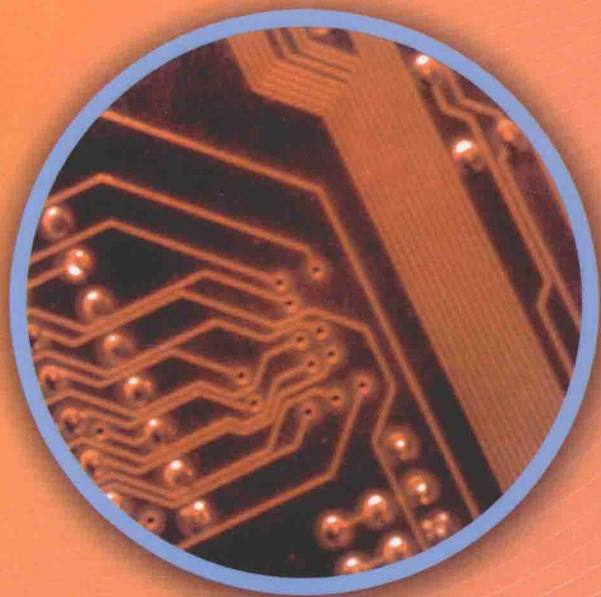


高等学校 **电气工程及其自动化专业** 应用型本科系列规划教材

电力系统继电保护应用技术

DIANLI XITONG JIDIAN BAOHU YINGYONG JISHU

主 编 刘嘉敏 李佑光 罗 平
副主编 胡 敏 杨英男 李 洁



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

电力系统继电保护 应用技术

主 编 刘嘉敏 李佑光 罗 平
副主编 胡 敏 杨英男 李 洁

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书主要介绍电力系统继电保护的基本概念、工作原理、实现技术及解决继电保护问题的基本思想方法。全书共分10章:第1章绪论,第2章微机、数字化继电保护基础,第3章基于单端信息的输电线路相间短路继电保护,第4章基于单端信息的线路接地故障保护,第5章输电线路快速纵联保护,第6章自动重合闸,第7章电力变压器的继电保护,第8章发电机保护,第9章母线保护及断路器失灵保护,第10章高压电动机、电容器保护。

本书可作为高等学校电气工程相关专业本科教材,也可作为本科生、研究生、电力部门的管理人员及其他工作人员的参考用书,有广泛的适用性。

图书在版编目(CIP)数据

电力系统继电保护应用技术/刘嘉敏,李佑光,罗平主编. —重庆:
重庆大学出版社,2015.7
高等学校电气工程及其自动化专业应用型本科系列规划教材
ISBN 978-7-5624-9033-3

I. ①电… II. ①刘…②李…③罗… III. ①电力系统—继电保护—
高等学校—教材 IV. ①TM77

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第090624号

高等学校电气工程及其自动化专业应用型本科系列规划教材

电力系统继电保护应用技术

主 编 刘嘉敏 李佑光 罗 平

副主编 胡 敏 杨英男 李 洁

策划编辑:鲁 黎

责任编辑:李定群 高鸿宽 版式设计:鲁 黎

责任校对:贾 梅 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路21号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆川渝彩色印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:18.5 字数:369千

2015年7月第1版 2015年7月第1次印刷

印数:1—2 000

ISBN 978-7-5624-9033-3 定价:38.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

**版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究**

前言

继电保护是电力系统自动化的重要部分,是保证电力系统安全、可靠、优质、经济运行的第一道防线。随着微机、通信、信息处理等新技术的不断发展,继电保护从原理到技术也发生了深刻的变化,在我国智能电网、智能厂、站建设中,数字化继电保护新技术起到了至关重要的作用,这对广大继电保护专业方面的专家、学者及工作人员既是机遇,也是挑战,只有不断学习、坚持创新才能跟上知识爆炸时代的步伐。

电力系统继电保护是应用型本科电气工程及其自动化专业的主干课程。多年继电保护与变电站自动化领域的研究心得与实践经验告诉我们,除要求掌握好基础理论和基本概念外,工程应用技术特别是实用新型技术具有相当的重要性。我们希望本书能体现出这些特点。

全书共分 10 章。第 1 章绪论,主要介绍继电保护的任任务、基本技术要求、一般性原理和常用的名词术语。第 2 章微机、数字化继电保护基础,重点介绍微机保护硬件组成、基本算法、数字化继电保护的特点及与常规微机保护的区别。第 3 章基于单端信息的输电线路继电保护,主要讲述定时限、反时限电流保护和阶段式距离保护。第 4 章基于单端信息的线路接地故障保护,讲述阶段式零序保护。第 5 章输电线快速纵联保护,讲述光纤差动和高频保护。第 6 章自动重合闸,讲述了重合闸的作用和启动条件以及与继电保护的配合关系。第 7 章电力变压器的继电保护,重点介绍了变压器保护配置和差动保护特点等。第 8 章发电机保护,讲述发电机定子、转子和励磁回路保护。第 9 章母线保护及断路器失灵保护,讲述母线差动保护特点和断路器失灵保护的启动条件及出口逻辑。第 10 章高压电动机、电容器保护,介绍在电动机、电容器保护中电流、电压、零序保护的特点。每章后都有练习与思考题供查漏补缺,力求重点突出,理论结合实际,反映近年来继电保护的发展和新技术成就。

本书由刘嘉敏、李佑光、罗平、杨英男、胡敏、李洁共同完成,刘嘉敏、李佑光、罗平任主编,胡敏、杨英男、李洁任副主编。其中,刘嘉敏、李佑光负责统稿。李佑光编写第1~3章,罗平编写第4~5章,杨英男、李洁编写第6~7章,胡敏编写第8,10章,刘嘉敏编写第9章。刘嘉敏、李佑光对全书进行了审校。

本书内容全面、实用,除作为本科教材外,还可供电力部门规划、设计、基建、安监、生产、调度、运行管理人员及其他工作人员参考,也可作为高等学校电气工程相关专业本科和硕士生学位课的参考教材,有广泛的适用性。

在编写过程中,参阅了国内外著名继电保护专家们的研究成果和著作,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平和时间所限,书中疏漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者
2014年11月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 电力系统继电保护的任务与要求	1
1.2 电力系统继电保护的基本原理及分类	4
1.3 继电保护装置的基本结构与配置原则	5
1.4 继电保护的历史、现状与发展趋势	6
练习与思考	8
第 2 章 微机、数字化继电保护基础	9
2.1 微机继电保护的硬件构成原理	9
2.2 智能变电站数字化继电保护基本概念与特点	32
2.3 微机继电保护的基本算法	47
练习与思考	58
第 3 章 基于单端信息的输电线路相间短路继电保护 ...	59
3.1 单侧电源辐射网络线路相间短路的电流、电压保护	59
3.2 单侧电源辐射线路相间距离保护	75
3.3 双侧电源复杂网络线路相间短路保护	83
练习与思考	105

第4章 基于单端信息的线路接地故障保护	106
4.1 大电流接地系统高压线路接地故障保护	107
4.2 小电流接地系统高压线路接地故障保护	118
练习与思考	126
第5章 输电线路快速纵联保护	128
5.1 220 kV 及以上超高压线路保护的特点及配置	129
5.2 输电线路纵联保护概述	130
5.3 线路的光纤差动保护	134
5.4 线路高频电流保护	152
5.5 线路纵联距离、零序保护	158
5.6 影响线路保护性能的因素及对策	161
练习与思考	168
第6章 自动重合闸	170
6.1 自动重合闸的作用	170
6.2 重合闸的分类及基本要求	171
6.3 单侧电源线路三相一次重合闸的启动条件	173
6.4 双侧电源线路三相重合闸的方式选择及启动特点	175
6.5 单相重合闸的特点	177
6.6 重合闸与继电保护的配合	179
6.7 实现综合重合闸的意义及基本原则	181
练习与思考	182
第7章 电力变压器的继电保护	184
7.1 变压器保护配置	184
7.2 变压器的非电气量保护	187
7.3 变压器的差动保护	192
7.4 变压器的电流电压保护	202

7.5 变压器的接地故障保护	205
练习与思考	209
第8章 发电机保护	212
8.1 发电机保护配置	212
8.2 发电机定子绕组的相间、匝间故障保护	213
8.3 发电机定子接地故障保护	224
8.4 发电机转子故障保护	231
8.5 发电机低励失磁保护	238
8.6 发电机的其他保护简介	247
8.7 发变组保护特点	249
练习与思考	255
第9章 母线保护及断路器失灵保护	257
9.1 母线保护配置	257
9.2 母线电流幅值差动保护	260
9.3 电流比相母线保护	266
9.4 断路器失灵保护	268
练习与思考	274
第10章 高压电动机、电容器保护	275
10.1 高压电动机综合保护	275
10.2 并联电容器保护	279
练习与思考	285
参考文献	286

第 1 章

绪 论

1.1 电力系统继电保护的任务与要求

1.1.1 电力系统继电保护的任务

电力工业是国民经济的基础,是能源战略的支柱,它与国家的兴盛和人民安康有着密切的关系,因此,要求电力产品必须安全、可靠、优质、经济。

随着国民经济的飞速发展,电力系统的规模越来越大,结构越来越复杂。在整个电力生产过程中,由于人为因素或大自然的原因,难免会发生这样那样的故障和正常运行状态。

电力系统非正常运行可能引发故障、影响电气设备寿命、影响用户正常工作或产生废品。发生故障会产生以下严重后果:

- ①数值很大的短路电流通过短路点会燃起电弧,使故障设备烧坏、损毁。
- ②短路电流通过故障设备和非故障设备时会发热并产生电动力,使设备受到机械性损坏和绝缘损伤以至缩短设备使用寿命。
- ③电力系统中电压下降,使大量用户的正常工作遭受破坏或产生废品。
- ④破坏电力系统各发电厂之间并列运行的稳定性,导致事故扩大,甚至造成整个系统瓦解、瘫痪。

对于电力系统运行中存在的这些故障隐患,必须采取积极的预防性措施,如提高设备质量,增加可靠性和延长使用寿命。从运行管理角度出发,应提高从业人员的安全意识和增强

责任心,提高科学管理水平,强化安全措施以尽量减少事故的发生。

对于不可抗拒事故的发生应做到及时发现,并迅速有选择性地切除故障器件,隔离故障范围,以保证系统非故障部分的安全稳定运行,尽可能减小停电范围,保护设备安全。

继电保护是一种能及时反映电力系统故障和不正常状态,并动作于断路器跳闸或发出信号的自动化设备。继电保护一词是指继电保护技术或由各种继电保护装置(或单元)组成的继电保护系统。其主要任务如下:

- ①自动、迅速、有选择地切除故障器件,使无故障部分设备恢复正常运行,故障部分设备免遭毁坏。
- ②及时发现电气器件的不正常状态,根据运行维护条件发信号、减负荷或跳闸。

1.1.2 对电力系统继电保护的基本要求

为了使继电保护能有效地履行其任务,在技术上,对于跳闸的继电保护应满足4个基本要求,即灵敏性、选择性、速动性和可靠性。下面分别进行讨论。

(1) 灵敏性

继电保护的灵敏性是指对于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发生故障时,无论短路点的位置在何处,短路的类型如何,系统是否发生振荡,以及短路点是否有过渡电阻,都应敏锐感觉,正确反应。保护装置的灵敏性,通常用灵敏系数来衡量,它主要决定于被保护元件及电力系统的参数、故障类型和运行方式。

(2) 选择性

继电保护动作的选择性是指保护装置动作时,仅将故障元器件从运行的电力系统中切除,使停电范围尽量缩小,以保证系统中的无故障部分仍能继续安全运行。

在如图1.1所示的网络接线中,当 k_1 点短路时,应由距短路点最近的保护1和保护2动作跳闸,将故障线路切除,变电所B则仍可由另一条无故障的线路继续供电。而当 k_3 点短路时,保护6动作跳闸,切除线路CD,此时只有变电所D停电。由此可知,继电保护有选择性的

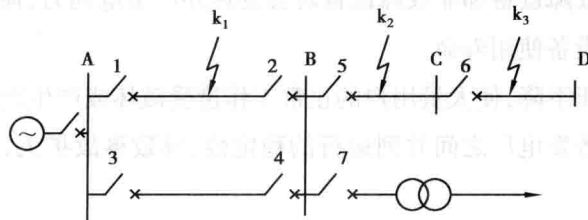


图 1.1 保护装置的选择性说明图

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。

(3) 速动性

快速切除故障可以提高电力系统并列运行的稳定性,减少用户在低电压情况下的工作时间,减小故障器件的损坏程度。因此,速动性是指在发生故障时,保护装置力求尽可能快速动作切除故障。

在某些情况下,电力系统允许保护装置在切除故障时带有一定的延时。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器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根据维持系统稳定性的要求,须快速切除高压输电电路上发生的故障。
- ②导致发电厂或重要用户的母线电压低于允许值(一般为额定电压的70%)的故障。
- ③大容量的发电机、变压器及电动机内部所发生的故障。
- ④1~10 kV 线路导线截面过小,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,对通信系统或铁道信号标志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和断路器动作时间之和。一般的快速保护的动作为0.06~0.12 s,最快的可达0.01~0.04 s,一般的断路器的动作时间为0.06~0.15 s,最快的可达0.02~0.06 s。

(4) 可靠性

保护装置的可靠性是指在规定的保护范围内,发生了应该动作的故障时,不应该拒绝动作;而在该保护不应动作的情况下,则不误动作。因此,可靠性包括两个方面的内容,即可靠不拒动和可靠不误动,从这一层面讲,灵敏性和选择性又可看作可靠性的细分指标。

一般来说,保护装置的组成硬件的质量越高,现场接线越简单,保护装置的工作就越可靠。同时,科学的保护原理与合理的保护配置、精细的制造工艺、正确的整定计算和调整试验、良好的运行维护以及丰富的运行经验,对于提高保护的可靠性均具有重要的作用。

继电保护装置除应满足以上技术层面的4个基本要求外,还应适当考虑经济条件。首先应从国民经济的整体利益出发,按被保护对象在电力系统中的作用和地位来确定保护配置方式,而不能只从保护装置本身的投资来考虑。这是因为保护不完善或不可靠给国民经济所造成的损失,一般都远远超过即使是最复杂的保护装置的投资。

以上基本技术要求是分析研究继电保护性能的基础,也是贯穿全课程的一个基本线索。在它们之间,既有矛盾的一面,又有在一定条件下统一的一面。继电保护的科学研究、设计、制造和运行的绝大部分工作也是围绕着如何处理好这些要求之间的辩证统一关系而进行的。在学习本课程时,应注意学习和运用这样的思想和分析方法。

1.2 电力系统继电保护的基本原理及分类

要完成继电保护的任務,首先应正确区分电力系统正常运行与发生故障或不正常运行状态之间的差别,找出电力系统被保护范围内电气设备(输电线路、发电机、变压器等)发生故障或不正常运行时的特征,有针对性配置完善的保护以满足继电保护技术要求。

电力系统不同电气元件故障或不正常运行时的特征可能是不同的,但在一般情况下,发生短路故障之后总是伴随电流增大,电压降低,电流、电压间的相位发生变化,测量阻抗发生变化等,利用正常运行时这些基本参数与故障后的稳定值间的区别,可以构成不同稳态原理的继电保护,简称“稳态保护”。例如,反映电流增大的过流保护,反映电压降低的低电压保护,反映故障点到保护安装处之间距离(或阻抗)的距离保护,反映电流、电压间相位的方向保护等。

随着微型计算机继电保护的深入发展,以电力系统故障过程中的瞬间信息为故障特征的“瞬态保护”应运而生。例如,输电线路行波保护,基波突变量保护、故障分量距离、故障分量方向、故障分量电流差动保护等。

构成各种继电保护装置时,可使它们反映每相中的某一个或几个基本电气参数(如相电流或相电压等),也可以使之反映这些基本参数的一个或几个对称分量(如负序、零序或正序量)。例如,利用零序构成接地保护,利用负序量构成相间保护。

绝大多数保护启动量是基于工频的基波信号,也有一些利用反映基本参数的某次谐波分量的保护。例如,发电机三次谐波定子单相接地保护,变压器保护的二次、五次谐波制动等。

除反映各电气元件电气量的保护外,还有根据电气设备的特点实现反映非电气量的保护。例如,变压器油箱内部绕组短路时,反映油被分解产生气体压力而构成的瓦斯保护,反映电动机绕组温度升高而构成的过热保护等。

继电保护装置(或系统)是由各种继电器(机电式)或元件(微机电保护)组成。继电器或元件的分类方法很多,其中按不同参量的过量、欠量和差量划分的有过电流继电器、低电压继电器、电流差动继电器;若按其结构原理划分则有电磁型、整流型、晶体管型和微机型等继电器。从继电保护系统的规模和检测控制方式可分为集中式和分布式。

此外,还有保护定值随运行环境、运行方式、故障类型等因素的变化而实时自调整或自动生成的自适应保护;根据引入保护装置的现场物理量位置不同又有单端信息保护、多端信息的纵联保护;直接引入数字化物理量的数字化保护、智能保护等名目繁多的分类和称谓。

1.3 继电保护装置的基本结构与配置原则

1.3.1 基本结构

尽管继电保护装置的分类繁多,但就一般而言其基本结构主要包括现场信号输入部分、测量部分、逻辑判断部分和输出执行部分。其原理结构框图如图 1.2 所示。

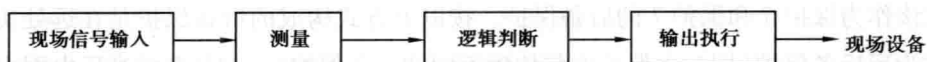


图 1.2 继电保护装置基本原理结构框图

(1) 现场信号输入部分

现场物理量有电气量和非电气量,有状态量和模拟量,微机保护中如果现场模拟量由传统电磁型互感器引入需要如电平转换、低通滤波等前置处理后再转换成数字量。如果现场模拟量是由电子互感器、光电互感器等数字传感器引入则前置处理、A/D 转换均由互感器实现,保护装置硬件得到简化。

(2) 测量部分

测量部分是检测经现场信号输入电路处理后的与被保护对象有关的物理量,并与已给定的定值或自动实时生成的判据(自适应保护)进行比较,根据比较的结果给出“是”或“非”,即“0”和“1”性质的一组逻辑信号或电平信号,经判断确定保护是否应启动。

(3) 逻辑判断部分

逻辑判断部分是依据测量部分输出量的大小、性质、逻辑状态、输出顺序等信息,按一定的逻辑关系组合、运算,最后确定是否应该使断路器跳闸或发出信号,并将有关命令传给执行部分。常用逻辑一般有“或”“与”“非”“延时”“记忆”等功能。

(4) 输出执行部分

非智能电器系统继电保护的输出执行部分是依据逻辑部分送来的出口信号,完成保护装置的最终任务。它主要负责保护装置与现场设备的隔离、连接、电平转换、出口跳闸功率驱动等。

1.3.2 继电保护配置原则

电力系统继电保护配置指的是对被保护对象,选用恰当的保护元件(或继电器)组成满足基本技术要求的高效保护系统。因此,针对不同的保护个体配置方案可能是不同的,但总的

配置原则仍是从 4 个技术基本要求出发。

从可靠性考虑,必然会想到继电保护或断路器拒绝动作的可能性。应对继电保护拒动常用双重主保护或配置主保护和后备保护的方案解决。所谓主保护,是指在系统稳定性要求的时限内切除保护区内故障的保护,如阶段式电流速断和限时速断,而后备保护则是指当主保护拒动时用以切除该故障的另一套保护,如定时限过流保护。如图 1.1 所示,当 k_3 点短路时,距短路点最近的保护 6 本应动作,切除故障,但由于某种原因,该处的继电保护或断路器拒绝动作,故障便不能消除。此时,如其前面一条线路(靠近电源侧)的保护 5 能动作,故障也可消除。能起保护 5 这种作用的保护称为相邻器件 C 口线路的后备保护。同理,保护 1 和保护 3 又应该作为保护 5 和保护 7 的后备保护。按以上方式构成的后备保护是在远处实现的,因此又称为远后备保护(即与主保护安装位置不同的后备保护)。在复杂的高压电网中,当实现远后备保护在技术上有困难时,也可采用多重主保护和近后备保护(即与主保护同一安装位置的后备保护)的方式;当断路器拒绝动作时,就由同一发电厂或变电所内的其他有关保护和断路器动作,切除故障,该后备保护被称为断路器失灵保护。此外,在某些特殊情况下可能存在主保护和后备保护均不起作用的死区,这时还应配置用以补充主保护、后备保护不足的辅助保护。

应当指出,在保护配置过程中除了考虑可靠性,还应兼顾速动性指标。阶段式配置中的远后备保护性能比较完善,它对于由相邻器件的保护装置、断路器、二次回路和直流电源等所引起的拒绝动作均能起到后备保护作用,同时,它的实现简单、经济,但切除故障的时限往往较长,在超高压、特高压电网中不能满足速动性指标的要求,因此,在高压(110 kV)及以下电压等级可优先采用远后备保护,当远后备保护不能满足速动性指标要求时,必须配置断路器失灵保护;目前在超高压、特高压系统均选用多重主保护、近后备保护和断路器失灵保护的配置方式,以满足速动性和可靠性要求。

1.4 继电保护的历史、现状与发展趋势

继电保护技术随着电力系统的发展而发展,同时也随着通信、信息、电子、计算机等相关技术的发展而不断创新。最初为了保护电机免受短路电流的破坏,首先出现了反映电流超过一预定值的过电流保护熔断器,熔断器的特点是融保护装置与切断电流的装置于一体,其结构最为简单。由于用电设备的功率、发电机的容量不断增大和电网的结线不断复杂化,熔断器不能满足选择性和速动性等技术要求,19 世纪 80 年代出现了在断路器上直接反映一次短路电流的电磁型过电流继电器。1901 年出现了感应型过电流继电器。1908 年提出了比较被

保护器件两端电流的电流差动保护原理。1910年方向保护开始应用,20世纪20年代距离保护出现。1927年前后出现了利用高压输电线上高频载波电流传送和比较输电线两端功率方向或电流相位的高频保护。20世纪50年代出现利用微波中继通信的微波保护。20世纪70年代又诞生了行波保护。近些年光纤保护得到广泛应用,如光纤差动保护、光纤距离保护等。

继电保护装置的器件、材料和保护装置的结构形式、制造工艺等也在与时俱进不停变革。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。这些继电器都具有机械转动部件,统称为机电式继电器或机电式保护装置。这种保护装置因体积大,能耗大,动作速度慢,转动部分和触点容易损坏或粘连,调试维护复杂而被淘汰。20世纪50年代,曾短时出现过晶体管式继电保护,也称为电子式静态保护装置。但随着大规模集成电路、计算机技术的发展,20世纪80年代后期很快被微机继电保护装置取代。

20世纪60年代末微机继电保护在硬件结构和软件技术方面已趋成熟。微机继电保护具有巨大的计算、分析和逻辑判断能力,有存储记忆和自检功能,因而可用以实现任何性能完善且复杂的保护原理,可靠性很高,可用同一硬件实现不同的保护原理,制造大为简化,易于保护装置的标准化。微机继电保护除了具有保护功能外,还有故障录波、故障测距、事件顺序记录以及与调度计算机交换信息等辅助功能,对于简化保护的调试、事故分析和事故后的处理等都有重大意义。进入20世纪90年代以来,在我国得到大量应用。当今的微机继电保护的体积更小、功能更强、性能更优,如硬件结构方面,采用具有强大数据处理功能的DSP微处理芯片和FPGA等芯片后,装置的体积、功耗、可靠性等方面得到很大提升,基于国际通信标准IEC61850的新一代数字化保护已在国内多个变电站推广应用,整体综合性能已跻身世界先进行列。

在建设坚强智能电网的新形势下,保护原理、动作判据算法等技术必然会不断创新,我国继电保护必将向测量数字化、事件(GOOSE)网络化、状态可视化、功能一体化、信息互动化和界面人性化的智能保护方向高速发展。智能保护的重要特征之一是保护装置的所有功能件均能自适应,所谓自适应,即是保护动作门槛无须人工整定,根据运行环境、运行方式和故障类型的变化自动实时生成或调整,使保护装置始终工作在最佳状态。随着IEC61850通信标准的规范实施,打通了不同保护系统、自动化装备、智能电气设备间资源共享,事件、信息互联互通、控制操作互动的瓶颈。继电保护的功能大大延伸并与其他自动化、测控装备和功能融合一体。保护系统结构将以高速可靠的通信网为支撑,以智能电气设备为目标节点的分布式网络形式出现。一般主保护由智能电气设备就地完成,后备保护则多由网络保护实现。智能保护无疑是高压智能器、智能厂站、智能电网不可缺失的核心技术之一。

练习与思考

- 1.1 继电保护的任务是什么？
- 1.2 对电力系统机电保护有哪些基本技术要求？简述它们的含义。
- 1.3 什么是主保护、远后备保护、辅助保护及断路器失灵保护？
- 1.4 220 kV 及以上电压等级电网的保护一般如何配置？为什么？
- 1.5 请展望继电保护未来的发展趋势。

第 2 章

微机、数字化继电保护基础

近年来,电力系统自动化设备开始全面进入数字时代,微机继电保护、数字化继电保护(数字式、智能变电站继电保护的简称)是以单片机、DSP 为核心的安全自动化设备。微机继电保护的现场输入信号一般是由电磁互感器提供的模拟量,输出命令由开关量输出电路执行;数字化继电保护的现场输入信号则主要是由电子互感器或合并器提供的数字量采样值(Sampled Value, SV),输出功能是以面向通用对象的变电站事件(Generic Object Oriented Substation Event, GOOSE)报文形式用通信方式来实现的。当下大量运行的仍是微机继电保护,数字化继电保护正在快速推广应用,新一代保护装置一般兼有二者功能,以便适应不同用户的需要。本章除重点介绍微机保护基础知识外还对数字化继电保护的特点作了较细的说明。

2.1 微机继电保护的硬件构成原理

微机继电保护是以微型计算机(单片机)为核心,配置相应的外围接口和执行元件的计算机控制系统。根据保护装置微处理器的多少可分为单处理器系统和多处理器系统,如南瑞继保公司的 LFP-901A 线路保护装置,由 3 个 CPU 组成,CPU1 为主保护,CPU2 为后备保护(阶段式相间距离和接地距离),CPU3 为启动和管理机,处理装置的全局管理和启动。早期最简单的微机保护硬件构成原理如图 2.1 所示,其硬件构成主要包括下面 5 个部分。

(1) 微机系统

微机系统的任务是对反映电力系统运行状态的电压、电流等电气量和温度、压力等非电气量进行实时数据采集、分析和处理,实现各种继电保护功能。同时,在电力系统正常运行时,