

输电线路新型距离保护

苏联 И.А. 盖文科著

水利电力出版社

2007.1

输电线路新型距离保护

张明、王、王、王、王

中国电力出版社

輸電綫路新型距离保护

苏联 Ю.А. 盖文科著

刘 維 烈譯

水利电力出版社

內 容 提 要

本书进行距离保护装置概述和分类，叙述了各种现有的和新創造的距离保护型式的构成原理，并将其系統化。

本书示出用在距离保护装置中的阻抗继电器接綫图，叙述了这些继电器的动作原理，其主要特性及评价。

供在继电保护方面具有一定工作经验并熟悉距离保护問題的工程技术人員参考。

Ю. А. ГАЕВЕНКО
НОВЫЕ ТИПЫ ДИСТАНЦИОННЫХ
ЗАЩИТ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ МОСКВА 1955

輸电綫路新型距离保护

根据苏联国立动力出版社1955年莫斯科版翻譯

刘 維 烈譯

*

2764D662

水利电力出版社出版（北京西郊科学路二里沟）

北京市书刊出版业营业許可証出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印

新华书店科技发行所发行 各地新华书店經售

*

787×1092 $\frac{1}{16}$ 开本 * 7 $\frac{1}{2}$ 印張 * 152千字 * 定价(第10类)1.00元

1960年7月北京第1版

1960年7月北京第1次印刷(0001—5,170册)

序 言

蘇聯動力工程的發展，給科學和技術各部門的工作人員提出了一系列極其複雜和重要的任務，以推動蘇聯的動力工程邁進，其中包括繼電保護技術在內。

早在數十年前，繼電保護技術就發展成為電力工程中的一大部門，並要求和電力工程的其他部門一起，解決保證不斷地為國民經濟供電的許多各種不同的、有時又極複雜的問題。

世界上最大的動力系統和遠距離輸電綫路的建設，需要創造新型的保護裝置。它提出要新型的繼電器、保護裝置新的原理和接綫圖，要求已有裝置現代化。

本書試圖對已有的和新創造的距離保護裝置作較系統地和通俗地敘述，不強求論述的完整性。

很可惜，由於本書篇幅的限制，著者不能詳細論述目前運行的距離保護的各種類型。書中僅示出用在這些保護裝置中的阻抗繼電器接綫圖，這些繼電器的動作原理及其主要特性。同時，著者的出發點是，動力系統和研究繼電保護問題的部門具有這些保護的文獻，至於其構成的基本原理，則在 A. M. 費多謝也夫教授的“電力系統的繼電保護”和其他的著作中已有說明。

本書供繼電保護方面具有一定工作經驗並十分熟悉現有文獻的工程師和技術員應用。

在研究所述新裝置時在理論和試驗工作中，A. M. 費多謝也夫和 B. Л. 法布里堪特給予協助，以及在手稿準備付印時，編輯 A. И. 沙瓦斯基雅諾夫提供了許多寶貴意見，著者特對他們表示謝意。

著者

目 录

緒論.....	5
第一章 距离保护装置概述及分类	8
1-1 保护装置按特性的分类	8
1-2 保护装置按继电器型式的分类	10
1-3 保护装置按接线方式的分类	22
第二章 各种阻抗继电器的动作原理	25
2-1 一般动作原理	25
2-2 全阻抗继电器	27
2-3 电抗继电器	33
2-4 方向阻抗继电器	40
2-5 综合式阻抗继电器	47
第三章 布列斯列尔系统的补偿式距离元件的分析	50
3-1 继电器的动作原理	50
3-2 各种短路时继电器的动作情况	54
3-3 振荡及振荡过程中短路时继电器的动作情况	64
3-4 过渡电阻对继电器工作的影响	69
3-5 继电器的总评价及其应用范围	72
第四章 用于小电流接地网络的、电流启动的 ПЗ-152 型 单系统距离保护装置	73
4-1 构成原理	73
4-2 距离元件的特性	76
4-3 保护装置总接线图及其主要部件	78
4-4 保护装置的总评价	87
第五章 用于小电流接地网络的带全阻抗继电器启动的	

Π3-153 型單系統距离保护裝置	89
5-1 構成原理	89
5-2 保护裝置总接綫圖及其主要部件	94
5-3 保护裝置的总評價	101
第六章 用于大电流接地網絡的 Π3-157 型距离	
保护裝置	103
6-1 構成原理	103
6-2 保护裝置的特性	107
6-3 保护裝置的主要部件	110
6-4 保护裝置的操作迴路接綫圖	123
6-5 整定和調节的特点	128
6-6 保护裝置的总評價	134
第七章 重載長綫路保护裝置的特点	136
7-1 網絡参数的特性	136
7-2 对距离保护裝置的技术要求	139
7-3 用于長綫路保护裝置中的繼电器及輔助裝置的型式	140
第八章 帶感应式繼电器的速动距离保护裝置	145
8-1 構成原理	145
8-2 構成及整定的特点	149
8-3 保护裝置总評價及改善参数的途徑	153
第九章 以閉合磁路繼电器为基础的整流式距离	
保护裝置	157
9-1 整流式距离保护裝置的动作原理	157
9-2 主要执行元件	160
9-3 繼电器接綫中的主要部件	164
9-4 繼电器的总接綫及其整定和調节特点	180
9-5 繼电器特性及其評價	191
第十章 具有橢圓特性的整流式距离保护裝置	195
10-1 具有橢圓特性的繼电器構成原理	195

10-2	主要执行元件	198
10-3	繼电器接綫的主要部件	201
10-4	繼电器的总接綫圖及結構	217
10-5	繼电器特性及其評价	219
附录		221

緒 論

動作時間決定于保護裝設地點到故障點間隔(距離)的保護稱為距離保護。距離愈大,保護裝置時延愈長。保護裝置的這種特性,原則上可以保證它在具有很多不同運行方式的、多電源的、任何結構的網絡中有選擇地動作。

保護裝置動作時延隨故障點距離的增長,可以是均勻的、階段式的,或是兩者綜合的。目前,由於提高了对快速動作的要求,以及帶均勻和綜合特性保護裝置結構的複雜性,因此,時延對故障點距離具有階段特性的保護裝置,得到了最廣泛的應用。

現有距離保護裝置中的大多數,具有三個時延階段。第一階段是速動的,它保護大約 80% 的綫路,并無附加時延地作用于跳閘。第二階段具有 0.5~1.5 秒左右的時延,包括綫路長度的 120% 或更多,主要用作綫路末端和下級變電站母綫的保護。第三階段是備用的,主要是在故障綫路的保護裝置和遮斷器拒絕動作時,用它來斷開與故障綫路相鄰的綫路。

距離保護裝置的動作區段,可以对每一段用單獨的繼電器來實現,或是对某幾段用同一個繼電器來實現。后者由一保護區逐漸地轉換到另一區,有時,也由一相轉換到另一相。

保護裝置階段性的動作時間,由專門的時延元件決定,時延元件可以每段用獨立的,或是某幾段共用。

在保護裝置的某幾個相或保護區具有共同的距離元件或

時間繼电器时，保护装置应裝設專門的启动元件，它在發生短路时启动，并和保护裝置其他元件的动作相配合。在个别情况下，启动元件也可起到某些特殊的作用，例如，仅在短路时才給接綫加上电流或电压，用来躲开过载等。

通常，距离保护装置应具有动作的方向性，为此，采用專門的功率方向元件，或者直接利用启动或距离元件本身的方向特性。

保护装置各段所限定的距离特性，在保护中应用阻抗繼电器来产生，阻抗繼电器是一种特殊的繼电器，其动作由加于繼电器的电压和电流之比值决定。

該比值具有阻抗的因次，这就确定了这种繼电器的名称。

阻抗繼电器实现电流和电压数值之間的比較，以及它們与預先給定的、决定保护区大小的参数的比較。

因此，在一般情况下，距离保护装置包括：

- 1) 启动元件；
- 2) 距离元件；
- 3) 时延元件；
- 4) 功率方向元件。

在一系列情况下，保护装置还包括附加元件，它們容許保护装置在这种或那种情况下动作，或防止其动作；或者，完成个别的特殊的职能。

按照保护装置所用的电器型式和具体的工作情况，保护装置个别部件作用的結合(会使个别机构复杂)，可簡化总接綫圖，并改善某些輸出参数(首先是快速动作)。

最常实现功率方向元件和距离元件或启动元件作用的結合。对于这种情况，在保护装置接綫中应用了具有动作方向性的阻抗繼电器。这种結合可以簡化接綫圖，并可避免这些

元件动作配合的必要性。启动元件和闭锁元件很少结合，虽然它也使接线图简化。

不过，保护装置个别元件作用的结合，不仅有好的方面，而且也有坏的方面。例如，方向启动阻抗继电器的应用，在线圈接成Y/ Δ 的变压器后短路时，使保护装置的工作恶化。方向元件和距离元件作用的结合，在经过过渡电阻的邻近短路时，使继电器的工作条件变坏。

几种作用的保护元件，常常不能保证用几个相应的单独元件配合时所得到的灵敏度。同时，也增加了保护装置接线中个别回路的相互干扰，和难以得到独立的调整。

考虑到这些，保护装置不同元件作用的结合，应估计到该型保护装置的具体工作条件和对其提出的要求来进行。

为了能按所述过程判断叙述的保护装置适应于其具体工作条件的程度，应根据其试验模型的实验数据，给出该保护装置的特性和输出参数。

第一章 距离保护装置概述及分类

1-1 保护装置按特性的分类

阻抗继电器的动作，系基于正比于保护装设地点的电压和电流数值的比较，以及它们与某些预先给定的、决定保护区大小的参数的比较。按照比较方法，阻抗继电器分成下列主要型式：

1. 全阻抗继电器，它反应电压和电流向量間模的比值，而不反应向量間角度的大小。这种继电器的特性，在以 r 和 x 为軸的复数面上，用圆心通过座标原点的圆来表示（圖 1-1）。

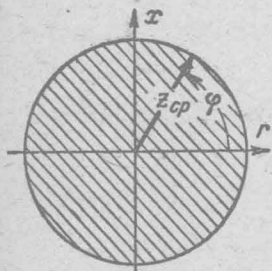


圖 1-1 全阻抗继电器的
 $z_{cp}=f(\varphi)$ 特性

这种型式的距离元件，在制造和运行上都是最简单的，故对线路总阻抗有功和无功分量，不要求在不同灵敏度的情况下，应用范围很广。它们大量用在35千伏电压的配电網中，作为主要保护装置的启动元件和距离元件；也用在110~220千伏網格的备用保护中。

2. 电抗继电器，它反应数值 $x_p = \frac{U_p}{I_p} \sin \varphi$ ，式中 U_p 和 I_p 是加于继电器的电压和电流， φ 是电流和电压向量間的角度。这种继电器的特性，在以 r 和 x 为軸的复数面上，用平行于横軸的直線来表示（圖 1-2）。

在短路点过渡电阻可能改变短路支阻抗的大小，以使在

帶全阻抗距离元件的距离保护拒絕动作的情况下，这类繼电器得到广泛的应用。

3. 电阻繼电器，它反应数值 $r_p = \frac{U_p}{I_p} \cos \varphi$ 。这种繼电器的特性，用平行于縱軸的直線来表示(圖1-3)。

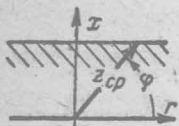


圖 1-2 电抗繼电器的 $z_{cp} = f(\varphi)$ 特性



圖 1-3 电阻繼电器的 $z_{cp} = f(\varphi)$ 特性

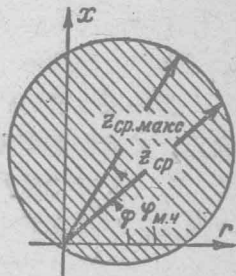


圖 1-4 方向阻抗繼电器的 $z_{cp} = f(\varphi)$ 特性

这种繼电器用在網絡被保护区电抗很小或不固定而电阻值很大的情况下，例如电纜網絡、帶串联补偿的綫路等。

4. 方向阻抗繼电器，它反应数值 $z_{cp} = \frac{U_p}{I_p} \cos(\varphi - \varphi_{m.u})$ ，式中 $\varphi_{m.u}$ 是繼电器的最大灵敏角。这类繼电器的特性，用圓周通过座标原点的圓来表示(圖1-4)。

这种型式的繼电器受振盪和过载的影响很小，因而被用于重載長輸电綫的保护裝置之中。

5. 綜合式阻抗繼电器，其特性介于上述繼电器的特性之間。

由于整定中的某些困难，这种繼电器目前很少用作主要的距离元件，而常用作輔助的繼电器，如相位限制器(“шоры”)、高频發送器的启动元件等。

6. 多相补偿式繼电器，其动作原理是根据二个或几个

对应于繼电器端点的电压，同所謂补偿电压的比較而得，后者的数值，等于短路电流在保护区虚拟阻抗上的压降。这种繼电器最著名的型式，是比比西(B.B.C.)公司的L-3型繼电器，和布列斯列尔(A.M.Бреслер)系統繼电器。L-3型繼电器在苏联的繼电保护中实际上几乎未得到应用。布列斯列尔系統繼电器的应用范围很广。

这种繼电器的特性，仅能在个别情况下表示在复数阻抗面上。其动作原理和特点以后將詳細叙述。

7. 具有特殊特性的繼电器。其中包括帶拋物綫、橢圓、双曲綫、环形和其他特性的繼电器。具有特殊特性的距离保护裝置的产生，是輸电綫路長度、輸送功率的增加和提高了对保护裝置快速动作的要求所引起的。这时，帶独立的启动、距离、方向、閉鎖和其他元件的保护裝置已不能保証所希望的断开時間；同时，也要求用尽可能少的繼电器使它們的作用結合起来。

按照距离元件的特性，同样也可区分各种型式的距离保护裝置。

1-2 保护裝置按繼电器型式的分类

一、距离保护裝置中应用的繼电器型式

目前，在距离保护裝置中几乎应用了所有已知的繼电器型式，其中有：电磁式、电动式、感应式、热式、磁电式、極化式、磁性式（磁放大器型）、电子式。

在这些繼电器的型式里，目前最流行的是前三种，因为采用这些繼电器型式的保护裝置的特点是簡單，并且具有所要求的特性。

最近,由于提高了对灵敏度和快速动作的要求,特别在具有特殊特性的保护装置中,后四种继电器也得到广泛的应用;在这些保护装置中,其他型式的继电器通常总是不适用的。

热力式继电器由于很大的惯性、不良的返回系数和一系列其他的特点,在距离保护装置中几乎未得到实际的应用。

二、电磁式距离元件

以平衡式和带转动衔铁的电磁式继电器为主的距离保护装置,得到广泛的应用。

这是由于这些继电器的运动系统很容易实现平衡,并且从消除重力和震动时产生惯性力的影响等观点看来,也是极有利的。

图 1-5 和 1-6 示出平衡杠杆式继电器和带双转动衔铁的

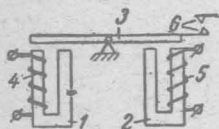


图 1-5 电磁式平衡杠杆继电器的结构图

1—工作系统磁导体; 2—制动系统磁导体; 3—杠杆;
4、5—线圈; 6—接点。

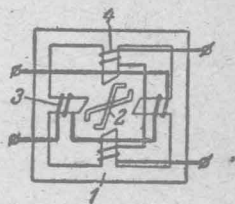


图 1-6 双衔铁电磁式继电器的结构图

1—磁导体; 2—衔铁;
3、4—线圈。

继电器的结构图。前一种继电器型式在西屋公司中广泛应用,后一种则在某些其他的外国公司里采用。

这种继电器的型式未在苏联的工业中应用。电磁式继电器的主要特点如下:

1. 转矩随衔铁的行程急剧增长。这是由于衔铁变动

时改变了迴路的磁阻，若电抗考虑为线性的，则衔铁上的力便是平方的。因此，这种继电器具有低的返回系数。例如，对于Metro-Vickers公司的阻抗继电器，其值约为0.3，这是不能允许的。

为了提高返回系数，电磁式继电器装设转矩剧烈增加的弹簧，或配备特殊形状的继电器衔铁等。不过，这些措施仅部分地消除了上述缺点，而同时却使继电器的构造复杂。

2. 相当高的灵敏度。继电器的灵敏度高，是由于按其作用原理允许有小气隙的结构，因而磁路磁阻较许多其他型式继电器为小。简单和灵敏，是这种继电器应用范围很广的主要原因。

3. 继电器的转矩和其线圈中的电流相位有关。为了减小这种关系，在磁导体或衔铁中设置遮盖大部分截面的短路线圈，以便将电流分成二个相位不同的分量，或者进行电流的整流和滤波。不过，对快速动作的距离元件而言，短路线圈的滤波作用照例是不足的。正如实验指出：为了在动作时间大约两个周波的距离元件的工作中得到10%的准确度，继电器转矩数值对相位的变化不应超过12~15%。这是短路线圈所不能保证的。

用分成相位不同的电流分量的方法使转矩平滑，要求具有两个环流该电流分量的单独线圈的磁导体。这种方法可以得到实际上不变的转矩；不过，继电器的构造和整定将大大复杂起来。

在带电磁式继电器的距离元件中采用整流是不好的，因为它大大复杂了线路，而并不能在本质上改善参数。

4. 轴上（对于平衡式继电器）具有很大的侧压力，这是继电器很大的缺点。转矩和气隙数值间的重要关系，不容

許在軸承上有很大的空隙。在空隙小、軸直徑大和杆槓結構重的情況下，慣性和摩擦力就要增加，亦即降低了繼電器的靈敏度和快速動作。為了減小摩擦，圓形的軸改為三稜形的，或者卸下它，用相互反抗的工作和制動系統來實現，並在杆槓上沿軸的一端裝設銜鐵。不過，這時破壞了臂的平衡，如上所述也是不恰當的。

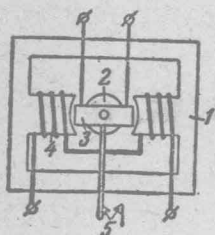
雙銜鐵繼電器的上述缺點不大，但較難得到同樣的靈敏度和快速動作，而其結構也較複雜。

因此，在相當簡單和高靈敏度方面，電磁式繼電器具有一系列重大的缺點。

在應用電磁系統時，這些缺點很少表現為全阻抗繼電器的延緩動作，而主要表現在快速動作的電抗繼電器對綫路阻抗各分量具有不同靈敏度的其他繼電器中。因此，西屋公司的這種電抗式保護裝置未得到廣泛應用。

三、電動力式距離元件

電動力式繼電器的種類很多。圖1-7示出，一種型式的電動力式繼電器的結構圖。繼電器能保證廣泛應用的主要優點是：



- 1) 可以接入交流迴路或直流迴路；
- 2) 相當高的靈敏度和快速動作；

圖 1-7 電動力式繼電器的結構圖

1—磁導體；2—鐵心；3—可動線圈；4—軛上的線圈；5—接點。

- 3) 轉矩和頻率實際上無關；
- 4) 返回係數高。

不過，這種繼電器也有一系列的缺點，這些缺點在實現電動力式的功