



TDK 传感器业务迎来快速增长机遇

## 一站式供应各种传感器

随着电子产品领域的快速发展，其对传感技术的灵敏度和可扩展性的要求愈发严苛：越来越多的物理性能需要依赖传感器进行检测和测量，这对传感器的数量和精度都提出了更高的要求。与此同时，各行业对传感器技术的要求也日益提高。为此，TDK 集团针对性提供各种创新的传感器解决方案。

无论是智能汽车、智能电网，还是智能家居行业：针对未来的物联网和工业 4.0 市场，以及现有的汽车和工业应用领域，TDK 集团不断推陈出新，提供了各种新型传感器及其解决方案。产品系列覆盖温度、压力、电流和磁场，及其位置、角度、加速度等变量的测量应用。

TDK 集团早在 2009 年就开始拓展传感器业务，彼时磁场传感器还为独立出来，和爱普科斯 (EPCOS) 诸多温度和压力传感器归属同一产品线。眼下，传感器技术已成为 TDK 集团增长战略的重要组成部分，将更受关注。

### 凭借领先的技术在传感器市场攻城掠地

2016 年初，TDK 集团收购了霍尔效应传感器制造商 Micronas。结合其自身在隧道磁阻 (TMR) 传感器的优势，以及 Micronas 公司在霍尔传感器方面的专业性，目前 TDK 集团持续拓展其磁场传感器业务。具有高灵敏度的霍尔传感器和隧道磁阻传感器能测量动态和静态磁场，是位置和角度测量应用的理想解决方案。

## TDK sensor and applications portfolio

| Product brand<br>Sensor type        | Sensor technology | Automotive  | Industrial & Energy   | Consumer                                       | Communications                       |
|-------------------------------------|-------------------|---|---|--|--------------------------------------|
|                                     |                   | INTERNET OF THINGS                                |   |  |                                      |
|                                     |                   | Smart Car, eMobility, Powertrain, Safety, Comfort | Smart Grid, Smart Building, Automation, Robotics, Power Transmission, Medical | Wearables, Smart Home, Home Appliances, Gaming | Smartphones, Tablets, Infrastructure |
| TDK, EPCOS<br>Temperature sensors   | NTC<br>PTC        | ●   | ●   | ●  | ●                                    |
| EPCOS<br>Pressure sensors           | Piezo-resistive   | ●   | ●   | ●  | ●                                    |
| TDK<br>Current sensors              | Magnetic          | ●   | ●   |  |                                      |
| TDK<br>Gear tooth sensors           | Magnetic          | ●   | ●   |  |                                      |
| TDK<br>TMR angle sensors            | Magnetic          | ●   | ●   |  |                                      |
| Micronas<br>Hall sensors & switches | Magnetic          | ●   | ●   |  |                                      |
| Tronics<br>Inertial sensors         | MEMS<br>Magnetic  | ●   | ●   |  |                                      |

随后 12 月，TDK 集团收购了 Tronics Microsystems 公司的大部分股权。该公司是惯性传感器和微机电系统 (MEMS) 解决方案的专家，具备最新技术和创新实力，并成功打入快速增长的惯性传感器市场。Tronics 公司提供的惯性传感器可测量加速度和转速，并且在单个元件内部实现了多种传感器功能。TDK 集团预测，未来集成系统将在工业和汽车电子、航空电子和物联网 (IoT) 方面扮演越来越重要的角色。

2017年5月 TDK 集团成功收购 InvenSense（MEMS 和传感器及平台供应商），该公司完美结合了 MEMS 传感器（比如加速度传感器、陀螺仪或罗盘传感器）和集成系统，并融入了自主算法和嵌入式软件，能有效测量运动和声音。这样可显著优化传感器系统的测量精度。

致力于传感器技术，持续扩充传感器产品阵容，TDK 集团针对性的调整了公司架构。2017年4月，TDK 集团将其传感器业务整合到新成立的传感器系统商业公司 (SSBC) 中。“传感器技术是具有巨大增长潜力的深层次市场领域，到 2020 年我们希望 TDK 集团的传感器销售额能翻两番，达到 2,000 亿日元，即 16 多亿欧元。” TDK 集团 SSBC 公司总监 Noboru Saito 表示。TDK 集团不断扩充 SSBC 公司旗下的传感器产品阵容，其中不仅包括温度和压力传感器以及磁场传感器，还包括 MEMS 麦克风和物联网 (IoT) 系统。此外，我们还推出结合多项传感器功能的组合式传感器产品，显著提高了 TDK 传感器系列产品的竞争力，其中传感器系列产品包括 TDK、爱普科斯 (EPCOS)、Micronas 和 Tronics 等多个品牌（参见下表）。

#### **TDK 集团正致力于成为传感器解决方案的领先供应商**

为提高客户的竞争优势，TDK 集团将致力于发展包括相关产品软件和 ASIC 在内的模块化传感器解决方案和创新封装技术。TDK 集团持续加强在该领域的活动，并收购了 ASIC 专家——ICsense 公司。此外，TDK 集团还充分利用其现有传感器和技术，针对新兴应用领域研发创新型传感器，比如应用于汽车和工业领域的 MEMS 惯性传感器，或应用于消费电子产品领域的磁场传感器。



温度传感器

## 种类最为齐全

温度测量传感器在电子设备领域随处可见。除简单的温度计测量以外，它们还广泛用于开环和闭环过程控制，以及保护重要系统的临界温度检测系统，比如电动车驱动装置。

特殊陶瓷的负温度系数 (NTC) 热敏电阻亦可用于测量温度。这些陶瓷的电阻会随温度的升高而降低。凭借这些 NTC 热敏电阻，TDK 集团逐步成为全球市场的领导者。我们不仅提供多样化的 NTC 热敏电阻系列，还能根据客户要求的特性曲线和电阻值，生产适用于各种应用场合的定制 NTC 热敏电阻。

该系列温度传感器采用陶瓷混合物以及将引线 and 涂层结合使用的混合材料制成，经久耐用，且具备卓越的长期稳定性。只有保证这些材料的最佳匹配，才能实现恒定的传感器参数，确保长期测量精度。鉴于此，爱普科斯 (EPCOS) 温度传感器采用特殊的环氧涂层或直接封装在玻璃器皿中。基于 IEC 60068-2-67 标准要求（在 85° C，相对湿度为 85% 的条件下，持续 1000 小时）测试结果显示，相比于 25° C 条件下，该传感器的电阻变化不超过 2%。

### 广泛应用的 NTC 热敏电阻

NTC 热敏电阻具有多种结构设计，其中很多都是按照客户要求定制的型号，可满足不同的设备、装置以及系统的应用要求。不同的型号，其传感器外壳和端子配置都有所不同。



爱普科斯 (EPCOS) NTC 热敏电阻具有多种配置，广泛应用于家用电器、工业和汽车领域。

### 可靠的温度测量，测量温度高达 650 ° C

一直以来，高温测量通常采用铂电阻温度计，但这类温度计价格高昂，且温度特性曲线的斜率较小，不如 NTC 热敏电阻明显。为此，TDK 集团推出替代的创新型爱普科斯 (EPCOS) NTC 传感器元件解决方案，其测量温度最高可达 650° C。

650° C 高温传感器基于玻璃封装的高温陶瓷，其陶瓷载体与焊片相连。新型 NTC 传感器元件的测量精度很高，当温度为 200° C 时，测量公差不超过 1 K。高温传感器符合 AEC-Q200 标准的要求，适用于各类车载电子设备，例如废气再循环系统。在电气驱动装置中，传感器还能监测燃料电池的温度。此外，这些传感器还广泛应用于家用电器领域，比如具有催化清洁功能的烤箱。

## 利用 NTC 片状热敏电阻提供嵌入式温度保护

变频器 IGBT 模块的工作效率必须尽可能高，因此其运行温度通常不得超过最大限值。为防止半导体损坏，必须精确监测其工作温度。为此 TDK 集团研发了一种特殊的基于晶圆的爱普科斯 (EPCOS) NTC 片状热敏电阻，该热敏电阻可直接插入到 IGBT 模块中。此外，该元件无需使用特殊焊片将其焊接到半导体衬底中，能显著节省空间。对于晶圆型 NTC 热敏电阻，电气端子的配置至关重要，因为不同于传统 SMD（表面安装）型元件，其端子位于元件的上下表面而非侧面。常规半导体工艺使得下端子与半导体衬底直接紧密接触。上端子采用常规的接合方式。温度为 100° C 时，热敏电阻公差仅为 ±1.5 K，且确保 IGBT 模块在无限靠近性能极限的温度下工作，而无需过早降额，从而显著提高了模块的工作效率。这种 NTC 热敏电阻解决方案同样适用于新一代半导体，比如 SiC 半导体。



爱普科斯 (EPCOS) NTC 热敏电阻在顶部和底部具有镀金接触表面，且能插入到 IGBT 模块中。

## 作为补充的多层 NTC 和 PTC 热敏电阻

除单层热敏电阻外，TDK 集团还针对温度测量应用推出了采用 SMD 设计方式的爱普科斯 (EPCOS) 多层 NTC 热敏电阻，以及根据特性曲线斜率大小命名的 PTC（正温度系数）热敏电阻。多层 NTC 热敏电阻安装在印刷电路板上，主要用于监测热敏半导体；而 PTC 热敏电阻主要用于测量温度限值，比如集成在电机绕组中以检测绕组是否过热。



压力传感器

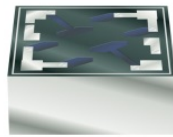
2017 五月

## 从芯片到系统

精确测量压力大小是许多工业过程自动化的先决条件，尤其是在工业 4.0 概念引入后，其重要性更加突出。与此同时，业界对压力传感器的需求不断上升，尤其是在汽车行业。单个传动系统需要多达 20 个压力传感器，包括内燃机和排气系统，以最大限度减少燃料消耗，同时满足日益严苛的排放要求。

TDK 集团是压力传感解决方案的领先供应商。无论是小型传感器芯片（元件）的研发制造，还是封装型应用压力变送器和定制压力变送器（系统），TDK 集团可提供各种基于压阻原理的压力传感器元件。这些元件精度高，其物理原理为：在宽泛的工作范围内，不同压力会在线性压阻材料（硅）上产生相应的阻值变化。

为实现此目的，小型传感器芯片包含了四个集成在弯曲薄片上的压电阻片，后者采用惠斯通电桥连接方式，输出与压力成正比的模拟电压。TDK 集团能可提供尺寸仅为 0.65 x 0.65 mm 的微小元件，或厚度仅为 0.24 mm 的超薄元件。

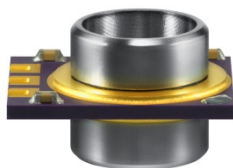


最新一代的爱普科斯 (EPCOS) 压力传感器元件，其尺寸仅为 0.65 x 0.65 mm，适用于 0 至 10 bar 的绝压测量。

为实现最佳的机械稳定性，芯片通常安装在玻璃基板上，可用于测量绝压和差压，具体视型号而定。作为元件设计的附加选项，玻璃基板背面的金属化焊接方式有助于元件更好地粘合到衬底或实现元件背面钝化。此外，由于采用了改进的腐蚀保护措施，接合焊盘上还可镀金。

### 汽车应用领域的不二之选

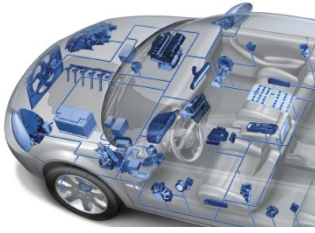
基于传感器元件（芯片），压力变送器（系统）在制造时采用了 ASIC 执行校准和信号调制。在工业应用中，这种方式支持典型的 0.5 V 至 4.5 V 电压或 4 mA 至 20 mA 电流输出信号。同理，SENT（单边半字节传输协议）数字接口还能集成到汽车应用领域中，比如 TDK MiniCell® 系列压力变送器。特别是在汽车领域，压力传感器必须能耐受废气或燃料等腐蚀性介质。因此，MiniCell 系列专门设计了不锈钢膜，为电子元器件和敏感元件提供保护。压力通过膜与芯片之间所填充的油介质传递。得益于其出色的金属封装外壳，这些 MiniCell 变送器在 EMI 屏蔽方面相当出色。



MiniCell® 压力变送器用于差压测量。该系列非常坚固，具有耐腐蚀性气体的特性。

---

TDK 集团可提供通用型和定制型传感器系统，这些系统采用特殊塑料外壳，以及适用于不同压力和数据线的端子配置，广泛用于各种应用，比如柴油微粒过滤器监测。在工作过程中，烟尘颗粒的累积会堵塞过滤器，从而导致废气压力升高，此时压力传感器会检测这一现象，并实时启动过滤器再生。随后通过短暂升温 and 持续供氧，颗粒过滤器就能被清洁。TDK 集团还专门研发了用于监测和控制燃油箱压力的耐油污的压力传感器。它们可测量燃油管路压力，以实现燃油泵的最佳节能控制。



磁传感器

## 全系列解决方案

**TDK 集团在磁传感器领域也取得了巨大的成功，针对各种应用场合，TDK 集团可提供包括电流传感器、齿轮齿传感器和 TMR 角度传感器在内的一系列产品。**

其中 TDK 电流传感器基于高性能的 TDK 铁氧体材料，在能源管理系统和工业 4.0 应用中起到关键性的作用。例如，特殊的电流传感器型号可应用于电流范围为 30 A 至 600 A 的严苛应用环境中。

TDK 齿轮齿传感器则具有高灵敏度，不仅有助于提高车辆燃料喷射系统的工作效率，还能改善发动机的性能。此外，TMR 角度传感器也同样重要。

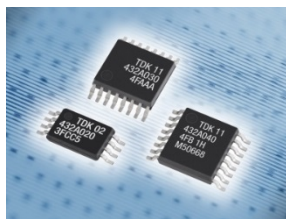


钳式交流传感器 CCT 系列的新 600 A 产品“CCT406393-600-36”可满足楼宇、工厂、仓库、社区的能源管理系统 (EMS) 的大电流传感需求。

### TMR 角度传感器，实现最高的精度和可靠性

在各种磁阻效应中，TMR 具备高输出电压、低温漂和高精度等特性。最初 TDK 集团采用该技术制造硬盘的读/写磁头，在此过程中 TMR 产品获得了全球客户的认可。

鉴于此，TDK 集团研发了各种创新型车载传感器。在 2015 年首发的 TMR 磁场传感器系列中，不同的层在硅晶片上彼此分离并重新组织，该过程与 CMOS 制造工艺类似。通过该过程，TMR 元件串联形成一个电阻元件。通常四个电阻元件连接成一组，构成惠斯通电桥。



TDK TMR 角度传感器符合 ASIL-D 的要求，广泛适用于电动辅助转向系统或制动系统等安全应用场合。

当电源电压为 5 V 时，差分输出电压最高可达 3 V，使其能直接馈入带集成模拟数字转换器 (ADC) 的微型控制器中。由于无放大器、电阻和电容器元件，信号调制所需的结构元件的数量显著减少。鉴于业界对功能安全性的要求不断提高，这将大大简化传感器的监测系统，并形成巨大的竞争优势。



---

根据 ISO 26262 标准的要求，TMR 传感器可应用于符合 ASIL-D（汽车安全完整性等级 D，最高安全要求）要求的系统中。因此，它们可用于电动辅助转向装置和制动装置等安全应用场合。TMR 传感器的另外一个突出特点是超高的角度测量精度，并且可以对角度进行调节。根据磁场强度，在整个车辆寿命周期（17 年）和温度范围（-40° C 至 175° C）内，残余角度误差将小于 0.2 度。

目前 TDK TMR 传感器产品系列包括简单的角度传感器、转速传感器，以及应用于动力转向系统、雨刮器、离合器和齿轮箱定位器、踏板和节流阀等许多场合的线性传感器。





霍尔传感器

## 汽车电子行业的多面手

TDK 集团收购的霍尔效应传感器制造商 **Micronas** 现在正式更名为 **TDK-Micronas**，其产品系列仍然以 **Micronas** 品牌销售。**Micronas** 霍尔传感器广泛用于汽车和工业电子设备的各种场合，包括从无刷直流电机换向到转角精确测量。

霍尔传感器与永磁体相互结合，可测量转速、角度、转向、油箱液位、压力、扭矩或电流等诸多变量。与其它技术相比，霍尔传感器有以下优点：1. 密封性好，不会受到灰尘、污染物或水的影响；2. 不直接接触待测物体，无磨损，可靠性极高。

### 霍尔开关

当磁体靠近传感器时，需要将测量的磁场强度与阈值进行比较。一旦超过阈值（开关点），传感器输出端的开关状态将会发生改变，并显示单极性、双极性或锁存开关行为，具体视传感器的型号而定。

鉴于此，TDK 集团提供两款 **Micronas** 开关：带可编程功能的 **HAL 10xy** 和预先设定工作点 **HAL 15xy** 系列开关。其中 **HAL 15xy** 系列主要应用于汽车领域，符合 **ISO 26262** 标准的功能安全要求。该开关采用 **TO92** 或 **SOT23** 封装方式，包括 3 线式或 2 线式版本。后者带电流源输出，因此仅需两根电导线即可。典型应用是终点位置检测和转速测量。目前霍尔开关正逐步取代传统的机械式微开关，例如安全带扣。此外，它们能与电机控制器相结合，用于无刷直流电动机的换向。



**Micronas** 霍尔传感器。从左至右：用于转速测量的霍尔开关，用于位置和运动测量的线性霍尔传感器，以及用于直接角度测量的二维霍尔传感器。

### 线性霍尔效应传感器

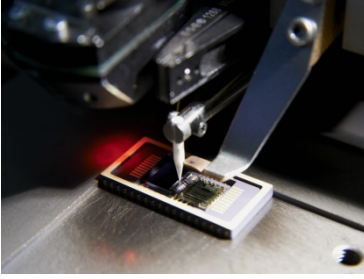
路径测量或旋转运动测量需要用到结构更加复杂的、具有线性输出特性的 **Micronas** 线性霍尔传感器，该传感器能输出与磁场强度成比例的信号。这种信号可以是模拟输出电压、脉宽调制信号 (PWM) 或 SENT 协议输出。TDK 产品系列包括四种可编程的线性霍尔传感器系列。这些传感器的输出特性可通过多达 32 个的标定点 **Direct angle sensor** 进行线性化处理，从而可完全对磁体或机械设计公差进行补偿。

最新一代的 **Micronas HAL 24xy** 传感器具有诊断功能，专为长达 40 mm 的精确距离测量而设计，其最大测量角度高达 180 度。**HAR 24xy** 传感器非常适合有较高安全等级要求的线控驱动应用场合，并可提供冗余功能。提供冗余功能时，两个独立的传感器芯片（双芯）被集成到单一的 **TSSOP** 封装外壳内部。典型应用包括磁场测量，以及作为易磨损的常规电位计的替代方案。在车载应用场合中，线性霍尔传感器在踏板位置或转向力矩检测方面的应用效果非常理想。

## 直接角度传感器

线性传感器 (1D) 仅测量绝对磁场强度，而直接角度传感器 (2D) 还能捕获磁场矢量。除垂直于芯片表面的磁场分量之外，垂直霍尔元件还能对芯片平面分量进行测量。由此内部信号处理可计算出角度和位置信息。

Micronas HAL 37xy 系列传感器采用 3D-HAL 封装技术，具有相当高的测量精度。除输出特性外，通过对非易失性存储器进行编程，其关键特性可根据磁路适时调整。HAC 37xy 配备集成电容器，可实现最佳 EMC 性能，不仅可节省客户成本和空间，还可轻松用于无印刷电路板要求的应用场合。HAR 37xy 是 HAL 37xy 系列的双芯版本，其典型应用领域包括高精度磁场定位测量如长达 40mm 的直线运动和 360 度全角度测量。直接角度传感器是节流阀或离合器踏板位置检测的理想选择。



惯性传感器

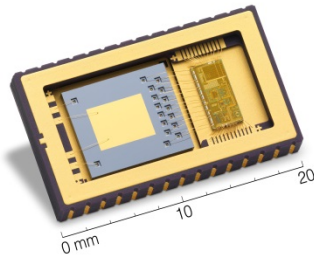
## 高精度定位

TDK 集团预测惯性传感器能在单一元件内部集成位置、方向、加速度和速度测量功能，且可确保高精度，市场潜力极大。自动驾驶车辆、机器人、无人机和诸多物联网 (IoT) 应用领域都广泛使用此类辅助设备。由于收购了惯性传感器和微机电系统专家 Tronics 公司的大部分股份，TDK 集团提高了创新能力，扩充了传感器阵容，同时将继续以 Tronics 品牌的销售这些元件。

这些产品为系统设计人员提供了一系列基于 MEMS 陀螺仪和加速度计的高精度传感器产品。TDK 集团最新推出的 Tronics GYPRO3300 为紧凑型 MEMS 陀螺仪设定了新的标杆，这种陀螺仪能对三维角度变化进行测量。GYPRO®系列传感器包括一个 MEMS 芯片和集成在坚固的 30 引脚陶瓷封装外壳内部的 IC 芯片。

### 出类拔萃：远超当前的汽车需求

GYPRO3300 出厂前已经校准好，并通过一体式温度传感器进行温度补偿，可在较宽的温度范围内稳定运行。它通过串行外设接口 (SPI) 提供 24 位信号，偏置不稳定性和角度偏差分别仅为  $0.8^\circ/h$  和  $0.1^\circ/\sqrt{h}$ 。这些数值远远高于当前汽车行业的要求。



得益于卓越精度和稳定性，Tronics GYPRO®惯性传感器非常适合严苛的位置和角度测量应用。

凭借在单芯解决方案的卓越性能表现，Tronics GYPRO3300 从同类竞争产品中脱颖而出，其尺寸仅为  $19.6\text{ mm} \times 11.5\text{ mm} \times 3.7\text{ mm}$ 。因此，这种 MEMS 陀螺仪可用于极端严苛的应用，例如石油钻井平台、飞机导航、航姿和航向参考系统 (AHRS) 稳定性，以及先进的驾驶员辅助系统 (ADAS)。紧凑型 MEMS 惯性传感器基于高度集成的 Tronics Magellan 工艺技术，在单个芯片内部可对多达 6 个轴进行测量。