



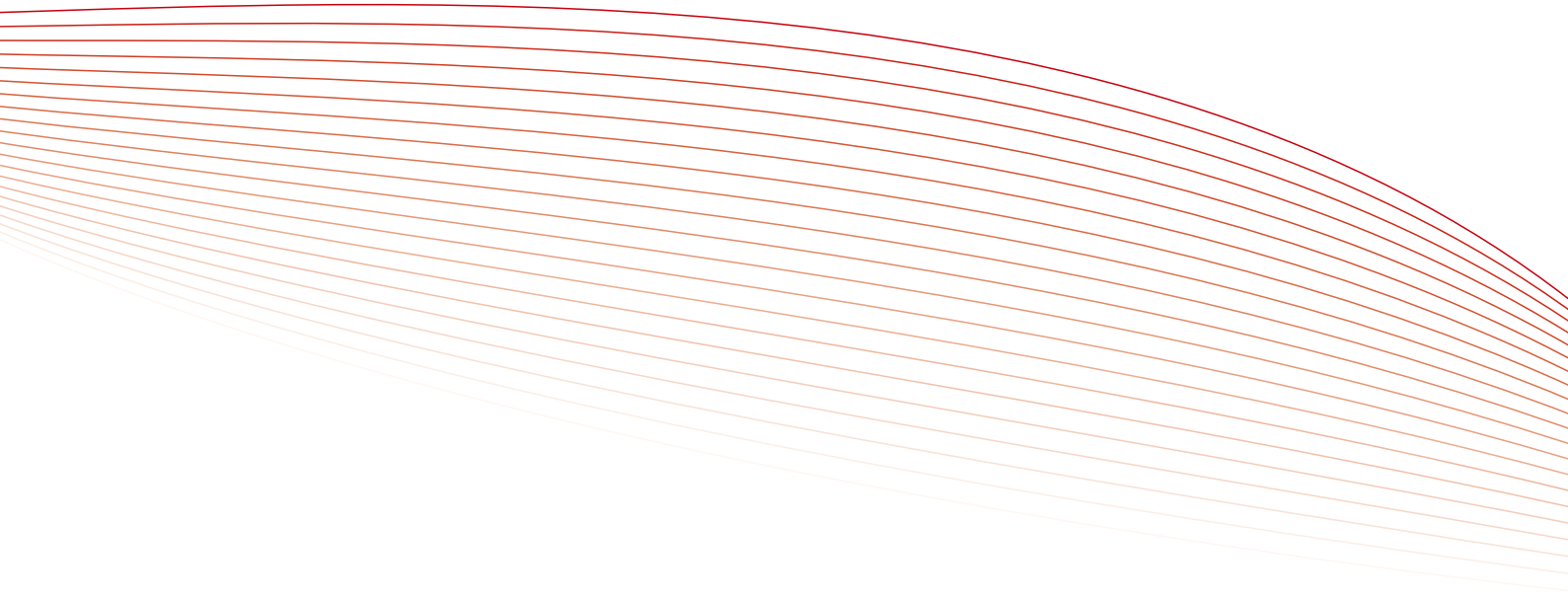
朗兆实业
LANGZHAO INDUSTRIAL

锅炉三维膨胀测量仪

为锅炉安全经济可靠运行提供实时信息



深圳市朗兆实业有限公司



目录 Contents

前言	01
锅炉膨胀传统测量方式	02
锅炉三维膨胀测量仪	03
技术优势	05
技术参数	07
机械参数	08
产品附件	09
现场总线方案	13
现场安装	15



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等多种多样，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。

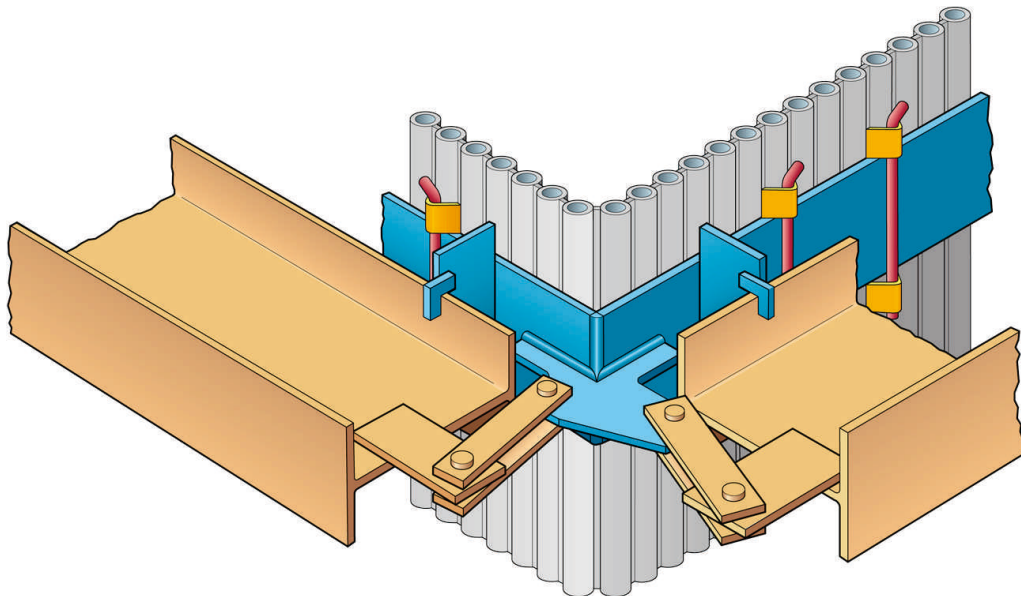
若发生膨胀受阻却不能及时发现的地方，会导致管、屏因膨胀受阻产生严重变形，在长期作用下，导致管屏的焊口部位产生了应力集中问题，造成焊口部位发生金属疲劳，达到金属疲劳临界点时即导致焊口开裂，发生泄漏事件。

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的膨胀情况具有特别重要的意义。

目前，国内火力发电机组大都采用机械式膨胀指示器来进行膨胀监测，此类装置测量精度低、数据偏差大，对锅炉本体膨胀测量不准确，且只能就地指示，无法实现电子化和信息化，膨胀数据的收集和整理难度大。导致目前锅炉的爆泄事故分析无法获得足够的支撑，只能采用定性分析的手段，给锅炉安全提升造成了瓶颈。

随着国内对火力发电机组AGC性能的考核更加严格，火力发电机组参与深度调峰，机组负荷变动大，机组设备膨胀变化激烈，“四管”爆泄风险增加。

针对以上问题，加强膨胀监测是应对锅炉以上风险的有效手段之一。我公司推出锅炉三维膨胀测量仪能实时监测锅炉关键点的三维膨胀量，对锅炉膨胀进行实时、全自动的测量和记录。为机组运行人员提供完整实时的锅炉膨胀信息，有助于摸清锅炉膨胀特征，对膨胀异常部位进行重点检查，进一步提升锅炉运行安全。为智慧电厂和大数据分析（炉管寿命分析）提供有效的数据保障。

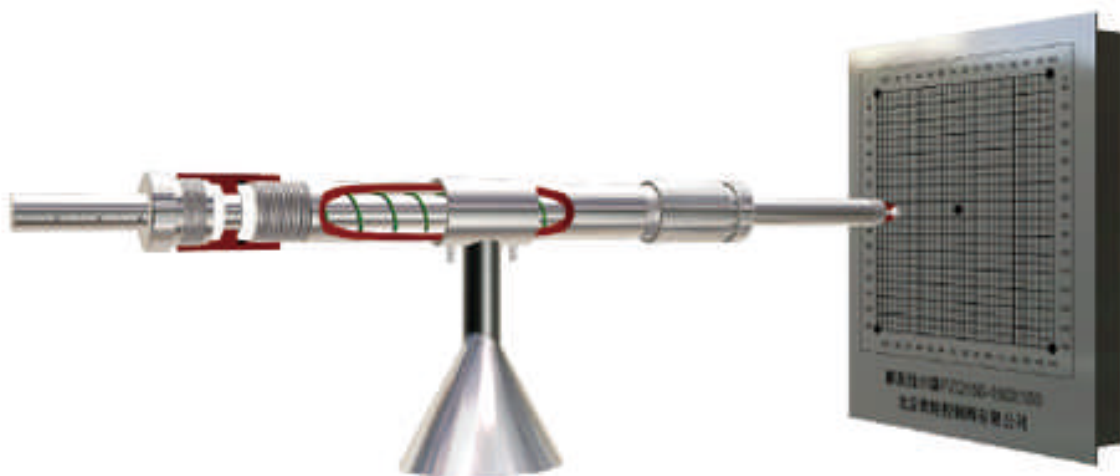


锅炉膨胀传统测量方式

目前，锅炉膨胀测量都采用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连接杆与锅炉监测点连接，指针在指示面板上指示x、y方向膨胀量，在面板垂直方向上，指针上也记有刻度用于指示z方向膨胀量。指示器指针采用滚珠式设计，减小对指示面板的损伤。

机械式锅炉膨胀指示器数据读取非常困难，需要人工爬到安装点进行参数的读取，费时费力，还容易造成数据的遗漏，无法查询历史数据进行分析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。

锅炉三维膨胀测量仪

深圳市朗兆实业有限公司采用专利技术，与国内知名高校合作，最新研发的锅炉三维膨胀测量仪，将膨胀点的三维膨胀量实时提供给运行人员。运行人员可以及时发现点火升压不当或安装、检修不良引起的设备变形，防止膨胀不均发生裂纹和泄露，对锅炉的安全性提供了监测依据，既节省了人力物力，又能保证实时监控锅炉膨胀情况，对可能发生的危险做到及时的分析预判，从而避免设备的损坏，对锅炉的安全运行提供了有效的保障。为智慧电厂和大数据分析（炉管寿命分析）提供有效的数据支撑。

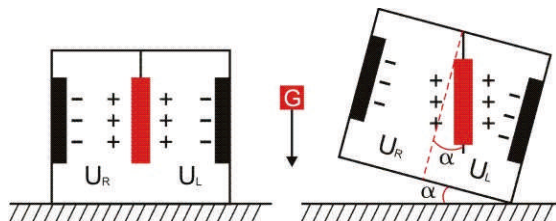
深圳市朗兆实业有限公司生产的锅炉三维膨胀测量仪，采用一体化结构设计，一个测量仪同时输出X、Y、Z轴的膨胀量和三轴的膨胀角度，满足智慧电厂建设需要，围绕智能工厂工业互联网系统构建，支持IEC61158 定义的主流工业以太网和现场总线网络的架构。可提供HART、Modbus、Profibus PA、TC/PIIP等通讯方式及4-20mA模拟量信号输出。



核心技术

测量原理

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。



UR, UL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，UR, UL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。

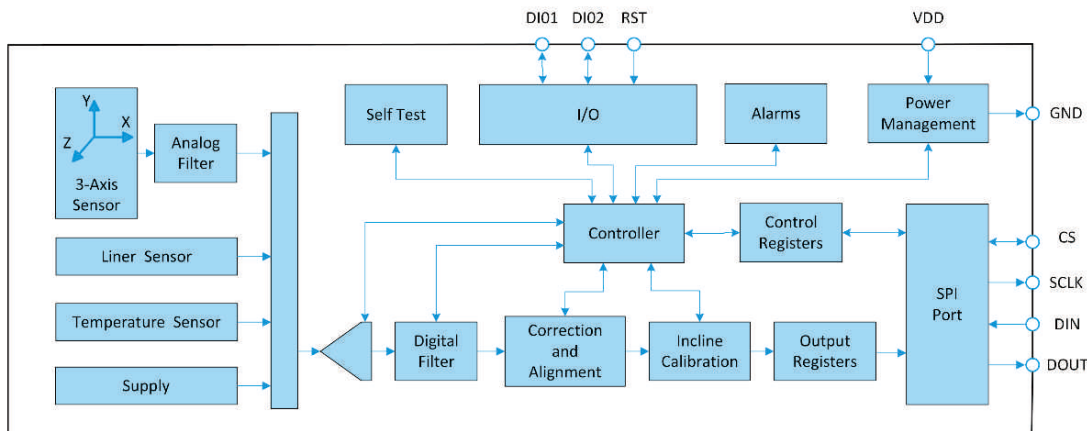
$$\alpha = K * U_R / U_L;$$

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，UR, UL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。

数据处理

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。



技术优势

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，由于振动或冲击的存在，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。BEM锅炉三维膨胀测量仪采用独特的密封封装技术，能够耐受极高的环境温度，且能有效防止湿气和污染形成的腐蚀，使其在高冲击和振动环境中变得牢固可靠。

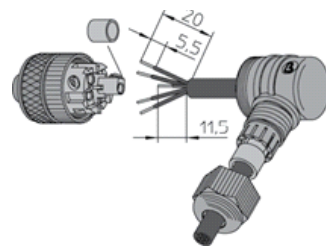
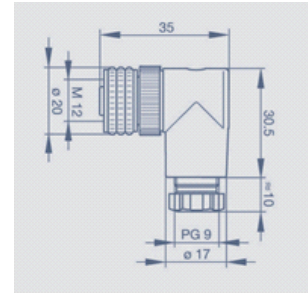
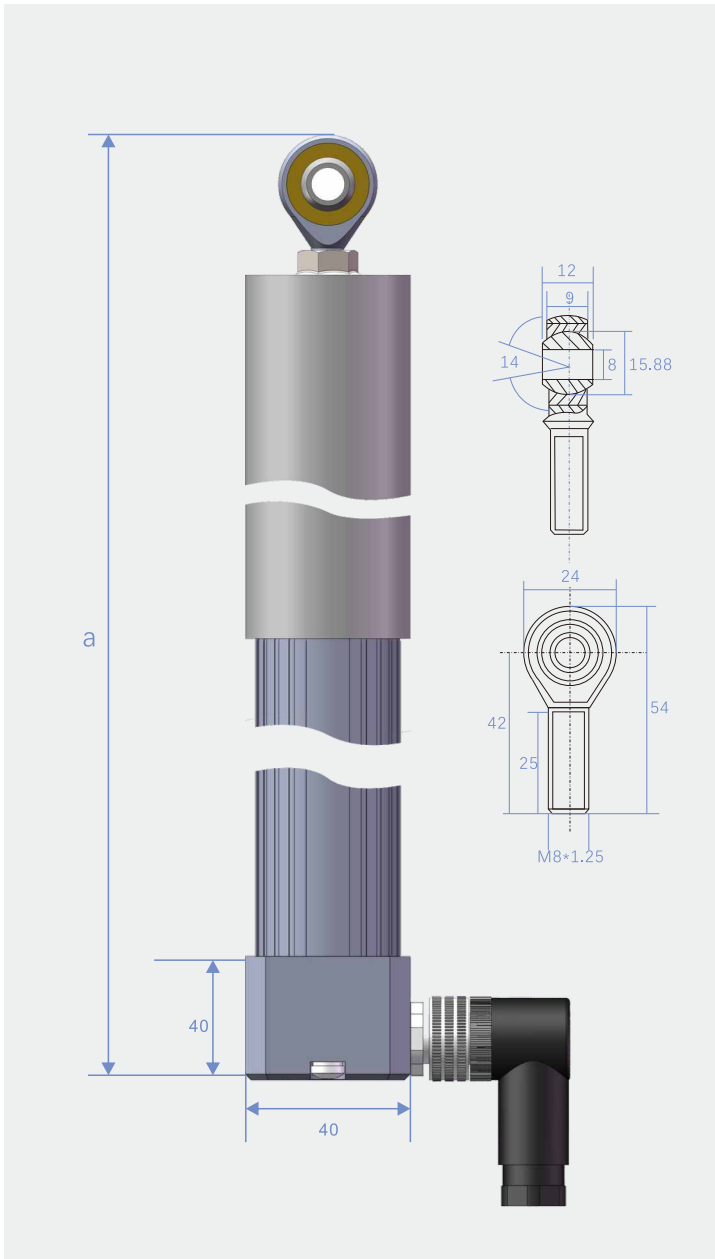
- BEM锅炉三维膨胀测量仪采用一体化结构设计，同一个传感器同时输出X、Y、Z轴三个方向的膨胀值。
- BEM锅炉三维膨胀测量仪精度等级高于0.4级。
- BEM锅炉三维膨胀测量仪配备液晶显示仪表，方便运行人员就地操作与设备检查。
- BEM锅炉三维膨胀测量仪满足智慧电厂建设需要。围绕智能工厂工业互联网系统构建，测量装置支持IEC61158 定义的主流工业以太网和现场总线网络的架构。可提供HART、Modbus、Profibus PA、TC/PIIP等通讯方式及4-20mA模拟量信号输出。
- BEM锅炉三维膨胀测量仪具备可编程及数据存储技术应用，满足智慧电厂大数据分析等智能化需要。
- 偏置稳定度：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。BEM锅炉三维膨胀测量仪具有自主知识产权，一体化结构设计，现场安装调试简单；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：BEM锅炉三维膨胀测量仪选用新一代低噪声、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：BEM锅炉三维膨胀测量仪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 = 3.6 V、1000小时）、温度循环（-55°C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。BEM锅炉三维膨胀测量仪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。
- IP67防护等级

技术参数

型号	BEM050	BEM100	BEM150	BEM200	BEM250	BEM300	BEM350	BEM400	BEM450	BEM500	
电气参数											单位
工作量程	标准量程自50mm至500mm, 每50mm递增										mm
电气行程	56.2	106.4	156.6	206.8	257.0	307.2	357.4	407.2	457.8	508.0	±0.2mm
标准阻值	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	kΩ
阻值公差	20										±%
独立线性	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	±%
可重复性	通常0.05										mm
滞后	通常0.25										mm
滑刷正常工作电流	≤1										μA
致故障时滑刷的最大电流	5										mA
允许最大工作电压	30										V
工作电压输出率的有效温度系数	通常15										ppm/k
绝缘阻抗 (500 VDC)	≥10										MΩ
绝缘强度 (500 VDC, 50Hz)	≤100										μA
机械参数											
基片全长	60.2	110.4	160.6	210.8	261.0	311.2	361.4	411.6	461.8	512.0	±0.2mm
机械尺寸	89.6	140.4	191.2	242.0	292.8	343.6	394.4	445.2	496.0	546.8	±0.5mm
起始区间	19.3	19.6	19.9	20.2	20.5	20.8	21.1	21.4	21.7	22.0	±1mm
宽度	21										±0.5mm
厚度	1.65										±0.15mm
环境参数											
工作温度范围	正常-25....+105(-40....+125时, 性能要有一定局限)										°C
工作湿度范围	0...95(无冷凝)										%R.H.
抗振动标准 DIN IEC 68T2-6	5...2000										Hz
	Amax=0.75										mm
	amax=20										g
抗冲击标准 DIN IEC 68T2-27	50										g
	11										ms
寿命	>25×10 ⁶										次
最大运行速度	1.0										m/s最大
位置触点缓冲压力	2										±1N
防护等级 DIN 60529	IP67(电气连接体除外)										

机械参数



<p>缺口标记</p>	1=white (白色)	供电DC24V-
	2=brown (棕色)	通讯RS485+
	3=green (绿色)	通讯RS485-
	4=yellow (黄色)	无
	5=grey (灰色)	一形变量X输出4-20mA
	6=pink (粉色)	一形变量Y输出4-20mA
	7=bule (蓝色)	一形变量Z输出4-20mA
	8=red (红色)	供电DC24V+
<p>公头</p>	<p>母头</p>	

注：a为仪器总长度。（请对照前表）

本图片可能与实际选型的实物有不同，具体样式以选型实物为准。

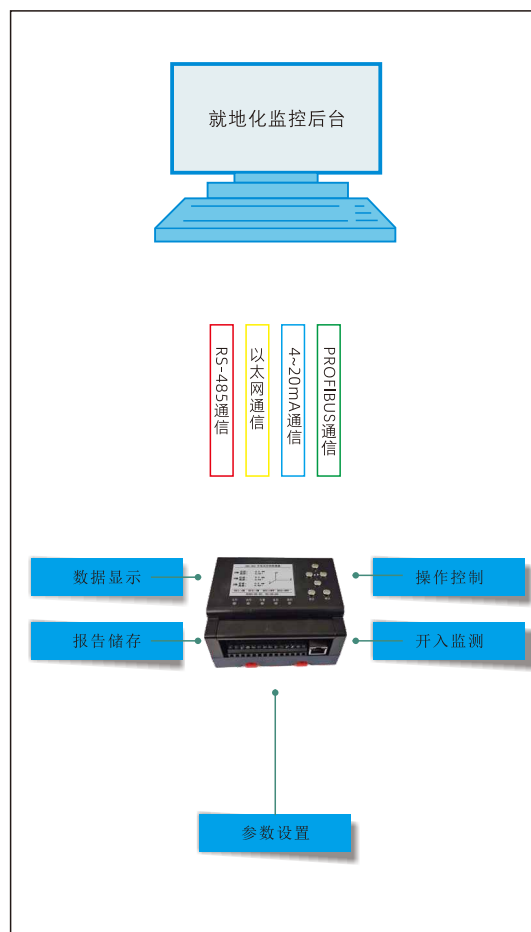
注：本图片接线方式可能与你所需求的产品接线方式不同，具体以采购产品选型为准。

1、锅炉三维膨胀测量传感器终端

● 产品功能

锅炉三维膨胀测量传感器终端同对应的位移传感器配套使用，是一款集数据显示、报告存储、参数设置、操作控制、开入监测、4~20mA输出及多种通信于一体的显示传感终端，终端既可以单独导轨安装，也可以组屏。

功能	功能描述
数据显示功能	X、Y、Z三轴位移
	X、Y、Z三轴角度
	DI/DO状态
报告存储功能	存储显示各类动作记录
	存储显示各类操作记录
参数设置功能	时间设置
	密码设置
	通信设置
操作控制功能	就地出口控制
	遥控出口控制
开入监测功能	开关量监测
4~20mA输出功能（可选）	X、Y、Z三轴位移4~20mA输出
通信功能	RS-485通信（可选）
	PROFIBUS通信（可选）
	以太网通信（可选）



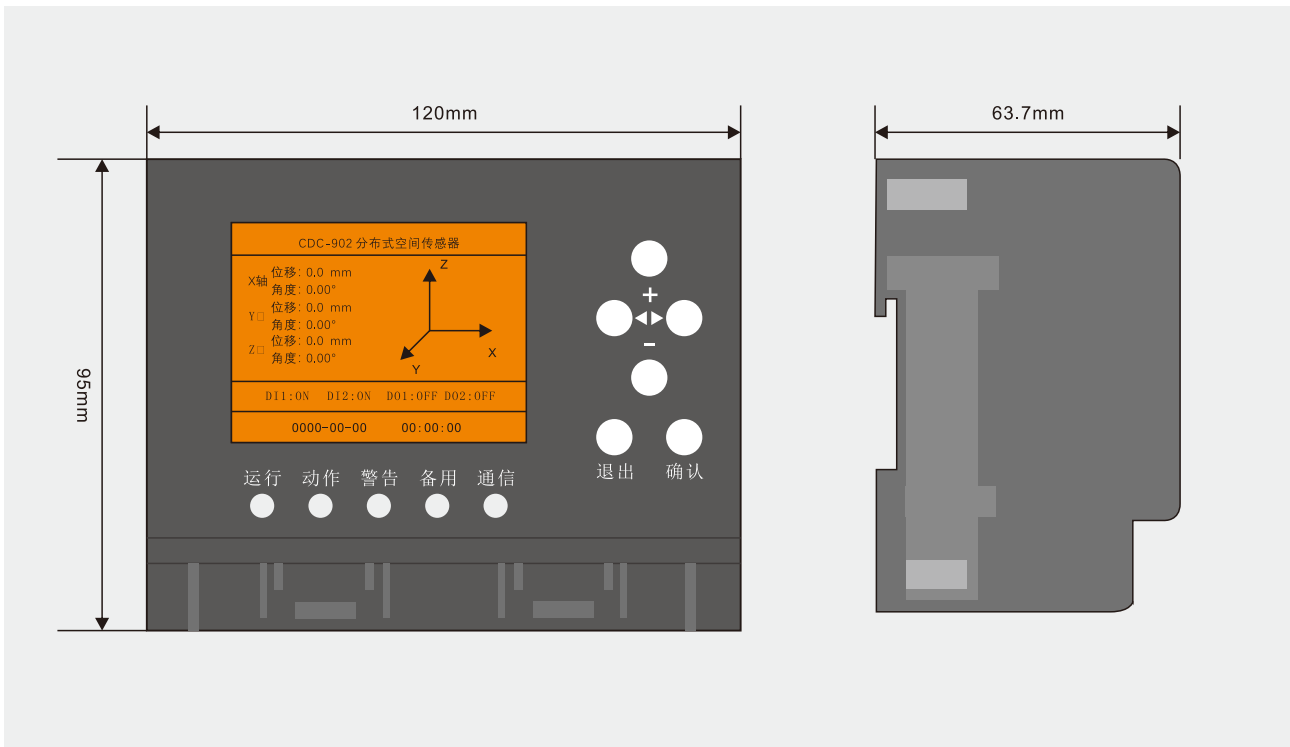
● 接线说明

显示终端端子接线采用下接线方式，双排并列段子，安装配线方便。具体定义如下：

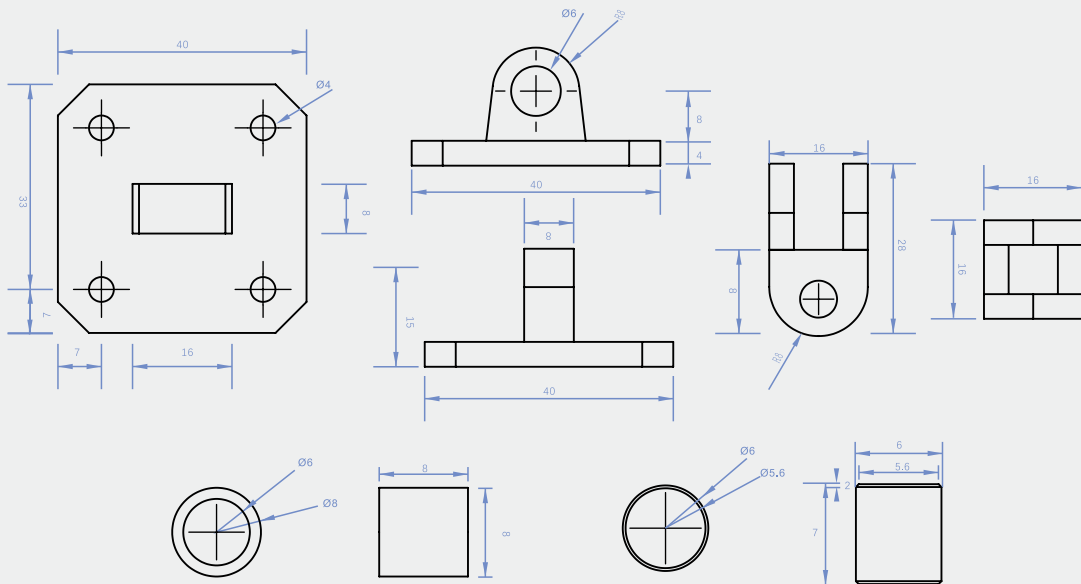
电源		开关量输入			继电器输出			第1路4-20mA		第2路4-20mA		第3路4-20mA		
L/+	N/-	ICOM	IN1	IN2	OCOM	RL1	RL2	A1+	A1-	A2+	A2-	A3+	A3-	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29 以太网
PGND	A+	B-	24V+	24V-	485A+	485B-	RCOM	PA+	PB-	PCOM	FA+	FB-	FCOM	
大地	传感485		24V电源		485总线		PROFIBUS总线			FF总线				

装置电源采用交/直流220V电源供电。

● 外观尺寸

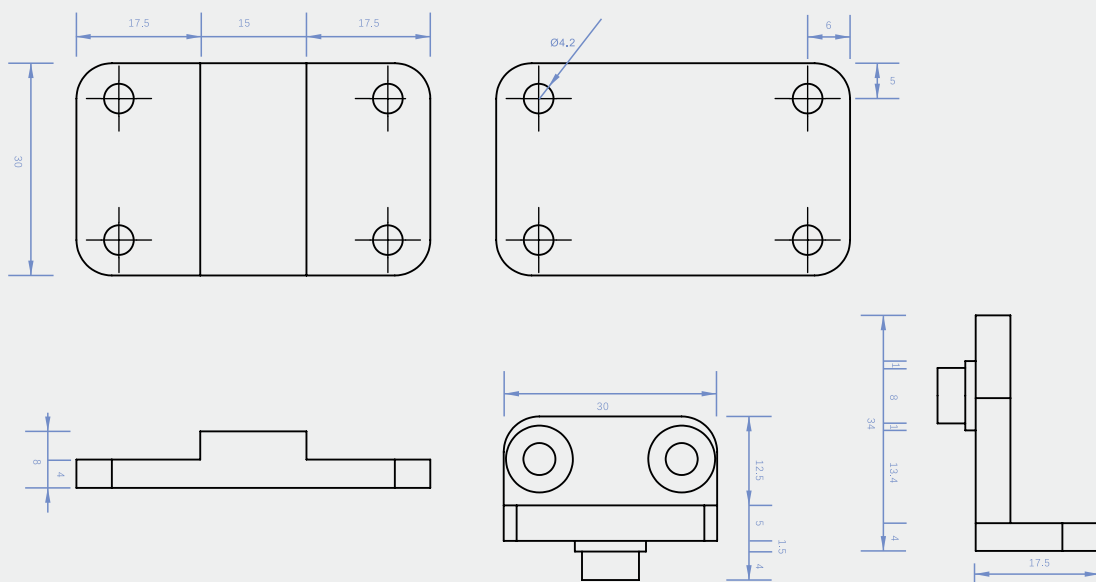


2、锅炉三维膨胀测量传感器万向节



材质：不锈钢、铜

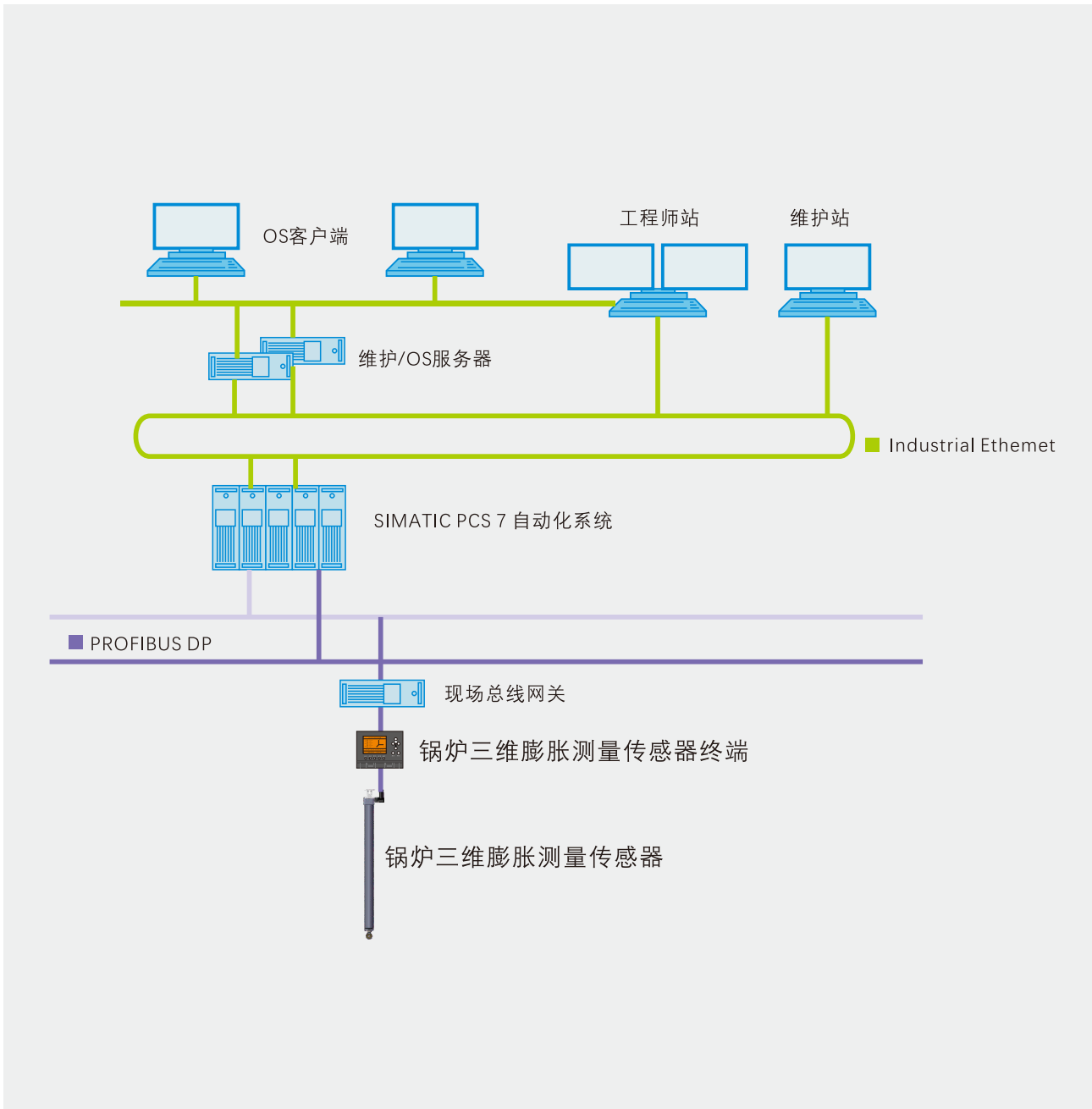
3、锅炉三维膨胀测量传感器鱼眼轴承接头



材质：不锈钢、铜

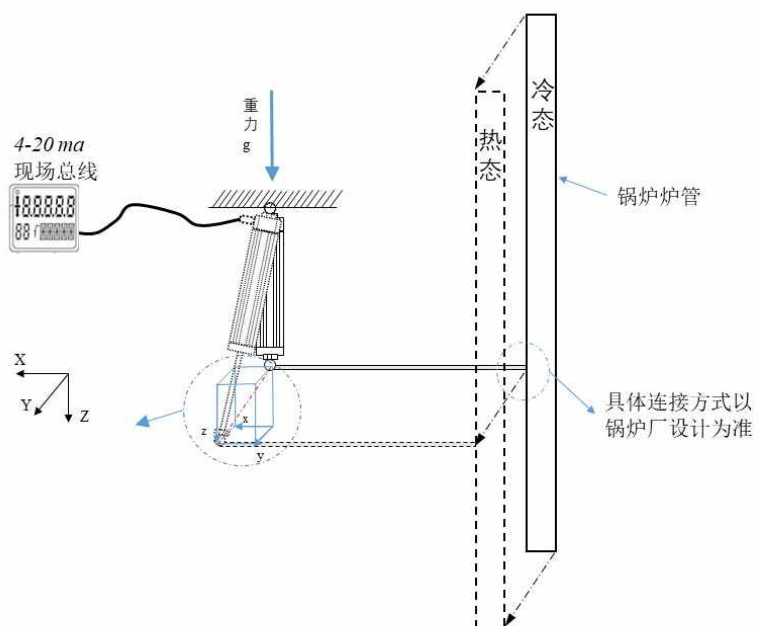


现场总线方案

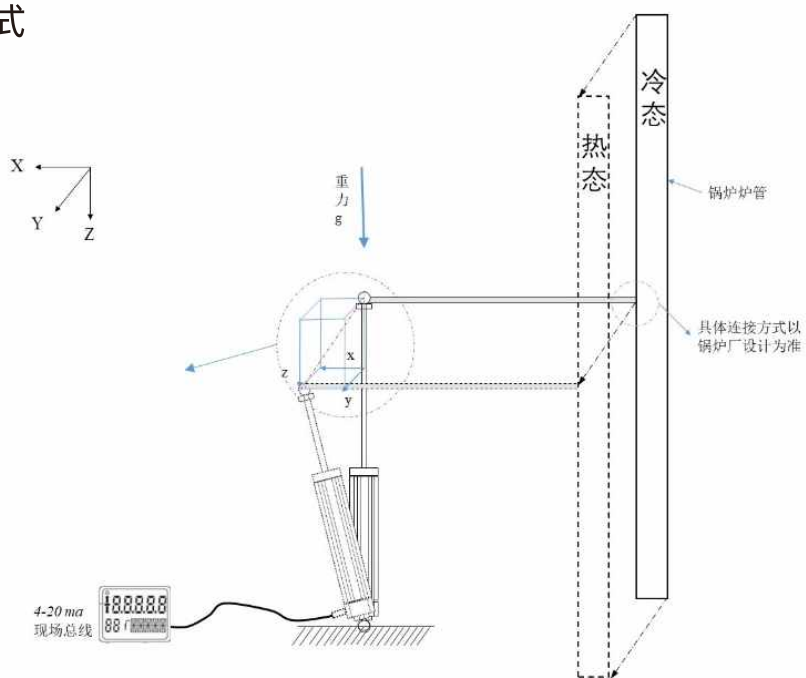


安装示意图

上部安装方式

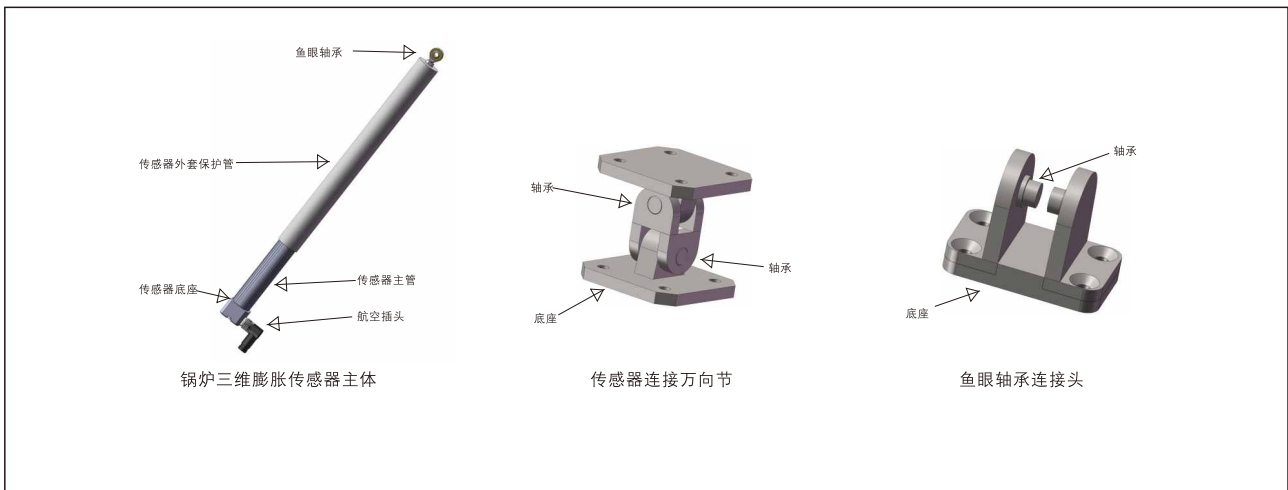


下部安装方式

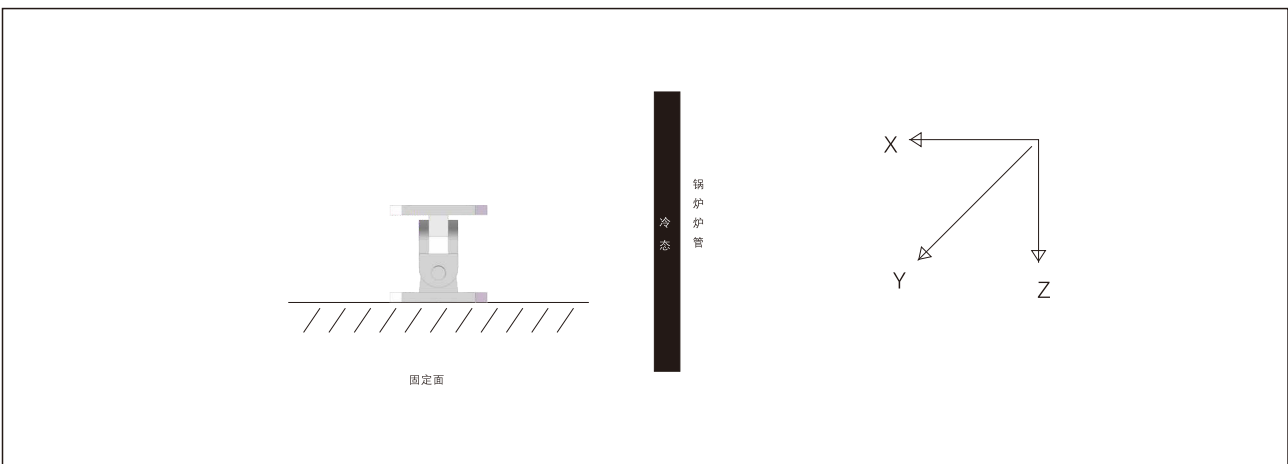


现场安装

1、锅炉三维膨胀传感器各部位名称

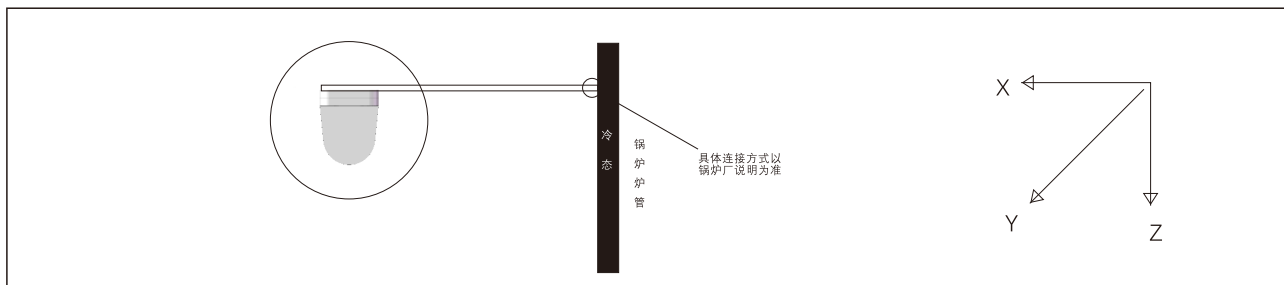


2、传感器万向节的安装



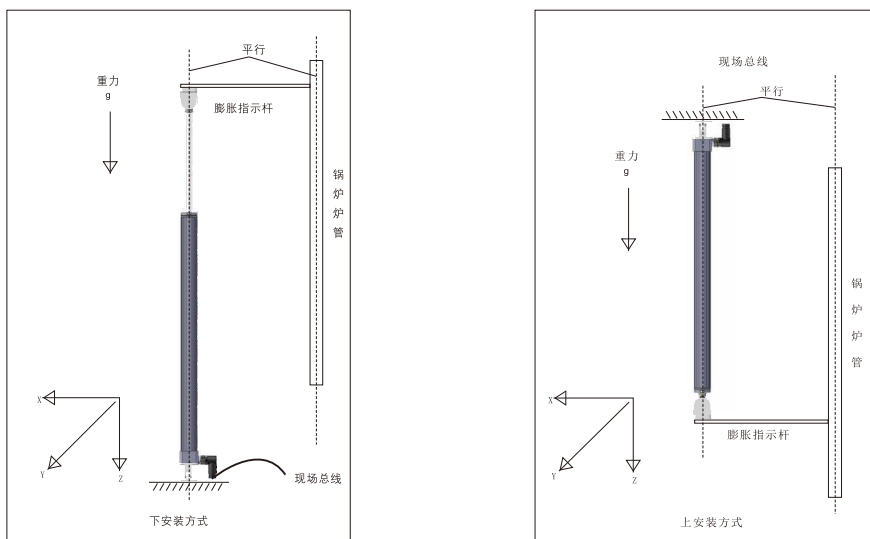
按锅炉厂说明书找准锅管膨胀点的坐标轴方向，把传感器连接万向节的坐标轴X/Y轴的方向同锅炉炉管膨胀点的X/Y膨胀方向保持一致（根据各锅炉厂说明书）安装在锅炉体外的固定位置，传感器连接万向节上部轴承长度中心线方向为X方向。

3、鱼眼轴承连接头的安装方法。



把鱼眼轴承连接头按照锅炉膨胀的X/Y轴安装在锅炉膨胀标志杆上，连接头轴承的长度中心线方向为Y方向，保持鱼眼轴承的X/Y轴安装方向同锅炉膨胀的X/Y轴方向一致。

4、传感器主体的安装方法。



安装传感器，使鱼眼连接头、传感器及传感器万向节接头的三个垂直中心线同炉管Z轴（重力g方向）一致并在一条延长线上，把传感器的底座固定安装在传感器万向节上，航空插头保持在传感器后面X轴方向。根据安装方式（上、下安装方式）闭合或拉出膨胀杆把膨胀指示点标志杆上的鱼眼轴承连接头同仪器上的鱼眼轴承相连接后固定。

安装航空插头引出电源及数据线接入锅炉三维膨胀测量仪终端或现场总线。



朗兆实业
LANGZHAO INDUSTRIAL

深圳市朗兆实业有限公司

地址：深圳市福田区上步中路深勘大厦 1801-02 室 518028

电话：0755-83755805/06 传真：0755-83755022

网站：www.bestir.com.cn 电子邮箱：sales@bestir.com.cn