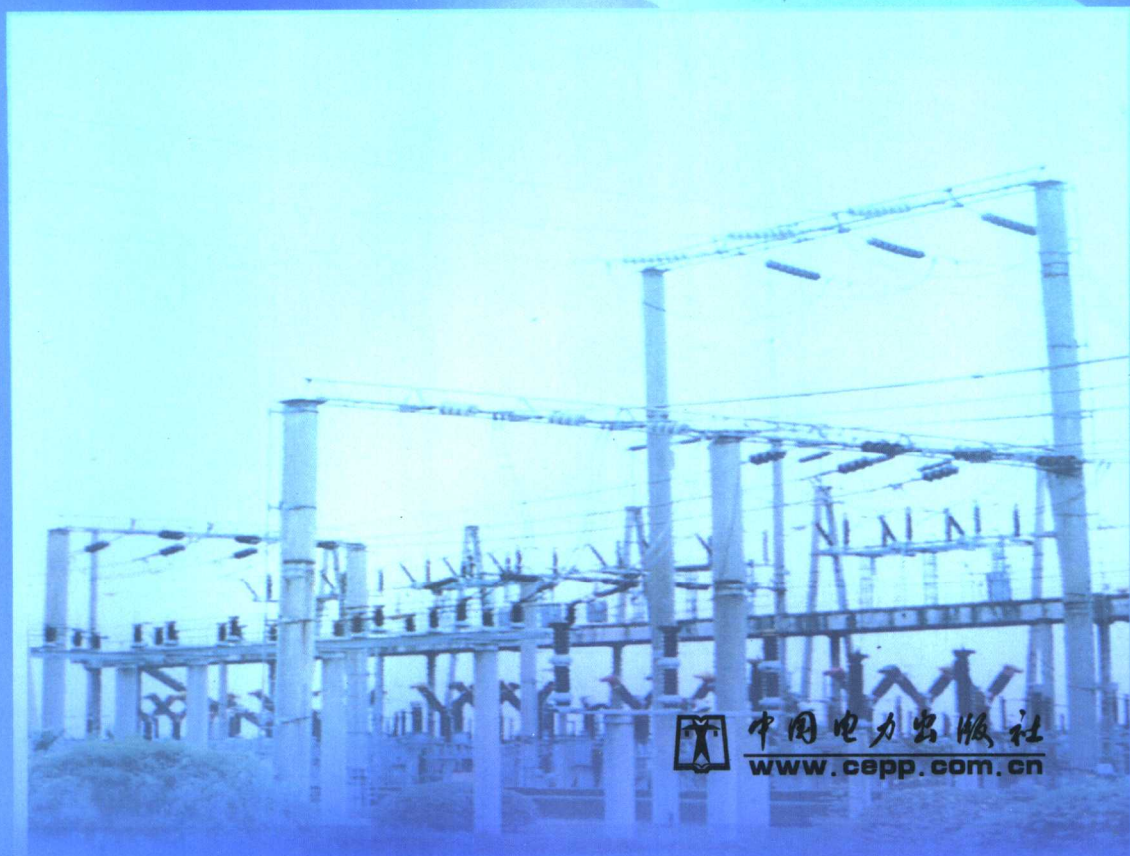


电力系统 继电保护原理

(增订版)

贺家李 宋从矩 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

电力系统继电保护原理

(增订版)

作者:

贺家李	天津大学教授
宋从矩	天津大学教授
李永丽	天津大学教授, 博士
董新洲	清华大学副教授, 博士



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书着重阐明电力系统继电保护的基本原理、各种基本继电器的分析方法和整定原则,还包括对近二十年来继电保护学科领域内新理论、新技术、新器件、新工艺新成就的介绍和论述。

第一章绪论;第二章至第五章介绍电网的电流、电压保护,输电线路纵联保护和自动重合闸;第六章至第九章为变压器、发电机、母线及电动机的继电保护;第十章至第十二章分别介绍了微机继电保护、小波变换及其在继电保护中的应用以及电流互感器和电压互感器。

本书可作为高等学校“发电厂及电力系统”、“电力系统及其自动化”及“继电保护及自动运动技术”等相关专业本科和硕士生学位课的教材,亦可供有关专业从事继电保护工作的科技人员参考,有广泛的适用性。

图书在版编目(CIP)数据

电力系统继电保护原理/贺家李,宋从矩主编.一增订版.一北京:中国电力出版社,2004

ISBN 7-5083-2519-2

I.电... II.①贺...②宋... III.电力系统-继电保护 IV.TM77

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第071690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>)

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2004年9月第一版 2004年9月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 34印张 837千字

印数 0001—3000册 定价 53.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

增订版前言

本书原为高等学校电力系统及其自动化专业电力系统继电保护课程全国统编教材。第一版1980年出版。随着教学改革的发展,继电保护课程在专业教学计划中地位的变化,教学时数的减少,根据教材编审委员会要求进行了两次修订。第二版于1985年出版,第三版于1994年出版。本书作为专业课教材和自学参考书,与大学本科电工理论基础、电机学、电子学、电力系统分析、电力系统暂态过程等课程教材相衔接,系统地、由浅入深地介绍和论述了电力系统继电保护的基本理论和应用基础。由于本书的编写遵循继电保护技术发展的历史,强调了叙述的系统性、逻辑性和严密性,便于初学者理解和掌握,因此出版以来深受高校师生和电力系统工程技术人员的欢迎,发行量已超过23万册。本书第二版在1987年荣获水利电力部优秀教材一等奖,国家优秀教材奖。

自1994年第三版出版出来,已经过了10年。在这期间随着电子技术和计算机技术的飞速发展,继电保护技术也发生了巨大变化。尤其是微机保护的推广应用和计算机网络的普及,使继电保护技术发生了革命性的变化。继电保护正在沿着微机化、网络化、保护、控制、信号、测量和数据通信一体化的方向前进。在此情况下,本书原有的内容已不能满足读者的需要,很多读者表示希望本书增加新的内容,以保持继电保护学科的完整性和先进性。中国电力出版社也提出了同样的希望。在各方面的敦促下,本书决定进行增订和修改。除了保证叙述的系统性和技术发展的连续性所必需者外,对已过时的内容进行了删减,增加了微机保护、小波变换在继电保护中的应用、电动机保护、光电流互感器和电压互感器等新章节。此外还扩大了输电线纵联保护和母线保护的内容,以便和国外继电保护技术接轨,也为了解和掌握从国外引进的保护装置性能打下基础。书中第一、四、八和十二章由贺家李修改和增补。第二、三、五、六、七和九章由宋从矩修改和增补。第十章和第三章第八节由李永丽编写。第十一章由董新洲编写。第八章第六节由段玉倩修改补充。贺家李对全书进行了统稿。

在编写过程中作者们感到书中传统的继电器和保护技术如主要的电磁型、感应型、晶体管型、集成电路型继电器的原理和接线仍然不能完全删除,一方面因为技术发展的历史不能割裂,另一方面对于继电保护的基本原理,如不联系这些传统的继电器结构和作用框图,则很难讲清楚。如果这些基本原理都用微机保护的软件流程图讲解,很难给初学者一个清晰的概念和感性认识。相反地,如果通过这些传统的继电器结构和作用框图掌握了继电保护的基本原理,读者将很容易用微机保护的软件将其实现。因此本书在基本原理的讲述中仍沿用传统的讲述方法但尽可能地对传统的过时的内容进行了删减,而将微机保护作为独立的一章进行系统的讲述。

鉴于当前在本科教学计划中继电保护课程已和自动装置合并,教学时数已大大减少,因此本书不再只满足于大学本科课程教学需要为目的,而是按照本专业本科教学、硕士生学位课教学和电力部门工程技术人员自学、参考的需要而编写,由浅入深,且内容丰富。可以说是一本适应大专以上各个知识层次技术人员的继电保护入门书,是一本专业基础的自学和参考书。也是作者们长期教学经验和科研成果的总结。书中打有*号的章节在本科教学中不必讲授,对于未打*号的章节内容也可根据教学时数进行精简。

本书经山东大学王广延教授审阅，提出了很多宝贵意见。在编写过程中得到各校师生和中国电力出版社同志的鼓励，也参阅了国内、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。

作者识

2004 年 8 月

第三版前言

本书第三版是根据教学改革中要求进一步拓宽专业面,减少专业课教学时数和内容的精神,在第二版的基础上改写的。考虑到继电保护技术的进步,在改写中改变了第二版中以整流型继电器为基础的写法,而改为以集成电路型继电器为基础。因而在阐述方法和体系方面有一些变化。本版的编写提纲曾在1990年和1991年两次全国继电保护教学指导组会上讨论,并得到各校继电保护任课教师的帮助。全书由陈德树教授审阅。在此一并表示衷心的感谢。本版第一、四、八章和第三章第六节由贺家李改写,其余章节和附录由宋从矩改写。希望改写后的第三版能符合本课程教学的要求。请阅读此书的师生和广大读者继续给以批评指正。

作 者

1991年12月

第二版前言

本书是在 1980 年出版的《电力系统继电保护原理》一书的基础上, 根据 1982 年召开的热能和电力类专业教材编审委员会第一次会议上通过的“电力系统继电保护教学大纲”和 1983 年召开的继电保护和自动化教材编审小组扩大会议上讨论通过的“继电保护教材编写提纲”修订而成的。由于教学时数和出版字数的限制, 对于原书中一些没有时间在课堂上讲授的内容, 作了较大的删减, 适当加强了一些基本内容的阐述, 并按照科学技术的发展对内容作了一些更新, 阐述体系作了一些改变。本书第一、二、三、四、六章由贺家李改写, 第五、七、八、九章由宋从矩改写, 由于作者水平所限和各校教学的具体情况不同, 本书恐难完全满足各校继电保护教学的要求, 望广大师生和专家们提出意见帮助我们在重印时修改。本书承陈德树教授审阅全文, 史世文副教授和王静茹老师对一些章节提出了不少宝贵意见, 各兄弟院校的老师们对本书的修改也提出了很多好的建议, 在此表示衷心的感谢。

编 者

1984 年 4 月

第一版前言

本书是根据 1978 年原水利电力部制订的水利电力类高等学校、中等专业学校教材编审出版规划（草案），作为高等学校“发电厂及电力系统专业”电力系统继电保护课程的教材而编写的。

本书注意加强电力系统故障的理论分析，着重阐述继电保护的基本原理，反映了继电保护的一些新技术成就。书中附有“*”的内容为本课程的非基本部分，可供学校教学时选用。

全书共分十章，第一章的一至六节、第二章的一至二节以及第十章由贺家李同志编写，第七、第八章由梁统珍同志编写，其余诸章节均由宋从矩同志编写。宋从矩同志任本书的主编，贺家李同志对全书进行了审订。

本书由山东工学院发电教研室主审。山东工学院、山东省电力工业局、上海交通大学、东北电力学院、西安交通大学、合肥工业大学、成都科技大学、华中工学院、华北电力学院、华南工学院、武汉水利电力学院、重庆大学、南京工学院、浙江大学、清华大学、湖南大学、云南工学院等单位的有关同志参加了本书编写大纲的讨论会或审稿会。此外，电力工业部南京自动化研究所、一机部许昌继电器研究所、北京电管局中心调度所、河北省电力设计院、黑龙江省电力设计院以及天津军粮城发电厂等单位，对本书的修改还提出了书面意见。对以上兄弟院校以及各单位的大力支持，在此一并致谢。

诚恳地希望广大读者对本书的缺点和错误提出批评和指正。

编 者

1979 年 12 月

本书使用符号说明

一、设备、元件、名词符号

T	变压器	K	继电器
PD	保护装置	TAM	小型中间变流器，中间电流互感器
VTR	晶体三极管	TA	电流互感器
VU	半导体整流桥	M	电动机
C	电容器	SD	发电机灭磁开关
$k, k_1 \cdots$	故障点	Y	断路器跳闸线圈
V	二极管	VS	稳压管
TX	电抗互感器（又称电抗变压器）	TVM	小型中间变压器
QF	断路器	TV	电压互感器
G	发电机	AR	自动重合闸装置

二、电压类符号

E_A, E_B, E_C	系统等效电源或发电机的三相电势	U_{A1}, U_{B1}, U_{C1}	保护安装处各相的正、负、零序电压
U_A, U_B, U_C	系统中任一母线或保护安装处的三相电压	U_{A2}, U_{B2}, U_{C2}	
		U_{A0}, U_{B0}, U_{C0}	
U_{kA}, U_{kB}, U_{kC}	故障点的三相电压	U_N	额定电压
U_{k1}, U_{k2}, U_{k0}	故障点的正、负、零序电压	U_{ub}	不平衡电压

三、电流类符号

I_A, I_B, I_C	三相电流	$I_{k \cdot \min}$	最小短路电流
I_k	短路电流	I_L	负荷电流
I_1, I_2, I_0	正、负、零序电流	$I_{L \cdot \max}$	最大负荷电流
I_{kA}, I_{kB}, I_{kC}	故障点的三相短路电流	I_N	额定电流
I_{A1}, I_{B1}, I_{C1}	三相中的正、负、零序电流	$I_{N \cdot T}$	变压器的额定电流
I_{A2}, I_{B2}, I_{C2}		$I_{N \cdot G}$	发电机的额定电流
I_{A0}, I_{B0}, I_{C0}		I_{ub}	不平衡电流
I_{k1}, I_{k2}, I_{k0}	故障点的正、负、零序电流	I_E	励磁电流
$I_{k \cdot \max}$	最大短路电流		

四、阻抗类符号

R	电阻	Z_T	变压器阻抗
X	电抗	Z_G	发电机阻抗
$Z = R + jX$	阻抗	$Z_{G \cdot \min}$	最小负荷阻抗
Z_l	线路阻抗	Z_S	系统阻抗

Z_L	导线 - 地阻抗	Z_Σ	总阻抗
Z_M	互感阻抗	$Z_{1\Sigma}$ 、 $Z_{2\Sigma}$ 、 $Z_{0\Sigma}$	正、负、零序综合阻抗
R_L	过渡电阻	R_g	接地电阻

五、保护装置及继电器的有关参数

I_{act}	保护装置的起动电流	$U_{K'act}$	继电器的起动电压
I_{re}	保护装置的返回电流	$U_{K're}$	继电器的返回电压
U_{act}	保护装置的起动电压	$Z_{K'act}$	继电器的起动阻抗
U_{re}	保护装置的返回电压	$Z_{K're}$	继电器的返回阻抗
Z_{act}	保护装置的起动阻抗	Z_{set}	继电器的整定阻抗
Z_{re}	保护装置的返回阻抗	I_K	加入继电器中的电流
$I_{K'act}$	继电器的起动电流	U_K	加入继电器中的电压
$I_{K're}$	继电器的返回电流	$Z_K - \frac{U_K}{I_K}$	继电器的测量阻抗
I_{Kbs}	继电器的闭锁电流		

六、常用的系数

K_{rel}	可靠系数	K_{aper}	非周期分量影响系数
K_{sen}	灵敏系数	K_{ss}	同型系数
K_{re}	返回系数	K_{met}	配合系数
K_c	接线系数	K_{Ms}	电动机自起动系数
K_{bra}	分支系数	K_1 、 K_2 、 K_3	比例常数
K_k	故障类型系数		

本书所用名词符号基本上符合国家标准的规定，但由于继电保护的的特殊性，有几个名词符号不同于国标。例如关于相量（phasor）一词，对于继电保护不尽适合。因为在继电保护中很多用到对称分量和各种模分量。这些分量统称为模量，而用相量代表相电流、相电压、相功率等，以区别于模量。没有更好的方法区别这两种量。因此本书中仍沿用继电保护领域传统的区别方法。用相量（phase value）表示相全量以区别于模量或对称分量。而用矢量代表其他书籍中的相量（phasor）。关于这种特殊名词的采用，曾在继电保护教材编审小组会上讨论过，得到与会编审委员们的同意。敬请读者注意。其他不同于国标的名词符号，都在第一次出现时作了说明。

目 录

增订版前言	
第三版前言	
第二版前言	
第一版前言	
本书使用符号说明	
第一章 绪论	1
第二章 电网的电流、电压保护和方向性电流、电压保护	9
第一节 单侧电源网络相间短路的电流、电压保护	9
第二节 电网相间短路的方向性电流、电压保护	36
第三节 中性点直接接地电网中接地短路的零序电流及方向保护	49
第四节 中性点非直接接地电网中单相接地故障的零序电压、 电流及方向保护	58
第三章 电网的距离保护	74
第一节 距离保护的作用原理	74
第二节 单相补偿式阻抗继电器	76
第三节 阻抗继电器的接线方式及多相补偿式阻抗继电器	96
第四节 方向阻抗继电器的接线和特性分析	110
第五节 距离保护的整定计算原则及对距离保护的评价	117
第六节 影响距离保护正确工作的因素及防止方法	120
* 第七节 距离保护装置框图举例	138
第八节 继电保护与变电站综合自动化	141
第四章 输电线纵联保护	147
第一节 基本原理与类别	147
第二节 纵联保护的通信通道	148
第三节 输电线的导引线纵联差动保护	156
第四节 相位比较式纵联保护	171
第五节 分相电流差动纵联保护	185
* 第六节 输电线纵联差动保护的新原理	197
第七节 方向比较式纵联保护	202
第八节 距离纵联保护	231
* 第九节 三端输电线的纵联保护	235
* 第十节 零序互感对纵联保护的影响	244
第十一节 对输电线纵联保护的总结和评价	254
第五章 自动重合闸	258
第一节 自动重合闸在电力系统中的作用	258
第二节 对自动重合闸装置的基本要求	259
第三节 单侧电源送电线路三相一次重合闸的工作原理	260

第四节	双侧电源送电线路自动重合闸的方式及选择原则	262
第五节	具有同步检定和无电压检定的重合闸	265
第六节	重合闸动作时限的选择原则	266
第七节	重合闸与继电保护的配合	267
第八节	单相自动重合闸	269
第九节	综合重合闸简介	274
第十节	750kV 及以上特高压输电线上重合闸的应用	275
第六章	电力变压器的继电保护	277
第一节	电力变压器的故障类型、不正常运行状态及其相应的保护方式	277
第二节	变压器的纵差动保护	278
第三节	变压器的电流和电压保护	288
第四节	变压器的瓦斯保护	291
第七章	发电机的继电保护	293
第一节	发电机的故障类型、不正常运行状态及其相应的保护方式	293
第二节	发电机的纵差动保护和横差动保护	294
第三节	发电机的单相接地保护	298
第四节	发电机的负序过电流保护	305
第五节	发电机的失磁保护	309
第六节	发电机 - 变压器组继电保护的特点和原理接线图举例	315
第八章	母线保护	320
第一节	概述	320
第二节	用相邻回路保护实现的母线保护	323
第三节	低阻抗型母线差动保护	324
第四节	高阻抗型母线差动保护	332
第五节	中阻抗型母线差动保护	336
* 第六节	电流比相式母线保护	344
第七节	双母线保护	347
第八节	一个半断路器接线的母线保护	352
第九节	微机母线保护	367
第十节	分布式母线保护	373
* 第九章	电动机的继电保护	378
第一节	电动机的故障种类和不正常工作状态	378
第二节	电动机相间短路和单相接地故障的保护	378
第三节	电动机的过负荷保护	381
第四节	用 I_1 、 I_2 、 I_0 构成具有绝对选择性的电动机保护	381
第五节	电动机的低电压保护	385
第十章	微机继电保护	387
第一节	概述	387
第二节	微处理器简介	388

第三节	微机继电保护硬件系统的构成原理	391
第四节	微机继电保护算法	408
* 第五节	微机保护软件构成	418
* 第六节	提高微机继电保护可靠性的措施	419
* 第七节	微机保护技术发展趋势	428
第十一章	小波变换及其在继电保护中的应用	432
第一节	基本概念	432
第二节	离散小波变换	437
第三节	二进小波变换及信号的奇异性检测	441
* 第四节	暂态行波的小波表示与分析	445
* 第五节	小波变换应用于构造行波保护算法	454
* 第六节	小波变换应用于行波故障起动和选相	462
* 第十二章	电流互感器和电压互感器	470
第一节	电流互感器过渡过程的分析	470
第二节	继电保护用电流互感器	481
第三节	电容式电压互感器的过渡过程	489
第四节	光电流互感器 (OCT) 和光电压互感器 (OPT)	498
附录		504
附录一	继电器的分类、型号、表示方法和 IEEE 的设备编号	504
附录二	继电保护的灵敏系数	506
附录三	集成电路继电保护中应用运算放大器的基本电路	507

第一章

绪 论

一、电力系统继电保护的作用

电力系统在运行中,可能发生各种故障和不正常运行状态,最常见同时也是最危险的故障是发生各种型式的短路。在发生短路时可能产生以下的后果:

- (1) 通过故障点的很大的短路电流和所燃起的电弧,使故障元件损坏;
- (2) 短路电流通过非故障元件,由于发热和电动力的作用,引起它们的损坏或缩短它们的使用寿命;
- (3) 电力系统中部分地区的电压大大降低,破坏用户工作的稳定性或影响工厂产品质量;
- (4) 破坏电力系统并列运行的稳定性,引起系统振荡,甚至使整个系统瓦解。

电力系统中电气元件的正常工作遭到破坏,但没有发生故障,这种情况属于不正常运行状态。例如,因负荷超过电气设备的额定值而引起的电流升高(一般又称过负荷),就是一种最常见的不正常运行状态。由于过负荷,使元件载流部分和绝缘材料的温度不断升高,加速绝缘的老化和损坏,就可能发展成故障。此外,系统中出现功率缺额而引起的频率降低,发电机突然甩负荷而产生的过电压,以及电力系统发生振荡等,都属于不正常运行状态。

故障和不正常运行状态,都可能在电力系统中引起事故。事故,就是指系统或其中一部分的正常工作遭到破坏,并造成对用户少送电或电能质量变坏到不能容许的地步,甚至造成人身伤亡和电气设备的损坏。

系统事故的发生,除了由于自然条件的因素(如遭受雷击等)以外,一般都是由于设备制造上的缺陷、设计和安装的错误、检修质量不高或运行维护不当而引起的。因此,只要充分发挥人的主观能动性,正确地掌握客观规律,加强对设备的维护和检修,就可以大大减少事故发生的几率,把事故消灭在发生之前。

在电力系统中,除应采取各项积极措施消除或减少发生故障的可能性以外,故障一旦发生,必须迅速而有选择性地切除故障元件,这是保证电力系统安全运行的最有效方法之一。切除故障的时间常常要求小到十分之几甚至百分之几秒,实践证明只有在每个电气元件上装设保护装置才有可能满足这个要求。这种保护装置直到目前为止,大多是由单个继电器或继电器与其附属设备的组合构成的,故称为继电保护装置。在电子式静态保护装置和微机保护装置出现以后,虽然继电器已被电子元件或计算机所代替,但仍沿用此名称。在电力部门常用“继电保护”一词泛指继电保护技术或由各种继电保护装置组成的继电保护系统。继电保护装置一词则指各种具体的装置。

继电保护装置,就是指能反应电力系统中电气元件发生故障或不正常运行状态,并动作于断路器跳闸或发出信号的一种自动装置。它的基本任务是:

- (1) 自动、迅速、有选择性地将故障元件从电力系统中切除,使故障元件免于继续遭到破坏,保证其他无故障部分迅速恢复正常运行;
- (2) 反应电气元件的不正常运行状态,并根据运行维护的条件(例如有无经常值班人员),而动作于发出信号、减负荷或跳闸。此时一般不要求保护迅速动作,而是根据对电力

系统及其元件的危害程度规定一定的延时，以免不必要的动作和由于干扰而引起的误动作。

二、继电保护的基本原理和保护装置的组成

为完成继电保护所担负的任务，显然应该要求它能够正确地区分系统正常运行与发生故障或不正常运行状态之间的差别，以实现保护。

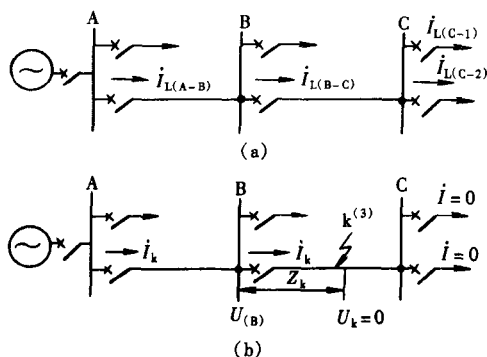


图 1-1 单侧电源网络接线

(a) 正常运行情况；(b) d 点三相短路情况

如图 1-1 (a) 所示的网络接线，在电力系统正常运行时，每条线路上都流过由它供电的负荷电流 I_L ，越靠近电源端的线路上的负荷电流越大。同时，各变电站母线上的电压，一般都在额定电压 $\pm 5\% \sim 10\%$ 的范围内变化，且靠近于电源端母线上的电压较高。线路始端电压与电流之间的相位角决定于由它供电的负荷的功率因数角和线路的参数。由电压与电流之比值所代表的“测量阻抗”，则是在线路始端所感受到的、由负荷所反应出来的一个等效阻抗，其值一般很大。

当系统发生故障时，其状况如图 1-1 (b) 所示。假定在线路 B-C 上发生了三相短路，则短路点的电压 U_k 降低到零，从电源到短路点之间均将流过很大的短路电流 $\dot{I}_k$ ，各变电站母线上的电压也将也在不同程度上有很大的降低，距短路点越近时降低得越多。设以 Z_k 表示短路点到变电站 B 母线之间的阻抗，则母线上的残余电压应为 $\dot{U}_{(B)} = \dot{I}_k Z_k$ 。此时， $\dot{U}_{(B)}$ 与 $\dot{I}_k$ 之间的相位角就是 Z_k 的阻抗角，在线路始端的测量阻抗就是 Z_k ，此测量阻抗的大小正比于短路点到变电站 B 母线之间的距离。

在一般的情况下，发生短路之后，总是伴随有电流的增大、电压的降低、线路始端测量阻抗的减小，以及电压与电流之间相位角的变化。因此，利用正常运行与故障时这些基本参数的区别，便可以构成各种不同原理的继电保护，例如：①反应于电流增大而动作的过电流保护；②反应于电压降低而动作的低电压保护；③反应于短路点到保护安装地点之间的距离（或测量阻抗的减小）而动作的距离保护（或低阻抗保护）等。

此外，就电力系统中的任一电气元件来看，如图 1-2 中的线路 A-B，在正常运行时，在某一瞬间，负荷电流总是从一侧流入而从另一侧流出，如图 1-2 (a) 所示。如果我们统一规定电流的正方向都是从母线流向线路，（图 1-2 中所示电流方向是实际的方向，不是假定的正方向）那么，按照规定的正方向，A-B 两侧电流的大小相等，而相位相差 180° 。当在线路 A-B 的范围以外的 k_1 点短路时，如图 1-2 (b) 所示，由电源 I 所供给的短路电流 $\dot{I}'_{k1}$ 将流过线路 A-B，此时 A-B 两侧的电流仍然是大小相等相位相反，其特征与正常运行时一样。如果短路发生在线路 A-B 的范围以内 (k_2)，如图 1-2 (c) 所示，由于两侧电源均分别向短路点 k_2 供给短

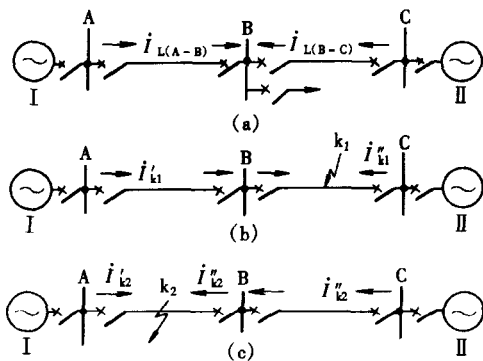


图 1-2 双侧电源网络接线

(a) 正常运行情况；(b) k_1 点短路时的电流分布；(c) k_2 点短路时的电流分布

路电流 $\dot{I}'_{k2}$ 和 $\dot{I}''_{k2}$ ，因此，在线路 A-B 两侧的电流都是由母线流向线路，此时两个电流的大小一般都不相等，在理想情况下（两侧电势同相位且全系统的阻抗角相等），两个电流同相位。

利用每个电气元件在内部故障与外部故障（包括正常运行情况）时，两侧电流相位或功率方向的差别，就可以构成各种差动原理的保护，如纵联差动保护、相差高频保护、方向高频保护等。差动原理的保护只能在被保护元件的内部故障时动作，而不反应外部故障。因而被认为具有绝对的选择性。

在按照上述原理构成各种继电保护装置时，可以使它们的参数反应于每相中的电流和电压（如相电流、相或线电压），也可以使之仅反应于其中的某一个对称分量（如负序、零序或正序）的电流和电压。由于在正常运行情况下，负序和零序分量不会出现，而在发生不对称接地短路时，它们都具有较大的数值，在发生不接地的不对称短路时，虽然没有零序分量，但负序分量却很大，因此，利用这些分量构成的保护装置，一般都具有良好的选择性和灵敏性，这正是这种保护装置获得广泛应用的原因。

除上述反应于各种电气量的保护以外，还有根据电气设备的特点实现反应非电量的保护。例如，当变压器油箱内部的绕组短路时，反应于油被分解所产生的气体而构成的瓦斯保护；反应于电动机绕组的温度升高而构成的过负荷或过热保护等。

以上各种原理的保护，可以由一个或若干个继电器连接在一起组成保护装置来实现（关于继电器的分类、型号和表示方法参见附录一）。

就一般情况而言，整套继电保护装置是由测量部分、逻辑部分和执行部分组成的，其原理结构如图 1-3 所示，现分述如下。

1. 测量部分

测量部分是测量从被保护对象输入的有关电气量，并与已给定的整定值进行比较，根据比较的结果，给出“是”、“非”；

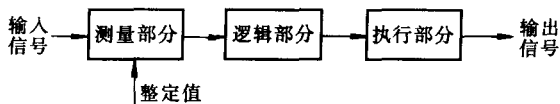


图 1-3 继电保护装置的原理结构图

“大于”、“不大于”等于“0”或“1”性质的一组逻辑信号，从而判断保护是否应该起动。

2. 逻辑部分

逻辑部分是根据测量部分各输出量的大小、性质、输出的逻辑状态、出现的顺序或它们的组合，使保护装置按一定的逻辑关系工作，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。继电保护中常用的逻辑回路有“或”、“与”、“否”、“延时起动”、“延时返回”以及“记忆”等回路。

3. 执行部分

执行部分是根据逻辑部分输出的信号，最后完成保护装置所担负的任务。如故障时，动作于跳闸；不正常运行时，发出信号；正常运行时，不动作等。

三、对电力系统继电保护的基本要求

动作于跳闸的继电保护，在技术上一般应满足四个基本要求，即选择性、速动性、灵敏性和可靠性，现分别讨论如下。

1. 选择性

继电保护动作的选择性是指保护装置动作时，仅将故障元件从电力系统中切除，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。

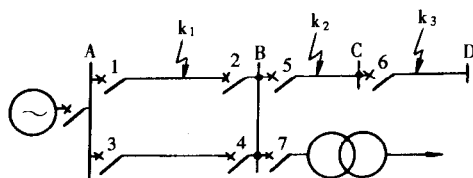


图 1-4 单侧电源网络中，
有选择性动作的说明

在图 1-4 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 2 动作跳闸，将故障线路切除，变电站 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 C-D，此时只有变电站 D 停电。由此可见，继电保护有选择性的动作可将停电范围限制到最小，甚至可以作到不中断向用户

供电。

在要求继电保护动作有选择性的同时，还必须考虑继电保护或断路器有拒绝动作的可能性，因而就需要考虑后备保护的问题。如图 1-4 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元件的后备保护。同理，保护 1 和 3 又应该作为保护 5 和 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。

一般情况下远后备保护动作切除故障时将使供电中断的范围扩大。

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，也可以采用近后备保护的方式。即当本元件的主保护拒绝动作时，由本元件的另一套保护作为后备保护；当断路器拒绝动作时，由同一发电厂或变电站内的有关断路器动作，实现后备。为此，在每一元件上应装设单独的主保护和后备保护，并装设必要的断路器失灵保护。由于这种后备作用是在主保护安装处实现，因此，称它为近后备保护。

应当指出，远后备的性能是比较完善的，它对相邻元件的保护装置、断路器、二次回路和直流电源所引起的拒绝动作，均能起到后备作用，同时它的实现简单、经济，因此，在电压较低的线路上应优先采用，只有当远后备不能满足灵敏度和速动性的要求时，才考虑采用近后备的方式。

2. 速动性

快速地切除故障可以提高电力系统并联运行的稳定性，减少用户在电压降低的情况下工作的时间，以及缩小故障元件的损坏程度。因此，在发生故障时，应力求保护装置能迅速动作切除故障。

动作迅速而同时又能满足选择性要求的保护装置，一般都结构比较复杂，价格比较昂贵。电力系统在一些情况下，允许保护装置带有一定的延时切除故障。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元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) 根据维持系统稳定的要求，必须快速切除的高压输电线路上的故障；
- (2) 使发电厂或重要用户的母线电压低于允许值（一般为 0.7 倍额定电压）的故障；
- (3) 大容量的发电机、变压器以及电动机内部发生的故障；
- (4) 1~10kV 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、对通讯系统或铁道号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