

110 kV断路器控制回路存在问题分析及改造

王昱婷, 郑馨怡, 马 斌

(国网南京供电公司电力设计研究院, 江苏 南京 210037)

摘要: 分析了断路器本体机构和保护装置中防跳回路的原理及特点, 探讨断路器控制回路和保护装置配合问题。结合南京某变电站 110 kV 线路保护改造工程, 模拟线路保护动作时出现的断路器反复跳合故障, 从防跳寄生回路、设备老化弹簧储能时间增加两个方面入手, 提出断路器控制回路二次接线设计改造方案。该方案可有效消除设备隐患, 旨在为今后类似回路的设计、施工和验收提供参考, 提高电网运行可靠性。

关键词: 断路器; 防跳回路; 重合闸; 继电器

Problem analysis and transformation of 110 kV circuit breaker control circuit

WANG Yuting, ZHENG Xinyi, MA Bin

(Power Design and Research Institute of State Grid Nanjing Power Supply Company, Nanjing 210037, China)

Abstract: The principle and characteristics of anti-jumping circuit in circuit breaker body mechanism and protection device are analyzed, the coordination of circuit breaker control circuit and protection device are discussed. Combined with the 110 kV line protection transformation project of a substation in Nanjing, repeated jumping closing faults of circuit breaker are simulated when line protection acted. The anti-jumping parasitic circuit and the aging of equipment and the increase of spring energy storage time are discussed, propose the modification scheme of secondary wiring design of circuit breaker control circuit is proposed. The scheme can effectively eliminate the hidden dangers of equipment, the purpose is to provide reference for the design, construction and acceptance of similar circuits in the future, and to improve the reliability of power grid operation.

Key words: circuit breaker; anti-jumping circuit; reclosing; relay

0 引言

当断路器合闸于故障线路时, 若断路器本身机构存在脱扣、触点粘连等问题, 断路器会反复分合闸, 发生“跳跃”现象而损坏开关^[1-2]。为防止这种跳跃现象, 断路器控制回路中应设计防跳回路。

目前, 继电保护装置和断路器本体机构中均设计有防跳回路, 前期电网大多采用继电保护装置防跳设计。2011年, 国家电网公司发布的《城市电网安全性评价》第3.3.7.2现场反措重点条款

第12条要求: “对具有防跳回路的断路器, 应使用断路器本身的防跳回路。”电网采取的策略是“旧站维持老回路, 新站采用新设计”, 后期新建的变电站以及旧站改造时均采用断路器本体机构防跳, 因此经改造的旧站中会出现两种防跳设计并存的现象。继电保护装置防跳设计起步较早, 现已成熟、可靠, 而对断路器本体机构防跳而言, 需要特别慎重, 否则会导致故障发生。

本文结合现场的实际案例, 分析对比了两种不同的防跳处理方式, 阐明设计断路器控制回

路时需要改造的两个问题，为今后类似回路的设计、施工和验收提供参考，以确保设备无缺陷和隐患投入运行。

1 防跳回路原理分析

为防止断路器在故障线路上重复分合闸形成

跳跃，在断路器本体和保护装置中均设计了防跳回路。下面就继电保护与断路器本体防跳回路设计及其作用原理进行分析介绍。

1.1 继电保护防跳回路

微机型继电保护的防跳回路设置在保护的操作箱中，继电保护防跳回路如图1所示。

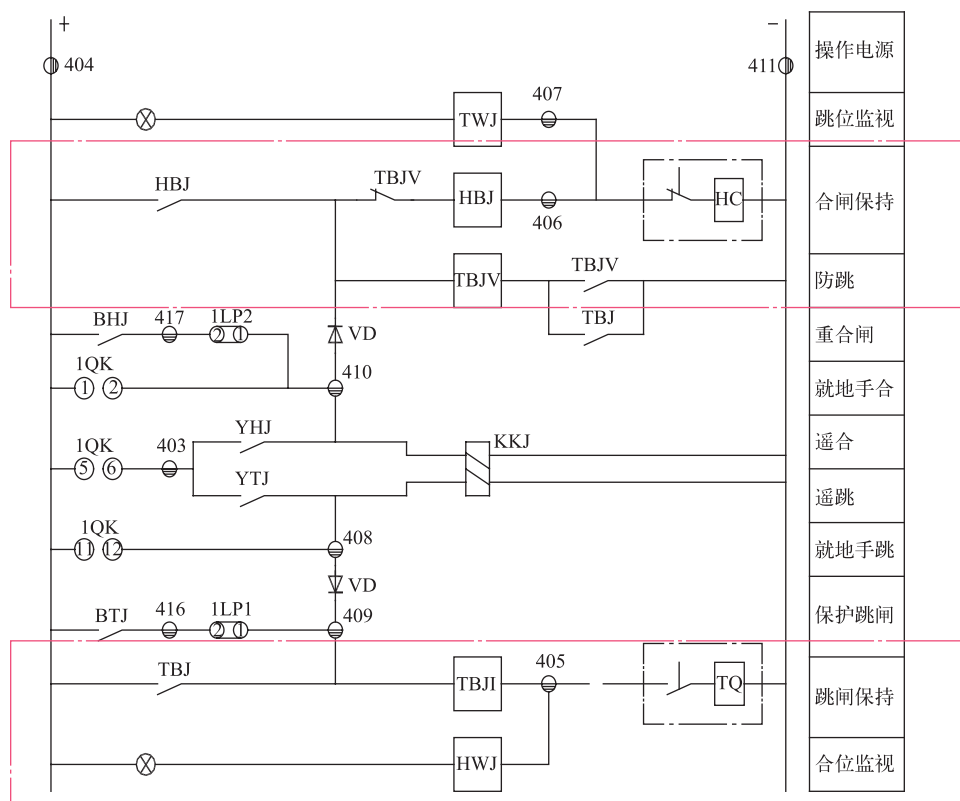


图1 继电保护防跳回路

Fig. 1 Relay protection anti-jumping circuit

当断路器手动合闸或重合闸后，可能出现一些问题导致手动合闸触点1QK或YHJ或重合闸触点未复归，如若此时正好合闸在故障线路上，继电保护将动作使断路器跳闸，但因手动合闸或重合闸触点未复归，合闸命令也将继续发出，断路器会再次合闸，因合闸于故障线路，继电保护又作用于跳闸。这样“跳-合-跳-合”重复循环，就形成了断路器的跳跃。

为了“防跳”，在断路器的控制回路中增加了一个“防跳”继电器TBJ，它是一块电流启动、电压保持的中间继电器。当合闸触点闭合后，若合闸在故障线路上，则继电保护动作，

出口继电器BTJ动作，发出跳闸脉冲，此时电流流经防跳继电器TBJ的电流线圈TBJI使之启动，同时断路器跳闸，TBJ的常闭触点断开了合闸回路，它的常开触点接通了电压线圈回路。若此时合闸触点不能返回而继续发出合闸脉冲，由于合闸回路已被TBJ常闭触点断开，断路器不能合闸。而TBJ的电压线圈TBJV带电，使TBJ的触点保持在初始动作状态，使合闸回路长时间断开，从而防止了断路器“跳-合”的重复发生，达到防跳的目的。当合闸命令消失后，TBJ电压线圈失磁，触点返回，回路恢复正常状态。

1.2 断路器本体防跳回路

断路器的防跳回路设置在断路器本体机构箱中，断路器的防跳回路如图2所示。

图2中， K_{11} 为断路器本体机构防跳继电器，当合闸触点 S_4 闭合完成合闸后，断路器常开辅助触点 S_1 的43、44闭合，若此时合闸触点不能返回而继续发出合闸脉冲，则防跳继电器 K_{11} 得电， K_{11} 的常闭触点断开合闸回路， K_{11} 的常开触点予以自保持。若合闸在故障线路上，继电保护动作跳闸，即使合闸触点不能返回，但合闸回路已经由 K_{11} 的常闭触点断开，从而也防止了断路器“跳-合”的重复发生，达到防跳的目的。

继电保护装置中的防跳回路是由保护跳闸来启动防跳继电器TBJ的电流线圈TBJI，从而启动防跳回路的；而断路器本体机构中的防跳继电器是通过断路器的常开辅助触点 S_1 来启动的。当出现合闸脉冲长发而由保护动作跳开断路器时，两个电气防跳回路都能起到防止反复“跳跃”的作用，但是如果是由于断路器机构问题出现偷跳，则继电保护装置中的防跳回路就无法启动，而断路器本体机构中的防跳继电器是由断路器的实际位置触点来启动的，则能实现“防跳”。在这点上，断路器本体机构防跳较保护防跳具有优越性。

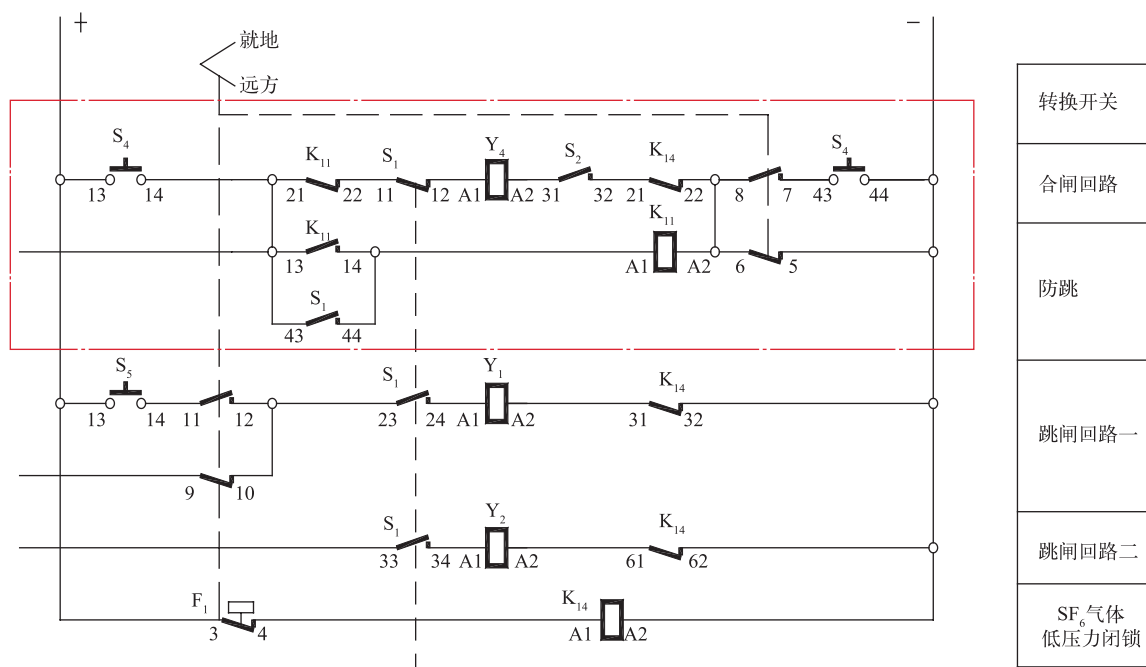


图2 断路器本体的防跳回路

Fig. 2 Anti-jumping circuit of circuit breaker body

2 寄生回路隐患分析

在老站改造工程中，当这两种回路运用在一个分合闸系统中时，它们之间的配合就成为一个重要的问题，会产生寄生回路，导致断路器无法合闸。

采用断路器本体机构的防跳回路，会产生如图3所示的断路器防跳寄生回路，即正电源-跳闸位置继电器TWJ线圈-断路器常开辅助触点 S_1

的43、44或 K_{11} 的13、14触点-防跳继电器 K_{11} 线圈-负电源。不同生产厂家，TWJ、 K_{11} 继电器的阻值和动作值不尽相同。以某两个常见生产厂家的产品为例，TWJ线圈的阻值为7 k Ω ，动作值为88 V，而 K_{11} 线圈的阻值为45 k Ω ，动作值为70 V，则TWJ线圈与 K_{11} 线圈串联分压，使得TWJ线圈上分得30 V， K_{11} 线圈上分得190V，于是防跳继电器 K_{11} 长期动作， K_{11} 的常闭触点断开

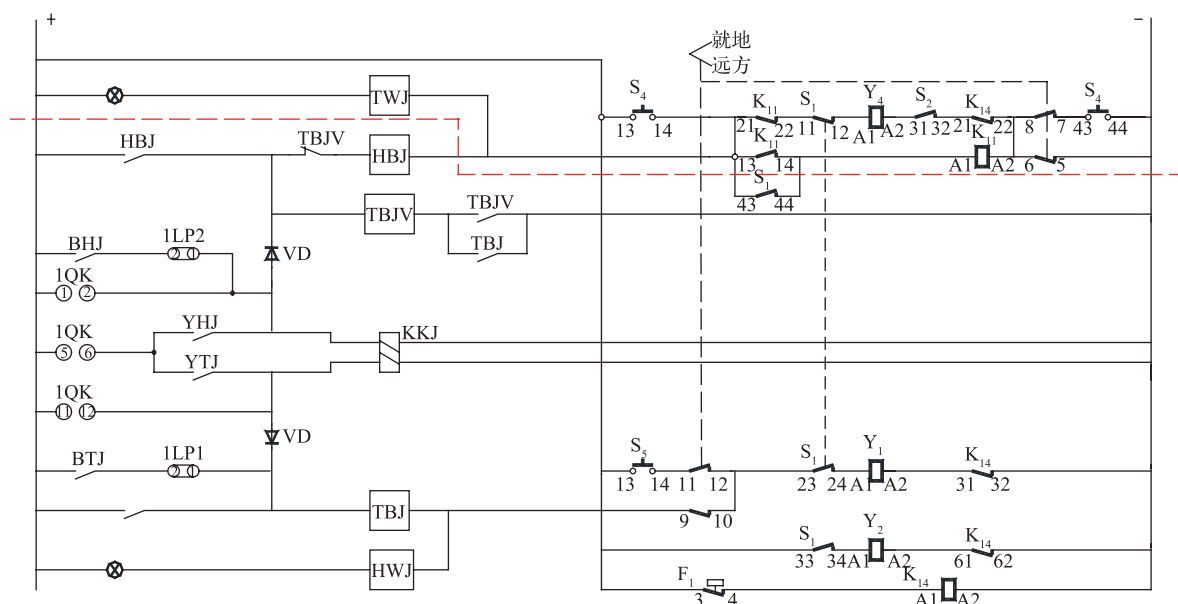


图3 断路器防跳寄生回路

Fig. 3 Anti-jumping parasitic circuit of circuit breaker

合闸回路，断路器无法合闸。

为了消除这一寄生回路,在跳闸位置继电器 TWJ 接入断路器本体机构前,串接断路器常闭辅

助触点 S_1 和防跳继电器 K_{11} 的常闭触点。消除寄生回路的改造回路如图4所示。

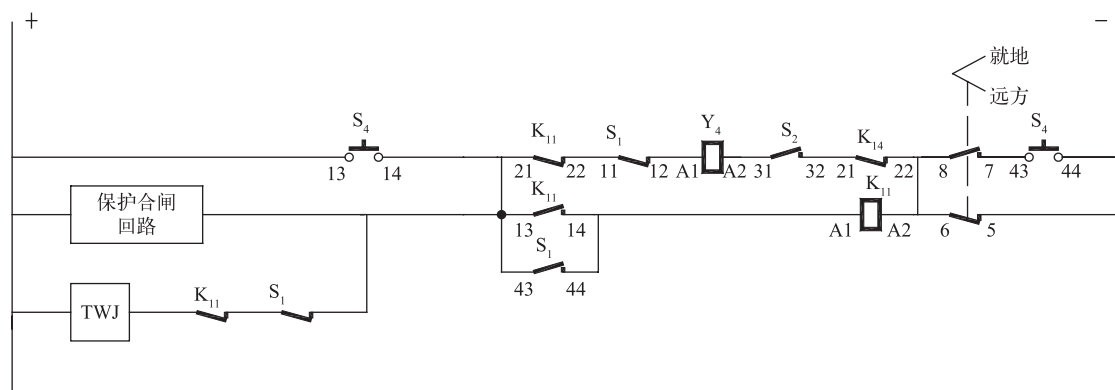


图4 消除寄生回路的改造回路

Fig. 4 Modification of eliminating parasitic circuit

采用这种接线方法后，可以完全消除图3的寄生回路，断路器也不会再发生因串联分压无法合闸的问题，为设备的安全稳定运行消除了一个隐患。

3 故障分析及改造

3.1 故障概述

在南京某变电站110 kV线路保护改造工程

中, 当对微型保护带断路器进行整组试验时, 出现了异常现象, 即模拟线路保护动作情况时, 断路器本应完成“跳-合-跳”的过程, 但实际却出现了断路器“跳-合-跳-合”的现象, 即断路器操动机构在储能完成后又自动重合。

3.2 故障分析

通过对故障进行分析发现,保护装置和断路器控制回路存在配合问题。断路器发生跳跃

的必要条件有两个：合闸触点粘连；保护动作。这两个条件中任意一个发生时，启动一个防跳继电器，以其触点将合闸回路断开，则断路器就无法合闸，一直保持在跳闸位置，不会发生跳跃现象，这就是断路器防跳的基本原理。

通常，保护的重合闸充电条件为：保护装置在无外部其他闭锁条件下只判断断路器合闸位置即充电，微机型保护装置是引用操作箱中跳闸位置继电器TWJ的常开触点取反来判断的，充电时间为15 s（有些保护厂家的充电时间为20 s）。

通过现场调查发现，故障问题就出在图4所示的断路器跳闸位置继电器TWJ的接线上。在模拟线路保护动作试验中，断路器完成“跳-合-跳”的过程。在这一过程当中，当断路器合闸完成后，断路器操动机构的储能弹簧压力即释放，断路器合闸回路中的弹簧储能触点 S_2 就打开，同时断路器又开始弹簧储能。在上述过程中，正电源-跳闸位置继电器TWJ线圈-防跳继电器 K_{11} 的常闭辅助触点-断路器常闭辅助触点 S_1 - K_{11} 的21、22触点- S_1 的11、12触点-合闸线圈 Y_4 -弹簧储能位置 S_2 的31、32触点-SF₆压力闭锁触点 K_{14} 的21、22—负电源的回路由于弹簧储能触点 S_2 的打开而不通，致使跳闸位置继电器TWJ在断路器储能阶段始终处于不动作状态，保护装置则因为TWJ继电器未动作而认为断路器在合闸位置（TWJ触点取反，此时断路器实际处于分闸位置），重合闸又开始充电，经过15 s充电完成。这之后，

断路器操动机构弹簧储能完成（储能时间大于15 s），弹簧储能触点 S_2 闭合，接通上述回路，断路器跳闸位置继电器TWJ动作，跳闸位置继电器触点开入保护装置，保护装置认为是断路器偷跳，此时保护装置重合闸充电已完成，随即保护发出重合闸脉冲合上断路器，从而出现线路故障断路器二次重合现象，这给系统安全带来了严重的隐患。

综上所述，此次故障主要原因为：跳闸位置继电器TWJ受弹簧储能触点位置影响，在弹簧储能这段时间不能正确反映断路器实际状态。

3.3 改造方案

通过分析以上原因，由于目前保护装置重合闸充电时间不超过20 s，而随着断路器的老化，弹簧储能时间在逐步延长。根据厂家及运检部门人员提供的数据显示，弹簧储能时间极少会大于15 s，但在现场运行过程中也无法完全排除这种可能性。当弹簧储能时间大于保护装置重合闸充电时间时，就会出现事故隐患。因此，对断路器控制回路接线进行一定改造，改造方案如图5所示。

对断路器操动机构的二次接线进行改造，使得跳闸位置继电器TWJ接入合闸回路时避开了弹簧储能位置触点 S_2 ，不受弹簧储能状态的影响，以保证跳闸位置继电器TWJ正确动作，真实反映断路器的实际位置，从而为保护装置的正确动作提供可靠的依据。通过对防跳回路再次进行防跳

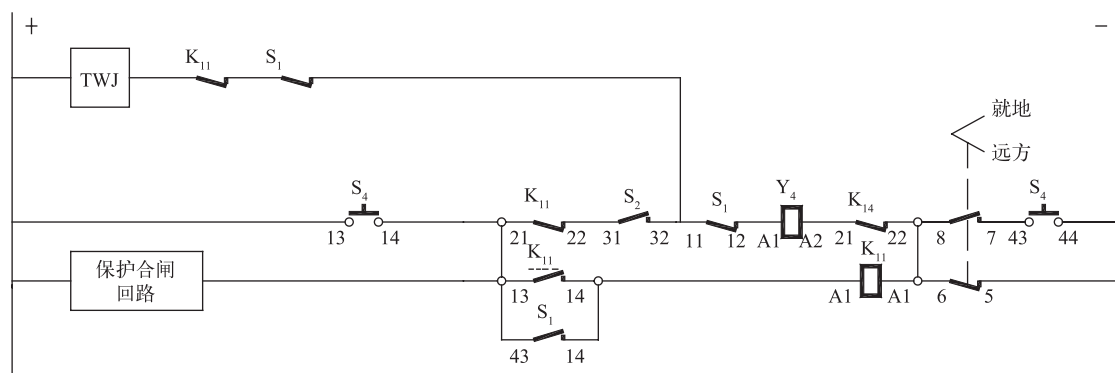


图5 改造方案

Fig. 5 Transformation scheme

试验,保护动作跳闸后,断路器只进行一次分闸操作。因此,此改造方案具有可行性。通过竣工验收送电后,该变电站的运行表明防跳回路改造方案正确可靠,保证了变电站的正常运行。

4 结束语

在旧站改造过程中,对于新方案的模拟试运行要充分考虑投运后可能出现的问题,排除每一项隐患,确保新方案安全可靠。

断路器防跳对于防止设备损坏和事故扩大、保证电力系统安全可靠运行具有重要意义。本文通过对变电站试验中,模拟线路保护动作时出现的异常现象进行分析与思考,针对微机防跳和机构防跳配合问题提出防跳回路改造方案,并经过防跳试验验证了方案的可行性,为厂家、设计人员优化断路器设计以及运行人员监视提供了有益的借鉴,有效消除由于二次接线不合理带来的隐

患,保证了设备及电网运行的可靠性。**EA**

参考文献

- [1] 何永华. 发电厂及变电站的二次回路[M]. 北京: 中国电力出版社, 1997.
- [2] 颜华敏, 顾国平, 陆敏安, 等. 一起断路器防跳回路异常分析及改造[J]. 电力系统保护与控制, 2010(12): 138-140.

作者简介



王昱婷

王昱婷(1994—),女,工程师,主要从事变电站变电二次设计工作。

(收稿日期: 2021-05-11)

(上接第41页)

3) 解决方法: 利用网络广播功能,在不同网段中,添加此设备解决网段不同不能直接通信的问题。将速滑馆网络架构设计为三层: 接入层、汇聚层和核心层。楼宇自控系统架构为全以太网系统架构,控制器均为BACNet/IP控制器,数量200多台,在网络核心层为楼控系统的BACNet/IP控制器划分了30多个VLAN,另外每个VLAN下配置了一台BACNet广播管理设备(BBMD)。

5 结束语

本文以国家速滑馆自控系统实施过程中的各项组织工作中遇到的实际困难为实例,对系统层级、平台的作用和搭建等进行分析,并提出解决方法。随着科技的进步,智慧场馆的建设将越来

越多,更多样的智能产品将不断地涌进智慧建筑系统中,在应用的过程中,也是将系统集成的一个过程。国家速滑馆拥有很多国内和世界首例的科技创新,为产品多样化和技术创新应用提供了平台,目前自控系统在施工过程中取得了良好的效果,本文论述希望为后续工程提供参考。**EA**

作者简介



唐馨庭

唐馨庭(1976—),男,高级工程师,主要研究方向为建筑电气设计。

(收稿日期: 2021-03-16)