



移动扫码阅读

秦 翥. 矿用装备全生命周期服务系统的研究与应用[J]. 煤炭科学技术, 2019, 47(4): 44-49. doi: 10. 13199/j. cnki. cst. 2019. 04. 008

QIN Zhu. Research and application of life cycle service system of mining equipment[J]. Coal Science and Technology, 2019, 47(4): 44-49. doi: 10. 13199/j. cnki. cst. 2019. 04. 008

矿用装备全生命周期服务系统的研究与应用

秦 翥

(中国煤炭科工集团 上海有限公司, 上海 200030)

摘 要:针对目前矿用装备制造业在设计选型、加工制造、安全生产、监控追溯等方面,存在信息技术发展缓慢、数据整合程度低下、问题反馈滞后等现状,提出了一种基于 WSRF 的矿用装备全生命周期服务系统,实现了分布式矿用装备从设计到应用阶段相关软、硬件资源的封装与存放,利用资源虚拟化及动态构建技术敏捷响应用户需求,通过 XML 文档解决消息传递过程的标准化问题。该系统在实际环境下完成搭建并试运行,结果表明:能够有效提高矿用装备的资源利用率,实现接入域内的信息共享与功能重组,将实际应用中存在的问题及时反馈,用于改进产品在设计、检测及制造等环节存在的缺陷,进一步加强矿用装备的安全监管力度,为矿用装备智能制造与智能化管控奠定基础。

关键词:矿用装备制造业信息化;开放式框架;智能管控;资源整合

中图分类号: TP391

文献标志码: A

文章编号: 0253-2336(2019)04-0044-06

Research and application of life cycle service system of mining equipment

QIN Zhu

(Shanghai Co., Ltd., China Coal Technology and Engineering Group, Shanghai 200030, China)

Abstract: According to address the issues such as slowly developed information technology, low degree of data integration and late feedback encountered in designselection, manufacture, safety in production, monitoring and tracing inthe mining equipment manufacturing industry, this study proposes a life cycleservice system of mining equipment. Based on WSRF, this system can encapsulate and store the relevant software and hardware resources over stagesfrom design to application of the distributed mining equipment, response quickly to the user needs utilizing the resource virtualization and dynamic building technology, and solve the problem of standardization of message passing using XML documents. The system is set up and a test run has been completed in the real environment. The results show that this system can improve the resource sutilization effectively, realize the information sharing and the functional reorganization, and ensure the timely feedback on the problems encountered in the practical application. The system can be used to fix the defects found in the stages of design, test and manufacture of mining equipment, strengthen the safety supervision of the mining equipment, and thus lay the foundation for intelligent manufacturing and control of mining equipment.

Key words: informatization of mining equipment manufacturing; open frame; intelligent control; resource integration

0 引 言

矿用装备主要应用于矿区采掘、环境工程、灾害治理等方面,在设计、应用时更加需要注重产品的安全性与专业性,且由于开发成本较高、研制周期较长,存在实际操作与设计制造脱节的现象。近年来,随着矿用装备在智能化、绿色化及安全生产方面的要求逐渐加强^[1],需要借助信息化手段实现产业结

构转型、资源优化配置和服务水平提高,而信息技术与工业相融合已成为世界各国新的生产竞争力^[3]。

美国通过国家级战略计划推动传统制造业与信息化协调发展,日本相继实施了“智能制造系统计划”等项目,促进制造业信息化与智能化的发展,欧洲正积极部署未来传统制造业信息化发展的战略与规划^[4]。经过几十年的发展,我国在矿用装备制造业信息化方面也取得了初步成效,主要集中于多种类垂直

收稿日期: 2018-12-09; 责任编辑: 赵 瑞

基金项目: 上海市产业转型升级专项资金资助项目(沪 J-2017-09); 中国煤炭科工集团有限公司科技创新创业资金专项资助项目(2018QN006)

作者简介: 秦 翥(1988—),女,上海人,工程师,硕士研究生。E-mail: qin-zhu@hotmail.com

型矿用信息化系统建设,缺少矿用装备产品从设计制造到使用监管各环节的信息协同与应用,既不利于装备的运行维护与监控,也无法将实际使用中出现的问题在后期同类型装备设计时加以改进^[5-6]。

2016年,随着国务院出台《关于深化制造业与互联网融合发展的指导意见》,明确要求加快深化制造业与互联网融合发展的步伐,协同推进“中国制造2025”和“互联网+”行动^[7]。号召相关企业利用信息化手段提高传统制造业智能化和信息化水平,积极响应国家发展战略需求,促进我国成为矿用装备制造强国^[8]。

笔者旨在利用已有的信息化资源,提升矿用装备智能制造与智能服务方面的综合实力,实现产业级信息资源的优化互补与功能模块的协同发展,保障矿用装备全生命周期的数据协同与安全监管^[9-10],使传统矿用装备制造企业借助互联网模式转型成为智能型服务提供商,进一步加快矿用装备信息化产业的发展速度。

1 矿用装备信息化现状分析

1.1 矿用装备信息化发展现状

近年来,我国在矿用装备信息化方面的建设按功能可划分为:

1)管理协同。涉及相关设计、制造、检测、生产等企业内部的办公协同、项目审批、产品库存等方面的信息化,全面提升企业在管理、营销、服务等环节的效率,利用报表数据,及时调整管理决策,为电子商务奠定基础^[11-12]。

2)智能设计。利用设计软件、虚拟3D场景,模拟装备在实际操作中的运行效果,帮助设计者在研发时,比选最优方案,精确估算成本,提升运行效率^[13-15]。

3)信息回溯。以矿用装备检测信息回溯为例,为提高矿井内的安全生产,国家要求在生产装备进入市场前,必须取得安全认证,确保产品具备相应资质。目前国内矿用装备安标认证网站为已取得安标认证的产品,提供其样品在检测环节的信息节点,帮助产品实现数据查询与回溯^[16]。

4)设备监控。矿用装备在设计时,可能提供配套的信息监控系统,帮助用户在使用过程中实时监测设备的运行数据,动态调整参数设置,有效延长设备的使用寿命,实现节能降耗与安全生产^[17-18]。

1.2 矿用装备信息化发展瓶颈

矿用装备在整个生命周期中涉及环节繁多、业务流程复杂、数据关联性紧密、信息实时性较强,而以往的信息化建设集中于垂直建设,容易造成较多问题:

1)信息利用率过低。虽然矿用装备在设计、检测、制造时会产生较多数据,但是缺乏有效利用,如果将实际运行中产生的问题用于改进设计缺陷,能够较好地提高矿用装备的制造水平与安全性能。

2)缺乏行业信息标准化。矿用装备从生产、运行到监控,可能由多家供应商提供设备及服务,但是,由于缺乏统一标准^[19],在实际使用中存在系统异构与设备不兼容等现象,阻碍了信息交互与资源调用。

3)缺少整体建设规划。矿用装备在信息化建设时,将设计、检测、应用、监管分开,缺少统筹规划、分步实施的理念,造成信息链断裂,系统间的数据或服务无法相互调用,使得整体信息化水平滞后。

4)资金投入短缺。由于企业运作资本有限、领导重视程度不够,使得矿用装备相关企业的信息化投入与建设目标不匹配,人才队伍建设无法满足系统需求,难以将信息技术转化为生产工具,提高企业的生产效率。

笔者提出的矿用装备全生命周期服务系统,旨在整合矿用装备在设计、检测、生产及实际运行过程中产生的数据及使用的软硬件资源等,通过开放式信息接入平台,使企业能够追踪装备产生的相关数据,满足矿用装备相关企业在管理决策、设计制造、生产营销及跟踪监控等方面的信息化需求^[20]。通过矿用装备全生命周期服务系统,回溯查看装备的检测试验、设计图纸等,利用装备运行时采集的数据改进设计经验及检测方法,帮助企业积极扩展市场、稳定客户关系、提高运维服务效率,着力提升工矿生产安全信息化控制水平,为企业向智能服务制造业提供商转型奠定基础。

2 矿用装备全生命周期服务系统建设

2.1 建设思路

矿用装备全生命周期服务系统在设计时主要考虑的因素包括:

1)开放式接入。为行业提供一个可不断扩充资源与数据的开放式接入平台,供用户直接调用,也可通过自定义流程搭建所需服务,提高分布式装备的数据访问和信息交互。

2)多元化访问。通过身份认证及系统授权,使用矿用装备全生命周期服务系统内的资源,不会因访问方式的不同造成显示及数据解析等问题,影响用户体验与数据访问^[22]。

3)异构资源协同。利用数据仓库、映射索引等技术实现异构资源协同,推进设备制造、管理优化、市场营销、客户服务等方面的融合创新。

4) 标准化建设。信息标准化包括 2 个部分,一是服务查询标准化,将用户的查询内容转化为系统内可识别的语句,方便调用数据或资源;二是结果回传标准化,对异构资源的查询结果进行标准化处理,转化为统一、标准的结果集,方便用户读取。

2.2 系统框架

根据矿用装备全生命周期服务系统的建设思路,将系统按架构功能分为 3 层,如图 1 所示。其中数据层包括矿用装备在设计生产、样品检测、产品营销及矿井应用的全生命周期数据与资源采集;中间层包括资源注册、数据清洗、模块封装及负载均衡,将矿用装备供应链上的数据、资源进行统一抽取、注册,保证从数据层采集的异构数据、流程及模块的相互调用与读取。为保证资源响应速度,系统将对资源占用率进行负载均衡监测,对使用率较高的资源进行复制,对使用率较低的资源进行闲置,以保证整个系统的高效运转;应用层包括决策分析、信息回溯、流程改进及报警提醒,促进全生命周期的数据资源利用,用户在接入平台后,利用矿用装备全生命周期服务系统提供的 Web 服务或客户端加载组件,获取所需的软件、标准、数据、装备等共享

资源,在流程引擎引导下实现资源的动态重组、服务组合,保障动态、有序、高效地满足使用需求,提升矿用装备的生命周期与安全性能。



图 1 矿用装备全生命周期服务系统层次

Fig.1 Hierarchy diagram of mining equipment service system within whole life cycle

2.3 核心模块构建

利用 WSRF (Web Services Resource Framework, Web 服务资源框架) 所构建的矿用装备全生命周期服务系统,如图 2 所示。集合了矿用装备制造业在设计选型、加工制造、安全生产、跟踪监控等信息及软件等资源,如 3D 制图软件、EDEM 离散元分析软件、装备控制系统等。

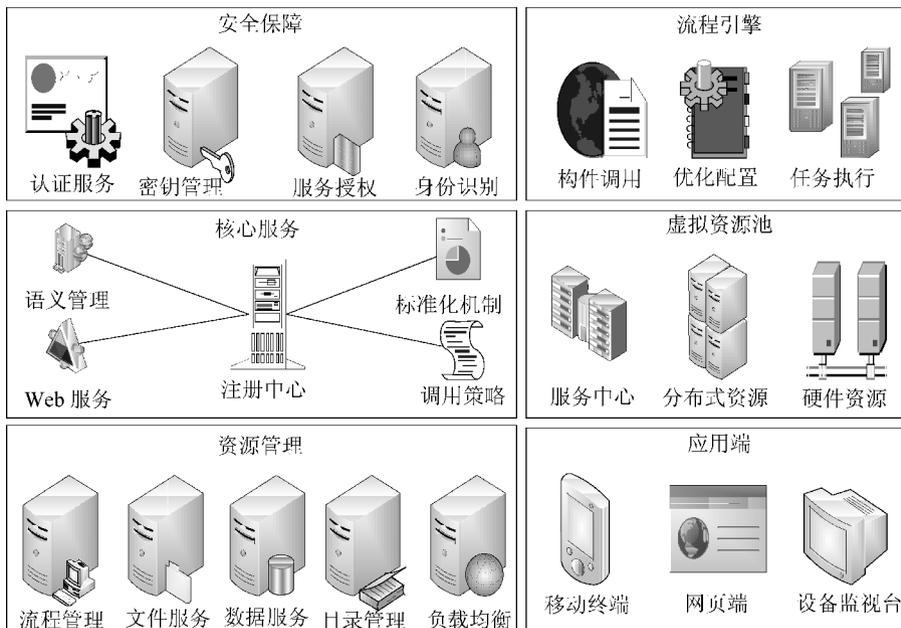


图 2 矿用装备全生命周期服务系统构建

Fig.2 Structure diagram of mining equipment service system within whole cycle life

整合异构资源和无障碍调用服务是该系统建设的主要目标,主要应解决系统的流程异构与设备接口间的不一致,形成更为广泛的行业一体化信息服务平台。通过以下方式组建核心模块:

1) 资源统一管理。异构系统中存在元素描述

不一致的情况,为解决异构分布式数据融合、信息统一及服务匹配等问题,通过语义转换、核心词库映射的方式,消除数据冗余和释义分歧。

2) 资源虚拟与优化。对接入矿用装备全生命周期服务系统的分布式资源进行封装,使用 WSDL

对虚拟化资源进行说明并形成 Web services 服务,将资源按类别及调用规则进行描述后统一存放在索引中心,利用 XML(Extensible Markup Language,可扩展标记语言)文档实现通信传递,屏蔽因应用平台不同造成的数据及格式问题,降低资源检索匹配和组合调用时间,增强资源协同效率。

3)流程自定义。用户通过 workflow 引擎快速部署所需服务,注册中心查找需要的资源,然后通过 WSDL 实现调用,对虚拟化资源实现业务动态构建,敏捷响应用户需求。

2.4 工作流

矿用装备全生命周期服务系统工作流程如图 3 所示。

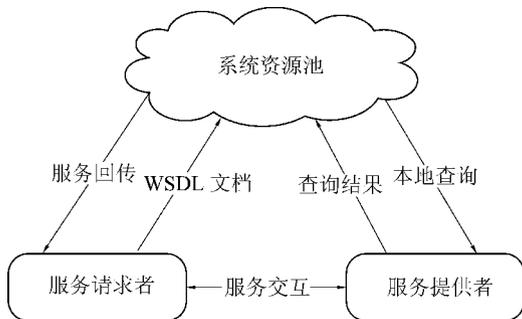


图 3 矿用装备全生命周期服务系统工作流程

Fig.3 Working flow of mining equipment service system within whole life cycle

图 3 中的系统资源池,涵盖了域内可提供的所有资源,首先系统会将接入的资源统一注册在云端服务器目录中,并进行服务封装、配发使用说明(包括语法层、语义层)和调用参数。从服务提供者到服务使用者的系统工作流程是:接入系统服务平台的用户、装备按权限等级访问资源池,作为服务请求者将按照标准约定,向云服务中心发送服务请求,检索相关的服务和数据,系统服务中心按 WSDL 描述执行请求信息,利用 Web 服务调用资源池内的服务组件,使服务请求者可在此平台中查找所需要的资源,如数据回溯、设备监测或故障诊断等,也可通过域内提供的引擎实现构件重组,提高服务资源的可用性与交互性,满足服务请求者的使用需求。

3 矿用装备全生命周期服务系统功能

矿用装备全生命周期服务系统为接入用户提供接入域内的资源共享服务,帮助企业提高管理水平和竞争力、有效减少系统运维和定制信息系统所需的研发资金与时间,加速企业间的协作共赢,对管理流程进行优化重组,实现系统服务间的业务互补,为矿用装备在安全、稳定、长期及满负荷运行生产等方

面的良好运作提供保障,通过矿用装备全生命周期服务系统实现的功能主要包括以下 4 个方面。

3.1 资源共用

接入用户可以通过矿用装备全生命周期服务系统进行在线设计、效果模拟和方案优化,实现矿用装备分析与制造的全数字化应用,依据消费需求制定生产策略、研发技术与生产制造,提高装备研发的周期与质量。随着装备逐渐趋于大型化、高效化和复杂化,单靠检修人员经验判断已不能满足安全生产的要求,矿用装备全生命周期服务系统可对分布式装备的运行状态,提供实时监测、预警服务,降低检修人员的工作强度,通过域内专家库提高风险判别和处理的效率及准确性,帮助用户及时解决故障。

3.2 信息回溯

矿用装备全生命周期服务系统中接入的设备,可通过租赁、承包等方式向用户提供服务,所接入的装备必须首先取得安全认证,相关送样、检测、试验、修改、取证等各环节信息均有可查数据,确保在设备流入市场后实现全生命周期的跟踪检测,如出现安全生产问题的设备可回溯相关的检测、生产、设计、制造等过程信息,加强责任纠察机制,提高相关类型产品、企业的安全准入门槛,为市场持续供应针对性、差异化和创新性产品奠定基础。图 4 为接入用户登录矿用装备全生命周期服务系统 APP 查询某批次装备检测环节的详细信息。



(a) 委托协议清单

(b) 查看任务单

图 4 客户查询界面示意

Fig.4 The customer query interface

3.3 体系协同

矿用装备全生命周期服务系统将该行业的资源和用户集中在同一域内,可根据各种客户的营业范围与需求,推送相应的产品或信息化服务,整合供应链、降低营销及采购成本、提升供货效率,将智能化设备与企业管控挂钩,降低成本的同时,加快行业内的信息流转和反应速度,及时调控企业内部的策略

制定,企业可将订单信息、采购计划、设备使用情况等数据录入系统,更好地促进供应链上各节点企业间的合作关系,最大程度满足个性化订单占比,提高企业间的协同效率。

3.4 精益管理

矿用装备由于工作环境较差、工作负荷较高,一旦运行中断将会严重影响生产,甚至引发安全事故,据统计,设备运维服务和备件供应占企业采购总费用的5%左右,但所花时间、人力成本却高达60%~80%^[23]。矿用装备全生命周期服务系统以数据为导向为用户构建以维护为核心、以服务为基础、以维修为手段、以改善为目标的精益运维服务环,从根源上降低运维费用,减少非正常停机,延长矿用装备的使用寿命,提高备品备件的计划性管理。同时,将云内提供产品和服务的企业按照价格、诚信度、质量、运维响应速率等因素进行横向评分与统计,为系统比选供应商提供参考依据,促进企业进一步优化产品质量和服务效率。

4 结 论

1) 针对矿用装备制造业建设的信息系统功能单一、产业数据链协同困难等问题,通过搭建矿用装备全生命周期服务系统,为用户提供智能制造与智能服务于一体的云端系统,动态构建企业所需服务,整合行业相关软硬件资源,实现对已有异构资源的协同调用、优化重组,为管理层在企业的战略规划和决策制定提供依据。

2) 基于 WSRF 开发的矿用装备全生命周期服务系统,保证了资源的开放式接入;利用 XML 文档对交互信息进行标准化,为分布式异构资源的融合奠定基础;结合 WSDL 动态调用系统内软硬件服务,协调企业间的资源供需平衡,管控设备全生命周期状态,为产业结构调整顺利转型打造了智能化的信息共享平台。

3) 试验结果证明:相关矿用装备研发制造企业及装备使用单位接入系统后,将自动统计系统内不同资源的使用情况相关服务的综合评价,通过实时检测装备的运行数据与预存专家库数值比对后判断装备的磨损程度与零部件等使用寿命,发出相关备件的准备计划,降低需求紧迫性与闲置库存消耗的成本占比,装备的缺陷数据也将收集后反馈至研发机构实现迭代升级,从而达到矿用装备的全生命周期管理。下一步,笔者将着力提升矿用装备全生命周期服务系统资源共享平台的大数据应用功能,深入挖掘市场需求,协助管理层更精准地进行战略规

划与决策制定。

参考文献(References):

- [1] 武强,李学渊.基于计算几何和信息图谱的矿山地质环境遥感动态监测[J].煤炭学报,2015,40(1):160-166.
WU Qiang, LI Xueyuan. Remote sensing dynamic monitoring of mining geo-environment based on computational geometry and information TUPU[J]. Journal of China Coal Society, 2015, 40(1): 160-166.
- [2] 陶飞,张萌,程江峰,等.数字孪生车间:一种未来车间运行新模式[J].计算机集成制造系统,2017,23(1):1-9.
TAO Fei, ZHANG Meng, CHENG Jiangfeng, et al. Digital twin workshop: a new paradigm for future workshop[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2017, 23(1): 1-9.
- [3] 丁恩杰,施卫祖,张申,等.矿山物联网顶层设计[J].工矿自动化,2017,43(9):1-11.
DING Enjie, SHI Weizu, ZHANG Shen, et al. Top-down design of mine Internet of things[J]. Industry and Mine Automation, 2017, 43(9): 1-11.
- [4] 肖莹莹,李伯虎,侯宝存,等.智慧制造云中供应链管理的计划调度技术综述[J].计算机集成制造系统,2016,22(7):1619-1635.
XIAO Yingying, LI Bohu, HOU Baocun, et al. Planning and scheduling technology review of supply chain management in smart manufacturing cloud[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2016, 22(7): 1619-1635.
- [5] 裴文良,张树生,李军伟,等.矿用巡检机器人设计及其应用[J].制造业自动化,2017,39(2):73-74,94.
PEI Wenliang, ZHANG Shusheng, LI Junwei, et al. The design and application of inspection robot for mine[J]. Manufacturing Automation, 2017, 39(2): 73-74, 94.
- [6] 符如康,张长友,张豪.煤矿综采综掘设备智能感知与控制技术研究及展望[J].煤炭科学技术,2017,45(9):72-78.
FU Rukang, ZHANG Changyou, ZHANG Hao. Discovery and outlook on intelligent sensing and control technology of minefully-mechanized mining and driving equipment[J]. Coal Science and Technology, 2017, 45(9): 72-78.
- [7] 李永红,王晟.互联网驱动智能制造的机理与路径研究:对中国制造2025的思考[J].科技进步与对策,2017,34(16):56-61.
LI Yonghong, WANG Sheng. A study on the mechanism and approaches of internet-driven intelligent manufacturing: based on the reflection on made in China 2025[J]. Science & Technology Progress and Policy, 2017, 34(16): 56-61.
- [8] 周剑.两化融合管理体系构建[J].计算机集成制造系统,2015,21(7):1915-1929.
ZHOU Jian. Management system construction for integration of informatization and industrialization[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2015, 21(7): 1915-1929.
- [9] TAO F, ZHANG L, LAI L Y. Configurable intelligent optimization algorithm: design and practice in manufacturing[M]. New York: Springer-Verlag, 2014.
- [10] LIU Shaojun, HU Jianhua, ZHANG Ruiqiang, et al. Application of

- reliability-centered maintenance for productivity improvement of open pit mining equipment: case study of Sungun Copper Mine [J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2014, (6):2372-2382.
- [11] 刘 照,董 泽.基于UML的入厂煤智能管理系统的设计与实现[J].计算机仿真,2014,31(12):405-408.
LIU Zhao,DONG Ze.Design and implementation of a feed coal intelligent management system based on UML[J].Computer Simulation,2014,31(12):405-408.
- [12] 吴立新,余接情,胡青松,等.数字矿山与智能感控的统一空间框架与精确时间同步问题[J].煤炭学报,2014,39(8):1584-1592.
WU Lixin,YU Jieqing,HU Qinsong, et al. Unified spatial framework and precise time synchronization for digital mine and mine intelligent perception-control[J].Journal of China Coal Society,2014,39(8):1584-1592.
- [13] 王 军,吴凤和,张 艳,等.面向复杂产品的智能设计及成本估算模型[J].计算机集成制造系统,2014,20(4):779-784.
WANG Jun,WU Fenghe,ZHANG Yan, et al. Intelligent design and cost assessment models for complex products [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems,2014,20(4):779-784.
- [14] 翟桂武,潘 涛.煤矿智能生产管理系统的研究与实践[J].煤炭学报,2014,39(8):1530-1538.
ZHAI Guiwu,PAN Tao.Research and application of coal mine intelligent production management system[J].Journal of China Coal Society,2014,39(8):1530-1538.
- [15] 韩建国.神华智能矿山建设关键技术研发与示范[J].煤炭学报,2016,41(12):3181-3189.
HAN Jianguo.Key technology research and demonstration of intelligent mines in Shenhua Group[J].Journal of China Coal Society,2016,41(12):3181-3189.
- [16] 秦 翥,冯 瑜.面向客户服务的煤炭检测企业实验室信息管理系统[J].工矿自动化,2014,40(11):109-112.
QIN Zhu,FENG Yu.Oriented customer service on laboratory information management system of coal testing enterprise [J]. Industry and Mine Automation,2014,40(11):109-112.
- [17] 陈永冉,张义星.基于PCC的综采工作面输送设备监控平台开发[J].煤炭工程,2014,46(2):130-132,135.
CHEN Yongran,ZHANG Yixing.Development on monitoring and control platform of conveying equipment applied in fully mechanized coal mining face based on PCC [J]. Coal Engineering,2014,46(2):130-132,135.
- [18] 刘建粉,李玮瑶.煤矿大型风机设备磨损监控系统设计[J].计算机测量与控制,2014,22(12):3957-3959.
LIU Jianfen,LI Weiyao.Large wind turbines wear condition monitoring system design [J]. Computer Measurement & Control,2014,22(12):3957-3959.
- [19] 贾明涛,邓艳芳,冯 军,等.基于信息融合的矿山安全标准化执行系统研究[J].中国安全生产科学技术,2017,13(2):62-67.
JIA Mingtao,DENG Yanfang,FENG Jun, et al. Research on work safety standardization execution system for mines based on information fusion [J]. Journal of Safety Science and Technology,2017,13(2):62-67.
- [20] 黄启江,陆宏东,贾少毅,等.煤矿安全生产信息集成智能手机管理系统设计[J].煤炭科学技术,2015,43(11):101-106.
HUANG Qijiang,LU Hongdong,JIA Shaoyi, et al. Design on management system of intelligent mobile phone with mine safety production information integration [J]. Coal Science and Technology,2015,43(11):101-106.
- [21] 丁恩杰,金 雷,陈迪.互联网+感知矿山安全监控系统研究[J].煤炭科学技术,2017,45(1):129-134.
DING Enjie,JIN Lei,CHEN Di.Study on safety monitoring and control system of internet + perception mine [J]. Coal Science and Technology,2017,45(1):129-134.
- [22] 蔡利梅,于励民,陶建平,等.中平能化集团矿井综合自动化系统研究与实践[J].煤炭科学技术,2015,43(11):107-110,48.
CAI Limei,YU Limin,TAO Jianping, et al. Study and practice on mine comprehensive automation system of China Pingmei Energy & chemical Group [J]. Coal Science and Technology,2015,43(11):107-110,48.