

# 断路器失灵保护的应用

广东省电力勘测设计院 张华贵

顾名思义,断路器失灵保护(简称失灵保护)是作为断路器失灵时用的跳闸保护,是一种近后备保护。过去,人们习惯使用过流时限后备和距离后备保护,随着500kV电网的出现,断路器失灵保护愈来愈为人们所重视。现在,我国220kV和500kV系统,均装有断路器失灵保护。它可加快断路器失灵时后备切除故障的时间,提高系统稳定和提高系统运行的可靠性。

在220kV和500kV电力系统中,我们使用了国内,外一些厂家的断路器失灵保护,本文主要介绍断路器失灵保护的应用,并提及500kV $1\frac{1}{2}$ 断路器接线ABB公司的SX91,220kV双母线国产PMH—42失灵保护。

## 1 失灵保护与厂站的主接线有关

在220kV至500kV的发电厂和变电所中,主要有两种主接线,一为双母线,一为 $1\frac{1}{2}$ 段断路器接线,少数为双母线分段及多角形接线。双母线及双母线分段的断路器失灵保护按母线装设, $1\frac{1}{2}$ 断路器接线和多角形接线的断路器失灵保护按断路器装设。其中, $1\frac{1}{2}$ 断路器按串排列,而一串内三个断路器的失灵保护,可作为整体的一串来装设。

## 2 失灵保护的作用

失灵保护作为一种近后备,和距离保护,过流时限保护作为远后备的作用不完全相同。由于远后备存在一定不足,如距离保护II、III段或因切除时间较长,或因第III段躲负荷整定而灵敏度不足,而在500kV系统中,这些远后备的弱点更为暴露。

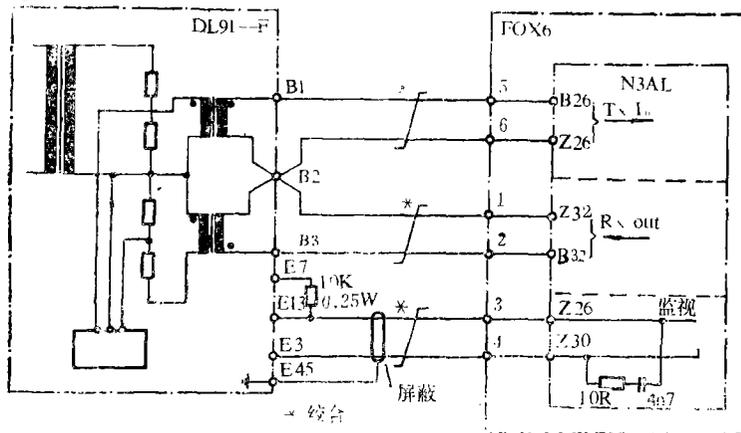


图8 不带电流允许的运行方式

## 参 考 文 献

- [1] Compact Fibre-Optic Transmission System Type Fox6, Description and Technical Data, Publication No. CH-IT101187E, 1987.
- [2] 田广青. FOX 6 L光纤传输系统在江门电网中的应用. 电力系统通信. 1990年第2期.
- [3] Fibre-Optic Compact System Type Fox6, Instruction Manual. HEN F91011.1987.

例如,图 1 电力系统中 $K_1$ 点发生故障,断路器 1 失灵,如果没有装设失灵保护,则断路器 3 和 5 要经距离后备第 II、III 段跳闸,跳闸时间较长,对系统稳定不利,如果断路器 1 装有失灵保护,则可用较短时限使断路器 2 和 4 跳闸,对系统的稳定有利。其次,断路器 3 和 5 的距离后备不一定有足够的灵敏度跳闸,而断路器 1 的失灵保护往往有足够的灵敏度跳闸。这里,失灵保护作为近后备,无论在切除时间及灵敏度上均比距离保护作为后备要好。

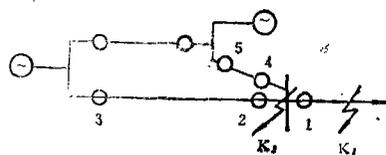


图 1 电力系统示意图

又如 $K_2$ 点发生母线故障,断路器 1 和 4 跳闸,但断路器 2 失灵时,如果没有装设失灵保护,则断路器 3 要用距离后备第 II 段时限跳闸。若断路器 2 装有失灵保护,则可用较短时限使断路器 3 远方跳闸。如果故障母线是六氟化硫 GIS 组合设备,则近后备比远后备切除故障较快,对防止 GIS 设备的进一步烧坏也较有利。

图 2,水电站采用环形接线时,如四角形接线,当环形没有装设断路器失灵保护时,如 $K$ 点发生故障,断路器 1 跳闸而断路器 2 失灵时,则线路 2 对侧的距离后备和 1T、2T 的过流后备跳闸,则会造成全站停电。但若四角形接线按断路器装有失灵保护,当断路器 2 失灵,它的失灵保护会联跳断路器 3,可保留 2T 及线路 2 继续运行,即保留了半个水电站。可见环形接线,装设失灵保护作近后备,对供电的可靠性,更为必要。

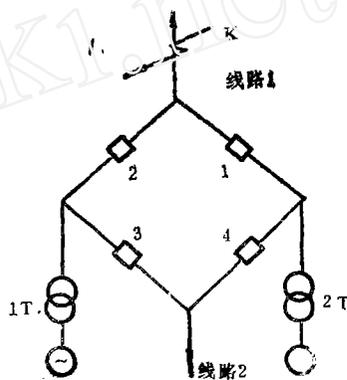


图 2 四角形接线图

图 3, 500kV 采用  $1\frac{1}{2}$  断路器接线, 当它没有装设断路器失灵保护时, 如 $K$ 点母线发生故障, 断路器 4 跳闸而断路器 1 失灵, 则线路 1 和线路 2 对侧的距离后备以及 1T、2T 的过流后备跳闸, 则会造成全站停电。但若  $1\frac{1}{2}$  断路器接线按断路器装有失灵保护, 当断路器 1 失灵, 它的失灵保护会联跳断路器 2, 并发远方跳闸, 可保留线路 2 和 1T、2T 继续运行, 可见  $1\frac{1}{2}$  断路器接线, 装设失灵保护作近后备, 对供电的可靠性, 是远后备所无法比拟的。

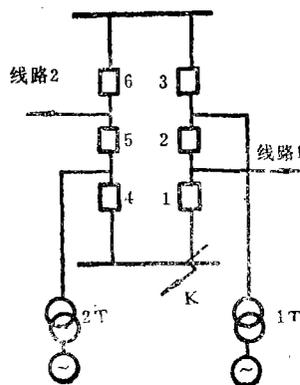


图 3  $1\frac{1}{2}$  断路器接线图

可见 220~500kV 的断路器失灵保护, 无论在双母线、环形接线及  $1\frac{1}{2}$  断路器接线, 都有它独特的作用。尤其在环形接线及  $1\frac{1}{2}$  断路器接线, 其作用更为显著, 不是可有可无的后备保护, 而是必需装设的近后备保护。

### 3 失灵保护的跳闸方案

首先应该指出, 不同厂家的产品有不同的设计思想和跳闸方案, 视产品而异, 本文不一一详述。今以 ABB 公司生产的 SX91 失灵保护来说, 它的跳闸分为两段时限, 每一断路器的失灵保护有两个时间继电器。第一段时限跳本失灵断路器, 先再跳一次, 第二段时限跳有关相邻断路器。这样, 如果第一段时限

跳本失灵断路器成功时，就可避免第二段时限跳多个相邻断路器，对系统的安全供电有利。无论它的第一段或第二段跳闸，都是三相跳闸的，这也包括了远方跳闸。在它三相跳闸的同时，闭锁有关的重合闸。

SX91断路器失灵保护用于500kV 1 $\frac{1}{2}$ 断路器接线时的跳闸方案。见图4、5和表1所示。

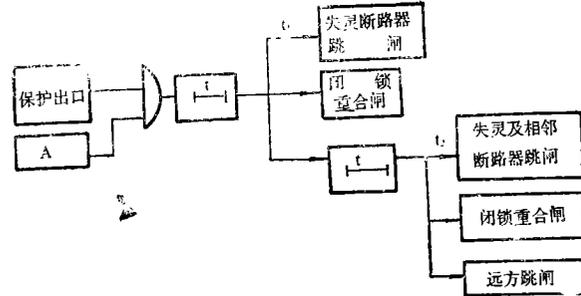


图4 1 $\frac{1}{2}$ 断路器接线，按断路器装设失灵保护简图（两段式跳闸方案）

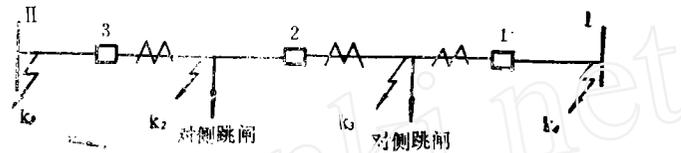


图5 1 $\frac{1}{2}$ 断路器接线图

表1 断路器失灵保护跳闸方案

	断路器 3	断路器 对侧	断路器 2	断路器 对侧	断路器 1	断路器 I母全部	断路器 II母全部	注
K <sub>1</sub>	t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>2</sub>				t <sub>2</sub>	断路器3失灵
K <sub>2</sub>	t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>2</sub>				t <sub>2</sub>	断路器3失灵
K <sub>2</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>2</sub>			断路器2失灵
K <sub>3</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>2</sub>			断路器2失灵
K <sub>3</sub>			t <sub>1</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub>	t <sub>2</sub>		断路器1失灵
K <sub>4</sub>			t <sub>2</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>1</sub> 、t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>		断路器1失灵

从表1中1 $\frac{1}{2}$ 断路器接线的断路器失灵保护跳闸方案可见：

- 3.1 失灵断路器以t<sub>1</sub>时限自跳，以t<sub>2</sub>时限跳相邻断路器。当t<sub>1</sub>自跳断路器成功时，可免跳多个断路器。
- 3.2 中间断路器失灵时，联跳本串三个断路器。
- 3.3 母线侧断路器失灵时。联跳本段母线全部断路器。
- 3.4 以t<sub>2</sub>跳闸对侧断路器。若为线路，则经远方跳闸装置，若为变压器，则联跳变压器对侧断路器。

#### 4 失灵保护的电流检测元件及对电流互感器CT的要求

失灵保护的起动必须同时具备两个条件，一为保护动作，一为电流检测元件动作，（应

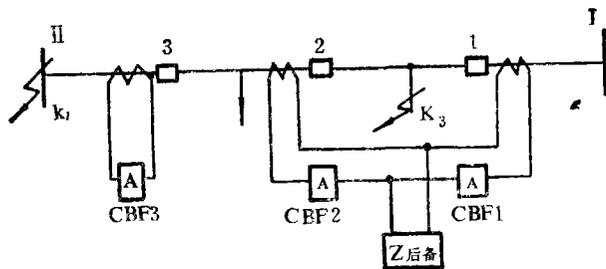


图6 失灵保护电流检测所接CT方案

保证电流元件的最小灵敏度), 其后再启动时限元件。反事故措施指出: “断路器失灵保护启动回路应由能瞬时复归的保护出口继电器触点, 再加上能快速返回的相电流判别元件构成”。保护启动有线路主保护和后备保护、母线保护和变压器保护, 电流元件的快速返回除由厂家制造完善外, 也和选用CT型式及接法有关。

1 $\frac{1}{2}$ 断路器接线的失灵保护, 它的电流检测元件可有两种接法, 一种是串在单独的CT上, 一种是串在和CT的臂上。

例如, CBF即断路器失灵保护所接CT如图6所示, 当K<sub>3</sub>点故障断路器1跳闸, 而断路器2拒动时, CBF1的电流检测元件有汲出励磁电流。若用TPY带小气隙CT, 则汲出电流大, 闭合铁心的5P20CT则汲出电流小, 汲出电流大不利于CBF1的电流检测元件返回。

至于CBF3, 当K<sub>1</sub>点故障, 断路器3跳闸。应用闭合铁心的CT, 如5P20, 当一次侧断路器断开后, 二次电流很快衰减, CBF3的电流检测元件很快返回; 若用TRYCT, 因气隙使CT的励磁电流较大, 当一次侧断路器断开后, 二次电流衰减慢, CBF3的电流检测元件返回慢。

从上可见, 失灵保护要选用闭合铁心的CT, 如5P20, 而不应选用TPY CT, 以使一次侧断路器断开后, 失灵保护电流检测元件返回快。

## 5 失灵保护安全性

失灵保护的误动对电力系统带来很大的危害, 因此失灵保护的安全性是十分重要的。我国厂家生产的双母线失灵保护配有电压闭锁元件, 如阿继生产的220kV用的PMH—42型双母线失灵保护, 它是共用时间继电器, 先以滑动触点跳母联断路器, 后以终时触点跳失灵断路器及有关断路器, 它是三相跳闸的。PMH—42无电压闭锁时, 若失灵保护误启动, 会跳开整条母线的断路器, 为提高安全性, 它带电压闭锁, 且是失灵保护出口跳闸与电压闭锁一一对应连接。这种电压闭锁, 必须保证有足够的灵敏度, 以防拒动。此失灵保护的整定时间, 以滑动触点0.25s跳母联断路器, 以0.5s跳有关断路器。

国外生产的失灵保护, 一般不带电压闭锁。而主要在启动回路、电流检测元件, CT特性, 时限元件及中间继电器上采取措施提高失灵保护的安全性。

5.1 如SX91型失灵保护, 在启动回路上, 它是每回路采用两个时间元件, 第一时限出口先跳本失灵断路器, 第2时限才跳有关断路器。若失灵保护误启动, 一般只误跳一个断路器, 因失灵电流元件断电流很快返回, 不会继续启动第2时限出口误跳。失灵保护带自动检测, 平常有故障可发失效信号及自动闭锁。对1 $\frac{1}{2}$ 断路器接线和多角形接线, 误跳一个断路器只是解环运行, 问题不大。对220kV双母线, 误跳一个断路器不至于误跳整条母线那么

严重。

5.2 检测电流按断路器及按相装设，且检测电流元件要返回快，少于20ms。

5.3 用闭路铁心的CT供电流检测用，不用带气隙的CT，使电流元件返回快。

5.4 时限元件除精度高以外，在时间整定上，第一段时限大于断路器跳闸时间和电流检测元件返回时间之和。一般情况下，电流元件返回时间比保护返回时间快，故可整定失灵第一时限跳本失灵断路器 $t_1 \geq 160\text{ms}$ ，其中断路器跳闸为40ms，电流元件返回时间20ms，裕度取100ms。第二时限取级差160ms，故失灵第二时限跳有关断路器 $t_2 \geq 320\text{ms}$ 整定。

5.5 中间继电器用密封继电器，触点不易误碰。

由于进口的失灵保护无带电压闭锁，是否会误动，是否还要加电压闭锁，将由实践检验。

## 6 失灵保护的扩建

由于220kV及500kV发电厂和变电所要扩建，一方面，可预装失灵保护供扩建用，另一方面，没预装失灵保护供扩建用。当然，扩建同一型号的失灵保护，则整体上和配合上都较好。但由于各种原因，如上期工程的失灵保护并不先进，或厂家产品换型，或由于投资原因，由不同厂家供货，则会产生不同厂家的失灵保护配合使用的问题。

事实上，不同的失灵保护，只要适当衔接，是可以配合使用的，其中，当然要做过细的工作。如500kV $1\frac{1}{2}$ 断路器接线，失灵保护是按断路器配置，而厂家则按串配置供货的。串内三个断路器的内部联跳接线已由厂家做好，只要把串与串互相联跳母线有关断路器的二次接线接好，则可完成失灵保护扩建的任务，不一定非要同一型号的失灵保护方可扩建的。

## 7 失灵保护的独立性

无论国内、外，由于考虑到节约投资，对双母线失灵保护，往往与母线保护合成一个整体，在二次回路上不可分割。这样，失灵保护依附于母线保护，缺乏独立性，当母线保护检修时，失灵保护也被迫退出。为此，有的工程要求失灵保护具有独立性，尤其只有一套失灵保护时，要求其独立性更为迫切。现在阿继生产的PMH—42型双母线失灵保护，可使母线保护与失灵保护互相独立使用。至于500kV $1\frac{1}{2}$ 断路器接线，由于它有独特的近后备作用，更应与母线保护互相独立使用。

失灵保护只用一套，也有个别用两套的。如六氟化硫GIS全封闭组合电器，当断路器失灵时，两套失灵保护可做到双重化，对防止GIS的进一步烧坏更有保证。但不论是否GIS组合设备，因失灵保护属后备保护，只装一套，有独立性便可，持这种观点的较多。

## 8 结 语

断路器失灵保护是一种断路器失灵时用的近后备保护，它与距离，过流的远后备保护不完全相同。断路器失灵时，失灵保护可加快切除系统故障，提高系统稳定和供电可靠性。在500kV的 $1\frac{1}{2}$ 断路器接线和多角形接线上，失灵保护有更大的作用。由于失灵保护关系到跳多个断路器，在运行中，要特别注意它的安全性，使失灵保护发挥它应有的作用。