

远程环保主机的心跳脉冲信号监控装置的设计与应用

张瑞 黄浩

华电湖北发电有限公司黄石热电分公司 湖北黄石 435000

DOI: 10.12238/ems.v7i10.15757

[摘要] 各个电厂、钢铁厂以及石油化工企业的环保监控主机设置在现场控制间内,负责采集环保数据,如NOX、SO₂、烟气流量、烟气温度等一系列有关环保数据指标,并进行有效的记录以及向上级的环保平台进行实时的上传环保监控数据通讯,并形成对应的历史数据记录报表。其主机电脑一旦出现程序退出、卡涩、电脑死机等故障将无法与上级的环保平台数据进行通讯,从而导致数据丢失,使企业面临环保部门监管考核的巨大压力。

针对此类问题,论文中提出研发了一种用于远程监控环保主机运行状态的脉冲信号监测系统,该系统由三部分组成:后台监控平台、信号发射模块和接收报警终端。该解决方案能够实时监测远端环保主机的运行状态,当检测到主机宕机、进程异常终止等故障时,系统可立即向运维人员发送告警信息,从而显著缩短故障响应时间,有效提升企业环保数据的质量管理水平。该技术创新性地开发了一套经济实用的实时监测装置,具有以下优势:造价合理、操作维护简便、模块化设计便于安装更换、运行稳定可靠、环境适应性强,可大幅降低环保监控主机的故障处置时长,进而提高企业环保管理效能。

[关键词] 远程监控;心跳脉冲信号;环保主机;声光报警;二进制编码

第1章 背景技术

在现代工业生产中,大型电力企业及工矿企业需持续运维和监测其环保监控主机系统。这些主机承担着关键的环境数据采集任务,包括二氧化硫(SO₂)、氮氧化物(NO_x)、排放流量、温度等多项环保指标的实时监测。同时,它们还负责将采集的数据同步上传至省市级环保监管平台,并自动生成历史数据记录报表,以供后续分析和监管。

若主机发生系统崩溃、进程异常终止等故障,将导致与上级环保平台的数据传输中断,造成关键监测数据缺失。这种情况不仅影响企业的环保数据完整性,还可能引发监管机构的处罚,使企业面临合规风险和经济损失。因此,确保环保监控主机的稳定运行,对企业的环保合规管理至关重要。

1.1 研究背景和意义

目前,针对这类关键主机的监控手段仍显滞后。环保主机虽然承担着重要的数据采集任务,但其运行状态并未与工厂的DCS系统联网交互,仅以单向传输方式向环保平台上传数据。运维人员只能依赖人工巡检或定期核查环保平台数据来确认主机是否正常运行。然而,巡检周期的不连续性以及环保平台网络延迟等问题,往往导致故障无法被及时发现。例如,某企业曾因节假日期间巡检间隔延长,致使主机故障数日后才被察觉,造成严重的数据缺失风险。

这种监控方式的局限性使得环保主机的运行状态难以及时掌控,成为企业运维管理中的突出短板。正因如此,如何实现环保主机的实时、可靠监控,成为本课题研究的核心价值与攻关方向。

1.2 现在企业现状

通过调研部分企业对于环保主机的巡检与维护,只在每天每轮次的巡检中去发现问题,依靠人员的手动检查与人工判断,存在巡检不及时、判断失误、处理缺陷缓慢等问题,这是制约着对于环保主机可靠性要求的现实问题。

1.3 研究内容与方法

1.3.1 提高人力物力,安排班组人员每人每轮值,轮流在环保主机机房值班,对环保主机进行监测,但这存在人力物力成本的上升、人员的巡检仍存问题的方面的问题。

1.3.2 从计算机入手,设计一套可全面监控主机的程序通过现有的控制电缆,发信装置发送信号到运行人员或检修人员的监控室,可以客观准确的判断主机的问题,又能快速的响应出现的故障,可以从全方位提升巡检与维护环保主机的效率。

第2章 技术方案

本次设计研发的主要目的是提出一种远程监控环保主机的心跳脉冲信号监控装置,旨在解决现有环保监控主机的故障发现难以及发现延迟的问题。为实现上述目的,本实用新型提出一种便携式信号电缆声光对线仪,由主机监控软件、USB发信装置、接收报警机柜三部分组成。

2.1 主机监控软件

本研究采用自主开发的轻量化主机监控软件,基于通用Windows平台原生开发,无需依赖任何第三方运行库或附加组件,实现真正的绿色免安装运行。该软件采用高效的编程架构,能够对环保主机的核心硬件(如CPU、内存、存储等)及关键软件进程进行7×24小时实时监测,确保系统资源的异常波动和进程状态变化可被即时捕获。其技术特点包括:

采用 Windows 原生 API 开发, 避免对 .NET 框架等运行环境的依赖; 单文件可执行设计, 即拷即用, 不写入系统注册表; 内置智能资源监控算法, 精准识别系统僵死、进程异常等故障状态; 提供可视化监控界面与日志记录功能, 便于故

障回溯分析; 该解决方案有效克服了传统监控软件部署复杂、资源占用高的缺点, 为环保主机提供了一套高可靠性的自主监控方案。



程序源代码及程序界面截图

2.2 软件功能

- 2.2.1. 实时监控: 软件能够实时监控环保主机的各项软硬件状态, 包括 CPU 使用率、内存占用、硬盘状态、网络连接等。
- 2.2.2. 状态编码: 将监控到的状态信息进行编码, 生成特定的二进制编码, 通过 USB 接口发送到发信装置。
- 2.2.3. 故障检测: 软件能够检测到主机死机、程序退出等故障, 并及时发送故障信号, 在主机程序死机或电脑出现故障时, 心跳信号停止, 远方中断信号后也能及时的报警。
- 2.2.4. 日志记录: 软件能够记录主机的运行日志和故障日志, 便于后续分析和排查问题。

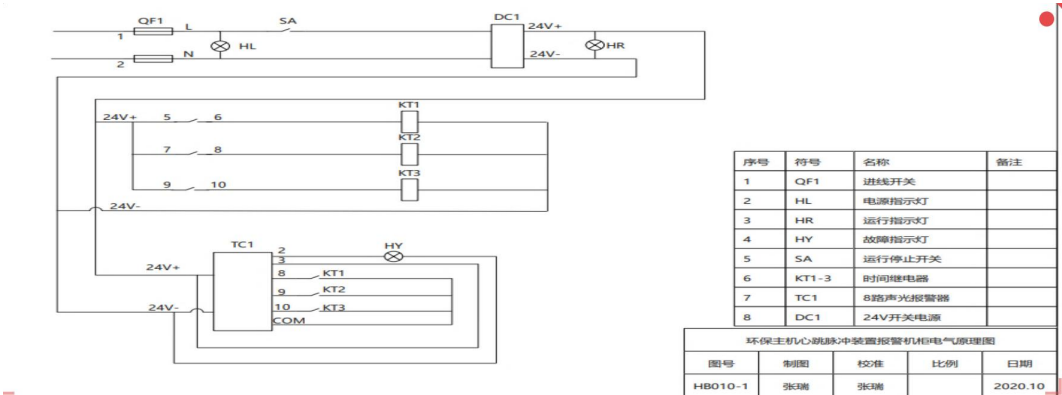
2.3 USB 发信装置

本系统采用市场成熟的 USB 通信模块 YKUS2 作为核心发信装置, 该模块通过高效的信号编解码技术, 将主机的运行状态信息实时转换为标准化的心跳脉冲信号。

装置特点:

- 2.3.1. 高可靠性: 采用成熟的发信装置, 故障率低, 信号稳定可靠。
 - 2.3.2. 兼容性强: 支持多种 USB 接口设备, 兼容性强, 适用于不同的环保主机。
 - 2.3.3. 信号转换: 将电脑信号编码转换成心跳脉冲信号, 便于传输和接收。
- 2.4 接收报警机柜

其内部连接通过 USB 网线连接心跳脉冲发信装置, 电缆或网线传输到接收信号报警机柜上进行解码判断并报警。接收信号报警机柜其内部电气原理图详见图, 由 QF1-进线开关; HL-电源指示灯; HR-运行指示灯; HY 故障指示灯; SA-运行停止开关; KT1~3-时间继电器; TC1-8 路声光报警器; DC1-24V 开关电源组成, 有声光报警、故障指示以及试验测试等功能。



电气原理图

机柜组成

2.4.1. 进线开关：作为机柜总电源控制单元，负责系统供电通断管理，保障设备用电安全。

2.4.2. 指示灯：配置多状态可视化指示模块，包含电源（通电状态）、运行（正常工作）、故障（异常状态）及报警（触发告警）四类 LED 指示灯。

2.4.3. 时间继电器：具备脉冲信号检测功能，通过分析心跳信号间隔实现超时判定，触发报警逻辑控制电路。

2.4.4. 声光报警装置：集成 8 通道声光报警器，当监测到远端工控机失联信号时，同步启动高分贝蜂鸣与频闪警示灯，实现多模态报警提示。

2.4.5. 运行开关：双功能控制单元，既作为机柜主运行开关，又可切换多路报警信号的软件控制模式。

2.4.6. 24V 电源模块：DC 稳压供电单元，为机柜内所有控制回路及信号传输设备提供标准工作电压。

第3章 实施方式

本实用新型一种远程监控环保主机的心跳脉冲信号监控装置可以通过电缆连接，接收发信装置发出的心跳脉冲信号，且该设备成本低、适应环境多、工作稳定可靠。

具体实施步骤

3.1. 安装与调试主机监控软件：

3.1.1. 在环保主机上安装自主研发的主机监控软件需要经过厂级主管单位以及环保设备维护单位的认可与允许，在取得相关许可手续后，方可进行软件的安装与调试工作；

3.1.2. 在进行相关软件的安装与调试工作，要确保不影响原环保采集软件以及数据库软件的正常运行，经调试确保软件能够正常运行并实时监控主机的软硬件状态。

3.2. 连接 USB 发信装置：将 USB 发信装置通过 USB 接口连接到环保主机，在不影响主机的正常通信与工作的情况下，确保发信装置的各工作指示灯正常工作，信号能够顺利传输。

3.3. 配置接收报警机柜：

3.3.1 将机柜安装在运行维护人员能够快速发现和监控的控制室墙壁或控制台上。

3.3.2 通过电缆或网线与 USB 发信装置连接，配置好各项参数，确保机柜能够正常接收和解码心跳脉冲信号。

3.4. 系统调试：对整个系统进行测试和调试，确保各个组件能够正常工作，并在主机出现故障时及时发出报警信号，经现场多次模拟系统出现故障时的响应时间不超过 5 秒。

3.5. 日常维护：1、系统的投入运行需要定期对系统进行测试，不仅是程序端以及报警机柜都经常性的进行测试，确保系统的运行正常；2、相关人员的培训：系统的报警如何进

行复位，如何快速准确的告知维护人员也应进行长期有效的培训与实操练习。

第4章 优点与效果

与现有依靠人员进行巡视巡检相比，本实用新型具有以下优点：

4.1. 装置可维护性高：基于心跳脉冲信号技术实现对环保主机的远程监控，具备优异的抗干扰性能，经现场多场景干扰测试均未出现误报或漏报现象。设备采用标准化通用部件，维护便捷且成本低廉，具有显著的通用性和经济性优势；

4.2. 程序安全稳定：自主研发的监控程序轻量化设计，兼容性强，无需复杂配置或系统修改，仅需安装绿色免安装版本即可运行。程序资源占用极低（CPU 峰值占用率≤5%），可同时环保软件运行状态及主机硬件健康度进行实时监测，提供软硬件一体化的全方位保护；

4.3. 报警装置可靠：声光报警系统支持多模式报警（声光报警/平光闪烁）及通道测试功能，便于运维人员快速定位故障点。系统采用多重保护设计，包括进线空气开关和 24V 熔断保护电路，确保设备高可靠性。配置专用测试按钮，可通过功能测试验证装置工作状态，保障系统持续稳定运行。

第5章 应用案例

该装置已经在黄石热电分公司得到应用，并在#210 机组总排口和#210 机组脱硫入口小间等环保主机的设备间进行了布置，成功监控了多台环保主机的运行状态，并在脱硫运行设备间安装了相关的报警机柜，分别对运行人员以及检修维护人员进行了培训与实操验证，通过了相关的许可与认证。

经长时间的投入运行监控，该装置在主机出现故障能及时发出报警信号，使得维护人员能够在最短时间内进行处理，避免了环保主机的数据丢失和环保部门的处罚，通过实时监控和及时报警，显著提升了环保数据的管理水平和故障处理效率。平均的故障处理时间由过去的 4 个小时以上减少到了半个小时甚至更短的时间以内，大大缩短了故障处理的时间，相关的课题还获得“黄石 QC 成果发布二等奖”。

第6章 展望与结论

随着环保法规的日益严格和技术的不断进步，远程监控环保主机的心跳脉冲信号监控装置将会在更多领域得到广泛应用。未来，该装置可以进一步优化和升级，例如增加更多的监控参数、提高信号传输的稳定性和抗干扰能力、开发更加智能化的报警系统等。此外，该装置还可以与其他环保监控系统进行集成，形成一个更加全面和高效的环保监控网络，为企业的环保管理提供更加有力的支持。