

# 智能电厂规划建设内容探讨

凌海, 罗颖坚

(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:** 智能电厂是发电企业的未来发展方向, 是发电企业信息化应用的高级阶段, 更是多学科之间相互渗透、相互支持, 实现信息化与工业化深度融合的必由之路。从工程实践的角度出发, 对智能电厂规划建设四个层级的内容分别进行了介绍, 通过有目的、有计划、有远见地分阶段实施, 实现电厂智能化, 从而为发电企业提高效率, 降低成本。

**关键词:** 智能电厂; 信息化; 规划

中图分类号: TM62

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2017)S1-0009-04

## Discussion on the Content of Planning and Construction of Intelligent Power Plant

LING Hai, LUO Yingjian

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

**Abstract:** Intelligent power plant is the future development direction of power generation enterprises, is the advanced stage of power generation enterprise information application, it is interdisciplinary mutual penetration, mutual support, to achieve the integration of information technology and industrialization of the only way. From the perspective of practical engineering point of view, the contents of intelligent power plant planning and construction of four levels were introduced. By purposeful, planned, phased and far-sighted implementation to realize intelligent power plants, thereby enhancing the efficiency of power generation companies and reducing costs.

**Key words:** intelligent power plant; informatization; planning

智能电厂是一个涵盖非常广泛的课题, 不同机构、不同专业的理解也不尽相同。中国智能电厂联盟借鉴美国工业互联网、德国工业 4.0 和中国制造 2025 等概念, 并结合当前电厂实际情况和数字化进程, 于 2016 年底发布了《智能电厂技术发展纲要》, 对智能电厂作出如下定义:

智能电厂是指在广泛采用现代数字信息处理和通信技术基础上, 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, 与智能电网相互协调的发电厂<sup>[1]</sup>。

## 1 智能电厂的特征

### 1.1 泛在感知

利用各类感知设备和智能化系统, 识别、立体感知环境、状态、位置等信息的变化, 对感知数据进行融合、分析和处理, 并能与业务流程深度集成, 为智能控制和决策提供依据。

### 1.2 自适应

采用自适应控制、预测控制、数据挖掘、模糊控制和神经网络控制等先进和智能控制技术, 根据燃料状况、环保指标、环境条件的变化, 自动调整控制策略和管理方式, 适应机组运行的各种工况, 使电厂生产过程长期处于安全、经济和环保运行状态。

### 1.3 智能融合

基于全面感知、互联网、大数据、三维可视化等技术, 深度融合多源数据, 实现对海量数据的计算、

收稿日期: 2017-10-30

基金项目: 中国能建广东院科技项目“综合能源系统在智慧城市及园区规划中的应用研究”(EX03761W)

作者简介: 凌海(1987), 男, 江苏姜堰人, 工程师, 硕士, 主要从事仪控设计工作(e-mail)linghai@gedi.com.cn。

分析和深度挖掘,提升电厂与发电集团的决策能力。

#### 1.4 互动化

通过网络(包括无线网络)技术的发展,为电厂中设备与设备、人与设备、人与人之间的实时互动提供了基础;通过与能源互联网、电力大用户、智能电网等系统信息交互和共享,实时分析和预测电力市场供需状况,合理规划生产和管理过程,使电能产品能更好满足用户安全性和快速性要求。

## 2 智能电厂的规划建设内容

智能电厂的建设内容包括四个层级的体系架构,由低到高分别是智能设备层(Intelligent Field Equipment)、智能控制层(Intelligent Control)、智能生产监管层(Intelligent Supervisory)和智能管理层(Intelligent Management)<sup>[2]</sup>。

### 2.1 智能设备层

智能电厂通过对智能设备层,即数量巨大的现场测控设备,实施现代化信息管理,完整、实时监测现场设备的运行数据与状态。

智能设备层主要包括在线分析仪表、移动检测等先进检测技术,和现场总线设备、无线设备网络设备、智能执行机构、视频监控、可穿戴设备等智能测控设备。

智能电厂分区域对现场不同类型的检测对象的参数进行分级,根据实际情况采用不同的测量手段,并将一次元件采集的各类数据传送至合适的系统进行分析诊断,以此搭建智能电厂的基础数据库,为实现智能控制层、智能生产监管层和智能管理层的高级应用提供基础数据来源。

### 2.2 智能控制层

智能控制层是智能电厂控制的核心,实现生产过程的数据集中处理、在线优化,是安全等级最高的系统。

智能控制层规划建设主要包括:

#### 1) 现场总线控制系统

现场总线控制系统作为一种对生产过程进行建设、控制、操作和管理的典型控制系统,既具有监视功能,又具有控制功能,可以实现监测现场数据、遥控现场设备,还可以通过组态(编程)实现自动、连锁和顺序控制等功能。目前主流的总线协议包括 PROFIBUS (Process Fieldbus) 现场总线和 FF (Foundation Fieldbus) 现场总线。

#### 2) 机组无人工确认断点 APS

实现机组无断点一键启停,保证机组主、辅机设备的启停过程严格遵守规程,提高机组启停的正确性、规范性,减轻运行人员的工作强度,缩短启动时间,提高机组的运行经济效益,减少运行人员的误操作,增强设备运行的安全性。

#### 3) 自动调节系统优化

根据智能电网对智能电厂的需求,通过机理分析和系统辨识相结合建模,采用先进控制策略与技术,实现控制参数最优搜索和整定,完成过程重要参数的精细控制,最大限度实现机组全负荷范围的控制,保证其安全性和经济性。

#### 4) 控制回路在线性能评估与优化系统

在智能化电厂的建设中,需要根据控制回路相关信息通过算法进行计算分析,并且传递给电厂工作人员,来判断被控变量是否满足指定的性能目标和响应特性,并且评估控制回路的控制性能,以明确当前系统运行性能是否良好,为接下来是否需要采取一定措施来对系统运行状态进行优化。维护这些回路运行在最佳的运行状态,可以极大地提高控制系统运行的经济性。通过控制回路在线性能评估与优化系统可以有效监测与评价控制回路的性能,评价控制回路的随机性与确定性性能并给出量化指标,给出诊断分析和调整建议,从而改善机组安全运行性能,提高机组的发电能力。

#### 5) 工况自动寻优系统

根据现场运行参数变化,在满足安全、环保排放指标的要求下,以机组效率最高为工况寻优目标,在各种燃料特性、负荷区段小,获取历史上大概率程度达到的工况最优点,并记录相关的统计参数,为运行人员提供最优工况参考。

### 2.3 智能生产监管层

智能生产监管层汇集、融合全厂生产过程与管理的数据和信息,实现厂级负荷优化调度,生产过程的设备状态监测与故障预警,实时监控与三维可视化互动、定位等,并实时监控生产成本。

智能生产监管层通过采集大数据平台能收集上来的各类生产数据,进行专项分析、设备管理、故障诊断等生产过程的监管。

智能生产监管层规划主要建设以下专项模块:

#### 1) 三维数字化系统

用智能化三维建模软件对项目进行三维数字化

建模, 提供精准的项目模型和精确的材料统计, 减少现场碰撞返工, 缩短工程建设安装周期, 提高建造质量并减少现场管线管材、支吊架、电缆桥架及电缆电线和其它安装材料的浪费, 降低工程造价、缩短建设周期。

将设备、管道等相关资料与设计的三维模型相关联, 实现地下设施、锅炉外管(四大管道)及焊口的三维可视, 实现设计期、工程建设期、投产运行期各个阶段的出厂资料、调试记录、维修记录、高温高压及大管管道焊口位置、材质、测点位置等的贯通, 实现基建生产一体化。

在三维数字化平台上对主要设备在检修过程中的移动路径、拆卸、安装、放置等动作进行模拟, 方便理解检修的过程, 快速确定检修方案, 提高工作效率。

#### 2) 早期预警与故障诊断系统

通过人工智能的数据模型技术, 从海量的生产数据中抽取这些影响系统设备安全运行的信息, 对机组运行状态进行在线监测分析, 对设备进行性能评级, 并实时做出早期预警和初步诊断, 来部分代替人工开展海量实时参数监视、数据价值挖掘, 为现场的安全生产和运行管理做出更加科学的判断和依据, 实现对重要系统和设备基于智能模型的不间断在线监视。

#### 3) 现场总线管理系统

现场总线设备丰富的信息, 以数据挖掘技术为核心, 提供设备远程实时监控、故障诊断、设备检修(维护)指导、设备运行状况的统计分析、历史数据管理分析等功能, 实现全厂现场总线设备的统一监管。

#### 4) 全厂负荷优化调度系统

建立全厂负荷优化调度系统, 完成全厂负荷(包括有功功率和无功功率)优化调度, 并作为机组数据挖掘和优化控制通用平台。条件具备时通过反向网络安全隔离装置将调度指令数据送入 II 区的控制系统, 完成实时的负荷优化分配。

#### 5) 电气设备在线监测与诊断系统

专项收集 GIS(气体绝缘金属封闭开关设备)、SF<sub>6</sub>、变压器、发电机、避雷器、电动机、电缆等各电气设备的在线监测装置数据及温度信息, 并在后台实时分析、诊断、预警及各项智能应用。该系统可与全厂大数据平台或 SIS 系统整合, 共享智能化的应用与信息。

#### 6) 可穿戴设备的辅助智能巡检系统

电厂运维人员携带手持智能设备或者头戴智能头盔, 通过固定线路或者随机线路的巡检, 再结合固定监测设备, 通过与实时数据系统进行设备与测点映射关系匹配, 在巡检过程能自动获取到巡检设备的实时数据, 在现场的网络通信速率达到要求的情况下, 还可以实现现场人员与远程监控室人员的视频级交互, 形成智能巡检系统。

### 2.4 智能管理层

智能管理汇集生产过程与管理的信息与数据, 利用互联网与大数据技术, 实时监控生产全过程, 实现智能决策, 提高整体运营的经济性。

智能电厂智能管理层包括:

#### 1) 安全消防保卫集成系统<sup>[3]</sup>

依据安全类型和安全级别将现场区域和位置进行划分和定位, 结合该区域设备的安全等级、运行标准、电厂安全规程、危险点预控、重点安全措施等, 将各位置对应的安全注意事项和危险预防措施进行安全内容分解, 建立主动安全数据库。

#### 2) 智能档案管理系统

实现档案管理的云端化, 为用户提供统一的文档访问入口, 方便用户在企业内部共享文档。根据用户的职位或角色分类, 控制其文件访问及管理权限, 对没有授权的成员禁止访问文件。支持运维人员通过移动终端访问, 方便快捷的访问各类工程图档资料, 提高工作效率。

#### 3) 智能两票管理系统

针对电厂设备两票使用的现状和需求, 以及机组的运行环境和运行特点, 通过集团内通用的 SAP(企业管理软件)系统实现开票, 然后通过点巡检客户端实现两票的现场移动作业, 实现操作票无纸化办公。智能两票系统引入状态冲突检测、五防闭锁、倒闸操作的逻辑判断及设备 and 人员的扫码身份验证等, 在三维可视化平台中模拟操作, 系统可自动生成一张操作票, 实现操作票远程电子监察以及标示牌智能管理等。

#### 4) 实时技术监督管理系统

采用有效的测试和管理手段, 对电力设备的健康水平及与安全、质量、经济运行有关的重要参数、性能、指标进行监测与控制, 以确保其安全、稳定、经济运行。建立公司级生产数据中心, 重要生产数据和指标实时监控, 及时了解电厂生产异常

情况,自动生成生产报表,分析项目收益,为专家诊断和优化控制提供准确的数据等。

#### 5) 基于互联网+的远程诊断分析

充分利用互联网的数据通信以及资源协调的能力,与集团以及省级电力科学研究所的远程监测与诊断中心建立密切的信息交互,利用相关的专家资源,形成远程故障诊断与优化调整的联合体系。开展控制系统远程服务,包括控制系统远程监测、测试、维护、优化,控制设备远程故障诊断,机组模型远程辨识等。

#### 6) 三维在线仿真系统

三维在线仿真培训系统是利用计算机模拟一个三维空间的虚拟世界,提供给操作者基于视觉、听觉方面感官刺激的模拟环境,仿佛将操作者置身其中。软件可以于任意方位、角度进入三维虚拟的机组厂区,所有3D设备模型按照实际工厂设备尺寸进行1:1比例绘制,可以远观也可以近看,还可以进入设备内部观看。鼠标移到的位置可以指示出设施或者设备的名称、主要工作内容,主要设备通过鼠标点击能够将设备主要部件分解,展示内部结构,并能够还原为整机。

#### 7) 商务智能分析

建立全局成本利润分析和决策中心,整合电厂经营、人力、财务信息,加强分析预判实现经营指标的实时统计预测,加强数据挖掘和预警,推动管理预控化。

#### 8) 统一门户与个人工作云

通过对企业各应用系统进行集成,实现跨平台跨系统的资源的深度信息整合,系统将企业应用合理规划为若干个应用,形成电厂的统一门户平台。用户可以通过选择的方式在自己的工作台设置自己感兴趣的应用,实现用户个人工作云:可按岗、按需定制;系统能够主动推送待办工作,一键直达操作界面;分析个人浏览习惯,主动推送重点关注信息。

#### 9) 移动办公 APP

通过手机实现各种移动办公应用的融合,可进

行移动公文管理、考勤管理、会议管理、绩效管理,实时推送生产信息,查看机组运行状态,生成数据报表,并同时兼顾企业微信、工作日志、定位服务、即时通讯等功能。

### 3 结论

智能电厂是一个全过程控制、全生命周期的智能集成,也是一个跨平台资源信息共享的系统,更是一个随着科学技术的进步不断发展和完善的过程。因此,智能电厂的建设需遵循“统筹考虑、逐步智能;经济适用,适当超前”的原则,即基础性的设备和系统在基建期一次性建成;影响工程进度的成熟设备和系统在基建期预留接口,生产期实施;尚不成熟、不完善的设备和系统在生产期充分调研后逐步实施。

智能电厂的建设应结合企业的内外部环境,做到有目的、有计划、有远见地分阶段实施,保证达到企业的经营目标,实现管理理念,从而提高生产效率,降低综合成本,提升市场竞争力。

#### 参考文献:

- [1] 王晓雄,王景超,裴顺. 浅谈智能电厂规划建设[J]. 南方能源建设, 2017, 4(3): 30-34.  
WANG X X, WANG J C, PEI S. Preliminary analysis of smart power plant planning and construction [J]. Southern Energy Construction. 2017, 4(3): 30-34.
- [2] 陈敏鑫,王新超,韩世亮,等. 电厂全面智能化的研究与应用[J]. 仪器仪表与分析监测, 2010(4): 17-21.  
CHEN M X, WANG X C, HAN S L, et al. The research and application of intelligent plant [J]. Instrumentation and Analysis Monitoring, 2010(4): 17-21.
- [3] 杨新民,高海东,陈丰. 数字化电厂概念的解析及探讨[J]. 热力发电, 2015, 44(5): 98-101.  
YANG X M, GAO H D, CHEN F. Discussions on concept of digital power plant [J]. Thermal Power Generation, 2015, 44(5): 98-101.

(责任编辑 高春萌)