

灰铁组织中 C 型石墨的鉴别及金相标准的探讨

孙国雄

(东南大学 材料学院,江苏 南京 210013)

摘要:针对某些企业在生产 HT200 和 HT250 的中、小铸件时,由于金相检验认为有 C 型石墨存在而引起客户拒收的情况,指出 C 型石墨只有在过共晶灰铸铁中才会出现,不会出现在亚共晶灰铸铁中。介绍了国际标准和国家标准中 C 型石墨的定义,建议对国家标准中灰铸铁石墨的分布类型早日进行修订。此外还指出金相试样抛光不良也可能导致所谓“块状石墨”的假象而引起误判。

关键词:C 型石墨;亚共晶灰铸铁;F 型石墨;金相试样抛磨

中图分类号:TG115.21,TG255 **文献标识码:**B **文章编号:**1003-8345(2008)04-0099-04

A Discussion on Identification of C- Type Graphite in Microstructure of Gray Irons and Graphite Classification Standard

SUN Guo-xiong

(Materials College, South East University, Nanjing 210013, China)

Abstract: Seeing that there was so-called “C-type graphite” found by the metallographic inspection when producing small and medium size castings with HT200 or HT250 grade gray irons in some foundries, and as a result the clients refused to accept the castings, the author pointed out that C-type graphite doesn't present itself in hypoeutectic gray irons, but only in hypereutectic gray irons. The definitions of C-type graphite in both the International Standard and China Standard were introduced, and it's suggested to revise as earlier as possible the classification of graphite types in China's gray irons standard. Besides, it was also pointed out that poor polishing of the metallographic specimen might also cause the false image of so-called “C-type graphite” and lead to a wrong conclusion.

Key words: C-type graphite; hypoeutectic gray irons; F-type graphite; polishing of metallographic specimen

随着科学技术及制造业的快速发展,对铸件材料性能的要求日益提高。在灰铸铁铸件的验收过程中,除了要求抗拉强度达到铸件的牌号要求外,有时还要考察片状石墨的一些参数,如石墨的分布类型及长度等。

1 问题的提出

近年来,一些工厂在生产 HT200 和 HT250 灰铸铁的中、小铸件时,金相检验部门检查认为有 C 型石墨,导致客户拒绝接受,要求退货。图 1 是某工厂技术人员提供的一部分金相图片,材料牌号为 HT200 和 HT250,产品为汽车铸件。在提

供照片的同时,也提出了一些问题:(1)请确认照片中是否存在 C 型石墨?(2)C 型石墨是否只出现在共晶或过共晶灰铸铁中?(3)如何避免亚共晶灰铸铁中出现 C 型石墨?类似的问题在不少工厂出现过,某专业期刊也曾有文章提供了 CE 为 3.9% 的灰铸铁金相照片,可能是照片中的石墨比较粗大,作者指出图片中的石墨是 C 型石墨。可见在对于 C 型石墨的认识上还存在需要澄清的问题。

2 C 型石墨

灰铸铁中的片状石墨按其形成时期可分为两大类,即初生石墨和共晶石墨。在固态相变时形成的二次石墨和共析石墨都是析出在初生石墨和共晶石墨上,一般不形成具有独立形貌的石墨相。因此,根据片状石墨的形貌可以认为,它们

收稿日期:2008-01-25 修定日期:2008-04-11

作者简介:孙国雄(1935.8-),男,浙江奉化人,毕业于东南大学机械系,教授,博导,世界铸造工作者组织(WFO)执委,中国铸造协会顾问,中国铸造学会常务理事。



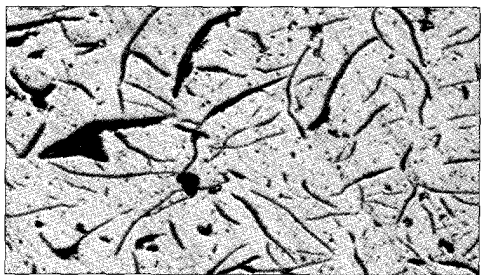
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

图1 亚共晶灰铸铁的石墨照片 100×
Fig.1 Photographs of graphite types in hypoeutectic gray irons 100×

都是在铸件凝固过程中形成的。

C型石墨应该是初生石墨,它是过共晶灰铸铁在凝固过程中按Fe-C双重相图中的C'D'线直接从液态析出的石墨,在美国标准和国际标准中都把它定义为C型石墨(如图2所示)。标准中对C型石墨的描述为:“C型石墨出现于过共晶铸铁,共晶凝固前,铁液里就形成了C型石墨,有时把C型石墨称为初生石墨。”这一定义明确地指出C型石墨在过共晶铸铁中才存在,在共晶凝固前铁液里就形成的初生石墨。可见并不是图2中的所有石墨都是C型石墨,而只有图中厚大的几条初生石墨才是C型石墨。图2中既有初生石墨,也有共晶凝固时形成的共晶石墨,后者只是与C型石墨共存于金相图片中,它们并不是C型石墨。如果再把C型石墨的特征说得更清楚些,应该再加上由于C型石墨是在液态铁液中生长的,因此它的特点是厚大而平直、不弯曲(其中可能有分叉,但不是弯曲),与共晶石墨是很容易区分的。图2中细而弯曲的石墨都是共晶石墨,虽存在于同一个图片中,但不是C型石墨,这是应予以明确的。显然,在过共晶铸铁的金相照片中,不可能只看到C型石墨,由于过共晶铸铁在凝固过程中也要经过共晶转变,因而C型石墨必然会与共晶石墨共同存在。



图2 美国标准及国际标准中的C型石墨
Fig.2 C-type graphite in USA standard and international standard

在我国的国家标准^[1]中,C型石墨如图3所示,标准中对C型石墨的描述是:“图中的部分带尖角块状;粗大片状初生石墨及小片状石墨。”这一说明认为图3中的所有石墨都为C型石墨,这样描述和定义显然是不合适的。因为图中的小片状石墨是共晶石墨,不应该把它列入C型石墨中。关于“带尖角块状”的描述也是不合适的,灰

铸铁中并没有块状石墨,之所以会出现这一类类似“块状”的石墨是由于金相照片是一个随机切面,在金相切面与片状石墨的(0001)面比较平行的情况下切到石墨,就有可能出现这种所谓“块状”的石墨。这种情况不但出现在过共晶铸铁中,在亚共晶灰铸铁各种分布类型的金相图片中都能看到,如果把它列为C型石墨,则所有的亚共晶灰铸铁都有被误判为存在C型石墨的可能性,这显然是不合适的。实际上,在各种牌号的亚共晶灰铸铁的金相照片中都有可能看到这样切面的石墨,显然不宜把它定义为块状石墨。在图1(e)中,中间偏右的一片石墨可以看到有这样的特点,但它是共晶片状石墨,既不是块状石墨,也不是C型石墨。

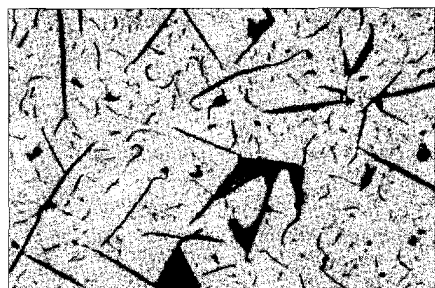


图3 国家标准中的C型石墨
Fig.3 C-type graphite in China standard

对于灰铸铁中的片状石墨,只要切面不与石墨片垂直,切到的石墨片的宽度就会有变化。随着斜切角度的增大,石墨片的宽度就会增厚。可见,用“粗大”两个字来形容片状石墨并不是很确切,因为“粗”的程度会随切面方向而变。对于灰铸铁,石墨长度的影响应该是主要的。

灰铸铁中既然没有块状石墨,当然不应该将它列入片状石墨的石墨分布类型中。可见在原国家标准中,对于C型石墨的说明,只有中间一句“粗大片状初生石墨”是合适的,但这一句对于初次接触的人员也有一定的困难,有时人们会将厚大铸件中的粗大片状石墨误认为是初生石墨。初生石墨是在液态金属中生长的,它与共晶石墨的一个明显不同的特点是初生石墨既粗大又是“平直板状”(截面为直的)的,生长过程中只有分叉而不发生弯曲,这是初生石墨的特点。有时可能

在平直初生石墨的端部发现石墨弯曲且细小,这部分石墨是初生石墨在共晶结晶阶段延续生长的结果。

3 F型石墨

在国际标准或美国标准中初生石墨就只定义了一类C型石墨,在我国的国家标准^[1]中又增加了一个新的石墨类型,即F型石墨。F型石墨如图4所示。标准中对F型石墨的说明是:“星状(或蜘蛛状)与短片状石墨混合均匀分布”。这一说明亦不太合适。“星状”石墨只出现在过共晶铸铁中,它也是初生石墨,但这类石墨在一般铸件中是看不到的,它只出现在截面尺寸很小、冷却速度非常快的过共晶铸铁件中(例如单体铸造的活塞环中)。在快速冷却的情况下,初生石墨分叉生长成星状。其实作为初生的星状石墨,除分叉外,它的特点是石墨片也是平直的。图中所看到星状石墨外围的弯曲部分同样是初生石墨在共晶凝固时延续生长的结果。由于这类石墨在生产中很少见,绝大多数工厂及铸件中均不会出现,因而标准中是否一定需要列入这一类石墨是值得商榷的。但在标准说明中似不应该加上“与短片状石墨混合均匀分布”这一部分,因为图4中的短片状石墨是共晶石墨,不应该与初生石墨之一的“星状”石墨合在一起作为F型石墨。如果要列入F型石墨,则不论是C型还是F型石墨,都只应该说明它们都是过共晶灰铸铁中的初生石墨。在不同的凝固条件下,初生石墨可以是C型(这是在大多数情况下能见到的),也可以是F型(这只是在截面很小的,冷却很快的过共晶灰铁件中出现)。

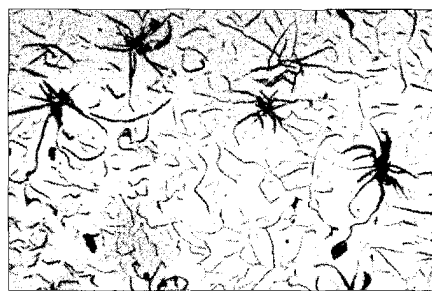


图4 国家标准中的F型石墨
Fig.4 F-type graphite in China standard

4 制作铸铁金相试样时需注意的问题

值得注意的是铸铁金相试样的抛光问题。铸铁金相试样要获得好的抛光效果并不容易,需要有技术和耐心。在抛光良好的铸铁金相试样上看到的石墨呈现漂亮的银灰色,轮廓清晰。但是很多单位制备的金相试样中,试样的制备状况并不理想。此时,在石墨的表面往往会粘附一些黑色的粘附物,这些粘附物不但粘附在石墨上,也粘附在石墨周围,使看到的石墨变大。此时看到石墨的颜色是黑色的,形态也发生了显著变化。图1(a)中被误认为是C型石墨的那几块,无一不是黑色的,如果再进行精细抛光,块状的形态就会变化成片状。其实在这种情况下并没有真正看到石墨,看到的只是石墨上面的粘附物,而且粘附范围往往会比被粘附的石墨大,以致于图中的片状石墨看起来像是块状石墨。图1中的大多数照片只看到少量真正的石墨,多数看到的都是粘附物。在粘附物拖拽的情况下有时会将两条独立的石墨及石墨的弯曲或分叉区域联成一体,形成如块状的石墨。图1的(b)、(c)、(d)、(e)中,在很多看来是块状石墨的部分,可隐约看到在黑色粘附物下的金属基体,实际上,粘附在石墨上的粘附物与粘附在金属基体上的粘附物联成一片,看起来就像是块状石墨,这些块状石墨其实是片状石墨。一般而言粘附物在金属基体上的粘附容易发生在石墨分叉处及较邻近的两片石墨之间的金属基体上。可见,金相试样抛光不良也容易形成所谓“块状石墨”的假象而引起误判。

对于铸铁金相试样的抛光问题不但存在于灰铸铁,同样也存在于球墨铸铁试样。对于抛光不良的试样,多数石墨球都是黑色的,有人看到这样的金相照片认为球墨铸铁中的石墨球容易脱落,黑色的都是球状石墨在试样制备过程中脱落后形成的坑。其实,这一认识是错误的,因为这样的试样经仔细抛光后,原来的黑色部分就显示出漂亮的石墨来;如果是一个坑,则抛下去还是坑,不可能在原处再抛出石墨来。实践证明,金相试样中的球状石墨并不是那么容易脱落的。有时球墨铸铁中的块状夹杂物上面往往也会有粘附物,此时,就可能把夹杂物误认为是球状石墨。

5 总结

通过以上论述,可以回答前面提出的问题:(1)在图1中是没有C型石墨的;(2)C型石墨只有在过共晶灰铸铁中才会出现;(3)亚共晶灰铸铁中不会出现C型石墨,也就谈不上如何去防止的问题。同时,灰铸铁金相试样的抛光是值得重视的,以免由于抛光不良引起金相视场中出现一些异常的组织或误判。

C型初生石墨正是由于“粗大”(长度一般比共晶石墨长)加之析出石墨的数量多,而且这样的铸铁组织中一般只是初生石墨和共晶团,没有奥氏体树枝晶,抗拉强度本身就很低,因而对灰铸铁基体的削弱作用大,对抗拉强度会有显著影响。除在某些特定的应用场合(例如要求导热性好的锭模等铸件),过共晶灰铸铁铸件在结构件上的应用是很少的。

总的看来,原国家标准在C型石墨方面不太恰当的定义可能是引起对C型石墨误判的原因,建议对国家标准中灰铸铁石墨的分布类型早日进行修订。值得提出的是不能把视场中所看到的所有石墨都归到同一类石墨,这一点在制定标准及进行金相检测时都是应该注意的。

参 考 文 献

- [1]《铸造技术标准手册》编委会,编.铸造技术标准手册[M].北京:中国物资出版社,2004:249. **mei**
(编辑:杨 杨,E-mail:xdzt_yy@fawfc.com)

《铸铁和铸钢熔炼计算汇编》出版

由沈阳市机电设计院高工张文富编著的《铸铁和铸钢熔炼计算汇编》已经出版,本书在收集了大量有关铸铁、铸钢配料的基础上,结合作者多年来在生产实践中配料计算的经验,历经几年时间编写完成。本书分两篇,第一篇冲天炉熔炼铸铁的配料计算方法汇编;第二篇为电炉熔炼钢配料计算方法汇编。全书内容丰富、先进、实用,例题力求详尽易懂,对不同材料、不同方法、不同时期的铸钢与铸铁均有配料计算方法介绍与实例。

本书可供铸造领域的技术人员、管理人员以及炉前工人在实践中参考,也可供技工、大专院校师生、科研人员参考。

联系方式:《铸造设备研究》编辑部

联系人:游晓红

电话:0351-6198320 6999221 13513612782