

基于实物 ID 的资产普查与隐患排查系统研究

刘红星¹, 杨红平¹, 王民涛¹, 马玲玲¹, 范天野²

(1. 国家电网内蒙古东部电力有限公司, 内蒙古 呼和浩特 010011;

2. 国家电网内蒙古东部电力有限公司资产分公司, 内蒙古 呼和浩特 010010)

摘 要:针对传统电力资产普查与隐患排查机制存在设备全生命周期成本核算数据归集困难、运维资产台账资料管理粗放、主配网增量运维数据共享机制缺失、资产普查与隐患排查数据治理及全景追溯具有滞后性等固有弊端,提出了一种基于实物 ID 业务协同和数据共享机制的资产普查与隐患排查系统。引入电网实物资产统一身份编码机制,实现电网主配网存量全息运维数据的一键式获取,引入开放式数据共享接口与主配网存量设备隐患指数预测曲线,构建具备编码自动分配与一致性校验、隐患排查信息完整可追溯、跨系统贯通与平台可移植、全息数据深度聚类分析与主动预警等功能的电力资产全局协同精准化管理架构。以国家电网内蒙古东部电力有限公司某 220 kV 变电站为效能评价载体,开发了资产普查与隐患排查原型系统并进行了综合效能实证分析,一线运维验证结果表明原型系统具备电力设备全息数据便捷获取与融合、电力资产普查台账实时更新、隐患排查数据的实时反馈与预警等全方位立体电力资产普查与隐患排查体系效能,主配网设备物料分类、增量设备分类、资产普查分类、隐患排查分级预警等多码对应的一致率达 100%,实现了电力资产全息数据全维度收集、全过程追踪、全方位共享。

关键词:实物 ID;电力资产;普查与隐患排查;全景追溯;隐患指数预测曲线

中图分类号:TP278

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2021)02-0209-07

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2021.02.038

Research on Material Survey and Hidden Danger Investigation System Based on Physical ID

LIU Hong-xing¹, YANG Hong-ping¹, WANG Min-tao¹, MA Ling-ling¹, FAN Tian-ye²

(1. State Grid Inner Mongolia Eastern Power Co., Ltd., Hohhot 010011, China;

2. Material Branch of State Grid Inner Mongolia Eastern Power Co., Ltd., Hohhot 010010, China)

Abstract: In view of the inherent drawbacks of the traditional electric power material survey and hidden danger investigation mechanism, such as the difficulty of collecting data of equipment life cycle cost accounting, extensive management of operation and maintenance assets account data, lack of data sharing mechanism of main distribution network stock operation and maintenance, lagging data management of material survey and hidden danger investigation and panoramic retrospective, etc., a kind of material survey and hidden danger detection system based on physical ID business cooperation and data sharing mechanism is proposed. The unified identity coding mechanism for physical assets of power grid is introduced to realize one-key acquisition of holographic operation and maintenance data of main distribution network stock. An open data sharing interface and a prediction curve of hidden danger index of main distribution network stock equipment are introduced to construct a global collaborative and precise management framework for power supplies with an automatic coding allocation and consistency check, complete and traceable hidden danger detection information, and cross-system and platform portability, in-depth clustering analysis of holographic data and active early warning, etc. Taking a 220 kV substation of Inner Mongolia Eastern Power Company of State Grid as the carrier of efficiency evaluation, the prototype system of material survey and hidden danger investigation is developed and the comprehensive efficiency analysis is carried out. The first-line operation and maintenance verification results show that the prototype system has the efficiency of the omni-directional three-dimensional electric power material survey and hidden danger survey system, such as convenient acquisition and integration of holographic data of power equipment, the timely updating of accounting of power material survey desk, and real-time feedback and early warning of hidden danger survey data. The consistency rate of multi-codes corresponding to material classification of main distribution network equipment, incremental stock equipment classification, asset survey classification, hidden danger survey classification and early warning reaches 100%, realizing the all dimension

收稿日期:2019-12-22

修回日期:2020-04-23

基金项目:国家电网有限公司科学技术研究项目(YF18012011P, PD72-17-006)

作者简介:刘红星(1975-),男,高级工程师,硕士,研究方向为电工理论与新技术、自动化技术与应用等。

collection, whole process tracking and all-round sharing of holographic data of electric power assets.

Key words: physical ID; electric power material; census and hidden danger investigation; panoramic retrospect; hidden danger index prediction curve

0 引言

深度融合物联网技术、历史运维数据深度分析技术、设备隐患指数预测技术等智慧电网支撑技术^[1],积极探索支撑技术叠加累积效应,突破电力资产分段筹算静态瓶颈,构建电力资产全息数据全维度收集、全过程追踪、全方位共享、全景主动预警机制,实现电网资产采购规划、资产信息失衡症结、运维查验枢纽、财政拨款审计等完整生命周期内的静态高效同享互存^[2]。着眼全局协同电力设备全息数据便捷获取与融合能力、电力资产普查台账实时更新能力、隐患排查数据的实时反馈与预警能力,构建具备电网实物资产统一编码设计和调整策略、重要资产实时定位、与智慧供应链高度衔接、异常信息的实时反馈与预警属性的全景可视资产普查与隐患排查平台^[3],提出了一种基于实物 ID 业务协同和数据共享机制的资产普查与隐患排查系统。引入电网实物资产统一身份编码机制,实现电网主配网存量全息运维数据的一键式获取,引入开放式数据共享接口与主配网存量设备隐患指数预测曲线,构建具备编码自动分配与一致性校验、隐患排查信息完整可追溯、跨系统贯通与平台可移植、全息数据深度聚类分析与主动预警等功能的电力资产全局协同精准化管理架构^[4]。以国家电网内蒙古东部电力有限公司某 220 kV 变电站为效能评价载体,从电网实物资产统一身份编码系统研发、开放式数据共享接口架构设计、主配网存量设备隐患指数预测曲线算法设计等层面开发了资产普查与隐患排查原型系统并进行了综合效能实证分析,一线运维验证结果表明原型系统具备电力设备全息数据便捷获取与融合、物料与设备实物

ID 自动生成、隐患排查数据的实时反馈与预警等全方位立体电力资产普查与隐患排查体系效能^[5],在主配网设备物料分类、增存量设备分类、资产普查分类、隐患排查分级预警等方面具备工程验收质效,对构建电力资产全局协同精准化管理架构具有全局意义。

1 电力资产普查与隐患排查系统总体部署设计

基于实物 ID 业务协同和数据共享机制的资产普查与隐患排查系统具备电力设备全息数据便捷获取与融合、物料与设备实物 ID 自动生成、隐患排查数据的实时反馈与预警等全方位立体电力资产普查与隐患排查体系效能。实现电网主配网存量全息运维数据的一键式获取,引入开放式数据共享接口与主配网存量设备隐患指数预测曲线,构建具备编码自动分配与一致性校验、隐患排查信息完整可追溯、跨系统贯通与平台可移植、全息数据深度聚类分析与主动预警等功能的电力资产全局协同精准化管理架构。以实物 ID 业务协同为主索引^[6],贯通电网资产普查与隐患排查完整生命周期涉及的规划设计、物资采购、工程建设、运行维护、退役处置、隐患预警等环节,提高基于实物 ID 业务协同和数据共享机制的电网资产全景管控精益化水平,为智慧电网的深入落地实施提供服务和支撑。

以国家电网公司 SG-EA 架构管控标准为设计指导,充分利用国家电网公司现存的信息化资源,遵循归一化平台、统一化系统、多场景应用、微应用扩展的信息化整体扩展规划原则,如图 1 所示,设计了电力资产

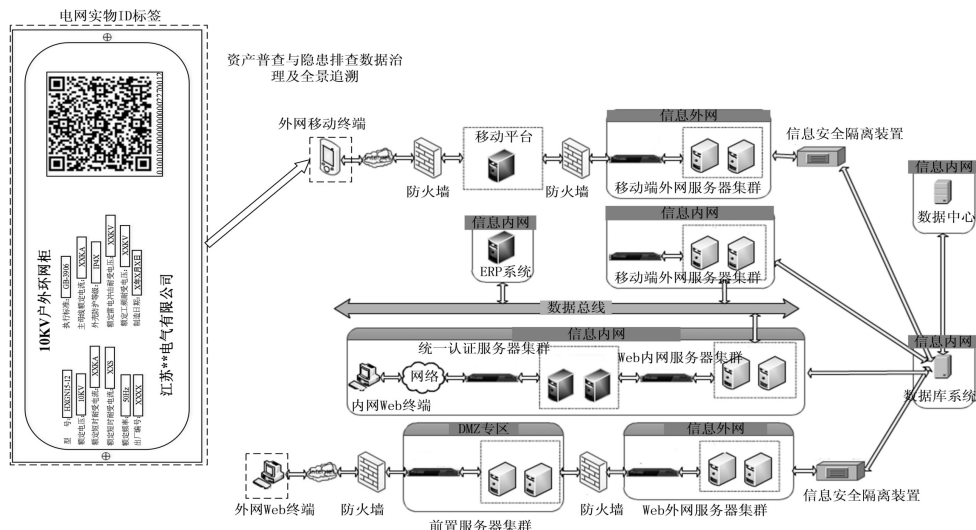


图 1 电力资产普查与隐患排查系统总体部署逻辑示意图

普查与隐患排查系统总体部署逻辑图,初步构建项目编码、WBS编码、物料编码、设备资产分类与实物ID之间的物理映射关系,实现唯一且一一对应。鉴于国家电网内蒙古东部电力有限公司内网基于SG-UAP3.0开发平台开发^[7],对于微应用扩展功能采用二级部署方式,以国家电网云平台为依托,实现电力资产全局协同精准化管理,具备电网实物资产统一身份编码规则查询、增存量主配网设备实物ID码生成与信息写入、隐患排查数据的实时反馈与预警、资产普查与隐患排查数据治理及全景追溯、增存量运维数据一键共享等支撑功能。将电力资产普查与隐患排查系统总体部署划分为外网微应用、移动终端(PC端)外网、内网微应用等,其中,外网微应用无需基于DMZ分区设置认证服务器,原始数据源接口配置为隔离装置的配置信息,作为移动终端外网周期性进行实物ID信息采集数据暂存场所;移动终端(PC端)外网采用车载模式^[8],一线运维工人手持实物ID采集终端对增存量设备进行数采作业,通过无线局域网与车载并发请求负载均衡服务器进行数据交互;内网微应用依托国网统一认证服务器进行访问合法性校验,登陆成功触发内网服务器队列消息传送机制,调用数据库总线请求ERP系统存入或释放数据,对实物ID信息采集数据进行多维深度分析,实时反馈隐患排查数据与预警信息给内网Web端。

2 电力资产普查与隐患排查系统核心功能设计

实现电力设备全息数据便捷获取与融合、主配网增存量运维数据便捷共享、资产普查与隐患排查数据治理及全景追溯是电力资产普查与隐患排查系统的内在需求,在对基于实物ID业务协同和数据共享机制的资产普查与隐患排查系统进行工程化建设过程中,对国家电网内蒙古东部电力有限公司已列装的ERP、PMS等进行适应性改造,进行面向电网实物资产统一身份编码机制的微应用扩展。基于电网实物资产统一身份编码贯通业务逻辑,电力资产普查与隐患排查系统核心功能涵盖资产普查与隐患排查数据治理及全景追溯、主配网增存量运维数据便捷共享、隐患排查数据的实时反馈与预警等,分别引入电网实物资产统一身份编码系统设计、开放式数据共享接口架构设计、基于隐患指数预测曲线的主配网存量设备隐患预警机制设计等进行效能实现。

2.1 电网实物资产统一身份编码系统设计

根据国家电网公司企业标准《电网资产统一身份编码技术规范》(编号:Q/GDW-11712-2017)相关技

术规范,结合国家电网内蒙古东部电力有限公司增存量设备现状,对电网实物资产统一身份编码系统进行可行性方案设计。电网实物资产统一身份编码统一划分为四个子区,其中使用单位代码子区采用3位十进制数组成,用于表征电网资产的归属二级单位,由国家电网公司统一编码^[9],国网内蒙古东部电力有限公司的单位代码子区为007;生成方式子区采用2位十进制数组成,用于表征编码内含数据信息生成方式(01表征ERP生成,02表征PMS生成),国网内蒙古东部电力有限公司采用ERP生成;流水号子区采用18位十进制数组成,按照数字序列依次自动生成,具有终身唯一性,用于唯一标识增存量设备;校验码子区采用1位十进制数组成,用于校验编码规则的合法性,采用多级加权算法得出,具有随机性。电网实物资产统一身份编码规则示意图如图2所示。

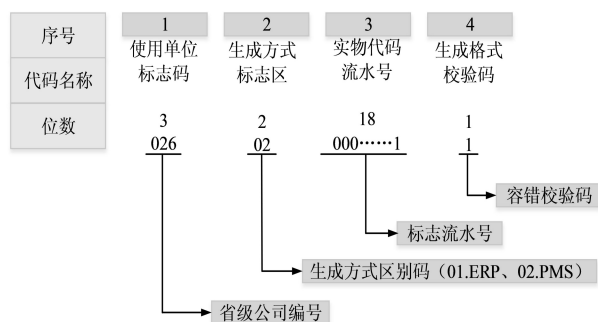


图2 电网实物资产统一身份编码规则示意图

电网实物资产统一身份编码涵盖主配网设备物料分类、增存量设备分类、资产普查分类、隐患排查分级预警等多维信息数据,涉及提报增存量设备材料清册、标准WBS与物料组对应关系、物料组与设备类型对应关系匹配、实物ID启用配置表,物料设备终身唯一性映射关系的实物ID生成、供应商获取实物ID编码及标签制作规范、物资技术参数维护管理、增存量设备隐患排查与主动预警参数维护等若干个功能点及微服务公共组件,通过对现有的ERP进行适应性扩充满足电网实物资产统一身份编码涵盖信息需求^[10]。电网实物资产统一身份编码机制实现电力资产全息数据全维度收集、全过程追踪、全方位共享,如图3所示,涵盖立项申请、项目立项、需求计划管理,合同管理、收发货管理、验收转资、设备台账管理、运行检修管理、隐患排查与预警、退役报废管理等基于实物ID业务协同和数据共享机制的资产普查与隐患排查系统完整生命周期全链条进程。引入电网实物资产统一身份编码系统大幅度改善现有标签编码一致性校验通过率,实现集中批量高效率数据采集,为保证实物ID标签入网准确率、提高电网资产实物ID信息追溯的一致性与完备性提供了高效准确的解决方案。

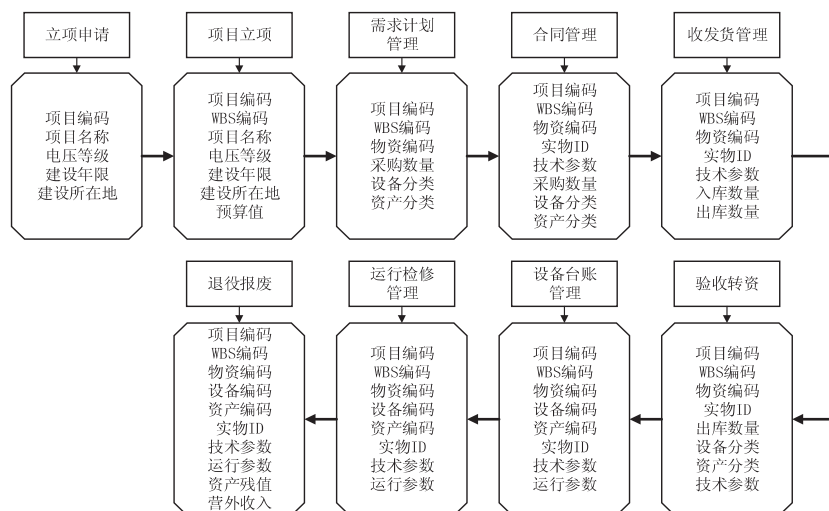


图3 电网实物资产统一身份编码涵盖信息逻辑演化示意图

引入射频识别标签入网检测技术,借鉴国网电力科学研究院开发的电力资产信息全维度采集技术,融入智能图像处理技术、长串数字编码识别自动识别技术、多维信息二维码自动生成技术等,构建电网增量设备实物 ID 标签芯片编码、标签附着二维码、标签附着二维码数据编码等多码一体化校验机制。二维码编码规则基于 QR 码,自动识别纠错级别采用 30% 级别(国网标准 H 级),根据面向应用设备的差异性,QR 二维码编码格式采用纯数字连续编码格式,清晰标注版本号^[11],内置容量不小于 272 位。如图 4 所示,标签可以依据设备体积分为 120 mm、90 mm、60 mm 三种

规格,标签内置信息具有终身唯一性,原则上只存放实物 ID 相关信息,单个实物 ID 标签检测响应时间应小于 1.2 s,每个作业人员单日标签数据采集量不小于 3 000 支,标签制作采用激光加工或硫酸蚀刻工艺,二维码图形深度应不低于 0.3 mm 并选用抗紫外线油墨填充,标签表面应采用丙烯酸清漆封装,清漆厚度应不低于 100 μm 。采用激光加工工艺时,加工设备的功率应不低于 20 W;采取硫酸蚀刻工艺时,应选用耐候性油墨制作二维码标签,标签连续户外环境下的有效时间应不低于 10 年。

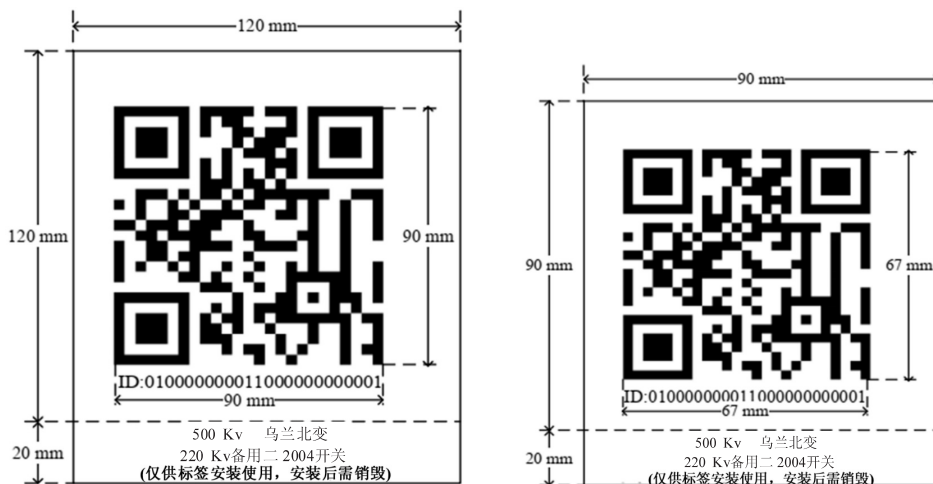


图4 电网实物资产统一身份编码系统生成二维码效果图

2.2 开放式数据共享接口架构设计

加强国家电网公司各二级电力公司之间的数据交互是构建电网全国大数据池的关键举措,也是国家电网公司开展大数据深度分析的数据源头,对智慧电网的顺利开展具有积极意义。基于实物 ID 业务协同和数据共享机制的资产普查与隐患排查系统具有电力资产全息数据全维度收集、全过程追踪、全方位共享、全景主动预警等属性,实现电网资产采购规划、资产信息

失衡结、运维查验枢纽、财政拨款审计等完整生命周期内的静态高效同享互存,是进行电网资产全景数据采集的重要手段^[12],是国家电网公司电网运行大数据池重要数据源头,对基于实物 ID 业务协同和数据共享机制的资产普查与隐患排查系统采用开放式数据共享接口架构设计是内在驱动需求。构建基于实物 ID 的多维集成应用,实现基于系统全业务的统一数据中心共享接口机制,结合国家电网内蒙古东部电力有限公司

现役系统及信息支持插件,基于开放式服务总线,融入具有共享数据接口的消息中间件,利用现役ERP系统统一数据访问机制实现实物ID数据库的共享式访问^[13]。如图5所示,设计了基于实物ID集成应用的开放式数据共享接口架构,集成多项系统内共存的业务数据库信息,通过具有开放式服务总线、融合数据共

享接口的消息中间件、现役ERP系统统一数据访问机制等与基于实物ID业务协同和数据共享机制的资产普查与隐患排查系统多位微应用服务进行数据交互,实现国家电网内蒙古东部电力有限公司内部数据的共享交互,通过基于实物ID的集成应用,通过Web内网服务器集群把相关数据传送至国网数据中心池。

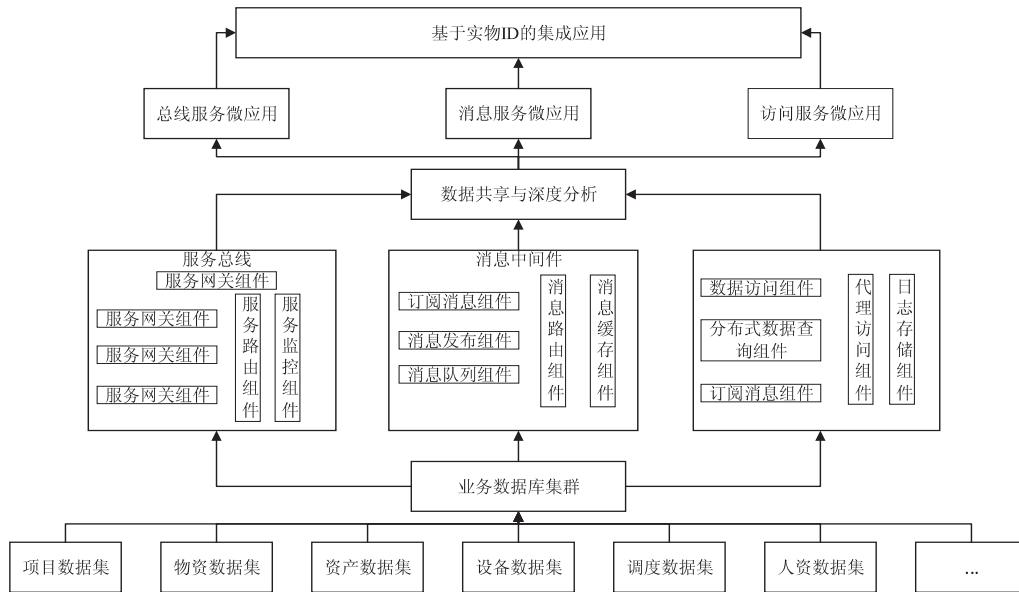


图5 基于实物ID集成应用的开放式数据共享接口架构示意图

2.3 基于隐患指数预测曲线的主配网增量设备隐患预警机制设计

面向电力主配网存量设备隐患预警系统属于数据开放共享性较强的、实时动态变化的、与电网实物资产统一身份编码机制高度契合的,具备电网实物资产统一编码设计和调整策略、重要资产实时定位、与智慧供应链高度衔接、异常信息的实时反馈与预警内在要求的非线性高维度复杂系统闭环反馈控制系统,引入隐患指数预测曲线构建主配网存量设备隐患预警模型进行量化分析。如图6所示,引入指数平滑函数,利用连续时间序列下的系统态势具有稳定性和规则性,对连续时间序列进行一定规则下的合理顺延,规则的制定以来过去的态势,引入权值预测未来态势;通过赋予过

去系统态势差异化的观测值,构建过去时间间距与权值之间的负相关映射,利用三次指数平滑法生成面向电网设备的隐患指数预测曲线^[14],设定新预测值中新数据和原预测值所占的比例系数,结合历史运维数据对主配网存量设备状态进行预测并给出预警提示。对上述模型进行公式化处理并编程实现,基于Matlab2016b仿真验证环境,采用主配网存量设备时间隐患数据为对照数据组,利用国家电网内蒙古东部电力有限公司某220 kV变电站2016年06月~2019年02月某型号主变压器转轴隐患数据为仿真数据载体,对基于隐患指数预测曲线的主配网存量设备隐患预警模型进行了仿真验证,具体如图7所示。

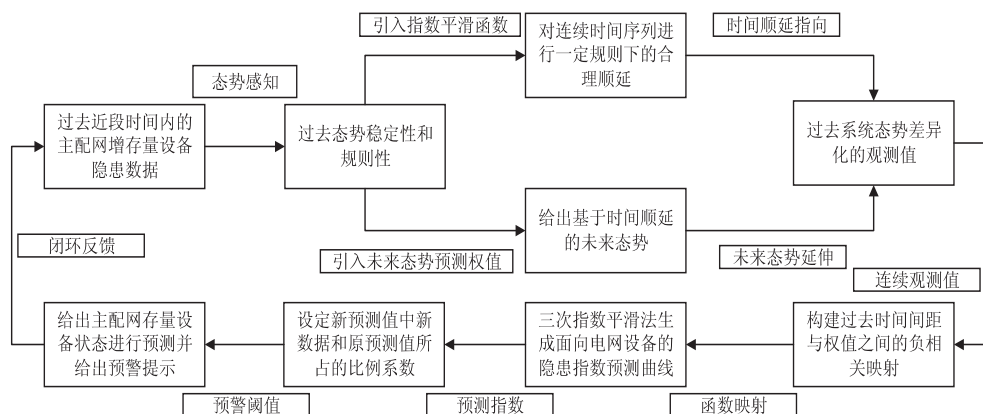


图6 基于隐患指数预测曲线的主配网增量设备隐患预警机制逻辑示意图

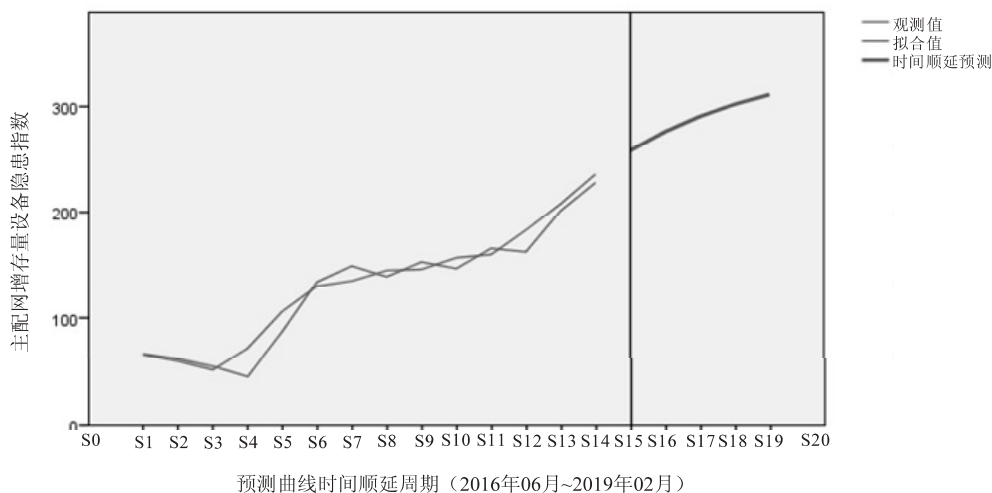


图 7 基于隐患指数预测曲线的主配网存量设备隐患预警机制仿真效能图

基于图 7 可知,引入基于隐患指数预测曲线的主配网存量设备隐患预警模型后可以有效对主配网存量设备隐患进行预测并给出预警提示,通过适度调整新预测值中新数据和原预测值所占的比例系数可以对预测精度进行调整,对连续时间内的不同阶段数据具有较好的非等权拟合性,具有自适应性,可以针对预测设备的差异性进行自动识别数据模式的调整,实现了电网增量设备隐患排查数据的实时反馈与预警。

3 电力资产普查与隐患排查原型系统设计

采用微应用扩展的模式对国家电网内蒙古东部电力有限公司现役的 ERP 系统进行适应性改造,增加电力设备全息数据便捷获取与融合、物料与设备实物 ID

自动生成、隐患排查数据的实时反馈与预警等软件处理进程,分配单独的内存资源,定期进行业务数据内网交互,实现数据全景共享。选取国家电网内蒙古东部电力有限公司某 220 kV 变电站为原型系统应用载体,针对变电站下属的某 10 kV 户外环网柜进行电网实物 ID 标签制作,涵盖立项申请、项目立项、需求计划管理、合同管理、收发货管理、验收转资、设备台账管理、运行检修管理、隐患排查与预警、退役报废管理等信息,遵循国家电网公司规范,显性给出设备基本运维数据,其余数据通过专用移动终端扫描实物 ID 码获取,则电网实物资产统一身份编码工程化标签示意图如图 8 所示。



图 8 电网实物资产统一身份编码工程化标签示意图

国家电网内蒙古东部电力有限公司在完成了 53 项 ERP 系统功能点适应性改造,12 项功能接口数据共享协议嵌入式替换,4 个微应用附属扩展、2 项微服务实际部署的基础上开展电网增量设备赋码与标识安装工作。以国家电网内蒙古东部电力有限公司某 220 kV 变电站为载体,涉及主变压器、封闭式组合电器、隔离开关、电抗器、电力电容器等共 5 大类 40 余种电网

增量设备,实物 ID 标签根据设备体积差异选用 120 mm 到 60 mm 的对应规格^[15],采取属地管理、周期维护,保证实物 ID 编码正常工作。基于实物 ID 业务协同和数据共享机制的资产普查与隐患排查系统的实际落地应用为构建电网资产精细化管控架构,实现电力资产全息数据全维度收集、全过程追踪、全方位共享提供有力支撑。图 9 给出了作业人员对电网实物资产统

一身份编码工程化标签进行数据采集的工作场景。



图9 作业人员进行电网实物资产统一身份编码工程化标签数据采集示意图

4 结束语

针对国家电网内蒙古东部电力有限公司关于电网实物资产统一身份编码建设相关需求,着力解决传统电力资产普查与隐患排查机制存在设备全生命周期成本核算数据归集困难、运维资产台账资料管理粗放、主配网存量运维数据共享机制缺失、资产普查与隐患排查数据治理及全景追溯具有滞后性等固有弊端,构建电力资产全息数据全维度收集、全过程追踪、全方位共享机制,提出了一种基于实物ID业务协同和数据共享机制的资产普查与隐患排查系统。引入电网实物资产统一身份编码机制,实现电网主配网存量全息运维数据的一键式获取,引入开放式数据共享接口与主配网存量设备隐患指数预测曲线,构建具备编码自动分配与一致性校验、隐患排查信息完整可追溯、跨系统贯通与平台可移植、全息数据深度聚类分析与主动预警等功能的电力资产全局协同精准化管理架构。以国家电网内蒙古东部电力有限公司某220 kV变电站为效能评价载体,从电网实物资产统一身份编码系统研发、开放式数据共享接口架构设计、主配网存量设备隐患指数预测曲线算法设计等层面开发了资产普查与隐患排查

原型系统并进行了综合效能实证分析,一线运维验证结果表明原型系统具备电力设备全息数据便捷获取与融合、物料与设备实物ID自动生成、隐患排查数据的实时反馈与预警等全方位立体电力资产普查与隐患排查体系效能,为国家电网内蒙古东部电力有限公司电网实物资产统一身份编码建设后续工作的开展奠定坚实的基础。

参考文献:

- [1] 程子华,陈鹏良,张锐.基于“五位一体”的电网资产实物“ID”建设及应用[J].管理观察,2018(30):30-32.
- [2] 陈佳.电网实物资产统一身份编码自动识别技术分析[J].河北电力技术,2019,38(1):54-56.
- [3] 赵永柱,张根周,任晓龙,等.基于RFID的智能电网资产全生命周期管理系统设计[J].智慧电力,2017,45(11):57-61.
- [4] 李智威,孙利平,廖晓红,等.电网实物资产统一身份编码深化应用探索与展望[J].电子世界,2018(22):15-17.
- [5] 龚钢军,魏沛芳,孙跃,等.区块链下电力数据的统一监管与共享交易模型[J].信息技术与网络安全,2019,38(3):57-62.
- [6] 刘忠举.基于RFID和EPC物联网的体育用品追溯模式实现路径[J].自动化与仪器仪表,2016(11):149-150.
- [7] 史梦洁,王庆娟,涂莹,等.电力营销客户标签体系分类方法研究[J].电力需求侧管理,2018,20(2):51-53.
- [8] 邱圣,郭伟祥.基于互联网技术的电力资产在途跟踪系统研究与应用[J].物流技术,2018,37(11):109-111.
- [9] 李金湖.基于改进K-means算法的电力大数据系统研发[J].电子测量技术,2018,41(13):23-28.
- [10] 谢超,赵伟,王亚朝,等.多导航传感器数据实时并行采集处理与传输系统的研制[J].电子测量技术,2018,41(21):67-70.
- [11] 刘俊,潘滢伊,曾少华.电力数据通信网配置核查系统设计与实现[J].计算技术与自动化,2018,37(3):82-92.
- [12] 邢玉广,张彦军.基于RFID的智能IC卡管理机的设计与研究[J].电子测量技术,2018,41(24):40-45.
- [13] 黄海潮,陈振,罗义旺,等.基于大数据技术的电力全业务数据接入技术研究[J].信息技术,2018(4):151-155.
- [14] 宋承轩,吉卫喜,房杰.基于二维码、RFID的电梯零部件质量追溯系统研究[J].组合机床与自动化加工技术,2018(1):154-157.
- [15] 谢毓广,刘童,陈凡,等.基于置信度理论和多元线性回归方程的电网负荷预测[J].电工技术,2018(13):42-45.