

——H-11/B型

继电保护屏检验

水利电力部电力生产司编

PLH-11/B 型

继电保护屏检验

水利电力部电力生产司编

水利电力出版社

内 容 提 要

全书分原理、检验和附录三部分。主要内容除介绍了PLH-11/B型继电保护屏及其主要元件的基本原理外，着重对该屏检验的项目、方法和要求等作了原则规定。为便于读者参考使用，在附录中还对运行调试中的一些问题作了典型分析。

本书可作为各使用单位编写现场检验规程的依据，也可作为其他型式整流型距离保护检验工作的参考和现场培训工人的学习材料。

PLH-11/B型继电保护屏检验

水利电力部电力生产司编

*

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

1978年5月北京第一版

1978年5月北京第一次印刷

印数 00001—19300 册 每册 0.32 元

书号 15143·3316

前 言

为了提高继电保护的检验质量，解决现场检验工作和培训的迫切需要，我部决定组织编写一些主要继电保护装置的有关检验方面的指导性书籍，供现场参考使用。其中委托陕西省电业管理局编写的《PLH-11/B型继电保护屏检验》已编写完毕，并经审定。现由水利电力出版社出版。

本书分原理、检验和附录三部分。主要内容除介绍了PLH-11/B型继电保护屏及其主要元件的基本原理外，着重对该屏检验的项目、方法和要求等作了原则规定。在附录中，还对运行调试中的一些问题作了典型分析，以供参考。

本书可作各电业单位编写现场检验规程的依据，也可作为其它型式整流型距离保护检验工作的参考和现场培训工人的学习材料。

各单位在使用中如发现本书内容有不完善的地方，请将意见寄水利电力部电力生产司，以便再版时修改。

水利电力部电力生产司

一九七七年九月二十八日

目 录

前 言

第一章 保护屏的概述和基本原理	1
第一节 保护屏的组成和应用	1
第二节 测量元件	2
第三节 起动元件	11
第四节 负序电流元件	15
第五节 断线闭锁装置	19
第六节 距离保护直流回路	20
第二章 保护屏的检验	26
第一节 新安装和定期检验项目	26
第二节 保护屏外部检查及内部和机械部分的检查调整	29
第三节 绝缘检验	30
第四节 各元件的主要部件检验	37
第五节 测量元件电气特性试验及调整	48
第六节 起动元件电气特性试验及调整	44
第七节 负序电流元件电气特性试验及调整	45
第八节 断线闭锁装置电气特性试验及调整	47
第九节 距离保护直流回路检验	48
第十节 距离保护整组动作时间特性检验	53
第十一节 用系统工作电流及电压的检查	55
附录	
附录一 影响测量元件特性圆的因素	57
附录二 影响极化电压相角的因素	66
附录三 阻抗元件最小精确工作电流	71

附录四	测量元件中电流对电压回路的干扰	74
附录五	记忆回路暂态过程对测量元件性能影响	77
附录六	在运行和调试中遇到的问题	85
附录七	文字符号意义表	90
附录八	厂家技术数据及参数表	91
附录九	PLH-11/B型继电保护屏电气接线图 (附图 17~附图 24)	101

第一章 保护屏的概述和基本原理

第一节 保护屏的组成和应用

PLH-11/B 型继电保护屏是由 LH-11 型距离保护装置和零序方向电流保护装置组成。应用于110~220千伏中性点直接接地系统，作为主保护或后备保护，以切除各种对称和不对称短路，以及由不对称短路发展而成的对称性短路。

一、LH-11型距离保护装置

LH-11 型距离保护装置，由三个测量元件、三个起动元件、振荡闭锁、助磁系统及直流回路等部分组成；分三箱布置，第一箱为测量元件，第二箱为起动元件和负序电流元件，第三箱为其他部分。

测量元件和起动元件均按整流原理构成。测量元件为一、二段保护区公用的方向阻抗继电器。起动元件为带偏移特性的阻抗继电器，除用以测量第三段保护区外，还起动第一、二段切换回路。测量元件、起动元件与第二、三段时间继电器及电码继电器等构成三段式距离保护装置。振荡闭锁由负序电流元件起动，在系统振荡时，闭锁第一、二段，而在交流电压回路故障时，可防止第一、二段误动。断线闭锁装置仅闭锁第三段。

二、零序方向电流保护装置

零序方向电流保护装置（亦可切换为不带方向的零序电流保护装置，见附图23、24）按三段式构成，当发生接地短路时，第一、二、三段可以有选择性的切除短路。

断路器三相不同时合闸时，线路上产生零序电流。当被保护线路第一段或采用重合闸后加速的其他段的定值躲不开该零序电流时，均可能引起断路器误跳闸。因此出口采用两级串动方式，以延长合闸后的保护跳闸时间。但在相邻线路合闸过程中，被保护线路第一段定值，不能躲开断路器三相触头不同时合闸所引起的零序电流时，仍能造成越级跳闸。如果采取拆除 $3n21$ 、 $3n45$ 的措施，则延长了第一段切除短路的时间。

第二节 测 量 元 件

一、测量元件的组成

测量元件由电抗变压器 DKB 、整定变压器 YB 、极化变压器 JYB 、记忆回路、第三相电压引入回路及执行继电器等主要部件组成，见图1-1。

(一) 电抗变压器 DKB

DKB 的铁芯带有空气隙，气隙内装有楔形的高导磁率铍莫合金片，用以调整精确工作电流。因为小电流下，铁芯内磁通量不大，气隙中合金片尚未饱和，总磁阻下降， DKB 二次电压 $\dot{U}_K$ 增加，因此， K_K 增大。当合金片向内插入或增加合金片时，短接气隙的合金片的面积增加，总磁阻下降更多， K_K 就更大。反之， K_K 下降。但当电流增加到一定数值时，合金片迅速饱和，没有再改变气隙磁阻的能力，即对 K_K 没有影响。所以，合金片只能改变小电流下的 K_K 值。用合金片的这种性能，就可降低最小精确工作电流，提高继电器的灵敏度。

DKB 一次有两个匝数相同的绕组 W_1 、 W_2 可接入不同

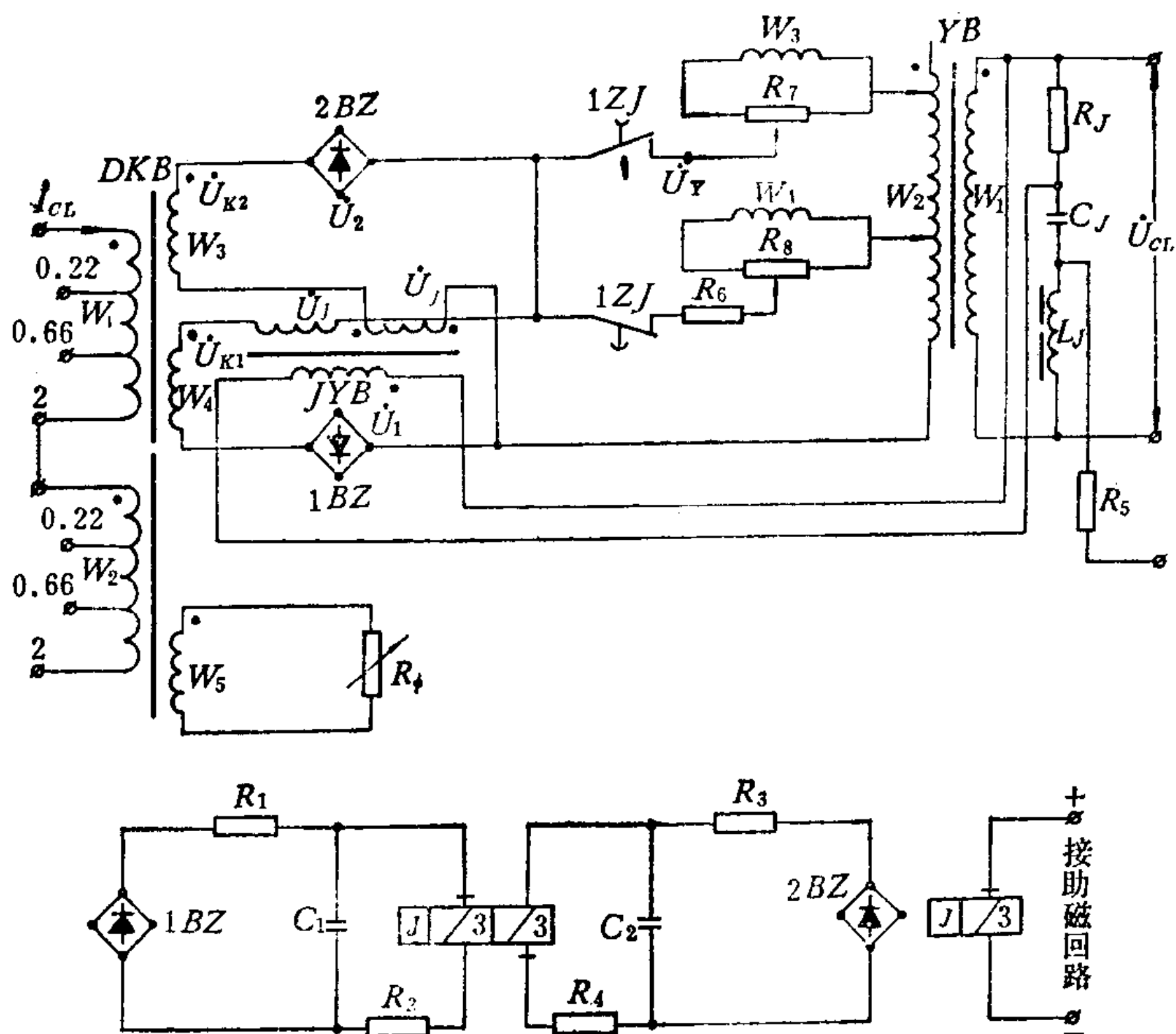


图 1-1 测量元件原理接线图

相别的电流，以实现相电流差的接线方式。两个一次绕组在相同匝数处，各有三个抽头引至面板上，各抽头分别标以 2、0.66 和 0.22，表示 YB 抽头在 100% 时的整定阻抗值。二次具有三个绕组 W_3 、 W_4 和 W_5 ，其中 W_3 、 W_4 具有相同的匝数，分别接入制动回路和动作回路，而绕组 W_5 接有灵敏角电阻 R_4 。

当 DKB 的一次绕组流过电流 $\dot{I}_{cL}$ 时，在二次绕组 W_3 、 W_4 上，感应出与它成一定比例关系并超前 φ_K 角的电压，即补偿电压 $\dot{U}_{K1}$ 、 $\dot{U}_{K2}$ ，要求 $\dot{U}_{K1} = \dot{U}_{K2} = \dot{U}_K$ ，且

$$U_K = K_K \dot{I}_{CL} \quad (1-1)$$

式中 K_K ——具有阻抗量纲，称转移阻抗。

K_K 的大小可用改变 DKB 一次绕组的抽头来实现。当 YB 抽头不变时，改变 DKB 抽头，测量元件动作阻抗将按比例地相应改变。

测量元件的灵敏角 φ_{LM} ，由 K_K 的幅角来确定、用改变 DKB 二次绕组 W_5 所接的电阻 R_ϕ ，来改变灵敏角，以满足被保护线路阻抗角的要求。灵敏角有 60° 、 70° 、 80° 三档。

(二) 整定变压器 YB

YB 是一个具有四个绕组的降压变压器，一次有一个绕组 W_1 ，二次有一个具有 9 个抽头的主绕组 W_2 和两个均接有微调电阻的副绕组 W_3 、 W_4 。 W_2 为一、二段公用，其抽头分别引至第一段和第二段整定板上，为一、二段整定时独立使用。 W_3 、 W_4 分别为一、二段使用。改变抽头和微调电阻位置，即可改变 YB 的二次总输出电压（即主绕组上电压和微调电阻上分压之和），以适应不同定值的需要。

YB 二次总电压 $\dot{U}_Y$ 和测量元件端子电压 $\dot{U}_{CL}$ 的关系可用下式表达，即

$$\dot{U}_Y = K_Y \dot{U}_{CL} \quad (1-2)$$

式中 K_Y ——为一实数

DKB 抽头不变时，测量元件动作阻抗和 K_Y 成反比。如 YB 的整定片放在 10% 的位置（微调电阻在最小），其动作阻抗比 YB 整定片为 100% 时大 10 倍。

正常时，由切换继电器 $1ZJ$ 将第一段电压回路接通，测量元件处于第一段，当短路发生在第二段保护范围内时， $1ZJ$ 经一定时间将电压 $\dot{U}_Y$ 自第一段自动地切换到第二段。切换时，先闭合第二段，后断开第一段。用电阻 R_0 限制切

换过程所产生的闭环电流。

(三) 记忆回路和极化变压器 JYB

记忆回路，用以记忆保护安装点发生三相短路以前的极化电压的相位。使极化电压在一定时间内不消失，而按与50赫频率相接近的频率衰减，以消除保护安装点正向发生三相短路时，测量元件拒动，反向发生三相短路时，测量元件误动。

记忆回路由电阻 R_J 、电感线圈 L_J 及电容 C_J 组成，其固有振荡频率为 $f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{L_J C_J} - \left(\frac{R_J}{2L_J}\right)^2}$ ，与50赫相接近， R_J 为 DKB 一次电流回路开路时， R_J 和 JYB 的负载电阻并联后与 L_J 的电阻分量之总和。 R_J 为提供抽取极化电压的电阻。极化变压器 JYB 有一个一次绕组和两个匝数相同的二次绕组。两个二次绕组分别接入制动回路和动作回路中。

当固有振荡频率为50赫时，记忆回路的容抗略大于感抗。在外加50赫交流电压的情况下，极化电压超前外加电压的角度约为 5° ，为了分析方便，近似地认为极化电压 $\dot{U}_J$ 和外加电压 $\dot{U}_{CL}$ 相位一致且成比例，即

$$\dot{U}_J = K_J \dot{U}_{CL} \quad (1-3)$$

式中 K_J ——为一实数。

电感 L_J 具有空气隙和主、副线圈。副线圈匝数为主线圈匝数的2.5%。副线圈供调整电感量用，以满足固有振荡频率接近50赫。

(四) 第三相电压引入回路

第三相电压（不属于元件所在的两相）经一高阻值电阻 R_0 引至记忆回路 L_J 和 C_J 之间。当保护安装点发生两相金属

性短路而记忆作用消失时，用第三相电压引入回路来提供足够的极化电压，使测量元件能正确工作。

因为保护安装点发生两相金属性短路时，电压互感器二次短路两相之间输出电压为零，而短路相与非短路相之间有较高的电压，在电压互感器的二次所接三相负载及电缆电阻不相等时，电压互感器二次的两短路相导线中，就有电流流过，这两个电流的数值和相位可能不同，因而，在每相电缆上产生不同的电压降，使测量元件端子上出现电位差，当记忆作用消失后，这个电压就成为极化电压，由于它的相位不固定，所以，可能引起测量元件不正确的工作。

下面以接近保护安装点 A 、 B 两相发生金属性短路为例，说明第三相电压的作用，如图1-2(a)。此时，测量元件记忆回路如图1-2(b)所示。

由于 $X_{LJ} \approx X_{0J}$ ，所以，由图1-2(b)可求得极化电压

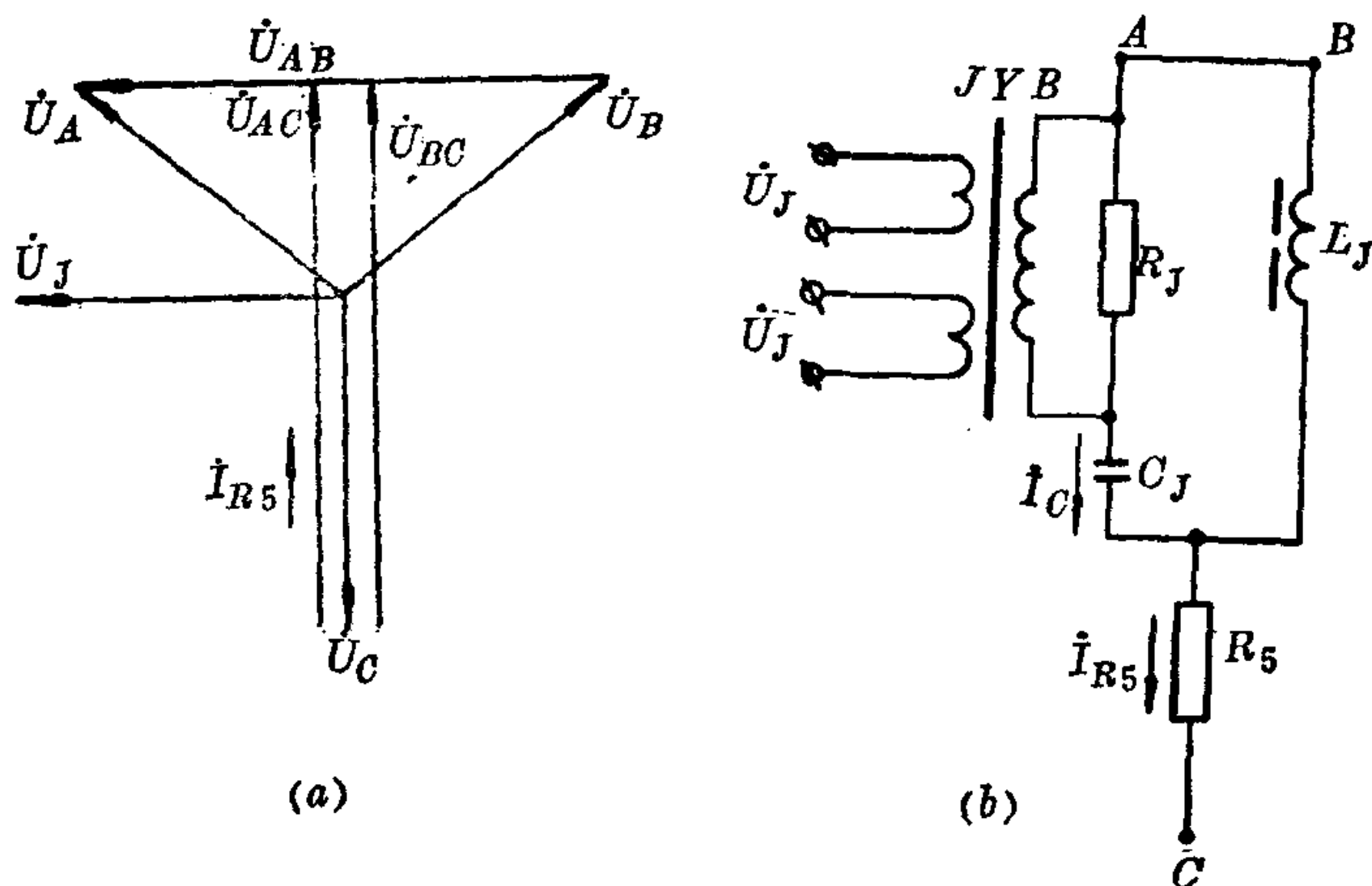


图 1-2 第三相电压作用分析图

$$\dot{U}_J = \frac{\dot{I}_C R_{\Sigma J}}{n} = j \frac{\dot{I}_{R5} X_{LJ}}{n} \quad (1-4)$$

其中 n —— JYB 的变比,

$R_{\Sigma J}$ —— 为 R_J 与极化变压器负载并联后的电阻值。

又因 $\frac{(R_{\Sigma J} - jX_{CJ})jX_{LJ}}{R_{\Sigma J} - jX_{CJ} + jX_{LJ}} + R_5 \approx R_5$, 所以

$$\dot{I}_{R5} = \frac{\dot{U}_{AC}}{R_5} = \frac{\dot{U}_{BC}}{R_5} \quad (1-5)$$

将式 (1-5) 代入 (1-4) 式得

$$\dot{U}_J = j \frac{X_{LJ} U_{AC}}{n R_5} = j \frac{X_{LJ} U_{BC}}{n R_5}$$

由图1-2(a)可知, 极化电压 $\dot{U}_J$ 超前 $\dot{U}_{AC}$ ($\dot{U}_{BC}$) 90° ; 即极化电压 $\dot{U}_J$ 和短路前的电压 $\dot{U}_{AB}$ 同相。而 $\dot{U}_J$ 数值超过不平衡电压, 故当反方向发生两相金属性短路时, 测量元件不会误动作; 正向发生金属性短路时, 也能使测量元件可靠动作 (没有死区)。

(五) 执行继电器

执行继电器采用三线圈极化继电器, 继电器有两个线圈分别正接于动作回路和反接于制动回路整流桥的直流侧, 另一线圈是为降低极化继电器动作值, 即提高灵敏度, 而正接于助磁回路中, 见图1-1, 其助磁安匝约为动作安匝的80%。助磁电流为10毫安。

(六) 整流滤波回路

整流桥1BZ、2BZ, 系由4只2CP4二极管组成的单相全波整流桥, 滤波回路为电阻电容 $R_1 - C_1 - R_2$, $R_3 - C_2 - R_4$ 构成的T型电路。

为保护安装点至短路点的阻抗), 而 $\dot{U}_K = \dot{I}_{CL} K_K = \dot{I}_{DL} Z_{ZD}$, 因为 $Z_{DL} < Z_{ZD}$, 所以 $\dot{U}_{ef} = \dot{U}_Y - \dot{U}_K < 0$, 用同样的方法可以证明, 在被保护区外 K_2 点发生短路时, $\dot{U}_{ef} = \dot{U}_Y - \dot{U}_K > 0$ 。

在被保护线路的反方向 K_3 点发生短路时, 由于短路电流方向相反, 在转移阻抗 K_K 上产生相位相反的电压 $\dot{U}_K$, 因而 $\dot{U}_{ef} = \dot{U}_Y + \dot{U}_K > 0$ 。

综上所述可见, 只有在正方向保护区内短路时, $(\dot{U}_Y - \dot{U}_K)$ 才小于零 (即 $(\dot{U}_Y - \dot{U}_K)$ 与 $\dot{U}_Y$ 反方向), 而在保护区外正、反方向其他地点短路时, $(\dot{U}_Y - \dot{U}_K)$ 均大于零 (即 $(\dot{U}_Y - \dot{U}_K)$ 与 $\dot{U}_Y$ 同方向)。因此, 可以利用

$$\dot{U}_Y - \dot{U}_K \leq 0 \quad (1-6)$$

作为判据来实现方向阻抗继电器。

为使保护安装点发生正、反方向短路时, 阻抗继电器能正确的工作, 并按绝对值比较的整流原理具体实现时, 必须引入与 $\dot{U}_Y$ 同相的参考电压 $\dot{U}_J$, 并令

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_1 &= \dot{U}_J - (\dot{U}_Y - \dot{U}_K) \\ \dot{U}_2 &= \dot{U}_J + (\dot{U}_Y - \dot{U}_K) \end{aligned} \right\} \quad (1-7)$$

则 $|\dot{U}_1| \geq |\dot{U}_2|$ 即为整流型方向阻抗继电器的动作条件。图 1-1 是根据这个条件构成的, 图中 $\dot{U}_1$ 为动作回路整流桥的输入电压, $\dot{U}_2$ 为制动回路整流桥的输入电压。

必须指出, 参考电压 $\dot{U}_J$ 是保证方向阻抗继电器正确动作的必要条件, 因此, 采用记忆回路的措施, 使极化电压在保护安装点发生三相短路时, 仍能短时维持一定数值的电压。

(二) 阻抗特性圆

由图 1-1 可得, 动作回路整流桥 1BZ 的输入电压为

$$\dot{U}_1 = \dot{U}_J - (\dot{U}_Y - \dot{U}_K)$$

也可写作

$$\dot{U}_1 = \dot{U}_J + (\dot{U}_K - \dot{U}_Y) \quad (1-8)$$

制动回路整流桥2BZ的输入电压为

$$\dot{U}_2 = \dot{U}_J + (\dot{U}_Y - \dot{U}_K)$$

也可写作

$$\dot{U}_2 = \dot{U}_J - (\dot{U}_K - \dot{U}_Y) \quad (1-9)$$

$\dot{U}_Y$ 、 $\dot{U}_K$ 对电流 $\dot{I}_{DZ} = \dot{I}_{CL}$ 的相角分别为 φ 和 φ_K ，而 $\dot{U}_J$ 和 $\dot{U}_Y$ 同方向，以电流 $\dot{I}_{DL}$ 为参考量，作 $\dot{U}_Y$ 、 $\dot{U}_K$ 及 $\dot{U}_J$ 向量，并根据式(1-8)、(1-9)作 $\dot{U}_1$ 、 $\dot{U}_2$ 向量，如图1-4所示。当测量元件处于临界动作条件时， $|\dot{U}_1| = |\dot{U}_2|$ 。则 $\triangle ABC$ 为一等腰三角形， CO 为该三角形的中线，故 CO 和 AB 垂直，所以， $-\dot{U}_Y$ 和 $\dot{U}_K - \dot{U}_Y$ 垂直。当 $\dot{U}_K$ 不变，而 φ 改变时，

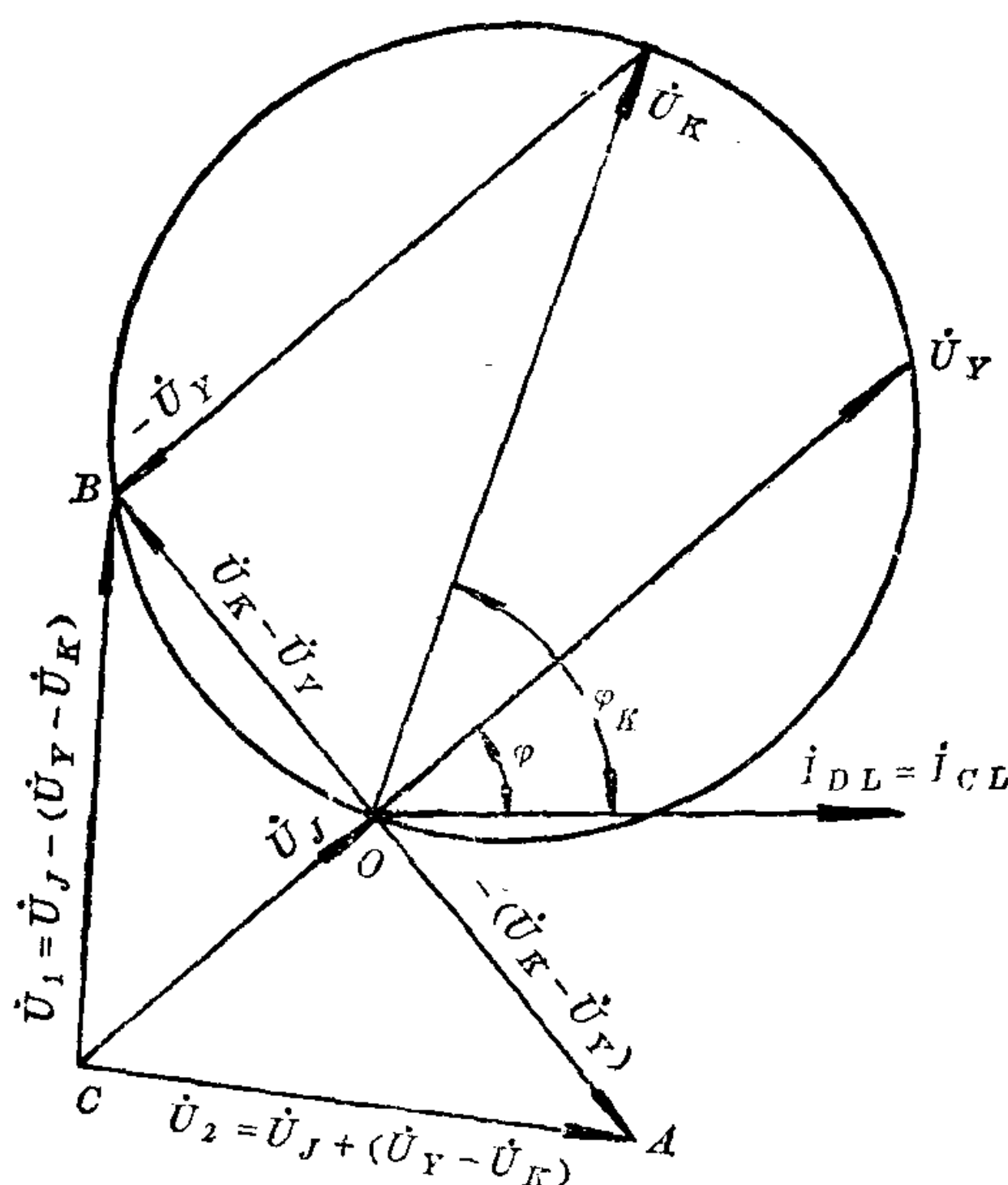


图 1-4 测量元件电压特性圆

$-\dot{U}_Y$ 向量末端 B 点移动的轨迹为以 $\dot{U}_K$ 为直径的圆。如图 1-4 所示。

以 $K_Y \dot{I}_{CL}$ 除 $\dot{U}_K$ 、 $\dot{U}_Y$ ，并根据式 (1-1)、(1-2) 求出：

整定阻抗为 $Z_{ZD} = \frac{K_K}{K_Y}$

动作阻抗为 $Z_{DZ} = \frac{\dot{U}_{CL}}{\dot{I}_{CL}}$

则得测量元件在复数平面上的阻抗特性圆。如图 1-5。

图中 $Z_{DZ} = Z_{ZD} \times \cos(\varphi_{LM} - \varphi)$ ，此式为阻抗特性圆的表达式，整定阻抗 Z_{ZD} 为圆的直径，该圆通过原点，故为方向阻抗特性。

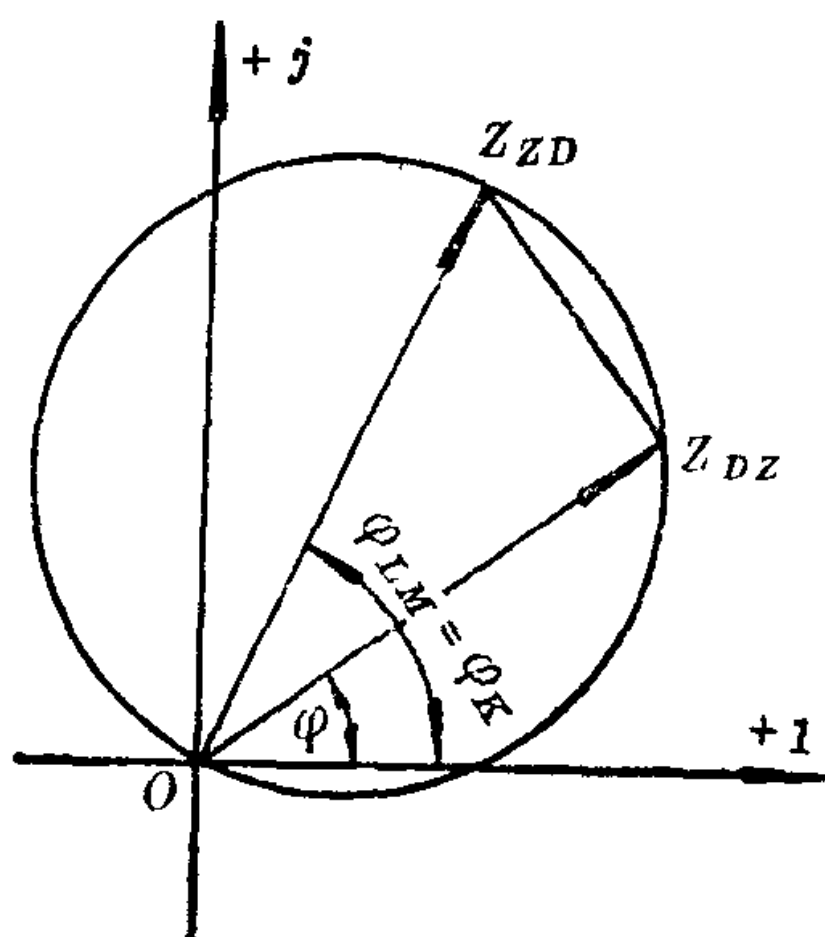


图 1-5 测量元件阻抗特性圆

第三节 起 动 元 件

一、起动元件的构成

起动元件的组成和测量元件相似。有整定变压器 YB 、电抗变压器 DKB 、整流滤波回路，以及作为执行元件的极化继电器。但 YB 只有仅供第三段整定动作阻抗用的一组整定板。 DKB 一次没有抽头，二次 W_4 的匝数比 W_3 的匝数多，从而得到向第Ⅲ象限偏移的特性圆。接于 W_5 上的电阻 R_ϕ 所对应的灵敏角为 70° 。其原理接线如图 1-6。

应用分析测量元件的方法，对起动元件进行分析。式 (1-6) 可改写为

$$\dot{U}_Y - (\dot{U}_{K1} + \dot{U}_{K2}) \leq 0$$