

doi:10.13301/j.cnki.ct.2025.03.056

煤矿智能低代码 workflow 开发平台设计

丁 磊^{1,2}, 李银涛³, 哈生义³, 张 涛^{1,2}

(1. 中煤科工集团常州研究院有限公司, 江苏 常州 213015; 2. 天地(常州)自动化股份有限公司, 江苏 常州 213015; 3. 国家能源集团宁夏煤业有限责任公司 羊场湾煤矿, 银川 750011)

摘 要: 在总结了煤矿业务流程管理需求与现存问题的基础上,从增强定制化能力、降低了技术门槛、提升开发速度的角度入手,提出了一种采用“可视化”开发模式的煤矿智能低代码 workflow 开发平台设计方案。通过实现业务数据模型设计模块、数据接口设计模块、可视化表单设计模块、可视化流程设计模块、流程引擎模块和功能发布模块,共同组成低代码的 workflow 开发平台,实现业务功能的定制化开发与发布。研究成果可应用于煤矿定制化业务流程的快速开发。

关键词: 智能矿山; 业务流程; 可视化开发; 低代码开发; 工作流

中图分类号: TD67 **文献标志码:** A **文章编号:** 1008-8725(2025)03-265-04

Design of Coal Mine Intelligent Low Code Workflow Development Platform

DING Lei^{1,2}, LI Yintao³, HA Shengyi³, ZHANG Tao^{1,2}

(1. CCTEG Changzhou Research Institute, Changzhou 213015, China; 2. Tiandi (Changzhou) Automation Co., Ltd., Changzhou 213015, China; 3. Yangchangwan Coal Mine, CHN Energy Ningxia Coal Industry (Group) Co., Ltd., Yinchuan 750011, China)

Abstract: Based on summarizing the requirements and existing issues in the management of coal mine business processes, this study proposes a design scheme for an intelligent low code workflow development platform for coal mines, adopting a "visual" development model. This approach aims to enhance customization capabilities, lower technical barriers, and accelerate development speed. The low code workflow development platform is composed of several key modules: a business data model design module, a data interface design module, a visual form design module, a visual process design module, a process engine module, and a function publishing module. Collectively, these modules enable customized development and publishing of business functions. The research findings can be applied to the rapid development of customized business processes in coal mines.

Key words: intelligent mine; business process; visual development; low code development; workflow

0 引言

随着智能矿山建设的稳步推进和煤炭企业数字化转型的加速实施,越来越多的管理类数字化转型需求涌现^[1],煤矿对业务流程管理的信息化要求也越来越高^[2]。为此,本文采用工作流平台来满足煤矿对业务管理的需求。现有工作流软件一般是将开发好的工作流固化在系统中,提供流程选择、审批人设置等功能,然而修改、调整的空间有限,且开发部署周期较长,无法及时满足用户灵活多变的需求,涉及的技术栈较深,对开发人员技术要求较高,普通业务人员无法直接参与开发^[3]。为了解决以上问题,本文提出一种基于低代码的煤矿工作流开发平台的设计方法,该方法不仅可以实现工作流需求的快速实现,并且门槛低、易上手,用户可以直接参

与开发^[4]。

1 平台设计方案

本文提出的设计方案是:实现业务数据模型设计模块、数据接口设计模块、可视化表单设计模块、可视化流程设计模块、流程引擎模块和功能发布模块,共同组成低代码的工作流开发平台。基于开发平台开发各种工作流程,然后发布成应用。客户端支持 PC、车载终端和移动设备,满足煤矿领域不同工作场景的需求^[5]。该方案的关键创新点是将低代码技术与工作流技术相结合,使系统不再是一个简单的工作流软件,而是支持在线设计、开发的工作流开发平台,使系统能更好地满足业务需求。通过拖拽式的可视化操作界面,使开发工作更加简明快捷^[6]。其整体架构,如图 1 所示。

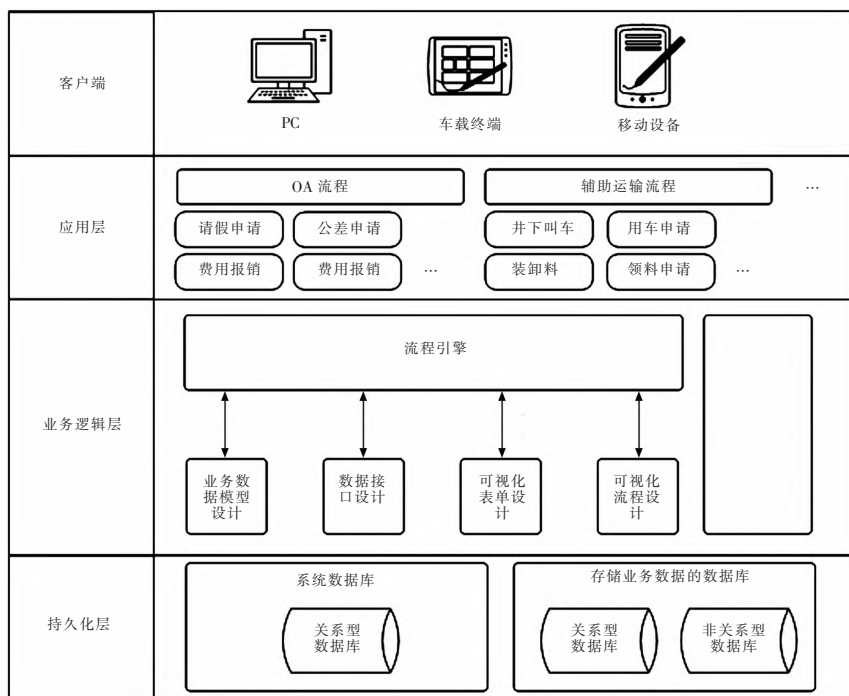


图 1 workflow 开发平台整体架构图

1.1 业务数据模型设计模块

业务数据模型设计模块负责定义业务数据模型。模型主要包括模型 ID、模型名称、模型说明、模型字段、模型索引信息。业务数据模型设计模块主要工作原理,如图 2 所示。

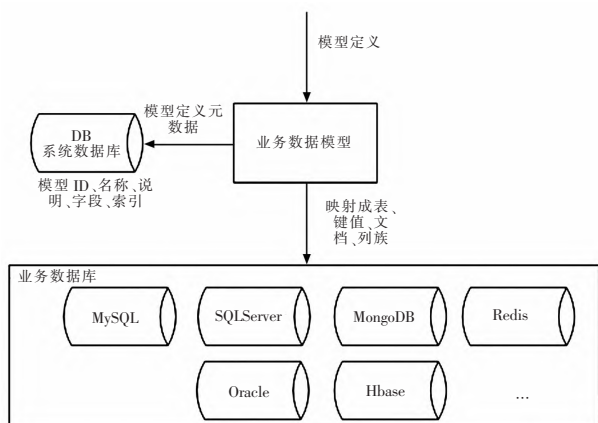


图 2 业务数据模型设计模块主要工作原理图

用户通过前端页面设计数据模型并提交模型定义数据,业务数据模型设计模块接收到模型定义数据后,将其作为元数据存入系统数据库中,并在实际使用的业务数据库中创建对应的表、键值、文档或列族,今后产生的业务数据将存于业务数据库中^[7]。该模块接收模型定义,创建业务数据模型。创建模型后,模型定义被作为模型元数据保存,然后系统可以自动生成模型对应的业务数据的存储方案,根据持久化工具的不同,可以有不同方案,如支持在关系型数据库中建表、支持在非关系型数据库中建立键值和文档等^[8]。该模块创建的业务数据模型,会被业

务表单引用,持久化数据也会被其他各模块访问。该模块提供的 API 有增删改查业务数据模型、增删改查模型的持久化数据。

1.2 数据接口设计模块

数据接口设计模块负责定制开发业务所需接口。接口主要包括接口 ID、接口名称、接口入参、接口出参信息。前端界面通过拖拽、配置的方式^[9],从预置指令集中选择所需指令进行合理编排,定义出接口的业务逻辑。预置指令集是一些常用指令的集合,包括创建对象、属性赋值、条件判断、循环、执行 SQL、调用 http 接口、调用数据接口等。每个指令在使用时,需要进行不同的配置,如创建对象指令需要配置变量名称、调用 http 接口指令需要配置接口地址等。定义接口的业务逻辑方法如下:根据接口实际需求,从指令集中选取若干指令,并以一定的顺序排列,组成业务逻辑。每个指令都会有输入或输出,前置指令的输出可以作为后置指令的输入,任何指令的输出都可被选为接口的最终的输出^[10]。调用数据接口时,需要指定接口 ID、传入入参,根据接口编排好的指令生成相应的代码,最后得到出参。数据接口调用工作原理,如图 3 所示,当 1 个接口被调用时,首先找到该接口的定义数据,该数据包含信息有:接口入参、接口使用的指令、各指令是执行顺序、各指令的配置、各指令的出参和入参以及接口最终的出参;其次结合预置指令集,将指令挨个转换为可执行代码,所有指令执行结束时,接口调用完成。例如 1 个数据查询接口,需要从数据库和外部系统接口中

获取数据并整合,然后返回整合后的结果。该接口需要使用的指令有执行 SQL、调用 http 接口、创建对象、属性赋值,首先使用“执行 SQL”指令查询数据库,得到输出 R1;然后使用“调用 http 接口”,得到输出 R2;接着使用“创建对象”指令,生成接口最终输出 R3;最后使用“属性赋值”指令,将 R1、R2 整合到 R3 中。数据接口设计模块提供的 API 有增删改查数据接口、调用数据接口。

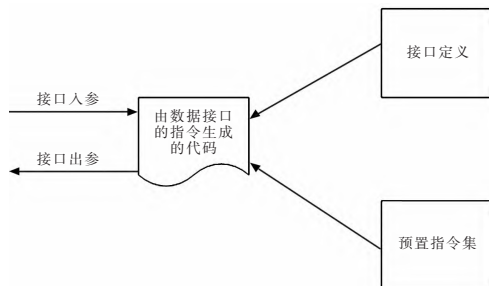


图3 数据接口调用工作原理图

1.3 可视化表单设计模块

可视化表单设计模块负责设计业务表单。表单主要包含表单 ID、表单名称、关联数据模型、表单控件、表单事件脚本。前端界面通过拖拽、配置的方式来设计表单,提供表单控件工具栏,包含常见表单控件,如输入框、单选框、多选框、按钮、表格、文件上传等;提供常见布局方式,如表单布局、表格布局等;提供表单绘制区,将工具栏中的控件拖拽至绘制区后,可以立刻显示表单当前设计效果;提供表单、控件属性配置面板,用于设置表单、控件各项属性。表单关联一个或多个业务数据模型,系统可以根据业务数据模型的属性智能地选择合适的表单控件。表单供流程流转时使用,表单设计模块支持常用表单控件,并提供煤矿领域专用表单控件。表单整体是响应式布局,可根据显示设备的大小,自动调整页面布局。可视化表单设计模块提供的 API 有增删改查业务表单、获取表单数据、渲染表单、提交表单。

1.4 可视化流程设计模块

可视化流程设计模块负责设计工作流程。该模块能够简单、便捷地设计出符合煤矿领域工作需要的流程,并且提供合适的扩展方式,以满足常见需求。以下是可视化流程设计模块的设计方法:流程主要包含流程 ID、流程名称、流程节点、流程事件脚本。前端界面通过拖拽、配置的方式在设计流程,流程支持的节点有开始节点、结束节点、用户任务节点、条件判断节点、子流程节点等。流程可配置的属性有流程名称、关联的表单、抄送范围、可执行操作、表单权限、流程事件、流程通知、超时处理;任务节点可配置的属性有审批人、审批方式、可执行操作、表

单权限、节点事件、节点通知、超时处理;条件判断节点可通过配置的方式来创建表达式。流程以关联的表单作为审批页面,业务逻辑、规则结合关联的业务数据来决定流程如何流转。流程节点处理过程,如图4所示。可视化流程设计模块提供的 API 有增删改查工作流程、发起流程、挂起流程、结束流程、处置任务、查询用户待办、查询流程实例。

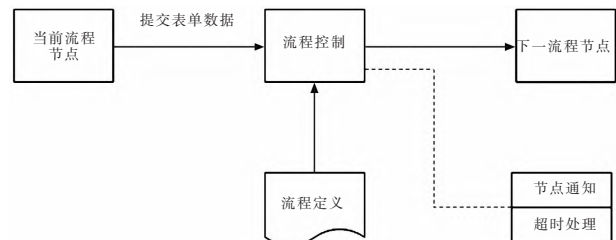


图4 流程节点处理图

1.5 流程引擎模块

流程引擎模块负责驱动流程工作。该模块包含流程流转的整体规划,把控流程的生命周期,其设计方案基本决定了整个 workflow 软件的能力范围。流程引擎在工作时,除了能够使流程正常流转外,还能够处理流程和节点的各种自定义事件,如流程前置事件、流程后置事件、流程超时事件、节点前置事件、节点后置事件、节点超时事件、流程异常等。通过事件处理,使整个 workflow 功能更具备扩展性。该模块解析上述各设计模块的设计内容,调用各模块提供的 API,协作完成流程驱动任务。

1.6 功能发布模块

功能发布模块负责将开发的功能发布上线。该模块可以生成访问功能的入口,通过对应用、模块、菜单的设置,将功能提供给用户。

2 平台应用案例

目前,低代码 workflow 开发平台已应用于多个煤矿的辅助运输项目。煤矿的用户及项目经理利用该平台开发了车辆设备管理、车辆年检、用料申请、用车申请、派车、装卸料等流程,并利用数据接口模块基于流程数据开发了数据查询接口,供其他系统使用。开发平台的用户普遍反馈平台易于上手、操作便利,不仅在功能上可以满足客户需求,而且相比传统开发过程有更快的交付速度。

3 结语

随着煤矿对业务流程管理的信息化要求越来越高,低代码 workflow 开发平台通过拖拽式的可视化开发界面和低代码技术,使开发工作更加简单直观,降低了技术门槛,加快了开发速度。数据模型、数据接口、表单、流程都具备了可定制开发功能,能够实现业务功能更加丰富、灵活。随着不断开发新的业务

流程,低代码 workflow 开发平台也将不断完善,提供更强大的开发能力以及更高的性能。

参考文献:

- [1] 贺耀宜,陈晓晶,郝振宇,等. 智能矿山低代码工业物联网平台设计[J]. 工矿自动化,2023,49(6):141-148,174.
- [2] 魏星宇,董强,陈纲,等. 露天煤矿数字化转型建设思路[J]. 露天采矿技术,2024,39(2):20-25.
- [3] 代安忠,梁宇旭,杨立勇,等. 基于“低代码”+wework 搭建办公室信息化管理平台的探索与实践[J]. 水电与新能源,2022,36(12):12-15,45.
- [4] 尹天明. 基于 J2EE 的煤矿企业模块化业务开发平台应用研究[J]. 煤炭工程,2019,51(8):140-144.
- [5] 张亮. 基于多源组态技术的恒站煤矿智能化管控平台设计与实现[J]. 煤矿安全,2023,54(9):227-232.
- [6] 张珂. 井工煤矿智能化基础理论及关键技术[J]. 煤矿机电,2024,45(2):35-38,45.
- [7] 沈文娟. 基于业务中台技术的低代码开发平台的研究[J]. 信息系统工程,2022(7):60-63.
- [8] 马欢,符为伟,李皇锁. 基于低代码开发平台的内容管理系统设计[J]. 项目管理技术,2022,20(10):93-97.
- [9] 徐建,刘磊. 低代码数据接口开发架构的研究与实现[J]. 计算机时代,2022(6):6-9.
- [10] 朱俊奇,李光霞,顾梦迪. 煤矿项目建设全过程信息化管理系统构建研究[J]. 华北科技学院学报,2024,21(4):118-124.

作者简介: 丁磊(1989-),江苏常州人,研究实习员,硕士,高级软件开发经理,研究方向:智能煤矿信息技术,电子信箱:644784446@qq.com.

责任编辑: 李景奇 **收稿日期:** 2024-07-11