

法兰实用手册

《法兰实用手册》编委会 编



中国标准出版社

法兰实用手册

《法兰实用手册》编委会 编



中国标准出版社

图书在版编目(CIP)数据

法兰实用手册/《法兰实用手册》编委会编. —北京:
中国标准出版社, 2006
ISBN 7-5066-4072-4

I. 法… II. 法… III. 法兰—手册
IV. TH136-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 081859 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号
邮政编码:100045
网址 www.bzchs.com
电话:68523946 68517548
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 21 字数 500 千字
2006 年 10 月第一版 2006 年 10 月第一次印刷

*

定价 66.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533

《法兰实用手册》

编写委员会

主 编 李新华

副主编 李永宏 王雅红

主 审 寿比南

编写人 李新华 顾伯勤 寿比南

田 争 李永宏 王雅红

黄 栩

前言

法兰接头是由法兰、密封垫片及连接螺栓三者组合的一个密封元件,起着连接管子、泵、阀、压力容器及各种承压设备的重要作用,它是机械、石油、化工、石油化工、水利、电力、轻工、纺织、船舶、制药及核工业等部门管道系统和装置中应用最广泛的一种管道配件。

法兰接头既是一种可拆连接件,又是一种承压密封件,它主要是借助连接螺栓穿过法兰螺栓孔,在螺栓预紧力的作用下对法兰密封面施加压紧力,压紧夹在一对法兰之间的密封垫片,使垫片在螺栓压紧力的作用下发生塑性变形或弹性变形,从而填塞住法兰密封面的微几何间隙来实现密封目的。

法兰密封接头的密封失效主要表现为泄漏。在各行业的管道系统和装置中,法兰接头密封失效轻则造成能源、原材料的大量浪费,重则导致设备报废、停工停产、人员伤亡和严重的环境污染。因此,现代石油、化工、石油化工、原子能、航天等工业对管道装置

的密封提出了更严格的要求。

法兰作为法兰接头中的一个单元,通常以一个独立的标准零件出现,但它和密封垫片及法兰用螺栓又有密切的联系,因而从法兰设计计算的观点出发,应该自始至终将连接法兰的螺栓与起密封作用的垫片相互联系起来进行整体考虑。本手册所列的内容正体现了这一点。

本手册由管道法兰、压力容器法兰及法兰设计计算方法三篇组成,共分 13 章,包括管道法兰型式、参数;钢制管法兰;铸铁管法兰;铜合金及复合法兰;管道法兰用紧固件;压力容器法兰型式、参数;压力容器法兰产品;压力容器法兰选用;法兰强度设计的基本理论;主要法兰设计方法的比较;我国钢制管法兰连接强度计算方法;ASME 规范设计新方法;螺栓法兰连接的紧密性设计方法。

本手册由《法兰实用手册》编写委员会编。限于水平所限,手册中缺点和错误难免,恳请读者批评指正。

—编 者—

2006.4

目 录

第一篇 管道法兰

第1章 法兰型式、参数	3
1 法兰结构型式	3
2 法兰密封面	5
2.1 法兰密封面型式及代号	5
2.2 法兰密封面的加工	6
3 法兰公称通径和钢管外径	7
3.1 法兰公称通径	7
3.2 钢管外径	7
4 法兰连接尺寸	8
5 法兰公称压力和最高无冲击工作压力	9
5.1 法兰公称压力	9
5.2 法兰最高无冲击工作压力	9
第2章 钢制管法兰	10
1 欧洲管法兰标准体系	10
1.1 法兰类型和适用范围	10
1.2 法兰连接尺寸	10
1.3 法兰密封面	28

1.4	法兰结构型式与尺寸	30
1.5	法兰焊接接头型式和坡口尺寸	62
1.6	法兰材料和压力-温度等级	63
2	美洲管法兰标准体系	66
2.1	法兰类型和适用范围	66
2.2	法兰连接尺寸	83
2.3	法兰密封面	86
2.4	法兰结构型式与尺寸	91
2.5	法兰焊接接头型式和坡口尺寸	134
2.6	法兰材料和压力-温度等级	135
3	钢制管法兰计算质量	144
第3章 铸铁管法兰		154
1	法兰类型和适用范围	154
2	法兰连接尺寸	159
3	法兰密封面	159
4	法兰结构型式与尺寸	159
4.1	整体法兰	159
4.2	带颈螺纹法兰	165
4.3	带颈平焊和承插焊法兰	168
4.4	管端翻边带颈松套法兰	171
4.5	管法兰盖	172
5	法兰材料和压力-温度等级	178
5.1	法兰材料	178
5.2	法兰压力-温度等级	179
第4章 铜合金及复合法兰		182
1	法兰结构型式与尺寸	182
1.1	整体铸造法兰	182
1.2	对焊法兰	188
1.3	板式平焊法兰	189
1.4	带颈平焊法兰	192
1.5	平焊环松套板式钢法兰	197
1.6	对焊环松套板式钢法兰	199

1.7 法兰盖	203
2 法兰材料及技术要求	209
2.1 法兰材料及其焊接	209
2.2 法兰尺寸公差	210
2.3 法兰密封面及其配用密封垫片	212
3 法兰压力-温度等级	212
第5章 管道法兰用紧固件	214
1 型式与尺寸	214
1.1 六角头螺栓	214
1.2 等长双头螺柱	214
1.3 全螺纹螺柱	215
1.4 螺母	216
2 材料及机械性能	218
2.1 商品紧固件	218
2.2 专用紧固件	218
3 技术要求	219
3.1 商品紧固件	219
3.2 专用紧固件	219
3.3 表面处理	219
4 钢制管法兰连接用紧固件使用规定	219
4.1 紧固件的使用条件	219
4.2 紧固件适用的压力、温度	220
4.3 紧固件的选配	220
5 标记与标志	221
5.1 标记	221
5.2 标志	222

第二篇 压力容器法兰

第6章 法兰型式、参数	225
1 法兰分类及法兰类型代号	225
1.1 法兰分类	225
1.2 法兰类型代号	225

2 法兰适用参数范围	225
3 法兰密封面	227
4 法兰标记	227
4.1 标记方法	227
4.2 标记示例	227
第7章 压力容器法兰产品	228
1 法兰结构型式与尺寸	228
1.1 平焊法兰	228
1.2 长颈对焊法兰	243
2 法兰压力-温度等级或法兰工作温度及最大允许工作 压力	256
2.1 平焊法兰	256
2.2 长颈对焊法兰	256
3 法兰技术要求	258
3.1 总的要求	258
3.2 材料	259
3.3 机械加工	259
3.4 焊接	259
3.5 法兰与圆筒连接要求	259
3.6 检验与验收	260
3.7 其他要求	260
第8章 法兰选用	261
1 选用原则与法兰类型适应的腐蚀裕量	261
1.1 选用原则	261
1.2 腐蚀裕量	261
2 法兰用垫片的选择	261
3 法兰用螺柱的选择	261
3.1 螺柱材料的选用	261
3.2 螺柱的型式与尺寸	261
4 法兰、垫片、螺柱、螺母材料匹配	261
5 轧制法兰断面型式及选用	266
5.1 断面型式	266

5.2 选用	266
--------------	-----

第三篇 法兰设计计算方法

第 9 章 法兰强度设计的基本理论	271
-------------------------	-----

1 基于材料力学的分析方法	271
1.1 巴赫法	271
1.2 TY8100 方法	272
2 基于弹性分析的方法	273
2.1 Waters 法的假设与简化	273
2.2 计算模型	273
2.3 解析过程简述	275
3 基于塑性极限载荷的分析方法	277

第 10 章 主要法兰设计方法的比较	280
--------------------------	-----

1 基于材料力学的分析方法	280
1.1 巴赫法	280
1.2 TY8100 方法	280
2 基于塑性极限载荷的分析方法——DIN、AD 方法	280
3 基于弹性分析的方法	281

第 11 章 我国钢制管法兰连接强度计算方法	282
------------------------------	-----

1 计算方法总则	282
2 计算方法 A	282
2.1 符号说明	282
2.2 计算	288
2.3 计算方法 A 简评	299
3 计算方法 B	299
3.1 符号说明	299
3.2 计算	301
3.3 计算方法 B 简评	305

第 12 章 ASME 规范设计新方法	307
1 紧密性概念和紧密性参数	307
2 紧密性分级	308
3 确定所需螺栓总截面积的方法	308
3.1 柔性法	309
3.2 简化法	311
第 13 章 螺栓法兰连接的紧密性设计方法	312
1 垫片基本性能及其表征	312
1.1 压缩回弹特性	312
1.2 蠕变性能	313
1.3 密封性能	314
2 螺栓法兰连接的变形协调分析	314
2.1 法兰轴向位移计算	315
2.2 螺栓变形量计算	318
2.3 垫片变形量计算	318
2.4 连接系统的变形协调方程	319
3 螺栓法兰连接的紧密性分析	319
3.1 紧密性分析的基本内容	319
3.2 紧密性分析方法	319

第一篇

管道法兰

管道法兰(简称管法兰)是管道系统中应用最广的一种可拆连接接头,同时又是一种承受压力的密封元件。在管道系统中,法兰和管子直接相连或与泵、阀、机等管道设备的进出口管子相连接。通常法兰本身和密封垫片及连接螺栓三者组合成密封结构作为管道连接件,并使之成为庞大管网系统的基本构件,已广泛运用于现代化管道工程上。据统计,单在石油化工工业中,仅一个大型炼油厂的法兰接头总数就达到20万个以上。管法兰接头是借助连接螺栓压紧夹在一对法兰间的密封垫片,使垫片在螺栓压紧力的作用下发生塑性变形或弹性变形,从而填塞住法兰密封面的微几何间隙来实现密封的目的。

管法兰接头包括法兰、垫片及连接螺栓,各自作为标准零件出现。管法兰的种类很多,按材料划分,最常见的法兰有4大类,即钢制管法兰、铸铁(包括灰铸铁、可锻铸铁及球墨铸铁)管法兰、铜及铜合金复合管法兰及铝合金管法兰。本篇只收录了钢制管法兰、铸铁管法兰及铜合金管法兰。

第1章 法兰型式、参数

管法兰结构型式系按法兰的结构及其与管子的连接方式划分的,除法兰结构型式外,还涉及法兰密封面型式。法兰参数包括法兰公称通径和钢管外径、法兰连接尺寸以及法兰公称压力和最高无冲击工作压力等项。

1 法兰结构型式

按法兰的结构及其与管子的连接方式分有:整体法兰、螺纹法兰、对焊法兰、平焊法兰、承插焊法兰、松套法兰(含有4种不同的松套元件)与法兰盖(又称盲法兰),具体结构型式见图1-1。

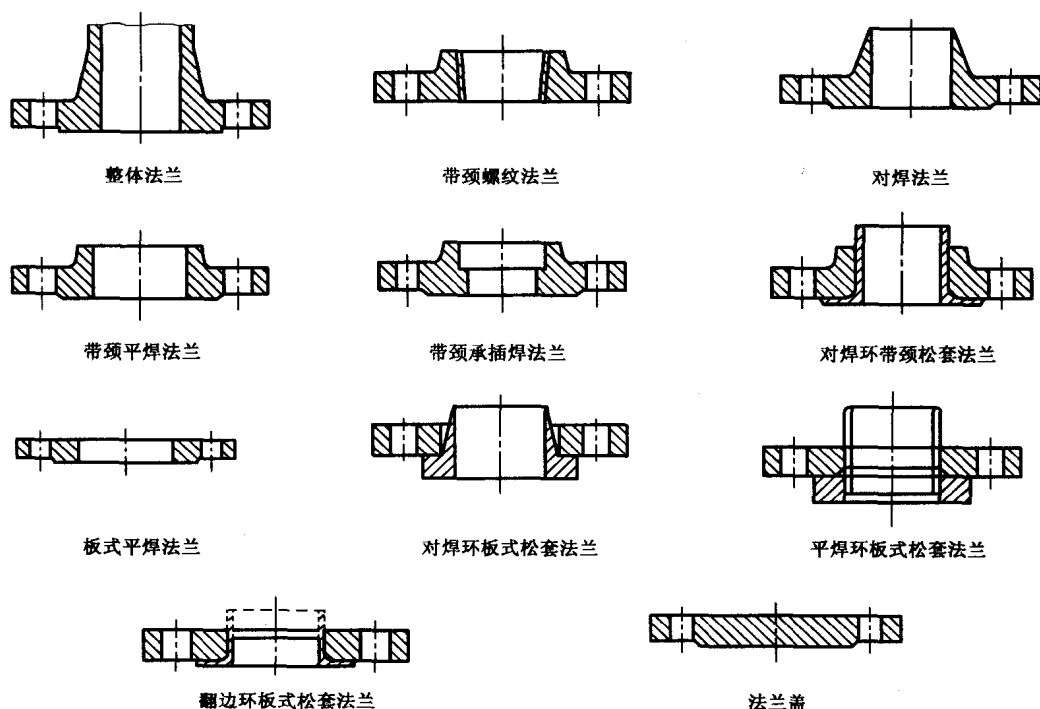


图 1-1 法兰的结构型式

整体法兰系指泵、阀、机等机械设备与管道连接的进出口法兰,通常和这些管道设备制成一整体,作为设备的一部分。法兰通常是铸造成型,少数为锻造成型,如锻钢阀门的端法兰。

螺纹法兰是将法兰的内孔加工成管螺纹,并和带螺纹的管子配合实现连接,是一种非

焊接法兰。与焊接法兰相比,螺纹法兰具有安装、维修方便的特点,可在一些现场不允许焊接的管线上使用。合金钢法兰有足够的强度,但不易焊接,或焊接性能不好,亦可选择螺纹法兰。但在管道温度变化急剧或温度高于 260°C 低于 -45°C 的条件下,建议不使用螺纹法兰,以免发生泄漏。

对焊法兰又称高颈法兰,它与其他法兰不同之处在于从法兰与管子焊接处到法兰盘有一段长而倾斜的高颈,此段高颈的壁厚沿高度方向逐渐过渡到管壁厚度,改善了应力的不连续性,因而增加了法兰强度。对焊法兰主要用于工况比较苛刻的场合,如管道热膨胀或其他载荷而使法兰处受的应力较大或应力变化反复的场合;压力、温度大幅度波动的管道或高温、高压及零下低温的管道。

平焊法兰又称搭焊法兰。平焊法兰与管子的连接是先将管子插入法兰内孔至适当位置,然后再搭焊,其优点在于焊接装配时较易对中,且价格便宜,因而得到了广泛的应用。按内压计算,平焊法兰的强度约为相应对焊法兰的三分之二,疲劳寿命约为对焊法兰的三分之一。所以,平焊法兰只适用于压力等级比较低,压力波动、振动及震荡均不严重的管道系统中。平焊法兰又可细分为带颈平焊及板式平焊两种。

承插焊法兰的基本形状与带颈平焊法兰相同,在法兰的内孔上开有一段承孔,管子插入承孔内焊住,在法兰背面焊一圈焊缝。由于法兰与管子间存在空隙,有时易产生腐蚀,若里面再焊上一道缝就可避免这种腐蚀。内外两面焊接的承插焊法兰,其疲劳强度比平焊法兰大 50%,而静强度相同。使用这种法兰时,其内径需与管子内径一致。承插焊法兰仅适用于公称通径 DN80 以下口径的管道上。

松套法兰的连接实际上也是通过焊接实现的,只是这种法兰是松套在已与管子焊接在一起的附属元件上,然后通过连接螺栓将附属元件和垫片压紧以实现密封,法兰(即松套)本身则不接触介质。附属元件与管子的焊接方式既有平焊也有对焊。这种法兰连接的优点是法兰可以旋转,易于对准螺栓孔,使用在大口径管道上易于安装。松套法兰也适用于管道需要频繁拆卸以供清洗或检查的地方,或用在对准法兰螺栓孔时仅需转动法兰而不必旋转管子之处。使用这种法兰接头时,法兰附属元件材料与管子材料一致;而法兰材料可与管子材料不同,因此比较适合于输送腐蚀性介质的管道及有色金属管道系统,以达到尽量节省昂贵材料(如不锈钢及有色金属)的目的。松套法兰按附属元件的不同又可细分为对焊环带颈松套法兰、对焊环板式松套法兰、平焊环板式松套法兰及翻边环板式松套法兰 4 种。松套法兰附属元件见图 1-2。

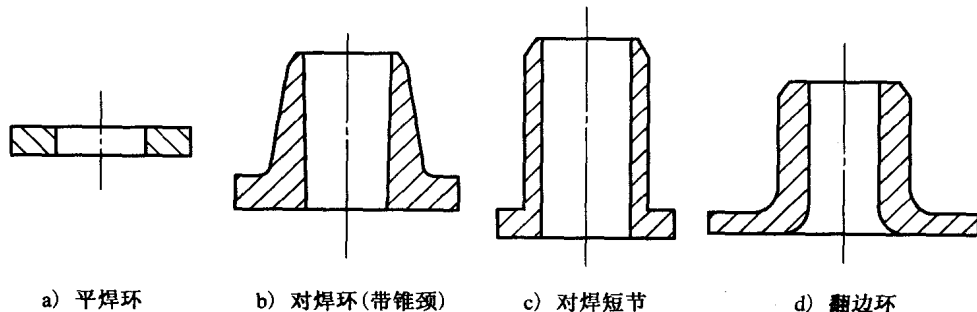


图 1-2 松套法兰附属元件

2 法兰密封面

2.1 法兰密封面型式及代号

2.1.1 法兰密封面型式

常用法兰密封面主要有平面、突面(有的标准中称凸面)、凹凸面、榫槽面和环连接面5种型式,见图1-3。

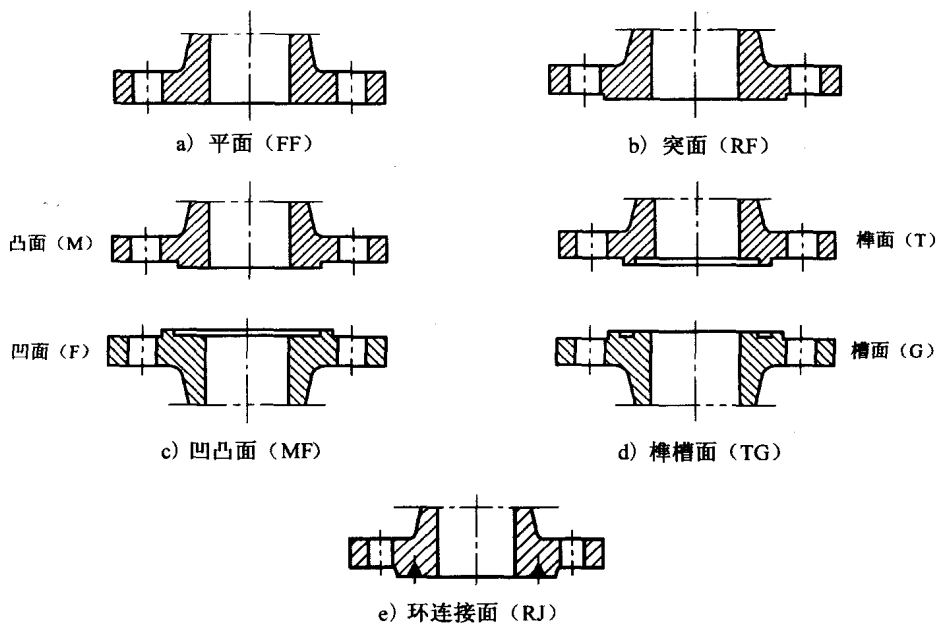


图 1-3 法兰密封面型式

2.1.1.1 平面

平面密封面主要用于宽面法兰及低压管道系统中,与相配密封垫片接触面分布于法兰螺栓中心圆的内外两侧,对应的垫片材质多为石棉橡胶等非金属软质材料,垫片预紧比压较低。

2.1.1.2 突面

突面密封面主要用于窄面法兰,即垫片的接触面位于法兰螺栓孔所包围的圆周范围内,也就是突面密封面对应的垫片外径正好与法兰连接螺栓内切圆直径相当,安装时可借助螺栓使垫片位置固定在法兰面中央。这种密封面在法兰上应用最为广泛。

适用于突面密封面法兰的垫片有各种非金属平垫片、包覆垫片;金属包垫;缠绕式垫片(含带外环或带内外环)等。

2.1.1.3 凹凸面

凹凸面密封面的特点是垫片嵌在凹面的凹槽中,减少垫片被压力冲击的可能性,装配时便于对中,和突面密封面法兰相比,这种密封面常常可以用在密封要求较严的场合,其缺点是一对法兰两种密封面,密封面加工较突面法兰复杂,因此不像突面法兰那样应用广泛。和榫槽面法兰相比,它还有不能保护垫片不被挤入管道内的缺点。

凹凸面密封面适用的密封垫片有:各种非金属平垫、包覆垫;金属包垫;基本型或带内