

一体化配电网合环在线校核系统的建设与应用

王 玺¹, 刘 巍²

(1. 国网四川省电力公司电力科学研究院 四川 成都 610041;

2. 国网四川省电力公司 四川 成都 610041)

摘 要: 结合主配一体化智能调度控制系统建设, 基于省地县一体化模型中心, 完成主电网与配电网模型、数据拼接, 建立配电网合环操作在线校核系统。利用该系统进行配电网合环操作可行性分析和风险评估, 在线校核系统提供合环稳态电流和冲击电流的计算、环路 $N-1$ 安全分析和遮断容量扫描等功能, 减少合环操作的风险。

关键词: 配电网合环; 在线校核; 一体化模型; 安全分析

中图分类号: TM727 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2018)05-0022-03

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2018.05.005

Construction and Application of Online Integrated Loop - closing Verification System of Distribution Network

Wang Xi¹, Liu Wei²

(1. State Grid Sichuan Electric Power Research Institute, Chengdu 610041, Sichuan, China;

2. State Grid Sichuan Electric Power Company, Chengdu 610041, Sichuan, China)

Abstract: Combined with the construction of intelligent dispatching and control system for main and distribution network and based on the integrated model center, the main network and distribution network model and data splicing are completed, and online verification system for loop - closing operation of distribution network is established. The proposed system is applied for the feasibility analysis and risk assessment of loop - closing operation. The online verification system provides the calculation of loop steady - state current and inrush current, $N-1$ safety analysis and breaking capacity scanning, which reduces the risk of loop - closing operation.

Key words: loop - closing operation of distribution network; online verification; integrated model; safety analysis

0 前 言

近年来,随着电网规模不断扩大,电网安全稳定问题日益突出。配电网作为电力传输的终端网络,线路错综复杂,方式调整频繁。配电网架构的不断完善使具备合环条件的线路日益增多,为配电网调控运行带来了压力和挑战。优质服务及用户对停电事件容忍程度降低的压力,导致地县调层面对配电网合环负荷倒供的操作手段需求日趋迫切。10 kV 配电网尤其是跨 220 kV 变电站形成电磁环网引起潮流重新分布,冲击电流大、合环失败造成严重后果等不利因素,需经过校核后进行合环操作。

目前,地区电网调控运行人员的合环操作依据

主要分为人工经验和离线分析计算两种。

依据人工经验进行合环操作的方式,按照调度规定,核对相位相序相同,电压幅值相差 20%、相角相差 30°以内,可进行合环操作。人工经验合环操作要求调度运行人员熟知电网运行方式,熟悉线路运行情况,并且有丰富的调度生产经验,才能保证所选合环方式安全可靠。因此,人工经验在新投运线路有合环要求、调度运行人员业务技能不够高时,可能造成误判断,该类方式不具备普遍性,无法移植^[1]。

离线分析计算方式不能满足实时性要求,合环电流计算结果精确性不高,未考虑在合环运行后电网的潮流分布、 $N-1$ 安全状态、母线短路电流,缺乏有效的针对电网解合环操作的风险分析。同时未考

考虑主、配电网协同计算 现有的合环操作风险分析软件在涉及到主、配电网模型的合环时 往往采用主、配电网各自等值的方法 同样存在较大的计算误差 因此有必要通过主、配电网协同分析提高合环电流计算结果的准确性^[2]。

1 系统的建设

在线校核系统的建设依托省地县一体化模型中心 构建覆盖 35 kV 及以上厂站的全数据、全模型。依托地调主配一体化智能电网调度控制系统 (D5000) 构建覆盖本地区的主电网及 10 kV 配电网全数据、全模型。

基于两个一体化 主电网实时网络模型以及设备状态来自本地状态估计及省地县一体化模型中心(全省 QS 文件) 计算结果 配电网模型数据来自本地主配电网一体化系统 并在地调层面通过主配一体化系统完成主配电网模型、数据拼接,作为在线校核计算的基础断面 通过全网自动拓扑搜索确定合环操作的环路路径 利用实时状态的全网导纳矩阵求解合环操作的合环端口阻抗 结合全网基态潮流信息以进一步求得合环电流的时域特性 并与合环线路保护的整定值进行比较 完成合环操作的风险分析。一体化配电网合环操作在线校核系统建设流程如图 1 所示。

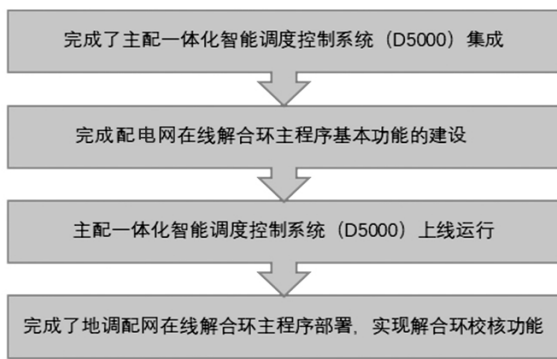


图 1 一体化配电网合环在线校核系统建设流程

2 系统功能及校核流程

2.1 系统功能

为开展不停电转供负荷,进行合环操作可行性分析和风险评估,在线校核系统提供了包括合环路径拓扑搜索和校验、合环稳态电流和冲击电流的计算、环路 $N-1$ 安全分析和遮断容量扫描等功能,减

少合环操作的风险。系统界面如图 2、图 3 所示。

2.2 校核流程

在线安全校核流程分为 7 个步骤: 模型断面选择、合环前潮流计算、设置合环点、获取线路参数和保护定值、合环路径校验、合环计算、合环结果和建议 如图 4 所示。

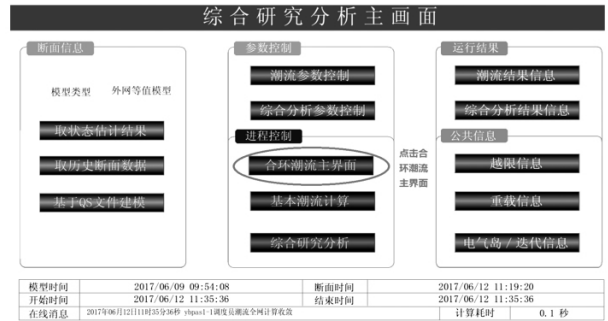


图 2 综合研究分析主界面

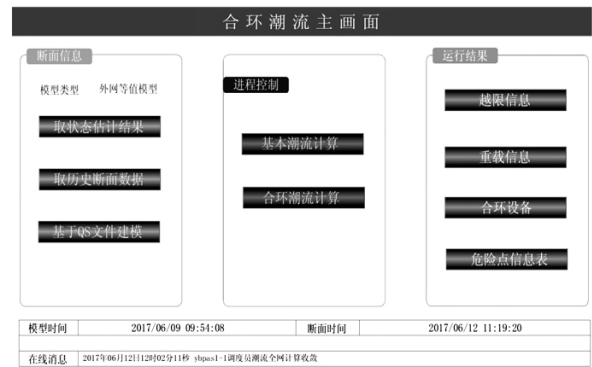


图 3 合环潮流主界面



图 4 在线校核系统流程

3 系统应用

系统应用以合环稳态电流和冲击电流计算为例。

3.1 不同 220 kV 变电站 10 kV 线路解合环试验
以某地区不同 220 kV 变电站供电的 10 kV 线

表 1 不同 220 kV 变电站供电的 10 kV 线路合环计算值与实测值对比

项目	SCADA 合环前电流值 /A	主站计算合环前电流值 /A	SCADA 合环后电流值 /A	计算合环后电流值 /A	录波器冲击电流 /A	计算冲击电流 /A
阳桥线 993 断路器	0	0	33.60	34.15	47.52	49.64
尖牛线 991 断路器	115.31	115.97	144.38	133.58		

路为例,合环前运行方式如图 5 所示。

合环前阳光变电站 10 kV 阳桥线 993 断路器有功 0 MW、电流 0 A;尖子山变电站 10 kV 尖牛线 991 断路器有功 2.06 MW、电流 115.31 A。

合环后在线校核系统计算结果如图 6 所示,阳光变电站 10 kV 阳桥线 993 断路器处合环故障录波装置实测采集值如图 7 所示。

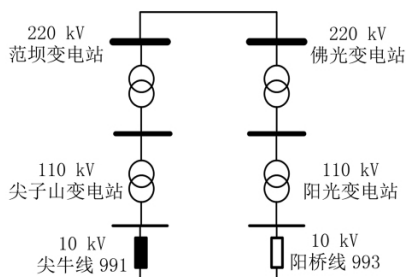


图 5 不同 220 kV 变电站 10 kV 线路合环前运行方式

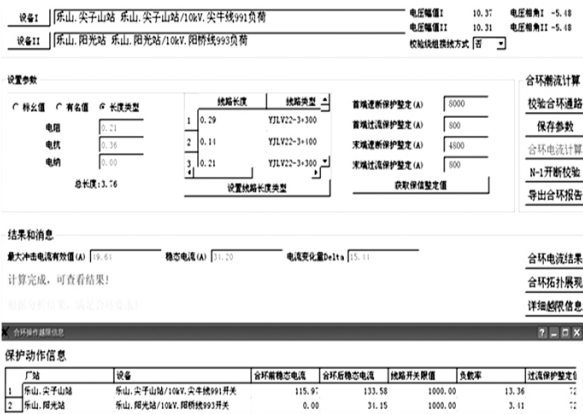


图 6 合环计算结果

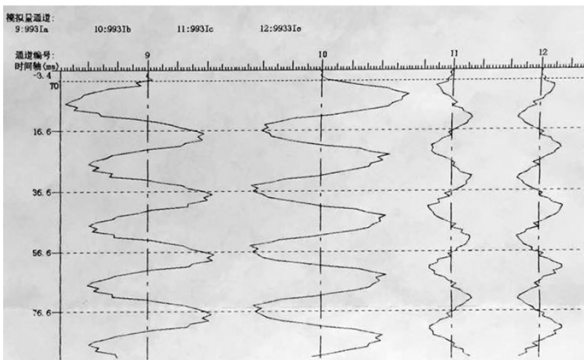


图 7 故障录波装置实测

计算值与实测值对比见表 1。配电网合环操作

在线校验中,阳光变电站 10 kV 阳桥线合环后稳态电流计算值为 34.15 A,SCADA 实测电流值为 33.6 A,与真实值偏差 0.55 A,偏差率为 1.64%;尖子山变电站 10 kV 尖牛线合环后稳态电流计算值为 133.58 A,SCADA 实测电流值为 144.38 A,与真实值偏差 -10.8 A,偏差率为 -7.48%;合环时计算的最大冲击电流有效值 49.64 A,采集到的最大冲击电流有效值为 47.52 A,与真实值偏差 2.12 A,偏差率为 4.46%。主配电网在线校核应用计算的数据与实际操作采集的数据值基本吻合。

3.2 同一 220 kV 变电站 10 kV 线路解合环试验

以某地区同一 220 kV 变电站供电的 10 kV 线路为例,合环前运行方式如图 8 所示。

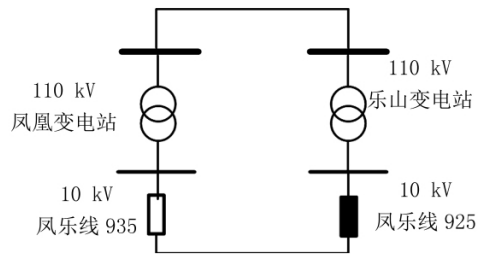


图 8 同一 220 kV 变电站供电的 10 kV 线路合环前运行方式

合环前凤凰变电站 10 kV 凤乐线 935 断路器有功 0 MW、电流 0 A;乐山变电站 10 kV 凤乐线 925 断路器有功 1.49 MW、电流 83.36 A。

合环后在线校核系统计算结果如图 9 所示,凤凰变电站 10 kV 凤乐线 935 断路器处合环故障录波装置实测采集值如图 10 所示。

计算值与实测值对比见表 2。配电网合环操作在线校验中,凤凰变电站 10 kV 凤乐线合环后稳态电流计算值为 324.87 A,SCADA 实测电流值为 316.8 A,与真实值偏差 8.07 A,偏差率为 2.55%;乐山变电站 10 kV 凤乐线合环后稳态电流计算值为 281.25 A,SCADA 实测电流值为 265.92 A,与真实值偏差 15.33 A,偏差率为 5.76%;合环时计算的最大冲击电流有效值 461.84 A,采集到的最大冲击电流有效值为 455.22 A,与真实值偏差 6.62 A,偏差

(下转第 48 页)

2) 从技术比较来看,相比水冷却方式,空气冷却方式无需水源、亦无排污,是一种节水、环保的冷却方式,并且运行维护简单。从经济比较来看,结合新松换流站站用水源条件,空气冷却方式的使用期内等额年费用较低。因此,综合考虑,新松换流站换流阀外冷却系统推荐采用空气冷却方式。

3) 新松换流站站址海拔高度为2328 m,地处高海拔地区,大气压力及空气密度均受海拔高度影响,空气冷却器的设计需考虑海拔高度对于散热量、电机出力的影响。

参考文献

[1] 阮卫华,王大伟,张民幸. ±800 kV 哈密换流站阀外冷技术方案的比较与选择[J]. 电网技术,2013,37(7):1820-1825.

[2] 温玉婷,冷明全,吴健超. 高海拔地区换流阀冷却系统设计及选型[J]. 广西电力,2013,36(2):32-34.
[3] 刘辉. 换流站换流阀冷却系统的选型研究[J]. 吉林电力,2012,40(1):30-32.
[4] 许根富,尚立新. 高压晶闸管换流阀外水冷却系统分析[J]. 中国电力,2009,42(12):42-44.
[5] 马义伟. 空冷器设计与应用[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,1998.
[6] 陆志厚. 高海拔地区电站风机设计的相关研究[J]. 电站辅机,2007(3):40-45.

作者简介:

邓晓(1972),本科,高级工程师、注册公用设备工程师(给水排水),主要从事发、变电工程给排水设计研究工作;
何勇(1986),本科,工程师、一级注册结构工程师,主要从事变电工程土建设计研究工作。

(收稿日期:2018-05-25)

(上接第24页)

表2 同一220 kV变电站供电的10 kV线路合环计算值与实测值对比

项目	SCADA 合环前电流值 /A	主站计算合环前电流值 /A	SCADA 合环后电流值 /A	计算合环后电流值 /A	录波器冲击电流 /A	计算冲击电流 /A
凤凰站 935 断路器	0	0	316.80	324.87	455.22	461.84
乐山站 925 断路器	83.36	84.95	265.92	281.25		

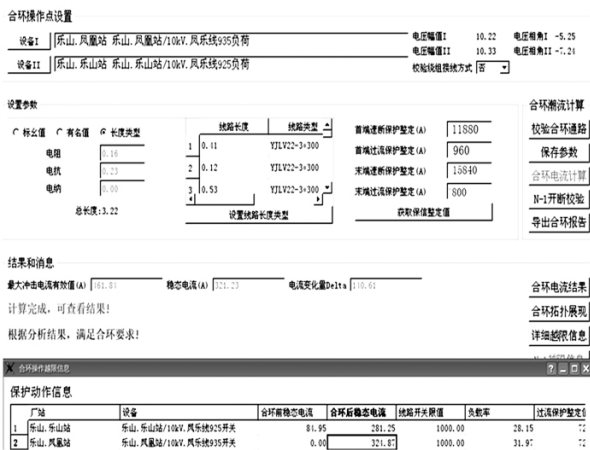


图9 合环计算结果

与实际操作采集的数据值基本吻合。

4 结 语

通过配电网合环在线校核软件进行计算,耗时短,效率高。基于全网实时模型的在线计算,合环电流数据准确性大幅提高,合环操作的指导性更强,能有效保证配电网合环安全与实际合环稳态和暂态数据的对比,表明一体化配电网合环在线校核软件计算结果正确,满足实践运行要求。

参考文献

[1] 谭斌,丁宇洁,陈忠益,等. 配电网电磁合环倒供电条件分析及计算校核[J]. 中国电机(技术版),2016(4):1-4.
[2] 陆凌. 基于合环潮流在线计算的配电网合环管理[C]. 智慧城市电力科技论坛论文集,2014,176(1):57-59.

作者简介:

王玺(1987),工程师,主要从事电力系统分析、电网调度工作;

刘巍(1986),高级工程师,主要从事电网调度工作。

(收稿日期:2018-06-19)

率为1.45%。主配电网在线校核应用计算的数据