



文章编号:1671-251X(2014)12-0001-05

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2014.12.001

张佳,李翠平,钟媛.融入 workflow 技术的煤矿机电设备 EAM 系统设计[J].工矿自动化,2014,40(12):1-5.

融入 workflow 技术的煤矿机电设备 EAM 系统设计

张佳, 李翠平, 钟媛

(北京科技大学 金属矿山高效开采与安全教育部重点实验室, 北京 100083)

摘要:针对现阶段煤矿设备管理所面临的维护与维修成本不断增高、管理灵活性差等问题,融合 workflow 技术与 EAM 思想设计了煤矿机电设备 EAM 系统。该系统采用 workflow 技术对采购模块等业务性很强的业务过程进行流程优化,并将点检闭环管理、全生命周期管理等 EAM 基本思想贯穿于煤矿设备管理系统中。实际应用表明,该系统有效提升了煤矿企业设备管理效率,降低了企业运营维护成本。

关键词:煤矿机电设备; EAM 系统; workflow 技术; 全生命周期; 点检闭环管理

中图分类号:TD67

文献标志码:A

网络出版时间:

网络出版地址:

Design of EAM system for electromechanical equipments of
coal mine blending into workflow technology

ZHANG Jia, LI Cuiping, ZHONG Yuan

(Key Laboratory of High Efficiency Mining and Safety for Metal Mines (Ministry of Education of China), University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China)

Abstract:In view of problems of high cost of maintenance and bad management flexibility existed in coal mine equipment management, an EAM system for electromechanical equipments was designed by blending into workflow technology and EAM idea. The system uses workflow technology to make process optimization of strong operational business processes such as purchase subsystem, and the basis ideas of EAM such as the spot inspection closed-loop management and whole life cycle management of equipment were run through coal mine equipment management. The practical application shows that the system improves efficiency of equipment management and reduces operational and maintenance cost for coal mine enterprise.

Key words:coal mine electromechanical equipment; EAM system; workflow technology; whole life cycle; spot inspection closed-loop management

0 引言

煤矿设备大多处在高负荷、高瓦斯、灰尘多、冲击性较大、高温、矿石泥水和化学物质腐蚀的恶劣环境中^[1],设备故障率高且类型繁多,如何利用先进的网络技术和计算机设备来有效地管理这些设备,建

立以信息化为核心的管理体制,减轻管理人员和业务人员的数据处理负担,提高设备管理效率和管理手段,是摆在每一个矿井管理者面前的难题^[2]。

目前,许多矿山的设备管理仍采用手工记录管理的方式,存在管理效率低下、安全性差的问题。也有些矿山用传统的 ERP 软件实现设备管理,但

收稿日期:2014-04-15;修回日期:2014-10-22;责任编辑:张强。

基金项目:教育部新世纪优秀人才支持计划资助项目(NCEG-10-0225)。

作者简介:张佳(1990—),男,湖北黄冈人,硕士研究生,研究方向为数字矿山与云计算、机电设备管理系统,E-mail:fojar@163.com。

ERP这种以物资需求计划为主的管理模式无法很好地管理设备,存在着大量维修、维护、点检等问题。

为了降低设备故障发生概率,优化库存结构,延长设备使用寿命,并实现预防性维护与设备的全生命周期的跟踪控制与动态管理,必须改变传统的粗放式的设备管理方法。为此,通过融入工作流技术与EAM(Enterprise Asset Management,企业资产管理)思想,笔者设计了煤矿机电设备EAM系统,该系统可以有效地提高设备管理效率,降低企业运营维护成本。

1 系统关键技术

1.1 EAM现状及改进

EAM系统是在计算机设备维护管理系统的基础上发展起来的一种支持企业、特别是资产密集型企业有效开展设备维护管理的资产管理系统^[3]。EAM系统目前主要应用于电力行业,对EAM市场软件进行调研,发现主流软件有以下的缺点:①只有通过工单才能提出物资需求计划,而且比较零散,统计和费用汇总比较困难。②报表没有实现本土化,需要大量的二次报表开发,这也是国外软件的通病。③无项目时间进度控制管理(如甘特图)和工序网络管理体系,只能提供与其他标准项目管理软件的接口^[4]。④系统管理员操作界面不友好,操作复杂,安全权限设置不能到字段,系统过滤不能设置到用户,只能到角色级。⑤对布局的调整需要由一个做技术支持的超级用户来完成,而企业用户的系统管理员不能做这些工作,只能改变分类状态。

对于现有EAM存在的问题,本系统采取如下改进方案:①由于现有系统都没有逻辑位置编码概念,只能通过资产组、弹性域变通来实现,所以本系统加上逻辑位置概念。②采用工作流设计思想和技术,实现流转路径的智能化。③对于特定的矿山,其面临的问题侧重点也不同,不同的企业也有各自不同的设备管理体制,需要量身定制,开发出适合各自实际情况的EAM系统。

同时,将点检定修思想引入系统中,实现了2层闭环管理,如图1所示。由系统内所建立的技术标准体系可以得到2个能持续改进的闭环,一为由设备技术标准—设备各个业务模块—设备综合分析循环组成的持续改进的闭环^[5];二为由设备点检—设备维护—设备运行组成的持续改进的闭环。所有的改进都由系统内部标准体系来建立,通过不断地修正,持续提高企业设备管理水平。

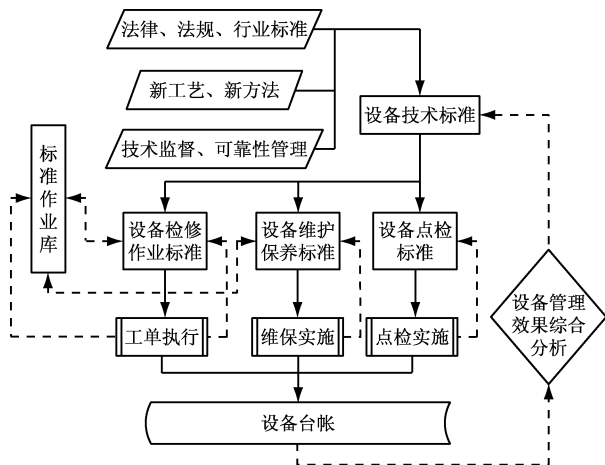


图1 设备闭环管理

1.2 工作流技术的实现

工作流管理联盟(WFMC)对工作流给出的定义^[6]:工作流是指一类能够完全自动执行的经营过程,根据一系列过程规则,将文档、信息或任务在不同的执行者之间进行传递与执行。

笔者自主开发了一套工作流引擎,通过分析国内利用JBMP开发时遇到的问题,本引擎改进为引擎自身只负责参数的收集和流程的流转,由每个流程所定制的控制类去控制具体的业务,并通过HTML和控制标签去实现表单。该工作流引擎采用嵌入式方法与权限设计,流程设计包括工作流数据库的设计,程序采用面向对象的设计思想。

EAM系统的工作流引擎主要包括以下3方面的内容:①各设备模块管理业务流程的可视化建模,通过工作流建模,对各个模块进行抽象化表示。②设备管理业务流程发布,以获得各个业务流程中的活动、参与的部门、人员信息与状态转移。③设备管理模块的自动化运行。通过设计一个轻量级的工作流运行器,获取业务流程信息,实现流程实例化,完成业务流程的自动执行,最后将数据持久化到数据库里。融入工作流技术的煤矿机电设备EAM系统结构如图2所示。

2 系统设计

2.1 系统框架设计

融合工作流技术的煤矿机电设备EAM系统采用VPN(Virtual Private Network,虚拟专用网络)技术将物理位置上不在一起的各线路连接在一起,由于系统用户数目多,且比较分散,因此,系统在逻辑结构的设计上采用了基于B/S模式的多层结构。服务器采用Apache,数据库采用Mysql,编程语言

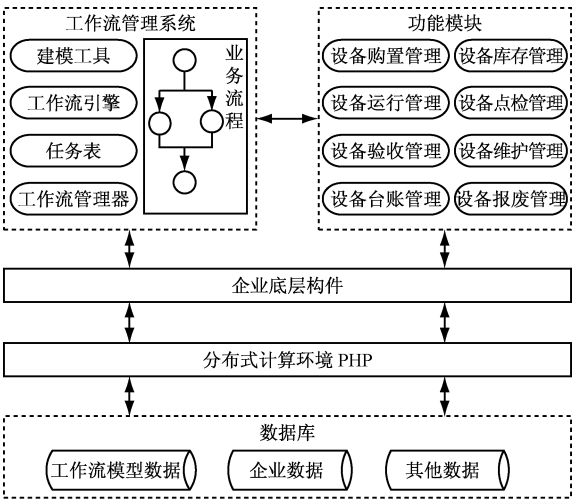


图2 融入 workflow 技术的 EAM 系统结构

为 PHP。系统层次主要包括资源层、业务逻辑层、业务会话层、表示层。

(1) 资源层。主要由 workflow 数据库和业务流数据库组成，workflow 数据库主要有 workflow 定义表、流程节点步骤表、流程执行进程表、流程执行线程表。业务流数据库采用设备树状体系，一方面设备树包含相关设备信息、单位信息、人员信息等静态属性；另一方面包含设备在工作中不断产生的维护信息、点检信息等动态状态属性。

(2) 业务逻辑层。将 workflow 与业务数据的数据持久化到数据库中，通过 PHP 定义的对业务数据库的增添、删除、改写、查询等功能。

(3) 业务会话层。主要实现将业务数据缓存到内存中，或将数据库显示到页面中。

(4) 表示层。通过用户界面(html, js, Ajax)实现与用户的交互，检查用户输入数据的正确性并将数据返回给业务会话层，如果需要提交数据库，则通过逻辑层返回给数据库，并将相关信息返回给用户，同时负责将业务会话层的数据展示给用户。

2.2 系统功能模块设计

系统贯彻 EAM 的核心思想，对设备进行从采购—验收—建立台账—出入库—运行—维修—报废的全生命周期的管理，并通过点检闭环不断优化点检计划，对设备各项检测和运行记录进行可靠性分析，实现各模块及模块相互间的工作流传递。系统总体工作流程如图3所示。

系统主要由8个功能模块组成：设备购置管理模块、设备库存管理模块、设备运行管理模块、设备点检管理模块、设备台账管理模块、设备验收管理模块、设备维护管理模块、设备报废管理模块。

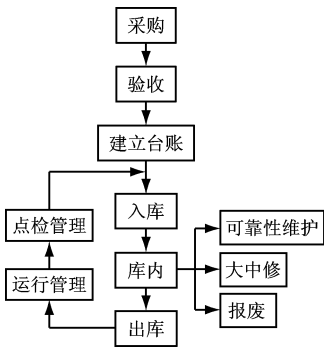


图3 系统总体工作流程

(1) 设备购置管理模块。在 workflow 执行时，通过 workflow 引擎解析 workflow 的过程，实现过程导航，并对实例进行管理。首先由基层计划员制定采购计划，提交申请，同时驱动采购业务流程，工单流转 to 基层设备主管进行审批，有3种可能的结果：驳回本次采购申请(流程自动结束)、修改申请内容(申请流转到基层采购员处重新修改，完成后再次提交到基层设备主管审批)、如果同意申请执行，则申请流转到机电设备主管进行汇总，同时又产生4种结果：驳回、修改、同意和调用库存。当机电设备主管审批通过后，同时通过供应商发送采购信息并与审计部管理员进行合同管理，完成后采购流程结束。设备购置工单处理流程的 workflow 运行模式如图4所示。

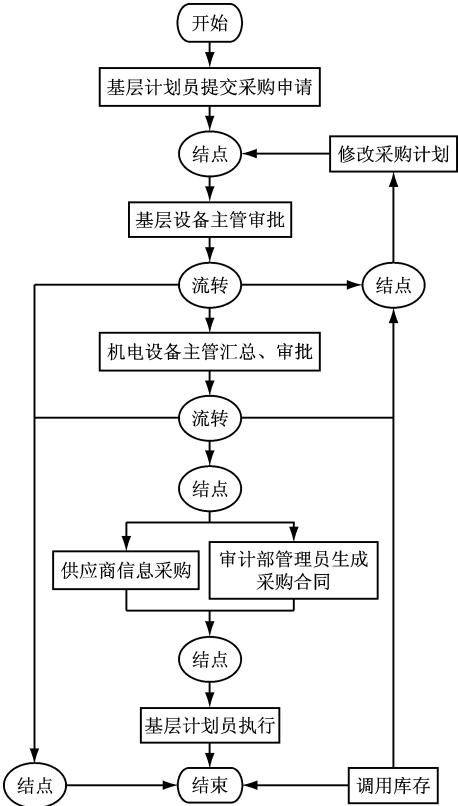


图4 设备购置工单处理流程的 workflow 运行模式

结点:当工作请求由于特殊情况需要发生改变时(比如有些信息需要快速处理,这次不需要返回到该阶段重新处理),系统可以改变结点的位置(结点是通过有向边提前定义的)确定请求返回的位置与处理位置,实现灵活高效化管理;流转:需要判断方向及工作流走向。

(2) 设备库存管理模块。库存管理主要包括设备库存子系统与备件库存子系统,当设备台账建立完毕或者设备工作完毕后,开始入库时同时驱动入库业务流程,基层设备主管提交入库申请时,工单流转到设备管理部,管理员进行审批,这时会产生 3 种结果:修改入库内容,申请流回到基层设备管理员;检修合格转给设备管理部管理员;检修不合格工作流转给设备机修厂管理员并生成设备检修单,进行设备维修,然后流程结束。设备入库工单处理流程的工作流运行模式如图 5 所示。

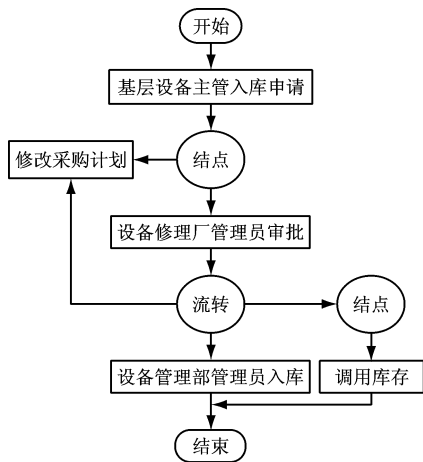


图 5 设备入库工单处理流程的工作流运行模式

由于煤炭企业大部分设备为进口设备,配件往往供货周期很长,需求量大,如不能进行良好的库存管理会影响生产进行。本系统能跟踪设备的出入库,并进行实时分析和动态库存评价,当库存值低于阈值时,开始提交采购计划,从而实现库存预警。

(3) 设备运行管理模块。该模块主要是统计设备在运行中的数据,记录设备在正常使用过程中的日常事务。主要包括以下运行统计数据:设备主要缺陷记录、设备返厂检修记录、设备故障记录、设备事故记录、设备改造记录、设备大修记录等。通过这些记录对设备的状态进行分析,为后面的点检与预防性维护提供参考,实现设备运行的动态预警。

(4) 设备点检管理模块。该模块是对设备的运转状态与参数进行固定周期或固定次数检查,以做到预防性维护,提高设备管理效率。主要包括以下子模块:点检计划制定、固定时间间隔点检计划录

入、固定时间点检计划录入、实际点检计划录入、点检计划查询。设备点检管理业务流程如图 6 所示。将每次点检计划的实行情况与点检计划进行对比,通过偏移因子、正负偏移公差等,指导下一次点检计划的执行,实现点检闭环。

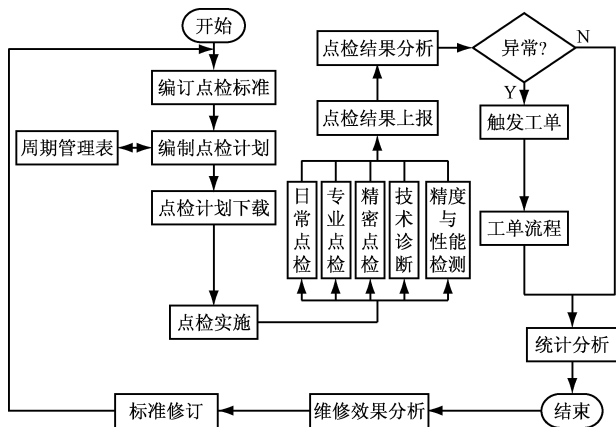


图 6 设备点检管理业务流程

3 实例运用

沙曲矿隶属于华晋焦煤有限责任公司,位于吕梁市柳林县境内,井田面积约 135 km²,地质储量为 22.52 亿 t,可采储量为 12.76 亿 t,年生产能力约为 800 万 t。该矿井下系统复杂,是国内少有的煤与瓦斯突出矿井。其设备管理采取的是传统的手工登记的方式,设备基础资料、技术资料与运行记录管理零散而不完整,信息收集处理速度慢,容易造成设备维修和维护任务繁重、设备故障随机性发生概率大、库存管理难度大等问题。

将煤矿机电设备 EAM 系统应用于沙曲矿,首先对矿内设备进行 EPC(Electronic Product Code, 电子产品编码)编码,保持设备的唯一性。然后通过沙曲矿管理方式的研究与人员结构的划分,进行了角色划分并采用 RBAC(Role-Based Access Control, 基于角色访问技术)的方式管理用户,同时增加改进了以下功能:

(1) 由于沙曲矿是高瓦斯矿,易发生煤与瓦斯突出,结合《煤矿安全规程》及防爆电器设备的标准,系统设备在安装验收与采购验收时必须通过防爆合格证与安全检查方可入库。设备在出库入井时也需要通过防爆检查,并制定每周 2 次的点检计划。

(2) 该系统的设备查询方法多样,系统在编码时预留了位置编码,这样不仅可以按大中小类查询设备、按编码或名称查询设备,还可以按使用位置与

所属系统查询设备,便于设备的快捷管理。

(3) 对设备资产可以进行折旧管理,并有设备 KPI(Key Performance Indicator,关键绩效指标法)分析,可对设备生产性能进行有效评估,为管理者对设备是否继续投入使用提供决策支持。

(4) 通过开发的工作流引擎,掌握沙曲矿管理习惯后进行工作流设计,极大提高了管理效率。

4 结语

融入 workflow 技术的煤矿机电设备 EAM 系统的应用,使管理者能及时动态地掌握设备动态,实现机电设备的全生命周期管理。点检定修思想的融入,实现了设备的多层闭环管理,使设备管理效率在系统运行中不断提升。通过对库存预警与运行预警体系的建立,能有效地使设备备件库存达到最大利用率,并降低设备的故障停机率。

在系统后续管理工作中,将引入云计算技术,实现同企业下不同矿山设备统一管理,并建立专家云系统对设备问题进行统一诊断,进一步提高煤矿企

业设备管理的完备性。

参考文献:

- [1] 余建国,冯梅琳,黄鹏鹏. 网络化环境下金属矿山资产管理系统的设计与开发[J]. 矿山机械, 2013(1): 114-118.
- [2] 苗永新,马海林,王志荣. 煤矿设备动态管理信息系统设计[J]. 工矿自动化, 2013, 39(5): 87-89.
- [3] 李建章,张世明. 煤炭企业实施 EAM 系统的管理策略[J]. 工矿自动化, 2013, 39(8): 96-99.
- [4] 信艳江,董杰. 企业资产管理系统设计与实施[M]. 北京:中国铁道出版社, 2005.
- [5] 魏小庆. 融入点检定修思想的朗坤 EAM 系统的开发与应用[J]. 电力信息化, 2009(7): 58-60.
- [6] Workflow Management Coalition. Workflow Management Coalition Terminology and Glossary[R]. WFMCA-TC-1011, Brussels: Workflow Management Coalition, 1996.