

Process Design for
Unit Operations of Chemical Engineering

化工单元操作课程设计

贾绍义 柴诚敬 主编

Process Design for
Unit Operations of Chemical Engineering

化工单元操作课程设计

贾绍义 柴诚敬 主编



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

本书包括七章,即绪论、搅拌装置的设计、换热器的设计、蒸发装置的设计、塔设备的设计、流化床干燥装置的设计及结晶器的设计。书中对所论及的化工单元操作设计,除讨论流程方案的确定原则、设备选型、工艺尺寸的设计原理和程序外,还介绍了一些成熟的 CAD 设计软件及辅助设备的计算或选型。

本书为高等院校化工、制药、环境等专业的教材,亦可作为相关领域科研、设计、生产管理部门科技人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

化工单元操作课程设计/贾绍义,柴诚敬主编. —天津:天津大学出版社,2011.9

ISBN 978-7-5618-4112-9

I. ①化… II. ①贾… ②柴… III. ①化工单元操作—课程设计—高等学校—教材 IV. ①TQ02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 171347 号

出版发行 天津大学出版社

出版人 杨欢

地址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

网址 www.tdcs.com

电话 营销部:022-27403647 邮购部:022-27402742

印刷 河北省昌黎县第一印刷厂

经销 全国各地新华书店

开本 185mm × 260mm

印张 15.25

字数 381 千

版次 2011 年 9 月第 1 版

印次 2011 年 9 月第 1 次

定价 25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

本书是与天津大学出版社出版的《化工原理》(第2版)教材和化学工业出版社出版的普通高等教育“十一五”国家级规划教材,暨面向21世纪的课程教材《化工流体流动与传热》、《化工传质与分离过程》(第2版)相配套的教科书,旨在通过课程的优化整合,提高学生的工程实践能力和创新能力,以培养适应新世纪需要的高等化工专门人才。

在本书的编写过程中,编者吸收了多年来教学改革的经验 and 工程实践的成果,力求在内容和体系上有新意。与传统的《化工原理课程设计》教材相比,本书更注重理论对于工程设计的指导作用,引入技术经济分析评价的概念,强调在设计过程中采用现代化的设计手段和方法,力求达到过程参数和设备参数的优化,使学生初步建立“效益”观念。

在选材上,编者本着“加强基础、增强专业适用性、培养创新能力”的主导思想,考虑到制药工程新专业的需要,增加了“搅拌”和“结晶”两个单元操作的设计;在处理方法上,注重理论与实践的密切结合,设计示例多具有工业生产或科研实践的背景,有利于培养学生的工程观点和分析解决工程实际问题的能力,开发智力,增强创新意识。全书包括了化工及药品生产中最常用的换热器、搅拌装置、蒸发装置、板式塔、填料塔、流化床干燥装置、结晶器的设计。参加本书编写的人员及分工如下:

主编	贾绍义	柴诚敬	
分章	第1章	绪论	柴诚敬
	第2章	搅拌装置的设计	刘明言
	第3章	换热器的设计	杨晓霞
	第4章	蒸发装置的设计	马红钦
	第5章	塔设备的设计	贾绍义
	第6章	流化床干燥装置的设计	王 军
	第7章	结晶器的设计	张 纓

对上述所有的单元操作设计,除讨论流程方案的确定原则、设备选型、工艺尺寸的设计原理和程序外,还介绍了一些成熟的CAD设计软件及辅助设备的计算或选型。所介绍的单元操作都有设计示例,并附设计任务数则,可供不同专业课程设计时选用。

本书可作为高等院校化工、制药、环境等相关专业的课程设计教材,也可供有关部门从事科研、设计及生产管理的工程科技人员参考。

由于编者的水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2011年8月



目 录

第1章 绪论	(1)
1.1 课程设计的目的要求和内容	(1)
1.1.1 课程设计的目的要求	(1)
1.1.2 课程设计的内容	(1)
1.2 化工生产工艺流程设计	(2)
1.2.1 工艺流程图中常见的图形符号	(3)
1.2.2 工艺流程设计	(7)
1.2.3 工艺流程设计的基本原则	(8)
1.3 主体设备设计条件图	(9)
1.4 化工过程技术经济评价的基本概念	(9)
1.4.1 技术评价指标	(10)
1.4.2 经济评价指标	(10)
1.4.3 工程项目投资估算	(10)
1.4.4 化工产品的成本估算	(13)
1.4.5 利润和利润率	(15)
参考文献	(15)
第2章 搅拌装置的设计	(16)
2.1 概述	(17)
2.1.1 搅拌装置的基本结构	(17)
2.1.2 搅拌器的类型与选择	(18)
2.1.3 新型搅拌器的研究与开发	(19)
2.2 搅拌装置的设计步骤	(20)
2.2.1 机械搅拌装置的设计内容和步骤	(20)
2.2.2 搅拌功率的确定	(21)
2.2.3 搅拌器的放大	(26)
2.2.4 搅拌器中的传热	(27)
2.2.5 搅拌器的附件	(31)
2.2.6 专家系统及其应用	(34)
2.3 搅拌装置设计示例	(34)
附:搅拌装置设计任务两则	(38)
参考文献	(40)
第3章 换热器的设计	(41)

3.1	概述	(41)
3.2	列管式换热器的设计	(43)
3.2.1	设计方案的确定	(44)
3.2.2	管壳式换热器的结构	(47)
3.2.3	管壳式换热器的设计计算	(51)
3.2.4	管壳式换热器设计示例	(59)
3.3	板式换热器的设计	(65)
3.3.1	板式换热器的基本结构	(65)
3.3.2	板式换热器设计的一般原则	(69)
3.3.3	板式换热器的设计计算	(70)
3.3.4	板式换热器设计示例	(72)
	附:换热器设计任务两则	(76)
	参考文献	(76)
第4章	蒸发装置的设计	(78)
4.1	概述	(79)
4.1.1	蒸发器的类型	(79)
4.1.2	多效蒸发的效数及流程	(83)
4.2	多效蒸发的计算	(84)
4.2.1	多效蒸发的工艺计算	(84)
4.2.2	蒸发器的主要结构尺寸	(90)
4.3	蒸发装置的辅助设备	(94)
4.3.1	气液分离器	(94)
4.3.2	蒸气冷凝器	(95)
4.4	三效蒸发装置设计示例	(99)
	附:蒸发器设计任务两则	(106)
	参考文献	(107)
第5章	塔设备的设计	(108)
5.1	概述	(109)
5.1.1	塔设备的类型	(109)
5.1.2	塔设备的性能要求	(110)
5.1.3	板式塔与填料塔的比较及选型	(110)
5.2	板式塔的设计	(111)
5.2.1	设计方案的确定	(111)
5.2.2	塔板的类型与选择	(112)
5.2.3	板式塔的塔体工艺尺寸计算	(114)
5.2.4	板式塔的塔板工艺尺寸计算	(116)
5.2.5	塔板的流体力学验算	(123)
5.2.6	塔板的负荷性能图	(125)
5.2.7	板式塔的结构与附属设备	(126)

5.2.8 筛板塔设计示例	(130)
5.3 填料塔的设计	(142)
5.3.1 设计方案的确定	(142)
5.3.2 填料的类型与选择	(144)
5.3.3 填料塔工艺尺寸的计算	(147)
5.3.4 填料层压降的计算	(154)
5.3.5 填料塔内件的类型与设计	(156)
5.3.6 填料吸收塔设计示例	(158)
5.3.7 填料精馏塔设计示例	(164)
附:塔设备设计任务三则	(168)
参考文献	(171)
第6章 流化床干燥装置的设计	(172)
6.1 概述	(173)
6.1.1 干燥器的分类与选择	(173)
6.1.2 流态化现象与流化床干燥器	(175)
6.2 流化床干燥器的设计	(177)
6.2.1 流化床干燥器的设计步骤	(177)
6.2.2 流化床干燥器干燥条件的确定	(178)
6.2.3 干燥过程的物料衡算和热量衡算	(180)
6.2.4 流化床干燥器操作流化速度的确定	(183)
6.2.5 流化床干燥器主体工艺尺寸的计算	(185)
6.2.6 干燥器的结构设计	(188)
6.3 干燥装置附属设备的计算与选型	(192)
6.3.1 风机	(192)
6.3.2 空气加热器	(192)
6.3.3 供料器	(193)
6.3.4 气固分离器	(194)
6.4 卧式多室流化床干燥装置设计示例	(195)
附:流化床干燥装置设计任务两则	(202)
参考文献	(203)
第7章 结晶器的设计	(204)
7.1 概述	(204)
7.1.1 工业结晶的方法	(205)
7.1.2 结晶器的类型与选择	(206)
7.1.3 结晶系统的控制	(211)
7.2 结晶器设计过程	(212)
7.2.1 结晶器的设计步骤	(213)
7.2.2 设计方案的确定	(214)
7.2.3 物料衡算和热量衡算	(215)

7.2.4	结晶器主体尺寸的设计方法	(216)
7.3	结晶器设计示例	(224)
附:	结晶器设计任务两则	(227)
	参考文献	(229)
附录	(230)
1	标题页示例	(230)
2	生产工艺流程简图示例	(231)
3	主体设备设计条件图示例	(232)
4	塔板结构参数系列化标准(单溢流型)	(233)
5	常用散装填料的特性参数	(234)
6	常用规整填料的性能参数	(235)

第1章 绪 论

工程设计是工程建设的灵魂,又是科研成果转化为现实生产力的桥梁和纽带,它决定着工业现代化的水平。设计是一项政策性很强的工作,它涉及政治、经济、技术、环保、法规等诸多方面,而且还会涉及多专业、多学科的交叉、综合和相互协调,是集体性的劳动。先进的设计思想、科学的设计方法和优秀的设计作品是工程设计人员应坚持的设计方向和追求的目标。

1.1 课程设计的目的要求和内容

1.1.1 课程设计的不目的要求

课程设计是本课程教学中综合性和实践性较强的教学环节,是理论联系实际的桥梁,是使学生体察工程实际问题复杂性、学习化工设计基本知识的初次尝试。通过课程设计,要求学生能综合运用本课程和前修课程的基本知识,进行融会贯通的独立思考,在规定的时间内完成指定的化工设计任务,从而得到化工工程设计的初步训练。通过课程设计,要求学生了解工程设计的基本内容,掌握化工设计的程序和方法,培养学生分析和解决工程实际问题的能力。同时,通过课程设计,还可以使学生树立正确的设计思想,培养实事求是、严肃认真、具有高度责任感的工作作风。在当前大多数学生结业工作以论文为主的情况下,通过课程设计培养学生的设计能力和严谨的科学作风就更为重要了。

课程设计不同于平时的作业,在设计中需要学生自己做出决策,即自己确定方案、选择流程、查取资料、进行过程和设备计算并要对自己的选择做出论证和核算,经过反复的分析比较,择优选定最理想的方案和合理的设计。所以,课程设计是增强工程观念、培养提高学生独立工作能力的有益实践。

通过课程设计,应该训练学生提高如下几个方面的能力。

①熟练查阅文献资料、搜集有关数据、正确选用公式。当缺乏必要数据时,尚需要自己通过实验测定或到生产现场进行实际查定。

②在兼顾技术先进性、可行性、经济合理性的前提下,综合分析设计任务要求,确定化工工艺流程,进行设备选型并提出保证过程正常、安全运行所需的检测和计量参数,同时还要考虑改善劳动条件 and 环境保护的有效措施。

③准确而迅速地进行过程计算及主要设备的工艺设计计算。

④用精炼的语言、简洁的文字、清晰的图表来表达自己的设计思想和计算结果。

1.1.2 课程设计的内容

课程设计一般包括如下内容。

(1)设计方案简介 根据设计任务书所提供的条件和要求,通过对现有生产的现场调

查或对现有资料的分析对比,选定适宜的流程方案和设备类型,初步确定工艺流程。对给定或选定的工艺流程、主要设备的型式进行简要的论述。

(2)主要设备的工艺设计计算 包括工艺参数的选定、物料衡算、热量衡算、设备的工艺尺寸计算及结构设计。

(3)典型辅助设备的选型和计算 包括典型辅助设备的主要工艺尺寸计算和设备型号规格的选定。

(4)带控制点的工艺流程简图 以单线图的形式绘制,标出主体设备和辅助设备的物料流向以及主要化工参数测量点。

(5)主体设备设计条件图 图面上应包括设备的主要工艺尺寸、技术特性表和管口表。

完整的课程设计报告由说明书和图纸两部分组成。设计说明书中应包括所有论述、原始数据、计算、表格等,编排顺序如下:

- ①标题页(见附录1所示的标题页示例);
- ②设计任务书;
- ③目录;
- ④设计方案简介;
- ⑤工艺流程草图及说明;
- ⑥工艺计算及主体设备设计;
- ⑦辅助设备的计算及选型;
- ⑧设计结果概要或设计一览表;
- ⑨对本设计的评述;
- ⑩附图(带控制点的工艺流程简图、主体设备设计条件图);
- ⑪参考文献;
- ⑫主要符号说明。

1.2 化工生产工艺流程设计

一个化工厂设计包括化工工艺设计、非标施工图设计、总图运输设计、土建设计、公用工程(供水、供电、供气及采暖通风等)设计、外管设计、机修与电修等辅助车间设计、工程概算及预算等非工艺设计等,其中化工工艺设计是核心。

化工工艺设计的内容包括原料路线和技术路线的确定、工艺流程设计、物料与能量衡算、工艺设备的设计或选型、车间布置设计、管路设计、非工艺项目的考虑、设计文件(包括说明书、附图或附表)的编制。


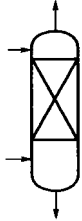


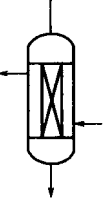
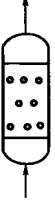
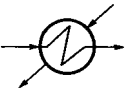
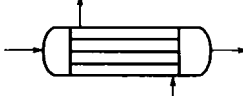
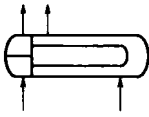
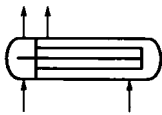
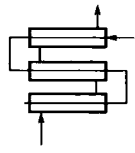
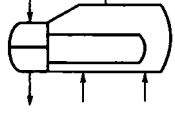
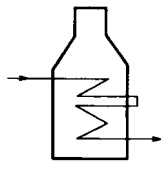
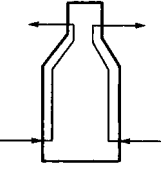
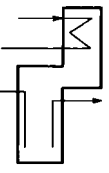
化工生产工艺流程设计是所有化工装置设计中最先着手的工作,由浅入深、由定性到定量逐步分阶段依次进行,而且它贯穿设计的整个过程。工艺流程设计的目的是在确定生产方法之后,以流程图的形式表示出由原料到成品的整个生产过程中物料被加工的顺序以及各股物料的流向,同时表示出生产中所采用的化学反应、化工单元操作及设备之间的联系,据此可进一步制定化工管道流程和计量—控制流程。它是化工过程技术经济评价的依据。

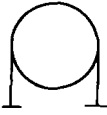

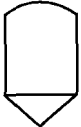
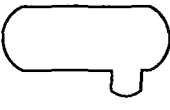
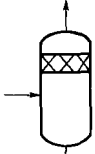
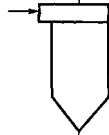
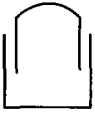
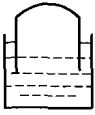
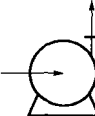
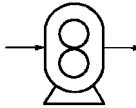
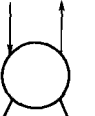
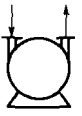
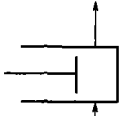
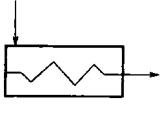
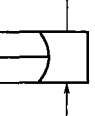
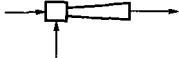
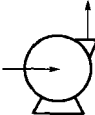
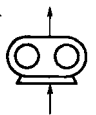
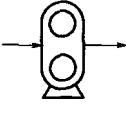
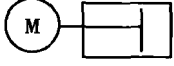
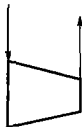
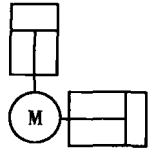
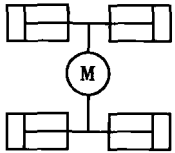
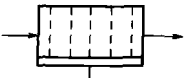
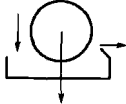
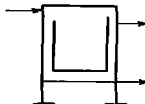
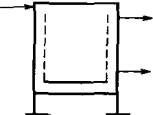
1.2.1 工艺流程图中常见的图形符号

1. 常见设备图形符号

设备示意图用细实线画出设备外形和主要内部特征。目前,设备的图形符号已有统一规定,如表 1-1 所示。

表 1-1 工艺流程图中装备、机器图例(HG20519.32.92)(摘录)

类别	代号	图 例		
塔	T			
		板式塔	填料塔	喷洒塔
反应器	R			
		固定床反应器	列管式反应器	流化床反应器
换热器	E			
		换热器(简图)	固定管板式列管换热器	U形管式换热器
				
		浮头式列管换热器	套管式换热器	釜式换热器
工业炉	F			
		圆筒炉	圆筒炉	箱式炉

类别	代号	图 例			
容 器	V				
		球罐	锥顶罐	圆顶锥底容器	卧式容器
					
		丝网除沫分离器	旋风分离器	干式气柜	湿式气柜
泵	P				
		离心泵	旋转泵、齿轮泵	水环式真空泵	旋涡泵
					
		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形)	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

图上应标注设备的位号及名称。设备分类代号见表 1-2。

表 1-2 设备分类代号

设备类别	代号	设备类别	代号
塔	T	火炬、烟囱	S
泵	P	容器(槽、罐)	V
压缩机、风机	C	起重运输设备	L
换热器	E	计量设备	W
反应器	R	其他机械	M
工业炉	F	其他设备	X

2. 工艺流程图中管件、阀门的图形符号

常用管件、阀门的图形符号见表 1-3。

表 1-3 常用的管件和阀门符号(HG20519. 32. 92)(摘录)

名 称	图 例	名 称	图 例
Y形过滤器		文氏管	
T形过滤器		喷射器	
锥形过滤器		截止阀	
阻火器		节流阀	
消音器		角 阀	
闸 阀		止回阀	
球 阀		直流截式阀	
隔膜阀		底 阀	
蝶 阀		疏水阀	
减压阀		放空管	
旋塞阀		敞口漏斗	
三通旋塞阀		同心异径管	
四通旋塞阀		视 镜	
弹簧式安全阀		爆破膜	
杠杆式安全阀		喷淋管	

3. 仪表参量代号、仪表功能代号和仪表图形符号

仪表参量代号见表 1-4, 仪表功能代号见表 1-5, 仪表图形符号见表 1-6。







表 1-4 仪表参量代号

参 量	代 号	参 量	代 号	参 量	代 号
温度	T	质量(重量)	m(W)	厚度	δ
温差	ΔT	转速	N	频率	f
压力(或真空)	P	浓度	C	位移	S
压差	ΔP	密度(相对密度)	γ	长度	L
质量(或体积)流量	G	分析	A	热量	Q
液位(或料位)	H	湿度	Φ	氢离子浓度	pH

表 1-5 仪表功能代号

功 能	代 号	功 能	代 号	功 能	代 号
指 示	Z	积 算	S	连 锁	L
记 录	J	信 号	X	变 送	B
调 节	T	手 动 控 制	K		

表 1-6 仪表图形符号

符号												
意义	就地 安装	集中 安装	通用执 行机构	无弹簧 气动阀	有弹簧 气动阀	带定器 气动阀	活塞 执行 机构	电磁 执行 机构	电动 执行 机构	变送器	转子 流量计	孔板 流量计

4. 流程图中的物料代号

表 1-7 是流程图中的物料代号。

表 1-7 物料代号

物料代号	物料名称	物料代号	物料名称
A	空气	L \bar{O}	润滑油
AM	氨	LS	低压蒸汽
BD	排污	MS	中压蒸汽
BF	锅炉给水	NG	天然气
BR	盐水	N	氮
CS	化学污水	\bar{O}	氧
CW	循环冷却水上水	PA	工艺空气
DM	脱盐水	PG	工艺气体
DR	排液、排水	PL	工艺液体
DW	饮用水	PW	工艺水
F	火炬排放气	R	冷冻剂
FG	燃料气	R \bar{O}	原料油
F \bar{O}	燃料油	RW	原水
FS	熔盐	SC	蒸汽冷凝水

物料代号	物料名称	物料代号	物料名称
G0	填料油	SL	泥浆
H	氢	S0	密封油
HM	载热体	SW	软水
HS	高压蒸汽	TS	伴热蒸汽
HW	循环冷却水回水	VE	真空排放气
IA	仪表空气	VT	放空气

注:物料代号中如遇英文字母“0”应写成“0”;在工程设计中遇到本规定以外的物料时,可予以补充代号,但不得与上列代号相同。

5. 流程图中图线的画法

图线宽度的规定画法见表 1-8。

表 1-8 工艺流程图中图线的画法

类别	图线宽度/mm		
	0.9~1.2	0.5~0.7	0.15~0.3
带控制点工艺流程图	主物料管道	辅助物料管道	其他
辅助物料管道系统图	辅助物料管道总管	支管	其他

1.2.2 工艺流程设计

按照设计阶段的不同,先后设计方框流程图与工艺流程草图、工艺物料流程图、带控制点的工艺流程图。后者列入施工图设计阶段的设计文件中。

1. 方框流程图与工艺流程草(简)图

为便于进行物料衡算、能量衡算及有关设备的工艺计算,在设计的最初阶段,首先要绘制方框流程图,定性地标出物料由原料转化为产品的过程、流向以及所采用的各种化工过程及设备。

工艺流程草(简)图是一个半图解式的工艺流程图,为方框流程图的一种变体或深入,带有示意的性质,仅供工艺计算时使用,不列入设计文件。

2. 工艺物料流程图

在完成物料计算后便可绘制工艺物料流程图,它以图形与表格相结合的形式来表达物料计算结果,使设计流程定量化,为初步设计阶段的主要设计成品,其作用如下:

- ①作为下一步设计的依据;
- ②为接受审查提供资料;
- ③可供日后操作参考。

工艺物料流程图中的设备应采用标准规定的设备图形符号表示,不必严格按比例绘制,但图上需标注设备的位号及名称。

设备位号的第一节字母是设备代号,其后是设备编号,一般由 3 位数字组成,第 1 位数字是设备所在的工段(或车间)代号,第 2、3 位数字是设备的顺序编号。例如设备位号 T218 表示第二车间(或工段)的第 18 号塔器。

工艺物料流程图中需附上物料平衡表,包括物料代号、物料名称、组成、流量(质量流量和摩尔流量)等。有时还列出物料的某些参数,如温度、密度、压力、状态、来源或去向等。

3. 带控制点的工艺流程图

在设备设计结束、控制方案确定之后,便可绘制带控制点的工艺流程图(此后,在进行车间布置的设计过程中,可能会对流程图作一些修改)。图中应包括如下内容。

1) 物料流程

物料流程包括:

①设备示意图,其大致依设备外形尺寸比例画出,标明设备的主要管口,适当考虑设备合理的相对位置;

②设备流程号;

③物料及动力(水、汽、真空、压缩机、冷冻盐水等)管线及流向箭头;

④管线上的主要阀门、设备及管道的必要附件,如疏水器、管道过滤器、阻火器等;

⑤必要的计量、控制仪表,如流量计、液位计、压力表、真空表及其他测量仪表等;

⑥简要的文字注释,如冷却水、加热蒸汽来源,热水及半成品去向等。

2) 图例

图例是将工艺物料流程图中画的有关管线、阀门、设备附件、计量-控制仪表等图形用文字予以说明。

3) 图签

图签是写出图名、设计单位、设计人员、制图人员、审核人员(签名)、图纸比例尺、图号等项内容的一份表格,其位置在流程图的右下角。

带控制点的工艺流程图一般是由工艺专业和自控专业人员合作绘制出来的。作为课程设计只要求能标绘出测量点位置即可。附录2所示流程示例,是在带控制点的工艺流程图基础上经适当简化后绘出的。

1.2.3 工艺流程设计的基本原则

工程设计本身存在一个多目标优化问题,同时又是政策性很强的工作,设计人员必须有优化意识,必须严格遵守国家的有关政策、法律规定及行业规范,特别是国家的工业经济法规、环境保护法规、安全法规等。一般地说,设计者应遵守如下一些基本原则。

1) 技术的先进性和可靠性

掌握先进的设计工具和方法,尽量采用当前的先进技术,实现生产装置的优化集成,使其具有较强的市场竞争能力。同时,对所采用的新技术要进行充分的论证,以保证设计的科学性和可靠性。

2) 装置系统的经济性

在各种可采用方案的分析比较中,技术经济评价指标往往是关键要素之一,力求以最小的投资获得最大的经济效益。

3) 可持续及清洁(低碳)生产

树立可持续及清洁生产意识,在所选定的方案中,应尽可能利用生产装置产生的废弃物,减少废弃物的排放,乃至达到废弃物的“零排放”,实现“绿色生产工艺”。

4) 过程的安全性

在设计中要充分考虑到各个生产环节可能出现的危险事故(燃烧、爆炸、毒物排放等),采取有效的安全措施,确保生产装置的可靠运行及人员健康和人身安全。

5) 过程的可操作性及可控制性

生产装置应便于稳定可靠操作。当生产负荷或一些操作参数在一定范围内波动时,应能有效快速进行调节控制。

6) 行业性法规

例如,药品生产装置的设计,要符合《药品生产质量管理规范》(即GMP)。

1.3 主体设备设计条件图

主体设备是指在每个单元操作中处于核心地位的关键设备,如传热中的换热器,蒸发中的蒸发器,蒸馏和吸收中的塔设备(板式塔和填料塔),干燥中的干燥器等。一般,主体设备在不同单元操作中是不相同的,即使同一设备在不同单元操作中其作用也不相同,如某一设备在某个单元操作中为主体设备,而在另一单元操作中则可能变为辅助设备。例如,换热器在传热中为主体设备,而在精馏或干燥操作中就变为辅助设备。泵、压缩机等也有类似情况

主体设备设计条件图是将设备的结构设计和工艺尺寸的计算结果用一张总图表示出来,通常由负责工艺的人员完成,它是进行装置施工图设计的依据。图面上应包括如下内容。

(1) 设备图形 指主要尺寸(外形尺寸、结构尺寸、连接尺寸)、接管、人孔等。

(2) 技术特性 指装置设计和制造检验的主要性能参数。通常包括设计压力、设计温度、工作压力、工作温度、介质名称、腐蚀裕度、焊缝系数、容器类别(指压力等级,分为类外、一类、二类、三类4个等级)及装置的尺度(如罐类为全容积、换热器类为换热面积等)。

(3) 管接口表 注明各管口的符号、公称尺寸、连接尺寸、密封面形式和用途等。

(4) 设备组成一览表 注明组成设备的各部件的名称等。

本书附录3示例展现了主体设备设计条件图的主要内容。

应予指出,以上设计全过程统称为设备的工艺设计。完整的设备设计,应在上述工艺设计基础上再进行机械强度设计,最后提供可供加工制造的施工图。这一环节在高等院校的教学中,属于化工机械专业的专业课程,在设计部门则属于机械设计组的职责。

由于时间所限,本课程设计仅要求提供初步设计阶段的带控制点的工艺流程图和主体设备的设计条件图。

1.4 化工过程技术经济评价的基本概念

在化工、制药、轻工和食品等工业中,为达到同一工程的目的,可以采取多种方案 and 手段。不同的技术方案往往各具独特的技术、经济或其他特性。据二十余年来国际化工界的统计,平均每15分钟就能开发出一个工艺上可行的新工艺过程,但在实践中能被工业接受的仅有1/5。为了从这些可供选择的众多工艺方案中选取技术上先进合理、经济上有充分的市场条件、具有旺盛竞争生命力的方案,就需要对这些方案进行技术上和经济上的综合研究、分析、比较,即进行技术经济评价。

技术经济评价是化工规划、设计、施工和生产管理中的重要手段和方法,经过反复修改和多次重新评价,最终可确定最佳的方案,达到化工过程最优化的目的。在现代过程设计