

# K9000/9000XL 系列电涡流传感器

电涡流位移、振动传感器

## 第一节 概述

电涡流传感器能静态和动态地非接触、高线性度、高分辨力地测量被测金属导体距探头表面的距离。它是一种非接触的线性化计量工具。电涡流传感器能准确测量被测体（必须是金属导体）与探头端面之间静态和动态的相对位移变化。在高速旋转机械和往复式运动机械的状态分析，振动研究、分析测量中，对非接触的高精度振动、位移信号，能连续准确地采集到转子振动状态的多种参数。如轴的径向振动、振幅以及轴向位置。

在所有与机械状态有关的故障征兆中，机械振动测量是最具权威性的，这是因为它同时含有幅值、相位和频率的信息。

机械振动测量占有优势的另一个原因是：它能反应出机械所有的损坏，并易于测量。从转子动力学、轴承学的理论上分析，大型旋转机械的运动状态，主要取决于其核心—转轴，而电涡流传感器，能直接非接触测量转轴的状态，对诸如转子的不平衡、不对中、轴承磨损、轴裂纹及发生摩擦等机械问题的早期判定，可提供关键的信息。

电涡流传感器以其长期工作可靠性好、测量范围宽、灵敏度高、分辨率高、响应速度快、抗干扰力强、不受油污等介质的影响、结构简单等优点，在大型旋转机械状态的在线监测与故障诊断中得到广泛应用。

## 第二节 探头、(延伸电缆)、前置器及被测体构成基本工作系统

前置器中高频振荡电流通过延伸电缆流入探头线圈,在探头头部的线圈中产生交变的磁场。

如果在这一交变磁场的有效范围内没有金属材料靠近,则这一磁场能量会全部损失;当有被测金属体靠近这一磁场,则在此金属表面产生感应电流,电磁学上称之为电涡流。

与此同时该电涡流场也产生一个方向与头部线圈方向相反的交变磁场,由于其反作用,使头部线圈高频电流的幅度和相位得到改变(线圈的有效阻抗),这一变化与金属体磁导率、电导率、线圈的几何形状、几何尺寸、电流频率以及头部线圈到金属导体表面的距离等参数有关。

通常假定金属导体材质均匀且性能是线性和各项同性,则线圈和金属导体系统的物理性质可由金属导体的电导率 $\sigma$ 、磁导率 $\xi$ 、尺寸因子 $\tau$ 、头部线圈与金属导体表面的距离 $D$ 、电流强度 $I$ 和频率 $\omega$ 参数来描述。

则线圈特征阻抗可用 $Z=F(\tau, \xi, \sigma, D, I, \omega)$ 函数来表示。通常我们能做到控制 $\tau, \xi, \sigma, I, \omega$ 这几个参数在一定范围内不变,则线圈的特征阻抗 $Z$ 就成为距离 $D$ 的单值函数,虽然它整个函数是一非线性的,其函数特征为“S”型曲线,但可以选取它近似为线性的一段。

于此,通过前置器电子线路的处理,将线圈阻抗 $Z$ 的变化,即头部线圈与金属导体的距离 $D$ 的变化转化成电压或电流的变化。输出

信号的大小随探头到被测体表面之间的间距而变化，电涡流传感器就是根据这一原理实现对金属物体的位移、振动等参数的测量。

其工作过程是：当被测金属与探头之间的距离发生变化时，探头中线圈的  $Q$  值也发生变化， $Q$  值的变化引起振荡电压幅度的变化，而这个随距离变化的振荡电压经过检波、滤波、线性补偿、放大归一处理转化成电压（电流）变化，最终完成机械位移（间隙）转换成电压（电流）。由上所述，电涡流传感器工作系统中被测体可看作传感器系统的一半，即一个电涡流位移传感器的性能与被测体有关。

### 第三节 电涡流传感器的典型应用

电涡流传感器系统广泛应用于电力、石油、化工、冶金等行业和一些科研单位。对汽轮机、水轮机、鼓风机、压缩机、空分机、齿轮箱、大型冷却泵等大型旋转机械轴的径向振动、轴向位移、键相器、轴转速、胀差、偏心、以及转子动力学研究和零件尺寸检验等进行在线测量和保护。

#### 轴向位移测量

对于许多旋转机械，包括蒸汽轮机、燃汽轮机、水轮机、离心式和轴流式压缩机、离心泵等，轴向位移是一个十分重要的信号，过大的轴向位移将会引起过大的机构损坏。

轴向位移的测量，可以指示旋转部件与固定部件之间的轴向间隙或相对瞬时的位移变化，用以防止机器的破坏。轴向位移是指机器内部转子沿轴心方向，相对于止推轴承二者之间的间隙而言。有些机械故障，也可通过轴向位移的探测，进行判别：

- 止推轴承的磨损与失效
- 平衡活塞的磨损与失效
- 止推法兰的松动
- 联轴节的锁住等。

轴向位移（轴向间隙）的测量，经常与轴向振动弄混。轴向振动是指传感器探头表面与被测体，沿轴向之间距离的快速变动，这是一种轴的振动，用峰峰值表示。它与平均间隙无关。

有些故障可以导致轴向振动。例如压缩机的喘振和不对中即是。

## 振动测量

测量径向振动，可以由它看到轴承的工作状态，还可以看到转子的不平衡，不对中等机械故障。可以提供对于下列关键或基础机械进行机械状态监测所需要的信息：

- 工业透平，蒸汽/燃汽
- 压缩机，空气/特殊用途气体，
- 径向/轴向
- 膨胀机
- 动力发电透平，蒸汽/燃汽/水利
- 电动马达
- 发电机
- 励磁机
- 齿轮箱
- 泵
- 风扇
- 鼓风机
- 往复式机械

振动测量同样可以用于对一般性的小型机械进行连续监测。可为如下各种机械故障的早期判别提供了重要信息。

- 轴的同步振动
- 油膜失稳
- 转子摩擦
- 部件松动
- 轴承套筒松动
- 压缩机喘振
- 滚动部件轴承失效
- 径向预载，内外部包括不对中
- 轴承巴氏合金磨损
- 轴承间隙过大，径向/轴向
- 平衡（阻气）活塞磨损/失效
- 联轴器“锁死”
- 轴弯曲
- 轴裂纹
- 电动马达空气间隙不匀
- 齿轮咬合问题
- 透平叶片通道共振
- 叶轮通过现象

## 偏心测量

偏心是在低转速的情况下，对轴弯曲程度的测量，这种弯曲可由下列情况引起：原有的机械弯曲、临时温升导致的弯曲、在静止状态下，必然有些向下弯曲，有时也叫重力弯曲。

偏心的测量，对于评价旋转机械全面的机械状态，是非常重要的。特别是对于装有透平监测仪表系统（TSI）的汽轮机，在启动或停机过程中，偏心测量已成为不可少的测量项目。它使你能看到由于受热或重力所引起的轴弯曲的幅度。转子的偏心位置，也叫轴的径向位置，它经常用来指示轴承的磨损，以及加载荷的大小。如由不对中导致的那种情况，它同时也用来决定轴的方位角，方位角可以说明转子是否稳定。

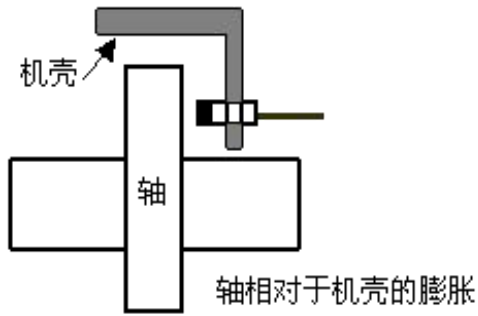
## 胀差测量

对于汽轮发电机组来说，在其启动和停机时，由于金属材料的不同，热膨胀系数的不同，以及散热的不同，轴的热膨胀可能超过壳体膨胀；有可能导致透平机的旋转部件和静止部件（如机壳、喷嘴、台座等）的相互接触，导致机器的破坏。因此胀差的测量是非常重要的。

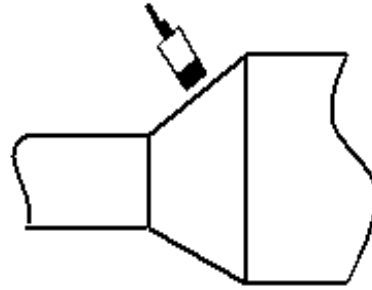
## 转速测量

对于所有旋转机械而言，都需要监测旋转机械轴的转速，转速是衡量机器正常运转的一个重要指标。而电涡流传感器测量转速的优越性是其它任何传感器测量没法比的，它既能响应零转速，也能响应高转速，抗干扰性能也非常强。

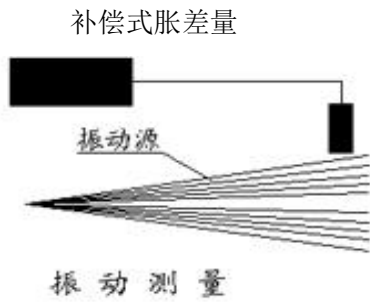
# 电涡流传感器的典型应用图例



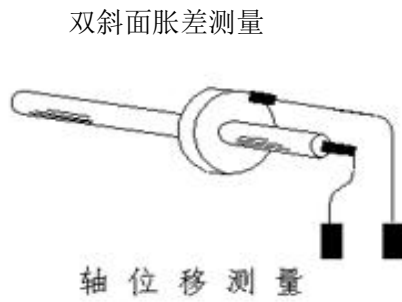
胀差测量



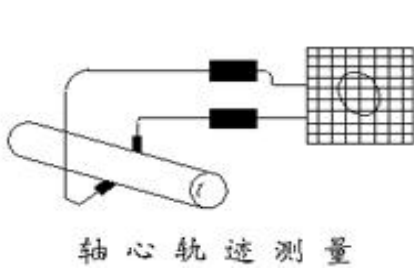
斜坡式胀差测量



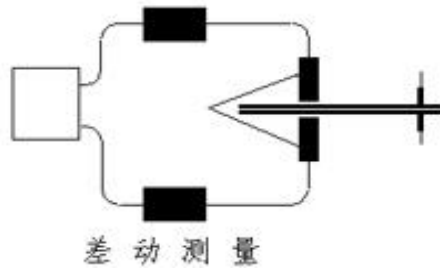
振动测量



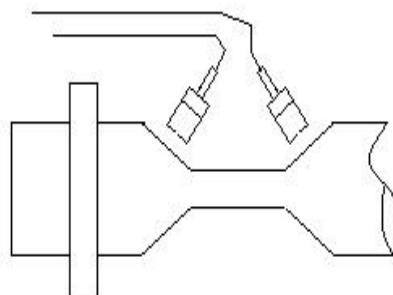
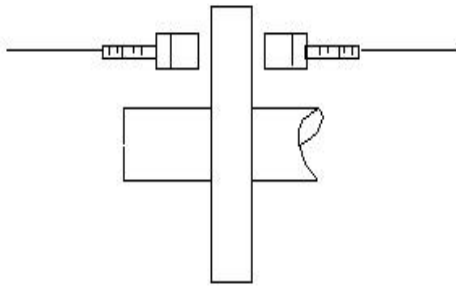
轴位移测量



轴心轨迹测量



差动测量



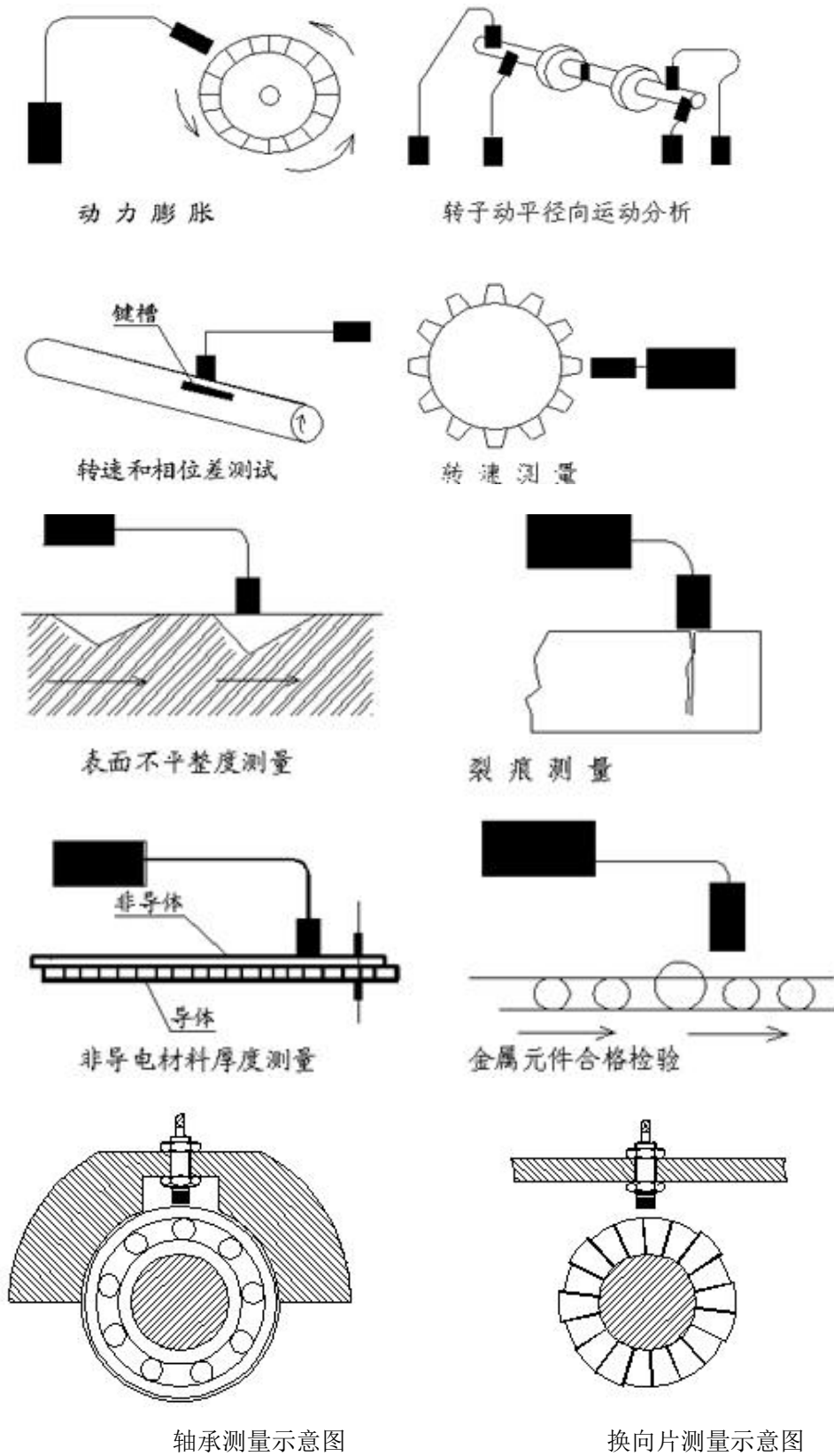


图 3—1 传感器的典型应用实例



## 滚动轴承、电机换向器整流片动态监控

对使用滚动轴承的机器预测性维修很重要。探头安装在轴承外壳中，以便观察轴承外环。由于滚动元件在轴承旋转时，滚动元件与轴承有缺陷的地方相碰撞时，外环会产生微小变形。监测系统可以监测到这种变形信号。当信号变形时意味着发生了轴承故障，如滚动元件的裂纹缺陷或者轴承环的缺陷等。还可以测量轴承内环运行状态，经过运算可以测量轴承打滑度。

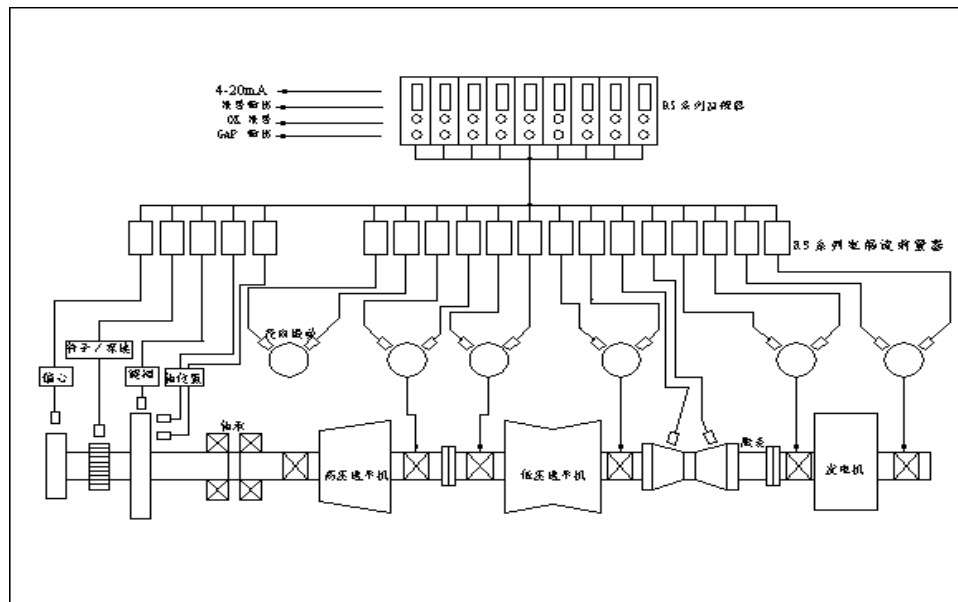


图 3—2

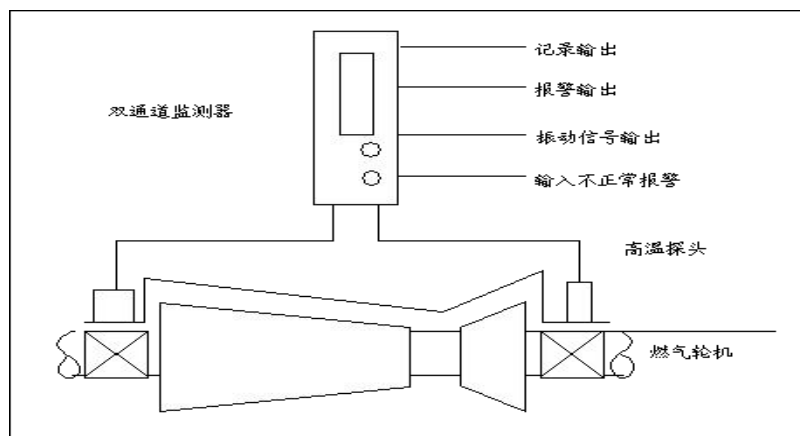
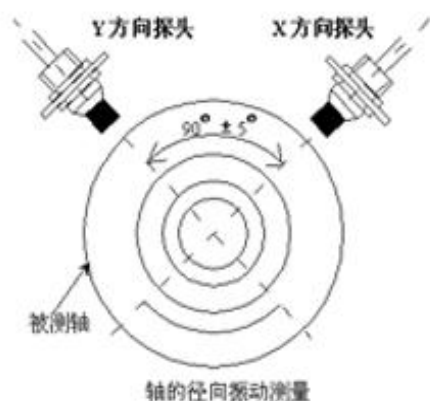


图 3—3 电涡流传感器及其监测系统在汽轮机上的典型应用

## 第四节 电涡流传感器测量时的安装要求

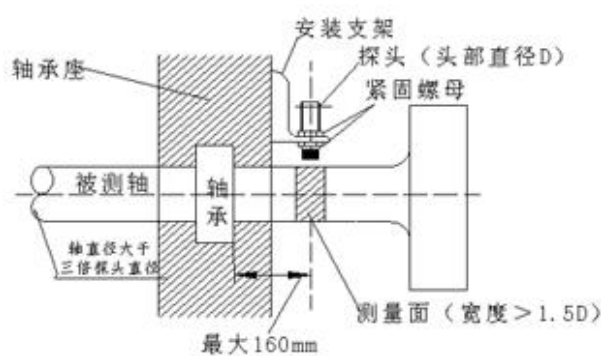
### 轴的径向振动测量

当需要测量轴的径向振动时，要求轴的直径大于探头直径的三倍以上。每个测点应同时安装两个传感器探头，两个探头应分别安装在



轴承两边的同一平面上相隔  $90^\circ \pm 5^\circ$ 。由于轴承盖一般是水平分割的，因此通常将两个探头分别安装在垂直中心线每一侧  $45^\circ$ ，从原动机端看，分别定义为 X 探头（水平方向）和 Y 探头（垂直方向），X 方向在垂直中心线的右侧，Y 方向在垂直中心线的左侧。

图 4—1 轴的径向振动测量



轴的径向振动探头安装位置

与轴承的最大距离。

测量轴承直径	最大距离
0~76mm	25mm
76~510mm	76mm
大于 520mm	160mm

图 4—2 为径向振动测量时探头的安装

探头中心线应与轴心线正交，探头监测的表面（正对探头中心线的两边 1.5 倍探头直径宽度的轴的整个圆周面，如图）应无裂痕或其

它任何不连续的表面现象（如键槽、凸凹不平、油孔等），且在这个范围内不能有喷镀金属或电镀，其表面的粗糙度应在 0.4  $\mu\text{m}$  至 0.8 $\mu\text{m}$  之间。

### 轴向位移测量

测量轴的轴向位移时，测量面应该与轴是一个整体，这个测量面是以探头的中心线为中心，宽度为 1.5 倍的探头圆环。探头安装距离距止推法兰盘不应超过 305mm(API670 标准推荐值)，否则测量结果不仅包含轴向位移的变化，而且包含胀差在内的变化，这样测量的不是轴的真实位移值。

### 键相测量

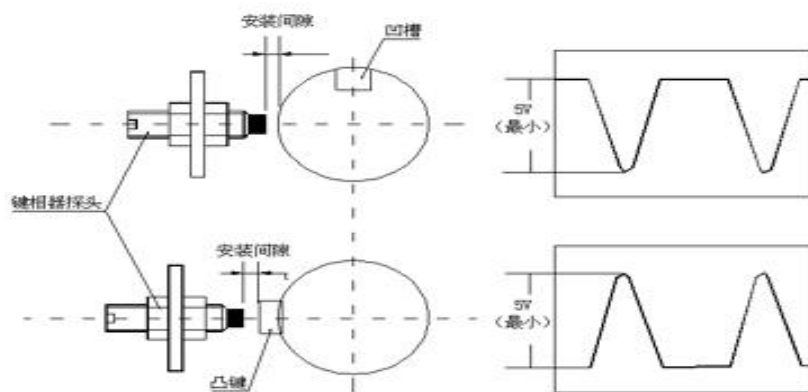


图 4—3 键相器测量

键相测量就是通过在轴上设置一个凹槽或凸键，称键相标记。当这个凹槽或凸键转到探头位置时，相当于探头与被测面间距突变，传感器会产生一个脉冲信号，轴每转一圈，就会产生一个脉冲信号，产生的时刻表明了轴在每转周期中的位置。因此通过对脉冲计数，可以测量轴的转速；通过将脉冲与轴的振动信号比较，可以确定振动

的相位角，用于轴的动平衡分析以及设备的故障分析与诊断等方面。

凹槽或凸键要足够大，以使产生的脉冲信号峰峰值不小于 5V（API670 标准要求不小于 7V）。一般若采用  $\phi 5$ 、 $\phi 8$  探头，则这一凹槽或凸键宽度应大于 7.6mm、深度或高度应大于 1.5mm（推荐采用 2.5mm 以上）、长度应大于 0.2mm。凹槽或凸键应平行于轴中心线，其长度尽量长，以防当轴产生轴向窜动时，探头还能对着凹槽或凸键。为了避免由于轴相位移引起的探头与被测面之间的间隙变化过大，应将键相探头安装在轴的径向，而不是轴向的位置。应尽可能地将键相探头安装在机组的驱动部分上，这样即使机组的驱动部分与载荷脱离，传感器仍会有键相信号输出。当机组具有不同的转速时通常需要有多个键相传感器探头对其进行监测，从而可以为机组的各部分提供有效的键相信号。

键相标记可以是凹槽，也可以是凸键，如图所示，API670 标准要求用凹槽的形式。当标记是凹槽时，安装探头要对着轴的完整部分调整初始安装间隙（安装在传感器的线性中点为宜），而不是对着凹槽来调整初始安装间隙。而当标记是凸键时探头一定要对着凸起的顶部表面调整初始安装间隙（安装在传感器的线性中点为宜），不是对着轴的其它完整表面进行调整。否则当轴转动时，可能会造成凸键与探头碰撞，剪断探头。

## 第五节 电涡流传感器的输出特性

电涡流传感器的输出特性可用位移-电压曲线表示，如图示。图示的横坐标表示位移的变化，纵坐标代表前置器输出电压的变化。理想位移-电压曲线是斜率恒定直线，直线的 a-c 段为线性区，即有效测量段。b 点为传感器线性中点。

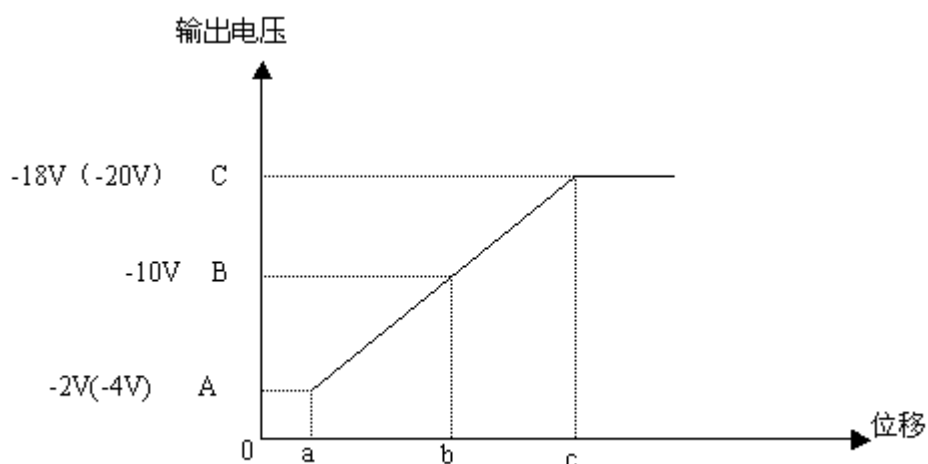


图 5—1 位移-电压曲线

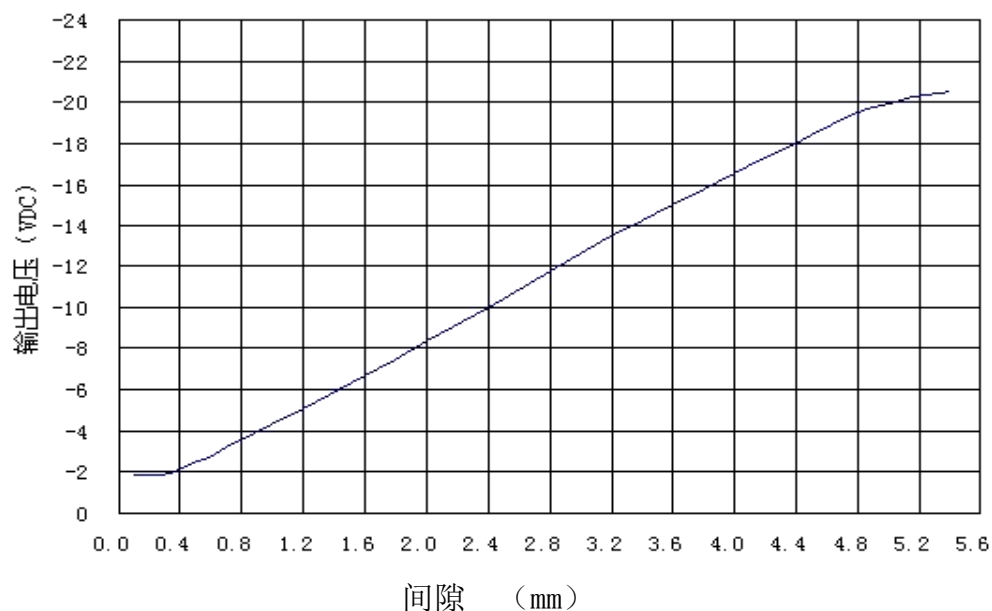


图 5—2 典型位移电压特性曲线  $\phi 11\text{mm}$  探头 (负特性输出)

## 第六节 被测体对电涡流传感器特性的影响

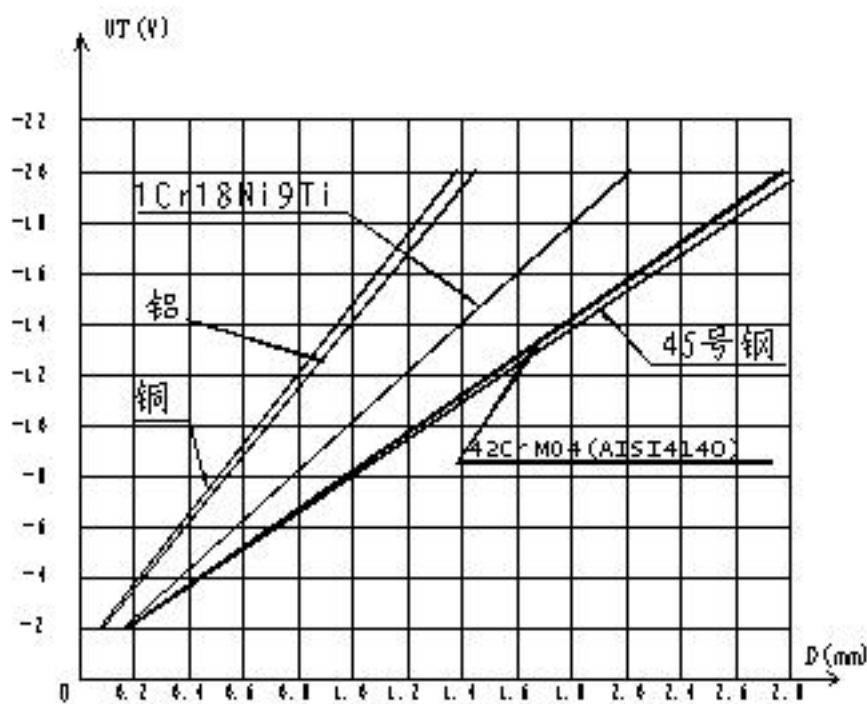


图 6-1 典型传感器输出特性曲线

传感器特性与被测体的电导率  $\sigma$ 、磁导率  $\xi$  有关，当被测体为导磁材料（如普通钢、结构钢等）时，由于涡流效应和磁效应同时存在，磁效应反作用于涡流效应，使得涡流效应减弱，即传感器的灵敏度降低。而当被测体为弱导磁材料（如铜，铝，合金钢等）时，由于磁效应弱，相对来说涡流效应要强，因此传感器感应灵敏度要高。左图列出了同一套  $\phi 8$  探头传感器测量几种典型材料时的输出特性曲线，图中各曲线所对应的平均灵敏度为：

AISI4140(42CrMoA) 钢： 7.87(8.0)mV/um

45 号钢： 7.64(7.77)mV/um

不锈钢（1Cr18Ni9Ti）： 10.41mV/um

铝： 14.1mV/um

铜： 15.0mV/um

## 定货注意事项

用户必须指明被测体材料、形面、尺寸等。如用户没特别指明，出厂校验时均以 AISI4140 (42CrMoA) 钢作为被测体材料标定，校准时，被测平面直径大于等于 3 倍探头直径。

对 AISI4140 (42CrMoA) 钢（标准出厂校准材料）以外的被测体材料的附加误差。

对于下列材料，附加灵敏度误差在  $\pm 5\%$  之内：

A3 钢 35 号钢 30CrNi3 40CrNiMoA 45 号钢 20CrNiMo Cr17Ni4Nb

对于下列材料，附加灵敏度误差在  $\pm 7.5\%$  之内：

30CrMo 40CrNi 12CrNi 70 号钢 65 号钢 40 号钢 30 号钢 20 号钢 15CrMo 0Cr17Ni7Al 0Cr17Ni4Cu4Nb

对于下列材料，附加灵敏度误差在  $\pm 20\%$  之内： 1Cr12 2Cr13 SIS2324

对于下列材料，附加灵敏度误差在  $\pm 50\%$  之内：

0Cr18Ni9 GH4169N GH901 GH625

## 被测体表面平整度对传感器的影响

不规则的被测体表面，会给实际的测量带来附加误差，因此对被测体表面应该平整光滑，不应存在凸起、洞眼、刻痕、凹槽等缺陷。一般要求，对于振动测量的被测表面粗糙度要求在  $0.4\mu\text{m}\sim 0.8\mu\text{m}$  之间；对于位移测量被测表面粗糙度要求在  $0.4\mu\text{m}\sim 1.6\mu\text{m}$  之间。

## 被测体表面磁效应对传感器的影响

电涡流效应主要集中在被测体表面,如果由于加工过程中形成残磁效应,以及淬火不均匀、硬度不均匀、金相组织不均匀、结晶结构不均匀等都会影响传感器特性,API670 标准推荐被测体表面残磁不超过 0.5 微特斯拉。在进行振动测量时,如果被测体表面残磁效应过大,会出现测量波形发生畸变。

## 被测体表面镀层对传感器的影响

被测体表面的镀层对传感器的影响相当于改变了被测体材料,视其镀层的材质、厚薄,传感器的灵敏度会略有变化。

## 被测体表面尺寸对传感器的影响

由于探头线圈产生的磁场范围是一定的,而被测体表面形成的涡流场也是一定的。这样就对被测体表面大小有一定要求。通常,当被测体表面为平面时,以正对探头中心线的点为中心,被测面直径应大于探头头部直径的 1.5 倍以上;当被测体为圆轴且探头中心线与轴心线正交时,一般要求被测轴直径为探头头部直径的 3 倍以上,否则传感器的灵敏度会下降,被测体表面越小,灵敏度下降越多。实验测试,当被测体表面大小与探头头部直径相同,其灵敏度会下降到 72%左右。被测体的厚度也会影响测量结果。被测体中电涡流场作用的深度由频率、材料导电率、导磁率决定。因此如果被测体太薄,将会造成电涡流作用不够,使传感器灵敏度下降,一般要求厚度大于 0.1mm 以上的钢等导磁材料及厚度大于 0.05mm 以上的铜、铝等弱导磁材料,则灵

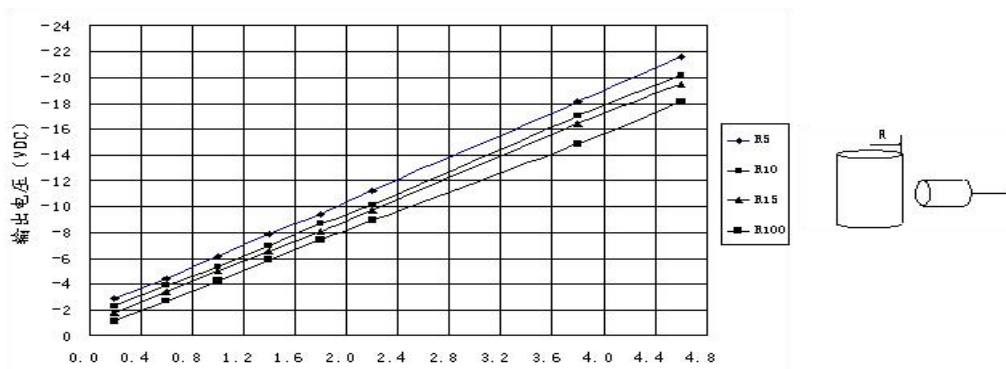


敏度不会受其厚度的影响。



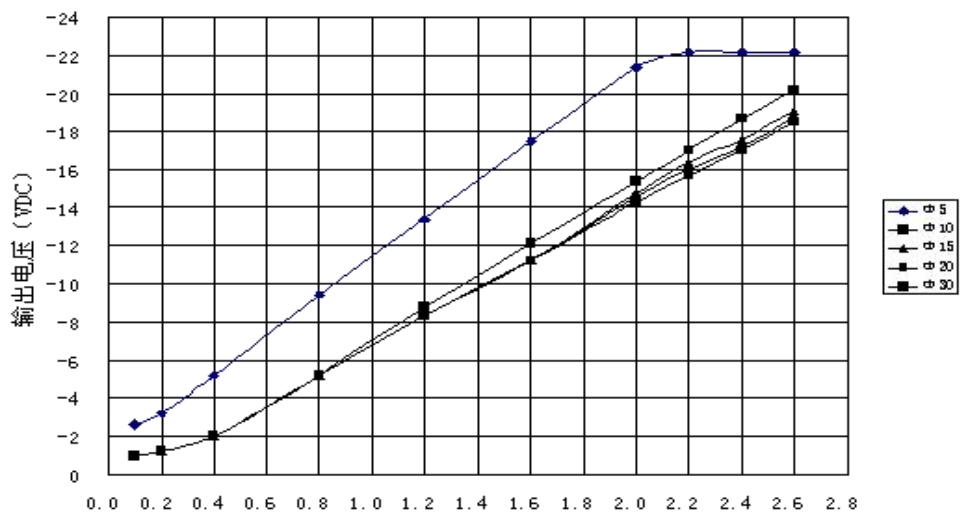
注：c 为轴直径，a 探头直径，b 为被测面直径  $c \geq 3a$        $b \geq 1.5a$

被测体形面对传感器特性影响：



间隙 (mm)

图 6—3 Φ11 探头圆柱转子端面测试数据曲线



间隙 (mm)

图 6—4 Φ8 探头圆柱转子端面测试数据曲线

## 第七节 被测体对电涡流传感器特性的影响



图 7—1

### 探头:

传感器探头是系统的一个必要组成部分，它是采集、感受被测体信号的重要部分，它能精确地探测出被测体表面相对于探头端面间隙的变化。通常探头由线圈、头部保护罩、不锈钢壳体、高频电缆、高频接头组成。

线圈是探头的核心部分，它是整个传感器系统的敏感元件，线圈的电气参数和物理几何尺寸决定传感器系统的线性量程及传感器的稳定性。探头头部采用耐高低温、抗腐蚀、高强度和高韧性的进口工程塑料 PPS，通过“模具成型”和“二次真空注塑工艺”将线圈密封在头部保护罩里。保证了线圈长时间不受氧化，由于增强了探头头部的密封性和强度，所以在恶劣的环境中能保护线圈可靠稳定地工作。

探头壳体用于支撑探头头部，它作为探头安装时的夹装结构，

壳体采用不锈钢制成，通常壳体上有标准螺纹，并备有两个紧固螺母。为了适应不同的安装要求，备有光面壳体 and 不同尺寸、螺距的壳体供选用。

高频电缆是用于连接探头头部到前置器（也可以用公司统一的延伸电缆转接），它是耐高温的射频同轴电缆。通常约定电缆长度有（0.5m、1.5m、1.0m、2.0m、4.0m、5.0m、6.0m、8.0m、9.0m、10.0m）这几种探头电缆线长度主要用于替代本特利 7200、3300、3300XL 探头规格、新川公司等同类产品），（4.0m、6.0m、8.0m、10.0m）这几种探头电缆线长度主要用于替代飞利浦公司等同类产品）供用户选择，当你选择的探头电缆长度确定后，再选择延伸电缆时，必须确保系统总的电缆长度（探头电缆线长+延伸电缆线长）为（3.5 m、4.0m、4.5m、5.0m、5.5m、6.0m、6.5m、7.0m、7.5m、8.0m、8.5m、9.0m、9.5m、10.0m）。根据探头现场的应用环境，探头所带电缆可配不锈钢铠装软管，以保护电缆不易受损坏。

探头电缆接头选用进口黄金自锁插头和插座，它接触电阻小，可靠性大大增强。壳体尾部的出线孔采用圆弧过度，保证电缆线不在此扭伤。

## 延伸电缆



图 7—2 延伸电缆

延伸电缆是为了现场安装方便而设计的，它不是传感器的必要组成部分。延伸电缆不是指直接连在传感器探头上的那部分电缆，它必须通过延伸电缆接头连到探头插座上，才能连到探头电缆线上。它是系统的一个组成部分，延伸电缆用于增加探头头部到前置器之间的距离。选择电缆的长度应该是探头本身带的电缆长度加上延伸电缆的长度，延伸电缆的长在这几种电缆长度中选择（3.0 m、3.5 m、4.0m、4.5m、5.0m、5.5m、7.0m、7.5m、8.0m、8.5m、9.0m、9.5m）。采用延伸电缆的目的是为了减短探头所带电缆的长度，对于用螺纹安装时，需要转动探头，如果探头所带电缆线太长，转动探头时容易扭断电缆线。请注意延伸电缆两端的接头形式，正确连接探头电缆线和前置器。



图 7—3

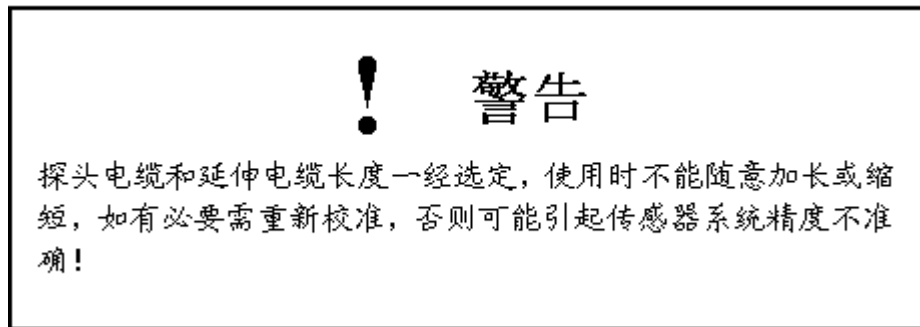


图 7—4

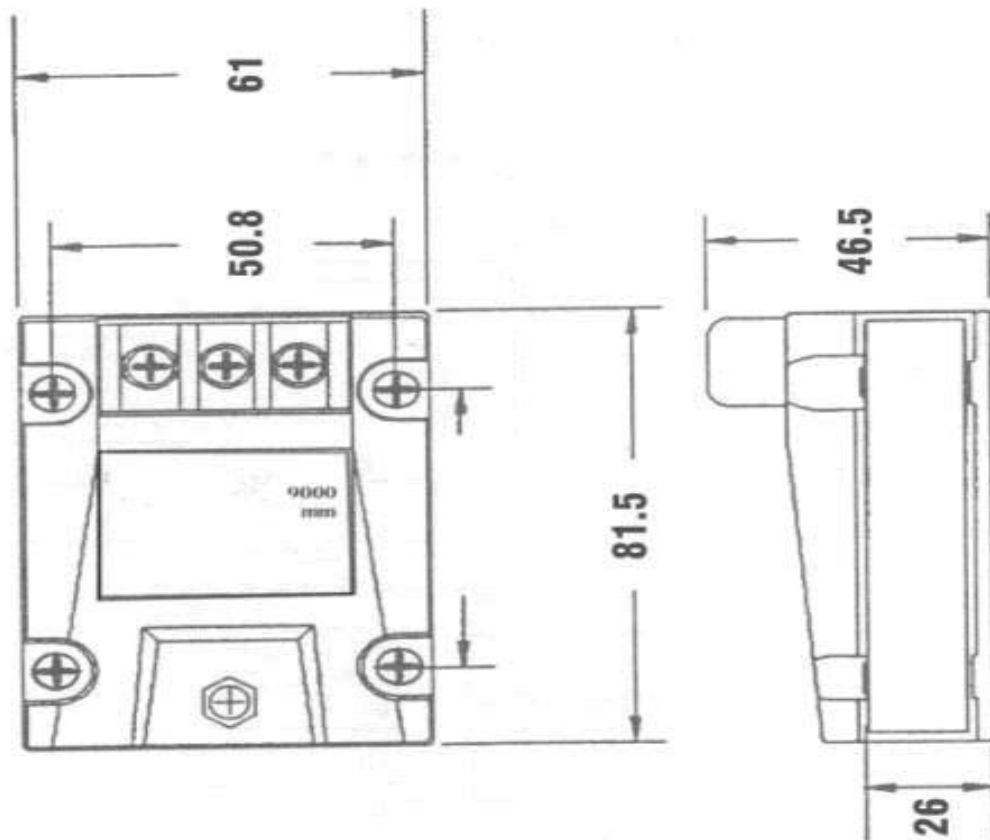


图 7—5 K9000 前置器外观尺寸

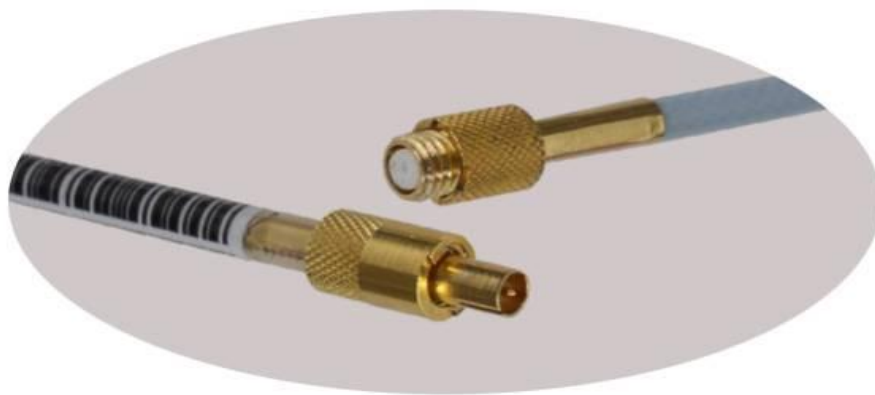
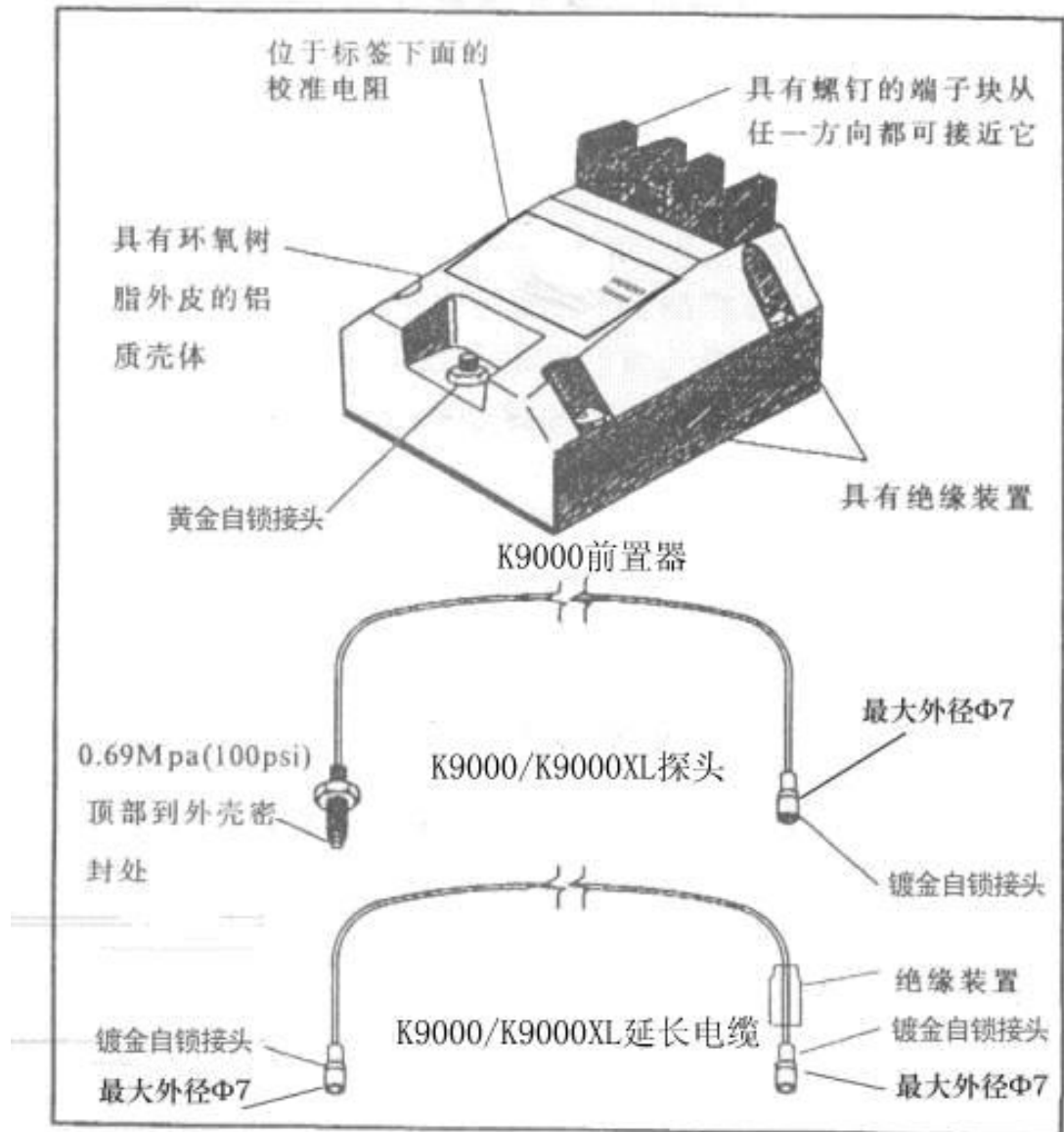


图 7—6 传感器系统探头、延伸电缆连接器（具有自锁锁紧装置功能，防松动）

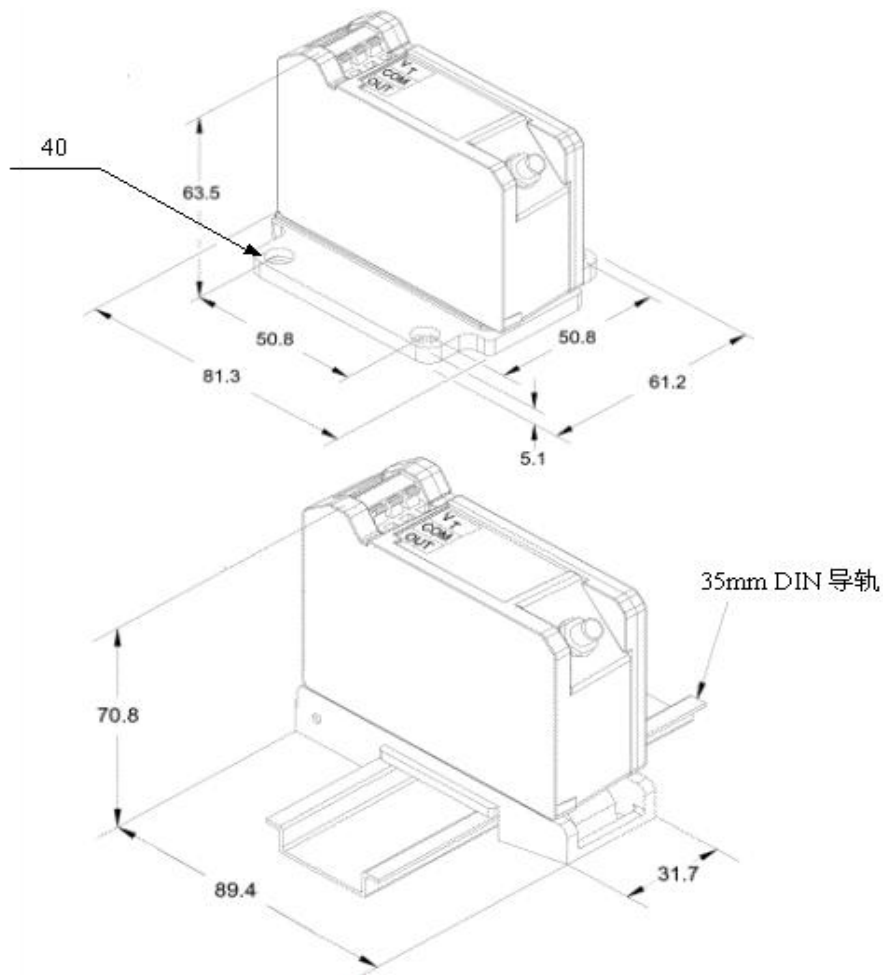
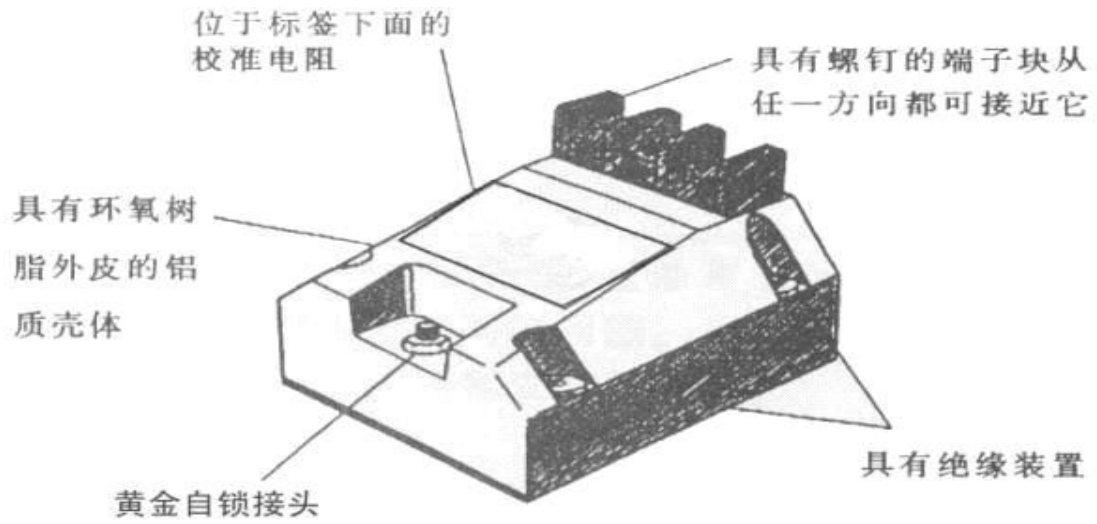


图 7—7 采用 4 孔安装时, K9000 和 K9000XL 前置器具有物理安装尺寸可互换性

## 第八节 电涡流传感器选型



图 8—1 K9000/K9000XL 电涡流探头

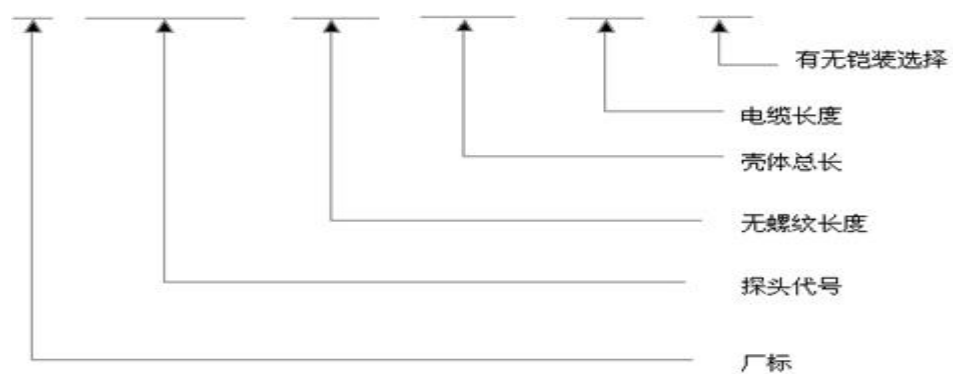
### 一、探头选型



图 8—2 K9000/K9000XL 系列电涡流传感器探头（小量程）

A B C D E

K- 90 □□□□ - □□□ - □□□ - □□□ - □□



(注意：探头壳体螺纹规格，需从探头代号表中选择)



A: 90□□□□ 螺纹壳体探头代号选择

B: □□□ 无螺纹长选择

公制螺纹探头

最小无螺纹长 2mm                    0 2

最大无螺纹长 250mm                2 5

加长递增量 1mm                    0 1

英制螺纹探头

最小无螺纹长 0.1inches           0 1

最大无螺纹长 9.9inches           9 9

加长递增量 0.1inches            0 1

C: □□□ 壳体长度选择

公制壳体长度

最小壳体长度 20mm                0 2

最大壳体长度 500mm               5 0

加长递增量 10mm                  0 1

英制壳体长度

最小壳体长度 0.8inches           0 8

最大壳体长度 20inches            2 0 0

加长递增量 0.4inches            0 4

D: □□□ 电缆长度选择

0.5m	0 5
1.0m	1 0
1.5m	1 5
2.0m	2 0
4.0m	4 0
5.0m	5 0
6.0m	6 0
8.0m	8 0
9.0m	9 0
10.0m	1 0 0

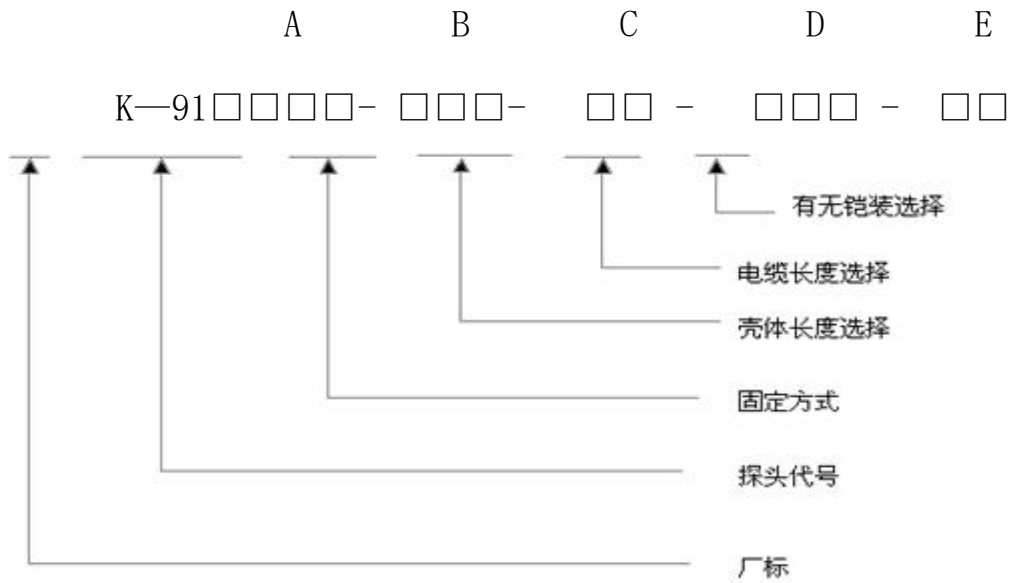
E: □□ 有无铠装选择

无铠	0 0
有铠装	0 1

## 二、非标准安装探头选型



图 8—3 K9000/K9000XL 探头电缆线侧面引出



A: 91□□□□电缆侧面引出壳体探头代号选择

B: □□固定方式选择

螺母固定	0 1
螺钉固定	0 2
夹装固定	0 3
压装固定	0 4
法兰固定	0 5

※ 法兰固定：替代飞利浦 PR6426 产品，法兰盘尺寸 80×40×8mm。

C: □□壳体长度

壳体长度 16mm	1 6
壳体长度 20mm	2 0
壳体长度 30mm	3 0
壳体长度 40mm	4 0

D: □□□ 电缆长度选择

0.5m	0 5
1.0m	1 0
1.5m	1 5
2.0m	2 0
4.0m	4 0
5.0m	5 0
6.0m	6 0
8.0m	8 0
9.0m	9 0
10.0m	10 0

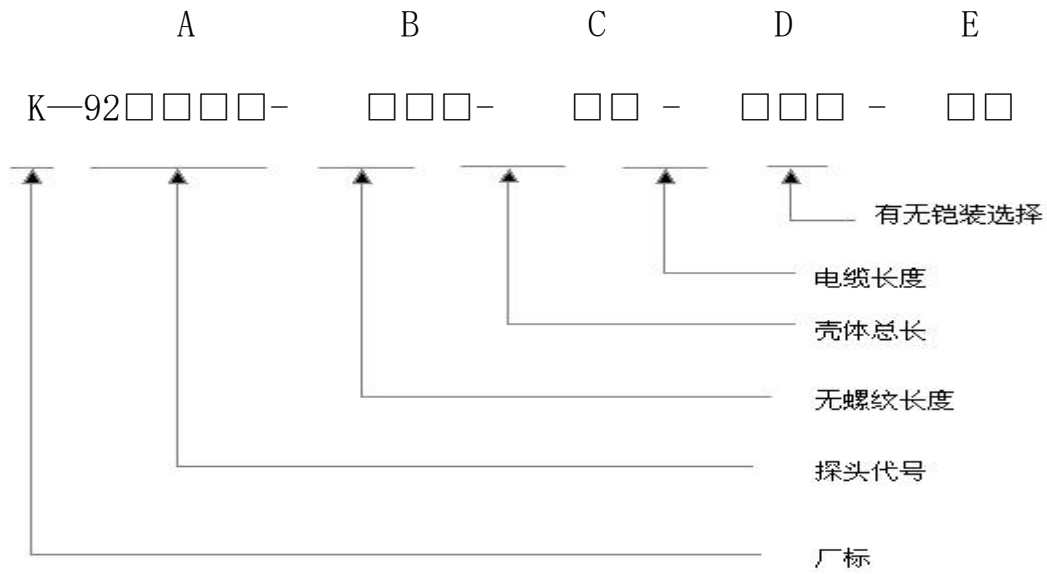
E: □□ 有无铠装选

无铠装	0 0
有铠装	0 1

### 三、高温探头选型



图 8—4 K9000/ K9000XL 系列电涡流传感器探头（小量程）



(注意：探头壳体螺纹规格，需从探头代号表中选择)

A: 92□□□□ 螺纹壳体探头代号选择

B: □□□ 无螺纹长选择

#### 公制螺纹探头

最小无螺纹长 2mm	0	2
最大无螺纹长 250mm	2	5 0
加长递增量 1mm	0	1

#### 英制螺纹探头

最小无螺纹长 0.1inches	0	1
最大无螺纹长 9.9inches	9	9
加长递增量 0.1inches	0	1

C: □□□ 壳体长度选择

#### 公制壳体长度

最小壳体长度 20mm	0	2
最大壳体长度 500mm	5	0

加长递增量 10mm 0 1

英制壳体长度

最小壳体长度 0.8inches 0 8

最大壳体长度 20inches 2 0 0

加长递增量 0.4inches 0 4

D: □□□ 电缆长度选择

0.5m	0	5	
1.0m	1	0	
1.5m	1	5	
2.0m	2	0	
4.0m	4	0	
5.0m	5	0	
6.0m	6	0	
8.0m	8	0	
9.0m	9	0	
10.0m	1	0	0

E: □□ 有无铠装选择

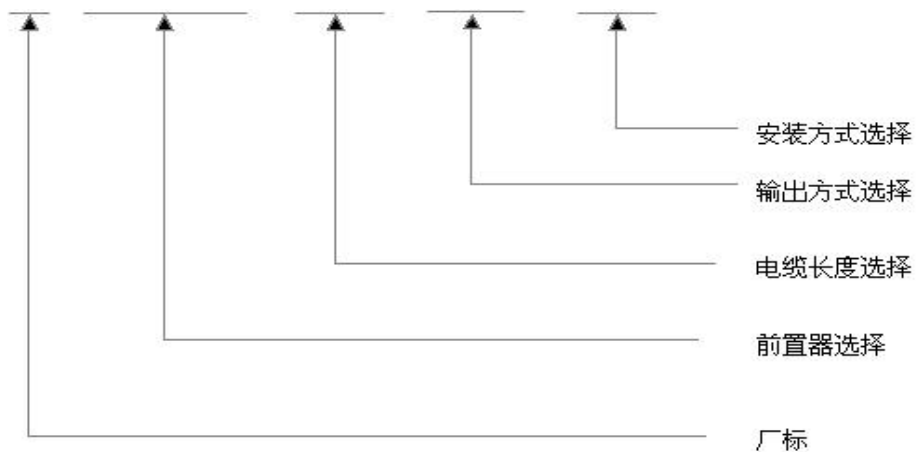
无铠装 0 0

有铠装 0 1

四、前置器选型

A                      B                      C                      D

K— 90□□00 - □□□- □□ - □□□



A: 90□□00/90□□00XL 前置器选择

0 3	配 $\phi 3$ 探头前置器
0 4	配 $\phi 4$ 探头前置器
0 5	配 $\phi 5$ 探头前置器
0 8	配 $\phi 8$ 探头前置器
1 0	配 $\phi 10$ 探头前置器
1 1	配 $\phi 11$ 探头前置器
1 4	配 $\phi 14$ 探头前置器
1 6	配 $\phi 16$ 探头前置器
1 8	配 $\phi 18$ 探头前置器
2 2	配 $\phi 22$ 探头前置器
2 5	配 $\phi 25$ 探头前置器
3 2	配 $\phi 32$ 探头前置器
3 5	配 $\phi 35$ 探头前置器
3 6	配 $\phi 36$ 探头前置器
5 0	配 $\phi 50$ 探头前置器
6 0	配 $\phi 60$ 探头前置器

B: □□□ 电缆长度选择

3 5	3.5m 电缆长度
4 0	4.0m 电缆长度
4 5	4.5m 电缆长度
5 0	5.0m 电缆长度
5 5	5.5m 电缆长度
6 0	6.0m 电缆长度
6 5	6.5m 电缆长度
7 0	7.0m 电缆长度
7 5	7.5m 电缆长度
8 0	8.0m 电缆长度
8 5	8.5m 电缆长度
9 0	9.0m 电缆长度
9 5	9.5m 电缆长度
1 0 0	10m 电缆长度

C: □□ 输出方式选择

0 1	限幅 0~5VDC 输出 ( $\pm 12\text{VDC} \sim \pm 15\text{VDC}$ 供电方式)
0 2	限幅 0~10VDC 输出 ( $\pm 15\text{VDC}$ 供电方式)
0 3	不限幅负电压输出 -2~-18VDC (-22VDC~-27VDC 供电方式)
0 4	不限幅负电压输出 -4~-20VDC (-23VDC~-27VDC 供电方式)
0 5	限幅 $\pm 5\text{VDC}$ 输出 ( $\pm 12\text{VDC} \sim \pm 15\text{VDC}$ 供电方式)
0 6	限幅 4~20mA 输出 ( $\pm 15\text{VDC}$ 供电方式)
0 7	限幅 $\pm 10\text{VDC}$ 输出 ( $\pm 15\text{VDC}$ 供电方式)
0 8	限幅 0~10mA 输出 ( $\pm 15\text{VDC}$ 供电方式)

- 0 9 不限幅正电压+2~+18VDC 输出 (+22VDC~+27VDC 供电方式)
- 1 0 限幅 4~20mA 输出 (+24VDC±10% 供电方式)
- 1 1 限幅 1~5VDC 输出 (±12VDC~±15VDC 供电方式)
- 1 2 不限幅负电压输出-2 ~-20VDC (-22VDC~-27VDC 供电方式)
- 1 3 限幅 4~20mA 输出 (±18VDC 供电方式)

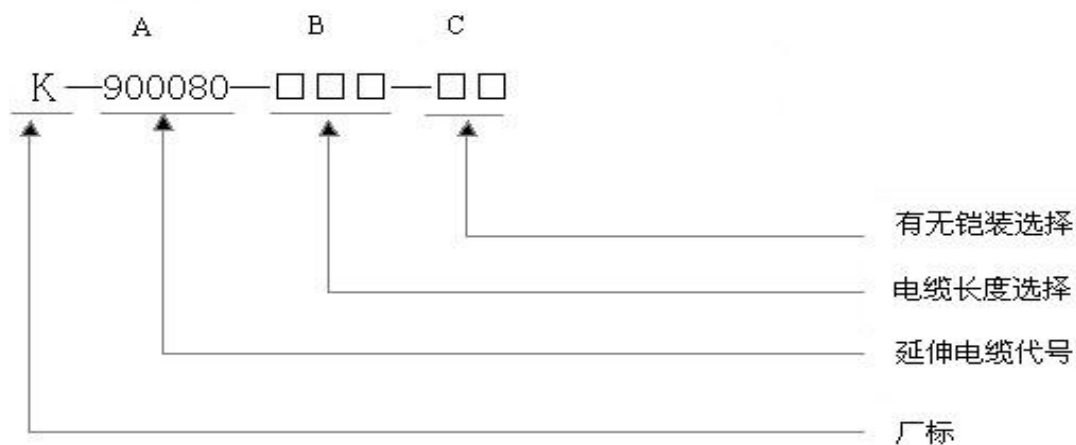
D: □□ 安装方式选择

- 0 0 K9000 系列前置器, 用四只 M4 螺钉安装 (无特殊说明)
- 0 1 K9000XL 系列前, 用 35mm 标准轨道安装或用四只 M4 螺钉安装。

### 五、延伸电缆选型



图 8—5 K9000/K9000XL 延伸电缆 (接头具有自锁紧功能装置)





A: 延伸电缆型号、规格

B: □□□ 电缆长度选择

0 3 0	3.0m 电缆
0 3 5	3.5m 电缆
0 4 0	4.0m 电缆
0 4 5	4.5m 电缆
0 5 0	5.0m 电缆
0 5 5	5.5m 电缆
0 7 0	7.0m 电缆
0 7 5	7.5m 电缆
0 8 0	8.0m 电缆
0 8 5	8.5m 电缆
0 9 0	9.0m 电缆
0 9 5	9.5m 电缆

C: □□有无铠装选择

0 0 无铠装

0 1 有铠装

## 第九节 一体化电涡流传感器选型

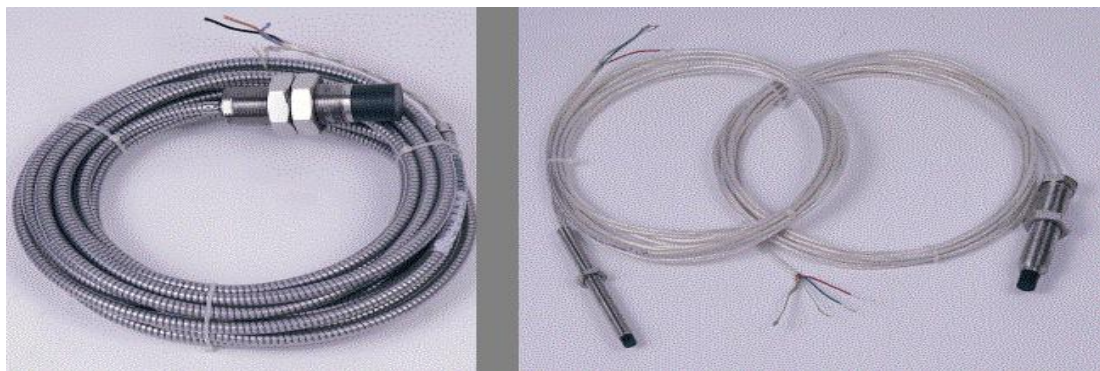
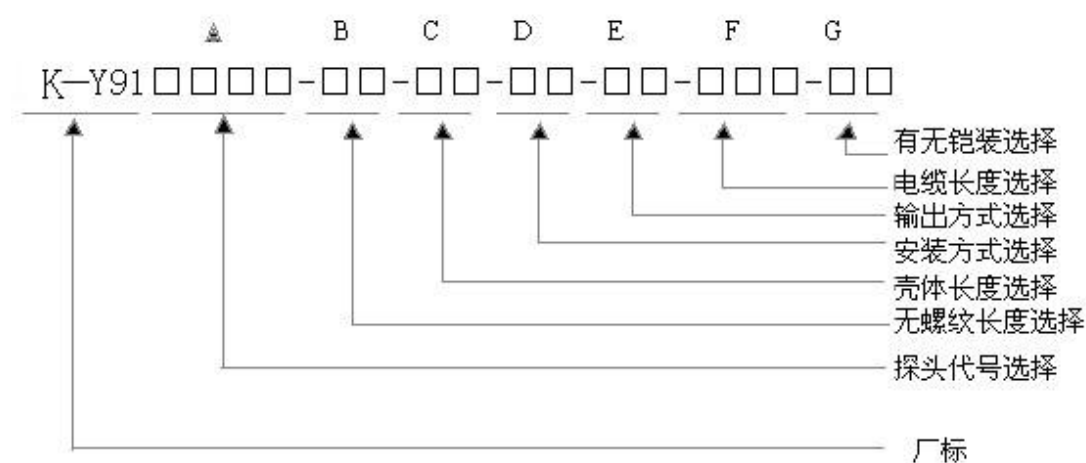


图 9—1 K9000 系列一体化电涡流位移传感器



A: □□ 探头直径选择

0 8 $\phi$ 8 探头;	1 1 $\phi$ 11 探头	2 2 $\phi$ 22 探头
2 5 $\phi$ 25 探头;	3 2 $\phi$ 32 探头	3 5 $\phi$ 35 探头
3 6 $\phi$ 36 探头;	5 0 $\phi$ 50 探头	6 0 $\phi$ 60 探头

B: □□ 探头前端金属部分无螺纹长度选择

公制螺纹探头

最小无螺纹长度 3mm	0 3	最大无螺纹长度 50mm	5 0
长递增量 1mm	0 1		

C: □□ 壳体长度选择

公制壳体长度

最小壳体长度 60mm	0 6	最大壳体长度 250mm	2 5
加长递增量 10mm	0 1		

备注： $\phi$  22 探头以上最短壳体长为 60mm， $\phi$  8、 $\phi$  11 最小壳体长为 100mm

## D: □□ 壳体形状规格及安装选择

\* 适用于  $\phi 32$  探头以下的标准型安装, 电缆线从尾部引出

0 0	M10X1	0 1	M16X1
0 2	M18X1.5	0 3	M30X1.5
		0 4	M30X2

\*适用于  $\phi 22$ 、 $\phi 25$ 、 $\phi 35$ 、 $\phi 36$ 、 $\phi 50$ 、 $\phi 60$  探头的反装型, 电缆线从尾部引出

0 5	M12X1.25	0 6	M14X1.5	0 7	M16X1.5
0 8	M18X1.5	0 9	M20X1.5		

\*适用于  $\phi 22$ 、 $\phi 25$ 、 $\phi 35$ 、 $\phi 36$ 、 $\phi 50$ 、 $\phi 60$  探头光面壳体、夹装类型

1 0 电缆线从光面壳体尾部侧面引出

1 1 电缆线从光面壳体尾部引出

## E: □□ 供电方式及输出选择

0 0	-24VDC 供电, 不限幅-2~-18VDC 输出
0 1	-24VDC 供电, 不限幅-4~-20VDC 输出
0 2	+24VDC 供电, 不限幅 4~20mA 输出
0 3	+24VDC 供电, 限幅 4~20mA 输出
0 4	+24VDC 供电, 不限幅 0~10mA 输出
0 5	+24VDC 供电, 限幅 0~10mA 输出
0 6	+24VDC 供电, 不限幅 1~5VDC 输出
0 7	+24VDC 供电, 限幅 1~5VDC 输出
0 8	+24VDC 供电, 不限幅 2~+18VDC 输出
0 9	+24VDC 供电, 不限幅 4~20VDC 输出
1 0	$\pm 12$ VDC 供电, 不限幅 0~5VDC 输出
1 1	$\pm 12$ VDC 供电, 限幅 0~5VDC 输出
1 2	$\pm 15$ VDC 供电, 不限幅 1~5VDC 输出
1 3	$\pm 15$ VDC 供电, 限幅 1~5VDC 输出
1 4	$\pm 15$ VDC 供电, 不限幅 0~10VDC 输出
1 5	$\pm 15$ VDC 供电, 限幅 0~10VDC 输出
1 6	$\pm 12$ VDC 供电, 不限幅 $\pm 5$ VDC 输出
1 7	$\pm 12$ VDC 供电, 限幅 $\pm 5$ VDC 输出
1 8	$\pm 15$ VDC 供电, 不限幅 $\pm 10$ VDC 输出
1 9	$\pm 15$ VDC 供电, 限幅 $\pm 10$ VDC 输出
2 0	$\pm 18$ VDC 供电, 限幅 4~20mA 输出

## F: □□□ 电缆长度选择

0 2 0	2.0m 电缆	0 4 0	4.0m 电缆
0 5 0	5.0m 电缆	0 6 0	6.0m 电缆
0 8 0	8.0m 电缆	1 0 0	10.0m 电缆

## G: □□ 有无铠装选择

0 0	无铠装	0 1	有铠装
-----	-----	-----	-----

## 第十节 电涡流传感器系统安装

### 电涡流传感器探头的安装

探头的正确安装是保证传感器系统可靠工作的先决条件，安装时应该注意以下几个环节。

- ▲探头的安装间隙（探头端面到被测端面的距离）
- ▲各探头间的最小间距。
- ▲探头头部与安装面的安全间距
- ▲探头安装支架的选择（牢固性）
- ▲电缆转接头的密封与绝缘。
- ▲探头所带电缆、延伸电缆的安装
- ▲探头抗腐蚀性
- ▲探头的高温、高压环境

### 探头的安装间隙（探头端面到被测体端面的距离）

安装探头时，应考虑传感器的线性测量范围和被测间隙的变化量，当被测间隙总的变化量与传感器的线性工作范围接近时，这种情况应特别注意。通常测量振动时，将探头的安装间隙设在传感器的线性中点；测量位移时要根据位移往哪个方向变化或往哪个方向的变化量较大来决定其安装间隙的设定。当位移向远离探头头部的方向变化时，其安装间隙应设在传感器的线性近端；反之应设在线性远端。

### 探头安装间隙的调整方法：

(1)：将探头、延伸电缆（选择）、前置器连接起来，并给传感器系统接上电源，用精度较高的万用表监测前置器的输出，同时调整探头与被测面的间隙，当前置器的输出等于需要安装间隙所对应的电压或电流时（该间隙电压或电流值可通过传感器数据单查到），拧紧探头的两个紧固螺母固定探头即可。

(2)：在探头端面和被测面之间塞入设定安装间隙厚度的塞尺。当探头端面和被测面压紧塞尺时，紧固探头即可。



### 警告

在安装探头时，两个紧固螺母必须拧紧，探头所带电缆线必须随之转动，以防扭伤。如带延伸电缆，安装探头时请先将其取下。

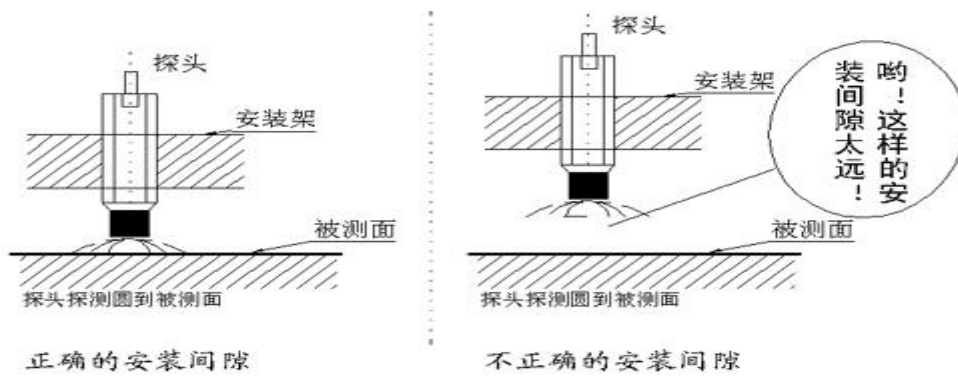


图 10—1 安装间隙

### 各探头之间的最小间距：

当探头头部线圈中通过电流时，在头部周围会产生交变磁场，因此在安装时要注意两个探头的安装距离不能太近，否则两探头之间会通过磁场互相干扰（如图所示），在输出信号上迭加两个探头的差频信号，造成测量结果的失真，这种情况我们称之为相邻干扰。导致相邻干扰的有关因素：被测体的形状，探头的头部直径以及安装方式。通常情况下探头之间的最小距离见下表。

探头头部直径 (mm)	两探头平行安 装 DCX(mm)	两探头垂直安装(圆形) DCY(mm)	两探头垂直安装(方形) DCF(mm)
Φ3	11	10	10
Φ4	13	12	15
Φ5	40.6	35.6	22.9
Φ8	40.6	35.6	22.9
Φ10	16	14	40
Φ11	80	70	40
Φ14	80	70	40
Φ16	90	80	50
Φ18	100	90	60
Φ22	120	105	70
Φ25	150	120	80
Φ32	150	120	80
Φ35、Φ36	150	120	80
Φ50	200	180	150
Φ60	250	230	200

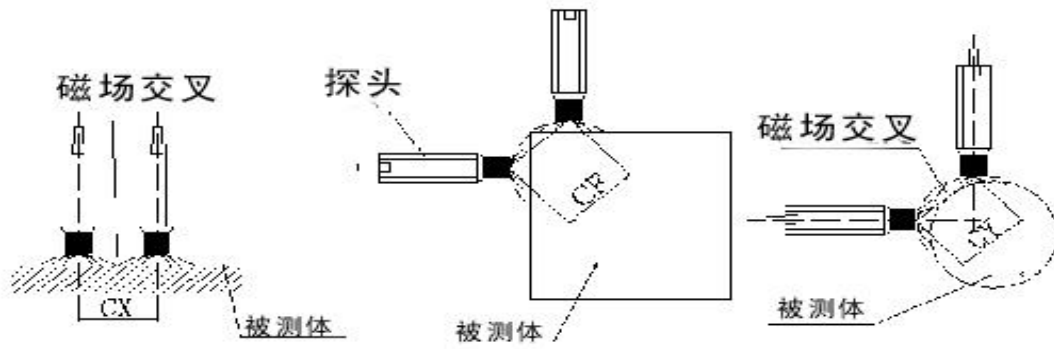


图10-2各探头间的安全间距

### 探头安装支架的选择

实际的测量值是被测体相对于探头端面的相对位移值，因此探头牢固在基座上，通常需要用安装支架来固定探头。

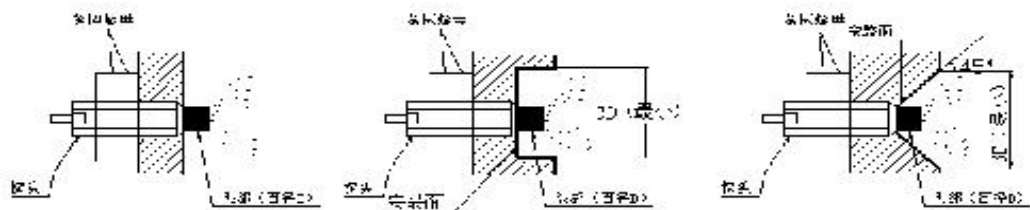


图10-3 探头头部与安装面的安全距离

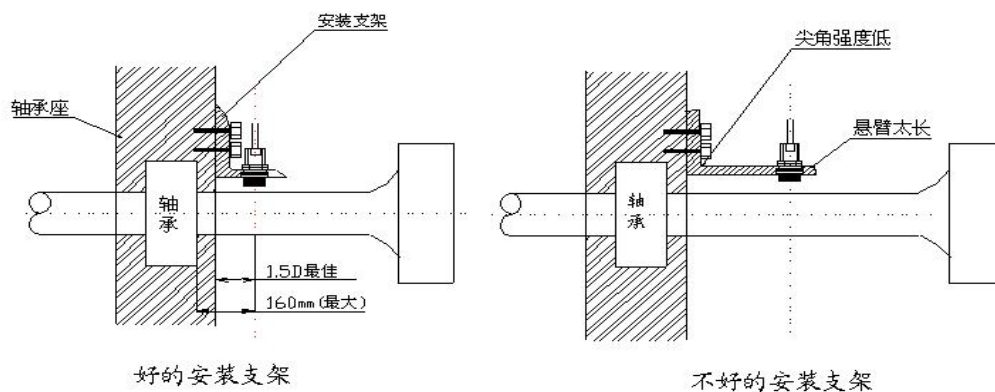


图 10-4 外部探头的安装

电缆接头，应将接头露出机壳外，注意多余的电缆线要引出机壳外，并注意检查电缆接头是否密封好。

## 电缆（延伸电缆）转接头（具有自锁锁紧装置功能）的密封与绝缘。

虽然探头的内部结构已绝缘，但是探头电缆（延伸电缆）的黄金自锁锁紧接头外层是和信号“地”相连接的，而且不具有密封性。为了避免电缆接头和机壳（大地）接触以及加强其密封性能，应该对电缆接头进行绝缘保护，当传感器探头安装好后，应将延伸电缆的接头用随传感器配来的透明热缩导管包裹好。延伸电缆接头用电吹风加热热缩导管使其收缩即可，这样还能防止接头的松动。如果需要脱开接头只需用小刀在接头金属处划开一段口子，就能拉下，注意不要将电缆线弄伤。



### 警告

在处理延伸电缆接头时，不要用电工胶带来绝缘接头，这样油雾会溶解胶带上的粘性物而污染接头。



### 警告

在需要脱开延伸电缆接头时，只需用小刀在接头金属处划开一段口子就可拉下，当心将电缆线弄伤！

## 电缆（延伸电缆）（接头具有自锁锁紧装置功能）的安装：

电缆（延伸电缆）作为连接探头和前置器的中间部分，是整个系统的一个重要组成部分，所以延伸电缆的安装应保证其在使用过程中不易受损坏，在环境恶劣的地方，建议采用带铠装的延伸电缆，应避免延伸电缆的高温环境。

在盘放传感器电缆时应注意盘放直径不能过小，一般要求：不带铠装探头或延伸电缆盘放直径不得小于 45mm，带铠装探头或延伸电缆盘放直径不得小于 55mm。



**警告**

在盘放延伸电缆时，应该避免盘放半径过小而折坏电缆线。



**警告**

如延伸电缆在订货时已经确认，在使用时，不能随意缩短或加长延伸电缆的长度，更不能取消其不用，否则会造成传感器系统特性变化。

## 探头的抗腐蚀性

探头头部材料为 PPS 工程塑料，壳体材料为 1Cr18Ni9Ti 耐酸碱不锈钢，电缆外表皮为聚四氟乙烯，这些材料可以抗绝大多数化学物质的腐蚀。但有些化学物质可能会对探头造成腐蚀，安装时应注意被测体的环境是否存在使探头遭到损坏的化学物质。

## 对探头的抗腐蚀性说明：

### 探头可以连续接触下列物质：

空气、水、汽油、酒精、润滑油、乙醚、硫酸、氢氧化钠

### 探头不可以连续接触下列物质：

无氧水、苯甲酸、硝酸、二氧化碳（过量）、磷（湿的）、三氯甲烷、高锰酸钾、二氧化硫、98%硫酸、盐酸

## 探头的高压、高温环境

探头头部最大能承受 14Mpa 的压力，一般型探头最大能承受 220℃ 的温度环境。



## 前置器（具有自锁锁紧装置功能）的安装

前置器是整个传感器系统的信号处理部分，要求将其安装在远离高温环境的地方，其周围环境应无明显的蒸汽和水珠、无腐蚀性的气体、干燥、振动小、前置器周围的环境温度与室温相差不大的地方。安装时前置器壳体金属部分不要同机壳或大地接触。安装必须采用浮地方式以避免干扰信号影响测量电路。另外，产品出厂时，有随之配套安装用的 M4 的不锈钢螺钉、平垫、弹簧垫、螺母、绝缘套。

## 电涡流传感器系统的连接

传感器系统连接是指将探头、（延伸电缆线）前置器、以及供电电源正确连接。在连接前置器和监测仪表系统时，应注意屏蔽线只能单端接地，不可同时将屏蔽线一端接前置器的信号地，另一端接到仪表的信号的地，通常建议屏蔽线接到仪表端的信号地。

在整个系统连接中，连接器（延伸电缆同探头、延伸电缆同前置器）全部采用黄金“自锁”结构，保证整个系统连接更加安全可靠。



图 10—5 传感器系统的连接（K9000 系列前置器）

左手扶紧前置器，右手握住探头 / 延伸电缆的自锁接头顺时针旋转，发出“带有轻微咔嚓”的一声即可拧紧（连接可靠）。

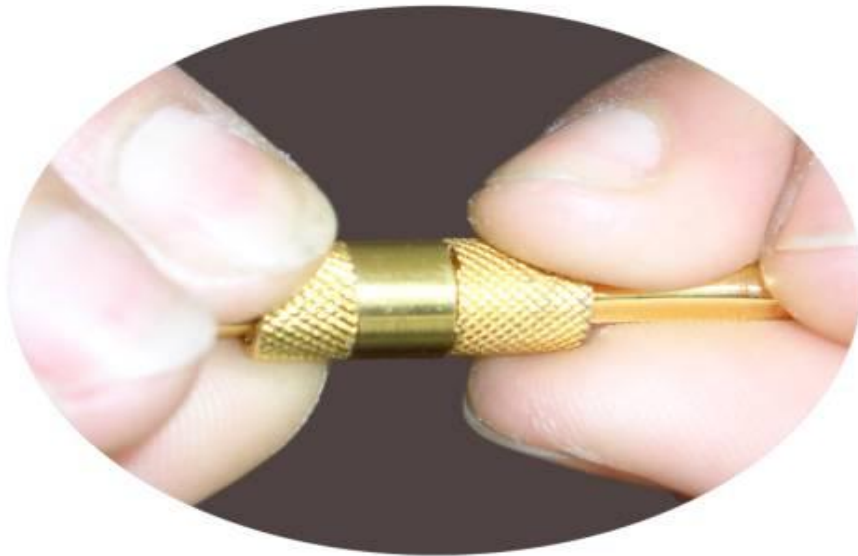


图 10—6 探头与延伸电缆自锁接头的连接

将探头的自锁插头拧进延伸电缆的自锁插座，顺时针旋转几圈，发出带有轻微“咔嚓”的一声即为拧紧。（注：带有标签编号一端为黄金自锁插头）

用手按住前置器自锁插座孔花螺纹部分向下推（减小前置器自锁插座和它下面小六方螺母之间的间隙），同时逆时针旋转几圈，即可拧开探头/延伸电缆与前置器的锁紧装置。

用手按住延伸电缆插头向下同时逆时针旋转几圈，即可拧开（解除）延伸电缆与前置器的自锁紧装置结构。



图 10—7 K9000 系列前置器与探头 / 延伸电缆的拆卸

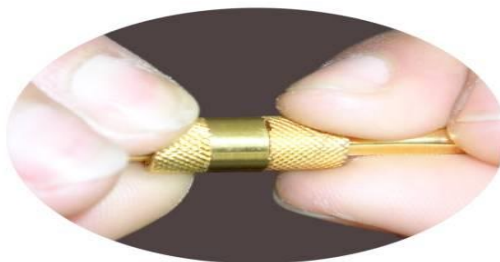


图 10—8 探头与延伸电缆的拆卸

左手扶紧探头的自锁插头，右手扶紧延伸电缆的自锁插座，向外用力拉，拉的同时逆时针旋转几圈，即可拧开（解除）探头与延伸电缆的自锁紧装置结构。

（注：带有标签编号一端为黄金自锁插头）



### 警告

在连接探头电缆或延伸电缆上的黄金自锁插头，前置器上的黄金自锁插座时，不可用扳手猛拧，只需用于拧紧即可。

## 第十一节 电涡流传感器的技术规范

探头、延伸电缆在 $-20^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ ，前置器在 $-20^{\circ}\text{C}\sim +85^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度 95%环境中。在室温  $22^{\circ}\text{C}$ ，被测体材料为 AISI4140 (42CrMoA 钢)，电源-24VDC（电源输出电流不小于 50mA，纹波小于 10mV），负载 10K $\Omega$ 条件下，系统满足：

- 供电电压每变化 1V，输出变化小于 1.8mV。
- 前置器功耗不大于 12mA。
- 输出阻抗不大于 10 欧，最大输出电流 50mA (输出方式出恒流外)，最大驱动信号电缆长度 300m。
- 频率响应 DC 0~10KHz；(对  $\Phi 3$ 、 $\Phi 5$ 、 $\Phi 8$ 、 $\Phi 10$  而言，在

0~-3dB, 300 米接线条件下测试)

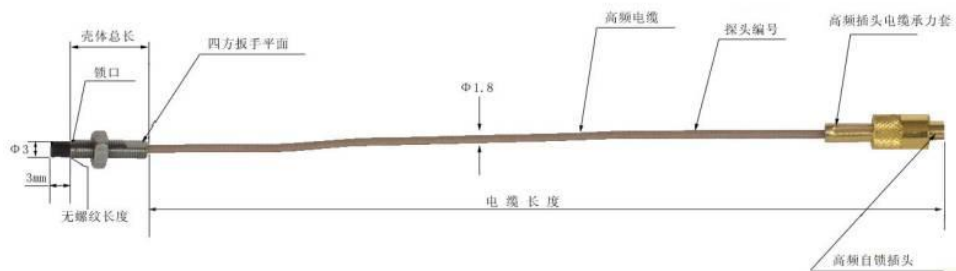
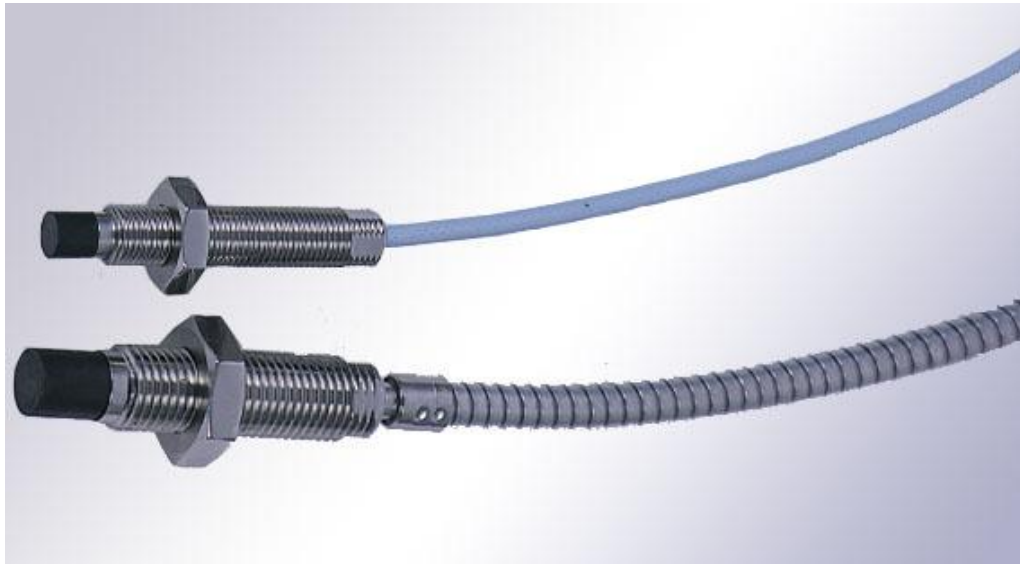
○ 线性误差±1% (包括互换性误差在内,  $\Phi 3\text{mm}$ 、 $\Phi 4\text{mm}$ 、 $\Phi 5\text{mm}$ 、 $\Phi 8\text{mm}$ 、 $\Phi 10\text{mm}$ 、 $\Phi 11\text{mm}$ 、 $\Phi 14\text{mm}$  探头规格而言)

### 线性量程、线性范围、线性误差、最小被测面积

探头直径 (mm)	线性量程 (mm)	线性起始点 (mm)	线性 误差	最小被测面积 (mm)
3	0.5	0.4	±1%	$\Phi 9$
$\Phi 4$	1	0.5	±1%	$\Phi 10$
$\Phi 5$	2	0.6	±1%	$\Phi 15$
$\Phi 8$	2	0.7	±1%	$\Phi 18$
$\Phi 10$	3	0.7	±1%	$\Phi 26$
$\Phi 11$	4	1.2	±1%	$\Phi 33$
$\Phi 14$	5	2.0	±1%	$\Phi 42$
$\Phi 16$	6	2.0	±1%	$\Phi 48$
$\Phi 18$	8	2.0	±1%	$\Phi 54$
$\Phi 22$	10	2.0	±1%	$\Phi 62$
$\Phi 25$ 、 $\Phi 35$	12.5	2.5	±2%	$\Phi 68$
$\Phi 32$	12	3.0	±1%	$\Phi 68$
$\Phi 32$	14	3.0	±1%	$\Phi 90$
$\Phi 32$	16	3.0	±1%	$\Phi 90$
$\Phi 36$	20	3.0	±2%	$\Phi 85$
$\Phi 50$	25	3.0	±2%	$\Phi 105$
$\Phi 60$	50	3.0	±4%	$\Phi 150$

灵敏度: ● 灵敏度误差 $\leq \pm 2\%$

## 第十二节 电涡流传感器探头示意图



举例：

公制：K-900300-02-02-20-00

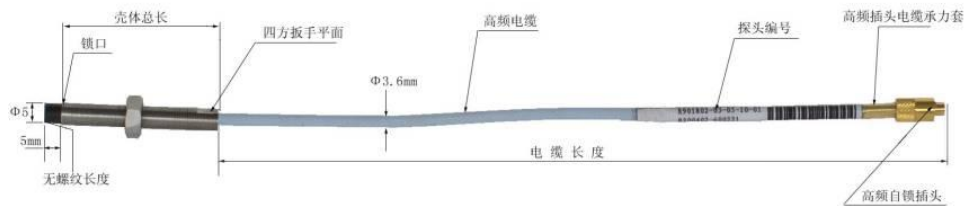
Φ3 无铠装探头，量程 0.5mm、无螺纹长度 2mm、壳体总长 20mm、螺纹 M4×0.5，电缆长度 2m。



举例：

公制：K-900402-02-02-20-00

Φ4 无铠装探头，量程 1mm、无螺纹长度 2mm、壳体总长 20mm、螺纹 M8×0.5，电缆长度 2m。



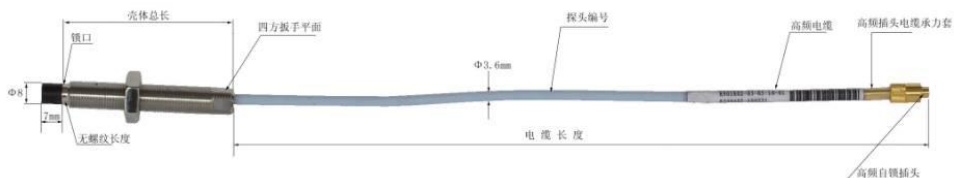
举例：

公制：K-900503-02-04-10-00

Φ5 无铠装探头，量程 2mm、无螺纹长度 2mm、壳体总长 40mm、螺纹 M6×0.5、电缆长度 1.0m。

英制：K-900505-02-40-10-00

Φ5 无铠装探头，量程 2mm、无螺纹长度 0.2inches、壳体总长 4.0inches、螺纹 1/4-28、电缆长度 1.0m。



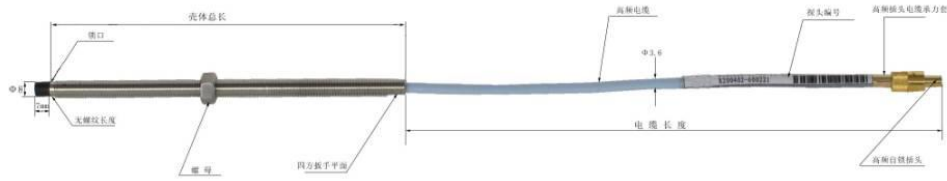
举例：

公制：K-900803-03-07-10-00

Φ8 无铠装探头，量程 2mm、无螺纹长度 3mm、壳体总长 70mm、螺纹 M10×1、电缆长度 1.0m。

英制：K-900801-01-28-10-00

Φ8 无铠装探头，量程 2mm、无螺纹长度 0.1inches、壳体总长 2.8inches、螺纹 3/8-24、电缆长度 1.0m。



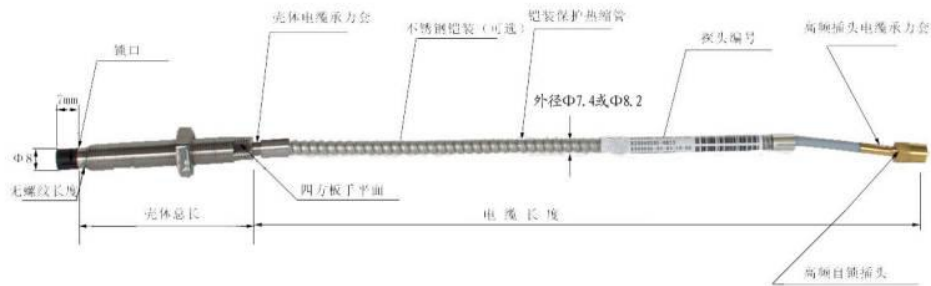
举例:

公制: K-900803-03-22-10-00

Φ8 无铠装探头, 量程 2mm、无螺纹长度 3mm、壳体总长 220mm、螺纹 M10×1、电缆长度 1.0m。

英制: K-900801-01-87-10-00

Φ8 无铠装探头, 量程 2mm、无螺纹长度 0.1inches、壳体总长 8.7inches、螺纹 3/8-24、电缆长度 1.0m。



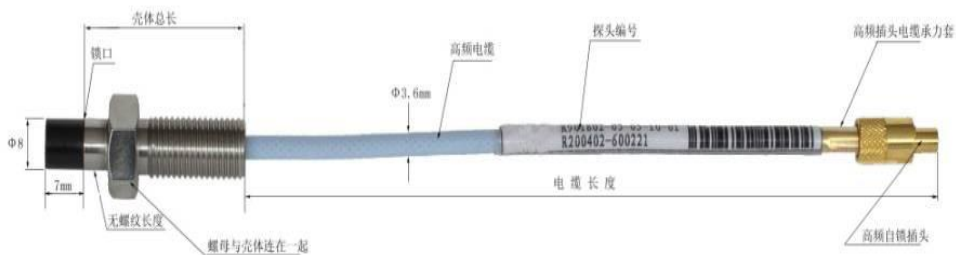
举例:

公制: K-900804-03-05-10-01

Φ8 铠装探头, 量程 2mm、无螺纹长度 3mm、壳体总长 50mm、螺纹 M10×1、电缆长度 1.0m。

英制: K-900802-01-20-10-01

Φ8 铠装探头, 量程 2mm、无螺纹长度 0.1inches、壳体总长 2.0inches、螺纹 3/8-24、电缆长度 1.0m。



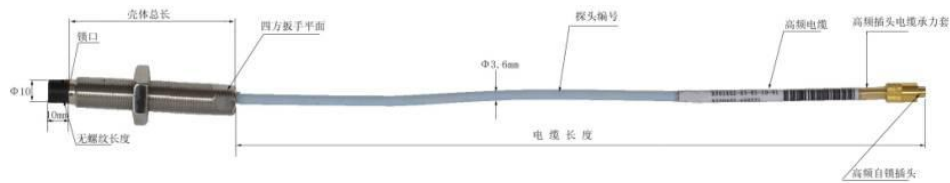
举例：

公制：K-900806-05-03-10-00

Φ8 反装无铠装探头，量程 2mm、无螺纹长度 5mm、壳体总长 30mm、螺纹 M10×1、电缆长度 1.0m。

英制：K-900805-02-12-10-00

Φ8 反装无铠装探头，量程 2mm、无螺纹长度 0.2inches、壳体总长 1.2inches、螺纹 3/8-24、电缆长度 1.0m。



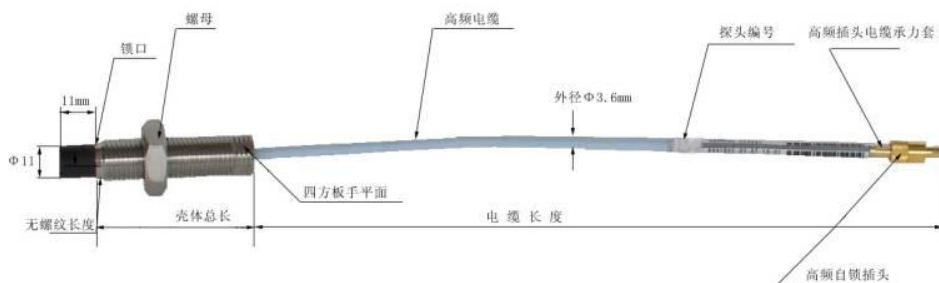
举例：

公制：K-901003-03-05-10-00

Φ10 无铠装探头，量程 3mm、无螺纹长度 3mm、壳体总长 50mm、螺纹 M12×1.25、电缆长度 1.0m。

英制：K-901001-01-20-10-00

Φ10 无铠装探头，量程 3mm、无螺纹长度 0.1inches、壳体总长 2.0inches、螺纹 1/2-20、电缆长度 1.0m。





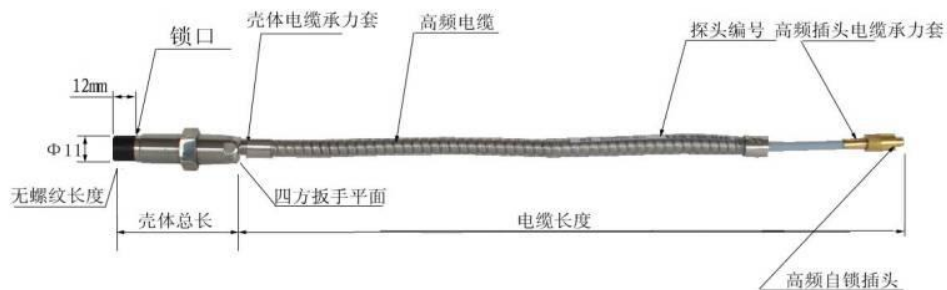
举例：

公制：K-901103-03-05-10-00

Φ11 无铠装探头，量程 4mm、无螺纹长度 3mm、壳体总长 50mm、螺纹 M14 × 1.5、电缆长度 1.0m。

英制：K-901101-01-20-10-00

Φ11 无铠装探头，量程 4mm、无螺纹长度 0.1inches、壳体总长 2.0inches、螺纹 1/2-20、电缆长度 1.0m。



举例：

公制：K-901104-03-05-10-01

Φ11 铠装探头，量程 4mm、无螺纹长度 3mm、壳体总长 50mm、螺纹 M14 × 1.5、电缆长度 1.0m。

英制：K-901102-01-20-10-01

Φ11 铠装探头，量程 4mm、无螺纹长度 0.1 inch、壳体总长 2.0inches、螺纹 1/2-20、电缆长度 1.0m。



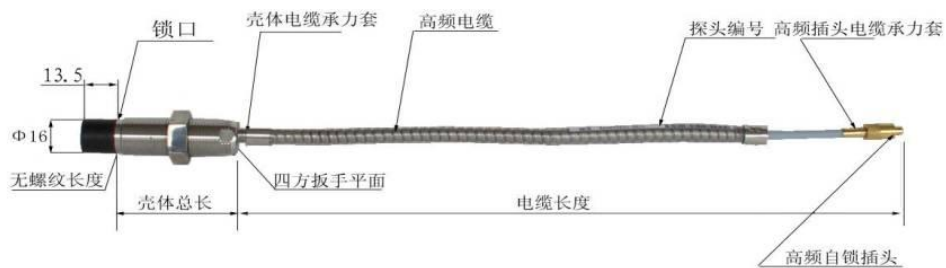
举例：

公制：K-901404-03-05-10-01

Φ14 铠装探头，量程 4mm、无螺纹长度 3mm、壳体总长 50mm、螺纹 M16×1.5、电缆长度 1.0m。

英制：K-901402-01-20-10-01

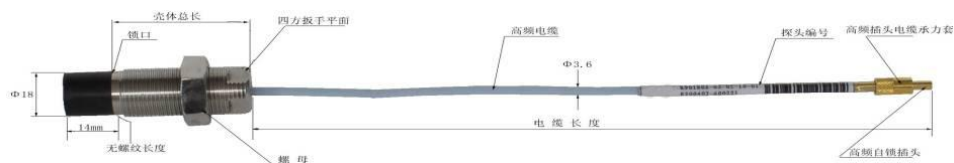
Φ14 铠装探头，量程 4mm、无螺纹长度 0.1 inch、壳体总长 2.0inches、螺纹 5/8-18、电缆长度 1.0m。



举例：

公制：K-901602-03-04-10-01

Φ16 铠装探头，量程 6mm、无螺纹长度 3mm、壳体总长 40mm、螺纹 M18×1.5、电缆长度 1.0m。



举例：

公制：K-901805-03-04-10-00

Φ18 无铠装探头，量程 8mm、无螺纹长度 3mm、壳体总长 40mm、螺纹 M20×

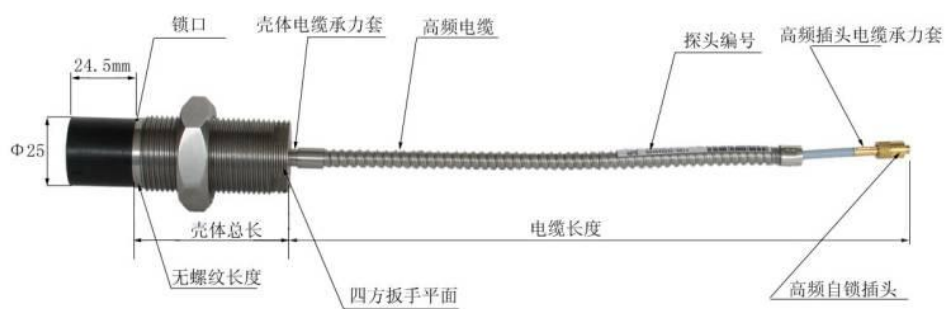
1.25、电缆长度 1.0m。



举例：

公制：K-901807-03-04-10-01

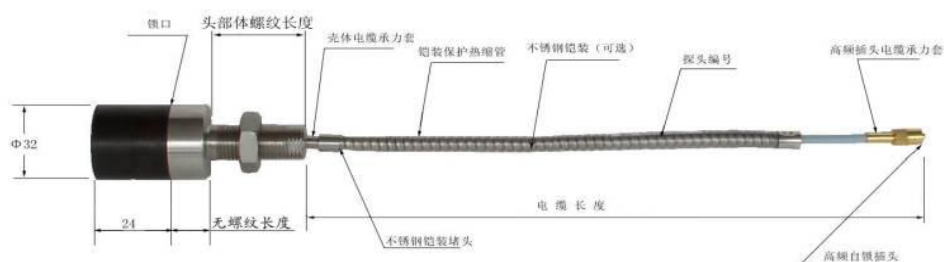
Φ18 铠装探头，量程 8mm、无螺纹长度 3mm、壳体总长 40mm、螺纹 M20×1.25、  
电缆长度 1.0m。



举例：

公制：K-902504-05-06-10-01

Φ25 铠装探头，量程 12.7mm、无螺纹长度 5mm、壳体总长 60mm、螺纹 M30  
×2、电缆长度 1.0m。



举例：

公制：K-903204-10-05-10-01

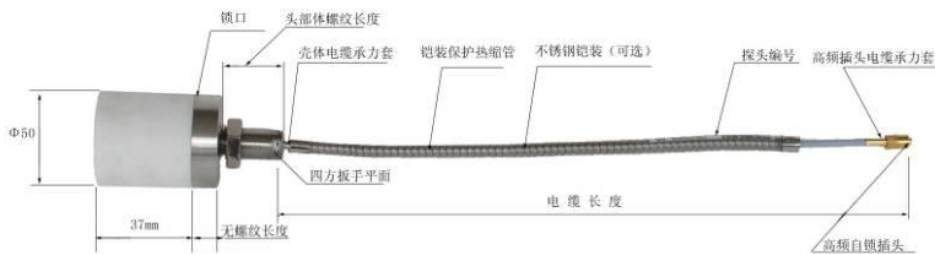
Φ32 反装铠装探头，量程 16mm、无螺纹长度 10mm、壳体总长 50mm、螺纹 M16×1.5、电缆长度 1.0m。



举例：

公制：K-903602-10-05-10-01

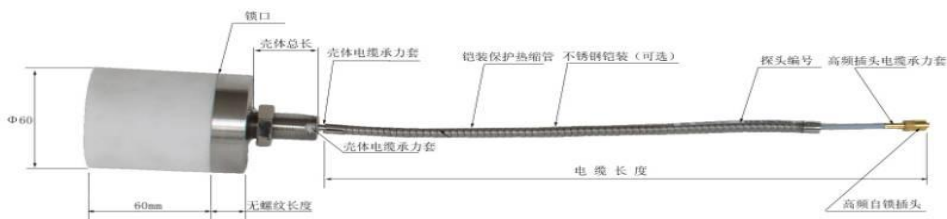
Φ36 反装铠装探头，量程 20mm、无螺纹长度 10mm、壳体总长 50mm、螺纹 M16×1.5、电缆长度 1.0m。



举例：

公制：K-905004-10-05-10-01

Φ50 反装铠装探头，量程 25mm、无螺纹长度 10mm、壳体总长 50mm、螺纹 M14×1.5、电缆长度 1.0m。

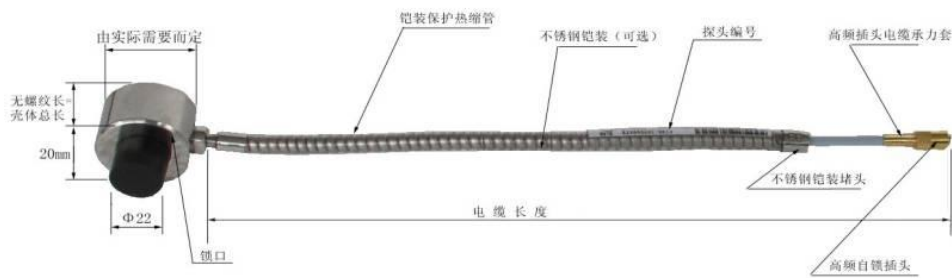


举例：

公制：K-906002-17-04-10-01

Φ60 反装铠装探头，量程 50mm、无螺纹长度 17mm、壳体总长 50mm、螺纹 M18×1.5、电缆长度 1.0m。

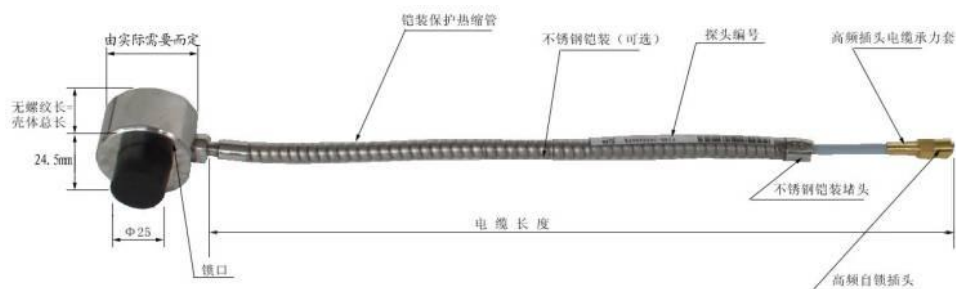
### 电缆侧面引出壳体探头



举例：

K-912202-02-16-10-01

Φ22 螺钉固定，电缆侧出铠装探头，量程 10mm、壳体总长 16mm、电缆长度 1.0m。



举例：

K-912502-02-16-10-01

Φ25 螺钉固定，电缆侧出铠装探头，量程 12.7mm、壳体总长 16mm、电缆长度 1.0m。





