

适用于医疗设备应用的压阻式力传感器的优势

作者：Sean Gough 产品管理部总监

引言

力传感器在医疗设备中很少被提及，但其实它是不可或缺的一种解决方案，因为它们在许多关键应用（最显著的是输液泵）中发挥关键作用。尽管如此，提供力传感器的企业屈指可数。TE 传感器解决方案在力传感器设计和制造领域处于领先地位。TE 利用专有技术提供非常成熟的压力型力/称重传感器，此类传感器具有非常高的性价比。此白皮书简短地介绍了 TE 力传感器技术、典型应用领域以及为全球客户带来的价值。

电子控制功能在现代医疗中起到难以估量的作用。现今的医疗设备通过传感器提供的状态及处理过程数据辅助其进行准确、安全、有效地病患监测、诊断和治疗。

因此，传感器在医疗设备中的应用范围极广，从植入式传感器到应用于导管和/或体腔内的传感器，以及用于液体或其他严峻环境下的外用传感器等（如图 1）。

由于医疗卫生部门仍面临全球化的高成本压力，因此，传感器被寄予厚望，希望其能起到平衡技术成本与达到具体装置的预期使用效果或治疗效果的作用。在竞争激烈的市场环境下（以及在某些细分化世界区域），医疗设备厂商（OEM）可以在其产品中安装特定用途的传感器技术，从而使其产品具有领先优势。



图 1: 监测药物注射过程中的流量及/或预计阻塞情况是低压力称重传感器的一个应用领域

使用案例及相关技术

TE 的专家们创造了广泛而精深的传感器+应用专门技术，并已将此专门技术应用到了医疗设备领域传感器解决方案开发中，医疗设备

领域传感器解决方案作为一个较大的产品分支，其范围甚广，目前大概有 40000 多种产品并涵盖多个纵向市场。这一产品应用范围与企业全球性足迹范围的结合，将使 TE 成为世界上最大的传感器专家之一。

TE 医用传感器所涵盖的测量范围包括对气泡、力、湿度、液量、位置、压力、脉搏/脉冲、温度和振动/加速等的监测。按照医疗设备的应用类型进行分类，传感器的应用设备类型应包括介入治疗器械、手术设备、病患监测设备、呼吸和透析设备、医院基础设施（如医疗气体分布）和穿戴式医疗仪器等。

医疗设备制造商可选择的 TE 传感器技术包括：

电容式薄膜	浮子/磁和簧片开关
箔应变仪	红外热电堆
线性弦丝电位计	磁/光编码器
麦克风	微热电偶
负热敏系数电阻	压阻式硅微电子机械系统
压阻式陶瓷聚合物	光学照相
硅应变仪	电容式液位计
超声波压电薄膜片/陶瓷片	超声波探头

本白皮书重点介绍微熔力传感器，微熔力传感器用于包括输液泵在内的多种类型的医疗设备。

通常，可采用多种输液泵将液体、药物或营养物质注入到患者的循环系统内。虽然注射主要以静脉注射为主，但在少数情况下，输液泵也被用于皮下注射、动脉注射和硬膜外注射。影响输液泵工作效果的可变因素有多个，包括液体体积和注射方式（分为连续注射、间歇性注射或病患可控注射）。而为确保液体流动的流畅性，可在输液泵上安装传感器，以监测可能发生的阻塞情况。采用这种方式提高病患的安全性可被理解为对希波克拉底氏誓言的践行。

由于正确的剂量（=单位时间注射量）可直接影响治疗效果，继而影响病人的健康，因此输液泵监测与病人的康健具有高度相关性。这在医院和家庭护理中同样适用：通常而言，医疗站（重症监护室、医院或门诊）医护人员的配备是受经济因素制约的，因此，医护人员很难实时监测到单个病人的输液状况。另外，需要在家输液的病人如果不具备基于传感器技术的集成化电子控制功能的支持，就意味着他们不具备检查输液泵是否正常的医疗条件和技术条件。

无论在家还是在医院，压力型力传感器都能发挥其作用，监测出需要立即采取纠正措施的输液管阻塞情况。在不考虑这一核心功能的情况下，称重传感器必须既能严格控制成本，又能达到质量/可靠性标准。

力/称重传感器

尽管外部医用传感器，如输液泵，相较于植入式传感器等，需要突破的技术难度较小，但仍需达到极高的要求。这是为什么呢？力测量给出了一个很好的例子。

力传感器（也称为“称重传感器”）的应用范围很广，比如输液泵。还有，物理治疗、医院病床（测量病患体重）、手术钉枪、急救时心脏复苏（CPR）辅助设备以及氧气管的监测等。

TE 多年来一直在向欧洲的医疗设备 OEM 厂商以及具有较强竞争力的美国市场提供称重传感器（如图 2）。



图 2: TE 的微型力传感器

FS20 微型力传感器依托 TE 的专有技术，不仅采用机电系统装机，而且还极具经济性（图 3）。在测量过程中，FS20 传感器还纳入了压阻式作用原理。



图 3: 采用 FS20 微熔低量程压力传感器监测输液泵。

工作原理

压阻式应变广泛应用于传感器技术。下面对此将不再重点说明，主要侧重于对医用称重传感器的说明。下面给出两个产品例子，用于说明该产品的工作原理。

在 FS20 力传感器（如图 3）中，传感器顶部的圆盘形荷载收集器会受到泵中流体压力产生的机械应力。这个金属荷载收集器作为一个作用点，其在额定负载运行状态下的受压偏心误差最大为 0.05 毫米。荷载收集器的下面设置了一个压阻式硅应变片。当该应变片承受荷载收集器弯曲产生的弹性应力时，应变片结构的阻力就会发生改变。

这种改变在集成电路中得到处理后，正向输送给输出线。标准化传感器的零点及稳定性跨度，确保传感器的互换性。温度影响得到补偿。FS20 传感器的连接和框图，见图 4。

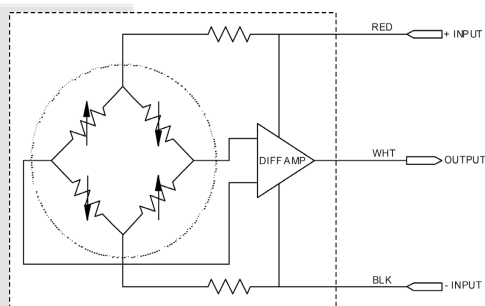


图 4: FS20 低量程压力称重传感器的放大输出线路图

符合 RoHS 认证的 FS20 称重传感器有两款量程可选：750 克和 1500 克。这款传感器具有大信号输出、噪声低、偏心误差小、高过载能力（高达 2.5 倍），快速、精准响应（1% 的误差）以及 0° C 到 50° C 温度补偿的特点，因而成为输液泵监测的绝佳之选。

在形变非常小的情况下，这款传感器不存在寿命限制。由于其设计非常小巧（25.1 x 17.27 x 8.26 mm），因此非常适合于多种受空间限制的应用。

FC22 微型力传感器的工作原理与之相同；但其工作区域则相对较小，有利于直接进行点的力测量。这款传感器极好的形状系数和连接线连接能力可提供不同的集成选择，见图 5。



图 5: FC22 微型低量程压力称重传感器

FC22 称重传感器还有一款毫伏电桥版，具体见图 6。

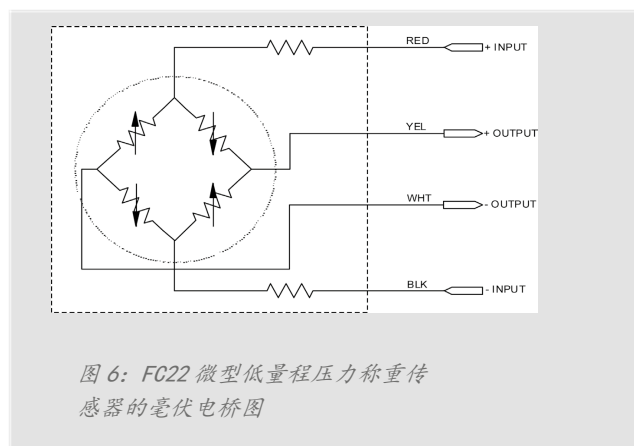


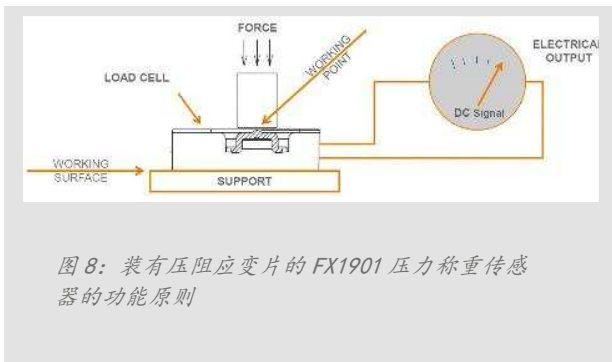
图 6: FC22 微型低量程压力称重传感器的毫伏电桥图

图 7 提供了一个较高量程的称重传感器示例：FX1901 压力传感器。FX1901 压力传感器符合 RoHS 认证，被应用于物理治疗、病患体重（电子秤）测量和脊柱神经按摩治疗和健身器材等方面。



图 7: FX1901 压力称重传感器

FX1901 具有五种力量程范围：分别在 10 到 200lbf（相当于 5 到 100 千克）之间。其模拟输出信号是 20mV/V。而且这款精确度为 1% 的称重传感器的结构设计非常经济（如图 8）。



微熔 (Microfused) 技术

FS20、FC22 和 FX1901 压力称重传感器的共同特性在于，三者都采用了 TE 应用于医疗市场的专有硅压阻应变片 (Microfused) 技术，在极低成本封装中整合了耐用性和长期稳定性。

这种技术通过高温熔解玻璃将微机械加工硅压阻式应变片与高性能不锈钢基板粘合。工艺成熟、可靠，已成功交付成百上千万个力传感器，广泛应用于多种类型的医疗设备之中。

微熔技术彻底摆脱了传统力传感器中使用的容易老化的有机环氧树脂，避免了树脂老化带来的潜在问题，从而具有极好的零点和长期稳定性。

竞争对手常使用的充硅胶压力腔设计会存在芯片引脚疲劳故障；但这类传感器直接测量力，因而避免了这种问题。使用微熔技术的传感器在极低应变下运行，产品不存在寿命限制，且具有分辨率高，高频响应和抗过载能力强的特性。因此，经证明，采用微熔技术的力传感器在医疗设备上的应用是非常可靠、耐用的。

定制支持

为将产品理念转化成智能产品，TE 传感器解决方案部门为客户提出的特定应用、标准化和定制化要求提供全面支持。根据单个设备，一般可在众多现有的和完全获批的传感器电池中选择可适用的电池。

医疗设备厂商可通过测试标准化传感器的方式，核查称重传感器的测量特性，但与很多其他传感器企业不同的是，如果设备厂商决定将 TE 传感器集成到某一特定设备上，TE 可以为客户提供定制化支持。

参与应用过程的专家有来自不同地区的传感器技术专家、技术销售工程师和医疗应用工程师。

针对称重传感器，非专门设计的半导体应变片可适合于采用不锈钢传感器外壳制造的单个产品需求。这有助于快速交付样品。由于疾病的种类繁多，其治疗方法各不相同，因此，OEM 将传感器外壳改造成适合于具体治疗方法的方案，有助于创造高成本效益的设备产品。

传感器、线缆与连接器： EVERY CONNECTION COUNTS

一提到综合传感器解决方案，TE 作为全球领先的电气/数字互联技术开发商和提供商，往往被寄予厚望。由于连接线和/或连接器的集成对医疗设备的可靠性和稳健性会产生极大的影响，因此 TE 始终如一解决方案提供了额外的技术支持，从传感器电池本身一直涵盖到电气的相互连接上。医疗设备 OEM 厂商可将 TE 视为其在**力传感应用领域**内的一条龙式驿站。

医疗设备 OEM 厂商正在寻求高可靠性、尺寸合适（微型）、成本低和综合性能高的产品。力传感器的众多应用领域包括：

- 可流动式药品调剂系统，许多可流动式药品调剂系统将力传感作为其用于管理反馈的主要传感器技术。
- 随着低成本、高可靠度的力/扭矩传感使精准测量成为可能，手术治疗的频率日渐增加；力传感器正在被逐步安装到主要设备和眼部手术设备上，用于实现更快、更精准的手术治疗。
- 在膝盖和肩膀手术位置采用输液泵输液、注射生理盐水的过程中，将越来越多地采用力敏传感技术，以便更好地控制流量。
- 称重传感器目前正广泛用于静脉注射的称重测量应用中（传感器+互相关联模式）。

结论和前景

TE 的力传感器进一步提高了医疗设备的功能和可靠性。微熔传感器以其成熟的技术、大量的成功应用案例及稳定的工艺，使其成为众多测量要求的技术选择。这类传感器结合其技术特性和经济效益，在满足医疗设备行业要求的成本限制条件的同时，恰好提供了提升医疗设备功能性所需的特性。TE 遍及全球的业务足迹使公司能够为所有相关市场提供全球化支持。

为了避免因获取食品及药物管理局对无线连接软件设施的审批而需要做出大量工作，医疗设备目前主要采用线路连接，如果能减少连接至病人及其床位的线缆数量，则对病人和医院工作而言，都具有极大的好处。TE 将为医疗设备提供无线互联支持。公司在无线互联方面的专业知识源于我们在全球范围内为众多行业提供相关技术支持的行业经验。

te.com

微熔、TE、TE Connectivity (LOGO) 和“EVERY CONNECTION COUNTS”都是 TE 的商标。本文中的其他 logo、产品和公司名称可能是其各自所有者的商标。

本文提供的资料，包括仅用于例证之目的图纸、插图和原理图，视为可靠信息。但，对于资料的准确性或完整性，TE 不做任何担保；同时，TE 不承担因其使用而产生的任何责任。TE 的义务仅限于 TE 在《标准销售条款和条件》中对本产品规定的义务；不论在何种情况下，因产品销售、转售、使用或错误使用造成的任何附带性、间接性或结果性损失或损害，TE 不承担任何责任。TE 产品用户应自行评估，确定每款产品在具体应用中是否适用。

© 2018 TE Connectivity 企业群 版权权利。

版本：2018 年 3 月版