

TDG 高磁导率 MnZn 铁氧体材料性能改进

王鑫, 缪思敏, 沈林佳, 潘晓东

天通控股股份有限公司 软磁研究所, 浙江海宁 314412

The Performance Improvement of TDG's High Permeability MnZn Ferrite Material

Wang Xin, Miao Simin, Shen Linjia, Pan Xiaodong

Soft Magnetic Material Institute, TDG HOLDING CO., LTD. Haining Zhejiang 314412

摘要: 现代电子技术的飞跃发展, 应用范围的快速扩展, 对高磁导率 MnZn 铁氧体提出了新的更高要求。文中以 TS10 材料改善为例, 介绍近两年来天通控股高磁导率 MnZn 铁氧体材料性能改善成果。主要包括以下三个方面: 磁导率频率特性改善; 磁导率常温区及 65℃ 附近温度特性改善; 磁导率抗应力特性研究改善。

关键词: MnZn 铁氧体, 高磁导率, 高频特性, 温度特性, 抗应力特性

中图分类号: TN27 文献标识码: B 文章编号: 1606-7517 (2015) 11-3-122

引言

高磁导率 MnZn 铁氧体作为一种功能材料, 广泛应用于通讯、电视、航天技术、计算机技术、电子设备及其他电子信息产业中, 用作各种电感器、电子变压器、扼流器、抑制器和滤波器等。近年来, 高磁导率软磁铁氧体的产量占软磁铁氧体总产量的 30% 以上。

TS(TL) 系列高磁导率 MnZn 铁氧体是天通控股股份有限公司主打的高磁导率材料, 占公司高导材料产值 90% 以上, 市场广阔并得到客户信任, 为公司赢得声誉和利润, 我公司 TS 系列材料包括 TS5、TS7、TS10、TL13、TL15 等。

随着现代电子技术的飞跃发展, 对高磁导率 MnZn 铁氧体提出了新的更高要求。概括起来, 主要有以下七个方面: 高起始磁导率; 在宽频下具有高磁导率; 低比损耗因子; 低总谐波失真 (THD); 在宽温下具有高磁导率; 减落系数要小; 磁导率抗应力特性好。

为了更好的服务客户, 针对市场需求, 天通控股对现有 TS 系列材料进行改进升级, 主要包括以下三个方面: 改善磁导率频率特性; 改善磁导率温度特性; 改善磁导率抗应力特性。下面以 TS10 材料为例, 详细介绍近两年来

天通控股高磁导率 MnZn 铁氧体材料性能改善成果。

1 TS10 材料改善前后性能指标对比

表 1^[1] 为 TS10 材料改善前后技术指标对比。对比可得, 改善后的 TSR10 材料, 加强了对高频磁导率, 磁导率抗外加应力能力, 及常温区磁导率变化等方面的管控, 改善了 TS10 材料的特性, 同时, 比损耗因子也有降低。

2 磁导率频率特性改善

随着电子技术的飞速发展, 电子材料应用向高频方向发展, 对高导材料提出宽频要求, 原有 TS10 材料高频特性略差, 为电感随频率升高降低过快, 高频电感低, 影响使用。改善后的 TSR10 材料高频特性好, 200kHz 磁导率 10000 以上, 300kHz 保持在 8000 以上, 有利于将材料向高频应用领域推广。图 1 为 TSR10 材料 & TS10 材料磁导率 - 频率曲线。

3 磁导率温度特性改善

现代通信设备的户外设施, 如中继器、增音机、微波

表 1 TS10 材料改善前后技术指标对比

参数	单位	测试条件		TSR10	TS10
起始磁导率 μ_i	/	$f=10\text{kHz}, B < 0.5\text{mT}$	25℃	11000 ± 30%	10000 ± 30%
		$f=200\text{kHz}, B < 0.5\text{mT}$		≥9500	/
外加应力 磁导率变化率	/	$f=10\text{kHz}, B < 0.5\text{mT}$ 75N	25℃	< 15%	/
饱和磁通密度 B_s	mT	$f=1\text{kHz}, H=1194\text{A/m}$	25℃	≥410	380
比温度系数 $\alpha_{\mu_{ir}}$	$10^{-6}/\text{℃}$	$f=10\text{kHz}, B < 0.5\text{mT}$	20℃~60℃	-0.5 ~ 2	-0.5 ~ 2
常温区 磁导率变化率	/	$f=10\text{kHz}, B < 0.5\text{mT}$	10℃~40℃	< 15%	/
比损耗因子 $\tan\delta/\mu_i$	$\times 10^{-6}$	$f=100\text{kHz}, B_m < 0.25\text{mT}$	/	<20	<30
居里温度 T_c	℃	$f=10\text{kHz}$	/	≥125	≥125
密度 d	kg/m^3	/	/	4.9×10^3	4.9×10^3

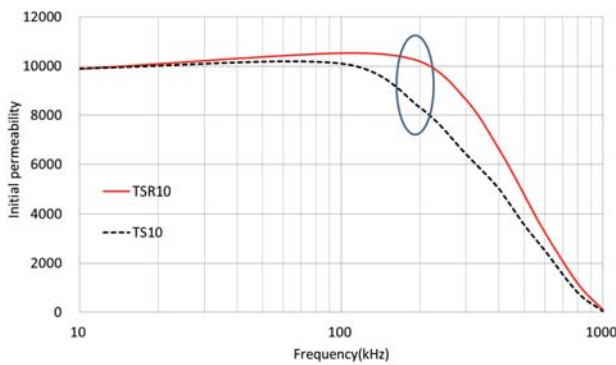


图 1 TSR10 材料 & TS10 材料磁导率 - 频率曲线

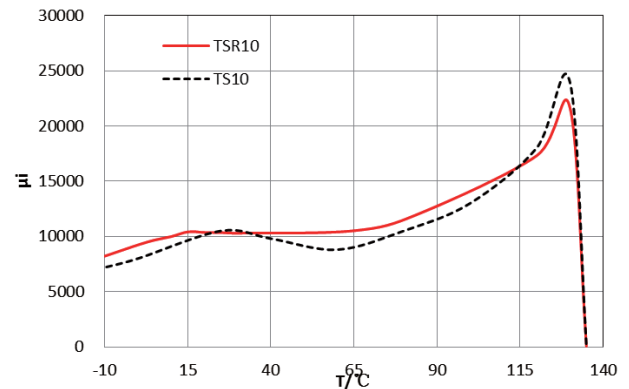


图 2 TSR10 材料 & TS10 材料磁导率 - 温度曲线

接力站、海底电缆、光缆水下设备等，不仅要求耐高温，还要承受严寒，要求通信设备都能可靠稳定地工作。因而很多客户都要求材料在 -40~+80℃，甚至到 125℃ 的宽温范围，电感都能满足要求，这就要求材料从低温到高温都具有很高的磁导率。

优异的磁导率温度特性，表现为以下三个方面，第一、低温磁导率高，保证产品低温条件下的可用；第二、常温区（15℃~40℃）范围内，磁导率变化率小，确保产品使用的稳定性；第三、60℃~80℃，无磁导率低谷，并且磁导率平稳、无陡峭上升。

如图 2 所示，改善后的 TSR10 材料，低温段磁导率高于 TS10 材料；在 15℃~80℃ 温度范围内，无尖凸磁导率二峰出现，磁导率缓慢上升，体现了很好的磁导率温度稳定性。

4 磁导率应力特性改善

抗外加应力特性差：在产品受到外加应力（如涂层，

绕线等）时，电感变化较大（5k 产品电感一般升高，10k、15k 电感降低在 30% 左右）。

由于铁氧体磁芯在烧结过程中会发生复杂的氧化—还原反应，例如：吸氧、放氧往往会引起离子变价，导致晶格畸变，从而产生应力；铁氧体的多晶结构，有些尺寸较大的离子会在晶界析出，从而引发一些内应力；表面 ZnO 的挥发会使表层与内部成份产生差异，从而产生应力；冷却过程中磁芯内外冷却速度差异，也会产生一些应力^[2]。在产品受到外加应力（如涂层、绕线、压簧等）时，电感变化有较大的降低，影响产品使用。

为研究外加应力对磁导率影响，我们采用微机控制电子万能试验机，用三点加压法给磁芯外加应力，用 HP4284A 测试电感变化，示意图如图 3 所示。

如图 4 所示，为 TS10&TSR10 随外加应力磁导率变化对比。对比发现，随着外加应力增大，TS10 磁芯磁导率降低较快，在 75N 时，只有常态的 70% 左右；TSR10 磁芯，随外加应力增大，磁导率先略有升高，后缓慢降低，在 75N

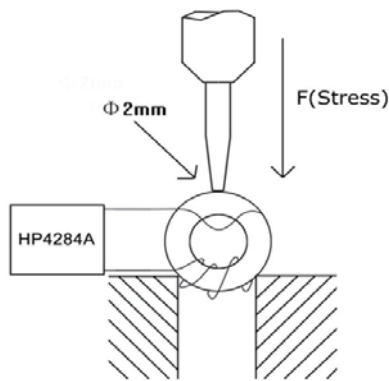


图3 对磁芯外加压力示意图

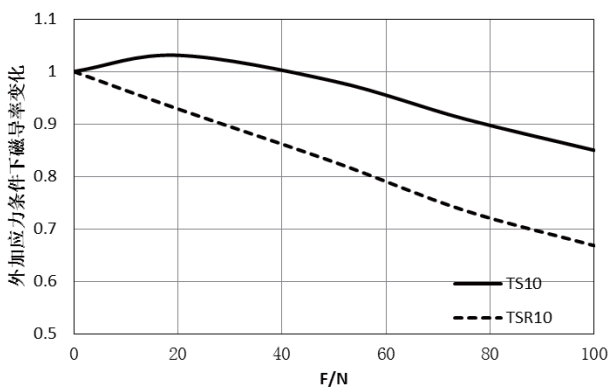


图4 TS10&TSR10 随外加应力磁导率变化对比

压力下，磁导率保持在常态 90% 以上，产品抗应力特性好。

图5为TS10材料涂层前后磁导率-温度对比，图6为TSR10材料涂层前后磁导率-温度对比。从图5可以

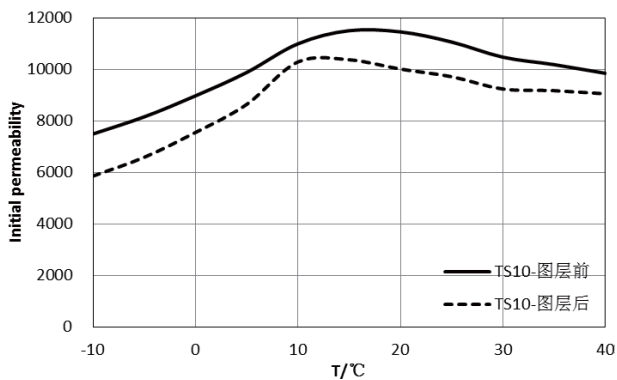


图5 TS10 材料产品涂层前后磁导率-温度曲线对比

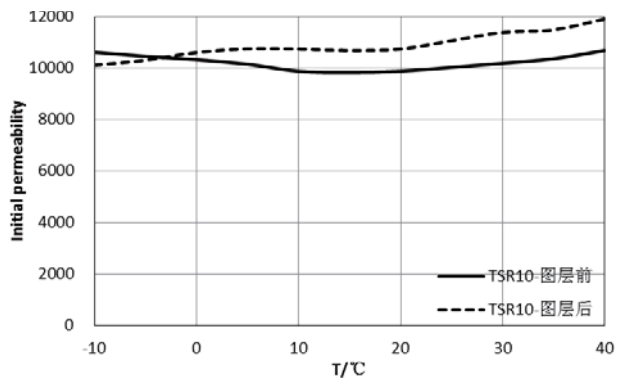


图6 TSR10 材料产品涂层前后磁导率-温度曲线对比

看出，TS10 材料产品在涂层后，磁导率在整个测试温度区间内均有较大降低，并且磁导率二峰往低温方向移动；从图6可以看出，TSR10 材料产品在测试温度区间内，磁导率平缓，温度特性好，在涂层后，磁导率略有升高，变化较小。对比发现，TSR10 材料抗应力特性优于 TS10 材料。

5 总结

天通控股通过对 TS10 材料的配方、制粉工艺及烧结方式的改进，得到优化的 TSR10 材料，其高频特性，温度特性及抗应力性能均有很大改进，迎合市场对高磁导率 MnZn 的发展要求。天通控股将遵循“市场导向，一流品质，先进技术，优质服务”的经营理念，改善材料性能，开发新产品，为客户服务。

参考文献

- [1] <http://en.tdgc.com/foreground/mnzn.pdf>, 天通控股产品名录
- [2] 黄永杰. 磁性材料 [M]. 成都: 电子工业出版社, 1994.

作者简介

王鑫, 男, (1986—), 2011 年 4 月毕业于南京航空航天大学, 获应用化学工学硕士学位, 2011 年至今, 在天通控股股份有限公司从事软磁铁氧体开发工作。