

国家标准《灰铸铁件》解读

洪晓先^{1,2}, 张寅³

(1.东风汽车有限公司工艺研究所, 湖北十堰 442001;

2.湖北汽车工业学院材料工程系, 湖北十堰 442001; 3.沈阳铸造研究所有限公司, 辽宁沈阳 110022)

1 标准的历史概况及修订的必要性

20世纪50年代,我国灰铸铁件生产是采用当时原苏联ГОСТ1412-1948和经修订的ГОСТ1412-1954《灰铸铁件》国家标准。60年代初,我国制定了JB/T 297-1962《灰口铸铁件分类及技术条件》行业标准,其基本内容与ГОСТ1412-1954完全相同。

1967年我国制定了GB/T 976-1967《灰铸铁件分类及技术条件》国家标准,于1968年1月试行。标准中按单铸试棒的抗弯、抗拉强度等级,将灰铸铁分为7级,牌号分别为HT10-26、HT15-33、HT20-40、HT25-47、HT30-54、HT35-61和HT40-68。该标准规定,灰铸铁的力学性能以 $\Phi 30$ mm单铸试棒的抗拉强度和抗弯强度作为验收依据,以抗拉强度为主。由于抗弯强度试棒不需机加工,实际生产中通常是以抗弯强度作为验收依据,抗拉强度只是在抗弯强度不合格时才测定。

GB/T 976-1967一直沿用了近20年。到了80年代,改革开放政策促进铸造业有了较大发展,铸件出口也从无到有地发展起来,GB/T 976-1967已不能满足生产与外贸的需要,1985年GB/T 5675-1985《灰铸铁分级》应运而生。GB/T 5675-1985是等效采用国际标准ISO/DIS 185(1983年草案)制定的,但这只是一个牌号分级标准,在技术条款方面仍沿用GB/T 976-1967的技术条款。为了方便使用,同时也考虑与球墨铸铁件、可锻铸铁件等国家标准在结构上一致,经国家技术监督局批准,决定编制《灰铸铁件》国家标准。

1988年6月25日经国家标准局批准发布了GB/T 9439-1988《灰铸铁件》,1989年3月1日实施,GB/T 9439-1988是等效采用国际标准ISO/DIS 185-1983《灰铁件分级》和ISO/DP 7191-1987《铸铁件交货通用技术条件》编制的,为推荐性国家标准。

2001年11月,中国加入世界贸易组织,随之而来国家各项与经贸密切相关的基础标准需要与国际标准接轨。2005年国家标准化管理委员会对铸造国家标准清理评价,决定重新修订《灰铸铁件》国家标准。

GB/T 9439-2010等同采用国际标准ISO 185:2005,并参考国外先进标准。为提高标准的市场适应

性,新国家标准中增加了贸易性的内容,实现从产品型标准向贸易型标准的转变。

2 新、旧标准主要内容的差异

新标准的主要内容与旧标准基本相近,但几乎在每个章节和条款上表述的方式都有所不同。新标准等同采用国际标准的同时,还保留、完善了旧标准中更有利于标准可操作性、完整性的章节。新标准给出了更多的技术指标和数据,在取样要求、试验方法和检验规则等章节将各条款规定的更详细、更明确,在结构编排上也更趋合理。

2.1 适用范围

新版标准规定了灰铸铁的术语和定义、灰铸铁牌号、技术要求、取样要求、试验方法、检验规则,以及铸件标识、包装和储运要求。标准所规定的范围阐述更为具体。

2.2 规范性引用文件

在规范性引用文件中,引用的文件一律采用最新版的标准名称和编号,删除已作废的引用标准。新标准共引用了18项国家标准,全部为非注日期引用。比旧标准多引用的5项标准是:

GB/T 228 金属材料 室温拉伸试验方法

GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 火花源原子发射光谱分析方法(常规法)

GB/T 5611 铸造术语

GB/T 8170 数值修约规则

GB/T 11351 铸件重量公差

2.3 术语和定义

增加了术语和定义章节,对铸件主要壁厚定义为:指用以确定铸件材料力学性能的铸件断面厚度。

2.4 灰铸铁牌号

在灰铸铁牌号一章中,等同采用了国际标准ISO 185:2005的牌号分级,增加了HT225和HT275两个新牌号,这是新、旧标准的最显著差别。

2.5 订货要求

将旧标准放在资料性附录中的订货要求纳入正文,并作为独立章节。规定需方订货时最少应提供材料牌号和特殊需求,其他技术参数如需方不了解,供方可帮助确定,简化了需方的专业知识要求。这是产

品型标准向贸易型标准转变的一个特征。

2.6 生产方法和化学成分

(1) 增加了生产方法和化学成分章节。

(2) 规定铸件的生产方法一般由供方自行决定,对特殊要求可双方商定。

(3) 规定如需方的技术条件中包含化学成分的验收要求时,按需方规定执行。化学成分按供需双方商定的频次和数量进行检测。体现了买方市场,满足用户需求的理念。

(4) 规定当需方对化学成分没有要求时,化学成分由供方自行确定,化学成分不作为铸件验收的依据。但化学成分的选取必须保证铸件材料满足本标准所规定的力学性能和金相组织要求。

2.7 技术要求

(1) 力学性能试棒取自单铸试棒还是铸件本体,性能验收指标是抗拉强度还是硬度,均必须在订货协议或需方技术要求中明确规定。铸件的力学性能验收指标应在订货协议中明确规定。因铸件的形状、壁厚不同,力学性能验收指标应根据具体铸件确定。

(2) 除力学性能外,金相组织也是铸件验收的主要指标,比旧标准要求更严格。

(3) 新标准的表 1 将旧标准的三表合一,易于对照。

(4) 表 1 增加了 HT225 和 HT275 牌号铸件在不同壁厚时的最小抗拉强度值。

(5) 表 1 中,HT150 的主要壁厚增加了两档。铸件本体预期抗拉强度略有调低。

(6) 将旧标准表 2 中的不同尺寸附铸试棒和附铸试块整合到一起,根据铸件壁厚选择 $\Phi 30$ mm 或 $\Phi 50$ mm 附铸试棒,如选附铸试块也同样有 R15 和 R25 两种规格。铸件主要壁厚小于 80 mm 的选用小规格试棒(块),80 mm 及以上壁厚选用大规格试样(块)。

(7) 旧标准中铸件壁厚在 40~80 mm 时,可选用 $\Phi 30$ mm 附铸试棒也可选用 $\Phi 50$ mm 附铸试棒,因此导致了同一牌号、同样壁厚范围,因采用附铸试样或附铸试块产生两个不同的最小抗拉强度值。新标准避免了这种情况,即壁厚大于 80 mm 时,均采用大规格试棒或试块,而不同壁厚规定的最小抗拉强度值,基本上是采用旧标准的附铸试块强度值。因为附铸试块的抗拉强度略低于附铸试棒的抗拉强度,附铸试块的铸造也较为方便。

(8) HT300 牌号铸件在不同壁厚范围内,附铸试棒(块)的性能略有降低或提高。

(9) 新、旧标准对附铸试棒(块)最小抗拉强度规定的差异见表 1。

(10) 新标准与国际标准 ISO 185: 2005 相比,在牌号 HT150、HT200 中缺少壁厚 2.5~5 mm 档及对

应的铸件本体预期抗拉强度,数据有待补充。因为随着直读光谱、孕育、保温浇注和整体组芯等新技术的应用,主要壁厚小于 5mm 的铸件时常可见,尤其是小型发动机气缸体,最小壁厚通常仅为 4 mm 左右。旧标准中 HT100、HT150 和 HT200 对应的最小壁厚为 2.5~10 mm,太宽泛,也不尽合理,在今后该标准修订时应予以补充。

(11) 铸件本体取样位置、试样尺寸和抗拉强度值可由供需双方商定,若需方有明确规定时,应符合需方图样及技术要求。若需方要求从铸件本体上取样,但未指定本体取样位置时,供方可根据铸件结构和受力状况,自行决定取样位置。

(12) 标准给出 8 种规格的本体试样加工尺寸(见表 2),方便使用,符合用户对铸件本体质量要求不断提高的趋势。规定铸件本体抗拉强度的检测频次和数量,由供需双方商定。

(13) 将铸件硬度牌号规定,由旧标准的附录性文件改为纳入正文中,体现了实际生产中,用户对铸件本体硬度日益重视,同时也更易于通过铸件硬度对供方铸件的质量进行监测。

新标准按不同壁厚对铸件本体硬度作了更详细的规定,见表 3。

将旧标准中的硬度牌号 H145 改为 H155,使每个硬度牌号等级间的硬度差均为 20 HBW。

(14) 给出单铸试棒抗拉强度的同时还给出了单铸试棒的硬度值,见表 4。

(15) 规定硬度检测应在铸造面 1.5 mm 以下处测试,因为铸件表面可能存在过冷组织、热处理贫碳和抛丸应力等影响材质的真实硬度。

(16) 没有推荐采用易割片作敲落式铸件附铸硬度试块,这种方法在大量生产中不常用。

2.8 取样要求

单铸试棒应在本批次铁液浇注后期浇注试棒,以保证试棒的代表性。

2.9 试验方法

(1) 样件、试生产铸件需提交全尺寸检测报告,检测数量由供需双方商定。量产供货的铸件应按批次提交关键尺寸(或重要尺寸)检测报告,检测频次和数量由供需双方商定。此规定的目的是保证铸件按生产规则的要求进行试制、试产和量产,以保证铸件品质的一致性、稳定性和可追溯性。

(2) 如供需双方同意,可选用等效的方法测定抗拉强度、布氏硬度、金相组织,如用测定楔压强度替代测定抗拉强度。楔压强度通常用于受铸件毛坯尺寸限制或已机加工后的铸件无法切取出本体抗拉试样的场合。

表 1 新、旧国家标准附铸试棒（块）的最小抗拉强度差异

牌号	铸件壁厚/mm		最小抗拉强度 R_m （强制性值）				新版：铸件本体预期 抗拉强度 $R_m(\text{min})$ / MPa	旧版：铸件 （仅供参考）	
			新版：附铸试棒或试块(min)/MPa	旧版：附铸试棒		旧版：附铸试块			
	>	≤		$\Phi 30/\text{mm}$	$\Phi 50/\text{mm}$	$R15/\text{mm}$	$R25/\text{mm}$		
HT100	5	40		-			-		
HT150	5	10		-			155		
	10	20		-			130		
	20	40	120	130		120	110	120	
	40	80	110	115	115	110	95	105	
	80	150	100		105		100	90	
	150	300	90		100		90	-	80
HT200	5	10					205		
	10	20					180		
	20	40	170	180		170	155	165	
	40	80	150	160	155	150	130	145	
	80	150	140		145		140	115	130
	150	300	130		135		130	-	120
HT225	5	10					230		
	10	20					200		
	20	40	190				170		
	40	80	170				150		
	80	150	155				135		
	150	300	145				-		
HT250	5	10					250		
	10	20					225		
	20	40	210	220		210	195	205	
	40	80	190	200	190	190	170	180	
	80	150	170		180		170	155	165
	150	300	160		165		160	-	150
HT275	10	20					250		
	20	40	230				220		
	40	80	205				190		
	80	150	190				175		
	150	300	175				-		
HT300	10	20					270		
	20	40	250	260		250	240	245	
	40	80	220	235	230	225	210	215	
	80	150	210		210		200	195	195
	150	300	190		195		185	-	180
HT350	10	20					315		
	20	40	290	300		290	280	285	
	40	80	260	270	265	260	250	255	
	80	150	230		240		230	225	225
	150	300	210		215		210	-	205

新版：表中斜体字数值表示指导值，其余抗拉强度值均为强制性值，铸件本体预期抗拉强度值不作为强制性值。

旧版：1.壁厚150~300 mm铸件的附铸试棒（块）最小抗拉强度没有规定指导值，均为强制性值。

2.HT100牌号太低，没有实用价值，表中没有列出HT100牌号。

3.HT150、HT200、HT250牌号中没有5~10 mm和10~20 mm档，以及对应的铸件本体预期抗拉强度。

表2 本体试样的加工尺寸

/mm

试样直径 d_0	最小的平行段长度 L_c	圆弧半径 R	夹持端圆柱状		夹持端螺纹状	
			最小直径 d_1	最小长度 L_p	螺纹直径与螺距 d_2	最小长度 L_s
6±0.1	13	≥1.5 d_0	10	30	M10×1.5	15
8±0.1	25	≥1.5 d_0	12	30	M12×1.75	15
10±0.1	30	≥1.5 d_0	16	40	M16×2.0	20
12.5±0.1	40	≥1.5 d_0	18	48	M20×2.5	24
16±0.1	50	≥1.5 d_0	24	55	M24×3.0	26
20±0.1	60	25	25	65	M28×3.5	30
25±0.1	75	≥1.5 d_0	32	70	M36×4.0	35
32±0.1	90	≥1.5 d_0	42	80	M45×4.5	50

注：1.在铸件应力最大处或铸件最重要工作部位或在能制取最大试样尺寸的部位取样。

2.加工试样时应尽可能选取大尺寸加工试样。

表3 灰铸铁的硬度等级和铸件硬度

硬度牌号	铸件主要壁厚 /mm		铸件上的硬度范围/HBW	
	>	≤	Min.	Max.
H155	5	10	--	185
	10	20	--	170
	20	40	--	160
	40	80	--	155
H175	5	10	140	225
	10	20	125	205
	20	40	110	185
	40	80	100	175
H195	4	5	190	275
	5	10	170	260
	10	20	150	230
	20	40	125	210
	40	80	120	195
H215	5	10	200	275
	10	20	180	255
	20	40	160	235
	40	80	145	215
H235	10	20	200	275
	20	40	180	255
	40	80	165	235
H255	20	40	200	275
	40	80	185	255

2.10 检验规则

在取样批次的划分章节，增加了2条新规定。

(1) 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。即铸件是以炉次为最大批次，条件是该炉次浇注的铸件应是采用同一型、芯模具，造型、制芯工艺也是一样的。

(2) 在某一时间间隔内，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，无论时间间隔有多短，都作为一个取样批次。强调无论是连续熔化还是间歇熔化，只要炉料、工艺条件或化学成分有变化，这个变化期间浇注的铸件都应该作为一个单独的批次。如感应炉熔化时，某包铁液加入了某种合金元素；同炉次铁液孕育剂、孕育方法的改变；浇注同样铸件但浇注工艺或浇注系统的改变等，都应该作为一个单独批次。

规定供方应保存所有完整的试验和检查记录，留客户复查。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样应自填写试验报告之日起保存3个月以上。

表4 单铸试棒的抗拉强度和硬度值

牌号	最小抗拉强度 $R_m(\min)$ /MPa	布氏硬度/ HBW
HT100	100	≤170
HT150	150	125~205
HT200	200	150~230
HT225	225	170~240
HT250	250	180~250
HT275	275	190~260
HT300	300	200~275
HT350	350	220~290

2.11 附录

为了方便设计者和用户，增加了“灰铸铁的力学

性能和物理性能”，“灰铸铁件的抗拉强度、硬度和截面厚度的关系”以及“楔压强度”的附录。

3 标准的特点

3.1 由产品型标准向贸易型标准转变

旧标准在内容和表述方式偏重于灰铸铁件自身的牌号等级规定、技术要求、试验方法和检验规则等，其考虑更多的是站在供方的角度指导制造商按国家标准的基本规定生产灰铸铁件。新标准虽然在主体内容上和旧标准相近，但是站在中间的立场，并以用户（需方）需求为上的理念来阐述标准的规定。

3.1.1 突出用户要求

在很多情况下，用户对铸件的使用条件、工况和质量要求比铸件制造商更清楚，尽管用户可能对铸造工艺、材料技术本身不那么内行。反之铸件制造商虽然对铸件和铸件生产技术是内行，但其对该铸件的用途、使用工况并不一定了解。所以新标准给用户预留了更多的话语权。特别是在技术、质量要求方面，当用户有专门要求时，经供需双方协商同意，可按用户提出的要求验收。体现出在市场经济下，供方应不拘泥于标准的规定，尽可能满足客户需求，以需求拉动技术、质量提升的发展趋势。

3.1.2 强调供需双方协商准则

标准只能做到确立规则，规定一般事件的处理方法，而实际生产、贸易中不同的情形和需求无法预知。新标准几乎在所有重要条款中都规定了供需双方协商一致的原则，因为贸易本身就是不断洽谈协商，相互理解和妥协的过程。从某种意义上说，新标准是为供需双方协商提供了一个法定规则的平台。

3.1.3 重要环节和细节都列出相应条款和具体要求

铸造生产环节多、流程长，在签署订货协议中难免有漏项。新标准在主要技术、质量、检验等环节都给出了较为详细的条款，对供需双方都有提示或警示作用。

3.2 主要内容等同采用了国际标准的最新文本

3.2.1 与国际标准接轨

与国际标准接轨是编制新标准的基本原则，为了更好地促进对外贸易和交流，国家标准应不低于国际标准已成为不言而喻的共识。新标准在主要技术内容方面等同采用了国际标准 ISO 185: 2005《Grey cast irons-Classification》，但在标准的编写结构上不完全对应。

3.2.2 表格合并与简化

标准中规定的技术指标和技术参数多以表格的形式表述。与旧标准相比，新标准合并了一些相近内容的表格，还提供了更多的表格数据，在数据内容上更加完整。

3.2.3 新增加了两个灰铸铁牌号

等同采用了国际标准的牌号分级。该标准的 2005 版，增加了 HT225 和 HT275 两个新牌号，这是新标准与旧标准的最显著差异。HT200-HT300 牌号是用量最多，且随着牌号提高铸造性能恶化也较为显著的区域，为了充分挖掘灰铸铁材料的力学性能潜力，减缓铸造性能的恶化倾向，将牌号细分可为用户提供更多的选择，同时有利于物尽其用。铸造配料、熔化、炉前成分检测、孕育等新技术也为灰铸铁牌号的细分提供了技术保障。

美国材料试验学会标准 ASTM A48/A48M-2003《Standard Specification for Gray Iron Castings》标准中，灰铸铁牌号按抗拉强度分级，从 150 至 400，每增加 25MPa 为一个牌号等级，分 150、175、200、225、250、275、300、325、350、375 和 400 共 11 个牌号。美国汽车工程师协会标准 SAE J431，将灰铸铁也分为 8 个等级。新标准中没有抗拉强度为 375MPa 和 400MPa 这 2 个级别的牌号，因为我国和许多工业国家一样，由于球墨铸铁、蠕墨铸铁的发展，实际上已很少生产这 2 种高强度的灰铸铁件了。对灰铸铁强度要求过高并不总是有利的，因为它会恶化铸造性能、机加工性能和减震性。

3.2.4 将硬度牌号及验收指标纳入正文

硬度牌号和抗拉强度牌号一样，也可以作为灰铁件的验收条件。以硬度牌号作为验收条件，一般是用于对切削性能或耐磨性能要求较高的灰铸铁件，且铸件主要壁厚小于 80 mm。

3.2.5 硬度牌号的分级

硬度牌号分级的 3 位数字是表示各硬度牌号铸件在壁厚 40 mm 时所对应规定硬度的上限值，如硬度牌号 H195，表示铸件壁厚 40 mm 部位，硬度的最大值不大于 195 HBW。

3.2.6 灰铸铁材料的性能指标

附录中给出了不同牌号灰铸铁常用的力学、物理性能指标，抗拉强度和铸件壁厚的关系，以及楔压强度试验和换算方法，为标准使用者提供了方便。

3.3 保留、完善旧国家标准中不可或缺的精华部分

对旧标准几十年实践证明不可或缺的部分予以保留、完善。如技术要求章节中的几何形状、尺寸、尺寸公差、加工余量、表面质量、铸造缺陷；检验规则章节中的检验权利、检验地点、取样批次的划分、试验数据保存、试样保存；铸件标识、包装、储运要求章节中的铸件标识和质量报告、表面防护、包装、储运要求等。上述条款强调了灰铸铁件作为商品的属性和商品交货时应符合的质量状态要求。这些内容 ISO 185: 2005《Grey cast irons - Classification》国际标准均没涉及。

3.4 灰铸铁牌号单铸试棒的硬度值

在 $\Phi 30$ mm单铸试棒上测试材质硬度是生产中常用的方法,但因单铸试棒硬度和铸件本体硬度有一定的差异,在供需双方没有事先商定的情况下,经常会因铸件硬度的定义发生争议。本标准既给出了单铸试棒的硬度范围也给出了铸件本体的硬度范围。

4 标准的应用

《灰铸铁件》是铸造标准中的基础性标准,应用面广、使用频率高,因此供需双方在应用新标准时应注意下列事项。

4.1 标准的适用范围

新标准不适用于连铸型材、离心铸管、金属型铸造等非砂型灰铸铁件。

4.2 灰铸铁牌号的化学成分

化学成分是保证力学性能的重要依据,因此在铸造企业自己的技术标准中通常都明确规定不同灰铸铁牌号的化学成分范围。而新、旧标准都没有对化学成分做出规定是因为:

(1) 化学元素之间有交互性和互补性,在某些元素增加的情况下,减少另外一些元素可得到同样的力学性能和硬度值范围。各铸造厂的情况和工艺方法差别很大,规定了成分就牺牲了灵活性,多样性,后果也不经济。

(2) 除化学成分外,还有很多其他因素对铸件的力学性能有重要影响,如微量元素、孕育、熔化过热、激冷倾向、替代元素、冷却方式、后续处理等。也就是说,即使化学成分合格或不合格,并不能完全主导铸件的力学性能和硬度。

(3) 中小冲天炉熔化和炉料比较复杂的情况下,难以做到对化学成分范围做比较准确的控制,铁液出炉后木已成舟,只能用综合调控手段来保证铸件力学性能。

(4) 对一个具体铸造企业,其条件和工艺已确定,经供需双方协商同意,可规定化学成分范围的要求。对有特殊要求的铸件,甚至可将某些化学元素作为主要验收依据之一。

(5) 当需方没有提出化学成分范围要求时,铸件的化学成分由制造商自行决定,因为制造商比需方更清楚满足该牌号要求应选择的各化学元素范围,同时也有利于采用制造商的化学成分体系、检测验收体系,实现规模化生产。

(6) 当需方提出具体的化学成分范围,经供需双方协商同意后,还应确认哪些元素属于强制性要求和强制性要求元素的波动范围以及超出范围时的处理办法等。

4.3 灰铸铁牌号

灰铸铁牌号指 $\Phi 30$ mm单铸试棒的最小抗拉强度,它只能间接反映铸件本体的力学性能。同样牌号的铸件,因形状、尺寸、壁厚不同,铸件本体性能力学性能和硬度会有不同。

4.4 HT225 和 HT275 牌号特点

提高灰铸铁牌号通常是用降低碳、硅含量或是添加合金元素来实现,而随着抗拉强度牌号的提高,灰铸铁的工艺性明显恶化,尤其是收缩倾向、白口倾向大和流动性差。新增加的2个牌号对工艺性较敏感的薄壁箱体件、薄壁小件、形状复杂件、盘类件等用途较大。

4.5 HT350 以上牌号

HT350以上牌号的铸造工艺性差,实际生产中已很少采用。对于更高强度牌号的要求,推荐采用蠕墨铸铁或球墨铸铁。虽然蠕墨铸铁和球墨铸铁各有自身特点,但除减震性外,其铸造工艺性、切削加工性和成本等都有较强的竞争力。建议在选用HT350牌号的同时应考虑对比选用蠕墨铸铁或球墨铸铁的可能性。

4.6 单铸试棒与本体试棒性能的差异

铸造的特点是适于制造形状不规则、结构复杂的零件,因此壁厚差异较大就会导致不同部位的冷速不同,造成各部位力学性能和硬度有一定差异。单铸试棒只能代表该牌号材质特定壁厚的力学性能和硬度,铸件本体试样才能代表本体性能。

4.7 附铸试棒(块)规格的选取

以铸件主要壁厚80 mm为界,壁厚小于80 mm时,选用小规格的附铸试棒(块),壁厚大于等于80 mm时,选用大规格试棒(块)。

4.8 抗拉强度性能的差异

(1) 对于同档尺寸规格的单铸或附铸试棒,如加工成A型抗拉强度试样,其统计强度值要略高于B型试样。因为A型试样标距内的平行段短,可能碰到组织不均匀影响的几率小,所以更能代表材质本身的真实抗拉强度。

(2) 对于同档尺寸规格的附铸试棒或附铸试块,附铸试棒的统计强度值要略高于附铸试块,因为附铸试棒的冷速要快一些,内部组织也致密一些。

(3) 附铸试棒(块)的性能还不能完全代表铸件本体性能,只是比单铸试棒性能的代表性更好一些,只有本体试样才能如实反映铸件本体性能。铸件本体性能可根据标准附录中给出的壁厚与抗拉强度、硬度的关系图估算。

4.9 铸件本体抗拉强度

测定铸件本体抗拉强度时,抗拉强度试样的加工应尽可能选用尺寸较大的规格,大规格试样比小规格试样的测试数据更稳定、准确。

4.10 抗拉强度的强制值和指导值

灰铸铁各牌号等级规定的最小抗拉强度是强制性值，但对应于壁厚 $>150\text{ mm}$ ， $\leq 300\text{ mm}$ 的铸件，新标准中给出的附铸试棒(块)抗拉强度值为指导值，在表中用斜体字表示。表中给出的铸件本体预期抗拉强度值也不是强制性值。

4.11 铸件的本体硬度范围可以小于新标准中规定的范围

当供需方同意在铸件本体的指定部位测试硬度，则该指定部位硬度值的上、下限范围应不小于40 HBW。此条款一般用于大量生产的铸件。因为标准中给出的硬度值范围是泛指，所以对给定的铸件和硬度测试部位，经供需双方协商同意，可适当缩小硬度值范围。

4.12 硬度检验规则

新标准取消了旧标准列在规范性附录中的硬度检验规则，因为影响硬度的因素较多，测试误差也较大，而且实际中容易测试多点、多部位的硬度值来综合判断铸件材质情况，不像抗拉强度，误差较小，也比较单一。但在实际应用中硬度检测规则和抗拉强度检测规则是一样的，即在事先规定的部位测试硬度，如该部位硬度合格则材质合格，若测试结果达不到要求，又不是试样制备或操作不当造成的，则可在硬度测定附近再选定2处测定硬度，进行复验。如复验中，其中一处硬度不合格，则判该铸件材质不合格。

铸件本体硬度的测试比例、检测频次、硬度合格率及抽取铸件的代表性等，由供需双方商定。

4.13 铸件本体硬度检测

铸件本体硬度检测简单、方便，可以不损坏铸件，甚至可100%在线检测。对大批量生产的铸件，越来越多地用本体硬度来代替抗拉试棒检测，特别是汽车灰铸铁件。以检测本体硬度为主时，应在本企业生产条件下事先做出该铸件本体硬度和单铸试棒、本体试棒之间的函数关系，以此确定本体硬度的上、下限范围，并经需方同意及确定抽检比例后才可实施。大型铸件一般检测附铸试块的硬度。

4.14 灰铸铁的化学成分

新标准和国际标准 ISO 185: 2005 都没有规定灰铸铁的化学成分，但化学成分的控制还是尽可能控制在较窄的范围。铸造熔化中炉料分选、分类，配比定量，熔化参数稳定，过热、保温控制，炉前检验、调整等都是缩小化学成分范围的重要环节。与先进国家相比，我国铸件化学成分波动范围较大，缩小成分波动范围是今后努力的方向。

4.15 灰铸铁件的金相组织

(1) 如果需方没有要求，则金相组织一般不作为验收项目。如果要求检测金相组织，则应规定铸件本体的检测部位。新标准虽然没有对灰铸铁件的金相

组织要求和取样方法做详细的规定，实际中可参照铸件本体抗拉强度试样的作法进行。特别是铸件非正常损坏失效或铸件残体碎片，检测金相组织是判断铸件性能的一种常用方法。

(2) 影响灰铸铁力学性能的金相组织首先是石墨形态和石墨长度，其次是珠光体和铁素体比例。因为灰铸铁本身是脆性材料，所以少量碳化物和磷共晶对力学性能基本没有影响，一般要求总量 $\leq 3\%$ ，高牌号灰铸铁可以放宽到 $\leq 5\%$ 。共晶团数、珠光体片间距和石墨量等均不作为铸件的验收依据。

4.16 铸造残余应力

灰铸铁件一般以铸态交货，不做消除残余应力处理。但为了减少碳化物量、改善铸件切削性能等需要也可对铸件做正火处理。某些对尺寸稳定性有特殊要求的铸件，如床身、轨道、画线平板，大型柴油机缸体、缸盖、缸套、活塞等，可采用缓冷、回火、振动或自然失效的方法消除残余应力。选用哪种方法，应供需双方协商同意。

4.17 铸造缺陷

从广义上讲，铸件是容许存在一定程度缺陷的零件。因此，铸造缺陷经常是供需双方分歧、争议较大的条款。允许存在的铸造缺陷和缺陷修补方法等应该在订货时明确。不同用途、不同类别铸件的缺陷不应一刀切。

4.18 铸件尺寸精度和表面粗糙度

除采用先进的造型、制芯设备提高精度、紧实度外，在工艺和辅助材料方面也有潜力可挖。如采用细砂、涂料、树脂砂、细钢丸，提高模具、芯盒、下芯夹具精度，组芯、整体芯，定位点(面)加工或铸件粗加工、甚至加工至成品等，已成为发展趋势。

4.19 铸造生产条件变更

当供方更换新模具、重要工艺变更及主要设备更换等都可能对铸件形状、公差和性能的变化，此时不仅仅是作为单独的铸件批次管理，更重要的是应在变更前尽早通知需方。发生重大变更后生产的铸件应比照新产品量产的规定，进行检查和验收。

4.20 铸件标识

如需方没有提出铸件标识，而供方要在铸件非加工面上铸出永久性代码、商标、日期、序号等标识时，标识的位置、尺寸(字号、字高、凹凸)等应事先征得需方同意，避免可能对后续加工定位、装配等影响，或被其他部件遮挡。

4.21 表面防护

防锈、防油污等要求和防护措施经常容易被供需双方忽视，问题出现后为时已晚，大批量生产、采购中尤为重要。供需双方应根据交货运输方式、储存期限、储存条件等确定铸件表面防护要求，协商采用适

宜的防护方法，在保证要求的情况下，降低成本。

防锈通常有水基和油基两类，水基简单便宜，可保存半年，受到机加工厂欢迎。油基有电泳漆和防锈油两种，适用于长时间储存，海运出口还要考虑采用气相防锈纸或防锈袋。铸件成品或半成品运输需要有避免磕碰伤的防护措施和工位器具。

灰铸铁仍然是目前应用量最大、应用范围最广的铸造材料，尽管其脆性大，力学性能低，但凭借自身优良的铸造工艺性、切削加工性、减震减摩性和低成本赢得了工程界的青睐。特别在汽车复杂铸件、机床铸件、受压结构件等领域，灰铸铁还将继续发挥其特有的作用。