

DOI:10. 3969/j. issn. 1674 - 1951. 2019. 12. 010

燃气分布式能源站电气监控系统设计优化

Optimization design for electrical control systems in
gas distributed energy stations

陈靖¹,张希²,杜炬虎²,刘静²
CHEN Jing¹,ZHANG Xi²,DU Juhu²,LIU Jing²

(1. 中国华电科工集团有限公司,北京 100160;2. 华电分布式能源工程技术有限公司,北京 100160)
(1. China Huadian Engineering Company Limited, Beijing 100160, China; 2. Huadian
Distributed Energy Engineering Company Limited, Beijing 100160, China)

摘 要:目前分布式能源站电气监控系统的配置方式存在功能独立、监控范围不全等问题,给运行人员带来很大不便。为解决以上问题,提高电气监控系统的集成化水平,方便运行人员统一控制和管理,采用一体化设计方案,提出了一种新型的天然气分布式能源站电气监控系统。该系统由配电电监控子系统、发电监控子系统、站用电监控子系统、升压站监控子系统和远动通信监控子系统组成,均经通信管理机连接于双以太网和对时总线,实现了电能生产和销售有机结合,有利于分布式能源站灵活、高效、经济运行。

关键词:分布式能源;电气监控系统;配电电系统;发电系统;站用电系统;升压站系统;远动通信系统

中图分类号:TK 323 **文献标志码:**A **文章编号:**1674 - 1951(2019)12 - 0050 - 04

Abstract:The isolated function and incomplete monitoring scope of current electrical control systems in gas distributed energy stations have brought great inconvenience to operators. In order to solve the problems above, improve integration level of electrical control system, and facilitate the unified control and management for operators, an integrated design of a new electrical control system for gas distributed energy station is proposed. The system is composed of power distribution and sales control subsystem, power generation control subsystem, auxiliary power control subsystem, step-up substation control subsystem and telecontrol communication control subsystem. These subsystems are all connected to double Ethernet and clock synchronization bus through communication management unit. The system realizes the integration of power generation and sales, which makes the operation of distributed energy station more flexible, efficient and economic.

Keywords:distributed energy; electrical control system; power distribution and sales system; power generation system; auxiliary power system; step-up substation system; telecontrol communication system

0 引言

天然气分布式能源是指利用天然气为燃料,通过冷、热、电三联供等方式实现能源的梯级利用,综合能源利用效率在 70% 以上,并在负荷中心就近实现的能源供应方式^[1-4]。具有投资省、损耗低、能源种类多样化、污染少等优点^[5-7]。能有效解决我国的能源和环境问题,面临巨大发展机遇^[8]。与智能微电网融合,带动智能冷热气网发展,开展配电电和能源综合服务业务,是未来天然气分布式能源的重要发展方向^[9-10]。

针对 20 MW 及以上机组需经升压变压器升压

后接入电网,电气控制较复杂,升压站部分应单独配置计算机监控系统,实现对电气设备的监控及电气参数的监测,满足电网调度自动化要求。而发电机和站用电的监控通常纳入分散控制系统(DCS)^[11-12]。这种控制方式存在如下问题:将发电系统、站用电系统与升压站系统、接入系统完全分割成 2 个独立的系统,主机/操作员站分别设置,由于发电系统、站用电系统与升压站系统、接入系统紧密相关,因此由 2 个独立的系统来控制会给电气专业运行人员带来很大不便。

此外,DCS 侧重于汽轮机和锅炉的控制,对电气尤其是发电系统中的电气数据考虑较少,控制较为简单。而电气设备的继电保护和安全自动装置对准确性要求非常高,任何疏忽和失误都可能造成非常

严重的后果,要求的动作速度也非常快^[13-15]。另外随着售电业务的放开,分布式能源所发电量将直供用户,配电电部分也应纳入分布式能源站的电气监控系统,现有的控制方式尚未考虑配电电系统的监视与管理。

因此,本文提出一种天然气分布式能源站的电气监控系统。该系统克服了现有的分布式能源站电气控制方式存在的不足,采用一体化的设计方案,将发电系统、站用电系统与升压站系统、远动通信系统、配电电系统有效集成,便于运行人员对能源站和用户的综合管理与监视。

1 电气监控系统的构成

天然气分布式能源站的电气监控系统由顺次连接的站控层设备、通信管理层设备和间隔层设备组成,间隔层设备经通信管理层设备连接于站控层设备。通信管理层把不同通信接口和规约的间隔层设备连接在一起,经统一的通信规约传送至站控层设备,对间隔层设备实现统一配置。DCS 与电气监控系统通过通信接口装置实现信息交流。电气监控系统的典型结构如图 1 所示,图中:GPS 为全球定位系统,UPS 为不间断电源。

1.1 站控层设备

站控层设备包括顺次连接的打印机、操作员工作站、工程师工作站和五防工作站。站控层设备负责整个分布式能源站的监控,操作员工作站可对所有被控对象进行一对一软手操控制,并具有监视、报警、记录打印、性能计算等功能;工程师工作站可用

于继电保护的维护与仿真;还设置五防工作站用于实现开关设备内断路器、隔离开关、接地开关之间的操作闭锁。

为了保护系统的可靠性,站控层设备采用双以太网结构、双主机冗余配置,实现管理控制间隔层设备等功能。操作员工作站、工程师工作站、五防工作站和打印机均连接于双以太网总线。

1.2 通信管理层设备

通信管理层设备的功能是实现间隔层设备与站控层设备的通信,把不同通信接口和规约的设备连接在一起,经统一的通信规约传送至站控层设备。

通信管理层设备由若干个通信管理机和通信接口装置组成,DCS 经通信接口装置连接于双以太网总线和对时总线。DCS 与电气监控系统通过通信接口装置实现信息交流。通信管理层设备根据机组及系统的数量分别设置通信管理机。

1.3 间隔层设备

间隔层设备负责各间隔实时数据的采集和就地监控功能的实现,间隔层设备由若干个监控子系统组成,间隔层互相独立,在站控层设备出现故障及网络失效的情况下,仍能独立完成间隔层设备的就地监控功能。

电气监控系统将配电电系统、发电系统、站用电系统、升压站系统和远动通信系统有效集成,上述各子系统均经通信管理机连接于双以太网总线和对时总线。该监控系统将分布式能源站的所有电气部分有机集成,纳入统一的电气监控系统进行监测和控制。间隔层设备通过现场总线方式通信连接至通信

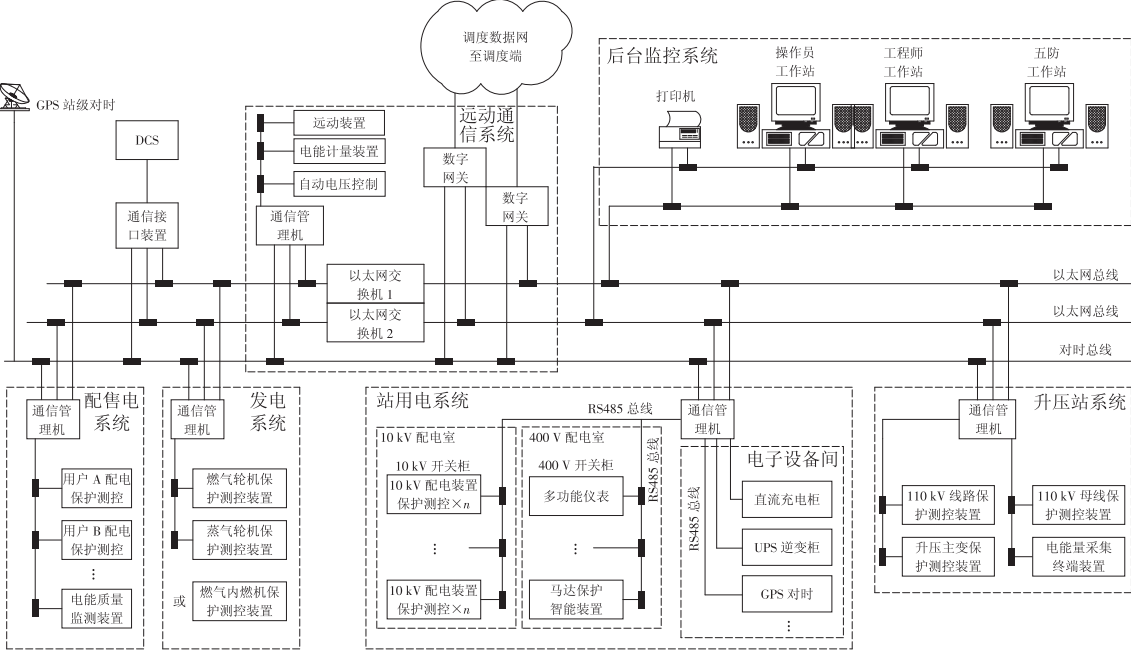


图 1 分布式能源站电气监控系统原理图

Fig. 1 Schematic diagram of an electrical control system in a gas distributed energy station

管理机,通信管理机将信息汇总并上传至站控层设备的操作员工作站。

2 电气监控子系统

分布式能源站的电气监控系统由下列子系统组成:配电电监控子系统、发电监控子系统、站用电监控子系统、升压站监控子系统和远动通信监控子系统。

2.1 配电电监控子系统

能源站电气监控系统能够实现对整个供配电系统的智能化管理,能够对供配电系统中所有电气设备的运行状态进行安全、可靠、准确地实时监视,实现系统故障、异常实时报警并具有故障追忆功能。

配电电监控子系统采集配电范围内全部用户的实时数据,包括下列设备:

- (1)用户侧 10 kV 微机综合保护测控装置;
- (2)380 V 智能测控装置;
- (3)智能电动机控制器;
- (4)电能质量监测装置;
- (5)智能仪表。

以上配电侧监测装置均通过通信管理机连接至能源站电气监控系统的双以太网总线和对时总线。配电侧的保护测控装置分别用于各个用户馈线回路的电气设备的保护、控制与测量,布置于各馈线柜内。用户侧电能质量监测装置用于各配电回路的电压幅值、相位与波形的监测,可以实现实时数据显示,电能质量监测装置采用 RS232/RS485 以太网通信接口,实现监测数据的实时传输或定时提取,并能对通信口进行灵活配置与实时监视。

2.2 发电监控子系统

对于采用燃气-蒸汽联合循环的分布式能源站,发电监控子系统包括下列设备:

- (1)燃气轮发电机自动同期装置;
- (2)燃气轮发电机励磁系统;
- (3)汽轮发电机微机保护;
- (4)汽轮发电机自动同期装置;
- (5)汽轮发电机励磁系统;
- (6)机组微机故障录波装置;
- (7)机组测量装置。

燃机发电系统控制采用随燃气轮机配供的控制系统进行监控,上述保护测控装置均通过通信管理机连接于双以太网总线和对时总线,与间隔层设备实现双向通信。

对于采用燃气内燃机的分布式能源站,发电监控子系统包括下列设备:

- (1)内燃机保护测控装置;
- (2)内燃机发电机励磁系统;

(3)机组微机故障录波装置;

(4)机组测量装置。

燃气内燃机保护测控装置通过通信管理机连接于双以太网总线和对时总线。发电系统与间隔层设备之间通信,使得操作员工作站可对燃气内燃机组实时监控。

2.3 站用电监控子系统

站用电监控子系统包括下列设备:

- (1)10 kV(或 6 kV)微机综合保护测控装置;
- (2)10 kV(或 6 kV)厂用电源切换装置;
- (3)燃机 380 V 智能保护测控装置;
- (4)汽机及公用 380 V 智能保护测控装置;
- (5)化学及水工 380 V 智能保护测控装置;
- (6)机组直流系统测控装置;
- (7)UPS 测控装置。

分布式能源站的站用电系统包括中压站用电系统,380 V 站用电系统和直流、UPS 设备,其中中压站用电系统为 6 kV 站用电系统或 10 kV 站用电系统。站用电监控子系统的间隔层设备均通过通信管理机连接于双以太网总线和对时总线。中压站用电系统内设有若干个高压智能保护测控装置,该装置集保护、测量、控制、通信于一体,分散式就地安装在高压站用电系统的开关柜内。380 V 站用电系统采用 380 V 智能保护测控装置和智能电动机保护器,380 V 智能保护测控装置用于 380 V 低压电气设备的保护,布置于 380 V 开关柜内;智能电动机保护器用于低压电动机的保护,就地布置于所保护的电动机附近,380 V 智能保护测控装置和智能电动机保护器均经通信管理机连接至间隔层设备。

2.4 升压站监控子系统

根据能源站发电容量,升压等级采用 35 kV 或 110 kV 或 220 kV。升压站监控子系统包括下列设备:

- (1)线路保护测控装置;
- (2)升压主变保护测控装置;
- (3)母线保护测控装置;
- (4)电能量采集终端装置;
- (5)升压站故障录波装置。

以上保护测控装置均通过通信管理机连接于双以太网总线和对时总线,由站控层设备进行集中控制。其中线路保护测控装置以电流、电压保护及三相重合闸为基本配置的成套线路保护装置;升压主变保护测控装置具有主变压器差动保护、主变压器非电量保护、主变压器后备保护、测控功能、通信功能;母线保护测控装置用于母线的保护与测控;电能量采集终端装置能够收集升压站各电能表的数据,并进行处理存储,同时能和站控层设备进行数据

交换。

2.5 远动通信监控子系统

远动通信监控子系统包括下列设备:

- (1)远动装置;
- (2)电能计量装置;
- (3)自动电压控制(AVC);
- (4)数字网关。

远动通信系统配置 2 套远动工作站完成远动信息传输功能,为双冗余配置。

其中远动装置具有遥测、遥信、遥调、遥控 4 遥及顺序记录功能,通过电力调度数据网络把远动信息传送到站控层设备,并接收站控层设备传来的各种调节命令,通过采集电压、电流、频率等数据,自行计算出功率、电量、功率因数等参数。以网络通信方式和专线方式与电网调度端通信。远动装置直接从电能计量装置获取调度所需的数据,实现远动信息的直采直送。

电能计量装置包含各种类型的电能表,计量用电压、电流互感器及其二次回路等,实现分布式能源站电能管理、计量等功能,电能采集终端装置通过 RS485 与电表通信,采集站内有关电量并通过电力调度数据网传送至远方主站。

自动电压控制 AVC 子站的上位机接收 AVC 主站下发的电压控制目标值后,按照一定的控制策略,通过计算自动得出能源站需要承担的总无功功率,并合理分配给每台机组的下位机,各下位机向发电系统的励磁系统发送增减磁信号以调节发电机无功出力,使电压达到控制目标值,实现机组的电压无功自动控制。上述装置均通过通信管理机连接于双以太网总线和对时总线,数字网关连接于以太网总线和对时总线。

3 电气监控系统的电源

电源设备采用交直流一体化 UPS,包括交流电源进线、双电源自动切换装置、逆变器、充电模块、直流转直流(DC/DC)模块、蓄电池组和一体化监控模块等,具体接线原理如图 2 所示。

电源设备一共有 4 路交流电源进线,其中第 1 站用电进线和第 3 站用电进线来自站内的一组低压变压器,第 2 站用电进线和第 4 站用电进线来自站内另一组低压变压器。蓄电池组、充电模块均连接在 220 V 直流母线上,充电模块通过双电源自动切换装置与第 1、第 2 等 2 路站用电源连接。UPS 母线通过双电源自动切换装置与第 3、第 4 等 2 路站用电源连接,还通过逆变器与 220 V 直流母线连接。48 V 直流母线通过 DC/DC 模块与 220 V 直流母线

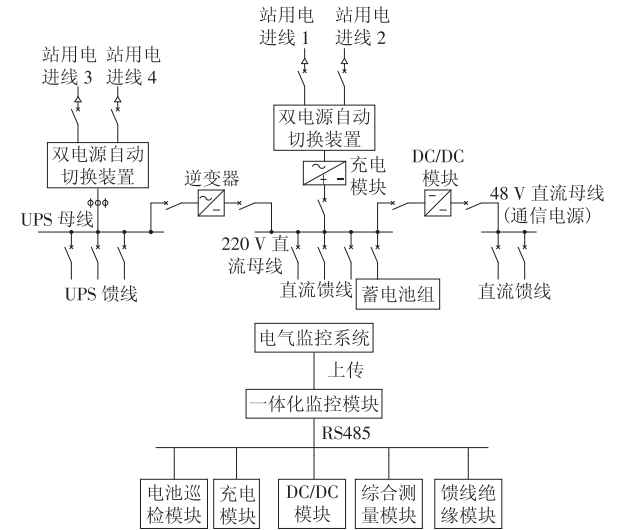


图 2 交直流一体化电源接线原理图
Fig.2 Schematic diagram of an AC and DC integrated power supply system

连接。DC/DC 模块将直流 220 V 转换为通信电源所需直流 48 V,保证通信设备工作电源不中断。

直流馈线为分布式能源站提供直流电源,UPS 馈线为分布式能源站提供稳定交流电源,容量及数量根据分布式能源站实际需要配置。

正常运行时,由充电模块为直流负荷供电,同时向蓄电池组充电,由站内交流电源输出 220 V 交流电,为 UPS 母线提供电源。当交流失电时,由蓄电池组提供直流电源,由蓄电池组提供的直流电逆变为 220 V 交流电为 UPS 母线供电。

该电源将电气监控系统所需的 220 V 直流操作电源、交流不间断电源、48 V 通信电源整合为一体,节省了资源。

4 结束语

提出了一种新型的天然气分布式能源站电气监控系统,由站控层设备、通信管理层设备和间隔层设备顺次连接组成。电气监控子系统由配电电监控系统、发电监控子系统、站用电监控子系统、升压站监控子系统和远动通信监控子系统组成。将 5 个子系统纳入统一的电气监控系统进行监测和控制。实现了电能生产和销售有机结合,有利于分布式能源站灵活、高效、经济运行。

该系统采用一体化的设计方案,将发电系统、站用电系统与升压站系统、远动通信系统、配电电系统有效集成,便于运行人员对能源站和用户的综合管理与监视。

电源设备采用交直流一体化不间断电源,将电气监控系统所需的 220 V 直流操作电源、交流不间断电源、48 V 通信电源整合为一体,(下转第 62 页)

平均下降 15.5%。综上所述, #2 机组脱硝系统喷氨量平均下降 15.6%。

(2)在 300 MW 工况下, #2 机组脱硝系统阻力增加 3.0,48.6 Pa;在 350 MW 工况下, #2 机组脱硝系统阻力增加 8.4,50.3 Pa;在 400 MW 工况下, #2 机组脱硝系统阻力增加 18.6,19.7 Pa。由此可见, #2 机组脱硝系统烟气流场优化后,脱硝系统烟气阻力未明显增加。

参考文献:

[1]陈新顺,张欢. 火电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘的技术解析[J]. 山东工业技术,2019(5):179.

[2]曲立涛. 燃煤机组 SCR 脱硝系统常见问题分析[J]. 资源节约与环保,2016(10):25-26.

[3]游松林,罗洪辉,王振,等. 燃煤电厂 SCR 脱硝系统氨逃逸率控制技术研究[J]. 华电技术,2019,41(2):55-59.

[4]方明成,刘玉强,王润明,等. SCR 脱硝系统喷氨优化调整试验研究[J]. 华电技术,2018,40(9):61-65.

[5]刘晓敏,雷嗣远,马云龙,等. 某 300 MW 机组 SCR 脱硝装置氨喷射系统优化改造研究[J]. 华电技术,2018,40(4):59-62.

[6]邓全胜,孙法治. 脱硝 SCR 反应器堵灰原因分析[J]. 东北电力技术,2017(4):57-60.

[7]杜玉颖,孙永斌,詹扬,等. 燃煤电站超低排放控制技术应用方法与图谱[J]. 环境工程,2018(3):92-97.

(上接第 53 页)节省了资源。

参考文献:

[1]林世平. 燃气冷热电分布式能源技术应用手册[M]. 北京:中国电力出版社,2014:10-13.

[2]张栋. 天然气分布式能源发展相关问题分析[J]. 中国能源,2013,35(9):39-41.

[3]徐建中,邓建玲. 分布式能源定义及其特征[J]. 华电技术,2014,36(1):3-5.

[4]WU D W, WANG R Z. Combined cooling, heating and power: A review[J]. Progress in Energy and Combustion Science, 2006, 32(5-6):459-495.

[5]冉鹏,张树芳,郭江龙,等. 分布式能源系统的研究现状与应用前景[J]. 热力发电,2005,34(3):1-3,75.

[6]王雁凌,李蓓,崔航. 天然气分布式能源站综合价值分析[J]. 电力系统自动化,2016,40(1):136-142.

[7]顾志祥,孙思宇,孔飞,等. 燃气冷热电分布式能源系统设计优化综述[J]. 华电技术,2019,41(3):8-13,42.

[8]吴凯彬,彭旭东,杨秀芳,等. 分布式能源面临重大发展机遇[J]. 节能技术,2013,31(5):437-441.

[9]宋伟明. 我国天然气分布式能源的发展现状及趋势[J].

[8]孙静楠,王冠宇,秦一鸣,等. 计算流体力学软件在火电厂 SCR 脱硝技术中的应用[J]. 华电技术,2018,40(2):74-76.

[9]李新燕,孟凡强. 影响蜂窝式烟气脱硝催化剂设计选型的因素[J]. 华电技术,2018,40(2):64-67.

[10]杨松,丁皓姝,黄越. SCR 脱硝系统流场数值模拟及优化[J]. 热力发电,2014(9):71-75.

[11]朱晨曦,李苇林,郑迎九,等. 燃煤电厂联合脱硝 SCR 系统流场模拟研究和实践[J]. 华电技术,2015,37(6):1-4.

[12]罗敏,陈鸿伟,李凡,等. 600 MW 燃煤机组 SCR 催化剂入口流场模拟优化及改造分析[J]. 电力科学与工程,2016,32(6):8-13.

[13]俞斌. SCR 脱硝系统静态混合器优化布置数值模拟研究[J]. 计算机应用与软件,2016,33(12):60-62,66.

[14]程智海,翟永强,于江. 600 MW 燃煤机组多变截面 SCR 脱硝系统流场及喷氨优化[J]. 环境工程,2017,35(10):95-99.

[15]邹红果. 火电厂 SCR 脱硝方案的技术经济性比较[J]. 能源与节能,2017(10):84-85.

(本文责编:齐琳)

作者简介:

林青(1985—),男,河南郑州人,工程师,从事火力发电厂技术管理方面的工作(E-mail:linqing3@chd.com.cn)。

中国能源,2016,38(10):41-45.

[10]杜炬虎,刘静. 园区燃气分布式能源站微电网结构解析[J]. 华电技术,2019,41(3):23-25,28.

[11]刘力军,魏韞颀,高菁,等. Symphony 分散控制系统的电气监控系统(ECS)特点[J]. 继电器,2007,35(13):74-76,84.

[12]范辉,路学谦. 电气监控系统纳入 DCS 的几点体会[J]. 电力自动化设备,2001(3):52-54.

[13]徐静静,张希,张爱平,等. 燃气分布式能源的电气监控系统案例分析[J]. 发电与空调,2016,37(4):7-10.

[14]冯伟江,黄健. 国内火电厂电气监控系统的应用和发展方向[J]. 继电器,2006,34(15):41-45.

[15]闫天军,郭伟,赵树春. 火电厂电气监控系统接入 DCS 方式的分析[J]. 电力系统自动化,2006(11):86-89.

(本文责编:张帆)

作者简介:

陈靖(1963—),男,江苏靖江人,高级工程师,从事天然气分布式能源系统集成优化工作(E-mail:chenj@chec.com.cn)。

张希(1988—),女,山东东明人,工程师,工学硕士,从事天然气分布式能源设计方面的工作(E-mail:369119079@qq.com)。