备案号：JXXXX-XXXX

中华人民共和国化工行业标准 **HG**

**HG/T 20583 — 201X**

代替 HG/T 20583 —2011

# 钢制化工容器结构设计规范

Code for structural design of steel chemical vessel

（ 征求意见稿 ）

201X-XX-XX 发布　　201X-XX-XX 实施

**中华人民共和国工业和信息化部**　　发布

# 中华人民共和国化工行业标准

# 钢制化工容器结构设计规范

Code for structural design of steel chemical vessel

**HG/T 20583—201X**

主编单位： 赛鼎工程有限公司

批准部门： 中华人民共和国工业和信息化部

实施日期： 201X 年 XX 月 XX 日

**XXXX 出版社**

。XX 。

# 前　言

本规范是根据工业和信息化部《关于印发2017年第3批工业行业标准制修订计划的通知》（工信厅科[20XX]XXX号）的要求，由中国石油和化工勘察设计协会为主编部门，委托全国化工设备设计技术中心站负责组织，赛鼎工程有限公司为主编单位，会同参编单位，在原行业标准《钢制化工容器结构设计规定》HG/T20583-2011的基础上修订完成。

本规范自实施之日起代替《钢制化工容器结构设计规定》 HG/T20583-2011。

本规范在修订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，认真总结了我国钢制化工容器方面的工程结构设计、施工工艺、质量控制、工程质量验收工作的实践经验，同时参考了国内外工程公司工程技术应用的大量资料，并在广泛征求意见的基础上，修改本规范，最后经审查定稿。

本规范共分15章、4个附录和条文说明，主要内容包括：总则、术语和符号、筒体、封头及其连接、法兰、垫片、螺栓（柱）及螺母、人孔、手孔、检查孔、开孔、开孔补强、接管、液面计、视镜、温度计、压力表、超压泄放装置、支承及支座、进出口挡板、吊耳、吊柱、避雷针、接地板、焊接垫板、保温钉、保温圈、外轮廓尺寸与运输界限、焊接结构等。

本规范与原《钢制化工容器结构设计规定》HG/T20583-2011相比，主要变化如下：

1、增加了本规范的修订目的和限制条件；

2、调整了部分术语；

3、调整了筒体最小长度的限定值；

4、取消了球冠形封头应用范围图例，改为直接引用专业技术标准；

5、增加了直径小于5600mm的直立容器锥顶坡度要求；

6、增加了容器法兰的限制条件；

7、增加了Grayloc法兰的使用；

8、增加了奥氏体不锈钢螺栓（柱）、螺母的限制条件；

9、增加了开孔间距的要求；

10、增加了补强圈的使用条件和限制；

11、增加了接管筋板加强的方式以及内伸接管的固定方法；

12、调整裙式支座地脚螺栓的规格；

13、进口缓冲板结构尺寸表格化并调整；

14、防涡流挡板调整钢板厚度规格；

15、增加进口分布器的要求以及切向进口防磨板的设置要求；

16、气体出口挡板结构尺寸表格化并调整；

17、增加低温吊柱的设置要求；

18、增加了接地板最小截面的要求；

19、对接接头焊缝由 40 个调整为 46 个；接管与壳体连接焊缝由 62 个调整为 68 个；角接焊缝类型由 12 个调整为 17；

20、调整搭接焊缝的代号；

21、管板与壳体焊缝由 9 个调整为 15 个；

22、修订了与相关标准不相符合的部分条款。

本规范由工业和信息化部负责管理，由中国石油和化工勘察设计协会负责日常管理,由赛鼎工程有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见和建议，请与赛鼎工程有限公司公司联系（联系地址：山西省太原市高新区晋阳街赛鼎路 1 号，邮编：030032，电话：0351-2179800 传真：0351-2176242）以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人

主编单位： xxxxxxxx

参编单位：XXX XXX XXX XXX

主要起草人：XXX XXX XXX XXX

主要审查人：XXX XXX XXX XXX

本标准代替标准的历次版本发布情况为：

-HG/T20583-2011

-HG 20583-1998(2004)

-HG 20583-1998

-HGJ17-1989

# 目　次

1 总则 ……(1)
2 术语和符号 ……(2)
3 筒体、封头及其连接 ……(4)
4 法兰、垫片、螺栓（柱）及螺母 ……(6)
5 人孔、手孔、检查孔 ……(10)
6 开孔、开孔补强、接管 ……(13)
7 液面计、视镜、温度计、压力表 ……(19)
8 超压泄放装置 ……(21)
9 支承及支座 ……(22)
10 进出口挡板 ……(26)
11 吊耳、吊柱 ……(34)
12 避雷针、接地板 ……(35)
13 焊接垫板、保温钉、保温圈 ……(36)
14 外轮廓尺寸与运输界限 ……(37)
15 焊接结构 …… ……(38)
附录 A(资料性附录)石油化工压力容器法兰用垫片 ……(74)
附录 B(资料性附录)石油化工压力容器接管法兰用垫片 ……(77)
附录 C(资料性附录)金属和非金属垫片的耐化学品性能 ……(84)
附录 D(资料性附录)金属垫片的物理性能 ……(88)
本标准用词说明 ……(89)
引用标准名录 ……(90)
条文说明 ……(92)

# Contents

1 General provisions……(1)

2 Terms and symbol ……(2)

3 Cylinder,covers and their connection ……..(4)

4 Flange,gaskets,bolts and nuts……..……..…(6)

5 Man hole,hand hole and inspecting hole ……(10)

6 Openings,reinforcement and nozzles …….……(13)

7 Liquid level meter,sight glass,temperature meter and pressure meter……(19)

8 Pressure relief devices ……(21)

9 Supports ……(22)

10 Baffles at inlet and outlet ……(26)

11 Lifting lugs and davit ……(34)

12 Lighting rod and earth lug ……(35)

13 Welding pads,insulation tacks and insulation rings ……..……(36)

14 Size of outsize profile and limitation of transportation ……(37)

15 Weld structure ……(38)

Appendix A(for information) Gaskets of shell flange used in chemical medium……..……(74)

Appendix B(for information) Gaskets of nozzle flange used in chemical medium……(77)

Appendix C(for information) Anticorrosion properties……(84)

Appendix D(for information) Physical properties of matal gaskets ……(88)

Explanation of wording in this standard ……(89)

Normative standard……(90)

Explanation of section……(92)

# 1 总 则

**1.0.1** 为了优化和规范化工容器的结构设计，特制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于化工工艺过程钢制容器设计中的通用性结构。对于其它工艺过程和其它材料制容器仅供参考。

**1.0.3** 本规范不适用于其它机械或容器标准已规定的专用结构或特殊结构。

**1.0.4** 钢制化工容器的结构设计，除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 2　术语和符号

## 2.1　术语及定义

2.1.1　压力　pressure

垂直作用在容器表面单位面积上的的力。在本规范中，除注明者外，压力均指表压力。

2.1.2　公称压力　nominal pressure

公称压力指标准容器或元件在基准温度下的耐压强度，与标准容器或元件的力学性能和尺寸特性相关。

2.1.3　公称尺寸　nominal size

公称尺寸指容器或元件规格名义尺寸。通常用于表达容器或元件的直径、长度、厚度等规格，是接近实际尺寸的数值。

2.1.4　突面　raised face

突面指法兰密封面的一种形式。突起的窄密封平面，与垫片的接触面位于螺栓孔的内侧，代号为 RF。

2.1.5　全平面　full face

全平面指法兰密封面的一种形式。亦称宽密封面，与垫片的接触面位于螺栓孔的内外两侧，代号为 FF。

2.1.6　焊接　welding

通过将材料加热到焊接温度，施加或不施加压力，或单独施加压力，使用或不使用填充材料，使金属或非金属产生局部融合。

2.1.7　焊接结构　welding structure

利用焊接方法制造的连接结构称为焊接结构。容器的元件本体焊接所形成的结构亦属焊接结构。

2.1.8　焊缝　welded seam

焊缝指焊接元件间经焊接熔合后所形成的结合处部分。依据焊接件之间的相对位置和所形成的焊缝形式大致可分为：对接焊缝、角焊缝、塞焊缝、槽焊缝和端接焊缝。

2.1.9　焊缝余高　weld reinforcement

指对接焊缝表面两焊趾连线以上部分金属高度。

## 2.2 符号

A —— 卧式圆筒容器的鞍座底板中心线至封头切线的距离 ；

DN ($D_n$)—— 容器或元件的公称直径 ；

$H_f$—— 封头的直边高 ；

$H_i$ —— 接管插入的内伸长度 ；

L —— 卧式容器两封头切线间距离 ；

l —— 接管及其连接法兰的外伸长度 ；

PN —— 容器或元件的公称压力 ；

$R_a$ —— 圆筒的平均半径 ；

$R_m$ —— 钢材标准抗拉强度的下限值 ；

$T_d$ —— 容器或元件的设计温度 ；

$\delta_n$ —— 容器壁的名义厚度 ；

$\delta_n t$ —— 接管的名义厚度 ；

$DC_1$ ——正圆锥壳大端的中面直径；

$DC_2$ ——正圆锥壳小端的中面直径；

$D_m$ —— 壳体或元件的中面直径；

$D_o$ —— 容器壳体或元件的外直径；

$d_{op}$ —— 容器壳体或元件的开孔直径；

W —— 开孔边缘与不连续点间经线限制距离；

A —— 正圆锥壳的半顶角；

$\delta_{n1}$ —— 正圆锥壳大端的壁厚；

$\delta_{n2}$ —— 正圆锥壳小端的壁厚；

# 3　筒体、封头及其连接

## 3.1　筒体

**3.1.1**　圆筒形容器及其元件的公称直径（DN）的选取宜符合标准 GB/T 9019 《压力容器公称直径》。筒体采用钢板卷压焊接制作时，公称直径（DN）应以内径数值为基准，300 mm 至 1000 mm 以 50 mm 为一个规格单位，1000 mm 以上以 100 mm 为一个规格单位；筒体采用钢管制作时，公称直径（DN）以接近钢管实际内径的整数值来表示。GB/T 9019 中公称直径（DN）最小规格为 DN150，最大规格为 DN13200。当不考虑与标准封头或标准法兰等匹配时，可不受此限制。

**3.1.2**　特殊场合或与国外工程匹配的容器筒体的公称直径亦可采用特殊尺寸系列或英制单位的国外公称直径系列。

**3.1.3**　单独作容器的圆形筒体，其长度不宜小于$3\sqrt{D_n\delta_n}$。

## 3.2　封头

**3.2.1**　中、低压圆筒形压力容器的封头型式宜优先采用标准型椭圆形封头，亦可采用碟形封头、球冠形封头、平底形封头、锥形封头以及球形封头。标准封头选用可按 GB/T 25198 《压力容器封头》。

**3.2.2**　球冠形封头可用作容器的端封头，亦可用作容器两独立受压室的中间封头。封头内半径宜取 0.75~1.0 倍筒体内直径。球冠形封头的设计应符合 GB/T 150 《压力容器》 的规定。

**3.2.3**　对于直径较大（DN＞4000mm 时）的容器的封头可以采用先成形后拼焊的构造形式。

**3.2.4**　锥形封头与筒体连接，其大端或小端的直边高($H_f$)不能满足设计所需的圆筒加强段长度（$\sqrt{2D_n\delta_n}$）时，应通过调整与其相连接筒体的尺寸来满足设计要求。

**3.2.5**　放置在混凝土平台或钢平台上的直立容器，且底封头仅承受所储存介质重量载荷和自身重量载荷时，底封头可采用平底封头。

**3.2.6**　采用平板作直立容器的顶盖时，当筒体直径 DN＞1600 mm 时，顶盖宜考虑增设型钢来提高封头刚性降低平板厚度。平板厚度及型钢规格应根据计算确定。加强型钢的布置可以采用平行布置、井字形布置以及环向和径向组合布置。

**3.2.7**　采用伞状锥顶板作直立容器的顶盖时，筒体直径不应大于 5600mm 。锥顶坡度不应小于∠1:6，但不得大于∠3:4。顶板厚度应根据计算确定。

### 3.3 封头连接

**3.3.1** 球冠形封头、无折边锥形封头与筒体或法兰焊接的角接焊缝应采用全焊透结构。

**3.2.2** 以外径为基准的标准椭圆形封头与标准管法兰连接时，宜选用带颈对焊型管法兰，封头壁厚应与法兰连接端部壁厚相适宜，在结构尺寸不受限制时，应采用增设筒体短节连接。

**3.2.3** 以内径为基准的标准椭圆形封头、碟形封头、折边锥形封头、平底形封头与标准压力容器法兰连接时，封头的壁厚和直边高($H_f$)应符合法兰连接的要求。当不能满足要求时，应采用增设筒体短节的方法。

# 4　法兰、垫片、螺栓（柱）及螺母

## 4.1　容器法兰

**4.1.1**　容器筒体的分段分节或端封头与筒体的连接，可选用法兰连接。但法兰连接不推荐在筒体直径 DN＞3000mm 场合，或设计压力 $P_D$＞6.4MPa 和设计温度 $T_d$＞350℃的场合使用。

**4.1.2**　非密闭性要求容器或对密封要求不高的容器，其端盖与筒体的连接或筒体分段分节间的连接可采用角钢兼作法兰。角钢兼作法兰时的螺栓数量设置一般宜取 4 的倍数，螺栓孔的布置及螺栓孔的尺寸应符合相应规格角钢的螺栓连接规线要求。

**4.1.3**　以内径为公称直径的容器筒体间的连接或筒体与封头的连接的法兰连接宜按 NB/T 47020～47027 《压力容器法兰、垫片、紧固件》标准选用；以外径为公称直径的容器筒体间的连接或筒体与封头的连接的法兰连接宜按 HG/T 20592 《钢制管法兰 (PN 系列)》标准选用。

**4.1.4**　以英制单位为公称直径的容器筒体（含钢管作筒体）间的连接或筒体与封头的连接的法兰连接可参考 HG/T 20615 《钢制管法兰 (Class 系列)》和 HG/T 20623 《大直径钢制管法兰 (Class 系列)》标准选用。

**4.1.5**　真空容器的筒体间连接或筒体与封头连接采用法兰连接时，可选用真空法兰标准，亦可选用压力容器法兰标准和钢制管法兰标准。选用压力容器法兰和钢制管法兰时，真空度为 600 mmHg 以下时，法兰的公称压力等级应≥0.6 MPa；真空度≥600 mmHg 时，法兰的公称压力等级应≥1.0 MPa。

**4.1.6**　连接法兰的密封面型式选用凹凸面或榫槽面时，连接法兰的密封面为上下布置时，凹面或槽面应向上；连接法兰的密封面为左右布置时，凹面或槽面应位于筒体上或固定不动的零部件上。

**4.1.7**　标准压力容器法兰的密封面的加工粗糙度当不能满足所选用密封垫的要求时，应以密封垫的要求为准确定法兰密封面的加工粗糙度。

## 4.2 接管法兰

**4.2.1** 化工容器的接管法兰应优先选用 HG/T 20592～20614 《钢制管法兰、垫片、紧固件（PN 系列）》和 HG/T 20615～20635 《钢制管法兰、垫片、紧固件（Class 系列）》标准。HG/T 20592 《钢制管法兰（PN 系列）》的连接尺寸（含密封面）可与国内或国外其它标准法兰相同等级的公制法兰标准匹配，可匹配的国内或国外法兰标准参见 HG/T 20592 《钢制管法兰（PN 系列）》标准附录 C ；HG/T 20615 《钢制管法兰（Class 系列）》的连接尺寸（含密封面）可与国内或国外相同等级的英制法兰标准匹配，可匹配的国内或国外法兰标准参见 HG/T 20615 《钢制管法兰（Class 系列）》标准附录 D。

**4.2.2** 容器的接管法兰密封面型式选用凹凸面或榫槽面时，设在容器顶部和侧面的接管应选用凹面或槽面法兰；设在容器底部的接管应选用凸面或榫面法兰。若接管是与阀门或机泵连接口直接相连，则接管法兰的密封面型式应与阀门或机泵连接口的法兰密封面型式相适应。

**4.2.3** 对于盛装介质为易爆介质（或称爆炸危险介质）、中度和轻度毒性危害介质的容器，不论其工作压力多低，容器接管法兰的公称压力等级选用应不低于 1.6 MPa ；对于盛装介质为极度和高度毒性危害介质、强渗透性介质的容器，不论其工作压力多低，容器接管法兰的公称压力等级选用应不低于 2.0 MPa 。

**4.2.4** 对于盛装介质为极度和高度毒性危害介质、强渗透性的中度毒性危害介质、液化石油类介质的容器，容器的接管法兰应选用带颈对焊型管法兰。

**4.2.5** 对于低温工况、高温工况以及疲劳工况下的容器的接管法兰应选用带颈对焊型管法兰。

**4.2.6** 氮肥行业专用螺纹法兰、透镜垫及其紧固件（螺栓或螺柱、螺母、垫圈）可按标准 JB/T 2768～2778 选用。

**4.2.7** 接管法兰密封面的加工粗糙度应以所选用的密封垫确定。常用密封垫的法兰的密封面加工粗糙度可参考 HG/T 20614 《钢制管法兰、垫片、紧固件选配规定（PN 系列）》和 HG/T 20635 《钢制管法兰、垫片、紧固件选配规定（Class 系列）》选择。

**4.2.8** 容器上备用管口的接管法兰、法兰盖、垫片、螺栓、螺母应配置齐全。

## 4.3 特殊法兰

**4.3.1** 高压容器的筒体端部或容器特定接管连接端部的连接法兰宜根据所选密封结构型式进行法兰、法兰盖（或称端盖）、紧固件的设计。

**4.3.2** 高压、高温、温度变化频繁、高冲蚀以及机械振动等场合的法兰连接宜采用 Grayloc 等有成熟使用经验的法兰。

**4.3.3** 高温、高压、不允许泄漏、拆卸次数少的场合的法兰连接型式宜采用焊唇式法兰。

## 4.4 垫片

**4.4.1** 角钢法兰用垫片应选择全平面软垫片形式，垫片材料应根据介质特性选用，垫片厚度不得小于 1.5mm。

**4.4.2** 压力容器法兰用垫片宜优先选用标准垫片，常用垫片标准包括：《非金属软垫片》NB/T 47024、《缠绕垫片》NB/T 47025、《金属包垫片》 NB/T 47026、《管壳式热交换器用垫片 第 1 部分：金属包垫片》 GB/T 29463.1、《管壳式热交换器用垫片 第 2 部分：缠绕式垫片》GB/T 29463.2、《管壳式热交换器用垫片 第 3 部分：非金属软垫片》GB/T 29463.3。

**4.4.3** 压力容器法兰用垫片与介质等参数的匹配可参照本标准附录 A。

**4.4.4** 接管法兰用垫片应优先选用标准垫片 HG/T 20606～20612 和 HG/T 20627～20633。

**4.4.5** 接管法兰用垫片与介质等参数的匹配可参照本标准附录 B。

**4.4.6** 压力和温度低的场合宜采用非金属软垫片和金属包覆垫片；压力和温度高的场合宜采用金属垫片和金属复合垫片或金属缠绕垫片。压力和温度有波动的场合宜采用回弹性好的和具有一定自紧式作用的垫片。

**4.4.7** 介质为环氧乙烷的场合，垫片宜选用聚四氟乙烯材料。

**4.4.8** 介质不允许微量纤维混入的场合（如航空汽油或煤油等）不应采用含纤维性垫片。

**4.4.9** 存在硫化氢腐蚀的场合，金属垫片或非金属垫片的金属骨架以及金属包敷材料宜采用含钛的不锈钢。

**4.4.10** 存在氢腐蚀的场合，金属垫片或非金属垫片的金属骨架和金属包敷材料宜采用铬钼钢或不锈钢。

**4.4.11** 常用金属和非金属垫片的耐化学品性能可参照本标准附录 C，常用金属垫片使用的物理性能可参照本标准附录 D。

## 4.5 螺栓（柱）及螺母

**4.5.1** 压力容器法兰用螺柱应优先按 NB/T 47027 《压力容器用紧固件》选用。螺柱与螺母材料的匹配应符合 NB/T 47020-2012 中表 2 法兰、垫片、螺柱、螺母材料匹配表的规定。

**4.5.2** 钢制管法兰用螺栓(柱)及螺母应优先按 HG/T 20613 和 HG/T 20634 选用。钢制管法兰、垫片、紧固件的匹配应符合 HG/T 20614 和 HG/T 20635 的规定。

**4.5.3** 奥氏体不锈钢法兰用螺栓(柱)和螺母宜采用低于或与其有相近线膨胀系数的材料。

**4.5.4** 高温、高压以及低温和疲劳工况下压力容器法兰用紧固件应优先采用中部较细的光杆式双头螺柱或全螺纹螺柱。

**4.5.5** 高温以及疲劳工况下法兰用紧固件（螺栓（柱）、螺母）不宜选用奥氏体不锈钢材料。

# 5　人孔、手孔、检查孔

## 5.1　设置原则

**5.1.1**　容器需定期进行内部整理或检查时应设置专门的供出入或观察用的人孔、手孔或检查孔。人孔和手孔宜优先按 HG/T 21514～HG/T 21535 标准和 HG/T 21594、HG/T 21596～HG/T 21604 标准选用。

**5.1.2**　容器公称直径大于等于 1000 mm 时宜设置人孔。

**5.1.3**　容器公称直径小于 1000 mm 时宜优先考虑设置手孔或检查孔。

**5.1.4**　容器上的管口（DN≥80 mm）如能起到检查孔的作用时可不单独再设置检查孔。

**5.1.5**　容器公称直径小于等于 300 mm 时可不设置检查孔。

**5.1.6**　管壳式换热器的壳侧可不设置检查孔。

## 5.2　设置数量

**5.2.1**　容器及容器的每个分隔空间如不能利用管口或设备法兰对容器内部进行检查时应按表 5.2.1 规定的数量设置检查孔。

**表 5.2.1　检查孔设置的最少数量**

| 容器公称直径（DN）mm | 检查孔数量 |
|---|---|
| 300～≤500 | 2 个手孔 |
| ＞500～≤1000 | 1 个人孔或 2 个手孔 |
| ＞1000 | 1 个以上人孔 |

**5.2.2**　卧式容器和立式容器的筒体的单独长度大于等于 6000 mm 时，宜考虑设置两个以上的人孔。

## 5.3 设置部位

**5.3.1** 人孔、手孔、检查孔的设置位置应便于进出和检查方便。

**5.3.2** 小直径立式容器的人孔、手孔或检查孔宜设置于顶盖上。大直径立式容器的人孔、手孔允许设置于筒体上。容器设置两个或两个以上人孔时，建议分别设置于顶盖和筒体上。卧式容器设置两个人孔时宜分别设置于筒体的两端。

**5.3.3** 人孔、手孔用作容器装卸填料或触媒时，其轴线允许不垂直于筒体或封头经线。

**5.3.4** 球形容器的人孔设置应符合 GB/T 12337 《钢制球形储罐》。特殊场合球罐底部可不设人孔。

**5.3.5** 盛装液态介质的压力容器不推荐将人孔、手孔或检查孔设置于底封头上或长期被液体浸泡的位置。

**5.3.6** 长圆形人孔或椭圆形人孔的长轴布置应垂直于圆筒壳的轴线。

## 5.4 结构形式

**5.4.1** 人孔、手孔的结构型式应根据设置于容器上的空间位置、开闭频繁程度、密封性要求以及孔盖的重量等因素选择。

**5.4.2** 开闭频繁时宜选用快开式人孔、手孔。空间位置狭小场合宜选用回转盖式人孔、手孔。

**5.4.3** 孔盖重量大（>35kg）时宜选用吊盖式人孔。

**5.4.4** 为防止人孔、手孔的筒节造成介质不流动或流动差的死区宜选用带芯人孔、手孔。

## 5.5 规格尺寸

**5.5.1** 容器公称直径小于等于 1000 mm 时宜选用 DN 450 以下的人孔。

**5.5.2** 容器公称直径大于 1000 mm 时应选用 DN 500 以上的人孔。

**5.5.3** 北方地区或寒冷地区宜选用 DN 500 以上的人孔。

**5.5.4** 真空容器、储存毒性危害程度为极度、高度危害介质的或液化石油气的容器、公称压力为中压、高压的容器宜选用公称直径小的人孔。

**5.5.5** 手孔的公称直径一般不宜小于 DN 150 。

**5.5.6** 检查孔的公称直径一般不宜小于 DN 80 。

## 5.6 人孔辅梯

**5.6.1** 人孔设在容器筒体上时，为进出方便在筒体内壁可附设梯子和把手（但不推荐用于腐蚀性强的场合）。

**5.6.2** 梯子和把手的结构布置和尺寸可参见图 5.6.2-1 和图 5.6.2-2。

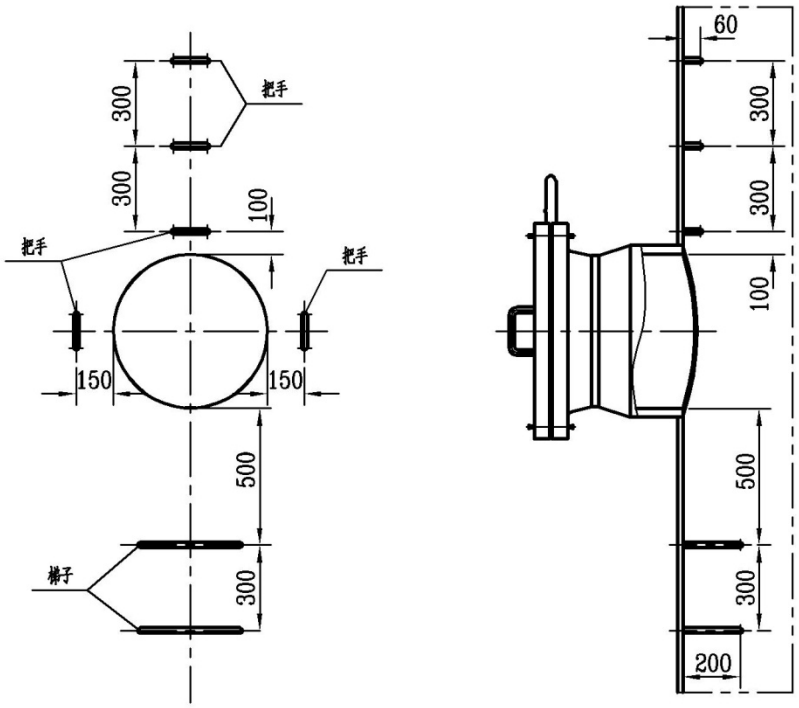
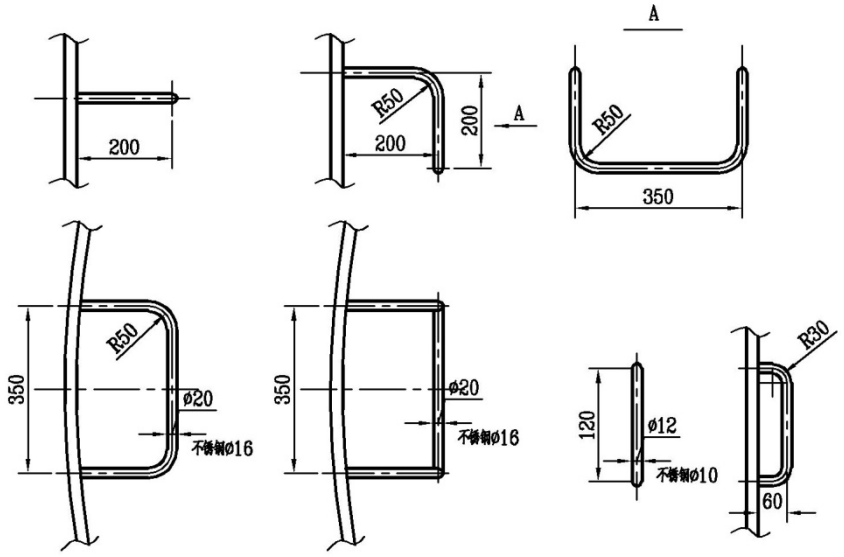



**图 5.6.2-1 梯子和把手布置图**




a) b) c)

注：a) 和 b) 为梯子图，c) 为把手图

**图 5.6.2-2 梯子和把手的尺寸**

# 6 开孔、开孔补强、接管

## 6.1 开孔

**6.1.1** 压力容器的圆筒、圆锥上开设长圆或椭圆孔时，孔的短轴应与圆筒或圆锥的经线方向一致。

**6.1.2** 凸形封头上开设长圆或椭圆孔时，开孔大小（补强计算中）应按长圆或椭圆孔的长轴计算；筒体或圆锥上开设长圆或椭圆孔时，且短轴与圆筒或圆锥的经线方向一致，开孔大小（补强计算中）应按长圆或椭圆孔的短轴计算。

**6.1.3** 开孔接管的轴线不垂直于壳体经线时，开孔大小（补强计算中）应按在经线方向的开孔尺寸计算。

**6.1.4** 开孔位于圆筒体上在下列情况，开孔边缘与相邻不连续点(或横截面)沿轴向（或经线方向）上的最小距离（W）应取$0.2\sqrt{D_m\delta_n}$和 $3\delta_n$ 两者中较大值：

1．圆筒体与椭圆形封头、碟形封头、半球形封头的连接；

2. 圆筒体与带折边或不带折边的正圆锥形封头、变径段的连接；

3. 圆筒体与带折边或不带折边的平封头或平板的连接；

4. 圆筒体与波形膨胀节的连接；

5. 圆筒体与法兰的连接。

**6.1.5** 开孔位于正圆锥壳体上，且圆筒体是与圆锥壳的大端（含折边与不折边两种）相连，开孔边缘与不连续点沿经线上的最小距离（W）应取$0.2\sqrt{D_{c1}\delta_{n1}/\cos\alpha}$和 $3\delta_{n1}$ 两者中较大值。

**6.1.6** 开孔位于正圆锥壳体或变径段上，且圆筒体是与圆锥壳的小端（包括折边与不折边）相连，开孔边缘与不连续点沿经线上的最小距离（W）应大于或等于$\sqrt{D_{c2}\delta_{n2}/\cos\alpha}$。

## 6.2 开孔补强

**6.2.1** 局部补强可采用补强圈、厚壁管、锻制管，需要时也可采用补强圈和厚壁管联合补强结构，见图 6.2.1。其补强面积按 GB/T 150《压力容器》计算确定。

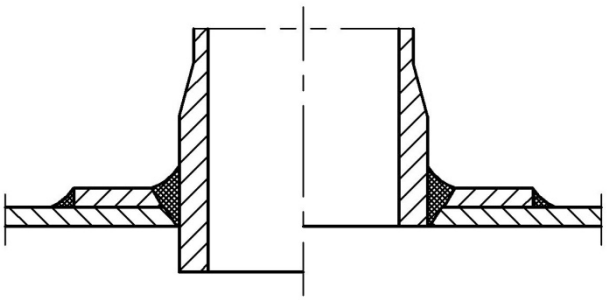


**图 6.2.1 联合补强结构**

**6.2.2** 当符合下列条件之一时，宜采用整体补强或局部整体补强元件补强方法：

1. 标准抗拉强度下限值 $R_m \geq 540$ MPa 的低合金钢材和铬钼钢低合金钢材（如：15CrMoR，14Cr1MoR，12Cr2Mo1R，12Cr1MoVR，12Cr2Mo1VR）制造的容器；
2. 补强圈的厚度大于 1.5 $\delta_n$（$\delta_n$—容器壁的名义厚度）时；
3. 设计压力大于等于 4 MPa 的压力容器；
4. 容器壳体壁厚 $\delta_n \geq 38$ mm；
5. 容器内介质为易爆或介质毒性为极度、高度危害介质；
6. 疲劳压力容器。

**6.2.3** 对于设计温度大于 350 ℃和设计温度小于等于 -20 ℃的压力容器不推荐使用补强圈补强结构。

**6.2.4** 长圆孔或椭圆孔的补强圈的补强有效宽度在长轴和短轴方向上应相等。

**6.2.5** 压力容器壳体的开孔补强采用补强圈（板）结构时应符合下列要求：

1. 壳体的壁厚基本是以无力矩薄壳理论计算或符合薄壳理论计算确定的；
2. 补强圈的有效宽度或有效补强范围小于等于 $2d_{op}$；
3. 补强圈（板）的最大厚度不得大于壳体的实际厚度且不大于 38mm；
4. 补强圈（板）的最小厚度不得小于壳体的实际厚度的 1/4；
5. 补强圈（板）补强量应大于等于开孔计算所需补强圈的补强量。
6. 补强圈（板）用于蝶形封头、椭圆形封头、折边平封头上开孔补强时，补强圈（板）的外边缘位置与封头外直径之间的距离的轴向投影尺寸应大于等于 $D_o/10$。

**6.2.6** 圆筒壳开孔补强采用应力分析法时不得采用补强圈（板）结构，应采用整体补强或局部整体补强件结构。局部整体补强件（含厚壁管补强件）与壳体的连接焊缝截面必须是全熔透形式。

## 6.3 接管

**6.3.1** 压力容器的接管应采用无缝钢管制作，当接管的公称直径 DN > 300 mm 时亦可采用钢板卷制。

**6.3.2** 压力容器接管的开孔补强亦可采用整体锻管补强形式。

**6.3.3** 压力容器接管的最小外伸长度宜不小于（$\sqrt{DN \cdot \delta_{nt}}$）。

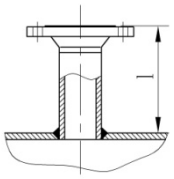
**6.3.4** 接管及其连接法兰的伸出长度推荐按下列尺寸考虑：

1. 接管轴线垂直于壳体经线时，接管及其连接法兰的密封面到经线外表面的长度值（*l*）可按表 6.3.4 选取；

2. 接管与带颈对焊法兰连接时（*l*）值确定还应满足接管上的焊缝与壳体上焊缝之间距离(见图 6.3.4-1)不小于 50 mm；

3. 接管轴线不垂直于壳体经线时，接管及其连接法兰的外缘与保温层之间的直线距离应不小于 25 mm（见图 6.3.4-2）。

**表 6.3.4 接管及其连接法兰的伸出长度 *l* mm**



| 保温层厚度 | 接管公称直径 DN | 最小伸出长度 *l* |
|---|---|---|
| 50～75 | 10～100 | 150 |
| | 125～300 | 200 |
| | 350～600 | 250 |
| 76～100 | 10～50 | 150 |
| | 70～300 | 200 |
| | 350～600 | 250 |
| 101～125 | 10～150 | 200 |
| | 200～600 | 250 |
| 126～150 | 10～50 | 200 |
| | 70～300 | 250 |
| | 350～600 | 300 |
| 151～175 | 10～150 | 250 |
| | 200～600 | 300 |
| 176～200 | 10～50 | 250 |
| | 70～300 | 300 |
| | 350～600 | 350 |
| | 600～900 | 500 |
| 注：保温层厚度小于 50 mm，l 可适当减少。 | | |

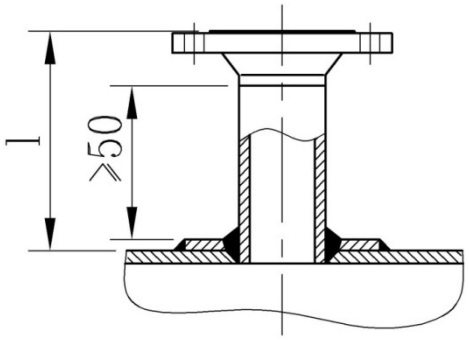
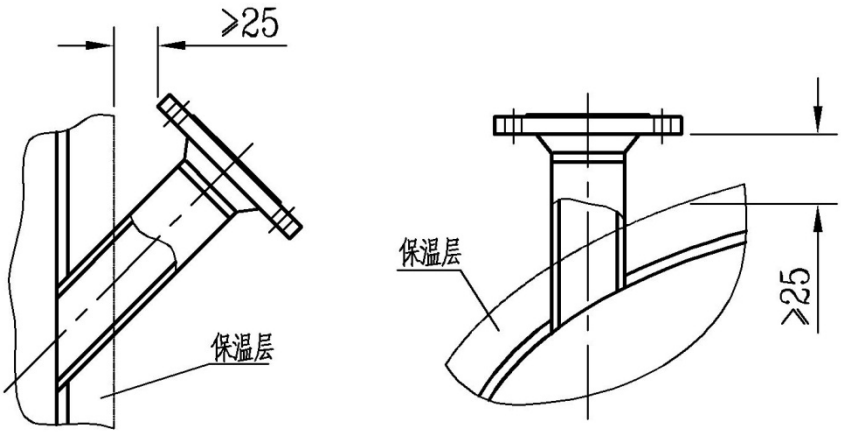



**图 6.3.4-1　接管安装限制**




(a)　　(b)

**图 6.3.4-2　接管安装保温限制**

**6.3.5**　接管与壳体连接形式可以采用内伸式亦可采用平齐式。采用内伸式结构，插人深度可按图 6.3.5 要求。 用于排气和排液的放净口接管应采用内壁平齐式结构。

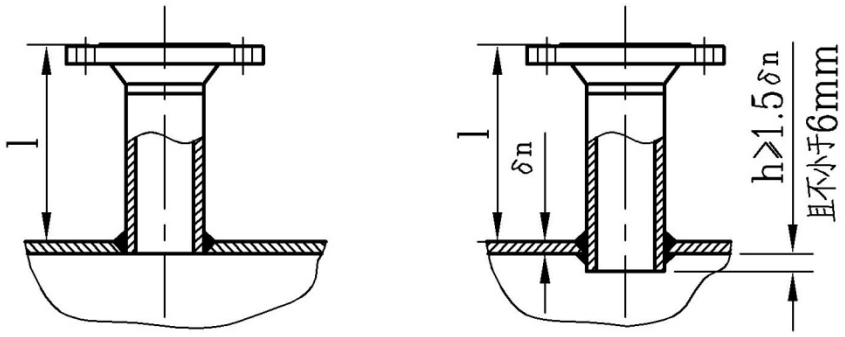



**图 6.3.5　接管与壳体连接形式**

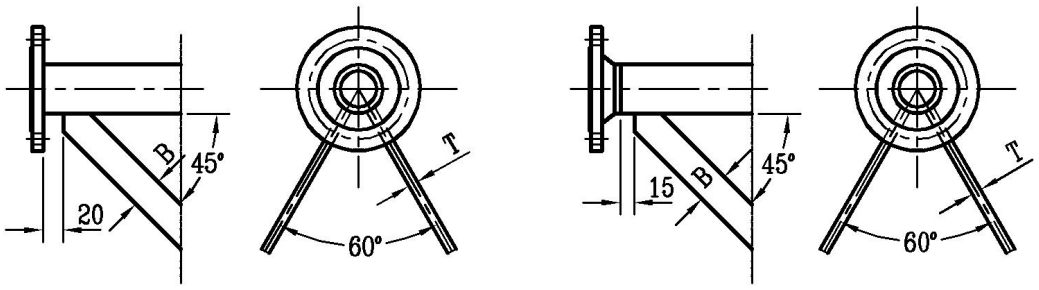
**6.3.6** 容器上的小直径接管为避免受外部载荷产生弯曲应予以加强。接管加强推荐按下列方式和尺寸考虑。

1. 接管公称尺寸 DN≤25 ，伸出长度 $l$ ≥150 mm 或 DN≤45，伸出长度 $l$ ≥200 mm 时，可采用变径管（大管径连接壳壁）方式加强或者设置筋板予以支撑；

2. 筋板支撑布置按图 6.3.6 要求，筋板截面尺寸根据筋板长度按表 6.3.6 选取。

**表 6.3.6 筋板支撑尺寸(mm)**

| 筋板长度 | 200~300 | 301~400 |
|---|---|---|
| 筋板宽度 B×筋板厚度 T | 30×3 | 40×4 |




( a ) ( b )

**图 6.3.6 接管筋板加强图**

注：水平接管筋板数量为 2 个，垂直接管筋板数量可采用 3 个。

**6.3.7** 平顶容器顶部液下泵口的加固形式件图 6.3.7，筋板厚度一般为 6~12mm，筋板数量可采用 4 个。

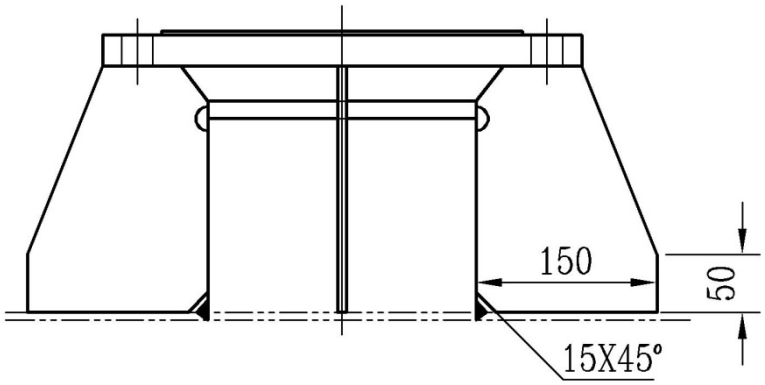



**图 6.3.7 液下泵口筋板加强图**

**6.3.8** 容器内伸接管端部分为自由端和固定端，固定形式见图 6.3.8。

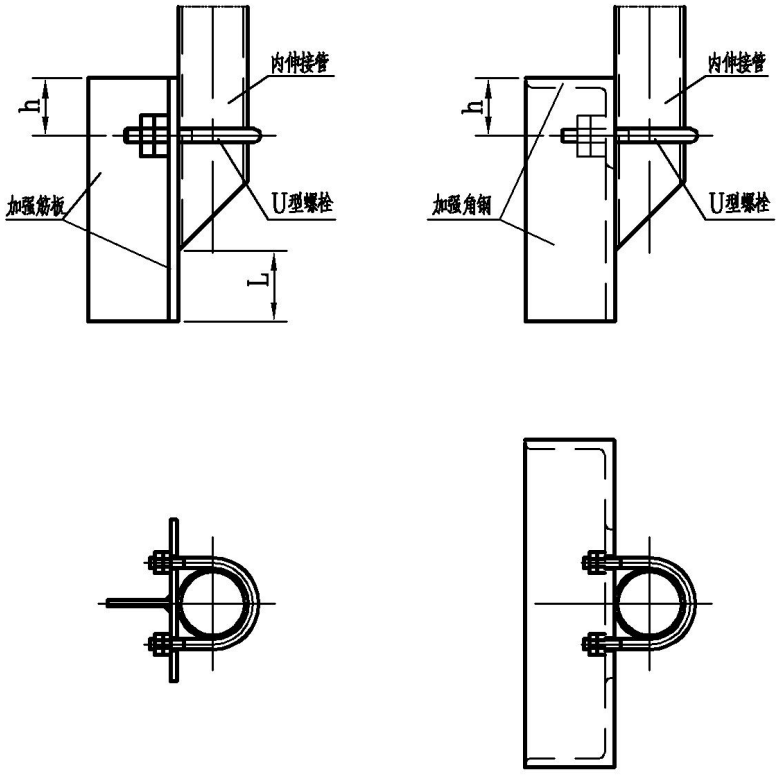



**图 6.3.8　内伸接管固定端固定形式图**

**6.3.9** 压力容器的开孔和接管一般应垂直于壳体壁表面。当采用开孔和接管与壳体壁表面为倾斜状态时应符合下列要求：

1. 斜接管的轴线横截面上必须是圆形的；
2. 斜接管的轴线与壳体表面的法线之间的夹角不应超过 50º。

# 7 液面计、视镜、温度计、压力表

## 7.1 液面计

**7.1.1** 容器中盛装有液体、液化气体和气液共存物时应装设液面计。液面计分就地显示液面计和仪表室显示液面计，本规定仅适用于就地显示液面计。

**7.1.2** 就地显示液面计可按表 7.1.2 选用。

**表 7.1.2 液面计型式和适用范围**

| 型式 | 适用范围 | 选用标准 |
|---|---|---|
| 玻璃管液面计 | PN≤1.6 MPa，0～200 ℃，介质流动性较好的液体 | HG 21592 |
| 透光式玻璃板液面计 | PN≤6.3 MPa，0～250 ℃，洁净介质，无色透明液体 | HG 21589.1~2 |
| 反射式玻璃板液面计 | PN≤4.0 MPa，0～250 ℃，非洁净介质，稍有色泽的液体 | HG 21590 |
| 碳钢玻璃浮子液面计 | PN≤4.0 MPa，0～200 ℃ | HG/T 3165 |
| 碳钢衬 F-46 玻璃浮子液面计 | PN≤4.0 MPa，0～150 ℃ | HG/T 3166 |
| 浮标液面计 | 设备高度大于 3 m 的常压设备，液体 | |
| 防霜液面计 | PN≤4.0 MPa，介质温度－160℃～0℃，液体 | HG/T 21550 |
| 磁性液面计 | PN=1.6～16.0 MPa，－40℃～300 ℃，密度大于等于 0.45g/cm$^3$，粘度小于 150 mPa·s，液体 | HG/T 21584 |
| 钢与玻璃烧结液位计 | PN=－0.1～2.5 MPa，0℃～180 ℃，液体 | HG 21606 |

**7.1.3** 容器中盛装易燃危险性介质和毒性程度为中度、高度、极度介质时不允许选用玻璃管液面计和玻璃浮子液面计。

**7.1.4** 容器中盛液体流动受环境影响时宜选用带保温型或加热型结构的液面计。

**7.1.5** 单一液面计高度不能够满足时亦可采用多个液面计交错布置。

**7.1.6** 单一磁性液面计的高度大于 4 m 时应设中间支承。

**7.1.7** 就地液面计与容器接管法兰之间宜设置截止阀门。

## 7.2 视镜

**7.2.1** 需要随时直接观察容器内的操作状态时宜装设视镜。

**7.2.2** 视镜可按下列标准选用：

压力容器视镜(NB/T47017)；

带颈视镜(HG/T 21620)；

烧结视镜(HG 21605)；

衬里视镜(HG/T 21622)。

**7.2.3** 视镜一般应配置 2 个以上或者配置带灯的视镜，以便透光。

**7.2.4** 对易挂壁或易起雾介质应装设视镜冲洗装置。

**7.2.5** 当被观察的液位变化范围很小时亦可采用视镜指示液面替代液面计。

## 7.3 温度计

**7.3.1** 容器内介质温度或容器的器壁温度需要监测时应装设温度计或测温仪表。

**7.3.2** 插入催化剂和填料中的温度计应设置保护套管。

**7.3.3** 用于监测金属壁温的测温仪表触头的布置和固定方式应有设备专业和仪表自控专业共同确定。

## 7.4 压力表

**7.4.1** 压力表接管宜铅直装设于容器顶部空间。

**7.4.2** 容器内介质为气液共存物时，压力表宜装设于气相空间。

**7.4.3** 压力表应避免装设在容器介质的进出口附近或有压力波动部位。

# 8 超压泄放装置

## 8.1 设置原则

**8.1.1** 压力容器在操作过程中有可能出现超压时应装设安全超压泄放装置。超压泄放装置指安全阀、爆破片装置、安全阀与爆破片装置的组合装置。

**8.1.2** 压力容器的压力源来自压力容器外部，且能得到可靠控制时，安全超压泄放装置可以不直接装设在压力容器上。

**8.1.3** 压力容器中介质为清洁、无颗粒、低粘度流体时宜选用安全阀。

**8.1.4** 压力容器中介质为易沉淀、易结晶、易聚合、压力增长迅速、含有颗粒、有强腐蚀性和高粘度流体时宜选用爆破片装置。

**8.1.5** 压力容器中介质十分昂贵，或介质有毒性、易燃、易爆等不允许有泄露时，或者为工况特殊的场合，宜选用安全阀与爆破片装置的组合装置。

## 8.2 泄放接管管口设置与面积

**8.2.1** 压力容器上的超压泄放接管管口设置应是铅直的。泄放接管管口布置应避免位于介质的进出口附近或有压力波动部位。

**8.2.2** 压力容器上的超压泄放接管管口与超压泄放装置之间不允许装设截止用阀门等。

**8.2.3** 压力容器上的超压泄放接管的内截面积应根据 GB/T 150.1 《压力容器》和有关规定确定。

## 8.3 泄放导管

**8.3.1** 当压力容器的超压泄放物为有毒或易燃、易爆性介质时，应在超压泄放装置后装设泄放导管，并应将泄放物引至安全地点。

**8.3.2** 泄放导管的直径应大于泄放装置的出口直径，并应依据泄放流速和距离计算确定。

**8.3.3** 泄放导管宜是铅直的。泄放导管直接引入室外排放时应设有防止雨、雪、尘等聚集在出口处的装置。

# 9 支承及支座

## 9.1 鞍式支座

**9.1.1** 鞍式支座适用于卧置圆筒形容器支承用。钢制鞍式支座可按 NB/T 47065.1 《容器支座 第 1 部分 鞍式支座》 标准选用。鞍式支座应优先按双支座支承考虑。鞍式支座底板中心线至封头切线距离（A）宜取 A≤0.2L，并尽量使 A≤Ra/2，见图 9.1.1。

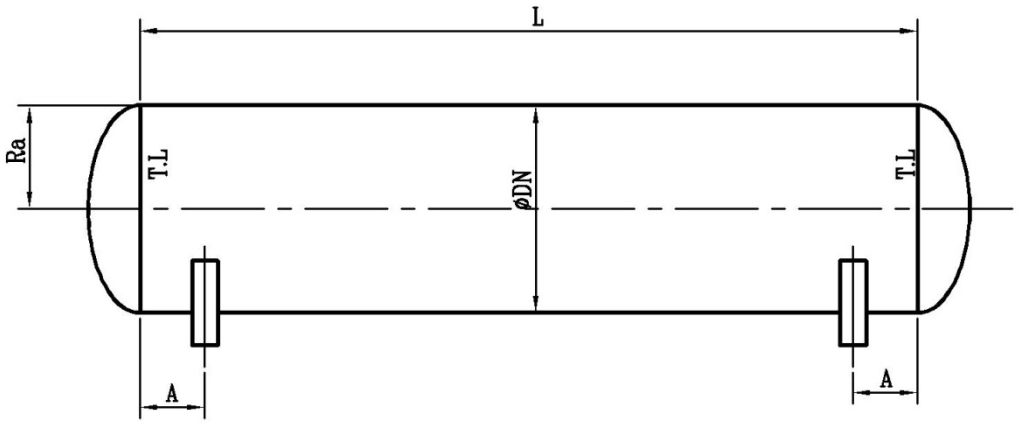



**图 9.1.1 卧置圆筒形容器的鞍座布置图**

**9.1.2** NB/T 47065.1 《容器支座 第 1 部分 鞍式支座》分固定式（代号 F）和滑动式（代号 S）两种。固定式宜安装在容器接管设置较多的一侧。采用三鞍座支承时，中间的支座宜安装固定式，两侧的支座宜安装滑动式。滑动式支座的地脚螺栓孔（长圆孔）尺寸应根据膨胀量确定。

**9.1.3** 鞍式支座若为混凝土结构形式时，在支承区宜设置钢垫板，并应配置有定位板以限制容器壳体的转动和移动，见图 9.1.3。混凝土鞍座的包角宜限制在 120°到 150°范围，混凝土鞍座的宽度（b）应取大于或等于$\sqrt{30D_o}$。

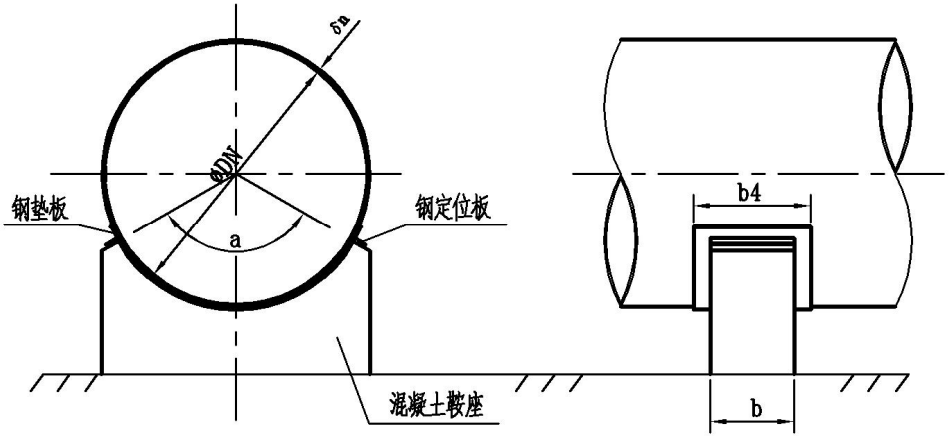



**图 9.1.3　混凝土鞍座配钢垫板图**

注：*b*—混凝土基础宽度；*δn*—筒体壁厚；　*Ra*—圆筒的平均半径；$b_4$—垫板宽度，

$b_4 = b + 1.56\sqrt{R_a \delta_n}$ ；

**9.1.4**　滑动式鞍式支座的坐落基础表面应配置平整光滑的钢垫板或滚柱。

## 9.2　腿式支座

**9.2.1**　腿式支座适用于小直径且容器的高径比不大于 5 的立式容器支承用。腿式支座可按 NB/T 47065.2 《容器支座 第 2 部分 腿式支座》标准选用。

**9.2.2**　腿式支座数量一般宜采用 3 个和 4 个均布。

**9.2.3**　腿式支座直接焊在容器上不方便搬运时宜可采用螺栓连接的可拆结构，或者直接在安装现场焊接。对进行整体热处理容器的腿式支座采用现场焊时应予留预焊件。焊接时应避免焊缝重叠。

## 9.3　耳式支座

**9.3.1**　耳式支座适用于悬挂于楼板、梁或钢架上的立式容器支承用。耳式支座可按 NB/T 47065.3 《容器支座 第 3 部分 耳式支座》标准选用。

**9.3.2**　耳式支座数量一般宜采用 4 个均布。小直径容器（DN ≤700 mm）亦允许采用 2 个或 3 个；大直径和大载荷容器的支座数量应根据计算确定。

**9.3.3**　容器外表面有保温层或支承跨距较大时可采用 B 型或 C 型。

**9.3.4**　对于壳壁较薄、外载荷较大的容器可采用带刚性环耳式支座结构。

## 9.4 支承式支座

**9.4.1** 支承式支座适用于带有凸形（椭圆形、碟形、球形）封头，容器公称直径为DN800mm~4000mm，且容器的高径比(L/DN)不大于 5，容器总高度不大于 10 m 的立式容器落地支承用。支承式支座可按 NB/T 47065.4 《容器支座 第 4 部分 支承式支座》标准选用。

**9.4.2** 支承式支座采用多个均布，支座数量应根据计算确定。

**9.4.3** 夹套容器的夹套承载受限制时亦可直接将支座施焊于容器的下封头上。见图 9.4.3。

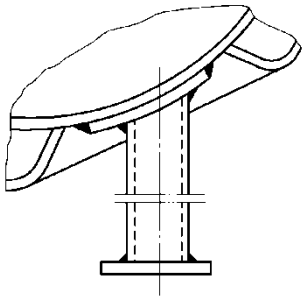


**图 9.4.3 支承式支座图**

## 9.5 裙式支座

**9.5.1** 裙式支座适用于容器的高径比大于 5 或者是重载的高径比不大的薄壁立式容器和塔式容器支承用。对于高度大于 10 m 的塔式容器的裙式支座应按 NB/T 47041 《塔式容器》标准进行设计计算。

**9.5.2** 裙式支座与容器壳体的焊接宜采用对接全焊透结构。

**9.5.3** 与裙式支座相连接的壳体的壁厚不宜小于 6 mm。当裙式支座的直径（mm）、厚度（mm）和支座顶部超出环境温度的温度（℃），三者的乘积超出 $1.6\times10^7$（$mm^2\cdot℃$）时，应考虑由支座顶部温度梯度引起的在支座壳和容器壳体内的不连续应力，并且应进行应力分析计算。

**9.5.4** 不计入地震载荷和风载荷以及总高不大于 10m 的容器的裙式支座的基础环板和筋板的结构尺寸可参考图 9.5.4 和表 9.5.4。

**表 9.5.4　裙式支座结构尺寸表(mm)**

| 螺栓规格 | d | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M16 | 20 | 110 | 40 | 70 | 130 | 80 | 6 |
| M20 | 25 | 120 | 45 | 75 | 150 | 100 | 8 |
| M24 | 29 | 140 | 50 | 85 | 170 | 120 | 8 |
| M27 | 32 | 160 | 55 | 95 | 180 | 140 | 10 |
| M30 | 35 | 180 | 60 | 100 | 200 | 160 | 12 |

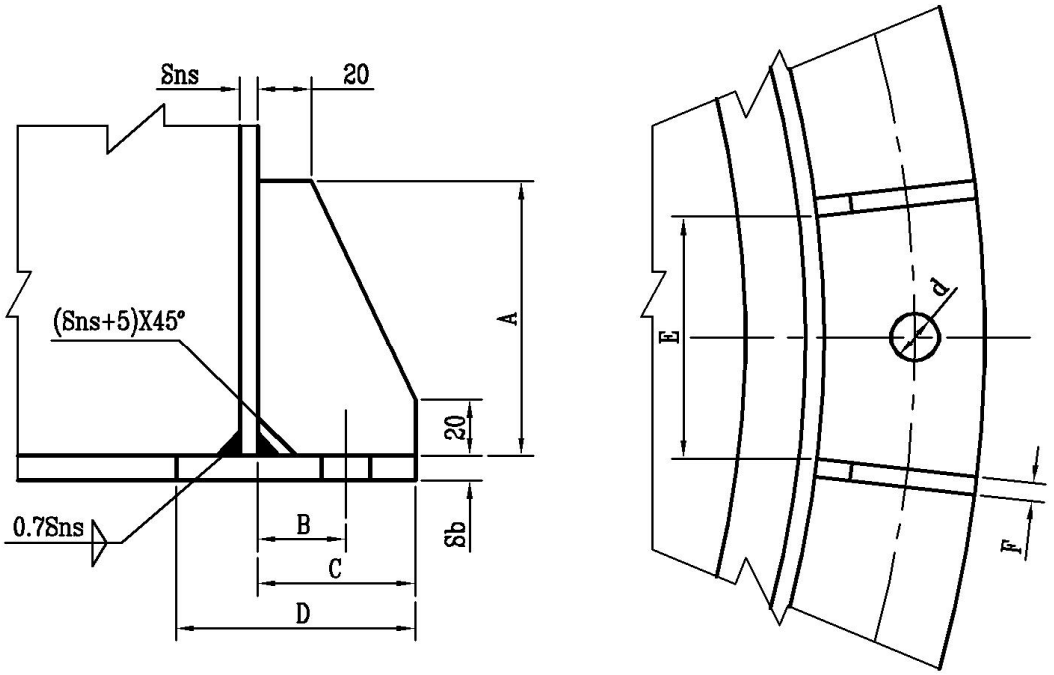



**图 9.5.4　裙式支座**

注 1：地脚螺栓的数目取 4 的整数倍或 6。

注 2：裙座环板的厚度 σb 应根据计算确定，且不应小于 16 mm。

注 3：图中 σns 为裙座壁厚。

**9.5.5**　裙座材料与容器材料选择为非同一种材料时，符合以下条件之一应采用过渡段，过渡段的材料与容器的材料相一致。过渡段长度不应小于 300 mm。

1. 塔釜设计温度：$T_D$＞250℃或 $T_D$≤-20℃。

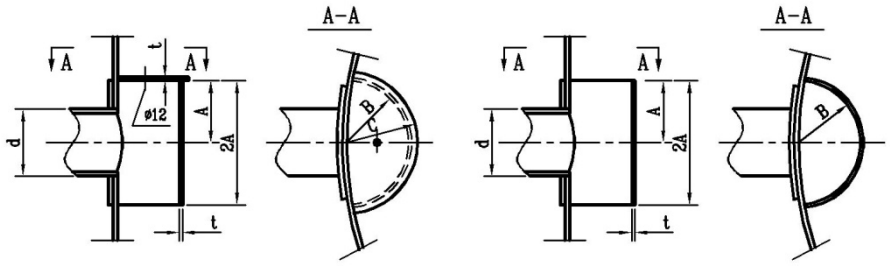
2. 裙座材料与塔釜材料相焊后，将影响塔釜材料性能的（如低温钢、Cr-Mo 钢、不锈钢等）。

# 10 进出口挡板

## 10.1 缓冲板

**10.1.1** 为避免进料对容器中物料工况的扰动和容器壁的冲击可在容器的进料管口处设置缓冲板。

**10.1.2** 缓冲板结构和尺寸参见图 10.1.2 和表 10.1.2。图 10.1.2 中的 b）可用于容器内液面以下的进料管口的缓冲结构。




（a） (b)

**图 10.1.2 物料进口缓冲板**

**表 10.1.2 进口缓冲板挡板尺寸 (mm)**

| d | A | B | C | t |
|---|---|---|---|---|
| 50 | 50 | 50 | 70 | 6 |
| 65 | 65 | 65 | 85 | 6 |
| 80 | 80 | 80 | 100 | 6 |
| 100 | 100 | 100 | 120 | 6 |
| 125 | 125 | 125 | 145 | 6 |
| 150 | 150 | 150 | 170 | 6 |
| 200 | 200 | 200 | 220 | 6 |
| 250 | 250 | 250 | 270 | 8 |
| 300 | 270 | 270 | 290 | 8 |
| 350 | 315 | 315 | 335 | 8 |
| 400 | 360 | 360 | 380 | 8 |
| 450 | 405 | 405 | 425 | 8 |
| 500 | 450 | 450 | 470 | 10 |
| 550 | 495 | 495 | 515 | 10 |
| 600 | 540 | 540 | 560 | 10 |
| 注：t 值对于高合金钢可减少 1~2mm。 | | | | |

## 10.2　防涡流挡板

**10.2.1**　为避免容器中液体出料夹带气体，下列工况应在容器的液体出料管口处设置防涡流挡板。

1. 与泵的入口直接相连的接管；
2. 液体介质中含有颗粒物或悬浮物时；
3. 液相分层操作或液面不允许扰动时。

**10.2.2**　防涡流挡板的结构和尺寸参见图 10.2.2 和表 10.2.2。

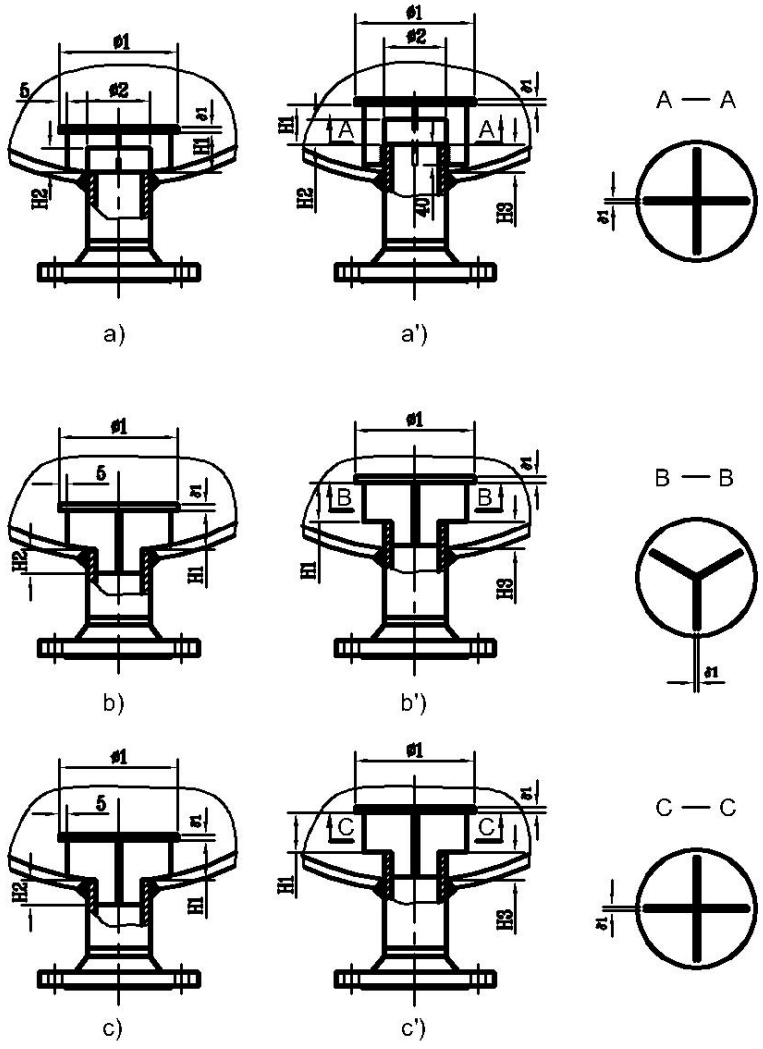



**图 10.2.2　防涡流挡板**

注 1：　a) , b) , c)  型适用于清洁液体，a') , b') , c')  型适用于液体中有沉淀层。H3 值可根据沉淀层厚确定。根据需要,容器上可单独设一个沉淀层的排净口。

注 2：　当防涡流要求严格时，可适当增加 Φ1 值。

**表 10.2.2　防涡流挡板尺寸 (mm)**

| DN | $H_1$ | $H_2$ | $\sigma_1$ | Ø1 | Ø2 | 型式 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 50 | 25 | 25 | 6 | 100 | 60 | a)和 a') |
| 65 | 40 | 30 | 6 | 140 | 80 | a)和 a') |
| 80 | 45 | 35 | 6 | 160 | 92 | a)和 a') |
| 100 | 100 | 50 | 6 | 200 | - | b)和 b') |
| 125 | 125 | 50 | 6 | 250 | - | b)和 b') |
| 150 | 150 | 50 | 6 | 300 | - | b)和 b') |
| 200 | 180 | 50 | 6 | 400 | - | c)和 c') |
| 250 | 200 | 50 | 8 | 500 | - | c)和 c') |
| 300 | 225 | 75 | 8 | 550 | - | c)和 c') |
| 350 | 250 | 75 | 8 | 600 | - | c)和 c') |
| 400 | 280 | 75 | 8 | 650 | - | c)和 c') |
| 450 | 315 | 100 | 8 | 700 | - | c)和 c') |
| 500 | 350 | 100 | 10 | 750 | - | c)和 c') |
| 550 | 385 | 100 | 10 | 800 | - | c)和 c') |
| 600 | 420 | 100 | 10 | 850 | - | c)和 c') |

注：δ1 值对于高合金钢可减少 1~2mm。

## 10.3　进口分布器

**10.3.1**　对液体进料有分布要求的进料管应选择合适的分布器，根据容器直径的规格可选择单点喷头分布、环管多点喷头分布、多孔直管喷淋分布、排管式喷淋分布、筛孔盘式分布、槽盘式分布结构。

**10.3.2**　对气体进料有分布要求的进料管常用的分布器形式有：宝塔型分布器、挡板式分布器、孔板分布器。分布器的效果主要体现在：阻力降小、分布均匀，不发生偏流。

**10.3.3**　宝塔型分布器分布锥上部内直径分别取进口管内径的 1/3D、1/2D、1D，分布锥的半顶角分别为 15°、30°、45°。分布锥的高度要保持一定的梯度，分布器底部与触媒上部的高度要求比孔板分布器的高度要求大。宝塔型分布器结构见图 10.3.3。

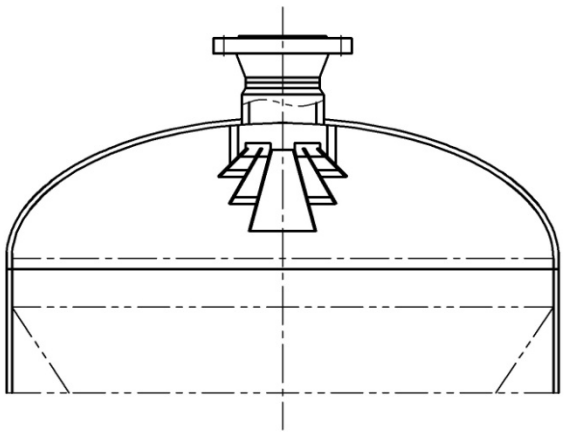


**图 10.3.3　宝塔型分布器**

**10.3.4**　孔板分布器的规格见表 10.3.4，结构形式件图 10.3.4。

**表 10.3.4　孔板分布器尺寸 (mm)**

| A | B | D | E | M | N |
|---|---|---|---|---|---|
| 80 | 6 | 12 | 24 | 4 | 6 |
| 100 | 6 | 15 | 30 | 4 | 6 |
| 150 | 6 | 16 | 32 | 4 | 8 |
| 200 | 6 | 17 | 34 | 4 | 10 |
| 250 | 6 | 18 | 36 | 4 | 12 |
| 300 | 8 | 19 | 38 | 8 | 14 |
| 350 | 8 | 20 | 40 | 8 | 15 |
| 400 | 8 | 21 | 42 | 8 | 16 |
| 450 | 10 | 22 | 44 | 12 | 17 |
| 500 | 10 | 23 | 46 | 12 | 19 |
| 600 | 10 | 25 | 50 | 12 | 21 |
| 700 | 12 | 27 | 54 | 16 | 24 |
| 750 | 12 | 27 | 54 | 16 | 24 |
| 800 | 12 | 28 | 56 | 20 | 25 |
| 850 | 16 | 28 | 56 | 20 | 26 |
| 900 | 16 | 30 | 60 | 20 | 26 |

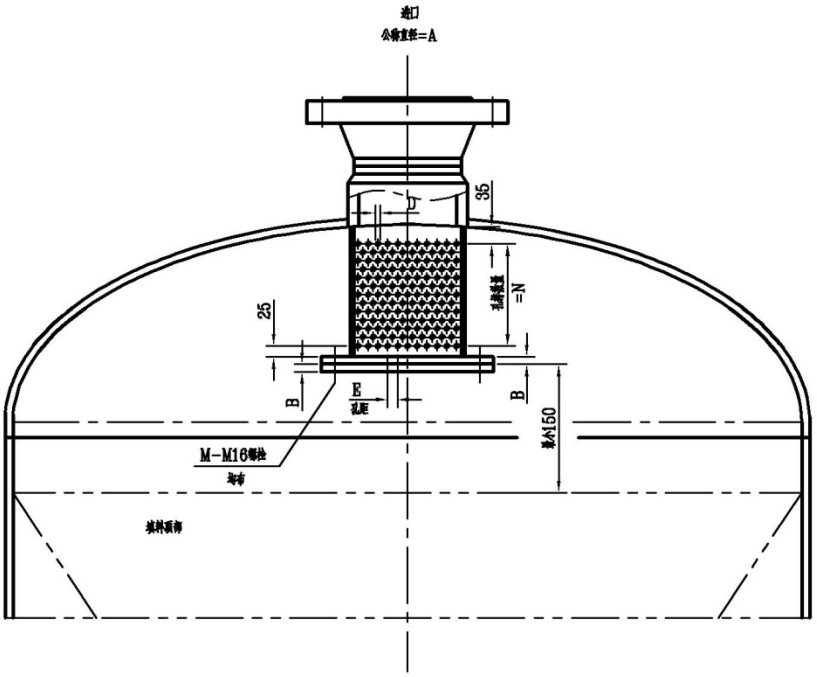



**图 10.3.4　孔板型分布器**

**10.3.5**　分离容器有切向进口的要求时，接管内壁与设备内壁相切对物料的导流作用明显。为避免相切处焊接坡口处理难度，保证焊接质量，在工程设计中应适当内移接管，如有磨蚀工况，应设置耐磨板。耐磨板的规格、布置、结构形式见图 10.3.5。

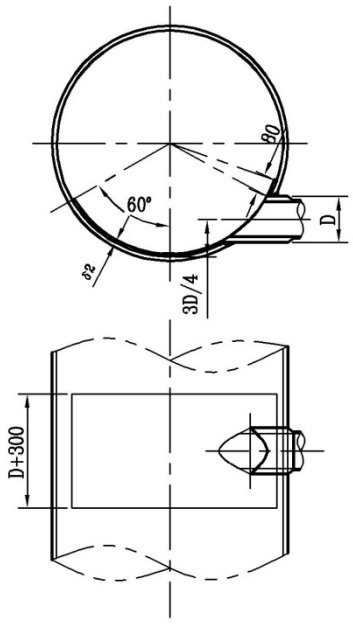



**图 10.3.5　带耐磨板的切向进口结构图**

## 10.4　气体出口挡板

**10.4.1**　为减少气体出料的雾沫夹带和对容器中物料工况的扰动可在容器的气体出口管处设置出口档板。出口档板处的流通面积不应小于出口管的截面积。

**10.4.2**　气体出口挡板的结构和尺寸见图 10.4.2 和表 10.4.2。

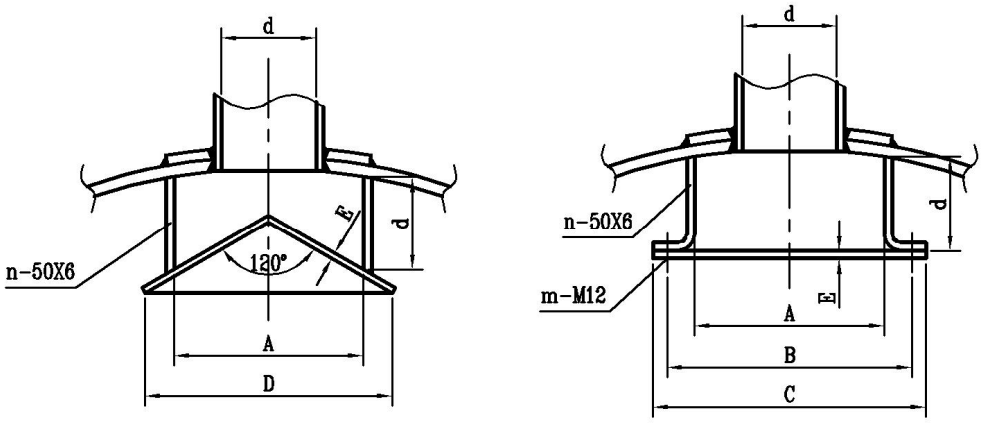



**图 10.4.2　气体出口挡板**

**表 10.4.2　气体出口挡板尺寸 (mm)**

| d | A | B | C | D | E | n | m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50 | 100 | 160 | 200 | 130 | 6 | 3 | 4 |
| 65 | 130 | 190 | 230 | 160 | 6 | 3 | 4 |
| 80 | 160 | 220 | 260 | 190 | 6 | 3 | 4 |
| 100 | 200 | 260 | 300 | 230 | 6 | 3 | 4 |
| 125 | 250 | 310 | 350 | 280 | 6 | 3 | 4 |
| 150 | 300 | 360 | 400 | 330 | 6 | 3 | 4 |
| 200 | 400 | 460 | 500 | 430 | 6 | 3 | 4 |
| 250 | 450 | 510 | 550 | 480 | 8 | 4 | 8 |
| 300 | 500 | 560 | 600 | 530 | 8 | 4 | 8 |
| 350 | 550 | 610 | 650 | 580 | 8 | 4 | 8 |
| 400 | 600 | 660 | 700 | 630 | 8 | 4 | 8 |
| 450 | 650 | 710 | 750 | 680 | 10 | 6 | 12 |
| 500 | 700 | 760 | 800 | 730 | 10 | 6 | 12 |
| 550 | 750 | 810 | 850 | 780 | 10 | 6 | 12 |
| 600 | 800 | 860 | 900 | 830 | 10 | 6 | 12 |

# 11 吊耳、吊住

## 11.1 吊耳

**11.1.1** 容器为运输、安装及检修方便宜在容器相应部位设置吊耳或吊钩。

**11.1.2** 吊耳的型式和选用可按 HG/T 21574 《化工设备吊耳及工程技术要求》标准。设置尾吊的设备，应考虑尾吊处筒体的变形，尾吊处筒体内部应设防变形支撑。支撑件可采用钢管或型钢，支撑结构可采用一字支撑、十字支撑、带单竖向加强的平行支撑以及井字支撑等结构。如有成熟使用经验，也可采用其他型式的吊耳。

## 11.2 吊柱

**11.2.1** 直立容器或塔器为装拆内件和检修方便宜在容器顶部设置吊柱。

**11.2.2** 吊柱选用可按 HG/T 21639 《塔顶吊柱》标准。低温设备吊柱应在吊柱与筒体连接件之间增设绝热垫木，吊柱的结构见图 11.2.2。

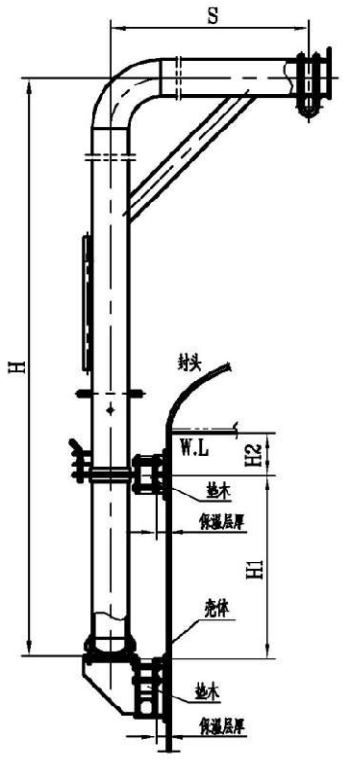



**图 11.2.2 低温设备吊柱**

# 12 避雷针、接地板

## 12.1 避雷针

**12.1.1** 高塔应考虑避雷电击设施。

**12.1.2** 附焊于塔器顶部的避雷针应由设备专业和电气专业共同确定。

**12.1.3** 避雷针的型式及其连接应符合电气专业标准。

## 12.2 接地板

**12.2.1** 金属容器应设置静电接地板。

**12.2.2** 接地板应直接焊接于容器上或容器支座上。

**12.2.3** 接地板材料应选用镀锌钢或不锈钢。镀锌扁钢的最小截面积应大于 50mm$^2$，厚度大于等于 2.5mm，不锈钢扁钢的最小截面积应大于 50mm$^2$，厚度大于等于 2mm。非金属垫片连接的法兰跨接线最小截面积应大于 6mm$^2$。

**12.2.4** 接地板数量、规格和位置应符合电气专业标准。

# 13 焊接垫板、保温钉、保温圈

## 13.1 焊接垫板

**13.1.1** 压力容器的梯子、平台、管架等的焊接垫板或预焊件应在容器进行消除应力热处理前全部施焊上，并随同容器一同入炉进行消除应力热处理。

**13.1.2** 对于无须进行炉内消除应力热处理的在低温和高温工况下工作的碳素钢及低合金钢压力容器的焊接垫板或预焊件建议采用焊前预热或焊后局部热处理的焊接工艺以减小焊接残余应力。

**13.1.3** 焊接垫板的形状可以为矩形、圆形或椭圆形。采用矩形垫板时，垫板的四个边角应圆弧过渡，圆弧半径一般不宜小于 20 mm。

**13.1.4** 对于需要与壳体一同承载的焊接垫板（不包括构造上要求设置的焊接垫板），垫板的大小与厚度应根据局部应力的计算确定，且垫板的最大厚度不宜大于壳体厚度。

**13.1.5** 对于焊接垫板与壳体采用周边连续封闭焊的形式时，在垫板的表面上应设置排气口或泄露信号指示孔。

**13.1.6** 焊接垫板或预焊件的材质一般宜选择与被敷焊壳体相同的材质。

## 13.2 保温钉

**13.2.1** 需要进行焊后消除应力热处理的容器的绝热层保温钉不应直接施焊于壳体壁上，应通过卡扣、螺母、焊接垫板的形式连接。卡扣、螺母、焊接垫板随壳体进行炉内消除应力热处理，保温钉在施工现场组装和施焊。

**13.2.2** 焊接垫板材料一般可采用宽度 30~40 mm，厚度为 3~4 mm 的标准扁钢；焊接垫板与壳体一般宜采用间断焊。

**13.2.3** 低温、高温或特殊场合下工作的压力容器的绝热层（现场发泡的绝热层除外）保温钉亦推荐采用卡扣、螺母、焊接垫板的形式连接。

## 13.3 保温圈

**13.3.1** 高径比大的直立容器或者绝热材料为砌筑块时，可以采用保温圈支承固定绝热层材料。

**13.3.2** 当碳钢保温圈不宜直接焊在容器本体上时（如需要热处理的容器、低温容器、不锈钢容器等）应采用螺栓连接的可拆式保温圈，与本体焊接的连接件材料与本体材料相同。

**13.3.3** 保温圈的厚度和间隔跨度以及与壳体的连接应根据计算确定。

# 14 外轮廓尺寸与运输界限

## 14.1 外轮廓尺寸

**14.1.1** 容器的整体结构设计应考虑容器运输、吊装、安装的外形尺寸限制。容器的外形尺寸指容器最大的外轮廓尺寸或外延尺寸。外轮廓尺寸又可分整体外轮廓尺寸和运输外轮廓尺寸。

**14.1.2** 容器运输外轮廓尺寸指容器的不可拆部分相对于运输摆放的长度、宽度和高度方向上的实体尺寸。

## 14.2 运输界限

**14.2.1** 容器的运输外轮廓尺寸限界应根据选择容器的运输方式确定。

**14.2.2** 容器选择公路、铁路、水路和航空运输时宜预先获得该路线运输管理的尺寸限制。

**14.2.3** 容器选择铁路运输时应符合 GB 146.1《标准轨距铁路机车车辆限界》和 GB 146.2《标准轨距铁路建筑限界》。

**14.2.4** 铁路运输的超限和非超限的容器的推荐值见表 14.2.4。

**表 14.2.4 容器铁路运输推荐值**

| | |
|---|---|
| 非超限容器运输限界 | 外轮廓直径：3300 mm；<br>外轮廓下部宽度：3300 mm；<br>宽度中心线处高：3500 mm；<br>外轮廓长度：25500 mm。 |
| 超限容器运输限界 | 外轮廓直径：4000 mm；<br>外轮廓下部宽度：4400 mm；<br>宽度中心线处高：4000 mm；<br>外轮廓长度：25500 mm。 |
| 注：超限容器的运输需依照铁路部门超限货物运送办法办理。 | |

# 15 焊接结构

## 15.1 设计原则

**15.1.1** 保持焊缝外形尽量连续、圆滑，减少应力集中和焊接变形。

**15.1.2** 尽量减少焊接工作量，操作方便。

**15.1.3** 尽量减少填充金属。

**15.1.4** 有利于坡口加工及焊透，减少各种焊接缺陷产生的可能。

**15.1.5** 有利于焊接防护。

**15.1.6** 合理选择焊接方式及焊材。

## 15.2 焊缝表示

**15.2.1** 容器的焊缝表示可用图示、焊缝符号和序列代号三种方法表示。

**15.2.2** 容器的焊缝选用图示方法表示时推荐采用局部放大的剖视图或剖面图形式，并应标注出焊缝尺寸。

**15.2.3** 容器的焊缝选用焊缝符号方法表示时，焊缝符号的基本符号、辅助符号、补充符号、焊缝尺寸符号以及指引线应符合 GB/T 324 《焊缝符号表示法》和 GB/T 12212 《技术制图焊缝符号的尺寸、比例及简化表示法》要求。

**15.2.4** 容器焊缝用焊缝符号表示时，指引线的箭头线应指向容器壁外表面，基准线细实线上方符号和尺寸代表容器壁外侧焊缝；基准线虚线下方符号和尺寸代表容器壁内侧焊缝。

**15.2.5** 焊缝符号中的“尾部符号”标注的内容可参见 GB/T 5185 《焊接及相关工艺方法代号》。

**15.2.6** 容器的焊缝表示若涉及施焊过程控制内容时，如反面清根、氩弧焊底焊、单面焊双面成形、焊道间检测等宜采用专门文字表达。

**15.2.7** 容器的焊缝表示若在焊缝表格中表达时亦可采用表 15.3.5、表 15.4.1、表 15.5.1、表 15.6.1、表 15.7.1、表 15.8.1 中的序列代号表示。采用序列代号方法表示时，应注明本标准的标准号和年份。

## 15.3 对接焊缝

**15.3.1** 表 15.3.5 的对接接头焊缝设计适用于焊条电弧焊、气体保护焊、埋弧焊的焊接方法。采用其他焊接方法时，设计者应做相应的修改。

**15.3.2** 焊缝覆盖宽度 C（C1）（见图 15.3.2）与焊接方法及工艺有关，应控制在 1～3 mm。

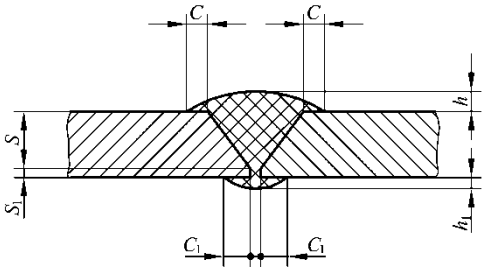



**图 15.3.2 对接焊缝尺寸图**

**15.3.3** 焊缝余高 h（$h_1$）（见图 15.3.2）与焊接方法和焊接结构要求有关，应按表 15.3.3 控制，必要时应采用机械方法铲除。

**表 15.3.3 焊缝余高控制尺寸(mm)**

| 焊缝深度 | h($h_1$) | |
|---|---|---|
| S($S_1$) | 焊条电弧焊 | 埋弧焊 |
| S≤12 | 0~1.5 | 0~4 |
| 12＜S≤25 | 0~2.5 | 0~4 |
| 25＜S≤50 | 0~3 | 0~4 |
| S＞50 | 0~4 | 0~4 |

**15.3.4** 对两不等厚钢板的对接焊缝，当两板的厚度差( δ1-δ2 )≥3 mm 时，应按图 15.3.4 对厚板进行削边。

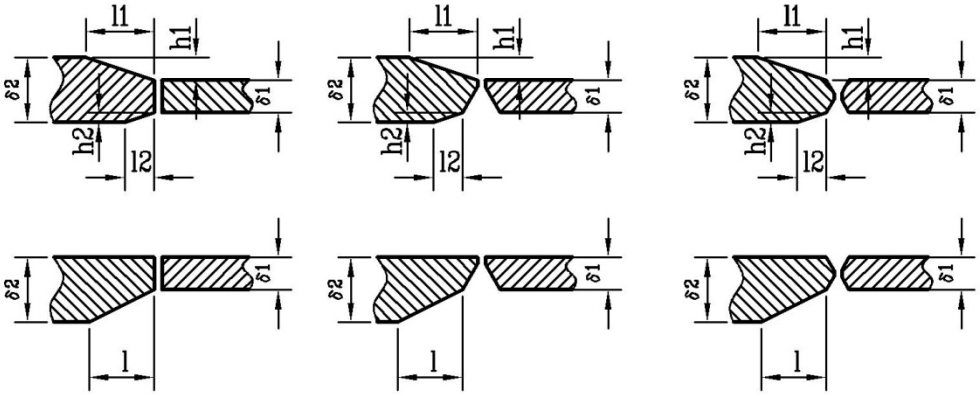



**图 15.3.4 对接接头削边尺寸图**

注：l ≥ 3( δ2-δ1 )，l1≥ 3h1， l2≥ 3h2。

**15.3.5** 表 15.3.5 序列代号中 DU 1～DU 29 用于焊条电弧焊和气体保护焊。DU 30～DU 46 用于埋弧焊。

**表 15.3.5 对接焊缝 (mm)**

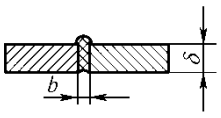
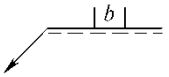
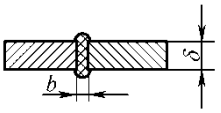
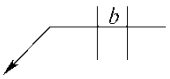
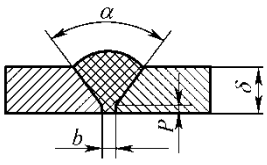
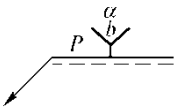
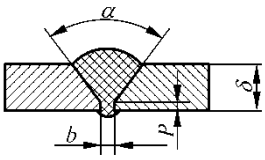
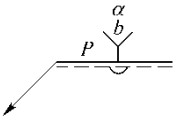
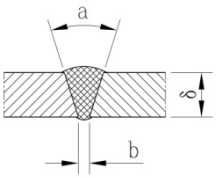
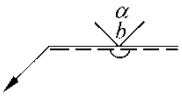
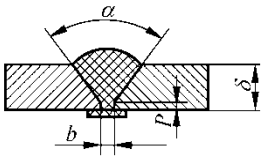
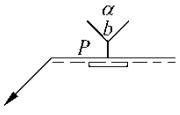
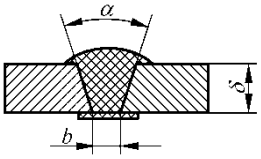
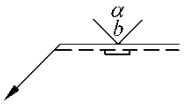
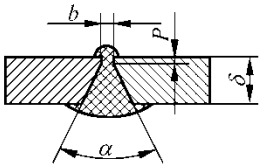
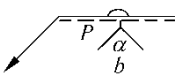
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| DU1 |  | δ ≤4 5~8<br>b $0^{+1}_{0}$ $2^{+1}_{0}$ | 钢板拼接，壳体纵、环焊缝 |  | |
| DU2 |  | δ ≤4 5~8<br>b $0^{+1}_{0}$ $2^{+1.5}_{0}$ | 钢板拼接，壳体纵、环焊缝 |  | |
| DU3 |  | δ 5~10 12~20<br>a 60°±5° 50°±5°<br>b 1±1 2±1<br>P $1^{+1}_{0}$ 2±1 | 钢板拼接，壳体纵、环焊缝 |  | |
| DU4 |  | δ 5~10 12~20<br>a 60°±5° 50°±5°<br>b 1±1 2±1<br>P $1^{+1}_{0}$ 2±1 | 钢板拼接，壳体纵、环焊缝 |  | |
| DU5 |  | δ 10~30<br>a 35°±5°<br>b $2^{+1}_{-2}$ | 钢板拼接，壳体纵、环焊缝 |  | |
| DU6 |  | δ 6~10 12~26<br>a 40°±5° 35°±5°<br>b $7^{+1}_{0}$ $8^{+1}_{0}$<br>P 1±1 $2^{0}_{-1}$ | 容器内无法施焊，且允许衬垫板 |  | 垫板尺寸自定 |
| DU7 |  | δ 10~30<br>a 25°±5°<br>b $7^{+1}_{0}$ | 容器内无法施焊，且允许衬垫板 |  | 垫板尺寸自定 |
| DU8 |  | δ 4~20<br>a 60°±5°<br>b 1±1<br>P 1.5±1 | 筒体 DN≥600 的纵、环焊缝 |  | |

**表 15.3.5　对接焊缝 (mm)（续）**

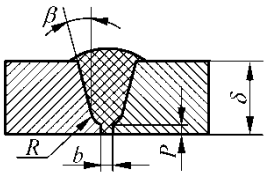
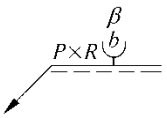
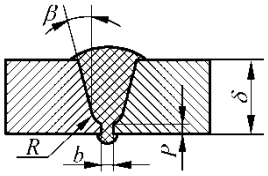
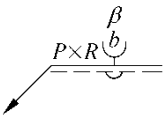
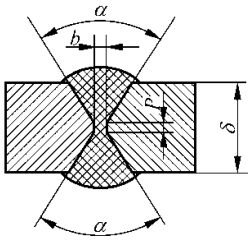
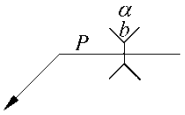
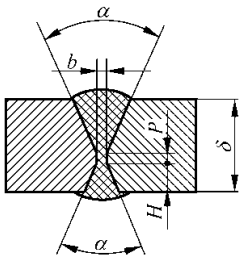
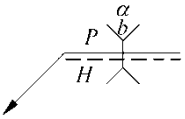
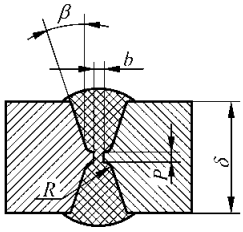
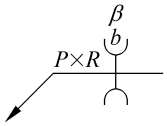
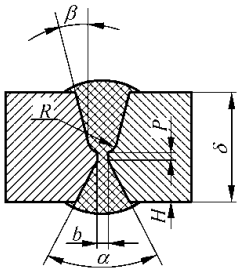
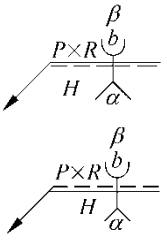
<table>
<tr><th>序列代号</th><th>焊缝型式</th><th>基本尺寸</th><th>适用范围</th><th>焊缝符号</th><th>备注</th></tr>
<tr><td>DU9</td><td>  </td><td rowspan="2"><table><tr><td>δ</td><td>20~60</td></tr><tr><td>β</td><td>6°±2°</td></tr><tr><td>b</td><td>$2^{+1}_{-2}$</td></tr><tr><td>P</td><td>2±1</td></tr><tr><td>R</td><td>$6^{+2}_{-1}$</td></tr></table></td><td rowspan="2">壳体纵、环焊缝</td><td>  </td><td></td></tr>
<tr><td>DU10</td><td>  </td><td>  </td><td></td></tr>
<tr><td>DU11</td><td>  </td><td><table><tr><td>δ</td><td>16~60</td></tr><tr><td>a</td><td>55°±5°</td></tr><tr><td>b</td><td>2±1</td></tr><tr><td>P</td><td>$2^{+1}_{0}$</td></tr></table></td><td>钢板拼接，壳体纵、环焊缝</td><td>  </td><td></td></tr>
<tr><td>DU12</td><td>  </td><td><table><tr><td>δ</td><td>16~22</td><td>24~30</td></tr><tr><td>a</td><td colspan="2">55°±5°</td></tr><tr><td>b</td><td colspan="2">2±1</td></tr><tr><td>P</td><td colspan="2">$2^{+1}_{0}$</td></tr><tr><td>H</td><td>$5^{+1}_{0}$</td><td>$8^{+1}_{0}$</td></tr></table></td><td>钢板拼接，壳体纵、环焊缝</td><td>  </td><td></td></tr>
<tr><td>DU13</td><td>  </td><td><table><tr><td>δ</td><td>30~90</td><td>92~150</td></tr><tr><td>β</td><td>6°±2°</td><td>4°±2°</td></tr><tr><td>b</td><td colspan="2">1±1</td></tr><tr><td>P</td><td colspan="2">2±1</td></tr><tr><td>R</td><td colspan="2">$6^{+1}_{0}$</td></tr></table></td><td>钢板拼接，壳体纵、环焊缝</td><td>  </td><td></td></tr>
<tr><td>DU14</td><td>  </td><td><table><tr><td>δ</td><td>30~60</td><td>62~90</td></tr><tr><td>a</td><td colspan="2">55°±5°</td></tr><tr><td>β</td><td>6°±2°</td><td>4°±2°</td></tr><tr><td>b</td><td colspan="2">$0^{+2}_{0}$</td></tr><tr><td>P</td><td colspan="2">2±1</td></tr><tr><td>H</td><td colspan="2">$\frac{\delta - P}{2}$</td></tr><tr><td>R</td><td colspan="2">$6^{+1}_{0}$</td></tr></table></td><td>钢板拼接，壳体纵、环焊缝</td><td>  </td><td>焊缝倒置时采用下部焊缝标识</td></tr>
</table>

**表 15.3.5　对接焊缝 (mm)（续）**

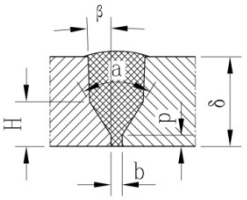
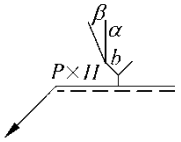
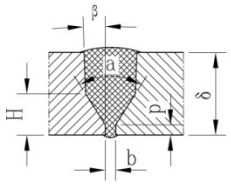
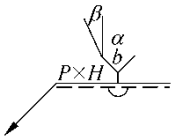
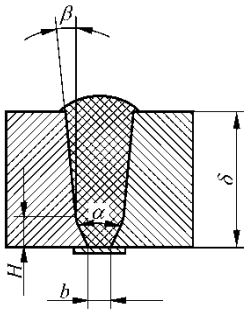
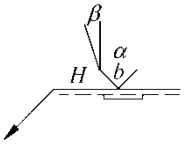
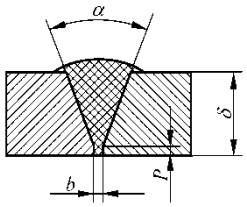
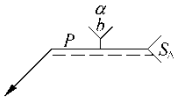
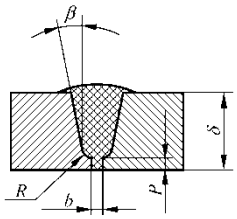
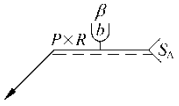
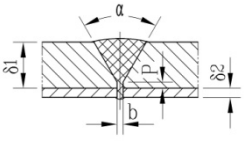
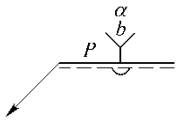
<table>
<tr><th>序列代号</th><th>焊缝型式</th><th>基本尺寸</th><th>适用范围</th><th>焊缝符号</th><th>备注</th></tr>
<tr><td>DU15</td><td>  </td><td rowspan="2"><table><tr><td>δ</td><td>30~90</td></tr><tr><td>a</td><td>65°±5°</td></tr><tr><td>β</td><td>8°±2°</td></tr><tr><td>b</td><td>$2^{+1}_{0}$</td></tr><tr><td>P</td><td>2±1</td></tr><tr><td>H</td><td>8±2</td></tr></table></td><td>筒体 DN＜600 的环焊缝</td><td>  </td><td></td></tr>
<tr><td>DU16</td><td>  </td><td>壳体纵、环焊缝</td><td>  </td><td></td></tr>
<tr><td>DU17</td><td>  </td><td><table><tr><td>δ</td><td>30~90</td></tr><tr><td>a</td><td>65°±5°</td></tr><tr><td>β</td><td>8°±2°</td></tr><tr><td>b</td><td>$8^{+2}_{0}$</td></tr><tr><td>H</td><td>$8^{+1}_{0}$</td></tr></table></td><td>筒体 DN＜600 的环焊缝，且允许衬垫板</td><td>  </td><td>垫板尺寸自定</td></tr>
<tr><td>DU18</td><td>  </td><td><table><tr><td>δ</td><td>≤20</td></tr><tr><td>a</td><td>60°±5°</td></tr><tr><td>b</td><td>$2^{+0.5}_{0}$</td></tr><tr><td>P</td><td>$1^{+0.5}_{0}$</td></tr></table></td><td>壳体 DN＜600 的纵、环焊缝</td><td>  </td><td>$S_A$ 表示氩弧焊底焊</td></tr>
<tr><td>DU19</td><td>  </td><td><table><tr><td>δ</td><td>≥22</td></tr><tr><td>β</td><td>10°±2°</td></tr><tr><td>b</td><td>$2^{+0.5}_{0}$</td></tr><tr><td>P</td><td>$1^{+0.5}_{0}$</td></tr><tr><td>R</td><td>5±1</td></tr></table></td><td>壳体 DN＜600 的纵、环焊缝</td><td>  </td><td>$S_A$ 表示氩弧焊底焊</td></tr>
<tr><td>DU20</td><td>  </td><td><table><tr><td>$\delta_1$</td><td>≤18</td></tr><tr><td>a</td><td>65°±5°</td></tr><tr><td>b</td><td>$2^{+0.5}_{0}$</td></tr><tr><td>P</td><td>$3^{+0.5}_{0}$</td></tr></table></td><td>复合板对接纵、环焊缝，复合层侧能够清根、打磨或机械加工。</td><td>  </td><td></td></tr>
</table>

**表 15.3.5　对接焊缝 (mm)（续）**

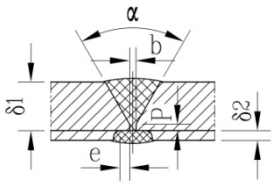
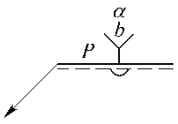
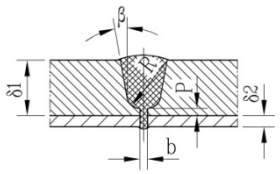
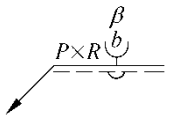
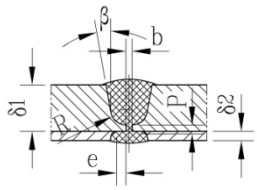
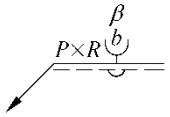
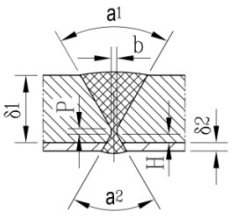
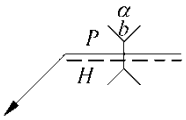
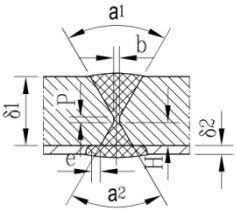
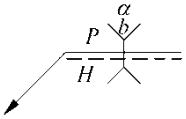
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| DU21 |  | $\delta_1$ ≤18<br>a 65°±5°<br>b $2^{+0.5}_{0}$<br>P $3^{+0.5}_{0}$<br>e ≥4 | 复合板对接纵、环焊缝，复合层侧能够清根、打磨或机械加工。邻近的复合层表面应做保护处理，防止打磨颗粒影响。 |  | 采用埋弧焊时 e 至少应取 8mm |
| DU22 |  | $\delta_1$ ≤18<br>β 12°±2.5°<br>b $2^{+0.5}_{0}$<br>P $3^{+0.5}_{0}$<br>R 6±1 | 复合板对接纵、环焊缝，复合层侧能够清根、打磨或机械加工。 |  | |
| DU23 |  | $\delta_1$ ≤18<br>β 12°±2.5°<br>b $2^{+0.5}_{0}$<br>P $3^{+0.5}_{0}$<br>R 6±1<br>e ≥4 | 复合板对接纵、环焊缝，复合层侧能够清根、打磨或机械加工。邻近的复合层表面应做保护处理，防止打磨颗粒影响。 |  | 采用埋弧焊时 e 至少应取 8mm |
| DU24 |  | $\delta_1$ ＞18<br>a1 60°±5°<br>a2 65°±5°<br>b $2^{+0.5}_{0}$<br>h $3^{+1.0}_{0}$<br>P $4^{+1.0}_{0}$ | 复合板对接纵、环焊缝，复合层侧能够清根、打磨或机械加工。 |  | |
| DU25 |  | $\delta_1$ ＞18<br>a1 60°±5°<br>a2 65°±5°<br>b $2^{+0.5}_{0}$<br>h $3^{+1.0}_{0}$<br>P $4^{+1.0}_{0}$<br>e ≥4 | 复合板对接纵、环焊缝，复合层侧能够清根、打磨或机械加工。邻近的复合层表面应做保护处理，防止打磨颗粒影响。 |  | 采用埋弧焊时 e 至少应取 8mm |

**表 15.3.5　对接焊缝 (mm)（续）**

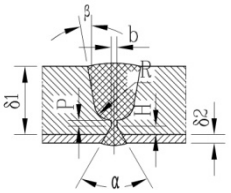
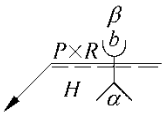
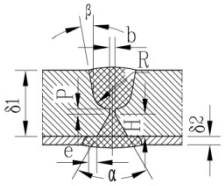
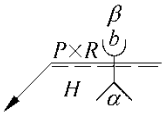
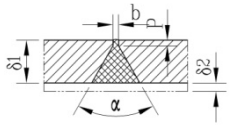
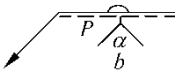
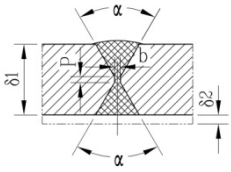
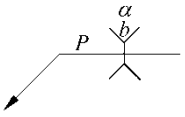
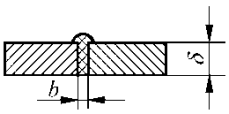
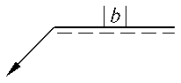
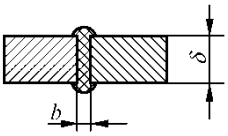
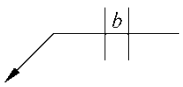
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| DU26 |  | $\delta_1$ ＞18<br>a1 65°±5°<br>β 12°±2.5°<br>b $2^{+0.5}_{0}$<br>h $3^{+1.0}_{0}$<br>P $4^{+1.0}_{0}$ | 复合板对接纵、环焊缝，复合层侧能够清根、打磨或机械加工。 |  | |
| DU27 |  | $\delta_1$ ＞18<br>a 65°±5°<br>β 12°±2.5°<br>b $2^{+0.5}_{0}$<br>h $3^{+1.0}_{0}$<br>P $4^{+1.0}_{0}$<br>e ≥4 | 复合板对接纵、环焊缝，复合层侧能够清根、打磨或机械加工。邻近的复合层表面应做保护处理，防止打磨颗粒影响。 |  | 采用埋弧焊时 e 至少应取 8mm |
| DU28 |  | $\delta_1$ 6~18<br>a 60°±5°<br>b 2±1<br>P 2±1 | 容器内部有非金属衬里的钢板拼接，壳体纵、环焊缝 |  | 衬里侧焊缝磨平 |
| DU29 |  | $\delta_1$ 20～60<br>a 60±5°<br>b 2±1<br>P $6^{+2.0}_{-1.0}$ | 容器内部有非金属衬里的钢板拼接，壳体纵、环焊缝 |  | 衬里侧焊缝磨平 |
| DU30 |  | δ 4~10<br>b $1^{+1.0}_{0}$ | 钢板拼接，壳体纵、环焊缝 |  | |
| DU31 |  | δ 6~10 12~18<br>b $0^{+1.0}_{0}$ $1^{+1.0}_{0}$ | 钢板拼接，壳体纵、环焊缝 |  | |

**表 15.3.5　对接焊缝 (mm)（续）**

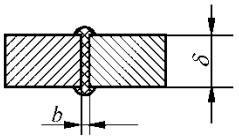
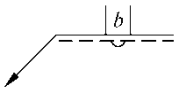
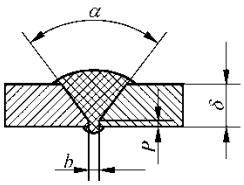
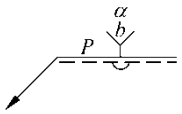
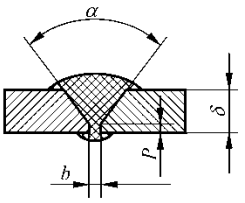
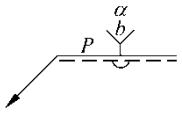
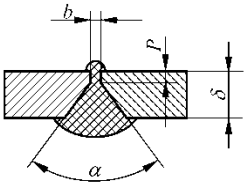
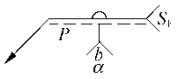
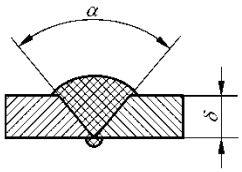
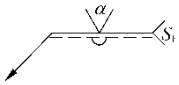
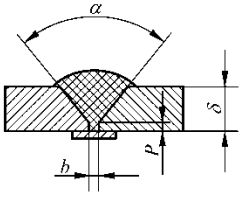
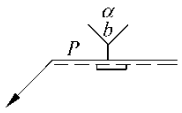
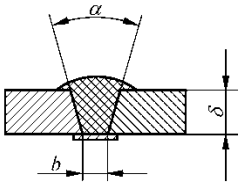
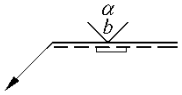
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| DU32 |  | δ: 4～14<br>b: $0^{+1.0}_{0}$ | 钢板拼接，壳体纵、环焊缝 |  | |
| DU33 |  | δ: 16～30<br>a: 45°~70°<br>b: $2^{+1.0}_{-1.0}$<br>P: $8^{+2.0}_{-1.0}$ | 钢板拼接，壳体纵、环焊缝 |  | |
| DU34 |  | δ: 10～20 / 22～30<br>a: 65°±5° / 60°±5°<br>b: $2^{+1.0}_{-1.0}$ / $2^{+1.0}_{-1.0}$<br>P: $6^{+2.0}_{-1.0}$ / $6^{+2.0}_{-1.0}$ | 钢板拼接，壳体纵、环焊缝 |  | |
| DU35 |  | δ: 6～20<br>a: 60°±5°<br>b: $2^{+1.0}_{-1.0}$<br>P: $6^{+2.0}_{-1.0}$ | 壳体 DN≥600 的纵、环焊缝 |  | $S_F$ 表示手工封底焊 |
| DU36 |  | δ: 20~70<br>a: 50°±5° | 壳体 DN≥2000，不用或无法用机械方法加工坡口的环焊缝 |  | $S_F$ 表示手工封底焊 |
| DU37 |  | δ: 6～16 / 18～30<br>a: 55°±5° / 50°±5°<br>b: $2^{+1.0}_{-1.0}$ / $4^{+1.0}_{-1.0}$<br>P: $3^{+1.0}_{-1.0}$ / $3^{+1.0}_{-1.0}$ | 壳体 DN＜600 的纵、环焊缝，且允许衬垫板。 |  | 垫板尺寸自定 |
| DU38 |  | δ: 8～14 / 16～30<br>a: 40°±5° / 35°±5°<br>b: $4^{+1.0}_{-1.0}$ / $6^{+1.0}_{-1.0}$ | 壳体 DN＜600 的环焊缝，且允许衬垫板。 |  | 垫板尺寸自定 |

**表 15.3.5　对接焊缝 (mm)（续）**

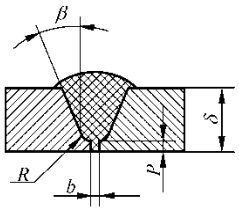
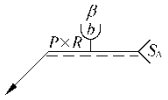
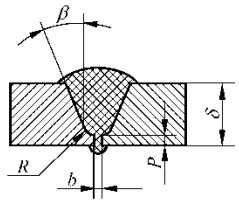
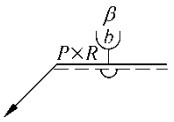
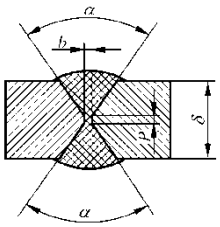
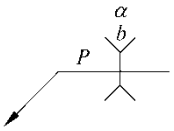
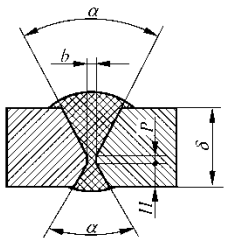
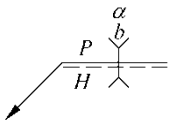
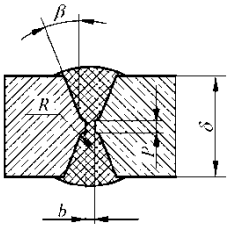
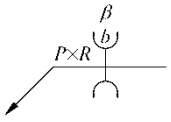
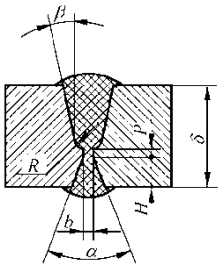
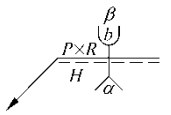
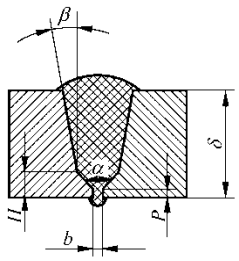
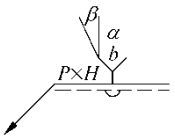
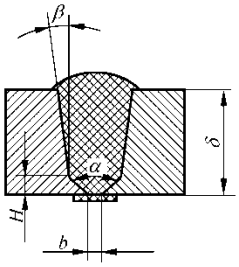
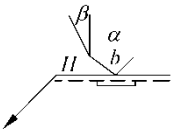
<table>
<tr><th>序列代号</th><th>焊缝型式</th><th>基本尺寸</th><th>适用范围</th><th>焊缝符号</th><th>备注</th></tr>
<tr><td>DU39</td><td>  </td><td><table>
<tr><td>δ</td><td>16～40</td><td>42～80</td></tr>
<tr><td>β</td><td>12°±2°</td><td>10°±2°</td></tr>
<tr><td>b</td><td>$1^{+1.0}_{-1.0}$</td><td>$1^{+1.0}_{-1.0}$</td></tr>
<tr><td>P</td><td>$5^{+1.0}_{-1.0}$</td><td>$5^{+1.0}_{-1.0}$</td></tr>
<tr><td>R</td><td>$5^{+1.0}_{-0}$</td><td>$5^{+1.0}_{-0}$</td></tr>
</table></td><td>钢板拼接，壳体纵、环焊缝</td><td>  </td><td>$S_A$表示氩弧焊底焊</td></tr>
<tr><td>DU40</td><td>  </td><td><table>
<tr><td>δ</td><td>16～40</td><td>42～80</td></tr>
<tr><td>β</td><td>12°±2°</td><td>10°±2°</td></tr>
<tr><td>b</td><td>$2^{+0.5}_{-0}$</td><td>$2^{+0}_{-0.5}$</td></tr>
<tr><td>P</td><td>$2^{+1.0}_{-1.0}$</td><td>$2^{+1.0}_{-1.0}$</td></tr>
<tr><td>R</td><td>$5^{+1.0}_{-0}$</td><td>$5^{+1.0}_{-0}$</td></tr>
</table></td><td>钢板拼接，壳体纵、环焊缝</td><td>  </td><td></td></tr>
<tr><td>DU41</td><td>  </td><td><table>
<tr><td>δ</td><td>20～60</td></tr>
<tr><td>a</td><td>(55°~75°)±5°</td></tr>
<tr><td>b</td><td>$0^{+2.0}_{-0}$</td></tr>
<tr><td>P</td><td>$6^{+4.0}_{-1.0}$</td></tr>
</table></td><td>钢板拼接，壳体纵、环焊缝</td><td>  </td><td></td></tr>
<tr><td>DU42</td><td>  </td><td><table>
<tr><td>δ</td><td>20～30</td><td>32～50</td></tr>
<tr><td>a</td><td colspan="2">(55°~75°)±5°</td></tr>
<tr><td>b</td><td colspan="2">$0^{+2.0}_{-0}$</td></tr>
<tr><td>P</td><td colspan="2">$6^{+4.0}_{-1.0}$</td></tr>
<tr><td>H</td><td>$7^{+1.0}_{-0}$</td><td>$12^{+1.0}_{-0}$</td></tr>
</table></td><td>钢板拼接，壳体纵、环焊缝</td><td>  </td><td></td></tr>
<tr><td>DU43</td><td>  </td><td><table>
<tr><td>δ</td><td>40～90</td><td>95～160</td></tr>
<tr><td>β</td><td>12°±2°</td><td>10°±2°</td></tr>
<tr><td>b</td><td colspan="2">$0^{+2.0}_{-0}$</td></tr>
<tr><td>P</td><td colspan="2">$8^{+1.0}_{-1.0}$</td></tr>
<tr><td>R</td><td colspan="2">$10^{+1.0}_{-0}$</td></tr>
</table></td><td>钢板拼接，壳体纵、环焊缝</td><td>  </td><td></td></tr>
<tr><td>DU44</td><td>  </td><td><table>
<tr><td>δ</td><td>30~60</td><td>65~90</td><td>95~130</td></tr>
<tr><td>a</td><td colspan="3">70°±5°</td></tr>
<tr><td>β</td><td>10°±2°</td><td>8°±2°</td><td>6°±2°</td></tr>
<tr><td>b</td><td colspan="3">$0^{+2.0}_{-0}$</td></tr>
<tr><td>P</td><td colspan="3">$3^{+1.0}_{-1.0}$</td></tr>
<tr><td>H</td><td colspan="3">$10^{+1.0}_{-1.0}$</td></tr>
<tr><td>R</td><td colspan="3">$10^{+1.0}_{-1.0}$</td></tr>
</table></td><td>钢板拼接，壳体纵、环焊缝</td><td>  </td><td></td></tr>
</table>

**表 15.3.5　对接焊缝 (mm)（续）**

<table>
<tr><th>序列代号</th><th>焊缝型式</th><th>基本尺寸</th><th>适用范围</th><th>焊缝符号</th><th>备注</th></tr>
<tr><td>DU45</td><td>  </td><td><table><tr><td>δ</td><td>30～60</td></tr><tr><td>a</td><td>70°±5°</td></tr><tr><td>β</td><td>10°±2°</td></tr><tr><td>b</td><td>$2^{+1.0}_{-1.0}$</td></tr><tr><td>P</td><td>$2^{+1.0}_{-1.0}$</td></tr><tr><td>H</td><td>$10^{+2.0}_{-2.0}$</td></tr></table></td><td>钢板拼接，壳体纵、环焊缝</td><td>  </td><td></td></tr>
<tr><td>DU46</td><td>  </td><td><table><tr><td>δ</td><td>30～40</td><td>42～60</td></tr><tr><td>a</td><td colspan="2">80°±5°</td></tr><tr><td>β</td><td>10°±1°</td><td>5°±2°</td></tr><tr><td>b</td><td>$8^{+1.0}_{-1.0}$</td><td>$10^{+1.0}_{-1.0}$</td></tr><tr><td>H</td><td colspan="2">$10^{+1.0}_{-1.0}$</td></tr></table></td><td>筒体 DN＜600 的环焊缝，且允许衬垫板。</td><td>  </td><td>垫板尺寸自定</td></tr>
</table>

## 15.4 接管与壳体的连接焊缝

**15.4.1** 表 15.4.1 的接管与壳体连接焊缝设计适用于焊条电弧焊、气体保护焊的焊接方法。采用其他焊接方法时，设计者应做相应的修改。

**15.4.2** 表 15.4.1 的接管与壳体连接焊缝的图示为接管轴线与壳体经线相垂直的竖向截面，其它方向截面尺寸可相应调整。

**15.4.3** 接管与壳体连接焊缝的焊脚宜呈圆弧过渡，焊缝覆盖宽应控制在 1～3 mm。

**表 15.4.1 接管与壳体的连接焊缝(mm)**

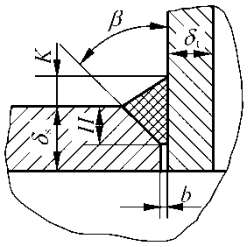
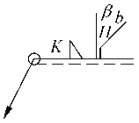
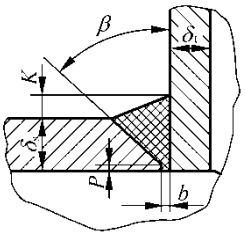
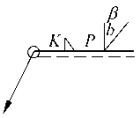
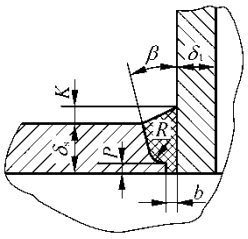
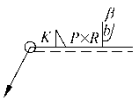
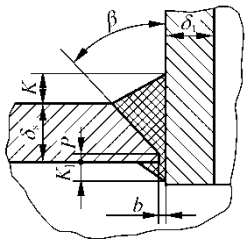
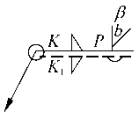
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| G1 |  | β=45°±5°<br>b=1±0.5<br>H≥$\delta_t$<br>K≥6 | 1. 非焊透场合接管与壳体间焊缝<br>2. 小壁厚的容器<br>3. 非腐蚀性介质容器<br>4. 一般 $\delta_t \geq \delta_s/2$ |  | |
| G2 |  | β=50°±5°<br>b=2+0.5<br>P=1±0.5<br>K≥$\delta_t$/3，且 K≥6 | 1. 低、中压压力容器<br>2. 一般 $\delta_t \geq \delta_s/2$<br>3. 一般 $\delta_s$=4～26 |  | |
| G3 |  | β=20°±2°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>R=6~13<br>K≥$\delta_t$/3，且 K≥6 | 1. 凸形封头及平盖与接管的焊缝<br>2. 一般 $\delta_t \geq \delta_s/2$<br>3. 一般 16＜$\delta_s$≤50 |  | |
| G4 |  | β=50°±5°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>K≥$\delta_t$/3，且 K≥6<br>$K_1$≥4 | 1. 低、中、高压压力容器且内侧允许清根施焊<br>2. 一般 $\delta_t \geq \delta_s/2$<br>3. 一般 $\delta_s$=8～50 |  | |

**表 15.4.1　接管与壳体的连接焊缝(mm)（续）**

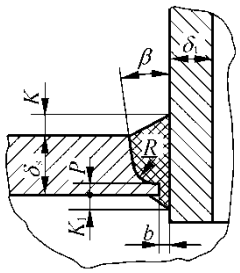
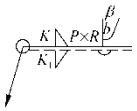
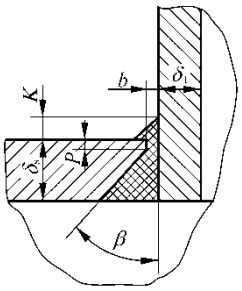
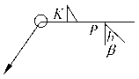
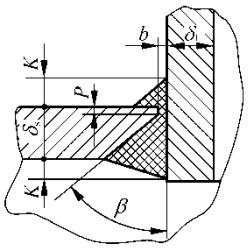
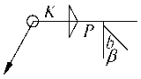
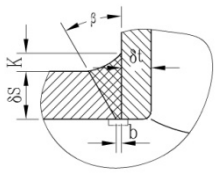
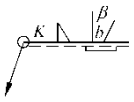
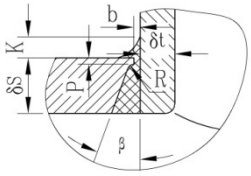
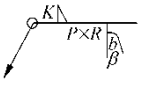
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| G5 |  | β=20°±2°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>R=6~13<br>K≥$\delta_t$ /3，且 K≥6<br>$K_1$≥4 | 1. 凸形封头及平盖与接管的焊缝<br>2. 一般 $\delta_t$≥$\delta_s$ /2<br>3. 一般 $\delta_s$=8～50 |  | |
| G6 |  | β=50°±5°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>K≥$\delta_t$ /3，且 K≥6 | 1. 低、中、高压压力容器且内侧允许施焊、外侧清根<br>2. 一般 $\delta_t$≥$\delta_s$ /2<br>3. 一般 $\delta_s$=8～50 |  | |
| G7 |  | β=50°±5°<br>b=2±0.5<br>P=1±0.5<br>K≥6 | 1. 低、中、高压压力容器且内侧允许施焊、外侧清根<br>2. 一般 $\delta_t$≥$\delta_s$ /2<br>3. 一般 $\delta_s$=8～50 |  | |
| G8 |  | β=30°±5°<br>（当 $\delta_s$≤20mm 时，）<br>β=20°±5°<br>（当 $\delta_s$＞20mm 时，）<br>b=8~12<br>K≥$\delta_t$ /3，且 K≥6 | 1. 用于锅炉汽包接管焊缝<br>2. Cr-Mo 钢或屈服限大于 392MPa 的低合金钢接管焊缝<br>3. 焊后应除去垫板，并将焊根部打磨平滑<br>4. 焊缝表面圆滑过渡 |  | 垫板尺寸自定 |
| G9 |  | β=20°±2°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>R=6~13<br>K≥$\delta_t$ /3，且 K≥6 | 1. 球形、椭圆形封头上接管轴线与封头经线相垂直焊缝<br>2. 一般 $\delta_t$≥$\delta_s$ /2<br>3. 一般 16＜$\delta_s$≤50 |  | 低温或疲劳载荷场合应清根，焊缝表面圆滑过渡 |

**表 15.4.1　接管与壳体的连接焊缝(mm)（续）**

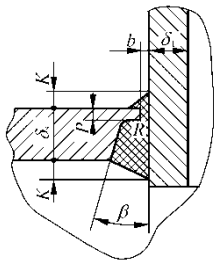
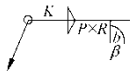
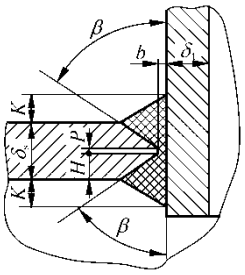
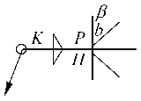
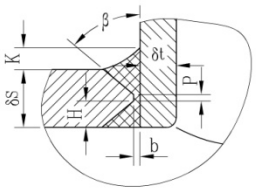
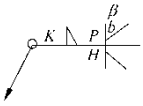
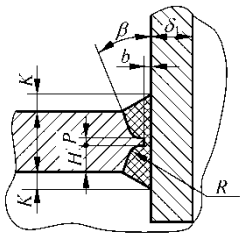
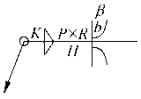
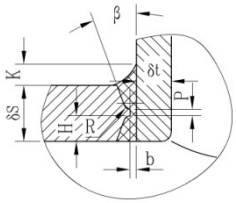
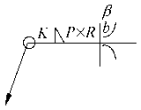
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| G10 |  | β=20°±2°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>R=6~13<br>K≥6 | 1. 球形、椭圆封头上接管轴线与封头经线相垂直焊缝<br>2. 一般 $\delta_t \geq \delta_s/2$<br>3. 一般 $16 < \delta_s \leq 50$ |  | |
| G11 |  | β=50°±5°<br>b=2±0.5<br>$P = 0^{+3}_{-0}$<br>$H = \frac{\delta_s - p}{2}$<br>K=0.15$\delta_s$，且 K≥6 | 1. 中、高压压力容器且内侧允许清根施焊<br>2. 一般 $\delta_t \geq \delta_s/2$<br>3. 一般 $\delta_s > 12$ |  | |
| G12 |  | β=50°±5°<br>b=2±0.5<br>$P = 0^{+3}_{-0}$<br>$H = \frac{\delta_s - p}{2}$<br>K=0.3$\delta_s$，且 K≥6 | 1. Cr-Mo 钢或屈服限大于 392MPa 的低合金钢容器<br>2. 一般 $\delta_t \geq \delta_s/2$<br>3. 一般 $\delta_s > 12$ |  | 低温或疲劳载荷场合应清根，焊缝表面圆滑过渡 |
| G13 |  | β=20°±2°<br>b=2±0.5<br>$P = 2^{+0.5}_{-0.5}$<br>$H = \frac{\delta_s - p}{2}$<br>R=6~13<br>K=0.15$\delta_s$，且 K≥6 | 1. 球形、椭圆形封头上接管轴线与封头经线相垂直焊缝<br>2. 一般 $\delta_t \geq \delta_s/2$<br>3. 一般 $16 < \delta_s \leq 80$ |  | |
| G14 |  | β=20°±5°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>$H = \frac{\delta_s - P}{2}$<br>R=8<br>K≥0.3$\delta_s$，且 K≥6 | 1. Cr-Mo 钢或屈服限大于 392MPa 的低合金钢容器<br>2. 一般 $\delta_t \geq \delta_s/2$<br>3. 一般 $\delta_s > 16$ |  | 低温或疲劳载荷场合应清根，焊缝表面圆滑过渡 |

**表 15.4.1　接管与壳体的连接焊缝(mm)（续）**

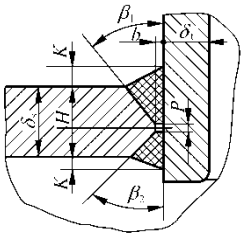
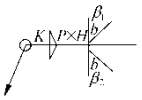
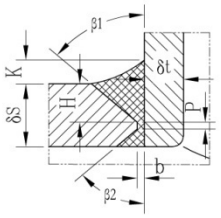
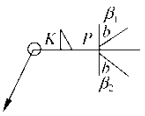
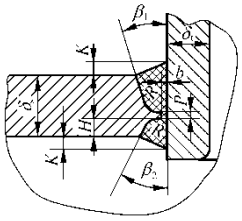
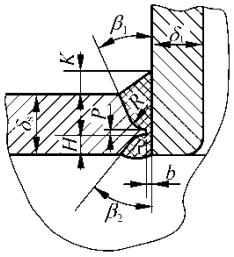
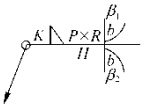
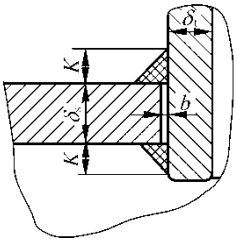
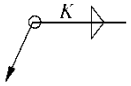
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| G15 |  | $\beta_1$=45°+5°<br>$\beta_2$=50°+5°<br>b=2±0.5<br>$P=0^{+0.5}_{-0}$<br>H=2$\delta_s$/3<br>K≥0.15$\delta_S$，且 K≥6 | 1. 中、高压压力容器且内侧允许清根施焊<br>2. 一般 $\delta_t \geq \delta_s$ /2<br>3. 一般 $\delta_s$＞12 |  | |
| G16 |  | $\beta_1$=45°+5°<br>$\beta_2$=50°+5°<br>b=2±0.5<br>$P=0^{+3}_{-0}$<br>$H=\frac{2\delta_s}{3}$<br>K=0.3$\delta_s$，且 K≥6 | 1. 中、高压压力容器且内侧允许清根施焊<br>2. 一般 $\delta_t \geq \delta_s$ /2<br>3. 一般 $\delta_s$＞12 |  | 低温或疲劳载荷场合应清根，焊缝表面圆滑过渡 |
| G17 |  | $\beta_1$=30°±2°<br>$\beta_2$=40°+2°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>R=8<br>H=10(当 $\delta_s \leq$50 时)<br>H=15(当 $\delta_s$＞50 时)<br>K=0.15$\delta_s$，且 K≥6 | 1. 球形、椭圆封头上接管轴线与封头经线相垂直焊缝<br>2. 一般 $\delta_t \geq \delta_s$/2<br>3. 一般 16＜$\delta_s \leq$80 | | |
| G18 |  | $\beta_1$=30°±2°<br>$\beta_2$=40°+2°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>R=8<br>H=10(当 $\delta_s \leq$50 时)<br>H=15(当 $\delta_s$＞50 时)<br>K=0.3$\delta_s$，且 K≥6 | 1. 球形、椭圆封头上接管轴线与封头经线相垂直焊缝<br>2. 一般 $\delta_t \geq \delta_s$/2<br>3. 一般 16＜$\delta_s \leq$80 |  | |
| G19 |  | b=1±0.5<br>K=$\delta_t$(当 $\delta_t$＜6 时)<br>K≥6，且 2K≥1.8$\delta_t$<br>(当 $\delta_t \geq$6 时) | 1. 非焊透场合接管与壳体间焊缝<br>2. 用于碳素钢时，一般 $\delta_S$＜12；用于奥氏体不锈钢时，一般 $\delta_S$＜16 |  | |

**表 15.4.1　接管与壳体的连接焊缝(mm)（续）**

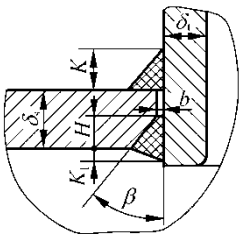
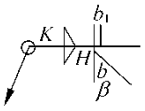
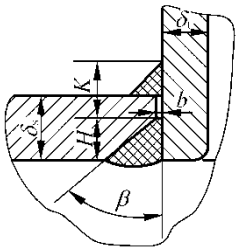
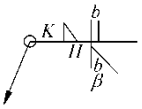
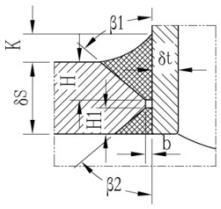
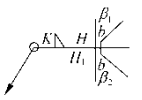
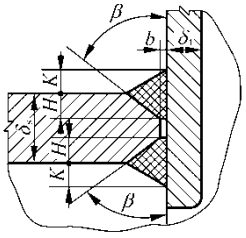
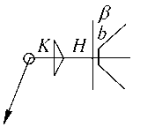
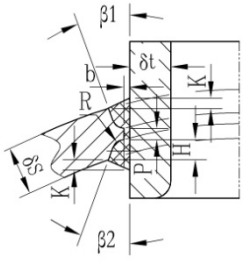
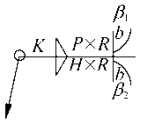
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| G20 |  | β=50°±5°<br>b=2±0.5<br>H=2δs/3<br>K=δt(当 δt＜6 时)<br>K=6，(当 δt≥6 时)<br>K1=0.5δt，且 K1≥6 | 1. 非焊透场合接管与壳体间焊缝<br>2. 管壁薄而壳壁厚场合的焊缝<br>3. 用于碳素钢时，一般 δS＜12；用于奥氏体不锈钢时，一般 δS＜16 |  | |
| G21 |  | β=50°±5°<br>b=2±0.5<br>H=δt<br>K≥δt，且 K≥6 | 1. 非焊透场合接管与壳体间焊缝<br>2. 管壁薄而壳壁厚场合的焊缝<br>3. 用于碳素钢时，一般 δS＜12；用于奥氏体不锈钢时，一般 δS＜16 |  | |
| G22 |  | β1=45°±5°<br>β2=50°+5°<br>b=2±0.5<br>H=2δs/3<br>H1=δt<br>K=0.5δt，且 K≥6 | 1. 非焊透场合接管与壳体间焊缝<br>2. 一般 δt≈δs/2<br>3. 一般 12＜δs≤50 |  | |
| G23 |  | β=50°±5°<br>b=2±0.5<br>H=2δs/3<br>K=0.5δt，且 K≥6 | 1. 非焊透场合接管与壳体间焊缝<br>2. 一般 δt≈δs/2<br>3. 一般 12＜δs≤50 |  | |
| G24 |  | β1=30°±2°<br>β2=40°+2°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>R=8<br>K=0.15δs，且 K≥6<br>H=10(当 δs≤50 时)<br>H=15(当 δs＞50 时) | 1. 球形、椭圆封头上接管轴线与封头经线相垂直焊缝<br>2. 一般 δt≥δs/2<br>3. 一般 16＜δs≤80 |  | |

**表 15.4.1　接管与壳体的连接焊缝(mm)（续）**

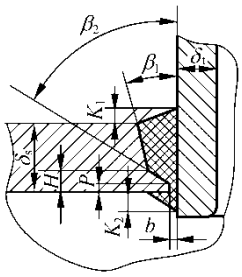
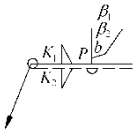
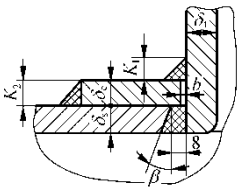
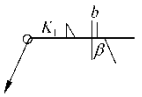
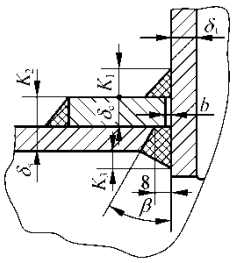
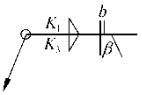
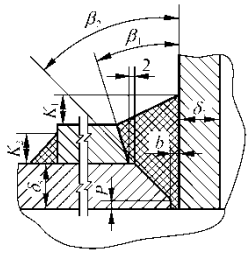
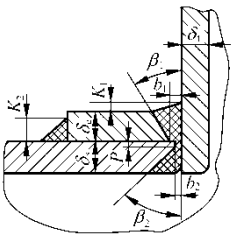
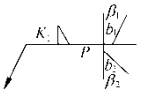
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| G25 |  | $\beta_1$=20°±2°<br>$\beta_2$=70°±5°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>H≥8<br>$K_1=\delta_t/3$，且 $K_1\geq 6$<br>$K_2\geq 4$ | 1. 凸形封头及平盖与接管的焊缝<br>2. 一般 $\delta_t\geq\delta_s/2$<br>3. 一般 $\delta_s$=8～50 |  | |
| G26 |  | β=20°±2°<br>b=2±0.5<br>$K_1\geq 1.4\delta_t$，且 $K_1\geq 6$<br>$K_2\geq\delta_e$(当 $\delta_e\leq 8$ 时)<br>$K_2=0.7\delta_e$，或 $K_2$=8 取大值(当 $\delta_e>8$ 时) | 1. 非焊透场合接管与壳体间焊缝<br>2. 非疲劳载荷、低温和大温度梯度场合<br>3. 容器内有较好施焊条件 |  | |
| G27 |  | β=20°±2°<br>b=2±0.5<br>$K_1\geq 1.4\delta_t$，且 $K_1\geq 6$<br>$K_2\geq\delta_e$(当 $\delta_e\leq 8$ 时)<br>$K_2=0.7\delta_e$，或 $K_2$=8 取大值(当 $\delta_e>8$ 时)<br>$K_3\geq 6$ | 1. 非焊透场合接管与壳体间焊缝<br>2. 非疲劳载荷、低温和大温度梯度场合<br>3. 容器内有较好施焊条件<br>4. 允许接管有内伸 |  | |
| G28 |  | $\beta_1$=15°±2°<br>$\beta_2$=45°±5°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>$K_1=\delta_t/3$，且 $K_1\geq 6$<br>$K_2\geq\delta_e$(当 $\delta_e\leq 8$ 时)<br>$K_2=0.7\delta_e$，或 $K_2$=8 取大值(当 $\delta_e>8$ 时) | 1. 非疲劳载荷、低温和大温度梯度场合<br>2. 一般 $\delta_t\geq\delta_s/2$<br>3. 一般 $\delta_s\leq 16$ | | |
| G29 |  | $\beta_1$=35°±2°<br>$\beta_2$=50°+5°<br>$b_1$=5±1<br>$b_2$=2±0.5<br>P=2±0.5<br>$K_1=\delta_s/3$，且 $K_1\geq 6$<br>$K_2=\delta_e$(当 $\delta_e\leq 8$ 时)<br>$K_2=0.7\delta_e$，或 $K_2$=8 取大值(当 $\delta_e>8$ 时) | 1. 非疲劳载荷、低温和大温度梯度场合<br>2. 一般 $\delta_t\geq\delta_s/2$，$\delta_t\geq 8$<br>3. 一般 8＜$\delta_s\leq 25$ |  | |

**表 15.4.1　接管与壳体的连接焊缝(mm)（续）**

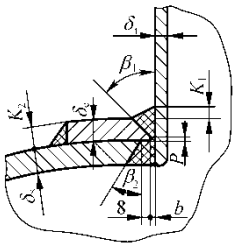
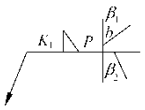
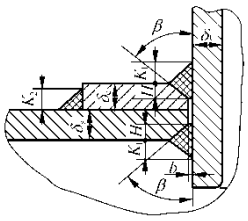
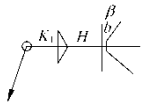
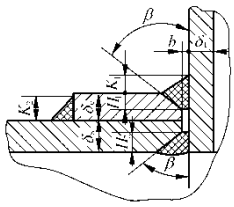
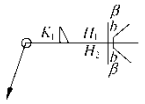
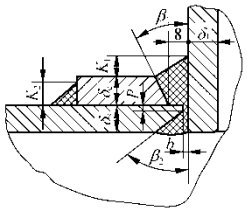
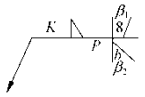
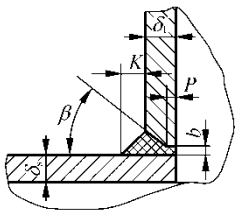
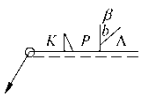
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| G30 |  | $\beta_1$=50°±5°<br>$\beta_2$=20°±2°<br>b=2±0.5<br>$P=0^{+2}_{-0}$<br>$K_1=\delta_t/3$，且 $K_1\geq 6$<br>$K_2=\delta_e$(当 $\delta_e\leq 8$ 时)<br>$K_2=0.7\delta_e$，或 $K_2=8$ 取大值(当 $\delta_e>8$ 时) | 1. 非疲劳载荷、低温和大温度梯度场合<br>2. 一般 $\delta_t\geq\delta_s/2$，$\delta_t\geq 8$<br>3. 一般 $16<\delta_s\leq 38$ |  | |
| G31 |  | β=50°±5°<br>b=2±0.5<br>$K_1\geq\delta_t$，且 $K_1\geq 6$<br>$K_2\geq\delta_e$(当 $\delta_e\leq 8$ 时)<br>$K_2=0.7\delta_e$，或 $K_2=8$ 取大值(当 $\delta_e>8$ 时)<br>$H=0.7\delta_t$ | 1. 非焊透场合<br>2. 一般 $\delta_t\geq\delta_s/2$<br>3. 一般 $8<\delta_s<25$ |  | |
| G32 |  | β=50°±5°<br>b=2±0.5<br>$K_1=\delta_t$，且 $K_1\geq 6$<br>$K_2\geq\delta_e$(当 $\delta_e\leq 8$ 时)<br>$K_2=0.7\delta_e$，或 $K_2=8$ 取大值(当 $\delta_e>8$ 时)<br>$H_1=0.7\delta_e$<br>$H_2=\delta_t$ | 1. 非焊透场合<br>2. 一般 $\delta_t\geq\delta_e/2$<br>3. 一般 $8<\delta_s<25$ |  | |
| G33 |  | $\beta_1$=20°±2°<br>$\beta_2$=50°±5°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>$K_1=\delta_s$，且 $K_1\geq 6$<br>$K_2\geq\delta_e$(当 $\delta_e\leq 8$ 时)<br>$K_2=0.7\delta_e$，或 $K_2=8$ 取大值(当 $\delta_e>8$ 时) | 1. 非疲劳载荷、低温和大温度梯度场合<br>2. 一般 $\delta_t\geq\delta_e/2$<br>3. 一般 $8<\delta_s\leq 38$ |  | |
| G34 |  | β=45°±5°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>$K=\delta_t/3$，且 $K\geq 6$ | 1. 接管壁厚较大而壳体壁厚较小<br>2. 接管直径较小<br>3. 内部不宜施焊 |  | 焊缝符号右侧 A 表示接管与壳体连接型式为安放式 |

**表 15.4.1　接管与壳体的连接焊缝(mm)（续）**

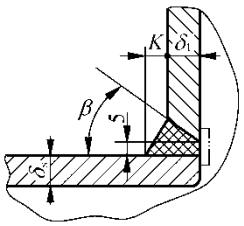
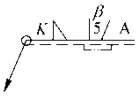
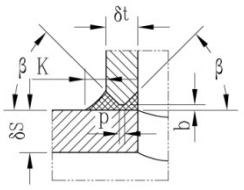
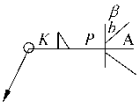
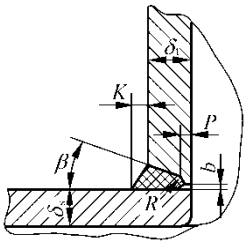
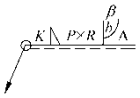
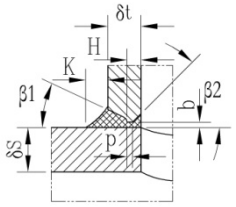
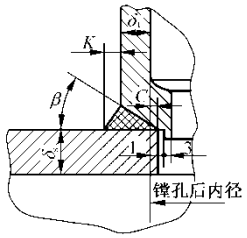
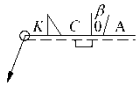
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| G35 |  | β=45°±5°<br>K=δt/3，且 K≥6 | 1. 接管壁厚较大而壳体壁厚较小<br>2. Cr-Mo 钢或屈服限大于 392MPa 的低合金钢接管焊缝<br>3. 焊后宜去除垫板<br>4. 焊缝外表面圆滑过渡 |  | 焊缝符号右侧 A 表示接管与壳体连接型式为安放式 |
| G36 |  | β=45°±5°<br>b=2±0.5<br>K=δt/3，且 K≥6 | 1. 接管壁厚及壳体壁厚均较大<br>2. 内部允许施焊 |  | 焊缝符号右侧 A 表示接管与壳体连接型式为安放式 |
| G37 |  | β=25°±5°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>R=6~13<br>K=δt/3，且 K≥6 | 1. 接管壁厚较大而壳体壁厚较小<br>2. δt＞16<br>3. 球形、椭圆封头上接管轴线与封头经线相垂直焊缝 |  | 焊缝符号右侧 A 表示接管与壳体连接型式为安放式 |
| G38 |  | β1=25°±5°<br>β2=50°±5°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>R=6~13<br>H=δt/3<br>K=δt/3，且 K≥6 | 1. 接管壁厚及壳体壁厚均较大<br>2. 内部便于清根施焊<br>3. 球形、椭圆封头上接管轴线与封头经线相垂直焊缝 | | 焊缝符号右侧 A 表示接管与壳体连接型式为安放式 |
| G39 |  | β=45°±5°<br>C=3~6<br>K=δt/3，且 K≥6 | 1. 接管直径较小，便于焊后镗车<br>2. 接管壁厚及壳体壁厚均较大<br>3. 疲劳载荷、大温度梯度场合<br>4. 焊缝外表面圆滑过渡 |  | 焊缝符号右侧 A 表示接管与壳体连接型式为安放式 |

**表 15.4.1　接管与壳体的连接焊缝(mm)　（续）**

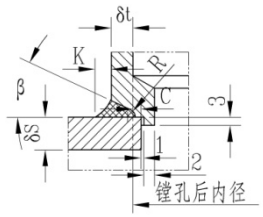
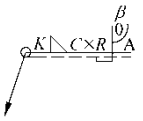
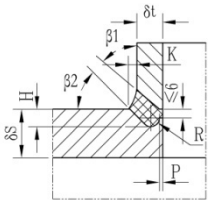
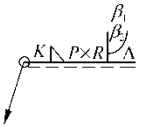
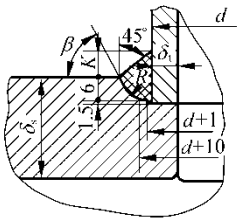
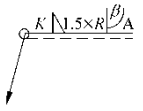
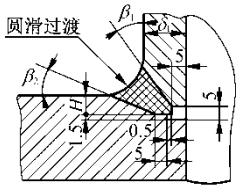
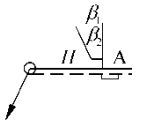
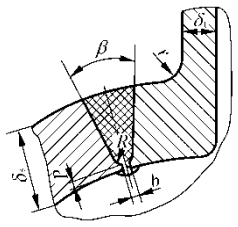
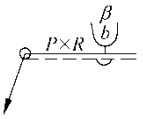
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| G40 |  | β=25°±2°<br>C=3~6<br>R=6~13<br>K=$\delta_t$/3，且 K≥6 | 1. 接管直径较小，便于焊后镗车<br>2. 接管壁厚及壳体壁厚均较大<br>3. 疲劳载荷、大温度梯度场合<br>4. 焊缝外表面圆滑过渡 |  | 焊缝符号右侧 A 表示接管与壳体连接型式为安放式 |
| G41 |  | $\beta_1$=40°±5°<br>$\beta_2$=45°±2°<br>P=2±0.5<br>R=6<br>H≤6<br>K=$\delta_t$/3，且 K≥6 | 1. 接管壁厚较小而壳体壁厚较大<br>2. 用于锅炉汽包或联箱的接管与壳体连接 |  | 焊缝符号右侧 A 表示接管与壳体连接型式为安放式 |
| G42 |  | β=60°±2°<br>R=3<br>K=1.4$\delta_t$ | 1. 非焊透场合<br>2. 接管壁厚较小而壳体壁厚较大<br>3. 用于锅炉汽包或联箱的接管与壳体连接 |  | 焊缝符号右侧 A 表示接管与壳体连接型式为安放式 |
| G43 |  | $\beta_1$=25°±2°<br>$\beta_2$=30°±2°<br>H=$\delta_t$ | 1. 非焊透场合<br>2. 壳体壁厚较大<br>3. 接管直径较小<br>4. 用于锅炉汽包或联箱的接管与壳体连接 |  | 焊缝符号右侧 A 表示接管与壳体连接型式为安放式 |
| G44 |  | β=25°±2°<br>(当 $\delta_S$≤20 时)<br>β=20°±2°<br>(当 $\delta_S$＞20 时)<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>R≥8<br>r≥18 | 1. 球形、椭圆封头上接管轴线与封头经线相垂直焊缝<br>2. 疲劳载荷、大温度梯度场合<br>3. 疲劳载荷场合焊缝内外表面焊后磨平 |  | |

**表 15.4.1　接管与壳体的连接焊缝(mm)（续）**

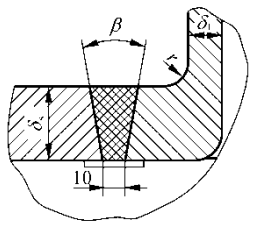
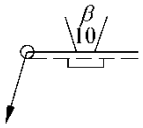
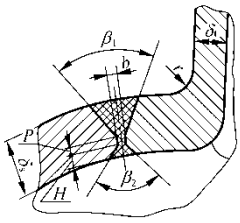
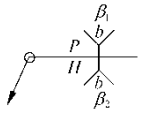
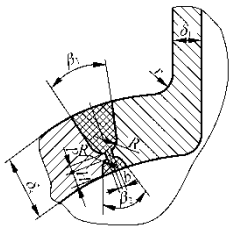
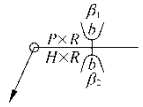
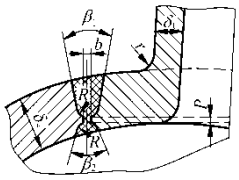
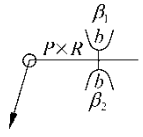
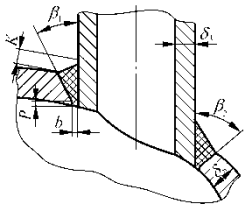
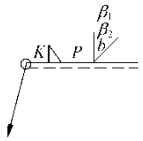
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| G45 |  | β=30°±5°<br>(当 $\delta_S$≤20 时)<br>β=25°±5°<br>(当 $\delta_S$＞20 时)<br>r＞18 | 1. 疲劳载荷、大温度梯度场合<br>2. Cr-Mo 钢或屈服限大于 392MPa 的低合金钢接管焊缝<br>3. 焊后宜去除垫板，疲劳载荷场合焊缝内外表面焊后磨平 |  | |
| G46 |  | $\beta_1$=65°±2°<br>$\beta_2$=70°±2°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>H=$\delta_S$/3<br>r＞18 | 1. 接管轴线与壳体经线相垂直焊缝<br>2. 疲劳载荷、大温度梯度场合<br>3. 接管壁厚及壳体壁厚均较大<br>4. 疲劳载荷场合焊缝内外表面焊后磨平 |  | |
| G47 |  | $\beta_1$=20°±2°<br>$\beta_2$=30°±2°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>R=8<br>r＞18<br>H=10(当 $\delta_s$≤50 时)<br>H=15(当 $\delta_s$＞50 时) | 1. 球形、椭圆封头上接管轴线与封头经线相垂直焊缝<br>2. 疲劳载荷、大温度梯度场合<br>3. 接管壁厚及壳体壁厚均较大<br>4. 疲劳载荷场合焊缝内外表面焊后磨平 |  | |
| G48 |  | $\beta_1$=20°±2°<br>$\beta_2$=30°±2°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>R=8<br>r＞18 | 1. 球形、椭圆封头上接管轴线与封头经线相垂直焊缝<br>2. 接管直径较小 |  | |
| G49 |  | $\beta_1$=30°±5°<br>$\beta_2$=45°±5°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>K=$\delta_t$/3，且 K≥6 | 1. 非径向接管<br>2. 一般 $\delta_t$≥$\delta_e$/2 或 $\delta_t$≥6<br>3. 一般 8≤＜$\delta_s$＜25 |  | |

**表 15.4.1　接管与壳体的连接焊缝(mm)　（续）**

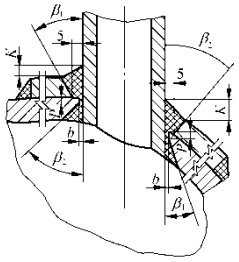
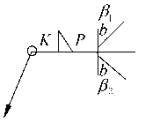
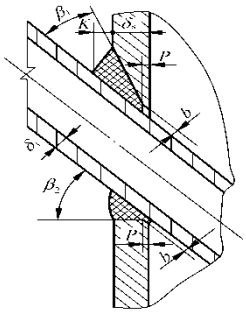
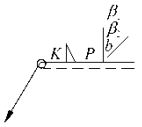
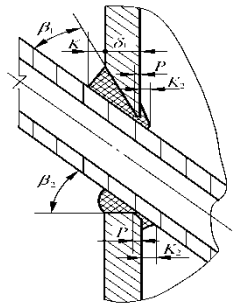
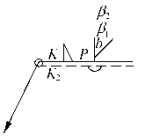
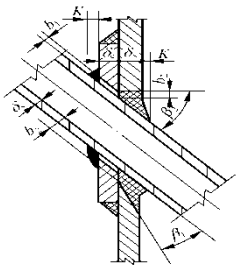
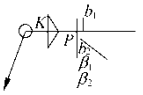
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| G50 |  | $\beta_1$=30°±5°<br>$\beta_2$=45°±5°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>K=$\delta_t$/3，且 K≥6 | 1. 非径向接管<br>2. 非疲劳载荷、非低温和非大温度梯度场合<br>3. 一般 $\delta_t \geq \delta_e/2$ 或 $\delta_t \geq 6$<br>4. 一般 $8 \leq \delta_s < 25$ |  | |
| G51 |  | $\beta_1$=35°±2°<br>$\beta_2$=45°±2°<br>b=2±1<br>P=1.5±0.5<br>K=$\delta_t$/3，且 K≥6 | 1. 斜接管与壳体连接<br>2. 一般 $\delta_s \leq 12$ |  | |
| G52 |  | $\beta_1$=35°±2°<br>$\beta_2$=45°±2°<br>b=2±1<br>P=1.5±0.5<br>K=$\delta_t$/3，且 K≥6<br>$K_2$=6 | 1. 斜接管与壳体连接<br>2. 内部允许施焊 |  | |
| G53 |  | $\beta_1$=35°±2°<br>$\beta_2$=45°±2°<br>$b_1$=2±1<br>$b_2$=5<br>K=6 | 1. 非焊透场合<br>2. 斜接管与壳体连接<br>3. 内部允许施焊<br>4. 非疲劳载荷、非低温和非大温度梯度场合<br>5. 一般 $\delta_s \leq 12$ |  | |

**表 15.4.1　接管与壳体的连接焊缝(mm)（续）**

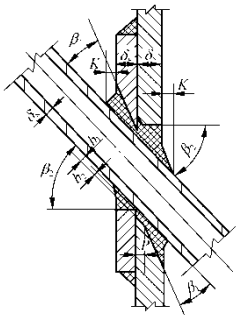
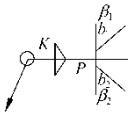
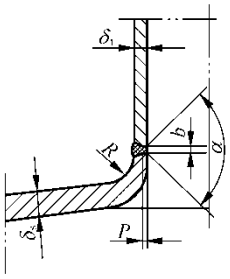
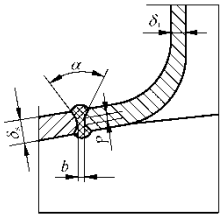
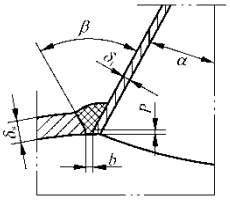
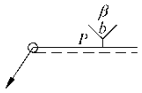
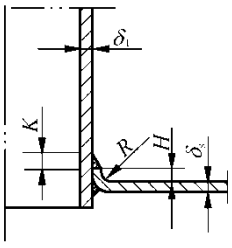
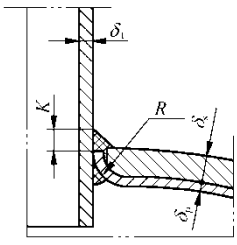
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| G54 |  | $\beta_1$=35°±2°<br>$\beta_2$=45°±2°<br>$b_1$=5<br>$b_2$=2±1<br>K=6 | 1. 斜接管与壳体连接<br>2. 内部允许施焊<br>3. 非疲劳载荷、非低温和非大温度梯度场合<br>4. 一般 $\delta_s$≤25 |  | |
| G55 |  | a=65°±2°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>R=2$\delta_s$ | 1. 疲劳载荷、大温度梯度场合或有振动场合<br>2. 壳体易翻边<br>3. 一般 $\delta_s$≤12<br>4. 疲劳载荷场合焊缝内外表面焊后磨平 | 绘节点图 | |
| G56 |  | a=65°±2°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5 | 1. 疲劳载荷、大温度梯度场合或有振动场合<br>2. 接管易翻边或锻制<br>3. 一般 8＜$\delta_s$≤25<br>4. 疲劳载荷场合焊缝内外表面焊后磨平 | 绘节点图 | |
| G57 |  | β≥50°<br>(a≤30°)<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5 | 1. 喇叭口接管与壳体连接<br>2. 多用于管壳式换热器壳程接管 |  | |
| G58 |  | R=(1.4~2.5) $\delta_s$<br>K=$\delta_t$<br>H=1.5R | 1. 壳壁或接管壁均较薄<br>2. 内部允许施焊<br>3. 不宜用于密封性要求高的场合不宜用于密封性要求高的场合 | <br>或绘节点图 | |
| G59 |  | R=2$\delta_P$<br>K=1.4$\delta_t$ | 1. 衬里或复合板制容器<br>2. 接管内伸可采用平齐式 | 绘节点图 | |

**表 15.4.1　接管与壳体的连接焊缝(mm)（续）**

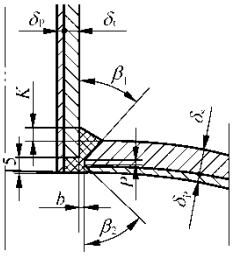
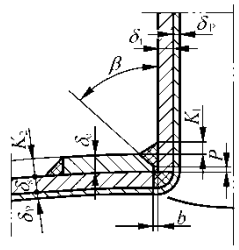
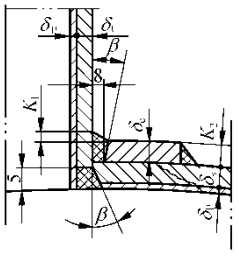
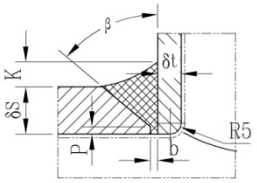
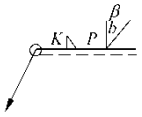
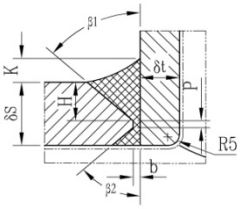
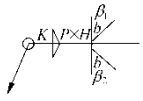
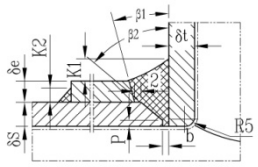
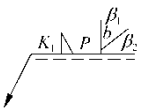
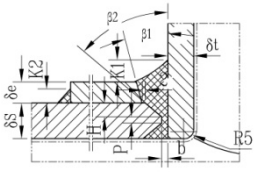
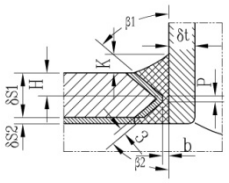
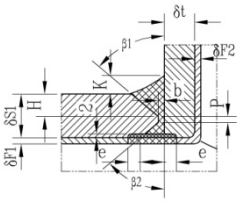
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| G60 |  | $\beta_1$=50°±5°<br>$\beta_2$=20°±2°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>K=$\delta_S$/3，且 K≥3b | 1. 衬里或复合板制容器<br>2. 衬里间可用搭接焊缝 | 绘节点图 | |
| G61 |  | β=50°±5°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>$K_1$=$\delta_s$/3，且 $K_1$≥6<br>$K_2$=$\delta_e$(当 $\delta_e$≤8 时)<br>$K_2$=0.7$\delta_e$ (当 $\delta_e$＞8 时) | 1. 非疲劳载荷和非大温度梯度场合<br>2. 衬里或复合钢板制容器<br>3. 衬里间可采用搭接焊缝 | 绘节点图 | |
| G62 |  | β=20°±2°<br>$K_1$=$\delta_t$<br>$K_2$=$\delta_e$(当 $\delta_e$≤8 时)<br>$K_2$=0.7$\delta_e$ (当 $\delta_e$＞8 时) | 1. 非疲劳载荷和非大温度梯度场合<br>2. 衬里或复合钢板制容器<br>3. 衬里之间可采用搭接焊缝 | 绘节点图 | |
| G63 |  | β=50°±5°<br>b=2+0.5<br>P=2±0.5<br>K≥1/3$\delta_t$，且 K≥6 | 1. 低、中压带非金属衬里压力容器<br>2. 一般 $\delta_t$≥$\delta_s$ /2<br>3. 一般 $\delta_s$≤16 |  | 衬里侧焊缝磨平，转角处圆滑过渡 |
| G64 |  | $\beta_1$=45°+5°<br>$\beta_2$=50°+5°<br>b=2±0.5<br>$P=0^{+3}_{-0}$<br>$H=\frac{2\delta_s}{3}$<br>K=0.3$\delta_s$，且 K≥6 | 1. 中、高压压力容器且内侧允许清根施焊<br>2. 一般 $\delta_t$≥$\delta_s$ /2<br>3. 一般 $\delta_s$≥20 |  | 衬里侧焊缝磨平，转角处圆滑过渡 |

**表 15.4.1　接管与壳体的连接焊缝(mm)（续）**

| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| G65 |  | $\beta_1$=15°±2°<br>$\beta_2$=45°±5°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>$K_1=\delta_t/3$，且 $K_1\geq 6$<br>$K_2\geq\delta_e$(当 $\delta_e\leq 8$ 时)<br>$K_2=0.7\delta_e$，或 $K_2=8$ 取大值(当 $\delta_e>8$ 时) | 1. 低、中压带非金属衬里压力容器<br>2. 一般 $\delta_t\geq\delta_s$ /2<br>3. 一般 $\delta_s\leq 16$ |  | 衬里侧焊缝磨平，转角处圆滑过渡 |
| G66 |  | $\beta_1$=15°±2°<br>$\beta_2$=45°±5°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>$H=2\delta_S/3$<br>$K_1=\delta_t/3$，且 $K_1\geq 6$<br>$K_2\geq\delta_e$(当 $\delta_e\leq 8$ 时)<br>$K_2=0.7\delta_e$，或 $K_2=8$ 取大值(当 $\delta_e>8$ 时) | 1. 低、中压带非金属衬里压力容器<br>2. 一般 $\delta_t\geq\delta_s$ /2<br>3. 一般 $\delta_s\leq 36$ | 绘节点图 | 衬里侧焊缝磨平，转角处圆滑过渡 |
| G67 |  | $\beta_1$=45°+5°<br>$\beta_2$=50°+5°<br>b=2±0.5<br>$P=0^{+3}_{\ 0}$<br>$H=\frac{2\delta_{s1}}{3}$<br>$K=0.3\delta_{s1}$，且 K≥6 | 1. 复合板壳体与不锈钢接管焊接<br>2. 内部允许施焊<br>3. 复合板基材坡口处堆焊过渡层至少 3mm | 绘节点图 | |
| G68 |  | $\beta_1$=45°+5°<br>$\beta_2$=50°+5°<br>b=2±0.5<br>$P=0^{+3}_{\ 0}$<br>$H=\frac{2\delta_{s1}}{3}$<br>e≥4<br>$K=0.3\delta_{s1}$，且 K≥6 | 1. 复合板壳体与堆焊接管焊接<br>2. 内部允许施焊<br>3. 复合板基层及接管基层在焊缝处削除 2mm，采用过渡层焊接后进行面层焊接 | 绘节点图 | |

## 15.5 角接焊缝

**15.5.1** 表 15.5.1 的角接焊缝设计适用于焊条电弧焊、气体保护焊的焊接方法。采用其他焊接方法时，设计者应做相应的修改。

**15.5.2** 表 15.5.1 的角接焊缝的焊脚高度 K 的偏差：K≤4 mm 时，为 +1 mm；K＞4 mm 时，为+2 mm。 要求圆弧过渡的焊脚增量值（见图 15.5.2）取（M-K）≤3 mm。

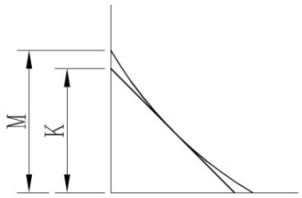



**图 15.5.2　角焊缝焊脚增量图**

**15.5.3** 焊缝覆盖宽应控制在 1～3 mm。

**表 15.5.1　角接焊缝(mm)**

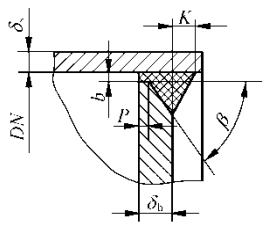
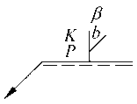
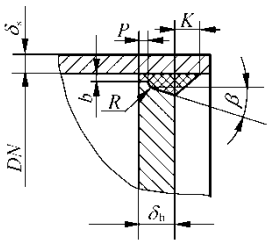
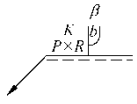
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| J1 |  | β=55°±5°<br>$b=2^{+1}_{-2}$<br>P=2±1<br>K=$\delta_s$<br>$\delta_s$≥3<br>$\delta_h$=3~16 | 1. 用于小直径(DN＜600)且内部无法施焊的管子或筒体与平盖的连接<br>2. 疲劳载荷场合焊缝外表面圆滑过渡 |  | 疲劳载荷宜采用氩弧焊底焊 |
| J2 |  | β=20°±2°<br>$b=2^{+1}_{-2}$<br>P=2±1<br>R=6~13<br>K=$\delta_s$<br>$\delta_s$≥10<br>$\delta_h$≥16 | 1. 用于小直径(DN＜600)且内部无法施焊的管子或筒体与平盖的连接<br>2. 疲劳载荷场合焊缝外表面圆滑过渡 |  | 疲劳载荷宜采用氩弧焊底焊 |

**表 15.5.1　角接焊缝(mm)(续)**

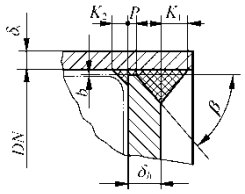
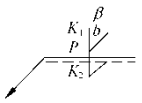
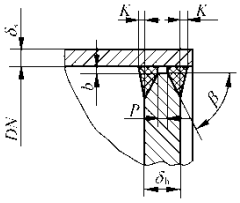
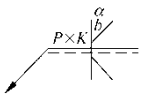
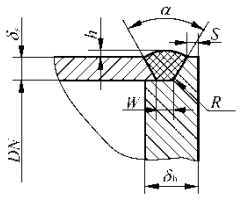
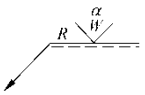
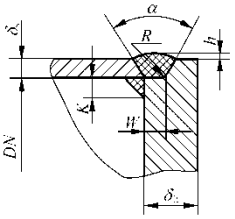
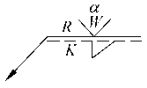
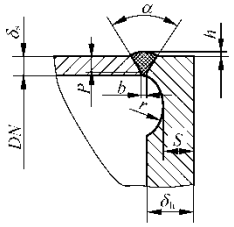
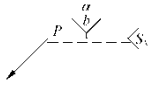
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| J3 |  | β=55°±5°<br>$b=2^{+1}_{-2}$<br>P=2±1<br>$K_1=\delta_s$<br>$K_2=0.5\delta_s$<br>$\delta_s\geq3$<br>$\delta_h$=3~16 | 1. 用于内部可以施焊以及带衬里的筒体与平盖的连接<br>2. 低温(＜-20℃)、交变载荷时，焊缝应清根和表面圆滑过渡 |  | 图中的双点划线表示衬里 |
| J4 |  | β=55°±5°<br>$b=2^{+1}_{-2}$<br>P=2±1<br>R=6~13<br>K≥$\delta_s$ 或等于 6<br>$\delta_s\geq3$<br>$\delta_h\geq16$ | 1. 用于筒体与较厚平盖的连接 |  | 不推荐用于有较大温度梯度的场合 |
| J5 |  | α=65°±5°<br>W≥6<br>R=4<br>h=0～2<br>$\delta_s\geq8$<br>$\delta_h\geq12$<br>S≤6 | 1. 用于筒体与较厚平盖的连接<br>2. 非缝隙腐蚀性容器 |  | 不推荐用于疲劳载荷的场合 |
| J6 |  | α=65°±5°<br>W≥6<br>R=4<br>h=0～2.5<br>K≤7<br>$\delta_s\geq8$<br>$\delta_h\geq12$ | 1. 用于筒体与较厚平盖的连接<br>2. 低温(＜-20℃)、交变载荷时，焊缝应清根和表面圆滑过渡 |  | |
| J7 |  | α=65°±5°<br>$b=2^{+1}_{-2}$<br>P=2±1<br>h=0～2<br>r≥1.5$\delta_s$<br>S≥$\delta_h$ 且≥5<br>$\delta_s\geq4$<br>$\delta_h\geq11$ | 1. 用于筒体与较厚平盖的连接<br>2. 重要场合应采用氩弧焊底焊 |  | $S_A$ 表示氩弧焊底焊 |

**表 15.5.1　角接焊缝(mm)(续)**

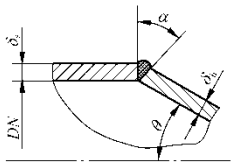
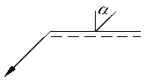
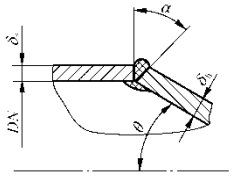
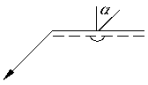
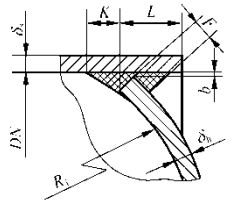
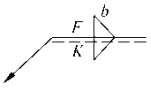
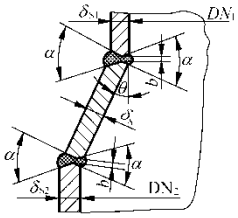
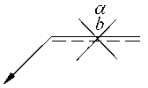
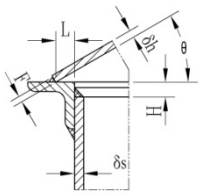
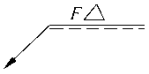
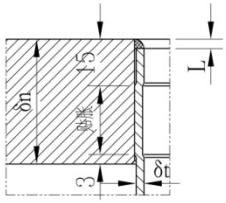
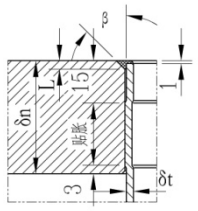
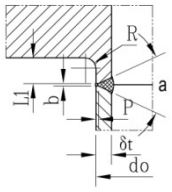
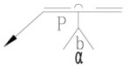
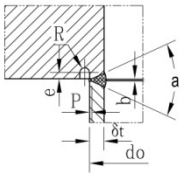
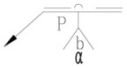
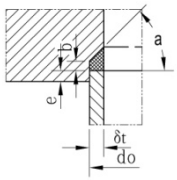
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| J8 |  | α>45°~70°<br>$\delta_s$、$\delta_h$=3～12<br>θ≤30° | 1. 用于小直径筒体与锥形封头的连接<br>2. 重要场合应采用氩弧焊底焊 |  | 用于锥壳小端连接时允许 θ≤45° |
| J9 |  | α>45°~70°<br>$\delta_s$、$\delta_h$=3～16<br>θ≤30° | 3. 用于筒体与锥形封头或变径段的连接<br>4. 低温(＜-20℃)、交变载荷时，焊缝应清根和表面圆滑过渡 |  | 用于锥壳小端连接时允许 θ≤45° |
| J10 |  | $b=2^{+1}_{-2}$<br>K≥$\delta_s$<br>$\delta_s$≥6<br>$\delta_h$=4~16<br>$R_i$≤DN<br>F=0.7$\delta_s$ 且≥5<br>$L \geq 2\sqrt{0.5(DN)\delta_S}$ | 1. 用于筒体与球冠形端封头或中间封头的连接 |  | |
| J11 |  | α=55°±5°<br>$b=2^{+1}_{-2}$<br>$\delta_{s1}$、$\delta_{s2}$、$\delta_s$≥12<br>θ≤30° | 1. 用于筒体异径段的连接<br>2. 低温(＜-20℃)、交变载荷时，焊缝应清根和表面圆滑过渡 |  | |
| J12 |  | F=3$\delta_h$ /4，且≤5<br>L=2$\delta_h$，且位于型钢中心轴以内<br>θ≤9.46°<br>H=$\delta_s$+1 | 用于大型储罐的罐顶与加强圈的弱连接结构 |  | 还应符合相应标准中的规定 |
| J13 |  | L=$\delta_t$+1 | 1. 适用立式换热器无积液的上管板与换热管的连接<br>2. 强度焊的焊脚高度应满足拉脱力的要求 | 绘节点图 | 填丝氩弧焊 |

**表 15.5.1　角接焊缝(mm)(续)**

| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| J14 |  | $L=\delta_t+1$<br>β=45°-2° | 1. 适用立式换热器无积液的上管板与换热管的连接<br>2. 强度焊的焊脚高度应满足拉脱力的要求 | 绘节点图 | 填丝氩弧焊 |
| J15 |  | $L_1=5$<br>R=2<br>$b=1^{+0.5}_{-0.5}$<br>$P=1^{+0.5}_{-0.5}$<br>a=50°±2.5° | 1. 用于管板与换热管的连接<br>2. 采用多道氩弧焊，起弧错开 180° |  | |
| J16 |  | a=50°±2.5°<br>$b=1^{+0.5}_{-0.5}$<br>$P=1^{+0.5}_{-0.5}$<br>e=2<br>R=2 | 1. 用于管板与换热管的连接<br>2. 采用多道氩弧焊，起弧错开 180° |  | |
| J17 |  | a=45°±2.5°<br>$b=2^{+0.5}_{-0.5}$<br>$e=2^{+0.5}_{-0}$ | 1. 用于管板与换热管的连接<br>2. 采用多道氩弧焊，起弧错开 180° | | |

## 15.6 搭接焊缝

**15.6.1** 表 15.6.1 两板间的搭接焊缝设计适用于焊条电弧焊的焊接方法。采用其他焊接方法时，设计者应做相应的修改。

**15.6.2** 表 15.6.1 两板间的搭接焊缝的焊脚高度 K 不应小于两板中较薄板厚度的 70%。

**15.6.3** 两板间搭接焊的最小搭接长度不宜小于 3 倍的薄板厚度。

**表 15.6.1 搭接焊缝(mm)**

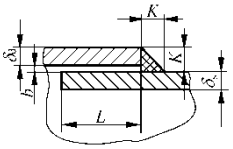
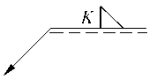
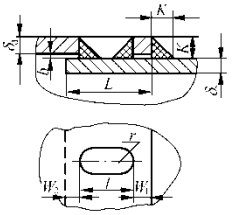
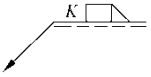
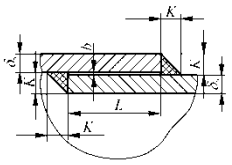
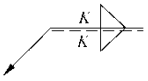
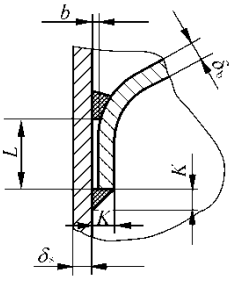
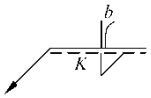
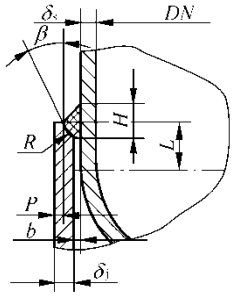
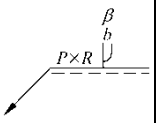
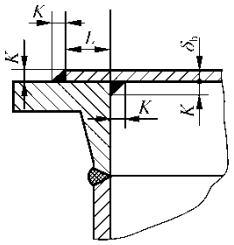
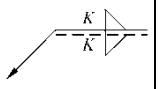
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| DJ1 |  | $b=0^{+2}$<br>$K=\delta_d$<br>$L\geq5\delta_d$,且≥25<br>$\delta_S=4\sim12$<br>$\delta_d=3\sim12$ | 用于大型立式储罐、气柜的底板或顶盖板间的拼接 |  | 搭接长度 L 可根据具体要求调整 |
| DJ2 |  | $b=0^{+2}$<br>$K=\delta_d$<br>$L\geq5\delta_d$<br>$r=\delta_d$<br>$l\geq2r$<br>$W_1=2\delta_d$<br>$W_2=\delta_d$<br>$\delta_d$、$\delta_s$=4～14 | 用于大型立式储罐、气柜的底板或顶盖板间的拼接 |  | 塞焊孔可根据需要改变形状(如圆形)或方向(如垂直) |
| DJ3 |  | $b=0^{+2}$<br>$K=\delta_s+b$<br>$L\geq4\delta_s$<br>$\delta_s=3\sim16$ | 用于大型立式储罐的钢板的拼接 |  | 不推荐用于温度梯度大的场合 |
| DJ4 |  | $b=0^{+2}$<br>$K=\delta_h+b$<br>$L=2(\delta_s+\delta_h)$，且≥25<br>$\delta_h=4\sim16$<br>$\delta_s\geq4$ | 用于凸面受压的封头与筒体的连接 |  | 不推荐用于疲劳载荷和温度梯度大的场合 |

**表 15.6.1　搭接焊缝(mm)(续)**

| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| DJ5 |  | β=20°±2°<br>$b=2^{+1.0}_{-2.0}$<br>P≥2<br>R=6～13<br>H≥1.75$\delta_j$<br>L≥25<br>$\delta_s$=4～16<br>$\delta_j$≥8 | 主要用于筒体和裙座之间的连接 |  | |
| DJ6 |  | L—由密封尺寸决定<br>$\delta_h$＞6<br>K≥6<br>$\delta_h$≤6<br>K=$\delta_h$ | 用于薄管板与法兰的连接 |  | 管板厚度 $\delta_h$ 由计算确定 |

## 15.7 T 形连接焊缝

**15.7.1** 表 15.7.1 的 T 形连接焊缝设计适用于焊条电弧焊的焊接方法。采用其他焊接方法时，设计者应做相应的修改。

**15.7.2** T 形连接焊缝的焊脚高度不应小于薄板的厚度。焊脚高度 K 的偏差：K≤4 mm 时，为 +1 mm；K＞4 mm 时，为 +2 mm。

**表 15.7.1 T 形连接焊缝(mm)**

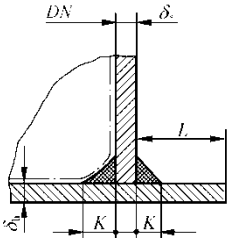
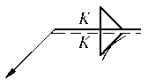
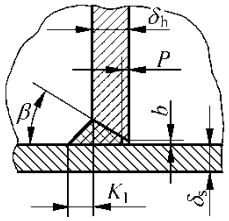
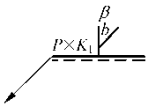
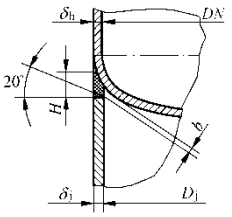
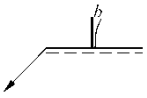
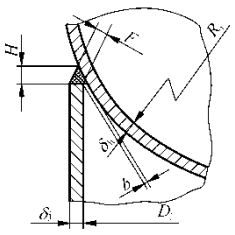
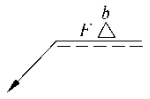
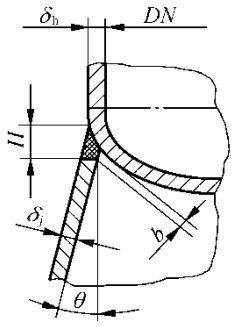
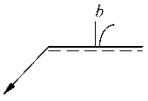
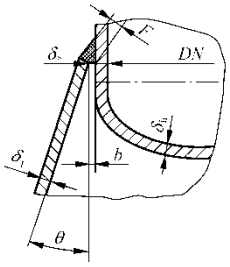
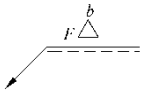
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| T1 |  | K≥$\delta_h$<br>$\delta_s$≥4<br>$\delta_h$≥6<br>L=40～65 | 用于立式储罐等容器的底板与筒体的连接 |  | 图中双点划线表示衬里，内侧角焊缝应圆滑过渡 |
| T2 |  | β=55°±5°<br>b = $2^{+1.0}_{-2.0}$<br>P=2±1<br>$\delta_s$=5～25<br>$\delta_h$≥4<br>$K_1$≥6 | 用于中间隔板与筒体的连接 |  | 隔板厚度 $\delta_h$ 由计算确定 |
| T3 |  | b = $2^{+1.0}_{-2.0}$<br>H≥1.75$\delta_j$<br>$\delta_h$≥4<br>$\delta_j$≥8 | 用于椭圆形封头、碟形封头与裙座的连接 |  | 连接处焊缝应进行应力校核 |
| T4 |  | b = $2^{+1.0}_{-2.0}$<br>H≥1.6$\delta_j$<br>F≥$\delta_j$<br>$\delta_h$≥4<br>$\delta_j$≥4 | 用于球形、椭圆形封头与裙座的连接 |  | 连接处焊缝应进行应力校核 |

**表 15.7.1　T 形连接焊缝(mm)（续）**

| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| T5 |  | $b=2^{+1.0}_{-2.0}$<br>$H\geq1.75\delta_j$<br>$\delta_h\geq4$<br>$\delta_j\geq4$<br>$\theta\leq15°$ | 用于椭圆形、碟形封头与锥形裙座的连接 |  | 连接处焊缝应进行应力校核 |
| T6 |  | $b=2^{+1.0}_{-2.0}$<br>$F\geq\delta_j$<br>$\delta_s$、$\delta_h\geq3$<br>$\delta_j\geq4$<br>$\theta=5°\sim30°$ | 用于筒体与锥形裙座的连接 |  | 连接处焊缝应进行应力校核 |

## 15.8 管板与壳体连接焊缝

**15.8.1** 表 15.8.1 的管板与壳体连接焊缝设计适用于焊条电弧焊、气体保护焊的焊接方法。采用其他焊接方法时，设计者应做相应的修改。

**15.8.2** 焊缝覆盖宽度应控制在 1～3 mm。焊脚高度 K 的偏差为 1～2 mm。焊缝的余高宜取 0～3 mm。

**表 15.8.1 管板与壳体连接焊缝(mm)**

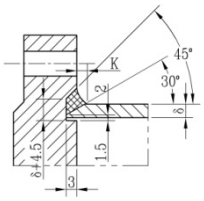
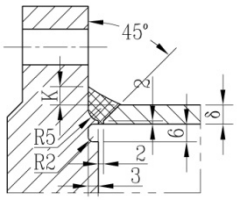
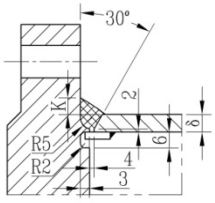
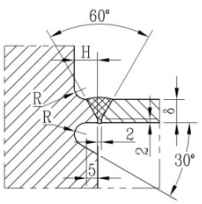
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| R1 |  | 见图示<br>K=δ | 用于压力 p≤1.0MPa，δ≤12mm。不宜用于易燃、易爆、易挥发、有毒及腐蚀介质的场合 | 绘节点图 | |
| R2 |  | 见图示<br>K=δ(δ≤12)<br>K=0.7δ(δ＞12) | 用于压力 1.0～4.0MPa，重要场合应采用氩弧焊底或单面焊双面成型 | 绘节点图 | |
| R3 |  | 见图示<br>K=δ(δ≤12)<br>K=0.7δ(δ＞12) | 用于压力 1.6～4.0MPa 且允许带垫板的场合 | 绘节点图 | |
| R4 |  | 见图示<br>R=5<br>H≥0.6δ+R,且≥10<br>(H 值可根据坡口形式进行调整) | 用于压力＞4.0Mpa，应采用氩弧焊底或单面焊双面成型 | 绘节点图 | |

**表 15.8.1　管板与壳体连接焊缝(mm) （续）**

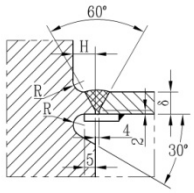
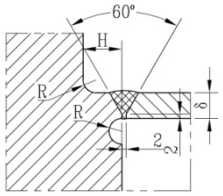
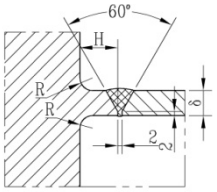
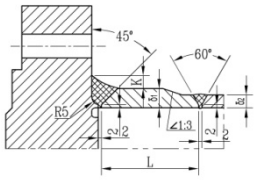
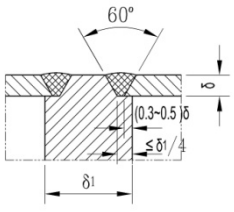
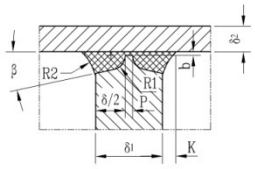
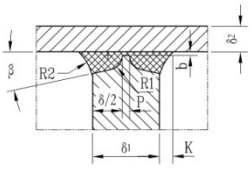
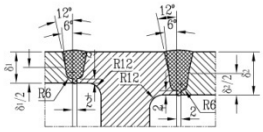
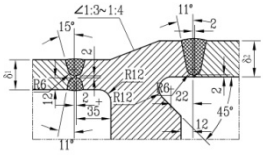
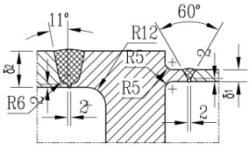
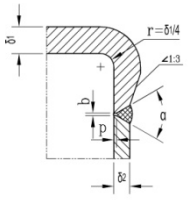
| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| R5 |  | 见图示<br>R=5<br>H≥0.6δ+R,且≥10<br>(H 值可根据坡口形式进行调整) | 用于压力＞4.0Mpa 且允许带垫板的场合 | 绘节点图 | |
| R6 |  | 见图示<br>H≥0.6δ+R,且≥10<br>(H 值可根据坡口形式进行调整) | 用于压力≥4.0Mpa，应采用氩弧焊底或单面焊双面成型 | 绘节点图 | 圆弧半径 R 由设计者确定 |
| R7 |  | 见图示<br>H≥0.6δ+R,且≥10<br>(H 值可根据坡口形式进行调整) | 用于压力＞4.0Mpa，应采用氩弧焊底或单面焊双面成型 | 绘节点图 | 圆弧半径 R 由设计者确定 |
| R8 |  | 见图示<br>L，$\delta_1$ 由设计确定<br>K =$\delta_1$/3，且 K≥6 | 用于压力较低、直径较大管板带加强段的场合 | 绘节点图 | |
| R9 |  | 见图示 | 用于压力≤4.0Mpa 管板不兼做法兰场合，不适用于间隙腐蚀的场合 | 绘节点图 | |

**表 15.8.1　管板与壳体连接焊缝(mm)　（续）**

| 序列代号 | 焊缝型式 | 基本尺寸 | 适用范围 | 焊缝符号 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| R10 |  | 见图示<br>β=12°±2°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>$R_1$=6~13<br>K=$\delta_2$/3，且 K≥6<br>$R_2$≥10 | 用于压力＞4.0Mpa 管板不兼做法兰场合 | 绘节点图 | |
| R11 |  | 见图示<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>R 由设计者确定 | 用于压力＜6.4Mpa 管板不兼做法兰场合 | 绘节点图 | |
| R12 |  | 见图示 | 用于压力≥6.4Mpa 管板不兼做法兰场合 | 绘节点图 | |
| R13 |  | 见图示 | 用于压力≥6.4Mpa 管板不兼做法兰场合 | 绘节点图 | |
| R14 |  | 见图示 | 用于压力≥4.0Mpa 管板不兼做法兰场合 | 绘节点图 | |
| R15 |  | a=60°±5°<br>b=2±0.5<br>P=2±0.5<br>见图示 | 用于挠性薄管板与筒体的连接 | 绘节点图 | |

## 15.9 焊缝选择

**15.9.1** 容器结构允许时宜优先选用双面焊焊缝。

**15.9.2** 容器内盛装介质毒性为极度、高度危害或有强渗透性的中度危害时应选择全焊透焊缝。

**15.9.3** 高温容器、低温容器和承受疲劳载荷的容器应选择全焊透焊缝。

**15.9.4** 高温容器、低温容器和承受疲劳载荷容器的接管与壳体间焊缝不宜采用带补强圈形式焊缝。

**15.9.5** 高温容器、低温容器和承受疲劳载荷容器的焊缝宜采用反面清根（双面焊）、氩弧焊底焊（单面焊）、单面焊双面成型和焊道间无损检测等工艺手段。

**15.9.6** 高温容器、低温容器和承受疲劳载荷容器的对接焊缝应磨平余高，角焊缝表面应圆弧过渡。

**15.9.7** 钢材标准抗拉强度的下限值 $R_m$＞540 MPa 和铬钼钢制的容器焊缝不宜采用带永久性垫板的焊缝结构。

**15.9.8** 接管与壳体间焊缝型式中的接管内伸与接管平齐相比有利于减小应力集中。

# 附录 A（资料性附录）石油化工压力容器法兰用垫片

**A.1** 石油化工压力容器法兰用垫片与介质等参数的匹配可参照表 **A.1** 选择。

**表 A.1　压力容器法兰垫片选用表**

| 介质 | 法兰公称压力(MPa) | 工作温度（℃） | 法兰型式 | 密封面 | 垫片 | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 型式 | 材料 | |
| 油品、油气、溶剂 a、石油化工原料及产品 b | ≤1.6 | ≤200 | 甲、乙型平焊 | RF/ M-FM | 非金属平垫片 | 耐油石棉橡胶板、聚四氟乙烯板 | 当介质为易燃、易爆、有毒或强渗透性时，应采用 M-FM 面法兰 |
| | | 201~250 | 长颈对焊 | RF/ M-FM | 缠绕垫、金属包垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603、S32168、S30478<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | 2.5 | ≤200 | 乙型平焊 | RF/ M-FM | 非金属平垫片<br>缠绕垫、金属包垫、柔性石墨复合垫 | 耐油石棉橡胶板、聚四氟乙烯板<br>金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603、S32168、S30478<br>填充材料：温石棉、柔性石墨、聚四氟乙烯 | |
| | | 201~250 | 长颈对焊 | RF/ M-FM | 缠绕垫、金属包垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603、S32168、S30478<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | 4.0 | ≤40 | 长颈对焊 | RF/ M-FM | 缠绕垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603、S32168、S30478<br>填充材料：温石棉、柔性石墨、聚四氟乙烯 | |
| | | 41~450 | 长颈对焊 | RF/ M-FM | 缠绕垫、金属包垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S31608、S32168、S30478<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | 6.4 | ≤450 | 长颈对焊 | RF/ M-FM | 缠绕垫、金属包垫 | 金属材料：S41008、S30408、S31608、S32168、S30478<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | | | | RJ | 金属环垫 | 10、S45110、S41008、S30408、S31608、S32168、S30478 | |

## 表 A.1　压力容器法兰垫片选用表（续）

| 介质 | | 法兰公称压力(MPa) | 工作温度（℃） | 法兰型式 | 密封面 | 垫片 | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 型式 | 材料 | |
| 氢气、氢气与油气混合物 | | 4.0 | ≤450 | 长颈对焊 | M-FM | 缠绕垫、金属包垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S31608、S32168、S30478<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | | 6.4 | ≤450 | 长颈对焊 | RJ | 金属环垫 | 10、S41008、S30408、S31608、S32168、S30478 | |
| 氨 | | 2.5 | ≤450 | 乙型平焊 | M-FM | 非金属平垫片 | 橡胶板、石棉橡胶板、聚四氟乙烯、柔性石墨 | |
| 压缩空气 | | 1.6 | ≤150 | 甲、乙型平焊 | RF | 非金属平垫片 | 橡胶板、石棉橡胶板、聚四氟乙烯、柔性石墨 | |
| 惰性气体 | | 1.6 | ≤150 | 甲、乙型平焊 | RF | 非金属平垫片 | 橡胶板、石棉橡胶板、聚四氟乙烯、柔性石墨 | |
| | | 4.0 | ≤60 | 长颈对焊 | M-FM | 缠绕垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | | 6.4 | ≤60 | 长颈对焊 | M-FM | 缠绕垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| 蒸汽 | 0.3MPa | 1.0 | ≤200 | 甲、乙型平焊 | RF | 非金属平垫片 | 石棉橡胶板、柔性石墨、聚四氟乙烯、氟橡胶 | |
| | 1.0MPa | 1.6 | ≤280 | 甲、乙型平焊 | RF | 缠绕垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603、S32168、S30478<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | 3.5MPa | 6.4 | ≤450 | 长颈对焊 | M-FM | 缠绕垫、金属包垫 | 金属材料：10、S41008、S30408、S31608、S32168、S30478<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | | | | | RJ | 金属环垫 | 10、S41008、S30408、S31608、S32168、S30478 | |
| 弱酸、弱碱、酸渣、碱渣 | | ≤1.6 | ≤300 | 甲、乙型平焊 | RF | 非金属平垫片 | 石棉橡胶板 | |
| | | ≥2.5 | ≤450 | 长颈对焊 | M-FM | 缠绕垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |

## 表 A.1　压力容器法兰垫片选用表（续）

| 介质 | 法兰公称压力(MPa) | 工作温度（℃） | 法兰型式 | 密封面 | 垫片 | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 型式 | 材料 | |
| 水 | ≤1.6 | ≤300 | 甲、乙型平焊 | RF | 非金属平垫片 | 橡胶板、石棉橡胶板、聚四氟乙烯、柔性石墨 | |
| 剧毒介质 | ≥1.6 | | 长颈对焊 | T-G | 缠绕垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603、S32168、S30478<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| 液化石油气 | 1.6 | ≤50 | 长颈对焊 | RF | 非金属平垫片 | 橡胶板、石棉橡胶板、聚四氟乙烯、柔性石墨 | |
| | 2.5 | ≤50 | 长颈对焊 | RF | 缠绕垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603、S32168、S30478<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |

注：所选择的材料应与材料标准中规定的使用温度相适应；柔性石墨复合垫可以代替耐油垫。

[a] 溶剂是指丙烷、丙酮、苯、酚、糠醛、异丙醇和浓度小于 30%的尿素。

[b] 石油化工原料及产品是指基本有机原料、氮肥工业及合成橡胶工业原料及产品。

警告：含石棉的材料应受到法律制约，法律要求提醒注意，当处理这类材料时，应确保这些材料不会构成对人身健康的危害。石棉产品已在很多国家中被禁用，设计人员应考虑此要求，从而适应国际化的要求。

# 附录 B（资料性附录）石油化工压力容器接管法兰用垫片

**B.1** 石油化工压力容器接管法兰用垫片与介质等参数的匹配可参照本附录表 **B.1** 选择。

**表 B.1　压力容器接管法兰垫片选用表**

| 介质 | 法兰公称压力(MPa) | 工作温度（℃） | 法兰型式 | 垫片 | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 型式 | 材料 | |
| 油品、油气、溶剂[a]、石油化工原料及产品[b]、一般化工介质 | 1.6 | ≤200 | 平焊（RF） | 非金属平垫片 | 耐油石棉橡胶板 | 当介质为易燃易爆、有毒或强渗透性时，应采用 M-FM 面法兰 |
| | | 201~250 | 对焊（RF） | 缠绕垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603、S32168、S30478<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | 2.5 | ≤200 | 平焊（RF） | 非金属平垫片 | 耐油石棉橡胶板 | |
| | | 201~250 | 对焊（RF） | 缠绕垫、金属包垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603、S32168、S30478<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | | 251~450 | 对焊（RF） | 缠绕垫、金属包垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S30408、S31608、S32168、S30478<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | | 451~530 | 对焊（RF） | 缠绕垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S30408、S31608、S32168、S30478、S31008<br>填充材料：柔性石墨 | |

## 表 B.1　压力容器接管法兰垫片选用表（续）

| 介质 | 法兰公称压力(MPa) | 工作温度（℃） | 法兰型式 | 垫片 | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 型式 | 材料 | |
| 油品、油气、溶剂[a]、石油化工原料及产品[b]、一般化工介质 | 4.0 | ≤200 | 对焊（M-FM） | 缠绕垫、金属包垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603、S32168、S30478<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | | 201~350 | 对焊（M-FM） | 缠绕垫、金属包垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603、S32168、S30478<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | | 351~450 | 对焊（M-FM） | 缠绕垫、金属齿形垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S30408、S31608、S32168、S30478<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | | 451~530 | 对焊（M-FM） | 缠绕垫、金属齿形垫 | 金属材料：S30408、S31608、S32168、S30478、S31008<br>填充材料：柔性石墨 | |
| | 6.4~10.0 | ≤450 | 对焊（M-FM） | 金属齿形垫 | 金属材料：S30408、S31608、S32168、S30478<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | | | 对焊（RJ） | 金属环垫 | S30408、S31608、S32168、S30478 | |
| | | 451~530 | 对焊（M-FM） | 金属齿形垫 | 金属材料：S30408、S31608、S32168、S30478、S31008<br>填充材料：柔性石墨 | |
| | | | 对焊（RJ） | 金属环垫 | S30408、S31608、S32168、S30478、S31008 | |
| 低温油气 | 4.0 | -20~0 | 对焊（RF） | 非金属平垫片<br>柔性石墨复合垫 | 耐油石棉橡胶板<br>金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603、S32168、S30478<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| 压缩空气 | 1.0 | ≤150 | 平焊（RF） | 非金属平垫片 | 橡胶板、石棉橡胶板、聚四氟乙烯、柔性石墨 | |

## 表 B.1　压力容器接管法兰垫片选用表（续）

| 介质 | | 法兰公称压力(MPa) | 工作温度（℃） | 法兰型式 | 垫片 | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 型式 | 材料 | |
| 惰性气体 | | 1.0 | ≤60 | 对焊（RF） | 非金属平垫片 | 橡胶板、石棉橡胶板、聚四氟乙烯、柔性石墨<br>柔性石墨+（金属骨架：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603） | |
| | | 4.0 | ≤60 | 对焊（RF）<br>对焊（M-FM） | 缠绕垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | | 10.0 | ≤60 | 对焊（M-FM） | 金属齿形垫 | 金属材料：S30408、S30403、S31608、S31603<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | | | | 对焊（RJ） | 金属环垫 | S41008、S30408、S30403、S31608、S31603 | |
| 液化石油气 | | 1.6 | ≤50 | 对焊（RF） | 非金属平垫片、柔性石墨复合垫 | 耐油石棉橡胶板、柔性石墨+（金属骨架：S30408、S30403、S31608、S31603） | |
| | | 2.5 | ≤50 | 对焊（RF） | 非金属平垫片、柔性石墨复合垫 | 耐油石棉橡胶板、柔性石墨+（金属骨架：S30408、S30403、S31608、S31603） | |
| 蒸汽 | 0.3MPa | 1.0 | ≤200 | 对焊（RF） | 非金属平垫片 | 耐油石棉橡胶板 | |
| | 1.0MPa | 1.6 | ≤280 | 对焊（RF） | 缠绕垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | 2.5MPa | 4.0 | 300 | 对焊（RF、M-FM） | 缠绕垫、柔性石墨复合垫<br>金属平垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603<br>填充材料：温石棉、柔性石墨<br>紫铜板 | |
| | 3.5MPa | 6.4 | 400 | 对焊（M-FM） | 金属平垫 | 紫铜板 | |
| | | 10 | 450 | 对焊（RJ） | 金属环垫 | S41008、S30408、S31608 | |

## 表 B.1　压力容器接管法兰垫片选用表（续）

| 介质 | 法兰公称压力(MPa) | 工作温度（℃） | 法兰型式 | 垫片 | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 型式 | 材料 | |
| 氢气、氢气与油气混合物 | 4.0 | ≤250 | 对焊（M-FM） | 缠绕垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | | 251~450 | 对焊（M-FM） | 缠绕垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S31608<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | | 451~530 | 对焊（M-FM） | 缠绕垫、金属齿形垫 | 金属材料：S30408、S31608<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | 6.4~10.0 | ≤250 | 对焊（M-FM） | 金属齿形垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | | | 对焊（RJ） | 金属环垫 | S41008、S30408、S30403、S31608、S31603 | |
| | | 251~450 | 对焊（M-FM） | 金属齿形垫 | 金属材料：S41008、S30408、S31608<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | | | 对焊（RJ） | 金属环垫 | S41008、S30408、S31608 | |
| | | 451~530 | 对焊（M-FM） | 金属齿形垫 | 金属材料：S30408、S31608<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | | | 对焊（RJ） | 金属环垫 | S30408、S31608 | |
| 79%~98%硫酸 | 0.6 | ≤120 | 对焊（RF） | 非金属平垫片 | 石棉橡胶板、聚四氟乙烯 | |
| 稀硝酸≤55% | | ≤50 | 对焊环松套（RF） | 聚四氟乙烯包覆垫片 | 聚四氟乙烯包覆石棉橡胶板 | |
| 浓硝酸≥93% | | ≤86 | 铝对焊环松套（RF） | 聚四氟乙烯包覆垫片 | 聚四氟乙烯包覆氯丁橡胶 | |
| 硝酸 60%~93% | | ＜60 | 对焊（RF） | 非金属平垫片 | 聚四氟乙烯、石棉橡胶板 | |

## 表 B.1　压力容器接管法兰垫片选用表（续）

| 介质 | 法兰公称压力(MPa) | 工作温度（℃） | 法兰型式 | 垫片 | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 型式 | 材料 | |
| 酸渣 | 0.6 | ≤120 | 平焊（RF） | 非金属平垫片 | 石棉橡胶板 | |
| 10%~40%碱渣 | 1.0 | ≤50 | 平焊（RF） | 非金属平垫片 | 石棉橡胶板 | |
| 氨 | 2.5 | ≤150 | 平焊（M-FM） | 非金属平垫片 | 石棉橡胶板 | |
| | | | 对焊（M-FM） | 柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603<br>填充材料：柔性石墨 | |
| 水 | 0.6 | ≤100 | 平焊（RF） | 非金属平垫片 | 石棉橡胶板 | |
| 工艺过程介质 [c] | 0.6 | ≤200 | 平焊（RF） | 非金属平垫片 | 石棉橡胶板、聚氯乙烯板 | |
| | 1.0 | 201~300 | 对焊（RF） | 非金属平垫片 | 石棉橡胶板、聚氯乙烯板、 | |
| | | 301~350 | 对焊（RF） | 缠绕垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | 1.6 | 201~300 | 对焊（RF） | 非金属平垫片 | 石棉橡胶板 | |
| | | 301~350 | 对焊（RF） | 缠绕垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | 2.5 | ≤200 | 对焊（RF） | 非金属平垫片 | 石棉橡胶板 | |
| | | 201~300 | 对焊（RF） | 缠绕垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | 4.0 | 201~300 | 对焊（M-FM） | 缠绕垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料：S41008、S30408、S30403、S31608、S31603<br>填充材料：温石棉、柔性石墨 | |
| | | -70~-20 | 对焊（M-FM） | 缠绕垫、柔性石墨复合垫 | 金属材料： S30408、S30403、S31608、S31603<br>填充材料：柔性石墨 | |

## 表 B.1　压力容器接管法兰垫片选用表（续）

| 介质 | 法兰公称压力(MPa) | 工作温度（℃） | 法兰型式 | 垫片 | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 型式 | 材料 | |
| 含溴醋酸 | 1.0 | ≤150 | 平焊（RF） | 非金属平垫片 | 聚四氟乙烯、高压聚乙烯 | |
| 聚甲基丙烯酸甲酯 | 1.6 | -15~90 | 平焊（M-FM） | 非金属平垫片 | 聚四氟乙烯、高压聚乙烯 | |
| 联苯、联苯醚 | 1.6 | ≤200 | 平焊（M-FM） | 金属平垫 | 铝、紫铜 | 温度高于200℃时，采用对焊法兰 |
| 熔融碱 45%~95% | 1.0 | 400~500 | 平焊（M-FM） | 金属平垫 | 银 | |
| 混合二甲苯氧化液 | ≤4.0 | 60~230 | 对焊环松套（RF） | 非金属平垫片 | 聚四氟乙烯 | |
| 环氧乙烷 | 1.0 | 260 | 平焊（RF） | 金属平垫 | 紫铜 | |
| 氢氟酸 | 4.0 | 170 | 对焊（M-FM） | 缠绕垫、金属平垫 | 金属材料：蒙乃尔<br>填充材料：柔性石墨 | |
| 甲醇原料气 | 32.0 | 常温 | 高压螺纹 | 透镜垫 | 20、S41008、S30408 | |
| 含甲醇气体 | | 110 | 高压螺纹 | 透镜垫 | S30408、S30403 | |
| 循环气 | | 常温 | 高压螺纹 | 透镜垫 | S41008、S30408 | |
| 纯氮气 | | 常温 | 高压螺纹 | 透镜垫 | 20、S41008、S30408 | |
| 粗甲醇 | | 常温 | 高压螺纹 | 透镜垫 | S41008、S30408 | |

## 表 B.1　压力容器接管法兰垫片选用表（续）

| 介质 | 法兰公称压力(MPa) | 工作温度（℃） | 法兰型式 | 垫片 | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 型式 | 材料 | |
| 脂肪酸钴丁醇溶液、丁醛、丁醇溶液、正异丁醛、正异丁醇溶液等 | | 50 | 高压螺纹 | 透镜垫 | S30408、S30403、S31608、S31603 | |
| 合成 $NH_3$ 原料气、循环气 | 16.0 | ≤200 | 高压螺纹 | 透镜垫 | 20、S41008、S30408 | |
| | 22.0 | 201~350 | 高压螺纹 | 透镜垫 | S41008、S30408 | |
| | 32.0 | 351~450 | 高压螺纹 | 透镜垫 | S31608 | |
| 尿素合成塔出口液 | 22.0 | 120~200 | 高压螺纹 | 透镜垫 | S31668 | |
| 一段甲胺液 | 22.0 | 120~200 | 高压螺纹 | 透镜垫 | S35550、316Lmod、S31050 | |
| 丙烯 90%、丙烷 10%、丙烯、CO、$H_2$ 气 | 32.0 | 20~140 | 高压螺纹 | 透镜垫 | 20、S41008、S30408 | |

注：所选择的材料应与材料标准中规定的使用温度相适应；柔性石墨复合垫可以代替耐油垫。

[a] 溶剂是指丙烷、丙酮、苯、酚、糠醛、异丙醇和浓度小于 30%的尿素。

[b] 石油化工原料及产品是指基本有机原料、氮肥工业及合成橡胶工业原料及产品。

[c] 聚苯乙烯、ABS 树脂、一般化工介质(指对碳钢管无腐蚀者)、碳酸钙、硫化钠、氯化钠溶液等、半水煤气、天然气、二段转化气、焦炉气、中温变换气、净化系统、二氧化碳气、甲醇、裂解气、尾气、饱和氯水、干氯水、液氯、尿素、一、二段分馏塔出口尿液、熔融尿素、二段甲胺液、浓氨水、聚乙烯醇原料。

警告：含石棉的材料应受到法律制约，法律要求提醒注意，当处理这类材料时，应确保这些材料不会构成对人身健康的危害。石棉产品已在很多国家中被禁用，设计人员应考虑此要求，从而适应国际化的要求。

# 附录 C（资料性附录）金属和非金属垫片的耐化学品性能

**C.1** 金属垫片的耐化学品性能可参照表 **C.1** 选择。
**C.2** 非金属垫片的耐化学品性能可参照表 **C.2** 选择。

**表 C.1　金属垫片的耐化学品性能**

| 垫片材料 | | 铅 | 铜 | 铝 | 蒙乃尔合金 | 镍 | 铁、钢 | 不锈钢 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 介质 | | | | | | | | S30408 | S31608 | S34778 |
| 气体 | 空气 | 良 | 良 | 良 | 良 | — | 良 | 良 | 良 | 良 |
| | 氯气(干) | 良 | 良 | 良 | 良 | — | 良 | 良 | 良 | — |
| | 氯气(湿) | 可 | 劣 | 劣 | 劣 | — | 劣 | 劣 | — | — |
| | 氢气（冷） | 良 | 良 | 良 | 良 | — | 良 | 良 | 良 | — |
| | 氢气（温） | 劣 | 劣 | — | 良 | — | 良 | 良 | 良 | 良 |
| | 氧气（冷） | 良 | 良 | 良 | 良 | — | 良 | 良 | 良 | — |
| | 氧气（260℃以下） | 劣 | 良 | 良 | 良 | — | 良 | 良 | 良 | — |
| | 氧气（260℃以上） | 劣 | 劣 | — | 良 | — | 良 | 良 | 良 | 良 |
| | 氧气（500℃以上） | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 良 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 |
| 水和水溶液 | 水 | 良 | 良 | 良 | 良 | — | — | 良 | 良 | — |
| | 海水 | 良 | — | 劣 | 良 | — | — | 可 | 可 | — |
| | 蒸汽（260℃以下） | — | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 |
| | 蒸汽（260℃以上） | 劣 | — | — | — | — | 良 | 良 | 良 | 良 |
| | 蒸汽（500℃以上） | — | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 良 | 良 | 良 |
| | 污水（生活） | — | 良 | 良 | 良 | — | 良 | 良 | 良 | — |
| | 肥皂水 | 良 | — | — | 良 | — | 良 | 良 | — | — |
| | 甘油 | 良 | 可 | 良 | 良 | — | 良 | 良 | 良 | — |
| 酸类 | 盐酸（60℃以下） | 可 | 劣 | 劣 | — | — | 劣 | 劣 | 劣 | — |
| | 盐酸（60℃以上） | 劣 | 劣 | 劣 | — | — | 劣 | 劣 | 劣 | — |
| | 硫酸 10%(冷) | 良 | — | — | — | — | 劣 | 可 | 可 | — |
| | 硫酸 10%(温) | 良 | 劣 | — | — | 劣 | 劣 | 劣 | 可 | — |
| | 硫酸 10%~75%(冷) | 良 | 劣 | — | — | — | 劣 | 劣 | 可 | — |
| | 硫酸 10%~75%(温) | 良 | 劣 | 劣 | — | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | — |
| | 硫酸 75%~90%(冷) | 良 | 劣 | — | — | — | — | 良 | 良 | — |
| | 硫酸 75%~90%(温) | 良 | 劣 | 劣 | — | 劣 | 可 | 劣 | 劣 | — |
| | 硫酸（蒸汽） | 良 | 劣 | — | 劣 | 劣 | — | — | 可 | — |
| | 硝酸（稀） | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 良 | 良 | — |
| | 硝酸（浓） | 劣 | 劣 | 良 | 劣 | 劣 | 劣 | 可 | 可 | — |
| | 磷酸（45%以下） | 良 | 可 | — | 可 | — | 劣 | 良 | 良 | — |
| | 磷酸（45%以上）(冷) | 良 | 可 | 劣 | 可 | — | 劣 | 良 | 良 | — |
| | 磷酸（45%以上）(温) | 劣 | — | 劣 | — | — | 劣 | 劣 | — | — |

## 表 C.1　金属垫片的耐化学品性能（续）

| 垫片材料 | | 铅 | 铜 | 铝 | 蒙乃尔合金 | 镍 | 铁、钢 | 不锈钢 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 介质 | | | | | | | | S30408 | S31608 | S34778 |
| | 醋酸（纯） | 可 | 可 | 良 | 良 | 可 | 劣 | 劣 | — | — |
| | 醋酸（蒸汽） | 劣 | 可 | — | 可 | 可 | 劣 | 可 | 可 | — |
| | 冰醋酸 | 劣 | 劣 | 良 | 良 | — | — | 可 | 可 | 可 |
| | 氢氟酸（65%以下）(冷) | 可 | — | 劣 | 可 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 |
| | 氢氟酸（65%以下）(温) | 劣 | 劣 | 劣 | — | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 |
| | 氢氟酸（65%以上）(冷) | — | 可 | 劣 | 良 | — | 可 | 劣 | 劣 | 劣 |
| | 氢氟酸（65%以上）(温) | 劣 | 可 | 劣 | 良 | — | — | 劣 | 劣 | 劣 |
| 碱类溶液 | 苛性钠 | 可 | 劣 | 良 | 良 | 良 | 良 | 可 | 可 | — |
| | 苛性钾 | 劣 | 劣 | 良 | — | 良 | — | 可 | 可 | — |
| | 氨(冷) | 良 | — | 良 | 良 | — | 良 | 良 | 良 | — |
| | 氨(温) | 劣 | 劣 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 氨水 | 良 | 劣 | — | 良 | — | 良 | 良 | 良 | 良 |
| | 氢氧化钙 | — | — | 良 | 良 | 良 | 良 | 可 | 可 | — |
| 盐类 | 氯化铝 | 劣 | 可 | 劣 | 良 | — | 可 | 劣 | 劣 | 可 |
| | 硫酸铝 | 良 | 可 | — | 可 | — | 劣 | 可 | 可 | 可 |
| | 氯化钡 | — | — | 劣 | — | 良 | — | 可 | 良 | — |
| | 硫酸钡 | 良 | 劣 | — | 良 | — | — | 良 | 良 | 良 |
| | 氯化钙 | 劣 | 良 | — | 可 | — | 良 | — | — | — |
| | 硫酸镁 | — | 良 | — | 良 | — | 良 | 良 | 良 | — |
| | 氯化镁 | 劣 | 可 | 劣 | 可 | 可 | 可 | 可 | 可 | — |
| | 硫酸钠 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 |
| 一般溶剂 | 甲醇 | 良 | 良 | 良 | 良 | — | 良 | 良 | 良 | — |
| | 丙酮 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 |
| | 醋酸戊酯 | — | 可 | 可 | 良 | — | — | 良 | 良 | 良 |
| | 乙醚 | 良 | 良 | 良 | 良 | — | 良 | — | — | — |
| | 乙二醇 | 良 | 良 | 良 | 良 | — | 良 | 良 | 良 | 良 |
| | 苯 | 良 | 良 | 良 | 良 | — | 良 | 良 | 良 | 良 |
| | 石油乙醚 | 良 | 良 | 良 | 良 | — | 良 | 良 | 良 | 良 |
| 其他 | 苯胺 | — | 劣 | 劣 | 良 | — | 良 | 良 | 良 | 良 |
| | 酚油 | — | — | 良 | 良 | — | 良 | 良 | — | — |
| | 棉籽油 | 良 | — | 良 | 良 | — | 良 | 良 | 良 | — |
| | 氟里昂 | 良 | 良 | 良 | 良 | — | — | — | — | — |
| | 矿物油 | 良 | 良 | 良 | 良 | — | 良 | 良 | 良 | 良 |
| | 石油（260℃以下） | — | — | 良 | — | — | 良 | 良 | 良 | — |
| | 石油（260℃以上） | 劣 | 劣 | 良 | 劣 | 劣 | 良 | 良 | 良 | — |
| | 石油（520℃以上） | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | — | — | 良 |
| 注:“良”表示良好；“可”表示可用；“劣”表示性能差，尽量不用；“—”表示不清，特定条件下试验后可用。 | | | | | | | | | | |

## 表 C.2　非金属垫片的耐化学品性能

| 介质名称 | 石棉 | 石棉橡胶 | | | 软木垫 | 橡胶软木垫 | | | | 皮垫 | 天然橡胶垫 | 胶粘剂纸垫 | 合成橡胶垫 | | 聚四氟乙烯垫 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 丁晴橡胶 | 丁苯橡胶 | 氯丁橡胶 | | 氯丁橡胶 | 丁苯橡胶 | 丁晴橡胶 | 异丁橡胶 | | | | 氯丁橡胶 | 丁晴橡胶 | |
| 空气 | 良 | 良 | 良 | 良 | 劣 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 |
| 氧气 | 良 | 良 | 良 | 良 | 劣 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 可 | 良 | 良 | 良 |
| 臭氧 | 良 | 良 | 良 | 良 | 劣 | 劣 | 可 | 可 | 良 | 良 | 劣 | 可 | 可~良 | 劣 | 良 |
| 水蒸气 | 良 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 可 | 可 | 良 |
| 水 | 良 | 良 | 良 | 良 | 可 | 可 | 可 | 可 | 可 | 良 | 可 | 可 | 良 | 良 | 良 |
| 海水 | 良 | 良 | 良 | 良 | 可 | 可 | 可 | 可 | 可 | 良 | 可 | 可 | 良 | 良 | 良 |
| 肥皂水 | 良 | 良 | 良 | 良 | 可 | 可 | 可 | 可 | 可 | 良 | 良 | 可 | 良 | 良 | 良 |
| 硫酸 | 良 | 劣 | 劣 | 劣 | 良 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 良 |
| 硝酸 | 可 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 良 |
| 盐酸 | 可 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 可 | 可 | 良 |
| 硫化氢 | 良 | 良 | 良 | 良 | 劣 | 可 | 可 | 可 | 良 | 良 | 可 | 可 | 良 | 良 | 良 |
| 苯酚 | 良 | 劣 | 劣 | 劣 | 良 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 良 | 劣 | 可 | 可 | 劣 | 良 |
| 无机酸 | 可 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 良 |
| 碱 | 可 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 良 | 良 | 良 |
| 氨 | 良 | 良 | 良 | 良 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 良 | 劣 | 可 | 良 | 良 |
| 甘油 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 劣 | 良 | 良 | 良 |
| 乙炔 | 良 | 良 | 劣 | 良 | 劣 | 良 | 可 | 可 | 良 | 可 | 良 | 劣 | 良 | 良 | 良 |
| 丙烷 | 良 | 良 | 劣 | 良 | 劣 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 |
| 丁烷 | 良 | 良 | 劣 | 可 | 良 | 可 | 劣 | 劣 | 劣 | 可 | 可 | 可 | 劣 | 可 | 良 |
| 丙酮 | 良 | 劣 | 可 | 良 | 良 | 劣 | 良 | 良 | 良 | 劣 | 劣 | 可 | 良 | 劣 | 良 |
| 苯 | 良 | 可 | 劣 | 可 | 良 | 可 | 劣 | 劣 | 劣 | 良 | 劣 | 良 | 劣 | 可 | 良 |
| 混合二甲苯 | 良 | 良 | 劣 | 劣 | 良 | 可 | 劣 | 劣 | 劣 | 良 | 可 | 可 | 劣 | 可 | 良 |
| 硝基苯 | 良 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 良 | 劣 | 良 | 劣 | 劣 | 良 |
| 甲酚 | 良 | 劣 | 劣 | 劣 | 良 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 良 | 劣 | 可 | 良 |
| 乙醚 | 良 | 良 | 劣 | 可 | 良 | 良 | 劣 | 劣 | 劣 | 可 | 可 | 可 | 劣 | 可 | 良 |
| 醋酸乙醚 | 良 | 可 | 良 | 可 | 良 | 劣 | 良 | 良 | 良 | 良 | 劣 | 良 | 良 | 劣 | 良 |
| 甲醇 | 良 | 良 | 良 | 良 | 可 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 可 | 良 | 良 | 良 |
| 乙醇 | 良 | 可 | 良 | 良 | 可 | 良 | 良 | 良 | 良 | 劣 | 良 | 可 | 良 | 良 | 良 |
| 乙二醇 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 可 | 良 | 可 | 良 | 良 | 良 |
| 丙二醇 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 |
| 醋酸丁酯 | 良 | 可 | 良 | 可 | 良 | 劣 | 劣 | 劣 | 良 | 良 | 劣 | 良 | 良 | 劣 | 良 |
| 二硫化碳 | 良 | 良 | 良 | 良 | 劣 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 |

## 表 C.2　非金属垫片的耐化学品性能（续）

| 介质名称 | 石棉 | 石棉橡胶 | | | 软木垫 | 橡胶软木垫 | | | | 皮垫 | 天然橡胶垫 | 胶粘剂纸垫 | 合成橡胶垫 | | 聚四氟乙烯垫 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 丁晴橡胶 | 丁苯橡胶 | 氯丁橡胶 | | 氯丁橡胶 | 丁苯橡胶 | 丁晴橡胶 | 异丁橡胶 | | | | 氯丁橡胶 | 丁晴橡胶 | |
| 四氯化碳 | 良 | 可 | 劣 | 可 | 良 | 良 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 可 | 劣 | 良 | 良 |
| 弗尔马林 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 |
| 石油 | 良 | 良 | 可 | 良 | 良 | 良 | 可 | 可 | 劣 | 良 | 良 | 良 | 可 | 良 | 良 |
| 石脑油 | 良 | 良 | 可 | 可 | 良 | 良 | 劣 | 劣 | 劣 | 良 | 良 | 良 | 可 | 良 | 良 |
| 粗汽油 | 良 | 良 | 劣 | 可 | 良 | 良 | 劣 | 劣 | 劣 | 良 | 劣 | 良 | 劣 | 可 | 良 |
| 汽油 | 良 | 良 | 可 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 劣 | 良 | 良 | 良 | 可 | 良 | 良 |
| 芳香族汽油 | 良 | 良 | 劣 | 可 | 良 | 良 | 良 | 良 | 劣 | 良 | 良 | 良 | 劣 | 良 | 良 |
| 煤油 | 良 | 良 | 可 | 良 | 良 | 良 | 可 | 可 | 劣 | 良 | 良 | 良 | 可 | 良 | 良 |
| 燃料油 | 良 | 良 | 可 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 劣 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 |
| 焦油 | 良 | 良 | 劣 | 可 | 良 | 可 | 劣 | 劣 | 劣 | 良 | 可 | 良 | 劣 | 可 | 良 |
| 润滑油 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 可 | 可 | 劣 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 |
| 润滑脂 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 可 | 可 | 可 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 |
| 脂肪油 | 良 | 良 | 可 | 良 | 良 | 良 | 良 | 良 | 可 | 良 | 良 | 良 | 可 | 良 | 良 |
| 植物油 | 良 | 良 | 良 | 良 | 可 | 良 | 可 | 可 | 可 | 良 | 良 | 良 | 可 | 良 | 良 |
| 喷漆 | 良 | 良 | 劣 | 可 | 良 | 可 | 可 | 可 | 可 | 劣 | 可 | 可 | 可 | 可 | 良 |
| 冲淡剂（调墨油） | 良 | 良 | 劣 | 可 | 良 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 劣 | 可 | 劣 | 劣 | 良 |
| 注:“良”表示良好；“可”表示可用；“劣”表示性能差。 | | | | | | | | | | | | | | | |

# 附录 D（资料性附录）金属垫片的物理性能

**D.1** 金属垫片的硬度可参照表 **D.1** 选择。

**D.2** 金属垫片的使用温度可参照表 **D.2** 选择。

**表 D.1　金属垫片的硬度**

| 垫片材料 | 硬度(HB) | 国外材料代号 | 垫片材料 | 硬度(HB) | 国外材料代号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 软铁 DT | 90 | D | S41008 | 170 | 410 |
| 软钢(08、10) | 120 | S | S11710 | 170 | 430 |
| S30403 | 150 | 304L | S45110 | 130 | F5 |
| S30408 | 160 | 304 | 铜 | 60 | C1100 |
| S31008 | 160 | 310S | 铝 | 40 | A1050 |
| S31608 | 160 | 316 | 蒙乃尔 | 140 | M |
| S31603 | 150 | 316L | 钛 | 140 | Ti |
| S32168 | 160 | 321 | 镍 | 120 | Ni |
| S34778 | 160 | 347 | | | |
| 注：摘自 VALQUA 垫片样本并修订。 | | | | | |

**表 D.2　金属垫片的使用温度**

| 垫片材料 | 最高使用温度（℃） | 垫片材料 | 最高使用温度（℃） |
|---|---|---|---|
| 软铁 | 200 | S31608 | 760 |
| 软钢 | 538 | S41008 | 649 |
| 铜 | 260 | S32168 | 816 |
| 黄铜 | 260 | S34778 | 816 |
| 铝 | 427 | 银 | 649 |
| 铅 | 100 | 镍 | 760 |
| 钛 | 1093 | 蒙乃尔 | 816 |
| S30408 | 427 | NS312(N06600) | 1093 |
| S31668 | 816 | NS142(N08825) | 1093 |
| 注：摘自 VALQUA 垫片样本并修订。 | | | |

# 本标准用词说明

**1** 为便于在执行本标准条文是区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

**1**） 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

**2**） 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

**3**） 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

**4**） 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

**2** 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# 引用标准目录

（1） 固定式压力容器安全技术监察规程 TSG21-2016

（2） 压力容器 GB/T150.1~150.4-2011

（3） 热交换器 GB/T151-2014

（4） 塔式容器 NB/T47041-2014

（5） 卧式容器 NB/T47042-2014

（6） 钢制球形储罐 GB/T12337-2014

（7） 钢制焊接常压容器 NB/T47003.1-2009

（8） 压力容器公称直径 GB/T9019-2015

（9） 压力容器封头 GB/T25198-2010

（10） 压力容器法兰、垫片、紧固件 NB/T47021~47027-2012

（11） 钢制管法兰、垫片、紧固件 HG/T20592~20625-2009

（12） 氮肥行业专用螺纹法兰、透镜垫、紧固件 JB/T2768~2778-2010

（13） 管壳式换热器用垫片 GB/T29463.1~29463.2-2012

（14） 容器支座 NB/T47065.1~47065.5-2018

（15） 化工设备吊耳及工程技术要求 HG/T21574-2008

（16） 塔顶吊柱 HG/T21639-2005

（17） 钢制人孔和手孔 HG/T21514~21535-2014

（18） 衬不锈钢人孔和手孔 HG/T21594-2014
HG/T21596~21600-2014
HG/T21602~21604-2014

（19） 玻璃管液位计 HG21592-1995

（20） 透光式玻璃板液位计 HG21589.1~21589.2-1995

（21） 反射式玻璃板液位计 HG21590-1995

（22） 碳钢玻璃浮子液位计 HG/T3165-1986

（23） 碳钢衬 F-46 玻璃浮子液位计 HG/T3166-1986

（24） 防霜液位计 HG/T21550-1993

（25） 磁性液位计 HG/T21584-1995

（26） 钢与玻璃烧结液位计 HG21606-1995

（27） 压力容器视镜 NB/T47017-2011

（28） 带颈视镜 HG/T21620-1986

〔29〕 烧结视镜 HG/T21605-1999

〔30〕 衬里视镜 HG/T21622-1990

〔31〕 标准轨距铁路机车车辆限界 GB146.1-1983

〔32〕 标准轨距铁路建筑限界 GB146.2-1983

〔33〕 焊缝符号表示法 GB/T324-2008

〔34〕 技术制图焊缝符号的尺寸比例及简化表示法 GB/T12212-2012

〔35〕 焊接及相关工艺方法代号 GB/T5185-2005

〔36〕 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口 GB/T985.1-2008

〔37〕 埋弧焊的推荐坡口 GB/T985.2-2008

# 中华人民共和国化工行业标准

# 钢制化工容器结构设计规范

Code for structural design of steel chemical vessel

**HG/T 20583—201X**

条文说明

# 目　次

1 总则 ……(92)
2 术语和符号 ……(92)
3 筒体、封头及其连接 ……(92)
4 法兰、垫片、螺栓（柱）及螺母 ……(93)
5 人孔、手孔、检查孔 ……(93)
6 开孔、开孔补强、接管 ……(94)
7 液面计、视镜、温度计、压力表 ……(94)
8 超压泄放装置 ……(94)
9 支承及支座 ……(94)
10 进出口挡板 ……(94)
11 吊耳、吊柱 ……(95)
12 避雷针、接地板 ……(95)
13 焊接垫板、保温钉、保温圈 ……(95)
14 外轮廓尺寸与运输界限 ……(95)
15 焊接结构 …… ……(95)

# 1 总 则

本章主要强调本标准编制的性质、用途、以及使用的限制。

# 2 术语和符号

1．对“压力”、“公称尺寸”、“焊接”的定义进行调整。

2．考虑到角焊缝内凹形的应力集中低于外凸形，取消了“焊缝凸度”。

# 3 筒体、封头及其连接

3.1.1 随着 GB/T9019—2015《压力容器公称直径》标准的修订（从 2001 版变为 2015 版），本条款也做了相应修改。需要指出的是筒体采用钢管制作，公称直径（DN）以外径为基准时，DN150，DN350，DN400 的外径尺寸发生了变化。其选择符合了 GB/T17395—2008《无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差》的系列 1 规格。而 GB/T17395—2008 系列 1 规格又是非等效采用国际标准化组织 ISO4200:1991《平端钢管（焊接、无缝）——尺寸和单位长度重量表》。但考虑与之匹配的现行的国家标准封头或标准法兰等的规格还没有随之调整，使用中会形成不便。故在条文中特指出：“当不考虑与标准封头或标准法兰等匹配时，可不受此限制”。同时，也即若根据标准封头或标准法兰的规格亦可采用相应钢管规格。

3.1.3 单独作容器的圆形筒体指的是一段筒体直接与两端的封头或法兰相连，从结构尺寸上给出圆形筒体的长度限制主要是基于边缘应力影响的考虑。因为 GB/T 150《压力容器》中的圆筒的厚度计算公式是在不考虑或不受边缘应力的力学模型基础上建立的。过于短的筒体若与封头或法兰相连时，产生的边缘应力对筒体自身及对封头或法兰的受力影响将是不得不考虑的。

3.2.2 取消原球冠形封头的应用范围的使用条件，调整为符合 GB/T 150《压力容器》的设计要求，根据工程经验给出球冠形封头内直径取值范围。

3.2.3 允许采用拼焊封头主要是基于运输问题限制。故可以采用先成型后拼焊构造。

3.2.4 标准锥形封头的大端或小端的直边高度限制主要考虑结构受边缘应力的影响。GB/T 150《压力容器》对圆筒加强段长度计算式数据进行了调整，本规范也做了相应调整。

3.2.7 为新增条款，对直径小于等于 5600㎜ 的直立容器锥顶结构进行规定。

3.3.2 本条主要考虑标准管法兰与标准椭圆封头（以外径为基准）的直接连接，同时亦考虑了标准椭圆封头直边高度的限制。在条件许可的情况下，推荐增加连接短节。

3.3.3 根据 GB/T150《压力容器》中法兰需要的连接筒体的最小长度和最小厚度，并考虑封头与筒体连接处的应力衰减长度综合确定筒体短节的长度。

# 4 法兰、垫片、螺栓（柱）及螺母

4.1.1 增加了容器法兰的使用条件限制。

4.1.2 非密闭性要求容器或对密封要求不高的容器特指非压力容器。

4.2.3 主要参考了 GB 50316（2008 年版）《工业金属管道设计规范》中的 13.1.3.6 款（属于强制性条文）。接管法兰与管道系统法兰匹配，提高压力裕量主要基于安全。

4.2.4 本条与 TSG21-2016《固定式压力容器安全技术监察规程》中 3.2.5 要求一致。

4.2.5 制订本条主要参考了 TSG 21—2016《固定式压力容器安全技术监察规程》中第 3.2.2.2 条，并考虑对于低温、高温、疲劳载荷工况下工作的容器，几何的不连续以及焊缝根部缺陷往往是导致容器断裂破坏的根源。关于“高温容器”的确切定义国内外标准中未曾见到，实际也很难给出。为便于表述本标准是从习惯上套用了这一概念。有资料介绍可根据钢材发生“蠕变现象明显与否”来确定高温下限，碳素钢：300~350℃；低合金钢：400℃；低合金铬钼钢：450℃；高合金钢：550℃。以供参考。

4.2.6 透镜垫密封在容器密封结构和法兰设计中有时还会遇到，故仍把其列入。只是该标准多年未曾修订，可作为参考件使用。

4.3 “特殊法兰”主要是为区别压力容器标准法兰和钢制管法兰这两个系列标准。而在实际中又多有使用，名称不一，这类法兰主要用在高温、高压、特殊密封的场合。

4.3.2 允许采用有成熟使用经验的工程公司专有技术法兰在特殊场合的使用。

4.4 在指明压力容器法兰用垫片和管法兰用垫片标准后又推荐附录 A 和附录 B ，主要基于使用方便。附录 A 和附录 B 以及附录 C 均来源于中国石油化工总公司设备设计技术中心站指导性技术文件 SHB—S01—97《石油化工常用法兰垫片选用导则》，并作了一些修订。

4.4.7 国家质量技术监督局司法文〔质技监锅字（2000）95 号〕有明确规定。

4.5.4 本条主要是考虑减小螺栓或螺柱形状的几何不连续以降低螺栓或螺柱断裂力学破坏的可能。

4.5.5 基于奥氏体不锈钢紧固件在高温以及疲劳环境下容易出现时效脆化、易锁死以及保温材料中氯离子对奥氏体不锈钢材料的点蚀现象，增加了紧固件出现密封失效的风险，因此对奥氏体不锈钢紧固件在高温以及疲劳环境下的使用进行限制。

# 5 人孔、手孔、检查孔

5.3.5 本条推荐主要是基于液体渗漏的影响。

5.3.6 本条规定主要考虑是从结构布置上降低应力集中。

# 6 开孔、开孔补强、接管

6.1.3 开孔接管的轴线不垂直于壳体经线比垂直于壳体经线的应力集中大。
6.2.5 根据 GB/T150《压力容器》中补强圈补强的适用范围以及凸形封头的开孔范围对补强圈的适用条件加以限制。
6.3.3 推荐压力容器接管最小外伸长度有利于补强材料利用和降低接管的局部应力。

# 7 液面计、视镜、温度计、压力表

本章节增加温度计和压力表内容装设限制有利于容器结构设计的完善。同时 TSG 21-2016 《固定式压力容器安全技术监察规程》在第 1.6.2 条“安全附件及仪表”中明确把安全阀、爆破片装置、易熔塞、紧急切断装置、安全连锁装置、压力、温度、液位等测量仪表纳入了“压力容器”范围，并提出相应技术要求。只不过在大的专业性设计单位通常这部分内容是由工艺、设备、仪表等专业根据分工共同来完成的。

# 8 超压泄放装置

TSG 21-2016 《固定式压力容器安全技术监察规程》对压力容器用安全阀、爆破片装置、易熔塞、紧急切断装置、安全连锁装置提出了专门的要求，GB/T 150.1《压力容器》附录 B 也设有超压泄放装置，本规定所给出的条款均为 GB /T150 实际应用的补充和具体化。超压泄放装置的设置与压力容器内储存的介质和工况有很大关系，在大的专业性设计院通常是根据工艺条件进行设计。本章节除给出安全阀、爆破片装置、安全阀与爆破片装置的组合装置的设置原则外，对压力容器上的超压泄放接管和泄放导管的布置装设提出了要求。
8.1.2 本条“压力容器的压力源来自压力容器外部，且能得到可靠控制时，安全超压泄放装置可以不直接装设在压力容器上”引至于 TSG 21-2016《固定式压力容器安全技术监察规程》的 9.1.2 条。实际上在化工单元设计和操作中，对压力容器、压力管道的超压泄放也是以一个系统考虑的，不总是装在每一压力容器上。

# 9 支承及支座

支座章节的修订主要依据支座标准的修订。
调整了裙式支座地脚螺栓的规格，取消 M22 螺纹规格，增加了 M27 螺纹规格。
增加了裙式支座过渡段设置的条件。

# 10 进出口挡板

10.1 对缓冲板的规格尺寸表格化，并优化大口径缓冲板的规格。
10.3 新增进口分布器的类型、分布器的尺寸选择，以及切向进口耐磨板的设置要求。

10.4　对出口挡板的规格尺寸表格化，并优化大口径缓冲板的规格。

# 11 吊耳、吊柱

吊耳和吊柱是为方便容器安装检修用的附件，种类很多，在容器的结构设计中应依据其功能给予考虑。本次修订增加了低温吊柱的结构型式。

# 12 避雷针、接地板

避雷针、接地板应属于配合电气和工艺专业完成内容，本次修订给出接地板最小截面积要求。

# 13 焊接垫板、保温钉、保温圈

焊接垫板、保温钉、保温圈属于配合工艺专业完成内容，但焊接垫板或预焊件通常需由设备专业根据工艺条件完成。特别是需要进行炉内整体热处理的容器，焊接垫板或预焊件以及卡扣和螺母必须要在容器热处理以前完成，随容器一起入炉，以便降低残余应力的影响。

# 14 外廓尺寸与运输限界

14.1.1 容器运输外廓尺寸为本标准定义，压力容器绝大多数为回转壳体并带有接管、支座等，所以运输的摆放尺寸不依最大外径确定，而以长、宽、高三个方向尺寸更为合理。
14.2.3 本标准的表 14.2.4 容器铁路运输时推荐值是依据 GB 146.1—83《标准轨距铁路机车车辆限界》和 GB 146.2—83《标准轨距铁路建筑限界》标准的基础上考虑一定余量而制定的。

# 15 焊接结构

焊接是容器设计制造采用的常规方法，化工容器种类繁多，结构差异较大，形成的焊缝型式较多。本次修订基本维持了原焊接接头焊缝型式分类：对接焊缝、接管与壳体连接焊缝、角接焊缝、搭接焊缝、T 形接焊缝、管板与壳体连接焊缝。
焊缝的坡口形式与尺寸的确定主要参考和依据了 GB/T 985.1—2008《气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口》和 GB/T 985.2—2008《埋弧焊的推荐坡口》，结合化工容器的结构特点,部分焊缝型式是直接从制造厂和工程公司收集到的。
焊缝的型式众多，对焊接结构和焊缝质量产生较大影响的坡口的形状与尺寸参数如下：

1）坡口角度 α：坡口角度大小对坡口断面(或焊缝断面)的形状和截面积影响很大，并直接影响接头的质量。当坡口角度过小时，焊接产生的偏析物将集中于焊缝的中心部分，因而容易产生热裂纹；当坡口角度太大时，所需加入的熔敷金属量将会增加，焊接的热应力和热变形也

随之加大，从经济角度看也不合算，焊接效率也不会高。

2）钝边高度 p：钝边的设置主要为了防止焊接时烧穿母材。钝边高度值的确定原则是在保证焊透的情况下，避免将母材烧穿。

3）根部间隙 b：留有适当的间隙，目的是保证焊缝根部能够焊透。间隙过小时，往往达不到焊透的目的，间隙过大时，会产较多焊接缺陷，并增加了产生焊接裂纹的倾向。

4）根部半径 R（对 U 型、J 型等）：U 型和 J 型坡口根部设置圆弧的目的是基于焊接冶金过程，其数值的大小直接影响坡口根部的宽度及整个坡口截面的大小，且与施焊的可能性以及熔敷金属量、焊接热输入等多因数有关。

5）焊角尺寸 K：焊角尺寸 K 值是保证角接焊缝、搭接焊缝、T 型接焊缝强度和刚度的主要参数。同时起着减缓截面突变和降低应力集中的作用。但过大的 K 值将会增大熔敷金属量和产生过大的焊接残余应力及变形。

6）余高 h：余高在压力容器壳体对接焊缝中属于不利因素，余高的存在将会影响壳体中薄膜应力分布的均匀性，形成局部应力集中。尤其对承受疲劳载荷容器、低温容器。它是引起容器发生断裂破坏的主要因素之一。有研究表明材料疲劳强度与焊缝的余高 h 及过渡角 θ 有关，h 和 θ 越大，则疲劳强度越低。日本的《压力容器构造规范》要求最好将余高去掉，或者至少也要将余高与母材过渡处加工成大半径圆弧过渡。在日本曾经进行过余高对压力容器低循环疲劳强度的影响试验，发现裂纹都是从余高边缘产生的。内壁焊缝余高经打磨圆滑的与保留的余高相比，其疲劳寿命前者比后者提高的 2.1～2.5 倍。

关于压力容器焊缝的全焊透，对 A 类和 B 类焊缝应该是必须的。德国 AD 规范规定焊缝不得有裂纹或未熔合或未焊透。美国 ASME、日本 JIS 8243 推荐的 A 类和 B 类焊缝也全部为双面对接焊或相当于双面焊。

15.3 对接焊缝

本节列出的对接接头共 46 种，其中适用于焊条电弧焊的 29 种(包括两种氩弧焊底焊的单面焊双面成型的焊接接头)，适用于埋弧自动焊的 17 种，基本上满足了化工容器对接接头的需要。本次修订的主要变化：复合板对接焊缝型式由 4 个调整为 8 个，并增加 2 个非金属衬里结构的对接焊缝型式。

各种对接接头的型式和基本尺寸，主要是根据元件的厚度大小编制的，一定范围的厚度往往有几种接头焊缝型式可供选择，这就要选用者结合实际条件来决定。机械厂机加工能力弱，可选用 V 型或 X 型坡口，这类坡口的加工简单，容易操作，但从控制产品质量和降低成本上未必合理。选用 U 型或双 U 型坡口，机械厂就需要有较强的机械加工能力。V 型坡口往往填充金属较多，焊接效率低，焊接应力大，变形大，尤其对抗裂性差的钢种不适用。对板厚度较大的，在有条件时应尽量选用 U 型坡口。焊接方法和被焊元件材质也影响焊接接头的型式和尺寸的确定，如手工电弧焊由于熔深较浅，6mm 以上的钢板就需要开 V 型坡口，而埋弧自动焊却具有深熔的特点，甚至 19～20mm 的钢板也不开坡口。对于低碳钢，因其对焊接热不甚敏感，故可采用高线能量的焊接规范，为了便于操作，坡口的截面就应大些，但对镍钢和镍铬不锈耐酸钢，坡口截面就应小些,因为这些钢只能采用低的线能量焊接。当被焊件的厚度较小时(厚度 δ=4～20mm)，

可用Ⅰ型、V 型坡口；当厚度较大时(δ=12～60mm)，可用 X 型坡口。在同样条件下，X 型比 V 型节省焊条，焊接变形及内应力也小。厚度大于 60mm 时，用 U 型坡口焊条耗量较其它形式要少，且变形也小。如焊件能翻转，采用双面焊比采用单面焊较理想。综上所述，焊接接头的选择是由多方面因素确定的，应结合实际情况。

在小直径容器设计中会碰到“单面焊双面成型”的要求，故在手工电弧焊中增加了两种氩弧焊打底的单面手工电弧焊的焊接接头焊缝(DU18、DU19)，以达到“单面焊双面成型”的要求。

15.4 接管与壳体连接焊缝

接管与容器壳体间的焊接接头焊缝拘束性大，存在较大的应力集中，对疲劳载荷载荷而言，往往是裂纹产生的起源处。从焊接施工而言，这类焊缝也是所有焊缝中最难控制、也是最易产生问题的部位。这是因为有些工厂在壳体上开孔仍采用手工气割、气刨方法，不易保证坡口角度及钝边尺寸，坡口表面的氧化皮较难去除，不利于焊缝成型控制等，产生裂纹、未焊透、夹渣、未熔合等缺陷所致。

ASME 认为：接管的设计应考虑最大限度地降低应力集中。最安全的容器是在容器上所有部分都具有最低的总应力(一次应力及应力集中等)，而不是在一次膜应力上取最大的安全系数，而不管局部应力集中。所以，接管壳体间焊缝型式设计的目的是有效地降低应力集中。

TSG21-2016《固定式压力容器安全技术监察规程》规定了接管与壳体之间的焊接接头采用全截面焊透的条件要求，对筒体上的接管与壳体间焊缝坡口建议采用马鞍形开孔切割机，以便提高开孔坡口的加工精度，降低人工强度，保证焊接质量。

本次修订的主要变化：增加 4 个非金属衬里的接管与壳体焊缝型式、1 个不锈钢接管与复合板壳体焊缝型式、以及 1 个堆焊接管与与复合板壳体焊缝型式。

15.5 角接焊缝

角接接头焊缝是根据两连接件的相对位置而定的，并没有严格的按 GB/T 3375—1994《焊接术语》定义那样。因为容器的焊接接头不同于一般结构件的焊接接头，有其自身的特殊要求，有时很难确切地把它归纳为哪一类。

角接接头焊缝在容器的焊接中多出现在平封头、锥形封头与筒体的焊接中，本规定以常用的型式为主，并参阅国外规范和工程公司资料。

本次修订的主要变化：增加 2 个换热管与管板无积液要求的焊缝型式和 3 个内孔焊焊缝型式。

15.6 搭接焊缝

搭接接头焊缝是石油化工容器中一种常见型式，它具有加工简单、施焊方便等优点，多用于立式储罐、气柜等壳体的连接。缺点是焊缝为填角焊，根部易开裂，且搭接接头部分与壳体的曲率变化不连续会产生很大的附加应力，因此只能用在低压、静载和温度不太高的场合。

15.7 T 形接焊缝

同角接接头焊缝一样，这里的 T 形接焊缝的类别划分也只能是粗略的，即把容器的连接中接近于“T” 形的接头型式均归纳于此类。T 形接头中所列焊缝坡口大部分属于填角焊，坡口角度一般接近连接的自然形状。连接件的厚度尺寸一般仅给出下限。

15.8 管板与壳体连接焊缝

管板与壳体连接焊缝是管壳式换热器中的一个特定部位焊缝，对其单独列出主要考虑它的重要性。这一部位的焊接几乎不可能实现双面焊，而热膨胀作用、应力集中及腐蚀在这一部位又是比较严重的。对此各换热器标准都提出过要求。本标准只保留一些常用焊缝型式或其它标准上没有的。

本次修订的主要变化：由原有的 9 个焊缝型式调整为 15 个焊缝型式。