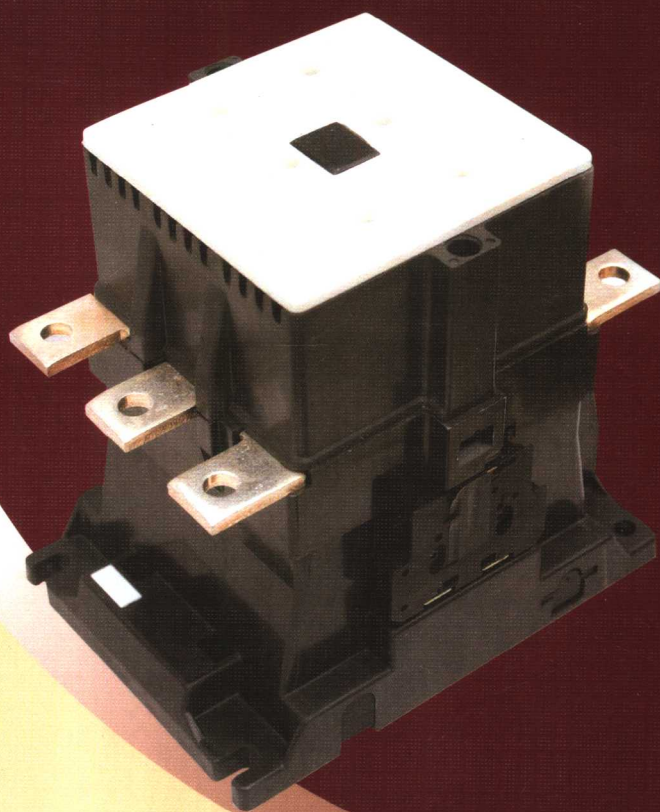


电 气 设 备 丛 书

低压电器

黄永红 张新华 主编



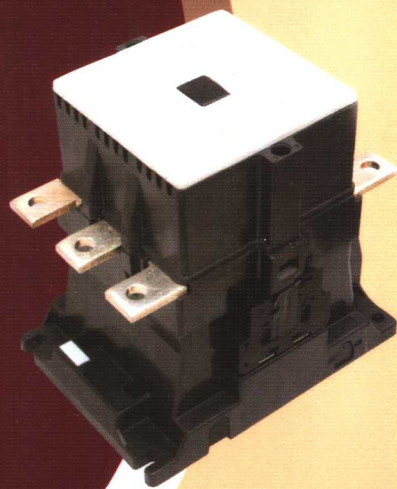
化学工业出版社

电 气 设 备 丛 书

电机原理与应用
变压器原理与应用
高压电器

低压电器

漏电保护器
电气测量仪器
开关电源技术
防雷与接地装置
防爆电器
电热设备



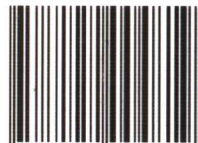
销售分类建议：电气



www.cip.com.cn

读科技图书 上化工社网

ISBN 978-7-122-00481-9



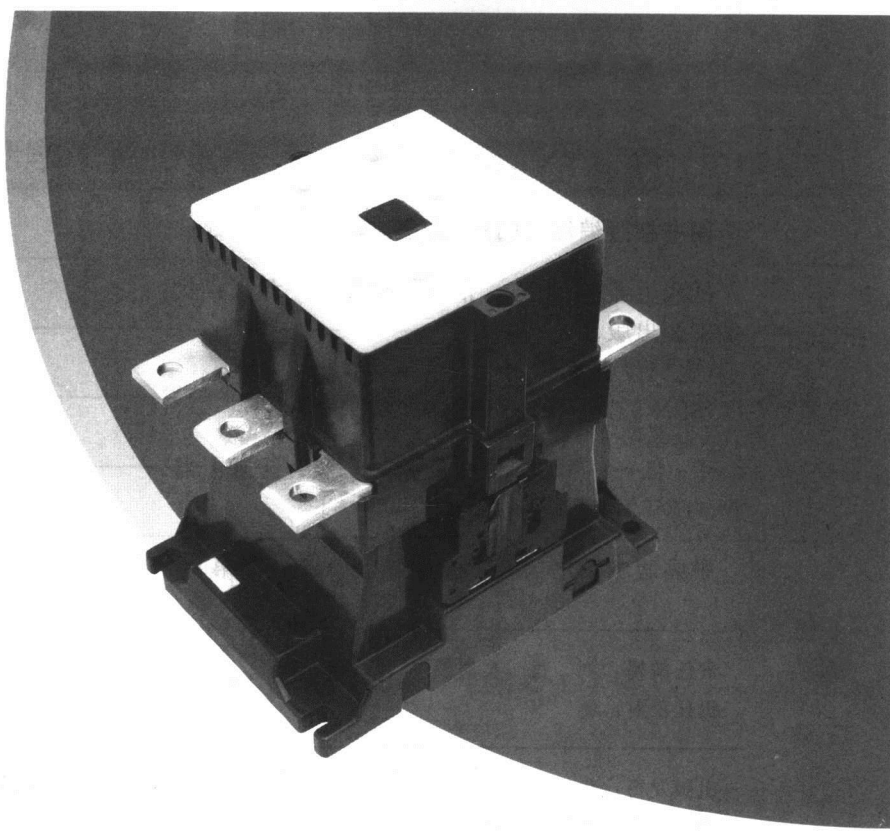
9 787122 004819 >

定价：33.00元

电 气 设 备 丛 书

低压电器

● 黄永红 张新华 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书主要介绍了接触器、低压断路器、继电器、熔断器、刀开关、主令电器、电磁启动器等常用低压电器的用途、基本结构、工作原理、技术数据以及选择、安装、使用、维护、修理等基本知识,以帮助读者正确选择、使用和维修低压电器。

本书内容丰富、图文并茂、实用性强。

本书可供从事低压电器选用和维修的电气技术人员、各行业电工使用,也可供大、中专院校有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

低压电器/黄永红,张新华主编. —北京:化学工业出版社,2007.7

(电气设备丛书)

ISBN 978-7-122-00481-9

I. 低… II. ①黄…②张… III. 低压电器
IV. TM52

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第077551号

责任编辑:刘哲 高墨荣

责任校对:蒋宇

装帧设计:于兵

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)

印刷:大厂聚鑫印刷有限责任公司

装订:三河市延风装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张15½ 字数365千字 2007年7月北京第1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:33.00元

版权所有 违者必究

《电气设备丛书》编委会名单

主 任 孙玉坤

副主任 赵德安 李金伴 陆一心

委 员 方昌林 张培寅 王尽余

张植保 周新云 周 洋

沈培坤 谭延良 黄永红

杨 东 盛占石

前 言

随着科学技术的迅猛发展,电气设备发展日新月异。尤其是以计算机、信息技术为代表的高新技术的发展,使制造技术的内涵和外延发生了革命性的变化,传统的电气设备设计、制造技术不断吸收信息控制、材料、能源及管理等领域现代成果,综合应用于产品设计、制造、检测、生产管理和售后服务。在生产技术和生产模式等方面。许多新的思想和概念不断涌现,而且,不同学科之间相互渗透、交叉融合,衍生新的研究领域,迅速改变着传统电气设备制造业的面貌,产品更新换代极为频繁。21 世纪电气设备发展的总趋势是强弱电技术的融合更为密切;多学科、多专业的交叉更为深入;我国电气产品与国际接轨的步伐将迈得更大,国内外的技术交流也将更为广泛。

当今世界,科学技术发展迅速,知识经济发展显现端倪,综合国力的竞争日趋激烈。国力的竞争,归根结底是科技与人才的竞争。为了适应社会主义现代化建设的需要,我们组织编写了这套《电气设备丛书》(以下简称《丛书》),满足广大电气工作者和爱好者的迫切需要。

《丛书》编写时从实用出发,力求理论与实际相结合,突出新颖性,介绍电气设备的结构、工作原理、技术参数、适用场合、技术操作要点、运行与维护经验等,并注重理论联系实际,融入应用实例,突出技能和技巧。

《丛书》本着求精避繁的原则,对电气设备的基础理论、材料、器件、应用电路、安装、调试、运行与维护等适用面广、使用频率高和实用性强的技术内容做了详细的阐述。同时,还从实际出发,介绍反映电工电子、电力电子、计算机、自动控制、传感器技术、机电一体化的相互交叉、纵横结合的发展大趋势。

本套丛书共 10 分册,包括:《防爆电器》、《防雷与接地装置》、《电气测量设备》、《电热设备》、《开关电源技术》、《漏电保护器》、《高压电器》、《低压电器》、《变压器原理与应用》、《电机原理与应用》。

本书为《低压电器》分册。

低压电器产品在电力、石化、建筑等领域广泛使用。随着改革开放的深入开展和 WTO 的加入,国外一些知名电器制造厂家不断涌进国内市场,使得低压电器产品日益丰富多样,低压电器产品市场竞争更为激烈。我国低压电器产品面临新的挑战,也促进了我国低压电器产品的高速发展,加快了更新换代的步伐。近年来,我国低压电器行业出现了巨大的变化,新产品日新月异,新品种、新系列不断涌现,老产品的性能大有改进和提高,产品规格不断完善和齐全。一批实力较强的电器制造厂家,注重新产品的开发和研制,新技术、新工艺不断出现。目前国内外低压电器产品正朝着体积小、电子化、智能化、组合化、模块化、多功能化方向发展。作为电气技术人员,需要不断了解和跟踪当前低压电器的发展动向。

为适应形势的发展,也为了电气工作者能合理选择和正确使用低压电器产品,本书主要介绍了常用低压电器的工作原理、典型产品的特点以及如何选用、使用、维护、维修等内容,重点介绍了接触器、低压断路器、继电器、熔断器、刀开关、主令电器等。本书在编写

中注重内容的先进性与新颖性，尽量介绍最新、最典型产品。所用文字符号和图形符号参照了最新国家标准。

本书由黄永红、张新华、刘元清编写。其中第1~3章由黄永红编写，第5~7章由张新华编写，第4、8章由刘元清编写，第9章由陈坤华编写。张好明帮助完成了本书的部分绘图工作和资料查找工作。全书由李金伴教授主审。

本书可供从事低压电器设计制造、安装使用、运行维护等方面的工程技术人员和技术工人参考使用，也可供大专院校、职业技术学校师生参考使用。

由于编者水平有限，不足之处在所难免，敬请读者指正。

编 者

2007年5月

化学工业出版社电气类图书

书 名	定 价
电工电子计算手册	42
最新实用电工手册	148
实用电机控制电路	39
实用电机控制电路维修技术	28
注塑机电子电气电路(附光盘)	45
注塑机电路维修(第二版)	45
注塑机操作与调校技术	32
工厂电气控制电路实例详解	25
工厂电气技术丛书——电力电缆的安装、运行与测量	15
工厂电气技术丛书——电气工程和电力电子技术	20
工厂电气技术丛书——工厂电气故障与排除方法	35
电气识图	35
电工必读	23
电工计算 100 例	19
电气工人识图 100 例	23
小功率异步电动机维修技术	39
电气技术丛书——UPS 应用技术	28
电气技术丛书——自备电厂	45
电气材料手册	70
电气工程手册——石化、石油、天然气行业电气工程师用书	69
电气设备丛书——电气测量仪器	29
电气设备丛书——电热设备	38
电气设备丛书——防爆电器	29
电气设备丛书——防雷与接地装置	23
电气设备丛书——电机原理与应用	32
电气设备丛书——开关电源技术	35
技术工人岗位培训读本——维修电工	28
技术工人岗位培训题库——运行电工	29
职业技能鉴定培训读本(初级工)——电工基础	23
职业技能鉴定培训读本(初级工)——电工识图	20
职业技能鉴定培训读本(技师)——维修电工	36
职业技能鉴定培训读本(高级工)——维修电工	31
特种作业安全技术培训教材——电工(高压运行维修)	18
特种作业安全技术培训教材——电工(低压运行维修)	25
电工技术培训读本——电工材料	18
电工技术培训读本——工厂电气试验	19
电工技术培训读本——工厂供配电技术	19
电工技术培训读本——电路与电工测量	18
电工技术培训读本——电气运行与管理技术	14
电工技术培训读本——电气控制与可编程控制器	24

以上图书由化学工业出版社 机械·电气分社出版。如要出版新著,请与编辑联系。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

编辑:010-64519263

目 录

第 1 章 低压电器概述	1
1.1 低压电器的定义与分类	1
1.2 低压电器的发展概况与发展动向	3
1.2.1 我国低压电器的发展历程	3
1.2.2 我国低压电器产品总体发展方向	4
1.2.3 低压断路器的发展动向	7
1.2.4 启动器的发展	8
1.2.5 建筑电器（终端电器）的发展	9
1.3 电磁式电器的组成与工作原理	10
1.3.1 电磁机构	10
1.3.2 触点系统	13
1.3.3 灭弧系统	15
1.4 电磁式电器的常见故障与维修	17
1.4.1 电磁系统的常见故障及维修	17
1.4.2 触点系统的检查和故障处理	19
1.4.3 灭弧系统的常见故障与维修	22
1.5 低压电器的主要技术性能指标和参数	23
1.5.1 开关电器和控制电器	23
1.5.2 低压电器的主要技术性能及参数	24
第 2 章 低压断路器	31
2.1 低压断路器的结构和工作原理	31
2.1.1 用途和分类	31
2.1.2 低压断路器的工作原理	32
2.1.3 低压断路器的触点系统	33
2.1.4 低压断路器的灭弧系统	34
2.1.5 脱扣器	34
2.1.6 操作机构	37
2.2 低压断路器的主要技术参数	38
2.2.1 额定电压与额定电流	38
2.2.2 动作时间	39
2.2.3 保护特性	40
2.2.4 电寿命和机械寿命	41
2.2.5 断路器的型号说明及表示方法	41
2.3 常用典型低压断路器	42

2.3.1	万能式断路器	42
2.3.2	塑料外壳式断路器	47
2.3.3	智能化断路器	51
2.4	低压断路器的选用与维修	56
2.4.1	低压断路器的选用	56
2.4.2	低压断路器的安装使用和维护	58
2.5	漏电保护器	60
2.5.1	漏电保护器的作用及分类	60
2.5.2	漏电断路器的工作原理及主要产品	61
2.5.3	漏电保护器的选用	63
2.5.4	漏电保护器的安装与接线	64
2.5.5	漏电保护器的使用与维修	66
第3章	接触器	69
3.1	接触器的用途与工作原理	69
3.1.1	交流接触器的结构与工作原理	69
3.1.2	直流接触器的结构与工作原理	71
3.1.3	接触器的主要技术参数、型号含义及表示符号	72
3.2	接触器的典型产品	74
3.2.1	交流接触器主要产品	74
3.2.2	切换电容器接触器	77
3.2.3	机械联锁(可逆)交流接触器	78
3.2.4	交流真空接触器	78
3.2.5	直流接触器主要产品	80
3.2.6	智能化接触器	81
3.2.7	无声节电器和节电型交流接触器	82
3.3	接触器的选择、使用与维护	90
3.3.1	接触器的选用	90
3.3.2	接触器的使用与维修	92
第4章	继电器	95
4.1	继电器的分类与特性	95
4.2	电磁式继电器	97
4.2.1	电磁式继电器的构成及工作原理	97
4.2.2	通用继电器	98
4.2.3	电磁式继电器的参数整定方法及表示	100
4.2.4	电磁式继电器的选用	100
4.3	时间继电器	100
4.3.1	时间继电器的定义与分类	100
4.3.2	直流电磁式时间继电器	101
4.3.3	空气阻尼式时间继电器	102

4.3.4	电子式时间继电器	104
4.3.5	时间继电器的选用	106
4.4	热继电器	106
4.4.1	热继电器概述	106
4.4.2	热继电器的工作原理	106
4.4.3	带断相保护的热继电器	107
4.4.4	热继电器的主要技术要求及参数	108
4.4.5	常用热继电器产品	109
4.4.6	热继电器的选择、使用和维护	111
4.5	其它常用继电器	114
4.5.1	温度继电器	114
4.5.2	速度继电器	115
4.5.3	压力继电器	116
4.5.4	固态继电器	117
4.5.5	舌簧继电器	119
4.5.6	极化继电器	123
4.5.7	磁保持继电器	125
第5章	低压熔断器	129
5.1	概述	129
5.1.1	低压熔断器的用途及分类	129
5.1.2	熔断器的结构及工作原理	130
5.1.3	熔断器的主要技术参数	131
5.1.4	熔断器的型号、电气图形和文字符号	133
5.2	常用低压熔断器	133
5.2.1	常用低压熔断器的类型及使用场合	133
5.2.2	插入式熔断器	134
5.2.3	螺旋式熔断器	135
5.2.4	无填料封闭管式熔断器	136
5.2.5	有填料封闭管式熔断器	137
5.2.6	半导体器件保护用熔断器	141
5.2.7	自复熔断器	142
5.3	熔断器的选用与维护	143
5.3.1	熔断器选用的一般原则	143
5.3.2	熔体额定电流的选择	144
5.3.3	快速熔断器的选择	145
5.3.4	熔断器的安装、使用与维护	146
第6章	刀开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器	149
6.1	刀开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器的用途及分类	149
6.2	刀开关	150

6.2.1	刀开关的结构和工作原理	150
6.2.2	刀开关的主要技术参数	152
6.2.3	常用刀开关和隔离器	153
6.2.4	刀开关的选用、安装、使用与维护	154
6.3	组合开关	155
6.3.1	组合开关的结构和工作原理	156
6.3.2	常用组合开关	156
6.3.3	组合开关的选择与使用	159
6.4	负荷开关	160
6.4.1	开启式负荷开关	160
6.4.2	封闭式负荷开关	162
6.5	熔断器式刀开关	165
6.5.1	熔断器式刀开关的用途、结构和工作原理	165
6.5.2	常用熔断器式刀开关	165
6.5.3	熔断器式刀开关的安装、使用与维护	166
第7章	主令电器	169
7.1	按钮开关	169
7.1.1	按钮开关的用途和分类	169
7.1.2	按钮开关的结构和工作原理	170
7.1.3	按钮开关的选择、使用和维护	171
7.2	位置开关	171
7.2.1	行程开关	171
7.2.2	微动开关	174
7.2.3	接近开关	174
7.2.4	位置开关的选择和使用	176
7.3	万能转换开关	177
7.4	主令控制器	180
7.5	信号灯	181
第8章	启动器	185
8.1	启动器的用途、分类	185
8.1.1	启动器的用途和分类	185
8.1.2	启动器的主要技术参数	186
8.2	全压直接启动器	186
8.2.1	可逆式电磁启动器	186
8.2.2	DRB、DEB、MSB 系列电磁启动器	187
8.2.3	QZ610 系列电动机保护启动器	189
8.2.4	电磁启动器的安装和维护	189
8.3	常用减压启动器	190
8.3.1	星-三角启动器	190

8.3.2	自耦减压启动器	194
8.3.3	延边三角形启动器	198
8.3.4	频敏变阻器降压启动	199
8.3.5	软启动器	200
8.4	启动器的选用	202
8.4.1	启动方式的选择	202
8.4.2	启动器的选择	204
第9章	其它低压电器及其应用	205
9.1	牵引、起重和制动电磁铁	205
9.1.1	牵引电磁铁	205
9.1.2	起重电磁铁	206
9.1.3	制动电磁铁	207
9.2	电磁吸盘和退磁盘	212
9.3	电磁离合器	214
9.3.1	牙嵌式电磁离合器	215
9.3.2	摩擦片式电磁离合器	215
9.3.3	铁粉式电磁离合器	219
9.3.4	转差式电磁离合器	219
9.4	电磁阀	221
9.4.1	电磁阀的用途、分类	221
9.4.2	电磁阀的结构	221
9.5	电磁铁的选用、安装与维护	222
9.5.1	常用电磁铁的选用	222
9.5.2	电磁铁的安装与维护	224
9.5.3	电磁制动器的常见故障与排除	225
9.6	电阻器	225
9.6.1	电阻器的用途和分类	225
9.6.2	电阻器的主要技术参数	226
9.6.3	常用工业电阻器	227
9.6.4	电阻器的安装、选用和维护	228
附录		230
附录1	常用低压电器的文字符号	230
附录2	常用低压电器的图形符号	231
参考文献		233

第 1 章

低压电器概述

1.1 低压电器的定义与分类

低压电器指工作在额定电压交流 1200V、直流 1500V 及以下的电路中，以实现对电路或非电路对象的切换、控制、检测、保护、变换和调节为目的的电器。

低压电器是组成成套电气设备的基础配套元件。采用电磁原理构成的低压电器元件，称为电磁式低压电器；利用集成电路或电子元件构成的低压电器元件，称为电子式低压电器；利用现代控制原理构成的低压电器元件或装置，称为自动化电器或智能化电器；根据低压电器的控制原理、结构原理及用途，又有终端组合式电器、智能化电器和模数化电器等。低压电器的发展趋势是功能化、电子化、模块化、组合化、智能化。

低压电器的种类繁多，结构各异，功能多样，用途广泛。其分类方法很多，根据低压电器在电气线路中所处的地位和作用，可分为低压配电电器和低压控制电器两大类，低压电器的分类及用途如表 1-1 所示。

表 1-1 低压电器的分类及用途

低压电器名称		主要品种	用 途
配电 电器	断路器	塑料外壳式断路器 框架式断路器	用于线路过载、短路、漏电或欠压保护，也可用于不频繁接通和分断电路
	熔断器	有填料熔断器 无填料熔断器 半封闭插入式熔断器 快速熔断器 自复熔断器	用于线路和设备的短路和过载保护
	刀形开关	大电流隔离器 熔断器式刀开关 负荷开关	主要用于电路隔离，也能接通、分断额定电流
	转换开关	组合开关 转换开关	主要用于两种及以上电源或负载的转换和通断电路
控制 电器	接触器	交流接触器 直流接触器 真空接触器 智能化接触器	主要用于远距离频繁地启动或控制交、直流电动机，以及接通、分断正常工作的主电路和控制电路
	启动器	直接(全压)启动器 星三角减压启动器 自耦减压启动器 变阻式转子启动器 半导体式启动器 真空启动器 软启动器 变频器	主要用于交流电动机的启动和正反向控制

续表

低压电器名称		主要品种	用 途
控制 电 器	控制继电器	电流继电器 电压继电器 时间继电器 中间继电器 温度继电器 热继电器 干簧继电器	主要用于控制系统中,控制其它电器或用作主电路的保护
	控制器	凸轮控制器 平面控制器 鼓形控制器	主要用于电气控制设备中转换主回路或励磁回路的接法,以达到电动机启动、换向和调速的目的
	主令电器	按钮 限位开关 微动开关 万能转换开关 脚踏开关 接近开关 程序开关	主要用于接通、分断控制电路,以发布命令或用于程序控制
	电阻器	铁基合金电阻	用于改变电路参数或变电能的热能
	变阻器	励磁变阻器 启动变阻器 频敏变阻器	主要用于发电机调压以及电动机的平滑启动和调速
	电磁铁	起重电磁铁 牵引电磁铁 制动电磁铁	用于起重、操纵或牵引机械装置

表 1-1 中基本分类均属于一般用途的低压电器。为满足某些特殊场合的需要,如防爆、化工、航空、船舶、牵引、热带等,在各类电器的基础上还有若干派生电器。

低压电器根据其工作方式可分为自动电器、手动电器两类。自动电器是依靠外来信号或其本身参数的变化,通过电磁或压缩空气来完成接通、分断、启动、反向和停止等动作;手动电器是通过外力(用手或经杠杆)操作手柄来完成上述动作。

低压电器根据其工作条件或使用环境条件可分为一般工业企业通用低压电器和特殊用低压电器(包括牵引低压电器、船用低压电器、矿用低压电器、船用低压电器、热带型低压电器、高原型低压电器)。

(1) 一般工业用电器 用于发电厂、变电所、机械制造等工业领域。作为配电系统和电气传动自动控制系统用电器及机床、通用机械的电气控制设备中的电器元件。

(2) 船用电器 具有一定耐潮、耐腐蚀和抗冲击、抗振动性能,适用于船舶、舰艇上的电器。

(3) 化工电器 具有一定耐潮、耐腐蚀和防爆性能,适用于化学工业的电器。

(4) 矿用电器 具有隔爆、密封、耐潮、抗冲击振动且整体非常坚固,适用于矿山井下作业的电器。目前已有控制电压至 600V、1140V 煤矿专用的电器。

(5) 牵引电器 用于汽车、拖拉机、起重机械、电力机车等交通运输工具的耐振与耐颠簸摇摆的电器。

(6) 航空电器 飞机和宇航设备特殊要求的电器。



1.2 低压电器的发展概况与发展动向

1.2.1 我国低压电器的发展历程

近年来,我国低压电器行业出现了巨大的变化,低压电器产品发展到了一个崭新的阶段。我国低压电器产品的发展大致可分为以下三个阶段。

第一阶段,在20世纪60年代初至70年代初,在模仿基础上自行设计开发了第一代统一设计产品。以CJ10、DW10、DZ10、JR16B等产品为代表,产品结构尺寸大、材料消耗多、性能指标不理想、品种规格不齐全。这代产品总体技术性能相当于国外50年代水平,有的是40年代水平,现已被淘汰,但这一代产品为我国低压配电和控制系统的发展起了重要作用。

第二阶段,在20世纪70年代后期到80年代,主要是在进行产品的更新换代和引进国外先进技术制造第二代产品。更新换代代表产品有CJ20接触器,DZ20、DW15断路器系列等。引进国外技术制造的代表产品有ME、3WE、3TB、B系列等。这批产品技术指标明显提高,保护特性较完善,体积缩小,结构上适应成套装置要求。总体技术性能水平相当于国外20世纪70年代末、80年代初的水平。其中:ME系列,引进德国AEC公司技术,国内型号为DW17系列;3WE系列、3TB系列,引进德国西门子公司技术,3TB系列的国内型号为CJX3系列;B系列,引进德国ABB公司技术。

第三阶段,在20世纪90年代,我国低压电器产业发展突飞猛进,不断跟踪国外新技术、新产品。自行开发、设计、研制的代表产品有DW40、DW45、DZ40、CJ40、S系列等,与国外合资生产的有M、F、3TF系列等。这些产品工作可靠、体积小,总体技术性能优良达到或接近国外20世纪80年代末、90年代初水平。其中:M系列,法国施耐德公司技术;F系列,德国F-G公司技术;3TF系列,德国西门子公司技术。虽然已有技术含量较高的第三代电器产品出现,但其市场占有率仅在10%左右。

为了尽快提高我国的电力系统、自动控制系统、自动监测系统的自动化水平,必须大力发展第三代电器产品,淘汰和改善老产品,使电器产品在研制、开发、生产、检测各阶段实现全面飞跃。

近十年来,我国低压电器制造业的发展飞速,特别是先进技术的引进,加快了新产品的问世。从国外公司引进的ME系列低压断路器、B系列交流接触器、T系列热继电器、NT和NGT系列熔断器、C45系列小型低压断路器等产品的制造技术,基本上实现了国产化,有的产品还返销到国外。如我国自行生产的DW15-2500框架式低压断路器,额定电压380V,分断能力为60kA,符合IEC国际标准,结构紧凑、新颖、使用维修方便、电动操作方式并附有应急和维修手柄、保护性能齐全。引进先进技术而开发的新产品B105系列交流接触器符合IEC和VDE标准,体积小,重量轻,结构紧凑,使用方便,机械寿命达1000万次,在额定电压380V、使用类别在AC-3时,电寿命达到100万次。RT20/RT30系列有填料封闭式熔断器,功耗低,分断能力高达120kA。

进入21世纪以来,低压电器在技术上和功能上都有了很大的发展,各种继电器、接触器和断路器已经普遍采用了电子和智能控制。随着现代设计技术、微机技术、微电子技术、计算机网络和数字通信技术的飞速发展,以及人工智能技术在低压电器中的应用,智能电器已经从简单的采用微机控制取代传统继电控制功能的单一封闭装置,发展到具有较完整的理



论体系和多学科交叉的电器智能化系统,成为电气工程领域中电力开关设备、电力系统继电保护、工业供电系统及工业控制网络技术新的发展方向。

1.2.2 我国低压电器产品总体发展方向

低压电器产品的发展方向,取决于国民经济的发展和现代工业自动化发展的需要,以及新技术、新工艺、新材料的研究与应用。随着我国电力系统的飞速发展,低压配电系统网络化迫在眉睫,大力发展有通信功能的低压电器,实现与低压配电网络通信,是实现低压配电系统网络化、提高低压配电系统自动化程度及信息化的基础。目前我国低压电器的总体发展方向大体如下。

(1) 传统低压电器的发展 随着科学技术的进步,新技术、新材料、新工艺的不断出现,传统低压电器需要不断更新换代,目前正向着高性能、高可靠、模块化、组合化、模数化、小型化和零部件通用化等几个方面发展。

模块化使电器制造过程大为简便,通过不同模块积木式的组合,使电器可获得不同的附加功能,例如新一代小容量接触器都设计成多功能组合模块式结构,在接触器主体的上下左右侧可按需要加装机械联锁、延时元件、辅助触点和瞬态过电压抑制元件等模块,以实现不同的功能要求。

组合化使不同功能的电器组合在一起,使电器结构紧凑,减少线路中所需元件品种,并使保护特性得到良好配合。如我国自行开发生产的 KBO 型控制与保护开关电器(CPS),就是一种典型的组合化低压电器,它兼有接触器、断路器和过载继电器功能。组合化是实现多功能的重要途径,一般有两种方式:一是功能组合,由各种功能组合而成,主单元可独立,其它不能;二是组合功能,把两种及以上的电器组合在一起。因此,低压电器的模块化、(宽度)模数化、(安装)导轨化、外形尺寸一致,功能协调是组合电器和成套电器的基础。

模数化使电器外形尺寸规范化,便于安装和组合;不同额定值或不同类型电器实现部件通用化,例如以 C45 系列为代表的各种品牌的小型高分断能力低压断路器,不同系列不同额定值均可安装在统一的 35mm 安装轨上,并可与模数化的熔断器、隔离器和电源插座等组合安装在一个安装平面上。

开关电器小型化有两层含义,一是电器本身的尺寸要小,另一方面是减小喷弧距离或实现“无飞弧”,以缩小安装这种电器的开关柜尺寸。近几年,国内很多单位开展了“无飞弧”断路器的研制。我国新设计的 S 系列、TM30 系列塑壳断路器及 DW45 系列框架断路器都已做到了零飞弧。这种断路器结构紧凑、体积小,其体积仅相当于同容量框架断路器的一半。

今后还应致力于研究新的灭弧系统和限流技术,实现开关电器“无飞弧”。如采用一种三维磁场集中驱弧技术来提高塑壳断路器的开断性能;采用旋转式双断点的限流结构,并在前后级保护特性配合方面实现“能量匹配”以提高开关电器开断能力的新概念;采用新的绝缘材料抑制由于电极的金属蒸气扩散至绝缘器壁上形成的金属粒子堆积层,加强对电弧的冷却作用等。

(2) 可通信低压电器的发展 随着计算机网络的发展与应用,要求低压电器能与上位机或中央控制计算机进行通信,为了实现低压电器的双向通信功能,低压电器必须向电子化、集成化、智能化及机电一体化方面发展。对可通信低压电器的基本要求是:带通信接口、通信规约标准化、可以直接挂在总线上及符合低压电器标准和相关 EMC (Electromagnetic Compatibility) 要求。因此,各种可通信低压电器一般采用三种方案。① 带通信接口电路,