



中华人民共和国国家标准

GB/T 16924—1997

钢件的淬火与回火

Quenching and tempering of steel parts

1997-07-25 发布

1998-02-01 实施

国家技术监督局 发布

前 言

本标准等效采用 JIS B 6913—1989《钢的淬火与回火处理》。

本标准与 JIS B 6913 的主要技术差异是定义部分采用我国的 GB 7232《金属热处理工艺术语》，工件的材料采用国产钢号；根据 GB/T 12603《金属热处理工艺分类及代号》，增加了淬火与回火工艺分类及代号，其他的技术内容完全与 JIS B 6913 一致。

本标准自实施之日起，原机械工业部标准 JB 3877—85《钢的淬火回火处理》作废。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准的附录 B 是提示的附录。

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由全国热处理标准化技术委员会归口。

本标准由机械工业部北京机电研究所负责起草，天津市热处理研究所、西安理工大学、东风汽车公司、上海工具厂参加起草。

本标准主要起草人：刘迨，贾洪艳，叶孝思，安运铮，程宗祥，袁家栋。

中华人民共和国国家标准

钢件的淬火与回火

GB/T 16924—1997

Quenching and tempering of steel parts

1 范围

本标准规定了炉中加热的钢件淬火与回火技术要求及方法。

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本标准的条文。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 224—87 钢的脱碳层深度测定方法
- GB/T 230—91 金属洛氏硬度试验方法
- GB 231—84 金属布氏硬度试验方法
- GB 699—88 优质碳素结构钢 技术条件
- GB 1220—92 不锈钢棒
- GB 1221—92 耐热钢棒
- GB 1222—84 弹簧钢
- GB 1298—86 碳素工具钢技术条件
- GB 1299—85 合金工具钢技术条件
- GB 3077—88 合金结构钢 技术条件
- GB 4340—84 金属维氏硬度试验方法
- GB 4341—84 金属肖氏硬度试验方法
- GB 5216—88 保证淬透性结构钢技术条件
- GB 5676—85 一般工程用铸造碳钢
- GB 6394—86 金属平均晶粒度测定方法
- GB 7232—87 金属热处理工艺术语
- GB 9452—88 热处理炉有效加热区测定方法
- GB 9943—88 高速工具钢棒技术条件
- GB/T 12603—90 金属热处理工艺分类及代号
- GB 15735—1995 金属热处理生产过程安全卫生要求
- JB/T 7530—94 热处理用氢气、氮气、氩气一般技术要求
- ZB J36 015—90 真空热处理
- YB(T)1—80 铬轴承钢

3 定义

本标准除采用 GB 7232 规定的定义外,采用下列定义。

3.1 有机水溶液淬火 organic aqueous solution quenching

将钢件加热到相变点以上某一温度,保持适当时间,随之在有机水溶液中淬冷。

3.2 气冷淬火 gas quenching

将钢件加热到相变点以上某一温度,保持适当时间,随之在适当的气氛中淬冷。

3.3 流态床淬火 fluidized bed quenching

将钢件加热到相变点以上某一温度,保持适当时间,随之在流态床中淬冷。

3.4 畸变 distortion

工件在热处理时所发生的形状和尺寸变化。

4 淬火与回火工艺分类及代号

按 GB/T 12603 的规定,淬火与回火工艺分类及代号见表 1。

表 1 淬火与回火工艺分类及代号

| 工 艺 | 代 号 | 工 艺 | 代 号 |
|---------|--------|---------|--------|
| 淬火 | 5131 | 盐浴淬火 | 5131 s |
| 淬火与回火 | 5141 | 流态床淬火 | 5131 f |
| 空冷淬火 | 5131 a | 压力淬火 | 5131 p |
| 油冷淬火 | 5131 e | 双液淬火 | 5131 d |
| 水冷淬火 | 5131 w | 马氏体分级淬火 | 5131 m |
| 盐水淬火 | 5131 b | 贝氏体等温淬火 | 5131 n |
| 有机水溶液淬火 | 5131 y | | |

5 工件

5.1 材料

材料的化学成分等要求应符合有关标准的规定。

常用的材料钢号见附录 A(标准的附录)。

5.2 处理前状态

根据表 2 的规定记录工件处理前的状态,并予以保存。

表 2 工件处理前的状态记录

| 项 目 | 备 注 |
|--|--------------------------------------|
| (1) 材料试验数据 牌 号 化学成分。 炼钢炉号。 硬度及其他力学性能。 淬透性。 金相。 | 晶粒度、脱碳层、非金属夹杂物、显微组织 |
| (2) 毛坯的制造方法 铸 造 锻 造 轧 制 挤 压 | 注明冷、热锻,必要时注明锻造比 注明冷、热轧 注明冷、热挤压 |

表 2(完)

| 项 目 | 备 注 |
|--|--|
| (3) 处理前的加工方法 塑性加工 冲 压 拉 拔 滚压成形 焊 接 气 割 机械加工 * | 注明冷、热塑性加工 注明冷、热冲压 注明冷、热拉拔 注明冷、热滚压 注明焊接方法 注明气割方法 注明加工方法及切削量 |
| (4) 淬火前的热处理 正 火 完全退火 球化退火 去应力退火 淬火回火(调质) 化学热处理 | 需要时,注明加热温度、保持时间和冷却方法 |
| (5) 矫正及其程度 * | 注明冷、热矫 |
| 注: * 可根据具体要求部分或全部省略。 | |

5.3 外观、形状及尺寸

根据表 3 的规定记录工件的外观、形状及尺寸,并予以保存。

表 3 工件的外观、形状及尺寸记录

| 项 目 | 备 注 |
|--|---|
| (1) 外观 | 裂纹、伤痕、铁锈和黑皮等 |
| (2) 重量 * | 以 kg 作计量单位 |
| (3) 工件的形状 * 特殊形状 壁厚差异 | 用简图表示 |
| (4) 尺寸及精度 * 尺 寸 加工余量 表面粗糙度 尺寸精度 形状公差 位置公差 | 在简图上标注 形状公差指直线度、平面度、圆度、圆柱度、线轮廓度、面轮廓度 位置公差指平行度、垂直度、倾斜度、同轴度、对称度、位置度、圆跳动、全跳动 |
| (5) 工件的后续加工方法 * 化学热处理 焊 接 表面处理 酸 洗 磨 削 喷 丸 | 需要时注明方法 需要时注明酸的种类 |
| 注: * 可根据具体要求部分或全部省略。 | |

6 工件的分类

根据工件的用途、材料的淬透性及重量,原则上按表4的规定进行分类。对有特殊要求的工件分类由供需双方协商解决。

表4 工件的分类

| 类别 | 用途(质量) | 淬透性 | | | | | | | | |
|----|-----------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | 高 | | | 中 | | | 低 | | |
| | | 小件 | 中件 | 大件 | 小件 | 中件 | 大件 | 小件 | 中件 | 大件 |
| 1 | 表面硬度等要求严格 | ✓ | ✓ | / | ✓ | / | / | / | / | / |
| 2 | 表面硬度等要求较严 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | / | ✓ | / | / |
| 3 | 表面硬度等要求中等 | / | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | / |
| 4 | 表面硬度等要求较宽 | / | / | ✓ | / | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

注

1 1类系指对质量要求高的工件。
2~4类为质量要求一般的工件。

2 工件材料的淬透性高、中和低的钢号例举如下:
高淬透性:W18Cr4V, W9Cr4V2, Cr12, Cr12MoV, Cr12W, 3W4Cr2V, 3Cr2W8V, 5CrNiMo, 5CrMnMo, 40CrNi2Mo等钢。
中等淬透性:45Mn2, 30CrMo, 35CrMo, 42CrMo, 20CrMo, 40CrNi, 40CrNiMo, CrW5, 38CrMoAl, 4Cr9Si2, 4Cr10Si2Mo, CrWMn, 5CrW2Si, 60Si2Mn, GGr9, GCr15等钢。
低淬透性:35, 40, 45, 60, 65, 75, 20Cr, 30Cr, 40Cr, 45Cr, T10, T12, T13, 等钢。

3 以重量分类原则上按下列规定进行:
(1) 小件:5 kg以下;
(2) 中件:5~30 kg;
(3) 大件:30 kg以上。

7 淬火与回火设备

7.1 淬火加热炉

7.1.1 按GB 9452规定定期对加热炉的有效加热区进行测定。

7.1.2 根据工件类别选择加热炉,其有效加热区温度偏差值应满足表5的要求。

表5 淬火加热炉有效加热区的温度偏差值

| 工件类别 | 允许温度偏差, C |
|------------|-----------|
| 1, 2, 3, 4 | ±15 |
| 3, 4 | ±25 |

7.1.3 燃料炉的火焰不能与工件直接接触。

7.1.4 盐浴不得腐蚀工件。应定期对盐浴进行有效的脱氧。

7.1.5 保护气氛加热炉使用的氩气、氮气和氢气应符合JB/T 7530的要求。

7.1.6 可控气氛炉的炉气成分应根据热处理工艺要求进行调节和控制。

7.1.7 对真空炉的要求按ZB J36 015规定。

7.1.8 连续式炉应能调节输送速度。

7.2 淬火冷却设备

7.2.1 冷却设备应配有搅拌或循环冷却装置。

7.2.2 冷却介质使用温度范围不得超过表6的规定。

表6 冷却介质使用温度范围

| 淬火冷却设备 | 冷却介质使用温度范围, °C | 适用工件类别 |
|---------|-----------------|---------|
| 水及水溶液槽 | 设定温度±10 | 1,2,3,4 |
| | 设定温度±15 | 3,4 |
| 油槽 | 设定温度±20 | 1,2,3,4 |
| | 设定温度±30 | 3,4 |
| 热浴槽 | 贝氏体等温淬火用设定温度±10 | 1,2 |
| | 马氏体分级淬火用设定温度±20 | 1,2 |
| 惰性或中性气体 | | 1,2 |

注:表中的设定温度是指冷却介质使用温度范围的中间值。

7.3 回火加热炉

7.3.1 应定期按 GB 9452 规定对加热炉的有效加热区进行测定。

7.3.2 根据工件类别的要求,选择加热炉,使其有效加热区温度偏差值能满足表7的要求。

表7 回火加热炉有效加热区的温度偏差值

| 工件类别 | 允许温度偏差, °C |
|------|------------|
| 1,2 | ±15 |
| 3,4 | ±20 |

7.3.3 热浴不得腐蚀工件。

7.3.4 对燃料炉、可控气氛炉、真空炉及连续式回火炉的要求,按 7.1.3、7.1.5、7.1.6 和 7.1.7 规定执行。

7.4 温度测定及温度控制装置

7.4.1 加热炉的每个加热区应配有温度测定及温度控制自动记录装置。

7.4.2 设定温度低于 400°C 时,热电偶型测温系统温度指示综合误差不得超过±4°C,高于 400°C 时不得超过设定温度的±1%。

7.5 设备的维护保养

应制订适当的设备操作规程和维护保养制度,并妥善保管有关记录。

8 淬火与回火方法

8.1 待处理件的验收

应根据 5.1.5.2 和 5.3 的规定验收工件。必要时应对一些重要的或有疑问的项目进行复检。

8.2 工艺的制订

应根据工件的特征(材料牌号、处理前的形状、形态及尺寸等)热处理目的、批量及设备条件和是否进行后续加工来制订合理的热处理工艺。

8.3 装炉

工件必须放置在有效加热区内。装炉量、装炉方式及堆放形式均应确保加热、冷却均匀一致,且不致造成畸变和其他缺陷。使用工夹具时,应检验其完好性。

8.4 淬火加热及冷却

8.4.1 应正确选择加热规范,必要时可进行适当的预热。

使用可控气氛炉或热浴槽时,要调整加热前及加热过程中介质的成分,不能引起工件脱碳及腐蚀。

8.4.2 应正确选择冷却规范,使表面各部分的冷却在规定的温度范围内大致均匀。

冷却过程中冷却介质的使用温度范围不得超过表 6 的规定。

有关淬火工艺规范的选择见附录 B(提示的附录)。

8.5 回火加热及冷却

淬火后应及时回火。

应正确选择回火的加热温度、加热速度及冷却速度。

有关回火工艺规范的选择见附录 B。

8.6 淬火与回火后的辅助工序

8.6.1 在校直淬火与回火件时所产生的残余内应力,如对其后的机械加工质量和使用性能产生较大影响,应施行去应力处理。

8.6.2 在清理淬火与回火件时,不能使其表面受到有害影响。

8.7 过程情况记录

对温度、时间等工艺参数应按规定作必要的记录并予以保存,必要时应得到有关人员的确认。

9 淬火与回火后工件的质量检验

9.1 检验内容及要求

9.1.1 外观

表面应无裂纹及伤痕等。

9.1.2 表面硬度

根据工件的类别,其表面硬度偏差范围不得超过表 8~表 11 的规定。

表面硬度测定部位由工艺文件规定。对局部淬火或回火件,应避免在淬火(回火)区与未淬火(回火)区的交界处测定硬度。

表 8 表面维氏硬度偏差允许值

| 工件类别 | 硬度偏差 (HV) | | | | | |
|------|-----------|-----------|--------|--------|-----------|--------|
| | 单 件 | | | 同 批 | | |
| | 350 以下 | 350 至 500 | 500 以上 | 350 以下 | 300 至 500 | 500 以上 |
| 1 | 25 | 35 | 60 | 45 | 55 | 100 |
| 2 | 30 | 45 | 80 | 55 | 80 | 140 |
| 3 | 45 | 70 | 120 | 70 | 100 | 180 |
| 4 | 55 | 80 | — | 75 | 110 | — |

表 9 表面洛氏硬度偏差允许值

| 工件类别 | 硬度偏差 (HRC) | | | | | |
|------|------------|---------|-------|-------|---------|-------|
| | 单 件 | | | 同 批 | | |
| | 35 以下 | 35 至 50 | 50 以上 | 35 以下 | 35 至 50 | 50 以上 |
| 1 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 |
| 2 | 4 | 4 | 4 | 7 | 7 | 7 |
| 3 | 6 | 6 | 6 | 9 | 9 | 9 |
| 4 | 7 | 7 | — | 10 | 10 | — |

表 10 表面布氏硬度偏差允许值

| 工件类别 | 硬度偏差 (HB) | | | |
|------|-----------|-----------|--------|-----------|
| | 单 件 | | 同 批 | |
| | 330 以下 | 330 至 450 | 330 以下 | 330 至 450 |
| 1 | 20 | 30 | 35 | 50 |
| 2 | 30 | 40 | 50 | 70 |
| 3 | 40 | 60 | 65 | 90 |
| 4 | 50 | 70 | 70 | 100 |

表 11 表面肖氏硬度偏差允许值

| 工件类别 | 硬度偏差 (HS) | | | | | |
|------|-----------|---------|-------|-------|---------|-------|
| | 单 件 | | | 同 批 | | |
| | 50 以下 | 50 至 70 | 70 以上 | 50 以下 | 50 至 70 | 70 以上 |
| 1 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 8 |
| 2 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 11 |
| 3 | 6 | 8 | 10 | 9 | 11 | 14 |
| 4 | 7 | 9 | — | 10 | 13 | — |

注

1 HV、HRC、HB 及 HS 各数值是使用各种硬度试验机的实测值,各表中的硬度值之间没有直接换算关系。

2 同批是指采用同一批处理的工件,对于周期式热处理设备,是指用一台设备一次处理的一批工件;对于连续式热处理设备,是指按相同的条件处理的一批工件。但是在连续式热处理设备的情况下,同批处理的最大量系指连续 8 小时内处理的一批工件。

3 测定部位从工件的形状来确定,淬火冷却条件大致相同。

4 局部淬火与回火时,测定部位不包括淬火区附近的区域。

9.1.3 金相

应达到工件所要求的正常组织。

9.1.4 畸变

工件的畸变应不影响其后的机械加工及使用。具体的畸变量应由冷、热加工工艺人员协商确定。

9.2 质量检验用仪器和量具

所使用的各种仪器和量具应有计量部门颁发的合格证,并在有效期内使用。

9.3 质量检验方法

9.3.1 表面硬度

按 GB/T 230、GB 231、GB 4340 和 GB 4341 进行。

9.3.2 探伤

可采用肉眼或着色鉴定裂纹及伤痕,必要时按有关标准进行超声或磁粉检验。

9.3.3 金相

晶粒度按 GB 6354 进行,表层脱碳按 GB 224 进行,其他金相组织的评定按有关标准进行。

9.3.4 畸变

可使用相应的仪器和量具测量。

10 安全卫生技术

淬火与回火过程的安全卫生按 GB 15735 的有关规定执行。

11 产品报告单

11.1 根据要求可按每批或每炉开具报告单。

11.2 报告单应包括下列内容：

- (1) 淬火与回火的工艺类型；
- (2) 质量检验结果；
- (3) 工件的数量及重量；
- (4) 操作者姓名或代号；
- (5) 报告日期：年、月、日。

附录 A

(标准的附录)

淬火与回火件常用材料的牌号

淬火与回火件常用材料的牌号见表 A1。

表 A1 常用材料的牌号

| 标准号及标准名称 | 牌 号 |
|------------------------|---|
| GB 699—88 优质碳素结构钢 技术条件 | 20、30、35、40、50、55、60 20Mn、30Mn、35Mn、40Mn、45Mn、50Mn、60Mn |
| GB 3077—88 合金结构钢 技术条件 | 20Mn2、30Mn2、35Mn2、40Mn2、45Mn2、50Mn2 20MnV 30Mn2MoW、 27SiMn、35SiMn、42SiMn、20SiMn2MoV、 25SiMn2MoV、37SiMn2MoV 40B、45B、50B 40MnB、45MnB、20Mn2B 20MnMo 15MnVB、20MnVB、40MnVB 20MnTiB、25MnTiBRE 20SiMnVB 15Cr、15CrA、20Cr、30Cr、35Cr、40Cr、 45Cr、50Cr 38CrSi 12CrMo、15CrMo、20CrMo、30CrMo、 30CrMoA、35CrMo、42CrMo 12CrMoV、35CrMoV、12Cr1MoV、25Cr2MoVA、25Cr2Mo1VA、 20Cr3MoWVA 38CrMoAl 20CrV、40CrV、50CrVA 15CrMn、20CrMn、40CrMn 20CrMnSi、25CrMnSi、30CrMnSi、30CrMnSiA、35CrMnSiA、 20CrMnMo、40CrMnMo 20CrMnTi、30CrMnTi 20CrNi、40CrNi、45CrNi、50CrNi、12CrNi2、20CrNi3、30CrNi3、 37CrNi3 12Cr2Ni4、20Cr2Ni4 20CrNiMo、40CrNiMoA 45CrNiMoVA 18Cr2Ni4WA、25Cr2Ni4WA |

表 A1(完)

| 标准号及标准名称 | 牌 号 |
|---|--|
| GB 5216—85 保证淬透性结构钢技术条件 | 45H、20CrH、40CrH、45CrH 40MnBH、45MnBH、20MnMoBH、20MnVBH、 22MnVBH 20MnTiBH 20CrMnMoH 20CrMnTiH 20CrNi3H、12Cr2Ni4H 20CrNiMoH |
| GB 1298—86 碳素工具钢技术条件 | T7、T8、T8Mn、T9、T10、T11、T12、T13 |
| GB 1299—85 合金工具钢技术条件 量具刀具用钢 耐冲击工具用钢 冷作模具用钢 热作模具用钢 无磁模具钢 塑料模具钢 | 9SiCr、8MnSi、Cr06、Cr2、9Cr2、W 4CrW2Si、5CrW2Si、6CrW2Si Cr12、Cr12Mo1V1、Cr12MoV、Cr5Mo1V 9Mn2V、CrWMn、9CrWMn、Cr4W2MoV、 6Cr4W3Mo2VNb、6W6Mo5Cr4V 5CrMnMo、5CrNiMo、3Cr2W8V、5Cr4Mo3SiMnVA1、3Cr3Mo3W2V、 5Cr4W5Mo2V、8Cr3、4CrMnSiMoV、4Cr3Mo3SiV、4Cr5MoSiV、 4Cr5MoSiV1、4Cr5W2VSi 7Mn15Cr2Al3V2、WMo 3Cr2Mo |
| GB 9943—88 高速工具钢棒技术条件 | W18Cr4V、W19Cr4VCo5、W18Cr4V2Co8、W12Cr4V5Co5、 W6Mo5Cr4V2、W6Mo5Cr4V2、W6Mo5Cr4V3、CW6Mo5Cr4V3、 W2Mo9Cr4V2、W6Mo5Cr4V2Co5、W7Mo4Cr4V2Co5、 W2Mo9Cr4VCo8、W9Mo3Cr4V、W6Mo5Cr4V2Al |
| GB 1220—92 不锈钢棒 | 1Cr13、2Cr13、1Cr13Mo、Y1Cr13、2Cr13、3Cr13、3Cr13Mo、 Y3Cr13、1Cr17Ni2、7Cr17、8Cr17、11Cr17、Y11Cr17 |
| GB 1221—92 耐热钢棒 | 1Cr5Mo、4Cr9Si2、4Cr10Si2Mo、8Cr20Si2Ni、1Cr11MoV、 2Cr12MoVNbN、1Cr12WMoV、2Cr12NiMoWV、1Cr13、1Cr13Mo、 1Cr17Ni2、1Cr11Ni2W2MoV |
| GB 1222—84 弹簧钢 | 65、70、85、65Mn、55Si2Mn、55Si2MnB、55SiMnVB、60Si2Mn、 60Si2MnA、60Si2CrA、60Si2CrVA、55CrMnA、60CrMnA、 60CrMnMoA、50CrVA、60CrMnBA、30W4Cr2VA |
| YB(T)1—80 锻轴承钢 | GCr6、GCr9、GCr8SiMn、GCr15、GCr15SiMn |
| GB 5676—85 一般工程用铸造碳钢 | ZG 270-500、ZG 310-570、ZG 340-640 |

附录 B

(提示的附录)

钢件淬火与回火工艺规范的选择

B1 加热温度

B1.1 选择加热温度的依据是钢的临界点。其一般原则如下：

亚共析钢： $A_{c_3} + (30 \sim 50)^\circ\text{C}$

共析钢、过共析钢： $A_{c_1} + (30 \sim 50)^\circ\text{C}$

B1.2 选择加热温度时还应考虑到工件的材料牌号、性能要求、原始组织状态等因素。必要时，应进行小批量试淬，以选择合适的加热温度范围。

B2 加热速度

高碳高合金钢及形状复杂的或者截面大的工件应进行预热，或者采用低温入炉控制升温速度的加热方式。中小件可直接放入达到淬火温度的炉中加热。

B3 加热时间

炉中的工件应在规定的加热温度范围内保持适当的时间，保证必要的组织转变和扩散。

加热时间与工件的材料牌号、形状及尺寸、加热介质、加热温度、加热方式、装炉方式、装炉量等因素有关。应根据具体情况而定，必要时应通过试淬以确定合适的加热时间。

B4 冷却

B4.1 冷却速度应控制适当。冷却介质的使用温度不应超过 7.2.2 规定的范围。

B4.2 应采用适当的冷却方式，使工件表面各部位获得大致均匀的冷却。

B5 回火工艺规范的选择

B5.1 回火温度和回火时间由工件的材料牌号、性能要求确定。确定回火时间还应考虑到工件的尺寸及加热介质等因素。

对具有第一类回火脆性的钢必须避开回火脆性温度区间；对其有第二类回火脆性的钢，在回火脆性温度区间内加热后应采用油或水冷却。

B5.2 淬火后的工件应及时回火。