

危化品特种作业实际操作 仿真培训与考核指南

中国化学品安全协会 组织编写

吴重光 著



化学工业出版社

危化品特种作业实际操作 仿真培训与考核指南

中国化学品安全协会 组织编写

吴重光 著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是由中国化学品安全协会组织,与危险化学品特种作业人员安全技术培训与考核软件配套的指南性教材。

本书内容包括离心泵及储罐液位系统、热交换系统、连续反应系统、间歇反应系统、透平与往复压缩系统、精馏系统和加热炉系统等7种典型化工单元系统,全面涵盖了化工过程连续与间歇反应、传质、传热、三类主要动设备以及加热单元。每一个操作单元都给出该系统的工艺流程、主要危险、危险的控制措施、主要事故及排除方法和开停车规程等。附录中配套有各章的思考题。

配套的仿真软件操作画面通用性强,使用简捷,可自动评分、自动提示、自动查询,便于自学习,便于大批量学员的培训与考核。

本书也适用于本科和职业教育化工、石油化工、炼油等相关专业的实践教学,还适用于化工、石油化工、炼油等企业训练操作人员。

图书在版编目(CIP)数据

危化品特种作业实际操作仿真培训与考核指南/吴重光著;中国化学品安全协会组织编写. —北京:化学工业出版社,2015.5

ISBN 978-7-122-23441-4

I. ①危… II. ①吴… ②中… III. ①化工产品-危险物品管理-指南 IV. ①TQ086.5-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 061797 号

责任编辑:刘 哲

责任校对:边 涛

装帧设计:关 飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张9 字数 200千字 2015年6月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:28.00 元

版权所有 违者必究

序

石油和化学工业是我国国民经济重要的支柱产业。石油和化工生产过程的原料到产品几乎都具有易燃易爆或有毒有害等特点，生产过程风险大，是列入国家安全生产重点监督管理的产业。党中央、国务院高度重视危险化学品的安全生产工作，采取了一系列重大举措，全面实施安全发展战略，实现了全国危险化学品安全生产形势持续稳定好转的态势。

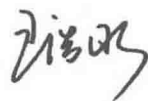
我国化工生产总量已跃居世界前列，危险化学品生产从业人员数量十分庞大。我国承担着全世界规模最大的操作工人安全技术培训任务。大量统计数据表明，人员操作失误是导致重特大事故的主要原因。因此，国家安全生产监督管理总局令第 30 号要求：“特种作业人员应当接受与其所从事的特种作业相应的安全技术理论培训和实际操作培训。”“省、自治区、直辖市人民政府安全生产监督管理部门负责本行政区域特种作业人员的安全技术培训、考核、发证、复审工作。”近年来，各地安全监管部门认真落实总局 30 号令，已经开始了危险化学品特种作业的培训、考核和发证工作。

调查表明，各地特种作业安全技术理论培训与考核较好，而实际操作培训的进展还普遍比较缓慢，考核工作几乎没有进行。其根本原因，就是缺少一套特种作业实际操作培训和考核的有效方法和手段。中国化学品安全协会在这方面做出了不懈努力。协会经广泛调研，确定采用先进的计算机仿真技术解决特种作业实际操作培训和考核。协会与地方安监局联合，提出了切合实际的培训和考核方法，组织开发成功了与培训和考核配套的软件。本书就是推广应用以上技术成果的详尽指南。

本书介绍的培训和考核方法及配套软件有三个特点：第一，培训和考核内容的选定与总局相关要求完全一致，具有普遍适用性强、易于实施和内容少而精等优点；第二，安全操作重点突出，培训系统强化了提前制止事故发生的实际操控能力训练；第三，配套软件使用直观形象、简明易学，具有自动评分、自动监控功能，便于实施大批量学员的培训和考核。

期望通过本套培训和考核方法与软件的推广应用，在高科技辅助安全实际操作训练方面

成为一个良好的开端。特种作业涉及的工艺流程非常多，开发进一步具有针对性的培训与考核软件将是一项十分艰巨的任务和挑战。相信我国科技人员有信心有能力迎接这一挑战。特种作业人员安全操作技术培训和考核是一项长期性的任务。通过技术创新落实国家安全生产监督管理总局令第 30 号的规定，必将在提高工人素质、确保安全生产和消减重大事故率等方面取得新的进展。



2015 年 1 月

前言

危险化学品安全作业是国家安全生产监督管理总局令第 30 号《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》所规定的特种作业化工安全作业包括光气及光气化、氯碱电解、氯化、硝化、合成氨、裂解（裂化）、氟化、加氢、重氮化、氧化、过氧化、氨基化、磺化、聚合、烷基化、偶氮化、新型煤化工、电石生产工艺等 18 种，以及化工自动控制仪表作业。

基于计算机仿真技术开发的危化品特种作业人员培训及考核软件系统，能够对危险化工工艺的真实场景进行全工况模拟，即对典型危化生产装置（操作单元）进行开车、停车和事故排除操作，还能够实现流程监控、交互操作、大量化工危险工况模拟以及实时的安全信息查询。培训与考核系统具备实操水平的自动评分功能，可以满足培训考核需求。

遵照国家安全生产监督管理总局令第 30 号，实施危化品特种作业人员的培训、考核及发证工作是一项既有很高专业技术含量，又需要具备高度可行性的任务，必须充分考虑我国危化从业人员实际操作技术水平的现状，以创新的思想开发一套具有我国特色的行之有效的培训与考核方法。

其基本原则是大量危化从业人员在短期培训后，多数人能够获得基本从业资格的“入门证”，因此，考核内容必须普遍适用、操作方法通用性强并且高度精简；安全操作重点内容必须突出；需要强化“安全防线提前”的国际共识原则，即培训与考核提前制止事故发生的实际操控能力，因此，本书统称为事故排除，而不用事故处理。严格地说，是把重点放在将事故排除在非正常工况阶段，而不是事故已经发生后的处理阶段，这也正是仿真系统的强项。或者说，把人的因素从事故原因转化为一种有效的“安全措施”。国家标准（AQ/T 3034—2010）将这项任务归类为过程安全管理（PSM）的要素之一，也是非正常工况安全管理（ASM）的重点。仿真系统应当是具有配合培训与考核的专用功能、操作画面通用性强、便于使用、自动提示、自动查询、便于自学习等功能的软件，并且提供详细的指导书和配套教材。为了适应大批量危化从业人员的培训和考核，软件应当是基于计算机网络自动考试、自动评分、自动“流水”化运行的无人管理系统。

中国化学品安全协会、北京重光微智信息技术有限公司与淄博市安全监管局通力合作，首先由专业调研团队历经三年时间，广泛调查国内现有仿真培训技术，最终找到了有效的解决方案。合作成果主要是：第一，总结了一套行之有效的、普遍适用的特种作业实际操作培

训与考核具体方法：第二，开发完成了配套软件系统。两项成果的内容详细体现在本书的章节之中。本书的书稿、培训与考核方法以及软件开发方案充分吸取了企业安全和生产管理专家意见，最终由企业专家再度进行详细审查通过。

本书内容主要包括离心泵及储罐液位系统、热交换系统、连续反应系统、间歇反应系统、透平与往复压缩系统、精馏系统和加热炉系统等 7 种典型化工单元系统。每一个操作单元都给出该系统的工艺流程介绍、主要危险、危险的控制措施、主要事故及排除方法和开停车规程等，同时给出了配套软件的操作画面和操作方法。书中详细介绍了如何使用以上 7 个典型单元，针对 16 类特种作业实施安全操作培训和资格考核的方法，给出了详细的评分标准。此外，本书还介绍了与安全操作密切相关的安全关注点、化工操作要点以及操作规程的危险与可操作性分析方法。配套仿真软件具有操作画面通用性强、使用简捷、自动评分、自动提示、自动查询、便于自学习、便于大批量学员的培训与考核等功能。

本书是由中国化学品安全协会组织编写，专门配合特种作业人员安全技术培训与考核，为教师和学员提供的、与培训和考核软件配套的、必备的使用指南性教材。

在本书的写作和软件开发过程中，得到中国化学品安全协会路念明秘书长的指导和大力支持，并且在全书内容策划、修改和定稿等方面做了全面的组织工作。协会标准化部方华云、石青松、乔法杰和杨欣玉，教育培训部裴辉斌和刘斌，技术咨询部郭风琴和侯明艳，法规标准部苏峥等参加了本书的策划、修改、定稿、出版和配套软件试用与安全法规标准审查等具体工作。会员联络部陈国芳参加了联系地方安监局的调研工作。淄博市安全生产监督管理局勾东升局长亲自带队进行技术方案调研，对安全实际操作培训与考核系统提出了具体的、切合实际的要求。张德才副局长主持了全部技术方案的研讨和软件审查。科长孙科和副科长曲京好完成了调研、策划、软件试用、技术审查和组织教师试培训等工作。山东东岳集团赵仲如安全总监、山东新华制药股份有限公司技工学校崔京帅校长和山东化工职业学院范文中主任，作为企业的特聘专家，自始至终参加了考核技术方案论证和配套软件审查工作，对培训与考核技术方案和配套软件提出了多项建议，已经全部体现在本书和软件成果中。北京化工大学信息科学与技术学院张贝克、许欣和高东等老师参加了本书配套软件数学模型的测试工作。中国石油化工股份有限公司青岛安全工程研究院张卫华主任、翟良云、王春利和李传坤工程师等，参加了配套软件数学模型的故障模拟分析试验，他们的工作对提高数学模型的精度做出了积极贡献。在此一并表示衷心感谢！

笔者按照专家提出的安全实际操作具体要求，研发了配套软件的全部动态数学模型，并且采用 VC++ 语言完成了全部最终程序的检验与开发。为了高逼真度地模拟化工过程特别是连续和间歇化学反应的全工况动态特性，本系统的数学模型考虑了如下几个重要方面。

(1) 动态模型能反映被仿真装置的实际尺寸，包括设备尺寸、管道尺寸、阀门尺寸等，

能反映系统物料和能量的变化与传递的定量关系。

(2) 动态模型能反映被仿真系统的物理化学变化的规律,如反应动力学特性、气液平衡特性,这些特性常常是非线性的。过程控制系统模型与实际工业控制系统完全一致。

(3) 动态模型能反映被仿真系统的动态时间常数、惯性、时间滞后、多容高阶特性和广义对象特性。为了适应考核的时限,总体加快了系统时间常数。

(4) 动态模型的求解速度达到实时要求,微分方程组求解精度达到科学实验级别的要求,因此也全面满足了培训和考核要求。

以上技术进展确保了数学模型对化工过程全工况的准确模拟,这是培训与考核数学模型的精髓所在。由于全工况模拟可以准确产生大量由于误操作导致的非正常工况,并且达到了天文数字,采用危险与可操作性分析(HAZOP)跟踪识别得出的未遂事件及事故“剧情”也是天文数字,因此,结合自动HAZOP分析的操作工安全培训是一种全面的、可以自动咨询和指导的安全培训。此外,HAZOP也是操作规程安全分析的重要方法,本书在第十章介绍了这种方法。由于未遂事件及事故“剧情”是天文数字,这种超大规模的信息量靠教师人工已经无法在线实时识别,更谈不上同时指导几十个到上百个学员,因此必须解决“超高速计算机定性推理”这一当代人工智能最关键的技术,由计算机软件超高速实时自动推理识别每一个在线培训学员的所有操作工况,特别是误操作工况,自动记录非正常工况,并且以在线自动HAZOP分析的结果进行个性指导,这也是充分调动学员主观能动性学习的最有效方法。笔者通过“国家863计划”的相关项目,历经10年奋斗,已经开发成功超高速计算机定性推理技术。在微型计算机上每秒可以自动识别大约2000000种未遂事件或事故“剧情”并且自动HAZOP分析技术已经实用化。未来,配套软件的新一代版本将是基于国家化工过程信息标准的、网络化、远程化、自动智能化指导和自学习模式的培训软件。该软件的核心部分已经完成(一氧化碳环保锅炉和催化裂化装置的案例详见文献[7]),这种先进的智能化软件可以自动实现操作工终身安全培训与考核。预计,这将是一场基于信息化、网络化和自动化参与式互动教学方法的重大变革!

作 者

2015年1月

目 录

■ 第一章 绪 论 / 1

- 一、特种作业实际操作培训及考核内容..... 1
- 二、特种作业实际操作考核方法要点..... 2
- 三、特种作业实际操作培训与考核软件特点..... 3

■ 第二章 仿真实操软件界面操作方法及操作要点 / 5

- 一、仿真实操软件操作方法..... 5
- 二、化工过程操作要点..... 18
- 三、控制系统操作要点..... 26

■ 第三章 离心泵及储罐液位系统 / 28

- 一、工艺说明..... 28
- 二、离心泵冷态开车..... 31
- 三、离心泵停车操作..... 32
- 四、测取离心泵特性曲线（不在考核范围内）..... 32
- 五、事故设置及排除..... 33
- 六、开车评分信息..... 34
- 七、开车评分标准..... 35
- 八、安全关注点..... 35

■ 第四章 热交换系统 / 37

- 一、工艺及控制说明..... 37
- 二、开车操作法..... 39

三、停车操作法.....	40
四、事故设置及排除.....	40
五、开车评分信息.....	41
六、开车评分标准.....	42
七、安全关注点.....	42

■ 第五章 连续反应系统 / 44

一、工艺流程简介.....	44
二、主要画面说明.....	45
三、连续反应过程特性简述.....	47
四、工艺操作说明.....	48
五、事故设置及排除.....	50
六、开车评分信息.....	51
七、开车评分标准.....	52
八、安全关注点.....	52

■ 第六章 间歇反应系统 / 54

一、工艺流程简介.....	54
二、流程图说明.....	55
三、操作说明（注：仅列出考核操作说明）.....	60
四、事故设置及排除.....	61
五、开车评分信息.....	62
六、开车评分标准.....	64
七、安全关注点.....	65

■ 第七章 加热炉系统 / 67

一、工艺流程简介.....	67
二、流程图说明.....	70
三、操作说明.....	72
四、事故设置及排除.....	74

五、开车评分信息.....	75
六、开车评分标准.....	76
七、安全关注点.....	76

■ 第八章 精馏系统 / 78

一、工艺流程简介.....	78
二、流程图说明.....	79
三、精馏自动控制系统简介.....	80
四、指示与控制仪表说明.....	82
五、操作说明.....	83
六、事故设置及排除（化工控制与仪表专业不考核）.....	86
七、开车评分信息.....	86
八、开车评分标准.....	88
九、安全关注点.....	89

■ 第九章 透平与往复压缩系统 / 91

一、工艺流程简介.....	91
二、流程图及说明.....	92
三、操作说明.....	94
四、事故设置及排除.....	96
五、开车评分信息.....	97
六、开车评分标准.....	98
七、安全关注点.....	99

■ 第十章 操作规程 HAZOP 分析 / 101

一、制定安全操作规程，减少人为因素的风险.....	101
二、操作规程 HAZOP 分析的步骤.....	106
三、操作规程 HAZOP 分析的要点.....	109
四、操作规程 HAZOP 分析案例.....	110

■ 附录

附录一	事故排除评分要点	111
附录二	冷态开车要点	117
附录三	思考题	120
附录四	配套软件和录像资料获取	125
附录五	培训和考核软件安装步骤及常见故障分析	126

■ 参考文献

第一章

绪论

一、特种作业实际操作培训及考核内容

本书给出的培训与考核系统涵盖光气及光气化、氯碱电解、氯化、硝化、合成氨、裂解（裂化）、氟化、加氢、重氮化、氧化、过氧化、氨基化、磺化、聚合、烷基化、偶氮化、新型煤化工等 17 种危化品特殊作业类型（不含电石生产工艺），以及化工自动控制系统调整。

由于实操培训与考核的学时有限，按全部考核软件实操培训需 8~16 学时，考核有 30~45 分钟的限定，以下典型操作单元是危险化工工艺过程中最基础和对 16 种危险化工工艺适应性广泛的选择。7 种系统包括了连续与间歇反应、传质、传热、三类主要动设备（离心泵、往复压缩和透平）以及加热过程。显然，这也是危险化工工艺代表面最广且种类数最少的选择。分列如下：

- ① 离心泵与储罐液位系统
- ② 热交换系统
- ③ 连续反应系统
- ④ 间歇反应系统
- ⑤ 加热炉系统
- ⑥ 精馏系统（包括控制系统投用和调整）
- ⑦ 透平与往复压缩系统

以上化工工艺单元和化工过程都具有详尽的真实工业背景，主要工艺参数与真实系统完全一致，其开车、停车、非正常工况操作和事故排除的模拟与真实系统完全一致，并且通过多次专家会议讨论与优选，全部属于典型高危险性化工工艺过程。

所选用的连续反应过程（专利系统）是工业常见的典型的连续带搅拌的釜式（CSTR）丙

烯聚合反应系统,在已有的事故报告中,聚合反应的重大事故率最高。

所选的间歇反应过程在精细化工、制药、催化剂制备、染料中间体、火炸药等行业应用广泛。本间歇反应的物料特性差异大;反应属强放热过程,由于二硫化碳的饱和蒸气压随温度上升而迅猛上升,冷却操作不当会发生剧烈爆炸;反应过程中有主副反应的竞争,必须设法抑制副反应,然而主反应的活化能较高,又期望较高的反应温度。如此多种因素交织在一起,使本间歇反应具有典型代表意义。

所选用的加热炉属于汽油加氢脱硫装置,被加热的物料为汽油或煤油,是典型高危险性化工工艺过程。同时也是催化裂化、乙烯裂解、合成氨转化炉、煤气化炉等具有共性的部分。

所选用的压缩系统是汽油加氢脱硫过程的氢气循环压缩机,泄漏时遇火源极易爆炸,亦属于高危险性化工动设备。同时涵盖了透平与往复压缩机两种类型。

所选精馏系统是大型乙烯装置中的脱丁烷塔,操作复杂程度适中,代表了典型传质单元,如精馏、吸收和萃取等。塔顶产物是C₄,塔底产品是裂解汽油,具有高危险性。

为了强化安全实操内容,将以上7个工艺单元参照国内外安全标准,突出典型危化工艺单元的重要危险事故排除,总结了80余种“安全关注点”,在工艺流程图中直接查询;并且每一个单元都设置相关的5种典型事故排除,包括紧急状态应急实操考核,总计35种事故排除考核项目。

二、特种作业实际操作考核方法要点

为了突出非正常工况的掌控和事故排除两个重点,精简培训与考核内容,每个学员按不同作业类型都指定考核3个科目(与安监总宣教(2014)139号文件“特种作业安全技术实际操作考试标准及考试点设备配备标准(试行)的通知”相关要求具有一致性)。即在所有的危化工艺类都需考核离心泵与储罐液位系统(科目一)和热交换系统(科目二)的基础上,结合16种危化作业的工艺特点,在间歇反应、连续反应、透平与往复压缩、精馏、加热炉和精馏控制系统调整等6个科目中指定选择一个,作为第三个考核科目(科目三)。每个科目都在5种事故排除包括重要事故应急处理中任选一种,即仅考核3项事故排除。这种选择方法的优点是,培训内容在考核时全部涉及,考核时不会出现许多搁置不选的单元。因而有效精简了培训内容,大大节省了培训时间,减少了教师工作量。

软件自动按百分制评分。在总成绩满分100分分值中,科目一、科目二和科目三之和为50分,科目一、科目二和科目三所占比例为0.3:0.3:0.4,事故排除为50分,3个事故排除所占比例各为1/3。这种评分方法有利于考察学员的综合水平。

需要特别指出,典型化工单元事故发生后的应急处理和抢险,不是仿真软件的强项。可以考虑使用其他系统培训或直接在企业实际装置场所进行训练和考核更加切实有效,针对性强。

按以上考核方法,16种危化作业类型构成19种组合。试验培训表明,经过培训的学员在30~45分钟以内可以完成3项考核科目。16种危险化学品安全作业实操培训与考核的科目见表1-1。

表 1-1 危险化学品安全作业实操培训与考核科目表

序号	危险化学品安全作业类型（总局令第30号规定）	主要工艺过程（总局令第30号规定）	科目一	科目二	科目三
1	光气及光气化工艺	光气合成以及厂内光气储存、输送和使用	离心泵与储罐液位过程开车及事故排除	换热器过程开车及事故排除	连续反应过程开车及事故排除
2	氯碱电解工艺	氯化钠和氯化钾电解、液氯储存和充装	离心泵与储罐液位过程开车及事故排除	换热器过程开车及事故排除	连续反应过程开车及事故排除
3	氯化工艺	液氯储存、气化和氯化反应	离心泵与储罐液位过程开车及事故排除	换热器过程开车及事故排除	连续反应过程开车及事故排除
4	硝化工艺	硝化反应、精馏分离	离心泵与储罐液位过程开车及事故排除	换热器过程开车及事故排除	间歇反应或精馏过程二选一。开车及事故排除
5	合成氨工艺	压缩、氨合成反应、液氨储存	离心泵与储罐液位过程开车及事故排除	换热器过程开车及事故排除	压缩或连续反应过程处理二选一。开车及事故排除
6	裂解（裂化）工艺	石油系的烃类原料裂解（裂化）	离心泵与储罐液位过程开车及事故排除	换热器过程开车及事故排除	加热炉或精馏过程二选一。开车及事故排除
7	氟化工艺	氟化反应	离心泵与储罐液位过程开车及事故排除	换热器过程开车及事故排除	连续反应过程开车及事故排除
8	加氢工艺	加氢反应	离心泵与储罐液位过程开车及事故排除	换热器过程开车及事故排除	连续反应过程开车及事故排除
9	重氮化工艺	重氮化反应、重氮盐后处理	离心泵与储罐液位过程开车及事故排除	换热器过程开车及事故排除	连续反应过程开车及事故排除
10	氧化工艺	氧化反应	离心泵与储罐液位过程开车及事故排除	换热器过程开车及事故排除	连续反应过程开车及事故排除
11	过氧化工艺	过氧化反应、过氧化物储存	离心泵与储罐液位过程开车及事故排除	换热器过程开车及事故排除	连续反应过程开车及事故排除
12	氨基化工艺	氨基化反应	离心泵与储罐液位过程开车及事故排除	换热器过程开车及事故排除	间歇反应过程开车及事故排除
13	磺化工艺	磺化反应	离心泵与储罐液位过程开车及事故排除	换热器过程开车及事故排除	间歇反应过程开车及事故排除
14	聚合工艺	聚合反应	离心泵与储罐液位过程开车及事故排除	换热器过程开车及事故排除	连续反应过程开车及事故排除
15	烷基化工艺	烷基化反应	离心泵与储罐液位过程开车及事故排除	换热器过程开车及事故排除	连续反应过程开车及事故排除
16	化工自动控制仪表	化工自动控制仪表系统安装、维修、维护	离心泵与储罐液位过程的开车，流量与储罐液位控制	换热器过程的开车和温度控制	精馏控制系统投用和控制系统调整

三、特种作业实际操作培训与考核软件特点

危化特作人员实操培训和考核系统由两套独立运行的软件平台组成，即实操培训软件平

台（TZZY）和实操考核软件平台（TZKH）。两个平台的创新特点如下。

1. 实操培训软件平台（TZZY）

① 按照学员登录的个人信息，自动导引运行指定的科目，完成科目的开/停车和典型事故排除训练。

② 自动评价学员的培训操作和事故排除成绩（完全按 139 号文件的百分制评分）。

③ 具有自动“安全关注点”查询功能。遵照国家标准《化工企业工艺安全管理实施导则》（AQ/T 3034—2010），安全培训必须了解生产岗位的主要危险，软件将其称为安全关注点。能够在工艺流程图画面上直接查询所有培训科目的工艺单元的主要危险和这些危险的防控措施。软件依据国内外相关标准与规范，确定安全关注点的内容。

④ 操作画面和操作模式兼顾各种型号的 DCS、PLC 以及常规仪表，即不是某一种特定的 DCS 或 PLC 控制模式。理由是化工企业目前采用的国产和进口 DCS 种类繁多，很不统一。DCS 的操作模式本身比较繁杂，需要附加学时，熟悉一种特定的 DCS 的专有操作，相当于在考核中增加了新的“门槛”，在为数众多的不使用此类 DCS 的企业会引发争议，缺乏公平性，而且使得培训和考核不能尽快进入危险工艺操作的实质性内容。本实操考核培训和考核软件采用“三要素”（开关、手操器和控制器）操作法是通用性强的工艺操作模式，流程图画面、控制组画面、趋势画面和报警画面等与各种 DCS 一致，相当于 DCS 的通用简化版。软件还给出基本操作提示画面，可以边操作边参照。这种操作和控制方法学习和使用简单快捷，大量应用实践表明通过 15~20 分钟的自学即可熟悉操作，经过 8 学时的工艺实操培训可以自然而然达到非常熟练的程度。

⑤ 提供在线位号说明和开车要点查询功能，大大减轻培训教师的工作量。

⑥ 提供典型危化工艺单元、动设备、仪表部件的高清照片，包括内部结构。

⑦ 在专家审查的基础上，对典型危化工艺单元的训练与考核内容进行精简，突出与危险重点相关的内容，达到既突出重点又大大提高培训效率的目标。

⑧ 动态数学模型可以模拟各类非正常工况，采用高精度达到国际先进水平的建模技术^{[4][5]}，可以确保培训质量。

2. 实操考核软件平台（TZKH）

① 具备实操培训软件平台（TZZY）的全部功能，自动封住部分需要学员记住的提示功能，以便考核学员的实际水平。

② 具有考场入口“人脸”自动识别（包括各操作站人脸在线核验功能）、个人信息登录和信息联网功能。

③ 具有自动识别登录信息，自动导引考核流水科目，自动评价考核成绩（包括事故排除成绩），自动网络汇总成绩的监控功能，适合大批量无人监督考核。

第二章

仿真实操软件界面操作方法及操作要点

一、仿真实操软件操作方法

1. 概述

(1) 画面特点

微型计算机的发展日新月异，低价格、高性能、长寿命的工业微型计算机（IPC、PCC）异军突起，迅速占领工业控制市场。微型计算机图形技术的发展，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（集散型控制系统），出现了硬件微机化、软件通用化的趋势。例如，目前国际上基于微型计算机的工业控制软件，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，正逐渐被广大用户所接受。

本仿真实操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。
- ② 操作画面的内容及分类与 DCS 完全相似。
- ③ 画面操作无需特殊硬件，仅靠鼠标就能完成各项操作。
- ④ 本仿真实操软件由开发平台支持，软件使用方法一致性高。
- ⑤ 本软件采用了作者提出的全程压缩及多种节省计算容量的技术。
- ⑥ 针对实操教学的特点，操作画面增加了排液指示、火焰指示、特性曲线显示、设备局部剖面及动画显示等功能。