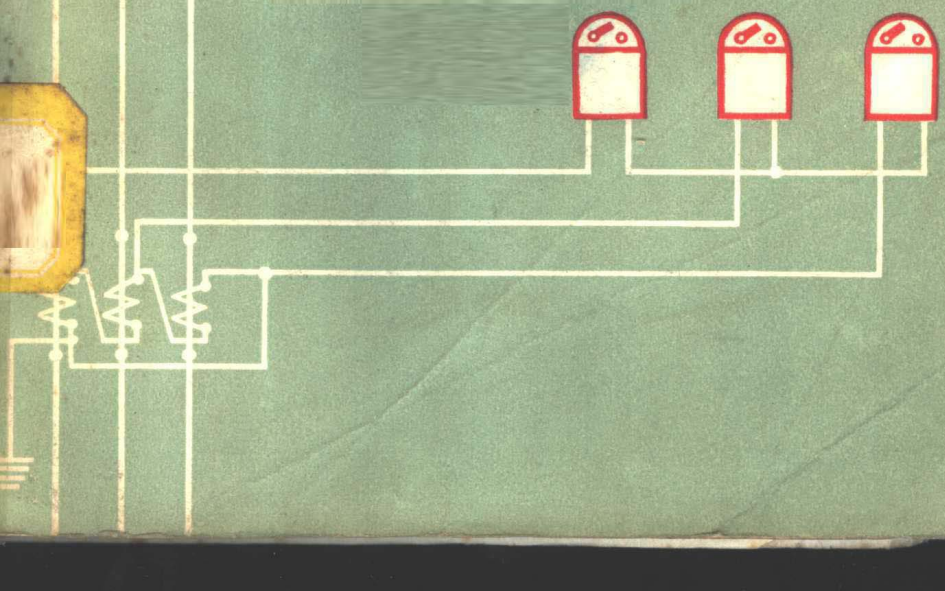
继电保护装置原理和运行

苏联 M. A. 貝可維奇　B. A. 謝米諾夫著



继电保护装置原理和运行

苏联 M. A. 貝可維奇　B. A. 謝米諾夫著
閔　华翻譯　　張瑞歧校訂

电力工業出版社

内 容 提 要

本書包括关于电力網、变压器、發电机与电动机的繼电保护的基本知識，以及自动重合閘和备用电源自动投入裝置的基本知識。書中除了对繼电器与保护裝置接綫圖作了叙述以外，还簡單地叙述了繼电保护裝置运行試驗的主要方法。

本書为从事繼电保护工作的工長与电工的自修和集訓用的教材。

М.А.БЕРКОВИЧ В.А.СЕМЕНОВ
ОСНОВЫ ТЕХНИКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ МОСКВА 1954

继电保护裝置原理和运行

根据苏联国立动力出版社1954年莫斯科版翻譯

閔 华翻譯　張瑞歧校訂

*

759D280

电力工業出版社出版(北京复兴門外社会路)

北京市書刊出版業營業許可証出字第082号

北京市印刷一厂排印　新华書店發行

*

787×1092公厘开本 *7印張 *169千字 *定价(第10类)1.10元

1958年2月北京第1版

1958年2月北京第1次印刷(0001—8,100册)

序

近数年来，由于电厂和电網中配备現代化的繼电保护装置的技术水平的普遍提高，而大大的加重了繼电保护科的电工、特别是工長的責任，他們时常要独立地負責某些部分的繼电保护装置的运行。

相应于此，对于繼电保护科的电工和工長的要求也提高了。

因此，作者根据莫斯科动力系統的运行和技工培訓工作的丰富經驗以及其它动力系統的先进經驗，企圖撰写一本訓練新的作繼电保护运行工作的电工和工長用的教材。

很遺憾的是限于教材的篇幅，不能將繼电器作用的基本原理，向量圖法，电力方向繼电器接綫的正确性的校驗法及一系列其它有用的知識加以叙述。

緒論及第1、2、3、4、7、9和10章系 M.A. 貝可維奇所写，第5、6和8章系 B. A. 謝米諾夫所写。

著者要向所有对書中材料的叙述方法和內容提出批評意見的人表示感謝。

著者对 Ю. Г. 納扎罗夫工程师閱讀草稿并作出一系列宝貴的建議和指示表示謝意。

著　者

目　录

序
緒論 …… 5
B-1. 电气化的意义 …… 5
B-2. 繼电保护装置的用途 …… 6
B-3. 对繼电保护装置的基本要求 …… 7
B-4. 繼电保护科的工長和电气安装工的任务 …… 8
第一章 繼电器 …… 9
1-1. 总論 …… 9
1-2. 苏联出产的最流行的繼电器的構造 …… 11
第二章 仪用互感器 …… 35
2-1. 仪用互感器的用途 …… 35
2-2. 电压互感器 …… 35
2-3. 电流互感器 …… 42
2-4. 电流互感器的类型与構造 …… 47
2-5. 具有环形鉄芯的电纜用电流互感器 …… 49
第三章 高压架空網絡与电纜網絡的保护 …… 51
3-1. 保护装置的功用与基本类型 …… 51
3-2. 过电流保护装置 …… 52
3-3. 一端供电的綫路上的电流速断装置 …… 69
3-4. 兩端供电的綫路上的电流速断装置 …… 71
3-5. 电流速断装置与过电流保护装置的組合 …… 72
3-6. 过电流方向保护装置 …… 73
3-7. 兩条并联綫路的电流横差动保护装置 …… 79
3-8. 并联綫路的方向横差动保护装置 …… 82
3-9. 具有大接地电流的網絡中的單相短路保护装置 …… 85
3-10. 具有小接地电流的網絡中的單相接地保护装置 …… 88
第四章 变压器的保护 …… 92
4-1. 变压器保护装置的功用和基本类型 …… 92

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

4-2. 变压器的过电流保护装置 ……93
4-3. 电流速断装置 ……97
4-4. 差动保护 ……98
4-5. 瓦斯保护 …… 110
第五章 同步發电机的保护 …… 115
5-1. 同步發电机的故障和不正常工作狀态与發电机保护裝置的类型 …… 115
5-2. 自动灭磁裝置 …… 118
5-3. 縱差动保护 …… 119
5-4. 横差动保护 …… 122
5-5. 單相接地保护 …… 123
5-6. 过电流保护… …… 137
5-7. 过电压保护… …… 139
5-8. 励磁电路的接地保护裝置 …… 141
5-9. 發电机保护裝置的总接綫圖 …… 144
5-10. 同步补償机的保护裝置的特点 …… 146
第六章 电动机的保护 …… 149
6-1. 異步电动机和机械的基本特性 …… 149
6-2. 电动机的故障和不正常工作狀态与电动机保护裝置的类型 …… 151
6-3. 相間短路的保护 …… 153
6-4. 过負荷保护 …… 155
6-5. 欠电压保护 …… 156
6-6. 供电給異步电动机的变压器的过电流保护裝置整定值的选擇 …… 159
6-7. 电压在500伏以下的異步电动机的保护 …… 160
6-8. 同步电动机的保护的特点 …… 162
第七章 輸电綫路和变电站母綫的自动重合閘裝置(АПВ)…… 163
7-1. АПВ的用途和类型…… 163
7-2. 一次动作的电气АПВ…… 165
7-3. 重力式АПВ…… 170
7-4. АПВ的整定值的选擇…… 171

7-5. 母綫的 АПВ …… 173
7-6. АПВ 以前的保护装置动作的加速 …… 174
7-7. АПВ 以后的保护装置动作的加速 …… 176
第八章 电源和其它設备的备用电源自动投入装置 (АВР) …… 177
8-1. АВР 的用途和对它的要求 …… 177
8-2. 变压器的 АВР …… 179
8-3. 分段断路器的 АВР …… 182
8-4. 綫路的 АВР …… 184
8-5. 具有重力式傳动机構的断路器上的 АВР …… 186
8-6. 电动机的 АВР …… 187
8-7. 低压綫路的 АВР …… 188
第九章 校驗保护装置和自动装置所用的器具 …… 189
9-1. 調整电流的器具 …… 189
9-2. 調整电压的器具 …… 196
9-3. 調整电流与电压之間的相角的器具 …… 200
9-4. 校驗保护装置用的成套試驗装置 …… 205
第十章 繼电保护装置的調准和校驗 …… 210
10-1. 保护装置的校驗工作的程序和导則 …… 210
10-2. 保护装置的校驗工作的种类和期限 …… 211
10-3. 安装和标誌的正确性的校驗 …… 213
10-4. 电流互感器的校驗 …… 215
10-5. 繼电器机械部分狀况的校驗 …… 222
10-6. 絕緣电阻的校驗与絕緣的升压試驗 …… 225
10-7. 繼电器电气特性的校驗与配合 …… 228
10-8. 保护装置和自动装置的接綫圖中繼电器相互作用的校驗 …… 235
10-9. 用一次电流校驗保护装置 …… 236
10-10. 用負載的一次电流及工作电压校驗保护装置 …… 245

緒　論

B-1. 电气化的意义

联共第十九次代表大会关于第五个五年計划的指示中規定工業生产水平应在五年內提高約70%。

为了解决这个問題，国民經济的电气化是必不可少的条件，因为电机、电器和仪表的运用可以保証在工業、农業和运輸業等所有的部門中采用最新的技术，可以將先进的文化帶到劳动者的生活中去，并使我們有可能利用我国各地的廉价燃料和巨大的水力資源。

党的第十九次代表大会在国民經济电气化的范圍內为我們的国家所提出的任务是巨大的。只要提出下列数据即足以說明这一点，在五年之內發电厂的容量必須增加一倍而水力發电厂的容量要增加兩倍。

容量为210万瓩的古比雪夫水力發电站及其他一些总容量約达200万瓩的水力發电站必須投入运行。斯大林格勒，卡霍夫卡和其它巨大水力發电站的建設已經展开，电压为400仟伏的古比雪夫-莫斯科远距离輸电綫开始成为現实了。

为了实現这个綱領，必須有許多發电机、变压器以及發电厂和变电站的其它設备投入运行，此外，还要有許多將發电厂与变电站联成强大动力系統的高压輸电綫投入运行。

在动力技术这样迅速發展的情况下，各种自动装置的广泛采用，具有特别重要的意义。必須广泛采用的自动装置中首先是繼电保护装置，沒有它近代动力系統是根本不能进行工作的。

B-2. 繼电保护装置的用途

电机与电器，电纜綫路与架空輸电綫路以及电气装置的其它部分都經常地通过电流以致發热，并且处于高电压的作用之下。因此，它們在运行过程中会碰到很可能导致短路的不正常狀态和故障。

短路是最危險的一种故障，通常是由于絕緣子的击穿和閃絡，导体的折断，工作人員的誤操作（合閘于短路，帶負荷拉开隔离开关等）和其它原因引起的。当短路时，在故障处要流过数以仟安計的巨大短路电流，因而要使装置的無故障的載流部分过热，可能引起其它故障，也就是說，要使事故扩大。

在大多数情形下，在短路处要發生高溫电弧，因而使設备的金屬零件和絕緣子受到巨大的損坏。

同时在与故障处有电气联系的电力網中，电压大量下降，致使电动机停止轉动，并且破坏發电机的并列运行。

在許多場合下，借助于作用于跳閘的特殊自动装置（称为繼电保护装置）迅速地断开电气装置的故障部分避免事故或防止事故的發展。

由此可見，繼电保护装置的主要用途在于迅速地自动將电气装置的故障部分与其余部分断开。这样可以保証無故障部分的正常工作，縮小故障的范圍，甚至完全避免故障元件的損坏。

除了故障以外，設备也可能处于不正常的狀态下，譬如过載、变压器中点不接地的網絡中的一相接地，变压器中的油分解成气体等等。

在这些情况下，沒有必要迅速地断开設备，因为上述現

象并沒有直接的危險。在一些場合下，当不正常狀态發生时，只要向值班人員發出警报信号，讓他采取必要措施即可。在另外一些場合下需要跳閘，但必須經过一定的时延以后再跳閘，因为不正常狀态延續的时間可能很短，而在这种情况下便無断开設备的必要。

因此，繼电保护裝置的第二个用途是辨别設备运行的不正常狀态，向值班人員發出警报信号或者經过一定的时延以后断开設备。

B-3. 对繼电保护裝置的基本要求

对繼电保护裝置的基本要求如下：

动作迅速。將电气裝置的故障部分迅速地断开可以防止事故或縮小故障的規模，避免电动机的停車和發电机并列运行的破坏。由此可見，为了保証可靠的运行，电机和电器以及高压輸电綫路在电气裝置的其它部分必須具有快速动作的保护裝置。近代的速动保护裝置的动作时間約为0.04—0.1秒。

选擇性。决定故障地点并仅使靠近故障的断路器跳閘的能力称为保护裝置选擇性。

如果由于某种原因以致靠近故障地点的断路器未断开时，則向电源方向的次一个断路器应断开。

灵敏性。对于在給定的电气裝置內發生的任何一种故障和不正常狀态，保护裝置的灵敏性应足以保証它在故障發生之初就动作，从而縮小在短路处的設备的損坏范圍。

可靠性。可靠性的要求就是要保护裝置必須在所有預先規定的情形下，正确地和可靠地动作于断开故障的設备，这一点首先要由保护裝置的接綫圖和电器構造的簡單程度以及

正确的运行来保証。

B-4. 繼电保护科的工長和电气安装工的任务

繼电保护装置包括各种型式的繼电器和其它精密仪表，它們需要細致的和妥善的維护。

为了使繼电保护装置的工作正确和可靠，首先要正确地作出其原理接綫圖和装配接綫圖，要保証安装工作的質量优良，并且要精确地調准整套保护装置中的所有的电器。此外，还必須定期地进行週期性的精确校驗，使工作中的保护装置保持在良好的狀态。

上述工作中絕大部分是繼电保护科的工長和电工的責任，他們正确的和內行的工作可以保証繼电保护装置的动作可靠，并且可以避免許多事故。

有时某些本来不应該影响用戶工作的不大的局部事故，因为繼电保护装置的动作不正确而得到發展。更严重的是，不正确地或草率地安装的保护装置或者未及时校驗的保护装置在沒有故障的情况下也可能發生誤动作，也就是說，保护装置本身成了事故的根源。

为了保証繼电保护装置工作的可靠，繼电保护科的工作人員必須掌握繼电保护的技术。繼电保护科每一个工長和电工都应該自学一些技术文件，并且利用国家为各种程度的工程技术职工所广泛組織的技术訓練来提高自己的水平。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

第一章　繼电器

1-1. 总　論

在繼电保护装置、自动装置、遙控机械和通信工程的技术中，用来查覚电气装置运行狀态的变化(例如电流的增減、电压的升降等)，并且由于其在接綫圖中联合作用的結果而自动地使断路器断开或閉合，或發出警报信号或引起其它操作的自动器具均称为«繼电器»。

每一組保护装置和自动装置均系由一系列按照一定的組合方法联接起来的不同的繼电器所組成的。

一切繼电器都有兩个机構：一个是用来查覚送进繼电器中的电气量变化的机構，另一个是使断路器跳閘、或發出警报信号或起动其它繼电器的执行机構。

此外，某些繼电器有产生时延的机構。

根据繼电器功用的不同，可將其分为三类：

主要繼电器——直接反应电流、电压、功率、頻率等电气量的变化；

輔助繼电器——在保护装置与自动装置的接綫圖中所起的作用为产生时延、增加接点数目、从一个繼电器傳送命令到另一个繼电器、引起断路器和信号的动作等；

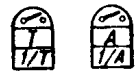
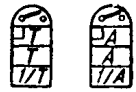
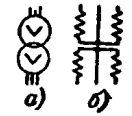
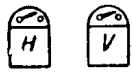
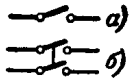
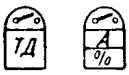
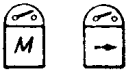
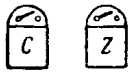
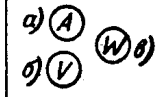
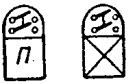
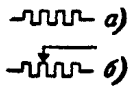
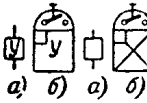
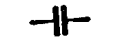
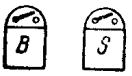
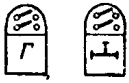
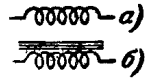
指示繼电器——記录保护装置的动作。

反应于电气量变化的繼电器系根据电磁、感应、电动与磁电原理構成的。

此外，还有一系列反应于热量、瓦斯、压力、速度等非电气量的变化的繼电器。

表 1-1

繼电器和其它电器与电工仪表在接綫圖中所用的圖例

电器和仪表的名称	圖例	电器和仪表的名称	圖例
1.瞬动式电流繼电器		12.帶有跳閘綫圈(*KO*)和輔助接点(*BK*)的断路器(*B*)	
2.具有有限反时限特性的电流繼电器		13.电流互感器: а)單鉄芯的 б)双鉄芯的	
3.帶有电流速断装置及有动作指示器并且具有有限反时限特性的电流繼电器		14.电压互感器: а)單綫圖中所用圖例 б)三綫圖中所用圖例	
4.瞬动式电压繼电器		15.刀閘开关: а)單極的 б)双極的	
5.帶制动作用的电流差动繼电器		16.隔离开关	
6.电力方向繼电器		17.熔断器	
7.阻抗繼电器		18.測量仪表: а)安培計 б)伏特計 в)瓦特計	
8.中間繼电器		19.电阻: а)不能調节的 б)可調节的(变阻器)	
9.指示繼电器: а)無接点的 б)有接点的		20.电容(电容器)	
10.时間繼电器			
11.瓦斯繼电器		21.电感(綫圈) а)無鉄芯的 б)帶鉄芯的	

按照引入反应机構中的参量的种类，可將繼电器分为电流繼电器、电压繼电器、电力繼电器、阻抗繼电器及頻率繼电器等。

按照引入反应机構中的参量的变化特性，可將繼电器分为过量型的及欠量型的；前者当引入的量超过給定的数值时起动，后者当引入的量降到給定数值以下时起动。

按照反应机構的联接方法，繼电器可分为一次的及二次的；一次繼电器的反应机構直接接在被保护元件的一次电路中，二次繼电器的反应机構經过仪用电流互感器或电压互感器而接入。

按照作用于断路器的方法不同，繼电器可分为直接动作的及間接动作的；前者直接使断路器的操作机構脫扣(例如，KAM 型附装式繼电器)，后者借操作电流通过跳閘綫圈而使断路器的操作机構脫扣。

繼电器在接綫圖中的表示符号列于表 1-1 中。

1-2. 苏联出产的最流行的繼电器的構造

a) ЭТ-520 型瞬动式电流繼电器

此种繼电器的动作是根据电磁原理，它的構造如圖 1-1 所示。

繼电器包括下列基本部分：在上極和下極上裝有繞組的电磁鉄 *1*，位于兩極之間并且裝牢在軸 *3* 上的鉄楓 *2*，裝在同一軸上的动接点桥 *4*，螺旋彈簧 *5*，靜接点 *6*，帶有用来变更整定值的联接片的調节头 *7*，刻着整定值的刻度盤 *8* 和用以固定鉄楓起始位置和終止位置的止桿 *9*。

当电流通过电磁鉄的繞組时产生磁通，作用于鋼質的楓片，企圖把它拉到磁極下，亦即驅使鉄楓与軸沿順时針方向

轉动。螺旋彈簧要使軸沿相反的方向轉动，因而起着反对鉄衄轉动的作用。磁通作用于鉄衄的力(电磁力矩)視繞組的匝数、繞組中电流的大小与鉄衄旋轉的角度而定，而彈簧的力(制动力矩)則視鉄衄轉动的角度而定。

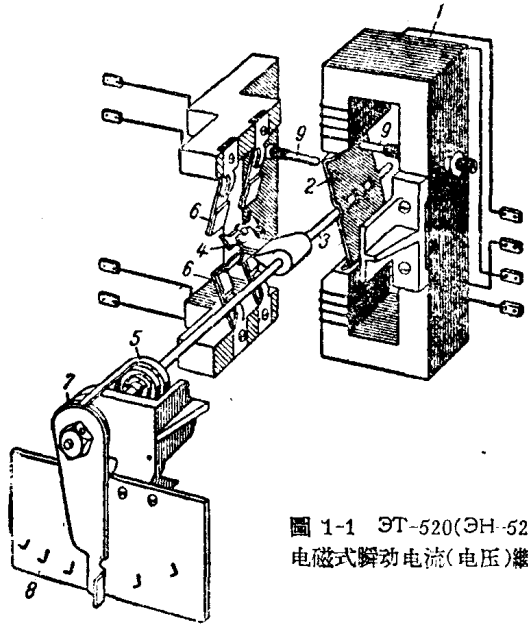


圖 1-1 ЭТ-520(ЭН-520)型电磁式瞬动电流(电压)繼电器

当繞組中無电流或其中电流很小时，鉄衄在彈簧影响之下处于極左位置。在这情况下，动接点桥將下面的靜接点閉合。

当繼电器繞組中电流增加时，电磁力矩增大，当它超过彈簧的制动力矩时，鉄衄被拉到磁極下而轉动帶着动接点桥的軸，因此使下面的靜接点断开而上面的靜接点閉合。能使上接点閉合的力矩称为繼电器的动作力矩，繼电器动作时其

繞組中的最小电流称为繼电器的动作电流，以 $i_{p.ep}$ 表示之。

假使繼电器繞組中的电流減低了，那末当它到了一定数值时，电磁力矩要小于制动力矩，繼电器的鉄楓又返回到極左的位置。这时，上接点断开而下接点閉合。

鉄楓返回到極左位置时的力矩称为繼电器的返回力矩，而繼电器返回时的最大电流称为返回电流，以 $i_{p.вoз}$ 表示之。

返回电流与动作电流之比称为返回系数，以 $k_{вoз}$ 表示之；因此，

$$k_{вoз}=\frac{i_{p.вoз}}{i_{p.cp}}. \qquad (1\text{-}1)$$

对于过量型繼电器而言，亦即对于当电流增加到大于給定数值(整定值)时动作的繼电器而言，$i_{p.вoз}$ 总是小于 $i_{p.cp}$，因此 $k_{вoз}$ 总是小于 1。对于欠量型繼电器，即当电流下降到低于整定值时动作的繼电器而言，$i_{p.вoз}$ 总是大于 $i_{p.cp}$，因此 $k_{вoз}$ 总是大于 1。

$k_{вoз}$ 这个量在选擇整定值时有重大的意义。$k_{вoз}$ 愈近于 1，愈有利于保护装置的調整。

$k_{вoз}$ 的正常值，在过量型繼电器为 0.85，在欠量型为 1.2。

ЭТ-520 型繼电器有三种：ЭТ-521 型繼电器，当繞組中無电流时有一个开接点；ЭТ-522 型繼电器，当繞組中無电流时有一个閉接点；ЭТ-523 型繼电器，在繞組中無电流时有一个閉接点和一个开接点。

利用順着刻度盤移动把手的方法可以改变彈簧的拉力，从而可使上述各种繼电器动作电流的整定值均匀地变更 2 倍。此外，兩个装在磁極上的半繞組可以串联或者并联，从而將刻度盤的限度变化 2 倍。同时利用兩种方法可以將繼电

器的整定值变化4倍。

繼电器有不同的整定范圍。繼电器的最大整定值是在兩半个繞組并联，且把手在極右位置时得到，此值在繼电器的型号中用分数表示之。例如，ЭТ-521/10型繼电器的动作电流可整定为从2.5到10安，在繞組串联时为从2.5到5安，并联时則为从5到10安。

在缺乏所需的繼电器时，变更繼电器兩半个繞組的匝数，亦即重繞繼电器，可以变更繼电器的整定范圍。

决定所需匝数的基础如下。

ЭТ-521型繼电器(或522与523)的把手在極右位置时，其發生动作的条件是匝数w与对应于刻度盤末端整定值的电流$i_{p.cp.макс}$的乘积等于100，即

$$100=wi_{p.cp.макс}.$$

从而很容易决定所需的匝数，即

$$w=\frac{100}{i_{p.cp.макс}}. \tag{1-2}$$

一切ЭТ-520型繼电器，不論其整定范圍如何，当把手放在起始位置时所消耗的电力均为0.1伏安。

知道了繼电器的耗电量以后，可以很容易地按照下式决定它的繞組阻抗

$$z_p=\frac{P}{i^2_{p.cp.мин}}, \tag{1-3}$$

其中 z_p——繼电器繞組的阻抗；

$P=0.1$伏安——消耗的功率；

$i_{p.cp.мин}$——刻度盤上最小的整定值。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com