

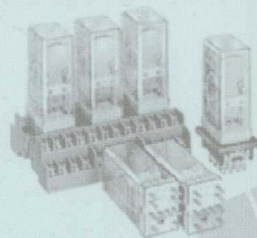
电力系统继电保护 整定计算原理与算例

The Second Edition

第二版

陈根永 主编
熊军华 王光政 刘宇清 副主编

DIANLI XITONG JIDIAN BAOHU
ZHENG DING JISUAN YUANLI YU SUANLI



化学工业出版社

电力系统继电保护整定 计算原理与算例

第二版

陈根永 主 编
熊军华 王光政 刘宇清 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电力系统继电保护整定计算原理与算例/陈根永主编. —2 版. —北京: 化学工业出版社, 2013. 3
ISBN 978-7-122-16559-6

I. ①电… II. ①陈… III. ①电力系统-继电保护-电力系统计算 IV. ①TM77

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 030100 号

责任编辑: 高墨荣
责任校对: 战河红

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 三河市延风印装厂
710mm×1000mm 1/16 印张 14½ 字数 305 千字 2013 年 6 月北京第 2 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

前 言

电力系统继电保护是电力系统安全运行的重要保证，近年来，继电保护产品类型众多，原理不断有所突破，尤其是微机保护（数字保护）的采用，实现了继电保护行业的革命，随之而来的网络技术又为继电保护技术的发展提供了新的手段。显然继电保护技术已经呈现计算机化，网络化，智能化，保护、控制、测量和数据通信一体化的发展趋势。随着计算机技术以及网络技术的快速发展，新的控制原理和方法以及网络技术被不断应用于计算机继电保护中，以期取得更好的效果。

继电保护整定计算是保证保护装置正确可靠工作的基础，因此掌握整定计算的基本原则和方法对运行和整定计算人员非常重要。本书以《电力系统继电保护装置运行整定规程》为依据，结合现场需要并兼顾教学需要介绍了主要电力设备的整定计算原理和方法，并进行了各种保护的具体算例分析。本书第一版出版后深受读者欢迎，根据读者的建议和意见我们对第一版进行了修订。第二版在保留第一版精华的基础上充实了线路距离保护整定计算、电力变压器保护整定计算及发电机保护整定计算等相关章节的内容，并新增了母线保护的整定计算内容。全书主要内容包括继电保护整定计算的目的是基本要求，线路电流、电压保护的整定计算，线路距离保护的整定计算，输电线路纵联保护的整定计算，电力变压器保护的整定计算，发电机保护的整定计算，电力电容器保护的整定计算，母线保护的整定计算，微机型线路保护整定计算，微机型变压器保护整定计算。附录中提供了两套继电保护模拟试卷与参考答案。

本书由郑州大学电气工程学院陈根永主编；华北水利水电学院电力学院熊军华、王光政、刘宇清为副主编；郑州航空工业管理学院机电工程学院李响、郑煤集团公司供电处肖保军参编。王光政编写第一、五章以及第三章的第四～六节；肖保军编写第二、四章；刘宇清编写第三章的第一～三节和第九章；熊军华编写第六、八、十章以及附录；李响编写第七、十一章。陈根永编写其余章节并负责全书统稿。禹州电力工业公司的邓小磊总工程师和汝阳县电业局的方向总工程师提供了部分实际工程算例。

本书在编写过程中得到河南省电力公司调通局臧睿高级工程师、郑州大学杨丽徙教授、华北水利水电学院鲁改凤教授的大力支持，在此深表谢意。

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

化学工业出版社电气类图书推荐

书号	书 名	开本	装订	定价/元
06669	电气图形符号文字符号便查手册	大 32	平装	45
15249	实用电工技术问答(第二版)	大 32	平装	49
10561	常用电机绕组检修手册	16	平装	98
10565	实用电工电子查算手册	大 32	平装	59
07881	低压电气控制电路图册	大 32	平装	29
12759	电机绕组接线图册(第二版)	横 16	平装	68
05718	电机绕组布线接线彩色图册	大 32	平装	49
13422	电机绕组图的绘制与识读	16	平装	38
15058	看图学电动机维修	大 32	平装	28
12806	工厂电气控制电路实例详解(第二版)	16	平装	38
09682	发电厂及变电站的二次回路与故障分析	B5	平装	29
05400	电力系统运动原理及应用	B5	平装	29
06194	电气设备的选择与计算	16	平装	29
08596	实用小型发电设备的使用与维修	大 32	平装	29
10785	怎样查找和处理电气故障	大 32	平装	28
11271	住宅装修电气安装要诀	大 32	平装	29
11575	智能建筑综合布线设计及应用	16	平装	39
11934	全程图解电工操作技能	16	平装	39
12034	实用电工电子控制电路图集	16	精装	148
12759	电力电缆头制作与故障测寻(第二版)	大 32	平装	29.8
13862	电力电缆选型与敷设(第二版)	大 32	平装	29
09381	电焊机维修技术	16	平装	38
14184	手把手教你修电焊机	16	平装	39.8
13555	电机检修速查手册(第二版)	B5	平装	88
13183	电工口诀一详解版	16	平装	48
12880	电工口诀一插图版	大 32	平装	18
12313	电厂实用技术读本系列—汽轮机运行及事故处理	16	平装	58
13552	电厂实用技术读本系列—电气运行及事故处理	16	平装	58
13781	电厂实用技术读本系列—化学运行及事故处理	16	平装	58
14428	电厂实用技术读本系列—热工仪表及自动控制系统	16	平装	48
14478	电子制作技巧与实例精选	16	平装	29.8
13723	电气二次回路识图	16	平装	29
14725	电气设备倒闸操作与事故处理 700 问	大 32	平装	48
15374	柴油发电机组实用技术技能	16 开	平装	78
15431	中小型变压器使用与维护手册	B5	精装	88

以上图书由化学工业出版社 电气出版分社出版。如要以上图书的内容简介和详细目录，或者更多的专业图书信息，请登录 www.cip.com.cn。

地址：北京市东城区青年湖南街 13 号 (100011)

购书咨询：010-64518888

如要出版新著，请与编辑联系。

编辑电话：010-64519265

投稿邮箱：amr9825@163.com

目 录

第一章 绪论	1
第一节 继电保护的作用	1
一、电力系统的运行状态	1
二、继电保护的作用	2
第二节 继电保护基本原理及构成方式	3
一、继电保护的基本原理	3
二、继电保护装置的用途	4
三、继电保护的分类	5
第三节 对继电保护的基本要求	5
一、选择性	6
二、速动性	7
三、灵敏性	7
四、可靠性	8
第二章 继电保护整定计算的目的是基本要求	9
第一节 继电保护整定计算的目的是任务	9
一、继电保护整定计算的目的是	9
二、继电保护整定计算的目的是	9
第二节 继电保护整定计算的准备工作	10
一、建立电力系统及有关设备参数库	10
二、绘制阻抗图	10
三、确定电力系统的运行方式	10
四、掌握继电保护装置的基本情况	11
第三节 整定计算的步骤	11
第四节 继电保护整定配合的基本原则	12
一、差动原理保护的整定	12
二、阶段式保护的整定	12
三、保护定时限时间级差的选择	13
第五节 运行方式的选择原则	14
一、发电机、变压器运行方式选择原则	14

二、变压器中性点接地选择原则	14
三、线路运行方式选择原则	15
四、流过保护的最大、最小短路电流计算方式的选择	15
五、选取流过保护的最大负荷电流的原则	15
第六节 整定计算中的各种整定系数分析	16
一、可靠系数 K_{rel}	16
二、返回系数 K_{re}	18
三、分支系数 K_b	18
四、灵敏系数 K_{sen}	19
五、自启动系数 K_{ss}	21
六、非周期分量系数 K_{unp}	21
第三章 线路电流、电压保护的整定计算	22
第一节 阶段式电流保护的整定计算原则	22
一、短路计算	22
二、电流速断保护	22
三、限时电流速断保护	24
四、定时限过流保护	26
五、电流保护的接线方式	28
六、电网相间短路的方向性电流保护	30
第二节 阶段式相间电流保护的整定计算算例	30
第三节 阶段式电流、电压连锁保护的整定计算原则	47
一、工作原理及适用范围	47
二、电流、电压连锁速断保护的整定计算原则	48
三、限时电流、电压连锁速断保护整定计算原则	51
四、电流电压连锁保护的后备段保护整定原则	53
第四节 电流电压连锁保护的整定计算算例	53
第五节 线路零序电流保护的整定计算原理	61
一、中性点直接接地电网中接地短路的零序电流保护	61
二、中性点直接接地电网的方向性零序电流保护	63
三、中性点非直接接地电网的单相接地保护	64
四、零序电流保护和零序功率方向保护	66
第六节 电网零序电流保护的整定计算算例	66
一、中性点直接接地电网	66
二、中性点非直接接地电网	72

第四章 线路距离保护的整定计算	74
第一节 距离保护的作用原理	74
一、距离保护的基本概念	74
二、阻抗继电器的动作特性	74
三、圆特性阻抗继电器	75
第二节 距离保护中几个阻抗的意义和区别	76
一、几个阻抗的定义	76
二、一次阻抗与二次阻抗	77
第三节 相间短路距离保护的整定计算原则	77
一、相间短路距离保护的接线方式	77
二、相间短路距离保护的整定计算原则	78
第四节 接地距离保护的整定计算原则	81
一、接地距离保护的接线方式	81
二、接地距离保护的整定计算原则	82
三、接地距离保护的补偿系数及分支系数的确定	84
第五节 距离保护整定计算算例	86
第五章 输电线路纵联保护整定计算	99
第一节 输电线路纵联保护原理	99
一、输电线路纵联保护概述	99
二、输电线路纵联保护工作原理	99
三、输电线路纵联保护分类	100
第二节 输电线路纵联保护整定计算	101
一、高频闭锁方向保护整定计算	101
二、高频闭锁距离、零序保护整定计算	105
三、相差动高频保护整定计算	107
第三节 输电线路纵联保护整定计算算例	112
第六章 电力变压器保护的整定计算	116
第一节 电力变压器的主要保护方式	116
第二节 变压器的纵联差动保护整定计算	117
一、变压器纵联差动保护基本原理	117
二、变压器纵联差动保护的不平衡电流	118
三、由 BCH-2 型继电器构成的差动保护整定计算	121
四、由 BCH-1 型继电器构成的差动保护整定计算	124

五、鉴别涌流间断角的差动保护整定计算·····	126
六、二次谐波制动的差动保护的整定计算·····	128
第三节 变压器的后备保护整定计算·····	129
一、概述·····	129
二、变压器的相间短路后备保护·····	130
三、变压器的零序电流保护整定·····	133
第四节 变压器保护整定计算算例·····	135
第七章 发电机保护的整定计算·····	143
第一节 发电机的主要保护方式·····	143
第二节 发电机纵联差动保护·····	144
一、保护工作原理·····	144
二、发电机纵联差动保护的灵敏接线方式·····	145
三、发电机比率制动式纵联差动保护·····	147
四、发电机标积制动式完全纵联差动保护·····	150
第三节 反映定子绕组匝间故障的保护·····	150
一、单元件横差保护基本工作原理·····	150
二、整定计算原则·····	151
第四节 发电机定子接地保护·····	151
一、发电机定子接地故障·····	151
二、基波零序电流保护·····	152
三、基波零序电压保护·····	153
第五节 发电机失磁保护·····	154
一、发电机失磁运行·····	154
二、失磁保护的构成·····	157
三、失磁保护整定计算·····	158
第六节 发电机保护整定计算算例·····	160
第八章 电力电容器保护的整定计算·····	168
第一节 电容器常见故障及保护方式·····	168
一、电容器常见故障及异常·····	168
二、保护方式·····	168
第二节 电容器保护的整定计算·····	169
一、微机型电容器保护整定·····	169
二、常规电容器保护整定·····	171
第三节 电容器保护的整定计算算例·····	174

第九章 母线保护的整定计算	176
第一节 对母线保护的基本要求	176
第二节 母线保护的工作原理	177
一、完全电流差动母线保护	177
二、电流比相式母线保护	177
第三节 专用母线保护的相关规定	178
第四节 母线保护的整定计算	179
一、单母线电流差动保护整定计算	179
二、双母线固定连接电流差动保护整定计算	180
三、电流比相式母线差动保护整定计算	181
第十章 微机型线路保护整定计算	182
第一节 整定计算原则	182
一、接地距离Ⅰ段	182
二、接地距离Ⅱ段	182
三、接地距离Ⅲ段	184
第二节 距离保护整定计算算例	185
一、定值清单	185
二、各定值项整定计算的实现	187
第十一章 微机型变压器保护整定计算	190
第一节 保护整定原理	190
一、比率制动特性的变压器纵差保护	190
二、微机变压器保护整定计算步骤	191
第二节 微机变压器保护整定算例	194
附录 模拟试题与参考答案	208
电力系统继电保护原理模拟试题 1	208
电力系统继电保护原理模拟试题 1 参考答案	211
电力系统继电保护原理模拟试题 2	212
电力系统继电保护原理模拟试题 2 参考答案	215
参考文献	219

第一章 绪 论

我们一般把电力系统中用于电能的生产、变换、传输、分配以及使用的电气设备称为一次设备。一次设备包括发电机、变压器、调相机、电容器、电抗器、电动机、母线、电力线路（电缆）、开关设备以及用户的其他用电设备等，这些电气设备在运行和使用过程中，由于设备老化、设计安装缺陷、外力作用或自然灾害等，不可避免地会出现各种短路或断线故障以及各种不正常运行状态，从而影响电力系统的正常运行和电力用户的正常用电，甚至影响电网的安全稳定并导致严重事故。

电气设备发生短路故障后，在故障元件和相邻设备中都会流过很大的短路电流，如不及时切除故障将会造成设备损坏甚至报废，例如大容量的发电机内部相间短路和匝间短路将会出现很大的短路电流，在发电机内部产生电弧，如不及时切除故障将会烧毁定子铁芯甚至导致发电机的严重损坏，导致发电机停机维修、少供电量，造成极为严重的经济损失。发生故障后处理的速度越快，故障电气设备受到的损伤就越小，经济损失就越小。而快速及时地切除故障，保证电力系统的安全稳定运行必须依靠继电保护装置，因此在各类电气设备上均应装设相应的继电保护装置，在电气设备故障或出现不正常状态时继电保护装置能及时作出反应，保证设备安全。

通常把电力系统中对一次设备进行控制、测量、保护、数据通信的设备称为二次设备。二次设备是电力系统不可缺少的重要组成部分，而且随着电力系统向大容量、高电压、长距离发展，二次部分的重要性与日俱增，继电保护是二次设备的重要组成部分。随着自动化程度的提高以及现代计算机技术的发展，二次系统中新技术、新设备的发展日新月异，设备更新周期加快，这在为电力系统带来安全稳定的同时，也使继电保护工作者不断面对新设备、新技术、新原理，使继电保护的各项工作面临新的挑战。

提高保护设备性能、采用先进设备、加强日常维护管理、研究新原理的保护是保证继电保护正确动作的重要方面，而准确合理地对设备进行整定计算则是保证继电保护正常工作的关键。

第一节 继电保护的作用

一、电力系统的运行状态

电力系统的运行状态分为正常运行状态、不正常运行状态、故障和事故。

(1) 正常运行状态

电力系统各母线电压在允许偏差范围内、频率波动在允许范围内，系统的发电输电以及用电设备有一定的备用容量。

电力设备的负载在额定负荷以内保持正常运行。

(2) 不正常运行状态

不正常运行状态是指电力系统或电力设备的正常运行状态受到改变但还没有达到故障状态。常见的不正常运行状态有：电力设备的实际负荷超过额定值长期运行，外部短路引起的设备过电流，系统中由于调压手段不足导致母线电压长期低于或高于允许值，有功不足引起的系统频率下降，电力系统振荡等。

处于不正常运行状态的电力系统或电气设备一般来说可以继续运行或继续运行一段时间，但是不正常运行状态对电力系统和电力用户都会带来不利影响，甚至导致电力系统或电气设备故障，严重的可能引起事故，例如电气设备长期过负荷运行将会使设备绝缘老化，进而造成短路故障。

(3) 故障

电力系统故障是指电力设备或电力线路出现短路或断线。为了安全和避免经济损失，发生故障后相应设备必须退出运行。

电力系统中最常见也最危险的故障是各种类型的短路，包括三相短路、两相短路、两相接地短路、单相接地短路。短路时出现的短路电流将会使故障设备受到严重损坏；相邻设备由于通过较大电流而不能正常运行；母线电压降低导致电力用户不能正常生产或者影响日常生活；严重的故障如不及时切除将会影响系统并列运行的稳定性。

(4) 事故

所谓事故是指系统或其一部分的正常工作遭到破坏，并造成对用户少送电、电能质量变坏到不能容许的程度、甚至人身伤亡和设备损坏以及大面积的停电等。

造成事故的原因可能是自然因素（雷雨、大风、覆冰等），也可能是设备制造缺陷、设计和安装的错误、运行维护不当、检修质量不高等因素，而电力系统的大部分事故往往是由于故障设备切除的速度过慢或保护拒绝动作或者设备被错误地切除引起的。

因此避免事故发生的关键是把事故消灭在发生前，当然我们可以通过改进设备性能、加强运行维护、提高检修质量等措施尽可能减少设备故障发生的概率，但设备的故障是难以避免的。故障发生后，借助继电保护装置迅速且有选择性地切除故障可以避免故障发展成事故或减小事故的范围。

二、继电保护的作用

继电保护装置是反映电力系统中电气元件或设备的故障和不正常运行状态，

并动作于跳闸或发出信号的一种自动装置。

继电保护装置的基本任务是：

- ① 自动、迅速、有选择地将故障元件从电力系统中切除，使故障元件免遭破坏，保证其他无故障部分迅速恢复正常运行；
- ② 反映电力系统的不正常运行状态，并根据运行维护的条件，动作于发信号、减负荷或断路器跳闸。

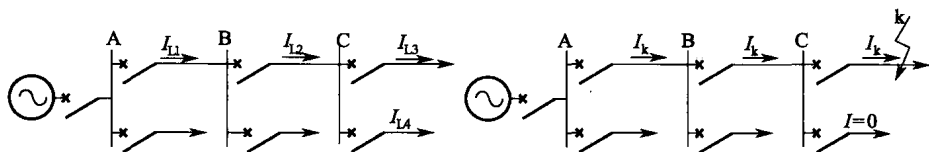
第二节 继电保护基本原理及构成方式

一、继电保护的基本原理

电力系统继电保护是按照断路器配置装设的，保护装置动作以后作用于相应的断路器。要完成继电保护的基本任务，继电保护装置首先应能够区分电力系统的正常运行状态、不正常运行状态和故障状态，这种区分主要通过对电气量的测量和比较来实现，也可以通过测量或反映非电气量（如温度、压力等）来实现。

根据反映电气量的不同或测量比较方式的不同可以构成不同动作原理的继电保护。以图 1-1 单侧电源网络为例，在正常运行情况下电气量有以下主要特点：

- ① 线路中流过负荷电流，其值较小；
- ② 各母线电压保持在额定值附近，偏差在标准限值以内（根据电压等级的不同，误差在额定电压的 $\pm(5\% \sim 10\%)$ 范围内变化）；
- ③ 反映电压与电流之比的测量阻抗为线路的综合测量阻抗（包括线路阻抗和等值负荷阻抗），其值较大；由于要求供电线路的功率因数在 0.85（高压输电线甚至 0.95）以上，正常时测量阻抗角具有较小值（对应功率因数 0.85 \sim 0.95 的测量阻抗角为 $31.8^\circ \sim 18.2^\circ$ ）；
- ④ 系统处于三相对称运行状态，母线或线路没有负序电压、负序电流、零序电压、零序电流。



(a) 正常运行状态

(b) 发生短路故障

图 1-1 单侧电源网络示意图

当线路上发生短路故障时，如图 1-1(b) 中 k 点短路。电气量有如下特点：

- ① 电源到短路点之间的线路中流过很大的短路电流；
- ② 系统各母线电压均有不同程度下降，距离故障点越近，母线电压越低；

当保护安装处短路时，所在母线测量电压将降为零；

③ 反映电压与电流之比的测量阻抗为线路的短路阻抗，其值较小；短路点距测量位置（保护安装处）越近，测量阻抗值越小；距离越远，测量阻抗越大。短路时测量阻抗角为线路的等值阻抗角，没有线路串联补偿电容的情况下，约为 $60^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ；

④ 发生对称故障时没有负序和零序分量，若发生不对称故障，故障点或母线处将会出现较大的负序和零序分量。

根据以上故障与正常运行的区别，在单侧电源网络中可以采用以下原理的保护：

- ① 反映短路故障后电流增大而动作的过电流保护；
- ② 反映短路故障后母线电压降低而动作的低电压保护；
- ③ 反映短路故障后测量阻抗减小而动作的距离（阻抗）保护。

实际上电网发生故障时，总是会出现或短时出现不对称运行状态，从而出现负序和零序分量，而正常运行时这些量很小甚至为零，因此利用负序或零序分量构成保护能够更有效地判断线路或元件是否发生故障，并提高保护的选择性、灵敏性和动作速度。

以上原理的保护都是在线路靠近电源一侧进行电气量的测量，仅反映单端电气量的变化。对多侧电源网络，可以通过在被保护线路两侧进行电气量的测量比较以构成差动原理的保护。利用两侧电流相位（或功率方向）的差别，可构成电流差动保护、相差动高频保护、方向高频保护等。理论上差动原理的保护可以明确区分元件或线路的内部故障和外部故障，具有绝对的选择性。

以上保护是通过比较故障和正常运行时电气量的大小变化来实现的，由于系统正常运行的范围很宽，运行方式变化很大，负荷电流的大小变化范围也很大，使得依靠测量值来区分故障和正常运行状态十分困难，即便是差动原理的保护。因此各种类型继电保护装置的整定值很难确定，使得保护很难满足复杂运行方式下的要求。

二、继电保护装置的用途

传统的继电保护装置是由单个继电器或继电器及其附属设备的组合构成的，微机保护中继电保护装置则是由各种功能模块及相应接口组成，由对应的程序来实现。各种保护装置都是由测量比较元件、逻辑判断元件、执行输出元件三部分组成，如图 1-2 所示。

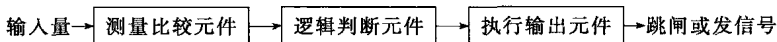


图 1-2 继电保护装置组成框图

(1) 测量比较元件

测量比较元件用于测量由被保护设备输入的有关电气量（或部分非电气量）并与整定值进行比较，根据比较结果给出相应的逻辑信号，从而判断保护装置是否启动，根据保护的实际需要，每套保护装置的测量比较元件可以有一个也可有多个。例如测量比较并反映电气量升高而动作的过量继电器，典型的是过电流继电器；反映电气量降低而动作的欠量继电器；反映电流电压相位关系的功率方向继电器等。

（2）逻辑判断元件

逻辑判断元件根据测量比较元件输出逻辑信号的性质、先后顺序、持续时间等，使保护装置按照一定的逻辑关系判断故障的类型和故障位置，最后确定是否应该使断路器跳闸、发出相应信号或不动作，并将相应的指令传送给执行输出部分。

（3）执行输出元件

执行输出元件根据逻辑判断部分的指令，发出跳开断路器的跳闸脉冲及相应的动作信息、发出警告信号或不动作。

三、继电保护的分类

电力设备和线路装设的短路故障的保护应有主保护和后备保护，必要时可增设辅助保护。

（1）主保护

主保护是满足系统稳定和设备安全要求，能以最快速度有选择地切除被保护设备和线路故障的保护。

（2）后备保护

后备保护是主保护或断路器拒动时，用于切除故障的保护。后备保护可分为远后备和近后备两种方式。

① 远后备是当主保护或断路器拒动时，由相邻电力设备或线路的保护实现后备。

② 近后备是当主保护拒动时，由该电力设备或线路的另一套保护实现后备的保护；当断路器拒动时，由断路器失灵保护来实现后备保护。

（3）辅助保护

辅助保护是为补充主保护和后备保护的性能或当主保护和后备保护退出运行而增设的简单保护。

（4）异常运行保护

异常运行保护是反映被保护电力设备或线路异常运行状态的保护。

第三节 对继电保护的基本要求

对动作于跳闸的保护装置应该满足选择性、速动性、灵敏性和可靠性四个基

本要求，四个要求之间相互制约，对立统一，在继电保护的各个环节都应根据运行的需要协调四者之间的关系。

当确定保护装置的配置和构成方案时，应综合考虑以下几个方面，并结合具体情况，处理好上述四性的关系：

- ① 电力设备和电力网的结构特点和运行特点；
- ② 故障出现的概率和可能造成的后果；
- ③ 电力系统的近期发展规划；
- ④ 相关专业的技术发展状况；
- ⑤ 经济上的合理性；
- ⑥ 国内和国外的经验。

一、选择性

继电保护的选择性是指保护装置动作时，仅将故障元件或设备从系统中切除，使停电范围尽可能缩小，保证系统无故障部分继续正常安全运行。实际应用中为了保证尽可能缩小停电范围，还应考虑保护装置和断路器拒动的可能性，通过近后备和远后备保护的方式来实现保护的协调动作，确保故障的切除。

在如图 1-3 所示的网络中，当线路 A-B 上 k1 点发生短路时，根据选择性要求应由距离故障点最近的保护动作跳开断路器 1 和断路器 2，从而切除故障。线路 C-D 上 k3 点短路时，应由 C-D 线路上所装保护动作使断路器 7 跳闸，此时只有 D 母线停电，使停电范围最小。然而由于保护或断路器可能会拒绝动作，同样是图 1-3 中的 k3 点故障，若线路 C-D 所装保护拒绝动作或保护发出动作命令而 7 断路器拒绝跳闸，则应由最邻近的线路 B-C 的保护动作跳开断路器 5，尽可能使得相对的停电范围最小。同样 k2 点故障时，应由最近的线路保护动作跳开 5 断路器，若线路 B-C 保护拒绝动作或保护发出动作命令而断路器 5 拒绝跳闸，则应由上一级的线路保护动作切除故障，图 1-3 中应由断路器 1 和 3 动作跳闸切除故障。

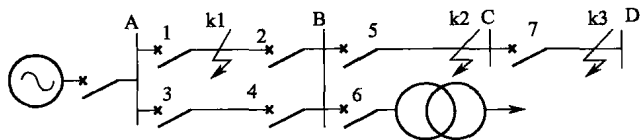


图 1-3 保护动作选择性说明图

当线路上所装一套（或一种）保护装置拒动，而由同一安装地点另一套（或另一种）保护装置动作切除故障时，这种后备保护方式称为近后备。当本线路保护拒动或断路器拒动，而由相邻元件的保护和断路器动作切除故障的后备保护方式称为远后备。

实际运行表明,远后备的性能是比较完善的,也是电网不可缺少的一种保护配合方式,它对相邻元件的保护装置、断路器、二次回路和直流操作回路所引起的拒绝动作,均能起到后备保护的作用,而近后备对断路器、二次回路和直流系统故障引起的拒动则无能为力。由于远后备实现简单、经济,应优先采用,只有当远后备不能满足要求时,才考虑采用近后备的方式。

单侧电源网络中要保证这种选择性,除利用一定的延时使本线路的后备保护与主保护正确配合外,还必须注意相邻元件之间后备保护的正确配合。首先要求当线路同一地点发生短路故障时,上一级元件后备保护的灵敏度要低于下一级元件后备保护的灵敏度;其次要求上级元件后备保护的动作时间要大于下级元件后备保护的動作时间。

二、速动性

继电保护的速动性是指保护应尽可能快地动作于断路器跳闸,以切除故障或中止异常状态发展。继电保护的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,并特别有利于提高该故障后电力系统并列运行的稳定性。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。然而速动性应以正确区别故障和正常运行状态为前提,即要以保证动作选择性为前提,这需要通过对元件中的电气量进行测量比较作出判断,需要一定的时间,因而两者之间是有矛盾的。动作迅速而且满足选择性要求的保护装置,一般都结构复杂、价格昂贵。在实际应用中,对速动性的要求应根据系统接线和被保护元件的具体情况、重要程度,经技术经济比较后确定。

故障切除时间等于保护装置和断路器动作时间的总和,一般快速保护的动作为 $0.06\sim 0.12\text{s}$,最快的可达到 $0.01\sim 0.04\text{s}$,一般断路器的动作时间为 $0.06\sim 0.15\text{s}$,最快的可达到 $0.02\sim 0.06\text{s}$ 。故在没有时间元件设定延时的情况下,最快故障切除时间可以达到 0.1s 。

三、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在规定的保护范围内故障时,在系统任意的运行条件下,无论短路点的位置、短路的类型如何、是否有过渡电阻,都能灵敏、正确地反应。灵敏性通常用灵敏系数来衡量。

对过量继电器,灵敏系数为故障量与整定动作量的比;对欠量继电器,灵敏系数为整定动作量与故障量的比,在一般的继电保护设计与运行规程中,对各种保护装置的灵敏度都有具体的要求。显然继电保护越灵敏,越能可靠地反映要求动作的故障或异常状态;但同时也易于在不需要动作的其他情况下出现误动作,因而灵敏性与选择性也有矛盾,需要协调处理。