

蠕墨铸铁生产工艺控制

周鸿鹏^{1, 2}, 杨光萍², 王立平²

(1 天津大学, 天津 300072; 2 张店钢铁总厂, 山东 淄博 255007)

摘要: 以Z14号生铁为原料, 用中频炉熔炼原铁液, 加入1.1%的FeSiMg4Re17作为蠕化剂, 1%的FeSi75作为孕育剂, 采用平底包冲入法蠕化处理原铁液, 控制出铁温度为1420~1450℃, 待反应结束后在10min内浇注完毕, 可获得合格的蠕墨铸铁工件。检测表明, 所生产的铸件成分稳定, 石墨蠕化率为62%, 机械性能达到国家标准。

关键词: 蠕墨铸铁; 生产工艺控制; 蠕化处理; 孕育处理; 机械性能

中图分类号: TG253 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620 (2005) 04-0020-02

Technology Control of Vermicular Graphite Cast Iron Production

ZHOU Hong-peng^{1, 2}, YANG Guang-ping², WANG Li-ping²

(1 Tianjin University, Tianjin 300072, China;

2 Zhangdian Iron and Steel General Works, Zibo 255007, China)

Abstract: With Z14 pig iron as raw material, medium-frequency furnace as the smelting device, adding 1.1% FeSiMg4Re17 as vermicular agents and 1% FeSi75 as inoculants, through vermicularizing treatment and inoculation in flat bottom ladle, controlling the smelting iron temperature within 1420~1450℃ and finishing the pouring within 10 minutes after the reaction, eligible vermicular graphite cast iron pieces are obtained. Examinations show that the composition of the caster is steady, the vermicularizing ratio of graphite is 62% and the mechanical properties meet the needs of the national standard.

Key words: vermicular graphite cast iron; production technology control; vermicularizing treatment; inoculation; mechanical property

蠕墨铸铁是近年来发展起来的新型工程材料, 由于其具有较高的耐磨性、减震性以及优越的综合耐热疲劳性能等优良的使用性能, 在生产中获得了广泛的应用。影响铸态蠕墨铸铁生产稳定性的因素很多, 要稳定可靠地生产蠕墨铸铁, 必须在生产中控制好原铁液的化学成分和温度, 以及适当的蠕化、孕育处理方法和可靠的炉前控制。

1 原铁液的熔炼

1.1 熔化设备的确定

选用熔炼设备是在满足生产需要的前提下, 遵循高效、低耗的原则。选用中频感应电炉熔化铁水, 其优点是: 开炉灵活; 加热速度快, 易得到高温铁水; 铁水中气体含量少; 因存在电磁搅拌, 铁水的温度、成分均匀; 铁水在炉内利于进行冶金处理, 成分易于控制。

1.2 炉料的选择

蠕墨铸铁的化学成分为高碳、高硅、低磷、低硫和一定的含锰量。蠕墨铸铁孕育剂的加入效果条件是：高碳、低硅、低硫、大孕育量。硫、磷是蠕墨铸铁的有害元素，其含量的多少是影响蠕化率高低的重要因素，因此必须严格控制。对蠕墨铸铁用原铁水的成分要求如表1所示。

表1 原料铁、原铁液化学成分 %

项目	C	Si	Mn	S	P
原料铁	>3.3	1.2~1.6	0.6~1.0	<0.04	≤0.06
原铁液	3.7~4.1	1.2~1.6	0.6~1.0	<0.04	<0.06

为了稳定化学成分和有效地控制促进白口化元素及反蠕化元素，尽量降低硫、磷的含量，从而保证熔炼铁水的质量，原料铁采用张店钢铁总厂（简称张钢）Z14号生铁，其化学成分满足表1要求。

若用其他原料铁，炉中铁水成分必须调整达到蠕墨铸铁用原铁水成分的要求。

入炉料必须用电子秤称量，计量准确、记录清楚，确保出炉铁水量准确，以便据此加入合金，保证良好的蠕化效果。

2 蠕化、孕育处理

2.1 蠕化处理包的选择

为尽量提高蠕化剂的吸收率，增强蠕化效果，决定采用高度与直径比为2:1的球化包处理原铁液。

2.2 蠕化剂的选择

蠕墨铸铁生产工艺控制难度较大，蠕化剂加入量稍多，易出现过多球状石墨；加入量不足，则产生片状石墨。因此，必须合理选择蠕化剂，并严格控制蠕化剂的加入量，才能保证达到较好的蠕化效果。

选用稀土镁硅铁合金作为蠕化剂。以生产牌号为RuT380的蠕墨铸铁件为例，由于其属于高强度、高韧性蠕铁，决定选用标号为FeSiMg4Re17的高稀土合金蠕化剂，其化学成分见表2。

表2 蠕化剂FeSiMg4Re17的化学成分 %

Re	Mg	Si	Ca	MgO
16.8~17.2	3.8~4.2	38~44	≤3	≤0.8

该蠕化剂处理特点是：反应平稳，铁液无沸腾，稀土镁元素自扩散能力弱，需要搅拌。在实际生产中，在蠕化剂中加入少量牌号为FeSiMg8Re7的球化剂作为起爆剂，起搅拌作用，蠕化效果很好。

蠕化剂的加入量，根据蠕化剂中稀土含量以及原铁液的含硫量，一般为0.8%~1.4%。蠕化剂的粒度不宜过大，根据每次铁液量的多少，一般以5~15mm的小块状加入。

2.3 孕育剂的选择

通过对蠕化后的铁液进行孕育，可以抑制白口；增加蠕虫状石墨数，细化共晶团，使力学性能，特别是塑性和韧性明显提高；改变磷共晶的分布形态，从而提高铸件的综合性能；改变蠕化率，防止出现蠕化衰退。目前应用最广泛的孕育剂是FeSi75。孕育剂的加入量应根据对铸件的力学性能的要求、原铁水中含硅量以及要求铸件含硅量计算确定，一般为0.8%~1.2%。为了保证良好的孕育效果，孕育剂应以5~15mm的小块加入，并保证干净、干燥。

2.4 蠕化孕育处理方法

因选用的是“不沸腾”的蠕化剂，因此采用平底包冲入法蠕化处理原铁液。蠕化剂和孕育剂应在临出铁前加入包中，特别是连续生产，刚出完一炉铁后，包很热，过早加入合金会使其粘结在包底而削弱蠕化和孕育效果。加入顺序是先在包底加蠕化剂，再在上面加孕育剂。为延缓蠕化反应，提高蠕化和孕育效果，要在蠕化剂、孕育剂上部覆盖干燥、干净的铁屑，在铁屑上面再加结壳性好、吸渣性强的草木灰做覆盖剂，以防止铁水与大气接触和镁蒸气的逸出。

2.5 温度控制

温度控制是蠕化处理的关键。出铁温度一般控制在1420~1450℃。为了保证出炉铁水温度准确，在炉前采用插入式热电偶测温，严格控制出铁温度，避免温度过低化不开蠕化剂或温度过高使镁烧损多，这样都会导致蠕化效果差，甚至成为灰口铁。

2.6 蠕化效果的炉前检验

在炉前检验孕育、蠕化效果的好坏，一般采用三角试样。浇注三角试样，冷至暗红色淬火冷却。砸断后观察断口，断口呈银白色，尖端白口，中心有缩松，两侧凹陷，同时砸断时有电石气味，敲击声和钢件相似，则蠕化良好，否则蠕化不良。

3 浇注过程控制

浇注温度应控制在1380~1410℃，以避免铸件出现气孔和浇不满等。处理后的铁水不应放置过久，以防止处理后的铁液蠕化及孕育衰退，每400kg铁液为一个包次，每包铁液最好在10min内浇注完毕。

用最后一包铁液浇注试样做力学性能和金相检验，产品和试样的批次必须一一对应，并且跟踪到清理工序。

4 生产情况

在实际生产中，用400kg中频感应电炉熔炼，获得化学成分较稳定的原铁水，用球化包采用平底包冲入法蠕化处理原铁液，采用FeSiMg4Re17蠕化剂，按1.1%的比例，并掺加蠕化剂量15%的球化剂作为引爆剂，采用FeSi75孕育剂按1%的比例，依次加入包中，再在上面覆盖铁屑和草木灰。原铁水在炉中升温至1420~1450℃出铁，待反应结束后在10min内浇注完毕。

- (1) 打箱后铸件表面光洁无粘砂、夹渣和夹砂缺陷，加工后铸件内部无缩孔。
- (2) 铸件化学成分稳定。随机连续5炉取样化验，化学成分见表3。

表3 蠕铁铸件化学成分 %

炉次	C	Si	Mn	S	P
1	3.75	2.52	0.75	0.028	0.060
2	3.82	2.85	0.66	0.030	0.052
3	3.68	2.64	0.70	0.025	0.052
4	3.78	2.60	0.62	0.030	0.054
5	3.80	2.70	0.60	0.032	0.048

(3) 用金相显微镜检测铸件组织，石墨蠕化率为62%，基本组织为珠光体+铁素体+碳化物，其中珠光体占85%，共晶碳化物占5%。

(4) 浇注机械性能检测试样，加工规格为Φ15mm试样做机械性能检测，结果见表4。机械性能达到或超过RuT380标准。

表4 蠕铁机械性能检测结果

炉次	抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	伸长率/%	硬度 (HBS)
1	405	325	0.85	220
2	400	320	1.00	210
3	420	335	0.80	240

5 结 语

蠕墨铸铁本身具有高力学性能及良好的导热性，特别是其具有较高的使用性能：耐热疲劳性能、耐磨性、减震性、耐热冲击性，而且蠕墨铸铁表现出较灰铁和球墨铸铁更优良的综合耐热疲劳性能。实践证明，只要在生产过程中控制好原铁液的化学成分和温度，以及适当的蠕化、孕育处理方法和可靠的炉前控制，就能稳定可靠地生产出蠕墨铸铁工件。

[返回上页](#)