

# 油气储运工程专业《LNG技术》实验教学研究

李兆慈 闫凤元

(中国石油大学(北京) 机械与储运工程学院 北京 102200)

**摘要** 结合油气储运工程本科生培养计划课程体系,分析了《LNG技术》实验教学的重要性,通过问卷调查等方法分析了根据目前开设实验内容的教学效果及存在的问题,提出了《LNG技术》实验教学改进建议。

**关键词** 油气储运 LNG技术 实验 教改

中图分类号:G642.0

文献标志码:A

文章编号:1674-9324(2012)04-0191-02

国内LNG(液化天然气)产业发展势头强劲,LNG已经成为天然气储存、运输和国际贸易的重要方式。中国海洋石油、中石油和中石化在珠江三角洲、长江三角洲、环渤海地区和福建等地已建成和在建10余座LNG接收站,国内已建成20多座小型天然气液化工厂,一批与之配套的LNG利用工程也相继投入运行,我国LNG产业已步入规模化快速发展阶段。相对于LNG产业的蓬勃发展,国内LNG技术方面的人才培养却有些滞后,尤其今后几年对各层次LNG技术人才将有较大需求。目前国内仅有少数几所高校培养LNG方向的人才,研究生阶段一般以制冷与低温工程、油气储运工程等专业为研究方向。本科生一般是在油气储运工程、化学工程与工艺等专业增设LNG相关的课程。LNG技术人才培养的规模、层次、规格等都难以满足产业发展的需要。中国石油大学(北京)从2005年起在油气储运工程专业本科培养计划中开始增设《LNG技术》课程,是当时国内唯一将《LNG技术》课程列入本科生培养计划的高校,没有成熟的经验可以借鉴,因此从教学大纲制订、教材选用、实验课设计等都需要逐步探索与完善。

## 一、实验教学的必要性

《LNG技术》较全面地介绍LNG工业链的组成、天然气的液化工艺原理及流程、低温绝热技术、LNG的储存与运输、LNG的再汽化与冷量利用、LNG安全技术。通过本课程的学习,要求学生了解天然气的液化流程及相关设备,液化天然气的储存、运输技术与设备的设计与选型,液化天然气汽化利用及安全技术,掌握液化天然气工业链各环节的基本工艺与设备,为从事液化天然气生产、储运及利用奠定基础。该课程内容涉及传热学、工程热力学、低温工程、机械设计、材料工程等多门学科。LNG是一种低温液体(0.1MPa下沸点温度约为 $-160^{\circ}\text{C}$ ),其特性和储运要求与原油、成品油和天然气有很大的不同。在教学实践中,发现在油气储运工程专业开设《LNG技术》课程存在一些问题,如《LNG技术》课程的理论基础涉及到低温工程学科,这是与其他石油类专业课程最大的不同之处,学生理解起来有一定的难度。为使学生更好理解和掌握该课程,在该课程的教学设计中设置了实验教学环节。

## 二、实验教学设计

由于当时是最早开设《LNG技术》课程的高校,因此实验课程的设计没有可借鉴的先例,并且由于以前

没有LNG方面的实验教学基础,实验设施需要新建。在综合分析油气储运专业课程体系、《LNG技术》课程的要求和实验室教学条件后,设置了4学时3个实验,分别为低温液体温度测量实验、LNG储存容器操作实验和LNG接收终端仿真实验。

1. 低温液体温度测量实验。LNG储存温度约为 $-160^{\circ}\text{C}$ ,属于低温液体。对于刚刚接触低温液体概念的学生, $-160^{\circ}\text{C}$ 是一个非常抽象的概念。为加深学生对低温液体的低温特性和低温区域温度测量技术的了解,设计了低温液体温度测量实验。本实验的目的,是让学生建立低温液体概念的感性认识、了解低温液体的特性和低温区温度测量方法以及低温液体安全操作规范。LNG是一种易燃易爆的液化气体,为保证实验过程的安全性,本实验中采用的实验介质为液氮( $\text{LN}_2$ )。液氮具有低温液体的基本共性,0.1MPa下沸点温度约为 $-196^{\circ}\text{C}$ ,而且安全性较高,是低温实验最常用的介质。

2. LNG储存容器操作实验。为维持LNG储存的低温环境,LNG储存设备一般采取双层容器结构,即内容器(内罐)储存低温液体,外容器(外罐)包容绝热材料,形成良好的绝热效果。LNG储存容器操作实验的目的是使学生了解LNG储存容器的基本结构和阀门与仪表流程、掌握小型LNG容器的压力调整、充液与排液操作、了解LNG容器安全操作规范。

3. LNG接收终端仿真实验。LNG接收终端是目前国内建设的大型LNG工程,其功能是接收LNG船从国外天然气液化工厂运来的LNG,然后储存、再汽化后输送至下游用户。LNG接收终端是《LNG技术》课程的重点内容之一,为加强对LNG接收终端工艺流程及设备、LNG接收终端卸船、排液、蒸发气处理及汽化等各个环节操作要点的了解,设计了本实验。LNG接收终端仿真实验系统是以典型的岸上LNG接收终端为背景开发的离线仿真教学实验系统。该系统由计算机群组成星型拓扑结构的网络系统,包括LNG接收终端流程板、控制计算机、操作台与学生操作计算机组成,结合离线模拟软件,构成了与真实系统相同的虚拟生产现场。

## 三、实验教学效果及存在的问题

为了解实验课教学效果,通过调查问卷的形式对2006级油气储运工程专业选修本课程的本科生进行了调查。调查问卷内容包括实验课程开设的必要性、实验对课程理论部分学习的作用、实验内容的难易度和实

# 设备资源整合与实验室开放管理

张永明<sup>1</sup>, 徐树英<sup>2</sup>, 孙中亮<sup>1</sup>

(1.海南大学 化工综合实验室 海南 海口 570228;

2.海南大学 海南省石油化工产品检测技术重点实验室 海南 海口 570228)

**摘要** 培养学风好能力强的人才才是高校永恒的主题,实现教学和科研资源共享、提高设备利用率是提高教育投入效益的重要途径。本文总结了我校化工开放实验室管理问题及其解决方法,本着教学和科研互相促进、互利互惠的原则,将教学实验仪器设备和科研仪器设备进行适当的整合,适应我校化工开放实验室的需求。运行效果表明,实验室开放为实现仪器设备在教学、科研中的共享提供了一个很好的平台,这一平台对学生实验技能提高、学风转变、精神面貌等方面带来明显的益处,也对教师的教学和科研工作有所裨益,实现教学相长。

**关键词** 实验室开放;设备资源;实验管理

中图分类号:G642.0

文献标志码:A

文章编号:1674-9324(2012)04-0192-03

在高等教育中,开放实验教学是全面实现人才培养目标的一个重要环节,它具有直观性、实践性和探索性的特点,同时具有传授知识、开发智力、训练技能、培养组织能力、创造能力以及思想品德教育的作用,是提高学生实践能力、科学素质的重要手段。实验室的开放既是提高仪器设备利用率的有效措施,也是实验教学改革的重要过程。自1990年代以来国家对高校教学和科研投入都有较大幅度的提升,但因招生人数也迅速增加,所以增加的教学经费平均到每个学生来看,教学资源仍然显得非常有限。相比之下,高校科研经费的增加则较大幅度地提升了科研设备数量、质量和类型。高校一直在鼓励教学、科研设备的共享,以达到教学与科研相互促进的目的,而实现这一目标的一个重要途径是设备资源整合和实验室开放。本文介绍我校化工综合实验室近年来在加强实验室管理、整合实验室资源、推进实验室开放方面的工作成效及其改进设想。

## 一、我校化工开放实验室管理问题及其解决方法

### 1.选题与指导教师问题及其解决方法。开放实验选

验设施的完善性等方面。通过对调查问卷结果的分析,发现普遍认为实验对课程的理解具有很强的辅助作用,增加了感性认识,学生对实验的兴趣很浓厚。同时,调查问卷反映目前的实验综合性较差,如实验内容以演示为主,要求学生操作的过程较简单,对学生的综合分析能力和创新能力锻炼不够等。

## 四、实验教学改进建议

1.完善课程体系建设。《LNG技术》是一门综合性较强的专业课,在学习该课程之前需要学生具备一定的工程热力学与传热学、低温工程、化工分离基础、油气矿场集输的知识,因此应根据现有的油气储运工程专业本科生的培养计划课程体系,设置必要的先修课程。如不宜增设的一些先修课程,应考虑将必要先修课程的基础知识融入《LNG技术》课程的讲授中。同时将《LNG技术》纳入天然气储运课程群的建设中,协调与《输气管道设计与管理》、《城市燃气输配》和《油气集输》等课程中关于LNG部分内容的衔接与分工。

2.完善实验设施的建设。LNG技术课程现开设的3

题是学生自主选题和教师选题两种方式。存在的问题是,在学生选题中,由于学生知识面较窄、对实验设备仪器的种类了解不全面、实验费用估计不准等原因,容易出现学生选择的课题,难以找到指导老师;另一方面,老师拥有科研课题和经费,但课题贴近基础理论研究,而学生期望所研究的课题贴近应用性研究,以适应目前全国范围举办各类竞赛活动,如节能减排大赛、创业设计大赛、挑战杯大赛等,同时学生期望通过开放实验为就业提供锻炼机会。为解决这一问题,我们在每学年的第二学期,同时向本专业教师和二年级以上学生征集开放实验课题,将征集到的所有课题整理后划分成基础研究和应用研究两类,再返回给所有老师和学生,进行双向选择。从试行结果看,准备考研的学生多数选择基础研究类课题,准备毕业后就业的学生大多选择应用类课题。这样,基本满足了多数学生的兴趣方向,同时老师也能得到比较满意的学生。

2.开放实验室经费来源问题及其解决方法。因为开放实验没有专项经费,我们主要采取了两种方式来解决

个实验均为根据课程教学内容自主设计的,无先例可循,实验装置为自主设计制造,存在许多需要进一步完善之处。如LNG接收终端仿真实验中,接收终端流程经过简化后与实际工程有一定的差距,实现的仿真功能较单一等缺陷。应根据教学实践中发现的问题,进一步完善实验装置,或重新设计建造。同时,随着近几年实验室基础设施的建设,实验条件逐渐改善,应根据实验设施的建设情况调整实验的设计。

3.设计综合性较强的实验。LNG产业在国内发展迅速,根据国内LNG产业发展的需求,课程的内容不断地更新和完善,相应的实验内容也应该调整或更新。建议设计新的实验,加强实验的综合性与创新性,改变目前实验过程过于简单,学生动手操作参与度不够的情况。

**基金项目** :中国石油大学(北京)本科教学质量与教学改革工程项目。

**作者简介** :李兆慈(1971-)男,博士,副教授,主要从事油气储存与液化天然气技术的教学与研究。