

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 6051—1992

球墨铸铁热处理工艺及质量检验

1992-05-05 发布

1993-07-01 实施

中华人民共和国机械工业部 发布

球墨铸铁热处理工艺及质量检验

1 主题内容与适用范围

本标准规定了普通和低合金球墨铸铁（以下简称球铁）的热处理工艺、设备及质量检验方法。
本标准适用于球铁的退火、正火、淬火、回火及等温淬火热处理工艺。
对于其他球墨铸铁，可视其工艺要求，参照执行。

2 引用标准

GB 228	金属拉力试验方法
GB 230	金属洛氏硬度试验方法
GB 231	金属布氏硬度试验方法
GB 1348	球墨铸铁件
GB 2160	金属夏比（V 型缺口）冲击试验方法
GB 4340	金属维氏硬度试验方法
GB 5614	铸铁件热处理状态的名称、定义及代号
GB 7232	金属热处理工艺术语
GB 9441	热处理炉有效加热区测定方法
GB/T 12603	金属热处理工艺分类及代号

3 术语

3.1 高温石墨化退火

铸态组织中有共晶渗碳体、一次渗碳体的铸件，加热到 $A_{C_1}^Z$ 温度以上，保温，然后炉冷至室温或炉冷至 $A_{C_1}^Z$ 温度以下空冷，获得珠光体、珠光体+铁素体基体组织。

3.2 低温石墨化退火

铸态组织为珠光体和石墨或珠光体、铁素体和石墨的铸件，加热到稍低于 $A_{C_1}^S$ 温度，保温，然后炉冷至室温或炉冷至 $A_{C_1}^Z$ 温度以下空冷，获得铁素体为主的基体组织。

3.3 完全奥氏体化正火

铸件加热 $A_{C_1}^Z$ 温度以上，使基体全部转变成奥氏体后，出炉空冷、风冷或雾冷，获得珠光体为主的基体组织。

3.4 部分奥氏体化正火

铸件加热到 $A_{C_1}^S$ 温度与 $A_{C_1}^Z$ 间保温，出炉空冷、风冷或雾冷，获得珠光体与铁素体基体组织。

3.5 低碳奥氏体化正火

铸件加热到略低于 $A_{C_1}^S$ 温度，保温，然后快速加热到高于 $A_{C_1}^Z$ 某一温度，不保温，出炉空冷、风冷或雾冷，获得珠光体与铁素体基体组织。

3.6 完全奥氏体化淬火

铸件加热到 $A_{C_1}^Z$ 温度以上保温，使基体全部转变成奥氏体后，出炉淬火，获得以马氏体为主的基体组织。

3.7 完全奥氏体化等温淬火

铸件加热到 $A_{C_1}^Z$ 温度以上，保温，使基体全部变成奥氏体后，出炉淬入 $A_{C_1}^Z$ 以下某一温度的恒温浴中，保温，取出空冷，获得以贝氏体或以贝氏体+残余奥氏体为主基体组织。

注： $A_{C_1}^Z$ ——在加热过程中，铁素体完全转变成奥氏体的温度。

$A_{C_1}^S$ ——在加热过程中，奥氏体开始形成的温度。

$A_{M_s}^Z$ ——在冷却过程中，奥氏体完全转变成珠光体和铁素体的温度。

4 热处理工艺的应用

4.1 高温石墨化退火 用于基体组织中含有较多共晶渗碳体及合金元素偏析的铸件。

4.2 低温石墨化退火 用于基体组织中无共晶渗碳体且珠光体量较高、要求具有高塑性和高韧性的铸件。

4.3 去应力退火 用于消除铸件的铸造应力或消除由于铸件补焊、机械加工、热加工等产生的残余应力。

4.4 完全奥氏体化正火 用于基体组织中有少量共晶渗碳体或存在较小程度合金元素偏析，且要求具有较高强度的铸件。

4.5 部分奥氏体化正火 用于基体组织相对均匀，无共晶渗碳体，且要求具有一定强度和韧性的铸件。

4.6 低碳奥氏体化正火 用于基体组织相对均匀，无共晶渗碳体，且要求具有较高韧性的铸件。

4.7 调质 用于要求具有良好综合机械性能或较大型的、用正火难以满足其性能要求的铸件。

4.8 回火 用于淬火后稳定组织、提高韧性、消除应力的铸件。

4.9 上贝氏体等温淬火 获得上贝氏体及残余奥氏体为主的基体组织，用于要求具有高强度、高韧性球铁件。

4.10 下贝氏体等温淬火 获得下贝氏体和少量马氏体为主的基体组织，用于要求具有高强度、高硬度、高耐磨性球铁件。

5 热处理设备

5.1 加热设备

5.1.1 热处理炉有效加热区的保温精度（见表1）；有效加热区检测方法按 GB 9452 规定执行。

表 1

工艺类型	保温精度 ℃	工艺类型	保温精度 ℃
高温石墨化退火	±20	部分奥氏体化正火	±15
低温石墨化退火	±15	完全奥氏体化淬火	±15
去应力退火	±20	回火	±15
完全奥氏体化正火	±20	完全奥氏体化等温淬火	±10
低碳奥氏体化正火	±15		

- 5.1.2 燃气、燃油、燃煤加热炉的火焰不能直接接触工件。
- 5.1.3 可控气氛加热炉应根据热处理工艺要求调节和控制炉内气氛。
- 5.1.4 采用盐浴炉加热时应对盐浴进行充分脱氧，且使用的盐浴不能对铸件有腐蚀及其他有害作用。
- 5.1.5 应尽可能采用少无氧化加热设备。
- 5.1.6 连续作业炉应能调节输送速度，以使处理件在炉内保持必要的加热时间。
- 5.2 冷却设备及冷却介质
- 5.2.1 冷却设备应保证处理件各部位均匀冷却，冷却槽中应配有使冷却介质适当循环的搅拌装置或有同样效果的其他装置。必要时应带有保证淬火介质使用温度的调节装置。
- 5.2.2 冷却设备应能保证淬火冷却介质的使用温度（见表 2）。

表 2

冷却设备	冷却介质	使用温度 ℃
水槽	水	10~50
	无机水溶性淬火液	10~60
油槽	普通淬火油	20~100
盐浴	等温淬火液	预定温度 $T \pm 15$

- 5.2.3 冷却介质的冷却性能应符合工艺要求，对处理件不产生腐蚀及其他有害影响。
- 5.2.4 连续式冷却设备应能确保调节输送速度。
- 5.3 温度测定和控制设备
- 5.3.1 热处理加热和淬火冷却设备应配有测温 and 控温装置。连续式炉的每个加热区应配有跟踪处理温度随时间变化的记录装置。
- 5.3.2 测温装置的总误差（见表 3）。

表 3℃

预定温度	≤400	>400
总误差	±4	± (T / 100)

- 5.4 热处理设备校验与维护
- 应定期检查和维修热处理设备，校验热电偶和控温仪表，热处理炉按 GB 9452 测定有效加热区，并保存有关记录。
- 6 热处理工艺
- 6.1 热处理前的准备
- 6.1.1 了解待处理件的化学成分、热处理工艺要求和金相组织，其原始组织应符合技术要求，否则必须进行预处理。
- 6.1.2 检测待处理件的表面、外观、几何形状和尺寸，不允许有裂纹和严重划伤等表面缺陷存在。
- 6.1.3 必要时对待处理件进行清理、清洗、烘干和涂防氧化涂料等处理。
- 6.1.4 检查热处理设备和仪表是否正常。

6.2 工艺规范

6.2.1 加热温度

处理件的加热温度主要根据材料的相变点、原始组织、工件形状尺寸和处理目的等因素确定，具体可参照附录 A（参考件）。

6.2.2 加热速度

一般采用低温入炉随炉升温的加热方式。截面较大、形状复杂的处理件应进行预热。对于尺寸较小、形状简单的处理件也可在热处理加热温度装炉加热，但不应影响其质量。

6.2.3 保温时间

根据加热温度、加热介质、处理形状、尺寸、装炉量以及原始组织等因素，合理制定保温时间。

6.2.4 冷却速度

根据工艺要求选择合适的冷却速度，使处理件达到所需的组织和性能。

退火件一般在炉温冷却到低于 550℃ 出炉空冷，对于要求内应力较小的工件应炉冷到低于 350℃ 出炉空冷。

正火件一般采用空冷，对某些大件或要求基体组织中珠光体量较高的铸件，可采用风冷、雾冷。

调质件的淬火一般采用油冷和水溶性淬火液冷却，对形状简单铸件，也可采用水冷或其他介质冷却。回火一般采用空冷。

等温淬火件一般采用热浴冷却，热浴温度一般为 230~380℃。

6.3 热处理后续工序

6.3.1 热处理后的工件必要时可进行清洗或去除氧化皮。

6.3.2 热处理后经校直的工件，必要时，可施行去应力处理。

6.4 热处理过程记录

对热处理过程中的作业方式，工艺流程、条件以及操作者等应作记录并存档。

7 热处理质量检验

7.1 质量检验项目

根据处理件使用情况，可将其分为普通件、重要件和特殊重要件，相应的质量检验内容见表 4。

表 4

分 类	检 验 项 目
普 通 件	(1) 外观，(2) 力学性能，(3) 变形
重 要 件	(1) 外观，(2) 力学性能，(3) 变形，(4) 金相组织
特殊重要件	(1) 外观，(2) 力学性能，(3) 变形，(4) 金相组织，(5) 探伤

7.2 质量检验工作内容和要求

7.2.1 外观

已处理件表面不能有裂纹、损伤等影响其性能和使用的缺陷存在，不允许有残盐、锈蚀等存在。

7.2.2 力学性能

7.2.2.1 硬度

硬度测定可在铸件或同炉试样上进行，其硬度波动范围见表 5。

表 5

工艺方法			退火	正火	调质	等温淬火
硬 度 波 动 范 围	单件	HBS	30	30	25	25
		HV	—	—	40	40
		HRC	—	—	5	5
	同批	HBS	55	55	45	45
		HV	—	—	75	75
		HRC	—	—	9	9

7.2.2.2 抗拉强度、延伸率和冲击值

测定抗拉强度、延伸率和冲击值可采用单铸或附铸试块进行，并满足 GB 1348 的有关规定，单铸试块应与铸件同炉号浇铸同炉热处理，附铸试块应在热处理后从铸件上切取。如在铸件本体上取样，取样部位及要达到的性能指标，供需双方必须在热处理前商定。抗拉强度和延伸率为验收依据，并且必须达到牌号要求。冲击值仅在明确要求时，才进行检验。

7.2.3 金相组织

球铁球化级别应不低于 4 级，基体组织符合技术要求。

7.2.4 变形

处理件的变形应不影响以后的机械加工和使用，并符合其技术要求。

7.3 质量检验方法

7.3.1 探伤试验

裂纹及表面伤痕可采用目测、荧光探伤、磁粉探伤等方法进行。磁粉探伤后应作退磁处理。

7.3.2 机械性能试验

硬度试验可按 GB 230、GB 231、GB 4340 等的规定执行。

抗拉试验按 GB 228 的规定执行。

冲击试验按 GB 2106 的规定执行。

7.3.3 金相组织检验

按 GB 9441 及有关标准的规定执行。

7.4 质量监督

检验人员应按工艺文件要求及有关标准的规定进行检查，监督热处理工艺过程的正确贯彻执行，并提交质量检验报告。

8 处理件的状态标记

处理件检验合格后，要作合格标记，应标明球铁牌号、热处理状态、热处理厂家和日期、工件图号、名称和数量等。球铁牌号按 GB 1348 规定执行。热处理状态代号标记方法按 GB 5614 的规定执行。

附 录 A
球铁热处理工艺温度
(参考件)

表 A1℃

工艺方法	退火			正火			调质		等温淬火	
	高 温 石墨化 退 火	低 温 石墨化 退 火	去应力 退 火	完全奥 氏体化 正 火	部分奥 氏体化 正 火	低碳奥 氏体化 正 火	完全奥 氏体化 淬 火	高 温 回 火	上贝氏 体等温 淬 火	下贝氏 体等温 淬 火
工艺温度	A_{Cl}^Z + (50~ 100)	A_{Cl}^S - (30~ 50)	常用温度 560~620	A_{Cl}^Z + (50~ 70)	$A_{Cl}^S \sim$ A_{Cl}^Z 之间	$A_{Cl}^S -$ (30~50) 保温后快 速加热到 $A_{Cl}^S +$ (30~50) 不保温 冷 却	$A_{Cl}^Z +$ (30~50)	常用温度 500~600	$A_{Cl}^Z +$ (30~50) 常用等温 淬火温度 350~380	$A_{Cl}^Z +$ (30~50) 常用等温 淬火温度 230~330

附 录 B
两种球铁材料的相变温度
(参考件)

表 B1

材料 类别	化学成分 %									状态	基体 组织	相变点 ℃		
	C	Si	Mn	S	P	Mg	RE	Cu	Mo			$A_{C_1}^S$	$A_{C_1}^Z$	$A_{f_1}^Z$
普通球铁	3.60	2.80	0.61	<0.03	<0.06	0.049	0.027			铸态	珠光 体量 25%	780	865	665
低合金 球 铁	3.60	2.98	0.63	<0.03	<0.06	0.039	0.028	0.58	0.26	铸态	珠光 体量 85%	780	830	635

注：相交点采用热膨胀法测定。

附加说明：

本标准由机械电子工业部北京机电研究所提出并归口。

本标准由机械电子工业部北京机电研究所、第一汽车制造厂负责起草。

本标准主要起草人李全贵、刘长锁、陈蕴博、陈位铭。

中 华 人 民 共 和 国
机 械 行 业 标 准
球墨铸铁热处理工艺及质量检验
JB/T 6051—1992

★

机械科学研究院出版发行
机械科学研究院印刷
(北京首体南路2号 邮编 100044)

★

开本 880×1230 1/16 印张 3/4 字数 14,000
1993年1月第一版 1993年1月第一次印刷
印数 1—500 定价 10.00 元
编号 9301

机械工业标准服务网: <http://www.JB.ac.cn>