

FOLOK

福洛克

智能三维空间位移传感器



深圳市福洛克科技有限公司



目录 CONTENTS

前言	01
锅炉膨胀测量方式	02
智能三维空间位移传感器	05
关键技术	05
解决方案	06
主要标准	07
技术参数	08
机械参数	10
现场安装	11

前言

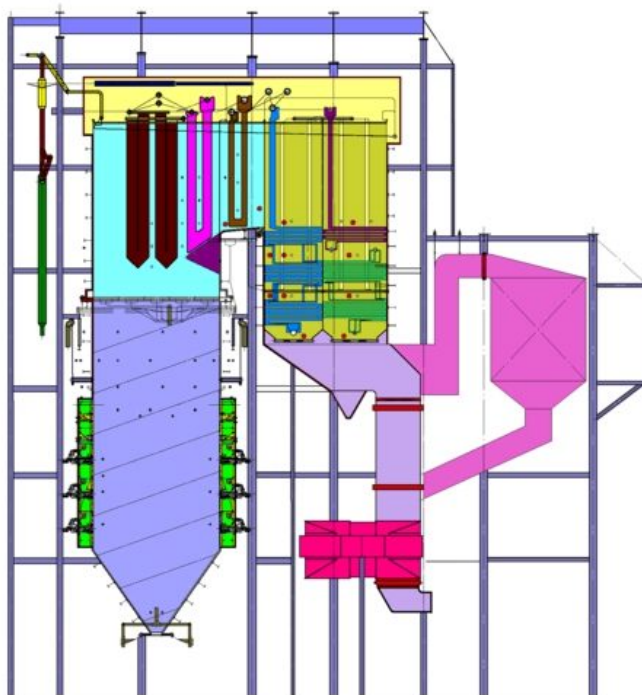
锅炉是由各种复杂的管系和钢结构组成的整体，受热后将产生膨胀。由于各部位材质不同，受热温度不同，产生的膨胀量也不同。

在热态运行时，冷态安装的锅炉要膨胀变形，由于炉内受热面的结构和热负荷不同，汽水管道、烟风管道、煤粉管道结构及内部工质热力参数不同，炉内外固定结构和连接方式多种多样，因此各个部位的膨胀值和膨胀方向也是多样的。

锅炉投产以后，会频繁经历“启动-带负荷-停炉”的工作过程。不论锅炉启动或是停止运行速度过快时，温度急剧变化会导致锅炉发生严重的热胀冷缩，对水冷壁的结构产生极其严重的损伤。

若发生膨胀受阻却不能及时发现的地方，会导致过热器管屏因膨胀受阻产生严重变形，在长期作用下，导致管屏的焊口部位产生了应力集中问题，造成焊口部位发生金属疲劳，达到金属疲劳临界点时即导致焊口开裂，发生泄漏事件。

近年来，随着经济发展和科技进步，电力需求进一步加大，针对火力发电厂单元机组的要求也不断提高。高参数、大容量机组已逐步取代小容量机组，成为中国电力系统中的支柱机型。实现电力企业现代化管理，保障火电机组安全运行以及提高电力系统的稳定性成为电力行业普遍关注的问题。随着发电机组的更新换代，大容量机组的汽水管道也日趋复杂，庞大的汽水管道在对设计安装提出更高要求的同时，其安全性能也成为安装和设计好坏的重要评估指标。随着对机组安全性要求的提高，而传统的测量方法在诸多方面存在弊端，因此急需先进的新式测量方法以保障火电机组的稳定运行。因此，为了避免由于膨胀导致的安全事件、提高锅炉启停速度，快速、准确、可靠地监测锅炉重点部位及四大管道的膨胀情况具有特别重要的意义。



锅炉膨胀测量方式

○ 机械式锅炉膨胀指示器

传统的锅炉膨胀指示器大多数采取机械式锅炉膨胀指示器，它的作用是监视承压设备或部件受热、受压后几何尺寸发生的变化情况。承压设备或部件在承压状态下外部尺寸会发生改变，这种改变如果超出设计规定的范围，就说明内部压力超出了设备承受能力，通过它可以及时发现因点火升压不当或安装、检修不良引起的蒸发设备变形，防止膨胀不均发生裂纹和泄漏等。

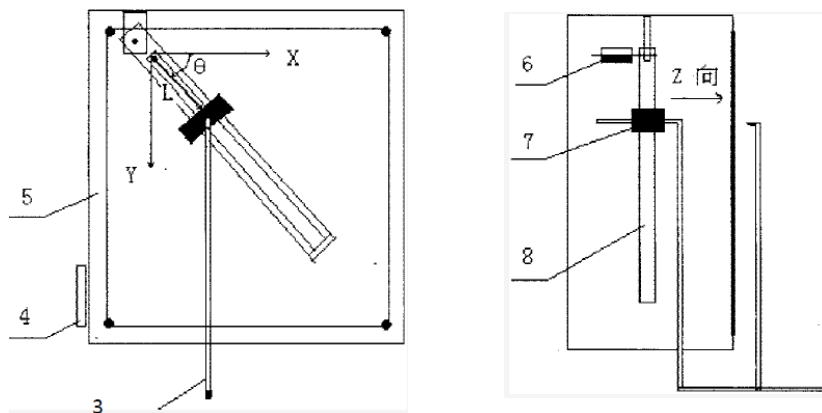
机械式锅炉膨胀指示器读取数据非常困难，需要人工爬到安装点进行参数的读取、手工记录，费时费力，还容易造成数据的遗漏，且只能得到间歇的膨胀值，得不到实时连续的膨胀情况，无法实时报警，更无法利用信息技术手段进行历史数据分析，对设备进行健康进行状态评价和故障诊断。



机械式锅炉膨胀指示器有以下特点：

- ◆ 二维或三维直接接触式，指示器面板使用电刻，刻度线深0.01~0.05毫米。指示器指针可以收缩，指针上画有刻度，并采用滚珠设计，防止面板被接触磨损。
- ◆ 结构简单、造价低、安装容易。
- ◆ 长时间使用，面板上刻度还是会逐渐磨损，或由于面板积灰，无法准确读出锅炉膨胀具体数据。
- ◆ 需运行人员定时巡检，人工记录，无法及时准确获得锅炉膨胀的动态数据。

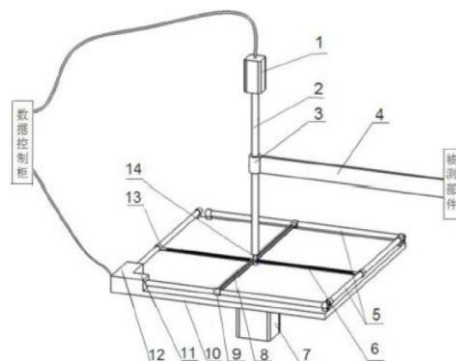
● 三维膨胀位移传感指示器



- ◆ **特征：**能测量锅炉部件三维膨胀位移量，并以电信号形式输出的测量装置。主要由指针、接线盒、壳体、多圈电位器、位移转换器和导轨组成；通过指针带动位移转换器沿导轨移动，将锅炉部件膨胀位移量分解为X、Y、Z三维方向，用多圈电位器把位移量转化为电信号输出。
- ◆ **优点：**结构简单、造价高、系统安装较困难。使用电缆传输信号，并通过计算机计算，基本可实现锅炉膨胀的在线监测。
- ◆ **缺点：**需要长距离的信号传输，信号电缆施工困难造价高，需要单独的计算机信号处理系统。就地指示器结构刚度不够，容易变形产生测量误差。多圈电位器测量精度差，容易故障。

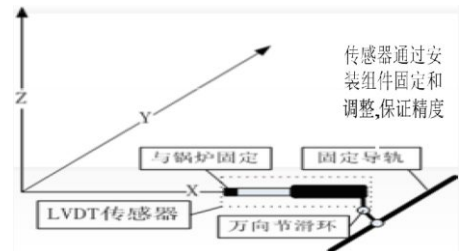
● 一种具有在线监测功能的膨胀指示器

- ◆ **特征：**该装置可以实时在线监测锅炉关键部件X、Y、Z三个维度的膨胀位移，并实时传输至锅炉运行控制系统，位移超过警戒值及时报警通知运行人员，大大降低了巡检人员的工作量，并提高了膨胀监测的准确性和及时性。
- ◆ **优点：**结构简单、造价较高、指示器现场安装较困难。使用电缆传输信号，并通过计算机计算，基本可实现锅炉膨胀的在线监测。
- ◆ **缺点：**需要长距离的信号传输，信号电缆施工困难造价高，需要单独的计算机信号处理系统。就地指示器结构刚度不够，容易变形产生测量误差。



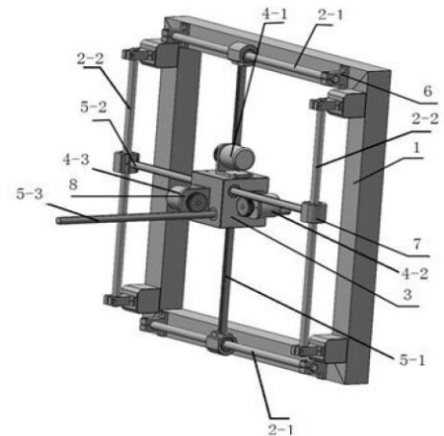
锅炉膨胀三维在线监测装置

- ◆ **特征：**传感器底座通过万向节与固定导轨固定，传感器的抽头与锅炉体固定，万向节在YZ平面移动，位移传感器的底座随着万向节也只能在YZ平面移动，而抽头一致保持X轴向移动，始终与YZ平面垂直。抽头沿X轴向的移动，实现对膨胀位移的测量。
- ◆ **优点：**结构较简单、造价较高、指示器现场安装较困难。使用电缆传输信号，并通过计算机计算，基本可实现锅炉膨胀的在线监测。
- ◆ **缺点：**需要长距离的信号传输，信号电缆施工困难造价高，需要单独的计算机信号处理系统。三个位移传感器在其垂直方向膨胀后会造成测量与实际偏差大。



自动三维定位的锅炉膨胀指示器

- ◆ **特征：**该装置包括三维定位机构、电源模块、微控制器、存储模块和显示模块，其中，三维定位机构设有三相编码器，用来感应锅炉膨胀，编码器、电源模块、存储模块、显示模块均连接微控制器，电源模块还连接编码器、显示模块和存储模块。
- ◆ **优点：**指示器现场安装较简单。使用总线技术传输信号，可实现锅炉膨胀的在线精确监测。就地有数字显示表，方便人员就地检查。
- ◆ **缺点：**就地测量机构结构复杂，技术复杂，维护量大，对维护人员要求较高，造价高。



双目视觉位移测量

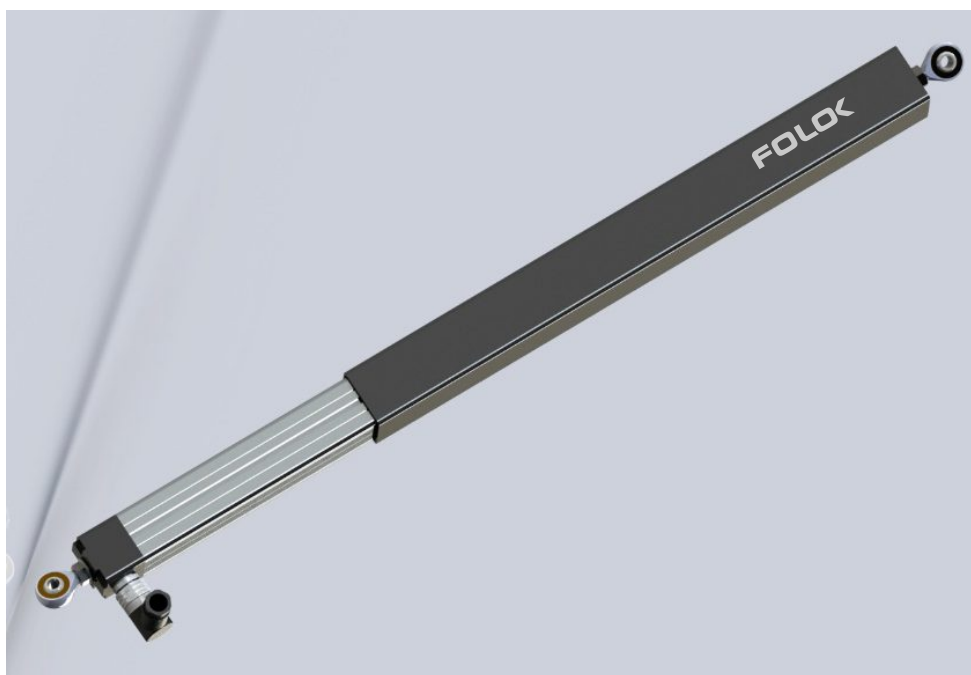
- ◆ **特征：**基于双目视觉与神经网络的三维位移监测系统。双目视觉位移计算通常包括相机的标定，双目校正，立体匹配，信息计算深度等过程，来获得膨胀量。
- ◆ **缺点：**安装工艺复杂，无法保证现场安装精度要求；现场摄像机需要标定；摄像机安装支架刚度无法解决现场振动对测量造成的误差；维护量大（摄像机经常需要标定、标靶易积灰无法识别），否则无法保证长期测量精度。



智能三维空间位移传感器

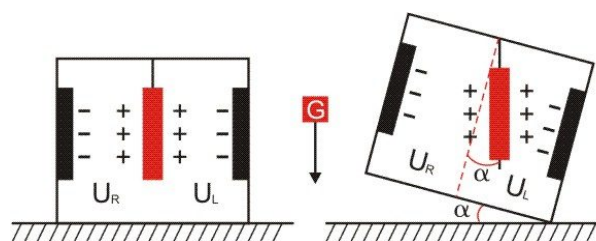
本公司生产的智能三维空间位移传感器，采用最新一代加速度计架构，是高集成度（3个自由度）且可编程的智能传感器，适用于动态环境下的复杂应用。

这些高集成度的解决方案包括全面的工厂校准、嵌入式补偿和信号处理，解决了需要原位维修的很多误差，大大降低了设计和验证负担。这种全面的工厂校准为整个传感器信号链提供额定温度范围（通常是 $-40\sim+85^{\circ}\text{C}$ ）内的灵敏度和偏置特性。因此，每个智能传感器都有其独特的补偿公式，安装后可产生精确的测量结果。对于一些系统，工厂校准可免除系统级校准，大大简化操作。智能三维空间位移传感器专门针对数字化电站的应用而开发。它能提供0.1级精度等级且开箱即用，这主要归功于集成信号处理和特定器件校准，实现最佳精度性能。



● 关键技术

利用MEMS加速度传感器来测量物体倾斜角度，核心测量单元依据电容微型摆锤原理。根据地球重力原理，当倾角单元倾斜时，地球重力在相应的摆锤上会产生重力的分量，相应的电容量会变化，通过对电容量处理放大，滤波，转换之后得出倾角。



U_R , U_L 分别为摆锤的左极板和右极板与其各自对应电极间的电压, 当倾角传感器倾斜时, U_R , U_L 会按照一定的规律变化, $f(U_R, U_L)$ 是关于倾角 α 的函数: $\alpha = f(U_R, U_L)$ 。

$$U_R, U_L = \epsilon S / 4\pi k d$$

其中, ϵ 为介电常数, S 为固定极板面积, k 为静电力常量, d 为固定极板和动极板之间的距离。

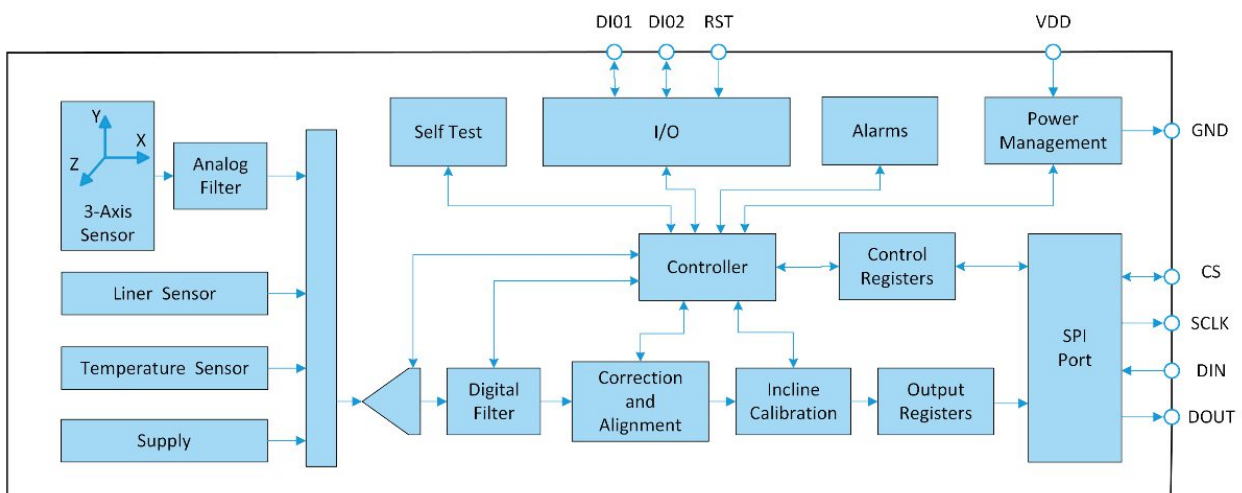
$$\alpha = K * U_R / U_L;$$

其中, α 为倾斜角度, K 为校准常数, U_R 为动极板与左固定极板之间的电压, U_L 为动极板与右固定极板之间的电压。

当重力传感器倾斜时, U_R , U_L 发生变化。通过UF、UB的比例值以及倾斜角度的比例关系即可计算出倾斜角度的具体数值。

● 解决方案

系统通过采集倾角传感器、长度传感器、温度传感器信号, 进行信号滤波处理, 经A/D转换器变成可供CPU处理的数字量。通过传感器滤波算法模块对传感器信号进行数字处理; 再经过模型原理解析算法模块计算出三维空间位移量 $x/y/z$; 传感器校准软件模块对CPU计算出三维空间位移量 $x/y/z$ 进行工厂校准、嵌入式补偿(温度、振动影响), 重点解决需要原位维修的很多误差; 最后经过接口电路(现场总线、模拟量等)提供用户所需要的精确的测量结果。



● 主要标准

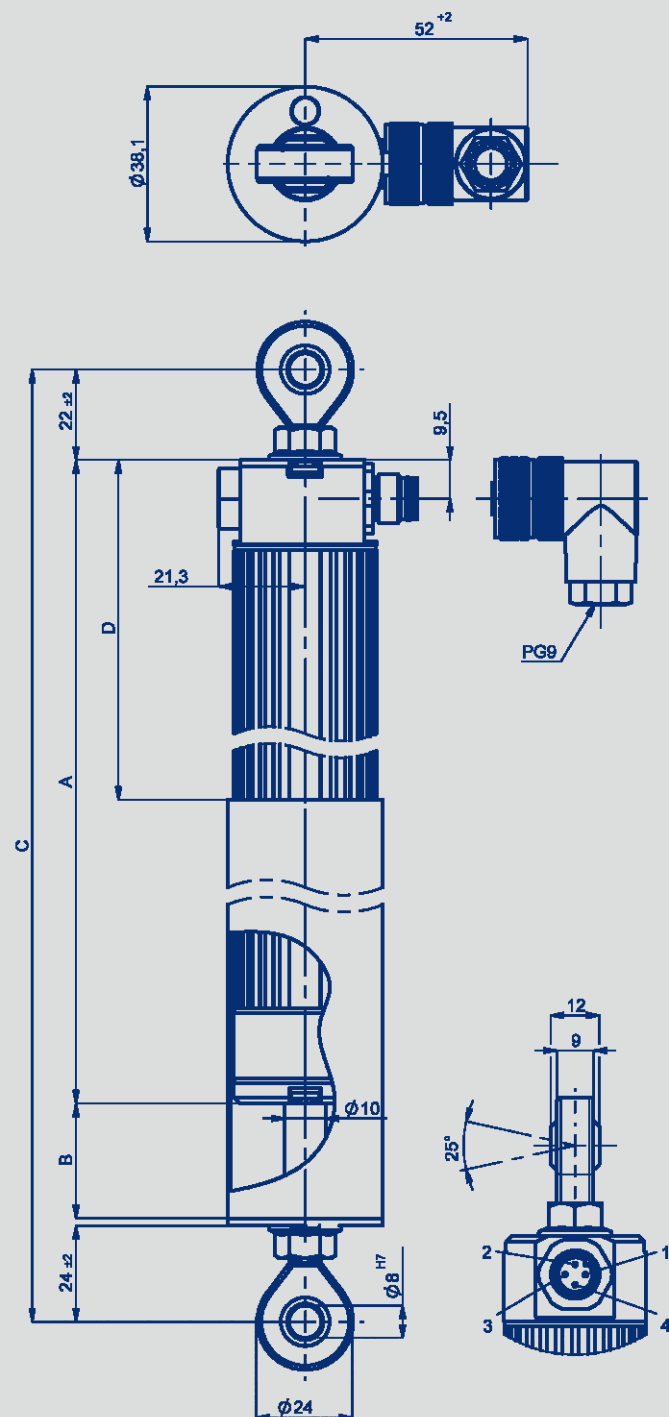
对于三维空间位移测量而言，精确的空间感知是一种要求颇高的应用，所选的传感器质量（消费级、工业级、战术级）将决定其能否实现，尤其是在有振动的情况下。在动态环境中利用MEMS电容式加速度计实现0.1°的倾斜精度非常困难。为使加速度计有效测量倾斜度，必须对传感器性能和终端应用环境有很好的了解。动态环境中，因为振动或冲击的存在，会破坏倾斜数据，引起严重测量误差。倾斜测量的最重要特性有温度系数失调、迟滞、低噪声、短期/长期稳定性、可重复性和良好的振动校正。密封封装能够耐受高温已是广为人知的事实，它通过一道能抵御湿气和污染的屏障来防止腐蚀，使其在高冲击和振动环境中牢固可靠。

- 偏置稳定度：**通常情况下，0g偏置精度、焊接引起的0g偏置漂移、PCB外壳对准引起的0g偏置漂移、0g偏置温度系数、灵敏准确度和温度系数、非线性度以及跨轴灵敏度等误差，是可以观测到的，并且可以通过装配后校准流程加以降低。但是，迟滞、使用寿命期间的0g偏置漂移、使用寿命期间的灵敏度漂移、潮湿引起的0g漂移，以及温度随时间变化引起的PCB弯曲和扭转等等，这些误差项无法通过校准或其他方法解决，需要通过一定程度的原位维修才能减少。本产品采用了先进的加工工艺和密封封装技术，实现出色的稳定和漂移性能，提供长期稳定性。
- 低噪声、失调温漂：**本产品选用新一代低噪声、低漂移、低功耗工业级加速度计来测量空间倾斜角度。这一选择着眼于倾斜应用中的误差源，以及可以补偿或消除的误差。25°C时，三维空间位移传感器的精度（500mm量程）由加速度传感器引起的最大误差为0.04mm。其中噪声引起的误差为0.039mm，偏置漂移引起的误差为0.0049mm。25°C到85°C范围内的最大温度系数失调漂移引起的误差为4.36mm。在噪声、偏置漂移和温度系数失调漂移等性能方面取得了巨大飞跃，在动态条件下能够提供更高水平的测量精度。
- 可重复性：**本产品可在所有条件下提供可重复的三维空间位移测量，在恶劣环境中无需进行大量校准即可实现最小测量误差，而且能最大程度减少部署后的校准需要。可重复性（X、Y、Z轴为±0.1mm）为10年寿命预测值，包括高温工作寿命测试(HTOL)(TA=150°C、Vsupply=3.6V、1000小时)、温度循环（-55至+125°C且循环1000次）、速度随机游走、宽带噪声和温度迟滞引起的偏移。
- 振动校正：**振动校正误差(VRE)是加速度计暴露于宽带振动时引入的失调误差。VRE是加速度计对交流振动（被整流为直流）的响应。这些直流整流的振动可能会使加速度计失调发生偏移，引起严重误差，尤其是在目标信号为直流输出的倾斜应用中。各种谐振和加速度计中的滤波器均可能引起VRE，这些谐振会放大振动，而在较高频率时会抑制振动。本产品为加速度计选择合适的带宽以抑制高频振动，可以避免很多振动相关问题。
- 自动校准：**先进智能软件算法，完成传感器滤波和自动校准、（传感器融合）模型原理解析、0g偏置自动校准。
- 智能制造：**围绕智能工厂工业互联网系统构建，设计统一的网络接口、网关通用架构，结合 OPC-UA、软件定义网络（Software Defined Networking, SDN）等统一软件服务接口规范方法，形成典型解决方案。解决方案涵盖支持IEC61158 定义的 20 种主流工业以太网和现场总线网络的架构。支持4-20mA模拟量信号输出，支持HART、Modbus、Profibus PA等通讯方式。
- IP67防护等级**

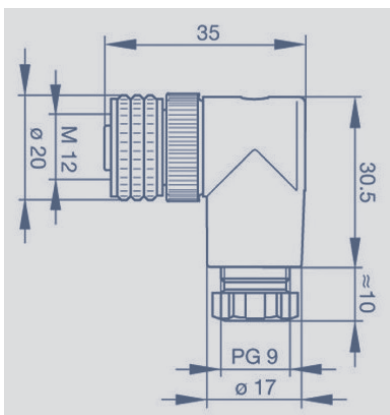
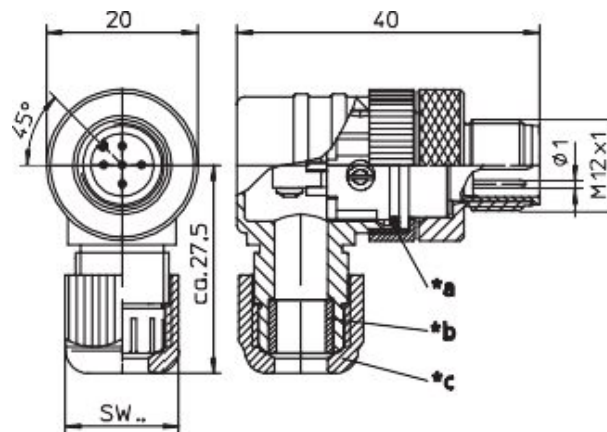
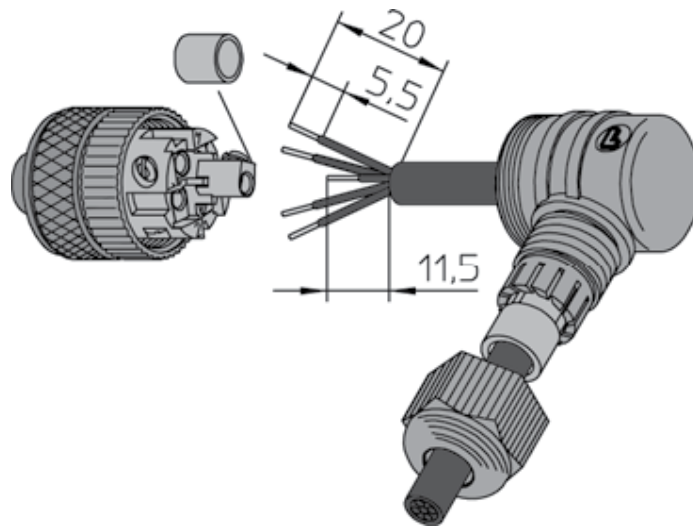
● 技术参数

型号定义	TDS100	TDS200	TDS300	TDS400	TDS500
电气参数					
工作量程（mm）	100	200	300	400	500
电气行程（mm）	102	203	305	406	508
独立线性±%	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
可重复性	通常0.05 mm				
允许最大工作电压	30 V				
绝缘阻抗（500 VDC）	≥ 10 MΩ				
绝缘强度（500 VAC，50Hz）	≤ 100μA				
机械参数					
外壳长度（尺寸 A）± 2 mm	334	434	534	634	734
机械行程（尺寸 B）± 2 mm	104	205	307	408	510
铰接头间的最小距离（尺寸 C）mm	380	480	580	680	780
保护外罩（尺寸 D）± 2 mm	200	300	400	500	600
重量（带插头）g	640	832	1024	1215	1407
工作受力					
水平方向	通常 50N				
垂直方向	通常 50N				
启动拉力					
水平方向	150N				
环境参数					
工作温度范围	正常-25...+105℃（-40...+125℃时，性能有一定局限）				
工作湿度范围	0 ... 95%R.H.（无冷凝）				
抗振动标准	5 ... 2000 Hz				
	Amax = 0.75mm				
	amax = 20 g(重力)				
抗冲击标准	50 g(重力)				
	11ms				
寿命	通常 >50 x 10 ⁶ 次				
最大运行速度	1 m/s 最大				
防护等级	IP 67 (DIN EN 60529)，动态				

如需其它规格, 请与工厂咨询定制。

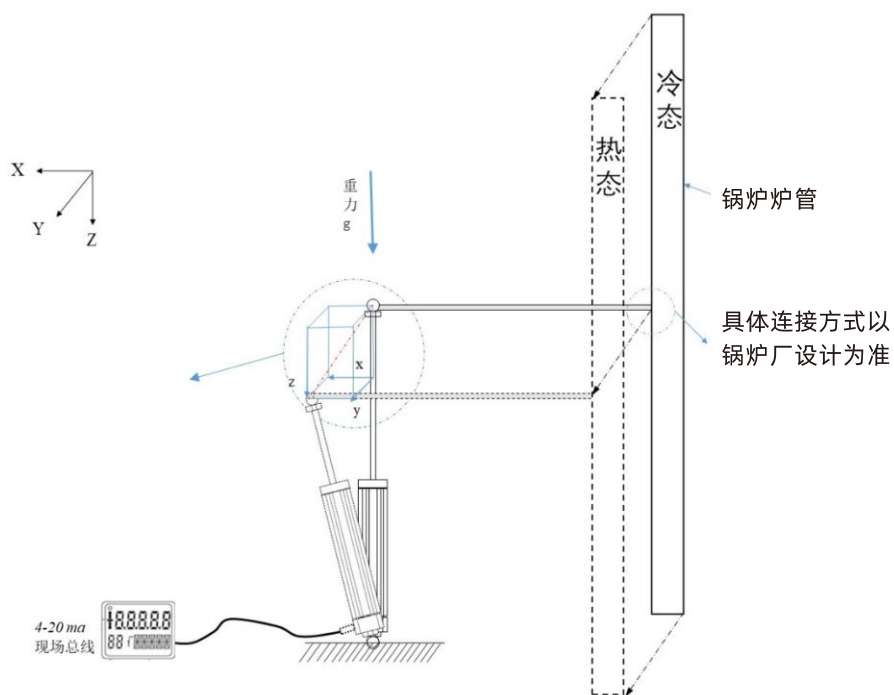
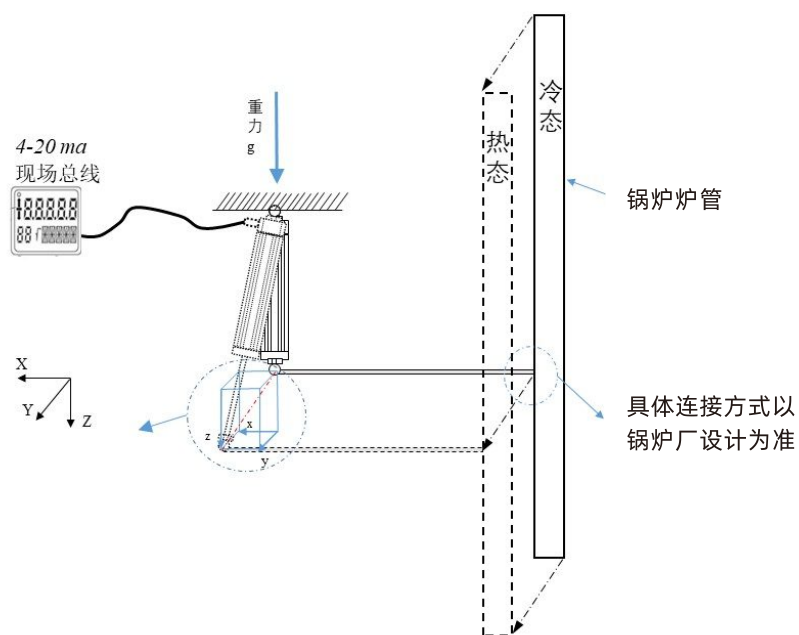


机械参数

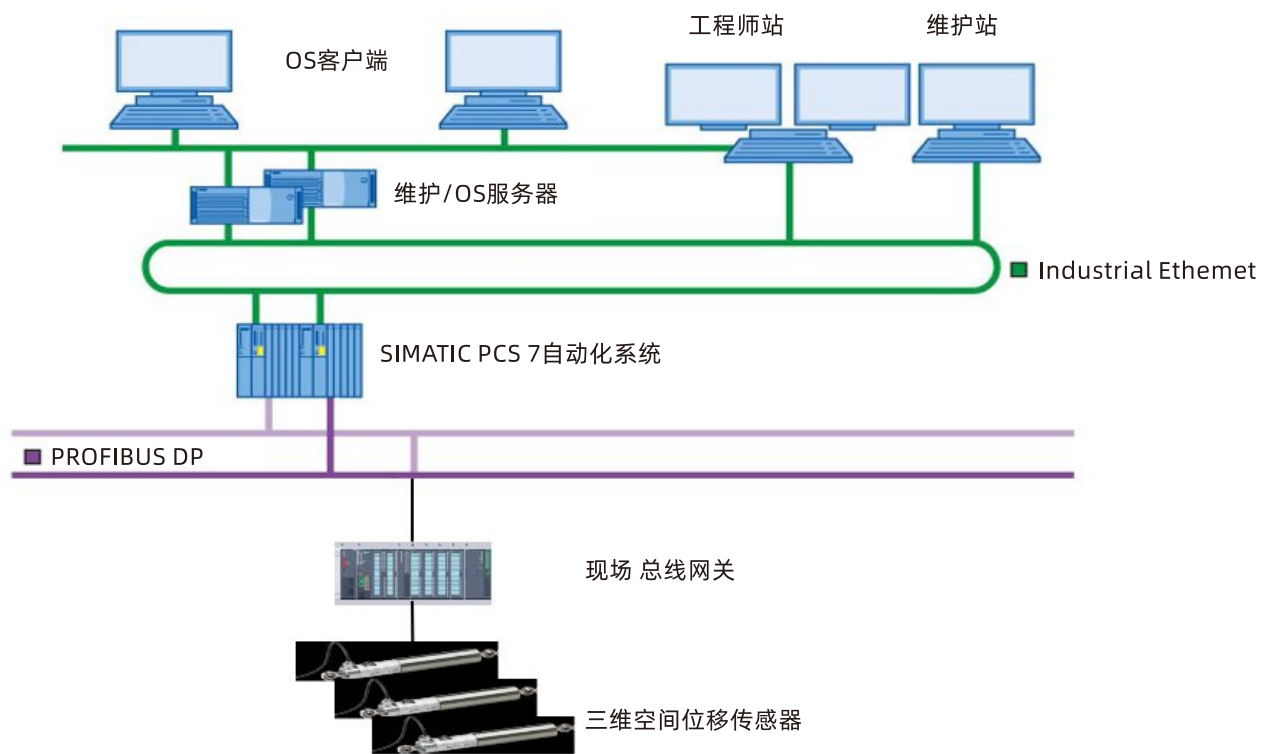


1.红色	供电DC24V+
2.NC	悬空无作用
3.蓝色	形变量X输出4-20mA
4.粉色	通讯RS485-
5.灰色	通讯RS485+
6.黄色	形变量Z输出4-20mA
7.绿色	形变量Y输出4-20mA
8.棕色	供电DC24V-

● 现场安装方案示意图



● 现场总线方案





FOLOK 福洛克

深圳市福洛克科技有限公司

地址：深圳市光明区新湖街道楼村社区联腾路123号汇鑫产业园5栋2层

电话：0755-84500331 网址：www.folokinc.com

邮箱：folokinc@163.com