

火电厂机组关停后厂用电系统改造 思路与方案实例

赵清明, 肖明伟

(华电淄博热电有限公司, 山东 淄博 255054)

摘要:随着国家节能减排工作的深入开展,对高能耗的小型火电机组实施关停将是必然趋势。华电淄博热电有限公司三期“上大压小”扩建工程(2×330 MW)机组投产后,一期(2×71.5 MW)机组将关停。由于一期与二期(2×145 MW)机组在水、汽、煤、电系统均存在联系,且接带部分厂区内非生产用能,因此本文从安全、经济、平稳过渡等方面提出了一期机组关停后厂用电系统的改造思路 and 实际方案,并结合技术方案的具体实施过程总结出相关工程的管理方法和经验。

关键词:机组关停;厂用电系统;系统改造;平稳过渡

中图分类号: TM 63

文献标志码: B

文章编号: 1674-1951(2017)06-0032-05

0 引言

华电淄博热电有限公司现装机 950 MW,其中一期 2×71.5 MW 机组于 1996 年投产,二期工程 2×145 MW 机组于 2003 年投产,三期工程 2×330 MW 热电联产机组为“上大压小”扩建工程,分别于 2012 年和 2013 年投产发电,原一期工程 2×71.5 MW 机组于 2014 年全部退出运行。

一期机组关停后,需对上述系统厂用电进行重新规划和迁移,以满足其他机组运行和非生产用能的需要。

1 改造前厂用电系统运行方式

一期厂用 6 kV 系统采用机炉分段的接线方式,每台机组设 1 台容量 $12\,500$ kV·A 的高压厂用变压器(以下简称高厂变),高厂变电源接自发电机出口母线。2 台机组设 1 台启动/备用变压器(容量 $12\,500$ kV·A)作为备用电源。一期与二期机组公用输煤系统、燃油系统、化学制水系统、工业水(消防水)系统以及厂区照明、供暖系统、制冷系统的电源均接自一期厂用电系统,负荷涉及 #1/ #2 输煤变压器(以下简称输煤变)、#1/ #2 照明变压器(以下简称照明变)、#1/ #2 化水变压器(以下简称化水变)、#1/ #2 低压厂用变压器(以下简称低厂变)、综合泵房变压器(以下简称泵房变)、#0 低压备用变压器(以下简称低备变)等厂用变压器,总容量为 $5\,000$ kV·A 左右。低压母线备用方式: #1/ #2 输煤变互为暗备用; #1/ #2 照明变正常一用一备; #1/ #2 化水变、#1/ #2 低厂

变、综合泵房变由 #0 低备变实现明备用。

一期每台机组共设两段 6 kV 母线,运行方式如图 1、图 2 所示。停运后厂用电系统由 #0 启备变倒送电源。#0 启备变 110 kV 侧开关于 1995 年投入运行,为 SW6-110I 型少油开关,存在备品缺乏、液压机构渗漏等问题,可靠性降低,不宜长期运行。

2 改造方案及比对

2.1 迁移负荷统计

因涉及的系统复杂、设备分散,一期机组关停后,需要对保留的厂用电负荷进行统计,明确迁移的容量和范围,具体数据见表 1(表中,DCS 为分散控制系统)。

2.2 技术路线的选择

2.2.1 将负荷迁移至二期厂用电系统

二期 #3/ #4 高厂变额定容量为 $20\,000$ kV·A,额定电流为 837/1 833 A,在机组满负荷运行时负荷率达 85%~90%,全部接纳一期转移的公用系统负荷将造成变压器基本满载运行。由于环保压力逐年增加,脱硫、脱硝等环保改造项目的开展,将进一步增加二期厂用系统的负荷, #3/ #4 高厂变将难以负担。二期 6 kV 厂用开关室配置真空开关间隔数量不足,不具备迁移多台低厂变的条件。二期低厂变共有 #3/ #4 低厂变、#3/ #4 电除尘变压器(以下简称电除尘变)、空气压缩机变压器(以下简称空压机变)等 5 台,其备用电源由 #1 低备变明备用方式实现,如将一期变压器迁移至二期厂用 6 kV 母线,一段母线布置 2~3 台低厂变, #1 低备变将无法代替多台变压器运行,会造成 6 kV 母线无法停电检修及事故状态下 6 kV 运行方式无法调整的问题。

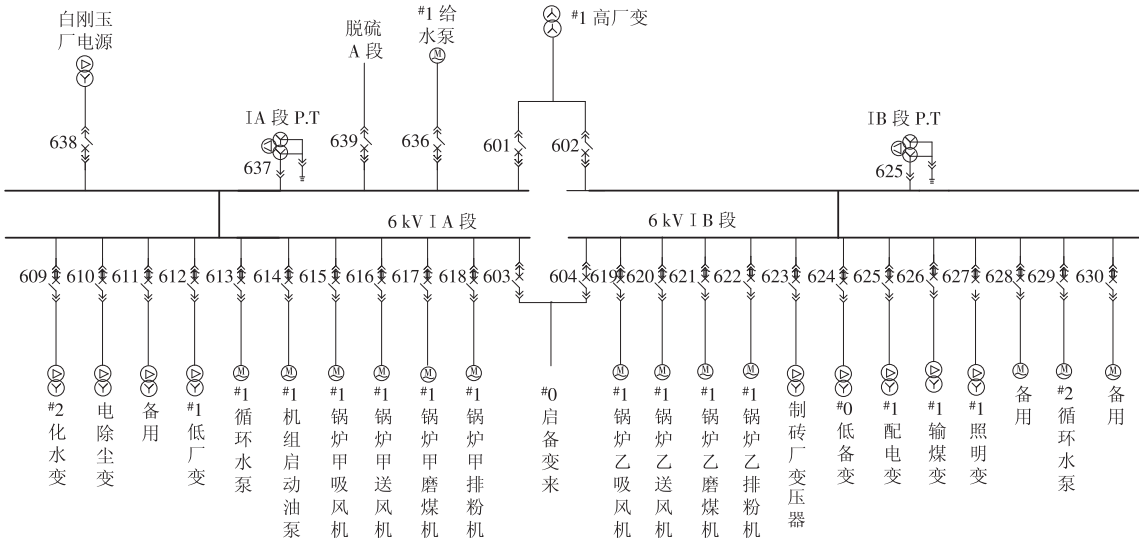


图 1 6kV I 段系统

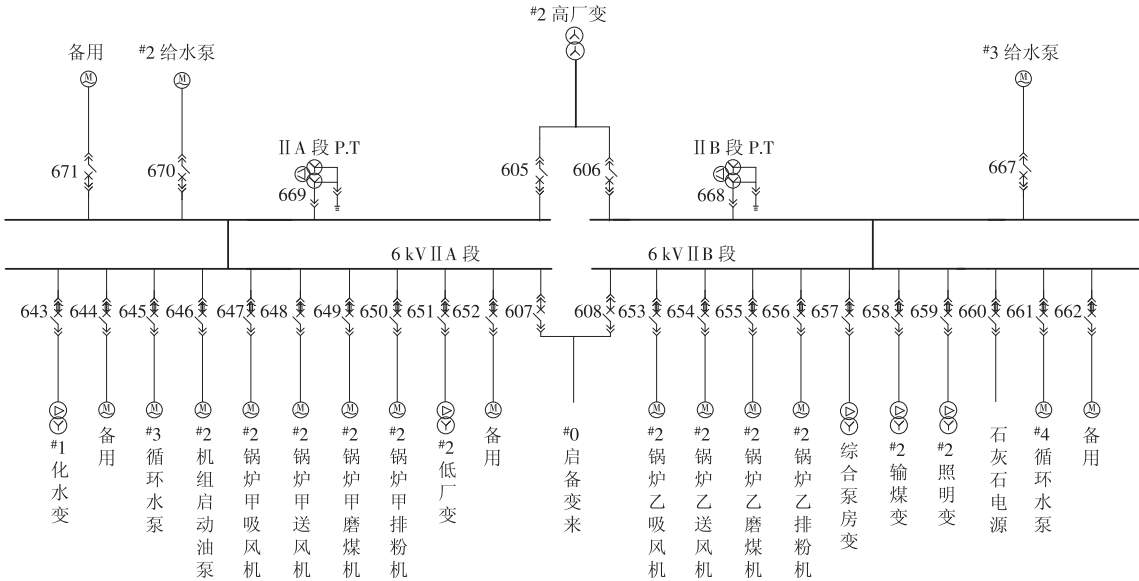


图 2 6kV II 段系统

表 1 迁移负荷统计

序号	名称	额定容量/(kV·A)	6kV 电源位置	备注
1	#1 低厂变	1000	IA	输煤 #6 甲/乙皮带、110kV 开关室动力箱、采暖站 #1/ #2 动力箱、油站动力箱、通讯楼电源、公司综合办公楼动力箱电源 (3 路)、制冷站电源、硅整流电源 I/II、主控楼 #1/ #2/ #3 空调机、煤仓间动力箱、#4 机盘车动力箱、汽机房桥式起重机、
2	#2 低厂变	1000	IIA	#1 机动力箱 (电缆沟排水泵)、供热站 (仪表、DCS 公用系统、电动门)
3	#0 低备变	1000	IB	低压备用电源
4	电除尘变	1000	IA	灰浆泵、冲地泵
5	#1 照明变	315	IB	互为备用,网控楼、综合楼照明
6	#2 照明变	315	IIB	
7	#1 化水变	1000	IIA	回收水泵、中和水泵、综合楼供水、污水提升泵
8	#2 化水变	1250	IA	#3/ #4 机组反渗透、污水处理间、水处理泵房等设备
9	综合泵房变	1000	IIB	#3/ #4 机组工业水、生水、消防水,输煤 #1 转运站、卸煤沟设备
10	#1 输煤变	1000	IB	#3/ #4 机组燃料系统
11	#2 输煤变	1000	IIB	
12	制砖厂变压器	315	IB	#3/ #4 机组脱硫石灰石系统

2.2.2 将负荷迁移至三期厂用电系统

三期 2 台机组设公用煤灰 6 kV 段两段母线,电源分别取自 2 台机组的主厂房 6 kV 工作段,两段母线设联络开关暗备用。每段工作电流按照 480 A 设计,正常运行电流为 140 A 左右,电源侧电流互感器变比为 600/1,电源进线使用 2 根($3 \times 185 \text{ mm}^2$)电力电缆,同时具备 4 个真空断路器备用间隔、已配置变压器保护测控装置。一期机组关停后, #1/ #2 低厂变、#1 化水变、#1/ #2 照明变等变压器的负荷将大大减少,空载损耗大,可以进行整合,减少运行变压器的台数,降低厂用电消耗^[1]。因此二期公用煤灰 6 kV 段满足负荷迁移的电源需求,同时采用两路电源的方案,可实现分散设备负荷的集中管理,提高运行安全性^[2]。

对比 2 个方案,减少现有保留变压器数量是必要的。技术方面方案 2 更具备可操作性,实施过程对运行机组的影响较小;迁移负荷内的厂区非生产用能和公用系统负荷将长期投运,迁移至三期厂用电系统可避免重复改造。经济性方面,由于二期和三期机组上网电价存在差异,分别为 0.46 元/(kW·h)及 0.44 元/(kW·h),将以上负荷迁移至三期厂用电供电,可降低上网电价高的二期机组厂用电率,进一步增加经济效益^[3]。

3 方案的确定和优化

在负荷迁移至三期厂用电系统煤灰 6 kV 段的技术路线确定后,从提高安全性、合理负荷分布情况、降低工程造价等方面综合评估,确定迁移改造方案如下。

新建 400 V 公用开关室,增加 2 台公用变压器及 PC 段,将 #1/ #2 输煤变、#2 化水变、综合泵房变负荷及其他变压器公用负荷逐一迁入后停运相应变压器、6 kV I/ II 段母线及 400 V I/ II 段母线。

3.1 高压厂用电系统

自三期煤灰 6 kV A 段 6M04 间隔、B 段 6M17 间隔引接两路电源,作为 400 V 公用变电源。6M04、6M17 间隔为真空断路器,额定电流 1 250 A,电流互感器变比 300/1,保护测控装置为变压器型。敷设 2 根 ZRC-YJV22 $3 \times 120 \text{ mm}^2$ 6.0/10 kV 电缆作为电源电缆。

3.2 低压厂用电系统

(1)新建 400 V 公用开关室的选址。各负荷点分布情况如图 3 所示,由于公用负荷分布较分散,新建开关室选址困难,且需配套接地网、电缆沟等附属设施,利用原一期电除尘开关室,其地理位置距主厂房及各开关室相对居中,与主电缆沟直接相连,利于

施工,可节约新建开关室及电缆投资。原电除尘段上所接设备已基本停运,需保留的灰浆泵、冲地泵电源可预留开关间隔在改造后接入,开关室内负荷面积满足改造安装要求。

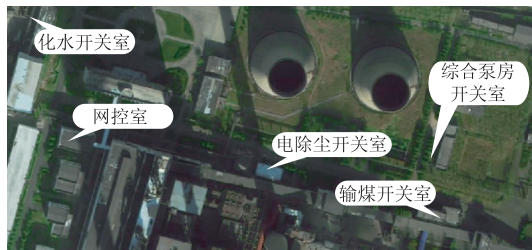


图 3 各负荷点分布情况

(2)400 V 公用开关室配置方案。将原盘柜拆除,安装 2 台干式变压器,额定容量 1 600 kV·A,低压侧 PC 段配置两段母线,母线间设联络开关,2 台变压器互为暗备用,手动切换。低压厂用电电源采用中性点直接接地系统,由于迁移改造后设备相对集中,只设 400 V PC 段,配置进线柜 2 面,联络开关柜 1 面,负荷为 160 A 及以上的间隔 10 个,160 A 以下的间隔(抽屉)20 个,考虑适度备用,增加 16 面低压开关柜。停运 #1/ #2 照明变、#1/ #2 低厂变、制砖厂变压器,将负荷逐一迁入并合理分配,使变压器运行处于最佳经济负载状态^[4]。

在 400 V 公用段分两段各配置 1 台 1 600 A 框架断路器,作为 #1/ #2 输煤段电源,改造原变压器低压侧电源进线开关与 400 V 公用段开关相配合,停运 #1/ #2 输煤变,母线备用方式不变。

在 400 V 公用段分两段各配置 2 台 1 600 A 框架断路器,作为 #2 化水段、综合泵房段两路电源, #1 化水段与 #2 化水段直连,停运 #1 化水变、#2 化水变、综合泵房变,保留原变压器低压侧工作、备用进线开关和备自投装置,通过备自投装置实现母线备用,改造后电气系统如图 4 所示。

3.3 控制系统方案

在 400 V 公用开关室配置直流分电屏一面,自网控室直流屏取 2 路电源。配置 2 套 iPACS-5774 型公用变综合测控装置、2 套 iPACS-5771 型公用 PC 测控装置(I/O 单元及相应的输入、输出继电器)、1 台 iPACS-5792 通信管理装置,测控单元以开关间隔为对象,直接与一次设备互连,进行实时数据采集和处理。通过电压互感器(TV)、电流互感器(TA)采集交流电流、电压等信号。通过一次设备辅助接点采集开关设备位置、工作状态等信息,对开关实施分合控制。具备报警处理、事件顺序记录和事故追忆功能,便于异常事件的分析和防范^[5]。改造后电气设备一次系统接线如图 5 所示。

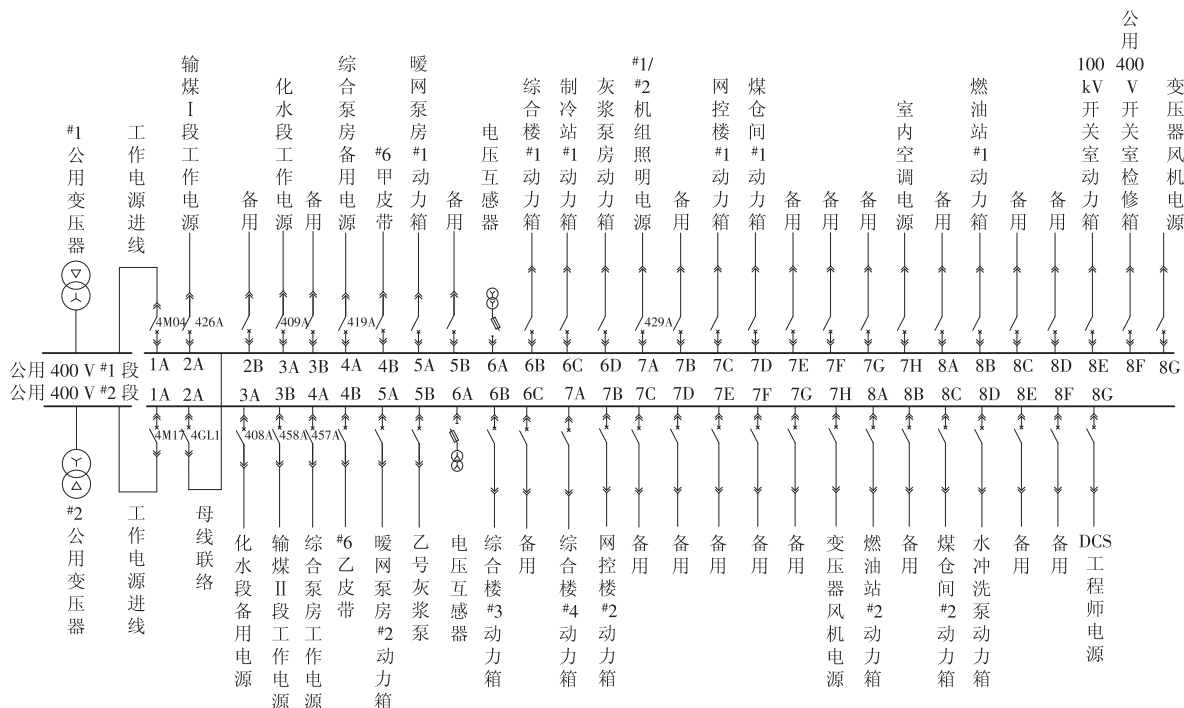


图 4 400 V 公用段系统配置

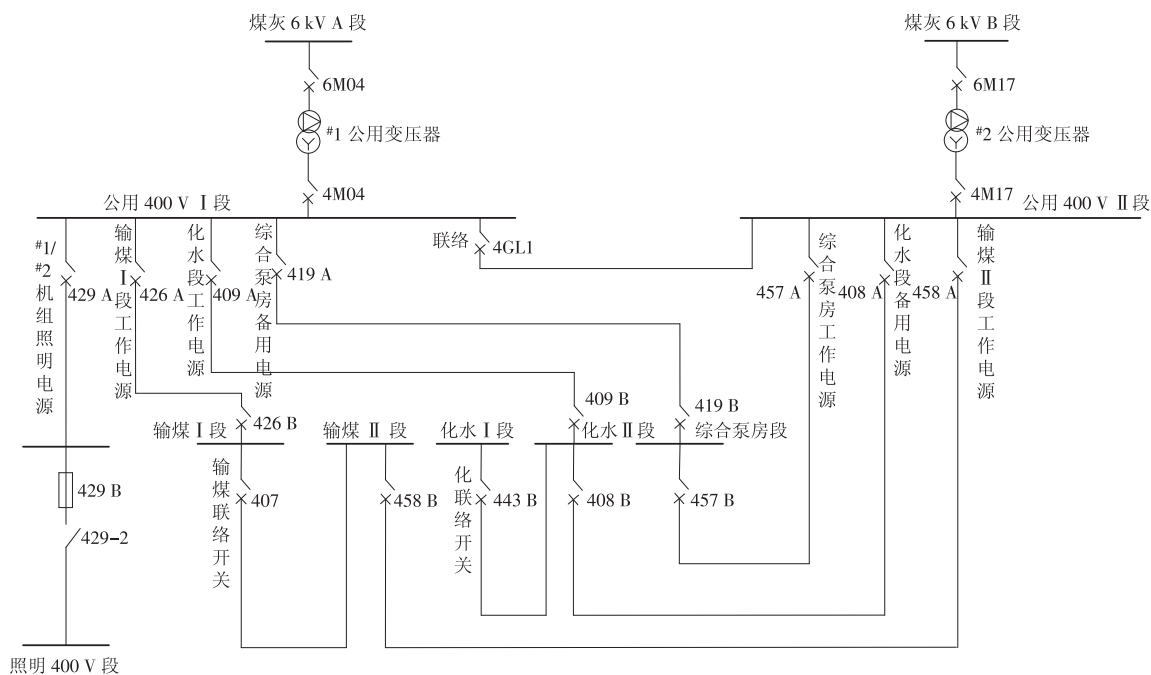


图5 改造后电气设备一次系统接线

4 改造方案实施

根据关停后相关文件要求制定厂用电改造综合进度计划,包括前期准备、设计出图、设备招标、分阶段施工、验收流程等,根据重要程度和迁移难度逐步完成负荷的迁移工作。

编制施工质量监督计划,包括变压器及配电盘柜设备安装、电缆敷设及接线、直流分电屏安装、监控系统安装和调试、变压器电源侧设备改造、变压器试验及送电、各支路电源接入等,明确质量验收标

准,保证改造施工质量。

由于各支路电源需停电迁移,涉及运行机组和非生产用能,需对电源迁移过程中影响的设备和处理方案进行超前谋划。以此次改造为例,综合办公楼动力箱涉及办公用电和核心机房电源(厂区网络、上报数据、环保上传数据等)。网控楼动力箱涉及远动机房电源(调度曲线、自动发电控制(AGC)、自动电压控制(AVC)、同步相量测量装置(PMU)、远程测控终端(RTU)系统)、各类供热关口表计、二期工业水和输煤系统等,特建立公用电气设备电源

迁移工作联系机制,明确停电部位、时间、工期、配合部门和原则,做好迁移过程中各部门及专业间的配合工作。

(1)涉及对外联系或报送数据的设备,优化改造方案,控制停电时间最短。对涉网的设备提前两个工作日向调度部门提出申请。网络恢复后补录各系统数据、值班记录等。

(2)对迁移过程影响在运机组运行安全的设备或系统,进行风险分析并制定预案、措施,包括二期点火油泵停运、工业水泵停运、化水系统停运时供热应急措施。

(3)通过改造工作联系单将停电迁移计划提前发至相关配合部门并按时提报停电申请,组织好现场施工人员及进度,尽量缩短停电时间。

(4)对停电涉及厂内生活的设备(如生活水泵)提前进行公示。

(5)对不明确电源的设备进一步排查,保证停电范围的正确性。

(6)停电涉及的对外计量关口表计提前进行现场确认并记录。

(7)输煤系统电源迁移前调整好接卸和上煤方式,输煤照明系统停运时加装必要的临时照明或配备移动照明设备。

5 结束语

火电厂机组关停后原厂用电涉及公用系统及非生产用能,牵涉面广,需对改造前运行方式、迁移负

(上接第 13 页)91-95.

[13]SAXTON T L. CIM XML interoperability test1 final report [R]. Xtensible So - lutions Inc, 2001.

[14]Communication networks and systems in substations: part 6 configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs:IEC 61850 -6—2004[S].

[15]黄浩声,许小兵,卜强生. 基于 IEC 61850 标准的定值模型应用与测试[J]. 江苏电机工程, 2011, 30 (1): 44-47.

[16]王瑾,彭晖,侯勇. 基于共享内存的能量管理系统实时库非主键 HASH 索引[J]. 电力系统自动化, 2011, 35 (13): 72-76.

(本文责编:白银雷)

荷做好充分的梳理统计,综合考虑安全性和经济性,制定合理的改造方案,改造过程中做好施工质量验收和停电负荷迁移的组织协调工作。华电淄博热电有限公司一期机组关停后厂用电系统的改造实例,做到了技术合理、投资经济、运行安全,积累了同类型改造的技术、管理和施工经验,在行业内起到了很好的尝试与示范作用。

参考文献:

[1]王青春,裘免毅,肖勇,等. 火电厂低压厂用电源优化改造[J]. 内蒙古电力技术, 2014, 32(1): 76-79.

[2]王利军. 发电厂厂用电系统电气运行方式优化改造[J]. 内蒙古电力技术, 2015, 33(4): 55-58.

[3]马传江,尹建州. 发电厂 6 kV 厂用电互联改造实践[J]. 电工技术, 2014(4): 61-62.

[4]杨可. 380 V 厂用电系统优化[J]. 华电技术, 2011(11): 41-43, 46.

[5]王志伟. 火力发电厂厂用电监控系统应用方式的探讨[J]. 广西电力工程, 2012(2): 90-92.

(本文责编:齐琳)

作者简介:

赵清明(1963—),男,山东青岛人,高级工程师,从事发电厂生产管理方面的工作(E-mail: zhqm@ qingdaonews.com)。

肖明伟(1985—),男,山东济南人,工程师,从事发电厂电气生产管理方面的工作(E-mail: xmwsdu@ 163.com)。

作者简介:

王瑾(1980—),男,辽宁大连人,高级工程师,工学硕士,从事电网调度自动化技术相关工作(E-mail: wangjin@sgepri. sgcc. com. cn)。

刘洋(1982—),女,广东广州人,高级工程师,工学硕士,从事电网调度自动化运行及技术研究工作(E-mail: judy_liuy@ 126. com)。

曾坚永(1979—),男,广东清远人,高级工程师,工学硕士,从事电网调度自动化系统运行及管理工作(E-mail: keenwin@ 126. com)。

邓大为(1975—),男,广东惠州人,高级工程师,工学硕士,从事电网调度自动化系统运行及管理工作(E-mail: davidzone@ 163.com)。

仲卫(1988—),男,江苏南通人,助理工程师,从事电网调度自动化技术相关工作(E-mail: zhongwei2@sgepri. sgcc. com. cn)。