

DOI:10.3969/j.issn.1674-1951.2019.11.013

# 大型储能电站智能辅助调试系统的设计及应用

Design and application of intelligent auxiliary debugging system  
for large-scale energy storage power station

赵龙, 岳义博

ZHAO Long, YUE Yibo

(长园深瑞继保自动化有限公司, 南京 211100)

(CYG Sunri Company Limited, Nanjing 211100, China)

**摘要:**大型储能电站信息测点数量达百万级,采用传统人工校核方法进行对点联调时间较长,为此提出了一种智能辅助调试系统,可实现全站设备自动对点。辅助调试系统通过智能电子设备(IED)仿真工具导入全站变电站配置描述(SCD)模型文件,然后向监控后台、远动机发送报文,形成记录文件;监控后台收到报文后进行解析比对,形成记录文件,远动机收到报文后向模拟主站转发报文,模拟主站解析后也形成记录文件;最后,智能辅助调试系统将多份记录文件进行一致性比较,出具调试结果报告。工程实践表明,该系统使用后可极大降低调试的工作量,缩短项目建设周期。

**关键词:**大型储能电站;信号联调;智能辅助调试系统;自动对点;变电站配置描述文件

**中图分类号:**TM 63      **文献标志码:**A      **文章编号:**1674-1951(2019)11-0053-04

**Abstract:**The number of information measuring points of a large-scale energy storage power station is more than one million, and the traditional manual checking method for counterpoint joint debugging is time-consuming. An intelligent auxiliary debugging system is proposed to realize automatic counterpoint process for the equipment in the whole plant. SCD model files of the whole plant are imported into the auxiliary debugging system by intelligent electronic device (IED) simulation tool, and message is sent to the monitoring background and the telecontrol device. The monitoring background receives, parses and compares the message and forms a recording file. The telecontrol device receives the message and forwards it to the control center who parses the message and forms a recording file as well. Finally, the intelligent auxiliary debugging system will compare the consistency of the recorded files, and issue a debugging report. Engineering practice shows that the system can greatly reduce the workload of personnel in debugging and shorten the time of project construction.

**Keywords:**large-scale energy storage power station; signal joint debugging; intelligent auxiliary debugging system; automatic counterpoint; substation configuration description

## 0 引言

储能技术的应用可在很大程度上解决新能源发电的随机性和波动性问题,使间歇性的可再生清洁能源得以广泛利用。储能技术把发电与用电从时间和空间上分隔开来,发出的电力不需要即时传输,用电和发电也不需要实时平衡,这将促进电网的结构形态、规划设计、调度管理、运行控制以及使用方式等发生根本性变革<sup>[1]</sup>。

电池储能是储能技术的重要方式,具有功率和

能量可根据不同应用需求灵活配置,响应速度快,不受地理资源等外部条件限制,适合大规模应用和批量化生产等优势,因此,电池储能能在配合集中/分布式新能源并网、电网运行辅助等方面具有不可替代的作用<sup>[2-4]</sup>。尤其是夏季高峰负荷时段,储能设备可实时调整充放电功率及充放电状态,提供削峰填谷服务,像一个巨型充电宝,极大缓解电网的调峰压力。

与小型户用储能系统不同,储能电站是面向电网侧的规模化储能设施,输电能力达到了变电站级的规模。当前,得益于电池成本的不断降低,以及具有快速响应能力的电池储能系统在增强电网调节能

力方面的巨大潜力<sup>[5]</sup>,储能电站的数量及规模显著提高,新建储能电站规模可达 100 MW 级。传统变电站调试过程中,全站自动化设备的对点联调是一项非常重要的工作,一般通过人工方式对点,远动机逐一发送变位信号,储能电站监控后台和调度主站收到信号后,操作人员通过电话联系电站调试人员,根据信号的名称描述来完成信号的确认。

国内目前建设的变电站已经实现了全站数字化,正逐步向全面智能化发展,全站设备基于 IEC 61850 标准,使得智能化的储能电站建设成为可能。智能变电站采用变电站配置描述(SCD)文件描述二次回路设计,SCD 文件包含了智能电子设备(IED)通信中的数据信息、数据类型、通信参数、控制块参数、装置间的联系,尤其是跳合闸、采样等关键的二次回路信息<sup>[6-7]</sup>。智能变电站二次系统调试的重要工作是通过设计适当的调试方案,验证应用最新 SCD 文件形成的二次回路的正确性<sup>[8-9]</sup>。有些厂家采用人工校核的方法对比文件的正确性,这种方法比传统的电话对点效率高,但纯文本比对可读性较差,也存在不小的工作量。

大型储能电站包含数量庞大的电池模组,需要精确监测每个电芯的温度、电压、电流等数据,比常规的智能变电站监测范围大很多。大型储能电站的信息点数量可达百万级,信号核对是持续性的重复工作,调试人员容易疲劳,无法集中注意力,控制过程中一旦出现信号偏差,将带来不可预估的后果。本文提出的大型储能电站智能辅助调试系统设计方法,基于 SCD 模型文件校核机制,将重复性的对点联调工作转换为工具自动对点,实现调试效率的大幅提升。

## 1 智能辅助调试系统的设计

### 1.1 基本原理

智能变电站技术导则中提出了实现变电站全站信息数字化、通信平台网络化、信息共享标准化的要求。变电站自动化系统通信网络的体系结构正逐渐发生改变<sup>[10]</sup>。大型储能电站利用了成熟的数字化变电站建设经验,全站设备采用 IEC 61850 标准,让信号联调自动对点成为可能。

储能电站全站根据 IEC 61850 标准传输信号,实现工程调试的标准化,对于任何系统集成商建立的储能电站工程,都可以通过 SCD 文件了解整个变电站的结构布局,对储能电站的建设具有不可替代的作用。SCD 文件是以 IEC 61850 为标准规约的全站配置文件,包含所有站内装置的信息,是对整个储能电站的全面描述,通过导入整体 SCD 文件,可以

一次性确认所有站内需要校准的信号点。

智能辅助调试系统包括 IED 仿真工具、主站模拟工具、多数据源离线处理工具等。通过 IED 仿真工具导入全站 SCD 文件并进行解析,IED 仿真工具根据解析结果对数据进行预处理,确定全站所有校对信号,同时对监控后台和远动机发送带有特定事件顺序(SOE)时标且符合制造报文规范(MMS)的报文。主站模拟工具可用来模拟调度主站,接收远动机转发的报文,同时对收到的报文进行解析并记录信息体地址、变位等情况,形成记录文件。

### 1.2 对点逻辑流程

变电站传统对点逻辑流程为:调试人员对站端装置进行变位操作,输入激励,通过远动装置上送至调度主站,调度人员通过电话确认信号名称来确认激励响应,完成单个信号的对点;电站操作人员进行下一个信号变位,按照同样的流程,调度主站人员进行确认,直到完成全站信号对点。变电站传统调试对点逻辑如图 1 所示。

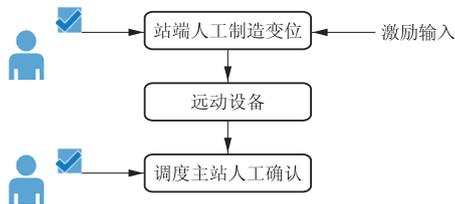


图 1 变电站传统调试对点逻辑

Fig. 1 Traditional debugging counterpoint logic for substations

智能辅助调试系统采用新的对点逻辑流程:IED 模拟工具模拟站端发送变位信号,远动装置收到后上送变位信息报文至模拟主站,模拟主站分析报文完成变位信息的确认;完成一个信号的确认后,IED 模拟工具自动触发下一个信号变位,直到所有的信号全部对点完成并形成记录文件。智能辅助调试系统对点逻辑如图 2 所示。

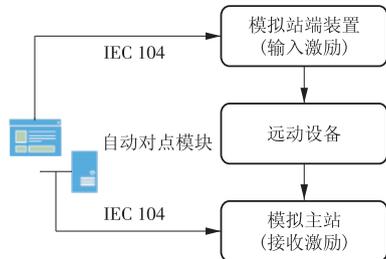


图 2 智能辅助调试对点逻辑

Fig. 2 Intelligent auxiliary debugging counterpoint logic

### 1.3 调试模拟流程

- (1) 整理生成储能电站全站 SCD 模型文件。
- (2) IED 仿真工具通过导入 SCD 文件,仿真所

需的数据模型并进行预处理,确定全站所有类型信号。

(3) IED 仿真工具通过站控层网络向监控后台和远动机发送带有特定 SOE 时标的 MMS 报文,同时保存操作记录,形成仿真工具记录文件。

(4) 远动机收到 MMS 报文后,根据装置内部配置的遥信转发表,向模拟主站工具转发 IEC 104 报文。模拟主站工具对收到的 IEC 104 报文进行解析并记录 IEC 104 地址、变位情况,形成模拟主站记录文件。

(5) 监控后台收到 MMS 报文后,存储监控主机数据库配置的实时测点变化记录,形成监控后台记录文件。

(6) 多数据源离线处理工具读取调控信息表、仿真工具记录文件、监控后台记录文件和模拟主站记录文件,根据 SOE 时标、IEC 104 地址等要素的唯一性进行信号关联和核对。

(7) 多数据源离线处理工具自动出具调试报告,供调试人员审核。

储能电站智能辅助调试系统操作示意如图 3 所示。

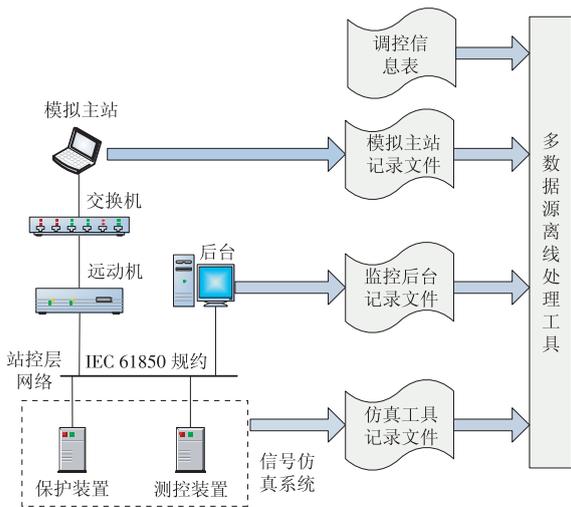


图 3 智能辅助调试系统操作示意

Fig. 3 Intelligent auxiliary debugging system operation

#### 1.4 智能辅助调试系统特点

(1) 自动化程度高。摒弃了以往储能电站调试过程中的人工电话对点环节,采用全站仿真工具,在信号激励和收到激励响应的各个环节进行记录并形成记录文件,可靠性大大提高。

(2) 自动触发激励。IED 模拟工具在模拟主站工具完成激励确认后,自动进行下一个信号的激励变位,直到所有信号完成对点。

(3) 拓展性好。多数据源离线工具处理并确认无误后,可形成 SCD 中信号索引与调控信息表的一

一对应关系。将该对应关系重新导入 IED 仿真工具,即可按照调控信息表的顺序依次触发信号,大幅度提高工作效率。

(4) 信息闭环自动关联。系统同时具备 MMS 发送端及 IEC 104 接收端功能,能够对调度信息形成一个完整闭环并自动关联对应信息。

(5) 工具集合耦合性低。系统中的 IED 仿真工具、IEC 104 模拟主站和多数据源离线处理工具可一体化集成,也可单独分开使用。

## 2 智能辅助调试系统应用

### 2.1 江苏镇江长旺储能电站

江苏镇江长旺储能电站是国内首批电网侧储能项目,建设规模为 8 MW/16 MW·h,也是江苏电网迎峰度夏的重点工程。项目投运后,可以为电网运行提供调峰、调频、备用、黑启动、需求侧响应等多种服务,促进镇江地区电网削峰填谷,有效缓解 2018 年夏季镇江东部电网供电压力。

项目团队驻扎现场后,制定了详细的施工方案,在短短 40 d 时间里完成了设备采购、生产交付与安装调试。其中储能电站的信号对点环节首次采用智能辅助调试系统,大大缩短了调试时间,降低了工程人员现场的调试压力。在镇江东部同步实施的 8 个储能电站项目中,长旺储能电站率先并网运行,整体进度受到国家电网有限公司领导和业主的高度赞赏。

### 2.2 湖南长沙芙蓉储能电站

湖南长沙芙蓉储能电站是目前国内最大的全室内钢结构储能电站,建设规模为 26 MW/52 MW·h,采用全室内、立体化、分层次的设计模式,单位 MW·h 占地面积仅为常规储能电站的 1/6。

湖南长沙芙蓉储能电站担负着中心城区电网调峰的重任,投运时间要求严格。项目组在二次设备调试环节采用智能辅助调试系统,将原本计划 7 d 完成的信号对点工作缩短到 3 d,保证了整个项目的快速、可靠推进。湖南长沙芙蓉储能电站的顺利并网,有效提升了全国首条大规模输送清洁能源的特高压工程——±800 kV 祁韶特高压直流输电工程的输送能力,在夏季高峰期来临之际,为湖南电网安全、经济、稳定运行提供了有力保障。

## 3 结束语

本文提出的智能辅助调试系统实现了大型储能电站的全站设备自动对点,江苏镇江长旺储能电站、湖南长沙芙蓉储能电站的工程实践,验证了该系统的合理性和方便性,大幅降低了工程人员的二次系统调试工作量,减少了信号对点环节出现的人为失

误,缩短了调试周期,保证了大型储能电站项目的顺利投运。

参考文献:

[1] 张文亮, 丘明, 来小康. 储能技术在电力系统中的应用[J]. 电网技术, 2008, 32(7): 1-9.

[2] 李建林, 田立亭, 来小康. 能源互联网背景下的电力储能技术展望[J]. 电力系统自动化, 2015, 39(23): 15-25.

[3] 袁小明, 程时杰, 文劲宇. 储能技术在解决大规模风电并网问题中的应用前景分析[J]. 电力系统自动化, 2013, 37(1): 14-18.

[4] 汪海蛟, 江全元. 应用于平抑风电功率波动的储能系统控制与配置综述[J]. 电力系统自动化, 2014, 38(19): 126-135.

[5] 孙冰莹, 杨水丽, 刘宗歧, 等. 国内外兆瓦级储能调频示范应用现状分析与启示[J]. 电力系统自动化, 2017, 41(11): 8-16.

[6] 笃峻, 叶翔, 王长瑞, 等. 智能变电站设计配置一体化功

(上接第 31 页) mal size of the prime mover of a CCHP system for a large-scale residential application [J]. Applied Thermal Engineering, 2018, 135: 389-405.

[38] 管霖, 陈鹏, 唐宗顺, 等. 考虑冷热电存储的区域综合能源站优化设计方法[J]. 电网技术, 2016, 40(10): 2934-2941.

[39] 王成山, 洪博文, 郭力, 等. 冷热电联供微网优化调度通用建模方法[J]. 中国电机工程学报, 2013, 33(31): 26-33.

[40] FARIDODDIN A S, VLADIMIR M. Novel performance curves to determine optimal operation of CCHP systems [J]. Applied Energy, 2018, 226: 1009-1036.

[41] LI Miao, MU Hailin, LI Nan, et al. Optimal design and operation strategy for integrated evaluation of CCHP (combined cooling heating and power) system [J]. Energy, 2016, 99: 202-220.

[42] 胡荣, 张宓璐, 李振坤, 等. 计及可平移负荷的分布式冷热电联供系统优化运行[J]. 电网技术, 2018, 42(3):

能规范研究及工具开发[J]. 电力系统自动化, 2014, 38(20): 85-89.

[7] 孙一民, 裘愉涛, 杨庆伟, 等. 智能变电站设计配置一体化技术及方案[J]. 电力系统自动化, 2013, 37(14): 70-74.

[8] 纪陵, 李忠明, 蒋衍君, 等. 智能变电站二次系统仿真测试和集成调试新模式的探索和研究[J]. 电力系统保护与控制, 2014, 42(22): 119-123.

[9] 智能变电站调试规范: Q/GDW 689—2012[S].

[10] 朱林, 陈金富, 段献忠. 数字化变电站冗余体系结构的改进及其可靠性和经济性评估[J]. 电工技术学报, 2009, 24(10): 147-151.

(本文责编: 刘芳)

作者简介:

赵龙(1978—), 男, 河南新乡人, 高级工程师, 从事配电网自动化及储能系统开发工作(E-mail: zhaolong@sznari.com)。

岳义博(1995—), 男, 甘肃定西人, 工程师, 从事储能系统开发工作(E-mail: yueyb@sznari.com)。

715-721.

[34] 魏大钧, 张承慧, 孙波. 计及变负荷特性的小型冷热电联供系统经济优化运行研究[J]. 电网技术, 2015, 39(11): 3240-3246.

[35] 赵峰, 张承慧, 孙波, 等. 冷热电联供系统的三级协同整体优化设计方法[J]. 中国电机工程学报, 2015, 35(15): 3785-3793.

[36] 胡荣, 马杰, 李振坤, 等. 分布式冷热电联供系统优化配置与适用性分析[J]. 电网技术, 2017, 41(2): 418-425.

(本文责编: 白银雷)

作者简介:

孙思宇(1989—), 女, 河北保定人, 工程师, 工学硕士, 从事分布式能源方面的研究工作(E-mail: sunsiyu1989@126.com)。