

铸铁国际标准体系及国内外主要牌号对照

王泽华¹, 石颖¹, 张寅², 张欣¹

(1. 河海大学力学与材料学院, 江苏南京 211100; 2. 全国铸造标准化技术委员会, 辽宁沈阳 110022)

摘要: 铸铁是一种传统的常用材料, 国际标准化组织、欧盟和主要工业国家都有铸铁系列标准。为了便于国际交流, 有必要了解国际铸铁标准的发展和国内外主要铸铁标准牌号的含义。介绍了国际标准化组织制定的铸铁标准体系, 并与我国国家标准体系进行了对比分析; 列出了我国国家标准铸铁牌号与国际标准化组织标准、欧盟标准、美国材料学会标准、美国汽车工程师学会标准和日本标准牌号的对照表。我国铸铁国家标准基本上已与国际先进标准接轨, 并且我国还制定了实用性强、能有效指导生产实际的系列铸铁金相检验标准。

关键词: 铸铁; 标准; 牌号

自2001年起我国铸件产量就位居世界第一。2017年, 中国铸件产量达4 940万吨, 占全世界产量的44%左右, 其中灰铸铁2 115万吨、球墨铸铁1 375万吨、可锻铸铁60万吨、铸钢555万吨、铸铝730万吨, 铸铜80万吨, 其他约25万吨^[1]。

我国是“世界加工厂”, 是全球经济一体化的重要成员, 是铸件出口大国。根据对海关列为铸制品的商品统计, 2017年我国各类铸件出口量为182.3万吨(不含随同零件、组装产品出口铸件), 总金额为26.44亿美元, 均价1 450美元/吨。在大量铸件出口的同时, 还需进口高端铸件, 2017年进口各类铸件1.94万吨, 总金额为1.52亿美元, 均价为7 844美元/吨, 远高于中国铸件出口价^[1]。技术标准是产品生产、质量控制和检验的基本依据, 正确理解国际标准和国外先进标准, 是组织生产高质量产品, 开展国际贸易的基础。

1 铸铁国际标准体系

国际标准化组织“铸铁及生铁”分技术委员会, 英文代号和名称为ISO/TC25 “Cast irons and Pig irons”, 秘书处设在英国标准化研究院(BSI)总部。ISO/TC25已颁布的国际标准9项、技术报告(ISO/TR)6项, 正在制定的标准1项, 正在修订的标准3项, 见表1。

根据标准的完善程度, 国际标准分2类, 一类是正式颁布的标准, 如ISO 1083《球墨铸铁分类》, 这类标准相对比较完善和成熟, 已被ISO成员国广泛采纳应用; 另一类是以技术报告形式颁布, 如ISO/TR 945-2《铸铁显微组织-第2部分: 图像法石墨分类》。ISO/TR中有关技术条款还不完善, 或存在较大争议, 或只有少数ISO成员国采用或部分条款被ISO成员国采用。因此, 严格说ISO/TR还不能算是标准。

虽然ISO/TR还不完善, 但ISO/TR对促进铸造技术的发展有很重要的推进作用, 它也可能是一种新技术、新规则到形成正式标准的过渡。ISO成员国可以根据自身或行业发展需要, 提出起草ISO/TR, 并可以对技术报告不断进行完善, 直至ISO成员国接受其为正式国际标准。我国作为ISO成员国, 可以从ISO/TR中吸取国外同行的新思路 and 了解国际铸造技术的发展动态, 如ISO/TR 10809-2《铸铁-第2部分: 铸铁的焊接》, 还不是标准, 还存在争议和问题, 但是ISO/TR 10809-2《铸铁-第2部分: 铸铁

作者简介:

王泽华(1960-)男, 教授, 硕士, 研究方向为铸造工艺、铸造合金以及铸造技术标准化。E-mail: zhwang@hhu.edu.cn

中图分类号: TG143

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2019)01-0079-08

基金项目:

中央高校基本科研业务费专项资金资助(2018B45914)。

收稿日期:

2018-09-20 收到初稿,

2018-11-05 收到修订稿。

的焊接》介绍了一些德国公司在铸铁与一种材料连接的设备和方法,因此可以从中了解到德国在铸铁材料焊接、连接方面的新技术和进展;又如ISO/TR 15931《铸铁和生铁命名规则》,虽然它还不是标准,但是欧洲国家经常应用,例如JS/400-18LT/S、JS/400-18LT/U、JS/400-18LT/C,牌号最后的字母S、U、C分别代表单铸试块试样、附铸试块试样和铸件本体试样;又如JS/400-18LT/D、JL/200/H、JMWF/360-12/W和JS/400-18LT/SD,牌号最后的字母D代表铸态、H代表热处理状态、W代表可焊性、SD表示为单铸铸态试样。

铸铁ISO标准体系主要是根据石墨形态、基体组织和材料功能等分类,如ISO 185《灰铸铁分类》、ISO 1083《球墨铸铁分类》是以石墨形态分类制定标准,ISO 2891《奥氏体铸铁分类》是以基体组织分类制定标准,ISO 21008《抗磨铸铁分类》是以材料功能分类制定标准。所以ISO铸铁技术标准体系与我国铸铁技术标准体系相近。

由表1可见,ISO/TC25归口制定的9项ISO标准全部是通用基础性标准,这些标准对铸铁材料组织、性能作了规定,但较少涉及具体铸件技术要求。这一点与我国标准体系明显不同。因为在国际标准化组织,铸铁产品类标准和铸铁化学成分、性能测试标准归属其他技术委员会管理。

2 中国铸铁技术标准

我国铸铁分技术委员会归口管理的标准有2类:国家

标准和行业标准,其中国家标准21项、行业标准25项。

在21项国家标准中,产品类14项,方法类7项,详见表2。这21项标准中,其中有6项修改采用ISO标准、2项采用ASTM标准、13项由我国自主制定。在修改采用ISO和ASTM相关标准时,我国根据自己的国情,将

表1 铸铁系列国际标准汇总
Table 1 Summary of ISO standards for cast irons

标准号	标准名称	备注
ISO 945-1	铸铁显微组织—第1部分:目视法石墨分类	
ISO 185	灰铸铁分类	
ISO 1083	球墨铸铁分类	
ISO 5922	可锻铸铁	
ISO 16112	蠕墨铸铁分类	
ISO 2892	奥氏体铸铁分类	
ISO 9147	生铁定义和分类	
ISO 17804	奥铁体球墨铸铁分类	
ISO 21998	抗磨铸铁分类	
ISO/TR 945-2	铸铁显微组织—第2部分:图像法石墨分类	
ISO/TR 945-3	铸铁显微组织—第3部分:基体组织	
ISO/TR 15931	铸铁和生铁命名规则	
ISO/TR 16078	铸铁—铸件缺陷分类及命名	
ISO/TR 10809-1	铸铁—第1部分:铸铁材料和性能	
ISO/TR 10809-2	铸铁—第2部分:铸铁的焊接	
ISO/DIS 945-4	铸铁显微组织—第4部分:球墨铸铁球化率 评定方法	制定

表2 我国铸铁分技术委员会归口管理的国家标准
Table 2 Summary of China national standards for cast irons

标准号	标准名称	附注
GB/T 34904 - 2017	球墨铸铁件 超声检测	
GB/T 32247 - 2015	低温铁素体球墨铸铁件	
GB/T 28702 - 2012	球墨铸铁用球化剂	
GB/T 26648 - 2011	奥氏体铸铁件	修改采用ISO 2892 奥氏体铸铁分类
GB/T 26655 - 2011	蠕墨铸铁件	修改采用ISO 16112 蠕墨铸铁分类
GB/T 26653 - 2011	排气歧管铸铁件	
GB/T 26656 - 2011	蠕墨铸铁金相检验	
GB/T 26658 - 2011	消失模铸件质量评定方法	
GB/T 8263 - 2010	抗磨白口铸铁件	修改采用ASTM A532M-93a: 2008 抗磨铸铁标准规范
GB/T 9439 - 2010	灰铸铁件	修改采用ISO 185 灰铸铁分类
GB/T 9440 - 2010	可锻铸铁件	修改采用ISO 5922 可锻铸铁分类
GB/T 25746 - 2010	可锻铸铁金相检验	
GB/T 1348 - 2009	球墨铸铁件	修改采用ISO 1083 灰铸铁分类
GB/T 7216 - 2009	灰铸铁金相检验	
GB/T 8491 - 2009	高硅耐蚀铸铁件	修改采用ASTM A532M-93a: 2008 高硅耐蚀铸铁件标准规范
GB/T 9437 - 2009	耐热铸铁件	
GB/T 9441 - 2009	球墨铸铁金相检验	
GB/T 17445 - 2009	铸造磨球	
GB/T 24597 - 2009	铬锰钨系抗磨铸铁件	
GB/T 24733 - 2009	等温淬火球墨铸铁件	修改采用ISO 17804 奥铁体球墨铸铁分类
GB/T 5612 - 2008	铸铁牌号表示方法	

通用基础性标准修改为产品标准,以便于实际应用。同时,根据我国铸铁生产的实际以及铸铁性能与显微组织的相关性特点,制定了铸铁系列金相组织检验标准,这是其他任何国家都没有的,这些标准对铸造产品的生产、质量控制、产品检验等起到了重要的作用。

在25项行业标准中,产品类9项,方法类16项。行业标准涉及范围小或更加专业,如铸造原辅材料、特种铸造产品等。通过制定先进的行业标准,规范铸造原辅材料,统一质量检验手段和方法,有利于生产过程控制,对于促进铸造生产专业化、提高铸造生产效率和产品质量具有积极的作用。

3 国内外主要标准铸铁牌号对照

常用的铸铁材料有灰铸铁、球墨铸铁、蠕墨铸铁、等温淬火球墨铸铁(也称奥铁体球墨铸铁)、奥氏体球墨铸铁、可锻铸铁等,因此主要工业国家和国际组织都制定了相应的标准。我国修改采用国际标准组织的标准,其牌号基本上与ISO标准相对应,与其他工业国家的牌号有时有所差异。

3.1 灰铸铁牌号对照

表3为国内外主要标准规定的灰铸铁牌号,灰铸铁牌号命名方式有两种,以材料强度等级命名和以硬度等级命名。除美国SAE J431标准外,以材料强度等

级命名的牌号中的数字表示单铸试棒材料的最小抗拉强度,如HT200,即表示材料抗拉强度最小值为200 MPa;以材料硬度等级命名的牌号中的数字表示为主要壁厚为40~80 mm铸件的最高硬度值,如H175,即主要壁厚为40~80 mm铸件的最高硬度为HBW 175。

我国GB/T 9439—2010标准规定了14个牌号灰铸铁,其中以强度等级命名的牌号8个,以硬度等级命名的牌号6个。GB/T 9439—2010等效采用ISO 185:2005,因此,GB/T 9439标准规定的牌号与ISO 185标准规定的牌号完全对应,与欧盟的EN 1561:2012标准规定的牌号基本对应,只是比EN 1561标准多HT225和HT 275这2个牌号。美国ASTM A48M标准和日本JIS G5501标准只规定了强度等级命名的牌号,美国SAE J431标准同样规定了以强度等级和硬度等级命名的牌号,而且等级划分更细,共有33个牌号,表3列出了与我国标准相对应的16个牌号^[2-4]。

3.2 球墨铸铁牌号对照

球墨铸铁不仅具有高的强度,还具有良好的塑性。强度和塑性是工程材料的主要力学性能指标,因此,球墨铸铁牌号是依据材料的抗拉强度和断后伸长率指标命名,如QT400-18,前面数字表示材料的最低抗拉强度为400 MPa,后面数字表示材料的最小断后伸长率为18%。以强度命名的球墨铸铁牌号见表4^[5-10];球墨铸铁牌号另一种命名是依据材料的平均硬度值,如

表3 国内外主要标准灰铸铁牌号对照
Table 3 Grade designations for grey cast irons in different standards

命名规则	GB/T 9439	ISO 185	EN1561	ASTM A48M	JIS G5501	SAE J431	
强度规则 命名	HT100	ISO 185/JL100	EN-GJL-100	100	—		
	HT150	ISO 185/JL150	EN-GJL-150	150	FC150	G9H12	
	HT200	ISO 185/JL200	EN-GJL-200	200	FC200	G10H18	
	HT225	ISO 185/JL225	—	225	—	G10H21	
	HT250	ISO 185/JL250	EN-GJL-250	250	FC250	G11H18	
	HT275	ISO 185/JL275	—	275	—	G11H20	
	HT300	ISO 185/JL300	EN-GJL-300	300	FC300	G12H21	
	HT350	ISO 185/JL350	EN-GJL-350	350	FC350	G13H19	
							G13H22
							G13H24
硬度规则 命名	H155	ISO 185/JL/ HBW155	EN-GJL-HB155	—	—	H10	
	H175	ISO 185/JL/ HBW175	EN-GJL-HB175	—	—	H11	
	H195					H13	
	H215	ISO 185/JL/ HBW195	EN-GJL-HB195	—	—	H14	
	H235	ISO 185/JL/ HBW215	EN-GJL-HB215	—	—	H16	
	H255	ISO 185/JL/ HBW235	EN-GJL-HB235	—	—	H18	
						H20	

表4 国内外主要标准球墨铸铁牌号对照
Table 4 Grade designations for spheroidal graphite cast irons in different standards

GB/T 1348	ISO 1083	EN 1563	ASTM A536	SAE J434	JIS G5502
QT350-22L	ISO1083/JS/350-22-LT	EN-GJS-350-22-LT	—	—	FCD 350-22L 350-22L
QT350-22R	ISO1083/JS/350-22-RT	EN-GJS-350-22-RT	—	—	—
QT350-22	ISO1083/JS/350-22	EN-GJS-350-22	—	—	FCD 350-22
QT400-18L	ISO1083/JS/400-18-LT	EN-GJS-400-18-LT	—	—	FCD 400-18L
QT400-18R	ISO1083/JS/400-18-RT	EN-GJS-400-18-RT	—	—	—
QT400-18	ISO1083/JS/400-18	EN-GJS-400-18	60-40-18	D400	FCD 400-18
QT400-15	ISO1083/JS/400-15/S	EN-GJS-400-15	—	—	FCD 400-15
QT450-10	ISO1083/JS/450-10	EN-GJS-450-10	65-45-12	D450	FCD 450-10
QT500-7	ISO1083/JS/500-7	EN-GJS-500-7	—	D500	FCD 500-7
QT550-5	ISO1083/JS/550-5	—	80-55-06	D550	—
QT600-3	ISO1083/JS/600-3	EN-GJS-600-3	—	—	FCD600-3
QT700-2	ISO 1083/JS/700-2	EN-GJS-700-2	100-70-03	D700	FCD700-2
QT800-2	ISO1083/JS/800-2	EN-GJS-800-2	120-90-02	D800	FCD800-2
QT900-2	ISO1083/JS/900-2	EN-GJS-900-2	—	—	—
—	—	EN-GJS-450-18	—	—	—
QT500-10	ISO1083/JS/500-10S	EN-GJS-500-14	—	—	—
—	—	EN-GJS-600-10	—	—	—

QT-230HBW, 材料的硬度值范围为HBW190~270。以硬度命名的球墨铸铁牌号应用相对较少, 目前只有GB/T 1348和ISO 1083列出了以硬度命名的球墨铸铁牌号。

我国GB/T 1348—2009标准规定了26个球墨铸铁牌号, 其中以强度等级命名的牌号有15个, 以硬度等级命名的牌号有11个。我国GB/T 1348—2009等效采用了ISO1083, 两者的牌号完全对应。EN1563标准与GB/T 1348—2009相比, 以强度规则命名的基本对应, 只是DIN EN1563标准中少一个与GB/T 1348—2009的QT550-5对应的牌号, 多2个铁素体固溶强化球墨铸铁牌号, 即EN-GJS-450-18和EN-GJS-600-10。EN 1563、ASTM A536、SAE J434和JIS G5502标准只有以强度命名的球墨铸铁牌号, 其中ASTM A536标准规定了牌号中的3个数字, 分别表示材料的抗拉强度、屈服强度和断后伸长率。需要特别注意的是, ASTM A536标准中

的强度单位为 10^3 psi, 断后伸长率为 A_4 。

铁素体固溶强化球墨铸铁具有良好的组织均匀性和耐热性能。由表4可见, EN 1563标准中有3个固溶强化铁素体球墨铸铁牌号, 在我国GB/T 1348—2009中只有一个相对应的牌号, 在2018年新修订的GB/T 1348中规定了与EN1563标准相对应的3个固溶强化铁素体球墨铸铁牌号。

3.3 蠕墨铸铁牌号对照

表5为国内外主要标准的蠕墨铸铁牌号^[11-15], 蠕墨铸铁牌号是依据材料强度指标命名, 如RuT350, 即表示材料的最低抗拉强度为350 MPa。蠕墨铸铁的塑性介于球墨铸铁和灰铸铁之间, 其塑性也较差, 因此, 各国关于蠕墨铸铁牌号中没有塑性指标。

表5 国内外主要标准蠕墨铸铁牌号对照
Table 5 Grade designations for compacted graphite cast irons in different standards

GB/T 26655	ISO 16112	ASTM A842	EN 16079	JIS G5505	SAE J1887
RuT300	ISO 16112/JV/300	300	EN-GJV-300	FCV 300	C300
RuT350	ISO 16112/JV/350	350	EN-GJV-350	FCV350	C350
RuT400	ISO 16112/JV/400	400	EN-GJV-400	FCV400	C400
RuT450	ISO 16112/JV/450	450	EN-GJV-450	FCV450	C450
RuT500	ISO 16112/JV/500	500	EN-GJV-500	FCV500	—

我国GB/T 26655标准规定了5个蠕墨铸铁牌号,且与ISO 16112、ASTM A842、EN 16079以及JIS G5505标准规定的牌号完全对应,与SAE J1887标准规定的牌号也基本对应,只是SAE J1887标准中少一个最高强度等级的蠕墨铸铁牌号,即强度等级为500 MPa的蠕墨铸铁牌号。

3.4 奥铁体球墨铸铁牌号对照

奥铁体球墨铸铁(Ausferritic spheroidal graphite cast irons)通常被称为等温淬火球墨铸铁(Austempered ductile irons),它是根据该材料的组织特点被国际标准化组织正式命名的。表6为国内外主要奥铁体球墨铸铁标准牌号^[116-20],其命名规则与球墨铸铁牌号相同。一种是依据材料的抗拉强度和断后伸长率指标命名,如QTD 900-8,前面数字代表材料的最低抗拉强度为900 MPa,后面数字代表材料的最小断后伸长率为8%。奥铁体球墨铸铁不仅比普通球墨铸铁具有更高的强度,以及在同等强度下具有更好的塑性,而且奥铁体球墨铸铁是一种优良的耐磨材料,特别是高硬度的奥铁体球墨铸铁。因此,奥铁体牌号的另一种命名规则是依据材料的硬度值,如QTD HBW400,该牌号奥铁体球墨铸铁的最小硬度值为HBW 400。

我国GB/T 24733—2009标准规定了8个牌号的奥铁体球墨铸铁,其中6个以强度等级命名,2个以硬度等级命名。我国GB/T 24733—2009等效采用了ISO 17804-2005标准,规定的奥铁体球墨铸铁牌号与ISO 17804标准、EN 1564—2011规定的牌号完全对应。美国ASTM A897/M标准比我国GB/T 24733—2009标准少一个800 MPa强度等级的牌号,但多两个强度等级分别为750 MPa和1 600 MPa的牌号。强度等级为750 MPa的奥铁体球墨铸铁是经不完全奥氏体化等温淬火处理获得的奥铁体球墨铸铁,以改善奥铁体球墨铸铁的切削加工性能;

强度等级为1 600 MPa的奥铁体球墨铸铁是采用低温等温淬火工艺处理,其显微组织由细针状奥氏体和少量马氏体组成,具有很高的强度和硬度以及优异的耐磨和减摩性能。

3.5 奥氏体铸铁牌号对照

表7为国内外主要奥氏体铸铁标准牌号对照表^[21-25]。我国GB/T 26648—2011与ISO 2892、JIS G5510一样,规定了奥氏体铸铁的12个牌号,其中10个球状石墨奥氏体铸铁牌号,2个片状石墨奥氏体铸铁牌号;EN 13835有10个奥氏体铸铁牌号,其中8个球状石墨奥氏体铸铁牌号,2个片状石墨奥氏体铸铁牌号;美国材料学会标准有17个牌号,其中ASTM A571: 1984有10个球状石墨奥氏体铸铁牌号。此外,ASTM A426: 1984有7个片状石墨奥氏体铸铁牌号。

奥氏体铸铁是以奥氏体为基体组织,石墨形态有片状和球状。所以,奥氏体铸铁有奥氏体球墨铸铁和奥氏体灰铸铁。奥氏体铸铁的力学性能并不突出,强度最高的奥氏体球墨铸铁的拉伸强度为390 MPa以上,实际最高强度一般低于420 MPa;奥氏体灰铸铁抗拉强度规定的最小拉伸强度为140~170 MPa,实际最高强度一般不超过200 MPa。

奥氏体铸铁的特点是具有较好的耐热性和耐蚀性,有些奥氏体铸铁还具有一些优良的其他性能,如优异的耐低温冲击性能、抗氧化性、低热膨胀系数以及无磁性等,这些性能主要由材料的化学成分或合金元素来保证。所以,一般铸铁材料标准不规定铸铁材料的化学成分,但由于奥氏体铸铁的特殊性,我国GB/T 26648、ISO 2892、EN13835、JIS G5510等标准不仅规定了不同牌号奥氏体铸铁的成分范围,而且牌号也以主要合金元素命名。

表6 国内外主要标准奥铁体球墨铸铁牌号对照
Table 6 Grade designations for ausferritic spheroidal graphite cast irons in different standards

GB/T 24733	ISO 17804	ASTM A897/M	EN 1564	JIS G5503
—	—	750/500/11	—	—
QTD 800-10	JS/800-10	—	EN-GJS-800-10	—
QTD 800-10R	JS/800-10RT	—	—	—
QTD 900-8	JS/900-8	900/650/9	EN-GJS-900-8	FCAD 900-8
—	—	—	—	FCAD 1000-5
QTD 1050-6	JS/1050-6	1050/750/7	EN-GJS-1050-6	—
QTD 1200-3	JS/1200-3	1200/850/4	EN-GJS-1200-3	FCAD 1200-2
QTD 1400-1	JS/1400-1	1400/1100/2	EN-GJS-1400-1	FCAD 1400-1
—	—	1600/1300/1	—	—
QTD HBW400	JS/HBW400	—	EN-GJS-HB400	—
QTD HBW450	JS/HBW450	—	EN-GJS-HB450	—

3.6 可锻铸铁牌号对照

表8为可锻铸铁牌号对照表^[25-28]。我国GB/T 9440—2010《可锻铸铁件》标准修改采用ISO 5922-2005《可锻铸铁分类》标准，但我国标准有17个可锻铸铁牌

号，比ISO 5922-2005多2个牌号，即KTH 330-08和KTH 370-12，比EN 1562多3个牌号。可锻铸铁牌号中的数字表示材料的抗拉强度和断后伸长率指标，如KTH 330-08，前面数字是材料的最低抗拉强度为330 MPa，后面数字是材料的最小断后伸长率为8%。

表7 国内外主要标准奥氏体铸铁牌号对照
Table 7 Grade designations for austenitic cast irons in different standards

石墨形态	GB/T 26648	ISO 2892	EN13835	ASTM A571	JIS G 5510
	QTANi13Mn7	ISO 2892/JSA/XNi13Mn7	EN-GJSA-XNiMn13-7	—	FCDA-NiMn 13 7
	QTANi20Cr2	ISO 2892/JSA/XNi20Cr2	EN-GJSA-XNiCr20-2	D2	FCDA-NiCr 20 2
	QTANi20Cr2Nb	ISO 2892/JSA/XNi20Cr2Nb	EN-GJSA-XNiCrNb20-2	—	FCDA-NiCrNb 20 2
	—	—	—	D2B	—
球状	QTANi22	ISO 2892/JSA/XNi22	EN-GJSA-XNi22	D2C	FCDA-Ni 22
石墨	QTANi23Mn4	ISO 2892/JSA/XNi23Mn4	EN-GJSA-XNiMn23-4	D2M	FCDA-NiMn 23 4
	—	—	—	D3A	—
	QTANi30Cr3	ISO 2892/JSA/XNi30Cr3	EN-GJSA-XNiCr30-3	D3	FCDA-NiCr 30 3
	QTANi30Si5Cr5	ISO 2892/JSA/XNi30Si5Cr5	—	D4	FCDA-NiSiCr 30 5 5
	QTANi35	ISO 2892/JSA/XNi35	EN-GJSA-XNi35	D5	FCDA-Ni 35
	QTANi35Cr3	ISO 2892/JSA/XNi35Cr3	—	D5B	FCDA-NiCr 35 3
	QTANi35Si5Cr2	ISO 2892/JSA/XNi35Si5Cr2	EN-GJSA-XNiSiCr35-5-	D5S	FCDA-NiSiCr 35 5 2
片状	HTANi13Mn7	ISO 2892/JLA/XNi13Mn7	EN-GJL-AXNiMn13-7	—	FCA-NiMn 13 7
石墨	HTANi15Cu6Cr2	ISO 2892/JLA/XNi15Cu6Cr2	EN-GJL-AXNiCuCr15-6-2	—	FCA-NiCuCr 15 6 2

表8 国内外主要标准可锻铸铁牌号对照
Table 8 Grade designations for malleable cast irons in different standards

GB/T 9440	ISO 5922	EN 1562	ASTM A47	ASTM A47M	JIS G5707
KTB350-04	ISO 5922/JMW/350-4	EN-GJMW-350-4	—	—	FCMW35-04
KTB360-12	ISO 5922/JMW/360-12	EN-GJMW/360-12	—	—	—
KTB400-05	ISO 5922/JMW/400-5	EN-GJMW/400-5	—	—	FCMW40-05
KTB450-07	ISO 5922/JMW/450-7	EN-GJMW/450-7	—	—	FCMW45-07
KTB550-04	ISO 5922/JMW/550-4	EN-GJMW/550-4	—	—	—
KTH275-05	ISO 5922/JMB/275-5	—	—	—	FCMB27-05
KTH300-06	ISO 5922/JMB/300-6	EN-GJMB/300-6	—	—	FCMB30-06
KTH330-08	—	—	—	—	—
KTH350-10	ISO 5922/JMB/350-10	EN-GJMB/350-10	Grade 32510	Grade 22010	FCMB35-10
KTH370-12	—	—	—	—	—
			ASTM A220	ASTM A220M	
KTZ450-06	ISO 5922/JMB/450-6	EN-GJMB/450-6	Grade 45006	Grade 310M6	FCMP45-06
KTZ500-05	ISO 5922/JMB/500-5	EN-GJMB/500-5	Grade 45008	Grade 310M8	FCMP50-05
KTZ550-04	ISO 5922/JMB/550-4	EN-GJMB/550-4	Grade 50005	Grade 340M5	FCMP55-04
KTZ600-03	ISO 5922/JMB/600-3	EN-GJMB/600-3	Grade 60004	Grade 410M4	FCMP60-03
KTZ650-02	ISO 5922/JMB/650-2	EN-GJMB/650-2	Grade 70003	Grade 480M3	FCMP65-02
KTZ700-02	ISO 5922/JMB/700-2	EN-GJMB/700-2	Grade 80002	Grade 550M2	FCMP70-02
KTZ800-01	ISO 5922/JMB/800-1	EN-GJMB/800-1	Grade 90001	Grade 620M1	FCMP80-01

早期依据材料断口颜色特征将可锻铸铁划分为黑心可锻铸铁和白心可锻铸铁。黑心可锻铸铁的基体组织为铁素体，断口呈灰黑色；白心可锻铸铁的基体组织通常为珠光体，断口为明亮的晶体结构，呈白色。

可锻铸铁可以通过热处理改变其组织和性能，其断口颜色特征也产生相应的变化。早期的可锻铸铁标准中曾经将可锻铸铁分为三种：黑心可锻铸铁、白心可锻铸铁和珠光体可锻铸铁。由于珠光体可锻铸铁和黑心可锻铸铁的化学成分和退火工艺十分相近，因此，GB/T 9440—2010《可锻铸铁件》标准将珠光体可锻铸铁也被划分到黑心可锻铸铁中。

4 结束语

铸铁是一种传统而常用的工程材料。近30年来，我国铸造技术发展迅速，与之相应的技术标准也有

了很大进步。从2009年到2011年，我国颁布了一系列铸铁技术标准，与之最新的国际标准、欧盟标准、美国材料学会标准、美国汽车工程师学会标准和日本标准等国际先进标准相比，我国的铸铁技术标准基本上已与国际先进的技术标准接轨，而且还根据我国铸造生产实际和铸铁的组织性能特征，自主制定了实用性强、能有效指导生产实际的系列铸铁金相检验标准。

随着铸铁冶金学的发展，铸造方法、铸造技术等科学技术的发展，铸铁性能不断提高，材料检测新技术的不断涌现，标准需要不断更新和完善，如现有标准中关于石墨形态分类和评定就不能适应数字化金相检验的要求。我们要不断关注国际铸铁技术的发展，紧跟国际先进的技术标准。作为铸造大国，我们要不断创新铸铁技术，并制定先进的铸铁技术标准，使我国由铸造大国转变成为真正的铸造强国。

参考文献：

- [1] 中国铸造协会. 2017年中国铸件产量首次权威发布 [R/OL]. (2018-05-17). <http://www.foundry.cn/news/info?newsId=152652724490111930>.
- [2] GB/T9439-2010 灰铸铁件 [S]. 北京：中国标准出版社，2010.
- [3] ISO/DIS 185: 2017 Grey cast irons-classification and specification [S]. Switzerland: ISO Copyright Office, 2017.
- [4] JIS G5501-1999 Grey iron castings [S]. Tokyo: Japanese Standards Association, 1999.
- [5] GB/T 1348-2009 球墨铸铁件 [S]. 北京：中国标准出版社，2009.
- [6] ISO/DIS 1083: 2017 Spheroidal graphite cast irons-classification [S]. Switzerland: ISO Copyright Office, 2017.
- [7] EN 1563: 2011 Founding-spheroidal graphite cast irons [S]. Brussels, European Committee for Standardization, 2011.
- [8] ASTM A536-84 (2004) Standard for ductile iron castings [S]. West Conshohocken: ASTM International, 2004.
- [9] SAE J434-2004 Automotive ductile (nodular) iron castings [S]. SAE International, 2004.
- [10] JIS G5502-2001 Spheroidal graphite iron castings [S]. Tokyo: Japanese Standards Association, 2001.
- [11] GB/T 26655-2011 蠕墨铸铁件 [S]. 北京：中国标准出版社，2011.
- [12] ISO 16112: 2017 Compacted (vermicular) graphite cast irons - classification [S]. Switzerland: ISO Copyright Office, 2017.
- [13] ASTM A842-11 Standard specification for compacted graphite iron castings [S]. West Conshohocken: ASTM International, 2011.
- [14] EN 16079: 2012 Founding-compacted (vermicular) graphite cast irons [S]. Brussels, European Committee for Standardization, 2012.
- [15] JIS G5505-2013, Compacted (vermicular) graphite cast irons [S]. Tokyo: Japanese Standards Association, 2013.
- [16] GB/T 24733-2011等温淬火球墨铸铁件 [S]. 北京：中国标准出版社，2011.
- [17] ISO 17804: 2005 Founding-ausferritic spheroidal graphite cast irons—classification [S]. Switzerland: ISO Copyright Office, 2005.

- [18] EN 1564: 1997 Founding-austempered ductile cast irons [S]. Brussels, European Committee for Standardization, 1997.
- [19] ASTM A897M-06 Standard specification for austempered ductile iron castings [S]. West Conshohocken: ASTM International, 2006.
- [20] JIS G5503-1995 Austempered spheroidal graphite iron castings [S]. Tokyo: Japanese Standards Association, 1995.
- [21] GB/T26648-2011奥氏体铸铁件 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
- [22] ISO 2892: 2007 Austenitic cast irons-classification [S]. Switzerland: ISO Copyright Office, 2007.
- [23] EN 13835-2011 Founding-austenitic cast irons [S]. Brussels, European Committee for Standardization, 2011
- [24] JIS G5510-2012 Austenitic iron castings [S]. Tokyo: Japanese Standards Association, 2012.
- [25] ISO/TR 945-3: 2016 Microstructure of cast irons-part 3: matrix structures [S]. Switzerland: ISO Copyright Office, 2016.
- [26] GB/T 9440-2010 可锻铸铁件 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [27] ISO 5922: 2005 Malleable cast irons [S]. Switzerland: ISO Copyright Office, 2005.
- [28] EN 1562: 2012 Founding-malleable cast irons [S]. Brussels, European Committee for Standardization, 2012.

Introduction of International Standards for Cast Irons and Comparison of Different Grade Designations

WANG Ze-hua¹, SHI Ying¹, ZHANG Yin², ZHANG Xin¹

(1. College of Mechanics and Materials, Hohai University, Nanjing 211100, Jiangsu, China; 2. National Technical Committee 54 on Foundry Standardization Administration of China, Shenyang 110022, Liaoning, China)

Abstract:

Cast irons are a kind of traditional engineering materials. ISO, EU and major industrial countries have their own series standards for cast irons. In order to facilitate international exchange, it is necessary to understand the different grade designations of cast irons. The article introduces ISO cast iron standard system and makes a comparative analysis with China national standard system of cast irons. Cast iron grades specified by SAC, ISO, UE, ASTM, SAE and JIS are introduced and their difference are pointed out. China national standards of cast irons have basically been in line with the advanced international standards, and a series of metallographic inspection standards for cast irons have been especially formulated, with strong practicability and effective guidance for production.

Key words:

cast iron; standardization; grade designation