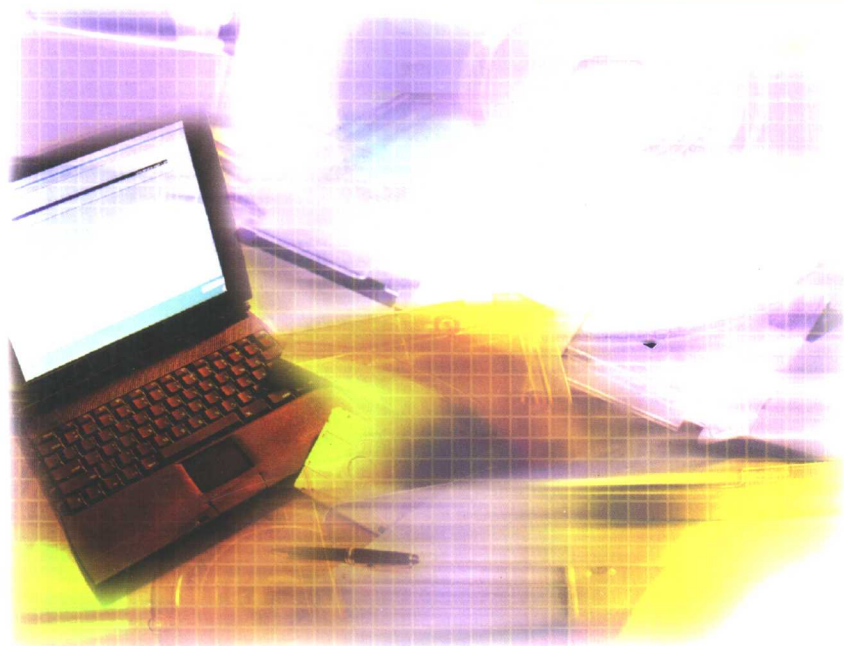


刘道德等 编著
袁庆辉 审定

化工设备的选择与设计

(第三版)



中南大学出版社

化工设备的选择与工艺设计

(第三版)

刘道德等 编著
袁庆辉 审定

中南大学出版社

化工设备的选择与工艺设计(第三版)

刘道德 等 编著

☐责任编辑 秦瑞卿

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路 邮编:410083

发行科电话:0731-8876770 传真:0731-8710482

电子邮件:csucbs @ public. cs. hn. cn

☐经 销 湖南省新华书店

☐印 装 长沙市华中印刷厂

☐开 本 850×1168 1/32 ☐印张 15.25 ☐字数 374 千字

☐版 次 2003 年 4 月第 3 版 ☐ 2003 年 4 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 7-81061-703-6/O · 040

☐定 价 25.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

前 言

化工生产是原料通过一系列的化学、物理变化的过程,其变化的条件是化工设备提供的。因此,选择适当型号的设备、设计符合要求的设备,是完成生产任务、获得良好效益的重要前提。本书汇集了典型的选择定型设备算例和非定型设备设计例近30个,并结合化工单元操作的理论与实践进行了解析。

本书对每一单元操作设备,先举例子,然后进行解析。这种写法是一种尝试。通过示例能够直接而且迅速地有关设备的选择和设计的具体方法,通过解析不仅可以加深对示例的理解,还可以拓宽知识面,起举一反三的作用。

本著作中介绍了一些新的研究成果。例如,计算因子图解法能够用确定的步骤解决一些需用试差法反复轮流计算的问题;又如书中提出了浸没区中当量非过滤时间的概念,从而能更结合实际地分析真空过滤机的操作,能得到更完善的操作参数。

参加本书编写的有:刘道德(第一、二、三、四、五、六、八、九章),张宁(第七章),刘北平(第十章),刘又年(第十一章)。全书由刘道德主编,由袁庆辉教授审定。

在编写出版过程中,得到了领导的鼓励,同志们的帮助,还有赵树民、陈勇和刘振钧等同志给予了热情的支持,作者深表谢意。

由于水平有限,书中的缺点和错误在所难免,恳切希望广大读者批评指正。

作者

1991.8

再版前言

本书已印刷多次了。化工设备是多种多样的,而且,随着科学技术的进步,不断涌现出新型的化工设备,因此,这次再版时,增加了六章内容,即:电解设备、离子交换设备、膜分离设备、流化床设备、真空设备、破碎筛分设备(第十二~十七章)。

参加这次增加内容编写的有:马承银(第十二章),李运姣(第十三章),刘又年(第十四章),刘道德(第十五、十六章),王晖(第十七章)。仍由刘道德主编,袁庆辉教授审定。

在编写过程中,得到了领导的鼓励,同志们的帮助。还有叶红齐、吴锡祺、肖忠、李才生、刘振西和邓中英等师友们曾给予了热情的支持,作者深表谢意。

由于水平有限,书中的缺点与错误在所难免,恳切希望广大读者批评指正。

作者

2002.6

内 容 简 介

化工设备,种类繁多,可分为定型的和非定型的两大类。本书汇集了化工设备典型算例 40 余个,对于定型设备是选型计算例,对非定型设备是工艺设计例,内容包括流体输送、收尘、悬浮液分离、热交换、蒸发、吸收、精馏、萃取、干燥、结晶、搅拌、电解、离子交换、膜分离、流化床、真空和破碎筛分等设备,并结合化工单元操作的理论与实践,对其进行了扼要解释分析。

本书可作为化工、冶金、轻工、食品、制药、石化、建材和环保等专业学生的专业教材,也可作为有关专业工程技术人员的参考书。

目 录

第一章 流体输送设备

1.1 离心泵的选择	(1)
1.1.1 离心水泵选择示例	(1)
1.1.2 离心耐酸泵选择示例	(5)
1.1.3 离心泵选择解析	(10)
1.2 风机的选择	(16)
1.2.1 风机选择示例	(16)
1.2.2 风机选择解析	(18)
1.3 管道的选择	(20)
1.3.1 按流速选择管道示例	(20)
1.3.2 按允许压强降选择管道示例	(22)
1.3.3 选择管道解析	(24)

第二章 收尘设备

2.1 降尘室设计	(30)
2.1.1 降尘室设计示例	(30)
2.1.2 降尘室设计解析	(34)
2.2 旋风分离器的选择与设计	(40)
2.2.1 旋风分离器选择示例	(40)

2.2.2 旋风分离器的设计示例	(44)
2.2.3 旋风分离器选择与设计解析	(47)

第三章 悬浮液分离设备

3.1 沉降槽的设计	(53)
3.1.1 沉降槽设计示例	(53)
3.1.2 沉降槽设计解析	(55)
3.2 过滤机的选择	(58)
3.2.1 板框压滤机选择示例	(58)
3.2.2 转筒真空过滤机选择示例	(61)
3.2.3 过滤机选择解析	(65)

第四章 热交换设备

4.1 热交换设备的选择例选	(74)
4.1.1 列管换热器选择示例	(74)
4.1.2 板式加热器选择示例	(81)
4.2 换热器选择解析	(86)
4.2.1 换热器的分类	(86)
4.2.2 列管式和板式换热器	(89)
4.2.3 换热器类型的选择	(91)
4.2.4 工艺条件的选定	(91)
4.2.5 传热的强化途径	(93)
4.2.6 管子的排列及壳体直径	(94)

第五章 蒸发设备

5.1 蒸发器的设计例选	(98)
5.1.1 单效外热式蒸发器设计示例	(98)

5.1.2	单效降膜式蒸发器设计示例	(102)
5.1.3	并流双效升膜式蒸发器设计示例	(105)
5.2	蒸发器设计解析	(111)
5.2.1	蒸发器的分类	(111)
5.2.2	外热式蒸发器与液膜式蒸发器	(112)
5.2.3	蒸发器的特点	(114)
5.2.4	蒸发器的类型选择	(114)
5.2.5	效数的确定	(116)
5.2.6	蒸发流程的选择	(117)
5.2.7	蒸发器的设计程序	(117)
5.2.8	分离室的设计	(118)

第六章 吸收设备

6.1	吸收设备的设计例选	(119)
6.1.1	填料式吸收塔设计示例	(119)
6.1.2	栅孔穿流式吸收塔设计示例	(125)
6.2	吸收设备设计解析	(132)
6.2.1	吸收设备的分类	(132)
6.2.2	吸收塔的特点	(135)
6.2.3	塔设备的选择	(136)
6.2.4	理论板层数的计算	(138)
6.2.5	填料塔的泛点速度	(139)

第七章 精馏设备

7.1	精馏设备的设计例选	(143)
7.1.1	浮阀精馏塔设计示例	(143)
7.1.2	填料精馏塔设计示例	(154)

7.2 精馏塔设计解析	(165)
7.2.1 精馏塔的类型	(165)
7.2.2 浮阀塔	(165)
7.2.3 塔中传质层的高度	(166)
7.2.4 精馏塔理论板层数的确定	(167)

第八章 萃取设备

8.1 萃取设备的设计例选	(169)
8.1.1 箱式混合澄清槽设计示例	(169)
8.1.2 转盘萃取塔设计示例	(176)
8.2 萃取设备设计解析	(185)
8.2.1 萃取设备的分类	(185)
8.2.2 萃取设备的特点	(186)
8.2.3 混合澄清槽和转盘萃取塔	(188)
8.2.4 萃取设备的选择	(191)
8.2.5 萃取流程及其理论级数	(191)

第九章 干燥设备

9.1 干燥设备的设计例选	(198)
9.1.1 回转圆筒干燥器设计示例	(198)
9.1.2 气流干燥器设计示例	(206)
9.2 干燥设备设计解析	(210)
9.2.1 干燥设备的分类及其特点	(210)
9.2.2 干燥装置的选型	(214)
9.2.3 工艺方案的选定	(216)
9.2.4 干燥介质的主要性质	(217)
9.2.5 干燥速率和干燥时间	(218)

第十章 结晶设备

10.1	结晶器的设计例选	(222)
10.1.1	分级悬浮床结晶器的设计示例	(222)
10.1.2	分批结晶器的设计示例	(226)
10.2	结晶器设计计算解析	(230)
10.2.1	结晶器的分类	(230)
10.2.2	结晶器的选择	(235)
10.2.3	结晶器设计的步骤	(237)
10.2.4	结晶器的放大问题	(238)

第十一章 搅拌设备

11.1	液-液相系搅拌设备的选择	(240)
11.1.1	液-液相系搅拌设备选择示例	(240)
11.1.2	液-液相系搅拌设备选择解析	(242)
11.2	固-液相系搅拌设备的选择	(250)
11.2.1	固-液相系搅拌设备选择示例	(250)
11.2.2	固-液相系搅拌设备选择解析	(252)
11.3	气-液相系搅拌设备的选择	(256)
11.3.1	气-液相系搅拌设备选择示例	(256)
11.3.2	气-液相系搅拌器选择解析	(261)

第十二章 电解设备

12.1	电解槽的选择与设计示例	(266)
12.1.1	隔膜电解槽选择示例	(266)
12.1.2	无隔膜电解槽设计示例	(268)
12.2	电解槽设计解析	(271)

12.2.1	电解槽的工作原理	(271)
12.2.2	电解槽的分类与构造	(272)
12.2.3	电极材料与隔膜材料	(279)
12.2.4	选择定型电解槽的方法	(283)
12.2.5	设计非定型电解槽的方法	(283)

第十三章 离子交换设备

13.1	离子交换设备设计例选	(286)
13.1.1	固定床离子交换柱设计示例	(286)
13.1.2	移动床离子交换器设计示例	(288)
13.2	离子交换设备设计解析	(292)
13.2.1	离子交换树脂简介	(292)
13.2.2	离子交换反应原理及操作过程	(296)
13.2.3	离子交换设备的分类及特点	(297)
13.2.4	固定床离子交换柱和移动床离子交换器	(299)
13.2.5	离子交换设备的设计方法——交换带理论法	(302)
13.2.6	离子交换技术的应用与发展	(309)

第十四章 膜分离设备

14.1	反渗透设备的选择	(313)
14.1.1	反渗透设备选择示例	(313)
14.1.2	反渗透设备的选择解析	(316)
14.2	电渗析设备的选择	(324)
14.2.1	电渗析设备选择示例	(324)
14.2.2	电渗析设备的选择解析	(327)
14.3	离子膜烧碱装置的选择	(333)

- 14.3.1 离子膜烧碱装置选择示例 (333)
- 14.3.2 离子膜烧碱设备的选择解析 (334)

第十五章 流化床设备

- 15.1 流化床设备设计例选 (341)
 - 15.1.1 硫铁矿焙烧炉设计示例 (341)
 - 15.1.2 锌精矿硫酸化焙烧沸腾炉设计示例 (344)
 - 15.1.3 乙烯氧氯化制取二氯乙烷反应器设计示例 ... (353)
- 15.2 流化床设备设计解析 (358)
 - 15.2.1 流态化概念 (358)
 - 15.2.2 临界流化速度和最大流化速度 (360)
 - 15.2.3 流体阻力 (361)
 - 15.2.4 流化床设备分类 (362)
- 15.3 沸腾焙烧炉 (364)
 - 15.3.1 沸腾焙烧炉结构 (365)
 - 15.3.2 操作气速与单位生产率 (365)

第十六章 真空设备

- 16.1 真空系统设计例选 (369)
 - 16.1.1 真空系统设计条件 (369)
 - 16.1.2 抽空系统方案的选择 (369)
 - 16.1.3 主真空泵的选择计算 (370)
 - 16.1.4 前置泵的选择计算 (371)
 - 16.1.5 抽气时间的计算 (372)
- 16.2 真空 (373)
 - 16.2.1 真空度的意义和真空范围的分类 (373)
 - 16.2.2 真空环境的特点与真空技术的应用 (375)

16.2.3	真空泵的主要参数与分类	(376)
16.2.4	真空系统的组成	(379)
16.3	典型的真空泵	(382)
16.3.1	水环式真空泵	(382)
16.3.2	旋片式真空泵	(384)
16.3.3	罗茨真空泵	(386)
16.3.4	水蒸气喷射泵	(387)
16.3.5	油扩散泵	(389)
16.3.6	钛升华泵	(390)
16.3.7	低温泵	(394)
16.4	真空机组	(395)
16.4.1	真空机组示例	(395)
16.4.2	真空机组的设计条件与设计步骤	(396)
16.4.3	真空系统气流的基本状态	(397)
16.4.4	真空系统计算的基本公式	(397)
16.4.5	选泵与配泵	(400)
16.4.6	定型真空机组	(401)

第十七章 破碎筛分设备

17.1	破碎筛分设备选择设计例选	(406)
17.1.1	破碎筛分流程设计示例	(406)
17.1.2	破碎设备选择示例	(409)
17.1.3	筛分设备选择示例	(412)
17.2	破碎筛分设备选择设计解析	(414)
17.2.1	破碎筛分流程设计解析	(414)
17.2.2	破碎设备选择设计解析	(423)
17.2.3	筛分设备选择设计解析	(427)

附 录

一、常用单位的换算	(434)
二、干空气的物理性质(101.33 kPa)	(439)
三、饱和湿空气性质(总压 1.01325×10^5 Pa)	(441)
四、水的物理性质	(443)
五、饱和水蒸汽表(以温度为准)	(445)
六、无机盐溶液在 101.33 kPa 下的沸点	(448)
七、101.33 kPa 下溶液沸点升高与浓度的关系	(449)
八、管子规格(摘录)	(449)
九、推进式搅拌器技术条件 HG/T2126-91(摘录)	(452)
十、以内径为公称直径的椭圆形封头的尺寸、内表面积、 容积(JB1154-73)	(454)
十一、常用颚式破碎机技术性能表	(457)
十二、旋回破碎机技术性能表	(458)
十三、圆锥破碎机技术性能表	(459)
十四、光面双辊破碎机技术性能表	(460)
十五、振动筛和共振筛技术性能表	(461)
主要参考文献	(463)

第一章 流体输送设备

1.1 离心泵的选择

1.1.1 离心水泵选择示例

1.1.1.1 选择条件

某工厂供水系统由清水池往水塔充水,如图 1-1 所示。清水

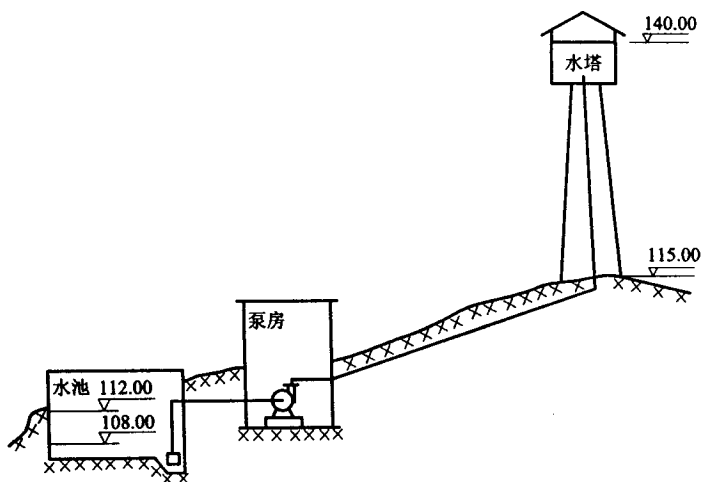


图 1-1 水塔充水工况

池最高水位标高为 112.00 m, 最低水位标高为 108.00 m, 水塔地面标高为 115.00 m, 最高水位标高为 140.00 m。水塔容积为 30 m³, 要求一小时内充满水。已知吸水管路水头损失 $H_{f1} = 1.0$ m, 压水管路水头损失 $H_{f2} = 2.5$ m。

1.1.1.2 选择计算

选择水泵的参数值应按工况要求的最大流量和最大扬程再乘以附加安全系数的数值为依据。附加值取 10%, 即

泵的流量:

$$Q_e = 1.0 Q_{\max} = 1.1 \times 30 = 33 \text{ m}^3/\text{h} = 9.17 \text{ L/s}$$

泵的扬程:

$$H_e = 1.1 H_{\max} = 1.1 \times [(140 - 108) + H_{f1} + H_{f2}] = 39.05 \text{ (m) H}_2\text{O}$$

1.1.1.3 选择型号

清水泵的种类很多, 其中, IS 型离心泵适于工矿企业、城市给水、排水和农田排灌, 供输送清水或物理、化学性质似于清水的其他液体。它的性能范围: 流量 Q 为 6.3 ~ 400 m³/h; 扬程 H 为 5 ~ 125 m, 可知这类泵是适合的。查 IS 型泵性能范围图 1-2, 得到具体型号为 IS80-50-200。该泵型号意义如下:

IS——国际标准单级单吸离心泵;

80——泵入口直径, mm;

50——泵出口直径, mm;

200——泵叶轮名义直径, mm。

进一步查该泵的特性曲线图 1-3 和性能表 1-1, 可得该泵的主要参数: 转速 $n = 2900$ r/min, 必需汽蚀余量 $(NPSH)_r = 2.5 \sim 3$ m, 效率 $\eta = 55\% \sim 71\%$, 轴功率 $P_a = 7.87 \sim 10.8$ kW, 所配电动机功率为 15 kW。