

低压断路器 及其应用

连理枝 编著



A0963422



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书共分 5 章，分别阐述了低压断路器的原理、结构、类别、主要参数和技术性能，低压断路器的选型、安装与维护，低压断路器各种附件的功能等。

本书可供电力、建筑、轻工、地质、国防等设计院的电气工程师参考；也可供低压成套开关电器技术人员以及低压断路器的制造人员、各低压断路器使用单位的电气技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

低压断路器及其应用/连理枝编著. —北京: 中国电力出版社, 2001

ISBN 7-5083-0891-3

I. 低... II. 连... III. 低压电器: 断路器 IV. TM561

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 086933 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

利森达印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2002 年 3 月第一版 2002 年 3 月北京第一次印刷

850 毫米 × 1168 毫米 32 开本 6.375 印张 167 千字

印数 0001—5000 册 定价 11.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

前言

低压断路器是低压电网系统使用中量大面广的重要配电电器之一。因为使用的场所、场合、条件的不同，低压断路器被分为：配电保护型、电动机保护型、家用和类似用途过电流保护型、剩余电流（漏电）保护型四大类。由于使用者对低压断路器的保护特性及使用范围的了解不深或不全面，在低压断路器的实际使用中就经常要发生各种差错或问题，因此极需有一本阐述低压断路器的原理、结构、主要功能及使用中如何正确选择、安装和应注意事项的书籍。笔者从事低压电器、各种断路器的设计、制造多年，近十年来又接待了建筑、电力、轻工、核能、船舶、铁道等几十家设计院，与他们进行了技术交流，了解了断路器使用中遇到的种种困惑和问题，探讨了正确使用断路器的方法，本书就是根据多年工作经验编著而成的，以期对全国低压断路器设计、使用的同行和用户有所帮助。

本书的写作和出版除了中国电力出版社的领导、编辑的大力扶持之外，杭州红申电器有限公司的领导也给予了极大的支持，在此一并向他们致以衷心的感谢！

由于本书涉及面较广，作者的知识深度、广度有限，又因时间匆促，错误、缺点在所难免，敬请读者不吝批评指正。

作者

2001 年 10 月于杭州

目 录

前言

第一章 概 论	1
第二章 低压断路器的原理与构造	11
第一节 概述	11
第二节 低压断路器的主要技术性能、 参数和有关试验	19
第三节 断路器的电气间隙、爬电距离 与飞弧距离	29
第三章 低压断路器的应用	36
第一节 断路器用作配电系统的保护	36
第二节 断路器用于电动机的保护	42
第三节 断路器用于发电机的保护	55
第四节 断路器用于家用或类似用途场所的保护	62
第五节 剩余电流动作断路器用于漏电 (触电) 的保护	69
第六节 四极断路器的结构型式和应用场所	93
第七节 断路器的机械、电气联锁与自锁	97
第八节 断路器用于双电源切换装置	107
第九节 配电系统的后备保护和保护电器 之间的串级分断配合	115
第十节 配电系统的保护方式和保护装置 的配合选择	124
第四章 低压断路器的选用	131
第一节 低压电网产生故障的原因与分析	131
第二节 断路器的额定电流的选择	144

第三节	断路器附件的功能和选择·····	146
	第五章 断路器的使用与维护 ·····	159
第一节	断路器在不同的场所、条件下的使用·····	159
第二节	断路器的安装与接线·····	171
第三节	断路器使用中的降容问题·····	179
第四节	断路器的维护与保养·····	188
参考文献 ·····		197

一、概述

在现代社会，工业、农业、交通运输、国防、文教卫生、金融、商业、旅游服务和人民生活等领域都离不开电能。电力产生后，其输送、使用中，配电是一个极其重要的环节。配电系统所用电气器具包括变压器和各种高低压电气设备，而低压断路器则是一种使用中量大面广的电气产品。

所谓低压是指交流 50Hz（或 60Hz）、额定电压在 1200V 及以下，直流额定电压在 1500V 及以下的电路电压。

低压电器（包括低压断路器）就是使用上述电网电压的电气产品。低压电器按其与使用系统之间的关系，可分为配电电器和控制电器两大类。低压断路器与熔断器、刀开关、转换开关等同属于配电电器范畴（控制电器主要是指接触器、起动器、主令电器和控制继电器等，独立作为电动机不频繁起动、运转和停止的某些断路器，也有控制电器的一些性能）。

什么是低压断路器？低压断路器的定义是：能够接通、承载及分断正常电路条件下的电流，也能在规定的非正常电路条件（过载、短路、特别是短路）下接通、承载一定时间和分断电流的开关电器。断路器，我国在 20 世纪六七十年代也称自动开关、空气开关和空气断路器。

低压断路器，从它的结构、用途和所具备的功能来分，有万能式（又称框架式，国际上通称 Air circuit breaker，简称 ACB）和塑料外壳式断路器（我国旧称装置式，国际上通称 Moulded case circuit breaker，简称 MCCB，或称无熔丝断路器—NO-fuse

breaker, 简称 NFB, 小型塑壳式断路器, Miniature (Micro) circuit breaker, 简称 MCB, 两大主要类。还有一些特殊用途的断路器, 如灭磁断路器、爆炸式断路器、真空断路器等。

万能式和塑料外壳式两大类断路器, 它们的相同作用是:

1) 在正常情况下, 作不频繁合、分电路或起动、停止电动机。

2) 当线路或电动机等发生过载、短路或欠电压 (电压不足) 等故障时, 能自动切断电路, 予以保护。

根据保护对象的不同, 断路器又分四个类型:

1) 配电保护型——保护电源和电气线路 (电线、电缆和设备)。

2) 电动机保护型——专作电动机的不频繁起动、运行中分断, 以及在电动机发生过载、短路、欠电压时的保护, 一般它所保护电动机的功率多数在 200kW 及以下。

3) 家用和类似用途保护型——以前称导线保护断路器, 属于电路末端的照明, 家用电器等的保护。

4) 剩余电流 (漏电) 保护型——有不带过电流和带过电流保护两种, 前者主要用作漏电 (触电) 保护, 后者除漏电保护外, 兼有一般断路器的过载、短路和欠电压的保护功能。

二、低压断路器的发展史

世界上最早的断路器出现于 1885 年, 它是一种刀开关和过电流脱扣器的组合。1905 年, 具有自由脱扣装置的空气断路器诞生了。1930 年以来, 随着科学、技术的进步, 电弧原理的发现和各种灭弧装置的发明, 逐渐形成了目前的机构。50 年代末, 电子元件的兴起, 就产生了电子脱扣器, 到了今天, 由于小型化电脑的发展和普及, 又有智能型断路器的问世。

1949 年以前我国几乎没有断路器的制造业。新中国成立后, 电器工业有了很大的发展和进步。低压断路器经历了四代的发展

过程:

1. 万能式断路器

第一代是二十世纪 50 年代的仿苏联 A15、A2050 的 DW1、DW2 和改进后的 DW0 型 (额定电压 AC380V、额定电流 200~1500A); 第二代是 1958 年自行设计的在 DW0 基础上更新的 DW10 系列 (同时代的还有 DW5 系列), 其额定电压为 AC380V, DC440V, 额定电流 200~4000A; 第三代是 70 年代末开发、80 年代投放市场的 DW15 和 DWX15 (限流型), 其额定电压有 AC380V、660V、1140V, 额定电流 200~4000A; 80 年代初、中期, 我国相继从日本和德国引进 AH 和 ME 型的万能式断路器, 第四代是 90 年代中研制成功并投产的 DW45 型智能型万能式断路器。

经过 20 多年的努力, 我国的断路器质量和水平与国际先进水平的差距逐年缩小。

2. 塑料外壳式断路器

20 世纪 50 年代, 我国首次研制投产的是仿苏 (A3100) 的 DZ1 系列塑壳式断路器 (40 年代中期水平); 60 年代末期, 针对 DZ1 体积过大, 短路分断能力偏小等缺陷, 行业集中了几个主要厂家, 对它进行了大刀阔斧的改进, 形成了我国自行设计的第一代产品 DZ10 系列; 80 年代初又开发了第二代的 DZ20 系列产品; 与此同时, 上海华通开关厂、嘉兴电气控制设备厂分别从美国西屋 (Westinghouse) 电气公司和日本寺崎电气公司引进具有 80 年代初水平的技术, 生产了 H 系列和 TO、TG、TL 等系列; 进入 90 年代, 又推出了 CM1 系列 (常熟开关厂)、TM30 系列 (天津低压电器公司)、JXM2 系列 (嘉兴电气控制设备厂)、HSM1 系列 (杭州之江开关厂)、S 系列 (上海电器科学研究所、杭州之江开关厂、上海华通开关厂等组成的 OTT 集团)。

六七十年代, 小规格电流的塑壳断路器有 DZ5—10、DZ5—20、DZ5—25、DZ5—50、DZ15—40、DZ15—63 等, 它们的短路分断能力在 1~5kA。

3. 塑料外壳式断路器 (MCCB 电动机保护型)

对于小型鼠笼型异步电动机 (功率在 30kW 及以下) 保护的塑壳式断路器, 目前仍流通于市场的有六七十年代我国自行设计、开发的 DZ5—20 (短路分断能力 380V, 1.5kA)、DZ15—40、DZ15—63 (短路分断能力 380V, 3kA) 和 80 年代引进国外技术制造的 M611、3VE1 (有多种附件), M611、3VE1 的短路分断能力大抵在 380V, 3kA 左右。

1994~1995 年, 上海电器科学研究所与喜兴电气控制设备厂共同开发了 DZ35 系列电动机保护型塑壳式断路器 (型号有 DZ35—25 和 DZ35—63 两种)。短路分断能力: DZ35—25 为 380V, 3kA、35kA、50kA (后两种加装限流部件), DZ35—63 为 380V, 3kA; DZ35—25 的体积为 DZ5—20 的 43.13%, DZ35—63 的体积为 DZ15—63 的 50.7%。DZ35 系列断路器带有模块式的辅助触点、分励脱扣器、欠电压脱扣器和断相保护等附件。

功率大于 30 ~ 200kW 电动机保护型断路器有: CM1、TM30、HSM1、JXM2 和 S 型等的产品供予选择, 它们的短路分断能力分别有 400V, 15 ~ 65 (80) kA, 可适应于 MCC (电动机控制中心) 离电源较近回路的电动机保护。

小型塑壳式断路器 (MCB) 现在也有适应小功率电动机保护的产品, 如 C45AD (天津梅兰日兰公司) 和 PX200CD (嘉兴电控厂) 等。

4. 家用或类似场所用过电流保护断路器

我国最初的家用电或类似家用场所保护的是仿苏 (API—25) 的 DZ4—25 (二极) 塑壳断路器。但性能不高, 60 年代中期国内开发了 DZ5 系列 (二极), 70 年代开发了 DZ15 系列 (单极、二极)、DZ12 系列, 70 年代末引进德国技术生产了 S060 系列, 80 年代中后期, 天津梅兰日兰公司的 C45N 和嘉兴电控厂引进德国 F&G 公司的 PX200C 相继问世, 使家用保护断路器上了一个新台阶, C45N、PX200C 的短路分断能力均达到 4kA (50A 及以上) 和 6kA (40A 及以下)。

5. 剩余电流动作断路器（漏电保护器）

为了保护人身免受电击和防止因漏电产生电气火灾，我国在五六十时代，在一些电力系统维修厂生产了电压型漏电保安器。由于它的检测线圈（或检测继电器）串接在变压器中性点与接地极之间，接地极电阻变化无常，造成精度差，此外，检测线圈容量不够，结构简陋，防雷效果差，便逐步退出了应用。60年代后期，我国第一台电流动作型电子式漏电保安器诞生（主开关是DZ5—20断路器）。我国首台电流动作型电磁式漏电断路器的型号是DZ5—20L（主开关仍是DZ5—20断路器）。70年代中后期，全国联合设计的新型（DZ15L—40、DZ15L—63）电流动作型电磁式漏电断路器试制成功，其壳架电流有40A、63A两种，额定电流6~63A，漏电动作电流（ $I_{\Delta n}$ ）有30mA、50mA、75mA和100mA，是快速型（漏电动作时间 $\leq 0.1s$ ）。断路器的短路分断能力为380V，3kA和5kA。DZ15L系列是经过国家级鉴定的。进入80年代又有DZL16、DZL18、DZL29、DZL118、DZ12L、DZL33、DZL38和DZ10L等流入市场，但大部分是电流动作型电子（集成电路）式漏电断路器（带过载、短路保护和不带过载、短路保护），90年代初，天津梅兰日兰公司生产了VigiC45ELE（电子式）、VigiC45ELM（电磁式）、VigiNC100等漏电断路器，漏电动作电流（ $I_{\Delta n}$ ）30mA，快速型（VigiNC100， $I_{\Delta n}$ 有30mA、300mA和500mA几种，快速动作型）。

80年代中期，嘉兴电控厂、遵义长征电器八厂又引进德国F&G公司的技术生产了FIN型（不带过载、短路保护）（ I_n 有25，40，63A； $I_{\Delta n}$ 有30，100，300，500mA）和FI/LS型（带过载、短路保护）（ I_n 有2，4，6，10，20，25，32A等， $I_{\Delta n}$ 有30、50、100，300mA）的漏电断路器。

OTT集团，于1999年开发试制了S—L系列剩余电流动作断路器，规格有63，100，200，400，630，800A等，漏电保护用脱扣器采用电子与电磁混合型，漏电动作电流有30，100，300，500，1000mA等，动作时间有快速型（ $\leq 0.1s$ ）和延时型

(最大 1.5s)，断路器还有过载和短路保护。极限短路分断能力达 400V，40~50kA，另外还开发了只报警不脱扣型，以适合消防等行业的不断电的要求。

对于只报警而不断电的漏电继电器，目前有 JD1 型（电磁式）、JD3（电子式）、在农村使用的 LJM 型、LTS 型（均为电子式）。漏电继电器的额定电流有 100A、250A，最大达 800A，额定漏电动作电流为 100，300，500mA 等种，除了单独作漏电时声、光报警之用外，也可与接触器、断路器组合成漏电断路器。

三、不同类型断路器的保护特性和它们执行的标准

(1) 表 1-1 为配电保护型断路器的反时限断开特性。

表 1-1 配电型断路器的反时限断开标准			
通过电流名称	整定电流倍数	约定时间 (h)	
		$I_n \leq 63A$	$I_n > 63A$
约定不脱扣电流	$1.05I_n$	≥ 1	≥ 2
约定脱扣电流	$1.30I_n$	< 1	< 2
返回特性电流	$3.0I_n$	可返回时间 (s)	
		5	8 12

表 1-1 中可返回特性是指考虑到配电线路内有电动机群，由于电动机仅是其负荷的一部分，且一群电动机不会同时起动，故确定为 $3I_n$ (I_n 为断路器的额定电流， $I_n \geq I_L$ ， I_L 为线路额定电流)。对断路器进行返回特性试验，其目的是为了躲过电动机的起动电流，兼顾线路（电线、电缆）在 $3I_n$ 时的允许的承受时间。

(2) 表 1-2 为电动机保护型断路器的反时限断开特性。

(3) 配电保护型的瞬动整定电流为 $10I_n$ (误差为 $\pm 20\%$)， I_n 为 400A 及以上规格，可以在 $5I_n$ 和 $10I_n$ 中任选一种（由用户提出，制造厂整定）；电动机保护型的瞬动整定电流为 $12I_n$

(误差为 $\pm 20\%$)，一般设计时 I_n 可以等于电动机的额定电流。

表 1-2 电动机保护型断路器的反时限断开特性

通过电流名称	整定电流倍数	约定时间
约定不脱扣电流	$1.0I_n$	$\geq 2h$
约定脱扣电流	$1.2I_n$	$< 2h$
	$1.5I_n$	①
	$7.2I_n$	②

注 ① 按电动机负载性质可以选 2、4、8、12min 之内动作，一般的选 2~4min。
② $7.2I_n$ 也是一种可返回特性，它必须躲过电动机的起动电流 ($5\sim 7$) I_n ， T_p 为延时时间，按电动机的负载性质可选动作时间 T_p 为 $2s < T_p \leq 10s$ 、 $4s < T_p \leq 10s$ 、 $6s < T_p \leq 20s$ 和 $9s < T_p \leq 30s$ ，一般选用 $2s < T_p \leq 10s$ 或 $4s < T_p \leq 10s$ 。

(4) 表 1-3 为家用和类似场所用断路器的过载脱扣特性。

表 1-3 家用和类似场所用断路器的过载脱扣特性

脱扣器型式	断路器的脱扣器 额定电流 I_n , A	通过电流	规定时间 (脱扣或 不脱扣极限时间)	预期结果
B、C、D	≤ 63	$1.13I_n$	$\geq 1h$	不脱扣
	> 63		$\geq 2h$	
B、C、D	≤ 32	$1.45I_n$	$< 1h$	脱扣
	> 32		$< 2h$	
B、C、D	≤ 32	$2.55I_n$	$> 1s, < 60s$	脱扣
	> 32		$> 1s, < 120s$	
B	所有值	$3I_n$	$\geq 0.1s$	不脱扣
C		$5I_n$		
D		$10I_n$		
B	所有值	$5I_n$	$< 0.1s$	脱扣
C		$10I_n$		
D		$50I_n$		

表 1-3 中的 B、C、D 型是瞬时脱扣器的型式：B 型，脱扣电流为 $> 3I_n \sim 5I_n$ ，C 型脱扣电流为大于 $5I_n \sim 10I_n$ ，D 型脱扣电流为大于 $10I_n \sim 50I_n$ 。用户可根据保护对象的需要，任选它们

中的一种 (A 型脱扣器电流为大于 $2I_n \sim 3I_n$, 特别适用于测量回路中互感器的保护、具有特长导线回路保护和有限的半导体保护)。

断路器适合标准情况:

配电保护型断路器符合 GB14048.2 (等效采用 IEC947—2) 《低压开关设备和控制设备 低压断路器》标准。

电动机保护型断路器符合 GB14048.2 和 GB14048.4 (等效采用 IEC947—4) 《低压开关设备和控制设备 低压机电式接触器和电动机起动器》标准。

家用和类似场所保护型断路器符合 GB10963 (等效采用 IEC898) 《家用和类似家用场所过电流保护断路器》标准。

剩余电流保护型断路器 (漏电断路器) 符合 GB6829、GB16916 (IEC1008)、GB16917 (IEC1009)、IEC755 等标准和文件。

四、断路器的发展趋势

在进入新的世纪时, 我国低压电器 (低压断路器), 将按照“小型化、高分断、低噪声、工作可靠、逐步实现智能化”的要求发展, 不断创造出符合时代需要的新产品。

(1) 万能式低压断路器。全国联合设计的 DW45 系列智能型万能式断路器已完成了全系列壳架电流的研发工作, 它的壳架电流已有 2000, 3200, 4000, 5000, 6300A。可以满足容量从 1250, 1600, 2000, 2500, 3150kVA 单台变压器作主保护开关 (6300A 规格的短路分断能力达 AC400V, 120kA)。在短路分断能力及额定电流方面, 近五年内能适应电网的要求。因此, 它今后发展主要是智能化通信功能方面。断路器的通信接口, 从目前的 RS485 通信协议 (总线) 向 Profibus 总线、Device net 总线和传送速度更快、容量更大的 CAN 总线挂靠, 实现更全面的小、中、大区域现场总线的遥控、遥测、遥信、遥调。

我国的“十五”及 2010 年规划, 电力工业还要进一步发展,

电网的容量还要提高，作为变压器低压侧出口总保护开关的万能式断路器，其短路分断能力应提高到 $120 \sim 150\text{kA}$ ，体积还要缩小。

(2) 塑料外壳式断路器。

1) 向小型化、高分断、多功能、附件模块化发展。

2) 必须下大力气，提高塑壳式断路器的工作可靠性。

3) 智能化（包括过载长延时、短路短延时，短路瞬时的三段保护和各种智能化功能）。

解决了塑壳式断路器的短路短延时保护功能，就使选择性保护的范范围大大扩展，工程造价可大幅度地降低。智能化功能有：额定电流、整定电流和动作时间可调、电压、电流的显示，故障记忆，负载监控，自诊断和通信接口等。由于有电流与时间的可调特性，同一断路器可以通过调节，来适应与熔断器特性的配合、保护继电器的配合、配电线路的保护和专作电动机的保护；进而实现与起动器、变压器一次回路、电容器、焊接机的配合保护。

电动机保护型断路器：小容量的电动机（ 30kW 及以下），由于离动力中心（PC）越来越近，因此电动机保护型断路器的短路分断能力要求达到 $15 \sim 50\text{kA}$ ，而且它的体积还要缩小。另外额定工作电压除 380V 之外，还需研制适用 660V 电路的规格。在结构设计上应向系列化、模块化、模数化发展。产品应有各种附件，如分励脱扣器、欠电压脱扣器、断相保护、短路故障显示、远距离电动操动机构、各种辅助触头、门联锁操动机构、隔离模块、各种防护外壳及附加接线端子等。附件一律采用模块拼装，以实现功能齐全、装配简单和方便用户。

(3) 家用和类似用途过电流保护断路器。主要发展二极和四极，尺寸模数化，零部件通用化、安装导轨化，短路分断能力从现有的 4kA 、 6kA 提高到 $10 \sim 15\text{kA}$ 。在功能方面还需有分励、欠压、过电压、断相、声光报警、防窃电等附属装置（模块化）。

(4) 剩余电流保护断路器（漏电断路器）。适用于人身安全

保护的小电流 ($\leq 100\text{A}$) 规格, 用剩余电流保护模块与家用和类似场所用断路器组合成漏电断路器, 对于 $I_{\Delta n}$ (漏电动作电流) 大于 30mA 的, 研制一些延时型, 以适应级间的选择性保护需要。

工业用, 体积缩小, 额定电流 $100\sim 800\text{A}$, 短路分断能力达 $35\sim 65\text{kA}$, 漏电动作电流为 30mA 、 100mA 、 300mA 、 500mA 、 1A 、 2A 等 (可调)。在漏电动作方面, 除快速动作外, 还要有延时型 (可调), 同时具备漏电预报警 (当漏电电流达 $50\% I_{\Delta n}$ 时, 开始报警 (灯光闪烁, 闪烁频率越高, 表示漏电越严重))。为适应不能断电的系统 (如消防), 应在这一系统设计开发只报警不脱扣的漏电断路器。还可在塑壳式断路器上加装剩余电流保护模块, $I_{\Delta n}$ 做到 $0.03\sim 3\text{A}$ 。此外, 还可在塑壳式断路器上派生单相接地故障保护产品。

剩余电流 (漏电) 继电器, 在现有基础上, 开发 $400\sim 800\text{A}$ 规格。

按照用户的需要 (特别是大量使用电子元件设备的地方), 开发交流脉冲型、直流动作型、直流脉冲型等剩余电流动作断路器。

(5) 应密切注视国际新材料、新技术的发展和使用。如机械强度高、表面光泽、耐高温、能抑制金属粒子堆积的绝缘材料, 加适量稀有元素添加剂的新型银合金触头 (耐电弧性、抗熔焊性好、温升高); VJC (Vapour jet control——(电弧) 蒸气喷射控制) 技术, ISTAC (Impulsive slot type accelerator——狭槽型脉动加速器) 技术、旋转式双断点限流机构、三维磁场集中驱弧技术等, 尽快掌握和引进以上技术, 提高我国断路器的质量和水平、加快缩小与国际先进国家的差距。

低压断路器的原理与构造

第一节 概 述

一、断路器的结构

无论是万能式、塑料外壳式或是小型断路器，断路器本体的结构基本相同，所不同的是尺寸大小和零部件的形状。

1. 塑料外壳式的结构，由七个部分组成

(1) 过载脱扣器。

1) 热动式：由发热元件与双金属元件组成。当有一定的过载电流流过发热元件，它发热，热量传递给双金属元件，使之受热膨胀、弯曲、推开锁扣，使四连杆的操动机构动作带动断路器跳闸（以上是傍热式，如果无发热元件，双金属元件直接通电发热是为直热式，双金属元件与发热元件串联通电发热为复合式）。

2) 电磁式（又称液压式，俗称油杯脱扣器）：由铁心、衔铁、线圈、磁轭等组成，铁心置于油管内，铁心上有复位弹簧，油管内灌注硅油。油管外绕上线圈，衔铁上勾住一个反作用力弹簧。当发生过载时，铁心受电磁螺管力的作用，缓慢上升，经一定的延时后，铁心升到一定位置，在克服了衔铁上的反力弹簧力后，衔铁被完全吸下，衔铁脚推动断路器的牵引杆，使断路器跳闸。复位弹簧和硅油是起阻尼作用的，即起延时作用，这种过载保护的时间——电流呈反时限特性，即电流越大，螺管力越大，铁心上移的速度越快，动作时间越短。

(2) 短路脱扣器。短路脱扣器是一个电磁铁机构。断路器的

导体直接通过电磁铁的铁心，有些结构是在铁心中绕过几匝，甚至几十匝。当负载短路时，短路电流与线圈匝数的乘积（安培匝，简称安匝数即磁动势）足够大时，衔铁被铁心吸下使断路器脱扣。电磁式（液压式）脱扣器，当短路电流达一定值（如 10 倍 I_n ），此时铁心不需要位移上升，电磁螺管力就足以把上面的衔铁吸下，无延时，在小于 0.1s 时间内使断路器跳闸（因此，液压式是过载和短路共同使用一个脱扣器）。

(3) 灭弧装置。灭弧装置的作用是吸引开断大电流（短路电流）时产生的电弧，使长弧被分割成短弧，通过灭弧栅片的冷却，使弧柱极大降温，去游离效果增大，电弧电压上升，最终熄灭电弧。

(4) 触头。用来分合电路，遇线路或设备发生过载或短路时，触头被自动打开，动、静触头间产生的电弧被拉长，然后进入灭弧室，因此触头的触点要求具有导电性、耐电弧性、耐熔焊和耐磨性能良好的银合金材料制作。对于小型断路器，通常使用银-氧化镉、银-氧化锌，对较大电流规格的，采用银-氧化锡、银-镍、银-石墨、银-钨、银-碳化钨等触点。

(5) 带自由脱扣的操动机构。它的作用是：用手动来操作触头的合、分，在出现过载、短路时可自由脱扣（从四连杆变成五连杆机构），此时与手柄的操作无关。

(6) 外壳。使用聚酰胺（尼龙）玻璃丝增强压塑料（小型断路器）和聚酯玻璃丝增强压塑料压塑而成，用来装容其他零部件（导电件、保护元件、操动机构、灭弧装置等），有绝缘和机械强度要求。它应保证断路器操作时，不发生任何危险。

(7) 接线端子。大多数是用铜或黄铜材料制成（为了防腐蚀和提高导电率，降低温升，通常它们是镀银或镀锡的），用来作进出线的连接。

2. 万能式（框架式）的结构

万能式断路器的特点是有一个钢制框架（小容量的也有用塑料底板）。所有部件包括触头系统、灭弧室、自由脱扣机构、电