

■ 高等学校理工科化学化工类规划教材

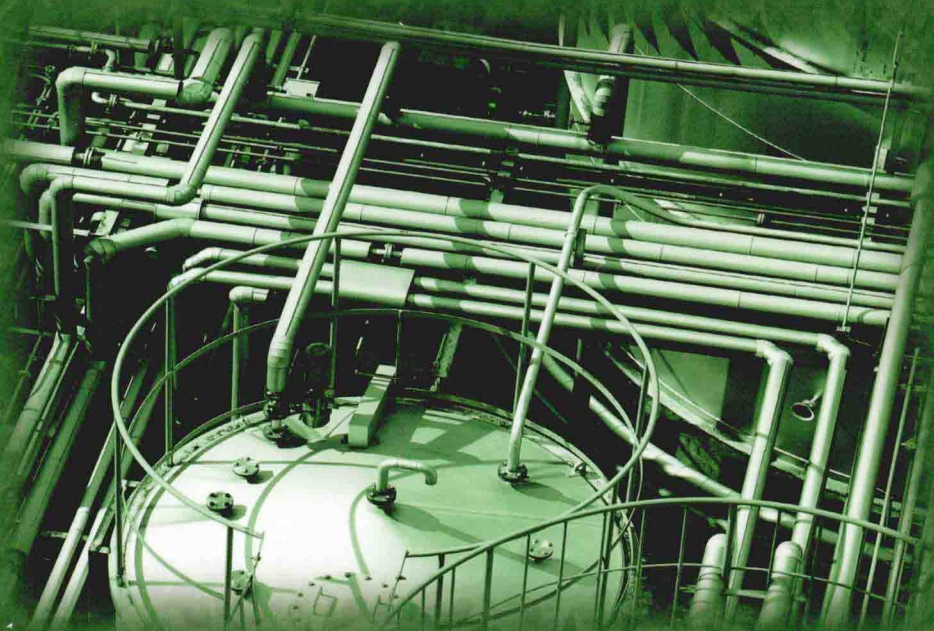
省精品课程教材

化工原理课程设计

COURSE EXERCISE DESIGN FOR UNIT OPERATIONS OF CHEMICAL ENGINEERING

(第三版)

王国胜 主编



大连理工大学出版社
DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

■ 高等学校理工科化学化工类规划教材

省精品课程教材

化工原理课程设计

COURSE EXERCISE DESIGN FOR UNIT OPERATIONS OF CHEMICAL ENGINEERING

(第三版)

主编 王国胜

编者 王国胜 孙怀宇 王祝敏 裴世红

高 枫 范俊刚 纪智玲



大连理工大学出版社
DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

化工原理课程设计 / 王国胜主编. — 3 版. — 大连
: 大连理工大学出版社, 2013. 8
ISBN 978-7-5611-8126-3

I. ①化… II. ①王… III. ①化工原理—课程设计—
高等学校—教材 IV. ①TQ02-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 185473 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 传真:0411-84701466 邮购:0411-84703636

E-mail:dutp@dutp.cn URL:<http://www.dutp.cn>

大连业发印刷有限公司印制

大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm	印张:11.25	字数:267 千字
2005 年 2 月第 1 版		2013 年 8 月第 3 版
	2013 年 8 月第 9 次印刷	

责任编辑:刘新彦 于建辉

责任校对:庞 丽

封面设计:宋 蕾

ISBN 978-7-5611-8126-3

定 价:22.80 元

前 言

化工原理课程设计是化学工程与工艺专业及相关专业学生学习化工原理课程(化工原理、化工原理实验、化工原理课程设计)的三个环节之一。课程设置的主要目的是:通过课程设计环节的学习,使学生能够掌握设计的基础知识,学会设计思想,开拓设计思路,形成设计思维。

在教学过程中往往分成设计小组,指导教师布置完成设计任务书,学生要借阅十余本参考资料,在两三周内进行设计工作。本书试图抛开繁琐的参考资料的查阅,以精馏塔设计为主,附以换热器设计,从宏观上训练学生对各类精馏塔(浮阀塔、筛板塔、填料塔等)、不同物系条件下不同类精馏塔、同一物系条件下不同类精馏塔以及不同设计条件下精馏塔尺寸的变化规律等的设计过程,从微观上训练学生一个设计条件工作的同时,对不同设计条件下精馏塔尺寸变化规律的求解。

本次修订,根据国家标准及行业现行标准的修订而对书中相关数据、图例进行了更新;增加了换热器设计实例,可作为换热器设计训练使用,使得本书体系更加完善。

需要说明的是,书中选取的设计样本仅仅是作一演示,设计中存在许多不当之处,更非实际设计,切勿照搬。

本书自出版以来,已被众多院校选为教材,一些老师和同学为我们的修订提出了宝贵的意见和建议,在此致以诚挚的谢意。

参加本书编写工作的有:王国胜、孙怀宇、王祝敏、裴世红、高枫、范俊刚、纪智玲。全书由王国胜统稿并定稿。

由于我们经验不足,书中难免有错误之处,恳请批评指正。您有任何意见或建议,请通过以下方式与我们联系:

邮箱 jcjf@dutp.cn

电话 0411-84707962 84708947

编 者

2013年8月

目 录

第1章 绪 论 /1

- 1.1 化工原理课程设计的目的、要求与内容 /1
 - 1.1.1 设计能力 /1
 - 1.1.2 化工原理课程设计的基本内容 /1
 - 1.1.3 化工原理课程设计的设计任务要求 /2
- 1.2 单元过程及设备设计的基本原则与基本过程 /3
 - 1.2.1 单元过程及设备设计的基本原则 /3
 - 1.2.2 单元过程及设备设计的基本内容和过程 /4
- 1.3 本教材的基本内容 /5

第2章 设计基础 /6

- 2.1 课程设计任务书 /6
 - 2.1.1 设计基本要求 /7
 - 2.1.2 设计基本内容 /7
- 2.2 化工生产工艺流程设计 /8
 - 2.2.1 工艺流程图的绘制 /8
 - 2.2.2 带控制点的工艺流程图 /9
- 2.3 设备设计 /16
 - 2.3.1 设备工艺条件图 /16
 - 2.3.2 装配图 /18
- 2.4 化工设备设计的最优化 /18
- 2.5 计算机在化工设计中的应用 /20

第3章 物性数据 /21

- 3.1 纯物质的物性数据 /21
 - 3.1.1 基础物性数据 /21
 - 3.1.2 定压热容 /21
 - 3.1.3 热 焓 /22

- 3.1.4 蒸发潜热及液体密度 /25
- 3.1.5 液体黏度 /25
- 3.1.6 液体表面张力 /25
- 3.1.7 液体的导热系数 /28
- 3.1.8 液体的饱和蒸气压 /28
- 3.1.9 二组分气液平衡组成与温度(或压力)关系 /33

3.2 物性计算 /34

- 3.2.1 定压热容 /34
- 3.2.2 热 焓 /35
- 3.2.3 蒸发潜热 /35
- 3.2.4 液体密度与比重 /36
- 3.2.5 液体黏度 /37
- 3.2.6 液体表面张力 /38
- 3.2.7 液体的饱和蒸气压 /39

第4章 换热器设计 /40

- 4.1 概 述 /40
 - 4.1.1 换热器的分类与特点 /40
 - 4.1.2 换热设备设计步骤 /41
- 4.2 换热器工艺设计 /41
 - 4.2.1 换热器工艺设计方案的确定 /41
 - 4.2.2 管壳式换热器的工艺计算 /45
- 4.3 换热器结构设计 /52
 - 4.3.1 管束及壳程分程 /52
 - 4.3.2 传热管 /53
 - 4.3.3 管子布置 /54
 - 4.3.4 管 板 /55
 - 4.3.5 管子与管板的连接 /56
 - 4.3.6 管板与壳体的连接 /57
 - 4.3.7 折流板 /57
 - 4.3.8 管箱与壳程接管 /59
 - 4.3.9 壳体直径及厚度 /60

- 4.3.10 概略质量 /61
- 4.4 有相变化热交换器 /62

第5章 塔设备的设计 /69

- 5.1 概述 /69
 - 5.1.1 塔设备的类型 /69
 - 5.1.2 板式塔与填料塔的比较及选型 /69
- 5.2 板式塔的设计 /70
 - 5.2.1 设计方案的确定 /71
 - 5.2.2 塔板的类型与选择 /72
 - 5.2.3 板式塔的塔体工艺尺寸计算 /73
 - 5.2.4 板式塔的塔板工艺尺寸计算 /75
 - 5.2.5 筛板的流体力学验算 /82
 - 5.2.6 塔板的负荷性能图 /84

- 5.2.7 板式塔的结构与附属设备 /84
- 5.3 填料塔的设计 /88
 - 5.3.1 设计方案的确定 /89
 - 5.3.2 填料的类型与选择 /90
 - 5.3.3 填料塔工艺尺寸计算 /94
 - 5.3.4 填料层压降的计算 /100
 - 5.3.5 填料塔内件的类型与设计 /101
- 5.4 塔设备进展 /104

附录 /105

- 化工原理课程设计任务书 1 /105
- 化工原理课程设计任务书 2 /121
- 化工原理课程设计任务书 3 /140
- 化工原理课程设计任务书 4 /149
- 化工原理课程设计任务书 5 /164

参考文献 /174

绪 论

1.1 化工原理课程设计的目的、要求与内容

化工原理课程由化工原理理论、化工原理实验以及化工原理课程设计三个教学环节组成,该课程是普通高等学校化学工程与工艺专业及相关专业的专业基础课。化工原理课程设计是学生学过基础课程及化工原理理论与实验后,进一步学习化工设计的基础知识,培养化工设计能力的重要教学环节。通过该环节的实践,可使学生初步掌握化工单元操作设计的基本程序与方法,得到化工设计能力的基本锻炼。化工原理课程设计是以实际训练为主的课程,设计前,学生应在认识实习及生产实习中到工厂了解设备结构,收集设计数据,而后在教师指导下完成一定的化工设备设计任务,以达到培养设计能力的目的。

1.1.1 设计能力

(1) 决策能力

能正确评价各类化工装置或设备的优缺点,进行方案比较,从而选择合理的操作条件、设备型式和工艺流程等。

(2) 计算能力

能正确获取实际操作数据和文献数据,会运用手册、规范和基础理论,正确进行化工工艺计算,并且掌握典型化工设备的设计计算方法。能运用计算机进行上述计算。

(3) 结构与绘图能力

能根据生产实际与文献资料,设计合理的设备结构,并运用机械制图技能,使用计算机绘制出符合工程要求的化工设备图纸。

1.1.2 化工原理课程设计的基本内容

1. 化工设计概论

包括设计内容及步骤和设计项目的技术经济评价基础知识。

2. 化工单元设备设计

(1) 方案设计(流程设计、设备型式评比与选择,操作条件确定等);

(2) 物料衡算与热量衡算;

- (3) 主要设备工艺计算;
- (4) 辅助设备的选择;
- (5) 主要设备结构设计与核算;
- (6) 其他(选作研究提高课题)。

3. 制图

包括工艺流程图、主要设备工艺条件图。

4. 编写设计说明书

编写设计说明书。为培养学生运用计算机的能力,设计中要求编制程序,上机时间约为30小时。

1.1.3 化工原理课程设计的设计任务要求

化工原理课程设计的设计任务要求每位学生运用计算机计算与画图,做设计说明书一份、图纸两张。各部分的具体要求如下:

1. 设计说明书内容与顺序

- (1) 标题页:用粗体字写明设计题目;
- (2) 设计任务书;
- (3) 说明书目录;
- (4) 绪论:设计任务的意义,设计方案简介,设计结果简述;
- (5) 装置工艺流程图及其说明;
- (6) 装置的工艺计算:物料与热量衡算,主要设备尺寸计算;
- (7) 辅助设备的选择:机泵规格,贮槽型式与容积,换热器型式与换热面积等;
- (8) 设计结果一览表;
- (9) 结束语:对本设计的总结、收获、改进和建议等;
- (10) 参考文献一览;
- (11) 附图(带控制点的工艺流程图、主要设备工艺条件图);
- (12) 主要符号说明。

说明书必须书写工整、图文清晰。说明书中所有公式必须写明编号,所有符号必须注明意义和单位。

2. 设计图纸要求

(1) 流程图

本设计要求画“生产装置工艺流程图”或“单元设备物料流程图”一张,图纸的大小为A2(594 mm×420 mm)或A3(420 mm×293 mm)。本图应表示出装置或单元设备中所有的设备和仪器,以线条和箭头表示物料流向。

设备以细实线画出外形并简略表示内部结构特征,大致表明各设备的相对位置。设备的位号、名称注在相应设备图形的上方或下方,或以引线引出设备编号,在专栏中注明各设备的位号、名称等。管道以粗实线表示,物料流向以箭头表示(流向习惯为从左向右)。辅助物料(如冷却水、加热蒸汽等)的管线以较细的线条表示。

(2) 设备图

本设计要求画主要设备工艺条件图一张,表示其结构形状、尺寸(表示设备特性的尺寸,如圆筒形设备的直径,装配尺寸等)。

设备工艺条件图基本内容有:

- ① 视图:一般用主(正)视图、剖面图或俯视图表示设备主要结构形状;
- ② 尺寸:图上应注明设备直径、高度以及表示设备总体大小和规格的尺寸;
- ③ 技术特性表:列出设备操作压力、温度、物料名称、设备特性等;
- ④ 管口表:设备上所有接口(物料接管、仪表接口、人孔、手孔、液面计接管等)应编号,管口表中列出管口编号、名称、公称直径、公称压力等。

图纸要求:投影正确、布置恰当、线型规范、字迹工整。

1.2 单元过程及设备设计的基本原则与基本过程

任何工艺过程都是由不同的单元过程与单元设备按照一定的要求组合而成的一个进与出的过程,从工艺角度来说对工艺过程的每个环节与总的流程都有进口和出口,而从装备来说也必须有一个或多个进口与出口,因而,单元过程及单元设备设计是整个化工过程和装备设计的核心和基础,并贯穿于设计过程的始终,从这个意义上说,作为化工类及其相关专业的本科生能够熟练地掌握常用的单元过程及装备的设计过程和方法,无疑是十分重要的。

1.2.1 单元过程及设备设计的基本原则

工程设计是一项政策性很强的工作,要求工程设计人员必须严格地遵守国家的有关方针政策 and 法律规定以及有关的行业规范,特别是国家的工业经济法规、环境保护法规和安全法规。由于设计本身是一个多目标优化问题,对于同一个问题可能有多种解决方案,设计者需要在相互矛盾的因素中进行判断和选择,做出科学合理的决策。一般应遵守如下基本原则:

(1) 技术的先进性和可靠性

工程设计工作,既是一种创造性劳动,也是一种特别需要严谨、科学的工作态度的工作,需要设计人员具有较强的创新意识和创新精神,具有丰富的技术知识和实践经验,掌握先进的设计工具和手段,尽量采用当前的先进技术,提高生产装备的技术水平,使其具有较强的竞争能力。另一方面,应该实事求是,结合实际,对所采用的新技术,要进行充分的论证,以保证设计的可靠性、科学性。

(2) 过程的经济性

获取最大的经济利润是生产者追求的目标,生产装备的设计者也应该以生产者较少的投资获取最大的经济利润为目标,在各种方案的分析对比过程中,其经济技术指标评价往往是最重要的决策因素之一。

(3) 过程的安全性

使用或生产大量的易燃、易爆或者有毒物质是化工生产的一个基本特点,在设计过程中要充分考虑到各生产环节可能出现的各种危险,并选择能够采用有效措施以防止发生危险的设计方案,以确保人员的健康和人身安全。

(4) 清洁生产

作为化工生产过程,不可避免地要产生废弃物,国家对各种污染物都制定了严格的排放标准,如果产生的污染物超过了规定的排放标准,则必须对其进行处理使其达标后,方可排放。这样,必然增加工程的投资和装置生产的操作费用。作为工程设计者,应该建立清洁生产的概念,要尽量采用绿色化的方案。

(5) 过程的可操作性和可控制性

系统的可操作性和可控制性是化工装置设计中应该考虑的重要问题,能够进行稳定可靠地操作,从而满足正常的生产需要是对化工装置的基本要求。另外,还应能够适应生产负荷以及操作参数在一定范围内的波动。

1.2.2 单元过程及设备设计的基本内容和过程

单元过程及设备设计的内容主要包括单元过程的方案和流程设计、操作参数的选择、单元设备工艺设计或选型、过程设备的机械结构设计、编制设计技术文件。单元过程和设备设计的基本过程如下:

(1) 过程的方案设计

过程的方案设计就是选择合适的生产方法和确定原则流程。在方案的选择过程中,应充分体现前述的基本原则,以系統工程的观点和方法,从众多的可用方案中,筛选出最理想的原则工艺流程。单元过程的方案设计虽然是比较原则的工作,但却是最重要的基础设计工作,将对整个单元过程及设备设计起决定性的影响。该项设计应以系統整体优化的思想,从过程的全系統出发,将各个单元过程视为整个过程的子系统,进行过程合成,使全系統达到结构优化。在这样的思想指导下,选择单元过程的实施方案和原则流程。因而,在一般情况下,单元过程方案和流程设计,较强地受整个过程的结构优化的约束,甚至由全过程的结构决定。

(2) 工艺流程设计

工艺流程设计的主要任务是依据单元过程的生产目的,确定单元设备的组合方式。工艺流程设计应在满足生产要求的前提下,充分利用过程的能量集成技术,提高过程的能量利用率,最大限度地降低过程的能量消耗,降低生产成本,以提高产品的市场竞争力。另外,应结合工艺过程设计出合适的控制方案,使系統能够安全稳定生产。

(3) 单元过程模拟计算

单元过程模拟计算的主要任务是依据给定的单元过程工艺流程,进行必要的过程计算,包括进行过程的物料平衡和热量平衡计算,确定过程的操作参数和单元设备的操作参数,为单元设备的工艺设计提供设计依据。进行该项工作,常涉及单元过程参数的选择,应对单元过程进行分析使单元过程达到参数优化,同时也应进行主要单元设备的工艺设计和选型,在此基础上,进行单元过程的综合评价,不断地进行优化、选择,直至达到优化目标,实现单元过程的参数优化。

(4) 单元设备的工艺设计

单元设备的工艺设计就是从满足过程工艺要求的需要出发,通过对单元设备进行工艺计算,确定单元设备的工艺尺寸,为进行单元设备的详细设计(施工图设计)或选项提供依

据。此项工作也应同过程的模拟计算结合起来,同样存在参数优化的问题,需要进行多方案对比才能选择出较为理想的方案。

(5) 绘制单元过程的工艺流程图

一般情况下,化工装置的工艺流程图是按单元过程顺序安排的,单元过程的工艺流程是作为全装置流程的一部分出现在全装置流程图中,因而,单元过程工艺流程图是绘制全装置流程图的基础。

(6) 工艺设计的技术文件

单元过程的工艺设计技术文件主要包括单元过程流程图,工艺流程说明,工艺设计计算说明书,单元设备的工艺计算说明书及单元设备的工艺条件图。

(7) 详细设计

按照工艺条件的要求,进行工程建设所需的全部施工图设计,编制出所有的技术文件。单元过程设备的机械结构设计的工作内容主要集中于工程设计的详细设计阶段,其设计任务是在单元设备的工艺设计完成后,依据设备的工艺要求,进行设备的施工图设计。

1.3 本教材的基本内容

本教材力求设计内容精练,达到训练目的,在内容设计上兼顾流体流动(附属设备,如泵等的选择、计算)、传热(冷却器、再沸器、加热器、冷凝器等的选择、计算)与传质(精馏塔、吸收塔等的选择、计算)的一体化,重点在精馏塔设计。为了克服以往化工原理课程设计中每个设计小组或每个设计人员对设计过程与设计结果的单一性问题,即一组或一人设计结果无可比性问题,我们设计了同一类型精馏塔不同设计条件下设计结果汇总讨论表,以及鼓励同一设计条件下不同类型精馏塔的设计结果的比较与讨论。通过以上讨论使得设计人员了解随着设计条件的变化,塔的尺寸、高度等的变化规律以及同一条件不同类型精馏塔的特点,在微观上有个人设计计算及设计结果,从宏观上掌握整个设计结果与设计条件的对应变化规律,为更好地理解生产实际中各种条件以及各种类型精馏塔打下坚实的基础。

第2章

设计基础

2.1 课程设计任务书

化工原理课程设计任务书

专业_____

班级_____

设计人_____

一、设计题目

分离 $\times\times\times-\times\times\times$ 混合液(混合气)的 $\times\times$ 精馏(吸收)塔

二、原始数据及条件

生产能力:年处理 $\times\times\times-\times\times\times$ 混合液(混合气): $\times\times\times$ 吨 (开工率 300 天/年)

原料: $\times\times$ 含量为 $\times\times\%$ (质量百分比,下同)的常温液体(气体)

分离要求:塔顶 $\times\times$ 含量不低于(不高于) $\times\times\%$

塔底 $\times\times$ 含量不高于(不低于) $\times\times\%$

建厂地址: $\times\times\times$

三、设计要求

(一)编制一份设计说明书,主要包括:

1. 前言;
2. 流程的确定和说明(附流程简图);
3. 生产条件的确定和说明;
4. 精馏(吸收)塔的设计计算;
5. 附属设备的选型和计算;
6. 设计结果列表;
7. 设计结果的讨论和说明;
8. 注明参考和使用的设计资料;
9. 结束语。

(二)绘制一个带控制点的工艺流程图(2#图)

(三)绘制精馏(吸收)塔的工艺条件图(坐标纸)

四、设计日期: 年 月 日至 年 月 日

2.1.1 设计基本要求

化工原理课程设计是《化工原理》教学的一个重要环节,是综合应用本门课程和有关先修课程所学知识,完成以某一单元操作为主的一次设计实践。通过课程设计可培养学生的独立工作能力,并使其树立正确的设计思想和实事求是、严肃负责的工作态度。

通过课程设计,学生应在下列几个方面得到较好的培养和训练:

(1)查阅资料、选用公式和搜集数据的能力。通常设计任务书给出后,有许多数据需要由设计者去搜集,有些物性参数要查取或估算,计算公式也由设计者自行选用。

(2)正确选择设计参数。树立从技术上可行和经济上合理两方面考虑的工程观点,同时还须考虑到操作维修的方便和环境保护的要求,即对于课程设计不仅要求计算正确,还应从工作的角度综合考虑各种因素,从总体上得到最佳结果。

(3)正确、快速地进行工程计算。设计计算是一个反复试算的过程,计算的工作量很大,因此正确与快速要同时强调。

(4)掌握化工设计的基本程序和方法。学会用精练的语言、简洁的文字和清晰的图表表达自己的设计思想和计算结果。

(5)正确编写设计说明书和用计算机画图的能力。

2.1.2 设计基本内容

课程设计的基本内容应包括:

(1)设计方案简介:根据任务书提供的条件和要求,进行生产实际调研或查阅有关技术资料,在此基础上,通过分析研究,选定适宜的流程方案和设备类型,确定原则工艺流程。同时,对选定的流程方案和设备类型进行简要论述。

(2)主要设备的工艺设计计算:包括选定工艺参数、物料衡算、能量衡算、单元操作设备的工艺计算。

(3)设备设计:设备的结构设计和工艺尺寸的设计计算。

(4)辅助设备选型:典型辅助设备主要工艺尺寸的计算,设备规格型号的选定。

(5)带控制点的工艺流程图:将设计的工艺流程方案用带控制点的工艺流程图表示出来,绘出流程所需全部设备,标出物流方向及主要控制点、能流量。

(6)主要设备的工艺条件图:绘制主要设备的工艺条件图,图面包括设备的主要工艺尺寸、技术特性表和管口表。

(7)设计说明书的编写:设计说明书的内容应包括:封面、设计任务书、目录、绪论、设计方案简介、工艺计算及主要设备设计、工艺流程图和主要设备的工艺条件图、辅助设备的计算和选型、设计结果汇总、设计评述、结束语、参考资料及主要符号说明。

整个设计由论述、计算和图表三部分组成,论述应该条理清晰,观点明确;计算要求方法正确,误差小于设计要求,计算公式和所用数据必须注明出处;图表应能简要表达计算的结果。完整的课程设计由说明书和图纸两部分组成。

2.2 化工生产工艺流程设计

化工生产工艺流程设计是所有化工装置设计中最先着手的工作,由浅入深、由定性到定量逐步分阶段依次进行,而且它贯穿于设计的整个过程。工艺流程设计的目的是在确定生产方法之后,以流程图的形式表示出由原料到成品的整个生产过程中物料被加工的顺序以及各股物料的流向,同时表示出生产中所采用的化学反应、化工单元操作及设备之间的联系,据此可进一步制定化工管道流程和计量-控制流程,它是化工过程技术经济评价的依据。按照设计阶段不同,先后有方框流程图(block flowsheet)、工艺流程草(简)图(simplified flowsheet)、工艺物料流程图(process flowsheet)、带控制点工艺流程图(process and control flowsheet)和管道仪表流程图(piping and instrument diagram)等种类。方框流程图是在工艺路线选定后,工艺流程进行概念性设计时完成的一种流程图,不编入设计文件;工艺流程草(简)图是一个半图解式的工艺流程图,它实际上是方框流程图的一种变体或深入,只带有示意的性质,供化工计算时使用,也不列入设计文件;工艺物料流程图和带控制点工艺流程图列入初步设计阶段的设计文件中;管道仪表流程图列入施工图设计阶段的设计文件中。

2.2.1 工艺流程图的绘制

工艺流程图是一种示意性图样,它以形象的图形、符号、代号表示出化工设备、管路附件和仪表自控等,用于表达生产过程中物料的流动顺序和生产操作程序,是化工工艺人员进行工艺设计的主要内容,也是进行工艺安装和指导生产的主要技术文件。不论在初步设计阶段还是在施工图设计阶段,工艺流程图都是非常重要的组成部分。

工艺流程图在不同的设计阶段提供的图样不同:

(1)可行性研究阶段:一般需提供全厂(车间、总装置)方块物料流程图和方案流程图。其中,方块物料流程图主要用于工艺及原料路线的方案比较、选择、确定;方案流程图又称为流程示意图或流程简图,主要用于工艺方案的论证和进行初步设计的基本依据。

(2)初步设计阶段:一般包括物料流程图、带控制点工艺流程图、公用工程系统平衡图。物料流程图是在全厂(车间、总装置)方块物料流程图的基础上,分别表达各车间(工段)内部工艺物料流程的图样,在工艺路线、生产能力等已定,完成物料衡算和热量衡算时绘制的,它以图形与表格相结合的形式来反映衡算的结果,主要用来进行工艺设备选型计算、工艺指标确定、管径核算以及作为确定主要原料、辅助材料、项目环境影响评价等的主要依据;带控制点工艺流程图是以物料流程图为依据,在管道和设备上画出配置的有关阀门、管件、自控仪表等有关符号的较为详细的一种工艺流程图。在初步设计阶段提供的带控制点的工艺流程图的要求较施工图阶段的内容要少一些,如辅助管线、一般阀门可以不画出。它是初步设计设备选型、管道材料估算、仪表选型估算的依据;公用工程系统平衡图是表示公用工程系统(如蒸汽、冷凝液、循环水等)在项目某一工序中的使用情况的图样。

(3)施工图设计阶段:包括带控制点的工艺流程图和辅助管道系统与蒸汽伴管系统图。带控制点工艺流程图也称工艺管道及仪表流程图(PID),它系统地反映了某个过程中所有设备、物料之间的各种联系,是设备布置和管道布置设计的依据,也是施工安装、生产操作、检

修等的重要参考图。因此,带控制点工艺流程图是介绍装置情况最权威、最系统、最重要的图纸资料;辅助管道系统图是反映系统中除工艺管道以外的循环水、新鲜水、冷冻盐水、加热蒸汽及冷凝液、置换系统用气、仪表用压缩空气等辅助物料与工艺设备之间关系的管道流程图;蒸汽伴管系统图则是单指对具有特殊要求的设备、管道、仪表等进行蒸汽加热保护的蒸汽管道流程图。

鉴于课程设计的深度和时间所限,课程设计所提供工艺部分图纸仅为初步设计阶段的带控制点工艺流程图和主要设备的工艺条件图。

2.2.2 带控制点的工艺流程图

1. 带控制点工艺流程图的内容

(1)图形:将各设备的简单形状展开在同一平面上,再配以连接的主辅管线及管件、阀门、仪表控制点的符号。

(2)标注:注写设备位号及名称、管段编号、控制点代号、必要的尺寸、数据等。

(3)图例:代号、符号及其他标注的说明,有时还有设备位号索引等。

(4)标题栏:注写图名、图号、设计阶段等。

2. 带控制点工艺流程图的绘制

(1)比例与图幅

绘制流程图的比例一般采用1:100或1:200。如设备过大或过小时,可单独适当缩小或放大。实际上,在保证图样清晰的条件下,图形可不严格按比例画,因此,在标题栏中的“比例”一栏,不予注明。

流程图图样采用展开图形式。图形多呈长条形,因而图幅可采用标准幅面,一般采用A1或A2横幅,根据流程的复杂程度,也可采用标准幅面加长或其他规格。加长后的长度以方便阅读为宜。原则上一个主项绘一张图样,若流程复杂,可按工艺过程分段分别进行绘制,但应使用同一图号。

(2)图线与字体

工艺流程图中,工艺物料管道用粗实线,辅助物料管道用中实线,其他用细实线。图线用法及宽度见表2-1。图纸和表格中的所有文字写成长仿宋体。

表 2-1 图线用法及宽度

类别	图线宽度/mm			备注
	0.6~0.9	0.3~0.5	0.15~0.25	
工艺管道及仪表流程图	主物料管道	其他物料管道	其他	设备、机器轮廓线 0.25 mm
辅助管道及仪表流程图	辅助管道总管	支管	其他	
公用系统管道及仪表流程图	公用系统管道总管			

(3)设备的表示方法

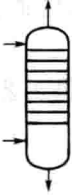
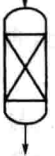
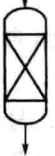
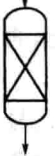
①设备的画法

a. 图形。化工设备在流程图上一般按比例用细实线绘制,画出能够显示形状特征的主要轮廓。对于外形过大或过小的设备,可以适当缩小或放大。常用设备的图形画法已标准化,参见表2-2。对于表中未列出的设备图形应按其实际外形和内部结构特征绘制,但在同

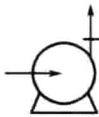
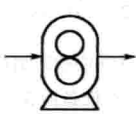
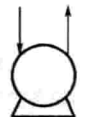
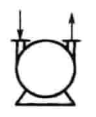
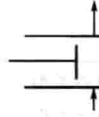
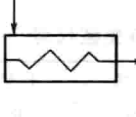
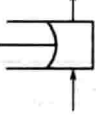
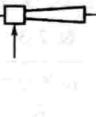
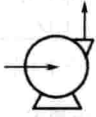
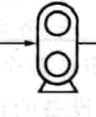
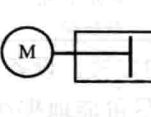
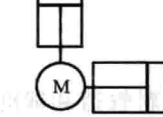
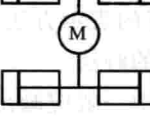
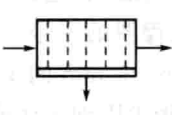
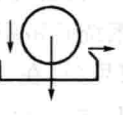
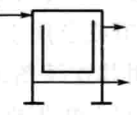
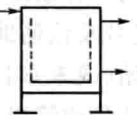
设计中,同类设备的外形应一致。

表 2-2

工艺流程图中装备、机器图例(HG 20519.2—2009)(摘录)

类型	代号	图例
塔	T	
		板式塔
		
反应器	R	
		固定床反应器
		
换热器	E	
		固定管板式列管换热器
		
工业炉	F	
		圆筒炉
		
容器	V	
		球罐
		
容器	V	
		圆顶锥底容器
		
容器	V	
		丝网除沫分离器
		
容器	V	
		干式气柜
		
容器	V	
		湿式气柜

(续表)

类型	代号	图例			
泵	P				
		离心泵	旋转泵、齿轮泵	水环式真空泵	漩涡泵
					
		往复泵	螺杆泵	隔膜泵	喷射泵
压缩机	C				
		鼓风机	卧式 旋转式压缩机	立式 旋转式压缩机	往复式压缩机
					
		离心式压缩机	二段往复式压缩机(L型)	四段往复式压缩机	
其他机械	M				
		压滤机	转鼓式(转盘式)过滤机	无孔壳体离心机	有孔壳体离心机

b. 相对位置。设备的高低和楼面高低的相对位置,一般也按比例绘制。如装于地平面上的设备应在同一水平线上,低于地平面的设备应画在地平线以下,对于有物料从上自流而下并与其他设备的位置有密切关系时,设备间的相对高度要尽可能地符合实际安装情况。对于有位差要求的设备还要注明其限定尺寸。设备间的横向距离应保持适当,保证图面布置匀称,图样清晰,便于标注。同时,设备的横向顺序应与主要物料管线一致,勿使管线形成过量往返。

c. 工艺流程图中一般应绘出全部的工艺设备及附件,当流程中包含两套或两套以上相同系统(设备)时,可以只绘出一套,剩余的用细双点划线绘出矩形框表示,框内需注明设备的位号、名称,并要绘制出与其相连的一段支管。

② 设备的标注

a. 标注的内容。设备在图上应标注位号和名称,设备位号在整个系统内不得重复,且在所有工艺图上设备位号均需一致。位号组成如图 2-1 所示。