

## 概述

本应用手册介绍了如何选择与 MLX90316 芯片相匹配的磁铁。仅限于在轴末端应用的磁路介绍、部分磁铁其性能与偏心率（磁铁旋转中心与芯片感应区域的轴心偏离）的关系。

注：通过轴（或者空轴内）磁路的设计将在后续的应用手册中介绍。

## 相关的文档、产品和工具

以下列出的文档以及产品、工具的信息都可以在 Melexis 的网站上找到：[www.melexis.com](http://www.melexis.com)

### 相关的产品

MLX90316 Tria@is™ 三轴旋转位置传感器

MLX91204 Sine/Cosine Tria@is™ 三轴旋转位置传感器

### 相关的文档

前端校准应用手册

后端校准应用手册

霍尔应用向导手册

### 相关的工具

Melexis 的 PTC04 编程器

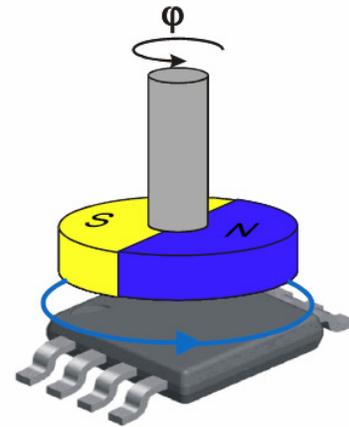


图 1 – MLX90316

## 简介

Tria@is™ 三轴旋转位置传感器测量平行作用于芯片表面的两个正交分量。图 1 为在轴末端的典型应用，即一个径向磁化的磁铁在芯片上方旋转。当磁铁在芯片平面内旋转时，磁场的两个分量（例如  $B_x$  和  $B_y$ ）分别显示为 sine 和 cosine 波形（图 2）。而集成在芯片中的 DSP（数字信号处理）电路可以通过对  $V_y/V_x$  比值的 Arctangent 运算，将这两个信号转换为一个线性的角度信号（0 到 360 度）。

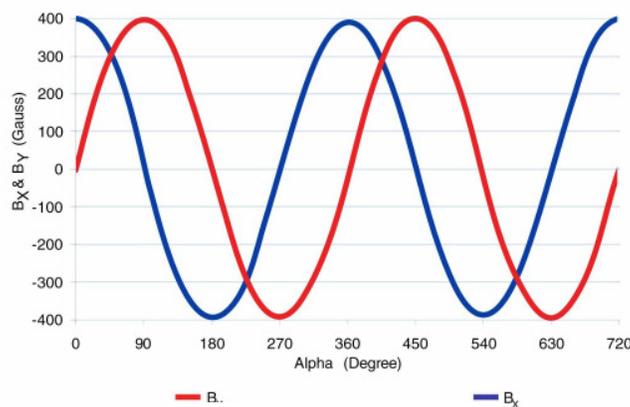


图 2 – 图 1 中的  $B_x$  和  $B_y$

## 机械机构描述

旋转轴、磁铁位置以及传感器位置的机械偏差将决定测量的精确度。相比于理想的 Sine 和 Cosine 输出曲线，机械误差（图 3）可以导致附加的电压偏移、相位偏移、幅度变化以及非线性误差。

然而附加的电压偏移、相位偏移和幅度变化可以很简单的通过芯片前端进行修剪和补偿（参见 MLX90316 前端校准应用手册），而在 XY 平面内由于轴偏离（在传感器和旋转磁铁之间）产生的线性误差，则可以通过对输出传输曲线的线性化而被理想的补偿。在大部分已经确定机械误差的情况下，最佳的方案是选择一个足够大的磁铁限制非线性度在一个可以接受的范围内。

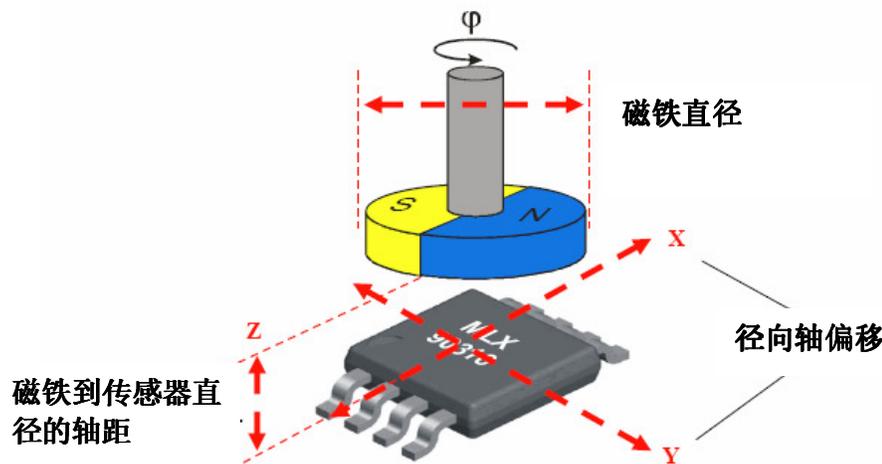


图 3: MLX90316 角度传感应用的机械装配

磁铁到传感器轴距的下限由饱和效应（电气或磁场的）所决定，上限由信噪比、信号与偏移电压的比例来决定。

注：MLX90316 可以实现自动增益循环控制（AGC），提供合适的增益以适应现有场强的幅度（高增益将带来高噪声）。MLX91204 则没有这样的 AGC 循环控制。

## 径向轴偏移和磁铁的直径

由于生产磨损、机械磨损以及震动产生的轴偏移位置将导致角度输出信号的非线性。图 4 显示了一个装配 D15H4（直径为 15mm-高度为 4mm）圆形磁铁的非线性度。磁铁表面到 MLX90316 感应部位的轴距为 5mm。

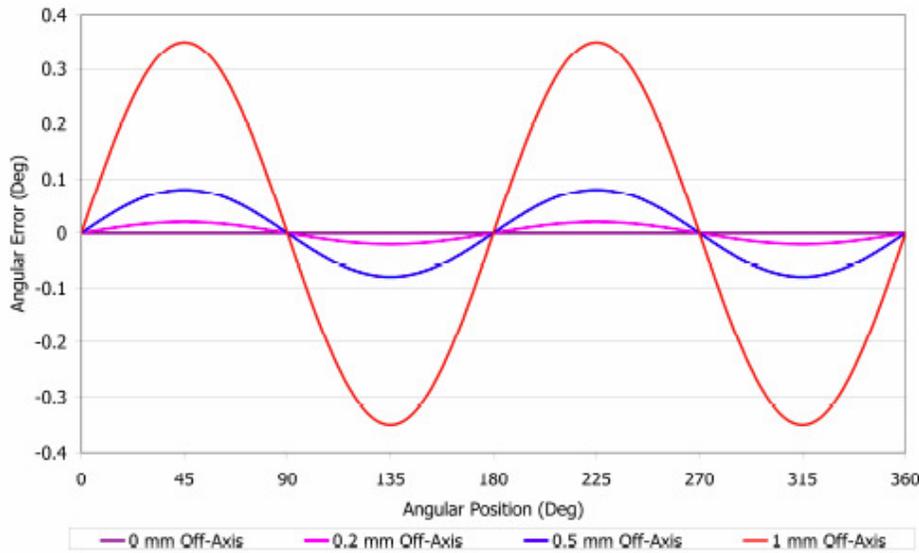


图 4: D15H4 的磁铁- 由于磁铁与芯片之间轴偏移引起的线性误差

增大磁铁的直径，可以减小由于轴偏移带来的角度误差。在所需非线性度（角度误差）范围内，在给定了制造偏差以及寿命磨损标准条件下，通过图 5 可以大致估计所需磁铁直径大小。

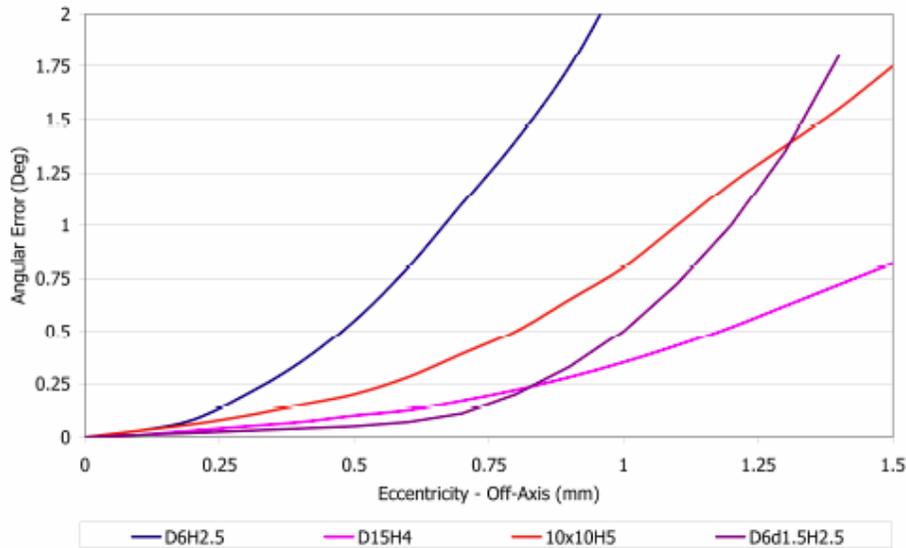


图 5: 角度误差 vs 不同磁铁（参见下表）的偏心率/轴偏移

实例:

如果由于生产/制造位置偏差（包括寿命磨损）产生的偏心最大不超过 0.5mm，期待的最大非线性度为 0.2 度（换算成 360 度的应用为 0.05%）。那么 10mm 直径的磁铁将是一个较好的选择。

然而，选择一个尽可能大尺度的磁铁有时也并不一定可以得到最好的结果：

- 大磁铁的同心度可能比较差（磁铁表面的热点也会增加角度误差）。
- 强的磁场强度要求磁铁与传感器之间更大距离，以避免饱和效应（磁场强度不能超过 70mT）。
- 大的磁铁价钱更贵

**典型条件下，如需要小于 1 度的非线性误差，磁铁直径必须 10 倍于最大的偏心距离；如需要小于 0.3 度的非线性误差，磁铁直径必须 20 倍于最大的偏心距离**

### 传感器与磁铁之间的轴距—气隙

磁铁在给定应用中必须选定一个合适的气隙（轴距），在芯片表面的水平磁场强度必须在 20mT 到 70mT（45mT±25mT）之间。

选择较小的传感器到磁铁的轴距，将增加电气或磁场饱和的危险。而且不理想的磁铁材料将增加磁铁表面的热点，导致局部磁场缺陷进而产生额外的角度误差。

基于这个原因，我们建议用户不要使用直径较大的黏结铁氧体材料。

MLX90316 磁场饱和值大约在 80mT。但超过 80mT 的场强，并不意味着会带来任何损坏或迟滞现象。

使用较大的轴距（磁场强度减小）将降低信噪比性能。

SM6 SmCo 磁铁：测量的磁场强度 vs 轴距

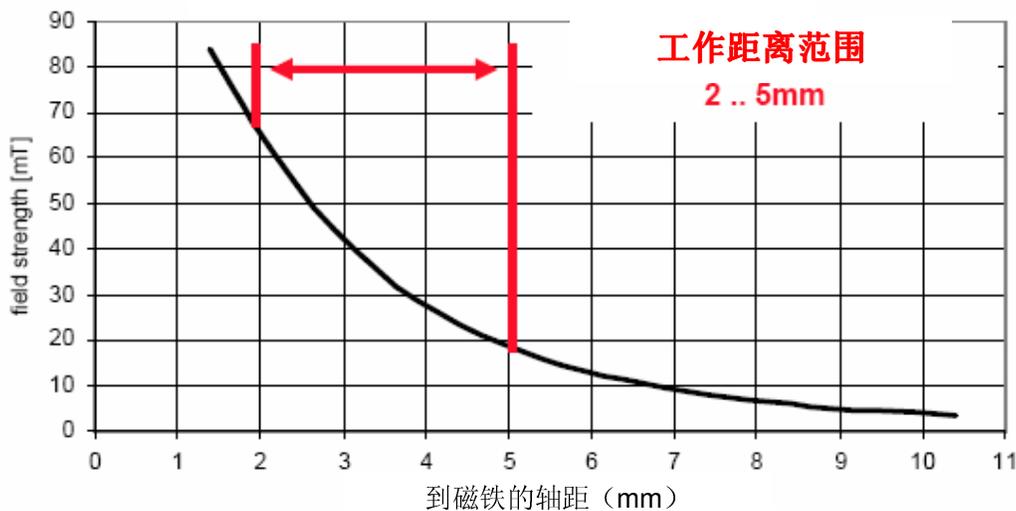


图 6：水平磁场强度与磁铁轴距（气隙）对比

图 6 显示了一个直径 6mm 高度 2.5mm（D6H2.5）的 SmCo 磁铁，场强与距离的典型关系。最理想的磁场范围（20mT 到 70mT），对应于从磁铁表面到芯片传感部分 2mm 到 5mm 的轴距。

### 磁铁和材料的属性

本应用手册中使用的一些典型磁铁:

磁铁	尺寸 (D; w*l) [mm]	高度 [mm]	磁极方向	材料 (温度 -40°C...+150°C)
	6	2.5	径向	Sintered SmCo Br=900...1100mT
	外径 Ø:6 内径 Ø: 1.5	2.5	径向	Sintered SmCo Br=900...1100mT
	10*10	5	径向	Anisotropic Ferrite Br=300...500mT
	15	4	径向	Bonded NdFeB Br=350...450mT

材料	场强 Br [mT]	热漂移 [%/°C]
NdFeB	1300	-0.1
SmCo	1000	-0.03
AlNiCo	900	-0.02
Ferrite	300	-0.2
Bonded NdFeB	450	-0.1

老化: 必须参考选择供应商的规格来确定

### 应用说明表格： MLX90316 角度传感器的磁铁选择

轴距	偏心 (生产误差 + 寿命磨损) *1)	最大非线性 误差	磁铁尺寸 (圆 柱状磁铁)	材料类型		推荐磁铁
小尺寸 (0 – 2mm)	0.5mm	0.3°	D8 h2	NdFeB SmCo	sintered or plastic bonded	
		1°	D6 h3	NdFeB SmCo	sintered or plastic bonded	NdFeB D6 h3.5 SmCo D6 h2.5
	1mm	0.3°	D10 h2	NdFeB SmCo	sintered or plastic bonded	
		1°	D8 h2.5	NdFeB SmCo	sintered or plastic bonded	
中等尺寸 (2 – 5mm)	0.5mm	0.3°	D10 h3	NdFeB SmCo	sintered or plastic bonded	NdFeB D12 h3
		1°	D6 h3	NdFeB SmCo	sintered, hard ferrite or bonded	NdFeB D6 h3.5 SmCo D6 h2.5
	1mm	0.3°	D20 h4	NdFeB SmCo	sintered or plastic bonded	
		1°	D10 h3	NdFeB SmCo	Sintered, hard ferrite or bonded	NdFeB D12 h3
大尺寸 (5 – 8mm)	0.5 mm	0.3°	D12 h4	NdFeB	sintered or plastic bonded	
		1°	D8 h4	NdFeB	sintered or plastic bonded	
	1mm	0.3°	D25 h5	NdFeB	sintered or plastic bonded	
		1°	D12 h5	NdFeB	sintered or plastic bonded	

\*1) 对于更好的偏心规格 (< 0.5mm) 可以使用更小的磁铁 (更小的直径)。

## 材料性质

材料		优势
NdFeB	Neodymium	• 最佳的磁场特性
SmCo	Samarium-Cobalt	• 在较宽温度范围内的最佳的磁场特性
HF	hard ferrite	• 便宜
Bonded	pastic bonded	• 各种磁铁形状更容易制造 • 好的磁场特性 • 便宜

## 磁铁制造商 (Melexis 不为以下生产商磁铁的质量做担保)

公司	网页	联系人	磁铁类型
Magnetfabrik Bonn D - 53119 Bonn	<a href="http://www.magnetfabrik.de">www.magnetfabrik.de</a>	Dr. M. Grönefeld +49 (0) 228 72905-13	HF / SmCo / NdFeB / Plastic Bonded
Magnetfabrik Schrammberg D-78713 Schrammberg- Sulgen	<a href="http://www.magnete.de">www.magnete.de</a>	Herr R. Rapp +49 (0) 7422 519-226	HF / SmCo / NdFeB / Plastic Bonded
Maurer Magnetic CH-8627 Grüningen	<a href="http://www.maurermagnetic.ch">www.maurermagnetic.ch</a>	Herr Stettbacher +41 (0)44 936 60 30	HF / SmCo / NdFeB / Plastic Bonded
BBA CH-5001 Aarau	<a href="http://www.bba.ch">www.bba.ch</a>	Herr Bohny +41 (0)62 836 90 56	HF / SmCo / NdFeB / Plastic Bonded
Precision magnetic CH-5242 Lupfig	<a href="http://www.precisionmagnetics.com">www.precisionmagnetics.com</a>	Herr M. Albert +41 (0)56 464 21 23	HF / SmCo / NdFeB / Plastic Bonded
Bomatec CH-8181 HÖri	<a href="http://www.bomatec.ch">www.bomatec.ch</a>	+41 (0)1 872 10 00	HF / SmCo / NdFeB / Plastic Bonded / AlNiCo
SURA MAGNETS AB 614 31 Söderköping	<a href="http://www.suramagnets.se">www.suramagnets.se</a>	+46 (0) 121 353 10	HF / SmCo / NdFeB / Plastic Bonded / AlNiCo
Energy Conversion Systems Cary, NC 27511	<a href="http://www.ecs-global.net/p_magnets.html">http://www.ecs-global.net/p_magnets.html</a>	001 910 892-8081	HF / SmCo / NdFeB / Plastic Bonded / AlNiCo