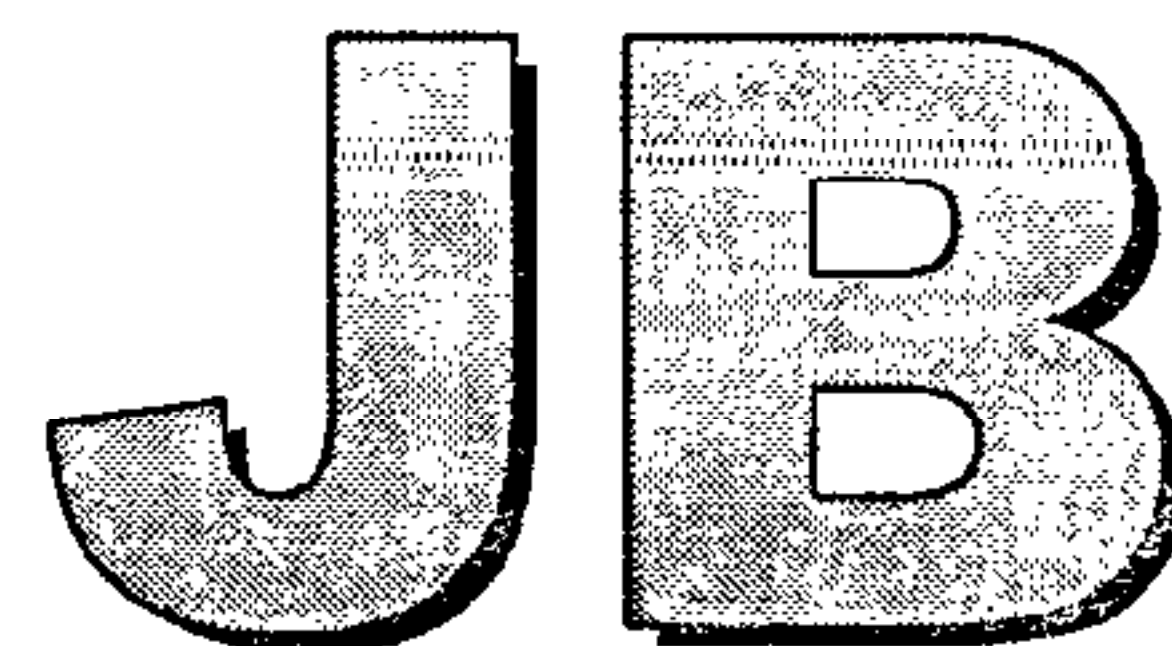


ICS 25.120.20

H 90

备案号: 21701—2007



中华人民共和国机械行业标准

JB/T 5000.7—2007

代替 JB/T 5000.7—1998

重型机械通用技术条件 第7部分: 铸钢件补焊

Heavy mechanical general techniques and standards
— Part 7: Repair welding for steel castings



2007-08-28 发布

2008-02-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 焊前准备技术要求..... 1

3.1 缺陷清理和坡口形式..... 1

3.2 焊前预热..... 1

3.3 焊接材料的选择与使用..... 3

3.4 焊接环境..... 6

4 补焊技术要求..... 6

5 焊后消除应力处理..... 7

6 检验..... 7

附录 A（规范性附录）预热温度补充规定..... 8

附录 B（规范性附录）焊缝的评定..... 9

表 1 铸钢件补焊的预热温度..... 2

表 2 补焊坡口形式..... 3

表 3 铸钢件补焊用焊条..... 4

表 4 铸钢件补焊用焊丝..... 5

前 言

JB/T5000《重型机械通用技术条件》分为 15 部分：

- 第 1 部分：产品检验；
- 第 2 部分：火焰切割件；
- 第 3 部分：焊接件；
- 第 4 部分：铸铁件；
- 第 5 部分：有色金属铸件；
- 第 6 部分：铸钢件；
- 第 7 部分：铸钢件补焊；
- 第 8 部分：锻件；
- 第 9 部分：切削加工件；
- 第 10 部分：装配；
- 第 11 部分：配管；
- 第 12 部分：涂装；
- 第 13 部分：包装；
- 第 14 部分：铸钢件无损检测；
- 第 15 部分：锻钢件无损检测。

本部分为 JB/T 5000 的第 7 部分。

本部分代替 JB/T 5000.7—1998《重型机械通用技术条件 铸钢件补焊》。

本部分与 JB/T 5000.7—1998 相比，主要变化如下：

- 增加了与材料 ZG25Mn、ZGMn13-5 相关的铸钢件的预热温度和焊接材料的选择；
- 增加了清根的技术要求；
- 增加了 CO₂ 焊的技术要求；
- 增加了引弧的规定；
- 增加了层间温度的技术要求；
- 增加了缺陷等级的规定。

本部分的附录 A、附录 B 都是规范性附录。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由机械工业冶金设备标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：沈阳重型机械集团有限责任公司。

本部分主要起草人：姚大勇、任凤贤、赵素珍、陈广友、周双宁。

本部分所代替标准的历次版本发布情况：

- JB/T 5000.7—1998。

重型机械通用技术条件 第7部分：铸钢件补焊

1 范围

JB/T 5000 的本部分规定了铸钢件补焊的焊前准备技术要求、补焊技术要求、焊后热处理及检验等内容。

本部分适用于碳钢、低合金钢和高锰钢铸钢件缺陷在精加工前的补焊。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 JB/T 5000 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB/T 984 堆焊焊条（GB/T 984—2001，eqv ANSI/AWS A5.13）

GB/T 5117 碳钢焊条（GB/T 5117—1995，eqv ANSI/AWS A5.1: 1991）

GB/T 5118 低合金钢焊条（GB/T 5118—1995，neq ANSI/AWS A5.5: 1981）

GB/T 10045 碳钢药芯焊丝（GB/T 10045—2001，eqv ANSI/AWS A5.20: 1995）

GB/T 17493 低合金钢药芯焊丝（GB/T 17493—1998，eqv ANSI/AWS A5.29: 1980）

GB/T 8110 气体保护焊用碳钢、低合金钢焊丝（GB/T 8110—1995，neq ANSI/AWS A5.18: 1979）

GB/T 5680 高锰钢铸件

GB/T 6417.1 金属熔化焊接头缺陷分类及说明（GB/T 6417.1—2005，ISO 6520: 1998，IDT）

JB/T 3223 焊接材料质量管理规程

JB/T 5000.6 重型机械通用技术条件 第6部分：铸钢件

JB/T 6404 大型高锰钢铸件

3 焊前准备技术要求

3.1 缺陷清理和坡口形式

3.1.1 补焊前应将缺陷彻底清除，坡口面应修得平整圆滑，不得存有尖角。

3.1.2 根据铸钢件缺陷情况，对于补焊区域缺陷可采用铲挖、磨削、碳弧气刨、气割或机械加工等方法清除。对于焊接性差的铸钢件，采用碳弧气刨和气割清理缺陷时，应先按表 1 预热，再清理缺陷，碳弧气刨后须打磨去除增碳层。

3.1.3 补焊区域及坡口周围 20mm 以内的粘砂、油污、水、铁锈等杂质要彻底清除，应打磨至露出金属表面光泽，特别是使用碱性焊条，更应做好清洁工作。

3.1.4 对裂纹性缺陷，为防止裂纹扩展，可先在裂纹两个端点钻直径不小于 $\phi 10\text{mm}$ 的止裂孔后，再开坡口。

3.1.5 铸钢件缺陷补焊的坡口形式可按表 2 选择。

3.1.6 在补焊前，应采用超声波检测（UT）或磁粉检测（MT）或渗透检测（PT）及其他方法，按相关规定对铸钢件补焊位置进行检验，以证实缺陷被完全清除。

3.2 焊前预热

3.2.1 焊前预热的温度按表 1 执行。表 1 以外的钢种的预热温度按附录 A 中 A.2 执行。

3.2.2 预热方式有两种：

- a) 整体预热;
- b) 局部预热。

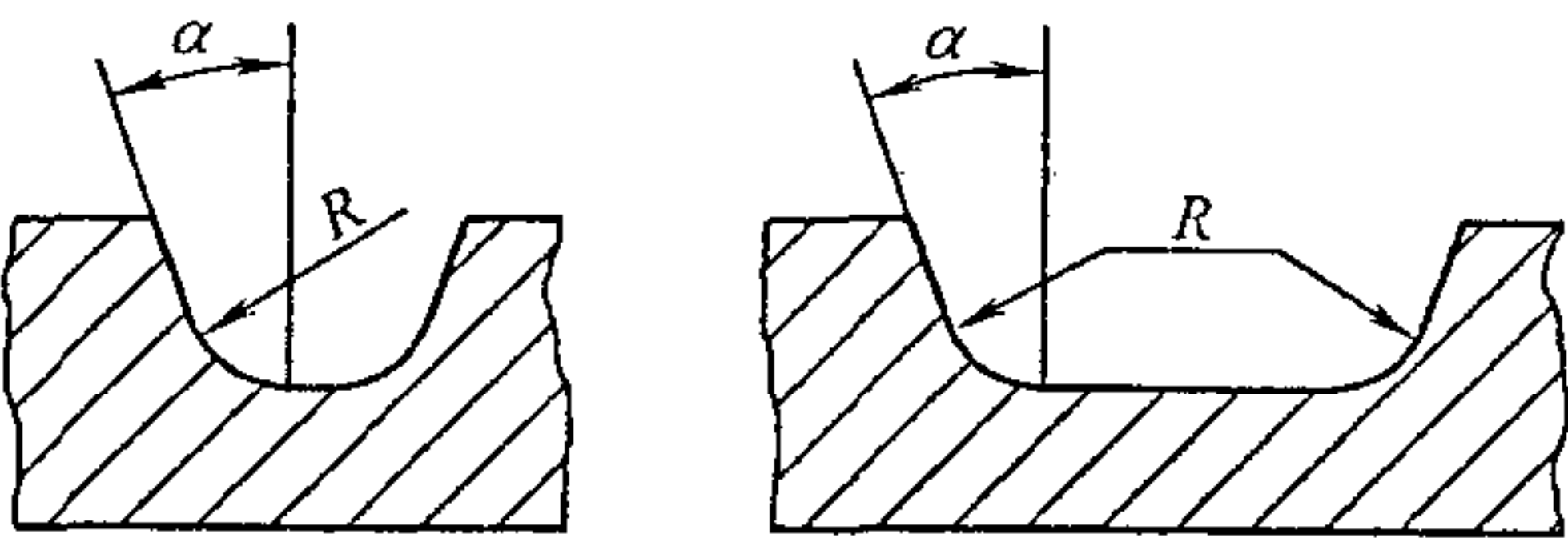
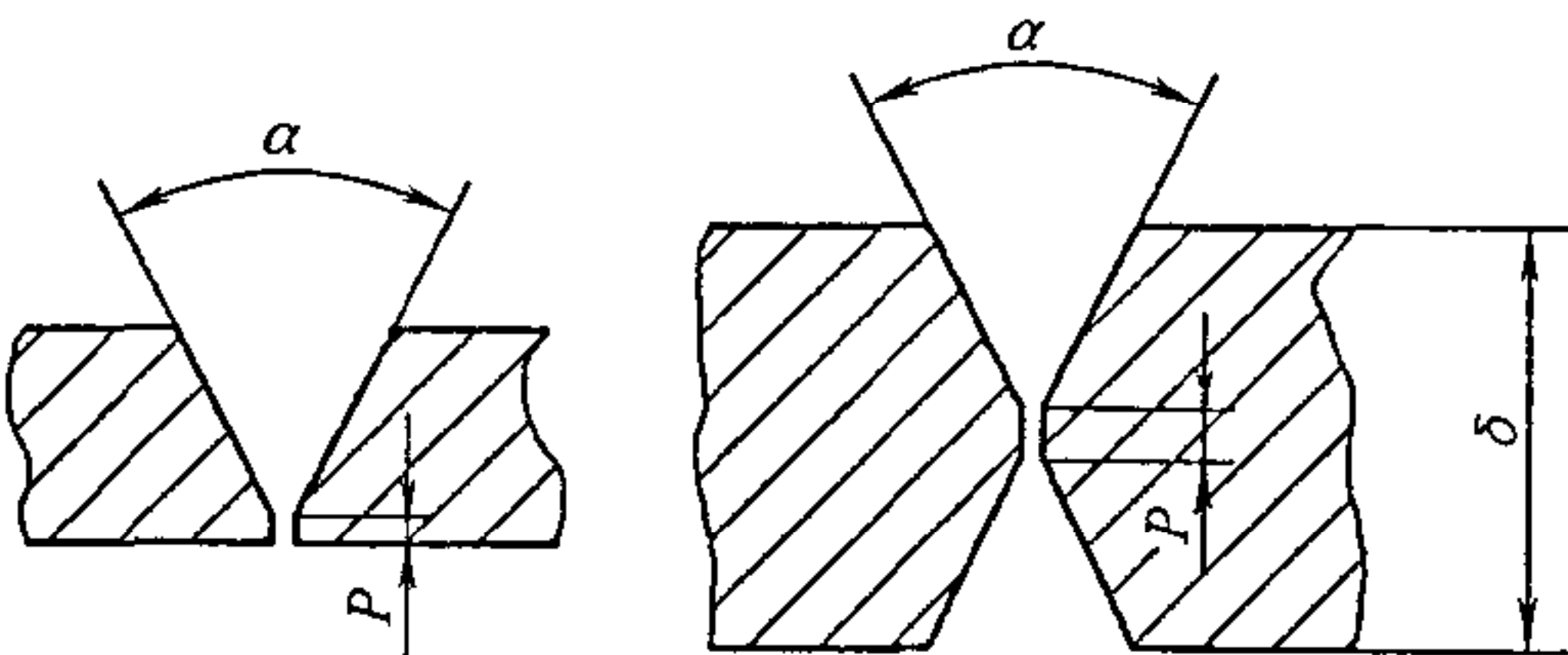
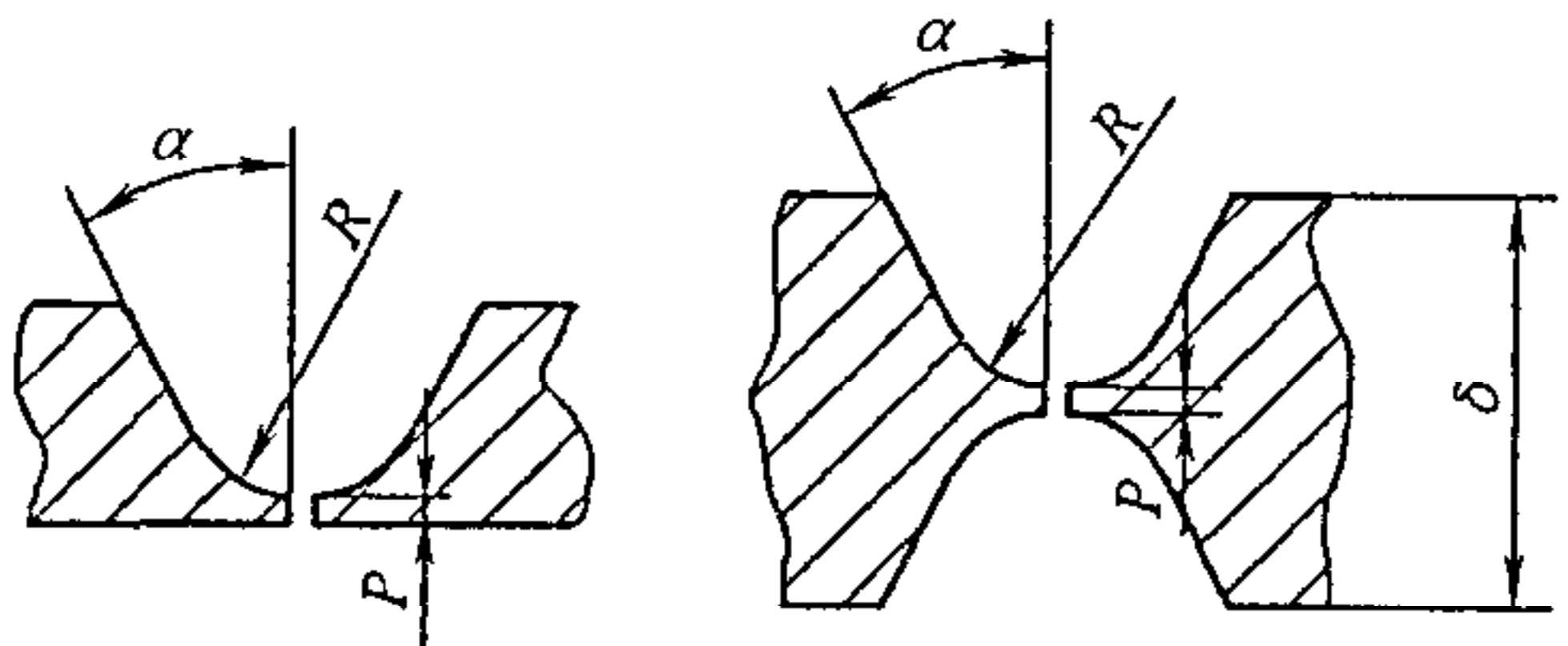
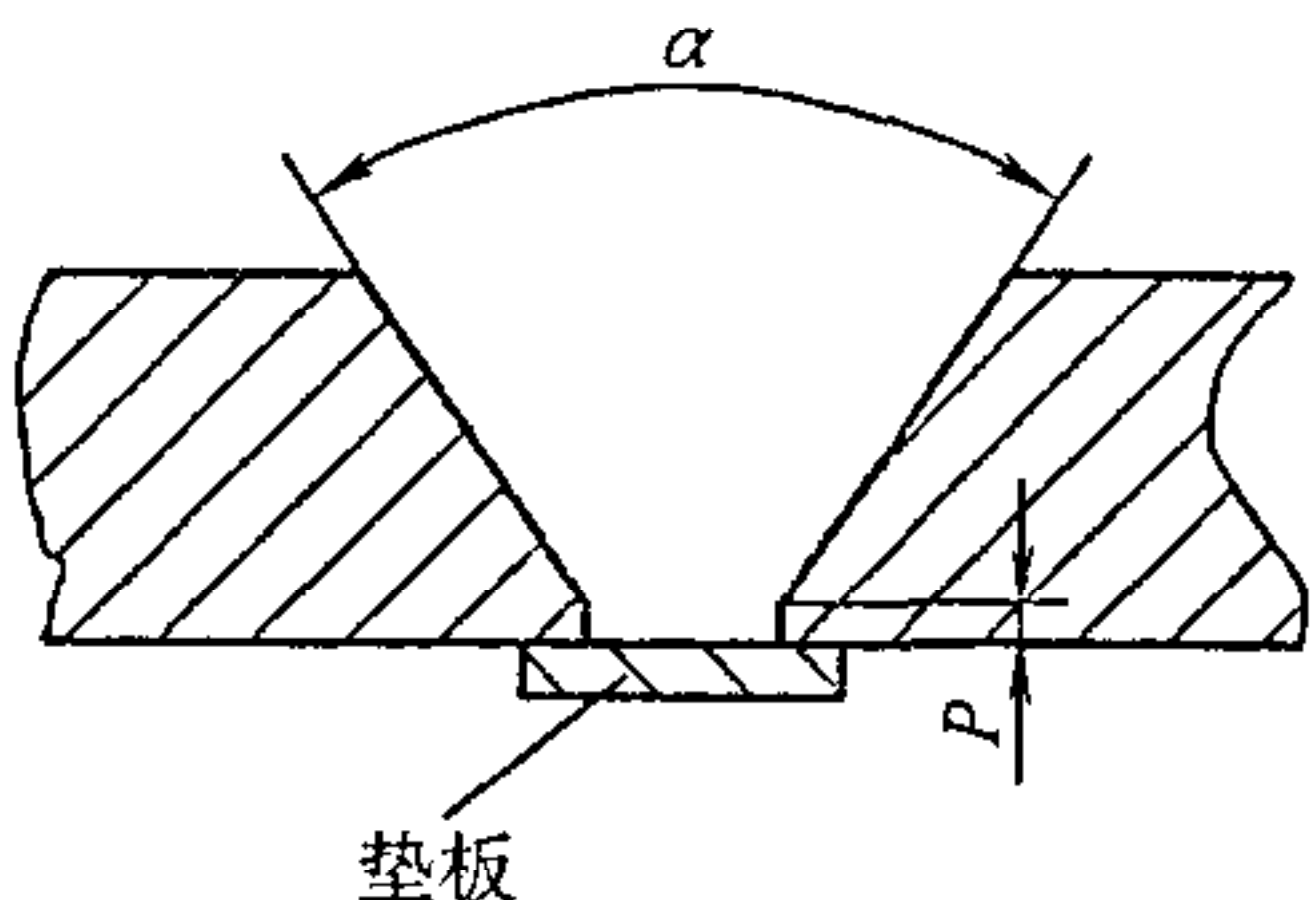
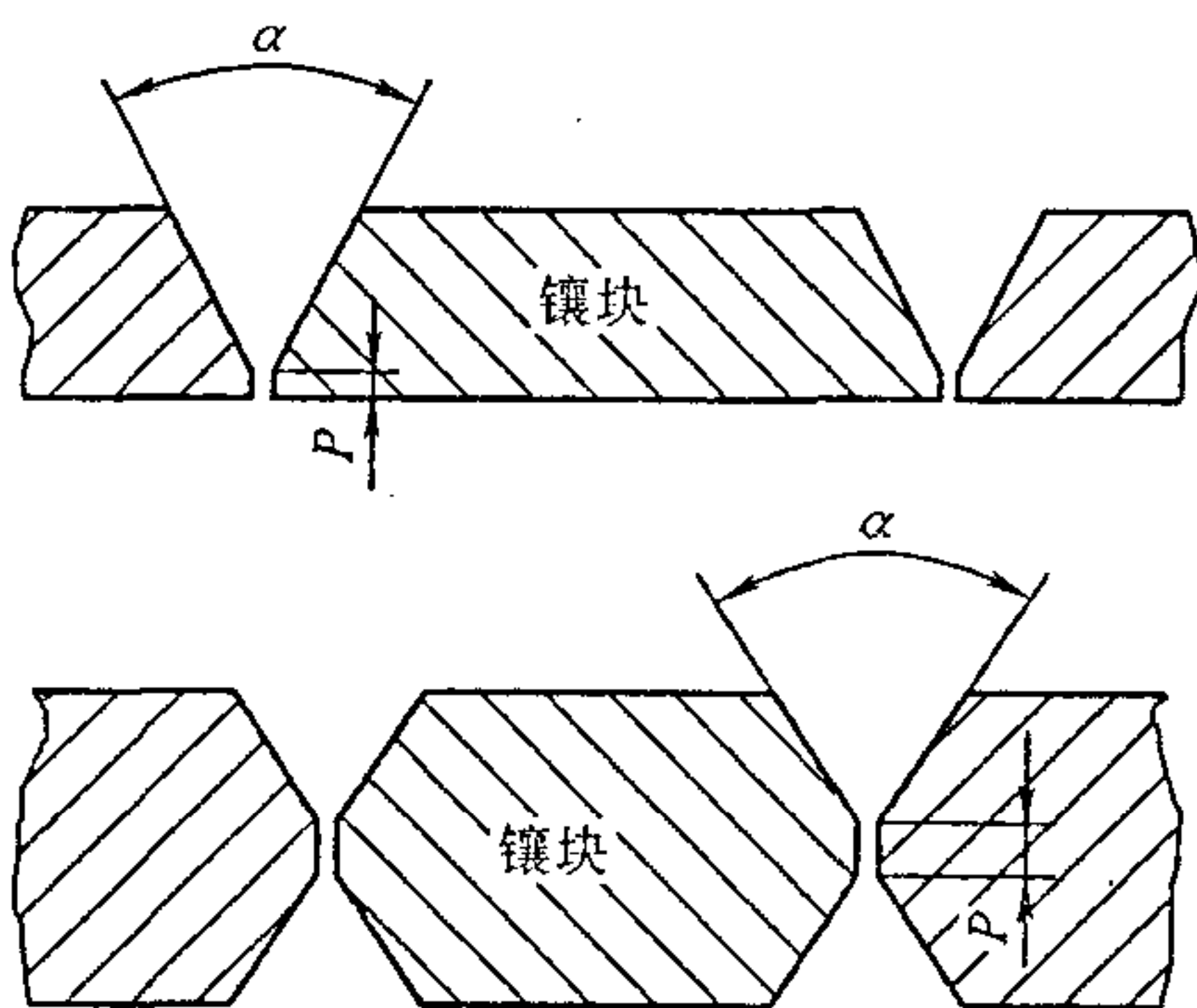
当采用局部预热时,无论缺陷有多大,缺陷处每边预热范围的宽度应不小于补焊部位铸钢件壁厚的两倍,并不得小于 75mm。

3.2.3 在补焊的全过程中,铸钢件预热区的温度不得低于表 1 中规定的预热温度的下限。

表 1 铸钢件补焊的预热温度

类别	材 料 牌 号	预热温度 ℃	备 注
碳 素 铸 钢	ZG200-400	—	不预热
	ZG230-450		
	ZG270-500	100~150	一般不预热。形状复杂、缺陷大、刚度大时须 预热
	ZG310-570	200~350	
	ZG340-640		
低 合 金 铸 钢	ZG20Mn	150~200	严格控制温度
	ZG25Mn		
	ZG30Mn	200~250	裂纹倾向大, 严格控制温度
	ZG35Mn	200~250	
	ZG40Mn	250~300	
	ZG40Mn2		
	ZG50Mn2	350~450	
	ZG35SiMnMo	250~350	裂纹倾向大, 严格控制温度
	ZG35CrMnSi		
	ZG20MnMo	150~200	严格控制温度
	ZG55CrMnMo	350~450	焊接性能差, 应严格控制温度
	ZG40Cr1		
	ZG34Cr2Ni2Mo		
	ZG20CrMo	200~250	裂纹倾向大, 严格控制温度
	ZG35Cr1Mo	250~350	
	ZG42Cr1Mo	350~450	焊接性能差, 严格控制温度
	ZG50Cr1Mo		
	ZG28NiCrMo	250~300	裂纹倾向大, 严格控制温度
	ZG30NiCrMo	300~350	
	ZG35NiCrMo		
高 锰 钢	ZGMn13-1	—	不预热, 在水韧处理后补焊
	ZGMn13-2		
	ZGMn13-3		
	ZGMn13-4		
	ZGMn13-5		

表 2 补焊坡口形式

缺 陷	焊 缝 名 称	坡 口 形 式	坡 口 尺 寸
未穿透性裂 纹或孔穴	U形或方、圆形		$\alpha > 10^\circ$ $R \geq 5\text{mm}$
穿透性裂纹	钝边 V 形或钝边 X 形		$\alpha = 20^\circ \sim 120^\circ$ $P = 3\text{mm} \sim 5\text{mm}$ $\delta < 70\text{mm}$
	U 形或双 U 形		$\alpha > 10^\circ$ $P = 3\text{mm} \sim 5\text{mm}$ $R \geq 5\text{mm}$ $\delta \geq 70\text{mm}$
穿透性裂纹 或孔穴、坡 口间隙太大	带垫板钝边 V 形		$\alpha = 20^\circ \sim 120^\circ$ $P = 3\text{mm} \sim 5\text{mm}$ 垫板为相同材料或性能相 差不大的低碳钢板。厚度与间 隙大小有关，最小不得小于 5mm
尺寸较大的 穿透性缺陷	带镶块的钝边 V 形或 钝边 X 形		$\alpha = 20^\circ \sim 120^\circ$ $P = 3\text{mm} \sim 5\text{mm}$ 镶块采用同材料铸件

3.3 焊接材料的选择与使用

3.3.1 需要补焊的铸钢件的化学成分和力学性能应符合 GB/T 5680、JB/T 5000.6 和 JB/T 6404 的规定，根据需要补焊的铸钢件的材料和焊缝强度的要求，按表 3、表 4 规定选择焊接材料。

表 3 铸钢件补焊用焊条

类别	铸钢牌号	不要求等级强度或高温性能或耐蚀性能		要求等级强度或高温性能或耐蚀性能	
		焊条型号	焊条牌号	焊条型号	焊条牌号
碳素铸钢	ZG200-400	E4303	J422	E4303, E4315	J422, J427
	ZG230-450				
	ZG270-500	E4303, E4315	J422, J427	E5016, E5015	J506, J507
	ZG310-570	E5016, E5015	J506, J507	E5516-G, E5516-G	J556, J557
	ZG340-640			E6016-D1, E6015-D1	J606, J607
低合金铸钢	ZG20Mn	E4303, E4315	J422, J427	E5016, E5015	J506, J507
	ZG25Mn				
	ZG30Mn	E5016, E5015	J506, J507	E5516-G, E5515-G	J556, J557
	ZG40Mn			E6016-D1, E6015-D1	J606, J607
	ZG40Mn2				
	ZG40Mn2 ^a	E6016-D1, E6015-D1	J606, J607	E7515-G	J757
	ZG50Mn2				
	ZG35Mn	E5016, E5015	J506, J507	E6016-D1, E6015-D1	J606, J607
	ZG35SiMnMo				
	ZG35SiMnMo ^a	E6016-D1, E6015-D1	J606, J607	E7015-D2	J707
	ZG35CrMnSi	E5016, E5015	J506, J507		
	ZG20MnMo	E4316, E4315	J426, J427	E5016, E5015	J506, J507
	ZG55CrMnMo	EDRCrMnMo-15	D397	EDRCrMnMo-15	D397
	ZG40Cr1	E5016, E5015	J506, J507	E6016-D1, E6015-D1	J606, J607
	ZG34Cr2Ni2Mo ^a	E7015-D2, E7015-G	J707, J757	E8515-G	J857, J857Cr
	ZG20CrMo	E5503-B1	R302 R307 R317	E5503-B2	R317 R327 R337
		E5515-B1		E5515-B2	
		E5503-B2		E5515-B2-V	
		E5515-B2		E5518-B2-VW	
		E5515-B2-V		E5515-B2-VNb	
	ZG35Cr1Mo	E5016, E5015	J506, J507	E6016-D1, E6015-D1	J606, J607
	ZG35Cr1Mo ^a	E5016, E6016-D1	J506, J606	E7515-G	J757
	ZG42Cr1Mo ^a				
	ZG50Cr1Mo ^a				
	ZG28NiCrMo	E5016, E5015	J506, J507	E6016-D1, E6015-D1	J606, J607
	ZG30NiCrMo	E5016, E6016-D1	J506, J606	E7015-D2	J707, J707Ni
	ZG35NiCrMo			E7515-G	J757, J757Ni
高锰钢	ZGMn13-1	EDMn-A-16, EDMn-B-16	D256, D266	EDMn-A-16 EDMn-B-16	D256, D266
	ZGMn13-2				
	ZGMn13-3				
	ZGMn13-4				
	ZGMn13-5				

^a 热处理状态为调质状态，焊接在调质后进行。

注：由于某些钢种在不同的热处理状态（调质或正火+回火）下，其强度差别很大，所以选用的焊条型号也不相同。

表 4 铸钢件补焊用焊丝

类别	材料牌号	CO ₂ 焊填充焊丝及保护气体			
		实芯焊丝	保护气体	药芯焊丝	保护气体
碳素铸钢	ZG200-400	ER49-1 ER50-6	CO ₂ 或 Ar+CO ₂	E501T-1	CO ₂ 或 Ar+CO ₂
	ZG230-450				
	ZG270-500				
	ZG310-570	ER55-D2	CO ₂ 或 Ar+CO ₂	E551T1-A1	CO ₂ 或 Ar+CO ₂
	ZG340-640			E601T1-K2	
低合金铸钢	ZG20Mn	ER50-6	CO ₂ 或 Ar+CO ₂	E501T-1	CO ₂ 或 Ar+CO ₂
	GS20Mn5				
	GS25Mn				
	ZG30Mn	ER55-D2	CO ₂ 或 Ar+CO ₂	E601T1-D1	CO ₂ 或 Ar+CO ₂
	ZG40Mn				
	ZG40Mn2				
	ZG40Mn2 ^a	ER69-3	CO ₂ 或 Ar+CO ₂	E700T5-D2	CO ₂ 或 Ar+CO ₂
	ZG50Mn2			E701T1-K1	
	GS30Mn5	ER55-D2	CO ₂ 或 Ar+CO ₂	E601T1-D1	CO ₂ 或 Ar+CO ₂
	ZG35Mn				
	ZG35SiMnMo				
	ZG35SiMnMo ^a	ER69-3	CO ₂ 或 Ar+CO ₂	E701T1-K2	CO ₂ 或 Ar+CO ₂
	ZG35CrMnSi				
	ZG20MnMo	ER49-1	CO ₂ 或 Ar+CO ₂	E501T-1	CO ₂ 或 Ar+CO ₂
	ZG55CrMnMo	—	—	YD337-1	CO ₂ 或 Ar+CO ₂
	ZG40Cr1	ER55-D2	CO ₂ 或 Ar+CO ₂	E601T1-D1	CO ₂ 或 Ar+CO ₂
	ZG34Cr2Ni2Mo ^a	—	—	YD337-1	CO ₂ 或 Ar+CO ₂
	ZG20CrMo	ER55-B2-MnV	CO ₂ 或 Ar+CO ₂	YR301-1	CO ₂ 或 Ar+CO ₂
	ZG35Cr1Mo	ER50-6	CO ₂ 或 Ar+CO ₂	E501T-1	CO ₂ 或 Ar+CO ₂
	ZG35Cr1Mo ^a	ER69-3	CO ₂ 或 Ar+CO ₂	E751T1-K4	CO ₂ 或 Ar+CO ₂
	ZG42Cr1Mo ^a				
	ZG50Cr1Mo ^a				
	ZG28NiCrMo	ER55-D2	CO ₂ 或 Ar+CO ₂	E601T1-D1	CO ₂ 或 Ar+CO ₂
	ZG30NiCrMo	ER69-3	CO ₂ 或 Ar+CO ₂	E701T1-K2	CO ₂ 或 Ar+CO ₂
	ZG35NiCrMo			E751T1-K4	
^a 热处理状态为调质状态。在调质后进行补焊。					
注 1：由于某些钢种在不同热处理状态（调质或正火+回火）下，其强度差别很大，所以选用的焊丝型号也不相同。					
注 2：以上所选焊接填充材料均作为参考，不作为唯一指定材料。					

3.3.2 用于铸钢件缺陷补焊的焊条,应符合 GB/T 984、GB/T 5117、GB/T 5118 和 JB/T 3223 的规定。用于铸钢件缺陷补焊的焊丝,应符合 GB/T 10045、GB/T 17493 和 GB/T 8110 的规定。焊接材料的质量管理要符合 JB/T 3223 的规定。

3.3.3 焊条在使用前应烘干。如果焊条说明书中无特殊规定,酸性焊条应视受潮情况在 75℃~150℃ 烘干并保温 1h~2h;碱性低氢型焊条应在 350℃~450℃ 烘干并保温 1h~2h,烘干的焊条应放在 100℃~150℃ 保温箱内,离现场较远时,应带焊条保温筒(带电源)。随用随取,使用时注意保持干燥。

3.3.4 低氢型碱性焊条在常温下放置超过 4h,应重新烘干。重复烘干次数不得超过三次。

3.4 焊接环境

不宜在空气对流的场所进行补焊,室温不低于 10℃。

4 补焊技术要求

4.1 承担补焊工作的焊工,应在取得指定部门的资格认证后,才能进行操作。

4.2 当发生下列情况之一,应对焊工进行重新考核:

- a) 当焊工已经有六个月或六个月以上未按本部分操作时;
- b) 当有理由对焊工焊出满足本部分的焊缝的能力有疑问时。

4.3 铸钢件缺陷的补焊应在铸钢件消除铸造应力后进行。

4.4 缺陷允许补焊的范围应按图样或定货技术条件等有关规定执行。

4.5 在条件允许的情况下,尽可能在水平位置施焊。

4.6 焊工施焊时的引弧点,不允许在工件焊缝外的母材上引弧。焊缝区外的母材应避免有电弧擦伤,母材上出现的电弧擦伤应打磨光滑并进行检查,不得有裂纹等缺陷存在。

4.7 对于要求预热的材料,当需要进行多层焊时,其层间温度应等于或稍高于预热温度,如果层间温度低于预热温度,应重新进行预热。

4.8 补焊工作在条件许可的情况下,应连续进行。若中断时,应采取保温措施,再次补焊时,应符合 3.2.1 的规定。

4.9 补焊时,焊条不应做过大的横向摆动。摆动幅度不得超过焊条直径的三倍。长度大的焊缝应分段退焊,交错焊接,对补焊区域大的位置,应尽可能采用多层多道焊,减少焊接应力的产生。

4.10 对于 CO₂ 焊要注意以下几点要求:

- a) 操作时保持一定的焊丝干伸长度,不要忽高忽低。
- b) 焊接区域的风速限制在 1.0m/s 以下,否则应采用防风装置。
- c) 操作时如发现送丝不均匀、导电嘴孔径磨损等,影响焊接过程稳定性的情况时,应停止施焊,排除故障。
- d) 应经常清理送丝软管内和导电嘴孔径内的污物。
- e) 半自动焊接时,送丝软管的曲率半径不得小于 150mm。

4.11 补焊过程中,若发现裂纹、未熔合、未焊透、夹渣、气孔等影响质量的缺陷时,应及时报告检查员,并采取措施清除缺陷。在确认缺陷已被清除后,才能继续补焊。

4.12 对于加垫板的焊缝与双面焊缝,背面要进行清根。清根处应露出无缺陷的金属,之后进行无损检测加以确认。

4.13 对于加镶块及穿透性裂纹处于孔腔(孔腔内部操作人员无法操作)位置时,只做单面焊接,背面不清根。

4.14 铸钢件表面堆焊时,焊道间的重叠量不得小于焊道宽度的三分之一。

4.15 补焊刚性较大的铸钢件或多层施焊时,除第一层焊道和最后一层焊道外,其余各层焊道,都应用风铲适度锤击。

5 焊后消除应力处理

5.1 当铸钢件补焊部位的坡口深度超过所在部位壁厚的 20%或 25mm（以两者中较小者为准）时，补焊后均应进行消除应力处理。

5.2 必要时可在补焊到坡口深度的 $1/3 \sim 1/2$ 处进行一次中间消除应力处理，消除应力处理后继续施焊，最后再做一次消除应力处理。

5.3 根据铸钢件材料、结构及缺陷等因素，必要时在焊后立即进行消除应力处理。

5.4 焊后消应力热处理温度应低于性能回火温度 $20^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$ ，保温时间根据缺陷焊接厚度来决定，每 25mm 保温 1h，最低保温时间在 3h 以上。

5.5 整体入炉消除应力处理应保留自动记录处理曲线。

6 检验

6.1 检验人员应按本部分的规定，对补焊区域缺陷的清理、坡口的开制情况、焊工资格以及焊条的烘干情况进行检查。经检查合格后，才能补焊。

6.2 补焊后焊接部位应符合图样和技术要求规定，焊缝的评定见附录 B 并按铸钢件相同的标准进行检验。

6.3 对铸钢件重大缺陷及出口产品的补焊时，应有补焊技术记录。补焊技术记录应及时、正确、真实地记录补焊过程中的实际情况。

附 录 A
(规范性附录)
预热温度补充规定

A.1 碳钢及合金钢常用的碳当量计算公式(国际焊接学会 IIW 推荐)见式(A.1):

$$C_E(\%) = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

A.2 碳钢及低合金钢预热温度公式(经验公式)见式(A.2):

$$T = C_E \times 360 \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

T ——预热温度,单位为 $^{\circ}\text{C}$;

C_E ——碳当量, %。

A.3 CO_2 气体保护焊焊丝干伸长公式(经验公式)见式(A.3):

$$L = (10 \sim 15) d \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

L ——干伸长度,单位为 mm;

d ——焊丝直径,单位为 mm。

A.4 碳当量小于 0.4%的铸钢件一般不需要热焊,但当存在下列情况之一时,应预热到 $100^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ 后,再进行补焊:

- a) 补焊的铸钢件是重要件时;
- b) 补焊的铸钢件刚性很大时;
- c) 车间作业环境的温度不高于 10°C 。

A.5 预热温度的测定应在距补焊区熔合线影响区一侧 75mm~100mm 处进行。

附 录 B
(规范性附录)
焊缝的评定

缺陷限值按表 B.1 规定执行。

表 B.1

序号	缺陷名称	GB/T 6417.1 代号	说 明	缺陷质量分级限值		
				一般 D	中等 C	严格 B
1	裂纹	100	除显微裂纹 ($h_1 \leq 1\text{mm}^2$)、弧坑裂纹 (见序号 2) 以外的所有裂纹	不允许		
2	弧坑裂纹	104	—	允许	不允许	
3	铜夹杂	3024	—	不允许		
4	未熔合	401	—	允许, 但是间断性的, 而且不得造成表面开裂		不允许
5	电弧擦伤	601	—	验收准则可能受热处理影响。是否允许取决于母材种类, 特别是母材对裂纹的敏感性		
6	咬边	5011 5012	要求平滑过度	$h \leq 1.5\text{mm}$	$h \leq 1.0\text{mm}$	$h \leq 0.5\text{mm}$
7	飞溅	602	—	允许	不允许	

中 华 人 民 共 和 国
机械行业标准
重型机械通用技术条件
第7部分：铸钢件补焊
JB/T 5000.7—2007

*

机械工业出版社出版发行
北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037

*

210mm×297mm·0.75印张·23千字
2008年2月第1版第1次印刷

*

书号：15111·8676
网址：<http://www.cmpbook.com>
编辑部电话：（010）88379779
直销中心电话：（010）88379693
封面无防伪标均为盗版

版权专有 侵权必究