

SHIYOU HUAGONG YALI GUANDAO SHEJI SHOUC

石油化工压力管道 设计手册

◆ 于浦义 张德姜 唐永进 编著

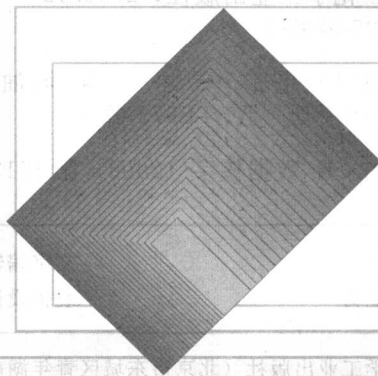


化学工业出版社

SHIYOU HUAGONG YALI GUANDAO SHEJI SHOUC

石油化工压力管道 设计手册

◆ 于浦义 张德姜 唐永进 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本手册共 16 章, 三部分: 石油化工压力管道设计中的管道材料设计、管道应力设计和管道布置设计。

在管道材料设计部分, 分别介绍了压力管道设计中常用的金属材料及非金属材料标准、各种常用螺纹和紧固件标准, 各种管件、管法兰及垫片等管道器材标准的主要内容。介绍这些标准时, 以最新版本的国家标准为准, 当无国家标准时则列出比较通用的专业标准, 同时也将同类的其他专业标准目录列出, 以供参照。此外, 对管道器材设计选用的一般规定、钢铁材料的使用温度、管子的选用、管件的选用、管法兰的选用、垫片的选用、紧固件的选用、阀门的选用以及管道材料等级表等均做了较详细的介绍。对管道器材受压元件的强度计算, 介绍了 GB 150《钢制压力容器》未规定的压力管道元件的强度计算方法。

在管道应力设计部分, 介绍了管道应力工作的任务和工作过程、管道应力分析的基础知识、管道跨度的计算、管道应力分析的安全评定方法、管道的柔性设计、管道应力分析的特殊问题、管道支吊架的设计选用原则、往复压缩机管道的防振设计、有限元法在管道应力分析中的应用、管道应力分析程序等。

在管道布置设计部分, 对压力管道的安全监察与管理、压力管道分级、压力管道的设计条件及石油化工压力管道的设计程序等做了介绍, 对石油化工管道布置的一般要求、有关单元设备的管道布置、工艺及公用工程管道布置、油品储运及工厂系统管道布置、加油加气站管道布置的要求都做了比较详细的介绍。

在石油化工压力管道的施工方面, 重点介绍了现行国家标准对阀门试验、管道组件检验和管道系统压力试验等方面的规定。

本手册可供从事压力管道设计、施工、科研、生产、管理人员使用, 也可供有关大专院校相关人员使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

石油化工压力管道设计手册/于浦义, 张德姜, 唐永进编著. —北京: 化学工业出版社, 2006. 12

ISBN 978-7-5025-9783-2

I. 石… II. ①于…②张…③唐… III. 石油管道: 压力管道-设计-技术手册 IV. TE973-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 161326 号

责任编辑: 谢丰毅

文字编辑: 张燕文 陈 喆

责任校对: 凌亚男

装帧设计: 韩 飞

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: 三河市东柳万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 59 字数 1517 千字 2007 年 4 月北京第 1 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: 125.00 元

版权所有 违者必究

前 言

配管设计专业是石油化工装置设计的主体专业，配管设计的设计水平直接关系到装置建设的投资和装置建成投产后能否长期、高效、安全、平稳运行。伴随工业装置规模的日益大型化，对压力管道的安全性要求也越来越高。为了适应这一要求，长期以来石油化工设计工作分工在不断深化，从20世纪90年代初开始，我国石油化工配管专业进一步发展为管道布置、管道材料和管道应力三个专业，这一分工大大提高和深化了材料、应力设计工作。目前，在石油化工配管设计中已普遍采用可靠性设计、优化设计和PDS（Plant Design System）及PDMS（Plant Design Management System）计算机辅助设计等现代化的设计方法，大大减少了辅助设计时间，提高了设计效率。

1996年原劳动部发布了《压力管道安全管理与监察规定》（劳部发[1996]140号），并决定在石油化工系统试点压力管道设计单位资格认证审查工作。1997年中国石油化工集团公司（以下简称中石化）率先发布了《压力管道设计单位认证与管理办法》，自1998年到2000年，中石化对本系统的60多个各级石油化工设计单位的压力管道设计单位资格进行了审查认证。1999年原国家质量技术监督局在总结中石化压力管道设计单位资格认证审查工作的基础上，发布了《压力管道设计单位资格认证与管理办法》（质技监锅发[1999]272号）和《压力管道元件制造单位安全注册与管理办法》（质技监锅发[2000]07号）等管理办法，在全国普遍推行。为了适应压力管道设计新要求的要求，加强和规范压力管道设计管理工作，国家质量监督检验检疫总局于2002年8月发布了《压力容器压力管道设计单位许可与管理规则》（国质检锅[2002]235号）。为了加强特种设备的安全监察，防止和减少事故，保障人民群众生命和财产安全、促进经济发展，2003年3月国务院发布了中华人民共和国国务院令第373号，公布了《特种设备安全监察条例》，明确将压力管道定为特种设备之一。这些办法的推行对压力管道建设的安全性提供了组织和制度上的保证。

编者参加了中石化系统大部分设计单位和部分其他系统设计单位的压力管道单位资格认证审查工作，还分别担任压力管道配管、材料、应力设计审批人员培训的主讲教师。从中发现，一些设计单位在设计工作中还存在着某些技术薄弱环节，尤其是在管道材料和管道应力方面，有关的技术人员配备不到位，甚至一些设计单位没有专职的管道材料工程师和管道应力工程师，或者临时由工艺专业出身的技术人员兼职，技术规定也不完善。通过这一工作我们深感目前管道材料和管道应力设计人员的理论水平和实践经验还有待进一步提高。管道材料和管道应力设计是影响管道可靠性的关键环节，也是难度大、理论性较强的两个专业。目前，既有理论知识介绍又有工程应用介绍的有关管道材料和管道应力方面的出版物较少，而且有关文献资料比较分散，许多文献资料多属一般性规定，缺少理论分析和实践经验介绍，目前还缺少一本理论与实践结合，重点介绍压力管道材料、管道应力设计工作程序、设计技术规定、标准规范的综合性实用手册，希望这本手册能在一定程度上弥补这一不足。

我国石油化工压力管道设计标准规范大部分属于美洲标准体系，部分属于欧洲标准体

系，但由于石油、化工、机械、电力等行业的压力管道标准发布较早，而部分国家标准又是在一些行业标准的基础上升级而成的，于是就造成了一些国家标准和机械、化工、石油化工、石油天然气四大行业标准共存的局面，由此就出现了压力管道标准规范数量多、差别小、相互重复，执行过程中容易造成混乱的局面，对我国的压力管道建设产生了一些不利的影 响，国家标准管理部门已经注意到了这个问题。目前压力管道国家标准体系已基本形成，本手册的编制将以国家标准为主线，对尚未形成国家标准的，将以先国内行业标准、后国际标准的次序予以代替，同时，对各行业标准也给予适当介绍。

本手册在配管设计部分重点介绍了压力管道布置的一般要求和容器、塔、换热设备、加热炉、机泵等石油化工单元设备管道布置的具体规定，对油品储运及工厂系统管道和加油、加气站的管道布置也做了一定的介绍。

本手册在管道材料设计部分介绍了压力管道设计常用金属材料及其制品、部分有色金属材料、非金属材料制品和紧固件等标准中的设计数据；详细介绍了可供直接选用的钢管、管件、管法兰、垫片等管道器材元件标准的主要内容；对各种管道器材元件设计的选用要求，特别是对阀门的阀体、内件、填料、法兰、垫片的选用要求做了较为详细的介绍，对常用国产阀门和按国外标准生产的阀门情况做了一般介绍；对管道材料等级表的编制做了说明，并介绍了一批常用介质的管道材料等级表，以供参考；对管道器材特有的受压元件的强度计算做了详细介绍；在压力管道施工检验和试验部分，重点介绍了阀门试验、管道组成件检验、焊缝质量检验和管道系统压力试验的一般要求。

本手册在管道应力设计部分详细介绍了管道应力分析工作的任务和工作过程；从基本概念出发，介绍了应力分析所必需的知识；介绍了管道允许跨距的计算方法；全面介绍了管道应力分析的安全评定方法和受力校核准则；详细讨论了管道柔性的设计方法；介绍了夹套管和埋地管道的分析、安全阀排气反作用力的计算和水锤荷载的计算及高压管道应力分析等管道应力分析中的一些特殊问题；介绍了管道支吊架的设计选用原则；详细介绍了往复压缩机管道的防振设计方法和相应的控制标准；对各种管道的振动问题进行了讨论；介绍了有限元法在管道应力分析中的应用，并对 CAESAR II 管道应力分析程序的应用做了介绍。

本手册共分十六章：第二、三、四、五、八、十六章由于浦义编写；第六、七章由张德姜编写；第九、十、十一、十二、十三、十四章由唐永进编写；第一章由谢丰毅编写。由于浦义统一整理。

本手册在编写过程中得到了中国石油化工集团公司配管设计技术中心站领导和同志的大力支持，在此一并致以谢忱。

由于编写时间仓促、编者水平所限，手册中难免存在一些不足之处，敬请读者批评指正，提出宝贵意见。

编 者
2006 年 8 月

目 录

第 1 章 常用资料	1
1.1 常用数据	1
1.1.1 常用几何面积、体积及重心位置	1
1.1.2 常用材料的密度	4
1.1.3 常用松散材料的密度及安息角	4
1.1.4 材料的线胀系数	4
1.1.5 材料的弹性模量及泊松比	4
1.1.6 常用材料的摩擦因数	4
1.2 常用计量单位及单位换算	9
1.2.1 国际单位制及我国法定计量单位	9
1.2.2 常用单位换算	10
1.3 常用力学公式	16
1.3.1 运动学和动力学公式	16
1.3.2 材料力学公式	19
1.4 人体工程学有关参数	34
1.4.1 人体必需的空间	34
1.4.2 站着工作时手工操作的有关尺寸	35
1.4.3 手工操作的主要数据	35
1.4.4 梯子和防护栏杆	37
第 2 章 压力管道材料	40
2.1 钢铁材料牌号表示方法	40
2.1.1 变形钢及合金牌号表示方法	40
2.1.2 铸钢牌号表示方法	40
2.1.3 铸铁牌号表示方法	44
2.2 金属材料的力学性能代号	45
2.3 各类钢铁材料的化学成分、力学性能及用途	46
2.3.1 碳素结构钢及合金结构钢	46
2.3.2 铸钢	92
2.3.3 铸铁	100
2.4 钢板	103
2.4.1 钢板每平方米面积的理论质量	103
2.4.2 冷轧钢板和钢带 (摘自 GB 708—1988)	104
2.4.3 热轧钢板和钢带 (摘自 GB 709—1988)	105
2.4.4 锅炉用钢板 (摘自 GB 713—1997)	107

2.4.5	压力容器用钢板 (摘自 GB 6654—1996)	110
2.4.6	低温压力容器用低合金钢板 (摘自 GB 3531—1996)	112
2.4.7	镀锡钢板、镀锌钢板、镀铅钢板 (摘自 GB 2520—1988、YB/T 5131—1993、YB/T 5130—1993)	113
2.4.8	不锈钢冷轧钢板、不锈钢热轧钢板 (摘自 GB 3280—1992、GB 4237—1992)	114
2.4.9	耐热钢板 (摘自 GB 4238—1992)	117
2.4.10	花纹钢板 (摘自 GB/T 3277—1991)	118
2.5	钢管	119
2.5.1	一般规定	119
2.5.2	无缝钢管尺寸、外形、质量及允许偏差 (摘自 GB/T 17395—1998)	119
2.5.3	低压流体输送用焊接钢管 (摘自 GB/T 3091—2001)	124
2.5.4	低、中压锅炉用无缝钢管 (摘自 GB 3087—1999)	125
2.5.5	高压锅炉用无缝钢管 (摘自 GB 5310—1995)	126
2.5.6	高压化肥设备用无缝钢管 (摘自 GB 6479—2000)	132
2.5.7	流体输送用无缝钢管 (摘自 GB/T 8163—1999)	136
2.5.8	石油裂化用无缝钢管 (摘自 GB 9948—1988)	136
2.5.9	流体输送用不锈钢焊接钢管 (摘自 GB/T 12771—2000)	138
2.5.10	锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管 (摘自 GB 13296—1991)	141
2.5.11	直缝电焊钢管 (摘自 GB/T 13793—1992)	145
2.5.12	流体输送用不锈钢无缝钢管 (摘自 GB/T 14976—1994)	148
2.5.13	低温管道用无缝钢管 (摘自 GB/T 18984—2003)	152
2.5.14	低压流体输送管道用螺旋缝埋弧焊钢管 (摘自 SY 5037—2000)	154
2.5.15	石油天然气工业输送钢管交货技术条件 (摘自 GB/T 9711—1997)	156
2.6	型钢	161
2.6.1	热轧扁钢 (摘自 GB 704—1988)	161
2.6.2	热轧圆钢、方钢、六角钢 (摘自 GB 702—1986、GB 705—1989)	163
2.6.3	优质结构钢冷拉钢材技术条件 (摘自 GB 3078—1994)	165
2.6.4	角钢 (摘自 GB 9787—1988、GB 9788—1988、GB 4227—1984)	165
2.6.5	热轧工字钢 (摘自 GB 706—1988)	174
2.6.6	热轧槽钢 (摘自 GB 707—1988)	176
2.6.7	H型钢和剖分 T型钢 (摘自 GB/T 11263—1998)	178
2.7	有色金属材料代号、牌号	182
2.7.1	常用有色金属、合金元素名称及其代号 (摘自 GB/T 340—1976)	182
2.7.2	专用有色金属、合金名称及其代号 (摘自 GB/T 340—1976)	182
2.7.3	有色金属铸造方法、合金状态代号 (摘自 GB/T 1173—1995、GB/T 1176—1987、GB/T 1175—1997)	182
2.7.4	有色金属产品状态、特性代号 (摘自 GB/T 340—1976)	182
2.7.5	变形铝及铝合金牌号表示方法 (摘自 GB/T 16474—1996)	182
2.7.6	变形铝及铝合金状态代号 (摘自 GB/T 16475—1996)	184
2.8	有色金属型材	184
2.8.1	铜及铜合金型材	184
2.8.2	常用铜及铜合金管材	184
2.8.3	铝及铝合金型材	185
2.8.4	钛及钛合金型材	192

2.8.5	铅及铅铋合金型材	199
2.8.6	镍及镍合金	201
2.9	非金属材料	204
2.9.1	常用橡胶品种、性能、特点	204
2.9.2	橡胶板	208
2.9.3	橡胶管	208
2.9.4	石棉橡胶板	211
2.9.5	耐油石棉橡胶板	211
2.9.6	常用工程塑料	211

第3章 螺纹及紧固件 224

3.1	普通螺纹	224
3.1.1	基本牙型和基本尺寸 (摘自 GB/T 192—2003、GB/T 196—2003)	224
3.1.2	公差配合的选用 (摘自 GB/T 197—2003)	229
3.1.3	螺纹标记 (摘自 GB/T 197—2003)	229
3.2	英制螺纹	231
3.3	55°非密封管螺纹	232
3.3.1	基本尺寸和公差 (摘自 GB/T 7307—2001)	232
3.3.2	螺纹标记	233
3.4	55°密封管螺纹	233
3.4.1	牙型和基本尺寸 (摘自 GB/T 7306.1—2000、GB/T 7306.2—2000)	236
3.4.2	螺纹标记	236
3.5	60°圆锥管螺纹	236
3.5.1	基本尺寸和公差 (摘自 GB/T 12716—2002)	236
3.5.2	螺纹标记	236
3.6	米制锥螺纹	236
3.6.1	牙型和基本尺寸 (摘自 GB/T 1415—1992)	236
3.6.2	极限偏差	236
3.6.3	螺纹标记	237
3.7	管子旋入端普通螺纹尺寸 (摘自 GB/T 1414—1978)	239
3.8	切制管螺纹前的内孔和外螺纹毛坯直径	239
3.9	螺纹零件结构要素	240
3.9.1	螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角	240
3.9.2	紧固件用沉孔尺寸	240
3.9.3	扳手空间	240
3.10	通用紧固件	244
3.10.1	紧固件材料及力学、物理性能	244
3.10.2	螺栓	252
3.10.3	螺母	262
3.10.4	垫圈	265
3.11	专用紧固件	268
3.11.1	压力容器法兰用等长双头螺柱 (摘自 JB/T 4707—2000)	268
3.11.2	管法兰连接用紧固件 (摘自 GB/T 9125—2003)	269
3.12	管法兰连接用紧固件长度计算	272

第 4 章 管道器材元件	275
4.1 管件	275
4.1.1 钢制对焊无缝管件 (摘自 GB/T 12459—2005)	275
4.1.2 钢板制对焊管件 (摘自 GB/T 13401—1992)	291
4.1.3 锻钢制承插焊管件 (摘自 GB/T 14383—1993)	296
4.1.4 锻钢制螺纹管件 (摘自 GB/T 14626—1993)	300
4.1.5 锻钢螺纹管件 (摘自化工标准)	302
4.1.6 钢制法兰管件 (摘自 GB/T 17185—1977)	304
4.1.7 钢制承插焊、螺纹和对焊支管座 (摘自 GB/T 19326—2003)	311
4.1.8 可锻铸铁管路连接件 (摘自 GB/T 3287—2000)	315
4.1.9 斜接弯头尺寸	333
4.1.10 衬胶钢管和管件 (摘自 HG 21501—1993)	333
4.1.11 衬塑 (PP、PE、PVC) 钢管和管件 (摘自 HG 20538—1992)	338
4.1.12 衬聚四氟乙烯钢管和管件 (摘自 HG/T 21562—1994)	343
4.1.13 化工用硬聚氯乙烯管件 (摘自 QB/T 3802—1999)	347
4.1.14 聚丙烯/玻璃钢 (PP/FRP) 复合管及管件 (摘自 HG/T 21579—1995)	349
4.1.15 异径短管 (摘自 MSS SP—1995)	368
4.1.16 3000 磅级承插焊式和螺纹式钢管活接头 (摘自 MSS SP—1983)	368
4.2 管法兰	373
4.2.1 钢制管法兰类型与参数 (摘自 GB/T 9112—2000)	373
4.2.2 平面、突面整体钢制管法兰 (摘自 GB/ T 9113.1—2000)	387
4.2.3 凹凸面整体钢制管法兰 (摘自 GB/ T 9113.2—2000)	394
4.2.4 榫槽面整体钢制管法兰 (摘自 GB/ T 9113.3—2000)	395
4.2.5 环连接面整体钢制管法兰 (摘自 GB/ T 9113.4—2000)	395
4.2.6 突面带颈螺纹钢制管法兰 (摘自 GB/ T 9114—2000)	396
4.2.7 平面、突面对焊钢制管法兰 (摘自 GB/ T 9115.1—2000)	399
4.2.8 凹凸面对焊钢制管法兰 (摘自 GB/ T 9115.2—2000)	405
4.2.9 榫槽面对焊钢制管法兰 (摘自 GB/T 9115.3—2000)	409
4.2.10 环连接面对焊钢制管法兰 (摘自 GB/ T 9115.4—2000)	410
4.2.11 平面、突面带颈平焊钢制管法兰 (摘自 GB/ T 9116.1—2000)	410
4.2.12 凹凸面带颈平焊钢制管法兰 (摘自 GB/ T 9116.2—2000)	415
4.2.13 榫槽面带颈平焊钢制管法兰 (摘自 GB/ T 9116.3—2000)	416
4.2.14 环连接面带颈平焊钢制管法兰 (摘自 GB/ T 9116.4—2000)	416
4.2.15 突面带颈承插焊钢制管法兰 (摘自 GB/ T 9117.1—2000)	417
4.2.16 凹凸面带颈承插焊钢制管法兰 (摘自 GB/ T 9117.2—2000)	419
4.2.17 榫槽面带颈承插焊钢制管法兰 (摘自 GB/ T 9117.3—2000)	419
4.2.18 环连接面带颈承插焊钢制管法兰 (摘自 GB/ T 9117.4—2000)	419
4.2.19 突面对焊环带颈松套钢制管法兰 (摘自 GB/T 9118.1—2000)	420
4.2.20 环连接面对焊环带颈松套钢制管法兰 (摘自 GB/ T 9118.2—2000)	424
4.2.21 平面、突面板式平焊钢制管法兰 (摘自 GB/ T 9119—2000)	426
4.2.22 突面对焊环板式松套钢制管法兰 (摘自 GB/ T 9120.1—2000)	431
4.2.23 凹凸面对焊环板式松套钢制管法兰 (摘自 GB/T 9120.2—2000)	434
4.2.24 榫槽面对焊环板式松套钢制管法兰 (摘自 GB/T 9120.3—2000)	434
4.2.25 突面平焊环板式松套钢制管法兰 (摘自 GB/T 9121.1—2000)	434

4.2.26	凹凸面平焊环板式松套钢制管法兰 (摘自 GB/T 9121.2—2000)	437
4.2.27	榫槽面平焊环板式松套钢制管法兰 (摘自 GB/T 9121.3—2000)	437
4.2.28	翻边环板式松套钢制管法兰 (摘自 GB/T 9122—2000)	437
4.2.29	平面、突面钢制管法兰盖 (摘自 GB/T 9123.1—2000)	439
4.2.30	凹凸面钢制管法兰盖 (摘自 GB/T 9123.2—2000)	445
4.2.31	榫槽面钢制管法兰盖 (摘自 GB/T 9123.3—2000)	445
4.2.32	环连接面钢制管法兰盖 (摘自 GB/T 9123.4—2000)	445
4.2.33	钢制管法兰技术条件 (摘自 GB/T 9124—2000)	445
4.2.34	大直径碳钢管法兰 (摘自 GB/T 13402—1992)	455
4.3	垫片	459
4.3.1	缠绕式垫片 (摘自 GB/T 4622.1~GB/T 4622.2—2003, GB/T 4622.3—1993)	459
4.3.2	管法兰用非金属平垫片 (摘自 GB/T 9126—2003, GB/T 9129—2003)	468
4.3.3	钢制管法兰用金属环垫 (摘自 GB/T 9128—2003, GB/T 9130—2003)	473
4.3.4	大直径碳钢管法兰用垫片 (摘自 GB/T 13403—1992)	476
4.3.5	管法兰用聚四氟乙烯包覆垫片 (摘自 GB/T 13404—1992)	479
4.3.6	管法兰用金属包覆垫片 (摘自 GB/T 15601—1995)	480
4.3.7	柔性石墨金属波齿复合垫片 (摘自 GB/T 19066—2003)	482
4.3.8	钢制管法兰齿形组合垫 (摘自欧洲系列 HG 20611—1997, 美洲系列 HG 20632—1997)	488
4.4	管道用钢制插板、垫环、8字盲板 (摘自 HG 21547—1993)	490
4.4.1	插板、垫环、8字盲板尺寸系列	490
4.4.2	技术条件	526
4.4.3	管道用钢制插板、垫环、8字盲板的压力温度等级表	527

第5章	管道器材的设计与选用	530
5.1	一般规定	530
5.2	压力管道常用金属材料的应用限制	531
5.2.1	压力管道受压元件钢铁材料的使用温度	531
5.2.2	碳素钢沸腾钢板 Q235AF 和镇静钢板 Q235BC 的适用范围	531
5.2.3	选用高温材料时应注意的问题	532
5.2.4	对钢材使用温度下限的有关规定	532
5.3	关于耐腐蚀材料的选择	533
5.3.1	根据腐蚀速率选择耐腐蚀材料	533
5.3.2	常见应力腐蚀条件下的材料选择	533
5.4	管道的连接	539
5.5	管道分支	540
5.6	管子的选用	542
5.6.1	钢管的外径尺寸系列	542
5.6.2	钢管壁厚系列	542
5.6.3	压力管道设计常用钢管标准	544
5.6.4	钢管的选用	548
5.7	管件的选用	549
5.7.1	压力管道设计常用管件标准	549
5.7.2	选用要求	549

5.8	管法兰的选用	550
5.8.1	管法兰标准体系	550
5.8.2	管法兰的选用要求	552
5.9	垫片的选用	553
5.9.1	现行管法兰用垫片标准	553
5.9.2	垫片的性能参数及计算数据	554
5.9.3	垫片的选用要求	557
5.10	紧固件选用	560
5.10.1	常用管法兰连接紧固件标准	560
5.10.2	紧固件的选用要求	561
5.11	管法兰、垫片和紧固件的选配	563
5.12	阀门的选用	567
5.12.1	中国阀门标准	567
5.12.2	阀门型号	568
5.12.3	法兰阀门的压力温度等级	571
5.12.4	阀门材料选用	585
5.12.5	常用阀门的主要零件材料	588
5.12.6	常用国产阀门的型号、规格及适用范围	596
5.12.7	按国外标准生产的阀门	603
5.12.8	蒸汽疏水阀	605
5.12.9	阀门的选用要求	607
5.13	管道材料等级表	609
5.13.1	管道材料等级代号	610
5.13.2	管道材料等级表	610
第6章	压力管道设计	652
6.1	压力管道的应用	652
6.2	压力管道的监察与管理	652
6.2.1	压力管道安全管理与监察规定	652
6.2.2	压力管道设计单位资格许可与管理	653
6.3	现行管道设计规范对工业管道设计类别、级别的划分方法	656
6.3.1	《工业金属管道设计规范》GB 50316 对工业金属管道的分级	656
6.3.2	石油化工管道的分级	657
6.3.3	化工管道的分级	658
6.4	公称压力、公称直径	658
6.4.1	公称压力	658
6.4.2	公称直径	662
6.5	压力管道设计条件与设计基准	663
6.5.1	设计条件	663
6.5.2	设计基准	665
6.6	石油化工管道的设计程序	668
6.6.1	基础工程设计阶段	668
6.6.2	详细工程设计阶段	668

第 7 章 压力管道布置	670
7.1 石油、化工管道	670
7.1.1 压力管道布置设计必须具备的条件	670
7.1.2 管道敷设的种类	671
7.1.3 管道布置的一般要求	672
7.1.4 管廊上管道的布置	678
7.1.5 塔、器的管道布置	682
7.1.6 加热炉的管道布置	688
7.1.7 换热设备的管道布置	693
7.1.8 蒸汽发生器的管道布置	702
7.1.9 泵的管道布置	703
7.1.10 压缩机的管道布置	712
7.1.11 工艺及公用工程管道的布置	716
7.2 油品储运及工厂系统管道	733
7.2.1 油品储运管道	733
7.2.2 工厂系统管道的布置	739
7.2.3 可燃气体排放及火炬设施	741
7.3 加油、加气站管道	747
7.3.1 汽车加油站的管道布置	747
7.3.2 液化石油气加气站的管道布置	748
7.3.3 压缩天然气加气站的管道布置	750
7.4 工业管道上的阀门安装	753
7.4.1 阀门的安装位置	753
7.4.2 阀门的旁通	756
7.4.3 启闭阀门的传动装置	757
7.4.4 减压阀的安装	757
7.4.5 气动调节阀的安装	758
7.4.6 安全泄压装置	764
第 8 章 管道器材受压元件强度计算	780
8.1 一般规定	780
8.2 金属直管	780
8.2.1 内压直管	780
8.2.2 外压直管	781
8.3 弯管、弯头及斜接弯头	781
8.3.1 弯管及弯头的壁厚	781
8.3.2 斜接弯管	782
8.4 挤压三通	783
8.5 非标准异径管	784
8.6 平盖	786
8.7 盲板	786
8.8 开孔及开孔补强	787
8.8.1 一般规定	787
8.8.2 焊接支管补强	788

8.8.3	主管上多支管的开孔补强	789
8.8.4	挤压引出支管的补强	790
8.8.5	其他支管连接的补强要求	791
第9章	管道应力分析的任务和工作过程	793
9.1	管道应力分析的任务	793
9.1.1	管道静力分析的任务	793
9.1.2	管道动力分析的任务	794
9.2	管道应力分析的工作过程	794
9.2.1	编制项目的管道应力分析技术统一规定	794
9.2.2	确定需要进行详细应力分析的管道	795
9.2.3	接收管道应力分析三维等视图	795
9.2.4	对管系进行分析计算	797
9.2.5	编制计算书、向相关专业提交分析计算结果	798
9.3	需要进行详细应力分析管道的确定方法	799
9.3.1	GB 50316 的规定	799
9.3.2	ASME B31.3 的规定	799
9.3.3	SH/T 3041 的规定	802
9.3.4	确定需要进行详细应力分析管道的其他方法	803
第10章	管道应力分析的安全评定	804
10.1	工业管道的应力校核准则	804
10.1.1	工业管道的应力分类	804
10.1.2	工业管道一次应力的校核条件	805
10.1.3	风荷载和地震荷载的计算方法	806
10.1.4	工业管道二次应力的校核条件	809
10.1.5	工业管道二次应力校核的替代方法	812
10.2	输油、输气管道的强度校核及刚度和稳定性校核	813
10.2.1	GB 50253—2003《输油管道工程设计规范》对管道强度校核及刚度和稳定性校核的规定	813
10.2.2	GB 50251—2003《输气管道工程设计规范》对管道强度校核及刚度和稳定性校核的规定	815
10.2.3	ASME B31.4《Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids》的应力校核条件	817
10.2.4	ASME B31.8《Gas Transportation and Distribution Piping Systems》的应力校核条件	818
10.3	转动机器的允许受力限制	819
10.3.1	汽轮机和离心式压缩机的允许受力限制	819
10.3.2	离心泵的允许受力限制	822
10.4	静设备的允许受力限制	826
10.4.1	加热炉的允许受力和允许位移限制	826
10.4.2	空冷器的允许受力限制	826
10.4.3	法兰的允许受力限制	828

第 11 章 管道的柔性设计	829
11.1 管道柔性设计的目的和一般方法	829
11.1.1 管道柔性设计的目的	829
11.1.2 计算温度和计算压力的确定方法	829
11.1.3 管道柔性设计的一般方法	830
11.2 金属波纹管膨胀节的选用	830
11.2.1 金属波纹管膨胀节的常用类型	831
11.2.2 波纹管压力推力及固定支架作用力的计算	832
11.2.3 金属波纹管膨胀节选用中应注意的问题	834
11.2.4 金属波纹管膨胀节在安装和使用中应注意的问题	836
11.3 冷紧及简单管系对固定点的作用力	837
11.3.1 冷紧	837
11.3.2 简单管系对固定点的作用力	837
11.4 容器管口的柔性	838
11.5 转动机器管道的柔性设计	840
11.5.1 离心泵管道的柔性设计	840
11.5.2 汽轮机和离心式压缩机管道的柔性设计	841
第 12 章 管道应力分析中的特殊问题	843
12.1 夹套管的分析	843
12.2 埋地管的分析	844
12.3 安全阀排气反作用力的计算	846
12.4 水锤荷载的计算	847
12.5 高压管道的应力分析	848
12.5.1 内压作用下直管的计算壁厚	848
12.5.2 管道应力的校核条件	849
第 13 章 管道支吊架的设计	850
13.1 管道支吊架的种类、作用及选用原则	850
13.1.1 管道支吊架的种类和作用	850
13.1.2 管道支吊架选用的一般原则	851
13.2 固定支架和导向支架的选用和位置确定原则	852
13.2.1 固定支架的选用和位置确定原则	852
13.2.2 导向支架的选用和位置确定原则	852
13.3 支吊架设计中的荷载	853
13.3.1 支吊架承受的荷载	853
13.3.2 支吊架结构上荷载的分类	853
13.3.3 支吊架的荷载组合	853
13.4 弹簧支吊架的选用	854
13.4.1 可变弹簧支吊架的形式	855
13.4.2 可变弹簧支吊架的选用方法	856
13.4.3 可变弹簧支吊架的串联与并联	857
13.4.4 可变弹簧支吊架在安装时应注意的问题	857
13.4.5 可变弹簧支吊架的选用实例	858

13.5	恒力弹簧支吊架的形式及选用方法	859
13.5.1	恒力弹簧支吊架的形式	859
13.5.2	恒力弹簧支吊架的选用方法	860
第14章	管道的防振与抗震	864
14.1	往复压缩机和往复泵管道振动的原因及控制标准	864
14.1.1	往复压缩机和往复泵管道振动的原因	864
14.1.2	往复压缩机管道振动的控制标准	864
14.1.3	往复泵管道振动的控制标准	867
14.2	往复压缩机和往复泵管道的防振设计方法	868
14.3	往复压缩机和往复泵管道防振设计中应注意的问题	870
14.4	管道的抗震设计	871
14.4.1	管道抗震设计的一般原则	871
14.4.2	需要进行抗震验算的管道	872
14.4.3	管道抗震验算的方法	872
第15章	管道应力分析程序的应用	873
15.1	管道应力分析程序简介	873
15.2	CAESAR II 软件的应用	873
15.2.1	管道应力分析模型的建立	874
15.2.2	分析计算	880
15.2.3	输出结果及安全评定	884
第16章	石油化工压力管道的施工检验和试验	886
16.1	石油化工压力管道工程常用施工及验收规范	886
16.2	阀门的试验	886
16.2.1	阀门的压力试验要求	886
16.2.2	高压密封试验	887
16.2.3	试验介质	887
16.2.4	高压气体壳体试验	887
16.2.5	试验压力	888
16.2.6	试验持续时间	888
16.2.7	泄漏量	888
16.3	管道组成件检验	889
16.3.1	一般规定	889
16.3.2	管子检验	889
16.3.3	阀门检验	889
16.3.4	其他管道组成件检验	890
16.4	焊缝质量检验	890
16.4.1	焊缝外观质量分级	890
16.4.2	焊缝表面无损检验	890
16.4.3	射线照相检验和超声波检验	891
16.5	管道系统压力试验	893
16.5.1	一般规定	893

16.5.2 试验压力	893
16.5.3 泄漏性试验	894
16.5.4 真空度试验	894
附录 A 常用钢管许用应力	895
附录 B 金属材料的平均线胀系数	898
附录 C 金属材料的单位线胀系数	899
附录 D 金属材料的弹性模量	900
附录 E 连续敷设管道的允许跨距	901
附录 F 柔性系数和应力增大系数	918
附录 G 可变弹簧荷载位移选用表	919
附录 H 恒力弹簧荷载位移系列	922
参考文献	925

第 1 章

常用资料

1.1 常用数据

1.1.1 常用几何面积、体积及重心位置

1.1.1.1 平面图形的面积及有关线段的计算

(1) 三角形

① 直角三角形 (见图 1-1)

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$S = \frac{ab}{2} = \frac{a^2}{2} \tan\beta = \frac{c^2}{4} \sin 2\beta = \frac{c^2}{4} \sin 2\alpha$$

式中, S 为面积。

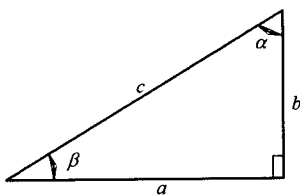


图 1-1 直角三角形

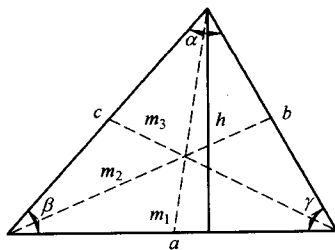


图 1-2 一般三角形

② 一般三角形 (见图 1-2) 设高为 h , 中线长为 m_1 、 m_2 、 m_3 , $2p = m_1 + m_2 + m_3$, $2s = a + b + c$ 。

内切圆半径

$$r = \frac{\sqrt{(s-a)(s-b)(s-c)}}{s}$$

外接圆半径

$$R = \frac{a}{2\sin\alpha} = \frac{b}{2\sin\beta} = \frac{c}{2\sin\gamma} = \frac{abc}{4rs}$$

边上中线长