



供电所末端业务融合数字引擎研究及应用

赵永良¹, 牛垣衍¹, 王显锋¹, 廖勤武², 方军帅²

(1. 国网北京市电力公司通州供电公司, 北京 101101;

2. 国网信通亿力科技有限责任公司, 福建 福州 350003)

摘要: 针对基层供电所普遍存在的业务系统数量多、移动应用体验差、系统线上不联动、系统数据获取难等问题, 研究了零代码技术和机器人流程自动化 (robotic process automation, RPA) 技术的创新运用, 建设供电所末端业务融合数字引擎, 实现基层员工零代码方式自主构建工单应用, 对工单进行全流程管控, 并且工单可以跨内外网协同联动。通过在电费、计量、物资等各个专业的应用, 实现基层常用业务的工单化、线上化、自动化, 为基层减负增效。

关键词: 数字化供电所; 末端业务融合; 零代码技术; RPA 技术; 数字化转型

中图分类号: TN915

文献标志码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2023241

Research and application of terminal service integration digital engine in power supply stations

ZHAO Yongliang¹, NIU Yuanhang¹, WANG Xianfeng¹, LIAO Qinwu², FANG Junshuai²

1. State Grid Beijing Electric Power Company Tongzhou Power Supply Company, Beijing 101101, China

2. State Grid Info-telecom Great Power Science and Technology Co., Ltd., Fuzhou 350003, China

Abstract: In view of the common problems in power supply stations such as multiple systems, poor App experience, non linkage, and difficult data acquisition, zero code technology and robotic process automation (RPA) technology were researched, terminal service integration digital engine was built, providing zero code construction capability, order management capability, PC and mobile terminals collaboration capability, which was suitable for various disciplines such as electricity bills, metering, material, so as to realize the online, automated and mobile common service, reduce the burden and increase efficiency for the employees.

Key words: digital power supply station, terminal service integration, zero code technology, RPA technology, digital transformation

0 引言

供电所日常承担大量具体的业务处理工作。在现行体制下，各专业系统之间存在壁垒，信息不联动，导致基层负担沉重，主要表现为以下几个方面：一是业务系统数量多，多系统操作问题突出，北京某供电公司供电所日常业务处理涉及 34 个系统、9 个移动 App，工作十分不便；二是移动应用体验差，移动应用未与源端系统全面贯通、协同，部分现场采集数据仍需系统中录入^[1]；三是业务系统线上不联动，数据重复录入问题严重；四是业务需求经常变化，专业系统无法及时根据业务需求调整功能，跨系统获取数据难以协调，导致无法高效开展业务工作^[2-3]。

本文通过零代码、机器人流程自动化 (robotic process automation, RPA) 等数字化新技术的研究，创新性提出将 RPA 技术作为业务系统数据的接入工具，并借助零代码技术辅助员工自主构建工单应用、完成数据流转处理，本文验证了该思路的可行性及实际成效。

1 解决思路

以数字赋能、基层减负、提质增效为目标，以问题为导向，融合运用零代码、RPA、人工智能等数字化技术，构建以工单驱动为核心的末端

业务融合数字引擎。利用 RPA 自动化执行的特性，定时自动获取数据、自动回填数据；利用零代码无须编程创建应用的特性，为基层员工提供工单应用自主配置功能；将 RPA 获取的数据与零代码配置的工单应用结合，实现工单数据灵活接入与回填、工单全流程管控，打通专业系统壁垒，实现业务全链条数据贯通^[4]。

2 技术实现

2.1 零代码技术实现

零代码开发技术不需要代码基础，为业务人员提供快速构建应用的能力，能根据业务需要随时调整、更新、迭代，适应企业快速发展的各种需求变化。当前产业界零代码技术主要侧重于流程的可视化配置，本文创新性地将零代码应用于业务的配置，通过设计器和引擎为用户提供“拖拽”式创建应用能力，满足基层绝大部分业务需要^[5]。零代码技术实现原理如图 1 所示。

下面以用户配置业务应用为例，对零代码业务配置过程进行说明。

- 表单设计。通过拖拉拽方式设计表单页面，调用组件库的各类组件，用 JSON 或 XML 创建生成表单页面，用零代码工具调用表单引擎，对 JSON 或 XML 进行解析，生成表单模型元数据插入模型数据库。

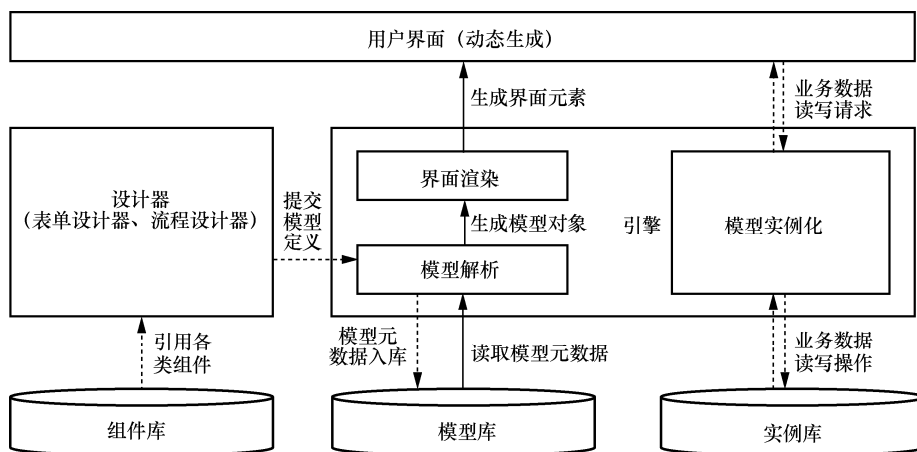


图 1 零代码技术实现原理



- 表单调用。表单发布后，零代码工具自动生成表单页面地址，在单击该表单页面链接时，即向表单引擎发起对表单界面进行渲染的请求，通过模型解析从模型库得到模型定义对象，对页面进行动态渲染及展现。
- 表单应用。在业务表单页面录入数据，向表单引擎发起模型实例化的请求，表单引擎按照模型定义对用户录入数据进行实例化，将数据插入实例库的业务表中，实现表单业务应用。

基于零代码工具，普通用户不需要掌握开发技术，也能够通过拖拉拽方式快速开工单应用，高效响应业务需求；引入组件库和模型库，有利于实现成果的积累和成果的高效复用。

2.2 RPA 技术实现

RPA 作为自动完成预设工作流程的软件机器人，常用于代替人力完成高重复、规则明确、大批量的手工操作。基于 RPA 执行原理，设计与业务系统进行数据交互的工作思路，实现接入数据、校验数据、回填数据的效果，拓展 RPA

的应用场景^[6-8]。RPA 数据交互工作技术原理如图 2 所示。

在 RPA 设计器中编制数据接入、数据核验、数据回填的执行脚本，控制台控制执行器定时执行脚本，模仿业务人员自动登录业务系统，查询导出数据并写入数据库，完成与末端业务融合数字引擎的交互。该方案不需要在业务系统中开发接口，可以快速实现系统间的数据交互操作。

3 末端业务融合数字引擎设计

3.1 总体框架

末端业务融合数字引擎架构设计包括应用层、服务层、数据层、数据源、集成系统 5 层，借助零代码、RPA 等技术，突破传统数字化系统业务与数据相对固定的模式，实现工单应用的灵活自由构建、数据的便捷快速接入^[9-15]，末端业务融合数字引擎系统架构如图 3 所示。

- 应用层：借助零代码技术，实现在配置中心自主构建工单应用，在工单中心对流转的工单进行统一管理，同时将移动端 App

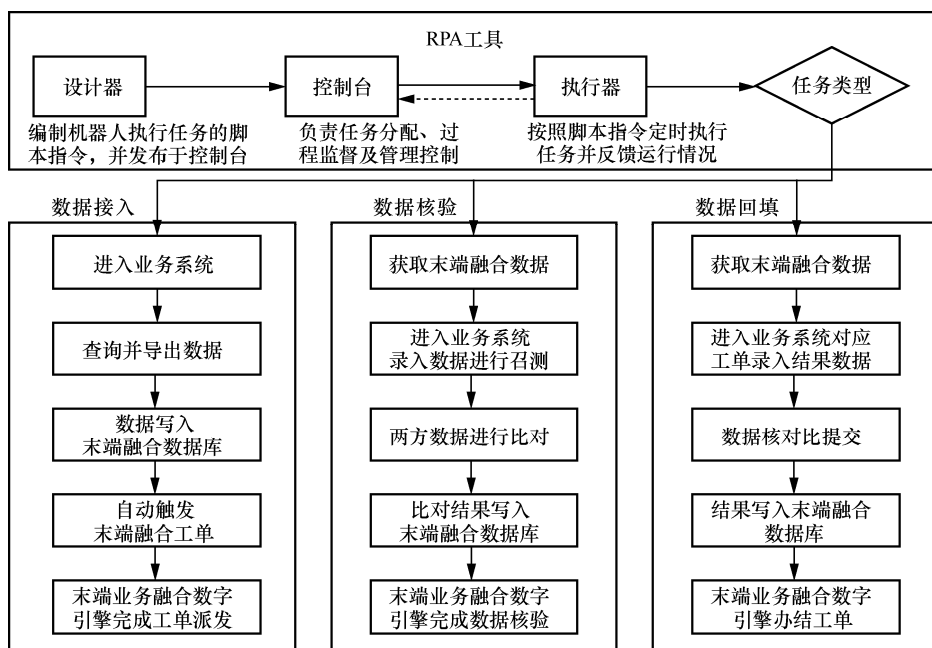


图 2 RPA 数据交互工作技术原理

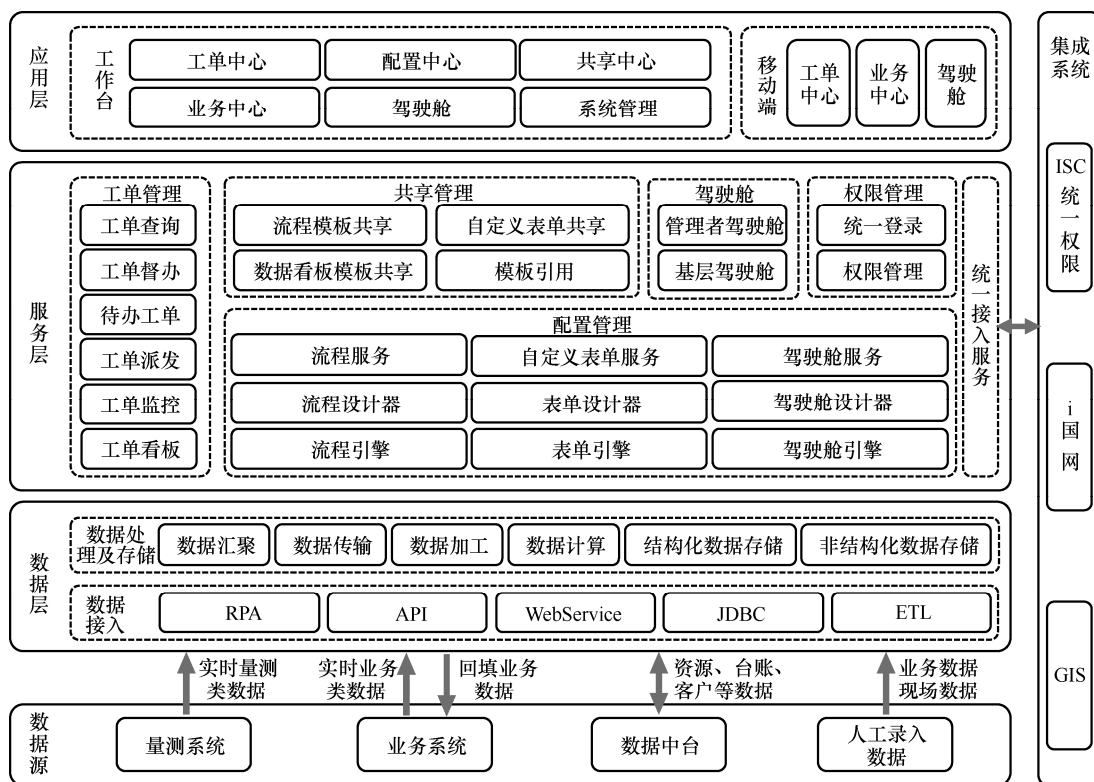


图3 末端业务融合数字引擎系统架构

作为系统功能在手机上的延伸，满足随时随地工作的需要。

- 服务层：服务层分为工单管理、共享管理、驾驶舱、权限管理和配置管理，主要为应用层的各个功能提供支撑，实现应用快速构建。
- 数据层：负责数据接入、处理及存储，由于供电所层面较难获取业务系统接口，因此在传统应用程序接口（application program interface, API）的基础上，创新性引入 RPA 技术作为数据接入手段，满足基层快速、灵活接入数据的需要。
- 数据源：末端业务融合数字引擎的数据来源，也是基层人员开展业务所需要的各类数据，主要来自供电所常用的业务系统以及数据中台。
- 集成系统：末端业务融合数字引擎通过与

统一权限管理平台、地理信息系统（GIS）平台、i 国网 App 进行集成，实现统一权限登录、手机移动端作业等。

3.2 功能设计

末端业务融合数字引擎的设计目标是赋能基层员工自主构建各类工单应用、自主灵活接入所需的数据，由此将日常工作中缺少数字化系统支撑的线下工作，由员工自主配置成工单应用，实现业务的线上化、流程化，并借助 RPA 实现数据的自动接入和工单的精确派发，为基层人员减负增效。

（1）配置中心

引入零代码技术，将原本需要由系统开发厂商实现的各类业务功能，由普通员工通过“拖拽”各种业务组件，完成工单应用的创建。本文创新性地零代码应用于业务的配置，设计并开发文本、单选、多选、时间、上传等 28 类组件，实现



按需配置工单应用的业务内容,并均可对工单应用的展示形式、数据格式、业务流程环节、各环节处理的人员等进行自定义设置。

(2) 工单中心

用户在配置中心自主配置的工单应用,将自动纳入工单中心进行闭环流转与统一管理,实现工单的实用化落地。供电所员工可在工单中心中找到该类工单应用,自行创建一条该类工单,提交后工单按照配置预设流程在工单中心自行流转、由相应流程环节的人员进行工单处理,实现业务的流程化与自动化。同时员工可以利用手机在 i 国网 App 中进行工单处理,实现随时随地办公。

(3) 共享中心

员工零代码方式创建的工单应用,可在共享中心作为模板共享,其他单位员工下载并简单调整即可形成自己的工单应用,满足不同供电所个性化业务需要,实现了数字化成果的快速复用。

(4) 业务中心

业务中心为员工零代码配置的工单应用提供统一的工单发起入口,并可利用移动端 App 在手机上发起工单。

(5) 驾驶舱

提供零代码式的看板配置服务,员工拖拽看板展示图形,选择所需展示的工单数据、展示的内容与样式,即可完成工单数据的统计分析与可视化展示。

3.3 数据设计

末端业务融合数字引擎除使用传统 API 进行数据接入,还创新性地使用 RPA 用于数据接入,解决基层供电所无法获取业务系统 API、数据获取难的问题。

3.3.1 数据交互设计

在接口具备的情况下,末端业务融合数字引擎采用接口方式进行数据交互;在系统接口暂不具备的情况下,利用 RPA 方式进行数据交互,实现快速灵活的数据接入与回填。

- 传输协议:末端业务融合数字引擎与第三方系统和应用之间采用 HTTP 进行数据传输。
- 命名规范:采用 RESTful 风格,服务命名为英文,每个操作类型为英文单词加操作对象首字母大写,最后加主数据实体编码。
例: `http://{主机}:{端口}/api/v1/mdrh/token`。
- 参数格式:输入参数和返回值类型为 String,输入参数和返回值内容以 JSON 标准格式进行组织。
- 接口规范:遵循接口命名规范和参数格式要求,设计获取 Token、刷新 Token、工单数据接入、工单数据查询、工单数据推送等接口规范。以工单数据查询接口为例,工单数据查询接口规范见表 1。

3.3.2 数据流转设计

末端业务融合数字引擎中流转的数据类型分为 3 类,分别是工单数据、共享模板数据和驾驶舱数据。末端业务融合数字引擎数据流转示意图如图 4 所示。

(1) 工单数据流转

末端业务融合数字引擎通过 RPA 流程机器人抓取业务数据,并写入末端业务融合数字引擎;之后通过工单中心引用业务数据生成待办工单;同时工单中心引用流程配置生成流程实例,并结合业务数据形成工单流转实例;然后将工单流转实例流转至 PC 端或者移动端进行处理,并把工单数据写入数据库;最后 RPA 流程机器人将数据回填至业务系统。

(2) 共享模板数据流转

共享中心有工单模板、驾驶舱模板、表单模板 3 种数据可以共享,以工单模板为例,用户使用工单配置生成工单模板,通过发布管理功能发布到共享中心;其他用户使用共享中心查看已发布的工单模板,并通过模板引用功能获取该工单模板,按需调整后保存为自己的工单。

表 1 工单数据查询接口规范

接口名称	简要说明		接口调用		调用方式
工单数据查询	根据工单编码查询对应的工单数据		/api/v1/business- data/orders		GET
	传递方式	参数名称	类型	描述	必填
请求参数说明	Header	Authorization	String	Token 令牌	是
	Body	formCode	String	工单配置编码	是
		pageNo	Int	当前页	是
		pageSize	Int	每页显示条数	是
响应参数说明		code	Int	状态码	
		msg	String	描述	
		resultCode	String	异常编码	
		success	Boolean	是否成功	
		data	object	响应结果集	
		current	Int	当前页	
		pages	Int	总页数	
		size	Int	每页条数	
		total	Int	总条数	
		records	Array	工单数组	
		expiresIn	String	有效时间/s	如：{ “用户编号”：“YH30001”， “用户名称”：“开源软件公司” }
		dataId	String	工单编号	如：0100301
		woNo	String	工单描述	如：电价下发
		woDesc	String	工单子类型编码	如：01
		01：正常，02：即将超 期，03：已超期			
		formCatalogCode	String	工单子类型名称	如：待审核
		formCatalogName	String	状态	
		status	String	工单状态名称	可以是时间戳，由前端进行格式转换
		workflowStatus	String	工单状态编码	
		woStatus	String	发起时间	
		createTime	String	详情页 ID	

（3）驾驶舱数据流转

驾驶舱的统计数据包括从数据中台获取的台账、统计数据和经加工统计后的工单数据。用户使用驾驶舱功能时，引用驾驶舱配置生成的驾驶舱页面；驾驶舱页面通过数据服务调用统计数据并可视化呈现。

（4）多端协同流转

移动端工单中心通过调用业务服务端，获取 PC 端工单中心的工单数据，并在移动端工单中心展

示；移动端将现场处理产生的数据（如现场照片、录入文字等信息），通过调用业务服务端统一回传至 PC 端工单中心；移动端驾驶舱通过调用业务服务端，获取 PC 端的驾驶舱数据和样式，并同步可视化展示。

4 典型应用

基于末端业务融合数字引擎的零代码配置能力，基层员工可自主配置各类工单应用，利用 RPA 接入业务数据，通过工单中心进行工单的统一管

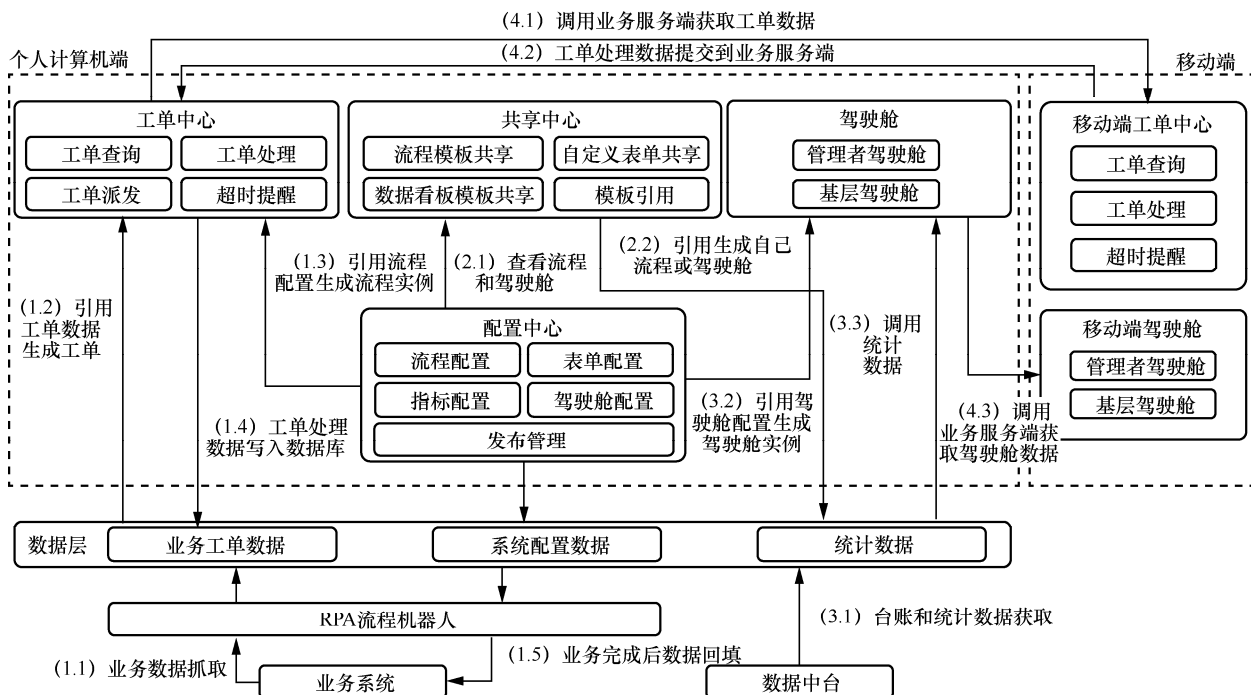


图4 末端业务融合数字引擎数据流转示意图

理,借助移动端现场进行工单处理。目前,末端业务融合数字引擎已在北京某供电公司进行推广应用,覆盖13个专业28项业务,员工已自主配置56项工单并发布执行,每月支撑1.5万余条工单自动派发、处理、审核等全过程闭环管理,实现各专业日常线下流程的工单化、线上化、自动化,极大提升了基层工作质效。

4.1 工单配置流程

利用末端业务融合数字引擎进行工单配置,主要包含需求分析、工单设计、工单配置、数据接入、工单发布、工单验证6个步骤,工单配置流程如图5所示。

(1) 需求分析:详细收集业务需求并进行分析,形成业务需求报告,为工单设计提供依据。

(2) 工单设计:设计业务内容和工单流程,形成工单设计文档,为工单配置做准备。

(3) 工单配置:利用“拖拽”方式完成业务内容配置与业务流程配置。

(4) 数据接入:利用RPA从源端业务系统接

入数据,实现数据接入、核验、分析、回填等操作。

(5) 工单发布:已完成配置的工单应用,发布后即可实时上线运行。

(6) 工单验证:对发布成功的工单应用进行验证,并进行优化迭代,生成业务验证报告。

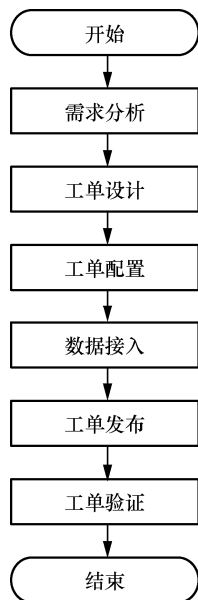


图5 工单配置流程

运用零代码和 RPA 进行工单配置, 解决大量基层业务缺少线上化系统支撑、无法从源端业务系统接入数据的难题, 为基层供电所全面数字化提供了灵活的手段。

4.2 典型工单配置与应用

以电费专业的电费回收业务为例进行工单配置。经过需求分析和工单设计, 电费回收工单流程如图 6 所示。

根据上述工单流程, 利用末端业务融合数字引擎完成电费回收工单的配置, 通过 RPA 完成数据的接入并进行工单发布。发布后的工单即可进入工单中心进行应用, 具体过程如下。

- RPA 自动从营销业务应用系统获取用户欠费数据, 根据缴费号合并生成催缴费工单, 并派发至抄表员。
- 抄表员利用 i 国网 App 接收工单, 联系客户约定缴费时间。
- 抄表员提交处理工单, 如果工单完成情况

为“处理完成”, 工单进入待验证阶段; 如果工单完成情况为“其他”, 工单进入待审核阶段。

- 对反馈为处理完成的工单, RPA 自动核验用户是否缴费, 已确认缴费则流程结束; 如果超过预定缴费时间未缴费, 则判定为“已失约”并重新生成新的催缴费工单进行催缴费流程处理。
- 对于抄表员反馈的其他情况的工单, 由内勤人员在 PC 端进行工单审核, 对审核不通过的工单退回抄表员重新处理, 对审核通过的工单进行办结, 工单完成。

借助末端业务融合数字引擎, 将以往抄表员需要计算机登录系统手动查找欠费用户、手动拨打电话进行催费的业务模式, 全面转变为欠费清单自动生成、缴费约定时间线上记录、i 国网 App 直接拨号发起催费、内勤线上审核的全线上化处理模式, 实现欠费数据工单化、电费催收智能化、

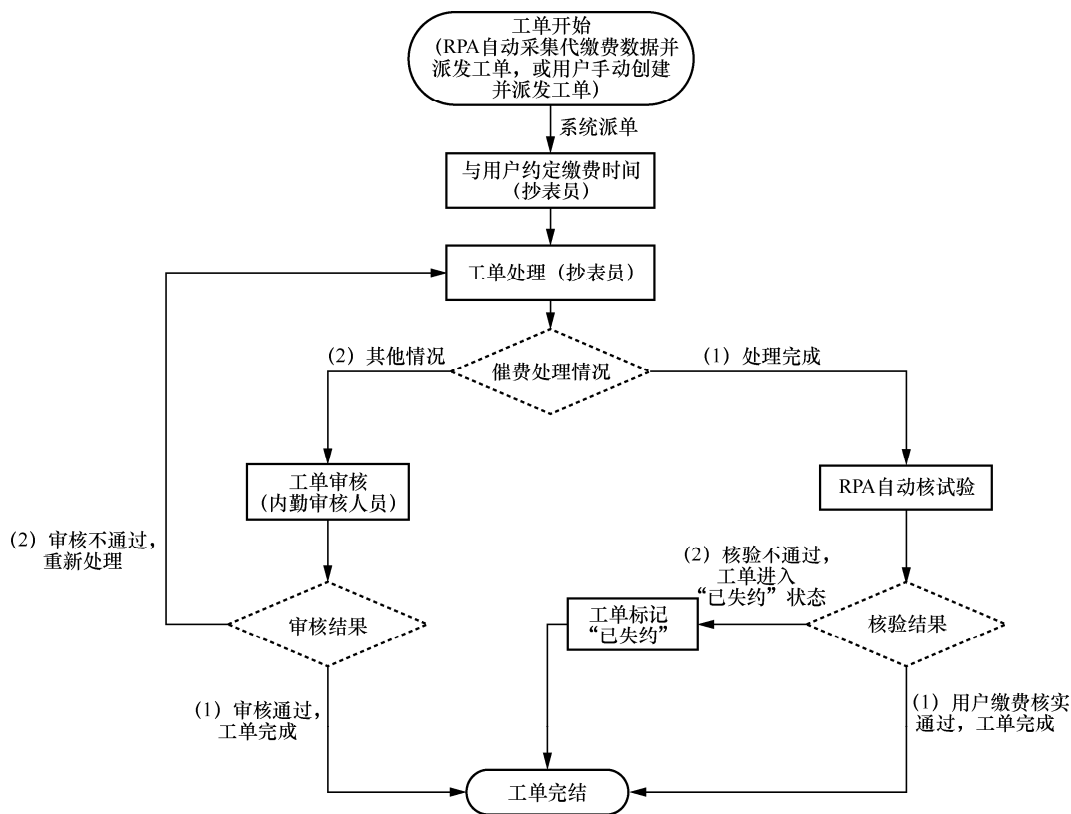


图6 电费回收工单流程



缴费核验自动化,催费时间压减 50%以上,催费效率大幅提升。

5 结束语

应用末端业务融合数字引擎,打造内外勤高效联动的数字化作业新模式,员工日常工作量平均压减 40%,作业效率平均提升 50%,实现基层减负提效,降低运营成本支出;快速构建工单应用,驱动业务高效开展,抢修、业扩响应时间压减 30%,到达现场时间缩短 15 min,响应速度、服务能力全面提高;通过资源有效整合、业务协同高效、数据充分共享、高效赋能创新,供电所精益管理水平大幅提升。未来,通过进一步完善末端业务融合数字引擎能力,引入光学字符识别(optical character recognition, OCR)、语音识别等人工智能技术,深化 RPA 机器人应用,持续扩大末端业务融合数字引擎的适用场景和应用范围,从而为基层员工减负,赋能基层业务创新,助力供电所数字化转型。

参考文献:

- [1] 张艳丽,王玉君,石磊,等.电力营销服务移动作业终端融合的研究与探讨[J].电力需求侧管理,2019,21(1): 70-72, 80.
ZHANG Y L, WANG Y J, SHI L, et al. Research and discussion on the fusion of mobile operation terminal in electric power marketing service[J]. Power Demand Side Management, 2019, 21(1): 70-72, 80.
- [2] 林永红.全能型供电所“复合型”员工队伍建设[J].低碳世界,2017(26): 292-293.
LIN Y H. Construction of “compound” staff team in all-round power supply station[J]. Low Carbon World, 2017(26): 292-293.
- [3] 王峰.新形势下供电服务快速响应体系构建探索[J].低碳世界,2017(21): 86-87.
WANG F. Exploration on the construction of rapid response system of power supply service under the new situation[J]. Low Carbon World, 2017(21): 86-87.
- [4] 关兆雄,宋才华.基于一体化平台的数字化供电所顶层业务架构设计[J].自动化技术与应用,2021,40(12): 134-137.
GUAN Z X, SONG C H. Top level business architecture design of digital power supply station based on integrated platform[J]. Techniques of Automation and Applications, 2021, 40(12): 134-137.
- [5] 徐娟华.基于可视化设计的零代码平台分析及应用探讨[J].铜业工程,2020(6): 75-79.
XU J H. Analysis and application of zero-code platform based on visual design[J]. Copper Engineering, 2020(6): 75-79.
- [6] 安灵旭,唐其筠,李中成,等.人工智能在配电网运维中的应用研究[J].电气技术,2019,20(10): 103-106.
AN L X, TANG Q J, LI Z C, et al. Research on the application of artificial intelligence in operation maintenance of distribution system[J]. Electrical Engineering, 2019, 20(10): 103-106.
- [7] 胡全贵,谢可,任玲玲,等.人工智能在电力行业中的应用分析[J].电力信息与通信技术,2021,19(1): 73-80.
HU Q G, XIE K, REN L L, et al. Research on application of artificial intelligence in power industry[J]. Electric Power Information and Communication Technology, 2021, 19(1): 73-80.
- [8] 贺倩.人工智能技术的发展与应用[J].电力信息与通信技术,2017,15(9): 32-37.
HE Q. Development and application of artificial intelligence technology[J]. Electric Power Information and Communication Technology, 2017, 15(9): 32-37.
- [9] 李颖.网络中多终端融合通信业务实现分析[J].通讯世界,2016(23): 47-48.
LI J. Analysis on the implementation of multi-terminal unified communication service in network[J]. Telecom World, 2016(23): 47-48.
- [10] 张金玲,黎峰,刘镇顶.基于PDA的移动作业标准化管理系统[J].计算机工程与设计,2008,29(7): 1831-1833.
ZHANG J L, LI F, LIU Z D. Standard management system of mobile operation based on PDA[J]. Computer Engineering and Design, 2008, 29(7): 1831-1833.
- [11] 李晓珊.苹果IOS、谷歌Android、微软Windows phone三大移动互联网系统开发策略比较研究[J].中国广播,2013(5): 34-39.
LI X S. Comparative study on the development strategies of Apple's IOS, Google's Android and Microsoft's Windows phone[J]. China Broadcasts, 2013(5): 34-39.
- [12] 李志华,陈广清,张杨.电力移动作业终端管理系统的设计与实现[J].电子技术与软件工程,2015(23): 55-56.
LI Z H, CHEN G Q, ZHANG Y. Design and implementation of power mobile operation terminal management system[J]. Electronic Technology & Software Engineering, 2015(23): 55-56.
- [13] 张亚.基于SOA架构软件服务可靠性评价方法研究[J].计算机技术与发展,2015,25(4): 67-70, 74.

ZHANG Y. Research on service-reliability evaluation method based on SOA[J]. Computer Technology and Development, 2015, 25(4): 67-70, 74.

[14] 刘磊. Android 安全体系的分析[D]. 广州: 广东工业大学, 2013.

LIU L. Analysis of Android security system[D]. Guangzhou: Guangdong University of Technology, 2013.

[15] 李秀. Android 平台安全性分析与改进[D]. 广州: 广东工业大学, 2015.

LI X. Security analysis and improvement of Android platform[D]. Guangzhou: Guangdong University of Technology, 2015.

[作者简介]



赵永良（1972—），男，国网北京市电力公司通州供电公司正高级工程师，主要从事电力大数据挖掘分析和人工智能技术研究工作。



牛垣纮（1990—），男，国网北京市电力公司通州供电公司工程师，主要从事电网数字化技术研究工作。



王显锋（1983—），男，国网北京市电力公司通州供电公司高级工程师，主要从事人力资源和电力营销数字化技术研究工作。

廖勤武（1983—），男，国网信通亿力科技有限责任公司高级工程师，主要从事智能配用电、信息通信技术研究工作。

方军帅（1981—），男，国网信通亿力科技有限责任公司工程师，主要从事电力信息通信技术研究工作。