

基于拓扑分析的“五防”规则模型

吴 曦¹, 陈仲凯²

(1.无锡供电公司, 江苏 无锡 214061; 2.徐州供电公司, 江苏 南京 221005)

摘 要: 现有变电站计算机监控、防误、仿真系统等应用系统的防误操作功能, 需要有人来编制、校核、输入相应的“五防”规则才能发挥效用。这个由人来完成的过程环节多, 工作量大, 重复性高, 存在着发生错误的概率与风险。本文提出了一种利用计算机通过拓扑分析生成“五防”规则的方法, 并提供了生成这种规则的模型。通过简要介绍了验证情况表明这种方法和模型是可行的和准确的。具有较好的实用价值。

关键词: 防误操作; 闭锁规则; 拓扑; 模型

0 引言

在目前的变电站计算机监控系统、仿真系统、防误操作系统等电力应用系统中, “五防”, 即防误操作闭锁功能是一项重要和必备功能。通常在系统生产厂商设计好相应的程序后, 还需经历以下环节, 才能使系统的防误闭锁功能生效:

(1) 由变电站设计部门根据其一次回路设计提出防误闭锁规则;

(2) 由变电站管理部门审核、认定设计部门提出的防误闭锁规则;

(3) 由应用系统维护人员将经认定的防误规则输入规则库;

(4) 由变电站运行人员最后验证确认后使防误功能生效。

(5) 一旦变电站运行过程中一次回路改变, 还需要重新修改规则库和历经多重审核。

由于环节多, 数据量大, 重复性高, 除需耗费大量人力和时间外, 还存在着发生错误的概率与风险。

实际上, 通过变电站一次回路拓扑与防误规则之间的关系分析可以发现, 两者之间是一个确定的、稳定的关系, 并不会应为设计者或应用者的不同而发生改变。这种相对关系确定、高度重复的作业是最适合用计算机来处理的。因此完全可以将变电站一次回路拓扑与防误规则之间的关系抽象为一个模型, 再用计算机程序来表达这个模型并生成防误闭锁规则。从而省却上文所述的大量繁琐、重复的环节与劳动, 提高工作效率, 防止规则错误的产生,

提高系统的应用水平。同时, 该方法还可应用于未来的在线实时“防误”分析, 成为整个“安全约束”机制的组成部分。

1 变电站一次系统拓扑

变电站的一次系统主要包含由主变、线路等电力系统元件和母线、断路器、隔离开关等设备构成的配电装置两大部分。图1为“五防”规则最为复杂的双母带旁路接线的局部构成。将其中的母线、主变、线路、连线、旁母等设备作为节点(连线不论有无接地刀闸或接地点均按一个含有接地支路的节点处理), 将各节点之间的断路器、隔离开关、接地刀闸等设备作为支路, 便形成图2所示的拓扑图。需要说明的是, 这个拓扑图只是为了说明问题, 在实际应用中并不需要, 它是由数据库的数据来表达的, 而这个数据库可以在绘制一次接线图形时, 通过图模一体化的方法在定义图元属性时经简单设置后自动生成。

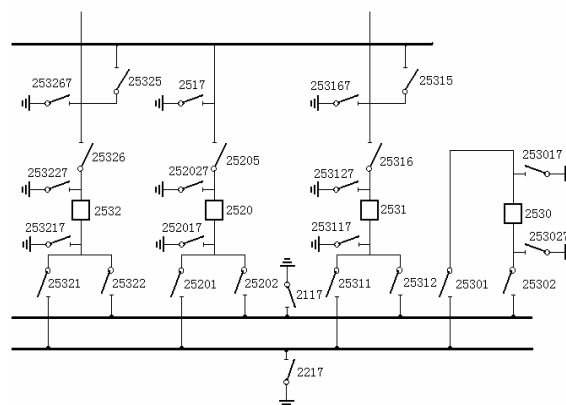
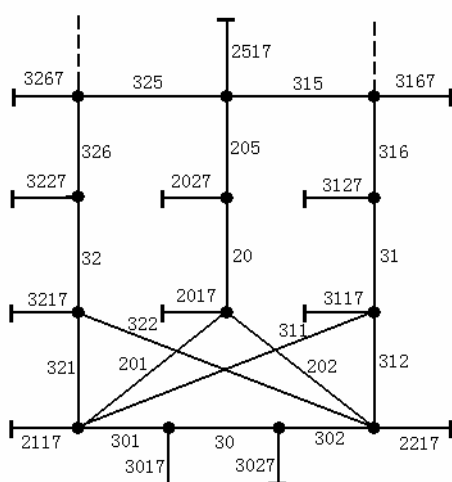


图1 双母线带旁路接线系统图(局部)



注：图中的设备支路编号已将图1中前两位相同的“25”略去以简化标注。

图2 双母线带旁路接线拓扑图（局部）

2 拓扑库

“五防”规则模型所需的拓扑数据库涉及两张表，一张是节点表，与主要用于电力系统潮流分析的逻辑节点表不同，其节点必须与相关的一次电气回路的物理节点相对应。除母线外，主变、线路、带接地闸刀的设备间连接线（包括有可能因接地线形成多支路的连接线）都应作为节点来处理。另一张表为支路表，断路器、隔离开关、接地闸刀、接地线装设点均作为支路列入此表。两张表连接后形成一个变电站的拓扑模型。作为“五防”规则生成时的搜索路径和对象。

（1）节点表

节点表中应包含以下“域”或字段：

①节点编号或ID：用以标识节点的唯一符号或地址。

②节点类型：可分为母线、主变、线路、连线、旁母五种类型，作为节点的类型属性。

③节点名称：图形中定义的元件名称。连线节点的名称可空缺。

④节点支路数：该节点连接的支路总数。此字段也可以不要。

⑤断路器支路数：该节点连接的断路器支路数。

⑥隔离开关支路数：该节点连接的隔离开关支路数。

⑦接地支路数：该节点连接的接地支路数。

此表中除节点类型需要绘制一次接线图形并定

义图元属性时设置外，其它的都可以通过简单编程运用图模一体化方法自动生成。

（2）支路表

支路表中应包含以下“域”或字段：

①支路编号：用以标识该支路的唯一符号。

②支路类型：分为开关、闸刀、接地（含接地闸刀、接地线装设点、设备间隔门）三种类型。

③支路名称：图形中定义的设备名称

④上节点编号：该支路一端的节点号。

⑤下节点编号：该支路另一端的节点号。

其中，为防止“误入带电间隔”而设的设备间隔门闭锁器件因其在防误处理上与接地点相同，故将其归入接地支路。但其必须为以下逻辑定义：

允许接地等同于允许间隔门打开。

与节点表一样，支路表除个别字段外，均可通过图模一体化方法自动生成。

3 “五防”规则模型

在变电站里，可操作的一次设备主要有断路器、隔离开关、接地装置（地刀，地线）。其中，断路器可统一以模拟操作的正确结果作为开放操作的条件，这里不作考虑。因此需要生成防误规则的设备就只有隔离开关和接地装置两大类。分别按照以下模型生成防误规则：

（1）接地装置

接地装置一般不考虑分闸条件，只需考虑合闸条件。其搜索、生成防误规则的算法模型是：

该接地装置所在节点上的所有闸刀全部分开；当接地装置所在节点上有开关支路时，开关另一端节点上的所有闸刀全部分开。

（2）闸刀

闸刀合闸和分闸的条件可分别考虑，也可一并考虑。其生成防误规则的算法模型是：

A、该闸刀支路两端节点上的所有接地装置全部分开，当闸刀支路两端节点上有开关支路时，开关另一端节点上的所有接地装置全部分开。

B、如果该闸刀支路的一端是母线节点，另一端节点上连有指向另一母线或旁母节点的另一闸刀支路时，该支路对应的闸刀必须分开。

C、该闸刀支路任一端所有有源支路最近的一个开关分开（除该支路一端是主变节点或两端均为母线节点外，均以母线或线路节点为界）。

在双母线接线方式下,其母线闸刀有倒排操作的需要上述算法不能满足,须按以下算法生成另一个规则,与按 A、B、C 算法生成的规则形成“或”的关系。

a、如果该闸刀支路的一端是母线节点,另一端节点上连有的开关必须在合闸位置,指向另一母线节点的另一闸刀支路对应的闸刀必须在合闸位置。

b、沿着 a 所涉两个闸刀支路的母线节点分别搜索最近的开关,如果从两个方向搜索到同一个开关时这个开关便是母联开关,必须使母联开关及其两端连接的闸刀在合闸位置

在带旁路的主接线中、旁路闸刀的防误规则是最为复杂的,也需要单独处理。

连接于旁母节点的闸刀支路对应的闸刀即为旁路闸刀。其操作的防误规则按以下算法模型生成:

I、旁母节点上所有接地支路对应的接地装置全部分开;

II、在旁母节点上所有有源支路方向搜索到的最近的开关支路所对应的开关即为旁路开关,必须在分闸状态;

III、旁母节点上所有闸刀支路中除旁母节点至旁路开关间的闸刀支路和需操作的闸刀支路本身外,所有闸刀支路均必须在分闸状态;

4 模型的运用与约束条件

所谓防误规则,实际上就是为所有可操作的设备设定操作条件,操作条件满足则允许操作,操作条件不满足便闭锁操作。应用本模型时可逐条读取支路表中的记录,在拓扑中搜索相关的支路,再按本模型生成防误规则。这个规则可用逻辑表达式或逻辑图的形式进行表达。

考虑到由计算机系统自动生成的防误闭锁规则目前还难以使所有用户信任和认同,这需要有一个过程。因此,应用本模型生成的“五防”规则仍然需要由用户审定认可。故生成的规则应该可以打印输出,并可以由人工修改的,以满足用户某些个性化的、特殊的要求。当变电站一次回路发生变化,规

则库需自动更新时,系统应可以给出“是否保留人工修改内容?”的提示。由用户选择。

此外,本文所述“五防”规则模型仅适用于变电站已有应用的、理论上合理的 35kV~500kV 变电站各种接线方式,即其适用范围不具有无限性。

5 结束语

为验证本文所述“五防”规则模型的准确性和适用性,笔者设计了一个专门用于验证的程序,通过绘图的方式输入了目前所能收集到的数十种不同的变电站一次接线方式,并将其生成的“五防”规则与实际应用中的由人工编制的“五防”规则逐条进行了比对。结果在逻辑上是完全吻合的。它表明,应用计算机通过拓扑分析来生成“五防”规则的思路是可行的。本文通过语言文字描述的“五防”规则模型是基本准确的。之所以是“基本”,是因为目前验证的数十种接线方式尚不足以穷尽变电站已有的、理论上合理的各种变电站接线方式。需要进一步扩大验证范围。笔者相信,随着验证的进一步深入及模型的不断完善和严密。基于拓扑分析的“五防”规则模型将会逐渐体现其实用性和应用价值。

参考文献:

- [1] 蔡利峰. 微机防误操作系统的开发与应用[A]. 中国电机工程学会第八届青年学术会议论文集(上册)[C]. 北京: 中国电机工程学会, 2004.
- [2] 郭创新, 朱传柏, 丁焕玉, 等. 集控站自动化模式及其综合防误操作系统研究[J]. 电力自动化设备, 2001(11).

作者简介:

吴 曦 (1980-), 男, 江苏无锡人, 工程师, 高级技师, 长期从事变电站运行和管理工作, E-mail: wx2020@yahoo.com;

陈仲凯 (1971-), 男, 江苏徐州人, 助理工程师, 长期从事变电站运行和管理工作, E-mail: web-mouse@163.com.