

智慧电厂一体化大数据平台关键技术及应用分析

张帆

(湖北西塞山发电有限公司,湖北 黄石 435000)

摘 要:智慧电厂建设是电力行业信息化的发展方向,建立一体化大数据平台对电厂产生的各类数据进行处理是建设智慧电厂的一个关键步骤。根据电力行业特征,分析数据来源和数据结构,设计了专用数据平台架构来处理数据并进行深度挖掘计算,给出精确的决策支持信息。最后,在某燃煤电厂实际运行该平台,表明该平台能处理好电厂大数据并正确得出所需信息。

关键词:燃煤电厂;智慧电厂;大数据;数据清洗;智能预警

中图分类号:TP 311.13 **文献标志码:**A **文章编号:**1674 - 1951(2017)02 - 0001 - 03

0 引言

随着上网电价全面下调、电力体制改革工作强力推进、燃煤电厂超低排放和节能改造等政策的落地实施,通过智慧电厂的建设,在保证安全生产的前提下,如何通过精细化的生产管理降低运行和检修成本、实现资产全生命周期管理,是很多发电企业亟待解决的问题。

智慧电厂的关键是“智慧”,体现在电厂各系统、设备的自我管理、自学习和自诊断能力方面,其核心是数据。近年来,集散控制系统(DCS)、厂级信息监控系统(SIS)、管理信息系统(MIS)等数字化技术在电力行业广泛应用,使得数据资源成为火电机组生产过程中越来越重要的要素。爆炸式增长的数据量对多源、异构、高维、分布、非确定性的数据及流数据的采集、存储、处理及知识提取提出了挑战,已经成为智慧电厂建设与发展中的必经之路和重要体现方式^[1]。如何利用获取到的电站运行维护(以下简称运维)信息对电站设备的状态进行监测,并及时准确地发现可能发生故障的设备,已成为当前智慧电厂发展的重点。电站设备运维信息数据量巨大,利用普通的方法难以满足及时性的要求,因此,必须采用更加高效和可靠的方法。

本文对智慧电厂一体化大数据平台的数据来源、平台架构以及功能进行介绍,对其关键技术进行研究,并结合应用案例进行分析。

1 一体化大数据平台

1.1 智慧电厂大数据来源分析

随着电厂信息化程度的提高、系统和设备传感

器数量的增加、管理模式的不断创新,电厂在进行生产时产生了海量生产数据及运营管理数据^[2]。

(1)生产数据。生产数据是智慧电厂大数据的重要组成部分,数据价值较高,主要包括系统及设备运行的参数、生产的产出和消耗数据、设备故障信息、缺陷处理信息、各种生产日志及报告等重要的生产一线数据,可从中提取关键信息指导设备维护、系统优化运行。

(2)运营管理数据。电厂经营需要多方面大量信息的支撑,运营管理数据往往是跨专业、多维度数据。对此类数据进行加工处理,并将有效信息用适当的方式呈现出来,可辅助电厂经营者做出最优管理及运营决策。

从数据结构上,智慧电厂大数据还可分为结构化数据和非结构化数据^[3]。结构化数据包括发电机、汽轮机、锅炉等设备传感器产生的实时数据和故障类别、生产日志、设备信息等非实时数据。非结构化数据包括实时的音频文件、视频文件、图像文件和一些技术资料、图片文件等。

1.2 一体化大数据平台的架构

智慧电厂数据来源复杂,数据量大,为满足数据处理要求并深入挖掘出数据信息,设计了如图 1 所示的一体化大数据平台架构。

在该平台中,电厂原始数据经过预处理、质量监控、数据清洗后进入数据库,后续的操作以数据库中的数据为基础,预警系统根据设定好的模型对数据进行监控,数据挖掘系统对数据库中的数据进行深度挖掘分析,用户也可通过综合技术平台进行查看、指定统计等操作。

系统采用分层架构的优势将更利于系统的业务扩展和分布式架构,可快速基于系统之上进行业务需求的持续集成及二次开发,以最小的代价部署上

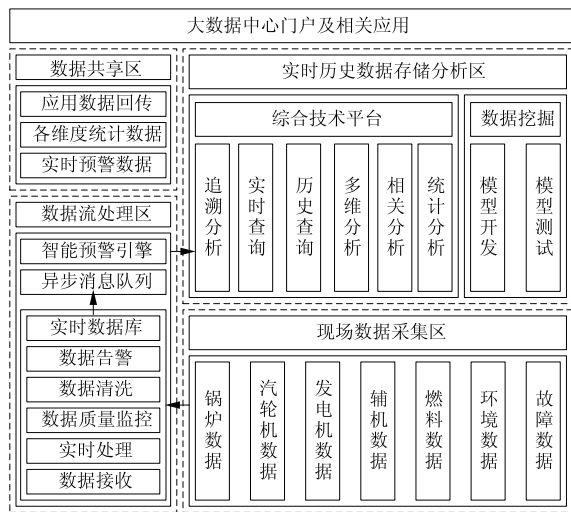


图1 智慧电厂一体化大数据平台架构

线新的业务模块和功能,快速适应需求变化、提高功能、业务的复用度^[4],进一步提高开发效率、缩短开发周期、减少运维成本。

(1)数据采集层。负责对现场数据进行采集,支持从实时数据库、关系数据库或接口机上进行数据采集,如从接口机上进行数据采集支持 101, 104, OPC 等规约。

(2)数据传输、处理层。负责数据从采集接口到数据库的数据传输、写入前的数据甄别及数据写入数据库。数据甄别是采用多重数据计算模型,对数据缺失、数据错误等情况进行验证,对采集有误的数据进行实时提示告警,并视情况进行数据的替换、剔除等处理,保持数据的准确性。

(3)数据存储层。数据存储层是此系统的数据存储和管理中心,对系统采集、计算、配置等所有数据进行集中存储,实现统一存储、统一管理、统一接口;数据中心主要由数据存储中心及数据容灾中心组成,之间采用实时备份策略。

(4)业务处理层。此层是依据各模块的业务处理规则、以数据存储层为基础,对各模块的业务数据进行处理,对处理的结果数据写入数据存储中心,包括综合分析、数据挖掘等。

1.3 一体化大数据平台的功能分析

一体化大数据平台建立了发现问题、分析问题、解决问题,以及问题管理的机制^[5]。通过实时监控报警、预警发现问题,通过诊断分析查找问题原因,通过问题指导、优化指导解决问题,通过案例库、知识库对问题进行管理。智慧电厂一体化大数据平台业务流程如图2所示,平台业务数据流程如图3所示。

(1)基础数据。包括机组实时数据、设计数据、试验数据、运行数据、工作任务、文档信息以及从其

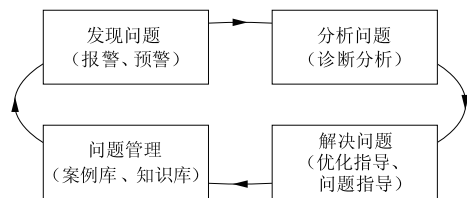


图2 智慧电厂一体化大数据平台业务流程

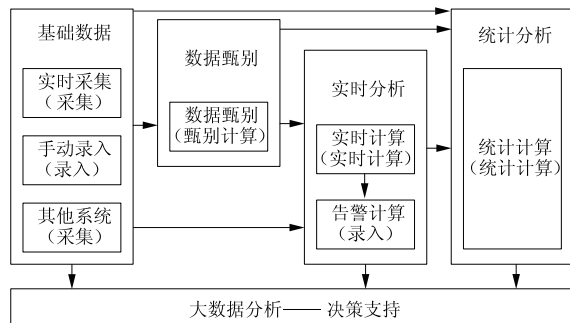


图3 智慧电厂一体化大数据平台业务数据流程

他系统获取的数据。

(2)数据甄别。对采集的数据进行准确性甄别,以判别数据质量的好坏并提供报警。

(3)实时分析。根据业务功能的要求,通过相应的服务程序实现数据的实时分析,典型的是实时计算和实时告警计算。

(4)统计分析。由于系统功能需要,基于基础数据、数据甄别结果、数据实时分析结果,按照相应的业务规则进行统计分析。

(5)大数据分析——决策支持。通过大数据分析平台,用合适的挖掘算法对基础数据、甄别结果、实时分析结果、统计分析结果进行深入的挖掘计算,以获取供决策支持的知识^[6],同时将信息以丰富的可视化工具展现出来,成为可读、已读的决策支持信息。

2 关键技术分析

2.1 多源异构数据处理、存储的实现

在智慧电厂的架构下,用以提取有效信息的数据量远超出了传统数据管理系统的能力;同时,由于数据具有不同的格式和不同来源,还存在数据多样性和复杂度问题^[7],本文给出的数据平台可满足如下要求。

(1)能够高效地利用大量实时和历史过程数据,这是优化决策支持的关键要求;可以帮助企业连接和采集不同系统和设备的数据,发掘数据中隐含的信息。

(2)采用时间序列友好的数据结构,使其性能大大优于传统的关系或关键值数据结构;可在大数据集和相关时间段内高效地进行查询^[8],为真正

的实时数据提供速度大幅加快的读写性能和微秒级分辨率;能够采集过程级的信息值,持续推动改良。

(3)能够与过程数据源连接,直接获取数据——合并整个企业的数据并进行压缩,实现高效存储,极大地减少了精确再生时间序列信号所需的数据量。

2.2 时间序列数据中噪声点和缺失点修正模型的建立

平台应采用时间序列模型识别各状态量的时间序列,检测出数据的异常模式,判断异常数据是能提取设备故障信息的“有用数据”,还是可被清洗的“无用数据”^[9]。当异常数据是由设备异常状态产生时,用时间序列干预模型进行拟合以提取有效故障信息。在数据清洗时,根据序列中异常值的种类选择不同的修正公式,从而达到修正噪声点数据和填补缺失值的目的^[10]。相比于传统的删除噪声点,该方法清洗出的数据是不带有噪声点和缺失值的数据^[11-13],从而避免了时间序列中有用信息的丢失,更能有效地反映原始时间序列的动态变化。

2.3 基于大数据的智能预警技术

对于电厂安全和经济运行的高标准要求,一体化大数据平台需要能够模拟人工智能,全面自动地监视电厂各个系统、子系统、主机、辅机等,实现更加广泛的智能预警技术。与传统数据分析技术相比,智能预警技术能够在渐变性故障发生之前,劣化趋势达到一定标准时及时报警,并提供该异常的具体变化趋势以及相关异常参数情况,供故障预警与分析。该技术不仅能监视转动设备,还要能对系统、子系统以及参数、设备组等建立智能监视模型,能在各种运行工况下持续监视所有设备和生产流程,可用于监视负荷变化工况和机组启动/停机工况,并能在到达临界点之前发现那些蠕变的缺陷。本项目拟采用当今最先进的人工智能技术,实现以上对全厂设备及系统的全工况智能早期预警和初步诊断的自动化状态监视和诊断。

通过对电站中锅炉、汽轮机、发电机、给水泵、凝结水泵、循环水泵等主要辅机,以及真空系统、余热锅炉系统重要设备等为对象进行建模,实现对该系统和设备的全时监控,提前对影响机组、系统、设备安全运行的异常征兆进行预警和故障诊断。提供异常参数范围和异常参数偏差趋势及发生时刻,为运行、生产专业人员提供安全早期报警,尽量防止机组及系统非停发生。另外,在故障发生后,可以查看模型分析结果,帮助准确定位故障源头和发现故障发生过程。成功挖掘出大量过程参数数据里隐含的对提高机组安全稳定运行有价值的信息,提高电厂安全运行水平。提高电厂专业人员运行分析、故障分

析、生产管理决策水平,从而提高机组可靠性,增加电厂效益。

3 应用案例

在华电集团某燃煤电厂实际测试该平台,该平台能保证数据采集、处理、储存、分析速度满足使用要求,挖掘出正确结果,并具备高可靠性和安全性。

3.1 智能预警实例

平台通过对测点数据历史运行区间、DCS 报警值进行分析,建立了设备重要参数监测模型,24 h 连续对测点数据进行监测,数据异常时自动产生报警。某智能报警消息示例见表 1。

表 1 智能预警消息

时间	事件
2016-12-30 T 16:53	#3 机组磨煤机 C 磨碗上下差压异常
2016-12-30 T 16:44	#3 机组烟囡入口烟尘浓度异常

在某条报警产生后,可使用趋势图工具分析该点最近的走势变化,也可查看一段时间内该点的详情,里面统计了报警总时长、总次数,每一次报警的开始结束时间和极值。

通过查看以上信息,可对该测点的运行状况有一个清晰的认识,还可以对比相同类型的参数,比较预警情况,现场检查时优先检查运行状况较差的设备。

3.2 小指标智能管理

指标管理体系是电厂管理体系中重要的组成部分,人工统计指标往往需要耗费大量的精力,而且存在出错的可能,该平台可实现指标智能管理,自动统计结果并分析指标超标情况。小指标异常分析示例见表 2。

表 2 小指标异常分析(2016-12-24)

序号	开始时间	结束时间	持续时间/min	最小值/℃
1	00:00	01:33	93	582.61
2	01:36	01:44	8	588.92
3	05:55	06:46	51	572.59
4	13:21	13:26	5	588.43
5	14:35	14:51	16	588.68
6	23:07	23:32	25	580.09
合计			198	

注:统计时间,2016-12-24 T 00:00:00—23:59:00;条件,正常运行时;指标,主蒸汽温度;异常次数,6。

4 结论

本文介绍的智慧电厂一体化大数据平台的架构,能够适应电力行业数据特点,具备高安全性和可靠性,该平台以电站的海量数据为基(下转第 7 页)

文描述的架构上开发出完美的系统还需要关注以下问题:合理地规划系统,降低模块间的耦合性;理解对象的生命周期,合理释放 Bundle 资源,防止内存泄漏;避免插件启动顺序依赖,为后期维护埋下伏笔。

参考文献:

[1]孙一民,裘愉涛,杨庆伟,等. 智能变电站设计配置一体化技术及方案[J]. 电力系统自动化,2013,37(14):70-74.

[2]笃峻,叶翔,王长瑞,等. 智能变电站设计配置一体化功能规范研究及工具开发[J]. 电力系统自动化,2014,38(20):85-89.

[3]周恒俊,曹培,张金江,等. 面向高级量测体系的分布式对等互联 OSGi 平台[J]. 电力系统自动化,2011,35(11):71-76.

[4]王丽华,王治民,任雁铭,等. 插件化 IEC61850 通信模块设计与实现[J]. 电力系统自动化,2012,36(5):82-85.

[5]赵燕茹,杨臻,张延,等. 智能变电站远动与保信子站信息远传功能集成方案[J]. 电力建设,2013,34(12):48-52.

[6]悦怡. 基于 OSGi 的面向服务插件框架研究与应用[D]. 镇江:江苏大学,2008.

[7]相东飞. 基于 OSGi 插件化的应用框架[J]. 科技信息(学术版),2007(12):176,179.

[8]WU C L, LIAO C F, FU L C. Service-oriented smart-home

(上接第 3 页)础,通过数据挖掘和智能分析,给出有效信息,协助电厂进行设备维护、运行优化、经营管理。该平台能满足智慧电厂建设需要,为电厂加深信息化和智能化提供保障,对智慧电厂一体化大数据平台的不断优化和改进将成为电站提高效率的重要研究方向。

参考文献:

[1]李国杰,程学旗. 大数据研究:未来科技及经济社会发展的重大战略领域——大数据的研究现状与科学思考[J]. 中国科学院院刊,2012,27(6):647-656.

[2]丁杰,徐建,王春毅,等. 迎战大数据[J]. 电力信息与通信技术,2013,11(2):5-10.

[3]IBM. What is big data? [EB/OL]. (2012-10-02) [2017-01-10]. <http://www.01.ibm.com/software/data/bigdata>.

[4]MAYER-SCHONBERGER V, CUKIER K. Big data: a revolution that will transform how we live work and think[M]. New York: Eamon Dolan / Houghton Mifflin Harcourt, 2013.

[5]亓开元,赵卓峰,房俊,等. 针对高速数据流的大规模数据实时处理方法[J]. 计算机学报,2012,35(3):477-490.

architecture based on OSGi and mobile-agent technology [J]. IEEE transactions on systems, man and cybernetics, part c (applications and reviews), 2007, 37(2): 193-205.

[9] GREGERSEN A R, JORGENSEN B N. Extending eclipse RCP with dynamic update of active plug-ins[J]. The journal of object technology, 2007, 6(6): 67.

[10] MCAFFERJ, VANDERLEI P, ARCHER S. OSGi and equinox: creating highly modular Java systems[M]. Addison-wesley professional, 2010.

(本文责编:刘炳锋)

作者简介:

张晓瑞(1988—),男,山东滨州人,工程师,工学硕士,从事智能变电站配置与运维系统研发方面的工作(E-mail: xiaorui-zhang@sac-china.com)。

蒋衍君(1975—),男,黑龙江尚志人,高级工程师,工学硕士,从事电力监控及调度自动化方面的工作(E-mail: yan-jun-jiang@sac-china.com)。

闵彦荣(1985—),男,江苏南京人,工程师,从事智能变电站配置与运维系统研发方面的工作(E-mail: minyanrong@163.com)。

付豪(1986—),男,河南商丘人,工程师,工学硕士,从事智能变电站配置与运维系统开发方面的工作(E-mail: hao-fu@sac-china.com)。

董怀普(1988—),男,河南商丘人,工程师,工学硕士,从事智能变电站配置与运维系统开发方面的工作(E-mail: huaipu-dong@sac-china.com)。

[6]孟小峰,慈祥. 大数据管理:概念、技术与挑战[J]. 计算机研究与发展,2013,50(1):146-169.

[7]陈星莺,张晓花,瞿峰,等. 数据挖掘在电力系统中的应用综述[J]. 电力科学与技术学报,2007,22(3):51-56.

[8]李勋,龚庆武,杨群瑛,等. 基于数据挖掘技术的保护设备故障信息管理与分析系统[J]. 电力自动化设备,2011,31(9):88-91.

[9]张海波,易文飞. 基于异步迭代模式的电力系统分布式状态估计方法[J]. 电力系统自动化,2014,38(9):125-131.

[10]张斌,张东来. 电力系统稳态数据参数化压缩算法[J]. 中国电机工程学报,2011,31(1):72-79.

[11]宋亚奇,周国亮,朱永利. 智能电网大数据处理技术现状与挑战[J]. 电网技术,2013,37(4):927-935.

[12]杨新民,高海东,陈丰,等. 数字化电厂概念的解析及探讨[J]. 热力发电,2015,44(5):98-101.

[13]郭鹏,朱赫,凌荣华,等. 全寿期数字化电厂建设现状及其解决方案[J]. 节能技术,2016,34(1):73-76,86.

(本文责编:白银雷)

作者简介:

张帆(1972—),男,湖北蕲春人,工程师,工学硕士,从事电厂信息管理、生产管理等方面的工作(E-mail: zhang.f@hxpqc.com)。