

国外机械工业基本情况

低压电器

上海电器科学研究所 刘亚箴主编

机械工业出版社

一九九四年

中国电器工业协会 低压电器分会

低压电器

中国电器工业协会 低压电器分会

中国电器工业协会

低压电器分会

95
F416.61
3
2

低 压 电 器

XAH81/23

主 编	刘亚箴			
主 审	夏之光			
编写人	刘亚箴	张佩勋	张明曦	蔚国栋
	沈光炎	蔡忠勇	江海菊	高永岩
	吴金海	穆家华	何志华	张云庆
	仲崇光	曹庆国	滕来发	温永湘
	黄锡安	丁振起	何健成	徐培萍
	吴泰龙	黄义光	李桂英	江锦生
	张祥贤	丁正平	陈德桂	陆俭国
	颜威利	荣命哲	祝瑞琪	马少华



机械工业出版社

机械工业出版社

内容简介 本资料为《国外机械工业基本情况》的低压电器部分,全书共分9章。本书是一续篇,主要介绍80年代中、后期到90年代初期国外主要工业国低压电器工业和产品发展的概况和特点,以及今后发展的动向。并阐述了国外已开发的新技术、新工艺、新材料在低压电器中的应用,着重介绍了电子技术应用在低压电器中,开发电子式低压电器产品和智能化产品的情况;还介绍了计算机技术在低压电器的产品设计、制造、试验、监控等方面的应用。为提高产品可靠性,本书还介绍了可靠性技术。作者还收集了大量有关专家的出国考察报告,取其精华,向读者介绍了国外某些公司在发展产品开拓市场过程中演变的概况。

本资料内容丰富、技术新、信息量大。可供从事电器工业的工程技术人员和管理干部阅读,对于低压电器的用户也是一本很好的参考资料。

低 压 电 器

上海电器科学研究所 刘亚箴主编

*

责任编辑:盛秀峰

*

机械工业出版社(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

上海电器科学研究所发行

*

开本 787×1092 1/16·印张 20·字数 495 千字

1994年3月上海第一次印刷

印数 0.001-3000·定价:49.00元

*

统一书号:ISBN7-111-03834-7/TM·481

出 版 说 明

机械工业肩负着为国民经济各部门提供实用、先进技术装备的重任。为适应社会主义市场经济体制的发展要求,必须大力发展机械工业。上质量、上品种、上水平,提高经济效益,是今后一个时期机械工业的战略任务。为了借鉴国外机械工业的发展道路、措施方法和经验教训,了解国外机械工业的生产、技术和管理水平,以便探索我国机械工业在社会主义市场经济体制下自我完善的发展道路,我们组织编写了第四轮《国外机械工业基本情况》。这一轮是在前三轮的基础上,围绕我国机械系统各行业和专业的发展战略,针对我国机械工业的技术发展的实际要求,全面系统地介绍国外机械系统各行业、企业、生产技术和科学研究等方面的综合情况,着重报道了国外机械工业 80 年代中后期到 90 年代初期的水平及到本世纪末的发展趋向。

第四轮《国外机械工业基本情况》共 50 余分册,参加组织编写的主编单位包括研究院所、工厂和高等院校共 50 余个,编写人员达 500 余人。本书《低压电器》分册,由机械部上海电器科学研究所负责组织编写,并担任主编。

参加编写的单位有上海电器科学研究所、机械部第七设计研究院、西安交大、河北工学院、沈阳工业大学、上海市电器技术研究所、天津市电器研究所、苏州电器科学研究所、重庆电器科学研究所、北京低压电器厂、北京开关厂、上海华通开关厂、上海人民电器厂、上海立新电器厂、上海电器成套厂、上海起重电器厂、沈阳低压开关厂、广州南洋电器厂、广州市电器工业公司、武汉开关厂、永佳低压电器厂、宁波开关厂、大连低压开关厂、天水长城低压电器厂。

机械工业部机械科技情报所

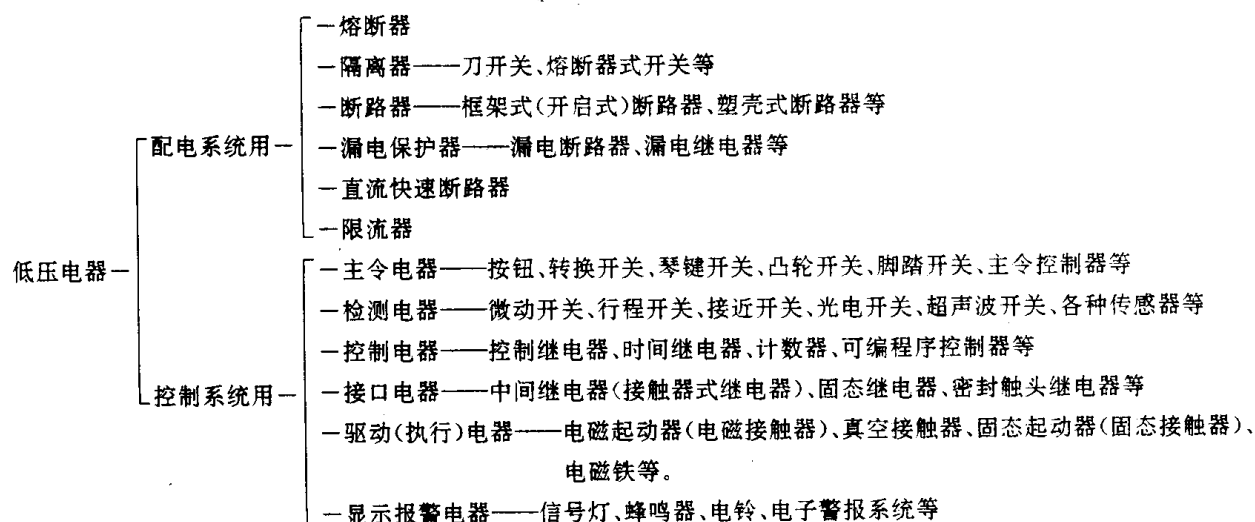
目 录

第1章 概论	1
1 80年代末到90年代初国外低压电器产品发展特点	2
2 低压电器主要技术研究情况.....	11
3 国外低压电器制造技术特点.....	13
第2章 行业和企业概况	15
1 德国.....	15
2 日本.....	23
3 美国.....	41
4 英国.....	46
5 法国.....	53
6 苏联.....	57
7 其他国家.....	61
7.1 瑞典和瑞士.....	61
7.2 意大利.....	63
7.3 比利时.....	63
7.4 澳大利亚.....	64
第3章 产品	67
1 熔断器.....	67
2 熔断器式开关.....	75
3 低压断路器.....	79
3.1 框架式断路器.....	81
3.2 塑料外壳式断路器.....	93
4 直流快速断路器	102
5 漏电保护电器	108
6 电动机起动器	116
7 电磁接触器	123
8 真空电器	134
9 电动机保护继电器	141
10 电磁继电器.....	147
11 主令电器和行程开关.....	156
12 电子电器.....	159
12.1 接近开关.....	159
12.2 光电开关.....	169
12.3 电子式时间继电器.....	173
12.4 半导体起动器(接触器).....	181
13 电磁制动器.....	191

第 4 章 材料	196
1 电触头材料	196
2 磁性材料	208
3 电阻材料	223
4 热双金属材料	228
5 绝缘材料	232
第 5 章 制造工艺	239
1 国外低压电器厂概况	239
2 低压电器制造工艺	242
2.1 冲压加工	242
2.2 铁心制造	244
2.3 金切加工	245
2.4 触头制造	247
2.5 弹簧制造	249
2.6 线圈绕制	251
2.7 塑料成型	252
2.8 模具制造	252
2.9 板金加工	255
2.10 装配调试	257
2.11 现代管理	262
第 6 章 试验和测试技术	265
1 国外低压强电流试验站	265
2 测试技术	273
第 7 章 可靠性技术	281
1 可靠性标准的制订	281
2 可靠性试验装置的研制	282
3 可靠性试验	284
4 可靠性国际学术会议概况	288
5 提高低压电器可靠性的研究	289
第 8 章 科学研究工作	291
1 电弧研究	291
2 电磁系统研究	295
3 电触头材料研究	299
第 9 章 电子计算机在低压电器工业中的应用	311
1 新产品开发	311
2 动作模拟	312
3 电磁系统设计	313
4 专家系统	314

第 1 章 概 论

低压电器通常是指在低压配电系统和控制系统中起开关、控制、保护、检测、显示和报警等作用的元件或装置。它的分类及其主要产品如下：



低压电器等级的划分,各个国家稍有不同,我国把交流 1200V 以下,直流 1500V 以下作为低压电器的范畴。国外某些国家和地区电压等级的划分如表 1-1 所示。其中,日本把“低压”规定至 600V,但近年来也正考虑把它提高到 1000V,这样一来,世界各国关于“低压”的划分就大致趋于一致了,即把 1000V 以下作为低压电器的领域。

表 1-1 各国电压等级的划分

电压等级 国别	低压	中压	高压	特高压	备 注
IEC	≤1kV	—	>1kV	—	IEC38、298、439
欧洲	≤1kV	1~72.5kV	>72.5kV	—	ABB、GEC 等公司的规定
美国	≤1kV	1~100kV	>100kV	—	ANSI C84.1
日本	≤0.6kV	—	0.6~7kV	>7kV	电气设备技术标准第 3 条

电能是国民生产和生活不可缺少的也是不能取代的重要能源,随着经济的发展,对电能的需求和依赖越来越大,特别是某些工业发达国家,电能在整个能源中所占比例相当大,如日本 1985 年达 37.8%,预计到 2030 年将达到 50%。因此,在电能的传输与分配中起重要作用的低压电器,自然就显得越来越重要了。尽管低压电器工业在整个国民经济中的比重并不大(如根据 1982 年的统计,全世界生产的低压电器总计只有 300 亿西德马克,我国低压电器的年产值只有约 30 亿人民币),但却是一个十分重要的产业部门。低压电器的品种、规格繁多,应用面很广,几乎涉及到所有的产业部门,甚至人们的家庭也在越来越多地使用着各种低压电器。低压电器是一种量大面广的产品,如联邦德国 1989 年,年产接触器约 1300 万台,微动开关 13000

多万台;日本 1989 年,年产电磁起动器 1915 万台,电磁继电器约 46000 万台,低压断路器约 7648 万台。

因此,工业发达国家都十分重视低压电器工业的发展,并注意将微处理器、光耦合技术、光纤等新技术以及新工艺、新材料和新理论运用于低压电器产品的改进与更新。特别是为了适应配电与控制系统不断高级化和复杂化以及高度信息化时代的需要,在低压电器智能化、组化方面进行了大量研究工作,并取得了很大成绩。

1 80 年代末到 90 年代初国外低压电器产品发展特点

1.1 应用电子技术改造传统的低压电器产品,提高性能、扩大功能、实现智能化

电子技术的发展,特别是集成电路和微处理器技术的发展与进步,对传统的电磁机械式低压电器产品已经产生了深刻的影响。可以这样说,离开了电子技术,低压电器将不可能获得大的发展。近十年来,国外出现的各种新产品,无一不反映出电子技术的渗透作用。

1.1.1 采用微处理器实现低压断路器的高性能、多功能和智能化

为进一步改进断路器的保护性能、扩大功能,从单纯起保护作用发展为兼有控制功能,实现低压配电系统保护和控制的智能化,70 年代初,微处理器问世以来,世界各国都在进行微处理器用于低压断路器的研究工作,先后推出了各自的带微处理器的断路器,如美国西屋公司的 SPB 系列(250~5000A)和 C 系列(150~1600A)塑壳式断路器;Square D 的 MICROLOGIC 塑壳式断路器(800~3200A);日本寺崎电气公司的 AT 系列(630~3200A)框架式和 XH 系列塑壳式断路器;富士电机的 SE□P 系列(1600~3200A)塑壳式断路器;东芝电机公司的 ES-PAR MIGHTY 系列(225~600A)塑壳式断路器;西门子的 3WN1 系列(630~4000A)框架式和 3VF 系列(160~1600A)塑壳式断路器;K-M 公司的 JZM32 系列(2000~3200A)以及法国 M-G 公司的 Masterpact 系列(即 M 系列)(800~3200A)框架式断路器等。它们的主要性能和功能见表 1-2。

采用微处理器的断路器一般都具有保护、测量、试验、自诊断和显示等功能,有的还具有能量监控和远距离传输信息的功能,是一种多功能、高性能、智能型产品,这种断路器的使用将极大地提高供电系统的可靠性。

典型的采用微机脱扣器的断路器,如法国 M-G 公司 1987 年投放市场的 Masterpact 系列,耗资 7000 万法郎,花了 4 年时间才研制成功。该产品采用了积木拼装式结构,所用零部件数量只有一般断路器的 1/5,整个系列采用一种标准化的外壳,所有附件均可在现场安装而不必使用特殊工具也不需要调整。在设计中还慎重考虑了使用的安全性,如主触头的工作状态有明确的指示,并有机械和电气锁扣与联锁。为了保证操作人员的安全,面板部分还采取了双重绝缘措施。全部辅助接线均可在正面进行,十分方便而安全。

为了减少维修工作,在设计中除了尽可能提高产品的机、电寿命外,还在主触头上刻了二条平行线,用以了解触头的磨损情况,还可通过控制单元自动监视并显示,对断路器维修十分方便。

日本寺崎电气产业公司的 AT 系列框架式断路器,也是一种十分典型的带微处理器的产品,该产品曾在 1985 年日本电设工业展上获大阪府知事奖。AT 断路器由于采用了新材料和微处理器,并有效地利用了短路电流的电动斥力,因此实现了小型化和积木化。在设计中着重考虑了产品的安全性和操作性能。

AT 系列断路器采用 76003X 型微处理器构成固态脱扣器,它具有 50 多种功能。

表 1-2 国外带微处理器的断路器的主要参数

国别	公司	型号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	分断能力 (kA)		功能	备注	
美国	西屋	C	RD	600	800~	415V	65	三段保护、接地、区域联锁、试验、显示。	RS 是模拟电路脱扣器。 RMS 是微处理器脱扣器
			RW	690	1600	240V	125		
法国	M-G	M	660	800~ 3200	220	50~	三段保护、接地、区域选择性联锁、测量、试验、自诊断、能量监控、信息传输、显示	ST208、ST308~318 为模拟电路脱扣器、ST608 为微处理器脱扣器、机械寿命:10000 次,电寿命:600~2500 次	
					V	100			
					440	50~			
					550	85			
					660				
德国	西门子	3WN1	660	630~ 4000	380	65~	三段保护、接地、试验、显示	可提供电动机保护用脱扣器 机械寿命:5000~8000 次	
					V	100			
					400	50~			
					660	80			
					690				
					380	100	三段保护、接地、显示		
					415				
日本	富士	SE□P	660	1600~ 3200	220V	125	三段保护、接地、过载预警、故障显示	机械寿命:8000 次 电寿命:4000 次 AN 型为模拟电路脱扣器、DG 型带微机	
						85			
					380V	42			
					660V				
日本	寺崎	AT	660	630~ 3200	240V	35~	三段保护、接地、过载预警、逆功率脱扣、欠电压保护、试验、测量、自诊断、显示		
						85			
					380V	35~			
					660V	22~			
						45			
原苏联		BA75 ~47	AC660 DC440	2500~	380V	70		电寿命:5000 次 外形尺寸:450×436 ×409mm	
				4000	660V	45			

1.1.2 采用电子技术提高电磁起动器的可靠性和保护性能

在起动器操作电路中采用电子技术实现交-直驱动,可进一步提高可靠性、减小磁系统体积、减小功耗和降低噪音,并可实现操作电压交直流二用。

如法国 TE 公司的 LC1-F 系列,采用双线圈式交-直驱动方式后,630A 接触器的线圈功耗仅相当于 40A 用交流驱动的线圈功耗。ABB 公司改进后的 B 系列也采用了交-直驱动方式。富士电机公司的 SC-N 型接触器采用了由专用集成电路构成的所谓超级电磁系统,它具有电压检测功能,可防止电压变化引起的触头故障和线圈烧损等。以上在 1986 年出版的第三轮《国外机械工业基本情况》低压电器分册中已作过报导。

日本东芝电机公司的 ESPAR 新系列接触器,最近对 80A 以上的进行了更新。它采用断续开关控制式交-直驱动,实现了操作电压交直流通用,线圈功耗减小 50~70%。

为满足光缆配线装置的需要,并进一步提高辅助触头的可靠性,日立公司推出了用光信号

控制,以光耦合输出作辅助触头的接触器,其原理图如图 1-1 所示。图中 R₁、D₁ 和 LED₁ 构成常闭触头;R₂、D₂ 和 LED₂ 构成常开触头。当无控制信号(光信号)时,线圈两端电压为零,发光二极管 LED₁ 导通发光(相当于常闭辅助触头),经光纤将此信号传输给被控对象。另一方面,因 B、C 两点间电压为零,故发光二极管 LED₂ 不通(相当于常开辅助触头)。当动作信号(光信号)作用于接触器时,光电继电器导通,接触器线圈两端(B、C 间)获得电压而吸合,与此同时发光二极管 LED₁ 截止,LED₂ 导通发光,经光导纤维传输给被控对象。这种方式可提高光缆配线的控制装置的抗干扰能力和环境适应能力。

主触头的电寿命是接触器的重要性能之一,在尚未出现新的触头材料和发现新的灭弧原理之前,要显著地提高触头的电寿命已经比较困难。在这种情况下,利用晶闸管是一条较好的办法;这就是通常所说的混合式接触器。这种接触器是在主触头上并联晶闸管构成的,接通与分断电流由晶闸管承担,长期工作电流由主触头承担,这样可大大提高电寿命,而体积又增加不多。如原苏联,在 KT64 和 KT65 接触器上并联 БПК21 型晶闸管构成混合式交流接触器,额定电压至 660V、电流为 160~630A、操作频率 600~2000 次/h、电寿命达 500 万次、机械寿命为 500~1600 万次。德国 K-M 公司采用并联双向晶闸管的 DIL 系列混合式交流接触器,额定电压至 380V、电流 250~400A、操作频率 600 次/h、电寿命 300 万次。法国 CEM 公司的 H 系列混合式接触器,是将晶闸管和整流管反并联后并联在主触头上,电流至 1000A。日本高田制作所的 THMC 型混合接触器是在主触头两端并联反并联的晶闸管组件。接通与分断时都不产生浪涌电压,可实现无瞬断转换,额定电流为 50~400A,寿命 50 万次。

为进一步提高起动器的保护性能,实现电动机保护的多功能化和智能化,以电子式保护继电器代替热继电器的起动器正在不断发展。如西门子公司新推出的 3TF 接触器可与该公司的 3UB 系列电子式过载继电器组成起动器。日本三菱电机公司的 MS-K 系列起动器采用了 ET 型电子式保护继电器。

不少公司还研制成带微机的电动机保护装置。如美国 GE 公司的 Lod Trak III 型电动机保护装置,具有自诊断、可由用户编程,预报即将发生的脱扣,可询问整定值和所有被监控的参数的当前状态。它可以保护电动机过载、正常电流下的过热、超载停机、瞬时过电流、接地、欠载、不平衡、断相和轴承过热等。瑞士 Sprecher & Schuh 公司的 CET3 型电子式电动机保护继电器,借助热显示电动机的输出功率,可最大限度地发挥电动机的性能;脱扣特性可调,因此可与任何电动机取得最佳匹配;通过对电动机温度的正确模拟,可消除电动机不必要的停机;故障显示可迅速查找故障点;当电动机温升接近危险值时可发出警告;接地保护和相序保护可避免人身和设备危险;这种保护继电器还能记忆脱扣原因和发热条件,便于维修。

Y-Δ 起动器是普遍采用的一种电动机减压起动方式,为了进一步提高转换可靠性,简化起动器结构以及减少配线和配线工时。国外已普遍采用了专用的电子式 Y-Δ 时间继电器来构成 Y-Δ 起动器,这种时间继电器除了提供星形起动延时时间外,还提供一个从星形转换为三

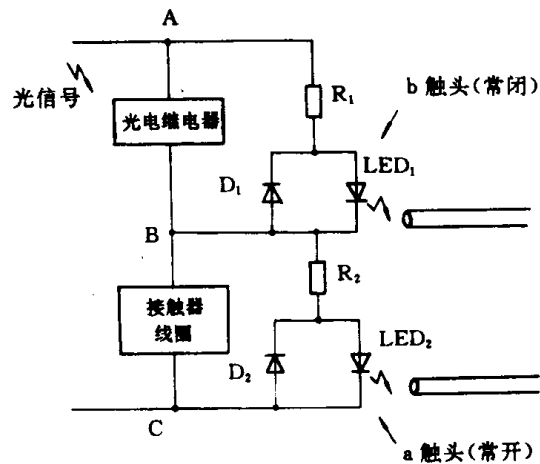


图 1-1 采用光电技术的接触器

角形的转换延时(一般为几十毫秒~几百毫秒)以防止电弧造成电源相间短路。如西门子公司 的 3TE 系列 Y-△ 起动器采用了该公司的 7PU62 型 Y-△ 时间继电器,起动时间可在 60s 内调 节,转换延时为 50ms。日本富士电机公司的 SNQ 型(带外壳)和 SNRB 型(开启式)星三角起 动器采用 ST3PY 型或 ST4PY 型 Y-△ 时间继电器,转换时间为 30~70ms。美国 Square-D 公 司的 PDS 和 PES 型 Y-△ 起动器,采用 DED 型 Y-△ 时间继电器构成。此外,瑞士 S&S 公司的 RZEY2 和 KOP 251-D 型、日本松下电工的 CHP-SD 型都是专用于 Y-△ 起动器的时间继电器。

1.1.3 电子技术在行程开关故障预报方面的应用

行程开关是一种接触式检测电器,使用场所环境条件比较差,常有冷却剂、水、尘埃、砂、切 削粉末等存在,因此经常发生故障而影响生产。为防止和预报行程开关的故障,日本山武霍尼 威尔公司推出了带故障诊断功能的行程开关。这种行程开关的触头用光传感器代替,并装入微 机,对各种诊断信号进行处理,它可以预报光传感器性能不良、操动器复位不良、整定不正确, 还可以诊断输出晶体管故障。这样就解决了传统行程开关 90% 以上的故障的预报和诊断,从 而大大提高了行程开关的可靠性。

最近,国外还推出了一种用光耦合元件构成的微动开关,进一步提高了微动开关的性能。 其特点是:①为无触点式,可靠性高、寿命长;②消除了触头熔焊、跳动和接触不良等故障;③重 复动作特性好;④动作速度快;⑤不受外界磁场的影响等。

1.2 多功能化和组合化

多功能化可以以较少的品种满足各种不同的使用要求。如何实现电器产品的多功能化,对 于不同类型产品所采取的办法是不一样的。比如,对于电磁接触器这种单纯进行通断操作的电 器,所采取的办法是,在接触器本体上加装各种具有独立功能的组件,即采用所谓积木拼装式 结构。这种功能组件一般有以下几种:

1. 辅助触头组件 触头数量可根据需要增减;
2. 延时组件 分电子式和空气阻尼式二种型式,后者有通电延时和断电延时之分,延时 范围一般小于 180s;
3. 机械联锁组件 用于可逆起动器中的二台接触器之间,以防止两台接触器同时闭合而 造成电源相间短路;
4. 自锁组件 用来构成锁扣接触器
5. 接口组件 用于与电子控制装置(如可编程序控制器等)接口,将上述这些装置的晶体 管输出信号(比如 DC24V)变换为 AC220V,去驱动接触器;
6. 浪涌电压(过电压)抑制组件 接入接触器操作线圈回路,以吸收接触器线圈操作时产 生的过电压。

有的产品还备有主回路过电压抑制组件,用以吸收接触器通断电动机负载时产生的过电 压,从而可避免造成周围电子装置误动作或损坏。如富士电机公司的 SC 新系列接触器,该接 触器还有动作次数计数组件,以便于对接触器进行维修。有的产品备有主触头组件,可根据需 要改变控制容量大小,以满足不同用途的需要,如日本松下电工的 FC-N 系列接触器,主触头 分为 10 型、15 型、18 型和 20 型 4 种,额定发热电流可在 20~32A 之间变化。

表 1-3 列出了国外几家公司接触器功能组件的种类。

多功能化的另一途径是发展组合电器,即把二种以上的电器有机地组合成一体,如刀熔开

关就是把熔断器和刀开关的功能组合在一起形成的新型电器。近年来发展起来的采用正面旋转操作的直动式双断口刀熔开关,进一步减小了体积,提高了性能,如西门子公司 3KL 系列(63~630A)、法国 M-G 公司的 Fupact 系列(50~630A)、英国 GEC 公司也有类似的产品。

表 1-3 国外各厂家接触器功能组件一览表

组 件 类 别	制 造 厂							
	德国 ABB	瑞典 ABB	瑞士 S&S	法 国 TE	美 国 Square-D	松下 电工	富士电机	
号	B	EH	CH3	LC1-D	P	FC-N	新 SC	
辅助触头组件	0	0	0	0	0	0	0	
延时组件	0	0	0	0	0			
机械联锁组件	0		0	0	0	0	0	
自锁组件	0	0		0	0		0	
接口组件					0	0	0	
过电压抑制组件	0				0	0	0	
主触头组件						0		
动作指示组件						0		
动作次数计数							0	

此外,近年来,国外某些公司还发展了一种把断路器功能与起动机功能组合在一起的新型电器,以代替以往的低压断路器+接触器+热继电器,或者是熔断器+刀开关+接触器+热继电器的组合方式,以进一步简化控制电路、缩小体积、减少配线工时、改善动作和保护特性之间的协调与配合。如法国 TE 公司的 Integrel 32 和 63 型接触器-断路器,它具有 AC3 电寿命 150 万次,机械寿命 500 万次,电压为 440V 时可分别控制 15kW 和 33kW 的异步电动机,短路电流为 50kA 时分断电流仅 12kA、分断时间为 1.7ms,有良好的限流分断性能。它还具备过电流、热过载保护和断相保护。

瑞士 S&S 公司耗资 550 万英镑研制成的 KTA3-25 型组合电器,可同时满足 IEC157-1 (断路器)和 IEC292-1(起动机)标准的要求。它具有短路保护、开关功能(用作起动机和主电路开关)以及信号传输功能(有与电子电路兼容的辅助触头组件)。额定电压 660V 时控制电动机容量为 22kW、380V 时可控制 11kW 的异步电动机,分断能力为 6kA。K-M 公司的 PKZ2 型保护起动机也属此类产品,380V 时可控制 18.5kW 电动机,AC3 电寿命 100 万次,作为断路器时的整定电流为 40A,分断能力达 30kA。

日本寺崎电气产业公司与森井电业公司共同研制、于最近投放市场的 Celkit 动力控制系统,它把断路器技术、电磁接触器技术、微电子技术和数据通讯技术融为一体,是非常典型的多功能组合电器的实例。它由断路器组件、操作组件和控制组件三大部分构成,各部分之间可以用内部的专用接插件联成一体,不存在外露的连线。可以根据不同的需要构成最佳组合方式。机械寿命 500 万次、电寿命 150 万次(AC3)、220V 时的分断能力为 100kA。

Celkit 系统与老系统明显的区别是零部件数大大减少,安装空间小和配线少。体积约缩小 80%,总成本可减少 20%左右。

Celkit 单体具有起动器的功能,并具备与中央控制系统进行信息交流的接口,因此可单独

与空调器、水泵等负载设备装在一起构成控制网络,使用十分方便。

采用微电子技术是低压电器实现多功能化最有效的办法,如断路器和电动机保护继电器采用微处理器后,都实现了保护多功能化和智能化。在这方面的前景是十分广阔的。

1.3 研究限流分断新技术提高分断能力和限流性能

为了提高断路器的分断能力和限流性能,在电弧产生后如何迅速使电弧电压增高是十分重要的。使电弧电压增高的方法通常有以下几种:(1)使电弧拉长;(2)使电弧冷却;(3)形成串联短弧等。如何有效地利用这三种方法,正是人们在研究断路器限流分断技术要解决的问题。

利用触头回路通过短路电流时产生的电动斥力,使触头迅速打开并拉长电弧、形成高的电弧电压,实现限流分断是当前低压断路器最常用的方法。但简单地利用电动斥力,并不能获得满意的效果。

法国 M-G 公司的 C125L 和 C160L 塑壳断路器的限流部件,将触头回路布置成交叉形,使电动斥力增加一倍;并采用了双断点触头,它与断路器本体的触头组合起来形成了每极 3 个分断点,因而在分断电流时就增加了电弧的串联短弧数,这使电弧拉长效果更好,并大大增高了电弧电压,因此限流特性极好。此外,为了加速电弧进入灭弧室内,在触头近旁还放置了聚酰胺产气材料,这样可使分断能力提高到 150kA。

三菱电机在该公司研制的金属蒸气喷流控制(VJC)技术的基础上进一步发展成为 SJ-VJC(快速换流式 VJC),并用它研制成由双断点电动斥力机构组成的限流部件。最近把这种限流部件与普通的标准型断路器组合在一起,制造出 NF-U 系列超限流断路器。该断路器在 AC600V 时的分断能力为 200kA,是当今世界上分断能力最大的断路器。

近年来,国外某些公司提出了一种与以上方法完全不同的新的限流分断技术,它是利用绝缘隔板迅速插入分断触头之间,使电弧强制熄灭,以达到限流分断电弧的目的。图 1-2 是法国 TE 公司采用的一种方法,其动作原理如下:当出现短路时,短路电流流过螺管电磁铁线圈 4,铁心 3 向下运动,带动绝缘隔板逆时针方向转动,将动触头 5 推开,插入动静触头之间,使电弧迅速熄灭。

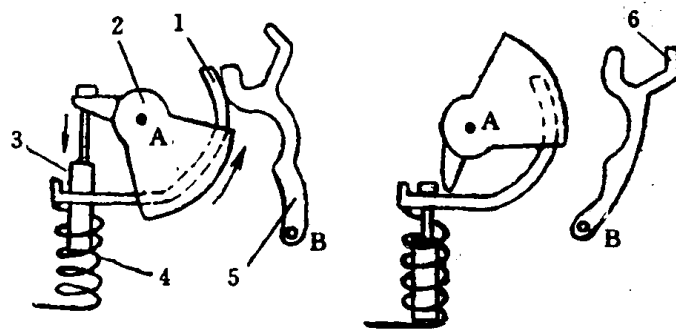


图 1-2 绝缘隔板式限流分断机构

这种灭弧方法的特点是:

1. 分断特性与触头材料无关,可迅速获得极高的电弧电压,因而限流性能极好,可达到接近限流熔断器的水平;
2. 灭弧室尺寸可大大减小;
3. 电弧熄灭后,由于绝缘隔板具有足够的介电强度,可防止电弧重燃。

TE公司已将这种分断技术用于 Optimal25 型塑壳式断路器中,额定电流为 0.4~25A,分断能力为 100kA。由于这种断路器触头开距大,且有工作状态指示,因而也可当作隔离器使用。

德国也在进行这方面研究,但尚未见到用于正式产品中。但这种分断方式的前景是十分吸引人的。

1.4 与电子控制系统和电子负载设备相适应

随着电子技术的发展,近年来,控制系统迅速电子化。可编程序控制器和计算机控制系统已开始被广泛用于各种工业控制中,传统的机械电磁式开关电器与电子装置混在一起使用的情况越来越多。因此信号接口和过电压保护就成为必须解决的问题,也就是说,对断路器或接触器的辅助触头的接触可靠性提出了更高的要求,如对于 24V10mA 这样的低电压小电流,产品的接触可靠性要求故障率低于 10^{-7} 。解决辅助触头接触可靠性问题,国外一般都采用双桥触头,并采用防尘结构,如西门子公司最近推出的 3TF 系列、日本松下电工的 FC-N 系列以及富士电机公司的 SC 新系列接触器等。

此外,为了减小接触器线圈分断时产生的过电压对电子装置的影响,新一代接触器的操作线圈两端一般都可接入用压敏电阻或 RC 吸收电路组成的过电压抑制组件,如西门子的 3TF 系列、美国 Square D 的 P 系列、三菱电机的 S-K 系列、松下电工的 FC-N 系列等。富士电机的 SC 新系列除了备有抑制线圈过电压的组件外,还有主触头回路过电压吸收组件。

以往的热继电器辅助触头大多是具有公共点的转换式触头(即 1C 触头),其常闭触头用于使接触器释放,常开触头则用于与接触器线圈等电位的信号灯电路。但在电子装置中,常要求报警触头独立应用。因此,新一代热继电器的辅助触头均采用了电气上无联系的 1a 和 1b 触头,如法国 TE 公司的 LR1 型、ABB 的 T 系列。东芝电机公司的 ESPAR 新系列热继电器也将 1C 触头改为 1a、1b 独立的辅助触头。

电子控制装置(如 PC 等)的发展,要求提高接触器的驱动灵敏度,也就是说,要求能用 PC 装置的晶体管输出直接驱动接触器,而不必通过接口继电器放大,这样可简化控制电路,进一步提高可靠性和降低成本。为满足这种需要,国外采取了以下办法:一是在接触器上加装高灵敏驱动组件,如富士电机公司的 SC 新系列、美国 Square D 公司的 P 系列、日本松下电工的 FC-N 系列等;另一种办法是发展所谓“接口接触器”,或称为灵敏接触器,如 AEG 公司的 LS07 型、K-M 公司的 DIL05 型、富士电机的 SJ-OG 型和松下电工的 PC-5 型等。这些接触器的线圈驱动功率大多为 1W 左右,可控制 4kW 以下的异步电动机。为提高接口接触器的动作灵敏度,它的磁系统一般都采用极化式,即在磁路中设置永久磁铁,这样可使线圈功率减小到 0.5W 左右,为同容量普通接触器的 1/10~1/20。

近年来,随着大功率电子负载设备(如电动机变频调速装置、晶闸管电加热控制设备等)的应用,在正常状态下有高频漏电流产生。同时移相控制还造成负载电流波形畸变等。所有这一切都会对低压电器的动作产生影响,比如,对漏电断路器来说,就要求其动作不受高频漏电流的影响;对断路器来说,要求过电流脱扣器采用有效值检测方式,以消除畸变电流的影响。如富士电机最近推出的 TWIN 断路器、三菱电机 90 年代推出的 New Super NV 型漏电断路器,都考虑了这些要求,而使可靠性大大提高。

1.5 大力发展和推广应用电子电器

目前已电子化的低压电器产品主要有电子式时间继电器、接近开关、光电开关、超声波开

关、漏电继电器、电子式电动机保护继电器、固态继电器、固态接触器和固态起动器等。发展电子电器主要是发挥其寿命长、工作可靠、精度高、便于实现多功能高性能、可达到无维护化等。另外,还可少用金属材料、贵金属和能源,在资源和能源短缺的当今世界,发展电子电器和推广应用电子电器就显得十分重要,特别是对于某些缺少资源的国家,如日本,他们就非常注重发展这种耗能少、耗材少、而价值高的电子电器。

在电子电器中发展最快的是光电开关和接近开关,它们已成为检测开关的主要型式。如日本光电开关的年产值达 300 亿日元,接近开关为 150 亿日元,而行程开关只有 120 亿日元。检测开关在生产自动化中起着十分重要的作用,对其可靠性要求更高,特别是在计算机控制和无人管理的生产线上,要求检测开关具备故障预报和自诊断功能,也就是说要求它们实现智能化。如日本 OMRON 公司的 E2E-XDS 系列、山武霍尼威尔公司的 FL7M-P 系列和德国 Pepperl & Fuchs 公司的 NJ-SN 系列接近开关都是带自诊断功能的智能型产品。日本サンクス公司的 RX 系列光电开关,除具有自诊断功能外,还具有防止相互干扰的功能,极大地提高了动作可靠性。

电子式时间继电器已发展为时间继电器的主要品种,使用范围大大超过了传统的空气阻尼式和电动机式时间继电器,有取而代之的趋势。并已向多功能、高性能方向发展。如日本富士电机公司的 SD4B 型数字式时间继电器,就是一种典型的多功能产品,它用按钮整定时间,液晶数字显示整定值和延时过程,在 0.01s~99h59min 之间有四档延时规格供用户选定,具有 8 种时间继电器功能和 1 种计数器功能。有 2 种信号输入方式:一是高电压输入端(适于触头输入);一是低电压输入端(适于与接近开关、光电开关等电子电器接口)。该公司的 SD4A 型时间继电器采用专用单片微机和不可挥发性存储器,使之具备停电记忆功能,其综合延时精度达 $\pm 0.01\% \pm 50\text{ms}$ 。

西门子公司的 7PU4320 也是一种多功能型时间继电器,它有 8 种延时功能和 8 档延时规格,最长延时为 100h。

在强电领域,由于晶闸管技术的进步,固态继电器、固态接触器和固态起动器等获得了迅速发展。1971 年由美国首先研制成功的光耦合固态继电器,由于采用了光耦合技术和零电压接通电路,把输入与输出之间的隔离电压提高到了几千伏以上,而且在通断时不产生高频干扰和浪涌电压。因此被广泛用作电子计算机等电子装置的输出接口,特别是在各种灯光信号控制和电加热装置中已获得普遍应用。年增长率达 30% 左右。

60 年代中期第一台软起动器问世以来,目前已能生产 240~5000V、功率 2500Hp 以下的软起动器。1980 年美国航空和航天局发明的功率因数控制器(“诺拉”控制器)或称节电起动器,实现了起动器的无触点化和节能化,大大改进了固态起动器的性能。第二代节电起动器称为滑差控制器,它是按电动机的滑差来调节电压大小的,比第一代的功率因数控制器性能更好。

近年来,由于银、铜等金属材料价格上涨,使固态起动器与电磁起动器在价格上具有了更大的竞争力。据报导,三相 460V、75Hp 以上的固态起动器的价格比自耦减压起动器要便宜,容量超过 250Hp 时比电磁式直接起动器还低。这方面的产品也不少,比如美国 Electrical South 公司生产的“SUPERSTART”固态减压起动器,功率至 700Hp、三相电压 200~575V、具有减压起动、节电和电子式过载、断相、相序保护。日本中岛プロペラ公司的“パワートロン”软起动器,最大容量为 1200kW、最大工作电压 440V、电机起动容量为 Y- Δ 起动的 1/5、轻

载时可节电 20%。该起动器目前已销售了几百台。

西门子公司推出的 3RW2 系列“SIKOSTART”固态起动器,是一种带微处理器的智能化节电型软起动器,最大功率为 560kW、最高额定电压为 690V。它采用了组件式结构,由主电路组件、控制组件和可以任意扩展的组件构成,用带插头的软线把它们连接起来。

1.6 注意提高产品的安全性和使用方便性

低压电器产品在使用时的安全性日益引起人们的重视,特别是西欧国家,对防触电的要求十分强烈,进入欧洲市场的产品必须有防止带电体外露的措施,并要符合德国 VBG4 标准的规定。比如西门子公司推出的 3TF 系列接触器中,3TF46~3TF50 带电体设计成不外露,3TF52~3TF68 因端子尺寸较大,不外露有困难,但附有专门的端子盖板,以满足防触电的要求。此外,为防止接触器在无灭弧室的情况下运行,该系列产品的灭弧室与触头之间设有机械联锁,当灭弧室取下时触头便不能闭合。灭弧室的喷弧口开在上下方而不是开在正面,因此,接触器安装在控制屏上使用,电弧不会直接对人体造成危险。日本有的公司在进行产品更新时也考虑了这一要求,如富士电机新推出的 SC 新系列接触器,松下电工的 FC-N 系列接触器都有防止带电体外露的端子盖板。

以往的框架式断路器几乎都采用开启式结构,对防触电的安全性考虑不多,然而,近年来推出的新产品在这方面有了很大的改进。如法国 M-G 公司新推出的 Masterpact 框架式断路器,采用了基本上是封闭的结构,从外形上看,与传统的产品有很大的不同。为加强安全性,面板部分还采用了双重绝缘。日本寺崎电气公司的 AT 系列框架式断路器,采用了安全防护罩,使断路器拉出后主回路和控制回路的带电体均不外露。此外,为增加安全性,还普遍采用了机械和电气联锁。如寺崎电气的 AT 系列,只有当配电盘的门关好后,断路器的所有操作才能进行。断路器在断开、运行和试验位置上都可以加锁,以确保安全。Masterpact 断路器也具有这种装置。

如何提高低压电器使用的方便性,以减少安装和维修工时,已成为当今电器设计的主要问题之一。西门子公司在 3TF 接触器上采用了所谓 SIGUT 端子(即螺钉不脱落,瓦形垫圈随螺钉的松动自动升高,而且无论怎样松动螺钉都不会掉下来)。这样,产品出厂时所有端子螺钉都处于松动状态,接线时只要将导线头插入即可紧固。而不需要先将螺钉松开再插导线,因此可节省 50%的配线工时。此外,国外的电器产品还普遍采用安装轨卡装方式,以提高安装效率和更换产品的方便性。

为了提高安装和使用的方便性,近年来还推出一种称为汇流排安装式,即各种电器通过被称为转接器的附加装置卡装在汇流排上。转接器用绝缘材料制成,它的两边开了两排圆孔,可固定二只 35mm 安装轨,它们的位置可根据电器的大小任意调节。转接器宽度为 54mm,也可扩展到 108mm。图 1-3 示出了这种安装方式的示意图。

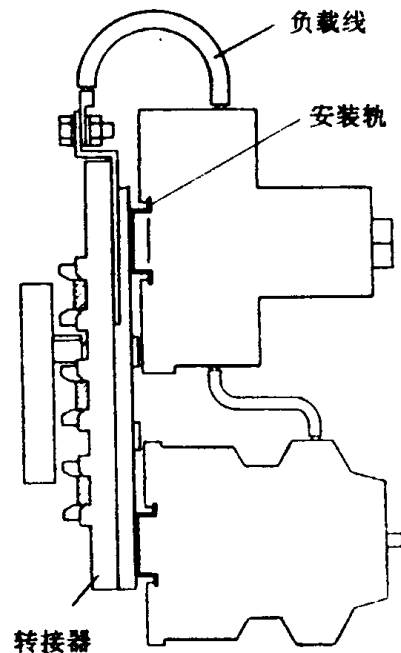


图 1-3 汇流排安装示意图