

电力物联网技术

电力安全工器具智能管理系统的研发及应用

侯峰¹,王永亮²,李秀广³,刘世涛³,刘勇⁴

- (1. 国网宁夏电力有限公司培训中心,宁夏 银川 750011;
2. 国网宁夏电力有限公司银川供电公司,宁夏 银川 750011;
3. 国网宁夏电力有限公司电力科学研究院,宁夏 银川 750011;
4. 西安交通大学电力设备电气绝缘国家重点实验室,陕西 西安 710049)

摘要: 电力安全工器具种类多、数量大,作为保障各类电工操作安全、有序作业必不可少的器具,高效率、专业化和智能型管理是电力企业安全质效提升的重要举措。针对现场电力安全工器具管理存在的诸多问题,基于“云平台”自动模式识别技术,研发电力安全工器具智能管理系统,集各个安全工器具身份标识、位置信息、出入库记录、损坏报废标记以及超过检测周期警报提示为一体。通过周期测试和现场应用,结果表明:该系统以安全工器具个体为管理单元,分层分类,构建大数据库,信息覆盖全面完整;分布式区块链技术有力支撑平台数据的实时更新和资源共享,提升管理效率;指纹登录,智能感应,出入库时间缩短了 2/3,取用便捷,提高工作效率;智能扫描检测功能,及时警示反馈,有效避免现场违规使用事件的发生,助力安全生产,夯实安全质效。

关键词: 电力安全工器具;大数据库;云平台;管理效率;安全质效

中图分类号: TM08 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-3643(2020)02-0015-05

有效访问地址: <http://dx.doi.org/10.3969/j.issn.1672-3643.2020.02.003>

Development and application of the intelligent system for electric safety tools

HOU Feng¹, WANG Yongliang², LI Xiuguang³, LIU Shitao³, LIU Yong⁴

- (1. Training Center of Ningxia Electric Power Co., Ltd., Yinchuan Ningxia 750011, China;
2. Yinchuan Power Supply Company of State Grid Ningxia Electric Power Co., Ltd., Yinchuan Ningxia 750011, China;
3. Power Research Institute of State Grid Ningxia Electric Power Co., Ltd., Yinchuan Ningxia 750011, China;
4. State Key Laboratory of Electrical Insulation and Power Equipment, Xi'an Jiaotong University, Xi'an Shaanxi 710049, China)

Abstract: There are many kinds and large quantities of power safety tools. As an indispensable tool

基金项目: 国网宁夏电力有限公司安全工器具标准化管理培训开发项目(GWFW-NX-291755-KJ-PXFW-PXZX3)

收稿日期: 2020-01-08

修回日期: 2020-02-17

作者简介: 侯峰(1986),男,硕士,工程师,从事高压电气设备试验检测分析研究和培训工作。

to ensure the safe and orderly operation of all kinds of electricians, efficient and professional management is an important measure to improve the safety, quality and efficiency of power enterprises. In view of many problems existing in the management of on – site electric power safety tools and instruments, based on the intelligent pattern recognition technology of " cloud computing ", the intelligent management system of electric power safety tools and instruments is developed, which integrates the identity identification, location information, in and out records, damage and scrap marks of various safety tools and instruments, as well as alarm prompts beyond the detection cycle. Through periodic test and field application, the results show that the system is based on big data block chain, with individual safety tools and instruments as the units, information coverage is comprehensive and complete, and management efficiency is improved. It also states that zoning and classification management are convenient and it shorten the time of in and out of the warehouse. Automatic scanning detection function and timely warning effectively avoid the occurrence of on – site illegal use events and help safety production.

Keywords: electric safety tools; big data; cloud platform; management efficiency; safety quality and efficiency

DOI: 10.3969/j.issn.1672-3643.2020.02.003

电力安全工器具种类多、数量大,取用归还频繁,使用过程中的损耗程度难以统计,采用传统的纸质出入库登记管理办法,工作量大,效率低下,容易发生现场遗失、放置不到位等现象。另外,安全工器具必须定期开展外观检查,以及在规定周期内,送至有资质的机构进行试验检测^[1],若不合格则严禁使用,而不同种类的安全工器具的试验检测周期是不同的,比如绝缘手套为 6 个月,令克棒 12 个月,安全帽 42 个月等,尤其是用于带电作业的安全工器具保管标准要求高^[2],检验周期短。目前,缺乏高效的管理工具和手段,精准闭环管控缺失,时常发生未经检测使用或者超出试验合格周期依旧在用的现象^[3],对电网生产和人员人身安全造成很大隐患。为解决以上问题,研发了电力安全工器具智能管理系统,该系统以大数据库为管理中心,基于“云平台”自动模式识别技术,实现各个安全工器具身份标识、位置信息、出入库记录、损坏报废标记以及超过检测周期警报提示等功能^[3]。通过企业现场应用,构建电力安全工器具标准化管理体系,有效地提升了工作效率,保障安全生产。

1 系统研发

1.1 建立大数据库

电力安全工器具智能管理系统所有功能延展的基础是大数据库,按照中心控制、边界开放的应用要求,采用“库表扁平、读写分离、主外键并发控制”的设计原则,构建大数据库功能,结构设计如图 1 所示。

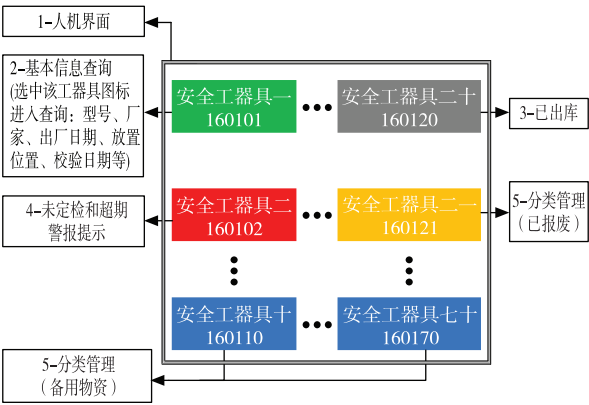


图 1 大数据库设计

首先,每个工器具作为最小管理单元,拥有唯

一身份表示,在窗口中展现为独立图标,除历史记录外,还包含型号、编号、生产厂家、出厂日期、入库时间、校验周期、试验日期和放置位置 8 项重点信息,按照 3 层 5 大类 45 小类设定大数据库表。以 Key/value 无结构化数据存储为链路轨迹^[4],提升数据更改容错率和搜索查找速度。

其次,依托 MapReduce 框架下空间数据仓库关联规则,设计上实现了被管理单元图像实时变化,绿色亮表示该工器具可用,红色亮表示未检查或定检超期,黄色亮表示已报废,灰色亮显示已出库,蓝色亮为备用物资,工器具以个体图标形式展现,人性化的交互界面设置,实现“一键式”查询操作和多维度组合定位。

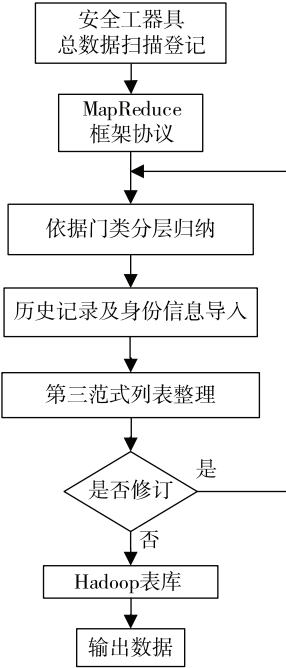


图2 大数据库存储自校验逻辑

最后,由于电力安全工器具“分级实施,归口管理”的全生命周期管控要求,大数据库中主、外键基本表配置为第三范式(3NF),各级架构契合全过程信息管理^[5],各单元分层分类,个体防护装备、绝缘安全工器具、登高工器具、安全围栏和标识牌同时进入分配集群纳入管控范围,融合 MapReduce 大数据管理技术^[6],构建基本绝缘工器具、带电作业工器具、辅助绝缘工器具的核心管理模块,编写校验 Hadoop 底层程序,逻辑如图 2 所示,自动扫除冗余数据,完善信息迁移流畅及数

据库链路安全。

1.2 开发取用自动感应模块

基于大数据库进一步开发取用自动感应模块,包括使用人指纹识别登陆、工器具向导指示,出库感应扫描和入库感应扫描 4 个部分,各部分逻辑如图 3 所示。

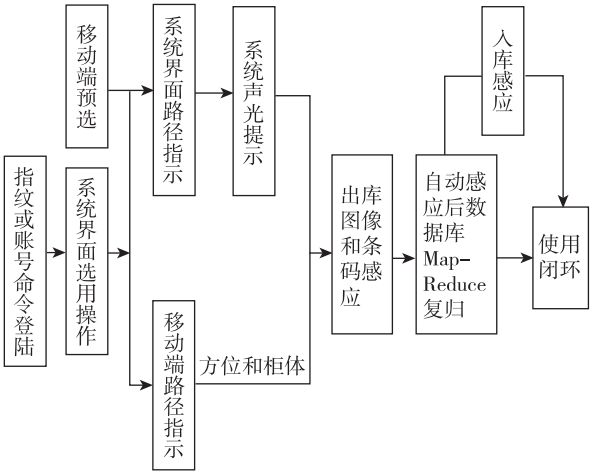


图3 取用自动感应模块原理

首先,借助数据库底层链接支路的多维化选择,开辟 MinMapReduce 分支,嵌入所有使用人身份信息,完成个人口令和指纹双重识别管理,使用频率决定了 HBase 数据访问方式和优化模式。

另外,工器具向导指示部分采用信息物理融合的组合和分析机制,移动端路径示意和场地声光系统共同作用,人机互动,准确定位。出入库自动感应是建立在图像识别技术基础上的条形码扫描检测单元,实现光学影像、数字和条码信息的三合一。同时,开启虚拟构象记录,整体架构采用 Matlab 工具进行模糊逻辑设计,在大数据库中通过人工智能神经元的持续诱导和信息积累,取用和归还两个应用场景的比对一致性将作为最终判定算法,保证了识别的精准度。相关信息实时反馈至数据库中,引导 MapReduce 复归,完成系统中安全工器具使用情况和出入仓库登记,动态更新数据库信息,实时上传至“云平台”,实现多端口“UTC 广播效应^[7]”。

1.3 构建智能告警体系

智能告警体系是电力安全工器具智能管理

系统关键组成部分。作为重要安全管控屏障,为保证此项功能的数据信息全面准确、告警及时可靠,设计有聚族索引、专锁专用的分割表及链路层,以“安全可靠、合格有效”作为记录和维护实施原则,配置专门的管理员权限,根据政策变化,及时更新,监测每类安全工器具的检查和校验周期。逻辑设计套用传统的 LEC 法安全风险评价模型^[8],如图 4 所示,由“周期触发值”引导每日零点扫描,自动模式识别到未定期检查以及超过校验周期的安全工器具^[9],红色警报提示,并配置有登陆后置顶弹窗,智能安全管理无死角。

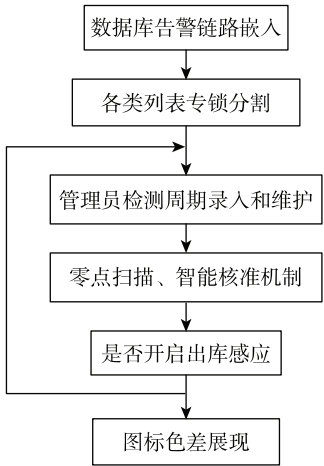


图 4 智能告警体系程序设计

告警体系配置以蜂鸣警报,并通过人机界面窗口显示,如图 5 所示,黑色虚线框中亮红色背景的图标为报警提示,“云平台”即时响应,自动出库感应模块失效,警报窗口显示送检校验。同时,管理系统记录每个工器具使用程度^[10],形成历史数据库,形成状况监视、健康评价、趋势预警和自动报废为一体的智能告警体系。



图 5 智能告警显示

1.4 打造分布式虚拟平台

电力安全工器具智能管理系统以大数据库为“管理核心”,独立服务器作为支撑,应用 B/S 架构,完成用户端浏览器的即时上线登录,将中心管控和点对点应用以扁平化链接的形式呈现^[11],从而实现了电力安全工器具物联网平台和“一体化”管理系统对接融合。

首先,为了操作性和延展性满足高端对象 Java ASP 开发分布式虚拟端网页服务,依托控制单元小组进行“互联网+”功能扩展^[12],打造共享型的区块链云平台,支撑移动端登陆,查看数据库,提请预约等功能。

其次,智能管理系统加入权限控制,由超级管家添加不同角色成员,用户浏览/增加/删除由不同权限完成,每个用户所做的变更均可同步体现数据库所在服务器终端,采用 FPGrowth 和 KNN 算法建立模型^[13],开发大数据的标注和分析能力,提高了存储和检索效率,同时增强了取用分类的准确性,分散区块链动态接入虚拟云平台,数据实时备份和保存,减少因场地单机服务器程序损坏造成的损失。

最后对分布共享和中心“大数据库”进行重组结合,构建多层次、多端口协同评价的智能管理机制。通过功能研发和深化应用,打造基于“云计算”的泛在物联模式,以管理平台为中枢,各个安全工器具为物理单元,身份信息和使用数据为信息基础^[9],固定的客户端和移动的客户端为应用端口,提高系统大数据库应用效率。

2 应用效果

电力安全工器具智能管理系统构建了开放、共享的云平台模型,建立了标准化的管理应用体系,在国网宁夏培训中心试运行 2 年,取得了显著的经济和安全效益。

(1) 确保电力安全工器具全生命周期管理,由分散布置升级为系统集中统一管控^[10],避免不同作业场地安全工器具的重复配置,总数量由 1 136 件降至 511 件,减少了约 55%,有效缩减购

置成本。同时,每年可减少相应的试验检测费近 3.5 万元,节省维护资金,提升企业资源优化配置效率。

(2)与传统的书面记录相比,系统开启安全工器具“无纸化”出入库登记模式,用户指纹快速登录,结合移动端预约操作,智能感应,取用和归还平均时间缩短了 2/3,工作效率显著提升。以绝缘杆出库时间为例,与纸质登记方式相比,出库操作时间减少了 79 s,如表 1 所示。

表 1 绝缘杆出库时间统计

序号	纸质登记出库时间/s	智能管理系统出库时间/s
1	117	45
2	123	54
3	108	39
4	125	33
5	138	46
平均值	122	43

(3)分布式区块链技术支持平台数据的实时更新和资源共享,数字化提升管理效率。大数据库分层、分类管理和历史记录回溯功能,便于集中统一管理和定期检查电力安全工器具,提高管理人员效率,每月定期外观检查时间平均减少了 42 min。

3 结 论

(1)针对电力安全工器具传统管理中存在的库管效率低、安全漏洞多、人为因素干扰等问题,研发了电力安全工器具智能管理系统。该系统有强大的数据库,配置了取用自动感应、智能告警和“互联网+”分布式虚拟平台功能,提升了安全工器具管理的规范性。

(2)系统中各个管理单元组成全寿命闭环体系,自动感应扫描和智能告警提示功能,信息链路及时反馈,有效避免现场违规使用电力安全工器具事件的发生,夯实了安全基础,提升了管理质效,助力电网安全生产目标任务的实现。

(3)电力安全工器具智能管理系统性能稳

定,拥有良好的扩展性和兼容性,建立了完备的管理制度和流程,对电力企业安全工器具高效性、标准化管控具有重要推动作用,具备较强的推广应用价值。

参考文献

[1] 国家电网公司电力安全工作规程(变电部分):Q/GDW 1799.1 - 2013 [S]. 北京:中国电力出版社, 2013:113 - 124.

[2] 带电作业工具、装置和设备预防性试验规程:DL/T 976 - 2005 [S]. 北京:中国电力出版社, 2005: 23 - 35.

[3] 陈文英. 电力安全工器具[M]. 北京:中国电力出版社,2015:27 - 42.

[4] 林利祥,陈创,王幸,等. 融合 RFID 和人脸识别技术的智能工器具管理系统[J]. 物联网技术,2019, 06 (8): 32 - 36.

[5] 张敏智. 基于 RFID 技术的安全工器具全生命周期管理系统研究[J]. 中国电力教育,2012 (23): 128 - 129.

[6] 张延松. 数据库与 MapReduce 融合的大数据管理技术探索[J]. 科研信息化技术与应用,2013,01 (3): 12 - 16.

[7] 沈义,石林涛,沈启民. 安全工器具全寿命在线集成管理模式研究与应用[J]. 贵州电力技术,2017, (11): 13 - 17.

[8] 倪蕙,王晓梅,王玉丽,等. 电力安全工器具创新监管体系研究[J]. 电力安全技术,2019, 10 (13): 62 - 65.

[9] DL/T 1476 - 2015: 电力安全工器具预防性试验规程 [S]. 北京:中国电力出版社,2015:18 - 42.

[10] 熊昌荣. 电力安全工器具检查、使用与保管[M]. 北京:中国电力出版社,2011:57 - 42.

[11] 岳平,杨成钢,吴国威,等. 电力安全工器具全寿命周期管理系统研究[J]. 电力安全技术,2013,08 (10): 47 - 50.

[12] 李强. 基于物联网技术的电力安全工器具移动应用管理研究[J]. 机电信息,2019, 17(12): 24 - 27.

[13] 苏毅娟,邓振云,程德波,等. 大数据下的快速 KNN 分类算法[J]. 计算机应用研究,2016, 33(4): 1003 - 1006.