

综合停电检修计划系统中平衡模型设计与应用

袁红梅¹, 杨 军², 刘志仁¹

(1. 无锡供电公司, 江苏 无锡 214061; 2. 江苏电力信息有限公司, 江苏 南京 210024)

摘 要:针对当前综合停电检修计划管理存在的问题,建立了停电检修管理决策分析系统。该系统以综合停电检修计划平衡模型为核心,可根据设备项目周期与检修策略智能生成停电计划,运用拓扑分析智能合并、关联停电检修计划,该系统在无锡供电公司应用良好,已达到综合停电检修计划多层优化及建立供电可靠率和其他可靠性指标测算模型的目的。

关键词:停电检修计划;平衡模型;拓扑;合并;关联

中图分类号:TM715

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2013)01-0061-04

电网设备停电检修是电力系统运行中非常重要的一项工作,设备停电检修计划如何安排直接影响到供电企业和社会用户的经济利益,对电力系统的安全性和经济性具有重大影响。建立停电检修管理决策分析系统,对停电检修计划进行智能化管理,可以大幅度提高停电检修计划编制的效率及精益化水平。

1 停电检修计划管理决策分析系统

目前的综合停电检修计划管理主要存在以下问题^[1,2]:(1) 工作量大,效率低。电力设备随着电力系统规模的增大而逐年增多,电力网络也日趋复杂,造成了编制停电检修计划工作量较大,工作效率较低。(2) 可靠性低。停电检修计划目前属于人工方法编制,对设备停电时间及停电的频率控制不精确,导致重复停电;同时在编制计划中存在静态安全分析不准确、电压越限、存在潮流等问题。(3) 人员因素影响较大。计划编制人员的工作经验、专业技术能力及对工作的责任心直接关系到计划编制的优劣。

针对上述问题,可建立停电检修管理决策分析系统,并通过以下几个方面对停电检修计划进行科学化的管理及优化。(1) 对于停电检修计划进行智能化管理。根据规则生成年度、月度停电计划,对大规模、复杂繁琐的停电计划采用分层优化模型,通过部门内部优化、部门间协调优化、公司层面全局优化,解决停电计划汇总、分类、排序、归并等问题。(2) 建立停电检修计划优化平衡分析模型。根据规则分析停电范围,通过设备关联关系,归并停电设备;根据设置规则给出停电分析预警。引入基于专家规则库的优化算法,建立完善停电综合检修计划智能平衡判据,确保优化算法实用、高效。(3) 建立供电可靠率及其他可靠性指标测算模型,提高停电检修计划编制的效率及精益化水平。建立可靠性指标测算模型,并结合月度停电计划,根据每条线路停电所影响的用户数和计划停电

时间,进而计算出停电时户数,再预测可靠性各类指标值,以此提高工作效率,并切实做到指标的先算后用。

2 停电检修计划平衡模型

停电检修计划平衡模型(以下简称平衡模型)以综合停电为原则,优化生产工作方案,建立部门优化、协调优化、全局优化三层优化框架,同时考虑可靠性预控要求,根据停电计划分层优化模型,在全局优化层借助停电分析模型统筹考虑、合并关联相关检修计划,做到一次停电检修最大化,最大程度避免重复停电,努力提高电网可靠性指标。同时为完成可靠性预控指标,建立停电计划平衡优化模型,借助可靠性指标测算模型,求取在满足可靠性预控指标下最优停电计划,完成综合停电检修计划的智能平衡优化,平衡模型的具体结构如图 1 所示。

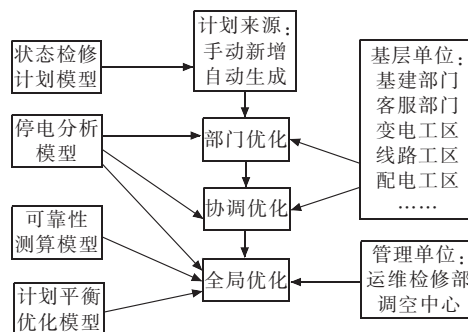


图 1 停电检修计划平衡模型

3 平衡模型关系分析

平衡模型是平衡设备停电计划的核心,定义了平衡各个设备停电的规则。以停电计划为载体,通过合并、关联计划来实现停电计划安排的合理化和精确化。依据平衡模型建立的综合停电决策分析系统功能关联如图 2 所示。

3.1 停电计划与设备

停电计划可以包含多个主设备,由设备的项目周期和检修策略生成,根据文献[3],具体规则如下:

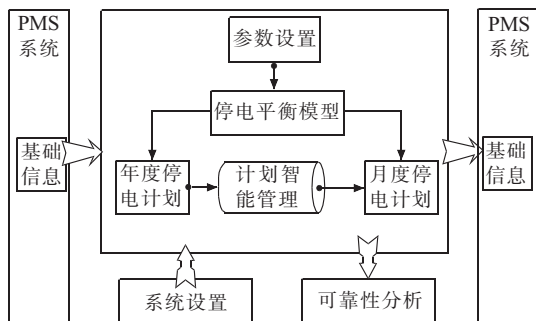


图2 综合停电分析决策系统功能关联示意图

(1) 生成 110 kV, 35 kV 非省检设备, 和省检 220 kV, 110 kV, 35 kV 设备的年度停电计划;

(2) 变电一次设备需检查其状态检修的检修策略 (A, B, C, D, E 等) 及检修策略组合 (如 ABDE, AE 等), 若其检修策略和策略组合中存在策略 A, B, C 中任意一种则需生成年度停电计划, 否则不生成;

(3) 若设备周期信息的“年度停电计划生成时间”为空, 表示没有生成年度停电计划, 可以生成, 否则不能生成; 一旦生成了该设备的年度停电计划, 需要更新周期信息的“年度停电计划生成时间”。

(4) 变电一次设备的周期大于 3 年, 如果其下次检修日期在本年度的下下一年 6 月 30 号之前 (包含 6 月 30 日), 则生成年度停电计划。

(5) 变电一次设备的周期小于等于 3 年, 如果其下次检修日期在下一年 12 月 31 日前 (包含 12 月 31 日), 则生成年度停电计划;

(6) 变电二次设备, 如果其下次检修日期在本年度的下下一年 6 月 30 日之前 (包含 6 月 30 日), 需生成年度停电计划;

(7) 输电线路生成规则等同于变电一次设备。

3.2 主设备与陪停设备

平衡模型中停电计划的设备信息由主设备和陪停设备组成。陪停设备的产生根据其主设备的关系来确定。陪停规则具体如下: (1) 间隔停役。若计划中主设备为间隔内的某个设备, 则此计划的陪停设备取该间隔下的其他所有设备。(2) 线路停役。若计划中主设备为输电线路, 则此计划的陪停设备包括该线路的各侧间隔、支线及二级支线、各级支线的间隔、各间隔下的所有设备。(3) 全部停役。若计划中主设备为隔离开关, 其所属间隔为断路器且该主设备调度编号末尾为 3, 则该计划的陪停设备包括此开关间隔及其出线。

3.3 合并与关联停电计划

3.3.1 自动合并

同工区内的计划才能相互合并; 合并时, 需根据用户权限, 取市级或县域或工区范围中所选年度的全部有效年度停电计划进行合并。计划方式为“周期”, 计划

来源为“市公司”的计划之间合并, 计划方式为“手工”, 计划来源为“市公司”的计划之间合并, 计划来源为“省检”, 计划方式为“手工”的计划之间合并, 计划来源为“省检”, 计划方式为“周期”的计划之间合并, 不允许混合合并。

合并时判断计划的主设备, 若相关计划的主设备是同一间隔下的变电设备, 或同一主线下的输电线路, 则相关计划合并为一条新计划, 原年度计划状态置为“被合并”。

算法分析与实现规则。获取所有符合合并规则的计划清单数据。变电: 遍历计划清单, 判断是否为同工区、同一间隔、同计划来源、计划方式的计划数据, 如果为同一间隔数据, 则进行合并。输电: 遍历计划清单, 判断是否为同工区、同一主线、同计划来源、计划方式的计划数据, 如果为同一间隔数据, 则进行合并。

在日常使用过程中发现与实际业务场景存在偏差, 原参与合并的计划只有一个主设备数据, 调整为一个计划可以对应多个主设备数据, 此变更带来算法的调整, 具体调整后算法分析与实现规则: (1) 满足规则计划先获取, 通过计划取所有主设备数据; (2) 遍历主设备数据 (涵盖计划信息, 间隔 / 主线信息); (3) 判定是否存在 2 条或者 2 条以上的主设备数据属于同一个间隔或者主线, 并且非同一计划, 如果存在, 则将对应的计划存放到 MAP 中, key 为计划的编号, value 为相同值; (4) 将已经判定过的设备数据从清单中剔除; (5) 再遍历主设备数据, 判定是否存在 2 条或者 2 条以上的主设备数据属于同一个间隔或者主线, 并且非同一计划, 如果存在, 判定满足条件的所有设备对应的计划在 MAP 中是否已经存在, 如果存在, 则将所有的计划添加到 MAP 中, 并且 value 值设置为已经存在的计划对应的 value 值。

3.3.2 自动关联

间隔关联: 若计划中主设备在同一个间隔内, 则这些计划之间可以关联。线路关联: 若计划中主设备为输电线路, 且都在同一个主线上, 则这些计划之间可以关联。自动关联的计划默认执行年度为当年的未导入月度计划有效的年度计划; 已关联的不能重复关联; 同工区的计划进行关联。

算法分析与实现规则。获取所有符合关联规则的计划清单数据。变电: 遍历计划清单, 判断是否为同工区、同一间隔、同计划来源、计划方式的计划数据, 如果为同一间隔数据, 则进行关联。输电: 遍历计划清单, 判断是否为同工区、同一主线、同计划来源、计划方式的计划数据, 如果为同一间隔数据, 则进行关联。

3.4 层次关系

3.4.1 合并后的层次关系

合并后的计划主设备及陪停设备取原计划主设备及陪停设备的合计,去除重复设备。原计划置为“被合并”状态,在系统中查询不出来。但是通过查看计划来源为“合并”的计划,可以看到该合并计划是由哪些原始计划合并而成的,停电计划合并界面如图3所示。

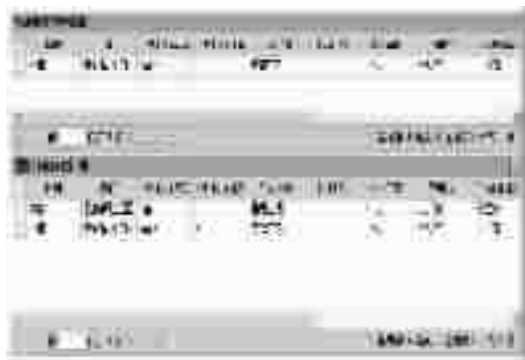


图3 停电计划合并界面

3.4.2 关联后的层次关系

关联年度停电计划是将若干条年度停电计划建立一种关联关系,并不改变这些计划中的数据,在系统中仍然是有效数据。建立关联关系可以让用户在进行其他操作时看到相关联的其他年度停电计划,这样给用户提供数据支持。停电计划关联界面如图4所示。



图4 停电计划关联界面

3.5 拓扑关系

平衡模型以一条主线为中心,它本身、开关设备、支线以及支线上的开关设备对应的计划在实际的平衡过程中都将关联在一起。运用平衡模型将停电计划自动拓扑关联如图5所示。

4 平衡模型对象与属性分析

设备模型对象以停电计划为载体,包含设备信息。设备模型对象如图6所示。

在进行对象属性分析时,设备的相关信息,例如间隔单元或者主线,将存放于设备对象上。业务实体的重点在于信息结构的设计,它是整个数据库系统设计的关键,独立于逻辑结构设计和数据库管理系统(DBMS)。现实中一组具有某些共同特性的行为对象

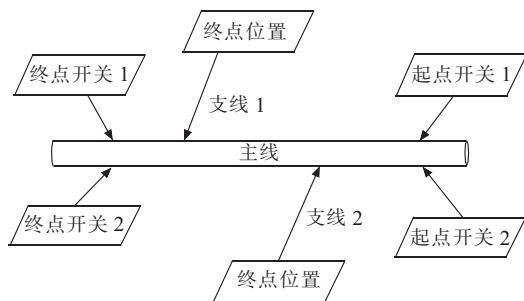


图5 停电计划拓扑关联示意图



图6 设备模型对象示意图

就可以抽象为一个业务实体。对象类型的组成可以抽象为实体的属性^[4]。

5 实践成效

该项目依托国家、企业、行业标准,充分考虑综合停电检修计划编制过程中各类业务需求,构建停电计划分层优化模型,以综合停电为原则,逐级辅助决策优化,在各层面统筹安排各类停电检修计划,满足电网可靠性管控要求。根据相关标准规定以及业务规则自动产生、合并、关联、优化停电计划的功能;同时依据可靠性指标测算模型,定义各类设备可靠性的计算公式,实现自动预警检查和报表分析功能;将综合停电检修计划决策分析系统全面纳入综合停电检修计划编制的全过程,编制统一的综合停电检修计划业务流程规范,有利于指导全省开展综合停电检修工作。

该项目运用 ETL 数据库同步技术,可以直接通过 ETL 服务器实现库与库之间、表之间的同步,解决生产系统与综合停电系统基础数据的同步问题。利用 webservice 技术,解决综合停电系统与生产系统的综合停电计划的同步以及批复功能,实现与生产系统的无缝对接。

6 结束语

综合停电检修计划决策分析系统在无锡供电公司

应用良好,已达到综合停电检修计划多层优化及建立供电可靠率及其他可靠性指标测算模型的目的,在保证供电可靠率指标可控、能控和在控的同时与停电优化模型完成合理对接。后续还需补充完善业务规则,提高综合停电检修计划决策分析系统的平衡优化能力,使之更加完善、更智能化。另外待加强与生产管理系统(PMS)、调度管理系统(OMS)的紧密结合,减少人工干预的步骤,提高工作效率。

参考文献:

[1] 牟善科.电网检修计划安排与优化系统的研究与实现[D].浙江:浙江大学硕士论文,2007.

[2] 杜明.基于J2EE平台的停电计划管理系统的研究与实现[D].武汉:武汉理工大学硕士论文,2005.

[3] DL/T 393—2010,输变电设备状态检修试验规程[S].

[4] 翁芳芳,林俐,杨以涵.CIM模型与关系模型的一种映射方法的探讨[J].现代电力,2005(4):25-29.

作者简介:

袁红梅(1974),女,江苏启东人,工程师,从事电力系统管理工作;
杨军(1978),男,江苏南京人,工程师,从事电力信息系统管理工作;
刘志仁(1984),男,江苏无锡人,助理工程师,从事电力系统二次检修工作。

Design and Application of the Balance Model in Integrated Power Outage Maintenance Plan

YUAN Hong-mei¹, YANG Jun², LIU Zhi-ren¹

(1. Wuxi Power Supply Company, Wuxi 214061, China;

2. Jiangsu Electric Power Information Co. Ltd., Nanjing 210024, China)

Abstract: A power outage maintenance management decision analysis system is established in view of a series of problems for the current comprehensive power maintenance plan management. The power outage plan can be generated according to the project cycle and maintenance strategy, and then be merged and related with using topological analysis intelligently by the system which is based on the integrated power outage maintenance plan balance model. The purpose of integrated power outage maintenance plan multi-layer optimization and the establishment for power supply reliability rate and other reliability index calculation model is achieved by the system running well in Wuxi Power Supply Company.

Key words: power outage plan; balance model; topological; merged and related

(上接第60页)

路,以避免1台主变带4段母线运行时两点同时接地而造成10kV出线保护动作不正确的情况。在运行中若主变低压侧连接有2台接地变,则应退出1台接地变的中阻接地。

(5) 正常运行时,110(210)开关的保护应停用,仅在10kV III段(IV段母线)充电时启用。而103A开关也建议转为非自动方式运行。

4 结束语

变电站改扩建工程一般情况下均是工期紧、任务重,涉及运行设备较多,尤其是在二次回路方面。作为电力运行生产部门人员,如果前期没有做好充分准备,

特别是没把因接线变化而引起的相关问题研究、梳理透彻,则有可能在验收时存在遗漏、验证不到位等情况,从而为以后的设备运行埋下隐患,影响设备的安全运行。只有熟悉掌握设备情况,才能保证高质量的验收,确保设备安全运行。

参考文献:

[1] DL/T 584—2007,3~110kV电网继电保护装置运行整定规程[S].2007.

作者简介:

王亚洲(1969),男,江苏南京人,工程师,从事变电运行管理工作;
官金兴(1976),男,江苏南京人,工程师,从事变电运行方面工作。

Analysis of related problems for enlarged external bridge reconstruction project

WANG Ya-zhou, GUAN Jin-xing

(Nanjing Power Supply Company, Nanjing 210019, China)

Abstract: Bridge wiring and line-transformer unit wiring are widely used in 110 kV substation. Enlarged bridge wiring is less used because of its complex structure and secondary circuit of relay protection. Reconstruction projects of removing the third transformer are also rare in substations with enlarged external bridge wiring. Take the reconstruction project of 110kV Jiqing substation in Nanjing for example, this paper analyses the problems that should be taken into account when regulating the primary and secondary system. Announcements in acceptance tests and equipment operation are also discussed. The issues studied in this paper could help with acceptance tests and equipment operation, and offer solutions for similar problems.

Key words: enlarged external bridge; back-up switching; analysis