

基于IPv4/IPv6双栈协议的电力移动作业平台关键技术研究

以国网西南地区某供电公司作为试点实施基于IPv4/IPv6双栈协议的电力移动作业平台的关键技术，该项目围绕建立与智能电网快速发展相适应的精益高效的管理体系，打造一套一体化的管理信息系统，将生产业务流程管理和现场作业相结合。一方面，建立一套基于IPv4/IPv6双栈协议的电力移动作业平台，统一规范各单位变电巡视、变电检修、高压试验、继电保护、油务化验、输电线路巡视以及输电线路检修专业现场作业的管理行为；另一方面，该系统适用于电力系统生产技术部、变电检修工区、变电运行工区以及输电运检工区等部门的巡视/检修/试验/继电保护业务，缩短作业所需时间、建立工作监督机制，提高工作效率、工作质量和安全性。

陈柯 秦晓 艾乾可 杜渝生/国网重庆市电力公司信息通信分公司

“移动系统”概念改造传统巡视/检修/试验/继电保护等工作模式，实现现场作业管理的电子化、信息化和智能化，最大限度减少漏巡、漏记、补记、不按时巡视、检修和试验，不按标准巡视、检修和试验，确保电力系统长期高效稳定运行。系统的实施对提高新疆昌吉电业局电网生产的管理素质和劳动生产率，对降低生产运行、检修、试验人员劳动强度、提高巡视/检修/试验/继电保护自动化水平和检测准确性提供了创新型的技术检测手段，对于提高电网运行可靠性，提高电网管理水平和服务质量，增强企业的综合实力和竞争能力具有重要的意义。

0 引言

基于IPv4/IPv6双栈协议的电力移动作业平台真正实现了现场巡视/检修/试验/继电保护管理功能，把传统的管理信息系统延伸至生产一线，以标准化作业包的形式为生产一线作业人员提供标准化作业支持，提升管理层对于现场作业的监控力度，同时现场标准化信息的实时获取为企业决策层提供辅助决策的数据支持。实现标准化移动作业平台对电力企业作业层(现场作业人员)、业务层(变电工区、修试工区和线路工区)、管理层(公司领导、生技部)全方位的支撑。该系统应集成工业级掌上电脑(PDA)、工业级平板电脑、自动识别技术(超高频915 MHz非接触式射频技术RFID)、全球卫星定位系统(GPS)、基于IPv4/IPv6双栈协议的无线通信手段(GPRS、CDMA和WiFi)和三维实景建模，基于

1 总体需求

系统上线前，国网西南地区某供电公司的巡视/检修/试验/继电保护等工作模式多是工作人员携带图表到现场查询，用图表记录巡视/检修/试验/继电保护信息、设备运行状况及设备缺陷，回到工区班组后再将现场作业信息的结果录入到生产管理系统中或以纸质文档保存。这种传统的巡视/检修/试验/继电保护工作存在着漏巡、漏记、补记、不按时巡视/检修/试验/继电保护、不按标准巡视/检修/试验/继电保护、纸质图表不易维护更新，数据的准确性无法保证等诸多不足与人为因素。

同时对巡视/检修/试验/继电保护任务的分派、巡视/检修/试验/继电保护信息的记录都采用纸和笔的手工方式，任务下达和作业结果提交都需要面对面交



陈柯/工程师

关键词/Keywords

电力·
移动作业·
平台·

接。这种方式作业周期长、准确度差、效率低并考核难度大，与企业信息化建设的要求不相适应。

2 系统目标

本项目为国网西南地区某供电公司依靠高新技术的作业工具和方法，建立一套基于IPv4/IPv6双栈协议的电力移动作业平台适用于生产技术部、变电工区、线路工区和修试工区等，简化和规范作业过程，缩短作业所需时间，提高巡视/检修/试验/继电保护业务的生产管理水平；建立工作监督机制；提高工作效率、工作质量和安全性；加强对作业结果的分析，大幅提高管理决策水平，同时也通过现场移动作业管理系统来保证电网公司的安全运行和稳定，提高供电和生产可靠性。具体为：

1) 支持IPv4/IPv6 双栈协议。移动终端通过基于IPv4/IPv6 双栈协议的3G网络或WiFi网络与管理平台的服务器进行通信，交互作业信息。通过移动作业终端，可以完成线路巡检的作业工作，用户也可以通过网络，直接登陆到移动作业服务器中，执行相关的操作。

2) 标准化。按设备巡检“三标两控”（巡检路径标准化，巡检内容标准化，巡检记录标准化，巡检时间控制，巡检到位控制）和昌吉电业局巡视/检修/试验/继电保护标准规范的要求划分现场设备管理区域、标识现场设备以及确定巡视路线及巡视/检修/试验/继电保护标准，建立现场作业标准化管理。

3) 规范化。各岗位作业人员在系统作业计划（标准）的指导下完成巡视/检修/试验/继电保护作业。确保生产现场作业状态和质量的达标，将规范化管理要求真正落实到日常工作中。

4) 流程化。使巡视/检修/试验/继电保护信息处理纳入计算机管理轨道，管理工作高效、设备信息数值化。实现巡视/检修/试验/继电保护人员到位率和现场作业的监督与统计；实现缺陷全过程的标准化管理。

5) 设备分析。实现设备巡视/检修/试验/继电保护数据的查询、统计、分析和决策的功能。对

设备的状态进行数据分析和变化趋势描述，实现对设备状态全面、细致的掌握，为状态检修奠定坚实的数据基础。

6) 建立设备预防性维护体系。实现设备巡视/检修/试验/继电保护业务的预防性维护策略、计划、作业、监督、归档、分析等流程化管理的需要。

3 核心应用

基于IPv4/IPv6双栈协议的电力移动作业平台是基于PDA掌上电脑和PC桌面电脑，集IPv4/IPv6双栈协议通信、自动识别技术（如超高频非接触式射频技术）、GPS、三维建模等多项新技术于一体的智能化系统，能全面地管理电网设备巡视/检修/试验等工作，同时方便地查询和统计，上报汇总，并对缺陷信息及业务流程进行深入的分析。

基于IPv4/IPv6双栈协议的电力移动作业平台基于PDA掌上电脑和PC桌面电脑完成现场作业信息与后台管理信息的交互，系统从物理上划分为“手持机PDA管理子系统”和“管理机PC管理子系统”两部分，如下图所示。

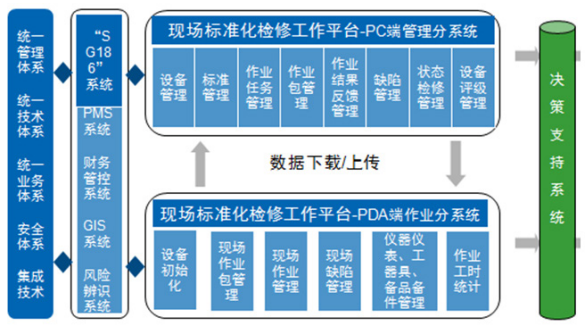


图 平台架构

3.1 手持机PDA管理子系统

该部分基于工业级PDA而设计，包含与采用自动识别技术（如条码技术、射频技术和信息钮扣等）通信、GPS自动定位、通过基于IPv4/IPv6双栈协议的WiFi/GPRS/CDMA与数据库通信（应用于上传下载）等功能，是现场作业人员的智能化辅助和作业工具。PDA上可以存储现场作业所需的规范化作业文档和作业包，根据处理业务的不同（设备巡检检查）分别制订相应业务处理

功能模块，可以完成现场作业步骤提示及作业结果的快速标准化输入与传送，实现设备识别，同时实现到位率的统计，实现作业任务、结果的有线、无线的传输。

3.2 管理机PC管理子系统

该部分为后台软件系统，运行在PC机上，实现系统管理与安全设置、电网设备基础数据库管理与维护、标准化作业指导书编制、电网设备标识的管理、电网设备的图形化显示与管理、预防性维护策略定义、预防性维护计划编排、辅助生成维护工单以及巡视/检修/试验/继电保护业务处理的流程化闭环与优化等基础功能；实现规范化作业标准的管理与维护、作业计划的制定与分派；基于设备的历史状态和信息、现场作业信息(巡视/检修/试验等)、实时信息等对设备状态作出预测，分析设备裂化倾向，预知设备尚可安全运行的期限、指导对设备采取的检修策略和计划，推测、预估该设备在何时需要进行何种检修作业；为领导决策层制订的高级分析统计、监督控制、业务流程优化功能；以及与其他信息系统的数据交互与共享等。

4 项目成果

4.1 功能全面

国网西南地区某供电公司基于IPv4/IPv6双栈协议的电力移动作业平台作为设备巡视/检修/试验/继电保护业务的支撑系统能够满足现有以及今后发展的需要。在具体功能上满足设备全生命周期台账管理、仪器仪表、工器具、备品备件管理、巡视/检修/试验/继电保护预防性维护策略定义、巡视/检修/试验/继电保护任务计划编排及分派、巡视/检修/试验/继电保护资源排程、巡视/检修/试验/继电保护作业包处理、巡视/检修/试验/继电保护作业过程及缺陷记录的标准化输入与远程传送、到位率及作业工时统计、巡视/检修/试验/继电保护信息查询统计、故障分析与预警机制、状态检修、设备评级、巡视/检修/试验/继电保护人员绩效考核、辅助决策以及与PMS系统、财务管控系统、地理信息系统(GIS)以及风险辨识系统共享数据等全面的无纸化、智能化管理。

从管理思想上满足建立监督机制、规范工作过程、提高工作效率、提高工作质量和安全性的要求，满足国网西南地区某供电公司管理和决策层对生产信息的综合分析辅助决策要求。系统能够对现场作业和缺陷的整个处理过程进行管理、监控。系统提供三维实景和移动路线导航功能，在PDA上集成巡视路线图和修试路线导航，使作业人员能够进行直观的图形化作业，提高作业的准确性和作业效率，并能够实现导航、轨迹记录和在图形上选取现场巡视作业范围等功能。

4.2 技术成熟

根据系统规模和发展需要，合理应用工业级掌上电脑(PDA)、工业级平板电脑、自动识别技术(超高频915 MHz非接触式射频技术RFID)、全球卫星定位系统(GPS)、基于IPv4/IPv6双栈协议的无线通信手段(3G、WiFi)和三维实景建模，保证系统的性能优越，并具有较高的先进性和前瞻性。

4.3 性能良好

基于IPv4/IPv6双栈协议的电力移动作业平台现作为国网西南地区某供电公司开展巡视/检修/试验等业务的基础保证，需要很高的性能要求，包括实用性和易用性、灵活性、稳定性、可靠性和安全性。和传统作业方式相比能够大幅度降低作业的复杂程度，依靠PDA、平板电脑等工具可以高效地完成标准的巡视/检修/试验作业项目，同时能够依靠基于IPv4/IPv6双栈协议的无线通信网及时地把作业结果回传，而不需要作业人员当面的任务交接。系统具有灵活的作业方式，作业人员可以选择桌面电脑程序、PDA设备、平板电脑、Internet浏览器访问方式来完成作业任务。系统能够保证长时间的持续稳定运行，依靠强大的技术平台、业务平台和数据库平台作为保障。严格保证生产数据和设备信息的可靠、安全，在通信方式、访问控制、系统维护上要采用业内成熟、先进的规范和技术如VPN访问、IPSec验证、SSL加密方式和容错服务器等避免一切对系统数据的威胁因素。

4.4 操作简便

基于IPv4/IPv6双栈协议的电力移动作业平台涉及的部门包括生产技术部、变电工区、线路工

区、修试工区和公司主管领导等。由于现场作业的特点使得业务处理位置分散，软硬件条件参差不齐，而且需要维护的设备种类数量繁多。这就要求系统有简便、高效、智能的技术手段简化系统的维护工作。现场标准化移动作业平台PDA端作业分系统基于Microsoft Windows CE/Mobile系列操作系统设计，作业人员操作与使用PC机端软件类似。同时现场标准化移动作业平台提供标准化的作业流程进行指导和完善的模板字典库，作业过程中几乎不用手写录入，全部通过标准化选项完成现场信息录入，简化现场操作的同时消除因为人员差异而对同一作业信息的主观描述。

5 结束语

随着电力体制改革的不断深入，组织结构和业务管理，都逐步向集约化、规范化、现代化发展。需要对原有的设备修试、巡检领域进行体系

(上接第649页)

并对我国电力行业IT-OT融合现状和趋势进行了分析，提出了一套电力行业企业进行IT-OT融合的方法并对之进行了详细阐述。通过对电力企业系统与数据的情况进行综合分析，全面掌握公司IT和OT领域的发展状况，形成一份全面的调研报告。通过对需求的探讨和判断工作，形成一份全面的电力企业IT-OT业务需求分析报告，为后续IT-OT融合研究工作指明了方向。通过对IT-OT融合技术架构的研究，有助于在公司范围内形成统一的IT-OT融合的数据架构、技术架构和安全架构，实现管理层对企业进行智能化的决策分析，为管理上的创新提供了良好的支撑，保证企业决策的先进性和科学性。信息通信技术通过与电网技术和企业经营管理的融合，将有力推动电网技术水平提升、生产方式变革和管理模式创新，对智能电网建设起到强大的支撑作用。

参考文献

[1] 尹睿智. 我国信息化与工业化融合理论及其测评体系研究[D]. 天津: 天津大学, 2010.
[2] 赵林霞. 信息化与工业化融合的理论及实践探索

化的整合，建立一体化的、集中的，并将场内管理和现场作业相结合的信息管理系统。

本项目结合国网西南地区某供电公司现场作业管理的实际运行需求，以保证设备状态良好、连续、安全和可靠的运行为目标，建立一套先进、科学和行之有效的基于IPv4/IPv6双栈协议的电力移动作业平台，项目取得了良好效果。

该项目的研究成果是智能电网建设的必要手段之一，在电网公司有较好的推广前景，能获得较好的经济和社会效益。

作者简介

陈柯(1985-)，男，工程师，主要研究方向为电力自动化。
(收稿日期: 2015-12-10) EA
(编辑: 鞠佳)

[D]. 南京: 南京理工大学, 2012.
[3] 金喜成. 工业化和信息化融合构建辽宁现代产业体系的思路与对策[J]. 辽宁经济, 2013(6).
[4] 王晰巍,等. 信息化与工业化融合的关键要素及实证研究[J]. 情报科学, 2010(8).
[5] 苗圩. 2014全国工业和信息化工作会议上的报告[R]. 2014.
[6] 黄海平. 中国工业企业管理信息化问题研究[J]. 通讯世界, 2014(6).
[7] 彭川. 关于企业信息化顶层设计的研究与思考[J]. 中国管理信息化, 2014(10).
[8] 张军玲. 中小企业信息化绩效评价指标体系构建研究[J]. 数学的实践与认识, 2014(24): 169-176.
[9] 李屹. 企业架构EA成熟度模型比较研究(II)[J]. 沈阳师范大学学报: 自然科学版, 2010(1): 105-108.

作者简介

韩毅平(1990-)，男，工程师，主要从事企业信息化、大数据技术和机器学习等方面的工作。
(收稿日期: 2015-12-10) EA
(编辑: 鞠佳)