[继电保护]

基于保护设备识别码的继电保护智能移动运维技术研究与应用

文/国能浙江宁海发电有限公司　向　敏　吴成涛
山东信诚同舟电力科技有限公司　张旭丰　楚守孟

为了实现继电保护设备管理和运维检修作业的智能化、数字化、信息化和移动化目标，提出了基于保护设备识别码的智能移动运维平台的整体系统架构和功能部署方案。在技术方案上，重点介绍了继电保护设备唯一性编码、智能识别、台账管理、专业巡检、缺陷管理、消缺作业、告警智库和设备异动管理等关键技术，有效解决了电厂继电保护在实际设备管理和运维过程中的各种问题。

近年来，唯一性身份标识、物联网和移动互联技术发展迅速，为丰富继电保护的设备管理和运维检修作业手段、提升作业效率和质量提供了技术基础。继电保护作为保障电网安全稳定运行的第一道防线，其可靠运维和精益化管理至关重要，电厂作为电力系统的发电端，其安全稳定运行更是重中之重。电厂继电保护的设备管理和运维检修工作是集人员、设备、装备、资料、工作流程、规范管理、现场作业和知识辅助为一体的系统工作，具有专业性强、作业工序复杂、工作时间紧迫和工作流程严格等特点，需要通过研究和探索新技术来提高继电保护管理的精益化水平，大力提高继电保护运维检修工作效率，对继电保护进行全方位多角度的运行管理，全面提高继电保护设备管理数字化水平和运检效率、效益。

继电保护设备管理和运维现状

目前国内在大力发展智慧电厂，智慧电厂是电厂新一轮转型升级的方向，在智慧电厂总体技术方向指导下，部分电厂正在积极推进以大数据、云平台、物联网、专家系统和人工智能等应用的智能电站项目建设。其中，基于移动作业的全流程业务管控，构建以移动作业为基础的继电保护专业“运维、检测、评价、检修”的全业务过程管控体系逐步在电厂开展应用，但是大部分电厂继电保护设备管理和运维检修作业方法模式依旧以传统人力作业为主，工作量大、易出错且存在大量重复作业， 目前电厂继电保护的设备管理及运维检修作业存在以下问题。

1）继电保护等二次设备的基础信息管理仍然采用纸质记录、人工整理和人工电子化的方式来完成设备台账及运行信息的录入、整理和维护等工作，数字化水平严重不足，存在工作量大、操作性差、出错率高、效率低下和数据不能互通等问题，无法达到继电保护运维检修作业高效、数据准确等目的。

2）继电保护设备缺乏有效的身份识别方法，对于继电保护设备的身份唯一识别及其业务数据关联困难，贯穿继电保护设备全生命周期的数据缺少载体和索引。

3）继电保护台账、装置运行状态、缺陷情况和消缺情况等业务数据相对独立，彼此没有关联，缺乏数字化、信息化手段将继电保护设备的各种数据进行数字化构建，影响后续一系列的智能分析与检

修决策，对继电保护设备状态及其发展趋势难以开展综合有效的评估和管理。

4）继电保护运检缺少标准化、数字化和全局共用的统一平台，现场标准化作业管控一直难以落实，作业过程管控难度大，继电保护设备全生命周期内的台账、巡检和缺陷问题不能进行有效的融合挖掘，不能及时发现设备问题，对其精益化管理缺少数据支撑。

5）继电保护设备部分故障和缺陷无法及时发现和评估。究其原因，首先由于缺乏对继电保护缺陷的长期跟踪分析，无法做到家族性缺陷的精确挖掘，提前评估同类装置故障的发生。同时在发现和处理异常时，更多依靠于运行人员的个人积累和经验判断，缺乏更多分析数据的有力支撑。

为此，以保护设备身份识别码为基础，研究基于保护设备身份识别码的智能移动运维体系，实现电厂继电保护设备唯一性编码、智能识别、台账管理、专业巡检、缺陷管理、消缺作业、告警智库和设备异动管理，为继电保护设备数字化管理和现场作业提供智能化支撑和指导，提升继电保护设备管理、运维检修作业效率和安全防误水平，推动继电保护等二次设备运维管理的智能化、数字化、信息化和移动化，实现继电保护设备全生命周期管理、二次专业精益化管理和运维作业闭环管控，从根本上改变传统的工作模式，实现继电保护设备管理和运维检修作业模式的转型升级。

继电保护智能移动运维总体思路

基于保护设备识别码的智能移动运维平台研究与应用建设，在国家和国家能源集团数字化战略的指导下，创新基于保护设备识别码的智能移动运维平台。

基于保护设备识别码的智能移动运维平台，以先进的物联网、移动互联和唯一性标识技术为支撑手段，从继电保护台账管理、专业巡视、缺陷记录、消缺作业和资料调阅等业务方向为研究切入点，研究电厂继电保护设备管理和运维检修业务智能化技术，将继电保护设备管理和运维检修业务在移动作业终端上进行有效整合、运行流转。通过移动作业终端的文字编辑、录音、录像和拍照等功能，实现继电保护运维检修作业高效记录、自动整理；实现继电保护台账管理、专业巡检、缺陷管理、消缺专业和资料调阅等各类业务的移动化、智能化、标准化和精益化；实现继电保护设备的快速识别，继电保护数据的智能采集、实时管理、可视展示和一键调阅，为继电保护评价分析决策提供有力支撑；实现继电保护设备全生命周期管理、继电保护专业精益化管理和运维作业闭环管控，从根本上改变传统的工作模式；实现继电保护运维检修的全过程标准化管控和有效的评价分析的智能化运检作业新模式，总体框架如图1所示。

图1　总体框架

研究电厂继电保护设备身份唯一性识别编码技术，通过UUID等方法应用，结合电网实物ID编码规范，实现电厂继电保护具备唯一可识别的“身份证”。同时研究继电保护设备身份智能识别技术，通过继电保护身份唯一性识别码智能识别设备，高效便捷地开展台账数据采集、缺陷数据采集和巡视数据采集，实践基于物联网技术的继电保护设备台账、缺陷和巡视数据的智能录入技术，实现数据自动关联台账，实现台账信息、图档资料和设备业务信息的即扫即看，大幅提高数据采集整理的效率和准确率。研究开发了基于移动终端的现场标准化作业动态构建技术，在移动端按照标准化作业指导书研究不同业务类型标准化作业内容的动态构建方法，有效支撑专业巡检、缺陷记录和消缺作业的标准化并支持按照时间发展进行迭代。研究了继电保护运检全业务数据自动分析和报告生成技术，研究基于数据融合的厂站现场作业数据自动融合和抽取技术，避免人工重复整理报告，减少重复工作。

总体技术方案

1. 总体架构

基于以上现状和分析，结合唯一性身份标识、

物联网和移动互联技术，对电厂继电保护设备管理和运维检修作业问题开展深入研究分析，确定基于保护设备识别码的智能移动运维平台支撑继电保护设备运维检修的台账维护、缺陷记录、消缺作业、专业巡检和资料调阅等运维检修业务，具备继电保护台账管理、技术资料管理、专业巡检、缺陷管理和消缺作业等核心业务功能以及告警智库、标签维护等辅助功能，主要用于继电保护的台账、图档资料及保护设备管理和运维检修信息管理，专业巡检、缺陷和消缺工作的全过程管控，总体框架如图2所示，为继电保护设备的数字化管理和智能化运维检修作业提供强大的数据支撑。

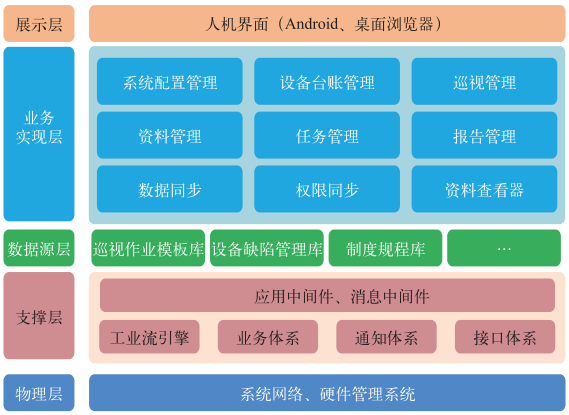

图2　功能架构

2. 身份唯一性编码

继电保护设备身份识别码相当于继电保护设备的“身份证”，是继电保护设备的唯一身份标识，通过基于UUID技术生成继电保护设备识别码，确保唯一性，编码规则遵循资产实物ID的编码规则，具体编码规则如图3所示。

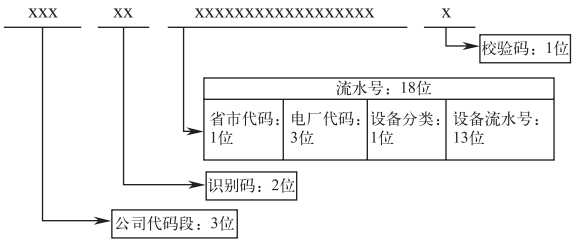

图3　编码规则

公司代码段的位数为3位，用于标识资产实物ID归属单位，统一制定。识别码的位数为2位，用于区分不同业务应用生成的资产实物ID。根据资产实物ID在不同业务管理的特点进行编码。流水号的位数为18位，其中第1位为电厂区域省市代码；第2～4位为电厂单位代码；第5位为设备分类代码，用于区分涉网设备和厂内设备；剩余13位为设备流水号代码，按照数字序列自动生成。校验码的位数为1位，用于检查资产实物ID的准确性，采用模数10的加权算法计算得出。现场对继电保护设备开展赋码贴签，样式如图4所示。

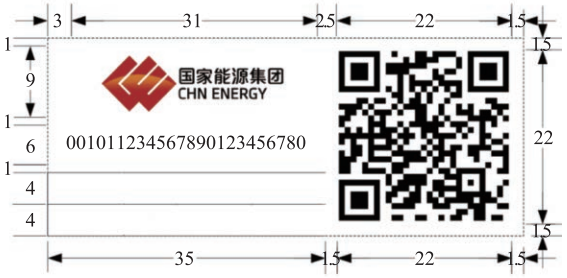

图4　保护设备识别码

3. 台账维护及核查

基于继电保护身份唯一性识别码，依托移动终端在厂站现场扫描装置身份唯一性二维码进行装置台账信息记录，基于智能识别设备记录的台账信息通过数据分析、数据辨识自动关联二维码，在全量的台账信息库中进行知识图谱式搜索比对，将装置对应的厂家等信息自动填入，自动填充台账信息，运检人员只需在作业现场记录装置运行信息，运维检修作业过程中扫码即可查看和维护台账信息，台账维护效率大大提升。

继电保护运检人员使用移动终端，在作业现场扫描继电保护设备身份唯一性二维码，智能快速识别设备，直接准确定位设备，继电保护设备台账信息自动呈现，现场面对装置进行核对和维护，发现台账问题即刻进行修正，现场修改内容自动同步到主站系统，保障台账与现场的准确一致，避免重复整理的工作量。同时支持扫描二维码，查看核对存量设备信息及设备运行信息，根据设备二维码标识，在设备台账库中能够查找到相应记录，显示设备的具体台账信息字段和值。查找出来台账信息后，支持对台账信息进行修改，台账每个字段的修改，支持用户手输和选择。在继电保护运检作业过程中，作业现场扫码即可查看台账信息，继电保护设备台账信息自动呈现，通过继电保护身份唯一性识别码在台账信息库中进行数据比对和数据分析，

提取出本装置的台账信息，按照厂站名称、装置名称、保护套别、电压等级、一次设备名称、安装位置、生产厂家、装置型号、软件版本、校验码、投运日期和最新检验日期将台账信息全景展示，并以台账为索引全面展现其全生命周期内的修改记录，真正实现台账信息移动化，为运检人员提供作业基础的支撑信息，以台账为图谱目录索引保护设备的保管记录、技术档案、主要部件 、定升级记录、重要事件记录、设备异动记录、检修经历、巡检记录、缺陷记录、消缺记录和说明书、图样及定值单等技术资料，让继电保护人员全面掌握装置全生命周期的信息。

4. 专业巡检

利用物联网技术，以继电保护身份唯一性识别码为入口，在移动终端巡检过程中扫描二维码，通过解析分析在台账中定位识别出当前装置，装置基础台账信息自动呈现，基于内嵌的厂站标准化巡检作业指导书形成的巡检模板，通过数据分析可按照装置类型自动推送其记录模板，记录数据自动关联至装置台账，并支持视频、语音、图片和文字的现场多媒体手段记录巡视数据，全角度记录现场实际情况，巡检作业如图5所示。

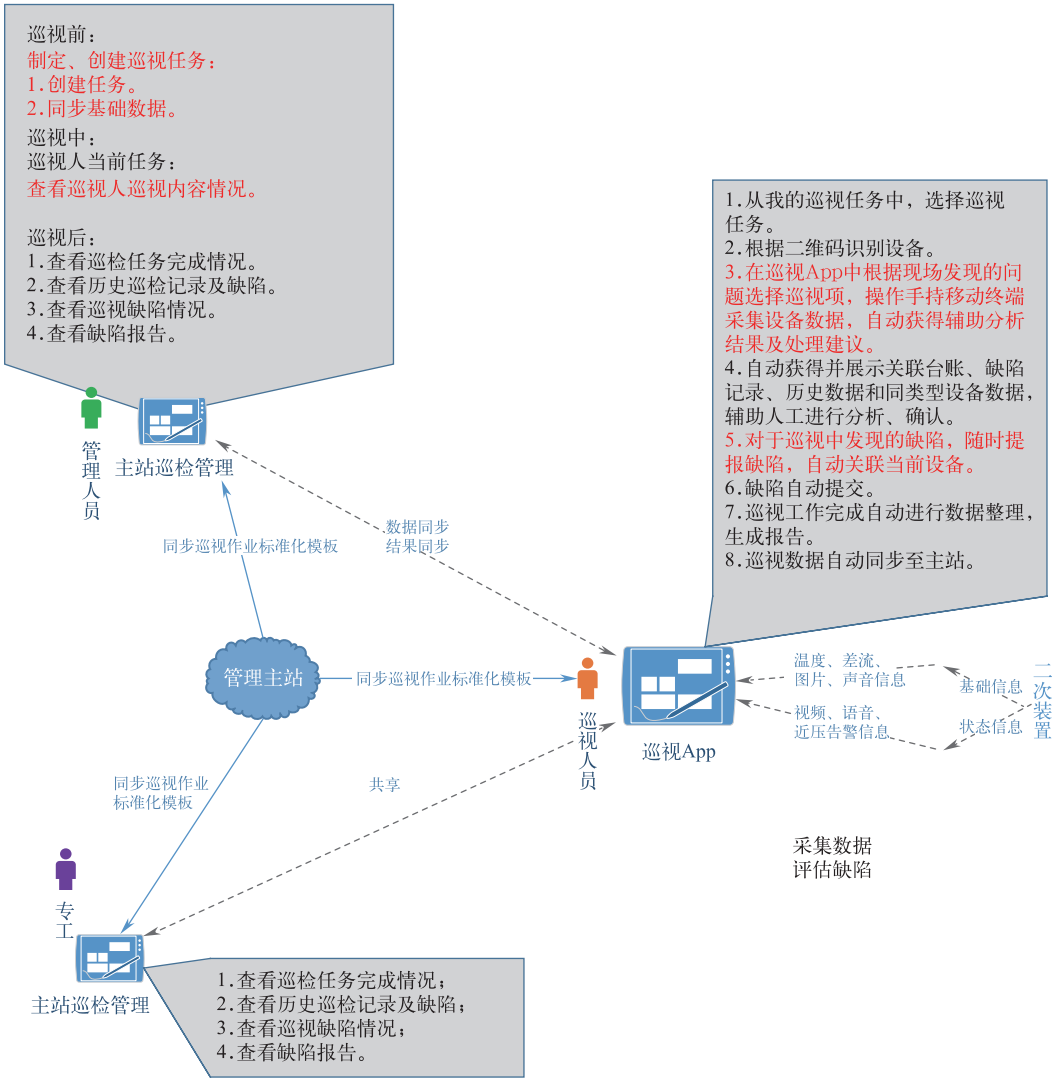

图5　巡检作业

基于移动终端天然的数据记录载体，支持视频、语音、文字和图片等多种媒体形式记录现场装置的运行信息、状态信息，基于数据辨识自动匹配数据的单位，对于继电保护设备的差流，记录后自动匹配为安培单位，对于记录的温度数据自动匹配为摄氏度等，并且将继电保护巡检数据在数字空

间进行画像存储，不断构建继电保护设备全生命周期内的巡检画像，为继电保护状态评价和分析提供支撑。

在移动终端进行巡检作业，巡检项依据于内嵌的标准化巡检模板进行，巡检数据自动关联设备台账，对于巡检的结构化数据和非结构化数据通过数据分析和数据整理自动进行归纳和整理，按照标准化的格式自动汇总出厂站巡检报告，可以大幅减少工作量和重复工作。

5. 缺陷管理

继电保护智能移动应用基于物联网、移动互联技术开展缺陷智能采集，通过扫码直接定位到缺陷对象，缺陷对象的基础信息自动生成，采用最简洁高效的缺陷记录方式，扫码自动识别缺陷对象后，进行缺陷描述，可添加文字、图片、语音和视频等多种媒体形式，全景记录现场缺陷情况，缺陷记录高效快捷。缺陷评估和消缺作业可真实、全面掌握缺陷内容，实景还原缺陷现场情况，做到缺陷的全方位掌控。

6. 告警智库

随着保护设备智能化水平的提高，保护装置能够反馈的告警更加丰富，厂站继电保护设备信息“少标准、难判断、语义不统一、不方便运维”，告警众多，故障排查定位困难，研究继电保护设备告警信号知识化服务支持运维检修技术，对告警信息进行分析处理，形成二次告警智库。但是目前过多的告警信息使得运维人员不明其意，且产生原因不明，不知处理措施，影响了对重要信息和事故的及时处理。某些告警信息的持续发展以及有关联的多个设备的告警，实际隐含着可能的故障，如果不针对这些告警信息进行综合分析，并消除这些异常告警，持续发展下去则会导致事故的发生。事故信号产生时一般都伴随着保护动作，开关跳闸。事故发生时，要求运行人员在尽可能短的时间内判断出事故性质和事故发生的原因，以便上报调度，并依据调度指导进行故障的隔离和恢复操作。

7. 资料调阅

基于保护设备识别码的智能移动运维平台，支持继电保护设备新投、退役或改造时，添加、删除和修改保护设备的图档资料（包括说明书、图样和定值通知单等），在管理主站进行厂站说明书、定值单的资料统一管理和维护，说明书按照继电保护设备型号进行管理，按照装置型号关联装置说明书，移动终端扫码识别装置后自动判别当前装置的装置型号和关联的说明书，即扫即看准确高效。定值单在主站管理系统与装置进行一一对应，通过智能识别装置后无缝调阅其所有定值单。

基于物联网和移动互联技术实现继电保护设备资料无纸化调阅，以继电保护设备身份唯一性识别码为作业入口，依托移动终端在继电保护作业过程中资料即扫即看，如图6所示，实现彻底变革传统检验资料“人工携带、人工查阅”的模式，资料查找时间由数分钟缩短为几秒钟，操作便捷，现场工作效率和准确性大幅提升。

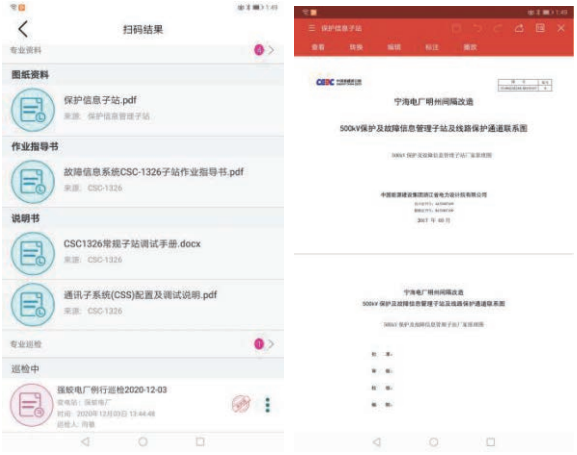

图6　即扫即看

结束语

针对目前电厂继电保护设备管理和运维检修作业存在的问题，结合身份唯一性标识、物联网和移动互联技术的发展，提出一种基于保护设备识别码的智能移动运维平台解决方案，推进物联网、移动互联和唯一性标识等技术在电厂继电保护设备全生命周期管理和运维中的应用，通过移动端与主站端的协同互动，利用大数据深化继电保护设备数据分析评估，为移动终端的作业应用提供强大的数据支撑，全面构建继电保护数字化管理平台和智能化移动作业平台，全面提升电厂继电保护设备数字化管理水平，以及继电保护运维检修作业效率和质量，保障大电网安全稳定运行。EA

（收稿日期：2021-05-23）