

过程工业的基石

——第八届全国高等学校过程装备与控制工程专业
教学改革与学科建设成果校际交流会论文集

教育部高等学校机械学科过程装备
与控制工程专业教学指导分委员会 编



化学工业出版社

TQ02-53

1

过程工业的基石

——第八届全国高等学校过程装备与控制工程专业教学
改革与学科建设成果校际交流会论文集

教育部高等学校机械学科过程装备
与控制工程专业教学指导分委员会 编

化学工业出版社

·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

过程工业的基石——第八届全国高等学校过程装备与控制工程专业教学改革与学科建设成果校际交流会论文集/教育部高等学校机械学科过程装备与控制工程专业教学指导分委员会编. —北京: 化学工业出版社, 2002.10

ISBN 7-5025-4207-8

I. 过… II. 教… III. ① 化工过程-化工设备-教学改革-高等学校-文集 ② 化工过程-过程控制-教学改革-高等学校-文集 IV. TQ02-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 070075 号

过程工业的基石

——第八届全国高等学校过程装备与控制工程专业教学改革与学科建设成果校际交流会论文集

教育部高等学校机械学科过程装备
与控制工程专业教学指导分委员会 编

责任编辑: 程树珍

责任校对: 陈 静

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

北京市彩桥印刷厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 30 3/4 字数 758 千字

2002 年 10 月第 1 版 2002 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4207-8/TQ·1653

定 价: 150.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

过程装备与控制工程学科研究的特点、趋势和前沿

——代序

高等教育过程装备与控制工程学科教学指导分委员会主持在西安召开校际交流会，研讨过程装备与控制工程学科教学改革的方向。借此机会对这一新兴学科的研究特点、趋势和前沿发表个人的一些看法，作为抛砖引玉与各位老师和专家共同探讨。

1 过程装备与控制工程的产生是工程科学发展的必然

人类的主要特点是能制造工具，富兰克林曾把人定义为制造工具的动物（tool making animal）。通过制造和使用工具，人把自然物变成他的活动器官，从而延伸了他的肢体和感官。人们制造和使用工具，有目的、有计划地改造自然、变革自然，才有了名符其实的生产劳动。

现代人越来越依赖高度机械化、自动化和智能化的产业来创造财富，因此必然要创造出现代化的工业装备和控制系统来满足生产的需要。流程工业是加工制造流程性材料产品的现代国民经济支柱产业之一，必然要求越来越高度机械化、自动化和智能化的过程装备与控制工程。如果说制造工具是原始人与动物区别的最主要标志，那么就可以说，现代过程装备与控制系统是现代人类文明的标志之一，或者说现代人的标志之一就是创造、掌握、运用并不断改进完善过程装备与控制工程——这一为人类创造财富、创造人工自然的复杂系统和技术。

工程是人类将现有状态改造成所需状态的实践活动，而工程科学是关于工程实践的科学基础。现代工程科学是自然科学和工程技术的桥梁。工程科学具有宽广的研究领域和学科分支，如机械工程科学、化学工程科学、材料工程科学、信息工程科学、能源工程科学、冶金工程科学、建筑与土木工程科学、水利工程科学、采矿工程科学和电工程科学等。

现代过程装备与控制工程是工程科学的一个分支，严格地讲它并不能完全归属于上述任何一个研究领域或学科。它是机械、化学、电、能源、信息、材料工程等学科的交叉学科，是密切结合过程工业生产实践的工程科学的一个分支，是在多个大学科发展的基础上交叉、融合而出现的新兴学科分支，也是生产需求牵引、工程科技发展的必然产物。显而易见，过程装备与控制工程学科具有强大的生命力和广阔的发展前景。

2 过程装备与控制工程学科研究的主要特点

过程装备与控制工程是加工制造流程性材料的由过程单元设备和机泵群通过管路、阀等连成的机电仪监控一体化的连续性复杂系统。过程装备与控制工程学科研究上述复杂系统关键技术及其相关工程科学的一门新兴学科。其主要特点如下。

(1) 过程装备：与生产工艺即加工流程性材料紧密结合，有其独特的过程单元设备和工程技术，如混合工程、反应工程、分离工程及其设备等，与一般机械设备完全不同，有其独

15M/24/02

特之处。

(2) 控制工程：对过程装备及其系统的状态和工况进行监测、控制，以确保生产工艺有序稳定运行，提高过程装备的可靠度和功能可利用度。

(3) 过程装备与控制工程：是指机、电、仪一体化并与加工过程密切相关的连续复杂系统，系统中的各组成部分（机泵、过程单元设备、管道、阀、监测仪表、计算机系统等）均互相关联、互相作用和互相制约，任何一点发生故障都会影响整个系统。由于要长周期稳定运行，加工的过程材料有些是易燃易爆、有毒或是加工要在高温、高压下进行，系统的安全可靠性十分重要。

过程装备与控制工程的上述特点就决定了过程装备与控制工程学科研究的领域十分宽广，涉及机械、化工、材料、动力、电、信息、控制与自动化、腐蚀与防护等多个专业领域。

过程装备与控制工程除了少数几个研究领域如混合工程、反应工程、分离工程及设备和密封技术为本学科的独特之处以外，几乎其他研究方向都是其他相关学科的主攻研究方向。举例如下：

过程装备的压缩机、风机、泵有流体机械专业；压力容器设计计算有工程力学专业；焊接对过程装备至关重要有焊接专业；过程装备选材和腐蚀防护有材料工程与腐蚀科学与防护专业；过程装备检验有无损探伤专业；过程装备控制有测试与控制工程专业等等。

由此可见，过程装备与控制工程学科的特点与绝大多数学科是不同的。其主要特点，一是要以机电工程为主干与工艺过程密切结合，研究和创新单元工艺装备。二是要善于博采众长、综合集成，把诸多学科最新研究成果之他山之石为我所用。要善于把相关学科开的花移植到过程装备与控制工程学科结出果，因此，密切关注其他学科的新的发展动向，博采众长、综合集成，不断创新过程装备与控制工程学科是我们的重要研究方向。三是不但要研究单台的设备和具体的技术问题而且要把整个复杂系统作为研究对象，应用系统论研究其长周期有序稳定运行以及监控和可靠性问题。由于这一学科研究领域十分宽广，每个学校在研究方向上都可以有自己的特色，可以说是广阔天地，大有作为。

3 过程装备与控制工程学科发展的趋势和前沿

我国科技部和国家自然科学基金委员会在本世纪初发表了《中国基础学科发展报告》，其中分析了世界工程科学研究的发展趋势和前沿，这也为过程装备与控制工程学科的发展指明了方向，值得借鉴和参考。

(1) 全生命周期的设计/制造正成为研究的重要发展趋势。由过去单纯考虑正常使用的设计，前后延伸到考虑建造、生产、使用、维修、废弃、回收和再利用在内的全生命周期的综合决策。

过程装备的监测与诊断工程、绿色再制造工程和装备的全寿命周期费用分析、安全和风险评估以及以可靠性为中心的维修（RCM: Reliability Centered Maintenance）和预测维修（PdM: Predictive Maintenance）等正在流程工业开始得到应用。

(2) 工程科学的研究尺度向两极延伸。过程装备的大型化是多年发展方向，近年来又有向小型化集成的发展趋势。

(3) 广泛的学科交叉、融合，推动了工程科学不断深入、不断精细化，同时也提出了更高的前沿科学问题，尤其是计算机科学和信息技术的发展冲击着每个工程科学领域，影响着

学科的基础格局。学科交叉导致传统的生产观念和 production 模式发生了根本转变，随着需求个性化，制造信息化的进程，传统的生产观念由物质制造向信息制造转变。

学科交叉、融合和用信息化改造传统的化工机器与设备学科产生了过程装备与控制工程学科，这一学科的发展也必须依靠学科交叉和信息化。过程装备复杂系统的监控一体化和数字化是发展的必然趋势。

(4) 产品的个性化、多样化和标准化已经成为工程领域竞争力的标志，要求产品更精细、灵巧并满足特殊的功能要求，产品创新和功能扩展/强化是工程科学研究的首要目标，柔性制造和快速重组技术在大流程工业中也得到了重视。

过程装备与控制工程学科的发展不仅仅要发表 EI、SCI 文章，而且要十分重视发明专利和标准，这样才能结束我国重大过程装备“出不去，挡不住”的局面。

(5) 先进工艺技术得到前所未有的广泛重视，如精密、高效、短流程、虚拟制造等先进制造技术对机械、冶金、化工、石油等制造业产生了重要影响。

(6) 可持续发展的战略思想渗透到工程科学的多个方面，表现了人类社会与自然相协调的发展趋势。制造业和大型工程建设都面临着有限资源和破坏环境等迫切需要解决的难题，从源头控制污染的绿色设计和制造系统为今后发展的主要趋势之一。

4 过程装备与控制工程应为国民经济的发展和自然科学的发展做出应有的贡献

众所周知，过程工业是国民经济的支柱产业；是发展经济提高我国国际竞争力的不可缺少的基础；过程工业是提高人民生活水平的基础；过程工业是保障国家安全、打赢现代战争的重要支撑，没有过程工业就没有强大的国防；过程工业是实现经济、社会发展与自然相协调从而实现可持续发展的重要基础和手段。因而，过程装备与控制工程在发展国民经济的重要地位是显而易见的。

过程装备与控制工程是应用科学和工程技术，这一学科的发展会立竿见影，直接促进国民经济的发展。过程装备的现代化也会促进机械工程、材料工程、热能动力工程、化学工程、电气工程、信息工程等工程技术的发展。我们不仅要看到过程装备与控制工程是一个新兴的学科，是博采诸多自然科学学科的成果而综合集成的一项工程技术，而忽略了反过来的一面，一个反馈作用，也就是过程装备与控制工程学科也应对自然科学的发展做出应有的贡献。

实际上，早在 18 世纪末期，自然科学的研究就超出了自然界，而是包括了整个客观世界即纯自然界和人工自然物。过程装备与控制工程属人工自然物，它也理所当然是自然科学研究的对象之一。工程科学能把过程装备与控制工程在工程实践中的宝贵经验和初步理论精练成具有普遍意义的规律，这些工程科学的规律就可能含有自然科学现在没有的东西。所以对工程科学研究的成果即工程理论再加以分析，再加以提高就可能成为自然科学的一部分。钱学森先生曾提出：“工程控制论的内容就是完全从实际自动控制技术总结出来的，没有设计和运用控制系统的经验，决不会有工程控制论。也可以说工程控制论在自然科学中是没有它的祖先的。”因此对现代过程装备与控制工程的研究也有可能创造出新的工程理论，为自然科学的发展做出应有的贡献。

但是过程装备与控制工程是应用于大型过程工业的复杂系统，对它的研究不会是像牛顿观察落下来的苹果发现万有引力或是法拉第与他的弟子应用磁铁和导线在实验室里创造电磁学说那么简单，而是需要有诸多学科专门人材的学术团队的共同协作和努力，需要现代化的

实验装备和测试手段，需要计算机和先进的软件。

过程装备与控制学科发展的历史重任已经落在我们这一代人的肩上。任重而道远，我们深信，过程装备与控制工程这一新兴学科一定会兴旺发达，经过一代又一代人的努力奋斗不但会为国民经济的发展建功立业，而且会为自然科学的发展做出应有的贡献。

教育部高等学校机械学科教学指导委员会副主任委员
过程装备与控制工程专业教学指导分委员会主任委员
中国工程院院士

高·吉

2002 年 8 月

前 言

第八届全国高等学校“过程装备与控制工程”专业教学改革与学科建设成果校际交流会筹备组共收到各院校寄来的学术论文共约 150 余篇。其中分类编排如下：1. 教改类，又分为 A 专业发展与改革、B 课程教学、C 实验教学、D 生产实习与毕业设计等；2. 科技类，又分为 E 设备、F 机器、G 控制、H 仪器与器件、I 材料、J 计算机应用、K 计算方法、L 新科技。

所汇集的论文内容丰富多彩，门类齐全，方方面面都有，大致反映了各院校本专业发展的新动向、新内容，介绍了最近开展科研与教改的新创举、新成果。其中有些论文蕴含着颇深的学术造诣和丰富的教学经验，有些论文学术水平高，创造性成果显著，因此该论文集值得我们专业的师生浏览阅读与讨论研究，从中定会得到一些收益。

由于时间仓促与编者水平所限，对所汇集的论文仅作了简单的编排整理，其中仅对个别论文作了一些内容与文字上的修改，大部分论文的内容与文字未能来得及修改校对，故不妥与错误之处在所难免，恳请读者批评谅解。

该论文集能够成型与各兄弟院校的老师积极热心投稿是分不开的，我们谨此代表专业教学指导委员会、本届交流会承办单位西安交通大学、西北大学对各兄弟院校的大力支持表示感谢。

该论文集承蒙化学工业出版社的大力支持与关怀，由该出版社予以编排整理出版问世，我们谨此代表本专业教学指导委员会、本届校际交流会承办单位西安交通大学、西北大学以及各位积极热心投稿的老师向出版社的领导、编辑和为出版论文集所付出辛勤劳动的同志们致以衷心的感谢。

在会议的筹备过程中，受到陕西省兴平兴化集团、西安超滤净化工程有限公司、湖南省浏阳市水力电力模型厂、浙江天煌科技实业有限公司等单位的大力资助，谨此表示诚挚的感谢。

本届校际交流会论文集编审组

2002 年 8 月

**第八届全国高等学校过程装备与控制工程专业
教学改革与学科建设成果校际交流会**
(2002.10.18~10.21, 西安)

主办单位：教育部高等学校机械学科过程装备
与控制工程专业教学指导分委员会

承办单位：西安交通大学
西北大学

过程装备与控制工程专业教学指导分委员会

主任委员：高金吉（北京化工大学）

副主任委员：瞿金平（华南理工大学） 潘家祯（华东理工大学）

委 员：钱才富（北京化工大学） 金有海（石油大学）
陈 旭（天津大学） 李志义（大连理工大学）

涂善东（南京化工大学） 袁惠新（江南大学）

童水光（浙江大学） 魏新利（郑州大学）

黄卫星（四川大学） 戴桃书（宁夏大学）

王 毅（西安交通大学）

秘 书：钱才富（兼）

顾 问：丁信伟（大连理工大学）

目次

1 教 改 篇

A 专业发展与改革

A1	21 世纪初高等教育教学改革项目“过程装备与控制工程人才的培养方案研究与实践”初步研究成果小结	林兴华 (1)
A2	以“一体两翼”的知识框架规划建设“过程装备与控制工程”专业	李宝彦 (4)
A3	“装控”与“能动”相互依托的发展思路	赵志广 (6)
A4	昆明理工大学过程装备与控制工程专业简介	宋鹏云 (9)
A5	面对新世纪挑战的“过程装备与控制工程”专业	潘家楨 (11)
A6	前进中的宁夏大学过程装备与控制工程专业	姬鸿斌 (17)
A7	北京化工大学过程装备与控制工程专业教学改革	钱才富 (19)
A8	对“过程装备与控制工程”专业背景的认识	李志义 (22)
A9	再议过程装备与控制工程专业的培养计划	姚建国 (26)
A10	“过程装备与控制工程”专业实行导师制的学生管理体制	方德明 (29)
A11	对过程装备与控制工程专业建设的思考与探索	黄振仁 (32)
A12	新经济时代基本素质教育的内涵	李德昌 (36)
A13	培养和提高学生工程技术素质的教学探讨	黄思铭 (39)
A14	创建过控专业的系统工程学	郭崇志 (41)
A15	过程装备与控制工程学科建设与研究生导师队伍建设的关系	梁基照 (45)
A16	丰富学科内涵 拓展学科外延	刘志军 (49)
A17	关于“过程装备与控制工程”专业建设与发展的思考	袁惠新 (53)

B 课程教学

B1	在机械制造系列课程中进行启发讨论式教学的探讨	黄思铭 (56)
B2	《过程成套装备》计算机辅助教学软件的开发	郑水英 (58)
B3	面向主题的化工工艺设计系统	许跃敏 (62)
B4	多媒体教学与化工容器设计的课程改革	林玉娟 (66)
B5	过程装备专用设备三维模拟软件的制作	蔡晓君 (69)
B6	过控专业化学与化工教学相关内容联合改革的思考与实践	朱桂花 (72)
B7	多媒体和网络技术在《过程流体机械》教学中的应用	李云 (75)
B8	《流体力学》中两个容易混淆的问题	陈晔 (78)
B9	用 Authorware 开发《化工设备机械基础》MCAI 教学课件	戚冬红 (82)
B10	现代化教学手段在《流体力学》教学中的应用	章巧芳 (85)
B11	开设《制冷与热泵》课程的体会	张早校 (87)
B12	《过程装备成套技术》课程建设与教学实践	黄振仁 (89)
B13	知识创新的内在矛盾和符号逻辑	李德昌 (93)
B14	提高“过程装备与控制工程专业”的控制系列课程质量	钟汉如 (97)

B15	《工程热力学》教学改革与实践	胡小芳 (101)
B16	进行多种模式考试的实践、加速应试教育的转变	黄有发 (103)

C 实验教学

C1	《过程装备与控制工程》专业基础实验仿真	陈旭 (106)
C2	内压薄壁容器实验应力分析及数据处理软件	高炳军 (109)
C3	过程设备与控制多功能综合实验台	钱才富 (113)
C4	“过程装备与控制工程”专业实验教学改革研究	杨红 (116)
C5	过程装备实验计算机仿真模拟的研究与探讨	杨玉芬 (118)
C6	过程控制实验室的建设	刘辉 (120)
C7	对《过程装备控制技术及应用》核心课程教学实验内容设置的探讨	张早校 (123)

D 生产实习与毕业设计

D1	过程装备与控制工程专业生产实习的改革与实践	郝洪涛 (126)
D2	采用多元化毕业设计模式, 培养多类型高素质的合格毕业生	张颖 (129)
D3	对本科生毕业设计进行规范化教学	陈建国 (131)
D4	计算机应用能力对提高工程素质的作用	刘宏杰 (134)
D5	拓展实践教学新途径	仇月仙 (136)
D6	装控专业生产实习教学实践的体会与思考	胡康铨 (138)
D7	学院实验室教学与管理改革的研究与实践 (一)	朱孝欽 (140)
D8	过程装备与控制工程专业生产实习的探索与思考	王洪海 (143)
D9	《专业综合课程设计》与《过程装备成套设计指南》简介	黄振仁 (145)
D10	过程装备与控制工程专业毕业设计 (论文) 教学质量评估	黄思铭 (148)
D11	充分发挥校内外实习基地的作用拓宽和提高学生的工程实践能力	黄华养 (151)
D12	“十五”国家级规划教材《过程设备设计》建设规划	郑津洋 (152)
D13	过程装备与控制工程专业生产实习基地建设的体会	余历军 (156)

2 科技篇

E 设备

E1	汽液固三相循环流化床蒸发器防除垢模型	张少峰 (160)
E2	惰性固体颗粒强化管内流动沸腾传热模型	张少峰 (167)
E3	膜生物反应器处理恶臭的应用	刘凤霞 (174)
E4	废水处理软性填料固定床生物反应器的流型研究	刘志军 (178)
E5	热处理和焊接工艺参数对复合钢板焊缝裂纹的影响	卢志明 (182)
E6	Cr-Mo 钢焊接接头中碳迁移现象及脱碳层宽度	沈士明 (185)
E7	催化裂化装置立式旋风分离器存在问题分析及处理方法	李多民 (190)
E8	管式反应器的数学模拟设计	高建 (193)
E9	企业设备腐蚀综合治理方案研究	徐旺喜 (197)
E10	斑点凸型管冷凝传热的研究	王庆均 (201)
E11	丘陵地区油库设计特殊性及有关参数确定	康勇 (203)
E12	塔器所受地震载荷的计算	蔡克霞 (207)
E13	内压容器设计安全性问题探讨	李勤 (211)

E14	蜡油加氢装置空冷器出口弯头应力腐蚀开裂分析	赵延灵 (215)
E15	梯形波齿垫片常温试验研究	董成立 (220)
E16	新型热法磷酸燃磷塔传热系数计算	刘宝庆 (223)
E17	欧盟非接触火焰压力容器分析设计标准简介	苏文献 (228)
E18	塔设备风诱发振动及防振研究	谭蔚 (232)
E19	液压胀接头中材料性能的影响	田君丽 (235)
E20	管道振动应力与应力系数	郝点 (239)
E21	管壳式换热器管束振动问题中固有频率的计算	淡勇 (244)
E22	新型超临界流体萃取釜的研究与开发	缪其勇 (247)
E23	800m ³ 大型消防水罐的系统分析	郭崇志 (251)
E24	SO ₂ -HCl 混合气碟片干式吸收塔塔盘倾角的优化设计	张亚新 (256)
E25	啤酒过滤技术综述	李桂水 (259)

F 机器

F1	地面高压注水设备密封装置的研制与应用	李宝彦 (263)
F2	气波制冷技术的研究	刘伟 (266)
F3	压缩机动态防喘振控制策略进展分析	王志标 (270)
F4	气液活塞式脉冲射流泵气液活塞筒性能方程的研究	王乐勤 (275)
F5	屏显式现场动平衡的开发研究	贺世正 (279)
F6	双锥度锥篮离心机的研究	王维慧 (283)
F7	悬臂搅拌轴的临界转速研究	李建丰 (285)
F8	叶轮强度计算中二次算法的改进	胡家顺 (290)
F9	机械密封试验机研制	周剑锋 (293)
F10	化肥装置中 HMP—3512 甲铵泵的可靠性分析计算	张亚新 (296)

G 控制

G1	PLC 组网技术研究及其在大型混合设备控制系统中的应用	王成刚 (300)
G2	线性多变量系统状态反馈极点配置与输出反馈极点配置的异同	李斌 (304)
G3	基于单片机的燃气热水器抗风试验控制系统	侯雄坡 (307)
G4	用 VB 开发暖风机性能测控系统	王斯民 (311)
G5	挤出机温度的模糊-解耦控制	谢太和 (315)

H 仪器与器件

H1	过程装备中数据采集系统的低功耗设计	黄志勇 (321)
H2	声发射技术的应用与研究进展	戴光 (325)
H3	重整反应器的声发射检测与评定	张颖 (329)
H4	虚拟仪器技术在换热设备性能研究中的应用	杨红 (332)
H5	仪器、仪表标尺自动生成系统的设计与实践	丁文捷 (335)
H6	可控被动式电磁阻尼器的实验研究	曾胜 (338)
H7	机械密封用焊接金属波纹管失效分析	安源胜 (341)
H8	新型波齿复合垫片的研制开发	安源胜 (345)
H9	流量平衡法检测管道泄漏的改进措施	陈春刚 (349)
H10	Ω 环焊接垫片的极限分析	冯秀 (352)

H11 预热对轮胎硫化温度及硫化程度场的影响	张术宽 (357)
------------------------------	-----------

I 材料

I1 破坏理论及在结构分析中的运用简述	李晓红 (360)
I2 延性材料损伤形成机理实验研究	李晓红 (363)
I3 纳米粒子填充 PEEK 及 PTFE 基复合材料的摩擦学性能	马红玉 (366)
I4 单向长纤维增强复合材料疲劳实验研究	魏生桂 (371)
I5 40CrMnSiMoVA 钢裂纹扩展特性统计分析	李淑兰 (375)

J 计算机应用

J1 基于 Auto CAD 平台的换热设备零部件三维造型	董其伍 (381)
J2 Power Builder 在 Auto CAD 图库管理中的应用	刘敏珊 (386)
J3 新型换热设备三维造型系统技术研究与实现	刘敏珊 (389)
J4 热力系统新型换热设备 CAD 技术的研究与应用	刘敏珊 (394)
J5 换热器智能 CAD 系统研究与应用	董其伍 (397)
J6 基于面向对象的搅拌反应釜 CAD 系统的分析和设计	马爱亮 (403)
J7 VC++ 利用 Matlab 在 CFD 中实现流场模拟技术的研究	代玉强 (406)
J8 基于 Auto CAD 2000 的服装 CAD/CAM 应用实践	丁文捷 (410)

K 计算方法

K1 遗传算法在换热器模拟中的应用	俞树荣 (414)
K2 真空冷冻干燥时间的计算	谢国山 (418)
K3 SCT 试样的 J 积分解	高增梁 (422)
K4 工程数值分析中的无网格方法	贾高顺 (425)
K5 方形管板、大开孔平盖有限元计算	金伟姘 (429)
K6 椭圆形截面柱壳强度的有限元分析	周三平 (432)
K7 单层及多层波纹管轴向刚度的有限元分析	何家胜 (435)
K8 垂直管道浸取器连续相流动模型实验数据的预处理	黄世钊 (439)
K9 方形压力容器应力有限元分析计算	吴荣仁 (442)

L 新科技

L1 电流变技术的发展及其工程应用	黄云云 (446)
L2 一种快速响应的全新腐蚀监测技术	张涛 (447)
L3 超临界反溶剂过程研究现状及存在的问题	张晓冬 (451)
L4 磁制冷技术及磁制冷工质	鲍雨梅 (455)
L5 环境流体膜状流动传递参数耦合特性研究	孙福涛 (458)
L6 TEXACO 煤气化工艺技术经济指标评价系统的设计与实现	国蓉 (462)
L7 超滤技术在化工工艺过程中的应用	李大明 (466)
L8 结构可靠性智能超声检测若干关键技术	陈国华 (471)

教 改 篇

21 世纪初高等教育教学改革项目 “过程装备与控制工程人才的培养方案研究与实践” 初步研究成果小结

林兴华 浙江大学 杭州 310027 黄华养 华南理工大学 广州 510640
钱才富 北京化工大学 北京 100029

摘要 本文就三所学校共同承担的教育部“过程装备与控制工程人才的培养方案研究与实践”项目,进行全面教学改革试点的初步总结。在课程体系、专业课程设置、新教材及其相关软件的应用、实验室建设以及校内实习基地的建立都取得了初步的成果。新设置了集工艺、设备及控制为一体、相互交叉融合在软件里进行教学的“成套装备技术”课程,并将对高年级学生应用该软件进行教学试点。

关键词 过程装备与控制 教学改革

1 前 言

21 世纪的高等教育,面临着挑战和机遇。一个综合化、国际化、信息化和个性化的本科教育向我们提出了更新更高的要求。培养熟悉国情、专业知识丰富、具有创新精神和国际意识、能参与国际竞争的各类专业人才更加迫切。过程装备与控制工程专业的设置,拓宽了原“化工设备与机械”的专业内容,在教学改革中要充分利用本专业覆盖面广,多学科交叉以及与经济建设密切相关的特点,搞好我们的本科教学改革。由浙江大学负责,华南理工大学和北京化工大学参加的教育部 21 世纪初教学改革项目“过程装备与控制工程专业人才培养方案研究与实践”,经两年多来的改革和实施,在课程结构体系的调整、专业内容的改革、专业教材的编写、实验室的建设以及校内实习基地的建立等方面取得了初步的成果。

2 根据各校特点提出教改目标

各个学校都有自己的特色和办学路子。我们三所学校分属三种类型大学:综合类、理工类和化工类。根据各个学校的特色,提出各自的教改目标。如综合性大学的浙江大学,人文、理工、医农等学科门类齐全,要求学生文理相互渗透,理工科学生必须选修 10 个学分以上人文科学、社会科学及艺术类课程(如大学语文、应用写作、环境与人类文明、生命科学与生物技术导论等),强调素质和综合能力的培养。专业的培养目标为:“多学科交叉、文理渗透,强调素质、知识和能力”的培养。理工类大学的华南理工大学,现“过程装备与控制工程”专业由原“化工设备与机械”、“高分子材料加工机械”和“机械设计与制造”三个

专业合并成的大专业，现统一按“过程装备与控制”专业招生。前三年的公共基础、学科基础全部统一，第四年按三个方向培养。即“大专业多方向培养”的培养目标，这样有利于学生的就业选择。化工类的北京化工大学，更强调在原“化工设备与机械”专业基础的拓宽，设备与工艺、控制的结合及学生创新能力的培养，改革教学内容、教学方法和专业实验。提出“拓宽基础、注重创新、全面改革本科教学”的培养目标。

3 课程结构体系的调整

(1) 重视公共基础、学科基础的学习，增加人文、社科、经济类的课程。强调综合素质和能力的培养。专业课的比例一般在总学分的8%~10%范围内。前三年的课程以基础课为主，第四年以专业课为主，教学的实践环节穿插其中。这样有利于第四年不同专业方向的学习，也有利于今后按机械大类的新的专业设置方案。

(2) 增加计算机、控制类的课程，安排更多的上机课时，使学生熟练掌握计算机的应用。拓宽计算机、网络和控制方面的知识，能编写与专业相关的计算机应用软件，熟练互联网的使用、查找相关信息，适应飞速发展的全球互联网要求。

(3) 专业课以设备设计为主体，加强工艺、控制课程交叉与整合。编写相关教学软件，采用多媒体教学等。有条件的可采用双语教学，加强学生的外语应用能力。

4 重新组织专业课程

(1) 把原来的7门专业课程合并为3门，编写新的教材。这样避免内容的重复，同时减少学分。

- ① “过程设备设计”代替原“化工容器设计”和“化工设备设计”。
- ② “过程机械”代替原“流体机械”、“分离机械”、“化工振动”等课程。
- ③ “过程装备制造”代替原“化工机器制造”、“化工设备制造”。
- ④ “理论力学”、“材料力学”合并为“工程力学”。
- ⑤ “机械原理”、“机械零件”合并为“机械设计”。

(2) 增加控制及成套装备方面的课程。为使学生更好地掌握控制方面的基础知识，增加了相关的数学内容如“积分变换”、“复变函数”“常微分方程”及“控制工程基础”等9个学分，这样既便于学好控制的基本理论，又为将来的继续教学打好数学基础。

① 增加“过程装备控制技术与应用”课程及相关实验，使学生在学习了控制工程基础知识后，与专业内容相结合，能把控制知识应用于本专业的过程装备中。通过实验及相关数据的处理，加深对基本知识的理解。

② 增加“成套装备技术”课程，把工艺、设备和控制有机结合起来。通过该课程的学习和应用软件的使用，有利于培养学生的大工程观念，明确装备必须与工艺、控制相结合的重要性。有利于培养学生的创新能力。

③ 开设了一批选修课。开设的选修课有：“机械优化设计”、“过程装备CAD”、“设备腐蚀与防护”、“过程装备可靠性技术”、“机械振动与故障诊断”、“工程应用软件开发技术”、“过程装备技术进展”、“现代材料成型工程学”、“模具设计”、“过程设备可靠性技术”、“塑料机械设计”等。

5 编写新教材和相关教学软件

(1) 针对新的课程体系，已编写的教材有：《过程装备设计》、《工程材料》、《现代机电

测试技术》、《现代材料成型工程学》、《设计方法学》、《工程流变学》等。

(2) 开发的教学软件有：“固定管板换热器”、“浮头式换热器”、“填料塔”、“板式塔”、“搅拌釜”等三维动画教学软件。“成套装备技术”、“过程设备设计”、“工业化学”等多媒体教学软件。以及采用“化工设备制造”、“工程力学”等软件进行教学。这些教学软件的应用，有力地改善了课堂教学效果，培养了学生的学习积极性。

6 实验室建设

6.1 对原化机专业实验进行改造

随着专业名称的调整，专业范围的拓展，原专业实验已不能满足现专业的要求，因此必须对专业实验进行全面的改造，尽可能在实验中增加数据自动采集和性能控制方面的内容。如对原有实验的改造：活塞式压缩机性能测定与控制实验、内压薄壁容器、封头应力测定与仿真、转子振动及其临界转速的测试与控制实验等。

6.2 增加控制内容的实验

如搅拌反应设备全自动多参数控制实验，实验内容包括：温度控制、流量控制、液位控制、压力控制等。过程设备与控制多功能综合实验，将设备、工艺和控制实验有机地结合为一体，可进行离心泵性能测定、换热器壳体应力测定实验、换热器性能测定等8个实验。

6.3 建立开放式实验室，对学生开放

学生随时可进实验室自己动手组织实验。该实验室实验内容包括：外壁应力测定实验、振动及其控制实验等。学生可以自己设计实验方案、动手做实验、整理和总结实验数据，培养学生的分析能力和创新能力。

7 实践环节

建立校内实习基地，克服校外实习工厂开工不足、实习效果难以保证的缺点，将过去校外实习基地的单一模式改变为校内-校外实习的复合模式。校内实习基地包括观看工业生产录像、学生动手装拆机器和设备以及仿真实习等。通过校内实习，使学生掌握典型的过程设备和机器的具体结构，加深对所学知识的理解，了解生产过程的操作和控制，有效地弥补了校外实习基地实习内容的不足，取得了很好的效果。

8 教学改革项目的创新点

“成套装备技术”计算机辅助教学软件的应用。该软件以工程设计为主线，计算机技术为手段，将单元操作原理、过程设备设计、过程机械、过程装备控制技术 etc 知识交叉、融合与集成，将已学过的各科知识融会贯通，同时补充从产品开发、工艺设计、机器设备的设计或选型、自动控制系统的的设计直至整套装备的安装、操作等主要过程所需知识，使学生初步具备过程成套装备的设计开发能力。通过该软件的应用，有利于培养学生大工程观念和创新意识，有利于培养学生分析问题和解决问题的能力。

为增加学生的感性知识，提高学生的学习积极性，本教材将配备相应的计算机仿真软件，这是本教材的另一特色。“成套装备技术仿真软件”允许学生将自己设计的不同组合的工艺流程，包括各种工艺参数的确定、专用设备设计、定型机器设备选型以及生产参数自动控制系统的的设计等等，通过计算机仿真来实现。如果学生的设计有误，仿真系统会自动报警、甚至跳闸，在极端情况下，还会在屏幕上出现爆炸等现象。

在教学改革过程中,逐步建立了以学生为主体的理念。只有在教学过程中注意培养学生的积极性,注意发挥学生的个性,鼓励学生参加各种各样的社会活动,才能充分发挥他们的主观能动性。没有个性就没有创造性。在教改实践中还逐步认识到,要改变传统观念上高等教育过分强调的教育统一性,要充分发挥学生的个性、专业的特长以及学校的特色,才能搞好具有自身特色的本科教育改革。

三所学校的教学改革还刚刚开始,随着中国加入 WTO,全球互联网的进一步普及,国际人才的自由流动,教学改革将更加深入。每个学校都有自己的特点和办学方式,不可能有统一的模式。重要的是在自己的类型中保持自己的特色。这里介绍的是笔者的初步成果,供兄弟院校参考。

参 考 文 献

- 1 周远清. 21 世纪:建设一个什么样的高等教育. 教学时报, 2001, 4、5 期合刊: 1~3
- 2 顾建民. 整合教育:美国研究型大学重建本科教育的新范式. 部分世界著名大学本科教育资料. 2001, 101-6
- 3 林兴华, 李水英, 童水光, 蒋家羚. 制定“过程装备与控制工程”专业教学计划的基本思路, 高等工程教育研究, 1999. (4) 20~22

以“一体两翼”的知识框架规划建设 “过程装备与控制工程”专业

李宝彦 戴光 大庆石油学院过程装备与控制工程系 大庆 151400

摘要 本文介绍了大庆石油学院过程装备与控制工程专业多年来本科教育、研究生教育、科学研究和学科建设与发展及毕业生分配等方面的基本情况。根据专业改革和建设的需要,提出了“过、装、控一体两翼”的知识结构框架,外语、计算机作为支撑基础,石油化工装备为特色,培养“过-装-控”复合型专业人才为目标的专业建设规划。通过了解“装备”毕业生在工作岗位上的工作情况信息反馈,对制定的专业的培养规格、知识结构框架和实际能力的培养方法进行进一步改革和完善。

1 专业的基本情况

本专业在大庆石油学院建院时设置,经过近 40 年的建设和发展,在本科教育、研究生教育和科学研究等方面具有一定的规模,是黑龙江省高校中惟一具有“化工过程与机械”硕士点的学科。目前“过程装备与控制工程”专业已被定为黑龙江省重点专业,“化工过程与机械”学科被定为黑龙江省重点学科。本专业梯队在学历、年龄、职称结构和学缘结构上分布合理。在教学改革中开展 CAI 教学方法和优质课的建设等,注重学生素质和能力的培养。特别是在专业课阶段,通过课程设计、制造实习、生产实习和毕业设计等环节的教学改革,使学生在石油化工设备设计、泵和压缩机的选型、工艺计算、化工机械绘图、计算机使用、查阅文献和专业外语能力得到较大的提高。培养的学生受到用人单位的欢迎,每年毕业生分配率均达到 95% 以上。为全国石油、石化企业,大专院校,研究所和国家机关培养大批人才,他们中的许多人在自己的工作岗位上取得了突出的成绩。