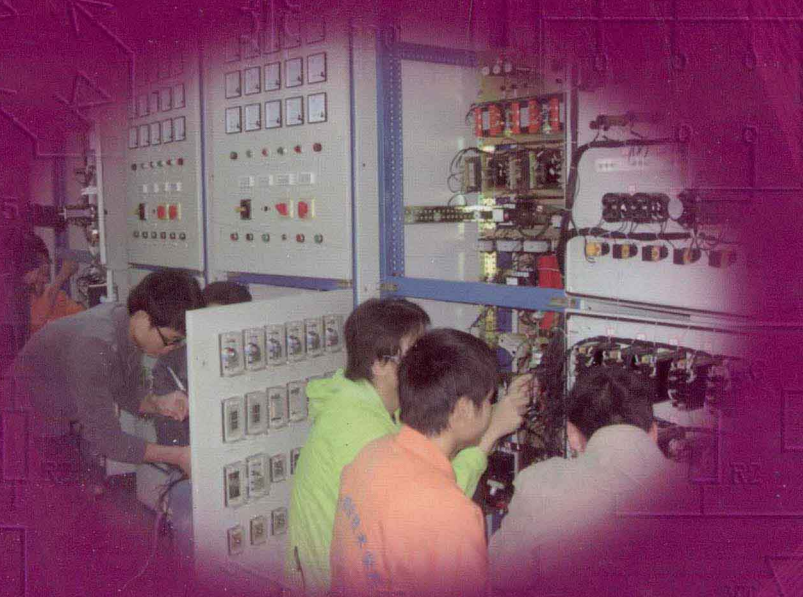


继电保护实用技术手册

方大千 方立 方成 主编



金盾出版社

继电保护实用技术手册

方大千 方立方 成 主编

金盾出版社

内 容 提 要

本书分为上、中、下三篇。上篇为基础篇,全面系统地介绍了继电保护理论和应用必备的基础知识,主要包括:概述;短路电流计算;保护继电器;电子技术基础;电气设备选择与校验等。中篇为机电类继电保护,从我国供用电系统继电保护的现状出发,重点介绍电磁型、感应型、整流型继电保护技术,主要包括:线路继电保护及计算;变压器继电保护及计算;3~10kV分段母线继电保护及计算;电动机继电保护及计算;小型发电机继电保护及计算;电力电容器继电保护及计算等。下篇为晶体管继电保护和微机继电保护,重点介绍晶体管继电保护装置和微机继电保护装置的组成及应用,主要包括:晶体管保护电路;晶体管过电流保护和电流速断保护;微机继电保护;继电保护电子装置的抗干扰和防雷等。

本书图文并茂、深入浅出、通俗易懂、实用性强,可供从事继电保护的设计人员、工程技术人员以及工矿企业的电工、农网电工等阅读,也可供大专院校师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

继电保护实用技术手册/方大千,方立,方成主编. -- 北京:金盾出版社,2012.3

ISBN 978-7-5082-7415-7

I. ①继… II. ①方…②方…③方… III. ①保护继电器—技术手册 IV. ①TM588-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 027764 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京蓝迪彩色印务有限公司

正文印刷:北京金盾印刷厂

装订:永胜装订厂

各地新华书店经销

开本:850×1168 1/32 印张:24.125 字数:607 千字

2012 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~5 000 册 定价:59.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

继电保护在发电、供电和用电中处于极为重要的地位。继电保护装置广泛应用于电力系统、工矿企业、农网和小型发电系统，是电网及电气设备安全可靠运行的保证。电气设计人员、技术人员和电工经常涉及继电保护的设计和计算，继电保护装置的选用、调试和维护等问题。继电保护技术是一门专业性较强，涉及知识面较广的技术，作者紧密联系实际，以通俗易懂、简洁明了、可查性、实用性的写作方式，详细介绍短路电流计算方法，电气设备动、热稳定的校验，线路及各类电气设备的继电保护配置规定、整定计算及继电保护电路图的分析，继电保护装置的选型、校验、维护与调试。本书对继电保护电路的工作原理分析清晰，计算简捷，并列举了许多工程实例，从而使读者加深对继电保护工作原理的理解，提高运用计算公式及计算方法解决实际问题的能力，尽快掌握继电保护这门技术。

本书所涉及的保护设备有电力线路、变压器、分段母线、高低压异步及同步电动机、小型发电机、电力电容器和工厂用电设备等。除了重点介绍了传统式继电保护装置外，还介绍了晶体管和微机继电保护及综合自动化设备。介绍了常用集成电路、数字电路、接口电路、延时和记忆电路，介绍了电子设备、晶体管和微机继电保护的抗干扰及防雷措施。书中介绍的继电保护计算、继电保护装置的整定、调试、维护和试验等技术，以及工厂用电设备的选择，动、热稳定的校验等都很有针对性和实用性。读者通过本书学习，能较快地掌握继电保护这门技术，提高实际操作技能。书中介绍的继电器及继电保护装置都是目前普遍使用的和新产品。书中的名词术语、电气图形符号和文字符号均采用了新的国

家标准。

全书由方大中、郑鹏高级工程师审校。参加编写工作的还有方亚平、方亚敏、张正昌、朱丽宁、朱征涛、张荣亮、方欣、许纪秋、那罗丽、方亚云、那宝奎、卢静、费珊珊、孙文燕和张慧霖等同志。

限于作者的水平,不妥之处在所难免,望广大读者批评指正。

作 者

目 录

上篇 继电保护基础知识

第一章 继电保护概述	2
一、继电保护与继电保护装置	2
二、继电保护的作用	3
三、继电保护装置的组成和种类	3
四、对继电保护装置的基本要求	6
五、继电保护的一般规定	6
六、继电保护装置的灵敏度	7
第二章 短路电流计算	12
第一节 标么值及其计算	12
一、短路故障类型	12
二、标么值的基本概念	13
三、电抗标么值和有名值的换算	15
四、电网元件的阻抗值	15
第二节 短路电流的构成及计算方法	20
一、短路电流的暂态过程	20
二、短路电流的构成	22
三、短路电流的计算内容和方法步骤	22
四、三相短路冲击电流、全电流最大有效值和三相短路容量的计算	24
五、短路电流周期分量值的计算	25
第三节 高压网络短路电流的计算	27
一、无限容量系统高压网络短路电流的计算	27

二、有限容量系统中高压网络短路电流的计算	30
第四节 变压器短路电流的计算	36
一、变压器低压侧短路电流的计算	36
二、变压器低压侧短路时折算到高压侧穿越电流的 计算	41
第五节 1kV 及以下低压配电网络短路电流的计算	44
一、电路中各元件阻抗的计算	44
二、短路电流计算	47
三、应用举例	57
第六节 高压电网不对称短路电流的计算	61
一、序网的构成	61
二、计算方法	64
三、应用举例	68
第七节 1kV 及以下低压电网不对称短路电流的计算	69
一、计算公式	69
二、电路元件阻抗的计算	70
三、应用举例	76
第八节 中性点不接地系统接地电流的计算	80
一、架空线路单相接地电容电流的计算	80
二、电缆线路单相接地电容电流的计算	80
三、架空线和电缆混合线路单相接地电容电流的计算	82
第九节 电力网络元件短路电流计算	83
一、汽轮发电机电容电流及消弧线圈的计算	83
二、异步电动机反馈电流的计算	85
三、尖峰电流的计算	88
第三章 保护继电器	91
第一节 保护继电器基本知识	91
一、保护继电器的分类、型号与代号	91
二、保护继电器检验的一般规定	95

第二节 电流继电器	97
一、电磁型电流继电器的型号与结构	97
二、电磁型电流继电器的主要技术指标	98
三、电磁型电流继电器的技术数据	98
四、DL-20C 和 DL-30 系列电流继电器技术数据	101
五、电磁型电流继电器的内部接线图	101
第三节 过电流继电器	105
一、感应型过电流继电器	105
二、整流型过电流继电器	115
第四节 电压继电器	119
一、电压继电器的分类和结构	119
二、电压继电器的技术数据和内部接线	120
三、DJ-100A 系列电压继电器	122
四、JY-20 系列电压继电器	125
五、电压继电器的调试	126
六、低电压(欠电压)继电器触点振动的改进	127
第五节 中间继电器	128
一、中间继电器的类型与结构	129
二、DZ-10 系列中间继电器	129
三、DZ-30B 系列中间继电器	130
四、DZ-50、DZ-60 系列中间继电器	131
五、DZ-100 系列中间继电器	132
六、DZS-100 系列中间继电器	135
七、DZJ-10 系列交流中间继电器	137
八、DZ-200 系列中间继电器	138
九、DZB-100、DZS-10B 系列中间继电器	147
十、BZS-10 系列中间继电器	147
十一、中间继电器的校验与调整	149
第六节 时间继电器	151

一、时间继电器的类型与结构	151
二、DS-20 系列时间继电器	152
三、DS-30H 系列时间继电器	153
四、DS-30 系列时间继电器	155
五、DSJ-10 系列时间继电器	157
六、DS-110、DS-120 系列时间继电器	158
七、BS-30 系列时间继电器	158
八、时间继电器的校验与调整	160
第七节 差动继电器	162
一、差动继电器的结构与工作原理	162
二、BCH-1、DCD-5、DCD-5H 型差动继电器	164
三、BCH-2、DCD-2、DCD-2H 型差动继电器	169
四、差动继电器的校验与调整	174
第八节 信号继电器	177
一、信号继电器的结构与工作原理	177
二、DX-11、DX-11A 型信号继电器	178
三、DX-15 系列信号继电器	179
四、DX-110 系列信号继电器	182
五、DX-30 系列信号继电器	182
六、信号继电器的选用	184
七、信号继电器的校验与调整	185
八、串接信号继电器和附加电阻的计算	186
第九节 闪光继电器	189
一、闪光继电器的结构与工作原理	189
二、DX-1、DX-3 型闪光继电器	190
三、DX-3G 型闪光继电器	191
四、DX-19E 型闪光继电器	193
五、闪光继电器的调试	195
第十节 冲击继电器	195

一、BC-30 系列冲击继电器	195
二、CJ1、CJ2、ZC-21A、ZC-23、PC-3 和 ZC-11A 型冲击继电器	198
三、ZC-11AH 型冲击继电器	198
四、冲击继电器的调试	201
第十一节 接地继电器	202
一、接地继电器的内部接线与工作原理	202
二、常用接地继电器技术数据	203
三、接地继电器的调试	204
第十二节 低频继电器	205
一、低频继电器的结构与工作原理	205
二、低频继电器的技术数据	207
第十三节 自动重合闸装置(APR)	207
一、自动重合闸装置的类型与选用	207
二、对自动重合闸装置的要求	208
三、自动重合闸装置的结构与工作原理	208
四、自动重合闸装置的技术数据	210
五、自动重合闸装置的调试	212
第十四节 加速和延迟继电器动作时间的方法与计算 ..	212
一、加速和延迟继电器动作时间的一般方法	212
二、直流继电器加速吸合电路及附加电阻、电容的计算	213
三、直流继电器加速释放电路及释放时间的计算	214
四、直流继电器延迟释放电路及附加电容的计算	215
五、直流继电器延时吸合、延时释放电路及附加电阻、电容的计算	216
第十五节 机电型继电器的维护与故障处理	217
一、继电器的巡视检查与定期维护	217

二、继电器的检修与调整	218
三、机电型继电器的常见故障及处理方法	219
第四章 电子技术基础	221
第一节 二极管、稳压管和三极管	221
一、二极管	221
二、稳压管	225
三、三极管	228
第二节 场效应管、达林顿管和单结晶体管	241
一、场效应管	241
二、达林顿管	246
三、单结晶体管	249
第三节 晶闸管	254
一、晶闸管的管脚标志和工作状态	254
二、晶闸管的基本参数	256
三、晶闸管的主要技术数据	257
四、晶闸管的选择	259
五、晶闸管换相过电压阻容保护元件的选择	259
第四节 三端固定集成稳压器	260
一、类型与结构	260
二、技术数据	260
三、典型电路	261
第五节 光电耦合器	262
一、特性	262
二、技术数据	263
三、管脚	265
第六节 固态继电器与晶体管电子继电器	266
一、固态继电器(SSR)	266
二、晶体管电子继电器	270
第七节 逻辑门电路	274

一、逻辑代数与逻辑门电路	274
二、逻辑控制与电器控制、矩阵控制的对应关系	277
三、逻辑元件与有触点电路的功能对应关系	281
第八节 TTL 门电路和 CMOS 集成电路	282
一、TTL 门电路	282
二、CMOS 集成门电路	287
第九节 常用门电路芯片简介	292
一、常用门电路芯片引脚及内部结构	292
二、4000 系列数字集成电路型号索引	296
第十节 触发器、寄存器和计数器	300
一、触发器	300
二、移位寄存器	302
三、计数器	303
第十一节 555 时基集成电路和运算放大器	309
一、555 时基集成电路	309
二、运算放大器	313
第五章 电气设备选择与校验	329
第一节 高压电器设备选择与校验	329
一、按正常工作条件选择高压电器设备	329
二、按短路条件校验电器产品的动稳定、热稳定	332
三、短路时母线间产生的电动力计算	332
四、应用举例	334
第二节 低压电器设备的选择与校验	336
一、按正常工作条件选择	336
二、按短路条件校验电器设备的动稳定、热稳定	336
三、说明	337
四、应用举例	337
第三节 电流互感器的选用与接线	346
一、电流互感器的型号及技术数据	346

二、电流互感器的接线	351
三、电流互感器与电流继电器的接线	354
四、电流互感器二次负荷的计算	358
五、电流互感器二次负荷的校验	363
六、电流互感器的选用	367
七、过电流保护用电流互感器的选择	370
八、继电保护用电流互感器一次短路电流倍数的 选择	372
第四节 电压互感器的选用与接线	373
一、电压互感器的型号及技术数据	373
二、电压互感器的接线	377
三、电压互感器二次负荷的计算	381
四、电压互感器二次导线的选择	383
五、电压互感器的选用	385
第四节 互感器极性判别	388
一、干电池法	388
二、钳形电流表法	389

中篇 机电类继电保护

第六章 线路继电保护及计算	391
第一节 线路继电保护的规定及整定计算	391
一、3~66kV 电力线路继电保护规定	391
二、电力线路继电保护整定计算	393
第二节 过电流保护及计算	395
一、过电流保护的类型及电路结构	395
二、定时限过电流保护	396
三、反时限过电流保护	398
四、定时限过电流保护与反时限过电流保护的配合 计算	399

第三节 电流速断保护计算及保护“死区”的弥补	401
一、电流速断保护的类型及电路结构	401
二、瞬时电流速断保护	402
三、带时限电流速断保护	402
四、电流速断保护的動作电流整定原则	403
五、电流速断保护的一次側動作电流及灵敏度计算	403
六、保护装置的“死区”及其弥补	404
第四节 过电流保护与电流速断保护计算应用举例	406
第五节 农网 10kV 线路电流速断保护和过电流保护	411
一、电流速断保护	411
二、过电流保护	412
三、应用举例	412
第六节 低电压闭锁过电流保护	414
一、低电压闭锁过电流保护原理	414
二、低电压闭锁过电流保护装置的整定	416
第七节 方向过电流保护	416
一、方向过电流保护的必要性	416
二、方向过电流保护电路结构与工作原理	417
第八节 小接地电流系统的接地保护	419
一、接地电容电流的估算	419
二、中性点不接地系统单相接地保护方式	419
三、保护装置動作电流的整定	421
四、采用零序电流保护装置时应注意的问题	422
五、应用举例	423
第九节 电力线路自动重合闸装置(APR)和电源自动 投入装置(AAT)	425
一、自动重合闸装置(APR)	425
二、10kV 电力线路备用电源自动投入装置(AAT)	430
第七章 变压器继电保护及计算	433

第一节 电力变压器保护规定	433
一、电力变压器继电保护的對象	433
二、电力变压器继电保护的具体规定	433
第二节 电力变压器继电保护整定计算和灵敏度校验	436
一、电力变压器继电保护的整定计算	436
二、灵敏度校验	438
第三节 变压器电流速断保护及计算	439
一、保护电路及工作原理	439
二、应用举例	440
第四节 变压器过负荷保护和过电流保护	441
一、变压器过负荷保护	441
二、变压器过电流保护	442
三、应用举例	443
第五节 变压器瓦斯保护	444
一、瓦斯继电器类型与结构	444
二、瓦斯继电保护原理电路	445
三、瓦斯继电器的整定	446
四、瓦斯继电器的维护	446
五、应用举例	447
第六节 变压器纵差动保护	449
一、电路组成及工作原理	449
二、不平衡电流的产生及消除方法	449
三、采用 BCH-2 型继电器构成的差动保护电路	451
四、应用举例	452
第七节 变压器零序电流保护	454
一、保护电路	454
二、动作电流整定及灵敏度校验	455
第八节 低压起动过电流保护和复合电压起动过电流 保护	455

一、低电压起动过电流保护	455
二、复合电压起动过电流保护	456
三、低电压起动过电流保护与复合电压过电流保护的 比较	457
第九节 具有多种保护功能的变压器保护电路	458
一、定时限过电流保护、电流速断保护和瓦斯保护、 温度保护复合型变压器保护线路	458
二、定时限过电流保护、电流速断保护和过负荷保 护复合型变压器保护线路	459
第十节 配电变压器保护电路元件的整定和选择	460
一、配电变压器低压侧断路器瞬时脱扣器动作电流 整定计算	460
二、小型变压器旁路熔丝的选择	462
三、变压器与上级线路电流保护的配合计算	463
四、农网 35kV 变电所主变压器熔断器的选择	465
五、变压器跌落式熔断器的选择	469
第十一节 电炉变压器继电保护	473
一、电炉变压器继电保护的配置	473
二、电炉变压器继电保护动作电流的整定计算	473
三、电炉变压器瞬时过电流灵敏度校验	474
四、应用举例	474
第八章 3~10kV 分段母线继电保护及计算	476
第一节 保护电路与整定计算	476
一、3~10kV 母线分段断路器保护方式的选择	476
二、3~10kV 母线分段断路器保护电路及工作原理	476
三、6~10kV 母线断路器断电保护动作电流的整定 计算	476
四、应用举例	476
第二节 母线不完全差动保护	479

一、保护电路与工作原理	479
二、动作电流整定	480
三、动作时限整定	481
四、灵敏度校验	481
五、应用举例	481
第三节 分段母线备用电源自动投入装置	484
一、基本电路及工作原理	484
二、继电器参数选择	487
第九章 电动机继电保护及计算	488
第一节 电动机继电保护的规定和配置	488
一、1kV 以下电动机保护的规定	488
二、低压电动机继电保护的配置	489
三、3kV 及以上电动机继电保护的规定	490
四、3kV 及以上电动机继电保护配置	490
第二节 低压电动机继电保护电器元件的选用	491
一、断路器的选用	491
二、刀开关的选用	496
三、熔断器的选用	499
四、热继电器的选用	505
五、低压大功率电动机用断路器的选用	505
第三节 高压异步电动机继电保护整定计算	513
一、3kV 及以上异步电动机继电保护的整定计算内 容和方法	513
二、电流速断保护灵敏度校验	513
三、定时限过电流保护灵敏度校验	515
四、纵差动保护灵敏度校验	515
五、变压器和电动机合并成组时过电流继电器的选 择及动作电流整定	515
六、应用举例	516