

[运维管理]

变电运维巡视的多功能PDA及管理系统

文/国网河南省电力公司平顶山供电公司 吕杰 智勇军 马鹏姬

对目前平顶山供电公司变电站运维存在的问题进行分析,并结合国内外对变电站运维的研究成果,搭建多功能变电运维移动终端机及管理系统,实现了变电站全面巡检、例行巡视和熄灯巡视的自动化过程,节约了大量的人力、物力,进一步提高了运维过程的科学性。

近年来,平顶山供电公司变电站规模成倍增长,变电运维人员数量大幅度减少。其中,变电站数量由41座增加至81座,增长达98%,而变电运维人员由186人减少到123人,减少51%,站均运维人员数量由原来的4.5人降低至1.5人。落后的维护手段与增加的维护需求之间的矛盾十分突出,主要有:设备巡视维护工作量大,需携带的各类纸质记录繁多,工作自动化程度不高,费时费力;运维工作重复性多,智能化、自动化水平低;巡视维护需要使用仪器仪表等多种工器具,携带不方便。随着国网运检部智能运检的发展,当前出现了一些新的移动运检技术,主要是利用手机或者平板电脑作为运维数据记录载体,进行移动运维方面的应用,但是这些研究成果也存在一定的问题,例如不同厂家、不同型号的检测仪器操作方式不尽相同,增加了运维人员的学习时间等。如不解决当前变电运维方式存在的问题,精益化管理质量及运维效率很难得到大幅提升。

这里首先对平顶山供电公司变电站运维过程中存在的问题进行分析,再结合当前存在的问题以及国内外对变电站运维的研究成果,开发一台硬件上集成了设备巡视、热成像测温等多种功能模块,软件上兼容了各种运维工作管理要求手持移动PDA和管理系统,实现了变电站运维管理各类

作业指导书、作业卡的电子化提高作业效率,提升运维管理水平,提高全电网安全水平和供电可靠性。

变电运维存在的问题

1. 自动化程度低

以舞阳运维班为例,其管辖14座变电站,运维人员19人,每月需要开展的例行、全面、熄灯、特殊巡视及其他各种维护工作量大。以220 kV舞阳变电站为例,一次全面巡视涵盖320小项,约2 000条作业条目,开展一次耗时近2.5 h。此外现场开展设备巡视及维护工作涉及记录50余种,执行中逐项确认并画“√”号,现场发现异常时需手写记录,返回运维班驻地后再整理,且记录消耗率高,全面巡视记录每月一本,遇到新、改、扩建等项目,设备发生变化时,还需要重新编制印刷,变电运维专业负责管理的81座变电站,每年各类记录的印制费及耗材成本费就接近15万元。

2. 工作重复性多

目前运维工作中均是由运维人员携带纸质记录现场登记填写,回到运维班驻地后再人工将各种数据录入PMS2.0系统后台,实现数据的上传,一项工作至少重复两次,遇到有故障缺陷等情况

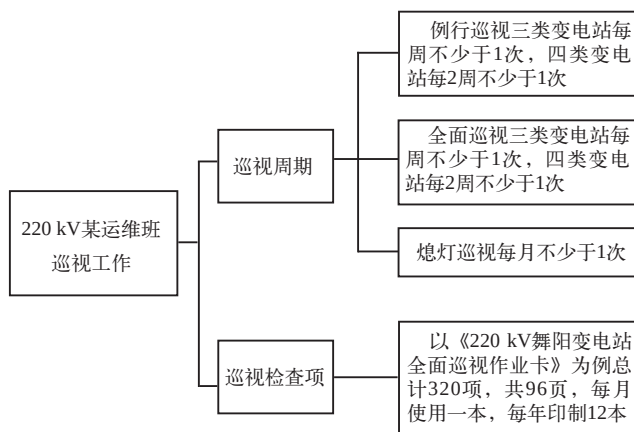


图1 运维班巡视工作标准

时还需要人工对收集到的数值、图谱等信息进行分析研判，并按照标准格式编辑撰写报告。因现场情况复杂多变，运维人员需要翻阅标准经测算分析后才能给出结果，费时费力，且主观判断会有不准确，既影响问题定性及后期异常处理，还严重影响工作效率。

3. 巡视仪器多

巡视维护需要使用仪器仪表等多种工器具，

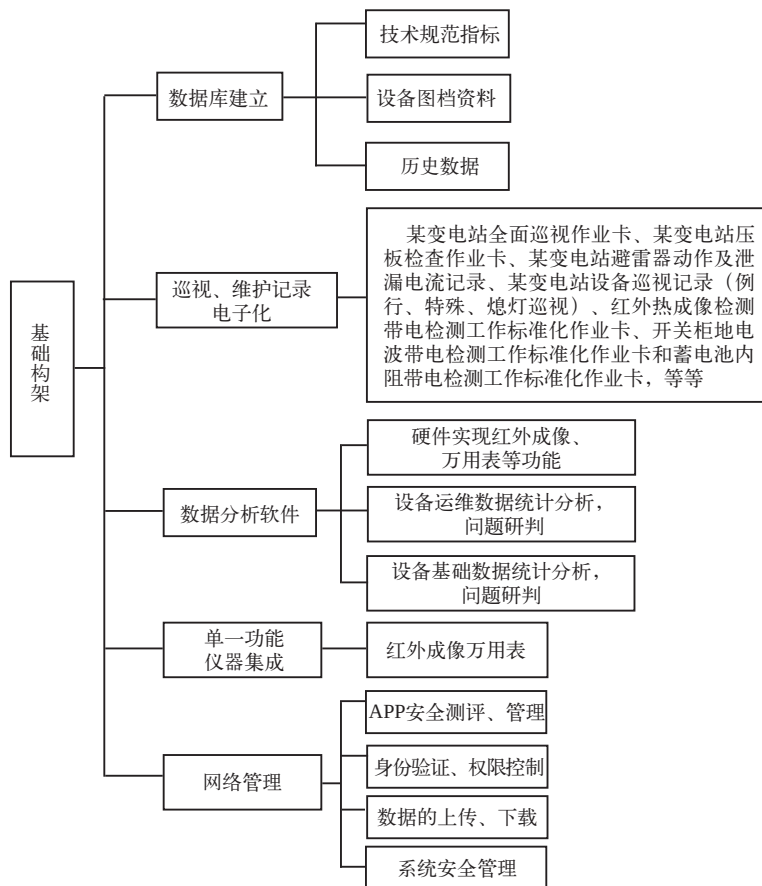


图2 系统的基础架构

携带不方便。变电运维日常工作包含设备红外测温、SF₆表计压力值抄录、避雷器电导电流及动作次数抄录、蓄电池电压测量等，各类工作的开展需要携带多种单一功能仪器前往现场。有时因为巡视和维护周期性的不同，开展正常巡视时发现设备有异常，却因为没有携带相应的仪器仪表而无法及时对异常进行进一步的确认，还需要运维人员返回运维班驻地取了仪器之后再检测，增加了运维成本，延长了设备异常状况存在的时间，严重威胁电网设备的安全稳定运行。

系统架构的建立

本文搭建的多功能变电运维移动终端机及管理系统架构如图2所示，包含主要研究内容如下。

1) 变电站运维管理各类作业指导书、作业卡的电子化：通过后台系统将运维工作中全面巡视作业卡、压板检查卡以及设备巡视维护日计划、周计划、年计划等纸质记录内容下载到移动PDA中，实现各类纸质记录电子化，设备增减时，只需在后台修改电子记录内容，并下载到PDA中即可。

2) 多传感器集成研究，实现测量器件的小型化：比如现有的单一功能的远红外热成像仪体积都比较大，无法与移动终端进行集成，本项目通过对变电站运维应用场景进行充分研究，归纳应用需求参数、热图像输出设计等，在满足专业化需求的基础上，实现红外成像的镜头、光栅和非制冷探测器等小型化选型。并通过建立具有兼容性的管理系统，实现对红外热成像采集图谱、数据的分析及结果的判定。运维人员只需要随身携带一个小型移动PDA就可到现场开展多项设备检测工作。

3) 手持移动PDA与后台管理系统间通信网络的建立：目前运维管理中使用的PMS2.0管理系统是独立网络系统，为了确保信息安全性，系统是不开放的，各类仪器仪表等检测数据无法直接实现数据上传，必须通过加密的内网硬盘进行数据导入和导出。项目前期需要建立一套模拟PMS2.0系统，即具有和PMS2.0系统所要求各种记录、报告格式一样的独立系统和管理后台，在手持移动PDA与该后台系统间建立无线网络连接，实现信息的下载和上传。后期PMS2.0系统若对外开放，则可以实现移动终端与PMS2.0系统间的网络连接。

4) 设备定位识别, 自动推送巡视维护提示内容: 利用射频识别和定位技术实现运维人员每走到一个设备间隔, 读取设备识别码后移动PDA就能自动推送对应的巡视维护记录的内容, 并通过语音识别技术填写记录内容, 执行完后可直接通过M2M网络将数据一键上传到运维班后台, 实现数据的下载和上传。

5) 设备检测关键量判别: 设定一个满足各类检测评判标准和评判方法的关键量分析程序和数据库, 对于现场检测到的数据、图谱和声音等信息直接给出判定结果并生成报告, 免去了人工分析以及报告整理的过程。

系统的搭建

本系统由管理后台、多功能移动终端两部分组成, 实现变电站全面巡检、例行巡视和熄灯巡视的自动化过程。

1. 多功能移动终端

运维人员无须携带多种测试设备, 到工作现场即可完成一键式、模式化的数据采集、生成和录入工作。

以测温为例, 模式化的数据采集是指: 对于作业对象需要多点测温的场景, 终端工具可以预置多个保持相对位置的测温点。对于同一作业对

象, 操作人员只需托举终端工具对准作业对象, 即可一次性采集多个点的温度数据, 标记位置和温度在热成像图中, 并自动追踪最高温度。

一键式操作是指: 在模式化的基础上, 一键即可完成数据的采集、报告生成、上传与归档。

由模式化采集的所有数据集都携带相关属性存储于数据库中, 具有相同属性的数据可作为关键特征量, 按时间轴描绘趋势曲线; 以大数据和人工经验为基础, 自动设定安全区域, 当特征量超出区域或者趋势上将超出区域, 发出系统提示及预警, 实现故障预判。

终端工具生成的数据格式满足五通、PMS2.0的要求, 也可自定义数据表格。免去使用专用仪器烦琐操作、后期数据整理和制作表格的工作。

终端工具通过无线专用通道与服务器端连接, 实现信息通信。具体实现功能如下:

- 1) 红外成像, 多点测温, 自动追踪最高点温度, 发现异常点。
- 2) 低电压与低电流测量功能。
- 3) RFID电磁扫描、二维码扫描。
- 4) 信息安全通信。基于硬件的通信数据安全加密, 与系统建立安全隔离的VPN通道, 如图3所示。
- 5) 北斗/GPS定位。支持实时定位, 可针对



图3 信息安全隔离示意图

业务进行信息位置相关匹配, 可实时查看目标位置, 及时提醒设备巡视内容及标准, 实时监测人员到位情况。

6) 多机协同。针对同一工作场景, 可多台组网协同工作。

7) 照相、录像等功能。

2. 管理后台

管理云平台由数据服务器和管理主站组成。

数据服务器用于保存巡检数据, 将运维过程数据及结果数据将以多种形式保存, 如数据、文字、声音和图像等形式, 结合MongoDB数据库的GridFS实现海量存储, 结合BSON格式实现多种形式的归档, 利用完全索引技术关联相关数据, 将碎片化的数据有机整合, 为大数据分析提供基础。

在数据应用上, 使用多源运维数据的挖掘技

术, 在多维数据采集的基础上, 实现数据关联以及各类运维相关系统的信息和数据的深度融合, 提供高级应用平台, 例如为管理、流程和资源等方面的优化提供数据基础, 绘制关键特征数据的渐变曲线实现异常预警等。

管理主站存储方式采用数据并行存储, 局部内部关联的方法将功能层次结构的各个部分的数据组合起来, 以完成整个系统的实现。

系统的功能

本系统可应用在电网内各电压等级、各类型变电站的设备运维管理之中, 将带来巨大的社会效益和经济效益, 提升变电站的运维水平。

1. 提升运维工作效率

本系统在充分分析变电站运维工作的基础上, 通过归纳满足运维工作需求的工具的技术条

件，将红外热成像测温仪及万用表的功能集成于一台移动终端设备中，既减少了运维人员外出需携带的设备数量，又能够降低运维人员的工具学习成本。同时基于终端的数据处理功能，现场自动采集以及人工录入的信息，可直接生成对应格式的报告并上传，免去了常规方式下测试仪器中数据的倒换，也免去了人工携带纸质记录手动填写后再整理录入报告的过程。能有效地提升运维工作效率。

2. 保证运维工作精益化质量

根据《国家电网公司变电运检五项通用制度（试行）》所规范出的变电站内各项工作的执行流程及记录格式，开发的移动终端记录模块，实现了数据的标准化现场录入，免去了纸质记录的使用，且数据一次即可完成录入，无须重复工作。同时通过集成各种运维相关规范制度技术标准，还能够提升运维人员对专业知识的把握能力，当进行相关运维操作时给出操作提示及安全注意信息，规范运维操作过程及异常处理方式，有效提高运维工作质量，提高生产安全性。

3. 提升数据分析及故障预警能力

系统可实现对采集到的运维数据进行统计分

析，对具有相同属性的数据作为关键特征量，按时间轴描绘趋势曲线；以大数据和人工经验为基础，自动设定安全区域，当特征量超出区域或者趋势上将超出区域，发出系统提示及预警，从而实现故障预判。判定过程更加科学，判定结果更加准确。

结束语

本文在分析当前变电站运维存在问题的基础上，结合目前国内外对此方面的研究进展，开发了一套变电站运维巡视的多功能PDA及管理系统，该系统由管理后台、多功能移动终端两部分组成，实现变电站全面巡检、例行巡视和熄灯巡视的自动化，后续开展各项维护工作将不必再携带多种笨重的仪器仪表等工器具，同时还能直接对发现的异常进行分析判定，节约大量的人力、物力，降低了运维人员的工具学习成本，进一步提高运维过程的科学性，满足电网规模快速扩大以及电网智能化水平快速增长的需求，并且为推动运维一体化奠定了坚实基础。EA

（收稿日期：2020.06.01）

（编辑：朱金凤）

汇海电工有限公司声明

我司，“汇海电工有限公司”，原企业名称为“山东欧玛嘉宝电气科技有限公司”，现作出通告如下：

1. 我司自2010年成立至今，与欧玛嘉宝（珠海）开关设备有限公司、欧玛嘉宝安瑞吉（北京）电气设备有限公司、欧玛嘉宝集团个人责任有限公司（GRUPO ORMAZABAL,S.L.U.）及其关联公司无任何商业及股权关系，包括但不限于控股、关联、许可或授权；

2. 为防止与上述公司在相关公众中产生混淆，我司已正式在相关行政机部门完成企业名称变更，今后将以“汇海电工有限公司”的名义开展经营活动。

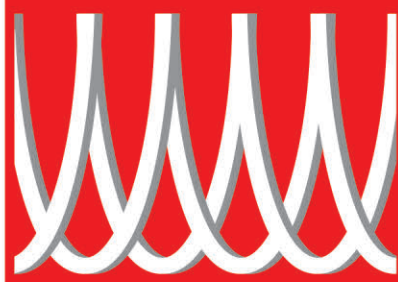


广告IAD

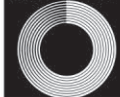
ufi
Approved
Event

wire

CHINA



wire & cable



线缆线材、
光纤光缆、
机械设备及材料

springmaking



弹簧制造

fastener



紧固件技术

THE 9TH ALL CHINA - INTERNATIONAL
WIRE & CABLE INDUSTRY TRADE FAIR
第九届中国国际线缆及线材展览会

2020. 9. 23-26

上海新国际博览中心
Shanghai New International Expo Centre

同期举办
Co-located with

Tube
CHINA



管材展



紧固件展



加入中国一流展会，聚“缆”全球英“材”
Join the Best: Your Gateway to China's Wire & Cable Markets!

wire

CHINA



线缆线材、
光纤光缆、
机械设备及材料

THE 9TH ALL CHINA - INTERNATIONAL
WIRE & CABLE INDUSTRY TRADE FAIR
第九届中国国际线缆及线材展览会

ufi
Approved
Event

2020.09.23-26

参观时间 Show Time

2020.09.23-25 09:00-16:30

2020.09.26 09:00-16:00

上海新国际博览中心
Shanghai New International Expo Centre

上海市龙阳路2345号
No.2345, Longyang Road, Shanghai

主办单位 Organizers



上海电缆研究所有限公司
Shanghai Electric Cable Research Institute Co., Ltd.

垂询热线 HOTLINE 400-720-1160

邮箱 Email exhibition@secr.com



扫码预先注册
尊享会刊及精美小礼品
凭身份证及参观码换证入场



杜塞尔多夫展览(上海)有限公司
Messe Düsseldorf (Shanghai) Co., Ltd.



仅对专业观众开放 Open only to trade visitors

www.wirechina.net