

风光储多能互补电源集控系统的设计

蔡利敏[✉], 何叶, 张霆均, 吴巧变, 刘国华

(中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司, 西安 710075)

摘要: [目的] 为了更好地实现大规模新能源集中上网的监视与控制, 提高新能源基地与电网调度中心的协调能力, 设计了一种风光储多能互补电源集控系统典型方案。[方法] 为了保证典型方案满足工程实际需求, 依据多年的电力调度运行设计经验, 详细研究了本集控系统的总体方案、系统架构、功能和性能要求, 并对本系统与传统电网调控自动化系统的关系进行了研究。[结果] 通过仔细研究分析, 从而设计了集控系统典型方案, 有效升级新能源基地的调度自动化系统。[结论] 集控系统典型方案满足工程设计需要, 提高了风光储多能互补电源集控系统设计的合理性和实用性, 可为具体工程应用提供指导。

关键词: 大规模新能源集中上网; 风光储多能互补; 集控系统; 典型设计方案

中图分类号: TM7; TM734

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2020)S2-0062-06

开放科学(资源服务)二维码:



Design of Centralized Control System for Wind-light-battery Power Plants

CAI Limin[✉], HE Ye, ZHANG Tingjun, WU Qiaobian, LIU Guohua

(Northwest Electric Power Design Institute Co., Ltd. of China Power Engineering Consulting Group, Xi'an 710075, China)

Abstract: [Introduction] The paper aims to better realize the monitoring and control of large-scale new energy centralized Internet access and improve the coordination ability between new energy base and power grid dispatching center to describe a typical scheme of wind-light-storage multi-energy complementary power centralized control system. [Method] To ensure the typical scheme met the actual needs of the project, the overall scheme, system architecture, function and performance requirements of the centralized control system were studied in detail, and the relationship of the system and the traditional grid control automation system was also studied based on years of experience in power dispatching operation design. [Result] The results of careful research and analysis show that the designed typical scheme of the centralized control system effectively upgrades the dispatching automation system of the new energy base. [Conclusion] Our data demonstrates that the typical scheme of the centralized control system satisfies the engineering design requirements and improves the rationality and practicability of the design of the wind-light-storage multi-energy complementary power centralized control system, which can provide guidance for specific engineering applications.

Key words: large-scale new energy centralized internet access; wind-light-storage multi-energy complementary; centralized control system; designed typical scheme

近年来,我国新能源产业发展迅速,对改善能源结构、保护生态环境、促进经济发展发挥了重要作用,随着产业规模的不断扩大,大规模集约化开发建设的新能源项目均出现了不同程度的弃风、弃光,除去因电网一次网架结构的制约导致外,风光储多能互补电源的集中控制和场站维护也是目前急需调整和改变的因素。

现阶段的各个风电场、太阳能、储能电站各自

独立运行、独立预测和维护^[1-5],相邻场站之间不互通运行情况,对上网的运行情况更是掌握不及时,而电网公司管辖的电网调控中心因全网调控任务繁重,对新能源的调度管控大多采取只管控“出口”的调度运行模式,并对出口的出力曲线进行强制性考核。因此,导致实际运行过程中,新能源场站的运行小时数往往得不到很好的保障。

为此,各个新能源业主单位,在实际运行中逐渐摸索出了一个办法,即建立风光储多能互补电源系统^[6-8],并在新能源场站的调度运行模式中,逐

渐出现了自行建设单独的新能源集中控制运维中心, 将一定地理空间范围内的新能源场站, 统一纳入集控中心控制运维系统(以下简称集控系统), 集中人力和物力, 强化对新能源场站的管控。对场站当地的运维人员则进行适度的精简, 从而使得运维人员可统一对管辖范围内的新能源发电能力进行预测, 对有一次网架联系的新能源场站之间还可进行适度的调整和控制, 从而更好地实现与电网公司掌握的调度控制中心协调一致, 以期提高新能源场站的利用效率, 提高新能源发电小时数。

1 系统架构

风光储多能互补电源集控系统应能够实现对所辖风电场、光伏、光热、储能电站等的新能源站(群)的全部监视、控制、调节、诊断、分析与管理功能。

正常运行时, 各个场站可处于有人值守、无人值班的运行模式。在控制中心能够实现整个工程覆盖区域的风功率与光功率预测和储能电站的运行监视, 根据预测结果编制未来一段时间的发电计划, 上报上级电网调控中心。同时, 运维人员通过集控系统接收并执行上级电网调控中心下达的各种控制和调节命令, 实现对所辖风电场、光伏、光热和储能电站的统一监视和控制, 并根据不同发电方式的特点, 优化发电计划和实时控制发电出力。

非正常情况下, 系统故障或有特殊要求时, 各新能源电站的控制可切换至就地模式。

风光储多能互补电源集控系统拓扑如图1所示。

大规模风光储多能互补电源集控系统主要包括硬件、操作系统、支撑平台及应用软件几个部分。系统由多个功能应用集合而成, 支撑平台为各功能应用提供一个集成运行环境。

操作系统应能支持实时、多任务运行环境并能有效地利用CPU及外设资源, 包括海量存储器和其它硬件设备, 具有增强的通信和网络支持功能。

支撑平台应为分布式结构并符合相关标准的开放式体系, 以便未来需求增加时, 能够很容易地通过增加处理器的方式来满足不断增长的计算机资源扩充要求。系统应具有不修改程序就能实现数据库容量扩充的能力。平台应具有平衡网络上各节点负

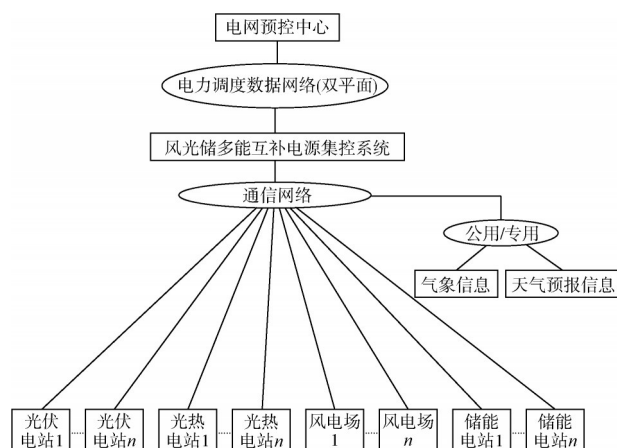


图1 风光储多能互补电源集控系统拓扑图

Fig. 1 Topological graph of centralized control system for wind-light-battery power plants

荷和提高系统性能指标的能力。为方便运行及维护, 硬件平台应尽量统一。

风光储多能互补电源集控系统结构图如图2所示。



图2 风光储多能互补电源集控系统结构示意图

Fig. 2 System structure graph of centralized control system for wind-light-battery power plants

2 系统功能

2.1 系统功能模块

多能互补电源集控系统主要由数据采集与处理、实时监控与预警、新能源预测与发电计划以及电能计量和生产管理五部分应用功能构成。

数据采集与处理为集控系统的各应用提供数据基础, 采集场站内风电场、光伏电站、光热电站、储能电站的运行数据, 包括采集风机/光伏逆变器、光热汽轮发电机、热力系统、凝结水系统等的信息以及升压站监控系统信息、自动发电控制、自动电压控制、功率预测数据、测风塔、电能计量等信息, 对所采集的数据进行综合处理、统计分析, 并

完成不同协议类型数据的转换,为实时监测、数据展现、统计分析提供基础。

实时监控与预警模块包含电网稳态监控、自动发电控制(AGC)、自动电压控制(AVC)、综合智能分析与告警、二次设备在线监视与分析、新能源运行监测、储能电站运行监视、新能源运行趋势分析以及继电保护及安稳定值远方修改、投退等、继电保护及安稳整定计算,继电保护及故障录波信息管理等功能。能够实现对大规模集中上网的风光储多能互补场站的集中监视、集中控制和故障报警,满足各场站的无人值班、少人值守的运营模式。

新能源预测与发电计划模块包含气象(风、光、温度等)监测与分析、新能源发电能力预测预报(超短、短期、中长期预报)以及互补电源系统发电计划的编制(日前、日内、实时)等功能。能够对辖区内各场站的风功率、光功率进行集中的功率预测、功率控制和能量管理,改传统的分散形式为集中形式,极大地简化了所辖场站的设备配置,提高设备的利用率。基于新能源发电预测和气象监测与分析,能够制定出各电源场站的前日发电计划和日内发电计划,并根据实时监测的电网运行数据,进行发电计划的调整,编制实时发电计划。

电能量计量能够获取辖区内各电源场站电能量数据,完成场站上网点、发电机出口点、大用户线路关口点、平衡考核点等电能数据的采集、存储以及统计分析等工作。能够根据相应的统计模型,实现不同设备、不同时段、不同费率下的电能统计和计算分析,也可以根据电量数据以及电网模型完成电源场站的电量结算、考核,实现网损、线损、变损和平衡的计算、监视、分析等功能。

生产管理模块包含值班运行管理、设备运行管理、生产运行报表管理以及对运行信息、生产统计、调度动态等多维信息的展示和发布以及实现所管辖电源场站的视频集中监视等功能。能够实现设备及物资管理、生产运行管理、检修计划管理、监督及安全管理,通过标准化、流程化、专业化的管理,实现所辖场站的资产和运行等的全过程管理。

2.2 新能源预测数据的整合

多能互补电源集控系统能够收集、整合各场站独立风功率预测系统或光功率预测系统的监视数

据,也能够调度控制中心进行集中功率预测,实现预测数据的整合。

能够接收各场站独立的功率预测数据,包括气象信息、电站运行工况和发电功率预测结果数据等。将数据集中存储于集控系统的数据库,从而方便进一步实施各种处理与比较分析与应用。

另一方面,高性能、高精度的集中功率预测数据能够为风电、光伏等新能源场站制定更合理、更有效的生产运行计划提供可靠的数据支撑。

2.3 风光储协调控制

多能互补电源集控系统能够提供多种控制模式(最大功率跟踪、限值出力等),实现不同组合(风电单独、光伏发电单独、光热发电单独、储能单独、风光组合、风热组合、风储组合、光储组合、光热组合、风光储组合等多种方式)在不同时间尺度(正常态、紧急态)下的多控制目标(平滑出力、计划跟踪、削峰填谷等)协调的联合运行控制。实时优化风光储多能互补发电系统的运行状态,通过协调储能和储热系统的控制策略,降低互补发电系统总输出功率波动性,支持全网的发电计划跟踪和功率调度,改善风电场和光伏电站发电容量可信度,提高电网接纳风电和光伏发电的能力。

3 系统性能

根据《电力系统调度自动化设计规程》^[9]的要求及类似工程经验,多能互补电源集控系统应满足下列指标。

3.1 系统容量指标

多能互补电源集控系统能够采集的信息量为每个所辖电源场站(开关量、模拟量、电度量)不小于5万点,系统可接入至少30个电源场站的数据。

3.2 测量值指标

- 1) 越死区传送整定最小值 $>0.5\%$ 额定值。
- 2) 遥信处理正确率 99.9%。
- 3) 遥控(调)正确率 100%。
- 4) 事件顺序记录(SOE)分辨率 $<2\text{ ms}$ 。

3.3 负荷率指标

3.3.1 电网正常状态下

任意30 min内:

- 1) 服务器CPU的平均负荷率 $\leq 15\%$ 。
- 2) 工作站CPU的平均负荷率 $\leq 30\%$ 。

3) 局域网的平均负荷率 $\leq 15\%$ 。

3.3.2 电网事故状态下

任意 30 s 内:

- 1) 服务器CPU的平均负荷率 $\leq 30\%$ 。
- 2) 工作站CPU的平均负荷率 $\leq 60\%$ 。
- 3) 局域网的平均负荷率 $\leq 30\%$ 。

3.4 系统可靠性指标

- 1) 双机热备用, 保证实时任务不中断。
- 2) 系统中任何设备故障, 不影响系统正常运行。
- 3) 系统使用寿命大于十年。
- 4) 系统可用率不小于 99.99%。
- 5) 平均无故障时间: MTBF > 25 000 h。

4 典型设计方案

多能互补电源集控系统应采用开放式结构, 遵循

可靠、安全、先进、实用、经济等的原则进行设计。

整个系统以安全分区为界, 分为三个部分: 位于安全 I 区的实时监控与预警模块、位于安全 II 区的计划与交易模块以及位于安全 III 区的调度管理与 WEB 发布模块。I、II 区之间设置横向防火墙进行逻辑隔离, II、III 区之间设置正、反向隔离装置进行物理隔离。集控系统通过专用电力调度数据网络采集场站端的各类信息, 并可通过 WEB 形式对外进行信息的发布与展示。当 WEB 服务器与外网进行连接时, 应设置防火墙以保证内网系统的安全。

系统的硬件设备主要包括服务器、工作站、交换机、磁盘阵列以及防火墙、正反向隔离装置等安全防护设备。所有设备均应采用高性能、高可靠性的主流设备。

多能互补电源集控系统典型设计方案如图 3 所示。

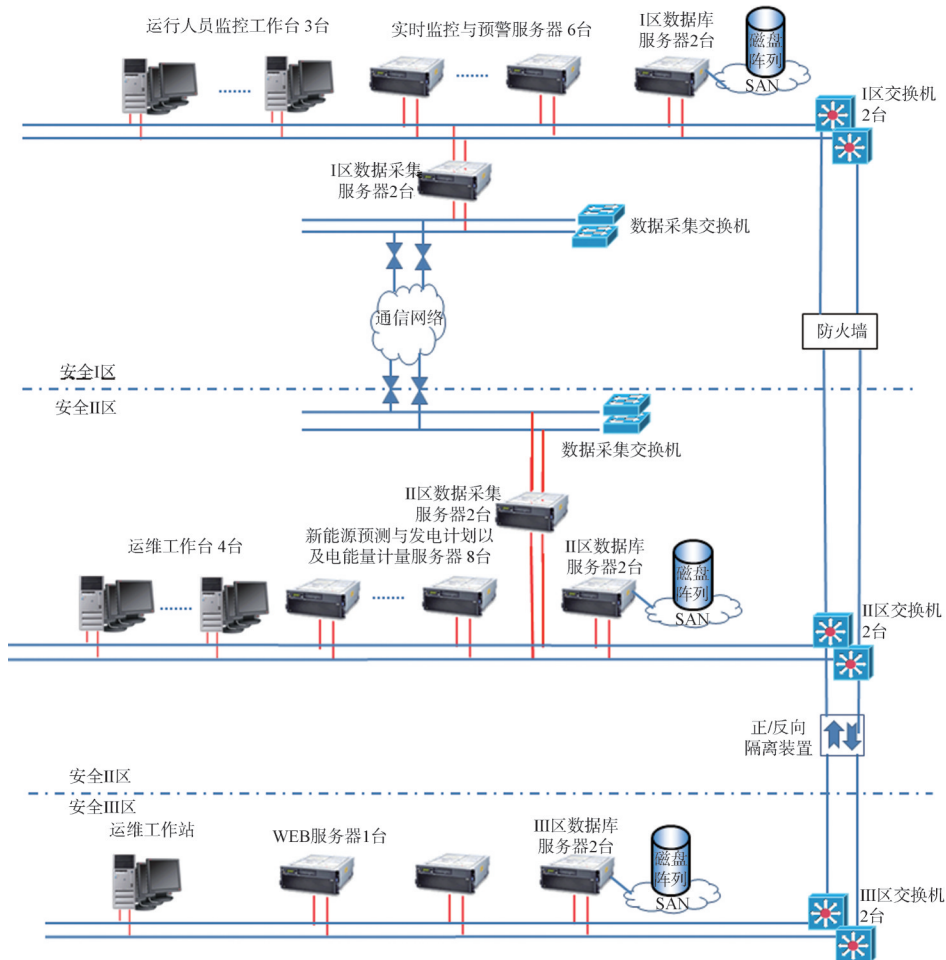


图3 多能互补电源集控系统典型设计方案

Fig. 3 Design of centralized control system for multi-energy complement

5 与传统电网调控自动化系统的关系

多能互补电源集控系统是连接电网调控中心和辖区内各电源场站的桥梁。它能够为上级调控中心自动化系统提供运行分析数据,也能为风电、光伏发电、光热发电和储能的调度及控制提供分析与决策,为多能互补电源系统运行人员提供统一的运维平台。

关于多能互补电源集控系统与传统电网调控自动化系统^[10]的关系主要体现在以下几个相同与不同的方面。

5.1 场站信息的采集

多能互补电源集控系统与传统电网调控自动化系统的信息均来源于所辖电源场站的监控系统,其信息源是相同的。

然而,传统调控自动化系统更加关心的是与电网运行方式有关的信息,而电源集控系统在关心这些信息的同时还需关心具体电源场站内的设备运行信息。调控中心所需的信息量要远远小于集控中心所需的信息量。

5.2 防误操作票

多能互补电源集控系统应在实时监控与预警模块中实现防误操作票的功能,能够进行规则校验。具备手动开票以及图形开票功能,能够提供操作票统计、五防设备对位、五防历史事件查询、五防权限设置等功能。允许多张没有逻辑关系的操作票同时执行。应具有统一综合的新能源发电设备防误措施,能够实现风机、箱变等发电设备检修综合防误,提高新能源电站就地检修操作的安全性。

而传统的电网调控自动化系统仅需在生产管理模块实现操作票和工作票的管理功能,完成与调度员相关的调度命令票、线路操作票、站内倒闸票等的自动生成和管理。

5.3 数量设置

根据电网调度管理条例的要求,调度机构分为国家调度机构,跨省、自治区、直辖市调度机构,省、自治区、直辖市级调度机构,省辖市级调度机构,县级调度机构。因此,一个地区通常只有一个调控中心。

然而,当区域较大、所管辖的电源场站数量较多时,可将其中隶属于同一发电集团的电源场站建设一个电源集控系统,其设置要综合考虑减人增效

和所辖的管理规模,方便运维人员迅速高效地处理所管辖场站的监视与控制、事故处理、设备监视和检修等工作。每一个集控系统的规模不宜太大。

5.4 新能源场站接口要求

多能互补电源集控系统和传统电网调控自动化系统对新能源场站的接口要求基本相同,即:均需直采直送;均需从电源场站内的监控系统采集信息;通信规约均应采用IEC 60870标准规约。

因此,根据所需信息的机构隶属于不同的业主单位,可在电源监控系统中设置两套远动通信装置,一套送往集控中心,一套送往调控中心。

此外,至传统调控中心的通道需采用专用网络方式,至集控中心的通道则可根据工程具体情况选用专用网络、专线、公网租用等多种通信方式。

6 结论

本文对于风光储多能互补电源集控系统进行了研究,重点研究了该系统的架构、应具有的功能需求、性能要求以及与传统电网调控自动化系统之间的关系。

与传统的电网调控自动化系统相比,该系统增加了新能源监测分析以及新能源预测功能,从而使电源集控中心的运维人员能够统一对管辖范围内的新能源发电能力进行预测,对有一次网架联系的新能源厂站之间进行适度的调整和控制,从而更好的实现与电网公司掌握的调度控制中心协调一致,大力提高新能源厂站的利用效率。

通过对多能互补电源集控系统与传统电网调控自动化系统之间的关系研究,明确了两者的相同之处和不同之处,从而指导电源集控系统的设计过程中能够充分考虑这些异同之处,使系统的设计更加合理和实用。

参考文献:

- [1] 黄绍真,戴志强,马新平. 风电场计算机综合监控系统的设计与实现[J]. 江苏电机工程,2010,29(1):38-40.
HUANG S Z, DAI Z Q, MA X P. Design and realization of computer integrated monitoring of wind farm [J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2010, 29(1):38-40.
- [2] 王成福,李锐,刘辉荣,等. 光伏发电监控系统的设计与实现[J]. 电力系统通信,2011,32(6):53-57.
WANG C F, LI Y, LIU H R, et al. The design and implementation of photovoltaic power generation monitor control system

- [J]. Telecommunications for Electric Power System, 2011, 32 (6):53-57.
- [3] 姜鑫,许伟,吴勇才. 风电场远程集中监控系统设计与实现 [J]. 湖南电力,2014,34(2):53-55.
JIANG X, XU W, WU Y C. Design and realization of wind farm remote centralized monitoring system [J]. Hunan Electric Power, 2014, 1(2):53-55.
- [4] 陈兵,张琦兵,王昊炜,等. 规模化电网侧储能电站监控系统应用及思考 [J]. 电工技术,2019,1(9):115-118.
CHEN B, ZHANG Q B, WANG H W, et al. Application and thinking of large-scale monitoring system for grid side energy storage power station [J]. Electric Engineering, 2019, 1(9): 115-118.
- [5] 陈润泽,孙宏斌,李正烁,等. 含储热光热电站的电网调度模型与并网效益分析 [J]. 电力系统自动化,2014,38(19):1-7.
CHEN R Z, SUN H B, LI Z S, et al. Grid dispatch model and interconnection benefit analysis of concentrating solar power plants with thermal storage [J]. Automation of Electric Power Systems, 2014, 38(19):1-7.
- [6] 赵邈,陆佳政,周任军,等. 小型风光互补并网发电系统 [J]. 湖南电力,2011,31(1):10-13.
ZHAO M, LU J Z, ZHOU R J, et al. The small-scale wind-solar hybrid grid-connected generation system [J]. Hunan Electric Power, 2011, 31(1):10-13.
- [7] 唐宏德,郭家宝,陈文升. 风光储联合发电技术及其工程应用 [J]. 电力与能源,2011,1(1):61-63.
TANG H D, GUO J B, CHEN W S. The joint technology of wind power-photovoltaic power-energy storage and its engineering application [J]. Power & Energy, 2011, 1(1):61-63.
- [8] 石晶,龚康,刘洋,等. 复合储能在微网中的应用研究 [J]. 南方能源建设,2015,2(2):28-34.
SHI J, GONG K, LIU Y, et al. Application of hybrid energy storage system in micro-grid [J]. Southern Energy Construction, 2015, 2(2):28-34.
- [9] 国家能源局. 电力系统调度自动化设计规程:DL/T 5003—2017 [S]. 北京:中国计划出版社,2017.
- National Energy Administration. Code for design of dispatch automation in power system:DL/T 5003—2017 [S]. Beijing: China Planning Press, 2017.
- [10] 国家电力调度通信中心. 省级及以上智能电网调度技术支持系统总体设计(试行) [S]. 北京:国家电力调度通信中心, 2009.
China National Power Dispatching & Communication Center. Overall design of smart grid operator support system(provincial level or above) [S]. Beijing: China National Power Dispatching & Communication Center, 2009.

作者简介:



蔡利敏

蔡利敏 (通信作者)

1979-, 女, 陕西西安人, 高级工程师, 硕士, 主要从事电力系统自动化工作 (e-mail) cailimin@nwepdi.com。

何叶

1988-, 女, 陕西西安人, 工程师, 硕士, 主要从事电力系统自动化工作 (e-mail) heye@nwepdi.com。

张霆均

1984-, 男, 陕西西安人, 工程师, 学士, 主要从事电力系统自动化工作 (e-mail) zhangtingjun@nwepdi.com。

吴巧变

1979-, 女, 陕西西安人, 设计员, 硕士, 主要从事电力系统自动化工作 (e-mail) wuqiaobian@nwepdi.com。

刘国华

1976-, 男, 陕西西安人, 高级工程师, 学士, 主要从事电力系统自动化工作 (e-mail) liuguohua@nwepdi.com。

(责任编辑 李辉)