

备案号: J2406—2017

中华人民共和国化工行业标准



HG/T 20223—2017

代替 HGJ 223—1992

---

# 铜及铜合金焊接及钎焊技术规程

Technical specification for welding and brazing  
of copper and copper -alloy

2017-07-07 发布

2018-01-01 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

# 铜及铜合金焊接及钎焊技术规程

**Technical specification for welding and brazing  
of copper and copper -alloy**

HG/T 20223—2017

主编单位：中国化学工程集团公司  
中国化学工程第十三建设有限公司  
全国化工施工标准化管理中心站  
批准部门：中华人民共和国工业和信息化部  
实施日期：2018 年 1 月 1 日

# 中华人民共和国工业和信息化部

## 公 告

2017 年 第 32 号

工业和信息化部批准《塑料经编遮阳网》等 238 项行业标准（标准编号、名称、主要内容及实施日期见附件），其中轻工行业标准 49 项、化工行业标准 30 项、石化行业标准 44 项、冶金行业标准 57 项、有色金属行业标准 34 项、稀土行业标准 10 项、黄金行业标准 6 项、航空行业标准 1 项、建材行业标准 2 项、汽车行业标准 2 项、通信行业标准 3 项；批准《家用和类似用途电器的溶出物限值和试验方法》1 项轻工行业标准修改单，现予公布。行业标准修改单自发布之日起实施。

附件：8 项化工行业工程建设标准编号、标准名称和实施日期

中华人民共和国工业和信息化部

二〇一七年七月七日

附件：

8 项化工行业工程建设标准编号、标准名称和实施日期

序号	标准编号	标准名称	被代替标准编号	实施日期
70	HG/T 20222—2017	铝及铝合金焊接技术规程	HGJ 222—1992	2018-01-01
71	HG/T 20223—2017	铜及铜合金焊接及钎焊技术规程	HGJ 223—1992	2018-01-01
72	HG/T 20203—2017	化工机器安装工程施工及验收规范（通用规定）	HG 20203—2000	2018-01-01
73	HG/T 20275—2017	化工设备工程施工及验收规范		2018-01-01
74	HG/T 20691—2017	高压喷射注浆施工技术规范	HG/T 20691—2006	2018-01-01
75	HG/T 20709—2017	复合桩基础设计规范		2018-01-01
76	HG/T 20710—2017	刚度可控式桩筏基础设计规范		2018-01-01
77	HG/T 20638—2017	化工装置自控工程设计文件深度规范	HG/T 20638—1998	2018-01-01



# 前 言

本标准是根据工业和信息化部（工信厅科〔2009〕104号文）《关于印发2009年第一批工业行业标准制修订计划的通知》与（中石化协质发〔2009〕136号文）中国石油和化学工业协会文件，由中国石油和化工勘察设计协会委托全国化工施工标准化管理中心站组织修订。

本标准自实施之日起代替《铜及铜合金焊接及钎焊技术规程》HGJ 223—1992。

本标准修订过程中，修编组经调查研究，总结实践经验，同时参考了国内外铜及铜合金焊接及钎焊工程技术应用方面的大量资料，并广泛征求意见，最后修订了本标准。

本标准共分7章和1个附录，主要内容包括总则、术语和符号、材料、钎焊工艺评定、钎焊工考试、焊接及钎焊施工、焊接及钎焊检验等。

本标准与HGJ 223—1992相比，主要变化如下：

1. 增加了黄铜的惰性气体保护焊相关内容；
2. 删除了部分术语；
3. 删除了常用材料化学成分和力学性能表格；
4. 删除了焊接工艺评定和焊工考试中部分章节，只保留钎焊工艺评定和钎焊工考试部分。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出并归口。

本标准由中国化学工程第十三建设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，请与中国化学工程第十三建设有限公司联系（联系地址：河北省沧州市永济东路79号，邮编：061000，电话：0317-3590320）。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

**主 编 单 位：**中国化学工程集团公司

中国化学工程第十三建设有限公司

全国化工施工标准化管理中心站

**参 编 单 位：**中国化学工程第四建设公司

**主要起草人：**张利军 苏言诚 孙国恩 孙 韵

**主要审查人：**夏节文 周武强 潘兰兰 孙 逊 崔定龙

孙智刚 郑 钧 袁转东 董安霞

# 目 次

1 总则	(1)
2 术语和符号	(2)
2.1 术语	(2)
2.2 符号	(3)
3 材料	(4)
4 钎焊工艺评定	(5)
4.1 一般规定	(5)
4.2 评定要求	(5)
4.3 检验项目及合格标准	(6)
5 钎焊工考试	(11)
5.1 一般规定	(11)
5.2 考试内容	(11)
6 焊接及钎焊施工	(14)
6.1 一般规定	(14)
6.2 焊接工艺	(14)
6.3 钎焊工艺	(18)
6.4 焊缝及钎焊缝的返修	(21)
7 焊接及钎焊检验	(22)
7.1 一般规定	(22)
7.2 焊缝及钎焊缝的外观检查	(22)
7.3 焊缝及钎焊缝的无损检测	(22)
附录 A 预钎焊工艺规程及评定报告用表格式	(24)
本标准用词说明	(26)
引用标准目录	(27)
附：条文说明	(29)

# Contents

1	General provisions	( 1 )
2	Terms and symbols	( 2 )
2.1	Terms	( 2 )
2.2	Symbols	( 3 )
3	Material	( 4 )
4	Brazing procedure qualification	( 5 )
4.1	General requirement	( 5 )
4.2	Qualification requirement	( 5 )
4.3	Examination item and qualification standard	( 6 )
5	Qualification test for welding and brazing	( 11 )
5.1	General requirement	( 11 )
5.2	Contents of qualification test	( 11 )
6	Construction for welding and brazing	( 14 )
6.1	General requirement	( 14 )
6.2	Welding procedure	( 14 )
6.3	Brazing procedure	( 18 )
6.4	Repair for welding seam and brazed seam	( 21 )
7	Examination for welding and brazing	( 22 )
7.1	General requirement	( 22 )
7.2	Visual examination for welding seam and brazed seam	( 22 )
7.3	Nondestructive detection for welding seam and brazed seam	( 22 )
Appendix A	Format for preliminary brazing procedure specification and qualification report	( 24 )
	Explanation of wording in this code	( 26 )
	List of quoted standards	( 27 )
	Addition:Explanation of provisions	( 29 )



# 1 总 则

- 1.0.1 为提高铜及铜合金焊接及钎焊施工技术水平，加强焊接过程的质量控制，保证工程质量，制定本标准。
- 1.0.2 本标准适用于化工、炼油装置铜制设备和管道施工中紫铜、黄铜的钨极惰性气体保护电弧焊；黄铜的氧乙炔焰焊；紫铜、黄铜的氧乙炔焰钎焊。
- 1.0.3 本标准不适用于铜制设备和管道施工中的紫铜和黄铜的碳弧焊、焊条电弧焊、埋弧焊和其他方法的钎焊。
- 1.0.4 焊接施工应按设计文件及本标准的规定执行。
- 1.0.5 铜及铜合金焊接及钎焊的施工除应符合本标准外，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

#### 2.1.1

**错边量 dislocation quantity**

两焊件组对或焊缝焊完后表面所错开的垂直距离。

#### 2.1.2

**试件 test piece**

在钎焊工艺评定和钎焊工考试中所焊接的焊件。

#### 2.1.3

**试样 specimen**

对试件进行分割或不分割加工后，用以检验钎焊接头质量的局部试件。

#### 2.1.4

**钎焊 brazing**

钎焊是采用比母材熔点低的金属材料作钎料，将焊件和钎料加热到高于钎料熔点，低于母材熔化温度，利用液态钎料润湿母材，填充接头间隙并与母材相互扩散实现连接焊件的方法。

#### 2.1.5

**黄铜钎焊 brass brazing**

采用黄铜基钎料进行铜及铜合金及其他母材的钎焊。

#### 2.1.6

**银钎焊 silver brazing**

采用银基钎料进行铜及铜合金及其他母材的钎焊。

#### 2.1.7

**锡钎焊 tin soldering**

采用锡基钎料进行铜及铜合金及其他母材的钎焊。锡钎焊包括挂锡、锡焊、搪锡等工序。

#### 2.1.8

**水平漫流位置 flat-flow position**

在水平漫流条件下添加焊料，钎料在毛细管、重力附加作用下漫流进入接头的位置。

#### 2.1.9

**垂直向下漫流位置 vertical-downflow position**

在垂直向下漫流条件下添加焊料，钎料在毛细管、重力附加作用下漫流进入接头的位置。

2.1.10

**垂直向上漫流位置 vertical-upflow position**

在垂直向上漫流条件下添加焊料，钎料在毛细管作用下漫流进入接头的位置。

2.1.11

**横向漫流位置 horizontal-flow position**

在横向漫流条件下添加焊料，接头的轴线是垂直的，钎料在毛细管作用下漫流进入接头的位置。

2.1.12

**剥离试验 peeling test**

采用手工或机械方法剥离钎焊搭接接头的破坏性试验。

2.1.13

**预钎焊工艺规程 (pBPS) preliminary brazing procedure specification**

为钎焊工艺评定所拟定的钎焊工艺文件。

2.2 符 号

$s$ ——试件厚度或壁厚；

$b$ ——错边量；

$C$ ——间隙；

$P$ ——钝边；

$\alpha$ ——坡口角度；

$X$ ——搭接长度；

$A$ ——搭接边缘到圆弧相切点的距离。



## 3 材 料

- 3.0.1 焊接工程采用的母材和焊接材料应具有质量证明文件。
- 3.0.2 设备和管道材料的代用和设计变更，应经原设计单位同意，并应出具书面文件。
- 3.0.3 母材应符合国家现行标准《铜及铜合金板材》GB/T 2040、《铜及铜合金带材》GB/T 2059、《铜及铜合金拉制管》GB/T 1527、《铜及铜合金挤制管》YS/T 662、《加工铜及铜合金牌号和化学成分》GB/T 5231 和《铜及铜合金无缝管材外形尺寸及允许偏差》GB/T 16866 的有关规定。
- 3.0.4 焊丝及钎料应符合现行国家标准《铜及铜合金焊丝》GB/T 9460、《铜基钎料》GB/T 6418、《银钎料》GB/T 10046 和《锡铅钎料》GB/T 3131 的有关规定。
- 3.0.5 焊丝、钎料、焊剂、钎剂的选用应符合表 3.0.5 的规定。

表 3.0.5 焊丝、钎料、焊剂、钎剂的选用

母材与焊接方法	焊 接 材 料		备 注
	焊丝或钎料	焊剂或钎剂	
紫铜钨极惰性气体保护电弧焊	SCu1898	气剂 301	
黄铜钨极惰性气体保护电弧焊	SCu6560	气剂 301	
黄铜氧乙炔焰焊	SCu4700 SCu6810A	气剂 301	冲击载荷或中、高压设备管道选用 SCu4700
紫铜氧乙炔焰钎焊	BAG55ZnCuSn SCu6810A	气剂 301	
紫铜、黄铜 氧乙炔焰钎焊	BAG12CuZn(Si) BAG25CuZnCb BAG45CbZnCu	钎剂 101 或 103 钎剂 101 或 103 钎剂 103	
	Sn40PbSbAA	氯化锌饱和溶液	

- 3.0.6 手工钨极惰性气体保护电弧焊使用的电极应为铈钨极。
- 3.0.7 焊接或钎焊时所用的气体应符合下列规定：
- 1 氩气应符合现行国家标准《氩》GB/T 4842 的规定，且露点不应高于-50℃。
  - 2 氧气应符合现行国家标准《工业氧》GB/T 3863 的规定，且氧气纯度不应小于 99.5%。
  - 3 乙炔气应符合现行国家标准《溶解乙炔》GB 6819 的有关规定，且乙炔气纯度不应小于 98%。
- 3.0.8 母材和焊接材料应妥善保管，表面不得损伤、污染和腐蚀。

## 4 钎焊工艺评定

### 4.1 一般规定

- 4.1.1 钎焊工艺评定前，应根据金属材料的钎焊性能，并应按照设计文件和制造安装工艺拟定预钎焊工艺规程。
- 4.1.2 钎焊工艺评定所用的母材、焊丝和钎料应符合本标准第3章的有关规定。
- 4.1.3 钎焊件表面的清理及工艺措施应符合本标准第6章的有关规定。
- 4.1.4 试件的钎焊应由本单位技能熟练的钎焊工施焊，评定所用的测量仪表应经检定合格。
- 4.1.5 钎焊工艺评定过程中，应做好记录，评定完毕应提出评定报告。评定报告格式宜符合本标准附录A的规定。

### 4.2 评定要求

- 4.2.1 焊接方法应为氧乙炔焰钎焊。
- 4.2.2 母材分类应符合表4.2.2的规定。

表 4.2.2 母材分类

类 别	母 材 种 类	牌 号
I	紫铜	T1、T2、T3、TP1、TP2
II	黄铜	H62、H68、HFe59-1-1

- 4.2.3 钎料分类应符合表4.2.3的规定。

表 4.2.3 钎料分类

类 别	名 称	型 号
B I	锡铅基钎料	S-Sn40PbSBAA
B II	铜基钎料	BAG55ZnCuSn、SCu4700、SCu6810A
BIII	银基钎料	BAG12CuZn(Si)、BAG25CuZnCd、BAG45CdZnCu

- 4.2.4 试件应分为板状搭接和管状承插形式。焊接位置板状试件应分为水平漫流位置、垂直向下漫流位置和垂直向上漫流位置。管状试件应分为水平漫流位置、垂直向下漫流位置和垂直向上漫流位置。
- 4.2.5 当母材类别改变及评定厚度超出有效范围时，应符合下列规定：
- 1 某一牌号母材评定合格的钎焊工艺，适用于同类别牌号的其他母材。
  - 2 异种金属钎焊时，若其中某一种母材在相同钎焊料、钎剂条件下进行了评定，则异种金属接头的钎焊不应重新进行钎焊工艺评定。

- 3 已评定合格的异种金属钎焊工艺评定，当抗拉强度值满足本规程最低要求时，且采用相同钎料、钎剂的某一类金属之间的相互钎焊，可不重新进行钎焊工艺评定。
- 4 母材金属厚度不符合本标准表 4.3.7 的规定时，应重新进行钎焊工艺评定。
- 5 同厚度的钎焊工艺评定不适用于不同厚度钎焊工艺评定。
- 4.2.6 当钎料改变时，应符合下列规定：
  - 1 某一牌号钎料评定合格的钎焊工艺，适用于同类别牌号的其他钎料。
  - 2 钎剂化学成分改变时，应重新进行钎焊工艺评定。
- 4.2.7 工艺评定合格漫流位置的替代范围应符合下列规定：
  - 1 水平漫流、垂直向上漫流或横向漫流的位置评定合格，垂直向下漫流位置应视为评定合格。
  - 2 管的漫流位置评定合格，板的相应漫流位置应视为评定合格。
- 4.2.8 当接头形式尺寸有下列情况之一时，应重新进行钎焊工艺评定：
  - 1 实际搭接长度大于或小于钎焊工艺规程搭接长度的 25%。
  - 2 接头间隙不符合钎焊工艺规程规定的范围值。
- 4.2.9 当火焰钎焊改变为其他钎焊方法时，应重新进行钎焊工艺评定。
- 4.2.10 当改变火焰钎焊工艺规程中下列次要因素时，应重新编制钎焊工艺规程：
  - 1 钎焊接头清理方法由化学法改为机械法或由机械法改为化学法。
  - 2 焊炬喷嘴尺寸改变。
  - 3 同类钎料中不同牌号的改变或钎料制造商的改变。

### 4.3 检验项目及合格标准

- 4.3.1 工艺评定的试件应进行钎焊接头的外观检查，其质量应符合本标准 7.2 的有关规定。
- 4.3.2 板状钎焊工艺评定试件取样时，舍弃部分的宽度应大于 30mm（见图 4.3.2）。

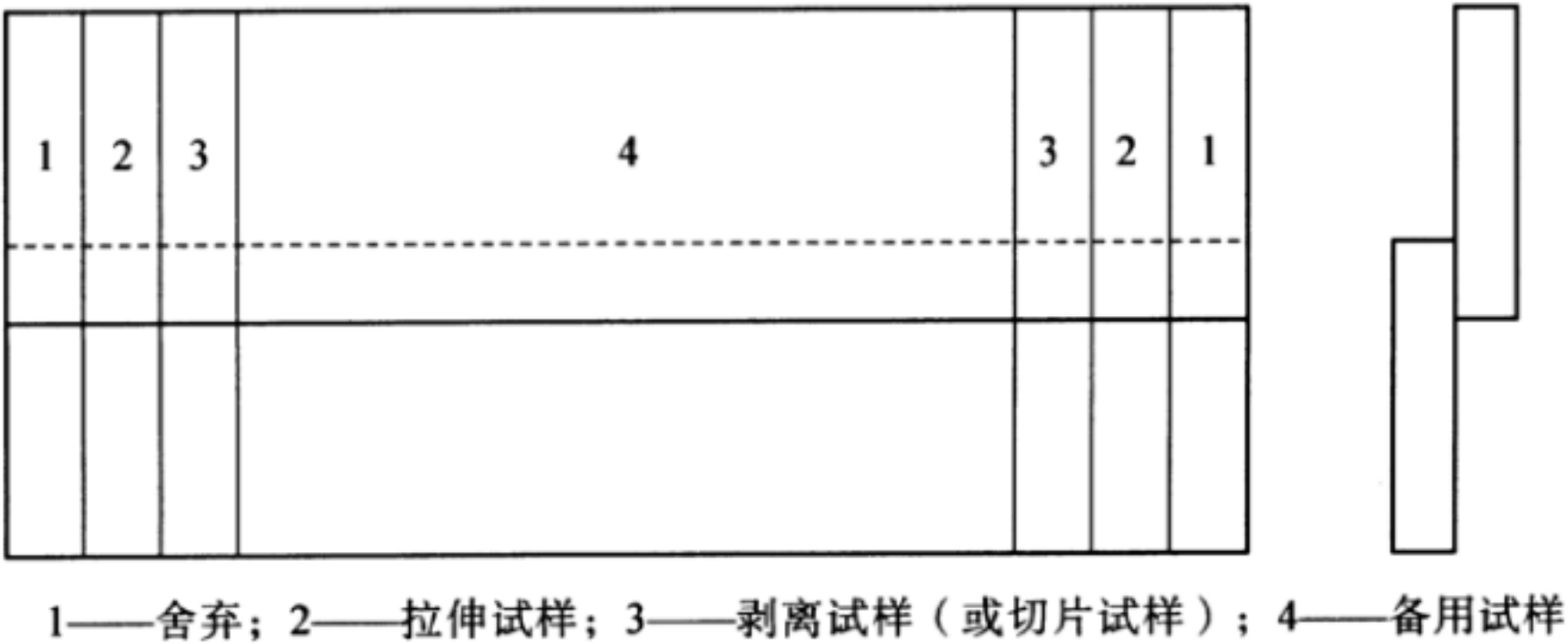
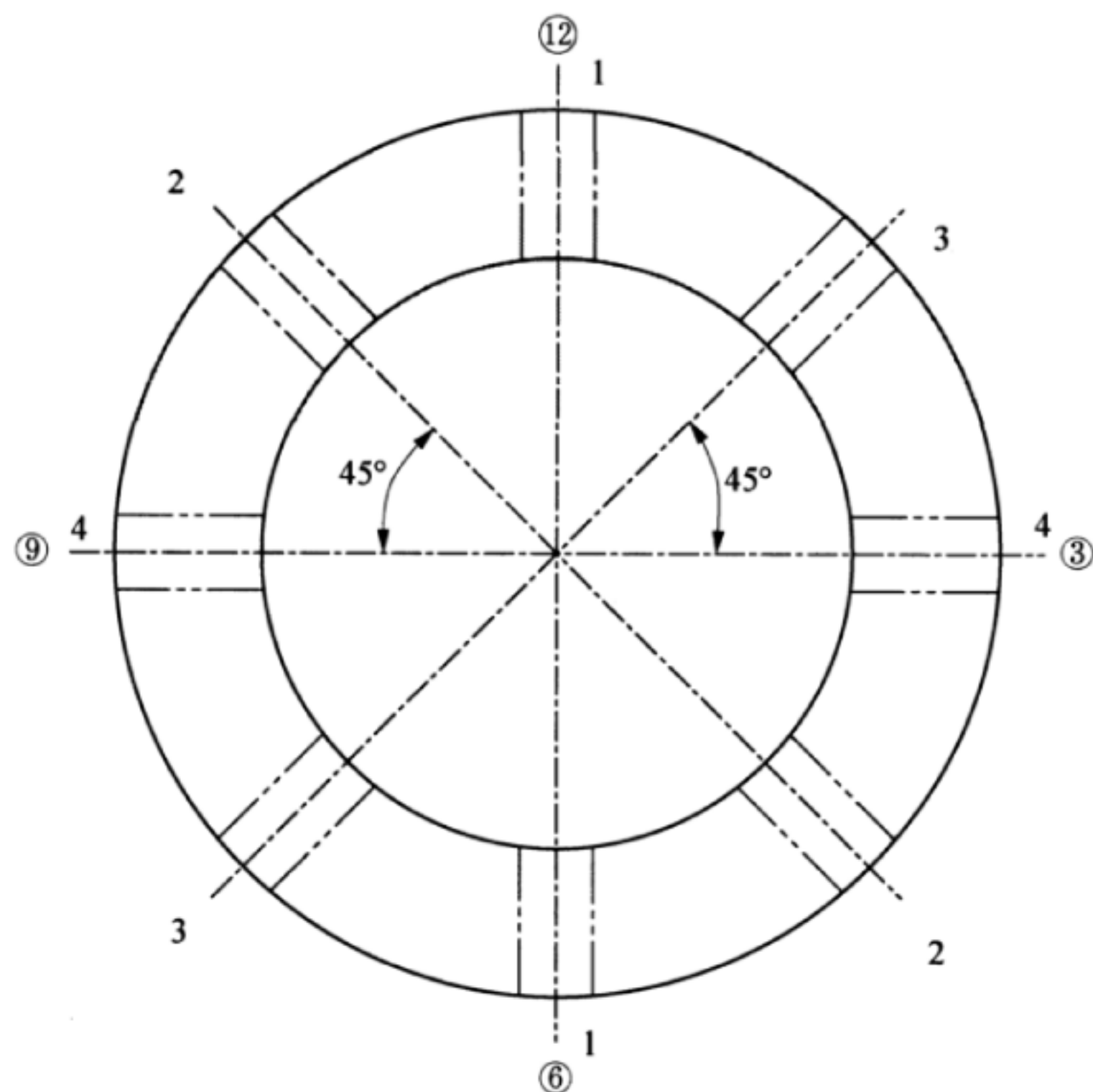


图 4.3.2 板状钎焊工艺评定取样位置

- 4.3.3 管状钎焊工艺评定试件取样时，同类试样应对称分布（见图 4.3.3）。



1——拉伸试样；2——剥离试样（或切片试样）；3——备用试样  
 ③ ⑥ ⑨ ⑫——钟点标记，表示水平固定位置钎焊时的定位标记

图 4.3.3 管状钎焊工艺评定取样位置

#### 4.3.4 板状、管状钎焊搭接接头拉伸试样应符合下列规定：

1 加工板状钎焊接头和直径大于 76mm 管状钎焊接头拉伸试样时，搭接边缘到圆弧相切点距离  $A$  应为 6mm 或  $2s$  两者中较大值，拉伸试样长度可以改变以适应试验机要求（见图 4.3.4-1）。

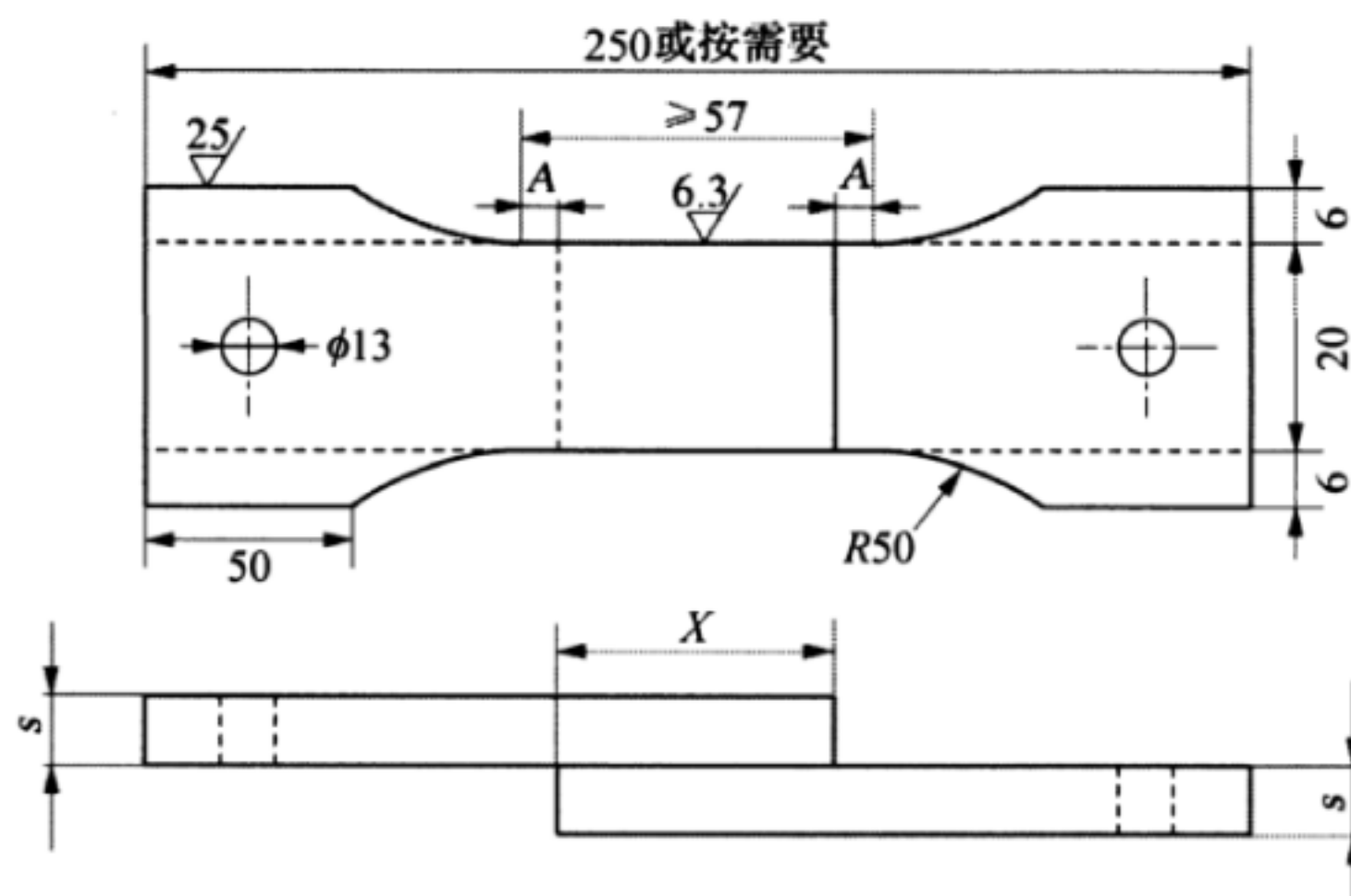


图 4.3.4-1 板状钎焊接头和直径大于 76mm 管状钎焊接头拉伸试样

2 加工直径小于或等于 76mm 管状钎焊接头拉伸试样时，两个金属塞顶端距离应不小于金属塞直径的 2 倍，金属塞顶端到圆弧切点垂直距离应不小于金属塞直径，圆弧切点到卡具的距离应不



小于金属塞直径（见图 4.3.4-2）。

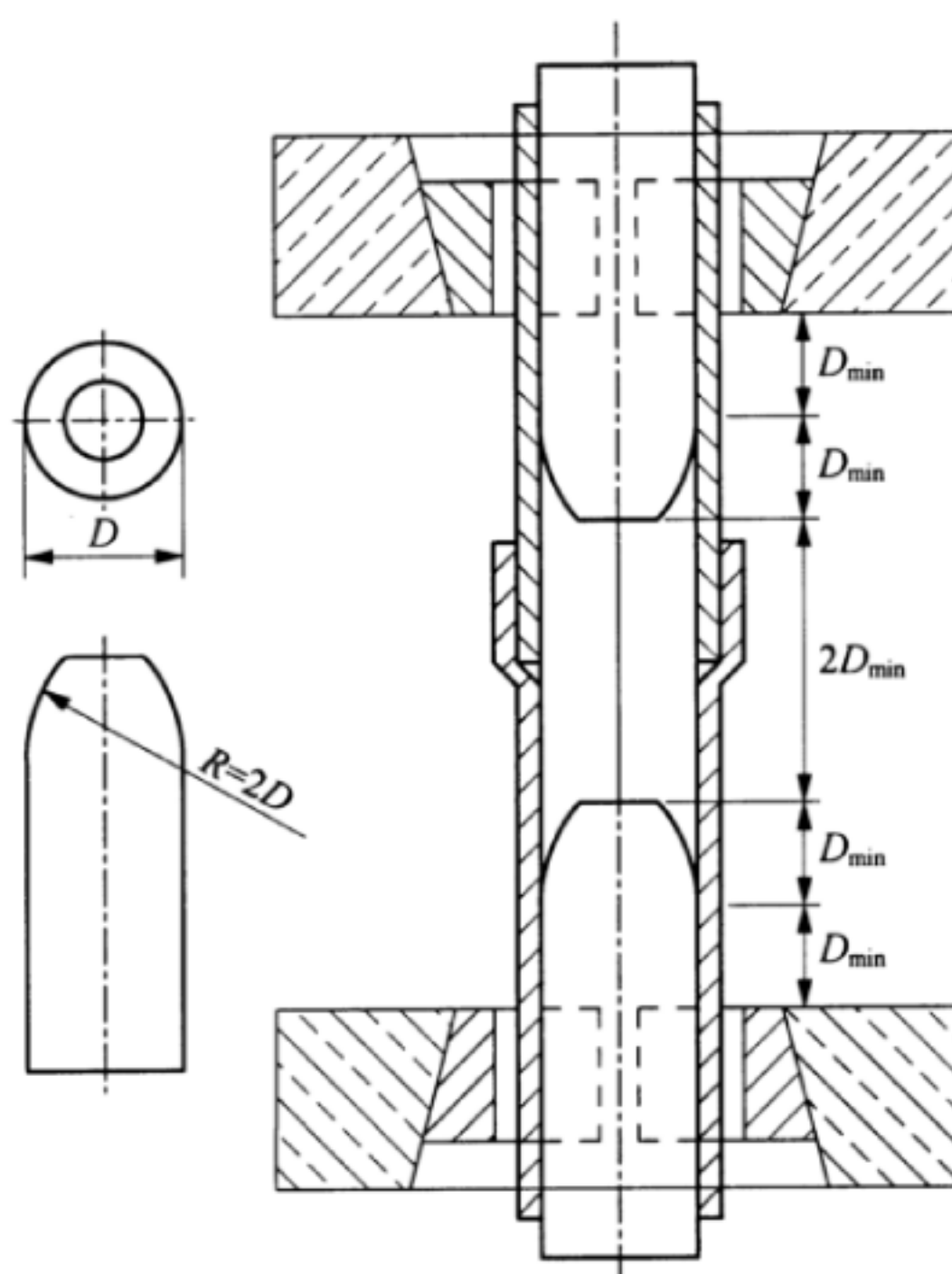
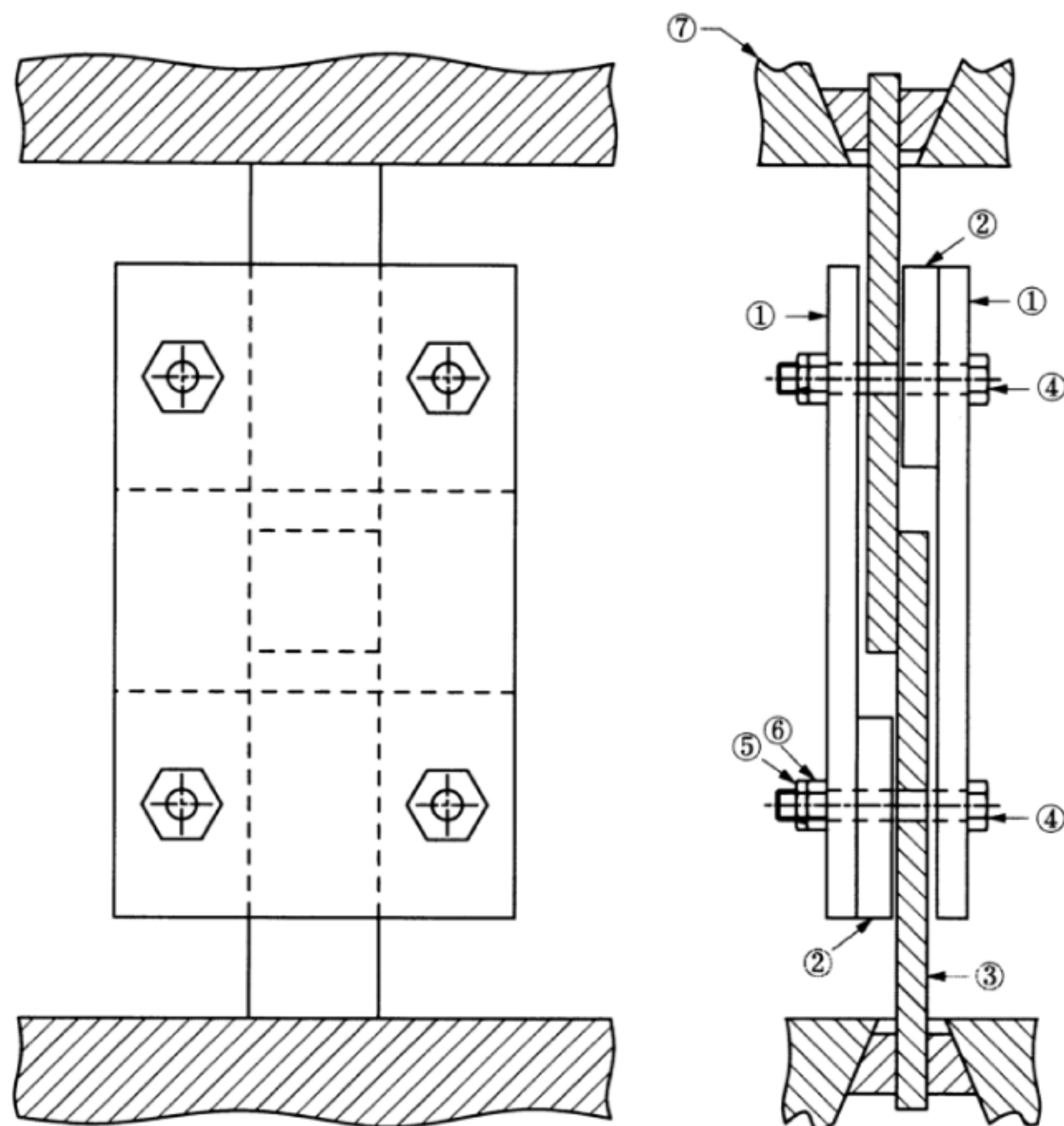


图 4.3.4-2 直径小于或等于 76mm 管状钎焊接头拉伸试样

3 拉伸试验应符合下列规定：

- 1) 拉伸试验的试样应采用卡具（见图 4.3.4-3）在拉伸载荷下拉断。卡具和拉伸试样的间隙应大于或等于 0.025mm。试验应按现行国家标准《钎焊接头强度试验方法》GB 11363 的有关规定进行；
- 2) 退火状态下母材的抗拉强度不应小于其最小抗拉强度的规定值；
- 3) 两种不同抗拉强度值母材钎焊时，试样的抗拉强度应不小于强度较低者母材退火状态下最小规定值；
- 4) 当试样断在钎焊接头以外的母材上，所测得抗拉强度值低于母材退火状态下最小抗拉强度值时，差值应不大于 5%。



①——拘束板；②——垫板；③——拉伸试验；④——螺钉；⑤——锁紧螺母；⑥——螺母；⑦——试验机夹头

图 4.3.4-3 钎焊接头拉伸试验用卡具

4.3.5 剥离试样加工尺寸、试验方法和合格指标应符合下列规定：

- 1 加工剥离试样时，搭接长度应为  $4s$  或应符合设计规定（见图 4.3.5），且试样应从 Z 侧钎焊。
- 2 当采用锤击法进行剥离时，应将钎焊试件（见图 4.3.5）B 段进行预翻边。先卡住 A 段，用工具敲击 B 段，使钎焊试样在支点处弯曲后剥离。
- 3 当采用试验机法进行剥离时，应将剥离试样卡在拉力试验机的两端，缓慢施加拉力，至钎焊试样剥离。
- 4 搭接钎焊试样经剥离后，接头的搭接面合格指标应符合下列规定：
  - 1) 缺陷表面积不得超过搭接总面积的 30%；
  - 2) 在搭接方向的任意一条直线上所测得的缺陷长度之和不得大于搭接长度的 25%。

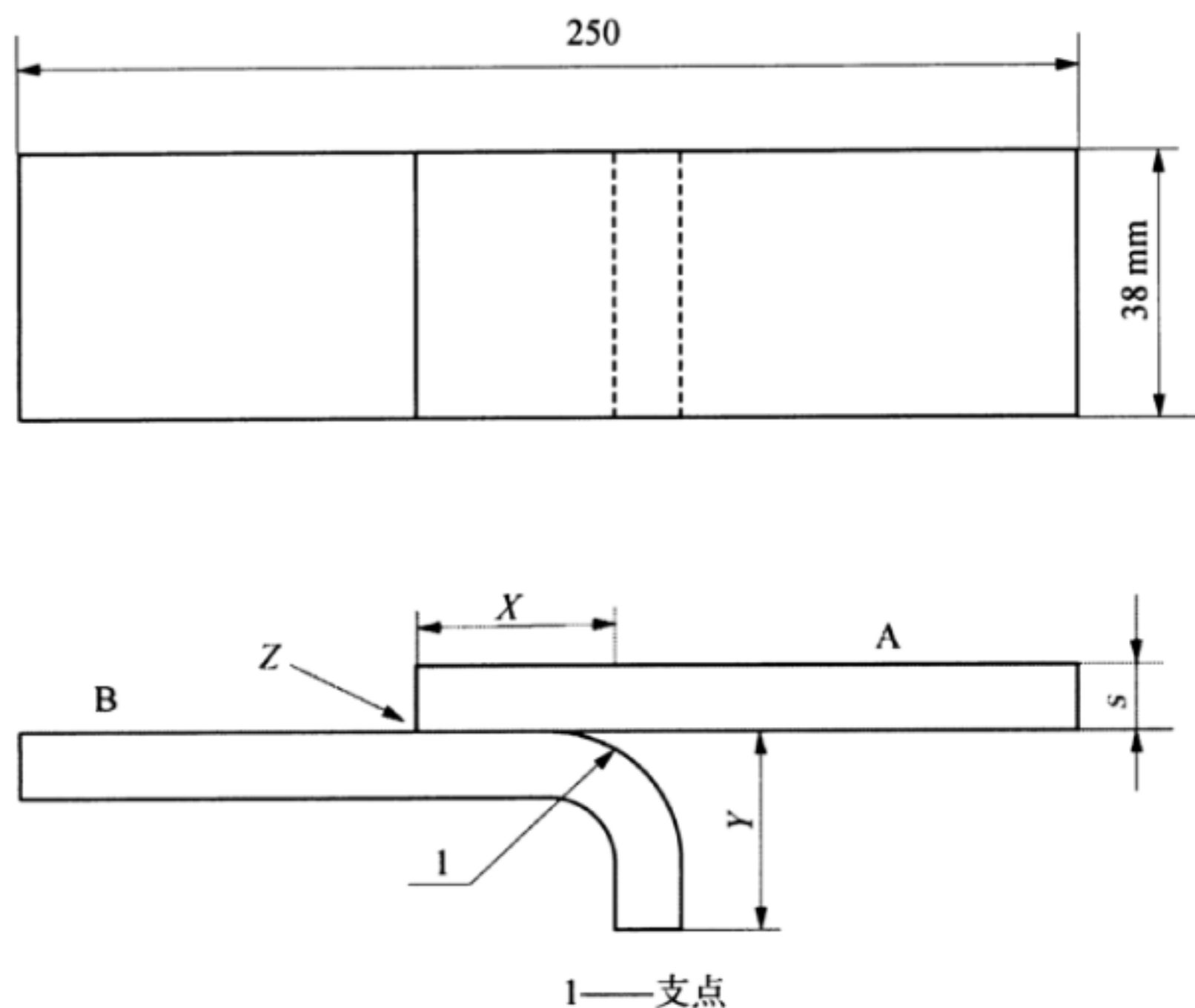


图 4.3.5 钎焊接头剥离试样加工

4.3.6 切片试样加工尺寸、检查方法和合格指标应符合下列规定：

- 1 切片试验的试样宽度应为 12mm，长度应为搭接长度每侧各加 10mm。
- 2 试样的每个侧面均应抛光，采用 5 倍放大镜检查，每个侧面分别计算。
- 3 各侧面未钎焊面的总长度不得大于搭接长度的 20%。

4.3.7 钎焊工艺评定试件的数量及评定厚度的有效范围应符合表 4.3.7 的规定。

表 4.3.7 钎焊工艺评定试件的数量及评定厚度的有效范围

接头形式	试件厚度 $s/\text{mm}$	评定厚度有效范围/ $\text{mm}$		拉伸试验 <sup>a</sup>	剥离试验	切片试验
		最小	最大	试样数量（个）		
搭接接头	<3	$0.5s$	$2s$	2	2	b
	3~10	1.5	$2s$	2	2	b
	>10	5	$2s$	2	2	b
插接接头	<3	$0.5s$	$2s$	2		2
	3~10	1.5	$2s$	2		2
	>10	5	$2s$	2		2

<sup>a</sup> 指两种不同厚度母材进行钎焊评定时，当已有一种厚度母材进行过评定，则工艺评定时可免做拉伸试验；一根管钎焊接头全截面拉伸试样可以代替两个带肩膀拉伸试样。

<sup>b</sup> 当钎料强度大于或等于母材强度时，2 个切片试验可代替 2 个剥离试验。



## 5 钎焊工考试

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 钎焊工考试应由具备相应资质的钎焊工考试机构负责组织和实施。
- 5.1.2 钎焊工的基本知识考试内容、操作技能考试项目应由钎焊工考试机构根据本标准的规定和焊工及钎焊工将担任的工作确定。焊工及钎焊工应经基本知识考试合格后,方可参加操作技能考试。
- 5.1.3 钎焊工技能考试应按钎焊工艺规程的规定进行。参加钎焊工艺评定的钎焊工,评定合格即为对相应项目操作技能考试合格。
- 5.1.4 基本知识和操作技能考试均合格的钎焊工,应由考试机构发给合格证。合格证自签发之日起有效期应为4年。
- 5.1.5 在合格证有效期内,当钎焊工连续中断钎焊工作6个月以上时,从事钎焊工作前应进行操作技能复试。
- 5.1.6 考试试卷、试件焊接记录和各项检验报告等,均应存入钎焊工档案。

### 5.2 考试内容

- 5.2.1 基本知识考试应包括下列内容:
  - 1 铜及铜合金的基本知识。
  - 2 铜及铜合金钎焊材料的选用。
  - 3 氧乙炔焰的特点及使用。
  - 4 火焰钎焊产生常见缺陷的原因及预防方法。
  - 5 氧气瓶、减压阀、乙炔瓶、焊炬的基本结构,使用和安全防护知识。
- 5.2.2 钎焊工操作技能考试应符合下列规定:
  - 1 母材分类应符合本标准表4.2.2的规定。表中同一类别母材中某一牌号考试合格后,可免去该类别其他牌号的考试。考试试件的母材应与钎焊母材类别相同。
  - 2 钎焊材料的分类应符合本标准表4.2.3的规定。表中同一类别钎料中某一牌号考试合格后,可以免去该类别钎料其他牌号考试。考试应选用与钎焊焊接所选用类别相同的钎料。
  - 3 钎焊试件分为板状和管状两种(见图5.2.2-1),板状应采用搭接接头,管状应采用插接接头。管状试件外径可根据工程情况选用。

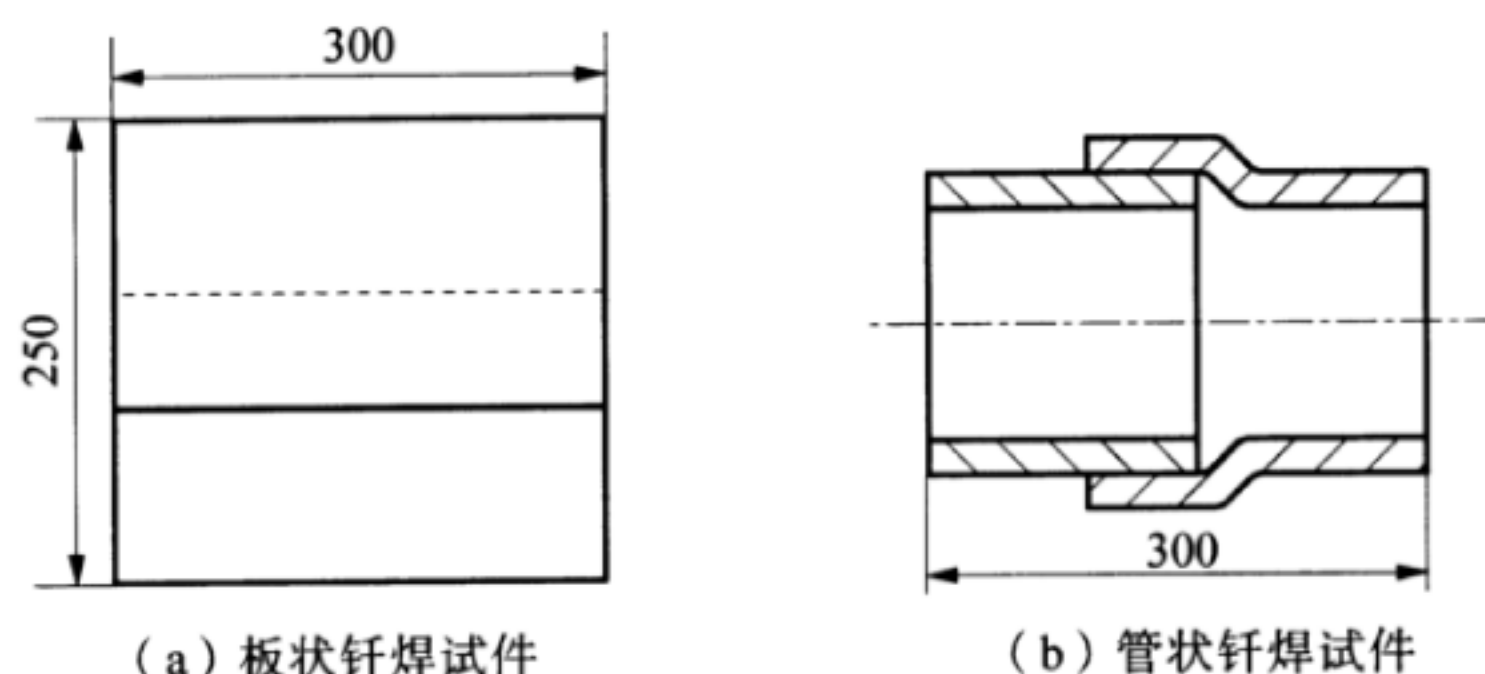


图 5.2.2-1 钎焊试件

4 焊接位置应符合下列规定：

- 1) 板状试件位置应分为水平漫流位置、垂直向下漫流位置、垂直向上漫流位置和横向漫流位置；
- 2) 管状试件位置应分为水平漫流位置、垂直向下漫流位置、垂直向上漫流位置；
- 3) 板状试件在水平漫流位置、垂直向上漫流位置和横向漫流位置考试合格后，可免去垂直向下漫流位置考试；
- 4) 管状试件在水平漫流位置、垂直向上漫流位置考试合格后，可免去垂直向下漫流位置考试；
- 5) 管状试件各漫流位置考试可替代板状试件相应漫流位置考试，且不得反向替代。

5 钎焊操作技能考试试件厚度替代范围应符合表 5.2.2 的规定，厚度不符合该范围应重新进行考试。

6 当试件接头间隙值不符合钎焊工艺规程规定的范围时，应重新进行考试。

7 钎焊试件应按本标准 7.2 的有关规定进行外观检查。钎焊不得进行修补或打磨。

表 5.2.2 钎焊操作技能考试试件厚度替代范围

钎焊试件厚度 $s$	可替代的厚度有效范围	
	最小	最大
$<3$	$0.5s$	$2s$
$3 \sim 12$	$1.5$	$2s$
$\geq 12$	$5$	不限

8 板状钎焊试件经外观检查合格后，应截取 2 个试样进行剥离试验。板状试件取样位置舍弃部分的宽度应大于 30mm（见图 5.2.2-2），试样加工尺寸、试验方法和合格指标应符合本标准 4.3.5 的相关要求。当钎料强度大于或等于母材强度时，可用 2 个切片试验代替 2 个剥离试验。

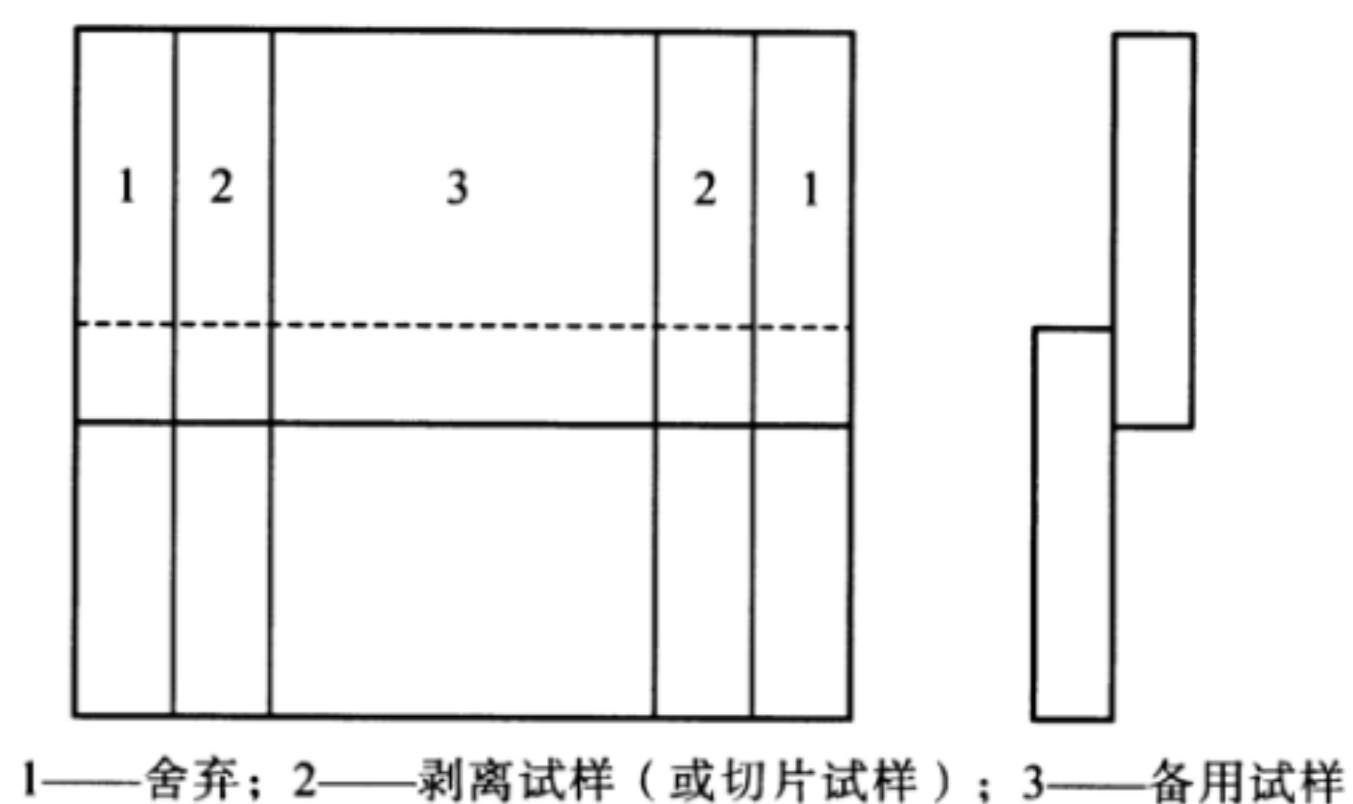


图 5.2.2-2 板状试件取样位置

9 管状钎焊试件经外观检查合格后,应截取 2 个切片试样进行切片试验。管状试件取样位置应对称分布 (见图 5.2.2-3), 切片试样加工尺寸、检查方法和合格指标应符合本标准 4.3.6 的相关要求。

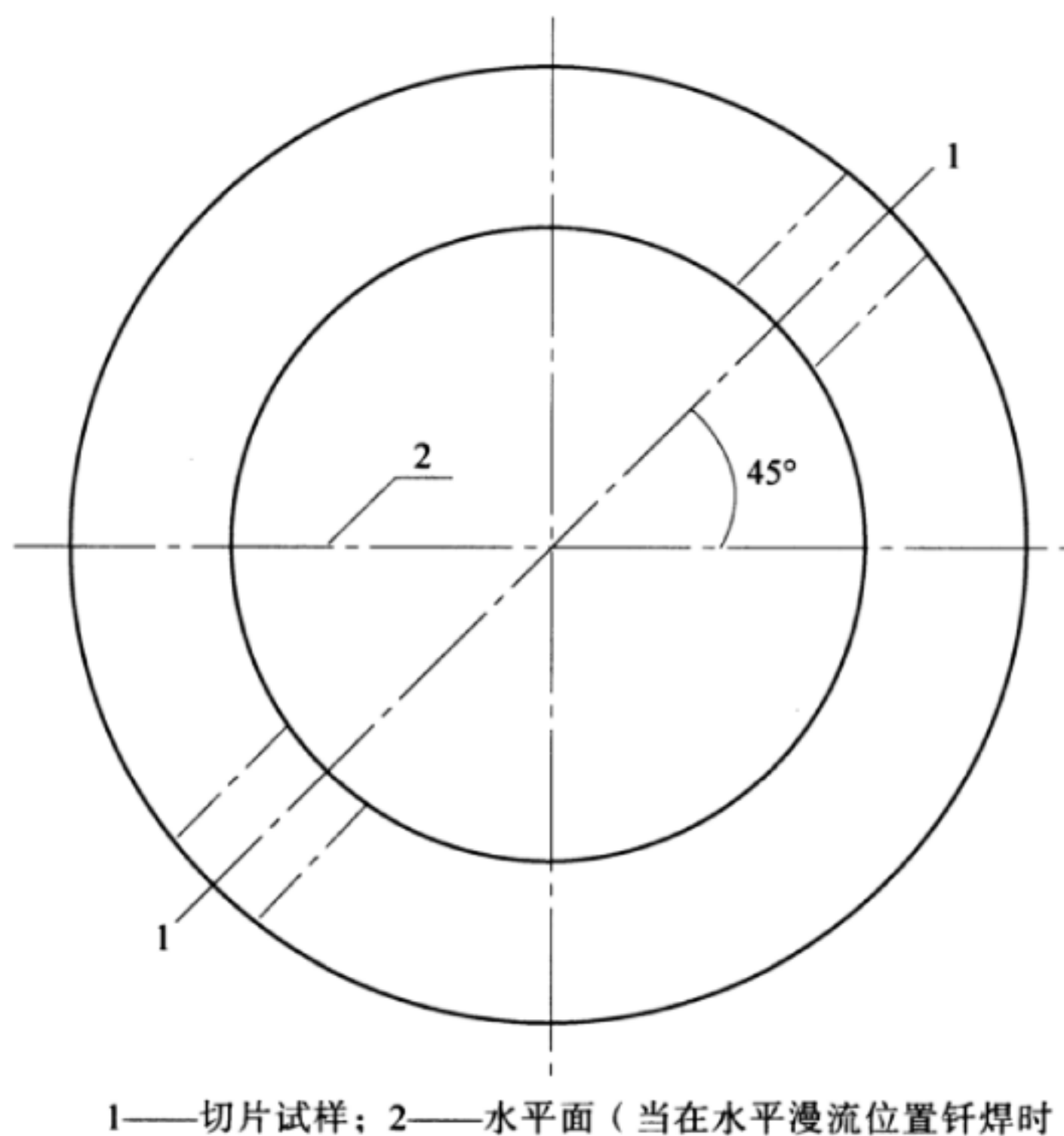


图 5.2.2-3 管状试件取样位置

10 当剥离试验或切片试验有一个试样不合格时,可在原试件相邻部位再取两个试样复验, 两个试样全部复验合格则该项试验应评为合格。

## 6 焊接及钎焊施工

### 6.1 一般规定

6.1.1 施工单位应有健全的焊接或钎焊施工质量管理体系和质量管理制度。焊接或钎焊施工前应具备下列条件：

- 1 焊接或钎焊工艺技术文件已批准；
- 2 图纸已会审；
- 3 安全教育和技术交底已进行；
- 4 材料、机具、检测仪器、施工设施及场地已具备；
- 5 相应的安全预案已制定。

6.1.2 在掌握材料的焊接性能后，必须在工程焊接前进行焊接工艺评定。

6.1.3 铜及铜合金焊接应按现行行业标准《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014 进行焊接工艺评定；铜及铜合金钎焊应按本标准第 4 章的规定进行钎焊工艺评定。待工艺评定合格后，根据焊接或钎焊工艺评定报告编制焊接或钎焊工艺规程。

6.1.4 钎焊工应按本标准第 5 章的规定进行考试，合格后方可从事钎焊作业。焊工或钎焊工施工前应熟悉所焊母材的种类、施焊的工艺及质量要求，并应按焊接或钎焊工艺规程要求进行施焊。

6.1.5 使用的惰性气体保护焊机应带有高频引弧及延时熄弧装置，电特性和电流容量应能满足铜及铜合金焊接要求，并应调节灵活和安全可靠。

6.1.6 焊接、钎焊场所应清洁。当焊接、钎焊区域出现下列情况之一，且无防护措施时，应停止焊接或钎焊作业：

- 1 气温低于 5℃；
- 2 钨极惰性气体保护电弧焊时风速大于 2m/s；
- 3 雨、雪天气。

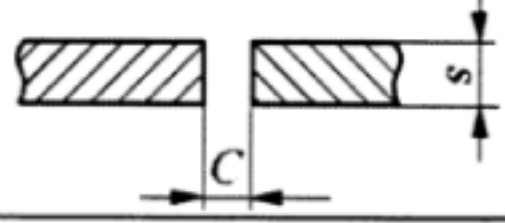
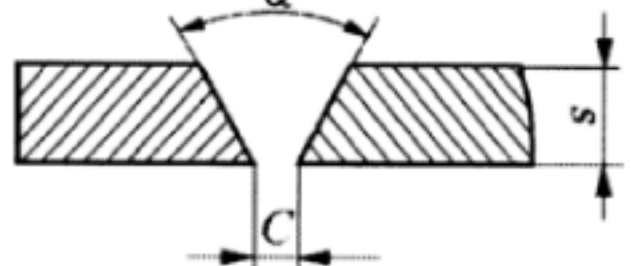
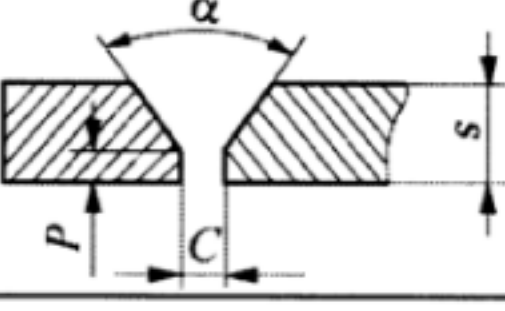
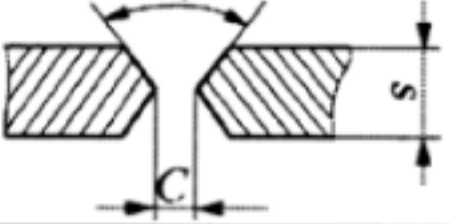
### 6.2 焊接工艺

6.2.1 焊接前的准备应符合下列规定：

1 常用紫铜、黄铜钨极惰性气体保护电弧焊坡口形式和尺寸应符合设计规定，当设计无规定时，焊接坡口形式及尺寸宜符合表 6.2.1-1。

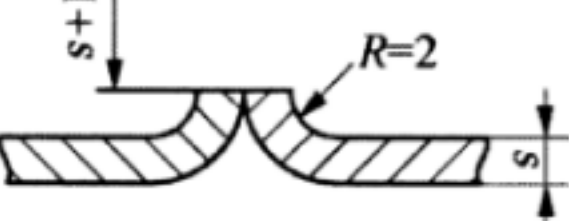
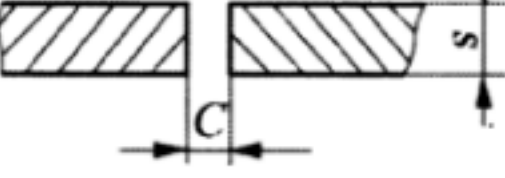
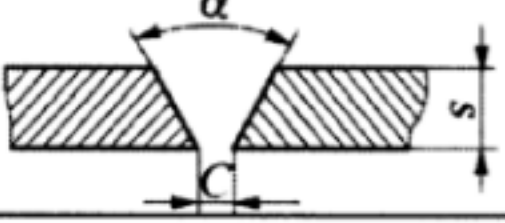
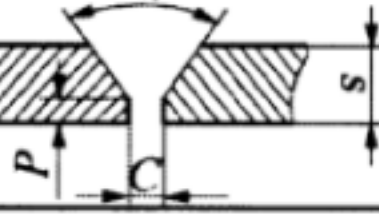
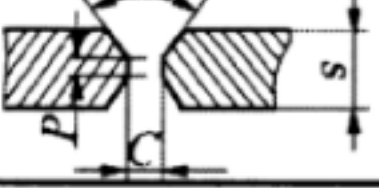


表 6.2.1-1 常用紫铜、黄铜钨极惰性气体保护电弧焊坡口形式和尺寸

序号	壁厚 $s$ mm	坡口名称	坡 口 形 式	尺 寸			备 注
				间隙 $C$ mm	钝边 $P$ mm	坡口角度 $\alpha$	
1	$\leq 2$	I 形坡口		0	—	—	
2	3~4	V 形坡口		0	—	$65^\circ \pm 5^\circ$	
3	5~8	V 形坡口		0	1~2	$65^\circ \pm 5^\circ$	
4	10~14	X 形坡口		0	—	$65^\circ \pm 5^\circ$	

2 常用黄铜氧乙炔焰焊坡口形式和尺寸应符合设计规定，当设计无规定时，焊接坡口形式及尺寸宜符合表 6.2.1-2。

表 6.2.1-2 常用黄铜氧乙炔焰焊坡口形式和尺寸

序号	壁厚 $s$ mm	坡口名称	坡 口 形 式	尺 寸			备 注
				间隙 $C$ mm	钝边 $P$ mm	坡口角度 $\alpha$	
1	$\leq 2$	卷边		0	—	—	不加填充金属
2	$\leq 3$	I 形坡口		0~4	—	—	单面焊
	3~6			3~5			双面焊，但不能两面同时焊
3	3~12	V 形坡口		3~5	0	$65^\circ \pm 5^\circ$	
4	$> 6$	X 形坡口		3~6	0~3	$65^\circ \pm 5^\circ$	
5	$> 8$	X 形坡口		3~6	0~4	$65^\circ \pm 5^\circ$	不能两面同时焊

3 坡口加工应采用机械方法或等离子切割, 等离子切割的表面应打磨平整。

4 焊接坡口及两侧 20mm 范围内和焊丝均应进行清理, 并应去除油污、氧化膜及其他脏物。清理后的焊丝, 放置时间不得超过 24h, 且应采取防止氧化和污染的措施。

5 表面可采用下列清理方法:

- 1) 当采用机械方法时, 应用砂布、不锈钢丝刷、角向砂轮等进行清理直至露出金属光泽为止;
- 2) 当采用化学方法时, 应用硝酸、盐酸、硫酸等水溶液或混合液清洗。酸洗后的焊件用清水或热水反复冲洗干净, 并应干燥。

6 对接焊件组对应应符合下列规定:

- 1) 管道焊件组对时, 内壁应平齐, 错边量应不大于管壁厚度的 10%, 且不大于 1mm。
- 2) 设备筒体与筒体、筒体与封头组对时, 纵焊缝组对要求(见图 6.2.1-1): 当壁厚  $s \leq 10\text{mm}$  时, 允许错边量  $b \leq 0.15s$ , 且  $b \leq 1\text{mm}$ ; 当壁厚  $s > 10\text{mm}$  时, 允许错边量  $b \leq 0.10s$ , 且  $b \leq 2\text{mm}$ 。
- 3) 设备筒体与筒体、筒体与封头组对时, 环焊缝组对要求(见图 6.2.1-2): 焊缝的允许错边量  $b \leq 0.15s$ , 且  $b \leq 5\text{mm}$ 。

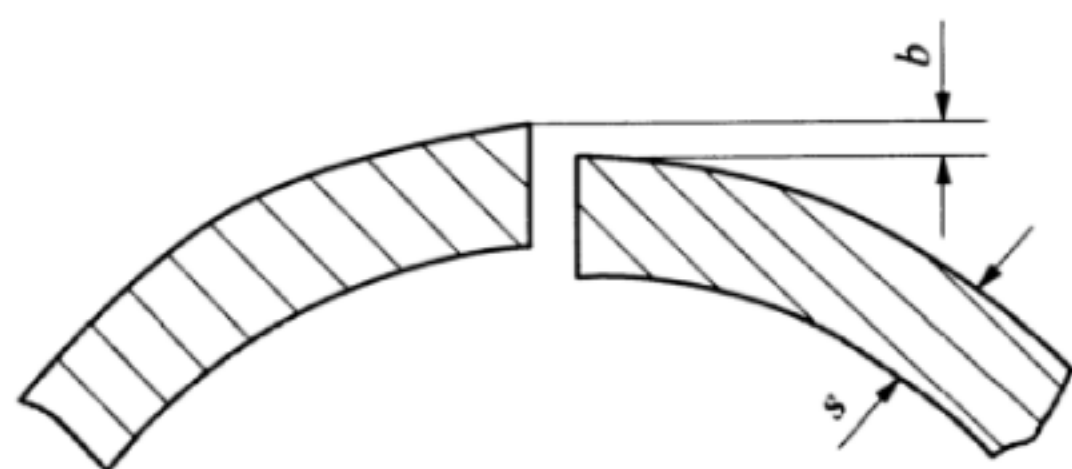


图 6.2.1-1 纵焊缝组对要求

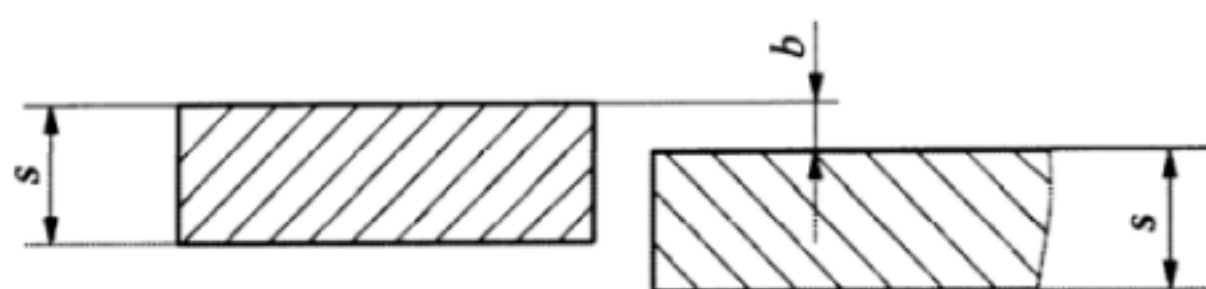


图 6.2.1-2 环焊缝组对要求

7 不等厚筒体组对时, 当厚度偏差大于 3mm 或管道内壁错边量大于本标准 6.2.1 中第 5 款规定时, 应按现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236—2011 中图 7.2.8 进行加工。

8 定位焊所用焊接材料、工艺措施应与正式施焊时相同。当发现定位焊缝有裂纹、气孔等缺陷时, 应清除后重焊。

6.2.2 手工钨极惰性气体保护电弧焊工艺应符合下列规定:

- 1 应采用直流电源正接法。
- 2 焊前应将铜焊剂用无水酒精调成糊状, 涂敷在坡口或焊丝表面, 并在 30min 内焊完。
- 3 壁厚大于或等于 3mm 时, 焊前应对坡口两侧 50~150mm 范围内进行均匀预热, 紫铜预热温度应为 350~550℃, 黄铜预热温度应为 100~300℃, 层间温度不得低于预热温度。
- 4 应使用与母材同材质的引弧板和熄弧板。
- 5 黄铜手工钨极惰性气体保护电弧焊宜采用单层单道焊, 焊接时不宜对母材直接加热, 其焊接工艺参数宜按表 6.2.2-1 选用。

表 6.2.2-1 黄铜手工钨极惰性气体保护电弧焊工艺参数

厚度 mm	坡口形式	钨径 mm	丝径 mm	喷嘴 mm	气体流量 L/min	焊接电流 A	焊层数	焊速 cm/min	预热 ℃
1~2	齐边对接 填角	1.6	1.6	8	9	100~150	1	25~30	—
		1.6	1.6	8	9	125~155	1	25~30	
3~4	齐边对接 填角	2.4	2.4	10	9	170~235	1	20~28	—
		2.4	2.4	10	9	195~245	1	25~30	
4~6	齐边对接 填角	3.2	3.2	16	16	185~255	1	20~30	100
		2.4	4.0	10	12	200~255	1	20~30	
6~8	填角	3.2	3.2	12	18	245~285	1	18~25	150
	V 形	3.2	3.2	12	18	220~275	2	18~25	
	X 形	3.2	3.2	12	10	180~220	3	20~30	
9~12	填角	4.8	4.8	12	21	275~325	3	20~30	260
	V 形	3.2	3.2	12	12	225~290	3	20~30	
	X 形	4.0	3.2	12	10	200~250	3	20~30	
>12	填角	6.4	6.4	16	21	370~500	4	20~30	500
	V 形	3.2	3.2	12	14	280~330	7	18~25	
	X 形	4.0	3.2	12	14	180~250	4	18~25	

注：电流值为平焊位，其他难焊位则降低 10%~20%。

6 紫铜手工钨极惰性气体保护电弧焊工艺参数宜按表 6.2.2-2 选用。

7 当焊接过程中发生夹钨现象或产生焊接变形引起错边时，应立即停止焊接，清除夹钨缺陷或消除错边后再进行焊接。

8 进行预热或多层焊接时，焊前及各层间应将焊接部位氧化层清除干净后方可进行焊接。

表 6.2.2-2 紫铜手工钨极惰性气体保护电弧焊工艺参数

板厚 mm	焊丝	钨极	喷嘴	焊接电流 A	氩气流量 L/min	焊接坡口形式	焊接层数 正面/反面	预热温度 ℃
	直径/mm							
0.1~0.8	2	2	8~10	80~90	5~6	不开坡口	1	
>1~3	2	3	8~10	150~200	6~8		1/1 或 1	—
>3~5	3	3~4	10~12	200~240	8~10	60° V 形坡口	( 1~2 ) /1	300~350
>5~7	4	4~5	12~14	260~280	10~14		2/1	350~450
>7~10	5	6	14~16	300~350	14~18	70° X 形坡口	2/ ( 1~2 )	450~550

6.2.3 黄铜氧乙炔焰焊接工艺应符合下列规定：

1 黄铜氧乙炔焰焊接时应采用微氧化焰，并应采用左焊法焊接。

2 预热温度应视环境温度、焊件大小、板厚等情况决定。板厚 5~15mm，预热温度应为 400~500℃；板厚大于 15mm，预热温度应为 500~550℃。层间温度不得低于预热温度。

3 焊件厚度与焊丝直径、焊炬型号、乙炔压力的关系应符合本标准表 6.2.3-1 的规定。



表 6.2.3-1 焊件厚度与焊丝直径、焊炬型号、乙炔压力的关系

焊件厚度/mm	焊丝直径/mm	焊 炬 型 号	乙炔压力/MPa
>1~3	2~3	H01-6	0.05~0.06
>3~4	3	H01-6	0.05~0.06
>4~6	4~5	H01-6	0.05~0.06
>6~10	4~8	H01-12	0.06~0.07
>10	6~8	H01-12 或 H01-20	0.06~0.07

4 焊接前应将加热的焊丝蘸上一层铜焊粉，再进行焊接。

5 焊接时焊缝不得过热。焰心尖端与焊件距离宜为 3~5mm，厚壁焊件应两边摆动，熔深不宜超过 1.5mm。

6 每条焊缝宜一次焊完，多层焊接时，应采用多层单道焊，底层应选用细焊丝，其他各层应选用粗焊丝。各层接头应错开，不同厚度的焊接层数应符合本标准表 6.2.3-2 的规定。

7 焊接异种或不等厚度黄铜时，火焰应偏向熔点较高或母材较厚的一侧。

8 焊缝应进行焊后热处理。热处理加热范围应以焊缝中心线为基准，每侧不应小于 3 倍焊缝宽度。

表 6.2.3-2 不同厚度的焊接层数

壁厚/mm	焊 接 层 数
≤3	1
>3~8	1~2
>8~12	2~3
>12~20	3~4

9 焊后热处理前应采取防止热处理引起的变形措施。

10 处理应符合设计文件规定，当设计无规定时，应按照下列规定执行：

- 1) 消除应力退火温度宜为 400~450℃；
- 2) 软化退火温度宜为 550~600℃；
- 3) 恒温时间应按每毫米壁厚 3min，再缓慢冷却。

### 6.3 钎 焊 工 艺

6.3.1 钎焊前的准备应符合下列规定：

1 常见的钎焊接头型式有平板搭接、管子承插接、管与管插接、管子与封头插接、凸耳与封头搭接（见图 6.3.1），其搭接或承插长度按设计要求。

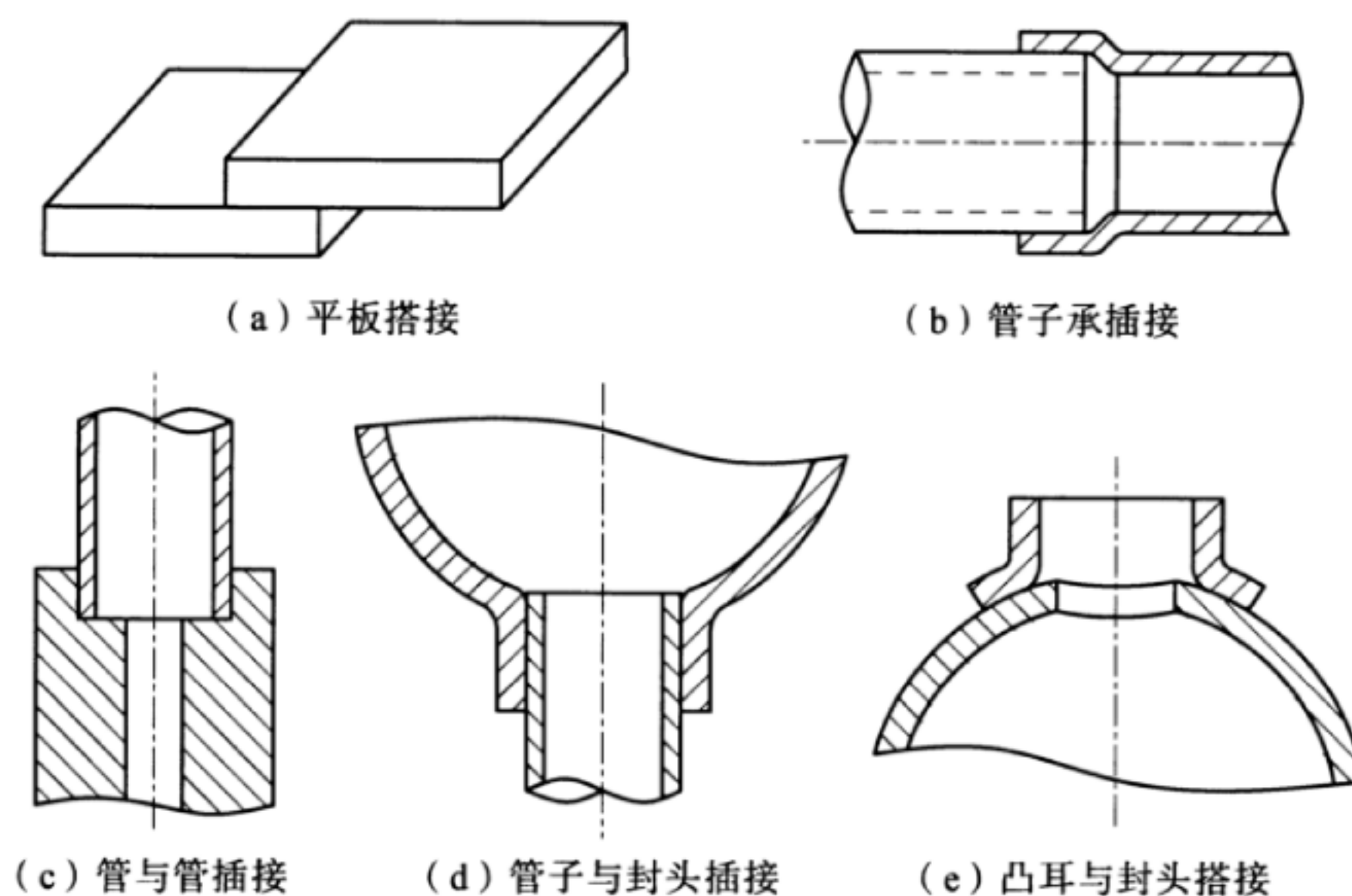


图 6.3.1 钎焊接头形式

2 钎焊接头表面的清理应按下列方法进行：

- 1) 当采用机械方法时，应用细纱布、角向砂轮、钢丝刷清理钎焊接头表面；
- 2) 当采用化学方法时，应采用无毒或低毒清洗剂清除表面油污和氧化膜进行。

3 经清理后的焊件表面应立即进行钎焊，清理后的钎焊表面粗糙度应为  $12.5 \sim 25 \mu\text{m}$ 。

4 钎焊接头的装配间隙应均匀，不应歪斜或卡死，并应符合下列规定：

- 1) 锡钎焊的间隙应为  $0.2 \sim 1.2 \text{mm}$ ；
- 2) 银、铜钎焊的间隙：当壁厚小于  $3 \text{mm}$  时，间隙应为  $0.1 \sim 0.3 \text{mm}$ ；当壁厚大于等于  $3 \text{mm}$  时，间隙应为  $0.2 \sim 0.5 \text{mm}$ 。

6.3.2 钎焊宜采用向下漫流位置进行施焊。

6.3.3 钎焊工艺要求应符合下列规定：

- 1 银钎焊时应采用碳化焰，将火焰中层与焊件接触，并做不停的相对运动使焊件温度均匀上升。钎料、钎剂应按本标准表 3.0.5 的规定选用。
- 2 钎焊时，可将钎剂用酒精调成糊状刷在焊件表面，也可将钎料蘸上钎剂与钎料一起熔入。
- 3 钎料可采用片状或丝状，预先塞入焊件内，也可采用随焊随加钎料的方法。
- 4 钎焊完毕，应在焊件冷却至  $300^\circ\text{C}$  以下时方可移动或校正。
- 5 钎焊表面冷却后应按本标准 6.3.8 的规定进行表面清理。

6.3.4 黄铜钎焊工艺应符合下列规定：

- 1 黄铜钎焊时应采用中性焰，焊丝、焊剂应按本标准表 3.0.5 的规定选用。
- 2 钎焊时可将钎剂用无水酒精调成糊状刷在焊件表面，焊接过程中需加钎剂时可采用焊丝边蘸边焊。
- 3 钎焊后的焊缝可在空气中缓冷，在焊件冷却至  $300^\circ\text{C}$  以下时方可移动，并应按本标准 6.3.8 的规定进行表面清理。

6.3.5 锡钎焊工艺应符合下列规定：

1 锡钎焊应采用轻微碳化焰，内焰不得与钎焊件表面接触。钎料应按本标准表 3.0.5 的规定选用。

2 锡钎焊接头应先进行挂锡。

3 挂锡应符合下列规定：

1) 锡钎焊钎剂应采用氯化锌饱和溶液；

2) 焊件应预热至 90~110℃，刷一层钎剂。挂锡温度应为 270~300℃，挂锡前应将锡液表面氧化膜清除干净；

3) 焊件应缓慢放入锡槽，在锡槽内浸泡时间宜为 2~5min；

4) 挂锡表面在未凝固时，应将其擦成均匀薄层，待冷却至 80℃以下用热水冲洗干净；

5) 挂锡层出现缺陷时，应清理后重新加钎剂进行补锡。当温度太低时，可用焊炬进行局部加热，待温度升至所需温度后再进行手工挂锡；

6) 挂锡过程中应采取防止焊件变形的措施，挂锡后焊件表面应清洁，并应及时进行锡焊。

6.3.6 锡钎焊应符合下列规定：

1 钎焊前，接头先预热至 90~110℃时预加入一次钎剂。

2 待接头均匀加热至 250℃左右时再加入一次钎剂后，开始钎焊。

3 钎缝中加入的锡钎料应均匀浸透，不应有气孔，且不应流出钎缝外。

4 管状钎件严禁钎料浸入管内。

5 钎料未完全凝固时，不应搬动或震动焊件，当焊件冷却至 80℃以下时，应按本标准 6.3.8 的规定进行表面清理。

6.3.7 管板搪锡应符合下列规定：

1 管板、管子接头处应预先挂锡。

2 管板宜预热至 90~110℃先加入一次钎剂，管板的预热和搪锡应从管板的外围逐渐螺旋内移，搪锡温度宜控制在 240~260℃。

3 搪锡应分两次进行，第一次搪至 1/3 设计锡层厚度，清洗干净后，再搪至设计规定厚度。

4 搪锡应在锡钎料刚熔化或成糊状时填入管板，然后熔化掺入，不得将锡钎料熔化成水滴状从高处浇滴到钎缝。

5 位于管子周围处的第一层搪锡，不应有气孔及未搪上缺陷，当有缺陷时，应去除后再搪第二层。

6 搪锡面残留钎剂应在焊缝冷却至 80℃以下时，再用热水清洗干净。

6.3.8 钎焊后的表面处理应符合下列规定：

1 焊件冷却后不得有氧化物、钎剂残渣或多余钎料。

2 钎焊后的表面清理宜按下列方法之一进行：

1) 焊件冷却至 80℃以下后，宜采用热水冲洗，再用钢丝刷除去多余焊剂、熔渣；

2) 焊件冷却至常温后，宜采用 15%柠檬水溶液洗刷，再用自来水冲洗干净；

- 3) 焊件自然冷却至常温后, 宜采用 5%~10%稀硫酸或盐酸洗刷, 再用自来水冲洗干净;
- 4) 焊件自然冷却至常温后, 宜采用 0.5%碱水中和氯化锌钎剂, 再用自来水冲洗干净。

#### 6.4 焊缝及钎焊缝的返修

- 6.4.1 外观检查或无损检测不合格的焊缝或钎焊缝, 均应进行返修。
- 6.4.2 焊缝或钎焊缝返修前应制定返修措施, 同一部位返修次数不宜超过 2 次。热处理后返修的焊缝, 应重新进行热处理。



## 7 焊接及钎焊检验

### 7.1 一般规定

- 7.1.1 焊接及钎焊检查人员应有相应的资格证书。
- 7.1.2 检验人员应按设计文件和本规程的有关规定，对现场焊接及钎焊工作进行检查。
- 7.1.3 焊接及钎焊检查工作应与工程施工同步进行。

### 7.2 焊缝及钎焊缝的外观检查

- 7.2.1 焊缝及钎焊缝应全部进行外观检查，检查前应将焊缝及其附近表面的渣皮、飞溅物清除干净，并应标上焊工代号。
- 7.2.2 焊缝表面不应有裂纹、气孔、未熔合和夹渣等缺陷。
- 7.2.3 钎焊缝表面应光滑，不得有气孔、未熔合、较大焊瘤及钎焊件边缘被熔蚀缺陷。
- 7.2.4 焊缝外观尺寸应符合下列规定：
  - 1 焊缝宽度应为每边不大于坡口边缘 2mm。
  - 2 焊缝余高应小于或等于 0.1 倍焊缝宽度加 1mm，且应小于 3mm。
  - 3 咬边深度不得大于 0.5mm，咬边长度不得大于焊缝总长度的 10%，且不得大于 100mm。
  - 4 单面焊缝根部内凹应小于或等于 0.2 倍板厚，且应小于 0.5mm。

### 7.3 焊缝及钎焊缝的无损检测

- 7.3.1 焊缝的表面无损检测应符合设计规定，当设计文件无规定时，焊缝的表面无损检测应符合现行行业标准《承压设备无损检测 第 5 部分：渗透检测》NB/T 47013.5 的有关规定，焊缝检测比例按照本标准表 7.3.1 选取，合格级别为 I 级。

表 7.3.1 焊缝检测比例

设计压力 $p$ /MPa	$p \geq 1.6$	$0.6 \leq p < 1.6$	$0.1 \leq p < 0.6$
检测比例	100%	$\geq 25\%$	$\geq 10\%$
注 1：应根据介质、载荷及其他使用条件确定局部射线检测比例。			
注 2：对要求局部射线检测达到 III 级管道，当其公称直径小于 50mm 时，可不进行射线检测。			

- 7.3.2 钎焊缝的表面无损检测应符合设计规定，当设计文件无规定时，钎焊缝的表面无损检测应符合现行行业标准《承压设备无损检测 第 5 部分：渗透检测》NB/T 47013.5 的有关规定，检测比例为 100%，合格级别为 I 级。

- 7.3.3 焊缝的内部无损检测应符合设计规定，当设计文件无规定时，焊缝的内部无损检测应符合现行行业标准《承压设备无损检测 第 2 部分：射线检测》NB/T 47013.2 的有关规定，焊缝射线检测比例应按本标准表 7.3.1 选取。100%射线检测的焊缝质量合格级别为 II 级，检测技术等级为 AB

级；抽样或局部射线检测的焊缝质量合格级别为III级，检测技术等级为 AB 级。

7.3.4 对要求局部无损检测的焊缝，当合格率低于 95%或出现裂纹缺陷时，应对不合格焊缝进行返修。该焊工所焊焊缝的剩余部分应按本标准 7.3.2 规定的比例进行抽查。

7.3.5 凡经射线探伤的焊缝应在竣工资料中标明焊缝位置、编号和焊工代号。

附录 A 预钎焊工艺规程及评定报告用表格式

- A.0.1 预钎焊工艺规程应符合表 A.0.1 的规定。
- A.0.2 钎焊工艺评定报告应符合表 A.0.2 的规定。

表 A.0.1 预钎焊工艺规程

单位名称_____			
预钎焊工艺规程编号_____		日期_____	
所依据工艺评定报告编号_____			
钎焊方法_____			
<b>接头：</b> 接头形式_____ 接头间隙_____ 搭接长度_____ 漫流位置_____		(简图、施工图、文字说明接头连接情况)	
<b>母材：</b> 类别号_____与类别号_____相钎焊或 标准号_____牌号_____与标准号_____牌号_____相钎焊 母材厚度范围_____管径范围_____ 搭接长度范围_____ 其他_____			
<b>钎焊材料：</b> 钎料类别_____ 钎料标准_____钎料填加方式_____ 钎料型号或牌号_____钎料规格_____ 钎料制造厂家_____ 钎剂标准_____钎剂填加方法_____ 钎剂牌号_____钎剂形状及规格_____ 钎剂制造厂家_____ 气体种类与比例_____ 其他_____			
<b>钎焊技术措施：</b> 钎焊前清理方法_____ 钎焊后清理方法_____ 火焰类型_____焊炬型号_____ 其他_____			
编制		审核	
日期		日期	



表 A.0.2 钎焊工艺评定报告

单位名称_____					
钎焊工艺评定编号_____			日期_____		
预钎焊工艺规程编号_____			钎焊方法_____		
<b>接头：</b> 接头形式_____ 接头间隙_____ 搭接长度_____ 漫流位置_____			（简图、施工图、文字说明接头连接情况）		
<b>母材：</b> 标准号_____ 类别_____与_____类别相钎焊或 牌号_____与_____牌号相钎焊 厚度_____ 直径_____ 其他_____					
<b>钎焊技术措施：</b> 钎焊前清理方法_____ 钎焊后清理方法_____ 火焰类型_____ 焊炬规格_____ 其他_____			<b>钎接材料：</b> 钎料类别_____ 钎料标准_____ 钎料型号或牌号_____ 钎料规格_____ 钎料制造厂家_____ 钎剂标准_____ 钎剂型号或牌号_____ 钎剂形状及规格_____ 钎剂填加方法_____ 钎剂制造厂家_____ 气体种类与比例_____ 其他_____		
<b>拉力试验：</b> _____ 试样编号_____ 断裂载荷_____ 抗拉强度（MPa）_____ 断裂特点和部位_____			<b>试验报告编号：</b> _____		
<b>剥离或切片试验：</b> _____ 类型_____			<b>试验报告编号：</b> _____ 结果_____		
<b>其他检验：</b>					
<b>结论：</b> 本评定按 HG/T 20223—2017 规定钎焊试件、检验试样并测定性能，确认试验记录正确。  评定结果：（合格、不合格）_____					
焊工姓名及代号				施焊日期	
编制		审核		批准	
日期		日期		日期	

## 本标准用词说明

- 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对于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 标准中指定应按其他有关标准、规范执行时的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准目录

- [1] 《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236
- [2] 《铜及铜合金拉制管》GB/T 1527
- [3] 《铜及铜合金板材》GB/T 2040
- [4] 《铜及铜合金带材》GB/T 2059
- [5] 《锡铅钎料》GB/T 3131
- [6] 《工业氧》GB/T 3863
- [7] 《氩》GB/T 4842
- [8] 《加工铜及铜合金牌号和化学成分》GB/T 5231
- [9] 《铜基钎料》GB/T 6418
- [10] 《溶解乙炔》GB 6819
- [11] 《铜及铜合金焊丝》GB/T 9460
- [12] 《银钎料》GB/T 10046
- [13] 《钎焊接头强度试验方法》GB/T 11363
- [14] 《铜及铜合金无缝管材外形尺寸及允许偏差》GB/T 16866
- [15] 《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014
- [16] 《承压设备无损检测 第2部分：射线检测》NB/T 47013.2
- [17] 《承压设备无损检测 第5部分：渗透检测》NB/T 47013.5
- [18] 《铜及铜合金挤制管》YS/T 662

---



中华人民共和国化工行业标准

# 铜及铜合金焊接及钎焊技术规程

HG/T 20223—2017

条 文 说 明



# 目 次

修订说明 .....	( 31 )
1 总则 .....	( 32 )
2 术语和符号 .....	( 33 )
2.1 术语 .....	( 33 )
2.2 符号 .....	( 33 )
3 材料 .....	( 34 )
4 钎焊工艺评定 .....	( 35 )
4.1 一般规定 .....	( 35 )
4.2 评定要求 .....	( 35 )
4.3 检验项目及合格标准 .....	( 35 )
5 钎焊工考试 .....	( 36 )
5.1 一般规定 .....	( 36 )
5.2 考试内容 .....	( 36 )
6 焊接及钎焊施工 .....	( 37 )
6.1 一般规定 .....	( 37 )
6.2 焊接工艺 .....	( 37 )
6.3 钎焊工艺 .....	( 37 )
6.4 焊缝及钎焊缝的返修 .....	( 38 )
7 焊接及钎焊检验 .....	( 39 )
7.1 一般规定 .....	( 39 )
7.2 焊缝及钎焊缝的外观检查 .....	( 39 )
7.3 焊缝及钎焊缝的无损检测 .....	( 39 )

## 修 订 说 明

《铜及铜合金焊接及钎焊技术规程》HG/T 20223—2017，经工业和信息化部 2017 年 7 月 7 日以第 32 号公告批准发布。

本标准是在《铜及铜合金焊接及钎焊技术规程》HGJ 223—1992 基础上修订而成，1992 年版的主编单位是中国化学工程第十三建设有限公司，主要起草人是黄立华、苏言诚。

本标准在修订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，认真总结了我国铜及铜合金焊接及钎焊方面的施工工艺、质量控制、工程质量验收工作的实践经验，同时参考了国内外铜及铜合金焊接及钎焊方面的工程技术应用方面的大量资料。

为便于设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《铜及铜合金焊接及钎焊技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

# 1 总 则

1.0.1 铜及铜合金的焊接指的是紫铜、黄铜的钨极惰性气体保护电弧焊、黄铜的氧乙炔焰焊；钎焊指的是紫铜、黄铜的氧乙炔焰钎焊。

1.0.2 规定了本标准适用于化工、炼油行业铜设备、管道施工中紫铜、黄铜的钨极惰性气体保护电弧焊、黄铜的氧乙炔焰焊，以及紫铜、黄铜的氧乙炔焰钎焊。由于钨极惰性气体保护电弧焊焊接方法能保证焊接质量，且操作技术易于掌握，焊接设备价格不算昂贵，因此得到许多制造厂家及施工单位的欢迎和认可。通过调研了解到国内许多单位对于紫铜和黄铜基本上采用此种方法焊接，因此，在总结施工经验的基础上增加了这一方法。

1.0.3 碳弧焊、手工电弧焊及埋弧焊和其他钎焊方法，由于在炼油、化工装置设备、管道施工中应用较少，甚至没有应用，因而没有列入这些方法。

1.0.5 对保证焊接质量的基本条件提出了概括要求。各项具体要求已在标准各章节中做了详细规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术 语

2.1.1 错边量一词虽然比较常见，但是《焊接术语》GB/T 3375—1994 和《焊接词典》均没有进行相应解释。《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236 虽然也提到错边量，但是术语部分没有解释，只是提到错边量大于 3mm 时，按照图 7.2.8 不等厚对接焊件坡口加工图进行加工修整，结合图 7.2.8 不等厚对接焊件坡口加工图和本标准图 6.2.1-1 纵焊缝组对要求、图 6.2.1-2 环焊缝组对要求，本标准进行整理完善，使之比较准确地定义。

2.1.4 钎焊的定义主要参考《焊接词典》《焊接术语》GB/T 3375—1994 和美国标准 ASME 第 IX 卷《焊接和钎接评定》编写，但是钎焊包括硬钎焊 brazing 和软钎焊 soldering，对于英文表述《焊接术语》直接说没有合适的单词，而《焊接词典》则是两个都写上，因为本标准主要是参考美美国标准 ASME 第 IX 卷《焊接和钎接评定》编写的，所以钎焊总称也参考其翻译为 brazing，但是涉及锡钎焊为软钎焊，所以仍采用软钎焊的英文单词 tin soldering。

2.1.5~2.1.12 参照现行美国标准 ASME 第 IX 卷《焊接和钎焊评定》编写。

2.1.13 参照国家现行行业标准《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014 预焊接工艺规程编写，此处将预焊接工艺规程修改为预钎焊工艺规程。

### 2.2 符 号

2.2 符号的选用是直接采用美国标准 ASME 第 IX 卷《焊接和钎焊评定》中的相应字母。

### 3 材 料

3.0.1 本条对母材和焊接材料提出了要求，实践证明只有合格的母材和焊接材料才能保证工程的质量。对于一个工程而言，合格的母材和焊接材料是非常重要的，只有加强对母材和焊接材料的控制，让业主和施工单位加强对采购环节的控制，才能避免采购到不合格的母材和焊接材料。

3.0.2 本条提出了代用原则，之所以选择经设计单位同意，是因为设计单位对他们所设计的产品充分了解。

3.0.5 表 3.0.5 中，紫铜氧乙炔焰钎焊推荐了两种焊丝，即 BAg55ZnCuSn、SCu6810A，是根据现场焊接实际经验提出的。由于铜基钎料及铜焊丝的熔点与黄铜（H62、H68）的熔点较接近，施焊时不易掌握。因此，黄铜不宜采用上述焊料、焊丝进行钎焊。紫铜的熔点较高，选用这些焊丝、焊料进行钎焊较易掌握。

3.0.6 钨极材料主要有两种，一种为钍钨极，一种为铈钨极，钍具有放射性，会对人体造成一定的伤害，所以此处选择为铈钨极。

3.0.7 依据现行国家标准《氩》GB/T 4842、《工业氧》GB/T 3863、《溶解乙炔》GB 6819 对乙炔气纯度进行了修订，氧气从原标准不应低于 98.2%修订为不应低于 99.5%，保证了氧气中不含游离水；乙炔气从原标准不应低于 96.5%修订为不应低于 98%。

3.0.8 虽然生产厂家提供了合格的母材和焊接材料，但是存储非常重要。存储不当会造成母材和焊接材料腐蚀、氧化、污染，进而影响工程的质量；如果对存储不当的母材和焊接材料进行处理，还会增加额外的工作量。



## 4 钎焊工艺评定

### 4.1 一般规定

4.1.1 参考现行行业标准《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014 修订。

### 4.2 评定要求

4.2.2、4.2.3 对母材和钎料进行了分类。锡铅基钎料、铜基钎料、银基钎料的工艺性能相差较大，所以将钎料分三类。例如：现行美国标准《焊接和钎接评定》ASME 第IX卷第XIV章“钎焊资料”中“QB-430”铜基钎料“F值”为106；银基钎料“F值”为102。

4.2.4 焊接位置的划分是按照现行美国标准《焊接和钎接评定》ASME 第IX卷 QB-120 的内容编写，这种划分完全符合现场钎焊情况。

4.2.5~4.2.8 分别就母材类别及评定厚度、钎料种类的改变、钎料位置的替代、接头形式的改变做了具体规定。根据 4.2.5~4.2.7 及其他条款规定，如果采用  $\phi 57 \times 3$  紫铜管钎料用 BAg12CuZn(Si) 进行水平漫流位置的钎焊工艺评定，合格后编制一份工艺评定报告，则在 4.2.5 重要因素不变的情况下可以编出如下几种钎焊工艺规程：

1 壁厚 1.5~6mm 紫铜管、使用银基钎料 [BAg12CuZn(Si)、BAg25CuZnCd、BAg45CdZnCu 均可]、水平漫流及垂直向下漫流位置的焊接工艺规程。

2 壁厚 1.5~6mm 紫铜板、使用银基钎料 [BAg12CuZn(Si)、BAg25CuZnCd、BAg45CdZnCu 均可]、水平漫流及垂直向下漫流位置的焊接工艺规程。

当在实际钎焊中如果改变 4.2.6 中规定的次要因素，可以不必重新评定。但要有修改钎焊工艺规程文件。

### 4.3 检验项目及合格标准

4.3.7 规定了钎焊工艺评定数量及评定厚度的有效范围。

上述内容是参照了现行美国标准《焊接和钎接评定》ASME 第IX卷 QB-140、QB-150、QB-170、QB-180、QB-450、QB-462、QB-463 的有关内容修订的。

## 5 钎焊工考试

### 5.1 一般规定

5.1.1、5.1.6 根据现行行业标准《特种设备焊接操作人员考核细则》TSG Z6002 的要求编写。

### 5.2 考试内容

5.2.2 规定了钎焊工技能考试方法、试件取样、加工及检验要求、合格标准。本条主要是参照现行美国标准《焊接和钎接评定》ASME 第IX卷第XIII章“钎焊技能评定”和第XIV章“钎焊资料”有关内容编写。

第3款 对焊工考试试件尺寸及管径的限制做了规定。该款是参照现行美国标准《焊接和钎接评定》ASME 第IX卷 QW-463 有关内容编写。

第4款 对焊接位置及替代作了规定。该款是参照现行美国标准《焊接和钎接评定》ASME 第IX卷 QB-120 中有关内容和实践中各位置的难易程度进行编写，目的是按照以操作难度大的钎焊位置替代容易操作的钎焊位置，从而减少考试项目。

第5款 对焊接厚度范围做了规定，按现行行业标准《特种设备焊接操作人员考核细则》TSG Z6002 将材料厚度重新进行分类，增加了大于等于 12mm 上限不限制的规定，目的是优化焊工考试项目，减少重复考试。

## 6 焊接及钎焊施工

### 6.1 一般规定

6.1.1 从保证焊接及钎焊施工质量出发，对施工单位提出了要求，施工中只要严格执行本条规定，焊接质量就有保证。

6.1.2 焊接工艺评定的目的是检验施焊单位是否能够焊接合格接头、施焊单位所拟定的焊接工艺指导书是否正确，为制定正确的焊接工艺规程提供依据，只有施焊单位进行焊接工艺评定以后，对材料焊接性能有了全面的了解，才能够保证焊接接头质量，从而保证整个工程的总体质量。所以，焊接工艺评定很重要，必须在工程施焊前进行。

6.1.3 首先，提出“焊接工艺评定”和“钎焊工艺评定”要求，先进行工艺评定并提出报告，并依据此报告编制工艺规程。国内各施工单位的情况是工艺评定工作都由焊接试验室完成。试验室通过试件的焊接、试件的各项试验，最后提出工艺评定报告即告工艺评定工作结束，一般不负责编制工艺规程。在编制本标准时，为了保持与现行美国标准《焊接和钎焊评定》ASME 第IX卷和现行行业标准《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014 的一致性，故提出了依据工艺评定报告编制焊接工艺规程的要求。

6.1.4 为了加强焊接管理，提高焊接技术，保证工程质量，本条对钎焊工提出了要求，必须考试合格后才能进行作业。

6.1.5 只有对母材和焊材充分了解，并熟悉焊接工艺，才能焊接出合格的焊缝。

6.1.7 参照现行国家标准《压力容器》GB/T 150.4—2011 中的 7.1.2 和《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236—2011 中的 3.0.5 有关规定编写。由于铜及其合金焊接时对环境湿度要求不是很严格，所以就没有再作特殊规定。

### 6.2 焊接工艺

6.2.1、6.2.2 参照现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236 有关条款编写。其中 6.2.2 规定“手工钨极惰性气体保护电弧焊接时，焊前应将铜焊剂用无水酒精调成糊状，涂敷在坡口及焊丝表面”，这样能有效避免焊接时产生气孔，是一项保证焊缝质量的有效措施。

### 6.3 钎焊工艺

6.3.1 钎件表面粗糙度及装配间隙是按照实践经验编写的。此条将锡钎焊间隙规定为 0.2~1.2mm。众所周知，钎焊装配间隙小比间隙大更能保证钎焊接头强度，但考虑到焊件实际装配精度，对有些大直径焊件，装配间隙要求太小实难做到，同时锡钎料也比较便宜。因此，我们认为这个规定较为合理。



对于银、铜钎焊间隙规定：壁厚小于 3mm 时，间隙应为 0.1~0.3mm；壁厚大于等于 3mm 时，间隙应为 0.2~0.5mm。由于银、铜钎料流动性较好，且间隙小，钎焊接头强度易保证，同时银、铜钎料价格较昂贵。综合技术、经济方面考虑，间隙按上述规定比较合理。但要保证上述间隙，焊件的制作精度就必须提高，可采用机械加工及胎、模具施工来保证。

6.3.3 第 1 款 采用碳化焰中部加热并且不断地搅动，这样使焊件温度均匀上升，受热速度快、时间短。

6.3.5 第 1 款 轻微碳化焰是根据钎焊工实际经验确定的，表示火焰刚刚由中性焰变为碳化焰时，基本处于临界点。

6.3.6 第 2 款 锡钎焊接头应均匀加热至 250℃左右，温度不宜过高，否则会引起挂锡层过烧，使锡焊不能顺利进行，此时应重新清理钎接表面。

第 4 款 如果钎料浸入管内，会造成管道阻塞，影响到管内壁液态的流动，造成安全事故。

6.3.8 参照现行美国标准《焊接及钎焊评定》ASME 第 IX 卷 QB-141.6 的规定编写。焊件钎焊后表面的钎剂残渣等有较强的腐蚀性，如不及时清除，将会对焊缝附近产生局部腐蚀。因此，施焊后应及时按本款推荐方法进行钎焊缝表面的焊后清理。可按不同钎焊方法选择不同的清理方法。

#### 6.4 焊缝及钎焊缝的返修

6.4.2 焊接施工中超过两次的返修焊缝是不断存在的，只要返修工艺得当，两次返修的焊缝是不会受到影响的。本标准提出返修次数不是从技术角度出发，主要是从焊接质量管理角度考虑的。返修两次仍不合格，说明这位焊工连续三次都不能焊好，应采取管理措施（如更换焊工，及时准确地分析产生缺陷的原因，重新制订返修措施）。以上都需要施工单位采取管理手段完成。

## 7 焊接及钎焊检验

### 7.1 一般规定

7.1.1、7.1.2 对焊接检查及检验人员提出了最起码要求。参考现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236—2011 第3章“基本规定”的有关内容编写。

7.1.3 为了避免在工程施工中出现焊接与钎焊检验不能及时进行，特别是焊缝的射线无损检测不能及时进行，造成焊缝积压很多以后再进行检测，以致在施工过程中出现焊接缺陷不能及时分析原因进行处理，造成许多不必要的浪费，因此增加这一条。

### 7.2 焊缝及钎焊缝的外观检查

7.2.1 焊接完成后，焊工应清除渣皮、飞溅物，标上焊工代号为后续外观检查 and 无损检查清除障碍，并做好准备工作。焊缝指的是紫铜、黄铜的钨极惰性气体保护电弧焊、黄铜的氧乙炔焰焊焊接以后形成的焊缝，简称焊缝；钎焊缝指的是紫铜，黄铜的氧乙炔焰钎焊焊接完成后形成的钎焊缝，简称钎焊缝。

7.2.3 对钎焊缝外观检查做了规定，参考现行美国标准《焊接及钎焊评定》ASME 第IX卷 QB-141.6 的有关内容编写。

7.2.4 参照现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683—2011 中的 8.1 有关内容进行编写，比原标准有了更详细、更具体的要求。

### 7.3 焊缝及钎焊缝的无损检测

7.3.1、7.3.3 规定了焊缝的无损检测比例及合格标准由设计文件根据操作条件提出。在设计文件没有规定的情况下，为了与相关标准相一致，引用了现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683—2011 中 8.3 的抽样检测部分规定。

7.3.2 规定了钎焊缝的表面无损检测方法、比例和合格级别，因钎焊缝无法进行内部检测，考虑到工程质量，将检测比例提高到 100%。