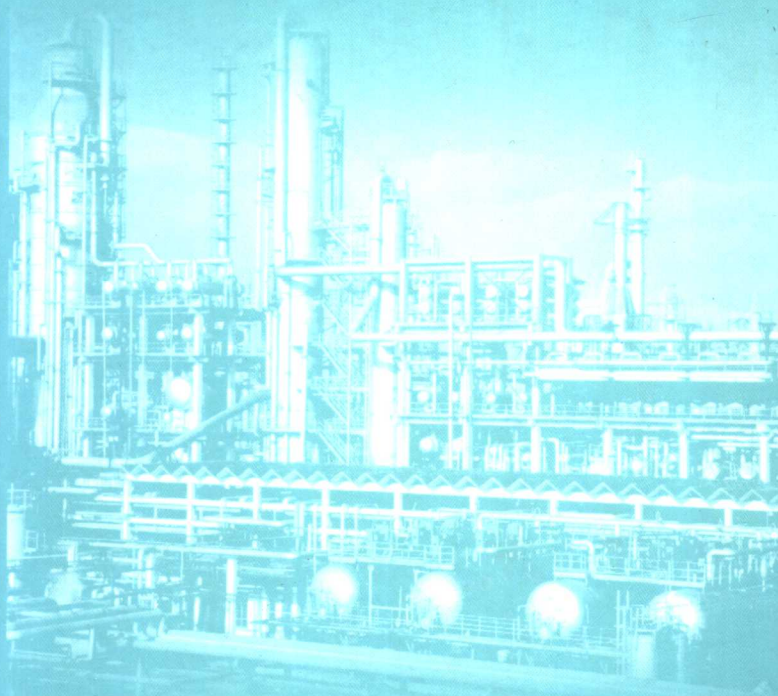


石油化工工程师 实用技术手册

郭祖樑 主编



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

石油化工工程师实用技术手册

郭祖樑 主编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

石油化工工程师实用技术手册/郭祖樾主编. —北京:
化学工业出版社, 2004. 11
ISBN 7-5025-6237-0

I. 石… II. 郭… III. 石油化工-化学工程-工程技
术人员-技术手册 IV. TE65-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 109850 号

石油化工工程师实用技术手册

郭祖樾 主编

责任编辑: 周国庆 戴燕红

责任校对: 陶燕华

封面设计: 于 兵

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行

工业装备与信息工程出版中心
(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

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 72½ 彩插 1 字数 1814 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6237-0/TQ·2097

定 价: 148.00 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

《石油化工工程师实用技术手册》编写责任人员名单

主 编	郭祖樑			
副主编	蔡 智			
章 目		编 写		校 审
第 1 章	基础资料	郭祖樑		夏细房
第 2 章	设备	李海英	张华池	高金初
第 3 章	管道	许家洪	郭祖樑	罗重春 朱详训
第 4 章	焊接	郭祖樑	胡中其	温 蕴
第 5 章	阀门	郭祖樑		严 明 王路军
第 6 章	材料	郭祖樑		蔡报君
第 7 章	电气	曾俊期	彭开利 张 逊	王超松
第 8 章	仪表	周小矛		王超松
第 9 章	原料及产品	胡军锋	郭祖樑 赵瑞琴	杨元坤
		郭 莹	陈兆元 李 珍	陈伟忠
第 10 章	石油化工产品的储存、 装卸与运输	徐燕平	郑京禾	郭祖樑

前 言

我国的石油化工工业从无到有，从小到大，已经发展成了国民经济中的一个支柱产业。石油化工工业的发展不仅为国计民生提供了大量的产品，而且还培养出了一大批科技人才，他们在科研、设计、工程建设和生产实践中摸索、积累、总结出了大量的经验和数据，在与先进国家同行的技术交流、合作研究和贸易往来中也使许多国外的先进技术在我国得到了验证和推广。

石油化工行业老一代的科技专家和工程技术人员不仅在工作中为我们树立了敢于探索、善于总结和吸纳先进技术的好榜样，而且还编制了大量的文献资料，为后来者的学习和工作提供了极大的方便。尤其是近几年，各种专业设计手册陆续出版，无疑使相应专业设计人员的工作更加得心应手。

我们在阅读和使用这些手册时常见的困惑是：为了解决一个不大的问题往往需要查找好几本手册，并且经常还难以把手册找齐。为此我们几位不同专业的同志萌发了一个共同的愿望：携起手来、扬长避短，在吸纳前人成果精华的基础上，将工作中得到并经过验证的相关内容收集和整理出来，按照实用、简洁、方便的原则，编写一本让从事石油化工工作大多数专业的科技人员都能共同使用的工具书。于是便编写出了这本《石油化工工程师实用技术手册》。

本手册分成10章，分别为基础资料、设备、管道、焊接、阀门、材料、电气、仪表、原料及产品 and 石油化工产品的储存、装卸与运输。

本手册的主要阅读对象是从事石油化工装置工程建设、生产管理、设备管理和技术管理的工程师及相关人员，考虑到主要的阅读对象已有一定的专业基础，因此，在本手册的编写过程中为了控制总字数，我们在第2章~8章和第10章中将尽量压缩基础知识的篇幅，多收集实用的数据表格和曲线；在国外技术资料的收集和整理中，凡能收集到直接资料的尽量采用直接资料。

在引用国内外标准、规范的内容中，为了便于读者查找原文，领会标准原义，在本手册中尽量保留了原文的表号、图号以及层次和体例。

本手册各章的主要编写和校审人员名单已经在专页中列出。除直接参与本手册的编写和校审人员外，还有许多同行对本手册的编写提出了很多宝贵的意见或建议，他们的名字不能一一列出，在此一并表示感谢。

由于参加本手册编写的人员较多，涉及到的专业领域也较广，加上编写者水平所限，因此难免出现错误和不足，恳请读者能给予批评指正，我们将十分感谢。

编者

2004年5月

内 容 提 要

《石油化工工程师实用技术手册》分为 10 章，分别为基础资料，设备，管道，焊接，阀门，材料，电气仪表，原料及产品，石油化工产品的储存、装卸与运输。

本书在吸纳前人成果精华的基础上，将实际工作中经过验证的实用内容收集和整理出来，以企业工程师在实际工作中遇到的工艺、设备、材料等问题为主线，将数据表格和曲线奉献给读者。本书特点是实用、简洁、方便，适合从事石油化工装置工程建设、生产管理、设备管理和技术管理的工程师及相关院校师生阅读。

元素周期表

IUPAC 2003

元素周期表

IUPAC 2003

族

周期

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

IA

IIA

IIIB

IVB

VB

VIB

VII B

VIII

IB

IIB

IIIA

IVA

VA

VIA

VIIA

VIIIA

K

L

K

M

L

K

N

M

L

K

O

N

M

L

K

P

O

N

M

L

K

Q

P

O

N

M

L

K

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

1

2

3

4

5

6

7

★ 镧系	57 La 镧 5d ¹ 6s ² 138.9055(2)	58 Ce 铈 4f ¹ 5d ¹ 6s ² 140.116(1)	59 Pr 镨 4f ³ 6s ² 140.90765(2)	60 Nd 钕 4f ⁴ 6s ² 144.24(3)	61 Pm 钷 4f ⁵ 6s ² 144.91*	62 Sm 钐 4f ⁶ 6s ² 150.36(3)	63 Eu 铕 4f ⁷ 6s ² 151.964(1)	64 Gd 钆 4f ⁷ 5d ¹ 6s ² 157.25(3)	65 Tb 铽 4f ⁹ 6s ² 158.92534(2)	66 Dy 镝 4f ¹⁰ 6s ² 162.500(1)	67 Ho 钬 4f ¹¹ 6s ² 164.93032(2)	68 Er 铒 4f ¹² 6s ² 167.259(3)	69 Tm 铥 4f ¹³ 6s ² 168.93421(2)	70 Yb 镱 4f ¹⁴ 6s ² 173.04(3)	71 Lu 镥 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ² 174.967(1)
★ 锕系	89 Ac 锕 6d ¹ 7s ² 227.03*	90 Th 钍 6d ² 7s ² 232.038(1)	91 Pa 镤 5f ² 6d ¹ 7s ² 231.03588(2)	92 U 铀 5f ³ 6d ¹ 7s ² 238.02891(3)	93 Np 镎 5f ⁴ 6d ¹ 7s ² 237.05*	94 Pu 钚 5f ⁶ 7s ² 244.06*	95 Am 镅 5f ⁷ 7s ² 243.06*	96 Cm 锔 5f ⁷ 6d ¹ 7s ² 247.07*	97 Bk 锫 5f ⁹ 7s ² 247.07*	98 Cf 锎 5f ¹⁰ 7s ² 251.08*	99 Es 镅 5f ¹¹ 7s ² 252.08*	100 Fm 镆 5f ¹² 7s ² 257.10*	101 Md 钆 5f ¹³ 7s ² 258.10*	102 No 锆 5f ¹⁴ 7s ² 259.10*	103 Lr 铈 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² 260.11*

目 录

第 1 章 基础资料	1
1.1 法定计量单位、单位换算及面积、体积计算	1
1.1.1 化学元素周期表	1
1.1.2 SI 计量单位及代号	1
1.1.3 英制计量单位及代号	2
1.1.4 单位换算	3
1.1.5 面积、体积计算	12
1.2 物质的热力学和传递性质	15
1.2.1 黏度	15
1.2.2 燃烧热	38
1.2.3 热容	42
1.2.4 蒸发潜热	47
1.2.5 蒸气压	48
1.2.6 溶解度	56
1.3 常用物质的物理、化学数据	60
1.3.1 干空气密度和饱和水蒸气含量表	60
1.3.2 几种常用气体的物理化学数据	62
1.3.3 氨的性质	63
1.3.4 氟里昂的性质	65
1.3.5 纯烃的主要理化性质	66
1.3.6 水和水蒸气的热力学性质数据	70
1.3.7 几种常用液体的物理化学数据	84
1.3.8 油品的安全性质	84
1.3.9 几种液体的相对密度	85
1.3.10 几种固体物料的物性数据	85
1.3.11 几种耐火、保温材料在不同温度下的热导率	86
1.4 易燃、易爆物质的自燃点和爆炸极限	86
1.5 石油化工企业工作场所有害气体的浓度限制	87
1.6 石油化工企业厂内各类地点噪声限制标准	88
1.7 国家对石油化工装置三废排放的规定指标	89
1.7.1 合成氨工业水污染物排放标准	89
1.7.2 石油炼制工业水污染物排放标准	91
1.7.3 石油化工企业恶臭污染物排放标准	92

1.8 石油化工装置清洁生产标准	93
1.8.1 石油炼制行业清洁生产标准	93
1.8.2 氮肥行业清洁生产评价指标体系	97
1.9 石油化工企业的防火要求	103
第2章 设备	120
2.1 静设备	120
2.1.1 压力容器	120
2.1.2 常压容器	131
2.1.3 换热器	136
2.1.4 加热炉	156
2.1.5 石油化工装置设备腐蚀特性与选材	178
2.2 动设备	192
2.2.1 泵	192
2.2.2 压缩机和鼓风机	244
2.2.3 工业汽轮机及燃气轮机	277
2.2.4 轴封及机械密封	288
2.2.5 转动设备的易损件及备件管理	300
2.2.6 大型转动设备的运行状态监测和故障诊断	303
第3章 管道	308
3.1 管线材料的尺寸系列及管线选择	308
3.1.1 管道的种类、型号和规格	308
3.1.2 钢管的选择	312
3.2 管件及紧固件	366
3.2.1 管件的种类	366
3.2.2 管件连接形式的适用场合	417
3.2.3 紧固件	417
3.3 管线的设计与布置	425
3.3.1 管线设计、布置的一般规定	425
3.3.2 管线设计、布置的防火与安全规定	425
3.3.3 管线的布置	425
3.4 管道的施工与验收	425
3.4.1 管道的施工与验收应执行的标准、规范	425
3.4.2 当执行 SH 3501 规范时至少应完成以下程序并达到相应的质量要求	425
3.4.3 当执行 GB 50235 规范时至少应完成以下程序并达到相应的质量要求	428
3.5 管道的防腐、保温、保冷与隔热	431
3.5.1 管道的防腐	431
3.5.2 管道保温、保冷与隔热的条件	432
3.5.3 保温、保冷、隔热材料的选择	432
3.5.4 保温、保冷、隔热的计算	432
3.5.5 几种保温材料在不同环境温度下管道保温厚度的选择	432

第4章 焊接	440
4.1 概述	440
4.1.1 焊接工作的基本程序	440
4.1.2 切割及焊接方法的种类和英文表示代号	440
4.2 焊接标准与规范	440
4.2.1 中国国家标准与规范	440
4.2.2 中国行业标准与规范	441
4.2.3 推荐的焊接规程	441
4.3 欧洲管道焊接标准参考	444
4.3.1 管道焊接一般要求标准	444
4.3.2 铬钼钢管道焊接标准	454
4.3.3 奥氏体不锈钢管焊接标准	458
4.3.4 相同和不同材质管件的焊接标准	461
4.3.5 低温用碳钢管焊接标准	462
4.3.6 尿素装置管道焊接标准	465
4.3.7 管道焊接检验标准	466
4.4 焊接材料	473
4.4.1 中国焊条型号的表示方法	473
4.4.2 常用焊条熔敷金属的化学成分和力学性能	474
4.4.3 常用国产焊条的简明应用性能	487
4.4.4 气焊焊丝的种类、化学成分及适用范围	493
4.4.5 常用钢材焊接时推荐选用的焊接材料	494
4.4.6 异种钢材焊接时焊接材料的选用	498
4.4.7 焊接材料的保管、烘干、发放及焊条头回收的全程管理	502
4.4.8 各国(生产厂)电焊条牌号对照	503
4.5 焊接工艺	508
4.5.1 焊接工艺评定(PQR)方法和焊接工艺规程(WPS)的编制	508
4.5.2 低、中碳钢焊接工艺要点	508
4.5.3 低合金钢焊接工艺要点	508
4.5.4 耐热钢焊接工艺要点	512
4.5.5 低温用钢的焊接工艺要点	512
4.5.6 镍和镍合金焊接工艺要点	512
4.5.7 焊条选用要点	512
4.6 通过管件进行承插焊时端部间距的确定和控制方法	513
4.7 预热及焊后热处理	514
4.7.1 常用钢材焊前的预热温度	514
4.7.2 常用钢材焊后热处理温度	514
4.8 焊缝质量检查	515
4.8.1 焊缝外观检查	515
4.8.2 焊缝表面着色(液体渗透)磁粉检查(MT)	515

4.8.3 焊缝超声波、射线检查	515
4.9 焊接中的几点注意事项	515
4.9.1 焊接环境的影响	515
4.9.2 焊缝的返修	515
第5章 阀门	516
5.1 概述	516
5.2 阀门的分类及各种阀门适用的介质环境	516
5.2.1 阀门的分类	516
5.2.2 各类阀门的结构、作用原理和适用的介质环境	516
5.3 阀门型号的编制方法和代号含义	519
5.4 阀门的选用	521
5.4.1 常用阀门的选用及相关技术条件的选定	521
5.4.2 安全阀的选型及相关数据的确定	551
5.4.3 安全阀的压力动作工况及压力试验	552
5.5 阀门试验	552
5.5.1 我国关于阀门试验的规定	552
5.5.2 美国阀门制造商协会关于阀门试验的规定 (摘自 API 598)	556
5.6 美国 ANSI 标准压力等级与公称压力的关系	561
5.7 美国国家标准的阀门材料技术规范和各种材料、压力等级阀门的 压力—额定值温度	561
5.8 美国 ANSI B16.5 标准中几种典型材料和压力等级法兰 (阀门) 在不同温度下的使用压力简易查对曲线	584
5.9 阀门的结构长度和查找方法	585
5.10 炼油装置专用阀门	587
第6章 材料	595
6.1 概述	595
6.1.1 概述	595
6.1.2 常用钢铁材料牌号的表示方法	595
6.1.3 钢铁材料机械性能的名称代号和含义说明	596
6.2 中国结构用钢的主要牌号、化学成分和部分力学性能	596
6.2.1 碳素结构钢	596
6.2.2 优质碳素结构钢	597
6.2.3 低合金高强度结构钢	597
6.2.4 合金结构钢的牌号和化学成分	597
6.2.5 易切削结构钢的牌号和化学成分	597
6.2.6 钢筋混凝土用热轧钢筋的主要牌号、化学成分和力学性能	597
6.3 气体保护焊用钢丝的主要牌号、化学成分和力学性能	599
6.4 焊接用不锈钢丝的主要牌号和化学成分	600
6.5 高压锅炉用无缝钢管的主要牌号、化学成分和力学性能	601
6.6 中低压锅炉用无缝钢管的主要牌号、化学成分和力学性能	601

6.7	锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管的主要牌号、化学成分和力学性能	602
6.8	化肥用高压无缝钢管的主要牌号、化学成分和力学性能	603
6.9	石油裂化用无缝钢管的主要牌号、化学成分和力学性能	603
6.10	锅炉用碳素钢和低合金钢钢板的主要牌号、化学成分和力学性能	604
6.11	压力容器用钢板的主要牌号、化学成分和力学性能	604
6.12	低温压力容器用低合金钢钢板的主要牌号、化学成分和力学性能	605
6.13	石油化工用特种钢材的主要牌号、化学成分和力学性能	605
6.14	中国常用钢号与国外相同或相近牌号对照	606
6.14.1	碳素结构钢	606
6.14.2	优质碳素结构钢	606
6.14.3	低合金高强度结构钢	606
6.14.4	易切削结构钢	606
6.14.5	钢筋	606
6.14.6	中低压锅炉用无缝钢管	607
6.14.7	锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管	607
6.14.8	化肥用高压无缝钢管	607
6.14.9	石油裂化用无缝钢管	607
6.14.10	耐热钢管及高压锅炉用无缝钢管	608
6.14.11	压力容器用钢板	608
6.14.12	低温压力容器用低合金钢钢板	608
6.14.13	锅炉用碳素钢和低合金钢钢板	608
6.14.14	合金结构钢	609
6.14.15	焊接用不锈钢丝	609
6.14.16	配管用钢管	610
6.14.17	高温用铸钢材料	611
6.15	中国钢铁材料的许用应力	612
6.16	中国高合金不锈钢、耐热钢部分钢号的持久强度和蠕变强度实测参考值	623
6.17	碳钢及合金钢硬度与强度换算值	624
6.18	美国压力容器用高合金钢的最大许用抗拉应力	626
6.19	美国高合金不锈钢、耐热钢最高推荐使用温度	651
6.20	日本压力容器规范推荐的不锈钢的力学性能及设计温度	651
6.21	日本不锈钢高温强度保证值	653
6.22	日本压力容器用不锈钢最大抗拉许用应力	654
6.23	型钢、钢板的规格尺寸、理论质量和相关特性数据	670
6.23.1	国产型钢	670
6.23.2	国产钢板	678
6.23.3	国内、外钢管的规格尺寸、理论质量和相关特性数据	682
6.24	石油化工企业典型装置的推荐用材料及选用范例	730
6.24.1	常减压蒸馏装置高温部位推荐用金属材料	730
6.24.2	催化重整装置推荐用金属材料	731

6.24.3	制氢装置用金属材料	732
6.24.4	加氢裂化装置用金属材料	733
6.24.5	加氢精制装置用金属材料	735
6.24.6	溶剂脱沥青装置用金属材料	736
6.24.7	延迟焦化装置用金属材料	737
6.24.8	合成氨(甲醇)装置用金属材料	738
6.24.9	尿素装置用金属材料	738
6.24.10	醋酸装置推荐用金属材料	739
6.24.11	硝酸装置用金属材料	739
第7章	电气	740
7.1	电气工程基础知识	740
7.1.1	常用电工术语	740
7.1.2	电气技术中的常用符号	741
7.1.3	电气技术中的常用计算公式	742
7.2	石化企业供配电系统	744
7.2.1	电力系统简介	744
7.2.2	石化工业企业供配电系统的特点	746
7.2.3	供配电系统稳定运行	753
7.2.4	石化企业中压配电网中性点接地方式	754
7.3	电力负荷及计算	756
7.3.1	电力负荷分级及对电源系统的要求	756
7.3.2	用电设备功率的确定	756
7.3.3	需要系数法确定计算负荷	758
7.3.4	二项式法确定计算负荷	761
7.3.5	利用系数法确定计算负荷	762
7.3.6	单相负荷计算	765
7.3.7	尖峰电流计算	766
7.3.8	装置用电负荷计算	766
7.4	短路电流计算	767
7.4.1	元件参数的计算	767
7.4.2	网络变换	769
7.4.3	三相短路电流计算	772
7.5	高压电器	776
7.5.1	高压电器的基本知识	776
7.5.2	常用高压开关的种类和主要型号	777
7.5.3	高压熔断器	786
7.5.4	高压互感器	789
7.5.5	高压避雷器	795
7.6	继电保护及自动装置	798
7.6.1	继电保护装置的基本知识	798

7.6.2	保护继电器	802
7.6.3	继电保护的配置	805
7.6.4	继电保护的整定计算	814
7.6.5	微机型继电保护配置	817
7.6.6	安全自动装置	821
7.6.7	微机型变电站自动化装置	822
7.7	直流电源	823
7.7.1	直流电源的特点	823
7.7.2	直流系统的负荷计算与电压选择	823
7.7.3	阀控式密封铅酸蓄电池	824
7.7.4	微机控制高频开关直流电源成套设备	827
7.7.5	不间断电源设备	829
7.8	电力变压器	829
7.8.1	变压器的用途和分类	829
7.8.2	变压器的工作原理和主要技术数据	829
7.8.3	变压器的安装	831
7.8.4	变压器的试验	835
7.8.5	变压器的运行及维护	838
7.9	三相交流异步电动机	838
7.9.1	电动机的结构和工作原理	838
7.9.2	电动机的种类及技术参数	839
7.9.3	电动机的启动与控制	841
7.9.4	电动机的安装、检查与试验	842
7.9.5	电动机的应用	845
7.10	低压配电系统	848
7.10.1	概述	848
7.10.2	低压配电系统的特点	848
7.10.3	低压配电系统的接线	848
7.10.4	低压配电系统的电压	850
7.10.5	低压配电系统保护	851
7.10.6	低压电器设备	851
7.10.7	低压成套配电设备	852
7.11	电工仪表及电气测量	853
7.11.1	常用电工仪表的分类	853
7.11.2	电流电压的测量	853
7.11.3	功率电能及频率的测量	854
7.11.4	电桥及电阻的测量	855
7.11.5	兆欧表及绝缘电阻的测量	856
7.11.6	万用表钳形表及应用	856
7.12	电气照明	857

7.12.1	照明的基本知识	857
7.12.2	常用电光源	857
7.12.3	照度计算	857
7.12.4	防爆防火危险环境照明设备的选择与安装	858
7.13	电线电缆和配电线路	859
7.13.1	常用电线的种类及主要技术数据	859
7.13.2	常用电缆的种类及主要技术数据	863
7.13.3	电线、电缆的选用	867
7.13.4	电缆配电线路的敷设	869
7.13.5	架空配电线路	871
7.14	防雷防静电及接地	872
7.14.1	建构筑物的防雷分类	872
7.14.2	建构筑物的防雷措施	873
7.14.3	变配电所的过电压保护	875
7.14.4	防静电的措施	875
7.14.5	接地	875
7.15	爆炸危险环境的电气装置	877
7.15.1	爆炸危险环境的区分	877
7.15.2	爆炸危险环境电气设备的选择	877
7.15.3	爆炸危险环境的电气线路	877
7.16	火灾危险环境的电气装置	878
7.16.1	火灾危险环境的区分	878
7.16.2	火灾危险环境的电气设备	878
7.16.3	火灾危险环境的电气线路	879
7.17	防腐环境的电气装置	879
7.17.1	腐蚀环境的分类	879
7.17.2	腐蚀环境的电气设备的选择	880
7.17.3	防腐环境的电气线路	880
7.18	电气设备及设施的抗震措施	880
7.18.1	地震对电气设备的危害	880
7.18.2	电气设备的抗震措施	882
7.19	电气安全	882
7.19.1	电气安全的一般概念	882
7.19.2	电气操作与施工中的安全	883
7.19.3	电磁波、射线和激光的安全防护	883
第8章	仪表	884
8.1	检测仪表	884
8.1.1	温度检测仪表	884
8.1.2	流量检测仪表	900
8.1.3	物位检测仪表	911

8.1.4	压力检测仪表	916
8.1.5	常用变送器	920
8.1.6	成分检测仪表 (分析仪表)	939
8.2	控制阀	941
8.2.1	调节阀	941
8.2.2	电磁阀	962
8.3	过程控制	962
8.3.1	过程控制的方式和特点	962
8.3.2	集散控制系统的结构和通信技术	963
8.4	防爆与防腐	968
8.4.1	防爆	968
8.4.2	防腐隔离	971
8.5	仪表常用管道及选择	972
8.5.1	仪表常用管道	973
8.5.2	管子的选用	974
8.6	电线、电缆	976
8.6.1	电线电缆型号编制及其字母含义	976
8.6.2	电线、电缆的敷设方式	981
8.7	其他	983
8.7.1	美国本特利公司旋转机械状态监测系统	983
8.7.2	派利斯公司旋转机械状态监测系统	990
8.8	仪表系统接地要求	994
第9章	原料及产品	996
9.1	液化石油气	996
9.1.1	产品标准执行 GB 11174—1997 国家标准	996
9.1.2	质量技术要求	996
9.2	车用液化石油气	997
9.2.1	产品标准执行 SY 7548—1998 标准	997
9.2.2	质量技术要求	997
9.3	工业丙烷、丁烷	997
9.3.1	产品标准执行 SH 0553—93 行业标准	997
9.3.2	质量技术要求	997
9.4	90 号车用无铅汽油	997
9.4.1	产品标准执行 GB 17930—1999 国家标准	997
9.4.2	质量技术要求	997
9.5	93 号车用无铅汽油	998
9.5.1	产品标准执行 GB 17930—1999 国家标准	998
9.5.2	质量技术要求	998
9.6	95 号车用无铅汽油	999
9.6.1	产品标准执行 GB 17930—1999 国家标准	999

9.6.2	质量技术要求	999
9.7	煤油	1000
9.7.1	产品标准执行 GB 253—1989 国家标准	1000
9.7.2	质量技术要求	1000
9.8	3号喷气燃料	1001
9.8.1	产品标准执行 GB 6537—1994 国家标准	1001
9.8.2	质量技术要求	1001
9.9	+5号轻柴油	1002
9.9.1	产品标准执行 GB 252—2000 国家标准	1002
9.9.2	质量技术要求	1002
9.10	0号轻柴油	1003
9.10.1	产品标准执行 GB 252—2000 国家标准	1003
9.10.2	质量技术要求	1003
9.11	-10号轻柴油	1004
9.11.1	产品标准执行 GB 252—2000 国家标准	1004
9.11.2	质量技术要求	1004
9.12	-10号军用柴油	1005
9.12.1	产品标准 B 执行 GB 2021—89 国家标准	1005
9.12.2	质量技术要求 B	1005
9.13	石脑油	1006
9.13.1	产品标准执行中石化 Q/SHR005—2000 一级企业标准	1006
9.13.2	质量技术要求	1006
9.14	橡胶工业用溶剂油	1006
9.14.1	产品标准执行 SH 0004—1990 石化行业标准	1006
9.14.2	质量技术要求	1006
9.15	油漆工业用溶剂油	1007
9.15.1	产品标准执行 SH 0005—1990 石化行业标准	1007
9.15.2	质量技术要求	1007
9.16	6号抽提溶剂油	1007
9.16.1	产品标准执行 GB 16629—1996 国家标准	1007
9.16.2	质量技术要求	1007
9.17	石油苯	1008
9.17.1	产品标准执行 GB 3405—1989 国家标准	1008
9.17.2	质量技术要求	1008
9.18	石油甲苯	1008
9.18.1	产品标准执行 GB 3406—1990 国家标准	1008
9.18.2	产品技术要求	1008
9.19	石油混合二甲苯	1009
9.19.1	产品标准执行 GB 3407—1990 国家标准	1009
9.19.2	质量技术要求	1009