

真空技术在高品质钢制备中的应用与发展*

类承帅¹, 陈国鑫², 陆星宇¹, 周丽娜³, 黄 菊⁴, 刘宏伟¹

(1. 中国科学院金属研究所, 辽宁 沈阳, 110016; 2. 青岛高端轴承研究院, 山东 青岛, 266406;
3. 中国航发哈尔滨轴承有限公司, 黑龙江 哈尔滨, 150025; 4. 中国航发贵阳发动机设计研究所, 贵州 贵阳, 550081)

摘 要: 真空技术可显著降低钢中气体及夹杂物含量, 在钢铁制造领域得到了广泛应用, 目前已成为制备高品质纯净钢的主要手段。本文重点介绍了真空冶金净化的基本原理以及真空技术在高品质钢生产过程中的应用与发展。真空技术的应用显著提升了我国的钢铁冶金水平, 目前高品质钢生产工艺已实现大型真空钢锭总氧含量(T.O)低于 10 ppm、特殊钢连铸坯及自耗锭总氧含量不高于 5 ppm 的控制水平, 满足了重点领域对高性能特殊钢的需求。

关 键 词: 真空技术; 高品质钢; 大型真空钢锭; 连铸坯; 自耗锭

中图分类号: TB751

文献标识码: A

文章编号: 1002-0322(2023)02-0014-06

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2023.02.02

The Application and Development of Vacuum Technology in Production Process of High-quality Steels

LEI Cheng-shuai¹, CHEN Guo-xin², LU Xing-yu¹, ZHOU Li-na³, HUANG Ju⁴, LIU Hong-wei¹

(1. Institute of Metal Research, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China;

2. Qingdao Premier Bearing Institute, Qingdao 266406, China; 3. AECC Harbin Bearing Co., Ltd.,

Harbin 150025, China; 4. AECC Guiyang Engine Design Research Institute, Guiyang 550081, China)

Abstract: The application of vacuum technology in metallurgy can effectively reduce the content of gas element and inclusions in steels and it has been widely used for producing high quality steels. The development process and the application of vacuum technology in metallurgy were reviewed and the purification principle of vacuum metallurgy was introduced in this paper. The application of vacuum technology has significantly improved the metallurgy technology in China. At present, the production process of high-quality steel in China has achieved the control level of T.O<10 ppm in large vacuum steel ingots, and T.O≤5 ppm in continuous casting billets and vacuum consumable ingots. The quality of the special steel can meet the requirements for materials with excellent performance in the key fields.

Key words: vacuum technology; high-quality steel; large vacuum steel ingots; continuous casting billets; vacuum consumable ingots

真空技术在钢铁制造领域的应用主要包括真空二次精炼、真空熔炼及真空浇注三种形式,其目的是利用真空装备获得钢水不易氧化的真空条件,通过脱除气体、减少夹杂物,实现钢水纯净化的目的,而真空技术联合凝固控制技术可实现坯料均质化,获得高品质特殊钢^[1-7]。真空技术在 20 世纪 50 年代逐渐在钢铁工业领域应用,真空技术的应用使特殊钢材料的纯净度得到显著

提升^[8],解决了当时棘手的大型锻件氢致裂纹问题^[2,9]。随着真空技术受到更多研究人员的关注以及在高品质钢制备中的特殊作用,真空技术在钢铁领域得到快速的发展,并且随着钢铁工业发展需要,逐步形成了以关键真空技术为特色的三大高品质钢生产工艺路线:1)以 RH/VD 真空二次精炼处理为代表的连铸/大气模铸工艺路线^[10-11];2)以 VD 真空二次精炼处理与 VP 真空浇注为代

收稿日期: 2022-12-05

作者简介: 类承帅(1989-),男,山东省蒙阴人,助理研究员。 通讯作者: 刘宏伟,副研究员。

* 基金项目: 国家重点研发计划[Grant No. 2018YFA0702900]、中国航发自主创新专项资金项目[Grant No. ZZCX-2020-027]、中国科学院战略先导专项[Grant No. XDC04040701]。