

国分省三级日前发电计划静态安全校核

卢文平

(国网冀北电力有限公司 北京 100053)

摘要: 随着国调智能电网调度技术支持系统推广与应用,调度计划专业在时间、空间两个维度上扩展发电计划静态安全校核业务具备必要技术支持手段。就国调中心开展的国分省三级日前发电计划静态安全校核工作的开展进行回顾,对工作流程进行描述。结合国家电网华北电力调控分中心在该工作的开展,对本项工作涉及的算法、工程实用化方法、并行计算处理方法进行了分析、对比。最后对本项工作提出展望。

关键词: 日前发电计划; 静态安全校核; 数据交换; 电力系统

Abstract: With the popularization and application of smart grid operation supporting system (SG - OSS) , the schedule planning has an extended static security checking of day - ahead dispatching from two dimensionality , time and space. The establishment and implementation of static security checking of three level day - ahead generation scheduling from the State to the province are briefly reviewed , and the work flow is presented. The involved algorithm , engineering practical method and parallel computing method are analyzed and compared which are used in North China Branch of State Grid Power Dispatch and Control Center. Finally , the prospects of this project are presented.

Key words: day - ahead generation scheduling; static security checking; data exchange; power system

中图分类号: TM734 文献标志码: A 文章编号: 1003 - 6954(2014) 04 - 0066 - 04

0 背景

日前发电计划静态安全校核作为调度运行中的一项重要工作,在各级调度计划专业中广泛开展^[1]。2009 年开始国家电网电力调度控制中心开始研发国网智能电网调度技术支持系统(以下简称 D5000 平台)。同年国调调度计划专业开始研究并编制国网省三级调度计划协作流程,2010 年开展了三华(华北、华东、华中,后同)电网静态安全校核基础数据交换工作,2011 至 2012 年随着 D5000 平台的推广、部署,调度计划及安全校核应用模块在国调、部分调控分中心、省调正式上线运行。D5000 平台为国分省三级日前发电计划静态安全校核提供了技术基础,调度计划专业经过 3 年的探索为本工作明确了目标。2012 年 10 月国调中心召集华北、华东、华中分中心开展集中工作,正式启动国分省三级日前发电计划静态安全校核工作。历经一年多时间的运行,截至 2013 年年底,国网系统内 33 家省级以上调度单位全部实现了国分省三级日前发电计划静态安全校核功能。

1 功能目标

现行调度体系执行“统一调度、分级管理”的原则。以往日前发电计划静态安全校核工作也多以省为主体开展,跨省、跨区的联合校核工作开展的较少。

国调中心对本项工作的目标定为“统一模型、统一数据、联合校核、全局预控”^[2]。各省级及以上调度单位均应实现三华潮流计算及静态安全校核功能。各家单位在安全校核时计算模型统一,计算数据统一。计算程序可以选自多家(目前主流的程序有 4 家,开发单位分别是中国电力科学研究院系统所、中国电力科学研究院自动化所、南瑞科技股份有限公司、清大科越科技有限公司),但计算结果应具备可比性。各家单位均应实现三华基态潮流计算和静态安全校核。两类校核出的越限结果应上报国调 ①基态潮流越限 ②因开断本单位调度设备而造成其他单位设备越限。国调将以上越限结果在全国调系统共享。原则上校核结果中不应出现基态越限。开断本单位调度设备造成本单位调度设备越限,其结果由本单位调度负责解决。开断本单位调度

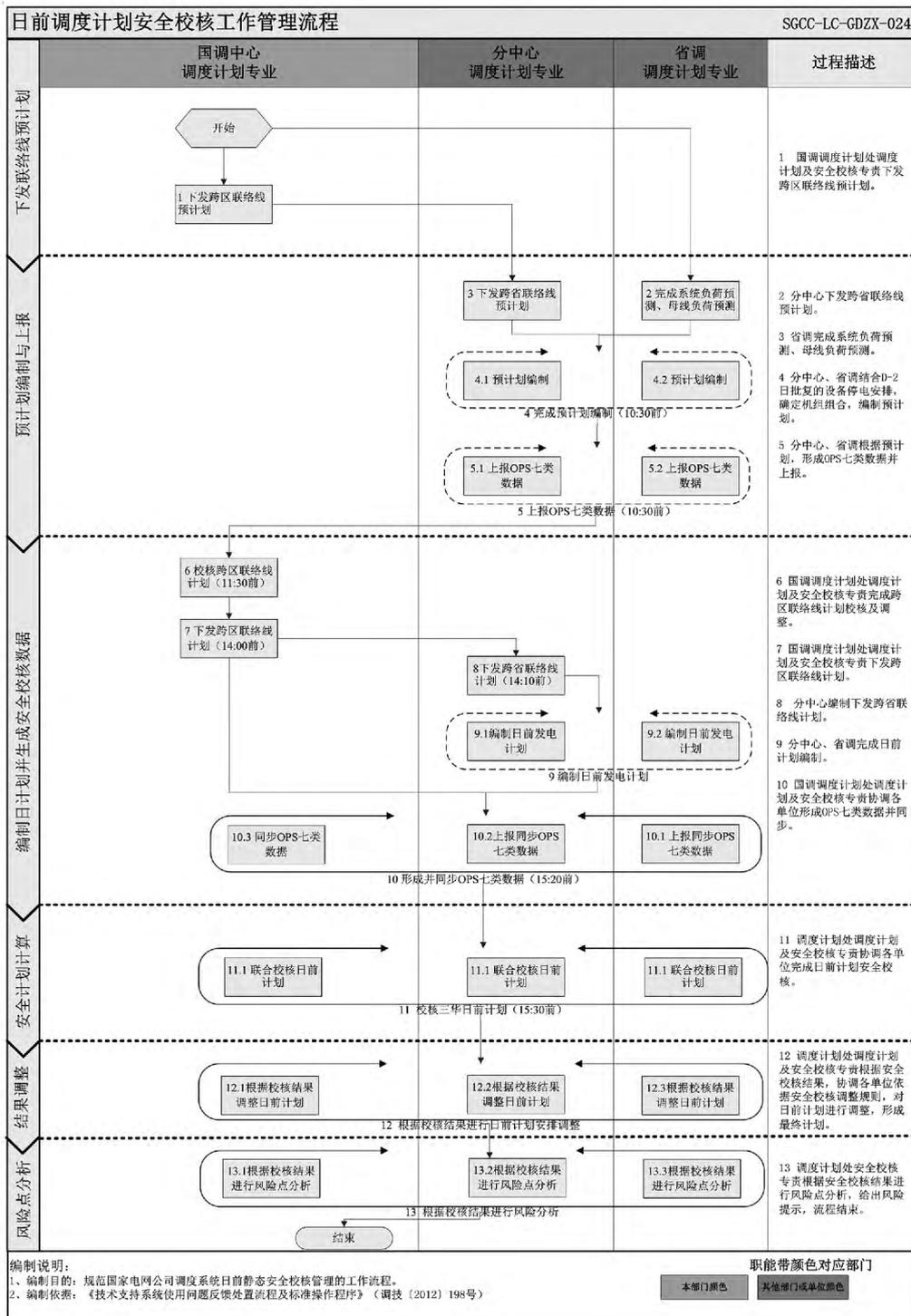


图 1 日前调度计划安全校核管理流程图

设备造成其他单位调度设备越限,其结果由上级调度负责解决。

2 数据准备

2.1 静态安全校核标准数据

为保证静态安全校核程序的通用性,国调中心制定了静态安全校核基础数据及格式^[3]。数据共分 7 类:系统负荷预测、母线负荷预测、分省总交换计划、设备状态计划、分机组调度计划、输电断面限额、输电断面组成。以上数据通过 E 文件格式或 D5000 商用库同步的方法在国分省之间交互^[3]。

系统负荷预测以 15 min 为间隔,上报预测日的系统发、受电力的代数和^[4]。母线负荷预测以 15 min 为间隔,上报预测日母线的有功、无功值。母线的定义应涵盖调度管辖范围内所有 220 kV 变电站主变压器高压侧、电厂升压变压器中压侧^[5]。分省总交换计划定义为控制区联络线的总交换之和。设备状态计划包含输变电设备、发电设备停复役情况。该信息既包含检修信息,同时也应包含电网方式变化信息。分机组调度计划以 15 min 为间隔,上报单机日前发电计划。未在 D5000 中建模的小机组可合成一个上报单元进行上报。输电断面限额、输电断面组成,此两类数据共同描述电网的安全约束边界条件。

为保证数据质量,国调中心同时制定了数据校验规则。所有上报的设备名称、测点名称均使用 D5000 命名,且要求内容完备。系统负荷预测最大值、最小值和变动率不超过限值。分机组调度计划值与检修计划无矛盾。系统负荷预测与母线负荷预测总加的差值必须小于母线负荷预测总加的 15%。输电断面限额、输电断面组成两者内容信息应对应。

2.2 数据交互流程

以往日前发电计划编制流程为国调中心先下发跨区联络线计划,各分中心依据跨区联络线计划制定跨省联络线计划。各省级调度根据联络线计划、检修计划、负荷预测等信息编制发电计划,并进行静态安全校核。为开展三级静态安全校核,国调中心对数据交换流程进行明确,形成一套两次计划协调编制的工作流程。每日 9:40 前国调下发跨区联络线预计划,根据跨区联络线预计划分中心于 10:00 前下发跨省联络线预计划。省调根据以上信息及本省计划安排编制次日发电预计划,并于 10:30 前报国调。国调根据各省发电预计划进行会商,确定跨区联络线正式计划,并于 14:00 前下发。随后分中心、省调按照流程编制正式计划并于 15:00 前上报国调。15:10 国、分、省三级调度同时开始静态安全校核并将相关越限信息上报。具体流程见图 1。

3 校核计算过程

日前静态安全校核的核心算法仍为潮流计算及 N-1 开断计算^[6]。为提高计算效率多采用并行计算算法^[7]。以华北分中心为例,安全校核计算分为

两步,首先计算 96 点基态潮流,主要采用的方法为 P-Q 分解法^[8]。

$$\Delta P/U^{(i)} = -B'U\Delta\delta$$

$$\Delta Q/U^{(i)} = -B''U\Delta U$$

$$U^{(i+1)} = U^{(i)} + \Delta U$$

$$\delta^{(i+1)} = \delta^{(i)} + \Delta\delta$$

随后进行 N-1 开断扫描。N-1 开断扫描仍然是基于 P-Q 分解法的潮流计算,只是在计算前根据开断设备对应修正 B'和 B'',之后的潮流计算过程与 P-Q 分解法一致。国调每小时会下发全国网系统状态估计断面,各单位依据此断面和检修信息,反演出次日网络拓扑。

如果计算模型、初始数据合理,潮流计算应很快收敛。但在本项工作开展的初期阶段为提高数据质量,必须对部分数据进行处理。

在实际工程中,尤其是本项工作开展的初期,经常发现网络拓扑与计划数据相矛盾的地方,华北调控分中心对数据进行预处理,原则如下。

(1) 如果网络拓扑中机组运行,但发电计划中没有值,或值为 0,且该机组无检修计划。则用状态估计断面中的发电出力替代该机组的发电计划。其原因可能是漏报计划或机组名称匹配失败。

(2) 机组有计划值,同时该机组上报检修计划。则检修期间机组计划值按 0 处理。检修计划优先。

(3) 母线负荷预测无计划,且母线负荷对象无检修计划。则用状态估计断面中该对象的母线负荷替代预测值。

(4) 当上报计划数据正确、合理时,三华潮流计算完毕后省间交换潮流值应该近似于省间总交换计划值。如果部分省数据缺失时,进行全网潮流计算会导致周边省甚至全网潮流计算发生较大偏差。为了将错误现象控制在问题省内,计算前先进行分省平衡预处理。当某一个省发电计划和联络线之和扣除预估网损后与母线负荷预测偏差较大,则对母线负荷预测进行比例调整,直至两者接近。通过该方法把问题数据控制在问题省内,避免大面积计算结果被污染。

4 计算情况

国分省三级日前发电计划静态安全校核计算量较为庞大,因此必须采用并行计算功能。并行计算最

小的计算粒度可为一次完整的潮流计算。以华北调控分中心硬件配置为例,共 12 个计算资源。日前计划校核 96 个时段之间解耦,因此在华北调控分中心每个计算资源的最小计算单位为一个时段。即每个计算资源负责某一个时段的基态潮流计算和 $N-1$ 开断校核。如果计算资源多,例如国调中心采用 384 个计算资源,可以将每一个时段内的潮流计算再进行并行处理。

增加并行计算个数会缩短总体计算时间,但同时会增加数据交换量,增加异常处理的难度,编程逻辑复杂。因此要根据硬件配置、软件实力综合考虑。

另外一个缩短计算时间的方法是在 $N-1$ 开断时先采用直流法进行校核,过滤掉大部分无安全问题的设备开断,针对少部分直流法校核存在问题的设备开断再进行精确的潮流计算。由此而减少计算量缩短计算时间。

目前华北分中心在计算全网日前静态安全校核时计算母线约 9 329 个,支路数约 15 120 条,平均耗时 14 min。

5 结论与展望

国调中心开展的国分省三级日前发电计划静态安全校核是件开创性的工作,截至 2013 年年底国网系统省级及以上调度单位均参加本项工作。其意义表现如下。

(1) 为“三华”互联后电网日前发电计划安全校核工作提供技术储备。并提前开始进行工程化应用。

(2) 纵向贯通三级调度计划专业日前发电计划静态安全校核工作,真正实现了数据全网共享,践行全网预控的目标。

(3) 推进安全校核国产化的进程。本系统从硬

(上接第 57 页)

=====

[6] 张安安,杨洪耕. 基于畸变波形同步分层估计谐波阻抗的探讨[J]. 电力系统自动化,2003,27(9): 41-44.

[7] 杨志栋,李亚男,殷威扬,等. ± 800 kV 向家坝一上海特高压直流输电工程谐波阻抗等值研究[J]. 电网技术,2007,31(18): 1-4.

[8] 吴晔,殷威扬. 用于直流系统动态性能研究的等值计算[J]. 高电压技术,2004,30(11): 18-20.

件配置到操作系统和数据库的支撑,再到高级应用软件全部为国产品牌。

(4) 为更大范围资源优化配置提供安全校核技术支持手段。资源配置范围越大,其优化结果会越好。

(5) 提升调度计划专业的知识水平。资源配置范围越大,其优化结果会越好。但资源配置范围不可能无限放大,其规模应该与技术支持水平、专业管理深度及认识水平相适应。

(6) 为电力市场的开展提供数据、技术支持基础及流程借鉴。

参考文献

[1] 葛朝强,汪德星,葛敏辉,等. 华东网调日计划安全校核系统及其扩展[J]. 电力系统自动化,2008,32(10): 45-48.

[2] 国调中心关于印发日前静态安全校核实用化工作推进会纪要的通知(调计(2012)267号)[R]. 2012.

[3] 关于启动三华电网静态安全校核基础数据交换工作的通知(调计(2010)326号)[R]. 2010.

[4] 关于印发《互联网联络线有功功率控制技术规范(试行)》和《电网短期负荷预测技术规范(试行)》的通知(调计(2010)33号)[R]. 2010.

[5] 关于全面推广母线负荷预测工作的通知(调计(2008)255号)[R]. 2008.

[6] 林毅,孙宏斌,吴文传,等. 日前计划安全校核中计划潮流自动生成技术[J]. 电力系统自动化,2012,36(20): 68-73.

[7] 李峰,李虎成,於益军,等. 基于并行计算和数据复用的快速静态安全校核技术[J]. 电力系统自动化,2013,37(14): 75-80.

[8] 房俊龙等. 电力系统分析(上册)[M]. 北京:水利电力出版社,1995.

(收稿日期:2014-06-03)

[9] 周保荣,金小明,吴小辰,等. 糯扎渡直流送端普洱换流站孤岛方式谐波阻抗计算研究[J]. 南方电网技术,2010,4(5): 24-26.

作者简介:

李文帆(1987),硕士,助理工程师,主要研究方向为电力系统规划与设计;

伍文城(1977),博士研究生,高级工程师,主要研究方向为电力系统规划、电力系统仿真技术及电力市场。

(收稿日期:2014-05-26)