

## Consideration of Environmental Protection in <Instrumentation and Control of Chemical Industry>

Ze Li<sup>\*</sup>

School of Chemical & Environment Engineering, China University of Mining & Technology (CUMTB),  
Beijing, 100083  
lzk1227@sina.com

<sup>\*</sup>the corresponding author

**Keywords:** Instrumentation and control of Chemical Industry; Educational reform; Environmental protection; Leak detection and repair

**Abstract.** In this paper, it is mainly introduced the combination education between 'Instrumentation and Control of Chemical Industry' and environmental protection. Based on the special properties and contents of 'Instrumentation and Control of Chemical Industry', and teaching experience of other Universities and lecturers, it is summarized the 'add in' teaching method of environmental protection in 'Instrumentation and Control of Chemical Industry'. According to the related chapter of this book, environmental protection knowledge added in the relevant chapter gradually. The teaching level of 'Instrumentation and Control of Chemical Industry' was improved by combination education method.

## 《化工仪表与自动化》课程中环境保护相关教学内容的思考

刘泽

中国矿业大学（北京），化学与环境工程学院，北京 100083

**摘要:** 本文重点介绍了高校开展《化工仪表及自动化》课程与环境保护结合的教学过程。针对《化工仪表及自动化》课程中特殊性质和内容，结合多所高校和教师的教学经验，总结了环保知识在《化工仪表自动化》课堂上的穿插教学方法。根据书本涉及环境保护的章节，由浅入深，逐步授课，穿插环境保护的知识，更好地提高《化工仪表及自动化》教学的水平。

**关键词:** 化工仪表及自动化；教学改革；环境保护；泄漏检测与修复

[中图分类号]TH86

[文献标识码]A

### 引言

《化工仪表及自动化》，是化工专业一门重要的基础课，主要应用自动控制、仪器仪表及计算机等学科的理论及技术为化学工程相关学科服务。该课程主要介绍了化工生产过程中的自动调节及控制系统的基础知识，构成自动调节系统的各种对象和仪表，以及简单控制系统、复杂控制系统、计算机控制系统和新型控制系统等。本课程适用于化学工程中的各专业，如化学工程与工艺、高分子材料与工程、食品科学与工程、制药工程、环境工程等。

近年来，《化工仪表及自动化》已成为绝大多数化工类高等院校的必修或选修课程，高校教师们都试图在理解《化工仪表及自动化》教科书内容、传授主题教学大纲的基础上，探索新的教学方法，寻找新的

教学热点,拓展新的教学领域。北京化工大学、天津大学、扬州大学等都探索了互动式教学和研究型教学,为响应教育部就出台了《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》。石梅、李中等老师提出要突出高新技术、与实验结合。华东理工大学、中国矿业大学(北京)都尝试了《化工仪表及自动化》双语教学模式,效果显著。对于煤炭类院校的学生,在我国当前煤化工大力发展的阶段,煤炭院校化工及相关专业的学生,充分了解我国当前煤化工领域工作环境,在走出大学校门、涉及化工仪表及自动化方面工作时,才能工作的得心应手。

我国在经历了改革开放 30 年的高速发展后,工业化的加速发展给环境带来很多问题,已经成为制约我国长期可持续发展的主要因素。对于煤化工行业排放的大量废气,是当前以及未来很长一段时间需要解决的问题,也是煤化工专业学生可以涉足的重要工作领域。

本文在总结多所高校教师教学经验的同时,使《化工仪表及自动化》教学过程与环境污染防治相结合,特别针对化工仪表的使用及自动化生产过程中产生的废气进行有效治理,对新的教学过程进行了探索与思考,使《化工仪表及自动化》教学既与环保的煤化工生产实际接轨,又生动活跃具有特色,为其他课程与环保主题结合教学提供示范。

## 1 涉及环境保护的课程章节介绍

《化工仪表及自动化》(第五版)主要章节见表 1。在化工生产过程中主要涉及到环境污染物监测和控制的章节包括第 3 章——检测仪表及传感器,第 5 章——执行器。也就是说,自动控制系统的各个环节(包括控制对象本身,测量元件、控制仪表、执行机构),以及各环节集成后在化工企业普遍使用的控制系统都会涉及到环境保护的议题。

第 3 章——检测仪表及传感器主要包括压力检测及仪表、流量检测及仪表、物位检测及仪表、温度检测及仪表及各种气体传感器等,容易出现气体泄漏的主要是压力检测仪表和流量检测仪表,以及检测有害气体的气体传感器接口位置。压力检测仪表主要涉及气体压力的检测和控制,其中包括所有负压原料气体,中间产物气体,目标产品气体,污染排放的废气等压力的检测。压力控制在生产过程限值之内才能保证安全生产,避免燃爆发生,避免有毒有害气液泄露,限制气体污染物(如  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、可挥发性有机物(VOCs)等)达标排放,压力仪表一旦发生泄漏,轻则排放出大量有害气体,重则发生爆炸事故。流量检测仪表也主要涉及气体流量的检测与控制,其中包括所有原料气体,中间产物气体,目标产品气体,污染排放的废气等流量的检测,流量检测仪表的接口位置容易发生泄漏,一般只会发生有害气体的泄漏,很少发生爆炸事故。有害气体的传感器通常都会布置于气体的管道或泄漏点,对有害气体的传输和泄漏进行监控。

第 5 章——执行器针对的是化工生产过程中的各类阀门,主要包括气动阀门、电动阀门和液动阀门,在化工和炼油行业主要是使用气动和电动阀门,很少使用液动阀门。不管是使用气动阀门还是电动阀门,在长期工作过程中,都有存在化工气体泄漏的可能,往往会有大量的 VOCs 在长期生产过程中发生泄漏,对大气环境造成不良影响,影响厂区工作人员的健康。

针对于以上章节中存在的环保问题,需要在教学过程中给学生灌输良好的环保理念,让学生认知化工生产过程中排放的废气对环境的危害和对人体的影响。特别是针对于不可见的废气,需要有合理有效的方式进行治理,还美好蓝天。以下一节重点介绍本课程与有害气体排放防治的相关内容。

表 1 《化工仪表及自动化》第五版章节分布

章次	章节名称
1	自动控制系统基本概念
2	过程特性及其数学模型
3	检测仪表及传感器
4	自动控制仪表
5	执行器
6	简单控制系统
7	复杂控制系统
8	新型控制系统
9	计算机控制系统
10	典型化工单元的控制方案

## 2 环保措施方法的引入与授课改革

近些年，国内外的化工企业为了能够有效的防治有害气体的泄漏，一般都采用“泄漏检测与修复”的方法。泄漏检测与修复（Leak Detection And Repair, LDAR）是一种用于寻找设备泄漏，并通过修复以减少排放的工作实践方法。通过对特定组建实施检测，比如压力表、流量计、传感器、各类阀门等位置的接口，定期检测是否存在泄漏。任何泄漏组件都需要在特定时间内进行替换或者修复。LDAR 使用专门的气体检测仪器进行检测，确认泄漏的设备或装置，通过修理降低无组织排放。

在介绍第 3 章——检测仪表与传感器和第 5 章——执行器之前，先引入 LDAR 的概念，让学生们充分了解在化工自动化生产过程中，尽管操作人员可以不在现场工作，但是各类自动控制仪表和设备的接口位置都是存在有害污染物泄漏的可能，且是不可避免的过程。授课过程中给出了污染物泄漏的不同区划范围：200ppm 以下无需处理；200–1000ppm 需要引起注意，采取预防措施；1000ppm 以上需及时处理，让学生们了解到污染物泄漏的排量范围。

在介绍第 9 章——计算机控制系统时，除了介绍目前普遍使用的集散控制系统（Distributed Control System—DCS）和现场总线控制系统（Fieldbus Control System—FCS）外，要把环保监测的内容给学生们灌输进去。随着我国环境治理压力的不断增大，化工企业已成为 PM<sub>2.5</sub> 的主要污染源 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、VOCs、NH<sub>3</sub> 的重要排放源。对于煤炭类为主的高校，化工专业的一批同学未来的工作会涉及到煤化工，煤化工企业里自动化控制中污染物的监控与管理，是满足环保要求的必由措施。在集散控制系统和现场总线控制系统中，都会加入各类污染物监控的传感器和报警系统，最后集中显示与中央控制系统中。通过授课和课件的实例，开拓了学生的视野，提高了学生们的环境保护意识。

## 3 结论

本文重点对《化工仪表及自动化》中涉及到环境保护的章节进行了介绍和剖析，环境保护内容在传统教学内容中的穿插与创新，教学内容和教学方式的改进。对于化工企业中气体污染物的排放做了介绍，同时引入了“泄漏检测与修复”系统。这样可以使学生在掌握了基本教学知识的基础上，开拓视野、加强环境保护的意识。在课件和授课方式上，笔者尝试了化工仪表自动化与环保知识穿插教学的方法，循序渐进，

深入浅出的讲授了该门课程。学生们通过两门专业知识的交叉学习，了解了更多环境保护专业知识，提高了对专业课的学习兴趣。

### 参考文献：

- [1] 王剑, 赵红坤, 吴德峰, 刁国旺. 化工仪表及自动化课程教学改革探索[J]. 化工设计通讯, 2016, 42 (7) : 113.
- [2] 秦向前. 一体化模式下《化工仪表及自动化》的教学优化与改革[J]. 当代教育实践与教学研究, 2015, (9) : 194-195.
- [3] 范江洋, 黄群武, 胡彤宇, 郭翠梨. 化工仪表及自动化课程和相关实验国际化教学改革探索, 2017, 44 (11) : 277-278.
- [4] 李中, 石梅, 齐智涛, 徐惠芳. 化工仪表及自动化实验教学课件在教学中的应用[J]. 化工高等教育, 2007, (6) : 87-89.
- [5] 石梅, 李中, 郝红, 徐惠芳, 齐智涛. 化工仪表及自动化教学内容与教学模式的改革与探讨[J]. 化工高等教育, 2010, (2) : 78-83.
- [6] 刘泽, 许德平, 解强, 王启宝. 双语课程《化工仪表及自动化》教学的实践与思考[J]. 广东化工, 2009, 39 (2) : 211-212.
- [7] 厉玉鸣. 化工仪表及自动化[M]. 第五版. 北京: 化学工业出版社, 2015.
- [8] 张钢锋. 泄漏检测与修复 (LDAR) 技术在国内外应用现状及发展趋势[J]. 环境工程学报, 2016, 10 (9) : 4621-4627.
- [9] 韩丰磊, 刘广哲, 张荷, 等. 石化行业 VOCs 泄漏检测与修复技术的发展现状与展望[J]. 环境监测管理与技术, 2016, 28(4): 6-9.
- [10] 邹克华, 张欣, 翟友存, 等. 石化企业挥发性有机污染物泄漏检测与修复技术[J]. 现代化工, 2015, 35 (10) : 8-11.

### References

- [1] Wang Jian, Zhao Hongkun, Wu Defeng, Diao Guowang: "Exploration of Teaching Reform for Chemical Instrument and Automation" [J]. Chemical Teaching, 2016, No.7, p. 113(in Chinese)
- [2] Qin Xiangqian: "Teaching optimization and revolution of <Instrumentation and Control of Chemical Industry> by integrated mode" [J]. Contemporary Education Research and Teaching Practice, 2015, No. 9, p.194-195(in Chinese)
- [3] Fan Jiangyang, Huang Qunwu, Hu Tongyu, Guo Cuili: "Teaching Reformation of Internationalization Oriented Chemical Instrument and Automation with Related Experiments" [J]. Guangdong Chemical Industry, Vol. 44(2017), No. 11, p.277-278(in Chinese)
- [4] Li Zhong, Shi Mei, Qi Zhitao, Xu Huifang: "The Application of the Courseware in Chemical Engineering Gauge and Automation Experiment" [J]. Higher Education in Chemical Engineering, 2007, No.6, p.87-89 (in Chinese)
- [5] Shi Mei, Li Zhong, Hao Hong, Xu Huifang, Qi Zhitao: "Reform and Exploration in the Teaching Contents and Mode of Chemical Instrumentation and Automation" [J]. Higher Education in Chemical Engineering, 2010, No.2, p.78-81 (in Chinese)
- [6] Liu Ze, Xu Deping, Xie Qiang, Wang Qibao: "Practice and Consideration of Bilingual Education in Instrumentation and Control of Chemical Industry"[J]. Guangdong Chemical Industry, Vol. 39(2009), No.2, p.211-212 (in Chinese)
- [7] Li Yiming: "Instrumentation and Control of Chemical Industry" [M], Edition 5th. Beijing, Chemical Industry Press, 2015
- [8] ZHANG Gangfeng: "Application and development trend of leak detection and repair (LDAR)" [J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, Vol. 10(2016), No.9, p.4621-4627 (in Chinese)
- [9] Han Fenglei, Liu Guangzhe, Zhang He, Zhao Dongfeng: "The Development and Prospect of VOCs LDAR Technology in Petrochemical Industry" [J]. The Administration and Technique of Environmental Monitoring, Vol. 28(2016), No.4, p.6-9 (in Chinese)
- [10] Zou Ke-hua, Zhang Xin, Zhai Youcun, Feng Wei: "Leakage detection and repair technology for volatile organic compounds from petrochemical enterprises" [J]. Modern Chemical Industry, Vol. 35(2015), No.10, p.8-12 (in Chinese)