DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2020.08.016

蠕墨铸铁超声波蠕化率检测方法研究

马文进,阳　龙
(四川共享铸造有限公司,四川 资阳 641300)

摘　要:蠕化率是保证蠕墨铸铁力学性能和使用性能的关键因素。针对蠕墨铸铁铸件批量生产中蠕化率的控制难点,分析了铸铁中石墨形态对材料性能参数的变化和影响。结果表明,当铸铁材质的超声波纵波速度在 5 000~5 350 m/s 时,蠕墨铸铁中蠕虫状的石墨含量≥50%,能够满足蠕墨铸铁标准的材质要求;利用测量铸件本体或与铸件连体试块的波速,作为蠕化率快速检测的一种方法,可以对蠕化率快速检测。这种检测方法成本低,可靠性好,能够有效保证铸件产品的质量。

关键词:蠕墨铸铁;蠕化率;超声波波速

中图分类号:TG251　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2020)08-0771-02

Study on Ultrasonic Vermicular Rate Detection Method of Vermicular Graphite Cast Iron

MA Wenjin, YANG Long
(Sichuan KOCEL Foundry Co., Ltd., Ziyang 641300, China)

Abstract: The vermicular rate was a critical factor to ensure the mechanical properties and serviceability of vermicular graphite cast iron. Aiming at the difficulty of controlling vermicular rate in mass production of vermicular cast iron, the variation and influence of graphite morphology on material properties parameters in cast iron were analyzed. The results show that the vermicular graphite content in vermicular cast iron is more than 50% when the ultrasonic wave velocity of cast iron is from 5 000 to 5 350 m/s, which can meet the material requirements of vermicular cast iron standard. The measurement of the wave velocity of the casting or the block connected with the casting can be used as a method to detect the vermiculation rate quickly. This detection method has low cost, good reliability and can effectively guarantee the quality of casting products.

Key words: vermicular graphite cast iron; vermicular rate; ultrasonic velocity

蠕墨铸铁是指铸铁液经过蠕化处理,碳元素在铁水中呈现蠕虫状的石墨形态,使其不但具有类似球墨铸铁的优良力学性能,而且耐磨性比灰铁高出近 70%,被广泛应用于大功率柴油机缸体、缸头、排气管等关键零部件上。

1　蠕墨铸铁的质量控制技术难点分析

蠕墨铸铁蠕化处理效果差时,铁液凝固为灰铁;蠕化过高,石墨形态变为球形,成为球铁。所以,蠕墨铸铁的生产,关键是控制蠕化率。对蠕化率指标,国内蠕化率要求≥50%[1],国外要求≥80%,但影响蠕化率的因素较多,如化学成分、浇注温度、蠕化剂质量和加入量等[2]。因此,控制蠕铁制造质量是铸造批量化生产的难点。

收稿日期:2019-09-20

作者简介:马文进(1986-),宁夏中宁人,工程师.主要从事铸铁件质量控制方面的工作.电话:15509517110,E-mail:15509517110@163.com

目前,为控制产品质量,行业中普遍的做法是在蠕化处理完成后,同一包铁水浇铸铸件的同时,浇铸试块,后续检测试块的力学性能和蠕化率等参数,以达到控制产品质量的目的。但是实际上,在大批量铸件生产中,即使是同一包铁液浇铸,但在不同的浇铸时间、浇铸距离、冬季和夏季的温度差等因素使铁水发生蠕化衰退的现象,造成浇铸试块理化性能合格,而实际铸件不合格的情况时有发生。一旦发生蠕铁变成灰铁,后序加工装配后,在柴油机组短时间运行,灰铁无法承受机组的震动冲击,形成裂纹,导致机组故障瘫痪,无法正常运行,造成巨大损失和严重影响,因此,寻找一种行之有效的检测方法至关重要。

2　蠕化率检测的金相法与超声波声速法简介

对蠕铁铸件本体的蠕化率检测,一般最常用的方法是实体金相法,即在被检工件上找一处相对平整的位置,如机加工面,打磨至镜面状态,使用便携式

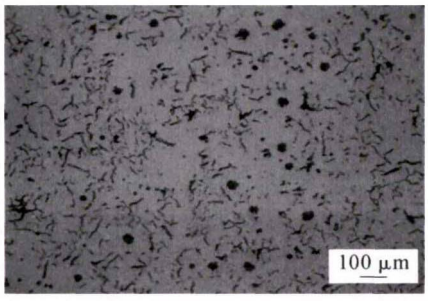

图 1 蠕墨铸铁中的石墨形态(蠕化率 85%)
Fig.1 graphite morphology in vermicular cast iron(vermicular rate 85%)

金相显微镜观察蠕化情况，典型的蠕化照片如图 1 所示。这种方法的优点是结果直观准确，缺点是检测耗时较多，效率低，特别是大批量生产柴油机缸头产品检测中，对每件产品都要进行检测实施起来困难较大。

超声波检测的在石油化工、军工航天、船舶、压力容器、管道等领域的应用范围非常广，主要用于检测工件内部的缺陷。超声波的纵波波速与材料的弹性模量、密度、泊松比相关[2]，如公式(1)所示：

$$C_L=\sqrt{\frac{E}{\rho}}\cdot\sqrt{\frac{1-\sigma}{(1+\sigma)(1-2\sigma)}} \quad (1)$$

式中，E 为介质的弹性模量；ρ 为介质的密度；σ 为介质的泊松比。

由于石墨形态的变化，在灰铁、蠕铁和球铁三种材质中，使得材质的弹性模量不同，导致这三种材料的声速不同。所以，可以利用材质的超声波波速不同，来判别铸铁材质的类型。表 1 位实际测量三种材质的声速结果。

超声波测量波速的方法为：在被检铸件上找到一个平行表面(如果铸件复杂，无法提供平行面时，可在工件加工面上铸造一平行台面，后期检测完毕后加工清理即可)，使用游标卡尺，测量得到壁厚厚度，输入超声波设备中，超声波设备测量出声波的传播时间，超声波波速为：

表 1 不同铸铁材质的声速范围
Tab.1 The ultrasonic velocities in different cast irons

材质	灰铁	蠕铁	球铁
声速范围 /m·s^{-1}	4 400~4 800	5 000~5 350	5 500~5 750

$$v=\frac{t}{T} \quad (2)$$

式中，v 为波速；t 为壁厚；T 为传播时间。

对数字式超声波检测设备，已将上述公式嵌入到软件中，可直接显示出波速，单次测量时间在 1 min 左右，从而快速判定材质属于蠕铁还是其他材质，使得批量铸件材质检测变得可行、可控。

3 结束语

利用超声波检测声速来控制蠕化率是一种简单、快捷、高效、低成本的方法，解决了非蠕铁工件流转到后序加工装配的问题，从而有效保证产品质量。

当被检铸件超声波波速在 5 000~5 350 m/s 时，能够保证蠕墨铸铁的蠕化率在 50%以上。

参考文献：

[1] 肖恭林，徐小辉，喻光远，等. 蠕墨铸铁制动盘表面片状石墨层及其控制的研究[J]. 铸造，2019(5)：464-469.
[2] 郑辉，林树青. 超声检测[M]. 北京：中国劳动社会保障出版社，2008.

技术资料邮购

《铸件均衡凝固技术及应用实例》

本书由西安理工大学魏兵教授编著。共8章：1、铸铁件均衡凝固与有限补缩；2、铸铁件冒口补缩设计及应用；3、压边浇冒口系统；4、浇注系统大孔出流理论与设计；5、铸件均衡凝固工艺；6、铸钢、白口铸铁、铝、铜合金铸件的均衡凝固工艺；7、浇注系统当冒口补缩设计方法；8、铸件填充与补缩工艺定量设计实例。全书320页。

特快专递邮购价：226元。

邮购咨询：李巧凤　　电话/传真：029-83222071　　技术咨询：13609155628