

[图像识别]

基于图像识别技术的检修辅助系统研制

文/国网冀北电力有限公司检修分公司 毛玉伟 王肖飞 车淑飞 李弘文 赵颖 孙劲泊

依托泛互联网建设平台，以图像识别、大数据和云计算为技术手段，将变电设备运行检修管理工作作为研究对象，对设备进行深层次梳理，从而使设备信息进行高效利用，给日常的检修运维工作带来巨大便捷。用户可用移动终端App对电力系统内高压设备零部件全面感知扫描识别，并根据识别结果，从数据云端提取零部件全生命信息及检修策略，帮助运检人员安全、准确和迅速地解决各类设备问题。

自从泛在电力物联网概念第一次出现，围绕电力系统各个环节的移动互联网、人工智能正在悄然改变我们看世界的方式。近年来，国网冀北检修公司运维变电站数量逐年增加，从智能变电站到特高压入冀工程，再到张北柔性直流工程的快速推进，新技术的不断涌现对传统变电运检管理思路提出了挑战，滞后的运维检修理念已经无法适应当今电网的快速发展。以所辖变电站的缺陷处理工作为例，在缺陷处理过程中，有以下问题：

- 1) 只能通过手机图片或者语音描述，因为部门协调和信息沟通的复杂化，迫使检修人员不得不在缺陷原因判断这一环节上花费过多时间。
- 2) 资料及备件的准备查找耽误宝贵的应急时间。
- 3) 信息沟通不贯通带来了安全隐患，由于经手环节过多，信息容易出现交接错误，影响设备的后续检修工作，可能导致现场的检修工作进展出现困难。

变电站内各类设备种类、型号众多，设备的元件种类繁多，元件的运行状态好坏直接影响设备运行状态。在班组日常运维检修工作中，有相当高比例的设备故障是设备元件缺陷造成的，并且一旦设

备出现问题，由于准备工作繁重、流程复杂、环节过多、专业差异及数据不贯通，在实际检修工作中造成诸多不便。对设备元件的检修难以在修试记录中查询、现场检修人员对以往的元部件缺陷及具体信息难以掌控。本文通过图像识别、大数据和云计算等技术手段，研制一款基于图像识别技术的检修辅助系统。可对电力系统内高压设备零部件扫描识别，根据识别结果，从数据云端提取零部件全生命信息，帮助运检人员迅速解决各类设备问题。

目前，国外大部分电力企业主要研究方向在物联网，开发的软件或功能单一或与现场实际脱节，均未取得实质性进展。国内电力相关部门在大数据研究方面发展迅速，在设备评价和办公管理方面实现了多项突破，但是在解决生产实际问题方面，由于软件功能均为“点对点”，仅能在固定的专业方向上解决部分问题，存在巨大的通用性限制。多数智能检修系统仅能通过采集设备运行重点状态量进行分析，判断设备运行状态好坏，对工作人员的运维检修工作进行辅助。该类系统在实际应用中存在以下问题：

- 1) 尚未充分利用设备基础数据，对设备的具体元部件缺乏细化认知，各项元器件数据需要具体查

找方能找到。

2) 对后续检修工作缺乏有力指导, 工作人员仍需根据数据进行后续工作, 工作模式无法简化, 工作效率缺乏提升。

3) 国家电网公司出于信息通信安全考虑, 大部分软件无法解决数据泄露问题, 因此, 未在生产中普及。

本创新成果实现了对具体设备元件的分析和比对, 基于图像识别的处理系统使得设备分析更加得心应手, 各类元件在有效识别的基础上能够呈现更多的运维信息。此外, 系统所拥有的备品备件查询功能极大简化了运检模式, 缩短检修所需时间, 拥

有巨大实际应用效益。在数据安全方面, 研究App信息加密及网络安全技术, 有效降低网络信息泄露的安全风险。

关键技术

智能检修辅助系统结构如图1所示。基于图像识别技术的检修辅助系统, 对电力系统内高压设备零部件全面感知扫描识别。根据识别结果, 从数据云端提取零部件全生命信息, 帮助运检人员安全、准确和迅速解决各类设备问题。在技术方面, 该系统主要应用了图像识别、大数据及云计算技术, 完全可以实现系统功能。

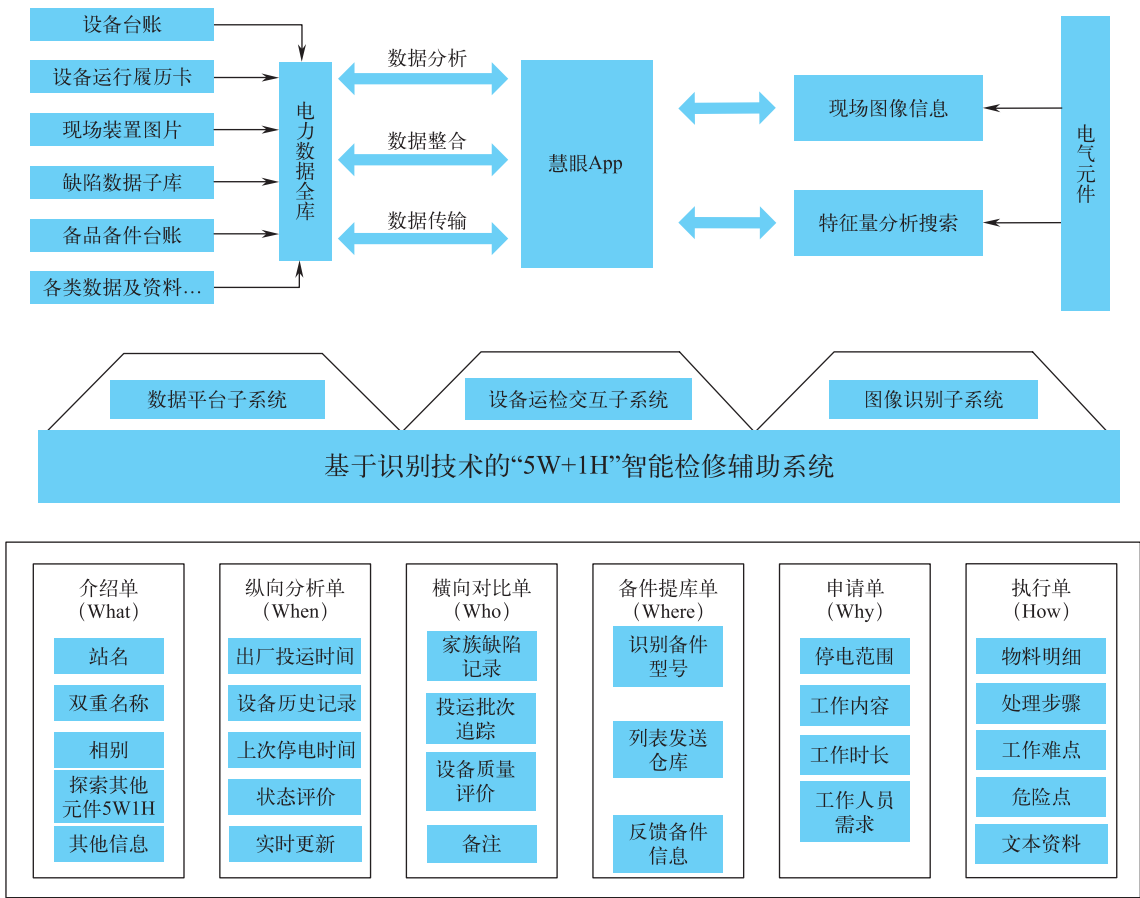


图1 基于图像识别技术的智能检修辅助系统整体架构示意图

1. 降维运算的图像识别技术

慧眼App识别图像的功能流程如图2所示, 通过扫描感知图像, 系统将数据传至云端进行处理, 云端计算轮廓曲度改变的特征向量, 可在1 s内识别云端数据库内元件, 提取元件信息, 摆脱传统扫描标记物诸多不实用性; 借助降维处理, 避免二维码

扫描带来的铺设难度和信息特征量不足等问题。此外, 通过信息的丰富录入, 系统不断通过深度学习有效提升图像识别的准确度, 能够有效提高系统的使用效率。

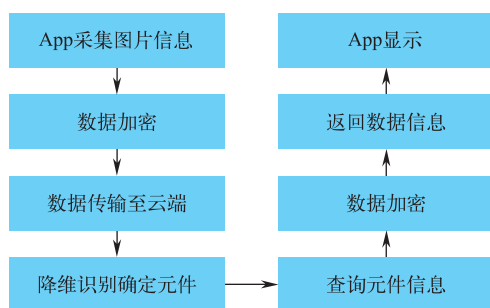


图2 图像识别功能流程示意图

2. 大数据和云计算技术

电力系统中存在铺天盖地的各类有关电力设备的信息，而大数据技术可以对设备实时运行数据和历史数据进行深层挖掘分析，优化各个管控环节。本文采用分布式云数据存储技术，将海量现场设备元件信息、大量设备台账、缺陷专家库和库房存量等云端信息加以分门别类，建立庞大数据库系统。通过分布式计算对故障模式进行分析，甄别出对运维检修工作有用的关键信息，从而为变电运维检修提供依据，使运检工作更加高效智能，如图3所示。

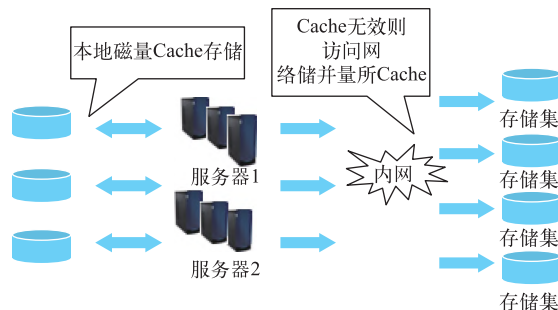


图3 分布式云数据存储计算示意图

实施方案

新型检修辅助系统相较于传统检修而言，无论是经济效益、社会效益还是行业潜力都有着巨大的促进作用。传统变电站变电设备典型缺陷处理流程如图4所示。在设备问题沟通等关键流程环节，只能通过手机图片或者语音描述。在沟通过程中，由于部门协调和信息沟通的复杂化，迫使检修人员不得不在缺陷原因判断这一环节上浪费过多时间，与此同时，文本资料及备件的准备查找也耽误了宝贵的应急时间，将整个处理过程拉长、人员需求增多，并且信息不贯通也带来了巨大的安全隐患。

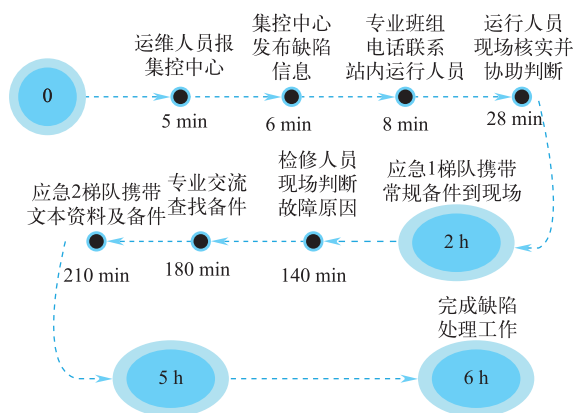


图4 传统缺陷处理流程

新型检修辅助系统通过使用移动设备的摄像头扫描故障元件，图像信息数据上传至云端，再由云端根据降维算法快速分析信息特征，与后台数据进行对比分析，并在手机端显示该元件的“5W+1H特殊信息”。其信息内容如图5所示。

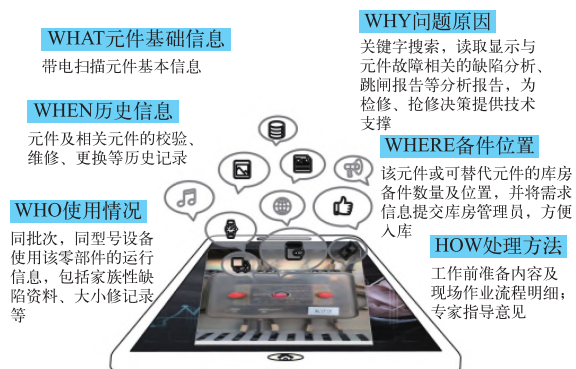


图5 新型检修辅助系统功能图

通过新型检修辅助系统快速、便捷和准确的信息查找，有效提升了作业效率，大大完善了备品备件的管理水平，大幅提升设备运行稳定性，有效强化了运维检修班组应对突发事件的处理能力。其生产流程如图6所示。

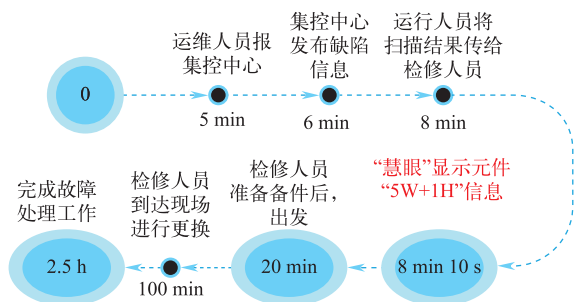


图6 新型检修辅助系统缺陷处理流程

效益

根据图5、图6对比，运检人员在处理故障时节省多项成本，增加经济效益。对比2018年（未应用）和2019年（应用后）冀北检修公司变电设备缺陷、故障处理时的人力成本、车辆成本、设备成本和工器具成本，实现经济节约上百万元，如图7所示。

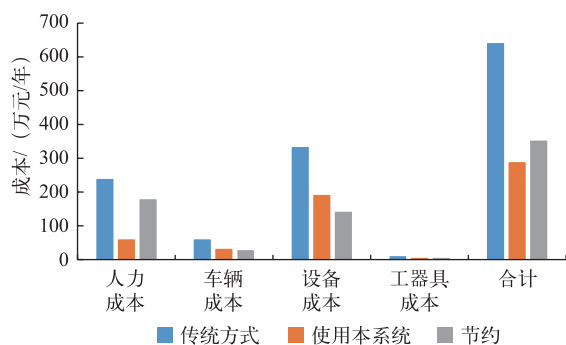


图7 年经济节约费用

1) 本系统基于图像识别技术，对现场设备及元件的准确识别，奠定了现场检修作业的安全基础，工作人员针对性地对工作对象进行深入了解，减少人工、交通和资讯等费用，使成本降低55.01%，有

效提升了现场安全性，作业标准化水平不断提升，事故发生概率大幅降低。

2) 由于应用本系统，其特有的细化到元件的批次、型号和状态监控使得电网设备的健康水平不断提升，线路及主变压器等设备的状态检修更加深入，大大缩短了停电时长。

3) 智慧检修辅助系统带来的不仅是检修时长的缩短，而且由于资料准备及备品备件准备难度的降低，减轻了人员负担，提升了整体的工作效率。生产效率幕次提升，人工用时降低75.76%。

结束语

本文实现了变电设备的智能检修策略。以图像识别、大数据和云计算对设备进行全生命周期监控，结合数据挖掘和优化算法，对设备的运行数据和检修记录进行分析；依照相关评价标准进行自主运算，对电力系统内高压设备零部件全面感知扫描识别，并根据识别结果，从数据云端提取零部件全生命信息及检修策略，指导作业人员安全、准确和迅速解决各类设备问题。EA

(收稿日期：2021-07-19)

