



中华人民共和国国家标准

GB/T 13147—91

铜及铜合金复合钢板焊接 技术条件

The specification for welding of copper
and copper alloy clad steel plate

1991-08-23 发布

1992-05-01 实施

国家技术监督局 发布

中华人民共和国国家标准

铜及铜合金复合钢板焊接 技术条件

GB/T 13147—91

The specification for welding of copper
and copper alloy clad steel plate

1 主题内容与适用范围

本标准规定了焊接铜及铜合金复合钢板(以下简称铜钢复合板)时,对材料、焊工、焊前准备、焊接、焊接质量检验以及焊接缺陷返修等的技术要求。

本标准适用于总厚度超过 8 mm、复层材料为铜或铜合金、基层材料为低碳钢或低合金钢的铜钢复合板的焊接。本标准未作规定的铜钢复合板的焊接亦可参照使用。

2 引用标准

- GB 150 钢制压力容器
- GB 985 气焊、手工电弧焊及气体保护焊缝坡口的基本型式与尺寸
- GB 986 埋弧焊焊缝坡口的基本型式和尺寸
- GB 1300 焊接用钢丝
- GB 2649 焊接接头机械性能试验取样方法
- GB 2650 焊接接头冲击试验方法
- GB 2651 焊接接头拉伸试验方法
- GB 2653 焊接接头弯曲及压扁试验方法
- GB 3120 镍线
- GB 3125 白铜线
- GB 3323 钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级
- GB 3670 铜及铜合金焊条
- GB 4191 惰性气体保护电弧焊和等离子焊接、切割用钨钼电极
- GB 4842 氩气
- GB 5117 碳钢焊条
- GB 5118 低合金钢焊条
- GB 5234 加工白铜—化学成分和产品形状
- GB 5235 加工镍及镍合金—化学成分和产品形状
- GB 5293 碳素钢埋弧焊用焊剂
- GB 6052 工业液体二氧化碳
- JB 1152 锅炉和钢制压力容器对接焊缝超声波探伤
- JB 2736 铜及铜合金焊丝
- JB 3964 压力容器 焊接工艺评定

CB 1207 铜及铜合金复合钢板

3 术语

3.1 过渡层焊道(buttering welding pass)

为防止基材成分对复层焊缝金属的不利影响,以保证接头质量和性能,预先在基层焊缝金属表面熔敷一层规定成份的金属层。

3.2 铁的稀释率(ferro rate of dilution)

焊接时来自基层钢和过渡层焊道的铁元素含量,在复层焊缝中所增加的重量百分比。

4 材料

4.1 焊接用铜钢复合板及其配套用的焊接材料,必须具有出厂的合格证书,并经制造厂检验合格后,方可使用。

4.2 铜钢复合板的质量应符合 CB 1207 及有关标准或供需双方协议的规定。

4.3 焊接材料

4.3.1 基层焊接材料

碳钢、低合金钢焊接材料按设计图样或专门技术文件选用。所用的焊条、焊丝与焊剂等应分别符合 GB 5117、GB 5118、GB 1300、GB 5293 及其他有关标准的规定。

4.3.2 复层焊接材料

复层焊接材料应按设计图样或专门技术文件选用,并应符合 GB 3125、GB 3670、GB 5234、JB 2736 及其他有关标准的规定。

4.3.3 过渡层焊接材料

过渡层焊接材料可根据复层和基层材料,按表 1 选取,亦可按设计图样或专门技术条件选用。但应符合 GB 3120、GB 3670、GB 5235、JB 2736 及其他有关标准的规定。

表 1 过渡层焊接材料

基层材料	复层材料				
	铜	铝青铜	磷青铜	硅青铜	白铜
	焊接材料				
低碳钢	$N_6(N_2, N_4)$	TCuAl SCuAl	TCuSn SCuSn	TCuAl SCuAl	$N_6(N_2, N_4)$ 或 TCuAl SCuAl
低合金钢	$N_6(N_2, N_4)$	TCuAl SCuAl	TCuSn SCuSn	TCuAl SCuSn	$N_6(N_2, N_4)$ 或 TCuAl SCuAl

4.3.4 焊接工艺用材料

4.3.4.1 焊接用氩气应符合 GB 4842 的规定。

4.3.4.2 焊接用二氧化碳气体应符合 GB 6052 的规定。

4.3.4.3 焊接用钨极应符合 GB 4191 的规定。

5 焊工

5.1 焊工需经严格的技术培训,经过考试合格后方可施焊。焊工考试规则,可参照劳动人事部“锅炉压力容器焊工考试规则”并结合本标准中的铜钢复合板的焊接要求,由施工单位焊工考试委员会自行制订,并取得相应的质量监督部门的认可。

5.2 焊工只能从事证书中所允许的材料组别、接头型式、焊接位置及焊接方法的焊接。

6 焊前准备

6.1 下料

焊件的下料可采用机械加工、等离子切割或氧-乙炔切割等任一方法进行。

6.1.1 机械加工

用剪床直接剪切,或用刨床进行刨削加工。

6.1.2 等离子切割

切割时,应注意复层朝上,基层朝下,从复层侧开始切割。

6.1.3 火焰切割

切割时,应将复层要切割部位先用机械方法(如刨、磨削等)去除,然后复层朝下,用氧-乙炔火焰切割基层。

6.2 焊接坡口的加工

焊接坡口加工必须采用机械方法,加工时要去除火焰切割后的氧化皮。加工完的坡口可采用肉眼或低倍放大镜检查,必要时也可用着色检查。焊接坡口两侧板面不得有裂纹、夹渣、毛刺、基层和复层脱层等缺陷。如有上述缺陷,应去除后再进行焊接。

6.3 接头型式

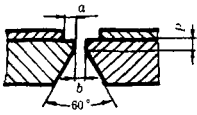
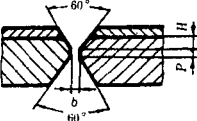
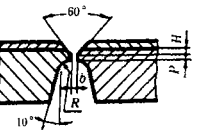
主要采用对接和角接两种接头型式。

6.3.1 对接

6.3.1.1 铜钢复合板对接焊时,一般的坡口型式及尺寸按表2选取。其中:1~4的坡口型式适合于先焊基层后焊复层的焊接。5~6的坡口型式适合于先焊复层后焊基层的焊接(如小口径管子只能先焊复层后焊基层)。

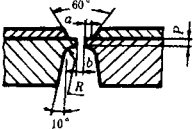
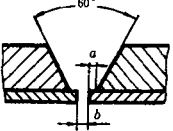
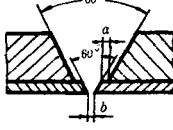
表 2

mm

序号	坡口型式	尺寸	
1		<i>a</i>	2~4
		<i>b</i>	2~3
		<i>P</i>	1~3
2		<i>b</i>	2~3
		<i>P</i>	1~3
		<i>H</i>	1~3
3		<i>b</i>	2~3
		<i>P</i>	1~3
		<i>H</i>	1~3
		<i>R</i>	4~5

续表 2

mm

序号	坡口型式	尺寸	
4		a	2~4
		b	2~3
		P	1~3
		R	4~5
5		a	2~4
		b	1~3
6		a	2~4
		b	1~3

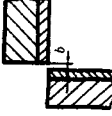
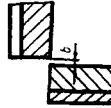
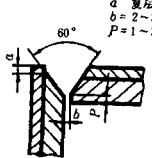
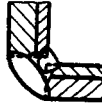

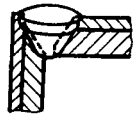
6.3.1.2 对于基层钢焊接需采用的其他坡口型式及尺寸,可根据手工电弧焊及埋弧焊工艺分别参照 GB 985、GB 986 执行。

6.3.2 角接

6.3.2.1 铜钢复合板角接接头的坡口型式及尺寸按表 3 选取。

表 3

mm

序号	1	2	3
坡口型式及尺寸	 $b=2-3$	 $b=2-3$	 a 复层厚 $b=2-3$ $P=1-3$
焊缝型式			

续表 3

mm

序号	4	5	6
坡口型式及尺寸	$\delta = 2 \sim 3$ $P = 1 \sim 3$ B 自定 与复层同材质的衬板	$\delta = 2 \sim 3$ $P = 1 \sim 3$ 	$\delta = 2 \sim 3$ $P = 1 \sim 3$
焊缝型式			

6.3.2.2 对于表 3 中尚未提及的其他类型的角接头,依据表 4 的施焊要求并参照 GB 985、GE 986 中的规定具体制订。

表 4

序号	焊接程序	焊接要求
1		按表 2 的要求加工坡口,并按 6.4 进行坡口的表面清理
2		选用与基层钢相配套的材料进行基板的焊接。在焊接打底焊道时,应注意不能将复层熔化,并全部填满基层钢一侧坡口,形成焊道 1
3		用角向磨光机对基层钢焊道 1 反面清根,不能用电弧气刨法清根,清根后,用相应的过渡层焊接材料焊接过渡层焊道 2,焊道 2 的高度要超过复层界面,且要完全填满基层,要盖过交界面 0.5~1.0 mm 以上。过渡层焊道厚度不小于 3.0 mm
4		过渡层焊道检查合格后,用相应的复层焊接材料进行复层焊道的焊接,形成焊道 3。该层一般采用与复层同样的材料或性能高于复层的材料进行焊接。其表面余高 1.5~2.0 mm,或按设计图样。复层焊道不得有咬边。焊缝应圆滑过渡

注:当基层较厚时,可先焊基层若干道后,焊过渡层,再焊复层,而后翻过来再焊满基层焊道,以控制变形。

6.4 焊前清理

焊前应将焊丝表面及焊接坡口两侧至少各 20 mm 范围内的油污、锈斑及其他污物、氧化膜等去除干净。多道焊时,必须把每一焊道表面焊渣、氧化膜及其他污物去除干净后方可进行下一焊道的焊接。

6.5 组装及定位焊

6.5.1 组装

焊件避免强行组对,对接错边量 $b \leq 0.1s$ (s 为复合板总厚度),且不大于 2 mm。焊接装配以复层为基准。当两对接复合板厚度不等时,按其较小厚度者考虑。当两对接复合板复层与复层、基层与基层的厚度差分别超过 GB 985 中第 3 条的规定时,应对较厚的复层或基层板边进行削斜处理,其削斜长度分别按各自的厚度差计算,其计算公式见公式(1)和公式(2):

$$L \geq 3(\delta - \delta_1) \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中: L —— 削斜长度,mm,见图 1;

δ, δ_1 —— 复层厚度,mm,见图 1。

$$L \geq 3(t - t_1) \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中: L —— 削斜长度,mm,见图 1;

t, t_1 —— 基层厚度,mm,见图 1。

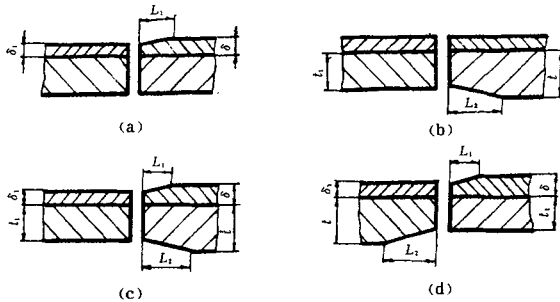


图 1 组对削斜处理示意图

6.5.2 定位焊

定位焊应在基层钢上进行。且应由具有合格证的焊工承担。其间距和长度,一般间距为 200~300 mm,长度为 30~50 mm。也可根据焊件的具体情况自行确定。若发现定位焊缝有裂纹或其他缺陷时应予铲除,重新移位定位焊。

7 焊接

7.1 一般要求

7.1.1 焊接接头应具有与铜钢复合板同等的力学性能。

- 7.1.2 焊接时应避免基层和复层之间相互渗透。
- 7.1.3 复层接头应具有与钢钢复合板复层同等的使用性能。
- 7.1.4 不得在复层表面引弧、焊接卡兰、吊环及临时支架等。

7.2 焊接方法

基层的焊接推荐采用手工电弧焊,也可采用埋弧焊及二氧化碳气体保护焊;复层及过渡层的焊接推荐采用手工钨极氩弧焊和手工电弧焊。允许采用其他能保证焊接质量的焊接方法。

7.3 焊接工艺评定

- 7.3.1 当产品的技术条件或设计图样要求进行焊接工艺评定时,须在焊前进行焊接工艺评定。
- 7.3.2 焊接工艺评定办法参照 JB 3964 的要求,并结合本标准所确定的焊接规定,由施工单位根据产品结构及技术要求,自行制定评定办法,并取得相应质量监督部门的认可。
- 7.3.3 根据已认可的焊接工艺和设计要求,制订出合理的焊接工艺规程。
- 7.3.4 根据已认可的焊接工艺和设计图样及具体结构要求,由施工单位制定出具体结构的焊接工艺参数。

7.4 焊接程序

- 7.4.1 一般情况下,铜钢复合板的焊接应先焊基层钢,经清根并按规定的质量检验项目检验合格后,再焊过渡层,最后焊复层。表 4 为焊接程序的示例和要求,表 2 中序号 1~4 的接头型式的焊接可按表 4 的要求参照执行。
- 7.4.2 当结构限制(如小口径管子的焊接)先焊复层,再焊过渡层,最后焊基层时(如表 2 中序号 5、6 的接头型式),复层焊接应选用尽量小的线能量,以保证良好的单面焊双面成形,然后用相配套的焊接材料进行过渡层焊接,最后焊接基层焊道。其要求按照表 4 原则执行。
- 7.4.3 为防止复层与基层在焊接时的相互渗透,从而增加复层焊缝中铁的稀释率,降低复层焊缝的性能,应严格控制过渡层、复层焊道的焊接电流、焊接速度。应在保证良好熔焊的前提下,尽量采用小的焊接电流,大的焊接速度。
- 7.4.4 当复层较厚并要求预热时,应根据板厚和材质经实验确定预热温度。
- 7.4.5 当基层钢焊前需预热时,应根据板厚和材质经实验确定预热温度。
- 7.4.6 角焊缝的焊接参照表 3 执行。基本原则与对接焊相同。但当角焊缝为基材与复材角接时,应采用过渡层焊接材料进行焊接。

7.5 产品焊接试板

检验产品焊接性能的焊接试板应选择能代表产品的板材规格。产品焊接试板的焊前准备、焊接方法、焊接材料、焊接工艺参数等应与产品焊接相同。并与产品焊接同时进行。其性能检验项目及合格标准应符合产品设计要求及有关规定。

7.6 焊后热处理

- 7.6.1 当焊后需要消除应力时,应进行焊后热处理。其热处理制度应按基层材料确定,其计算厚度应为整个复合板的总厚度。
- 7.6.2 如热处理影响复层焊缝性能时,复层焊缝应在基层焊缝完成热处理后再进行焊接。

7.7 焊后清理

焊后应仔细清理表面焊渣、飞溅物及其他污物。

7.8 焊工印记

焊缝焊好并清理完毕后,应在基层钢焊缝附近的明显部位打上焊工钢印,以便核对。

8 焊接质量检验

8.1 检验人员

检验人员应经一定的技术培训,能正确掌握铜钢复合板焊接特点及质量评级标准,并取得有关部门

表 5

基层材料	弯轴直径 D mm	横向正弯 (复层受拉)	横向反弯 (基层受拉)
碳素钢	$4a$	$\geq 180^\circ$ 不裂	$\geq 180^\circ$ 不裂
低合金钢	$4a$	$\geq 100^\circ$ 不裂	$\geq 100^\circ$ 不裂

注: a 为试样厚度, mm。

8.7.4 冲击试验

对于铜钢复合板焊接结构一般不要求做该项试验。当有特殊要求时,可做此项试验。冲击试验按 GB 2650 进行。

8.8 复层焊道铁的稀释率的测定

采用从复层焊缝取金属屑的湿法化学分析法,也可采用 X-射线荧光光谱分析法进行测定,对于有耐蚀要求的复层材料为白铜、铝青铜的结构,其铁的稀释率应不超过 10%。

铁的稀释率测定取样部位和取样区见图 3,评定的最小厚度根据腐蚀蚀度设计计算的复层厚度值确定。

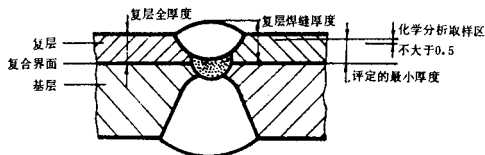


图 3 铁的稀释率取样位置示意图

9 焊接缺陷返修

9.1 当焊缝上发现有不允许的缺陷,经清除后应进行返修。基层、过渡层、复层焊缝的返修应按复合板焊接接头的施焊程序分别依次进行。

9.2 返修工艺应得到主管焊接技术人员的同意。焊缝同一部位,不论基层、过渡层、复层其返修次数应不超过两次,超过两次时应由施工单位技术总负责人批准,或由有关部门协商解决。返修后,应将返修的原始记录记入质量档案。

10 焊接环境

焊接应在能保证质量的环境下进行。对于电弧焊工艺,当焊接环境出现风速大于 10 m/s,相对湿度大于 90%,或下雨、下雪的情况时,禁止施焊。如果用手工钨极氩弧焊时,应在室内进行,如条件不允许时,则要搭盖临时防风棚,且不得有过堂风。当焊接温度低于 0℃ 时,应在始焊处 100 mm 范围内预热到手触感觉温暖的温度。

11 安全防护

11.1 焊接设备必须安装正确、牢靠,电焊机应接地良好,电缆线绝缘良好。

11.2 焊接现场要有良好的通风设备,在窄小容器内施焊要有专人监护。

11.3 施焊人员必须按规定穿工作服,以防烧伤、烫伤及弧光灼伤。

的认可资格。

8.2 工序检验

焊接施工过程中的每一工序完成后,需经检查合格,方可转入下道工序施工。

8.3 外观检验

8.3.1 焊缝的外形尺寸应符合图样的要求。

8.3.2 焊缝及热影响区表面不得有裂纹、未焊透、未熔合及超标的咬边、弧坑、夹渣等缺陷。

8.3.3 复层焊缝表面不允许有咬边。基层焊缝咬边深度不得超过基层板厚的10%,且不大于0.5 mm,咬边连续长度不得大于100 mm,焊缝两边总长不得超过该焊缝总长的10%。

8.4 射线探伤检验

射线探伤按 GB 3323 进行。其拍片百分比及合格标准,应符合设计图样和技术条件的规定。为减少返修次数,一般应在基层焊完后进行第一次探伤检验,待全部焊缝焊完后再进行第二次射线探伤检验。

8.5 超声波探伤检验

超声波探伤用于检查基层钢焊缝。其探伤方法按 JB 1152 进行。探伤百分比及合格标准应符合设计图样和技术条件的规定。

8.6 液体渗透检验

液体渗透检验仅用于过渡层和复层焊缝检查。其检验方法按 GB 150 附录 H 进行。其检验范围和合格标准,应符合设计图样和技术条件的规定。

8.7 焊接接头的力学性能试验

8.7.1 试样

试样截取位置应根据焊缝外观检验及无损探伤结果,在试样的有效利用长度内做适当的分布。根据 GB 2649 的规定,结合钢钢复合板的焊接特点,其截取试样位置如图 2 所示。

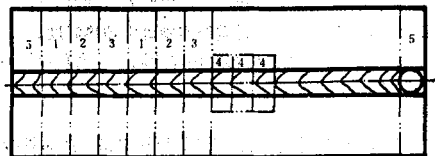


图 2 试样截取位置示意图

1—拉伸;2—正弯;3—反弯;4—冲击;5—舍弃

8.7.2 拉伸试验

取两个带有复层焊道的拉伸试样按 GB 2651 进行试验。其两个试样的拉伸强度值均不得低于复合板标准规定的下限值。如果其中有一个试样不合格,应再取两个试样复验,如果全部合格则认为合格。如果仍有一个不合格,则为不合格。如果试样断在母材上,若强度不低于母材规定的最小抗拉强度的95%,可认为试验满足要求。

8.7.3 弯曲试验

取两个横向正弯试样,两个横向反弯试样按 GB 2653 进行弯曲试验。试验时其试样的焊缝及热影响区应全部在试样受弯的范围内,其合格标准按表 5 规定。两个试样均合格则为合格。如果其中一个试样不合格,应再取两个试样复验,如果全部合格则为合格,否则为不合格。

附加说明：

本标准由中国船舶工业总公司提出。

本标准由全国海洋船标准化技术委员会船用材料应用工艺分技术委员会归口。

本标准由中国船舶工业总公司洛阳船舶材料研究所负责起草。

本标准主要起草人蒋成禹、汪汀、张法礼、严铿。