
我们在中国…

本特利产品相关服务介绍
2011, 10

曹琛

中国区服务经理



我们的产品...

管理软件

System1
Rulepack & Decision Support
Bently Balance
Bently performance
Efficiency Map

巡检监视 DSM

在线监测与保护

3500
3500/E
1900

离线监视与诊断 ADRE408 Snapshot

传感器

3300XL 涡流
振动速度与加速度
LVDT

校验与试验

TK3
Rotor kit
Recip kit



我们的领域...



煤电/燃机



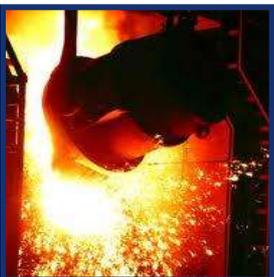
油气



水利



风能



冶金



纸业



分布式能源



核能

我们的能力...

工程服务

机器故障诊断

机械与电气设计

机器效能分析

机柜成套

远程分析与诊断

设备安装与调试

产品维修

设备校验

人员培训

在线技术支持



我们的队伍...

服务部
总监

系统及仪表
服务经理

机械故障诊
断服务经理

技术支持
经理

培训部
经理

项目
经理

系统及仪表
团队
现场经理
调试工程师
设计工程师
集成工程师
SSA专员
性能分析工程师

故障诊断
团队
机械故障诊断工
程师

技术支持
团队
技术支持工程师

培训
团队
技术培训工程师

服务部
安全经理

服务人员100%大学及以上学历

我们的优势...

- 全球资源共享
- 完备的知识体系及标准
- 系统的培训制度及设施
- 标准的流程和项目管理
- 精益的质量标准和控制
- 广泛的横向交流与合作
- 高效的工具利用

我们的**愿景**...

成为一支**技术领先**、具备广泛**行业知识**，与客户**共同成长**的
专业化服务团队

我们的关注…

保护您的资产，

从
到

规划，设计，工程，调试，投运

维护、故障诊断、改造和更新…

实现全程关注，帮助您最小化低效运行和故障
停机时间，最大化资产产出。



TSI系统选型、维护与故障判断

2011本特利内华达用户年会



曹琛

服务经理

本特利中国区

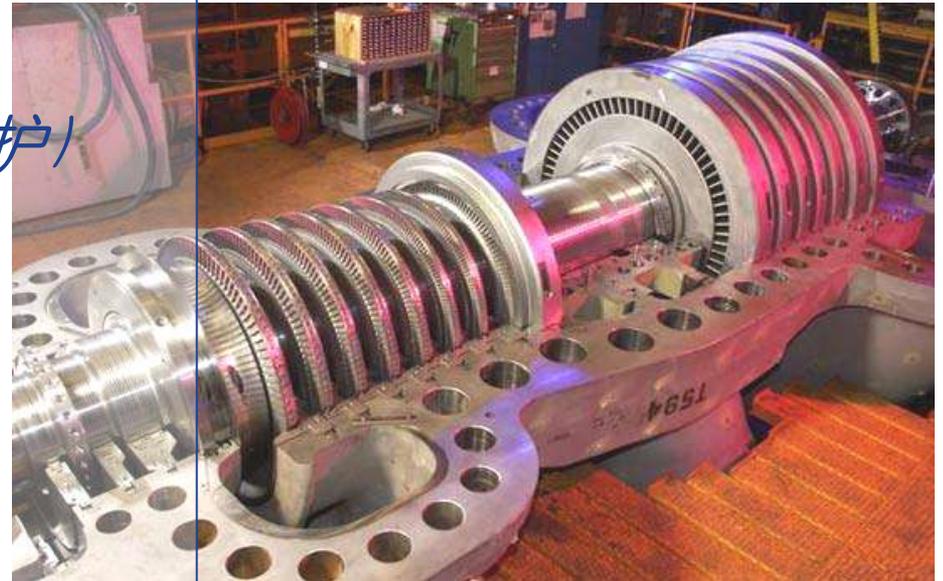
2011年10月



GE imagination at work

TSI典型测量与保护参数

- 振动-> 轴振/瓦振/复合振
位移/速度/加速度
- 轴位移
- 胀差
- 偏心
- 转速 (零转速、超速保护)
- 键相
- 缸胀
- 阀位
- 温度



GE D-11 HP-IP Steam Turbine

传感器

涡流传感器



地震式速度
传感器



加速度
传感器



Velometer
传感器



- 将测量参数转换为与之成正比的电信号
- 传感器受到测量原理和制造工艺的限制，没有一种传感器可以适合所有场合的应用要求

传感器选型考虑因素

- 机器转速
- 轴瓦类型
- 振动信号频率范围
- 振动烈度（幅值）
- 环境要求（温度/防爆）
- 安装方式

- 涡流传感器
频率范围：0…10 KHz
量程：2mm~25mm
- 地震式速度传感器
频率范围：4.5…1 KHz
量程：0~25mm/s
- 加速度传感器
频率范围：0.2…20 KHz
量程：多样化

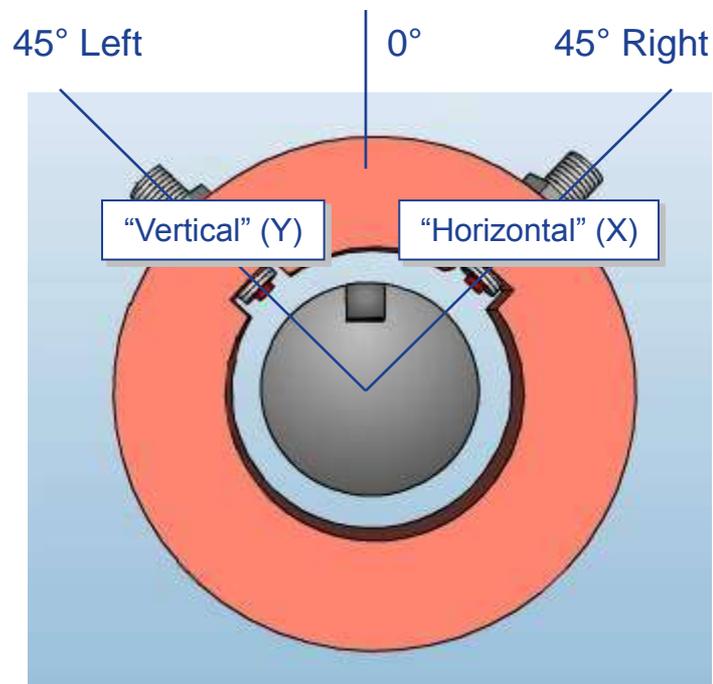
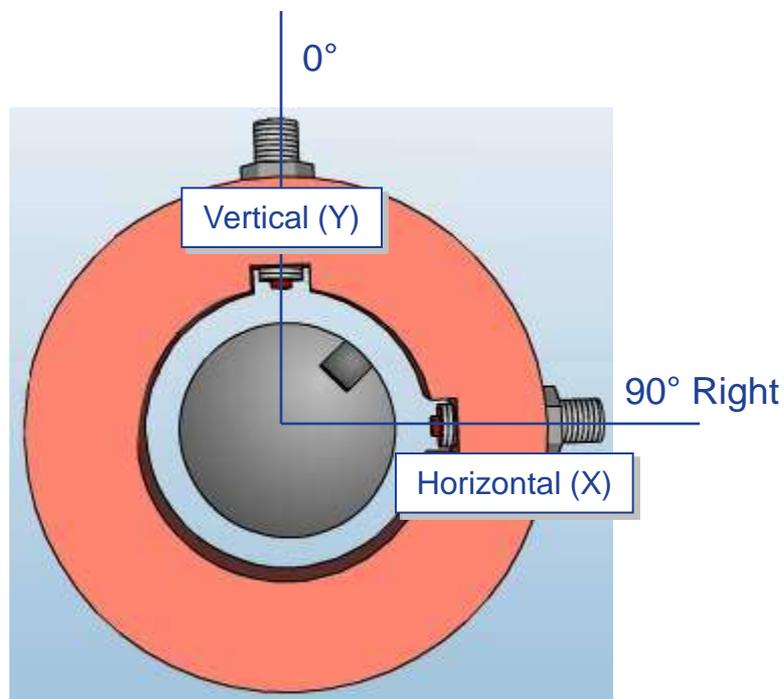
监视器选型考虑因素

- 设备等级 -> 监视策略：在线、扫描、离线
- 现场条件（距离/干扰）
- 防爆要求
- 冗余要求
- 与其它系统的连接要求

TSI设计要点

- 安装方向
- 现场安装方式，防爆要求
- 信号连接 -> 单点接地实施 / 全程屏蔽
- 信号电缆长度要求，防爆环境计算
- 监视器集成：接地、散热、屏蔽

传感器安装方向



- 水平机器：从驱动端向非驱动端看，0度在垂直方向
- 垂直机器：从上往下看，正北向为0度
- XY布置符合直角坐标系

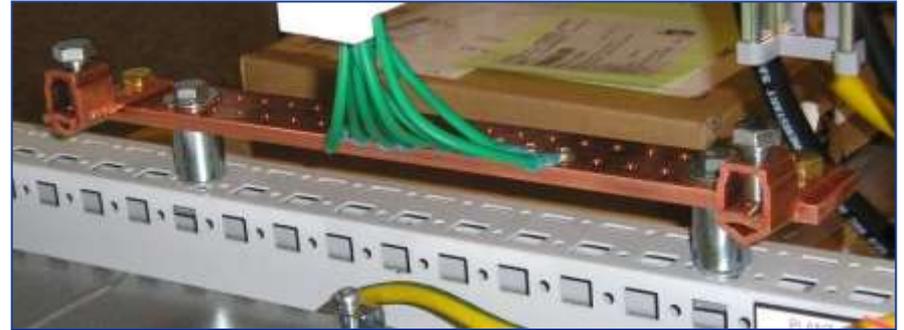
现场安装要求

- 安装空间限制?
- 传感器的保护方式?
- 端子箱安装位置?
- 本安/隔爆?

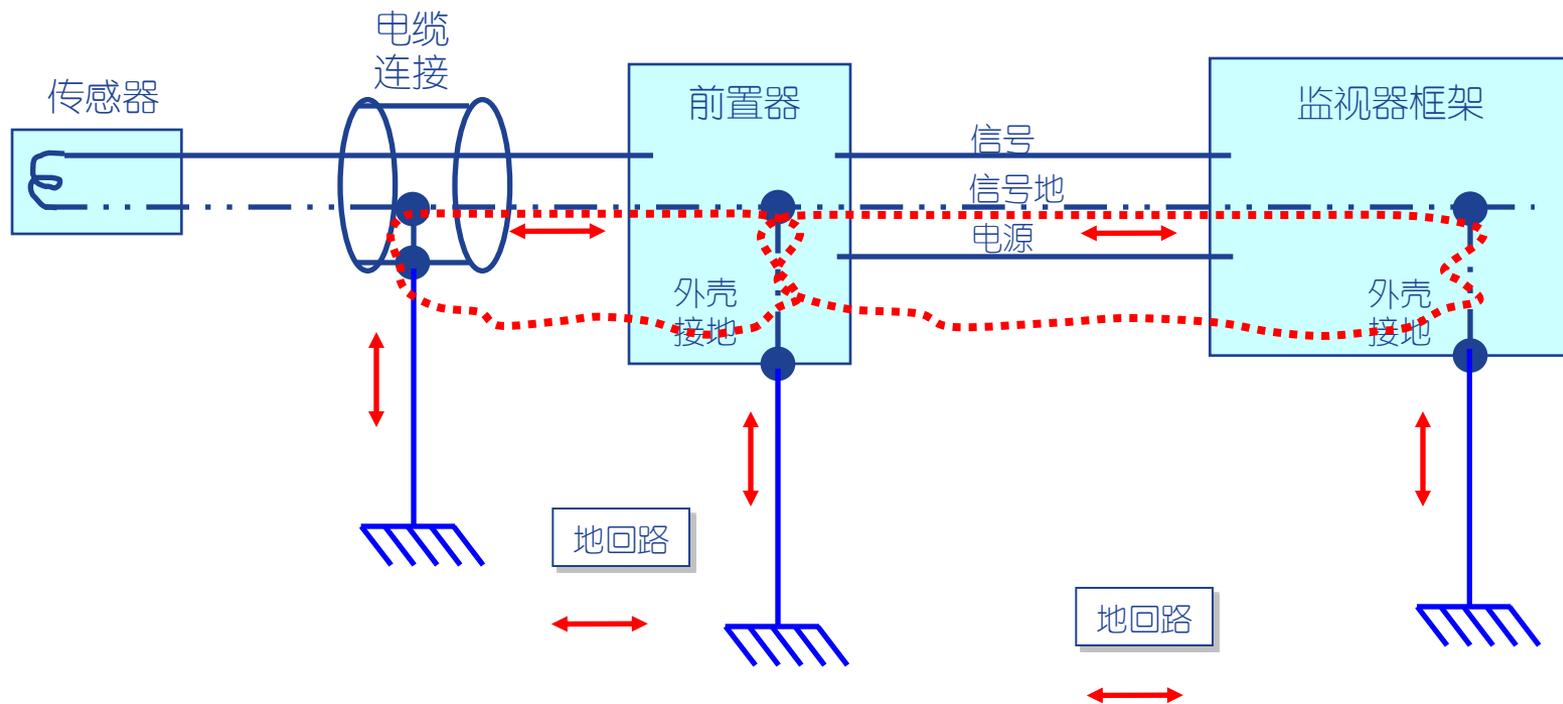


地的概念

- 保护地 / 安全地
- 信号地 / 仪表地 / 0V
- 本质安全地
- 单一地网
- 单点接地

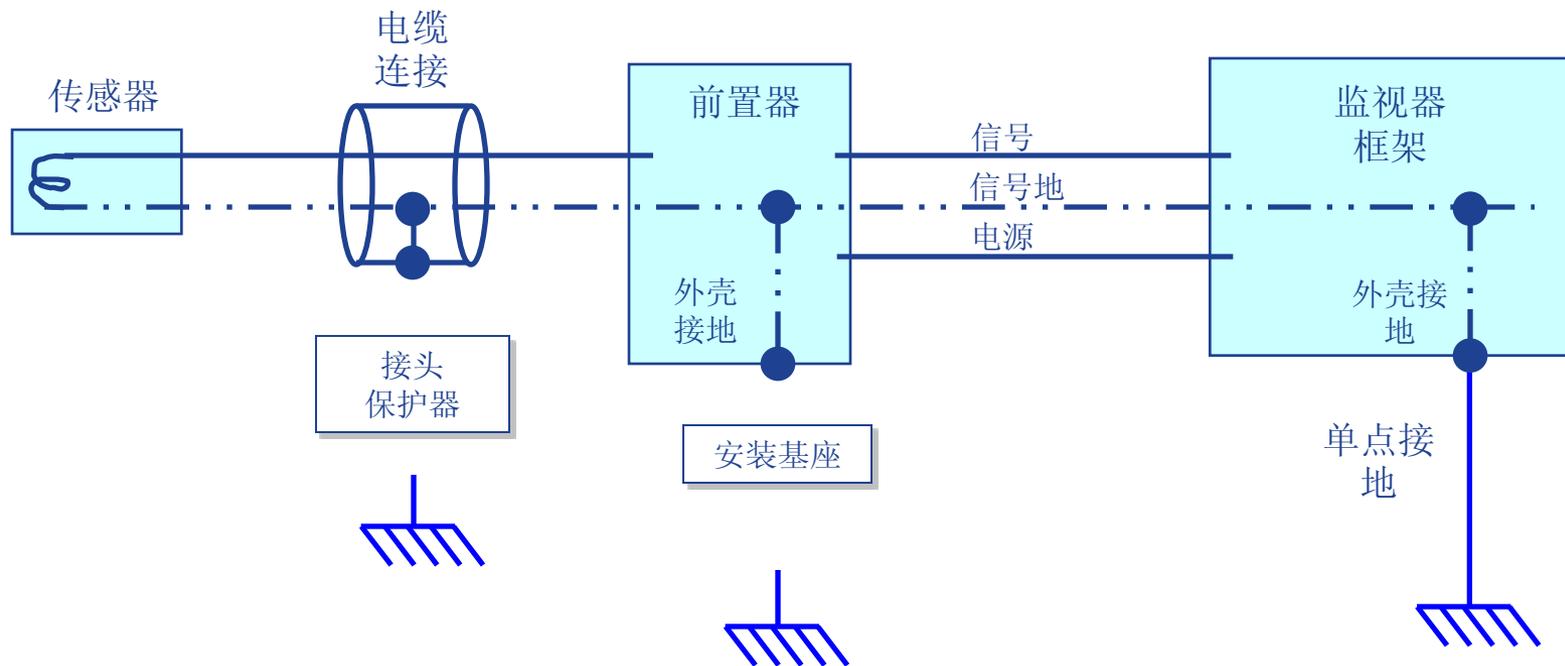


单点接地 地回路



任何接地点之间的电压差都将导致电流回路，导入干扰信号。

单点接地 TSI仪表接地

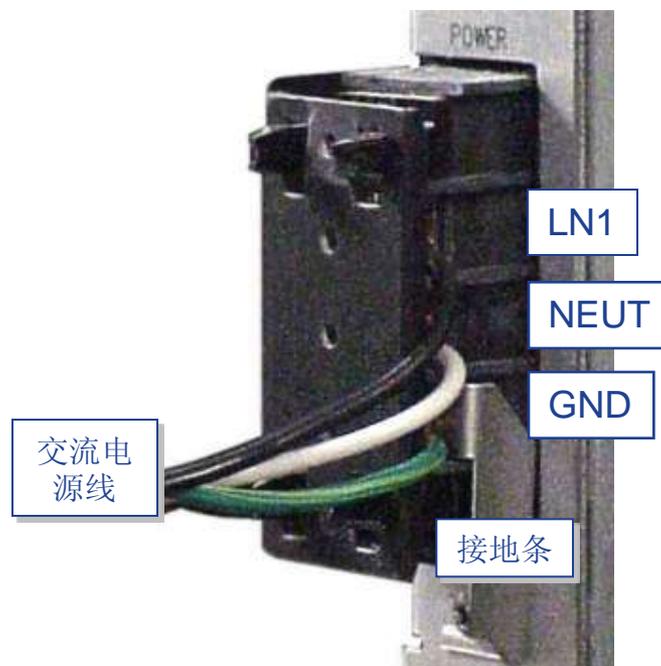


将延伸电缆接头和前置器外壳与地之间进行绝缘处理，消除地回路

单点接地 TSI仪表接地

最佳实践（非安全栅安装方式）：
整个TSI的接地，包括COM、屏蔽线、保护地，都通过
框架接地接至地回路。

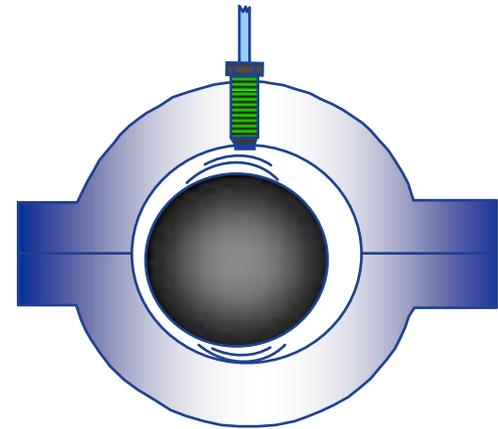
本特利框架的保护接地通常
在电源卡的GND端子接地



动态测量参数

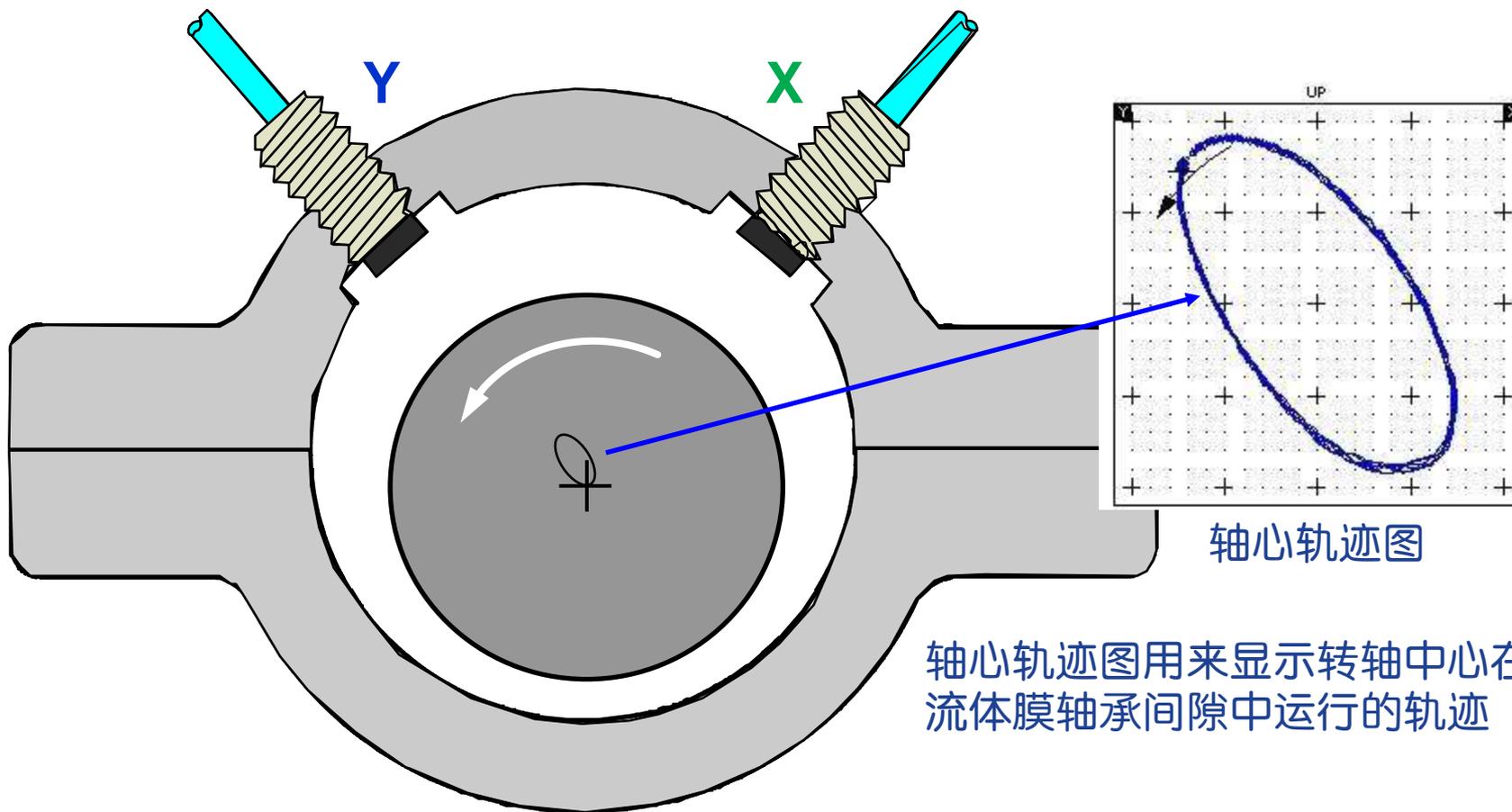
轴振动(相对振动)

- 测量轴相对于轴瓦的运动
- 使用涡流传感器
- 以位移量 $\mu\text{m}(\text{mil})$ 为单位
- 测量峰峰值
- X/Y方向安装
- 振动幅值对应传感器输出电压交流成分，相对位置对应直流成分



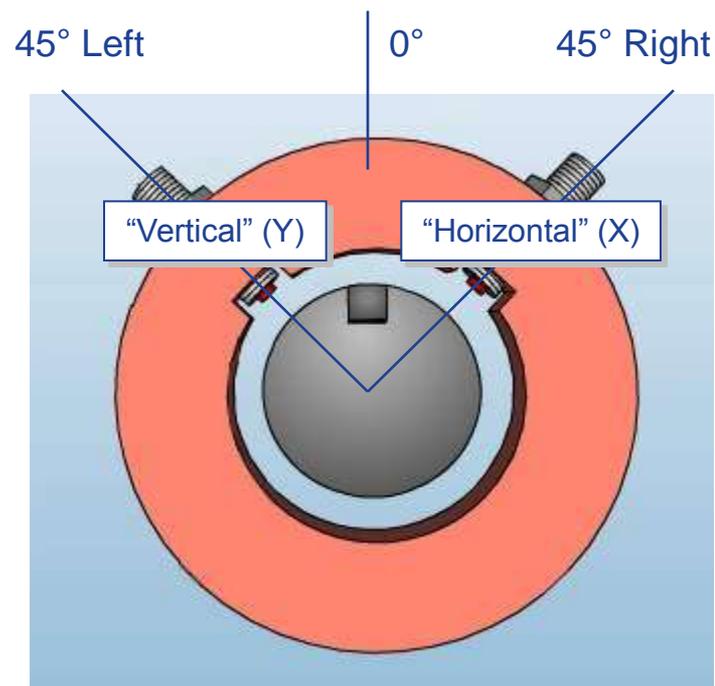
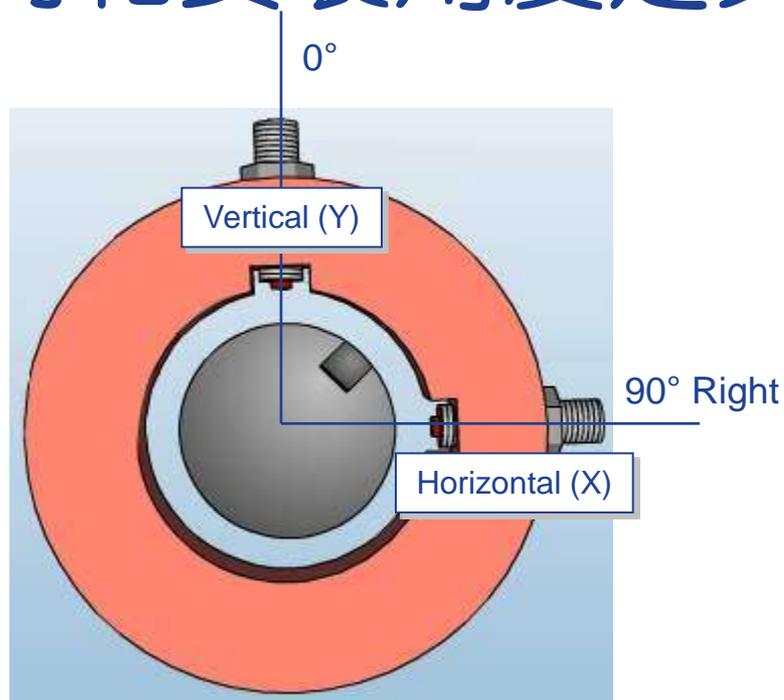
动态测量参数

轴振动(相对振动)



轴心轨迹图用来显示转轴中心在流体膜轴承间隙中运行的轨迹

动态测量参数 方向和安装角度定义



- 水平机器：从驱动端向非驱动端看，0度在垂直方向
- 垂直机器：从上往下看，正北向为0度
- XY布置符合直角坐标系统

动态测量参数 轴振动幅值电压转换估算

- 振动峰峰值=
万用表测得电压 $\times 2.828 \div$ 传感器灵敏度

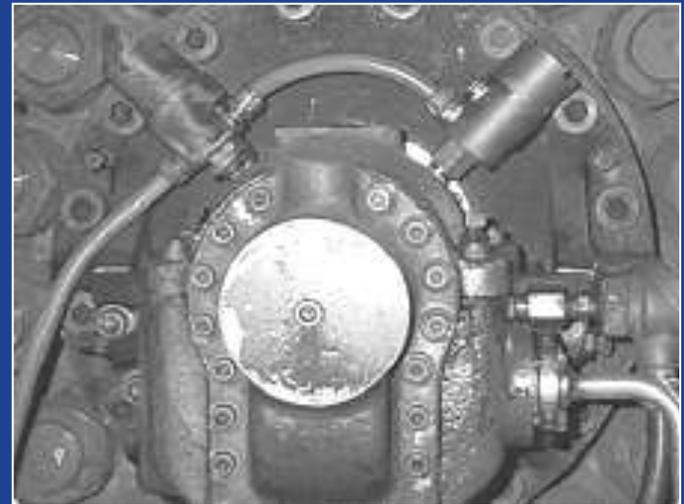
例如：

- 8mm 3300XL传感器，灵敏度=7.87V/mm，系统显示
125um p-p，实测万用表电压值应为：
- $0.125\text{mm} \times 7.87\text{V/mm} \div 2.828 = 0.348\text{V rms}$

动态测量参数 轴振安装要点

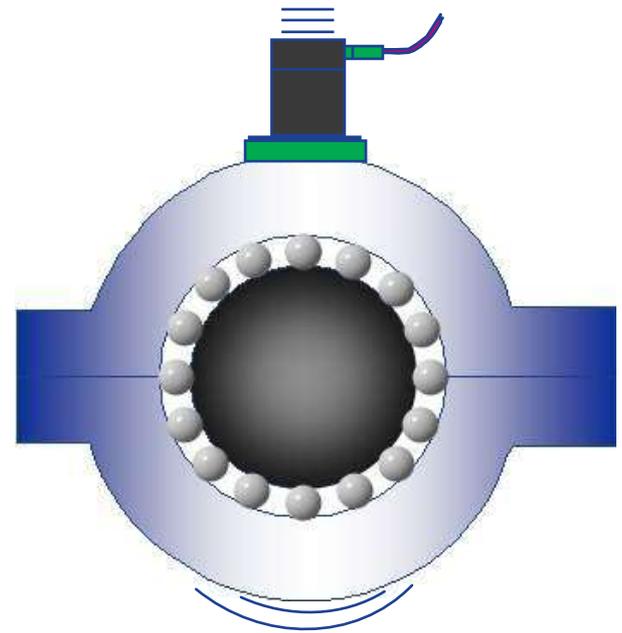
安装要点

- 间隙电压-10V
- 中间接头要绝缘
- 预置电缆连接要锁紧
- 前置器信号电缆要检查是否接紧
- 接3300XL压接型前置器，
- 最好使用1.0mm²以下信号电缆



动态测量参数 轴承振动(瓦振)

- 测量轴承相对于地的运动
- 使用地震式或压电式传感器
- 以位移/速度/加速度为单位
- 位移测量峰峰值，速度/加速度测量零峰值或者有效值
- 安装在轴瓦或与轴瓦连接的箱体上，振动敏感方向



动态测量参数 轴承振动传感器



地震式速度传感器
 mV/mm/s



压电式加速度传感器
 $\text{mV/mm/s}^2, \text{g}$

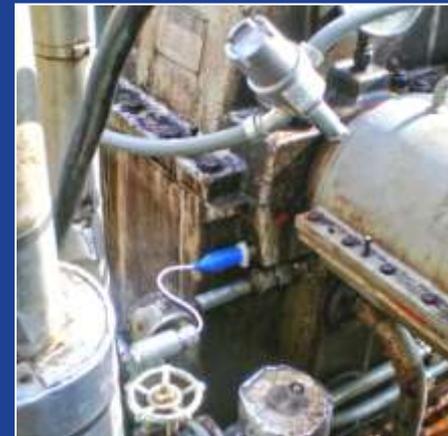


压电式速度传感器
 mV/mm/s

动态测量参数 轴承振动安装要点

安装要点

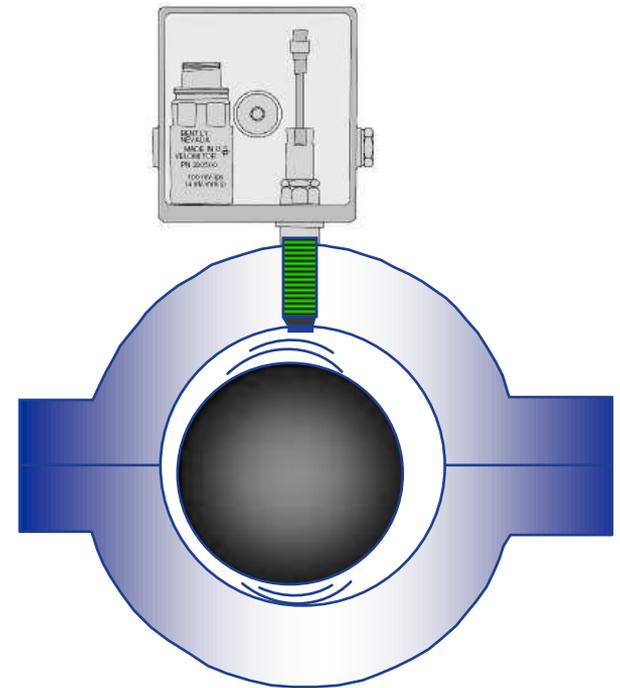
- 传感器安装平面及扭矩要达到要求
- 探头安装在保护罩内
- A/B两线接线准确
- 信号电缆屏蔽良好
- 无保护罩时使用双屏蔽电缆
- 安装完成后检查返回偏置电压
-10V ~ -13V 之间



动态测量参数

轴绝对振动(复合振)

- 测量轴相对于地的运动
- 轴振与瓦振信号叠加
- 以位移峰峰值单位
- 轴振与瓦振在同一位置测量



动态测量参数 复合振安装要点

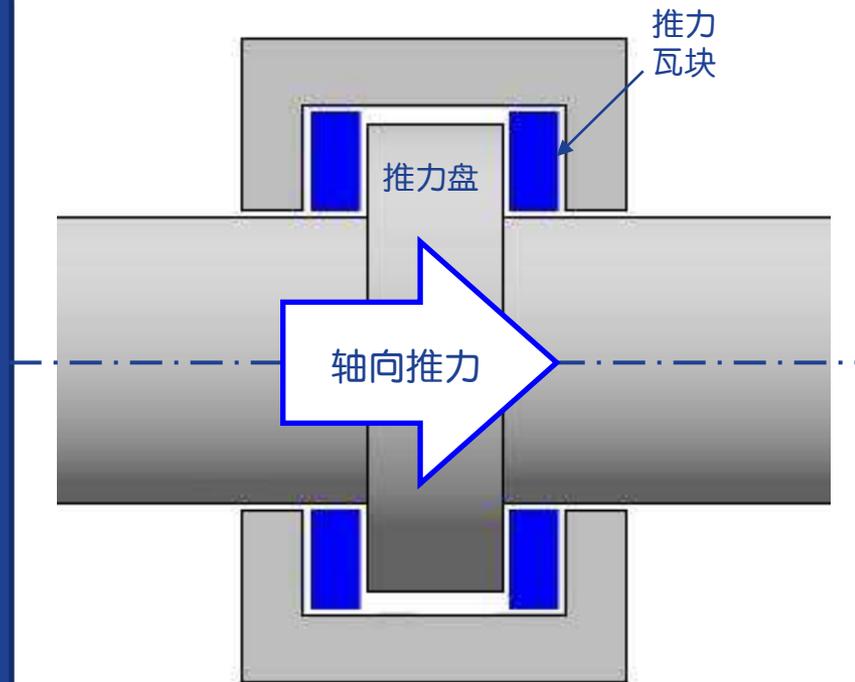
安装要点

- 轴振瓦振分别安装
- 同上述振动的安装要点



静态测量参数 轴位移(推力位置)

- 测量推力瓦块磨损程度
- 使用涡流传感器
- 以位移量mm为单位
- 静态值，无图谱信息
- 建议使用两个以上探头



静态测量参数 轴位移幅值电压转换估算

位移变化量=
前置器输出电压变化量 ÷ 传感器灵敏度

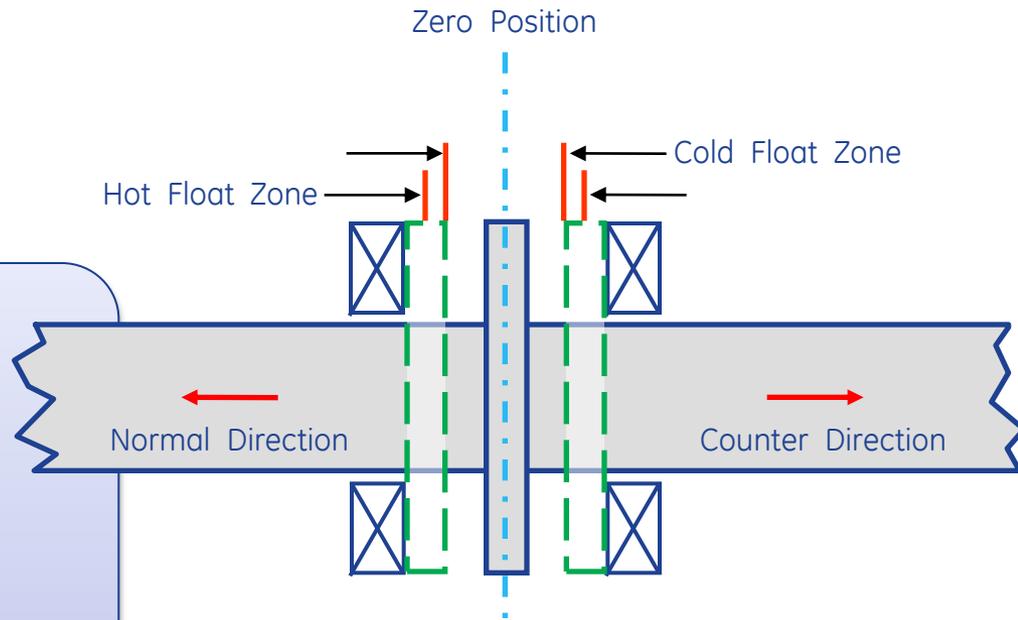
例如：

11mm 3300XL传感器，灵敏度=3.94V/mm，位移变化量0.2mm，对应电压值应为：

$$0.2\text{mm} \times 3.94\text{V/mm} = 0.787 \text{ Vdc}$$

静态测量参数 轴位移定零位

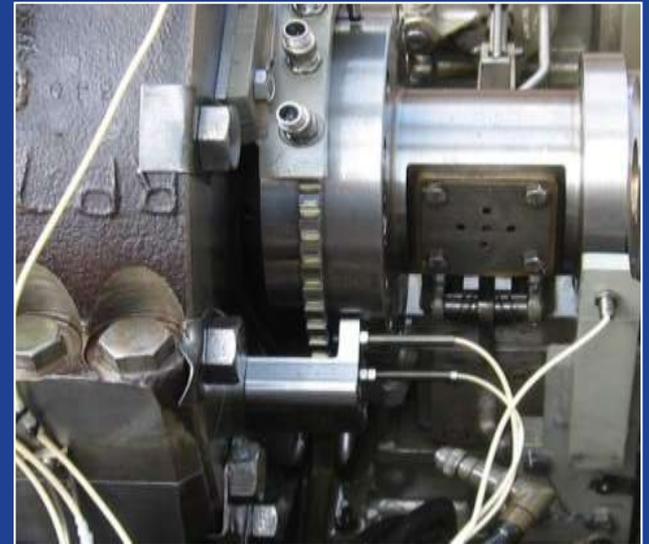
- 确定零位位置
 - 推力间隙中间
 - 工作面/非工作面
- 得到推力间隙
- 确定转子位置
- 确定传感器安装方向
- 确定是否需要补偿
- 根据零点电压，计算补偿量，确定安装电压



静态测量参数 轴位移安装要点

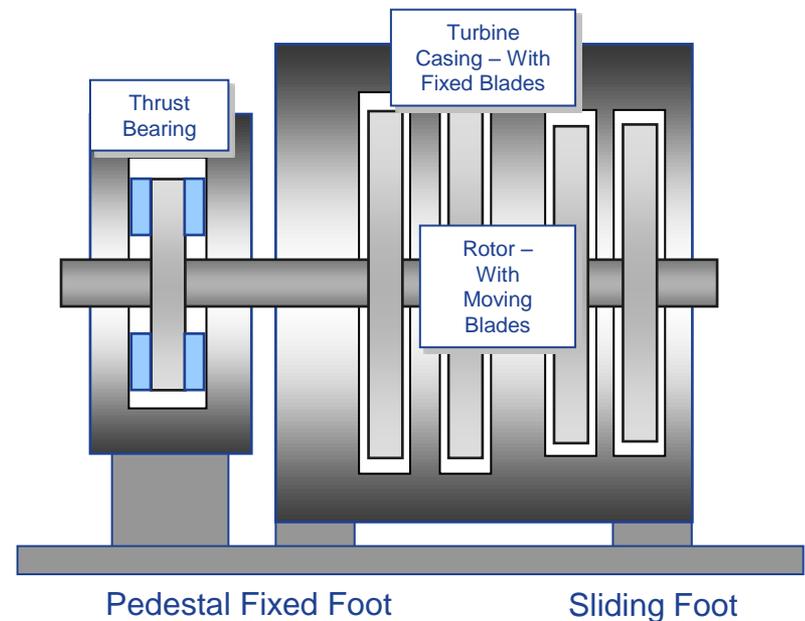
安装要点

- 主轴连接完毕并定位
- 零位设定准确
- 拖板或支架需锁紧
- 延伸电缆在缸内固定牢固
- 延伸电缆接头需锁紧并绝缘
- 防漏油措施
- 前置器与信号电缆压接检查



静态测量参数 胀差(相对热膨胀)

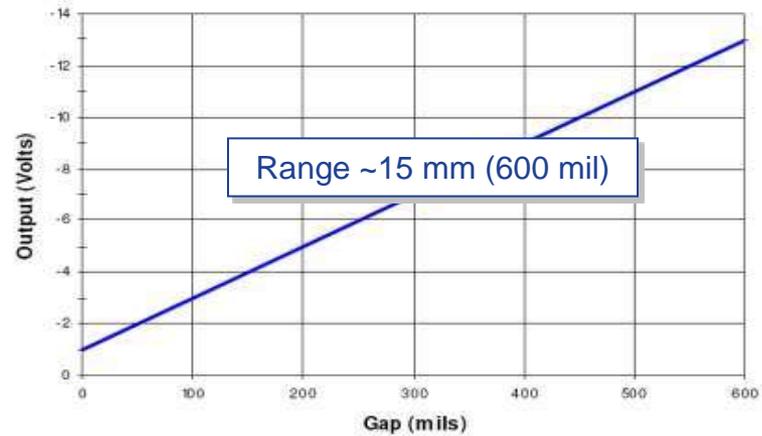
- 测量转子与缸体热膨胀差
- 使用涡流传感器
- 以位移量mm为单位
- 静态值，无图谱信息
- 可有多种形式
 - 单探头
 - 双探头补偿式
 - 双探头单斜坡
 - 双探头双斜坡



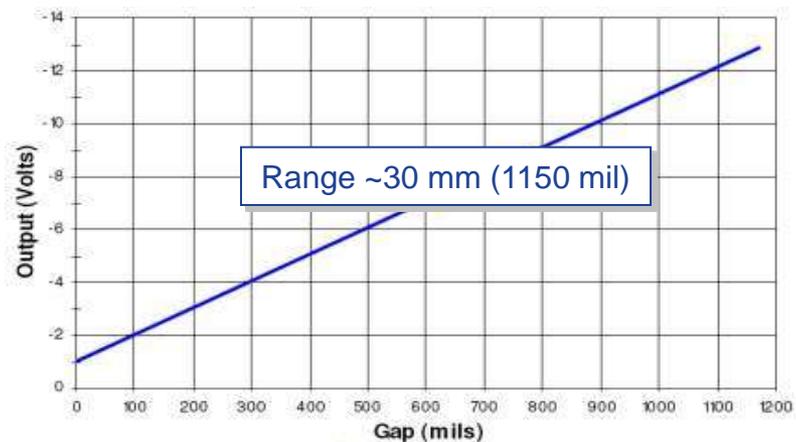
静态测量参数 胀差传感器



3300 XL 25 mm Proximity Transducer



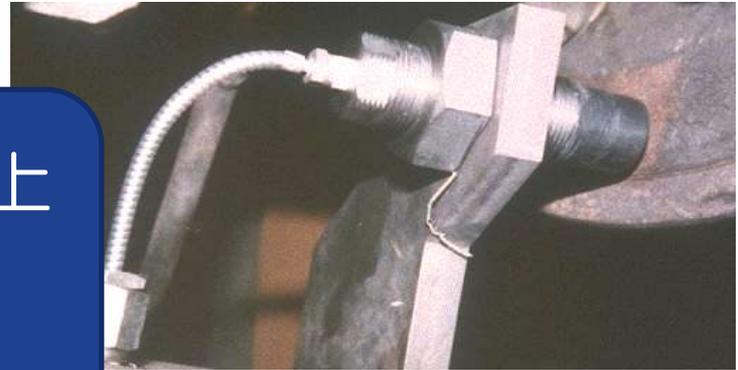
3300 XL 50 mm Proximity Transducer



GE imagination at work

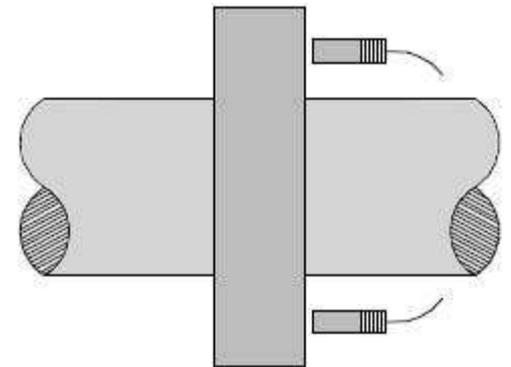
静态测量参数 胀差-单探头测量

- 胀差传感器安装在滑动的机器缸体上
- 只测量轴向运动
- 可使用两个传感器提供冗余测量



Single Input DE Probe

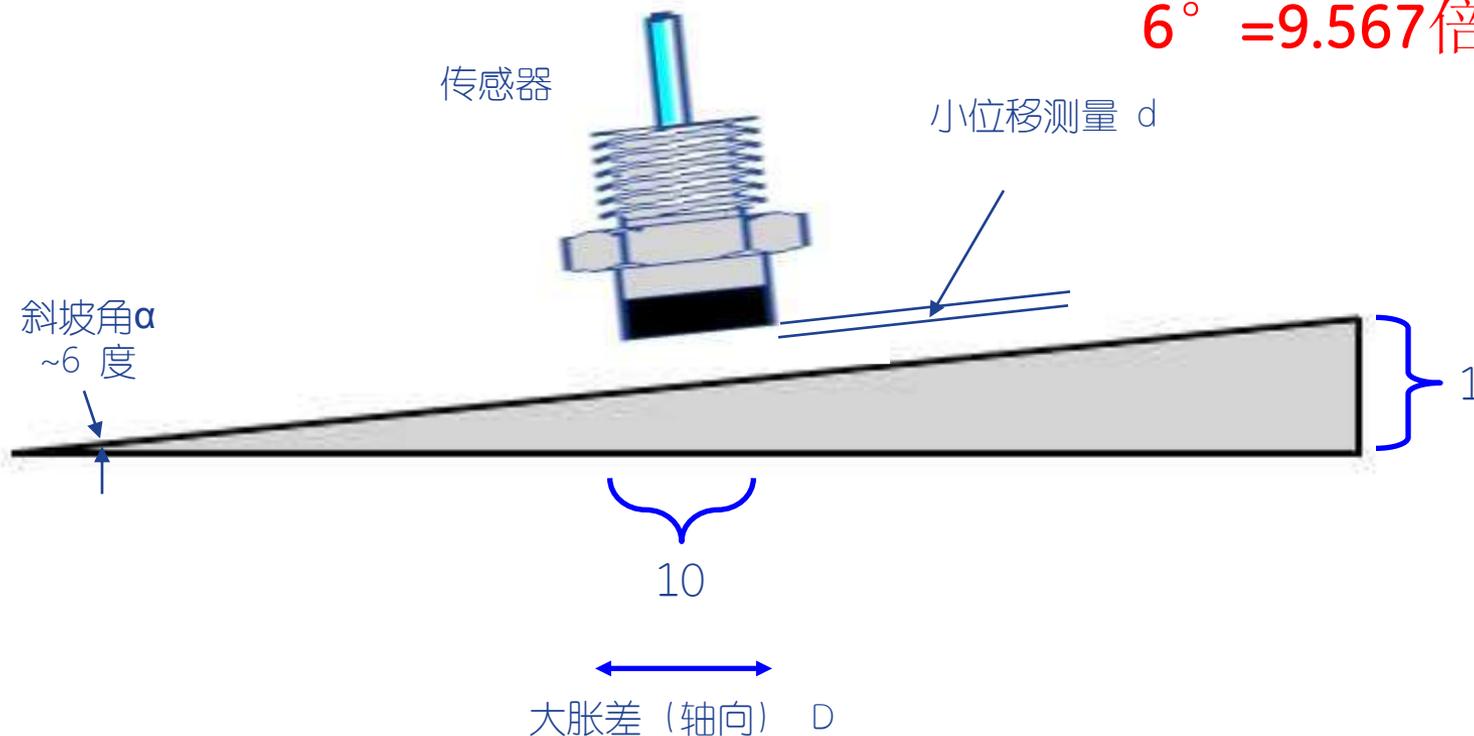
胀差测量通常在远离轴位移的胀差最大处进行。本图中的轴测量盘与推力测量盘不在同一位置。



静态测量参数 胀差-斜坡测量

$$D = d / \sin \alpha$$

$$6^\circ = 9.567 \text{ 倍}$$



静态测量参数

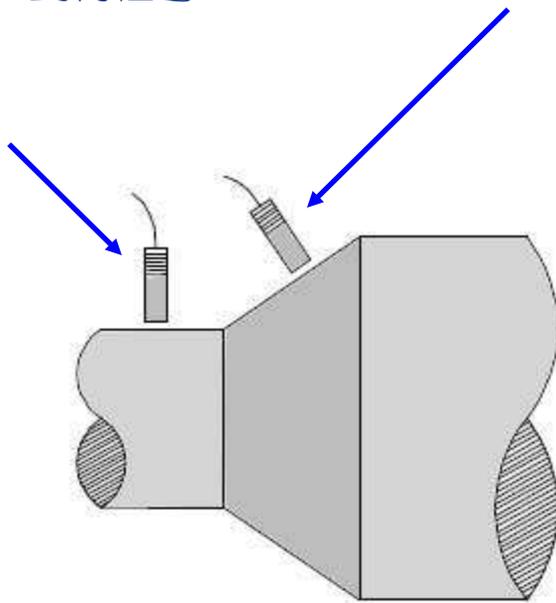
胀差-单斜坡测量

径向振动传感器

- 测量径向转子位移
- 用于补偿斜坡传感器测量到得信号

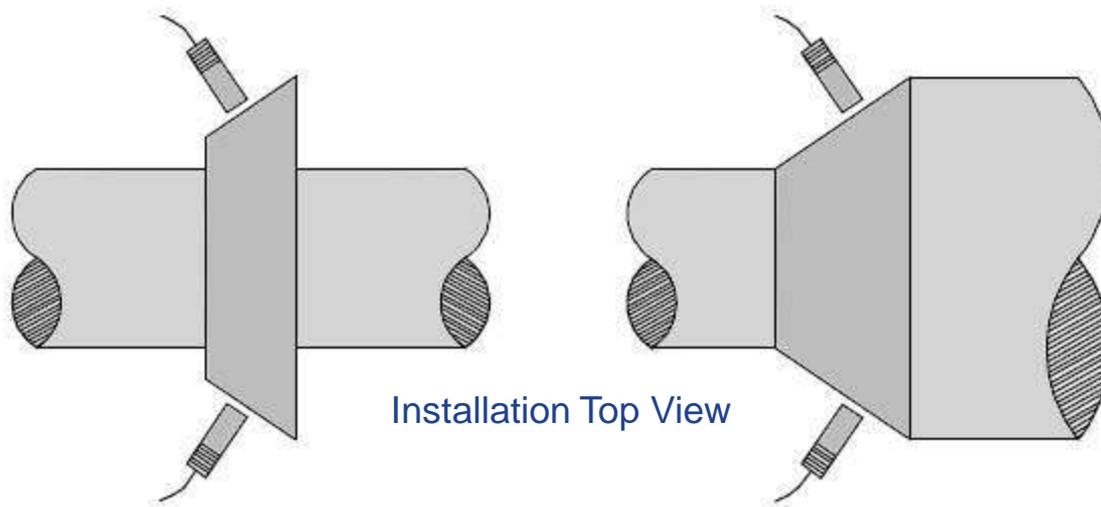
斜坡胀差传感器

- 测量混合的斜坡位移



静态测量参数 胀差-单斜坡测量

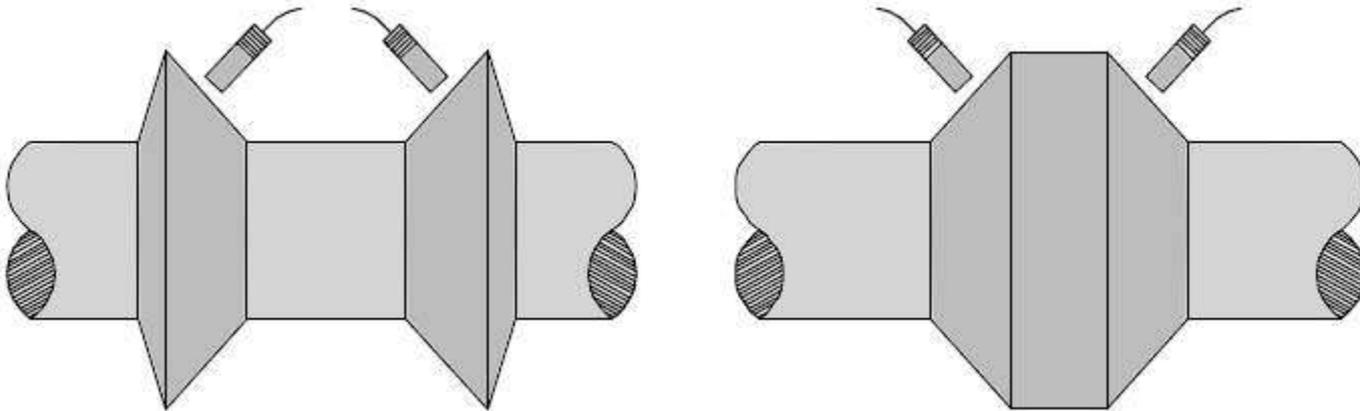
- 探头分开180度安装，两个探头求平均值，补偿掉反向的轴向振动成分。



静态测量参数

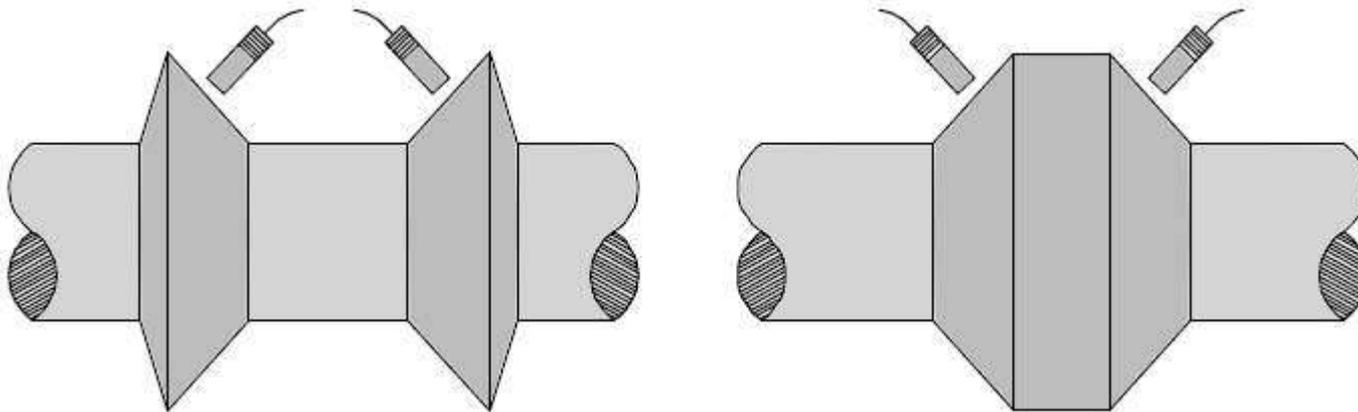
胀差-双斜坡测量

- 传感器位于两个同角度的锥面上进行测量。因为轴振是同相的，其中一个传感器的信号必须被反向后进行合并计算。



静态测量参数 胀差-双斜坡测量

- 传感器位于两个同角度的锥面上进行测量。因为轴振是同相的，其中一个传感器的信号必须被反向后进行合并计算。



静态测量参数 斜坡胀差安装要点

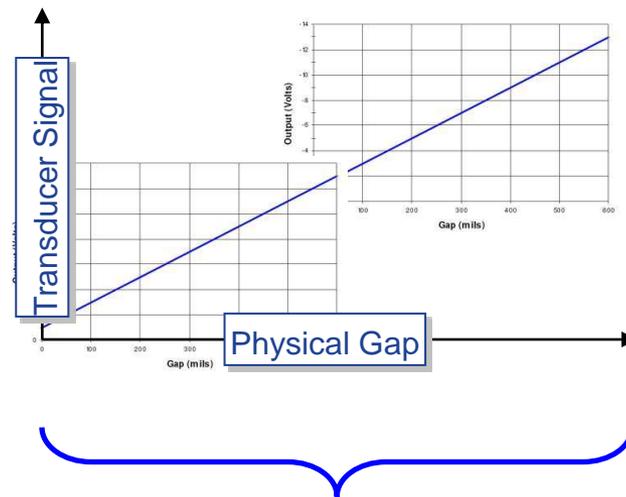
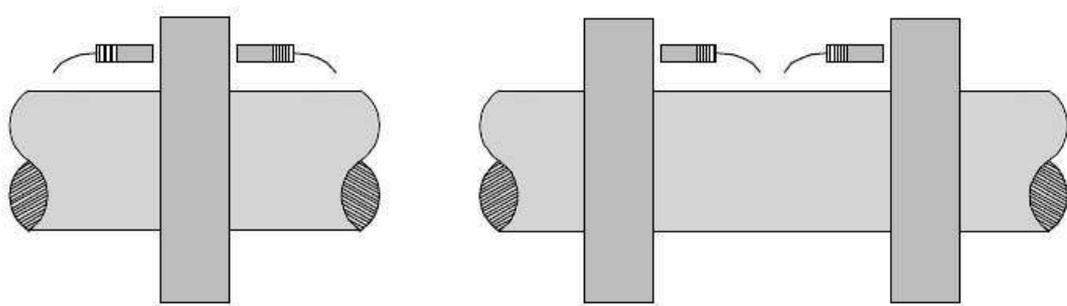
安装要点

- 主轴连接完毕并定位
- 根据零位电压定零
- 拖板和支架需锁紧
- 延伸电缆在缸内固定牢固
- 延伸电缆接头需锁紧并绝缘
- 防漏油措施
- 前置器与信号电缆压接检查



静态测量参数 胀差-补偿式

- 补偿式测量使用两个传感器补偿测量，测量范围几乎可以达到单个传感器测量范围的两倍。

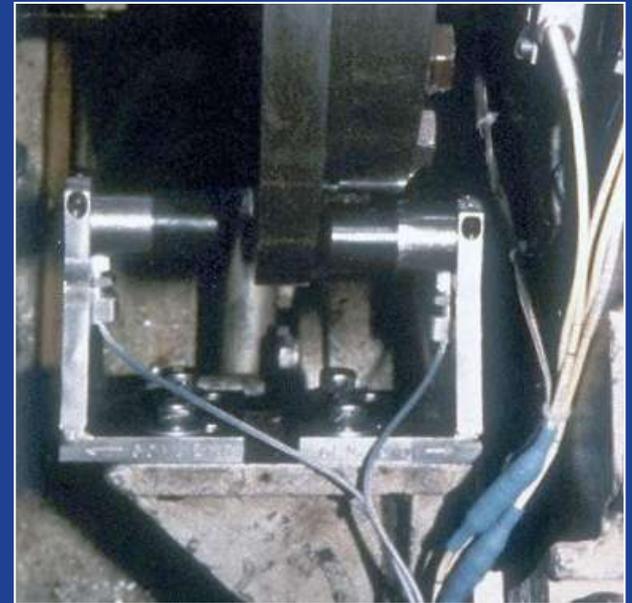


组合的线性范围是单个传感器的约两倍

静态测量参数 补偿式胀差安装要点

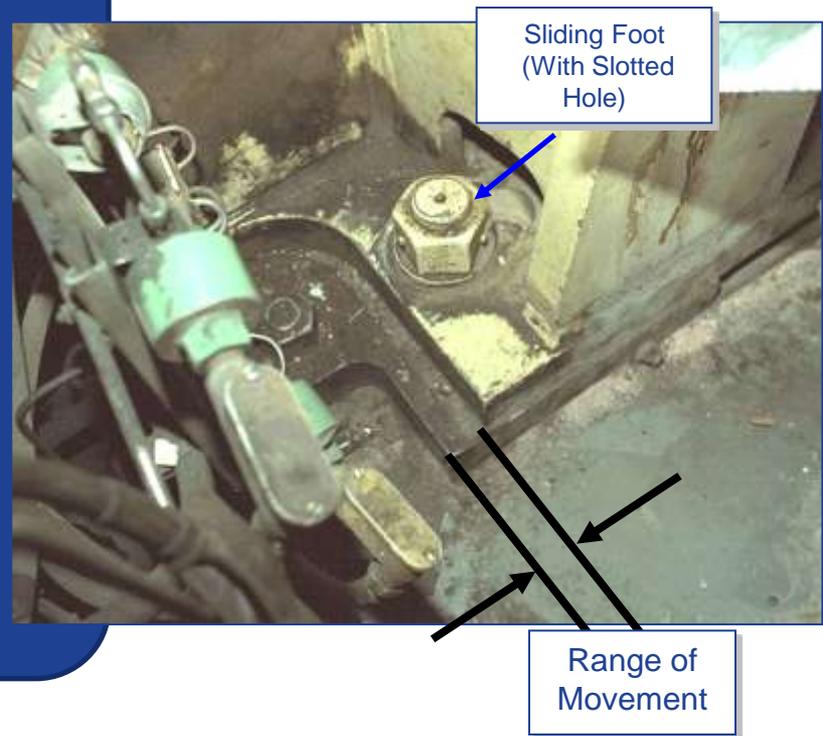
安装要点

- 主轴连接完毕并定位
- 两个传感器都固定至Crossover电压
然后移动拖板至零位
- 拖板和支架需锁紧
- 延伸电缆在缸内固定牢固
- 延伸电缆接头需锁紧并绝缘
- 防漏油措施
- 前置器与信号电缆压接检查

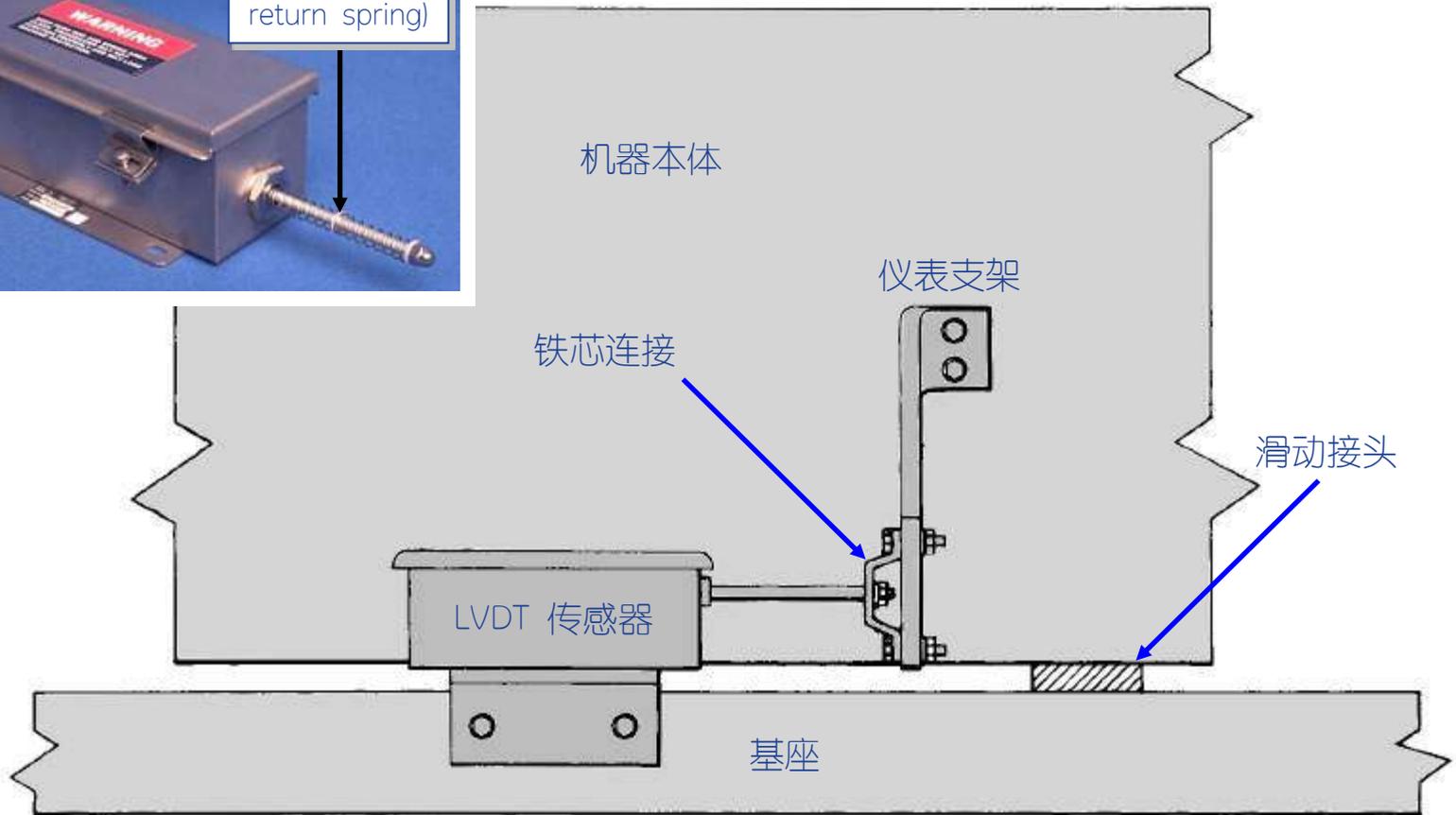


静态测量参数 缸胀(绝对热膨胀)

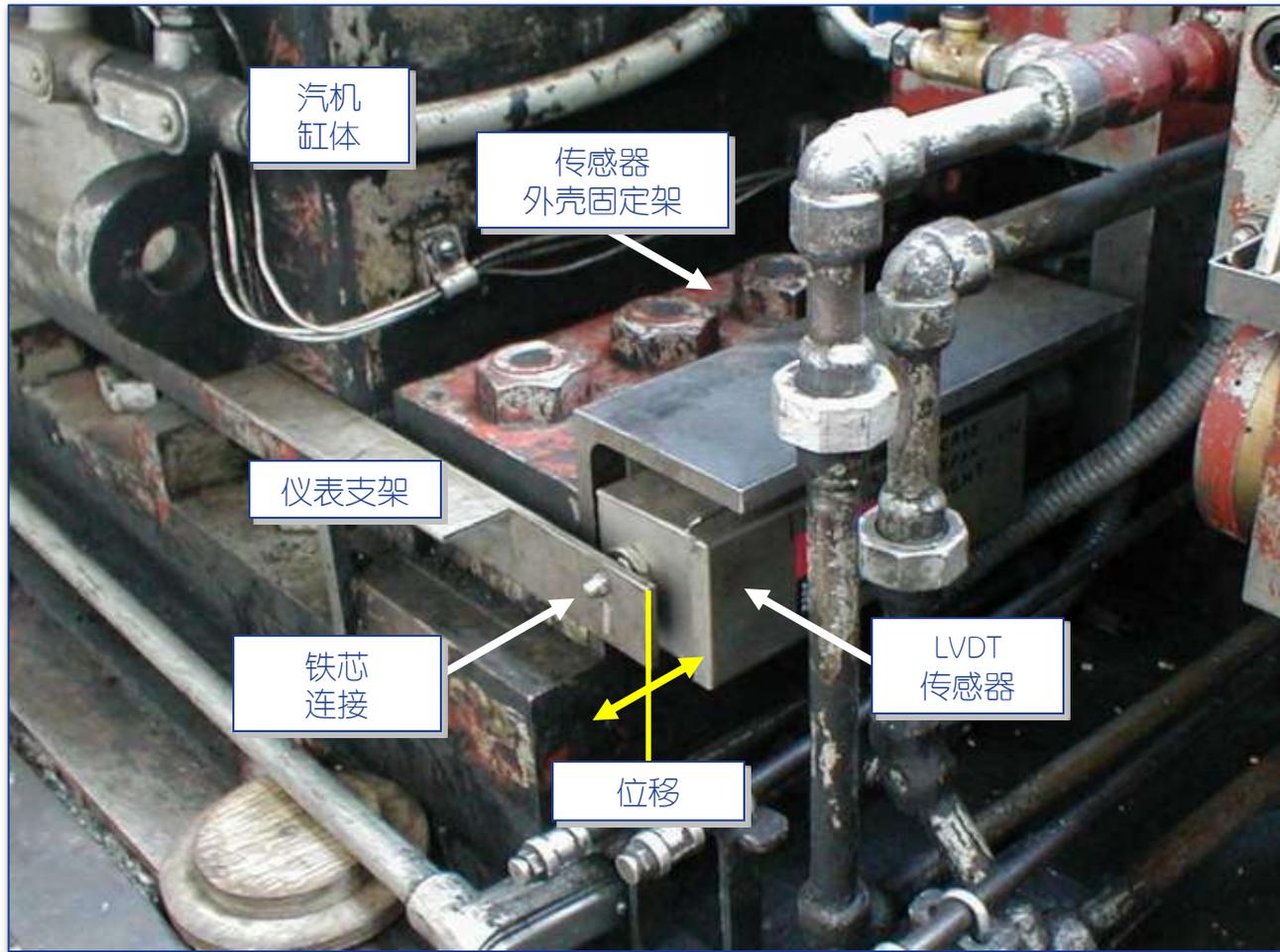
- 测量缸体与基座膨胀差
- 使用LVDT传感器
- 以位移量mm为单位
- 静态值，无图谱信息
- 在缸体两侧安装



静态测量参数 缸胀安装



静态测量参数 缸胀安装示例



静态测量参数 缸胀安装要点

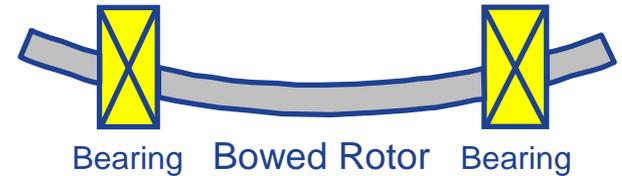
安装要点

- 机组处于冷态
- 验证正方向
- 调整铁芯位置或者传感器位置
至显示零点



静态测量参数 偏心(轴弯曲)

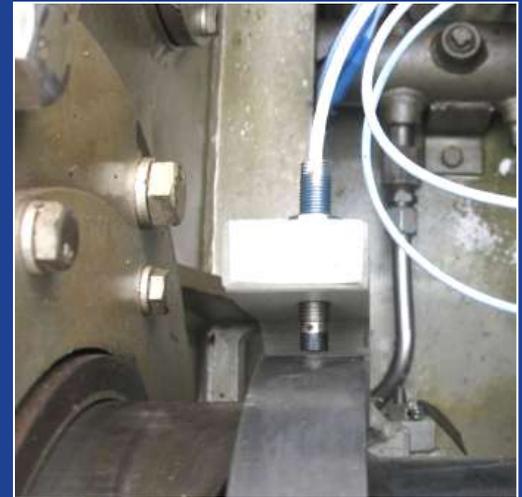
- 测量转子偏心度，每转内峰峰值
- 无振动信号（慢转）时测量
- 以位移量 μm p-p为单位
- 结合键相信号



静态测量参数 偏心安装要点

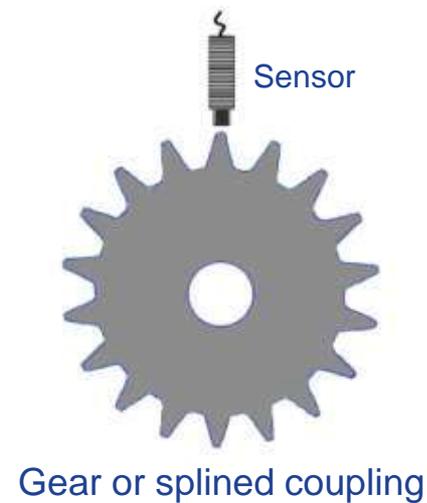
安装要点

- 定位电压-10V
- 支架锁紧
- 延伸电缆在缸内固定牢固
- 延伸电缆接头需锁紧并绝缘
- 防漏油措施
- 前置器与信号电缆压接检查
- 机器不转，偏心Bypass



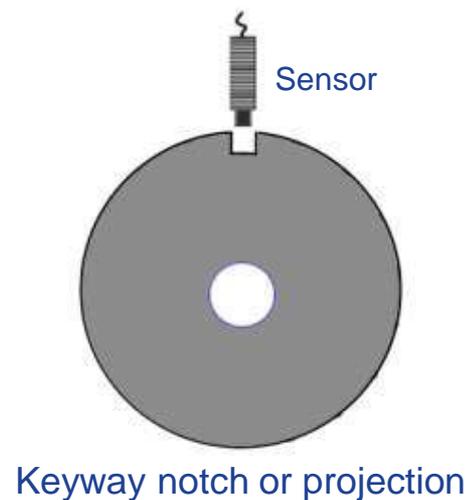
静态测量参数 转速

- 测量转子转速
- 单位rpm
- 可实现零转速、超速、反转监视
- 通常每转多个事件（多齿盘测量）
用以提高响应速度



静态测量参数 键相

- 测量转子上的一个标记，提供以下信息
 转速/ 频率/ 相位
- 与转速测量原理相同，但每转仅一个事件
- 用于偏心测量、同步采样、频率分析
- 转速相位信号无输出



现场安装最佳实践总结

- 安装传感器时使用扭矩扳手固定至要求扭矩
- 涡流传感器延伸电缆中间接头需要绝缘
- 瓦振传感器引出线使用双屏蔽电缆，或者加金属屏蔽套管
- 信号电缆保持全程屏蔽连接
- 所有信号线屏蔽线单点接地
- 信号电缆与电力电缆分开
- 根据要求正确连接地线及回路
- 定期检查所有TSI设备，包括传感器和卡件校验、线路绝缘测试

上电调试关键步骤

- 上电前断开输入输出接线、测量信号线/屏蔽线交直流电压、线间和单线接地电阻
- 上电前检查电源回路电阻、电压等级是否与卡件匹配
- 检查空气开关容量是否满足要求
- 检查接地线连接回路与接地电阻
- 上电电源冗余实验
- 观察面板指示灯状况
- 卡件功能性测试试验

TSI故障定位与判断方法

- 将系统部件根据逻辑或功能进行划分
- 使用技术手册中的诊断指导
- 根据诊断逻辑逐步隔离问题



TSI系统故障诊断需要系统性的侦查工作

TSI故障定位与判断方法

系统划分

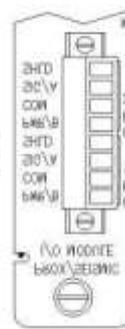
- 每个传感器系统都由数个不同部件组成，可以通过恰当的方法进行分别测试



传感器安装



探头、前置器、和延伸电缆



电源及信号回路



卡件（或接地回路）

TSI故障定位与判断方法

常用方法

- 面板指示灯
- 系统及报警事件列表
- 回路检查
- 交换测试法
- 替换法
- 画逻辑图

系统接地的概念

- 保护地 / 安全地
- 信号地 / 仪表地 / 0V
- 本质安全地
- 单一地网
- 单点接地



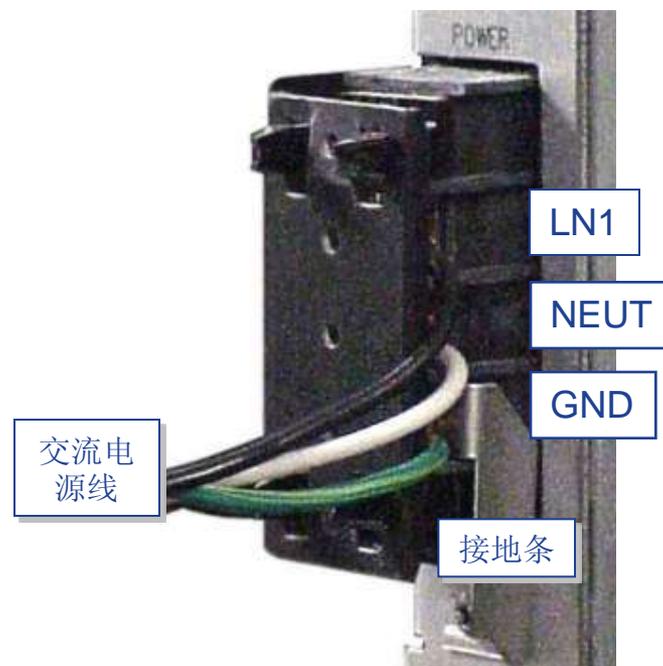
系统接地

TSI仪表接地

最佳实践：

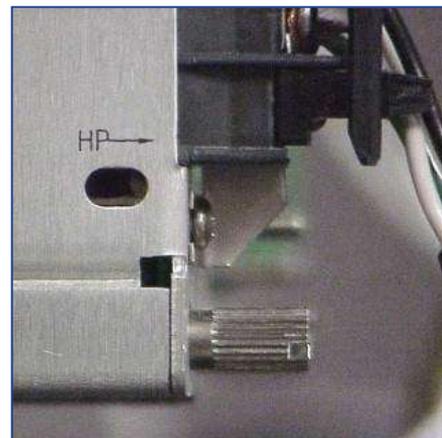
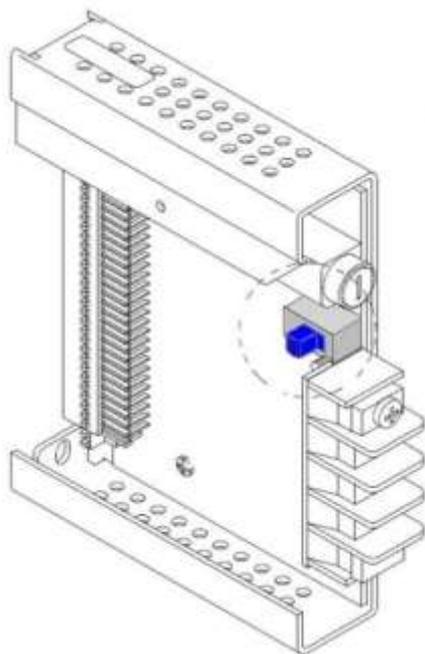
整个TSI的接地，包括COM、屏蔽线、保护地，都通过框架接地接至地回路。

本特利框架的保护接地通常在电源卡的GND端子接地



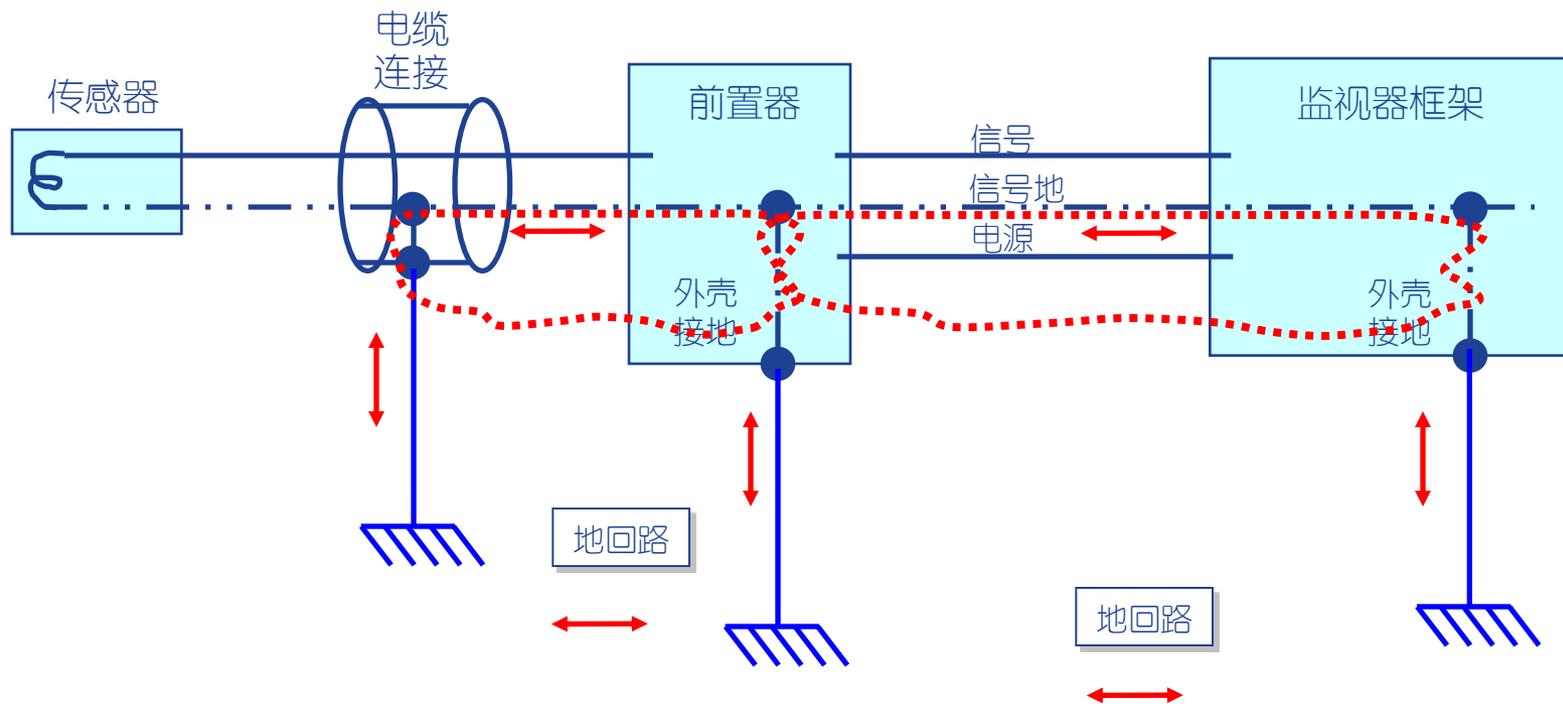
系统接地 仪表地与安全地分开

- 将所有电源卡件的接地开关打开
- 在框架接口模块的COM端，将COM接至厂仪表地
- 在框架的电源地，接至厂安全地



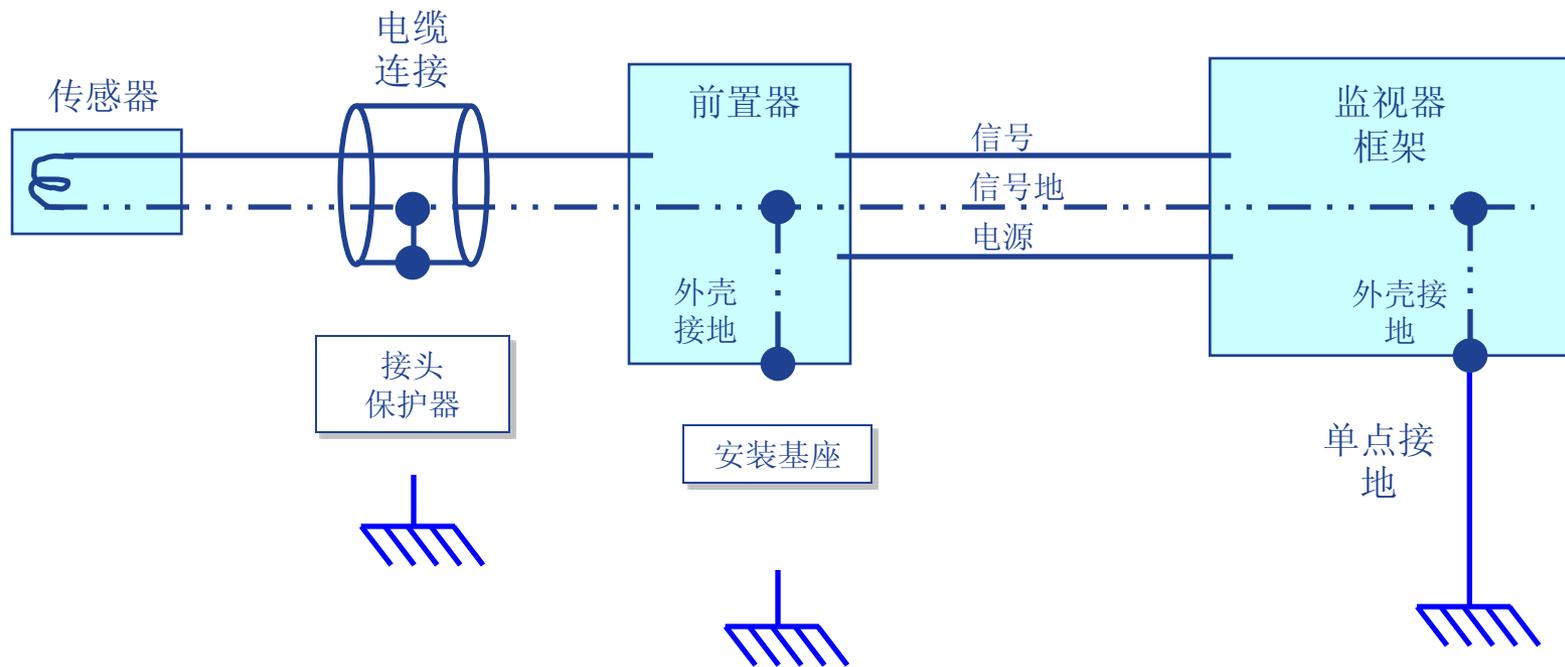
当开关在“HP”位置时，信号COM端与框架外壳保护地断开

系统接地 地回路



任何接地点之间的电压差都将导致电流回路，导入干扰信号。

系统接地 单点接地实施



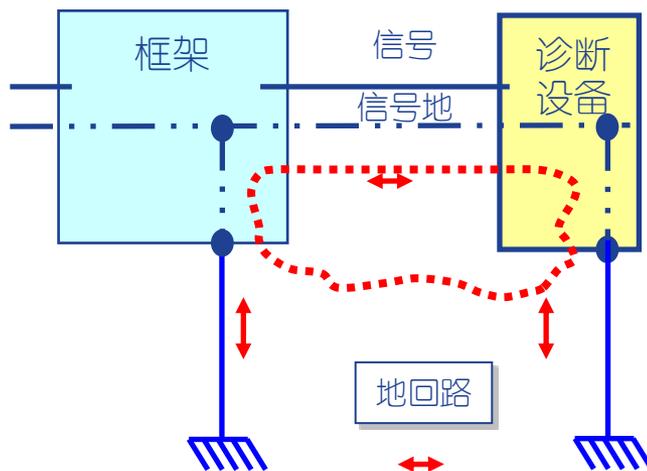
将延伸电缆接头和前置器外壳与地之间进行绝缘处理，消除地回路

系统接地 诊断仪器接地问题

例如

- 数据采集设备
408/208
- 示波器
- 频谱分析仪
- 设置电脑
- 等等

连接一个带地线的诊断设备
会引入一个新的地回路



3500
面板缓冲输出



连接设置电脑

海外工程项目的要求

- 符合API670标准
- 符合Bently测试步骤的英文FAT报告
- 符合Bently测试步骤的英文SAT报告
- 现场接线规范（屏蔽线要求、机柜布置、端子箱布置）
- 柜内布置要求、（散热、照明、加热）

免费支持热线

800 990 1099 / 400 818 1099

电子邮件支持

energy.occhinaservice@ge.com

任何时候...
来自本特利内华达的
专业技术支持
在您身边...



imagination at work