

钕铁硼永磁材料腐蚀机理及防护研究进展*

邓文字¹, 王朋阳², 齐丽君¹, 段永利¹, 孙宝玉¹, 万 亿², 张昕洁²,
谢元华², 杜广煜², 刘 坤²

(1. 沈阳中北通磁科技股份有限公司, 辽宁 沈阳 110168;
2. 东北大学机械工程与自动化学院, 辽宁 沈阳 110004)

摘 要: 钕铁硼作为第三代稀土永磁材料, 在世界磁性材料领域占据着举足轻重的地位, 在国防、航空航天、信息通讯、汽车、能源、节能环保、医疗器械等领域具有广泛应用, 但钕铁硼永磁材料易被腐蚀的特点限制了其应用的进一步拓展。本文论述了钕铁硼永磁材料的物相组成、腐蚀过程和腐蚀产物, 阐述了钕铁硼永磁材料高温氧化、湿热吸氢和电化学腐蚀等腐蚀特性。本文还从提升自身耐腐蚀性和表面涂层防护两方面总结了钕铁硼永磁材料腐蚀防护技术, 重点阐述了电镀、化学镀、有机物涂层及物理气相沉积等技术的基本原理、研究进展和发展方向。钕铁硼腐蚀防护技术的研究是推动钕铁硼永磁材料应用领域扩展的关键。

关 键 词: 钕铁硼; 腐蚀机理; 防护技术; 真空镀膜

中图分类号: TM273; TB304

文献标识码: A

文章编号: 1002-0322(2020)05-0045-07

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2020.05.10

Research Progress on Corrosion Mechanism and Protection of NdFeB Permanent Magnet Materials

DENG Wen-yu¹, WANG Peng-yang², QI Li-jun¹, DUAN Yong-li¹, SUN Bao-yu¹, WAN Yi²,
ZHANG Xin-jie², XIE Yuan-hua², DU Guang-yu², LIU Kun²

(1. Shenyang General Magnetic Co., Ltd., Shenyang 110168, China; 2. School of Mechanical Engineering and Automation, Northeastern University, Shenyang 110004, China)

Abstract: As the third generation of rare earth permanent magnet material, NdFeB occupies a pivotal position in the magnetic materials field. NdFeB is widely used in fields such as national defense, aerospace, information communications, automobiles, energy, energy conservation, environmental protection and medical equipment. However, the low resistance of NdFeB to corrosion limits its application to further expand. The phase composition, corrosion process and corrosion products of NdFeB are reviewed in this study. The corrosion characteristics of NdFeB such as high temperature oxidation, wet heat hydrogen absorption and electrochemical corrosion were described. The corrosion protection technology of NdFeB is discussed from the aspects of corrosion resistance improving and surface coating protection, focusing on the basic principles, research progress and development direction of electroplating, electroless plating, organic coating and physical vapor deposition. The research of NdFeB corrosion protection technology is the key to promote the application of NdFeB permanent magnets.

Key words: NdFeB; corrosion mechanism; protection technology; vacuum coating

作为稀土最重要的应用方向之一, 稀土永磁材料自 1966 年问世以来, 凭借其优异的性能成为支撑工业发展的重要基础功能材料, 与社会科学技术发展息息相关^[1]。作为最新一代稀土永磁材料, 钕铁硼(NdFeB)自 1983 年被研究出后广泛用于国防、航空航天、信息通讯、汽车、能源、节能

环保、医疗器械等许多领域^[2]。但是, NdFeB 永磁材料中存在的多相结构以及各相之间的化学特性差异, 使其固有的耐腐蚀性不足。同时, NdFeB 永磁材料自身成分及烧结过程中存在表面微孔等缺陷, 也导致其在使用过程中易被腐蚀。除此之外, NdFeB 居里温度较低对温度比较敏感, 在

收稿日期: 2020-05-26

作者简介: 邓文字(1982-), 广东省兴宁市人, 本科, 高级工程师。 通讯作者: 谢元华, 博士, 副教授。

* 基金项目: 辽宁省科技重大专项项目(2019JH1/10100016)、辽宁省稀土永磁材料专业技术创新中心、2019 年度沈阳市高层次人才创新创业团队项目(2019-SYRCCX-D-01)。