

基于 MVC 的采煤机智能化控制系统开发

郭 卫, 刘 磊, 郑高祥, 刘 俊
(西安科技大学 机械工程学院, 陕西 西安 710054)

[摘 要] 针对目前基于组态软件设计的采煤机监控系统存在的不足, 提出了一种基于 MVC 的采煤机智能化控制系统。在实验室环境下对系统的实时监控、远程控制、智能化控制, 故障报警、参数设置、报表存储及打印功能进行测试, 实验表明, 该系统能够实现采煤机的实时监测和对采煤机运行过程中的各项参数进行记录并显示。通过本系统可远程控制采煤机各个动作, 系统根据液压支架、刮板输送机以及环境参数信号能够对采煤机进行自适应调速、调高以及停机等功能。

[关键词] 采煤机; MVC; 智能化控制; 实时监控; 远程控制

[中图分类号] TD67 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-6225 (2018) 05-0025-04

Development of Coal Cutter Intelligent Control System Based on MVC

GUO Wei, LIU Lei, JIA Gao-xiang, LIU Jun

(School of Mechanical Engineering, Xi'an Science and Technology, Xi'an 710054, China)

Abstract: To some disadvantage of coal cutter monitoring system based on configuration software design, and then coal cutter intelligent control system based on MVC was put forward. And then the following functions were tested under laboratory environment, which include real-time monitoring, remote control, intelligent control, failure warning, parameters setting, report storing and printing and so on, the testing results showed that coal cutter real-time monitoring and all parameters recorded during operational process could be realized by the system, also every step could be remote controlled, and then speed adaptive, height adjustment and halt for coal cutter could be processed by information of hydraulic support, scraper conveyor and environment and so on.

Key words: coal cutter; MVC; intelligent control; real-time monitoring; remote control

随着互联网技术的高速发展, 其已经被应用于各行各业, 运用互联网技术实现智能化、无人化煤炭开采已经成为当前的主要任务^[1]。采煤机作为煤炭开采中的重要设备, 因其工作环境十分恶劣, 受高温、粉尘、潮湿、煤层结构等复杂条件影响, 出现故障的可能性很大。因此, 能够同步监测采煤机位置、姿态、运行参数以及远程控制采煤机动作显得十分重要。目前国外的采煤机监控系统已较为先进^[2-4], 可以对采煤机进行状态监测和故障诊断, 美国 JOY 公司的 JNA 控制系统和德国 Eickhoff 公司的 IPC 控制系统最具代表性。JNA, IPC 控制系统均以工业控制计算机为平台, 能够存储、处理机载传感器采集的数据, 并以人性化方式 (文字、数据、曲线、图形等) 显示采煤机运行信息, 通过监控网络将信息传送给地面工作人员。国内比较先进的监控系统多是基于组态软件的采煤机远程监控平台^[5-6], 能够检测采煤机的大部分参数, 但故障诊断功能较弱, 只能实现对电机、液压系统等的

诊断。虽然具备远程监控功能, 但是存在价格昂贵、图形组态模块组件较少且显示单一、脚本程序复杂且易用性不高^[7]等不足。因此, 本文采用基于 MVC 模式的采煤机控制系统, MVC 开发模式将系统划分为相互独立的单元, 进而有效地降低系统复杂度和维护难度, 使得开发变得简洁方便, 同时减少工作量, 提高经济效益。

1 系统总体设计

采煤机智能化控制系统整体构架如图 1 所示。

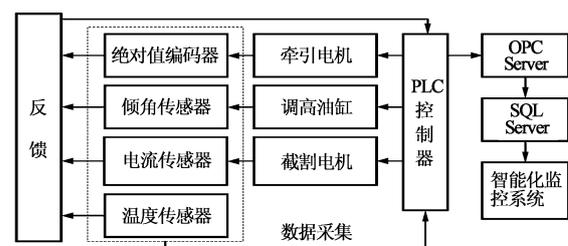


图 1 采煤机智能化控制系统构架

[收稿日期] 2018-04-25

[基金项目] 国家重点研发计划子课题资助项目 (2017YFC0804310)

[作者简介] 郭 卫 (1955-), 男, 陕西西安人, 硕士, 博士生导师, 机械制造及其自动化博士点学科带头人, 研究方向为煤矿机械及其自动化、煤矿机械数字化产品设计、矿山机械设备测试与控制。

[引用格式] 郭 卫, 刘 磊, 郑高祥, 等. 基于 MVC 的采煤机智能化控制系统开发 [J]. 煤矿开采, 2018, 23 (5): 25-28.

[DOI] 10.13532/j.cnki.cn11-3677/td.2018.05.007

整个系统主要由 3 部分组成，即：数据采集、数据通信、数据处理。数据采集主要由各类传感器完成，如：绝对值编码器、温度传感器、倾角传感器、电流传感器等。绝对值编码器负责采集采煤机速度、位置；温度传感器采集采煤机电机温度；倾角传感器采集机身倾角；电流传感器采集电机电流。数据通信部分利用以太网进行通信，传感器的信号通过 A/D 转换模块转换后，利用以太网将数据传到与 PLC 通讯的 OPC Server 上^[8]，OPC Server 与 SQL Server 2012 相连，并将数据上传到地面监测主机上，通过基于 MVC 架构设计的智能化控制系统能够对采煤机状态进行实时监测。数据处理部分是本系统的核心部分，用户通过浏览器页面操作控制层数据，进而对 SQL Server 2012 进行数据交互，SQL Server 2012 与 OPC Server 通讯，从而能够实现采煤机的远程控制。根据专家知识库在软件中设计采煤机自适应调速^[9]、采煤机自适应调高^[10]和主动感知环境智能决策算法，可实现采煤机的智能化控制。

2 系统功能和软件设计

2.1 系统功能

根据智能化开采工作面需求，系统需要实现以下功能^[11]：

数据采集功能 传感器将采集到的信息通过模数转换存入 OPC Server 中，OPC Server 与 SQL Server 相连接，实现数据的交互；用户在客户端进

行操作，Model 从数据库中取得所需要的信息并通过 View 进行相应的显示。

用户界面^[12] 系统提供人性化的界面，便于操作和学习，同时不同等级的用户给予不同的权限，便于管理。

实时监控^[13] 系统将采煤机的运行状态、各项参数以及瓦斯、粉尘等信息显示在监控主界面上，使用户能够远程监测井下生产情况。

报警功能 系统能实时监测采煤机运行的各项参数，在采煤机运行过程中当检测参数超出预设值或者采煤机发生故障时，系统就会将此类信息发送至主监控界面，并且将报警信息进行记录。

数据管理 系统对采煤机实时状态信息进行自动存储，以供用户对采煤机历史数据进行查询，生成监测参数的历史曲线或历史报表，为工作人员提供有价值的信息。

参数设置 具有权限的客户可对采煤机参数进行设置、修改，从而使采煤机在复杂的地质环境下顺利开采。当采煤机需要更换传感器时，对参数的修改能够在一定程度上满足用户需求。

智能控制 系统能根据综采工作面环境参数对采煤机进行调速、停机，根据液压支架故障、移架速度信号和刮板输送机负载信息能够自适应调速，根据综采工作面地理信息系统和采煤机截割部扭矩及电机电流、温度等信息能够自适应调高。智能控制方案如图 2 所示。

2.2 软件设计

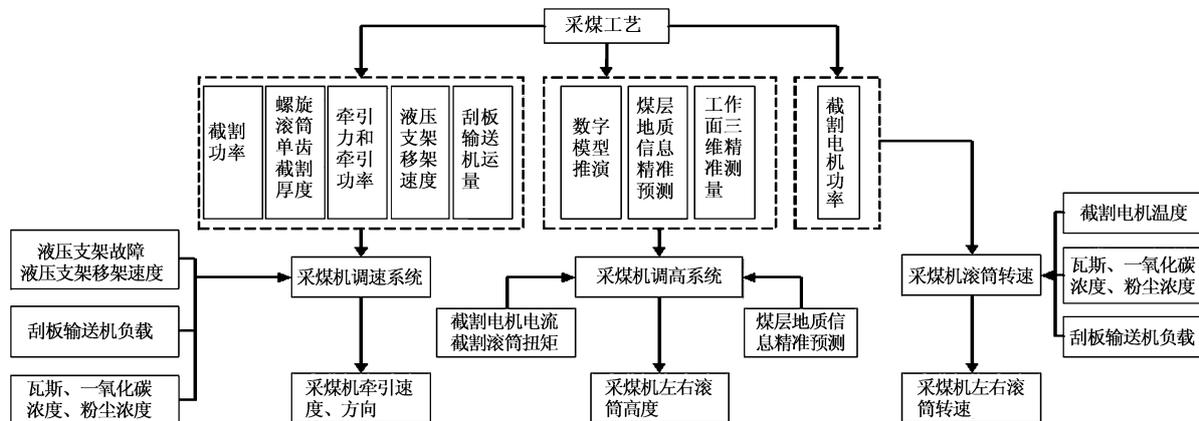


图 2 智能化控制方案

本系统以 Visual Studio 2013 作为开发环境，选用 C# 作为本系统后台编程语言，采用 HTML5，CSS，JavaScript，Query 等作为前开发语言，以 MVC 3 层构架模式进行软件设计，以 SQL Server 2012 作为数据库。

MVC 软件设计模式有 3 个模块，分别为模型

(Model)、视图 (View)、控制器 (Controller)。3 个模块分别处理各自的业务，互不干扰。这样就可把应用程序的显示部分与逻辑处理部分彻底分开，使得业务逻辑接口与数据接口之间的接合减弱^[14-16]，并且能够提升视图层的显示效果，极大地方便了软件工程化管理。

MVC 整体框架如图 3 所示。在 MVC 模式通过封装好的类和系统配置文件来进行组装。

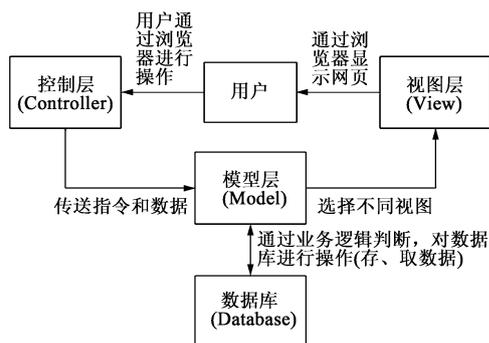


图 3 MVC 整体框架

(1) 视图层 视图层主要负责显示文字、图片、表格、动画等信息，不含业务逻辑和模型信息，它是一个 HTML 文件。HTML 文件有很多页面标签，如文本框、复选框、各种按钮等，这些标签被放在公共的模块中以便页面进行调用。在视图层中，编写人员若不熟悉封装的模型和封装的类，可通过 HTML 代码进行编写，这样可以极大地简化程序的编写过程而不必对已有框架进行学习。

(2) 控制层 控制器是智能化控制系统的核心，其主要功能为：对当前用户进行处理，根据请求传送给相关的业务逻辑以供进行逻辑处理，控制器将处理后的数据返回给视图层以供显示。

(3) 模型层 模型层主要包含业务实体和业务逻辑两个部分，一个模型能够给多个视图提供数据，这样大大减化软件开发工作，提高了模型的利用率。

如图 4 所示为在 MVC 模式下用户查询和新增事件的模型。当用户在浏览器的 Web 界面进行查询或新增请求时，控制层 (Controller) 将请求发送给相应的 Model，Model 层根据指令对数据库进行调取或者更改，并将查询到的数据或已更改数据返回给 Controller，Controller 再将数据发送至 View 层，View 层通过浏览器显示给用户，这样便完成了数据查询和新增操作。

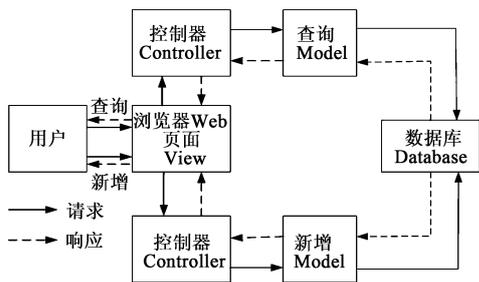


图 4 MVC 查询与新增模型

3 系统调试

系统调试是编写软件过程中非常重要的一步，为了验证本智能化监控系统的可靠性，在实验室环境下对本系统进行测试。试验台主要硬件有西门子 S7-1200 PLC 控制器、ACS510-01-09A4-4 型变频器、绝对编码器 (500 圈)、角度传感器 (12 位)、单相电流传感器 (02A)、温度传感器 (0 ~ 100℃)、倾角传感器 (-60° ~ +60°)、矿用隔爆兼本质安全型电源、CAN 总线和 PC 机 (CPU I7 六代，内存 8G，显卡 4G) 等组成。系统主界面如图 5 所示，操作控制界面如图 6 所示。通过对本系统的测试可以看出该系统能够实现采煤机的实时监控、采煤机远程操作、以及智能化控制等功能。



图 5 采煤机智能化监控系统主界面



图 6 采煤机操作控制界面

采煤机的实时监控功能能够显示采煤机的当前位置、采煤机运行方向及牵引速度、采煤机的摇臂高度、截割速度、各个电机的温度等信息。采煤机的远程操作功能能够实现采煤机的启动、停机，以及调节采煤机牵引方向、截割速度、摇臂高度等功能。采煤机的智能化功能是在外界给予模拟信号的条件实现的，比如：当系统接收到瓦斯浓度过高时，会降低采煤机的截割速度；当系统接收到刮板输送机负载过大信号时，会降低采煤机的截割速度和牵引速度；当系统接收冒顶信号时，会立即停止采煤机，并发出报警信息。

系统还具有历史报表存储、输出功能，操作人员可以根据需要选择相应的时间，导出数据报表。为了方便进行数据分析、备案，系统还具有打印功能，将数据表打印出来保存，为后续的生产提供有效依据。

4 结束语

针对目前采煤机监控系统大多采用组态软件存在智能化程度低的现状，提出基于 MVC 模式的采煤机智能化监控系统。该系统不但能够对采煤机的运行状态进行实时监控、对采煤机进行远程控制，还能够根据采煤机、液压支架、刮板输送机以及煤矿井下环境条件之间的制约关系对采煤机进行智能化控制，有效地解决了采煤机智能化控制的难题，提高了采煤机运行的可靠性和生产效率。基于 MVC 模式开发的采煤机智能化监控系统有助于减轻煤矿工人的劳动强度、降低煤矿的事故率，对实现综采工作面三机协同、智能化、无人化控制具有实际意义。

[参考文献]

[1] 王虹桥. “互联网+”背景下煤炭工业两化深度融合的思考 [J]. 煤炭经济研究, 2015, 35 (10): 6-11.
 [2] 梁 肖, 袁艳斌, 张 帆, 等. 数字矿山应用及其现状研究 [J]. 中国矿业, 2010, 19 (9): 94-97.
 [3] 王金华. 我国煤矿开采机械装备及自动化技术新进展 [J].

煤炭科学技术, 2013, 41 (1): 1-4.
 [4] 龙祖根, 周 岩. 对我国煤机装备发展的思考与展望 [J]. 矿山机械, 2009, 37 (14): 7-1027.
 [5] 葛红兵. 大功率采煤机的应用及技术发展展望 [J]. 煤矿开采, 2010, 15 (1): 4-7.
 [6] 路 潞. “采煤机监控系统”数据可视化技术的研究与实现 [D]. 上海: 复旦大学, 2009.
 [7] 邓玉娇, 董敏明, 王 欣, 等. 基于组态软件的采煤机远程监控系统设计 [J]. 煤矿机械, 2012, 33 (11): 237-239.
 [8] Zhao L T, Qiao Y H, Zhou S M, et al. Detection of the mine environment based on C# and OPC technology [J]. Electronic Design Engineering, 2012.
 [9] 焦鸿毅, 刘丕亮, 崔桂梅. 基于采煤机自适应调速的研究与设计 [J]. 科技展望, 2017, 27 (16): 110-111.
 [10] 丁浩伦, 刘志奇, 郝尚清, 等. 负载敏感技术在采煤机自适应调高上的应用 [J]. 液压气动与密封, 2015, 35 (9): 75-77.
 [11] 梁 远. 基于 MVC 的地下水监测系统的研究 [D]. 淮南: 安徽理工大学, 2017.
 [12] 牛文斌, 王明勇. 电牵引采煤机网络远程监控控制系统 [J]. 科技传播, 2011 (20): 201, 211.
 [13] 张 博, 朱 琳. 电牵引采煤机实时监测与故障诊断系统设计 [J]. 煤炭科学技术, 2010, 38 (4): 90-93.
 [14] 李 园, 陈世平. MVC 设计模式在 ASP.NET 平台中的应用 [J]. 计算机工程与设计, 2009, 30 (13): 3180-3184.
 [15] 乔淑夷. 基于 MVC 模式的 Web 前端框架关键技术研究与应用 [D]. 青岛: 中国海洋大学, 2014.
 [16] 杨盛泉, 刘白林, 王志安, 等. 基于 MVC 模式的耐火材料模数窑分布式控制系统 [J]. 计算机测量与控制, 2010, 18 (6): 1326-1328, 1331. [责任编辑: 施红霞]

(上接 35 页)

宁夏煤业集团有限责任公司所辖羊场湾矿、清水营矿、金凤矿等地进行了推广应用，整机性能可靠，并能确保可靠的制动性能。

适应大采高大倾角煤层的 MG550/1380-WD 型采煤机，通过设置强制润滑泵解决了传动系统在大倾角条件下的强制润滑问题；采用冗余设计开发的高可靠性 YDD800 型液压制动器，解决了采煤机在大倾角条件下的可靠制动问题。该装备在川煤集团华荣能源股份有限公司花山煤矿 4238 工作面进行了工业性试验，煤层厚度 4.18~5.37m，工作面倾角 39°~45°。其在采高超过 5m 时实际应用倾角达到 45°以上，技术水平达到国际先进。该装备在应用于淮北矿务局大俯采大倾角工作面开采时，通过优化螺旋叶片焊接角度、在摇臂上增加弧形挡煤板等技术措施，使装煤效果取得显著提升^[6]。

4 结束语

大倾角工作面开采对采煤机的牵引和制动性

能、润滑系统、装煤效果等都具有特殊要求。对我国适用于大倾角工作面开采的强力牵引系统开发、摇臂轻量化设计、高效润滑系统开发、滚筒装煤规律研究与参数优化等研究工作及成果进行了阐述和总结，可为大倾角采煤机的研究开发提供了参考和借鉴。

[参考文献]

[1] 冀国飞. 大倾角采煤技术的应用研究 [J]. 能源与节能, 2016 (7): 173-174.
 [2] 伍永平, 刘孔智, 负东风, 等. 大倾角煤层安全高效开采技术研究进展 [J]. 煤炭学报, 2014, 39 (8): 1611-1618.
 [3] 负东风, 任奉天, 伍永平, 等. 大倾角综采面采煤机装煤效果分析 [J]. 煤矿开采, 2017, 22 (3): 1-5.
 [4] 卓 军, 王灿华, 王焕明, 等. 大倾角薄煤层综合机械化开采实践 [J]. 煤矿安全, 2017, 48 (6): 152-155.
 [5] 钱立全. MG200/456 系列薄煤层采煤机精品创建 [J]. 煤矿机电, 2017 (1): 43-46.
 [6] 刘昆民. 大俯采大倾角地质条件下采煤机与刮板输送机的改进设计 [J]. 煤矿机械, 2014 (11): 199-201. [责任编辑: 王兴库]