

电渣熔铸渣皮分层现象研究

尧军平^{1,2}, 耿茂鹏¹, 马新生¹, 杨晓军¹, 饶磊¹, 杨同山¹

(1. 南昌大学机电学院, 江西 南昌 330029; 2. 南昌航空工业学院, 江西 南昌 330034)

摘要:研究电渣熔铸过程中渣皮的形成机理。通过电渣重熔钢锭渣皮逐层物化检测, 提出在钢锭凝固过程中, 在其上边缘存在“环形小熔池”, “小熔池”的形状和稳定性影响钢锭渣皮厚度和表面品质。采用过冷度大、熔点低的渣比过冷度小、熔点高的渣更易保证表面品质。

关键词:电渣冶金; 熔渣; 凝固

中图分类号: TG245 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8365(2004)02-0113-02

Research on the Delaminating Phenomenon of Slag Skin during Electroslag Casting

YAO Jun-ping^{1,2}, GENG Mao-peng¹, MA Xin-sheng¹, YANG Xiao-jun¹, RAO Lei¹, YANG Tong-san¹

(1. College of Mechanical & Electrical, Nanchang University, Nanchang 330029, China; 2. Dept. of Materials Science & Engineer, Nanchang Institute of Aeronautical Technology, Nanchang 330034, China)

Abstract: The forming mechanism of slag skin was studied during electroslag casting. The results of chemical analysis, petrographic analysis of several sublayers of the slag skin showed that the "ring shaped miniature slag pool" was formed around the upper edge of the solidified ingot during the ESR process in ingot retracting. The shape and stability of the "miniature slag pool" affected the thickness of slag skin and the ESR ingot surface quality. It was also thought that the better superficial quality of steel ingot would be obtained in the slag, which was high under-cooling degree and low smelting point, was used.

Key words: Electroslag metallurgy; Melting slag; Solidification

电渣重熔过程中的钢-渣界面与渣皮接触处的物理图像, 涉及重熔渣的物理性质, 渣池内渣壳的形状以及钢锭凝固过程中, 铸锭——结晶渣皮——水冷结晶器壁之间的温度分布和热传导。本文采用岩相分析, x 射线衍射等物相分析方法, 对电渣重熔钢锭渣皮进行逐层物化检测, 阐述电渣铸锭渣皮特征和成型机理以及对钢锭表面品质的影响。

1 渣皮物相分析

电渣铸锭渣皮逐层取样化学分析结果, 见表 1 和图 1。渣皮厚度 3~5 mm, 化学组成为 Al_2O_3 30%, CaF_2 70% 的二元渣系。检测表明, 渣皮外侧、内侧和中间层的成分中, CaF_2 和 Al_2O_3 的质量百分含量均有较大变化。

渣皮各层的化学组成不同, 必然会造成渣皮各层的岩相和物理性能的不同。渣皮形成凝固过程中的成分偏析实际上反映出渣皮凝固的一个特征, 即渣皮物化性质的不均匀性, 它是由电渣重熔过程中钢锭周缘和渣皮的凝固条件所决定的。

表 1 渣皮断面不同部位的化学组分分析 $w(\%)$

Tab. 1 Composition of slag sampled from different places round ingot slag skin section

熔渣	渣皮的组成				
	CaF_2	Al_2O_3	CaO	SiO_2	总量
1	21.46	75.62	1.23	0.83	99.14
2	43.73	54.16	0.84	1.03	99.76
3	81.06	15.84	1.37	0.71	99.98
4	43.18	55.66	0.56	0.52	99.92
5	28.36	69.24	0.92	0.58	99.10

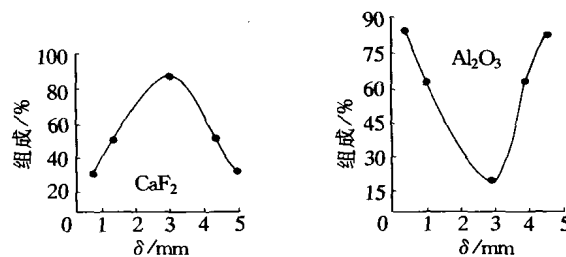


图 1 电渣铸锭渣皮逐层取样主要组成的变化

Fig. 1 Variation of main components of ESR ingot slag skin as sampled from outer into inner layer

图 2 是从靠近水冷结晶器一侧到靠近铸锭一侧的渣皮岩相光片图。可见, 渣皮凝固组织有明显的分层现象。对岩相各物相进行 x 射线衍射谱线分析发现:

收稿日期: 2003-08-05; 修订日期: 2003-11-04

基金项目: 863 资助项目, 编号: 863-715-009-0110。

作者简介: 尧军平 (1965-), 江西东乡人, 副教授, 研究方向: 近净成型理论。

Email: yyyjps@tom.com

在渣皮靠近钢锭表面一侧及靠近结晶器一侧均以高熔点相,以长条状刚玉(α - Al_2O_3 , 2 080 $^{\circ}\text{C}$)为主体,少量玻璃相填充在上述高熔点相之间,中间层则以低熔点相萤石(CaF_2 , 1 360 $^{\circ}\text{C}$)为主体,少量细长条状六铝酸钙镶嵌在萤石主体上,而且渣皮两侧的析出矿物相有明显的取向性,这种取向结构在一定程度上反映出渣皮凝固过程中热流方向,即由钢锭表面向结晶器内释放熔渣凝固潜热。

CaF₂ + 少量玻璃相



图2 渣皮岩相光片图

Fig. 2 The lithofacies photograph of slag skin

2 结果讨论

电渣重熔过程中,渣池的热流方向是由渣池或金属熔池指向结晶器水冷壁一侧,渣皮应该是由外侧往里逐步凝固,这种凝固方式对于渣池中的渣壳凝固是正确的,但对于结晶器与铸锭之间的渣皮凝固过程来讲是不正确的。因为这种观点很难解释渣皮分层现象及熔渣凝固时的结晶取向。铸锭凝固区上缘与结晶器内壁之间的熔渣凝固是两侧先凝固,中间后凝固,因此造成渣皮两侧的熔点高,析出物有方向性。

造成渣皮分层现象和熔渣凝固结晶取向,可能与铸锭上周缘凝固潜热释放有关,这部分热量用于重熔铸锭上周缘处原始渣壳,在铸锭上周缘形成“环形小熔池”。环形小熔池随着重熔过程中渣池和金属熔池的上升而上升,决定了铸件渣皮的厚度及均匀性。因此,一般文献中提出的渣池中已形成的原始渣壳厚度和均匀性,仅是间接影响铸锭表面品质的一个因素,而铸锭上周缘对原始渣壳的熔化作用,即所谓“加工光滑”是通过形成的环形小熔池表现出来的。环形小熔池的外侧实际上是渣池中原始渣壳的未熔化部分,内侧紧贴着铸锭前缘的金属固相薄层,由于铸锭轴向的热流传导,使小熔池内侧高熔点相首先凝固逐层变厚,当小熔池温度降到一定程度,低熔点相凝固结晶。

从电渣铸渣皮形貌可知,渣皮外侧有许多龟纹状线条,宽度约1~2 mm,内侧呈均匀的波纹状,某些部

位的中间层还常存在熔渣未充满或流淌的痕迹。产生这些现象的原因,用“小熔池”观点可说明。

试验结果表明,在一定电制度范围内,渣的性质是决定渣皮厚度和表面品质的主要因素,冷却水量对渣皮厚度虽有一定的影响,但对钢锭表面品质并无明显影响,渣皮厚度在一定范围内<1.5 mm,与铸锭表面品质之间并无直接关系,说明渣皮的均匀性更能影响铸件的表面品质,因此,重熔过程中,输入功率的变化和水冷结晶器冷却强度的变化对环状小熔池的影响越小,则铸锭越易获得良好的表面品质。从这一点考虑,采用过冷度大,熔点低的渣要比采用过冷度小、熔点高的渣更易保证表面品质。

3 结论

(1) 通过重熔钢锭渣皮逐层物化检测,发现渣皮各层化学组成不同,渣皮有分层现象。

(2) “环形小熔池”的形状和稳定性影响钢锭渣皮厚度的变化和钢锭表面品质。

(3) 采用过冷度大,熔点低的渣要比采用过冷度小、熔点高的渣更易保证表面品质。

参考文献

- [1] Dohnson ADJ, Hellawell A. Application of Electroslag Melting[J]. Metallurgical Transactions, 1992(3): 106.
- [2] G Hoyle. Proceedings of 16th International Conference [A]. On Special Melting[C]. American Society San Diego, 1999. 62.
- [3] G Hoyle. Electroslag Process: Principles and Practice [M]. the US: Applied Science Publishers Ltd, 1993.

收录《铸造技术》的12家数据库

美国《工程索引》(Ei)Page One 数据库

美国《化学文摘》(CA)

美国《金属文摘》(MA)

中国科技引文数据库

中国科技论文统计与分析数据库

中国科技论文与引文数据库

中国学术期刊综合评价数据库

中国《金属文摘》数据库

中国《冶金文摘》

科技期刊篇名数据库

《中国期刊网》、《中国学术期刊》(光盘版)

全文收录

万方数据库