

基于CRT智能图形显示的电厂火灾自动报警技术

李福龙, 马孝栋, 李晓丹

(通辽第二发电有限责任公司, 内蒙古 通辽 028011)

摘要: 分析了火电厂火灾的原因以及现有电厂火灾监测技术方法, 提出了基于 CRT 智能图形显示的电厂火灾自动报警技术, 阐述了 CRT 智能图形显示火灾自动报警系统的构成及特点, 该技术在国家电投通辽第二发电有限责任公司应用取得了良好的效果。

关键词: 电厂火灾; 消防监控; CRT 图形显示; 自动报警

Automatic fire alarm technology of power plant based on CRT intelligent graphic display

LI Fulong, MA Xiaodong, LI Xiaodan

(Tongliao No. 2 Power Generation Co., Ltd., Tongliao 028011, China)

Abstract: The causes of fire in thermal power plant and the existing technical methods of fire monitoring in thermal power plant is analyzed, the automatic fire alarm technology of power plant based on CRT intelligent graphic display is put forward, and the composition and characteristics of CRT intelligent graphic display automatic fire alarm system is expounded. This technology has achieved good results in the application of national power investment Tongliao No. 2 Power Generation Co., Ltd.

Key words: power plant fire; Fire monitoring; CRT graphic display; automatic alarm

0 引言

在发电厂安装火灾自动报警系统, 是保障电厂安全、可靠生产的重要手段, 也是构成电厂消防系统的重要组成部分。通辽第二发电有限责任公司原有的消防自动报警系统存在老化、损坏等问题, 已不能够在第一时间预警及自动联动灭火设施。此外, 针对电厂蓄电池组故障引发的火灾, 常规的烟感探测器不能及时发出预警, 存在重大安全隐患, 在发电厂内, 发生火灾事故不仅会造成发电设备的损坏和人身伤亡, 而且修复时间较长, 直接和间接损失较大, 甚至会威胁电网安全^[1]。因此研究电厂火灾自动报警方法, 及时

准确地发现火灾隐患, 并根据火灾信息启动灭火装置, 对降低火灾隐患、减小火灾影响具有积极意义。

1 电厂火灾的原因

由于发电厂设备繁杂, 运行年限长, 且生产环节存在大量易燃易爆品, 电厂引发火灾的因素较多^[2], 主要因素有:

- 1) 易燃品泄漏。如油道破损、阀门泄漏或违章作业造成易燃油液遇高温燃烧而引发火灾。
- 2) 蓄电池爆燃。如电池组间连接松动、个别电池漏液、内压过高、热失控、蓄电池排气孔

堵塞爆裂及析氢反应异常而引发火灾。

3) 变压器爆炸。如电气故障导致油浸式变压器油温、压力异常升高,并在电弧作用下发生爆燃。

4) 电缆火灾。如电缆使用不当,电缆绝缘损毁或过载,造成异常温升甚至放炮而引起电缆火灾。

5) 煤粉爆炸。如磨煤机断煤、风管堵塞和煤粉仓自燃等原因造成制粉系统爆燃,从而引起电厂火灾。

6) 报警设备失效。如自动报警设备及线路老化、损坏且不能及时修复,火灾监测数据失真,一旦出现火情,火灾自动报警系统不能第一时间预警及自动灭火,错失灭火时机,导致火情加重,无法保证电厂内机组的安全运行。

发电厂火灾严重危害电厂电气设备安全可靠运行,危害人身安全,可能造成重大经济损失和人员伤亡,且电厂火灾因素较多,因此构建精准、可靠、快速、智能和综合联动的电厂火灾自动报警系统尤为重要。

2 火灾监测方法

温升和烟雾是火灾早期的两大主要特征,目前常用的火灾监测方法主要有温度监测和烟雾监测两大类。

温度监测方法有缆式线型感温电缆监测法、感温光纤火灾监测法以及红外测温火灾监测法等^[3]。缆式线型感温电缆利用温敏材料电阻随温度变化的物理特性来感知被测物体的温度,主要应用于电缆、变压器以及油箱等设备的火灾监测,具有结构简单、经济性好以及防爆等优点。感温光纤利用传输光的波长或强度随温度变化的特性感知被测物体温度,具有成本低、耐腐蚀、防爆和抗电磁干扰等优点,其应用场景与感温电缆类似,可在较恶劣环境下工作。红外测温火灾监测法通过接收被测物体所辐射的红外线,可以非接触、准确快速地获取被测物体温度,具有非接触、可靠性高、定位准确及抗电磁干扰等优点,广泛应用于各类火灾监测场景^[4]。

对烟雾的监测有烟雾浓度监测法和视频烟雾监测法等^[5]。烟雾浓度监测法通过烟雾对电离平衡或光线折射的影响来监测火灾产生的烟雾粒子,可以有效地监测到火灾的发生。视频烟雾监测法通过摄像头等视频采集设备获取火灾中的烟雾视觉信息,应用图像处理技术可实现火灾烟雾的非接触式监测,适用于各种复杂的工况环境,具有反应灵敏、误报率低等优点^[6]。

由于发电厂环境复杂,不同的工作区域对火灾监测的要求也不同,电厂火灾探测需要根据不同区域火灾特点对普通火灾探测器进行升级、改造和互联,针对电厂工况设计出专用的智能复合型火灾探测器。例如电厂内铅酸蓄电池组的安全可靠运行是保证控制回路、通信回路、事故照明回路以及机组可靠供电的关键,蓄电池组需要24 h不间断运行,且数量众多,容易出现连接松动、电池漏液、排气孔堵塞、析氢反应异常、内压高和热失控等情况引发火灾,需要用温度/气体智能复合探测装置对每个蓄电池组的表面温度、浮充电压、电流和释放的可燃气体浓度等进行实时监测并进行可视化处理;电厂脱硫区域易发生腐蚀性、可燃性气体泄漏及脱硫设备故障等引发火灾,需要对脱硫区域包括监控死角进行实时火灾监测;电厂电缆老化、腐蚀和绝缘损坏等情况会引发电缆火灾,需要对电厂电缆进行全区段非接触式温度探测;电厂所在地的气候因素如低温环境要求探测器有良好的耐低温特性等。因此发电厂需要在不同区域采用多种火灾监测手段,使用多种智能复合型火灾探测器,从而构建集复合探测、智能报警、图形显示、集中控制和消防联动于一体的电厂火灾自动报警系统。

3 CRT智能图形显示火灾自动报警技术

随着“工业4.0”的推进,我国火灾自动报警技术实现了由低级向高级的智能化转变^[7],基于图形显示的电厂火灾自动报警技术成为智能火灾自动报警技术中主流^[8]。

3.1 CRT智能图形显示火灾自动报警系统的构建

CRT智能图形显示火灾自动报警系统采用高

性能图形软件生成被保护区域的电子地图，以便直观显示现场情况，有助于全面掌握现场火情。CRT智能图形显示火灾自动报警系统主要由CRT图形显示系统、消防主机系统、智能复合型火灾探测系统和消防联动系统四大模块构成。

(1) CRT图形显示系统

CRT图形显示系统将所有监测区域电子地图按照分布式特点绘制到监控主界面上，并在监控主界面上显示各探测器和消防设备的相应位置，单击对应探测器和监控按钮能够对探测器状态和消防监控画面进行翻阅，界面具有自动弹出报警、显示故障信息、屏蔽和反馈等功能，可直观显示火灾警报及联动扑救情况，为发电厂的应急消防调度提供科学的决策信息。CRT图形显示系统可与多个远程客户端通过以太网互联实现远程监控，并配置与消防主机系统集成应用的编程接口，实现对消防主机系统的互联和可视化监控。

(2) 消防主机系统

消防主机系统是由多个专用控制器构成，包含集中和区域的火灾报警控制器、消防联动控制器和话务控制器等。火灾报警控制器采用柜式结构，其模块化设计使其可通过控制模块、多线制控制盘与各种开关量型、模拟量型以及智能型火灾探测器相连接，从而构成一个集多线和总线于一身的报警、联动一体化的控制系统。该消防主机系统可汉字显示和打印系统所有报警、故障及各类操作信息，且支持现场编程，最大容量为4 840个总线制报警联动控制点，具有控制功能强、数据容量大和参数配置灵活的特点。当有火灾报警时，自动报警系统能第一时间报出火警信号并送至集控室自动报警系统控制器，发出声光警报，同时消防联动控制器通过与气体灭火系统、消火栓及喷淋系统相联动，降低了火灾事故的发生率，及时发现、报告、控制和跟踪火情，保障电厂安全运行和可靠生产。

(3) 智能复合型火灾探测系统

该火灾探测系统是由多种新型探测器构成，包含温度/气体复合预警智能探测器、光电感烟智能型火灾探测器、防爆型烟感探测器、氢气/

可燃气体探测器、缆式线型感温火灾探测器和手动报警器等。

温度/气体复合预警智能探测器可以实时监测电厂内蓄电池组每一块电池表面温度和释放的可燃气体浓度，以连续、线型和可恢复的特点使探测器能够实现无盲区探测，当感温部件或气体敏感部件所在区域的任意位置温度异常升高或释放的可燃气体浓度超出报警阈值时，探测器都能及时响应，可解决电厂蓄电池组火灾预警监测难的问题。

光电感烟智能型火灾探测器将烟雾粒子对光折射的影响转换为电流信号，采用无极性信号二总线技术，内置带A/D转换的单片机，具备强大的分析、判断能力，电流信号超过探测器预设阈值（即告警整定值）即产生报警信号。

防爆型烟感探测器结构采用独特的迷宫设计，防虫、防尘和抗外界光线干扰性能良好。防爆型烟感探测器工作时采用单片机实时采样数据处理，可根据外界温度、湿度变化进行漂移补偿，保证火灾探测的灵敏度，同时监测自身灰尘累积程度以及故障状态，其防爆类型是本质安全型，同时抗磷化铝、盐雾和二氧化硫腐蚀，可以在燃料仓库和电厂脱硫区域使用。

氢气/可燃气体探测器采用先进的低功耗微控制器，确保产品具有运行稳定可靠、使用寿命长、灵敏度高和低漂移的特点，内部的模块化气体传感器检测精准、易于标定和维护。该探测器具备故障自检功能，可设置两级浓度报警，同时具有继电器输出功能，气体浓度和工作状态通过探测器自身的液晶或数码管显示，具有温度补偿、自动零点校正和智能切换浓度单位的特点。探测器结构采用隔爆式防粉尘防爆设计，适用于电厂内具有爆炸危险条件的区域。

缆式线型感温火灾探测器在电厂电力电缆上敷设模拟量缆式线型可恢复式定温探测器，对电缆全长进行温度监测。这种探测器主要由信号处理单元、感温电缆和终端盒组成，被测物的温升通过热传导使电缆温度变化，引起感温电缆电阻变化，在两端所加电压作用下进而转换为电流量

的变化, 经过与探测器整定值对比显示当前温度, 超过整定值则输出报警信号。该种探测器环境适应性好, 能够近距离保护电缆全长, 在各种粉尘、污染和潮湿的消防探测环境都能够可靠工作, 很好地解决了电厂电缆火灾预警难的问题。

(4) 消防联动系统

消防联动系统包括消防广播、声光报警器、气体灭火系统、消火栓按钮、雨淋阀、紧急启停按钮和防火阀等消防设施。消防联动系统通过控制总线以太网与消防主机系统互联, 由消防主机系统中的各种控制器下发消防控制指令, 并读取消防设施状态上传至CRT图形显示系统。

3.2 CRT智能图形显示火灾自动报警系统的互联实现

CRT智能图形显示火灾自动报警系统集成CRT图形显示系统、智能复合型火灾探测系统、消防主机系统和消防联动系统于一体, 将消防主机系统接收到的消防联动系统状态信息和智能复合型火灾探测器信号通过串口或以太网接入CRT图形显示系统, 将火灾探测信息和消防联动信息集中显示在CRT电子地图的对应坐标位置上, 实现火灾探测精准化和消防信息可视化。系统结构如图1所示。智能复合型火灾探测系统、消防主机系统与CRT图形显示系统呈三角互联, 分别实现探测、控制和显示。

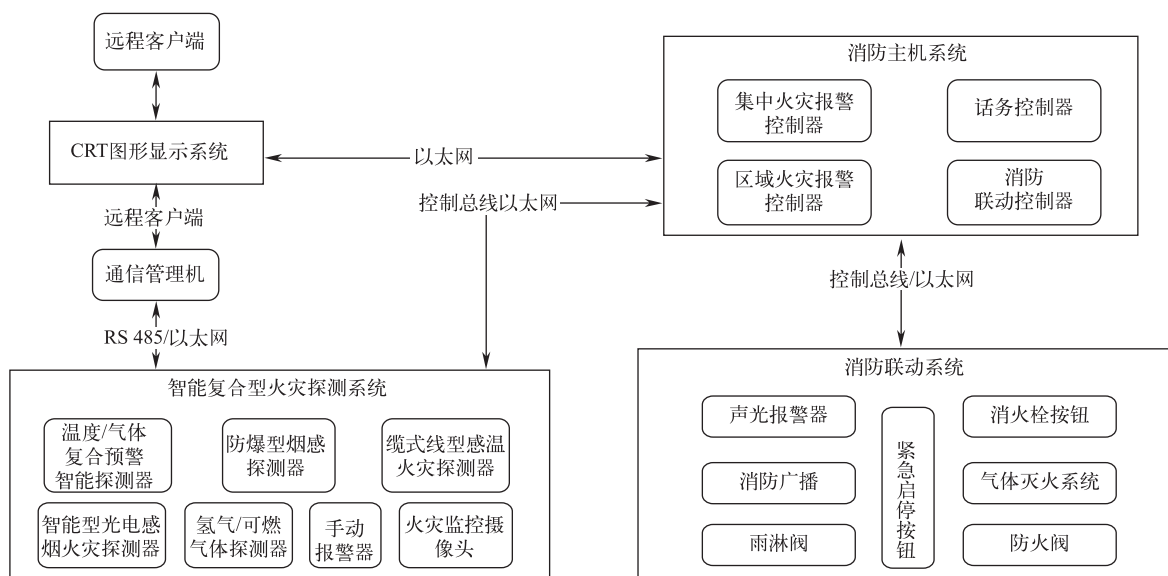


图1 CRT智能图形显示火灾自动报警系统图

Fig. 1 CRT intelligent graphic display automatic fire alarm system diagram

系统中各种智能复合型火灾探测器通过各自主芯片运算程序, 自动完成对采集到的外界环境参数变化的补偿和滤波, 通过比较模块与报警阈值对比, 据此产生对火警、故障的判断, 存储环境参数变化历史数据, 可绘制特征曲线, 通过RS 485串口或以太网口输出带有设备编码的火灾预警信号, 同时将预警信号通过通信管理机内置的通信规约上传至消防主机系统和CRT图形显示系统, CRT图形显示系统根据收到的报文在图形

显示界面弹出相应的报警信息, 并根据预置的位置参数在电子地图上标出报文中设备编码对应的位置, 即为火灾位置, 提醒值班人员及时介入, 同时可以根据提示查看该位置及附近的监控画面, 将火灾消除在萌芽状态。环境量实时变化曲线也可在CRT图形显示界面查看, 同时各探测器4~20 mA标准模拟量输出和数字总线输出与火灾自动报警系统中各类消防控制器对接实现消防控制。

CRT智能图形显示火灾自动报警系统的实现极大地提高了电厂监测和控制火灾的可靠性、实时性和准确性。

3.3 CRT智能图形显示火灾自动报警技术的优势

1) 图形显示火灾报警和消防联动信息。采用CRT图形显示的新技术对各消防监控画面进行翻阅,自动弹出报警、故障、屏蔽和反馈等信息显示,准确报警及查找故障元件,减少消防维护人员巡视频次,提高故障处理速度,火灾报警后,能实时更新消防联动信息,为联锁扑救提供科学依据。

2) 测量准确度高、定位准确。系统整合了精确测量、精准定位的线型温度、气体复合预警智能探测器,可实现差定温报警、气体超限报警,并将信号传至CRT图形显示系统,实时显示气体浓度及温度。

3) 环境适应性强。适应温度范围是 $-40\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$,且可对环境温度进行自动跟踪补偿,不受设备空间限制,具有极强的抗干扰能力。

4) 可远程控制。具有远程温度及气体浓度曲线显示预警系统,融合CRT图形显示系统,实现信息共享、提前防控和事件处置,无须人员到现场确认报警位置,可远程实时管理消防系统。

5) 火灾实时在线监测。通过具有可恢复功能的智能探测设备,对电厂火灾进行连续、实时在线监测,实现温度及气体浓度的24 h显示、记录与火情判断。

6) 具有多元数据融合技术。通过多种智能复合型探测器监测电厂蓄电池组表面温度和释放气体的浓度、硫化区域烟雾浓度、机组温度和电力电缆温度,在早期实现预警火灾,防患于未然,第一时间控制火灾,降低损失。

4 结束语

分析了电厂火灾的原因以及现有电厂火灾监测方法,提出了基于CRT智能图形显示的电厂火灾自动报警技术。CRT智能图形显示火灾自动报警技术采用多种智能复合型火灾探测器,并将探

测器和消防主机系统与CRT图形显示系统通过串口或以太网互联,使火灾探测器状态和消防信息集中显示在CRT电子地图上,实现了发电厂全区域实时火灾监测、早期预警、自动报警、火灾精准定位、一键翻阅消防监控画面和消防联动扑救火险的功能。该技术在通辽第二发电有限责任公司取得了良好的效果,CRT智能图形显示火灾自动报警系统投入使用以来,可以消除厂区内的报警盲区,实现了对电厂蓄电池组、硫化区域和电力电缆等火灾监测难区域的精准实时监测,有效降低了电厂火灾风险,对全厂安全生产起到了保障作用,进而为电厂的安全生产保驾护航,也为实现监控消防系统的互联以及可视化奠定了基础。

参考文献

- [1] VOA N. Power plant fire causes massive blackout in puerto rico[J]. Voice of America News / FIND, 2016.
- [2] 张尤君,梁勤生.火力发电厂火灾原因及预防措施[J].电力学报,2003(3):237-240.
- [3] 付文俊.基于红外非接触缆式线型的煤矿高压电缆温度监测技术[J].煤矿安全,2020,51(11):106-108.
- [4] 王璐,杨亚伟.电厂火灾报警系统线型感温探测器设备选型研究[J].电线电缆,2019(4):1-7.
- [5] 周文忠.基于视频图像的烟雾检测技术研究[D].南京:南京理工大学,2018.
- [6] 孙文飞.基于视频图像的烟雾检测技术研究[D].北京:北京邮电大学,2021.
- [7] 蔡灵华.电厂自动火灾报警装置问题分析[J].消防界(电子版),2021,7(17):76-78.
- [8] 王俊峰,马枝玉,赵昊伟.火灾监测报警系统在东滩电厂的应用[J].科技信息,2010(17):964.

作者简介

李福龙(1978—),男,工程师,研究方向为热能与动力系统。

(收稿日期:2021-03-17)