

刘道德等 编著
周新法 审定

化工厂的 设计与改造

(第二版)



中南大学出版社

化工厂的设计与改造

(第二版)

刘道德 等编著
周新法 审 定

中南大学出版社

化工工厂的设计与改造

(第二版)

刘道德 等编著

周新法 审定

☐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

☐经 销 湖南省新华书店

☐印 装 长沙鸿发印务实业有限公司

☐开 本 850×1168 1/32 ☐印张 14.5 ☐字数 361 千字

☐版 次 2005 年 2 月第 2 版 ☐2005 年 2 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 7-81105-001-3/TQ·001

☐定 价 20.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

前 言

化工生产，可以看做是化工原料通过一系列物理的、化学的变化而转化为化工产品的过程。其变化的时间、空间条件，则由化工厂的厂房与设备提供。化工厂设计是化工工艺专业为主体的多学科、多专业的综合系统工程。对此，有的化工设计院拟定了“工艺专业介绍提纲”。该“提纲”包括五个方面的内容：①化工工艺；②工艺系统；③化工工程；④化工生产特点对化工工艺专业的要求；⑤化工工艺专业对其他专业的要求。本书第二篇，依次论述了“提纲”的主要内容，还补充了“设计说明书的编写”一章，介绍了编写说明书的基本知识。为了各专业更好地配合、更协调地进行设计工作，书中特别阐述了“化工工艺配套项目的设计基础”（第三篇）。

本书总结了过去的设计经验，提出了“工艺上可靠、经济上合理、技术上先进、系统上最优”的设计原则。这本书的体例，与其姊妹篇——《化工设备的选择与工艺设计》的一样，各项设计仍以典型示例作引导，然后进行解析。初步实践表明，通过示例有利于直接而迅速地有关设计方法；通过解析，不仅可以加深对示例的理解，还可以拓宽知识面。这种体例还可把专业理论与工程实践紧密结合，有助于设计人员更科学、更完善地完成设计任务。

参加本书编写的有刘道德（设计概论，第四、五、八、九、十二、十五、十七、十八、十九、二十九章），何俊德（第一、二章），刘又年（第三、六章），周锡堂（第七章），李文生（第十、十四章），张涛（第十一、二十一章），陈树芸（第十

三、二十八章)，徐福祥（第十六章），伍洪泽（第二十章），郑晓明（第二十二章），周乐（第二十三章），李凤苓（第二十四、二十五章），廖立民（第二十六章），夏学仁（第二十七章）。全书由刘道德主编，周新法高级工程师审定。

在编写出版过程中，得到了领导的鼓励、同志们的帮助，还有钟宏、樊学宗、杨桂荣、何锦秋、邓文高、朱敏和刘道明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。

编 者

1994 年 6 月

目 录

设计概论	(1)
0.1 化工厂设计的目的和要求	(1)
0.2 化工项目设计的分类和内容	(2)
0.2.1 设计的分类	(2)
0.2.2 设计的内容	(4)
0.3 设计的步骤	(6)
0.3.1 设计前期工作	(6)
0.3.2 设计中期工作	(8)
0.3.3 设计后期工作	(10)
0.4 设计资料的收集	(11)
0.4.1 搜集资料的内容	(12)
0.4.2 规范资料	(15)
0.4.3 资料来源	(16)
0.4.4 搜集设计资料的原则	(18)
0.4.5 资料的加工整理	(18)
0.5 设计说明书的编写	(19)
0.5.1 设计说明书的组成与装订顺序	(19)
0.5.2 设计说明书各部分内容	(20)
0.5.3 编写说明书的要求	(22)
0.6 工程图纸的绘制	(29)
0.6.1 常用的工程制图规范	(29)
0.6.2 工程图纸的绘制方法	(38)

第一篇 设计前期工作

第一章 项目建议书与建厂报告 (40)

1.1 项目建议书与建厂报告示例 (40)

1.1.1 项目建议书的投资估算示例 (40)

1.1.2 建厂报告提纲示例 (41)

1.2 项目建议书与建厂报告概述 (42)

1.2.1 基建规模的划分 (43)

1.2.2 项目建议书的内容 (44)

1.2.3 建厂报告内容简介 (52)

第二章 厂址的选择及总平面设计 (53)

2.1 厂址的选择及总平面设计示例 (53)

2.1.1 已知条件 (53)

2.1.2 示例分析 (53)

2.2 厂址选择基本知识 (55)

2.2.1 厂址选择的原则 (55)

2.2.2 厂址选择的程序 (57)

2.3 总平面设计基础 (59)

2.3.1 概述 (59)

2.3.2 总平面设计的程序 (60)

2.3.3 平面布置 (61)

2.3.4 竖向布置 (61)

2.3.5 管线综合布置 (62)

2.3.6 绿化布置 (63)

2.3.7 总平面设计的技术经济指标 (63)

第三章 可行性研究与设计任务书 (65)

3.1 可行性研究 (65)

3.1.1 可行性研究示例 (65)

3.1.2 可行性研究基本知识 (71)

3.1.3 项目总投资估算 (72)

3.1.4 社会效益评价 (74)

3.2 设计任务书 (75)

3.2.1 毕业设计任务书 (75)

3.2.2 工程设计任务书简介 (77)

第二篇 化工工艺设计

第四章 生产方法的选择和工艺流程图 (78)

4.1 生产方法的选择 (78)

4.1.1 味精厂生产方法选择示例 (78)

4.1.2 生产方法选择解析 (81)

4.2 化工工艺流程图 (83)

4.2.1 工艺流程图示例 (83)

4.2.2 工艺流程解析 (83)

第五章 物料衡算 (85)

5.1 物料衡算示例 (85)

5.1.1 无返料物料衡算示例(返程法) (85)

5.1.2 无返料物料衡算示例(顺程法) (86)

5.1.3 有返料物料衡算示例 (88)

5.2 物料衡算概述 (92)

5.2.1	物料衡算的作用	(92)
5.2.2	物料衡算的分类	(92)
5.2.3	回收率	(95)
5.3	物料衡算的方法和步骤	(96)
5.3.1	物料衡算的方法	(96)
5.3.2	物料衡算的步骤	(98)
第六章	能量衡算	(103)
6.1	能量衡算示例	(103)
6.1.1	已知条件	(103)
6.1.2	热量衡算	(103)
6.2	能量衡算解析	(111)
6.2.1	单元设备热量衡算	(112)
6.2.2	系统热量平衡关系	(115)

第三篇 化工厂系统设计

第七章	生产设备流程设计与管道及仪表流程图	(116)
7.1	生产设备流程设计示例	(116)
7.1.1	设计条件	(116)
7.1.2	生产设备连接系统图阶段设计	(117)
7.1.3	管道及仪表流程图阶段设计	(117)
7.2	生产设备流程设计解析	(118)
7.2.1	概述	(118)
7.2.2	生产设备流程设计技术	(120)
7.2.3	设备连接系统图和管道及仪表流程图的内容	(122)
7.3	生产设备连接系统图的绘制	(122)

7.4	管道及仪表流程图的绘制	(128)
7.4.1	图形绘制	(128)
7.4.2	流程图的标注	(129)
7.4.3	设备一览表	(129)
7.4.4	图例	(130)
7.4.5	标题栏	(130)
7.5	生产工艺流程示意图和物料流程图	(130)
7.5.1	生产工艺流程示意图	(130)
7.5.2	物料流程图	(131)
第八章	定型设备的选择	(132)
8.1	定型设备的选择示例	(132)
8.1.1	离心耐酸泵选择示例	(132)
8.1.2	板框压滤机选择示例	(137)
8.2	选择定型设备解析	(140)
8.2.1	化工设备的分类	(140)
8.2.2	选择设备的基本要求	(141)
8.2.3	选择设备的具体任务	(142)
8.2.4	选择设备的步骤和计算方法	(142)
第九章	非定型设备的工艺设计	(145)
9.1	固定床反应器工艺设计示例	(145)
9.1.1	设计条件	(145)
9.1.2	设计计算	(146)
9.1.3	计算结果	(150)
9.2	流化床反应器工艺计算示例	(150)
9.2.1	计算条件	(150)
9.2.2	计算过程	(152)

9.2.3 计算结果	(154)
9.3 催化反应器工艺设计解析	(154)
9.3.1 固定床反应器简介	(155)
9.3.2 流化床反应器简介	(158)
9.4 催化剂的选择	(161)
第十章 车间布置设计	(164)
10.1 车间布置设计示例	(164)
10.1.1 车间布置设计条件	(164)
10.1.2 车间布置设计	(165)
10.1.3 设计结果	(168)
10.2 车间布置设计解析	(168)
10.2.1 化工车间的组成	(168)
10.2.2 车间布置设计的类别	(169)
10.2.3 进行布置设计的基本条件	(169)
10.2.4 厂房的整体布置和厂房的轮廓设计	(170)
10.2.5 设备布置设计的原则	(173)
10.2.6 设备布置设计的方法和步骤	(175)
10.3 设备布置图的绘制	(176)
10.3.1 设备布置图的内容	(176)
10.3.2 不同设计阶段中的设备布置图	(176)
10.3.3 具体绘图步骤	(179)
第十一章 管道的选择与设计	(180)
11.1 设计示例	(180)
11.1.1 设计条件	(180)
11.1.2 管道计算与相关选择	(180)
11.1.3 管道布置	(183)

11.1.4	绘制管道布置图	(186)
11.2	设计解析	(186)
11.2.1	管径的计算与确定	(186)
11.2.2	确定管子连接方式和选择阀门管件	(188)
11.2.3	管路阻力计算	(189)
11.2.4	管路热补偿	(189)
11.2.5	管道防腐	(191)
11.2.6	管道的绝热保温	(192)
11.2.7	管架设计	(194)
11.2.8	管道涂色	(197)
11.2.9	管道防振	(197)
11.2.10	管道布置设计	(198)
11.2.11	资料汇总和施工说明书	(203)
第十二章	化工检测仪表的选择	(205)
12.1	硝酸生产氧化炉检测仪表选用示例	(205)
12.1.1	氧化炉生产工艺条件及对检测仪表的要求	(205)
12.1.2	氧化炉检测仪表的选择	(206)
12.2	检测仪表选型基本知识	(208)
12.2.1	温度测量仪表的选择	(210)
12.2.2	压力测量仪表的选择	(211)
12.2.3	流量测量仪表的选择	(213)
12.2.4	物位测量仪表的选择	(217)
12.2.5	过程分析仪表的选择	(219)
12.2.6	显示仪表的选择	(220)
第十三章	与工艺配套项目的设计问题	(222)
13.1	化工设备设计过程与工艺专业关系	(222)

13.1.1	化工设备设计过程示例	(222)
13.1.2	化工设备设计过程框图	(225)
13.1.3	编制设备一览表	(225)
13.2	与工艺配套项目的设计	(225)
13.2.1	概述	(225)
13.2.2	与工艺配套项目的设计条件	(227)
13.2.3	化工工艺专业人员的任务	(229)

第四篇 工艺系统配套项目的设计基础

第十四章	职业安全卫生	(231)
14.1	职业安全卫生设计示例	(231)
14.1.1	设计条件	(231)
14.1.2	设计结果	(231)
14.1.3	效果	(232)
14.2	化工厂的职业安全卫生	(232)
14.2.1	职业安全卫生的重要性	(232)
14.2.2	化工厂主要危害因素	(233)
14.2.3	职业安全卫生设计的一般原则	(234)
14.2.4	工艺设计中的职业安全卫生一般原则	(234)
14.3	职业安全卫生篇编写要点	(235)
14.3.1	关于设计依据	(235)
14.3.2	关于工程概述	(235)
14.3.3	关于建筑及场地位置	(236)
14.3.4	关于生产过程中职业危害因素的分析	(236)
14.3.5	关于职业安全卫生设计中采用的主要防范措施	(236)
14.3.6	关于预期效果评价	(237)

14.3.7 关于职业安全与职业卫生机构设置及人员配备情况	(238)
14.3.8 关于专用投资概算	(238)
14.3.9 关于存在问题与建议	(238)
14.4 化工厂的安全卫生防护	(239)
14.4.1 厂房及其布置	(239)
14.4.2 工艺安全设计	(241)
14.4.3 车间及设备布置	(243)
14.4.4 电气设施与管线敷设	(244)
第十五章 化工过程计算机控制系统	(248)
15.1 乙烯裂解炉先进控制系统	(249)
15.1.1 先进控制方案	(249)
15.1.2 工程实现	(253)
15.1.3 控制效果	(254)
15.2 计算机控制系统概论	(255)
15.2.1 计算机控制系统结构	(255)
15.2.2 计算机控制系统分类	(258)
15.2.3 计算机控制系统特点	(263)
15.3 化工过程单元操作装置控制	(264)
15.3.1 精馏塔自动控制的要求	(264)
15.3.2 精馏过程操作变量和被控变量选择	(265)
15.3.3 精馏塔的整体控制	(269)
15.4 化工过程控制技术发展	(271)
15.4.1 多目的化工间歇过程控制技术	(271)
15.4.2 软测量技术应用研究	(272)
15.4.3 化工工程动态仿真技术	(273)
15.4.4 人工智能技术在化工中的应用	(273)

15.4.5 基于 Internet 和 Intranet 的远程监控与优化技术	··· (273)
--	-----------

第十六章 工厂电信设计 (275)

16.1 化工厂电信设计示例 (275)

16.1.1 设计条件	 (275)
-------------	-------------

16.1.2 主要设备选型	 (276)
---------------	-------------

16.1.3 程控交换机系统图	 (277)
-----------------	-------------

16.1.4 氯碱厂内部通信网络	 (277)
------------------	-------------

16.2 化工厂电信设计的主要内容 (278)

16.2.1 化工厂电信设计内容的确定	 (278)
---------------------	-------------

16.2.2 对外通信需要收集的设计资料	 (279)
----------------------	-------------

16.2.3 厂区内通信级数的确定	 (279)
-------------------	-------------

16.2.4 电信站容量及程式的确定	 (279)
--------------------	-------------

16.2.5 对外通信方式及中继线数量的确定	 (279)
------------------------	-------------

16.2.6 广播站容量及程式的确定	 (280)
--------------------	-------------

16.2.7 电信专业对主导专业、土壤及采暖、通风专业的要求	 (281)
--------------------------------	-------------

16.3 电信各论 (281)

16.3.1 厂区行政电话	 (281)
---------------	-------------

16.3.2 生产调度电话	 (282)
---------------	-------------

16.3.3 有线广播	 (284)
-------------	-------------

16.3.4 会议电话、直通电话	 (285)
------------------	-------------

16.3.5 生产扩音通信、报警信号	 (285)
--------------------	-------------

第十七章 供电设计 (287)

17.1 某厂属研究所供电系统设计示例 (287)

17.1.1 设计的原始资料	 (287)
----------------	-------------

17.1.2 负荷计算示例	 (289)
---------------	-------------

17.1.3	配电电压的选择及供电方案举例	(295)
17.1.4	变压器型号、台数、容量选择示例	(295)
17.1.5	一次结线图拟定	(296)
17.1.6	供电线路的导线、电缆选择	(298)
17.1.7	高压系统短路计算及电气设备选择示例	(301)
17.1.8	低压供电系统短路计算及电气设备选择	(304)
17.1.9	变电站布置	(306)
17.2	工厂供电设计的基本知识	(308)
17.2.1	概述	(308)
17.2.2	工厂供电设计的步骤、内容和基本要求	(309)
17.2.3	电力负荷级别	(310)
17.2.4	化工厂对供电设计的特殊要求	(311)
第十八章	化学工业的污染及其预防	(313)
18.1	化工三废处理示例	(313)
18.1.1	合成氨铜洗再生气的处理	(313)
18.1.2	中和、混凝、氧化法处理硫酸废水	(315)
18.2	化工三废处理解析	(317)
18.2.1	概述	(317)
18.2.2	化工废气污染及防治	(318)
18.2.3	化工废水污染及防治	(322)
18.2.4	化工废渣的处理	(324)
第十九章	技术经济分析	(327)
19.1	技术经济分析示例	(327)
19.1.1	产品成本估算示例	(327)
19.1.2	技术方案经济评价指标计算示例	(329)
19.2	技术经济分析概述	(333)

19.2.1	技术经济分析的意义	(333)
19.2.2	衡量经济效益的指标	(333)
19.2.3	技术经济评价指标体系的建立	(334)
19.3	基本指标分析	(336)
19.3.1	投资	(336)
19.3.2	成本	(339)
19.3.3	销售收入、利润与税金	(342)
19.4	经济效益指标分析	(343)
19.4.1	投资回收期	(343)
19.4.2	净现值(<i>NPV</i>)与净年值(<i>AW</i>)	(346)
19.4.3	费用现值(<i>PW</i>)与年成本(<i>AC</i>)	(348)
19.4.4	内部收益率(<i>IRR</i>)与外部收益率(<i>ERR</i>)	(349)
19.4.5	投资收益率、投资利润率、投资利税率及净现值率	(351)
19.4.6	经济评价指标选择	(353)
第二十章 土建设计		(355)
20.1	设计示例	(355)
20.1.1	设计条件	(355)
20.1.2	工业建筑设计简述	(355)
20.2	土建设计概述	(356)
20.2.1	设计内容	(356)
20.2.2	设计分类	(357)
20.3	单层厂房设计	(358)
20.3.1	单层厂房结构类型	(358)
20.3.2	柱网尺寸和定位轴线	(359)
20.3.3	厂房高度	(366)
20.3.4	单层厂房的平面设计	(367)