

## 电厂并网运行管理及辅助服务管理系统的研发

田雄<sup>1</sup>, 姚建刚<sup>1</sup>, 龚陈雄<sup>2</sup>, 卜虎正<sup>3</sup>, 吴剑飞<sup>3</sup>, 夏家骥<sup>3</sup>

(1. 湖南大学电气与信息工程学院, 湖南 长沙 410082; 2. 福建省电力试验研究院, 福建 福州 350007;  
3. 湖南湖大华龙电气信息技术有限公司, 湖南 长沙 410082)

**摘要:** 为了规范并网发电厂的运行管理及合理评估并网发电厂提供的辅助服务质量, 设计了一套电厂并网运行管理及辅助服务管理系统。通过对《华中区域并网发电厂辅助服务管理实施细则(试行)》和《华中区域发电厂并网运行管理规定实施细则(试行)》的解析, 得出详尽的系统需求分析, 并结合某省网的具体应用环境, 分析了管理系统所需数据的来源。在此基础上, 介绍了管理系统的总体设计框架以及具体实现方法。经过一段时间的试运行表明, 该管理系统可以规范发电厂的运行管理, 可以提高发电厂提供的辅助服务质量, 从而保证电网的安全、优质、经济运行。

**关键词:** 两个细则; 辅助服务; 考核; 补偿

### Research and design of grid parallel operation and auxiliary services management system

TIAN Xiong<sup>1</sup>, YAO Jian-gang<sup>1</sup>, GONG Chen-xiong<sup>2</sup>, BU Hu-zheng<sup>3</sup>, WU Jian-fei<sup>3</sup>, XIA Jia-ji<sup>3</sup>

(1. College of Electrical and Information Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China;  
2. Fujian Electric Power Test and Research Institute, Fuzhou 350007, China;  
3. Hunan Huda Hualong Electric Power Company, Changsha 410082, China)

**Abstract:** In order to standardize the operation and management of grid-connected power plants and reasonably evaluate the auxiliary service quality that the power plants provide, the paper designs a grid operation and auxiliary services management system. By analyzing the "two rules" (Management Rules of Power Plant Auxiliary Service In Central Region of China(Trial) and Management Rules of Power Plant Grid Operation In Central Region of China(Trial)), the paper obtains a detailed analysis of system requirements. Combining with the specific application environment of the province network, it analyzes the sources of the data that management system requires. On this basis, the paper introduces the framework design of the management system and its specific implementation method. After a period of trial running, it shows that the management system can regulate power plants operation and management, can improve the quality of the auxiliary services that the power plants provide, thus can ensure the grid's safety, quality and economic performance.

**Key words:** two rules; auxiliary services; examination; compensation

中图分类号: TM73 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2011)01-0118-05

## 0 引言

辅助服务是指为维护电力系统的安全稳定运行, 保证电能质量, 除正常生产、输送、使用外, 由发电企业、电网经营企业和电力用户提供的服务, 包括: 一次调频、自动发电控制(AGC)、调峰、无功调节、备用和黑启动服务等<sup>[1-6]</sup>。厂网分开以前, 电厂完全依照调度指令进行出力调整, 而没有考虑电厂的实际发电效益。随着电力市场的建立、主辅的分离, 电厂作为独立的个体考虑更多的是电厂自身的发电利益, 调度部门在调用机组提供的辅助服务的时候需要考虑的因素就更多。为了建立一个合

理的评价电厂提供辅助服务的机制, 提高各发电厂提供辅助服务的热情, 规范对发电企业的管理, 国家电监会发出了对各并网发电厂进行考核管理的通知, 以此为基础, 华中电监局依据国家发改委、国家电监会的相关规定制定了《华中区域并网发电厂辅助服务管理实施细则(试行)》和《华中区域发电厂并网运行管理规定实施细则(试行)》两个细则<sup>[7-8]</sup>, 并要求华中地区利用两个细则开发出一套“并网运行管理及辅助服务管理支持系统”, 以下简称“两则系统”, 用于规范华中地区的辅助服务管理。

本文在分析了两个细则的具体要求和系统所需数据来源以及某省调具体网络环境的基础上, 提出

了基于 B/S 模式的系统架构设计, 实现了两个细则中对并网发电厂实施具体考核补偿的需求。

### 1 系统架构

“两则系统”是以省电力调度中心为主站, 对各并网运行的发电机组或电厂进行指标考核的信息支持系统。该系统利用计算机网络, 可高效真实地采集 (或读取) 相关考核信息; 通过对各项考核指标的计算分析和统计, 为运行考核提供科学依据。系统网络拓扑如图 1 所示。

#### 1.1 系统总体设计

“两则系统”采用最先进且成熟的多层体系 Browser/Server (B/S) 结构, 从技术上保证系统灵活的扩展能力、良好的可再升级性能和快速移植的能力, 数据库的选择上, 我们采用 oracle 10g, Web 服务器上我们选用 Weblogic10.3。“两则系统”提供开放的数据接口模块, 可实现与调度自动化系统、发电计划、EMS (Engine Management System, 能

量管理系统)、OMS (电网调度生产管理系统) 等相关系统的数据通信。“两则系统”可划分为申报审批、考核管理、发电考核、考核补偿、统计分析、信息发布、支撑平台等主要功能模块。系统的总体功能如图 2 所示。

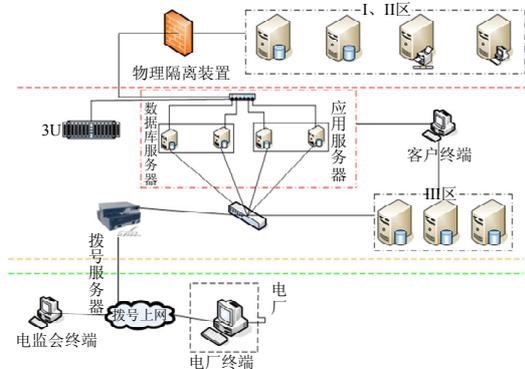


图 1 两则系统网络拓扑图

Fig.1 “Two rules” system network topology

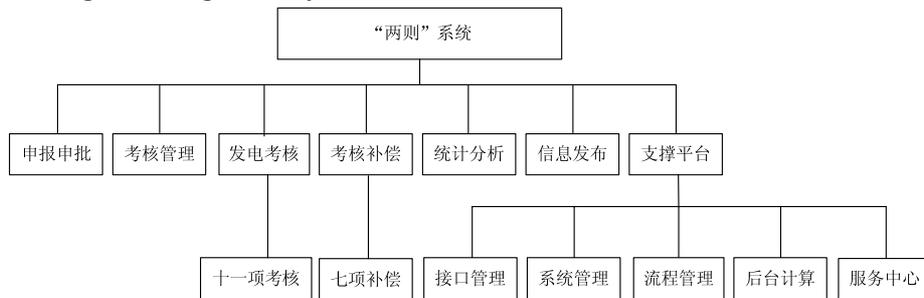


图 2 “两则系统”总体结构图

Fig.2 Overall chart of the “two rules” system

#### 1.2 系统流程设计

“两则系统”以月为统计周期, 定时或者人工触发获取考核所需的各类原始数据, 系统管理员设定好各考核参数后启动流程控制并通知各参与考核的部门。负责相关考核的部门根据各电厂上报数据, 设置各电厂免考核时间范围, 并负责填写相应的考核信息, 系统将自动计算各电厂各类考核的奖惩电量, 并按照考核电量返还原则计算各电厂的返还电量。考核结果向电厂发布后, 如果在指定时间范围内没有争议, 则完成月度考核, 考核结果进入结算并将最终结果发布给各电厂, 如果电厂对考核补偿结果存有疑问, 则可以提起争议数据申报, 负责考核的相关部门将负责核对相关考核数据并重新发布考核结果, 如果电厂对重新发布的结果仍有争议则可提交电监会仲裁, 最终确定考核补偿结果。系统的流程如图 3 所示。

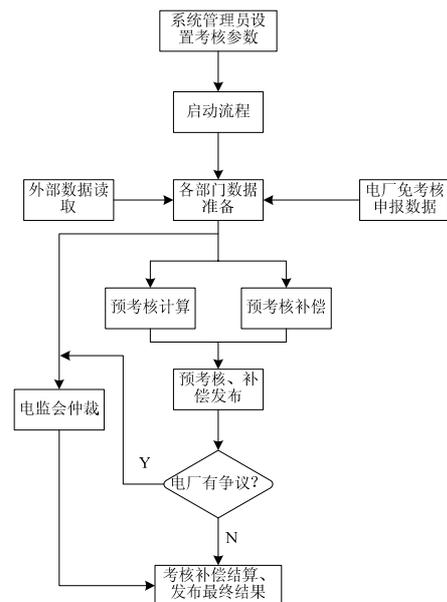


图 3 “两则系统”流程图

Fig.3 Flow chart of the “two rules” system

### 1.3 系统数据来源分析

考核系统的主要功能就是通过统计分析各并网电厂的各项考核数据，给出最终的考核补偿结果，

所以数据源是本系统的核心。通过分析某省网现有的各个应用系统，考核系统所需的各项数据来源，如图 4 所示。

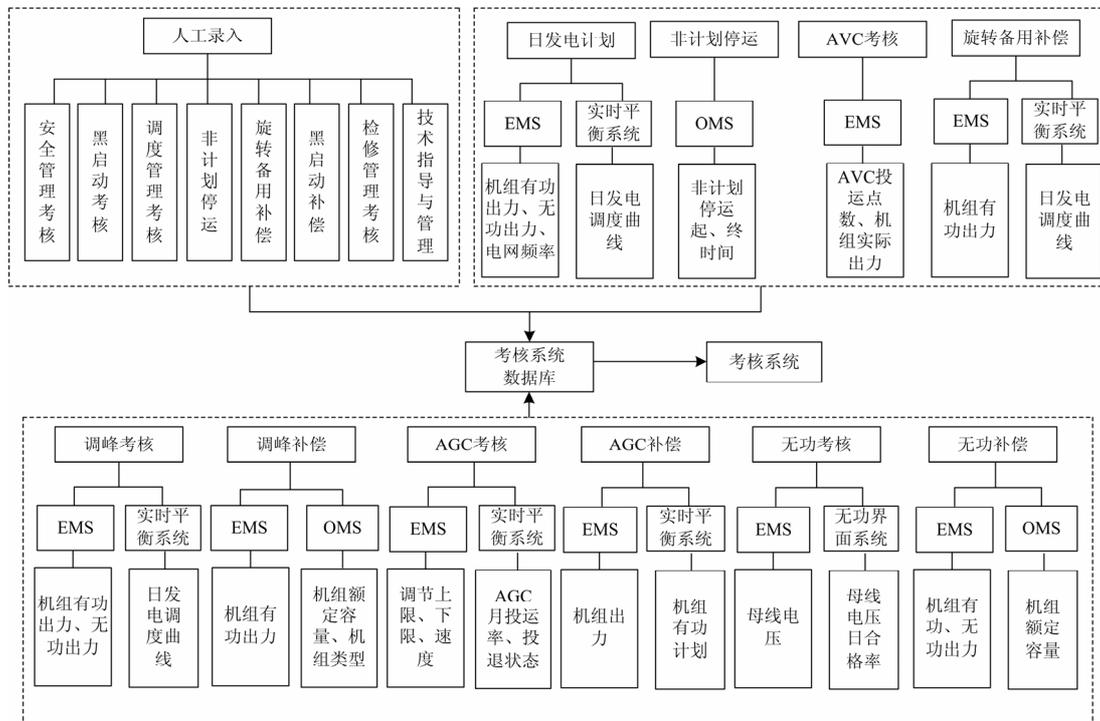


图 4 “两则系统”数据来源图

Fig.4 Map data sources of the “two rules” system

## 2 系统主要功能模块介绍

本系统主要包含以下七个功能模块：申报审批、考核管理、发电考核、考核补偿、统计分析、信息发布、支撑平台等主要功能模块。

### 2.1 申报审批

电厂是“两则系统”的考核对象，此模块的开发是为了实现电厂申报减出力、免考核申请以及考核争议数据申报。

### 2.2 考核管理

考核管理中包含两个部分：考核参数设置和免考核管理。基于 XML 程序设计思想开发的考核参数设置，可实现考核参数动态修改需求，当考核细则发生变化时，系统管理员就在此模块中进行相应的参数调整。免考核管理主要适用于相关考核部门设置电厂免考核，考核负责部门可以根据电厂的实际运行情况进行免考核设置。

### 2.3 发电考核

主要包括：安全管理考核、黑启动考核、调度管理考核、非计划停运考核、日发电计划考核；AGC 考核、一次调频考核、无功调节考核、调峰考核、

检修管理考核以及技术指导与管理考核。系统严格按照两个细则中的规定对并网发电厂提供的辅助服务进行计算统计，考核结果能如实地反映各并网发电厂对电网提供的辅助服务质量。发电考核是整个系统的核心模块。

以日发电计划考核为例说明各考核模块的具体工作过程。系统自动读取各电厂机组的实际发电曲线和机组发电计划曲线以及电网实时频率，通过判断电网频率、计划出力与实际出力的偏差从而计算考核电量，具体计算流程如图 5 所示。机组计划出力曲线与实际出力曲线如图 6 所示。

### 2.4 考核补偿

主要包括 AGC 补偿、调峰补偿、旋转备用补偿和无功补偿，此模块主要实现对各并网发电厂提供的辅助服务进行补偿计算。此模块还可查询机组各项辅助服务的贡献明细。

### 2.5 统计分析

为了更好地了解各并网电厂提供的辅助服务质量，此模块可以分月、分年统计各个电厂分项考核、补偿情况，为用户导出各种分析统计报表。这样就可以为各并网电厂有针对性地改善辅助服务质量提

供依据。

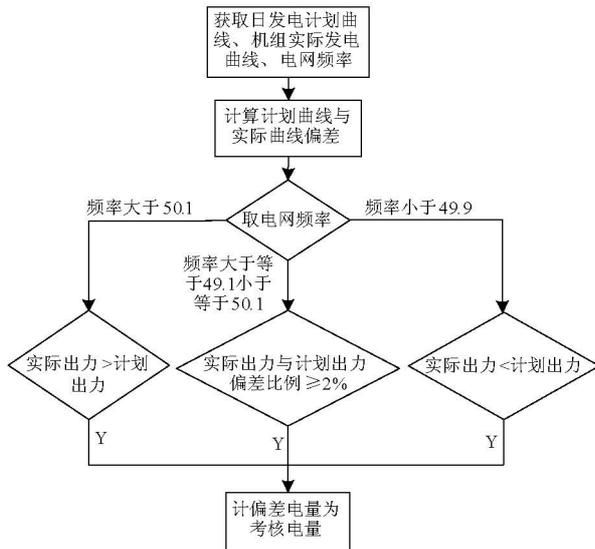


图 5 日发电计划考核计算方法流程图

Fig.5 Calculation of daily generation plan assessment flow chart

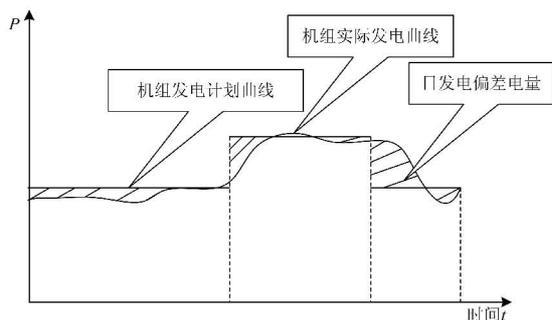


图 6 日发电计划考核曲线图

Fig.6 Assessment curve for daily generation scheduling

## 2.6 信息发布

信息发布主要用于发布各类公告通知以及各类考核补偿信息。

## 2.7 支撑平台

支撑平台为整个系统提供基本的运行维护, 主要包括数据接口、后台计算、数据字典、流程管理、系统管理、数据访问、权限管理、日志服务和告警服务等公共服务支撑。其中数据接口主要实现“两则系统”与其他系统的数据对接; 后台计算则实现基础数据的处理以及一些固定的考核计算; 流程管理可实现流程的用户自定义, 用户可以根据需要制定相应的流程。

## 3 系统运行效果分析

“两则系统”的投入使用将从三个层面上提高电网的运行管理水平。

### 3.1 管理层面

各并网电厂将严格制定机组检修计划, 并按规定严格填写检修票, 严格做到“一票一检”, 这不仅方便了调度的检修统计管理, 也为调度安排机组检修提供了可靠的数据来源。并网电厂机组检修将严格按指定检修周期进行检修。电厂如若无法按期完成检修工作, 必须提早向调度提出申请, 这将有利于调度安排机组的检修。

按“两则系统”的要求, 各并网电厂必须制定缜密的安全事故预案, 这必将提高湖北电网的安全稳定运行水平。

### 3.2 技术层面

并网协议要求所有上网机组均要装设一次调频装置, 但是由于缺乏规范化的管理, 各电厂出于电厂利益, 人为地改变机组一次调频的参数指标或者随意切除一次调频装置, 这就导致了一次调节效果并不尽如人意。“两则系统”的投运使用, 可以杜绝这种情况的发生, 这就可以提高电网一次调频装置的运行效率。

电网调峰一直是困扰电网调度的一个难题, 随着“两则系统”的投运, 这个难题将得到极大的缓解。按照两个细则规定, 并网发电厂应参与电力系统调峰, 基本调峰能力必须达到机组技术参数要求的指标。常规燃煤机组和在非供热期的热电联产机组的基本调峰能力为其额定容量的50%, 燃气机组基本调峰能力为其额定容量的100%, 水电机组、综合利用机组以及在供热期的热电联产机组按实际能力提供基本调峰。通过分析比较, 以某电网为例, 省调的21个火电厂中, 有13个达不到最小出力要求, 为了减免考核, 各电厂就必须对机组的参数进行改善, 提高各机组的调节能力。按预期, 如果所有的机组都能达到50%出力的要求, 那么某省网将可以增加至少455.4 MW的调峰容量, 这将极大地缓解电网调峰困难。

### 3.3 电网执行力

“两则系统”中要求各电厂严格执行调度指令及调度下发的日发电计划, 否则将进行相应的考核。电厂只有严格执行调度指令才能不被考核或者是少考核, 这将使整个电网的执行力得到极大的加强。

## 4 结论

“两则系统”的开发, 满足“两个细则”的具体要求, 通过对机组的有效管理, 能够保证华中电力系统安全、优质、经济运行, 具有非常重要的现实意义。目前“两则系统”已在某省网挂网运行, 运行效果良好。

参考文献

[1] 丁明, 安玲, 齐先军. 电力市场环境考虑系统可靠性的备用调度[J]. 继电器, 2007, 35(15):14-17.  
DING Ming, AN Ling, QI Xian-jun. Reserve dispatch considering system reliability in electricity market environment[J]. Relay, 2007, 35(15):14-17.

[2] 胡扬宇, 李大鹏, 王子琦, 等. CPS考核标准下河南电网AGC控制策略[J]. 继电器, 2006, 34(14):32-34.  
HU Yang-yu, LI Da-peng, WANG Zi-qi, et al. AGC control strategy based on CPS standard in Henan Power Grid[J]. Relay, 2006, 34(14):32-34.

[3] 吴国丙, 任震, 祁德才. 电力市场环境下的无功服务及其成本分析[J]. 继电器, 2002, 30(8):14-17.  
WU Guo-bing, REN Zhen, QI Da-cai. The analysis of reactive power service and its cost under electricity market environment[J]. Relay, 2002, 30(8):14-17.

[4] 姚建刚, 章建, 银车来. 电力市场运营及其软件开发[M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.

[5] 张少华, 方勇, 李渝曾. 电力市场中的激励性机制设计[J]. 电网技术, 2003, 27(1):52-56.  
ZHANG Shao-hua, FANG Yong, LI Yu-zeng. Incentive mechanism design in electricity markets[J]. Power

System Technology, 2003, 27(1): 52-56.

[6] 姚诸香, 邹根华, 罗奇. AGC机组辅助服务确定性指标及应用[J]. 华中电力, 2007, 20(5):10-22, 24.  
YAO Zhu-xiang, ZHOU Gen-hua, LUO Qi. Auxiliary service deterministic performance index of AGC units and its usage[J]. Central China Electric Power, 2007, 20(5):10-22, 24.

[7] 华中电监会. 华中区域并网发电厂辅助服务管理实施细则(试行) [R].(华中电监市场[2009]11号).2009年1月.

[8] 华中电监会. 华中区域并网发电厂并网运行管理实施细则(试行) [R].(华中电监市场份[2009]11号).2009年1月.

收稿日期: 2010-01-22; 修回日期: 2010-07-05

作者简介:

田雄(1986-), 男, 硕士研究生, 从事电力市场及其相关软件的开发设计; E-mail: bailaoban1986@126.com

姚建刚(1952-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事电力系统自动化、电力市场和高压外绝缘方向的教学与研究;

龚陈雄(1986-), 男, 硕士研究生, 从事电力市场辅助服务及其相关软件的开发设计。

(上接第 99 页 continued from page 99)

WU Xiao-hui, LIU Jiong, LIANG Yong-chun, et al. Application of support vector machine in transformer fault diagnosis[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University, 2007, 41 (6): 722-726.

[8] 厉劫翀, 周宁, 吕彬. 基于神经网络、模糊理论的变压器油中溶解气体诊断专家系统[J]. 电网技术, 2006, 30 (S1) .  
LI Jie-chong, ZHOU Ning, Lü Bin. Transformer DGA diagnosis expert system based on neural network and fuzzy theory[J]. Power System Technology, 2006, 30 (S1) .

[9] 潘超, 马成廉, 郑玲峰, 等. 一种结合模糊 TOPSIS 法和 BP 神经网络的变压器故障诊断方法[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37 (9): 20-24.  
PAN Chao, MA Cheng-lian, ZHENG Ling-feng, et al. A new method based on fuzzy TOPSIS and BP neural network for power transformer fault diagnosis[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(9): 20-24.

[10] 赵笑笑, 云玉新, 陈伟根. 变压器油中溶解气体的在线监测技术评述[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(23): 187-191.  
ZHAO Xiao-xiao, YUN Yu-xin, CHEN Wei-gen. Comment on on-line monitoring techniques for dissolved gas in transformer oil[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(23): 187-191.

[11] Colomi A, Dorigo M, Maniezzo V, et al. Distributed optimization by ant colonies[C]. //Proceedings of the 1st

European Confer Artificial Life. Paris: 1991.

[12] 周书敬, 李彦苍, 崔郁龙. 基于信息熵的改进蚁群算法及其应用[J]. 数量经济技术经济研究, 2004, 10: 104-109.  
ZHOU Shu-jing, LI Yan-cang, CUI Gan-long. Improved ant colony algorithm and its application based on information entropy[J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2004, 10: 104-109.

[13] WIERMAN M J. Measuring uncertainty in rough set theory[J]. International Journal of General Systems, 1999, 28(1): 283-297.

[14] LIANG JY, CHINK S, DANG CY, et al. A new method for measuring uncertainty and fuzziness in rough set theory[J]. International Journal of General Systems, 2002, 31(4): 331-342.

[15] ZHAO J Y, ZHANG Z L. Fuzzy rough data reduction based on information entropy[C]. //Proceedings of the Sixth International Conference on Machine Learning and Cybernetics. Hong Kong: 2007: 3708-3712.

收稿日期: 2010-01-08; 修回日期: 2010-03-04

作者简介:

田冰冰(1984-), 女, 硕士研究生, 研究方向为电力系统安全监控和故障诊断新技术; E-mail: tbb123.123@163.com

刘念(1956-), 男, 教授, 博士, 研究方向为电力系统安全监控和故障诊断新技术. E-mail: liunianww@163.com