

石油高校油气储运腐蚀与防护 实践创新基地建设

刘建国, 李自力, 胡宗武, 寇 杰, 张树文

(中国石油大学 储运与建筑工程学院, 山东 青岛 266580)

摘 要: 为满足学生实践教学要求,改善实践教学条件,以培养学生实践、创新能力为目标,以建设国家级实验教学示范中心为契机,建设了腐蚀与防护实践创新基地,构建了工程环节实训实验及创新实验体系。确保了学生在校内有足够的实习实训时间,有效地调动了学生的积极性、创造性。

关键词: 油气储运; 腐蚀与防护; 实践创新基地; 本科教学

中图分类号: G642.0 **文献标志码:** B **文章编号:** 1002-4956(2015)12-0225-03

Corrosion and protection practice and innovation base construction of oil & gas storage and transportation in petroleum universities

Liu Jianguo, Li Zili, Hu Zongwu, Kou Jie, Zhang Shuwen

(College of pipeline and civil Engineering, China University of Petroleum, Qingdao 266580, China)

Abstract: In order to meet the students' requirements of practical teaching and improve practical teaching conditions, taking to train students practice and innovation capacities as the target, to construct the national experimental teaching demonstration center as an opportunity, the corrosion and protection practice and innovation base was constructed. The engineering training test and innovative experimental system was built. It is ensured that the students have enough time to practice and get training in the school, and the enthusiasm and creativity of students are effectively mobilized.

Key words: oil & gas storage and transportation; corrosion and protection; practical and innovation base; undergraduate teaching

中国石油大学是一所具有鲜明石油特色的行业院校。油气储运工程专业作为国家重点学科,坚持培养具有创新精神和实践能力的高级应用型人才。2012年“油气储运工程实验教学中心”获批建设“十二五”国家级实验教学示范中心(下称中心),中心以学生的工程意识养成和实践动手能力、创新能力培养为目标,构建校内实验教学、工业模拟仿真、校外实习实训、创新创业锻炼一体化的实践育人模式^[1-4]。中心建设加大对教学基本设施的投入,改善实践教学条件,建设腐蚀

与防护实践创新基地是重要一环。

1 建设必要性、可行性分析

国内石油管网、储罐等日益严重的腐蚀问题及由于腐蚀造成的重大安全问题已经威胁到油气储运的安全运行。青岛“1122”爆燃事故,造成了严重的人员伤亡和巨大的经济损失及环境污染,就是由于腐蚀导致的穿孔漏油导致的^[5]。腐蚀与防护方向主要介绍金属腐蚀与防护方面的基础知识,重点是电化学腐蚀的原理以及电化学保护、防腐层保护等基本保护方法,以拓宽学生的专业面,并使学生能够在该领域从事基本的应用与研究,要求学生既要掌握扎实的理论基础,又要有较强的分析问题、解决问题的实践能力,以适应社会的需求^[6-8]。目前存在的主要问题是缺乏工程环节相关实践实验,与实践应用脱钩,无法满足工作单位应用需求。由于管道的腐蚀老化问题日益严重,目前石油部门已将腐蚀检测及评估作为防腐的一个重

收稿日期:2015-05-24 修改日期:2015-07-07

基金项目:“十二五”国家级实验教学示范中心“油气储运工程实验教学中心”建设项目;中国石油大学教学改革项目(2014);中国石油大学教学改革项目(JY-B201275);山东省成人高等教育特色课程建设项目(2013)

作者简介:刘建国(1983—),男,内蒙古乌兰察布,博士,讲师,储运工程系副主任,主要从事油气储运腐蚀与防护研究。

E-mail: jgliu83@163.com

环节,但目前没有相关的实训,与现场应用严重脱钩,导致学生毕业后初次面对相关问题时不知所措。为了满足学生工程实训的要求,培养学生实践与创新能力,以国家级实验教学示范中心建设为契机,建设了腐蚀与防护实践创新基地。

2 腐蚀与防护实践创新基地建设

为了满足学生工程实训的要求,达到满足企业的工程应用需求的目的,建设的腐蚀与防护实践创新基地需与现场实际情况一致。依据现行标准 GB/T 21447—2008《钢质管道外腐蚀控制规范》、GB/T 21448—2008《埋地钢质管道阴极保护技术规范》,对腐蚀与防护实践创新基地进行了设计建设。利用学校草坪,建设了与现场一致的微缩型“腐蚀与防护实践创新基地”,见图 1。该基地模拟现场埋地长输管线,采用防腐层与阴极保护联合对管线进行保护。该基地所用设备、材料与现场一致,具体包括钢制管道、环氧煤沥青防腐层、牺牲阳极、恒电位仪、辅助阳极、参比电极、电缆、测试桩、填充料等。部分建设照片见图 2。

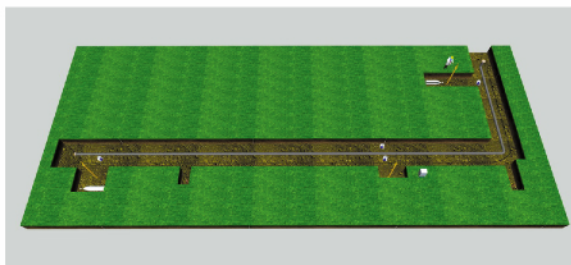


图 1 腐蚀与防护实践创新基地示意图



图 2 腐蚀与防护实践创新基地建设照片

2.1 基地概况

埋地管线采用 Q235A 碳钢管材,管线直径 219 mm,壁厚 5 mm,总长 48 m,管道埋深 0.8 m。管线 37

m 和 46 m 处均有一弯头,46 m 处弯头向上。管线和地面齐平,设置管道井,可方便进行内检测与评价等,管线两端使用法兰封堵。全线采用环氧煤沥青防腐层。阴极保护采用 2 种形式,日常采用牺牲阳极阴极保护,实验时可采用外加电流阴极保护。

2.2 设计参数

土壤电阻率取 $40 \Omega \cdot \text{m}$;平均保护电流密度取 $20 \mu\text{A}/\text{m}^2$;设计寿命 20 年;最小保护电位 $-0.85 \text{ V}(\text{vs. CSE})$,最大保护电位 $-1.20 \text{ V}(\text{vs. CSE})$ 。

2.3 基地建设

管线全线采用环氧煤沥青防腐层进行防护,管道工厂预制,补口处现场制作。

阴极保护采用牺牲阳极阴极保护、外加电流阴极保护 2 种形式。阴极保护是通过外加负电位使被保护的金属阴极极化,从而降低金属的腐蚀速度的方法。牺牲阳极阴极保护就是在金属构筑物上连接或焊接电位较负的金属,如铝、锌或镁。释放出的电流供给被保护金属构筑物而阴极极化,从而实现保护。本基地牺牲阳极采用规格为 MG-14 镁合金牺牲阳极 2 块,其尺寸为 $700 \times (120 + 100) \times 102 \text{ mm}$ 。牺牲阳极用填充料包覆,填充料组成为:石膏粉 75%,膨润土 20%,无水硫酸钠 5%。

外加电流阴极保护是在被保护结构周围同一电解质环境中埋设辅助阳极,通过一个直流电源以辅助阳极为阳极,以被保护结构为阴极,构成供电回路,将直流电通向被保护的金属,使被保护金属阴极极化。外加电流采用 KHV-5A/20V 可控硅恒电位仪控制,输出电压的可调范围 $0.4 \sim 20 \text{ V}$,输出电流的可调范围 $0.1 \sim 5 \text{ A}$ 。恒电位仪具备恒电位、恒电流运行模式。恒电位控制范围为 $0 \sim -3 \text{ V}(\text{vs. SCE})$,恒电流方式工作时,控制电流在 $0.1 \sim 5 \text{ A}$ 的范围内连续可调。恒电位仪自带模拟电路,可以在不连接管道情况下,实现恒电位仪操作模拟,方便教学。辅助阳极采用 MMO/Ti 柔性阳极,与管道并行铺设,其组成部分由内向外依次是:阳极引线、阳极引线 with MMO/Ti 阳极线连接点、MMO/Ti 阳极线、焦炭包覆层、耐酸碱织层(填料袋)和耐磨编织网组成。MMO/Ti 阳极主体由一个连续的钛基材并外涂装铌/钽金属氧化物混合物涂层共同构成。MMO 阳极线直径 0.8 mm ,阳极设计寿命 ≥ 40 年,MMO 阳极线涂层消耗率 $\leq 6 \text{ mg}/\text{A} \cdot \text{a}$,平均工作电流密度 $52 \text{ mA}/\text{m}$,阳极电阻 $\leq 0.007 \Omega/\text{m}$ 。

参比电极采用长效硫酸铜参比电极,共布设 5 个参比电极,其中 1 个用作控制参比电极,其余分布在管线各处,用作测试之用。共布设 3 个测试桩,参比电极电缆、阳极地床电缆以及管线等均引入测试桩。

在平行于管线、距管线 2 m 处,布设紫铜接地极 2

个,接地极通过电缆引入测试桩,用于模拟杂散电流输入。

辅助阳极电缆规格为 XLPE/PVC 0.6/1 kV $1 \times 16 \text{ mm}^2$,阳极汇流电缆规格为 YJVP $1 \times 25 \text{ mm}^2$,阴极电缆规格为 YJVP $1 \times 25 \text{ mm}^2$,测试电缆规格为 VV 0.6/1 kV $1 \times 10 \text{ mm}^2$ 。埋地电缆外均穿 PVC 保护管。

3 腐蚀与防护实践创新实验设计

利用建好的腐蚀与防护实践创新基地,以学生的工程意识养成和实践动手能力、创新能力培养为目标,构建了工程环节实训实验及创新实验体系,充分发挥学生的主体地位,对学生进行工程环节训练,培养学生的工程素质,提高学生分析问题和解决问题的能力,为将来科研工作以及毕业后的工作提供基本方法、基本技能和科学思维的保障。

3.1 实践教学实验设计

结合现场实践应用,依据现行标准规范 GB/T 19285—2003《埋地钢质管道腐蚀防护工程检验》、SY/T 0087.1—2006《钢制管道及储罐腐蚀评价标准埋地钢质管道外腐蚀直接评价》、SY/T 5918—2004《埋地钢质管道外防腐层修复技术规范》、GB/T 21246—2007《埋地钢质管道阴极保护参数测量方法》、SY/T 0017—2006《埋地钢质管道直流排流保护技术标准》、GB/T 50698—2011《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》,设计了管线精确查找模块、阴极保护检测与评价模块、防腐层检测与评价模块、杂散电流检测与评价模块 4 个模块,土壤电阻率测试、管道阴极保护电位测试、管道自然电位测试、牺牲阳极开路电位测试、阳极接地电阻测试、管道定位检测、管道防腐层检测与评估、交流杂散电流检测与评估、直流杂散电流检测与评估、恒电位仪操作培训 10 个实训实验。这 4 个模块 10 个实训实验均为目前现场的日常或突发事故检测项目,基本涵盖了油气储运设施的腐蚀检测评估工作,使学生不出校门就可达到工程实训的目的。

按照相关标准规范,编制了实训实验指导书,包括了 10 个实训实验所需要的仪器设备、操作步骤等,并建设了网站,录制了实训视频资源放在网站上,供学生下载学习,提前熟悉仪器设备及操作方法。

3.2 开放性创新性实验设计

开放腐蚀与防护实践创新基地,增加了创新性实验,培养学生创新能力。与学校、学院“大学生创新创

业训练计划创新训练项目”相结合,鼓励学生利用实践创新基地,自主申请腐蚀相关项目。创新性实验的设计紧跟现场需求,从选题立项、仪器设备等方面给予学生全方位支持。学生完成实验并通过考核后,赋予相应的自主发展学分。设计的创新实验主要有管道内检测方法、智能内检测机器人的研制、埋地管道剩余壁厚非开挖检测、阴极保护电位 IR 降的消除、管中杂散电流测试方法研究、杂散电流智能排流器的设计等。满足了学生对专业、兴趣等的个性化需求,促进学生发展独立思维和自我开拓获取知识的能力,激发其创新意识,提高其创新能力。

4 结束语

以建设国家级实验教学示范中心为契机,建设了腐蚀与防护实践创新基地作为校内实习实训基地之一,以学生的工程意识养成和实践动手能力、创新能力培养为目标,构建了工程环节实训实验及创新实验体系,充分发挥学生的主体地位。基地建设已经取得初步成效,确保了学生在校内有足够的实习实训时间。加深了学生对腐蚀防护知识的理解,分析问题和解决问题的能力明显提高,使得学生不出校门就可达到工程实训的目的,教学效果明显,为学生将来的科研工作以及毕业后的工作提供了基本方法、基本技能和科学思维的保障。

参考文献(References)

- [1] 梁勇,王杰,任佳,等.构建校内创新实践基地 培育学生创新能力[J].实验技术与管理,2014,31(10):216-218.
- [2] 李勇军,张海燕.大学生创新能力训练模式探索与实践[J].实验技术与管理,2014,31(11):17-19,28.
- [3] 王莉丽,艾欣,宋金鹏.国家级电气工程专业实验教学示范中心建设与实践[J].实验技术与管理,2014,31(12):124-127.
- [4] 罗小明,何利民,曹学文,等.油气储运实验教学示范中心建设的思考[J].实验技术与管理,2014,31(10):161-164.
- [5] 安全监管总局监督管理一司.山东省青岛市“11·22”中石化东黄输油管道泄漏爆炸特别重大事故调查报告[EB/OL].(2014-1-11).
http://www.chinasafety.gov.cn/newpage/Contents/Channel_20132/2014/0110/229137/content_229137.htm.
- [6] 韩立影,王亚男,张峻巍,等.“材料腐蚀与防护”课程教学改革实践[J].辽宁科技大学学报,2013,35(3):247-251.
- [7] 张惠,王辉,马永青,等.材料的腐蚀与防护实践教学探索[J].化学工程与装备,2012(1):177-178.
- [8] 龚利华,吴海峰,郑传波.《耐腐蚀金属材料学》课程教学改革探讨[J].实验科学与技术,2012,10(2):116-118.