

继电保护与自动装置 应用 200 例

周武仲 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

继电保护与自动装置 应用 200 例

● 周武仲 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书用举例的方式阐述了有关继电保护和自动装置的设计与应用。

全书共 17 章, 内容包括: 概述和一般原理, 相位和极性, 对称分量法, 短路电流计算, 交流电流、电压回路和电流、电压互感器, 继电保护基本设计原则, 微机保护的基本原理与应用, 系统接地, 发电机和同期调相机的保护, 电力变压器的保护, 发电机变压器组的保护, 电抗器和电容器的保护, 母线保护和断路器失灵保护, 异步电动机和同步电动机的保护, 线路保护, 继电保护装置备用电源, 安全自动装置。

本书在内容上力求先进性, 简洁性和实用性。可供从事继电保护和自动化专业工作的技工, 技术人员, 中、高等院校的师生们作为参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

继电保护与自动装置应用 200 例/周武仲编. —北京:
中国电力出版社, 2009

ISBN 978-7-5083-8540-2

I. 继… II. 周… III. 继电自动装置 IV. TM774

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 027483 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 6 月第一版 2009 年 6 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 15.75 印张 382 千字
印数 0001—3000 册 定价 30.00 元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

随着我国电力工业的飞速发展，对电力供应的安全性和可靠性的要求也越来越高。而继电保护则是实现电力供应安全可靠的不可缺少的措施之一。近年来，由于计算机技术在电力工业的应用，电力系统继电保护技术也发生了一些根本性的变化，在继电保护的设计、制造和运行方面都出现了一些新的理论、新的概念和新的方法。同时，由于历史上的原因，在我国出现了模拟式继电保护装置和微机型继电保护装置同时并存，以及国内和国外的技术和装置同时并存的局面，即出现了多种技术并存的局面。基于上述情况，为了使本书能做到深入浅出，繁而不乱，编者结合我国和国际上的实际情况，参考了大量的国内外有关资料，从理论到实际、从简单到复杂对继电保护的原理、设计和应用进行了较全面的阐述。

本书在内容上力求先进性、简洁性和实用性。可供从事继电保护和自动化专业工作的技工，技术人员，中、高等学校的师生作为参考用书。

由于编者的水平和时间有限，恳请广大读者对本书的不足之处提出批评和指正。

编 者

2009.4

目 录

前言

第一章 概述和一般原理

第一节 概述	1
1-1 继电保护的作用是什么?	1
1-2 对继电保护装置有什么基本要求?	1
1-3 试述我国继电保护技术的现状和发展。	3
第二节 典型的继电保护装置及继电器	4
1-4 继电保护的基本原理是什么?	4
1-5 继电器的作用是什么? 它是如何分类的?	4
第三节 典型的电力断路器	5
1-6 继电器和断路器的关系是什么?	5
1-7 断路器的主要特性参数及操作术语有哪些?	6
1-8 断路器的操动机构的分类和特点是什么?	7
第四节 我国和国际上继电保护常用的文字符号	7
1-9 我国常用的继电保护文字符号有哪些?	7
1-10 国际上常用的继电保护文字符号有哪些?	9
第五节 继电器和断路器的典型接线	14
1-11 试说明模拟式继电保护和断路器的典型接线。	14
1-12 试举例说明微机型继电保护和断路器的典型接线。	14
第六节 对保护继电器性能的基本要求	16
1-13 对各类保护继电器性能的基本要求是什么?	16
第七节 继电保护的应用区域	16
1-14 试述继电保护在电力系统的应用区域。	16

第二章 相位和极性

第一节 概述	18
第二节 相位	18
2-1 试说明继电保护中使用的“相位”的含义及“相量”的应用。	18
2-2 试说明三相对称系统的电路和相量图。	19
第三节 极性	20
2-3 试说明继电保护中使用的“极性”的含义及其表示方法。	20

第三章 对称分量法

第一节 对称分量法的基本知识	22
----------------------	----

3-1	什么是对称分量法? 它是如何表示和计算的?	22
3-2	对称分量法中的序网是如何构成的?	24
3-3	试述简单不对称短路和断线故障的边界条件。	25
第二节 对称分量法的应用举例		26
3-4	用对称分量法如何绘制中性点接地系统单相金属性接地短路的序网和电流、电压相量图?	26
3-5	用对称分量法如何绘制中性点接地系统两相金属性接地短路的序网和电流、电压相量图?	27
3-6	用对称分量法如何绘制中性点接地系统两相短路的序网和电流、电压相量图?	28

第四章 短路电流计算

第一节 标幺值的计算及网络的简化		30
4-1	高压电网如何用标幺值进行短路电流的计算?	30
4-2	计算短路电流时, 如何对网络进行简化?	32
第二节 三相短路电流的计算		33
4-3	无限大容量电源供电的电网如何计算短路电流?	33
4-4	有限容量电源供电的电网如何计算短路电流?	34
4-5	试述短路冲击电流和全电流最大有效值的计算方法。	35
4-6	试述异步电动机短路反馈电流的计算方法。	36
第三节 不对称短路电流的计算		37
4-7	不对称短路如何进行短路电流计算?	37
第四节 低压电网(1kV 以下)的短路电流计算		39
4-8	低压电网短路电流计算有何特点? 如何进行计算?	39
第五节 短路电流计算例		40
4-9	短路电流计算实例 1 (单侧电源供电系统)。	40
4-10	短路电流计算实例 2 (双侧电源供电系统)。	42
4-11	短路电流计算实例 3 (运用发电机运算曲线)。	44
4-12	短路电流计算实例 4 (单相接地不对称短路)。	45
4-13	短路电流计算实例 5 (单相断线不对称短路)。	47
4-14	短路电流计算实例 6 (低压电网)。	48

第五章 交流电流、电压回路和电流、电压互感器

第一节 概述		50
5-1	试说明继电保护中交流电流、电压互感器的作用。	50
5-2	电流、电压互感器有哪些型式?	50
第二节 电流互感器		52
5-3	试述电流互感器的等效电路和相量图。	52
5-4	什么是电流互感器的误差和准确度等级?	52
5-5	保护用电流互感器如何分类?	53
5-6	保护用电流互感器的选择原则是什么?	54
5-7	如何选择保护用电流互感器的一、二次电流?	55
5-8	保护用电流互感器的接线有几种方式?	55

5-9	什么是保护用电流互感器的二次负荷?	56
5-10	如何进行保护用电流互感器的性能验算?	58
第三节 保护用电流互感器选择实例		59
5-11	电流互感器选择实例 1 (220kV 线路保护用电流互感器: P 或 PR 类保护用 TA)。	59
5-12	电流互感器选择实例 2 (500kV 线路保护用电流互感器: TP 类 TA)	60
第四节 辅助电流互感器		61
5-13	什么是辅助电流互感器?	61
第五节 电压互感器		62
5-14	试述电压互感器的作用等效电路和相量图。	62
5-15	电压互感器的误差及准确度等级是什么?	63
5-16	电压互感器的接线方式有哪些?	64
5-17	如何计算电压互感器的二次负荷?	64
5-18	如何配置电压互感器?	66
第六节 电压互感器的选择实例		66
5-19	试举例说明如何选择电压互感器?	66

第六章 继电保护基本设计原则

6-1	试述有关继电保护设计原则的几个基本概念。	68
6-2	继电保护装置的基本设计原则是什么?	68

第七章 微机保护的基本原理与应用

第一节 概述		69
7-1	试述微机保护的基本特点。	69
第二节 微机保护装置的基本原理		70
7-2	试述微机保护装置的硬件系统组成。	70
7-3	什么是微机保护的软件系统?	71
7-4	微机保护的整定计算有什么特点?	76
第三节 微机保护的应用		76
7-5	试述微机保护在我国的应用情况。	76
7-6	试述微机保护装置在我国输电线路上有何应用。	77
7-7	试述微机保护在我国主要电气设备上有何应用。	77
7-8	试述微机型自动装置在我国有何应用。	78

第八章 系统接地

8-1	电力系统中性点接地方式与继电保护有何关系? 其选择原则是什么?	79
8-2	电力系统中性点接地方式有哪些?	79

第九章 发电机和同期调相机的保护

第一节 概述		80
---------------	--	----

9-1	发电机有哪些电气故障?	80
9-2	发电机有哪些不正常运行方式?	80
第二节 发电机的保护方式		80
9-3	对发电机的保护方式有哪些规定?	80
第三节 发电机各种保护原理及整定计算		82
9-4	什么是发电机内部相间短路保护?	82
9-5	发电机纵差保护有哪些类型? 其特点是什么?	83
9-6	发电机纵差保护如何进行整定计算?	86
9-7	什么是发电机定子绕组的匝间短路保护?	88
9-8	什么是发电机定子接地保护?	90
9-9	什么是发电机外部相间短路保护?	93
9-10	什么是发电机定子绕组过负荷保护?	96
9-11	什么是发电机转子表层负序过负荷保护?	97
9-12	什么是发电机励磁绕组过负荷保护?	98
9-13	什么是发电机励磁回路接地保护?	98
9-14	什么是发电机失磁保护?	100
9-15	什么是发电机过励磁保护?	102
9-16	什么是发电机过电压保护?	103
9-17	什么是发电机逆功率保护?	103
9-18	什么是发电机低频保护?	104
9-19	什么是发电机失步保护?	104
第四节 发电机保护的典型配置		105
9-20	试说明我国和国际上发电机保护的典型配置。	105
9-21	试举例说明我国模拟式发电机变压器组保护配置。	105
9-22	试举例说明我国微机型发电机变压器组保护的典型配置。	108
9-23	试举例说明国际上使用的模拟式保护的典型配置。	110
9-24	试说明国际上使用的微机型发电机变压器组保护的典型配置方法。	110
9-25	试举例说明 SEL-300G 微机型发电机保护装置。	110
第五节 同期调相机的保护		113
9-26	同期调相机的保护有什么特点?	113
9-27	同期调相机保护和同步发电机保护有哪些差别?	113

第十章 电力变压器的保护

第一节 概述		115
10-1	电力变压器对哪些故障应装相应的保护装置?	115
10-2	电力变压器按什么原则配置继电保护?	115
第二节 电力变压器的保护及其整定计算		115
10-3	什么是电力变压器瓦斯保护?	115
10-4	什么是电力变压器的电流速断保护?	116
10-5	什么是电力变压器的纵联差动保护?	117
10-6	变压器纵联差动保护有什么特点?	117
10-7	变压器纵联差动保护有哪些类型?	119

10-8	变压器纵联差动保护如何进行整定计算?	122
10-9	什么是变压器的相间短路后备保护?	126
10-10	什么是变压器的接地保护?	129
10-11	什么是变压器的过负荷保护?	132
10-12	什么是变压器的过励磁保护?	133
10-13	什么是变压器的温度信号装置?	134
第三节 电力变压器保护的典型配置		134
10-14	电力变压器模拟式保护典型配置例 1 (35kV、10MVA 以下)。	134
10-15	电力变压器模拟式保护典型配置例 2 (35kV、10MVA 以上)。	136
10-16	试说明微机型变压器保护典型配置的原理接线。	136
10-17	试说明 RCS-978 系列 (国产) 微机型变压器保护装置。	136
10-18	试说明 REF542 (ABB 公司产) 微机型变压器保护装置。	136

第十一章 发电机变压器组的保护

11-1	在发电机变压器组上应装设什么保护?	142
11-2	发电机变压器组的保护有什么特点?	142
11-3	试举例说明模拟式发电机变压器组保护的原理接线。	143
11-4	试举例说明微机型发电机变压器组保护的原理接线。	145

第十二章 电抗器和电容器的保护

第一节 并联电抗器的保护		148
12-1	电力系统中常用的并联电抗器有几类?	148
12-2	超高压并联电抗器应配置哪些保护?	148
12-3	低压并联电抗器应配置哪些保护?	149
第二节 并联电容器组保护		149
12-4	并联电容器组应装设什么保护?	149
12-5	电容器组与断路器之间连接线短路故障应装设什么保护?	149
12-6	单台电容器内部故障及其引出线短路应装设什么保护?	150
12-7	电容器组内部故障应装设什么保护?	150
12-8	电容器组过负荷应装设什么保护?	152
12-9	电容器组的失电压和过电压保护如何整定?	152
12-10	电容器组单相接地保护如何配置? 串联电抗器故障时应装设什么保护?	153

第十三章 母线保护和断路器失灵保护

第一节 母线保护		154
13-1	什么条件下要装设母线保护?	154
13-2	母线保护的方式有几种?	154
13-3	什么是不完全电流母线差动保护?	154
13-4	什么是完全电流母线差动保护?	156
13-5	双母线同时运行时用哪些母线保护?	156

13-6 微机型母线保护有哪些方式?	158
第二节 断路器失灵保护	159
13-7 什么情况下应装设断路器失灵保护?	159
13-8 试述断路器失灵保护原理。	160
13-9 断路器失灵保护装置由哪些元件组成?	160

第十四章 异步电动机和同步电动机的保护

第一节 概述	162
14-1 异步电动机主要故障形式有哪些?	162
第二节 异步电动机的保护及其整定计算	162
14-2 异步电动机保护有哪些种类?	162
14-3 异步电动机定子绕组相间短路用什么保护?	163
14-4 异步电动机定子绕组单相接地用什么保护?	164
14-5 异步电动机过负荷用什么保护?	165
14-6 异步电动机低电压用什么保护?	165
14-7 异步电动机负序过电流用什么保护?	166
14-8 试举例说明微机型电动机综合保护装置。	166
第三节 同步电动机的保护	169
14-9 同步电动机相间短路用什么保护?	169
14-10 同步电动机低电压用什么保护?	169
14-11 同步电动机单相接地和过负荷用什么保护?	170
14-12 同步电动机失步时用什么保护?	170
14-13 同步电动机非同步冲击用什么保护?	170
14-14 试举例说明微机型同步电动机保护装置。	170

第十五章 线路保护

第一节 概述	173
15-1 输电线路为什么要装设继电保护?	173
第二节 输电线路保护的分类	173
15-2 输电线路保护是如何按电压等级分类的?	173
15-3 输电线路保护是如何按保护特性分类的?	173
第三节 线路保护的配置原则	174
15-4 3~10kV 中性点非接地系统保护如何配置?	174
15-5 35kV 及以上中性点非接地系统保护如何配置?	174
15-6 110~220kV 中性点直接接地系统保护如何配置?	174
15-7 330~500kV 中性点直接接地系统保护如何配置?	175
第四节 线路的相间短路保护	175
15-8 什么是线路的相间短路保护?	175
15-9 什么是线路的阶段式电流保护?	175
15-10 什么是电流电压闭锁速断保护?	178

15-11	什么是相间短路的方向电流保护。	178
15-12	相间短路电流保护如何进行整定计算?	182
第五节 线路的接地保护		183
15-13	为什么要采用线路接地保护的方案?	183
15-14	中性点直接接地电网的接地保护是如何设置的?	183
15-15	中性点非直接接地电网的接地保护是如何设置的?	185
15-16	零序电流保护如何进行整定计算?	186
第六节 线路的距离保护		187
15-17	什么是线路的距离保护?	187
15-18	距离保护由哪些元件组成?	188
15-19	距离保护的阻抗特性是什么?	189
15-20	阻抗继电器应采用何种接线方式?	192
15-21	线路距离保护如何进行整定计算?	194
15-22	试举例说明模拟式距离保护装置。	196
15-23	试举例说明微机型距离保护装置。	199
第七节 线路的全线速动保护		202
15-24	什么是全线速动保护? 如何分类?	202
15-25	装设全线速动保护的条件是什么?	202
15-26	什么是线路的差动保护?	202
15-27	线路差动保护如何进行整定计算?	205
15-28	为什么要装设线路高频保护? 其特点是什么?	206
15-29	高频保护如何分类? 在我国广泛采用的有哪几种?	207
15-30	什么是高频通道?	207
15-31	什么是高频闭锁信号和允许信号?	209
15-32	什么是高频闭锁方向保护?	209
15-33	什么是相差高频保护?	211
15-34	什么是高频闭锁距离保护?	212
15-35	什么是微机型高频保护? 试举例说明。	214
15-36	高频保护如何进行整定计算?	216

第十六章 继电保护装置用电源

第一节 概述		218
16-1	试述继电保护装置所用的电源。	218
第二节 直流操作电源		218
16-2	什么是直流操作电源的直流系统?	218
16-3	什么是直流操作电源用蓄电池组?	218
16-4	什么是直流操作电源用的充电设备?	219
第三节 交流操作电源		220
16-5	交流操作电源有几种?	220
16-6	什么是交流 UPS?	220
16-7	什么是直流 UPS?	220
16-8	UPS 系统有什么特点?	221

第十七章 安全自动装置

第一节 概述	222
17-1 什么是安全自动装置?	222
17-2 安全自动装置应满足哪些要求?	222
第二节 自动重合闸	222
17-3 自动重合闸有什么作用?	222
17-4 什么条件下应装设自动重合闸?	222
17-5 输电线路自动重合闸有哪些方式?	223
17-6 不同电压等级的输电线路自动重合闸的选择原则是什么?	223
17-7 自动重合闸如何与继电保护相互配合?	223
17-8 什么是同步检定和无电压检定自动重合闸?	224
17-9 什么是单相自动重合闸和综合自动重合闸?	224
17-10 试举例说明模拟式综合自动重合闸的构成原理。	224
17-11 试举例说明微机型综合自动重合闸的构成原理。	225
第三节 备用电源自动投入装置	227
17-12 什么条件下应装设备用电源自动投入装置?	227
17-13 备用电源自动投入装置有几种?	228
17-14 备用电源自动投入装置的一次接线方式有几种?	228
17-15 对备用电源自动投入装置的基本要求是什么?	229
17-16 试举例说明模拟式备用电源自动投入装置。	229
17-17 试举例说明微机型备用电源自动投入装置。	230
第四节 自动低频减载装置	233
17-18 试述自动低频减载装置的原理。	233
17-19 试举例说明模拟式自动低频减载装置。	234
17-20 试举例说明微机型自动低频减载装置。	234
第五节 故障录波装置	235
17-21 故障录波装置的作用是什么?	235
17-22 试举例说明微机型故障录波装置。	236

第一章

概述和一般原理



第一节 概 述

1-1 继电保护的作用是什么?



电力系统在运行中,由于各种原因(包括外部和内部的原因,例如短路、断线、过负荷、过电压等),可能引起各种故障或不正常的工作状态,进而引起系统事故,导致对用户停止送电,少送电,甚至毁坏设备,给国民经济带来巨大损失。为此,在电气设备和输电线路路上装有具有保护作用的自动装置,这种装置就称为继电保护装置。

继电保护装置是能反应电力系统中各种电气设备或输电线路发生故障或不正常工作状态,并作用于断路器跳闸或发出信号的一种自动装置。它的作用是:

- (1) 能自动地、迅速地、有选择性地通过断路器将故障从系统中切除,保证无故障的设备迅速恢复正常运行,并使故障设备免于继续遭受破坏。
- (2) 反应电气设备的不正常工作状态,可作用于信号或跳闸。
- (3) 缩小事故范围,提高系统运行的稳定性和可靠性,从而最大限度地保证用户用电的安全和连续性。

1-2 对继电保护装置有什么基本要求?



根据电力系统的特点和要求,继电保护装置应满足下列四项要求:

(1) 可靠性,是指保护该动作时应动作,不该动作时不动作。为了提高可靠性,应注意:

- 1) 应用质量高、动作可靠的继电器和元件。
- 2) 应选用最简单的保护方式,接线尽可能简化,回路尽可能简单,继电器和串联触点尽可能少。
- 3) 应具有必要的检测、闭锁和双重化的手段。
- 4) 应提高保护装置的安装、调试和运行维护的质量。

(2) 选择性,是指首先由故障设备或线路本身的保护切除故障,保证无故障设备继续运行,当故障设备或线路本身的保护或断路器拒动时,才允许由相邻设备、线路的保护或断路器失灵保护切除故障。为了保证选择性,应注意:

- 1) 对相邻设备和线路有配合要求的保护和同一保护内有配合要求的两元件,其灵敏系数及动作时间应互相配合。
- 2) 当重合于本线路故障,或在非全相运行期间健全相又发生故障时,相邻元件的保护应保证选择性。
- 3) 在某些条件下必须加速切除短路时,可无选择动作,但必须采取补救措施。(例如采

用自动重合闸自动投入等)。

(3) 灵敏性, 是指设备或线路的被保护范围内发生金属性短路时, 保护装置应具有必要的灵敏系数, 用 K_{sen} 表示。不同原理的保护装置灵敏系数的计算也不同。

1) 对反应故障时参数量增加的保护装置:

$$K_{\text{sen}} = \text{保护区末端金属性短路时故障参数的最小计算值} / \text{保护装置动作值}$$

2) 对反应故障时参数量降低的保护装置:

$$K_{\text{sen}} = \text{保护装置动作值} / \text{保护区末端金属性短路时故障参数的最大计算值}$$

所谓最大和最小计算值, 是在最大运行方式下三相金属性短路时其短路电流为最大和在最小运行方式时其短路电流为最小的值。

对不同的保护装置要求有不同的灵敏系数, 在表 1-1 中列出了短路保护的最小灵敏系数。

表 1-1 短路保护的最小灵敏系数 (据 GB 14285—1993)

保护分类	保护类型	组成元件	灵敏系数	备 注
主保护	带方向和不带方向的电流保护或电压保护	电流元件和电压元件	1.3~1.5	200km 以上线路, 不小于 1.3; 50~200km 线路, 不小于 1.4; 50km 以下线路, 不小于 1.5
		零序或负序方向元件	2.0	
	距离保护	负序和零序增量或负序分量元件	4.0	距离保护第三段动作区末端故障, 大于 2
		电流和阻抗元件	1.5	线路末端短路电流应为阻抗元件精确工作电流 2 倍以上。200km 以上线路, 不小于 1.3; 50~200km 线路, 不小于 1.4; 50km 以下线路, 不小于 1.5
		距离元件	1.3~1.5	
	平行线路的横差方向保护和电流平衡保护	电流和电压起动元件	2.0	线路两侧均未断开前, 其中一侧保护按线路中点短路计算
			1.5	线路一侧断开后, 另一侧保护按对侧短路计算
		零序方向元件	4.0	线路两侧均未断开前, 其中一侧保护按线路中点短路计算
			2.5	线路一侧断开后, 另一侧保护按对侧短路计算
	方向比较式纵差保护	跳闸回路中的方向元件	3.0	
		跳闸回路中的电流和电压元件	2.0	
		跳闸回路中的阻抗元件	1.5	个别情况下为 1.3
	相位比较式纵差保护	跳闸回路中的电流和电压元件	2.0	
		跳闸回路中的阻抗元件	1.5	
	发电机、变压器、线路和电动机纵差保护	差电流元件	2.0	
	母线的完全差动保护	差电流元件	2.0	
	发电机、变压器、线路和电动机的电流速断保护	电流元件	2.0	按保护安装处短路计算

续表

保护分类	保护类型	组成元件	灵敏系数	备注
后备保护	远后备保护	电流、电压和阻抗元件	1.2	按相邻电力设备和线路末端短路计算（短路电流应为阻抗元件精确工作电流 2 倍以上），可考虑相继动作
		零序或负序方向元件	1.5	
	近后备保护	电流、电压和阻抗元件，负序或零序方向元件	1.3	按线路末端短路计算
			2.0	
辅助保护	电流速断保护		1.2	按正常运行方式保护安装处短路计算

注 1. 主保护的灵敏系数除表中注明者外，均按被保护线路（设备）末端短路计算。

2. 保护装置如反应故障时增加的量，其灵敏系数为金属性短路计算值与保护整定值之比；如反应故障时减少的量，则为保护整定值与金属性短路计算值之比。

3. 各种类型的保护中，接于全电流和全电压的方向元件的灵敏系数不作规定。

4. 本表内未包括的其他类型的保护，其灵敏系数另作规定。

（4）速动性，是指保护装置应能尽快地切除故障，以提高系统的稳定性，减轻故障设备和线路的损坏程度，缩小故障波及范围，提高重合闸和备用电源或备用设备自动投入的效果。

故障切除时间是指从发生故障起到断路器跳闸灭弧为止的时间，它等于继电保护装置动作时间与断路器跳闸时间（包括灭弧时间）之和。对于不同电压等级和结构的电网，其最小切除时间是有所不同的。例如：对于 330~500kV 以上的电网，保护装置的动作为 0.02~0.04s；200~330kV 的电网为 0.04~0.1s；110kV 的电网为 0.1~0.7s；配电网为 0.5~1.0s。而断路器的跳闸时间也不同，我国制造的断路器，其跳闸时间一般为 0.05~0.15s。

应该指出，以上四性是互相联系而有时又互相矛盾的，在具体考虑时应从全局出发，根据实际情况合理确定保护方案，正确选择动作值。

1-3 试述我国继电保护技术的现状和发展。



我国电力系统继电保护技术自新中国成立以来，经历了 4 个阶段：

（1）机电式继电保护阶段。20 世纪 50~60 年代中期，继电保护专业从无到有，建立了我国自己的继电保护技术的完整体系（包括设计、研究、制造、安装、调试、运行和教学），从而为继电保护技术进一步发展打下了坚实的基础。

（2）晶体管继电保护阶段。20 世纪 60 年代中期~80 年代中期，继电保护专业缓慢发展，比国外的继电保护技术落后了一个台阶，当时国外普遍已采用集成电路保护，少量已采用微机保护了。

（3）集成电路继电保护阶段。20 世纪 80 年代中期~90 年代中期，继电保护专业向国际先进技术靠近，到 80 年代末期集成电路保护已形成完整的系列。

（4）微机保护阶段。20 世纪 90 年代中期~21 世纪初，继电保护专业的发展取得了令人可喜的进步。微机保护大量应用，使电力系统的自动化程度得到了迅速的提高，也为电力系统运行的可靠性、稳定性提供了很好的保证。

由于历史和经济等各种原因，目前我国继电保护装置多种型式并存，而对于旧式的装置，只能采用逐步改造和淘汰的方法进行更新换代。

继电保护的未来发展是向计算机化、网络化、智能化,保护、控制、测量和数据通信一体化发展。计算机化就是发展和改进微机保护的功能,提高其可靠性,降低制造成本;网络化就是用计算机联网,使计算机网络成为信息和数据通信的工具,每个保护单元都能共享全系统的运行和故障信息的数据,实现微机保护装置网络化;智能化就是利用人工智能技术解决用常规方法难以解决的问题;一体化就是使保护装置成为一台多功能的计算机,通过光纤作为介质,完成测量、控制、数据通信的一体化。

第二节 典型的继电保护装置及继电器

1-4 继电保护的基本原理是什么?



电力系统及其设备发生故障时,往往伴有电流增大,电压降低,电流与电压间相位角改变等现象。利用故障时这些参数的改变,就可以构成不同原理的继电保护装置。



图 1-1 继电保护的原理框图

如图 1-1 所示,继电保护装置一般由三部分组成,即测量回路(测量被保护对象的工作状态的一个或几个物理量)、逻辑回路(根据测量部分的输出量,判断被保护对象的状态,决定保护装置是否应该动作)和执行回路(根据逻辑部分的判断,执行保护应有的动作行为,给出信号、或跳闸、或不动作)。

1-5 继电器的作用是什么?它是如何分类的?



继电器是组成继电保护装置的基本元件,它是一种在其输入量(电或非电量)达到规定值时,其电气输出电路被接通或分断的自动电器。继电器的种类很多,但大都是由感受、比较、执行三个主要部分组成。感受元件是将继电器所反应的物理量(如电流、电压等)的变化情况,以某种形式送到比较元件;比较元件将所得到的量与预先给定的量(动作值)进行比较,并将比较结果作用于执行元件;执行元件受到这个作用后,使由它控制的量发生突变,完成继电器所担负的任务。继电器的分类可按下列不同的特征来进行:

- (1) 按输入量性质分:分为电气继电器和非电气继电器两类。
- (2) 按用途分:分为控制继电器和保护继电器两类。
- (3) 按动作原理分:分为机电型、电磁型、感应型、整流型、晶体管型、固态型、微机型等。除微机型外,另外几种型式统称为模拟式继电器或常规型继电器。

(4) 按反应物理量分:分为电流继电器、电压继电器、功率方向继电器、阻抗继电器、周波继电器、气体继电器等。

(5) 按反应的数量变化分:分为过量继电器和欠量继电器。

(6) 按在保护装置电路中的功能分:分为测量继

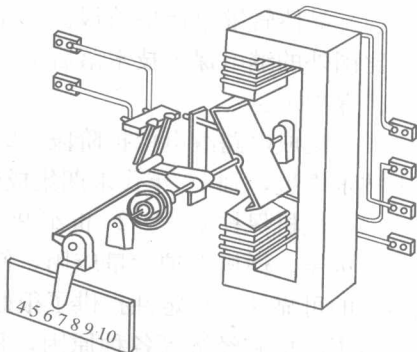


图 1-2 机电型继电器

电器、“有或无”继电器和辅助继电器。测量继电器属于主继电器或起动继电器；“有或无”继电器包括时间、中间、信号继电器等；辅助继电器（也称为逻辑继电器）用于实现特定的逻辑功能。

图 1-2~图 1-4 所示为常用继电器的外形。图 1-2 为机电型继电器，由于具有简单可靠、便于维修等优点，在我国中小型用户供电系统中仍得到应用；图 1-3 为固态型继电器，它是用模拟电子电路及部分数字电子电路构成的继电器，具有体积小、动作灵敏、耐振动、寿命长等优点，随着电子技术的发展而得到了较普遍的应用；图 1-4 为微机型继电器，是以微处理器为核心的新型继电器，具有可靠性高、功能齐全、调试维护方便、性能价格比高等优点，已成为继电保护的更新换代产品。

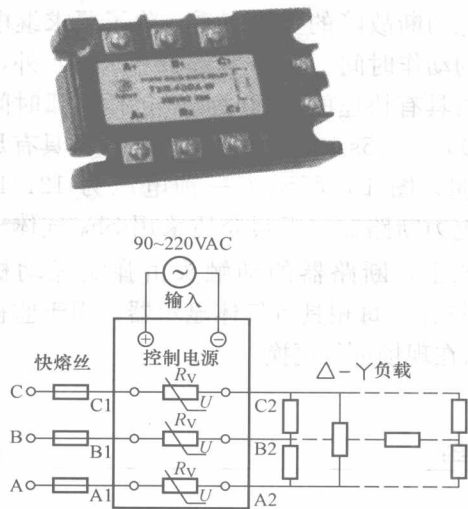


图 1-3 固态型继电器

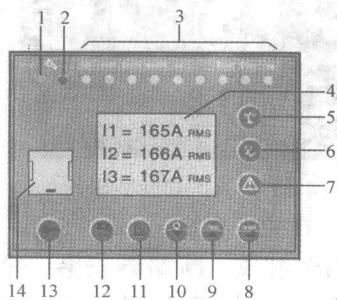


图 1-4 微机型继电器

1—绿色 LED；2—红色 LED；3—黄色 LED；4—LCD 屏幕；5—测量值显示；6—开关装置，网络和设备诊断数据显示；7—报警信息显示；8—复位；9—报警确认和清除；10—LED 测试；11—进入保护设定；12—进入微处理器参数；13—2 个密码入口；14—PC RS 232 连接端口

第三节 典型的电力断路器

1-6 继电器和断路器的关系是什么？

正如继电器的定义中提及的，它是通过断路器跳闸来实现切断故障的功能的。这是由于继电器的能量不可能直接断开电路，只能借助断路器来切断故障。因此，继电器和各种型式的断路器就组成了一个完整的整体。图 1-5 表示了继电器控制断路器的跳闸线圈 YT 来达到控制断路器跳闸的一种简单回路。电流继电器 KA 接于电流互感器 TA 的二次侧，KA 动作后起动中间继电器 KM，其触点闭合后，经串联信号继电器 KS 的线圈接通断路器的跳闸线圈 YT，使断路器跳闸。中间继电器 KM 的作用是：①增加电流继电器触点的容量；②增加保护装置的固有动作时间，避免当避雷器放

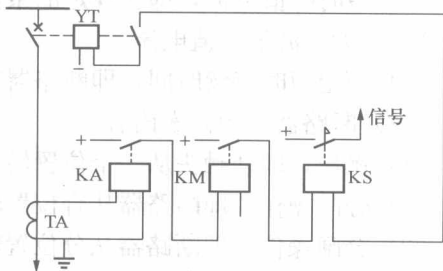


图 1-5 继电器控制断路器跳闸的简单回路（模拟式保护）