

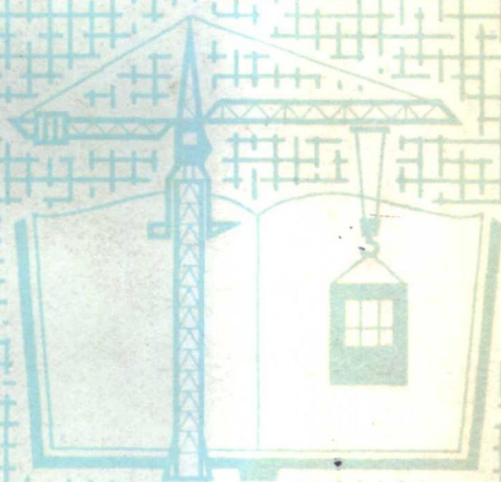
391552

建材企业供电

下 册

上海建筑材料工业专科学校
山东建筑材料工业学院

编



中等专业学校试用教材



中国建筑工业出版社

中等专业学校试用教材

建材企业供电

下 册

上海建筑材料工业专科学校
山东建筑材料工业学院

编

中国建筑工业出版社

本书主要讲述工矿企业电压35千伏以下的总降压变电所、车间变电所及其配电系统的基本原理,分上、下两册。上册包括绪论,高、低压配电电器,供配电系统,负荷计算,短路电流计算,导线、电缆和母线的选择,电器设备的选择等六章;下册包括继电保护装置,变电所的测量、控制和监测系统,计划用电和节约用电,保护接地、保护接零和防雷保护,工厂照明等五章。每章都附有复习题或练习题。

本书为中等专业学校企业电气化专业的试用教材,也可供其他类似专业的大学、中专学生和有关工程技术人员、工人参考。

中等专业学校试用教材

建材企业供电

下 册

上海建筑材料工业专科学校 编
山东建筑材料工业学院

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 15½插页: 1 字数: 377 千字

1980年12月第一版 1980年12月第一次印刷

印数: 1—3,600 册 定价: 1.20元

统一书号: 15040·3939

出 版 说 明

在毛主席无产阶级革命路线指引下，在党的十大精神鼓舞下，我国机械工业形势一派大好。广大革命职工，高举毛泽东思想伟大红旗，深入开展批林批孔运动，狠抓革命，猛促生产，巩固和发展了无产阶级文化大革命的丰硕成果，毛主席关于“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平”的伟大号召，正在胜利地实现。

“知彼知己，百战不殆”。为了介绍国外机械工业基本情况，我们组织有关单位，按机械工业各行业分别编写与出版一套《国外机械工业基本情况》参考资料。

毛主席教导我们：“……一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。”资本主义、修正主义国家的东西，必然打上资本主义的社会烙印和带有资产阶级的阶级偏见。因此，在参考国外情况的过程中，必须遵照伟大领袖毛主席的教导，采取分析、批判的态度。

本册为工矿牵引电气设备国外基本情况部分，编写单位为湘潭牵引电气设备研究所。

由于我们水平有限，编辑工作中定有不少缺点和错误，请读者批评指正。

第一机械工业部情报所

一九七四年

目 录

第七章 继电保护装置	1
第一节 继电保护装置的任务及对它的要求	1
第二节 继电保护装置用的继电器	3
第三节 继电保护装置的操作电源	9
第四节 继电保护装置用的电流互感器的接线方式	12
第五节 供电线路的过载和短路保护	17
第六节 变压器保护	30
第七节 电动机和电容器保护	49
第八节 保护用电流互感器的选择	52
第九节 晶体管继电保护简介	55
第八章 变电所的测量、控制和监察系统	65
第一节 测量系统	65
第二节 二次接线图	67
第三节 断路器的远距离控制	72
第四节 断路器的信号、闭锁系统	83
第五节 绝缘监察装置	91
第六节 自动重合闸装置	94
第七节 备用电源自动投入装置	98
第九章 计划用电和节约用电	104
第一节 计划用电和节电措施	104
第二节 提高功率因数的方法	105
第三节 采用移相电容器提高功率因数	109
第四节 采用同步电动机或异步电动机同步运行提高功率因数	117
第五节 电焊机自动断电装置	120
第十章 保护接地、保护接零和防雷保护	123
第一节 基本概念和定义	123
第二节 保护接地和保护接零的基本原理	126
第三节 漏电自动开关	134
第四节 接地装置的计算	136
第五节 接零的计算	152
第六节 防雷保护	164
第七节 接地电阻的测量	181
第十一章 工厂照明	186
第一节 电光源	186
第二节 照明灯具	196
第三节 照度标准	200

第四节 照明设计	203
第五节 车间照明系统图和照明平面图	219
附 录	222
参考资料	244

第七章 继电保护装置

在电力系统中，难免发生短路故障和不正常的工作状态，这时，一般会引起电流、电压或频率的剧变，使电气设备的正常运行遭到破坏。为了防止事故扩大，使无故障部分能继续正常运行，维持电力系统运行的稳定，必须设置一种能使故障迅速切除的装置，这就是继电保护装置。

本章主要叙述继电保护装置的基本原理，继电器的性能和构造，保护装置的接线方式，变压器、电力线路、高压电动机、静电电容器的继电保护装置，并对晶体管继电保护装置作简要的介绍。

第一节 继电保护装置的任务及对它的要求

一、继电保护装置的任务

在电力系统中，最危险的故障是短路，其中以单相短路故障的几率最多，三相短路故障的几率最少。对于旋转电机和变压器还可能发生绕组的匝间短路。

电力系统中最常见的不正常工作状态是过负荷。如果负荷电流长时间的超过电气设备的额定电流，将会加速电气设备绝缘的老化，甚至烧坏电气设备。

为了对用户可靠地供电和保护电气设备，必须尽快地将故障点从系统中切除。因此，在电力系统中必须建立与采用具有保护作用的自动装置，保护电力系统及其元件（变压器、电动机等），以免造成严重后果。

继电保护装置是一种由一个或几个具有自动机构的特殊电器（继电器）组成的自动装置，它的任务在于：当发生短路故障时能有选择性地、迅速地、自动断开被保护元件，以防止故障范围的扩大；在不正常工作状态时（如过负荷、小接地短路电流系统的单相接地），发出信号以引起值班人员的注意，及时消除不正常工作状态。

二、对继电保护装置的基本要求

为了能完成上述任务，继电保护装置必须满足以下四个基本要求，即选择性、速动性、灵敏性和可靠性。

1. 选择性

当电力系统发生故障时，保护装置只切除系统中的故障元件，而系统的其他部分仍能正常运行，此称为保护装置的选择性。如图7-1中当d点发生短路时，应由故障点最近的断路器1DL的保护装置将故障切除。短路电流虽然也流经断路器8DL、6DL、4DL，但其保护装置不应使它们跳闸。如果断路器4DL跳闸，虽将故障部分断开，但使正常运行着的线路

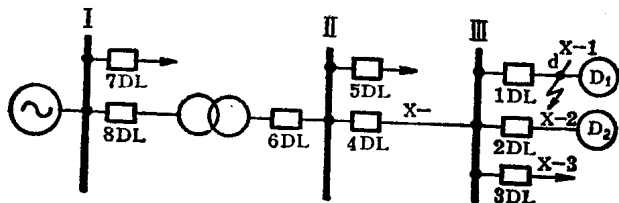


图 7-1 保护装置动作选择性与可靠性的示意图

器1DL的保护装置将故障切除。短路电流虽然也流经断路器8DL、6DL、4DL，但其保护装置不应使它们跳闸。如果断路器4DL跳闸，虽将故障部分断开，但使正常运行着的线路

X-4上的用电设备全部停电,致使停电范围扩大,所以断路器4DL跳闸称为无选择性动作。因此,无选择性地切除故障应视为继电保护装置的重大缺陷,只有在不得已和不影响向用户供电的情况下才允许保护装置无选择性的跳闸,就是这种情况,还须采取相应的措施(如自动重合闸)来加以补救。

2. 速动性

为了限制短路引起的破坏范围,减小用户处电压降低的持续时间,减轻电气设备的损坏程度,提高自动重合闸的成功率,短路故障的切除应该以尽可能快的速度来进行。所以要求动作于跳闸的保护装置动作迅速,尽快切除故障。故障切除时间,是指从发生故障起到断路器跳闸、电弧熄灭为止的一段时间,它等于保护装置动作时间 t_b 与断路器跳闸时间 t_{tr} (包括灭弧时间)之和。所以,为了保证快速切除故障,除了加快保护装置的动作以外,还必须采用快速动作的断路器。现代快速保护装置的最小动作时间为0.02~0.03秒,而高速断路器的最小跳闸时间为0.05~0.06秒,所以切除故障的最短时间仅为0.07~0.09秒。但是,要求达到这样小的时间,并不是在所有情况下都是合理的,还必须按照技术经济条件来确定。因为既要求动作迅速,同时又具有选择性的保护装置都是构造相当复杂、价格比较昂贵的。在电力系统中容许采用带时限动作的保护装置,因此保护装置动作所必需的时间应根据系统接线图和被保护段工作情况的具体条件来确定。对配电网,切除短路的最小时间取决于不允许电压长时间降低的用户,一般为0.5~1.0秒。

3. 灵敏性

继电保护装置的灵敏度是指被它保护范围内发生故障或不正常情况的反应能力。在它的保护范围内不管短路点的位置和短路的性质如何,保护装置都应该迅速、正确地动作。保护装置的灵敏与否一般都用灵敏系数 K_L 来衡量,灵敏系数愈高即灵敏度高,愈能反应轻微的故障。

保护装置的灵敏系数可表示为:

(1) 对于反应故障时参数量增加的保护装置

$$\text{灵敏系数} = \frac{\text{保护区末端金属性短路时故障参数的最小计算值}}{\text{保护装置动作参数的整定值}}$$

例如,过电流保护的灵敏系数 K_L 为

$$K_L = \frac{I_{d \cdot \min \cdot 2}}{I_{dz \cdot 2}}$$

式中 $I_{d \cdot \min \cdot 2}$ ——保护区末端金属性短路时的最小短路电流二次值;

$I_{dz \cdot 2}$ ——保护装置的二次动作电流。

(2) 对于反应故障时参数量降低的保护装置

$$\text{灵敏系数} = \frac{\text{保护装置动作参数的整定值}}{\text{保护区末端金属性短路时故障参数的最大计算值}}$$

例如,低电压保护的灵敏系数 K_L 为

$$K_L = \frac{U_{dz \cdot 2}}{U_{d \cdot \max \cdot 2}}$$

式中 $U_{dz \cdot 2}$ ——保护装置动作电压的二次值;

$U_{d \cdot \max \cdot 2}$ ——保护区末端短路时,在保护安装处母线上的最大残余电压二次值。

故障参数(电流、电压等)的计算值,应根据实际可能的最不利运行方式和故障类型

来计算。对不同作用的保护装置和被保护设备，所要求的灵敏系数是不同的，在《继电保护和自动装置设计技术规程》中都有规定。通常对主要保护，要求灵敏系数不小于1.5~2。为了保证继电保护装置的选择性，供电系统中各元件继电保护装置的灵敏系数，应按从故障点到供电电源方向逐步降低的原则确定。

4. 可靠性

当电力系统发生故障时，保护装置应可靠而准确地动作，即保护装置在应该动作的时候不拒动作；而在不应该由它动作的时候，决不误动作。

可靠性的要求是很重要的，因为保护装置拒动作或误动作总会引起多断开一个或更多的变电所，而使不应该停电的用户也停电了。

如图7-1所示，当d点短路时，如果X-1线路中的保护装置拒动作而引起4DL跳闸，将使线路X-2、X-3全部失去电源。如果由于变压器的继电保护装置误动作而使断路器6DL跳闸，其结果将使配电母线Ⅱ和Ⅲ上的用电设备全部失去电源，这样造成的损失是可想而知的，因此必须采取必要的措施来保证可靠性。

保护装置工作的可靠性同保护装置的接线方式、元件质量、安装整定和运行维护等多种因素有关。在拟制和设计保护装置时，不应该根据可能性很少的故障和不常用的运行方式而对它的灵敏度及选择性提出过高的要求，否则将使保护装置复杂化，反而降低了它的可靠性。

以上四项对继电保护装置的要求，对某一个具体的继电保护装置来说并不是同等重要的，而往往有所侧重。例如，对电力变压器的保护要求灵敏度高，而对一般电力线路灵敏度就要求得稍低一些。又例如，在无法兼顾保护装置的选择性和速动性时，往往为了快速切除故障以保护主要设备的安全，或者为了尽快恢复整个供电系统的正常运行，有时甚至牺牲选择性来保证速动性，而选择性则采取其它手段来补救。

第二节 继电保护装置用的继电器

继电保护装置主要由继电器组成。继电器是一种能自动动作的电器，当它所反映的物理量达到一定数值时就能够动作。

一、继电器的分类

继电器可以按动作原理、所反应的电量性质和作用进行分类。

1. 按动作原理可分为：电磁型、感应型、整流型、晶体管型等。
2. 按继电器所反应的电量的性质可分为：电流继电器、电压继电器等。
3. 按继电器的作用可分为：中间继电器、时间继电器、信号继电器等。

目前电磁型和感应型继电器采用较多，近年来整流型和晶体管型继电器也已被广泛应用。

二、几种常用继电器的结构原理及其性能

1. 电流继电器

电流继电器根据其作用原理可分为电磁型和感应型两种。

(1) DL-10系列电磁型电流继电器

图7-2是DL-10系列电流继电器的结构图。在磁铁1的磁极上绕着两个电流线圈2，

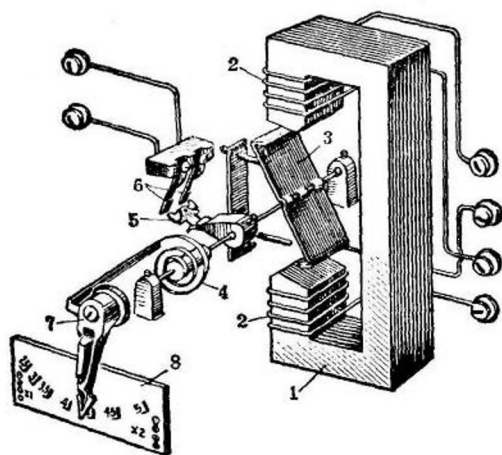


图 7-2 DL-10 系列电流继电器结构

- 1—电磁铁；2—电流线圈；3—Z形铁片；4—弹簧；
5—接点；6—接点；7—调整杆；8—标度盘

线圈可以串联或并联（用来改变继电器的动作电流），磁极中间有一个固定在轴上的Z形铁片3，可动接点桥5也固定在此轴上且能随轴转动。此外，轴上还装有弹簧4，保证正常时接点处于断开位置，并作调整继电器动作值用。调整杆7是与弹簧连接的，改变调整杆的位置可以改变弹簧的松紧程度。另外，还有标度盘8和固定接点6等。

当电流通过继电器线圈时，电磁铁1对Z形铁片3产生电磁吸力，当该吸力大于弹簧4的反作用力时，铁片转动，并带着可动接点转动，使继电器的常开接点闭合，继电器动作。

使继电器动作的最小电流（对过量继电器来说）称为继电器的动作电流 $I_{dz.J}$ 。继电器动作后，当线圈中电流逐渐减小至某一电流 $I_{f.J}$ 时，继电器的Z形铁片在弹簧反作用力的作用下返回原始位置，常开接点又呈断开状态，这个使继电器返回原始位置的最大电流 $I_{f.J}$ （对过量继电器来说）称为返回电流。继电器的返回电流 $I_{f.J}$ 与动作电流 $I_{dz.J}$ 之比称为返回系数 K_r ，即

$$K_r = \frac{I_{f.J}}{I_{dz.J}} \quad (7-1)$$

显然，过量继电器的返回系数 K_r 是小于1的（欠量继电器的 $K_r > 1$ ）。

电流继电器的动作电流是可以调整的，改变调整杆的位置，可以均匀地改变继电器的动作电流。此外，改变继电器线圈的连接方式也可改变动作电流，当线圈由串联改变为并联时，继电器的动作电流将增加一倍。

电磁式电流继电器当通过线圈电流大于动作电流时，动作时间仅为百分之几秒，因此可以认为是瞬时动作的继电器。

因为DL系列继电器动作灵敏，故一般用来作为保护装置的“起动元件”。

DL-10系列电流继电器的内部接线如图7-3所示。其主要技术数据见附录7-1。

（2）GL系列感应型电流继电器

感应型电流继电器由电磁元件和感应元件两部分组成。电磁元件的工作原理同电磁型继电器，它的动作时间一般小于0.2秒。

感应元件是由固定线圈中交变电流所产生的交变磁通与该磁通在继电器可动部分（铝盘）所感应的电流之间相互作用产生的作用力而动作的，所以称为感应型继电器。感应型继电器只能适用于交流电。

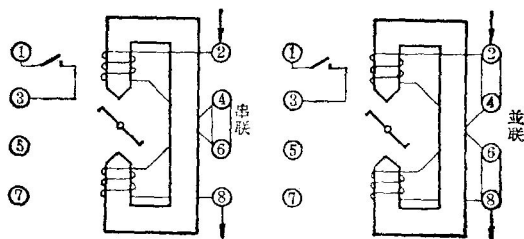


图 7-3 DL-10 系列电流继电器的内部接线

感应元件的工作原理如下：

如图 7-4 所示，继电器由电磁铁 1 和能绕轴 5 旋转的铝制圆盘 4 组成，铝制圆盘 4 被夹在电磁铁的磁极中间。在磁极上下两面均分成两部分，其中的一部分放有短路线圈 2。当继电器线圈 3 中有电流 I_j 时就产生磁通 ϕ ，此磁通被分为两个相位不同的磁通 ϕ_1 和 ϕ_2 ，分别穿过有短路线圈和没有短路线圈的磁极。由图 7-4(2) 可见， ϕ_1 和 ϕ_2 在位置上是有差别的，在上述系统中，由于短路线圈的作用， ϕ_1 和 ϕ_2 在相位上相差 ψ 角，这点可由矢量图 7-4(3) 加以说明。

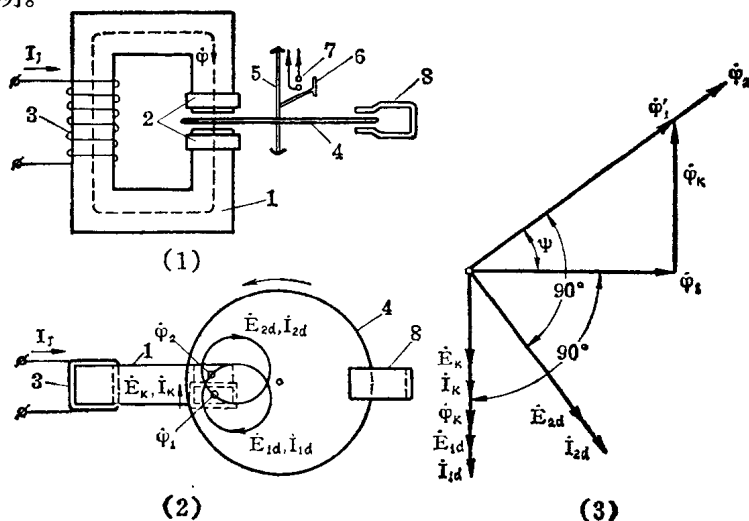


图 7-4 具有短路线圈的感应型继电器

(1) — 结构图；(2) — 动作原理图；(3) — 矢量图

1—电磁铁；2—短路线圈；3—线圈；4—圆盘；5—轴；6—动接点；7—静接点；8—永久磁铁

假定在有短路线圈的磁极中总磁通为 ϕ_1 ，则 ϕ_1 将在短路线圈中感应一个滞后 90° 的电势 $\dot{E}_k$ ， $\dot{E}_k$ 在短路线圈中产生电流 $\dot{I}_k$ ，由于线圈的电抗很小（通常线圈只有一匝），可以认为 $\dot{I}_k$ 和 $\dot{E}_k$ 同相位，由电流 $\dot{I}_k$ 又产生磁通 ϕ_k ，所以通过具有短路环所包围的磁极的总磁通 ϕ_1 可以认为是如下两个磁通的矢量和：

$$\phi_1 = \phi_k + \phi' \quad (7-2)$$

式中 ϕ' 是假如不存在短路环时，穿过被短路环所包围的磁极部分的磁通，显然当无短路环时 ϕ' 与 ϕ_2 应该是同相位的。

磁通 ϕ_1 和 ϕ_2 穿过铝盘时在铝盘中感应出两个电势 E_{1d} 和 E_{2d} ，分别滞后于 ϕ_1 和 ϕ_2 90° ，这两个电动势在铝盘内又分别产生两个涡流 $\dot{I}_{1d}$ 和 $\dot{I}_{2d}$ ，由于磁通 ϕ_1 与电流 $\dot{I}_{2d}$ 及磁通 ϕ_2 与电流 $\dot{I}_{1d}$ 相互作用，产生了转矩 M ，这转矩大小由下式决定：

$$M = K_1 \phi_1 \phi_2 \sin \psi \quad (7-3)$$

由于在不饱和的磁路系统中磁通和电流成正比，而 ϕ_1 和 ϕ_2 又都是由同一个电流 I_j 产生的，因此圆盘上的转矩可以表示为

$$M = KI_j^2 \sin \psi \quad (7-4)$$

对于已给定的继电器来说 ψ 是一个常数，因此继电器的转矩与电流的平方成正比。在圆盘的转轴上带有继电器的可动接点，它与静接点之间保持一定的距离，当转矩越大时，则动接点走完同一行程所需的时间就越短，因而就能获得动作时间与电流平方成反比的动

作特性, 即反时限特性。

当电流 I_f 足够大而使磁路饱和时, I_f 继续增加也不会使磁通 ϕ_1 、 ϕ_2 增加, 因此转矩 M 就不变, 即动作时间也不变, 继电器的动作特性就成为定时限特性了。

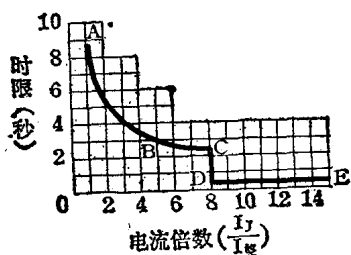


图 7-5 GL-10系列电流继电器的时限特性

所以, GL系列继电器的动作特性是有限反时限特性, 如图7-5所示。

曲线的前一部分(曲线AB)称为反时限特性, 继电器的动作时间随电流的增加而减小。曲线的后一段(曲线BC)为定时限特性, 其动作时间与电流无关。C→D的跳跃是由于电磁元件(速断)动作的结果, DE是速断特性。

国产的GL-10系列感应型电流继电器如图7-6所示, 其动作过程如下:

感应元件由具有短路环2的铁芯1和铝盘3构成, 圆盘放在永久磁铁6中间。当线圈中电流为整定电流的20~30%时, 圆盘开始转动(此时的电流值称为继电器的始动电流), 这时继电器并不动作, 因为活动支架4被弹簧5拉到止挡17处, 扇形齿轮8并未与蜗杆7咬合, 当铝盘在永久磁铁6间隙中转动时产生制动力, 圆盘转得愈快制动力愈大。到某一电流值时, 上述两个力的合力克服弹簧5的拉力, 活动支架4便转动, 使蜗杆7与扇形轮8咬合(使蜗杆与扇形齿轮相咬合的最小电流称为继电器感应元件的起动电流), 此时圆盘转动, 带动扇形齿轮8上升, 当扇形齿轮尾部杆18托起突柄9时, 衔铁10将绕轴转动, 使衔铁10右侧的空气隙逐渐减小, 至一定程度后衔铁被吸引, 同时借突柄9将接点12接通。

当线圈中的电流中断后, 或当电流小于感应元件的返回电流时, 弹簧与拉回活动支架4到止挡17处, 继电器回复到原始位置。

继电器线圈有抽头, 接在插座15上, 用来改变线圈匝数而改变动作电流。接入匝数越多动作电流越小, 反之动作电流就越大。为了在运行中改变插销的位置而不致引起电流互感器二次回路的开路, 继电器都备用两个插销, 调整时首先将备用插销插入需要的插口内, 再将原来的插销拧出来插入备用位置。

电磁元件是由衔铁10和电磁铁1组成, 衔铁固定在轴上, 并且位于电磁铁之上。衔铁的左半边装有突柄9, 较其右半边重, 因此在正常情况时衔铁是倒向左边的。当线圈中电流超过某一数值时, 衔铁的右端被电磁铁吸引, 接点瞬时闭合。动作电流的整定, 靠改变衔铁10与电磁铁1之间的气隙来实现(调整螺丝16可改变气隙大小), 调整范围为感应元件整定值的2~8倍, 接点的闭合时间为0.05~0.1秒, 可认为是速动的。

GL-10系列感应型电流继电器的特点是可以用一个继电器兼作两种保护, 即利用感应元件作有时限的过电流保护, 利用电磁元件作速断保护。

感应元件的返回系数 $K_r=0.8\sim0.85$; 电磁元件的返回系数 $K_r\leq 0.4$, 速断部分的动作电流误差较大, 必须通过试验进行整定。

GL-10系列继电器接点容量大, 能实现断路器的直接跳闸, 还有动作信号牌可省略信号继电器, 可用于35KV以下的线路或电机的保护装置中。

GL型电流继电器的主要技术数据见附录7-2。

2. DJ-100 系列电磁型电压继电器

DJ-100 系列电压继电器的构造原理基本上与 DL-10 系列电流继电器相同, 所不同之处是:

(1) 继电器线圈的匝数多、导线细, 因此比电流继电器的阻抗大。

(2) 刻度盘上标出的是继电器的动作电压, 而不是动作电流。

(3) 电压继电器的两个线圈串联时的动作电压是线圈并联时的二倍。

常见的电压继电器有过电压和欠电压两种, 大多采用欠电压继电器。

能使欠电压继电器动作的最高电压称为动作电压 $U_{dz.J}$; 能使继电器回到原始状态的最低电压称为返回电压 $U_{f.J}$ 。返回系数 K_f 为:

$$K_f = \frac{U_{f.J}}{U_{dz.J}} \quad (7-5)$$

一般欠电压继电器的 $K_f \leq 1.25$; 过电压继电器的 $K_f = 0.8$ 。

DJ-100 系列电压继电器的主要技术数据见附录 7-3。

3. 电磁型中间继电器

中间继电器是继电保护装置中的辅助元件, 用来弥补测量元件(如电流、电压继电器)接点数目和接点容量的不足, 或为了获得一定的延时, 适应保护装置的需要。

(1) DZ-10 系列电磁型中间继电器 图 7-7 是 DZ-10 系列中间继电器的结构外形图, 继电器的动作是瞬时的, 其主要技术数据见附录 7-4。

(2) DZB-100 系列中间继电器 结构与 DZ-10 系列相同, 只是增加了电流线圈。不论电压线圈、电流线圈中哪个有电或同时有电, 都能使继电器动作, 一般用在需要电流自保持的回路中。

DZB-100 系列中间继电器的主要技术数据见附录 7-5。

(3) DZS-100 系列中间继电器 结构与 DZ-10 系列相同, 只是在铁芯上套有一个短路环, 用在继电器返回时需建立一定的延时的回路中。DZS-100 系列中间继电器的主要技术数据见附录 7-6。

4. DS-100 系列电磁型时间继电器

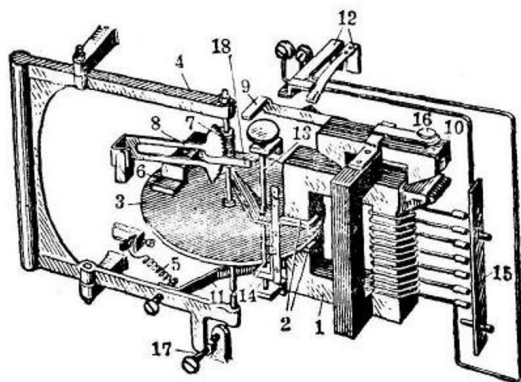


图 7-6 GL-10 系列电流继电器的结构外形图

1—铁芯; 2—短路环; 3—铝盘; 4—活动支架; 5—弹簧;
6—永久磁铁; 7—蜗杆; 8—扇形齿轮; 9—突柄; 10—衔
铁; 11—薄钢片; 12—接点; 13—螺杆; 14—指示器;
15—插座; 16—螺丝; 17—止挡; 18—杠杆

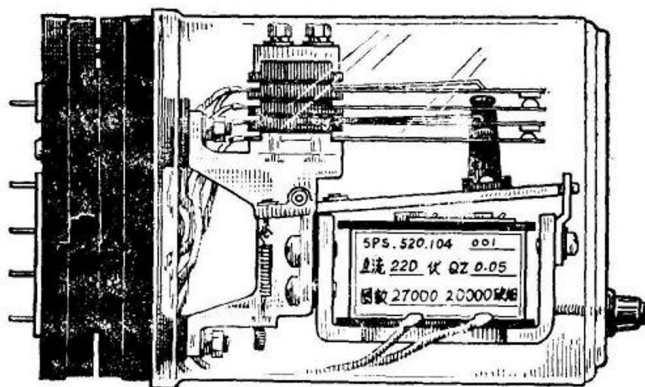


图 7-7 DZ-10 型中间继电器的结构外形图

时间继电器广泛地应用在需要一定时限的各种继电保护及自动装置中，以建立所需要的延时。其结构外形如图7-8(1)所示，内部有钟表机构如图7-8(2)所示。线圈通电后经一定的时限接点才接通，时限可以调整（通过改变动、静点之间的距离来实现）。

DS-100系列时间继电器的主要技术数据见附录7-7。

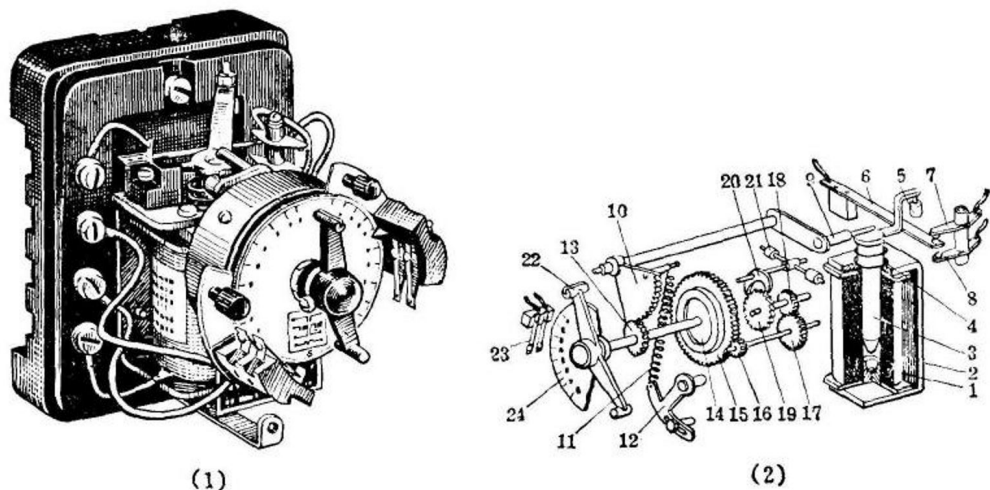


图 7-8 DS-100型时间继电器的结构图

(1)—结构外形图；(2)—传动机构

1—线圈；2—磁导体；3—铁芯；4—返回弹簧；5—触头；6—切换动接点；7、8—静接点；9—杠杆；10—扇形轮；11—反作用弹簧；12—调整弹力的机件；13—齿轮；14—摩擦离合器；15—主传动轮；16、17—轴轮；18—中间轮；19—摆轮；20—摆卡；21—平衡锤；22—动接点；23—静接点；24—刻度盘

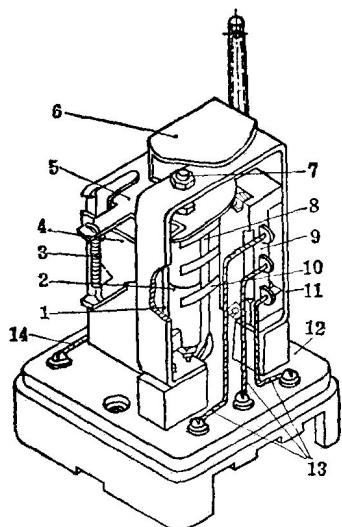


图 7-9 DX-11型信号继电器的结构外形图

1—桥形接点；2—胶木套；3—弹簧；4—弹簧支架；5—动片；6—信号牌；7—轴承螺丝；8—线圈；9—接插座；10—静接触片；11—架板；12—底座；13—静接触片引线；14—线圈引线

5. DX-11系列电磁型信号继电器

信号继电器应用在继电保护和自动装置中，作为装置的动作指示器。结构如图7-9所示，它是电磁型拍合式继电器，具有电磁铁和带公共接点的两付常开接点及一个信号牌。

当继电器的线圈8通电时，电磁铁的动片5被吸持，信号牌6在自重的作用下掉牌。此时随信号牌一起转动的桥形接点1使三个静接触片10接通。断电后，动片在弹簧3的作用下返回原来位置，用手顺时针转动外壳上的旋钮，可使信号牌返回原位。

信号继电器有两种，一种线圈是电压式的，另一种线圈是电流式的，根据电路的特点及继电器所处的位置进行选用，接线图如图7-10所示。

DX-11系列信号继电器是瞬时动作的，其主要技术数据见附录7-8和附录7-9。

上述各种类型的继电器都是有触点的。当利用电子管、晶体管或磁性元件时，继电器也可以做成无触点式的，此时继电器的动作将以不同形式的输

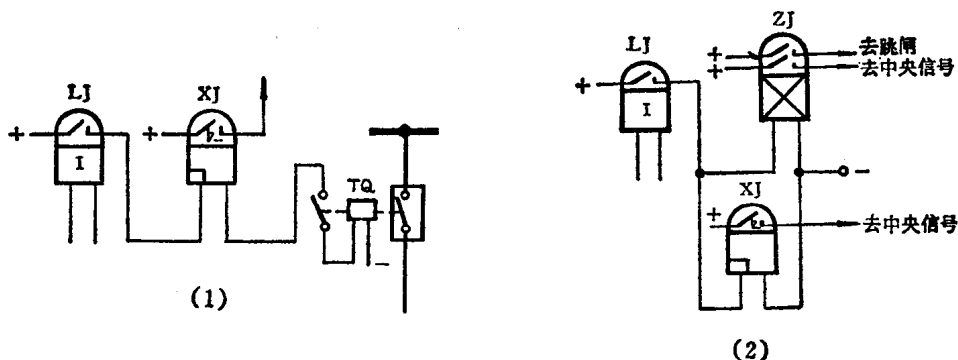


图 7-10 信号继电器的接线
(1)—电流型信号继电器；(2)—电压型信号继电器

出信号表示。

三、继电器的接点及其图形符号的表示方法

关于继电器的表示方法，一般采用一个方块上面带有一个半圆的图形表示，设想在方块里放有它的线圈，而半圆里面是它的接点。继电器所反应的参数在方块里用一个字母标志，如电流用 I、电压用 V 等。常用继电器的接点及其图形符号的表示方法见附录 7-10。

第三节 继电保护装置的操作电源

在变电所中，继电保护装置、自动装置和信号装置等的动作都需要有一个可靠的电源——操作电源供电，它应能在正常或故障情况下向这些装置不间断的供电。

继电保护装置的操作电源有两种，即交流操作电源和直流操作电源。

一、直流操作电源

大、中型 35KV 以上的变电所多数采用直流操作电源。过去一般采用蓄电池组，但由于蓄电池组的维护复杂、建设投资大、使用寿命短等缺点，近年来，蓄电池组已逐步被硅整流器配合电容储能装置或复式整流装置所取代。实践证明，这两种操作电源投资少、设备简单、维护容易，基本上可以满足要求。

1. 蓄电池直流操作电源

由蓄电池组和硅整流装置组成的直流操作电源的接线如图 7-11 所示。当蓄电池组采用浮充方式工作时，正常负荷由硅整流装置供电，同时整流装置还向蓄电池组充电，以补偿其自放电损失。无交流电源时，由蓄电池组供电。

作为合闸、控制、保护及信号用的蓄电池组电压宜采用 220 伏，以减小电缆截面和节省有色金属。仅作为控制、保护及信号用的蓄电池组电压，按负荷的大小及断路器跳闸线圈的电压数值，可以采用

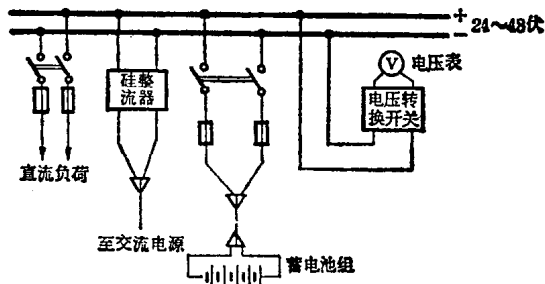


图 7-11 由蓄电池和硅整流装置组成的直流操作电源接线图

110伏或48伏。

为保证操作电源对各种装置进行不间断的供电，对装有蓄电池组的直流操作电源回路的布置，一般有以下几点要求：

(1) 断路器合闸线圈的电源回路与控制、保护用的电源回路应分开。合闸线圈电源回路通常可接在具有全部蓄电池的那一段母线上，这一段母线上的电压一般要比额定电压高一些，有利于减小合闸电缆的截面。而控制、保护用电源回路一般可接在蓄电池组抽头的那一段母线上，这一段母线上的电压通常就是额定电压。

(2) 在一般情况下信号电源可以与控制、保护电源合用一个回路，也可经熔断器分开供电，减小回路故障时的相互影响。

(3) 为了在供电电源熔丝熔断时，或者因为运行检修需要断开供电电源时，仍能保证各回路工作的可靠性，对各个配电点均要求有两个以上的供电电源，并应将这两个受电点通过分段开关联接成环路。

蓄电池一般采用GGF（或GGM）型防酸隔爆式汽车蓄电池，其主要技术数据见附录7-11，硅整流充电设备的主要技术数据见附录7-12。

2. 整流式直流操作电源

整流式直流操作电源分电容储能跳闸式和复式整流两种。系统正常运行时，直流操作电源均由整流器供给。当系统故障时，交流电源电压大量降低甚至消失时，前者利用电容器的储能放电使断路器跳闸，而后者则利用短路电流和母线上的残余电压经过整流而作为操作电源。

(1) 电容储能跳闸装置 图7-12是电容储能跳闸装置原理图，在正常工作时由交流电源经隔离变压器DYB（或电压互感器）、整流器GZ整流后，再经信号继电器XJ的线圈（正常时作充电电阻，当电容器C击穿时可发信号）使电容器C充电储能。当系统发生事故时，继电保护装置动作，其接点BCJ闭合，电容器C向TQ线圈放电，断路器跳闸。当断路器装有自动重合闸装置时，由于电容器可在很短的时间内便能恢复充电储能，因此还能满足再次跳闸的要求。

图中跳闸电容器C当按跳闸线圈为220伏2.5安且同时能断开两台断路器来考虑时，可选用450伏6000 μ F油浸纸质电容器。

(2) 复式整流装置 复式整流装置中，硅整流器的电源由电流互感器和低压变压器共同供给。图7-13是并联复式整流装置方框图，只要其中任一稳压器正常工作，直流母线都有恒定的直流电压输出。

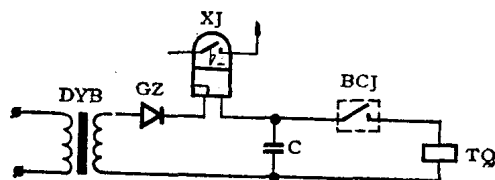


图 7-12 电容储能跳闸装置原理图

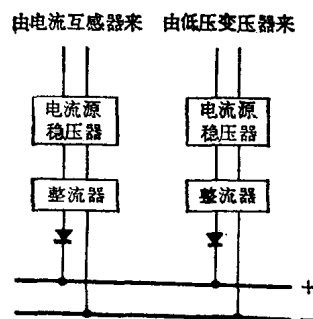


图 7-13 并联复式整流装置方框图

电流源稳压器通常接于受电线路的电流互感器回路，电压源稳压器通常由所内变压器供电，电压源和电流源的稳压器都采用铁磁谐振式。一般可采用单相式，如对直流电压有较高要求可增加滤波装置。

二、交流操作电源

交流操作电源具有投资少、保护装置接线简单、运行维护方便等优点，因此于继电保护较简单的、电压为 35kV 以下的小型变电所广泛采用。交流操作的缺点是：当交流电源失去时也就失去了操作电源，所以在大型的、重要的变电所不宜采用。

对于反应短路故障的继电保护，可采用电流互感器作为交流操作电源；对于反应不引起相间电压剧烈变化的不正常工作状态的继电保护（如过负荷、中性点不接地系统中的单相接地、电力变压器的轻瓦斯保护等），可采用电压互感器作为交流操作电源。

交流操作继电保护装置的跳闸方式可分为以下几种：

1. 直接动作式

图 7-14 是直接动作式交流操作的保护原理图。这种接线的特点是利用操作机构内的过流脱扣器直接动作于跳闸，不另设继电器，这样设备最少，接线最简单。但由于受脱扣器型号的限制，只能用于无时限的过电流保护及电流速断保护。

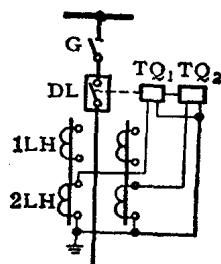


图 7-14 直接动作式交流操作的保护原理图

2. 去分流式

图 7-15 是去分流式交流操作的保护原理图。这种接线的特点是利用 GL-15(16) 型过流继电器的强力切换接点，在故障时使跳闸线圈（即过流脱扣器）去掉继电器常闭接点的分流作用来完成跳闸的。正常时则利用该常闭接点短接跳闸线圈。这种接线可以实现带反时限特性的过电流保护和电流速断保护。

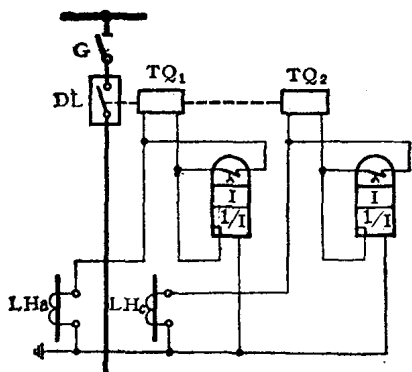


图 7-15 去分流式交流操作的保护原理图

3. 采用中间饱和变流器供给跳闸线圈操作电流的方式

图 7-16 是利用中间饱和变流器供给跳闸线圈操作电流的接线图。这种接线的特点是，在正常情况下继电器不动作，其常开接点是断开的，因此饱和变流器二次侧也是断开的，操作回路无电流。但当发生短路继电器动作后，其常开接点闭合操作电源回路，则由中间饱和变流器供给跳闸线圈的操作电流而使断路器跳闸。

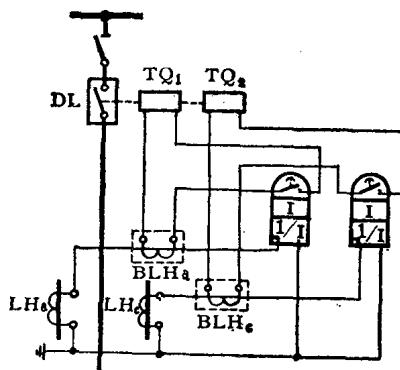


图 7-16 利用中间饱和变流器供给跳闸线圈操作电流的接线图