



中等职业教育国家示范学校系列
教改教材

化工操作 综合实训

朱玉林 沈张迪 主 编
罗 耀 副主编

HUAGONG
CAOZUO
ZONGHE
SHIXUN



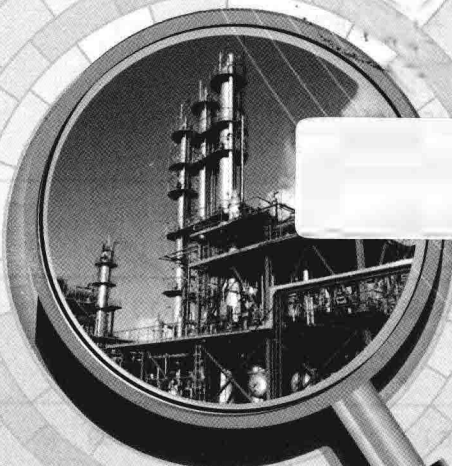
化学工业出版社



中等职业教育国家示范学校系列
教改教材

化工操作 综合实训

朱玉林 沈张迪 主 编
罗 罹 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书主要包括：化工管路拆装、化工单元操作、化工单元仿真操作。本书将化工操作工必须要掌握的技能训练整合在一起，由浅入深，理论与实际相结合，重视实用性和可操作性，旨在培养学生的专业素养和专业能力。

本书可作为中职化工类专业学生的实训教材，也可作为总控工中级考证培训教材。

图书在版编目（CIP）数据

化工操作综合实训 / 朱玉林，沈张迪主编. —北京：
化学工业出版社，2014.5
中等职业教育国家示范学校系列教材
ISBN 978-7-122-20031-0

I. ①化… II. ①朱…②沈… III. ①化工单元操作—
中等专业学校—教材 IV. ①TQ02

中国版本图书馆CIP数据核字（2014）第045703号

责任编辑：旷英姿
责任校对：吴 静

文字编辑：孙凤英
装帧设计：王晓宇

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 装：化学工业出版社印刷厂
787mm×1092mm 1/16 印张8 字数180千字 2014年7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：24.00元

版权所有 违者必究

本书是根据化工专业“职业导向、分类培养”人才培养方案，并结合现代化工企业对化工人才规格要求，借鉴教育部关于化学工艺的教学基本要求而编写，重点由三部分组成，分别是化工管路拆装、化工单元操作、化工单元仿真操作。全部内容的教学时数约为144学时。

本书从中等职业技术教育培养生产一线的高技能人才的目标出发，结合双证融通、工学交替和职业资格直通车的教学模式，力争体现现代职业技术教育的特点，着力于学生的职业生涯服务，在教材题例上力求典型、实用、够用，在内容上由浅入深、通俗易懂、主次分明，采用项目化教学，突出学生的学以致用，以适应中职院校化工工艺类及相关专业教学的需要。

本书由平湖职业中等专业学校朱玉林、沈张迪主编，金华职业技术学院罗雁任副主编。全书绪论及第一部分由朱玉林编写，第二部分由罗雁编写，第三部分由沈张迪和沈佳渊编写。

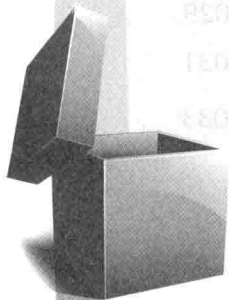
全书共45个项目，朱玉林统稿并对全书进行校对，由金华职业技术学院俞章毅副教授主审。

本书作为中职化工专业学生的实训教材，也可作为总控工中级考证培训教材。本书在编审过程中得到了金华职业技术学院材料与制药学院老师的大力支持，北京东方仿真软件技术有限公司、浙江中控科教仪器设备有限公司给予了大力的帮助，评审专家给予了指导和帮助，并提出许多宝贵意见，对此编者一并表示衷心的感谢。

由于时间仓促，水平有限，书中难免存在疏漏和不妥之处，恳请同仁及读者批评指正。

编 者

2014年1月



	Page
■ 绪论	001

一、化工操作综合实训的目的	001
二、化工操作综合实训过程要求	001

1 第一部分	Page
■ 化工管路拆装	005

项目一 熟悉管路中的管件、阀门、管子、仪表	007
项目二 绘制化工管路系统流程图	009
项目三 化工管路拆除的一般原则及基本操作	010
项目四 化工管路安装的一般原则及基本操作	011
项目五 化工管路试运行	013
项目六 化工管路综合实训及考核	015

2 第二部分	Page
■ 化工单元操作	019

模块一 流体输送单元	019
项目七 流体输送单元设备及流程认识	024
项目八 液体输送离心泵的操作	026
项目九 气体输送压缩机的操作	028
项目十 流体阻力的测定	029
项目十一 流体输送综合操作	031
模块二 传热单元	033



项目十二 传热单元设备及流程认识	035
项目十三 列管式、套管式、板式换热器操作	038
项目十四 传热综合操作	040
模块三 精馏单元	043
项目十五 精馏单元设备及流程认识	046
项目十六 精馏单元进料操作	048
项目十七 精馏全回流操作	049
项目十八 精馏部分回流操作	051
项目十九 精馏塔综合操作	053
模块四 吸收单元	059
项目二十 吸收单元设备及流程认识	061
项目二十一 吸收综合操作	063
3 第三部分	Page
化工单元仿真操作	066
模块五 离心泵单元	066
项目二十二 离心泵单元概述	067
项目二十三 离心泵开车基本操作	070
项目二十四 离心泵停车操作	072
项目二十五 离心泵事故处理操作	073
模块六 间歇反应釜单元	075
项目二十六 间歇反应釜概述	076
项目二十七 间歇反应釜开车操作	077
项目二十八 间歇反应釜停车操作	079



项目二十九 间歇反应釜事故处理操作	080
模块七 管式加热炉单元	083
项目三十 管式加热炉单元概述	084
项目三十一 管式加热炉开车操作	085
项目三十二 管式加热炉停车操作	088
项目三十三 管式加热炉事故处理	089
模块八 固定床反应器单元	092
项目三十四 固定床反应器单元概述	093
项目三十五 固定床反应器开车操作	095
项目三十六 固定床反应器停车操作	097
项目三十七 固定床反应器事故处理	099
模块九 吸收解吸单元	101
项目三十八 吸收解吸单元概述	102
项目三十九 吸收解吸单元开车操作	105
项目四十 吸收解吸单元停车操作	108
项目四十一 吸收解吸单元事故处理	110
模块十 精馏塔单元	113
项目四十二 精馏塔单元概述	114
项目四十三 精馏塔单元开车操作	116
项目四十四 精馏塔单元停车操作	118
项目四十五 精馏塔单元事故处理	119





绪 论

一、化工操作综合实训的目的

化工操作综合技能训练是化工单元操作、化工单元仿真课程的实践性教学环节。化工过程中每个化工单元操作相当于化工生产中的一个基本过程，所以它具有明显的工程性的特点。它不仅涉及工艺过程，也涉及化工仪表及自动化和化工设备。通过实践教学环节，不仅可以验证基本理论，加深对课堂教学内容的理解，更重要的是培养学生的实践操作技能和团队协作精神，增加分析并解决工程实际问题的能力，为在化工企业中担任操作工打下基础，也是学生具有中级工应会技能的需要。通过技能训练，应达到如下目的。

- (1) 将理论知识应用于操作，通过操作加深对理论知识的理解和提升。
- (2) 熟悉常见的单元操作设备的基本构成和流程。
- (3) 掌握典型化工单元设备的基本操作，熟悉各种操控因素对操作结果的影响并能正确且安全有效地进行调控，能分析处理简单的故障。
- (4) 熟悉常见的化工仪表和化工设备性能和使用方法，并能进行简单的维护、维修。
- (5) 能正确处理并分析操作结果，能运用计算机等工具对结果进行处理，并对结果进行分析讨论。
- (6) 培养学生肯做事、会做事、做成事的能力。

二、化工操作综合实训过程要求

整个训练过程内容包括：预习、操作、测定、记录和整理数据、编写报告等环节，各环节的要求如下。

1. 操作前的准备和预习

(1) 认真阅读指导书, 复习课程教材中的有关内容, 根据训练目的要求明确任务, 掌握操作的原理。

(2) 到实训室现场观看设备流程、主要设备的构造、仪表种类和安装位置, 了解它们的启动和使用方法(但不要擅自启动, 以免损坏仪表设备或发生其他事故)。摸清测试点、控制点的方位。

(3) 明确实训内容和操作过程, 了解标准仪器仪表的使用方法, 并编写预习报告。

2. 操作过程注意事项

在开始操作前必须先检查设备仪表是否正常。

(1) 检查设备、管道上各个阀门的开、闭状态是否合乎流程要求。

(2) 接通电源后检查各仪表是否能正常指示。

(3) 泵、风机、压缩机、真空泵等转动及运动的设备, 启动前先盘车检查, 看能否正常运转。

(4) 设备启动运转前须经指导人员检查。

(5) 化工操作实验前要认真听实验指导教师讲解, 仪表调校和系统接线完成后, 经指导教师检查无误, 方可接通电源。未经允许, 不得随便挪用或更换实验用仪表, 如有损伤要及时报告指导教师处理。

(6) 化工操作实验过程中应注意安全, 杜绝事故, 实验中若有异常, 要立即断掉电源。实验完毕, 将实验仪器放回原处, 离开实验室要断开电源, 并搞好卫生。

操作过程中注意分工配合, 既能保证操作质量, 又能获得全面训练。每个小组要有一个组长, 组长负责训练方案的执行、联络和指挥, 每个组员都应各有专责(包括操作、读取数据及现象观察等)。操作过程中应注意观察仪表的变化, 保证操作过程在稳定条件下进行。出现异常变化时要分析原因并做及时调整。设备及仪表有异常情况时, 应及时报告指导教师并按停车步骤紧急停车。操作结束后切记按操作顺序切断相关的气源、水源、电源, 将阀门调整到应处的开或关状态, 确保安全后再离开。

3. 测取数据

(1) 凡是影响操作结果或在数据整理过程中所必需的数据都要测取, 包括大气条件、设备有关尺寸、物料性质以及操作数据等。

(2) 并不是所有数据都要直接测取, 凡可以根据某一数据导出或从手册中查出的其他数据, 不必直接测定。例如水的黏度、密度等物理性质, 一般只要测出水温后即可查出, 因此不必直接测定水的黏度、密度, 而应该改测水温。

4. 读取数据、做好记录

(1) 操作时一定要在现象稳定后才开始读数据, 条件改变后, 要稍等一会儿才能读取数据, 这是因为稳定需要一定时间(有的操作甚至要很长时间才能达到稳定), 而仪表通常又存在滞后现象的缘故。不要条件一改变就测数据, 引用这种数据做报告, 结论是不可靠的。

(2) 同一条件下至少要读取两次数据, 而且只有当两次读数相接近时才能改变操作条件, 以便在另一条件下进行观测。

(3) 同一操作条件下, 不同参数最好是数人同时读取, 若操作者同时兼读几个数据时, 应尽可能动作敏捷。每个数据记录后, 应该立即复核, 以免发生读错或写错数字等现象。

(4) 数据记录必须真实地反映仪表的精确度, 设备上的一次仪表一般要记录至仪表上最小分度以下一位数。例如温度计的最小分度为 1°C , 如果当时温度读数为 24.6°C , 这时就不能记为 25°C , 如果刚好是 25°C 整, 则应记为 25.0°C , 而不能记为 25°C , 因为这里有一个精确度的问题。一般记录数据中末位都是估计数字, 如果记录为 25°C , 它表示当时温度可能是 24°C , 也可能是 26°C , 或者说它的误差是 $\pm 1^{\circ}\text{C}$, 而 25.0°C 则表示当时温度是介于 $24.9 \sim 25.1^{\circ}\text{C}$ 之间, 它的误差是 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。但是, 用上述温度计时也不能记为 24.58°C , 因为它超出了所用温度计的精确度。仪表柜上的二次仪表则直接记录仪表显示的实际读数。

(5) 记录数据要以当时的实际读数为准, 例如规定的水温为 50.0°C , 而读数时实际水温为 50.5°C , 就应该记 50.5°C 。

(6) 数据记录过程中还应注意仪表读数变化的规律, 当出现不符合规律的变化情况时, 应注意判断是仪表的随机波动还是过程出现异常, 以便及时发现问题、解决问题。

5. 整理数据

(1) 原始记录数据只可进行整理, 绝不可修改。经判断确系过失误差所造成的不正确数据可进行删除。

(2) 数据整理时应根据有效数字的运算规则, 舍弃一些没有意义的数字。一个数据的精确度是由测量仪表本身的精确度所决定的, 它绝不会因为计算时位数增加而提高。但是, 任意减少位数却是不允许的, 因为它降低了应有的精确度。

(3) 数据整理时, 如果过程比较复杂, 数据又多, 一般以采用列表整理法为宜, 同时应将同一项目一次整理。这种整理方法不仅过程简单明了, 而且节省时间。

(4) 要求以一次数据为例子, 把各项计算过程列出, 以便检查。

(5) 数据整理时还可以采用常数归纳法, 将计算公式中的常数归纳, 作为一个常数看待。

6. 编写操作训练报告

操作完成后, 必须以严格的科学态度, 按指导书的要求认真写好单元操作训练报告。报告应写得简单明白、一目了然, 这就要求数据完整, 交代清楚, 结论明确, 有讨论, 有

分析，得出的公式或线图有明确的使用条件。报告的格式一般应包括下列各项内容：

- (1) 技能训练项目的名称；
- (2) 写报告人及共同测定人员的姓名、操作日期；
- (3) 训练目的；
- (4) 操作原理；
- (5) 操作设备流程示意图；
- (6) 操作过程和步骤；
- (7) 操作数据记录；
- (8) 数据整理及计算示例，引用其中一组数据（要注明来源），要列出这组数据的计算过程，作为计算示例；
- (9) 操作结果和分析讨论；
- (10) 回答思考题。

PART 01

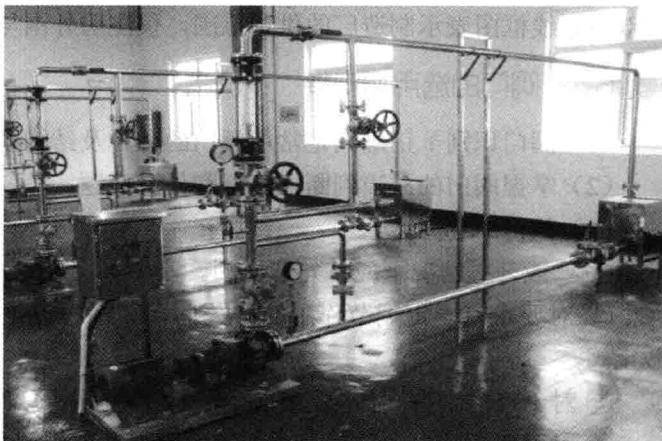
第一部分

化工管路拆装



一、实训目的

1. 掌握化工工艺流程图的识读。
2. 掌握化工工艺流程图绘制的方法和步骤。
3. 了解阀门的种类和用途。
4. 掌握阀门的选用与安装。
5. 掌握截止阀、闸阀、球阀、安全阀、仪表调节阀的结构及工作原理。
6. 能根据流体输送流程简图，准备安装管线所需的管件、仪表等以及所需的工具和易耗品。
7. 掌握管线的正确组装和管道试压。
8. 掌握管线的拆除程序。
9. 能做到管线拆装过程中的安全规范。



二、操作的重点、难点

重点：1. 绘制工艺流程图。

2. 截止阀、闸阀、球阀、安全阀、仪表调节阀的结构及工作原理。
3. 管线的正确组装和管道试压、化工管路安装基本操作。

难点：1. 掌握其中各种阀门及管件的画法。

2. 阀门的选用与安装。

3. 能根据流体输送流程简图，准备安装管线所需的管件、仪表等以及所需的工具和易耗品。

三、操作要领

(一) 化工工艺流程图的识读、绘制的方法和步骤

1. 识读工艺流程图

(1) 了解掌握物料介质的工艺流程, 设备的数量、名称和设备位号, 所有管线的管段号、物料介质、管道规格、管道材料, 管件、阀门及控制点(测压点、测温点、流量、分析点)的部位和名称及自动控制系统。

(2) 了解与工艺设备有关的辅助物料水、气的使用情况。

2. 工艺流程图绘制

工艺流程图一般按工艺装置的主项(工段或工序)为单元绘制, 流程简单的可以画成一张总工艺流程图, 绘制方法可按化工制图要求进行。

3. 工艺管道及仪表流程图

工艺管道及仪表流程图包括: ①工艺设备一览表的所有设备(机器); ②所有的工艺管道, 包括阀门、管件、管道附件等, 并标注出所有的管段号及管径、管材、保温情况等; ③标注出所有的检测仪表、调节控制系统; ④对成套设备或机组在带控制点工艺流程图中以双点划线框图表示制造厂的供货范围, 仅注明外围与之配套的设备、管线的衔接关系。

(二) 阀门的选用与安装

(1) 阀门识别: 正确判定常用阀门的名称及结构型式。如截止阀、闸阀、球阀等。

(2) 掌握阀门的故障判断, 内漏和外漏问题。

(3) 阀门的选用。

① 一般开关情况下应首先选闸阀。

② 对要求有一定调节作用的开关场合和输送液化石油气、液态烃介质的场合, 宜选用截止阀。

③ 对于可能含有固体颗粒的非清洁液体宜采用球阀。

④ 对于要求能自动防止介质倒流的场合选用止回阀。

(4) 阀门的安装。

① 仔细核对所有阀门的型号规格是否与设计相符, 能否满足使用要求。

② 阀门的安装位置不应妨碍设备、管道及阀门本身的拆装、维修和操作。

③ 对于有方向性的阀门, 安装时应根据管道的介质流向确定其安装方向。

(三) 化工管路安装基本操作

(1) 熟悉各种工具的正确使用方法, 如扳手、螺丝刀、角尺、管钳、切管器、套丝机、找正仪等。

(2) 管路安装顺序是由下到上, 先主路, 后支路, 最后仪表。将管件、仪表、阀门按流体输送图进行安装。阀门需关闭安装且注意介质流向, 安装过程保证横平竖直, 水平管其偏差不大于15mm/10m, 但其全长偏差不能大于50mm, 垂直管偏差不能大于10mm。

(3) 安装完毕打开泵的进口阀和放空阀, 往管路中灌水, 检查管路是否泄漏。如发生

泄漏，关闭进水阀，进行检修，直到无泄漏为止。

(4) 管道试压：实验压力（表压）为工作压力的1.5倍，但不小于200kPa，保压时间5min。试压过程中如发现泄漏，需先泄压再检修，严禁带压返修。

(5) 试压合格后先泄压，然后打开排液阀、放空阀将水排尽，将所有阀门恢复关闭状态进行管路拆除。管路拆除顺序是由上到下，先拆仪表、附件，后拆管线。

四、设备与工具

- (1) 管路拆装实训装置。
- (2) 铅笔、直尺、A4纸。
- (3) 呆扳手（24，19）、活动扳手（475）、管钳（375）、游标卡尺、卷尺。
- (4) 橡胶垫片、螺栓、螺母、垫片、垫圈。

五、操作安全事项

- (1) 实训操作时需穿工作服并佩戴安全帽。
- (2) 工具按使用规范正确使用，防止使用不当损坏工具。
- (3) 所有零部件在拆卸、安装过程中要轻拿轻放（特别是转子流量计这样的玻璃零件）。
- (4) 高处的零件一定要拿稳扶好，小心掉落伤人。



项目一 熟悉管路中的管件、阀门、管子、仪表

日期_____年_____月_____日

星期_____节次_____

一、实训目的

1. 了解阀门的种类和用途；
2. 掌握阀门的选用与安装；
3. 掌握截止阀、闸阀、球阀、安全阀、仪表调节阀的结构及工作原理；
4. 认识简单的化工管路。

二、实训设备

1. 管路拆装实训装置；
2. 工作服；
3. 安全帽等。

三、实训内容

认识管路中的各种管件、阀门。

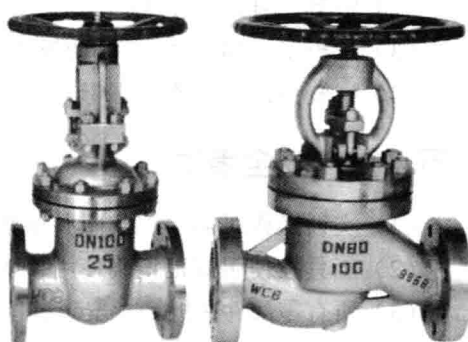
活动一



阀门的认识

工作步骤：

1. 进入现场听教师安排工作任务。
2. 观看实训装置。
3. 了解阀门的种类和用途。
4. 列出常用的几种阀门的工作原理和使用范围。



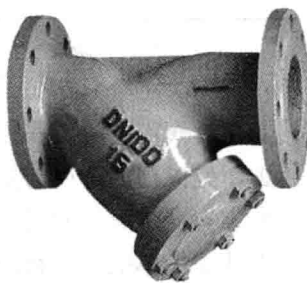
活动二



认识化工管路

工作步骤：

1. 认识装置中的各种管子和管件，了解管材。
2. 认识装置中的各种管子和管件的作用。
3. 认识装置中的各种仪表及其工作原理。



写一写



管路拆装实训装置上有哪几种阀门、管件、仪表

阀门：

管件：

仪表：



项目二 绘制化工管路系统流程图



日期_____年_____月_____日

星期_____节次_____

一、实训目的



1. 认识化工管路材料及标准化知识；
2. 识别化工管路的标准及钢管管件、阀门；
3. 绘制化工管路系统流程图。

二、实训设备

1. 管路拆装实训装置；
2. 工作服、安全帽等；
3. 铅笔、直尺、A4纸。

三、实训内容

管路流程图的绘制。

活动一



认识管路拆装实训装置

工作步骤：

1. 认识本管路拆装实训装置的各种管子、管件、阀门、仪表、动力设备等。
2. 确定液体输送流程。
3. 确定各种管子、管件、阀门、仪表、动力设备的作用。

画一画



下列阀门、仪表在流程图上都是怎么画的？

截止阀：

闸阀：

球阀：

转子流量计：

安全阀：

压力表：

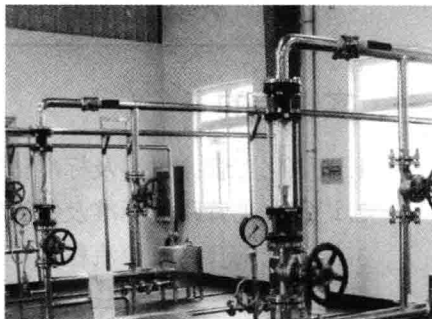
活动二



绘制化工管路系统流程图

工作步骤：

1. 确定各种管子、管件、阀门、仪表、动力设备的画法。
2. 绘制工艺流程图。



项目三 化工管路拆除的一般原则及基本操作

日期_____年_____月_____日

星期_____节次_____

一、实训目的



1. 熟练掌握管路拆装工具的使用；
2. 掌握管线的拆除程序；
3. 能做到管路拆除过程中的安全规范；
4. 培养团队协作意识和精神。

二、实训设备

1. 管路拆装实训装置；
2. 工作服、安全帽、扳手等；
3. 各种管路拆装工具。