

煤矿装备云制造资源服务平台研究与应用

王学文 杨兆建 丁 华 段 雷 石瑞敏 李怀文

(1. 太原理工大学 机械工程学院 山西 太原 030024; 2. 山西省矿山机械 CAE 工程技术研究中心 山西 太原 030024)

摘 要: 为解决煤机装备设计与制造企业对设计资源的需求,基于区域性行业需求分析,阐述了“煤矿装备云制造资源服务平台”建立的必要性和设计特征。在描述“平台”体系结构、关键技术、开发工具等基础上,研究了“平台”的设计方法,并完整描述了“平台”的三大功能体系,包括针对一般机械装备的通用技术支持系统、针对煤矿装备的技术服务支持系统和关键技术创新支持系统。最后对“平台”的运行机制和应用推广进行了分析和研究,应用实践证明理事会、会员制和公司制相结合的方式是云制造资源服务平台运行和推广应用的有效途径。建立的“煤矿装备云制造资源服务平台”功能完整,使用方便,可为煤矿装备设计和应用单位提供资源服务、数据服务、计算服务、软件应用和技术支持,同时可为其他机械装备建立云制造资源服务平台提供借鉴和参考。

关键词: 云制造; 煤矿装备; 资源服务平台; 制造服务; 合作设计

中图分类号: TD679

文献标志码: A

Research and application on coal mine machinery equipment cloud manufacturing resource service platform

WANG Xue-wen, YANG Zhao-jian, DING Hua, DUAN Lei, SHI Rui-min, LI Huai-wen

(1. College of Mechanical Engineering, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China; 2. Shanxi Province Mining Machinery CAE Engineering & Technology Center, Taiyuan 030024, China)

Abstract: To solve the design and manufacturing resources demand problem of coal mine machinery equipment enterprises, based on the regional industry demand analysis, the necessity and design features were discussed of building “Coal Mine Machinery Equipment Cloud Manufacturing Resource Service Platform”. Based on describing the system structure, key technology and development tool, the design method and function structure of the platform were studied. The platform includes three fundamental functions which are general machinery and equipment technical support system, coal mine machinery equipment technical service support system and coal mine machinery equipment key technical innovation support system. The operation mechanism and application promotion way of the platform were studied. The operation practice proves that the mode of council, membership and corporations combining was effective. The functions of “Coal Mine Machinery Equipment Cloud Manufacturing Resource Service Platform” are complete and easy to use. It may provide resource services, data services, computing services, software applications and technical support for coal mine machinery equipment design and application enterprises, and may provide reference for building other mechanical equipment cloud manufacturing resource service platform.

Key words: cloud manufacturing; coal mine machinery equipment; resource service platform; manufacturing service; cooperative design

中国工程院李伯虎院士指出“云计算是一种新 计算模式,把 IT 资源、数据、应用作为服务通过网络

收稿日期: 2012-11-27 责任编辑: 许书阁

基金项目: 山西省“十二五”科技重大专项资助项目(20111101040); 山西省青年科学基金资助项目(2010021021-1, 2012021022-6)

作者简介: 王学文(1979—),男,山西长治人,副教授,博士。E-mail: wxuew@163.com。通讯作者: 杨兆建(1955—),男,河北高阳人,教授,博士生导师。E-mail: yangzhaojian@tyut.edu.cn

提供给用户”^[1], 基于这种云计算^[2-3]思想发展而来的云制造技术^[4-5]对制造资源的聚合、共享、管理和调度, 提供了一个非常好的解决思路, 它把云计算的“平台即服务”^[6]和“软件即服务”^[7]理念扩展至“制造即服务”^[8], 将大量用网络连接制造资源统一管理和调度, 构成一个制造资源池, 为用户提供高附加值、低成本和全球化制造的按需服务。

根据杨海成^[9]的理解, 云制造可以有五大应用方向: ① 针对企业的研发设计能力服务平台^[10]; ② 区域性加工资源共享服务平台^[11]; ③ 制造服务化支持平台^[12]; ④ 面向中小企业的公共服务平台^[13]; ⑤ 建立物流拉动的现代制造服务平台^[14]。本文的“煤矿装备云制造资源服务平台”, 是结合①和④应用方向, 将“云制造”具体应用在煤矿装备设计领域, 对“云制造”资源服务平台的结构设计、关键技术、运行机制和应用推广等进行研究和分析。

1 区域性行业需求与平台特征

山西省是产煤大省, 也是煤机装备设计和制造大省, 拥有非常丰富的煤机装备设计资源, 但是这些宝贵的资源散落在大学、科研院所和企业技术中心, 资源分散、利用率低, 非常不利于山西省煤机装备制造业的长期和可持续发展, 同时, 随着市场竞争的加剧, 企业自身为了加快设计效率, 推进创新设计, 其对设计资源的需求却很旺盛和积极。

为了解决以上矛盾, 太原理工大学在政府科研资金支持下, 针对山西省煤机装备云制造合作设计的科学问题进行了原创性研究, 突破了一批云制造资源服务的共性关键技术, 建立了一个具有实际应用价值的“煤机装备云制造资源服务平台”。

该平台充分利用网络、数据库、软件工程和知识工程等先进信息技术, 针对山西省特色煤机装备如采煤机、刮板输送机、矿井提升机、矿井掘进机、带式输送机、矿山电机车、矿井通风机、矿井水泵、矿井压气机、液压支架、矿山电气设备、煤电厂电除尘器等, 整合现有的计算资源、软件资源和数据资源, 进行远程选型设计、异地 CAE 计算、资源共享等系统的开发, 实现云环境上煤机装备的计算资源、数据资源和服务资源的有效聚合和广泛共享, 为山西省煤矿装备企业提供技术能力、软件应用、计算服务和数据服务。

2 总体设计

2.1 体系结构

平台系统采用浏览器/服务器——Browser/Server, 即 B/S 结构。它综合了浏览器、信息服务和 Web

技术, 可通过一个浏览器访问多个不同平台上的服务器, B/S 模式为 3 层结构体系, 如图 1 所示。

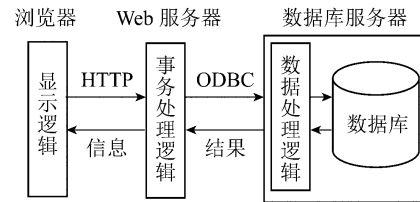


图 1 系统体系结构

Fig. 1 System architecture

2.2 底层技术与工具

平台的建立使用了大量的网络技术、数据库技术和软件设计技术与工具, 主要有操作系统 Windows Server 2003, WEB 服务器 Microsoft IIS 5.0, 支持环境 Microsoft .Net Framework, CAx 工具 UG、ANSYS、AutoCAD 等, 数据库技术 Access, 开发工具 Microsoft Visual Studio 2005、HTML、VB、VB. Net、VC、C#、C++、Java 等。

对于平台总体设计, 前端开发工具主要使用 ASP. Net, 数据访问技术主要使用 ADO. Net。

(1) 前端开发工具。

前端开发工具使用 ASP. Net, ASP. Net 是微软在 ASP 之后推出的全新一代动态网页实现系统, 是 .Net 开发平台的重要组成部分, 在微软 .Net 平台架构上, 利用普通语言运行时 (Common Language Runtime) 在服务器后端为用户提供建立强大的企业级 Web 应用服务的编程框架^[15]。

基于 ASP. Net 系统开发环境如图 2 所示。

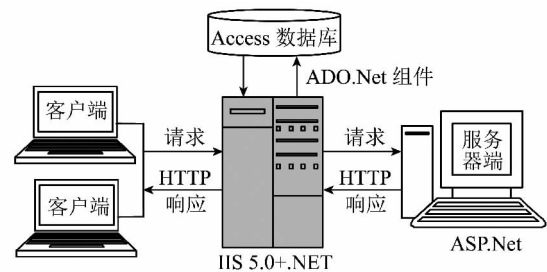


图 2 系统开发环境

Fig. 2 The system development environment

(2) 数据访问技术。

数据访问对象为 ADO. Net, 由 ADO 演变而来。它把 ADO 的数据访问技术能力和 .Net 框架集成在一起, 能在理解 XML 的任何平台上与任何软件组件协同工作^[16]。

ADO. Net 通过 OLE DB 作为中间件访问数据库, 既可以通过原始的 OLE DB 驱动程序进行访问, 也可以通过 ODBC 驱动程序进行访问, 如图 3 所示。

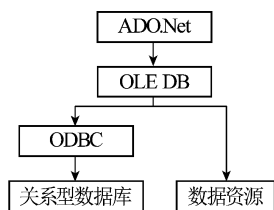


图3 使用 ADO. Net 访问数据资源

Fig. 3 To access the data resources using ADO. Net

3 平台功能结构

“煤矿装备云制造资源服务平台”网址为: <http://mdin.tyut.edu.cn>。功能结构如图4所示。

3.1 网上合作通用技术支持系统

网上合作通用技术支持系统为煤矿装备和其他机械设备提供设计和制造数据服务,包括:设计常用数据、设计技术数据、工艺数据、机械词典、现代设计

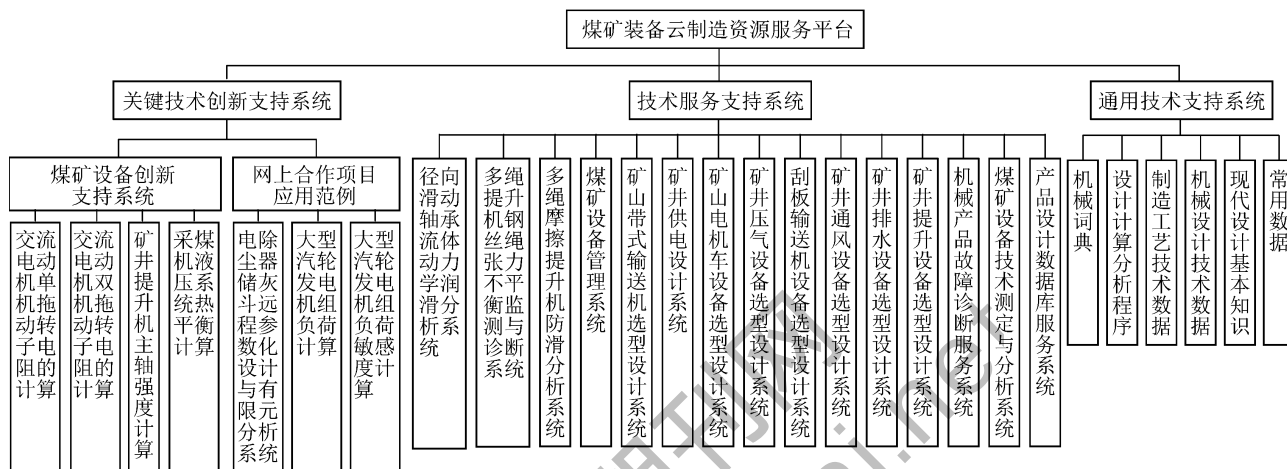


图4 系统功能结构

Fig. 4 The system function structure

理论和方法、典型零部件的设计、摩擦学设计服务、快速成型服务、优化设计服务、可靠性设计服务等模块,如图4所示。

3.2 网上合作技术服务支持系统

网上合作技术服务支持系统在突破基于网络的在线绘制设备特性曲线图、在线参数化绘设备布置图等关键技术的基础上,应用 ASP、ASP. Net、VB、Web 数据库等技术,完成了机械产品设计数据库服务、大型煤矿机械设备技术测定与分析、机械产品故障诊断服务、矿井提升设备选型设计系统、矿井排水设备选型设计系统、矿井通风设备选型设计系统、采煤刮板输送机设备选型设计系统、矿井压气设备选型设计系统、矿山电机车设备选型设计系统、矿山带式输送机选型设计系统、矿山供电设计系统、煤矿设备管理系统、多绳摩擦提升机防滑分析系统、多绳提升机钢丝绳张力不平衡监测与诊断系统、径向滑动轴承流体动力学润滑分析系统等子系统模块,如图4所示。

上述子系统又由若干功能子模块组成,以“矿井提升设备选型设计系统”为例^[17],该子系统包括注册、选型、电力拖动、样本扩充、选型方法和辅助功能等子模块系统,可以实现单滚筒单钩提升、可分离单滚筒双钩提升、双滚筒双钩提升、竖井提升、斜井提升、主井提升、副井提升、塔式摩擦提升、落地式摩擦

提升等多个分类功能,其功能结构如图5和图6所示。

3.3 关键技术创新支持系统

关键技术创新支持系统突破了通过网络来扩展传统的可交互的软件,对软件进行远程调用等关键技术,实现了电厂大型电除尘器储灰斗远程参数化设计与有限元分析系统、矿井提升机主轴强度计算参数化设计与有限元分析系统、大型汽轮发电机组负荷与负荷敏感度计算系统、交流电动机转子电阻的计算系统、采煤机液压系统的热平衡计算系统等基于网络在线计算与 CAE 服务,如图4所示。

4 应用分析

4.1 应用效益

对于技术与经济效益,通过“平台”,可把一个复杂的煤矿装备设计与制造问题切分成很多个能够被独立解决的小问题,把这些小问题分发于相关熟悉领域的合作成员,得到的结果通过资源合作平台组合起来得到对整个问题的解。该平台就像一台超级计算机,利用网络把分布的有关煤矿装备设计与制造的数据、存储器和软件等资源连成整体,为用户提供一体化设计、分析、计算及信息服务。很显然,这样做极大的提高了设计效率,降低了设计与制造成本。

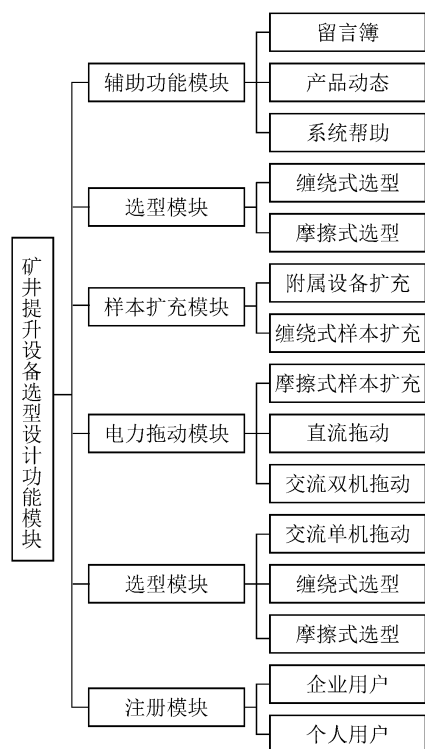


图5 矿井提升设备选型设计系统功能模块

Fig. 5 The module design of lectotype design on the mine lifting equipments

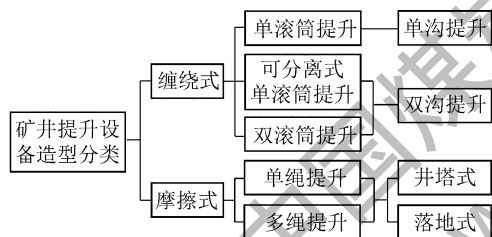


图6 矿井提升设备选型功能分类

Fig. 6 The functional classification of the mine lifting equipments

对于社会效益,“平台”将散落于各大学、科研院所和企业等单位的各种资源进行整合,实现了煤矿装备设计资源的全面连通,包括计算资源、数据资源、存储资源、软件资源、信息资源、知识资源和专家资源等。无论是资源查询,抑或资源传递,都为用户提供了极大便利。该平台可为山西省乃至全国煤矿装备研究院所及企业研发机构提供许多在线合作研究项目,用户和设计人员可进行异地选型设计、远程设计、协同计算、异地资源查询与共享等操作,是一种方便、快捷、经济、高效的方案,具备良好的社会效益。

4.2 运行机制

“平台”研究工作最初由国家政府部门立项资助进行研究开发,从国家科技基础服务平台的内涵与发展方向来看,单纯的技术开发功能或者单纯的市场盈利行为对于类似于“煤矿装备云制造资源服务平台”

的系统运行都是不合适的,因此,应通过某一机构推动平台运行,该机构可以是理事会模式、会员制模式、公司化模式运行机制的一个混合体。

在“平台”完成和运行初期,采取理事会模式,该模式能够聚集一批拥有云制造服务资源单元的单位共同努力,丰富和充实“平台”的技术资源;由于理事会模式相对松散,为了进一步提高资源的共享范围,应吸纳更多的制造业企业加入来寻找共同利益,并分享各自利益,此时,采取会员制模式,发展尽可能多的企业成为平台会员,将松散联系逐步变化为紧密联系;而公司化模式可将“平台”定位为经济实体,成立有独立法人资格的经营实体,由一批具备煤矿装备知识背景的专门人才进行平台的推广和应用。

具体运行过程中,将知识服务资源的拥有权和经营权相分离,由“平台”授权某实体开展市场化运作,负责市场需求的寻找和组织,协助联系智力资源服务实体来完成市场需求,并从中获得收益来维持“平台”和合作单位的资源单元的生存与发展。

“平台”组织结构分为3层,即在管理层次成立常设管理委员会,由有影响的各合作单位的带头人组成,负责“平台”的发展方向、原则以及日常管理;在研究开发层次按照知识服务资源的分类成立各专业技术委员会,由各单位指定专门人才负责具体系统的研究和开发;在应用推广层次成立由各合作单位和企业组成的推广联盟,致力于“平台”的应用、推广和反馈,如图7所示。

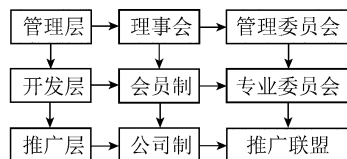


图7 平台运行机制

Fig. 7 The platform operation mechanism

4.3 典型实例

以太重煤机有限公司为例进行分析,该公司主要产品包括采煤机、掘进机、刮板输送机和带式输送机等采掘运煤矿装备。

在技术方面,采掘运等煤矿装备作为复杂机电系统,其设计与计算过程是一个系统工程,需要使用大量的数据。“平台”中常用数据、现代设计基本知识、机械设计技术数据、制造工艺技术数据、设计计算分析程序、机械词典、机械产品设计数据库服务等功能,为采煤机、掘进机、刮板输送机和带式输送机的概念设计、结构设计、定型设计、工艺设计、分析计算、加工制造和信息服务提供了通用技术支持;而“平台”中的采煤机液压系统热平衡计算、刮板输送机设备选型

设计系统和矿山带式输送机选型设计系统等功能则直接为产品设计提供支持。该企业设计人员通过网络技术快捷方便获取以上数据与服务,大大提高了设计效率,降低了设计与制造成本。

在社会效益方面,该公司在获取“平台”利益的同时,也大量分享了公司的设计数据,如“刮板输送机设备选型设计系统”和“矿山带式输送机选型设计系统”中的“产品查询”和“样本扩充”功能,则直接使用了该公司的多种型号输送机的设计参数。无论是该企业自身,还是该企业的产品用户,在产品异地资源查询和资源传递方面,都为他们提供了极大便利,获得了良好的社会效益。

在运行模式方面,正是由于该公司在应用“平台”过程中,充分获取并分享了实质性的利益,遂与太原理工大学等单位在“十一五”期间联合成立了“山西省煤机行业技术中心”、“山西省矿山机械 CAE 工程技术研究中心”和“山西省煤矿装备研究生教育创新中心”^[18],以各“中心”为依托,成立了管理委员会与专业委员会,并设置了学校办公室和公司办公室,“中心”主任分别由太原理工大学教授或公司技术负责人兼任^[19]。其中,管理委员会负责“平台”的发展与管理;专业委员会负责“平台”的研究;在此基础上,学校与公司共同成立推广联盟,积极进行“平台”的推广和应用。

5 结 论

(1) 在煤矿装备设计与计算领域,对云制造资源服务需求旺盛,行业领域对建立“煤矿装备云制造资源服务平台”表现积极。

(2) 传统和成熟的网络技术、数据库技术、软件设计技术等可为针对企业建立云制造资源服务公共平台提供强有力的工具支持,云制造资源服务平台具有较完备的技术支撑和广阔的发展空间。

(3) 理事会、会员制和公司制结合的运行与推广机制,是云制造资源服务平台运行和推广应用的一种有效途径。

(4) “煤矿装备云制造资源服务平台”已经得到成熟应用,可为煤矿装备设计和应用单位提供资源服务、数据服务、计算服务、软件应用和技术支持,可有效提高设计资源和知识资源的利用率,并大幅提高煤矿装备的设计效率。

(5) “煤矿装备云制造资源服务平台”功能完整,操作简单,使用方便,可为其他机械装备建立云制造资源服务平台提供借鉴和参考。

参考文献:

- [1] 李伯虎. 云制造——制造领域中的云计算[J]. 中国制造业信息化, 2011(10): 24-26.
Li Bohu. Cloud manufacturing: cloud computing in the manufacturing field[J]. Manufacture Information Engineering of China, 2011(10): 24-26.
- [2] Saurabh Kumar Garg, Steve Versteeg, Rajkumar Buyya. A framework for ranking of cloud computing services[J]. Future Generation Computer Systems, 2013, 29(4): 1012-1023.
- [3] Flavio Lombardi, Roberto Di Pietro. Secure virtualization for cloud computing[J]. Journal of Network and Computer Applications, 2011, 34(4): 1113-1122.
- [4] Xu Xun. From cloud computing to cloud manufacturing[J]. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2012(1): 75-86.
- [5] 李伯虎, 张霖, 王时龙, 等. 云制造——面向服务的网络化制造新模式[J]. 计算机集成制造系统, 2010, 16(1): 1-7.
Li Bohu, Zhang Lin, Wang Shilong, et al. Cloud manufacturing: a new service-oriented networked manufacturing model[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2010, 16(1): 1-7.
- [6] Vania Goncalves, Pieter Ballon. Adding value to the network: Mobile operators' experiments with Software-as-a-Service and Platform-as-a-Service models[J]. Telematics and Informatics, 2011, 28(1): 12-21.
- [7] Qu Xilong, Hao Zhongxiao, Bai Linfeng. Research of distributed software resource sharing in cloud manufacturing system[J]. International Journal of Advancements in Computing Technology, 2011, 3(10): 99-106.
- [8] 战德臣, 赵曦滨, 王顺强, 等. 面向制造及管理的集团企业云制造服务平台[J]. 计算机集成制造系统, 2011, 17(3): 487-494.
Zhan Dechen, Zhao Xibin, Wang Shunqiang, et al. Cloud manufacturing service platform for group enterprises oriented to manufacturing and management[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2011, 17(3): 487-494.
- [9] 杨海成. 云制造是一种制造服务[J]. 中国制造业信息化, 2010(6): 22-23.
Yang Haicheng. Cloud manufacturing is a manufacturing services[J]. Manufacture Information Engineering of China, 2010(6): 22-23.
- [10] 杨阳, 冀阿强. 面向集团企业的云制造服务平台[J]. 航天制造技术, 2012(2): 50-53.
Yang Yang, Ji Aqiang. Cloud manufacturing service platform oriented to group enterprise[J]. Aerospace Manufacturing Technology, 2012(2): 50-53.
- [11] 尹胜, 尹超, 刘飞, 等. 云制造环境下外协加工资源集成服务模式及语义描述[J]. 计算机集成制造系统, 2011, 17(3): 525-532.
Yin Sheng, Yin Chao, Liu Fei, et al. Outsourcing resources integration service mode and semantic description in cloud manufacturing environment[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2011, 17(3): 525-532.
- [12] 张倩, 齐德昱. 面向服务的云制造协同设计平台[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 2011, 39(12): 75-81.

- Zhang Qian ,Qi Deyu. Service-oriented collaborative design platform for cloud manufacturing[J]. Journal of South China University of Technology(Natural Science Edition) 2011 ,39(12) : 75-81.
- [13] 尹超,黄必清,刘飞,等. 中小企业云制造服务平台共性关键技术体系[J]. 计算机集成制造系统 2011 ,17(3) : 495-503.
Yin Chao ,Huang Biqing ,Liu Fei ,et al. Common key technology system of cloud manufacturing service platform for small and medium enterprises [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems , 2011 ,17(3) : 495-503.
- [14] 李燕. 东北地区制造业物流服务平台设计[J]. 物流技术 , 2012 ,31(1) : 13-15 ,35.
Li Yan. Developing the manufacturing industry logistics service platform of the Chinese Northeastern Region [J]. Logistics Technology 2012 ,31(1) : 13-15 ,35.
- [15] 孟军,王学宝. 精通 ASP. NET 网络编程[M]. 北京: 人民邮电出版社 2002.
- [16] 何国明. VisualBasic. NET 程序设计——ADO. NET 详解[M]. 北京: 中国水利水电出版社 2004.
- [17] 李怀文,杨兆建. 矿井提升机在线选型系统方案设计[J]. 机械工程与自动化 2006(3) : 13-15.
- Li Huaiwen ,Yang Zhaojian. System project design of the mine hoist online selection [J]. Mechanical Engineering & Automation ,2006 (3) : 13-15.
- [18] 山西新闻网. 新山西 新跨越 新成就——太重煤机“借脑创新”裂变增长 [EB/OL]. <http://www.daynews.com.cn/sjdsb/Aban112/A3/1439410.html> 2012-05-17.
- [19] 杨兆建,任家骏,树学锋. 山西省煤矿装备研究生教育创新中心与地方产业结合的教育模式与实践[J]. 西南科技大学高教研究 2012(2) : 20-23.
Yang Zhaojian ,Ren Jiajun ,Shu Xuefeng. Education pattern and practical exploration of Shanxi Coal Mine Equipment Graduate Education Innovation Center[J]. Southwest University of Science and Technology: Higher Education Research 2012(2) : 20-23.
- [20] 杨兆建,任家骏,王学文. 山西省煤矿装备研究生教育创新中心发展动力分析[J]. 太原理工大学学报(社会科学版) ,2012 (2) : 74-77.
Yang Zhaojian ,Ren Jiajun ,Wang Xuewen. The motivating force of Shanxi Coal Mine Equipment Graduate Education Innovation Center [J]. Journal of Taiyuan University of Technology(Social Sciences Edition) 2012(2) : 74-77.

《煤炭学报》再次入选“百种中国杰出学术期刊”

2013 年 9 月 27 日,中国科学技术信息研究所在北京发布了最新的中国科技论文统计结果,《煤炭学报》在其所属的能源科学综合类期刊中各项评价指标优势明显,学科排名第一,再次荣获“百种中国杰出学术期刊”称号,这已是《煤炭学报》第 6 次获此殊荣。