

## 压电电缆(部件号:1005646-1)

### 应用

压电电缆的主要应用是交通轴传感器, 压电电缆开关用于存在/占有率检测, 压电电缆做为接触式传声器用于生命特征监测及周界安全等方面, 在一般情况下, 产品都是根据客户的具体要求设计.

### 特点

压电电缆超过其它传感器的优点之一是感测冲击或振动, 范围从地表振动造成的微弱压力信号到高速重型卡车轴的冲击. 线性动态范围超过 80dB 如图 1 和图 2 所示. 前者表示电缆在所加力的 4 倍频程范围内的灵敏度稳定性, 后者表示对同样的数据实际的电荷输出值. 在这个实验中, 是用电磁振动台加力的.

实验达到了 50N/mm(采用跌落质量块冲击)的水平. 在这个水平上, 电缆没有失效, 但产生了芯线和编织层的非弹性变形. 这个结果表明整个工作动态范围约 130dB. 对这样简单的传感器结构是相当不同寻常的.

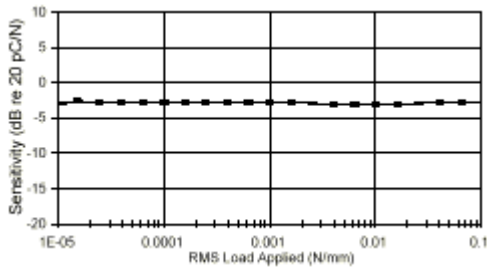


图 1: 压电电缆对所加载荷的灵敏度, 输出,

连续正弦波在 120Hz 激励

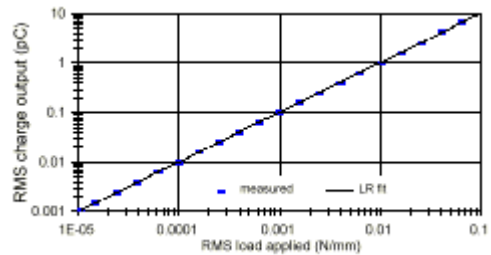


图 2: 压电电缆对所加力的电荷

用图 1 所示数据.

### 典型参数:

参数	单位	数值
电容量	PF/m	600
机械强度	MP	60
杨氏模量	GPa	2.3
密度	Kg/m <sup>3</sup>	1890
声阻抗	Mrayl	4.0
相对介电常数	@1kHz	9
tan δ e	@1kHz	0.017
静水压电常数	pC/N	15
纵向压电常数	Vm/N	250x10 <sup>3</sup>
机电耦合	%	20
能量输出	mJ/strain(%)	10
电压输出	KV/strain(%)	5

## 2.1 压电电缆开关(部件号: 1005860-1)

### 应用

压电电缆开关的主要应用是检测存在状态, 可用其作成垫子, 用于检测重要位置如出入口人的出入, 工厂内有机器的地方保护工人安全如操作区安全, 或保安系统的侵入, 门和卷帘门的安全防护, 用于自动化设备的缓冲开关以保护工人和设备, 物流系统的计数或物品的存在, 斑马线人流绿灯变换等.

### 存在/占有率感应

压电电缆的高灵敏度使低电平振动信号的检测变的容易. 特别是, 由人体(来自血液循环, 肌肉颤抖和微观运动)所产生的拟随机信号可通过脚传到装有压电电缆的”垫子”上. 当一个人踏上这个垫子时, 初始产生的传输信号幅度可能有几伏, 接着是从 1 到 100Hz

稳定分量的连续信号. 见图 5.

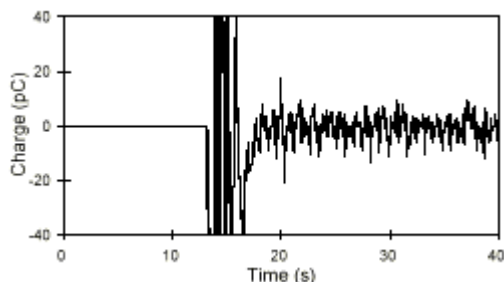


图 5: 压电电缆”垫”, 显示当人踏上垫与底盘加

(下面曲线)子后并仍站在上面的电荷输出. 出, 低频信号

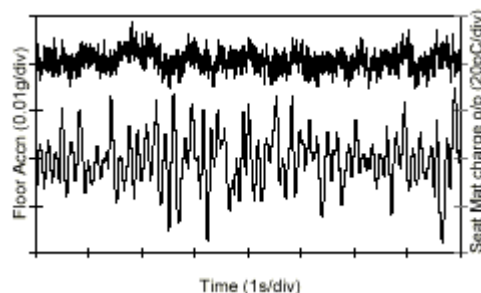


图 6: 安装在汽车座位上的电缆垫

速度计(上面曲线)比较, 显示高输出

同样, 汽车座位上人的存在也可以由座位内置的压电电缆垫来检测. 图 6 中上面的曲线显示参照加速度计(拾取车辆底盘产生的振动信号), 同时下面的曲线显示小孩作为乘客在座位上压电电缆垫产生的电荷输出. 两个信号事实上不相关, 垫子上的信号显示出显著而稳定的低频分量. 很清楚, 人体本身的信号将表现出变化的特性, 取决于个体的生理和气质, 可能会有很显著的变化, 例如, 如果乘客睡着了. 在这种情况下, 无论如何有无生命载荷的鉴别是不可能的, 但是载荷的存在或不存在仍然是可以准确确定的.

基于同样原理的商业应用已经被开发用于探测受控路口等待行人“人流”的存在. 将压电电缆做成一个大垫子, 铺在铺路石板下面. 尽管有附加静态载荷的存在, 甚至一个小孩的振动信号都可检测到, 而另一方面又能抑制距传感器邻近车道车流产生的振动. 对交叉路口人流的检测一方面使在斑马线前等待穿过路口的行人在人流累积到一定数量时自动将红灯变成绿灯, 另一方面又防止在行人已违反信号穿过路口时交通被切断. 上面的检测器(微波或红外)在”看”运动中(穿过路口)的行人方面是有效的, 但在复杂的动态背景下不太能区分等待的行人.

### 生命特征监测 (压电电缆做接触式传声器)

由”存在/占有率感应”中的原理推论,可以将软橡胶封装中嵌入压电电缆的传感垫置于垫子上/垫子中或垫子下探测脉搏,呼吸和粗略的人体运动.

令人满意的呼吸探测需要一个有足够长时间常数(或等效低频响应)的前置放大器或监控电路.吸入过程经历超过一秒,因而电路应有一个很长的时间常数.但是,在实际应用中,采用很长的时间常数有很多缺点:通电后或很高幅度的非稳态过程后系统要很长时间才能稳定,由于对压电电缆慢加热或冷却产生的热效应通常是看不到的,但相对温度变化的开路灵敏度却是很高的,延长的测量时间常数会暴露这个问题.

下图(图 7 和 8)显示一个先放在泡沫垫(约 90mm 厚)上,然后再放入垫内和水泥地面的地毯下的信号.传感垫包括一条一米长的压电电缆,由”W”形模压的 5mm 厚橡胶片支撑,300mm 方形.0.2Hz (10%标称增益)的低频电荷放大器可有效的探测呼吸信号,对象是 70 公斤体重的成年男性.

两条曲线的比较显示呼吸和脉搏信号之间的相对平衡是由传感垫的位置改变的,当传感垫放在垫子下时,呼吸信号显示较小的相对幅度.但在两种情况下,呼吸和脉搏都可以清楚的看到.

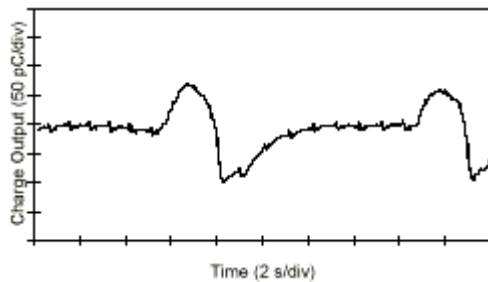


图 7 放在泡沫垫上时电缆垫的响应.

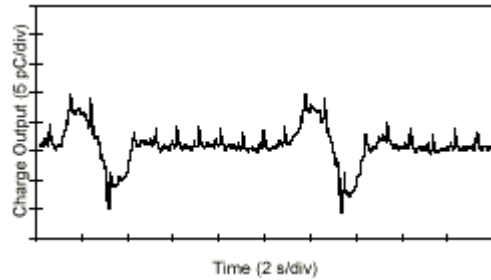


图 8 放在垫子和铺有地毯的地面之间时传感垫的响应

应

### 埋置电缆用于周界安全

将长电缆埋在土或沙的浅表层做分布式地下麦克风或地下听音器.根据当地土壤情况,通常可在 50 米范围内探测人的步行.对轮式或履带式车辆也可以用信号处理分辨出来.根据各探测区的要求,可配置 25 米到 1000 米的电缆.前置放大器的使用使不定的,变化的电缆长度具有相同的灵敏度(采用电压放大器时电缆长时与短电缆比较开路灵敏度较低).通常,将一个接口和 RF 发射器与传感电缆一道埋入地下,这样从传感器来的信号就可以隐蔽地传到一个基站.

直接将电缆埋入地表下几厘米.,在困难条件下要快速安装通常是不可能的如在预先准备的导管内安装.系统特性明显的取决于地表下的声传输特性,但我们发现甚至干燥的沙土也能得到满意的探测范围.图 9 显示一个设计用于直埋的商用探测/发射器的例子.

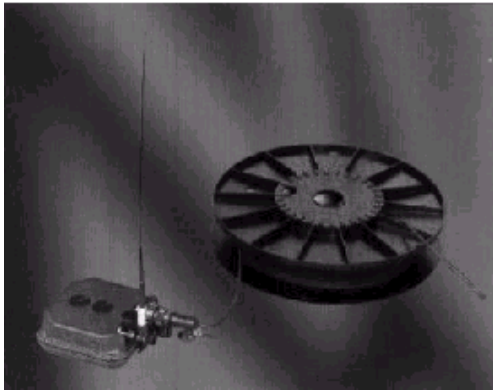


图 9:压电电缆做为一个埋置的周界安全传感器, 脚步和关门

包括探测和 RF 发射组件

图 10 所示曲线来自埋在一个家庭草坪边缘的压电电缆, 一个孩子从靠近传感器的地方走到几米以外, 关上一个木门, 然后走回来. 开始和后来的脚步信号可清楚地看到. 可以清楚地看到关门(在曲线中部)的地面响应比脚步声含有更高的频率分量. (图 11) 显示海浪在卵石沙滩上破碎成浪花的(声音), 用 25 米长压电电缆埋在高水线以上一定距离. 碎石的噪声在 0 到 20Hz 区段产生了一个高频谱能. 尽管有这个连续的低频”背景”, 一个单个脚步声仍然可以从其相对幅值和频率特性清楚地探测到(见图 12, 注意 X 和 Y 轴的比例与图 11 不同).

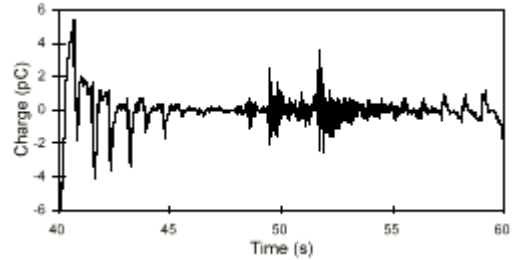


图 10: 埋置压电电缆, 探测

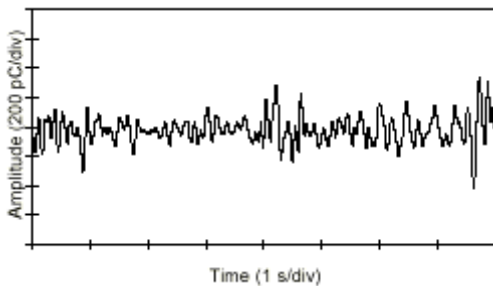


图 11: 埋置的 25 米长电缆探测在条件相同

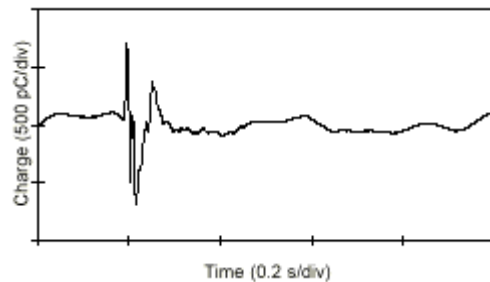


图 12: 沙滩上的脚步, 与图 11 安装

卵石沙滩上破碎的浪花  
安装在篱笆上的周界安全电缆

压电电缆可固定在各种篱笆上, 作为分布式接触麦克风听攀爬或切割的声音. 安装的一个例子见图 13.

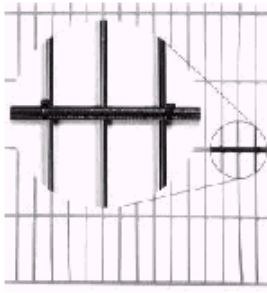


图 13:在刚性篱笆上安装话筒压电电缆的例子  
式麦克风

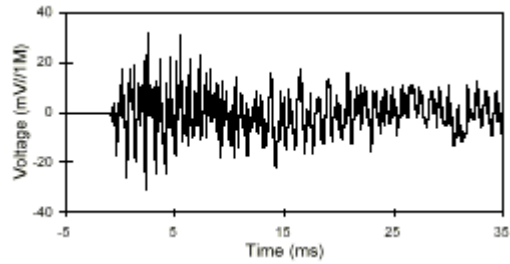


图 14:刚性篱笆碰撞力的电压输出,  
用压电电缆做为接触

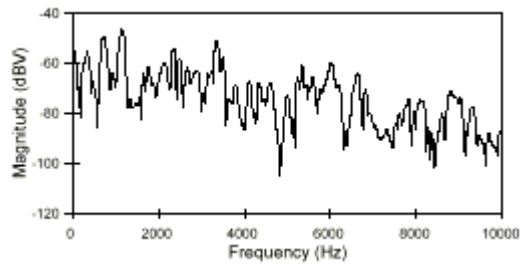


图 15:图 12 时间信号的 FFT 分析,显示能量在宽频带上的分布

一个在刚性篱笆上的碰撞力典型信号见图 14. 电缆用绳子每隔 0.3 米拴在在篱笆上. 信号的频率域分析显示在低频(低于 2kHz)段有若干谐振点,但较大的能量也延伸至 10 kHz,见图 15.

装在篱笆上的麦克风传感系统包括埋置安装的系统,对一定范围内自然环境的激励是敏感的,某些特殊信号除外. 由于这个原因,高灵敏度,良好的线性,和宽动态范围是其最大的优点,因而大量有用信息可从原始信号中提炼出来。