

# 团 体 标 准

T/CFA XXXX—202X

## 高精度金属切削机床用灰铸铁件

Grey iron castings for high-precision metal cutting machine tools

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利上连同支持性文件一并附上。

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

中国铸造协会 发布



## 目 次

前言 .....	IV
引言 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 技术要求 .....	2
4.1 牌号 .....	2
4.2 生产方法和化学成分 .....	2
4.3 力学性能 .....	2
4.4 金相组织 .....	3
4.5 尺寸和尺寸公差 .....	3
4.6 加工余量 .....	4
4.7 重量公差 .....	4
4.8 表面质量 .....	4
4.9 缺陷和修补 .....	5
4.10 时效 .....	5
4.11 底漆 .....	5
4.12 其它要求 .....	5
5 试样制备 .....	5
5.1 通则 .....	5
5.2 试样类型 .....	5
5.3 拉伸试棒 .....	6
5.4 单铸试棒 .....	6
5.5 并排试棒 .....	6
5.6 附铸试块 .....	6
5.7 铸件本体试样 .....	6
5.8 硬度试块 .....	6
6 试验方法 .....	7
6.1 拉伸试验 .....	7
6.2 弹性模量试验 .....	7
6.3 残余应力试验 .....	7
6.4 硬度试验 .....	7
6.5 化学分析 .....	7
6.6 金相检验 .....	7
6.7 无损检测 .....	7
6.8 铸件尺寸、尺寸公差和几何公差 .....	8
6.9 重量公差 .....	8
6.10 表面质量 .....	8

6.11 铸件缺陷.....	8
6.12 时效.....	8
6.13 底漆.....	8
6.14 可选的其它测试方法.....	8
7 检验规则.....	9
7.1 批次划分.....	9
7.2 检测频次和数量.....	9
7.3 力学性能试验.....	9
7.4 硬度试验.....	9
7.5 试验的有效性.....	9
7.6 试验及复验结果判定.....	10
7.7 试验数据保存.....	10
7.8 试样保存.....	10
8 标志、质量证明书、表面防护、包装和贮运.....	10
8.1 铸件标志.....	10
8.2 质量证明书.....	10
8.3 表面防护、包装和贮运.....	11
附录 A (资料性) 铸件试样抗拉强度、力学性能和物理性能.....	12
附录 B (资料性) 灰铸铁硬度和抗拉强度之间的关系.....	15
B.1 一般要求.....	15
B.2 相对硬度.....	15
B.3 抗拉强度和硬度比.....	16
附录 C (资料性) 灰铸铁件的抗拉强度、硬度和截面厚度的关系.....	17
附录 D (资料性) 金属切削机床用灰铸铁件盲孔法残余应力检测.....	18
D.1 铸件状态.....	18
D.2 检测批次.....	18
D.3 检测报告.....	18
参考文献.....	19

图 B.1 灰铸铁相对硬度与硬度、抗拉强度之间的关系.....	15
图 B.2 灰铸铁抗拉强度和硬度比关系 (T/H 比).....	16
图 C.1 形状简单铸件的最小抗拉强度和主要壁厚之间的关系.....	17
图 C.2 形状简单铸件的平均硬度和主要壁厚之间的关系.....	17

表 1 铸件的弹性模量值.....	2
表 2 铸件的残余应力值.....	3
表 3 导轨硬度.....	3
表 4 导轨表面硬度差.....	3
表 5 工作台台面硬度.....	3
表 6 铸件尺寸公差等级.....	4

表 7 铸件表面粗糙度 .....	4
表 A.1 铸件试样的抗拉强度 .....	12
表 A.2 $\Phi 30$ mm 单铸试棒力学性能 .....	13
表 A.3 $\Phi 30$ mm 单铸试棒的物理性能.....	13

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国铸造协会铸铁工作委员会提出。

本文件由中国铸造协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

## 引 言

工业母机是现代制造业的基石，是衡量一个国家工业化水平、综合国力的重要标志。高精度金属切削机床属于工业母机核心类别，是国家基础制造能力的集中体现。其关键基础部件，如床身、立柱、工作台等，普遍采用导热性与减振性俱佳的灰铸铁制造，这些部件的性能对机床整机的功能与精度有着重要的影响。

本文件旨在规范和统一国内高精度金属切削机床用灰铸铁件的技术质量要求，为国内金属切削机床灰铸铁件设计和制造企业提供指导和参考。



# 高精度金属切削机床用灰铸铁件

## 1 范围

本文件规定了高精度金属切削机床用灰铸铁件（以下简称铸件）的技术要求、试验方法、检验规则、标识和质量证明书。

本文件适用于在砂型或导热性与砂型相当的铸型中铸造的金属切削机床用灰铸铁件，包括但不限于树脂砂、砂型3D打印、消失模、粘土砂等铸造工艺的制造与验收。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 223.3 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷磷钼酸重量法测定磷量
- GB/T 223.4 钢铁及合金 锰含量的测定 电位滴定或可视滴定法
- GB/T 223.60 钢铁及合金化学分析方法 高氯酸脱水重量法测定硅含量
- GB/T 223.72 钢铁及合金 硫含量的测定 重量法
- GB/T 223.86 钢铁及合金 总碳含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法
- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法
- GB/T 231.1 金属材料布氏硬度试验 第 1 部分：试验方法
- GB/T 5611 铸造术语
- GB/T 5677 铸件 射线照相检测
- GB/T 6060.1 表面粗糙度比较样块 第 1 部分：铸造表面
- GB/T 6477 金属切削机床 术语
- GB/T 7216 灰铸铁金相检验
- GB/T 9439 灰铸铁件
- GB/T 9443 铸钢铸铁件 渗透检测
- GB/T 9444 铸钢铸铁件 磁粉检测
- GB/T 11351 铸件重量公差
- GB/T 15056 铸造表面粗糙度 评定方法
- GB/T 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法(常规方法)
- GB/T 20125 低合金钢 多元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法
- GB/T 22315 金属材料 弹性模量和泊松比试验方法
- GB/T 24234 铸铁 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)
- GB/T 25372 金属切削机床 精度分级
- GB/T 31310-2014 金属材料 残余应力测定 钻孔应变法
- GB/T 38441 生铁及铸铁铬、铜、镁、锰、钼、镍、磷、锡、钛、钒和硅的测定 电感耦合等离子

体原子发射光谱法

GB/T 42124.3 产品几何技术规范（GPS） 模制件的尺寸和几何公差 第 3 部分铸件尺寸公差、几何公差与机械加工余量

JB/T 3997 金属切削机床灰铸铁件 技术条件

JB/T 7134.1 金属切削机床 铸铁件 第 1 部分：疏松级别评定

### 3 术语和定义

GB/T 5611、GB/T 9439、GB/T 6477和GB/T 25372界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**高精度金属切削机床** high-precision metal cutting machine tools

可获得相对加工精度等级为G级的金属切削机床。

注：机床精度分级按照GB/T 25372 的规定执行。

### 4 技术要求

#### 4.1 牌号

根据抗拉强度要求，铸件选择使用 JB/T 3997 中的 HT250、HT300 和 HT350 等三个牌号。

#### 4.2 生产方法和化学成分

4.2.1 铸件的生产方法和化学成分由供方自行决定。

4.2.2 铸件的化学成分不作为验收的依据，如需方有要求，应在订货协议中注明，按供需双方商定的频次和数量进行检测。

#### 4.3 力学性能

##### 4.3.1 抗拉强度

4.3.1.1 铸件试样抗拉强度应符合 JB/T 3997 的规定。

4.3.1.2 单铸试棒的力学性能和物理性能见附录 A。灰铸铁的抗拉强度和布氏硬度之间的关系见附录 B。

4.3.1.3 铸件本体的抗拉强度、布氏硬度和壁厚之间的关系见附录 C。

##### 4.3.2 弹性模量

试棒或铸件本体的弹性模量应符合表 1 的规定。

表 1 铸件的弹性模量值

材料牌号	HT250	HT300	HT350
弹性模量E ≥ GPa	110	120	130

##### 4.3.3 残余应力

铸件的残余应力值应符合表 2 的规定。

表 2 铸件的残余应力值

材料牌号	HT250	HT300	HT350
	≤	≤	≤
铸件本体残余应力（拉应力） MPa	30	40	60

#### 4.3.4 硬度

4.3.4.1 铸件滑动导轨或重要移置导轨的工作面，毛坯硬度应符合表 3 的规定。

表 3 导轨硬度

导轨壁厚mm		导轨硬度 HBW	
>	≤	≥	≤
10	20	190	255
20	40	180	241
40	60	180	

4.3.4.2 采用表面淬火处理的导轨，淬火前的硬度应符合有关标准的要求，淬火后的表面硬度应在图样或工艺文件上规定。

4.3.4.3 在导轨壁厚基本均匀条件下，在一种运动范围内，导轨表面的硬度差不应超过表 4 的规定。各处硬度值均应符合本文件 4.3.3.1 的规定。

表 4 导轨表面硬度差

导轨长度 mm	≤2500	>2500
硬度差 HBW	20	30

4.3.4.4 对于不带导轨的铸件，如有硬度要求时，按 GB/T 9439 的硬度牌号规定选用硬度牌号，并在图样或工艺文件上规定硬度的测定位置，检测频次和数量由供需双方商定。

4.3.4.5 机床工作台台面作为导轨使用时，其台面硬度应符合表 4 的规定；工作台台面不作为导轨使用时，其台面硬度应符合表 5 的规定。工作台台面表面硬度差均应符合表 5 的规定。

表 5 工作台台面硬度

台面厚度mm		台面硬度 HBW	
>	≤	≥	≤
10	20	200	255
20	40	190	241
40	80	180	

#### 4.4 金相组织

4.4.1 铸件导轨表面的金相组织应符合 JB/T 3997 的规定。如果需方对金相组织有明确规定时，按需方图样、技术要求执行；需方无特殊要求时，金相组织的检测按 GB/T 7216 的规定。

4.4.2 采用表面淬火处理的导轨面，淬火前的金相组织应符合 JB/T 3997 的要求。

#### 4.5 尺寸和尺寸公差

- 4.5.1 铸件尺寸应符合铸件图的要求。如需方提供模样，应按模样尺寸验收。
- 4.5.2 铸件尺寸公差应符合 GB/T 42124.3 的规定。DCTG13~DCTG15wt<sup>b</sup> 小于或等于 16 mm 的铸件基本尺寸，其公差值需单独标注，可提高 2 级~3 级。
- 4.5.3 铸件主要尺寸的公差等级应不低于表 6 的规定。主要尺寸由设计和工艺部门确定，并在图样或工艺文件上注明。

表 6 铸件尺寸公差等级

生产方式	机器造型	手工造型
成批大量生产	DCTG 9~DCTG 10	DCTG 11~DCTG 12
单件小批生产	—	DCTG 13~DCTG 14

- 4.5.4 铸件主要尺寸中的加工基准面和基准系统尺寸、配合尺寸等的公差等级不受表 6 的限制，由设计、工艺部门确定后在工艺文件上具体规定。
- 4.5.5 铸件非主要尺寸的公差等级一般按表 6 规定的公差等级降低一级。非加工壁厚和铸筋厚度的尺寸公差等级允许按表 6 规定的公差等级降低两级。
- 4.5.6 如对铸件尺寸公差有特殊要求，应在图样、工艺文件或技术协议上规定。

#### 4.6 加工余量

铸件机械加工余量应符合 GB/T 42124.3 或图样、工艺文件的规定。

#### 4.7 重量公差

- 4.7.1 铸件的重量公差应符合 GB/T 11351 的规定。
- 4.7.2 铸件的重量公差等级的选取应和尺寸公差等级的选取相同。
- 4.7.3 如有特殊要求，应在图样、工艺文件或技术协议中规定。

#### 4.8 表面质量

##### 4.8.1 表面粗糙度

铸件的铸造表面粗糙度应符合 GB/T 6060.1 的规定和表 7 的要求。铸件的内腔非主要表面和加工表面的粗糙度允许放宽一级验收。

表 7 铸件表面粗糙度

铸件重量 kg	≤100	>100
表面粗糙度 $Ra$	最大允许值 $\mu m$	
	25	50

##### 4.8.2 直线度

铸件应棱角清晰、表面平整，外露的非加工表面的直线度偏差应符合 JB/T 3997 的规定。

##### 4.8.3 挠曲变形

对于长铸件，在 1000 mm 长度上，其挠曲变形一般应不超过 1.5 mm，每增大 1000 mm，允许增加 1.5 mm，同时应满足铸件尺寸公差的要求。

#### 4.8.4 错型（错箱）

4.8.4.1 铸件的错型值应符合 GB/T 42124.3 的规定。如有特殊要求应在图样或技术协议中规定。

4.8.4.2 铸件外露非加工面产生错型后，清铲的斜坡面应符合 JB/T 3997 的规定。

4.8.5 毛坯铸件上的型砂、粘结物和芯骨应清理干净，去除浇冒口、飞边、毛刺，修整多肉。

4.8.6 经精整后的铸件，在非加工面上的浇冒口和飞边、毛刺应铲平，其公差为 0 mm~-2mm，加工面上的浇冒口、飞边和毛刺，允许留有少量残根。

4.8.7 铸件的油池、油箱及油通道部位应仔细清理，不应留有粘砂和阻塞油路的飞边等。

#### 4.9 缺陷和修补

4.9.1 铸件不应有影响使用性能的裂纹、气孔、砂眼、缩孔、夹渣、冷隔以及其他降低结构强度或影响切削加工的铸造缺陷。

4.9.2 铸件导轨表面、工作台面和液压件加工面上的疏松，应符合 JB/T 7134.1 的规定。

4.9.3 铸件的储油部位不允许存在引起渗漏的缺陷。

4.9.4 铸件上允许存在缺陷深度不超过实际加工余量的铸造缺陷及双方商定允许存在不影响使用性能的铸造缺陷。

4.9.5 对不影响使用性能和外观质量的铸造缺陷，在保证铸件质量的条件下，允许按有关标准修补。

#### 4.10 时效

4.10.1 机床的重要铸件，应在粗加工后进行消除应力的时效处理。

4.10.2 自然时效、振动时效和热时效处理的要求，按工艺文件或有关标准的规定执行。

4.10.3 对于采用其他减少应力和稳定化措施的铸件，应按相应技术条件的规定进行。

4.10.4 除另有规定外，铸件均以铸态交货。对铸件的热处理有特殊要求时，供需双方订货时商定。

#### 4.11 底漆

铸件不加工的表面，应在除锈和铸件内外清理干净后涂以防锈底漆，底漆应喷刷均匀，不应有起皱、堆积、流挂、露底等现象。

#### 4.12 其它要求

除以上规定外，如有其他特殊要求，可由供需双方商定。

### 5 试样制备

#### 5.1 通则

5.1.1 试棒应和它所代表的铸件同包(或同炉)铁液浇注。

5.1.2 铸件需要热处理时，试棒应与所代表的铸件同炉热处理。

5.1.3 所有的试棒都应有明显的标记以确保质量可追溯。

#### 5.2 试样类型

5.2.1 应依据铸件的重量和壁厚选取试样类型。除非供需双方已确定了铸件的主要壁厚和试样类型，否则，试样类型由供方自行决定。

5.2.2 当铸件的质量超过 1000 kg 且主要壁厚超过 50 mm 时，应优先采用附铸试块。试棒的尺寸和位置由供需双方商定。

5.2.3 为了保证达到性能，通常采用类型 II 试棒。

### 5.3 拉伸试棒

5.3.1 单铸试棒和并排试棒的尺寸应符合 GB/T 9439 的规定，试棒尺寸应与铸件的主要壁厚相对应。也可用直径 30 mm 的 II 型试棒来表征材料。

5.3.2 若采用其他尺寸，试样的尺寸以及测得的最小抗拉强度值或允许范围值应由供需双方商定。

### 5.4 单铸试棒

5.4.1 单铸试棒按 GB/T 9439 规定执行，试棒应立铸。试棒和铸件应用同一批铁液浇注，并在本批次铁液浇注后期浇注试棒。

5.4.2 单铸试棒应与其所代表的铸件在具有相近的导热性的铸型中立浇。同一铸型中可同时浇注三根及三根以上的试棒，试棒间的最少吃砂量应大于 40 mm。

5.4.3 单铸试棒的开箱落砂温度应低于 500 °C。

5.4.4 如果铸件需要热处理，则试棒应和所代表的铸件同炉处理；铸件进行消除应力的时效处理时，试棒可不予处理。

5.4.5 试棒的长度 L 根据试棒和夹持装置的长度确定。试棒的长度 L 取决于 A 型或 B 型试棒及夹持段的长度。用单铸试棒加工的试样尺寸见 GB/T 9439 相关规定。

5.4.6 其他尺寸或使用其他铸造工艺生产的试棒，由供需双方商定。图 C.1 给出了形状简单铸件的最小抗拉强度和主要壁厚之间的关系。

### 5.5 并排试棒

5.5.1 并排试棒代表与其同批浇注且主要壁厚相近的同批次铸件，试棒应在同批次铸件的最后浇注。

5.5.2 并排试棒尺寸应符合 GB/T 9439 的规定。

### 5.6 附铸试块

5.6.1 附铸试块代表其附铸的铸件以及主要壁厚相近的同批次铸件，带有附铸试块的铸件应在同批铸件的最后浇注。

5.6.2 附铸试块块形状及尺寸应符合 GB/T 9439 的规定。附铸试块长度 L 应根据试块长度和夹紧端的长度确定。小尺寸的附铸试块适用于壁厚小于 100 mm 的铸件，大尺寸的附铸试块用于壁厚不小于 100 mm 的铸件。

5.6.3 附铸试块的类型、尺寸和附铸位置应由供需双方商定或由供方自行决定试块的类型和附铸位置。

5.6.4 当铸件的主要壁厚大于 20 mm 且质量大于 200 kg 时，宜采用附铸试块。

5.6.5 如果铸件需要热处理，附铸试块应在铸件热处理后再切下。

### 5.7 铸件本体试样

5.7.1 如有必要，供需双方可以规定铸件指定位置的性能，并在指定位置处制取试样及测试试样力学性能。

5.7.2 本体试样的尺寸应符合 GB/T 9439 的规定，或由供需双方商定。

5.7.3 如果需方没有规定，本体试样的取样位置由供方自行决定。

### 5.8 硬度试块

5.8.1 可在附铸在铸件某位置的硬度试块上测试硬度，硬度试块的形状和尺寸应符合 GB/T 9439 的规定。硬度试块附铸在铸件上的位置由供需双方商定。

5.8.2 硬度试块用于壁厚不小于 20 mm 的铸件，试块从铸件上切取，磨平切面后，在磨平的切面上测定布氏硬度值。

5.8.3 如果铸件需要热处理，硬度试块应在铸件热处理后切取。

## 6 试验方法

### 6.1 拉伸试验

6.1.1 拉伸试验按 GB/T 228.1 的规定执行。

6.1.2 拉伸试样的类型有 A 型和 B 型两种，拉伸试样的型式应符合 GB/T 9439 的规定。

注：对同一种材料，A 型试样的试验结果可能会略高于 B 型试样的试验结果

6.1.3 弹性模量按 GB/T 22315 的规定执行。

### 6.2 弹性模量试验

弹性模量检测按 GB/T 22315 的规定执行。

### 6.3 残余应力试验

残余应力试验按 GB/T 31310 — 2014 中低速钻残余应力测量方法（方法B）的规定执行。

### 6.4 硬度试验

6.4.1 硬度测定方法按 GB/T 231.1 的规定执行，优先采用试验力-球直径平方比为 30 或 10 的硬度试验。

6.4.2 铸件导轨面和工作台台面硬度的测定，可直接在铸件导轨表面和工作台台面上进行。

6.4.3 铸件毛坯导轨面硬度的测定，经双方同意，可以采用与导轨厚度相当的附铸试块，亦可采用附铸在导轨面上的硬度试块。

6.4.4 铸件非导轨面硬度的测试位置，应在双方商定的位置上进行。如无商定，可在铸件有代表性的位置上进行测定。

6.4.5 检测硬度时，应在铸造表面 1.5 mm 以下处测试。

### 6.5 化学分析

6.5.1 铸件常规化学成分分析方法按 GB/T 223.3 、GB/T 223.4 、GB/T 223.60 、GB/T 223.72、 GB/T 223.86 、GB/T 20123 的规定执行。

6.5.2 光谱化学分析按 GB/T 24234 或 GB/T 38441 的规定执行。

### 6.6 金相检验

6.6.1 铸件金相检验按 GB/T 7216 的规定执行。

6.6.2 导轨表面金相组织的检验，应在导轨面或导轨铸件的附铸试块上进行。

6.6.3 铸件金相组织的取样部位和检测频率由供需双方商定。

6.6.4 铸件金相组织的检验应在铸件表面 1.5 mm 以下处取样检测。

### 6.7 无损检测

- 6.7.1 磁粉检测按 GB/T 9444 的规定执行。
- 6.7.2 渗透检测按 GB/T 9443 的规定执行。
- 6.7.3 射线检测按 GB/T 5677 的规定执行。

## 6.8 铸件尺寸、尺寸公差和几何公差

- 6.8.1 铸件的几何形状、尺寸检测点和机加工的基准点，应由需方标注出来。
- 6.8.2 铸件的几何形状公差、尺寸公差应选择相应精度的检测工具、量块、样板或划线进行检测。
- 6.8.3 样件、试生产铸件应提交全尺寸检测报告，检测数量由供需双方商定。
- 6.8.4 量产铸件应按 1:30 比例抽检，提交关键尺寸(或重要尺寸)检测报告。
- 6.8.5 抽验时，如被检铸件中有 1 件不合格，应从该批次铸件中再抽检 2 件，如仍有 1 件不合格，则应对该批次铸件逐件进行检验。

## 6.9 重量公差

铸件的重量用衡器测量，应符合 GB/T 11351 的公差等级。

## 6.10 表面质量

- 6.10.1 铸件的表面粗糙度、直线度、挠曲变形和错型按 1:30 比例抽检。
- 6.10.2 铸件的表面粗糙度应按 GB/T 15056 规定检验。以铸件 80% 的表面所能达到的表面粗糙度等级，定为该铸件表面粗糙度等级。表面粗糙度不符合要求时允许返工，直到符合要求。
- 6.10.3 直线度和挠曲变形值不符合要求时允许校整，校整后仍达不到加工要求，应评定为不合格。
- 6.10.4 错型值不符合要求时允许修整，修整后仍达不到要求的，应评定为不合格。
- 6.10.5 毛坯铸件上的型砂、粘结物、芯骨、飞边、毛刺、多肉以及浇冒口残余等要逐件检查，铸件的油池、油箱及油通道部位要重点检查，不符合要求时允许修整，修整后仍达不到表面质量要求，应评定为不合格。

## 6.11 铸件缺陷

- 6.11.1 铸件表面可见的缺陷，100 % 目测法逐件检查或借助内窥镜进行检查。
- 6.11.2 铸件不可见的表面缺陷，可用磁粉探伤或渗透检测方法检查，磁粉探伤按 GB/T 9444 的规定执行，渗透检测按 GB/T 9443 的规定执行。
- 6.11.3 铸件的内部缺陷，可用射线方式检查，射线检验按 GB/T 5677 的规定执行。
- 6.11.4 对几何形状、内腔形状复杂的铸件内在缺陷的检查，可按双方商定的检测频次、数量、检验方式进行抽检。

## 6.12 时效

- 6.12.1 铸件的热时效，应按照多点温度记录仪的记录资料，逐炉检查时效温差及升温、保温、降温 and 装炉执行情况，对不符合工艺文件要求的炉次，允许再一次进炉处理，并复查执行情况。
- 6.12.2 采用其他时效方法或降低应力、减少变形的措施，可按相应技术文件的规定进行检验。

## 6.13 底漆

铸件的底漆 100 % 目测法检查。

## 6.14 可选的其它测试方法

经供需双方商定，也可以选用其它等效的方法测定抗拉强度、布氏硬度和金相组织等。

## 7 检验规则

### 7.1 批次划分

铸件检验批次按如下方法划分。

- a) 同一模具生产的同一炉铁液浇注的铸件构成一个取样批次；
- b) 由同一包铁液浇注的铸件构成一个取样批次；
- c) 总质量为 2000 kg 的铸件为一个取样批次；
- d) 如果单件质量大于 2000 kg 时，可单独成为一个取样批次；
- e) 当连续不断地熔化大量铁液时，每一个取样批次的最大质量不得超过 2h 内所浇注的铸件质量；
- f) 如果一种牌号的铁液熔化量很大，而且采用了系统控制的熔化技术和严格的生产过程控制，并能逐包(炉)进行一定形式的快速炉前检测和质量控制，如白口试验、光谱成分分析、热分析、成分调整等，经供需双方商定，也可以若干批量的铸件构成一个取样批次；
- g) 连续生产时，如炉料、工艺条件，或化学成分有变化时，在此期间连续熔化的铁液浇注的所有铸件重新进行批次划分。

### 7.2 检测频次和数量

代表铸件材料的试样的取样频次应与供方的质量控制要求一致，或由供需双方商定。

### 7.3 力学性能试验

7.3.1 抗拉强度试验每个取样批次应进行一次拉伸试验。

7.3.2 弹性模量试验每个取样批次应进行一次。

7.3.3 残余应力试验应在铸件的制造工艺定型前进行一次。残余应力检测位置一般为同批次床身铸件导轨面，检测其他位置，供需双方协商。

### 7.4 硬度试验

7.4.1 对带有导轨的主要铸件的硬度试验应逐件进行。

7.4.2 对其他有硬度要求的铸件，每个取样批次应进行一次硬度试验，但每种铸件应不少于 1 件。

### 7.5 试验的有效性

#### 7.5.1 抗拉强度试验

由于下列原因之一造成试验结果不符合要求时，应重新试验，用得到的结果取代有缺陷试样的数据。

- a) 试样在试验机上安装不当或试验机操作不当。
- b) 试样表面有铸造缺陷或试样切削加工不当(如试样尺寸、过渡圆角、粗糙度不符合要求等)。
- c) 试样断在标距(平行段)外。
- d) 试样拉断后断口上有铸造缺陷。

#### 7.5.2 硬度试验

如果由于下列原因之一造成试验结果不符合要求时，应重新试验，用得到的结果取代有缺陷试样的数据。

- a) 试块（或铸件）在硬度计上安装不当或硬度计操作不当；
- b) 试块制备不当；
- c) 试块（或铸件）测定处有铸造缺陷。

## 7.6 试验及复验结果判定

7.6.1 检验抗拉强度时，先用一根拉伸试样进行试验，如果符合要求，则该批铸件在材质上即为合格；若试验结果达不到要求，则可从同一批试样中另取两根进行复验。复验结果都达到要求，则该批铸件的材质仍为合格，若复验结果中仍有一根达不到要求，则该批铸件初步判为材质不合格。这时，可从该批铸件中任取一件，在供需双方商定的部位切取本体试样进行抗拉强度检测。若检测结果达到要求，则仍可判定该批铸件材质合格；若本体试样检测结果仍然达不到要求，则可最终判定该批铸件材质为不合格。

7.6.2 硬度试验时，先在铸件（或试块）的一处测硬度，如果符合要求，则该铸件（或该批铸件）材质为合格。若不符合要求，且不是由于 7.5.2 中所述情况引起的，则可以在测试处附近再测定 2 点硬度值进行复验，复验结果都达到要求，则该铸件（或该批铸件）的材质仍为合格。若复验结果中仍有一点硬度值不合格，则可以判定该铸件的材质为不合格，此时，应对该批铸件逐件进行测试和判定。

7.6.3 残余应力试验时，先在同批次随机选择一个铸件，在铸件的任意 2 处（一般选择铸件导轨位置）测残余应力，如果符合要求，则该铸件及该批铸件材质为合格。若不符合要求，则可以在测试处附近再测定 2 点残余应力值进行复验，复验结果都达到要求，则该铸件（或该批铸件）的材质仍为合格。若复验结果中仍有一点残余应力值不合格，则可以判定该铸件的材质为不合格，此时，应对该批铸件逐件进行测试和判定。

## 7.7 试验数据保存

供方按本文件规定进行检查，并对所有检测结果的准确性和真实性负责，保存所有完整的试验和检测原始记录，保存期不少于五年，或按客户要求的期限保存。

## 7.8 试样保存

需方没有特殊规定时，同一批次的拉伸试样和未做试验的试棒应自填写试验报告之日起保存三个月以上。

## 8 标志、质量证明书、表面防护、包装和贮运

### 8.1 标志

8.1.1 如铸件尺寸允许，应在非加工面上做出供方代码、商标、零件代码、生产日期、生产顺序号等标识。

8.1.2 如需方对标识的位置、尺寸(字号、字高、凸凹)和方法等没有明确要求时，由供方自行确定。

8.1.3 当无法在铸件上作出标识时，标识可打印在附于每批铸件的标签上。

### 8.2 质量证明书

出厂铸件应附检验合格证或质量证明书，质量证明书至少应包含但不限于以下内容：

- a) 供方名称；
- b) 铸件名称、铸件代码(零件号)；
- c) 铸件图号、材质牌号、供需双方商定的检测项目的检测报告，并说明所对应的生产日期与批

次；

d) 供货协议所要求提交的其他文件。

### 8.3 表面防护、包装和贮运

8.3.1 铸件在检验合格后应进行防护处理。

8.3.2 铸件表面防护、包装、贮运应符合订货协议的规定。

附录 A  
(资料性)

铸件试样抗拉强度、力学性能和物理性能

铸件试样抗拉强度见表A.1。

表 A.1 铸件试样的抗拉强度

材料牌号	铸件主要壁厚 mm		抗拉强度Rm MPa			
			单铸试棒或并排试棒		附铸试块	铸件本体 预期
	>	≤	≥	≤	≥	≥
HT250	5	10	250	350	—	250
	10	20			—	225
	20	40			210	195
	40	80			190	170
	80	150			170	155
	150	300			160	—
HT300	10	20	300	400	—	270
	20	40			250	240
	40	80			220	210
	80	150			210	195
	150	300			190	—
HT350	10	20	350	450	—	315
	20	40			290	280
	40	80			260	250
	80	150			230	225
	150	300			210	—

注 1：对于单铸试棒和并排试棒，最小抗拉强度值为强制性值。  
注 2：经供需双方同意，代表铸件主要壁厚处的附铸试块的抗拉强度值，也可作为强制性值。  
注 3：铸件本体预期抗拉强度值不作为强制性值。  
注 4：当铸件的主要壁厚超过 300 mm 时，试棒的类型和尺寸以及最小抗拉强度值，应由供需双方商定。  
注 5：若规定了试棒的类型，应在牌号后加上“/”符号，并在其后加上字母来表示试棒的类型：  
注 6：——/S 代表单铸试棒或并排试棒；  
注 7：——/A 代表附铸试块；  
注 8：——/C 代表本体试样。  
注 9：以抗拉强度作为验收指标时，应在订货协议中规定试样类型。如果订货协议中没有规定，则由供方自行决定。

灰铸铁的力学性能见表A.2。

表 A. 2  $\Phi 30$  mm 单铸试棒力学性能

特征值	HT250	HT300	HT350
	基体组织 珠光体		
抗拉强度 $R_m$ , MPa	250~350	300~400	350~450
0.1%屈服强度 $R_{p0.1}$ , MPa	165~228	195~260	228~285
抗压强度, MPa	840	960	1080
0.1%抗压屈服强度, MPa	325	390	455
抗弯强度, MPa	415~580 (1.66 $R_b$ )	480~640 (1.60 $R_b$ )	540~690 (1.54 $R_b$ )
抗剪强度, MPa	290	345	400
抗扭强度, MPa	290	345	400
弹性模量 $E$ , GPa	103~118	108~137	123~143
泊松比 $\nu$	0.26	0.26	0.26
弯曲疲劳强度, MPa	115~160 (0.46 $R_b$ )	140~185 (0.46 $R_b$ )	160~205 (0.46 $R_b$ )
反拉-压应力疲劳极限, MPa	85~120 (0.34 $R_b$ )	100~135 (0.34 $R_b$ )	120~155 (0.34 $R_b$ )
扭转疲劳强度, MPa	95~135 (0.38 $R_b$ )	115~150 (0.38 $R_b$ )	135~170 (0.38 $R_b$ )

灰铸铁的物理性能见表A.3。

表 A. 3  $\Phi 30$  mm 单铸试棒的物理性能

特性值		材料牌号		
		HT250	HT300	HT350
密度 $\rho$ , $\text{kg}/\text{dm}^3$		7.20	7.25	7.30
比热容量 $c$ , $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	20 $^{\circ}\text{C}$ ~200 $^{\circ}\text{C}$	460		
比热容	20 $^{\circ}\text{C}$ ~600 $^{\circ}\text{C}$	535		
线膨胀系数 $\alpha$ , $\mu\text{m}/(\text{m} \cdot \text{K})$	-100 $^{\circ}\text{C}$ ~-20 $^{\circ}\text{C}$	10.0		
	20 $^{\circ}\text{C}$ ~200 $^{\circ}\text{C}$	11.7		
	20 $^{\circ}\text{C}$ ~400 $^{\circ}\text{C}$	13.0		
热导率 $\lambda$ , $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	100 $^{\circ}\text{C}$	48.5	47.5	45.5
	200 $^{\circ}\text{C}$	47.5	46.0	44.5
	300 $^{\circ}\text{C}$	46.5	45.0	43.5
	400 $^{\circ}\text{C}$	45.0	44.0	42.0
	500 $^{\circ}\text{C}$	44.5	43.0	41.5
电阻率 $\rho$ , $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$		0.73	0.70	0.67

表 A.3 (续)

特性值	材料牌号		
	HT250	HT300	HT350
抗磁性 $H_0$ , A/m	560~720		
室温下的最大磁导率 $\mu$ , $\mu$ h/m	220~330		
B=1T 时的磁滞损耗, $J/m^3$	2500~3000		

## 附录 B (资料性)

### 灰铸铁硬度和抗拉强度之间的关系

#### B.1 一般要求

灰铸铁硬度和抗拉强度、弹性模量和刚度模量，相互之间存在联系。在多数情况下，其中一个性能值的增加会导致其他性能值的增加。不同牌号灰铸铁具有不同的相对硬度(RH)或拉伸强度和硬度比(T/H)。本附录简要介绍了灰铸铁的相对硬度以及抗拉强度和硬度比T/H。

#### B.2 相对硬度

布氏硬度(HBW)与抗拉强度 $R_m$ 之间的经验关系式如下：

$$H_B = H_R \times (A + B \times R_m)$$

式中：

$H_B$ ——布氏硬度，单位HBW；

$H_R$ ——相对硬度；

$R_m$ ——抗拉强度，单位MPa。

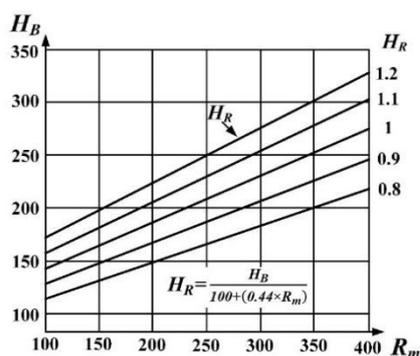
通常式中的常量值为：

—— $A=100$

—— $B=0.44$

相对硬度变化范围为0.8——1.2(见图B.1)。

相对硬度主要受原材料、熔化工艺、冶金方法的影响。对铸造企业而言，这些影响因素几乎可以保持常数，因此可以测定出硬度及与其抗拉强度的对应关系。



式中：

$H_B$ ——布氏硬度，单位HBW；

$H_R$ ——相对硬度；

$R_m$ ——抗拉强度，单位MPa。

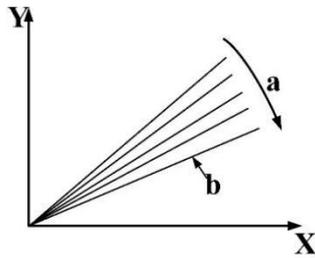
图 B.1 灰铸铁相对硬度与硬度、抗拉强度之间的关系

### B.3 抗拉强度和硬度比

共晶石墨含量与抗拉强度和硬度比(T/H)的关系见图B.2, 抗拉强度和硬度比(T/H)在0.8-1.4之间波动。

注:布氏硬度与抗拉强度可通过公式  $\text{MPa} = \text{HBW} \times 9.80665$  转换, T/H比是一个常数, 灰铸铁的T/H比范围约在0.082-0.143之间。

在共晶成分以上, CE增加, T/H比减少, 但幅度很小。图B.2中, T/H是常量, 表示石墨对力学性能的影响。石墨形态和基体组织对灰铸铁的力学性能有显著影响。例如对铸件整体而言, 抗拉强度和硬度之比接近常数。弹性模量和减震能力主要随石墨变化, 也完全和常量T/H线的变化一致。这些线是共晶石墨与碳当量CE的常量线, 这些最重要的铸造参数用于铸造生产控制和力学性能的控制。



式中:

X——布氏硬度;

Y——抗拉强度;

A——CE增加, T/H比减少;

B——共晶成分。

图 B.2 灰铸铁抗拉强度和硬度比关系(T/H比)

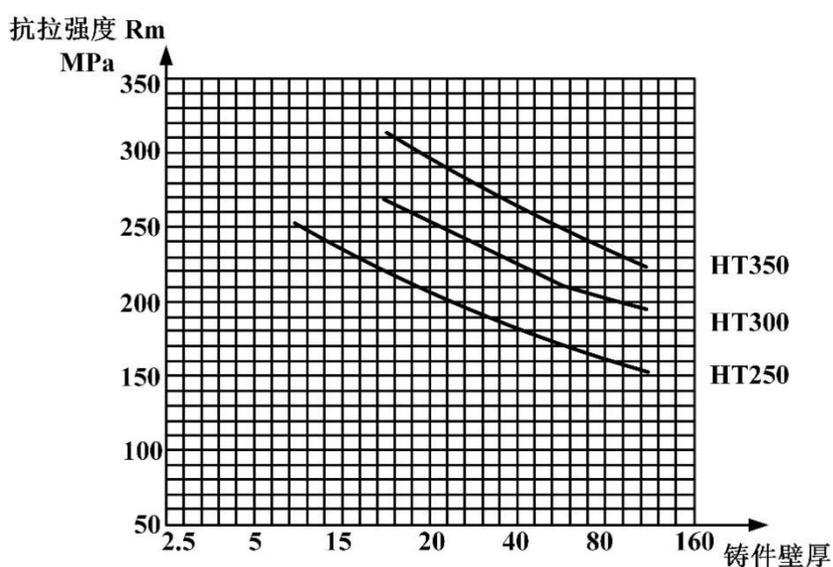
附录 C  
(资料性)

灰铸铁件的抗拉强度、硬度和截面厚度的关系

图C.1 提供了关于灰铸铁铸件的最小抗拉强度与主要壁厚之间预期关系的一般附加信息。图C.2 提供了铸件的平均布氏硬度和主要壁厚的信息。

图C.2 显示表明，不是所有材料的铸件都可以按照表1中给出的硬度牌号和对应的壁厚进行生产。为了满足硬度范围，可使用一种以上的材料牌号，这取决于铸件的壁厚。

图表说明了供需双方就铸件的硬度等级和硬度测试的位置协商一致的重要性。



图C.1 形状简单铸件的最小抗拉强度和主要壁厚之间的关系

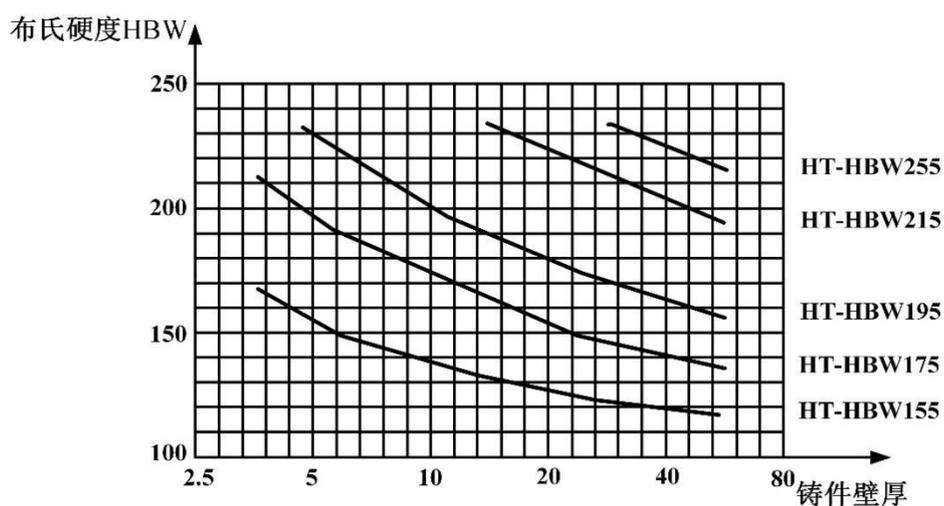


图 C.2 形状简单铸件的平均硬度和主要壁厚之间的关系

## 附录 D

(资料性)

### 金属切削机床用灰铸铁件盲孔法残余应力检测

#### D.1 铸件状态

D.1.1 检测铸件为铸态时，铸件待检表面不得有粘砂、气孔、裂纹等缺陷。

D.1.2 残余应力检测时铸件不得为抛丸后状态。

D.1.3 铸件粗加工后，应具有 $\geq 2\text{mm}$ 的加工余量。

#### D.2 检测批次

对同一铸件批次应进行一次残余应力检测，每批次铸件应不少于1件，同一批次检测点数双方协商。

#### D.3 检测报告

检验报告应包含以下内容：

- a) 标准编号；
- b) 检测方法；
- c) 取样规则；
- d) 检测仪器；
- e) 铸件材质及铸件状态；
- f) 检测位置图片或示意图；
- g) 残余应力值；
- f) 检测人员及日期。

### 参 考 文 献

- [1] ISO/TR 10809-1, 铸铁 第1部分: 材料 and 设计性能
  - [2] ISO/TR 15931, 铸铁和生铁牌号表示方法
  - [3] EN 1561, 铸造—灰铸铁
  - [4] ASTM A48/A48M, 灰铸铁规范
  - [5] JIS G5501, 灰铸铁件
  - [6] SAE J431, 汽车用灰铸铁件
  - [7] GB/T 9439, 灰铸铁件
-