

中等专业学校教材

电力系统继电保护

(第二版)

南京电力学校 洪佩孙 编

水利电力出版社

中等专业学校教材

电力系统继电保护

(第二版)

南京电力学校 洪佩孙 编

水利电力出版社

内 容 简 介

本书是根据水利电力部中等专业学校“发电厂和电力系统”专业第二轮教材编审规划而编写的。

全书共十二章，对电力系统继电保护基本理论作了系统的分析，并从原理上介绍了目前我国常用的继电保护装置。

本书条理清楚、逻辑性强，能反映国内实际情况，内容丰富。除作为“发电厂及电力系统”专业中专教材外，对大、专院校师生和工程技术人员也有一定参考价值。

中等专业学校教材 电力系统继电保护 (第二版)

南京电力学校 洪佩孙 编

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路5号)

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

*

787×1092毫米 16开本 20.5印张 466千字

1981年4月第一版

1987年11月第二版 1987年11月北京第四次印刷

印数105861—161960册

ISBN 7-120-00014-4/TM·5

15143·6481 定价3.00元

第二版前言

本书是在1981年出版的《电力系统继电保护》一书的基础上，根据水利电力部1983年制订的中等专业学校“发电厂及电力系统”专业第二轮教材编审规划，作为“发电厂及电力系统”专业电力系统继电保护课程的通用教材。

1983年4月水利电力部在福建省永安市召开了部属中等专业学校电力类专业教研会，会上通过了“发电厂及电力系统”专业的电力系统继电保护第二轮教材编写提纲。本书是根据此提纲的要求并充分吸取了兄弟学校本课程的教学经验后编写的。

本书力图在反映国内继电保护专业实际水平的基础上，为加强读者继电保护专业基础理论水平和培养学生具备较为完整的解决继电保护专业技术问题的能力做出贡献。

本书由南京电力专科学校洪佩孙主编，华北电力学院杨奇逊主审。

本书共十二章，除第十章——电力变压器继电保护由徐子增编写，第十二章——母线保护由郁才兴编写外，其余各章均由洪佩孙编写，并由洪佩孙统稿。

目前，继电保护教材正处于革新时期，望广大读者和老师对本书提出批评和指正。

编 者

1986年12月

第一版前言

本书是根据1978~1981年水利电力类高等学校、中等专业学校教材编审出版规划(草案),作为中等专业学校“发电厂及电力系统”、“电力系统继电保护”两专业的电力系统继电保护课程的通用教材而编写的。

全书除绪论外共分十一章。第一章至第七章为电网的继电保护;第八章至第十一章为元件的继电保护。本书在讨论继电保护原理时,着重物理概念的阐述,适当地介绍了一些成套保护,并反映了继电保护的一些新的技术成就。

本书的内容是按照“电力系统继电保护”专业继电保护课程大纲编写的,“发电厂及电力系统”专业使用本教材时,可根据专业的要求,适当取舍。

“电力系统继电保护”专业教学计划规定,关于晶体管保护另设有晶体管保护课程,所以本教材除讨论继电保护的共同原理外,仅限于叙述电磁型、感应型和整流型继电器以及由其构成的保护装置。

本书的绪论、第五、六、七章由沈阳电力学校梁桂岩同志编写;第二、三章由沈阳电力学校李俊年同志编写;第一、四章由长春电力学校熊为群同志编写;第八、九、十、十一章由湖北电力学校钟松茂同志编写。南京电力学校黄根祥同志对全稿进行了审订,并任全书的主编。

参加审稿工作的有北京电力学校、西安电力学校、重庆电力学校、哈尔滨电力学校、山西省电力学校,并由北京电力学校主审。本书编写过程中,北京电管局提出了宝贵意见,电力工业部南京自动化所、一机部阿城电站设备自动化研究所、一机部许昌继电器研究所等单位,提供了技术资料。对以上兄弟学校及各单位的支持,在此一并致谢。

诚恳希望广大读者对本书存在的缺点、错误提出批评指正。

编 者

1980年8月

目 录

第二版前言

第一版前言

第一章 绪论	1
第一节 继电保护的的任务	1
第二节 对继电保护的要求	2
第三节 继电保护装置的基本工作原理	6
第二章 继电保护装置的基本元件	9
第一节 变换器	9
第二节 对称分量滤波器	14
第三节 比较元件	29
第四节 逻辑元件	61
第三章 反应相间短路的电网电流电压保护	69
第一节 概述	69
第二节 电网的过电流保护	69
第三节 电网的电流速断保护	74
第四节 电网的延时电流速断保护	77
第五节 电流保护的接线方式	79
第六节 三段式电流保护装置	82
第七节 电压、电流联锁速断保护	84
本章小结	86
第四章 反应相间短路的电流方向保护	89
第一节 概述	89
第二节 功率方向继电器	91
第三节 相间短路电流方向保护装置应考虑的主要问题	97
第四节 相间短路电流方向保护的整定和校验	105
第五章 电网反应零序量的接地保护	107
第一节 概述	107
第二节 大电流接地系统反应零序量的接地保护	107
第三节 小电流接地系统反应零序量的接地保护	118
第六章 电网的阻抗(距离)保护	125
第一节 概述	125
第二节 距离保护中阻抗测量的基本方法	126
第三节 影响距离测量的基本因素	127
第四节 三段式距离保护的构成	134

第五节	距离保护中的阻抗元件	139
第六节	距离保护装置中的振荡闭锁起动元件	181
第七节	距离保护装置的断线闭锁装置	184
第八节	距离保护的整定计算	185
本章小结		187
第七章	电网的纵联差动保护	189
第一节	两端测量的保护与100%全线速断保护的概念	189
第二节	线路纵联差动保护工作原理	189
第三节	实际线路纵差动保护装置	194
第四节	线路纵差保护整定和校验的一般原则	198
第八章	电网的高频保护	200
第一节	高频保护的基本原理	200
第二节	电力线载波高频通道	203
第三节	高频电流相差动保护	206
第四节	闭锁原理构成的高频保护	214
本章小结		220
第九章	平行线路保护	221
第一节	概述	221
第二节	平行线路的横联差动方向保护	222
第三节	平行线路的电流平衡保护	226
本章小结		228
第十章	电力变压器的继电保护	230
第一节	概述	230
第二节	变压器的瓦斯保护	231
第三节	变压器的电流速断保护	233
第四节	变压器纵联差动保护	233
第五节	变压器相间短路后备保护	240
第六节	变压器接地短路的后备保护	253
第七节	变压器过负荷保护	256
第十一章	同步发电机的继电保护	257
第一节	概述	257
第二节	同步发电机纵联差动保护	259
第三节	反应发电机定子绕组匝间短路的保护	265
第四节	发电机定子绕组接地保护	272
第五节	同步发电机失励磁保护	285
第六节	发电机转子回路接地保护	295
第七节	同步发电机过电流保护及过负荷保护	299
第十二章	母线保护	310
第一节	概述	310
第二节	非专设的母线保护	311
第三节	双母线完全电流差动保护	312
第四节	母线电流相位差动保护	316
第五节	断路器失灵保护	320

第一章 绪 论

第一节 继电保护的任务

现代化电力系统是一个巨大的统一整体。它由数十台甚至数百台发电机、数目更多的变压器以及数千公里的超高压输电线、若干公里的高低压输电线组成。这些装置以及所接的用电设备都是开放性设备，受到周围环境的影响，发生故障的可能性很大。而且，由于各设备是联接在一起的，所以，任何一个装置发生故障，都会使整个系统的正常运行受到影响。自然，采用合格的设备、合理的设计，加强运行管理和维护，可以减少故障的发生。但是，为了保证电力系统工作的可靠性，必须充分考虑发生故障的可能性，在立足于可能发生故障的前提下，采取措施，以使发生故障时，整个系统所受的影响最小、系统中设备遭到的损坏最小。采用完善的继电保护装置，则是其中的主要措施。

继电保护装置是一种自动装置，它能迅速地发现电力系统中发生的故障，并且有选择性地通过断路器切除发生故障的部分。继电保护装置还应能防患于未然，当系统中出现异常运行状态时，向运行人员发出信号，以便及时采取对策，恢复系统正常运行。此外，继电保护装置同其它的自动装置（例如自动重合闸装置）配合，还能消除系统中发生的某些瞬时性故障，使发生故障的部分恢复运行。

上面所述故障状态是指电力系统或设备不能继续运行的事故状态。如电力系统短路就是典型的故障状态，因为在此情况下，系统中将出现危险的大电流并使局部地区电压剧烈下降。对此，继电保护装置应通过断路器使短路部分与系统完好部分隔离。所谓异常运行状态一般是指过负荷、低频率以及因工作状态变化引起的部分地区电压升高等。异常运行状态是故障的先兆，但本身不足以立即对系统造成危害，因此不必立即作用于断路器跳闸，而可以用继电保护装置发出信号，告知运行人员采取措施，以排除引起异常运行状态的原因。

继电保护装置是保证电力系统安全运行可靠供电的重要设备。从电力工业发展的历史过程来看，早期工业用发电设备投入运行时，就有熔丝和直接动作式电流继电器等简单的继电保护装置出现。随着电力工业的发展，继电保护方案愈来愈完善，性能愈来愈好，继电保护的整体动作时间由原来的分数秒缩短为一个周波（20ms）。继电保护的基本工作原理由初期反应系统基本电量（电压、电流等）的变化发展到反应复杂量（对称分量、阻抗、差电流、相位等）的变化。近年来，为了改善继电保护的工作性能，新型的继电保护装置已从反应系统电量稳态变化发展到反应其暂态的变化，从原理上为进一步提高动作快速性提供了可能。

继电保护发展的推动力首先是电力系统的发展及对系统运行的可靠性提出的更高的要求，同时与电工理论和元件制造技术的发展分不开。本世纪三十年代，由于对称分量法

理论的发展, 继电保护中出现了新的故障检测原理。由于圆筒式转子感应式比较器的出现, 使性能较好的两比较量继电器得到了发展, 从而, 使复杂保护装置的实现有了可能。四十年代末五十年代初, 由于半导体整流元件的发展, 出现了性能更好的整流式保护装置。六十年代初, 由于晶体管的发展, 继电保护装置实现了晶体管化。由于采用了电子电路, 除了保护性能得到提高外, 还便于实现基于“逻辑比较”的新原理保护, 发展了一些新型保护装置。近年来, 计算机特别是微型机的发展, 给继电保护专业人员提出了继电保护领域中采用计算机技术的新课题。计算机构成的继电保护装置中, 只要采用不同的软件, 同一种微型机可以实现不同的保护功能, 而且从理论上讲, 可以根据电力系统的需要, 构成任意特性的保护。

第二节 对继电保护的要求

继电保护装置的基本任务是迅速发现电力系统上发生的故障, 并且通过断路器, 有选择地切除发生故障的部分。其次是发现电力系统上出现的异常运行状态, 并及时发出信号。为了完成上述的基本任务, 经过长期的实践, 对继电保护装置提出了四项基本要求, 即继电保护装置的动作应具备选择性、快速性、灵敏性和可靠性。下面分别对它们作一些分析。

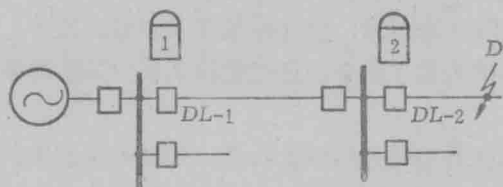


图 1-1 继电保护装置选择性的说明

当D点发生短路时, 如继电保护装置2动作, 通过断路器DL-2跳闸, 切除故障线路, 那么该系统的继电保护装置的动作是有选择性的; 相反, 如继电保护装置1动作, 使断路器DL-1跳闸, 故障虽也切除了, 但动作是无选择性的, 因为随着故障的切除, 电网中本来可以继续运行的部分也将停电, 使事故影响范围扩大。

保护装置失去选择性还可能表现为不能区别正常和故障两种运行状态。如图1-1中继电器1和2是反应过电流而动作的, 由于线路在正常状态下也流过负荷电流, 如果继电器不能避开负荷电流, 则在正常运行情况下, 继电保护装置也要失去选择性而动作。

因此, 继电保护装置的选择性可定义为继电保护装置区别电力系统正常部分和故障部分, 正常工作状态和故障工作状态的能力。

继电保护装置有选择性地动作能保证系统发生故障后停电范围最小。因此保证继电保护动作的选择性是提高电力系统供电可靠性的重要措施。在电气联系比较弱的系统中, 继电保护动作选择性不但涉及到故障发生后停电范围的大小, 而且无选择性的动作甚至会导致系统稳定性的破坏。

随着继电保护功能的增加, 选择性的含义也有所扩大。例如, 与综合重合闸配合工作

的、具有选相能力的保护装置中，对故障相的识别能力就成为选择性的重要指标。

二、快速性

动作于断路器跳闸的快速继电保护装置其动作必须具有快速性。快速切除故障可以使故障对系统造成的损害减小。首先，短路故障的快速切除可使短路电流对设备造成的过热减小，如果是电弧性短路，则可使电弧对设备的烧伤程度减小；同时，系统短路会引起部分地区电压剧烈下降，使某些电动机制动而减速，如果故障切除时间延长，故障切除电压恢复后，由于电动机转速过低，其启动也会发生困难。

在远距离输电的系统中，继电保护装置动作快速性的主要意义在于提高系统的动态稳定性。图1-2表明了继电保护装置动作时间对系统动态稳定极限的影响。对大系统来说，继电保护装置动作速度主要取决于其对系统动态稳定性的影响。为了减小短路电流及其电弧对设备的热损害，以及电压降低对电动机的影响，一般继电保护装置动作时间限制在分数秒内，而为了提高系统动态稳定性，则要求将其动作时间限制在几十毫秒以内。

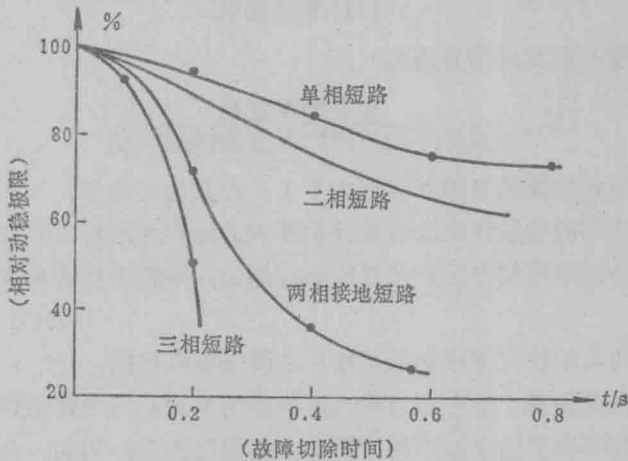


图 1-2 故障切除时间对电力系统稳定极限的影响

在超高压输电线路，与快速重合闸配合工作的继电保护装置也必须具有动作的快速性。

由上看出，动作快速性是衡量继电保护装置性能的重要指标，但是，应当指出，对继电保护装置动作快速性的要求应从实际需要和可能性出发，并不是愈快愈好。这一点可从两方面来看。第一，所谓故障切除时间，包括断路器动作时间和继电保护动作时间，而断路器动作时间占较大的比重，目前，我国的超高压电网中所用的断路器全部断路时间约为3周波（60ms）。因此，追求低于10ms的继电保护动作时间实际上就没有多大意义了。第二，目前常用的继电保护装置都是反应系统故障时出现的工频电量，这类保护装置在故障发生后出现强烈非周期分量情况下，一般不能正确动作。因此，继电保护装置的动作时间必须避开部分过渡过程。实践表明，对快速继电保护装置而言，通常要求其整组动作时间为20ms是恰当的。

此外，还要求继电保护装置动作时间稳定，即动作时间不随短路点的位置和故障量的大小而改变，也不随故障发生的工频量的相位角而改变。这一点在某些情况下甚至比其动

作稍快还重要，因为它影响到保护之间动作的配合。遗憾的是，目前所用的保护装置在这方面的离散值较大。如距离保护装置，按绝对值比较方式工作的阻抗继电器，在95%定值动作时的动作时间要比70%定值动作时的动作时间大1~2倍。相位比较方式工作的阻抗继电器，虽然动作时间基本上与短路点无关，但与短路时相角有很大关系，一般可能有20ms的差别。

在复杂保护装置中，考虑到保护之间配合，继电保护的返回时间也应得到重视。

以上要求是对快速动作的主要保护提出的。对后备保护或作用于信号的保护装置，其整组动作要引入很大的延时，自然，对继电保护动作的快速性就无特殊要求了。

三、灵敏性

继电保护装置的灵敏性是指继电保护装置反应发生在保护区内的故障状态的能力。

灵敏性以灵敏系数 K_{lm} 表示。如系统发生故障时被反应的量升高，则

$$K_{lm} = \frac{\text{保护区内故障的反应量的最小值}}{\text{保护的整定值}} \quad (1-1a)$$

如系统发生故障时被反应的量降低，则

$$K_{lm} = \frac{\text{保护的整定值}}{\text{保护区内故障时反应量的最大值}} \quad (1-1b)$$

按上述定义，保护装置的灵敏系数应大于1，而且愈大愈好。

保护装置所能达到的灵敏性取决于被保护系统的结构和运行方式变化的情况，同时取决于被反应的量。合理选用继电保护装置所反应的量，可使保护区内发生故障时保护装置最灵敏。

继电保护装置的灵敏性与继电器的灵敏性之间是有差别的。

继电器的灵敏性是指单个继电器对输入量敏感的程度，继电器动作功率愈小灵敏性愈高。继电器的灵敏性取决于继电器本身的性能，与整定无关。例如，晶体管电流继电器的灵敏性比电磁型电流继电器高得多，但用于同一系统上的由晶体管继电器构成的晶体管式电流保护装置与电磁型电流保护装置的灵敏性却完全相同。

四、可靠性

继电保护装置的可靠性是由继电保护装置结构的良好性、安装维护的正确性决定的，它是表明装置本身结构上有无缺陷的标志，是衡量保护装置正确完成预期动作功能的能力。

继电保护装置的可靠性是由以下几点来保证的：

- (1) 电路及结构应设计合理；
- (2) 采用质量高、动作可靠的元件；
- (3) 装置应尽可能简化；
- (4) 加强经常性的维护。

要求正确完成预期动作实际上就是要求保护装置不误动、不拒动。为了提高动作可靠性，可采用几套同样类型的保护装置组合成为一个整体保护装置。这样，在单个保护装置可靠性一定的条件下，提高保护装置整体可靠性。对晶体管继电保护装置，提高其抗干扰

能力则是提高可靠性的重要措施。

图1-3a采用同样两套保护装置，输出按“与”门方式联接，这样只有在两套保护装置都动作的条件下，保护才有输出。采用这样组合方式可以有效的防止误动。但是，拒动的可能性增加了。图1-3b采用同样两套保护装置，但输出按“或”门方式联接，显然，只要任一套保护装置动作，保护就有输出。与图1-3a方案相反，图1-3b方案能有效防止拒动，但误动的可能性增加了。

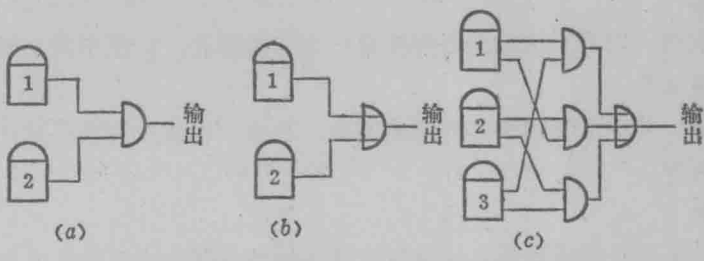


图 1-3 提高继电保护装置可靠性的措施
(a)两套保护“与”输出；(b)两套保护“或”输出；(c)“2/3表决”方式

图1-3c给出了既能防止误动又能防止拒动的提高动作可靠性措施。三个同样的保护装置中任意两套动作，保护装置就会有输出。这种采用2/3“表决”方式构成的保护装置是提高可靠性最理想的方案，但太复杂了。实际上采用的只有图1-3a、图1-3b所示的两种方案。究竟选用哪个方案，应看系统要求和单个保护装置的情况而定。在一般情况下宁愿发生误动而不愿拒动。因为对网络结构紧密的电力系统来说，保护装置误动只相当于多发生了一次故障，不至引起大面积停电，重要负荷可通过第二回线保证供电。而保护装置拒动却会引起事故的扩大，甚至导致系统稳定性的破坏。所以，图1-3b的方案用的较普遍。在特殊情况下，如果单个保护装置可靠性太差，误动频繁，则应采用图1-3a方案。

选择性、快速性、灵敏性和可靠性是对继电保护装置的基本要求。除这四项目要求之外，经济性也是应该考虑的因素。但是一般而言，继电保护装置的投资只占被保护设备投资的一小部分，如果过份强调保护装置经济性而使上述主要性能受到影响，造成供电可靠性降低，则从总经济性来说是降低了。因此，不能把经济性作为对继电保护装置的主要要求。

简单性也可认为是对继电保护装置提出的要求。在能满足基本要求的前提下应力求继电保护装置简单。在目前继电保护理论和电子技术发达的情况下，出现了很复杂的继电保护装置。装置复杂，调试和维护都有困难，如果运行人员技术水平与保护装置的复杂性不相适应，则反而不如采用较简单而易于维护的保护装置可靠。在选择保护方案和选用保护装置时，只要满足技术上的要求，应尽量简化保护方案，采用简单的设备。

对继电保护装置提出的，以上四个“性”为基础的要求含义是很明确的，孤立的考虑满足其中任意一点也不困难，但是由于这些要求之间往往是相互矛盾的，所以要同时满足四点要求就比较困难了。例如，加快保护装置的动作速度，抗干扰能力就下降，影响动作可靠性；又如为了提高保护的灵敏性而降低了保护的動作整定值，则选择性就可能保

证不了；在有些保护中引入动作时限以取得选择性，相应的就牺牲了动作的快速性等。但是，无论如何，这些基本要求之间仍有一致的地方，从而有可能通过全面权衡，取得最佳结果。

第三节 继电保护装置的基本工作原理

一、几个名称

在学习本课程时，对几个名称最好能先有一个明确概念，以便于讨论问题。

（一）保护继电器

即单个继电器，是继电保护装置的组成部分，承担一种或几种动作功能。按其作用不同，可分为以下两种：

1. 测量继电器

用来反应电力系统和组成系统各元件运行状态的继电器称为测量继电器。测量继电器的输入一般为反应电力系统和组成系统各元件运行状态的交流电量，在测量继电器中，各交流电量与给定状态时的各交流电量相比较，从而确定被保护系统及其各组成元件是否发生异常状态。

2. 逻辑继电器

用来完成逻辑功能的继电器称为逻辑继电器。所谓逻辑功能指的是时间延迟、“与”、“或”、“否”等运算。这些继电器都是直流继电器。时间继电器、中间继电器等都属于逻辑继电器。作为提高接点容量的执行继电器也可归为逻辑继电器。

（二）继电保护装置

由测量继电器和逻辑继电器组合而成的成套保护装置称为继电保护装置，它能完整地实现对电力系统或电力系统中某一元件的部分保护。如距离保护装置或三段式电流保护装置，能实现对输电线路的保护；变压器差动保护装置能实现对变压器保护等。

（三）继电保护

继电器与继电保护装置都属于“硬件”，而为了完成对电力系统或元件的保护任务还必须对继电器进行整定；为了设计这些装置又必须研究它们的构成原理；为了使得装置能正常工作，要对在系统各种运行情况下装置的行为进行分析，这些都属于“软件”内容，“继电保护”一词包含上述硬件和软件的全部内容。本课程将要讨论的也就是这些内容。

二、测量继电器的构成原理

继电保护装置是继电保护的重要部分，而测量继电器又是继电保护装置的主要构成部分。

测量继电器有多种类型，主要的是根据继电器所反应的系统中电量的不同来分类。主要有电流继电器、电压继电器、阻抗继电器、功率方向继电器等。测量继电器的种类很多，但不管是哪一种，从结构上都可以将其分解成“比较量形成回路”和“比较器”两部分，同一比较器送入不同的比较量就可构成不同类型的测量继电器。图 1-4 为晶体管电流继电器的结构框图和原理图。

比较量形成回路的作用是将继电器所反应的系统中电量变换成比较器所要求的电量。具体包括电量类型的变换（一般都是将不同的电量变换成电压量）、电量的综合以及数值的变换等。图1-4b为晶体管型电流继电器的原理图。图中比较量形成回路由电流互感器LB、负载电阻 R_1 、整流器BZ、滤波回路 R_2 和 C 以及分压回路构成。它的任务是将引入继电器的系统电流变换成与系统电流成正比的平稳直流电压。图中比较器由晶体管触发器构成，触发器正常时， BG_1 导通， BG_2 截止，当比较电压形成回路输出电压 U_1 大于由稳压管WY提供的“门坎”电压时， BG_1 截止、 BG_2 导通，电流继电器动作。

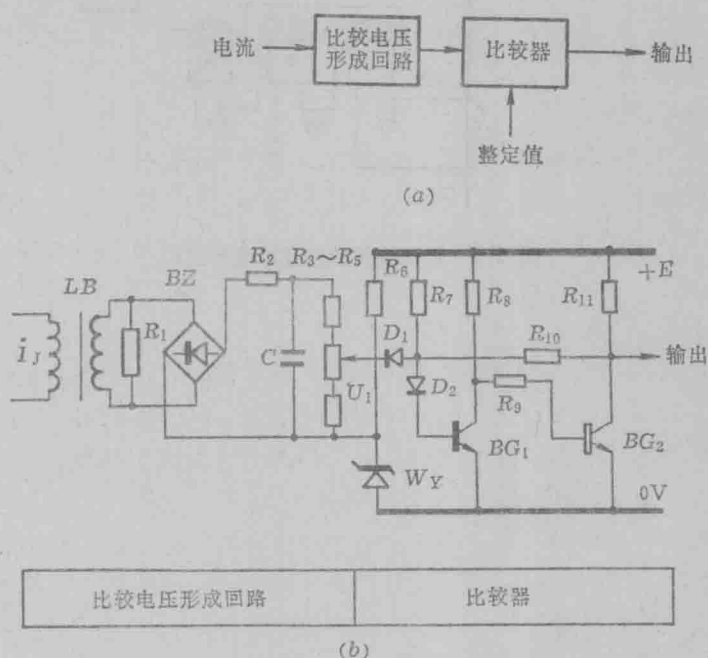


图 1-4 晶体管电流继电器
(a)结构框图；(b)原理图

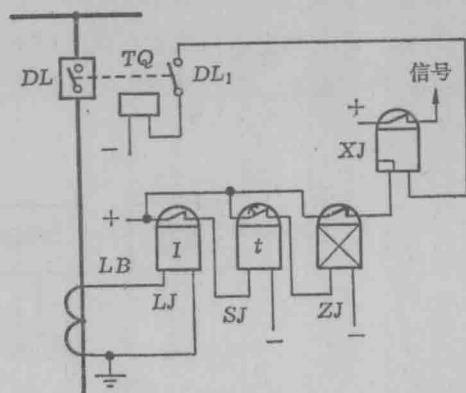
随着继电保护技术的发展，比较器也有很多类型。有时继电器也按比较器来分类，分成晶体管继电器、电磁型继电器和感应型继电器等。

三、继电保护装置构成原理

上述的电流继电器的输出动作信号送到由时间继电器等构成的逻辑回路，再经出口继电器，发出断路器跳闸信号。这样就构成一套完整的继电保护装置。

图1-5为过电流保护装置单线原理图，它由电流继电器LJ、时间继电器SJ、中间继电器ZJ和信号继电器XJ构成，其中，电流继电器作为测量元件，时间继电器提供动作延时，中间继电器实现动作中继以解决时间继电器接点容量较小，不足以接通断路器跳闸电流的问题，信号继电器则当保护装置动作后发出信号通知运行人员，并以“掉牌”方式记录下动作经过。

8



第二章 继电保护装置的基本元件

第一节 变 换 器

一、变换器在继电保护装置中的应用

测量继电器的比较量形成回路中大量使用一些铁心元件。除称为电抗器的作为电抗使用的铁心元件外，其余的铁心元件可归纳为以下三种用途：

- (1) 变换电压量的大小；电压变换器
- (2) 变换电流量的大小；电流...
- (3) 将电流量变换成电压量。电压...

为了与一次回路中使用互感器加以区别，习惯上称上述三种铁心元件为变换器，按上述顺序，称电压变换器（YB）、电流变换器（LB）和电抗变换器（DKB），电抗变换器有时也称电抗变压器。

随着继电保护的发展，用在比较量形成回路中的变换器还起着以下多种作用。

1. 使保护装置内部电路与变电所二次回路隔离

新型保护装置内部电路不容许接地，而变电所二次回路一定要进行保护接地，因而要用变换器进行隔离。此外，新型保护装置很灵敏，对干扰敏感，干扰讯号的窜入非但会引起保护装置误动作，严重时还会烧坏保护装置的电子元件。变换器一、二次电路之间没有直接电的联系，如果在变换器一、二次绕组之间采用妥善的静电屏蔽，可以在很大程度上防止干扰讯号进入保护装置内部电路。

2. 将变电所二次电压和电流的大小进行数量变换，并可将电流量变换成与之成正比的电压量

新型的继电保护装置非常灵敏，但所能承受的电压也低。继电器的电压形成回路应将变电所二次电压和二次电流降低，使之与比较回路相配合，从而达到安全的目的，与此同时还可减小继电器的交流功率损耗。

在以电子元件为比较器的新型继电器中，比较量形成回路输出量为电压，因此，送到比较量形成回路的电流量应变换成相应的电压量，变换器能起这种作用。

在一次系统额定状态下，通过变换器所取得的输出电压，一般为10V左右。

3. 实现比较电压的综合

在复杂的继电保护装置中，送入比较器的比较电压一般是由反应系统电压和电流的有关量进行相量加、减而取得的综合电压。为了取得综合电压，方便的办法是将有关电量通过磁效应实现加、减，这样，由铁心中总磁通感生的二次电压就同相应的综合电压成比例了。实现这种综合作用的铁心元件有时也称为“综合变压器”。

在新型的继电器中，为了减少铁心元件的数量，从而减小装置的重量和体积，上述起

综合作用的变换器运算放大器构成的加法器来实现。显然，用这种方法实现综合可消除信号源之间的相互影响，效果更好。

4. 抑制谐波分量

利用变换器频率特性的不同，可抑制继电器输入交流电压或电流中某些谐波分量，从而改善继电器动作性能。

5. 便于调整继电器动作定值

通过改变变换器一次和二次绕组匝数，可在很大范围内改变继电器动作定值。

由于继电器比较量形成回路中变换器能起这么多作用，所以在继电器中使用大量的变换器。变换器性能和使用合理与否，直接影响继电器的性能。

二、各种变换器的工作特性

上述各种变换器虽然作用有所不同，但它们基本构造是相同的，都是在铁心构成的公共磁路上绕有数个通过磁路而耦合的绕组，因而它们的等效电路结构也都是相同的。但是，当它们本身参数与电源参数及负载参数的相对关系改变时，将表现出不同的特性，即所谓变换器按电压变换器方式工作，或按电流变换器方式或按电抗变压器方式工作。为了使变换器能按预期方式工作，有必要搞清参数配合同变换器表现出来的特性之间的关系。

从电工基本理论可知，任何具有自感和互感的电磁元件都可用图2-1a中虚线所包围的等值电路表示。其中 Z_1 与 Z_2 分别为绕组1与2的漏阻抗，它们由绕组1、2的漏抗和等效电阻构成。 Z_M 为互阻抗，它由绕组1、2间互感抗和等效铁心损耗电阻构成，图中还表示出电源等效电路，它由等效电源电势 $\dot{E}_y$ 和内阻抗 Z_y 构成。 Z_F 为所接负载的等效阻抗。当 Z_1 、 Z_2 甚小时，等效电路可用图2-1b表示。图中各量均已折算到同一侧。

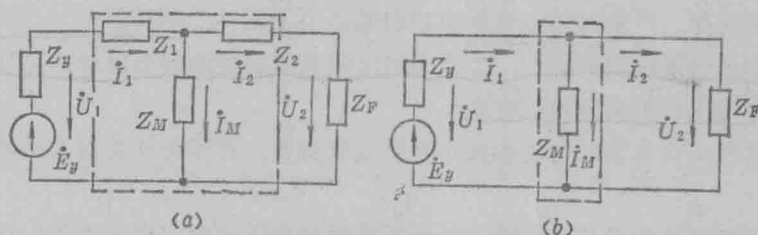


图 2-1 变换器工作时等效电路图
(a)计及漏阻抗时；(b)忽略漏阻抗时

1. 电压变换器

对电压变换器的要求是：变换器（及所接二次负载）的接入不影响所接处的电压值；输出二次电压与一次电压成比例，同所接二次负载大小无关，即 $\dot{U}_2 = K_u \dot{U}_1$ ， K_u 为常数，如以标么值表示，则 K_u 为1。

参看图2-1b，当忽略漏阻抗时，只要满足下列条件，变换器就可按电压变换器方式工作：

$$Z_M \gg Z_y \quad (2-1a)$$

$$Z_F \gg Z_y \quad (2-1b)$$

当接在变换器端头的等效电源可视为电压源时，上述条件可得到满足。也就是说无漏