

# 110 kV 扩大内桥接线备自投逻辑分析

郭碧媛, 张丰

(福建省福州电业局, 福建 福州 350009)

**摘要:** 扩大桥型接线在现场中正得到广泛应用, 但目前的桥型接线备自投逻辑已经无法满足扩大桥型接线运行方式的运行需要。首先介绍 110 kV 备自投逻辑, 通过对 110 kV 扩大内桥接线的主要运行方式的分析, 给出了 110 kV 扩大内桥接线备自投的配置, 讨论了其备自投应具备的逻辑, 同时考虑了备自投逻辑与主变保护的闭锁关系, 考虑了开关拒跳的情况, 为扩大内桥接线备自投的设计提供参考和借鉴。指出目前应用的进线备自投逻辑中的不足之处: 主变保护动作后未判断桥开关已跳开就合上备用电源的开关, 并提出应在进线备自投逻辑中增加判断桥开关分位的条件。

**关键词:** 扩大内桥接线; 备自投; 桥备自投; 进线备自投; 开关拒跳

## Analysis of logic conditions of back-up switching equipment in 110 kV enlarging internal bridge main connection

GUO Bi-yuan, ZHANG Feng

(Fuzhou Electric Power Industry Bureau, Fuzhou 350009, China)

**Abstract:** Enlarging bridge main connection is widely used in 110 kV terminal substations. However, traditional logic conditions of back-up switching equipment are unable to meet its operation. First of all, the paper introduces the logic conditions of 110 kV back-up switching equipment, then presents a solution of configuration of 110 kV enlarging internal bridge back-up switching equipment after analysing main modes in 110 kV enlarging internal bridge main connection, and discusses the logic conditions by considering its cooperation with main transformer protection and the case that circuit breakers refuse trip. The logic conditions discussed in the paper provide reference for its design. At last, the paper indicates the insufficiency of logic conditions widely used in incoming-line back-up switching equipment, i.e. after the action of main transformer protection, circuit breaker of back-up power is put into operation without judging the position of sectional circuit breaker. A solution of adding the logical condition of judging the position of sectional circuit breaker is put forward.

**Key words:** enlarging internal bridge; back-up switching equipment; sectional back-up switching equipment; incoming-line back-up switching equipment; refusing trip of circuit breaker

中图分类号: TM762.1 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)07-0124-05

## 0 引言

备用电源自动投入装置是电力系统提高供电可靠性、保证供电连续性的一种有效手段, 主要用于 110 kV 及以下电压等级的系统中, 其主要接线方式为桥型接线方式<sup>[1]</sup>。近年来, 随着电力系统负荷的日益增加, 尤其是一些经济开发区, 负荷高度集中, 本地区变电站的原有容量无法满足不断增长的负荷需求, 因而必须对这些变电站进行增容。扩大桥型接线方式就是对桥型主接线的变电站增容的一种方式, 图 1 为扩大内桥接线方式。扩大桥型接线方式既满足了负荷的需求, 又能提高供电可靠性, 运行方式也十分灵活, 因而在现场中得到广泛应用。但是, 桥型接线方式扩大后, 目前的桥型接线备自

投逻辑已经无法满足扩大桥型接线方式实际运行的需要<sup>[2-3]</sup>, 本文通过对 110 kV 扩大内桥接线主要运

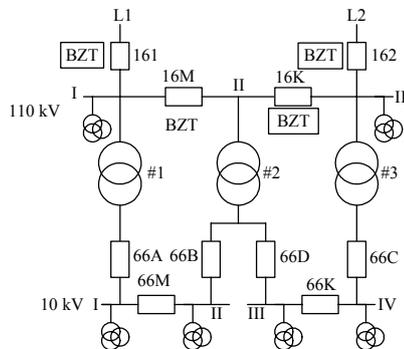


图 1 扩大内桥接线图

Fig.1 Main connection of enlarging internal bridge

行方式的分析, 给出了 110 kV 扩大内桥主接线方式备自投应具备的逻辑。

## 1 110 kV 内桥接线的备自投逻辑<sup>[4-5]</sup>

### 1.1 110 kV 内桥接线备自投的配置

备自投的逻辑与主接线的运行方式息息相关, 不同的运行方式下其备自投的逻辑是不一样的<sup>[6]</sup>。图 2 为 110 kV 内桥接线图, 主要有两类运行方式: ①两路进线各带一台主变, 桥开关 16M 在热备用, 这种运行方式对应的备自投为桥备自投; ②一线带两变, 另一线作为备用电源, 这种运行方式对应的备自投为进线备自投, 如进线 L1 通过 161 开关、16M 开关带#1、#2 主变, 进线 L2 作为备用电源。

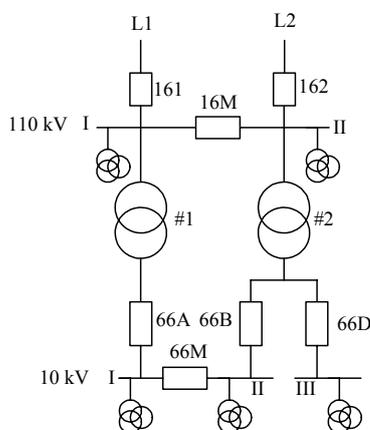


图 2 内桥接线图

Fig.2 Main connection of internal bridge

### 1.2 110 kV 内桥接线备自投逻辑

110 kV 桥备自投的逻辑如下:

(一) 充电条件

- 110 kV I、II 母均三相有压。
- 161 开关、162 开关在合位, 16 M 开关在分位。

位。

(二) 放电条件

- 16M 开关在合位。
- I 母、II 母均三相无压。
- 手跳 161 开关或 162 开关。
- 其他外部闭锁信号, 如主变内部故障。
- 161, 162, 16M 开关的 TWJ 异常。

(三) 动作过程

内桥接线桥备自投的逻辑如图 3 所示。

a) 方式 1: I 母无压、进线 L1 无流, II 母有压, 跳 161 开关, 确认 161 开关在分位后合上 16M 开关。

b) 方式 2: II 母无压、进线 L2 无流, I 母有压, 跳 162 开关, 确认 162 开关在分位后合上 16M 开关。

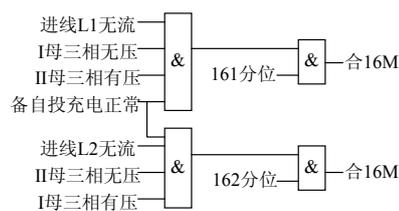


图 3 内桥接线桥备自投逻辑

Fig.3 The logic of sectional back-up switching equipment in internal bridge connection

### 1.3 110 kV 进线备自投的逻辑

以进线 L1 带两台主变, 进线 L2 作为备用电源为例, 如下:

(一) 充电条件

- 110 kV I、II 母均三相有压, 进线 L2 线路有压。
- 161 开关、16 M 开关在合位, 162 开关在分位。

(二) 放电条件

- 162 开关在合位。
- 进线 L2 线路无压。
- 手跳 161 开关或 16M 开关。
- 其他外部闭锁信号。
- 161, 162, 16M 开关的 TWJ 异常。

(三) 动作过程

I 母、II 母均无压, 进线 L2 线路有压, 进线 L1 无流, 确认 161 开关跳开后合上 162 开关。内桥接线的进线备自投的逻辑如图 4 所示。



图 4 内桥接线进线备自投逻辑

Fig.4 The logic of incoming-line back-up switching equipment in internal bridge connection

### 1.4 110 kV 内桥接线备自投逻辑与主变保护的闭锁关系

备自投动作绝对不允许合于故障元件<sup>[2-3]</sup>, 因此主变保护动作是否需要闭锁备自投要分不同情况考虑。主变主保护及高后备保护动作仅闭锁桥备自投, 但不闭锁进线备自投<sup>[4-5]</sup>。

## 2 扩展内桥主接线的主要运行方式

图 1 所示为扩大内桥主接线方式, 主要有以下几种运行方式: (1) 进线 L1 通过 161 开关带#1 主变;

进线 L2 通过 162 开关、16K 开关带#3 主变和#2 主变；110 kV I、II 段桥 16M 开关在热备用，10 kV 两个分段开关 66M 和 66 K 在热备用。(2) 进线 L1 通过 161 开关、16M 开关带#1 主变、#2 主变；进线 L2 通过 162 开关带#3 主变；110 kV II、III 段桥 16K 开关在热备用，10 kV 两个分段开关 66M 和 66K 在热备用。

(3) 进线 L1 通过 161 开关、16M 开关、16K 开关带#1、#2、#3 主变；162 开关在热备用，10 kV 两个分段开关 66M 和 66K 在热备用。(4) 进线 L2 通过 162 开关、16K 开关、16M 开关带#3、#2、#1 主变；161 开关在热备用，10 kV 两个分段开关 66M 和 66K 在热备用。

由上述主要运行方式，本文给出 110 kV 扩大内桥接线方式备自投的配置如图 1 所示。在现场实际运行中，主变低压侧通常都是分列运行的，备自投通常也只用分段备自投，因此，在本文考虑的主要运行方式中，10 kV 母线都是分列运行，10 kV 备自投也都是采取分段备投方式，其分段备自投的逻辑并未发生变化，因此本文不探讨 10 kV 的分段备自投逻辑。

### 3 110 kV 扩大内桥接线备自投逻辑分析

#### 3.1 桥备自投逻辑分析

本文以方式 (1) 为例分析桥备投的逻辑，方式 (2) 可以通过相似的分析得出同样的逻辑。

##### 3.1.1 充电条件

由运行方式 (1)，可以得出桥备自投 16M 的充电条件为：①110 kV I 母、III 母均三相有压；②161 开关、162 开关、16K 开关在合位，16M 开关在分位；③无闭锁量。

##### 3.1.2 与主变保护的闭锁关系

在图 1 所示的扩大内桥接线方式中共有 3 台主变，其主变保护对备自投的影响是不同的，必须分别考虑。#1 主变主保护和#2 主变高后备保护动作后跳开 161 开关、66 A 开关，此时必须闭锁桥备自投，防止桥备自投动作合于故障主变。

#2 主变主保护及高后备保护动作跳开 16K、66B、66D 开关后，同样必须闭锁桥备自投 16M，否则将合于故障主变。

#3 主变主保护及高后备保护动作跳开 162 开关、16K 开关、66C 开关后，满足无压无流的条件，备自投动作挽救#2 主变的负荷。

综上，可以得出 110 kV 扩大内桥接线方式中桥备自投 16M 的逻辑与主变保护的闭锁关系：

(1) #1 主变在主变保护 (包括主保护、高后备

保护) 动作后，必须闭锁与之相邻的桥开关 16M 的桥备自投，不闭锁 16K 开关的桥备自投。

(2) #2 主变的主变保护 (包括主保护、高后备保护) 动作后，闭锁 16M、16K 开关桥备自投。

(3) #3 主变的主变保护 (包括主保护、高后备保护) 动作后，不闭锁 16M 开关桥备自投，闭锁 16K 开关桥备自投。

##### 3.1.3 考虑开关拒跳的情况

开关拒跳同样会对备自投的逻辑产生影响。在主变保护没有动作、备自投动作跳 162 开关时 162 开关拒跳，此时，备自投逻辑选择终止显然是不合理的，必须再发一个跳闸脉冲去跳桥开关 16K，确认 16K 开关在分位后，合上 16M 开关，最大限度地挽救#2 主变和 10 kV IV 段母线的负荷。#3 主变保护动作，无论 162 开关是否跳闸，必须保证 16K 开关已在分位后，桥开关 16M 才能合上。

##### 3.1.4 动作条件和放电条件

综合上述分析，可以得出扩大内桥接线的 110 kV 桥开关 16M 的桥备自投的动作逻辑如图 5 所示，从图中可以看出共有三个动作条件为：

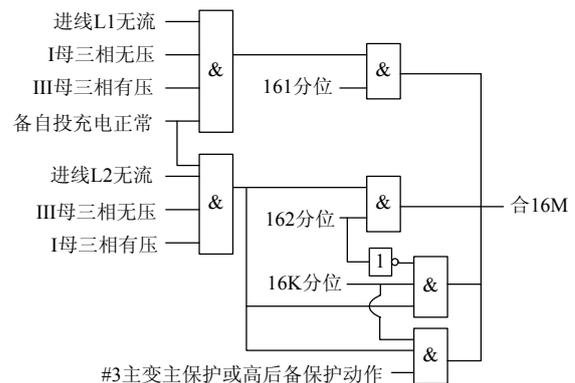


图 5 扩大内桥接线桥备自投逻辑

Fig.5 The logic of sectional back-up switching equipment in enlarging internal bridge main connection

(1) I 母无压，进线 L1 无流，III 母有压，备自投充电正常，备自投动作跳 161 开关，判 161 开关在分位，合上 16M 开关。

(2) III 母无压，进线 L2 无流，I 母有压，备自投充电正常，备自投动作跳 162 开关，判 162 开关在分位，合上 16M 开关；若判 162 开关在合位，则跳 16K 开关，判 16K 开关在分位，合上 16M 开关。

(3) #3 主变保护动作，判 III 母无压、进线 L2 无流、I 母有压、备自投充电正常，备自投动作确认 16K 开关在分位，合上 16M 开关。

放电条件，即闭锁条件，通常发生在备自投条

件不满足或外部闭锁备自投等情况, 如备自投动作后<sup>[2]</sup>, 充电条件不满足时, 手动断合开关, 与主变保护的闭锁关系等。对放电条件的考虑与内桥接线类似, 本文不再一一列出, 需要注意的是主变保护对桥备自投的闭锁应按本文 3.1.2 中的结论来考虑。

### 3.2 进线备自投逻辑分析

本文以运行方式 (3) 为例分析进线备自投的逻辑, 运行方式 (4) 可以通过相似的分析得出同样的逻辑。

#### 3.2.1 充电条件

由运行方式 (3), 可以得出进线备自投 162 的充电条件为: ① I、III 母均有压, 进线 L2 线路有压; ② 161 开关、16M 开关、16K 开关在合位, 162 开关在分位; ③ 无闭锁量。

#### 3.2.2 考虑与主变保护的闭锁关系

#1 主变主保护及高后备保护动作, 跳开 161、16M、66A 开关, 此时, 进线备自投满足进线 L1 无流、I 母和 III 母均无压、进线 L2 线路有压的条件, 进线备自投应动作合上 162 开关来挽救 #2 主变、#3 主变的负荷。

#2 主变主保护及高后备保护动作, 跳开 16K、16M、66B、66D 开关, 此时, 进线 L1 仍然有流、I 母有压, 备自投因此选择不动作显然不合理。进线备自投应动作来最大限度地挽救 #3 主变的负荷, 而 #2 主变的负荷可以通过两个 10 kV 分段备自投来挽救。

#3 主变主保护及高后备保护动作, 跳开 16K、66C 开关, I 母仍然有压、进线 L1 有流, 不满足备自投动作条件, 备自投不会动作。

综上, 可以得出 110 kV 扩大内桥接线方式中进线 L2 的备自投逻辑与主变保护的闭锁关系:

(1) 与运行进线同边的主变的主变保护 (包括主保护、高后备保护) 动作后不应闭锁进线备自投。

(2) 与运行进线不同边的主变的主变保护 (包括主保护、高后备保护) 动作后应闭锁进线备自投。

(3) #2 主变的主变保护 (包括主保护、高后备保护) 动作后不应闭锁进线备自投。

#### 3.2.3 考虑开关拒跳的情况

当没有任何主变保护动作时, 备自投动作先跳 161 开关, 发现 161 开关拒跳后, 再发一个跳闸脉冲跳 16M 开关, 判 16M 开关分位后, 合上 162 开关; 若 16M 开关也拒跳, 那么再发一个跳闸脉冲跳 16K 开关, 判 16K 开关分位后, 合上 162 开关。这样做的目的能最大程度地挽救负荷。

当 #1 主变保护动作, 无论 161 开关是否跳闸, 必须保证 16M 开关在分位, 备自投才可以正确动作; 若 16M 开关拒跳, 则需跳开 16K 开关, 保证 16K 开关在分位, 然后备自投才能动作。

当 #2 主变保护动作, 必须保证 16K 开关在分位, 备自投才可以正确动作, 若 16K 开关拒跳, 则备自投不能动作。

#### 3.2.4 动作条件和放电条件

综合上述分析, 可以得出扩大内桥接线的 110 kV 进线 L2 的备自投的动作逻辑如图 6 所示, 从图中可以看出共有三个工作条件为:

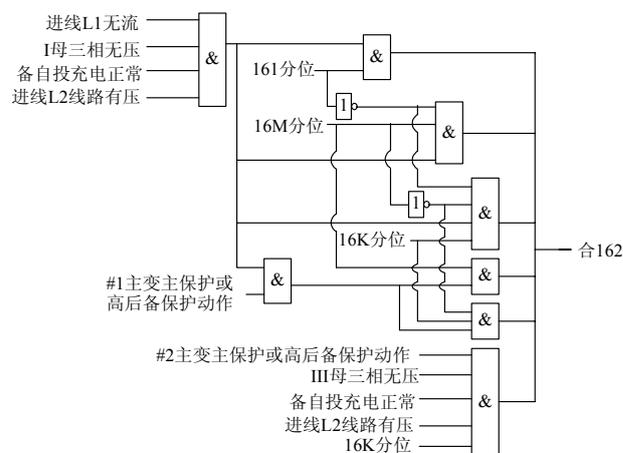


图 6 扩大内桥接线进线备自投逻辑

Fig.6 The logic of incoming-line back-up switching equipment in enlarging internal bridge main connection

(1) 进线 L1 无流, I 母三相无压, 进线 L2 线路有压, 备自投充电正常, 备自投动作跳进线 L1 的 161 开关, 判 161 开关在分位, 合上进线 L2 的 162 开关。若 161 开关拒跳, 则继续跳 16M 开关, 判 16M 开关分位, 合上进线 L2 的 162 开关。若 16M 开关也拒跳, 则继续跳 16K 开关, 判 16K 开关在分位, 合上进线 L2 的 162 开关。

(2) #1 主变保护动作, 判进线 L1 无流、I 母三相无压、进线 L2 线路有压、备自投充电正常, 备自投动作判 16M 开关在分位, 合上进线 L2 的 162 开关。若 16M 开关拒跳, 则跳 16K 开关, 判 16K 开关在分位, 合上进线 L2 的 162 开关。

(3) #2 主变保护动作, 判 III 母线无压、16K 开关在分位、进线 L2 线路有压、备自投充电正常, 备自投动作合上进线 L2 的 162 开关。

对 110 kV 进线 L2 备自投放电条件的考虑与内桥接线类似, 本文不再一一列出, 需要注意的是主

变保护对进线备自投的闭锁应按本文 3.2.2 中的结论来考虑。

### 4 结论

在内桥接线备自投逻辑中,主变保护闭锁桥备自投,但不闭锁进线备自投;在扩大内桥接线备自投逻辑中,主变保护对于备自投的闭锁要复杂得多,与备自投的方式、主接线运行方式、主变所处的位置均有关,必须分别考虑。同时,在分析扩大内桥接线备自投逻辑时还需考虑开关拒跳的情况,因而扩大内桥接线备自投逻辑比内桥接线备自投逻辑复杂得多。本文分析所得出的扩大内桥接线备自投逻辑将为其设计提供参考和借鉴。

值得一提的是,在厂家的技术说明书中<sup>[4-5]</sup>,在内桥接线进线备自投动作逻辑中,主变保护动作,备自投只判断进线开关已跳开后就合上备用电源开关,这种做法显然不合理。假如桥开关拒跳,但进线开关已正常跳开,此时按照厂家的进线备自投动作逻辑可以合上备用电源的开关,必然合于故障主变。因此,厂家内桥接线进线备自投逻辑应增加一条:当主变保护动作后,必须保证桥开关在分位后才能合上备用电源的开关。

### 参考文献

[1] 杨新民,杨隽琳.电力系统微机保护培训教材[M].北京:中国电力出版社,2000.  
YANG Xin-min, YANG Jun-lin. Microprocessor-based Protection of Power System Training Materials[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2000.

[2] DL/T 526-2002 静态备用电源自动投入装置技术条

件[M].北京:中国电力出版社,2002.  
DL/T 526-2002 General Specification for Automatic Bus Transfer Equipment[M]. Beijing:China Electric Power Press, 2002.

[3] 国家电力调度通信中心.电力系统继电保护规定汇编[M].北京:中国电力出版社,2000.  
State Electric Power Dispatching Center of China. Compilation of Power System Relay Protection Regulation[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2000.

[4] RCS-9652 备用电源自投装置技术说明书[Z].南京:南京南瑞继保电气有限公司,2001.  
The Technical Instruction of Automatic Transfer Relay for RCS-9652[Z]. Nanjing: Nanjing NARI-Relays Electric Co., Ltd, 2001.

[5] CSC-246 数字式备用电源自动投入装置技术说明书[Z].北京:北京四方继保自动化股份有限公司,2000.  
The Technical Instruction of Digital Automatic Transfer Relay for CSC-246[Z]. Beijing: Beijing Sifang Automation Co., Ltd, 2000.

[6] 王维俭.电气主设备继电保护原理与应用(第二版)[M].北京:中国电力出版社,2001.  
WANG Wei-jian. Protection Relay Theory of Electrical Main Equipment and Its Application, Second Edition[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2001.

收稿日期:2009-04-23

作者简介:

郭碧媛(1979-),女,硕士,从事电网调度工作;E-mail:biyuan\_guo@126.com

张丰(1971-),男,本科,高级技师,从事变电运行管理和培训工作。

(上接第 115 页 continued from page 115)

HAN Tian-xing. The Tiny Model Protects After the Electricity and the Sutomation Equip Examination to Adjust to Try the Manual [M]. Beijing: China Machine Press, 2004.

[3] 贺家李,宋从矩.电力系统继电保护原理[M].北京:中国电力出版社,1994.  
HE Jia-li, SONG Cong-ju. The Relay Protection Principle of Electric Power System[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1994.

[4] 华北电力调度局文件.《印发“关于进口及引进技术生产的开关防跳回路的反事故措施”的通知》[Z].  
The Document of North China Power Dispatching Bureau. The Massage About Anti—accident Measure for

Circuits Defending Bound in Import or Import Technology Breakers[Z].

[5] 国家电力调度通信中心.电力系统继电保护实用技术问答[M].北京:中国电力出版社,2001.  
State Electric Power Dispatching Communication Center. Electric System Relaying Technology Dialogue (Second Edition)[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2001.

收稿日期:2009-05-15; 修回日期:2009-06-30

作者简介:

陈晓彬(1979-),男,工程师,工程硕士,主要从事继电保护检修管理工作。E-mail:cxbcjb@126.com