

母差双重化改造中远跳及失灵回路相关问题探讨

戴缘生, 鲁炜, 徐斌

(上海电力公司超高压输变电公司, 上海 201204)

摘要: 介绍了上海电网 220 kV 微机母差双重化配置的相关基本原则, 并结合某老变电站 220 kV 母差保护改造工程, 详细阐述了在远跳和失灵启动回路中的相关问题, 并对这些问题提出了一些见解和解决方案, 为今后将进行的母差双重化改造工作提供了一些经验。

关键词: 母差保护; 双重化; 远方跳闸; 失灵保护

Discussion about direct transfer trip and breaker fail protection circuit in the reformation of duplex bus differential protection

DAI Yuan-sheng, LU Wei, XU Bin

(Shanghai Extra High Voltage Power Transmission of SMEPC, Shanghai 201204, China)

Abstract: This paper presents some basic principles of duplex configuration about 220kV digital bus differential protection in Shanghai power grid. Based on the bus differential protection reformation project in an old 220kV substation, some problems about DTT (Direct Transfer Trip) and Breaker Fail Protection Circuit are discussed. Then, reasonable explanations and suggestions are given to solve these problems. It is expected that these conclusions and experiences can serve as reference for bus differential protection reformation projects in the future.

Key words: bus differential protection; duplex; direct transfer trip; breaker fail protection

中图分类号: TM773 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)06-0098-06

0 引言

220 kV 母线故障是电网最严重的故障之一, 因此母差保护一直是继电保护中最重要的保护之一。原国家电力公司 2000 年 9 月发布的《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》中要求: “新建的 500 kV 和重要的 220 kV 厂、所的 220 kV 母线应做到双套母差、开关失灵保护, 已建新建 500 kV 和重要的 220 kV 厂、所的 220 kV 母线可逐步做到双套母差、开关失灵保护”。而 2005 年《国家电网公司十八项电网重大反事故措施(试行)》中重申: “必要时 500 (330) kV 及枢纽 220 kV 厂站母线采用双重化母差保护配置”。

2007 年, 上海电力公司在组织多方专家讨论和调研, 并对多种型号的微机保护进行严格的动模试验的基础上, 制定出《上海电网 220 kV 母差双重化配置应用技术原则》(以下简称《上海原则》), 明确了: “上海电网 220 kV 母线保护应在能有效防止误动的前提下, 重点在防止拒动; 新建站 220 kV 母差保护采用微机双重化配置, 原则上老站母差保护改

造也要考虑微机双重化配置, 但还应根据实际情况确定。”

1 老站母差双重化改造概况

按《上海原则》要求, 从 2007 年开始在上海电网的新建变电站中, 220 kV 母差保护均实现了双重化的配置。而对于老站 220 kV 母差双重化的改造, 直到年底的 220 kV 龙东站母差改造工程中才得以实施。龙东站是上海地区一座运行近十年的 220 kV 枢纽变电站, 220 kV 一次接线方式为双母线带旁路, 接入母差中支路包括 2 台主变、5 条线路、1 个母联和 1 个旁路。

改造前, 该站使用 GE 公司的一套 BUS1000 中阻抗型母差保护, 该套保护近 10 余年来一直运行良好, 未发生拒动和误动事故。考虑到保护元件使用寿命问题和电网发展需要, 决定将其改造成微机型的双母差保护, 选择的是南京南瑞的 RCS-915AB 和深圳南瑞的 BP-2B 各一套的双重化配置方案。

实际上, 此次改造工程的难点不在于新母差保护装置本身的调试, 而是对二次相关回路进行的改

造, 比如: 增加一套母差保护用流变次级; 将原来的动合加动断的闸刀镜像回路改造成两套母差保护用动合触点; 每条回路增加的跳闸回路、失灵启动回路等。其中比较有代表性和创新性的内容是远方跳闸和失灵启动原理及回路的相关改造工作。

2 线路纵差保护中的远方跳闸

龙东站线路保护中使用的主保护均为光纤纵差保护, 包括: ABB 公司的 REL551、AREVA 公司的 P546 和南瑞公司的 LFP931A 三种型号。在与母差保护的配合中都采用了母差保护动作发远跳命令的功能。

2.1 远跳功能的实现方式

220 kV 母差保护动作后, 在跳母线上各支路开关同时, 需发“远跳”命令至各支路对侧来跳对侧开关。对于配置了纵差保护的线路来说, 启动远跳的方式在上海地区主要有两种:

第一种方式是母差保护动作直接启动远跳, 即母差保护动作的输出空触点直接引至纵差保护的输入。

第二种方式是母差动作出口中间间接启动, 即母差保护没有为每条线路准备单独的启动远跳输出口, 而是母差动作启动各线路保护操作箱 TJR 继电器, 靠 TJR 的辅助触点来启动纵差保护的远跳输入。

在上海地区, 第一种方式多用于母差动作出口触点较多的母差保护 (比如 REB103) 启动远跳中, 龙东站改造前的 BUS1000 也属于这一类。第二种方式多用于母差动作触点不够的母差保护 (如 RADASS) 启动远跳中。对于 RCS-915AB 和 BP-2B 来说, 都无法提供除“跳闸一”和“跳闸二”之外的第三副触点去启动线路纵差远跳, 所以在龙东站母差改造中必须将各线路保护中远跳的启动方式从第一种改至第二种。

2.2 操作箱的改动

由于采用了操作箱 TJR 启动失灵的方式, 所以需要以前为备用的 TJR 辅助触点重新引出去分别启动两套线路纵差保护。但是, 对于龙东站目前使用的不同型号的操作箱的改动方法也是不同的。

在较新型的操作箱 (FCZ-12HS、CZX-12R2) 中, TJR 和 TJQ 的触点是分别引出至端子排的, 如图 1 所示 CZX-12R2 型操作箱原理。这样就可以单独使用 TJR 的这副触点, 即从 n135~n136 引出。

而对本站中几种较老型号操作箱 (FCZ-12HS、CZX-12R、CZX-12A) 而言, 它们的 TJR 和 TJQ 继电器的辅助触点是在印刷板上并联后引出的。为达到“仅 TJR 启动远跳, TJQ 不启动远跳”的目的, 就需要对这些操作箱进行改线了。为将 TJR 和 JTQ 的

触点分开, 甚至需要在印刷电路板上将已有印刷铜线割除, 再使用“飞线”将 13TJR 和 23TJR 重新连起来。图 2 所示的就是对 CZX-12R 型操作箱的改线方法。实际上, 改线时不仅在印刷板上进行割线, 还需要进行一些飞线。所以笔者认为这种现场手工的改线虽不得已而为之, 但会增加现场更多的不确定性和今后的维护的危险性, 建议今后能提前与厂家做好沟通工作, 使厂家在到达现场前按设计要求准备好相关板件。

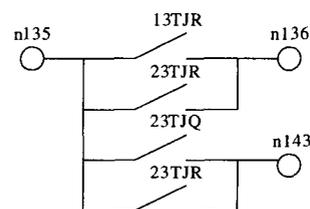


图1 CZX-12R2型操作箱TJR引出触点

Fig.1 TJR contact of operating box CZX-12R2

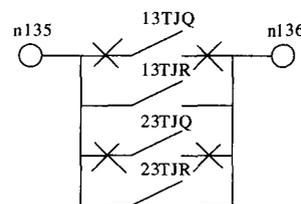


图2 CZX-12R型操作箱引出触点的修改

Fig.2 The changed contact of operating box CZX-12R

2.3 线路纵差保护的改动

2.3.1 远跳死循环

当采用第二种远跳启动方式时可能会导致一种死循环, 具体过程是: 本侧母差动作启动本侧操作箱 TJR → 本侧 TJR 辅助触点动作发远跳至本侧纵差保护 → 对侧纵差保护收远跳后动作“永跳”启动对侧操作箱 TJR → 对侧 TJR 动作跳闸同时启动发远跳 → 本侧纵差保护收远跳后动作“永跳”启动本侧操作箱 TJR……如此循环往复就造成了远跳死循环。

究其原因, 在于两侧都采用了 TJR 启动远跳的方式, 而且都采用线路差动保护收对侧远跳命令后靠“永跳”来启动 TJR 跳闸。上海目前运行的线路差动保护只有 ABB 的 REL551 及 REL561 可能存在这种问题, 因为它们无一例外的采用了收远跳后跳闸的“永跳”压板 LP5, 所以对纵差保护为 REL551 的两条线路来说就需要进行改动, 具体方法是: 取消“三相永跳 LP5”压板, 并对逻辑进行修改 (详见下文)。而对于龙东站配置了其他纵差保护 (如 P546 和 LFP931A) 的线路来说, 无需为远跳方式的改变

而对接线和逻辑进行修改。

2.3.2 远跳出口

为了避免远跳死循环，取消了远跳专用出口，就需要对 REL551 出口逻辑进行修改，修改前后的出口逻辑示意图如图 3 和图 4 所示。可见，在老逻辑的出口模块中，BO5 和 BO17 两个出口分别为本线远跳出口和旁路远跳出口 (DTT-CR)。而在新逻辑中取消了该功能而改为它用，即作为了母差双重化后启动第二套母差保护失灵的新出口。

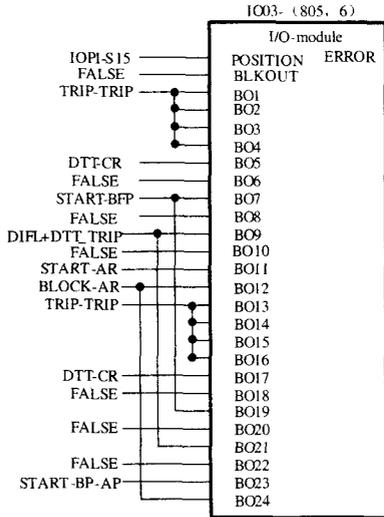


图 3 REL551 老出口逻辑图

Fig.3 Old output logic diagram of REL551

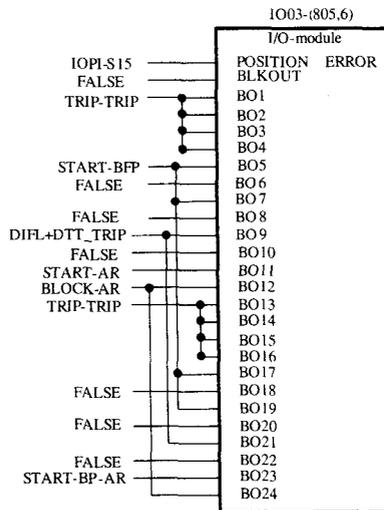


图 4 REL551 新出口逻辑图

Fig.4 New output logic diagram of REL551

取消远跳出口后，那么收到对侧远跳命令后如何来跳本侧开关？这个问题的解决也在逻辑修改中实现，即将“DTT-CR”远跳命令，直接引到跳闸模块 TR01 输入端“TRIN”(如图 5 所示)，实质是“借用”

老的“三相跳闸”出口压板 LP4 来实现远跳。

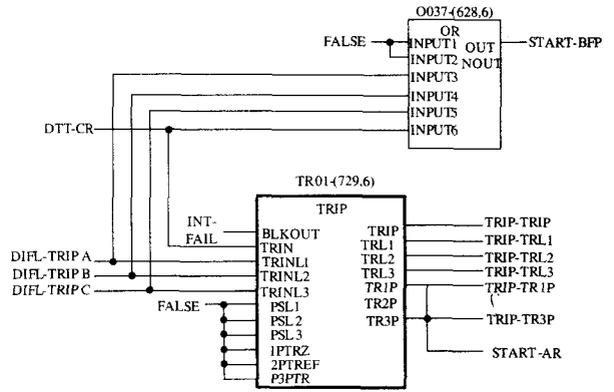


图 5 REL551 新跳闸逻辑图

Fig.5 New trip logic diagram of REL551

2.3.3 远跳闭锁重合闸

老的设计中远跳出口用“永跳继电器”TJR 来跳闸的主要目的是跳闸同时实现闭锁重合闸的目的，那么取消远跳启动 TJR 后，又如何实现远跳闭锁重合闸功能呢？事实上这是“多虑”了，因为实际在老的保护逻辑中也有 DTT-CR 去启动闭锁重合闸出口 (BLOCK-AR) 的功能 (如图 6 所示)。一旦这个功能在新逻辑中保存下来，就可以保证：在收到对侧远跳命令后，本侧开关三跳同时发“闭锁重合闸”脉冲。

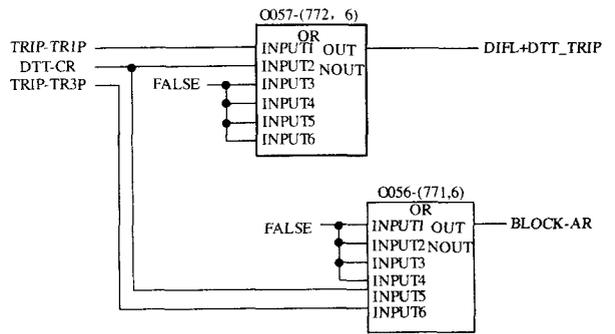


图 6 REL551 中远跳闭锁重合闸逻辑图

Fig.6 DTT-CR blocking auto-recloser logic diagram of REL551

2.4 旁路代线路保护运行时的远跳

本站一次系统有旁路母线和专用旁路开关，二次也就配置了旁路后备保护和操作箱。当某条线路被旁路代时，将该线路的第一套差动保护切至旁路开关控制直流作为旁路开关的主保护。如果这时母差动作，同样要求通过旁路主保护 (线路纵差 I) 发远跳命令至旁路所代线路对侧。

在老母差保护 BUS1000 中，启动旁路远跳与原有线路远跳模式一样，即通过老母差保护出口继电器

器单独接至各条线路纵差 I 的旁路远跳输入。同理, 在新母差中需要利用旁路保护操作箱中的 TJR 动作辅助触点来启动每条线路的旁路远跳 (如图 7 所示)。可见, 在线路第一套差动保护中, 远跳回路是通过 QK 来完成本线和旁路的切换的, 而旁路远跳命令由原来来自母差保护变成了来自旁路保护的操作箱。需要注意的是, 所有支路的旁路启动远跳触点实际上是旁路操作箱中同一副 TJR 触点, 由于旁路同一时间只能带一套支路, 所以该触点公用并不会导致寄生回路。

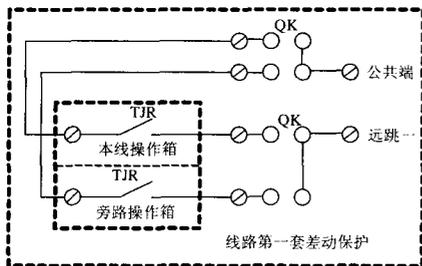


图 7 旁路代时远跳原理图

Fig.7 DTT-CS by bypass breaker diagram

3 失灵启动回路

3.1 失灵启动方式

在上海地区 220 kV 系统中, 常用的线路保护启动失灵有两种方式 (以两套纵差加一套后备的线路保护为例): 第一种方式为失灵电流判别元件在母差保护外部 (如图 8 所示); 第二种方式为失灵电流判别元件在母差保护内部完成 (如图 9 所示)。

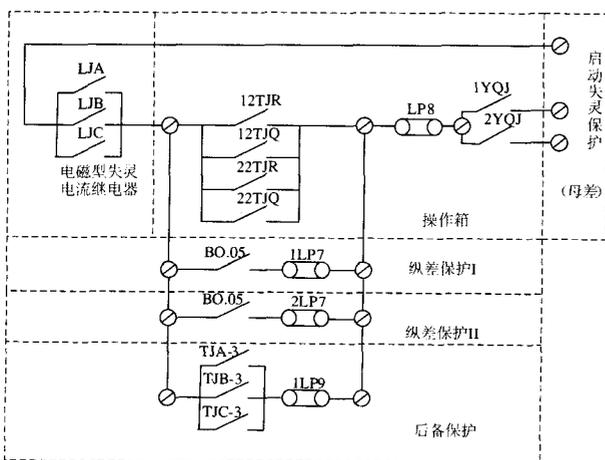


图 8 失灵保护启动方式 1

Fig.8 Start-up model 1 of breaker fail protection

在上海电网中较常见的是方式 1, 多用于配置 REB103、RADASS 等母差保护的变电站中。方式 2

目前只在配置了 BUS1000 母差保护的变电站中采

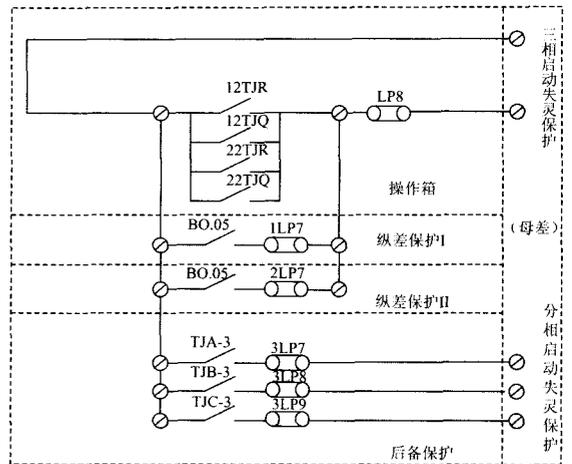


图 9 失灵保护启动方式 2

Fig.9 Start-up model 2 of breaker fail protection

用, 如龙东站中。对于母差改造采用 RCS-915AB 和 BP-2B 母差保护来说, 两种失灵启动方式都可以使用, 但为了与原线路保护的接口变动最少, 仍采用第二种方式。

3.2 线路保护启动失灵

3.2.1 增加失灵启动出口

根据《上海原则》要求: “每套线路保护均应启动两套失灵保护”, 因此每套线路保护都需要增加启动第二套失灵保护的出口。对于采用可编程逻辑的微机保护来说, 需要进行逻辑的修改以增加出口。

对龙东站的进口微机保护来说, 对 ABB 公司的 REL551 保护逻辑进行了修改, 在出口新逻辑图 (见图 4) 中, 启动本线失灵的出口除原有的 BO7 外增加了一个 BO5 (实际是从远跳改过来的), 启动旁路失灵的出口也由原有的 BO19 增加了一个 BO17。对于 AREVA 公司的逻辑来说, 实际上在以前进行配置的标准化中已经定义了第二套启动失灵的出口, 所以本次工作无需修改逻辑, 只需要将以前定义为“备用”的出口启用为“启动第二套母差失灵”压板即可。

对国产保护来说, 无论是南瑞公司、南自厂还是四方公司的保护装置, 通常也都定义了第二套启动失灵的出口, 所需进行的工作是将这些触点引出到端子排以供第二套失灵保护使用。

3.2.2 取消操作箱启动失灵

龙东站母差改造中改用了 TJR 启动远跳的方式, 因而使用了操作箱中原为备用的两套 TJR 的触点。而如果按照图 9 所示原理来进行失灵启动双重化改造的话, 除原有的一套 TJR (TJQ) 触点外, 还需要增加一套启动失灵的 TJR (TJQ) 触点。这样, 母差双

重化后需要至少有四套TJR(TJQ)辅助触点(除去跳闸使用)。但现实情况是,除较新型操作箱(如CZX-12R2)外,许多较老的操作箱(如CZX-12R)所能提供的TJR(TJQ)触点最多只有三套。为解决这个问题,设计院、各保护厂家、市调继保处和运行单位进行了现场试验,确认:在各种故障类型下,各种保护装置动作出口(无论是单跳、三跳、永跳)时也瞬时启动失灵。因此,在龙电站的母差改造中统一取消了操作箱TJR(TJQ)启动失灵回路,仅采用保护装置直接启动失灵(见图10)。比较图9和图10可以看出,在取消操作箱TJR(TJQ)启动失灵回路同时也取消了“失灵启动总压板LP8”,这就意味着改造后每套保护的失灵启动压板(1LP7、2LP7、3LP7)变成了并联关系的“失灵启动分压板”,这也为今后检修中安全措施工作带来了变化。

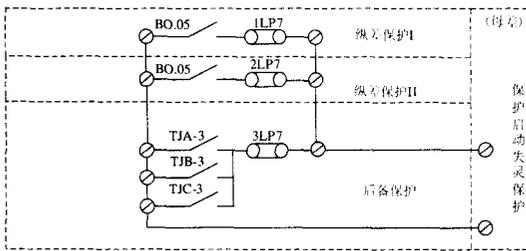


图 10 取消操作箱启动失灵的方式

Fig.10 Start-up model of breaker fail protection after canceling operating box

需要说明的是,每个回路改造结束后均进行了严格的整组试验证明了其正确性。今后的老站母差改造中也会碰到是否取消TJR(TJQ)启动失灵的问题,特别注意具体情况具体对待,只有进行充分的整组试验后方可进行。

3.2.3 远跳启动失灵

跳闸)动作均需要启动开关失灵保护。但在老的REL551启动失灵逻辑图(见图11)中仅有差动保护动作启动失灵,无远跳(DTT-CR)启动失灵。实际上,由于上海地区一直采用是图8或图9所示的TJR辅助触点与线路其他保护动作触点并联后启动失灵的方式,这样远方跳闸就可以通过TJR来启动失灵了。但取消TJR辅助触点启动失灵功能后,如果REL551启动失灵逻辑未发生变化,则会导致远跳无法启动失灵的后果。为此,就需要对老的逻辑进行修改,在新的逻辑(图5)中就可看到DTT-CR作为INPUT6,与线路差动保护一起启动失灵保护。

3.3 主变保护启动失灵

《上海原则》要求:主变失灵单元由主变电气量保护动作(三相)触点起,主变保护应起两套失灵保护。主变单元要有失灵解除复合电压闭锁功能。

3.3.1 增加失灵启动出口

上海地区目前多用是一套SEL387加一套RET316的双重化基本配置。母差双重化后,需要每套电气量保护分别去启动两套母差的失灵(失灵电流判别在母差保护内)。与线路保护装置直接启动不同,主变保护启动失灵是依靠BCJ重动继电器的辅助触点来完成的,而每一套触点由SEL387差动保护的BCJ重动继电器、RET316差动保护的BCJ重动继电器及所有能够跳主变220kV侧断路器的电气量后备保护的BCJ重动继电器并联后构成。对于新站来说,电气量保护的BCJ重动中间继电器辅助触点往往比较充足,而对老站来说可能就没有足够的BCJ辅助触点可使用,这就需要增加新的BCJ继电器了,它与其他BCJ继电器共同组成启动第二套失灵,并通过增加的新压板8LP2去启动第二套失灵。需要说明的是,增加的BCJ继电器只能由电气量保护启动,绝对不能包括非电气量保护。

3.3.2 失灵解闭锁

当主变低压侧故障而高压侧开关失灵时,由于主变短路阻抗比较大而导致高压侧母线电压下降幅度不是很大。而对于220kV的母差保护中失灵保护的出口也是经电压闭锁的,这样母线电压下降的灵敏度不够的话可能会闭锁失灵保护出口,为此有必要采用主变保护动作解失灵保护电压闭锁功能。由于传统电磁型或集成型母差保护中要区别是主变支路还是线路支路并不是太容易等原因,在上海地区目前广泛使用的220kV中阻抗母差保护的失灵功能中一直未采用该思想。但在采取微机型保护后,无论是RCS-915AB还是BP-2B装置来说都能实现在定义主变支路属性后将主变保护启动失灵功能投

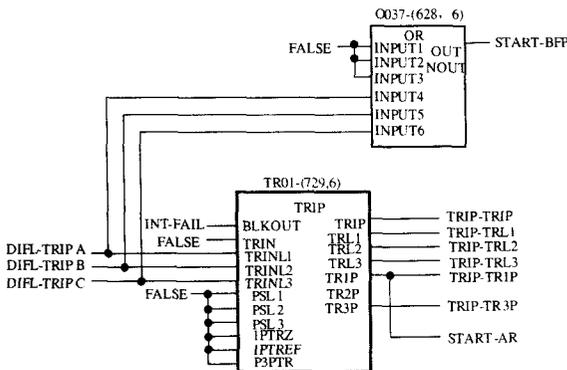


图 11 线路差动保护启动失灵老逻辑图

Fig.11 Old logic diagram of breaker fail protection start-up in line differential current protection

按照开关失灵保护原理,所有保护(包括远方

不经电压闭锁。

失灵解闭锁的实现方法是：在原主变保护中重新定义两个出口，分别通过新增压板“启动第一套失灵保护解闭锁”和“启动第二套失灵保护解闭锁”引入两套母差保护的失灵解闭锁开入中。需要说明的是，重新定义的主变保护失灵解闭锁出口只能由主变差动保护、220 kV 过流保护（包括 I/II/III 段）来启动，而不是所有的主变电气量保护都可以启动，这与启动失灵保护出口的定义是不同的。

1) 对 SEL387 来说，逻辑中增加两个出口定义：

$$\text{OUT211}=\text{S1V1T}+\text{S1V2T}+\text{S1V3T}+\text{TRIP1}$$

$$\text{OUT212}=\text{S1V1T}+\text{S1V2T}+\text{S1V3T}+\text{TRIP1}$$

其中：TRIP1 是主变差动保护出口，S1V1T、S1V2T、S1V3T 分别是第一套 220 kV 过流 I、II、III 段保护出口。

2) 对 RET316 来说，增加了两个出口 S103 和 S104，它们的出口逻辑如图 12 所示。其中 87T 为主变差动模块，51DT 为主变 220 kV 第二套过流保护模块。

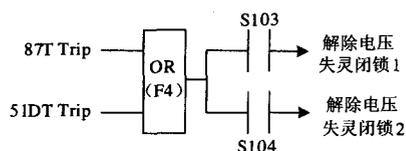


图 12 RET316 中失灵解闭锁出口逻辑图

Fig.12 The output logic diagram for unlocking start-up of breaker fail protection in RET316

4 小结

在老变电站进行的 220 kV 母差的双重化改造是一项时间任务紧、危险程度高、技术难度大的改造工作，尽管已制定过一些保护原则和施工方案，但由于各保护装置、外回路所属年代和厂家差别很

大，所以许多问题往往是在施工时才可能碰到。本文结合了龙东站的母差改造工程，从纵差远跳回路和失灵启动回路两方面简述了一些老站改造中的典型关键问题并加以总结，希望起到抛砖引玉的作用，为今后的母差双重化改造工作提供一些经验。

参考文献

- [1] 胡为进,王钟民,周国泰,等.上海电网 220kV 母差双重化配置应用技术原则[Z].上海:上海电力公司,2007.
HU Wei-jin, WANG Zhong-min, ZHOU Guo-tai, et al.The Principle of Applied Technology About 220kV Duplex Bus Protection Configuration in Shanghai Power Grid[Z]. Shanghai: Shanghai Municipal Electric Power Company,2007.
- [2] 郭祝平,邹阳,王炼.500kV 变电站 220kV 母差保护双重化改造[J].继电器,2006,35(10):72-75.
GUO Zhu-ping, ZOU Yang, WANG Lian. Improvement of Duplicating 220kV Bus Differential Protection in 500kV Substation[J].Relay, 2006, 35(10):72-75.
- [3] 尤旦峰,何雪峰,李力,等.RCS-915 系列微机母差保护中失灵保护及其双重化方案[J].电力系统及其自动化,2001,25(21):58-60.
YOU Dan-feng, HE Xue-feng, LI Li, et al. RCS-915 Digital Bus and Breaker Fail Protection Integration and Its Duplex Scheme[J].Automation of Electric Power Systems, 2001,25(21):58-60.

收稿日期:2008-04-09; 修回日期:2008-07-06
作者简介:

戴缘生(1978-),男,硕士,工程师,主要从事电力系统继电保护工作;E-mail:rorman_dys@hotmail.com

鲁炜(1978-),男,硕士,工程师,主要从事电力系统继电保护工作;

徐斌(1976-),男,主要从事电力系统继电保护工作。

河南省首座 220 kV 变电站数字化改造完工

2009 年 3 月 16 日,随着改造后的河南郑州供电公司 220 kV 陈庄变电站 1 号主变压器顺利投运,陈庄变电站恢复正常运行,这标志着郑州电网乃至河南电网首座 220 kV 变电站数字化改造顺利完工。

数字化变电站就是使变电站的所有信息采集、传输、处理、输出过程由过去的模拟信息全部转换为数字信息,并建立与之相适应的通信网络和系统。目前,数字化变电站已拥有常规综合自动化变电站无法比拟的诸多优点,技术发展已逐渐成熟,是变电站技术的发展方向,费用与常规综合自动化改造相差不大。

郑州供电公司 220 kV 陈庄变电站位于郑州市南郊,是郑州电网的重要枢纽变电站,该站数字化改造工程自 2008 年 10 月底开始,投资 400 多万元,对全站一次设备、二次设备进行完全数字化改造。相比新建数字化变电站,对变电站进行数字化改造接线更复杂,保护种类更多,网络要求更高。

针对此次改造,郑州供电公司全力开展项目攻坚,提早进行了详尽的可行性研究和方案推敲,对负荷情况科学预计,多次运用新技术,大胆对运行中的敞开式常规变电站进行数字化改造,特别在陈庄变电站主变压器的数字化改造中运用传统保护和新型电子式保护相结合的母线保护方式,这在河南省尚属首次。