

21世纪高等职业技术教育规划教材——电气工程类

电力系统 继电保护

第②版

DIANLI XITONG
JIDIAN BAOHU

主 编 张亚妮 杨 红
副主编 邵得心 王全亮



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

21 世纪高等职业技术教育规划教材 —— 电气工程类

电力系统继电保护

(第 2 版)

主 编 张亚妮 杨 红

副主编 邵得心 王全亮

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 简 介

本书共分 11 章,主要内容有:电力系统继电保护的基础知识,电网的电流电压保护、方向电流保护、零序保护、距离保护,输电线路的全线速动保护,电力变压器继电保护,发电机继电保护,母线保护,电动机保护,微机型继电保护装置的硬件结构及原理,并结合保护原理介绍了 RCS978 微机型变压器保护装置。

本书可作为高职高专电气类专业的教材,也可作为从事继电保护的运行、维护、安装调试的工程技术人员培训教材及参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电力系统继电保护 / 张亚妮, 杨红主编. —2 版.
——成都: 西南交通大学出版社, 2012.1
21 世纪高等职业技术教育规划教材. 电气工程类
ISBN 978-7-5643-1549-8

I. ①电… II. ①张… ②杨… III. ①电力系统—继电保护—高等职业教育—教材 IV. ①TM77

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 269540 号

21 世纪高等职业技术教育规划教材——电气工程类

电力系统继电保护

(第 2 版)

主编 张亚妮 杨 红

*

责任编辑 黄淑文

封面设计 墨创文化

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

四川锦祝印务有限公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 15.5

字数: 386 千字

2012 年 1 月第 2 版 2012 年 1 月第 2 次印刷

ISBN 978-7-5643-1549-8

定价: 29.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

本书是根据高职高专“电力系统继电保护及自动化”专业中的“电力系统继电保护”课程教学大纲的相关要求编写的。

本书自第一版发行以来,受到读者的欢迎。根据当前电力系统的实际情况,在第二版的编写中,既保持了传统又根据现实情况有所革新。电力系统继电保护作为“电力系统继电保护及自动化”专业的一门专业主干课程,具有很强的理论性、技术性和实践性。本书理论部分以必需、够用为度,将常规的继电保护基本原理与现代的微机保护新技术有机地结合在一起,以培养高技能应用型专业人才为目的,力求将近年来继电保护的新原理、新技术用通俗易懂的文字介绍给读者。在讲述继电保护的基本原理时仍以电磁型和整流型为主,内容安排上从最简单的继电保护基础知识入手,逐步引入线路保护,电气主设备保护及目前电力系统采用的微机保护新技术,并结合工程实例介绍有关保护的整定、调试、维护技术,以增强实感和适用性。为了便于实践教学,本书还在相应的章节后面增加了配套的实验指导内容。书中带“*”的章节是课堂教学的非基础部分,可供教师教学时参考或供学生课后阅读。

本书由重庆水利电力职业技术学院杨红编写绪论、第1、11章;张亚妮编写第5、6章;郑州电力职业技术学院邵得心编写第2、3、4章;王全亮编写第8章;浙江电力职业技术学院周行编写第7章;杨小青编写第9、10章。杨红、张亚妮担任主编,全书由张亚妮负责修订并统稿。

本书由重庆水利电力职业技术学院曾维宽主审,在审阅过程中提出了许多宝贵意见和建议,在此表示深切感谢。在编写过程中,还得到了电力系统有关部门的帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平和实践经验有限,加之编写时间仓促,书中疏漏和不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2011年11月

目 录

绪 论	1
0.1 电力系统继电保护的作用	1
0.2 对电力系统继电保护的基本要求	2
0.3 继电保护的基本原理和保护装置的组成	5
0.4 继电器	7
0.5 继电保护的发展简史	9
小 结	10
习 题	10
第 1 章 继电保护的基础元件	11
1.1 互感器	11
1.2 变换器	16
1.3 对称分量滤过器	19
1.4 电磁型继电器	21
小 结	27
习 题	28
实验指导 电磁型电流、电压继电器的电气特性实验	28
第 2 章 电网相间短路的电流、电压保护	32
2.1 无时限电流速断保护	32
2.2 限时电流速断保护	35
2.3 定时限过电流保护	38
2.4 阶段式电流保护	40
2.5 电流保护接线方式	41
2.6 电流、电压联锁速断保护	48
2.7 反时限电流保护	50
小 结	51
习 题	52
实验指导一 阶段式电流保护实验	53
实验指导二 反时限电流保护实验	54

第 3 章 电网相间短路的方向电流保护	57
3.1 方向电流保护的工作原理	57
3.2 功率方向元件	58
3.3 方向电流保护接线方式	61
3.4 方向电流保护的整定原则	63
小 结	65
习 题	65
实验指导 整流型功率方向继电器电气特性实验	66
第 4 章 电网的接地保护	69
4.1 中性点直接接地电网接地时零序分量的特点	69
4.2 中性点直接接地电网的零序电流保护	71
4.3 中性点非直接接地电网的零序电流保护	76
小 结	80
习 题	81
第 5 章 电网的距离保护	82
5.1 距离保护的基本原理	82
5.2 阻抗继电器	85
5.3 阻抗继电器的接线方式	91
5.4 影响距离保护正确工作的因素及克服办法	94
5.5 阶段式距离保护的整定计算	105
小 结	107
习 题	108
第 6 章 电网的纵联保护	109
6.1 概 述	109
6.2 纵联差动保护	114
6.3 纵联方向保护	117
6.4 纵联距离、零序方向保护	121
小 结	122
习 题	123
第 7 章 电力变压器保护	124
7.1 电力变压器的故障、不正常运行状态及其保护方式	124
7.2 变压器的瓦斯保护	126
7.3 变压器的电流速断保护	128

7.4 变压器的纵联差动保护	129
7.5 电力变压器相间后备保护及过负荷保护	140
7.6 变压器的零序电流、电压保护	145
7.7 变压器保护回路接线全图实例	148
*7.8 比率制动式差动保护	151
*7.9 变压器微机保护的配置	155
小 结	164
习 题	165
实验指导 BCH-2 型差动继电器电气特性试验	166
第 8 章 同步发电机保护	171
8.1 概 述	171
8.2 发电机的纵联差动保护	172
8.3 发电机定子绕组匝间短路保护	173
8.4 发电机的单相接地保护	178
8.5 发电机相间短路后备保护	181
8.6 励磁回路接地保护	183
8.7 同步发电机失磁保护	185
8.8 发电机-变压器组的保护	189
小 结	190
习 题	191
第 9 章 母线保护	192
9.1 概 述	192
9.2 母线差动保护原理	193
9.3 双母线同时运行时的母线差动保护	195
9.4 断路器失灵保护	199
小 结	200
习 题	201
第 10 章 异步电动机和并联电容器组保护	202
10.1 概 述	202
10.2 电动机的相间短路保护	203
10.3 电动机的单相接地保护	205
10.4 电动机的过载保护	206
10.5 电动机的低电压保护	207
10.6 并联电容器组保护	208

小 结	211
习 题	211
第 11 章 微机保护基础知识	212
11.1 微机保护的优点	212
11.2 微机保护的硬件系统	213
11.3 微机保护的基本算法与数字滤波	221
11.4 微机保护的软件系统配置	231
11.5 微机保护的抗干扰措施	233
小 结	238
习 题	238
参考文献	239

绪 论

【本章重点】 继电保护的 task、继电保护的基本原理及“四性”要求。电力系统继电保护的含意、任务；了解继电保护装置基本原理及组成；掌握对继电保护的基本要求；熟悉继电器的图形符号、文字表示方法；了解继电器型号的表示方法；理解主保护、后备保护（近后备、远后备）、辅助保护等几个重要名词的定义。

0.1 电力系统继电保护的作用

电力系统的运行要求安全、稳定、可靠。但是，由于电力系统受自然条件、设备条件及人为因素等的影响，不可避免的会出现各种故障和不正常运行状态。

所谓故障，是指电力系统发生的各种形式的短路或断线，而最常见、最危险的故障就是各种形式的短路。短路故障的最大特点是：短路点的短路电流很大，电压降低。

若发生短路，可能造成如下危害：

(1) 短路点通过很大短路电流或引起的电弧，使故障元件损坏。

(2) 短路电流通过非故障元件时，由于发热和电动力的作用，将引起非故障元件的损坏或缩短其使用寿命。

(3) 电力系统中靠近故障点的部分地区电压大大降低，使用户的正常 work 遭到破坏或影响工厂产品质量。

(4) 破坏电力系统并列运行的稳定性，引起系统振荡，甚至使整个电力系统瓦解。

所谓不正常运行状态，是指电力系统的正常工作遭到破坏，但未造成各种形式的短路或断线的运行状态。在电力系统中最常见的不正常运行状态是过负荷、系统振荡和频率降低等。长时间的过负荷，将使元件载流部分和绝缘材料的温度不断升高，加速绝缘的老化和损坏，进而可能引起故障。

故障和不正常运行状态若及时处理或处理不当，都可能引起事故。所谓事故，就是指系统的全部或部分正常工作遭到破坏，并造成对用户少送电或电能质量变坏到不能容许的地步，甚至造成人身伤亡和电气设备的损坏。

发生事故的原因很多，有外因，也有内因。因此，在电力系统中，除应采取各项积极措施消除或减少发生故障的可能性以外，故障一旦发生，必须迅速而有选择性地切除故障元件，以保证无故障部分继续正常运行，这是保证电力系统安全运行和提高供电可靠性的最有效方法之一。

为了防止电力系统事故的发生（或扩大），切除故障的时间常常要求小到十分之几秒甚至百分之几秒，显然，在这样短的时间内，要求运行值班人员及时发现故障，并将故障元件切除是不可能的。实践证明，只有在每个电气元件上装设一种具有“继电特性”的自动装置才有可能满足这个要求。

所谓继电保护装置，就是指用来保护电力系统主要元件（如发电机、变压器、输电线、电动机），能反映电力系统中电气元件发生的故障或不正常运行状态，并动作于断路器跳闸或发出信号的一种反事故的自动装置。它的基本任务是：

（1）发生故障时，自动、迅速、有选择性地借助于断路器将故障元件从电力系统中切除，使故障元件免于继续遭到破坏，保证其他无故障部分迅速恢复正常运行。

（2）反映电气元件的不正常运行状态，并根据运行维护的条件（如有无经常值班人员），而动作于发出信号、减负荷或跳闸。此时一般不要求保护迅速动作，而是根据对电力系统及其元件的危害程度规定一定的延时，以免不必要的动作和由于干扰而引起的误动作。

因此，继电保护在电力系统中的主要作用是通过预防事故或缩小事故范围来提高系统运行的可靠性，最大限度地保证向用户安全、连续地供电。

电力系统继电保护是继电保护技术和继电保护装置的统称。继电保护技术是一个完整的体系，主要由电力系统故障分析、继电保护原理及实现、继电保护配置设计、继电保护运行及维护技术构成。

0.2 对电力系统继电保护的基本要求

为了完成上述任务，根据继电保护在电力系统中所担负的任务，对作用于跳闸的继电保护装置在技术性能上必须满足四项基本要求：选择性、速动性、灵敏性和可靠性。

0.2.1 选择性

继电保护的选择性是指保护装置动作时，仅将故障元件从电力系统中切除，使停电的范围尽量减小，以保证系统中的非故障部分仍能继续运行。

例如，在图 0.1 所示电网中，各断路器处都装有继电保护装置。当 K1 点故障时，因为短路电流 I_k 经过断路器 1、2、3、4、5、6 流至故障点 K1，则相应的保护装置都有可能动作。但根据择性的要求，应首先由距短路点最近的断路器 6 处的保护装置动作，使断路器 6 断开，切除故障线路。此时，只有变电站 D 停电。若此时保护装置首先使断路器 5 断开，则变电站 C、D 均将全部停止供电，这种情况就是无选择性的动作。由此可见，继电保护有选择性的动作可将停电范围限制到最小，甚至可以做到不中断向用户供电。

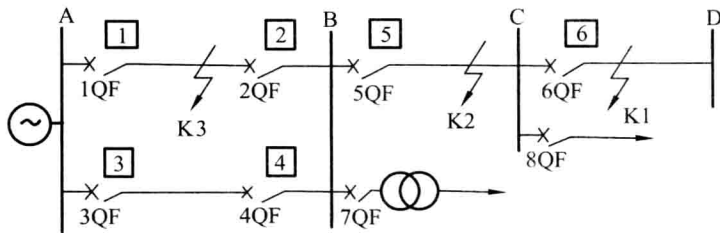


图 0.1 电网保护选择性动作分析图

注意，若图 0.1 中的 K1 点短路时，距短路点最近的保护 6 或 6QF 因故拒绝动作，怎么

怎么办呢？这就需要考虑后备保护的问题，即由靠近电源侧的前一线路保护 5 作用于 5QF 跳闸，将 BC 线路切除，显然故障也能消除。这种动作仍然是有选择性的。此时虽然切除了部分非故障线路，但在保护 6 或 6QF 拒动的情况下，达到了尽可能限制故障的扩展，缩小停电范围的目的。通常把保护 5 称为下一段线路 CD 的保护 6 或 6QF 拒动的后备保护。也就是说，任一元件的保护还应起到下一元件后备保护的作用。这种对相邻元件的后备作用称为远后备。当然，一般情况下远后备保护动作切除故障时将使停电范围扩大。所以，在复杂的高电压网络中，若实现远后备保护在技术上有困难时，也可采用近后备保护方式。

下面就对继电保护的配置和所起作用方面的保护概念进行阐述。

1. 主保护

主保护是反映整个被保护对象的故障并以最短的时延有选择地切除故障的保护。

2. 后备保护

当主保护或断路器拒动时，用来切除故障的保护称为后备保护。在继电保护技术中后备保护有两种构成方式。

(1) 近后备：主保护或断路器拒动时，由本保护对象的另一套保护实现的后备。

(2) 远后备：主保护或断路器拒动时，由相邻元件或线路的保护实现的后备。

事实证明，远后备的性能是比较完善的，它对相邻元件的保护装置、断路器、二次回路和直流电源所引起的拒绝动作，均能起到后备作用，同时实现起来简单、经济。因此，在电压较低的线路上应优先采用。只有当远后备不能满足灵敏度和速动性的要求时，才考虑采用近后备的方式。

3. 辅助保护

辅助保护为补充主保护某种性能的不足（如方向元件的电压死区）或加速切除某部分故障而装设的简单保护，如无时限电流速断保护。

0.2.2 速动性

速动性是指继电保护装置应以尽可能快的速度切除故障元件。这样就可以提高电力系统并列运行的稳定性，减少用户在电压降低的情况下工作的时间，以及减轻故障元件的损坏程度。理论上讲，继电保护装置的動作速度越快越好。

但是，動作迅速而同时又能满足选择性要求的保护装置，其结构一般比较复杂，价格比较昂贵；同时，为防止干扰信号造成保护装置误动作及保证保护间的配合，在一些情况下，电力系统允许保护装置带有一定的延时切除故障。因此，对继电保护速动性的具体要求，应根据电力系统的接线以及被保护元件的具体情况来确定。下面列举一些必须快速切除的故障。

(1) 根据维持系统稳定的要求，必须快速切除的高压输电线路上的故障；

(2) 使发电厂或重要用户的母线电压低于允许值（一般为 0.7 倍额定电压）的故障；

(3) 大容量的发电机、变压器以及电动机内部发生的故障；

(4) 1~10 kV 线路导线截面面积过小, 为避免过热不允许延时切除的故障等;

(5) 可能危及人身安全、对通信系统有强烈干扰的故障等。

故障切除的总时间等于保护装置动作时间与断路器跳闸时间之和。为快速切除故障应采取与快速断路器相配合的快速保护装置。一般的快速保护的动作为 0.04~0.08 s, 最快的可达 0.01~0.02 s; 一般的断路器的动作为 0.06~0.15 s, 最快的可达 0.02~0.06 s。

0.2.3 灵敏性

继电保护的灵敏性, 是指对于其保护范围内发生故障或不正常运行状态的反应能力。满足灵敏性要求的保护装置应该是在事先规定的保护范围内部故障时, 不论短路点的位置、短路的类型如何, 以及短路点是否有过渡电阻, 都能敏锐感觉、正确反应。也即是要求保护在最大运行方式下三相金属性短路时能可靠动作, 且在最小运行方式下和经较大过渡电阻的两相短路时也能可靠动作。通常, 保护装置的灵敏性用灵敏系数 K_{sen} 来衡量, 它主要决定于被保护元件和电力系统的参数和运行方式。

在整定计算过程中常用到两种运行方式: 最大运行方式和最小运行方式。所谓最大运行方式指流过保护装置的短路电流为最大的运行方式, 此时系统等值阻抗为最小; 所谓最小运行方式指流过保护装置的短路电流为最小的运行方式, 此时系统等值阻抗为最大。

1. 对于反应故障时参数量增加的保护装置

$$K_{\text{sen}} = \frac{\text{保护区末端金属性短路时保护安装处测量到的故障参数的最小计算值}}{\text{保护整定值}}$$

如过电流保护, 其 $K_{\text{sen}} = \frac{I_{\text{k} \cdot \text{min}}}{I_{\text{act}}}$ 。

2. 对于反应故障时参数量降低的保护装置

$$K_{\text{sen}} = \frac{\text{保护整定值}}{\text{保护区末端金属性短路时保护安装处测量到的故障参数的最大计算值}}$$

如低电压保护, 其 $K_{\text{sen}} = \frac{U_{\text{act}}}{U_{\text{k} \cdot \text{max}}}$ 。

故障参数(电流、电压、阻抗等)的计算值, 应根据实际可能的最不利方式和故障类型来计算。对不同保护装置和被保护对象, 所要求的灵敏系数是不一样的, 在《继电保护和安全自动装置技术规程》(GB14285—2006)中, 对各类保护灵敏系数的要求都作了具体规定。由于多数短路故障是非金属性短路, 计算或测量参数有误差等, 要求灵敏系数要大于 1。

0.2.4 可靠性

保护装置的可靠性是指在该保护装置规定的保护范围内发生了它应该动作的故障

时，应可靠动作（不拒动），而在任何其他该保护不应该动作的情况下，则不应该动作（不误动）。

可靠性主要是针对保护装置本身的质量和运行维护水平而言的。一般来说，保护装置的组成元件质量越高、接线越简单、回路中继电器的触点和接插件数越少，保护装置就越可靠。同时，精细的制造工艺、恰当的配置与选用、正确的安装与调试、良好的运行维护，对于提高保护的可靠性也具有重要的作用。

继电保护装置的误动作和拒绝动作都会给电力系统造成严重的危害，但提高其不误动的可靠性和不拒动的可靠性的措施常常是互相矛盾的。由于电力系统的结构和负荷性质的不同，误动和拒动的危害程度有所不同，因而提高保护装置可靠性的着重点在各种具体情况下也应有所不同。应根据电力系统和负荷的具体情况采取适当的措施。

在有些文献中将继电保护不误动的可靠性称为“安全性”，而将其不拒动和不会非选择性动作的可靠性称为“可信赖性”，意指保护装置的动作行为完全依附于电力系统的故障情况。安全性和可信赖性基本上都属于可靠性的范畴，因此本书仍沿用我国传统的四项基本要求（或称“四性”）的提法。

以上四项基本要求是分析研究继电保护性能的基础，也是贯穿全书的一条主线。“四性”之间，既有矛盾的一面，又有在一定条件下统一的一面。当统一的条件不满足时，必然催生一个新原理的继电保护来满足“四性”的要求。继电保护的科学研究、设计、制造和运行等大部分工作都是围绕着如何处理好这四项基本要求之间的辩证统一关系而进行的，在学习这门课程时应反复深刻领会。

选择继电保护方式除应满足上述的基本要求外，还应该考虑经济性。首先应从国民经济的整体利益出发，按被保护元件在电力系统中的作用和地位来确定保护方式，而不能只从保护装置本身的投资来考虑，因为保护不完善或不可靠而给国民经济造成的损失，一般都远远超过即使是最复杂的保护装置的投资。相反，对较为次要的数量很多的电气元件（如低压配电线、小容量电动机等），也不应该装设过于复杂和昂贵的保护装置。

0.3 继电保护的基本原理和保护装置的组成

继电保护要完成所担负的任务，就必须能够区分系统正常与故障或不正常运行状态、被保护元件的内部故障与外部故障，从而实现保护。

0.3.1 继电保护的基本原理

通过检测各种状态下被保护元件所反映的各种物理量的变化特征作为保护的判据，根据不同的判据即可构成不同原理的保护。

1. 利用基本电气参数量的区别构成的保护

一般情况下，电力系统发生短路时，总是伴随有电流的增大、电压的降低、线路始端测

量阻抗的减小、电压与电流之间的相位角变化以及负序和零序分量的出现等。因此，在被保护元件的一端装设各种变换器可以检测、比较并鉴别出正常运行与故障时这些基本参数的区别，从而可构成各种不同原理的继电保护，例如：

- (1) 反应电流增大而动作的过电流保护。
 - (2) 反应电压降低而动作的低电压保护。
 - (3) 反应短路点到保护安装地点之间的距离（或测量阻抗的减小）而动作的距离保护（或低阻抗保护）等。
 - (4) 反应电流与电压间的相位角变化构成的方向保护等。
- 以上保护都是立足于被保护元件的一端，比较故障前后某一电气量的变化并依据变化特点来构成不同保护。

2. 反应两端电气量的保护

事实上，在双电源网络中，如果同时检测并比较被保护元件在内部故障与外部故障（包括正常运行）时两端电流相位或功率方向，可以发现它们有不同的变化特点，由此可以构成反应两端电气量的保护，如完全电流纵差动保护、方向高频保护等。

3. 反应序分量或突变量是否出现的保护

当电力系统发生不对称短路时，将出现负序分量；接地短路时，将出现零序分量；发生短路时，正序分量将出现突变。由此可根据是否出现负序、零序分量构成序分量保护；根据正序突变量构成对称、不对称短路保护。

4. 反应非电气量的保护

除上述反应各种电气量的保护外，还有根据温度、压力、流量等非电气量的变化来构成的非电气量的保护，如电力变压器的瓦斯保护、温度保护等。

0.3.2 继电保护装置的组成

常规的模拟型继电保护装置一般由测量部分、逻辑部分和执行部分组成，其原理结构如图 0.2 所示。

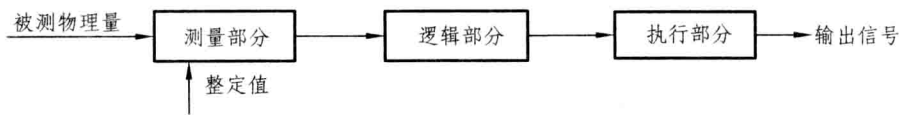


图 0.2 继电保护装置原理结构图

1. 测量部分

测量从被保护对象输入的有关物理量（如电流、电压、阻抗、功率方向等），并与已给定的整定值进行比较，根据比较结果给出“是”、“非”、“大于”、“不大于”等具有“0”或“1”性质的一组逻辑信号，从而判断保护是否应该启动。

2. 逻辑部分

根据测量部分输出量的大小、性质、输出的逻辑状态、出现的顺序或它们的组合，使保护装置按一定逻辑关系工作，最后确定是否应跳闸或发信号，并将有关命令传给执行元件。

逻辑回路有：或、与、非、延时启动、延时返回、记忆等。

3. 执行部分

根据逻辑部分传送出的信号，最后完成保护装置所承担的任务，即执行跳闸或发信号。

0.4 继电器

继电器是各种继电保护装置的基本组成元件。一般来说，按预先整定的输入量动作，并具有电路控制功能的元件就称为继电器。当控制它的物理量达到一定数值或通入某一定的物理量时，它能够使被控制的物理量发生突然的变化，在上述两个物理量中，应至少有一个是电气量，即继电器是具有“继电特性”的电器元件。在现代继电保护技术中所使用的继电器，（在静态继电保护电路中）有时又称为“元件”，如电流继电器称为电流元件，阻抗继电器称为阻抗元件等。

继电器一般由感受元件、比较元件及执行元件三部分组成。其作用是感受控制量，并与预先给定量进行比较，使被控制量发生突然的变化。

0.4.1 继电器的类型

按继电器所反应的物理量不同，可分为电量和非电量两种。非电量继电器有瓦斯继电器、热继电器、压力继电器等。反应电量的继电器又可分类如下：

按继电器的工作原理不同，可以分为 5 种：电磁型继电器、感应型继电器、电动型继电器、整流型继电器、静态型继电器（晶体管型、集成电路型和微机型继电器的统称）。

按继电器反应的电量性质，可分为电流继电器、电压继电器、功率方向继电器、阻抗继电器、频率继电器等。

按继电器的用途不同，分为测量继电器（如电流、电压、频率、差动等）和辅助继电器（如中间继电器、时间继电器、信号继电器）等。

0.4.2 继电器的表示方法

继电器与外部电路相连的部件有线圈和触点，且继电器的线圈与触点一般连接在不同回路中。

通常，在电路图中继电器的线圈用一个矩形框来表示，而其触点用规定的图形来表示。继电器自身的图形表示就是线圈与触点的结合，可用集中表示法，也可用分散表示法。常用

继电器及触点的电气图形表示方法见表 0.1（详细请参见国标 GBT4728）。

表 0.1 常用继电器及触点图形符号

名 称	图形符号	名 称	图形符号
电 流 继 电 器		继电器及接触器线圈	
电 压 继 电 器		动合触点（常开触点）	
功率方向继电器		延时闭合的动合触点	
阻 抗 继 电 器		动断触点（常闭触点）	
差 动 继 电 器		延时闭合的动断触点	
时 间 继 电 器		信号继电器动合触点	
信 号 继 电 器		断 路 器	
中 间 继 电 器		隔 离 开 关	
反时限电流继电器		气 体（瓦 斯）继 电 器	

0.4.3 国产继电器的型号及含义

国产继电器的型号通常由动作原理代号、主要功能代号、设计序号及主要规格代号等组成，如图 0.3 所示。

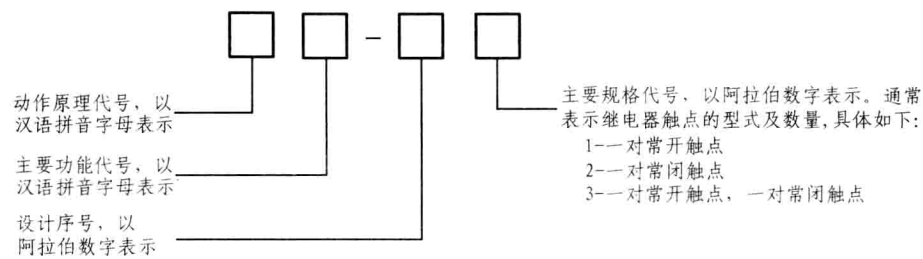


图 0.3 国产继电器型号

以 DL-11/10 型继电器为例。该继电器型号含义为：D—电磁型；L—电流继电器；1—设计序号，1—有一对动合触点；10—动作值的整定范围为 2.5~10 A。

常见继电器型号及含义见表 0.2。

表 0.2 常用保护继电器的型号及含义

第一位字母（原理代号）	第二或三位字母（用途代号）	
D—电磁型	L—电流继电器	FL—负序电流继电器
G—感应型	Z—阻抗继电器	
L—整流型	Y—电压继电器	FY—负序电压继电器
B—半导体型	G—功率方向继电器	CD—差动继电器
J—极化型或晶体管型	X—信号继电器	CH—重合闸继电器
Z—组合型	Z—中间继电器	
W—微机型	S—时间继电器	

0.5 继电保护的发展简史

继电保护技术是随着电力系统的发展而发展起来的一门专业技术。电力系统的飞速发展对继电保护不断提出新的要求，电子技术、计算机技术与通信技术的飞速发展又为继电保护技术的发展不断地注入新的活力。因此，继电保护技术得天独厚，在 20 世纪 50~90 年代这 40 余年的时间里经历了机电式、整流式、晶体管式、集成电路式和微机式 5 个发展历史阶段。

由于短路必然伴随电流的增大，于是出现了反应电流的增加而动作的过电流保护。熔断器就是最早的、最简单的过电流保护。随着电力系统的发展，熔断器已不能满足选择性和速动性要求，于是出现了作用于断流装置的过电流继电器。20 世纪 50 年代以前的继电保护装置都是由电磁型、感应型或电动型继电器组成的。这些继电器都具有机械转动部件，统称为机电式继电器，由这些继电器组成的继电保护装置称为机电式保护装置。机电式继电器所采用的元件、材料、结构形式和制造工艺在近 30 余年来经历了重大的改进，积累了丰富的运行经验，工作比较可靠，因而目前仍是电力系统中应用很广的保护装置。但这种保护装置体积大、消耗功率大、动作速度慢、机械转动部分和触点容易磨损或粘连、调试维护比较复杂，不能满足超高压、大容量电力系统的要求。

自 20 世纪 50 年代末，晶体管继电保护已在开始研究。60 年代中期到 80 年代中期是晶体管继电保护蓬勃发展和广泛采用的时代，此类继电保护满足了当时电力系统向超高压、大容量方向发展的需要。

从 70 年代中期开始，基于集成运算放大器的集成电路保护也已开始研究。到 80 年代末，集成电路保护已形成完整系列，并逐渐取代了晶体管保护。到 90 年代初期，集成电路保护的研制、生产、应用仍处于主导地位，此时是集成电路保护时代。

我国从 70 年代末期即已开始了计算机继电保护的研究，高等院校和科研所在这一过程中起着先导的作用。随着微机保护装置的研究，在微机保护软件、算法等方面也取得了很多理论成果。可以说，从 90 年代开始我国继电保护技术已进入了微机保护的时期。目前，微机保护装置已取代了集成电路型继电保护装置，成为了静态型继电保护装置的主要形式。