

结构钢和不锈钢熔焊接头质量检验

1 范围

本标准规定了用焊条电弧焊、埋弧焊、氧乙炔焊、原子氢焊、细丝二氧化碳气体保护焊、熔化极氩气和二氧化碳混合气体保护焊和钨极氩弧焊焊接的 10、15、20、25、10Mn2A、12Mn2A、25CrMnSiA、30CrMnSiA、OCr18Ni9、1Cr18Ni9Ti 和 1Cr19Ni11Si4AlTi 等牌号钢的熔焊接头质量检验要求。

本标准适用于上述结构钢和不锈钢熔焊接头的质量检验。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。在本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 3375—1994	焊接术语
HB 5363—95	焊接工艺质量控制
HB/Z 5134—2000	结构钢和不锈钢熔焊工艺

3 术语

本标准采用下列定义。

3.1 焊缝宽度均匀度 uniformity of weld width

在同一条焊缝上,焊缝宽度的最大值与最小值之差。

本标准中采用的其它焊接术语及其定义按 GB/T3375 的规定。

4 一般要求

4.1 焊缝等级的划分和标注按 HB5363—1995 中的第 3 章和第 7.2.1 条的规定。

4.2 本标准未作规定的焊接质量检验问题,在保证产品质量要求的条件下,允许工厂自行处理。

5 质量检验

5.1 在定位焊、焊接、校正、最终热处理和缺陷补焊等工序后,以及在最后机械加工后、表面处理前,均应对焊件进行焊接质量检验。检验前应将焊缝及其附近区域清理干净。

5.2 焊接接头的检验方法有:目视检查、磁粉检验、X 射线检验、气密试验、液压试验、力学性能试验、金相检验等。

5.3 除目视检查外,其余检验方法的选择、检验部位、项目和周期应按图样或技术文件的规定进行。

5.4 对所有焊件应 100% 进行目视检查或用 5~10 倍放大镜检查其外观质量。

5.5 X 射线检验应在焊件最终热处理后进行,如需要,在最终热处理前也可以增加 X 射线检验工序。需进行 X 射线检验的焊件数量为:

- a) 一级焊缝应 100% 检验;
- b) 二级焊缝,试制时 100% 检验;成批生产时每批检验 10%~100%。

5.6 需磁粉检验的焊件均应 100% 检验。

6 焊接接头的质量

6.1 焊缝尺寸

6.1.1 焊缝尺寸应符合图样规定。当图样上未规定时应按 HB/Z5134—2000 中表 8 的规定选择。

6.1.2 焊缝宽度沿全长应均匀一致。材料厚度小于或等于 4mm 时焊缝宽度均匀度为 2mm, 大于 4mm 时为 2.5mm。

6.1.3 焊缝外形若产生急剧过渡时, 应进行修补使其均匀过渡到基体材料。

6.2 裂纹

6.2.1 在焊接接头上, 不允许有裂纹存在。

6.2.2 允许补焊的裂纹见表 1。

表 1 允许补焊的裂纹

焊件的热处理及强度	焊缝等级	焊缝上的裂纹		热影响区上的纵向裂纹		
		在 100mm 长度焊缝上的横向裂纹, 条	纵向裂纹不超过焊缝长度的百分数, %	不穿透裂纹不超过焊缝长度的百分数, %	穿透裂纹不超过焊缝长度的百分数, %	
					材料厚度 ≤ 4mm	材料厚度 > 4mm
热处理前或已热处理到 $\sigma_b < 880\text{MPa}$ 的焊件	一级	1	10	10	5	—
	二级	2	15	15	10	5
	三级	2	不限			30
焊后已热处理到 $\sigma_b \leq 1280\text{MPa}$ 或焊前已热处理到 $\sigma_b = 880 \sim 1380\text{MPa}$ 的焊件	一级	不允许	5% 或 5mm (取较小值)		不允许	
	二级	1	8		5	不允许
	三级	2	15		10	5
焊后已热处理到 $\sigma_b > 1280\text{MPa}$ 的焊件	一级	不允许	3% 或 5mm (取较小值)		不允许	
	二级	不允许	5		不允许	
	三级	1	10		5	
补焊后允许进行重复热处理的焊件	与热处理前或已热处理到 $\sigma_b < 880\text{MPa}$ 的焊件相同					

注: 1 从焊缝上扩展到基体材料上的横向裂纹, 当其在基体材料上的长度不大于焊缝宽度的一半, 最长不超过 5mm, 且条数不超过焊缝中横向裂纹相应的允许值时, 允许补焊。

2 焊缝长度小于 50mm 时, 表中凡以焊缝长度百分数规定的标准, 均按以 50mm 计算出的数值处理。

6.2.3 发动机架及管结构允许补焊的裂纹列于表 2。

6.3 焊缝的表面气孔

6.3.1 最终热处理前一、二级焊缝的表面气孔均应补焊。经最终热处理或机械加工后出现的表面气孔不超过表 3 的规定时允许存在。

6.3.2 为防止加工后显露在表面的气孔超出规定, 对于需进行机械加工的焊缝内部气孔, 必要时, 加工前可按表面气孔标准要求。

6.3.3 三级焊缝的表面气孔不超过表 3 规定时, 允许存在。

表 2 发动机架及管结构允许修补的裂纹(材料厚度 $\leq 4\text{mm}$)

焊件的热处理及强度	焊缝上的裂纹		热影响区上的纵向裂纹	
	在 100mm 长度上的 横向裂纹,条	纵向裂纹不超过焊 缝长度的百分数,%	不穿透裂纹不超过 焊缝长度的百分 数,%	穿透裂纹不超过焊缝 长度的百分数,%
热处理前或已热处理到 $\sigma_b < 880\text{MPa}$ 的焊件	不多于两条	15		10
焊后已热处理到 $\sigma_b \leq 1280\text{MPa}$ 或焊前已热处理到 $\sigma_b = 880 \sim 1380\text{MPa}$ 的焊件	不多于 1 条(不允许 扩展到基体材料上)	与受力方向平行或成不大于 30° 角的裂纹(见图 1),单个或数条 裂纹总长不超过焊缝长度的 15%,每条裂纹长度最大不超过 20mm。 与受力方向垂直或成大于 30° 角的裂纹(见图 1),单个或数条裂 纹总长不超过焊缝长度的 8%,每条裂纹长度最大不超过 10mm。 应力集中处,裂纹长度不超过 5mm		
焊后已热处理到 $\sigma_b > 1280\text{MPa}$ 的焊件	应力集中处不允许 有裂纹,其它地方不 多于 1 条	与受力方向平行或成不大于 30° 角的裂纹(见图 1),单个或数条 裂纹总长不超过焊缝长度的 8%,每条裂纹长度最大不超过 10mm。 与受力方向垂直或成大于 30° 角的裂纹(见图 1),单个或数条裂 纹总长不超过焊缝长度的 5%,每条裂纹长度最大不超过 5mm。 应力集中处,裂纹长度不超过 5mm。		
补焊后进行重复热处理 的焊件	与热处理前或已热处理到 $\sigma_b < 880\text{MPa}$ 的焊件相同			

注:1 从焊缝上扩展到基体材料上的横向裂纹,当其在基体材料上的长度不大于焊缝宽度的一半,最长不超过 5mm,且其条数不超过焊缝中横向裂纹相应的允许数量时,允许补焊。

2 焊缝长度小于 50mm 时,表中凡以焊缝长度百分数规定的标准,均按以 50mm 计算出的数值处理。

3 焊前已热处理到 $\sigma_b = 880 \sim 1380\text{MPa}$ 和焊后已热处理到 $\sigma_b \leq 1280\text{MPa}$ 的焊件,在应力集中处,允许补焊 1 次。

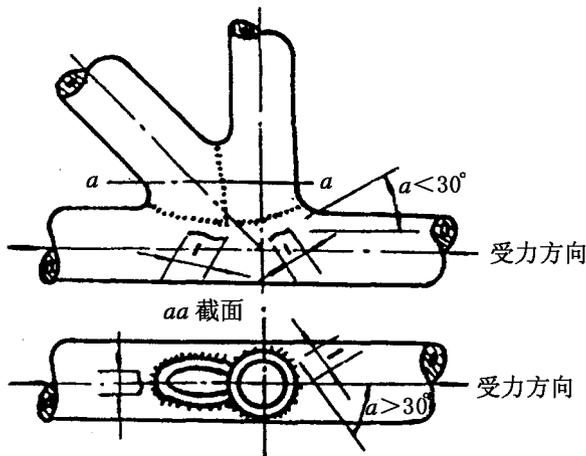


图 1

表 3

材料厚度 mm	允许的单个缺陷				在 100mm 长度焊缝上允许存在的缺陷 个数及面积						在长度小于 50mm 的焊上允 许存在的缺陷面积的总和, mm ²		
	缺陷尺寸 mm	缺陷之间允许的最 小间距,mm			允许存在个数			允许存在缺陷面积 的总和,mm ²					
		一级	二级	三级	一级	二级	三级	一级	二级	三级	一级	二级	三级
≤4	>0.8~1.5	相邻 较大 缺陷 尺寸 的 15 倍	相邻 较大 缺陷 尺寸 的 1 倍	不 限	1	2	3	2	4	8	1	2	8
>4	>1.5~2.0				0	0	3	5	10	15	3	5	
	1.0~1.5				2	4							

注:1 尺寸大于表中规定的单个缺陷,不允许存在。

2 尺寸符合表中规定的单个缺陷,其个数多于允许存在个数或间距小于允许最小间距时,都不允许存在。

3 材料厚度小于或等于 4mm 时,缺陷尺寸小于 0.8mm 及材料厚度大于 4mm 时,缺陷尺寸小于 1.0mm,其缺陷之间的距离大于相邻较小缺陷尺寸的按单个面积累计;小于时按分布区域计算面

4 每个缺陷尺寸都按其最大长度计算。

5 有尖角的或线状的缺陷不允许存在。

表 4

材料厚度 mm	允许的单个缺陷				在 100mm 长度焊缝上允许存在的缺陷 个数及面积						在长度小于 50mm 的焊上允 许存在的缺陷面积的总和, mm ²		
	缺陷尺寸 mm	缺陷之间允许的最 小间距,mm			允许存在个数			允许存在缺陷面积 的总和,mm ²					
		一级	二级	三级	一级	二级	三级	一级	二级	三级	一级	二级	三级
≤4	>2.0~2.5	相邻 较大 缺陷 尺寸 的 1.5 倍	相邻 较大 缺陷 尺寸 的 1 倍	不 限	0	1	2	10	15	25	5	8	12
	1.5~2.0				3	3	5						
>4	>2.5~3.0				0	1	2	20	25	35	10	12	18
	1.5~2.5				4	3	5						

注:1 尺寸大于表中规定的单个缺陷,不允许存在。

2 尺寸符合表中规定的单个缺陷,其个数多于允许存在个数或间距小于允许最小间距时,都不允许存在。

3 尺寸小于 1.5mm 的缺陷,其相互之间的距离大于相邻较小缺陷尺寸时按单个面积累计;小于时按分布区域计算面积。

4 每个缺陷尺寸都按其最大长度计算。

5 有尖角的或线状的缺陷不允许存在。

表 5

焊缝等级	在 100mm 长度的焊缝上		
	烧穿长度, mm	烧穿宽度, mm	烧穿处数量
一级	不允许		
二级	≤10	≤焊缝宽度	1
三级	≤15	≤焊缝宽度	2

6.3.4 气密焊缝的表面气孔均应补焊。

6.4 焊缝内部的气孔与夹渣

6.4.1 焊缝内部的气孔与夹渣不超过表 4 的规定。

6.5 烧穿

材料厚度小于或等于 2.5mm 的焊件(包括用已热处理的构件制成的焊件),烧穿不超过表 5 的规定时允许补焊。

6.6 背面余高

6.6.1 尺寸不超过表 6 的背面余高,允许存在。

表 6

mm

材料厚度	允许的背面余高高度	
	对接、角接	T 形接、搭接
≤1.5	材料厚度	1.0
>1.5~3.0	1.5	1.5
>3.0~6.0	2.0	—
>6	2.5	—

6.6.2 不允许的背面余高,在易于达到的地方应用机械方法去掉至允许值;急剧过渡到基体材料上的背面余高应排除,使其均匀过渡。

6.6.3 有气孔的背面余高均应修补。

6.7 未焊透

6.7.1 焊接接头的熔透深度(占基体材料厚度的百分数):

a)对接和外角接的熔透深度为 100%。

b)T 形接和搭接的熔透深度为:

材料厚度不大于 5mm 时熔透深度大于等于 15%;

材料厚度为 5.1~15mm 时熔透深度大于等于 10%;

材料厚度大于 15mm 时熔透深度大于等于 7%。

c)T 型接头和搭接接头材料厚度比在 1/2~1/3 范围内时厚件的熔透深度按薄件的绝对值要求。

d)嵌人接头嵌人处的焊缝端头,应 100%焊透并且均匀过渡到基体材料。

6.7.2 一、二级焊缝上的未焊透均应补焊。

三级焊缝的对接和外角接接头上的局部未焊透,不超过焊缝长度的 10%,且深度不超过表 7 规定时,允许存在。端头未焊透均应补焊。

6.7.3 氧乙炔焊时,材料厚度不大于 3mm 的 T 形接和搭接接头中允许存在表 8 规定的未焊透。

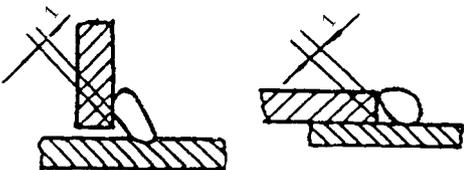
表 7

mm

材料厚度	允许的未焊透深度
≤ 2	0.3
$> 2.0 \sim 4.0$	0.4
$> 4.0 \sim 15.0$	1.0
> 15.0	1.3

表 8

mm

接头型式	材料厚度	允许的未焊透值
	≤ 1.5	1.0
	$> 1.5 \sim 2.0$	0.7
	$> 2.0 \sim 3.0$	0.5

注:板厚小于 2.0mm 时搭接接头的上板,至少应焊上材料厚度的 70%。

6.7.4 在大型或复杂的零件上,允许去掉未焊透的构件,配上新件重新焊接,此时应算一次补焊。材料厚度小于或等于 1.0mm 的零件互相组合时,不允许采用此种方法。

6.8 咬边

6.8.1 材料厚度小于或等于 4mm 的焊件上二级焊缝的咬边不允许存在。

6.8.2 不超过表 9 规定的咬边,应用机械方法排除,使其平滑过渡。

6.8.3 超过表 9 规定的咬边均应补焊。

表 9

mm

焊缝等级	允许咬边的最大深度	在 100mm 长度焊缝上的最大累计长度
一级	不允许	—
二级	5%或 0.5(取较小值)	10
三级	10%或 0.5(取较小值)	20

6.9 凹坑

材料厚度小于或等于 3mm 时,焊缝的背面凹坑不超过表 10 的规定允许存在,否则均应修补。

表 10

mm

焊缝等级	背面凹坑的允许最大深度,%	在 100mm 长度焊缝上的最大累计长度
一级	7	8
二级	10	20
三级	20	30

6.10 焊瘤

焊件上的焊瘤均应排除。

6.11 弧坑

弧坑均应修补。

7 焊接缺陷的补焊

7.1 焊接缺陷的补焊按 HB/Z5134 进行。

最终热处理前焊件上允许修补的缺陷应在最终热处理前排除。

7.2 一条焊缝上只有一种缺陷时,其允许补焊的总长度见表 11。

表 11

缺陷名称 焊件的补焊 状态及焊缝等级	焊缝尺寸偏差	表面气孔	内部气孔	背面余高过高	未焊透	咬边	背面凹坑
最终热处理前	一级	30%	20%		30%		
	二级	50%	30%		50%		
	三级	不限					
焊前已最终热处理	二级	15%					
	三级	20%					

焊后最终热处理焊件上有表面气孔的焊缝,其允许补焊的长度,按焊件强度和性质相应的裂纹标准(表 1 或表 2)中的最大百分数。

7.3 在长度大于或等于 100mm 的同一条焊缝上发现不只一种缺陷,且每种缺陷均允许单独补焊时,其允许补焊的总长度为:

- a) 一级焊缝在最终热处理前不超过焊缝长度的 30%;
- b) 二级焊缝在最终热处理前不超过焊缝长度的 50%;
- c) 三级焊缝在最终热处理前不限;
- d) 焊前已最终热处理处理的焊件不超过焊缝长度的 20%。

7.4 焊后经最终热处理焊件上有缺陷的焊缝允许补焊的总长度,不允许超过表 1 或表 2 规定的相应标准中的最大百分数。

7.5 同一处缺陷允许补焊的次数:

- a) 一级焊缝允许补焊的总次数为 2 次,最终热处理扣只允许补焊 1 次;
- b) 二级焊缝允许补焊的总次数为 3 次,最终热处理后只允许补焊 1 次;
- c) 三级焊缝允许补焊的总次数为 3 次,最终热处理后只允许补焊 2 次;
- d) 用已热处理的构件制成的焊件,允许补焊 2 次。