

新能源汽车用烧结钕铁硼计量测试 标准化路径及关键技术研究

施江焕¹ 高伟波^{1*} 李明成² 王顺杰¹ 谢志斌¹

(1.宁波市计量测试研究院; 2.宁波市标准化研究院)

摘 要: 通过对新能源汽车用烧结钕铁硼计量测试系统进行关键技术、关键参数梳理和分析, 制定相应的标准与测量规范, 实现烧结钕铁硼产业计量测试及加工生产的标准化, 为烧结钕铁硼产业的高质量发展提供全面的基础支撑。

关键词: 烧结钕铁硼, 计量测试, 标准

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2023.03.014

Research on Standardization Path and Key Technology of Measurement and Test of Sintered NdFeB for Electric Vehicles

SHI Jiang-huan¹ GAO Wei-bo^{1*} LI Ming-cheng² WANG Shun-jie¹ XIE Zhi-bin¹

(1. Ningbo Institute of Measurement and Testing; 2. Ningbo Standardization Research Institute)

Abstract: Through analyzing the key technologies and key parameters of the sintered NdFeB measurement and testing system for electric vehicles, the corresponding standards and measurement specifications are developed to realize the standardization of the measurement, testing, processing and production of the sintered NdFeB industry and provide basic and comprehensive support for the high-quality development of the sintered NdFeB industry.

Keywords: Sintered NdFeB, measurement test, standard

1 引言

随着国家“碳达峰”“碳中和”理念的推广, 新能源汽车进入爆发式增长阶段, 而烧结钕铁硼是新能源汽车驱动电机中的关键功能材料, 磁体的可靠性直接影响到电机的可靠性, 进而影响新能源汽车的安全使用与推广。

烧结钕铁硼永磁材料在实际应用中主要起到能

量(信息)的相互转换、处理、存取等功能, 这些应用中的可靠性和稳定性涉及到产品的安全性、效率与寿命。因此, 烧结钕铁硼材料生产过程的计量测试标准规范十分重要, 其一方面可以保证产品的质量合格、稳定, 另一方面计量测试水平的高低也与生产厂的成品率、生产效率、产品迭代速度直接相关。

2 烧结钕铁硼计量测试标准化路径

作者简介: 施江焕, 研究所所长, 高级工程师, 硕士, 主要研究方向为磁性材料行业标准化。

高伟波, 通讯作者, 博士, 主要研究方向为磁性材料产品检测。

2.1 烧结钕铁硼计量测试标准化路径

(1) 对烧结钕铁硼产业链的关键技术与关键参数进行梳理与分析, 将影响材料性能的关键工艺参数进行精准计量, 从微观结构、成分、温度等方面进行关键参数测试与计量研究, 制定计量测试标准规范。

(2) 从物理学基本原理出发, 对磁性能基本参数进行溯源, 开展磁场强度、磁通量、磁偶极矩等关键参数的计量与校准, 研制“标准样品”, 设计磁性现场计量测试与溯源方案, 将长度溯源到国家基准“频率”。

(3) 针对新能源汽车对烧结钕铁硼产品可靠性的严苛要求, 设计全面的计量测试方案, 开展极端气温下磁性能的计量测试, 进行烧结钕铁硼服役性试验, 形成烧结钕铁硼温度测试方法标准。

2.2 磁性能关键参数现场计量与溯源标准化技术路线图 (如图1所示)

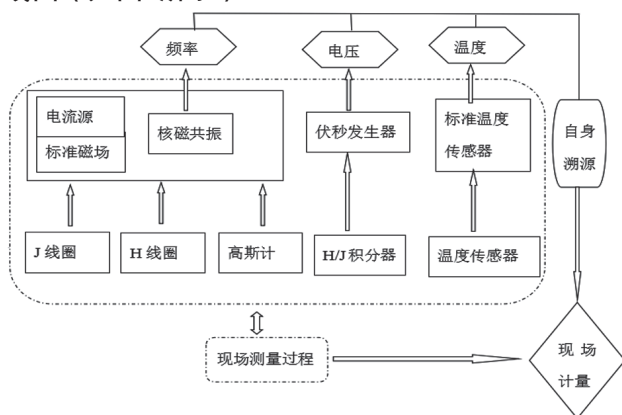


图1 磁性能关键参数现场计量与溯源标准化技术路线

3 烧结钕铁硼计量测试关键技术

3.1 研制高温真空炉的校准系统, 规范烧结钕铁硼烧结炉的计量精度

通过对炉温的计量, 实现对钕铁硼烧结工艺的调控。另外, 真空烧结炉也是目前研究钕铁硼前沿工艺——重稀土扩散 (GBD) 技术的必备设备, 炉温相关参数的准确与否直接影响到扩散工艺的效果优劣。图2为真空烧结炉校准装置实物图, 图3为烧结毛坯材料时的温度测量结果, 显然不同位置的温度参差不齐, 会影响到烧结钕铁硼的质量。

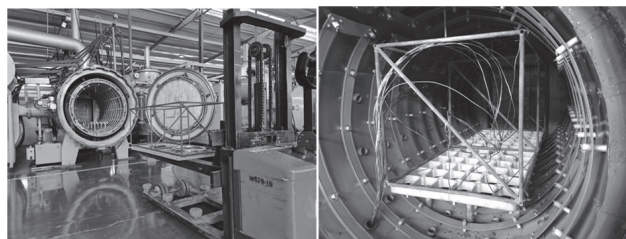


图2 真空烧结炉校准装置实物图

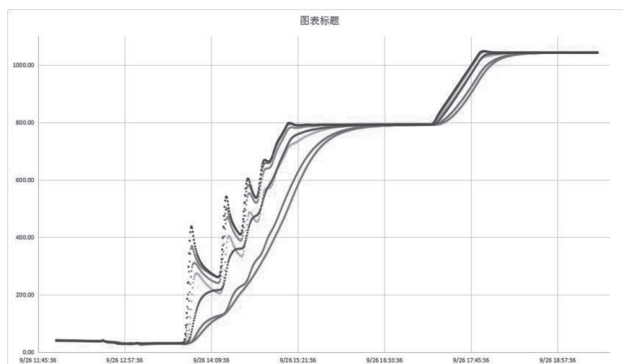


图3 真空烧结炉带载温度测量曲线

3.2 研制永磁磁性能现场校准系统, 实现量子精度的磁场校准

通过对JH线圈的校准实现磁场强度与磁极化强度的计量溯源, 对电磁铁进行磁场分布的测试, 保证产品质量的可靠性。利用核磁共振磁强计校准电磁铁的磁场强度, 如图4所示为核磁共振PT2026在500mT附近测试的磁场, 磁场波动小于0.01%。图5为研制的高稳定性JH线圈校准装置, 可以对磁场强度与磁极化强度进行原位校准。研制的磁矩标准样品, 实现磁性能快速有效地量值传递与溯源。研制的在线磁通量检测装备, 帮助企业实现磁性能在线快速检测与筛选。

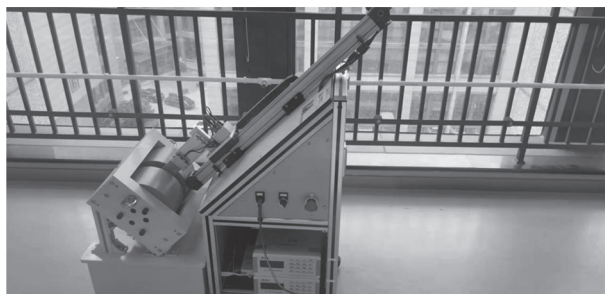


图5 高稳定性JH线圈校准装置

3.3 研制极端气温下磁性能测试装置, 实现对烧结钕铁硼磁钢的精准测试

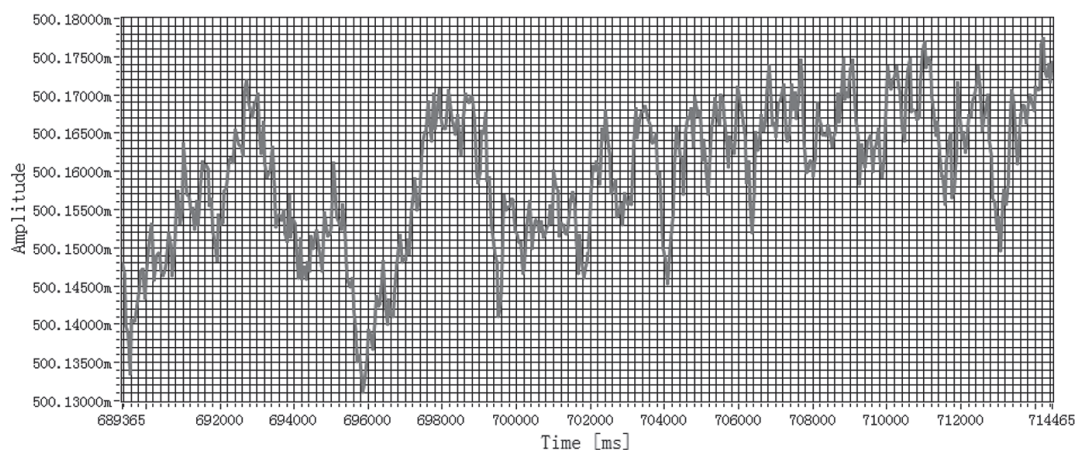


图4 电磁铁磁场随时间变化曲线

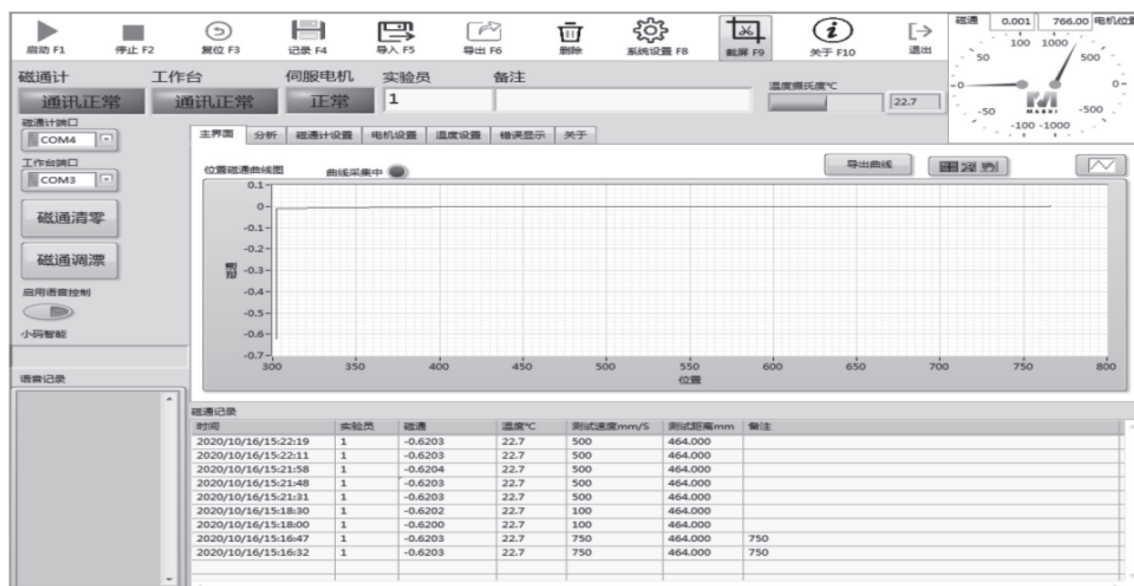


图7 极端气温下磁性能测试装置软件测试界面

研制极端气温下磁性能测试装置, 利用该装置不仅可以得到不同温度下的磁性能, 也可以研究高温下磁通随时间的变化过程。图6为极端气温磁性能测试装置实物图, 图7为自主开发的软件测试界面, 测量结果表明, 该装置测量重复性优于0.1%。

3.4 模拟新能源汽车电机使用环境, 明晰高温油液(油气)对烧结钕铁硼镀层和基体的影响

通过长时间的高低温循环耐油实验, 进一步研究了镀层对烧结钕铁硼机体的保护能力。试验过程为: 155℃高温下暴露10小时, 然后以2℃/min的速度降到-40℃, 在低温下暴露8小时, 再回到高温, 经过400余小时的耐油实验, 验证不同批次烧结钕铁硼镀层的优劣以及磁性能的损失。图8为耐油试验相

关图片。

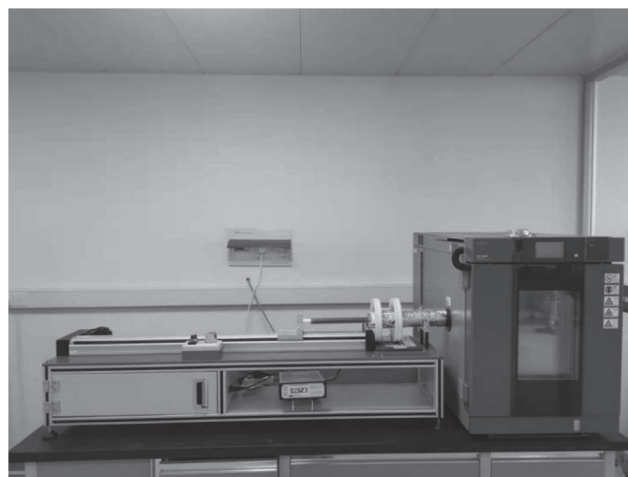


图6 极端气温下磁性能测试装置

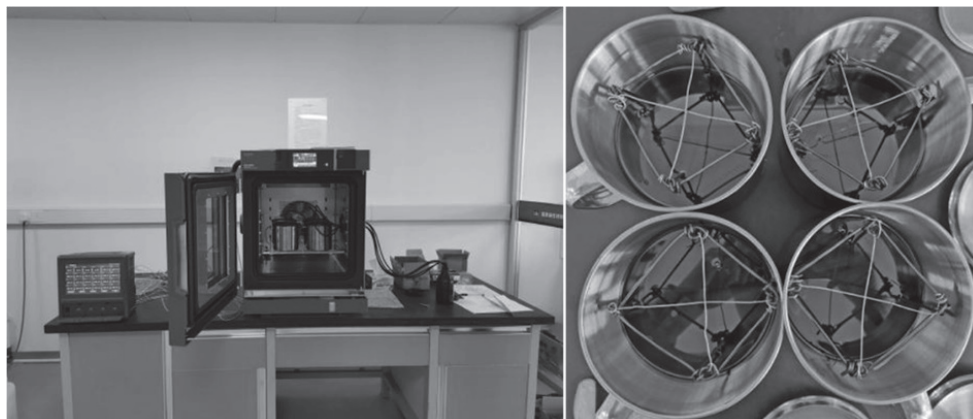


图8 极端气温下烧结钕铁硼耐温耐油实验图

4 结语

本文对新能源汽车用烧结钕铁硼计量测试进行了关键技术研究,通过研发自动化磁通测试和极端气温磁性能测试设备,建立关键参数的测试标准化校准系统,制定标准测试规范,实现了对烧结钕铁硼全产业链过程进行关键参数计量测试。另外,新

能源汽车用烧结钕铁硼计量测试的标准化路径研究,可以对烧结钕铁硼的在线测试与生产提供直接帮助,实现烧结钕铁硼产业计量测试及加工生产的标准化,极大地方便了新能源汽车用烧结钕铁硼生产、销售、研发、应用,为烧结钕铁硼产业的高质量发展提供全面的基础支撑。

参考文献

- [1] GB/T 13560-2017, 烧结钕铁硼永磁材料[S].
- [2] 胡伯平. 稀土永磁材料在低碳产业中的应用[J]. 新材料产业, 2010, 3: 44-48.
- [3] 黄胜涛. 磁性材料产业发展与计量测试技术[J]. 现代计量仪器及技术, 2014, 7: 74-77.