

电阻式薄膜压力传感器用户手册

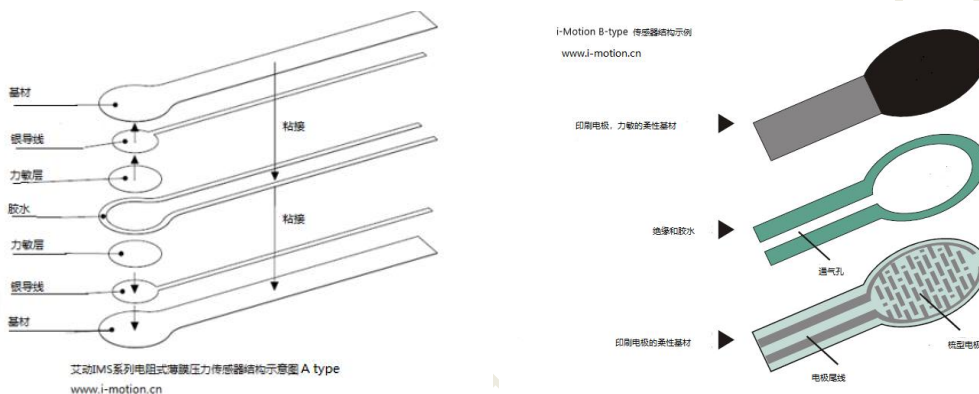
V9

1.背景介绍:

本手册描述了如何使用艾动的电阻式薄膜压力传感器(以下简称**传感器**)，传感器可以静态和动态地测试 2 个表面之间的力，超薄的传感器方便直接放入测试。

传感器是在柔性聚酯基材上印刷电极、力敏、绝缘、胶水以及其它需要的功能材料;然后将上下 2 层基材面对面封装起来;引出的电极上可以压接公端或者母端的端子,或者做成 FPC 插头以及其它指定的电极方式,用来连接到传感器采集系统上。

传感器包含 A 和 B 两种结构形式，以单点传感器来举例,2 种结构形式如下图所示。传感器对外的 2 个引线就是一个电阻，在静态（不施力，不弯曲）条件下，传感器的电阻很大（ $>1\text{M}\Omega$ ）。在传感器的有效面积上施加力之后会带来传感器 2 个引线之间电阻的对应减小，施力越大，电阻变得越小。



下面给了 2 个型号相同只是结构不同 A/B 的 2 个传感器实物。

IMS-C7.5A 实物图

IMS-C7.5B 实物图



对于 1 片多节点传感器来说，多个传感器节点的输出信号可以采用共线或者不共线的方式，共线可以有效的节省输出的信号线数量，顶层和底层的信号线全共线就是我们定义的矩阵式。艾动薄膜电子的 IMM00014/57 就是一款典型的矩阵式传感器，顶层输出 44 路信号，底层输出 52 路信号，传感器上一共有 $52 \times 44 = 2288$ 个节点。

※无论是单点还是多点传感器，传感器的基本特性相同，都覆盖在本应用手册文档之后。

传感器用来测试传感器平面垂直方向的力。艾动的传感器既不是测力计也不是应变仪，尽管它们有很类似的属性，本类型传感器不适合精确测量。

第 6 节列出了艾动薄膜电子的单点传感器标准品。

免责声明

本手册提供的信息仅用来提供产品的通用信息及指导应用，不作为本公司签订销售合同的补充协议。

本公司保留在不通知的前提下对本手册内容的修改的权利。

由于本公司不控制传感器在客户产品的最终使用，任何潜在客户确认采用传感器用于自己的产品商用之前，

请自行确认产品的适用性。

进一步联系方式

如果有进一步需求,可以访问我们的网站: www.imsensorhub.com

或者直接联系客户服务人员邮件: 13601207437@163.com

2 传感器应用建议

传感器是采用多层印刷封装而成的被动元件，作为可变电阻,可以采取多种方式应用于电路中.为了更好的使用传感器,下面介绍几点重要事项.

- 正确的期望(了解你即将使用的薄膜电阻式压力传感器)

此类传感器,不是测力计,应变仪. 在测量中,通常只能获得定性的结果.力的测量精度范围大概在 $\pm 5\%$ 到 $\pm 25\%$ 依赖于测量和施力系统的一致性及校正方法.

请注意精度和分辨率的区别,传感器的力分辨率小于 1%.

- 传感器的测试有效区域(active area)

传感器的有效测试区域就是传感器圆形端, 银色圆面覆盖的范围。为了达到准确及可重复的测试结果, 被测力需要很均匀的分布在传感器的有效区域。在传感器有效区域中被测力的分布位置变化也会轻微的带来读出电阻的变化。

如果被测力的接触面积大于传感器的有效面积,那么就需要在传感器上增加一个面积略小于有效区域的橡胶垫子.让被测力全部作用在传感器的有效区域。艾动的单点传感器标准品均可以提供略小于有效面积尺寸的垫片。

- 传感器量程 (force range or pressure range)

艾动薄膜电子定义的量程是指让传感器的输出为一个指定电阻的压力值,所有的单点传感器都采用相同的定义。需要注意的是这个量程并非是传感器的最大工作量程,绝大部分时候传感器可以在超过工作量程 1 倍压力下还有不错的线性变化。

此外薄膜压力传感器在超过量程之后,仅仅是传感器的输出会逐渐趋于饱和,而传感器本身并不会损坏。(只适用于薄膜压力传感器垂直受压)

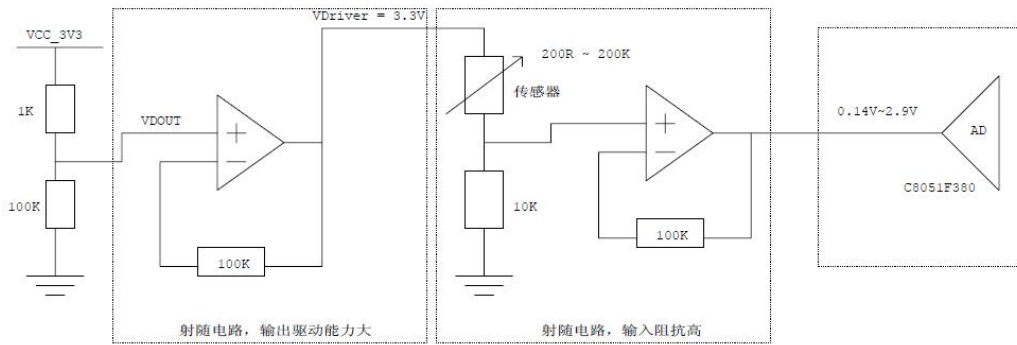
- 布置一套可重复的机械施力系统及校正(calibration)

对于传感器应用在客户电子系统中,为了得到施加的力值(牛顿,千克),需要通过施加标准力进行校正.所以需要一套可重复稳定的标准力施加系统作为基准.

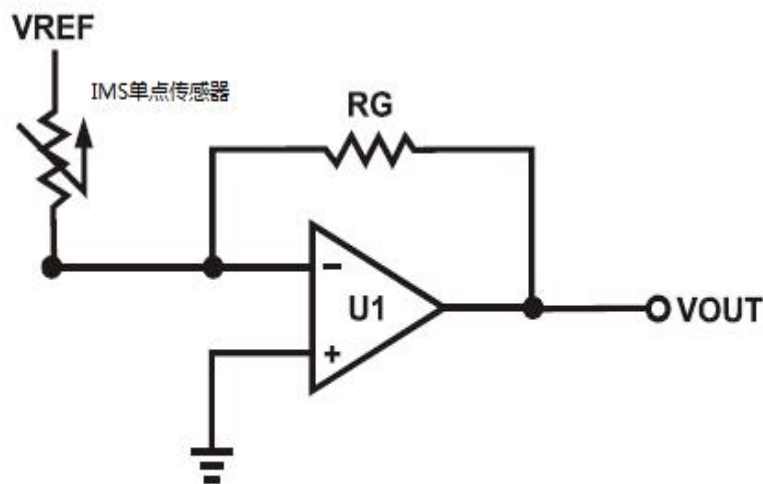
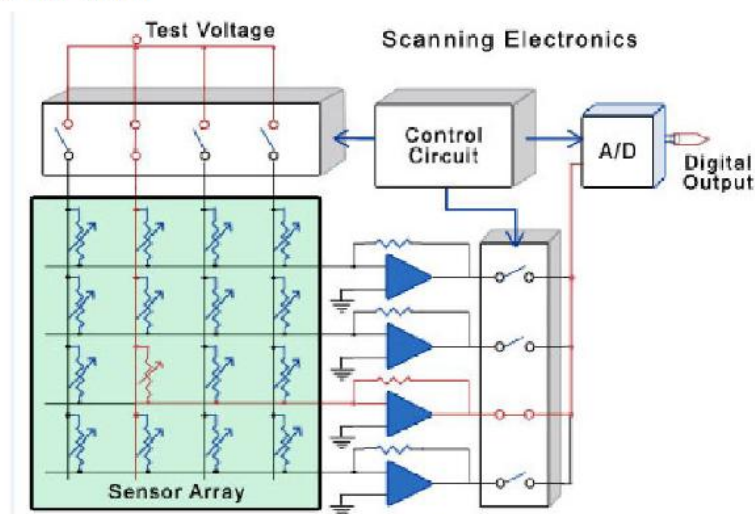
由于传感器对于施加在有效区域的力的分布非常敏感,所以施力面的均匀分布的稳定非常重要.在施加力和传感器之间增加一个薄的弹性体可以有效帮助吸收由于力的分布引入的误差. 艾动薄膜电子提供所有单点传感器配套的垫片.

- 推荐电路(application circuit)

传感器作为可变电阻,可以简单的采用电阻分压的方式,通过测试电压来计算出电阻的大小,也可以通过运算放大器的运算电路来计算传感器的实时电阻. 下面这个电路图是在 i-Motion Sensor 的单点传感器采集演示系统中使用的电路框图, 运算放大器是单电源供电。



对于矩阵式传感器，可以简化模型及建议电路如下图，使用双电源供电的负反馈运算放大可以得到更好的信号处理效果。：



计算公式： $R_{-IMS} = (V_{REF}/V_{OUT}) * R_G$ 。

给定VREF,反馈电阻RG，通过测量VOUT可以计算出IMS传感器的实时电阻。

此外由于薄膜传感器有一定的寄生电容,设计电路及数模转换要考虑寄生电容的影响,避开寄生电容的充放电时间。

- 传感器漂移(drift)

这里的传感器漂移,也叫蠕变:是指在传感器上连续施加一个固定的力,传感器的电阻会连续下降.所以在客户应用中,要避免在静态给传感器施加一个固定的力,在标定传感器的时候要把漂移考虑在内由此来减小漂移对结果的影响.最好的方式就是校正的时间和应用的测试时间基本相当。

- 传感器饱和(saturation)

这里的传感器饱和是指传感器在受到一定压力之后,再增加压力,传感器的电阻值也几乎不太减小.从传感器力 VS 电阻的示例曲线可以看出来,到了 50 公斤之后电阻的变化逐渐趋于饱和.艾动薄膜电子的所有传感器的最大工作压强是 5 兆帕.

※: 在实际应用中,需要把系统饱和和传感器饱和区分开,传感器饱和是传感器的本征特性,而通常的电路采集中由于不合适的电路参数,比如驱动电压,运算电路的放大倍数设定,会导致系统中输出电压到轨而出现饱和.为了避免出现系统饱和,建议在设定参数前,测量施加力下的薄膜压力传感器电阻变化范围,计算出合适的电路参数,如果采用艾动提供的标准电路有可能出现系统饱和,可以减少驱动电压,降低放大倍数可以缓解系统饱和的出现.

- 传感器灵敏度(break force, turn-on force)

传感器灵敏度是指传感器受到固定的力之后,相同的时间下电阻比较稳定.这个力值越小,灵敏度越高.传感器的灵敏度和传感器的基材及饱和压力都有关系,通常来说采用越薄的基材(比如 38 微米的基材)、饱和压力越低,灵敏度越高.传感器能达到的最高灵敏度是 50 克力.

- 传感器迟滞(hysteresis)

迟滞是指传感器在压力增加或者压力减小 2 种变化趋势下,相同压力值时传感器输出电阻的区别.对于静态力或者在应用中传感器表面的施力只增加不减小,那么迟滞没有影响;否则迟滞特性会引入误差.

- 传感器上升时间(rising time)

上升时间是指在传感器压力增加时,对应电阻变化的最大滞后时间.典型值为 1~2 毫秒.

- 传感器温度响应(temperature sensitivity)

传感器存放温度是 -20℃~+60℃.多片传感器不要叠着放,捆好侧着放.

通常来说,在超过一定温度(45℃)的应用环境下,传感器的输出电阻会和常温下不同.

大负载,高温下的使用有可能会造成传感器失效.

- 传感器重复性(repeatability)

传感器的重复性是指同一片传感器每次对于相同的力,相同力分布下的输出电阻变化差异.考虑薄膜压力传感器的漂移特性,还需要是在施力之后相同时间点下的电阻差异. <5%.

- 传感器生命周期(lifetime durability)

传感器是可重复多次使用的.传感器的具体生命周期依赖于传感器如何被使用,只要传感器不是被破坏性的使用,比如靠着锋利的边沿,剪切力,超过最大压强的施力,高温大负载,传感器可以被使用 100 万次以上.

对于薄膜压力传感器来说,横向的剪切力对传感器可能会产生致命的影响.

A: 横向的剪切力会造成传感器的封装破损,分离。

B: 横向的剪切力会对传感器的功能材料造成不可逆的损坏。

所以在薄膜压力传感器的使用中要尽量避免受到横向的剪切力，否则会造成传感器的性能参数变化或者传感器损坏。

- 电磁兼容性及静电防护(EMI/ESD)

传感器是被动元件,没有电磁辐射.在静电防护也不需要特殊考虑.

- 传感器最大工作电流

传感器是通过丝网印刷的方式将导线和电阻施加在基材上,最大工作电流是 10mA.

- 传感器防水性能

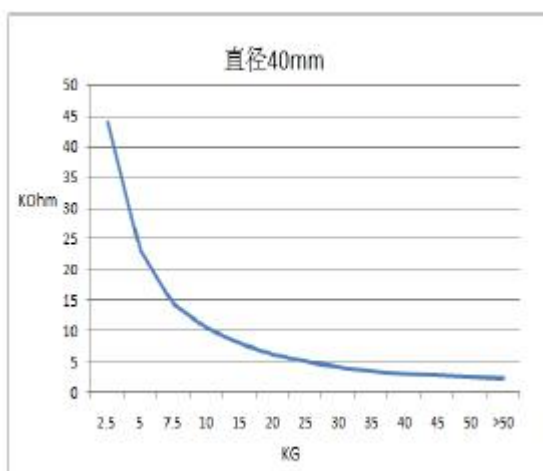
通常情况下传感器是不防水，用于封装传感器的胶水只是为了将传感器的基材粘合在一起。我们也可以提供达到 IP65 标准的防水传感器（不包含传感器接口部分），防水传感器因为工艺更复杂一点，需要单独协商细节，所以都是定制服务，有需要防水传感器请与 i-Motion Sensor 的客服人员联系。

3 绝对力和校正

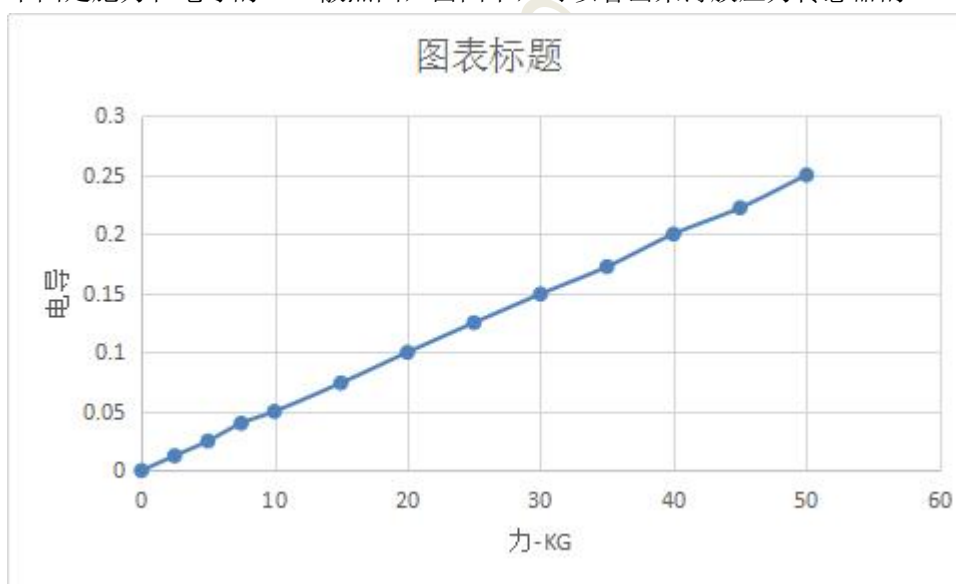
传感器需要由标准压力/压强来校正（标定）之后，才能用来测试绝对压力（压强）。

- 传感器的力 VS 电阻、电导曲线(force versus resistance, Conductance)

下图是传感器的典型力 VS 电阻曲线图.传感器的力和电阻特性是可以根据客户需求来调整测试的压力范围.



下图是施力和电导的 X Y 散点图，由图中，可以看出来薄膜压力传感器的 F-C 曲线是线性的。



- 校正方法：

推荐在校正中使用电导和力的线性关系来实现，可以采用单点校正，两点校正或者多点校正。

#1: 单点校正：选取施加最大工作力值，测试传感器输出电阻，计算出电导，画一条从坐标原点-校正点的直线即可。

#2: 两点校正：选取 2 个施力点，分别画出从坐标原点-第一个施力点及第一个施力点-第二个施力点的 2 根折线即可。

多点校正就是依次类推，校正选点越多精度越高

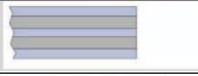
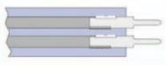
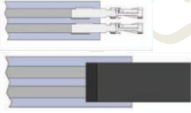
4 特性参数（以 1 千克量程为例）

特性	值	注释
最小测力	50 克	最小测力是指让传感器的输出电阻小于 500 千欧的施力值。不同量程的最小测力值不同,这个是指小力量程传感器,
传感器量程	1 千克	这里定义的量程是指让传感器的输出为一个指定电阻的压力值。所有的单点传感器都采用相同的定义, 这个量程并非是传感器的最大工作量程。绝大部分时候传感器可以在超过工作量程 1 倍压力下还有不错的线性变化。
压力分辨率	模拟输出, 连续的	
压力重复性	10%	
无激励电阻	>2 Mega Ohms	
传感器厚度	和基材厚度有关 75 微米基材: 厚度 0.2mm 125 微米基材: 厚度 0.3mm	单点传感器的基材典型使用 75 微米和 125 微米 厚度, 也可以根据客户的需求使用更薄, 或者更厚的基材, 基材的最大厚度是 250 微米, 最小厚度是 38 微米。
静态电阻	>2 Mega ohms	不受压, 平放, 不弯曲
传感器上升时间	<5 ms	和传感器的面积有关, 面积越大上升时间越长
长时间漂移 (蠕变)	20% 1 个小时 38% 10 个小时	施加 90%量程压力
使用次数 (生命周期)	一百万次	
工作温度	-40°C~60°C	
工作湿度	5%~95%	
寄生电容	50P ~1000P	传感器的有效区域越大, 寄生电容越大. 相同的有效区域面积下 A type 的寄生电容比 B type 的要大.
最大工作压强	5 兆帕 (Mpa)	

5 传感器接口

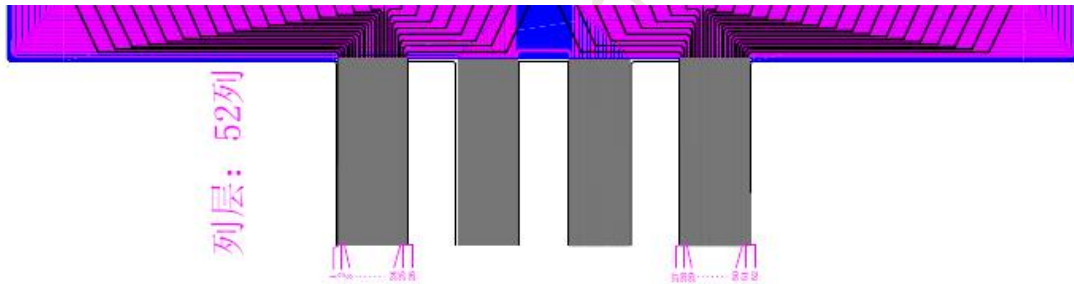
5.1 冷压端子

冷压端子可以提供常规的 2.54mm 间距或者特殊的 1.27mm 间距。

类型	说明	图例
无端子	特殊要求	
扁平公端子(2.54A1)	2.54A1 的公端子可直接焊接到电路板上,不能插入母插座里面.	
方形公端子(2.54A2)	2.54A2 的公端子可以和母插座对接.	
母端子(可以选配塑胶壳)	母端子加装塑胶壳可以接公头的插针.	

5.2 FPC 插头

FPC 插头是可以插入 FPC 插座的一种接口，常规间距是 1.00 毫米。如下图所示：



5.3 其它接口



6 单点传感器标准品

下面的型号中第三块内容就是传感器不含端子的最大长度，实际传感器长度可以比这个最大长度小。

型号	描述	
IMS-C03A-120	有效区域圆形直径 3 毫米，传感器长度 120 毫米， 目前只有 100 克量程， 基材厚度 38 微米，传感器厚度 100 微米。	
IMS-C04A-17	有效区域圆形直径 4 毫米，传感器长度 17 毫米， 有 100 克/1 千克/10 千克/50 千克量程， 基材厚度 75 微米，传感器厚度 175 微米	
IMS-C06A	有效区域圆形直径 6 毫米，传感器尾线长度 100 毫米，	
IMS-S08A-120	有效区域方形直径 8 毫米，传感器长度 120 毫米， 有 100 克/1 千克/10 千克/50 千克量程， 基材厚度 75 微米，传感器厚度 175 微米	
IMS-C10A-103	有效区域圆形直径 10 毫米，传感器长度 103 毫米， 有 100 克/1 千克/10 千克/50 千克量程， 基材厚度 75 微米，传感器厚度 175 微米	
IMS-S10A-64	有效区域正方形边长 10mm,传感器总长度 64mm	
IMS-C15A-105	有效区域圆形直径 15 毫米，传感器长度 105 毫米， 有 100 克/1 千克/10 千克/50 千克量程， 基材厚度 75 微米，传感器厚度 175 微米	
IMS-C20A-108	有效区域圆形直径 20 毫米，传感器长度 108 毫米， 有 100 克/1 千克/10 千克/50 千克量程， 基材厚度 75 微米，传感器厚度 175 微米	
IMS-C25A-120	有效区域圆形直径 25 毫米，传感器长度 120 毫米， 有 100 克/1 千克/10 千克/50 千克量程， 基材厚度 125 微米，传感器厚度 275 微米	
IMS-S22A-120	有效区域方形直径 22 毫米，传感器长度 120 毫米， 有 100 克/1 千克/10 千克/50 千克量程， 基材厚度 125 微米，传感器厚度 275 微米	
IMS-C40A-120	有效区域圆形直径 40 毫米，传感器长度 120 毫米， 有 100 克/1 千克/10 千克/50 千克量程， 基材厚度 125 微米，传感器厚度 275 微米	
IMS-S40A-129	有效区域方形直径 40 毫米，传感器长度 129 毫米， 有 100 克/1 千克/10 千克/50 千克量程， 基材厚度 125 微米，传感器厚度 275 微米	
IMS-C7.5B-22	有效区域圆形直径 6 毫米，传感器长度 22 毫米， 只有 100 克微力量程， 基材厚度 38 微米，传感器厚度 100 微米	
IMS-C20B-43	有效区域圆形直径 20 毫米，传感器长度 43 毫米， 有 100 克/1 千克/10 千克/50 千克量程， 基材厚度 100 微米，传感器厚度 225 微米	
IMS-L500B-660	有效区域长条 500 毫米,宽度 5mm，传感器长度 660 毫米， 只有微力量程（开关应用）	

7 多点传感器标准品

型号	描述	
IMM00092A-S20A	单点结构共 16 个节点，单个节点是边长 20 毫米的正方形，输出是上下各 16-PIN，2.54 毫米间距的冷压端子。 有单个节点，100 克力，1 千克力，10 千克力，50 千克力几种量程。 基材厚度 75 微米，传感器厚度 175 微米	
IMM00155-S10A	单点结构共 8 个节点，单个节点是边长 10 毫米的正方形，输出是上下各 8-PIN，2.54 毫米间距的冷压端子。 基材厚度 75 微米，传感器厚度 175 微米	
IMM00075※1 (41 码鞋垫式传感器)	矩阵式结构，8*8 共 64 各节点，单个节点是边长 9 毫米的正方形，输出是上下各 8-PIN，2.54 毫米间距的母端子加塑胶壳。 单个节点 2.5 千克力量程。 基材厚度 75 微米，传感器厚度 175 微米	
IMM00014/57※2	矩阵式结构，52*44 共 2288 各节点，行列相邻节点的中心距都是 7 毫米，输出是 1 毫米间距的 FPC 插头，2 个 26-PIN，2 个 22-PIN，可连接演示系统的采集卡。 单个节点 2 千克力量程 基材厚度 75 微米，传感器厚度 175 微米	
IMM00109	矩阵式结构，52*44 共 2288 各节点，行列相邻节点的中心距都是 3 毫米，输出是 1 毫米间距的 FPC 插头，2 个 26-PIN，2 个 22-PIN，可连接演示系统的采集卡。 单个节点 20 千克力量程 基材厚度 75 微米，传感器厚度 175 微米	
IMM00142	矩阵式结构，52*44 共 2288 各节点，行列相邻节点的中心距都是 10 毫米，输出是 1 毫米间距的 FPC 插头，2 个 26-PIN，2 个 22-PIN，可连接演示系统的采集卡。 单个节点 20 千克力量程 基材厚度 75 微米，传感器厚度 175 微米	
IMM00143	矩阵式结构，52*44 共 2288 各节点，行列相邻节点的中心距都是 5 毫米，输出是 1 毫米间距的 FPC 插头，2 个 26-PIN，2 个 22-PIN，可连接演示系统的采集卡。 单个节点 20 千克力量程 基材厚度 75 微米，传感器厚度 175 微米	

※1：鞋垫传感器在实际应用中由于重复的横向剪切力，传感器功能材料会受到磨损，造成传感器参数不可逆的变化。

※2：IMM00014 和 IMM00057 是同款，14 号已经停产，现在生产的是 57 号。