

铁路电力与牵引供电系统 继电保护

谭秀炳 编

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

前 言

铁路电力与电气化,同我国整个社会主义现代化建设一样,正以前所未有的速度发展。为了适应高等学校教学、职业技术教育以及专业技术人员提高技术业务水平的需要,特编写了本教材。

本教材结合我国铁路电力与交流电气化铁道的具体情况和实践经验,全面介绍了继电保护的基础知识,电网相间短路的电流保护、电压保护和电流方向保护,电网的接地保护,电网的距离保护,自动重合闸和备用电源自动投入装置,变压器保护,交流牵引网保护,交流牵引网短路故障测距原理,电容补偿装置保护,母线保护,以及继电保护的设计原则等。包括各种保护的原理分析、典型接线和整定计算。不仅阐述了直接供电方式与 BT 供电方式下牵引供电系统的继电保护方式,而且还介绍了 AT 供电系统的继电保护方式。除了涉及电磁型、整流型等继电保护元件与原理外,还重点介绍了微型计算机继电保护的基本原理以及微机保护系统在电气化铁道的应用。

本教材可作为高等学校电气工程及其自动化(铁道电气化)专业教学之用,也可供牵引供电和铁路电力工程技术人员参考,经适当节选还可作为变配电和继电保护技术培训参考教材。

本教材内容力求做到理论联系实际,文字叙述简明扼要、浅显易懂,以达到实用、方便。但囿于编者的水平和掌握的资料,教材中缺点和错误在所难免,恳请同行和读者给予指正。

本教材在编写过程中,从参考文献里获得了许多帮助和启迪;西安中铁勘察设计院电化科,特别是符德川(教授级)高级工程师,提供了参考资料和帮助;西安铁路局宝鸡供电段供电技术科也提供了参考资料和帮助;西安铁路运输职工大学(2006年春改为西安铁路职业技术学院)领导、教务科、教委、电子信息工程系等给予了关怀和支持。在此,编者对所有提供参考资料和帮助的单位与个人(包括参考文献和技术资料的作者)一并表示衷心的感谢。

编 者

2006年10月

本书使用的主要符号说明

表一 电气设备元件文字符号

文字符号	中文名称	英文名称	旧符号
AAP	备用电源自动投入装置	auto-put into automatics	BZT
AAR	自动重合闸装置	auto-recloser automatics	ZCH
BE	试验盒	experimental box	SH
C	电容, 电容器	capacity	C
F	避雷器, 放电间隙	arrester, discharger	BL, JX
FU	熔断器	fuse	RD
G	发电机	generator	F
HL	信号灯	pilot lamp	XD, YD
K	继电器, 接触器	relay, contactor	J, C, JC
KA	电流继电器	current relay	LJ
KAN	负序电流继电器	negative sequence current relay	FLJ
KBL	断线闭锁继电器	break lock relay	DBJ
KD	差动继电器	differential relay	CDJ
KFS	故障测距装置启动继电器	faultfinder start relay	GQJ
KG	瓦斯继电器	gas relay	WSJ
KM	中间继电器	medium relay	ZJ
KMC	合闸继电器	close relay	HJ, HZJ
KME	保护出口继电器	protective exit relay	BCJ
KMF	分闸位置继电器	off-position relay	FWJ, TWJ
KML	跳闸闭锁继电器	trip lock relay	TBJ
KMM	熔断器监视继电器	fuse monitor relay	RJJ
KMN	合闸位置继电器	on-position relay	HWJ
KO	合闸接触器	closing operation contactor	HC
KP	极化继电器	polarized relay	JHJ
KPD	功率方向继电器	power directional relay	GJ
KR	重合闸出口继电器	recloser exit relay	HJ
KS	信号继电器	signal relay	XJ
KSD	同步检查继电器	synchronism detection relay	TJJ

续表一

文字符号	中文名称	英文名称	旧符号
KT	时间继电器	timing relay	SJ
KV	电压继电器	voltage relay	YJ
KZ	阻抗继电器	impedance relay	ZKJ
L	电感, 电感线圈	inductance, inductance coil	L
M	电动机	motor	D
N	运算放大器	operational amplifier	N
Q	开关, 刀开关	switch, blade	K, DK
QF	断路器	circuit breaker	DL
QS	隔离开关	disconnecter	GK
R	电阻, 电阻器	resistance	R
RP	电位器	potential meter	WR
S	电力系统	power system	XT
S	电源	source	Y
S	转换开关	switch	ZK
SA	控制开关	control switch	KK, WK
SB	按钮	push button	AN
SE	试验按钮	experimental push button	SA
SR	复归按钮	reset push button	FA
ST	跳(分)闸弹簧	trip spring	FT
T	变压器	transformer	B
TA	电流互感器	current transformer	LH
TAA	辅助电流互感器	auxiliary current transformer	FLH
TP	极化变压器	polarized transformer	JHB
TV	电压互感器	potential transformer	YH
TX	电抗变压器	reactance transformer	DKB
U	整流器	rectifier	BZ
UA	电流变换器	current converter	LB
UAA	辅助电流变换器	auxiliary current converter	CCT
UV	电压变换器	voltage converter	YB
VD	二极管	diode	D
VF	场效应管	field effect tube	FET
VS	稳压管	regulator tube	WY
VT	三极管	transistor	BG

续表一

文字符号	中文名称	英文名称	旧符号
W	线圈, 绕组	winding, coil	W
WA	辅助母线	auxiliary bus-bar	M
WC	控制小母线	control small bus-bar	KM
WNR	掉牌未复归小母线	automatic drop non-resetting small bus-bar	PM
WSE	信号试验小母线	signal experimental small bus-bar	SXM
WSR	信号复归小母线	signal resetting small bus-bar	FXM
X	端子	terminal	D
XB	连接片	link	LP
YR	跳闸线圈	trip winding	TQ
Z	滤过器, 滤波器	pass filter, electric filter	LGQ, LBQ

表二 量和单位的符号

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号
电流	I	安[培]	A
电压	U	伏[特]	V
电容	C	法[拉]	F
电阻	R	欧[姆]	Ω
电抗	X	欧[姆]	Ω
阻抗	Z	欧[姆]	Ω
单位长度电阻	r	欧姆每千米	Ω/km
单位长度电抗	x	欧姆每千米	Ω/km
单位长度阻抗	z	欧姆每千米	Ω/km
磁通[量]密度, 磁感应强度	B	特[斯拉]	T
磁通[量]	Φ	韦[伯]	Wb
磁阻	R_m	每亨[利]	H^{-1}
自感	L	亨[利]	H
互感	M	亨[利]	H
电导	G	西[门子]	S
频率	f	赫[兹]	Hz
周期	T	秒	s
长度, 距离	l, L	米, 千米	m, km
半径	r, R	米	m
时间	t	秒, 分	s, min

续表二

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号
速度	v	米每秒	m/s
空气隙	δ	毫米	mm
力	F	牛[顿]	N
重量	$W(P, G)$	牛[顿]	N
转矩	M	牛[顿]米	N·m
角	$\alpha, \beta, \theta, \varphi$	度, [角]分, [角]秒	(°), (′), (″)
线圈(绕组)匝数	W	匝	
变压比	K_U		
电流比, 电压比	n		
品质因数	Q		
系数	K, α, β		

表三 右下角标符号

右下角标符号	中文含义	英文含义	旧符号
a	有功的	active	a
a	非周期性的	aperiodic	f-zq
A	辅助的	auxiliary	F
ACT, act	动作	action	dz
ar	电弧	arc	dh
b	有	be	y
b	偏压	bias	p
bl	分压	bleeder	F
bo	谷点	bottom	gd
bal	平衡的	balancing	ph
bra	分支	branch	fz
brk	制动	brake	zd
c	计算	count	j
d	基准, 门槛	datum	b
dif	差动	differential	cd
DC	直流	direct-current	ZL
E	地, 接地	earth, earthing	d, jd
e	误差	error	wc
e	励磁	exciting	lc

续表三

右下角标符号	中文含义	英文含义	旧符号
ex	输出	export	sc
fa	断电, 出故障, 失压	fail	sy
fb	反馈	feed-back	fk
fw	精确工作	fine working	ig
g	增益	gain	z
h	谐波	harmonic	XB
hv	高压, 高电压的	high-voltage	GY
i	电流	current	L
in	输入	input	sr
K	继电器	relay	J
k	短路	short-circuit	d
L	负荷	load	fh
li	线路	line	xl
lv	低压, 低电压的	low-voltage	DY
m	记忆	memorial	j
max	最大值	maximum	zd
min	最小值	minimum	zx
n	无	nil	w
N, n	额定	nominal	E, e
NS	不同时, 不同期	non-synchronous	bt
O	振荡	oscillation	Z
O	空载	zero	O
OC	过电流	overcurrent	GL
OL	过负荷	overload	gf
OV	过电压	overvoltage	GY
p	极化	polarizing	jh
pe	允许, 容许	permissible	y
ph	相	phase	φ , x
pk	峰点	peak	fd
qb	速断, 迅速断开	quick-break	SD
R	电阻	resistance	R
r	无功的	reactive	r
r	实际的	real	S

续表三

右下角标符号	中文含义	英文含义	旧符号
R, r	返回	return	fh
re	阻力	resistance	zl
REL, rel	可靠	reliable	K
S	采样	sample	C
S	电源, 系统	source, system	y, xt
S	降压, 降低	step-down	j
SS	自启动	self-start	zq
St	同型	same type	tx
Su	冲击, 浪涌, 骤增	surge	YL
sen	灵敏	sensitive	lm
SET, set	整定	setting	zd
tr	过渡	transition	g
unb	不平衡的	unbalanced	bp
u	电压	voltage	y
w	导线	wire	x
w	接线	wiring	jx
w	工作	work	g
x	电抗	reactance	k
z	阻抗	impedance	z
Δ	差	difference	Δ
Σ	和	summation	Σ

目 录

第一章 继电保护的基础知识	1
第一节 继电保护的涵义和功用.....	1
第二节 对继电保护的基本要求.....	2
第三节 继电保护的原理概念和分类.....	4
第四节 继电保护的发展概况.....	6
第五节 电磁型继电器.....	7
第二章 电网相间短路的电流保护、电压保护和电流方向保护	15
第一节 电流保护.....	15
第二节 电压保护.....	28
第三节 电流方向保护.....	30
第三章 电网的接地保护	44
第一节 中性点直接接地系统的接地保护.....	44
第二节 中性点不接地系统的单相接地保护.....	52
第四章 电网的距离保护	56
第一节 距离保护的基本概念.....	56
第二节 整流型圆特性阻抗继电器.....	58
第三节 距离保护的接线方式和整定校验.....	67
第四节 影响距离保护正确工作的因素和防止措施.....	73
第五节 一种 110~220 kV 输电线路保护屏概述.....	82
第五章 自动重合闸和备用电源自动投入装置	85
第一节 自动重合闸的意义与对其要求.....	85
第二节 单侧电源线路的自动重合闸.....	86
第三节 双侧电源线路的自动重合闸.....	88
第四节 备用电源自动投入装置.....	93
第六章 变压器保护	99
第一节 变压器的故障及不正常工作状态.....	99
第二节 变压器的瓦斯保护.....	100

第三节	变压器的电流速断保护	101
第四节	变压器的差动保护	103
第五节	变压器的电流保护	108
第六节	牵引变电所变压器保护举例	113
第七节	斯科特接线牵引变压器的差动保护	117
第八节	平衡牵引变压器和三相 V, v 接线牵引变压器差动保护	120
第九节	利用二次谐波制动和鉴别波形间断角的差动保护	124
第七章	交流牵引网保护	127
第一节	交流牵引负荷与交流牵引网短路参数的特点	127
第二节	交流牵引网的距离保护	128
第三节	利用牵引负荷特点构成的保护	143
第四节	牵引网成套保护装置简介	147
第五节	一般牵引网的保护方式和整定计算	150
第六节	AT 供电系统牵引网的保护方式和整定计算	156
第八章	交流牵引网故障测距原理	164
第一节	线路故障测距的基本概念	164
第二节	一般牵引网故障测距原理	165
第三节	AT 供电系统牵引网故障测距原理	167
第九章	电容补偿装置和母线保护	173
第一节	并联电容补偿装置保护	173
第二节	串联电容补偿装置保护	179
第三节	母线保护	181
第十章	继电保护的设计原则	184
第一节	继电保护设计的任务和程序	184
第二节	继电保护设计中应注意的一些技术问题	185
第十一章	微型计算机继电保护的基本原理	188
第一节	微型计算机继电保护概述	188
第二节	微型计算机继电保护的基本硬件结构	190
第三节	数字滤波与微机保护算法的基本概念	196
第四节	提高微机保护可靠性的措施	203
第十二章	微机保护系统在电气化铁道的应用	206
第一节	牵引供电设施各微机保护系统的相同(或相近)内容	206
第二节	主变压器微机主保护装置	210

第三节 主变压器微机后备保护装置..... 218

第四节 牵引网微机保护测控装置..... 224

第五节 并联电容补偿微机保护测控装置..... 229

第六节 动力变压器微机保护测控装置..... 234

第七节 牵引变电所综合自动化系统..... 237

附录 A 常用继电器线圈和触点以及逻辑电路的名称和图形..... 243

附录 B 短路保护的最小灵敏系数..... 244

参考文献..... 245

第一章 继电保护的基础知识

第一节 继电保护的涵义和功用

一、继电保护的涵义

图 1.1 是某电气化铁道供电系统的部分示意图。虚线框内是牵引变电所，通过 110 kV 三相输电线路，由电源 I 和电源 II 供电。 T_1 、 T_2 是两台主变压器，用来将 110 kV 三相电压变换为 27.5 kV 单相电压向接触网供电。 T_3 是一台动力变压器，将 27.5 kV 三相电压降低为 6~10 kV 三相电压，向牵引变电所附近电力用户供电。 $QF_1 \sim QF_{12}$ 是断路器。

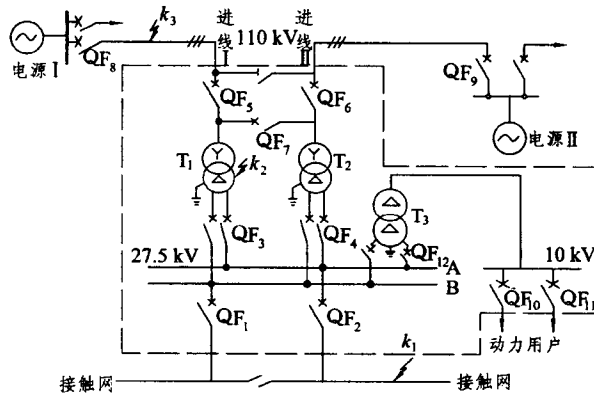


图 1.1 供电系统

断路器是用来带负荷操作断开和接通电路的高压开关电器。正常送电时，用控制开关(SA)操作将断路器合闸。停电时，用控制开关(SA)操作将断路器分闸。如果相关的带电部分发生短路故障，断路器应当自动跳闸，将短路故障切除。但是，怎样才能断定确实发生了短路从而使断路器自动跳闸呢？这就要有这样一种自动装置，它经常地测定供电系统运行中的状态，并将该测定值和预先整定好的基准值相比较，从而正确地判别正常和故障状态。当供电系统发生故障时，它按设计要求自动地发出必要的指令，使与故障点直接有关的断路器跳闸并显示信号(有些情况下只发出信号)。这样的自动装置就是继电保护装置。它是由各种继电器、电子元件与互感器等按一定要求组合而成的。

二、继电保护的功用

继电保护对保证电力系统正常运行是非常重要的。其功用如下：

(1) 用来切除短路故障。如图 1.1 所示的供电系统，共有十多台断路器，每台断路器都配有专门的继电保护装置。如果没有符合要求的继电保护装置，那么短路故障就不能被迅速切除，从而造成严重的危害：

① 影响工农业和交通运输业的正常生产。如接触网短路，电力机车无法运行，造成电气化铁路运输中断。同时变电所母线电压降低，影响对电力用户正常供电。

② 使电气设备损坏或缩短寿命。短路时，不但短路点产生电弧，而且短路回路电流急剧增大，使电气设备严重发热，并承受巨大的电动力，遭受损坏或缩短寿命。

③ 破坏电力系统运行的稳定性。双电源之间某点发生短路时，可能引起电力系统解裂，影响整个电力系统的正常运行。

(2) 用来发出不正常运行状态的信号。如发生主变压器过负荷、过热、轻瓦斯，控制回路断线，绝缘不良等不正常状态时，继电保护发出相应的信号，引起值班人员注意，及时采取措施，消除不正常状态。

(3) 继电保护与自动重合闸装置配合使用，对于改善供电方案，进一步提高供电质量很有价值。实践证明，电线路 70% 左右的短路故障属于瞬时性故障，具有自消性，即在继电保护装置动作、断路器跳闸后短路故障可以自行消除，采用自动重合闸装置将断路器重合闸后仍能继续正常供电。

对于少数非自消性故障，虽然重合闸不成功，但由于有了完善的继电保护装置，断路器可以再次迅速跳闸，将故障切除。

由此可见，继电保护是保证电力系统安全运行和提高供电质量的重要手段。如果没有符合要求的继电保护，要想保证电力系统正常运行是不可能的。

第二节 对继电保护的基本要求

根据继电保护在电力系统中所担负的任务，一般情况下，对动作于跳闸的继电保护在技术上有四条基本要求：选择性、速动性、灵敏性、可靠性。

一、选择性

一般来说，电力系统某点发生短路时，继电保护应当只将与短路部分直接有关的断路器跳闸，把故障部分切除后，非故障部分仍能继续运行，使停电范围最小。继电保护的这种动作性能就叫做有选择性。例如，图 1.1 中，当 k_1 点短路时，应当只是 QF_2 跳闸；当 k_2 点短路时，应当只是 QF_3 、 QF_5 、 QF_7 跳闸；当 k_3 点短路时，应当只是 QF_5 、 QF_8 跳闸。将短路故障部分切除后，其余非故障部分仍能继续供电。选择性由合理地采用继电保护方式与正确地整定计算、调试、运行维护来保证。

二、速动性

电力系统发生短路故障时，继电保护应当尽快地动作，使与短路点直接有关的断路器跳

闸，迅速将故障切除。其目的是：

- ① 缩短用户在电压降低的情况下工作的时间；
- ② 减轻电气设备可能受损坏的程度；
- ③ 防止故障扩展；
- ④ 有利于提高电力系统并列运行的稳定性。

从理想情况考虑，速动性不应当影响选择性。例如，图 1.1 中，如果 k_1 点发生短路，短路电流也同时流过变压器 T_1 和 T_2 ，其保护装置的动作时限应大于 QF_2 保护装置的动作时限，这样才能保证选择性。但是，如果变压器内部(例如图 1.1 中 k_2 点)发生短路，其两侧的断路器应尽快跳闸。可见速动性与选择性是有矛盾的。为了兼顾两者的要求，往往需要采用比较复杂的继电保护装置。

对发生不正常运行状态时只需要发出信号的继电保护装置，一般不要求迅速动作，而是按照选择性的要求发出信号。

三、灵敏性(也叫灵敏度)

继电保护的灵敏性，是指在它的保护范围内发生短路或不正常状态时，保护装置能敏锐反应并动作的能力，没有因反应不灵敏而拒动的现象。灵敏性一般用灵敏系数来衡量。

(1) 对于反应短路时参数量增加的保护装置：

$$\text{灵敏系数} = \frac{\text{保护区末端金属性短路时短路参数的最小计算值}}{\text{保护装置的動作参数整定值}}$$

例如，过电流保护装置的灵敏系数为：

$$K_{\text{sen}} = \frac{I_{k \cdot \min}}{I_{\text{ACT}}} \quad (1.1)$$

式中 $I_{k \cdot \min}$ ——保护区末端金属性短路时的最小短路电流；

I_{ACT} ——过电流保护装置的動作电流。

(2) 对于反应短路时参数量降低的保护装置：

$$\text{灵敏系数} = \frac{\text{保护装置動作参数的整定值}}{\text{保护区末端金属性短路时短路参数的最大计算值}}$$

例如，低电压保护装置的灵敏系数为：

$$K_{\text{sen}} = \frac{U_{\text{ACT}}}{U_{k \cdot \max}} \quad (1.2)$$

式中 U_{ACT} ——低电压保护装置的動作电压；

$U_{k \cdot \max}$ ——保护区末端短路时，在保护装置安装处母线上的最大残余电压。

四、可靠性

继电保护的可靠性是指其元件与接线等都经常处于良好状态，在它的保护范围内发生属

于它应该动作的短路时，不应该由于它本身有缺陷而拒绝动作；当发生其余任何不应该由它动作的短路时，或者没有发生短路时，则不应该由于它本身有缺陷而误动作。简单地说，可靠性是指保护装置该动作时应可靠动作，不该动作时应可靠不动作。为了提高继电保护的可靠性，应注意以下几点：

- ① 设计时，选择的保护装置应合乎科学，采用的继电器及触点应尽可能少，选择的继电器和其他元件应当质量高、动作可靠，并且正确地整定计算。
- ② 装配、施工时，应正确无误，保证质量。
- ③ 合理调整试验，加强运行维护管理。

第三节 继电保护的原理概念和分类

一、继电保护的工作原理概念

以图 1.2 所示最简单的电流保护工作原理示意图为例来说明。当保护范围内发生短路时，电流互感器 TA 的一次电流 I_1 增大，因而二次侧流入继电器 K 中的电流 I_2 也增大，如果超过给定值（在继电保护中叫做整定值），则继电器的衔铁动作，触点闭合，使跳闸线圈 YR 受电，铁芯被向上吸动，顶开脱扣机构，使断路器跳闸。断路器跳闸后，它的辅助触点 QF 断开，YR 断电。在正常运行时， I_2 小于整定值，继电器不动作。

可见这种继电保护的核心是电流继电器，它通过电流互感器受电，经常测量着电流值，并与整定值进行比较，一旦超过整定值就动作，向断路器跳闸机构送出跳闸命令。

有的继电器（如整流型继电器）不能直接与电流互感器连接，需要经过变换电路。有的继电器，例如阻抗继电器，测量的是 $Z=U/I$ ，需要同时与电流互感器和电压互感器连接。因而继电保护装置可概括地画成图 1.3 所示的结构方框图。

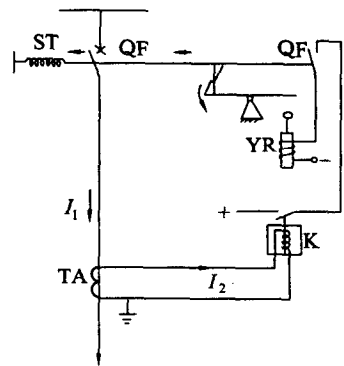


图 1.2 电流保护作用示意图
QF—断路器；ST—分闸弹簧；
YR—跳闸线圈；K—继电器；
TA—电流互感器

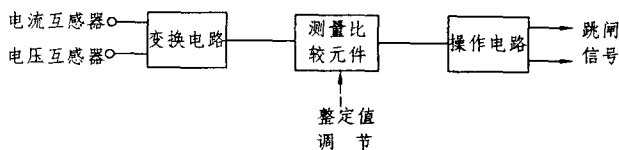


图 1.3 保护装置结构方框图

变换电路——将电流互感器、电压互感器二次侧的电流、电压变换为测量比较元件所需要的输入量。

测量比较元件——电流继电器、阻抗继电器等，当被测量符合整定值条件时，测量比较

元件动作。

操作电路——实现一定控制要求的直流电路，经过它去接通所需要的跳闸电路和信号电路。

二、继电保护装置的分类

1. 按保护装置反应的电参数分类

(1) 电流保护——测量比较元件反应的是流过保护安装处的电流 I 。正常时，电流小于整定值，保护不动作。当发生短路、电流等于或大于整定值时，保护动作。

(2) 低电压保护——测量比较元件反应的是保护安装处的电压 U 。正常时，电压高于整定值，保护不动作。当发生短路、电压等于或低于整定值时，保护动作。

(3) 距离保护——测量比较元件反应的是从保护安装处至短路点的线路阻抗 $Z=U/I$ 。正常时，电流 I 小，电压 U 高，阻抗 Z 大于整定值，保护不动作。在短路情况下，保护安装处电流回路中的电流 I 增大，母线电压 U 降低，阻抗 Z 减小；当 Z 小于整定值时，保护动作。

(4) 差动保护——测量比较元件反应的是被保护设备两端的电流差 I_d 。正常时和保护范围外部短路时，该电流差小，保护不动作。当保护范围内发生短路时，该电流差增大，保护动作。

(5) 方向性保护——在双侧电源线路中，为了判别短路的方向，确保继电保护的选择性，往往增加方向元件，或使测量比较元件本身具有方向性，从而构成具有方向性的保护装置。正常时或反方向短路时，保护不动作。正方向短路时，保护动作。

(6) 反应某一对称分量(如零序分量或负序分量)的保护——这时在变换电路中应包括对称分量滤过器，以获得所需要的相序分量。正常时，该相序分量小于整定值，保护不动作。当发生不对称短路故障，导致零序或负序分量等于或大于整定值时，保护动作。

2. 按保护装置的构成元件分类

(1) 电磁型保护——由电磁型继电器构成。

(2) 感应型保护——测量比较元件由感应型继电器构成。

(3) 整流型保护——测量比较元件由整流型继电器构成。

(4) 晶体管型保护——由晶体管型继电器构成。

(5) 集成电路型保护——由集成电路型继电器构成。

(6) 微型计算机保护——由微型计算机和相关的电路构成。

3. 按被保护设备分类(即按用途分类)

(1) 线路保护——被保护设备是线路。

(2) 母线保护——被保护设备是母线。

(3) 变压器保护——被保护设备是变压器。

(4) 牵引网保护——被保护设备是牵引网。

(5) 电容补偿装置保护——被保护设备是电容补偿装置。

4. 按保护的后备问题分类

(1) 主保护。

(2) 后备保护：包括近后备保护和远后备保护。

(3) 辅助保护。

它们的含义见第十章第二节。

第四节 继电保护的发展概况

熔断器可说是最早的过电流保护，它的特点是融保护装置与切断电流的装置于一体，因而最简单。它至今仍广泛用作低压配电线路、小型配电变压器和低压用电设备的保护。由于电力系统的迅速发展，熔断器不能满足选择性和速动性的要求，于是出现了作用于专门的断流装置(断路器)的电磁型过电流继电器。

20世纪初，继电器开始广泛应用于电力系统的保护。1901年，出现了用感应型电流继电器构成的电流保护；1908年，提出了电流差动保护；1910年，开始采用电流方向保护，应用了感应型功率方向继电器；1920年，应用了感应型阻抗继电器构成的距离保护；1927年以后，开始应用输电线路的高频保护，应用了电子管构成的高频发送与接收电路。

20世纪50年代以前的继电保护装置都是由电磁型、感应型继电器构成的，这些继电器都具有机械转动部分，统称为机电式继电器。由这些继电器构成的继电保护装置称为机电式保护装置。机电式保护装置虽然工作比较可靠，运行经验丰富，但是体积大，功率消耗多，动作速度慢，机械转动部分和触点容易磨损或粘连，调试比较复杂，不能满足超高压、大容量电力系统的要求。

20世纪60年代以来，随着半导体技术的迅速发展，应用半导体器件的整流型保护装置和晶体管型保护装置逐渐受到重视，并推广应用。晶体管型继电保护的优点是：动作迅速、灵敏度高、体积小、重量轻、功率消耗少、无触点、无机械磨损等。其缺点是：离散性大、抗干扰能力较差、工作可靠性较低。经过继电保护工作者不懈地努力，这些缺点逐步得到了满意的解决，使晶体管型保护装置的正确动作率达到了同机电式保护装置一样的水平。20世纪70年代是晶体管型和整流型继电保护装置在我国被大量采用的时期，满足了当时电力系统向超高压、大容量方向发展的需要。晶体管型继电保护装置由于无机械转动部分而称为静态继电保护装置。

随着电子技术的发展，出现了体积更小、工作更可靠的集成运算放大器和其他集成电路元件。这就促使静态继电保护装置向集成电路化方向发展。20世纪80年代后期，是静态继电保护装置从第一代(晶体管型)向第二代(集成电路型)过渡和发展的时期。

20世纪70年代以来，随着电子计算技术的迅速发展，特别是微处理器技术的迅速发展及其价格的急剧下降，出现了微型计算机型继电保护装置(简称微机保护)。我国在微机保护方面的研究，也取得了可喜的成果。1984年，我国第一套高压输电线路微机保护在电力系统投入试运行，到80年代后期通过部级鉴定，并投入小批量生产。在我国电气化铁道方面，