

DOI: 10.3969/j.issn.1674-1951.2020.02.008

# 燃料全过程在线监管与诊疗平台的 研发与功能实现

Development and application of a fuel whole-process online  
monitoring and diagnosis platform

崔修强

CUI Xiuqiang

(华电国际电力股份有限公司技术服务分公司 济南 250014)

(Technology Service Branch of Huadian Power International

Corporation Limited, Jinan 250014, China)

**摘要:**为实现燃料验收各环节全过程在线监管与诊疗,研发了燃料全过程在线监管与诊疗平台。该平台接入火电企业燃料验收全过程实时数据,针对入厂煤验收计量、采样、制样、化验等关键环节研发了专家诊断模型,实现了对燃料验收关键环节的在线监管、远程诊断与三级诊疗功能。燃料全过程在线监管与诊疗平台完善了传统的燃料监管模式,将对结果的监督转变为对全过程的监管,对人员行为的监督提升到对设备运行状态与设备性能的在线诊疗。平台的建设部署形成了一套完整的燃料监管体系,理顺燃料技术监管流程,有助于提升企业燃料整体管理水平。

**关键词:** 诊疗平台; 在线监管; 全过程; 技术监管; 实时数据; 远程诊断; 燃料监管; 智能电厂; 互联网+

**中图分类号:** TK 39      **文献标志码:** B      **文章编号:** 1674-1951(2020)02-0037-05

**Abstract:** In order to realize online monitoring and diagnosis on each step of fuel acceptance check, a whole-process online monitoring and diagnosis platform was developed. The platform accesses the whole-process real-time data from fuel acceptance checks in thermal power enterprises. Based on coal acceptance measurement, sampling, sample preparation, test, and other key steps, a specialized diagnosis model is developed, which realizes online supervision, remote diagnosis and three-level diagnosis for the key steps of fuel acceptance. The fuel whole-process online monitoring and diagnosis platform refines the traditional fuel monitoring mode, and turns results monitoring to whole-process monitoring, and improves manual inspection to online diagnosis and treatment on equipment operation status and performance. The deployment of the platform completes the fuel supervision system, streamlines the technical supervision process for fuel, and improves the overall fuel management level.

**Keywords:** diagnosis platform; online monitoring; whole process; technology supervision; real-time data; remote diagnosis; fuel monitoring; intelligent power plant; Internet +

## 0 引言

随着工业4.0、互联网和工业融合技术的不断发展,各电力企业燃煤全自动采样、制样等设备智能化管理水平不断提高,燃煤智能化验收和智能化管理已经逐步实现<sup>[1-10]</sup>,这给燃料全过程在线监管与诊疗提供了可能。新型智能化设备的投入减轻了人们的劳动强度,随着燃料验收设备智能化建设的

推进,燃料验收人为因素的影响不断减少,但同时也带来了提高设备可靠性、测试结果准确性等新的课题<sup>[11-15]</sup>,这就亟须开展燃料系统在线过程监管与诊疗,发现设备运行的规律,在设备发生异常之前就能通过参数的量变诊断出来,做到“事前”解决,提高设备投运率。避免采制化设备存在系统偏差不能及时发现,而造成巨大影响。

燃料全过程在线监管与诊疗平台(以下简称平台)借鉴分散控制系统(DCS)设计思想,接入燃料验收全过程数据,利用大数据挖掘手段,对过程数据与结果数据的历史、实时变化进行挖掘与诊断分析,实现设备异常预警,做到燃料全过程的在线监管与过程诊疗。

收稿日期:2019-07-09;修回日期:2019-12-31

基金项目:华电国际电力股份有限公司科技项目

(HDPIKJ16-01-05)

# 1 平台总体架构设计

## 1.1 平台技术架构

燃料全过程在线监管与诊疗平台通过企业服务总线(ESB)采集现场计量、采样、制样、化验设备的过程数据、燃管系统关键数据,以及视频监控文件,上传至 Oracle 实时应用集群(Oracle RAC)环境下的数据中心,根据设备诊断模型,通过 Erlang 分布式计算服务实时读取基础数据,发布设备故障诊断结果,并同步至数据库;用户访问 Web 应用时,服务请求通过 Tomcat 集群环境下的 Java 应用服务提供响应服务。系统通过双机热备保证应用、计算、数据库安全运行。燃料全过程在线监督平台软件整体采用 Java 平台开发实现,技术架构如图 1 所示。在服务器端采用双机热备,数据库、计算服务、应用服务部署至 1 台服务器中,并设置 1 台服务器备用。

## 1.2 平台功能架构

燃料全过程在线监管与诊疗平台按照广义 DCS 架构设计,支持设备运行状态的在线监管,同时实现设备诊疗报警。

平台应用架构分为设备层、数据层、支持层、应用层 4 层架构。设备层包括计量设备、采制样设备、化验设备、堆取料机为基础设备。数据层作为数据的存储层,将分散的数据保存在数据库服务器内,完成对燃料系统实时数据、管理数据、分析数据、指标数据归档存储。支持层主要将各类基础功能按照系统开发与应用的要求进行封装,实现计算组态配置。应用层包括燃料管理业务流程、设备控制过程、诊断模型和数据流向等内容,可以修改和调整用户不同的业务需求。系统建立统一的应用平台,实现燃料全过程在线监督、系统管理、系统安全等基础模块统

一规划开发。平台功能架构如图 2 所示。

## 2 平台功能研发

燃料全过程在线监管与诊疗平台以燃料全过程数据为基础,利用“互联网+”“工业与互联网融合”的技术优势,通过数据挖掘、分析、大数据应用等手段,建立起针对燃料全过程的在线“诊断和治疗”平台。平台主要包括参数监管、远程诊断、三级诊疗等主要功能。

### 2.1 参数监管

参数监管功能在线提取和实时监管燃料验收全过程中各环节的参数,并按照参数类别、关键性分成 4 大类,即基础参数、核心参数、指标参数,以及视频监控参数。

#### 2.1.1 基础参数

基础参数监管主要采集燃料全过程验收环节的人、机、料、法、环、测 6 个方面的参数。人:人员授权情况、人员资质及资历信息;机:设备台账信息、检定校准信息;料:原料的供应商和服务的服务商评价情况,以及标准值、有效期、纯度等信息;法:方法采用国标规定的标准方法,或经过论证与国标方法具有相同准确度和精密度的方法;环:环境温度、湿度的实时测量值;测:化验人员测量过程中的各种细节。

#### 2.1.2 核心参数

核心参数直接反映了设备整体的运行状况,是评判设备性能、影响验收质量的关键指标。监管核心参数有助于掌控整个验收过程,提升管理效率。例如,对于采样机来说,采样头采集子样的方法、重量、数目等关键参数可以反映采样设备的性能,关键参数异常对采样代表性影响较大。

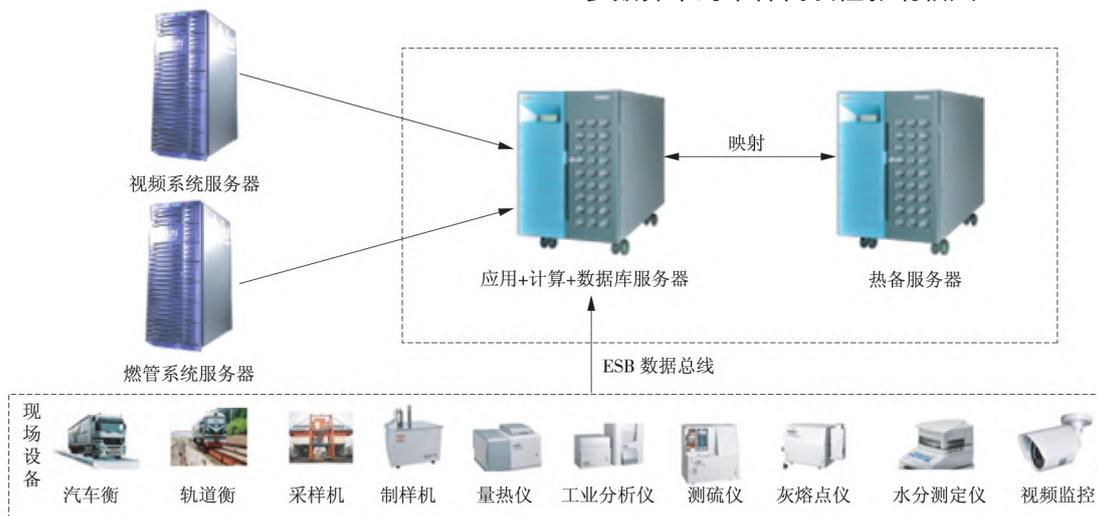


图 1 燃料全过程在线监督平台技术架构

Fig. 1 Technical architecture of the fuel whole-process online monitoring platform

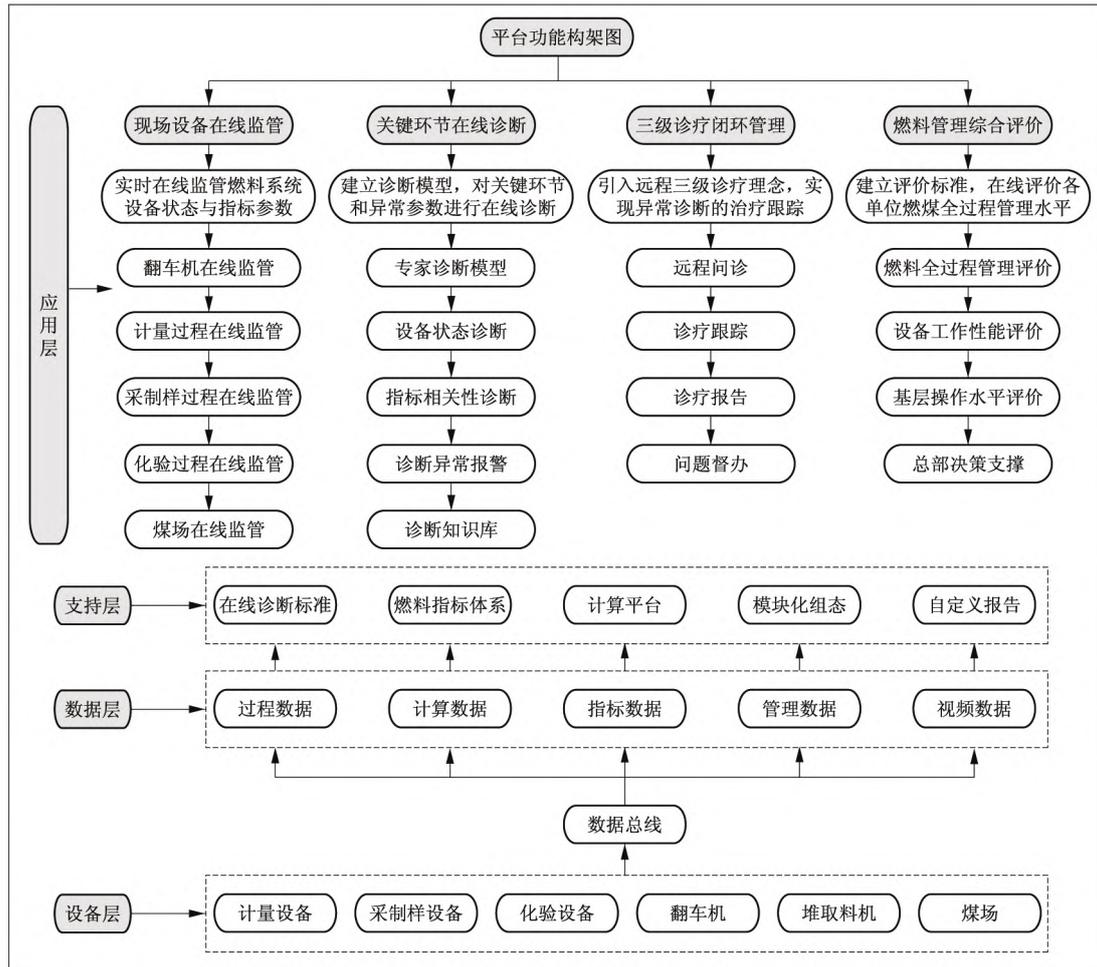


图 2 平台功能架构

Fig. 2 Functional framework of the platform

2.1.3 指标参数

指标参数是利用基础参数和核心参数进行一些复杂的数理统计和回归分析获得的参数,通过指标参数发现参数内在的关联性,为燃料验收提供预测模型和变化趋势,具有宏观性和预见性,可以从整体上进行评判,是燃料全过程综合的、深层次的分析参数。

2.1.4 视频监控参数

视频监控集成入厂采制化现场、入炉煤采制现场、磅房现场的监控画面,建立燃料在线监督视频监控系统,监控位置包括车辆进厂、入厂采样机、称重、回皮、磅房内部、车辆出厂、入炉皮带秤和采样机等各个位置,实现燃料入厂验收全程无死角全天候监控,系统实时了解各个位置的视频监控信息,同时对现场存在异常的区域,提供视频联动播放,有效实现异常事件的联查工作。

2.2 远程诊断

远程诊断依据现场采集的数据,利用诊断模型对验收全过程中的异常情况进行分析诊断,实现对现场设备异常、参数异常、人员异常等异常信息的报

警与诊断。

2.2.1 燃料验收计量远程诊断

计量远程诊断功能通过对轨道衡、汽车衡的过程数据以及称重数据等信息对计量设备可靠性、称重结果的准确性进行甄别与判断并实现设备异常以及称重偏差的预警与报警。结合入厂车辆体积扫描装置得到的入厂煤单车体积,可以计算出入厂煤单车密度,对煤质异常进行判断。通过对称量数据、设备过程参数、密度指标、工作记录等进行对比分析,实现对异常行为的报警,并通过视频技术实现计量的全方位管理。

2.2.2 燃料验收采制样远程诊断

采制样远程诊断是对全自动制样机在样品流过程中的各个设备的基础信息、过程参数等建立诊断模型,通过对样品各级重量信息、缩分比信息,以及设备动作指令信息进行分析判断,甄别制样过程设备健康状态以及各个指标准确性。

通过采制样远程诊断功能实时查看全自动制样系统各部件的运行状态、异常情况及样品重量,及时发现设备故障和性能异常,并利用诊断模型对设备

故障和性能异常原因进行分析 给出故障原因。

### 2.2.3 燃料验收化验远程诊断

化验远程诊断功能实现在线监督诊断化验关键环节、化验设备关键运行参数、主要环境指标控制情况、仪器按时标定和检定情况、煤样抽检情况、人员和设备管理情况、样品保管情况、标准物资管理情况、测定结果的精密度及标准物质测定准确度等,更好地对化验工作进行追溯,保证化验工作定期按时开展,较好地进行了化验工作质量监控,及时发现人员操作、设备不稳定造成的偏差,减少人工出错几率,确保化验测定结果准确。

### 2.2.4 燃料全过程关联性诊断

平台利用历史数据建立经验公式,对测定数据是否在合理范围内进行判定,利用同一矿点全硫、挥发分指标具有稳定性的特点,可对全硫、挥发分是否符合该矿点煤质特性进行判定,具有统计煤样抽检百分率及合格率、标准物质测定准确率、煤样的重复性差值等关联性诊断功能。

## 2.3 三级诊疗

燃料全过程在线监管与诊疗平台对远程诊断出现的设备异常,由各种原因造成的计量、采制化参数异常,具备“在线医嘱”“远程问诊”“现场诊疗”三级诊疗流程,实现异常诊断与处理的诊疗跟踪功能。

一级诊疗是“在线医嘱”,针对计量、采制化等环节出现的比较直观、容易处理的问题进行平台在线反馈,平台对异常情况提出现场解决方案和措施,对“诊疗效果”进行评估,恢复正常后警示信息解除。二级诊疗是“远程问诊”,对平台出现的异常,生成“诊疗单”,及时对设备或操作方法进行改进,并在平台相关模块反馈“诊疗”效果,平台能根据反馈情况,优化已有的专家诊断模型,并对“诊疗”方案进行评估,消除异常情况。三级诊疗是“现场诊疗”,针对偏差较大的情况,在平台进行分析记录,形成详细的“飞检”报告,建立飞检案例库,并不断优化完善专家诊断模型。

平台通过异常情况的发现、整改、反馈、跟踪等功能,实现燃料全过程闭环管控,针对不同等级的异常情况建立等级制的闭环管控手段,利用信息化手段实现任务下达与督办,实时发布诊断治疗任务、显示诊断治疗结果,细化燃料全过程管理工作。

## 3 平台功能实现

### 3.1 平台诊断功能实现

燃料全过程在线监管与诊疗平台将建立的专家模型配置到诊断规则库中,根据诊断业务需求,自定义平台诊断模型配置,将燃料验收关键设备异常、人为操作异常通过数据采集、指标配置、计算服务实现

实时诊断。

### 3.2 专家指导功能实现

专家指导功能包括专家诊断模型功能、专家诊断建议功能,以及专家规则库管理功能。

专家诊断模型按照现场验收流程分为计量诊断模型、采样诊断模型、制样诊断模型和化验诊断模型。模型以采样的计量、采制化设备的现场参数为基础,以故障特征为输入,根据系统参数变化与诊断知识库规则,进行数据挖掘与推理后输出故障诊断结果。诊断结果包括故障相关类型、故障原因、故障现象、故障描述、故障代码等信息。

专家诊断建议功能的实现依据设备及人员操作诊断分析模型,判断异常发生的条件,实时根据专家库提供建议的解决方式。

专家规则库管理功能是指在平台中配置诊断对象的结构和关系的因果模型,进行设备诊断流程的建立以及故障原因分析。专家规则库针对设备健康与人为操作中的各种异常建立异常规则,包括异常类型、异常原因、异常现象、异常描述等规则信息。

### 3.3 诊疗功能实现

燃料全过程在线监管与诊疗平台诊断设备异常后,通过创建“诊疗单”的形式进行督办。平台将“诊疗单”下发到责任部门与责任人,待整改完毕后进行信息反馈并对整改进行评价。“诊疗单”可由平台监管人员人工创建,也可结合远程诊断结果自动创建。

责任单位承接诊疗任务后,在任务措施完成后向任务下发人员进行反馈。主要包括诊疗任务内容查看、任务办结、过程跟踪查看和任务延时申请功能。

平台根据诊疗任务所提的要求检查承办负责人提交的回复结果,并实现评价功能。同时实现诊疗任务交流、诊疗任务查询等功能。

## 4 结束语

燃料全过程在线监管与诊疗平台完善了原有的传统燃料监管模式,将对结果的监督转变为对全过程的监管,对人员行为的监督提升到对设备运行状态与设备性能的在线诊疗,平台的建设部署形成了一套完整的燃料监管体系,理顺燃料技术监管流程,有助于提升企业燃料整体管理水平。

### 参考文献:

- [1] 崔修强, 乔龙. 火电企业燃料全过程技术诊断新模式的构建与应用[J]. 华电技术, 2018, 40(3): 33-35.  
CUI Xiuqiang, QIAO Long. Construction and application of a new model for the whole process of fuel in thermal power enterprise [J]. Huadian Technology, 2018, 40(3): 33-35.

[2]应波涛,高飞,臧剑南.火电厂燃料智能管理系统设计方案研究[J].发电设备,2018,32(06):454-457.  
YING Botao,GAO Fei,ZANG Jiannan. Study of design scheme for the fuel intelligent management system in thermal power plants [J]. Power Equipment,2018,32(6):454-457.

[3]苏永健,郑广庆,马琳,等.燃煤发电企业燃料全过程智能化建设[J].煤质技术,2018(3):39-43.  
SU Yongjian,ZHENG Guangqing,MA Lin,et al. Intelligent management construction study on fuel coal power generation enterprises in fuel whole process [J]. Coal Quality Technology,2018(3):39-43.

[4]王志坤,王杰,王爱明.火电厂燃煤全自动制样机性能试验方案研究[J].华电技术,2019,41(3):43-45,48.  
WANG Zhikun,WANG Jie,WANG Aiming. Study on performance test on automatic sampling machine in thermal power plant [J]. Huadian Technology,2019,41(3):43-45,48.

[5]杨新荣.燃料智能化管理系统建设及其成效初探[J].煤质技术,2019,34(1):40-42.  
YANG Xinrong. System establishment and effect discussion of fuel intelligent management [J]. Coal Quality Technology,2019,34(1):40-42.

[6]马小云.火电厂的燃料采制化管理及其优化[J].安徽电力,2017,34(4):48-51.  
MA Xiaoyun. Management and optimization of fuel sampling,preparation and test in thermal power plant [J]. Anhui Electric Power,2017,34(4):48-51.

[7]赵欣欣.浅谈电厂燃料的采制化管理[J].化工管理,2017(18):90.

[8]魏加栋,崔修强.机器人燃煤制样系统的设计与应用[J].华电技术,2018,40(8):14-17.  
WEI Jiadong,CUI Xiuliang. Design and application of robotic coal sampling system [J]. Huadian Technology,2018,40(8):14-17.

[9]李号彩.数字燃料两化融合管控体系研究与工程化应用

(上接第 36 页)

[13]杨斌.起重物联网监管及预警系统研究[D].南京:南京理工大学,2013.

[14]韩玉习.基于无线通信技术的在役起重机远程实时监控管理系统[D].太原:太原科技大学,2011.

[15]邹伟民,王琮,孟雨亭.浅析基于 5G 的物联网应用[J].通讯世界,2019,26(7):189-190.  
ZOU Weimin,WANG Zong,MENG Yuting. Brief analysis of 5G-based Internet of things application [J]. Telecom World,2019,26(7):189-190.

[16]王家旭,王文成,王浩年.浅析基于 5G 技术的物联网应用[J].中国新通信,2019,21(16):117-118.  
WANG Jiayu,WANG Wencheng,WANG Haonian. Appli-

[J]. 湖南电力,2017,37(S2):139-142.  
LI Haocai. Digital fuel two fusion control system research and engineering application [J]. Hunan Electric Power,2017,37(S2):139-142.

[10]黄立新.燃料智能化管控系统在火电厂的应用前景[J].华电技术,2016,38(9):56-58.  
HUANG Lixin. Application prospect of fuel intelligent control system in thermal power plant [J]. Huadian Technology,2016,38(9):56-58.

[11]孙永.火车入厂煤采制样装置机械结构优化设计[J].华电技术,2015,37(12):10-14.  
SUN Yong. Optimal design for coal sampling device through train handling [J]. Huadian Technology,2015,37(12):10-14.

[12]王彩霞.浅谈燃料采制化对电厂热值差的影响[J].山东工业技术,2014(22):68-69.

[13]胡斌.燃料智能采制化系统方案探讨与实施[J].煤质技术,2018(4):34-40.  
HU Bin. Discussion and implementation of fuel intelligent coal sampling and sample preparation system plan [J]. Coal Quality Technology,2018(4):34-40.

[14]张雄.新形势下煤炭企业采制化管理问题研究[J].煤质技术,2017(1):17-19.  
ZHANG Xiong. Management studies of sampling and sample preparation of coal enterprises under the new situation [J]. Coal Quality Technology,2017(1):17-19.

[15]吴锁贞.电厂入厂煤与入炉煤热值差问题的研究[J].煤质技术,2010(6):22-25.  
WU Suozhen. Study on the caloric value differences between coal as received and coal feeding to furnace in power plant [J]. Coal Quality Technology,2010(6):22-25.

( 本文责编:张帆)

作者简介:

崔修强(1972—)男,山东滕州人,工程硕士,高级工程师,从事火电厂节能、燃料技术管理及智能化技术研究方面的工作(E-mail:911219671@qq.com)。

cation of Internet of things based on 5G Technology [J]. China New Telecommunications,2019,21(16):117-118.

[17]胡美玲,赵雪瑞,赵耀丽.基于以太网的水电站卷扬式启闭机控制系统的设计[J].华电技术,2019,41(6):13-16.  
HU Meiling,ZHAO Xuerui,ZHAO Yaoli. Design of winch hoist control systems for hydropower stations based on Ethernet [J]. Huadian Technology,2019,41(6):13-16.

( 本文责编:刘芳)

作者简介:

孟鹏飞(1987—)男,河南漯河人,工程师,从事水电站启闭机和清污机等机械设备电气控制系统的设计(E-mail:mengpf@chec.com.cn)。