

中国石化集团上海工程有限公司 编

化工工艺 设计手册

第四版
下 册

CHEMICAL
PROCESS
DESIGN
HANDBOOK



化学工业出版社

中国石化集团上海工程有限公司 编

化工工艺 设计手册

第四版
下 册

*CHEMICAL
PROCESS
DESIGN
HANDBOOK*



化学工业出版社

· 北京 ·

《化工工艺设计手册》(第四版)分上、下两册出版,共含5篇37章。上册包括工厂设计,化工单元工艺计算和选型两篇;下册包括化工系统设计,配管设计,相关专业设计和设备选型三篇。《手册》在保持第三版内容框架的基础上,反映了新修订公布的有关标准规范及产品资料,新型单元设备等内容,对第三版内容中的大量数据进行了更新、补充,基本满足了相关行业发展的需要,体现了自第三版出版以来化工工艺设计方法和技术上的新发展。

本书可供化工、石油化工、医药、轻工等行业从事工厂设计的工程技术人员使用,也可供其他行业和有关院校的师生参考。

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. —4版. —北京:化学工业出版社,2009.6
ISBN 978-7-122-05307-7

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(2009)第055690号

责任编辑:辛田 周国庆
责任校对:陶燕华

装帧设计:戴晓辛 张辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张55¼ 插页2 字数2056千字 2009年9月北京第4版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:158.00元

版权所有 违者必究

京化广临字2009—14号

前言

《化工工艺设计手册》是由中国石化集团上海工程有限公司（原上海医药工业设计院）组织撰写、化学工业出版社编辑出版的化工工艺设计工具书。本书自 1986 年首版以来，历经二十多年，深受广大读者的欢迎，期间进行了两次修订再版，总发行量已达 12 万余套，成为业内颇有影响的一部工具书。

2008 年，应广大读者的要求，上海工程有限公司会同化学工业出版社研究决定在 2003 年第三版的基础上进行修订再版。经过双方的共同努力，《化工工艺设计手册》第四版的编辑工作业已完成。

本次再版是在第三版的基础上进行的升级。修订中突出反映了第三版出版以来化工工艺设计技术和方法上的新进展和新成果，化工生产过程中应用的新设备，以及国家和行业有关法律、法规、标准的新变化，大部分章节都进行了修订、补充和完善。为满足企事业开展科技创新活动的需求，我们在再版中新增加了第 37 章“科学实验建筑”。

设计是知识、经验和标准规范的综合应用，《化工工艺设计手册》内容全面实用、理论结合实践、资料翔实可靠、信息及时准确、使用简捷方便。

《化工工艺设计手册》出版以来，承蒙广大读者的关心和爱护，在此谨表衷心感谢，并希望读者继续提出宝贵意见，以便不断地改进和完善。

吴德荣

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

1 管道及仪表流程图的设计基础 3

1.1 工艺设计包提交的内容 3

1.1.1 设计基础 3

1.1.2 工艺说明 3

1.1.3 工艺流程图 4

1.1.4 物料平衡和能量平衡 4

1.1.5 管道及仪表流程图 4

1.1.6 工艺设备表 5

1.1.7 主要工艺设备的工艺规格书 5

1.1.8 自动控制和仪表 5

1.1.9 管道设计 5

1.1.10 电气设计 5

1.1.11 泄放阀和安全阀 5

1.1.12 分析手册 5

1.1.13 工艺操作手册 5

1.2 PIO设计需要的资料 5

2 管道及仪表流程图的设计过程 9

2.1 管道及仪表流程图A版(初步条件版) 9

2.2 管道及仪表流程图B版(内部审核版) 9

2.3 管道及仪表流程图C版(用户批准版) 10

2.4 管道及仪表流程图D版(设计版) 10

2.5 管道及仪表流程图1版(详细设计1版) 10

2.6 管道及仪表流程图2版(详细设计2版) 10

2.7 管道及仪表流程图3版(施工版) 10

3 管道及仪表流程图的管道编号 10

3.1 管道编号 11

3.1.1 需要编号的管道 11

3.1.2 不需要编号的管道 11

3.1.3 管道号的组成 11

3.2 管道编号的标注规则 11

3.2.1 一般要求 11

3.2.2 标注规则 11

3.3 管道特性表 12

3.3.1 管道特性表填写方法 12

3.3.2 管道特性表内容说明 12

4 管道及仪表流程图校审提纲 12

5 设计压力和设计温度 19

5.1 设计压力 19

5.1.1 术语说明 19

5.1.2 设计规范 20

5.1.3 设备设计压力的确定原则 20

5.1.4 各类系统中设备最高压力的确定 20

5.1.5 管道设计压力的选取 22

5.2 设计温度 22

5.2.1 设备设计温度的确定 22

5.2.2 管道设计温度的确定 23

第23章 管道及仪表流程图基本单元典型设计 24

1 泵的管道仪表及流程图设计 24

1.1 离心泵的典型设计 24

1.2 往复泵的典型设计 25

2 容器的管道及仪表流程图设计 25

3 塔设备的管道及仪表流程图设计 27

3.1 蒸馏塔的典型设计 27

3.2 再沸器的典型设计 27

3.3 冷凝器和回流罐的典型设计 27

4 储罐的管道及仪表流程图设计 31

5 换热器的管道及仪表流程图设计 31

6 空冷器的管道及仪表流程图设计 32

7 加热炉的管道及仪表流程图设计 33

8 压缩机的管道及仪表流程图设计 33

9 除尘分离设备的管道及仪表流程图设计 35

9.1 袋式过滤器除尘系统的典型设计	35	1.1.1 经济管径	55
9.2 洗涤塔除尘系统	35	1.1.2 压力降要求	55
10 其他	37	1.1.3 工艺控制要求	56
10.1 管道分界	37	1.1.4 限制管壁磨损	56
10.2 控制阀组	37	1.1.5 满足介质安全输送的规定	56
10.3 两相流管道	37	1.1.6 满足噪声控制要求	57
10.4 锁与铅封	37	1.1.7 符合管材的标准规格	57
10.5 保温	37	1.2 流体流动的伯努利方程	57
10.6 伴热	37	1.3 管道的流体力学计算方法	59
10.7 夹套管	37	1.4 初步管径计算	60
10.8 取样	38	1.5 管道压力降计算	62
参考文献	40	1.5.1 流体阻力的分类	62
第 24 章 公用工程分配系统和辅助 系统设计	41	1.5.2 单相流（不可压缩流体）管道的 压力降计算	68
1 工业水系统	41	1.5.3 单相流（可压缩流体）管道的 压力降计算	70
2 冷却水系统	41	1.5.4 气液两相流（非闪蒸型）管道的 压力降计算	71
3 蒸汽和蒸汽冷凝水系统	41	1.5.5 气液两相流（闪蒸型）管道的 压力降计算	76
3.1 蒸汽系统	41	1.5.6 真空系统	76
3.2 蒸汽冷凝水系统	42	1.6 管道流体力学计算的计算机应用	79
4 锅炉给水系统	42	2 设备和管道绝热设计	79
5 工业和仪表用压缩空气系统	42	2.1 绝热的功能和应用范围	79
6 燃料气系统	42	2.1.1 绝热的功能	79
7 燃料油系统	42	2.1.2 绝热的应用范围	79
8 惰性气体系统	43	2.2 绝热材料的性能和种类	79
9 火炬排放系统	43	2.2.1 基本性能和选用要求	79
10 安全阀	43	2.2.2 常用绝热材料的性能	80
10.1 安全阀的选型	43	2.3 绝热计算	80
10.2 主要名词术语	44	2.3.1 保温计算数据的选取	80
10.3 安全阀的管道设计	44	2.3.2 圆形管道和设备的保温计算	83
10.4 安全阀排放量的计算	44	2.3.3 蒸汽伴管加热和保温计算	90
10.4.1 超压原因	44	2.3.4 非圆形管道和设备的保温计算	91
10.4.2 超压来源	44	2.3.5 绝热计算实例	91
10.4.3 单个安全阀排放量确定	45	2.4 绝热结构设计	94
11 化学品注入系统	48	2.4.1 绝热结构的设计要求	94
12 含油污水排放系统	48	2.4.2 绝热结构的种类	94
13 物料排净系统	48	2.4.3 绝热结构设计的规定和要求	95
14 冷冻系统	48	2.4.4 绝热层结构施工图例	97
15 典型的系统设计图	49	2.5 保温材料用量计算	105
参考文献	49	2.5.1 圆形设备筒体部分的用量计算	105
第 25 章 管道流体力学计算和 绝热设计	55	2.5.2 圆形设备封头部分的用量计算	105
1 管道流体力学计算	55	2.5.3 管道保温材料工程用量和辅助 材料工程用量	105
1.1 工艺管道设计原则	55	2.6 相关标准	115
		参考文献	125

第4篇 配管设计

第26章 管道布置和设计 129

1 管道设计基础 129

1.1 压力管道定义 129

1.2 压力管道设计类别、级别的划分 129

1.3 压力管道检验 130

1.4 常用标准规范 130

1.5 特殊说明 132

1.6 钢管壁厚 132

1.6.1 钢管壁厚表示方法 132

1.6.2 常用公称压力下管道壁厚选用 132

1.7 阀门型式选用 134

1.8 法兰型式选用 136

1.9 垫片型式选用 136

1.10 紧固件型式选用 137

1.11 法兰、垫片、紧固件选配 138

1.12 常用管道的类型、选材和用途 142

1.13 弯管最小弯曲半径 144

1.14 热力管道地沟的敷设尺寸 144

1.15 管道连接 144

1.16 管径当量换算 145

1.17 埋地管道 147

1.18 管道刷油面积计算 147

1.19 管道系统试验 148

1.20 管道留孔 148

1.21 管道坡度 148

1.22 管道间距 148

1.23 管架跨距 148

1.24 地漏的安装尺寸 157

1.25 车间排水 159

1.26 支管上卫生设备配置数量 159

1.27 环焊缝间距 159

2 装置(车间)内管道设计的依据和要求 159

2.1 设计依据 159

2.2 基本要求 159

3 装置(车间)内管道设计的分区原则和绘制方法 159

4 管道设计的一般原则 160

5 主管设计 160

6 管道布置图的绘制 161

6.1 一般规定 161

6.2 设计规定 161

6.3 管道平面布置图的绘制方法 162

6.4 单元配管设计 164

6.4.1 塔的配管设计 164

6.4.2 立式容器的配管设计 164

6.4.3 泵的配管设计 165

6.4.4 冷换设备的配管设计 166

6.4.5 压缩机的配管设计 168

6.4.6 蒸汽轮机的配管设计 168

6.4.7 排放管的设计 168

6.4.8 取样管的设计 169

6.4.9 双阀的设计 169

6.4.10 一次仪表的安装和配管设计 169

6.4.11 防静电设计 173

6.5 公用工程管道的设计 174

6.5.1 蒸汽管道 174

6.5.2 上下水管道 175

6.5.3 压缩空气管道 175

6.6 洁净厂房的管道设计 175

6.6.1 设计规定 175

6.6.2 管道和管件材料规定 175

6.7 管道轴测图 176

6.7.1 图面表示 176

6.7.2 尺寸和方位的标注 176

6.7.3 装配用的特殊标记 177

6.7.4 隔热(隔音)分界 178

6.7.5 轴测图上材料表填写要求 178

7 管道支吊架的编号和表示方法 179

7.1 管道支吊架的编号 179

7.2 管道支吊架在管道布置图中的表示方法 179

7.3 管道支吊架的定位 179

8 管道等级号和管道材料等级表 179

8.1 管道等级号说明 179

8.2 选用原则 179

9 配管图的校核 179

9.1 图面的校核 179

9.2 配管图与各专业设计条件的校核 179

9.2.1 与土建专业建筑图、结构图的校核 179

9.2.2 与工艺配管图的校核 180

9.2.3 与设备安装图的校核 180

9.2.4 与仪表专业的校核 180

9.2.5 与暖风专业的校核 180

9.2.6 与电力专业的校核 180

9.2.7 与给排水专业的校核 180

10 模型设计 181

10.1 工程模型设计 181

10.1.1 总图布置模型 181

10.1.2 装置(车间)设备布置模型 181

10.1.3 装置(车间)配管布置模型	181	1.7.4 化学成分	217
10.2 装置(车间)配管布置模型设计的 功能	181	1.8 钛和钛合金管	218
10.2.1 在设计过程中的功能	181	1.9 铜和铜合金管	220
10.2.2 在设计校审过程中的功能	181	1.9.1 铜和铜合金拉制管	220
10.2.3 在施工和生产培训中的功能	181	1.9.2 铜和铜合金挤制管	221
10.3 装置(车间)配管布置模型设计的 应用范围	182	1.10 铅和铅合金管	221
10.4 装置(车间)配管布置模型设计和 制作	182	1.11 金属管常用规格、材料及适用 温度	223
10.4.1 模型比例的选择	182	2 标准管件	223
10.4.2 模型制作的分块分层原则	182	2.1 可锻铸铁管件	223
10.4.3 模型制作材料的选用	182	2.2 对焊管件	223
10.4.4 装置(车间)配管布置模型 设计制作的深度	182	2.2.1 弯头	223
10.5 标准系列模型元件	184	2.2.2 异径管	227
10.5.1 标准系列模型元件的材料及 性能	184	2.2.3 等径三通、异径三通尺寸 系列	231
10.5.2 标准系列模型元件的组装 方式	184	2.2.4 管帽	231
10.6 模型成品的运输和保管	184	2.2.5 对焊管件形位偏差	234
10.6.1 模型成品包装运输的基本 要求	185	2.3 翻边短节	235
10.6.2 模型的存放保管	185	2.4 管法兰	235
11 计算机配管设计	185	2.4.1 欧洲体系管法兰	235
11.1 计算机配管设计软件的功能和 应用	185	2.4.2 美洲体系管法兰	240
11.1.1 配管设计软件的功能	185	2.4.3 法兰材料和标准	251
11.1.2 工程项目中配管设计人员的 组织	186	2.4.4 法兰压力-温度等级	252
11.1.3 配管专业应用 CAD 技术的 效果	187	2.5 螺纹、承插焊及其他管件	261
11.1.4 计算机配管设计主要软件	187	2.5.1 螺纹管件	261
11.2 三维模型设计	187	2.5.2 承插焊管件	264
第 27 章 金属管道和管件	190	2.5.3 其他管件	268
1 金属管	190	2.6 垫片	277
1.1 钢管的外径和壁厚系列	190	2.6.1 欧洲体系垫片	277
1.2 钢管的技术参数	194	2.6.2 美洲体系垫片	277
1.3 管螺纹	200	2.7 紧固件	278
1.4 钢管	201	2.7.1 欧洲体系紧固件	278
1.4.1 无缝钢管	201	2.7.2 美洲体系紧固件	278
1.4.2 焊接钢管	209	3 管道附件	278
1.5 许用应力和焊缝系数	214	3.1 过滤器	278
1.6 使用限制	216	3.1.1 过滤器选用原则	278
1.7 铝和铝合金管	217	3.1.2 过滤器常用标准和主要技术 参数	278
1.7.1 挤压无缝圆管	217	3.1.3 过滤器的结构型式和特性	278
1.7.2 拉(轧)无缝圆管	217	3.2 阻火器	278
1.7.3 焊接圆管	217	3.2.1 阻火器的选用原则	278
		3.2.2 阻火器主要技术参数	278
		3.2.3 阻火器结构长度	281
		3.3 视镜	282
		3.4 喷嘴	284
		3.5 软管	284
		3.5.1 金属软管	284
		3.5.2 非金属软管	287
		3.6 快速接头	288

3.7	取样冷却器	290
3.8	冲洗式液(气)体取样阀	291
3.9	排液放空阀	292
3.10	呼吸阀、阻火呼吸阀	293
3.11	静态混合器	295
3.12	SQS 系列汽水混合器	297
3.13	疏水阀	298
3.13.1	疏水阀的选用原则	298
3.13.2	疏水阀的类型和工作原理	299
3.13.3	疏水阀的主要特征	299
4	阀门	301
4.1	常用阀门的选用说明	301
4.2	阀门结构长度	301
4.2.1	结构长度基本系列	303
4.2.2	同型系列闸阀结构长度	303
4.2.3	等压系列结构长度	303
4.3	阀门材料	306
4.4	压力-温度等级	306
4.5	阀门压力试验	316
第 28 章	非金属管道和管件	317
1	非金属管道	317
1.1	纤维缠绕增强热固性树脂压力(RTRP-FW)管	317
1.1.1	承插胶粘直管、对接直管和 O 形环承插连接直管	317
1.1.2	玻璃钢管和管件	317
1.2	增强聚丙烯管	319
1.2.1	直管	319
1.2.2	管件	319
1.3	玻璃钢增强聚丙烯(FRP/PP)复合管	325
1.3.1	承插式直管、法兰式直管	325
1.3.2	管件	326
1.4	玻璃钢增强硬聚氯乙烯(FRP/PVC)复合管	327
1.4.1	直管	327
1.4.2	复合平焊法兰	327
1.5	塑料衬里复合管	328
1.5.1	直管	328
1.5.2	管件	328
1.6	钢衬聚四氟乙烯(CS/PTFE)推压管	331
1.6.1	法兰式直管	331
1.6.2	管件	331
1.7	钢滚衬聚乙烯管	332
1.7.1	法兰式直管	332
1.7.2	管件	333
1.8	化工用硬聚氯乙烯管材	333

1.9	高密度聚乙烯管	335
1.9.1	高密度聚乙烯直管	335
1.9.2	高密度聚乙烯管件	336
1.10	无规聚丙烯(PPR)管	344
1.10.1	无规聚丙烯直管	344
1.10.2	无规聚丙烯管件	345
1.11	其他	346
1.11.1	钢骨架高分子聚合物复合软管	346
1.11.2	网孔钢管骨架增强复合塑料管	347
1.11.3	聚四氟乙烯波纹软管	347
1.11.4	聚四氟乙烯膨胀节	347
2	非金属阀门	348
2.1	球阀	348
2.2	隔膜阀	349
2.3	截止阀	349
2.4	衬氟塑料旋塞阀	349
2.5	止回阀	349
2.6	蝶阀	351
2.6.1	衬氟塑料蝶阀	351
2.6.2	增强聚丙烯(FRPP)蝶阀	356

第 29 章 管系应力分析 357

1	管系上作用的荷载及其分类	357
2	管系应力分析的内容	357
2.1	静力分析	357
2.2	动力分析	358
3	管道应力分析的目的	358
4	管系应力分析方法	358
4.1	应力计算基础	358
4.1.1	热膨胀量计算	358
4.1.2	补偿值计算	359
4.1.3	应力计算	359
4.2	管系应力分析方法	359
4.3	管系应力分析方法的选择	371
5	管系安全性的评定	371
5.1	管系内应力的评定	371
5.2	设备管口荷载的评定	372
6	管系应力分析的调整	377
6.1	调整支吊架	377
6.2	增加自然补偿	377
6.3	增设柔性补偿装置	377
6.4	冷紧	378
7	其他	378
7.1	金属直管的壁厚确定	378
7.2	管道跨距	378
参考文献		379

第5篇 相关专业设计和设备选型

第30章 自动控制 383

1 工业自动化仪表的文字代号和图形符号 383	
1.1 字母代号 383	
1.2 被测变量和仪表功能字母组合示例 385	
1.3 仪表及其安装位置的图形符号 386	
1.4 逻辑功能块图例符号 387	
1.5 控制、运算功能块图例符号 388	
1.6 仪表连接线符号 392	
1.7 分散控制/计算机用图例符号 392	
1.7.1 分散控制/集中显示符号 392	
1.7.2 计算机符号 392	
1.7.3 逻辑和顺序控制符号 392	
1.7.4 内部系统功能符号 393	
1.7.5 标识符 393	
1.8 应用举例及典型流程图 393	
1.8.1 应用举例 393	
1.8.2 典型流程图 395	
2 DCS/SIS/PLC 控制系统的工程设计 396	
2.1 DCS/SIS/PLC 工程项目的执行步骤 396	
2.2 系统工程设计的执行步骤 398	
2.2.1 项目人员配备 398	
2.2.2 软件设计 398	
2.2.3 软件生成 402	
2.2.4 硬件设计及选定 402	
2.2.5 网络结构选定 406	
3 安全仪表系统 408	
4 控制系统 409	
4.1 串级控制系统 409	
4.1.1 原理 409	
4.1.2 工程设计应考虑的问题 410	
4.2 均匀控制系统 410	
4.3 比值控制系统 411	
4.3.1 控制原理 411	
4.3.2 工程设计应考虑的问题 412	
4.4 分程控制系统 412	
4.4.1 控制原理 412	
4.4.2 工程设计应考虑的问题 412	
4.5 选择性(超驰)控制系统 413	
4.5.1 控制原理 413	
4.5.2 工程设计应考虑的问题 413	
4.6 前馈控制系统 414	
4.6.1 控制原理 414	

4.6.2 工程设计应考虑的问题 415	
5 典型化工单元的控制 415	
5.1 泵及压缩机的控制 415	
5.1.1 离心泵的控制 415	
5.1.2 容积式泵的控制 415	
5.1.3 压缩机的喘振控制 416	
5.2 传热设备的控制 421	
5.2.1 一般传热设备的控制 421	
5.2.2 复杂控制系统 422	
5.3 乙烯裂解炉的控制 423	
5.3.1 简单乙烯裂解炉控制方案 423	
5.3.2 复杂乙烯裂解炉控制方案 425	
5.4 精馏塔的控制 427	
5.4.1 精馏塔的常规控制 427	
5.4.2 精馏塔的压力控制系统 430	
5.4.3 精馏塔的复杂控制系统 431	
6 调节阀的选用要点 432	
6.1 调节阀的作用 432	
6.2 调节阀的分类 432	
6.3 调节阀的附件 433	
6.4 调节阀的固有流量特性 434	
6.5 调节阀的泄漏等级 434	
6.6 气开和气关 435	
6.7 液体流量系数计算 435	
6.8 气体和蒸汽流量系数计算 436	
6.9 调节阀推荐流速 436	
6.10 调节阀口径的选择 437	
6.11 调节阀的手轮和阀组 437	
6.12 调节阀的噪声 437	
6.13 调节阀的气源要求 438	
6.14 调节阀的安装 438	
7 现场总线 439	
7.1 现场总线控制系统(FCS)与集散控制系统(DCS) 439	
7.2 现场总线主要特点 440	
7.3 FF H1 现场总线设计要点 440	
参考文献 441	

第31章 采暖通风和空气调节 442

1 采暖 442	
1.1 建筑物耗热量计算 442	
1.1.1 围护结构的热阻和最大传热系数 442	
1.1.2 围护结构热工性能节能限值 443	
1.1.3 基本耗热量计算 445	

1.1.4 附加耗热量计算	448	3.5.2 定水量系统和变水量系统	498
1.1.5 由外部送入厂房的冷料和运输 工具的吸热量计算	449	3.5.3 单式水泵供水系统和复式水泵 供水系统	498
1.1.6 通风耗热量计算	449	3.5.4 同程式回水系统和异程式回水 系统	498
1.1.7 建筑物耗热量估算法	449	3.5.5 水管系统的设计计算	499
1.2 采暖系统的选择和计算	450	3.6 风量计算和气流组织	500
1.2.1 一般原则	450	3.6.1 空调房间送风量计算	500
1.2.2 散热器的选择和计算	450	3.6.2 空调房间新风量计算	501
1.2.3 采暖系统的基本形式	453	3.6.3 气流组织方式和适用范围	501
1.2.4 采暖管道设计原则和管径计算 ..	454	3.7 空气处理	503
1.2.5 防火防爆要求	461	3.7.1 表面式换热器	503
2 通风与除尘	462	3.7.2 表面式换热器的计算方法	505
2.1 工艺生产设备散热、散湿及有害气体 散发量计算	462	3.8 空气调节系统的冷热源设计	506
2.1.1 散热量计算	462	3.8.1 空气调节系统的冷热源选用 原则	506
2.1.2 散湿量计算	464	3.8.2 电动压缩式冷水机组	506
2.1.3 有害气体散发量计算	464	3.8.3 热泵	506
2.2 自然通风	465	4 空气净化	507
2.2.1 自然通风的设计原则	465	4.1 一般原则	507
2.2.2 自然通风的计算	466	4.1.1 空气洁净度等级的确定	507
2.3 机械通风	467	4.1.2 净化空气调节系统设置原则	508
2.3.1 局部通风	467	4.1.3 洁净室内的温度和湿度	508
2.3.2 全面通风	470	4.1.4 洁净室内的噪声控制	508
2.3.3 有害气体的高空排放	471	4.1.5 洁净室内的新鲜空气量	508
2.3.4 防火与防爆	472	4.2 洁净室设计的综合要求	508
2.3.5 防烟与排烟	475	4.3 洁净室正压控制	509
2.3.6 通风管道和通风机	476	4.4 气流组织和送风量	510
2.4 除尘	480	4.5 空气净化处理	512
2.4.1 防尘密闭罩排风量的确定	481	4.6 空气净化系统的基本形式	513
2.4.2 除尘风管	482	4.7 洁净室采暖通风系统	514
2.4.3 除尘设备	482	4.8 空气净化设备	514
3 空气调节	484	4.8.1 空气过滤器	514
3.1 空气设计参数	484	4.8.2 洁净工作台	517
3.1.1 室内空气设计参数	484	4.8.3 层流罩	518
3.1.2 室外空气设计参数	486	4.8.4 自净器	518
3.2 建筑布置和热工要求	486	4.8.5 FFU 风机过滤装置	519
3.3 室内热湿负荷计算	489	4.8.6 净化空调柜机	519
3.3.1 通过围护结构传入室内的热量 ..	489	4.8.7 空气吹淋室	520
3.3.2 透过外窗的太阳辐射热形成的 逐时冷负荷	490	4.9 风管和附件	520
3.3.3 新风带入的负荷	493	参考文献	521
3.3.4 系统负荷	493	第 32 章 制剂生产常用设备	522
3.3.5 空调负荷的估算指标	494	1 小容量液体注射剂生产设备	522
3.4 空调系统设计	495	1.1 安瓿注射剂生产设备	522
3.4.1 全空气空调系统	495	1.1.1 安瓿洗烘灌封联动机组	522
3.4.2 风机盘管系统	496	1.1.2 安瓿超声波洗瓶机	523
3.4.3 空调系统风速、消声和保温	497	1.1.3 安瓿隧道灭菌干燥机	523
3.5 水管系统设计	498	1.1.4 安瓿灌装封口机	523
3.5.1 开式系统和闭式系统	498		

1.2	西林瓶注射剂生产设备	526	5.3	输送系统	546
1.2.1	西林瓶洗烘灌塞联动机组	526	6	口服固体制剂生产设备	546
1.2.2	立式超声波洗瓶机	526	6.1	粉碎过筛设备	546
1.2.3	西林瓶灭菌干燥机	526	6.1.1	FG-300 高效粉碎机	546
1.2.4	西林瓶灌装加塞机	526	6.1.2	ZS 系列振荡筛	546
1.3	西林瓶粉针生产设备	527	6.1.3	FZ 系列粉碎整粒机	547
1.3.1	自动理瓶机	527	6.2	制粒设备	547
1.3.2	西林瓶超声波洗瓶机	527	6.2.1	湿法制粒机	547
1.3.3	隧道式层流灭菌干燥机	527	6.2.2	GK-70 型干式制粒机	547
1.3.4	西林瓶螺杆分装机	528	6.3	干燥设备	548
1.3.5	西林瓶轧盖机	529	6.3.1	CT-C 系列热风循环烘箱	548
1.3.6	西林瓶自动印字贴标机	529	6.3.2	JCT-C 系列药品专用烘箱	548
1.3.7	西林瓶液体灌装加塞机	529	6.3.3	FL 型沸腾制粒干燥机	549
2	小容量口服液体制剂生产设备	531	6.3.4	LPG 系列高速离心喷雾干燥机	550
2.1	口服液洗烘灌轧联动机组	531	6.3.5	XF 系列沸腾干燥器	551
2.2	立式超声波清洗机	532	6.3.6	BZJ-1000F II 型包衣造粒机	551
2.3	远红外杀菌干燥机	532	6.3.7	HBZ-1000 型缓控释微粒制造和包衣设备	553
2.4	口服液灌轧机	532	6.3.8	PGL-B 系列喷雾干燥制粒机	553
3	大容量液体注射剂生产设备	533	6.3.9	GFG 系列高效沸腾干燥机	553
3.1	玻璃瓶输液生产设备	533	6.4	整粒机和总混设备	554
3.1.1	设备构成	533	6.4.1	整粒机	554
3.1.2	主要技术参数	533	6.4.2	JSH-B 型多向运动混合机	554
3.1.3	联动线性能特点	533	6.4.3	HZD 系列自动提升料斗混合机	555
3.1.4	各单机性能特点	533	6.4.4	料斗清洗机	556
3.1.5	联动线产品质量与 GMP 验证通过性	534	6.4.5	YZH 系列圆锥形混合机	556
3.2	塑料瓶输液生产设备	534	6.5	BGB 系列高效包衣机	557
3.2.1	ETMK-360 型注塑机	535	6.6	压片机和胶囊充填机	558
3.2.2	CPS-8 型吹瓶机	535	6.6.1	普通压片机	558
3.2.3	QCJ32 (18) 型塑料瓶清洗机	536	6.6.2	GZPL 系列高速压片机	560
3.2.4	SGF18/32 (12/18) 型塑料瓶大输液灌封机	536	6.6.3	NJP 系列全自动胶囊充填机	560
3.2.5	DSM500 型全自动热收缩包装机	537	6.6.4	药用金属检测机	561
3.3	非 PVC 膜软袋输液生产设备	537	6.7	包装机	561
3.3.1	DSY 型非 PVC 膜软袋输液生产线	537	6.7.1	DPP170 平板式铝塑、铝铝泡罩包装机	561
3.3.2	DXD450 型自动枕式包装机	538	6.7.2	DH120 智能型高速药品包装生产线	561
4	注射用水制备设备	538	6.7.3	CM180 全自动装盒机	562
4.1	多效蒸馏水机	538	6.7.4	平板式变频调速铝塑包装机	563
4.2	纯蒸汽发生器	538	6.8	SLX 塑瓶包装生产联动线	563
4.3	注射用水储罐	540	6.8.1	中速自动理瓶机	563
5	液体制剂配料系统	542	6.8.2	多通道电子数粒机 (24 通道)	563
5.1	配料罐	542	6.8.3	干燥剂自动塞入机	563
5.1.1	PXB 型配料罐	542	6.8.4	高速自动旋盖机	564
5.1.2	PTJ 型配料罐	542	6.8.5	晶体管铝箔封口机	564
5.2	过滤器	544	6.8.6	不干胶自动贴标机	564
5.2.1	金属棒微孔过滤器	544	6.8.7	可选配置设备	564
5.2.2	微孔膜筒过滤器	544	6.9	其他包装机	566
			6.9.1	DXDK350 自动四封包装机	566

6.9.2	DXDK40Ⅱ (精品) 自动颗粒包装机	567
6.9.3	多列自动包装机	567
6.9.4	全自动枕式包装机	567
6.9.5	全自动透明膜三维包装机	568
6.9.6	GSXT 系列粉体颗粒給料系统	568
7	软胶囊设备	569
7.1	水浴式化胶罐	569
7.2	RJNJ-2 型软胶囊机	569
7.3	YGJ-I 型软胶囊预干机	570
7.4	XWJ-Ⅱ 型软胶囊清洗机	570
7.5	LWJ-I 型履带式全自动干燥机	571
7.6	SLJ-Ⅱ 型地面供料机	571
7.7	FJ-I 型半自动软胶囊检丸机	571
7.8	全自动无缝软胶丸机	572
8	灭菌设备	572
8.1	大输液水浴灭菌器	572
8.2	安瓿水浴灭菌器	572
8.3	PXS 系列旋转式水浴灭菌器	575
8.4	XG1.R 系列软包装快冷灭菌器	575
8.5	大输液快冷灭菌器	577
8.6	安瓿检漏灭菌器	578
8.7	机动门真空灭菌器	578
8.8	EO 系列环氧乙烷灭菌器	579
8.9	隧道微波灭菌器	579
8.10	臭氧灭菌器	581
9	全自动胶塞清洗机	583
10	冻干机	583

第 33 章 天然药物生产设备 590

1	前处理设备	590
1.1	洗药机	590
1.2	浸润罐	590
1.3	炒药机	592
1.4	切药机	592
1.5	粉碎机	592
1.6	气流粉碎机	594
2	提取设备	596
2.1	提取设备	597
2.2	浓缩设备	599
2.3	沉淀罐	602
2.4	超临界萃取设备	602
2.5	干燥设备	605
3	制剂专用设备	608
3.1	制丸机	608
3.2	滴丸机	609
3.3	颗粒包装机	609

第 34 章 电动机和照明 610

1	Y 系列交流异步电动机	610
---	-------------	-----

1.1	安装结构型式	610
1.2	技术数据	611
1.3	安装和外形尺寸	613
1.4	订货说明	618
2	YB 系列防爆三相交流异步电动机	618
2.1	YB 系列防爆电动机的选用要求	618
2.2	安装结构型式	618
2.3	端子接线盒	619
2.4	技术数据	619
2.5	安装和外形尺寸	621
2.6	订货说明	625
3	YA 系列增安型三相异步电动机	625
3.1	技术数据	625
3.2	安装结构型式	628
3.3	安装和外形尺寸	628
3.4	订货说明	628
4	电动机的调速	632
4.1	交流异步电动机的调速	632
4.2	直流电动机的调速	633
5	照明	633
5.1	照明方式和种类	633
5.2	光源种类	633
5.3	照度标准	633
6	变电所布置的基本要求	634

第 35 章 常用设备系列 635

1	容器系列	635
1.1	容器型式	635
1.2	立式薄壁常压容器	638
1.2.1	平底平盖型、斜底平盖型系列	638
1.2.2	平底锥盖型、斜底锥盖型系列	639
1.3	钢制立式圆筒形固定顶储罐系列	641
1.3.1	设计参数	641
1.3.2	结构型式	641
1.3.3	基本参数及尺寸	641
1.3.4	型号标记	644
1.4	钢制立式圆筒形内浮顶储罐系列	644
1.4.1	设计参数	644
1.4.2	基本参数及尺寸	644
1.4.3	型号标记	644
1.5	钢制低压湿式气柜	645
1.5.1	设计参数	645
1.5.2	分类	646
1.5.3	主要基本参数的确定	646
1.5.4	气柜选用原则	646
1.5.5	标记	647
1.5.6	结构型式和主要尺寸	647
1.6	玻璃钢储罐标准系列	653
1.6.1	基本参数	653

1.6.2	结构型式	654	4.3.2	软件包的功能和特点	712
1.6.3	标准系列结构及主要尺寸	654	4.4	过程设备工程图软件	713
1.7	拼装式玻璃钢储罐标准系列	660	4.4.1	软件包的内容和编制依据	713
1.7.1	基本参数	666	4.4.2	软件包的功能和特点	713
1.7.2	结构型式	666	4.5	VAS2.0 压力容器有限元分析软件	713
2	除尘器	666	4.5.1	软件包的编制依据	713
2.1	除尘器的种类和选用	666	4.5.2	软件包的功能和特点	713
2.1.1	干式除尘器	666	5	塔附件及其他	713
2.1.2	湿式除尘器	666	5.1	泡罩、浮阀、填料、丝网除沫器和吊柱	713
2.1.3	除尘器的选用	666	5.1.1	圆泡罩	713
2.2	干式净化设备	666	5.1.2	阀及浮阀塔盘	715
2.2.1	旋风除尘器	666	5.1.3	填料	724
2.2.2	脉冲袋式除尘器	671	5.1.4	丝网除沫器	732
2.3	湿式净化设备	673	5.1.5	气液分布器	744
2.3.1	离心水膜除尘器	673	5.1.6	塔顶吊柱	752
2.3.2	洗浴式除尘器	676	5.2	钢瓶	753
2.4	电除尘器	677	5.2.1	钢质无缝气瓶	753
2.4.1	电除尘器的工作原理	677	5.2.2	钢质焊接气瓶	753
2.4.2	DCJ 系列静电除焦器	678	5.2.3	铝合金无缝气瓶	753
2.4.3	玻璃钢静电除雾器	679	5.2.4	液化石油气钢瓶	756
3	搪玻璃设备	679	6	换热器系列	758
3.1	搪玻璃开放式搅拌容器	680	6.1	固定管板式换热器	758
3.2	搪玻璃闭式搅拌容器	686	6.1.1	基本参数	758
3.3	搪玻璃开放式储存容器	692	6.1.2	结构型式	762
3.4	搪玻璃闭式储存容器	694	6.2	立式热虹吸式重沸器	763
3.5	搪玻璃卧式储存容器	696	6.2.1	基本参数	763
3.6	搪玻璃碟片式冷凝器	697	6.2.2	结构型式	764
3.7	搪玻璃套简式换热器	699	6.3	浮头式换热器、冷凝器	764
3.8	搪玻璃蒸馏容器	701	6.3.1	基本参数	764
3.9	搪玻璃塔节	704	6.3.2	结构型式	764
3.10	小型搪玻璃反应罐	705	6.4	U 形管式换热器	769
3.11	搪玻璃列管式换热器	705	6.4.1	基本参数	769
3.12	搪玻璃双锥形回转式真空干燥机	706	6.4.2	结构型式	770
3.13	搪玻璃 VD 型振动流动真空干燥机	707	6.5	钢制固定式薄管板列管换热器	770
3.14	自动启闭搪玻璃过滤器	707	6.5.1	设计参数	770
3.15	搪玻璃过滤器	708	6.5.2	主要材料	770
3.16	搪玻璃水喷射泵	709	6.5.3	参数组合	770
3.17	搪玻璃液面计	710	6.5.4	结构型式	771
4	设备设计用计算机软件	710	6.5.5	安装型式	772
4.1	SWG-1998 过程设备强度计算软件包	710	6.5.6	允许壁温差	772
4.1.1	软件包的内容和编制依据	711	6.5.7	型号标记	777
4.1.2	软件包的主要功能和特点	711	6.6	板式换热器	777
4.2	PVCAD V3 化工设备 CAD 施工图软件包	711	6.6.1	基本参数	777
4.2.1	软件包的内容	711	6.6.2	分类和结构型式	777
4.2.2	软件包的功能和特点	712	6.6.3	型号标记	779
4.3	PVDS-V3.0 压力容器设计技术条件专家系统	712	6.6.4	板片和垫片主要材料	779
4.3.1	软件包的内容和编制依据	712	6.7	螺旋板式换热器	779
			6.7.1	基本参数	779

6.7.2 结构型式和主要参数	780
6.7.3 参数计算	780
6.8 空冷式换热器	783
6.8.1 基本参数	783
6.8.2 结构型式	793
6.8.3 安装尺寸	806
6.8.4 型号标记	806
6.9 石墨换热器	808
6.9.1 浮头列管式石墨换热器	808
6.9.2 YKA 型圆块孔式石墨换热器	810
6.9.3 矩形块孔石墨换热器	810
6.9.4 管壳式石墨降膜吸收器	818
7 设备选材基本原则	818
7.1 材料选择主要考虑因素	818
7.1.1 介质	818
7.1.2 温度	820
7.1.3 压力	820
7.1.4 流体速度	820
7.1.5 材料的相容性	820
7.1.6 按介质选材料	820
7.2 材料的性能及使用	822
第 36 章 化验楼设计和仪器设备	826
1 化验楼	826
1.1 化验楼的总体要求	826
1.1.1 化验楼的设计理念	826
1.1.2 分析过程的确定	826
1.1.3 取样系统的设计	826
1.2 化验楼的主要组成	826
1.2.1 中央化验室	826
1.2.2 车间分析室	826
1.3 化验楼的布置	826
1.3.1 实验台的布置	826
1.3.2 通风柜、药品柜、水斗的布置	827
1.3.3 化验室家具和门窗布置	827
1.4 仪器室的一般要求	827
1.4.1 微量天平室	827
1.4.2 光谱分析室	827
1.4.3 极谱分析室	827
1.5 化验楼的公用设施	827
1.5.1 建筑使用面积和定员	827
1.5.2 采暖空调通风系统	827
1.5.3 给排水系统	828
1.5.4 动力和照明系统	828
1.5.5 电信系统	828
1.6 IT 网络系统	828
1.7 化验楼管线的综合布置	828
2 化验楼分析仪器设备	829
3 化验楼配套设备和家具	834

4 医药和生物实验楼仪器设备	843
5 化验楼工程设计的发展趋势	846
6 工程设计标准规范	846
第 37 章 科学实验建筑	847
1 概述	847
1.1 术语	847
1.2 科学实验建筑设计的发展趋势	847
1.2.1 根据使用需求 (URS, User Requirements Specification) 进行规划和设计	847
1.2.2 实验室信息管理系统	847
1.2.3 实验室的“可灵活设置”功能	848
1.3 主要设计规范	848
2 通用实验室设计	848
2.1 选址要求	848
2.2 总图设计	848
2.3 平面设计	848
2.3.1 设计原则	848
2.3.2 建筑平面类型	848
2.3.3 实验室与研究室的平面布局形式	849
2.4 照明设计	850
2.5 空调及通风系统设计	851
2.5.1 设计要点	851
2.5.2 空调及通风系统设计	851
2.6 管道设计	851
2.6.1 管道系统分类	851
2.6.2 管道系统布置原则	851
2.6.3 管道系统布置方式	851
2.7 实验室纯水系统	851
2.7.1 实验室纯水的分级	852
2.7.2 实验室纯水应用	852
2.8 常用实验仪器、设备	854
2.8.1 实验室家具	854
2.8.2 通风柜	855
2.8.3 生物安全柜	855
2.8.4 常用仪器、设备示例	857
3 实验动物设施	864
3.1 选址要求	864
3.2 总图设计	864
3.3 实验动物分级	864
3.3.1 实验动物寄生虫学等级分类	864
3.3.2 实验动物微生物学等级分类	865
3.4 环境条件分类及环境指标要求	865
3.4.1 环境条件分类	865
3.4.2 环境指标要求	865
3.5 实验动物设施给水要求	866
3.6 实验动物设施排水要求	867

3.7 实验动物的热负荷	867	3.9.3 层流柜	869
3.8 动物笼具	867	3.9.4 笼具清洗机	869
3.9 主要的动物房设备	868	3.9.5 开放式笼具	870
3.9.1 独立通风笼具	868	参考文献	873
3.9.2 隔离器	868		

第 3 篇

化工系统设计