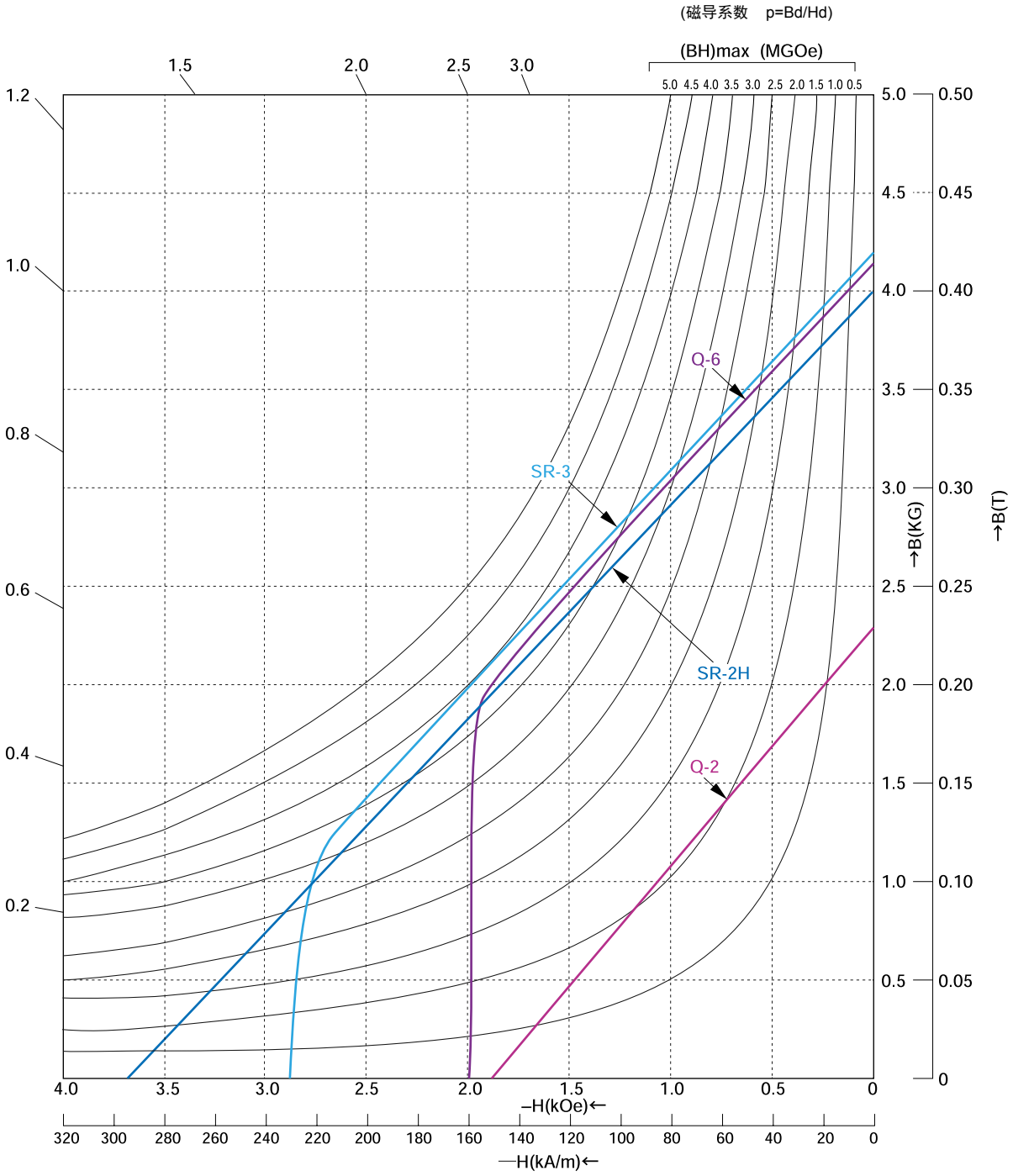
去磁曲线和磁稳定性

1. 去磁曲线

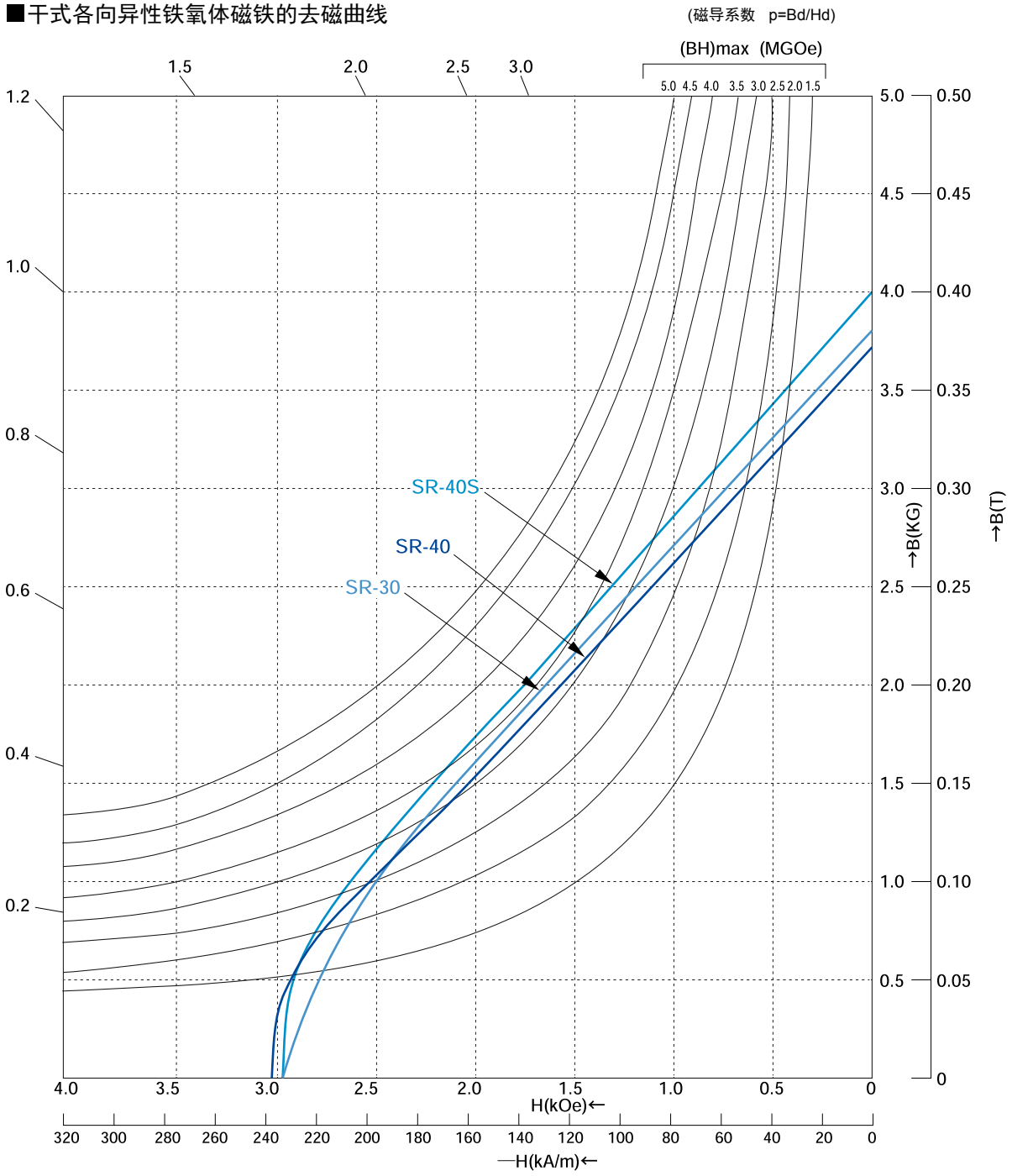
以下两幅图显示了不同类型铁氧体磁铁的去磁曲线。该图清楚显示了每个铁氧体磁铁的性能差异。操作期间的磁导系数(p=Bd/Hd)应低于铸造磁铁的磁导系数。理想值应介于 1.5 和 3 之间。通常磁铁形状为平直形状。

■各向同性和湿式各向异性铁氧体磁铁的去磁曲线



去磁曲线和磁稳定性

■干式各向异性铁氧体磁铁的去磁曲线



去磁曲线和磁稳定性

2. 磁稳定性

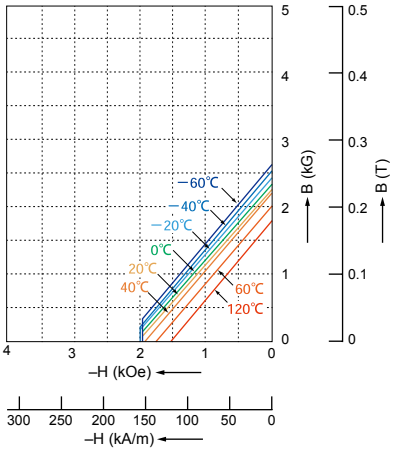
由于操作期间具有多种外部影响，磁性材料易于去磁。因此，使用一般磁铁时需要执行不同的稳定化处理。然而，由于铁氧体磁铁具有较大的矫 顽力，因此该磁铁的磁稳定性较高，其磁性几乎不会因外部混乱磁场和机械冲击而降低。

●温度变化

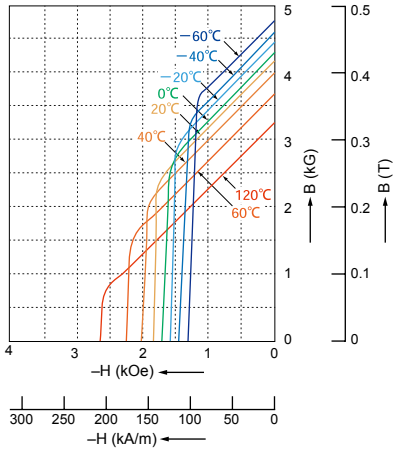
下表显示了不同铁氧体磁铁去磁曲线中的温度变化。铁氧体磁铁具有较大的剩磁温度系数（表观剩磁磁通密度），易于进行不可逆去磁。因此， 您必须注意确定磁铁工作点。

3. 去磁曲线中的热变化

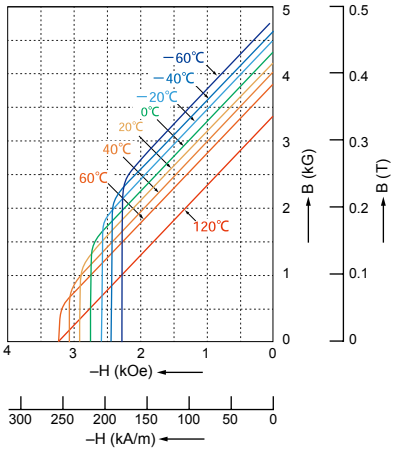
Q2



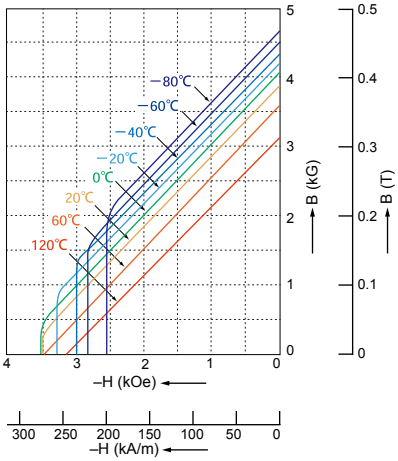
Q6



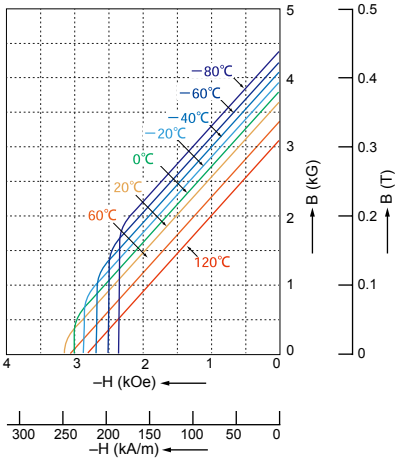
SR-3



SR-2H



SR-30

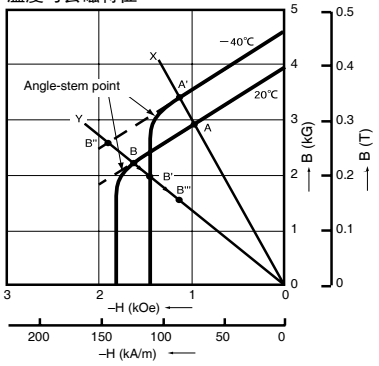


原理・原则

1. 工作点

工作点右图显示了温度变化时的工作点行进(移动)状态的示例。A-B 显示了20° C时 Q6 材料的去磁曲线。A'-B'显示了40° C A-B时Q6材料的曲线。工作线 X-O 和 Y-O 中显示了两种工作状态。在X-O工作状态中,磁铁的工作点随着保持恒温系数(0.19%/° C) 的X-O工作线进行不可逆变化。然而,在工作线更陡斜的Y-O工作 状态中,工作点将从B移到B',剩磁值等于不可逆衰减B"-B'的值。即使温度返回正常级别,此差异也不会改变。低温下不可逆去磁后, 在 Y-O 工作线上,工作点移至 B'''。

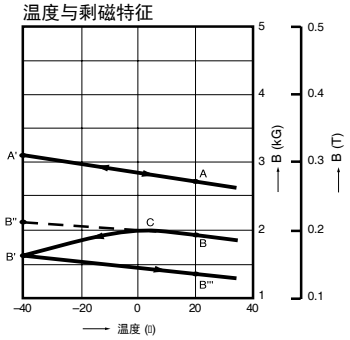
温度与去磁特征



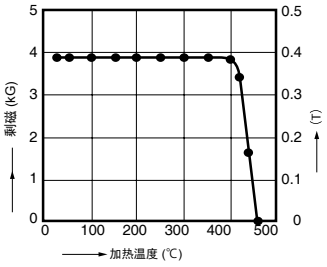
2. 工作点的剩磁曲线(X-O、Y-O)

右图显示了上图另一比例工作线 X-O 和 Y-O 的剩磁值的变化。此图显示了低温下从 C 点开始不可逆去磁。此低温去磁受到材料或工作点(磁导系数)的影响。因此,若要 避免低温去磁,应使用具有较大 Hc 的材料(如 Q2)。
或者设置 较 高的磁导系数,以使在象限II中的材料最低使用限制时工作点位于 去磁曲线曲杆点上方。

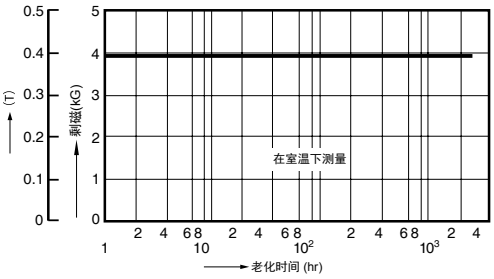
温度与剩磁特征



高温加热与剩磁特征的关系



剩磁与时间的关系



高温加热特征

尽管在高达 400° C(低于居里温度)时剩磁将有不可逆变化,然而, 加热至高温会造成的去磁很少。

剩磁与时间的关系

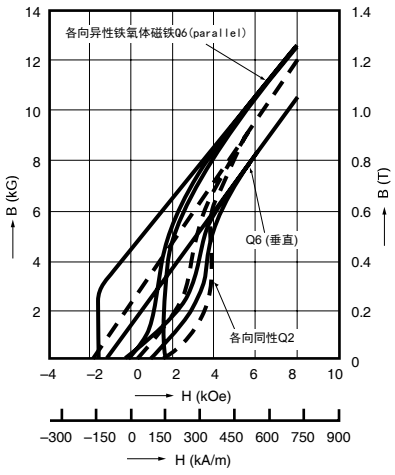
剩磁几乎不会随着时间的消耗而改变。

3. 磁化与消磁

●磁化
从右图所示的磁滞回线看,铁氧体磁铁要求的磁场比金属磁铁更大。若要达到饱和,必须增加超过 15,000 Oe 的磁场。但实际上, 10,000 Oe 已经足够。
a) 如右图所示,不考虑方向时各向同性铁氧体磁铁的磁滞回线几 乎相同。无论在去磁之前还是之后安装铁氧体磁铁,磁化强度都将 不会改变。因此非常易于操作。
b) 如右图所示,模塑期间无论铁氧体磁铁平行还是垂直于磁方向, 各向异性铁氧体磁铁的磁滞回线都将完全不同。通常,方位角比率 [Br (//)/Br [⊥]]越大,各向异性铁氧体磁铁的各向异性越好。各向异 性介于 3.0 和 4.0 之间。

●消磁
消磁每种材料的消磁需要等量反向磁场Hc,然而,对于任何材料,反向 磁场过高则无法完全进行消磁。因此,若要安全地进行大量消磁, 最佳方法是进行加热消磁(加热材料高于居里温度)。

磁滞回线



术语解说(SI单位系)

1. 磁性

●磁场
地球上存在着磁场。磁场不仅存在于铁氧体磁铁中,也存在于电导体周围。磁场由 H 表示,单位(SI)由 A/m 表示。例如,地球磁场约为24A/m。使用电磁铁易于创建 1.6MA/m 的磁场。然而,需要一些设备来创建更强的磁场。

●磁化
当在磁场中放置磁性材料时,该材料将产生磁变。这被称作磁化。此瓦,磁化率被称作“磁化强度”。磁化强度由 M 表示,其单位为 T。

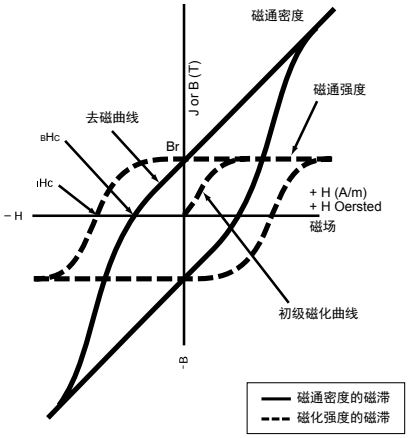
●饱和磁化
随着施加到磁性材料上磁场的增加,该材料磁性将达到饱和。此磁化程度被称作饱和磁化。例如,钡铁氧体磁铁的饱和磁化约为 0.44T。

●充磁
为磁性材料施加足够的磁场以达到饱和,此项操作被称作充磁。当从材料中清除用于充磁的磁场时,将保持充磁状态。经过此过程后,磁性材 料将成为铁氧体磁铁。

●磁通密度(磁感应)
如上所述,磁性材料通过充磁方式进行磁化。在这种情况下,磁通量通过材料。单位面积的磁通量被称作磁通密度(磁感应),由B表示,其单 位为高斯(gauss),等于磁化强度的单位。此磁通密度由 B = J + μ0H 表示。简言之,该值等于施加到材料的磁场加上磁化强度。不考虑磁场强 度,空气中的磁化强度接近于零(换言之,空气的4pI接近于零)。因此,将用于磁化的磁铁带出磁场范围后,磁铁周围磁化强度将等于现场磁场。事实上,最重要的是此磁通密度的值。

●剩余磁通密度
本部分介绍了在磁性材料上逐渐施加磁场或通过减小磁场执行逆过程时磁场强度和磁通密度的变化。首先,如之前部分所述,当在磁 性材料上逐渐施加磁场时,它将逐渐磁化,最终达到饱和磁化。此 过程被称作初级磁化过程。
在下一阶段,通过减小磁场并消除施加 到磁性材料上的外部磁场获取的磁通密度被称作剩余磁通密度 Br (剩余磁感应)。此外,在没有反向外部磁场时通过将磁场施加到 材料上,磁化和磁通密度将会减小。
然后磁通量将不会通过国磁性 材料。在此阶段施加到材料的磁场强度被称作矫顽力 HCB。此外, 当增加反向磁场时,磁通量将反向流动并将消除磁化强度。
换言之, 共有两种矫顽力。一种是通过将磁通密度B减小至零获取的磁场 HCB。另一种是通过将磁化强度J减小至零获取的磁场 HCJ。

当抗磁场增加到超过矫顽力 HCJ 时,磁化强度将反向回转并与抗磁场 方向相一致,最终磁化强度将饱和。描述这些过程重复的曲线被称作 磁滞回线(请参考右图)。



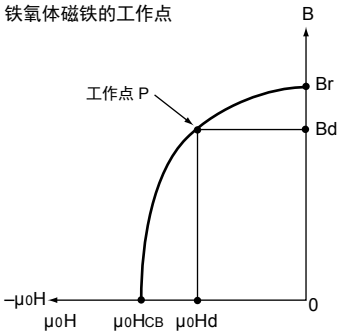
●抗磁场
铁氧体磁铁通过 N 和 S 极产生外部磁场。另一方面,同一 N 和 S 极产生的磁场存在于磁铁内部。这被称作抗磁场(去磁场)。其尺寸和方向 与磁铁内部的磁通密度有所不同。抗磁场易于降低自身的磁化强度。尽可能接近 N 和 S 极存在(磁铁长度较短),去磁场将变得更大。

●去磁曲线
如磁通密度部分所述,铁氧体磁铁使用通过磁化过程产生的磁通量。因此,尽管抗磁场大,铁氧体磁铁中依然保持同样多的磁通密度,可以说 此特征更为突出。由此可见,较大剩余磁通密度和矫顽力 BHC 是优质铁氧体磁铁的重要条件。为了找出磁通密度如何根据抗磁场强度而变化, 应使用去磁曲线。此曲线与磁滞回线的第二象限相同,该象限介绍了磁通密度和磁场之间的关系。(请参考上一页的图)评估铁氧体磁铁的第一步是查看磁滞回线。

术语解说(SI单位系)

●工作点
当施加到铁氧体磁铁的抗磁场等于 Hd 时,磁铁生成在去磁曲线上 符合 Bd 的磁通密度(磁感应)。由 Hd 和 Bd 表示的点被称作铁 氧体磁铁的工作点。(请参考右图)。然而,在实际应用中,此点会根据环境条件而变化。例如,右图中磁化后磁铁的工作点位于 P ,当在磁铁上放置铁工件时,它将移至抗磁场减小且磁通密度增 加的范围。

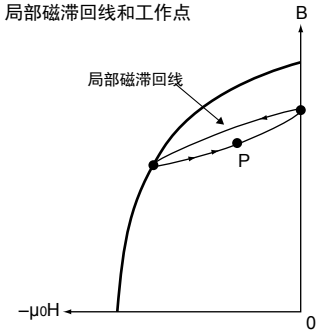
铁氧体磁铁的工作点



●最大能量乘积
如去磁曲线部分所述,判断铁氧体磁性的标准是查看去磁曲线。换言之,如果存在某个抗磁场 Hd,只需查看有多少磁通密度Bd。因此,利用工 作点上 Hd × Bd 的最大乘积是判断铁氧体磁性的最好方法。Hd × Bd 与磁铁发射入外部空间的单位体积能量成比例,该值被称为最大能量乘积。 最大能量乘积的单位是 J/m3。设计铁氧体磁铁的最佳方法是确保工作点与最大能量乘积的点相同。原因在于能够最小化获取必要能量所需的铁 氧体磁量。

●局部磁滞回线
如之前部分所述,工作点根据铁氧体磁铁的工作条件而移动。这 并不表示工作点完全在去磁曲线上移动。但它会在作为数据点与 初级工作点一起形成的磁滞回线上移动,如右图所示。这种开始 于去磁曲线的小磁滞回线被称作局部磁滞回线。
通常,铁氧体磁 铁的工作点应处于局部磁滞回线上。
然而,如果工作点(例如扬 声器所用磁铁的工作点)不移动,它自然会处于去磁曲线上。

局部磁滞回线和工作点



2. 磁性的热变化

●不可逆热变化
高温之下,即使材料质量不变化,铁氧体磁铁的磁通密度也将下降。磁通密度的变化率将与磁铁处于高温下的时间长度渐渐缩小比例。在相当 短的时间内会达到饱和并停止变化。符合磁通密度初级值的此阶段变化率被称作不可逆热变化。
在任何铁氧体磁铁中均能发现或大或小的不可 逆热变化。具有较大比例的变化程度根据保留温度和磁铁的工作点位置而有所变化。

●可逆热变化(温度系数)
目前,规定了室温下的磁性。在实际操作中,磁铁处于低温或高温时的磁性条件极其重要。为了求出磁性的热变化,需要每种温度下的去磁曲 线。通过简化此过程,每 1° C 的工作点 Bd 变化被称作不可逆热变化率(温度系数)。
此变化率应在每种温度下的不可逆热变化完成后进行测 量。此外,对于一般磁铁而言,不可逆热变化率将根据磁铁工作点的位置而有所变化。然而,当此变化率由一个数字表示时,该值应基于最大 能量乘积点(如可逆磁导率)的 Bd 变化。

使用上的注意事项

1. 安全上的注意事项

a) 大型磁铁对其它磁铁或金属碎片以及其它有磁力的物质具有极大的吸引力(有时为排斥力)。持握或安装磁铁时若手或其它部位陷入磁场,此种力量可导致您突然失去平衡或受到严重伤害。

b) 操作磁铁时应格外小心,务必使用适当的工具。操作磁铁时请小心。

c) 当使用空心线圈固定磁铁时,请注意磁铁可能会从线圈中弹出。出于安全考虑,应将磁铁置于线圈中心区域并加以固定。

d) 使儿童远离磁铁,以免意外吞食。若出现此类情况,应立即寻求医生帮助。

e) 对金属过敏的人员应避免操作磁铁,否则会造成不良反应(皮肤粗糙、发红)

f) 在带有心脏起搏器或其它电子医疗设备的人员附近操作磁铁异常危险。在医疗设备周围使用磁铁时应特别注意,否则会影响正常操作

h) 通常磁铁非常容易断裂。操作磁铁时应小心,注意磁铁碎片极易进入眼睛或造成其它严重人身伤害。大型磁铁对其它磁铁或金属碎片以及其它有磁力的物质具有极大的吸引力(有时为排斥力)。持握或安装磁铁时若手或其它部位陷入磁场,此种力量可导致您突然失去平衡或受到严重伤害。

2.设计上的注意事项

a) 根据材料,低温下有些各向异性铁氧体磁铁的磁力会降低。务必在待用温度下检查磁铁的性能。

b) 铁氧体磁铁通常用于传输;由于材料极易出现裂缝,因此应采取适当措施防止受到冲击。

3.操作上的注意事项

a) 如果磁化的磁铁相互叠放,将会很难分离。利用垫片(如纸板)将磁铁分离。

b) 若磁化的磁铁吸引金属板,或者两个磁化的磁铁相互吸引或排斥,将造成磁铁磁力下降,因此使用时应多加注意。

c) 如果磁化的磁铁进入AC或DC磁场,将造成磁铁磁力下降。

d) 磁化的磁铁会吸引碎片(如铁锉屑),因此请在无尘环境下打开包装。

e) 即使未被磁化,磁铁也会吸附在较小磁体上,因此操作时应注意。此外,在精密电动机上安装磁铁时,使用之前应对其进行清洁。

f) 根据材料,每个磁铁都有自身特有的居里温度。若加热至接近居里温度,磁铁将失去磁力。如果在安装过程中必须加热磁铁,请联系我们。

g) 如果磁铁被固定(例如通过吸力固定到磁轭上),应选择适当的吸附方法,以使吸附后不会保持机械变形。若在仍施加残余应力时使用磁铁,即使轻微的冲击,磁铁也可能断裂。

h) 磁铁不耐冲击且易于断裂,因此使用时应多加注意。断裂会造成磁铁特征裂化和刚性损耗。

4.其它

a) 请保持磁铁远离磁带、软盘、预付卡、CRT、磁式车票、电子表或类似物品。由于磁化,会导致记录数据丢失或出现故障。

b) 请保持磁铁远离电子设备,如测量板和控制板,否则会导致故障或事故。

c) 切割磁铁时,请注意产生的磁粉由于摩擦会蹦出火星。请保持磁铁远离火源或易燃材料。作为火灾预防措施,应备有干粉灭火器、沙子和其它必要设备。此外,不得使用电动吸尘器。