

A hand is shown from the bottom, holding a glowing, multi-layered digital sphere. The sphere is composed of white lines and dots, with a bright light source at its center. The background is a dark blue, abstract pattern of circuitry and data lines.

智能时代医疗应用传感器 发展报告

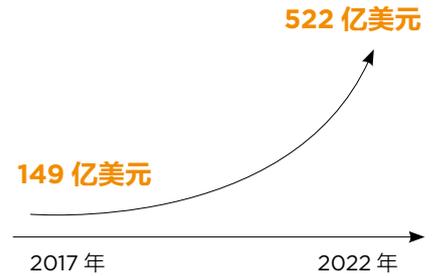
**MEDICAL SENSOR DEVELOPMENT
REPORT IN INTELLIGENT ERA**

背景

随着 ABCDEI (人工智能 AI、区块链 Blockchain、云计算 Cloud、大数据 Big Data、边缘计算 Edge Computing、物联网 IoT 等数字技术) 的快速发展和普及, 智能技术已在合理分配医疗资源, 提升健康服务效率和水平时成为全球范围内的不二选择。据统计, 2020-2028 年, 人工智能技术在全球医疗保健市场的年复合增长率达 38.05%¹, 主要聚焦临床测试、个性化医疗、实时诊疗系统等; 与人工智能同步, 未来 5 到 10 年医疗器械智能化成为大势所趋, 相关数据显示, 2017 年至 2022 年间, 以医疗物联网 (IoMT) 为基础的智慧医疗器械市场估值将从也将 149 亿美元增长至 522 亿美元²。在中国, “智慧医疗” 一词在 2009 年伴随新医改政策在国内推出, 而互联网医疗首诊却直至 2020 年才在新冠肺炎疫情 (COVID-19) 推动下在政策层面被正式认可。自此以后, 医疗数智化便按下了落实全民普及的新“快进键”。

38.05%

2020-2028 年,
人工智能技术在全球医疗保健市场的
年复合增长率



医疗物联网 (IoMT) 为基础的
智慧医疗器械市场估值

观点

中医诊断四步骤: 望闻问切, 即医生通过与患者交互的过程中, 了解患者情况, 对患者健康状况以及合适的治疗方案做出基本判断。而在如今的“智慧医疗”中, 传感器便化身医生的“耳目”, 负责将“听到”、“看到”、“感受到”的物理量转化为各种生命体征信号, 如心率、血氧、血压、体温等, 进而为诊疗和监护提供了重要保障。可以说, 通过医疗应用传感器捕捉到的数据是现代医疗方案以“智慧化”一以贯之, 造福患者生命健康的起点。

面对智慧医疗的未来, **TE Connectivity (TE) 在传感领域提出了“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 的“创新”在于提供精确、可靠、高性能、高品质, 能够满足日益复杂的医疗环境的创新传感器解决方案; TE 的“集成”是增强与医疗器械设备客户的合作, 协同设计医疗器械解决方案, 优化产品性能; TE 的“智能”, 即聚焦智能传感器领域, 成为“工程师的工程师”, 助力医疗器械的智能化发展。在三大价值主张的引领下, TE 致力于让未来医疗健康的每一个交互对象, 获得更多感知和探索人类生命健康未知领域的机会, 从而构建更安全、可持续、高效和互连的未来。



资料来源: 1 Inkwood Research

2 全球管理咨询公司德勤英国健康解决方案中心



典型应用

医疗 器械



医疗器械作为高新技术行业且涉及民生福祉，一直受到全球各国广泛重视。因原材料来源广、生产工艺复杂、迭代速度快、生命周期短、受季节性波动大等因素，该行业影响且考验着零件制造业、医疗器械研发制造商和医疗卫生行业等供应商和制造商的生存和发展状态，乃至一个国家的尖端技术实力和制造水平。根据全球知名医疗市场信息数据咨询公司 Evaluate（EvaluateMedTech）数据，2020 年，全球医疗器械市场销售额为 4050 亿美元，年均复合增长率在 5% 左右，行业集中度进一步提升。国金证券行业研究报告数据显示，世界医疗器械市场规模超过 4000 亿美元，中国医疗器械年出口金额超过 230 亿美元。

中国早在 2017 年便已成为全球第二大医疗器械市场，仅次于美国。2020 年第一季度中国国内医疗器械企业共有 10 家全球销售利润破亿，其中迈瑞医疗营收 48 亿美元，鱼跃医疗营收近 14 亿美元³。持续亮眼的市场表现并且在疫情期拥有面向全球的产品供应力，这些都得益于国内医疗法治化环境的建立与成熟。近年来，中国医疗器械政策密集发布，医疗器械注册人制度（MAH）、高值医用耗材改革、疾病诊断相关分组（DRG）付费改革、SPD 医疗供应链服务模式更新、医联体、分级诊疗等改革制度帮助中国医疗器械产业从制造端到服务端整体改善。2020 全国两会召开期间，高端医疗器械创新与加快推动人工智能医疗器械产品上市成为相关代表的提案重点。

“智能化”一直是医疗行业提升创新能力中不可不提的技术方向。在这进程中，智能化设备不断涌现，智能技术的运用也融入医疗器械的“血脉”，在诊断、监护、手术、治疗等每个过程中牵动着医疗器械质量管理的神经，毕竟所有融入医疗器械的技术和细节都事关患者的生命健康。

为器械的智能化搭建底层网络基础，同时满足严苛的产品安全要求，传感器的使用必不可少。

用于诊断治疗和病患监护设备的特定传感器

在胸腔、腹腔、开颅等大型手术后，对患者进行体温、呼吸、脉搏、血压等实时生命体征的监测将帮助医护人员了解患者麻醉后苏醒情况，随时掌握术后病情，还能扩充医疗病历临床数据，验证诊疗方案的有效性。



血压监测

血压管理对于整个围术期都有重要意义。危重或休克病人在手术尤其是心脏手术结束后，患者血压监测有重要临床价值。其中，尤以有创（侵入式）血压测量最为准确。有创血压监测通过将导管插入血管内，再由导管连接至一个充满液体的无菌系统，通过与之相连的电子压力传感器获得血管内实时压力变化的动态波形图。急危重症患者或术中患者的血压随时都有突变的可能，当介入手术导管插入过深时极易堵塞开口导致灌注压下降，利用压力传感器的灵敏性实时监测血压就可避免上述情况的发生，为突发状况中的患者赢得宝贵的抢救时间。

TE 的 1620 系列一次性血压传感器是一款完全压阻式硅压力传感器，据美国医疗器械促进协会（AAMI）对于血压传感器的相关要求而设计，**相较传统应变式压力传感器，在灵敏度、线性度、输出准确性、过载性等方面具有明显优势**。在 5° C 至 40° C 的温度范围内测量 -50 至 300 mmHg 的压力，适用于有创血压监控。该传感器设计用于自动化装配设备，可直接装入一次性血压计的外壳内。1620 压力传感器由一个封装在陶瓷基板上的压力传感元件构成。陶瓷基板上包含一个厚膜激光修



正电阻，可对传感器进行补偿和校准。陶瓷基板上附有一个塑料盖，可以确保轻松连接到血压计配件并保护感应元件。传感器感应元件被包裹在电介质绝缘胶内以确保电路和液体隔离。1620 压力传感器采用批量生产，每个陶瓷基板上均采用 10x12 元件阵列（即每个基板上共有 120 件）。该产品使用卷带加静电袋包装进行交付。可根据特殊订单定制性能特性和封装，以满足临床应用的特殊要求。



1620 系列
一次性血压传感器



体温监测

众所周知，体温是人体重要生命体征之一，长时间处于过高或过低状态都会影响身体机能。人体可进行体温监测的部位有鼻咽、鼓室、食管下段、心脏和直肠，这些



部位的温度及变化可部分反应器官及相应健康状况。如在围术期，因手术室环境温度影响或输血输液造成的体温下降都会引起麻醉苏醒延迟、心律失常、影响切口愈合等多种并发症，对愈后带来诸多不利影响，及时有效地进行体温监测有助于医护人员了解患者病情变化，避免发生术后突发性生理并发症。

目前围术期常用的体温监测仪器有几类：

- 较为常见的电子体温计，以 NTC 热敏电阻作为测温元件或温差电偶产生温差电现象了解病患的皮肤温度。
- 航天技术民用化让红外测温技术为大众普及，热电堆在一定距离外通过检测物体的红外（IR）能量测量温度，主要用于鼓膜（鼓室）、额头温度测定，反应速度快、与核心温度有较好相关性，满足一次性测温需求。
- 相较体表温度，人体核心温度在展现新陈代谢状况上更精准高效。临床测量点如肺动脉、食道、膀胱、直肠等，同样需要用到一次性医疗应用温度传感器。TE 的一次性医疗应用温度传感器从芯片制造，到内部设计及制程，质量完全受控，产品尺寸小、具有出色的一致性和稳定性。

TE 可提供一系列传感器作为人体测温关键技术元件，减轻患者不适，提高测量精确度，并创建了更好的监测工具。NTC 热敏电阻、热电偶、热电堆和数字温度传感器可支持感染、术中等不同应用场景中的体表以及核心温度监测，对各种精确度、包装和性能条件都有相应产品支持。

- 热电偶利用两种不同材料导体组成闭合回路，当两端存在温度梯度时就会产生电流，随之产生的电动势与温度存在函数关系，由此得到被测量物体的具体温度。
 - 热敏电阻利用热敏原理，使用材料的温度会随周围温度或电流通过热敏电阻而导致的自热改变。
 - 热电堆基于热电偶原理，由多对热电偶串联组成的器件，加以 NTC 校准环境温度，用于测量小的温差或平均温度。
 - 数字温度传感器将温度信号通过内部电路结合转换成数据
- 以 NTC 热敏电阻温度传感器主要是



应电路结
疗应用温
热敏电阻



一次性医疗应用
温度传感器



是一种热敏性半导体电阻器，其电阻值随着温度升高而下降，电阻温度系数约为金属电阻温度系数的 10 倍，NTC 热敏电阻器电阻值的变化可以由外部环境温度的变化引起，也可以因有电流流过，自身发热而造成。**NTC 拥有可替代性，体积小，长期稳定性好，精度高等特点，所以非常适合用来作为测量成人直肠、儿童直肠和皮肤温度等领域的一次性医疗应用温度传感器。**TE 一次性医疗应用 NTC 温度传感器，其电阻的特性在 25℃ 时为 2252 欧姆，采用聚丙烯绞线，利用尖端 lead 绝缘封装，可根据要求提供各种引线长度，提供定制公差，提供 R / T 曲线，工作范围 -40℃ 至 + 80℃。凭借小巧的外观，NTC 温度传感器可轻松配合各类设备，使得有限的空间中可以集成更多功能，在安装上，TE 产品提供了直角或直式 1/4" 连接器封装来简化安装。



血氧监测

血氧饱和度衡量人体血液内的血氧含量，是判断人体呼吸循环系统是否正常运转的重要指标，对于肺炎、哮喘、慢性阻塞性肺病（COPD）和心力衰竭等呼吸系统疾病患者尤其关键。在术中及术后的血氧饱和度监测可帮助医护人员实时了解病人体血液含氧量。若血氧饱和度偏低则表示患者体内持续缺氧，若患者长时间处于缺氧状态会造成器官衰竭、体内酸中毒，一旦造成器质性病变将难以恢复。因此，与血压监测一样，血氧监测也成为医护人员衡量病人术中及术后病情状况的关键指标。

血氧仪利用红外光技术，透过手指、脚趾、耳朵皮肤和肌肉骨骼组织后的对光的吸收量的变化监测人体血氧饱和度和脉搏。通过监测脱氧血红蛋白和有氧合血红蛋白对于红光 LED 和红外光 LED 两种不同波长光的吸收差异，血氧传感器负责测量检测器所接收两种光的光亮差异并计算出所吸收的光量，最后通过计算测出的数值差来获得测量血氧饱和度最基本的数据。



SpO₂
ELM 系列传感器

TE 的血氧传感器使用发射器和接收器两种光电组件，可应用于脉搏血氧仪、重复性指夹式 / 耳夹式 SpO₂ 探头、一次性条状 / 蝶状 SpO₂ 探头等。凭借 30 余年的专业知识及验证经验，TE 已设计出可适应多个波长选项的高灵敏度 SpO₂ 传感器 ELM-4000 插件系列及 ELM-5000 贴片系列，满足不同血氧仪高精度、高耐用性及高性能的产品需求。ELM 系列产品内置两个 LED，一个波长为 660nm ± 3nm 的红光 LED，另一个波长为 890 或 905nm 的红外 LED。检测器组件为硅平面扩散型光电二极管，具有效率高、响应快的特点。表贴式组件可采用自动锡焊工艺进行组装，可降低产品整体成本，提高质量。规模化的自动化产线，满足大量元件生产需求，也可为血氧仪厂商提供一次性血氧传感器和重复性使用血氧传感器。



药物灌注

重症加护病房 ICU、心脏内科监护室 CCU、儿科、心胸、脑外科等重症患者以及术中无法主动进药的病患需要能够准确控制输液量和流速，因为输液的剂量与速度都会对患者造成影响。医用输液泵以及注射泵的产生让严格控制药物输入速度和数量成为可能，这不仅对患者维持体征和营养补给提供了可靠性与安全性，也为减轻医护人员的工作强度提供莫大帮助。

输液泵系统主要由微机系统、泵装置、监测装置、报警装置和输入及显示装置组成。注射泵相当于微量给药版的输液泵，两者原理相似，且都具备相应的状态监测系统与报警装置。监测装置主要由多种传感器组成，输液泵配有红外滴数传感器、称重力传感器和超声波气泡传感器等，以确认持续并且准确的药液流量、检测阻塞、

从外部检测管道中的气泡以及测量液位，再由传感器将信号发布给报警系统进行正确的信号处理，保证输液剂量与速度的精准性，从而达到最佳治疗效果，减少医护与患者的负担。

在输液泵中，两个力传感器检测由药液压力产生的力，并将差分信号与药液的流速相关联。因力传感器最基本的特性是灵敏度、稳定性、可重复性和精度，这些特性都与医疗泵药液输送原理相呼应，因此医疗泵也是力传感器使用最多的场景之一。



FX29 按钮压缩式
力传感器

TE 在力传感器设计和制造领域处于领先地位。TE 的 FX29 按钮压缩式力传感器其核心元件由一个半导体微机械硅压阻式应变片构成，每个力传感器有四个精心排布的 MEMS 裸芯片。应变片根据密切匹配的热 / 电工作特性配对，形成一个惠斯通电桥，其中两个应变片测量张力，另外两个应变片测量压缩力，应变片所依附的基板可在受到外界力或扭矩作用时变形。电桥产生的差分电压输出信号与外界施加在 FX29 基板上的力的大小成正比。与许多制造商使用的粘结箔应变片 (BFSG) 技术相比，半导体应变片具有 75 倍的灵敏度，因此可支持更硬的负载受力结构和更小的应力等级，但仍可产生 10 倍的信号输出。MEMS 应变片使用玻璃这种无机材料通过微熔技术的高温工艺与不锈钢基板相粘合。**无机材料的使用和微熔技术工艺可减轻机械零件中的残余应力，确保传感器的长期稳定性。**值得一提的是，TE 的微熔技术制造工艺已经过微调，可保证数百万数量级的批量生产⁴。

输液管产生的气泡一旦进入体会对病人造成不利影响，当气泡体积大于 5ml 时甚至会导致死亡，因此加强



AD-101 非侵入式
气泡检测器

医疗泵的气泡监测很有必要。**TE 的 AD-101 非侵入式气泡检测器利用超声波技术（即超声波的散射衰减特性）能够识别任何类型液体中是否存在流动中断。**当输液管被气泡填充时，由于空气和水的声阻相抗较大，传感器发射端释放的超声波在其中传播会有很大的反射系数从而引起较大衰减，其衰减值可被传感器接收端及时捕捉并转换成相应的电信号。该款紧凑型产品可灵活定制，适于几乎所有内径小于 10 毫米的灵活塑料管或管道。而其非侵入式设计解决了在流体环境下如何保持无菌状态的难题，加上超强的抗信号干扰特性、可定制特性与通电后可支持持续自我诊断等优势，为医疗泵制造厂商实现产品新突破提供有效技术辅助。

TE 的磁阻角度传感器 KMT32B 也应用于输液泵 / 胰岛素泵中的微型螺杆泵中，用来监测导螺杆的转动角度，并通过电机控制器反馈控制导螺杆的转向和速度，从而

控制向病人的输液速度。



呼吸管理与改善

在术前麻醉、术中呼吸监控和术后麻醉复苏的整个围术期都会频繁使用到呼吸机。由于病毒感染后，呼吸困难是危重病人的典型症状，而呼吸机能使肺泡在呼气末保持一定压力，增加功能残气量，防止肺泡萎陷，从而改变通气和换气功能，实现对病人进行辅助呼吸治疗的目的。一些大流行疾病的重度甚至危重患者极易出现呼吸衰竭、休克、凝血功能障碍等症状，若没有及时的呼吸机辅助，严重时会发生重要器官衰竭乃至死亡。持续正压通气（CPAP）的呼吸机装置，可强迫空气进入肺部，在整个呼吸周期内人为施加一定程度的气道内正压。如果病人出现呼吸暂停，CPAP 呼吸机可根据预设的频率进行必要的机械通气。这就需要呼吸机中设计安装多个传感器，用于实时、持续、稳定、精确地监测和控制气流、压力和温湿度等参数指标，以保持患者获得持续、舒适的呼吸功能。因此，呼吸设备都会安装有气体质量流量、压力、湿度、温度和磁等传感器。而这些种类的传感器同样在其他临床应用中发挥着独特的作用。





LMM-HO4 热膜式气体
流量传感器

气体流量传感器设计用于测量进入呼吸机的氧气水平，以确保充足的空气供应。TE 热膜式气体流量传感器 LMM-HO4 有单向和双向设计，使得传感器可进行正向和负向空气流量测量。LMM-HO4 是一种热力传感元件，用于在定义良好的通道中单向测量空气质量流量。适用于呼吸机和麻醉机等对气体流通有较高敏锐度要求的场景内。

人体呼吸功能与肺泡的膨胀与收缩紧密相关，正是其过程与大气压之间行程的压力差才形成完整的呼吸过程。压力传感器设计用于捕捉风扇、储气罐 / 氧气瓶压力、过滤膜进气、患者呼吸等不同大小的气压与气流指数，在不同海拔高度环境下调节病人呼气与吸气，同时监测呼吸机各管路的清洁状况，确保患者进气干净，并与患者呼吸节奏同步。其中，呼吸机滤膜用以过滤进气时的灰尘、粉尘，以及空气中的有害物质，在确保使用者进气清洁的同时，防止灰尘磨损马达造成机器损坏，帮助延长机器的使用寿命。



SMI
压力传感器

TE 的 SMI 压力传感器 SM7000 与 SM9000 具备超低的压力传感范围，高度灵敏的传感元件可检测到小至 125 Pa 的超低压变化，即使是患者呼吸或呼吸机过滤膜的进气情况等微小气压变化都可精确捕捉。16 位数字转换器实现轻松快速地信号读取。高适配性使其对安装方向不敏感，适用于任何型号的医用或家用无创呼吸机⁵。

资料来源：5 TE 产品应用指南《用于低压传感的 SMI 压力传感器》



HTU 系列
温湿度传感器

当低压空气被持续不断地输送到呼吸面罩中以保持气管开放时，进入人体的温暖、潮湿的空气可以显著提高患者的舒适度。多种较新的呼吸机设备通过配备特定的传感器来测量和调节湿度、温度和其他参数，使得患者所呼吸的气流的湿度可以得到有效的监测和控制。TE 的传感器产品即可被应用于提供此项功能。TE 推出的 HTU 系列可表面贴装的湿度 / 温度数字输出组合传感器，采用紧凑的 6 引脚 DFN 封装，规格可达 2.5 x 2.5 x 0.9 mm，响应时间快，而典型功耗低（仅为 3.78 μ W）。通过精确校准，这些高精度传感器每个都进行了序列化以实现可追溯性，其相对湿度的典型精确度为 $\pm 2\%$ ，温度的典型精确度 $\pm 0.2^\circ \text{C}$ 。该种传感器既提供可配置地址 I²C 的数字输出版本，也提供模拟输出版本，可迎合传感器数字化数据收集与分析的发展需求。



影像检测

X 光 (X-Ray)、电脑断层扫描 (CT)、磁力共振 (MRI) 等医学影像检测方法，都可以帮助医生更精准地定位和发现病情。在临床治疗中，固定患者的位置、并瞄准该位置进行连续治疗非常重要，这样可以将更高剂量的放射线传递给目标癌变区域，同时对周围的良性组织的损伤较少。TE 的拉绳位移传感器 PTX150 可被安装在移床底部或成像臂上，用于测量仪器的相对位移变化，以确保不会针对良性组织产生误操作、而对患者造成重大损伤。TE 的拉绳位移传感器还提供多种检测范围，可适应不同医疗仪器和场景，其高可靠性外壳耐用性高；该拉绳位移传感器还提供 NIST 校准证书，有 MT2A 和 MT2E 高精度产品可选，也可按客户要求提供定制服务。



用于手术治疗的特定传感器

随着现代医学的不断发展，手术早已成为人们耳熟能详的治疗方式，即使是在全麻环境下进行的心脑血管、颅内，或是并发症几率颇高的阑尾、结肠部分切除术，手术危险性都在不断精进的手术手段与医疗设备的实时照看下大大缓解，其中传感器的功劳不可忽视。消融探针、微创压力监测等功能繁多的传感器的应用让主刀医师实时准确了解被手术者的生命体征与切除物状态，快速准确部署相应操作。



血液透析

我们的肾脏一直承担着主管人体新陈代谢、维持体液酸碱平衡、促进内分泌的功能。身负重任的肾脏在患者手术期间便显得极为脆弱和重要，输尿管、膀胱结石或阻塞，以及休克、败血症、心脏衰竭都极易导致急性肾衰竭等不可逆损伤，为病人日后的健康生活留下极大隐患。透析设备的使用可以部分分担肾脏功能，帮助一同过滤废物去除多余液体及平衡身体电解质，改善肾脏功能。

透析设备的正常运转与患者的治疗安全息息相关，压力、漏液、气泡检测皆不可少。

透析液输送系统中的压力控制透析过程的对流速率和清除率。血液将在恒定压力下通过半透膜进行过滤。TE生产的直径13mm的毫伏输出压力传感器MEAS 85F系列专为该需求设计。85F齐平安装传感器适用于O



MEAS 85F
系列传感器

环形密封，且膜片不被焊接环或压力接头所遮盖。传感器利用硅油将压力从 316L 不锈钢隔离膜传递到感应元件上。封装件上附有一个陶瓷基板，其中包含一个激光修正电阻以对传感器进行温度补偿和偏移校正。此外还包含另外一个激光修正电阻，可用于调整外部差分放大器及提供 $\pm 1\%$ 的互换量程范围。

与输液泵类似，气泡传感器对于透析仪管路中气泡检测同样发挥着重要的作用。透析仪穿刺针针头漏气、针头与血泵连接处漏气等原因都会造成微小气泡混入血液造成混浊状血栓的风险。**TE 的 AD-101 非侵入式气泡检测器也可同样对透析仪中气体混入进行精准检测，避免造成肺部栓塞的可能性。**

透析液的温度至关重要，不适当的温度会导致患者不适，但更关键的是，血液蛋白只能在特定的温度下才有活性，保持健康。血液的温度由透析液水温控制。TE 的 PT 温度传感器应用于透析液的温度测量和控制，保障患者在透析过程的体温、血压及舒适度，减少并发症的发生。

血液透析中有着完善的安全报警系统，如血压报警，流量、温度报警，空气报警等，漏血报警也是其一，出现任何一个报警，仪器都会停止正常透析工作，进入透析液旁路状态，从而保证患者的安全。透析漏血传感器是透析机的重要组成部分，当透析液中有气泡、透析器破膜以及有血液溢出时，它会及时报警，以保证治疗过程中患者的安全。基于光学原理的 TE 高灵敏度漏血传感器由发光侧和受光侧组成。当漏血发生时，由于红细胞悬浮在透析液中，产生遮光效果，受光侧接受到的光强度下降，继而转变为电压下降，当下降一定幅度时就会发生漏血报警。**TE 漏血传感器对环境光有很强的抗干扰性，对仪器内血液溢出情况反应灵敏。**



消融手术的温度监测

射频消融手术属于微创手术的一种，治疗过程基本为：在数字减影血管造影机（DSA）引导下，将电极导管送入手术部位，通过温度识别精确定位并将电极导管头端紧贴关键病灶处，通过局部释放射频电流产生小范围热效应，达到损毁坏死病变处的目的。因创口小、过程快，疗效媲美外科大手术，在近几年逐渐受到患者欢迎。肿瘤、心血管病患者通常会被建议进行消融手术，因基于温度传感器的射频消融导管能快速定位散热差的癌细胞，而癌细胞对高热敏感，消融探针的使用能够快速有效杀灭癌细胞，避免副作用发生。

温控性射频消融导管的温度控制对于手术的成功进行起到决定性的作用，加热区的温度控制可控制组织损伤，温度的恒定也可避免患者因体温过高出现心率增快、皮肤烧伤等不良反应。

在人体这样狭小环境内的敏锐温度检测需要更为灵活精密的温度传感产品，**TE 超小型热电偶 PF5040139 以灵活的超细热端设计、极佳精度、超快响应速度和强大的可扩展性完全满足相关厂商的量产与使用需求。**创新超细端连接绝缘技术使传感器最细端截面仅为 0.08（宽） \times 0.15mm（高），仅为 0.5 $^{\circ}\text{C}$ 的超窄误差范围与小于 200ms 的测温周期帮助主刀医生减少病灶体积与状态的判断误差，精确快速处理坏死或病变部位。



大型手术的压力监测

人体内的压力有血压、胸内压、眼压、颅内压等多种。危重病患或接受大手术的病人在手术过程中血压易快速变化，术中监测有创压力可对手术过程中的体内压力进行实时监测，有效降低术中、术后不良事件的发生。例如，围产期的子宫收缩活动可使用宫内压力导管（IUPC）跟踪分娩时的收缩，可对孕妇早产和流产起到预警作用；活体组织检查、急诊手术和胆道手术等非大型手术也可



SMI IntraSense

从压力检测中获益。这些人体内压力监测都需要借助微创压力传感器才能实现。

TE 旗下的 SMI IntraSense 系列产品是微创传感器领域的先锋。**微创外科手术受益于 IntraSense 产品在整个解剖空间内直接进行压力测量。它可以沿曲折的解剖组织移动进行颅内压力、子宫内压、心血管内压以及肾内压的测量，提供最低的侵入性监测。**IntraSense 传感器产品达到 1F ($\approx 0.33\text{mm}$) 导管直径，同时具备良好的生物兼容性。为简化系统集成，此传感器出厂前已进行了导线预连接和预密封处理。SMI 还可提供定制化校准方案以便在现有手术设备中使用。在微创手术应用上，SMI 的 1F 传感器出货量已达数百万片，在传感器性能和易用性上迈出了一大步。



SPD 系列
拉绳位移传感器



手术位置监控 / 外科医用控制台位置监控

拉绳位移传感器一般用来测量绝对距离或位移，其提供代表距离的电气输出，通常用于物体之间相对运动，且位移较大的地方，适用于手术位置监控或外科医用控制台的位置监控。外科医用控制台用于机器人手术应用中，TE 的拉绳传感器 SPD 系列在测量踏板位置以及手臂器械位置和摄像机之间的长度方面起着重要作用。其还用于机器手臂关节或控制台台柱位置的安全检测，以确保没有相对运动，如果检测到任何动作，系统将关闭进入安全模式。

大健康



从身到心，一切让生活状态达到良好的过程与效果都与大健康产业息息相关。只有全民健康状况得到保障，才能为国家经济建设奠定坚实基础。然而，在庞大的人口基数背景下，中国不仅面临着老龄人口数量巨大，发展态势迅猛的情况，同时伴随着重疾与慢性疾病年轻化的双重夹击。随着数量激增、疾病类型在更多年龄段蔓延，消费者的健康意识也逐渐由被动“治疗”向主动“防御”积极转变。在此背景下，即使如今新冠肺炎疫情在短期内为中国带来经济活动减少和社会需求抑制等不良影响，但中国防疫举措的强大执行力让市场对其经济的

后续活力保持乐观，对技术创新力的呼吁也让大健康产业的发展再次受到关注。中共中央、国务院印发的《“健康中国 2030”规划纲要》明确指出，健康产业将成为国民经济支柱性产业，并定下 2030 年行业总规模达 16 万亿元的明确发展目标；目前，中国大健康市场仍停留在重复生产，研发和创新力不足的局面。中国多省市区也纷纷出台产业政策，调整产业结构、优化产业布局，努力发挥地区产业集群效应，打造高质量的大健康产业创新集群。

从技术层面提升大健康产业创新能力首选需要解决的是数据问题；就研发而言，只有帮助产业和相关专业机构数据，才能缩短产业化前的研发过程，为走创新产业模式做好准备；于消费者而言，也只有日常使用的医疗保健设备能够以精准数据帮助使用者实时掌握身体健康状况，消费者才能将“预防”的意识根植于心。

传感器在其中的每个节点，都有关键任务。

用于睡眠质量监测的特定传感器

以目前大健康市场最为关注的睡眠领域说起。2020 年世界睡眠日的主题为“动静之间，健康睡眠。”，真实反映了全球约 1/3 人“睡不着、睡不醒、睡不好”的睡眠现状。健康的睡眠对恢复人体精力、改善压力、增强免疫力甚至维持生命健康都至关重要，睡眠体征监测与可靠的睡眠质量解决方案便成为现今大健康市场的一大需求，以寝具为首的智能床垫、智能枕头等非穿戴式睡眠监测产品正逐渐受到热捧。

以睡眠监测床垫举例，内置传感器的床垫可以每日监测用户的睡眠习惯，包括翻身、心率、呼吸、睡眠周期甚至打鼾，以及卧室温湿度等情况。这些监测都是在不打扰使用者的前提下进行，由于不用穿戴，且人体接触的传感器为无源器件，不需要供电，用户会感觉更为舒适而没有负担。传感器收集到的数据会被传输到手机端，呈现在用户面前的是经过系统数据分析后的睡眠报告以及改善建议。



提供更全面的睡眠数据



材料柔软、机械韧性优良



可以承受高达 85°C 的温度

TE 压电薄膜传感器 10184000-01 具有睡眠监测功能，能很好地完成使用者睡眠体征、体动信息跟踪等任务。**TE 压电薄膜传感器**可以做成任何形状将其置于床垫上可以检测呼吸频率、心率和**其他参数，如身体移动和下床，从而为智能 APP 等睡眠质量分析工具提供更全面的数据，获得更精确的睡眠质量分析。压电薄膜是一种无源器件，无需外部额外通电，安全可靠。所用材料柔软，机械韧性优良，并具有宽频带、宽动态范围、高电压灵敏度的特性，集多用途性、柔性、耐用性和化学惰性于一身，可以承受高达 85°C 的温度，同时，它的声阻抗较低，能有效地在水和人体组织中传导声音信号。该产品和集成传感器模块按照严格规范设计和制造，且通常提供定制服务。结合物联网应用，可以有效提供人们的睡眠模式信息，为智能医疗健康提供有力的数据支持。

用于预防胰岛素泵堵塞的特定传感器

现今，糖尿病及其慢性并发症已成为严重影响全球人类健康的慢性非传染性疾病。为此，世界卫生组织和国际糖尿病联盟特别将11月14日设为“联合国糖尿病日”，旨在引起全世界的警觉。

糖尿病患者的一大症状就是胰岛素的绝对缺乏或分泌不足。多国际大型研究结果均显示，加强胰岛素强化治疗，模拟生理性胰岛素分泌状态有助于迅速解除糖毒性，帮助患者保持每日血糖的正常水平。而相较传统口服降糖药物，使用胰岛素泵在精确给药、维持胰岛素分泌、快速稳定血糖等方面效果更佳，相关产品轻便小巧易于携带，方便患者随自身喜好偶尔加餐。



高灵敏度



高过载



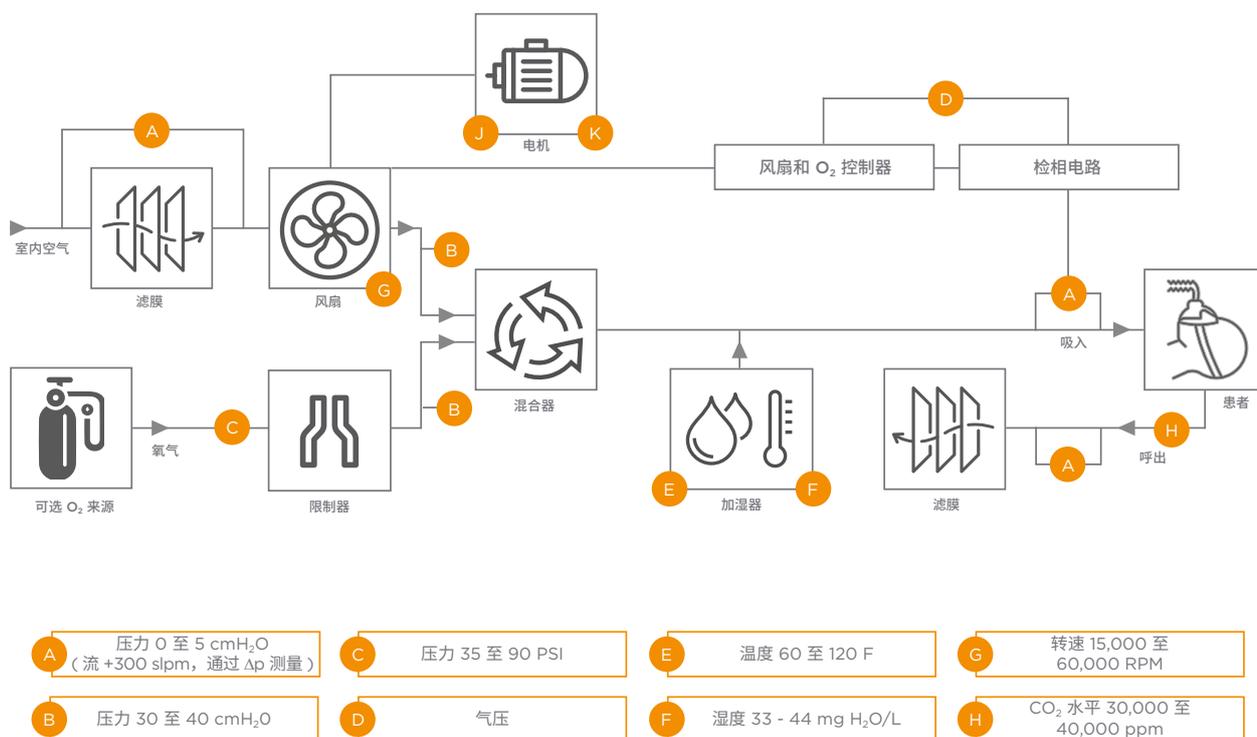
偏移小

胰岛素泵外形如同BP机，由机械泵系统、小注射器和与之相连的输液管以及皮下注射装置组成。输液治疗的顺利与否也就是输液管道的通畅与否大程度依赖于使用称重传感器的灵敏度。与输液泵类似，TE的FS19力传感器可敏锐感知胰岛素泵子系统的密封状况、进气压力、泵堵塞等情况，避免胰岛素泵装置失灵使患者承担血糖过高或过低风险，为患者的生命安全保驾护航。

用于家用呼吸机的特定传感器

科技的进步让医疗设备民用化成为常态，其中家用呼吸机首当其冲。作为改善呼吸功能、减轻呼吸消耗、节约心脏储备的医用呼吸机在经过简化设计后“回归家庭”，专为患者突发性换气障碍、并发急性呼吸衰竭时使用，不但救患者于水火，也起到减轻医院压力、节省家庭支出的作用。

作为医用无创呼吸机的简易版，家用呼吸机承袭了一般呼吸机的工作原理，对精确监测与控制气流、压力、温度与参数有较高要求。



与无创医用呼吸机一致，**TE 的 SMI 压力传感器具备超低的压力传感范围。这些传感器使用压阻技术和信号处理功能来提供补偿输出，从而实现了超低压和低压传感。** SMI 压力传感器针对小型设备进行了优化，并封装在紧凑、坚固的护套中。这些传感器的轻便设计非常适用于家用呼吸机对于机体紧凑、便携性的要求。高度灵敏的传感元件、不超过 1% 的补偿温度范围与长期稳定性都能助力家用呼吸设备长时间的精确测量，为患者的术后恢复、疫情期间的呼吸过度或是睡眠呼吸疾病治疗带来助益。



此外，TE 为家用呼吸机的整体运作都配备了相应传感产品：

传感器技术	应用	特色产品	关键产品特性	优势
压力 	滤膜清洁度监视和气流监视	SM9000 或 SM7000	<ul style="list-style-type: none"> 低至 125 Pa 的超低压力范围 16 位数字输出 对安装方向不敏感 	<ul style="list-style-type: none"> 检测压力的极小变化 轻松读出信号 简化系统集成
压力 	风扇压力	SM6000	<ul style="list-style-type: none"> 数字和 / 或模拟输出选项 精确度高达 ±1% FS 对安装方向不敏感 	<ul style="list-style-type: none"> 系统设计灵活性 长期可靠且精确的测量
压力 	罐体压力 — 氧气端	M5200	<ul style="list-style-type: none"> 压力传感器 介质兼容性 精确度：±0.25% 总误差范围：±1.0% 	<ul style="list-style-type: none"> 暴露于压力介质时具有出色的耐用性 紧凑的模块化设计
压力 	气压补偿	SM11X1	<ul style="list-style-type: none"> 紧凑的 SOIC-8 护套 提供数字或模拟版本 	<ul style="list-style-type: none"> 紧凑型设计 系统设计灵活性
温度 	空气和气体温度管理	TSYS03	<ul style="list-style-type: none"> 数字温度测量 提供超小型 1.5mm x 1.5mm 封装 分辨率高达 0.01° C 2.4V 至 5.5V 的电源电压范围 	<ul style="list-style-type: none"> 超紧凑设计 精确数字输出 低功耗
温度 	空气和气体温度管理	44000 系列	<ul style="list-style-type: none"> NTC (负温度系数) 热敏电阻 小型化组件 快速响应 	<ul style="list-style-type: none"> 高灵敏度 经验证的长期稳定性和可靠性
温度 	空气和气体温度管理	PTF 系列	<ul style="list-style-type: none"> RTD (电阻温度探测器) 传感器 薄膜铂金沉积在陶瓷基板上，具有玻璃涂层 提供导管轮廓 尺寸 1.2 x 4.0 x 1.1 mm 	<ul style="list-style-type: none"> 长期稳定性 高质量电气绝缘 小尺寸
湿度和温度 	空气和气体混合物的湿度和温度管理	HTU31	<ul style="list-style-type: none"> 提供数字或模拟输出 冷凝后 10 秒内 t63% 的快速响应时间 可选滤膜保护 	<ul style="list-style-type: none"> 组合湿度和温度 系统设计灵活性 环境稳定性
磁性角度传感器 	风扇速度调节	KMT36H	<ul style="list-style-type: none"> 三个电桥信号，120° 相差 额外磁场可 360° 全面测量 精确度优于 +/- 0.5° 	<ul style="list-style-type: none"> 360° 非接触式绝对角度测量 高度灵敏
热电堆 	呼出二氧化碳水平测量	G-TPCO-035	<ul style="list-style-type: none"> NDIR CO₂ 气体检测滤膜 精确的参考传感器 4.26µm 窄带通 小型 TO-18 封装 	<ul style="list-style-type: none"> 极高信号 紧凑型设计

互联网 医疗



2020年，新型冠状病毒疫情的爆发也加速了中国新兴医疗技术的发展。“互联网医疗”以“无接触”、“跨空间”、“响应快”的优势在无法聚集人流的特殊时期起到重要作用。这一强大助力直接导致国家发改委印发《关于推进“上云用数赋智”行动 培育新经济发展实施方案》，推进互联网医疗医保首诊制和预约分诊制，开展互联网医疗的医保结算、支付标准、药品网售、分级诊疗、远程会诊、多点执业、家庭医生、线上生态圈接诊等改革试点、实践探索和应用推广。2019年互联网医院日均问诊量约为2000-3000次/天，按此推算，2019年互联网医院问诊量约为2.1-3.2亿次，均值为2.7亿次。而在今年疫情期间，仅平安好医生一个在线问诊平台的访问人次就达到11.1亿，APP新注册用户量增长10倍，APP新增用户日均问诊量是平时的9倍。

基于受众数量的优势，中国互联网医疗早已拥有庞大的数据库，但如何让互联网医疗大数据被充分采集，价值得到充分挖掘，使用更加规范化，从而让解决方案对市场布局更有针对性，便成为务须突破的难题。稳定、长久、可靠的商业变现模式才是促进“新”技术能在“旧”行业中长久发展与推广的唯一途径。

“互联网医疗”概念的落地得益于远程医疗技术的发展。为了对患者病情进行更精确的诊断，一方医疗机构可邀请拥有其它资源优势的医疗机构以计算机、互联网、通信设备等技术支持达成线上沟通。在沟通过程中，参与方将患者病历、药例、医学影像等信息以数字、图像、语音形式综合传输至远程医疗各参与方，双方在专业经验与见解交换的基础上最终决定诊断与治疗的方案的最优解。

可以说，远程医疗包含远程诊断、远程会诊及护理、远程医疗信息服务等各方面，并将在5G通信、人工智能、云技术、医疗物联网等新一代技术成熟后，一次性打破场所、地域、医疗服务资源、医生资源的重重限制，为

11 亿

今年疫情期间，平安好医生
在线问诊平台的访问人次就达到 11.1 亿

9 倍

APP 新增用户日均问诊量
是平时的 9 倍

10 倍

APP 新注册用户量增长 10 倍





患者提供高适配性的诊断与护理服务，最终改善大众的整体生活水平。远程病人监护正大行其道，并从根本上改善患者结局和整个医学界的医疗质量，改变医疗体制，精简医疗成本。

其中，使用传感器能够在各种远程医疗应用中收集数据，从而改变患者的治疗和监测方式；传感器收集数据可帮助医务人员更快、更准确地了解关键情况，并使患者能够更深入地了解其病情和改善情况。从血压检测到透析设备检测，传感器通过向云提供本地化数据和信息，为患者和医疗和医疗行业提供更优质的服务。

对于该需求，TE 的多品类传感器从器械到设备、从大手术到小部位都已做好全准备。在如中医远程号脉、“听声辨病”远程治疗慢阻肺患者等新应用领域，或是全国各地主推“互联网医疗”落地的相关项目中，都有 TE 传感器产品的身影。

早在 2017 年，“家庭医生签约服务”便被列为深化医改 10 项重点任务之一，并逐步扩大至全国 85% 以上地市。作为“互联网医疗的雏形”，“家庭医生签约服务”

在政策“早支持”与市场“早欢迎”推动下率先起步，并已逐步体现出家庭医生智能化与医疗服务优质化的积极特征。

家庭医生管理平台（APP）依靠医联网技术与医疗大数据分析，为医护端推送患者情况，帮助其快速展开工作。该平台与患者使用的智能医疗器械已做好数据绑定，患者在家通过智能床垫起床，测量血糖、血压，或使用呼吸机、雾化器后通过多种传感器收集到的健康数据都会同步至患者健康档案中，医生可根据数据产出的健康档案对患者的健康状况进行评估并给出指导意见，如有必要也可上门随访。

“家庭医生”的成功经验已在全国复制并推广，杭州市“互联网+养老”服务、上海市“家庭照护床位试点”和“互联网+护理服务”试点，乃至江苏省“新冠肺炎疫情防控期间开展‘互联网+’部分医疗服务”等多种服务需求将继续伴随医疗新基建、健康丝绸之路等多个破局之刃，带领中国医疗发展走向更坚实的未来。TE 医疗应用传感器产品也将坚守数据捕捉的不变使命，助力医疗新应用功能的不断深化，为行业数智化发展保驾护航。

总结

从中国到全球，TE 拥有的传感解决方案已凭借其敏锐感知力将无数物理信号转化为价值数据，将人们的衣、食、住、行等与健康生活息息相关的信息实时更新于各类智能可穿戴设备，助力 360° 健康管理。这份感知的提升将不止应用于“医疗器械”、“大健康”、“互联网医疗”这三个领域，让“智慧医疗”从创新意识逐渐转为全人类收益的硬核技术。

TE 在传感领域将继续成为“工程师的工程师”，为“智慧医疗”的高速发展提供持续解锁力。在“创新、集成、智能”三大价值主张的引领下，让医疗行业的每个参与者获得更多感知体验生命变化的机会，共同构建更安全、可持续、高效和互连的未来。





关于泰科电子传感器事业部 (TE Connectivity Sensor Solutions)

泰科电子(TE Connectivity, 简称“TE”)总部位于瑞士,是全球行业技术领先企业。TE 年销售额达 130 亿美元,致力于创造一个更安全、可持续、高效和互连的未来。TE 广泛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 传感器解决方案提供的测量技术包括压力、力、温度、位置、速度、加速度、湿度、流量、液位、血氧、压电薄膜、速率和惯性、扭矩、超声波、以及液体特性等,通常都用于其应用设备的关键部位。我们的工程师致力于智能、高效、高性能的传感器解决方案,帮助客户实现从概念到产品的转化。TE 在全球拥有近 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 150 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”。