

旁路代的识别算法

龚成明, 於益军, 梁小鹏

(国电南瑞科技股份有限公司电网控制分公司, 江苏南京 210003)

摘要:分析了旁路接线形式和旁路代运行方式的拓扑特征, 引入间隔和次母线的概念, 抽象出它们和旁路代识别相关的属性, 在此基础上提出了一个清晰而可靠的旁路代识别算法。这一算法在通用的网络拓扑分析程序上稍作修改即可实现, 实际应用中维护工作量很少, 只需提供基本的连接关系信息即可, 易于实用化。

关键词:能量管理系统; 网络拓扑; 旁路代; 断路器

中图分类号: TM 711; TM 645

文献标识码: A

文章编号: 1009-0665(2004)04-0010-03

The Algorithm of Operation Discernment of Bypass Bus

GONG Cheng-ming, YU Yi-jun, LIANG Xiao-peng

(Nanjing Automation Research Institute, Nanjing 210003, China)

Abstract: The topology character of bypass connection form and way of operating bypass bus are analysed, and the concepts of bay and subbus are inferred. The relevant property of bypass bus discernment is abstracted, and on this basis, a clear and reliable discernable algorithm of bypass bus is pointed out. This algorithm can be reached after only little revise of general network topology analysis program, and in reality, with basic connection information, its daily maintenance work is little. Therefore, this algorithm can be used in practice.

Key words: energy management system; network topology; bypass bus; breaker

旁路代的识别是能量管理系统(EMS)中数据采集和监视(SCADA)的基本功能之一, 其识别结果除了供SCADA本身使用以外, 还要提供给电力系统应用软件(PAS)和自动发电控制(AGC)等其他模块或应用。在电量采集和计费(PBS)等系统中也需要正确地识别出旁路代。尽管在目前运行的EMS上大多都实现了旁路代识别功能, 但是尚未看到关于旁路代算法的描述。已有的实现一般需要事先人工指定一些信息, 如哪些断路器是旁路断路器、某一旁路断路器可以代哪些普通断路器等, 然后根据断路器开合状态进行匹配, 实际应用表明, 这些实现维护工作量大, 而且不够通用, 容易出现漏判和误判的情形。因此在定义了间隔和次母线(从逻辑母线引申来的概念, 指一组闭合隔离开关相联的若干节点)的基础上, 设计了清晰简洁的旁路代识别算法, 在多个实际系统上针对各种类型接线方式的校核结果表明该算法是可靠的。用典型的网省级和地区级调度自动化系统上各种接线形式和多种旁路代方式对该算法进行校核, 都得到了正确结果^[1]。

1 旁路、旁路代及其拓扑特征

在有母线的电气接线形式中, 为了提高单断路器接线单元的供电可靠性, 可以装设旁路母线, 当某条线路断路器检修时, 通过旁路母线及旁路断路器为该线路供

电, 旁路断路器可以专用, 也可以由母联兼作, 图1中为几种常见的带旁路的电气主接线形式。

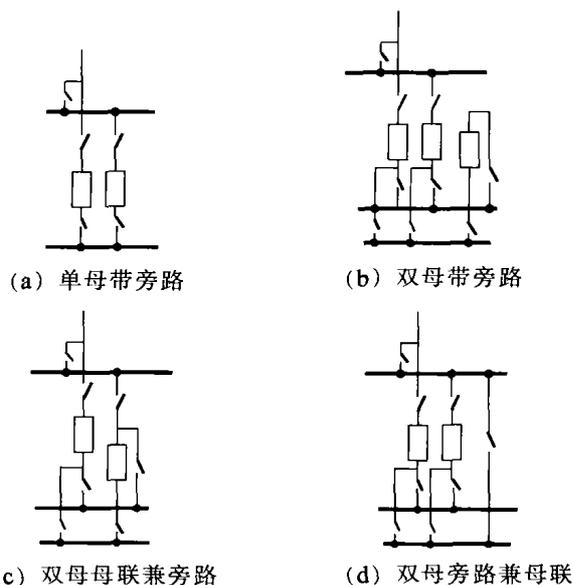


图1 常见的旁路接线形式

对于图1中几种装设旁路的接线方式, 当需要检修某一出线断路器时, 可以临时通过旁路断路器经过旁路母线及该出线的旁路隔离开关来供电, 出线并不中断供电, 这就是所谓的旁路代。

图2是单母带旁路形式的接线发生旁路的情形, 图中的虚线表示导电通路。

测量或计量用的电流互感器(CT)通常装设于断路

器,当旁路代发生时,被代设备的电流、功率测量和电量计量点全部转移到旁路断路器上,所以必须识别旁路代才能保证量测或电量计量的正确。

为了识别旁路代,可以人工指定一些信息,如哪些断路器可以代路、哪些断路器可以被代以及它们之间的关系等,但是这样做维护工作量大,识别准确率较低。为了能使旁路代识别更简洁可靠,分析得出了旁路接线单元和代路运行方式的主要拓扑特征:

(1) 对于一个接线单元,只有该单元装设断路器时才可能代路和被代;

(2) 对于一个接线单元,如果只有断路器/隔离开关等开断设备,则该单元可以代路,否则该单元可能被代;

(3) 实际运行方式中,如果直接控制某一设备端子的断路器属于可代路单元,则为旁路代运行方式。

2 间隔、次母线及分析方法

为了设计旁路代识别算法,引用或引申已有的一些概念,将接线单元、断路器对设备端子的控制关系等进行抽象,并给出明确的定义。定义出新的概念以后,进一步分析它们和已有的一些基本拓扑概念之间的关系,使得已有的通用拓扑分析程序能够得到重用,简化了程序的设计。

2.1 间隔

间隔是一个已有的概念,一般的讨论中指有母线接线中的一个接线单元,它提供了一个或一组非开断设备(线路、变压器、发电机、负荷、电容器等)的端子到各母线的连接,也可能只提供各母线之间的连接,即只包含开断设备。国际电工委员会(IEC)能量管理系统程序接口(EMS-API)61970标准的公用信息模型(CIM)中也定义了间隔(Bay),它被看作位于电压等级下一层的一种开断设备容器^[2]。

这里用从拓扑分析的角度将间隔定义为:以物理母线和非开断设备为边界的直接相连在一起的一组断路器和隔离开关及它们的端子。间隔是一个静态概念,不考虑断路器和隔离开关的开合状态,图3中的虚线椭圆表示出了2个间隔。由间隔的定义可以推出:开断设备的端子一定属于一个间隔;非开断设备的端子可能属于一个间隔,也可能不属于任何间隔(如发电机—变压器单元中的发电机端子);物理母线端子不属于任何间隔。

对于间隔,进一步定义出2条和旁路代识别相关的属性:

(1) 是否包含断路器,这一属性确定了这一间隔是否可代路或被代路;

(2) 边界是否具有非开断设备,如果没有则该间隔中的断路器可以用于代路。

如果一个间隔包含断路器且只以物理母线为边界,

则将该间隔中的断路器标志为可代路断路器,该断路器实际上可能是旁路断路器、母联断路器、旁路兼母联断路器或母联兼旁路断路器。

2.2 次母线

逻辑母线是电网拓扑分析中的基本概念,它指通过零个或多个闭合断路器和隔离开关相连的若干节点,最终表示了非开断设备之间的连接关系,在可以和物理母线明显区别的前提下,逻辑母线常简称为母线。

为了分析出断路器和非开断设备之间的控制关系,需要表示出断路器及非开断设备之间的连接关系,这里仿照母线引申出次母线的概念—零个或多个闭合隔离开关相连的若干节点。次母线是动态的,随着隔离开关状态的变化而变化,但和断路器的开合状态无关。图4中的虚线椭圆表示一个次母线。

次母线在旁路代识别中要用到的一个重要属性就是其所连接的断路器和非开断设备,当一个次母线上只连接一个非开断设备时,则该设备由该次母线上的断路器控制。

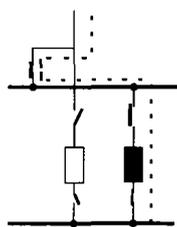


图2 单母带旁路发生旁路代

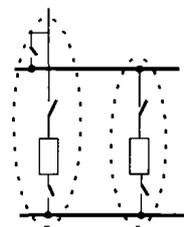


图3 间隔示意

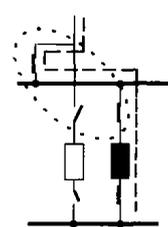


图4 次母线示意

2.3 间隔和次母线的分析

已有的EMS中都有通用的网络拓扑分析包,供各应用调用。通用拓扑分析包的基本原理是根据断路器和隔离开关的开合状态采用广度优先或深度优先的搜索算法,确定电气设备的连通关系,在此基础上分析出逻辑母线和电气岛,最终形成只包含非开断支路而不包含断路器和隔离开关等开断设备的模型供有关应用使用。

以上所定义的间隔和次母线分析只是进行连通性分析而已,因此已有的拓扑分析包稍作改动即可适用于此:

(1) 对于间隔分析,只要认为所有断路器和隔离开关全部为合,并将物理母线以及非开断设备端子对应的节点作为搜索边界即可;

(2) 对于次母线分析,只要将断路器和线路等非开断支路同样处理即可。

具体实现时,即使不是在原有的程序上进行改造,由于全部概念已经抽象出来,所以比较容易使用面向对象的方法。

3 单个非开断设备端子旁路代的判别

旁路代识别是针对非开断设备端子而进行分析,所

以算法中只要针对全部非开断设备的端子进行循环分析即可。非开断设备端子可能不属于任何间隔,这对应于该端子不和任何断路器或隔离开关相连,可以首先排除,否则按照图 5 所示的流程判断该端子是否被旁路代。

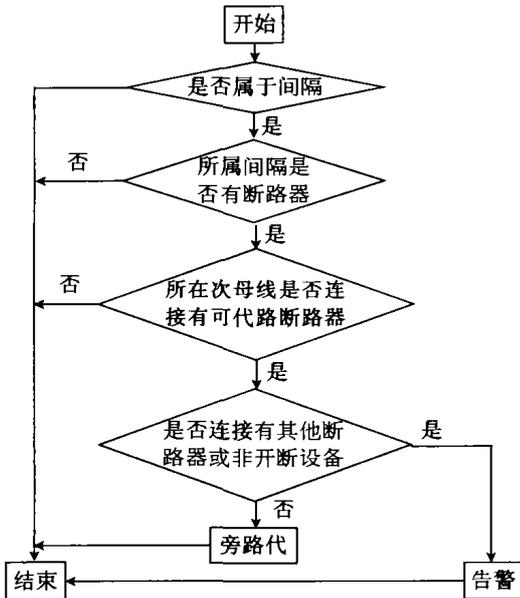


图 5 非开断设备旁路代判别流程

对于图 5 判别流程,有 2 种特殊情况需要说明。

(1) 实际运行方式中,很少长时间存在母联/旁路断路器和其他断路器共同控制一个或多个非开断设备端子的情形,这种情况应该给出告警,流程图中的“告警”处理框对应的就是这种情形。

(2) 从反映遥测、遥信关系的角度分析,断路器的开合状态、带电状态等并不影响旁路代的识别,所以图 5 的流程中没有考虑断路器处于断开状态或断路器另一侧端子悬空等情况,实际应用中可结合用户的需求灵活处理。

4 完整的旁路代识别流程

在一个完整的旁路代识别程序中,需要在不同时机进行间隔分析和次母线分析:当网络结构发生变化时,需要重新进行间隔分析;当检测到隔离开关变位时,则需要重新生成新的次母线进行旁路代分析。图 6 是一个完整的旁路代识别程序的流程,它被旁路代识别设计为常驻的。

5 算例

根据以上的算法编写的程序,对多种接线方式进行了试验,算例为西北网调、广西区调和苏州地调系统中的各种接线和可能的旁路代运行方式,3 个系统中包括了图 1 中的 4 种接线方式以及单母线分段、3/2 断路器接线等多种其他接线方式。根据本文算法,识别出了全部旁路代运行方式,而没有误判的情况。

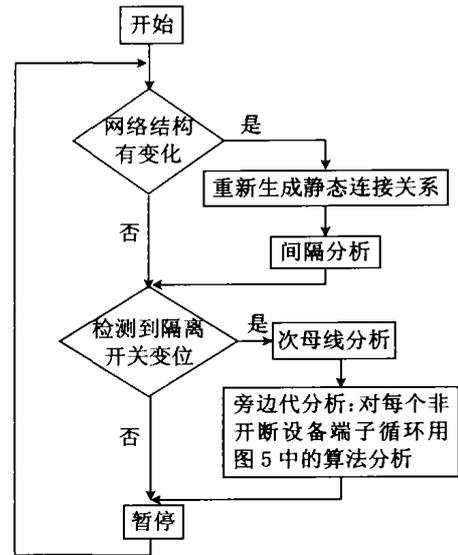


图 6 完整的旁路代分析程序的流程

西北网调系统中存在如图 7 所示的经过跨条由母联代路的特殊情形,也被正确地识别出来。

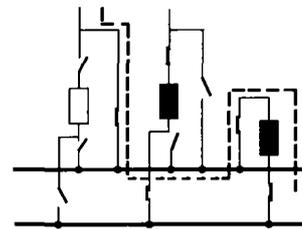


图 7 一种特殊的旁路代方式

全部算例的正确结果,表明本文所设计的算法是可靠的。

6 结语

本文分析了 EMS 中基本的却一直没有很好解决的旁路代识别问题,抽象出间隔和次母线概念及它们与旁路代识别相关的属性,设计了一个清晰完整的旁路代识别算法,多种类型系统中算例的正确结果表明该算法是可靠的。由于所定义的概念明确,并和基本的拓扑概念具有很多共性,所以很适合使用面向对象的方法设计和实现一个统一、灵活的拓扑分析包。

参考文献:

- [1] 牟道槐.发电厂变电站电气部分[M].重庆:重庆大学出版社,1996.
- [2] Draft IEC 61970 Energy Management System Application Programme Interface (EMS-API)[S].CCAP Guideline Preliminary Draft,1999.

作者简介:

龚成明(1977-),男,江苏响水人,工程师,从事电力系统应用软件的研究、开发和工程化工作;

於益军(1970-),男,江苏江阴人,高级工程师,从事电力系统分析和相关软件的开发工作;

梁小鹏(1978-),男,甘肃兰州人,助理工程师,主要从事电力系统应用软件的开发和工程化工作。