

高等学校教材·电子信息

可下载教学资料

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

电力系统保护与控制



张艳霞 姜惠兰 编著



清华大学出版社

高等学校教材·电子信息

电力系统保护与控制

张艳霞 姜惠兰 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书对电力系统继电保护及自动控制装置的作用原理进行了系统的讲述。内容包括电力系统的电流保护、距离保护、纵联保护、电气元件保护、自动并列和重合闸、励磁自动控制和自动调频等的基本原理、构成和分析方法。在对每种装置的讲述过程中,特别留意给出了用单片微型机构成这些装置的方法。

本书为高等学校“电气工程”专业的教材,也可供有关专业工程技术人员参考。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

电力系统保护与控制/张艳霞,姜惠兰编著. —北京:清华大学出版社,2005.9

(高等学校教材·电子信息)

ISBN 7-302-11190-1

I. 电… II. ①张… ②姜… III. ①电力系统—继电保护—高等学校—教材 ②电力系统—自动控制装置—高等学校—教材 IV. TM77

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 061899 号

出 版 者: 清华大学出版社

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

社 总 机: 010-62770175

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

责任编辑: 魏江江

封面设计: 杨 兮

印 刷 者: 北京嘉实印刷有限公司

装 订 者: 北京市密云县京文制本装订厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 16.75 字数: 418 千字

版 次: 2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-11190-1/TP·7387

印 数: 1~3000

定 价: 23.00 元

编审委员会成员

(按地区排序)

- | | |
|-----|-----------------------|
| 王志功 | (东南大学 教授) |
| 王成山 | (天津大学电气与自动化工程学院 教授) |
| 王煦法 | (中国科学技术大学信息科学技术学院 教授) |
| 王新龙 | (南京大学 教授) |
| 王成华 | (南京航空航天大学 教授) |
| 方 勇 | (上海大学 教授) |
| 方建安 | (东华大学信息科学与技术学院 教授) |
| 邓元庆 | (解放军理工大学理学院基础部 教授) |
| 刘景夏 | (解放军理工大学理学院基础部 副教授) |
| 冯久超 | (华南理工大学 教授) |
| 冯全源 | (西南交通大学 教授) |
| 刘惟一 | (云南大学信息学院 教授) |
| 刘复华 | (武汉理工大学 教授) |
| 朱 杰 | (上海交通大学 教授) |
| 朱守正 | (东北师范大学 教授) |
| 张秉权 | (沈阳工业学院 教授) |
| 张丽英 | (长春大学电子信息工程学院 教授) |
| 张德民 | (重庆邮电学院通信与信息工程学院 教授) |
| 迟 岩 | (集美大学信息工程学院 教授) |
| 严国萍 | (华中科技大学 教授) |
| 何明一 | (西北工业大学 教授) |
| 何怡刚 | (湖南大学电气与信息工程学院 教授) |
| 何 晨 | (上海交通大学 教授) |
| 余成波 | (重庆工学院 教授) |
| 林 君 | (吉林大学 教授) |
| 金炜东 | (西南交通大学 教授) |
| 郑永果 | (山东科技大学信息学院 教授) |
| 刘志军 | (山东大学 教授) |
| 赵鹤鸣 | (苏州大学电子信息学院 教授) |
| 徐佩霞 | (中国科学技术大学 教授) |

郭从良 (中国科学技术大学电子科学与技术系 教授)
郭维廉 (天津大学电子信息工程学院 教授)
曾凡鑫 (重庆通信学院 教授)
曾喆昭 (长沙理工大学电气与信息工程学院 教授)
曾孝平 (重庆大学通信工程学院 教授)
彭启琮 (电子科技大学 教授)
谢显中 (重庆邮电学院 教授)
樊昌信 (西安电子科技大学通信工程学院 教授)

改改革开放以来，特别是党的十五大以来，我国教育事业取得了举世瞩目的辉煌成就，高等教育实现了历史性的跨越，已由精英教育阶段进入国际公认的大众化教育阶段。在质量不断提高的基础上，高等教育规模取得如此快速的发展，创造了世界教育发展史上的奇迹。当前，教育工作既面临着千载难逢的良好机遇，同时也面临着前所未有的严峻挑战。社会不断增长的高等教育需求同教育供给特别是优质教育供给不足的矛盾，是现阶段教育发展面临的基本矛盾。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2001年8月，教育部下发了《关于加强高等学校本科教学工作，提高教学质量的若干意见》，提出了十二条加强本科教学工作提高教学质量的措施和意见。2003年6月和2004年2月，教育部分别下发了《关于启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作的通知》和《教育部实施精品课程建设提高高校教学质量和人才培养质量》文件，指出“高等学校教学质量和教学改革工程”是教育部正在制订的《2003—2007年教育振兴行动计划》的重要组成部分，精品课程建设是“质量工程”的重要内容之一。教育部计划用五年时间（2003—2007年）建设1500门国家级精品课程，利用现代化的教育信息技术手段将精品课程的相关内容上网并免费开放，以实现优质教学资源共享，提高高等学校教学质量和人才培养质量。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作，提高教学质量的若干意见》精神，紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”，在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下，我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”（以下简称“编委会”），旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划，讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师，其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求，“编委会”一致认为，精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求，处于一个比较高的起点上；精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要，要有特色风格、有创新性（新体系、新内容、新手段、新思路，教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量）、先进性（对原有的学科体系有实质性的改革和发展、顺应并符合新世纪教学发展的规律、

代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。首批推出的特色精品教材包括:

(1) 高等学校教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 高等学校教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 高等学校教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 高等学校教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 高等学校教材·信息管理与信息系统。

清华大学出版社经过近二十年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材经过二十多年的精雕细刻,形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会
E-mail: dingl@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

继电保护及自动控制是保障电力系统安全稳定运行的重要手段。随着电子技术、通信技术和计算机技术的发展,继电保护及控制技术不仅出现了许多新原理,而且在构成上也发生了深刻的变革,微机型保护及控制装置已经在电力系统中获得了广泛的应用。同时,随着高等学校教学计划的修订,许多院校原有的“电力系统继电保护原理”课程和“电力系统自动装置原理”课程合二为一,作为“电力系统保护与控制”课程。

为了顺应电力系统继电保护及控制技术的发展和高等学校课程改革的需要,编写了这本教材,旨在立足基本原理、体现新成果。

全书共分 10 章。其中第 2~4 章、第 6 章和第 7 章由张艳霞编写,第 9 章和第 10 章由姜惠兰编写,第 1 章、第 5 章和第 8 章由姜惠兰和张艳霞共同编写。

由于编者水平有限,加上编写时间仓促,书中难免有错误和欠妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 电力系统保护和控制的作用	1
1.2 继电保护装置的构成及对其基本要求	2
1.3 电力系统自动控制的内容及控制方式	4
1.3.1 电力系统自动控制的主要内容	5
1.3.2 电力系统的分层控制方式	6
第 2 章 电网的电流保护	9
2.1 单侧电源网络相间短路的电流保护	9
2.1.1 电磁型电流继电器	9
2.1.2 电流速断保护	11
2.1.3 限时电流速断保护	14
2.1.4 定时限过电流保护	16
2.1.5 电流保护的接线方式	19
2.2 多侧电源网络相间短路的方向性电流保护	20
2.2.1 方向性电流保护的工作原理	20
2.2.2 功率方向继电器的工作原理和动作方程	21
2.2.3 集成电路型功率方向继电器	24
2.2.4 功率方向继电器的动作特性	26
2.2.5 相间短路功率方向继电器的接线方式	26
2.2.6 双侧电源网络中电流保护整定的特点	28
2.3 中性点直接接地电网的接地保护	30
2.3.1 中性点直接接地电网接地短路时零序分量的特点	30
2.3.2 零序分量过滤器	31
2.3.3 三段式零序电流保护	33
2.3.4 方向性零序电流保护	35
2.4 中性点非直接接地电网的单相接地保护	37
2.4.1 中性点不接地电网中单相接地故障的特点和保护方式	37
2.4.2 中性点经消弧线圈接地电网中单相接地故障的特点与保护方式	40
第 3 章 电网的距离保护	44
3.1 距离保护的作用原理	44
3.2 阻抗继电器	45
3.2.1 不同特性阻抗继电器动作方程的推导	47

3.2.2	阻抗继电器的实现方法	54
3.2.3	阻抗继电器的精确工作电流	59
3.2.4	方向性继电器的死区及消除死区的方法	60
3.3	阻抗继电器的接线方式	61
3.3.1	对接线方式的基本要求	61
3.3.2	相间短路阻抗继电器的 0° 接线方式	61
3.3.3	接地短路阻抗继电器的零序电流补偿接线方式	63
3.4	距离保护的整定计算原则	64
3.5	影响距离保护工作的因素	66
3.5.1	短路点过渡电阻对距离保护的影响	67
3.5.2	电力系统振荡对距离保护的影响	68
第4章	微机型保护及控制装置初步	76
4.1	微机型保护及控制装置的特点	76
4.2	微机型保护及控制装置的硬件原理	77
4.3	微机型保护及控制装置的软件	83
4.4	微机型保护及控制装置的算法	88
第5章	自动并列装置及自动重合闸	93
5.1	并列操作的意义及并列方式	93
5.1.1	并列的意义和并列操作的重要性	93
5.1.2	并列的方式	94
5.1.3	自同期并列的一般原理	94
5.2	准同期并列条件的分析	96
5.2.1	准同期并列的条件	96
5.2.2	准同期并列条件的分析及整定	97
5.2.3	例子	101
5.3	自动准同期装置的基本原理	101
5.3.1	自动准同期装置的功能	101
5.3.2	自动准同期装置的构成	102
5.3.3	准同期并列合闸信号	102
5.3.4	恒定越前时间并列装置的控制逻辑	104
5.4	微机型恒定越前时间并列装置	105
5.4.1	微机并列装置的硬件结构	105
5.4.2	电压差控制	107
5.4.3	频率差控制	108
5.4.4	越前时间检测	109
5.5	自动重合闸的作用及对其基本要求	112
5.6	三相自动重合闸	113
5.6.1	单侧电源线路的三相一次自动重合闸	113

5.6.2	双侧电源线路的三相一次自动重合闸	115
5.6.3	重合闸与继电保护的配合	118
5.7	单相自动重合闸和综合重合闸	119
5.7.1	单相自动重合闸	119
5.7.2	综合重合闸简介	123
第6章	输电线路纵联保护	124
6.1	输电线路纵联保护的基本概念	124
6.1.1	输电线路纵联保护的基本原理	124
6.1.2	输电线路纵联保护通道的构成原理	124
6.1.3	输电线路纵联保护传送信号的分类	127
6.2	高频保护	128
6.2.1	方向高频保护	128
6.2.2	相差高频保护	131
6.2.3	高频闭锁距离保护	136
6.3	微波或光纤分相差动纵联保护	137
6.3.1	分相电流差动纵联保护	137
6.3.2	分相相位差动纵联保护	138
第7章	电力变压器保护及母线保护	139
7.1	电力变压器的保护方式	139
7.2	变压器的纵联差动保护	139
7.2.1	变压器纵联差动保护的基本原理和构成原则	139
7.2.2	变压器纵联差动保护不平衡电流产生的原因及消除方法	141
7.2.3	变压器纵联差动保护的整定计算原则	145
7.2.4	具有比率制动和二次谐波制动的差动继电器	146
7.2.5	鉴别波形间断角原理的差动继电器	149
7.2.6	微机型变压器纵联差动保护	150
7.3	变压器相间短路的后备保护	153
7.3.1	低电压起动的过电流保护	153
7.3.2	复合电压起动的过电流保护	154
7.4	变压器的过励磁保护	155
7.5	母线保护和断路器失灵保护简介	156
7.5.1	母线保护简介	156
7.5.2	断路器失灵保护简介	157
第8章	发电机励磁自动控制及保护	158
8.1	同步发电机自动励磁控制系统	158
8.1.1	励磁控制系统的任务	158
8.1.2	励磁控制系统的方式	163
8.1.3	对励磁控制系统的基本要求	167

8.2	励磁系统中的整流电路	169
8.2.1	三相桥式不可控整流电路	169
8.2.2	三相桥式全控整流电路	170
8.3	自动励磁调节装置原理及工作特性	174
8.3.1	励磁调节器的框图与特性	174
8.3.2	励磁调节器的工作原理	175
8.3.3	微机型自动励磁调节器	182
8.4	并联运行机组间的无功功率分配	185
8.4.1	一台无差特性与一台正调差特性机组的并联运行	185
8.4.2	一台负调差特性与一台正调差特性机组的并联运行	186
8.4.3	两台正调差特性机组的并联运行	186
8.4.4	多台机组并联运行的无功分配	187
8.5	励磁自动控制系统的稳定性及对电力系统稳定性的影响	188
8.5.1	励磁控制系统的传递函数	188
8.5.2	励磁自动控制系统的稳定性	189
8.5.3	励磁自动控制系统对电力系统稳定的影响	191
8.6	发电机的保护方式	196
8.7	发电机的纵联差动保护	197
8.8	发电机匝间短路的保护	198
8.8.1	横联差动电流保护	198
8.8.2	反应转子回路二次谐波电流的匝间短路保护	200
8.8.3	反应定子绕组零序电压的匝间短路保护	202
8.9	发电机的单相接地保护	203
8.9.1	发电机定子绕组单相接地的特点	203
8.9.2	利用零序电流构成的定子接地保护	205
8.9.3	利用零序电压构成的定子接地保护	205
8.9.4	100%定子接地保护简介	206
8.10	发电机的负序过电流保护	206
8.10.1	负序过电流保护的作用	206
8.10.2	反时限负序过电流保护	207
8.11	发电机励磁回路的接地保护	209
8.11.1	叠加直流电压方式的一点接地保护	209
8.11.2	叠加交流电压方式的一点接地保护	210
8.11.3	励磁回路两点接地保护	211
第9章	电力系统频率及有功功率的自动调节	212
9.1	概述	212
9.1.1	频率及有功功率调节的意义	212
9.1.2	电力系统频率及有功功率的分层控制	213
9.2	电力系统的频率特性	214

9.2.1	电力系统负荷的频率特性	214
9.2.2	发电机组的频率特性	215
9.2.3	电力系统的频率特性及其控制	219
9.2.4	联合电力系统的频率控制	220
9.3	电力系统的自动调频方法	221
9.3.1	概述	221
9.3.2	调频方法	222
9.4	电力系统频率调节系统的动态特性	228
9.4.1	调节系统的传递函数	228
9.4.2	频率调节系统的动态特性	234
9.5	电力系统有功功率经济分配控制	238
9.5.1	发电设备的经济特性	238
9.5.2	等微增率准则	239
9.5.3	考虑网络损耗的负荷经济分配	241
第 10 章	其他安全自动控制装置简介	244
10.1	自动低频减载	244
10.1.1	频率变化的动态特性	244
10.1.2	自动低频减载装置的工作原理	246
10.2	备用电源自动投入	250
10.2.1	概述	250
10.2.2	对 BZT 装置的基本要求	251
10.2.3	典型 BZT 装置及参数整定	252
10.3	其他安全自动控制装置	254
10.3.1	自动解列装置	254
10.3.2	水轮机组低频自启动装置	255
10.3.3	自动切机与电气制动	255
参考文献		256

第1章 绪 论

为满足快速发展的经济建设需要,我国的电力系统规模日益扩大,人们对供电可靠性的要求也越来越高。为了更好地保证安全、经济运行,电力系统的运行越来越依赖于继电保护和控制技术。

1.1 电力系统保护和控制的作用

电力系统在正常运行的过程中,可能发生各种故障和不正常运行状态。发生故障的原因主要有雷击、鸟兽跨越电器设备、电气设备维修不当或操作错误、电气设备绝缘强度下降等。最危险的故障是发生各种形式的短路,发生短路时可能产生以下的后果:

(1) 通过故障点的很大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,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,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。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、电力系统振荡等,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允许的地步,甚至造成人身伤亡和电气设备的损坏。

系统发生事故后,一方面要迅速找出发生事故的电气元件,将其切除或报警;另一方面,为防止事故扩大应对某些电气设备进行反事故操作。这些任务由电力系统继电保护装置和自动控制装置来完成。

继电保护装置是指能反应电力系统中电气元件发生的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。一般情况下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经一定的延时动作于信号。

电业部门常用继电保护一词泛指继电保护技术和由各种继电保护装置组成的继电保护系统。继电保护装置则指具体的装置。

电力系统自动装置是针对电力系统的系统性事故采取相应对策的自动操作装置。它的基本任务是对系统性事故时电气元件的信息进行综合分析,按控制要求对电气设备进行操作,以实现预期的控制目标。

电力系统自动装置是电力系统自动控制的一个重要组成部分。

1.2 继电保护装置的构成及其基本要求

继电保护装置的发展经历了电磁型、感应型、整流型、晶体管型、集成电路型到微机型这样几个阶段。其中电磁型、感应型和整流型继电器由于具有机械转动部件,统称为机电式继电器;而晶体管型、集成电路型和微机型继电保护装置统称为静态式继电保护装置。无论是哪种形式的保护装置,其构成原理结构均可用图 1-1 表示。从图 1-1 中可见,一套继电保护装置由测量部分、逻辑部分和执行部分所组成。

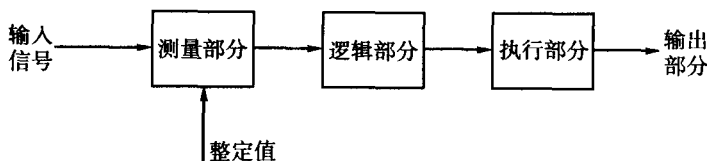


图 1-1 继电保护装置的原理结构图

测量部分测量从被保护对象输入的有关电气量,并与预先给定的整定值进行比较,根据比较的结果,确定被保护对象有无故障或不正常运行情况发生,从而给出一组逻辑信号。逻辑部分根据测量部分各输出逻辑信号的大小、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。执行部分根据逻辑部分输出的信号,送出跳闸信号或报警信号。

电力系统各电气元件之间通常用断路器互相连接,每台断路器的操作机构都有相应的继电保护装置的输出信号接入。当继电保护装置动作后,向断路器发出跳闸信号,起动断路器的操作机构将断路器跳开以切断故障。继电保护装置是以各电气元件作为被保护对象的,其切除故障的范围是断路器之间的区段。

反应整个被保护元件上的故障,并能以最短的延时有选择地切除故障的保护称为主保护;当主保护或断路器拒绝动作时,用来切除故障的保护称为后备保护。

电力系统对动作于跳闸的继电保护装置提出了四个基本要求,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。

要满足选择性,必须从两方面出发进行考虑。一方面考虑哪个元件发生故障应由该元件上的保护装置动作切除故障。例如,在图 1-2 所示的网络接线中,当 d_1 点短路时,按照选择性的要求,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,这样,变电所 B 则仍可由另一条无故障的线路继续供电。而当 d_2 点短路时,按照选择性的要求,应由保护 6 动作跳闸,切除线路 C-D,此时只有变电所 D 停电。

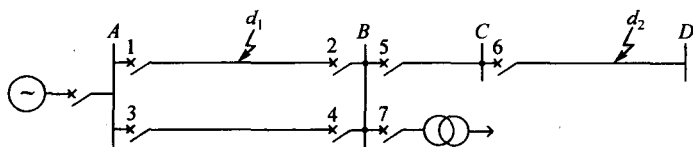


图 1-2 单侧电源网络中,有选择性动作的说明

另一方面,考虑到继电保护或断路器有拒绝动作的可能性,需要考虑后备保护的问题。如图 1-2 所示,当 d_2 点短路时,应由保护 6 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。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,因此称为远后备保护。

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所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的,称它为近后备保护。

2. 速动性

当电力系统中发生故障时,继电保护装置应该能迅速动作切除故障。快速地切除故障可以提高电力系统并列运行的稳定性,减少用户在电压降低情况下的工作时间,缩小故障元件的损坏程度,还有利于电弧闪络处的绝缘强度恢复,从而提高再送电的成功率。

动作迅速同时又能满足选择性的保护装置,一般结构比较复杂,价格比较昂贵。因此应根据被保护对象在电力系统中的地位和作用来确定对其保护动作速度的具体要求。对高压和超高压输电线路发生的故障、大容量发电机和变压器中发生的故障要求保护能快速切除故障;而对低压线路允许其保护装置带有一定的延时切除故障。

故障切除的总时间等于保护装置和断路器动作时间之和。一般的快速保护的動作时间为 $0.06 \sim 0.12\text{s}$,最快的可达 $0.02 \sim 0.04\text{s}$;一般的断路器的动作时间为 $0.06 \sim 0.15\text{s}$,最快的可达 $0.02 \sim 0.06\text{s}$ 。

3. 灵敏性

灵敏性指的是继电保护装置对于其保护范围内发生故障或不正常运行状态的反应能力,通常用灵敏系数来衡量。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内部故障时,不论短路点的位置、短路的类型如何,以及短路点是否存在过渡电阻,都能敏锐感觉、正确反应。对各类保护灵敏系数的要求和计算方法将在后面相应的章节中分别予以讨论。

4. 可靠性

可靠性指就保护装置本身的质量和运行维护水平而言,要求在其规定的保护范围内发生了它应该动作的故障时,它不拒绝动作;而在任何其他不应该动作的情况下,则不误动作。

一般说来,保护装置的组成元件的质量越高、接线越简单、回路中继电器的触点数量越少,保护装置的工作就越可靠。同时,精细的制造工艺、正确地调整试验、良好的运行维护以及丰富的运行经验,对于提高保护装置的可靠性也具有重要的作用。

提高继电保护装置不误动可靠性和不拒动可靠性的措施常常是矛盾的,在选用和设计继电保护装置时,需要依据保护对象的具体情况,对这两方面的性能要求适当地予以协调。例如,对于传送大功率的输电线路保护,一般宜于强调不误动的可靠性;而对于其他线路保护,则往往宜于强调不拒动的可靠性。至于大型发电机组的继电保护,无论它的拒动或误动作跳闸,都会引起巨大的经济损失,需要通过精心设置和装置配置兼顾这两方面的要求。

以上四个基本要求是分析研究继电保护性能的基础,四者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四个基本要求之间的辩证统一关系而进行的,在学习这门课程时应注意学习和运用这样的思考和分析方法。

除了上述四个基本要求以外,选用保护装置时还应该考虑经济性。在保证电力系统安全运行的前提下,尽可能地采用投资少、维护费用低的保护装置。

1.3 电力系统自动控制的内容及控制方式

随着电力系统规模和容量的不断扩大,现代大型电力系统逐步形成,系统的网络结构和运行方式更加复杂多变,对运行水平的要求也越来越高。为了适应现代电力系统的特点,保证电网电能质量以及电力系统的安全经济运行,协调和控制电力系统各组成部分的运行方式,必须应用现代自动化技术来实现电力系统的自动控制。对电力系统自动控制的基本要求是:

- (1) 迅速而正确地收集、检测和处理电力系统各元件、局部系统或全系统的运行参数。
- (2) 根据电力系统的实际运行状态和系统各元件的技术、经济和安全要求,为运行人员提供调节和控制的决策,或者直接对各元件进行调节和控制。
- (3) 实现全系统各层次、各局部系统和各元件间的综合协调,寻求电力系统质量、经济和安全多目标的最优运行方式。