

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,一种压电薄膜交通传感器在过去数十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,该传感器被广泛用于检测车轴数、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 PVDF 是一种经特殊加工后能将动能转化成电能的材料。

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的检测原理是对受力产生的信号积分。

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)及机场滑行道等。

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，在汽车以 200 公里/小时的匀速行驶时，测量精度可达到 1%。

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均速，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，因此即使在车量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数。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 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$)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，通过斜埋压电轴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，压电轴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。

行驶中动态称重(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，既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 $\pm 10\%$ ，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

压电薄膜交通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，轴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。压电轴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。

尽管压电薄膜交通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。该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。

压电薄膜交通传感器为收费站地磅提供了一个非常有效的优势，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，传感器没有可移动部分。传感器中可见的变形在微米(μm)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

压电薄膜交通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。初步证据在采用湿胶片或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轴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

选择压电薄膜交通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。传感器不像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)

压电薄膜交通传感器的应用已扩展成一门技术，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薄膜交通传感器相结合，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，压电薄膜交通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，压电轴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。

我们的合作伙伴

我公司的压电薄膜交通传感器，获得美国联邦高速公路署批准用于联邦基金项目并且已经由德国 PTB 及英国权威机构检测和批准。已在全球 60 多个国家安装，包

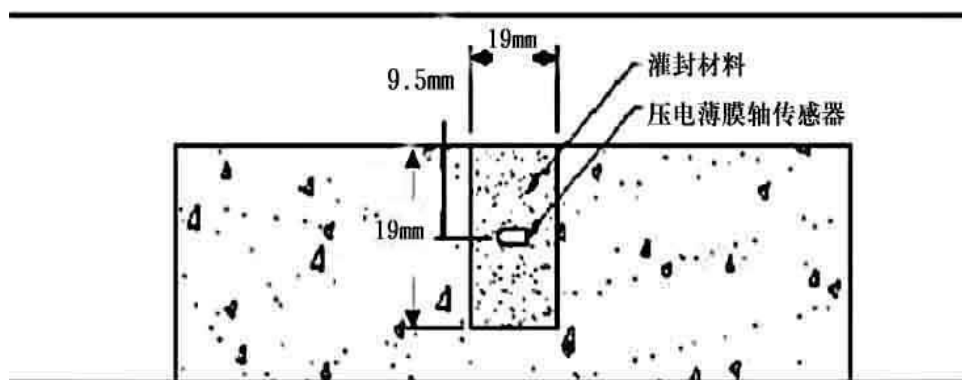
括北美、南美、澳大利亚、欧洲、非洲和亚洲等。压电薄膜交通传感器 MEAS 是拥有世界最多安装点的公司。我们每年销售大约 11000 条交通传感器，销售数量上我们超过最接近的竞争者 10 倍多。第一个 BL 压电薄膜交通传感器于 1995 年安装在德克萨斯州，然后马上在新西兰安装，用于超速拍照。现在大约有十五万条 BL 压电薄膜交通传感器安装于世界各地，近 10 年来，我们一直致力于中国市场的推广并取得了良好的实施效果。

压电薄膜交通传感器介绍

Roadtrax BL 型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 型传感器有两类，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价比。

- 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 的切口中，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。
- 定制的非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。



压电薄膜交通传感器特性和特征

1. 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)

2. 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.
- 200 公斤轮载，在以时速 55 英里行驶时，输出最小 250mV 信号。

3. 易搬运

- 刚性好，不易下垂。
- 盘卷在一个 600x600mm 的盒子中，卷曲直径不小于 300mm 就不会损坏。
- 强度高，搬运时不易损坏。

4. 最小的路面破坏

- 安装切口仅为 19mm×19mm，并可与路面轮廓一致。

5. 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。

6. 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）。

7. 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。

8. 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。

9. 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，如果安装质量好，可达一亿次(ESAL)。

10. 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。

11. 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，根据客房需要还可以更长。
- 可在前置放大器前长距离传送而不需要供电。

12. 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 ;
- 如需要可提供安装指导和现场安装培训 ;
- 全球性服务 ;

传感器型号表

感器长度	传感器类别 ₁	100 英尺电缆的电容 ₂	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

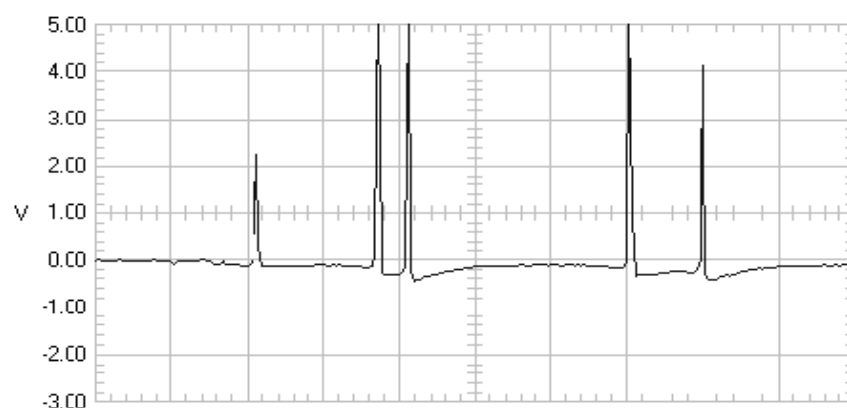
- 1、II 类传感器的一致性 $\leq \pm 20\%$ ，主要用于车辆分类。I 类传感器的一致性 $\leq \pm 10\%$ ，主要用于行驶中称重。
- 2、所有电容值的精度为 $\pm 20\%$ ，附带的电缆的电容为 27pF/ft (89pF/m) 或 2.7nF/100ft (2.2pF/25m)。
- 3、所有的传感器的包装为 1 盒 2 个，包装盒的重量为 1.5 磅 (0.7kg)。
- 4、此长度是指传感器的安装长度，是安装传感器时的最小车道宽度。
- 5、此下标指的是电缆长度。带有-Y 的电缆长为：-1 代表 100'，-2 代表 150'，-3 代表 200'，-4 代表 250'，-5 代表 300'。带有-Z 的电缆长度为：-1 是 35m，-2 是 50m，-3 是 75m，-4 是 100m。

主要参数

- 1) 芯线：16#线，扁平，编织镀银铜线。
- 2) 压电材料：高压缩性压电共聚物，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：> 500MOhm。
- 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。

主要参数表	
输出一致性	< ±20%，II 类传感器（分类） < ±10%，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 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

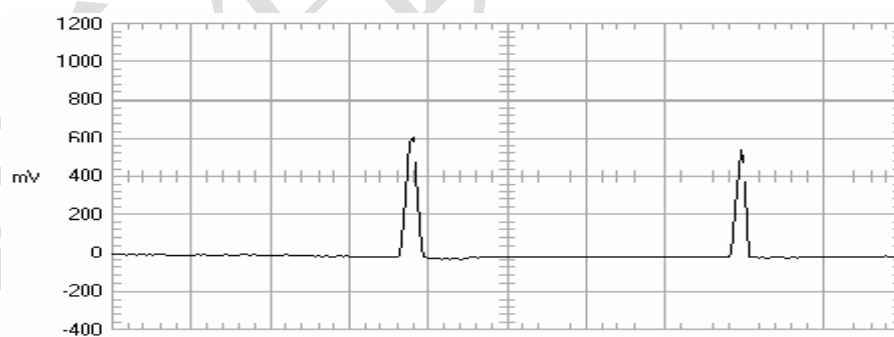
记录 8



-100 ms 100 ms/Div

AMP BL, I35n, brick truck, 6n

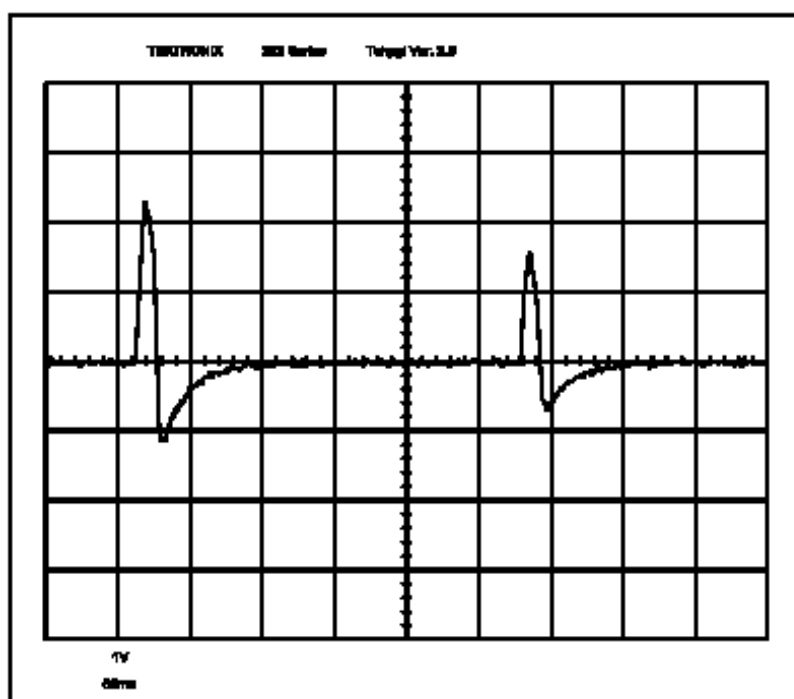
记录 2



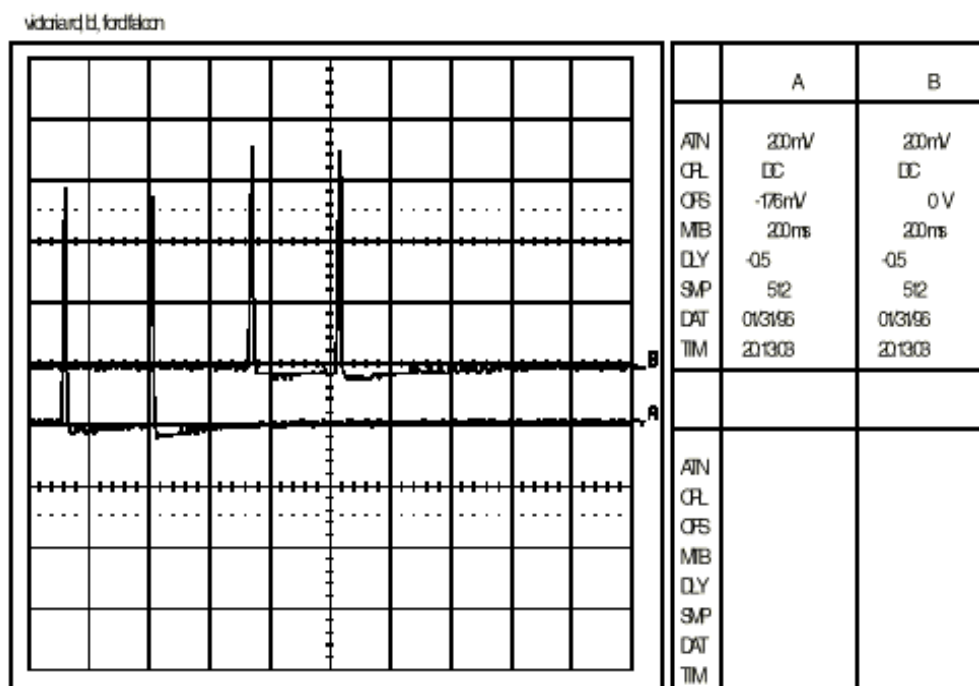
-40.0 ms

20.0 ms/Div

AMP BL, A74 (England; 12' Sensor, Global 768, Car



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.

压电薄膜交通传感器安装指南

请注意安装环境不同，要求也要更改。安装感应线圈需要另外的工具，同时必须封路。如有特殊情况，请打 0755-33305088 与我们技术支持联系。首次安装，请仔细阅读说明，确认所需的工具和设备都到位。

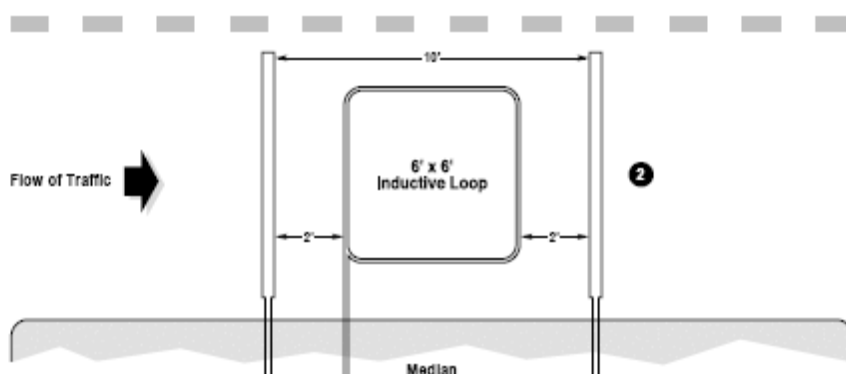
1. 工具和设备清单

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1) 安全设备（依据当地法规要求） | 16) 大于 500 加仑的水 |
| 2) 交通传感器的安装支架（注意：包装箱内有普通安装支架和宽支架） | 17) 大容量空气压缩机最小150 立方英尺/分） |
| 3) 灌封材料（IRD AS475,ECM P5G,或者 Global Resin PU200） | 18) 扫帚 |
| 4) 线圈密封剂（禁止使用热柏油） | 19) 钢丝刷 |
| 5) PVC管或者聚乙烯管（保护电缆线） | 20) 电感电容电阻测定计（BK 875A） |
| 6) 感应线圈材料（如果安装） | 21) 钢丝绒/金刚砂布 |
| 7) 检查路面用的直尺（最短8 英尺<2.5 米> | 22) 带有软布条的酒精 |
| 8) 20 英尺（6.1米）卷尺 | 23) 2 英寸（5 毫米）输送带 |
| 9) 公路画笔和涂料 | 24) 泡沫支撑棒 |
| 10) 1/8 英寸（3 毫米）的直径线大约20 英尺（6 米）长 | 25) 乳胶手套 |
| 11) 35hp湿切公路锯（自动推进的） | 26) 电力或发电机 |
| 12) 钻石刀片（3/4英寸<20毫米>宽或相等） | 27) 低速搅拌机 |
| 13) 切线槽钻石刀片（最薄1/4 英寸<7 毫米> | 28) 每次2 套搅拌叶 |
| 14) 锤子和凿子 | 29) 3 英寸（80毫米）或4 英寸（100 毫米）宽油灰刀或小泥铲 |
| 15) 高压水冲 | 30) 角磨机或砂带磨光机 |
| | 31) 剥皮钳 |
| | 32) 针头钳 |
| | 33) 示波器（建议使用） |

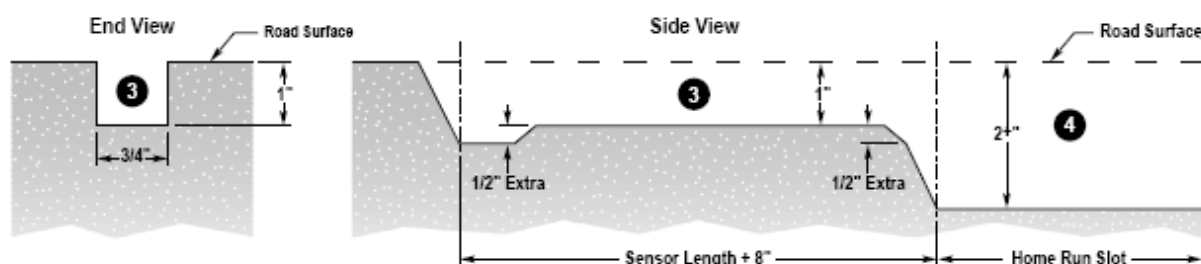
2. 安装程序

- 1) 安装时，根据地方法规，封锁交通，确保施工安全。

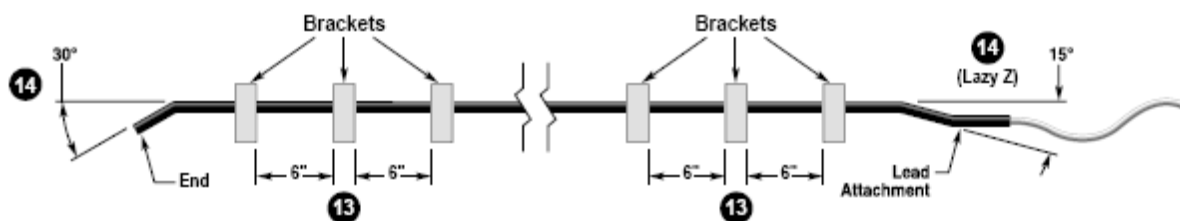
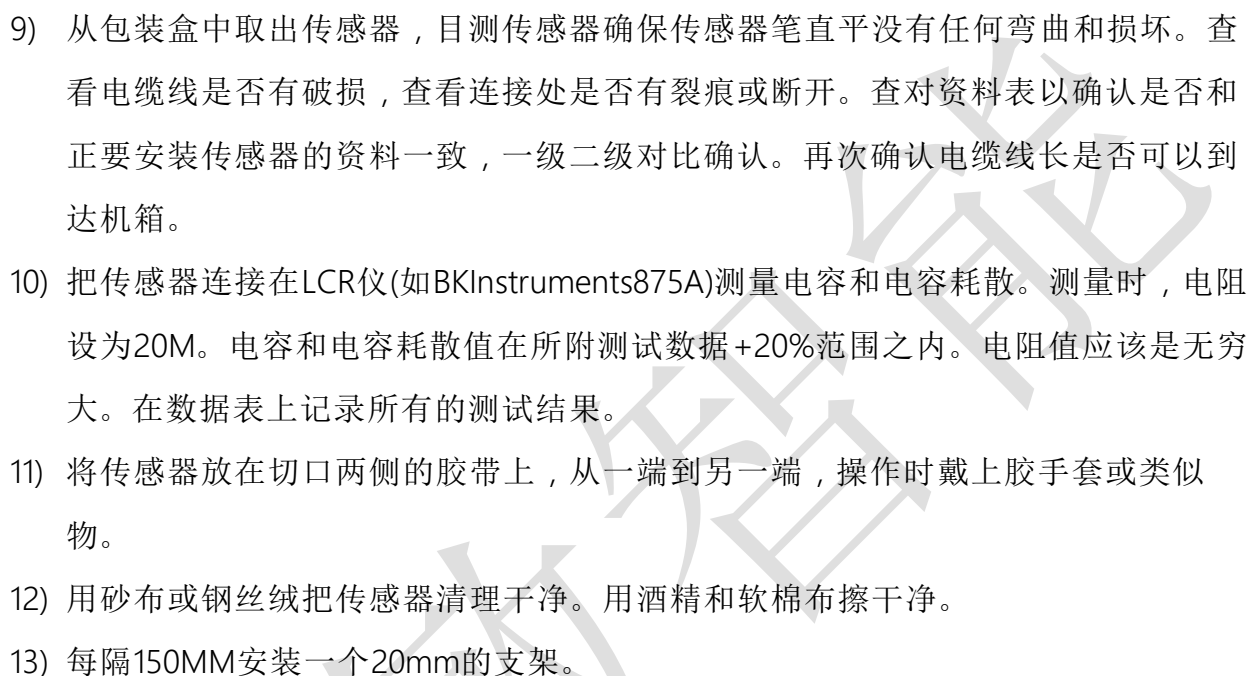
- 2) 用路刷，油墨笔，卷尺和绳，认真仔细的画出安装传感器安装位置土，确保安装的传感器与车流方向垂直。证实引线足可以到达机柜。如果引线太短，不要另接引线。下面是标准的3.5 米长的称重/分类传感器的安装图。（图）



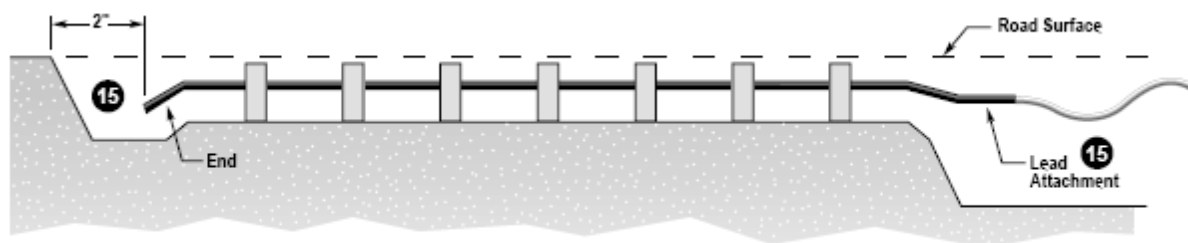
- 3) 使用20mm宽的钻石刀片切槽，槽的宽度必须为20mm（+2mm），最小深度为25mm。槽长根据传感器的实际长度来定（包括传感器与电缆线的接口部分）。约为比传感器长点。离槽两端处稍微深12mm。（图）



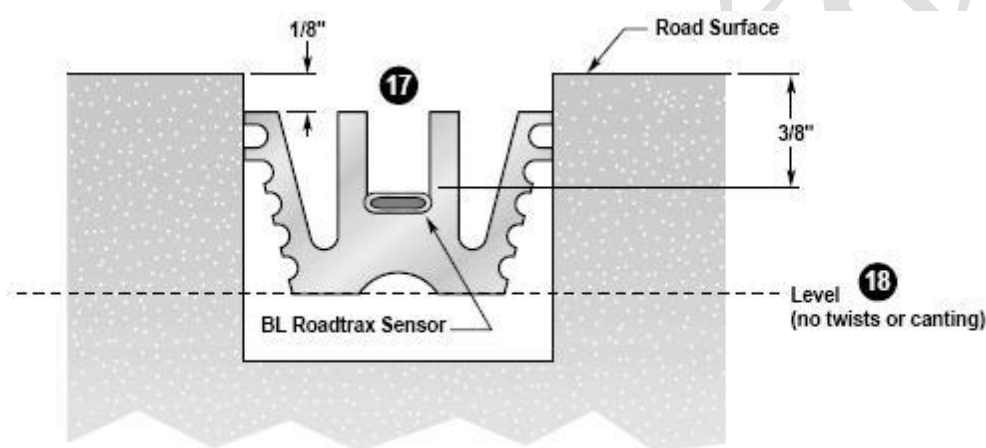
- 4) 切线槽。同轴电缆引出口应位于切口的中间。同轴电缆切口的最小宽度为6mm（深为50mm），如果使用管子，线槽还要再宽些。
- 5) 如果允许，切槽放置感应线圈设备。注意：如果感应线圈切槽和线槽采用干切法，用湿切法切传感器槽前，干切感应线圈切槽和线槽并清理好现场。
- 6) 用高压水泵/高压水枪彻底清洗干净所有的切槽。
- 7) 用压缩空气机烘干所有切槽。所有的切槽以及其周围300mm的区域必须彻底烘干
- 8) 在传感器切口两侧路面上各贴一条和传感器一样长的胶带，胶带距离槽3mm远。



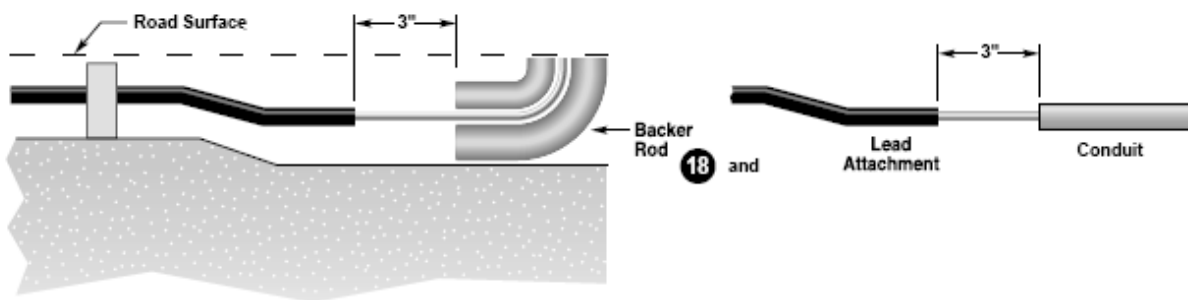
- 14) 传感器末端下弯成30 度角，连接处下弯15 度角，再上弯15 度至水平（形成一个懒散的“Z”）
- 15) 将传感器固定在槽内,槽的末端距离传感器末端至少50MM，并且传感器顶部不接触槽底，（传感器与引线的）连接处也不接触槽底或槽侧面。（图）



- 16) 如果小支架 (20MM) 不很适用 (大了或松了) 就使用大支架(25MM)重复上一步骤。(图)

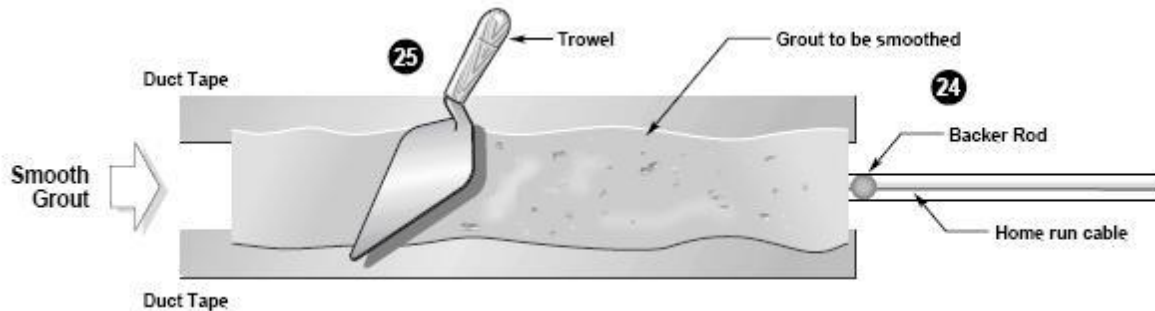


- 17) 从传感器与引线的连接处末端开始,用深度测量卡确定传感器的位置。通过用深度测量卡从支架上的铜护套部分向下按,使传感器离路面9mm。照这样,支架的顶部离路面3 mm。
- 18) 目测整条传感器,确保每一点都在同一深度,同一水平线上,没有弯曲。

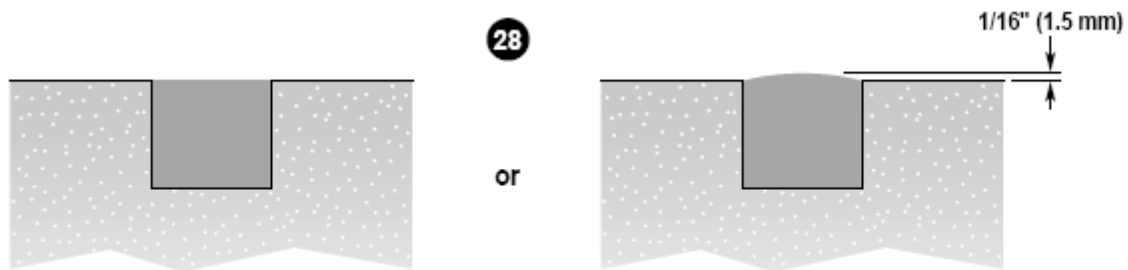


- 19) 把电缆线放入走线槽,离连接处75MM处放置支撑棒封住切口(或用堵漏油灰或泡沫支撑棒封住切口)。“隔墙”使灌封材料不会流入线槽。如果电缆外套胶管,也要预留75MM的位置

- 20) 安装其他的传感器，重复9-18 的步骤。
- 21) 如果允许，根据图示，安装感应线圈。
- 22) 用低速搅拌钻（用每分钟450 次转速）和搅拌板搅匀灌封材料，大约2 分钟。
- 23) 加凝固剂，按照供应商说明书混合灌封材料。（图）



- 24) 立刻灌封，操作时灌封材料流入传感器底部，注意减少气泡的产生。从传感器末端向连接处来回灌胶，直到灌满为止。不要只灌一回。
- 25) 用油灰刀或小铲子轻轻地使胶沿着切槽向另一端延伸，灌封材料应稍微高于路面的胶带，因为固化时，胶还会有收缩。
- 26) 灌封材料一旦开始固化,撕掉传感器两侧的胶带（2-5 分钟，以实际情况而定例如水泥的型号，周围温度。（图）



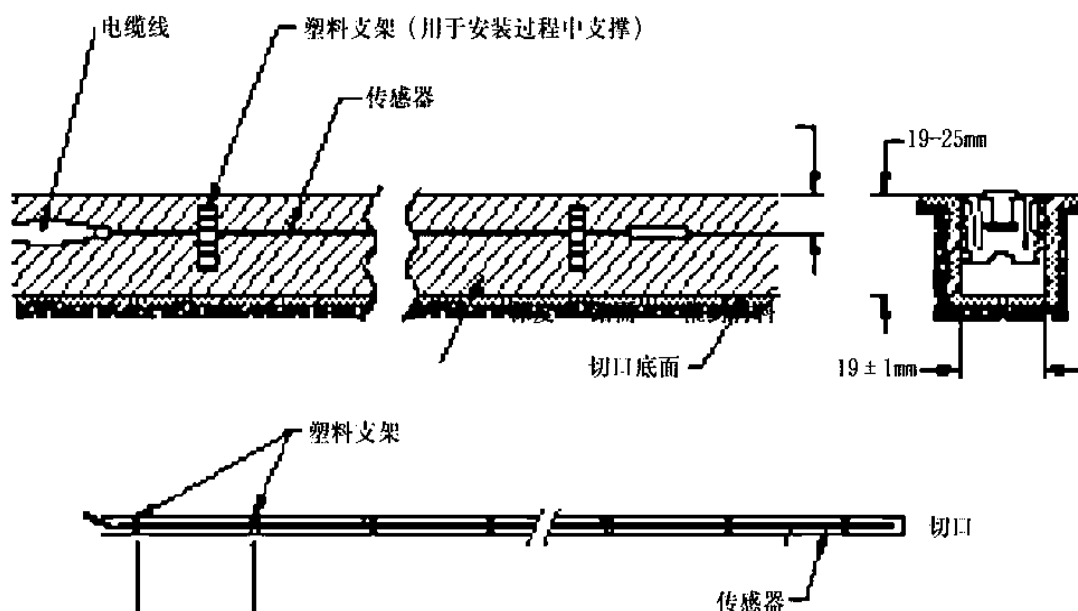
- 27) 小心去掉堵漏油灰或泡沫支撑棒隔墙。用密封剂填充线槽和感应线圈槽。
- 28) 灌封材料一旦固化，角磨机或砂带磨光机打磨冲刷表面的胶。
- 29) 等一段时间，当线圈密封剂完全固化后（大约24小时后），可用手指或者其他坚硬物触摸胶体，能明显感觉到非常坚硬即OK。同样用上述步骤10的方法再次记录下传感器的电容和电容耗散，做为安装成功后的初始数据归档保存。然后开放交通。
- 30) 把传感器与示波器接通，看车辆通过时的波形。确认信号清晰没有噪音。

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。

- 1) 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。国内客户安装的时候, 在没有这种条件的情况下, 是可以用手动电动切割机分两次切割, 但精度会有偏差。
- 2) 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。
- 3) 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。
- 4) 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。
- 5) 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。
- 6) 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。
- 7) 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。
- 8) 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700C, 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。
- 9) 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。
- 10) 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。
- 11) 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0755-33305068,我们将尽可能为您提供帮助。



4. 传感器的测试：

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 BKInstruments875A)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 20MΩ档。此时表上的读数应超过 20MΩ，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 Bondo606 或低粘度环氧胶如 GlobalPX768 灌封后压平。在向裂缝中注入密封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

Roadtrax BL 型传感器被安装在一个 19×19mm 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。

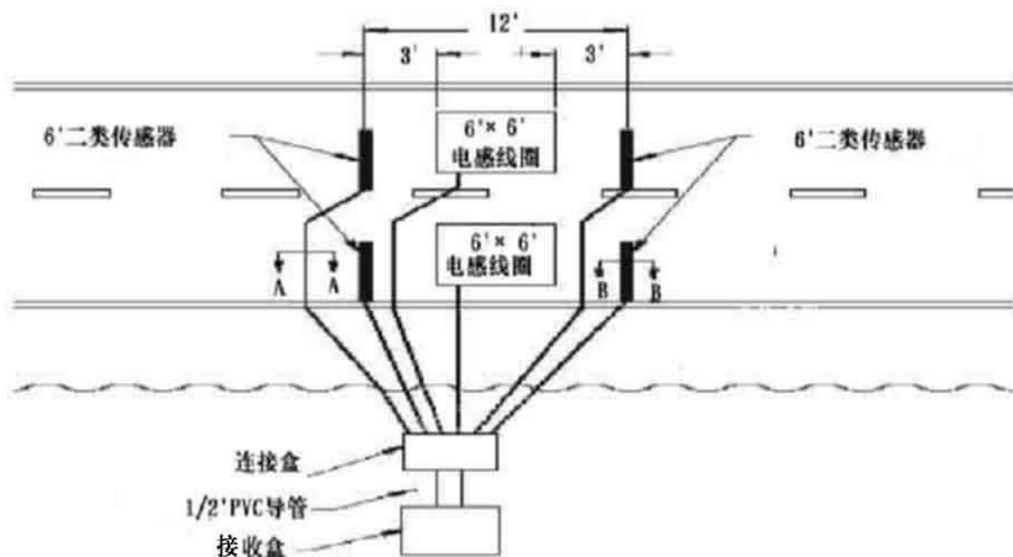
7. 使用 Global Resin PU 200 树脂安装 MEAS Roadtrac BL 型传感器的要点.

- 1) 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。
- 2) 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。
- 3) 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。

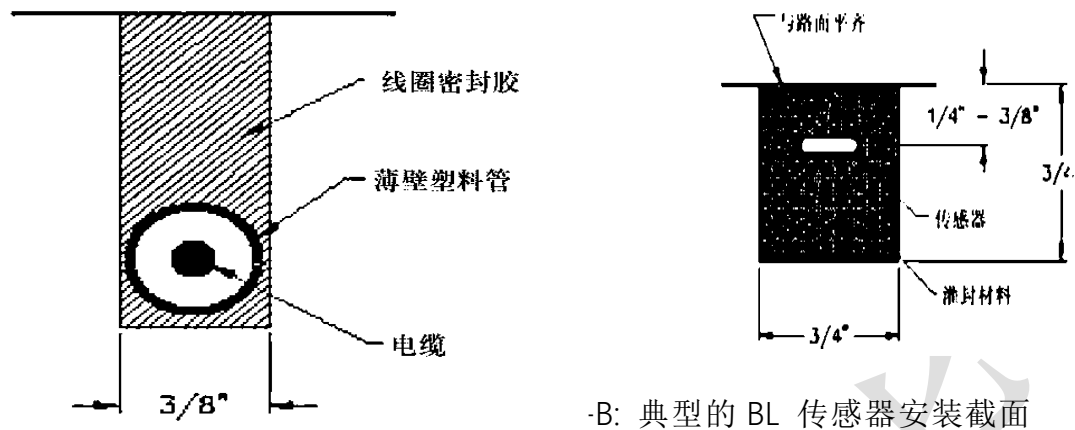
在将传感器放入切口内之前，必须确保传感器是直的，没有弯曲或扭曲。如果需要将传感器稍微

校直一点，用一块侧面开有窄槽的木块 (25X50X152mm) 作为校直工具。

- 4) 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。
- 5) 将树脂预先混合大约2分钟。在一个600rpm的电钻上装上搅拌浆 (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。
- 6) 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。
- 7) 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。
- 8) 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。
- 9) 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。

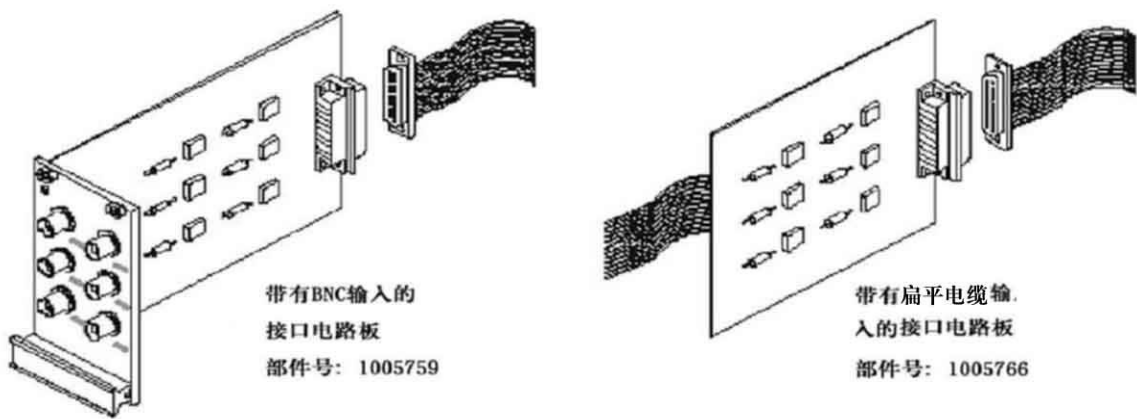


- 10) 不需要用泥铲将树脂铲入切口。它会自动灌注,只要搅拌时间没有过长。
- 11) 树脂固化后,用角磨机打磨灌封料顶面,使其与路面平齐。
- 12) 对1.8米二类传感器,典型的压电传感器-电感线圈-压电传感器安装布局



压电薄膜交通传感器接口电路板

压电薄膜交通传感器接口板设计用于对MEAS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。

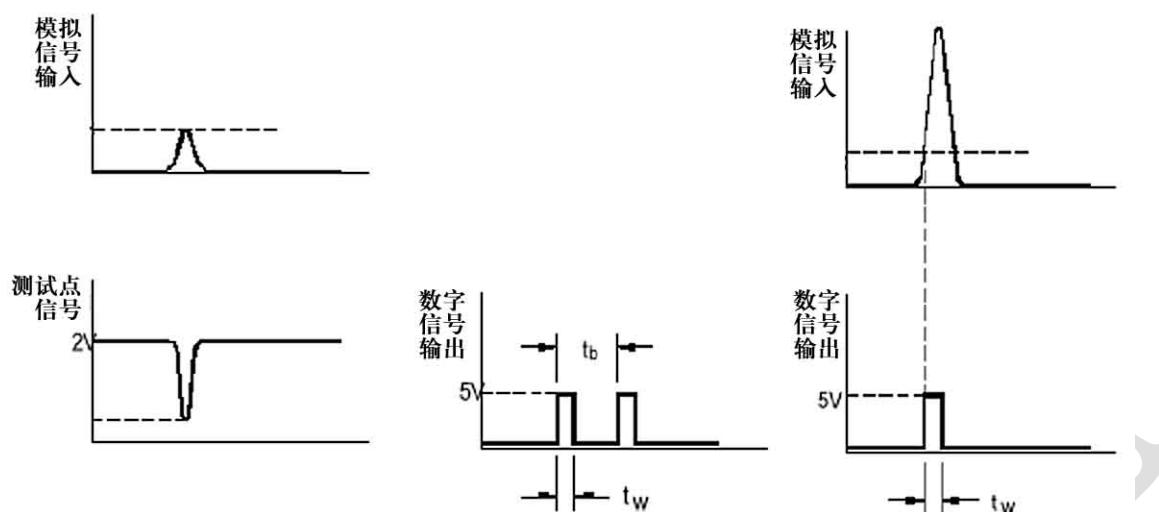


输入/输出通道数	6
输入(模拟)	BNC 接头或扁平电缆
输出(数字)	25 针接头和接头总成
电路板尺寸	220mm×128mm
前 面 板	50mm×128mm
存储温度	-40℃ ~ +85℃
工作温度	-40℃ ~ +70℃

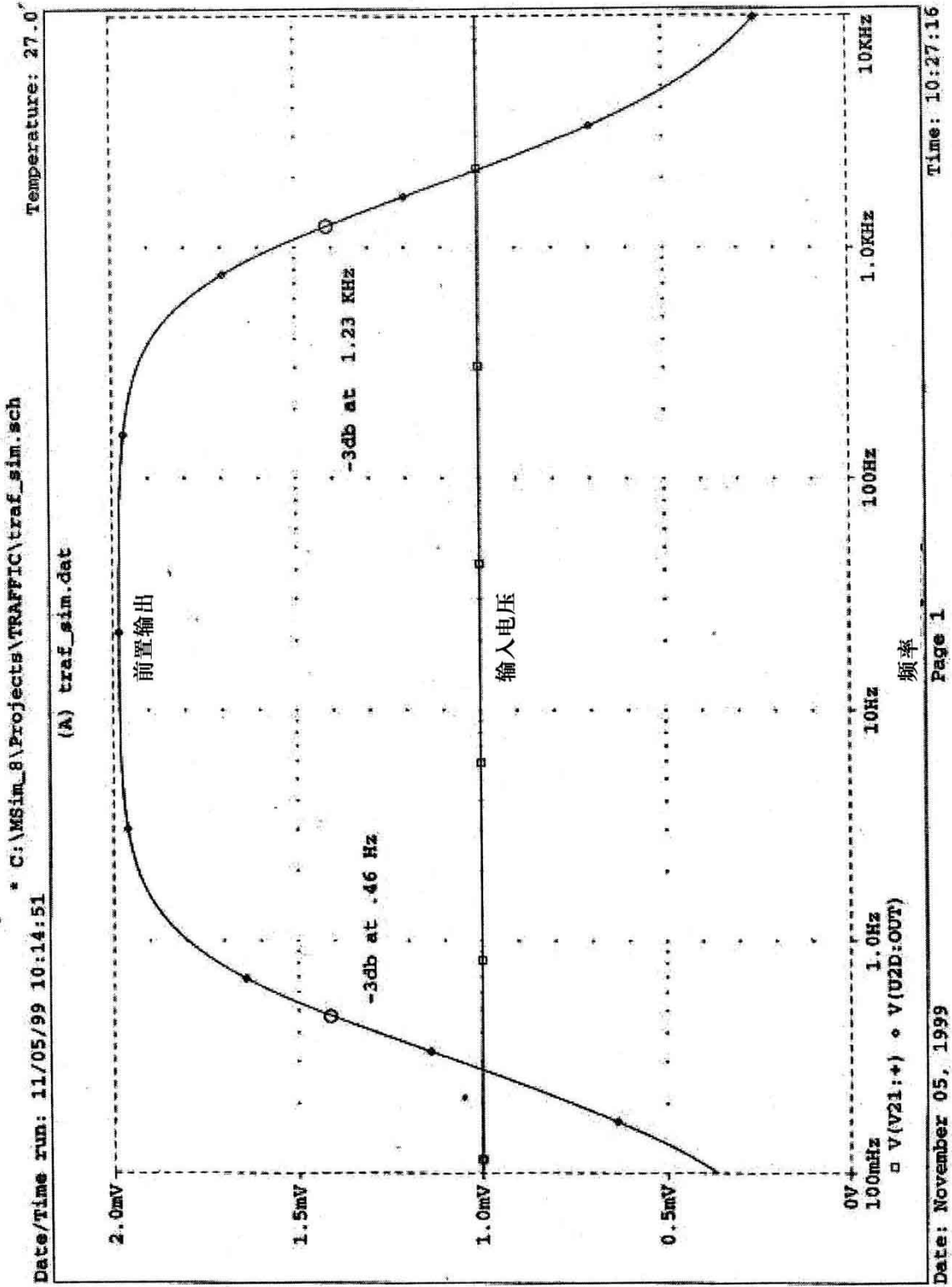
输出接头分配		
针 数	分 配	扁平电缆颜色
1	GND	棕
2	电源	橙
3	不用	绿
4	数字输出 (CH1)	紫
5	数字输出 (CH2)	白
6	数字输出 (CH3)	棕
7	数字输出 (CH4)	橙
8	数字输出 (CH5)	绿
9	数字输出 (CH6)	紫

	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



附录：

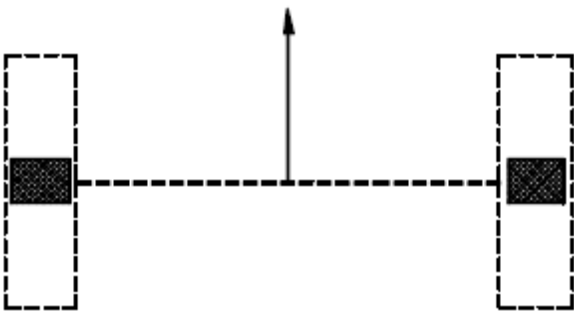
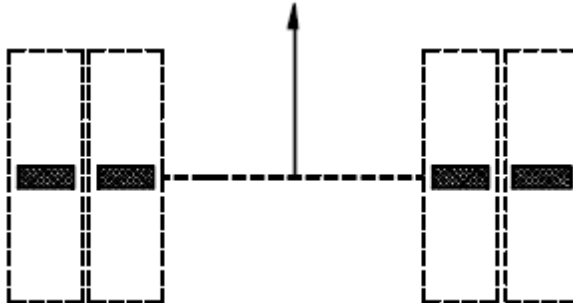
压电薄膜交通传感器在行使中称重(WIM) 的原理

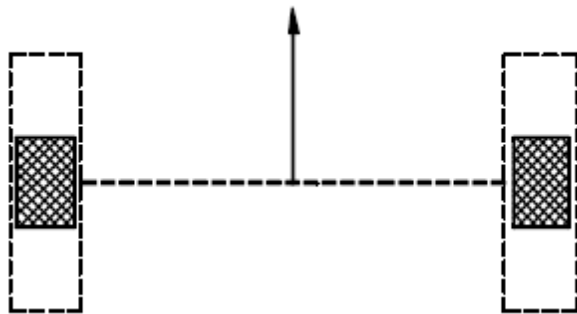
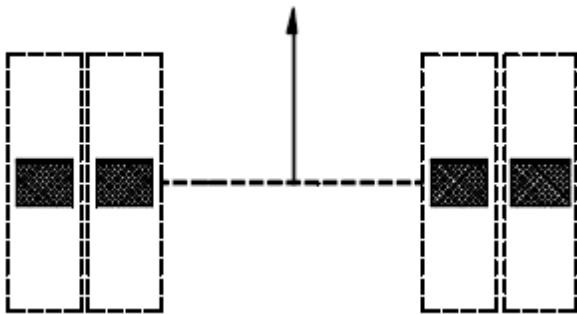
1) 关于“轮胎印”

为了分析简单，我们可以认为典型的卡车轮胎和路面会有一个近似长方形的接触区域（轮胎印）。由于整个车的重量都是由车的轮胎支撑，车的总负载都分摊在车轴的每个轮胎上（在这里所讨论的,假设负载是平均分配的）。实际的轮胎数据表明，一个气压为689 千帕（100psi）的轮胎,轴重为5.6 吨的卡车，会在行驶方向形成一个约228mm宽，175mm 长（0.04平方米或约62平方英寸）的轮胎印。气压不足的轮胎产生的轮胎印更长，面积更大，但是平均压力更小。虽然轮胎气压不足会增加燃料的消耗，但是对路面的破坏会更少。

在一个轴上使用双轮胎可以承载更重的负载（尽管轮胎制造厂商给双轮胎配置的每个轮胎限重负载比单轮胎的稍低）。注意，对于一个给定的负载，在与单轮胎相同的轮胎气压条件下，双轮胎只不过减少了每个轮胎印的长度，但整个接触区域的大小，压力和负载还是保持不变的。

下图是一些可能的组合：

	
每个轮胎印面积：61.8平方英寸 轮胎气压：100psi 单个轮胎负载：6184.5。 总轴重：12369 磅	每个轮胎印面积：30.9平方英寸 轮胎气压：100psi 单个轮胎负载：3092.3。 总轴重：12369磅

	
每个轮胎印面积：123.7 平方英寸 轮胎气压：50psi 单个轮胎负载：6184.5 磅 总轴重：12369 磅	每个轮胎印面积：61.89 平方英寸 轮胎气压：100psi 单个轮胎负载：6184.5 磅 总轴重：24738磅

2) 传感器的几何学原理

首先，我们假设，可以构造一个能够检测重量的传感器平板，它沿车流方向足够长以便能够完全承载整个轮胎的轮胎印。从某些方面来说，当车轴经过的时候，整个轮胎的负载都能被表现出来。实际上，这种情况可以简单的模拟为，当轮胎与传感器接触时产生一个快速的线性斜坡上升并达到最大值，这个稳定的峰值是和整个负载成正比的，当轮胎经过传感器后，将产生一个快速的线性衰减。

稳定的峰值时间段（平顶段）是整个轮胎经过传感器平板上的时间。这段时间所经过的距离是传感器的宽度减去轮胎印的长度，然后这段距离再除以车速就等于稳定的峰值时间（时间=距离/车速）。如果检测重量的传感器平板足够宽，横穿整个车道，能采集到两个轮胎（或两组轮胎）的信息，那么输出响应也将是单轮胎（单组轮胎）的2倍。

这种传感器平板是可以实现的，可以使用各种传感器技术，比如电容式，液压式等等，但是价格昂贵，并且要求安装时要对路面做周密细致的准备。

精量电子公司的Roadtrax BL传感器是细长的条状，而不是一大块，安装时简单方便，安装在横穿整个车道的一条狭窄的凹槽里。用环氧树脂灌封凹槽，胶表面与路面齐平。这种情况下，规则的脉冲仍然是可预期的，但是是不同的时机，传感器监测与轮胎印

的相交区域，传感器的有效长度等于轮胎印的宽度。当轮胎经过传感器时，传感器的输出瞬间从零上升到最大值，保持恒定，当轮胎离开传感器时，输出下降到零。

在这种情况下，稳定的峰值时间段（平顶段）是由轮胎印的长度除以车行使的速度得出的（假设传感器的宽度比轮胎印的长度小的多，可以忽略不计）。典型的时间是在7到13 毫秒之间（分别对应90，50 公里/时的速度）。速度越快，脉冲越窄，但是对于一定的负载，峰值保持不变。

3) 传感器功能

在Roadtrax BL 交通传感器上无论何处施加负载（或力），都会产生电荷。这些电荷出现在电容上，（电容为传感器的电容和电缆线的电容总和）。当安装完后，这些电容值是假设不变的，因此输出电压（用高阻抗测量）总是与产生的电荷成一定的系数关系（整个传感器安装后的电容）。只要总电容知道，电压和电荷都可以被测量出。

电荷模式的测量有一点点优势，因为它与电容无关。在一个电荷放大器里，传感器两端的电压保持在精确的零位，传感器产生的电荷都被移动到电路中固定的电容里，只需要控制输入时间常数，而不受传感器电容的影响。相反，电压模式测量，对传感器有一个固定的输入阻抗。在这种情况下，输入时间常数与产品的输入电阻和传感器电容有关，传感器和电缆的长度不同，输入时间常数就会有一点不同，因为电容可以在4-20 纳法范围内变化，与此对应，如果输入电阻值不变，输入常数时间变化范围将会是5：1。因此，在各种安装应用中（安装后电容不同），电荷测量是更可取的。

压电传感器对所施加的力都有响应。在长度方向施加的力的总和，将产生总的电荷输出。当轮胎压过传感器时，传感器被压部分的长度和轮胎印的宽度是一样的。BL 传感器的有效宽度可以认为是5 毫米，那么对于228毫米宽的轮胎印，面积是

$5 \times 228 = 1140$ 平方毫米（0.00114平方米）。轮胎的胎压（100psi 或689 千帕）所形成的

的压力场同样作用在它的机械表面区域（轮胎印区域，）。因此我们可以通过传感器

所检测到的压强与轮胎印面积来计算实际的载重，即： $0.00114 \times 689000 = 785$ 牛顿。根

据BL传感器的内部结构，我们可以粗略的认为传感器是有两条“带”组成，每条大约

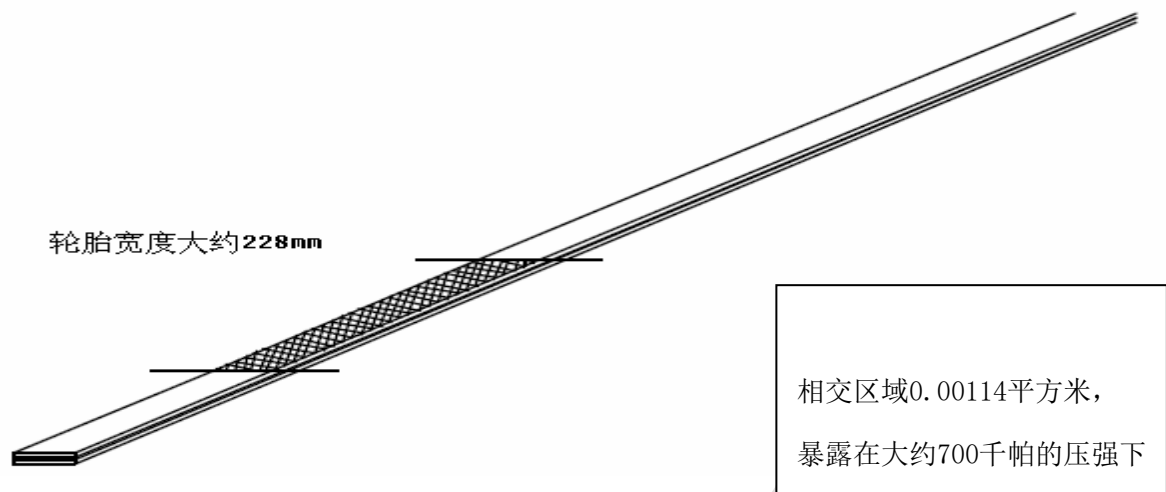
5MM宽，一条放在另一条上面。这两条传感器在机械上是串联的，在电路上是并连的。

每一条的电荷灵敏度为20pC/N，因此，最终的电荷灵敏度是2 倍：40pC/N。运用这

种推理，当负载为785 牛顿时，我们可以推测出单轮胎压过时的电荷输出为：

$785 \times 40 = 31400 \text{pC} (31.4 \text{nC})$ ，对于一条典型的BL传感器的电容是13nF，这可能产生

$Q/C=2.42V$ 的开路输出电压。下面是示意图：



BL 传感器，有2 条约5mm宽的“带”组成，机械上串联，电路上并联如果传感器足够长，可以检测到左右两边的轮胎，那么电荷输出（在传感器长度上的负载之和）将是2倍。同样，产生的电压也是2 倍（61.8nC或4.84V）。注意：如果用的是两条短的传感器（每一条大约是车道宽的一半），运用上面方式，每条的电荷输出将是31.4nC。传感器的电容也将是原来的一半（6.5nF）。因此每条传感器的输出电压是4.84V。如果传感器在电路上是并连的，电容将是2 倍，那么电压将保持不变。这种设置变得和整个车道使用一条传感器没有什么区别。

特别重要的是要注意，用细长的传感器条，信号的持续时间是十分重要的。我们采样了车辆经过传感器时的轮胎印，轮胎印的长度是非常重要的。胎压不足的轮胎和胎压足的轮胎负载相同重量的情况下，显示出的轮胎印更长些。如果要计算重量，那么车轴经过的时间（在传感器上）是极其重要的信息（车辆的速度）。

4) 测量和计算方法

为了把记录下来的车轴经过的信号转化为轴重，我们需要下面的信息：

- 车的行使速度（可以从另外的传感器在已知的距离下计算出）
- 半车道长或整个车道长传感器
- 传感器的灵敏度（校准）

因为实际产生的波形不会是规则的形状（由于重量分配在轮胎上是不均匀的，轮胎印也不是规则的形状）。最好的可能是对车辆经过的波形做一个积分。然后积分量必须再和车的行使速度相乘。当车轴压过时，这个量（电荷或电压对时间的积分乘以速度）是和车的总重量成比例的。

注意：如果是双轮胎(承载和单轮胎相同的重量)，那么传感器的瞬态响应产生的振幅将是2倍，但持续时间只有一半（请看第一部分的轮胎印图示）。积分量和单轮胎是一样的。

采样时间：为了获得一个合理的估计载重量，当轴经过时,可能需要100 个点的数据采样。如果我们假设一个最小的轮胎印长度为100 毫米，同时车的最大行使速度为200 千米/小时经过时,信号的持续时间大约3 毫秒，那么就需要33Khz的采样率。

动态范围：上面提到过的62nC 的电荷输出是代表两个轮胎，每个轮胎的最大负载是2.8 吨。如果检测两个最大负载的双轮胎情况，电荷输出将达到124nC(11.2 吨)。3 米的BL 传感器的最小电容是7.4nF. (带最短的电缆线)。那么表明开路电路电压峰值将达到17V。接口电路应该设计成能满足任何模式（电荷或电压）下的极端情况而不饱和，同时提供足够的幅度分辨率来得到一个合理的测量精度，最好是10位或以上分辨率（ADC）。

附注：

上面的分析忽略了车辆的动态影响。众所周知，拖车是在它的悬挂系统上摆动的，并且轮胎本身在车轴上也存在高频摆动。这些影响的详细研究可参考一些文献（例如：COST 323Reports）。解决方法是将多个动BL 传感器按一定间隔排列来减少影响。大约是用5 条传感器，间隔4 米排列，似乎在实际的运行速度范围内是一个很好的折中。可以将列队排列的每一个传感器的结果平均后，提供更好的轴重估算。

定购信息

深圳市爱敏智能科技有限公司

sales@ameaning.com

0755-83277882 18038100666

