

智慧电厂中的设备巡检系统设计与实现

王 鹏

国家能源集团山西神头第二发电厂有限公司 山西朔州 036011

摘 要: 电力是社会发展和经济建设不可或缺的基本能源。在智能化的大环境下, 火力发电厂的设备自动化程度是决定火力发电厂安全生产的关键因素。利用智能巡检系统来对电厂设备进行故障排查, 这不但能够有效地减轻人工巡检的工作量, 还能够提升巡检效率, 降低电厂运行设备的故障率, 将经济损失降到最低。本文以“智慧电厂”为背景, 对火力发电厂的设备进行了智能化监测。

关键词: 设备巡检系统, 构架设计, 数据库设计

Design and implementation of equipment inspection system in smart power plant

Wang Peng

National Energy Group Shanxi Shentou Second Power Plant Co., LTD; Shuozhou Shanxi 036011

Abstract: Electricity is an indispensable basic energy source for social development and economic construction. In the intelligent environment, the degree of equipment automation in thermal power plants is the key factor to determine the safe production of thermal power plants. The use of intelligent inspection system to troubleshoot power plant equipment can not only effectively reduce the workload of manual inspection, but also improve the inspection efficiency, reduce the failure rate of power plant operating equipment, and minimize economic losses. This paper takes "smart power plant" as the background, carries on the intelligent monitoring to the equipment of thermal power plant.

Key words: equipment inspection system, architecture design, database design.

引言

在“中国制造 2025”的国家战略和“两化融合”的大背景下, 我国火力发电行业的智能化建设显得尤为重要。智慧电厂(Smart Power Plant)是一种新型概念, 它将互联网、人工智能、大数据分析等技术相结合, 采集并挖掘电厂设备运行数据, 从而实现电厂的智能化生产运营。电厂设备主要包括了发电机、燃煤机、磨煤机、汽轮机、锅炉设备和水泵设备等。这些设备的运行环境十分复杂, 设备之间存在着较强的关联耦合性, 因此需要对设备的运行状态和异常情况进行实时关注。

火力发电厂的设备巡视, 就是掌握设备的运行情况, 及时发现安全隐患, 做好维修工作。传统电厂以数字化和信息化建设为基础, 将云平台、大数据、物联网、互联网、VR、AI、移动应用、超融合等先进技术手段与电厂的生产、运行有机融合, 构建覆盖全层级、全业务、全过程的智慧管控平台, 从而精确感知、采集和挖掘电厂设备生产运行数据、优化生产过程、减少人工干预, 构建绿色的智慧电厂生态体系, 使电厂处于安全级别高、经济效益好、适应性能强的良好运行状态, 构建现代化智慧电厂。

现代化智慧电厂能够通过对应应用场景进行细分, 科学地助力生物质能、垃圾、水力、太阳能、风力、储能店长等新能源发电的建设与利用, 以更加清洁、安全的能源结构来支撑国家经济社会发展[1]。目前, 大部分现代化智能电厂所使用的电厂设备巡检体系, 都存在着明显的不足之处。临时性维修、维修不足或盲目维修, 往往会耗费大量的人力、物力、财力。而且, 巡检效果耗资巨大, 但效果却不佳, 很难保证电厂设备的安全运行[2]。与此同时, 在节能减排和经济性表现的提升上, 也是差强人意。

伴随传感技术、微电子、计算机软硬件和数字信号处理技术、人工神经网络、模糊集理论等综合智能系统在智能巡检过程中的运用, 电站设备智能巡检系统的设计与实现已经成为了电力系统中一个重要的研究领域, 现代化的智慧电厂需要用智能控制系统来实现设备巡检。

1 研究背景

智能电力系统中的设备巡视。“十四五”时期, 电力工业对火力发电厂向智能化转型提出了新的要求, 要求火力发电厂在保证生产安全的同时, 提高生产运行效率, 降低碳排放, 因此, 火力发电厂的智能化改造显得尤为迫切。在很长一段时间里, 电厂的安全监控工作都比较困难, 操作过程中没有控制, 生产环境中没有感知。与此同时, 运行效率也比较低, 需要进行定时检修, 非计划停机和过检现象常常会给电厂造成不必要的经济损失。还有一些情况是, 产生了数据孤岛, 各独立业务之间并没有形成联动机制, 数据分割的现象非常显著, 这对电厂互联互通的发展不利。

所以, 在指挥智慧化转型的背景下, 电厂迫切需要提高生产效

率。比如, 用 AI 来取代人工巡检, 除此之外, 还可以用应急响应来感知人员的位置, 用远程自动连续巡检和状态巡检来取代定时、

AI 优化减排、数据预测分析设备故障、主动检修等。在安全稳定、绿色环保的新型智慧电厂, 在数字化大趋势的背景下, 智慧电厂积极地运用信息技术手段, 实现自身在感知、自适应、智能融合、自动化。通过合理的方案设计, 对生产现场进行优化, 对存在真空监管的区域落实工作运行情况的实时监控, 在各个环节产生实际效益, 帮助智能化转型升级。

比如, 在数字化和信息化建设基础日益坚实的发展背景下, 电厂将先进的计算机技术手段与电厂的生产、运行有机融合, 用先进的计算机技术手段替代人工, 建立覆盖全层级、全业务、全过程的智慧管控平台, 从而可以精确感知、采集和挖掘电厂设备生产运行数据、优化生产过程、减少人工干预, 打造绿色的智慧电厂生态体系, 通过智能化巡检系统对电厂设备进行自动巡检, 使电厂处于安全级别高、经济效益好、适应性能强的良好运行状态。所以, 智能巡查系统可以有效降低工作人员的劳动强度, 降低由人工干预引起的偏差, 从而降低成本和效率[3]。

2 电厂设备巡检系统的设计原则

电厂设备智能巡检系统采取了开放式设计原则, 并将硬件设备和软件系统相结合, 对其进行了升级和扩展, 并利用通用的语言接口与计算机进行对接, 以方便数据传输。在开发巡视系统时, 对巡视工作的实用性进行了优化, 并根据火力发电厂的具体情况, 对巡视工作的内容进行了定制。工作人员只需下载巡视任务, 按照巡视任务的要求去做就行了, 巡视结束后还能将资料存入资料库, 方便以后查阅。利用该智能终端, 可将检查结果输出, 便于操作人员查阅。

3 电厂设备巡检系统的设计

3.1 电厂设备巡检系统的构架设计

这个系统主要包括了巡检终端系统和后台管理系统两部分, 它是在提升电厂设备可靠性的基础上进行的, 并引用了 SPSSMODEL ER 软件开发系统的服务器和 PC 端。为了提高设备的工作效率, 系统与 ANDROID 移动终端相结合, 将智能系统与大数据技术相结合, 可以选择出电厂系统中正常工况过程中的负荷、振动、压力和温度等基本运行参数, 从而构建出电厂设备的运行模型。

此外, 所建立的模型还可以对系统数据进行分析, 可以及时提示出偏离正常工况的设备故障, 为电厂设备判断故障提供数据支撑。电厂设备巡检系统主要是将 MYSQL 数据库配置作为一个切入点, 来展开构架设计研发工作, 这样就可以将系统开发的成本降到最低, 在 C/S 系统构架的帮助下, 完成了系统开发的整个过程。访问数据服务器端、客户 PC 端和 AndroidPC 端, 都可以进行简单的事务处理, 还可以通过 HTML 语言, 利用脚本来实现各自端口的功能。由于火力发电厂设备数据量大, 数据格式冗余, 采用 SPSS

MODELER 进行数据挖掘。如图 1 中所示的巡视系统框架设计[5]。

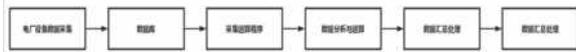


图 1 巡视系统框架设计

3.2 电厂设备巡检系统的数据库设计

(1) 数据库逻辑设计

电厂设备巡检系统的数据库搭建主要包括了数据库外、内模式、应用软件和数据库本身的搭建，它是巡检系统主要的工作组成部分。在典型层次的体系结构中，以主备份为主，双机互备为主，并行处理为主。数据库负责存储电厂设备运行状态的数据信息，数据库对数据的处理方式因具体功能不同而不同，具有保存数据、备灾和恢复功能。

数据库的逻辑结构设计如图 2 所示。

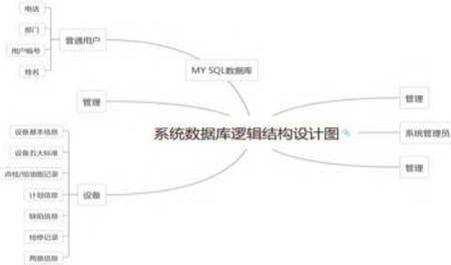


图 2 巡检系统数据库逻辑结构设计图

(2) 数据库表结构设计

数据信息之间的关系是通过创建不同的表并在表上进行运算来实现的，数据表是利用数据库的逻辑设计来完成的。设计了电站设备巡检系统业务数据库表、相关计算机服务器的数据表、基本库用户数设置表、磁盘驱动设置表、设备监测计数设置表、设备可用性数据设置表、警告系统数据类型设置表等。

(3) 数据库访问接口

该系统采用 C 语言编程，既可以直接访问数据库，又可以通过存储的数据集来实现数据的同步读取。数据库采用分层设计原理，软件构架设计以 C/S 架构模式为基础，由 Android、Windows、Windowssever 三层组成[6]。

3.3 电厂设备巡检系统的功能设计

(1)在火力发电厂装备智能巡查系统中，在设计用户角色的权限时，要建立一个权限控制的动态菜单，以实现各种角色的登陆，为计算机数据库，为主要的类，扩充了 NetFramework 原来的处理方式。在网页确认函数的设计中，我们可以使用帐号的 Principal。

(2)利用超融合架构、综合平台以及人工智能计算平台，对火力发电厂的设备进行了远程监测和管理。

超融合基础设施是一种虚拟化云基础设施，它以软件为中心的方式对虚拟化存储、服务器和网络进行了组织，通过对超融合基础设施的扩展，可以实现电厂设备数据与业务的融合，从而推动系统构建出更加高效的数据库、存储系统和服务器框架。集成平台利用软件技术系统，消除信息孤岛，将 API、数据、人力、物资进行集成，打破平台、云端、网络、地域的限制，将电厂业务流打通，不仅可以为用户提供具有一致性和透明度的信息访问与交互手段，还可以支持系统集成。

在 5 G 网络中，AI 计算平台可在人工智能的辅助下灵活部署，自动识别出工作卡和设备的异常状态，从而降低了人工监测的难度；在此基础上，将海量的应用场景逐个开放，将云计算平台的核心网元向系统应用的边界移动，使边界“小计算”的反馈和效率得到了极大的提高；AI 计算能力得到了极大的提高，可以实现对设备的远程监测和管理，并可用户的需求进行远程加载，用户只需在该平台上就能看到设备的运行状况，并可在该平台上实现对设备的远程帮助。

3.4 电厂设备巡检系统的终端及通信设计

巡检系统终端要实时采集设备运行状态的数据信息，然后根据预设的任务逻辑顺序，定期对设备进行巡检。通常情况下，为了进一步规范电厂设备巡检中的通信设备和线路，需要以物联网按技术和移动检测应用软件为基础，进行“互联网+通信操作模式”，以实现巡检，并及时将数据信息传输至集成平台和 AI 计算平台。在对

巡检系统的终端进行安全认证，对关键数据进行加密校验，对本地数据进行存储，对身份信息进行二次验证，并对源代码进行保护。

为确保电厂设备巡检系统顺利实现对通信设备运行状态的评估作用，大幅减少人工操作的工作总量，提高巡检效率，推动系统通信设备和线路巡检的安全、高效进行，巡检系统终端的数据采集和数据传输采用国际电工委员会所颁布的 IEC61850 协议通信标准[7]。

在电厂设备巡检系统实现功能中，主要在设备、线路巡检过程中，可以使用 App 实时查看巡检情况、定位记录，也可以使用 App 发起巡检检修工单，还可以利用 App 及时查看基础运维数据，实现电厂设备、线路和台账的基本调度，还可以对设备和线路的运行情况进行评级管理，方便通信基站维护、通信设备维护、通信光缆维护和通信线路维护等。在评级管理上，能够自动地进行巡检次数和隐患部位、检修次数的查找，在实现了大数据分析研究之后，能够对电厂设备的运行情况做出等级判断和评价控制。

4 结语

智能电站是一种新型的电站，其目的是为了提电站设备的安全、可靠、可维护，而其智能化程度取决于电站设备的智能化程度。传统的手工巡检方法具有劳动强度大，工作效率低等特点，不能用于大型设备的巡检。在火力发电厂的智能化改造中，自动巡检技术正逐步替代手工巡检而被普遍采用。利用数据采集、网络通信以及数据处理技术，实现了对电厂设备的有效监控。电力设备巡检系统的主要功能是：定期对火力发电厂的设备进行检查，收集设备工作状态的数据信息，并对设备中是否存在故障隐患进行分析和判断。电力质量好，供电质量好，供给质量好，直接影响着经济和社会的正常运行。随着智能时代的来临，电力工业对传统的生产经营模式进行了改变，对装备的先进水平和工作状态进行了更多的关注。

电力企业的智能化程度是影响电力企业经济效益和生产效率的重要因素。随着火力发电厂智能化改造升级，自动巡检技术逐步替代手工巡检，并实现了大规模的推广应用，提高了火力发电企业的安全生产能力，为实现“三无一减”的无事故、无人值班、无人巡检、无人运行、无人值守、无人巡视、无人排放等目标奠定了基础。

参考文献：

- [1]朱颖,韦鹏,柴斌,耿祥瑞,王文焕.基于大数据分析的变电站设备智能化巡检系统[J].电工技术,2018(01):83-85.
- [2]王川保.基于移动终端的电力设备巡检系统设计[J].电子世界,2020(16):128-129.[3]袁伯军,胡明洲,戴晓东,周璋,刘海.基于电力物联网的可视化设备巡检体系的设计[J].电子元器件与信息技术,2020,4(12):96-97.
- [4]慕慧娟,马研,塔依尔·斯拉甫力.数字化背景下智慧电厂的设计[J].中国新通信,2021,23(21):47-48.
- [5]胡跃伟.大数据在智慧电厂监控信息系统 SIS 的应用[J].电子技术,2021,50(12):22-23.
- [6]孙锦涛.浅谈大数据架构视域下的变电站设备智能化巡检系统设计分析[J].中国设备工程,2021(13):167-169.
- [7]李霄飞,朱梓傲.火力发电厂智慧电厂实施方案的探索与研究[J].科技与创新,2021(13):1-3.
- [8]丁敏刚.智慧电厂中的设备巡检系统设计与实现[J].集成电路应用,2023,40(05):73-75.DOI:10.19339/j.issn.1674-2583.2023.05.028.
- [9]李北,何亚东.5G 赋能 VR 全景智能化巡检研究模型构建研究[C]//中国水力发电工程学会自动化专业委员会.中国水力发电工程学会自动化专委会 2022 年年会暨全国水电厂智能化应用学术交流会会议论文集.中国水力发电工程学会自动化专委会 2022 年年会暨全国水电厂智能化应用学术交流会会议论文集,2022:2-3.DOI:10.26914/c.cnkihy.2022.046593.
- [10]刘立鹏,赵艺璇,赵宏亮等.智能电厂的发电控制系统关键技术分析[J].集成电路应用,2022,39(04):66-68.DOI:10.19339/j.issn.1674-2583.2022.04.026.
- [11]王红妮,周宏斌,张泽巍等.智慧电厂背景下设备巡检系统的设计与实现[J].设备管理与维修,2021(10):101-103.DOI:10.16621/j.cnki.issn1001-0599.2021.05D.55.
- [12]宁向东,宋建成.电厂“机器换人”巡检系统智慧化设备管理探讨与应用[J].企业管理,2017(S1):148-149.