

仿真培训教学用书

吴重光 主编

化工仿真 实习指南

HUAGONGFANGZHENSHIXIZHINAN

化学工业出版社

仿真培训教学用书

化工仿真实习指南

吴重光 主编

化学工业出版社

·北京·

(京)新登字 039 号

13

图书在版编目(CIP)数据

化工仿真实习指南/吴重光主编.—北京:化学工业出版社, 1999.5

仿真培训教学用书

ISBN 7-5025-2491-6

I. 化… II. 吴… III. 化学工业-仿真-技术培训-教材
IV. TQ015.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 06499 号

仿真培训教学用书

化工仿真实习指南

吴重光 主编

责任编辑: 刘 岩 唐旭华

责任校对: 顾 云

封面设计: 于 兵

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)

新华书店北京发行所经销

北京市管庄永胜印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 11³/₄ 字数 282 千字

1999 年 5 月第 1 版 1999 年 5 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—4000

ISBN 7-5025-2491-6/TP·229

定价: 20.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

前 言

信息时代引发了学习的革命。微型计算机和网络技术的广泛应用是学习革命的有效辅助工具。计算机辅助教学(CAI)主要包含办公自动化、多媒体教学和仿真教学(又称模拟教学)三方面内容。其中仿真教学是运用实物、半实物或全数字化动态模型,深层次地揭示教学内容的新方法,是计算机辅助教学的高级阶段。

仿真教学的一种重要用途是解决大学、中专和技校的生产实习问题。长期以来,由于学校缺乏经费,难以承受实习费用,工厂为了安全和效益不允许学生动手操作,因此,学生实习难成为普遍性问题。仿真实习可以使学生不进工厂就能得到开车、停车和事故处理操作机会。仿真实习将会成为学校解决实践环节的主要手段。当前,我国科技人员已有能力开发最复杂的大型石油化工全流程级仿真培训系统。十多年来,大约有200多套国产化仿真培训系统在化工、石油化工和炼油企业投入使用。参加仿真培训的操作人员和技术人员达到30万人次。科研成果多次获省部级和国家级科技进步奖。

仿真培训技术在企业中成功地应用,为学校采用仿真实习技术创造了条件。得益于微型机性能价格比大幅度的提高以及全微机化仿真培训系统研制的成功,学校只要配置几十台微机,装上本书推荐的仿真培训软件,即可实现大批学生同时进行仿真实习。迄今,国内约有60余所化工类技校、中专、职大和大学争相采用仿真培训系统,辅助教学效果非常显著,1997年荣获国家级教学成果奖。然而,多年来尚无一本配合仿真教学的书供老师和学生使用。本书就是在这种迫切需求形势下问世的。

本书在内容取材方面进行过广泛的调研和优选,概括起来有以下特点。

①强调工业背景。书中涉及的仿真软件都具有真实的工业背景,工艺流程、设备结构和自控方案都来源于实际,并且成功地培训过大批学员,通过部级技术鉴定。数学模型采用现场数据反复校核,个别软件在离线操作调优中取得成功。可见仿真软件中包含有丰富的工业背景知识。

②适用面广。通过精选的单元操作内容都是过程工业中最常见的,例如离心泵、换热器、压缩、吸收、精馏、间歇反应、连续反应、加热炉等,适用于化工、石油化工、炼油、精细化工、高分子化工、制药和环境工程等许多相关专业。就工业过程控制而言,仿真系统中模拟了常见的单回路控制、串级控制以及多种先进控制和联锁保护系统,不仅适用于工艺专业教学,也适用于自动控制专业教学。

③操作与控制界面先进。为了使操作与控制界面具有广泛的代表性和先进性,集散型控制系统(DCS)界面选择了工厂中使用最普遍的美国霍尼威尔公司的TDC-3000和日本横河公司的CENTUM-CS。90年代问世的新型智能过程控制系统(IPC)具有更形象的窗口画面和“所见即所得”的全鼠标快捷操作模式。这种新概念体现在本书“个人仿真器”(PS)中。

④突出操作实践。书中内容是以往教科书中所缺乏的。本书重点描述工业装置如何开车、停车和常见事故处理。全书字里行间蕴含着大量物理、化学、工艺和控制原理,配合仿真软件为读者提供了独立思考的空间。

⑤内容由浅入深,由简到繁,相互呼应,相互补充。初学者可以先从简单的仿真实习软

件入手,逐步掌握较为复杂的软件。选用 65t/h 一氧化碳锅炉仿真软件并非针对热能专业的学生。其目的是给学生一个适中的全流程级装置,在熟悉了基本操作后,能在 2~3 天内独立地完成开车操作。书中前面已经提到的基本单元操作,在后面复杂装置开车步骤中适当简化处理。

⑥附有大量思考题。思考题涉及到工艺流程、操作原理、设备原理、控制原理、事故现象、产生原因和排除方法等多方面知识,有利于启发学生理论联系实际以及更深刻地理解本书的内容。

⑦实用性强。全书每一章节的内容都有仿真软件与之配套,是仿真实习教学过程中教师和学生不可或缺的指导书。

⑧提倡新的教学方法。千百年来,传统的教学方法是“老师讲、学生录”的方式,而且这种教学方法直到今天仍未改变。然而中外教育学家一致认为:传统的教学方法教学效果差,已经到了非改不可的地步。因为人类接受知识的过程是一种多通道综合作用的过程,这些通道主要有感觉通道,包括视觉、听觉、触觉、平衡感觉、嗅觉和味觉;运动通道,包括手、眼、足、身体和语音;思维通道,包括大脑的记忆、分析、联想和决策。传统的教学方法只利用了较少的通道,如视觉、听觉等,因此教学效率不高。

仿真训练是一种多通道综合作用的教学方法。学员置身于仿真环境之中,可以充分调动感觉通道、运动通道和思维通道的学习机能,接受知识的效率明显提高。美国教育心理学家对采用仿真教学和传统教学进行过比较试验。当用两种方法教学后对学员记忆内容加以测验表明:仿真教学能使学员记忆约 70% 的内容,而一般“教师讲、学生录”教学,学员只能记忆约 30% 的内容。

此外,仿真训练系统可形成一种能够充分发挥学员创造意识的环境。学员可以在没有教师的情况下自学,并反复试验自行设计的开车方案、停车方案和事故排除方案。

根据人类的记忆规律,为了将所学内容长期保持,必须经历一个反复学习的过程。而传统课堂教学,主讲教师授课是一次性的,所以效果不好。仿真训练可反复进行,直到将所学知识烂熟于心。

当前化工仿真训练已经可以达到如下效果:

- ①深入了解化工过程操作原理,提高学员对化工过程的开车、停车运行能力;
- ②掌握调节器的基本操作技能,熟悉调节参数的在线整定;
- ③掌握复杂控制系统的投运和调整技术;
- ④提高对复杂化工过程动态运行的分析和决策能力,试验和提出最优开车方案;
- ⑤提高识别和排除事故的能力;
- ⑥科学地严格地考核与评价学员经过训练后所达到的操作水平和理论联系实际的能力。

综上所述,仿真训练对于学员了解化工过程的工艺和控制系统的动态特性、提高对工艺过程的运行和控制能力具有特殊效果,这种运行、调整和控制能力集中反映了学员运用理论知识解决实际问题的水平。所以,仿真训练是运用高科技手段强化学员掌握知识和理论联系实际的新型教学方法。

本书吸收了北京市高等职业技术教育和高等学校教改项目研究成果。北京联合大学化学工程学院唐小恒副院长参与了第一章的写作。DCS 仿真教学系统采纳了北京东方仿真控制技术有限公司的内容。全书由陕西省石油化工高级技校吴团生老师、上海化工学校周健老师和南京化工学校徐宏老师参审,为本书提出了宝贵意见,在此表示衷心感谢。

新世纪即将到来，仿真技术已成为改革千百年来传统的“老师讲、学生录”教学方法的重要手段。期望本书除了用于仿真实习指南之外，能够在推广现代化教学技术方面起到抛砖引玉之作用。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

1999 年 1 月

目 录

第一章 仿真实习技术	1
第一节 仿真实习技术简介	1
一、什么是仿真实习技术.....	1
二、仿真实习技术的产生背景.....	1
三、仿真实习的优点.....	1
四、仿真实习的作用.....	2
第二节 教学训练方法和理论	2
一、教学训练规律.....	2
二、教学训练方法与策略.....	2
三、信息技术在教改中的重要作用.....	3
第三节 仿真实习的教学规律	4
一、下厂认识实习.....	4
二、熟悉工艺流程、控制系统及开车规程.....	4
三、仿真实习操作训练.....	4
四、分析与讨论.....	5
五、安全教育.....	5
六、仿真优化生产试验.....	5
第二章 典型仿真实习界面操作法	6
第一节 智能控制(IPC)模式操作法	6
一、概述.....	6
二、画面中主要操作与显示位图说明.....	7
三、流程图画面.....	10
四、控制组画面.....	10
五、趋势组画面.....	10
六、报警组画面.....	14
七、指示组画面.....	14
八、帮助画面.....	14
第二节 TDC-3000 操作法	14
一、画面体系结构.....	14
二、键盘操作说明.....	19
三、画面操作说明.....	24
第三节 CENTUM-CS 操作法	34
一、标准键盘操作.....	34
二、标准画面及调用.....	37
第四节 控制系统操作要点	54

一、调节器操作要点	54
二、串级调节的操作要点	54
三、复杂控制系统	54
第三章 智能控制 (IPC) 模式仿真实习	55
第一节 离心泵及液位	55
一、工艺说明	55
二、离心泵冷态开车	57
三、离心泵停车操作	57
四、测取离心泵特性曲线	57
五、事故设置及排除	57
第二节 热交换器	58
一、工艺及控制说明	58
二、开车操作法	59
三、停车操作法	60
四、事故设置及排除	60
第三节 透平与往复压缩	60
一、工艺流程简介	60
二、流程图说明	61
三、冷态开车步骤	62
四、停车步骤	63
五、紧急停车	63
六、事故设置及排除	64
第四节 间歇反应	64
一、工艺流程简介	64
二、流程图说明	65
三、操作说明	67
四、事故设置及排除	69
第五节 连续反应 (CSTR)	71
一、工艺流程简介	71
二、控制系统简介	71
三、流程图说明	71
四、冷态开车参考步骤	73
五、停车参考步骤	74
六、事故设置及排除	74
第六节 二元精馏	75
一、工艺流程简介	75
二、流程图说明	75
三、控制系统简介	76
四、仪表说明	76
五、冷态开车步骤	77
六、正常停车步骤	78

七、紧急停车步骤.....	78
八、事故设置及排除.....	78
第七节 吸收系统.....	79
一、工艺流程简介.....	79
二、流程图说明.....	79
三、控制系统简介.....	80
四、冷态开车步骤.....	82
五、正常停车步骤.....	83
六、紧急停车步骤.....	83
七、事故设置及排除.....	83
第八节 加热炉.....	84
一、工艺流程简介.....	84
二、流程图说明.....	86
三、加热炉冷态开车操作步骤.....	87
四、加热炉正常停车操作步骤.....	88
五、加热炉紧急停车操作步骤.....	88
六、事故设置及排除.....	89
第九节 65t/h 锅炉.....	89
一、工艺流程简介.....	89
二、流程图说明.....	90
三、冷态开车操作说明.....	92
四、操作要点.....	96
五、停炉操作说明.....	98
六、事故设置及排除.....	99
第十节 30 万吨合成氨转化工段.....	101
一、工艺过程说明.....	101
二、流程图说明.....	104
三、开车操作说明.....	108
四、停车操作步骤.....	112
五、事故设置及排除.....	113
第四章 集散控制 (DCS) 模式仿真实习.....	115
第一节 离心泵单元.....	115
一、工艺流程说明.....	115
二、开车操作规程.....	115
三、正常操作规程.....	117
四、停车操作规程.....	117
五、仪表及报警一览表.....	117
六、事故设置及排除.....	118
第二节 换热器单元.....	118
一、工艺流程说明.....	118

二、开车操作规程	118
三、正常操作规程	120
四、停车操作规程	120
五、仪表及报警一览表	121
六、事故设置及排除	121
第三节 液位控制单元	122
一、工艺流程说明	122
二、冷态开车操作规程	122
三、正常操作规程	124
四、停车操作规程	124
五、仪表一览表	125
六、事故设置及排除	125
第四节 压缩机单元	125
一、工艺流程说明	125
二、开车操作规程	126
三、正常操作规程	128
四、停车操作规程	129
五、联锁说明	129
六、仪表及报警一览表	129
七、事故设置及排除	130
第五节 精馏塔单元	130
一、工艺流程说明	130
二、冷态开车操作规程	131
三、正常操作规程	133
四、停车操作规程	133
五、仪表一览表	134
六、事故设置及排除	134
第六节 吸收解吸单元	135
一、工艺流程说明	135
二、开车操作规程	136
三、正常操作规程	139
四、停车操作规程	140
五、仪表及报警一览表	141
六、事故设置及排除	141
第七节 管式加热炉单元	142
一、工艺流程说明	142
二、开车操作规程	143
三、正常操作规程	145
四、停车操作规程	145
五、复杂控制系统和联锁系统	146
六、仪表及报警一览表	146

七、事故设置及排除	147
第八节 锅炉单元	147
一、工艺流程说明	147
二、冷态开车操作规程	148
三、正常操作规程	152
四、正常停车操作规程	154
五、仪表及报警一览表	155
六、事故设置及排除	155
第九节 固定床反应单元	157
一、工艺流程说明	157
二、开车操作规程	157
三、正常操作规程	159
四、停车操作规程	159
五、联锁说明	160
六、仪表及报警一览表	160
七、事故设置及排除	160
八、DCS 流程图画面设计	161
九、现场操作画面设计	162
第十节 流化床反应单元	162
一、工艺流程说明	162
二、冷态开车操作规程	163
三、正常操作规程	165
四、停车操作规程	165
五、仪表一览表	166
六、事故设置及排除	166
附录一 思考题	168
附录二 本书常用单位换算	176

第一章 仿真实习技术

第一节 仿真实习技术简介

一、什么是仿真实习技术

仿真实习技术是以仿真机为工具，用实时运行的动态数学模型代替真实工厂进行教学实习的一门新技术。

仿真机是基于电子计算机、网络或多媒体部件，由人工建造的模拟工厂操作与控制或工业过程的设备。同时也是动态数学模型实时运行的环境。

动态数学模型是仿真系统的核心，是依据工业过程的数据源由人工建立的数学描述。这种数学描述能够产生与工业过程相似的行为数据。动态数学模型一般由微分方程组成。用于仿真实习的动态数学模型应当满足：数值求解的实时性、全量程随机可操作性、逼真性和高度可靠性。

二、仿真实习技术的产生背景

80年代中期以来，由于国产化工过程仿真培训系统的研制成功，采用仿真技术解决生产实习的化工类大学、中专和技校迅速增多。1995年以后，微型计算机性能大幅度提高，价格下降，国产化仿真培训系统日趋成熟，为仿真实习技术广泛普及创造了条件。

在仿真实习技术尚未出现之前，学校只有下厂实习一条路可走。工厂由于顾及安全和效益，一般不允许学生动手操作，因此下厂实习效果普遍不好。学校由于缺乏经费，难于承受不断上涨的实习费用，学生实习难已经成为长期困扰学校的普遍性问题。仿真实习技术是解决以上难题的唯一选择和理想方法。目前，仿真实习技术已成为一种公认的高效现代化教学手段。

三、仿真实习的优点

与传统的下厂实习相比，仿真实习有如下优点。

①为学生提供了充分动手的机会。可在仿真机上反复进行开车、停车训练。这在真实工厂中是难于实现的。

②高质量的仿真器具有较强的交互性能，使学生在仿真实习过程中能够发挥主动性，实习效果突出。

③仿真软件提供快门设定、工况冻结、时标设定、成绩评定、趋势记录、报警记录、参数设定等特殊功能，便于教师实施各种新的教学与培训方法。真实工厂无法实现。

④可以设定各种事故和极限运行状态，提高学生分析能力和在复杂情况下的决策能力。真实工厂根本不允许进行。

⑤在仿真机上，学生变成学习的主体。学生可以根据自己的具体情况有选择地学习。例如自行设计，试验不同的开、停车方案，试验复杂控制方案，优化操作方案等。真实工厂考虑到生产安全及正常生产计划，决不允许这样做。

⑥仿真机软件具有自动评价功能，对学生掌握知识的水平随时进行测评。在下厂实习中，一位教师无法同时跟踪众多学生进行测评。

⑦安全性。其一是指学生在仿真器上进行事故训练不会发生人身危险。其二是不会造成设备破坏和环境污染等经济损失。因此，仿真实习是一种最安全的实习方法。

⑧节省开支。采用仿真实习技术解决实习教学，可以节省设备运行费、物料能量损耗费、实习人员下厂经费等大量开支。

四、仿真实习的作用

任何一项新的技术都有其局限性。由于高档图形工作站价格昂贵，当前的仿真实习系统还难于实现化工过程三维动态视景功能，无法产生真实化工生产过程的临境感受，也无法实现对不同设备的拆装技能和力度训练。这些功能可能将来部分由虚拟现实技术实现。

当前仿真实习在化工类学校主要起如下作用：

①深入了解化工过程系统的操作原理，提高学生对于典型化工过程的开车、停车运行能力；

②掌握调节器的基本操作技能，进而熟悉 P、I、D 参数的在线整定；

③掌握复杂控制系统的投运和调整技术；

④提高对复杂化工过程动态运行的分析和决策能力，通过仿真实习训练能够提出最优开车方案；

⑤在熟悉了开、停车和复杂控制系统的调整基础上，训练识别事故和排除事故的能力；

⑥科学地、严格地考核与评价学生经过学习训练后所达到的操作水平以及理论联系实际的能力。

以上六种作用表明，仿真实习对于学生了解工艺和控制系统的动态特性，提高对工艺过程的运行和调整控制能力具有特殊的作用。这种运行、调整和控制能力集中反映了学生运用所学的理论知识分析和解决问题的水平。仿真实习是运用高科技手段强化学生理论联系实际的新型教学方法。

第二节 教学训练方法和理论

一、教学训练规律

从人类认识与改造客观世界的全过程来说，其认识的总规律是“实践—理论—实践”；而从教学规律和训练规律而言，则是“理论—实践—理论”。人类一般认识规律与教学规律之间，既有共性，也有其特殊性。都要辩证地认识真理，认识客观存在，都要以感性认识作为基础，“从生动的直观到抽象的思维，并从抽象思维到实践”，都是生动的、能动的反映论。学生作为认识主体在认识过程中的探索、假设、发现和发明等主观能动性，在某种程度上更为重要。

学生的认识过程，总的来说，是要通过一定的实践获得一定的感性认识作为基础。同时，学生学习理论，最终要回到实践中去经受检验并指导实践。

二、教学训练方法与策略

教学训练应遵循科学教育和工程训练并重的原则（理论与实践相结合，教学、科研、生产相结合）、因材施教的原则（有余力学生选修深化与扩展性内容）和弹性灵活原则（适应变化，适时调整）。

1. 概念获取

人类认识的最高阶段是高度抽象、概括、充满分析推理的理性思维形式，而人类认识的开始阶段充满着混沌、模糊、错误以及伴随而来的诸多矛盾、冲突甚至痛苦，充满着感性的直觉和整体的把握。

利用图形描述系统的特性是仿真技术常用的方法。采用计算机图形技术，对仿真模型实体的运动进行动画显示，教与学能更好地互相配合。由于动画能使人在屏幕上直接看见仿真系统的运行，可准确地把握住实际情况，可从屏幕上直接看见操作错误，从而加深学生对系统运行概念化理解。

2. 激励强化

在计算机仿真辅助训练中，通过人-机对话，能够及时地获得反馈信息，主动调整自己的学习进程和速度，不仅强化教学强度，还能把学生从被动听讲，消极接受教师灌输知识的状态中解放出来，是一种新崛起的教育技术，体现了一种新的教育思想，比起目前普遍采用的传统课堂教学，在增强教学效果方面的作用显著，可有效地实施程序化教学，为因材施教提供了现代化实施手段。

由于仿真训练评分采用反馈控制，符合控制规律。正反馈在教学中有利于形成新的认识，形成良好的兴趣爱好和习惯。负反馈有利于对错误的认识或不良操作的纠正。仿真教学软件可排除教与学的盲目性，从而使适当而有力的教学调控成为可能，形成卓有成效的激励强化作用。

另外，注意是心理活动过程的指向或集中，一切心理活动都离不开它的作用。在仿真培训中，学员通常能被有兴趣的动画吸引，全神贯注，不知疲倦地学习训练。

3. 智能训练

学生的认知心理发展特征，主要表现在感知、注意、记忆、观察能力和思维能力等智力发展水平上。能力是在智力发展的基础上，掌握知识，运用知识的本领。思维能力是智力结构的核心。观察能力是获得感性知识的“门户”，又是一切直觉的来源和科学成就的开端。想象力是创造能力的重要心理因素。此外，注意力和记忆力也是智力的要素。而通过仿真训练可很好地培养学员的观察能力、思维能力、自学能力、实际操作能力、分析和解决问题的能力。

化工仿真是应用工程、控制工程、系统工程、计算机工程、模拟工程、数字仿真技术多学科研究水平的综合体现，具有很高的技术含量和应用价值。

化工仿真再现一个真实的化工系统，供学员操纵与管理，模拟生产中流量、温度、压力、液位、组分等数据的生成及其变化，能帮助学员进行思考，发展分析综合能力，更好地透过现象看本质。通过观察、联想、识别、探索，从感性到理性，从直观到思维，把握化工过程控制的属性及其联系，提高认识能力。

4. 创造性培养

创造能力是人类高智能活动的集中体现。仿真培训提供创造性地进行操作控制方案探索的可能，它使学生可以在仿真系统上探索设计新的操作方案，加强对未知事物的认识和思考，这是积极的、创造性的活动。

三、信息技术在教改中的重要作用

在现代的课堂教学中，一个教师面对几十个智能与个性情况不同而又处于不断变化中的学生群体，势必面临“寡不敌众”的严峻局面。如今，教育面临的挑战是深刻而严峻的，提高教学效率和质量已成为当代最有竞争性的课题。要改变部分课程内容陈旧、教学方法死板、训练手段落后、实践环节不被重视等情况。在注重向学生传授知识的同时注意应用现代化的手段开发学生的智力，是提高教育质量的重要环节，是教育改革向我们提出的一项重要任务。应该充分运用信息技术，自觉地改造我们的教育，尤其是实践教学。

教学的全部科学与艺术之所在，就是要解决好人类认识的结果如何与处在开始认识阶段的学生之间的最佳匹配和接口的问题，要采用最好的快速学习方法，学习世界上最好的技能。现代科学的发展不仅对教学改革提出了需要，也为此提供了可能，因此，要充分运用现代科学的思想、方法、技术、手段，特别是系统论、信息论、控制论、协同论、突变论等科学方法及一切现代化媒体和信息技术与计算机技术的最新成果。

“程序教学之父”，美国心理学家斯金纳（B.F.Skinner 20 世纪 50 年代）提出积极反应原则、及时反馈原则、自调步骤原则、低错误率原则等一套程序教学的基本原则，其核心是“操作性条件反射”及“积极强化”的学习理论。

如何使学生不出校门就能实际了解石化、化工生产装置的生产和操作过程，通过实际动手，完成对生产装置的实操培训，巩固所学知识，锻炼独立工作能力，以实现学生理论与实践的统一，从而提高教学质量，为企业输送合格的人才？仿真教学系统能够以高科技手段，科学地、高效率地、非常方便地解决上述问题。它是石化、化工类学生实习的理想工具，石化、化工类企业操作培训的理想手段，学生实操技能考核的可靠标准。

第三节 仿真实习的教学规律

一、下厂认识实习

为了加强仿真实习的效果，尤其对于从未见过真实化工过程的学生而言，仿真实习前先到工厂进行短期认识实习是十分必要的。通过认识实习，可以了解各种化工单元设备的特点、空间几何形状、工艺过程的组成、控制系统的组成、管道走向、阀门的大小和位置等，使学生建立起一个完整的、真实的化工过程的概念。

二、熟悉工艺流程、控制系统及开车规程

在认识实习的基础上，还需采用授课的方式使学生对将要仿真实习的工艺流程，包括设备位号、检测控制点位号、正常工况的工艺参数范围、控制系统的原理、阀门及操作点的作用以及开车规程等知识具有详细的了解。

必要时，可采取书面流程图填空的方法进行测验，以便了解学生对工艺流程的掌握情况。

如果不进行以上内容就直接开始仿真实习，学生会无从下手，教师会面临学生的众多提问而忙乱不堪。

三、仿真实习操作训练

在下厂认识实习、熟悉流程和开停车规程的基础上，可以进入仿真实习阶段。为了达到较好的仿真实习效果，应本着由常见的典型单元操作开始，经过工段级的操作实习，最后进行大型复杂工业过程的仿真开、停车及事故实习。越复杂的流程系统，操作过程中可能出现的非正常工况越多。必须训练出对动态过程的综合分析能力，各变量之间的协调控制（包括手动和自控）能力，掌握时机、利用时机的能力，以及对将要产生的操作和控制后果的预测能力等，才能自如地驾驭整个工艺过程。这种综合能力（素质），只有通过反复多次训练才能获得。为了促进这种能力的获取，仿真实习系统数学模型的时间常数一般比真实系统小。因此，学生必须投入更大的注意力和反应速度。这也是仿真实习在教学中的优势所在。

对于复杂的工艺过程，尤其是首次仿真开车，学生难免出现顾此失彼的局面。教师可以实施“同步教学法”，即由教师统一指挥，全体学生跟踪老师的指挥，同时把各自的工艺过程开至正常工况。这种全过程由教师引导的“同步教学法”可以增强学生的自信心，激发学生的学习兴趣，体会教师所策划的开车技巧，提高仿真实习效率。

四、分析与讨论

分析和讨论是仿真实习重要的环节。实习过程中所碰到的各种现象，只有通过讨论才能提高到理性高度加以认识。为此，对于每一个仿真实习项目都给出了较多的思考题，目的在于启发学生理论联系实际，打开思路。

教师在分析讨论中具有主导作用，应启发学生有意识地联系相关课程所学的知识，如化工原理、物理化学、控制原理、化工机器、化工计算、化学反应工程以及相关专业课程等。

进而，可以进行若干工艺过程测试及计算。例如加热炉总热效率的计算、离心泵特性曲线测取或在线调节器参数整定等内容。

仿真实习完成后，学生必须作出详细的仿真实习报告，与仿真实习考试成绩一并存档。

五、安全教育

安全教育在化工类学生的实习中是必须进行的内容。仿真实习可以通过事故排除训练使安全教育具体化、实用化。通过仿真实习，学生可以了解事故产生的原因，危险如何扩散，会造成什么后果，如何排除以及最佳排除方案是什么。若配合网络多媒体设备演示典型事故案例的录像，同时辅以教师讲解和分析，效果会更好。

六、仿真优化生产试验

改革传统的“教师讲、学生录”落后教育方式，仿真实习是一种很好的方法。除了以上所进行的各种基本教学内容和素质训练外，还可以锻炼学生的创新能力。例如：借助于仿真实习高效、无公害的特点，学生可以自己设计试验最优开车方案，探索最优操作条件和最优控制方案，分析现有工艺流程的缺点和不足，提出技术改造方案，并通过仿真试验进行可行性论证等。

仿真实习是一种新的高效教学方法，有其特殊的教与学的规律。

第二章 典型仿真实习界面操作法

第一节 智能控制(IPC)模式操作法

一、概述

1. 技术背景

90 年代以来, 微电脑的发展日新月异。低价格、高性能、长寿命的工业微机 (IPC) 异军突起, 迅速占领工业控制市场。微机图形技术的发展, 使得操作画面直观、形象、容易掌握。工业过程计算机控制, 包括 DCS 系统, 出现了硬件微机化, 软件通用化的大趋势。例如, 目前国际上销量很大的 FIX、Intouch、Onspec 和 Citect 等微机工业控制软件, 具有功能强、价格低、通用性好、可以直接在 Windows 环境下运行、可共享 Windows 的软件资源、操作与控制画面形象细致、简便易学等优点, 正在大范围被用户接受。

基于 IPC 模式的仿真实习软件操作画面有如下特点。

①操作画面采用 Windows 风格, 直接在流程图画面上以“所见即所得”的新概念完成全部手动和自动操作。与传统的 DCS 相比更为直观、形象、快捷和简单。

②操作画面的内容及分类与 DCS 具有相似性, 虽然不属于某种 DCS 模式, 但完全可以使学生得到 DCS 的概念。而新型 DCS 产品亦转向 Windows 风格。

③画面操作无需特殊硬件, 仅靠一只鼠标就能完成各项操作。这一优点使得仿真软件可以大规模在普通微机上推广应用, 软件的价格进一步降低。

④仿真实习软件由开发平台支持。操作画面及画面中的操作对象由组态方法生成, 具有 90 年代软件结构的面向对象和信息驱动特征。因此, 软件使用方法一致, 开发重复劳动少, 效率高。

⑤针对实习教学的特点, 操作画面增加了调节器参数在线整定、相关曲线同步显示、排液指示、火焰指示、特性曲线显示、设备局部剖面及动画显示等新功能。

2. 画面分类

仿真实习软件根据操作需要设计了六种基本画面, 分列如下:

- ①流程图画面 仿真实习的主操作画面 (详见三);
- ②控制组画面 集中组合调节器、手操器或开关的画面 (详见四);
- ③指示组画面 集中组合重要变量棒图的画面 (详见七);
- ④趋势组画面 集中组合重要变量趋势曲线的画面 (详见五);
- ⑤报警组画面 集中组合重要变量超限声光报警的画面 (详见六);
- ⑥帮助画面 操作过程中随时可以调出的画面控制提示 (详见八)。

3. 画面控制栏功能

除了帮助画面外, 软件在各基本画面中的眉头和眉脚设置了控制栏功能。眉头的左面设有画面调出软键。每一个标明画面代号的软键对应着一幅操作画面。当手标指定某软键并且按动鼠标左键, 该画面即被调出。注意, 眉脚的右边有该画面的代号软键, 标明该画面已被调出。