的减排目标,为煤炭行业转型升级和绿色清洁发展带来更高要求。煤炭开采必须要直面问题和挑战,探索煤炭资源的安全、高效、绿色、智能开采和清洁利用技术,做好能源供给的兜底保障和压舱石作用^[1]。

采矿工程作为传统工科专业,既要应对煤炭行业高质量发展给人才培养带来的巨大挑战,要积极变革,按照新工科建设和工程教育认证要求,实现传统工科与现代技术的有机结合,传统理念与现代理念的融合与交流,以“解决复杂工程问题”为导向回归工程实践,凸显工程性与创新性的工程教育体系,满足新时代背景下高等工程人才培养需求;又要应对能源革命,人才培养服务于当前处于百年未有之大变局下的能源革命和产业变革^[2]。同时,更要落实立德树人的根本任务。

采矿工程专业中的实践教学是学生感知理论联系实际的重要环节,是提高学生实践能力和创新能力的重要途径,在工科专业技术人才培养过程中占据重要地位。煤炭行业的发展新形势以及立德树人教育目标对实践创新教学体系的构建和持续改进提出了新要求,为了增强采矿工程专业人才培养对行业企业需求的适应性,本文以河北工程大学采矿工程专业实践教学体系构建与实施为例,构建“实验-实

训-实习”渐进式全过程的实践创新教学体系,打造校内-校外实践教学平台,实现多层次、多模块融合的“实践锻炼不断线”的全过程实践教学,以期提高教学质量,培养合格的适应社会和行业需求的应用型创新人才。

一、实践教学现状与存在问题

国内矿业类高校的教育工作者对采矿工程本科实践教学进行了诸多探索和研究,取得了较丰硕的成果,为采矿工程专业进一步深化实践教学体系改革奠定了坚实的基础,提供了很好的改革思路。通过文献综述并结合日常教学实践和问卷调查,目前采矿专业实践教学体系普遍存在如下四个方面问题。

(一) 实践教学体系不符合创新型人才的培养要求

创新能力是现阶段社会对人才的基本要求之一,较强的创新能力能提高学生的适应能力,对个人的发展至关重要。创新能力的培养与良好的专业基础、实验技能和实践能力密不可分。实践教学是提升学生实践能力和创新能力的有效途径,是提高工程技术人才培养质量的重要环节。国内矿业类高校在培养方案修订时普遍增加了实践教学的学时,丰富了实践教学的内容和方式,意识到了实践教学的重要作用。但大部分高校在培养方案制定时对实践教学的内涵和外延理解不到位,

[投稿日期] 2022-03-26

[基金项目] 河北省高等教育教学改革研究与实践项目(编号:2019GJJG253)

[作者简介] 李新旺(1979-),男,河北邢台人,博士,教授,研究方向:绿色开采、充填开采。

将实践教学环节狭义的理解为实验、实习和设计等传统环节,没有将学科竞赛、科技创新等创新创业环节统筹纳入实践创新教学体系,将实践能力和创新能力培养人为地进行了孤立,造成在顶层设计上先天不足,难以体现最新的实践教学指导思想和教学理念。

(二) 实践教学内容与形式不适应复合型人才的培养要求

随着生态文明建设理念的提出和新发展理念的贯彻落实,绿色发展、创新发展等五大发展理念日益深入人心。采矿业由简单的获取煤炭资源的工程活动已向经济社会发展的一环进行全面审视,要向安全、高效、绿色的科学采矿活动转变^[3]。采矿活动本身也已由传统的粗放式的重体力劳动,向机械化、自动化和智能化转变。但作为培养采矿工程师的高校采矿工程专业在实践教学内容设置上仍然以煤炭、钢铁、有色等办学行业背景为主,仅开设矿压、开采方法、通风等专业核心课程实验,未能构建宽口径、重工程的教学内容体系;在教学形式上相对单一,校内实验占比较大,且以演示性为主,校外实习受安全因素影响,以参观为主,难以实际操作。采矿专业应顺应行业发展,全面深化改革教学体系,特别是实践教学,必须实现由单科性向多科性和综合化的转型,培养的采矿工程专业人才要适应行业高质量发展的需要;实践教学手段也必须借助信息时代的多媒体、网络等技术,由讲授式、演示式向形式更加丰富、手段更加先进的方向发展。

(三) 实践创新平台未能有效整合资源统筹建设

实验、实训、实习等实践教学平台是保障实践教学水平的载体。传统的平台建设只注重基础实验室、专业实验室建设,多以演示、验证实验为主,导致学生缺乏感性认识;创新创业实验室、重点实验室等科研平台,难以做到真正对本科教学开放共享,在引导学生自主实验和开展创新创业教育方面难以充分发挥作用。煤炭行业是高危行业,存在瓦斯、顶板等五大灾害,种种原因使得煤炭企业不愿意接受学生实习,学生到企业实习次数少、时间短,认知很难达到预期效果。如我校采矿专业拥有综合实验中心和采煤实训基地等教学实验室和河北省煤炭矿井建设技术创新中心等省市级科研平台,同时还与冀中能源集团等大型煤炭企业共建有省级大学生实践教学基地和省级示范性专业学位研究生实践教学基地等校外实践平台,但在资源建设上存在

教学实验平台和科研平台未能统一规划、统一建设,校内实践资源和校外实践资源难以统筹建设等问题,未能充分发挥校内高层次科研教学平台与校外实习实践基地等实践创新平台的育人优势,未有效整合到教学工作并统筹建设。实践创新平台未能有效整合资源统筹建设会造成学生实际动手能力差、现场适应能力差,导致企业招收不到快速进入工程师角色的创新型合格人才。

(四) 实践教学的管理体制不符合新的发展形势

随着实践教学内涵的延伸,实践教学的内容由传统的实验、实习向学科竞赛和创新能力培养拓展,传统的实践教学由教务部门单一管理的体制难以适应新的发展形势要求,不同高校结合自身实际和历史背景在管理体制上都进行了诸多探索,但出现管理体制不明确、多头管理的局面。传统的实验、实习教学都由教务部门管理,但学科竞赛、科技创新的管理部门就不尽一致,既有由教学处、团委或学工等单一部门管理的,也有根据项目牵头组织单位不同,共同承担管理的。如我校的学科竞赛就由教务处管理,科技创新由团委和创新创业部门牵头,但所有创新活动都离不开学工部门的积极组织,同时,所有实践教学活动都要由教学系和老师来具体承担和完成。如何加强顶层设计,厘清各方职责,制定科学的评价考核指标体系,调动指导教师、学生的积极性成为新的问题。

二、实践教学体系构建

新时代背景下采矿工程专业渐进式全过程实践创新教学体系构建的总体思路是:全面贯彻立德树人培养目标,按照新工科建设和工程教育认证的要求,注重学生“大工程”观的培育,分析煤炭绿色、智能开采对采矿专业人才综合能力的要求,梳理实践能力、创新能力培养各关键教学环节,遵循认知规律重组教学模块和实践层次,构建科学合理的实践创新教学体系,保障实践锻炼不断线,以适应工程教育及煤炭高质量发展对人才的需求。

具体构建原则是:以煤炭安全高效、绿色智能开采转型升级和高质量发展对实践教学内容需求为教学目标,以实践能力和创新能力培养为主线,遵循“实验(基本技能)-实训(工程能力)-实战(创新能力)”的三层次实践教学认知规律,构建实验、实习、实训、学科竞赛、创新项目等多模块的“一二三N”渐进式全过程实践创新教学体系,见图1^[4]。

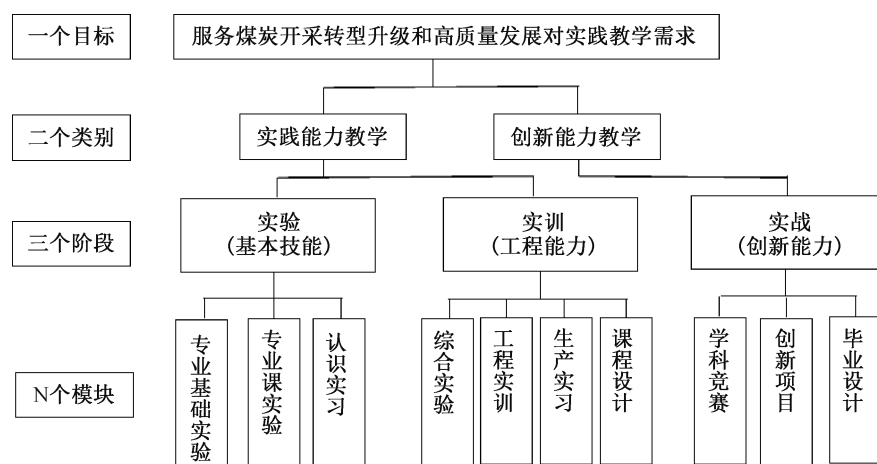


图1 实践创新教学体系图

(一) 培养目标的改革

长期服务煤炭行业的地方高校,既面临高等教育发展改革和行业转型升级带来的共性问题,又要着力为所在地方经济和行业发展服务,要面向未来探索多样化和特色化的实践教学模式,培养具有跨界整合能力和实践创新能力的工程科技人才。针对煤炭行业跨越式发展和变革的新需求与高校人才培养滞后的矛盾,学院应重构高校与行业产学研协同育人的工程实践和创新平台,培养实践能力突出、创新能力强、工程特色鲜明的应用型技术人才^[5]。

(二) 实践创新教学划分

为达到实践教学培养目标,将实践教学的内涵拓展为实践能力和创新能力教学两大类,既便于培养目标的达成,又便于与现有教学活动和管理体制进行衔接。实践能力教学主要包括实验、实习、毕业设计等环节,创新能力教学一般涵盖学科竞赛、创新项目、科技创新比赛和创业竞赛。二者既有区别又在能力培养上有交叉,并不存在特别清晰的界限,如毕业设计,既是对四年所学理论和专业知识的综合训练,又能锻炼创新能力。

(三) 渐进式实践创新教学

“渐进式”是指依据“由现象到本质、由浅入深、巩固推进、全面掌握”的原则,逐层递进地设计了实验、实训和实战三个阶段。三个阶段对应培养学生的基本能力、工程能力和创新能力,由易到难,由简单到复杂,遵循认知规律,逐渐由知识储备、技能训练到综合运用,进而达到创新意识和能力培养。三个阶段既相互独立又相互渗透,注重学生的基本技能、综合技能和创新意识的系统培养^[6]。

1. 实验

目前的实验教学普遍存在实验课内容设置和理论课割裂、验证性实验比重偏大等弊端,未能有效的整合理论教学和实验教学的合力,进而实现设计性和创新性教学内容的有效落实。本体系构建时统筹了专业基础实验室与专业课实验室、任课教师和实验教师间的建设、协调和管理,以学生为中心,着眼于培养学生的基本实验技能和综合实践能力。统筹安排岩石力学实验、矿山测量实验与实习、矿山机械课程设计、地质实验与实习、开采方法实验、通风实验、相似材料实验、课程设计等内容。

2. 实训

实训主要是对课程所学知识的综合运用和工程能力的培养。主要包括认识实习、教学实习、课程设计和工程训练。特别是在工程训练环节,学校建设虚拟仿真实验室和校内实训基地,丰富了教学手段,克服了现场实习时间短、难以实际操作、效果差的弊端,有效打通理论教学和现场实习间的鸿沟。教师通过设计不同的实训项目,有效规避了井下的危险环境,学生在实际动手中加深了对理论知识的理解,深化了对工程现场的感性认识,提高了实践动手能力。同时,学校与大中型煤炭企业签署校外实践教学协议,共建了省级大学生实践教学基地^[7]。

3. 实战

实战主要是指以学科竞赛、科技竞赛和创新项目、毕业论文为抓手开展的创新创业活动,鼓励学生在老师的指导下开展依托专业的自主创新锻炼,培养创新能力。专业建设了众创空间、创新实训室,开放了专业实验室和省市级科研平台,建立和完善了面向学生全天候开放的管理模式,鼓励学生参加全国高等学校采矿工程专业学生实践作品大赛,支持

学生参与指导老师的科研项目,由指导教师或研究生引导学生在充填材料研发、绿色开采方法、矿压监测仪器研发等方向自主发现问题、分析问题和解决问题,锻炼动手实践能力,通过反复的实战训练,进而逐步固化为创新意识和创新能力,实现创新人才培养目标。

(四) N 个模块

N 个模块是指把实践和创新教学活动分为实验、实习、科技创新和毕业论文(设计)等模块。实践教学和创新教学各模块学分占比见表1。不同模块和课程与整个课程体系形成有机整体,在每年培养方案小修订时可以根据发展需要进行局部修改和完善,也可以增设或调整相应的内容。从大一开始到大四,每年都组织学生严格按照培养计划中既定的实践环节进行,并严格开展考评,有效保证实践教学目标的达成。

表1 实践创新教学环节所占的结构比例

教学环节	课程类别	学分	学分比例
实践教学	课程实验	6.5	3.39%
	课程设计	5	2.60%
	课程实习	13	6.77%
	毕业实习	4	2.10%
	毕业设计(论文)	12	6.25%
创新教学	创新项目	16.5	8.59%
	第二课堂		
总计	总计至少 57 学分,至少占总学分 29.69%		

三、实践和创新教学体系的实施和成效

(一) 实验

实验教学是理论与实践相结合最直接、最方便、最有效的途径之一,是实践教学最基础、最常见的方式。为此,本专业设置了相关的实验教学课程。实验课程开设目的是巩固知识、验证理论、培养基本实验技能、动手能力和知识应用能力。我校采矿工程专业建设有采矿工程综合实验中心,下属包括开采方法模型室、岩石加工与测试实验室、矿山压力实验室、矿山安全实验室、矿井建设实验室、采矿安全虚拟仿真实验室等7个实验室,此外,专业基础课程中的机械类课程、电工电子类课程和地质类课程实验在相关学院的实验室完成。开设的实验分为独立实验课程和课程内实验,合计106学时,折合6.5学分。采矿工程专业制定了完善的实验室管理制度和实验课成绩考评制度,按规定配备了实验人员,并制定了实验员和任课教师的沟通和共同备课制度,减

少了演示性实验,扩大了综合性、设计性和创新性实验的比例,学生满意度和实验开出率100%,让学生从旁观者转变为参与者,培养学生的实验操作能力和科学探索兴趣。

(二) 实训

1. 校内实训基地

采矿实训基地始建于2007年9月,得到了中央和地方共建资金的支持,开滦集团和峰峰集团也无偿捐赠了采煤机、液压支架等大型煤矿开采设备,设备原值1000余万元。在新校区搬迁项目资金支持下,实训基地对原有功能进行重新布局和升级改造,真正打造成集模型展示、虚拟仿真、实物实操为一体的地面模拟现代化煤矿。实训基地内安装有综采液压支架、综采轻型放顶煤支架、单体液压支柱、大型采煤机、刮板输送机和综合掘进机,真实呈现了不同采煤工艺的工作面、综掘工作面和工作面平巷,再现了高档普采、综采和综放工艺。平巷采用三段不同的巷道断面,模拟了锚网、U钢和梯形棚三种支护方式,并配套移动变电站和液压泵站。同时,建有“露天煤矿”、“地下煤矿”“垮落法顶板管理”等8组浮雕和“矸石固体充填开采”、“膏体充填开采”和“沿充留巷”3组模型。设备合计105台套,是国内同类高校中规模最大,配套齐全的矿业工程实训基地。主要服务于矿井建设和采矿工程专业本科和研究生的教学科研任务,承担采矿学、矿山压力及其控制、矿山固定机械、液压传动等课程中的采煤认识、工艺、机械、液压、电气等实验,实现“教”与“学”的互动,“教、学、做”一体化;同时也为承担采煤工艺技术研究提供直观的地面试验环境。

实训基地内建有矿山虚拟仿真实验室,配备有采矿3D交互、矿井三维虚拟仿真、采掘安全三维仿真等实验教学系统,能够分别开展虚拟漫游、矿井开拓、开采工艺与方法和矿山安全等方面的虚拟教学和44项安全事故案例的再现展示。另外,配备了掘进操作实验机和采煤操作试验机各1台,能够满足学生的上机操作使用^[8]。

2. 校外实践基地

采矿工程专业重视同煤炭企事业单位的交流,联合共建校外实习基地10余家,主要分布在峰峰集团、开滦集团和邯矿集团,为本专业学生现场实习创造了便利条件,其中,“河北工程大学-邯矿集团陶一煤矿工程实践教育中心”为省级大学生实践基地,与冀中能源集团联合建立省级专业学位研究生实践基地,2019年11月通过验收并获评省级示范性专业学

位研究生实践基地。学院依托与相关单位的科研合作,定期选派优秀本科生赴合作单位进行实践,共计选派800余人次。鼓励教师到企业生产一线进行锻炼,开办了青年教师培养学校,利用假期深入企业矿山第一线进行锻炼,制定了青年教师托举计划,鼓励教师主持或参与工程项目,提高工程实践和创新教学水平。邀请企业专家参与培养方案修订、举办学术报告,承担毕业设计指导等教学任务。

由于近两年校外实习困难,采矿专业加强顶层设计和全方位联动、充分发挥网络优势多渠道构建共享资源,努力探索云实践的共享模式。学院认真分析现有不同专业、同一专业不同层次实习的基础上找到共同点,打通了专业间、年级间、实习类型间的界限,分类统筹安排线上实习和讲座,最大限度扩大受益学生数量;打破时空和地域限制,邀请国内不同区域、不同工艺特点的相关企业专家进行线上现场讲座,使学生在校园就可以了解全国各地实习企业的概况,最大限度扩大学生的视野;打破虚拟和实体实践资源的界限,构建集传统电教资料、网络视频、三维软件等电子虚拟媒介,与校内采矿工程训练中心、虚拟仿真实验室、第二课堂实训室等实体媒介相结合的多渠道、多形式实践资源,最大限度发挥资源的利用率。截止目前,本专业已连续开展线上云实践3年,邀请15位企事业单位的总工程师、区队长和技术员举办线上专场讲座、技术作业直播、在线设计指导等系列云共享活动,每年受益学生300余人,取得良好成效。

(三) 实战

1. 学科竞赛

学科竞赛是培养学生运用所学知识、解决实际问题的有效途径,能帮助学生掌握基本的创新方法,追求创新的态度与团队意识,提升学生的科研意识和创新精神。本专业积极探索实施本科生导师制和班主任制,引导本科生尽早参与到学科竞赛中,每年举办校级的采矿专业实践作品大赛,鼓励学生参与国内各类大赛,选择具有丰富实践经验的教师进行指导。近三年来,我院共获得全国采矿工程专业实践作品大赛、全国安全科学与工程大学生实践与创新作品大赛等专业领域顶级赛事一等奖5项、二等奖5项、三等奖16项,获河北省大学生数学竞赛一等奖1项。学校制定政策鼓励学生参与大赛,根据大赛类别和获奖等级折算学分和绩点,计入奖学金和保研的考评。

2. 创新项目

采矿专业建设了创新实训室,开辟独立空间,配

备有各种日常工具50余台套。学院建有众创空间,吸纳有创新或创业意愿的项目入驻。专业拥有的河北省煤炭矿井建设工程技术中心、煤炭行业充填采煤工程研究中心等省部级平台8个全部对学生开放。实行本科生导师制,引导学生参加创新创业。实践课程体系中开设第二课堂,固定安排课表和教师,开展与第一课堂相关的侧重于实践和创新能力培养的教学活动,紧紧跟踪采矿科学与技术的发展进行第二课堂项目的设置,选聘有现场工作经验或科研项目经历的双师型教师围绕科研能力训练、实践技能训练、社会实践、学科竞赛、各类专题讲座等形式开展项目,培养学生实践动手能力和创新精神。目前开设有矿山虚拟仿真训练、矿山爆破讲座、煤矿安全监察与管理讲座、矿山建模实训、矿图设计竞赛等课程与训练项目,制定了第二课堂教学环节的主要质量要求、监控措施及责任人,从创新训练的态度、知识学习情况、综合能力培养及综合素质培育等四个方面来评定学生的综合成绩。

近三年在本科生导师制和第二课堂政策推动下,有100余人次参与教师各类项目40多项,获得国家级大学生创新创业训练计划项目1项、省级1项、校级6项,入驻大学生创业园项目2项。

3. 毕业设计

毕业实习与毕业设计(论文)是对四年所学知识的综合训练。本专业的毕设目标使学生通过综合知识的整体运用及实践能力的强化更好地提升和完善自我,使学生具有处理复杂工程问题的能力。毕业设计(论文)选题全部为工程设计类,均为井工矿设计,一人一题,以真实矿井条件为基础进行模拟设计。指导教师均为高级职称或具有工程背景的老师,要求从选题、数据收集与处理到论文答辩都邀请行业专家参与全过程。毕业设计实行网络化管理,从选题、任务书下达、开题报告审定、中期检查、初稿审核、定稿审核、论文查重、论文答辩、成绩评定等全过程管理和预警。

四、结论与展望

为增强人才培养对行业企业发展的适应性,本文以河北工程大学采矿工程专业实践教学体系构建与实践为例,构建了“实验-实训-实战”渐进式全过程的实践创新教学体系,该体系实践后提高了学生的实践动手能力和创新能力。但该体系将传统的实践教学和日益受重视的创新教学进行有机整合,对于实践创新教学的管理模式、教师的知识广度和实践能力、评价过程和结果的运用以及师生参与积极

性都提出了更高的要求。在以后的实践中,对于如何更好的划分实践模块、做好实践阶段的衔接要进行更深入的思考 and 设计,使得模块、阶段间既做到界限清晰、便于考核,又能做到有机融合、形成合力,实现“实践锻炼不断线”的全过程实践教学,为培养合格的适应社会和行业需求的应用型创新创业人才奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 朱妍. 煤炭:筑牢兜底保障防线,加快绿色低碳发展[N]. 中国能源报,2022-1-3(008).
- [2] 章小峰,杨胤. 工程教育专业认证与“新工科”建设背景下的特色专业发展[J]. 中国冶金教育,2019(4):77-82.
- [3] 王平,朱永建. 新形势下采矿工程专业实践教学体系变革探讨——以工程能力和创新能力培养为核心[J]. 当代教育理论与实践,2019,11(1):55-60.
- [4] 尹宁伟. 中国一流大学实践教学体系建构的新趋势——基于《“985 工程”大学 2010 年度本科教学质量报告》的文本分析[J]. 中国大学教学,2012(5):82-88.
- [5] 戴亚虹,李宏,邬杨波,等. 新工科背景下“学践研创”四位一体实践教学体系改革[J]. 实验技术与管理,2017,34(12):189-195.
- [6] 刘晨光,杨秀霞,董树刚,等. 分层递进式海洋生命科学创新人才培养实践教学体系的构建与实践[J]. 高校生物学教学研究,2020,10(1):61-65.
- [7] 崔景昆,李新旺. 建设采矿实训基地 缓解学生实习困难[J]. 河北联合大学学报(社会科学版),2012,12(4):160-163.
- [8] 洛锋,侯玮,崔景昆. 新常态下采矿工程专业三位一体创新教学实践探讨[J]. 河北工程大学学报(社会科学版),2016,33(3):110-113.

[责任编辑 李瑞萍]

The Construction of an Experiment-training-application Teaching System with Progressive and Whole-process Practice and Innovation: A Case Study of Mining Engineering Specialty

LI Xinwang, LING Xiangyang, SUN Lihui, CHENG Lichao

(School of Mining and Geomatics Engineering, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China)

Abstract: The construction of practical innovation system is an important support to achieve the goal of talent cultivation. By analyzing the current situation and existing problems of practical teaching, this paper constructs an experiment-training-application teaching system with progressive and whole-process practice and innovation, so that the reform ideas, principles and teaching objectives are defined; the teaching content of practical and innovative ability is clarified. Besides, this paper designs the three cultivating stages, namely, experiment, training, and application, respectively. In addition, teaching modules, such as discipline competitions, innovation projects, graduation design, ect., are implemented in this study. After the implementation of this teaching system, students' abilities in practice and innovation have been significantly improved, and a large number of innovative achievements have emerged, which strongly supports the achievement of teaching objectives.

Key Words: practice-and-innovation teaching system; mining engineering; experiment-training-application; progressive way