

阻抗继电器与距离继电器分类的补充说明

李晓明

(山东大学电气工程学院, 山东 济南 250061)

摘要: 给出阻抗继电器与距离继电器新的定义。进一步阐明了阻抗继电器与距离继电器的特点。说明了阻抗继电器是建立在测量阻抗概念上的一类继电器;距离继电器是建立在补偿电压特点基础上的一类继电器。规定了测量阻抗动作特性和支接阻抗动作特性的适用范围。提出了阻抗继电器的两条性质,并给出这两条性质的应用实例。最后对距离继电器的进一步发展给予展望。

关键词: 测量阻抗; 支接阻抗; 阻抗继电器; 距离继电器

中图分类号: TM58 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2003)02-0051-03

1 引言

输电线路距离保护测量元件是电力系统继电保护领域最热门的研究课题之一。世界上每年都有大量这方面的研究论文发表。为了方便距离保护测量元件的研究与分析,我国继电保护科研人员首先提出把距离保护测量元件划分为两大类的思想^[1],即第 类距离继电器和第 类距离继电器。随着研究的深入,又改称为单相阻抗继电器(第 类距离继电器)和多相距离继电器(第 类距离继电器)^[2]。以上两种分类都以测量元件输入量的多少为划分依据。为了更深入地反映这两种继电器的本质特点,笔者在文献[3]中,以距离保护测量元件的发展思路为依据,提出将距离保护测量元件划分为阻抗继电器与距离继电器两大类的观点。本文将对文献[3]叙述不够完整的部分作进一步的阐述。

2 阻抗继电器与距离继电器

2.1 阻抗继电器

阻抗继电器输入一个测量电压 U_j 和一个测量电流 I_j 。 $Z_j = U_j / I_j$ 称为测量阻抗。阻抗继电器在阻抗复平面上给出一动作区域,该动作区域可以用数据图表的形式给出,也可以用阻抗动作方程的形式给出。阻抗继电器反应测量阻抗的变化,当测量阻抗进入动作区域时,阻抗继电器输出动作信号;否则输出不动作信号。

2.2 距离继电器

在距离保护的测量点可以构造出六个补偿电压:

$$\begin{cases} U_A = U_A - (I_A + 3KI_0)Z_{zd} \\ U_B = U_B - (I_B + 3KI_0)Z_{zd} \\ U_C = U_C - (I_C + 3KI_0)Z_{zd} \\ U_{AB} = U_{AB} - I_{AB}Z_{zd} \\ U_{BC} = U_{BC} - I_{BC}Z_{zd} \\ U_{CA} = U_{CA} - I_{CA}Z_{zd} \end{cases}$$

式中: U_A 、 U_B 、 U_C 为测量点处的相电压; U_{AB} 、 U_{BC} 、 U_{CA} 为测量点处的相间电压; I_A 、 I_B 、 I_C 为相电流, I_{AB} 、 I_{BC} 、 I_{CA} 为相电流差; I_0 为零序电流; K 为补偿系数; Z_{zd} 为整定阻抗,其值等于线路被保护区段的正序阻抗。

距离继电器在一定的参考系统(极化电压)中,规定了补偿电压的动作区域。当线路被保护区段内部短路时,补偿电压落入该动作区域,距离继电器输出动作信号;如果补偿电压没有落入该动作区域,输出不动作信号。

2.3 阻抗继电器的应用

阻抗继电器可以用作线路距离保护的测量元件,也可以用于其它场合。当然,阻抗继电器主要还是用作线路距离保护的测量元件。如没有特别说明,所谓阻抗继电器指的就是用于线路距离保护测量元件这一部分。阻抗继电器的测量阻抗动作特性是自身固有的,与应用场合没有关系。阻抗继电器选用什么作为测量电压和测量电流,根据应用场合而定。阻抗继电器用作线路距离保护测量元件时,测量阻抗应能够正确反映短路点的距离。这就要对阻抗继电器的测量电压和测量电流进行选择,即阻抗继电器接线方式的选择。当接地阻抗继电器 Z_A 、 Z_B 、 Z_C 的测量电压分别选择 U_A 、 U_B 、 U_C , 测量电流分别选择 $I_A + 3KI_0$ 、 $I_B + 3KI_0$ 、 $I_C + 3KI_0$ 时,故障相

阻抗继电器的测量阻抗能正确反映保护安装处至短路点的距离。当相间阻抗继电器 Z_{AB} 、 Z_{BC} 、 Z_{CA} 的测量电压分别选择 U_{AB} 、 U_{BC} 、 U_{CA} ，测量电流分别选择 I_{AB} 、 I_{BC} 、 I_{CA} 时，故障相阻抗继电器的测量阻抗也能反映保护安装处至短路点的距离。如果阻抗继电器不是用于线路距离保护，而是用于失磁保护，测量电压和测量电流可以选择其它方式。此时，测量阻抗与短路距离没有直接的关系。

2.4 阻抗继电器与距离继电器的抗过渡电阻能力

阻抗继电器与距离继电器的抗过渡电阻能力是十分重要的指标。对阻抗继电器，可以用测量阻抗的概念，也可以用支接阻抗的概念对其进行分析比较。对距离继电器只能用支接阻抗的概念进行分析比较。这是因为，距离继电器的动作特性不但与自身的动作方程有关，还与一次系统的参数直接相关。支接阻抗是一个与一次系统直接相关的概念。只要说明这是距离继电器的支接阻抗动作特性，实际上就定义了，这是在某种一次系统结构、某种系统参数，某种短路类型条件下，距离继电器的动作特性。测量阻抗的概念则不然。阻抗继电器可以脱离一次系统孤立地讨论其测量阻抗动作特性，各种阻抗继电器可以相互比较他们的测量阻抗动作区的大小、形状和位置等等。也可以脱离具体的阻抗继电器，孤立地从一次系统讨论各种运动条件下从继电保护安装处观测到的测量阻抗变化情况。

当前，国内的教科书与论文，或者用测量阻抗讨论距离继电器的动作特性，或者用测量阻抗的概念定义距离继电器（例如：电抗型距离继电器）的做法应予纠正。特别是阻抗继电器与距离继电器之间进行抗过渡电阻能力比较时，两者都统一用支接阻抗动作特性进行分析比较，才有可比性。

为叙述方便，阻抗继电器测量阻抗动作特性可简称为阻抗继电器动作特性。距离继电器支接阻抗动作特性简称为距离继电器动作特性。阻抗继电器的支接阻抗动作特性则不应简称。

3 阻抗继电器的性质及实例分析

3.1 阻抗继电器的性质

以下讨论阻抗继电器的两种性质。

性质 1：假设有一阻抗继电器的动作区为 Z ，另一阻抗继电器的动作区为 Z' ，且 Z' 包含在 Z 之中，如图 1 所示。如果 Z 阻抗继电器动作，则 Z' 阻抗继电器必定动作。如果 Z 阻抗继电器不

动作，则 Z 阻抗继电器必定不动作。上述特性与一次系统无关。

性质 2：假设有一阻抗继电器的动作区为 Z ，另一阻抗继电器的动作区为 Z' ，且 Z' 包含在 Z 之中，如图 1 所示。 Z 与 Z' 阻抗继电器经与门出口的动作特性，等效于 Z' 阻抗继电器的动作特性。逻辑关系如图 2 所示。

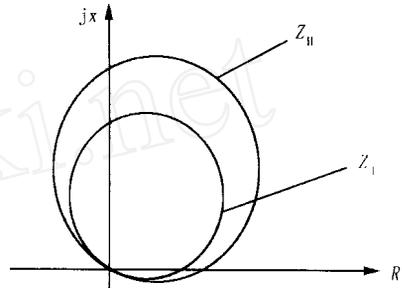


图 1 阻抗继电器动作区示意图

Fig. 1 Action area of impedance relay

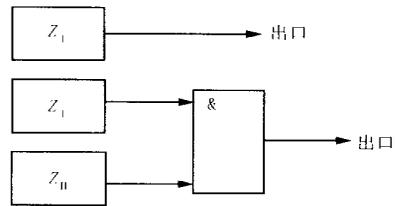


图 2 阻抗继电器动作特性等效关系图

Fig. 2 Equivalent relation of impedance relay action characteristic

以上两条特性的意义在于：创新的方法之一是逆向思维。距离继电器不具有上述特性，这恰恰可以利用。

3.2 案例分析

一个成功的案例是解决了多相补偿相间距离继电器区外短路与振荡同时发生时的可能误动^[4]。多相补偿相间距离继电器的动作方程为

$$360^\circ \arg \frac{U_{AB}}{U_{BC}} 180^\circ$$

在单电源辐射线路发生两相短路，并令系统正序阻抗为 Z_{M1} ，支接阻抗 $Z_T = Z_{F1} + R_g/2$ ，则 段与

段多相补偿相间距离继电器支接阻抗动作特性如图 3 所示。由于这是支接阻抗动作特性，所以，图 3 仅仅说明，在单电源辐射线路，在两相短路条件下，有 Z 距离继电器动作， Z' 必然动作； Z 不动作， Z' 必然不动作。但是，在双侧电源，且系统振荡与短路同时发生的条件下，就可能发生 Z 动作， Z' 不动作的现象。此时，段距离继电器与段距离

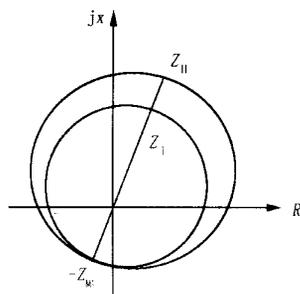


图3 段与段多相补偿相间距离继电器支接阻抗动作特性

Fig. 3 Sub-circuit impedance action characteristics of phase distance relay with multi-phase compensation in and sections

继电器经与门出口的动作特性就与段距离继电器单独出口的动作特性不一样了。文献[4]利用段与段距离继电器组合的动作特性优于段距离继电器单独的动作特性,成功地解决了多相补偿相间距离继电器区外短路可能误动的缺陷。

4 结论

阻抗继电器与距离继电器的分类,确实给研究工作带来了好处。用一超级界面把区外短路时补偿

电压的变化范围与区内短路时补偿电压的变化范围区分开来,这就是距离继电器的动作判据。更简捷、更明确地把这一超级界面描述出来,把各种各样的距离继电器动作判据统一到一个数学模型中,还需我们努力。但愿智能机器能够帮助人们早日实现这一目标。

参考文献:

- [1] 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术[M]. 北京:中国电力出版社,1981.
- [2] 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术(第二版)[M]. 北京:中国电力出版社,1997.
- [3] 李晓明. 阻抗继电器与距离继电器的特点[J]. 继电器, 2001,29(6):20-22.
- [4] 李晓明. 具有新判据的多相补偿距离继电器[J]. 山东工业大学学报,1989,19(1):1-8.

收稿日期: 2002-04-11

作者简介:

李晓明(1956-),男,本科,副教授,研究方向为电力系统继电保护、计算机在电力系统中的应用。

The complement about the classification of impedance relay and distance relay

LI Xiao-ming

(Shandong University, Jinan 250061, China)

Abstract: This article presents the new definitions of impedance relay and distance relay and further clarifies their characteristics. It shows that impedance relay is a kind of relay based on the concept of measuring impedance and distance relay is a relay which is typical of compensating voltage. It also puts forward the applicable range of measuring impedance and sub-circuit impedance action features. This article gives the two qualities of impedance relay as well as the application examples. Finally, the development prospect of distance relay is highly expected.

Key words: measuring impedance; sub-circuit impedance; impedance relay; distance relay

(上接第50页)

Development and application of new reactive integrated control device about distribution transformer

LIU Wu-sheng, HE Fang

(Yinnan Power Feeding Company, Wuzhong 751100, Ningxia Province, China)

Abstract: In term of operating condition and reactive compensation in distribution system, the systemic explication is given about development and application of reactive integrated control device in Yinnan Power bureau, and emphasis is given to analysis on the technic peculiarity, economic benefit and application of the reactive integrated control device.

Key words: distribution system; complex switch; reactive compensation; economic benefit