

## 智能交通传感器及其应用

随着全球智能交通技术(ITS)的发展,与众多的技术一样,压电薄膜交通传感器在过去数年里取得了长足的发展。它为用户提供的不仅是良好的性能,高度的可靠性,简易的安装方法,还有逐步降低的价格。它独一无二的特性使其在日益扩展的应用中成为理想的选择。

美国 MEAS 公司经过多年研究,开发出了一种压电薄膜交通传感器,该传感器被用于检测车轴数、轴距、车速监控、车型分类、动态称重(WIM)、收费站地磅、闯红灯拍照、停车区域监控、交通信息采集(道路监控)及机场滑行道。压电薄膜交通传感器的长处是可获取精确的、具体的数据,如精确的速度信号、触发信号和分类信息及长期反馈交通信息统计数据。

### 检测原理

压电材料是一种经特殊加工后能将动能转化成电能的材料。一些聚合体材料,例如共聚物 P(VDF-TrFE)使这一特性有了很大提高。

压电薄膜交通传感器由金属编织芯线、压电材料和金属外壳制成同轴结构。在制造过程中,将压电材料置于一个强电场中极化,数量级为每一毫米厚的压电材料大约 100000V。无护套电缆的电晕场也采用这种电场。极化场使非结晶聚合体变成半晶体的形式,同时又保留了许多聚合体的柔韧特性。

压电材料在受机械冲击或振动时产生电荷。在原子层,偶极子(氢-氟偶对)的排列顺序被打乱,并试图使其恢复原来的状态。这个偶极子被打乱的结果就是有一个电子流形成。就像海绵中的水,当你挤压一块湿海绵时,水会从海绵中流出来,当你松开时,水又被吸回去,这同压电传感器十分相似。当有压力施加到传感器上时,就产生了电荷(电压),而当去掉负载时,就会产生一个相反极性的信号。它产生的电压可以相当高,但传感器产生的电流却比较小。

压电薄膜交通传感器的检测原理与其说是在车辆经过时采集信息,倒不如说是在轮胎经过传感器时采集信息。感应线圈只能显示出一个大金属物体经过了线圈,只能提供车辆的有限的特征信息。而压电薄膜交通传感器检测经过传感器的轮胎,产生一个与施加到传感器上的压力成正比的模拟信号,并且输出的周期与轮胎停留在传感器上的时间相同。每当一个轮胎经过传感器时,传感器就会产生一个新的电子脉冲。压电薄膜交通传感器在行驶中称重(WIM)的检测原理是对受力产生的信号积分。

### 产品特性

- 1) 芯线: 16AWG 扁平编织镀银铜芯线。
- 2) 压电材料: 极化压电聚合物涂层 P(VDF~TrFE)。
- 3) 外护套: 0.4mm 黄铜管, CDA~260, ASTM B587~88。
- 4) 外形尺寸: 6.6mm 宽×1.6mm 厚。
- 5) 绝缘电阻: 芯线与屏蔽层间的绝缘电阻: >500MΩ。
- 6) 压电常数: >20pC/N (标称值)。
- 7) 无源信号电缆: RG58 型(HDPE), 采用地下/直埋外层护套。电缆外径为 4.75mm, 额定电容为 89pF/m。
- 8) 包装: 传感器的包装为每箱 2 条, 包装箱尺寸 600×550×75mm。
- 9) 安装支架: 随传感器附送安装支架, 每 150mm 配 1 个支架。
- 10) 输出一致性: 传感器长度方向的输出一致性在用于动态称重(WIM)时为±7%, 用于其它用途, 如车辆分类统计、车速监测、闯红灯拍照等时为±20%。
- 11) 工作温度范围: -40℃~80℃。
- 12) 温度灵敏度: 0.2%/℃ (取决于封灌材料)

## 产品特点

电容式传感器：不能检测静止在传感器上的车辆。只能检测动态信号，内阻很高，在低频时信号衰减很大，低速时应考虑采用较高的电路输入阻抗，速度范围取决于电路设计，一般为 5 公里/小时到 200 公里/小时，较成功的系统达到 10 米/分钟 (0.6 公里/小时)。

- ❖ 无源传感器：可在前置放大器前长距离传送而不需要供电。
- ❖ 寿命长：超过 4 千万次 ESAL (等效单轴负载)，如果安装质量好，可达一亿次 (ESAL)。
- ❖ 大信号：200 公斤轮载，在以时速 88.5 公里行驶时，输出最小 250mV 信号。
- ❖ 动态特性好：可测自行车，摩托车，小汽车及重型货车。
- ❖ 高信噪比：传感器的扁平结构（即宽厚比为 6:1）使非受力方向的噪声最小，包括路面噪声和邻车道车辆的噪声。
- ❖ 最小的路面破坏：安装切口仅为 19mm×19mm，并可与路面轮廓一致。
- ❖ 易搬运：盘卷在 600mm×600mm 的纸盒内，卷曲直径不小于 300mm 就不会损坏。

一次安装获取多种信号：如轴数、重量、车速、轴距，与电感线圈配合 (见后附图典型配置图)，从而实现行驶中称重 (WIM)、车辆分类统计、车速监测、闯红灯拍照。

## 应用范围

压电薄膜交通传感器主要应用于行驶中称重 (WIM)，计轴数，测轴距，车辆分类统计，车速监测，闯红灯拍照，泊车区域监控，收费站地磅，交通信息采集和统计 (道路监控)，及机场滑行道。

## 车速监测

通常在每条车道上安装两条传感器，这便于分别地采集每条车道的数据。使用两个传感器可计算出车辆的速度。当轮胎经过传感器 A 时，启动电子时钟，当轮胎经过传感器 B 时，时钟停止。两个传感器之间的距离一般是 3 米，或比 3 米短一些 (可根据需要确定)。传感器之间的距离已知，将两个传感器之间的距离除以两个传感器信号的时间周期，就可得出车速。根据德国 PTB 的报告，当汽车以 200 公里/小时的匀速行驶时，测量精度可达到 1%。

压电传感器可以区分差别很小的车辆，这一点使其可与速度相机触发器在固定地点一同使用。通常都安装 2 条传感器作为一组，有的国家也安装 3 条 (增加了校验)。当轮胎经过传感器时，根据从 A 到 B，再从 B 到 C，最终从 A 到 C 的时间，计算出车速。然后对这几个车速进行对比，它们都应在规定的范围内，通常不超过 2%。如果车辆超过了规定的时速，在前轮经过最后一个传感器时，立刻给车辆拍照，并计算出车速。在第一张照片拍摄后的固定时间进行第二次拍照，这样观测仪可以校验车速。即使在车流量很高的情况下，也可得到各个车道的信息。传感器可以交错安装，以便照相机有稳定的焦点，从而使得照片清晰可读。

通过车速监测既可以对超速车辆罚款，又可以根据车流量建立可变限速标志和可变情报板。在车流量较高时，设置较低的限速；流量较低时，设置较高的限速，建立动态的管理系统，从而实现路面管理智能化。

## 车辆分类统计

压电薄膜交通传感器的主要用途是车型分类，车速数据可被转换为可靠的分类数据。不同的国家使用不同的分类表对车辆分类。在美国，FHWA 把车辆定义为从摩托车到多用途拖车的 13 种类型 [见高速公路动态称重 (WIM) 系统的标准规范及用户要求与试验方法 ASTM1318—94]。车辆的类型是根据轴数和轴距确定的。

## 轴 距

由于车速在 3 米或小于 3 米的距离内基本上是匀速，用车轴经过传感器时建立的信号时间差乘以车速，就得出轴距。

### 轴 数

由于传感器是检测压过轮胎的力，因此即使在车辆靠得很近时也很容易测出轴数，但在车流密集、低速及车型相似时，不能区分所计轴数是同一辆车还是两辆车，而电感线圈不能计轴数，因而用电感线圈+压电传感器的方案既可测得轴数又可测得车速。配置方案既可以是传感器+线圈+传感器，也可以是线圈+传感器+线圈，为获取车速信号并进行其它计算，两个方案都可以，但前一个配置较好。

### 轮 距

有些国家如南韩，车辆的分类需要检测轮距，我国车辆的种类很多，存在同轴距不同轮距的问题，如解放车和黄河车，其载重能力的差别很大。如果检测器能分辨轮距，将增加系统的覆盖率和准确性。将传感器以一定角度斜埋就可解决这个问题。

### 轮胎数

其他国家车辆分类的标准，如巴西是以双轮胎作为等级划分标准的。为了探测双轮胎，通常在与车流方向成一定角度（一般是  $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ）再加装一个传感器。当双轮胎经过斜埋的传感器时，会产生一个双峰脉冲，通过电路的处理可识别双轮胎信号。垂直车流安装的传感器仍用来正常探测车速，轴数，并与斜埋传感器计数进行比较。根据交通部发布的《超限运输车辆行驶公路管理规定》，动态称重系统应具备识别单、双轮胎的能力，通过斜埋压电传感器就可解决这个问题。

由于车流量的快速增长，ETC（电子不停车收费系统）成为业内人士关注的焦点。我国一直采用的是按吨位和按客车座位数分类，现在国内行驶的车辆种类复杂，按这种分类法在 ETC 系统中引入自动分类十分困难。按轴距和轴数分类，再考虑载重，应是比较合理的方法。建立合理的分类标准是解决 ETC 问题的关键。

制定标准的基础是检测手段。应结合视频技术，压电薄膜交通传感器及网络技术针对车辆的轴数、轴距、轮数、长、宽、高等物理特性设计车型识别系统。这需要管理部门，系统集成商及器件供应商的有机组合才能实现。

### 行驶中称重（WIM）

在美国、巴西、德国、日本和韩国有大量应用，其主要用途是高速公路车辆超重超载监测的预选和桥梁超载警告系统，即判断正在高速行驶中的车辆，尤其是驶过桥梁的车辆是否超载，由视频系统拍下车牌号记录在案，然后再由执法机构用精度较高的低速称重系统判断超载量并根据超载量罚款。

性能符合 ASTM E1318~94 动态称重标准，传感器长度方向上的输出一致性小于  $\pm 7\%$ ，埋设在路面下永久性安装时，总重精度在  $\pm 10\%$  以内，适用于 ASTM E1318~94 标准 I 类动态称重系统；临时安装在路面时，总重精度在  $\pm 15\%$  以内，适用于 ASTM E1318~94 标准 II 类动态称重系统。

传感器精度与车辆振动和跳动有关，与轮胎压在传感器上的面积有关，与温度有关，需要温度补偿。尤其是道路质量对系统精度影响很大，用在水泥路面较好，寿命长于沥青路面，用于动态称重的道路质量应符合 ASTM 的有关规定。通常可以保证的精度是  $\pm 10\%$ ，个别成功的系统精度可达  $1 \sim 2\%$ 。速度范围可以从 5 公里/小时到 200 公里/小时，较成功的系统在低速端达到 10 米/分钟（0.6 公里/小时）。重量下限是自行车，上限经受了 50 万次 60KN 单轮胎实验，等效于 70 吨（美国标准的 9 类车辆），实测中水泥实验路段被压坏。

### 收费站地磅

压电传感器的一个应用就是收费站地磅。传感器可以记录高速行驶中车辆的数据。车速



较低时，传感器与电路的接口很关键，压电传感器对低频信号会衰减，低频衰减由传感器的电容和电路输入阻抗决定。压电传感器电路部分的另一个改进就是允许传感器在 10 米/分钟（0.6 公里/小时）的速度时应用。

尽管压电传感器能探测出压上传感器然后从传感器上移开的轮胎，但它不能检测静止在传感器上的车辆。在一个非常小的距离内可以同时应用多个传感器，以防止错误的计数，并改善计数的校验。压电传感器十分适合在收费站自动分类车道上使用，因为在那里车速的变化很大。

压电传感器为收费站地磅提供了一个非常有效的优势，压电传感器的寿命比普通的电阻式地磅要长得多。由于传感器的固态结构，压电传感器没有可移动部分。传感器中可见的变形在微米（ $\mu\text{m}$ ）范围内，而电阻式地磅通常在橡胶套中有几毫米的变形，因此而引入了一个疲劳元件。电阻式传感器寿命为 100—500 万轴次，而压电传感器却超过 1 亿轴次。

### 闯红灯拍照

压电传感器也可作为闯红灯照相机的触发器。在交叉路口的红灯线前安装两个传感器，传感器与红灯线的最小距离一般为 2 米。两条传感器的间距为 1 米或小于 1 米，可安装在地感线圈的上方，所有数据由前轮采集，在车辆移动 6"（150mm）以前完成信号采集，信号采集与速度无关，与车辆类型无关，可在高密度交通流量时使用，照相机控制器与红绿灯控制器相连，以便只在红灯时完成动作。

用两条传感器确定停车线前的车速，如果红灯亮并且车速大于预置值，就会自动拍下第一张照片。第一张照片证明红灯已亮，而且车辆在红灯亮时未超越停车线，并可证明车速及已亮红灯的时间。第二张照片根据车速在这以后固定的时间内拍出，一般来说为 1 至 2 秒。第二张照片证明事实上车辆越过了停车线进入交叉路口并闯了红灯。在美国，因为隐私的缘故，大部分照片都是在汽车尾部拍摄的，然后给车辆开罚单，方式与停车罚单类似。注册的车主会收到罚单，其中包括两张照片，并把车牌照号的部分放大。虽然数码相机已被接受，但大部分系统还是采用 35mm 或更大规格的湿胶片来拍摄的。初步证据在采用一次写入多次读取的数码影像方式时对违章者是不利的。这样就防止了对证据进行数码串改。

在美国的马里兰州霍华德县，由于安装了采用压电传感器的闯红灯拍照系统，在一年内闯红灯事件减少了 53%，只有 3.2% 提出由法庭审判，90% 的法庭审判证明事主违章。在有一个像机的第一个交叉路口，冲突由 1992 年的 15 次/年减少到 1998 年的 8 次/年。20 台像机，发出 21000 次罚款通知。

### 触发器

选择压电传感器作闯红灯照相机触发器的原因与它们在速度照相机中的应用相同。在照片中可以看到车辆仍在传感器的上方。传感器以有线方式连接到照相机上，将信息具体到某一车道。即使在两条相邻车道上，两辆车紧挨着，传到照相机控制器的数据将是该传感器所在车道的数据。传感器不象固定的雷达装置那样很难区分相邻车辆，因此，压电传感器适用于多车道。收到罚单的人被再确认他们确实是闯了红灯或违反了车速规定，因为他们可以很清楚地看到展现在他们眼前的证据。

### 交通信息采集和统计(道路监控)

压电传感器的应用已扩展成一项技术，并更可靠，价格合理。这项技术起源于美国的联邦高速公路署 (FHWA) 长期道路性能工程 (LTPP)。在这个项目下，部分道路的交通负载、类型和重量被监控，以确定道路的磨损、类型和等级。在这种方式下，通常采用的是周期信息采集，而几乎没有实时的数据采集。

目前，由于我国的高速公路建设尚在起步阶段，有些路段由于超载严重，在设计

使用年限之前就过早损坏,造成养护费用上升,多数管理部门将主要精力集中在收费(尤其是不停车收费)标准的制定和系统的技术问题方面。这在目前是必需的,但是随着车流量的增加,道路负荷的加重,交通事故将增加,道路的塞车时间将加长,对道路的破损修复期将缩短,次数将增加,对道路状态的监测将变得越来越重要。

如果将网络技术、视频技术及埋在路面下的地感线圈和压电传感器相结合,实现交通信息的短周期采集,将车流量、车轴数、车速、轴距、分类信息,载重量等信息收集并加以分析,由自动化交通信息调查系统对路面负荷给业主提供维护方案,同时也为公路规划、设计、维护和决策提供可靠、全面的数据,加拿大多伦多 401 高速公路交通管理系统就是一个典型的例子。

在最近五年里,压电传感器在性能方面显著地提高,而价格却不断降低。以安装价格来说,它只比感应线圈稍高一些,却比感应线圈多提供许多有效信息,诸如改善了的速度信息,车辆分类等。另外增加了行驶中称重能力以确定和监控车辆的重量。它与感应线圈相结合,将使交通信息的采集更精确更全面。显然,压电传感器作为一种技术,应该考虑将其广泛应用于智能运输系统(ITS)中。

## 客 户

压电薄膜交通传感器已在全球超过 30 个国家安装超过 60000 条,并获得美国联邦高速公路署批准用于联邦基金项目。已经由德国 PTB 及英国权威机构检测和批准。近 2 年来压电薄膜交通传感器也在中国推广与应用,并取得良好的实施效果。

American Traffic Systems

Digital Systems Engineering

GoldenRiver

International Road Dynamics

Monitron

PeekTraffic

RobotFoto

Traffipax

Truvello

Diamond Traffic

Electronic Control Measure

International Traffic Corporation

Mikros

PAT

Redfiex

Traffic Safety Systems

## 压电薄膜交通传感器的特性和特点

### 大信号

- 轮胎压过传感器时产生可靠的信号
- 高输出——可探测小型车辆,摩托车,甚至自行车;
- 良好的动态范围——适用于大小型车辆;
- 减少了弯曲波;
- 减少了路面变形噪音;
- 高信噪比易于信号处理;
- 高电容——能驱动长电缆;
- 可检测低速车辆。

### 易搬运

- 与路面轮廓吻合;
- 刚性好,不易下垂;
- 盘卷在一个 600×600mm 的盒子中;
- 强度高,搬运时不易损坏。

### 破坏小

- 安装在路面切出的一个 19mm×19mm 的切口中,减少对路面的损坏。

### 易安装

- 用快速固化环氧树脂,丙烯酸树脂或聚安脂安装;无需使用加热器。

#### 省材料

● 较小切口意味着耗用更少的灌封材料，一个 6' 的 BL 型传感器仅用不到 1/2 加仑的灌封材料（2m 传感器所耗灌封材料少于 1.5L）。

#### 高质量

● 传感器的电容与绝缘电阻都经过 100%测试，然后沿传感器的长度方向每隔 1/4"（6mm）加冲击力以测试活性与一致性。

● 对电缆的挤塑与极化实行计算机控制，所有数据电脑存档；

● 所有传感器均标有系列号，便于查寻追溯。

#### 耐用性

● 传感器与电缆之间采用三层密封同轴接头。

● 只要传感器弯曲半径大于 300mm，便不会损坏。

● 可承受正常搬运条件；经过 4 千万次等效单轴负载测试。

#### 多用途

● 既可用于路面上也可用于路面下；

● 既可永久安装也可临时安装；

● 既可用于水泥路也可用于沥青路；

● 可采用多种灌封技术——环氧胶，丙烯酸树脂或填充聚安脂。

#### 优质无源电缆

● 超强韧性高密度聚乙烯（HDPE）；

● 可在直埋时防水；

● 低电容——89pF/m；

● 35-100m 标准长度，根据客户需要还可以更长。

#### 用户支持

● 交货迅速——备有现货。任意长度——6'，8'，9'，10'，11'，12' 及 13'，配 100 标准电缆，而且可选 50' 的任意倍数的长度。现在亦可供应公制长度的传感器，有 2.5m，3.0m，3.5m，4.0m，4.5m，5.0m 及 5.5m，配 35m，50m，75m 及 100m 长的标准电缆。

● 所有传感器均配有安装架；

● 全球性服务；

● 如需要可提供安装指导；

● 可提供现场安装培训。

#### 产品介绍

Roadtrax BL 型压电薄膜交通传感器被设计用于永久性或临时性安装于路面或道路面下以收集交通数据。传感器独特的结构使其能以柔性外形直接装于路面下并因此与路面轮廓保持一致。传感器的扁平结构对由于路面弯曲，临近车道以及接近车辆的弯曲波所产生的道路噪声有抗噪能力。路面的小切口减小了对路面的损坏，提高了安装速度，也减少了安装所需的灌浆量。

Roadtrax BL 型传感器有两种类型，其中，I 类传感器适用于行驶中称重（WIM）这种需要最高一致性的场合；II 类传感器对车辆计数、分类，高速公路收费站，车速探测及闯红灯拍照具有更高的性能价格比。

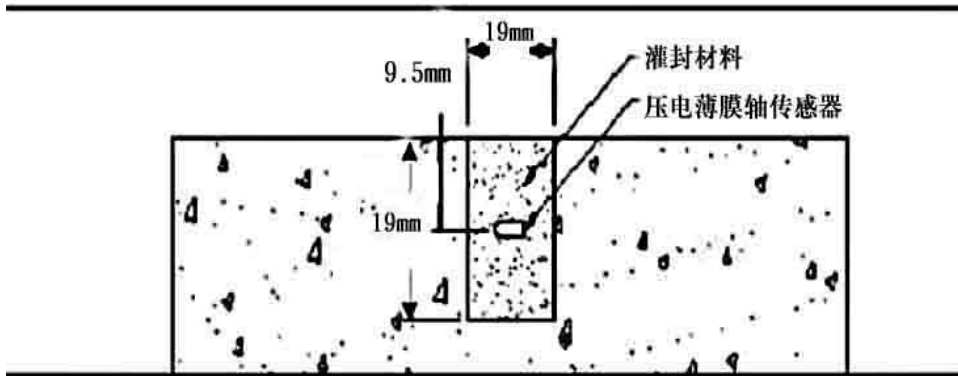
● 均匀的高幅压电输出，与市场上已有的计数器和车种分类器兼容。

● 卓越的信噪比，对因路面弯曲，临近车道及接近车辆的弯曲波所产生的噪声具有 10:1 固有的抗噪比。

● 易安装在一个 19 × 19mm 的切口，这样减少了对道路的干扰，减少了对道路的切割深度，也减少了所需的灌封材料。

● 柔性传感器——传感器全长与路面距离一样并与路面轮廓保持一致。

- 最终安装完成后与路面平齐——铲雪车不会损坏传感器。
- 耐用，足以经受正常的安装搬运及千万次的 ESAL (等效单轴负载) 试验。
- 所有的传感器在装运之前都对其全部性能进行了 100% 的测试并有合格证。
- 定制的无源信号电缆采用高密度聚乙烯护套，可以直埋，并抗刻划，抗切割。



主 要 特 性	
输出一致性	<±20%，II 类传感器（分类） <±7%，I 类传感器（行驶中称重 WIM）
工作温度范围	-40~160 F（-40~70℃）
温度敏感度	典型值 0.2% /F，取决于所用的水泥浆
典型的输出幅度	安装正确时，一个负载 400 磅的轮子，在 70F 和 55mph 的情况下，可产生最小 250mV 的输出信号
无源信号电缆	RG58C/U，采用高密度聚乙烯护套，可直埋； (OD) 外径 3/16"（4.75mm）
产品寿命	4 千万次 ESAL 试验；取决于安装质量
电 容	见 图 表
重 量	见 图 表
绝缘电阻	>500Mohm
包 装	所有的传感器都是每 2 个装于一个 24" × 20" × 3"（600 × 550 × 75mm）的纸箱中
安装支架	含支架。每 6"（150mm）使用一个支架

传感器长度	传感器类别	100 英尺电缆的电容	重量磅 (kg)	外露铜长度	安 装 长 度 4	零 件 号 5
6' (1.82m)	II 类	9.4nF	2.75 (1.25)	70" (1.78m)	76" (1.93m)	0-1005333-Y
8' (2.42m)	II 类	11.7nF	2.80 (1.27)	94" (2.38m)	100" (2.54m)	1-1005333-Y
9' (2.73m)	II 类	12.85nF	2.85 (1.30)	106" (2.69m)	112" (2.85m)	2-1005333-Y
10' (3.03m)	II 类	14.0nF	2.90 (1.32)	118" (3.00m)	124" (3.15m)	3-1005333-Y
11' (3.33m)	II 类	15.15nF	2.95 (1.34)	130" (3.30m)	136" (3.45m)	4-1005333-Y
12' (3.64m)	II 类	16.3nF	3.00 (1.36)	139" (3.53m)	145" (3.68m)	5-1005333-Y
13' (3.94m)	II 类	17.45nF	3.05 (1.39)	154" (3.91m)	160" (4.06m)	6-1005333-Y
6' (1.82m)	I 类(WIM)	9.4nF	2.75 (1.25)	70" (1.78m)	76" (1.93m)	1-1005438-Y
8' (2.42m)	I 类(WIM)	11.7nF	2.80 (1.27)	94" (2.38m)	100" (2.54m)	2-1005438-Y
9' (2.73m)	I 类(WIM)	12.85nF	2.85 (1.30)	106" (2.69m)	112" (2.85m)	3-1005438-Y
10' (3.03m)	I 类(WIM)	14.0nF	2.90 (1.32)	118" (3.00m)	124" (3.15m)	4-1005438-Y
11' (3.33m)	I 类(WIM)	15.15nF	2.95 (1.34)	130" (3.30m)	136" (3.45m)	5-1005438-Y
12' (3.64m)	I 类(WIM)	16.3nF	3.00 (1.36)	139" (3.53m)	145" (3.68m)	6-1005438-Y
13' (3.94m)	I 类(WIM)	17.45nF	3.05 (1.39)	154" (3.91m)	160" (4.06m)	7-1005438-Y
2.0m(6' 7" )	II 类	9.63nF	2.75 (1.25)	1.98m (78" )	2.14m (84" )	1-1005528-Z
2.5m(8' 3" )	II 类	11.27nF	2.85 (1.30)	2.48m (98" )	2.64m (104" )	2-1005528-Z
3.0m(9' 11" )	II 类	12.9nF	2.95 (1.35)	2.98m (117" )	3.14m (123" )	3-1005528-Z
3.5m(11' 6" )	II 类	14.5nF	3.05 (1.40)	3.48m (137" )	3.64m (143" )	4-1005528-Z
4.0m(13' 2" )	II 类	16.2nF	3.15 (1.45)	3.98m (157" )	4.14m (163" )	5-1005528-Z
4.5m(14' 10" )	II 类	17.8nF	3.25 (1.50)	4.48m (177" )	4.64m (183" )	6-1005528-Z
5.0m(16' 6" )	II 类	19.5nF	3.35 (1.55)	4.98m (196" )	5.14m (202" )	7-1005528-Z
5.5m(18' 2" )	II 类	21.1nF	3.45 (1.60)	5.48m (216" )	5.64m (222" )	8-1005528-Z
2.0m(6' 7" )	I 类(WIM)	9.63nF	2.75 (1.25)	1.98m (78" )	2.14m (84" )	1-1005527-Z
2.5m(8' 3" )	I 类(WIM)	11.27nF	2.85 (1.30)	2.48m (98" )	2.64m (104" )	2-1005527-Z
3.0m(9' 11" )	I 类(WIM)	12.9nF	2.95 (1.35)	2.98m (117" )	3.14m (123" )	3-1005527-Z
3.5m(11' 6" )	I 类(WIM)	14.5nF	3.05 (1.40)	3.48m (137" )	3.64m (143" )	4-1005527-Z
4.0m(13' 2" )	I 类(WIM)	16.2nF	3.15 (1.45)	3.98m (157" )	4.14m (163" )	5-1005527-Z
4.5m(14' 10" )	I 类(WIM)	17.8nF	3.25 (1.50)	4.48m (177" )	4.64m (183" )	6-1005527-Z
5.0m(16' 6" )	I 类(WIM)	19.5nF	3.35 (1.55)	4.98m (196" )	5.14m (202" )	7-1005527-Z
5.5m(18' 2" )	I 类(WIM)	21.1nF	3.45 (1.60)	5.48m (216" )	5.64m (222" )	8-1005527-Z

1、II 类传感器的一致性 $\leq \pm 20\%$ ，主要用于车辆分类。

I 类传感器的一致性 $\leq \pm 7\%$ ，主要用于行驶中称重。

2、所有电容值的精度为 $\pm 20\%$ ，附带的电缆的电容为 27pF/ft (89pF/m) 或 2.7nF/100ft (2.2pF/25m)。

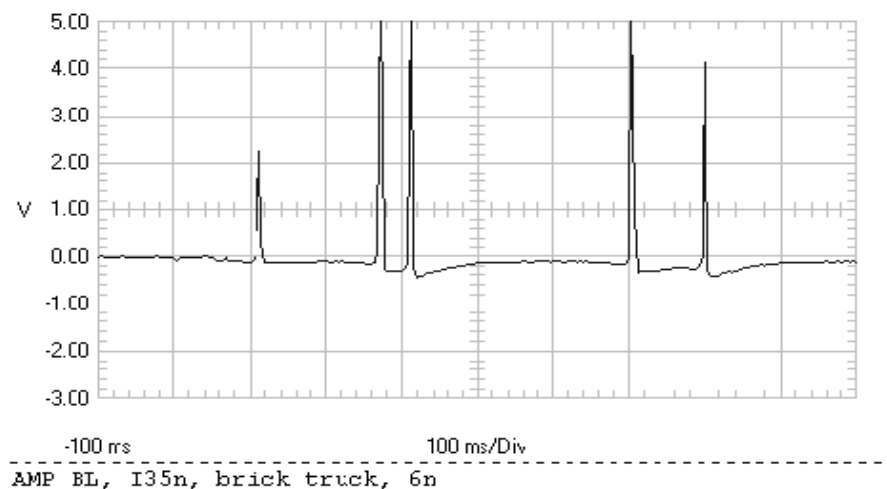


- 3、所有的传感器的包装为 1 盒 2 个，包装盒的重量为 1.5 磅（0.7kg）。
- 4、此长度是指传感器的安装长度，是安装传感器时的最小车道宽度。
- 5、此下标指的是电缆长度。带有-Y 的电缆长为：-1 代表 100'，-2 代表 150'，-3 代表 200'，-4 代表 250'，-5 代表 300'。带有-Z 的电缆长度为：-1 代表 35m，-2 代表 50m，-3 代表 75m，-4 代表 100m。

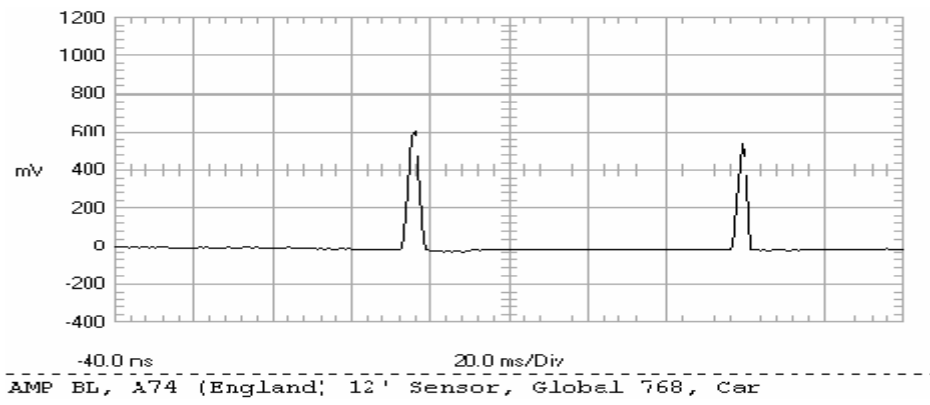
### 技术参数

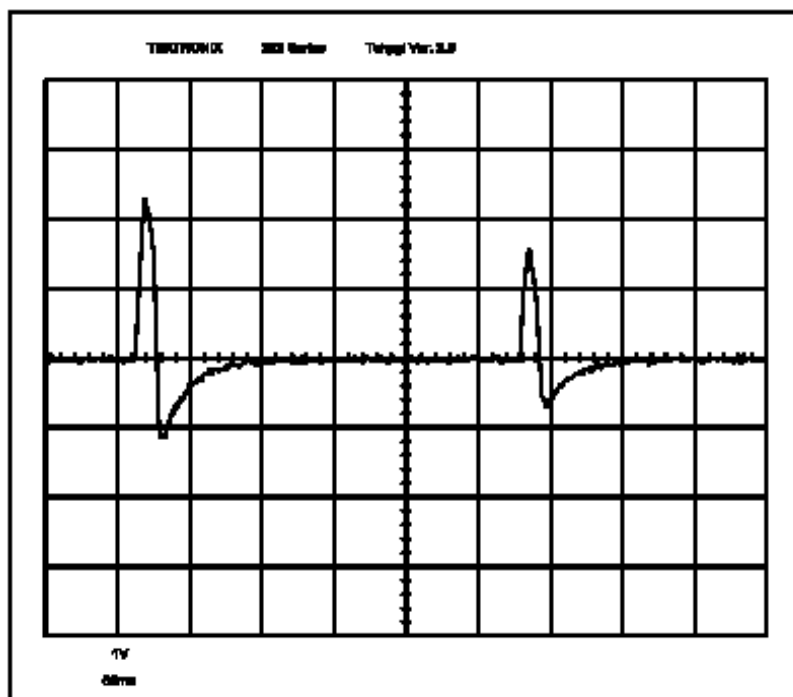
- 1) 芯线：16#线，扁平，编织镀银铜线。
- 2) 压电材料：高压压缩性压电共聚物，P(VDF-TrFE)
- 3) 外层护套：0.4mm 厚的铜管，CDA-260，ASTM B587-88。
- 4) 成品尺寸：6.6mm 宽×1.6mm 厚；±0.127mm。
- 5) 芯线与屏蔽层之间的绝缘电阻：>500MΩ。
- 6) 压电系数：≥20pC/N 标称值
- 7) 无源信号电缆：有地下/直埋外层护套的 RG58 型。电缆外径 4.75mm，额定电容为 89pF/m。
- 8) 传感器的包装为每箱 2 个，包装箱尺寸为 600x550x75mm。
- 9) 随传感器附送安装支架。每 150mm 有 1 个支架。

记录 8

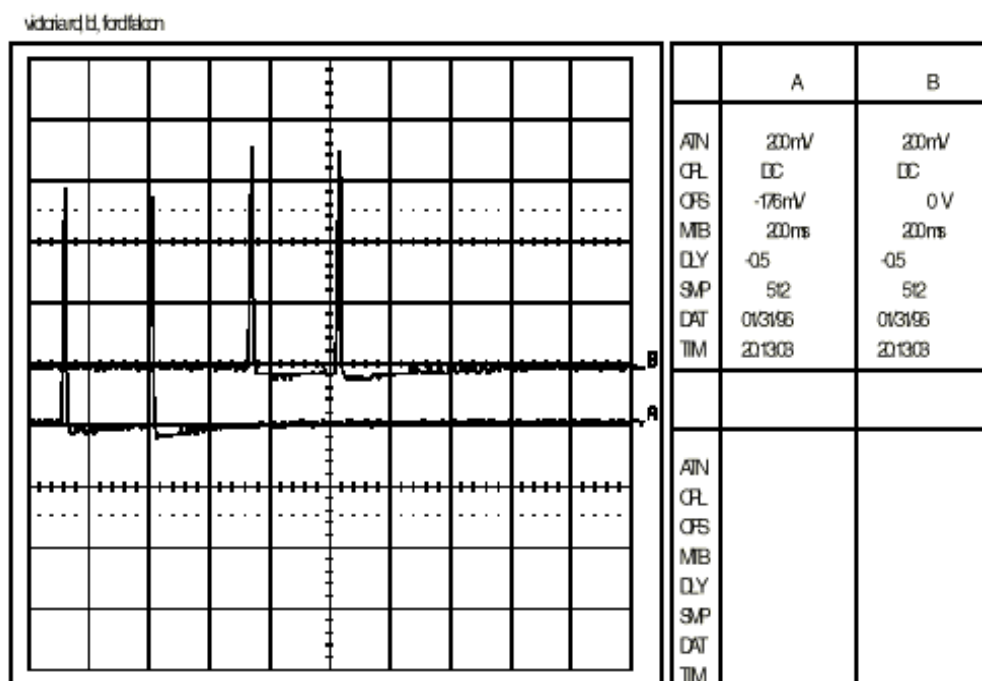


记录 2





路面上临时安装, 12'传感器/100'电缆, 切诺基吉普车, 时速 40 公里, 纵轴 1V/格, 横轴 50msec/格



用环氧胶安装在沥青路面上, 12'传感器/100'电缆, 中型轿车时速 56 公里, 纵轴 200mv/格, 横轴 200msec/格.

### 共聚物压电薄膜轴传感器

## 安装指南

### 1. 安装材料

安装材料对传感器的寿命影响很大, 希望客户选择推荐的灌封材料, 否则, 由灌封材料造成的任何问题, 本公司将不负责。

推荐的灌封材料: Global Resin PU200, E-Bond G-100, ECM P5G, IRD AS475

### 2. 安装程序

1) 确定切口的位置。注意切口应与车流方向垂直, 确保传感器在车道中的位置; 较短的传感器应定位在车道的一侧, 而较长的传感器应定位在车道的中央。

2) 切出一条 19mm±1mm 宽, 19—25mm 深的切口。切口应比传感器长大约 150mm, 同轴电缆切口应从传感器切口的中央引出。同轴电缆切口通常为 9mm, 宽 75mm 深, 通常与电感线圈和室内缆的规格相同。测量切口的深度, 确保尺寸正确。

3) 强烈建议使用 19mm 宽的钻石切刀, 或同时用多个刀片以获得宽度刚好为 19mm 的切口。并采用湿切法以减少对道路的破坏。

4) 切割完(包括电感线圈及同轴电缆切口)后, 清除和扫净切口内的碎渣, 用高压水冲洗掉切口内及切口两侧 150mm 内的异物, 再用吸尘器和/或清扫机清理掉所有的水和碎渣。

5) 根据天气条件, 用加热器或依靠自然蒸发仔细地干燥切口。在沥青路面使用火炬干燥时注意不要烧坏路面。确保切口清洁并干燥, 以保证环氧树脂与路面接合。

6) 在切口两侧的路面上各贴一条 50mm 宽胶带, 以矫直灌封材料及保持路面清洁。

7) 将传感器拆除包装后放在切口两侧的胶带上, 检查传感器, 确保传感器笔直平整。在传感器上每隔大约 150mm 装一个支架。将传感器末端轻轻下弯 30°, 以使传感器在安装后完全置于路平面下。同样在传感器的另一端(距与电缆连接处 25 mm 处)下弯 30°。

8) 将传感器放入切口, 小心的按下安装在铜护套部分的支架, 使支架的顶部与路面平齐即可。所有支架到位后再从头重按一遍, 使支架的顶部在路面下 3 mm (注意因为支架是单 向 的 , 请 勿 按 下 超 过 3mm, 否则很难再升高) 安装后, 传感器顶部应在路面下 9mm。如果切口的深度正好, 支架不会顶到切口底部。

9) 用堵漏油灰或泡沫棒制造‘隔墙’, 封住切口电缆引出端, 从而使灌封材料不会流入电缆切口。‘隔墙’必须在引线端外 75—125mm 处。灌封材料必需完全包住传感器与引线的连接区。如使用引出管引出电缆, 引线管不应伸到引线连接处, 应距引线连接处 75—125mm 以保证将引线连接处完全灌封好。

10) 按后附测试指南测试传感器的电容, 耗散系数和阻抗。记录测试结果和传感器序列号。将所有记录备案存档。

11) 按照供应商说明书混合灌封料。因为树脂有沉淀倾向, 所以在混合固化剂和树脂前必须先将树脂搅匀。将灌封材料灌满切口, 然后沿传感器长度方向用泥刀刮匀抹平。

12) 灌封料一旦开始固化, 就撕掉切口两侧的胶带。

13) 小心去掉堵漏油灰或泡沫棒隔墙。

14) 沿电缆切口放电缆, 用密封胶或灌封料灌封。注意: 因为温度难以控制容易烧坏电缆, 因此不要用热柏油。

15) 灌封料完全固化后, 用角磨机打磨灌封料使其与路面平齐。并确保无凹陷部分。

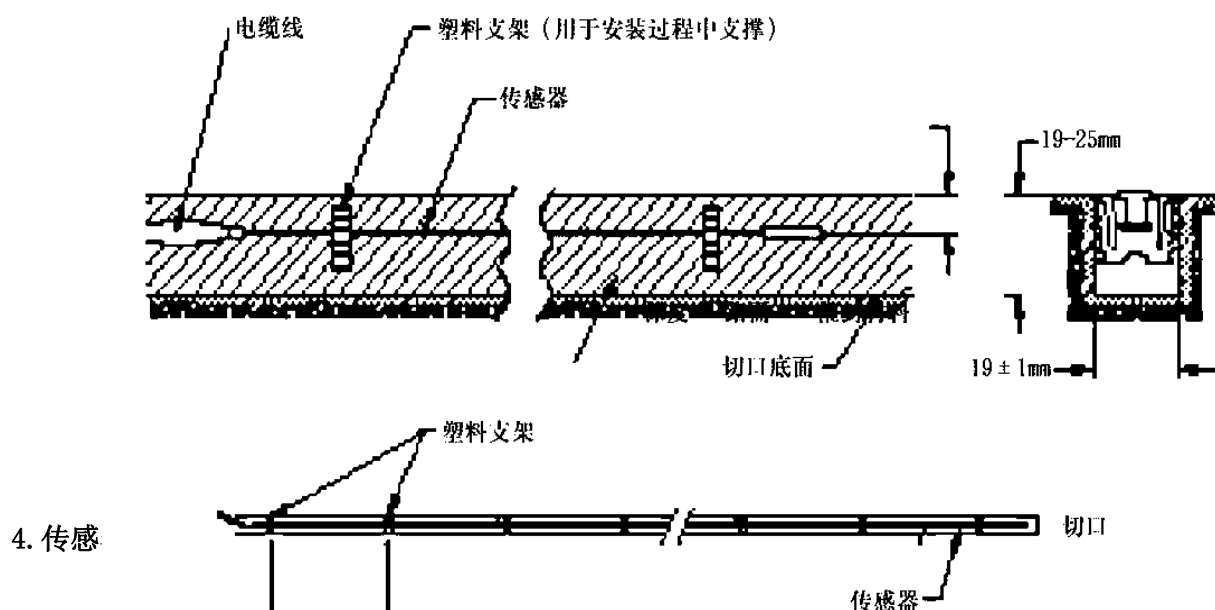
16) 清理现场。只有当灌封材料完全固化后, 才可开放交通, 不等灌封材料完全固化会破坏安装并导致传感器过早失效。

### 3. 重要的注意事项及建议:

- 道路的质量将会影响到采集数据的准确性。对于行驶中称重(WIM)场合, 道路质量应符合 ASTM 标准。



- 道路切割机应使用钻石刀片，切割公差为 17.46--20.64mm。切割切口时建议使用一片 19.05mm 厚的钻石刀片一次完成，不可分成两次切割。因为分次切割很难达到要求的精度。
- 湿切法优先于干切法。干切会将碎石挤入切口的两壁难以彻底清除，而这些残留的砂石会降低灌封材料对道路的粘着力，从而潜在地导致传感器过早失效。
- 如果未咨询过制造商，所用无源电缆的长度不应超过 100 米。强烈建议在定货时订购足够长度的电缆以避免安装时拼接。如果确需拼接，也只能使用与 RG58 相近等级的电缆，拼接处必须焊接，且使用推荐的防水拼接套件。对于因拼接电缆而引起的任何问题，本公司不承担任何责任。
- 当使用灌封材料时，必须戴上一次性手套。必须按照灌封材料制造商说明书的要求采取适当的预防措施，您必须仔细阅读并遵守所有的安全指南。
- 实行适度的交通管制是必要的。不要将操作者置于危险环境。
- 确保传感器安装的位置正确。1.8 米传感器应安装在车轮经过的地，而不应装在车道中间。
- 在混合灌封材料时应十分小心，尽量减少空气的吸入。搅拌头旋转时，不可将搅拌浆叶提出灌封材料。停止搅拌后用搅拌浆叶刮一刮胶罐的边缘。
- 如果需要使用加热器加速灌封材料的固化，则必须确保传感器不会被损坏。传感器所能承受的最高温度为 80℃，为此，应该用金属或复合夹板做一个A形蓬架放在传感器的上方，使从加热器来的热气水平地吹入A形蓬架内，决不可直接对准传感器。传感器处的空气温度不应超过您的手在 20--30 秒种内所能忍受的温度。如果高于这一温度，传感器将会失去压电性能从而丧失功能。
- 一旦传感器已装妥且灌封材料已固化，建议用角磨机打磨掉过多的浆料。最佳的安装方式是让灌封料与路面平齐，以减少轮胎跳过传感器的机会。
- 室内电缆可以用薄壁塑料管套起来，万一传感器需要更换，则可以将电缆从管中拉出。这样就可以不必在室内开挖电缆槽。
- 在安装之前仔细而完整地阅读所有的说明，确保您已准备好全部所需设备。如果在安装中有任何问题，请打电话给精量电子公司市场部 0755-3301004-155，我们会尽可能为您提供帮助。



压电传感器应该在安装之前和安装之后进行测试。将传感器装入道路之前检查其是否在运输和搬运过程中受到损坏极为重要。

#### 安装前测试:

**电容:** 用 LCR 仪 (如 BK Instruments 875A) 测量接有电缆的传感器的总电容。测量值应该在相应长度传感器和电缆数据表规定的范围之内。测试仪的量程通常设定为 20nF。红色探头接电缆的芯线, 黑色探头接外层屏蔽线, 注意两手不要同时握住两个连接端。

**损耗因子:** 将电容量程按上述值设置, 然后将测量仪切换到损耗因子档。读数应小于 0.04。

**电阻:** 测量传感器两端的电阻。测量仪应设定在 20M $\Omega$  档。此时表上的读数应超过 20M $\Omega$ , 通常用 “1” 来显示。

#### 安装后测试:

一旦传感器已安装好且灌封料已固化, 应按照上述步骤再次对传感器进行测试。此外, 建议接一个示波器到传感器上, 采集一辆货车和一辆轿车的典型波形。然后将这些数据打印出来并作为资料永久保存。传感器的输出取决于安装方式, 传感器长度, 电缆长度以及所使用的灌封材料类型。示波器的典型设置为: 电压 200mV/div, 时间 50ms/div。对于正向信号, 触发电压设置约为 50mV。

#### 5. 传感器的维护:

像任何一种设备一样, 为了使压电传感器有长的工作寿命, 应该对其进行定期维护。检查应该每两年进行一次。当道路或传感器密封胶出现裂缝时应及时灌封。用低粘度线圈密封胶如 Bondo 606 或低粘度环氧胶如 Global PX768 灌封后压平。在向裂缝中注入密封胶材料之前应除去缝中任何疏松的沥青等杂质。在灌封时小心不要加大传感器切口的轮廓。应测试一下传感器的电容和电阻, 并将结果记录在数据表上。

#### 6. 灌封材料的用量计算:

BL 型传感器被安装在一个 19 $\times$ 19mm 的切口中。但是切口的精度难以达到, 尤其是切口的深度。计算灌封材料用量的公式如下:

$$[\text{传感器长度 (mm)} + 300\text{mm}] \times (19\text{mm} \times 19\text{mm}) \times 2$$

上述计算方法已给了 100% 的安全系数。对于 2m 传感器, 大约要耗用 1/2 加仑 (1.5L) 灌封胶, 对 3.5m 传感器, 大约要耗用 1 加仑 (3L) 灌封胶。1 美国加仑相当于 230 立方英寸。请向灌封胶生产厂商订购最合适的包装。如果树脂是按重量售卖的, 则将重量除以比重即可得到胶的体积。

#### 7. 使用 Global Resin PU 200 树脂安装 MSI BL 型传感器的要点

- 切口尺寸为 19mm 宽, 25mm 左右深。这样就有更多的空间使灌封料流到传感器下面, 同时又能使你用一罐树脂安装一个 11' 传感器。如果开槽再深一点, 就必须另开一罐树脂。
- 注入树脂之前先将传感器置入路面下。将传感器置于路面下 9.5mm 处, 这样虽然会稍稍降低传感器的输出, 但却能使它与市面上许多电子设备兼容得更好。
- 用木料做一个 “T” 形夹具, 便于将传感器装于路面下 9.5mm 处。夹具尺寸应约为 16mm 宽, 9.5mm 长。

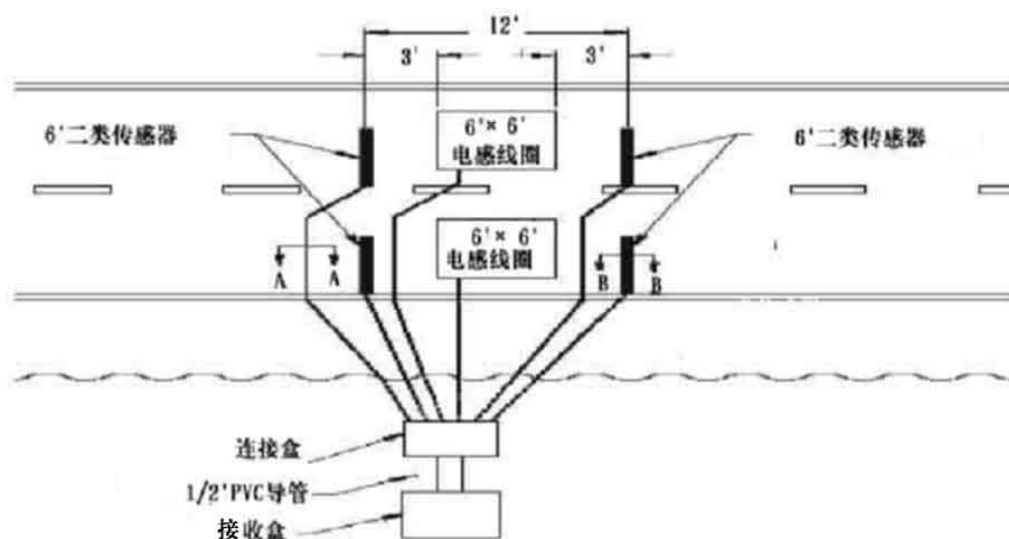
在将传感器放入切口内之前, 必须确保传感器是直的, 没有弯曲或扭曲。如果需要将传感器稍微

校直一点, 用一块侧面开有窄槽的木块 (25 $\times$ 50 $\times$ 152mm) 作为校直工具。

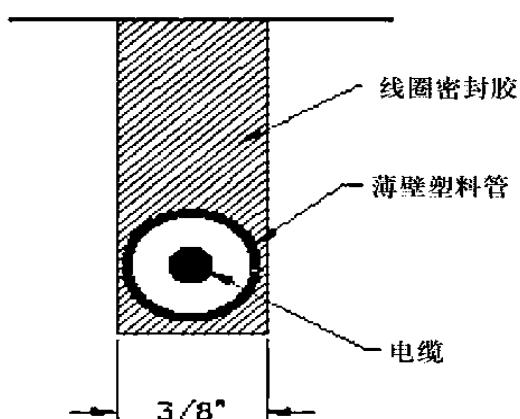
- 将传感器的铜护套部分压入切口中, 然后用深度杆将其置于正确的深度, 不要向下推支架。
- 将树脂预先混合大约 2 分钟。在一个 600rpm 的电钻上装上搅拌桨 (如 Grainger 部

件号 4R539)。必须确保树脂在加入固化剂之前已混合均匀。

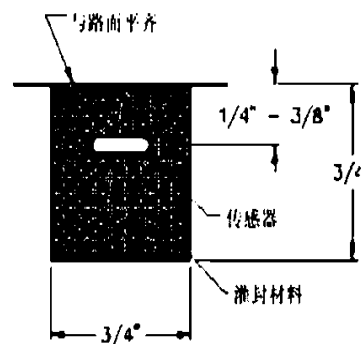
- 当一切准备妥当后,加入固化剂,只能搅拌大约 15--30 秒。禁止搅拌时间过长,因为在温暖的天气下,胶的罐内寿命相对较短。
- 挤压胶罐的侧面,然后立即将树脂注入到切口内,浇灌时应设法在传感器的一边将树脂以细珠状灌入,并沿着传感器的长度方向来回地浇,以便让树脂随着你的移动在传感器下面流动。
- 切口内填充的灌封料要稍微过量,至少第一次安装时应如此,直到你得到一定的经验为止。
- 一旦所有的工作已经完成。立即揭掉胶带。揭掉胶带时,树脂应该仍具有微弱的流动性,并且非常接近于与路面平齐。
- 不需要用泥铲将树脂铲入切口。它会自动灌注,只要搅拌时间没有过长。
- 树脂固化后,用角磨机打磨灌封料顶面,使其与路面平齐。
- 如您有任何其他建议,我们将深表感谢。



对 1.8 米二类传感器,典型的压电传感器-电感线圈-压电传感器安装布局



A-A: 无源电缆装于薄壁塑料管加强保护  
传感器安装截面

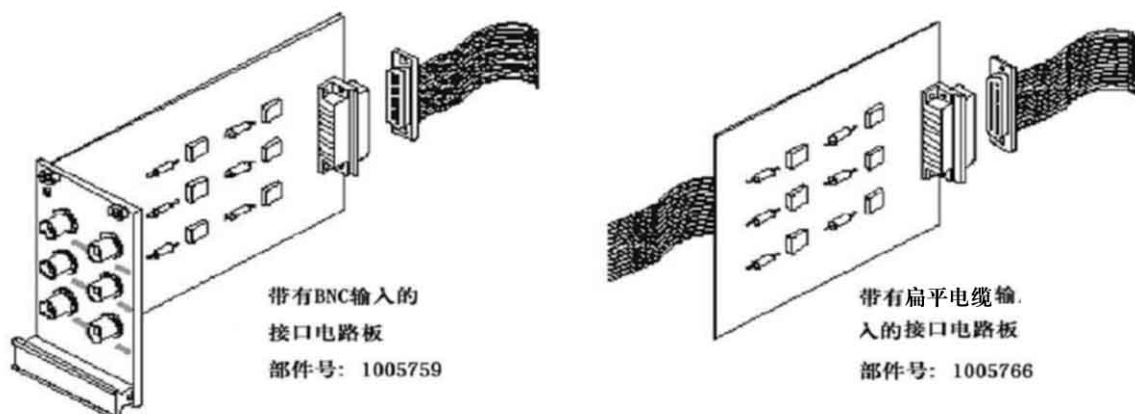


B-B: 典型的 BL 传

### 压电薄膜交通传感器接口电路板

交通传感器接口板设计用于对 MSI 交通传感器及各种标准交通数据采集模块接口

的信号整理。交通传感器接口板包括 6 通道传感器信号整理电路、用户可调比较器、数字脉冲输出和内部电源。接口板可用+8VDC 和+28VDC 的单电压源供电。接口电路板有 BNC 输入插口或扁平电缆输入插口。



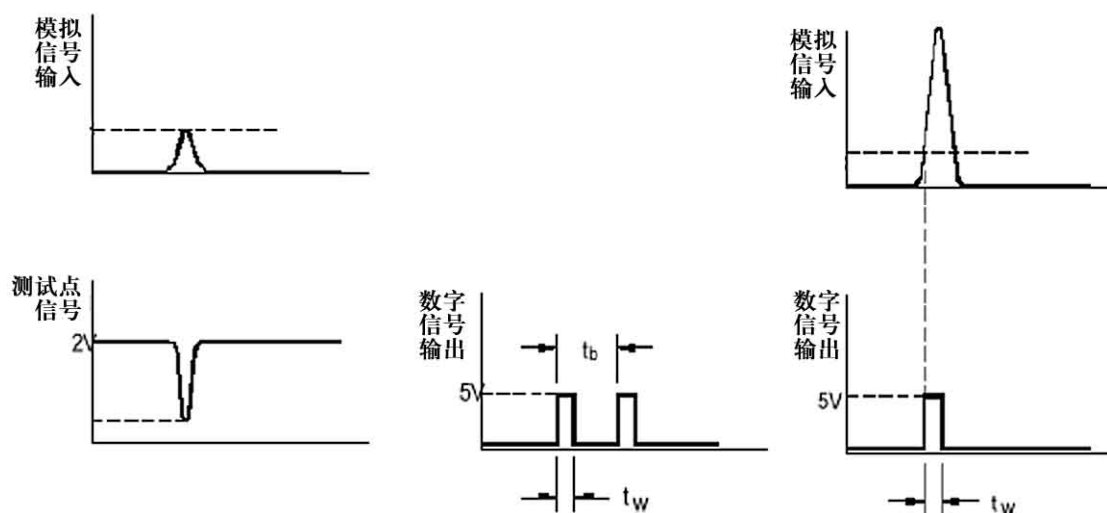
输出(数字)	25 针接头和接头总成	
电路板尺寸	220mm× 128mm	
前 面 板	50mm× 128mm	
存储温度	-40℃～+85℃	
工作温度	-40℃～+70℃	
输出接头分配		
针 数	分 配	扁平电缆颜色
1	GND	棕
2	电源	橙
3	不用	绿
4	数字输出 (CH1)	紫
5	数字输出 (CH2)	白
6	数字输出 (CH3)	棕
7	数字输出 (CH4)	橙
8	数字输出 (CH5)	绿
9	数字输出 (CH6)	紫

	最小值	典型值	最大值	单位
模拟电路				
增益		2		
低端频率(-3dB)		0.5		Hz
高端频率(-3dB)		1200		Hz
电源	+8		+28	VDC
数字输出				
输出阻抗			10K	ohms



脉冲输出	4.5	5	5.5	V
脉宽 $t_w$	2.8	3.3	3.8	ms
脉间距 $t_b$	8.5	10.0	11.5	ms
阈值电平				
门限开关开位置	$V_{trip}$		单位	
全开	0.05		V	
1	0.1		V	
2	0.2		V	
3	0.4		V	
4	0.8		V	

注: $V_{trip}$  是触发数字输出的传感器电压输出



注:测试点信号有-2X 增益和+2VDC 偏移

