

# 浅谈智能电厂规划建设

王晓雄, 王景超, 裴顺

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

**摘要:** 近年来, 电厂智能化建设进入新的阶段。为了使大家初步了解智能电厂, 通过梳理智能电厂的概念、体系架构, 对智能电厂的建设思路提出建议, 并对一体化信息平台进行介绍。从纵向层级、横向全生命周期和全生产流程三条主线进行分析, 指出智能电厂不仅由智能化的设备组成, 同时还需要与 IT 技术、信息化管理工具、先进算法和管理理念相结合。智能电厂建设是一项复杂的系统工程, 必须以科学和务实的态度对待, 并结合企业的内外部环境, 有计划、有步骤、有目标地进行科学决策, 分阶段实施, 使企业的经营目标、管理思想能真正落地, 从而能够提高生产效率, 降低企业综合成本, 提升企业市场应变能力。

**关键词:** 规划建设; 智能电厂; 一体化管理平台

中图分类号: TM756.2

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2017)03-0030-05

## Preliminary Analysis of Smart Power Plant Planning and Construction

WANG Xiaoxiong, WANG Jingchao, PEI Shun

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

**Abstract:** Recently, Construction of Smart Power Plant enters a new stage. In order to make the preliminary understanding of Smart Power Plant, this paper introduces the concept and architecture of Smart Power Plant and the integration information platform, firstly. And then, recommendations of construction of Smart Power Plant are given. This paper analyse Smart Power Plant from three main lines: system hierarchy, total life cycle and total production process, and points out that Smart Power Plant is not only composed of intelligent equipment, but also supported by to IT technology, information management tools, and advanced management idea and algorithm at the same time. Construction of smart power plant is a complicated systematic engineering, must be treated with scientific and pragmatic attitude. Construction scheme of smart power plant must be made in scientific way to satisfy the internal and external enterprise environment, to realize enterprise management thought and operation target, to improve production efficiency, to reduce the enterprise comprehensive cost, and to enhance the enterprise market strain capacity.

**Key words:** planning and construction; smart power plant; integrated management platform

过去三十多年, 国内发电企业按照“管控一体化”的发展方向, 在数字化电厂建设方面取得了长足进步, 如分散控制系统(DCS)功能拓展、全厂控制一体化、现场总线应用、厂级监控信息系统(SIS)与管理信息系统(MIS)深度融合等。

同时, 移动互联、云计算、大数据、物联网、三维可视化、智能控制算法等技术的发展为发电企

业由主要以建设数字化物理载体为主的阶段, 向更加清洁、高效、可靠的智能电厂发展奠定了基础。

2015年7月4日, 国务院正式印发了《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》<sup>[1]</sup>, 将在11个重点领域积极推进“互联网+”行动。其中, 在“互联网+”智慧能源中提出, 推进能源生产智能化、探索能源消费新模式。鼓励能源企业运用大数据技术对设备状态、电能负载等数据进行分析挖掘与预测, 开展精准调度、故障判断和预测性维护, 提高能源利用效率和安全稳定运行水平。

收稿日期: 2017-06-09

作者简介: 王晓雄(1981), 男, 陕西神木人, 高级工程师, 学士, 主要从事仪控设计工作(e-mail) wangxiaoxiong@gedi.com.cn.

随着国家两化深度融合方针的贯彻,在能源互联网、智能制造等工业技术创新政策引导下,在节能减排政策的要求和发电集团集约化、高效管理需求的驱动下,部分发电企业对新型数字电厂、智能电厂的建设有了更高的需求,建设智能电厂已成为行业共识的目标。

## 1 智能电厂的概念

2015年8月,工信部中国信息化推进联盟电力专业委员会与中国自动化学会发电自动化专业委员会联合各发电集团,共同发起组建中国智能电厂联盟。并于2016年底发布了《智能电厂技术发展纲要》<sup>[2]</sup>。纲要对智能电厂作如下定义:

智能电厂(Smart Power Plant, 简称SPP),是指在广泛采用现代数字信息处理技术和通信技术基础上,集成智能的传感与执行、控制和管理等技术,达到更安全、高效、环保运行,与智能电网及需求侧相互协调,与社会资源和环境相互融合的发电厂。

智能电厂的特征是泛在感知、自适应、智能融合和互动化。

由此可以看出,智能电厂与数字化电厂同样强调信息技术和通讯技术的应用,但是智能电厂更为强调感知能力、思维能力、自适应能力和辅助决策能力。

## 2 智能电厂的架构

智能电厂的体系架构主要包括五个系统层级,分别为智能设备层、智能控制层、智能生产层、智能管理层和智能经营层,如图1所示。

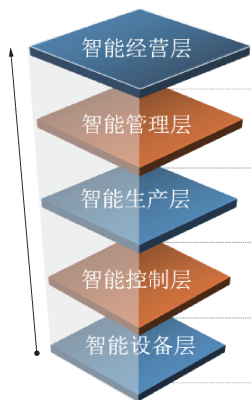


图1 智能电厂系统层级

Fig. 1 Smart power plant system hierarchy

### 2.1 智能设备层

智能设备层主要任务是全面感知信息、信息交互和有效执行指令。其包括现场仪表、执行机构、工艺设备和装置、人机接口设备和基础网络系统。如:现场总线设备、智能仪表、智能执行机构、煤质在线分析仪表、炉内温度场检测设备、智能巡检机器人、无线设备网络、音视频检测设备、气象环境监测设备、可穿戴检测设备等。

### 2.2 智能控制层

智能控制层主要任务是厂内电力生产流程的智能控制,实现生产过程的数据集中处理、实时监控,并达到安全、高效的生产。

其包括厂内所有生产控制系统和生产控制优化系统。如,可编程逻辑控制器(PLC)、数据采集与监视控制系统(SCADA)、分散控制系统(DCS)、现场总线控制系统(FCS)、机组自启停系统、燃烧优化系统等。

### 2.3 智能生产层

智能生产层主要任务是厂内生产设备的智能运维管理,以及生产效能评估及优化系统。通过汇集全厂生产过程的实时和历史数据与信息,实现厂级负荷优化调度、生产过程寻优等功能。

其包括各种设备诊断与管理系统、能量管理系统、仿真及优化系统。如,在线仿真系统、运行人员操作导航系统、控制性能管理系统等。

### 2.4 智能管理层

智能管理层主要任务是厂内资产、财务、人力、供应链、安全生产等业务的智能管理,达到厂内资源合理分配和利用。

其包括各种资产管理系统、财务管理系统、人力管理系统和供应链管理系统等。如,企业资源计划系统(ERP)、企业资产管理系统(EAM)、智能安防及应急系统、智能燃料管理系统等。

### 2.5 智能经营层

智能经营层主要任务是通过互联网或能源互联网与集团公司、产业链上下游进行连接,并进行数据交换,为电厂经营决策提供支持。

其包括经营决策支持系统、备品备件虚拟联合仓储、燃料管理等。如,商务智能系统(BI)、虚拟仓库系统、需求侧响应系统等。

## 3 智能电厂的建设思路

智能电厂建设是一项复杂的系统工程,涉及到

企业的方方面面,发电厂应结合企业自身现状和特点,坚持“统一规划、分步实施、循序渐进”的方针,因地制宜、注重实效,积极稳妥地推进智能电厂的试点和推广。

本文主要讲述新建电厂智能化建设的大体思路。已投运电厂的智能化建设,可以根据原有信息系统、控制系统等的配置水平,以及管理水平的实际情况,在本文的基础上,有选择地确定实施目标和步骤。

智能电厂建设拟按照三条主线,全方位地采用先进技术,以全面实现电厂的智能化。

第一,纵向层级的智能化建设。按智能设备层、智能控制层、智能生产层、智能管理层、智能经营层的体系结构,逐层建设,实现生产管理的智能一体化。

第二,横向全寿期的智能化建设。按设计、采购、基建、生产运营和退役等各阶段不同的需求,逐步推进智能化建设。从而收集设备资产的动静态数据,推进企业资产全寿期管理。

第三,全生产流程的智能化建设。从原材料输入、发电、变电、供热、生成物综合利用等企业的生产流程,建设智能燃料、智能发电、智能升压站、智能能源管理、智能物流等全智能化的生产流程管理。进而可以与产业链上下游进行链接,实现与智能电网、智慧园区、智慧城市的衔接。

### 3.1 总体规划

各发电企业应在各集团公司信息化主管部门的协调下,根据集团公司整体信息化建设的顶层设计,兼顾“安全、实效、前瞻”等特点,合理配置信息技术(ICT)基础设施,采用统一的管理标准、技术标准、业务标准、质量标准,选用满足生产经营需要的业务系统,建设一体化生产管控信息平台。

同时,在建设过程中,应由主要领导挂帅,加强组织协调,并藉此培养企业自己的智能化人才队伍。以期实现基础设施的夯实提升、业务应用的便捷普惠、企业发展的提质增效等目的。

### 3.2 全寿期各阶段任务

#### 3.2.1 设计阶段

1)利用三维数字化设计手段,建立三维模型,以三维模型为数据载体。

2)依据《电厂标识系统编码标准》(GB/T 50549

-2010)<sup>[3]</sup>,建立完善的编码库。

3)统一文档、图纸等纸质或电子文件资料的管理规范,便于归档与交流。

4)合理配置先进检测设备,选用基于工业以太网或现场总线的控制系统,同时进行IT基础设施搭建。

5)依据《发电工程数据移交》(GB/T 32575-2016)<sup>[4]</sup>,对发电工程数据移交进行策划。

#### 3.2.2 采购阶段

1)各类设备的采购,建立供应链管理系统(SCM)。

2)设备生产商进行设备制造,并提供与实际相符的零部件三维模型、文档资料。

#### 3.2.3 基建阶段

1)建立数据移交平台,依据设计、制造提供的资料、设备,可利用三维模型平台进行土建施工、设备安装等虚拟化工作。

2)建立进度管理系统,实现基建期间各参建单位之间的统筹协调管理。

3)建立智能基建系统,实现安全作业、展示培训、环境监测、大型工程机械监测等基建管理功能。

4)按照统一的数据移交标准,完成监理单位、调试单位的资料移交。

#### 3.2.4 生产运营阶段

1)建立企业级数据库,基于三维模型平台(如图2所示),实现设备管理、安全管理、操作培训、三维演练、视频监控等应用。

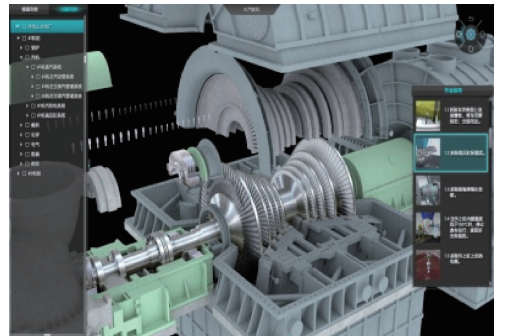


图2 三维模型平台

Fig. 2 3D model platform

2)根据煤炭市场的变化,建立统一的燃料管理系统。

3)依据企业级数据库,采用大数据分析、先进

控制等技术,建立优化运行平台。

4)根据电力市场交易政策,适时建立电力需求响应系统、客户管理系统(CRM)。

### 3.2.5 退役阶段

发电厂在已建立的智能管理信息系统的基础上,依据长期历史数据分析、三维模型空间信息,确定合理、经济的退役时间,为企业决策提供依据。

同时,将各层级软、硬件设备长年运行及检修的数据及资料进行分类整理,为集团公司同类型机组或后续机组运行、应用系统的开发与完善、设备的再利用,积累经验及数据。

## 4 一体化信息平台建设

一体化信息平台是电厂信息系统框架的基础支撑平台,是融合五个系统层次中数据、应用和服务等整合集成的硬件、软件平台。

### 4.1 一体化信息平台的内容

一体化信息平台将通过统一规划、分布实施,逐步实现以下几个层次的一体化支撑功能。

1)统一用户管理:构建集中且统一的用户管理平台,它是电厂信息系统用户的集中管理平台。

2)前端展现一体化:基于门户技术,构建电厂的统一且智能的工作台;满足多部门个性化需求,从而提升一体化平台的易用性并满足个性化的需求。

3)数据一体化:实现异地,异构数据的整合与交换;实现全厂的一体化数据中心及智能决策辅助平台。

4)业务应用一体化:实现财务信息与其它业务信息系统的高度集成,将财务管控节点推进到业务初始端,并分布到各个节点;从而实现全过程管控;实时、准确反映企业的财务、经营和管理状况。

5)跨应用的流程一体化:如合同管理系统应能够实现组织内部的合同全生命周期管理,实现与预算、应收应付、项目、物资等相关业务的集成一体化处理,支持集团公司总部、各区域公司、基层单位多级管控架构,实现上级单位对下级单位的合同审批流程及履行状况的监督、汇总统计,支持跨组织合同业务审批流程,逐步实现对全公司系统所有合同的管理。

### 4.2 一体化信息平台的功能

一体化信息平台集生产运行、调度指挥、全流程优化、HSE管理、环保监测、DCS控制、视频监控等多个信息系统于一体,应用多项先进信息、通讯及工程技术,实时汇集传递生产、安全、环保、工艺、质量等信息,可实现管控分离向管控一体的转变。

#### 4.2.1 建立生产管控新模式

1)通过将企业资源计划(ERP)、厂级监控信息系统(SIS)、先进过程控制(APC)等管理层面、生产层面信息系统协同一体化集成,实现生产运营管理的数字化、可视化,提升了预测、预警、动态分析与辅助决策能力。

2)一体化的生产指挥调度平台,建立三维工厂模型和仿真应急演练模型,实现了集团公司、企业和现场的“信息互通、数据同步、快速接警、综合研判、科学决策、联动指挥”,提高应急指挥效率。

#### 4.2.2 网络化、模型化运行管理

由科研院所、主要设备厂家的技术专家利用远程技术诊断系统,实时在线监控机组运行状态,远程为企业把脉问诊,为技术人员答疑解惑,有力保障机组安装稳定高效运行。

通过数据积累,建立机组优化模型,并与先进控制系统、实时优化系统集成应用,进一步优化机组操作,提高机组利用率。

#### 4.2.3 移动端操作管理

巡检人员利用移动终端设备将现场异常信息实时传送到集控室,值班人员及时进行判断,并将现场作业关键信息(如运行参数、流程、设备信息)、作业指导书远程推送给巡检人员,从而提高现场处置质量和工作效率,有效消除事故隐患,保障机组安全平稳运行。同时,终端支持定位功能,可以随时定位携带人员的位置信息,结合GIS地图,不但可以规范巡检流程,而且可以保障在非常情况下快速定位人员位置。

#### 4.2.4 三维可视化互动

基于三维建模技术,建成全厂三维模型,结合企业数据库,可以实现工艺管理、设备管理、HSE管理、操作培训、三维漫游等业务应用。

若结合虚拟现实(VR)、增强现实(AR)等技术,将给培训人员带来全新的沉浸式体验。

## 5 结论

综上,智能电厂不仅由智能化的设备组成,同时,还需要与IT技术、信息化管理工具、先进算法和管理理念相结合,使企业的经营目标、管理思想能真正落地,从而能够有效的运用装备,提高生产效率与产品质量、降低企业综合成本,提升企业市场应变能力,为企业生产、经营和科学决策提供更好帮助。

智能电厂建设是一项非常庞大、复杂的系统工程,必须以认真、科学、务实的态度对待,需要在此基础上,在国家相关政策、企业信息化建设思路的指引下,结合企业的内外部环境,有计划、有步骤、有目标地进行科学决策来落实。唯有如此,才能使智能电厂建设步入良好发展的轨道。

### 参考文献:

- [1] 国务院. 国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见 [EB/OL]. 国发[2015]40号. [2015-07-04]. [http://www.cac.gov.cn/2015-07/04/c\\_1115815010.htm](http://www.cac.gov.cn/2015-07/04/c_1115815010.htm).

- [2] 陈世和,尹峰,郭为民,等. 智能电厂技术发展纲要[M]. 北京:中国电力出版社,2016.  
CHEN S H, YIN F, GUO W M, et al. The Plan for Smart Power Plant technological development[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2016.
- [3] 中国电力企业联合会. 电厂标识系统编码标准: GB/T 50549—2010 [S]. 北京:中国计划出版社,2010.  
China Electricity Council. Coding standard for power plant identification systems: GB/T 50549—2010 [S]. Beijing: China Plan Press, 2010.
- [4] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 发电工程数据移交: GB/T 32575—2016 [S]. 北京:中国计划出版社,2016.  
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, China National Standardization Management Committee. Engineering data handover for power plants: GB/T 32575—2016 [S]. Beijing: China Plan Press, 2016.

(责任编辑:张春文)

## 三位国际专家加盟《南方能源建设》学术委员会

2017年8月,《南方能源建设》向美国斯坦福大学助理教授 Ram Rajagopal 和高级研究员 Tan Chin-woo(陈振宇),以及荷兰隧道工程咨询公司驻中国代表、港珠澳大桥岛隧工程咨询项目经理李英博士颁发了《南方能源建设》学术委员会委员证书。《南方能源建设》国际学术委员会筹建以来,已先后吸引了俄罗斯自然科学学院、国际欧亚科学院、加拿大维多利亚大学等国际能源专家加盟。此次三位国际专家担任该期刊学术委员会委员,将有力促进期刊学术水平建设。随后,三位《南方能源建设》新晋委员还在期刊主办单位作了学术讲座。

在“智能微网及多能互补系统”讲座中, Ram Rajagopal 和 Tan Chin-woo(陈振宇)围绕当今及未来世界能源形势,全面阐述电力发展转型亟待解决的关键问题,展望了基于数据驱动的思想在电力市场价格及微电网中的应用,并对期刊主办单位广东院的电力技术发展方向给予高度肯定。在“港珠澳大桥岛隧工程技术难点和创新”讲座中,李英博士系统介绍了该世界上最长跨海大桥的总体情况、主要特点、挑战和 innovation,重点讲解了其中最难的岛隧工程设计和施工,尤其是海底隧道的技术难点,并介绍了其作为大型复杂国际工程的项目管理理念。

Ram Rajagopal: 斯坦福大学电子工程系和土木环境工程系助理教授、Precourt 能源中心研究员、IEEE Transaction Smart Grid 杂志副主编,2016年获美国国家科学基金会“杰出青年教授奖”。

Tan Chin-woo(陈振宇): 美国斯坦福大学智能电网研究中心主任、高级研究员,加州大学伯克利分校电子工程学士、数学硕士和电子工程博士。

李英,荷兰隧道工程咨询公司驻中国代表,港珠澳大桥岛隧工程咨询项目经理,荷兰代尔夫特大学土木工程博士。她所在公司荷兰隧道工程咨询公司是全球领先的隧道专业咨询公司,是港珠澳大桥主体工程咨询联合体成员之一。

(郑文棠,张耀洲)