

# 基于人工智能的配网站房辅助监测系统的设计及应用

高欢, 俎洋辉

(国网河南省电力公司郑州供电公司, 河南 郑州 450000)

**摘要:** 文章设计了基于物联网、边缘计算和人工智能等技术的配网站房辅助监测系统, 应用站房综合监控物联网终端, 作为站所边缘计算中心节点, 通过边缘计算节点与末端传感装置协同, 建设智慧开闭所、智慧环网柜、智慧配电室。主站端在现有配电自动化主站系统基础上, 新增站房智能监控功能模块, 实现开闭所、配电房等站房设备运行状态监测、环境运行状态监测、异物入侵监测与告警等功能应用, 更好地推进电力公司配电网建设。

**关键词:** 物联网; 边缘计算; 人工智能; 站房智能监控功能模块

中图分类号: TM764

## The Design and Application of Auxiliary Monitoring System Based on Artificial Intelligence for Distribution Power Grid Station Building

GAO Huan, ZU Yanghui

(State Grid Zhengzhou Power Supply Company, Henan Zhengzhou 473500, China)

**Abstract:** The distribution power grid dispatching operation is developing and need new functions to applied. According to the current conditions, the monitoring module for station building based on internet of things, edge calculation and artificial intelligence is designed. By using station building comprehensive monitoring internet of things terminal as the point of station edge calculation center and the edge calculation point coordinates with the terminal sensors, the intelligent switching station, Ring Main Unit and power distribution room are setup. Based on current distribution power grid automation system, new intelligent monitoring module for station budding is set up to monitor the equipments and environment in switch stations and station buddings. Because of this the company's distribution power grid will be set up better and better.

**Keywords:** internet of things; edge calculation; artificial intelligence; intelligent monitoring module for station budding

开闭所(配电房)是高、低压成套装置集中控制,接受和分配电能的场所,是城市配电网的区域枢纽点,它遍布城市乡郊各处,具有点多、分布广的特点。随着城市规模的不断扩张,开闭所(配电房)数量在不断增长。为保证开闭所(配电房)等重要节点的安全运行,加速配电网数字化转型发展,解决设备日益增多、运维人员不足的问题,需对开闭所(配电房)进行实时远方监控和自动处理,提高安全运行水平。

### 1 基于人工智能技术的配网站房辅助监测系统总体设计

#### 1.1 设计思路

针对配电网建设现状,计划在现有配电自动化

收稿日期:2021-11-03

主站系统基础上,基于物联网、边缘计算和人工智能等技术,通过边缘计算节点与末端传感装置协同,建设智慧开闭所、智慧配电室。应用站房综合监控物联网终端,作为站所边缘计算中心节点,实现站端区域自治。除对电气量信息进行精准采集分析外,还可完成状态全感知,基于融合终端、视觉识别AI单元和云边协同的视觉融合方法,实现台架和配电房环境异常和入侵抓拍、红外测温、短视频巡检等应用,不须建设视频专网和视频云后台。软件架构,如图1所示。

#### 1.2 实现方式

总体上遵循“云、管、边、端”的物联网技术架构,依托综合监控物联网终端、主站、人工智能摄像头和各类高级App开展各类深化应用场景的实

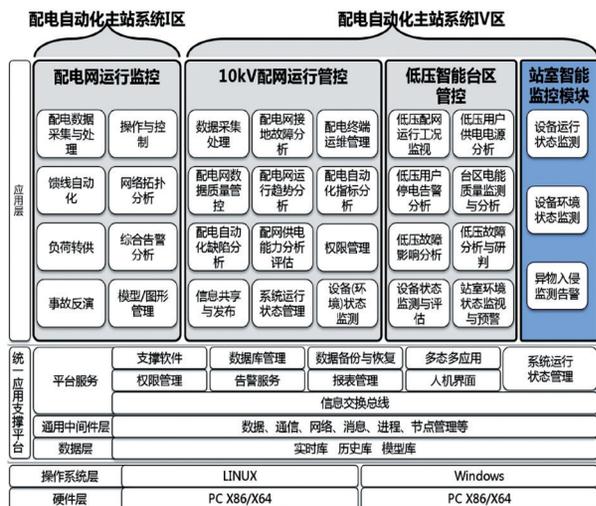


图1 软件架构

用化应用。利用现有配电自动化主站系统硬件资源，站房智能监控功能部署于配电自动化主站系统IV区，通过获取综合监控物联网终端采集数据，进行站房运行状态监控及异常预警。开闭所(配电房)现场建设方案,如图2所示。

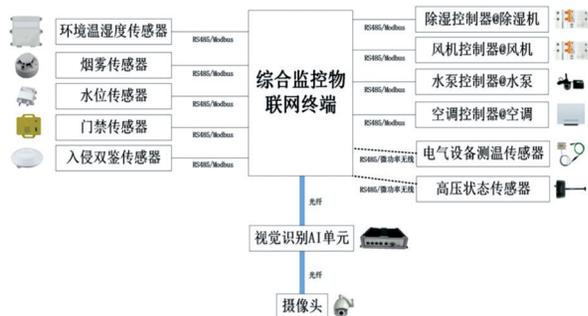


图2 开闭所(配电房)现场建设方案图

### 1.2.1 接入层

开闭所(配电房)内配置综合监控物联网终端作为数据汇聚与边缘计算中心。

配电房内配置环境温湿度传感器、水位传感器、门磁传感器、入侵双鉴传感器和烟雾传感器,具备环境温度、湿度、电缆沟进水、烟雾、非法闯入监测等功能,同时配置除湿控制器、风机控制器、水泵控制器以及空调控制器,根据传感器监测数据,利用综合监控物联网终端就地计算与调控,对开闭所(配电房)环境进行有效治理。

环网柜内配置电气设备测温传感器与高压状态传感器,接入综合监控物联网终端。

配电房内配置视觉识别AI单元和摄像头,实现

全天候人员及人员危险区域检测、明火烟雾检测、异动异物入侵,支持事件抓拍主动上报。

### 1.2.2 现场建设关键技术

中低压一体化就地管控:应用物联网管控单元,作为站房边缘计算节点,可实现中低压一体化就地管控,实现站端区域自治。通过部署设备状态、环境感知、安防监测,对开闭所(配电房)的设备运行状态、环境状态、安防情况进行实时监测、智能控制,同时具备低压线路延伸能力,未来可采用台区智能融合终端与低压深度融合智能开关,遵循国网“云、管、边、端”体系架构,实现中低压线路与设备状态全感知与数据全接入、可视化管理、智能化运维。

### 1.2.3 就地分析联动

典型场景状态分析:实现定时查询或订阅敏感遥信、遥测实时点,并分析得出状态结果。

数据向显示屏转发:可响应液晶屏数据召唤,将约定的数据点、事件向液晶屏转发。

本地告警指示控制:当典型状态变化时,可实现本地状态指示切换、声光报警启停、峰鸣器启停。

环动设备联动控制:可实现液晶屏或主站系统的控制指令控制末端设备。

发送告警事件短信:当告警事件状态发生变化时,可向特定手机号码发送短信,实现主动抢修。

视觉融合:基于视觉识别AI单元和云边协同的视觉融合方法,实现配电房异动和入侵抓拍、红外测温、短视频巡检等应用,无需建设视频专网和视频云后台,主要实现功能包括人员及人员危险区域检测、异物入侵检测。

### 1.2.4 通信层组网

通信建设包括远程通信网和本地通信网。远程通信网主要为边缘计算节点与主站系统的通信组网,采用无线通信方式接入主站系统;本地通信网主要为端侧设备与综合站所单元终端的通信组网。作为主站和前置设备层的纽带,提供了多种可用的有线和无线的通信信道,为主站和前置设备的信息交互提供链路基础。目前主要采用的通信信道有:光纤专网、GPRS/CDMA无线公网、以太网、电力专网(MIS系统)等。

### 1.2.5 数据层

可分为业务应用、数据采集和后台数据库模块。业务应用模块实现系统的各种应用业务逻辑；数据采集模块负责与前置设备通信协议的解析，采集前置设备的信号信息，并输送到后台数据管理模块；后台数据管理模块连接是业务应用模块和数据采集模块枢纽，负责存储和管理从数据采集模块传输过来的数据信息，并提供给业务应用模块使用。

## 2 基于人工智能技术的配网站房辅助监测系统的效果分析

配网站房辅助监测系统搭建完成后，实现了配网站房辅助信息的精准监测，并保证了情况反馈的客观性和真实性。通过综合监控物联网终端环境量数据采集，实现对开闭所（配电房）等站房的开关、变压器等设备环境状态监测，内容包括：环境温度、设备温度、湿度、水位、门禁、烟感、视频等，为配用电设备故障及异常处理提供便捷手段，提高运维人员的响应能力及决策能力。站房加装AI摄像头，当发生异物入侵、人员未带安全帽、发生明火、电子围栏范围越限、不合规人员闯入、工作违规等异常情况时，AI摄像头自动捕捉并生成图片信息，实时上送至配电自动化主站系统，系统进行告警并展示。基于人工智能技术的配网站房辅助监测系统的开发和应用将使开闭所（配电房）的运行管理从定期巡视转变为实时监控，变事后故障处理为事前预防。实现了开闭所管理方法和手段的变革，对提高设备安全性、保证供电可靠性方面将会带来进一步的提升。将减少现场巡视，提前预警故障，节约人力，提高开闭所管理的工作效率。根据工作实际需要，还可以将工作票与门禁系统、视频监控相结合，实现定时定人授权开门，人脸识别核对，防止无计划、无票、超期工作，实现有效的安全管控。

### 2.1 监测方法

系统开发“运行监测-异物告警”功能模块，展示当前所有通过AI摄像头捕获的告警信息。

人员及人员危险区域检测：对监控区域内所有人员进行检测，如人数、人员密度、靠近或者进入危险区域等进行报警。

安全帽检测，对特定人群是否佩戴安全帽给与提示，对未佩戴安全帽者进行抓拍及报警。

工装检测，在指定区域内工人是否按要求穿戴工作服（不同服装需要定制）给与提示以及报警。

明火烟雾检测，使用普通监控摄像机对区域内明火、烟雾进行检测，对现场烟火造成的灾害进行检测并预警。

异物入侵检测，对现场包括人员/异物等入侵进行检测预警。

### 2.2 监测功能

#### 2.2.1 设备接头温度监测告警

实时监测开关柜内电缆与母排连接处、负荷开关触头处温升和电缆接头处温度，发生异常时自动告警，并与监控终端进行通信上送告警信息，及时发现因负载过大、接触不良等问题引起的开关柜温度过高问题，预防事故发生。

#### 2.2.2 局部放电监测告警

利用特高频局放、无线测温二合一传感器，实时监测各个监测点局部放电量幅值、频次以及温度数据，及时发现开关柜的绝缘缺陷，发生异常时自动告警，并与监控终端进行通信上送告警信息。

#### 2.2.3 站房温度湿度监测告警

实时监测站房内环境的温度、湿度信息，当环境温度或湿度高于设定阈值时自动告警，并与监控终端进行通信上送告警信息。

#### 2.2.4 水位监测告警

实时监测电缆沟水位信息，当发生进水情况时自动告警，并与监控终端进行通信上送告警信息。

#### 2.2.5 门磁及入侵双鉴监控告警

利用门磁传感器、入侵双鉴传感器实时自动监测站房非法闯入行为，当发生非法入侵时自动告警，并向监控终端上送告警信息。结合工作票，可以监督规定时段、规定人员进入规定站房，加强站房管理，保护电力生产安全，防止供电事故发生。

#### 2.2.6 烟雾探测告警

实时监测站房内火灾烟雾信息，当发生火灾事故时自动向监控终端上送告警信息。

（下转第68页）

表1 最大功率模式试验结果

电阻 设定/ $\Omega$	电源 电压 $U_0$ /V	稳态 电流/A	充电 功率/W	调整 时间/s
$R_w=20$	115	2.7	168	55
$R_w=10$	110	5.0	300	58
$R_w=5.1$	90	6.8	376	62

注:调整时间指开启控制器到稳态充电电流的时间。动态阶跃变化电源电压,调整相应时间在10 s左右。E为实测电池电压, $E=52.5$  V。

### 5 结束语

本文以离网型风光储一体化发电系统为研究对象,设计了基于风光功率动态寻优的新型风光储能智能控制器。该控制器采用PWM控制技术和蓄电池温度补偿管理技术,实现风光能量的动态优化利用。该控制器已在内蒙古东部极寒地区无电牧户离网型风光储发电系统中得到的应用,现场运行情况良好。经试验分析,该控制器实现了设计的功能和性能指标,为智能化的风光储发电系统设计及其应用奠定了基础,为极寒偏远无电地区的持续稳定供电、农牧区民生问题的解决提供了方案,具有良好的实用价值和经济社会综合效益。

### 参考文献

- [1] 刘振亚. 中国电力与能源[M]. 北京:中国电力出版社, 2012.
- [2] 薛峰, 常康, 汪宁渤. 大规模间歇式能源发电并网集群协调控制框架[J]. 电力系统自动化, 2011, 35(22):45-53.
- [3] 孙亚璐, 王鑫, 宋汶泰, 等. 适应集群风光电接入系统的机-场-群-网无功电压协调控制[J]. 电器与能效管理技术, 2017(6): 63-66.
- [4] 肖玉华. 离网型风光互补发电系统的研究与设计[D]. 武汉:武汉理工大学, 2010.
- [5] YING Chun chuang, YU Lungke, CHAO Shunchen, YUAN Linchen. Distribution system temperature adaptive load transfer using colored Petri net approach[J]. IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS, August, 2006, 12(3):1029-1040.
- [6] 徐新蔚, 汪飞, 吴春华, 等. 基于双 Buck 逆变电路的微型逆变器研究与设计[J]. 电器与能效管理技术, 2017(5): 50-54.

### 作者简介

郑婷婷(1987—),女,高级工程师,主要从事新能源技术和电能质量评估方向研究。  
 党乐(1987—),男,工程师,研究方向为电网金属材料技术监督、电网金属材料等。  
 任景龙(1964—),男,高级工程师,研究方向为智能电网、能源互联网和集成电路设计等。  
 刘实秋(2000—),男,本科在读,研究方向为电子电气与通信工程、光电融合通信与集成电路设计等。  
 (责任编辑:张峰亮)

(上接第32页)

#### 2.2.7 AI摄像头智能监测告警

基于视觉识别AI单元和云边协同的视觉融合方法,当发生异物入侵、不合规人员闯入、人员未带安全帽、电子围栏范围越限、工作违规等异常情况时,AI摄像头自动捕捉抓拍,主动上送至配电自动化主站系统进行告警并展示。

#### 2.2.8 环动设备远程监控

配备除湿控制器、风机控制器、水泵控制器以及空调控制器,根据传感器监测数据,利用综合监控物联网终端就地计算与调控,对站房环境进行有效治理。

### 3 结束语

本文设计利用现有配电自动化主站系统硬件资源,在现有配电主站系统的基础上,进行应用

功能升级,部署站房智能监控功能模块,通过站房综合监控物联网终端的数据采集、处理,实现开闭站、环网柜、配电房的电气信息、环境信息的实时状态进行监视管理,实现全天候人员及人员危险区域检测、明火烟雾检测、异动异物入侵,支持事件抓拍主动上报,有效提升站房安全运行水平及运维效率。

### 参考文献

- [1] 李珊,周凤珍,宋宁希. 物联网技术在配网设备监测中的应用[J]. 智能电网, 2015, 29(12):2095-5944.
- [2] 朱弘. 物联网技术的发展和在安防领域的应用研究[J]. 技术与应用, 2010, 7(7): 31-33.
- [3] 田景熙. 物联网概论[M]. 南京:东南大学出版社, 2010.
- [4] 卢新波,侯思祖. 基于 GPRS 的配网自动化系统性能分析[J]. 电力系统通信, 2006, 27(1):25-27.

(责任编辑:张峰亮)