

电力工人技术等级暨职业技能鉴定培训教材

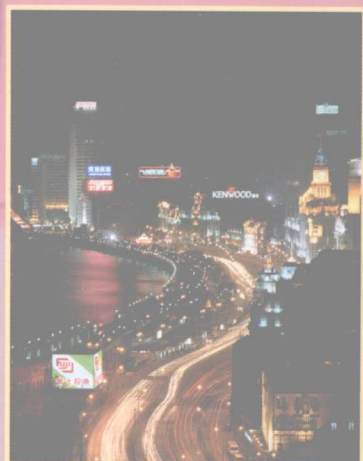
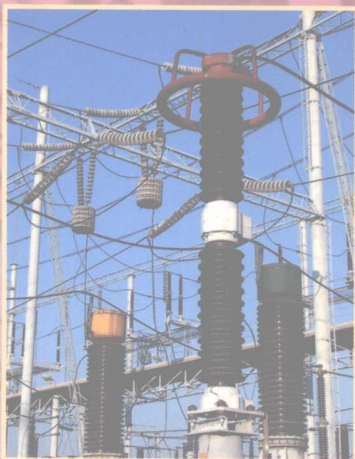
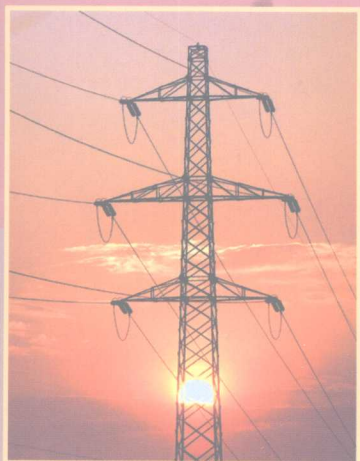
(初、中、高级工及技师、高级技师适用)

总主编 丁毓山 徐义斌

继电保护工

主 编 丁 琦 丁以心

副主编 许童宇 徐 伟



J I D I A N B A O H U G O N G

知识

技能

题库



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

电力工人技术等级暨职业技能鉴定培训教材
(初、中、高级工及技师、高级技师适用)

总主编 丁毓山 徐义斌

继电保护工

主 编 丁 琦 丁以心
副主编 许童宇 徐 伟



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书根据《电力工人技术等级标准》,《中华人民共和国职业技能鉴定规范》,职业技能鉴定指导书及相关专业国家标准、行业标准和岗位规范编写而成,为《电力工人技术等级暨职业技能鉴定培训教材》之一。

本书共13章,内容包括:继电保护概述,变送器,微机保护的软件,微机线路保护,变压器保护,综合自动化厂站端总体布局,发电机保护,自动装置与二次回路,电力电容器微机保护,厂用电保护测控装置,微机保护装置的可靠性,微机继电保护装置运行管理及检验,单片机及嵌入式系统等。为了便于学习和培训,每章后附有大量复习思考题,并附有答案。

本书为岗位及职业技能鉴定培训教材,也可供相关技术人员及管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

继电保护工/丁毓山,徐义斌主编;丁琦,丁以心分册主编. —北京:中国水利水电出版社,2009

电力工人技术等级暨职业技能鉴定培训教材:初、中、高级工及技师、高级技师适用

ISBN 978-7-5084-5925-7

I. 继… II. ①丁…②徐…③丁…④丁… III. 继电保护—职业技能鉴定—教材 IV. TM77

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 150660 号

书 名	电力工人技术等级暨职业技能鉴定培训教材 (初、中、高级工及技师、高级技师适用) 继电保护工
总 主 编	丁毓山 徐义斌
作 者	主 编 丁 琦 丁以心 副主编 许童宇 徐 伟
出版发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: sales @ waterpub. com. cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 15.5 印张 368 千字
版 次	2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	34.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

有关电力工人技术等级及电力行业职业技能鉴定的培训教材已出版了很多,例如,由中国电力企业联合会名誉理事长张绍贤作序、原电力工业部副部长张凤祥和赵庆夫题词的《电力工人技术等级培训教材(初、中、高级工适用)》自1996年由中国水利水电出版社出版以来,已修订两次,共印刷了15次,总印数达100万册以上,深受电力系统广大读者的好评。但是,随着电力体制改革的深入,我国电力网正在向大电网、大电厂、超高压和特高压、核电站、高度自动化的方向前进,输电网和配电网正在经历着一次重大的变革。而变革最深、门类最多、面积最广的领域,还在配电网。 110kV 以下的配电网,在网络设备、接线方案、保护元件、运行方式、管理方法、操作工艺等方面,皆有不同程度的更新。可见,我国电力事业的发展速度是惊人的。面对电力系统这种发展的新形势,以往教材的内容已略显陈旧,特别是有些内容与当代的现实相差较远。为了配合新形势下电力系统人员培训的需要,中国水利水电出版社决定,组织有关专家和培训一线的教师编写这套教材。其编写宗旨是:保证编写质量,反映电力新技术、新设备、新方法,以满足当前电力企业的培训要求。全书包含三方面内容:知识、技能、题库。

为此,总主编聘请了辽宁省电力公司、铁岭电力公司、抚顺电力公司、海城供电公司、沈阳电力公司所属法库农电公司和于洪供电公司、沈阳农业大学信息电气工程学院、华北电力大学、中国农业大学信息电气工程学院、沈阳大学有关专家和教授参与编写。本书编写的原则是:不要求面面俱到,力求少而精,抓住重点,深入浅出。继电保护事业是电力系统安全、可靠运行的重要保障,它与电力系统发展一样得到了飞速发展。近年来继电保护设备进行了大规模得更新,微机保护已成为继电保护事业发展的重要方向。过去所谓继电接触式的经典保护、小规模集成电路保护在生产实践中已被淘汰和正在被淘汰中。因此,在撰写本书时充分考虑到生产发展的实际情况,主要叙述了微机保护的原理和应用。本书共分13章,主要包括:继电保护概述,变送器,微机保护的软件,微机线路保护,变压器保护,综合自动化厂站端总体布局,发电机保护,自动装置与二次回路,电力电容器微机保护,厂用

电保护测控装置,微机保护装置的可靠性,微机继电保护装置运行管理及检验,单片机及嵌入式系统。每章后面皆附有复习思考题,并附有答案。为了配合教学中使用,在书中标有(*)者,适于中级工使用;标有(**)者,适于高级工、技师、高级技师使用;没有标注者适于初级工使用。

本书编写人员有:丁琦、丁以心、许童宇、徐伟、肇毓君、王胜君、王庆旭、张晓辉、张传久、刘芳、丁毓山、谈文华。

参加本书部分编写工作的还有:张强、王卫东、石威杰、贺和平、潘利杰、张娜、石宝香、李新歌、尹建华、苏跃华、刘海龙、李小方、李爱丽、王志玲、李自雄、陈海龙、韩国民、刘力侨、任翠兰、张洋、李翱翔、孙雅欣、李景、赵振国、任芳、吴爽、李勇高、杜涛涛、李启明、郭会霞、霍胜木、李青丽、谢成康、马荣花、张贺丽、薛金梅、李荣芳、孙洋洋、余小冬、丁爱荣、王文举、徐文华、李键、孙运生、王敏州、杨国伟、刘红军、白春东、魏健良、周凤春、董小玫、吕会勤、孙金力、孙建华、孙志红、孙东生、王惊、李丽丽等。

作者虽尽了很大努力,但疏漏之处定然难免,深望广大读者多加批评指正。

作者

2009年1月于沈阳

目 录

前言

第一章 继电保护概述	1
第一节 继电保护基础	1
第二节 数据采集系统	9
第三节 A/D 转换电路	14
第四节 开关量、模拟量输入、输出电路	20
复习思考题与习题	26
第二章 变送器	29
第一节 电流、电压变送器	30
第二节 功率变送器	32
第三节 电量变送器和频率变送器	37
第四节 影响变送器精度的因素和提高精度的方法	40
第五节 交流变送器和小电流接地选线变送器	41
复习思考题与习题	42
第三章 微机保护的软件	45
第一节 微机保护软件的系统配置	45
第二节 微机保护主程序	47
第三节 采样中断服务程序原理	49
第四节 故障处理程序框图原理	52
复习思考题与习题	55
第四章 微机线路保护	58
第一节 35kV/10kV 微机线路保护的整定计算	58
第二节 66kV 微机线路保护装置	61
第三节 微机零序电流方向保护	69
第四节 距离保护的有关概念	72
复习思考题与习题	74
第五章 变压器保护	76
第一节 概述	76
第二节 瓦斯保护	79

第三节	变压器比率差动保护与保护判据	82
*第四节	按二次、偶次谐波原理形成的差动保护	88
*第五节	变压器微机后备保护	91
*第六节	阻抗保护	95
复习思考题与习题		97
第六章	综合自动化厂站端总体布局	100
第一节	布局方式	100
第二节	110kV 变电所厂站的综合自动化装置总体布局方案	102
第三节	设备配置	106
第四节	RTU	108
*第五节	厂站端总体布局举例	110
复习思考题与习题		131
第七章	发电机保护	133
第一节	发电机保护基础	133
*第二节	微机型发电机差动保护	134
第三节	定子绕组单相接地保护	137
第四节	发电机的失磁保护	138
第五节	发电机保护的几个问题	141
复习思考题与习题		147
第八章	自动装置与二次回路	150
第一节	备用电源自投方式	150
第二节	备用电源自投装置的接线方案	151
第三节	备用电源自投的原则和控制逻辑	153
第四节	微机型故障录波装置	159
第五节	单相接地选线装置的程序设计	161
第六节	变压器有载调压	166
第七节	二次回路	168
复习思考题与习题		173
第九章	电力电容器微机保护	176
第一节	电力电容器保护概述	176
第二节	WDR—110 低压电容器保护原理及配置	177
复习思考题与习题		180
第十章	厂用电保护测控装置	182
第一节	保护原理及配置	182
第二节	测控装置	182
第三节	厂用电动机保护配置及原理	185

复习思考题与习题	187
第十一章 微机保护装置的可靠性	188
第一节 干扰和干扰源	189
第二节 微机保护装置的硬件抗干扰措施	193
复习思考题与习题	195
第十二章 微机继电保护装置运行管理及检验	198
第一节 微机继电保护装置运行管理	198
第二节 人机界面及操作	203
第三节 继电器的基本检验方法	204
第四节 外观检查	208
第五节 微机型保护装置的硬件性能检验	215
第六节 微机型保护装置的软件功能检验	217
第七节 微机保护的静态试验	220
第八节 微机保护的交流动态试验	223
复习思考题与习题	225
* *第十三章 单片机及嵌入式系统	227
第一节 单片机的原理和应用	227
第二节 嵌入式系统简介	233
第三节 操作系统概述	235
复习思考题与习题	239

第一章 继电保护概述

第一节 继电保护基础

一、继电保护和二次回路的发展概况

电力系统的继电保护装置负有保证电力系统安全可靠工作、有效切除故障的重大使命,采用优质、廉价、灵敏、快速的继电保护系统,是广大电力工作者共同追求的目标。随着我国电力系统向大电网、大机组、大电厂、超高压与特高压、核电站、高压直流输电、高度自动化的方向发展,继电保护和二次回路的发展可以基本上分为四个时代。

1. 电磁式继电保护

采用电磁式继电器的继电保护装置为第一代。这种保护装置经过了长期的生产运行,具有一定的灵敏度和可靠性。但是这种以电磁继电器为主体的继电保护系统存在着不少的缺点,具体是容易发生线圈断线,触点抖动、钟表机构失灵,且体积和功耗大、调试复杂、灵敏度低、边沿刻度不准等缺点。这些问题长期以来没有得到太大的改进。但是,随着微机保护的出现和普及,这种以电磁继电器为主的保护系统,在 220kV 以上的变电所中,已基本被淘汰,在 10~110kV 的变电所也正在被淘汰中,或者将被淘汰。

2. 晶体管继电保护装置

20 世纪 70 年代初期出现了晶体管保护装置,这种保护装置具有重量轻、体积小、功耗低、灵敏度高优点。但是,由于元件质量差、焊点多、接线复杂、抗干扰能力差,曾一度限制了晶体管保护的发展。后来,就晶体管保护产品的质量、抗干扰能力等问题曾召开了一系列的研讨会议,由于在工艺上的改进,晶体管保护的产品日趋稳定,各种类型的晶体管保护继电器均有定型产品出售。从运行单位的经验表明,晶体管保护能经受住运行的考验,例如,当时有的 500kV 系统就曾装设了晶体管保护装置,在一些小型的变电所中也有采用晶体管保护的。然而,与微机保护比较起来,晶体管保护相形逊色,在继电保护装置的发展史上,只是一个过渡期而已。

3. 集成电路继电保护装置

第三代继电保护装置是以集成电路为主要保护元件,这种保护装置的功能完善、通用性强、整定精度高、运作离散值小、有良好的返回系数、焊点少、动作速度快等一系列优点,因此,在 20 世纪 80~90 年代,国内已有不少变电所、特别是农网中 10~35kV 的小型变电所,装设了这种保护装置。目前,由于微机保护出现,这种保护装置也与其他类型的保护装置一样,皆被微机保护所取代。

4. 微机保护系统

现代微机保护装置方向是向检测、控制、保护一体化方向发展。检测是指对电流、电压、功率、频率、电能等遥测量和各种开关变位遥信量的检测。控制是对断路器分闸、合

闸,重合闸,综合自动重合闸等操作的控制。保护则是把传统继电保护装置中所要求的各种保护功能,改用微机加以实现。

(1) 微机保护系统能完成其他类型保护所能完成的所有保护功能。

(2) 微机保护系统还能完成其他类型保护所不能完成的功能。由于采用了微机保护,许多以前达不到的要求,现在已经成为可能,例如:①目检:对保护本身进行不间断地巡回检查,以保证设备硬件处在完好状态;②整定:整定范围和整定手段更灵活、更方便;③对设备电气量可以随时进行在线测量;④对故障波形可以进行分析(如谐波分析等);⑤对故障的电流、电压、动作时间等数据进行故障录波;⑥网络功能可以和自动化系统联网运行、转发数据等;⑦辅助校验功能等。

(3) 微机保护系统能完成过去想做但没能做到的功能,例如:实现变压器差动保护内部相量平衡与幅值平衡;实现差动保护中的电流互感器饱和鉴别;在变压器差动保护中可采用各种涌流制动手段。

(4) 微机继电保护的比经典继电保护有很大的展宽,有关配电网自动化装置中的若干内容,也将列属于继电保护的范畴。

综上所述,微机保护与传统保护相比,具有可靠性高、灵活性强、调试维护量小、功能多等优点。

二、继电保护的基本任务和对继电保护的要求

当被保护的电力系统或设备发生故障时,应该由该元件的继电保护装置迅速准确地给距离故障元件最近的断路器发出跳闸命令,使故障元件及时从电力系统中断开,以最大限度地减少对电力元件本身的损坏,降低对电力系统安全供电的影响,保证系统其他部分继续运行。

反应电气设备的不正常工作情况,要自动、及时、有选择地发出信号,由值班人员进行处理,或由装置进行自动调整,或切除继续运行会引起故障的设备。

电力系统对继电保护的基本性能要求有可靠性、选择性、快速性、灵敏性。这些要求之间,有的相辅相成,有的相互制约,针对不同的使用条件,侧重点也有所不同。

1. 继电保护的可靠性

继电保护的可靠性是对电力系统继电保护的最基本性能要求,它又分为两个方面,即可信赖性与安全性。可信赖性要求继电保护在设计要求它动作的异常或故障状态下,能够准确地完成动作;安全性要求继电保护在非设计要求它动作的其他所有情况下,能够可靠地不动作。可信赖性与安全性,都是继电保护必备的性能,但两者相互矛盾。在设计与选用继电保护时,需要依据被保护对象的具体情况,对这两方面的性能要求适当地予以调解。例如,对于传送大功率的输电线路保护,一般宜于强调安全性;而对于其他线路保护,则往往宜于强调可信赖性。至于大型发电机组的继电保护,无论它的拒绝动作或误动作跳闸,都会引起巨大的经济损失,需要经过精心设计和装置配置,兼顾这两方面的要求。

提高继电保护安全性的办法,主要是经过全面分析论证,由实际运行经验或者经试验确认为技术性能满足要求、元件工艺质量优良的装置;而提高继电保护的可靠性,除了选用高可靠的装置外,重要的还可以采取装置双重化,实现“二中取一”的跳闸方式。

2. 继电保护的选择性

继电保护的选择性是指在对系统影响可能最小的处所,实现断路器的控制操作,以终止故障或系统事故的发展。例如,对于电力元件,要求最靠近故障点的断路器动作断开系统供电电源;而对于振荡解列装置,则要求当电力系统失去同步运行稳定性时,在解列后两侧系统可以各自安全地同步运行的地点动作于断路器,将系统一分为二,以中止振荡等。

电力元件继电保护的选择性,除了决定于继电保护装置本身的性能外,还要求满足如下几点:

(1) 由电源算起,越靠近故障点的继电保护的故障起动值相对越小,动作时间越短,并在上下级之间留有适当的裕度。

(2) 要具有后备保护作用,如果最靠近故障点的继电保护装置或断路器因故拒绝动作而不能断开故障时,能由紧邻的电源侧继电保护动作将故障断开。对于 20kV 及以上电压的电力网中,由于接线复杂所带来的具体困难,在继电保护技术上往往难以做到对紧邻下一级元件的完全后备保护作用。采用的通用对策是,每一电力元件都装设至少两套各自独立工作、可以分别对保护元件实现充分保护作用的继电保护装置,即实现双重化配置。同时,设置一套断路器拒绝动作的保护,当断路器拒动时,使同一母线上的其他断路器跳闸,以断开故障。

3. 继电保护的快速性

继电保护的快速性是指继电保护应以允许的可能最快速度动作于断路器跳闸,以断开故障或中止异常状态发展。继电保护快速动作可以减轻故障元件的损坏程度,提高线路故障后自动重合闸的成功率,并特别有利于故障后的电力系统同步运行的稳定性。快速切除线路与母线的短路故障,是提高电力系统暂态稳定的最重要手段。

4. 继电保护的灵敏性

继电保护的灵敏性是指继电保护对设计规定要求动作的故障及异常状态能够可靠地动作的能力。故障时通入装置的故障量和给定的装置启动值之比,称为继电保护的灵敏系数。它是考核继电保护灵敏性的具体指标,在一般的继电保护设计与运行规程中,对它都有具体的规定要求。

继电保护越灵敏,越能可靠地反应要求动作的故障或异常状态。但同时,也越易于在非要求动作的其他情况下产生误动作,因而与选择性有矛盾,需要协调处理。保护装置的灵敏度,是指在其保护范围内发生故障和不正常工作状态时,保护装置的反应能力。

三、电力系统基础

1. 电力系统短路

所谓短路,是指电力系统正常运行情况以外的一切相与相或相与地之间的短接,即非正常连接。在电力系统正常运行时,除中性点外,相与相或相与地之间是绝缘的,如果由于某种原因使其绝缘破坏而构成了相与相或相与地之间的通路,就称为电力系统发生了短路故障。

常见的短路故障有三相短路、两相短路、单相接地短路、两相接地短路以及电机、变压器绕组的匝间短路。

短路故障会对电气设备或电力系统造成严重后果的几种情况：

- (1) 故障点的电弧使故障设备烧坏。通过短路电流的设备，由于发热和电动力的作用受到损坏或降低使用寿命。
- (2) 电力系统电压大幅下降，使用户正常工作遭到破坏，甚至造成电压崩溃。
- (3) 破坏电力系统运行的稳定性，引起系统振荡甚至使整个电力系统的瓦解，导致大面积停电。

2. 电力系统不正常工作状态

电力系统正常工作遭到破坏，但未形成短路，称为不正常工作状态。常见的有过负荷、过电压、电力系统振荡等状态。

电力设备运行中，由于负荷增大或外部发生短路故障，造成设备过负荷，会引起发热，加速绝缘老化，降低使用寿命，且容易引发短路。发电机突然甩负荷会造成过电压，将直接威胁电气绝缘。电力系统振荡时，电流、电压周期性大幅度摆动，严重影响系统的正常进行。

3. 电力系统的安全性

电力系统的安全性，包括安全和稳定的基本概念。安全是指运行中的电力设备必须运行在不超过它们的允许电流、电压和频率的幅值或时间限额内；稳定是指电力系统可以连续不断地向负荷供电的状态。

4. 电力系统的稳定性

电力系统的稳定性，是指电力系统可以连续不断地向负荷供电的状态。在电力系统中，有三种须同时满足的稳定性要求：同步运行稳定性、频率稳定性和电压稳定性。当电力系统失去稳定所造成的后果有如下几点：

- (1) 失去同步运行稳定性，会引发系统振荡，引起系统中枢点电压、发输电设备的电流和电压大幅度、周期性摆动，电力系统不能继续向负荷正常供电。
- (2) 失去频率稳定性，会发生系统频率崩溃而导致系统全停电。低频减载是对付频率崩溃的最有效的手段。
- (3) 失去电压稳定性，会发生电压崩溃，使受影响的部分地区停电。充足的无功储备，合理安排供电变压器的自动调压，维持地区电压水平，是避免全网性电压崩溃的主要措施。

5. 电力系统的振荡

发电机与系统电源之间或系统两部分电源之间失去同步，引起功角 α 的摆动现象，称为振荡。电力系统的振荡有同期振荡和非同期振荡两种情况，能够恢复同步而稳定运行的振荡称为同期振荡，导致失去同步而不能正常运行的振荡称为非同期振荡。

6. 电力系统的稳定性

同步运行稳定性可分为静态稳定性、暂态稳定性和动态稳定性三种。

- (1) 静态稳定性。静态稳定性是指电力系统受到小干扰后，不发生非同期性的失步，自动恢复到原来运行状态的能力。为了保持静态稳定，系统传输的有功功率不得超过某一定值。

- (2) 暂态稳定性。暂态稳定性是指电力系统受到大干扰后，各同步电机保持同步运行

并过渡到新的或恢复到原来稳定运行方式的能力。电网中经常发生的大干扰是短路故障。快速切除故障是提高电力系统暂态稳定性的最有效措施。

(3) 动态稳定性。动态稳定性是指电力系统受到大的或小的干扰后,在自动调节和控制装置的作用下,保持长时间的运行稳定性的能力。

(4) 提高系统稳定性主要措施有缩短电气距离,即减小系统总阻抗。可以采用增加并联运行输电线的回路数、采用复合导线或装设串补电容等方法,来减小系统总阻抗;装设中间补偿设备,有效保持变电所母线电压。近年发展的静止补偿器,可以快速调整和供给系统无功功率,是提高系统稳定性的重要手段;采用直流输电,由于直流电源不存在相位问题,用直流远距离输电,就不存在由发电机组间相角确定的功率极限问题,不受系统稳定的限制。

7. 电力系统振荡与短路的区别

(1) 振荡时系统各点电流和电压值均做往复性摆动,而短路时电流、电压值是突变的。

(2) 振荡时电流、电压幅值变化较慢而短路时电流、电压幅值突然变化量很大。

(3) 振荡时系统任何一点电流与电压之间的相位角随功角的变化而改变,而短路时,电流与电压之间的相位角是基本不变的。

8. 电力系统中性点接地方式

电力系统中性点接地方式有三种:①中性点直接接地;②中性点经消弧线圈接地;③中性点不接地。中性点直接接地系统称为大接地系统,其多应用在110kV以上的系统中。中性点经消弧线圈接地的系统多应用在66kV系统中。中性点不接地系统亦称中性点绝缘系统,即所谓小接地系统,多用在35kV、10kV系统中。

9. 消弧线圈的欠补偿、全补偿、过补偿

消弧线圈的感性电流能起到补偿接地故障时的容性电流,使接地故障电流减少。所以补偿有三种不同的运行方式:欠补偿、全补偿、过补偿。

(1) 欠补偿。补偿后电感电流小于电容电流,也就是说补偿的感抗大于线路的容抗。

(2) 过补偿。补偿后电感电流大于电容电流,也就是说补偿的感抗小于线路的容抗。

(3) 全补偿。补偿后电感电流等于电容电流,也就是说补偿的感抗等于线路的容抗。

中性点经消弧线圈接地系统采用全补偿运行方式的缺点是采用全补偿时,无论不对称电压的大小如何,都会发生串联谐振从而使消弧线圈受到很高的电压。

中性点经消弧线圈接地系统采用欠补偿运行方式的缺点是欠补偿电网在发生故障时,容易出现数值很大的过电压。而且当电网中因故障或其他原因而切除部分线路后,在欠补偿电网中就可能形成全补偿的运行方式而造成串联谐振,引起很高的中性点位移电压与过电压,在欠补偿电网中也会出现很大的中性点位移而危及绝缘。欠补偿电网在正常运行时,如果三相不对称度较大,还有可能出现数值很大的铁磁谐振过电压。这种过电压是因为欠补偿的消弧线圈和线路电容发生铁磁谐振而引起的。

中性点经消弧线圈接地系统采用过补偿运行方式优点是:由于过补偿时流过接地点的是电感电流,熄弧后故障相电压恢复速度较慢,因而接地电弧不易重燃。采用过补偿时,系统频率的降低只是使过补偿度暂时增大,这在正常运行时是毫无问题的。随着电力系统

的不断发展和扩大,电网的对地电容随着增大,如果采用过补偿,原装的消弧线圈仍可以继续使用一段时期,至多是由过补偿转变为欠补偿运行;但如果原来就采用欠补偿的运行方式,则系统一有发展就必须立即增加补偿容量。

四、近后备保护

近后备保护就是在同一电气元件上装设两套保护,当其中一套保护拒绝动作时,由另一套保护动作于跳闸。当断路器拒绝动作时,保护动作后带一定时限作用于该母线上所连接的各路电源的断路器跳闸。

近后备保护的优点是能可靠的起到后备作用,动作迅速,在结构复杂的电网中能够实现有选择性的后备作用。

五、电流保护

当线路上发生短路时,流过线路的电流突增,当电流超过保护装置的整定值并达到整定时间时保护动作于跳闸,这种反应电流升高而动作的保护装置称为电流保护。

1. 电流速断保护

按躲过被保护元件外部短路时流过本保护的最大短路电流进行整定,以保证它有选择性地动作的无时限电流保护,称为电流速断保护。

它的特点是接线简单,动作可靠,切除故障快,但不能保护线路全长,保护范围受系统运行方式变化的影响较大。

2. 限时电流速断保护

按与下一元件电流速断保护相配合以获得选择性的带较短时限的电流保护,称为限时电流速断保护。其特点是接线简单,动作可靠,切除故障较快,可以保护线路的全长,其保护范围受系统运行方式变化的影响。

3. 定时限过电流保护和反时限过电流保护

为了实现过电流保护的動作选择性,各保护的動作时间一般按阶梯原则进行整定。即相邻保护的動作时间,自负荷向电源方向逐渐增大,且每套保护的動作时间是恒定不变的,与短路电流的大小无关。具有这种動作时限特性的过电流保护称为定时限过电流保护。

反时限过电流保护是指動作时间随短路电流的增大而自动减小動作时间的保护。使用在输电线路上的反时限过电流保护,能更快的切除被保护线路首端的故障。

4. 定时限过电流保护的動作电流的整定原则

(1) 動作电流应避开可能的最大负荷电流。

(2) 上、下级保护在動作电流和时限上都应互相配合。

(3) 在最小运行方式下,保护区末端金属性两相短路时灵敏系数应不小于 1.5。

5. 定时限过电流保护動作时限的整定原则

定时限过电流保护的動作时限,是按阶梯原则整定的,即从负荷至电源方向的各相邻保护装置的動作时限逐级增长一个时间级差。

6. 三段式电流保护

由无时限电流速断、限时电流速断与定时限过电流保护组合构成的一套保护装置,称

为三段式电流保护。无时限电流速断保护是靠动作电流的整定获得选择性；限时电流速断和过电流保护是靠上、下级保护的动作电流和动作时间的配合获得选择性。

六、电流、电压联锁保护

1. 系统的最大、最小运行方式

在继电保护的整定计算中，一般都要考虑电力系统的最大、最小运行方式。最大运行方式是指在被保护对象末端短路时，系统的等值阻抗最小，通过保护装置的短路电流最大的运行方式。

最小的运行方式是指在上述同样短路情况下，系统等值阻抗最大，通过保护装置的短路电流最小的运行方式。

2. 电流闭锁电压速断保护

电流闭锁电压速断保护的整定原则是从经常运行方式出发，使电流和电压元件具有相等的灵敏度，因而在经常运行方式下，有足够大的保护区，且在最大或最小运行方式下也不会误动。它比单一的电流或电压速断保护的保护区大。

电压速断保护不能单独使用，因为，当线路发生短路故障时，供电母线电压会剧烈下降，利用这一特点，反应电压突然降低且瞬时跳闸的保护，称为电压速断保护。因为电压速断保护没有选择故障线路的能力。且在电压互感器二次回路断线时会误动作，所以一般不单独使用。

系统运行方式变化时，对过电流及低电压保护的影响是电流保护在运行方式变小时，保护范围会缩小，甚至变得无保护范围；电压保护在运行方式变大时，保护范围会缩短，但不可能无保护范围。

3. 复合电压启动的过电流保护

复合电压启动过电流保护，是指在过电流保护的基础上，加入由一个负序电压继电器和一个接在相间电压上的低电压继电器组成的复合电压启动元件构成的。只有在电流测量元件及电压启动元件均动作时，保护装置才能动作跳闸。

4. 对功率方向继电器的要求

(1) 能正确地判断短路功率方向。

(2) 有很高的灵敏度。

(3) 继电器的固有动作时限小。

5. 零序电流保护的整定值

零序电流保护反应的是零序电流，而在负荷电流中不包含（或很少包含）零序分量，故不必考虑避开负荷电流。

七、线路经典保护装置

线路保护的任務是有选择地、快速地、可靠地切除输、配电线路发生的各种故障，根据电网的形式及其发生故障的种类，线路保护有下述几种。

1. 过流保护

输、配电线路在运行中往往会发生相间短路，其重要特征是线路中的电流剧烈地增加。利用电流增加这一特点设计的保护装置称为过流保护。

2. 方向过流保护

在多电源供电或单电源供电的环形网络中,当采用过流保护不能满足选择性要求时,可采用方向过流保护。方向过流保护不但能反应电流的大小,而且还能反应功率传递的方向。

3. 接地保护

单相接地是输、配电线路常见的故障之一。对中性点直接接地的电网,发生单相接地,则为单相短路,短路电流很大,通常在这种电网中利用单相接地电流的零序分量,构成零序电流保护。对小接地的电网,发生单相接地时,接地电流为电容电流,由于其值较小,不会对电网造成很大的威胁,按运行规程要求,可以带故障运行 2h,在运行中查明并消除故障。因此,小接地电流中利用单相接地电容电流构成的接地保护装置,常作用于信号,而不作用于跳闸。

如果零序电流保护装置加入了方向元件,则可构成零序方向保护。

4. 电流电压联锁速断保护

当电网发生短路时,除了电流剧增外,电网的电压也将显著下降,利用这两种特点构成的速断保护装置称为电流电压联锁速断保护。

5. 距离保护

所谓距离保护,就是反映故障点至保护安装处的距离的一种保护装置,距离越近,其动作时间越短。

6. 高频保护

所谓高频保护就是采用高频载波电流,以输电线路为通道,传送反映线路两端电气量的信号,比较线路两端的电气量,以确定其动作与否的保护装置。高频保护可保护线路全长,且可区别故障是发生在本线路末端,还是下一线路的首端。

八、变压器经典保护

变压器在电力系统中用得非常普遍,占有非常重要的地位,因此,提高变压器工作的可靠性,对保证电力系统的安全运行具有十分重要的意义。现代生产的变压器在构造上是比较可靠的,故障机会较少,但在实际运行中,还要考虑发生各种故障和不正常情况的可能性。因此必须根据变压器的容量和重要程度装设专用的保护装置。

变压器的故障可分为内部故障和外部故障两种。内部故障主要是相间短路、绕组的匝间短路和单相接地短路。发生内部故障是很危险的,因为短路电流产生的电弧不仅会破坏绕组的绝缘,烧毁铁芯,而且由于绝缘材料和变压器油受热分解而产生的大量气体,还可能引起变压器油箱爆炸。变压器最常见的外部故障是引出线上绝缘套管的故障,这种故障可能导致引出线的相间短路和接地(对变压器外壳)短路。

变压器的不正常工作情况主要有由于外部短路和过负荷引起的过电流,油面的极度降低和电压升高等。

根据上述故障情况,变压器一般应装设下列保护:

(1) 防御变压器油箱内部故障和油面降低的瓦斯保护。

(2) 防御变压器绕组和引线的多相短路、中性点直接接地电网侧绕组和引出线的接地短路以及绕组匝间短路的纵差动保护或电流速断保护。

(3) 防御外部相间短路并作瓦斯保护和纵差动保护（或电流速断保护）后备的过电流保护（或复合电压启动的电流保护或负序电流保护）。

(4) 防御中性点直接接地电网中外部接地短路的零序电流保护。

(5) 防御对称过负荷的过负荷保护。

以上第（2）、（3）、（4）项的保护及第（1）项中的重瓦斯保护都动作于跳闸；第（5）项及第（1）项中的轻瓦斯保护只动作于信号。

第二节 数据采集系统

一、微机保护的优点与硬件所包括的部分

与传统保护相比，微机保护有以下优点：

- (1) 可靠性高。
- (2) 灵活性大。
- (3) 保护性能得到很大改善。
- (4) 维护调试方便。
- (5) 易于获得附加功能。
- (6) 经济性好。

微机保护硬件系统包括以下五个部分：

- (1) 数据处理单元，即微机主系统。
- (2) 数据采集单元，即模拟量输入系统。
- (3) 开关量输入输出系统，即数字量输入输出系统。
- (4) 通信接口。
- (5) 电源。

微机保护的硬件基本结构如图 1-1 所示。

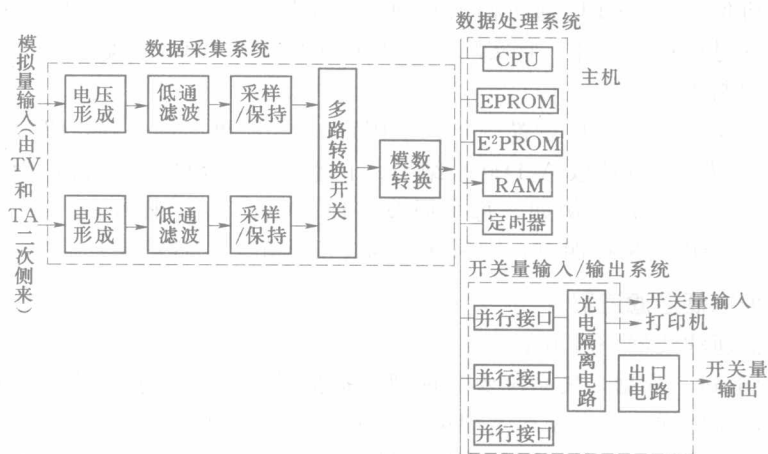


图 1-1 微机保护的硬件基本结构