

关键机组温度监测回路的优化改进

化工装置中关键机组温度的监测控制，分析确定机组的故障诊断提出优化方法——本文以目前装置在用机组采取的监测方案为例，从 EVA 装置和 PP 装置采用的两种不同类型的压缩机入手，从包括测温仪表的安装、信号回路的构成以及信号监测控制系统在内的 3 个方面分析影响测量准确性与稳定性的因素，并针对性地提出优化方法，为后期日常维护在安全稳定和经济效益方面提供参考。

文 / 马留云

化工装置中用于大型机组监测的控制系统涉及很多参数，如转速、位移、振动、键相和温度等，探头将相关参数的物理信号转换成对应的电压、电阻、电流信号，进入控制系统进行处理，对比系统内部预设值，输出处理后相对应的报警、联锁，送至安全仪表系统从而实现表决后的紧急停机。显然，被测参数的准确性以及时效性对于机组的监测保护尤为重要。

不同装置在关键机组上采用的机组监护控制方案有所不同，往往在对测量信号的监测方面依靠区别于装置主系统的机组自带的小控制单元或者特殊控制系统来直接完成，这也就意味着信号监测处理的环节至关重要。

本文作者供职于联泓新材料科技股份有限公司。本文系仪表圈主办的第三届“定华杯-生产过程安全技术应用”征文活动入围作品。

测量温度的方法从感受温度的途径来分有两类：一类是接触式的，即通过测温元件与被测物体的接触而感知物体的温度；另一类是非接触式，即通过接收被测物体发出的辐射热来判断温度。

离心式压缩机的温度监测

PP 装置一号反应器的循环气压缩机采用神钢供货的单级、定速的离心式压缩机，其中温度监测点包括轴颈轴承温度（4 支）、推力轴承温度（4 支）、主电动机轴承温度（4 支）和主电动机绕组温度（V/W/U 相，3 支）。监测回路如图 1 所示。

离心式压缩机监测原理如下。现场测温元件（Pt100 热电阻）经

温度信号以阻值形式经隔离式安全栅进入本特利 3500 温度监测器模块（3500/61），本特利 3500 机组保护系统对电阻信号进行监测处理，并根据预先设定值比较，通过 2 块继电器模块（3500/33）对上述信号处理后的开关量进行输出至 SIS 系统，实现机组的安全保护。

往复式压缩机的温度监测

EVA 装置一、二次机均采用布卡哈德供货的往复式压缩机，一次机的大端轴承温度（6 支）、十字头销温度（6 支），二次机的连杆曲轴销温度（8 支）、连杆十字头销温度（16 支）。监测回路如

PROCESS-Tip

* 更多信息请扫描二维码：



chem.vogel.com.cn

* 反馈编码：A220425

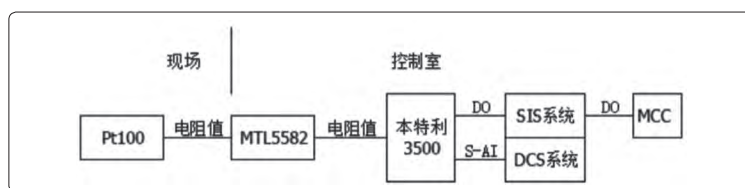


图 1 离心式压缩机现场监测回路

图2所示。

往复式压缩机监测原理如下。安装在机组转动部位上钻取孔内尽可能靠近受热表面(例如轴瓦)的 Sentry 温度传感器,在采用声表面波(SAW)技术的 Kongsberg 无线测温系统中,通过两根天线将低能量/高频 RF 脉冲传输给传感器来实现励磁,两根天线一根固定,一根放在转动部件上。当两根天线彼此相距约 50mm 时,RF 脉冲会传输给传感器,并且传感器产生反射。系统使用短时高频脉冲来询问无源 GBW 系列传感器,传感器的反射由 4 个这样的脉冲组成,其相对位置取决于传感器元件的温度。传感器信号通过连接到固定天线的一根同轴电缆传回信号处理单元(SPU),在信号处理单元(SPU)进行信号处理和采样。此后,绝对温度由 SPU 中的微控制器计算,温度信息作为 CANOpen 或 RS485 信号或者 4~20mA 输出电流传输给发动机报警监控系统。一个信号处理单元最多可连接 20 个不同的传感器,微控制器具有自动增益控制(AGC)功能,可以自动补偿因各

种装置中的天线之间的距离变化等原因导致的系统衰减变化。

Sentry GB200 是一种无线测温系统,该技术使无源、无线传感器成为可能,无需电池或电感系统供电的外部电源。完整的 Sentry 无线温度监测系统由 5 个不同部件构成:传感器、固定天线、电缆接头、同轴电缆和信号处理单元(即 SPU)。传感器安装在发动机/机器内部,对面位置是相应的固定天线。电缆接头可将同轴电缆穿过发动机/机器壁。具体布局取决于传感器和固定天线的数量,使用触发器也可以通过一根固定天线监控多个传感器。

温度监测回路的优化改进

信号监测系统方面的优化改进

1. 典型故障处理

离心式压缩机的定子绕组温度在 DCS 系统内显示瞬间升高,已超过报警值,但 SIS 系统内无相关报警记录,同时机组保护系统(本特利 3500)机架也无报警。

检查该温度点所在回路,在测温元件、电缆接线、隔离栅、温度监测卡件及对应 DCS 系统的 modbus 通道,均未发现明显故障。因此,在硬线回路与通信两方面是否存在故障,目前无法确定,进而不能有效准确地排除故障,保证机组平稳运行。

同时,排查故障过程中发现部分参与“三取二”“二取二”联锁的测点分配在同一块监测模块上,未实现冗余配置,存在安全隐患。

2. 优化改进方案

方案一:对比 SIS 系统与本特利 3500 系统安全性认证等级、扫描周期以及安全冗余配置,因此取消温度测点进入 3500 系统,现

场信号直接引入 SIS 系统进 AI 卡件信号监测处理,并组态相应联锁逻辑,实现联锁保护功能,同时,实现对测点的历史趋势记录及关键点的事件记录。其中,参与“三取二”“二取二”联锁的测点分配在 SIS 系统不同的 AI 卡件通道;然后再由 SIS 系统通过 AO 卡件输出至 DCS 系统,在 DCS 作相应组态,实现显示和记录功能。离心式压缩机优化后监测回路如图 3 所示。

方案二:对比 SIS 系统与本特利 3500 系统安全性认证等级、扫描周期以及安全冗余配置,因此取消温度测点进入 3500 系统,现场信号直接引入 SIS 系统进 AI 卡件信号监测处理,并组态相应联锁逻辑,实现联锁保护功能,同时,实现对测点的历史趋势记录及关键点的事件记录。其中,参与“三取二”“二取二”联锁的测点分配在 SIS 系统不同的 AI 卡件通道;然后再由 SIS 系统通过 Modbus 通信至 DCS 系统,在 DCS 作相应组态,实现显示和部分功能。如图 4 所示。

3. 方案评价

此方案通过将现场信号采用硬线连接的方式进入主系统(DCS 系统或者 SIS 系统),相对软通信,可靠性更高。针对出现的故障,可有效监控并提供判断依据。同时,将现场信号直接引入 SIS 系统,安全可靠上有所提高;减少了中间环节,维护及故障处理效率有所提升。

信号监测元件方面的优化改进

1. 典型故障处理

为配合设备检修机组,在拆除轴瓦温度测量元件时,若直接将热阻与设备相连处拆开,则不用拆卸导线与葛兰。拆装速度快,但铜套受力易脱落;电缆受油污污染后绝缘外皮变硬,拆装时易损

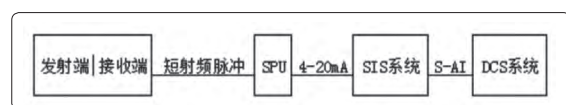


图2 往复式压缩机现场监测回路

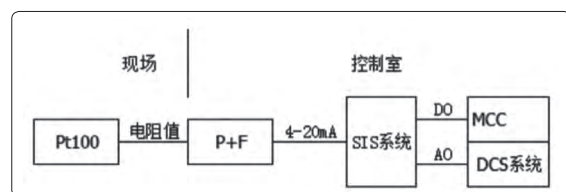


图3 离心式压缩机信号监测系统优化方案一

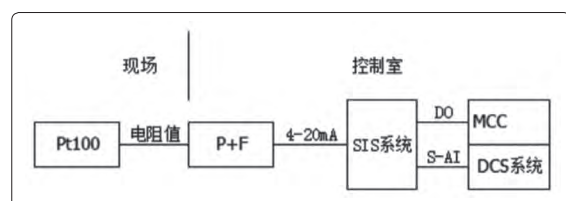


图4 离心式压缩机信号监测系统优化方案二

坏。或者拆除导线与葛兰后再拆除热阻，虽然电缆不受力，但热阻接线端子易损坏，葛兰易损坏，铜套易脱落。而一旦热电阻前端为增加接触面积的铜套脱落，掉落在安装孔内，将带来极大影响，甚至造成寻找铜套将连杆解体。

经分析，铜套与热电阻采用导热胶粘接，强度并不高，同时热电阻与设备的连接方式造成在拆装过程中热电阻整体转动，铜套会与设备开孔的内壁产生摩擦，这是导致铜套脱落的重要因素，铜套上有摩擦产生的划痕。并且，热电阻的拆装也易造成热电阻、葛兰和电缆的损坏。

2. 优化改进方案

厂家可将热电阻的连接接头改为活接头，使用压环固定热阻，如图5所示。

3. 方案评价

此方案避免频繁拆装造成接线端子损坏、电缆损坏，同时一定程度上也可以减少铜套脱落的风险。

信号监测回路方面的优化改进

1. 典型故障处理

往复式压缩机的十字头温度在DCS系统内显示瞬间超上限后恢复正常，SIS系统内查看趋势也显示瞬间超上限后恢复正常。因此，可以排除DCS系统侧的Modbus通信故障引起的数据异常，而应是来自现场侧的故障导致。

检查该温度点所在回路，测温元件、SPU单元和SIS系统均未发现明显故障，初步怀疑为同轴电缆中接头松动导致。鉴于开车期间无法拆检，后期停车时排查发现确有松动现象。

2. 优化改进方案

将连接传感器到SPU的同轴电缆中金属葛兰如图6所示，由目前A/B简单插接，改为带锁紧

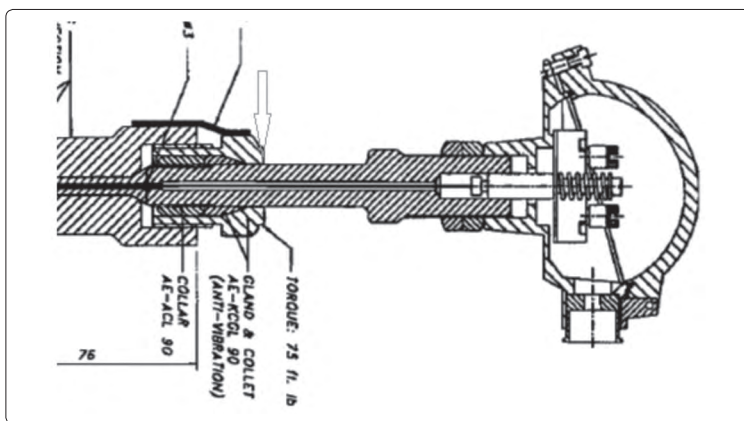


图5 信号监测元件优化改进方案

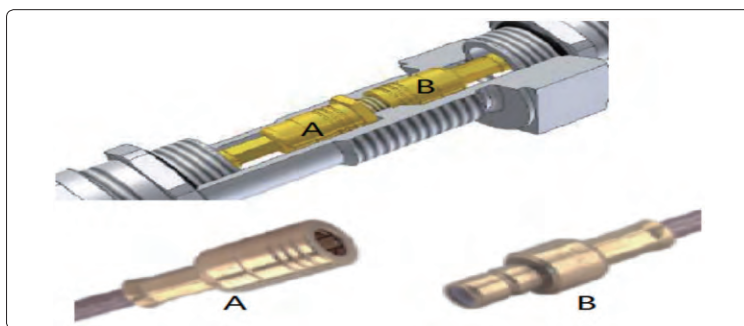


图6 往复式压缩机信号监测回路优化改进方案

功能的接头。

3. 方案评价

此方案通过改进连接葛兰，防止松动甚至脱落，保证监测回路的完整性，从而导致机组的非计划停车。

结语

目前化工装置中关键机组主要包括大型往复式压缩机、离心式压缩机以及挤压造粒机等，它们的平稳高效运行将直接关系到企业的安全平稳及经济效益，甚至是一定程度上的社会影响，因此，机组状态的监测控制显得尤为重要。而温度作为机组状态监测中最常见的、最基本的工艺参数之一，测量的对象涵盖了被压缩介质的温度、润滑油油温、冷却水水温、填料函温度、主轴轴承温度、主电动机轴承温度以及泄漏气和定子绕组线圈温度等，

这在一定程度上能够真实反映出该机组的运行状态，为后续确定机组的故障诊断，提供了有力的理论数据支撑。

通过对监测回路中涉及的测量元件、测量回路以及监测系统等因素分析，本着经济性和安全性的原则，合理地提出对应的优化改进方案，对保证机组运行以及企业生产有着极其重要的意义。

同时，以Kongsberg无线测温系统为例，日常维护中传感器的发射端和接收端均有被撞引起损伤，同时鉴于该温度监测方案中仍然存在SPU这一环节，在故障点、备件储备成本上都有所增加。因此，后期可参考诸如光纤栅传感原理等新技术，在保证安全性与准确性的前提下，对此类监测仪表甚至监测系统尝试实现国产化替代。