

四川电网稳定调度实时监控自动化系统框架设计

卢鸿宇¹, 刘俊勇²

(1. 四川省电力公司调度中心, 四川 成都 610041; 2. 四川大学电气信息学院, 四川 成都 610065)

摘要:四川电网稳定监控项目多,且稳定控制限额的数值随运行参数的变化而变化,给调度实时监控带来巨大困难。提出一种稳定调度监控自动化系统的框架设计,采用离线稳定计算的成果,将影响稳定控制限额的各种因素交给后台系统处理,并将修正后的稳定控制限额及稳定断面潮流等实时数据通过简单、直观的监控画面提供给调度员,改善了调度员传统的人工稳定监控方式带来的繁琐和困难,有效地减轻了调度员工作负担,对保证电网安全稳定运行具有重大的实用价值和意义。

关键词:四川电网; 稳定监控; 自动化系统

Abstract: It is very difficult for dispatcher to monitor the stability of Sichuan power grid, because numbers of monitoring are vast and stability control limitation values vary with parameters of power system operating conditions. To solve this problem, an automatic stability dispatching monitoring system is proposed by use of off-line stability results. Stability control limitation values are modified through background processing. The results and real-time stability values are provided to dispatcher with a simple and intuitionistic monitoring interface. The automatic system makes it easy for dispatcher to monitor stability and it is very important and practical for the security of power grid.

Key words: Sichuan power grid; stability monitoring; automation system

中图分类号: TM734 文献标识码: B 文章编号: 1003-6954(2008)01-0070-03

1 国内外发展状况及进度

1.1 大电网稳定调度监控的重要性

2003年8月14日北美发生了震惊世界的大停电,随后相继发生了澳大利亚、欧洲多国大停电事故,2005年也出现多次大停电事故,其中5月25日在莫斯科发生的俄罗斯历史上规模最大的停电事故影响较大,2005年中国海南、西藏电网发生全停事故,2006年西藏、华中河南电网也出现了较大范围的停电事故。大范围的停电事故,给相关地区工业生产、商业活动及交通运输等经济方面造成巨大损失,并严重影响了人们社会生活。大停电事故受到各国政府和整个社会高度关注。

通过对上述国家和地区大停电事故的深入分析,发现调度员对稳定控制断面监控及调整如果不利,会造成相关设备输送功率接近甚至超过稳定极限,使电力系统安全稳定裕度变小。在这种情况下,一旦系统发生线路跳闸等扰动,将引起潮流大幅度转移,往往造成输电线路严重过载、电压严重下降,引发一系列

连锁反应,最终导致系统稳定破坏和大面积停电事故。

为保证电力系统的安全稳定运行,不仅要建立合理的电网结构、配备性能完善的继电保护系统,并根据电网具体情况设置安全稳定控制装置和相应的失步解列、频率与电压紧急控制装置,更需要对现有电网进行稳定计算分析,具备预防性控制的调度手段,并在电网运行中由调度员实时监控和调整。这样才能组成一个完备的电网安全防御体系,保持电网运行中必要的安全稳定裕度,抵御各种扰动事故。其中,电网稳定调度实时监控具有举足轻重的作用,是确保电网的安全稳定运行必不可少的关键环节。

1.2 大电网稳定调度监控的发展状况及困难

当前,国内外稳定调度监控的主要模式是离线计算相关断面的稳定控制限额,在线实时监测,如南瑞的OPEN3000系统和四川电网使用的加拿大的SNC系统。个别地方采用在线计算及监测模式^[1]。

离线计算的稳定控制限额在电网的实际运行中受环境温度等因素的影响,必须实时进行修正。四川电网结构复杂,稳定监控项目众多。庞大的稳定监控

项目,再加上需要人工实时对稳定控制限额修正,使得调度员在繁重的调度工作中容易百密一疏,遗漏对一些重要稳定断面的监控,造成该断面潮流长时间超极限值运行,严重影响系统的安全。为了保证系统安全稳定运行,减轻调度员负担,四川电网稳定调度监控自动化势在必行。

2 系统设计的目的和要求

2.1 四川电网稳定调度监控需求分析

近年来,四川电网大大加快了建设速度,网络结构明显增强。川西—川南电磁环网已经解环,并形成二滩、石棉雅安、阿坝地区 500 kV 三大水电送出通道,构成四川网内西电东送的新格局。但在用电负荷高速增长的压力下,地区负荷中心受端电网建设滞后问题凸显,局部电网存在安全隐患。通过分析计算,四川电网安全运行存在的主要问题多达 18 项^[2]。经方式离线稳定计算,四川电网需要在线监视的重要稳定断面高达 50 多项,这些稳定断面主要考虑暂态稳定和电压稳定的影响,不包括线路的热稳定。实际运行中,四川电网 27 条 500 kV 线路和 288 条 220 kV 线路(截止 2007 年 8 月统计的数据)的实际潮流必须控制在热稳定限额以内。调度运行中稳定监控的参数主要是各个断面(或线路)的有功、无功负荷以及枢纽厂站的电压值。这些监控数据庞大而复杂,调度监控工作量极大。

调度员在监测到上述系统运行的实时数据后,还得与稳定规定的限额值进行对比,以确定是否满足稳定要求。稳定限额由方式离线计算得来,它往往受环境温度等因素的影响不是一个确定值。因此,调度员还必须在系统运行中对稳定控制限额进行实时修正和选择。

2.1.1 环境温度

不同的季节,不同的温度,造成架空线路导线的允许载流量不同,其稳定控制要求也不相同^[3]。如 220 kV 龚九双回线路潮流春秋(15~25 °C)稳定控制要求为 360 MW,冬季(15 °C 以下)和夏季(25~35 °C)则分别变为 390 MW 和 340 MW。

2.1.2 枢纽厂站电压

电压作为稳定计算的重要变量,其数值不同,直接影响到稳定计算结果的不同^[4]。四川电网的稳定控制限额是基于电网各中枢纽运行电压在电压曲线

范围内算出的稳定计算结果,当二滩 500 kV 母线电压低于典型电压曲线的下限,其它 500 kV 厂站母线电压低于 505 kV,220 kV 枢纽站母线运行电压低于 205 kV,需降低相应断面的稳定控制限额。如当龙王 500 kV 电压低于 515 kV,川西稳定限额由 2 000 MW 降为 1 800 MW。

2.1.3 相关装置投退

系统运行中,很多装置投运与否与稳定限额息息相关,如安控装置、SVC、串补、重合闸等。当川电东送安控投运,二滩电厂最大允许出力为 3 300 MW,安控停运后电厂出力降为 2 200 MW 了。

2.1.4 潮流变化

相关联络线潮流变化会对断面的稳定限额产生影响,如眉山断面的稳定控制限额是以范东线功率在 180 MW 及以下为前提条件,当范东线的功率超过 180 MW,每超过 10 MW,断面控制限额降低 20 MW。而川渝全断面稳定控制限额与鄂渝联络线的实际送电功率值息息相关,二者按比例同升同降,其实时稳定限额值甚至需要公式进行计算,公式如下:

$$P_{\text{川渝限额}} = P_1 + \frac{(P_3 - P_{\text{鄂渝实际}})}{(P_3 - P_4)} \times (P_2 - P_1)$$

式中: P_1 为川渝控制限额下限; P_2 为川渝控制限额上限; P_3 为鄂渝联络线送川渝限额; P_4 为鄂渝联络线送华中限额。渝鄂联络线限额和功率;送川渝取“+”,送华中取“-”^[5]。

2.1.5 重要机组开停

如在金堂和江油电厂只有一台机运行的情况下,川西断面稳定限额需要降低 150 MW。

2.2 稳定调度监控自动化系统设计目的和要求

四川电网稳定调度实时监控目前采用传统方式,即根据系统实时运行情况对方式提供的相关稳定限额进行选择 and 修正,并与通过能量管理系统的 SCADA 功能采集传至调度室的自动化数据进行对比,从而达到稳定监控目的。这在稳定监控数量少且数据直观的情况下是可行的,但通过上述分析,当前四川电网依靠传统的人工监控方式已经远远不能胜任稳定调度监控的实际需要了。因此,设计了稳定调度监控自动化系统来解决这一难题。

为了更好、更全面地监控前文所述的各种稳定信息,四川电网稳定调度监控自动化系统必须满足以下要求。

1) 高效性。该系统充分利用计算机后台处理程

序代替调度员对实时稳定限额进行的人工修正,将调度员从大量琐碎和繁杂的工作量中解放出来,切实减轻调度员负担,大幅度提高了工作效率。

2)实时性。根据系统运行参数时刻发生变化的特点,该系统实时地跟踪参数变化,并迅速地将变化的数据提供给调度员,以便调度员及时掌握当前系统的最新稳定情况,并做出相应调整。

3)直观性。该系统用统一的图表和可视化界面将各种稳定信息及裕度分析清晰而直观地提供给调度员,帮助调度员全面了解当前系统稳定状况,减少甚至避免了目前传统人工监控上的疏漏而给系统造成的安全隐患。

3 四川电网稳定调度监控自动化设计方案

3.1 设计框架

3.1.1 数据采集系统

稳定调度监控自动化系统很多变量需要采集电网运行的实时数据,如潮流、电压、机组开停等,因此本系统利用 SNC 能量管理系统(EMS)的数据库接口系统,每 5 s 采集一次相关数据,并传至本系统的数据库中。

3.1.2 数据库管理系统

用于存储稳定监控项目、相关变量数据及稳定项目历史数据等。该系统对于存储数据源具有高度可靠性,并为人机访问界面提供良好的接口,可以方便地查询和维护各种参数和数据。

3.1.3 人机界面系统

人机界面系统为整个系统提供图形交互式显示和操作接口,其直接用户是值班员和管理员。

3.1.4 核心管理计算系统

该系统为整个监控系统核心所在,它负责将通过采集或人工输入获得的各项数据进行汇总,根据事先设定的算法进行算出稳定实时限额,并与当前数据进行比较,越限发出报警,提醒值班员进行相应调整。

3.2 四川电网稳定调度监控自动化系统设计功能

3.2.1 有效、直观的稳定监控功能

该系统为值班调度员提供稳定监控画面,将调度员需要时刻关注的重要稳定断面的当前值、实时限额值、安全裕度等在统一界面中列出。当稳定断面实际

值越限时发出报警,提醒调度员进行调整。对于热稳定及次要稳定断面等项目,采用当系统实际运行值进入极限值的裕度范围内,才由监控主界面给予项目显示及报警。这样,调度员对系统庞大的稳定项目的监控完全可以做到一目了然、心中有数,调整起来得心应手、游刃有余。

3.2.2 可靠、方便的数据库管理功能

该系统的数据库不仅对各种数据的存储具有高度可靠性,并且调度员(或维护人员)通过维护终端的接口,可以灵活、方便的输入相关稳定监控项目,变量数值设定及稳定限额设置等,以及对稳定历史数据进行查询。

3.2.3 准确、实时的计算功能

该计算系统根据从数据库传来的经采集(或设定)的温度、电压、潮流、装置(机组)启停的实时值,按预先设定的算法修正稳定限额的当前值,并迅速传回数据库和监控主界面。这样既减免了调度员人工修正计算的工作量,又保证了计算结果的准确性、实时性和全面性。

4 结论

提出的系统采用离线稳定计算的成果,对电网稳定进行实时监控,功能简化,界面直观和方便,大幅度减轻了调度员传统稳定监控带来的繁琐、沉重的工作负担,对保证大电网安全稳定运行具有重大的实用价值和意义。

参考文献

- [1] 常辉,刘文颖,行舟,唐晓军.电力系统暂态稳定计算的在线应用[J].电网技术,2007,(13):54-58.
- [2] 庞晓艳,等.四川电网2007年度运行方式[M].四川省电力公司调度中心,2007.
- [3] 梁汉泉,等.2007年丰水期四川电网稳定运行规定[M].四川省电力公司调度中心,2007.
- [4] 何仰赞.电力系统分析[M].北京:电力工业出版社.
- [5] 范锡普.发电厂电气部分[M].北京:电力工业出版社.

作者简介:

卢鸿宇(1975-),哈尔滨工业大学硕士研究生,2000年起于四川省电力公司调度中心从事调度工作。

(收稿日期:2007-12-26)