



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101520647 B

(45) 授权公告日 2011.05.25

(21) 申请号 200910021774.1

(22) 申请日 2009.03.31

(73) 专利权人 西安交大辰方科技有限公司
地址 710075 陕西省西安市西安高新开发区
高新一路创新大厦 S505

(72) 发明人 吴宁 闫相国 潘克非 王子南

(74) 专利代理机构 西安智大知识产权代理事务
所 61215

代理人 弋才富

(51) Int. Cl.

G05B 19/04 (2006.01)

H02B 1/24 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101140457 A, 2008.03.12, 全文.

CN 101257224 A, 2008.09.03, 全文.

审查员 宋淑鹏

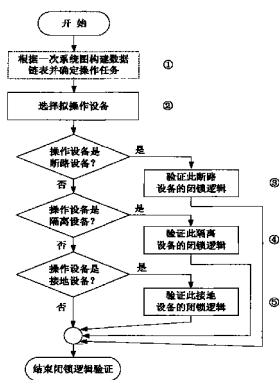
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种闭锁逻辑自动验证方法

(57) 摘要

一种闭锁逻辑自动验证自动生成方法, 首先根据一次系统图, 构建能表达系统电气拓扑的数据链表并确定操作任务; 其次, 选择拟操作设备并分析操作设备类型; 最后, 根据设备类型及设备当前状态, 以相应的设备闭锁逻辑验证规则为基础验证闭锁逻辑, 输出验证结果并结束验证过程; 本发明可有效克服预先人工编写闭锁逻辑规则存在的工作量大、可能出现闭锁逻辑规则遗漏、维护困难的缺点, 能够保证操作步骤满足闭锁逻辑要求, 提高电网的运行安全, 有效避免发生人身伤亡事故。



1. 一种闭锁逻辑自动验证方法,其特征在于,包括以下步骤:1) 根据一次系统图,构建能表达系统电气拓扑的数据链表并确定操作任务;2) 选择拟操作设备并分析操作设备类型,若为断路设备转步骤3,若为隔离设备转步骤4,若为接地设备转步骤5,其它则结束验证过程;3) 根据操作设备当前状态,以断路设备闭锁逻辑基本规则为基础验证闭锁逻辑,输出验证结果并结束验证过程;4) 根据操作设备当前状态和操作任务类型,以隔离设备闭锁逻辑基本规则为基础验证闭锁逻辑,输出验证结果并结束验证过程;5) 根据操作设备当前状态,以接地设备闭锁逻辑基本规则为基础验证闭锁逻辑,输出验证结果并结束验证过程。

2. 根据权利要求1所述的一种闭锁逻辑自动验证方法,其特征在于,用数据链表表示一次系统图的电气拓扑关系,针对操作任务,根据一次系统图数据链表,动态生成与操作任务关联的支线数据链表。

3. 根据权利要求1所述的一种闭锁逻辑自动验证方法,其特征在于,断路设备闭锁逻辑基本规则表述如下:

①断开断路设备的闭锁逻辑规则:如果负载侧有其它断路设备未断开,则违反闭锁逻辑;

②闭合断路设备的闭锁逻辑规则:如果周围接地设备未断开,则违反闭锁逻辑;如果有关联隔离设备未合上,则违反闭锁逻辑;如果供电侧有其它断路设备未合上,则违反闭锁逻辑。

4. 根据权利要求1或3所述的一种闭锁逻辑自动验证方法,其特征在于,对于断路设备定义断路设备闭锁逻辑基本规则,以操作任务关联的支线数据链表为基础,分别对拟操作断路设备的两个端点构建两个临时端点链表,根据拟操作设备的操作状态和断路设备闭锁逻辑基本规则进行闭锁逻辑验证。

5. 根据权利要求1所述的一种闭锁逻辑自动验证方法,其特征在于,隔离设备闭锁逻辑基本规则表述如下:

①断开隔离设备并且操作任务是停电:如果线路未停电,则违反闭锁逻辑;如果负载侧有其它隔离设备未断开,则违反闭锁逻辑;

②断开隔离设备并且操作任务是倒母、倒旁:如果不存在其它环路供电线路,则违反闭锁逻辑;

③闭合隔离设备并且操作任务是送电:如果有接地设备未断开,则违反闭锁逻辑;如果闭合此隔离设备后负载侧带电,则违反闭锁逻辑;如果负载侧隔离设备已合上,则违反闭锁逻辑;

④闭合隔离设备并且操作任务是倒母、倒旁:如果不存在其它环路供电线路,则违反闭锁逻辑;如果关联母线、旁母未运行,则违反闭锁逻辑。

6. 根据权利要求1或5所述的一种闭锁逻辑自动验证方法,其特征在于,对于隔离设备定义隔离设备闭锁逻辑基本规则,以操作任务关联的支线数据链表为基础,分别对拟操作隔离设备的两个端点构建两个临时端点链表,根据拟操作设备的操作状态、任务类型和隔离设备闭锁逻辑基本规则进行闭锁逻辑验证。

7. 根据权利要求1所述的一种闭锁逻辑自动验证方法,其特征在于,接地设备闭锁逻辑基本规则表述如下:

- ①拆除接地设备：可直接操作，无闭锁逻辑要求；
- ②闭合接地设备：如果周围有设备未断开，则违反闭锁逻辑。

8. 根据权利要求1或2所述的一种闭锁逻辑自动验证方法，其特征在于，对于接地设备定义接地设备闭锁逻辑基本规则，以操作任务关联的支线数据链表为基础，对拟操作接地设备的非接地端点构建临时端点链表，根据拟操作设备的操作状态和接地设备闭锁逻辑基本规则进行闭锁逻辑验证。

一种闭锁逻辑自动验证方法

技术领域

[0001] 本发明属电力自动化技术领域,涉及一种闭锁逻辑自动验证方法,更进一步涉及一种电力操作票系统中的闭锁逻辑自动验证方法。

背景技术

[0002] 变电运行值班人员的基本职责之一是能正确、迅速地进行倒闸操作,而倒闸操作票的正确性是确保倒闸操作顺利进行的重要条件。防误操作是变电安全运行管理的一项重要内容,如果发生误操作事故,不仅可使运行设备受到严重损坏,发生严重的停电事故,也可能使操作人员的人身受到严重伤害。操作票以实现防误操作的“五防”为基础,“五防”是指:1)防止误分、合断路器;2)防止带负荷分、合隔离开关;3)防止带电挂(合)接地线(接地开关);4)防止带接地线(接地开关)合断路器(隔离开关);5)防止误入带电间隔。防误闭锁逻辑是实现五防的关键技术,任何一条闭锁逻辑都可以用相应项的与、或、非组合逻辑表示。目前,在具有闭锁逻辑验证的操作票生成系统中,闭锁逻辑验证一般通过以下两个途径实现:1)独立编写闭锁逻辑表达式文本,计算机读入后进行编译,针对操作设备并根据对应的闭锁逻辑进行验证;2)通过图形化界面输入、编译,针对操作设备并根据对应的闭锁逻辑进行验证。虽然它们采用不同的输入方式实现闭锁逻辑的输入,但都需要根据一次系统图,预先人工编写所有的闭锁逻辑规则,在具体应用中存在如下问题:1)通常一个一次系统图包含的闭锁逻辑有成百上千项,对所有闭锁逻辑的输入是一个极为耗时和繁重的任务;2)往往很难保证输入的闭锁逻辑没有遗漏,如果出现遗漏,有可能导致在系统使用过程中生成的操作票不能满足闭锁逻辑要求,从而出现误操作,发生安全事故;3)如果一次系统图出现局部变动,可能影响大量的闭锁逻辑规则,造成后续使用和维护的困难。

发明内容

[0003] 针对现有技术的不足,本发明的目的是提供一种闭锁逻辑自动验证方法,按照“五防”要求构建闭锁逻辑基本规则,根据具体操作设备和设备当前状态,通过对一次系统图进行电气拓扑分析,以闭锁逻辑基本规则为基础,动态验证该操作是否满足闭锁逻辑要求。

[0004] 为达到以上目的,本发明通过以下的技术方案来实现,具体步骤为:

[0005] ①根据一次系统图,构建能表达系统电气拓扑的数据链表并确定操作任务;

[0006] ②选择拟操作设备并分析操作设备类型,若为断路设备转步骤③,若为隔离设备转步骤④,若为接地设备转步骤⑤,其它则结束验证过程;

[0007] ③根据操作设备当前状态,以断路设备闭锁逻辑基本规则为基础验证闭锁逻辑,输出验证结果并结束验证过程;

[0008] ④根据操作设备当前状态和操作任务类型,以隔离设备闭锁逻辑基本规则为基础验证闭锁逻辑,输出验证结果并结束验证过程;

[0009] ⑤根据操作设备当前状态,以接地设备闭锁逻辑基本规则为基础验证闭锁逻辑,输出验证结果并结束验证过程。

[0010] 更进一步,步骤①是初始化工作,用数据链表形式表示一次系统图的电气拓扑关系,数据链表的每个节点代表一个基本图元,基本图元可以是具体的操作设备如开关、刀闸、变压器等,也可以是表达电气连接关系的连接线。一次系统图的数据链表在系统运行开始时生成一次,不需要对每一个拟操作设备重复生成。

[0011] 更进一步,确定操作任务即是针对操作任务,根据一次系统图数据链表,动态生成与该操作任务关联的支线数据链表。

[0012] 更进一步,根据“五放”要求,把拟操作设备分为断路设备、隔离设备、接地设备三种类型,针对具体类型,制定相应的闭锁逻辑基本规则。对拟操作设备根据闭锁逻辑基本规则进行闭锁逻辑验证,验证输出为满足闭锁逻辑要求或违反闭锁逻辑要求两种状态。

[0013] 本发明的有益效果在于:在以本发明的闭锁逻辑自动验证方法为基础开发的操作票管理系统中,可以对每一次操作任务的每一个操作步骤,根据系统拓扑结构自动验证操作设备的闭锁逻辑,保证操作步骤满足闭锁逻辑要求,有效克服预先人工编写闭锁逻辑规则存在的工作量大、可能出现闭锁逻辑规则遗漏、维护困难等缺点,提高电网的安全运行水平和防止人身伤亡事故的发生。

附图说明

[0014] 图 1 是本发明的闭锁逻辑自动验证过程。

[0015] 图 2 是本发明的一个实施例的系统结构图。

[0016] 图 3 是通过闭锁逻辑验证的操作票操作过程图形化示意图。

具体实施方式

[0017] 下面结合附图及实施例对本发明作进一步的描述。

[0018] 参见图 1,本发明闭锁逻辑自动验证方法,包括以下步骤:

[0019] ①根据一次系统图,构建能表达系统电气拓扑的数据链表并确定操作任务;

[0020] ②选择拟操作设备并分析操作设备类型,若为断路设备转步骤③,若为隔离设备转步骤④,若为接地设备转步骤⑤,其它则结束验证过程;

[0021] ③根据操作设备当前状态,以断路设备闭锁逻辑基本规则为基础验证闭锁逻辑,输出验证结果并结束验证过程;

[0022] ④根据操作设备当前状态和操作任务类型,以隔离设备闭锁逻辑基本规则为基础验证闭锁逻辑,输出验证结果并结束验证过程;

[0023] ⑤根据操作设备当前状态,以接地设备闭锁逻辑基本规则为基础验证闭锁逻辑,输出验证结果并结束验证过程。

[0024] 参见图 1,步骤①是初始化工作,用数据链表形式表示一次系统图的电气拓扑关系,数据链表的每个节点代表一个基本图元,基本图元可以是具体的操作设备如开关、刀闸、变压器等,也可以是表达电气连接关系的连接线。每个基本图元包括绘图属性、设备属性、状态属性、位置属性等。一次系统图的数据链表在系统运行开始时生成一次,不需要对每一个拟操作设备重复生成。

[0025] 更进一步,确定操作任务即是针对操作任务,根据一次系统图数据链表,动态生成与操作任务关联的支线数据链表。

[0026] 参见图 1,步骤②至步骤⑤是针对一个具体拟操作电气设备时,进行的闭锁逻辑验证过程,每次选择新的拟操作设备都要重复执行。

[0027] 更进一步,根据“五放”要求,把设备分为断路设备、隔离设备、接地设备三种类型,针对具体设备类型,制定相应的闭锁逻辑基本规则。

[0028] 参见图 2,在实施例中,操作任务是开榆 II 线开关 1158 检修转运行。

[0029] 参见图 1、图 2,在步骤 2 中选择拟操作设备。在实施例中,分别先后选择拟操作设备 1158 开关、11586 刀闸和 115877 地刀,分步骤说明闭锁逻辑验证过程。选择拟操作设备 1158 开关转步骤 3,选择拟操作设备 11586 刀闸转步骤 4,选择拟操作设备 115877 地刀转步骤 5。

[0030] 参见图 1、图 2,在步骤③中,表 1 是断路设备闭锁逻辑基本规则。具体表述如下:

[0031] ①断开断路设备的闭锁逻辑规则:如果负载侧有其它断路设备未断开,则违反闭锁逻辑。

[0032] ②闭合断路设备的闭锁逻辑规则:如果周围接地设备未断开,则违反闭锁逻辑;如果有关联隔离设备未合上,则违反闭锁逻辑;如果供电侧有其它断路设备未合上,则违反闭锁逻辑。

[0033] 表 1 断路设备闭锁逻辑基本规则

[0034]

操作状态	需满足的逻辑规则
断开	先断负载侧、再断供电侧。
闭合	同时满足以下规则:1) 周围接地设备已断开; 2) 关联隔离设备已合上; 3) 先合供电侧、再合负载侧。

[0035] 更进一步,以支线数据链表为基础,分别对拟操作断路设备的两个端点构建两个临时端点链表,与供电侧相连的端点链表称为供电侧链表,与负载侧相连的端点链表称为负载侧链表。a) 当拟断开该断路设备时,搜索负载侧链表,如果有断路设备未断开,则违反

闭锁逻辑。b) 当拟闭合该断路器设备时,分别搜索供电侧链表和负载侧链表,如果与该断路器设备直接相连的接地设备未断开,则违反闭锁逻辑;分别搜索供电侧链表和负载侧链表,如果有关联隔离设备未合上,则违反闭锁逻辑;搜索供电侧链表,如果有其它断路器设备未合上,则违反闭锁逻辑。

[0036] 在实施例中,1158 开关当前处于断开状态,由于 115827、115867、115877 三个接地设备均未拆除,闭合 1158 开关将违反闭锁逻辑规则。

[0037] 参见图 1、图 2,在步骤④中,表 2 是隔离设备闭锁逻辑基本规则。具体表述如下:

[0038] ①断开隔离设备并且操作任务是停电:如果线路未停电,则违反闭锁逻辑;如果负载侧有其它隔离设备未断开,则违反闭锁逻辑。

[0039] ②断开隔离设备并且操作任务是倒母、倒旁:如果不存在其它环路供电线路,则违反闭锁逻辑。

[0040] ③闭合隔离设备并且操作任务是送电:如果有接地设备未断开,则违反闭锁逻辑;如果闭合此隔离设备后负载侧带电,则违反闭锁逻辑;

[0041] 如果负载侧隔离设备已合上,则违反闭锁逻辑。

[0042] ④闭合隔离设备并且操作任务是倒母、倒旁:如果不存在其它环路供电线路,则违反闭锁逻辑;如果关联母线、旁母未运行,则违反闭锁逻辑。

[0043] 表 2 隔离设备闭锁逻辑基本规则

[0044]

操作状态	任务类型	需满足的逻辑规则
拉开	停电	同时满足以下规则: 1) 线路已停电; 2) 先断负载侧、再断供电侧。
	倒母、倒旁	线路还有其它环路供电。
合上	送电	同时满足以下规则: 1) 周围接地设备已断开; 2) 不能带负载合; 3) 先合供电侧、再合负载侧。

[0045]

	倒母、倒旁	同时满足以下规则: 1) 线路还有其它环路供电; 2) 关联母线、旁母在运行。
--	-------	-----------------------------------------------

[0046] 更进一步,以支线数据链表为基础,分别对拟操作隔离设备的两个端点构建两个

临时端点链表,与供电侧相连的端点链表称为供电侧链表,与负载侧相连的端点链表称为负载侧链表。a)当拟断开该隔离设备时,搜索负载侧链表,如果有断路设备未断开,则违反闭锁逻辑。b)当拟闭合该隔离设备时,分别搜索供电侧链表和负载侧链表,如果与该断路设备直接相连的接地设备未断开,则违反闭锁逻辑;分别搜索供电侧链表和负载侧链表,如果有关联隔离设备未合上,则违反闭锁逻辑;搜索供电侧链表,如果有其它断路设备未合上,则违反闭锁逻辑。

[0047] 在实施例中,11586 刀闸当前处于拉开状态,由于 115827、115867、115877 三个接地设备均未拆除,合上 11586 刀闸将违反闭锁逻辑规则。

[0048] 参见图 1、图 2,在步骤⑤中,表 3 是接地设备闭锁逻辑基本规则。具体表述如下:

[0049] ①拆除接地设备:可直接操作,无闭锁逻辑要求。

[0050] ②闭合接地设备:如果周围有设备未断开,则违反闭锁逻辑。

[0051] 表 3 接地设备闭锁逻辑基本规则

[0052]

操作状态	需满足的逻辑规则
接地	周围所有非接地设备已分开。
拆除	无条件。

[0053] 更进一步,以支线数据链表为基础,对拟操作接地设备的非接地端点构建临时端点链表。a)当拟对该接地设备接地时,搜索临时端点链表,如果有非接地设备未分开,则违反闭锁逻辑。b)当拟拆除该接地设备时,满足闭锁逻辑。

[0054] 在实施例中,115877 地刀当前处于接地状态,合上 115877 地刀满足闭锁逻辑规则。

[0055] 参见图 3,在实施例中,按照本发明闭锁逻辑自动验证方法,满足闭锁逻辑的开榆 II 线开关 1158 检修转运行操作任务的完整操作步骤:

[0056] ①拆除 115827 地刀;

[0057] ②拆除 115867 地刀;

[0058] ③拆除 115877 地刀;

[0059] ④合上 11586 刀闸;

[0060] ⑤合上 11582 刀闸;

[0061] ⑥闭合 1158 开关。

[0062] 本发明提出的闭锁逻辑自动验证方法,一次系统图采用数据链表结构,针对操作任务,动态生成与操作任务关联的支线数据链表;把设备分为断路设备、隔离设备和接地设备三种类型,针对具体设备类型,制定相应的闭锁逻辑基本规则。以支线数据链表为基础,根据拟操作设备类型,构建对应的临时端点链表,以闭锁逻辑基本规则为基础,自动验证对拟操作设备的操作是否满足闭锁逻辑要求。本发明可应用于电力系统的变电操作票、调度操作票、配电操作票等的自动生成。

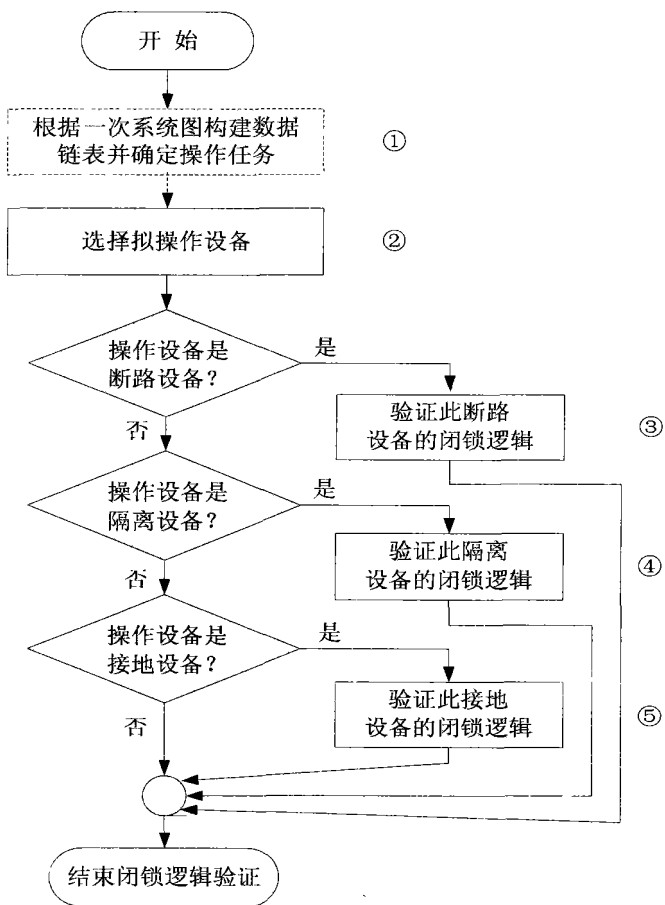


图 1

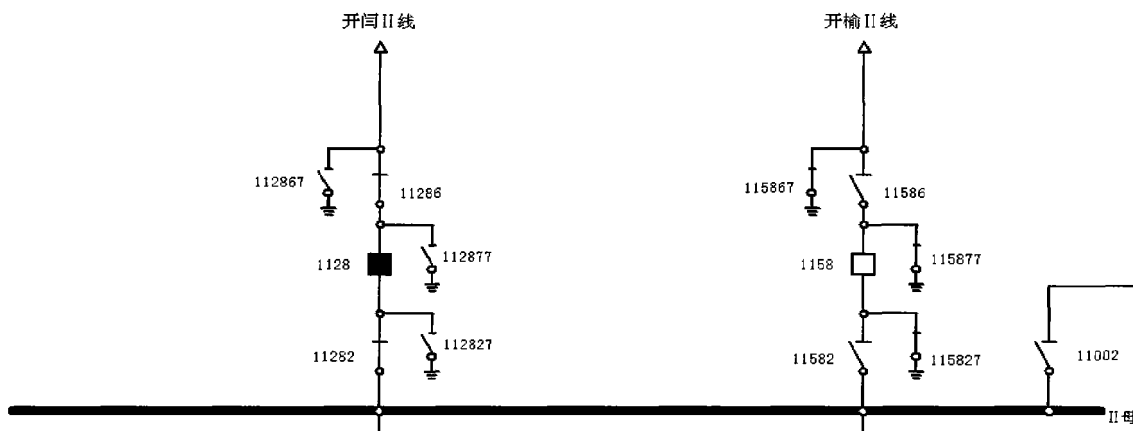


图 2

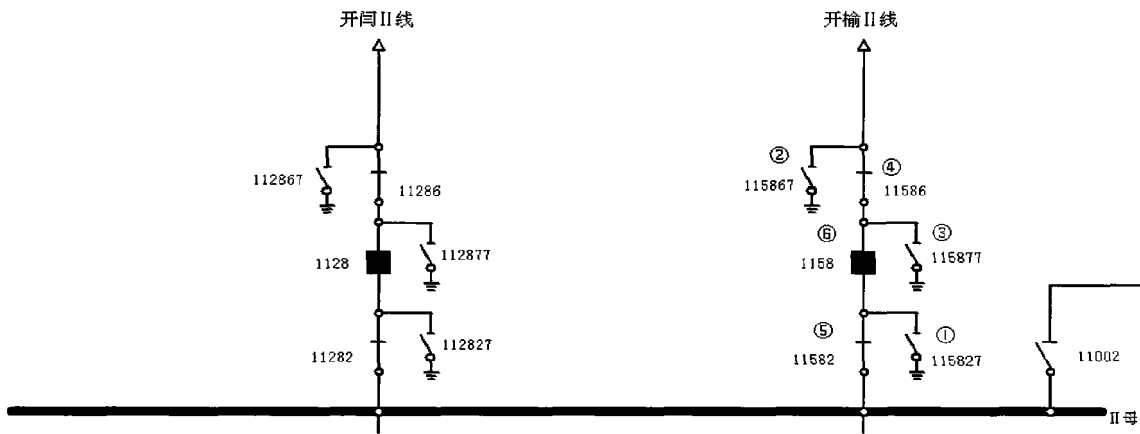


图 3