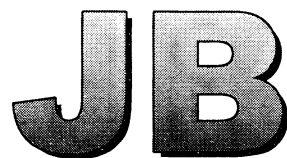


ICS 25.200

J 36

备案号: 20343—2007



中华人民共和国机械行业标准

JB/T 6051—2007

代替 JB/T 6051—1992

球墨铸铁热处理工艺及质量检验

Heat treatment processes and quality inspection of ductile iron

2007-03-06 发布

2007-09-01 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 术语和定义	1
4 热处理工艺的应用	2
5 热处理设备	2
5.1 加热设备	2
5.2 冷却设备及冷却介质	3
5.3 温度测定和控制设备	3
5.4 热处理设备校验与维修	3
6 热处理工艺	3
6.1 热处理前的准备	3
6.2 工艺规范	3
6.3 热处理后续工序	4
6.4 热处理过程记录	4
7 热处理品质检验	4
7.1 品质检验项目	4
7.2 品质检验工作内容和要求	4
7.3 质量检验方法	5
7.4 质量监控	5
8 处理件的材料	5
附录 A (资料性附录) 球墨铸铁热处理工艺温度	6

前 言

本标准代替 JB/T 6051—1992《球墨铸铁热处理工艺及质量检验》。

本标准与 JB/T 6051—1992 相比，主要变化如下：

——规范并标出了封面的各种要素；

——增加了前言；

——将“主题内容与适用范围”改为“范围”；将“引用标准”改为“规范性引用文件”；

——给出了“规范性引用文件”的导语、性质、名称，并标出了采标程度。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国热处理标准化技术委员会（SAC/TC 75）归口。

本标准主要起草单位：中国机械工程学会热处理分会、爱协林工业炉工程（北京）有限公司、北京机电研究所、第一汽车集团公司。

本标准主要起草人：殷汉奇、李全贵、刘长锁、陈蕴博、陈位铭、邵周俊。

本标准所代替标准的历次版本发布情况：

——JB/T 6051—1992。

球墨铸铁热处理工艺及质量检验

1 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 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。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标准，然而，鼓励根据本标准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标准。

GB/T 228 金属材料 室温拉伸试验法[GB/T 228—2002, eqv ISO 6892: 1998 (E)]

GB/T 229 金属夏比缺口冲击试验方法 (GB/T 229—1994, eqv ISO148: 1983)

GB/T 230.1 金属洛氏硬度试验 第1部分: 试验方法 (A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺) (GB/T 230.1—2004, ISO 6508-1: 1999, MOD)

GB/T 231.1 金属布氏硬度试验 第1部分: 试验方法 (GB/T 231.1—2002, eqv ISO 6506-1: 1999 (E))

GB/T 1348 球墨铸铁件

GB/T 4340.1 金属维氏硬度试验 第1部分: 试验方法 (GB/T 4340.1—1999, eqv ISO 6507-1: 1997)

GB/T 7232 金属热处理工艺术语 (GB/T 7232—1999, neq DIN EN 10052: 1994, JIS B 6905: 1995)

GB/T 9441 球墨铸铁金相检验

GB/T 9452 热处理炉有效加热区测定方法

3 术语和定义

GB/T 7232 中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

高温石墨化退火 high temperature graphitizing

铸态组织中有共晶渗碳体、一次渗碳体的铸件，加热到 $A^Z_{c_1}$ 温度以上，保温，然后炉冷至室温或炉冷至 $A^Z_{r_1}$ 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 low temperature graphitizing

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 $A^Z_{c_1}$ 温度，保温，然后炉冷至室温或炉冷至 $A^Z_{r_1}$ 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 complete austenitized normalizing

铸件加热到 $A^Z_{c_1}$ 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 partial austenitized normalizing

铸件加热到 $A^S_{c_1}$ 与 $A^Z_{c_1}$ 温度间保温，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 low-carbon austenitized normalizing

铸件加热到略低于 A^S_{c1} 温度，保温，然后快速加热到 A^Z_{c1} 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 complete austenitized quenching

铸件加热到 A^Z_{c1} 温度以上，保温，使基体全部转变成奥氏体后，出炉淬火，获得马氏体为主的基体组织。

3.7

完全奥氏体化等温淬火 complete austenitized isothermal hardening

铸件加热到 A^Z_{c1} 温度以上，保温，使基体全部转变成奥氏体后，出炉淬入 A^Z_{r1} 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+残留奥氏体为主的基体组织。

注： A^Z_{c1} ——在加热过程中，铁素体完全转变成奥氏体的温度；

A^S_{c1} ——在加热过程中，奥氏体开始形成的温度；

A^S_{r1} ——在加热过程中，奥氏体完全转变成珠光体与铁素体的温度。

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，且要求具较高韧性的铸件。
- 4.7 调质用于要求具有良好综合力学性能或较大型的、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以上贝氏体及残留奥氏体为主的基体组织，用于要求具有高强度、高韧性的球铁件。
- 4.10 下贝氏体等温淬火获得以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、高耐磨性的球铁件。

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应符合表 1 的规定；有效加热区检测应按 GB/T 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 完全奥氏体化淬火 回火 完全奥氏体化等温淬火	±15
低温石墨化退火	±15		±15
去应力退火	±20		±15
完全奥氏体化正火	±20		±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介质的使用温度，并符合表 2 的规定。

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
	等温淬火液	预定温度 $T \pm 15$
盐浴		

5.2.3 冷却介质的冷却性能应符合工艺要求，对热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备测量和控温装置。连续式炉的每个加热区应配有跟踪处理温度随时变化的记录装置。

5.3.2 测温装置的总误差不得超过表 3 的规定。

表 3

预定温度 T	≤400	>400
总误差	±4	±(T/100)

5.4 热处理设备校验与维修

应定期检查和维修热处理设备，校验热电偶和控温仪表，热处理炉应按 GB/T 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 必要时对待处理件表面进行清理、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、工作形状尺寸和处理目的等因素确定，具体可参照附录 A。

6.2.2 加热速度

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

6.2.3 保温时间

根据加热温度、加热介质、处理件形状、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，使处理件达到所需要的组织和性能。

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，对某些大件或要求组织中珠光体量较高的铸件，也可采用风冷、雾冷。

调质件的淬火一般采用油冷和水溶性淬火液冷却，对形状各单位铸件，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法、工艺流程、条件以及操作者等应作记录并存档。

7 热处理品质检验

7.1 品质检验项目

根据热处理使用情况，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按表 4 规定。

表 4

分 类	检 验 项 目
普通件	外观、力学性能、畸变
重要件	外观、力学性能、畸变、金相组织
特殊重要件	外观、力学性能、畸变、金相组织、探伤

7.2 品质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，其硬度波动范围不得超过表 5 的规定。

表 5

工艺方法		退火	正火	调质	等温淬火	
硬度波动范围	单件	HBW	30	30	25	25
		HV	—	—	40	40
		HRC	—	—	5	5
	同批	HBW	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/T 1348 的规定，单铸试块应与同炉号浇铸、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 畸变

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 无损检测试验

裂纹及表面伤痕可采用目测、荧光检测、磁粉检测等方法进行。磁粉检测后应作退磁处理。

7.3.2 力学性能试验

硬度试验可按 GB/T 230.1、GB/T 231.1、GB/T 4340.1 等规定执行。抗拉试验按 GB/T 228 的规定执行。冲击试验按 GB/T 229 的规定执行。

7.3.3 金相组织检验

按 GB/T 9441 及有关标准的规定执行。

7.4 质量监控

检验人员按工艺文件要求及有关标准的规定进行检查，监控热处理工艺过程的正确贯彻执行，并提交品质检验报告。

8 处理件的材料

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/T 1348 规定执行。

附 录 A
(资料性附录)
球墨铸铁热处理工艺温度

球墨铸铁热处理工艺温度见表 A.1。

表 A.1

工艺方法		工艺温度 ℃
退火	高温石化退火	$A^{Z}_{c_1} + (50 \sim 100)$
	低温石墨化退火	$A^{S}_{c_1} - (30 \sim 50)$
	去应力退火	常用温度 560~620
正火	完全奥氏体化正火	$A^{Z}_{c_1} + (50 \sim 70)$
	部分奥氏体化正火	$A^{S}_{c_1} \sim A^{Z}_{c_1}$ 之间
	低碳奥氏体化正火	$A^{S}_{c_1} - (30 \sim 50)$ 保温后快速加热到 $A^{S}_{c_1} + (30 \sim 50)$ 不保温冷却
调质	完全奥氏体化正火	$A^{Z}_{c_1} + (30 \sim 50)$
	高温回火	常用温度 560~600
等温淬火	上贝氏体等温淬火	$A^{Z}_{c_1} + (30 \sim 50)$ 常用等温淬火温度 350~380
	下贝氏体等温淬火	$A^{Z}_{c_1} + (30 \sim 50)$ 常用等温淬火温度 230~330