

三维数字化电厂在运维期的作用

陈小红,孟颖超

(河南省电力勘测设计院, 郑州 450007)

摘要:数字化电厂以数字化设计移交的图纸与数据成果为基础,采用 KKS 编码体系和可扩展的数据库设计方式,通过与电厂生产管理系统和信息管理系统的互联互通,全面实现信息共享和高度集成。通过对所积累数据的深度挖掘、分析,加强对信息的有效利用,提升电厂的数字化优化运行能力、数字化管理水平和决策支持能力。通过对运行检修的三维可视化管理,提升各环节的协同运作水平,提高电厂整体运行的安全性、可靠性、经济性,促进电厂一步步向节能、减排、绿色、环保方向发展。

关键词:三维数字化电厂;KKS 编码;互联互通;运维期;信息共享

中图分类号:TM 621 **文献标志码:**B **文章编号:**1674-1951(2017)12-0027-03

0 引言

建设数字化电厂的关键是实现全寿期机组设备数据的共享,通过信息融合等技术措施,实现全寿期机组数据的共享,进而达到机组在全寿期的安全、高效与清洁运行。目前在电厂数字化建设阶段,业主、设计院、施工单位和设备供应商之间存在信息孤岛。电厂与设计院之间的信息孤岛问题表现为设计院设计的数字化电站服务器并未移交电厂,导致电厂能够使用的数据很少,无法对运行和维修起到指导作用。电厂与设备/零件厂商之间的信息孤岛问题为制造厂的设计图难以与电厂的施工图进行无缝对接,一般需要电厂根据设计图绘制施工图,在加大了工作量的同时会因人为因素而使得设计与施工之间产生偏差。数字化电厂解决全生命周期信息孤岛问题,深度数据挖掘分析功能,为电厂运行维护和整改创造了良好的技术支持。

1 数字化电厂

1.1 数字化电厂内涵

数字化电厂是通过对电厂物理和工作对象的全生命周期量化、分析、控制和决策,提高电厂价值的理论和方法。因此,数字化电厂既不是一个项目,也不是一个软件或系统,而是一种理论和方法。这一理论和方法研究的对象是电厂的物理对象和工作对象,其方法是从整个生命周期出发研究如何对其进行量化、分析、控制和决策^[1]。

数字化电厂将所有信号数字化、所有管理的内容数字化,然后利用网络技术,实现可靠而准确的数

字化信息交换、跨平台的资源实时共享,进而利用智能专家系统提供各种优化决策建设,为机组的操作提供科学指导^[2]。其作用是降低发电成本、提高上网电量、减少设备故障,最终实现电厂的安全、经济运行和节能增效。

1.2 数字化电厂以各阶段的信息集成为数据基础

三维数字化电厂为全厂建立了一个基于三维数字化模型的数据库。数据库包含了数字化设计阶段完整、准确的信息。同时将完整基建阶段的信息集成,三维数字化电厂信息管理平台与电厂现有系统的互通,实现了电厂设计期、基建期与运维期数据信息的共享融合^[3]。结构开放、可扩展的数据库设计形式,为新增属性信息的存储提供接口,为电厂全生命周期的运行维护和整改创造了良好的技术基础。

1.3 数字化电厂以全信息三维工程模型为对象

三维数字化电厂的模型包含了逻辑、布置、编码及各类属性信息,不再是一个单纯的只有外形的三维模型,而是代表着某一类具有特定信息的工程对象,每个对象都赋予其应有的属性信息,属性信息可以无限制的扩展。例如设备通常包含名称、编号、类型、温度、压力、保温、生产厂家资料、运行数据等等。三维模型、设计图纸、采购文档及施工管理文档等通过 KKS 码自动建立了关联关系。支持多维度地搜索数据,如查询检索与某设备相关联的管道及仪表流程图、三维模型图、设备参数、图纸集、技术协议、运行状态、备品备件等信息。

2 数字化电厂在运维期的作用

以三维数字化模型数据库为基础,KKS 编码为数据关联的核心,与现有系统信息连通,提高电厂的生产管理掌控能力,实现运行检修数据的三维可视

化快捷管理。运用三维互动仿真平台技术,覆盖电厂生产区、办公区。电厂主要生产设备模拟拆解、主要设备备件零件拆解和三维展示、生产管理信息系统整合、设备数据的动态实时展现、应急预案可视化、主要生产设备漫游、管理培训等功能,高度集成在信息充分共享的三维平台上,使各管理过程协同运作^[4]。

2.1 数字化电厂辅助培训

虚拟现实(VR)是一种可以创建和体验虚拟世界的计算机系统,通过视、听、触觉等作用作用于用户,使之产生身临其境的感觉。虚拟现实系统通常具有3个特征:沉浸性、交互性、想象性。用户可以在虚拟环境中漫游,将感受到的信息经过大脑的思考和析,形成自己想要的动作或策略,通过输入界面反馈给系统,实现与系统的交互和控制系统运行的功能。

电厂的大部分设备必须连续作业,通常处于易燃易爆、高温高压的环境。如果在这些实际的系统上进行模拟仿真,可能需要花费大量的代价或者冒很大的风险,因此利用系统建模与仿真的方法,在虚拟现实仿真系统中进行科学研究、人员培训很有意义。通过计算机仿真手段对系统模型进行充分的仿真运行和仿真实验,模拟实际系统的运行过程,对仿真过程在虚拟的三维场景中观察和输出数据进行统计分析,用以推断所研究系统或所设计系统的真实参数与性能。在虚拟现实技术的支持下,仿真运行过程中建模人员和决策人员不仅能得到各种重要的仿真数据,而且可以看到相应的三维仿真动画,从而提供了系统运行的直观性和逼真性,有助于他们理解和认识所研究系统的本质和动态规律。通过将数字化设计技术,虚拟现实技术与系统仿真技术相结合,仿真平台实现了仿真过程和生产数据的可视化呈现及其与用户之间的人机交互,加深了参加培训人员的记忆,满足项目培训要求并且大幅减少了培训费用,可以为电力企业的科学研究、人员培训等提供有效的决策支持,如图1所示。



图1 虚拟操作培训动画

2.2 数字化电厂辅助实时监控

三维数字化与电厂现有系统对接,访问运行阶段的实时数据库,获得来自多个不同系统的实时数据。允许运维人员订阅,可实时监控以及推送报警信息,将运维人员从海量数据中解脱出来。

2.3 数字化电厂辅助设备状态维护检修

设备管理是企业生产经营活动中的重要组成部分,现代化企业的生产经营活动需要有设备管理信息体系支撑。三维数字化电厂可以将设备运行、保养、检修三方形成一个有机的统一体,可以有效防止对设备的过修、欠修和失修,最大程度提高设备的可靠性,降低企业生产运营成本。可以实现的主要功能涵盖:基础数据的管理、状态管理、监测预警、状态评价、决策建议、辅助分析、设备拆装模拟、备品备件管理、安全防护等^[5]。

(1)状态评价。数字化电厂提供了设备数据信息录入接口,可以对设备的使用时间、寿命等信息录入数据库。以设备历史数据资料为基础,通过对设备实时状态信息进行分析,对设备状态做出相应的评价。评价体现在该平台充分考虑了各类设备的特点,采用一种按照设备类型和按生产实际进行的、多模型及可配置的状态检修评价体系,能够满足各类电力设备的特点灵活地进行设备的状态评价,结合生产实际提供状态检修决策支持服务,为设备状态检修策略的制定提供参考依据。

(2)决策建议。以状态评价结果为基础,为设备的检修工作提供决策支持,包括建议检修项目、检修时间安排、辅助生成检修计划和检修资金安排等。

(3)辅助分析。基于系统内部丰富的状态信息数据,为用户提供各项查询统计及分析功能,用户按照类型或者自定义进行数据查询统计并生成相应的报表。

(4)设备拆装模拟。根据工艺流程,将部件拆装顺序、模型节点名称等相关信息存入数据库,模拟拆装过程中读取数据库相关信息,模拟设备拆卸、安装模拟过程,为现场操作人员提供三维可视化的培训操作,如图2所示。



图2 设备拆装模拟

(5)备品备件物资管理。基于三维模型数据库中设备备件历史信息,可以实现对设备备品备件的计划、采购、库存等环节进行动态监控实时管理,是

电厂运营维修的重要组成部分。

(6)虚拟空间环境。三维数字化电厂可以为安全辅助提供周边环境虚拟,对安全分析、防护、行走路线、技术资料、设备生产数据等提供清晰、完整的环境信息,包括周边工作环境风险提示,监控任务的执行情况,确保运维人员人身安全。

2.4 应急指挥网络系统建设

应急指挥网络系统建设的整体功能目标为:针对事故在应急事件处置的事前、事中、事后过程,为应急处置行动提供支持作用,满足处置过程中的信息录入发布、辅助决策和指挥、事后报告及经验反馈等方面需求。

通过在三维数字化信息管理平台的进一步开发,可以满足如下功能。

(1)实现应急响应、应急准备支持功能。在事故应急期间为应急组织提供决策信息,并辅助其进行决策,在日常状态为相关人员提供培训、演习等,保障和提升其应急能力。

(2)确保数据通信传输安全稳定可靠。系统与应急网、工控网、管理网、集团网链接,应保证日常甚至在极端环境下的安全性、稳定性、可靠性。

(3)实现数据快速采集、分析、发布功能。具备快速、可靠的信息采集、分析能力以及准确、直观、高效的展示和发布能力,确保应急演练、指挥过程中信息沟通及时、准确、完整。

(4)要能够提供足够的信息支撑。决策系统应当能够有效支持应急的需要,在应急状态下能够提供足够的信息便于应急组织迅速决策,进行指导和支援,并在必要时进行人员、物资的调配。

2.5 工艺流程仿真

工艺流程仿真利用计算机技术实现工业过程动态仿真,用虚拟化模型代替实际生产设备,并仿真分散式控制系统(DCS)操作系统。其工艺过程操作与响应、控制系统操作与响应、操作员界面、工艺流程画面、键盘、联锁响应、操作方式、整个过程变量的动态响应趋势均与实际过程一致。

由于三维数字化信息平台已存在智能流程图,需要进一步补充电仪逻辑图,通过进一步开发,可在平台中实现运行模拟。

首先系统获取实际 DCS 控制台数据并形成三维数字化信息平台可用的服务信息。平台将 DCS 控制台数据及工艺模型数据推送至工艺仿真系统的数据层。利用服务层的介质仿真计算、工艺信息处理、工艺逻辑处理等模块,实现对基础数据的加工整合。最终形成工艺仿真系统显示层的信息

(三维场景显示、人机交互、显示设置等),如图 3 所示。

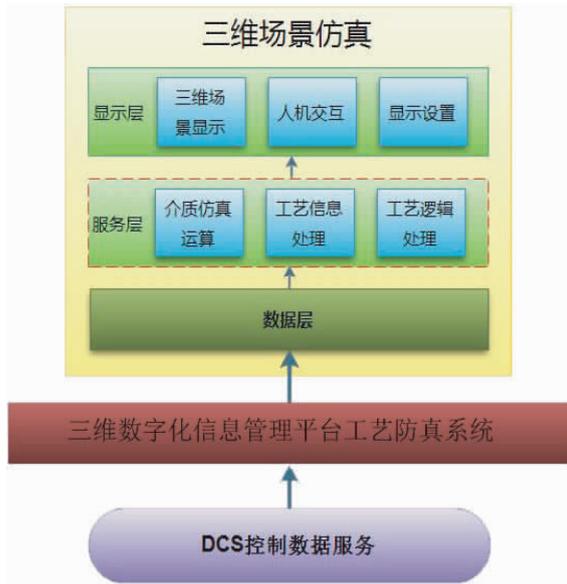


图 3 工艺仿真架构

工艺仿真系统的逻辑控制图,DCS 仿真数据来源于实际 DCS 控制与反馈数据,仿真是将已有的数据展现给工程师或教员,因此不会在模型中产生 DCS 反馈信息。在 DCS 仿真控制模块未发出控制工艺设施时,只提供工艺仿真系统界面及模型。而 DCS 仿真控制模块发出控制工艺设施信号时,会触发工作场景渲染,在三维数字化信息平台三维场景中产生如烟雾、流动、碰撞等效果,如图 4 所示。

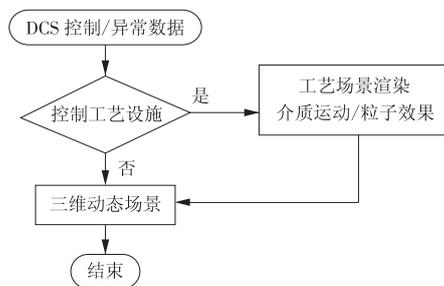


图 4 工艺仿真控制

3 结束语

建设数字化电厂是一项能够提高电厂运行和管理水平的系统工程。以 KKS 编码为核心,在电厂全寿期通过数据融合技术实现了数据共享、知识积累等,从而解决了数字化电厂全生命周期信息孤岛问题;深度数据挖掘分析功能,增加了电厂信息有效利用率,从而为电厂运行维护和整改创造了良好的技术支持,进而达到提高数字化电厂整体运行的安全性、高效性、清洁性及经济性的目的。(下转第 49 页)

续表

“零排放”方案	投资/万元	年运行成本/万元	系统能耗/kW	改造适应性
DTRO - 烟道蒸发	3 548	321.24	390	稳定性降低
FO - MVR	6 530	628.90	870	适应
FO - 烟道蒸发	4 560	355.63	270	适应
MVC - MVR	6 768	802.37	1 510	适应
MVC - 烟道蒸发	4 248	422.49	620	适应

注:运行成本包括折旧费(5%残值率,15年折旧),电费按0.45元/(kW·h)计算,以年利用小时数5500计算。

5 结论

ED - SWRO 工艺、DTRO 工艺、FO 工艺以及 MVC 工艺均能实现浓盐水的深度浓缩,而 MVR 技术和烟道雾化蒸发技术也都能够实现末端废水的“零排放”,各深度浓缩技术和“零排放”技术组合产生的各种技术方案各有其优缺点。

(1)ED - SWRO 工艺浓缩效果较好,末端废水量较小;DTRO 工艺产生末端废水量较多,但维护工作量较少;FO 工艺浓缩效果好,末端废水量较小,但系统投资较高,汲取液再生不便;MVC 工艺浓缩效果较好,末端废水量较小,但系统投资较高,能耗较高。

(2)MVR 工艺运行稳定性较好,但投资运行成本显著高于烟道蒸发工艺,并且产生的结晶盐需要进行处置;烟道蒸发工艺投资运行成本较低,并且没有结晶盐处置问题,但其应用受到烟气及烟道安装条件限制,需要进行详细论证。

参考文献:

- [1]张贵祥,董建国,李志民,等. 火电厂废水“零排放”设计研究与应用[J]. 电力建设,2004,25(2):52-54,69.
- [2]李强. 火电厂废水零排放[D]. 北京:华北电力大学,2003.
- [3]刘国平. 火电厂废水零排放技术国内外现状综述[C]//中国电机工程学会. 第四届全国火力发电技术学术年会论文集,2003:1131-1136.

(上接第 29 页)

参考文献:

- [1]危元华,任晓东,李智,等. 数字化电厂的概念及方案研究[J]. 电力建设,2013(4):51-54.
- [2]宋慧欣. 解读数字化电厂[J]. 自动化博览,2013(10):42-46.
- [3]王聪生. 新建电厂数据移交的方法[J]. 中国电力,2008,41(1):79-82.
- [4]王小龙. 建设工程数字化管理体系研究[D]. 北京:北京交通大学,2010.

- [4]王佩璋. 火电厂全厂废水零排放技术[D]. 上海:中国科学院上海冶金研究所,2000.
- [5]潘娟琴,李建华,胡将军. 火力发电厂烟气脱硫废水处理[J]. 工业水处理,2005,25(9):5-7.
- [6]崔连军,张静,李进,等. 张家口发电厂“零排放”节水技术分析[J]. 华北电力技术,2010,39(4):17-20.
- [7]唐刚,龙国庆. 卧式 MVC 蒸发/结晶处理电厂高含盐废水并回用[J]. 中国给水排水,2013,29(8):94-96.
- [8]袁俊生,张涛,刘杰,等. 反渗透后高盐废水浓缩技术进展[J]. 水处理技术,2015,41(11):16-21.
- [9]甄晓华. 工业浓盐水高回收率脱盐工艺研究[D]. 兰州:兰州交通大学,2013.
- [10]刘维锐. 高效结晶除硬技术处理高盐废水的研究[D]. 呼和浩特:内蒙古大学,2014.
- [11]王海,张峰榛,王成端,等. MVR 技术处理高盐废水工艺的模拟与分析[J]. 环境工程,2015,33(10):35-37.
- [12]毛彦霞. 蒸汽机械再压缩技术处理含盐废水试验研究[D]. 重庆:重庆交通大学,2014.
- [13]晋银佳,王帅,姬海宏,等. 深度过滤 - 烟道蒸发处理脱硫废水的数值模拟[J]. 中国电力,2016,49(12):174-179.
- [14]吴怡卫. 石灰石 - 石膏湿法烟气脱硫废水处理的研究[J]. 中国电力,2006,39(4):75-78.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

晋银佳(1986—),男,河南偃师人,工程师,工学博士,从事电厂化学及水处理设计方面的工作(E-mail:757107023@qq.com)。

- [5]郭鹏,朱赫,凌荣华,等. 全寿期数字化电厂建设现状及解决方案[J]. 节能技术,2016,34(195):74-76.

(本文责编:齐琳)

作者简介:

陈小红(1982—),女,山西大同人,工程师,工学硕士,从事三维平台 PDMS 或 Bentley 及二维 CAD 设计平台,火电厂设计专业的软件二次开发及三维数字化电厂建设软件开发方面的工作(E-mail:mengcxh@163.com)。

孟颖超(1981—),男,河南洛阳人,高级工程师,工学硕士,从事火电厂汽机专业设计方面的工作(E-mail:mengmyc@163.com)。