

ISO 185: 2020《灰铸铁分类》标准解读

王仲勋¹, 徐宁², 徐东¹, 崔玉芝¹

(1. 烟台职业学院, 山东烟台 264670; 2. 烟台市标准计量检验检测中心, 山东烟台 264003)

摘要: 介绍了ISO 185: 2020《灰铸铁分类》标准的概况、标准修订的主要内容和典型应用。详细说明了标准的主要内容, 包括范围、材料牌号、铸造试样抗拉强度、本体试样抗拉强度、硬度、金相组织、试样制备和复验。

关键词: 灰铸铁; 石墨形态; 试样制备

1 标准概况

ISO/R 185: 1961《灰铸铁分类》(Classification of Grey Cast Iron) (2页)于1961年11月由ISO/TC 25铸铁和生铁(Cast irons and pig irons)技术委员会发布。1969年9月ISO/TC 25铸铁和生铁技术委员会发布ISO/R 185: 1961/AMD 1: 1969《灰铸铁分类-修订1》(Classification of Grey Cast Iron)-Amendment 1)。

ISO 185: 1988《灰铸铁-分类》(Grey Cast Irons-Classification) (第1版) (11页)于1988年12月由ISO/TC 25铸铁和生铁技术委员会发布, 取消和代替ISO/R 185: 1961, 仅适用于用砂型或与砂型热性能相当的铸型铸造的灰铸铁。按照从单铸试棒加工的拉伸试样测试的抗拉强度分为6个牌号。附铸试块可用于测试较大的铸件。ISO 185: 1988给出了按照硬度进行分类的信息^[1]。

ISO 185: 2005《灰铸铁-分类》(Grey Cast Irons-Classification) (第2版) (21页)于2005年8月由ISO/TC 25铸铁和生铁技术委员会发布。ISO 185: 2005规定了用砂型或与砂型热性能相当的铸型铸造的普通和低合金灰铸铁材料的性能。同时, 还规定了灰铸铁的验收指标: 单铸试样的抗拉强度; 或由供需双方商定, 附铸试样或本体试样的抗拉强度; 或由供需双方商定, 铸件或硬度试块的硬度。本文件按照抗拉强度分为8个牌号, 按照硬度分为6个牌号^[2]。

ISO 185: 2019《灰铸铁-分类》(Grey Cast Irons-Classification) (第3版) (26页)于2019年7月由ISO/TC 25铸铁和生铁技术委员会发布。ISO 185: 2019规定了用砂型或与砂型热性能相当的铸型铸造的普通和低合金灰铸铁材料的性能。同时还规定了灰铸铁的验收指标, 可按照以下任何一种项目: (1) 铸造试块抗拉强度; (2) 由供需双方商定, 铸件本体试块抗拉强度; (3) 由供需双方商定, 铸件本体或硬度试块的硬度。由供需双方商定, 可同时采用(1)和(3)、或(2)和(3)进行验收。本文件按照抗拉强度分为8个牌号, 按照硬度分为6个牌号。本文件不适用于灰铸铁管、管接头件和连续铸造件。不包括灰铸铁件运输要求^[3]。

ISO 185: 2020《灰铸铁-分类》(Grey Cast Irons-Classification) (第4版) (27页)于2020年5月由ISO/TC 25铸铁和生铁技术委员会发布。ISO 185: 2020取消和代替ISO 185: 2019, 主要变化包括: (1) 修改了由于印刷错误造成的ISO 185: 2019表2中ISO 185/JL/HBW235的相关壁厚硬度值, 由“4”修改为“40”。同时附录D中表D.1中的ISO年代号由2019变更为2020; (2) 布氏硬度和相对硬度符号变更为HB和HR, 见ISO 185: 2020中的公式B.2和图B.1^[4]。

作者简介:

王仲勋(1980-), 男, 博士, 副教授, 主要从事机械制造及自动化专业的教学与科研工作。E-mail: zhxwang1980@163.com

中图分类号: TG251

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2023)

03-0342-06

基金项目:

山东省高等学校科技计划项目(J17KB039); 烟台职业学院横向课题(HX202213)。

收稿日期:

2022-05-18 收到初稿,

2022-06-21 收到修订稿。

2 标准的主要修订内容

新标准ISO 185: 2020与ISO 185: 2005相比, 对以下方面的技术内容进行了修改和补充。

(1) 增加了单铸试块 (separately cast sample)、并排试块 (side-by-side cast sample) 和附铸试块 (cast-on sample) 三个术语及其定义。

(2) 删除了表1中的铸件本体预期最小抗拉强度值, 并将这些信息转移到附录C中。

(3) 表1中增加了并排铸造试块的抗拉强度要求, 该要求与单铸试块相同。

(4) 表1中增加了单铸试样和并排试样的各牌号的_{最大}抗拉强度值。

(5) 表1中修改了附铸试块的某些主要壁厚对应的_{最小}抗拉强度值。

(6) 附录C增加了表C.1, 表C.1给出了铸件本体的预期抗拉强度值, 这些值与铸件主要壁厚有关, 部分值与ISO 185: 2005中的表1相比略有变化。

(7) 附录D (资料性附录) 增加了GB/T 9439中的牌号, 包括相对应的硬度牌号。

(8) 布氏硬度和相对硬度符号变更为HB和HR, 见附录B中的B.2和图B.1。

(9) 为了表达清晰及提高与其他类型铸铁ISO标准的一致性所做的其他变化。

3 标准的主要内容说明

3.1 范围

本文件规定了砂型或导热性与砂型相当的铸型中铸造的普通灰铸铁和低合金灰铸铁的性能值。

灰铸铁材料可通过以下项目进行验收: 铸造试块的抗拉强度; 经供需双方商定, 铸件本体抗拉强度; 经供需双方商定, 铸件本体或硬度试块的硬度。经供需双方商定, 可同时采用上述(1)和上述(3)、或上述(2)和上述(3)进行验收。附录B给出了抗拉强度和硬度关系的附加信息。本文件不适用于灰铸铁管件、管接头类铸件和连铸灰铸铁件。本文件不包括灰铸铁件运输要求。

3.2 牌号

ISO 185: 2020中的表F.1给出了 ISO 185: 2020、ISO 185: 1988与现行EN 1561、ASTM A48M、JIS G5501、SAE J431和GB/T的灰铸铁相似牌号对照表, 见表1。由于SAE规定采用试棒抗拉强

表1 ISO 185牌号等级与其他标准的灰铸铁等级的对照表

Table 1 Approximate cross-reference of ISO 185 grade designations to other standard grades of the grey cast irons

ISO 185: 2020	ISO 185: 1988	EN 1561	ASTM A48M	JIS G5501	SAE J431	GB/T 9439
ISO 185/JL/100		EN-GJL-100	100			HT100
ISO 185/JL/150	150	EN-GJL-150	150	FC150	G9H12	HT150
ISO 185/JL/200	200	EN-GJL-200	200	FC200	G10H18	HT200
ISO 185/JL/225			225		G10H21	HT200
					G11H18	
ISO 185/JL/250	250	EN-GJL-250	250	FC250	G11H20	HT250
					G12H21	HT275
ISO 185/JL/275			275		G13H19	
ISO 185/JL/300	300	EN-GJL-300	300	FC300	G13H22	HT300
ISO 185/JL/350	350	EN-GJL-350	350	FC350	G13H24	HT350
ISO 185/JL/HBW155	H145	EN-GJL-HB155			H10	H155
ISO 185/JL/HBW175	H175	EN-GJL-HB175			H11	H175
ISO 185/JL/HBW195	H175	EN-GJL-HB195			H13	H195
	H195				H14	
ISO 185/JL/HBW215	H175	EN-GJL-HB215			H16	H215
	H195					
	H215					
ISO 185/JL/HBW235	H195	EN-GJL-HB235			H18	H235
	H215					
	H235					
ISO 185/JL/HBW255	H215	EN-GJL-HB255			H20	H255
	H235					
	H255					

度和硬度比的最小值和铸件最小硬度值确定灰铸铁铸件（Casting grades）牌号，另外也可采用抗拉强度确定的牌号（Iron grades）生产SAE J431材料。SAE铸件硬度牌号规定了铸件最小硬度值，因此SAE J431和ISO 185硬度牌号之间不可能直接有关联，表1给出了规定最小硬度值的SAE牌号与ISO牌号近似关联。

ISO 185: 2020的牌号表示方法可按照ISO/TR 15931的规定，第2码位的“JL”表示灰（或层状石墨）铸铁（Grey（lamellar graphite）cast iron），第3码位为抗拉强度或布氏硬度值^[5]。ISO 185: 2020的灰铸铁材料依据直径 $\Phi 30\text{mm}$ 的单铸试棒或并排试棒或与铸件主要壁厚相当的附铸试块加工成的拉伸试棒所测得的最小抗拉强度值，将灰铸铁分为ISO 185/JL/100等8个牌号，见表2。ISO 185: 2020的灰铸铁材料的硬度牌号是依据主要壁厚为 $40\text{ mm} < t \leq 80\text{ mm}$ 的铸件上测得的最大布氏硬度值，分为ISO 185/JL/HBW155等6个牌号，见表3。

3.3 制造

ISO 185: 2020中没有规定化学成分，除非需方另有规定，灰铸铁的生产方法和化学成分由供方自行决定。制造方应保证订单中规定牌号的材料满足本文件的要求。对于特殊应用的灰铸铁，材料的化学成分和热处理由供需双方商定。

3.4 抗拉强度

3.4.1 铸造试样抗拉强度

ISO 185: 2020中的表1规定了灰铸铁铸造试样的抗拉强度，见表2，与ISO 185: 2005相比，增加了并排试样及其技术要求，与单铸试样相同，增加了单铸试样和并排试样各牌号的最高抗拉强度值，附铸试块的某些主要壁厚对应的最小抗拉强度值发生了变化。抗拉强度与铸件的主要壁厚有关。过程质量控制中，通常使用 $\Phi 30\text{ mm}$ 的试棒。为保证试验过程中只施加纯轴向力，拉伸试验用试棒应完好，无缺陷，表面粗糙度值高或者表面存在刀痕、碰伤等，会形成表面应力集中，使强度有所下降。

对于单铸试样和并排试样，最小和最大抗拉强度值为强制性值。对于代表铸件主要壁厚的附铸试样，其抗拉强度值为强制性值。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。以抗拉强度作为验收指标时，应在订货协议中规定试块类型。如果订货协议中没有规定，则由供方自行决定。HT 100是适用于要求高减震性和热导率的材料。

表2 灰铸铁铸造试样的抗拉强度
Table 2 Tensile strengths of the grey cast irons determined on test pieces machined from cast samples

材料牌号	铸件主要壁厚 t/mm		抗拉强度 R_m/MPa		
	$>$	\leq	单铸试样或并排试样		附铸试样
			\geq	\leq	
ISO 185/JL/100	5	40	100	200	
	2.5	5			
	5	10			
	10	20			
ISO 185/JL/150	20	40	150	250	125
	40	80			110
	80	150			100
	150	300			90
ISO 185/JL/200	2.5	5			
	5	10			
	10	20			
	20	40	200	300	170
ISO 185/JL/225	40	80			155
	80	150			140
	150	300			130
	5	10			
ISO 185/JL/250	10	20			
	20	40	225	325	190
	40	80			170
	80	150			155
ISO 185/JL/275	150	300			145
	5	10			
	10	20			
	20	40	250	350	210
ISO 185/JL/300	40	80			190
	80	150			170
	150	300			160
	10	20			
ISO 185/JL/350	20	40			230
	40	80	275	375	210
	80	150			190
	150	300			180
ISO 185/JL/300	10	20			
	20	40			250
	40	80	300	400	225
	80	150			210
ISO 185/JL/350	150	300			190
	10	20			
	20	40			290
	40	80	350	450	260
ISO 185/JL/350	80	150			240
	150	300			220

3.4.2 铸件本体试样抗拉强度

铸件本体取样的位置和本体试样的最小抗拉强度值或允许范围值应由供需双方商定。铸件的本体性能值无法统一一致，因其取决于铸件的复杂程度、铸件壁厚等因素的变化。铸件本体试棒的拉伸性能不仅受材料性能的影响，而且受到取样部位缺陷的影响。

3.4.3 拉伸试验

拉伸试验按照ISO 6892-1的规定，ISO 185: 2020中规定了A型和B型两种拉伸试棒，见图1和图2， L_s 为螺纹状夹持端长度； L_p 为圆柱状夹持端长度； L_c 为试棒标距段长度。对同一种材料，A型试棒的试验结果可能会略高于B型试棒的试验结果。拉伸试棒的尺寸应符合ISO 185: 2020中的表3的规定，试棒的两端可加工成螺纹状或圆柱状，以适应夹持装置的需要。

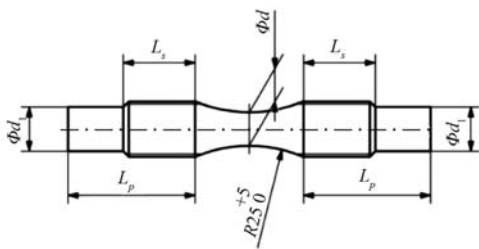


图1 A型试棒 (单位: mm)

Fig. 1 Test piece A (dimension in mm)

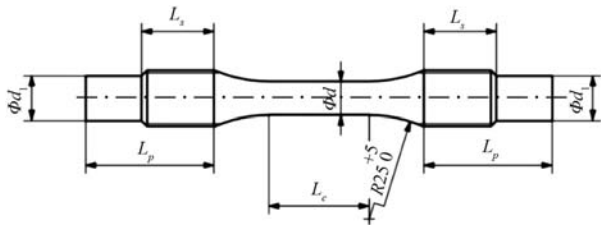


图2 B型试棒 (单位: mm)

Fig. 2 Test piece B (dimension in mm)

3.5 硬度

按硬度等级分类的灰铸铁件，主要适用于以切削加工性能或耐磨性能为主要评价指标的灰铸铁件。ISO 185: 2020中规定了灰铸铁件的硬度值，见表3。表中黑体数字表示对应该硬度等级的铸件主要壁厚处的最小和最大布氏硬度值。ISO 185: 2020中附录D给出了布氏硬度与抗拉强度的关系。对同一硬度等级，硬度随壁厚的增加而降低。

灰铸铁件特定位置的布氏硬度差不大于HBW 40的，仅适应于长期生产的铸件。经供需双方同意，可以适当增大硬度值波动范围。对于主要壁厚 $t > 80$ mm的铸件，不按硬度进行分级。除非另有规定，HBW表示在10/3000的试验条件下测定布氏硬度。如将硬度

表3 灰铸铁件硬度等级

Table 3 Brinell hardness of the castings of the grey cast iron

硬度牌号	铸件主要壁厚 t /mm		铸件的布氏硬度 HBW	
	$>$	\leq	最小值	最大值
ISO 185/JL/HBW155	2.5	5		210
	5	10		185
	10	20		170
	20	40		160
	40	80		155
ISO 185/JL/HBW175	2.5	5	170	260
	5	10	140	225
	10	20	125	205
	20	40	110	185
	40	80	100	175
ISO 185/JL/HBW195	4	5	190	275
	5	10	170	260
	10	20	150	230
	20	40	125	210
	40	80	120	195
ISO 185/JL/HBW215	5	10	200	275
	10	20	180	255
	20	40	160	235
	40	80	145	215
	10	20	200	275
ISO 185/JL/HBW235	20	40	180	255
	40	80	165	235
	20	40	200	275
ISO 185/JL/HBW255	40	80	185	255

作为验收项目时，供需双方应商定主要壁厚和检测位置，并在订货协议中明确规定。ISO 185: 2020中的图E.1给出了形状简单铸件的平均硬度和主要壁厚之间的关系。

可在单铸试块上测试硬度，或者经供需双方商定，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，见图3。硬度试块附铸在铸件上的位置由供需双方商定。硬度试块用于壁厚不小

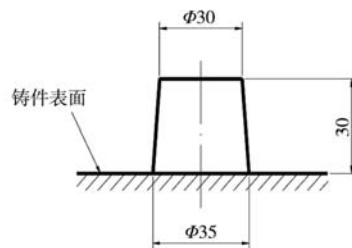


图3 布氏硬度试块

Fig. 3 Test specimen of the Brinell knob

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。如果铸件需要热处理，硬度试块应在铸件热处理后切取。

3.6 金相组织

ISO 185: 2020中没有规定金相组织的具体要求，如果对石墨结构有要求，供需双方商定，按照ISO 945-1的规定。石墨形态和大小主要取决于共晶团的凝

固速度和共晶团的数量。凝固速度与铸件壁厚有关，厚大断面的凝固速度比薄断面的凝固速度慢，因此大断面铸件中的共晶团数量较少、共晶团尺寸较大，石墨粗大。ISO 945-1将Ⅰ型石墨分为5种分布形态，见表4和图4^[6]。灰铸铁金相检验时，截取和制备金相试样过程中应防止组织发生变化、石墨剥落及石墨曳尾，试样表面应光洁，不允许有粗大的划痕。

表4 Ⅰ型石墨的分布形状
Table 4 Distributions of Ⅰ graphite in the grey cast irons

石墨类型	可选名称	2D形貌	形成
A		均匀分布	在小到中等程度的过冷度下凝固的铸铁
B	菊花状石墨 菊花状过冷石墨		在中等程度的过冷度下凝固的铸铁，尤其是薄壁铸件
C	初生石墨	粗大直片状石墨，被细小的无方向性的石墨片包围（共晶石墨）	过共晶铸铁。在薄壁铸件中，较大颗粒可形成Ⅱ型石墨（见ISO 945-1: 2019中的附录B, C'分布形态）
D	枝晶点状石墨 过冷石墨	细小片状石墨在枝晶间无方向性分布	在高过冷度下形成的铸铁。与其他石墨类型同时存在（比如A和B、A和E、B和E）。在相对较高过冷度下，D型石墨可出现在菊花簇中心
E	枝晶片状石墨	片状石墨在枝晶间有方向性分布	在低而缓的过冷度下凝固的低碳当量铸铁

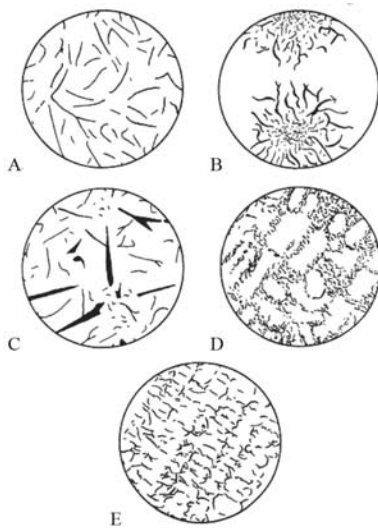


图4 ISO 945-1: 2019中石墨形态参考图（放大倍数100×）

Fig. 4 Reference images for graphite distribution of ISO 945-1: 2019 (magnification × 100)

3.7 试样制备

ISO 185: 2020与ISO 185: 2005相比增加了并排试块（side-by-side cast sample），用和铸件连接但独立的浇注系统，铸型和铸件并排布置且同时浇注的试块（sample cast in the mould alongside the casting, with a connected but separate running system）。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。

应提供试块以验证材料牌号。试块应与其代表的铸件材料相同，且同炉（同包）铁液同时浇注。铸件需要热处理时，应与其所代表的铸件同炉进行热处理。所有的试块均应有明显的标记以确保对其所代表的铸件完全可追溯。可根据铸件的重量和主要壁厚选取试块的类型（单铸试块、并排试块、附铸试块、本体试块）。必要时，供需双方商定试块类型。除非供需双方已确定试块类型，试块类型由供方自行决定。当铸件的重量超过1 000 kg且主要壁厚超过50 mm时，宜优先采用附铸试块。试块的尺寸和位置应由供需双方在订货时商定。

代表铸件材料的试块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。

3.8 复验

由于下列原因之一造成试验结果不符合要求时应进行重新试验。用得到的结果取代无效的数据。重复试验应在同一试块或与无效试验的试样同一时间浇注的相同材料的试块上取样。

- 试样在试验机上安装不当或试验机操作不当。
- 试样表面有铸造缺陷或试棒加工不当。
- 试样拉断后断口上有铸造缺陷。

如果不是由于上述原因，试验结果不符合要求时，制造方可选择进行复验。当制造方进行复验时，对不符合项应加倍复验。如果两次试验结果均满足要求，则判定该项目符合本文件要求；如果一次或两次

试验结果不符合要求,则判定该项目不符合本文件要求。

除非铸造前需方同意进行热处理,订货协议中未规定热处理的铸件和试块不应进行热处理。灰铸铁常用的热处理为去应力热处理^[7-8]。

4 结束语

ISO 185: 2020规定了灰铸铁的分类,细分为两组:(1)按照抗拉强度规定的材料;(2)按照布氏硬度规定的材料。也可以同时按照抗拉强度和硬度规定灰铸铁材料。灰铸铁性能主要取决于石墨形态分布和基体组织。在一些应用中,设计者不只是关注灰

铸铁的抗拉强度和硬度,其他力学或物理性能对灰铸铁的应用至关重要。例如,制动盘的热容量和热扩散性;发动机缸体和机床的阻尼特性;排气歧管或锭模的热循环疲劳性能。所有的ISO 185牌号的灰铸铁的伸长率小于1%,耐冲击性能低,不适用于对材料塑性有要求的场合。灰铸铁不适宜焊接,焊接将增加焊接应力,促使铸件失效。

灰铸铁的铸造工艺性能好,因此适用于铸造结构复杂或薄壁铸件。灰铸铁的典型应用为通用工程零件:泵、阀门、压缩机体、机床、气缸体、制动盘和鼓、离合器板、冲压工具、街道公共设施等。

参考文献:

- [1] ISO. Grey cast irons-classification: ISO 185: 1988 [S]. Switzerland: 1988.
- [2] ISO. Grey cast irons-classification: ISO 185: 2005 [S]. Switzerland: 2005.
- [3] ISO. Grey cast irons-classification: ISO 185: 2019 [S]. Switzerland: 2019.
- [4] ISO. Grey cast irons-classification: ISO 185: 2020 [S]. Switzerland: 2020.
- [5] ISO. Designation system for cast irons and pig irons: ISO/TR 15931: 2004 (E) [S]. Switzerland: 2004.
- [6] ISO. Microstructure of cast irons-Part 1: Graphite classification by visual analysis: ISO 945-1: 2019 (E) [S]. Switzerland: 2019.
- [7] ISO. Cast irons-part 1: materials and properties for design: ISO/TR 10809-1: 2009 (E) [S]. Switzerland: 2009.
- [8] 张寅. ISO 185: 2005《灰铸铁》国际标准解读[J]. 铸造, 2016(7): 683-686.

Interpretation of ISO 185: “2020 Grey Cast Irons-Classification”

WANG Zhong-xun¹, XU Ning², XU Dong¹, CUI Yu-zhi¹

(1. Yantai Vocational College, Yantai 264670, Shandong, China; 2. Yantai Standards Measurement Inspection and Testing Center, Yantai 264003, Shandong, China)

Abstract:

The overview of ISO 185: 2020 Grey Cast Irons-Classification, the main contents of standard revision and typical applications were introduced. The main contents of the standard were described in detail, including the scope, material brand, tensile strength of cast sample, tensile strength of body sample, hardness, metallographic structure, sample preparation and retests.

Key words:

grey cast irons; graphite morphology; sample preparation