

消防泵自动巡检系统的设计与实现^{*}

张 辑¹, 陈天翔¹, 孙 园¹, 田 洪¹, 倪学云²

(1. 厦门理工学院 电子与电气工程系, 福建 厦门 361024;

2. 无锡万博自动化设备有限公司, 江苏 无锡 214072)

摘要:为防止火灾发生时消防泵因生锈腐蚀而不能正常工作,将 PLC 控制技术和变频供水技术应用于消防泵巡检中,构建消防泵自动巡检系统。针对大厦消防安全问题,对消防给水系统进行了稳定性分析,完成了巡检系统设计。该系统采用西门子 S7-300、西门子变频器 MM430、智能仪表等,通过 PROFIBUS DP 总线相连构成;上位机采用 WinCC 组态软件开发,上位机与 PLC 采用 MPI 总线通信。研究表明,该系统具有可靠性高、自动化程度高、可扩展性强、运行稳定等优点,具有广泛的应用前景。

关键词:自动巡检;人工巡检;上位机;消防泵

中图分类号:TP273;TU892;TH3

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2011)11-1363-05

Design and implementation of automatic tour inspection system for fire pump

ZHANG Ji¹, CHEN Tian-xiang¹, SUN Yuan¹, TIAN Hong¹, NI Xue-yun²

(1. Department of Electronic and Electrical Engineering, Xiamen University of Technology, Xiamen 361024, China;

2. Wuxi Wanbo Automation Co. Limited, Wuxi 214072, China)

Abstract: In order to prevent that fire pump cannot work because of corrosion at the time of fire occurrence, tour inspection system was developed based PLC control technology and frequency conversion technology. The fire safety problems of building and reliability of firewater supply system were analyzed to design tour inspection system. The tour inspection system was composed of Siemens S7-300, Siemens MM430 intelligent instrument, connected by PROFIBUS DP bus. The superior computer communicated with PLC based on MPI bus. Results show that the system gets good index of the high reliability, high automation, good expansibility and high stability, has a good prospect.

Key words: automatic tour inspection; manual inspection; superior computer; fire pump

0 引言

近年来,北京、上海、广州等大城市先后有多栋大楼发生了火灾,给国民经济造成了巨大损失。消防系统是大楼防火的主要系统,而消防泵是消防系统中的一个重要组成部分,其主要特点是平时有可能长期不用,一旦使用必须及时可靠地发挥作用,以减小火灾扩散的危险,延缓火灾蔓延的速度,从而保障大楼安全。国家消防总局在 1999 年下文要求所有消防设备必须具有自检功能,消防控制设备必须在 15 天内自动启动一次,防止水泵生锈腐蚀。消防给水设备必须

具有自动巡检功能^[1]。因此,消防泵基本性能的维护和日常巡检至关重要。

文献[2]比较了消防泵人工巡检和自动巡检系统两种技术差异,所介绍的自动巡检系统是简单按钮控制的巡检系统,自动化程度低;文献[3]自动灭火、巡检的控制系统配置方案采用三菱触摸屏 F930GOT 为显示操作界面,主控器采用三菱 PLC FX1N-60MR。这种方案特点是成本低,但是,数据存储器很少,不能实现网络监控与远程监控。文献[4]提出 S7-200PLC 实现主变压器细水雾灭火方案,没有实际应用,没有上位机监控。目前,还没有基于 PROFIBUS 总线的自动

收稿日期:2011-05-12

基金项目:福建省教育厅资助项目(JB06175);厦门市科技局资助项目(3502Z20083031)

作者简介:张 辑(1976-),男,四川达州人,主要从事电力电子与电力传动方面的研究。E-mail:221zhangji@163.com

巡检系统文献。

针对乌鲁木齐保安押运公司新大楼“消防给水泵定期巡检,火灾时能立即退出巡检投入运行”的功能等要求,本研究设计并实现消防泵自动巡检系统,系统具有自动巡检、网络监控等功能。系统嵌入到整个建筑的电力监控系统中,实现远程监控。

1 系统构成及设备选型

1.1 系统构成

乌鲁木齐押运公司新大楼为办公、居住两用的 25 楼层,消防给水泵组位于地下二层水泵房,包括两台 90 kW 消防泵和两台 30 kW 喷淋泵,均为一用一备设计,其中消防泵给消火栓供水,喷淋泵给喷淋系统供水。

根据水泵功率大小,消防泵采用带旁路接触器的软启动器启动,喷淋泵采用星三角启动。巡检时由变频器轮流驱动 4 台水泵低频运行几分钟(频率及时间均可调整),避免因巡检导致管道水压过高,同时节约了能源。整个泵组定期巡检以及火灾时泵组的启停均由 PLC 程序控制。

1.2 设备选型

该系统中使用的主要设备均选用西门子公司产品,其中 PLC 选用的是使用范围最为广泛的 S7-300 系列,CPU 为 315-2DP,带有一个 MPI 接口和一个 Profibus 接口;变频器选用风机水泵专用型变频器 MM430;软启动器选用 3RW40 系列产品;断路器、接触器、热过载继电器等低压元器件也均为西门子公司相关产品。

该系统结构如图 1 所示。PLC 与变频器之间采用 Profibus 总线通讯,PLC 通过通讯控制变频器中两组

水泵参数的切换和变频器的启停。同时 PLC 通过 MPI 网络将系统连接到地下一层配电房电工值班室,实现远程监控。

1.3 控制方式

巡检系统采用手动或自动控制,任何时候手动巡检优先。

(1) 手动巡检。如当巡检控制柜旋钮开关旋到手动,则为手动巡检,通过操作柜面各启动按钮,即可分别低速启动各泵,按停止按钮则停止。

(2) 手动启停消防泵。如将巡检控制柜旋钮开关旋到自动,消防泵控制柜旋钮开关旋到手动,则可手动启动/停止各消防泵,同一时刻只能启动一台。

(3) 手动启停喷洒泵。如将巡检控制柜旋钮开关旋到自动,喷洒泵控制柜旋钮开关旋到手动,则可手动启动/停止各喷洒泵,同一时刻只能启动一台。

(4) 自动运行。如将巡检控制柜、喷洒泵控制柜的旋钮开关都旋到自动,则为自动运行方式,在无消防启泵要求的情况下,每隔 10 天定时巡检。在有消防启泵要求时,按要求启动消防泵或喷洒泵,每组泵一用一备,故障时自动启动备用泵。

(5) 灯测试。各控制柜均装有灯测试按钮,按下此按钮,该控制柜各指示灯亮,蜂鸣器鸣叫,用于检测指示灯及蜂鸣器是否损坏。

2 系统设计

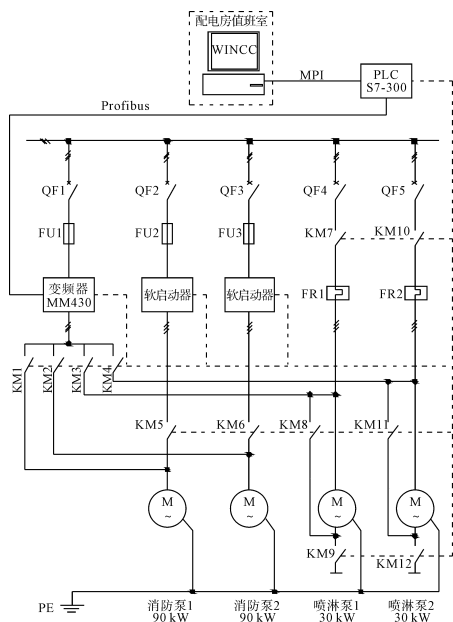
2.1 系统程序设计

火灾信息由消防控制中心发出,当消防控制系统检测到建筑物内发生火灾时,消防控制中心即刻根据需要发出启动消防泵或喷淋泵的接点信号到水泵控制系统 PLC,PLC 收到信号后立即退出目前的任务,启动消防泵或喷淋泵。当没有火灾信息时,PLC 程序控制水泵定期巡检。

系统自动运行时每隔 10 天对水泵巡检一次,间隔时间可以根据需要远程设置。巡检时 PLC 控制变频器以较低的频率逐一驱动每台泵,由于驱动功率较小,节能显著。同时由于水泵在低速运行,达不到水泵的出水速度,不会对管网压力产生影响。

巡检时间到时,PLC 调用巡检程序,首先控制变频器切换到 90 kW 消防泵参数,然后控制接触器 KM1 吸合,将消防泵 1 接到变频器负载端,KM1 吸合以后启动变频器低频运行并开始计时,则消防泵在变频器驱动下低频运行,定时时间到则停止变频器,变频器停止后分开接触器 KM1,控制 KM2 吸合。KM2 吸合后启动变频器驱动消防泵 2 低频运行。

消防泵 2 巡检结束后,控制变频器切换到 30 kW



喷淋泵参数。然后控制接触器 KM3、KM8 吸合,将喷淋泵 1 接到变频器的负载端,启动变频器驱动喷淋泵 1 低频运行。定时时间到了则停止变频器并分开接触器 KM3、KM8,控制 KM4、KM9 吸合并启动变频器驱动喷淋泵 2 低频运行。

本研究按照消防泵 1、消防泵 2、喷淋泵 1、喷淋泵 2 的顺序,依次启动运行几分钟(运行时间可远程设置)。如巡检过程中发现水泵不能正常运行,该系统将发出声光报警,并在电工值班室监控计算机上发出报

警信息,做到及时准确地将故障信息告知工作人员。巡检逻辑如图 2 所示。

如在巡检时收到火灾信息,该系统将立刻停止巡检,并切换到火灾控制子程序启动消防泵。

2.2 火灾时程序切换

火灾信息由消防控制中心发出,当消防控制系统检测到建筑物内发生火灾时,消防控制中心即刻发出一组火灾信号指令到消防泵系统 PLC,PLC 收到信号后立即调用火灾控制子程序,本研究按照如图 3 所示的逻辑先启动消防泵 1,如果消防泵 1 有故障启动不了,变频器判断水泵有没有启动,变频器会发出声光报警提示消防泵 1 故障,立即启动消防泵 2。变频器启动 90 kW 消防泵和 30 kW 消防泵的程序如图 4 所示。

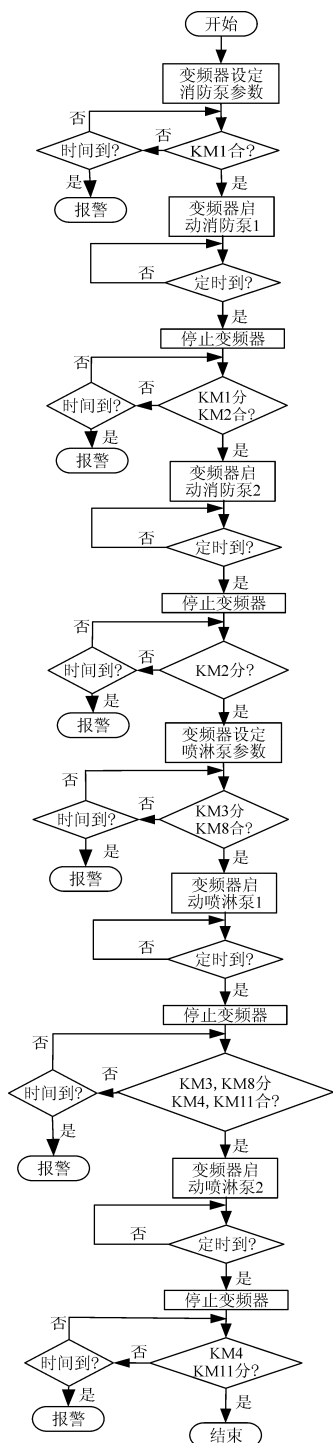


图 2 系统巡检流程图

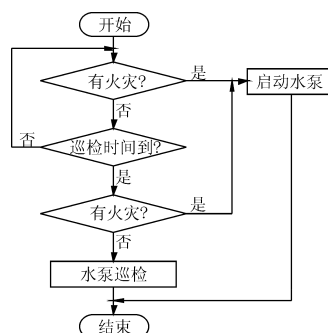


图 3 火灾时系统切换流程图

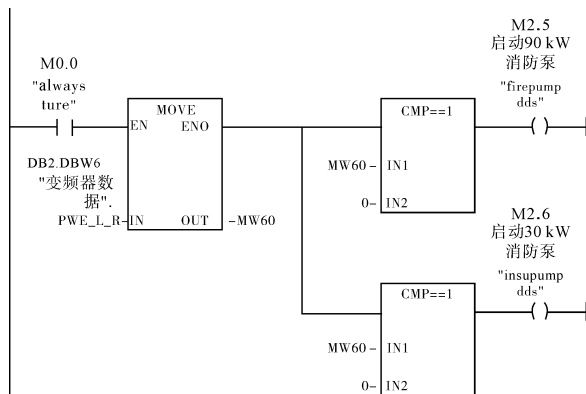


图 4 变频器启动 90 kW 和 30 kW 消防泵的程序图

2.3 系统网络通信设计

西门子常用的通信方式主要有以下几种:自由口通信、PPI (Point to Point 点对点接口协议) 通信、MPI (MultiPoint interface 多点接口协议) 通信、PROFIBUS (ProcessField Bus 过程现场总线协议) 通信、工业以太网通信等。

MPI 协议用于小范围、小点数的现场通信。MPI 是为 S7/M7 和 C7 系统提供的多点接口,它被设计为用于编程设备接口,也可以用来在少数 CPU 之间传递数据[5-6]。

PROFIBUS 协议是目前国际上通用的现场总线标准之一,并以其独特的技术特点、严格的认真规范、开

放的标准、众多厂商支持和不断发展的应用行规,成为现场级通信网络的最优解决方案,其网络节点已突破 1000 万个,在现场总线中遥遥领先。

该系统的 PLC S7-300 自带有一个 PROFIBUS DP 接口和一个 MPI 接口,具有很高的性价比,不需要再购买 DP 通信模块就能实现 PLC 与变频器等仪器组建 PROFIBUS DP 网络,组态图如图 4 所示,该网络具有可扩展功能,能够扩展多个监控站和状态采集点。系统由 1 个 CPU315-2DP、5 块数字输入/输出模块、变频器等构成。

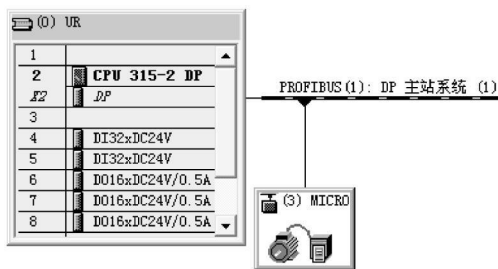


图 5 主从站 PROFIBUS 总线组态

SIMATIC S7 采用系统功能 SFC14 DPRD_DAT 和 SFC15 DPWR_DAT 来实现主从站的数据读写,在一个输入/输出模块中,使用组态报文一次可以指定最大 128 Bytes 的数据区域用于数据交换。对于 DP 主站(即 S7-300)上用 SFC15 所发送的输出数据,在从站(即变频器)上则是由 SFC14 作为数据读取的。对于 DP 主站上的那些来自从站的输入数据,情况则正好相反^[7-8],主、从站初始化程序如下:

```
CALL "GLOBAL_DP_DIAG"
CHECK_ACTIV:=TRUE
EXTERNAL_DP_INTERFACE:=FALSE
DP_MASTERSYSTEM:=1
DATA_FIELD:="GLOBAL_DIAG_DB".DATA_
FIELD
SUM_SLAVES_DIAG:="GLOBAL_DIAG_DB".
SUM_SLAVES_DIAG
LIST_SLAVES_NOT_PRESENT:="GLOBAL_
DIAG_DB".LIST_SLAVES_NOT_PRESENT
LIST_SLAVES_ERROR:="GLOBAL_DIAG_D
B".LIST_SLAVES_ERROR
RETVAL:="GLOBAL_DIAG_DB".RETVAL
BUSY:="GLOBAL_DIAG_DB".BUSY
```

该系统配置的主、从站通信程序如图 6 所示。

上位机采用研华工控机 IP610,工控机 PCI 插槽上装 CP5611 卡,通过 MPI 电缆与 S7-300 的 MPI 接口相连,S7-300 不需要再配通信卡,降低了系统的成本。S7-300 与上位机的通信采用 MPI 协议。WinCC 提供了一个名称为 SIMATIC S7 Protocol- Suite

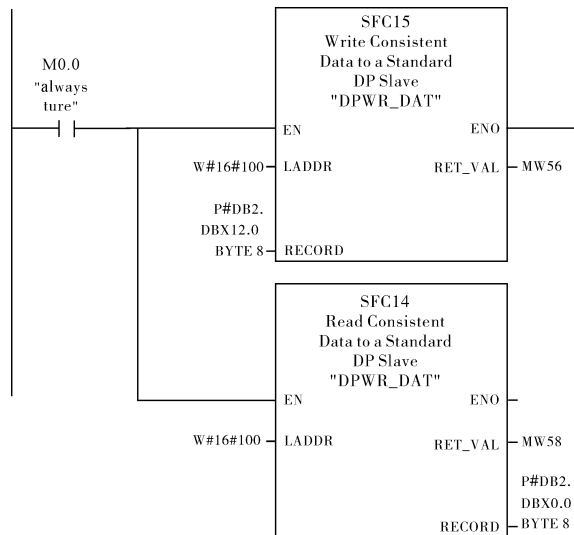


图 6 主、从站通信程序

的驱动程序。该驱动程序支持 WinCC 站与 SIMATIC S7 自动化系统之间的 MPI 通信。

2.4 上位机设计

西门子公司的 WinCC 是视窗控制中心(Windows Control Center)的简称。它集成了 SCADA、人机界面(HMI)、组态、脚本语言和 OPC 等先进技术,被用来在生产过程和过程自动化中进行图形显示和完成控制任务。

WinCC 运行于个人计算机环境,其特性之一是全面开放性,可以与各种自动化设备及控制软件集成,具有丰富的设置项目、可视窗口和菜单选项,使用方式灵活,功能齐全。它具有强大的功能接口、快速画面更新和安全的归档功能,保证 WinCC 具有非常高的可靠性。用户在其友好的界面下进行组态、编程和数据管理,可形成所需的操作画面、监视画面、控制画面、报警画面、实时趋势曲线、历史趋势曲线和打印报表等 WinCC 的另一个特点在于其整体开放性,它可以方便地与各种软件 and 用户程序组合在一起,支持 C 脚本和 VB 脚本^[9]。

该系统的 WinCC 6.1 采用设计了消防泵和变频器状态监视画面、故障报警画面等,系统自动化程度高。

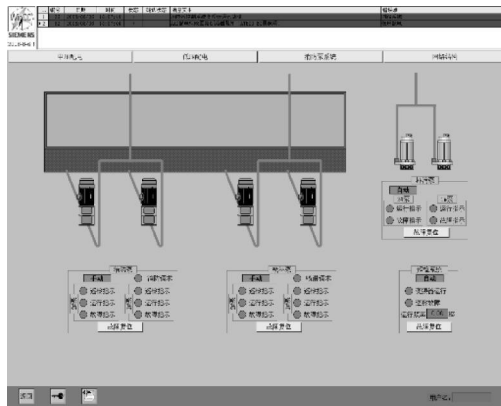


图 7 消防泵和变频器状态监视

状态监视画面如图 7 所示,主要监控消防泵 1 和消防泵 2 的状态,变频器的状态,手动巡检和自动巡检工作方式的切换。

报警画面如图 8 所示,主要完成水泵过载报警、启动超时报警、巡检故障等任务。

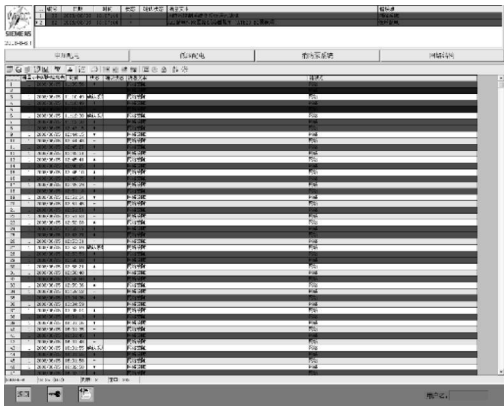


图 8 故障报警画面

2.5 变频器参数设置

MM430 变频器是风机水泵专用型变频器,可以针对不同的风机水泵设置多组驱动数据,根据需要进行切换^[10]。本研究中相关参数设置如表 1 所示,其中 P*

表 1 变频器参数

序号	参数号	参数值	备注
1	P205[0]	1	应用对象
2	P205[1]	1	应用对象
3	P300[0]	1	选择电动机类型
4	P300[1]	1	选择电动机类型
5	P304[0]	380	电动机额定电压
6	P304[1]	380	电动机额定电压
7	P305[0]	167	电动机额定电流
8	P305[1]	56.9	电动机额定电流
9	P307[0]	90	电动机额定功率
10	P307[1]	30	电动机额定功率
11	P310[0]	50	电动机额定频率
12	P310[1]	50	电动机额定频率
13	P311[0]	2 970	电动机额定速度
14	P311[1]	2 950	电动机额定速度
15	P700[0]	6	命令源
16	P1 000[0]	6	频率设定
17	P1 080[0]	0	电动机最小频率
18	P1 080[1]	0	电动机最小频率
19	P1 082[0]	50	电动机最大频率
20	P1 082[1]	50	电动机最大频率
21	P1 120[0]	60	斜坡上升时间
22	P1 120[1]	30	斜坡上升时间
23	P1 121[0]	50	斜坡下降时间
24	P1 121[1]	20	斜坡下降时间
25	P820	2 090.12	控制驱动数据切换

[0]为 90 kW 消防泵参数,P*[1]为 30 kW 喷淋泵参数,P820 控制参数切换。本研究设定了变频器启动电机的参数,电机启动参数,保证水泵工作在稳定工作状态。

3 结束语

消防泵是消防给水系统的重要组成部分,其主要特点是平时不用,用时必须 100%可以投入运行。因此,其基本性能的维护和日常巡检至关重要。

目前大多数消防泵巡检是通过人工去完成的,人工巡检过程复杂,费时费电且难以监管,造成消防泵不能正常运转的情况,恰恰大多是复杂过程导致的误操作和日常维护管理不到位。一些自动巡检设备自动化程度不高,数据归档能力差,系统可扩展性差。

该系统下位机采用 PROFIBUS 总线,系统可靠、可扩展性能好,实现远程监控;上位机与 PLC 通信采用 MPI 通信,通信可靠、成本低。根据资料显示,该系统目前在国内处于先进水平。

该系统自投入运行一年以来,运行稳定可靠,能够正常定期巡检。这种自动巡检系统可确保消防水泵不会产生锈蚀、锈死现象,使消防给水设备在火灾时能够可靠地投入运行;本研究通过将系统嵌入到整个大楼的配电监控系统中实现远程监控,不但减少了工作人员的工作量,也降低了用户在该系统上的维护成本;采用变频技术,降低了能源消耗。

参考文献(References):

[1] 中华人民共和国公安部. GB50016-2006 建筑设计防火规范[S]. 北京:中国计划出版社,2006.

[2] 王洪立,陈国栋. 消防泵的低频自动巡检技术[J]. 低压电器,2009(4):25-27,35.

[3] 林业福,孟功乔,胡 虹. 消防气压给水控制系统[J]. 机床与液压,2005(10):165-167,118.

[4] 包西平,杨庆江,李 晔. 基于 PLC 的主变压器自动灭火控制系统[J]. 机电工程,2006,26(10):52-54.

[5] 崔坚. 西门子工业网络通信指南(上册)[M]. 2 版. 北京:机械工业出版社,2008.

[6] WEIGMANN J,KILIAN G. 西门子 PROFIBUS 工业通信指南[M]. 2 版. 北京:北京邮电出版社,2007.

[7] Hans Berger. 西门子 S7-300/400 编程[M]. 3 版. 北京:北京邮电出版社,2007.

[8] MULLER J. 西门子自动化系统实战[M]. 北京:北京邮电出版社,2007.

[9] 苏昆哲. 深入浅出西门子 WinCC V6 [M]. 2 版. 北京:北京航空航天大学出版社,2005.

[10] 西门子(中国)有限公司. MICROMASTER 430 通用型变频器使用大全[M]. 北京:西门子(中国)有限公司,2003.

[编辑:李 辉]