

泵站水冷系统漏液报警器设计

祁德丽, 吕鸿燕, 陈 武

(江苏省骆运工程管理处, 江苏 宿迁 223800)

摘要: 江苏省骆运水利工程管理处的泵站控制中使用了同步电机循环水冷系统, 为保证水冷系统的正常使用, 防止漏液导致相关设备损坏而设计了专门用于漏液检测报警的方案。该方案以 STM32F103 处理器为核心, 检测传感器的状态, 在现场显示其告警信息, 同时通过 RS-485 Modbus 方式将告警信息传输到远程监控系统上。实践证明, 该新型漏液告警系统, 可以达到实际使用要求, 具有广阔的推广应用前景。

关键词: 泵站; 水冷系统; 漏液报警

中图分类号: TV675

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2018) 12-0060-03

Design of leakage alarm for water cooling system of pumping station

QI Deli, LV Hongyan, CHEN Wu

(Luoyun Hydraulic Project Management Division of Jiangsu Province, Suqian 223800, Jiangsu)

Abstract: The circulating water cooling system of synchronous motor was used in the pumping station control of Luoyun Hydraulic Project Management Division of Jiangsu Province. In order to ensure the normal use of the water cooling system and prevent the leakage of the related equipment, a scheme for leak detection and alarm was designed specially. The scheme took STM32F103 processor as the core, detected the state of sensor, displayed alarm information on the spot, and transmitted alarm information to remote monitoring system by RS-485 Modbus. Practice had proved that the new type of liquid leakage alarm system could meet the practical use requirements and had broad application prospects.

Key words: pumping station; water cooling system; leakage alarm

1 概述

江苏省骆运水利工程管理处管理着泗阳、刘老涧、皂河、沙集等多座大型泵站, 这些泵站在防洪、排涝、灌溉、供水、改善生态环境及保障人民生命财产安全和促进经济社会发展等方面发挥了重要作用。

为了保障各泵站主机组安全运行, 需要对主电机上、下油缸内汽轮机油进行冷却, 电机循环水冷系统使循环冷却水通过主电机上、下油缸两个

冷却器从而带走热量。泵站技术规程中规定主机上油缸供水压力为 0.15 ~ 0.20 MPa, 随着主机长时间运行, 主机油缸内铜冷却器出现沙眼, 沙眼变大使冷却水漏入油缸内, 导致油缸内汽轮机油变质, 产生机组推力轴瓦和导向轴瓦烧损事故, 严重影响泵站的调度运行; 另一方面, 供回水管道长时间运行会出现阀件、接头锈蚀松动现象, 这也会导致冷却水泄漏, 当泄漏的冷却水流入主电机定、转子线圈中, 会导致定、转子绝缘性能下降, 产生相间短路和对地短路故障^[1-2]。

收稿日期: 2018-05-24

作者简介: 祁德丽 (1983—) 女, 本科, 工程师, 主要从事泵站管理、水文勘测等工作。

针对以上情况, 为及时发现冷却器和供回水管道冷却水泄漏, 专门设计了一种针对水冷系统漏液情况下产生告警的装置——泵站水冷系统漏液报警器。

2 设计需求分析

每个泵站平均有 4 台同步电机, 在每台主电机上、下油缸冷却器中, 各设置了 5 只漏液检测探头(欧姆龙的 K7L-AT50 漏液检测器)。同时采集这些传感器, 将这 4 组冷却器的传感器的状态分别显示在 4 只按键灯上。当没有告警的时候, 按键灯为 5 s 快速闪烁一次; 如果有告警, 对应的按键灯为 1 s 闪烁一次, 同时将连接着对应的告警蜂鸣器的开关打开。

4 只按键, 分别控制着 10 个告警灯, 用于显示 10 只漏液传感器的状态, 如果有告警, 则对应的告警灯亮。同一时间内, 只能有 1 个按键被正确选择, 一旦这个按键被按下后, 按键灯为常亮, 按键处于锁定状态, 其他按键将不再起作用, 除非再次按下此按键解锁后, 才可以选择其他的按键。

要求设计有告警蜂鸣器的开关, 可以单独关闭所有告警蜂鸣器的声音。对于产生的告警状态, 需要通过 RS485 总线使用 Modbus 协议传输到远程监控中心。所有设计要求符合工业强干扰的环境下, 能可靠工作。

整体需求框架见图 1。

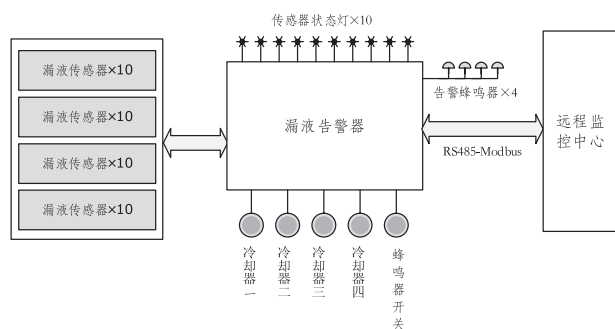


图 1 需求框图

3 硬件设计

由于泵站主机电压为 6 kV 高压, 电机运行中, 定转子线圈产生旋转磁场, 会严重干扰传感器及报警器的工作, 所以其硬件设计显得尤其重要。

报警器使用 24 V 直流供电, 使用 DC-DC 隔

离电源模块, 将 24 V 转为 5 V, 去控制继电器、告警灯等。再利用 LDO, 将 5 V 调整为 3.3 V 给 MCU 供电。

MCU 使用 ST 公司的工业级 MCU 芯片 STM32F103。在和 MCU 连接的相关传感器、按键等信号, 均使用了光耦隔离后, 再和 MCU 相连接。

系统的硬件框图见图 2。

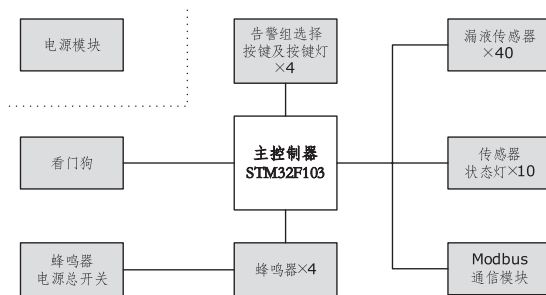


图 2 系统硬件框图

(1) 传感器检测隔离电路设计

本报警器使用的漏液传感器是欧姆龙公司的 K7L-AT50 漏液检测器, 它属于开路输出方式。一共需要检测 4×10 个传感器, 共计 40 个点。所以设计中采用了多路开关芯片 CH444G 来实现检测管脚的复用。

多路开关输出隔离电路见图 3。

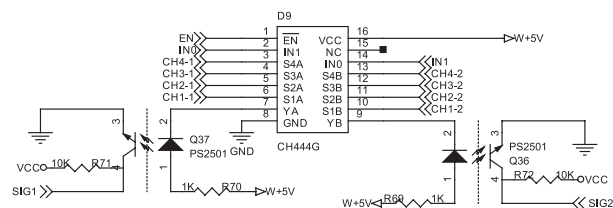


图 3 多路开关输出隔离电路

设计中使用了 5 片多路开关芯片 CH444G, 实现总计 40 路传感器的信号输入。如图 3 所示, 每片多路开关, 可以实现 4 组、2 对传感器信号的输入(CH1-1、CH1-2, CH2-1、CH2-2), 最终通过多路开关芯片的 YA 和 YB 输出信号, SIG1 ~ SIG10 到 MCU 的 PA 口, 通过 MCU 的 PA 口对应的高低电平检测, 实现传感器告警的检测。

在多路开关芯片的 YA、YB 口连接到 MCU 的时候, 使用了光电隔离方式, 防止外部干扰。

每个多路开关芯片, 连接了 4 组传感器信号, 通过多路开关芯片的管脚 EN、IN0 及 IN1 实现不同组的信号切换。即将 CH1-1、CH1-2, CH2-1、CH2-2, CH3-1、CH3-2, CH4-1、CH4-2 分别切

换到 YA、YB 口输出。

多路开关控制隔离电路见图 4。

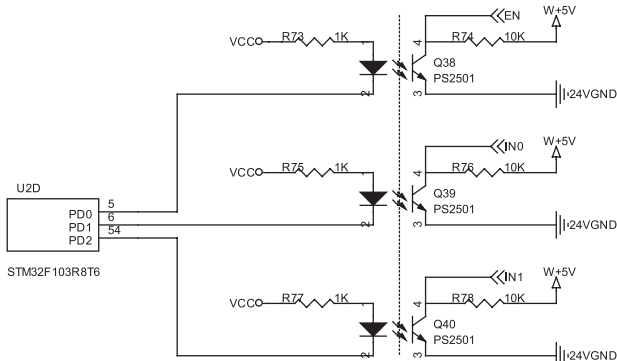


图4 多路开关控制隔离电路

使用MCU的PD口作为多路开关的控制接口,同样也从隔离方面考虑,使用了PS2501光耦,对MCU的信号和多路开关的连接EN、IN0及IN1管脚,进行了光电隔离,保证了外部模拟电路部分的干扰不会影响到MCU的管脚。

(2) 按键检测及按键灯电路设计

使用MCU的PB端口,分别检测按键,并且控制按键灯的显示灯工作。该设计中,一共有4个常用按键(按下后会自动抬起的按键)以及4个按键灯。按键检测及按键灯控制电路见图5,图5简化后仅画出了1路按键以及1路按键灯。考虑到外部干扰,这里同样也采用PS2501光耦进行了信号的隔离。

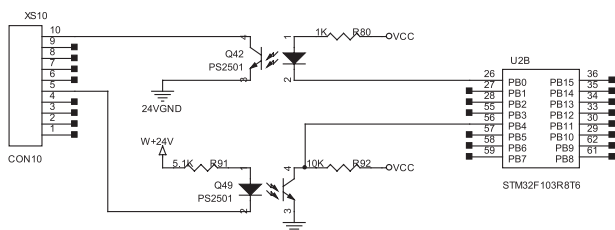


图5 按键检测及按键灯控制电路

(3) 蜂鸣器及传感器状态灯控制电路

使用MCU的PC端口,用作本设计中的蜂鸣器的控制以及漏液传感器的状态显示。从设计需求出发,我们一共设计了4路的干接点,用于传感器的告警输出,用10路LED等,分别用于显示每个泵站机组的10个检测传感器的状态。蜂鸣器及传感器状态灯控制电路见图6,图6简化后只画出了1路干接点电路以及10个传感器状态灯。

在干接点的继电器控制方面,为了和MCU系统隔离以及简化设置,使用了能直接驱动继电器

的TLP222光耦。同时,在控制外部传感器状态灯的时候,也使用了PS2501继电器,进行了控制信号的隔离。

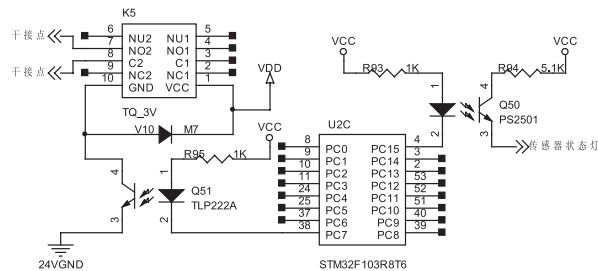


图6 蜂鸣器及传感器状态灯控制电路

(4) 通信电路的设计

所有的通信、传感器接口均认真进行了EMC的处理。对需要对外供电的接口,均使用了隔离电源。对于通信信号线,使用了ADI公司基于iCoupler®技术的隔离器件。在保证系统可靠性的同时,兼顾了通信速度等影响整个监控系统性的指标。

(5) 看门狗电路设计

为了提高硬件设计的可靠性,用一个专门的看门狗电路来监控采集器是否正常运行。采集器在使用了CPU内部的看门狗外,还专门设计了专用的看门狗电路(见图7)。考虑到CPU复位至少需要维持100ms,为使CPU正常复位,决定采用复位芯片来产生复位信号。最终选用的集成看门狗复位芯片是MAXIM公司的MAX824TEUK-T。

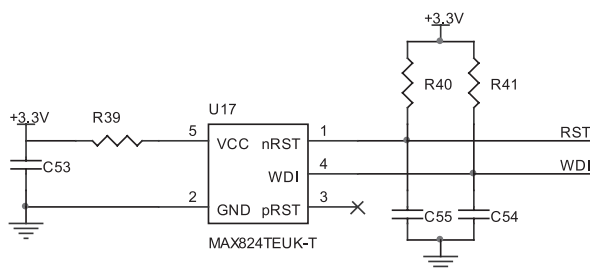


图7 硬件看门狗示意图

WDI是看门狗输入引脚,连接到MCU的PA15脚,该IO需要在1.6s内进行电平的反转,否则看门狗定时器将会溢出,可能导致整个系统重启。

4 软件设计

报警器的软件处理包括以下几个部分^[3-4]:

(下转第66页)

（上接第 62 页）

（1）初始化程序

上电初始化外设, 运行灯闪烁 3 次后, 开启定时器的中断, 进入主循环。

（2）告警检测程序

定义 40 个告警状态变量, 40 个告警确认计数器, 4 个泵站机组告警状态变量, 同时对 4 个机组的 40 个监测点传感器的信号进行实时检测(告警和恢复), 并对每个告警状态独立计数确认, 告警时告警确认和告警恢复互不影响。每次检测确认后的告警状态实时更新到状态变量中, 当 10 个漏液监测点任何一个出现告警状态, 即将对应的泵站机组告警状态变量设置为有告警。当 10 个传感器全部恢复正常, 则清除对应的机组告警状态变量, 同时对应控制着蜂鸣器的继电器, 如机组有告警则吸合, 反之断开。

（3）按键及显示

检测告警和按键显示处理分开运行, 2 个子函数串行运行于时钟中断时, 先运行告警检测函数, 再运行按键显示(包含运行指示灯), 但彼此之间只通过告警状态传递信息。在没有按键按下时, 4 个按键指示灯分别显示 4 个机组的告警状态, 当某个机组有漏液的时候, 对应的灯亮 0.5 s、灭 0.5 s 循环闪烁。当该机组无告警时, 对应灯亮 0.5 s、灭 4.5 s 循环闪烁。按下其中任意一个按键后, 进入查看该机组告警状态的模式, 10 个外接的发光二极管显示该机组的 10 个漏液监测点的告警状态, 同时按键灯常亮。此时, 其他 4 个按

键灯依旧显示对应机组的告警状态, 再次按下该按键则退出该机组的告警查看模式。

（4）Modbus 通信功能

报警器接口 RS485 接收远程监控中心发送的查询告警状态的指令。在串口接收中断时, 将所有机组的漏液告警状态通过 Modbus 协议发送给远程监控中心, 监控中心将实时告警状态显示在监控中心的大屏幕上。

5 结语

此检测报警在研发设计完成后, 已在实际工作场合中试用, 取得了不错的效果。尤其是采用了多种告警方式, 为现场工作人员以及远程监控人员, 提供了不同告警状态的获取方式, 为泵站精心、精确、细致、全面的日常管理, 提高泵站安全投运率, 促进泵站的安全高效运行提供了技术保障。

参考文献:

- [1] SL-61 2003 水文自动测报系统技术规范[S]. 北京: 中华人民共和国水利部, 2003.
- [2] 张仑. 32 位嵌入式系统硬件设计与调试[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [3] 问泽杭, 等. 冷水机组在泵站冷却系统中的应用[J]. 机械排灌, 2005, 23(1):19-21.
- [4] DB32/T 1360-2009 泵站运行规程[S]. 南京: 江苏省质量技术监督局, 2009.