

HK91XX 系列压电加速度传感器

使 用 说 明 书

秦皇岛市恒科科技有限公司

2007-11-12

目 录

- 一、适用范围
- 二、工作原理和结构形式
- 三、主要技术指标
- 四、传感器选择
- 五、传感器的使用安装
- 六、随机附件及文件
- 七、任选附件
- 八、加速度传感器命名方法

一、适用范围

HK91XX 系列加速度传感器可广泛应用于航空、航天、国防等尖端领域以及铁路、桥梁、建筑、车船、机械、石油化工、冶金、交通运输等国民经济领域。是完成振动计量及冲击振动工程测试的必备一次仪表。

HK91XX 系列加速度传感器可以满足从 0.0001ms^{-2} 到 $1 \times 10^6\text{ms}^{-2}$ 的加速度测量范围和频率从 0.1Hz — 20kHz 范围内的振动冲击测试的使用要求。该系列传感器具有良好的接插互换性和产品的齐套性，可与本公司研制的 HK92XX 系列电荷放大器和 HK93XX 系列抗混滤波放大器配套使用完成振动冲击测试。

二、工作原理和结构形式

电荷输出压电加速度传感器（以下简称传感器）采用剪切和中心压缩结构形式。其原理利用压电晶体的电荷输出与所受的力成正比，而所受的力在敏感质量一定的情况下与加速度值成正比。在一定条件下，压电晶体受力后产生的电荷量与所感受到的加速度值成正比。经过简化后的方程为：

$$Q = d_{ij} \cdot F = d_{ij} \cdot M \cdot a \quad (1)$$

式中：Q——压电晶体输出的电荷。

d_{ij} ——压电晶体的二阶压电张量。

M——传感器的敏感质量。

a——所受的振动加速度值。

每只传感器中内装晶体元件的二阶压电张量是一定的，敏感质量 M 是一个常量，所以公式（1）说明压电加速度传感器产生的电荷量与振动加速度 a 成正比。这就是压电加速度传感器完成的机电转换的工作原理。

压电加速度传感器承受单位振动加速度值能输出电荷量的多少，称其为电荷灵敏度，单位为 pC/ms^{-2} 或 pC/g ($1\text{g} \approx 9.8 \text{ms}^{-2}$)。

压电加速度传感器实质上相当于一个电荷源和一只电容器，通过等效电路简化后，则可算出传感器的电压灵敏度为：

$$S_v = S_q / C_a$$

S_v ——传感器电压灵敏度 mV/ms^{-2}

S_q ——传感器的电荷灵敏度 pC/ms^{-2}

C_a ——传感器的电容量 pF

压电加速度传感器在使用中最主要的三项指标为：a 电荷灵敏度（或电

压灵敏度)、b 谐振频率 (工作频率在谐振频率 1/3 以下)、c 最大横向灵敏度比。每只传感器必须进行上述三项指标检定。

三、主要技术指标

1、通用加速度传感器

该类型传感器采用隔离剪切结构,即通过对压电材料施加剪切力而产生电荷的结构形式,最大限度的减少外界干扰。该类型传感器的灵敏度一般为: $1-50\text{pC/ms}^{-2}$,可用频率范围 $0.2-10\text{kHz}$ 。具有顶端和侧端两种输出方式供用户选择。

型号	HK9101	HK9101-J	HK9102	HK9102-J	HK9103	HK9103-J
灵敏度 pC/ms^{-2}	~3	~3.5	~15	~15	~45	~45
频率范围 $(\pm 10\%)\text{Hz}$	0.2-10000	0.2-8000	0.2-6000	0.2-5000	0.2-3000	0.2-2800
安装谐振频率 kHz	~30	~28	~20	~18	~12	~10
最大横向灵敏度比 %	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
测量范围 $(\pm 10\%)\text{ms}^{-2}$	15000	15000	12000	12000	3000	3000
质量 g	17	19	30	32	75	78
使用温度范围 $^{\circ}\text{C}$	-40~120	-40~120	-40~120	-40~120	-40~120	-40~120
安装螺钉	M5	M5	M5	M5	M5	M5
输出方式	顶、侧端输出	顶端输出	顶、侧端输出			

2、碰撞、冲击传感器

该类型传感器采用环形剪切结构,采用特殊材料制造的预紧环做为紧固件从而保证传感器具有稳定可靠的谐振频率和测量范围。测量范围为 $10000-100000\text{ms}^{-2}$ 。适用于一般冲击测量。

型号	HK9126	HK9106	HK9127
灵敏度 pC/ms^{-2}	~1.0	~1.5	~0.2
频率范围 $(\pm 10\%)\text{Hz}$	0.5-12000	1-15000	1-15000
安装谐振频率 kHz	~40	~42	~50
最大横向灵敏度比 %	≤ 5	≤ 10	≤ 10
测量范围 $(\pm 10\%)\text{ms}^{-2}$	20000	50000	100000
质量 g	10	13	8
使用温度范围 $^{\circ}\text{C}$	-40~120	-40~120	-40~120
安装螺钉	M6		
输出方式	顶端直接引线输出		

3、高 g 值大冲击传感器

该类型传感器采用石英晶体为敏感元件,压缩结构。测量范围为 $200000-1000000\text{ms}^{-2}$,适用于大冲击测量。

型号	HK9107	HK9108	HK9109
灵敏度 pC/ms ⁻²	~0.2	~0.02	~0.002
频率范围 (±10%)Hz	1-15000	1-10000	1-10000
安装谐振频率 kHz	50	40	40
最大横向灵敏度比 %	≤10	≤10	≤10
测量范围 (±10%)ms ⁻²	200000	500000	1000000
质量 g	8	10	13
使用温度范围 °C	-40~120	-40~120	-40~120
安装螺钉	M6		
输出方式	顶端直接引线输出		

4、低频、高灵敏度加速度传感器

该类型传感器采用剪切结构设计，灵敏度高达 1800pC/ms⁻²，低频下限可达 0.1Hz，配接 HK92XX 系列电荷放大器和 HK93XX 系列低通抗混滤波放大器，可测 0.01 ms⁻² 的加速度值。

型号	HK9104	HK9104-F	HK9110-F	HK9104-J
灵敏度 pC/ms ⁻²	~150	~150	~1800	~140
频率范围 (±10%)Hz	0.1-2000	0.1-2000	0.1-300	0.1-2000
安装谐振频率 kHz	7	7	0.8	7
最大横向灵敏度比 %	≤5	≤5	≤5	≤5
测量范围 (±10%)ms ⁻²	1000	1000	500	1000
质量 g	126	130	555	140
使用温度范围 °C	-40-120	-40-120	-40-120	-40-120
安装螺钉	M5		M8	M5
输出方式	顶、侧端输出			

5、高温加速度传感器

该类型传感器采用高温压电陶瓷片；中心压缩结构。最高工作温度可达 240℃，适合在苛刻的环境条件下和高温场合工作。

型号	HK9105	HK9121
灵敏度 pC/ms ⁻²	~1	~1
频率范围 (±10%)Hz	1-10000	0.5-5000
安装谐振频率 kHz	27	12
最大横向灵敏度比 %	≤10	≤5
测量范围 (±10%)ms ⁻²	15000	20000
质量 g	52	77
使用温度范围 °C	-40~240	-40~240
安装螺钉	M5	3×M3
输出方式	侧端输出	顶端输出

6、三轴向加速度传感器

该类型传感器采用剪切结构，用于 X、Y、Z 三向测量。

型号	HK9101-3	HK9102-3	HK9103-3	HK9104-3
灵敏度 pC/ms^{-2}	~3	~15	~45	~150
频率范围 $(\pm 10\%)\text{Hz}$	0.2-5000	0.2-3000	0.1-1000	0.1-500
安装谐振频率 kHz	15	10	5	2
最大横向灵敏度比 %	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
测量范围 $(\pm 10\%)\text{ms}^{-2}$	15000	12000	3000	1000
质量 g	90	180	240	360
使用温度范围 $^{\circ}\text{C}$	-40~120	-40~120	-40~120	-40~120
安装螺钉	M5	M5	2XM4	2XM4
输出方式	顶端输出	顶端输出	侧端输出	侧端输出

7、长期监测加速度传感器

该类型传感器采用剪切结构，对地绝缘，三角法兰安装，适用于长期在线监测及恶劣环境中工作。

型号	HK9123	HK9124	HK9125
灵敏度 pC/ms^{-2}	~15	~10	~3
频率范围 $(\pm 10\%)\text{Hz}$	0.2-6500	1-8000	0.2-10000
安装谐振频率 kHz	~20	~25	~28
最大横向灵敏度比 %	≤ 5	≤ 5	≤ 5
测量范围 $(\pm 10\%)\text{ms}^{-2}$	12000	15000	15000
质量 g	78	65	50
使用温度范围 $^{\circ}\text{C}$	-40~120	-40~120	-40~120
安装螺钉	3×M4	3×M4	3×M4
输出方式	侧端直接引线输出		

四、传感器选择

加速度传感器因其频响宽、动态范围大、可靠性高、使用方便，受到广泛应用。用户作通用振动、冲击测量时，主要关心的技术指标为：灵敏度、质量、频率响应等。

1、灵敏度的选择

传感器说明书中给出了传感器极限测量范围，目的是让用户在众多不同灵敏度的传感器中能方便地选出合适的产品，最小加速度测量值也称最小分辨率，考虑到后级放大电路噪声问题，应尽量远离最小可用值，以确保最佳信噪比。最大测量极限要考虑加速度传感器自身的非线性影响和后续仪器的最大输出电压。估算方法：最大被测加速度×传感器的电荷灵敏度，其数值是否超过配套仪器的最大输入电荷值。如已知被测加速度范围，可在传感器指标中的“测量量范围”中选择（兼顾频响、质量）。同时在频响、质量允

许的情况下，尽量选择高灵敏度的传感器，以提高后续仪器输入信号，提高信噪比。在兼顾频响、质量的同时，可参照以下范围选择传感器灵敏度：土木工程和超大型机械结构的振动在 $1\text{ms}^{-2}\sim 100\text{ms}^{-2}$ ，可选 $300\text{pC}/\text{ms}^{-2}\sim 30\text{pC}/\text{ms}^{-2}$ 的加速度传感器，机械设备的振动在 $100\text{ms}^{-2}\sim 1000\text{ms}^{-2}$ ，可选择 $20\text{pC}/\text{ms}^{-2}\sim 2\text{pC}/\text{ms}^{-2}$ 的加速度传感器，冲击可选 $0.001\text{pC}/\text{ms}^{-2}\sim 2\text{pC}/\text{ms}^{-2}$ 的加速度传感器。

2、频率选择

说明书中给出的传感器频响曲线是用螺钉安装的，一般将曲线分成二段：谐振频率和使用频率。使用频率是按灵敏度的偏差给出的，有 $\pm 10\%$ 、 $\pm 5\%$ 、 $\pm 3\text{dB}$ 。谐振频率一般避开不用，但也有特例，如轴承故障检测。

选择加速度传感器的频率应高于被测物的振动频率，有倍频分析要求的加速度传感器频响应更高。土木工程振动多为低频，加速度传感器可选择 $0.2\text{Hz}\sim 1\text{kHz}$ ，机械设备一般是中频段，可根据设备转速、设备刚度等因素综合估算频率，选择 $0.5\text{Hz}\sim 5\text{kHz}$ 的加速度传感器。冲击测量多为高频。

加速度传感器的安装方式不同也会改变传感器的使用频率，安装面要平整、光洁，安装选择应根据方便、安全的原则。以 HK9101 加速度传感器为例，不同安装方式的使用频率：螺钉刚性连接（ $\pm 10\%$ 误差） 10kHz ；环氧胶或“502”粘接安装 6kHz ；磁力吸座安装 2kHz ；双面胶安装 1kHz 。由此可见，安装方式的不同对测试频率的响应影响很大，应注意选择。

3、质量

加速度传感器作为被测物体的附加质量，必然会影响其运动状态。如果加速度传感器的质量接近被测物体的质量，则被测物体的振动就会受到影响而明显减弱。对于有些被测构件虽然整体质量很大，但是在传感器安装的局部，例如一些薄壁结构，传感器的质量已经可以与结构局部质量相比拟，也将使结构的局部振动状态受到影响。因此要求传感器的质量 m_a 远小于被测物体传感器安装点的动态质量 m （一般 $m_a < 1/10m$ ）。

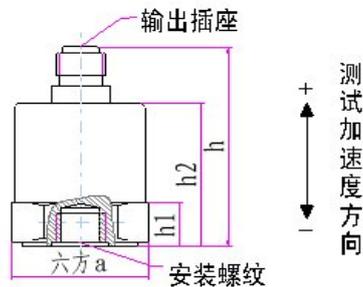
由于传感器质量的影响，会使被测物体的加速度 a 降低，其降低的加速度 Δa 可用下式估算： $\Delta a = a[1 - m/(m_a + m)]$ 。

4、内部结构

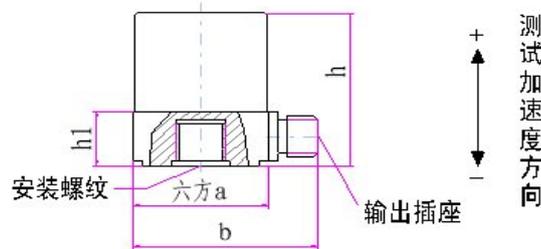
内部结构是指敏感材料晶体片感受振动的方式及安装形式，有压缩和剪切两大类，常见的有中心压缩、平面剪切、三角剪切、环型剪切。中心压缩频响高于剪切型，剪切型的环境适应性好于中心压缩型。

五、传感器的使用安装

1、安装:以单轴传感器为例,顶端输出外形如图一所示,侧端输出外形如图二所示。被测试件与传感器接触面要清洁平整,不平度应小于0.01mm,安装螺孔轴线与测试方向应一致。如试件与传感器接触面较粗糙时,可在接触面涂些干净的硅脂,以改善耦合。在冲击测量时,由于冲击脉冲具有很大的瞬态能量,所以传感器的安装要十分牢固,最好用钢制螺钉安装。如果现场需要单点接地,以避免地电回路噪声对测量结果的影响,应采取使加速度传感器与被测试件绝缘的安装措施,或选用其本身结构对地绝缘的加速度传感器。



图一



图二

(1) 螺钉安装: 每只加速度传感器出厂时配有一只安装螺钉, 用它将加速度传感器与被测试件固定即可。M5 安装螺钉推荐安装力矩为: 20kgf·cm。

(2) 磁力吸座安装: 磁力吸座分为对地绝缘和不绝缘两种。在低频小加速度测量时, 如被测试件为钢铁结构, 且不允许钻螺纹安装孔的试件, 磁力吸座提供了一种方便的传感器安装方法, 但加速度超过 200g, 温度超过 150℃时不推荐使用。

(3) 粘接剂安装: 胶粘表面要平整清洁, 并按粘接工艺清洗粘接表面。在测量大加速度时, 应计算粘接强度。

2、连接电缆: 用压电加速度传感器专用电缆线(低噪声屏蔽电缆)将传感器与配接仪器连接好, 打开配接仪器电源开关, 预热 20 分钟, 对被测物体进行测试, 采集数据。

六、随机附件及文件

1 安装螺钉	1 只
2 标定电缆	1 条
3 使用说明书	1 份
4 检定证书	1 份

七、任选附件

本公司为用户有偿提供以下备品备件：

(一) 低噪声电缆线

- 1、L5-BNC 低噪声电缆线
- 2、L5-L5 低噪声电缆线
- 3、L5-BNC 高温低噪声电缆线
- 4、L5-L5 高温低噪声电缆线
- 5、BNC-BNC 同轴电缆

注：长度按用户要求定制加工。

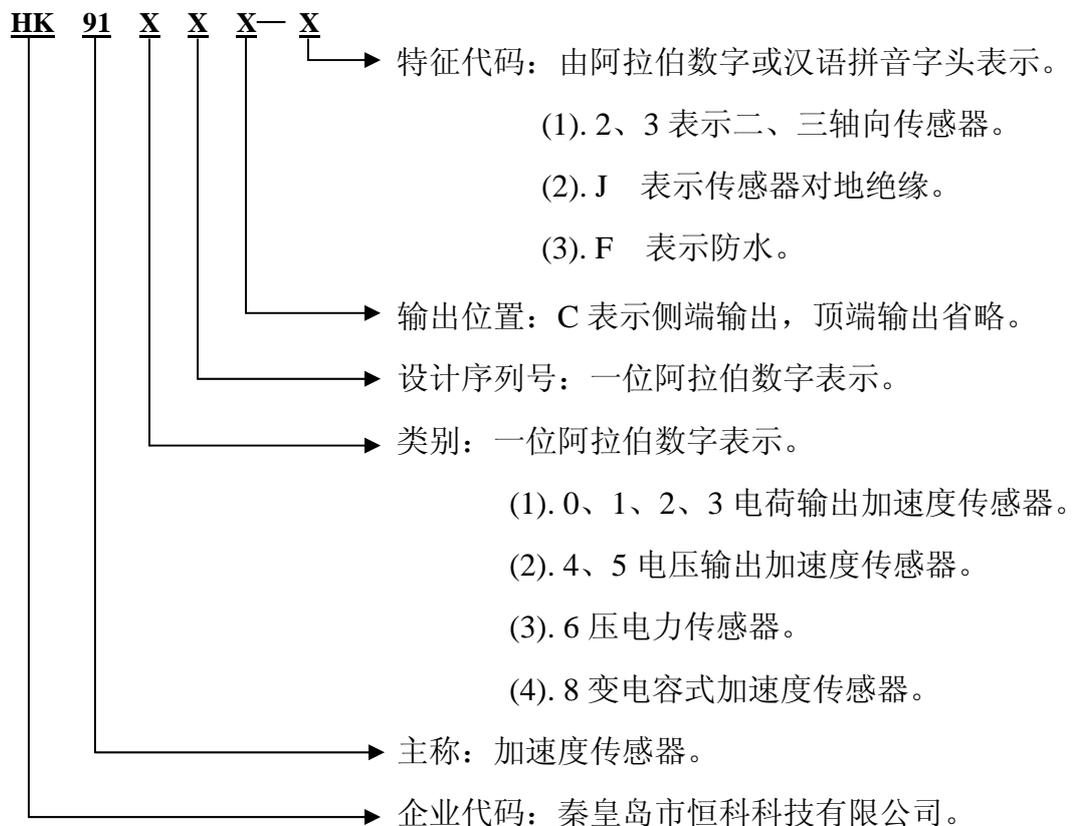
(二) 转换接头

- 1、L5-L5
- 2、L5-BNC

(三) 磁力吸座

型号有 9901、9902、9903。磁力吸座分为对地绝缘和不绝缘两种。在低频小加速度测量时，如被测试件为钢铁结构，且不允许钻螺纹安装孔的试件，磁力吸座提供了一种方便的传感器安装方法。

八、加速度传感器命名方法



秦皇岛市恒科科技有限公司

地址: 秦皇岛市北戴河开发区金城路 11 号

电话: 0335-4044173 4288508

传真: 0335-4034788

网址: <http://www.91hke.cn>

E-mail: hkkj@vip.163.com