

# 固定磁场对离心铸造亚共晶白口铸铁凝固组织影响的研究

吕会敏

(邢台职业技术学院 机电系, 河北 邢台 054035)

**摘要:** 为了研究固定磁场对钢铁材料凝固组织的影响, 利用自制设备制备了亚共晶白口铸铁试样, 并观察了其金相组织。结果表明, 固定磁场能够影响离心铸造亚共晶白口铸铁凝固组织, 增加外加磁场后离心铸造亚共晶白口铸铁凝固组织更加均匀。

**关键词:** 固定磁场; 亚共晶白口铸铁; 凝固组织

中图分类号: TG249

文献标识码: A

文章编号: 1000-8365(2020)07-0677-02

## Study on Influence of Fixed Magnetic Field to Solidification of Centrifugal Casting Hypoeutectic White Cast Iron

LYU Huimin

(Electrical and Mechanical Department, Xingtai Vocational and Technical College, Xingtai 054035, China)

**Abstract:** In order to study the effect of fixed magnetic field on the solidification structure of ferrous material, using self-made equipment to prepare the sample of hypoeutectic white cast iron and observe its metallographic structure. The results show that the fixed magnetic field can affect the solidification structure of hypoeutectic white cast iron. The solidification structure of hypoeutectic white cast iron by centrifugal casting is more uniform after adding external magnetic field.

**Key words:** fixed magnetic field; hypoeutectic white cast iron; solidification

半固态成形技术是 20 世纪 70 年代才出现的一项控制金属材料凝固的新型技术, 通过搅拌对金属材料的凝固过程进行干预, 从而实现金属晶粒的细化和均匀化。半固态成形技术出现以后, 国外的各位专家和学者竞相展开了对该技术的研究, 搅拌方法大多采用机械搅拌为主, 使用电磁搅拌的研究较少, 同时研究的金属材料主要集中在铝合金、镁合金等低温合金, 对钢铁合金等高温合金材料的研究较少<sup>[1,2]</sup>。我国的科研工作者从 20 世纪 90 年代开始系统研究半固态成形技术, 20 世纪 90 年代开始了钢铁材料的半固态研究, 但搅拌方法为外加旋转磁场进行搅拌, 设备较为复杂, 为了进一步简化搅拌技术, 本研究设计了在离心铸造过程中外加固定磁场的搅拌方法, 并成功制取了亚共晶白口铸铁试样, 同时铸铁轧辊的工作层材质是亚共晶白口铸铁, 并且铸铁轧辊的主要生产方法为离心铸造法, 所以本研究能为离心铸铁轧辊的工作层组织优化

提供新的思路和方法<sup>[3-5]</sup>。

## 1 试样制备

为了研究固定磁场对铸铁材料凝固组织的影响, 自制了可以加装磁铁的离心机, 该离心机为卧式离心机, 由拖轮带动冷型旋转, 在离心机上可以加装磁铁, 两块磁铁分别固定于冷型的上部 and 下部, 在冷型内部形成磁场, 磁场示意图如图 1。

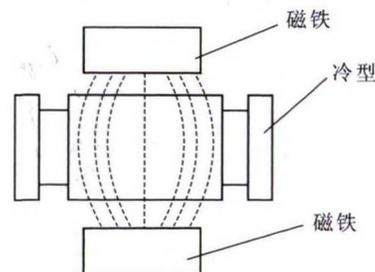


图 1 外加磁场示意图

Fig.1 Schematic diagram of external magnetic field

所选用的铸铁化学成分  $w(\%)$  为: 3.2 C, 1.0 Si, 0.2 Mn, 0.08 P, 0.15 S, 余量为 Fe。

试样制备时首先将冷型预热至 200 °C 左右, 之后将冷型装在离心机上, 开机使冷型旋转, 将混好的

收稿日期: 2019-11-11

作者简介: 吕会敏 (1980-), 河北邢台人, 硕士, 讲师, 研究方向:

金属材料成形研究. 电话: 0319-2271773,

E-mail: 39741523@qq.com

石英粉涂料倒入冷型,依靠冷型自身旋转在冷型内表面形成一层均匀的涂层,之后将冷型预热至 300 °C 备用,铸铁熔炼采用 100 kg 中频感应炉,熔炼温度为 1 400 °C,熔炼完成后扒渣出炉,并进行浇注,浇注完成后让离心机持续旋转至金属完全凝固,之后从冷型中取出试样,第一个试样在不加装磁铁的情况下制备,第二个试样制备时在离心机上加装磁铁,其它工艺条件与第一块试样相同。

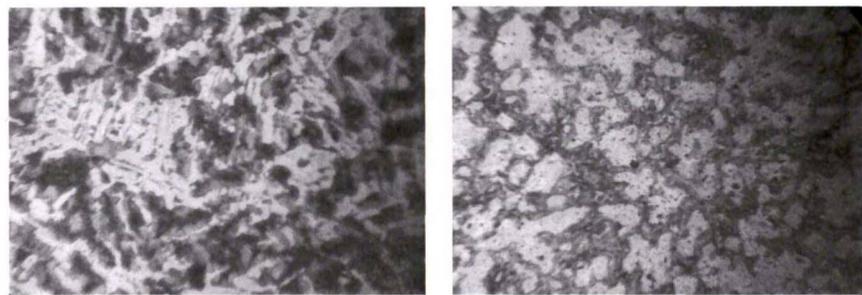
浇注后试样用线切割制取金相试样,试样首先用砂轮机磨平,再用预磨机预磨,之后用抛光机抛光,再用 4%硝酸酒精进行腐蚀,腐蚀之后用水和酒精冲洗,最后用吹风机吹干。

## 2 金相观察与分析

图 2 为增加固定磁场前后亚共晶白口铸铁的金相组织。可以看出,没有外加磁场的试样亚共晶白口铸铁的初生相和莱氏体的生长具有方向性,这说明在没有磁场影响的情况下铁水的凝固按照从

冷型开始由外向内的树枝状方式生长。增加固定磁场后,初生相和莱氏体已经没有了方向性,并且晶粒明显变短变细,这说明在离心机上加装磁铁后磁场对亚共晶白口铸铁的初生相和莱氏体的生长方式产生了影响,金属液切割磁力线后产生电磁感应,对金属液起到了搅拌作用,所以初生相和莱氏体的生长失去了方向性,变得更加均匀。

在不增加磁场的情况下,离心铸造过程中,液态金属主要受到离心力的作用,其凝固沿温度梯度依次进行。增加磁场后,液态金属受到离心力和电磁力的共同作用,电磁力的方向与离心力的方向不一致,离心力为径向力,电磁力为切向力,所以在离心力和电磁力的共同作用下,金属液受到强烈的扰动,凝固过程中其溶质场更加均匀,形核率增加,枝晶生长方式被打破,先结晶的晶粒在金属液的扰动下出现破碎现象,所以晶粒得到细化,其生长方式由枝晶状生长变为等轴状生长。



(a)无外加磁场

(b)有外加磁场

图 2 亚共晶白口铸铁的金相组织 ×400  
Fig.2 Microstructure of hypoeutectic white cast iron

## 3 结论

(1)在离心铸造过程中不装磁铁和加装磁铁情况下制备的试样的金相组织存在明显差异,说明在离心机上加装磁铁能够影响亚共晶白口铸铁的凝固组织。

(2)不加装磁铁的情况下离心铸造亚共晶白口铸铁的初生相和莱氏体具有明显的方向性,晶粒较大,加装磁铁后离心铸造亚共晶白口铸铁的初生相和莱氏体没有了方向性,组织更加均匀。

(3)加装磁铁后离心铸造亚共晶白口铸铁的枝晶生长方式会发生变化,其生长方式由枝晶状生长变为等轴状生长。

### 参考文献:

- [1] Flemings M C. Behavior of metal alloys in semisolid state[J]. Metallurgical Transaction A, 1991, 22(5): 957-981.
- [2] Kapranos P, Kirkwood D H, Sellars C M. Thixoforforming high point alloys into non-metallic dies // The 4th Int. Conf. on Semi-Solid Processing of Alloys and Compositions [C]. Sheffield: 1996. [publisher not quite clear]
- [3] 黄晓锋,梁艳. 金属半固态成形技术的研究进展[J]. 中国铸造装备与技术, 2009(2): 10-13.
- [4] 朱鸣芳,苏华钦. 半固态铸造技术的研究现状[J]. 特种铸造及有色合金 1996, 16(2): 29-31.
- [5] 高军芳. 钢铁材料半固态组织演变规律差异探讨[J]. 铸造技术, 2013, 34(1): 31-33.

欢迎到当地邮政局(所)订阅 2020 年《铸造技术》杂志

国内邮发代号:52-64 国外发行号:M855 国内定价:25 元/本 海外定价:25 美元/本