

# Solkor Rf 线路纵差保护的应用

广东省电力勘测设计院 张华贵

## 摘 要

英国 Reyrolle 厂生产的 Solkor Rf 线路纵差保护是一种很简单的纵差保护。绝缘耐压水平有 5 K V 和 15 K V 两种产品。其中带有隔离变压器的为 15 K V 产品。它们的前期产品是 Solkor R 已运行了几十年。近年来才改进为新产品 Solkor Rf。对 15 K V 耐压产品实际应用时,我们还考虑了相适应的 CT—class 'x' 级及 15 K V 绝缘耐压水平的导引线。把两端的纵差保护装置按环流式联接起来。

在 110 K V 珠海—澳门线路一些电力设备引进的消化过程中,我们认识到线路纵差保护的应用不能只孤立地研究保护装置本身,而应该是电流互感器(以下简称 CT)、保护装置及导引线三个环节构成一个整体的研究,才能正确发挥线路纵差保护的作用。

本文主要介绍 Solkor Rf、CT 及导引线三个环节在 110~500 K V 大电流接地电力系统中所构成的线路纵差保护的应用。并可作 10~35 K V 小电流接地系统所构成的线路纵差保护应用的参考。

线路纵差保护应用于短的电力线路,包括城市中的电力电缆。

## 一、概 述

为什么在现场不能用好线路纵差保护呢?不是出现外部故障误动作,就是出现导引线被击穿或烧坏的情况,致使原理很好的纵差保护得不到应有的作用,反而对它不得好感。其基本原因就是没统一地去研究整个线路纵差保护所造成的。线路纵差保护的应用不能只孤立地研究保护装置本身而不论 CT 的要求和导引线的要求。

其实,线路纵差保护是一个整体,它是由 CT,纵差保护装置和导引线三个环节所构成的。三个环节是互相有机联系和制约着。例如纵差保护的整定值就和两侧 CT 的误差大小有关,整定值愈低,即愈灵敏,则对两侧 CT 误差的要求愈高。反之,整定值愈大,即愈不灵敏,则对两侧 CT 的要求愈低。又如导引线的耐过电压和耐过电流允许值的高低直接影响线路纵差保护的安全运行。耐压和耐流低的导引线往往在外部故障正需要保护不动作时因导引线出现过电压或过流产生危害而使保护误动作。又导引线的心线间是否绞接,会影响施加在保护每一端心间横态电压的大小,没有绞接可能使保护误动作。导引线心间电容值的大小,也会影响到保护的動作值。心间电容值愈大,则保护装置

的动作值愈大。会使保护因灵敏度不足而拒绝动作。

此外,导引线是单独供保护用或导引线是与通讯电话共用通讯电缆,对导引线的耐压要求是不完全相同的。共用时,当通讯心线是用三极放电管接地防过电压而线路纵差保护是经隔离变压器防过电压时,两种不同的安全措施对导引线心间的耐压允许值要求就更高。如果通讯心线能采用隔离变压器,与保护装置同属一种安全措施。则对导引线心间的耐压允许值要求就可降低。很自然地,如果导引线只供保护装置专门使用,则导引线心间的耐压允许值要求也可降低,有500伏便可。因此,除保护外,还要考虑到导引线中有无通讯共用所产生的互相影响。否则,心对间的过电压也会使导引线心间击穿而不正确动作。

以上说明,必须统一地研究CT,线路纵差保护装置,及导引线,恰当地处理好三个环节相互间的关系,才能使线路纵差保护正确运行。

## 二、Solkor Rf 的动作原理

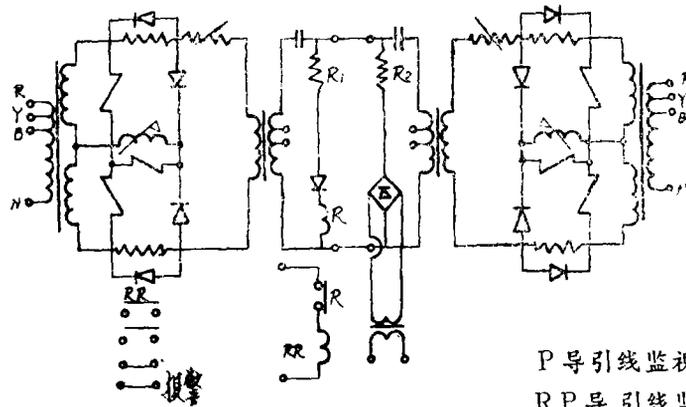
Solkor Rf是线路纵差保护的一种方案,采用环流式接线(图一)。它与国产线路纵差保护不同的地方在于只有一个工作线圈而无串在导引回路中的制动线圈。它串在回路中的是一个高电阻和一个二极管的并联电路来代替。它的作用是使工作线圈在外部短路故障时取得负偏压,从而工作线圈不导电而达到不动作的目的。为了使保护装置的工作不受或少受导引线长短的影响,在导引回路中还插入了所需的可调匹配电阻,使导引线和匹配电阻之总阻值为一常数而运行。

在内部短路故障时,工作线圈跨接的是正向电压,从而达到动作掉闸,清除故障的目的。由于无电流制动线圈,在内部短路故障时,它的整定值不会偏高,从而动作的灵敏度更好。

Solkor Rf是一种可靠而又简单的线路纵差保护。是在已有大量运行经验的Solkor R的基础上进一步改进的新产品,Solkor R是半波整流动作的,而Solkor Rf则是全波整流动作的,这样的改进带来了两个优点,其一,是在内部短路故障时,动作速度提高了,其二,在单侧供电或双侧电源其中一侧为小电源的情况下,内部短路故障时,总的一次动作电流也不变,和两侧对称电源一样。这是一个非常大的优点。其它型式的线路纵差保护往往没有这个优点,而在单侧供电时动作值要加大很多。

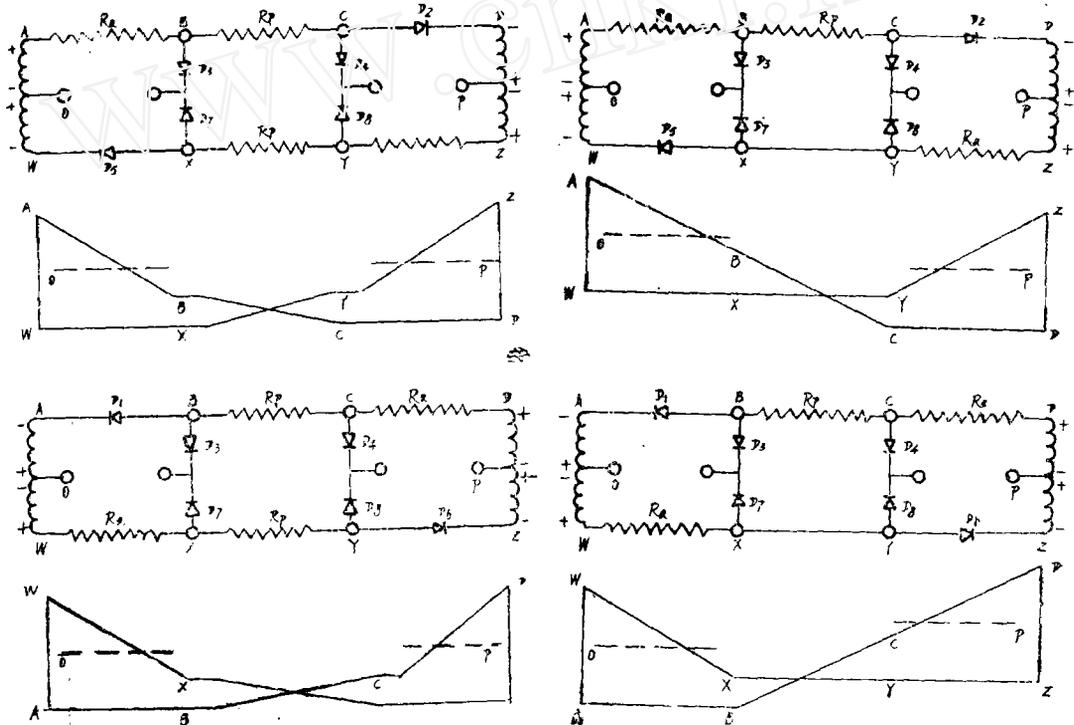
Solkor Rf常用电压分布图来分析其动作情况,着眼点在于工作线圈在外部短路和内部短路时所感受的电压极性不同。如图二~图五所示。图四是为了方便说明起见,设两侧电源对称,更便于理解罢了。当两侧不对称时,导引回路上就会有电流,从大电源侧流向小电源侧。

为了节省导引回路心线,Solkor Rf和国产线路纵差保护一样,采用综合变流器后,只需一对导引心线,由于采用了综合变流器,众所周知,在各种型式故障下,它的动作整定值是不相同的。最低整定值是A相单相接地,最高整定值是AB和BC两相短路。又为了变更单相接地的整定值,用接入中性点不同线圈匝数来实现。因此,Solkor Rf



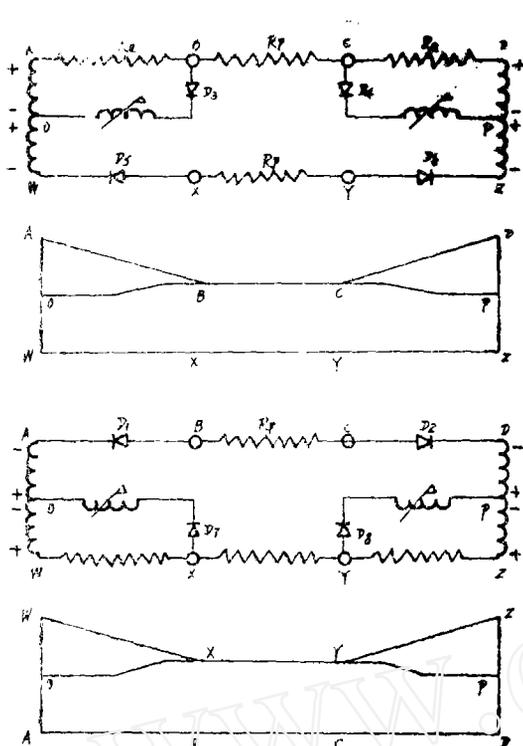
P 导引线监视继电器  
RP 导引线监视重动继电器

图一、15K V 级 Solkor Rf 带隔离变压器和导引线监视装置

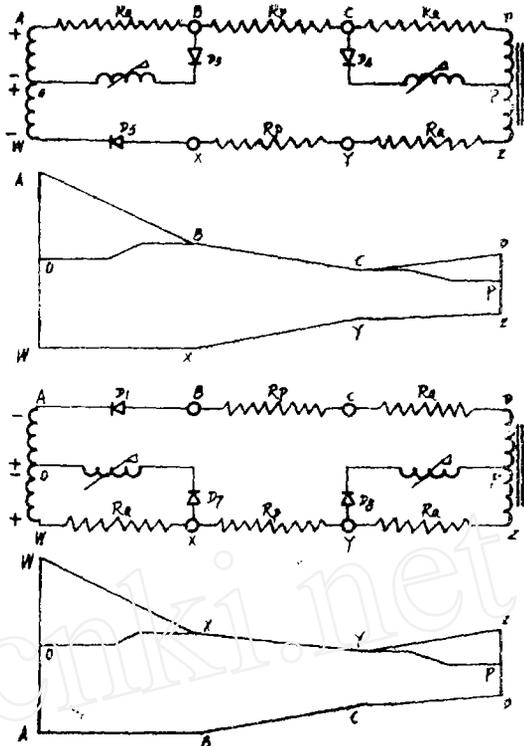


图二、外部短路时, Solkor Rf 电压分布图 (最大导引线电阻、无匹配电阻时)

图三、外部短路时, Solkor Rf 电压分布图 (无导引线电阻最大匹配电阻时)



图四、内部短路时, Solkor Rf电压分布图(双侧电源)



图五、内部短路时, Solkor Rf电压分布图(单侧电源)

的单相接地有二个整定值。但相间则只有一个整定值。如下表所示。表中是以电流互感器的额定电流%值表示的。

故障类型	故障整定值			
	5KV方案		15KV方案	
	N <sub>1</sub>	N匝	N <sub>1</sub>	N匝
A—g	18	25	25	35
B—g	21	32	30	44
C—g	25	42	35	59
A—B	125		177	
B—C	125		177	
C—A	62		88.5	
A B C	72		101	

从表中可见, Solkor Rf在整定时, 一般应躲过外部短路整定值最小的A相单相接地的情况来整定, 而校验灵敏度时, 内部故障应以A—B或B—C两相短路来校验。

### 三、对导引线的要求

Solkor Rf和其它型式的线路纵差保护一样, 它是保护电力线路的, 安装在发电厂或变电站中, 两端用导引线联接起来。当被保护的线路内部或外部发生接地短路时, 地电位升和纵向感应电势会施加在导引线上, 使心对金属护皮产生的过电压将对导引线造成过电压危害。如果导引线的金属护皮是站内接地时, 由于两侧地电位升不同, 还会有很大的护皮电流流过导引线的金属护皮, 这过电流也会对导引线造成危害。(如果导引线的金属护皮是采用站外接地, 则护皮电流大大减少)。因此, 导引线必须有足够的耐压和耐流的措施。

我国现时普遍采用的导引线是由通讯电缆担任, 它是铅包的, 其过电流能力低, 心线对铅包的耐压水平低, 只有交流2KV, 敷设后往往只有1KV。这样低水平的通讯电缆作电力线路纵差保护的导引线, 是很容易因接地故障而烧坏或击穿的。

英国电力部导引线用的通讯电缆标准为 ESI--09--6, 它的绝缘水平心——金属护皮为5KV/1分和15KV/1分两种, 心——心耐压为上述电压水平的一半以上。即分别为3KV/1分和10KV/1分。心线为绞线, 可降低横态感应电压。金属护皮为钢包或铝包, 有很大的过流能力。金属护皮外有PVC塑料绝缘护套。这样的通讯电缆用于电力线路中作导引线是很合适的。不但可作线路纵差保护的导引线用, 而且还同时可作厂站间的电话通讯用。

例如, 根据我省110KV珠澳线的实际情况, 这是大电流接地系统, 且通讯电缆是线路纵差保护和电话通讯共用的, 由于两者的过电压保安措施不同, 纵差保护是用隔离变压器而电话通讯是用三极管接地的, 这两种心对之间, 在接地故障时, 通讯电缆心——心耐压只有500伏是不够的, 必须用提高了绝缘水平的心——心耐压值, 其次110KV珠澳线为空架线, 地电位升比之纵向感应电压对导引线的危害要大得多, 且通讯电缆心对金属护皮的耐压为1KV是远远不够的, 必须有高得多的耐压值。因此选用15KV级耐压水平的通讯电缆是合适的。

此外, Solkor Rf线路纵差保护对导引线的长度及其心间电容是有一定限制的, 厂家规定为:

	最大回路电阻	最大心间电容
耐压5KV的Solkor Rf(无隔离变时)	2000欧	0.8uf
耐压15KV的Solkor Rf有隔离变在抽头1	1760	1
耐压15KV的Solkor Rf有隔离变在抽头0.5	880	2
耐压15KV的Solkor Rf有隔离变在抽头0.25	440	4

在整定时, 要根据心间电容值选取, 并匹配好最大回路电阻值。

## 四、对CT的要求

不同工作原理的保护对电流互感器有不同的要求，我们不应忽视线路纵差保护对CT的要求，而且应该认真对待，才能使保护装置正确工作。

Solkor Rf线路纵差保护，厂家对CT提出如下两点要求。

1. CT的饱和电压不应小于下列公式给出的电压值（伏）

$$CT\text{最小饱和电压} = \frac{50}{I} + \frac{I_p}{N} (R_{CT} + 2R_L)$$

式中：I = Solkor Rf继电器的额定电流

$I_p$  = 穿越故障的最大稳态一次电流

N = CT的变比

$R_{CT}$  = CT的二次电阻

$R_L$  = CT至Solkor Rf综合变流器之间每相的接线电阻

$\frac{50}{I}$  = Solkor Rf由非线性电阻作用的保护装置限压值（伏）

2. 两侧CT二次励磁电流的差值。在CT输出电压为 $\frac{50}{I}$ 伏时，不应相差大于1/20安。

综合上述两点要求，根据习惯的整定方法，即外部穿越最大短路电流时，两侧CT误差所产生的电流差值不应使保护装置误动作。尤其是A相单相接地外部故障时，不应大于Solkor Rf最小的A—g的整定值。但由于Solkor Rf的整定值很小，我们没采用我国10%误差的D级CT，而引进了匝比误差为±0.25%的class'x'级CT。它完全满足了Solkor Rf对CT的要求。

## 五、导引线监视装置

导引线是线路纵差保护组成的一个重要环节，正常时必须使导引线具有良好的工作状态，才能保证保护正确动作。

为此，在正常情况下，必须监视导引线的工作状态。Solkor Rf线路纵差保护配套的导引线监视装置也是很简单的。它是用注入直流环流的原理，保护的一侧由50周整流为直流后加入导引回路上，保护的另一侧在导引回路上用二极管串联电磁继电器来单向接收对方加入的直流。加入直流的大小经限流电阻。并用隔直电容把直流限制在导引线上环流。Solkor Rf的导引线监视装置示于图一。值得指出的是，整流用的变压器和接收直流的继电器接点是有15KV或5KV级的绝缘水平，使与导引线回路安全隔离的。

正常情况下，导引线环流着直流，接收直流继电器的励磁，其常开接点接通重动继电器，重动继电器励磁，其常闭延时400毫秒复归的接点开断警报回路，警报不动作。

当导引线回路开路，短路或交叉接线，接收直流的继电器失磁，重动继电器也失磁，经400毫秒后发出警报。

考虑到导引线回路接地的机率很小，为了简化导引线监视装置，此时导引线监视装置不会发出警报。

当加入整流的交流电源失效时，接收直流继电器失磁，为了区别这一种误发警报的情况，在保护装置发端交流供电电源上并接有一掉牌继电器给予指示。

Solkor Rf导引线监视装置是单方向性的，这可使导引线监视装置简化。

## 六、起 动 元 件：

用电流元件或电压元件作起动元件，防导引线失效或CT断相造成SolkorRf的误动作。

## 七、应 用 实 例

我省110KV珠澳线，长约6公里，双回路。这种短距离的重要联络线，以线路纵差保护作为主保护是很适合的。

从实际考虑，本线路是架空线，当发生接地故障时，两侧变电站接地网的地电位升很高，远大于2KV，而对导引线的感应电压不高，导引线心与地之间作用有以地电位升为主的过电压。而国产耐压2KV的线路纵差保护装置承受不了这个过电压。为此，必须引进耐压高的线路纵差保护。我们选用了有良好运行经验且很简单的Solkor R所改进的Solkor Rf，耐压级为15KV。它是英国Reyrolle厂生产的线路纵差保护装置。

由于线路纵差保护不是孤立的，它对导引线和CT都有一定的要求，110KV珠澳线的导引线是保护和电话通讯共用的，我们选用了心对钢包耐压为15KV级，且心间为10KV级的，PVC为外套绝缘的通讯电缆。它符合英国电力部ESI—09—6标准，此外，我们选用了差动用而误差小的进口的class'x'级CT。

以上三位一体的线路纵差保护的选用，我们认为合适的

最后，我们希望我国也能有耐压5KV和15KV的线路纵差保护的生产。若CT为'x'级，则可用Solkor Rf。若CT为10%误差级，则可用带制动线圈的上继厂的LCD—12型或美国、日本的HCB型。