

智能时代 传感器发展及应用报告

传感器是所有行业智能未来的起点

智能未来即将到来，万物感知、万物互联和万物智能的科学技术将为我们带来一个超乎想象的便捷美好世界。对于物联世界，传感器是物联网的“五官”，通过“五官”可以更深层次地感知物理世界，依赖传感器获取的数据至关重要，通过精准和可靠的数据收集和分析，才能做出更智能的决策。因此，传感器是所有行业智能未来的起点。作为智能世界的基石，本趋势报告重点阐述传感器在工业物联网、智能制造以及智能交通三个领域典型应用、技术特点和商业价值。

工业
物联网

智能制造

智能交通

背景

随着人工智能，5G及物联网等技术的快速发展，全世界正逐渐开始获取智能所带来的益处。

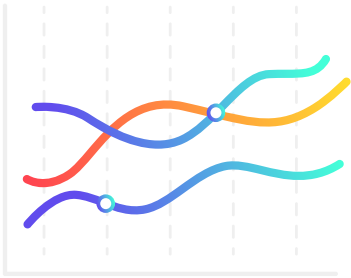
据市场研究机构报告显示：

到 2020 年	全球将有 260亿 件设备接入物联网 ¹ 全球物联网产业规模将达到 1.7万亿 美元 ²
到 2025 年	物联网B2B产业（如智能工厂等）的价值将达到 3.9万亿 美元 ³

与此同时，中国得天独厚的大基建体量和铸造大国重器的宏伟目标，加上工业化与信息化融合战略和“一带一路”建设的大力推动，让智能工业和智能交通走在行业率先发展的前列。

观点

我们人类通过五官感知外界环境，对于物联世界，传感器即是物联网的“五官”，通过“五官”更深层次感知和探索物理世界，传感器提供与物理参数相对应的电信号，如压力、温度、流量、液位、位移、角度、加速度、电流、电压等。



对于智能未来，依赖传感器获取的数据至关重要

通过精准和可靠的数据收集和分析，才能做出更智能的决策。

传感器不止是实现感知的关键组件，更是所有行业智能未来的起点。

面对智能化的未来，TE Connectivity (TE) 提出了“未来感知，由我先知”的口号，以及“创新 (Innovation)”、“集成 (Integration)”、和“智能 (Intelligence)”三大价值主张。

TE “创新”	在于提供精确、可靠、高性能、高品质 能够满足严苛和复杂环境的创新传感器解决方案
TE “集成”	增强与客户合作 协同设计解决方案，优化资源配置
TE “智能”	聚焦智能传感器领域，成为“工程师的工程师” 助力未来各领域的智能化发展

在三大价值主张的引领下，TE致力于让未来智能世界中的每一个行业和个体，获得更多感知和探索未知领域的机会，从而构建更安全、可持续、高效和互连的未来。

资料来源：1. 高德纳咨询：到2020年，全球物联网设备接入量将会达到260亿
2. IDC市场研究公司：2020年全球物联网规模将达1.7万亿美元
3. 麦肯锡全球研究：物联网九大应用潜力无限 2025年经济价值高达11.1万亿美元



典型应用

工业互联网IIoT

世界工业的转型升级需要智能科技的不断赋能，而工业互联网以智能机器连接与人机互动等物理连接为基础，加之传感器、PLC（可编程控制）、控制系统、软件管理等不同协议间的数据转换，凭借准确的信息传递、有效的数据价值提炼，帮助企业管理者和各环节生产负责人精准实现产品和生产设备的管控，达到良好的资产效益平衡等优势，已成为各国家竞相发展的关键技术。工业互联网也是中国由“传统工业大国”向“现代工业强国”迈进的关键技术之一，因此，为帮助工业互联网技术在中国各个工业细分行业内的快速应用，中国政府近年政策频发。2018年，工信部印发《工业互联网发展行动计划》和《工业互联网转型工作组2018年工作计划》，提出到2020年底初步建成工业互联网基础设施和产业体系的行动目标，并推动超30万工业企业上云。三年内，中国将初步建成适用于工业互联网高可靠、广覆盖、大带宽、可定制的企业外网络基础设施，支持工业企业建设改造工业互联网企业内网。这无疑为工业互联网的发展打好基础，做好准备。

在密集的政策推动与市场需求的带动下：

到 2020 年	中国工业互联网 在整体物联网产业中占比将达 25%	规模将突破 4500亿元 ⁴
-----------------	-------------------------------------	----------------------------------

规模突破、新技术激增和利好政策密集频发的同时，工业垂直行业特性迥异，商业模式发展缓慢，以及多应用场景、多设备管理、数据激增带来的数据采集、传输、分析无法达到实时、精准、有效也是生产企业的“上云”痛点，最终导致各企业云化技术发展水平不平均、僵化“工业互联网”技术推广进度。

以工厂整体设备上云简单举例，新老设备转换是中国传统制造企业落地实施智能化转型的第一步，这种转换通常会遇到两种情况：一方面，传统设备需要额外加装传感器和数据采集设备，将物理信号拾取并数据上云以做到对设备状态的有效监控与维护管理；另一方面，新设备更需要智能的数据采集方式，实现更快速、更精确的反馈和控制过程，帮助负责人进行有效决策，实现工厂整体效益优化。

资料来源：4. 赛迪顾问：2020年工业互联网将在整体物联网产业中占比25%将突破4500亿元！

以“机床加工”结合“工业物联网”技术展开描述——利用数据分析、工业APP的远程展示以及算法开发和模型建立，负责人可以在手机APP或电脑上随时随地了解机床开工详情，通过各类传感器监测得到数据，监控、诊断和修正生产过程中出现的各类偏差，对机床进行预测性维护、能耗管理、生命周期管理。其中，压力传感器、液位传感器、温度传感器、力传感器以及各色测量模块都在为远程掌握机床加工设备及环境的实时状况采集输送大量数据，帮助生产负责人运用数据高效的进行设备监控维护，最大限度的发挥设备的经济效益。比如工业APP可实时监控机床刀具的磨损状态，对刀具的提前更换做出提醒，优化刀具的采购及库存策略。

面对以上应用场景与传感需求

TE的工业物联网传感器解决方案都已做好十足准备

1. 用于预测性维护的传感器

TE振动传感器、温度传感器等传感器产品都具有高性能与卓越可靠性，凭借稳定精准的信号输出，广泛应用于各种数字化设备的监测系统中。从测量到数据分析，从承受振动到温度上升，TE的各种传感器帮助设备负责人随着属性的变化预测小到零器件，大到生产线的状态实时信息，提前了解机器的磨损消耗、使用寿命，为设备灾难性故障、停工和可能带来的成本损失提前做好准备，发挥设备的最大经济效益。

振动传感器能感受到冲击力或加速度，并将其转换成可输出信号的传感器，用以测量设备大小部件的振动、位移或转子与机壳的热膨胀量，将所得数据进行计算，判断设备的运行状态，为可能的故障异常做好准备。随着“工业物联网”技术的引入以及自动化程度的提高，重型高端机械与大批量小型机械生产系统同样需要振动加速度传感器的加入做好状态监测工作。目前，传统加速度传感器的加速度测试自动化程度不高，无法解决内部模块供电、数字信号传输、抗干扰等问题、TE的IEPE型智能加速度传感器方案应运而生。

IEPE型加速度传感器

凭借小型化、低功耗、强抗干扰能力和高智能化程度，满足数字化预测性维护的需求，越来越受到智能工厂的欢迎。

在TE众多IEPE传感器解决方案中，8011和8021两款加速度传感器或速度变送器⁵ 最受欢迎。

✓ 采用不锈钢焊接外壳，对各种严苛环境有较好的适应力
✓ 适用于一般仪器仪表4-20mA信号电流规格
✓ 1000Hz之内的信号都可以测量，可测速度最高可达0.13m/s
✓ IEPE技术的应用使其能够有效阻挡电磁干扰
✓ 产品测量量程从5g到50g，加上高达4500Hz的频率响应 既保证灵敏度又适应较大加速度范围

资料来源：5. 产品手册：ENG_SS_Operating_Manual_Model_8011_8021_4_20mA

该系列电流环供电变送器适合于4-20mA模拟电流信号读取装置，且可直接安装于传统控制系统形态DCS或可编程程序控制系统PLC，其操作方便快捷、适合大规模投入使用，确保TE传感器在广泛的应用场景中向监测网络传输可靠数据，为设备异常做好准确预判。

2. 用于楼宇自动化的传感器

为响应工业企业绿色发展的需要，降低楼宇控制成本，实现更高级别的能耗管控是许多工厂的首要节能目标，而“工业物联网”技术能使工厂中多样而散乱的电气设备（如照明、暖通、安防、通信网络等）子系统高度集成于统一监控平台，实时分享数据以调配能源方案，提升生产工厂的能源管控。

其中，传感器的工作任务体现为将分散在楼宇中各个层面、各个角落的监测对象统一进行数据收集，帮助合理利用设备，节省能源消耗和人力成本。从嵌入在控制器中的微型数字传感器到安装在过程中的无线传感器，TE传感器都可提供压力、温度和湿度数据，以提高整个工厂和工厂设备的暖通空调和制冷系统效率，帮助控制温室气体排放量，提升工厂楼宇能源可视化管理、节能降耗表现。



• M3200 压力变送器

暖通空调的制冷系统⁶（HVACR）一旦发生故障，运行压力必将发生变化，压力传感器的应用不可或缺。压力传感器可应用于HVACR中，并与楼宇自动化控制系统(BAS)进行整合。通过压力判断，对制冷系统可能出现的异状进行早发现、早准备。然而，复杂的工况环境使压力传感器普遍面临各种环境因素干扰，这就需要传感器在不断变化的外部环境中都拥有稳定表现。

M3200压力变送器使用了TE专有的Microfused技术，利用特殊的压阻式硅应变片烧结在不锈钢隔离膜上，以轻松获得多种介质兼容性，提供非常高的长期稳定性，避免变送器在传统微机械加工制造工艺过程中出现的P-N结效应现象，特别适用于大批量应用工厂。

除大多数工业压力使用的模拟压力信号外，TE还预见到M3200压力变送器的智能化应用可能性，为其配备了I²C数字输出，使压力传感器的输出信号可以被“工业物联网”功能的重要组成部分——微处理器直接读取，节省从数字到模拟型号的转换过程，确保了数字输出拥有完整的分辨率和精度。同时，为确保传感器提供数据的准确性，TE还为M3200压力变送器采用了ASIC解决方案，使传感器的数字电路在运行范围内的多个点上都能进行原始信号修正，该解决方案完整存储于压力传感器的板载内存中，大大简化了该产品的制造和生产。

M3200压力变送器的标准结构可适用于较大的压力量程范围，而且独特的内部设计也能够帮助生产线的设计工程师轻松修改或扩展其他设计，方便生产线负责人对未来可能的变化做好灵活及时的调整。



• HTU21D 温湿度传感器

现代化的智能温度传感能够帮助自动化车间更精准地把握一系列温度参数，以确保产品品质、生产效率和安全性。在此，我们仍以暖通空调举例，工厂内的暖通空调可能产生结霜现象，影响空调使用，产生多余能耗。温湿度传感器的使用就可以很好地发现并避免此类问题，为暖通空调提供实时的环境温度与湿度信息，提升HVACR的暖气、通风、空气调节、制冷系统对于环境响应的灵敏度和能源利用率。同时，温湿度传感器也使HVACR更加智能化，对环境的温度和湿度进行控制从而始终保持环境宜于设备运转与员工工作。

TE的HTU21D温湿度传感器

✓	湿度测量范围为0~100%RH，能够满足日常湿度测量范围要求
✓	温度测量精度为 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ ，湿度为 $\pm 2\%\text{RH}$ 确保温湿度记录仪测量结果具有更低的测量误差
✓	测量模式下电流消耗典型值仅为450uA
✓	睡眠模式下电流消耗典型值仅为0.02uA 适合自动化工厂的节能运行模式
✓	在小型化和智能化上也做足了功课： 嵌入了适于回流焊的双列扁平无引脚DFN封装，底面3x3mm，高度1.1mm
✓	传感器输出经过标定的数字信号，标准I ² C输出 即插即用的设计可大批量适用于对精度和可靠性有需求的数字化工厂 带微处理器的接口可提供温湿度模块数字输出

此外，HTU21D温湿度传感器的分辨率可以通过输入命令进行改变（8/12bit乃至12/14bit - RH/T），传感器可以检测到电池低电量状态，并且输出校验和有助于提高通信的可靠性。

除以上应用场景外，TE为过程自动化与数据安全存储需要也同样预备了充足的传感器解决方案，帮助工厂在自动化生产模式中精确读数，并利用有效手段做好物理数据存储工作。



典型应用

智能制造

近半个世纪以来，劳动力成本上升，人口红利下降已经成为阻碍世界制造业发展的重大瓶颈，智能装备制造业正以一种新形势在全球范围内迅速发展。近十年来，中国的劳动力成本问题也使得部分发达地区的制造商，尤其是需要快速提升生产效率与工业能耗的装备制造率先采用更为经济高效的工业机器人解决方案，再由政策驱动，逐步转向更符合经济效益需求的发展模式。与之相对应的，《智能制造“十三五”发展规划》与《智能制造发展规划（2016~2020年）》，国家也在规划与完善智能制造的相关政策，逐步布局行业智能化发展之路。

到 2020 年	我国传统制造业重点领域基本实现数字化
到 2025 年	重点产业初步实现智能转型

2018年我国智能制造装备产值规模突破 **15000**亿，预计 **2020**年产值规模将突破 **2**万亿⁷

制造装备相关技术创新将更智能地完成用户的制造装备需求，在制造过程中灵活适应制造环境，达到优化制造过程的目的被装备制造业广泛应用。

将装备制造业智能化落脚于具体操作，可包括：装备智能化改造，以提高精密、敏捷制造能力；伺服电机、轴承等主要功能部件的智能化开发，以提高设备运行精度，保持可靠性；工业机器人、智能仪器仪表的技术突破，以实现更高精度的制造轨迹控制，和更稳定可靠的设备控制。精密度、敏捷性、可靠性，这些制造装备性能需求的实现都与压力传感器、位置传感器、温度传感器等的应用紧密相连。

用于工业电机 的传感器应用

将电能转化为机械能，亦或是将机械能转为电能，工业电机在电能生产、传输、使用过程中都担当着重要的角色。且工业电机用电量一直占据中国工业领域用电总量的大比重，这些因素使其一直成为推进节能减排政策实施的重点关注领域。

另外，中国的“一带一路”计划带动了亚洲、非洲、中东和南美洲新兴市场的电力需求，促使发电机市场进一步扩大。在中国政府的大力推动下，这一宏伟工程致力于增进亚非欧大陆多个国家和地区之间的纽带与合作。显然，整个世界对稳定电力输送的需求都在增长。传感器能够通过测量温度等参数，验证发动机或发电机的性能和系统效率⁸。

1. 用于伺服电机的传感器

作为工业电机的一个分支，伺服电机与伺服驱动系统的相互作用符合智能装备制造对反馈更快、控制过程更精准的要求，因而被更广泛地使用。电机结构越来越紧凑、内部功能越来越多、数据量的不断增加，这些变化让可靠高效采集和传输成为智能工厂对传感器的新需求。



• 磁阻传感器

现代工业中广泛使用的传感器之一，以感应磁场强度的方式来测量电流、位置、方向等物理参数。KMT32B角位移传感器是TE推出的高精度磁性角度传感器，可独立于磁场强度感应磁场方向，用于伺服电机上测量磁极位置和伺服电机转角及转速。

- ✓ KMT32B角位移传感器采用周期为180°的AMR磁场角度传感器，敏感角度为45°，可实现高精度的角度测量，误差仅为0.05°
- ✓ 高频率响应特性让KMT32B角位移传感器拥有更宽的可测信号频率，保证频率响应灵敏性

非接触式角度位移测量让传感器无惧作业环境的严苛挑战：适用于油污、灰尘、气温变化大等严苛环境；加上更少的耗电和更长的使用寿命，为伺服电机的大批量使用提供可靠保障。

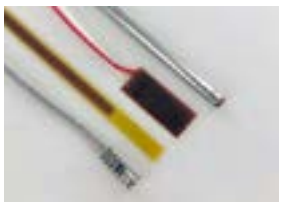


• 温度传感器

用于伺服电机的温度传感器一般为NTC温度探头，其由高精度分离式热敏电阻，探头和配件相结合，通过负温度系数热敏电阻对温度的升高或降低引起的电阻值变化来判断温度变化。当温度过高时，传感器监测数据可以帮助设备判定需要切断电源的合适时间，保护电机不受损坏及保证工作人员的生命安全。TE的NTC温度传感器可用于电机定子、轴承及表面温度的测量，避免因电机温度过高导致损坏。高绝缘耐压能力、高精度、小型化、长使用寿命等特点，适应各种严苛环境下的温度探测需求。

2. 用于发电机组的传感器

装备制造业智能化在解放人力的同时，智能控制的引入和管理也大大增加了工厂对用电的依赖。发电机的预期使用寿命为10年到30年，具体取决于发电机的使用率与维护情况。常见的发电机故障一般由定子铁芯绝缘体老化损坏所致，通常是因为过热或机械磨损所导致的。绝缘体受损会导致转动变短或导体和锻件之间出现沉积物。超大型发电机可能需要耗资数百万美元才能更换或修复，且发电机停机对客户造成的影响可能是毁灭性的。并且一旦实施了真空压力浸渍工艺，发动机部件就无法拆卸，发电机损坏便无法逆转。这些情况使得在发电机运行期间对温度等参数进行状况监测变得尤为重要。



• RTD定子温度传感器

专门应用于大型发电机组内部的定子绕组温度监控，其分布于发电机组内主体里来测量定子线圈的平均温度，可以避免绝缘损坏的发生。薄而扁平的线绕式RTD嵌入在线圈槽中，线绕式元件压合于玻璃纤维中，分布于发电机主体里来测量定子线圈的平均温度。

- ✓ 基于美国的ANSI C50.10-1990标准进行开发
该温度传感器介电强度高达5kV
工作温度高达180°C
特别适合大型发电机组及大型电动机应用
- ✓ 可根据设备所处的应用场景需求进行定制，最薄厚度可达0.76mm
根据不同感应芯体的选择，传感器宽度范围可为6.35至63.5mm
- ✓ 内部感应芯体根据结构可分为单芯体、双芯体
根据感应材料和电子元件特性可分为铂电阻、铜电阻、镍电阻及热电偶
这样可以满足智能设备小型化与多种不同应用场景的需求

用于工业生产机器手臂的传感器

工业机器手臂是制造业的重要装备，在自动化生产线中发挥着重要的作用，其中工业生产手臂需要在更精细的制作轨迹上完成超高精度的作业流程。因此，传感器的使用不可或缺，特别是角位移传感器和力传感器的相关应用。

• KMA36 磁阻传感器

机器手臂在作业过程中会产生电流，磁阻传感器会以增加垂直磁场的方式监测期间的阻值变化，帮助监测设备了解机器手臂的运动轨迹。相较于传统磁阻传感器，TE的KMA36磁阻传感器具有更高的精度特性，可应用于对精准控制有更高要求的机器手臂中，通过对手臂内部磁场的感应，以高精度的小角度测量，实现更加精确的控制；高频响应可灵敏感知机器手臂的每个动作，帮助使用者在信号估值范围内完全控制机器手臂的作业过程；该传感器所采用的系统级芯片技术，将磁阻元件同模数转换器和信号处理功能都置于统一标准的小型封装内。

- ✓ 以高精度的小角度测量，实现更加精确的控制
- ✓ 该传感器所采用的系统级芯片技术
将磁阻元件同模数转换器和信号处理功能都置于统一标准的小型封装内
- ✓ 各项异性磁阻(AMR)技术，电压范围3.0V至3.6V
- ✓ 可用非接触方式确定外部磁铁0°至360°内的磁场角度
可适应机器手臂在多种严苛环境下的工作需求
- ✓ I²C上的睡眠模式和自动唤醒功能使其拥有低功耗的天然优势
非常适合于高精度自动化生产线的大规模使用

• FX29 力传感器

工业机器手臂需要大量的力检测和力反馈来确定抓取物体过程中的力度是否合适，以及通过不同的称重数字来保证制造过程的一致性。其中，力传感器担当着测量手臂受力的使命。作为拥有TE专有的Microfused技术的另一款传感器，FX29力传感器采用高密度、超小型MEMS硅应变片，紧凑型设计可在机器手臂的狭小空间内灵活运作，优化的嵌入式结构可灵活响应客户需求。利用应变片生成高水平的输出信号，检测机器手臂的接触力与抓取力，帮助自动化系统建立机器人手臂力抓取的接触力建模与可行抓取力分析。该产品采用高密度、超小型MEMS硅应变片，灵活的受力范围、高性价比非常适合工厂机器手臂的大批量使用。

用于工业仪器仪表 的传感器

在装备制造的过程中，工业自动化仪表肩负着检测、记录、控制各项生产参数，保证生产过程顺利和产品质量符合要求，并改善和提高生产效率。在仪表作业过程中，压力传感器将压力转换为电信号输出给仪器仪表，帮助记录与监测生产过程中的各类异常。



• 85系列和154N系列不锈钢隔离式压力传感器

外壳采用不锈钢封装结构，让外界压力通过不锈钢隔离膜片及内部灌充硅油传递到传感器敏感元件上，特殊材质带来的高介质兼容度使得该传感器可应用于各种严苛环境。量程覆盖范围广，高至0-5到500psi(5000psi可选)，低至1psi；高精度，可达 $\pm 1\%$ ；多种配置可选。具备测量精准，长期稳定性好以及本地化技术支持优势。



典型应用

智能交通

在推动中国交通运输高质量发展方面，“智慧交通”建设被寄予厚望。其中，因符合大宗货物运输经济效益需求，且有利盘活地方城市建设与交流往来，加之其对工业、房地产等相关产业发展的带动作用，轨道交通建设成为交通智能化发展的重点尝试阵地。2018年末，国家统计局发布报告显示，我国中高速铁路达到2.9万公里，占世界高铁总量的60%以上⁹。据中国铁路官方微信数据，至2019年一季度末，我国高铁累计运输旅客超过100亿人次，累计完成客周转量3.34万余人公里¹⁰。同时，我国铁路客周转量、货运发送量、换算周转量、运输密度等主要运输户经济指标稳居世界第一位。智能交通系统的推广，包括综合交通智能化协同与服务，交通运输系统安全运行智能化保障、合作式智能交通和自动驾驶将成为发展重点。2017年，国家铁路局就以颁布《铁路标准化“十三五”发展规划》，推进“八横八纵”主通道建设，加强高速铁路复线率和电气化率，形成布局合理、覆盖广泛、层次分明、安全高效的铁路网络。2018年7月，国务院印发《关于进一步加强城市轨道交通规划建设管理的意见》，提出严控地铁投资建设速度，鼓励创新发展，加强运营安全管理等方面措施。这预示着大数据、新型高性能计算机架构等新一轮科技革命成果将被快速运用至后续轨交建设、安全运营与成本管理，建立轨道交通运营维护智能化的新体系。而智能传感技术的不断应用和传感器件的发展在其中起着至关重要的作用。

中国工程院院士丁荣军曾在中国工程院与中国中车联合主办的工程前沿技术论坛中描绘传感技术在轨道交通领域的六大应用场景：

收集列车的运行状态信息

集成化的高速综合检测列车

列车综合性能的全面检测

钢轨探伤

轨道状态远程监测

室内外环境综合传感

TE进入中国已30多年，以深厚铁路行业经验，与中国专业的铁路技术研发机构密切合作，结合远高于行业标准的严苛测试环境，帮助中国轨交解决快速发展中面临的系列挑战，并为创新提供持续动力。TE提供的传感器产品智能敏捷且易于安装，具有出色的可靠性且非常坚固，可承受严苛的环境条件而无需维护，完成轨交安全运营与创新升级的双重使命。

资料来源：9. 中国铁路总公司：2018年中国高铁营业里程达2.9万公里 超世界总数三分之二

10. 中国铁路：2019年Q1中国高铁已累计运输旅客超过100亿人次

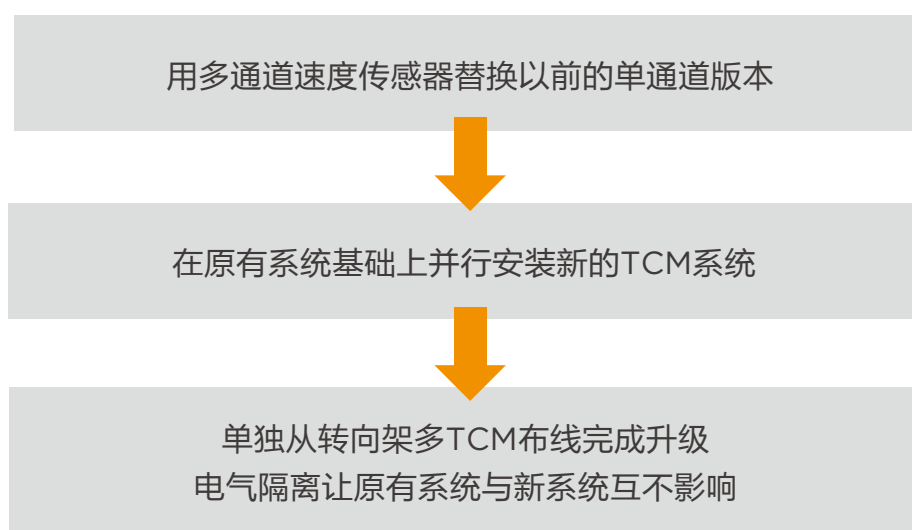
1. 用于轨交智能升级的传感器

智能化系统在轨交中得到越来越广泛的应用，智能传感器将扮演越来越重要的角色。霍尔传感器是轨道交通速度传感器的主流。

• DSD25 多通道霍尔速度传感器

包含3-4个传感单元，具有2个电气隔离电路，该电路最多可产生两个与旋转速度成正比的相移方波信号。基于此设计，一个传感器就可产生多路信号数据，向不同的系统和设备输入数据。这种将多路合而为一的技术让霍尔速度传感器具备节省成本，简化安装的优点。

通过TE多通道速度传感器升级 列车控制管理系统(TCM)



另外，出色的EMC特性，超低功耗、可与其他传感器协同工作等特性也为轨交智能升级提供更大便利性和灵活性¹¹。

2. 用于轨道列车金属疲劳监测与预防的传感器

铁路轨道由金属材料制成，易腐蚀。车轮与铁轨的不断摩擦，易造成金属疲劳，即金属的局部永久性累计损伤，加上铺设铁轨时可能的焊接缺陷，都为列车的运行带来重重安全隐患。振动加速度传感器应用于高铁和轨道列车，基于高频振动信号检测，通过测试振动频率的方式，在轨道列车行车架与齿轮箱内监测行车金属疲劳程度与噪声频率变化，预防并避免发生裂缝造成安全隐患。新型MEMS加速度传感器正凭借小体积、一致性、功耗低、易于批量生产、稳定的数字输出信号等优势逐渐应用在辅导列车的预防性维护监测中。

• 4334 MEMS 直流加速度传感器

适用于轨道列车严苛的安装环境，支持传统的4-20mA信号电流输出规格，-40°C到+100°C的工作温度范围，特殊的耐腐蚀性外壳，重载铁路钢轨抗磨损性与IP69K防水等级使其能够在高温、高压、高摩擦、高振动环境下，依然精准检测列车行驶状态。

3. 用于轨道列车轴承状态监测的传感器

轴承在支持轨道列车的运转中有着举足轻重的地位。随着轨交智能化的发展，轴承承受压力在不断增加，使用传感器检测轴承状态也成为把握轨交运行情况的重要手段。温度传感器用于齿轮箱内滚动轴承，在轴承运作期间，通过检测轴承座外壳某点温度来间接估计轴承内润滑脂温度，通过提前预警的方式避免齿轮箱过热造成安全隐患。



- **310系列轴承温度传感器**

是一种管状温度探头，其传感元件封装在铜合金尖端中，该设计可提高测量轴承中温度变化的准确性和灵敏度。探头插入轴承座的一个开口上，用于持续测量列车齿轮箱内的轴承温度。轴承传感器可与流体密封可调弹簧回弹式底座一起使用，以正确载入任何深度的孔中，从而保持与轴承表面的接触。最高达250 °C的温度测量范围能够在应对精密紧凑的探测装备、严苛的探测环境与温度探测的精确性等多重挑战。轻量化与高性价比优势使其能够在轨交用齿轮箱等设备中大面积使用，以实时精准的温度输出帮助轨交免于智能轨交供电设备过热、电器元件短路、设备超负荷运行而带来的安全隐患。

4. 用于列车空调压缩机系统的传感器



- **M3200 压力传感器**

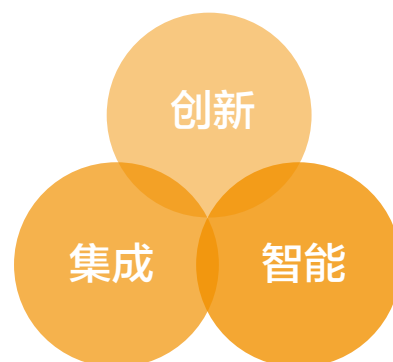
用于列车空调压缩机系统，其原理与用于工厂暖通空调制冷系统的压力传感器相同，即通过对空调压缩机运行压力变化的判断来预判系统可能出现的异状。该传感器的工作原理与良好性能已在工厂HVACR系统中得以验证。更值得一提的是，M3200压力传感器的压力头为一体式钢结构，无焊缝和O型密封圈配件，在传感器和介质之间提供全密封，稳定，不易发生故障，更符合列车用器件在高温环境下对安全稳定性的高要求¹²。

如果说各行业从传统向智能化的转变是科技发展带领全人类进行的一次智慧升级，那么传感器作为先进感受器则率先将“感知升级”进行指数级放大，这份感知的提升将不止应用于“工业物联网”、“智能制造”、“智能交通”这三个领域，如“智慧城市”将提升市民生活质量，“智慧医疗”将为人们的健康管理和疾病预防提供周全维护，“智慧家居”将让衣食住的过程更灵活智能等等。无论应用领域多么丰富，捕获数据、传输数据、保护数据，让数据以足够的数量、精准度和完整性帮助智能系统进行决策将是传感器不变的使命。

“未来感知，由我先知”

TE作为使命达成的守护者，将成为“工程师的工程师”，助力未来各领域的智能化发展。

在“创新、集成、智能”三大价值主张的引领下，让每一个行业和个体获得更多感知和探索未知领域的机会，构建更安全、可持续、高效和互连的未来。



关于泰科电子 TE Connectivity (TE)

泰科电子 (TE Connectivity, 简称“TE”) 总部位于瑞士，是全球连接和传感领域技术与制造的领先企业。TE年销售额达140亿美元，致力于创造一个更安全、可持续、高效和互连的未来。75余年以来，TE的连接和传感解决方案经受严苛环境的验证，持续推动着交通、工业应用、医疗技术、能源、数据通信和家居的发展。TE在全球拥有约80,000名员工，其中8,000多名为工程师，合作的客户遍及全球近140个国家。TE相信“无限连动，尽在其中”。更多信息，请访问www.te.com.cn或关注TE官方微信“TE连动”。

联系我们



本文信息，包括为说明产品目的而使用的图纸、插图和图表，据信为准确的信息。但是，TE Connectivity (TE) 不对本信息的准确性、完整性或最新性作出任何保证，且不对该信息的使用承担任何责任。TE的义务只在该产品的TE的标准销售条款和条件中规定，且在任何情况下，TE均不对产品销售、转售、使用或误用造成的偶然的、间接性的或结果性的损失承担赔偿责任。TE产品的使用者应自行评估确定每种产品是否适用于特定用途。TE 有权对本文中提及的信息进行调整，本文中的尺寸、参数如有变更，恕不另行通知。若要了解最新尺寸和设计规格，请咨询 TE。