

UDC

中华人民共和国国家标准 

P

GB 50236—98

现场设备、工业管道焊接
工程施工及验收规范

**Code for construction and acceptance of field
equipment, industrial pipe welding engineering**

1998-12-11 发布

1999-06-01 实施

国家质量技术监督局
中华人民共和国建设部

联合发布

中华人民共和国国家标准

现场设备、工业管道焊接
工程施工及验收规范

**Code for construction and acceptance of field
equipment, industrial pipe welding engineering**

GB 50236—98

主编部门：原中华人民共和国化学工业部

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：1 9 9 9 年 6 月 1 日

1998 北 京

关于发布国家标准《现场设备、工业管道 焊接工程施工及验收规范》的通知

建标 [1998] 253 号

根据国家计委计综合 [1991] 290 号文的要求，由原化学工业部会同有关部门共同修订的《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》，已经有关部门会审。现批准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB50236—98 为强制性国家标准，自一九九九年六月一日起施行。原《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》(GBJ 236—82) 同时废止。

本规范由国家石油和化学工业局负责管理，其具体解释等工作由全国化工施工标准化管理中心站负责，出版发行由建设部标准定额研究所负责组织。

中华人民共和国建设部
一九九八年十二月十一日

目 次

1	总 则	(1)
2	通用规定	(2)
3	材 料	(4)
4	焊接工艺评定	(6)
4.1	一般规定	(6)
4.2	评定规则	(6)
4.3	试验与评定	(13)
5	焊工考试	(22)
5.1	一般规定	(22)
5.2	操作技能考试内容及方法	(24)
5.3	考试试件评定	(33)
6	碳素钢及合金钢的焊接	(35)
6.1	一般规定	(35)
6.2	焊前准备	(36)
6.3	焊接工艺要求	(38)
6.4	焊前预热及焊后热处理	(40)
7	铝及铝合金的焊接	(43)
7.1	一般规定	(43)
7.2	焊前准备	(43)
7.3	焊接工艺要求	(46)
8	铜及铜合金的焊接	(48)
8.1	一般规定	(48)
8.2	焊前准备	(48)
8.3	焊接工艺要求	(49)
9	工业纯钛的焊接	(52)

9.1	一般规定	(52)
9.2	焊前准备	(52)
9.3	焊接工艺要求	(53)
10	镍及镍合金的焊接	(55)
10.1	一般规定	(55)
10.2	焊前准备	(55)
10.3	焊接工艺要求	(56)
11	焊接检验	(58)
11.1	焊接前检查	(58)
11.2	焊接中间检查	(59)
11.3	焊接后检查	(59)
11.4	焊接工程交工验收	(66)
附录 A	焊接工艺评定报告和焊接作业指导书格式	(67)
附录 B	焊工考试记录、焊工考试结果登记表及焊工合格证书的格式	(72)
附录 C	焊件的坡口形式和尺寸	(76)
附录 D	焊接材料的选用	(88)
附录 E	铝及铝合金焊缝射线照相检验	(97)
附录 F	工业纯钛焊缝射线照相检验	(102)
附录 G	本规范用词说明	(104)
附加说明		(105)

1 总 则

1.0.1 为了保证工程建设施工现场设备和工业金属管道焊接工程的质量,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于碳素钢、合金钢、铝及铝合金、铜及铜合金、工业纯钛、镍及镍合金的手工电弧焊、氩弧焊、二氧化碳气体保护焊、埋弧焊和氧乙炔焊的焊接工程施工及验收。

1.0.3 本规范不适用于施工现场组焊的锅炉、压力容器的焊接工程。

1.0.4 焊接工程的安全技术、劳动保护应执行国家现行的方针、政策、法律和法规的有关规定。

1.0.5 焊接工程施工除应执行本规范的规定外,尚应执行国家现行有关标准、规范的规定。

2 通用规定

2.0.1 设计文件应标明母材、焊接材料、焊缝系数及焊缝坡口的形式，并对焊接方法、焊前预热、焊后热处理及焊接检验提出要求。

2.0.2 焊接人员及其职责应符合下列规定：

2.0.2.1 焊接技术人员应由中专及以上学历，有1年以上焊接生产实践的人员担任。

焊接技术人员应负责焊接工艺评定，编制焊接作业指导书和焊接技术措施，指导焊接作业，参与焊接质量管理，处理焊接技术问题，整理焊接技术资料。

2.0.2.2 焊接质检人员应由相当于中专及以上文化水平，有一定的焊接经验和技术水平的人员担任。

焊接质检人员应对现场焊接作业进行全面检查和控制，负责确定焊缝检测部位，评定焊接质量，签发检查文件，参与焊接技术措施的审定。

2.0.2.3 无损探伤人员应由国家授权的专业考核机构考核合格的人员担任，并按考核合格项目及权限，从事焊接检测和审核工作。

无损探伤人员应根据焊接质检人员确定的受检部位进行检验，评定焊缝质量，签发检验报告，对外观不符合检验要求的焊缝应拒绝检验。

2.0.2.4 焊工必须按本规范第5章的规定进行考试，合格后方可上岗施焊。

焊工应按规定的焊接作业指导书及焊接技术措施进行施焊，当遇到工况条件与焊接作业指导书及焊接技术措施的要求不符合

时,应拒绝施焊。

2.0.2.5 焊接热处理人员应经专业培训。

焊接热处理人员应按规范、焊接作业指导书及设计文件中的有关规定进行焊缝热处理工作。

2.0.3 施工单位应具备下列条件:

2.0.3.1 施工单位应建立焊接质量管理体系,并应有符合第2.0.2条规定的焊接技术人员、焊接质检人员、无损探伤人员、焊工和焊接热处理人员。

2.0.3.2 施工单位的焊接工装设备、检验试验手段,应满足相应焊接工程项目的技术要求。

2.0.3.3 在焊工考试和工程施焊前,施工单位应具有相应项目的焊接工艺评定。

2.0.4 施焊环境应符合下列规定:

2.0.4.1 焊接的环境温度应能保证焊件焊接所需的足够温度和焊工技能不受影响。

2.0.4.2 焊接时的风速不应超过下列规定,当超过规定时,应有防风设施。

(1)手工电弧焊、埋弧焊、氧乙炔焊: 8m/s 。

(2)氩弧焊、二氧化碳气体保护焊: 2m/s 。

2.0.4.3 焊接电弧 1m 范围内的相对湿度应符合下列规定:

(1)铝及铝合金焊接,不得大于 80% 。

(2)其他材料焊接,不得大于 90% 。

2.0.4.4 当焊件表面潮湿、覆盖有冰雪,或在下雨、下雪刮风期间,焊工及焊件无保护措施时,不应进行焊接。

2.0.5 对不合格焊缝的返修,返修前应进行质量分析,当同一部位的返修次数超过两次时,应制订返修措施并经焊接技术负责人审批后方可进行返修。补焊工艺应与原焊缝施焊工艺相同,且应符合本规范第4.2.10条的规定。

3 材 料

- 3.0.1** 焊接工程所采用的材料,应符合设计文件的规定。
- 3.0.2** 材料必须具有制造厂的质量证明书,其质量不得低于国家现行标准的规定。
- 3.0.3** 材料使用前,应按相关国家现行标准的规定进行检查和验收。对设计选用的新材料,应由设计单位提供该材料的焊接性资料。
- 3.0.4** 焊条应符合现行国家标准《碳钢焊条》GB 5117、《低合金钢焊条》GB 5118、《低温钢焊条》JB 2385、《不锈钢焊条》GB 983、《堆焊焊条》GB 984、《铝及铝合金焊条》GB 3669、《铜与铜合金焊条》GB 3670、《镍及镍合金焊条》GB/T 13814 的规定。
- 3.0.5** 焊丝应符合现行国家标准《焊接用钢丝》GB 1300、《焊接用不锈钢丝》GB 4242、《铝及铝合金焊丝》GB 10858、《铜及铜合金焊丝》GB 9460、《钛及钛合金焊丝》GB 3623、《焊接用高温合金冷拉丝》GBn 8110、《二氧化碳气体保护焊用焊丝》GB 8110 的规定。
- 3.0.6** 施工现场的焊接材料贮存场所及烘干、去污设施,应符合国家现行标准《焊条质量管理规程》JB 3223 的规定,并应建立保管、烘干、清洗、发放制度。
- 3.0.7** 埋弧焊所采用的焊剂应符合现行国家标准《碳素钢埋弧焊剂》GB 5293 及《低合金钢埋弧焊用焊剂》GB 1270 的规定。
- 3.0.8** 氩弧焊所采用的氩气应符合现行国家标准《氩气》GB 4842 的规定,且纯度不应低于 99.96%。
- 3.0.9** 手工钨极氩弧焊,宜采用钍钨极或铈钨极。
- 3.0.10** 二氧化碳气体保护焊采用的二氧化碳气体纯度,不应低

于 99.5%，含水量不应超过 0.005%，使用前应预热和干燥。当瓶内气体压力低于 0.98 MPa 时，应停止使用。

3.0.11 氧乙炔焊所采用的氧气纯度不应低于 98.5%，乙炔气的纯度和气瓶中的剩余压力应符合现行国家标准《溶解乙炔》**GB 6819** 的规定。当采用电石制备乙炔气时，电石的质量可采用检查焊缝中硫、磷含量的方法确定，其硫、磷含量不应超过母材的标准值。

4 焊接工艺评定

4.1 一般规定

4.1.1 在确认了材料的焊接性后,应在工程焊接前对被焊材料进行焊接工艺评定。

4.1.2 焊接工艺评定使用的材料应符合本规范第3章的规定。

4.1.3 焊接工艺评定试件(以下简称评定试件)的坡口加工、组对及清理等工艺措施应符合本规范的有关规定。

4.1.4 评定试件应由技能熟练的焊工施焊。

4.1.5 焊接工艺评定过程中应做好记录,评定完成后应提出焊接工艺评定报告,焊接工艺评定报告应由焊接技术负责人审签。焊接工艺评定报告的格式宜符合本规范附录A第A.0.1条的规定。

4.1.6 施焊前应根据焊接工艺评定报告编制焊接作业指导书,一个焊接作业指导书可依据一个或多个焊接工艺评定报告编制,一个焊接工艺评定报告可用于编制多个焊接作业指导书。

焊接作业指导书的格式宜符合本规范附录A第A.0.2条的规定。

4.1.7 在一个质量管理体系内的不同施工单位,当满足本规范第2.0.3条的规定时,对同一项焊接工艺评定可不必重复进行。

4.2 评定规则

4.2.1 焊接工艺评定应采用坡口对接焊缝试件,坡口对接焊缝试件评定合格的焊接工艺亦可用于角焊缝。

4.2.2 评定试件应采用管状试件或板状试件,板状试件评定合格的焊接工艺可用于管状焊件,管状试件评定合格的焊接工艺亦可用于板状焊件。

4.2.3 母材应根据其化学成分、力学性能和焊接性能按表 4.2.3 的规定进行分类分组,对不能按表 4.2.3 的规定分类分组的母材应单独进行焊接工艺评定。

母材分类分组表

表 4.2.3

类别号	组别号	母材种类	牌号举例
P1	1—1	碳素钢,其含碳量小于等于 0.3%	Q235—A·F、Q235—A、B、C 20R、20G、20HP、10、20、25
P2A	2A—1	低合金结构钢,其抗拉强度下限小于 480MPa	
	2A—2	低合金结构钢,其抗拉强度下限为 480~550MPa	16Mn、16MnR、16MnRC、 15MnV、15MnVR、15MnVRC
	2A—3	低合金结构钢,其抗拉强度下限为 550~620MPa	15MnVNR、18MnMoNbR
P2B	2B—1	低温用合金钢,其使用温度下限为-40℃	16MnDR
	2B—2	低温用合金钢,其使用温度下限为-70℃	09Mn2VD、09Mn2VDR
	2B—3	低温用合金钢,其使用温度下限为-90℃	
P3	3—1	耐热钢 C—Mo 0.5Cr—0.5Mo	12CrMo
P4	4—1	耐热钢 1Cr—0.5Mo	15CrMo
		1.25Cr—0.5Mo	
		1Cr—0.5Mo—V	12Cr1MoV
P5A	5A—1	耐热钢 2.25Cr—1Mo 2Cr—0.5Mo	12Cr2Mo

类别号	组别号	母 材 种 类	牌 号 举 例
P5B	5B—1	耐热钢 5Cr—1Mo	1Cr5Mo
P6	6—1	马氏体不锈钢	1Cr13
P7	7—1	铁素体不锈钢	0Cr13
P8	8—1	奥氏体不锈钢 18Cr—8Ni 18Cr—12Ni—2Mo 18Cr—13Ni—3Mo	0Cr19Ni9, 0Cr18Ni9Ti, 0Cr18Ni11Ti, 00Cr18Ni10, 00Cr19Ni11 0Cr18Ni12Mo2Ti, 00Cr17Ni14Mo2, 0Cr18Ni12Mo3Ti, 00Cr19Ni13Mo3, 0Cr19Ni13Mo3
	8—2	奥氏体不锈钢 25Cr—13Ni 25Cr—20Ni	0Cr23Ni13 0Cr25Ni20
P9A		含镍低温用合金钢 含镍量小于 2.5%	
P9B		含镍低温用合金钢 含镍量为 2.5%~3.5%	
P11		含镍低温用合金钢 含镍量为 9%	
P21		铝、铝锰合金	L1、L2、L3、L4、L5、L6、LF21
P22		铝镁合金 含镁量小于 4%	LF2、LF3
P25		铝镁合金 含镁量大于 等于 4%	LF4、LF5、LF6、LF11

类别号	组别号	母 材 种 类	牌 号 举 例
P31		紫铜	T1、T2、T3、TP1、TP2
P32		黄铜	H62、H68、HFe59—1—1
P41		镍 99.0Ni 系列	
P42		镍合金 Ni—Cr 系列	
P43		镍合金 Ni—Cr—Fe 系列	GH3030、GH3039
P45		镍合金 Ni—Fe—Cr 系列	GB1140
P51		钛	TA1、TA2、TA3

4.2.4 当改变焊接方法时,应重新进行焊接工艺评定。

4.2.5 当同一焊接接头采用多种焊接方法时,可按每种焊接方法分别进行焊接工艺评定,也可进行组合焊接工艺评定,组合焊接工艺评定合格后,其中的每种焊接方法可单独用于焊件,但焊缝金属厚度适用范围应符合本规范第 4.2.9 条的规定。

4.2.6 焊接工艺因素分为重要因素、补加重要因素和次要因素。重要因素应为影响焊接接头抗拉强度和弯曲性能的焊接工艺因素;补加重要因素应为影响焊接接头冲击性能的焊接工艺因素;次要因素应为对要求测定的力学性能无明显影响的焊接工艺因素。

当变更任何一个重要因素时均应重新进行焊接工艺评定;当设计对冲击性能有要求时,增加及变更任何一个补加重要因素,应按增加或变更的补加重要因素焊制冲击性能试件进行试验;当变更次要因素时,可不重新进行焊接工艺评定,但应重新编制焊接作业指导书。

焊接工艺评定的重要因素和补加重要因素应按表 4.2.6 的规定确定。

重要因素和补加重要因素

表 4.2.6

类别	焊 接 条 件	重 要 因 素					补加重要因素						
		氧乙炔焊	手工电弧焊	埋弧焊	熔化极氩弧焊	CO ₂ 气体保护焊	钨极氩弧焊	氧乙炔焊	手工电弧焊	埋弧焊	熔化极氩弧焊	CO ₂ 气体保护焊	钨极氩弧焊
填充材料	1. 焊条牌号(钢焊条牌号中第三位数字除外)	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2. 当钢焊条牌号中仅第三位数字改变时,用非低氢型药皮焊条代替低氢型药皮焊条	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—
	3. 焊条的直径改为大于 6 mm	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—
	4. 焊丝钢号	○	—	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—
	5. 焊剂牌号;混合焊剂的混合比例	—	—	○	—	—	—	○	—	—	—	—	—
	6. 添加或取消附加的填充金属;附加填充金属的数量	—	—	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—
	7. 实芯焊丝改为药芯焊丝或反之	—	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—
	8. 添加或取消预置填充金属;预置填充金属的化学成分范围	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—
	9. 增加或取消填充金属	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—
焊接位置	从评定合格的焊接位置改变为向上立焊	—	—	—	—	—	—	○	—	○	○	○	

类别	焊接条件	重要因素					补加重要因素					
		氧乙炔焊	手工电弧焊	埋弧焊	熔化极氩弧焊	CO ₂ 气体保护焊	钨极氩弧焊	氧乙炔焊	手工电弧焊	埋弧焊	熔化极氩弧焊	CO ₂ 气体保护焊
预热	1. 预热温度比评定合格值降低 50℃ 以上	-	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-
	2. 最高层间温度比评定合格值高 50℃ 以上	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○
气体	1. 保护气体种类混合保护气体配比	-	-	-	○	○	○	-	-	-	-	-
	2. 从单一的保护气体改混合保护气体,或取消保护气体	-	-	-	○	○	○	-	-	-	-	-
电特性	1. 电流种类或极性	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○
	2. 增加线能量或单位长度焊道的熔敷金属体积超过评定合格值(若焊后热处理细化了晶粒,则不必测定线能量或熔敷金属体积)	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○
技术措施	1. 焊丝摆动幅度、频率和两端停留时间	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	-
	2. 由每面多道焊改为每面单道焊	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○
	3. 单丝焊改为多丝焊或反之	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○
	4. 电(钨)极摆动幅度、频率和两端停留时间	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○

注:符号○表示该焊接方法的重要因素或补加重要因素。

4.2.7 评定合格的焊接工艺其母材的认可范围应符合表 4.2.7 的规定。

评定合格的焊接工艺其母材的认可范围 表 4.2.7

评定试件的母材	认可范围
一个类别号+相同的类别号	与评定试件相同的同一类别号组成的焊接接头
一个类别号+另一个类别号	与评定试件相同的两个类别号组成的焊接接头
P3+P3	P3 与 P3、P2A、P2B 或 P1 组成的焊接接头
P4+P4	P4 与 P4、P3、P2A、P2B 或 P1 组成的焊接接头
P5A+P5A	P5A 与 P5A、P4、P3、P2A、P2B 或 P1 组成的焊接接头
P5A、P4 或 P3 +另一个较低类别号	P5A、P4 或 P3 与较低类别号组成的焊接接头
P2A 类别号中: 一个组别号+相同的组别号	与评定试件相同的同一组别号或与 P1 组成的焊接接头
一个组别号+另一个组别号	与评定试件相同的两个组别号组成的焊接接头
P(2A-2)+P(2A-2)	P(2A-2) 与 P(2A-2) 或 P(2A-1) 组成的焊接接头
P(2A-3)+P(2A-3)	P(2A-3) 与 P(2A-3)、P(2A-2) 或 P(2A-1) 组成的焊接接头

注:表中“+”表示相焊。

4.2.8 当改变焊后热处理种类时,应重新进行焊接工艺评定。

4.2.9 评定合格的焊接工艺其母材厚度和焊缝金属厚度的认可范围应符合表 4.2.9 的规定。

评定合格的焊接工艺其厚度的认可范围(mm) 表 4.2.9

评定试件母材厚度(T)	焊件母材厚度的认可范围		焊缝金属厚度的认可范围
	最小值	最大值	最大值
$1.5 \leq T < 8$	1.5	2T, 且不大于 12	2S
$T \geq 8$	0.75T	1.5T	2S

注:“S”为评定试件的焊缝金属厚度。

4.2.10 评定合格的焊接工艺可用于焊缝返修和补焊,其焊件母材厚度和焊缝金属厚度应符合本规范第 4.2.9 条的规定。当母材

厚度大于 40 mm 时评定合格的焊接工艺所适用返修焊缝的焊件母材最大厚度可不限。

4.2.11 评定合格的焊接工艺可用于不等厚对接焊件,但焊件两侧母材的厚度都应在评定厚度的认可范围内。

4.2.12 当评定合格的焊接工艺用于角焊缝时,角焊缝母材厚度范围可不限。

4.3 试验与评定

4.3.1 评定试件的检验、试验项目应为外观检查、射线照相检验和力学性能试验。

4.3.2 外观检查及射线照相检验,焊缝质量不应低于本规范表 11.3.2 中的 II 级标准。

4.3.3 有热处理要求的评定试件,其力学性能试验应在热处理之后进行。

4.3.4 力学性能试验应为拉伸和弯曲试验,拉伸和弯曲试验的试样种类和数量应符合表 4.3.4 的规定。对铸造管等无弯曲性能要求的母材,其试件可不作弯曲试验。

拉伸和弯曲试验试样的种类和数量

表 4.3.4

评定试件母材 厚度 T (mm)	试样的类别和数量(个)			
	拉伸试验	弯曲试验		
	拉 伸 试 样	面 弯 试 样	背 弯 试 样	侧 弯 试 样
$1.5 \leq T < 10$	2	2	2	...
$10 \leq T < 20$	2	2	2	...
$T \geq 20$	2	4

注:①拉伸试验时,一根管状试件的全截面试样可代替两个板状试样。

②弯曲试验时,对两种母材组成的组合接头,当焊缝两侧的母材之间或焊缝金属和母材之间的弯曲性能有显著差别时可改用纵向的弯曲试样。

③对厚度为 $10 \leq T < 20$ 的评定试件,可用 4 个横向侧弯试样代替两个面弯和两个背弯试样。

4.3.5 当设计文件和相关标准要求冲击试验时,焊缝和热影响区应各取 3 个冲击试样;对两侧母材不同的焊缝,每侧热影响区均应取 3 个冲击试样。

4.3.6 评定试件的取样,宜采用机械切割,切割前可进行冷校直,当采用火焰切割取样时,应留出加工裕量。评定试件的取样顺序和位置应符合图 4.3.6-1 和图 4.3.6-2 的规定。

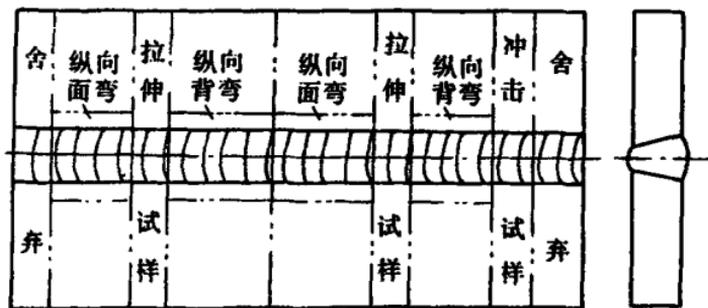
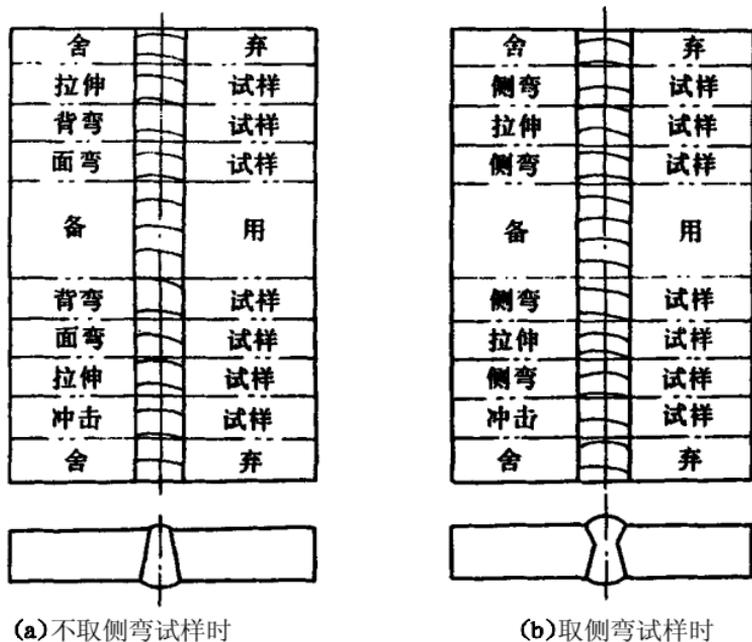
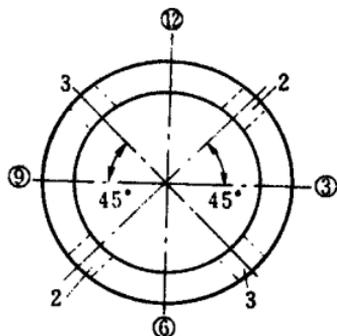
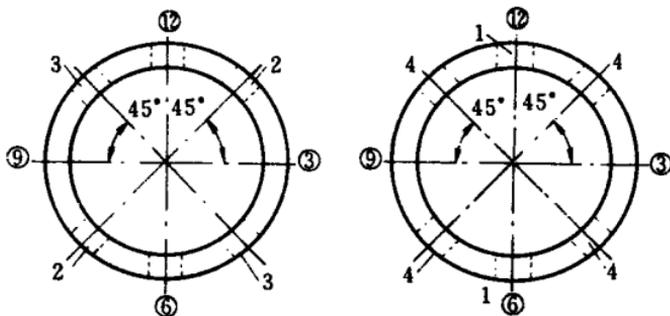


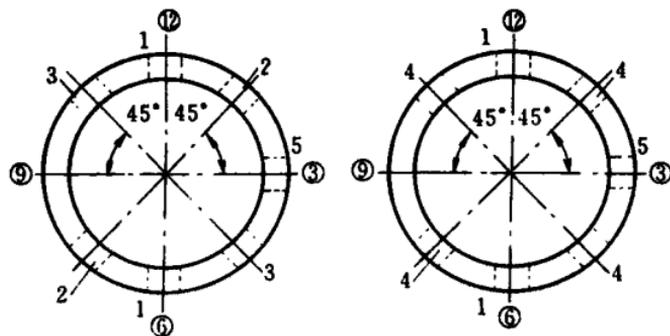
图 4.3.6-1 板状试件取样位置



(a) 拉伸试样为整管时弯曲试样位置



(b) 不要求冲击试验时



(c) 要求冲击试验时

图 4.3.6-2 管状试件取样位置

1—拉伸试样；2—一面弯试样；3—背弯试样；4—侧弯试样；

5—冲击试样；③⑥⑨⑫为水平固定位置时的定位标记

4.3.7 拉伸试样应采用机械加工去除焊缝余高，试样应符合下列规定：

4.3.7.5 外径小于或等于 76 mm 的管状试件也可采用全截面拉伸试样,管接头全截面拉伸试样的形式和尺寸应符合图 4.3.7-3 的规定。

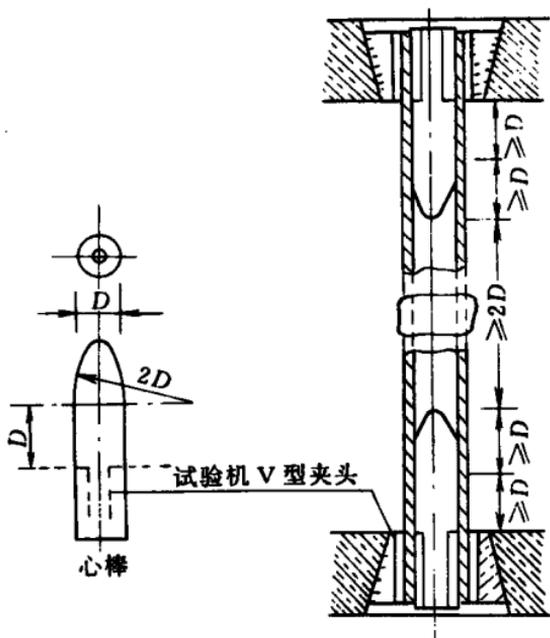


图 4.3.7-3 管接头全截面拉伸试样

4.3.8 弯曲试样应采用机械加工去除焊缝余高,面弯和背弯试样的拉伸面应保留至少一侧母材的原始表面,加工刀痕应与试样的纵轴平行,弯曲试样的形式和尺寸应符合下列规定:

4.3.8.1 横向面弯和背弯试样应符合图 4.3.8-1 和表 4.3.8 的规定,当试件厚度大于 10 mm 时,应从试样的受压面去除多余厚度。

弯曲试样尺寸(mm)

表 4.3.8

试件厚度 T	试样厚度 t
$1.5 \leq T < 10$	$t = T$
$T \geq 10$	$t = 10$

4.3.8.2 横向侧弯试样应符合图 4.3.8-2 的规定。当试样厚度小于 40 mm 时,应采用全厚度侧弯试样,试样宽度应等于试件厚度;当试件厚度大于或等于 40mm 时,可沿试件厚度方向切成宽度为 20~40mm 等宽的多个试样代替一个全厚度试样。

4.3.8.3 纵向弯曲试样应符合图 4.3.8-3 的规定,试样的纵向轴线应平行于焊缝。

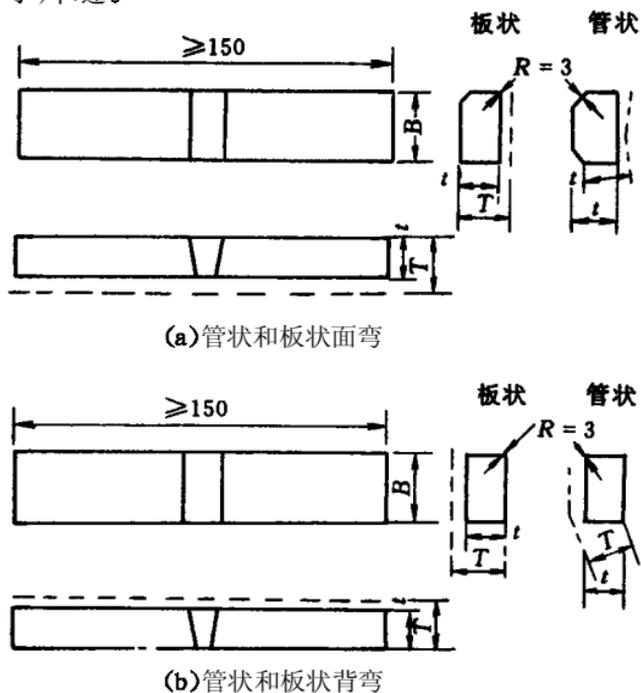


图 4.3.8-1 横向面弯和背弯试样

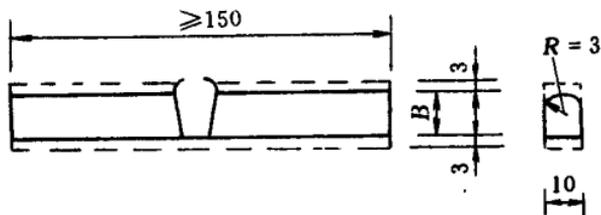


图 4.3.8-2 横向侧弯试样

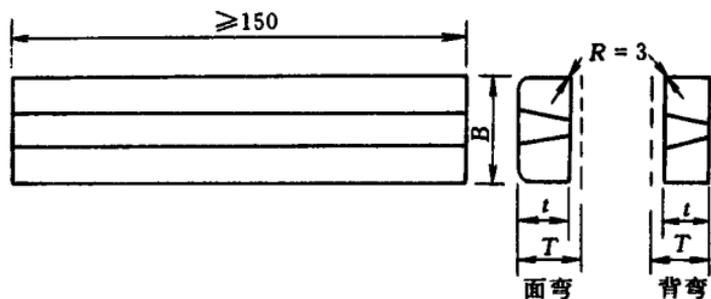


图 4.3.8-3 纵向弯曲试样

注: B 为试样宽度, 板状试件 $B=30\text{mm}$;

管状试件试样宽度 $B=t+(\varnothing/20)\text{mm}$, 且 $10\leq B\leq 38\text{mm}$

(式中 \varnothing —管子外径 t —试样厚度)

4.3.9 冲击试样应采用机械加工, 其形式和尺寸应符合现行国家标准《焊接接头冲击试验方法》GB 2650 的规定。试样应垂直于焊缝轴线, 缺口轴线应垂直于母材表面, 焊缝区试样的缺口轴线应位于焊缝中心线上, 热影响区试样的缺口轴线与试样轴线的交点应位于热影响区内(图 4.3.9)。

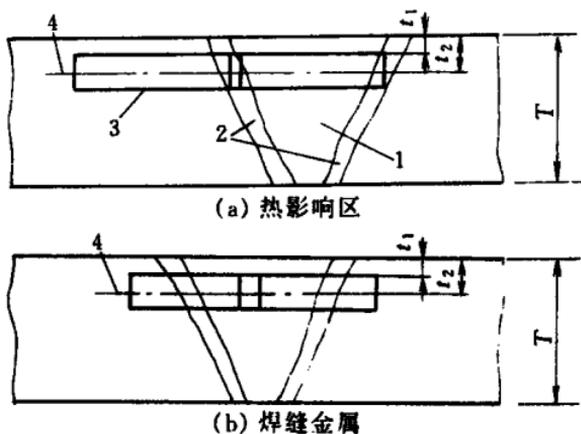


图 4.3.9 冲击试样截取位置

1—焊缝金属; 2—热影响区; 3—冲击试样; 4—试样中心线;

t_1 —试样至母材边缘距离, $t_1\geq 1\text{mm}$; t_2 —试样中心线至母材边缘的距离

4.3.10 力学性能试验方法应符合下列规定：

4.3.10.1 拉伸试验方法应符合现行国家标准《金属拉伸试验方法》GB 228 的规定。

4.3.10.2 弯曲试验方法应符合现行国家标准《金属弯曲试验方法》GB 232 的规定，各种材质的母材弯曲试验所用的弯轴直径应符合表 4.3.10 的规定，异种母材焊接接头，应采用其中直径较大的弯轴。

弯 轴 直 径 (mm)

表 4.3.10

母 材 类 别	试样厚度	弯轴直径	支座间距离
除类别号 25、51 外的 所有母材	t	$4t$	$6t+3$
类别号 25 的母材	t	$6\frac{2}{3}t$	$8\frac{2}{3}t+3$
类别号 51 的母材	t	$8t$	$10t+3$

4.3.10.3 冲击试验方法应符合现行国家标准《金属夏比(V 型缺口)冲击试验方法》GB 2106 或《金属低温夏比冲击试验方法》GB 4159 的规定。

4.3.11 工艺评定力学性能试验的合格指标应符合下列规定：

4.3.11.1 拉伸试验的试样母材为同种材料时，每个试样的抗拉强度不应低于母材抗拉强度标准值的下限；试样母材为两种材料时，每个试样的抗拉强度不应低于两种材料中抗拉强度较低材料的标准值下限；当试样断在焊缝或熔合线以外的母材上时，其抗拉强度不低于母材抗拉强度标准规定值下限的，可评为试验合格。

4.3.11.2 弯曲试验的弯曲角度为 180° ，当试样绕弯轴弯曲到规定角度后，其拉伸面的任意方向上不得有长度大于 **3mm** 的裂纹，试样棱角处出现的开裂可不计，但由于夹渣或其他内部缺陷

造成的棱角上裂纹长度应计入。弯曲试验时，试样上的焊缝中心应对准弯轴轴线，焊缝和热影响区应全部在试样受弯范围内。

4.3.11.3 冲击试验的合格指标应符合设计文件的规定。

4.3.12 在力学性能试验中，当单个试样不合格时，应在原试件上加倍取样进行复试，如仍不合格，该焊接工艺应评为不合格，需修改焊接工艺重新进行焊接工艺评定。

4.3.13 当设计文件对焊接接头有金相、抗腐蚀、硬度等试验要求时，在焊接工艺评定中应按要求增加试验项目，试验方法及合格指标应符合设计文件的规定。

5 焊工考试

5.1 一般规定

5.1.1 从事本规范适用范围内焊接作业的焊工,均应按本章的规定进行考试。

5.1.2 焊工考试应由企业焊工考试委员会组织和实施。不具备成立焊工考试委员会的企业,可委托已授权的焊工考试委员会组织考试。

5.1.3 企业焊工考试委员会的组成人员中应有焊接工程师、射线照相检验人员和焊接技师。

5.1.4 企业焊工考试委员会应具有相应的焊接设备、场地、试件及试样加工设备、试验及检测手段。

5.1.5 焊工考试委员会应负责审查焊工考试资格、确定考试内容、提供焊接作业指导书、监督焊工考试评定考试结果、签发合格证、建立焊工档案和审批焊工免试资格。

5.1.6 申请参加考试的焊工应有初中及以上学历,经专业培训,能独立担任焊接工作,并经焊工考试委员会批准后参加考试。

5.1.7 焊工考试应包括基本知识和操作技能两部分。基本知识考试合格后,方可参加操作技能考试。

5.1.8 基本知识考试应包括下列内容:

5.1.8.1 焊接设备和工具的使用及维护、相关的安全防护技术;

5.1.8.2 金属材料、焊接材料的一般知识与使用规则;

5.1.8.3 焊接操作工艺,包括焊接方法及其特点、工艺参数、线能量、熔渣流动性、保护气体的影响、操作方法、焊接顺序、预热、后热等知识;

5.1.8.4 焊接缺陷的种类、避免与消除、焊接变形的预防与处理的一般知识；

5.1.8.5 现场焊接必要的准备工作，工作范围内的焊接符号及其识别；

5.1.8.6 安全操作知识。

5.1.9 持证焊工需增考同焊接方法的项目时，可不再考基本知识。当改变焊接方法时，应增考相应方法的基本知识。对参加工艺评定试件焊接的焊工，焊接工艺评定合格后可免于参加相应项目的基本知识及操作技能考试。

5.1.10 焊工操作技能考试的焊接工艺应符合焊接作业指导书的要求。

5.1.11 基本知识或操作技能考试结果不合格的焊工，可补考一次。补考仍不合格者，应经培训后方可重新考试。

5.1.12 焊工考试合格项目的有效期限为**3年**，并应符合下列规定：

5.1.12.1 连续**6个月**以上中断焊接作业的焊工，当能满足下述规定之一时，可重新担任原合格项目的焊接作业。

(1)重新进行该项目的操作技能考试合格；

(2)现场焊接相应项目长度不得少于**300mm**的板状对接焊缝，或焊接相应项目的管状对接焊缝，且不得少于**1个**焊口，周长不得小于**360mm**，经射线照相检验全部合格。

5.1.12.2 焊工在合格项目的有效期内，焊接一次合格率以射线照相检验的底片张数统计时累计在**90%**以上；或超声波检验的一次合格率以焊缝延长米统计时累计在**99%**以上，可延长该合格项目的**3年**有效期。

5.1.12.3 对企业质检部门提出的现场焊接质量低劣的焊工，经企业焊工考试委员会核准后，可注销其合格签证。该焊工应经学习、培训后方可重新进行考试。

5.1.13 按其他考试规则考试合格的焊工，应取得焊工考试委员

会的认可后,从事本规范适用范围的焊接工作,认可项目应符合本章规定。

5.1.14 焊工考试记录、焊工考试结果登记表及焊工合格证书宜采用本规范附录 B 的格式。

焊工考试结果登记表和焊工合格证书内的项目可用代号表示。代号的表示方法应为:

$X_1-X_2-X_3-X_4-X_5$

其中 X_1 ——焊接方法分类号,组合焊接方法的分类号可用“ X_1/X_1 ”表示;

X_2 ——试件类别和位置分类号;

X_3 ——母材的分类号,异种钢的分类号可用“ X_3/X_3 ”表示;

X_4 ——焊接材料的分类号;

X_5 ——附加代号,背面加垫或双面焊接接头用“D”表示;单面焊接对接接头或全焊透角焊接头代号可省略。

5.2 操作技能考试内容及方法

5.2.1 考试的焊接方法分类应符合表 5.2.1 的规定。各种焊接方

焊接方法分类

表 5.2.1

焊接方法分类	代 号
手工电弧焊	D
氧乙炔焊	Q
钨级氩弧焊	Ws
熔化极氩弧焊	Rz
二氧化碳气体保护焊	Rb
埋弧焊	M

法的考试不应互相替代,对于组合焊接方法的考试,可按组合焊的方法焊接一个试件,也可按每种焊接方法分别焊制试件,每种焊接方法考试试件厚度应符合本规范第 5.2.5 条的规定。

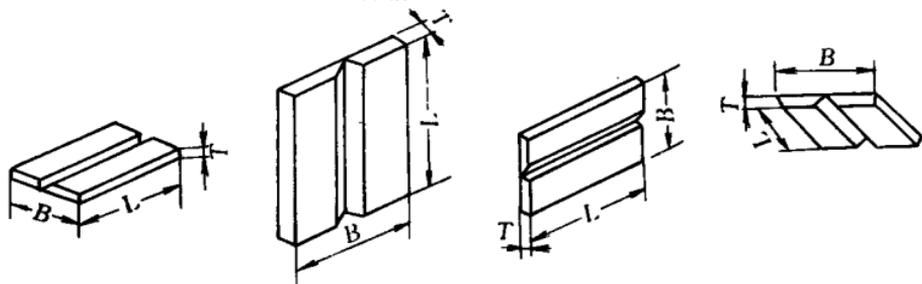
5.2.2 考试试件类别及位置分类应符合表 5.2.2 及下列规定:

试件、焊缝类别及位置分类代号 **表 5.2.2**

试件及焊缝类别	代 号	位 置 分 类	代 号
板状试件	P	平焊	F
管状试件	T	立焊	V
管板试件	TP	横焊或垂直固定	H
		仰焊	O
坡口焊缝	G	管水平固定	A
角焊缝	F	管 45° 倾斜固定	Ai
		管水平转动	Fr

5.2.2.1 考试试件分为:板状坡口对接焊缝试件、板状角焊缝试件、管状坡口对接焊缝试件、管状角焊缝试件、管板角焊缝试件和管板全焊透角焊缝试件。

5.2.2.2 板状坡口对接焊缝试件和板状角焊缝试件的位置分为:平焊、立焊、横焊和仰焊四个位置(图 5.2.2-1 及图 5.2.2-2);



(a) 平焊—F

(b) 立焊—V

(c) 横焊—H

(d) 仰焊—O

图 5.2.2-1 板状坡口对接焊缝试件(PG)

管状坡口对接焊缝试件的位置分为：水平转动、垂直固定、水平固定和 45° 倾斜固定 4 个位置(图 5.2.2-3)；管状角焊缝试件、管板角焊缝试件和管板全焊透角焊缝试件的位置分为横焊、水平固定和仰焊三个位置(图 5.2.2-4、图 5.2.2-5、图 5.2.2-6)。

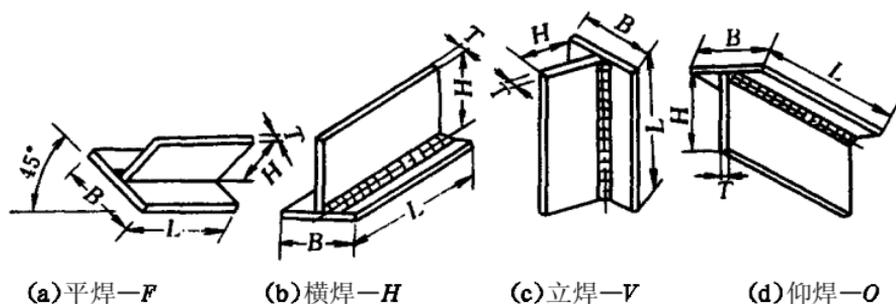


图 5.2.2-2 板状角焊缝试件(PF)

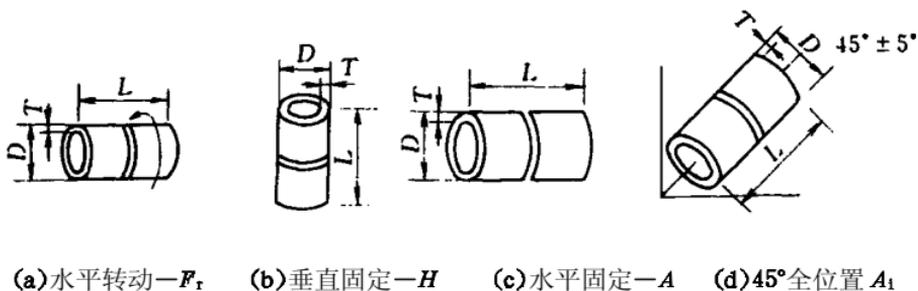


图 5.2.2-3 管状坡口对接焊缝试件(TG)

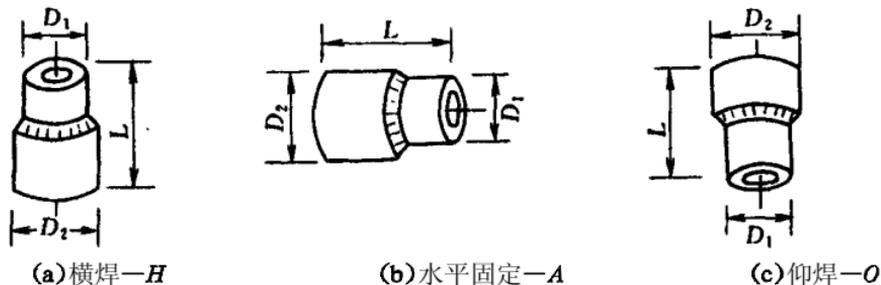
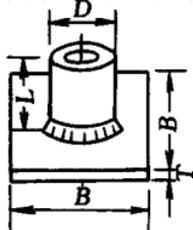
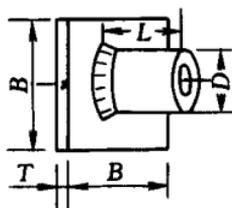


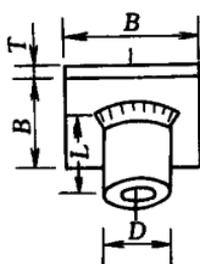
图 5.2.2-4 管状角焊缝试件(TF)



(a)横焊—H

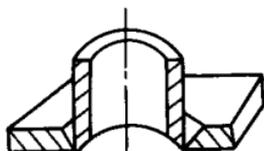


(b)水平固定—A

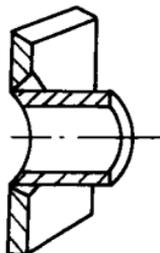


(c)仰焊—O

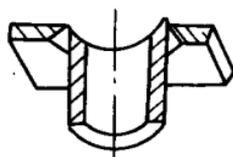
图 5.2.2-5 管板角焊缝试件(TPF)



(a)横焊—H



(b)水平固定—A



(c)仰焊—O

图 5.2.2-6 管板全焊透角焊缝试件(TPG)

5.2.3 在同一个管状试件上考核水平固定及垂直固定两个位置焊接时,应符合图 5.2.3 的规定,两位置的接头部位应列入考试范围,当接头部位经检验不合格时,应判定两个位置均不合格。

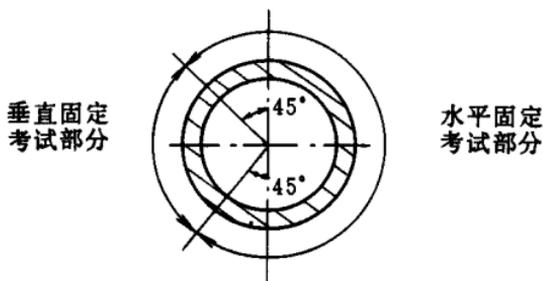


图 5.2.3 同一管上考核垂直固定和水平固定两个位置

5.2.4 考试试件及位置的认可范围,应符合表 5.2.4 的规定。

考试试件及位置的认可范围

表 5.2.4

考试试件及位置		认 可 范 围					
试 件 类 别 (代号)	位 置 (代 号)	坡口对接焊缝			角 焊 缝		
		板	外 径 ≥600mm 管	外 径 <600mm 管	板	管或管板 (非全焊透)	管或管板 (全焊透)
板状坡口对接焊缝试件 (PG)	平 焊(F)	F	Fr	—	F	—	—
	横 焊(H)	H、F	H、Fr	—	H、F	—	—
	立 焊(V)	V、F	Fr	—	V、F	—	—
	仰 焊(O)	O、F	Fr	—	O、F	—	—
	立焊+仰焊(V+O)	F、V、O	A	—	F、V、O	—	—
	横焊+立焊+仰焊(H+V+O)	所有位置	所有位置	—	所有位置	—	—
板状角焊缝试件 (PF)	平 焊(F)	—	—	—	F	—	—
	横 焊(H)	—	—	—	H、F	—	—
	立 焊(V)	—	—	—	V、F	—	—
	仰 焊(O)	—	—	—	O、F	—	—

考试试件及位置		认 可 范 围					
试 件 类 别 (代号)	位 置 (代 号)	坡口对接焊缝			角 焊 缝		
		板	外 径 ≥600mm 管	外 径 <600mm 管	板	管或管板 (非全焊透)	管或管板 (全焊透)
管状坡 口对接 焊缝试 件(TG)	水平转动(Fr)	F	Fr	Fr	—	Fr	Fr
	垂直固定(H)	H、F	H、F	H、F	—	H、Fr	H、Fr
	水平固定(A)	F、V、O	A、Fr	A、Fr	—	A、Fr	A、Fr
	45°倾斜固定(Ai)	所有位置	所有位置	所有位置	—	所有位置	所有位置
	水平固定+垂直固定(A+H)	所有位置	所有位置	所有位置	—	所有位置	所有位置
管状(TF) 和管板角焊缝 试件(TPF) (非全焊透)	横 焊(H)	—	—	—	—	H、Fr	—
	水平固定(A)	—	—	—	—	所有位置	—
	仰 焊(O)	—	—	—	—	O、Fr、H	—
管板角焊缝 试件(TPG) (全焊透)	横 焊(H)	—	—	—	—	H、Fr	H、Fr
	水平固定(A)	—	—	—	—	所有位置	所有位置
	仰 焊(O)	—	—	—	—	O、Fr、H	O、Fr、H

注:①加障碍物试件考试合格,可替代不加障碍物的相应位置试件的考试。

②立焊位置考试时,其焊接方向改变应重新考试。

5.2.5 考试试件厚度的认可范围应符合下列规定：

5.2.5.1 板状及管状坡口对接焊缝试件的厚度认可范围应符合表 5.2.5 的规定。当试件厚度能满足打底、填充、盖面三层熔敷焊要求时，其厚度认可范围的上限可不限。

5.2.5.2 角焊缝试件的厚度认可范围可不受限制。

坡口对接焊缝试件厚度认可范围(mm)

表 5.2.5

考试试件厚度 T	认 可 范 围
<10	$\leq 2T$
10~20	5~2T
>20	≥ 5

5.2.6 管状试件外径的认可范围，应符合表 5.2.6 的规定。

管状试件外径的认可范围(mm)

表 5.2.6

考试试件外径 D	认 可 范 围
<25	$\geq D$
25~76	≥ 25
>76	>76

5.2.7 考试试件母材的分类与认可范围应符合下列规定：

5.2.7.1 考试试件母材的分类应符合本规范第 4.2.3 条的规定。其认可范围应符合表 5.2.7-1 的规定。对于不能按本规范第 4.2.3 条规定进行分类的母材，应单独进行考试。

考试试件母材的认可范围

表 5.2.7-1

考试试件母材类别号	认 可 范 围
P1~P7	P1~P7 中的本类别号母材、类别号较低的母材或与类别号较低母材组成的异种接头

考试试件母材类别号	认 可 范 围
P9A、P9B、P11	P9A、P9B、P11 中的本类别号母材、类别号较低的母材或与类别号较低母材组成的异种接头
P22、P25	P22、P25 中的本类别号母材、类别号较低的母材或与类别号较低母材组成的异种接头
P8、P21、P31、P32、P51	本类别号母材
P41~P43、P45	P41~P43、P45 中的任意类别号母材

5.2.7.2 对考试试件无弯曲性能及其他附加性能检验要求时，考试试件母材的代用可按表 5.2.7-2 的规定执行，但其焊接材料必须与原规定的考试试件母材相匹配。

考试试件母材的代用

表 5.2.7-2

原规定的试件母材	试件代用母材
低合金钢	碳素钢
Cr—Mo 系列耐热钢	碳素钢或低合金钢
奥氏体不锈钢	碳素钢或低合金钢
铝镁合金	工业纯铝
镍及镍基合金	奥氏体不锈钢

5.2.8 焊接材料的分类及认可范围应符合下列规定：

5.2.8.1 涂料药皮焊条的分类及认可范围应符合表 5.2.8 的规定。

5.2.8.2 当改变焊丝型号、焊剂、保护气体及钨极种类时可不另行考试。

5.2.8.3 当采用打底专用焊条、向下立焊焊条、药芯焊丝等专用焊条和专用焊丝时，应另行考试。

类别代号	名 称	型 号	认可范围
F1	碳钢及除奥氏体不锈钢以外的合金钢焊条	除 E××15、E××16 以外的其他焊条	F1
F2		E××15、E××16	F1、F2
F3	奥氏体不锈钢焊条	E××16	F3
F4		E××15	F3、F4
F5	镍及镍合金焊条	—	F3、F4、F5

5. 2. 9 单面不带垫板焊的考试试件合格,可取得单面带垫板焊和双面焊的资格。单面带垫板焊与双面焊的考试资格可互相认可。

5. 2. 10 考试试件的外形尺寸应符合表 5. 2. 10 的规定,坡口形式和尺寸应符合本规范的有关规定。

考试试件外形尺寸(mm)

表 5. 2. 10

试件类别	焊 接 方 法	L	B	H
板状坡口对接焊缝试件	埋弧焊、熔化极氩弧焊、二氧化碳气体保护焊	≥500	≥250	—
	其 他	≥300	≥250	—
板状角焊缝试 件	埋弧焊、熔化极氩弧焊、二氧化碳气体保护焊	≥500	≥100	≥100
	其 他	≥300	≥100	≥100
管状坡口对接焊缝试件	—	≥200	—	—
管状角焊缝试件	—	≥200	—	—
管板角接缝试件	—	≥60	2D	—

注:表中 L、B、H 涵义与图 5. 2. 2-1~6 相同。

5.3 考试试件评定

5.3.1 考试试件的检验项目应符合下列规定：

5.3.1.1 板状及管状坡口对接焊缝试件，应进行外观检验、射线照相检验，对于直径小于或等于 76mm 的管状坡口对接焊缝试件也可采用断口检验；

5.3.1.2 管板全焊透角焊缝试件应进行外观检验和断面宏观金相检验；其余角焊缝试件应进行外观检验。

5.3.2 板状试件距两端各 20 mm 的焊缝不应作为考试试件评定的范围。

5.3.3 断口检验时，应采用机械方法在试件所需检验部位的焊缝表面加工出一条沟槽，槽深不得超过焊缝有效厚度的 1/3，并将试件折断或压断检查断口表面缺陷。

5.3.4 考试试件评定合格指标应符合下列规定：

5.3.4.1 板状及管状坡口对接焊缝试件的外观检验及射线照相检验的质量不应低于本规范表 11.3.2 中的 II 级。

5.3.4.2 管板全焊透角焊缝试件的断面宏观金相检验，应分别在 A、B、C 三个断面上检查(图 5.3.4)，根部无未焊透及未熔合为合格。焊缝试件的外观检验质量，不应低于本规范表 11.3.2 中的 II 级。

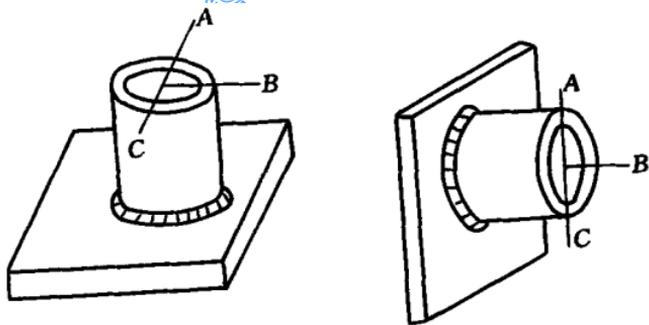


图 5.3.4 管板全焊透角焊缝试件断面检验位置

5.3.4.3 工业纯钛试件除应符合上述两款的规定外,尚应符合本规范表 11.3.3 的规定。

5.3.5 当规定作弯曲性能检验时,弯曲试验试样数量应符合表 5.3.5 的要求,试件的取样应符合本规范第 4.3.6 条和第 4.3.8 条的规定;试验方法及合格指标应符合本规范第 4.3.10 条和第 4.3.11 条的规定。

考试试件弯曲试验试样数量

表 5.3.5

试件母材厚度 T (mm)	弯曲试样数量(个)		
	面 弯	背 弯	侧 弯
$1.5 \leq T < 20$	1	1	—
$T \geq 20$	—	—	2

注:①两种母材组成的组合接头,当试件焊缝两侧的母材之间或焊缝金属和母材之间的弯曲性能有显著差别时,可改用纵向的弯曲试样。

②当 $10 \leq T < 20$ 时,可用两个横向侧弯试样代替一个面弯试样和一个背弯试样。

5.3.6 当对焊工考试提出其他力学性能、抗腐蚀性能以及金相组织等试验要求时,应对焊工考试试件进行相应项目的试验,其合格指标应符合设计规定。

6 碳素钢及合金钢的焊接

6.1 一般规定

6.1.1 本章适用于含碳量小于或等于 0.30% 的碳素钢、低合金结构钢、低温钢、耐热钢、不锈钢、耐热耐蚀高合金钢现场焊接设备和管道的手工电弧焊、氩弧焊、二氧化碳气体保护焊、埋弧焊及氧乙炔焊。

6.1.2 焊缝的设置应避免应力集中区,便于焊接和热处理,并应符合下列规定:

6.1.2.1 钢板卷管或设备、容器的筒节与筒节、筒节与封头组对时,相邻两纵向焊缝间的距离应大于壁厚的 3 倍,且不应小于 100mm;同一筒节上两相邻纵缝间的距离不应小于 200mm;

6.1.2.2 加热炉受热面管子的焊缝中心与管子弯曲起点、联箱外壁及支、吊架边缘的距离不应小于 70mm;同一直管段上两个对接焊缝间的距离不应小于 150mm;

6.1.2.3 除焊接及成型管件外的其他管子对接焊缝的中心到管子弯曲起点的距离不应小于管子外径,且不应小于 100mm;管子对接焊缝与支、吊架边缘之间的距离不应小于 50mm。同一直管段上两对接焊缝中心面间的距离:当公称直径大于或等于 150mm 时不应小于 150mm;公称直径小于 150mm 时不应小于管子外径;

6.1.2.4 不宜在焊缝及其边缘上开孔,当不可避免时,应符合本规范第 11.3.9 条的规定。

6.1.3 焊缝的坡口形式和尺寸应符合设计文件和焊接作业指导书的规定。当无规定时,埋弧焊焊缝坡口形式及尺寸应符合现行国家标准《埋弧焊焊缝坡口的基本形式与尺寸》GB 986 的规定,

其他焊缝坡口形式和尺寸应符合本规范附录 C 第 C. 0. 1 条的规定。

6. 2 焊 前 准 备

6. 2. 1 焊件的切割和坡口加工且采用机械方法,也可采用等离子弧、氧乙炔焰等热加工方法,在采用热加工方法加工坡口后,必须除去坡口表面的氧化皮、熔渣及影响接头质量的表面层,并应将凹凸不平处打磨平整。

6. 2. 2 焊件组对前应将坡口及其内外侧表面不小于 10mm 范围内的油、漆、垢、锈、毛刺及镀锌层等清除干净,且不得有裂纹、夹层等缺陷。

6. 2. 3 除设计规定需进行冷拉伸或冷压缩的管道外,焊件不得进行强行组对。

6. 2. 4 管子或管件对接焊缝组对时,内壁应齐平,内壁错边量不宜超过管壁厚度的 10%,且不应大于 2 mm;

6. 2. 5 设备、容器对接焊缝组对时的错边量应符合表 6. 2. 5 及下列规定。

设备、容器对接焊缝组对时的错边量(mm) 表 6. 2. 5

母材厚度 δ	错 边 量	
	纵向焊缝	环向焊缝
$\delta \leq 12$	$\leq 1/4\delta$	$\leq 1/4\delta$
$12 < \delta \leq 20$	≤ 3	$\leq 1/4\delta$
$20 < \delta \leq 40$	≤ 3	≤ 5
$40 < \delta \leq 50$	≤ 3	$\leq 1/8\delta$
$\delta > 50$	$\leq 1/16\delta$, 且不大于 10	$\leq 1/8\delta$, 且不大于 20

注:表中 δ 表示工件母材厚度。

6. 2. 5. 1 只能从单面焊接的纵向和环向焊缝,其内壁最大错边

量不应超过 2 mm；

6.2.5.2 复合钢板组对时,应以复层表面为基准,错边量不应超过钢板复层厚度的 50%,且不应大于 1 mm。

6.2.6 不等厚对接焊件组对时,薄件端面应位于厚件端面之内。当内壁错边量超过本规范第 6.2.4 条及第 6.2.5 条规定或外壁错边量大于 3 mm 时,应对焊件进行加工(图 6.2.6)。

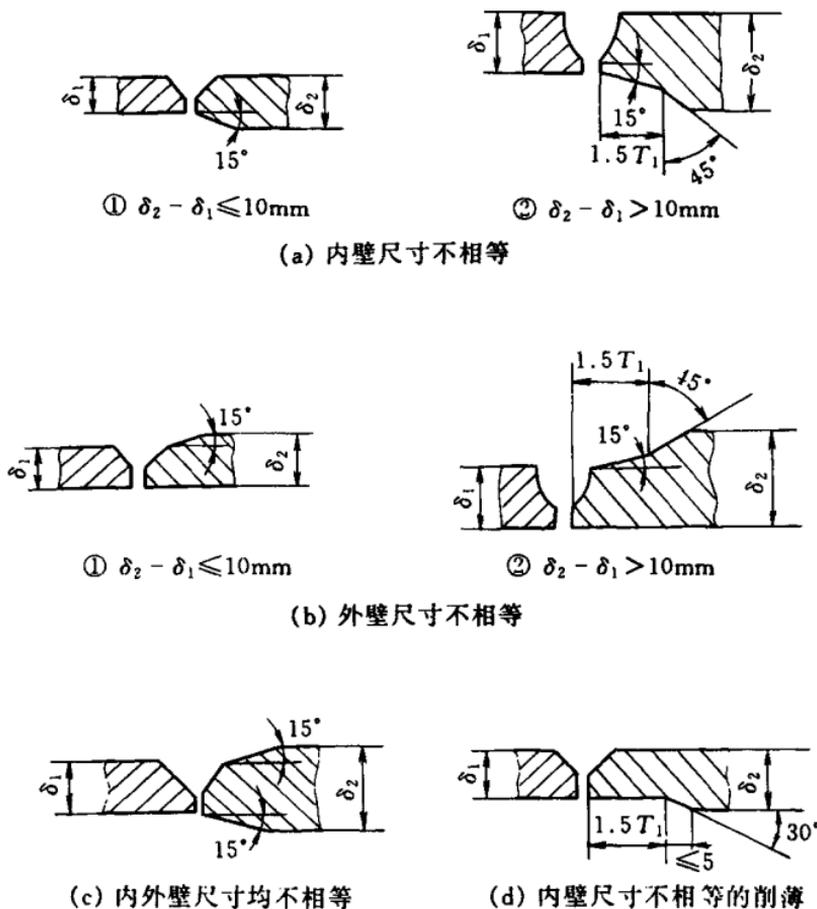


图 6.2.6 不等厚对接焊件坡口加工

注:用于管件时如受长度条件限制,图(a)①、(b)①和(c)中的 15° 角允许改用 30° 角。

6.2.7 焊件组对时应热置牢固, 并应采取措施防止焊接和热处理过程中产生附加应力和变形。

6.2.8 当焊件采用半自动或自动焊接时, 纵焊缝两端宜装上与母材相同或同一类别号材质的引弧板和熄弧板。

6.2.9 不锈钢焊件坡口两侧各 100mm 范围内, 在施焊前应采取防止焊接飞溅物沾污焊件表面的措施。

6.2.10 焊条、焊剂在使用前应按规定进行烘干, 并应在使用过程中保持干燥。焊丝使用前应清除其表面的油污、锈蚀等。

6.3 焊接工艺要求

6.3.1 焊条、焊丝的选用, 应按照母材的化学成分、力学性能、焊接接头的抗裂性、焊前预热、焊后热处理、使用条件及施工条件等因素综合确定。且应符合下列规定:

6.3.1.1 焊接工艺性能应良好。

6.3.1.2 同种钢材焊接时, 焊缝金属的性能和化学成分应与母材相当。

(1) 低温钢应选用与母材的使用温度相适应的焊材;

(2) 耐热耐蚀高合金钢, 可选用镍基焊材。

6.3.1.3 异种钢材焊接时的焊条选用。

(1) 当两侧母材均为非奥氏体钢或均为奥氏体钢时, 可根据合金含量较低一侧母材或介于两者之间的选用焊材;

(2) 当两侧母材之一为奥氏体钢时, 应选用 25Cr—13Ni 型或含镍量更高的焊材。

6.3.1.4 复合钢板焊接时, 基层和复层应分别选用相应焊材, 基层与复层过渡处的焊接, 应选用过渡层焊材。

6.3.1.5 碳素钢及合金钢焊接材料的选用, 应符合本规范附录 D 第 D.0.1 条及第 D.0.2 条的规定。

6.3.2 埋弧自动焊时, 选用的焊剂应与母材和焊丝相互匹配。

6.3.3 定位焊缝应符合下列规定:

6.3.3.1 焊接定位焊缝时,应采用与根部焊道相同的焊接材料和焊接工艺,并应由合格焊工施焊。

6.3.3.2 定位焊缝的长度、厚度和间距,应能保证焊缝在正式焊接过程中不致开裂。

6.3.3.3 在焊接根部焊道前,应对定位焊缝进行检查,当发现缺陷时应处理后方可施焊。

6.3.3.4 与母材焊接的工卡具其材质宜与母材相同或同一类别号。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。

6.3.4 严禁在坡口之外的母材表面引弧和试验电流,并应防止电弧擦伤母材。

6.3.5 对含铬量大于或等于3%或合金元素总含量大于5%的焊件,氩弧焊打底焊接时,焊缝内侧应充氩气或其他保护气体,或采取其他防止内侧焊缝金属被氧化的措施。

6.3.6 焊接时应采取合理的施焊方法和施焊顺序。

6.3.7 施焊过程中应保证起弧和收弧处的质量,收弧时应将弧坑填满。多层焊的层间接头应错开。

6.3.8 管子焊接时,管内应防止穿堂风。

6.3.9 除工艺或检验要求需分次焊接外,每条焊缝宜一次连续焊完,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防止产生裂纹的措施,再次焊接前应检查焊层表面,确认无裂纹后,方可按原工艺要求继续施焊。

6.3.10 需预拉伸或预压缩的管道焊缝,组对时所使用的工卡具应在整个焊缝焊接及热处理完毕并经检验合格后方可拆除。

6.3.11 低温钢、奥氏体不锈钢、耐热耐蚀高合金钢以及奥氏体与非奥氏体异种钢接头焊接时应符合下列规定:

6.3.11.1 应在焊接作业指导书规定的范围内,在保证焊透和熔合良好的条件下,采用小电流、短电弧、快焊速和多层多道焊工艺,并应控制层间温度。

6.3.11.2 对抗腐蚀性能要求高的双面焊焊缝,与腐蚀介质接触的焊层应最后施焊。

6.3.11.3 低温钢焊接完毕,宜对焊缝进行表面焊道退火处理。

6.3.12 复合钢焊接应符合下列规定:

6.3.12.1 严禁使用基层和过渡层焊条焊接复层。

6.3.12.2 焊接过渡层时,宜选用小的焊接线能量。

6.3.12.3 在焊接复层前,应将落在复层坡口表面上的飞溅物清理干净。

6.3.13 应根据设计规定对奥氏体不锈钢焊缝及其附近表面进行酸洗、钝化处理。

6.4 焊前预热及焊后热处理

6.4.1 进行焊前预热及焊后热处理应根据钢材的淬硬性、焊件厚度、结构刚性、焊接方法及使用条件等因素综合确定。

6.4.2 要求焊前预热的焊件,其层间温度应在规定的预热温度范围内。

6.4.3 当焊件温度低于 0°C 时,所有钢材的焊缝应在始焊处 100mm 范围内预热到 15°C 以上。

6.4.4 对有应力腐蚀的焊缝,应进行焊后热处理。

6.4.5 非奥氏体异种钢焊接时,应按焊接性较差的一侧钢材选定焊前预热和焊后热处理温度,但焊后热处理温度不应超过另一侧钢材的临界点 A_{c1} 。

6.4.6 调质钢焊缝的焊后热处理温度,应低于其回火温度。

6.4.7 焊前预热的加热范围,应以焊缝中心为基准,每侧不应小于焊件厚度的 3 倍;焊后热处理的加热范围,每侧不应小于焊缝宽度的 3 倍,加热带以外部分应进行保温。

6.4.8 焊前预热及焊后热处理过程中,焊件内外壁温度应均匀。

6.4.9 焊前预热及焊后热处理时,应测量和记录其温度,测温点

的部位和数量应合理,测温仪表应经计量检定合格。

6.4.10 对容易产生焊接延迟裂纹的钢材,焊后应及时进行焊后热处理,当不能及时进行焊后热处理时,应在焊后立即均匀加热至 $200\sim 300^{\circ}\text{C}$,并进行保温缓冷,其加热范围应与焊后热处理要求相同。

6.4.11 焊前预热及焊后热处理温度应符合设计或焊接作业指导书的规定,当无规定时,常用管材焊接的焊前预热及焊后热处理温度宜符合表 6.4.11 的规定;设备、容器焊接的焊前预热及焊后热处理温度应符合现行国家标准《钢制压力容器》GB150 的有关规定。

常用管材焊前预热及焊后热处理工艺条件 表 6.4.11

钢 种	焊 前 预 热		焊 后 热 处 理		
	壁厚 δ (mm)	温度($^{\circ}\text{C}$)	壁厚 δ (mm)	温度($^{\circ}\text{C}$)	
C	≥ 26	100~200	> 30	600~650	
C-Mn	≥ 15	150~200	> 20		
Mn-V				560~590	
C-0.5Mo				600~650	
0.5Cr-0.5Mo				650~700	
1Cr-0.5Mo	≥ 10	150~250	> 10	700~750	
1Cr-0.5Mo-V	≥ 6	200~300	> 6		
1.5Cr-1Mo-V					
2.25Cr-1Mo					
5Cr-1Mo	≥ 6	250~350	任意壁厚		750~780
9Cr-1Mo					
2Cr-0.5Mo-WV					
3Cr-1Mo-VTi					
12Cr-1Mo-V					

6.4.12 当采用钨极氩弧焊打底时,焊前预热温度可按表 6.4.11 规定的下限温度降低 50℃。

6.4.13 焊后热处理的加热速率、热处理温度下的恒温时间及冷却速率应符合下列规定:

6.4.13.1 当温度升至 400℃以上时,加热速率不应大于 $(205 \times 25/\delta)$ ℃/h,且不得大于 330℃/h。

6.4.13.2 焊后热处理的恒温时间应为每 25 mm 壁厚恒温 1h,且不得少于 15 min,在恒温期间内最高与最低温差应低于 65℃。

6.4.13.3 恒温后的冷却速率不应大于 $(60 \times 25/\delta)$ ℃/h 且不得大于 260℃/h,400℃以下可自然冷却。

6.4.14 热处理后进行返修或硬度检查超过规定要求的焊缝应重新进行热处理。

7 铝及铝合金的焊接

7.1 一般规定

7.1.1 本章适用于工业纯铝及铝合金现场焊接设备和管道的手工钨极氩弧焊和熔化极氩弧焊。

7.2 焊前准备

7.2.1 焊丝选用应综合考虑母材的化学成分、力学性能和使用条件等因素,并应符合下列规定:

7.2.1.1 纯铝焊接时,应选用纯度与母材相近的焊丝;

7.2.1.2 铝镁合金焊接时,应选用含镁量等于或略高于母材的焊丝;

7.2.1.3 铝锰合金焊接时,应选用与母材成分相近的焊丝或铝硅合金焊丝;

7.2.1.4 异种铝合金焊接时,应选用与抗拉强度高一侧的母材相近的焊丝;

7.2.1.5 铝及铝合金焊接时,也可用母材切条作填充金属;

7.2.1.6 铝及铝合金焊丝选用,宜符合本规范附录 D 第 D.0.3 条的规定。

7.2.2 焊件坡口制备应符合下列规定:

7.2.2.1 坡口形式和尺寸应符合设计和焊接作业指导书的规定,当无规定时,应符合本规范附录 C 第 C.0.2 条的规定。

7.2.2.2 坡口加工应采用机械方法,或等离子弧切割,切割后的坡口表面应进行清理,并应达到平整光滑、无毛刺和飞边。

7.2.3 焊前清理应符合下列规定:

7.2.3.1 施焊前应对焊件坡口、垫板及焊丝进行清理。清理方

法如下:

首先用丙酮或四氯化碳等有机溶剂除去表面油污,两侧坡口的清理范围不应小于 50 mm。清除油污后,坡口及其附近的表面可用锉削、刮削、铣削或用不锈钢丝刷清理至露出金属光泽,使用的钢丝刷应定期进行脱脂处理。

7.2.3.2 焊丝去除油污后,应采用化学方法去除氧化膜。可用 5%~10%的 NaOH 溶液,在温度为 70℃下浸泡 30~60s,然后水洗,再用 15%左右的 HNO₃ 在常温下浸泡 2min,然后用温水洗净,并使其干燥。

7.2.3.3 清理好的焊件和焊丝不得有水迹、碱迹,或被沾污。

7.2.4 焊件组对应符合下列规定:

7.2.4.1 焊接定位焊缝时,应采用与正式焊接相同的焊丝和焊接工艺,并应由合格焊工施焊。

7.2.4.2 设备、容器定位焊缝的长度、间距和高度宜符合表 7.2.4-1 规定,管道定位焊缝尺寸应符合表 7.2.4-2 的规定。

设备、容器定位焊缝尺寸(mm)

表 7.2.4-1

板 厚	间 距	焊缝高度	长 度	
			纵 缝	环 缝
1~3	20~60	1~3	5~15	10~20
3~8	60~180	3~4	15~25	20~30
8~14	180~250	3~6	20~30	30~40
>14	250~350	4~6	30~50	40~70

管道定位焊缝尺寸(mm)

表 7.2.4-2

公称直径	位置与数量	焊缝高度	长 度
≤50	对称 2 点	根据焊件厚度 确定	5~10
>50~150	均布 2~3 点		5~10
>150~200	均布 3~4 点		10~20

7.2.4.3 正式焊接前应对定位焊缝进行检查,当发现缺陷时,应及时处理。定位焊缝表面的氧化膜应清理干净,并应将其两端修整成缓坡形。

7.2.4.4 拆除定位板时,不应损伤母材,应将拆除后所残留的焊疤打磨至与母材表面齐平。

7.2.5 当焊缝背面需加永久性垫板时,垫板材质应符合设计规定。当设计无规定时,垫板材质应与母材相同,垫板上应开有容纳焊缝根部的沟槽。当焊缝背面需加临时垫板时,垫板应采用对焊缝质量无不良影响的材质。

7.2.6 管道的对接焊缝内壁应齐平,内壁错边量应符合下列规定:

7.2.6.1 当壁厚 δ 小于等于5mm时,内壁错边量不应大于0.5 mm;

7.2.6.2 当壁厚 δ 大于5 mm时,内壁错边量不应大于0.1 δ 且不应大于2 mm。

7.2.7 设备、容器对接焊缝的错边量应符合表7.2.7的规定。

设备、容器对接焊缝错边量(mm) 表 7.2.7

母材厚度 δ	错 边 量	
	纵向焊缝	环向焊缝
$\delta \leq 5$	≤ 0.5	$\leq 0.2\delta$, 且 ≤ 5
$\delta > 5$	$\leq 0.1\delta$, 且 ≤ 2	

7.2.8 不等厚对接焊件组对时,薄件端面应位于厚件端面之内。当表面错边量超过3 mm或内壁错边量大于2 mm时,应按本规范第6.2.6条的规定对焊件进行加工。

7.3 焊接工艺要求

7.3.1 手工钨极氩弧焊应采用交流电源,熔化极氩弧焊应采用直流电源,焊丝接正极。

7.3.2 焊接前焊件表面应保持干燥,无特殊要求时可不预热。

7.3.3 焊接前应在试板上试焊,当确认无气孔后再进行正式焊接。

7.3.4 宜采用大电流快速施焊法,焊丝的横向摆动不宜超过其直径的3倍。

7.3.5 引弧宜在引弧板上进行,纵向焊缝宜在熄弧板上熄弧。引弧板和熄弧板的材料应与母材相同。

7.3.6 手工钨极氩弧焊的焊丝端部不应离开氩气保护区,焊丝与焊缝表面的夹角宜为 15° ,焊枪与焊缝表面的夹角宜为 $80^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 。

7.3.7 多层焊时宜减少焊接层数,层间温度宜冷却至室温,且不应高于 65°C 。层间的氧化铝等杂物应采用机械方法清理干净。

7.3.8 对厚度大于5 mm的立向焊缝,宜采用两人双面同步氩弧焊工艺。

7.3.9 当钨极氩弧焊的钨极前端出现污染或形状不规则时,应进行修正或更换钨极。当焊缝出现触钨现象时,应将钨极、焊丝、熔池处理干净后方可继续进行施焊。

7.3.10 当熔化极氩弧焊发生导电嘴、喷嘴熔入焊缝时,应将该部位焊缝全部铲除,更换导电嘴和喷嘴后方可继续施焊。

7.3.11 手工钨极氩弧焊和熔化极氩弧焊的弧焊工艺参数宜符合表7.3.11-1、表7.3.11-2、表7.3.11-3的规定。

7.3.12 焊件应采用下列防止变形措施:

7.3.12.1 对易产生磁偏吹的焊缝,组对时使用的工夹具应采用非磁性材料。

7.3.12.2 焊接顺序应对称进行,当从中心向外进行焊接时,具有大收缩量的焊缝宜先施焊,整条焊道应连续焊完。

手工钨极氩弧焊工艺参数

表 7.3.11-1

厚度 mm	焊接 层数	焊丝直径 (mm)	钨极直径 (mm)	喷嘴直径 (mm)	焊接电流 (A)	氩气流量 (L/min)
1~3	1	1.6~3.0	1.6~3.2	8~12	40~140	8~12
4~8	2~3	3.0~5.0	2.4~5.0	10~14	140~320	10~16
8~12	3~4	4.0~6.0	4.0~6.4	12~16	240~360	12~20

半自动熔化极氩弧焊工艺参数

表 7.3.11-2

厚度 mm	焊丝直径 (mm)	喷嘴直径 (mm)	焊接电流 (A)	电弧电压 (V)	氩气流量 (L/min)
8~12	1.6~2.5	20	180~310	20~30	50~55
14~22	2.5~3.0	20	300~470	30~42	60~70

自动熔化极氩弧焊工艺参数

表 7.3.11-3

厚度 mm	焊丝直径 (mm)	喷嘴直径 (mm)	焊接电流 (A)	电弧电压 (V)	氩气流量 (L/min)	焊接速度 (cm/min)
6	2.5	22	230~260	20~22	30~33	40
8	2.5	22	300~320	20~22	30~33	35~45
10	3.0	22	310~320	24~27	30~33	30
12	3.0	22	320~350	27~28	30~33	25
16	4.0	28/17	380~420	28~32	35~40	28~32
20	4.0	28/17	480~520	28~32	35~40	28~32
26	4.0	30/17	550~560	28~34	40~60	24~28

7.3.12.3 不等厚对接焊件焊接时,应采取加强拘束措施,防止对应于焊缝中心线的应力不均匀。

7.3.12.4 焊件宜进行刚性固定或采取反变形方法,并应留有收缩余量。

8 铜及铜合金的焊接

8.1 一般规定

8.1.1 本章适用于紫铜设备和管道的手工钨极氩弧焊及黄铜设备和管道的氧乙炔焊。

8.2 焊前准备

8.2.1 焊接材料的选用应符合下列规定：

8.2.1.1 紫铜焊接应选用含有脱氧元素、抗裂性好的焊丝。

8.2.1.2 黄铜焊接应选用含锌量少、抗裂性好的焊丝。

8.2.1.3 铜及铜合金焊丝及焊剂宜按本规范附录 D 第 D.0.4 条选用。

8.2.2 焊件坡口制备应符合下列规定：

8.2.2.1 焊件的坡口形式和尺寸应符合设计和焊接工艺指导书的规定，当无规定时，宜符合本规范附录 C 第 C.0.3 条的规定；

8.2.2.2 紫铜及黄铜的切割和坡口加工应采用机械方法，或等离子弧切割。

8.2.3 焊件坡口及两侧不小于 20 mm 范围内的表面及焊丝，应采用丙酮或四氯化碳等有机溶剂除去油污，并应采用机械方法或化学方法清除氧化膜等污物，使之露出金属光泽；当采用化学方法时，可用 30% 硝酸溶液浸蚀 2~3 min，用水洗净并干燥。

8.2.4 焊件的组对应符合下列规定：

8.2.4.1 管道对接焊缝组对应内壁上齐平，内壁错边量不应超过管壁厚度的 10%，且不大于 2 mm。

8.2.4.2 设备、容器、卷管对接焊缝错边量应符合下列规定：

(1) 纵焊缝的错边量应小于等于 0.1δ ，且不应大于 2 mm；

(2)环焊缝的错边量应小于等于 0.2δ ,且不应大于 5 mm。

8.2.4.3 不等厚对接焊件的组对,当错边量大于 3 mm 或管道焊缝单面错边量大于 2 mm 时,应按本规范第 6.2.6 条的规定对焊件进行加工。

8.2.4.4 设备、容器相邻筒体或封头与筒体组对时,纵缝之间的距离不应小于 100 mm。

8.2.4.5 不宜在焊缝及其边缘上开孔,如必须开孔,应符合本规范第 11.3.9 条的规定。

8.3 焊接工艺要求

8.3.1 焊接定位焊缝时,应采用与正式焊接要求相同的焊接材料及焊接工艺,并应由合格焊工施焊。当发现定位焊缝有裂纹、气孔等缺陷时应清除重焊。

8.3.2 铜管焊接位置宜采用转动焊;铜板焊接位置宜采用平焊。

8.3.3 每条焊缝应一次连续焊完,不得中断。

8.3.4 紫铜钨极氩弧焊应符合下列规定:

8.3.4.1 焊接时应采用直流电源,母材接正极;

8.3.4.2 焊前应检查坡口的质量,不应有裂纹、分层、夹渣等缺陷,当发现缺陷时,应修磨或重新加工;

8.3.4.3 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,并应及时施焊;

8.3.4.4 当焊件壁厚大于 3 mm 时,焊前应对坡口两侧 150 mm 范围内进行均匀预热,预热温度应为 $350\sim 550^{\circ}\text{C}$;

8.3.4.5 当焊接过程中发生触钨时,应将钨级、焊丝和熔池处理干净后,方可继续施焊;

8.3.4.6 进行预热或多层焊时,应及时去除焊件表面及层间的氧化层,焊缝层间温度应控制在 $300\sim 400^{\circ}\text{C}$ 。

8.3.5 黄铜氧乙炔焊应符合下列规定:

8.3.5.1 宜采用微氧化火焰和左焊法施焊;

8.3.5.2 施焊前应对坡口两侧 150 mm 范围内进行均匀预热,当板厚为 5~15 mm 时,预热温度应为 400~500℃;当板厚大于 15 mm 时,预热温度应为 500~550℃;

8.3.5.3 施焊前焊丝亦应加热,并蘸上焊剂;

8.3.5.4 宜采用单层单道焊,当采用多层焊时,除底层采用细焊丝外,其他各层宜采用较粗焊丝,以减少焊接层数。各层表面熔渣应清除干净,接头应错开;

8.3.5.5 异种黄铜焊接时,火焰应偏向熔点较高的母材侧,以确保两侧母材熔合良好。

8.3.5.6 黄铜氧乙炔焊炬型号及焊丝直径的选用应符合表 8.3.5 的规定。

黄铜氧乙炔焊焊炬型号及焊丝直径选用 表 8.3.5

焊件厚度 (mm)	焊丝直径 (mm)	焊炬型号 (mm)	乙炔流量(L/h)		乙炔压力 (MPa)
			焊 嘴	预热嘴	
1~3	2~3	H01~2	100~150	—	0.05~0.06
3~4	3	H01~6	100~300	—	0.05~0.06
4~6	4~5	H01~6	225~350	225~350	0.05~0.06
6~10	4~8	H01~12	500~700	500~700	0.06~0.07
>10	6~8	H01~12 H01~20	750~1000	750~1000	0.06~0.07

8.3.6 黄铜焊后热处理应符合下列规定:

8.3.6.1 黄铜焊后应进行热处理,热处理焊件前应采取防变形的措施。热处理加热范围以焊缝中心为基准,每侧不应小于焊缝宽度的 3 倍。

8.3.6.2 热处理温度应符合设计及焊接作业指导书的规定,当无规定时,可按下列常规的热处理温度进行:

(1)消除焊接应力退火的热处理温度应为 400~450℃;

(2)软化退火的热处理温度应为 500~600℃。

8.3.6.3 对热处理后进行返修的焊缝,返修后应重新进行热处理。

9 工业纯钛的焊接

9.1 一般规定

9.1.1 本章适用于工业纯钛管道的手工钨极氩弧焊。

9.2 焊前准备

9.2.1 焊接材料选用应符合下列规定：

9.2.1.1 焊丝的化学成分和力学性能应与母材相当；

9.2.1.2 当对焊缝有较高塑性要求时，应采用纯度比母材高的焊丝。

9.2.2 管子和管件的坡口形式和尺寸应符合设计和焊接作业指导书的规定，当无规定时，应符合本规范附录 C 第 C.0.4 条的规定。

9.2.3 坡口及焊丝的清洗应符合下列规定：

9.2.3.1 坡口及其两侧各 50 mm 以内的内外表面及焊丝表面应清除油污，并用细锉或奥氏体不锈钢丝刷、铣刀等机械方法清除氧化膜、毛刺和表面缺陷，清理工具应专用，并保持清洁；

9.2.3.2 经机械清理后的表面，焊接前应使用不含硫的丙酮或乙醇进行脱脂处理，严禁使用三氯乙烯、四氯化碳等氯化物溶剂，不得将棉质纤维附于坡口表面。

9.2.4 管子或管件的焊缝组对应符合下列规定：

9.2.4.1 壁厚相同的管子或管件组对时应内壁平齐，对口错边量不应超过壁厚的 10%，且不应大于 1 mm；

9.2.4.2 对不同壁厚的管子或管件组对当错边量超过上述规定时，应按本规范第 6.2.6 条的规定进行加工。

9.2.5 定位焊缝应采用与正式焊接相同的焊接材料及焊接工艺，

且应由合格焊工施焊,焊缝长度宜为 10~15 mm,高度不应超过壁厚的 2/3,焊点数应根据管径和壁厚确定。

定位焊缝不得有裂纹、气孔、夹渣及氧化变色等缺陷,当发现缺陷时应及时消除。

9.2.6 钨极直径应根据所使用的焊接电流大小进行选择,其端部应修磨成圆锥形(图 9.2.6)。

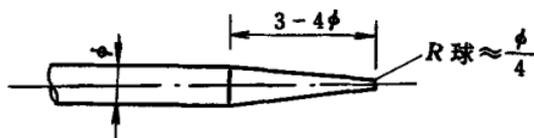


图 9.2.6 钨极端部尺寸和形状

ϕ —钨极直径

9.3 焊接工艺要求

9.3.1 工业纯钛钨极氩弧焊应采用直流电源、正接法。

9.3.2 焊接位置宜采用水平转动平焊。

9.3.3 在保证熔透及成形良好的条件下,应选用小线能量焊接。层间温度应低于 200℃。焊接工艺参数宜符合表 9.3.3 的规定。

焊接工艺参数

表 9.3.3

壁厚 (mm)	焊层	钨极直径 (mm)	焊丝直径 (mm)	喷嘴直径 (mm)	层间温度 (℃)	焊接热量输入			氩气流量(L/min)		
						焊接电流 (A)	电弧电压 (V)	焊接速度 (cm/min)	喷嘴	保护罩	背面
≤2	1	2.0	2.0	12~16	≤200	40~70	10~12	—	—	—	—
3~4	2	2.0	2.0	16~20	≤200	80~110	12~14	7.5	8~12	16~25	6~10
5~7	3	2.4	3	16~20	≤200	100~140	12~14		12~15	25~30	8~15
≥8	多层	3	3	16~20	≤200	120~180	12~14		12~15	25~30	8~15

9.3.4 焊接熔池及焊接接头的内外表面焊接区域,应采取下列保护措施:

9.3.4.1 采用焊炬喷嘴保护熔池,焊炬喷嘴直径宜为 12~20 mm,喷出的氩气应保持稳定的层流状态。

9.3.4.2 采用焊炬拖罩保护热态焊缝,焊炬拖罩形式应根据焊件形状和尺寸确定。

9.3.4.3 采用管内充氩气保护焊缝及近缝区的内表面,管内应提前充氩,排净空气,并保持微弱的正压和呈流动状态。

9.3.5 焊接时应采用高频引弧,焊炬应提前送气,熄弧时应采用电流衰减装置和气体延时保护装置。弧坑必须填满且避免大气污染。

9.3.6 焊接过程中焊丝的加热端应处在氩气的保护之中,熄弧后焊丝不应立即暴露在大气中,应在焊缝脱离保护时同时取出。

9.3.7 焊接过程中电弧应保持稳定,防止钨极与焊件或焊丝接触造成夹钨,当出现夹钨时,应消除缺陷后方可继续施焊。

10 镍及镍合金的焊接

10.1 一般规定

10.1 本章适用于镍及镍合金管道的钨极氩弧焊和手工电弧焊。

10.2 焊前准备

10.2.1 镍及镍合金焊接材料的选用应符合下列规定：

10.2.1.1 同种镍材的焊接，应选用和母材合金系列相同的焊接材料；

10.2.1.2 异种镍材及镍材与奥氏体钢之间的焊接，应选用线膨胀系数与母材相近的焊接材料。

10.2.2 坡口加工应符合下列规定：

10.2.2.1 坡口应选用大角度和小钝边的形式，且应符合设计及焊接作业指导书的规定，当无规定时，坡口形式及尺寸应符合本规范附录 C 第 C.0.5 条的规定。

10.2.2.2 焊件切割及坡口加工宜采用机械方法，当采用等离子切割时，应清理其加工表面。

10.2.2.3 焊件组对前，应对坡口两侧各 50 mm 范围内进行清理。油污可用蒸汽脱脂，对不溶于脱脂剂的漆和其他杂物，可用氯甲烷、碱等清洗剂清洗，标记墨水可用甲醇清除，被压入焊件表面的杂物可用磨削、喷丸或 10% 盐酸溶液清洗。并用水冲净，干燥后方可焊接。

10.2.3 焊件组对应符合下列规定：

10.2.3.1 壁厚相同的管子、管件组对时，其内壁应平齐，内壁错边量不应大于 0.5 mm。

10.2.3.2 对不等厚的管子和管件组对时，当错边量大于

0.5 mm 时,应按本规范第 6.2.6 条规定进行加工。

10.2.4 定位焊缝应符合下列规定:

10.2.4.1 焊接定位焊缝的焊接材料和焊接工艺应与正式焊接相同,且应由合格焊工施焊;

10.2.4.2 定位焊缝采用钨极氩弧焊时,背面应进行氩气保护;

10.2.4.3 定位焊缝应均匀分布,定位焊缝的长度宜为 10~15 mm,高度宜为 2~4 mm,且不应超过壁厚的 2/3;

10.2.4.4 定位焊缝应保证焊透及熔合良好,且不得有气孔、夹渣等缺陷;

10.2.4.5 定位焊缝应平缓过渡到母材上,且焊缝两端应磨削成缓坡。

10.3 焊接工艺要求

10.3.1 镍及镍合金管的底层焊道焊接时,宜采用钨极氩弧焊方法,当采用手工电弧焊方法时,宜采用专用打底焊条。

10.3.2 焊接应采用小线能量和保持电弧电压的稳定,并应采用短弧不摆动或小摆动的操作方法。

10.3.3 焊缝多层焊时,宜采用多道焊,底层焊道完成后,应采用放大镜检查焊道表面,每一焊道完成后均应彻底清除焊道表面的熔渣并进行检查,消除各种表面缺陷,每层焊道的接头应错开。

10.3.4 当焊件温度低于 15℃ 时,应对焊缝两侧各 300 mm 范围内加热至 15~20℃,且应热透,对拘束度大的厚壁焊件,宜采取预热措施。层间温度应低于 100℃。

10.3.5 当采用钨极氩弧焊方法焊接底层焊道时,焊缝背面应采取氩气保护措施。焊接过程中,焊丝的加热端应置于保护气体中。

10.3.6 焊件表面严禁有电弧擦伤,且不得在焊件表面引弧和熄弧,焊接熄弧时应填满弧坑,并应磨去弧坑缺陷。

10.3.7 对于小直径的管子,焊接中宜采取在焊缝两侧加装冷却铜块或用湿布擦拭焊缝两侧等措施,减少焊缝的高温停留时间,增

加焊缝的冷却速度。

10.3.8 焊接完毕后,应及时将焊缝表面的熔渣及表面飞溅物清理干净。

中国建筑资讯网

www.sinoaec.com

11 焊接检验

11.1 焊接前检查

11.1.1 工程使用的母材及焊接材料,使用前必须按本规范第3章的规定进行检查和验收,不合格者不得使用。

11.1.2 组对前应对各零部件的主要结构尺寸、坡口尺寸、坡口表面进行检查,其质量应符合下列规定:

11.1.2.1 结构尺寸应符合设计文件的规定。

11.1.2.2 坡口形式和尺寸应符合设计文件、焊接作业指导书或本规范附录C的规定。

11.1.2.3 当设计文件、相关规定对坡口表面要求进行无损检验时,检验及对缺陷的处理必须在施焊前完成。

11.1.2.4 坡口表面不得有夹层、裂纹、加工损伤、毛刺及火焰切割熔渣等缺陷。

11.1.3 组对后应检查组对构件的形状、位置、错边量、角变形、组对间隙和搭接接头的搭接量,确认其符合设计文件、焊接作业指导书及本规范的有关规定。

11.1.4 焊接前应检查坡口及坡口两侧的清理工质量,其清理宽度及清理后的表面应符合本规范及焊接作业指导书的规定。

11.1.5 焊接前应检查施焊环境、焊接工装设备,焊接材料的干燥及清理,确认其符合本规范及焊接作业指导书的规定。

11.1.6 对有焊前预热规定的焊缝,焊接前应检查预热区域的预热温度并应记录,预热温度及预热区域宽度应符合设计文件、焊接作业指导书及本规范的有关规定。

11.1.7 在本节规定的检查要求未能满足前,严禁施焊。

11.2 焊接中间检查

11.2.1 定位焊缝焊完后,应清除渣皮进行检查,对发现的缺陷应去除后方可进行焊接。

11.2.2 对焊接线能量有规定的焊缝,施焊时应测量电弧电压、焊接电流及焊接速度并应记录,焊接线能量应符合焊接作业指导书的规定。

11.2.3 当对焊缝层次有明确规定时,应检查焊接层数,其层次数及每层厚度应符合焊接作业指导书的规定。

11.2.4 多层焊每层焊完后,应立即对层间进行清理,并进行外观检查,发现缺陷消除后方可进行下一层的焊接。

11.2.5 对规定进行层间无损检验的焊缝,无损检验应在外观检查合格后进行,表面无损检验应在射线照相检验及超声波检验前时进行,经检验的焊缝在评定合格后方可继续进行焊接。

11.2.6 对层间温度有明确规定的焊缝,应检查记录层间温度,层间温度应符合焊接作业指导书的规定。

11.2.7 对中断焊接的焊缝,继续焊接前应清理并检查,消除发现的缺陷并满足规定的预热温度后方可施焊。

11.2.8 焊接双面焊件时应清理并检查焊缝根部的背面,消除缺陷后方可施焊背面焊缝。规定清根的焊缝,应在清根后进行外观检查及规定的无损检验,消除缺陷后方可施焊。

11.2.9 设计文件、相关标准或焊接作业指导书规定进行焊接中间试件检查时,其中间试件的检查方法及合格标准应符合本规范第4.3节或相关标准的规定。

11.3 焊接后检查

11.3.1 除焊接作业指导书有特殊要求的焊缝外,焊缝应在焊完后立即去除渣皮、飞溅物,清理干净焊缝表面,然后进行焊缝外观检查。

11.3.2 焊缝质量应按表 11.3.2 的规定进行分级。

11.3.3 焊缝外观质量应符合下列规定：

11.3.3.1 设计文件规定焊缝系数为 1 的焊缝或规定进行 100% 射线照相检验或超声波检验的焊缝，其外观质量不得低于本规范表 11.3.2 中的 II 级。

11.3.3.2 设计文件规定进行局部射线照相检验或超声波检验的焊缝，其外观质量不得低于本规范表 11.3.2 中的 III 级。

11.3.3.3 不要求进行无损检验的焊缝，其外观质量不得低于本规范表 11.3.2 中的 IV 级。

11.3.3.4 钛及钛合金焊缝表面除应按上述规定进行外观检查外，尚应在焊后清理前进行色泽检查，色泽检查应符合表 11.3.3 的规定。

钛及钛合金焊缝表面色泽检查

表 11.3.3

焊缝表面颜色	保护效果	质量
银白色(金属光泽)	优	合格
金黄色(金属光泽)	良	合格
紫色(金属光泽)(注)	低温氧化、焊缝表面有污染	合格
蓝色(金属光泽)	高温氧化、表面污染严重、性能下降	不合格
灰色(金属光泽)	保护不好、污染严重	不合格
暗灰色		
灰白色		
黄白色		

注：区别低温氧化和高温氧化的方法宜采用酸洗法，经酸洗能除去紫色、蓝色者为低温氧化，除不掉者为高温氧化，酸洗液配方为：2%~4%HF+30%~40% HNO₃+余量水(体积比)，酸洗液温度不应高于 60℃，酸洗时间宜为 2~3min，酸洗后应立即用清水冲洗干净并晾干。

焊缝质量分级标准

表 11.3.2

检验项目	缺陷名称	质量分级			
		I	II	III	IV
焊缝外观质量	裂纹	不允许			
	表面气孔	不允许		每 50 mm 焊缝长度内允许直径 $\leq 0.3\delta$, 且 ≤ 2 mm 的气孔 2 个 孔间距 ≥ 6 倍孔径	每 50 mm 焊缝长度内允许直径 $\leq 0.4\delta$, 且 ≤ 3 mm 气孔 2 个 孔间距 ≥ 6 倍孔径
	表面夹渣	不允许		深 $\leq 0.1\delta$ 长 $\leq 0.3\delta$, 且 ≤ 10 mm	深 $\leq 0.2\delta$ 长 $\leq 0.5\delta$, 且 ≤ 20 mm
	咬边	不允许		$\leq 0.05\delta$, 且 ≤ 0.5 mm 连续长度 ≤ 100 mm, 且焊缝两侧咬边总长 $\leq 10\%$ 焊缝全长	$\leq 0.1\delta$, 且 ≤ 1 mm, 长度不限
	未焊透	不允许		不加垫单面允许值 $\leq 0.15\delta$, 且 ≤ 1.5 mm 缺陷总长在 6δ 焊缝长度内不超过 δ	$\leq 0.2\delta$, 且 ≤ 2.0 mm 每 100 mm 焊缝内缺陷总长 ≤ 25 mm

中国建筑资讯网
www.sinooc.com

检验项目	缺陷名称	质量分级			
		I	II	III	IV
焊缝外观质量	根部收缩	不允许	$\leq 0.2 + 0.02\delta$, 且 $\leq 0.5\text{mm}$	$\leq 0.2 + 0.02\delta$, 且 $\leq 1\text{mm}$	$\leq 0.2 + 0.04\delta$, 且 $\leq 2\text{mm}$
			长度不限		
	角焊缝厚度不足	不允许	$\leq 0.3 + 0.05\delta$, 且 $\leq 1\text{mm}$ 每 100 mm 焊缝长度内 缺陷总长度 $\leq 25\text{mm}$	$\leq 0.3 + 0.05\delta$, 且 $\leq 2\text{mm}$ 每 100 mm 焊缝长度内 缺陷总长度 $\leq 25\text{mm}$	
	角焊缝焊脚不对称	差值 $\leq 1 + 0.1a$	$\leq 2 + 0.15a$	$\leq 2 + 0.2a$	
	余高	$\leq 1 + 0.10b$, 且最大为 3 mm	$\leq 1 + 0.2b$, 且最大为 5 mm		

检验项目	缺陷名称	质量分级					
		I	II	III	IV		
对接焊缝内部质量	射线照相检验	碳素钢和合金钢	GB3323 的 I 级	GB3323 的 II 级	GB3323 的 III 级	不要求	
		铝及铝合金	附录 E 的 I 级	附录 E 的 II 级	附录 E 的 III 级		
		铜及铜合金	GB3323 的 I 级	GB3323 的 II 级	GB3323 的 III 级		
		工业纯钛	附录 F 的合格级		不要求		
		镍及镍合金	GB3323 的 I 级	GB3323 的 II 级	GB3323 的 III 级		不要求
	超声波检验	GB11345 的 I 级		GB11345 的 II 级	不要求		

注：①当咬边经磨削修整并平滑过渡时，可按焊缝一侧较薄母材最小允许厚度值评定。

②角焊缝焊脚不对称在特定条件下要求平缓过渡时，不受本规定限制(如搭接或不等厚板的对接和角接组合焊缝)。

③除注明角焊缝缺陷外，其余均为对接、角接焊缝通用。

④表中 a —设计焊缝厚度； b —焊缝宽度； δ —母材厚度。

11.3.4 焊缝的表面无损检验应符合下列规定：

11.3.4.1 对规定进行表面无损检验的焊缝，其检验方法、检验数量及质量应符合设计文件和相关标准的规定。

11.3.4.2 当规定进行表面无损检验有再热裂纹倾向的焊缝，其表面无损检验应在焊后及热处理后各进行一次。

11.3.5 焊缝的射线照相检验及超声波检验应符合下列规定：

11.3.5.1 碳素钢和合金钢焊缝的射线照相检验应符合现行国家标准《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》GB 3323 的规定；超声波检验应符合现行国家标准《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》GB 11345 的规定；

11.3.5.2 铝及铝合金焊缝的射线照相检验应符合本规范附录 E 的规定；

11.3.5.3 铜及铜合金焊缝的射线照相检验应符合现行国家标准《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》GB 3323 的规定。象质计的材料应选用铜丝，底片黑度应为 1.2~3.5；

11.3.5.4 工业纯钛焊缝的射线照相检验应符合本规范附录 F 的规定；

11.3.5.5 镍及镍合金焊缝的射线照相检验应符合现行国家标准《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》GB 3323 的规定；

11.3.5.6 焊缝的射线照相检验、超声波检验的数量应符合设计文件和相关标准的规定；

11.3.5.7 设计文件规定焊缝系数为 1 的焊缝、规定进行 100% 射线照相检验或超声检验的焊缝，其质量不应低于本规范表 11.3.2 中的 II 级；

11.3.5.8 规定进行局部射线照相检验或超声波检验的焊缝，其质量不应低于本规范表 11.3.2 中的 III 级。

11.3.6 对焊缝无损检验时发现的不允许缺陷，应消除后进行补焊，并对补焊处用原规定的方法进行检验，直至合格。对规定进行局部无损检验的焊缝，当发现不允许缺陷时，应进一步用原规

定的方法进行扩大检验，扩大检验的数量应执行设计文件及相关标准。

11.3.7 规定进行局部射线照相检验或超声波检验的焊缝，其检验位置应由质检人员指定。

11.3.8 射线照相检验或超声波检验应在被检验的焊缝覆盖前或影响检验作业的工序前进行。

11.3.9 当必须在焊缝上开孔或开孔补强时，应对开孔直径 1.5 倍或开孔补强板直径范围内的焊缝进行无损检验，确认焊缝合格后，方可进行开孔。补强板覆盖的焊缝应磨平。

11.3.10 设计文件没有规定进行射线照相检验或超声波检验的焊缝，质检人员应对全部焊缝的可见部分进行外观检查，其质量应符合本规范表 11.3.2 中的 IV 级，当质检人员对焊缝不可见部分的外观质量有怀疑时，应做进一步检验。

11.3.11 焊缝焊后热处理应符合下列规定：

11.3.11.1 焊缝焊后热处理应在焊缝外观检查及规定的无损检验合格后进行；

11.3.11.2 对炉内进行整体热处理的焊缝，以及炉内分段局部热处理的焊缝，应检查并记录炉温，其热处理参数应符合设计文件、相关标准或焊接作业指导书的规定；

11.3.11.3 对炉外进行整体热处理的焊缝，其测温点位置应布置合理，热处理参数应符合设计文件、相关标准或焊接作业指导书的规定；

11.3.11.4 对进行局部加热热处理的焊缝，应检查和记录热处理温度及加热区域宽度，热处理参数及加热区域宽度应符合设计文件、焊接作业指导书或本规范的有关规定；

11.3.11.5 热处理温度且采用自动测温仪测量记录，检测仪器应经校验，灵敏度不得低于热处理温度的 1%。

11.3.12 炉内整体热处理的焊缝、炉内分段局部热处理的焊缝以及炉外整体热处理的焊缝，其热处理效果应通过设计文件、相关

标准规定的检查方法进行检查。无明确规定时，应通过在相同环境条件下加热的焊接试件进行检查。

11.3.13 进行局部加热热处理的焊缝，应通过硬度测量检查热处理效果，硬度值应符合设计文件、相关工程标准或焊接作业指导书的规定。无规定时，碳素钢焊缝和热影响区的硬度值不宜大于母材硬度的 120%，合金钢不宜大于母材硬度的 125%。

11.3.14 焊缝的强度试验及严密度试验应在射线照相检验或超声波检验以及焊缝热处理后进行。焊缝的强度试验及严密度试验方法及要求应符合设计文件、相关标准的规定。

11.3.15 焊缝焊完后应在焊缝附近做焊工标记及其他规定的标记。

11.4 焊接工程交工验收

11.4.1 对有无损检验要求的焊缝，竣工图上应标明焊缝编号、无损检验方法、局部无损检验焊缝的位置、底片编号、热处理焊缝位置及编号、焊缝补焊位置及施焊焊工代号。

11.4.2 焊缝施焊记录及检查、检验记录应符合相关标准的规定。

附录 A 焊接工艺评定报告和 焊接作业指导书格式

A. 0.1 焊接工艺评定报告的格式宜符合表 A. 0.1 的规定。

焊接工艺评定报告

表 A. 0.1

单位名称_____ 批准人签字_____

报告编号_____ 日 期_____

焊接方法_____ 机械化程度_____ 手工_____ 半自动_____ 自动_____

焊接接头： 坡口形式_____	详图： 衬垫_____
母材： 标准号_____	焊后热处理： 温度_____
牌号_____	保温时间_____
类、组别号___与类、组别号___相焊	保护气体： 尾部保护气_____ 流量_____
厚度_____	背面保护气_____ 流量_____
直径_____	电特性： 电流种类_____
其他_____	极性_____
焊接材料： 焊条标准_____	焊接电流 (A) _____ 电压 (V) _____
焊条牌号、直径_____	钨极尺寸_____
焊丝牌号、直径_____	其他_____
焊剂牌号_____	
熔敷金属厚度_____	

焊接位置：
对接焊缝位置_____
方向（向上、向下）_____

技术措施：
焊接速度_____
摆动或不摆动_____
摆动方式_____
多道焊或单道焊_____
单丝焊或多丝焊_____
其他_____

预热：_____
预热温度_____
层间温度_____
其他_____

焊缝外观检验：

渗透探伤（标准号、结果）_____ 超声波探伤（标准号、结果）_____
磁粉探伤（标准号、结果）_____ 射线探伤（标准号、结果）_____
其他_____

拉 伸 试 验 试验报告编号：

试样号	宽	厚	面积	断裂载荷	抗拉强度 (MPa)	断裂特点和部位

弯 曲 试 验 试验报告编号：

试样编号及规格	试样类型	弯曲直径	试验结果

冲 击 试 验 试验报告编号：

试样号	缺口位置	缺口型式	试验温度 (℃)	冲击功 (J)

其 他 试 验

试验项目_____

检验方法（标准、结果）_____

焊缝金属化学成分分析(结果)_____

其他_____

结 论

结论：本评定按_____规定焊接试件，检验试样，测定性能，确认试验记录正确，评定结果_____（合格、不合格）

施 焊	(签字)	焊接时间	标记
填 表	(签字)	日期	
审 核	(签字)	日期	

注：详图中应指明坡口尺寸、焊接层次、焊接顺序。

A. 0. 2 焊接作业指导书的格式宜符合表 A. 0. 2 的规定。

焊接作业指导书

表 A. 0. 2

单位名称_____ 编制人_____ 批准人签字_____

焊接作业指导书编号_____ 日期_____ 焊接工艺评定报告编号_____

焊接方法_____ 机械化程度_____ 手工_____ 半自动_____ 自动_____

焊接接头：

详图：

坡口形式_____

衬垫_____

其他_____

母材：

类别号_____ 组别号_____ 与类别号_____ 组别号_____ 相焊

或标准号_____ 牌号_____ 与标准号_____ 牌号_____ 相焊

厚度范围：

板材：对接焊缝_____ 角焊缝_____

管材直径、壁厚范围：对接焊缝_____ 角焊缝_____

焊缝熔敷金属厚度范围：_____

其他_____

钨极规格及类型:钍钨极_____或铈钨极_____

熔化极气体保护焊熔滴过渡形式:喷射过渡_____短路过渡_____

焊丝送进速度范围_____

技术措施:

摆动焊或不摆动焊_____摆动方式_____

喷嘴尺寸_____

焊前清理或层间清理_____

背面清根方法_____

导电嘴至工件距离_____

多道焊或单道焊_____

多丝焊或单丝焊_____

锤击_____有_____无_____

环境温度_____相对湿度_____

其他_____

注:详图中应指明坡口尺寸、焊接层次和焊接顺序。

附录 B 焊工考试记录、焊工考试结果登记表 及焊工合格证书的格式

B.0.1 焊工考试记录的格式宜符合表 B.0.1 的规定。

焊工考试记录

表 B.0.1

试件编号		焊工姓名		试件位置	
母材牌号		焊条牌号及直径			
板材厚度		焊丝牌号及直径			
管材外径和壁厚		焊剂牌号			
焊接方法		钨极牌号及直径			
试件形式		保护气体			
外观 检查	检查结果:				
	外观检查质量评定				
	检查人		检查日期		
射线照相 检验	照相质量等级	焊缝质量等级	检验报告编号	检验日期	
断口检验	检验结果		检验报告编号	检验日期	
弯曲性能 检验	面弯	背弯	侧弯	检验报告编号	检验日期
宏观金相 检验	检验结果		检验报告编号	检验日期	

B. 0. 2 焊工考试结果登记表的格式应符合表 B. 0. 2 的规定。

焊工考试结果登记表

表 B. 0. 2

考试编号：

姓名				性 别				焊工钢印			
出生年月				文化程度				焊接工龄			
基本知识 考 试		考试日期		试卷编号		考试成绩		主考人签章			
操作技能 考 试	考试日期	试件编号	试件类别	焊接方法	焊接位置	母 材		焊接材料	考试结果	主考人签章	
						牌号	规格				
考委会结论		允许担任的焊接项目：									
		考委会主任 年 月 日									

B. 0. 3 焊工合格证书的格式应符合表 B. 0. 3 的规定。

焊工合格证书

表 B. 0. 3

(塑料封面)

(封面里)

现场设备、工业管道焊接

焊
工
合
格
证

_____焊工考试委员会

姓 名 _____

性 别 _____

焊工钢印 _____

照片

(工作单位公章压照片)

(焊工考试委员会签章)

合格证编号 _____ 年 月

(第 1~5 页)

(第 6~10 页)

合格项目 代 号	厚度或 管径范围	考委会 主 任 签 章	签证 日期

免 试 证 明

根据焊工考试委员会考核，该焊工焊接质量符合 **GB50236—98** 免试条件，准予将原考试合格项目 _____

的有效期延长至 _____ 年 _____ 月 _____ 日。

考委会主任 _____

签证日期 _____

焊接质量事故记录

日期	质量事故内容	检查人员

注 意 事 项

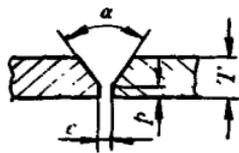
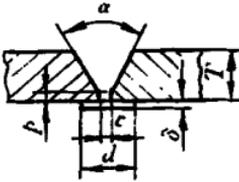
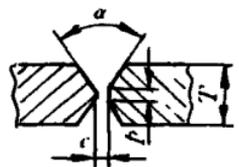
1. 此证应妥善保存，不得转借他人。
2. 此证记载各项，不得私自涂改。
3. 合格项目，自签证之日起有效期三年。

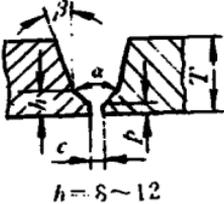
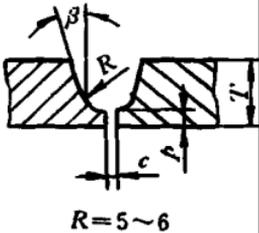
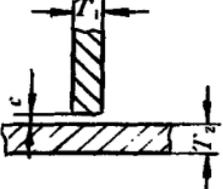
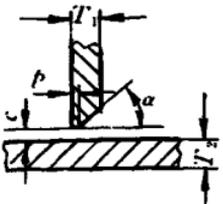
附录 C 焊件的坡口形式和尺寸

C.0.1 钢焊件坡口形式和尺寸应符合表 C.0.1 的规定。

钢焊件坡口形式和尺寸

表 C.0.1

项次	厚度 T (mm)	坡口 名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(\beta)$ (°)	
1	1~3	I 型坡口		0~1.5	—	—	单面焊
	3~6			0~2.5			双面焊
2	3~9	V 型坡口		0~2	0~2	65~75	
	9~26			0~3	0~3	55~65	
3	6~9	带垫板 V 型坡口		3~5	0~2	45~55	
	9~26			4~6	0~2		
4	12~60	X 型坡口		0~3	0~3	55~65	

项次	厚度 T (mm)	坡口 名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(\beta)$ ($^{\circ}$)	
5	20~60	双V型 坡口	 <p>$h = 8 \sim 12$</p>	0~3	1~3	65~75 (8~12)	
6	20~60	U型 坡口	 <p>$R = 5 \sim 6$</p>	0~3	1~3	(8~12)	
7	2~30	T型接 头I型 坡口		0~2	—	—	
8	6~10	T型接头 单边V 型坡口		0~2	0~2	45~55	
	10~17			0~3	0~3		
	17~30			0~4	0~4		

项次	厚度 T (mm)	坡口 名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(\beta)$ (°)	
9	20~40	T型接头 对称K形 坡口		0~3	2~3	45~55	
10	管径 $\varnothing \leq 76$	管座 坡口		2~3		50~60 (30~35)	
11	管径 $\varnothing 76 \sim 133$	管座 坡口		2~3	—	45~60	
12		法兰角 焊接头		—	—	—	$K = 1.4T$, 且不大于颈部 厚度; $E = 6.4$, 且不大 于 T

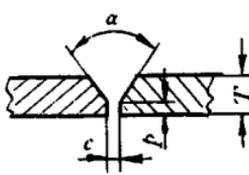
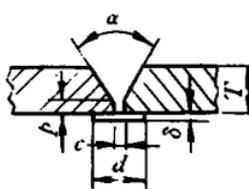
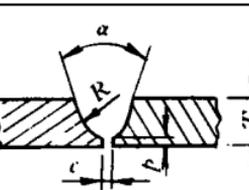
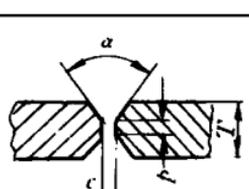
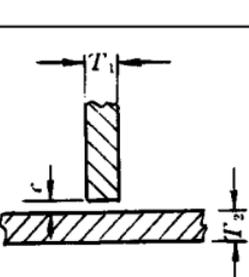
项次	厚度 T (mm)	坡口 名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(\beta)$ ($^{\circ}$)	
13		承插焊接法兰		1.6	—	—	$K=1.4T$, 且不大于颈部厚度
14		承插焊接接头		1.6	—	—	$K=1.4T$, 且不小于3.2

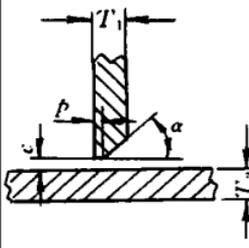
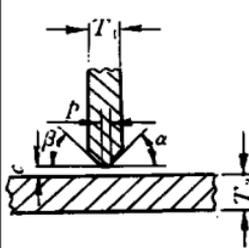
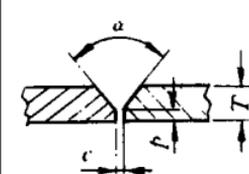
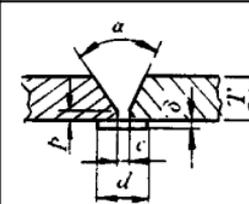
C. 0. 2 铝及铝合金坡口形式和尺寸应符合表 C. 0. 2 的规定。

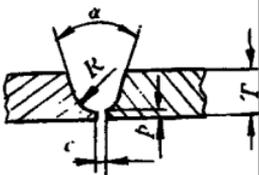
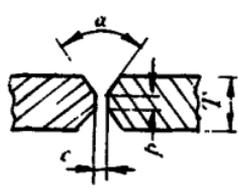
铝及铝合金坡口形式和尺寸

表 C. 0. 2

焊接方法	项次	厚度 T (mm)	坡口 名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
					间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(\beta)$ ($^{\circ}$)	
手工钨极氩弧焊	1	1~2	卷边		—	—	—	卷边高度 $T+1$ 不 填加焊丝
	2	<3	I型 坡口		0~1.5	—	—	单面焊
3~5		0.5~ 2.5			—	—	双面焊	

焊接方法	项次	厚度 T (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
					间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(\beta)$ (°)	
手工钨极氩弧焊	3	3~5	V型坡口		0~2.5	1~1.5	70~80	①横焊位置坡口角度上半边40°~50°，下半边20°~30°；②单面焊坡口根部内侧最好倒棱；③U型坡口根部圆角半径为6~8mm
		5~12			2~4	1~2	60~70	
	4	4~12	带垫板V型坡口		3~6	—	50~60	
	5	>8	U型坡口		0~2.5	1.5~2.5	55~65	
6	>12	X型坡口		0~2.5	2~3	60~80		
7	≤6	不开坡口T型接头		0.5~1.5	—	—		

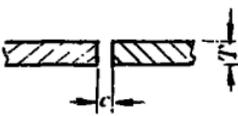
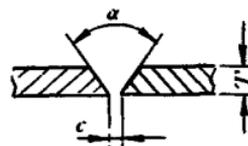
焊接方法	项次	厚度 T (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
					间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(\beta)$ ($^\circ$)	
手工钨极氩弧焊	8	6~10	T形接头单边V型坡口		0.5~2	≤ 2	50~55	
氩弧焊	9	>8	T形接头对称K形坡口		0~2	≤ 2	50~55	
熔化极氩弧焊	10	≤ 10	I型坡口		0~3	—	—	
极氩弧焊	11	8~20	V型坡口		0~3	3~4	60~70	
弧焊	12	8~25	带垫板V型坡口		3~6	—	50~60	

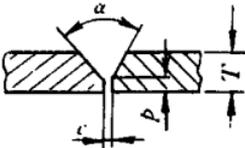
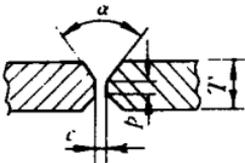
焊接方法	项次	厚度 T (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
					间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(\beta)$ ($^{\circ}$)	
熔化极氩弧焊	13	>20	U型坡口		0~3	3~5	40~50	
	14	>8 >26	X型坡口		0~3	3~6 5~8	70~80 60~70	

C. 0. 3 紫铜及黄铜焊接坡口形式及尺寸应符合表 C. 0. 3-1 及表 C. 0. 3-2 的规定。

紫铜手工钨极氩弧焊坡口形式及尺寸

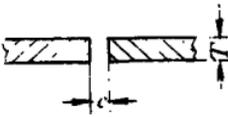
表 C. 0. 3-1

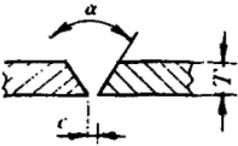
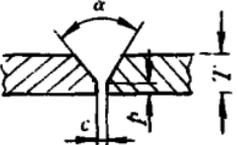
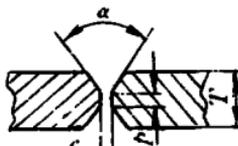
项次	厚度 T (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(\beta)$ ($^{\circ}$)	
1	≤ 2	I型坡口		0	—	—	
2	3~4	V型坡口		0	—	60~70	

项次	厚度 T (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(\beta)$ ($^\circ$)	
3	5~8	V型坡口		0	1~2	60~70	
4	10~14	X型坡口		0	—	60~70	

黄铜氧乙炔焊坡口形式及尺寸

表 C. 0. 3-2

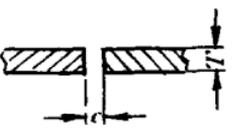
项次	厚度 T (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(\beta)$ ($^\circ$)	
1	≤ 2	卷边		—	—	—	不加填充金属
2	≤ 3	I型坡口		0~4	—	—	单面焊
	3~6			3~5	—	—	双面焊 不能两侧同时焊

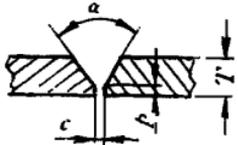
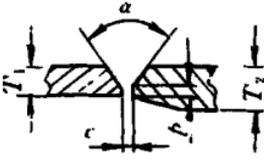
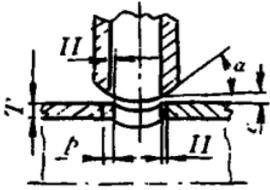
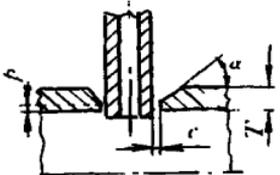
项次	厚度 T (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(\beta)$ ($^{\circ}$)	
3	3~12	V型坡口		3~6	0	60~70	
4	>6	V型坡口		3~6	0~3	60~70	
5	>8	X型坡口		3~6	0~4	60~70	

C. 0. 4 工业纯钛钨极氩弧焊坡口形式及尺寸应符合表 C. 0. 4 的规定。

工业纯钛钨极氩弧焊坡口形式及尺寸

表 C. 0. 4

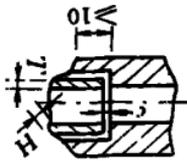
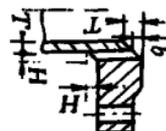
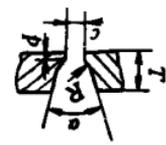
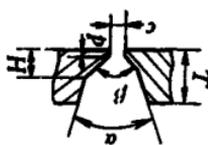
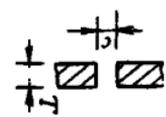
项次	厚度 T (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(\beta)$ ($^{\circ}$)	
1	1~2	I型坡口		0~1	—	—	

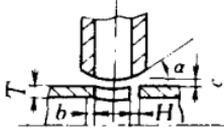
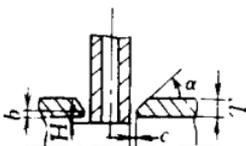
项次	厚度 T (mm)	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(\beta)$ (°)	
2	2~10	V型坡口		0.5~2	1~1.5	60~65	
3	2~10	不等厚管壁对接V型坡口		0.5~2	1~1.5	60~65	
4	2~10	跨接式三通支管坡口		1~2.5	1~2	40~50	
5	2~10	插入式三通主管坡口		1~2.5	1~2	40~50	

C. 0. 5 镍及镍合金坡口形式及尺寸应符合表 C. 0. 5 的规定。

镍及镍合金坡口形式及尺寸

表 C. 0. 5

序号	厚度 T (mm)	坡口 名称	坡口形式	坡口尺寸		
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(\beta)$ (°)
1	1~3	I型		1.5 ± 0.5	—	—
2	≤ 8	V型		2.5 ± 0.5	1 ± 0.5	75 ± 5
	> 8			2.5 ± 0.5	1 ± 0.5	70 ± 5
3	≥ 17	双V型		2.5 ± 0.5	1.5 ± 0.5 $H = T/3$	$\alpha = 50 \sim 55$ $\beta = 75 \pm 5$
4	≥ 17	U型		3 ± 0.5	1.5 ± 0.5	$30 \sim 40$ $R = 5 \sim 6$
5		法兰 角接头		$b = 1 \sim 3$	$H = 1.4T$	
6	≥ 4	管件角 接头		$c = 2 \sim 3$ $b = 0.5 \sim 1$	$H = T$	

序号	厚度 T (mm)	坡口 名称	坡口形式	坡口尺寸		
				间隙 c (mm)	钝边 p (mm)	坡口角度 $\alpha(\beta)$ (°)
7	≥ 4	跨接式 三通直 管坡口		$c=2\sim 3$ $b=1\pm 0.5$	$H=0\sim 2$	60 ± 5
8	≥ 4	插入式 三通主 管坡口		$c=2\sim 3$ $b=1\sim 2$	$H=0\sim 2.5$	55 ± 5

附录 D 焊接材料的选用

D. 0.1 同种钢焊接选用的焊接材料应符合表 **D. 0.1** 的规定。

同种钢焊接选用的焊接材料

表 **D. 0.1**

钢 号	手 弧 焊		埋 弧 焊			二氧化碳气 体保护焊 焊丝钢号	氩弧焊 焊丝钢号
	焊 条		焊丝钢号	焊 剂			
	型 号	对应牌 号示例		型 号	对应牌 号示例		
Q235—A·F Q235—A、10、 20	E4303	J422	H08 H08Mn	HJ401—H08A	HJ431	H08Mn2Si	—
20R、20g	E4316	J426	H08A	HJ401—H08A	HJ431	H08Mn2Si	—
	E4315	J427	H08MnA				
25	E4303	J422	H08	HJ401—H08A	HJ431	—	—
	E5003	J502	H08Mn				

中国建筑资讯网
www.sinoaec.com

钢 号	手 弧 焊		埋 弧 焊			二氧化碳气 体保护焊 焊丝钢号	氩弧焊 焊丝钢号
	焊 条		焊丝钢号	焊 剂			
	型 号	对应牌 号示例		型 号	对应牌 号示例		
09Mn2V	E5515—C1	W707Ni	H08Mn2MoVA	—	HJ250	—	—
09Mn2VDR 09Mn2VD	E5515—C1	W707Ni	—	—	—	—	—
06MnNbDR	E5515—C2	W907Ni	—	—	—	—	—
		W107Ni					
16Mn	E5003	J502	H10MnSi	HJ401—H08A	HJ431	H08MnMoA	H10Mn2
16MnR	E5016	J506		H10Mn2	HJ402— H10Mn2		
16MnRC	E5015	J507	—		—	—	
16MnDR 16MnD	E5016—G E5015—G	J506RH J507RH	—	—	—	—	—
15MnV	E5003	J502	H08MnMoA H10MnSi H10Mn2	HJ401— H08A	HJ431	H08Mn2SiA	H08Mn2SiA
15MnVR	E5016	J506		HJ402— H10Mn2	HJ350		
	E5015	J507		—	—		
15MnVRC	E5515—G	J557		—	—		

钢 号	手 弧 焊		埋 弧 焊			二氧化碳气 体保护焊 焊丝钢号	氩弧焊 焊丝钢号
	焊 条		焊丝钢号	焊 剂			
	型 号	对应牌 号示例		型 号	对应牌 号示例		
15MnVNR	E6016—D1	J606	H08MnMoA	HJ402— H10Mn2	HJ350	H08Mn2SiA	H08Mn2SiA
	E6015—D1	J607		—	HJ250G		
18MnMoNbR	E7015—D2	J707	H08Mn2MoA	—	HJ250G	—	—
12CrMo	E5515—B1	R207	H13CrMoA	HJ402— H10Mn2	HJ350	—	H08CrMoA
15CrMo	E5515—B2	R307		—	HJ250G		H13CrMoA
12Cr1MoV	E5515—B2—V	R317	H08CrMoVA	HJ402— H10Mn2	HJ350	—	H08CrMoVA
12Cr2Mo	E6015—B3	R407	—	—	—	—	—
1Cr5Mo	E1—5MoV—15	R507	H1Cr5Mo	—	HJ250	—	—
0Cr19Ni9	E0—19— 10—16	A102	—	—	—	—	—
	E0—19— 10—15	A107					

钢 号	手 弧 焊		埋 弧 焊			二氧化碳气 体保护焊 焊丝钢号	氩弧焊 焊丝钢号
	焊 条		焊丝钢号	焊 剂			
	型 号	对应牌 号示例		型 号	对应牌 号示例		
0Cr18Ni9Ti	E0-19-10 Nb-16	A132	H0Cr20Ni10Ti	—	HJ260	—	H0Cr20Ni10Ti
	E0-19-10 Nb-15	A137		—	—	—	
0Cr18Ni9Ti	E0-19-10 Nb-16	A132	—	—	—	—	—
	E0-19-10 Nb-15	A137					
00Cr18Ni10	E00-19- 10-16	A002	H00Cr21Ni10	—	HJ260	—	H00Cr21Ni10
00Cr19Ni11	E00-19- 10-16	A002	—	—	—	—	—

钢 号	手 弧 焊		埋 弧 焊			二氧化碳气 体保护焊 焊丝钢号	氩弧焊 焊丝钢号
	焊 条		焊丝钢号	焊 剂			
	型 号	对应牌 号示例		型 号	对应牌 号示例		
0Cr17Ni12Mo2	E0-18-12 Mo2-16	A202	H00Cr19Ni12Mo2	—	HJ260	—	H00Cr19Ni 12Mo2
	E0-18-12 Mo2-15	A207		—	HJ260	—	
0Cr18Ni12Mo2Ti	E00-18-12 Mo2-16	A022	H0Cr20Ni14Mo3	—	HJ260	—	H0Cr20Ni 14Mo3
	E0-18-12 Mo2Nb-16	A212		—	HJ260	—	
0Cr19Ni13Mo3	E0-19- 13Mo3-16	A242	—	—	—	—	—
0Cr18Ni12Mo3Ti	E00-18- 12Mo2-16	A022	H0Cr20Ni14Mo3	—	HJ260	—	H0Cr20Ni 14Mo3

钢号	手弧焊		埋弧焊			二氧化碳气体保护焊 焊丝钢号	氩弧焊 焊丝钢号
	焊条		焊丝钢号	焊剂			
	型号	对应牌号示例		型号	对应牌号示例		
0Cr18Ni12Mo3Ti	E0-18-12MoNb-16	A212	H0Cr20Ni14Mo3	—	HJ260	—	H0Cr20Ni14Mo3
00Cr17Ni14Mo2	E00-18-12Mo2-16	A022	H0Cr20Ni14Mo3	—	HJ260	—	H0Cr20Ni14Mo3
0Cr13	E1-13-16	G202	—	—	—	—	—
	E1-13-15	G207					
0Cr17	E0-17-16	G302	—	—	—	—	—
	E0-17-15	G307					
1Cr13	E1-13-16	G202	—	—	—	—	—
2Cr13	E1-13-15	G207					

D. 0. 2 异种钢焊接选用的焊接材料应符合表 D. 0. 2 的规定。

异种钢焊接选用的焊接材料

表 D. 0. 2

接头钢号	手 弧 焊		埋 弧 焊		
	焊 条		焊丝钢号	焊 剂	
	型 号	对应牌 号示例		型 号	对应牌 号示例
Q235+16Mn	E4303	J422	H08 H08Mn	HJ401— H08A	HJ431
20、20R+16MnR、 16MnRC	E4315	J427	H08MnA	HJ401— H08A	HJ431
	E5015	J507			
16MnR+ 18MnMoNbR	E5015	J507	H10Mn2 H10MnSi	HJ401— H08A	HJ431
Q235+15CrMo	E4315	J427	H08 H08MnA	HJ401— 08A	HJ431
Q235+1Cr5Mo					
16MnR+15CrMo	E5015	J507	—	—	—
20、20R、16MnR +12Cr1MoV	E5015	J507	—	—	—
Q235+ 0Cr18Ni9Ti	E1—23—13—16	A302	—	—	—
	E1—23—13Mo2—16	A312			
20R+0Cr18Ni9Ti	E1—23—13—16	A302	—	—	—
	E1—23—13Mo2—16	A312			
16MnR+ 0Cr18Ni9Ti	E1—23—13—16	A302	—	—	—
	E1—23—13Mo2—16	A312			
18MnMoNbR+ 0Cr18Ni9Ti	E2—26—21—16	A402	—	—	—
	E2—26—21—15	A407			
15CrMo+ 0Cr18Ni9Ti	E2—26—21—16	A402	—	—	—
	E2—26—21—15	A407			

D. 0. 3 铝及铝合金焊丝的选用应符合表 D. 0. 3 的规定。

铝及铝合金焊丝的选用

表 D. 0. 3

母 材 牌 号	焊 丝 牌 号
L1	L1
L2	SA1-2、L1、L2
L3	SA1-2、SA1-3、L2、L3
L4	SA1-2、SA1-3、L4
L5	SA1-2、SA1-3、L4、L5
L6	SA1-2、SA1-3、L5、L6
LF2	SA1Mg-2、SA1Mg-3、SA1Mg-5、LF2、LF3
LF3	SA1Mg-3、SA1Mg-5、LF3、LF5
LF5	SA1Mg-5、LF5、LF6
LF6	LF6
LF11	SA1Mg-5、LF11
LF21	SA1Mn、SA1Si-5、LF21
L1~L6+LF21	SA1Mn、SA1Si-5、LF21
LF2+LF21	SA1Mg-5、LF3
LF3+LF21	SA1Mg-5、LF5
LF5+LF21	SA1Mg-5、LF6
LF6+LF21	SA1Mg-5、LF6
L1~L6+LF2	SA1Mg-5、LF3
L1~L6+LF3	SA1Mg-5、LF5
L1~L6+LF2	SA1Mg-5、LF6
L1~L6+LF6	LF6

D. 0. 4 铜及铜合金焊丝及焊剂的选用应符合表 D. 0. 4 的规定。

铜及铜合金焊丝及焊剂的选用

表 D. 0. 4

序号	母 材		焊 丝		焊 剂
	类 别	牌 号	牌 号	代 号	
1	紫 铜	T2	HSCu	201	气剂 301
2		T3	HSCu	201	气剂 301
3		T4	HSCu	201	气剂 301
4		TU2	HSCu	201	气剂 301
5	黄 铜	H62	HSCuZn-3	223	气剂 301
6		H68	HSCuZn-3	223	气剂 301
7		HFe59-1-1	HSCuZn-4	224	气剂 301

中国建筑资讯网
www.sinooc.com

附录 E 铝及铝合金焊缝射线照相检验

E.1 射线照相底片的质量

E.1.1 射线照相底片应选用工业纯铝或防锈铝合金材料的线型象质计,象质计的型号和规格,应符合现行国家标准《线型象质计》GB 5618 的规定。

E.1.2 底片上能识别的象质计的最小线径,应符合表 E.1.2 的规定。

透照厚度和应识别的最小线径 (mm) 表 E.1.2

透照厚度(δ)	识别的最小线径	透照厚度(δ)	识别的最小线径
$\delta < 6.0$	0.100	$16.0 \leq \delta < 25.0$	0.32
$6.0 \leq \delta < 8.0$	0.125	$25.0 \leq \delta < 30.0$	0.40
$8.0 \leq \delta < 10.0$	0.16	$30.0 \leq \delta < 50.0$	0.50
$10.0 \leq \delta < 12.5$	0.20	$50.0 \leq \delta < 63.0$	0.63
$12.5 \leq \delta < 16.0$	0.25	$63.0 \leq \delta < 100.0$	0.80

E.1.3 检验区非缺陷部分的底片黑度应在表 E.1.3 规定的范围内。

底片黑度范围 表 E.1.3

透照厚度 δ (mm)	底片黑度
$\delta < 40.0$	1.0~3.5
$40.0 \leq \delta < 80.0$	1.5~3.5
$\delta \geq 80.0$	2.0~3.5

E. 2 底片评定的顺序

E. 2.1 底片应在暗处用足够亮度的观片灯进行观察, 并应使用适合观察范围的固定遮光板。

E. 2.2 确认底片质量应符合本附录第 E. 1 节的规定。

E. 2.3 对气孔、夹钨及点状氧化物夹渣, 应按本附录第 E. 3 节的规定求出缺陷点数, 并按本附录第 E. 4.3 条的规定评定等级。

E. 2.4 对条状氧化物夹渣、未焊透, 应按本附录第 E. 4 节的规定测定长度, 并按第 E. 4.3 条的规定评定等级。

E. 2.5 裂纹、夹铜、未熔合, 应直接按本附录第 E. 4.5 条的规定评定等级。

E. 2.6 咬边等表面缺陷不在评级范围内。

E. 3 缺陷点数的计算

E. 3.1 在检验区内应以缺陷点数量多的部位作为评定视野。评定视野的大小应按表 E. 3.1 的规定确定。当缺陷处于评定视野的交界线上时, 视野以外部分也应一起测定。评定视野内一种缺陷多处存在, 或同时存在多种缺陷, 则缺陷点数应为各缺陷点数之和。

评 定 视 野 尺 寸 (mm)

表 E. 3. 1

母材厚度 δ	$\delta < 20.0$	$20.0 \leq \delta < 80.0$	$\delta \geq 80.0$
评定视野	10×10	10×20	10×30

E. 3.2 气孔、夹钨和尺寸不大于 2 mm 的氧化物夹渣, 应根据其尺寸按表 E. 3.2 规定的数值换算成缺陷点数。气孔、氧化物夹渣的缺陷点数折算应直接由表 E. 3.2 确定; 焊缝夹钨的缺陷点数折算应按表 E. 3.2 查得值的 1/2 计算。

缺陷尺寸 (mm)	≤ 1.0	$>1.0, \leq 2.0$	$>2.0, \leq 4.0$	$>4.0, \leq 8.0$	$>8.0, \leq 10.0$
点数	1	2	4	8	16

E. 3. 3 若缺陷尺寸小于表 E. 3. 3 规定的数值时,可不计缺陷点数。

不计点数的缺陷尺寸(mm)

表 E. 3. 3

母材厚度 δ	$\delta < 20.0$	$20.0 \leq \delta < 40.0$	$\delta \geq 40.0$
缺陷尺寸	0.4	0.6	$1.5\% \delta$

E. 3. 4 对尺寸小于本附录表 E. 3. 3 规定数值的密集缺陷,其范围应作为一个大的缺陷,按本附录表 E. 3. 2 查得缺陷点数,但其位置明显位于焊缝余高部分时,可不计缺陷点数。

E. 3. 5 缺陷长度的计算应符合以下规定:

E. 3. 5. 1 2 mm 以上的氧化物夹渣,应以其最长的尺寸作为缺陷长度;未焊透应以缺陷最长的尺寸的 2 倍作为其长度。

E. 3. 5. 2 当不少于两个排列于一线上的缺陷,其相邻的缺陷间距超过较大缺陷的长度时,应作为分散缺陷分别评定;其间距小于较大缺陷的长度时,应作为同一缺陷,该缺陷长度应包括间距。

E. 4 焊缝质量的等级评定

E. 4. 1 根据缺陷的性质和数量,焊缝质量分为四级。

E. 4. 2 第 I、II、III 级焊缝内应无裂纹、夹铜、未熔合以及双面焊和加垫板的单面焊中无未焊透等缺陷。

E. 4. 3 气孔、夹钨和 2mm 以下的氧化物夹渣,缺陷点数应按表

E. 4.3 进行等级分类,当缺陷尺寸超过母材厚度的 $1/3$ 时,不应评为 I 级;当缺陷尺寸超过母材厚度的 $2/3$ 或 10.0mm 中较小者时,应评为 IV 级。

根据缺陷点数的等级分类

表 E. 4. 3

评定视野 (mm)	10×10				10×20		10×30	
	母材厚度 $\delta(\text{mm})$	$\delta < 3.0$	$3.0 \leq \delta < 5.0$	$5.0 \leq \delta < 10.0$	$10.0 \leq \delta < 20.0$	$20.0 \leq \delta < 40.0$	$40.0 \leq \delta < 80.0$	$\delta \geq 80.0$
I		1	2	3	4	6	7	8
II		3	7	10	14	21	24	28
III		6	14	21	28	42	49	56
IV	缺陷点数值大于 III 级							

注:①表中数字表示缺陷点数和容许界限。

②不同厚度的母材焊缝接头,应按薄件厚度评定。

E. 4.4 尺寸超过 2mm 的氧化物夹渣和单面焊不带垫板焊缝的未焊透,缺陷长度应按表 E. 4. 4 规定进行等级分类。当这些缺陷与本附录第 E. 4. 3 条中的缺陷并存时,应先分别进行等级分类,然后将最低级定为评定的等级,当级别相同时应降一级。

条状缺陷等级分类(mm)

表 E. 4. 4

等级	母材厚度 δ	$\delta \leq 12$	$12 < \delta < 48$	$\delta \geq 48$
	I		≤ 3	$\leq 1/4\delta$
II		≤ 4	$\leq 1/3\delta$	≤ 16
III		≤ 6	$\leq 1/2\delta$	≤ 24
IV	缺陷长度大于 III 级			

E. 4. 5 当Ⅲ级的缺陷点数连续存在,且超过评定视野的3倍时,应评为Ⅳ级。

E. 4. 6 焊缝存在裂纹、夹铜或未熔合时,均应评为Ⅳ级。

附录 F 工业纯钛焊缝射线照相检验

F.0.1 对接焊缝应 100% 进行射线照相检验。

F.0.2 焊缝射线照相检验应按现行国家标准《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》GB 3323 进行；底片评定应符合本附录的规定。

F.0.3 射线照相使用的象质计的型式和规格应符合表 F.0.3 (图 F.0.3) 的规定。象质计金属丝的材质应为钛及钛合金或铝及铝合金。

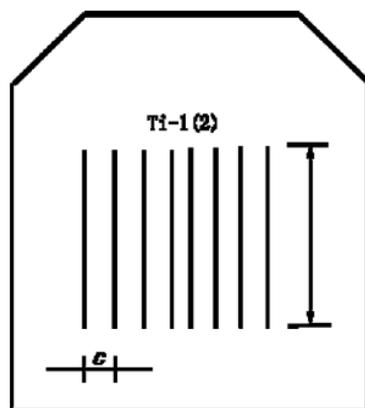


图 F.0.3 线型象质计形式图

线型象质计的型号和规格(mm)

表 F.0.3

型号	厚度	钛丝编号及直径							线长 b	线距 c	
		编号	1	2	3	4	5	6			7
Ti-1	<15	直径	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	50	5
		编号	1	2	3	4	5	6	7		
Ti-2	15~35	直径	0.30	0.35	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	50	5
		编号	5	6	7	8	9	10	11		

F. 0. 4 象质计清晰显示的最小线径应符合表 F. 0. 4 的规定。

焊缝厚度与象质计清晰显示的最小线径 表 F. 0. 4

焊缝厚度 (mm)	<6.0	6.0~8.0	>8.0~12.5	>12.5~16	16~20	>20~25
象质计线径	0.20	0.25	0.35	0.40	0.50	0.60

F. 0. 5 焊缝中无裂纹、未溶合、未焊透为合格。

F. 0. 6 焊缝中允许存在的气孔、点状夹渣、夹钨,应按表 F. 0. 6-1 的规定,折算成缺陷点数,但缺陷长度在表 F. 0. 6-2 的范围内,可不计缺陷点数,当缺陷长度超过母材厚度的 30%或 4mm 时应评为不合格。

缺陷长度折算点数 表 F. 0. 6-1

缺陷长度(mm)	<1.0	1~2	>2~4
折算点数	1	2	4

不计点数的缺陷长度(mm) 表 F. 0. 6-2

母材厚度	<10	10~20	>20~25
缺陷长度	0.3	0.4	0.7

F. 0. 7 缺陷点数计算范围应为射线底片上任意的 10×15mm 的焊缝区域内的缺陷总和,当焊缝宽度小于 10mm 时,其长度仍以 15mm 计。

F. 0. 8 当焊缝中的缺陷点数超过表 F. 0. 8 的规定时,该焊缝应评为不合格。

允许存在缺陷点数 表 F. 0. 8

项 目	母材厚度 (mm)				
	<3	3~5	>5~10	>10~20	>20~25
允许存在的缺陷点数	2	4	6	8	10

附录 G 本规范用词说明

G. 0.1 本规范中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”或“可”；

反面词采用“不宜”。

G. 0.2 条文中指明应按其他有关标准和规范执行的写法为“应按……执行”或“应符合……要求或规定”。

本规范主编单位、参编单位 和主要起草人名单

主编单位：中国化学工程第三建设公司

参编单位：哈尔滨焊接研究所、原化工部管理干部学院、
原化工部施工标准化管理中心站、中国化学工
程第十三建设公司、原电力部安徽省第二建设
公司、中国石化总公司燕山石化建设公司

主要起草人：鲁爱琴 张正先 宋胜英 程训义 夏节文
梁永利 涂乃明 田淑珍 廖传庆