

基于 110 kV 扩大内桥接线的备自投控制策略

张建军¹ 姚越兰²

(1. 宁夏中卫供电局, 宁夏 中卫 755000; 2. 四川龙泉驿供电局, 四川 成都 610100)

摘要:在分析了 110 kV 内桥接线和扩大内桥接线方式下的备自投逻辑的基础上,提出了一种基于扩大内桥接线备自投装置二次回路接线改造的综合回路法。该方法利用广义进线备投逻辑和广义桥备投逻辑来完成不同运行方式下的备自投动作逻辑。实验证明,该方法能满足扩大内桥接线不同方式下的逻辑需求,实现简单,适应性强。

关键词:扩大内桥接线; 备自投; 综合回路法; 广义进线备投逻辑; 广义桥备投逻辑

Abstract: Based on the analyses of logic conditions of spare power automatic switching in 110 kV internal bridge and expanded internal bridge main connection, a comprehensive circuit method based on the connection reform of secondary circuit of automatic throw-in equipment of reserve power supply in expanded internal bridge main connection is proposed. The action logic of spare power automatic switching is completed under different operation mode by using logic condition of generalized incoming line backup switching equipment and generalized bridge back-up switching equipment. The experiment shows that the proposed method can meet the logic demand of different operation mode in expanded internal bridge main connection, and it is simple and adaptable.

Key words: expanded internal bridge main connection; spare power automatic switching; comprehensive circuit method; logic condition of generalized incoming line backup switching equipment; logic condition of generalized bridge back-up switching equipment

中图分类号: TM761 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2011)05-0067-04

0 引言

近年来,由于经济的飞速发展,电力负荷日益增加,本地区原有容量无法满足高速增长的负荷需求,因此必须对变电站进行扩容。为了既节省投资又能最大化地提高供电可靠性,将 110 kV 变电站改造成扩大内桥接线的情况越来越多,为了提高供电可靠性,对已具备两回线及以上的多回供电线路,安装备自投装置来提高供电可靠性。

目前,备自投装置通常用于主接线为内桥接线、单母分段接线和单母线接线的变电站^[1]。当变电站采用扩大内桥接线时,传统的备自投逻辑就不能满足扩大内桥接线方式的实际运行需要,下面通过对 110 kV 扩大内桥接线的分析,给出在不同运行方式及异常情况下备自投的解决方案。

1 内桥接线备自投逻辑^[2]

内桥接线如图 1 所示。

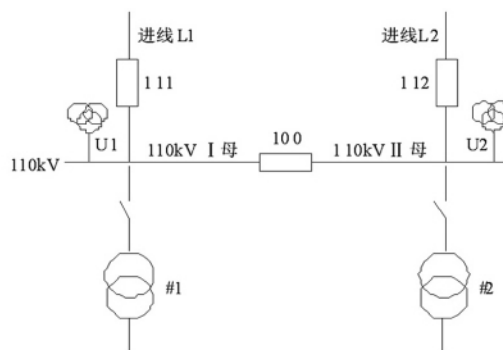


图 1 内桥接线

该接线方式下备自投主要有两种方式: ①桥备投; ②进线备投。

1.1 桥备投

如图 1 所示,根据 I 母失压或是 II 母失压的不同,桥备投有两种动作方式。

方式 1: 进线断路器 111 和进线短路器 112 处于合位,且为合后,桥断路器 100 处于跳位,II 母满足无压条件,I 母满足有压条件,进线 L2 无流,跳断路器 112,合断路器 100,构成方式 1。

方式 2: 进线断路器 111 和进线短路器 112 处于合位,且为合后,桥断路器 100 处于跳位,I 母满足无

压条件, II母满足有压条件, 进线 L1 无流, 跳断路器 111, 合断路器 100, 构成方式 2。

方式 1 和方式 2 是相互对称的, 现以方式 1 进行说明。

(1) 充电条件: ①断路器 111 和断路器 112 处于合位, 且为合后; ②断路器 100 为跳位; ③桥备自投的软、硬压板处于投入位置; ④无闭锁备自投条件; ⑤ I 母、II 母均满足有压条件。

(2) 放电条件: ①断路器 111 或断路器 112 经人工断开; ②备用电源断路器 100 合上; ③在备自投过程中有短路器拒跳或拒合; ④有闭锁备自投条件; ⑤ I 母和 II 母满足无压条件, 且持续时间大于放电时间。

(3) 动作逻辑: 当备自投充电完成后, II 母无压、I 母有压、进线 L2 无流条件皆满足时, 桥备投方式 1 启动, 跳断路器 112, 在确认 112 开关跳开后, 合断路器 100。

1.2 进线备投

根据自投的断路器不同, 进线自投有两种方式。

方式 1: 进线 112 处于合位且合后, 100 断路器合位, 进线 111 断路器分位, I 母和 II 母满足无压, 进线 L2 无流, 进线 L1 满足有压条件, 跳 112 断路器, 合 111 断路器。

方式 2: 进线 111 处于合位且合后, 100 断路器合位, 进线 112 断路器分位, I 母和 II 母满足无压, 进线 L1 无流, 进线 L2 满足有压条件, 跳 111 断路器, 合 112 断路器。

方式 1 和方式 2 是相互对称的, 现以方式 1 进行说明。

(1) 充电条件: ①断路器 112 处于合位, 且为合后; ②断路器 100 为合位; ③断路器 111 为合位; ④进线备自投的软、硬压板处于投入位置; ⑤无闭锁备自投条件; ⑥ I 母、II 母均满足有压条件。

(2) 放电条件: ① I 母、II 母有一线电压低于母线有压定值, 且持续时间大于放电时间; ②断路器 112 经人工断开; ③在备自投过程中有短路器拒跳或拒合; ④有闭锁备自投条件; ⑤备用电源断路器 111 合上; ⑥分段断路器保护跳 100。

(3) 动作逻辑: 当备自投充电完成后, I 母、II 母无压, 进线 L2 无流, 进线 L1 有压条件皆满足时, 备投方式一启动, 跳断路器 112, 在确认 112 开关跳开后, 合断路器 111。

1.3 闭锁条件

一般应考虑: ①手动断开工作电源, 备自投不应动作; ②备自投停用; ③主变压器保护闭锁; ④为防止自投在故障上, 内部故障时应闭锁备自投, 应考虑备用电源进线开关的相邻原件保护出口闭锁备自投。

2 扩大内桥接线

2.1 运行方式分析

以某 110 kV 变电站的特殊扩大内桥主接线进行分析, 如图 2 所示, 各主变压器间通过内桥开关连接, 以减小多台主变压器跳闸的概率。为防止形成电磁环网, 一般要求 2 个电源不能长时间并列运行, 任意 2 台变压器的低压侧不允许并列运行, 因此 111、112、100、100A 4 个开关不能同时运行, 至少有一个处于备用状态。

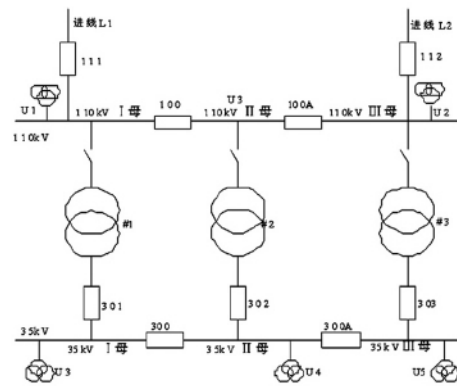


图2 扩大内桥主接线

通过分析可知这种特殊扩大内桥接线备自投可能的运行方式有 10 种, 如表 1 所示。

2.2 扩大内桥备自投配置策略

通过对表 1 的分析, 对扩大内桥接线的备自投控制策略进行研究。

2.2.1 双备自投配置

有与扩大内桥接线的 110 kV 母线具有两个桥开关, 因此最简单的办法就是对每一个桥开关配置一个备自投装置。

(1) 自然数法

利用一次接线对上述 10 种备投逻辑进行控制, 该方法能够全面地完成 10 种运行方式。但缺点是运行方式多, 逻辑复杂, 无法记忆, 接线繁杂, 设计的环节较多。

(2) 广义内桥法^[3]

表1 扩大内桥接线的10种可能运行方式

运行方式	运行开关	备投开关	动作过程
1	111	100、100A、112	电源 L1 失电,跳 111,合 100、100A、112
2	112	100、100A、111	电源 L2 失电,跳 112,合 100、100A、111
3	111、100	100A、112	电源 L1 失电,跳 111,合 100A、112
4	112、100A	100、111	电源 L2 失电,跳 112,合 100、111
5	111、112	100、100A	电源 L1 失电,跳 111,合 100、100A 电源 L2 失电,跳 112,合 100、100A
6	111、100、100A	112	电源 L1 失电,跳 111,合 112
7	112、100、100A	111	电源 L2 失电,跳 112,合 111
8	111、100、112	100A	电源 L1 失电,跳 111,合 100A 电源 L2 失电,跳 112,合 100A
9	111、100A、112	100	电源 L1 失电,跳 111,合 100 电源 L1 失电,跳 111,合 100
10	全部停运	无	无

通过对表1的分析,不难看出,可以将扩大内桥接线看成由两广义的内桥接线构成,即111、100、112构成一个广义内桥,由备投1完成相关控制策略,111、100A、112构成另一个广义内桥,由备投2完成相关控制策略(运行方式1和2、3和4、6和7、8和9对称,因此这里只介绍运行方式1、3、5、6、8),如表2所示。

通过以上分析可以看出,组合法在两台备自投装置中配置简单而相似的备投逻辑,可以完全实现扩大内桥接线的10种不同运行方式。缺点2台备自投装置逻辑间有相互联系,2台装置控制4台断路器,二次接线比较繁杂,相互间的连线也比较复杂。

2.2.2 单备自投配置

(1) 组合法^[4]: 该方法利用110 kV II母电压 U_3 失压为备自投动作逻辑, U_3 可通过扩大内桥接线的电压切换及并列回路实现。将111和100看成一组开关,将112和100A看成一组开关,这样认为内桥就没有分段开关。只要 U_3 失压备自投就动作,定义备自投动作是跳闸跳一组开关的线路开关,合闸合一组开关的全部开关。控制策略如表3所示(运行方式1和2、3和4、6和7、8和9对称,因此这里只介绍运行方式1、3、5、6、8)。

表2 广义内桥法控制策略

运行方式	运行开关	备投开关	备投1动作过程	备投2动作过程	说明
1	111	100、100A、112	电源 L1 失电,跳 111,合 100、112	电源 L1 失电,跳 111,合 100A、112	111 跳两次,112 合两次
3	111、100	100A、112	电源 L1 失电,跳 111,合 100、112 电源 L1 失电,跳 111,合 100A、112	多合一次 100	
5	111、112	100、100A	电源 L1 失电,跳 111,合 100、112 电源 L2 失电,跳 112,合 100、111	电源 L1 失电,跳 111,合 100A、112 电源 L2 失电,跳 112,合 100A、111	111 跳两次,112 合两次 112 跳两次,111 合两次
6	111、100、100A	112	电源 L1 失电,跳 111,合 100、112	电源 L1 失电,跳 111,合 100A、112	多合一次 100、100A、112 合两次
8	111、100、112	100A	电源 L1 失电,跳 111,合 100、112 电源 L2 失电,跳 112,合 100、111	电源 L1 失电,跳 111,合 100A、112 电源 L2 失电,跳 112,和 100A、111	111 跳两次,多合一次 100、112 合两次 112 跳两次,多合一次 100、111 合两次
10	全部停运	无	不动作	不动作	无

通过以上分析可以看出,组合法不能满足扩大内桥接线的10种运行方式。

(2) 综合回路法: 通过对以上各种方法的深入分析,提出一种综合的回路分析法。以国电南瑞的NSR641RF进线/桥备自投保护测控装置为例进行充分介绍。

现利用进线备投和桥备投的逻辑原理,将表1所示的10种运行方式归类到进线备投逻辑或桥备投逻辑,运行方式5、8、9属于桥备投,称为广义桥备投,运行方式1、2、3、4、6、7属于进线备投,称为广义进线备投,利用装置的备自投动作出口接点实现只要备投动作就去合100和100A开关的功能,因此装置的桥开关合闸出口回路可以不接。下面结合逻辑对装置的输入进行相关的改造。

表3 组合法控制策略

运行方式	运行开关	备投开关	备投动作过程	说明
1	111	100、100A、112	不动作	U_3 无压, 备自投放电
3	111、100	100A、112	电源 L1 失电, 跳 111 合 100A、112	正确动作
5	111、112	100、100A	不动作	U_3 无压, 备自投放电
6	111、100、100A	112	电源 L1 失电, 跳 111 合 100A、112	多合一次 100A
8	111、100、112	100A	电源 L1 失电, 跳 111 合 100A、112 电源 L2 失电, 跳 112 合 100、111	多合一次 112 错误动作, 100A 没有合
10	全部停运	无	不动作	无

利用3个南京澳德斯电气有限公司提供的UEG/A-4H2D型继电器的接点实现装置的输入电压 U_I 和 U_{II} ,如图3所示。630和640分别为 U_I 和 U_2 经电压切换装置切换后从电压小母线取的电压。

当运行方式为广义进线备投时,投入1LP压板,3YQJ动作,装置两路电压并列,通过UEG/A-4HD2 1和UEG/A-4HD2 2继电器实现了电压在装置侧根据需求并列,在母线侧反应电压一次真实情况的要求,断开2LP压板,则装置的桥开关TW开入量开路,满足进线备投充电条件。

当运行方式为广义桥备投时,断开1LP压板,装置两路电压取相应的母线电压 U_I 和 U_2 ,投入2LP压板,则装置的桥开关TW开入量取两个桥开关的常闭节点(两个桥开关都在合位时TW开入量开路),满足桥备投充电条件。如图3所示。

综合回路法控制策略如表4所示(运行方式1和2、3和4、6和7、8和9对称,因此这里只介绍运行方式1、3、5、6、8):

可以看出,综合回路法完全可以满足扩大内桥接线的全部运行方式,节省了一台备自投装置,二次接线比较简单,具有很好的实用性。

2.3 备自投闭锁回路

备自投闭锁条件仅考虑主变压器保护。通过分析,可以在备自投100合闸回路中串入1号主变压器差动及高后备保护动作接点,只要1号变压器相应保护动作,备自投100合闸回路断开。同样在备自投

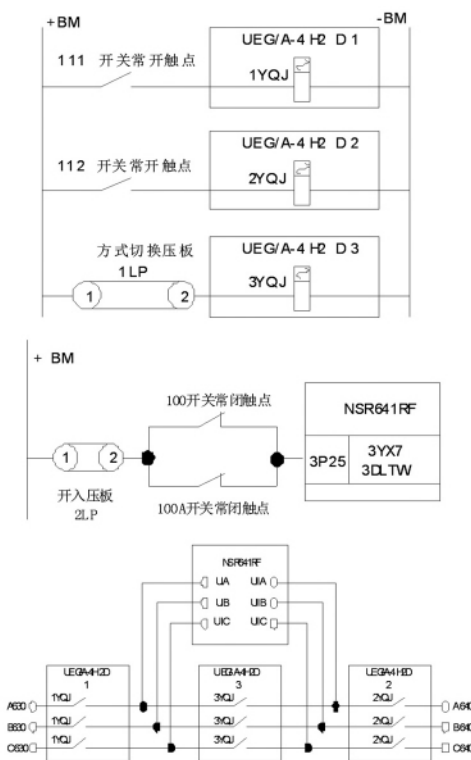


图3 电压及开入回路示意图

表4 综合回路法控制策略

运行方式	运行开关	备投开关	备投动作过程	说明
1	111	100、100A、112	L1失电,跳111,合112、100、100A	广义进线备投逻辑
3	111、100	100A、112	L1失电,跳111,合112、100、100A 广义进线备投逻辑,100多合一次	广义桥备投逻辑
5	111、112	100、100A	L2失电,跳112,合111、100、100A	广义桥备投逻辑
6	111、100、100A	112	L1失电,跳111,合112、100、100A	广义进线备投逻辑
8	111、100、112	100A	L1失电,跳111,合112、100、100A L2失电,跳112,合111、100、100A	广义桥备投逻辑
10	全部停运	无	不动作	无

100A合闸回路中串入3号主变压器差动及高后备保护动作接点,只要3号变压器相应保护动作,备自投100A合闸回路断开。2号主变压器差动及高后备动作跳100、100A断路器,备自投不满足动作条件不动作。这样在不需要对备自投进行闭锁情况下,正确

(下转第88页)

(3): 222 - 226.

[7] 杨宗麟. 华东电网负荷特性分析预测 [J]. 华东电力 2008, 36(5): 50 - 52.

[8] 张吉军. 模糊一致判断矩阵3种排序方法的比较研究 [J]. 系统工程与电子技术 2003, 25(11): 1370 - 1372.

[9] 葛少云, 闫大威, 董智. 基于模糊综合评判的城市电网电缆化改造 [J]. 现代电力 2005, 22(3): 37 - 40.

[10] 霍成军. 电力系统负荷特性分析研究 [D]. 天津: 天津大学电气与自动化工程学院 2007.

[11] 仲伟宽. 数据挖掘技术在负荷特性分析中的应用 [D]. 南京: 东南大学电气工程学院 2006.

[12] 杜海文, 孟岭坡, 马洪斌. 防空导弹制导雷达综合抗干扰能力评估 [J]. 火力与指挥控制 (Fire Control & Command Control), 2004, 29(5): 54 - 56.

[13] 张江, 应俊, 王琼, 等. 基于FAHP的电力变压器系统的脆性分析 [J]. 控制理论与应用 2004, 23(7): 9 - 12.

[14] 沈又幸, 范艳霞, 谢传胜. 基于FAHP法的风电项目后评估研究 [J]. 电力需求侧管理, 2008, 10(6): 16 - 18.

[15] 高会生, 冉静学, 孙逸群. 基于改进的FAHP电力通信网风险评估 [J]. 系统工程理论与实践 2008, (3): 133 - 138.

作者简介:

徐飞(1987)男, 硕士研究生, 主要从事调度自动化及计算机信息处理方面的研究工作;

周步祥(1965)男, 博士, 教授, 主要从事电力系统自动化、计算机应用等方面的研究和教学工作;

林楠(1973)女, 硕士, 讲师, 从事电力系统自动化、计算机应用的研究和教学工作.

(收稿日期: 2011-07-18)

(上接第63页)

[4] Overbye T. J. Effects of Load Modeling on Analysis of Power System Voltage Stability [J]. International Electrical Power Energy System, 1994, 16(5): 329 - 338.

[5] Carson W. Taylor. Power System Voltage Stability [M]. 北京: 中国电力出版社 2001.

[6] M. H. Haque. On-line Monitoring of Maximum Permissible Loading of a Power System Within the Voltage Stability Limits [J]. IEE Proceedings: Generation, Transmission and Distribution 2003, 150(1): 107 - 112.

[7] 孙倩薇, 杨兴华. 负荷特性对静态电压稳定性的影响 [J]. 黑龙江电力 2005, 27(6): 413 - 416.

[8] 侯明. 不同负荷模型对电压稳定性分析的影响研究 [D]. 天津: 天津理工大学 2007.

[9] 鞠平, 马大强. 电力系统负荷建模(第二版) [M]. 北京: 中国电力出版社 2008.

[10] 李超, 马幼捷, 周雪松, 等. 负荷动态特性及模型对分析电压稳定性影响的综述 [J]. 自动化与仪表 2005 (7): 17 - 20.

[11] 段献忠, 江馥英, 何仰赞, 等. 负荷建模研究现状综述 [J]. 电力系统自动化, 1994, 18(5): 60 - 68.

[12] 周文, 贺仁睦, 章健, 等. 电力负荷建模问题研究综述 [J]. 现代电力, 1999, 16(2): 83 - 89.

[13] Ohtsuki H., Yokoyama A., Sekine Y.. Reverse Action of On-load Tap Changer in Association with Voltage Collapse [J]. IEEE Trans. on Power System, 1991, 6(1): 300 - 306.

作者简介:

李林(1984)男, 硕士, 主要从事电力系统稳定运行与控制的研究.

(收稿日期: 2011-06-01)

(上接第70页)

地断开故障主变压器保留非故障主变压器, 最大限度地保留负荷。

3 结论

通过运行人员调整综合回路法所述的相关硬压板和装置的软压板, 利用备自投装置的广义进线自投逻辑和广义桥备投逻辑, 实现对所有运行方式备自投控制策略。该方法对运行方式没有限制, 并可以节省一台备自投装置及其相关回路的投资。实验证明, 这是一种有效、简单、经济、实用的方法, 对备自投的分析研究及电网安全、稳定、可靠、经济的运行具有重要的现实意义。

参考文献

[1] 崔凤亮, 周家春. 远方备用电源自动投入装置 [J]. 电力自动化设备 2002, 22(9): 61 - 62.

[2] 国电南瑞科技股份有限公司, NSR600RF 系列保护测控装置技术说明书 [Z]. 南京 2008.

[3] 汤大海. 基于双电源扩大内桥的备自投解耦控制策略 [J]. 电力系统自动化 2009, 33(23): 103 - 106.

[4] 郁家麟. 扩大内桥接线的备用电源自动投入的探讨 [J]. 电力建设 2007, 28(1): 34 - 38.

作者简介:

张建军(1983)男, 硕士, 助理工程师, 从事继电保护工作;

姚越兰(1977)女, 大学本科, 助理工程师, 从事变电运行管理工作.

(收稿日期: 2011-06-16)