

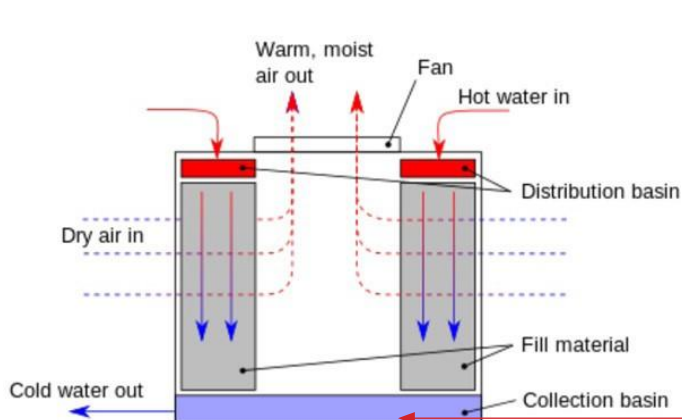
冷却塔的振动监测白皮书



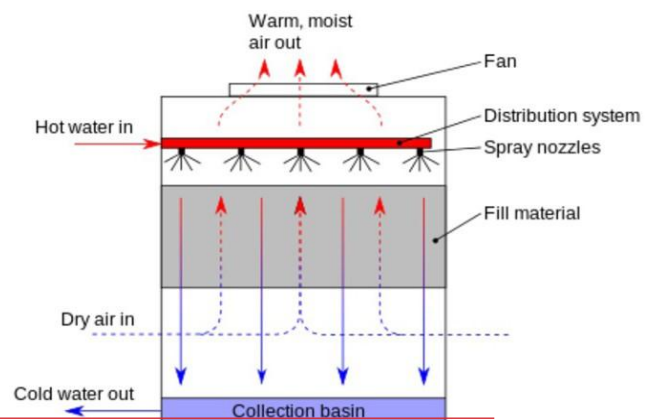
应用

冷却塔是炼油厂、发电厂、天然气加工厂、石化厂和其他工业加工厂常见设备。冷却塔作为一种特殊类型的热交换器，专门用于冷却在工业加工过程中或经过工业设备后温度升高的水。在冷却塔中，热量通过蒸发（湿）和对流（干）从流体（水）中释放到大气（空气）中。

对于蒸发冷却塔，工业加工过程中的热水被传送到冷却塔的顶部，然后被分配到湿甲板，然后通过填充材料（网格结构）向下流动。同时，空气通过进气口百叶窗被吸入以促进水蒸发。蒸发过程可使热量消减。最后，冷水循环回工业加工过程。根据空气和水的流动方向，冷却塔可以分为两类：横流（直交流）式冷却塔和逆流式冷却塔。具体如图表所示。

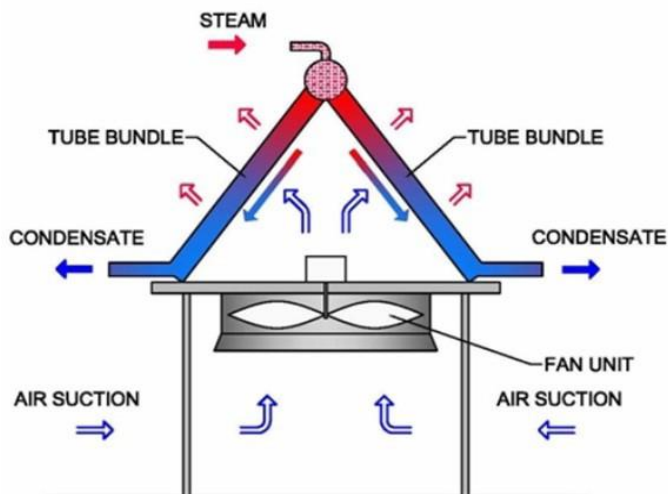


横流（直交流）式冷却塔



逆流式冷却塔

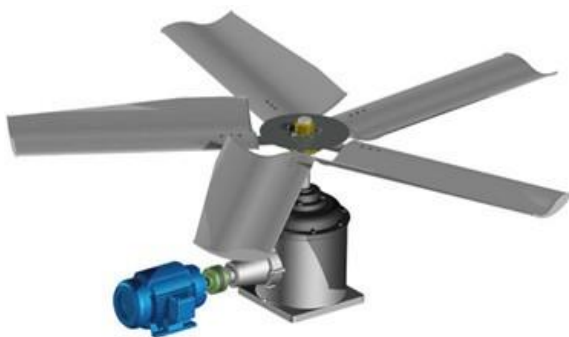
在干式冷却塔中，过程中不存在蒸发现象。工作原理为热流体在管束内流动。管束具有非常大的对流表面积。较低温度的环境气流从管束外部吹入。最后热流体被冷却。如下图所示。



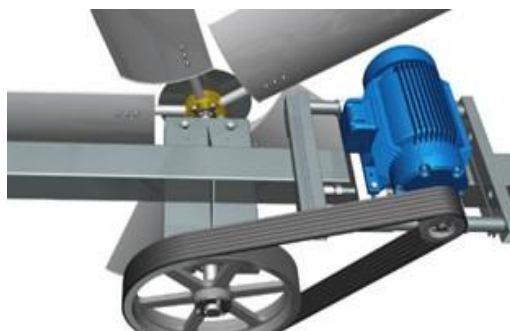
干式冷却塔

冷却塔中的气流主要由自然通风或诱导/强制通风驱动。在自然通风中，空气流动产生原因为冷却塔从温度较低的底部到温度较高的顶部拥有温度差。而诱导通风系统则使用顶部排放区域的风扇将空气向上传送然后使用进气百叶窗处的风扇将空气推入塔内。

在诱导/强制通风冷却塔中，风扇在空气循环中起着关键作用。在诱导/强制通风冷却塔中，常使用两种类型的冷却塔风扇驱动设计，齿轮箱驱动风扇和皮带驱动风扇。齿轮箱驱动风扇的电机安装在风扇单元的侧面，并使用轴驱动风扇。皮带驱动风扇则电机使用皮带驱动风扇。皮带驱动风扇通常用于较小的冷却塔，而齿轮箱驱动风扇可用于较大的冷却塔。从下图可以看出这两种风扇的区别。



齿轮箱驱动风扇



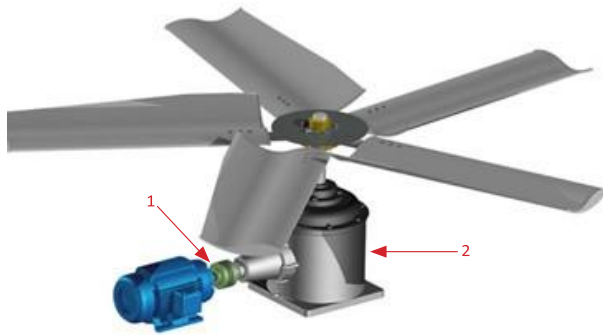
皮带驱动风扇

冷却塔故障和原因

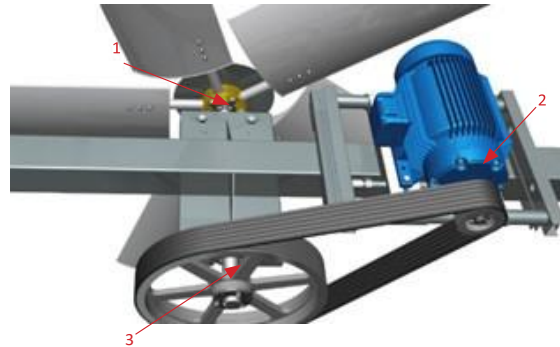
冷却塔的故障会给工厂业务运营带来严重后果，例如连同其他设备故障、安全隐患、生产停止、生产收入损失、昂贵的维修费用和员工健康问题。冷却塔部件故障通常与部件错位或平衡问题有关。研究表明，冷却塔部件中最常见的故障 60%与电机有关，30%与齿轮箱有关，2%与风扇有关，而剩下的8%则与其他部件有关。更具体地说，电机故障可能是由电机不平衡、轴错位、转轴缺陷、轴承缺陷和基础安装不当引起。齿轮箱故障原因包括冷却塔气流中的应力、齿轮与电机未对准、轮齿应力增加和轴承故障。风扇故障可能是由于风扇叶片不平衡、叶片螺距变化或错误造成的。

资产保护

在了解冷却塔故障严重后果和分析故障原因后，就需要优先预防灾难发生资产保护。测量关键振动参数和分析冷却塔的振动数据是最重要的保护措施。



齿轮箱驱动风扇



皮带驱动风扇

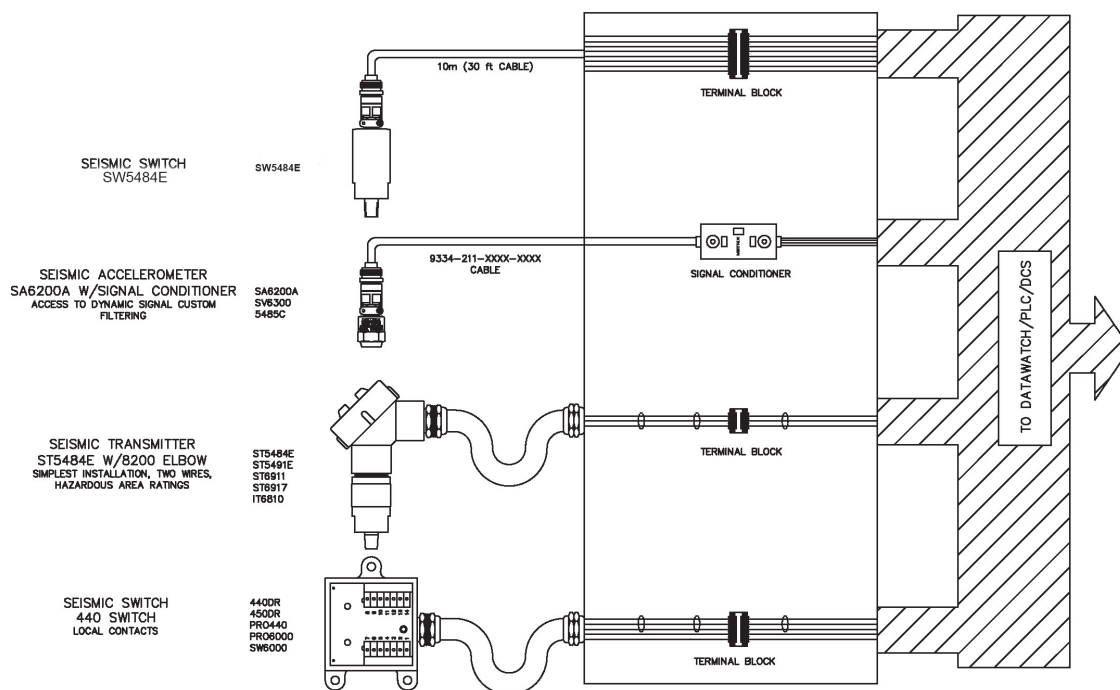
OEM建议在齿轮箱和/或风扇轴承上至少安装一个振动开关。开关安装位置如上图所示，具体原因如下：

为了收集齿轮箱驱动风扇的振动数据，必须同时监控电机和齿轮箱。为了收集皮带驱动风扇的振动数据，必须监控风扇内侧轴台轴承、电机内侧轴承和风扇轴上的中间轴承。

一般来说，大多数冷却塔风扇以每分钟90到300转（rpm）的速度运行，而冷却塔的电机通常以大约1500到1800 rpm的速度运行。两个专业组织已经制定了冷却塔风扇的振动标准。冷却技术研究所（CTI）的振动标准以位移为单位（密耳pk-pk、微米pk-pk），并取决于建筑类型（钢、玻璃纤维、木材或混凝土）和频率。但CTI没有给出总体振动标准。技术协会（TA）机器特定标准涉及整体振动水平，并取决于驱动类型（紧密耦合直接驱动、紧密耦合皮带传动或长空心驱动轴）。TA标准以速度为单位（ips-pk, mm/s-pk）。

Metrix 产品

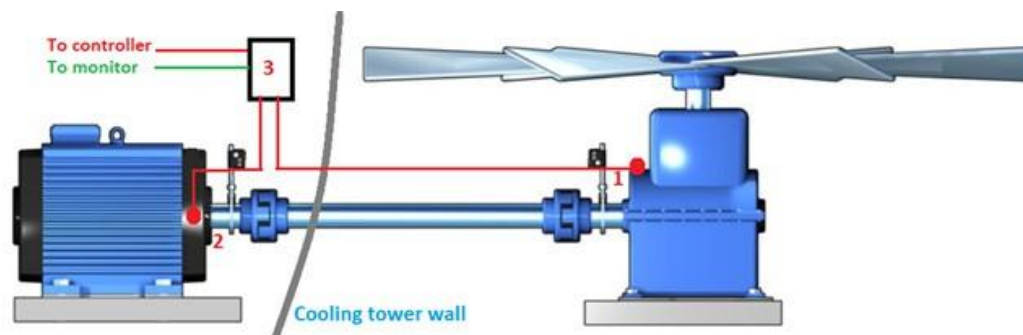
Metrix为振动测量和机器保护提供完整的解决方案。

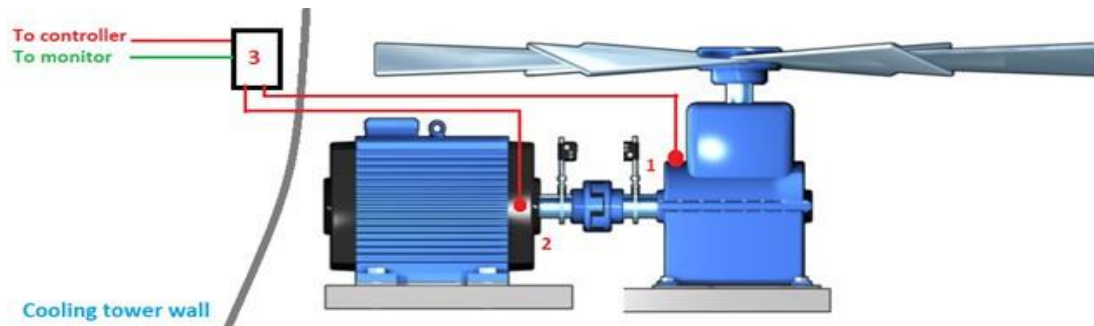


作为最基础的防护装置， Metrix推出了5550/5550G等高性价比机械式开关，可为中低速机械设备提供振动防护。5550/5550G 型机械振动开关的触点可触发警报，或关停设备。

我们同时提供多款电子式开关，这类产品不仅具备基础防护功能，灵敏度与检测精度也大幅提升。

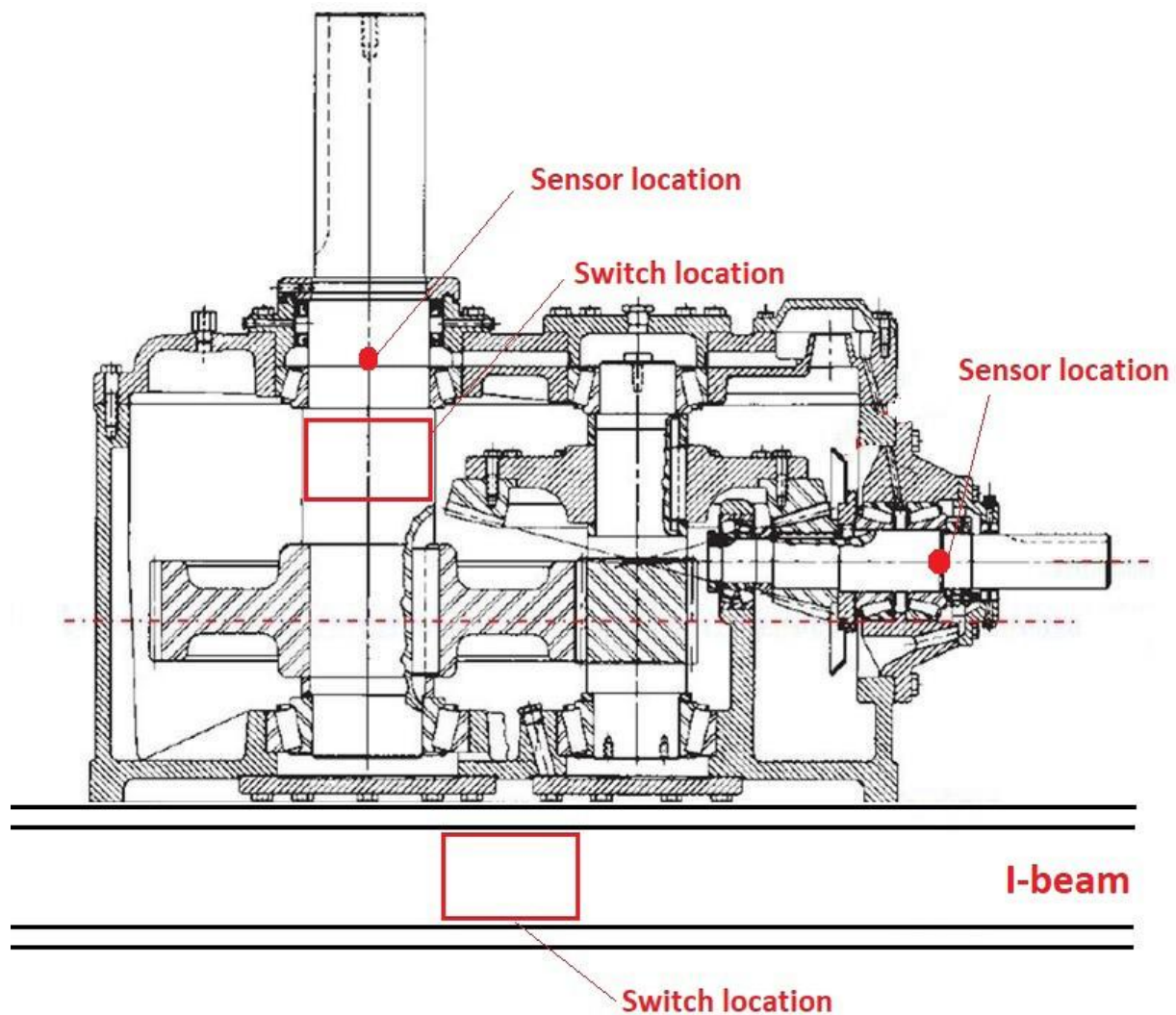
若您计划将机械式开关升级为电子式开关，却顾虑新增布线带来的成本问题，那么5477B 型电子式开关是理想之选。该产品采用两线式接线设计，且具备固态器件的高可靠性。针对冷却塔应用场景，下图标注了振动传感器/开关以及监测控制仪表的主要安装位置。





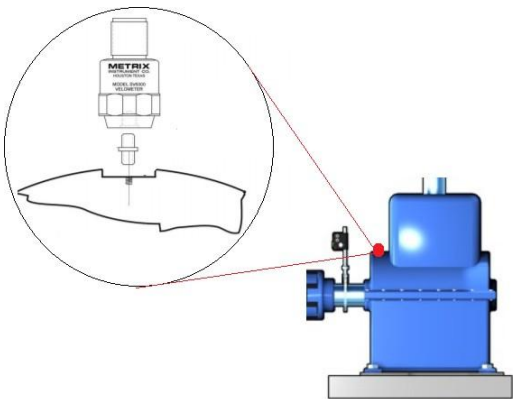
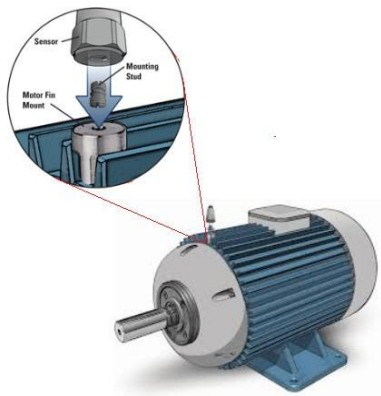
基本安装概念：

- 传感开关（SA6200A）应与滚动轴承集成在一个壳体中。
- 对于带有内部传感器的开关，我们建议监控组件的整体运动，而不是具体的轴承位置。

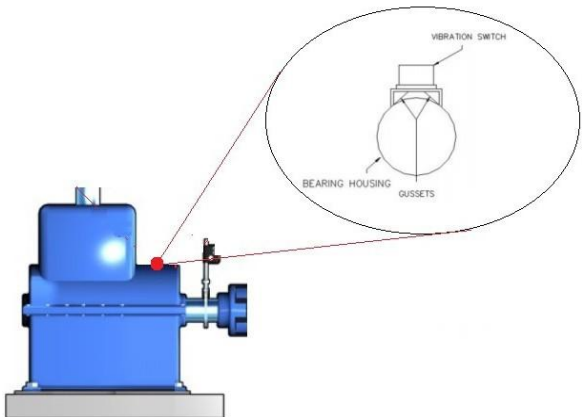
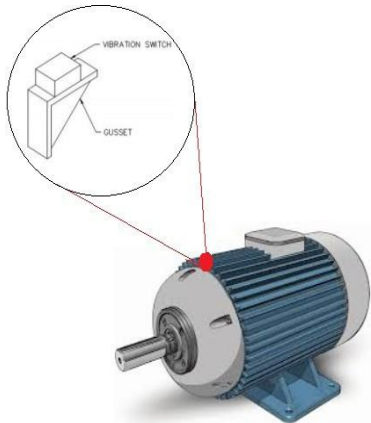


安装方法

螺柱安装



扣板安装

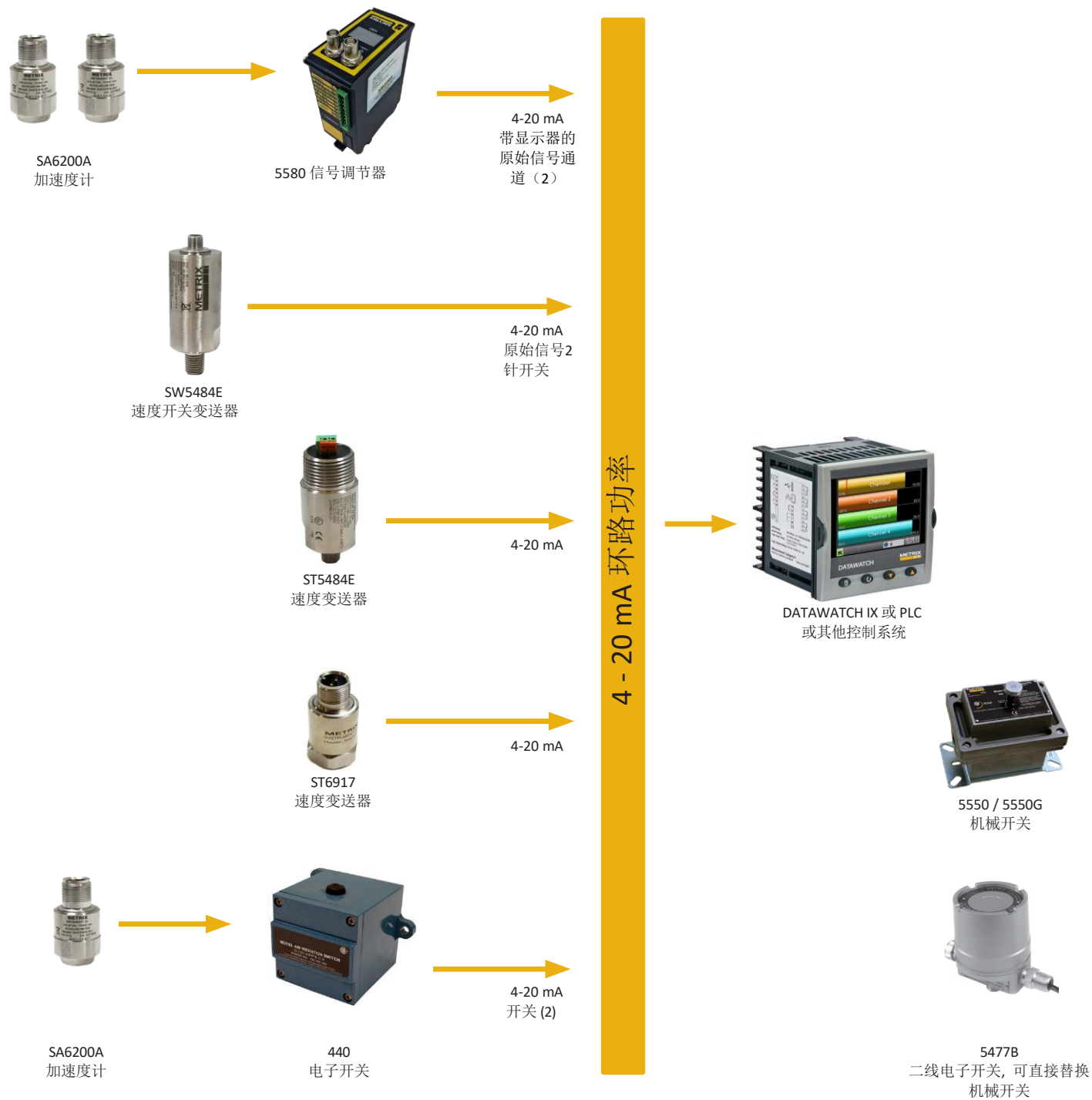


DIN 导轨安装



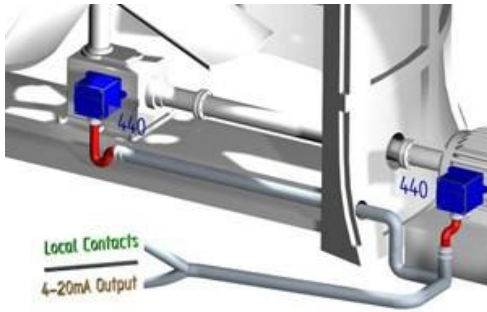
监控解决方案

Metrix有广泛的产品选项来满足各种冷却塔保护要求。您可在以下方案中根据实际请款进行挑选。



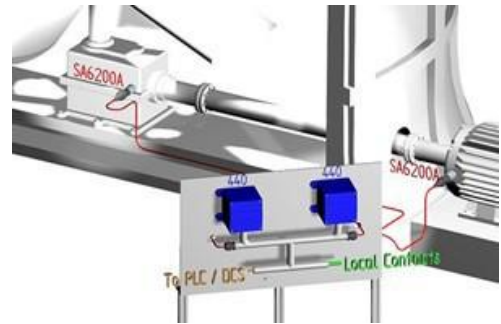
440内部传感器

提供本地触点以及4-20mA 输出，用于连接 PLC/DCS 或其他过程监测器。警告：如果塔内的湿气含有腐蚀性物质，将开关放在冷却塔内会导致密封失效。



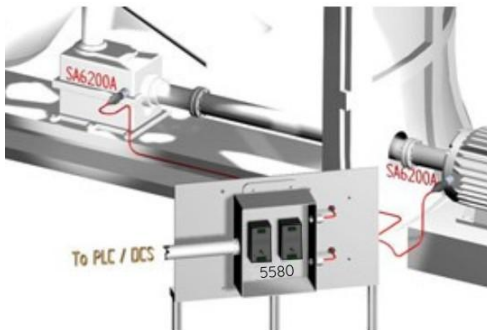
440 外部传感器

提供本地触点以及 4-20mA 输出，用于连接 PLC/DCS 或其他过程监测器。电子设备和设定点控件需位于潮湿区域之外。



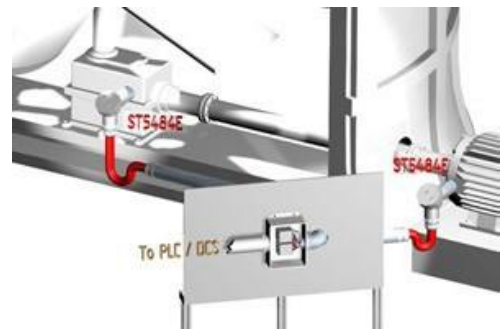
5580 信号调节器

5580信号调理器可接收机壳安装式速度传感器、加速度计或轴监测接近探头系统的输入信号，输出与 被测参数成正比的4-20mA标准信号，同时还可输出原始信号。



ST5484E 振动变送器

提供 4-20mA 输出，用于连接 PLC/DCS 或其他过程监测器。提供高通和低通滤波器。简单的 2 线安装。



5550/5550G 机械振动开关

5550和5550G机械振动开关，依托结构简洁、可靠性极高的偏心式速动重块弹簧机构，实现基础且高性价比的振动防护。

5477B 二线固态开关

5477B 型开关采用两线制接线设计，具备固态器件的高可靠性。在对测量精度与重复性有更高要求的场景下，它是机械式振动开关的理想替代产品。

Note: Metrix 持续对旗下产品进行优化升级。如需本文档最新版本，敬请登录我司官网下载本文档中出现的所有商标、服务标识及 / 或注册商标，所有权均归Metrix Instrument Company, L.P所有。

© 2026, Metrix Instrument Company, L.P. 版权所有。