



中华人民共和国国家标准

GB/T 20801.4—2006

压力管道规范 工业管道 第4部分：制作与安装

Pressure piping code—Industrial piping—Part 4: Fabrication and assembly

2006-12-30 发布

2007-06-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
压力管道规范 工业管道
第 4 部分:制作与安装

GB/T 20801.4—2006

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码:100045

网址 www.bzchs.com

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 2 字数 51 千字

2007 年 6 月第一版 2007 年 6 月第一次印刷

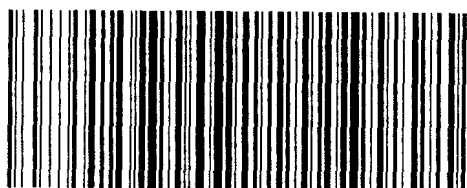
*

书号:155066·1-29469 定价 24.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533



GB/T 20801.4—2006

前 言

本标准对应于 ISO 15649:2001《石油和天然气工业管道》，与 ISO 15649:2001 的一致性程度为非等效。

GB/T 20801《压力管道规范 工业管道》由下列六个部分组成：

- 第 1 部分：总则；
- 第 2 部分：材料；
- 第 3 部分：设计和计算；
- 第 4 部分：制作与安装；
- 第 5 部分：检验与试验；
- 第 6 部分：安全防护。

本部分为 GB/T 20801 的第 4 部分。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会压力管道分技术委员会(SAC/TC 262/SC 3)提出。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会(SAC/TC 262)归口。

本部分起草单位：全国化工设备设计技术中心站、中国化学工程第三建设公司、上海锅炉厂、国家质检总局特种设备安全监察局、中国石化集团上海工程有限公司、中国石油化工集团公司经济技术研究院、中国石油化工集团公司工程建设管理部、辽宁省安全科学研究院。

本部分主要起草人：夏节文、范铮、应道宴、高继轩、修长征、汪镇安、叶文邦、寿比南、王为国、黄正林、周家祥、唐永进、张宝江、于浦义、刘金山。

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般规定	2
5 管道组成件及管道支承件的检查与验收	2
5.1 材料标记和质量证明文件的验收	2
5.2 外观检查	2
5.3 材质检查	3
5.4 阀门试验	3
5.5 无损检测	3
5.6 硬度检查	3
5.7 加倍抽样检查、检测或试验	3
5.8 材料保管	3
6 管道制作	3
6.1 切割与坡口制备	3
6.2 标记移植	4
6.3 弯管	4
6.4 板焊管	5
6.5 斜接弯头	6
6.6 翻边接头	6
6.7 夹套管	6
6.8 支吊架	7
7 焊接	7
7.1 焊接工艺评定和焊工技能评定	7
7.2 焊接材料	7
7.3 焊接环境	7
7.4 焊前准备	7
7.5 焊接的基本要求	10
7.6 焊缝设置	10
7.7 角焊缝	11
7.8 支管的焊接连接	12
7.9 焊缝返修	12
8 预热	13
8.1 一般规定	13
8.2 预热温度	13
8.3 预热温度的测量	13
8.4 中断焊接	14

9 热处理	14
9.1 弯曲和成形后的热处理	14
9.2 焊后热处理	16
9.3 加热和冷却	17
9.4 热处理温度的测量	17
9.5 硬度检查	17
9.6 替代热处理	17
9.7 热处理基本要求的变更	17
9.8 分段热处理	17
9.9 局部热处理	18
9.10 重新热处理	18
10 装配和安装	18
10.1 一般规定	18
10.2 法兰连接	18
10.3 螺纹连接	19
10.4 其他型式的连接	19
10.5 管道预拉伸(或压缩)	20
10.6 连接设备的管道	20
10.7 埋地管道	20
10.8 夹套管	20
10.9 阀门	20
10.10 管道补偿装置	21
10.11 支吊架	21
10.12 静电接地	21
11 不锈钢和有色金属管道	21
11.1 防护基本要求	22
11.2 不锈钢管道	22
11.3 铝及铝合金管道	22
11.4 铜及铜合金管道	22
11.5 镍及镍合金管道	22
11.6 钛及钛合金管道	22
12 管道清理、吹扫和清洗	23
12.1 一般规定	23
12.2 水冲洗	23
12.3 空气吹扫	23
12.4 蒸汽吹扫	23
12.5 化学清洗	23

压力管道规范 工业管道

第4部分:制作与安装

1 范围

本部分规定了 GB/T 20801.1 范围内压力管道制作和安装的基本要求。这些基本要求包括制作、焊接、预热、热处理、装配和安装以及管道清理等方面的规定。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 20801 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 17116.1—1997 管道支吊架 第1部分:技术规范
GB/T 20801.1—2006 压力管道规范 工业管道 第1部分:总则
GB/T 20801.2—2006 压力管道规范 工业管道 第2部分:材料
GB/T 20801.3—2006 压力管道规范 工业管道 第3部分:设计和计算
GB/T 20801.5—2006 压力管道规范 工业管道 第5部分:检验与试验
JB 4708 钢制压力容器焊接工艺评定
锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则

3 术语和定义

3.1

制造 manufacture

管子、管道组成件或管道支承件等产品的生产过程。

3.2

制作 fabrication

管道安装前的准备工作,包括切割、加工螺纹、开坡口、成形、弯曲、焊接和将组件装配成部件,可在车间或现场进行。

3.3

装配 assembly

按照工程设计的规定将两个或两个以上管道组成件用螺栓、焊接、粘接、螺纹、硬钎焊、软钎焊或使用密封元件连接在一起的过程。

3.4

安装 erection

根据管道设计的规定,将一个管道系统完整地安装在指定位置和支架上的过程。包括该系统按本部分要求的所有现场(包括管道预制)装配、制作、检查和试验等工作。

3.5

轴测图 isometric diagram

将每条管道按照轴测投影的绘制方法,画成以单线表示的管道空视图。

3.6

热弯 hot bending

在温度高于金属临界点 A_{c1} 时制作弯管的工艺。

3.7

冷弯 cold bending

在温度低于金属临界点 A_{c1} 时制作弯管的工艺。

3.8

自由管段 pipe-segments to be prefabricated

在管道制作加工前,按照轴测图选择确定的可以先行加工的管段。

3.9

封闭管段 pipe-segments for dimension adjustment

在管道制作加工前,按照轴测图选择确定的、经实测安装尺寸后再行加工的管段。

3.10

定位焊缝 tack weld

在完成最终焊缝以前,用以保持焊接件定位的焊缝。

4 一般规定

4.1 管道的制造、制作和安装单位应具有符合压力管道安全监察有关法规要求的行政许可证以及相应的质量管理体系。

4.2 管道的制作和安装应建立并妥善保存必要的施工记录及证明文件。压力管道安装工程竣工后,制作和安装单位应向业主至少提交以下技术文件和资料:

- a) 管道竣工图(含设计修改文件和材料代用单)。设计修改和材料代用等变更内容应在竣工图上直接标注。管道轴测图上应标明焊缝位置、焊缝编号、焊工代号、无损检测方法、局部或抽样无损检测焊缝的位置、焊缝补焊位置、热处理焊缝位置等,并且能够清楚地反映和追溯管道组成件和支承件。
- b) 压力管道组成件、支承件和焊接材料的产品合格证、质量证明书或复验、试验报告。
- c) 施工检查记录和检验、试验报告。其格式和内容应符合相应施工及验收规范的规定。
- d) 管道安装质量证明书。

5 管道组成件及管道支承件的检查与验收

5.1 材料标记和质量证明文件的验收

管道组成件的标记和质量证明文件除应按设计文件以及 GB/T 20801.2—2006 中 9.1 和 9.2 的规定进行验收外,还应满足以下要求:

- a) 设计文件规定进行低温冲击韧性试验的材料,质量证明文件中应有低温冲击韧性试验报告。
- b) 设计文件规定进行晶间腐蚀试验的不锈钢管子和管件,质量证明文件中应有晶间腐蚀试验报告。
- c) 质量证明文件提供的性能数据如不符合产品标准或设计文件的规定,或接受方对性能数据有异议时,应进行必要的补充试验。
- d) 对于具有监督检验证明的管道组成件及管道支承件,可适当减少检查和验收的频率或数量。

5.2 外观检查

对于管道组成件及管道支承件的材料牌号、规格和外观质量,应进行逐个目视检查并进行几何尺寸抽样检查,目视检查不合格者不得使用,几何尺寸抽样检查还应符合 5.7 的规定。

5.3 材质检查

对于合金钢、含镍低温钢、含钼奥氏体不锈钢以及镍基合金、钛和钛合金材料的管道组成件,应采用光谱分析或其他方法进行材质抽样检查,抽样数量取每批(同炉批号、同规格,下同)的5%且不少于一个管道组成件,并应符合5.7的规定。

5.4 阀门试验

5.4.1 阀门壳体压力试验和密封试验应满足以下要求:

- a) 用于GC1级管道的阀门,应逐个进行壳体压力试验和密封试验;
- b) 用于GC2级管道的阀门,应每批抽查10%,且不得少于1个;
- c) 用于GC3级管道的阀门,应每批抽查5%,且不得少于1个。

5.4.2 阀门壳体的试验压力应取1.5倍的公称压力,密封试验宜按公称压力进行,并满足以下要求:

- a) 保压时间和密封面泄漏率应符合相应标准的规定;
- b) 对于试验合格的阀门,应填写阀门试验记录;
- c) 对不锈钢阀门进行水压试验时,水中的氯离子含量不得超过0.01%。

5.4.3 经设计者或业主同意,对于公称压力小于等于PN100,且公称直径大于等于600 mm的闸阀,可随系统进行压力试验,密封试验可采用色印方法。

5.4.4 应按设计文件规定的设定压力对安全阀进行调试,每个安全阀的启闭试验应不少于3次,并应填写安全阀整定记录。

5.4.5 带夹套的阀门进行夹套压力试验时,其试验压力应不小于1.5倍的夹套公称压力。

5.5 无损检测

5.5.1 对于以下管子和管件,应按5.5.2的要求进行外表面磁粉或渗透检测:

- a) GC1级管道中设计压力大于或等于10 MPa的管子和管件;
- b) GC1级管道中输送极度危害介质的管子和管件。

5.5.2 检测时每批应抽样5%,且不得少于1根(个),检测结果不得有线性缺陷。

5.6 硬度检查

对于设计压力大于或等于10 MPa的GC1级管道用高压螺栓和螺母,每批应抽取2根(个)进行硬度检验。

5.7 加倍抽样检查、检测或试验

5.7.1 对管道组成件进行抽样检查、检测或试验时,若有一件不合格,可按原规定数量的两倍抽样,再进行检查、检测或试验;若仍有不合格,则该批管道组成件不得使用,或对该批管道组成件逐个进行检查、检测或试验,其中的合格者仍可使用。

5.7.2 对管道组成件进行抽样检查、检测或试验时,应做好材料识别标记并对不合格品进行处理。

5.8 材料保管

管道组成件及管道支承件在施工过程中应妥善保管,不得混淆或损坏。如采用不锈钢和有色金属材料,则在储存期间不得与碳钢接触。暂不安装的管子、阀门和管件,应封闭管口。

6 管道制作

6.1 切割与坡口制备

6.1.1 碳钢、碳锰钢可采用机械加工方法或火焰切割方法切割和制备坡口。低温镍钢和合金钢宜采用机械加工方法切割和制备坡口。如采用火焰切割方法,切割后应采用机械加工或打磨方法消除热影响区。

6.1.2 不锈钢、有色金属应采用机械加工或等离子切割方法切割和制备坡口。不锈钢、镍基合金及钛管采用砂轮切割或修磨时,应使用专用砂轮片。

6.1.3 本部分不排除采用其他切割和制备方法的可能性,但该方法应经过技术评审。

6.2 标记移植

6.2.1 对于管道组成件,应尽量保存材料的原始标记。当无法保存原始标记时,应采用移植方法重新进行材料标识,材料标识也可采用管道组成件的工程统一编码。

6.2.2 标记方法的采用应以对材料表面不构成损害或污染为原则,并应尽量避免降低材料的使用性能。低温钢及钛材不得使用硬印标记。当奥氏体不锈钢和有色金属材料采用色码标记时,印色不应含有对材料构成损害的物质,如硫、铅和氯等。

6.2.3 如采用硬印或雕刻之外的其他标记方法,制作者应保证不同材料之间不会产生混淆,如分别处理(时间、地点)或采用区分色带等方法。

6.3 弯管

6.3.1 制作弯管时,应根据管子材料性能、输送流体工况和管子弯曲半径,采用适当的弯曲工艺和装备。

6.3.2 制作弯管可采用热弯和冷弯两种方法,弯曲温度应符合以下规定:

- a) 铁基材料的冷弯温度应不大于材料的相变温度(A1);
- b) 热弯温度应大于材料的最大相变温度(A3)。

6.3.3 当采用焊管制弯时,焊缝应避免受拉(压)区。

6.3.4 弯管的不圆度、褶皱和减薄

- a) 不圆度应满足以下要求:

1) 弯管的不圆度 $u(\%)$ 应按式(1)计算:

$$u = \frac{2(D_{\max} - D_{\min})}{D_{\max} + D_{\min}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

其中, $D_{\max}$ 、 $D_{\min}$ 分别为同一截面的最大、最小实测外径,单位为毫米(mm)。

2) 对于承受内压的弯管,其不圆度应不大于 8%;对于承受外压的弯管,其不圆度应不大于 3%。

- b) 弯管内侧褶皱高度 h_m 应不大于管子外径 D_1 的 3%,且波浪间距 a 应不小于 $12h_m$ 。其中, h_m 为相邻两个褶皱的平均高度,并按图 1 和式(2)计算:

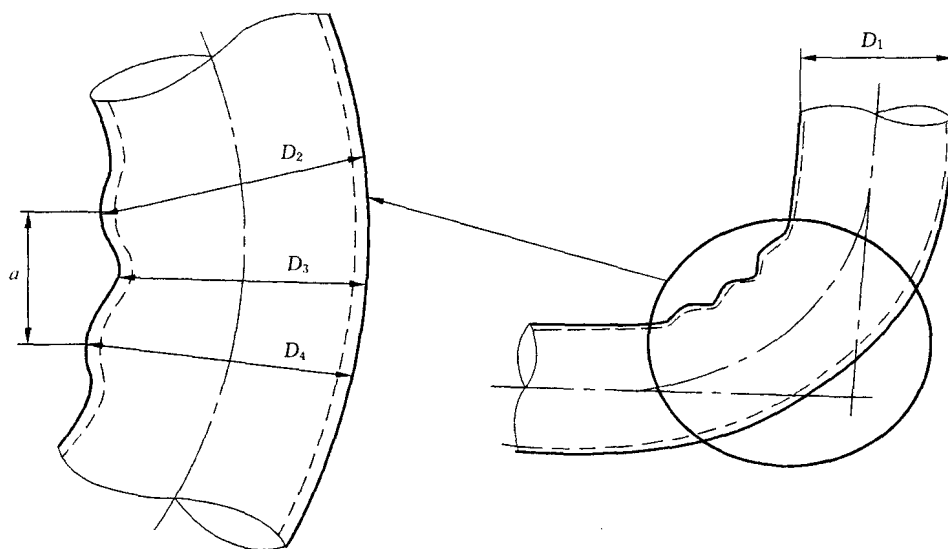


图 1 弯管的褶皱和波浪间距

$$h_m = \frac{D_2 + D_4}{2} - D_3 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- h_m ——褶皱高度,单位为毫米(mm);
- D_2 ——褶皱凸出处外径,单位为毫米(mm);
- D_3 ——褶皱凹进处外径,单位为毫米(mm);
- D_4 ——相邻褶皱凸出处外径,单位为毫米(mm)。

c) 弯管宜采用正公差壁厚的管子制作,弯管制作前的管子壁厚应符合表 1 的规定。弯管制作后的最小厚度应符合 GB/T 20801.3—2006 中 6.2 b) 的规定。

表 1 弯管制作前的管子壁厚 单位为毫米

弯曲半径 R	弯管制作前壁厚
$R \geq 6D$	$1.06t_d$
$6D > R \geq 5D$	$1.08t_d$
$5D > R \geq 4D$	$1.14t_d$
$4D > R \geq 3D$	$1.25t_d$

注: D 为管子外径, t_d 为直管的设计厚度。

6.4 板焊管

6.4.1 板焊管的制造应符合相应标准的规定。

6.4.2 制作和安装公称直径不小于 400 mm 的板焊管时,应符合以下规定:

- a) 除设计另有规定外,板焊管的单根长度应不小于 5.3 m,且环向拼接焊缝应不多于 2 条(奥氏体不锈钢可放宽至 3 条),相邻筒节纵缝应错开 100 mm 以上。
- b) 同一筒节上的纵向焊缝应不大于 2 条,纵缝间距应不小于 200 mm。
- c) 对于有加固环的板焊管,加固环的对接焊缝应与管子纵向焊缝错开,其间距应不小于 100 mm,加固环距管子的环焊缝应不小于 50 mm。
- d) 板焊管的周长及管端直径应符合表 2 的规定。纵缝处的棱角度(用弧长为管子周长 $1/6 \sim 1/4$ 的样板,在管内壁测量)应不大于壁厚的 10%加 2 mm,且不大于 3 mm。
- e) 对接焊缝的错边量应不大于壁厚的 25%,且纵缝的错边量应不大于 3 mm。

表 2 板焊管的周长公差及直径公差 单位为毫米

公称直径	400~700	800~1 200	1 300~1 600	1 700~2 400	2 600~3 000	>3 000
周长公差	± 5	± 7	± 9	± 11	± 13	± 15
直径公差	4	4	6	8	9	10

注: 直径公差为管端(100 mm 以内)最大外径与最小外径之差。

- f) 锅炉、压力容器级钢板应符合相应标准的规定,负偏差应不大于 0.25 mm;其他钢板用于制作板焊管时,应符合相应板焊管标准的规定。
- g) 板焊管的直度公差应不大于其单根长度的 0.2%,其余尺寸公差应符合相应板焊管标准的规定。
- h) 板焊管制作过程中应防止板材表面损伤。对有严重伤痕的部位应进行修磨,使其圆滑过渡,且修磨处的壁厚应不小于设计壁厚。
- i) 板焊管的焊接、焊后热处理和检验、检查应符合本部分相应章节及 GB/T 20801.5—2006 的相关规定。
- j) 板焊管应逐根进行压力试验,试验压力应符合 GB/T 20801.5—2006 的相应规定。经业主或设计者同意,可采用 GB/T 20801.5—2006 规定的用纵、环焊缝 100%射线照相或 100%超声波检测代替板焊管的压力试验的方法。

6.5 斜接弯头

除设计另有规定外,斜接弯头的制作应符合以下规定。斜接弯头的焊接应符合第7章的规定,斜接弯头的检验和检查还应符合 GB/T 20801.5—2006 的相关规定。

6.5.1 可按图2所示的组成形式配制斜接弯头。对于公称直径大于400 mm的斜接弯头,可适当增加中节数量,但其内侧的最小宽度应不小于50 mm。

6.5.2 斜接弯头的焊接接头应采用全焊透型式。

6.5.3 公称直径大于1 000 mm时,斜接弯头的周长允许偏差应为 ± 6 mm;公称直径小于或等于1 000 mm时,斜接弯头的周长允许偏差应为 ± 4 mm。

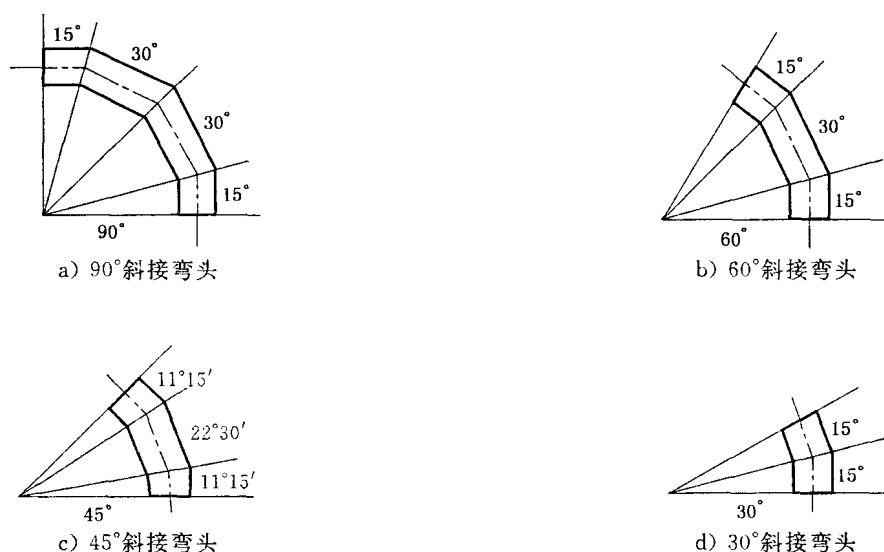


图2 斜接弯头的组成形式

6.6 翻边接头

6.6.1 翻边接头的加工应符合 GB/T 20801.3—2006 中 5.1.6 且符合下列 6.6.2 和 6.6.3 的规定。

6.6.2 焊制翻边接头的基本型式应符合图3的规定。焊接后应对翻边部位进行机械加工或整形。密封面的表面粗糙度应符合法兰标准的规定。外侧焊缝应进行修磨,以不影响松套法兰内缘与翻边的装配为原则。

6.6.3 扩口翻边后的外径及转角半径应能保证螺栓及法兰的装配,翻边端面与管子中心线应垂直,垂直度允差应不大于 1° 。

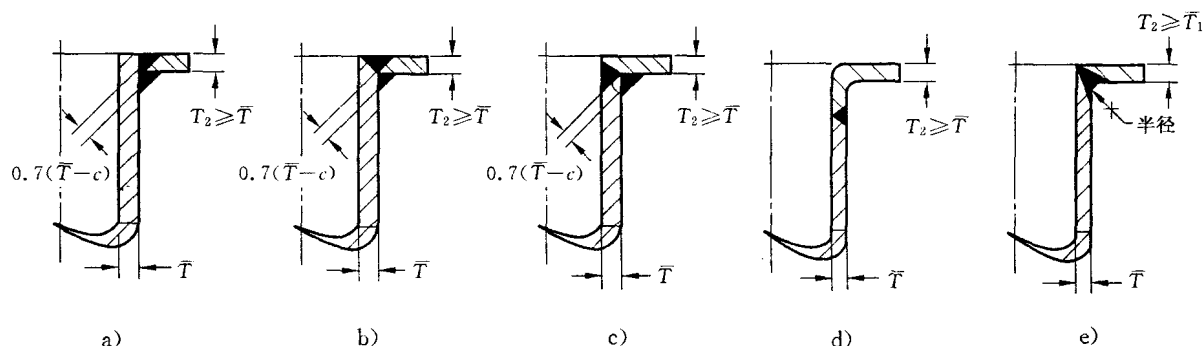


图3 典型的焊制翻边

6.7 夹套管

6.7.1 夹套管的加工应符合设计文件的规定。内管管件应使用无缝管件或无缝对焊管件,但不得使用

斜接弯头。内管焊缝应经无损检测及试压合格后,方可装配外管。

6.7.2 外管与内管间的间隙应均匀,并按设计文件的规定焊接支承块。支承块应不妨碍夹套内介质流动和内管与外管的胀缩,其材质应与内管相同。支承块与弯管起弯点距离宜为 0.5 m~1.2 m,直管段上支承块间距宜为 3 m~5 m。

6.8 支吊架

6.8.1 管道支吊架的型式、材质、加工尺寸及精度应符合设计文件的规定。支吊架的现场制作应符合 GB/T 17116.1—1997 和设计文件的规定。

6.8.2 管道支吊架的组装尺寸与焊接方式应符合设计文件的规定。制作后应对焊缝进行目视检查,焊接变形应予以矫正。所有螺纹连接均应按设计要求予以锁紧。

7 焊接

7.1 焊接工艺评定和焊工技能评定

7.1.1 管道承压件与承压件焊接,承压件与非承压件的焊接,均应采用经评定合格的焊接工艺,并由合格焊工施焊。

7.1.2 焊接工艺评定和焊工技能评定应分别符合 JB 4708 及《锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则》的规定。

7.2 焊接材料

7.2.1 焊接材料(包括焊条、焊丝、焊剂及焊接用气体)使用前应按设计文件和相关标准的规定进行检查和验收,且应具有质量证明文件和包装标记。

7.2.2 焊接材料的储存应保持适宜的温度及湿度,焊接材料库应保持干燥、清洁,室内的相对湿度应不超过 60%。

7.2.3 库存期超过规定期限的焊条、焊剂及药芯焊丝,应经复验合格后方可使用。焊接材料库存的规定期限应在焊接材料质量证明书或说明书上注明,并应符合以下规定:

- a) 酸性焊接材料及防潮包装密封良好的低氢型焊接材料的规定期限一般为 2 年;
- b) 石墨型焊接材料及其他焊接材料的规定期限一般为 1 年。

7.2.4 应按焊接材料说明书的要求对焊条、焊剂和药芯焊丝进行烘干,焊丝使用前应按规定进行除油、除锈及清洗处理。

7.2.5 使用过程中应注意保持焊接材料的识别标记,以免错用。

7.3 焊接环境

7.3.1 焊接环境温度应能保证焊件的焊接温度和焊工技能不受影响。环境温度低于 0℃ 时,应符合 8.2.1 的规定。

7.3.2 应采取防风措施保证焊接时的风速不大于以下规定值:

- a) 对于手工电弧焊、埋弧焊和氧乙炔焊,规定风速为 8 m/s;
- b) 对于钨极气体保护焊和熔化极气体保护焊,规定风速为 2 m/s。

7.3.3 焊接电弧周围 1 m 范围内的相对湿度应符合以下规定:

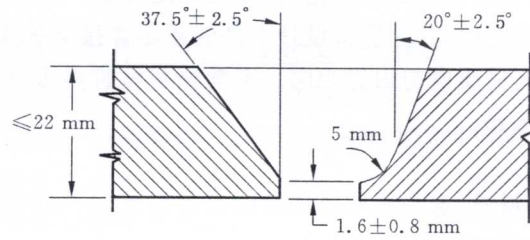
- a) 铝及铝合金的焊接,相对湿度应不大于 80%;
- b) 其他材料的焊接,相对湿度应不大于 90%。

7.3.4 当焊件表面潮湿、雨淋或覆有冰雪且无保护措施时,应停止施焊。

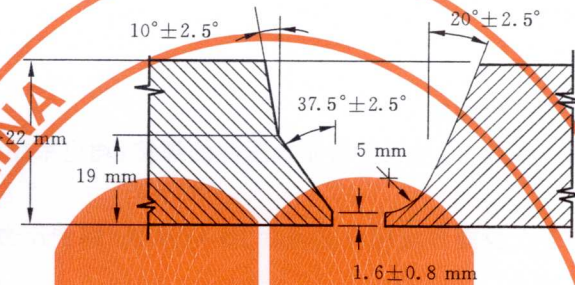
7.4 焊前准备

7.4.1 坡口制备

- a) 坡口加工应符合 6.1 的规定。坡口表面应光滑并呈金属光泽,热切割产生的熔渣应清除干净。
- b) 坡口形式和尺寸应符合设计文件和焊接工艺规程的规定,图 4 给出了典型的对接接头坡口型式和尺寸要求。



a) 壁厚 6 mm~22 mm



b) 壁厚 > 22 mm

图 4 典型的对接接头坡口型式和尺寸要求

- c) 当设计文件和相关标准对坡口表面提出无损检测的要求时,无损检测及缺陷处理应在施焊前完成。

7.4.2 清理

- a) 对于焊件坡口及内外表面,应在焊接前去除油漆、油污、锈斑、熔渣、氧化皮以及有害的其他物质;
- b) 焊件坡口及内外表面的清理应满足表 3 的要求。

表 3 焊件坡口及其内外表面的清理

材料	清理范围 mm	清理对象	清理方法
碳钢、低温钢、铬钼合金钢、不锈钢	≥10	油、漆、锈、毛刺等污物	手工或机械等方法
铝及铝合金	≥50	油污、氧化膜等	有机溶剂除油污 化学或机械方法除氧化膜
铜及铜合金	≥20		
钛及钛合金、镍及镍合金	≥50		

7.4.3 组对

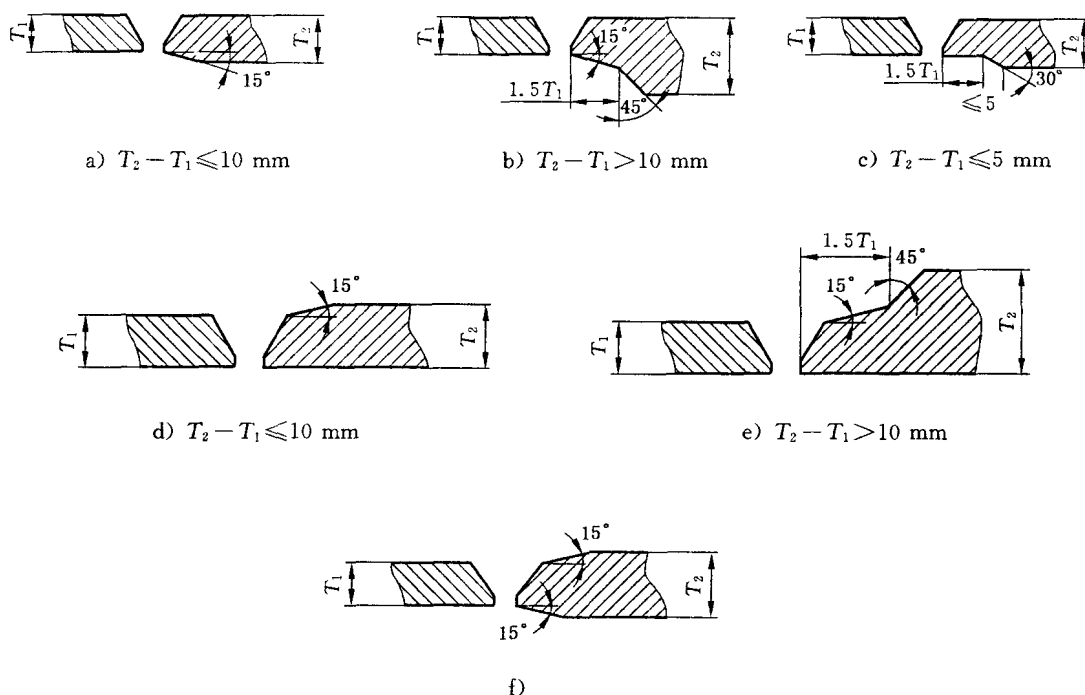
- a) 对接接头的组对应符合以下规定:
- 1) 对接接头的组对应内壁齐平,内壁错边量应符合设计文件、焊接工艺规程或表 4 的规定。

表 4 管道组对内壁错边量

材 料		内壁错边量
钢		不大于壁厚的 10%,且小于或等于 2 mm
铝及铝合金	壁厚小于或等于 5 mm	小于或等于 0.5 mm
	壁厚大于 5 mm	不大于壁厚的 10%,且小于或等于 2 mm
铜及铜合金、钛及钛合金、镍及镍合金		不大于壁厚的 10%,且小于或等于 1 mm

- 2) 不等壁厚的工件组对时,薄件端面的内侧或外侧应位于厚件端面范围之内。当内壁错边

量不符合表 4 的规定或外壁错边量大于 3 mm 时,焊件端部应按图 5 的规定进行削薄修整。端部削薄修整后的壁厚应不小于设计厚度 t_d 。

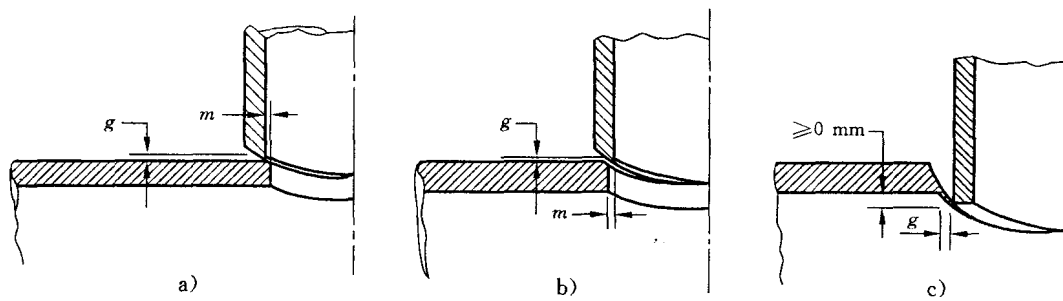


注 1: 用于管件时,如受长度限制,图 a)、d)、f)中的 15°角可改为 30°。

注 2: 图 a)、b)和 c)为外侧齐平,图 d)和 e)为内侧齐平,图 f)为内外侧均不齐平。

图 5 不等壁厚对接焊件的端部加工

- b) 支管连接接头的组对应符合以下规定:
- 1) 安放式支管的端部制备及组对应符合图 6 a)、b)的规定。
 - 2) 插入式支管的主管端部制备及组对应符合图 c)的规定。
 - 3) 主管开孔与支管组对时的错边量应不大于 m 值[见图 6 a)、b)],必要时可进行堆焊修正。
- c) 组对间隙应控制在焊接工艺规程允许的范围。
- d) 除设计文件规定的管道预拉伸或预压缩焊口外,不得强行组对。需预拉伸或预压缩的焊接接头,组对时所使用的工夹具应在整个焊接及热处理完毕并经检验合格后拆除。
- e) 组对时应垫置牢固,并应采取措施防止在焊接和热处理过程中产生附加应力和变形。



g ——根部间隙;

m ——错边量,其值应不大于 3.2 mm 或 $0.5\bar{T}_b$ (取较小值),其中 $\bar{T}_b$ 为支管名义厚度。

图 6 支管连接接头的组对

7.4.4 定位焊缝

- a) 定位焊缝的焊接应采用与根部焊道相同的焊接材料和焊接工艺。
- b) 定位焊缝应具有足够的长度、厚度和间距,以保证该焊缝在焊接过程中不致开裂。
- c) 根部焊接前,应对定位焊缝进行检查。如发现缺陷,处理后方可施焊。
- d) 焊接的工卡具材质宜与母材相同或为 JB 4708 规定的同一类别号。拆除工卡具时不应损伤母材,拆除后应将残留焊疤打磨修整至与母材表面齐平。

7.4.5 焊接设备

焊接设备及辅助装备等应能保证焊接工作的正常进行和安全可靠,仪表应定期校验。

7.5 焊接的基本要求

7.5.1 应采用经评定合格的焊接工艺,由合格焊工按焊接工艺规程对焊缝(包括为组对而堆焊的焊缝金属)进行焊接。

7.5.2 除因工艺或检验要求需要分次焊接外,每条焊缝一般应一次连续焊接完成,当因故中断焊接时,应根据工艺要求采取保温缓冷或后热等措施以防止裂纹的产生。再次焊接前应检查焊层表面,确认无裂纹后,按原工艺要求继续施焊。

7.5.3 在根部焊道和盖面焊道上不得锤击。

7.5.4 对焊接连接的阀门施焊时,所采用的焊接顺序、工艺以及焊后热处理,均应保证阀座的密封性能不受影响。

7.5.5 不得在焊件表面引弧或试验电流。对于设计温度不大于 -20°C 的管道、淬硬倾向较大的合金钢管道、不锈钢及有色金属管道,其表面均不得有电弧擦伤等缺陷。

7.5.6 内部清洁要求较高且焊接后不易清理的管道、机器入口管道及设计规定的其他管道,对于其单面焊缝,应采用氩弧焊进行根部焊道焊接。

7.5.7 规定焊接线能量的焊缝,施焊时应测量电弧电压、焊接电流及焊接速度并记录,或采取测量焊道长度和厚度的方法控制焊接线能量。焊接线能量应符合焊接工艺规程的规定。

7.5.8 当焊接工艺规程中规定焊缝层数及厚度时,应按规程的规定检查焊接层数及每层厚度。

7.5.9 规定层间温度的焊缝,应测量层间温度,层间温度应符合焊接工艺规程的规定。

7.5.10 多层焊每层焊完后,应立即进行清理和目视检查。如发现缺陷,应消除后方可进行下一层施焊。

7.5.11 规定进行层间无损检测的焊缝,无损检测应在目视检查合格后进行,表面无损检测应在射线照相检测及超声波检测前进行,经检测的焊缝在评定合格后方可继续进行焊接。

7.5.12 每个焊工均应有指定的识别代号。除工程另有规定外,管道承压焊缝应标有焊工识别标记,标记方法应符合 6.2.2 的规定。如无法直接在管道承压件上作焊工标记,则应用简图记录焊工识别代号,并将简图列入交工技术文件。

7.6 焊缝设置

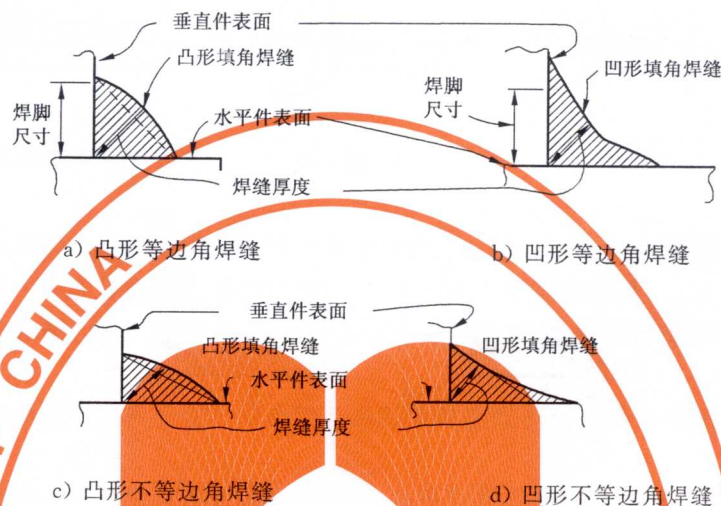
管道(夹套管除外)焊缝的设置应避免应力集中区,且应符合以下规定:

- a) 当公称直径大于或等于 150 mm 时,直管段上两对接环焊缝中心面之间的距离应不小于 150 mm;当公称直径小于 150 mm 时,该距离应不小于管子外径。
- b) 管道环焊缝距离弯管(不包括弯头)起弯点的距离应不小于 100 mm,且不得小于管子外径。
- c) 管道环焊缝与支吊架的净距离应不小于 50 mm。需要热处理的焊缝与支吊架的距离应不小于焊缝宽度的 5 倍,且不得小于 100 mm。
- d) 不宜在焊缝及其边缘上开孔。当无法避免在焊缝上开孔或开孔补强时,应对以开孔中心为中心、在 1.5 倍开孔直径或补强板直径范围内的焊缝进行无损检测,检测合格后方可进行开孔。补强板覆盖的焊缝应磨平。

7.7 角焊缝

7.7.1 角焊缝(包括承插焊缝)可采用凹形和凸形,其焊缝尺寸应符合图 7 的规定。

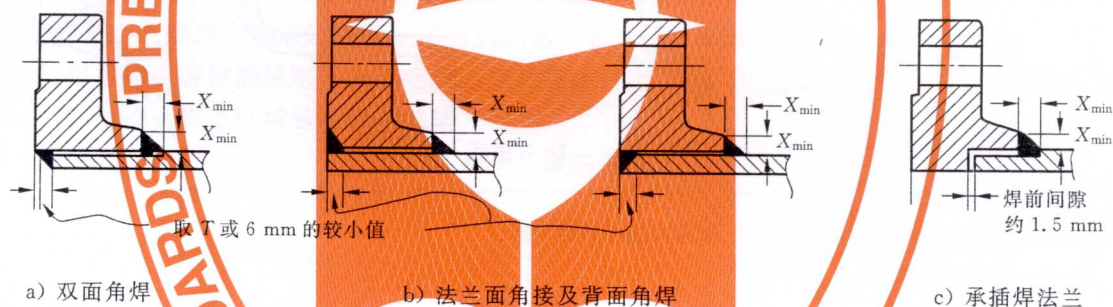
7.7.2 平焊法兰或承插焊法兰的角焊缝应符合图 8 的规定,其他承插焊接头的最小焊缝尺寸应符合图 9 的规定。



注 1: 等边角焊缝的焊脚尺寸为焊缝最大内切等腰直角三角形的股长,焊缝厚度为 0.7 倍焊脚尺寸。

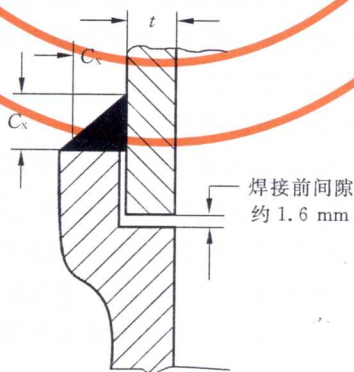
注 2: 不等边角焊缝的焊脚尺寸为内切于焊缝截面的最大直角三角形的股长。

图 7 角焊缝的形式和尺寸



注: $X_{\min}$ 取直管名义厚度的 1.4 倍或法兰颈部厚度两者中的较小值。

图 8 平焊法兰和承插焊法兰的角焊缝



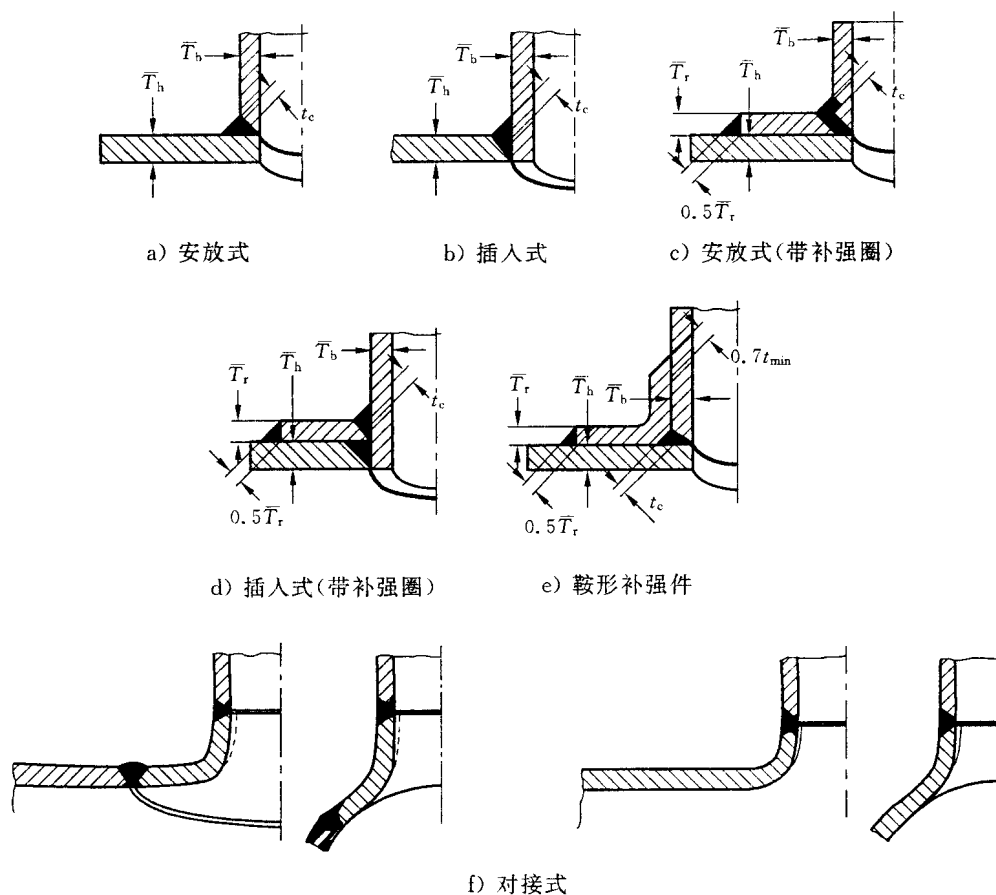
t ——计算厚度;

C_s ——取 $1.25t$ 和 3 mm 中较大者。

图 9 除法兰外的其他承插焊接头的最小焊缝尺寸

7.8 支管的焊接连接

支管与主管的焊接连接应符合图 10 所示的支管连接焊缝形式和下述焊缝尺寸的规定。



t_c ——填角焊缝有效厚度,取 $0.7\bar{T}_b$ 或 6.4 mm 中的小者。

$\bar{T}_b$ ——支管名义厚度。

$\bar{T}_h$ ——主管名义厚度。

$\bar{T}_r$ ——补强圈或鞍形补强件的名义厚度。

$t_{\min}$ —— $\bar{T}_b$ 或 $\bar{T}_r$, 取小者。

图 10 支管连接的焊接接头形式

7.8.1 安放式焊接支管或插入式焊接支管的接头,包括整体补强的支管座,应全焊透,盖面的角焊缝厚度应不小于填角焊缝有效厚度[见图 10 a)和 b)]。

7.8.2 补强圈或鞍形补强件的焊接应符合以下规定:

a) 补强圈与支管应全焊透,盖面的角焊缝厚度应不小于填角焊缝有效厚度[见图 10 c)和 d)]。

b) 鞍形补强件与支管连接的角焊缝厚度应不小于 $0.7t_{\min}$ [见图 10 e)]。

7.8.3 补强圈或鞍形补强件外缘与主管连接的角焊缝厚度应大于等于 $0.5\bar{T}_r$ [见图 10 c)、d)和 e)]。

7.8.4 补强圈和鞍形补强件应与主管和支管贴合良好。应在补强圈或鞍形补强件的高位(不在主管轴线处)开设一个焊缝焊接和检漏时使用的通气孔。补强圈或鞍形补强件可采用多块拼接组成,但拼接接头应与母材等的强度相同,且每块拼板均应开设通气孔。

7.8.5 应在支管与主管连接焊缝的检查和修补合格后,再进行补强圈或鞍形补强件的焊接。

7.9 焊缝返修

7.9.1 返修前应对缺陷产生的原因进行分析,提出相应的返修措施。