



# 發電廠和配電站的 電氣設備

第三卷

苏联Л.Н.巴普季丹諾夫等著



水利电力出版社

## 第二版序言

本書为“发电厂和配电站的电气设备”教科書的第三卷。与此同一名称的本書第一卷已于1952年再版，第二卷已于1953年再版。

第三卷的内容包括繼电保护方面和綫路与变压器自动合闸的基本概念方面的材料，这些材料是根据苏联电站及电气工业部动力技术学校培养“发电厂电气部分”和“輸配电”专业的电气技术員所必需的分量而安排的。如把第三卷中的材料加以某些刪减，也可供技术学校中别的电工专业学生用。对于“繼电保护与自动裝置”专业來說，第三卷的材料是有些不够的。

在第一卷再版的序言中所列的关于本教科書的性質及材料的鋪叙方法的一般說明，完全适用于現今出版的第三卷。

繼电保护裝置与电气自动裝置，是电工技术中年輕的領域，一共才兴起30—35年。

在这样一个比較短的时期內，苏联在繼电保护与电气自动裝置方面获得了很大的成就。整个一系列前所未有的苏联式保护裝置与自动裝置的構造和結綫图被拟訂出来，并被熟練地掌握着。

繼电保护裝置与电气自动裝置在提高对用户供电可靠性方面，具有极其重要的意义。苏联的繼电保护裝置与电气自动裝置的技术，在最近几年內的发展特点为：尽可能地創造更簡單、更可靠、在經濟上更合理的結構与結綫图，并把它們运用到实际中去。从这一方面來說，苏联的保护裝置与自动裝置比許多外国厂家出产的同一种类的裝置进步得多，这些外国的厂家在目前还大量地生产着那些在技术上与經濟上很不合理的、構造复杂而成本昂貴的裝置。

苏联的許多科学研究組織与工业企业組織“哈尔科夫机电工厂（ХЭМЗ），中央电工科学研究試驗所（ЦНИЭЛ），热電設計院（ТЭП），电站及电气工业部区域发电厂的組織化及合理化研

究局(ОПРЭСМЭСЭП)等等”，苏联的許多动力系統（莫斯科动力系統，列宁格勒动力系統，高尔基动力系統等等），以及苏联許多傑出的学者与工程师們（恩·弗·馬尔格林教授，勒·叶·索罗維叶夫副教授，斯大林獎金获得者伊·伊·索罗維叶夫教授，阿·莫·費道謝也夫教授，伊·阿·塞罗米亞特尼科夫工学博士，格·伊·阿塔別可夫教授，莫·伊·察列夫工学碩士及許多其他的人）的工作，对苏联繼电保护与自动裝置的发展起了巨大的作用。

苏联共产党第十九次党代表大会关于发展苏联的第五个五年計劃（1951—1955年）的指示中，規定了苏联发电厂与电力网在今后发展的龐大規模。与此相应，繼电保护裝置与电气自动裝置在今后也必然会有很大的发展。

在現今出版的本教科書的第三卷中，作者企图尽可能地叙述苏联的繼电保护裝置与电气自动裝置的技术基础。这些基础知识，無論对于在发电厂与配电站电气部分运行方面工作的或在这类設備的設計与制造方面工作的电气技术人員，都是必讀的。在此还須指出，有某些自动裝置的問題，已經在本教科書的前兩卷中叙述过了。

任何对本教科書的意見，無論是关于它的內容方面，或者是关于个别問題的闡述方法方面，作者都將以感謝的心情来接受。

作者对伊·阿·塞罗米亞特尼科夫工学博士表示衷心的感謝，因为他在評閱了本教科書的第三卷后，提供了許多极其宝贵的意見。

第三卷中所有各章都是由B.И.塔臘索夫写的。

作 者

# 目 錄

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| 第一編 繼電保護裝置 .....                             | 6  |
| 第一章 繼電保護的一般概念 .....                          | 6  |
| 1-1 繼電保護的任務 .....                            | 6  |
| 1-2 繼電器 .....                                | 8  |
| 1-3 對間接作用的二次式繼電器的基本要求。各種繼電器的常用<br>代表符號 ..... | 11 |
| 1-4 對繼電保護裝置的基本要求 .....                       | 13 |
| 1-5 保護裝置的操作電流方案 .....                        | 17 |
| 1-6 應用在電力系統中的繼電保護裝置 .....                    | 19 |
| 1-7 基本保護與附加保護 .....                          | 20 |
| 第二章 電網的過電流保護裝置 .....                         | 21 |
| 2-1 保護相間短路的定時限過電流保護裝置 .....                  | 21 |
| 2-2 保護相間短路的有限反時限過電流保護裝置 .....                | 40 |
| 2-3 保護接地短路的過電流保護裝置 .....                     | 51 |
| 第三章 電流速斷裝置與電壓速斷裝置 .....                      | 57 |
| 3-1 電流速斷裝置 .....                             | 57 |
| 3-2 電壓速斷裝置 .....                             | 71 |
| 第四章 電網的電流方向保護裝置 .....                        | 74 |
| 4-1 保護裝置的用途 .....                            | 74 |
| 4-2 保護裝置的工作原理 .....                          | 74 |
| 4-3 保護裝置的主要機構及其構造 .....                      | 75 |
| 4-4 保護裝置的時限 .....                            | 79 |
| 4-5 保護裝置的啟動電流 .....                          | 81 |
| 4-6 用於保護裝置中的儀表變壓器的結綫方式 .....                 | 81 |
| 4-7 功率方向繼電器的結綫方式 .....                       | 84 |
| 4-8 死區的計算 .....                              | 87 |
| 4-9 保護接地的過電流方向保護裝置 .....                     | 89 |
| 4-10 電流方向速斷裝置 .....                          | 91 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 4-11 过电流方向保护的优点、缺点和应用范围      | 91  |
| 4-12 保护装置結綫图实例               | 92  |
| 第五章 电网的距离保护装置                | 93  |
| 5-1 保护装置用途                   | 93  |
| 5-2 工作原理                     | 93  |
| 5-3 时限特性                     | 95  |
| 5-4 保护装置的基本机构                | 97  |
| 5-5 距离保护装置的原则結綫图             | 100 |
| 5-6 阻抗繼电器的結綫方式               | 101 |
| 5-7 保护装置的优点、缺点和应用范围          | 105 |
| 第六章 电网的差动保护装置                | 105 |
| 6-1 概述                       | 105 |
| 6-2 綫路的縱差动保护装置               | 111 |
| 6-3 平行綫路的横差动保护装置             | 115 |
| 第七章 电网的高频保护装置                | 120 |
| 7-1 具有高频閉鎖的方向保护装置            | 130 |
| 7-2 相差高频保护装置                 | 134 |
| 第八章 变压器保护                    | 135 |
| 8-1 概述                       | 135 |
| 8-2 二次电压至500伏的降压变压器的过电流保护    | 137 |
| 8-3 二次电压为3千伏及以上的双綫卷变压器的过电流保护 | 141 |
| 8-4 三綫卷变压器的过电流保护             | 149 |
| 8-5 电流速断装置                   | 149 |
| 8-6 差动保护                     | 153 |
| 8-7 瓦斯保护                     | 170 |
| 8-8 变压器保护装置总结綫图的实例           | 176 |
| 第九章 工作在发电机电压母綫上的发电机的保护装置     | 177 |
| 9-1 概述                       | 177 |
| 9-2 过电流保护装置                  | 180 |
| 9-3 縱差动保护装置                  | 183 |
| 9-4 电流速断装置                   | 185 |
| 9-5 横差动保护装置                  | 185 |
| 9-6 定子繞組單相接地的保护装置            | 187 |

|                                              |            |
|----------------------------------------------|------------|
| 9-7 励磁繞組的接地保护装置 .....                        | 195        |
| 9-8 过电压保护装置 .....                            | 198        |
| 9-9 发电机保护装置的总结綫图的实例 .....                    | 198        |
| <b>第十章 发电机 变压器組的保护装置 .....</b>               | <b>200</b> |
| 10-1 概述 .....                                | 200        |
| 10-2 过电流保护装置实施中的特点 .....                     | 200        |
| 10-3 縱差动保护装置实施中的特点 .....                     | 201        |
| 10-4 在发电机 变压器組的发电机电压元件上实施單相接地保护的<br>特点 ..... | 202        |
| 10-5 发电机 变压器組的保护装置总结綫图的实例 .....              | 204        |
| <b>第十一章 电动机的保护装置 .....</b>                   | <b>206</b> |
| 11-1 概述 .....                                | 206        |
| 11-2 多相短路保护 .....                            | 208        |
| 11-3 欠电压保护 .....                             | 211        |
| 11-4 保护过负载的过电流保护装置 .....                     | 212        |
| 11-5 單相接地保护 .....                            | 213        |
| 11-6 电压至500伏的电动机的保护 .....                    | 214        |
| <b>第十二章 母綫保护 .....</b>                       | <b>214</b> |
| 12-1 概述 .....                                | 214        |
| 12-2 利用供电元件的保护装置来保护母綫 .....                  | 214        |
| 12-3 母綫的特殊保护 .....                           | 215        |
| 12-4 母綫联络遮断器的保护 .....                        | 230        |
| <b>第二編 关于綫路和变压器自动合閘的基本概念 .....</b>           | <b>232</b> |
| <b>第十三章 綫路的自动重合閘 .....</b>                   | <b>232</b> |
| 13-1 概述 .....                                | 232        |
| 13-2 电气式 AΠБ 装置 .....                        | 235        |
| 13-3 机械式 AΠБ 装置 .....                        | 240        |
| <b>第十四章 备用电源的自动投入 .....</b>                  | <b>244</b> |
| 14-1 概述 .....                                | 244        |
| 14-2 备用綫路的自动投入 .....                         | 245        |
| 14-3 备用变压器的自动投入 .....                        | 248        |
| <b>附 錄 .....</b>                             | <b>251</b> |

# 第一編 繼電保護裝置

## 第一章 繼電保護的一般概念

### 1-1 繼電保護的任務

在電力系統中，發生故障和不正常的工作狀態是可能的。

綫路、變壓器、發電機及電動機的最常見的故障形式是單相接地短路和兩相及三相短路。除此以外，也可能發生綫路的斷綫。和系統中一處或幾處同時接地而引起的相間短路。對於旋轉電機和變壓器來說，還可能發生同一相內的匝間短路。

兩相及三相短路，以及在中性點直接接地系統中的一相接地，都是短路。發生短路的時候，同時引起電壓降下和很大的短路電流通過。

電壓降下會影響用戶的正常工作。短路電流流過時會損壞電氣設備，因而把事故擴大到系統中的無故障元件上。在短路時，可能促使並列運轉着的發電機甚至個別發電廠失却同步，而與電網斷開；也就是說，可能使整個電力系統的工作完全紊亂。

在小電流接地系統中（系統中性點不接地或中性點經過消弧綫圈接地），一相接地所引起的短路電流比較小，因此也不致於影響用戶的工作。

除上述故障外，電力系統中也可能產生其他種類的不正常工作狀態。這些不正常工作狀態可使電能質量變壞，並且在個別情況下，會損壞電氣設備。不正常工作狀態的主要形式之一，是過負載所引起的過電流。這種過電流可了解為該元件並無故障，而電流却超出了額定值。

過電流的通過會引起元件導電部分的過度發熱，因而加速絕緣物的衰老，甚至損壞絕緣物。

為了避免破壞用戶的正常工作，避免電氣設備的損壞，以及

預防事故的擴大起見，必須把故障點很快地斷開。

在現代的電力系統中，故障元件的斷開都是自動的，可以利用繼電保護裝置，也可利用熔斷器。

繼電保護裝置是一種由一個或幾個繼電器組成的自動裝置。繼電器是一種特殊電器，當裝置中的任一元件發生故障或發生不正常工作狀態時，繼電器就影響遮斷器的傳動機構，去斷開相應的故障電路或不正常工作電路。

繼電保護裝置不是在所有的情況下都使遮斷器跳閘。例如在小電流接地電網中，一相接地的保護裝置在大多數情況下只是用來發出信號，表明開始發生故障。由於在這種電網中，單相接地時通過故障點的電流往往不大（見第一卷第五章）所以單相接地可以延長到來得及用手去斷開故障部分所需的時間，而故障並不致繼續發展。這樣就有可能先將用戶轉接到另一條沒有故障的線路上去，然後再斷開故障線路，從而可保證對用戶的電力供給不致中斷。

按正規方式工作的繼電保護裝置，僅當在不正常工作狀態下持續運轉會對被保護元件有直接危險時，或影響到整個系統的工作時，才使被保護元件的遮斷器斷開。如果不正常狀態不會發生直接危險，或不會影響整個系統的工作（例如發電機和變壓器等短時過負載），那就可使繼電保護裝置作用於信號。值班人員得到信號後，再採取適當措施去解除系統中該元件的不正常工作狀態。

因此繼電保護的基本任務可以歸納為下列各項：

1. 當故障和不正常的危險工作狀態時，斷開被保護的元件。
2. 給值班人員發出關於不正常工作狀態的信號，例如發電機和變壓器的過負載，以及小電流接地電網中的單相接地。
3. 作用於一種機構以消除工藝過程的過載。

此外，繼電保護裝置經常與發電廠的自動化裝置相聯系。此時繼電保護可以使下面這些自動裝置投入工作：如主變壓器或線路自動斷開時，自動把備用變壓器或備用線路投入的裝置（第十四章）；輸電線的自動重合閘裝置（第十三章）；同步機的強行



## 1-2 繼 电 器

繼电器可分为反应电量的和非电量的两种。属于后一种的有保护变压器的瓦斯繼电器，保护旋轉机械的机械轉数繼电器等。

按照工作原理的不同，反应电量的繼电器又可分为电磁式、感应式、电动力式、热力式等等。因此，大多数繼电器的工作原理与量測計器的工作原理相同。

电力系統中发生短路时，同时引起电流增加，电压降下，电机繞組的温度上升，而在系統的几个元件中会使功率傳送的方向与正常情况时不同。为了使繼电保护装置能适应它本身的任务，可应用各种繼电器来反应电力系統中的各种額定参数的变化。因此又可根据繼电器所反应的参数种类而将它分为：电流繼电器、电压繼电器、功率繼电器、温度（热）繼电器等。

繼电器也可根据它所反应的量的变化特性来分类。因此可分为过量繼电器和欠量繼电器。过量繼电器反应电量（例如电流或电压）向增加方面的偏差。而欠量繼电器反应向减小方面的偏差。

此外，繼电器还可根据其接入被保护元件回路的方法而分为一次式繼电器，和二次式繼电器；也可根据作用于遮断器的方法不同，而分为直接作用和間接作用的繼电器。

图 1-1 示直接作用的一次式过电流繼电器机构的原则結綫图。当回路中的电流超过了預先整定的数值时，鉄心 2 就被吸入綫圈 1 内，杠杆 3 被提起，把拉杆 4 向下移动。拉杆 4 牵动鎖扣 5，于是在彈簧 6 作用下遮断器跳閘。

能使繼电器动作的最小电流称为繼电器的启动电流，用  $I_{c.p}$  表示。

直接作用的一次式繼电器，使遮断器跳閘不需要操作电源，这是这种繼电器的优点。但是这种繼电器具有一系列缺点，例如：1）使遮断器跳閘时繼电器的机构須作很大的功，而且繼电器还要經受短路电流引起的較大的热效应与电动力效应；所以繼

电器的机构必须做得很结实粗大，这样就使继电器显得不够精确和不够灵敏。2) 在试验与整定继电器时必须拉开被保护元件上的遮断器和隔离开关，按照运行条件这样作不是经常可能的。

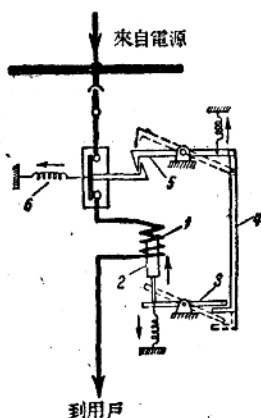


图1-1 直接作用的一次式过电流继电器机构的原则接线图

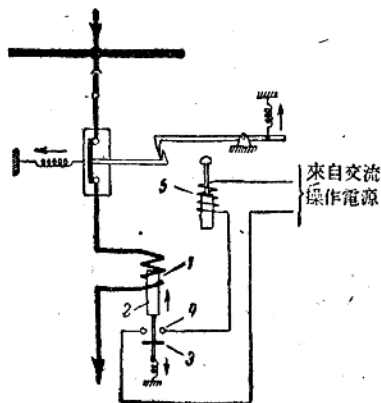


图1-2 间接作用的一次式过电流继电器的原则接线图

直接作用的一次式继电器主要应用在小容量的设备上。

图1-2示间接作用的一次式过电流继电器的原则接线图。当回路中的电流增大到继电器的启动电流时，铁心2就被吸入线圈1内，此时可动触点3就与固定触点4接触，闭合跳闸线圈5的操作电流回路。线圈5的作用为使遮断器跳闸。

此种继电器的机构，在遮断器跳闸时作的功比较小，因此继电器的精确度与灵敏度都比较高。然而此种继电器需要操作电源，所以采用比较少。

直接作用的二次式过电流继电器的线圈接到变流器的二次线圈上（图1-3）。当线圈1中的电流增至继电器的启动电流时，铁心2被吸入线圈1，冲铁3打击锁扣4，于是遮断器跳闸。

因为继电器是经过变流器联接的，继电器线圈中流过的电流相当小（比一次式继电器），故它的结构可作得相当轻便。此

外，这种继电器不需要操作电流的电源。但是，因为这种继电器直接作用于遮断器传动机构的锁扣，动作时需要作相当大的功，所以不可能把它做成高度灵敏的。这类继电器的缺点是工作的精确性比较低。

直接作用的二次式继电器，附设在手动自动驱动的遮断器的传动机构中（第一卷第二十章）。

图 1-4 示间接作用的二次式过电流继电器。当继电器线圈中的电流增大到启动电流时，继电器 1 的接点闭合，接通传动机构的跳闸线圈 2 的操作电流回路，使遮断器跳闸。

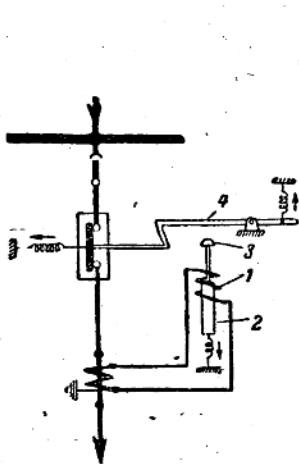


图 1-3 直接作用的二次式过电流继电器的原则接线图

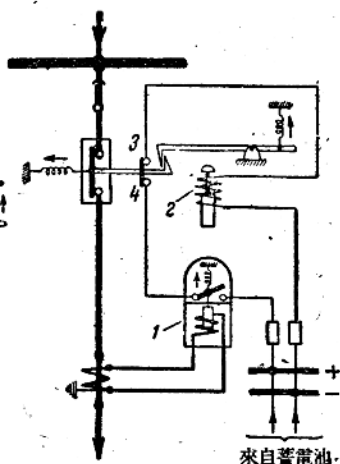


图 1-4 间接作用的二次式过电流继电器的原则接线图

当动作时继电器所作的功比较小，所以它的精确度与灵敏度与以前所讨论的几种继电器比较起来，都要大得多。

间接作用的二次式继电器，尺寸比较小，并且可做成单独的器具；在运转时，可以调整它和检查它，而无须断开被保护元件。

必须指出，当继电器通过变流器联接时（图 1-3 与 1-4），

繼電器的啟動電流 ( $I_{c.p}$ ) 與保護裝置的啟動電流 ( $I_{c.3}$ ) 是有區別的。後者可了解為某一元件的保護裝置啟動時的最小一次側電流。

### 1-3 對間接作用的二次式繼電器的基本要求。

#### 各種繼電器的常用代表符號

繼電器的機構應該很完好，使其經常準備着動作。機構不完整，可能由於其中某種部件發生了故障，如軸承、軸、固定部分、以及由於銹蝕、潤滑油和阻尼油的氧化或過髒等等所生的故障。為了避免上述毛病，繼電器的外殼都做成防灰和防塵的；在運轉時候還必須經常去察看；小心的維護，和定期檢驗。

繼電器啟動量值（電流、電壓等）的誤差應該儘可能小，因為保護裝置的靈敏度決定於啟動量的誤差。繼電器的誤差愈大，靈敏度就愈小。

**接點工作的可靠性** 繼電器可做成具有正常分開或正常閉合的兩種接點，也就是說可做成這樣的繼電器——使它的接點在線圈沒有電流時是相應地分開的或閉合的。按照工廠的術語正常分開的接點稱為常開接點（簡寫H.O.），而正常閉合的接點稱為常閉接點（簡寫H.3.）。

繼電器接點可靠工作的基本條件是不受振動，接點不致焊住，接點彈簧的位置不致變更。

接點焊住的主要原因之一是超出了接點的容許負荷。

繼電器接點的負荷能力，可以根據下列各項來說明：

1. 容許的持續閉合電流；
2. 容許的短時閉合電流（通常是一秒鐘）；
3. 容許斷開的電流和功率。

除此以外，還要標明接點可以接上的極限電壓。

由於接點在斷開時擔負的工作更吃重，所以一般規定接點的容許斷開電流和功率比閉合時的容許值小一些。

如果斷開或閉合的電流或功率超出了容許值以上，那末接點

就会因燒伤而很快用旧，而且有时还会燒毀。

接点的容許負荷，决定于繼电器的类型和用途（見附录Π-1—Π-2）。

故障段断开以后，繼电器机构回复到起始位置的最小時間在系統中当故障发展时，短路可能接一連二地发生。同时，每一次短路发生，短路电流所通过的回路中的繼电器都会启动。結果，繼电器时而动作起来，时而返回到起始位置。如果新的短路故障发生时，繼电器的机械部分已返回到起始位置，那末保护裝置就能正确地进行第二次动作。所以繼电器的机械应该在最小的時間內返回到起始位置。

繼电器綫圈消耗的功率 确定量測变换器（包括变流器和仪表变压器——譯者）负担的因素之一，是連接在該量測变换器上的各仪表綫圈所消耗的功率。为了使变换器的工作较为精确起見，各仪表綫圈所消耗的功率最好尽可能小。此功率通常是针对繼电器綫圈的額定电流（或电压）来規定的，并且用伏安表示。电流繼电器綫圈消耗的功率用繼电器的最小整定电流  $I_{\text{yem. min}}$  来規定。有时候，除了上述的表示法外，消耗的功率也可用瓦表示，这样就可能判断繼电器綫圈的电感。

現代繼电器电流綫圈消耗的功率大致是0.1—15伏安，而电压綫圈的功率大致是1—5伏安（見附录Π-1和Π-3）。

繼电器的热稳定与电动力稳定 繼电器的热稳定可用在一定時間內繼电器电流綫圈能支持而不致損坏的电流来标志。在說明書上，通常給繼电器規定两个热稳定电流值：持續容許电流（ $I_0$ ）和一秒內的容許电流（ $I_{k1}$ ）。对于比  $I_{k1}$  小的电流，例如  $I_k$ ，容許它流过的時間  $t$  应為：

$$t = \frac{I_{k1}^2}{I_k^2}.$$

电压线圈的热稳定用該线圈能長期支持的电压来标志。

电动力稳定用繼电器能够支持而不致使其线圈或可动部分遭受机械损坏的电流来标志。現代的繼电器电动力稳定一般比热稳定高。

除了上述各項外，对于繼电器的要求还有：構造簡單，运用簡單和价格不高。

**繼电器的常用代表符号** 繼电器一般都是用一个方块来表示，上面有一个半圆，有的表示法是把方块上部再加高一些。設想方块里放着繼电器的线圈，而半圆里面是接点系統。繼电器所反应的参数在方块中用一个字母标志，例如反应电流的繼电器用字母  $A$  (安培) 或  $I$  (电流)，而反应电压的繼电器用字母  $V$  (伏特) 或  $H$  (电压) 等等。接点的表示法是这样的：当繼电器动作的时候，它們向下移；而返回到起始位置时，由下向上。

表 1-1 表示繼电器的两种最常用的代表符号。第二种方案所示符号应用較迟，也是今后我們要采用的。

#### 1-4 对繼电保护装置的基本要求

根据繼电保护本身的任务，繼电保护装置应滿足一系列的要求，其中主要的是：1) 动作快；2) 可靠；3) 选择性 (挑选的能力)；4) 灵敏度。

为了下列目的，保护装置的快动作是必須的：

1. 当短路时，防止破坏发电厂的并列运转，从而保証电力系统工作的稳定性；
2. 当短路时，减少系統或系統个别部分的电压降下時間，这对于保証用户的正常工作是必需的；
3. 减少短路电流引起的損害。

故障部分的断开時間，是保护装置的动作時間与遮断器的全部跳閘時間的总和。而后者本身又是遮断器跳开時間与其傳动裝置动作時間之和。这样一來，为了快速断开故障部分，不仅必須用快动作的保护裝置，而且还应采用快动作的遮断器和傳动機構。

表1-1 繼电器的常用代表符号

| 順序 | 繼 電 器 名 稱                                 | 常 用 符 号                                                                             |                                                                                     |
|----|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                           | 方 案 1                                                                               | 方 案 2                                                                               |
| 1  | 接点正常分开的瞬时动作的电流繼电器                         |    |    |
| 2  | 接点正常分开的、有机机械式动作指示器的、帶有限反时限特性的电流繼电器        |    |    |
| 3  | 接点正常分开的、有机机械式动作指示器的、帶电流速断装置和有限反时限特性的电流繼电器 |    |    |
| 4  | 瞬时动作的电压繼电器                                |    |    |
| 5  | 接点正常分开的时间繼电器                              |    |    |
| 6  | 有一对正常分开接点的中间繼电器                           |    |    |
| 7  | 不利用其接点的指示 (信号) 繼电器                        |    |    |
| 8  | 利用其接点的須用手把它返回到起始位置的指示 (信号) 繼电器            |    |    |
| 9  | 接点正常分开的功率方向繼电器                            |    |    |
| 10 | 接点正常分开的阻抗繼电器                              |   |   |
| 11 | 接点正常分开的有制动线圈的差动电流繼电器                      |  |  |
| 12 | 接点正常分开的瓦斯繼电器                              |  |  |
| 13 | 有一对正常分开接点和一对正常閉合接点的中间繼电器                  |  |  |

現代的快速保護裝置，其動作時間為1—2.5周波（0.02—0.05秒）；而快速遮斷器的全部跳閘時間為2.5—4周波（0.05—0.08秒）。

必須指出，當正常工作狀態受到破壞時，保護裝置的迅速動作並不是必須的，而且在某些場合下反而是有害處的。例如，當被保護元件過負載時，快速動作是不需要的，因為任何電氣設備根據電流的大小都允許在一定時間內過負載。因此，很多反應不正常工作狀態的保護裝置都做成帶延遲的。

繼電保護裝置應該是可靠的，也就是說在發生故障或不正常工作狀態時它不應該誤動作或拒絕動作。

保護裝置的可靠動作，依靠正確的選擇結綫方式和正確的選擇整定過的繼電器，以及依靠小心地安裝和經常察看與維護來保證。

當故障元件僅由最靠近故障點的一個遮斷器（當一端供電時），或最近的幾個遮斷器（當多方供電時）來斷開時，保護裝置的這樣動作就稱為是有選擇性的。換句話說，當保護裝置有選擇性地動作時，斷開的只是故障段，而系統中所有其他無故障的元件依舊保持運轉。例如當幾台變壓器並列運轉時，如果其中有一台變壓器內發生短路，那末有選擇性動作的保護裝置，只會使故障變壓器的遮斷器跳閘，而其他變壓器依舊保持運轉。

靈敏度是在發生故障或在正常工作狀態開始時保護裝置對該故障或不正常狀態的反應能力。採用高靈敏度的保護裝置，可減輕故障對系統無故障部分的影响，並且能夠縮小故障元件的損壞程度。但是要做成高靈敏度的保護裝置，往往會使保護裝置複雜化，降低其可靠性，而且價格昂貴。保護裝置越簡陋，做起來越簡單、便宜；照例，靈敏度不高的保護裝置，結綫圖比較簡單，運轉比較可靠。因此，電力系統中採用的繼電保護裝置，其靈敏度有不同等級，由被保護元件的要求和它的重要性來決定。

各種類型的保護裝置的靈敏度，可用靈敏係數 $K_s$ 來衡量。靈敏係數用下述方法確定：



1. 对于当故障时能反应参数增加的保护装置, 灵敏系数定为在被保护区末端金属性(直接)故障时的参数值(例如电流)对保护装置所整定的启动值之比。例如对于过电流保护(第二章)

$$k_u = \frac{I_k}{I_{c.s}}, \quad (1-1)$$

其中  $I_k$ ——被保护区末端短路时的一次侧短路电流, 安;

$I_{c.s}$ ——保护装置的一次侧启动电流, 安。

2. 对于当故障时能反应参数减少的保护装置, 灵敏系数定为保护装置所整定的启动值对被保护区末端金属性短路时的参数值(电压或阻抗)之比。例如对于欠电压保护(§3-2)

$$k_u = \frac{U_{c.s}}{U_k}, \quad (1-2)$$

其中  $U_{c.s}$ ——保护装置的一次侧启动电压, 伏或千伏;

$U_k$ ——当被保护区末端短路时, 供给保护装置中的繼电器的仪表变压器所在的母綫电压, 伏或千伏。

当确定灵敏系数时, 所采用的事故参数值应根据对保护装置工作最不利的故障种类(三相、二相或一相短路), 及对保护装置工作最不利的动力系統运转方式去计算。

根据“电气设备安装规程”(第二卷), 对于保护小电流接地电网中的一切故障的保护装置, 和保护大电流接地电网中的相间短路的保护装置, 其灵敏系数的最低值应该是:

1. 对于不带时限的保护装置的启动机构为1.5;
2. 对于带时限的保护装置的启动机构, 当基本保护所包括的被保护区末端发生故障时为2.0; 当后备保护所包括的被保护区末端发生故障时为1.3—1.4;
3. 对于装在发电机、变压器或电动机上的不带时限的电流速断装置(第八、九、十一章) 当装设保护装置的地点短路时为2.0;
4. 对于距离保护的测量机构(第五章) 以及对于带阶段式时限特性的电流速断装置(第三章), 在基本保护拒绝动作时带时限的后备保护保证有选择地断开被保护段上的故障的情况下为1.25—1.5。

在小电流接地的电网中, 綫路的接地保护装置的灵敏系数应为2.0。

最后必须指出, 为了保证繼电保护装置的选择性动作, 电网