

并网型光伏电站综合控制系统设计

许士光¹, 陈振寰², 李晓虎², 张柏林², 陈永华¹, 陈 泓¹

(1.国网电力科学研究院/南京南瑞集团公司, 江苏 南京 210003;

2.甘肃电力调度通信中心, 甘肃 兰州 730050)

摘 要: 随着大规模光伏电站并入电网, 对光伏电站的监测、管理和控制也变得更加的复杂。根据电网对光伏电站并网要求并基于平台一体化的思路设计了集监测和控制一体化的并网型光伏电站综合控制系统。介绍了并网型光伏电站综合控制系统的设计原则、整体软硬件结构和主要功能。并网型光伏电站综合控制系统的应用为光伏电站并网控制和管理提供了有效的手段。

关键词: 光伏并网; 一体化; 控制

0 引言

并网型光伏电站由于省去了蓄电池作为储能环节, 采用最大功率点跟踪技术提高系统效率^[1], 并能够充分利用太阳能的时间分布特性起到削峰的作用^[2], 具有广泛的发展前景。如何实时了解电站的运行状况, 如何满足上一级系统或电网调度系统的监控需求, 如何实现源网的统一和谐, 是光伏发电企业和电网公司共同关心的问题。现有光伏电站站内监控系统主要从监测光伏电站内的设备运行工况进行设计, 而很少考虑到光伏电站并网特性特别是光伏并网对电网的影响, 监控系统组建的逆变器室至中央控制室的通信网络的通信速率难以满足电网发生故障时紧急控制的需求, 同时分布在逆变器室中的监测通信终端也不具备控制功能。随着大规模的光伏电站并网运行, 现有光伏电站监控系统将无法满足不同电网调度系统对电站并网的要求。

因此, 需要一套统一的监视和实时控制体系, 能够对不同型号的逆变器及其它设备进行管理, 实现对光伏电站完整、统一的实时监视控制、有功(无功)预防和紧急控制、功率预测、安全运行和智能管理等功能, 为光伏电站的友好型并网提供经济、可靠、安全的技术手段。

并网型光伏电站综合控制系统基于先进的通信网络技术设计, 具有开放、分层分布式结构, 能无缝地接入各厂家的保护测控装置及其它智能设备、各级调度主站, 既能够满足电网控制要求, 又可有效提高光伏电站经济性的光伏电站综合控制系统。

1 系统设计原则

(1) 满足光伏并网要求

在充分研究光伏并网对电网影响以及电网对光伏并网的要求的基础上对系统进行设计, 使系统的控制功能完全满足电网对光伏电站的监视和控制要求。

(2) 光伏电站统一管控

为使电站发挥最大的综合利用效益, 保证电站安全可靠运行, 对光伏电站综合利用的各个方面进行有效的协调, 统一的平台, 一体化的控制, 集监视、预测和控制于一体, 能够满足电网控制的要求, 并可有效提高控制的经济性。

(3) 规范性

系统建设遵循有关国家标准、国际标准、电力行业有关标准; 制定或完善相关标准规范, 确保监测设备、监测数据通讯的规范性; 界面设计遵循有关界面设计规范。

(4) 高度的可靠性及可用性

光伏电站建设工期较长, 需分期分批投入。根据目前技术发展, 按照功能任务、管理范围及地理位置等分层分布的自动化系统结构, 将光伏电站运行管理分成若干层及若干子系统, 将使系统有更高的可靠性及可用性, 并使系统结构更为合理与灵活, 也便于适应光伏电站设施分期分批投入运行的建设要求。

2 系统整体结构

并网型光伏电站综合控制系统整体结构示意图如图 1 所示。系统分为两层结构，分别为厂站控制层、远端控制层。

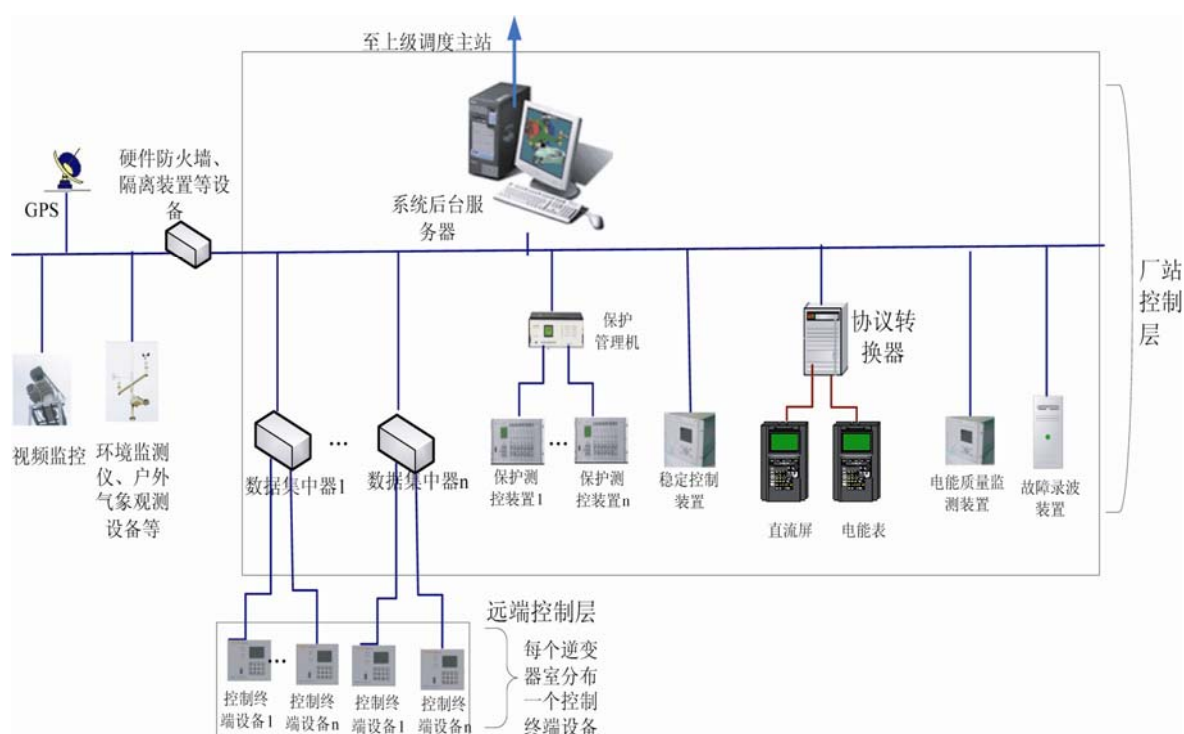


图1 光伏电站控制系统整体结构示意图

2.1 站控层

站控层设备主要布置在中央控制室或机房内。站控层设备主要包括：系统后台服务器、故障录波装置、电能质量监测装置、电能表、直流屏、稳定控制装置、保护测控装置、数据集中器（每个数据集中器可与多个逆变房的控制终端通信，采用专用光纤通信）、网络交换机、通信接口柜等设备。

（1）后台管理服务器

后台管理服务器用于并网型光伏电站综合控制系统与上级调度主站系统进行通讯，实现子站系统与上级调度主站系统的数据交互、控制指令和信息反馈，实现 AGC/AVC 高级应用功能。后台服务器集成监控功能、预测、环境监测、视频安防、有功无功控制等功能于一体。

后台管理服务器向调度主站上送光伏电站内总有功功率、总无功功率，电流，电压，逆变器有功功率，逆变器无功功率，各电压等级的母线电压和频率，无功补偿装置的信息，光伏电站的温度、辐照度、气压，逆变器的投退状态，系统接线的断路器、隔离开关等状态，以及 AGC 投退信号等信息；接收调度主站的有功、无功控制和调节指令，按照预定的规则和策略进行负荷分配，最终实现有

功、无功功率的可监测、可控制，达到电力系统并网技术要求；接入所有在线监测设备，集成了升压站监控、站内监控、功率预测和电能质量在线监测等功能，实现了监视的一体化。通过平台一体化节省了站内监控、升压站监控等相关平台监控软件和相关平台服务器的投资。

（2）稳定控制装置

采集光伏电站内各 35kV 或 10kV 馈线单相电压、单相电流，上网线路（或主变）三相电压、三相电流；具备就地频率、电压校正控制功能；接收区域电网安全稳定控制主站、子站命令切除光伏电站内各 35kV 或 10kV 馈线、投切电容电抗、与 SVC 通信实现 SVC 的紧急控制；与后台管理服务器通信，过载类的控制命令转发至后台管理服务器通信，由其实现控制。

（3）数据集中器

每个数据集中器可与多个逆变房的控制终端通信，采用专用光纤通信，数据集中器配置个数根据逆变房的个数确定。数据集中器汇集数据后，通过以太网接口和网络交换机与后台管理服务器通讯。

2.2 远端控制层

远端控制层设备主要分布于光伏方阵的逆变器室或室外。主要包括:控制终端设备、GPS 天线、环境监测仪、视频监控设备等。

控制终端设备与逆变器、箱变以及汇流箱通过 485 网络通信,采集相关数据;接受系统控制命令,对逆变器进行启停、有功和无功的控制。

3 系统主要功能

并网型光伏电站综合控制系统集成设计主要如下功能:

(1) 光伏电站监控功能

准确、及时、全面的收集光伏电站运行管理所需的各种信息,包括逆变器、汇流箱和箱变等监测点参数;对收集的信息进行分析、处理、存储;并按管理部门要求,对逆变器和箱变进行控制及管理。

(2) 光伏电站升压站监控功能

全面的收集升压站内各主变、集电线路间隔、送出线间隔的电气量参数、报警信息和事故信息,实现各间隔可控断路器、隔离刀闸及主变分接头的控制调节命令。对收集的信息进行分析、处理、存储,并按管理部门要求,对升压站设备进行监视、控制及管理,确保升压站各电气设备安全、可靠运行。

(3) 光伏电站功率预测功能

根据专业气象部门的数值气象预报,并结合电站在各种气候条件下的运行模型,采集气象数据,对电站在未来时段的发电状况进行预测,并上报电力调度部门。

(4) 视频监控功能

能够展示实时的视频内容,从而实现“遥视”。视频监控可以单独使用,即选择某个视频设备后,展示选定视频设备传输过来的视频影像;实现视频拍摄方向的调整、视频的放大、缩小。

(5) 光伏电站有功功率控制功能

根据电力调度部门下达的有功功率及有功功率变化率的控制指令,自动实现逆变器的启停、调节,确保光伏电站满足并网要求。正常控制时,调整频度为分钟级,实现有功功率的连续平滑调节,参与电网的有功功率控制;紧急情况下,调整频度为秒级,根据电力系统调度机构的指令快速控制其输出的有功,在电网严重事故情况下,按电力系统调度机构的指令可切除整个电站。

(6) 光伏电站无功控制功能

大规模光伏电站接入电网后,将大幅改变电网的潮流分布,给电网现有的无功控制和电压控制技术产生较大影响,电网对光伏电站参与无功调节和电压控制的需求越来越大^[3]。

系统以传统 AVC 成熟的分层分区、就地平衡的控制思想为基础,以将并网点电压控制值分配到各光伏逆变器为原则,系统采集升压站母线电压和无功,根据接收到的调度主站电压控制指令,给出当前运行方式下逆变器调节范围内的无功调节方案,实现并网点电压控制目标。由于站内交流线路短,各逆变器间无功分配可考虑简单的平均分配。

(7) 稳定控制功能

系统在光伏电站配置安全稳定控制装置,具备采集和紧急切除光伏电站内部馈线、紧急投切电容与电抗功能以及就地频率与电压校正控制功能。在电力系统故障和紧急情况时,光伏电站可做为区域电网安全稳定控制系统的执行站,接收、执行区域电网安全稳定控制系统主站、子站的命令。满足光伏电站接入电网后的安全稳定运行要求。

(8) 电能质量监视功能

电网中引入少量分布式发电单元时(如PV)对整个电网不会构成太大的影响,然而当电网中存在较多的分布式发电单元,将会对系统电压形态、网损、电压闪变、谐波、短路电流、有功及无功潮流、电路元件的热负荷、暂态稳定、动态稳定、频率控制等特性有较大影响^[4]。

系统测量监视相关设备的电压、电流、频率、有功、无功、功率因数、闪变、谐波等电能质量参数,记录电能质量监测结果。为改善电能质量、用电故障分析提供可靠客观的依据。

4 结束语

并网型光伏电站综合控制系统实现了对逆变器的精确控制,满足了电网对光伏电站并网的要求,保障了光伏电站控制的经济性;系统省去光伏发电企业不同设备厂商间的协调工作,有利于项目管理过程有序衔接、合理交叉,统筹控制工程进度、物资供应、工程质量,节约人力资源和管理成本。

系统可更好地优化项目技术方案,不同功能模块之间可以无缝链接,共享资源,降低投资(如:安全稳定控制、有功控制、无功控制、升压站监控、站内监控可以共享逆变器室至中央控制室的通道,共享逆变器室的智能控制终端)。

参考文献:

- [1] 赵玉文,吴达成,王斯成,等.中国光伏产业发展研究报告(2006-2007)(下)[J]. 太阳能,2008,(8):6-13.
- [2] 赵争鸣,刘建政,孙晓瑛,等.太阳能光伏发电及其应用[M]. 北京:科学出版社, 2006.
- [3] 郑湃,施涛,吴福保.光伏电站运行控制若干问题研究[J]. 农村电气化, 2011,286(3): 57-58.
- [4] 王建,李兴源,邱晓燕.含有分布式发电装置的电力系统研究综述[J].电力系统自动化, 2005,29(24): 90-97.

作者简介:

许士光(1983-), 男, 江苏建湖人, 工程师, 主要研究方向: 电力系统安全稳定控制、新能源发电并网控制,
E-mail: xushiguang@sgepri.sgcc.com.cn;

陈振寰(1973-), 男, 高级工程师, 主要研究方向: 电力系统计算分析、稳定控制及运行管理;

李晓虎(1971-), 男, 高级工程师, 主要研究方向: 电力系统计算分析、稳定控制及运行管理。