

中国石化集团上海工程有限公司 编

化工工艺 设计手册

第三版
下册



化学工业出版社

化工工艺设计手册

第三版

下册

中国石化集团上海工程有限公司 编

化学工业出版社

·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

化工工艺设计手册. 下册/中国石化集团上海工程有限公司编. —3 版. —北京: 化学工业出版社, 2003. 7
ISBN 7-5025-4487-9

I. 化… II. 中… III. 化工设备-工艺设计-技术手册 IV. TQ050.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 042582 号

化工工艺设计手册

第三版

下册

中国石化集团上海工程有限公司 编

责任编辑: 张红兵 郭长生

武志怡 周国庆

文字编辑: 余德华 丁建华

王金生 韩 竞

徐卿华

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 戴晓辛

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

中国纺织出版社印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 53¼ 插页 2 字数 1814 千字

2003 年 8 月第 3 版 2003 年 8 月北京第 15 次印刷

ISBN 7-5025-4487-9/TQ·1732

定 价: 118.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

(京工商广临字 2003—003)

《化工工艺设计手册》第三版编辑委员会

主编 汪镇安
顾问 陆振东
委员 (以下按姓氏笔画为序)
 石荣华 华峰 杨静芬 吴德荣 张启锡 周伯辛
 施大伟 洪德晓 薛宏庆

各章编写及校审人员

	编写人员				校审人员			
第1篇								
第1章	王玉枫	堵祖荫			堵祖荫	王玉枫		
第2章	刘国权				张祖荫			
第3章	陈安忠	陈岑晔			曹佩礼	杨丽敏	石荣华	
第4章	施大伟	周燕	李纤曙		张启锡			
第5章	高爱珠				顾其祥			
第6章	王宗仁				杨静芬			
第7章	章锦云				杨静芬			
第8章	章锦云				杨静芬			
第2篇								
第9章	吴德荣	王玉枫			施立才			
第10章	石荣华				张启锡			
第11章	秦叔文				石荣华			
第12章	张声	瞿笑蕾			施立才			
第13章	陈伟				洪德晓			
第14章	夏关明				石荣华			
第15章	齐福来	瞿笑蕾			汪扬			
第16章	陈德祥				汪扬			
第17章	金国森				石荣华			
第18章	张勋	严琦			杨静芬	张勋		
第19章	陈伟				夏关明			
第20章	陈伟	张红			华峰			
第21章	堵祖荫				沃联邦			
第3篇								
第22章	薛宏庆				华峰			
第23章	叶海				华峰			
第24章	张红				华峰			
第25章	薛宏庆	陈斌	周新南		华峰	薛宏庆	郭顺民	
第4篇								
第26章	汪建羽	曹佩礼	程侠	顾国良	陈安忠	杨静芬	汪建羽	应道晏
第27章	曹佩礼	应道晏			应道晏	曹佩礼		
第28章	韩璋				曹佩礼			
第29章	王荷生				陈安忠			
第5篇								
第30章	周伯辛	金堤	俞旭波	徐熊	周伯辛	华峰		
第31章	刘琳	杨一心	周渊	项志铤	刘琳	王福国		
第32章	杨军	董文良	高志刚		吴天和			
第33章	赵肖兵				石荣华			
第34章	刘瑞潮				徐曼			
第35章	戴季煌	厉益骏	魏兆灿		黄正林			
第36章	何琨				杨静芬			

前 言

《化工工艺设计手册》是化工设计人员的实用工具书，自 1986 年第一次出版以来，1996 年又出了第二版，总发行量达 10 余万套。由此可见，该《手册》的实用性受到了广大使用者的好评和欢迎。去年，化学工业出版社决定再次修订出版《化工工艺设计手册》，上海医药工业设计院（现已更名为中国石化集团上海工程有限公司）即组织力量，本着科学严谨、不断进步的精神，于今年年初完成了《手册》第三版的修编任务。

这次修编有以下几个原则。第一，保持原有特色，即实用性要强，《手册》不是论著，应着重考虑使用者查找方便。第二，体现设计行业的技术发展，介绍新的设计方法和手段，特别是计算机软件和 CAD 应用。第三，设计规范和标准按现行版更新。第四，根据目前通行的需要对内容作适当增删，如增加了劳动安全卫生专章和化工系统设计等方面的内容。整个篇幅由第二版的四篇 28 章增至五篇 36 章。

工程设计是一项多专业的综合性工作。在化工、石化和医药等行业的工程设计中，工艺设计作为主导专业与其他许多专业有着密切的联系。为此，《手册》除了工艺专业本身的内容外，还涉及了与之相关的设备、自控、环保、采暖通风、工程经济和总体各专业的内容。这些内容也同样可供有关专业设计时参考。

对设计来说，经验是至关重要的。《手册》是经验的积累，用好《手册》需要经验去把握。我们衷心希望设计人员能用好这本《手册》，同时也将自己的经验不断地充实到《手册》中去。

汪镇安

2003 年 2 月

目 录

第 3 篇 化工系统设计

第 22 章 管道及仪表流程图设计	3-3
1 管道及仪表流程图的设计基础	3-3
1.1 工艺设计包提交的内容	3-3
1.1.1 设计基础	3-3
1.1.2 工艺说明	3-3
1.1.3 工艺流程图	3-4
1.1.4 物料平衡和能量平衡	3-4
1.1.5 管道及仪表流程图	3-4
1.1.6 工艺设备表	3-5
1.1.7 主要工艺设备的工艺规格书	3-5
1.1.8 自动控制和仪表	3-5
1.1.9 管道设计	3-5
1.1.10 电气设计	3-5
1.1.11 泄放阀和安全阀	3-5
1.1.12 分析手册	3-5
1.1.13 工艺操作手册	3-5
1.2 各专业应提交的资料	3-5
2 管道及仪表流程图的设计过程	3-20
2.1 管道及仪表流程图 A 版 (初步条件版)	3-20
2.2 管道及仪表流程图 B 版 (内部审核版)	3-20
2.3 管道及仪表流程图 C 版 (用户批准版)	3-21
2.4 管道及仪表流程图 O 版 (设计版)	3-21
2.5 管道及仪表流程图 1 版 (详细设计 1 版)	3-21
2.6 管道及仪表流程图 2 版 (详细设计 2 版)	3-21
2.7 管道及仪表流程图 3 版 (施工版)	3-21
3 管道及仪表流程图的管道编号	3-22
3.1 管道编号	3-22
3.1.1 需要编号的管道	3-22
3.1.2 不需要编号的管道	3-22
3.1.3 管道号的组成	3-22
3.2 管道编号的标注规则	3-22
3.2.1 一般要求	3-22
3.2.2 标注规则	3-23
3.3 管道特性表	3-23
3.3.1 管道特性表填写方法	3-23
3.3.2 管道特性表内容说明	3-23
4 管道及仪表流程图校审提纲	3-25
5 设计压力和设计温度	3-32
5.1 设计压力	3-32
5.1.1 术语说明	3-32
5.1.2 适用范围	3-32
5.1.3 设备设计压力的确定原则	3-32
5.1.4 各类系统中设备最高压力的确定	3-32
5.1.5 管道设计压力的选取	3-34
5.2 设计温度	3-35
5.2.1 设备设计温度的确定	3-35
5.2.2 管道设计温度的确定	3-36
第 23 章 管道及仪表流程图基本单元典型设计	3-37
1 泵的管道仪表及流程图设计	3-37
1.1 离心泵的典型设计	3-37
1.2 往复泵的典型设计	3-38
2 容器的管道及仪表流程图设计	3-38
3 塔设备的管道及仪表流程图设计	3-39
3.1 蒸馏塔的典型设计	3-39
3.2 再沸器的典型设计	3-40
3.3 冷凝器和回流罐的典型设计	3-40
4 储罐的管道及仪表流程图设计	3-44
5 换热器的管道及仪表流程图设计	3-44
6 空冷器的管道及仪表流程图设计	3-45
7 加热炉的管道及仪表流程图设计	3-46
8 压缩机的管道及仪表流程图设计	3-46
9 其他	3-48
9.1 管道分界	3-48
9.2 控制阀组	3-48
9.3 两相流管道	3-48
9.4 锁与铅封	3-48
9.5 保温	3-48
9.6 伴热	3-48
9.7 夹套管	3-48

9.8 取样	3-48
参考文献	3-51
第 24 章 公用工程分配系统和辅助系统设计	3-52
1 工业水系统	3-52
2 冷却水系统	3-52
3 消防水系统	3-52
4 蒸汽和蒸汽冷凝水系统	3-52
4.1 蒸汽系统	3-52
4.2 蒸汽冷凝水系统	3-53
5 锅炉给水系统	3-53
6 工业和仪表用压缩空气系统	3-53
7 燃料气系统	3-53
8 燃料油系统	3-54
9 惰性气体系统	3-54
10 火炬排放系统	3-54
11 安全阀	3-54
11.1 安全阀的选型	3-55
11.2 主要名词术语	3-55
11.3 安全阀的管道设计	3-55
11.4 安全阀排放量的计算	3-56
11.4.1 超压原因	3-56
11.4.2 超压来源	3-56
11.4.3 单个安全阀排放量确定	3-56
12 化学品注入系统	3-59
13 含油污水排放系统	3-59
14 物料排净系统	3-59
15 冷冻系统	3-59
16 典型的系统设计图	3-61
参考文献	3-61

第 25 章 管道流体力学计算和绝热设计

1 管道流体力学计算	3-67
1.1 工艺管道设计原则	3-67
1.1.1 经济管径	3-67
1.1.2 压力降要求	3-67
1.1.3 工艺控制要求	3-68
1.1.4 限制管壁磨损	3-68
1.1.5 满足介质安全输送的规定	3-68
1.1.6 满足噪声控制要求	3-69
1.1.7 符合管材的标准规格	3-69
1.2 流体流动的伯努利方程	3-69
1.3 管道的流体力学计算	3-71
1.4 管径计算	3-72
1.5 管道压力降计算	3-75

1.5.1 流体阻力的分类	3-75
1.5.2 单相流（不可压缩流体）管道的压力降计算	3-81
1.5.3 单相流（可压缩流体）管道的压力降计算	3-83
1.5.4 气液两相流（非闪蒸型）管道的压力降计算	3-84
1.5.5 气液两相流（闪蒸型）管道的压力降计算	3-88
1.5.6 真空系统	3-88
1.6 管道流体力学计算的计算机应用	3-91
2 设备和管道绝热设计	3-91
2.1 绝热的功能和应用范围	3-91
2.1.1 绝热的功能	3-91
2.1.2 绝热的应用范围	3-91
2.2 绝热材料的性能和种类	3-92
2.2.1 基本性能和选用要求	3-92
2.2.2 常用绝热材料的性能	3-92
2.3 绝热计算	3-95
2.3.1 保温计算数据的选取	3-95
2.3.2 圆形管道和设备的保温计算	3-96
2.3.3 蒸汽伴管加热和保温计算	3-103
2.3.4 非圆形管道和设备的保温计算	3-107
2.3.5 绝热计算实例	3-107
2.4 绝热结构设计	3-107
2.4.1 绝热结构的设计要求	3-107
2.4.2 绝热结构的种类	3-108
2.4.3 绝热结构设计的规定和要求	3-109
2.4.4 绝热层结构施工图例	3-111
2.5 保温材料用量计算	3-119
2.5.1 圆形设备筒体部分的用量计算	3-119
2.5.2 圆形设备封头部分的用量计算	3-119
2.5.3 管道保温材料工程用量和辅助材料工程用量	3-119

附表 1 环境温度 T_a 、相对湿度 ψ 和露点 T_d 对照	3-129
---	-------

附表 2 管道和平壁保温层外表面至周围空气的散热热阻	3-130
----------------------------------	-------

附表 3 每米管道的 V_f 、 V_w 值	3-130
----------------------------------	-------

附表 4 保温层平均温度 T_m 值	3-131
----------------------------	-------

附表 5 季节运行工况允许最大热损失	3-131
--------------------------	-------

附表 6 常年运行工况允许最大热损失	3-131
--------------------------	-------

附表 7 室内保温层通用厚度	3-131
----------------------	-------

附表 8 中国部分省市的环境温度、相对湿度	3-134
-----------------------------	-------

附图 保温厚度选用列线图	3-138
--------------------	-------

参考文献	3-139
------------	-------

第4篇 配管设计

第26章 管道布置和设计	4-3
1 管道设计基础	4-3
1.1 压力管道定义	4-3
1.2 压力管道分类	4-3
1.3 压力管道检验	4-4
1.4 常用标准规范	4-4
1.5 特殊说明	4-6
1.6 钢管壁厚	4-6
1.6.1 钢管壁厚表示方法	4-6
1.6.2 常用公称压力下管道壁厚选用	4-7
1.7 阀门型式选用	4-8
1.8 法兰型式选用	4-10
1.9 垫片型式选用	4-11
1.10 紧固件型式选用	4-11
1.11 法兰、垫片、紧固件选配	4-12
1.12 常用管道的类型、选材和用途	4-16
1.13 弯管最小弯曲半径	4-18
1.14 热力管道地沟的敷设尺寸	4-18
1.15 管道连接	4-18
1.16 管径当量换算	4-19
1.17 埋地管道	4-21
1.18 管道刷油面积计算	4-21
1.19 管道系统试验	4-22
1.20 管道留孔	4-22
1.21 管道坡度	4-22
1.22 管道间距	4-22
1.23 管架跨距	4-22
1.24 地漏的安装尺寸	4-30
1.25 车间排水	4-33
1.26 支管上卫生设备配置数量	4-33
1.27 环焊缝间距	4-33
2 装置(车间)内管道设计的依据和要求	4-33
2.1 设计依据	4-33
2.2 基本要求	4-33
3 装置(车间)内管道设计的分区原则和绘制方法	4-33
4 管道设计的一般原则	4-34
5 主管设计	4-34
6 管道布置图的绘制	4-35
6.1 一般规定	4-35
6.2 设计规定	4-35
6.3 管道平面图布置图的绘制方法	4-36
6.4 单元配管设计	4-38
6.4.1 塔的配管设计	4-38
6.4.2 立式容器的配管设计	4-38
6.4.3 泵的配管设计	4-39
6.4.4 冷换设备的配管设计	4-40
6.4.5 压缩机的配管设计	4-42
6.4.6 蒸汽轮机的配管设计	4-42
6.4.7 排放管的设计	4-42
6.4.8 取样管的设计	4-43
6.4.9 双阀的设计	4-43
6.4.10 一次仪表的安装和配管设计	4-43
6.4.11 防静电设计	4-48
6.5 公用工程管道的设计	4-48
6.5.1 蒸汽管道	4-48
6.5.2 上下水管道	4-49
6.5.3 压缩空气管道	4-49
6.6 洁净厂房的管道设计	4-49
6.6.1 设计规定	4-49
6.6.2 管道和管件材料规定	4-50
6.7 管道轴测图	4-50
6.7.1 图面表示	4-50
6.7.2 尺寸和方位的标注	4-51
6.7.3 装配用的特殊标记	4-51
6.7.4 隔热(隔音)分界	4-52
6.7.5 轴测图上材料表填写要求	4-53
7 管道支吊架的编号和表示方法	4-53
7.1 管道支吊架的编号	4-53
7.2 管道支吊架在管道布置图中的表示方法	4-53
7.3 管道支吊架的定位	4-53
8 管道等级号和管道材料等级表	4-53
8.1 管道等级号说明	4-53
8.2 选用原则	4-53
9 配管图的校核	4-54
9.1 图面的校核	4-54
9.2 配管图与各专业设计条件的校核	4-54
9.2.1 与土建专业建筑图、结构图的校核	4-54
9.2.2 与工艺配管图的校核	4-54
9.2.3 与设备安装图的校核	4-54
9.2.4 与仪表专业的校核	4-55
9.2.5 与暖风专业的校核	4-55
9.2.6 与电力专业的校核	4-55
9.2.7 与给排水专业的校核	4-55
10 模型设计	4-55

10.1	工程模型设计	4-55	1.7.3	焊接圆管	4-95
10.1.1	总图布置模型	4-55	1.7.4	化学成分	4-95
10.1.2	装置(车间)设备布置模型	4-55	1.8	钛和钛合金管	4-97
10.1.3	装置(车间)配管布置模型	4-56	1.9	铜和铜合金管	4-98
10.2	装置(车间)配管布置模型设计的功能	4-56	1.9.1	铜和铜合金拉制管	4-98
10.2.1	在设计过程中的功能	4-56	1.9.2	铜和铜合金挤制管	4-99
10.2.2	在设计校审过程中的功能	4-56	1.10	铅和铅合金管	4-99
10.2.3	在施工和生产培训中的功能	4-56	1.11	金属管常用规格、材料及适用温度	4-101
10.3	装置(车间)配管布置模型设计的应用范围	4-56	2	标准管件	4-101
10.4	装置(车间)配管布置模型设计和制作	4-56	2.1	可锻铸铁管件(GB/T 3287—2000)	4-101
10.4.1	模型比例的选择	4-56	2.2	对焊管件	4-105
10.4.2	模型制作的分块分层原则	4-56	2.2.1	弯头	4-105
10.4.3	模型制作材料的选用	4-57	2.2.2	异径管	4-107
10.4.4	装置(车间)配管布置模型设计制作的深度	4-57	2.2.3	等径三通、异径三通尺寸系列	4-111
10.5	标准系列模型元件	4-59	2.2.4	管帽	4-111
10.5.1	标准系列模型元件的材料及性能	4-59	2.2.5	对焊管件形位偏差	4-116
10.5.2	标准系列模型元件的组装方式	4-59	2.3	翻边短节	4-117
10.6	模型成品的运输和保管	4-59	2.4	管法兰	4-117
10.6.1	模型成品包装运输的基本要求	4-59	2.4.1	欧洲体系管法兰	4-117
10.6.2	模型的存放保管	4-60	2.4.2	美洲体系管法兰	4-124
11	计算机配管设计	4-60	2.4.3	法兰材料和标准	4-137
11.1	计算机配管设计软件的功能和应用	4-60	2.4.4	法兰压力-温度等级	4-139
11.1.1	配管设计软件的功能	4-60	2.5	螺纹、承插焊及其他管件	4-151
11.1.2	工程项目中配管设计人员的组织	4-61	2.5.1	螺纹管件	4-151
11.1.3	配管专业应用CAD技术的效果	4-61	2.5.2	承插焊管件	4-155
11.1.4	计算机配管设计主要软件	4-62	2.5.3	其他管件	4-159
11.2	三维模型设计	4-62	2.6	垫片	4-168
第27章	金属管道和管件	4-65	2.6.1	欧洲体系垫片	4-168
1	金属管	4-65	2.6.2	美洲体系垫片	4-168
1.1	钢管的外径和壁厚系列	4-65	2.7	紧固件	4-169
1.2	钢管的技术参数	4-69	2.7.1	欧洲体系紧固件	4-169
1.3	管螺纹	4-77	2.7.2	美洲体系紧固件	4-169
1.4	钢管	4-78	3	管道附件	4-169
1.4.1	无缝钢管	4-78	3.1	过滤器	4-169
1.4.2	焊接钢管	4-86	3.1.1	过滤器选用原则	4-169
1.5	许用应力和焊缝系数	4-92	3.1.2	过滤器常用标准和主要技术参数	4-169
1.6	使用限制	4-94	3.1.3	过滤器的结构型式和特性	4-169
1.7	铝和铝合金管	4-95	3.2	阻火器	4-169
1.7.1	挤压无缝圆管	4-95	3.2.1	阻火器的选用原则	4-169
1.7.2	拉(轧)无缝圆管	4-95	3.2.2	阻火器主要技术参数	4-169
			3.2.3	阻火器结构长度	4-172
			3.3	视镜	4-173
			3.4	喷嘴	4-175
			3.5	软管	4-175
			3.5.1	金属软管	4-175
			3.5.2	非金属软管	4-178

3.6	快速接头	4-179	1.6.1	法兰式直管	4-221
3.7	取样冷却器	4-181	1.6.2	管件	4-222
3.8	冲洗式液(气)体取样阀	4-181	1.7	钢滚衬聚乙烯管	4-223
3.9	排液放空闸阀	4-183	1.7.1	法兰式直管	4-223
3.10	呼吸阀、阻火呼吸阀	4-184	1.7.2	管件	4-223
3.11	静态混合器	4-186	1.8	化工用硬聚氯乙烯管 (GB/T 10002—1996)	4-224
3.12	SQS系列汽水混合器	4-188	1.9	高密度聚乙烯管	4-226
3.13	疏水阀	4-189	1.9.1	高密度聚乙烯直管	4-226
3.13.1	疏水阀的选用原则	4-189	1.9.2	高密度聚乙烯管件	4-227
3.13.2	疏水阀的类型和工作原理	4-190	1.10	无规聚丙烯管	4-235
3.13.3	疏水阀的主要特征	4-190	1.10.1	无规聚丙烯直管	4-235
4	阀门	4-192	1.10.2	无规聚丙烯管件	4-236
4.1	常用阀门的选用说明	4-192	1.11	其他	4-237
4.2	阀门结构长度	4-192	1.11.1	钢骨架高分子聚合物复 合软管	4-237
4.2.1	结构长度基本系列	4-194	1.11.2	网孔钢管骨架增强复合 塑料管	4-238
4.2.2	同型系列闸阀结构长度	4-194	1.11.3	聚四氟乙烯波纹软管	4-238
4.2.3	等压系列结构长度	4-194	1.11.4	聚四氟乙烯膨胀节	4-238
4.3	阀门材料(GB/T 9124—2000)	4-197	2	非金属阀门	4-239
4.4	压力-温度等级 (GB/T 2194—2000)	4-197	2.1	球阀	4-239
4.5	阀门压力试验 (GB/T 13927—1992)	4-207	2.2	隔膜阀	4-240
第28章 非金属管道和管件		4-208	2.3	截止阀	4-240
1	非金属管道	4-208	2.4	衬氟塑料旋塞阀	4-240
1.1	纤维缠绕玻璃钢管 (JC 552—194)	4-208	2.5	止回阀	4-240
1.1.1	承插胶粘直管、对接直管和 O形环承插连接直管	4-208	2.6	蝶阀	4-242
1.1.2	玻璃钢管和管件	4-208	2.6.1	衬氟塑料蝶阀	4-242
1.2	增强聚丙烯管(HG 20539—1999)	4-210	2.6.2	增强聚丙烯蝶阀	4-247
1.2.1	直管	4-210	第29章 管系应力分析		4-248
1.2.2	管件	4-210	1	管系上作用的荷载	4-248
1.3	玻璃钢增强聚丙烯复合管 (HG/T 21579—1995)	4-216	2	管系应力分析的内容	4-248
1.3.1	承插式直管、法兰式直管	4-216	2.1	静力分析	4-248
1.3.2	管件	4-217	2.2	动力分析	4-249
1.4	玻璃钢增强硬聚氯乙烯复合管 (HG/T 21636—1987)	4-218	3	管系热应力分析范围	4-249
1.4.1	直管	4-218	3.1	须进行应力分析的管道	4-249
1.4.2	复合平焊法兰	4-219	3.2	不须进行柔性分析的管道	4-250
1.5	钢衬改性聚丙烯复合管 (HG/T 2437—1993)	4-219	4	管系热应力分析方法	4-250
1.5.1	直管	4-219	4.1	热应力计算基础	4-250
1.5.2	管件	4-220	4.1.1	热胀量计算	4-250
1.6	钢衬聚四氟乙烯推压管 (HG/T 21562—1994)	4-221	4.1.2	补偿值计算	4-251
			4.1.3	热应力计算	4-251
			4.2	管系热应力分析方法	4-251
			4.2.1	ANSI判断法	4-251
			4.2.2	凯洛格图解法	4-251
			4.2.3	导向悬臂法	4-260

4.2.4 弹性中心法	4-261	5.3.6 直接受火加热炉管嘴的允 许荷载	4-268
4.2.5 详细分析法	4-262	5.3.7 空冷器管嘴的允许荷载	4-268
5 管系安全性的判断	4-263	6 管系热应力和柔性调整	4-268
5.1 管道的一次允许应力	4-263	6.1 增强自然补偿	4-268
5.2 管道的二次允许应力	4-263	6.2 调整支吊架	4-269
5.3 设备的允许推力和应力	4-263	6.3 增设补偿器	4-269
5.3.1 设备管嘴的许用应力	4-264	6.4 冷紧	4-269
5.3.2 泵管嘴的允许荷载	4-265	7 其他	4-269
5.3.3 蒸汽透平管嘴的允许荷载	4-266	7.1 金属直管的壁厚确定	4-269
5.3.4 离心压缩机管嘴的允许荷载	4-267	7.2 管道跨距	4-269
5.3.5 管壳式换热器管嘴的允许 荷载	4-268	参考文献	4-270

第 5 篇 相关专业设计和设备选型

第 30 章 自动控制

1 工业自动化仪表的文字代号 和图形符号	5-3
1.1 字母代号	5-3
1.2 被测变量和仪表功能字母 组合示例	5-5
1.3 仪表及其安装位置的图形符号	5-6
1.4 逻辑功能块图例符号	5-7
1.5 计算器、继电器及转换器用 图例符号	5-8
1.6 仪表连接线符号	5-12
1.7 分散控制/计算机用图例符号	5-12
1.7.1 分散控制/集中显示符号	5-12
1.7.2 计算机符号	5-12
1.7.3 逻辑和顺序控制符号	5-13
1.7.4 内部系统功能符号	5-13
1.7.5 标识符	5-13
1.8 应用举例及典型流程图	5-13
1.8.1 应用举例	5-13
1.8.2 典型流程图	5-16
2 DCS/PLC 控制系统的工程设计	5-17
2.1 DCS/PLC 工程项目的执行步骤	5-17
2.2 系统工程设计的执行步骤	5-18
2.2.1 项目人员配备	5-18
2.2.2 软件设计	5-18
2.2.3 软件生成	5-22
2.2.4 硬件设计及选定	5-22
2.2.5 网络结构选定	5-26
2.2.6 紧急停车系统	5-27
3 控制系统	5-29
3.1 串级控制系统	5-29

3.1.1 原理	5-29
3.1.2 工程设计应考虑的问题	5-30
3.2 均匀控制系统	5-30
3.3 比值控制系统	5-31
3.3.1 控制原理	5-31
3.3.2 工程设计应考虑的问题	5-32
3.4 分程控制系统	5-32
3.4.1 控制原理	5-32
3.4.2 工程设计应考虑的问题	5-32
3.5 选择性(超驰)控制系统	5-33
3.5.1 控制原理	5-33
3.5.2 工程设计应考虑的问题	5-33
3.6 前馈控制系统	5-34
3.6.1 控制原理	5-34
3.6.2 工程设计应考虑的问题	5-35
4 化工单元控制	5-35
4.1 泵及压缩机的控制	5-35
4.1.1 离心泵的控制	5-35
4.1.2 容积式泵的控制	5-35
4.1.3 压缩机的喘振控制	5-36
4.2 传热设备的控制	5-41
4.2.1 一般传热设备的控制	5-41
4.2.2 复杂控制系统	5-42
4.3 乙烯裂解炉的控制	5-43
4.3.1 简单乙烯裂解炉控制方案	5-43
4.3.2 复杂乙烯裂解炉控制方案	5-45
4.4 精馏塔的控制	5-47
4.4.1 精馏塔的常规控制	5-47
4.4.2 精馏塔的压力控制系统	5-50
4.4.3 精馏塔的复杂控制系统	5-51
5 调节阀的选用要点	5-52
5.1 调节阀的作用	5-52
5.2 调节阀的分类	5-52

5.3	调节阀的附件	5-53
5.4	调节阀的固有流量特性	5-54
5.5	调节阀的泄漏等级	5-54
5.6	气开和气关	5-55
5.7	液体流量系数计算	5-55
5.8	气体和蒸汽流量系数计算	5-56
5.9	调节阀推荐流速	5-56
5.10	调节阀口径的选择	5-57
5.11	调节阀的手轮和阀组	5-57
5.12	调节阀的噪声	5-57
5.13	调节阀的气源要求	5-58
5.14	调节阀的安装	5-58
	参考文献	5-59

第 31 章 采暖通风和空气调节 5-60

1	采暖	5-60
1.1	建筑物耗热量计算	5-60
1.1.1	基本耗热量计算	5-60
1.1.2	附加耗热量计算	5-64
1.1.3	由外部送入厂房的冷料和运输工具的吸热量计算	5-65
1.1.4	通风耗热量计算	5-65
1.1.5	围护结构的热阻和最大传热系数	5-65
1.1.6	建筑物耗热量估算法	5-66
1.2	采暖系统的选择和计算	5-67
1.2.1	一般原则	5-67
1.2.2	散热器的选择和计算	5-67
1.2.3	采暖系统的基本形式	5-70
1.2.4	采暖管道设计原则和管径计算	5-71
1.2.5	防火防爆要求	5-80
2	通风与除尘	5-80
2.1	工艺生产设备散热、散湿及有害气体散发量计算	5-80
2.1.1	散热量计算	5-80
2.1.2	散湿量计算	5-82
2.1.3	有害气体散发量计算	5-83
2.2	自然通风	5-84
2.2.1	自然通风的设计原则	5-84
2.2.2	自然通风的计算	5-85
2.3	机械通风	5-86
2.3.1	局部通风	5-86
2.3.2	全面通风	5-88
2.3.3	有害气体的高空排放	5-89
2.3.4	防火与防爆	5-90
2.3.5	通风管道和通风机	5-92
2.4	除尘	5-96

2.4.1	除尘风管	5-96
2.4.2	除尘设备	5-96
3	空气调节	5-99
3.1	空气设计参数	5-99
3.1.1	室内空气设计参数	5-99
3.1.2	室外空气设计参数	5-99
3.2	建筑布置和热工要求	5-100
3.2.1	建筑布置和热工要求	5-100
3.2.2	围护结构的经济传热系数	5-101
3.2.3	几种围护结构的传热系数	5-101
3.3	室内热湿负荷计算	5-101
3.3.1	通过围护结构传入室内的热量	5-105
3.3.2	透过外窗的太阳辐射热形成的逐时冷负荷	5-105
3.3.3	新风带入的负荷	5-108
3.3.4	系统负荷	5-108
3.3.5	空调负荷的估算指标	5-110
3.4	空调系统设计	5-110
3.4.1	全空气空调系统	5-110
3.4.2	风机盘管系统	5-111
3.5	水管系统设计	5-112
3.5.1	开式系统和闭式系统	5-112
3.5.2	定水量系统和变水量系统	5-113
3.5.3	单式水泵供水系统和复式水泵供水系统	5-113
3.5.4	同程式回水系统和异程式回水系统	5-113
3.5.5	水管系统的设计计算	5-114
3.6	风量计算和气流组织	5-114
3.6.1	空调房间送风量计算	5-114
3.6.2	空调房间新风量计算	5-116
3.6.3	气流组织方式和适用范围	5-116
3.7	空气处理	5-117
3.7.1	表面式换热器	5-118
3.7.2	表面式换热器的计算方法	5-120
4	空气净化	5-122
4.1	一般原则	5-122
4.1.1	空气洁净度等级的确定	5-122
4.1.2	净化空气调节系统设置原则	5-122
4.1.3	洁净室内的温度和湿度	5-122
4.1.4	洁净室内的噪声控制	5-122
4.1.5	洁净室内的新鲜空气量	5-122
4.2	洁净室设计的综合要求	5-122
4.3	洁净室正压控制	5-123
4.4	气流组织和送风量	5-124
4.5	空气净化处理	5-126

4.6	空气净化系统的基本形式	5-128
4.7	洁净室采暖通风系统	5-128
4.8	空气净化设备	5-129
4.8.1	空气过滤器	5-129
4.8.2	洁净工作台	5-131
4.8.3	层流罩	5-132
4.8.4	自净器	5-133
4.8.5	FFU 风机过滤装置	5-134
4.8.6	净化空调柜机	5-134
4.8.7	空气吹淋室	5-134
4.9	风管和附件	5-135
参考文献		5-135

第 32 章 制剂生产常用设备 5-136

1	小容量液体注射剂生产设备	5-136
1.1	安瓿注射剂生产设备	5-136
1.1.1	安瓿洗烘灌封联动机组	5-136
1.1.2	安瓿超声波洗瓶机	5-137
1.1.3	安瓿隧道灭菌干燥机	5-137
1.1.4	安瓿灌装封口机	5-137
1.2	西林瓶注射剂生产设备	5-140
1.2.1	西林瓶洗烘灌塞联动机组	5-140
1.2.2	立式超声波洗瓶机	5-140
1.2.3	西林瓶杀菌干燥机	5-140
1.2.4	西林瓶灌装加塞机	5-140
1.3	西林瓶粉针生产设备	5-141
1.3.1	自动理瓶机	5-141
1.3.2	西林瓶超声波洗瓶机	5-141
1.3.3	隧道式层流灭菌干燥机	5-141
1.3.4	西林瓶螺杆分装机	5-142
1.3.5	西林瓶轧盖机	5-143
1.3.6	西林瓶自动印字贴标机	5-143
1.3.7	西林瓶液体灌装加塞机	5-143
2	小容量口服液体制剂生产设备	5-145
2.1	口服液洗烘灌轧联动机组	5-145
2.2	立式超声波清洗机	5-146
2.3	远红外杀菌干燥机	5-146
2.4	口服液灌轧机	5-146
3	玻璃瓶输液生产设备	5-147
3.1	洗瓶机	5-147
3.1.1	外洗机	5-147
3.1.2	内洗机	5-147
3.1.3	精洗机	5-147
3.1.4	超声波清洗机	5-148
3.2	灌装机	5-149
3.3	翻塞机	5-150
3.4	轧盖机	5-150

3.5	上瓶机和卸瓶机	5-151
3.6	灯检台	5-152
3.7	贴签机	5-152
4	注射用水制备设备	5-152
4.1	多效蒸馏水机	5-152
4.2	纯蒸汽发生器	5-152
4.3	注射用水储罐	5-152
5	液体制剂配料系统	5-156
5.1	配料罐	5-156
5.1.1	PXB 型配料罐	5-156
5.1.2	PTJ 型配料罐	5-156
5.2	过滤器	5-158
5.2.1	金属棒微孔过滤器	5-158
5.2.2	微孔膜筒过滤器	5-158
5.3	输送系统	5-160
6	口服固体制剂生产设备	5-160
6.1	粉碎过筛设备	5-160
6.1.1	GFSJ 系列高效粉碎机	5-160
6.1.2	ZS 系列振荡筛	5-160
6.1.3	FZ 系列粉碎整粒机	5-161
6.2	制粒设备	5-161
6.2.1	JHZ-250B、150B 型高效湿法制粒机	5-161
6.2.2	GK-70 型干式制粒机	5-161
6.3	干燥设备	5-162
6.3.1	CT-C 系列热风循环烘箱	5-162
6.3.2	JCT-C 系列药品专用烘箱	5-163
6.3.3	FLC 型、FLB 型沸腾制粒干燥机	5-163
6.3.4	LPG 系列高速离心喷雾干燥机	5-164
6.3.5	XF 系列沸腾干燥器	5-164
6.3.6	BZJ-1000F II 型包衣造粒机	5-165
6.3.7	HBZ-1000 型缓控释微粒制造和包衣设备	5-168
6.4	整粒机和总混设备	5-168
6.4.1	整粒机	5-168
6.4.2	JSH-B 型多向运动混合机	5-168
6.4.3	HZD 系列自动提升料斗混合机	5-169
6.5	BGB-B 系列高效包衣机	5-170
6.6	压片机和胶囊充填机	5-171
6.6.1	普通压片机	5-171
6.6.2	GZPL 系列高速压片机	5-172
6.6.3	全自动胶囊充填机	5-172
6.7	包装机	5-173
6.7.1	DPP170 平板式铝塑、铝铝泡罩	

包装机	5-173
6.7.2 DPP170A HD80 平板式铝塑(铝)	
包装及装盒线	5-174
6.7.3 多功能装盒机	5-174
6.7.4 辊式铝塑包装机	5-175
6.7.5 辊式铝铝包装机	5-175
6.8 PP-100 III 型塑瓶包装线	5-175
6.9 其他包装机	5-177
6.9.1 DXDK350 自动四封包装机	5-177
6.9.2 DXDK40 II (精品) 自动颗粒	
包装机	5-178
6.9.3 多列自动包装机	5-178
7 软胶囊设备	5-178
7.1 水浴式化胶罐	5-178
7.2 RJNJ-2 型软胶囊机	5-179
7.3 RGD 2.5-300 型多功能软	
胶囊机	5-179
7.4 YGJ-I 型软胶囊预干机	5-180
7.5 XWJ-II 型软胶囊清洗机	5-180
7.6 LWJ-I 型履带式全自动干燥机	5-180
7.7 SLJ-II 型地面供料机	5-181
7.8 FJ-I 型半自动软胶囊检丸机	5-181
8 灭菌设备	5-182
8.1 大输液水浴灭菌器	5-182
8.2 安瓿水浴灭菌器	5-182
8.3 PXS 系列旋转式水浴灭菌器	5-185
8.4 XG1.R 系列软包装快冷灭菌器	5-185
8.5 大输液快冷灭菌器	5-187
8.6 安瓿检漏灭菌器	5-188
8.7 机动门真空灭菌器	5-188
8.8 EO 系列环氧乙烷灭菌器	5-189
8.9 隧道微波灭菌器	5-191
8.10 臭氧灭菌器	5-191
9 全自动胶塞清洗机	5-193
10 冻干机	5-194
11 软膏和栓剂生产设备	5-196
11.1 YR 系列真空乳化机	5-196
11.2 软膏灌装机	5-196
11.3 栓剂灌装机组	5-197
第 33 章 天然药物生产设备	5-198
1 前处理设备	5-198
1.1 洗药机	5-198
1.2 浸润罐	5-198
1.3 炒药机	5-199
1.4 切药机	5-200
1.5 粉碎机	5-201

1.6 气流粉碎机	5-203
2 提取设备	5-203
2.1 提取设备	5-204
2.2 浓缩设备	5-206
2.3 沉淀罐	5-209
2.4 超临界萃取设备	5-210
2.5 干燥设备	5-213
3 制剂专用设备	5-215
3.1 制丸机	5-215
3.2 滴丸机	5-216
3.3 软胶囊机	5-216
3.4 颗粒包装机	5-217

第 34 章 电动机和照明

1 Y 系列交流异步电动机	5-218
1.1 安装结构型式	5-218
1.2 技术数据	5-219
1.3 安装和外形尺寸	5-221
1.4 订货说明	5-226
2 YB 系列防爆三相交流异步电动机	5-226
2.1 YB 系列防爆电动机的选用要求	5-226
2.2 安装结构型式	5-226
2.3 端子接线盒	5-227
2.4 技术数据	5-227
2.5 安装和外形尺寸	5-229
2.6 订货说明	5-233
3 YA 系列增安型三相异步电动机	5-233
3.1 技术数据	5-234
3.2 安装结构型式	5-236
3.3 安装和外形尺寸	5-236
3.4 订货说明	5-240
4 电动机的调速	5-240
4.1 交流异步电动机的调速	5-240
4.2 直流电动机的调速	5-241
5 照明	5-241
5.1 照明方式和种类	5-241
5.2 光源种类	5-241
5.3 照度标准	5-241
6 制剂厂房内变电所布置	5-242
6.1 制剂厂房内变电所的基本要求	5-242
6.2 制剂厂房内变电所的参考布置	
尺寸	5-242

第 35 章 常用设备系列

1 容器系列	5-243
1.1 容器型式	5-243
1.2 立式薄壁常压容器	5-246

1.2.1 平底平盖型、斜底平盖型 系列	5-246	3.2 搪玻璃闭式搅拌容器 (HG/T 2372—1992)	5-286
1.2.2 平底锥盖型、斜底锥盖型 系列	5-247	3.3 搪玻璃开式储存容器 (HG/T 2373—1992)	5-291
1.3 钢制立式圆筒形固定顶储罐系列 (HG 21502.1—1992)	5-249	3.4 搪玻璃闭式储存容器 (HG/T 2374—1992)	5-293
1.3.1 设计参数	5-249	3.5 搪玻璃卧式储存容器 (HG/T 2375—1992)	5-295
1.3.2 结构型式	5-249	3.6 搪玻璃碟片式冷凝器 (HG/T 2056—1991)	5-295
1.3.3 基本参数及尺寸	5-249	3.7 搪玻璃套筒式换热器 (HG/T 2376—1992)	5-297
1.3.4 型号标记	5-252	3.8 搪玻璃蒸馏容器 (HG/T 3126—1998)	5-298
1.4 钢制立式圆筒形内浮顶储罐系列 (HG 21502.2—1992)	5-252	3.9 搪玻璃塔节 (HG/T 3217—1998)	5-301
1.4.1 设计参数	5-252	3.10 小型搪玻璃反应罐	5-302
1.4.2 基本参数及尺寸	5-252	3.11 搪玻璃列管式换热器	5-302
1.4.3 型号标记	5-252	3.12 搪玻璃双锥形回转式真空干 燥机	5-303
1.5 钢制低压湿式气柜 (HG 20517—1992)	5-254	3.13 搪玻璃 VD 型振动流动真空 干燥机	5-304
1.5.1 设计参数	5-254	3.14 自动启闭搪玻璃过滤器	5-304
1.5.2 分类	5-254	3.15 搪玻璃过滤器	5-305
1.5.3 主要基本参数的确定	5-254	3.16 搪玻璃水喷射泵	5-306
1.6 玻璃钢储罐标准系列 (HG 21504.1—1992)	5-255	3.17 搪玻璃液面计 (HG/T 2433—1993)	5-307
1.6.1 基本参数	5-255	4 设备设计用计算机软件	5-307
1.6.2 结构型式	5-255	4.1 SW6-1998 过程设备强度计算 软件包	5-307
1.6.3 标准系列结构及主要尺寸	5-255	4.1.1 软件包的编制依据	5-308
1.7 拼装式玻璃钢储罐标准系列 (HG 21504.2—1992)	5-261	4.1.2 软件包的总框图	5-308
1.7.1 基本参数	5-267	4.1.3 软件包的主要功能	5-308
1.7.2 结构型式	5-267	4.2 PVCAD 化工设备 CAD 施工图 软件包	5-308
2 除尘器	5-267	4.2.1 软件包的特点	5-308
2.1 除尘器的种类和选用	5-267	4.2.2 软件包的总框图	5-309
2.1.1 干式除尘器	5-267	4.2.3 软件包的前景	5-309
2.1.2 湿式除尘器	5-267	4.3 PVDS 压力容器设计监察软件包	5-309
2.1.3 除尘器的选用	5-267	4.4 ComCAD 化工设备标准零部件绘图 软件包	5-309
2.2 干式净化设备	5-269	4.5 TANK 拱顶罐辅助设计软件包	5-310
2.2.1 旋风除尘器	5-269	4.6 VAS 压力容器分析设计系统	5-310
2.2.2 脉冲袋式除尘器	5-272	5 塔附件及其他	5-310
2.3 湿式净化设备	5-274	5.1 泡罩、浮阀、填料、丝网除沫器 和吊柱	5-310
2.3.1 离心水膜除尘器	5-274	5.1.1 圆泡罩	5-310
2.3.2 洗浴式除尘器	5-277		
2.4 电除尘器	5-278		
2.4.1 电除尘器的工作原理	5-278		
2.4.2 DCJ 系列静电除焦器	5-279		
2.4.3 玻璃钢静电除雾器	5-280		
3 搪玻璃设备	5-280		
3.1 搪玻璃开式搅拌容器 (HG/T 2371—1992)	5-281		

5.1.2	浮阀及浮阀塔盘	5-312
5.1.3	填料	5-321
5.1.4	丝网除沫器	5-325
5.1.5	气液分布器	5-337
5.1.6	吊柱	5-346
5.2	钢瓶	5-346
5.2.1	钢质无缝气瓶 (GB 5099—1994)	5-346
5.2.2	钢质焊接气瓶 (GB 5100—1994)	5-346
5.2.3	铝合金无缝气瓶 (GB 11640—1998)	5-347
5.2.4	液化石油气钢瓶 (GB 5842—1996)	5-348
6	换热器系列	5-351
6.1	固定管板式换热器 (JB/T 4715—1992)	5-351
6.1.1	基本参数	5-351
6.1.2	结构型式	5-355
6.2	立式热虹吸式重沸器 (JB/T 4716—1992)	5-356
6.2.1	基本参数	5-356
6.2.2	结构型式	5-357
6.3	浮头式换热器、冷凝器 (JB/T 4714—1992)	5-357
6.3.1	基本参数	5-357
6.3.2	结构型式	5-361
6.4	U形管式换热器 (JB/T 4717—1992)	5-362
6.4.1	基本参数	5-362
6.4.2	结构型式	5-363
6.5	钢制固定式薄管板列管换热器 (HG 21503—1992)	5-363
6.5.1	设计参数	5-363
6.5.2	主要材料	5-363
6.5.3	参数组合	5-363
6.5.4	结构型式	5-364
6.5.5	安装型式	5-365
6.5.6	允许壁温差	5-365
6.5.7	型号标记	5-370
6.6	板式换热器 (GB 16409—1996)	5-370
6.6.1	基本参数	5-370
6.6.2	分类和结构型式	5-370
6.6.3	型号标记	5-372
6.6.4	板片和垫片主要材料	5-372
6.7	螺旋板式换热器 (JB/T 4723—1992)	5-372

6.7.1	基本参数	5-372
6.7.2	结构型式和主要参数	5-373
6.7.3	参数计算	5-373
6.8	空冷式换热器 (GB/T 15386—1994 GB/T 4740—1997)	5-376
6.8.1	基本参数	5-376
6.8.2	结构型式	5-386
6.8.3	安装尺寸	5-399
6.8.4	型号标记	5-399
6.9	石墨换热器	5-401
6.9.1	浮头列管式石墨换热器 (HG/T 3112—1998)	5-401
6.9.2	YKA型圆块孔式石墨换热器 (HG/T 3113—1998)	5-403
6.9.3	矩形块孔式石墨换热器 (HG/T 3187—1980)	5-403
6.9.4	管壳式石墨降膜吸收器 (HG/T 3188—2000)	5-406

第36章 化验楼和仪器、设备 5-409

1	化验楼	5-409
1.1	化验室的总体要求	5-409
1.1.1	化验室的设计原则	5-409
1.1.2	分析方法的确定	5-409
1.1.3	取样系统的设计	5-411
1.1.4	采用的标准和规范	5-411
1.2	化验楼的主要组成	5-411
1.3	化验楼的布置	5-411
1.4	仪器室的一般要求	5-412
1.4.1	微量天平室	5-412
1.4.2	电子显微镜室	5-412
1.4.3	光谱分析室	5-413
1.4.4	极谱分析室	5-413
1.5	专用实验室的一般要求	5-413
1.5.1	放射性同位素实验室	5-413
1.5.2	无菌实验室	5-413
1.5.3	实验动物房	5-413
1.6	化验楼的公用设施	5-414
1.6.1	建筑使用面积和定员	5-414
1.6.2	采暖、空调及通风系统	5-415
1.6.3	给排水系统	5-415
1.6.4	动力和照明系统	5-415
1.6.5	电信系统	5-415
1.7	化验楼管线的综合布置	5-416
2	化验室仪器	5-417
2.1	天平	5-417
2.2	pH值	5-417

2.3	搅拌器	5-417	3.3	电热恒温水浴锅	5-423
2.4	电导率仪、熔点测定仪	5-417	3.4	高压蒸汽消毒器	5-423
2.5	黏度计、比重计	5-417	3.5	培养箱	5-423
2.6	片剂测定仪	5-417	3.6	蒸馏水器	5-423
2.7	药物溶出仪	5-417	3.7	冷冻干燥器	5-423
2.8	光学仪器	5-417	3.8	实验台	5-423
2.9	生物显微镜	5-417	3.9	天平台、设备台	5-423
2.10	气相色谱仪	5-417	3.10	极谱台	5-423
2.11	液相色谱仪	5-417	3.11	净化工作台	5-423
3	化验室设备	5-423	3.12	通风柜	5-423
3.1	电阻炉	5-423	参考文献	5-429	
3.2	恒温干燥箱	5-423			