

Research on Intelligent Integrated Fire Inspection Control System

Qiwen Jiang, Xin Wang, Fei Wang, Zhe Yang, Zhiyuan Wang

College of Environment and Architecture, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai
Email: 1119557826@qq.com

Received: Mar. 2nd, 2015; accepted: Mar. 20th, 2015; published: Mar. 26th, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

In order to guarantee the functional operation of building fire-fighting facility, daily examination and maintenance are essential. In this study, converter, programmable controller and touch screen are applied to the fire-fighting control and automatic round measurement, which constitute the control system of pressure stabilizing pumps with variable frequency and constant pressure, the control system of fire pump and spray pump and fire-fighting automatic round measure system. By the condition test, it shows that, the system is of well stability, high automatization and convenient for daily condition monitoring.

Keywords

Fire Control, Automatic Inspection, Variable Frequency and Constant Pressure, Automation

智能一体化消防巡检控制系统的研究

蒋绮雯, 王 昕, 王 非, 杨 喆, 王智元

上海理工大学环境与建筑学院, 上海
Email: 1119557826@qq.com

收稿日期: 2015年3月2日; 录用日期: 2015年3月20日; 发布日期: 2015年3月26日

摘 要

为了保障建筑消防设施的正常运作, 日常检查与维护是必不可少的。本实验将变频器、可编程控制器、

触摸屏运用到消防控制与自动巡检中,构成稳压泵变频恒压控制系统、消防泵与喷淋泵控制系统以及消防自动巡检系统三种控制系统。通过对其在工况的试验,试验结果表明,该系统稳定性好,自动化程度高,便于日常对现场工况进行掌控监测。

关键词

消防控制, 自动巡检, 变频恒压, 自动化

1. 引言

建筑消防设施是探测火灾发生、及时控制和扑救初起火灾的重要保障[1]。建筑消防设施的完好有效,对保证建筑物消防安全和人员疏散安全、预防和减少火灾危害、保障城市安全运行发挥着重要作用[2]。

消防给水设备的巡检是保证消防系统始终处于良好运行工作状态的重要手段。国家标准 GB50261-2005《自动喷水灭火系统施工及验收规范》第 9.0.4 条规定:“消防水泵应每月启动运转一次……当消防水泵为自动控制启动时,应每月模拟自动控制的条件启动运转一次”。消防泵的日常检查与维护已成为保障人民生命财产安全的重要工作,消防泵的巡检是防止消防泵锈死,掌握和了解消防泵状况的有效方法[3][4]。

目前,巡检方式分为人工巡检和自动巡检。人工巡检是当今较为普遍的消防巡检方式,但其操作复杂,费时费力并且难于监管[5]。正是由于这种操作人员引起的失误和日常维护管理不到位,而造成了消防水泵不能正常运作的状况。如何高效管理消防设备日常运作是目前消防领域的重要问题。故课题组根据研发了一种智能一体化的消防巡检控制装置,旨在保证发生火灾时,消防水泵能正常运行,对其水管压力能进行定期自动检测并且记录检查结果。

2. 实验装置及系统设计

2.1. 实验装置

智能一体化消防巡检控制装置如图 1 所示该装置。该装置通过变频器、触摸屏、可编程控制器等元器件实现稳压泵变频恒压控制系统、消防泵与喷淋泵控制系统以及消防自动巡检系统三种消防控制系统、工频与低频两种巡检模式。各系统能自由切换,操作简单且功能强大,能对水管提供稳定压力,对消防水泵及水管压力进行定期自动检测与控制并且记录保存检查结果,便于日常对现场工况进行掌控监测,同时能有效预防火灾后消防给水设备不能正常运转。

2.2. 系统设计

本项目主要由稳压泵变频恒压控制系统、消防泵与喷淋泵控制系统以及消防自动巡检系统三部分组成。如图 2 所示,该系统主要采用一台变频器、PLC、触摸屏等器件组成一套多功能的控制系统,可选择型控制二至四台消防水泵。通过消防巡检柜实现三种控制系统、两种巡检模式的自由切换,操作简单且功能强大。

2.2.1. 稳压泵变频恒压控制系统

消防稳压泵是指:在未发生火灾时,维持消防系统在火灾时所需的压力;在发生火灾时,不妨碍系统压力迅速下降并能有效利用其监护作用在发生火灾时自动、有效、迅速地启动消防主泵的一种消防辅助泵[6]。如图 3 所示,稳压泵变频恒压控制系统是根据其运行原理通过 PLC 可控制编程器接收外部压力传感器



Figure 1. The integrated intelligent fire protection inspection control device
图 1. 智能一体化消防巡检控制装置

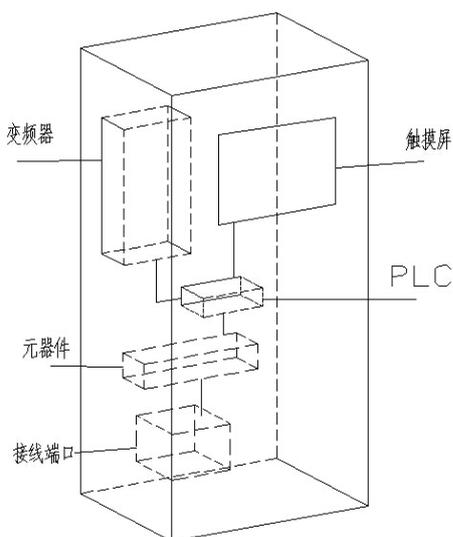


Figure 2. Control device of three dimensional wireframe
图 2. 控制装置 3D 线框图

信号并且传送到变频器中实现这一功能。运用变频器中 PID 闭合控制技术，当调节压力至恒定时，即频率下降至最低频率一段时间后，变频器自动停止工作并进入睡眠模式。压力传感器连接在水泵出水口管道上，压力传感器接在水泵进水口管道处。由压力传感器测量稳压泵出水口压力，若出水口压力小于输出管口压力设定值的下限范围时(输出管口压力可通过变频器自行设定)则进入唤醒模式重新变频启动稳压泵。通过触摸屏上自行设定的时间在 PLC 可控制编程器中自动轮换运行，防止泵长期不运转发生咬死现象无法正常工作。

2.2.2. 消防泵与喷淋泵控制系统

消防泵与喷淋泵控制系统是指通过组合消防巡检柜控制消防泵与喷淋泵，主要是将水箱中的水加压送至消防管道，用于建筑物中自动灭火，可以及时控制和扑救初起火灾，对预防和减少火灾危害、保障城市安全运行发挥着重要作用。消防泵与喷淋泵控制系统流程，如图 4 所示。

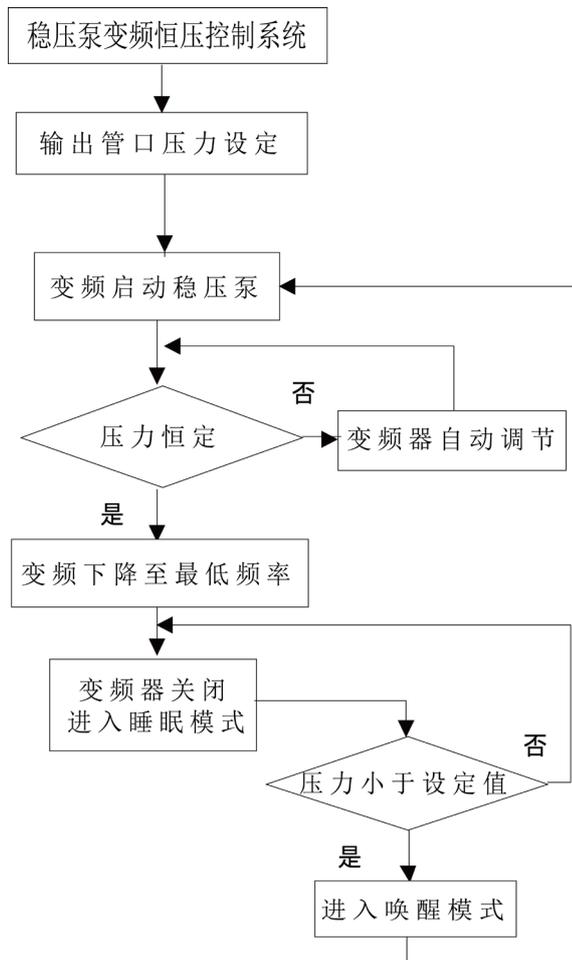


Figure 3. Bump variable frequency constant pressure control flow chart

图 3. 稳压泵变频恒压控制流程图

2.2.3. 消防自动巡检系统

消防自动巡检系统通过组合消防巡检柜控制消防水泵进行的自动巡检。巡检周期、时间可自行设定，一般周期不超过 15 天，每次巡检时间不低于 2 分钟。当有消防火灾信号时，立即退出消防巡检状态且稳压泵停止工作，而消防泵或喷淋泵进入运行状态。一台消防水泵运行时发生故障，另一台备用泵延时启动，可通过 PLC 及触摸屏设置延时时间。消防自动巡检系统还设有自动倒计时功能。通过 PLC 可编程控制器将操作者自行设定的巡检周期时间自动换算成距离下次巡检的剩余时间，便于操作者清晰了解每次消防自动巡检时间。消防自动巡检系统流程，如图 5 所示。

2.3. 巡检模式

目前，消防水泵自动巡检可分为两种模式，工频巡检和低频巡检。工频巡检是指消防水泵以额定转速运行一段时间后自动停泵。它能客观地反映消防泵的实际运行工况，并且初期投资成本较低。对于大功率的消防水泵，频繁的工频启动将会极大地减少水泵的使用寿命，对供电电网造成一定的冲击，且耗电大，运行成本高。低频巡检是指消防水泵以较低的转速做一段时间的低速运转后自动停泵。低频启动水泵所受的机械冲击小，转速低，低功耗运行，泵不会出水，也不给市政管网增加压力。但低频巡检也

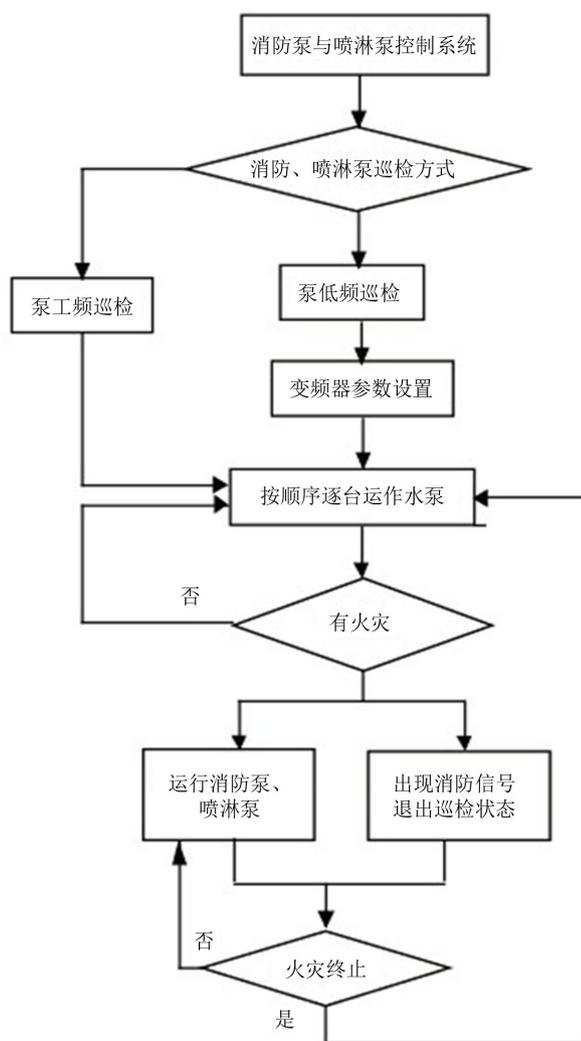


Figure 4. Fire pump and spray pump control system flow chart
图 4. 消防泵与喷淋泵控制系统流程图

有不足之处，由于低频巡检是在电机启动不完全的工况下实现，无法检验消防水泵机轴等问题。因此，本实验将工频与低频两种巡检模式相结合，能适用于多场合的消防自动巡检。

3. 功能设计

本项目还设有多种保护及故障报警功能并且兼有 USB 接口端和手机短信通讯模块，操作者可将故障报警和运行记录下载保存至优盘中或以短信的方式发送至操作者手机。该操作只要有手机信号的地方即可进行，极大地提高操作效率，方便操作者对现场工况进行掌控，便于实时监控、分析和维修。

3.1. 通讯协议

如图 6 所示，变频器、触摸屏、可控制编程器以通讯方式相连接。触摸屏中含有串行口 1 (COM1)、串行口 2 (COM2)和串行口 3 (COM3)，通过 RS232、RS485 分别与 PLC 可编程控制器、手机通讯模块相连。预留下的通讯接口可与消防中心联网，便于遥控以及数据传送。在工作状况下，PLC 将收集到的外部信号以通讯的方式传递到 VFD 变频器和触摸屏。

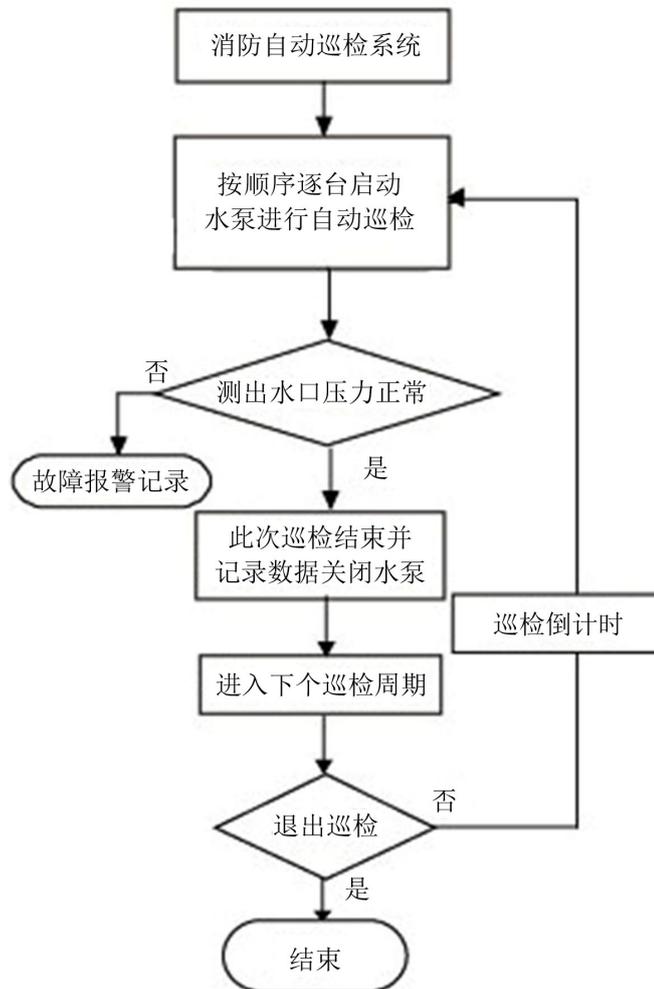


Figure 5. Automatic fire inspection system flow chart
图 5. 消防自动巡检系统流程图

3.2. 手机通讯模块

本项目设有手机短信通讯模块，通过 RS485 通讯方式读取触摸屏中运行状态、故障报警等记录，并以短信的方式发送至操作者手机。该操作只要有手机信号的地方即可进行，极大地提高操作效率，方便操作者对现场工况进行掌控，便于实时监视。

3.3. 保护及报警装置

智能一体化消防巡检控制装置具有多种保护及故障报警功能(如：过流、断相、过负载、短路、接地等)。报警装置与 PLC 相连接，当外部环境烟雾浓度过高时，报警器发出报警信号，当可编程控制器接收到报警信号时，消防水泵立即退出自动巡检模式并以工频方式启动消防泵和喷淋泵，扑救初起火灾。当火灾停止时，消防水泵重新恢复原先状态。此外，触摸屏设有 USB 接口端，可将故障报警和运行记录下载保存至优盘中，便于工作人员的维修分析。

4. 试验结果及分析

为说明该试验装置能适用于三种控制系统及两种巡检模式，实验小组对其进行了试验。设定压力为

4 MPa。

利用 PID 闭合技术，实现稳压泵变频恒压控制。当实际出水口压力小于设定压力 4 MPa 时，变频器输出频率上升至最大频率 50 Hz。当实际出水口压力大于设定压力时，变频器输出频率下降至 20 Hz，延迟 60 s 后进入睡眠模式。此时，变频器输出的频率、电流、电压均为 0，见表 1。

由于在变频器中设定的唤醒偏差为 5%，当实际出水口压力大于设定值减去压力表最大量程乘以唤醒偏差，即实际出水口压力 $> (4 - 10 \times 5\%) = 3.5$ 时，变频器重新启动，稳压泵开始运作。

当本系统处于工频巡检模式时，消防水泵巡检频率为 50 Hz，而低频巡检频率为 28 Hz。故采用变频启动方式对水泵的机械冲击小，驱动功率小，运行节能，见表 2。

当出现火灾信号时，退出消防巡检模式并且停止稳压泵运作，工频启动消防泵及喷淋泵。

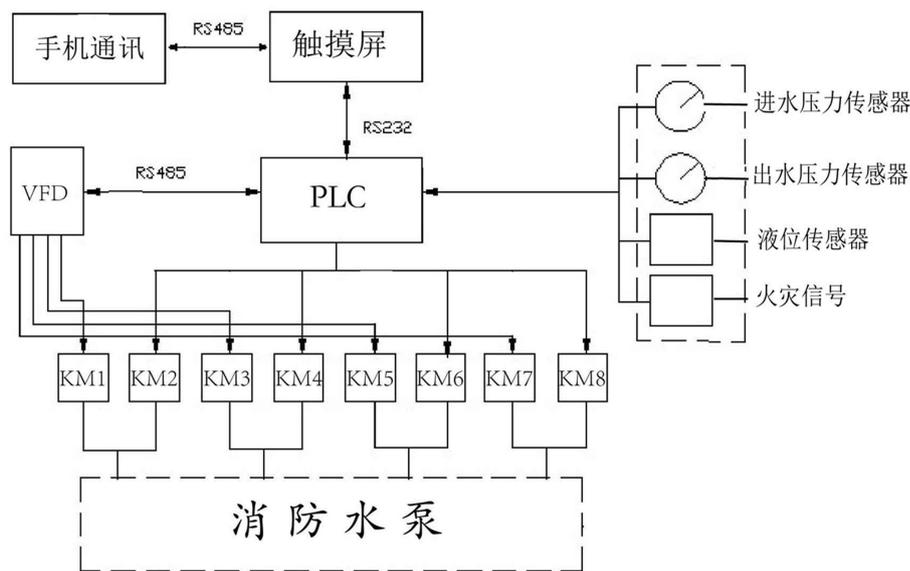


Figure 6. The integrated intelligent fire patrol control structure diagram system
图 6. 智能一体化消防巡检控制装置系统结构图

Table 1. Test result of frequency conversion with constant voltage

表 1. 变频恒压测试结果

低频工况	实际出水口压力(MPa)	巡检频率(Hz)	变频器输出频率(Hz)	变频器输出电流(A)	变频器输出电压(V)	稳压泵频率(Hz)
工况一	3.0	28	50	1.00	398	50
工况二	3.5	28	50	1.00	398	50
工况三	4.0	28	37	1.37	290	37
工况四	4.5	28	20	2.00	164	20
工况五	5.0	28	0	0.00	0	0

Table 2. Test result in the inspection process

表 2. 巡检过程测试结果

消防水泵巡检			出现火灾信号(退出巡检)	
工频(Hz)	低频(Hz)	稳压泵频率(Hz)	消防泵频率(Hz)	喷淋泵频率(Hz)
50	28	0	50	50

5. 结论

通过试验分析可以得出以下结论：智能一体化消防巡检控制装置，三大控制系统紧密相连。稳压泵变频恒压控制系统采用变频技术能大大降低能耗。消防泵与喷淋泵控制系统在火灾发生时可以及时控制和扑救初起火灾。自动消防巡检系统，运行稳定，能够实现定期巡检。

基金项目

沪江基金资助(D14003)。

参考文献 (References)

- [1] 《上海市建筑消防设施管理规定》令 2007 年第 70 号.
- [2] Shi, J.Y., Shi, W.Z. and Ren, A.Z. (2011) An integrated model for the fire safety analysis of large space buildings. *Advances in Structural Engineering*, **14**, 763-776.
- [3] (2005) GB50261-2005 自动喷水灭火系统设施及验收规范.
- [4] (2010) GB50016-2010 建筑设计防火规范.
- [5] Borg, A. and Nja, O. (2013) Concept of validation in performance-based fire safety engineering. *Safety Science*, **52**, 57-64.
- [6] 泵李春 (2006) 稳高压消防系统中稳压泵设计参数确定的探讨. *工业用水与废水*, **4**, 89-92.