

CIM/E模型在电网第三道防线集中评估系统中的应用

CIM/E模型文件作为电网物理模型的交换方式,很多电网应用的都以其为基础。以电网第三道防线集中评估系统为例,阐述了CIM/E模型在低频低压切负荷容量统计方面的应用。在研究各种CIM模型及电网拓扑分析方法的基础上,提出了适合于本系统模型的分析方法,并进行了验证,应用效果良好。

李海峰¹ 罗建裕¹ 宁元元² 罗凯明¹ 潘 琪³/1.国网江苏省电力公司
2.江苏华瑞泰科技股份有限公司 3.苏州供电公司



李海峰/研究员级高工

关键词/Keywords

CIM/E模型 ·
电网第三道防线 ·
集中评估 ·
网络拓扑 ·

近年来,世界各地大停电事故频发,分析这些事故的原因,建设电网安全运行的第三道防线是保障我国电网安全稳定运行的成功经验^[1]。电网第三道防线是指当电网遇到概率很低的多重严重事故而稳定破坏时,依靠失步解列、频率及电压紧急控制装置为主的设备,防止事故扩大,防止大面积停电事故的发生,电网第三道防线一般不针对特定的运行方式与故障形态。然而这些设备的配置管理是否合理、运行状态是否良好,都决定了电网第三道防线在关键时刻能否发挥切实有效的作用。文献[1]从多个方面分析了目前电网第三道防线存在的问题。因此,电网第三道防线集中评估系统的建设和应用就显得尤为重要。

低频低压减载装置作为电网安全运行第三道防线的关键设备,在电网发生有功缺额引起频率下降或无功不足引起电压下降时,自动按频率降低值或电压降低值切除部分负荷,使系统电源与负荷之间的有功功率和无功功率重新平衡,使频率和电压恢复到允许的范围之

内。电网低频低压切负荷容量的配置直接影响了电网第三道防线的运行效果。对低频低压切负荷容量按电网模型进行动态统计,实时监控其运行状况,对不合理配置的及时预警是电网第三道防线集中评估系统的基本功能。

目前,对低频低压切负荷容量的统计是在地区调度平台统计,并定期上送省级调度平台。这种统计一般是从地区调度平台获取已分配线路的负荷量并求和,而得到总的可切负荷容量。这种统计不是在掌握了每个低频低压减载装置运行状况下的准确统计,也不能按电网拓扑结构统计切负荷容量,以适应电网分层分区运行下对低频低压切负荷容量的分配。本文是以省级电网为对象,从电网模型出发进行上层设计,以装置的实时采集数据作为统计基础进行系统研究和应用。

系统介绍

1. 系统组成

电网第三道防线集中评估系统的硬件由省调采集应用服务器、地调采集应用服务器和厂站装置3个部分组成。地调服务器与厂站装置通信采集装置进行数据通信,并按地区电网模型进行统计评估;省调服务器负责与地调服务器进行通信并采集地调的统计评估结果,并按省电网模型进行全省电网的综合统计评估。3个部分的系统连接示意图如图1所示。

地调应用作为本系统的核心部分,是连接厂站和省调的纽带。地调电网模

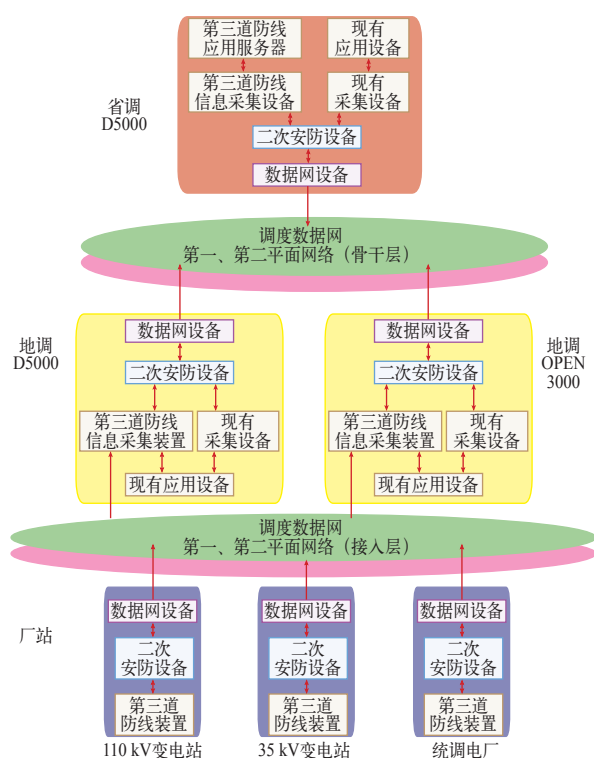


图1 系统连接示意图

型的解析以及按照电网模型进行低频低压切负荷容量统计是地调应用的主要功能。

2. CIM模型

国际电工委员会提出了IEC61970系列标准，通用信息模型（Common Information Model, CIM）是整个标准框架的重要基础^[2]，其定义了应用程序接口的语义部分，包括公用类、属性和关系等。其中定义了许多包和类，并通过关联、泛化和聚合等关系连接各个类元素来详细描述电网。采用端点、连接节点C-Node来描述电网全局的详细信息，即开关/节点模型；采用拓扑节点T-Node间带阻抗的元件连接来描述电网拓扑，即母线/支路模型，文献[3]已进行了详述。

从省（市）电力调度支持平台获取的模型文件为CIM/E格式^[4]，它包含区域、基准电压、厂站、电压等级、间隔、断路器、隔离开关、母线段、同步发电机、交流线段、负荷、变压器绕组、变压器分接头类型、并联补偿器、串联补偿器、遥测和遥信等22类对象。为便于进行模型的验证，模型中还包含了基本量测数据和参数。

电网拓扑实时分析

1. CIM/E文件解析

CIM/E文件格式是对XML格式的扩展^[5-7]，对其的解析完全符合XML树形文档的解析方法。CIM/E电网模型文件经解析可获取区域类表、基准电压类表、厂站类表、电压等级类表、断路器类表、隔离开关类表、交流线类表、交流线端点类表、负荷类表和遥测类表等，将这些表解析出来并存入数据库，作为数据统计等应用的模型框架。

2. 拓扑分析

以低频低压切负荷容量的统计为例，地区调度统计的数据对象为每一条投切负荷线路的负荷量，而省级调度并不需要对每一条负荷线路都关心，因此地区调度需对可切线路的负荷量向高压等级变电站归并。本文将所有可切负荷归并到所属的220 kV变电站再送往省调。每条负荷线路必然归属于某个变电站，分析出变电站拓扑即可进行220 kV变电站的所有可切负荷的归并。变电站拓扑即为变电站之间的连接归属关系，按以下步骤进行分析，总体流程如图2所示。

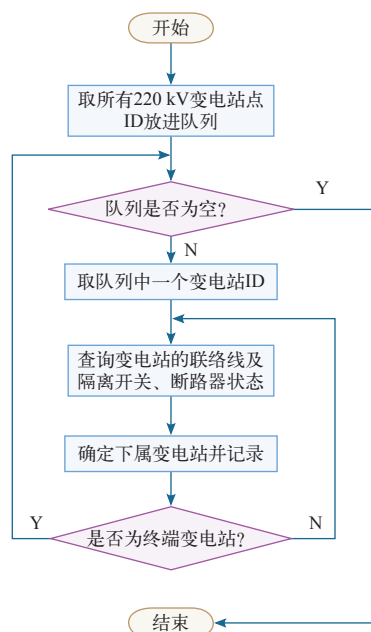


图2 拓扑查找流程图

1) 查找模型内220 kV变电站列表，分析基准电压表和厂站表即可获取所有的220 kV变电站。

2) 以每个220 kV变电站为起点, 查找站内的低压交流线, 通过计算开关矩阵判断连接状态并随时响应拓扑的变化。

3) 根据交流线段的起始点, 迭代查询对端变电站, 重复步骤2直到终端变电站。

基于以上步骤, 把每次查找对象看作是一幅带环的无向连通图。图的遍历^[8]有广度优先遍历和深度优先遍历两种方法, 本文以广度优先遍历为主, 局部采用了深度优先遍历。广度优先遍历一般是分层次查找, 将查找到的一批顶点保存进队列, 以便向下一层访问。采用广度优先遍历按变电站的电压等级分层遍历每幅图。在整个查找的过程中应保证以下几点。

1) 图中的顶点仅被记录一次。如图3所示, 类型1中的E站点在连通上可由C、D点到达, 由于在遍历顺序上是先从C点查找到了E点, 因此从D点查找到E点时发现E点已被记录, 因此不再重复记录, 类型2是在低电压等级变电站的体现, 与类型1的处理方法相同。

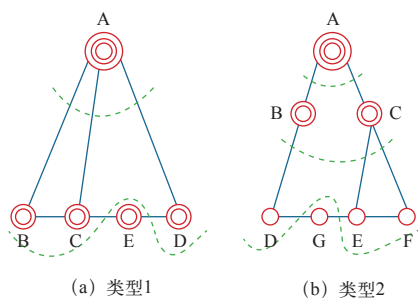


图3 图的遍历

2) 对于图3中两幅图的交叉部分如何分割, 以查找深度为主, 对于查找深度相同的站点归属到先进行遍历的图中。所谓的查找深度是指从图的起点出发查找过程的迭代次数, 对于两幅图中交叉部分的顶点最终要归属到查找深度较小的那幅图。如图4所示, 分别从A、B点出发对两幅图进行遍历, F站点对于A、B两幅图的查找深度都为2, 则根据两幅图的遍历顺序决定其归属, 而L站点查找深度对于A图是3, 对于B图为2, 因此在查找结束时应对重复的查找站点比较所在图的查找深度, 最终判断L站点属于B图。

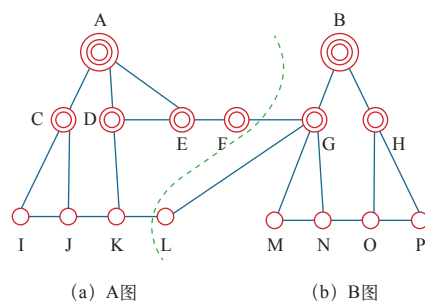


图4 图的分割

系统应用

根据上述的方法可分析出所有以220 kV变电站为单位的变电站归属关系, 每一组关系对应一个容器。根据容器链表内每个变电站的标识(ID)去访问变电站内的负荷(LOAD), 再结合每个变电站采集的配置, 可方便地统计出低频低压切负荷的容量, 数据处理如图5所示。

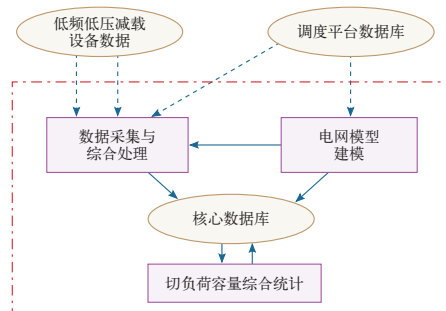


图5 功能模块示意图

以某市电网CIM/E模型文件为例, 验证电网拓扑模型分析以及低频低压切负荷容量的统计情况。从某市的自动化调度平台获取该市的电网CIM/E模型文件, 按文件中对应的描述将各类表解析存入数据库。经统计总共有区域10个, 厂站652座。其中, 220 kV变电站60座, 交流线路1 629条, 负荷线路6 143条, 断路器17 400个。对每座220 kV变电站进行了分层搜索, 最终生成变电站归属容器列表如下表所示, 与该市的年度运行方式图对比结果一致。

结束语

从低频低压切负荷容量按电网模型统计应用这个方面, 阐述了CIM/E模型的重要作用, 通过解

表 某市电网拓扑分析

220 kV变电站	110 kV变电站/座	35 kV变电站/座	负荷线数/条
长新变电站	37	13	134
通德桥变电站	28	7	112
东亭变电站	16	5	78
九房变电站	9	2	54
依坝变电站	17	6	63
前洲变电站	23	6	74
北新变电站	25	9	81
孟村变电站	31	11	127
梁溪变电站	12	8	55
湖东变电站	11	5	41
东园变电站	15	8	66
...	...	...	...
滨江变电站	42	17	168

析CIM/E模型文件获取网络拓扑,按拓扑进行统计,为电网第三道防线综合评估提供基础数据。电网第三道防线集中评估系统的其他应用也都对CIM/E模型进行了分析应用并起到了良好效果。

参考文献

- [1] 孙光辉,吴小辰,曾勇刚.电网第三道防线存在的问题及解决对策[J].南方电网技术,2008,2

(3):7-11.

- [2] 罗杰,程宏波,陈赤培.基于CIM模型的电力企业应用集成系统研究与设计[J].电力系统保护与控制,2008,36(13):74-77.
- [3] 陆承宇,章文立.CIM电网模型的拓扑分析方法[J].浙江电力,2005,24(4):5-8.
- [4] 王嘉明,牟勇,吴文传,等.DTS中继电保护的CIM模型扩展与实现[J].电力系统保护与控制,2010,38(2):90-94.
- [5] 全国电力系统控制及其通信标委会.DL/T 890.301—2004 能量管理系统应用程序接口(EMS-API)第301部分:公共信息模型(CIM)基础[S].
- [6] 国家电网公司.Q/GDW 216—2008 电网运行数据交换规范[S].北京:中国电力出版社,2008.
- [7] 国家电网公司.Q/GDW 215—2008 电力系统数据标记语言-E语言规范[S].北京:中国电力出版社,2008.
- [8] 宋少群,朱永利,于红.基于图论与人工智能搜索技术的电网拓扑跟踪方法[J].电网技术,2005,29(19):45-49.

(收稿日期:2014-10-10) EA

电压等措施改善。指出了按目前规程规定防范措施1和措施2可以解决绝大多数问题,措施3和措施4较难满足但可以彻底解决,可以考虑仅针对重要开关进行措施3的改造,通过用光纤跳闸代替长电缆实现措施4。

参考文献

- [1] 高旭,胥桂仙,孙集伟,等.一起典型的500 kV 失灵保护误动分析[J].电力系统自动化,2007,31(8):104-106.
- [2] 王振彦.直流接地引起断路器跳闸情况分析[J].上海电力,2001(1):15-17.
- [3] 何郁,漆柏林.直流接地引起断路器跳闸的原因分析及对策[J].继电器,2001,29(11):50-52.
- [4] 张保会,郝治国,Zhiqian BO.智能电网继电保护

研究的进展(一)——故障甄别新原理[J].电力系统自动化设备,2010,30(1):1-5.

- [5] 沈梦甜,谢智浩,尹星光.直流绝缘监测仪现场校验结果分析[J].电力系统保护与控制,2010,38(19):226-230.
- [6] 高翔.数字化变电站应用技术[M].北京:中国电力出版社,2007.
- [7] 中国南方电网电力调度通信中心.中国南方电网公司继电保护反事故措施汇编[M].北京:中国电力出版社,2008.
- [8] 中国南方电网电力调度通信中心.南方电网继电保护通用技术规范[M].北京:中国电力出版社,2012.

(收稿日期:2014-03-10) EA