

非晶合金软磁材料在新能源汽车、 充电桩领域的应用

周国华 博士

2017年10月20日





目 录

非晶合金软磁材料

产品主要应用简介

在新能源汽车领域的应用

在充电桩领域的应用

大有科技产品简介

一、非晶合金软磁材料

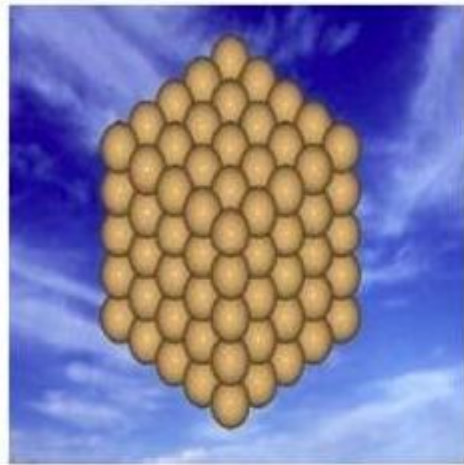
● 非晶合金的概念

※晶体（态）：原子、有序的、规则的、远程有序

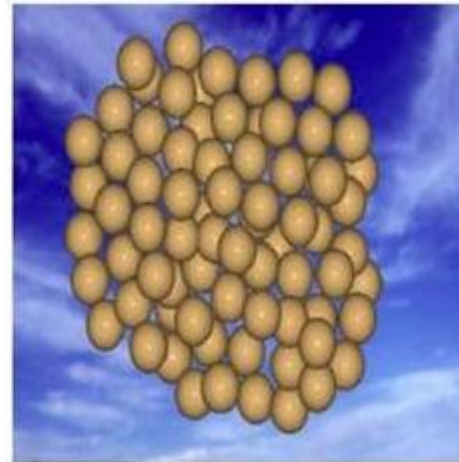
※非晶体（态）：急冷、“冻结”、不完整的晶格、远程无序、玻璃态

※非晶合金又称**金属玻璃**

图：晶体与非晶体微观结构图



晶体



非晶体

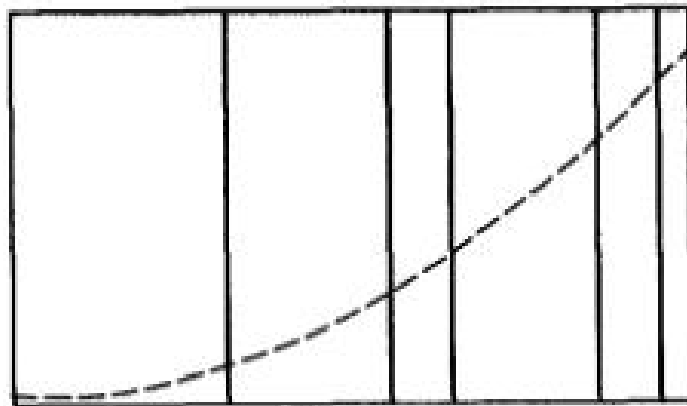


一、非晶合金软磁材料

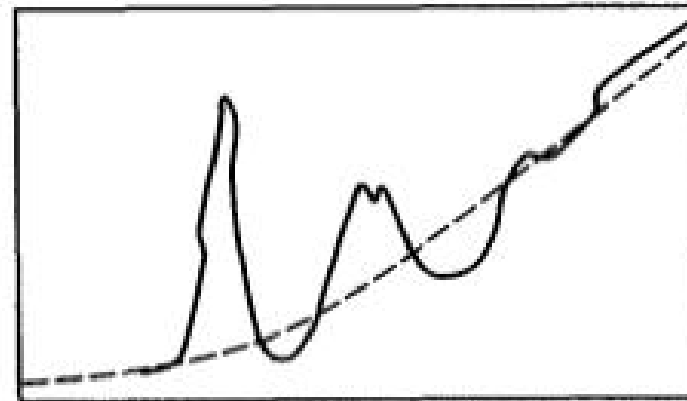
● 非晶合金的概念

※晶体（态）：**长程有序**

※非晶体（态）：**长程无序、短程有序**



(a) 晶体



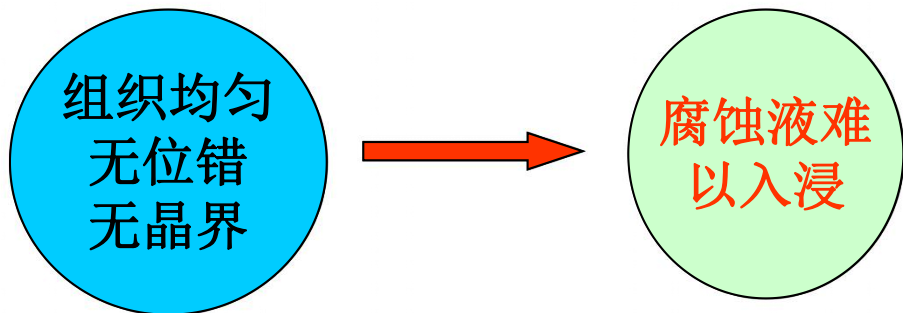
(b) 非晶体

径向分布函数图（RDF）示意图

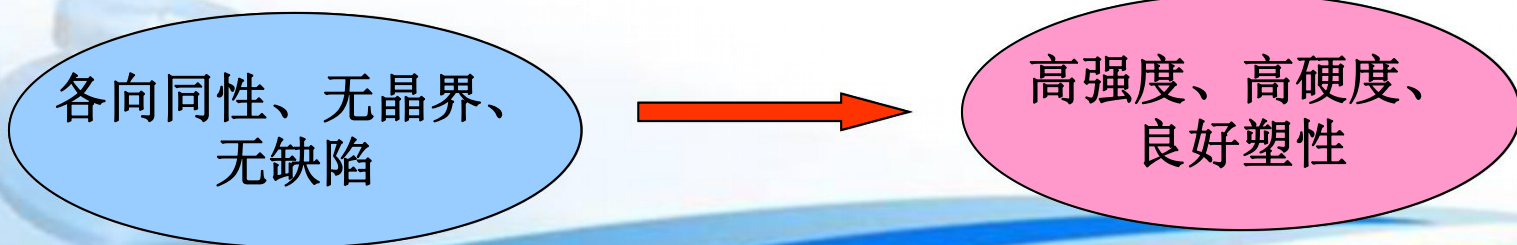
一、非晶合金软磁材料

● 非晶合金材料特征

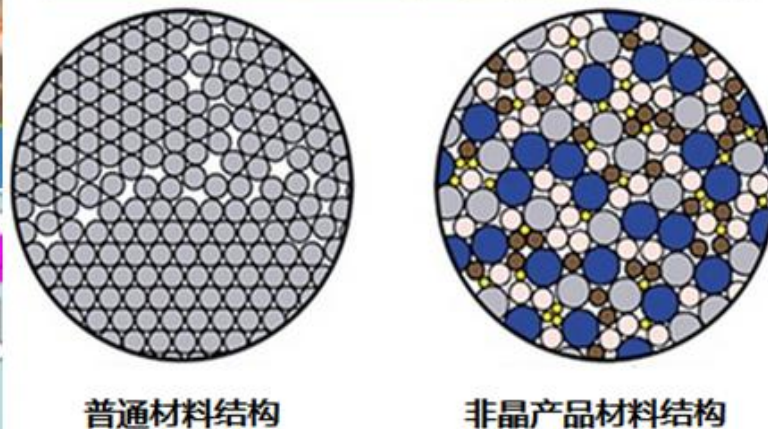
※抗化学腐蚀能力强



※良好的综合力学性能



普通材料与非晶产品结构对比



一、非晶合金软磁材料

● 非晶合金材料特征

※不具有晶粒结构 → 磁晶各向同性
无位错和晶界 → 磁畴壁易移动

→ 高磁导率
低矫顽力

※电阻率高（VS同种晶态材料）→ 涡流损耗小（高频）

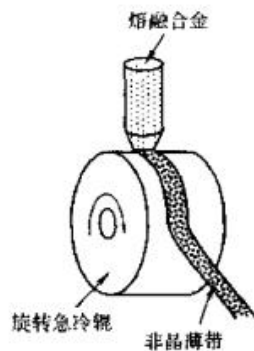
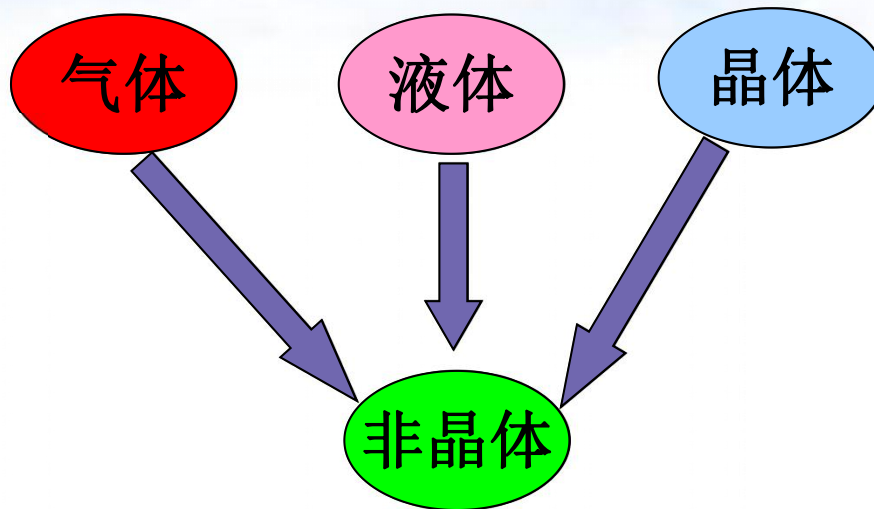
※具有优异的综合软磁性能！



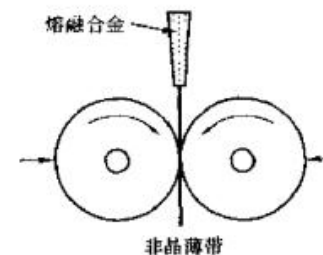
一、非晶合金软磁材料

● 非晶态材料的制备

- ※ 气相沉积法
极高的冷却速率
- ※ 液相急冷法
(单辊离心冷却、双辊急冷轧制)
非晶合金带材制备
- ※ 高能粒子注入法
常用于改善材料表面特性



单辊离心冷却

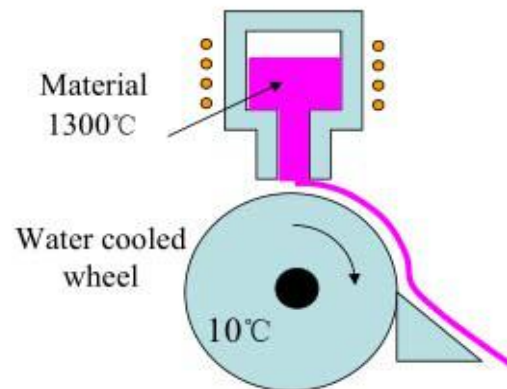
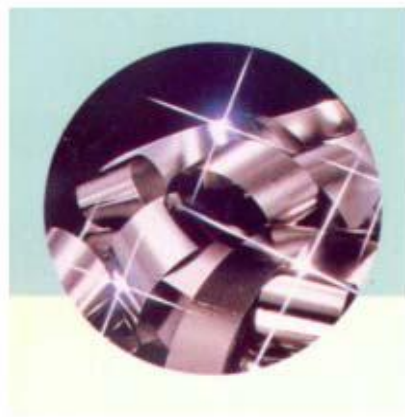


双辊急冷轧制法

一、非晶合金软磁材料

● 非晶合金带材的制备

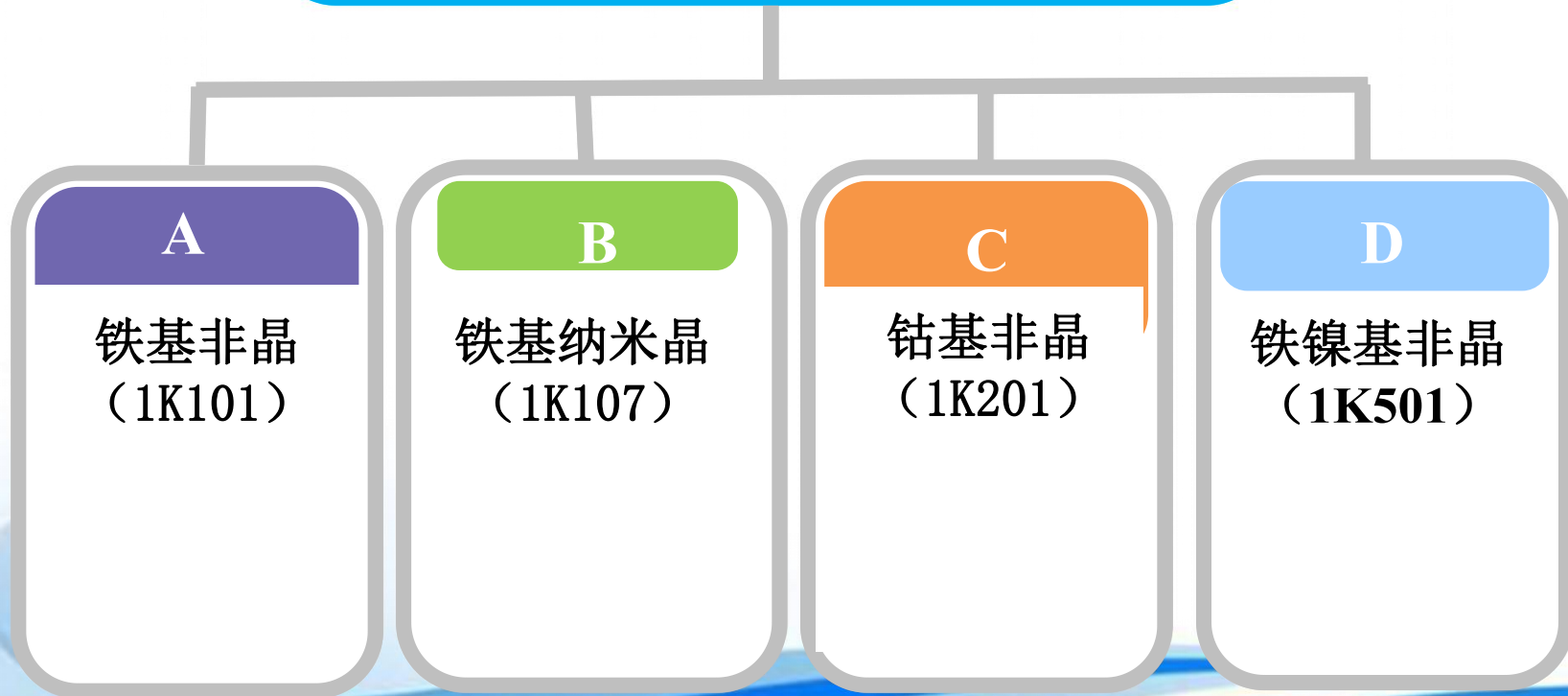
※ 超急冷 (10^6°C/S)，带材厚度在 $17\text{-}25\mu\text{m}$



Cooling speed: 1M Kelvin/S
Speed: 100Km/h
Thickness: $17\text{-}25\mu\text{m}$

● 主要非晶合金软磁材料的分类

主要“非晶”合金软磁材料





一、非晶合金软磁材料

铁基非晶合金（1K101）

- 主要组成元素：Fe、Si、B。
- 性能：
 1. 高 B_s (约1.56T);
 2. 低损耗、与硅钢片相比优势明显，特别是用于变压器（**空载损耗**为取向硅钢片的1/3—1/5）。
- 应用：广泛应用于配电变压器、脉冲变压器、低频逆变变压器、汽车音响滤波电感、电抗器等。





一、非晶合金软磁材料

钴基非晶合金（1K201）

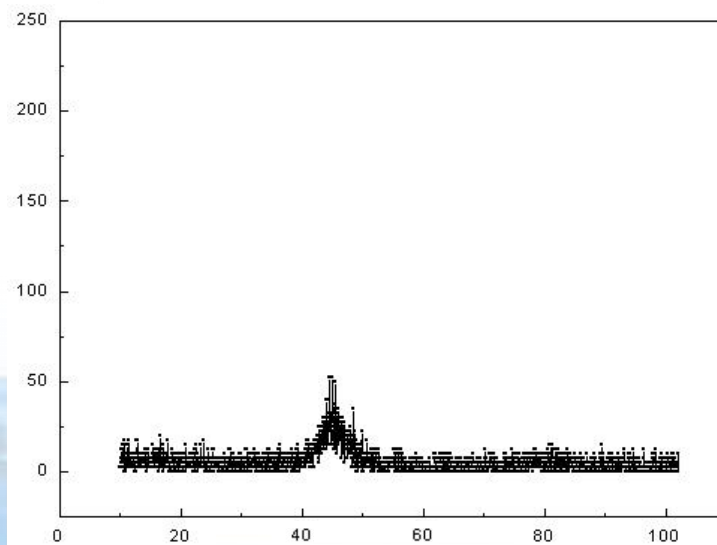
- 主要组成元素：Co、Fe、Si、B
- 性能：Bs值(约0.58T)，高初始磁导率、**极低Hc**， $\lambda_s \rightarrow 0$
- 应用：由于磁导率极高，一般在要求严格的军工电源、或高端民用电源；目前大量应用检测领域中（高精密电流互感器、高精密漏保开关。）



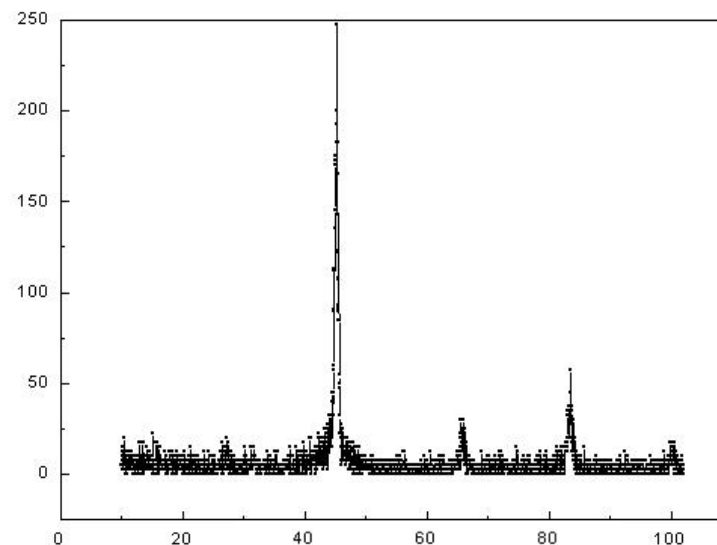
一、非晶合金软磁材料

铁基纳米晶合金（1K107）

经快速凝固工艺形成一种非晶态材料。热处理后获得直径为10—20 nm的微晶，弥散分布在非晶态的基体上，被称为**微晶、纳米晶材料**。



非晶合金



纳米晶合金

XRD图谱

一、非晶合金软磁材料

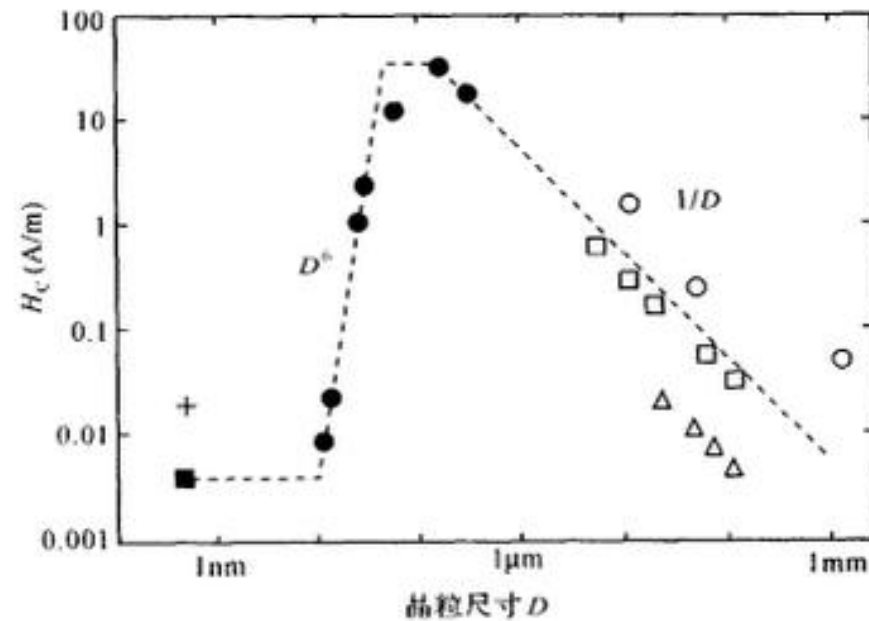
铁基纳米晶合金（1K107）

※ 兼备了铁基非晶合金的**高Bs值**和钴基非晶的**高磁导率、低Hc**，并且是**成本低廉**的铁基材料。

※ 根据磁畴理论：矫顽力与晶粒尺寸成**反比**

※ 晶粒尺寸小于磁交换相互作用长度，导致平均**磁晶各向异性很小**。

※ 通过调整合金成分，可使其**磁致伸缩系数趋近于零**。





一、非晶合金软磁材料

铁基纳米晶合金（1K107）

- 主要组成元素：Fe、Si、B、**Nb**、Cu
- 性能：具有高Bs值(约1.2T)、高初始磁导率、低Hc，高频损耗低，经不同磁场热处理工艺，可得到**高Br**（软磁开关）或**低Br**（共模电感、逆变变压器）。
- 应用：广泛应用于计算机、通讯等开关电源、汽车电子、家用电器、电力与工业自动化控制、精密测量（计量）、新能源等领域。



一、非晶合金软磁材料

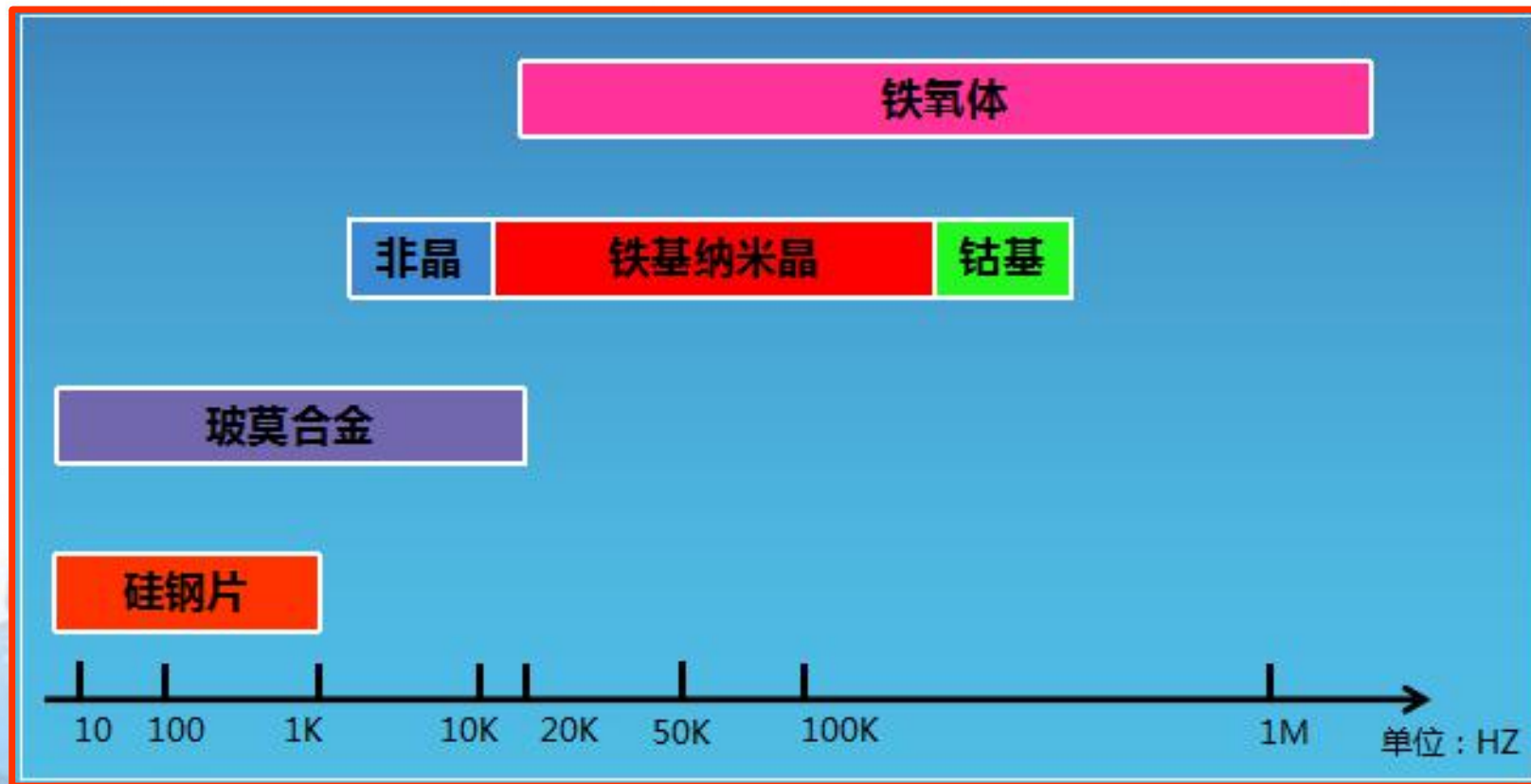
铁镍基非晶合金（1K501）

- 主要组成元素：Fe、Ni、Si、B
- 性能：具有高 B_s 值(约1.0T)、高初始磁导率、有一定的磁滞伸缩系数 λ_s
- 应用：制作防盗标签广泛应用于图书馆和超级市场。



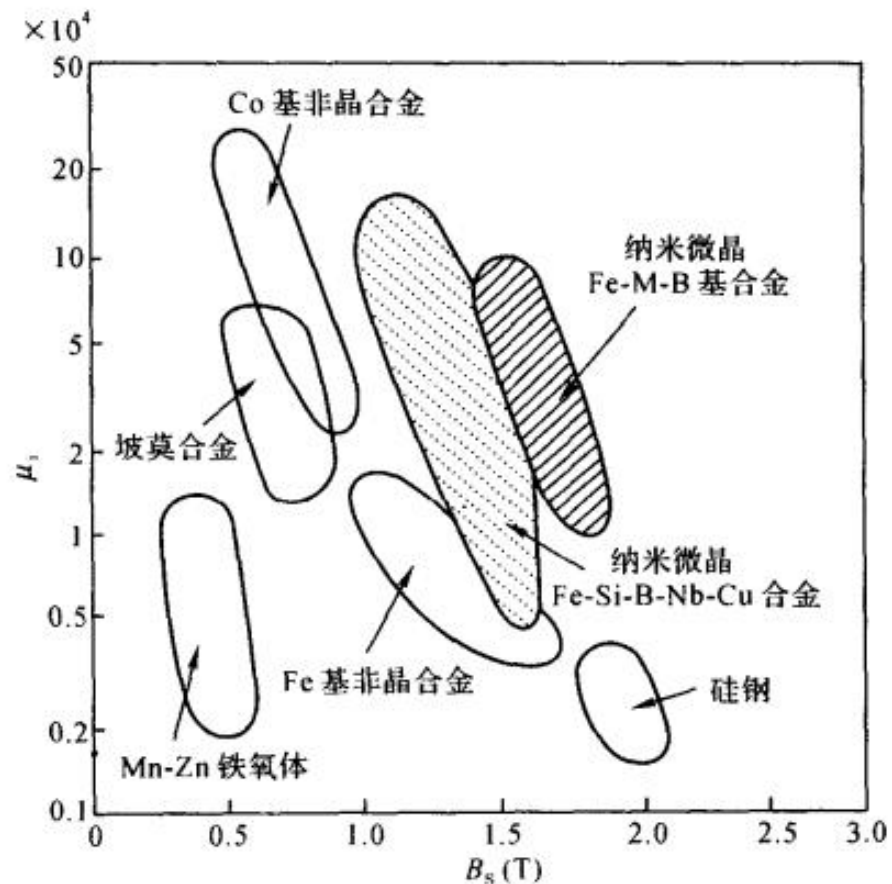
一、非晶合金软磁材料

● 常用软磁材料特性对比 —— 应用频段



一、非晶合金软磁材料

● 常用软磁材料特性对比 —— 磁性能比较



● 主要应用领域

通讯、医疗领域： 服务器、PC、医疗电源等

家电领域： 空调、洗衣机、电磁炉、LED电视等

新能源领域： 太阳能、风能、电动汽车、充电桩等

监测领域： 智能电表、智能家居、工业自动化等

防盗及屏蔽领域： 物联网传感器、无线充电屏蔽应用等

● 产品按用途分类

铁基非晶

PFC电感
储能电感
非晶变压器
非晶隔磁片
汽车音响滤
波电感

铁基
纳米晶

共模电感
逆变变压器
互感器
磁放大器
尖峰抑制器
磁屏蔽材料

钴基非晶

精密互感器
磁放大器
尖峰抑制器

铁镍基
非晶

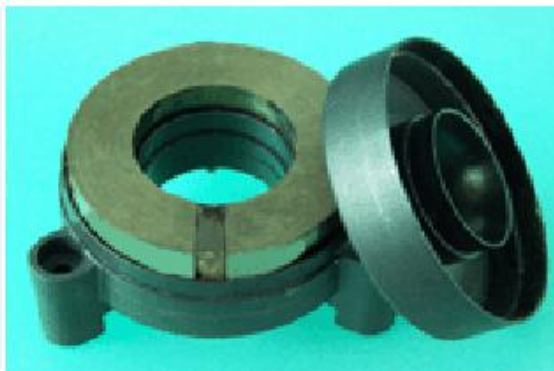
磁屏蔽材料
防盗标签

二、产品主要应用简介

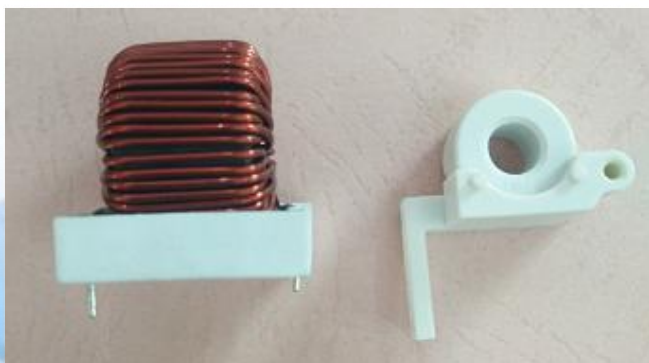
● 铁基非晶合金



非晶 (GAP) PFC电感



储能电感铁芯



汽车音响滤波电感



非晶变压器铁芯



二、产品主要应用简介

● 铁基纳米晶合金



磁放大器



逆变器



电流互感器



共模电感



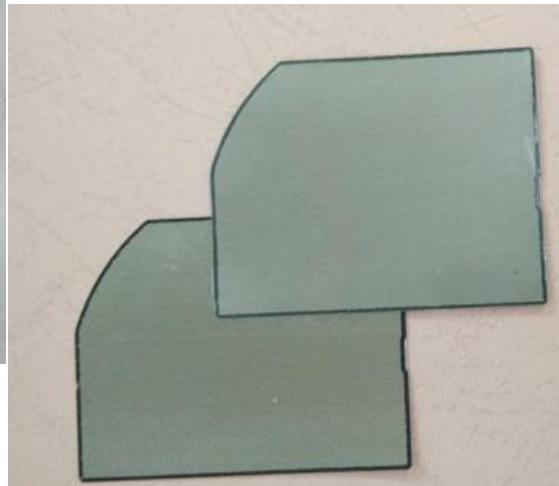
尖峰抑制器

二、产品主要应用简介

● 铁镍基非晶、钴基非晶合金



非晶带材



屏蔽材料



防盗标签



三、在新能源汽车领域应用

非晶、纳米晶合金
软磁材料

磁导率高
矫顽力低
铁芯损耗小
磁滞伸缩系数小

节能化
高效化
轻便化
清洁化

提高电磁能量的
转换效率

三、在新能源汽车领域应用

● 新能源汽车

※ 为应对日益突出的燃油供求矛盾和环境污染问题，世界汽车生产国纷纷加快部署，大力发展和推广应用汽车节能技术，将发展新能源汽车作为**国家战略**。

※ 非晶、纳米晶合金将代替传统**电机**的矽钢片作为材料，在新能源汽车领域得到广泛应用。

※ 同时，非晶、纳米晶合金还将广泛应用在新能源汽车**电源系统**。



三、在新能源汽车领域应用

● 主要应用产品 —— 非晶电机

● 新能源汽车（驱动电机）

※新能源汽车因为空间很小，其电机需扁平式的，这种结构的影响，电机要做成**多极式**，以适应**高频**的要求。

※非晶、纳米晶合金具有**高磁导率**、**高电阻率**及良好的频率特性。

※在中高频范围，非晶合金的铁损只有最好的矽钢片铁损的1/8-1/10，而且降低节激励电流。



三、在新能源汽车领域应用

● 主要应用产品 —— 共模电感

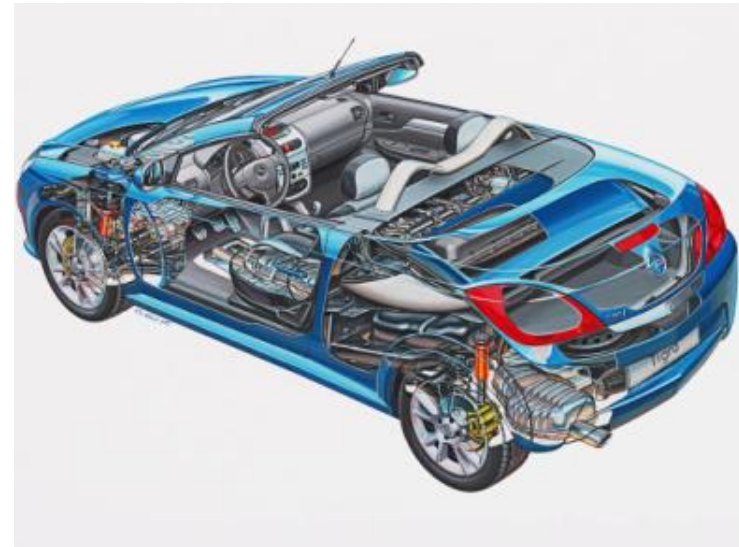
- 作用：抑制其电子系统之间相互电磁干扰
- 应用一：汽车电源（汽车空调电源，逆变系统）



规格型号：DY332320HB
材质：1K107 铁基纳米晶
电感：1KHz L=10.3mH MIN
200KHz L=5.7mH MIN
使用频率：1KHZ-200KHZ



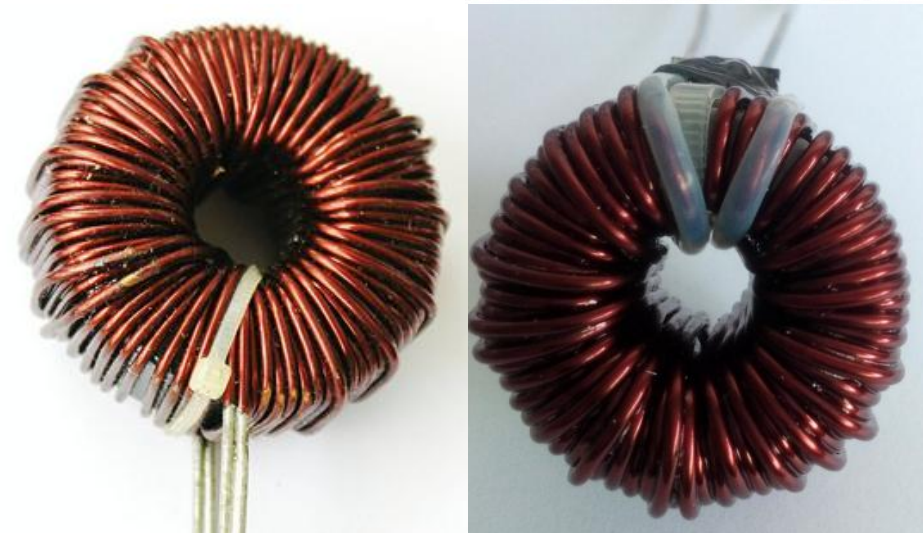
规格型号：DY302015HB
材质：1K107 铁基纳米晶
电感：10KHz L=4mH MIN
100KHz L=1.6mH MIN
使用频率：1KHZ-200KHZ



三、在新能源汽车领域应用

● 主要应用产品 ——PFC电感

- 作用：储能、升压、功率因素校正
- 应用一：汽车电源（汽车空调电源，逆变器，大灯驱动器）



规格型号：**GDLA330060-11A**
材质：非晶粉芯
电感：100KHz $L=690\mu\text{H}\pm 15\%$
使用频率：1KHZ-100KHZ
额定电流： $I < 15\text{A}$



● 充电桩

※ 加快新能源车推广，国家发改委印发《电动汽车充电基础设施发展指南(2015-2020年)》，明确了充电基础设施建设目标，建成集中充换电站1.2万座，分散充电桩480万个，满足全国500万辆电动汽车充电需求。



四、在充电桩领域应用

● 主要应用产品 —— 共模电感

● 应用二：充电桩AC-DC电源



规格型号：DY403215HB
材质：1K107 铁基纳米晶
电感：10KHz L=20mH MIN
使用频率：1KHZ-100KHZ

规格型号：DY322010HB
材质：1K107 铁基纳米晶
电感：10KHz L=6mH MIN
使用频率：1KHZ-100KHZ

四、在充电桩领域应用

● 主要应用产品 —— PFC电感

● 应用二：充电桩AC-DC电源



规格型号：GDLA571060-18A
材质：非晶粉芯
电感：100KHz $L=1.2\text{mH} \pm 15\%$
使用频率：100KHZ
额定电流： $I < 25\text{A}$

规格型号：GDLA467060-18A
材质：非晶粉芯
电感：100KHz
 $L=0.85\text{mH} \pm 15\%$
使用频率：100KHZ
额定电流： $I < 16\text{A}$



三、在充电桩领域应用

● 主要应用产品 —— 互感器、漏保开关

● 应用一：充电桩AC-DC电源

● 由于纳米晶具有非常高的磁导率，其做成的互感器、漏电保护开关，具有高灵敏度、低损耗特点，可降低充电桩体积及损耗。



● 公司简介

江西大有科技有限公司，为：

国家高新技术企业

江西省中磁科技协同创新体龙头企业

江西省节能减排示范企业

江西省知识产权优势企业

拥有：

江西省抗电磁干扰材料及元器件工程技术研发中心

江西省省级企业技术中心。



● 公司简介

公司先后通过：

ISO9001
质量管理体系

ISO14001
环境管理体系

ISO18001
职业健康安全管理体系

IATF 16949
管理体系

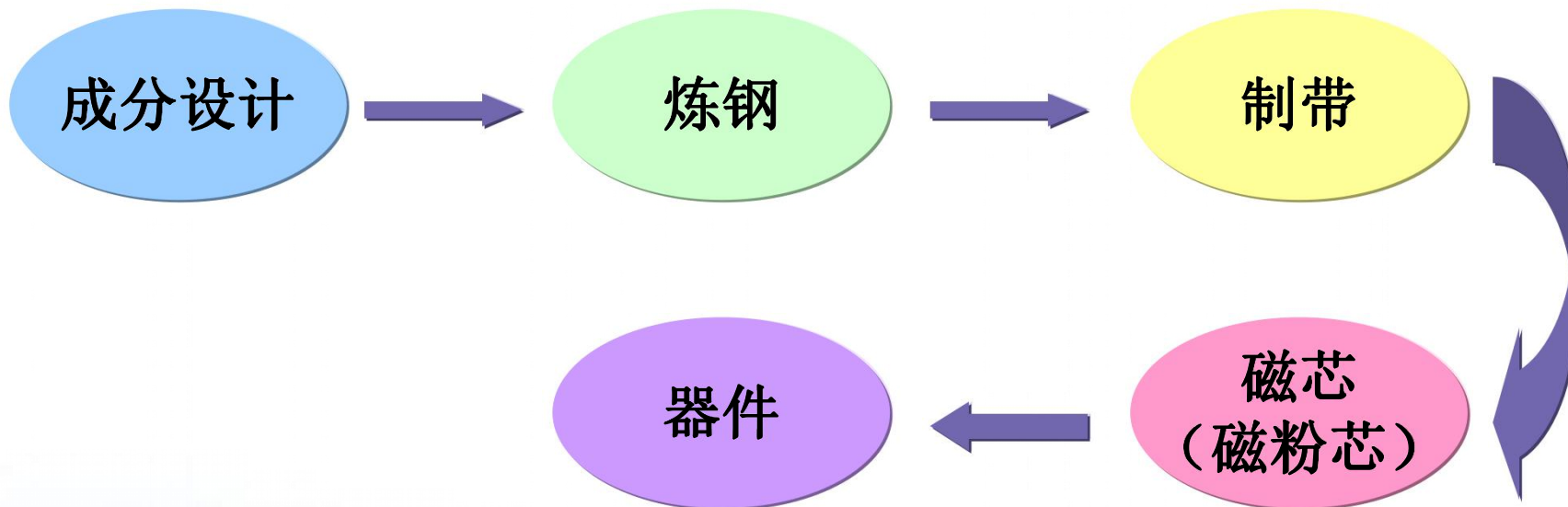
● 公司简介



- ※ 公司先后承担**国家级**科技计划项目8项；省级科技项目20多项。
- ※ 开发国家重点新产品3项；省重点新产品21项，其中：6项为**国内领先水平**，1项为**国际先进水平**。7项获**省优秀新产品**。
- ※ 国家发明专利**12**项，已授权**6**项，受理**6**项；
实用新型专利**16**项，已授权**10**项，受理**6**项；

五、大有科技产品介绍

● 产品系列

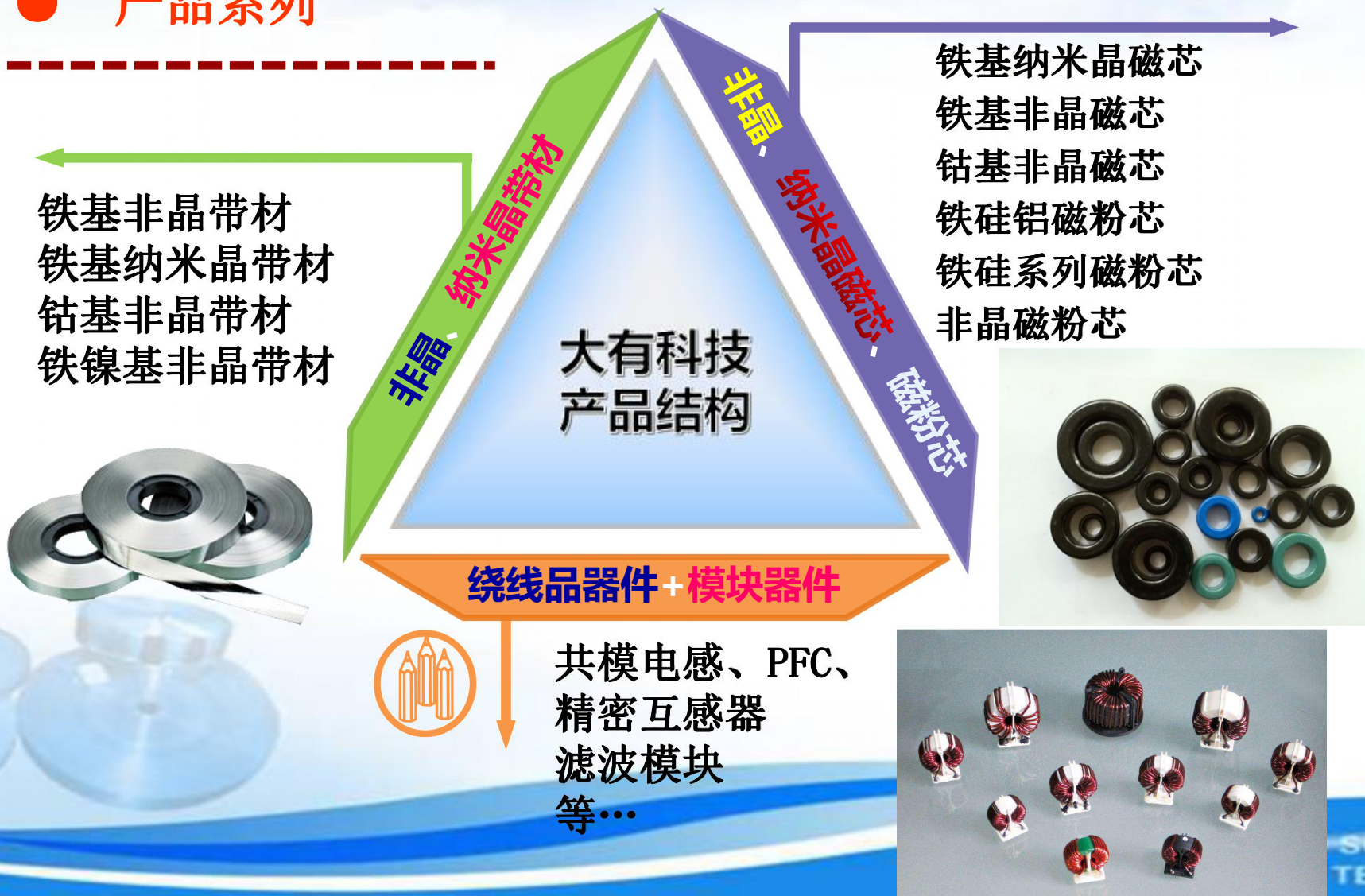


※ 全产业链

※ 研发、生产、销售

五、大有科技产品介绍

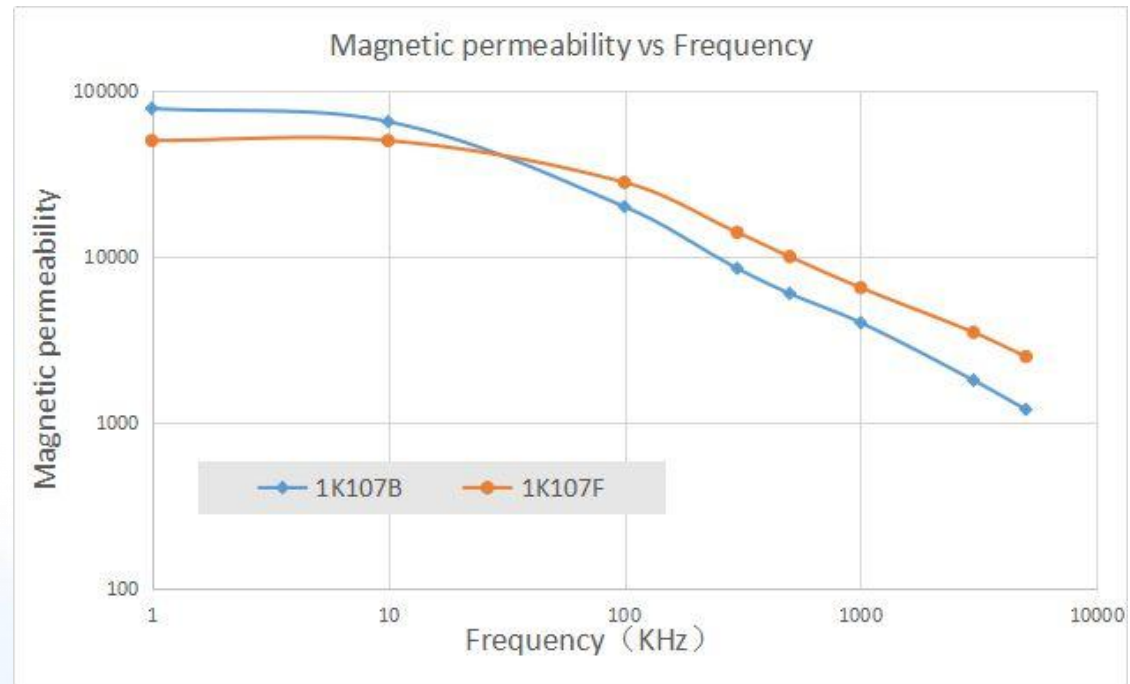
● 产品系列



● 产品研发方向

※高频电源领域方向（1K107F）：**宽频高磁导率共模电感**

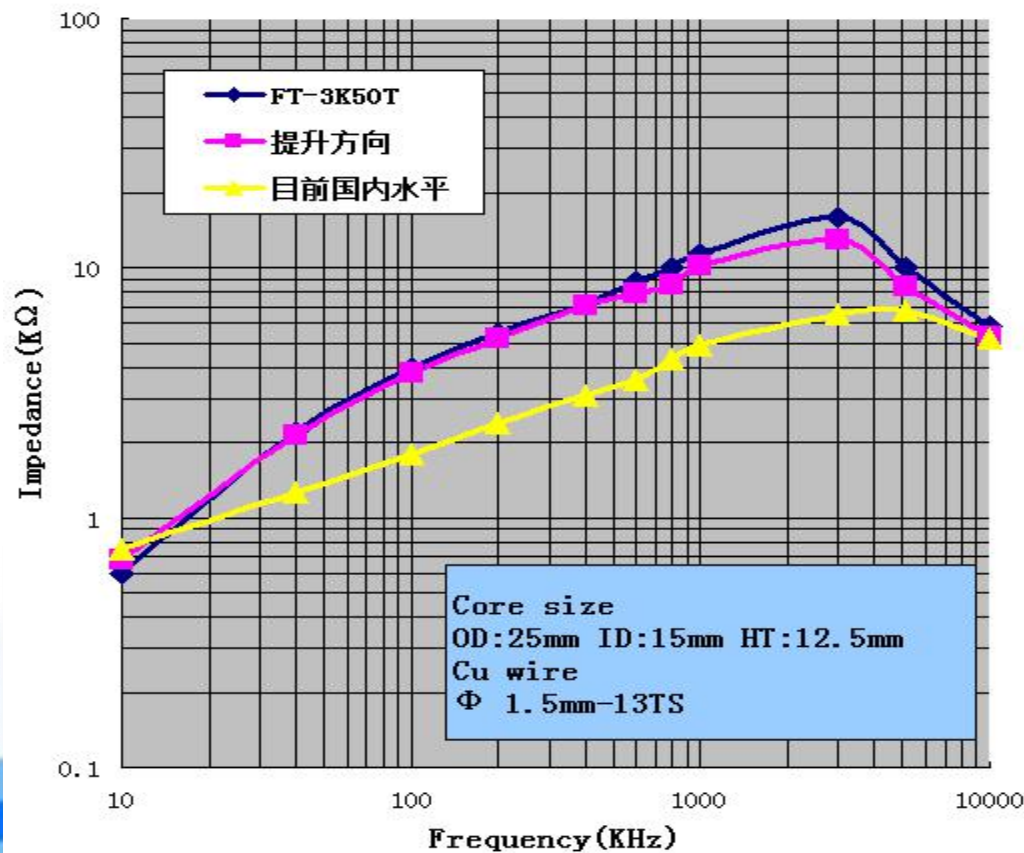
● 降低磁芯在低频（10KHZ）的磁导率，提高磁芯在100KHZ-1MHZ的磁导率。



● 产品研发方向

※高频电源领域方向（1K107F）：**宽频高磁导率共模电感**

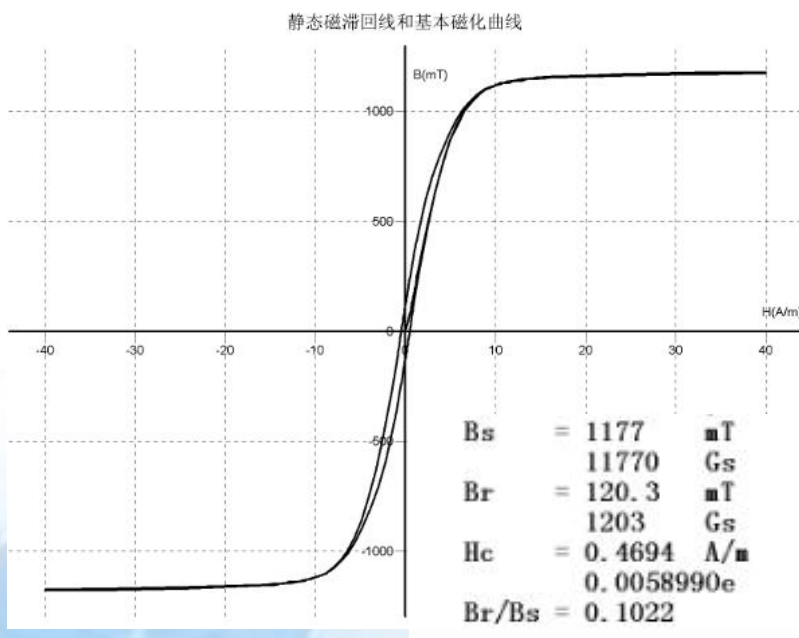
● 高频端100KHZ-1MHZ
具有更高的阻抗



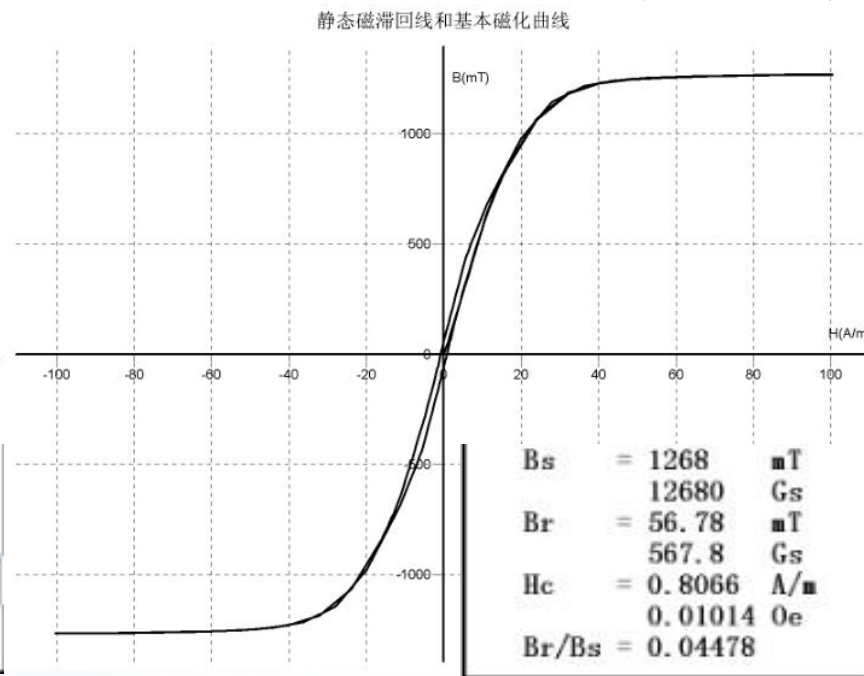
● 产品研发方向

※大功率方向（1K107G）：高Bs值、抗大的脉冲电流。

(1K107B)



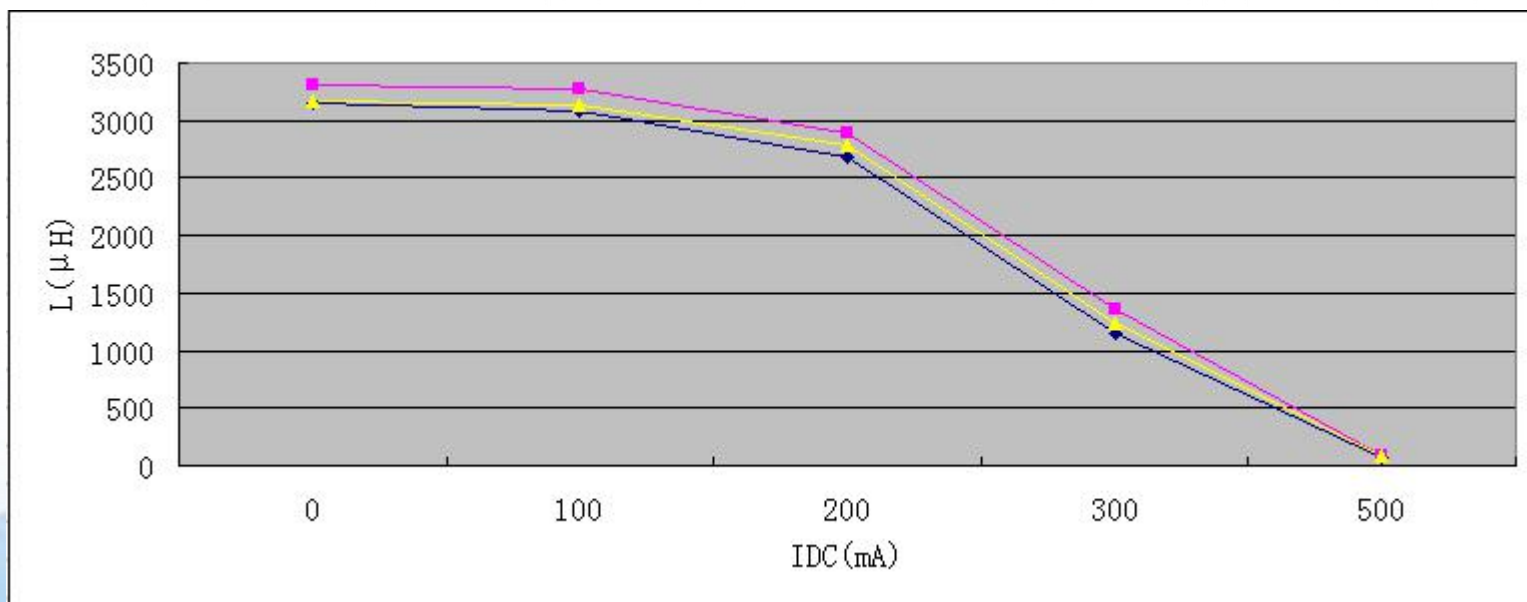
(1K107G)



● 产品研发方向

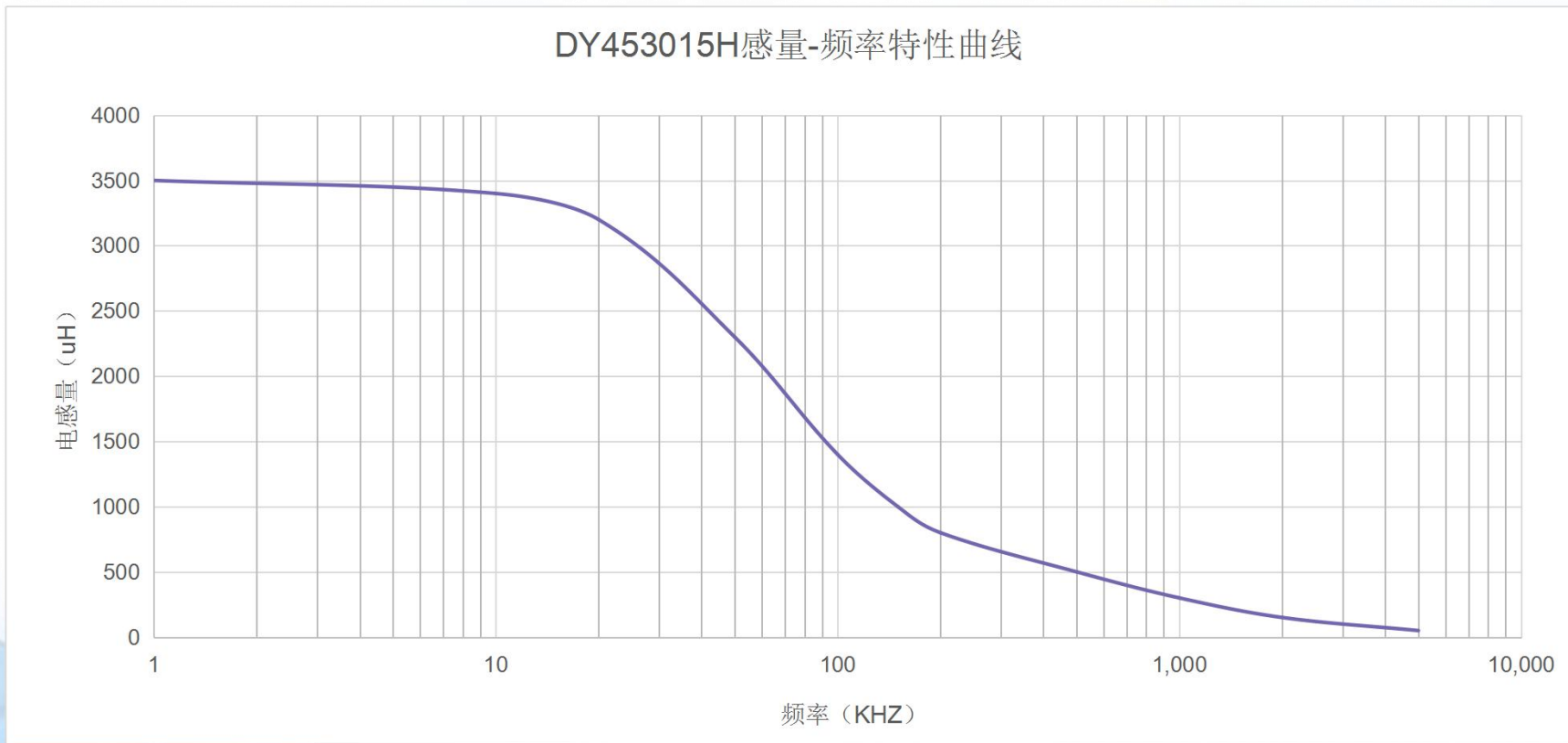
※ 抗偏流（DC-bias）方向：

- 通过调整配方、热处理工艺，现已实现良好的抗DC-bias性能。
- 正在形成系列化产品。

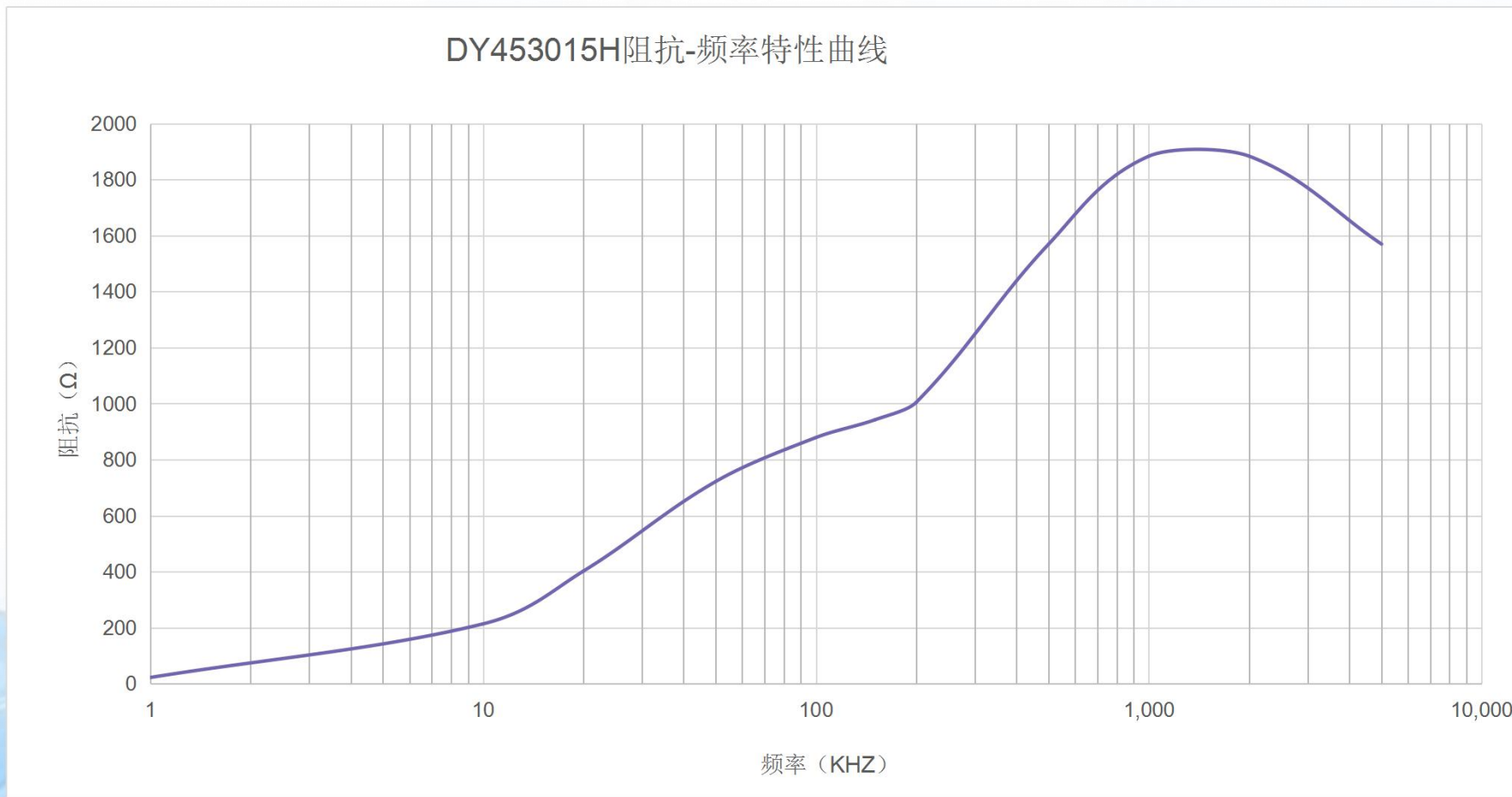


抗偏流特性曲线

● 产品研发方向



● 产品研发方向



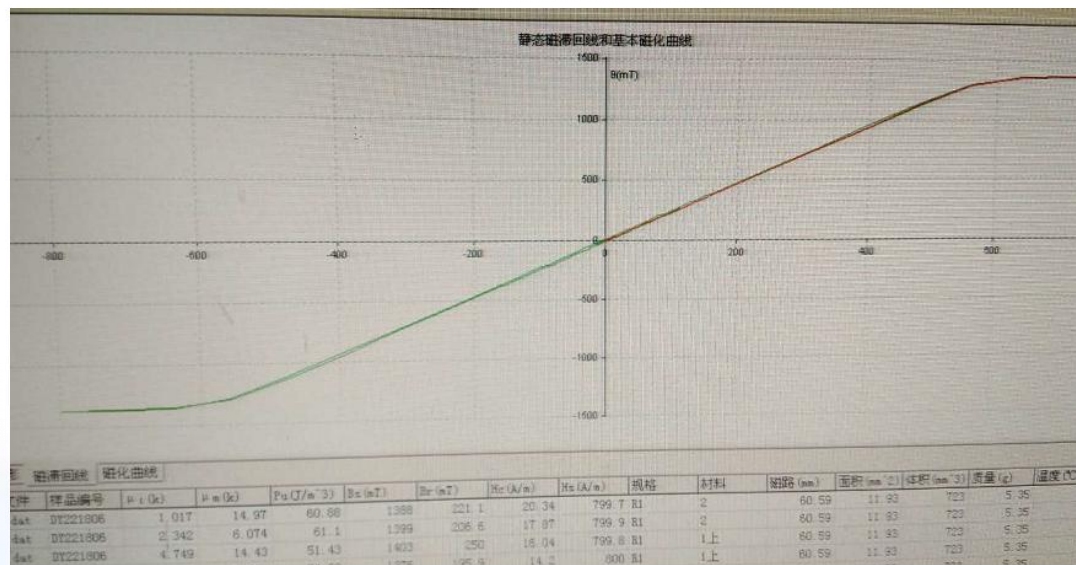
● 产品研发方向

※单体线性互感器磁芯方向：**低磁率、低Hc、低Br**

● 磁导率恒定在1500-2000
@1KH-100KHZ

● $Br \leq 50mT$

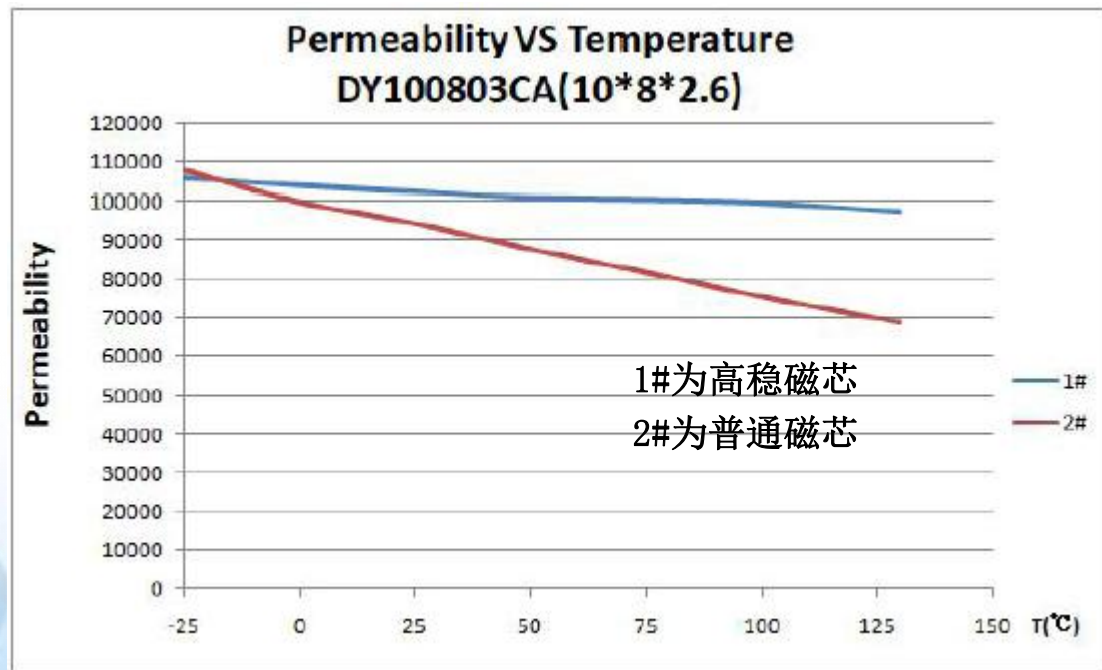
● $Hc \leq 1.0A/m$



● 产品研发方向

※高温稳定性互感器磁芯方向：-25℃—100℃拥有优异的温度稳定性

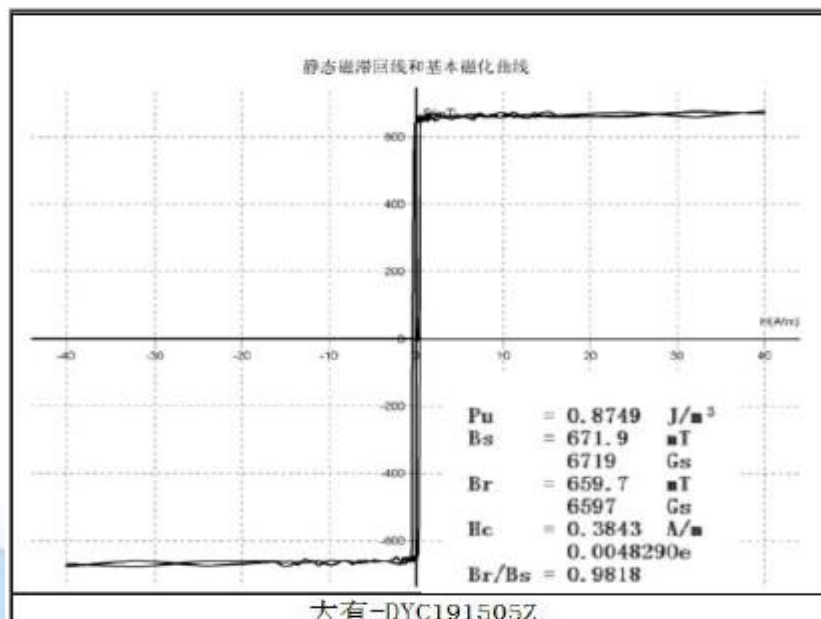
● 应用于漏保开关领域



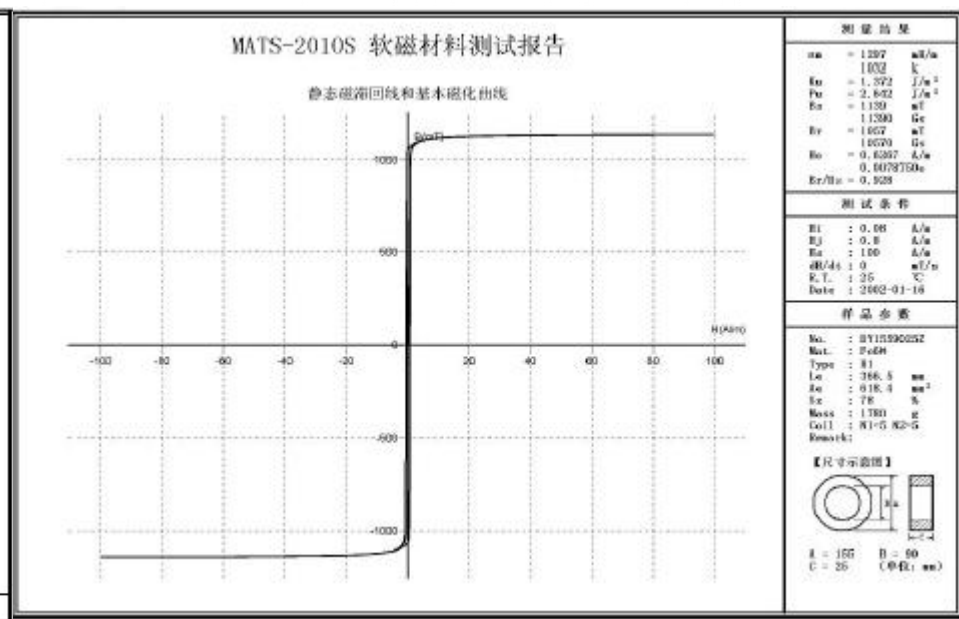
五、大有科技产品介绍

● 产品研发方向

※高矩形比磁芯方向: $Br/Bs \geq 90\%$



钴基非晶



铁基纳米晶




五、大有科技产品介绍

● 产品研发方向

※无线充隔磁片：高磁导率、良好柔韧性

● 高频、高磁导率
1K107F材质带材

● 超薄结构 带材厚度
在20um以下

| 发射模组 | 发射线圈 | 隔磁片 |
|---|--|--|
|  <p>参照标准: Qi 1.1 输入: 19V, 400mA 输出: 5V, 1A</p> |  |  <p>☆电磁特性: 高磁导率、高Bs; ☆超薄结构: 厚度约在磁芯0.5mm-1.0mm; 磁芯☆柔韧性: 采用碎磁工艺或流延工艺制备柔性磁片;</p> |



五、大有科技产品介绍

● 产品研发方向

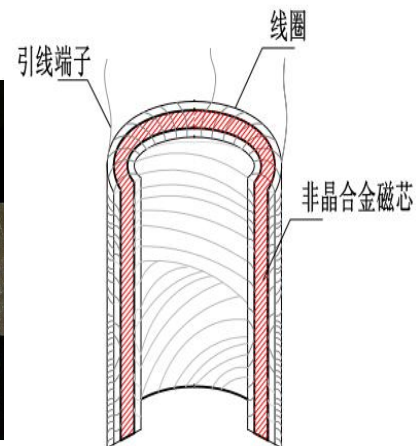
※非晶微特电机： 功率 75-750W； 效率（100Hz） $\geq 92\%$ ，
功率因数（100Hz） ≥ 0.9

●非晶合金材料： $B_s \geq 1.65T$ ，
 $\mu_m \geq 2.2 \times 10^4$ ；

●非晶定子铁芯：
磁通密度 $B_m \geq 1.45T$ ；
铁芯损耗 $P(100Hz, 1.0T) \leq 0.55W/kg$ ；
 $P(100Hz, 1.4T) \leq 0.70W/kg$ ；



定子模具成型



(非晶合金电机定子铁芯)

●已制备可直接用于冲压加工的非晶合金薄带（ $45-50\mu m$ ）
（已取得突破）： $B_s = 1.51T$ ， $\mu_m = 2.0 \times 10^4$ ；

定子卷绕成型



大有科技
DAYOU SCIENCE & TECHNOLOGY

Thank You!



联系人：周国华

电话：18797955054

公司网址：

<http://www.dayou-tech.com>