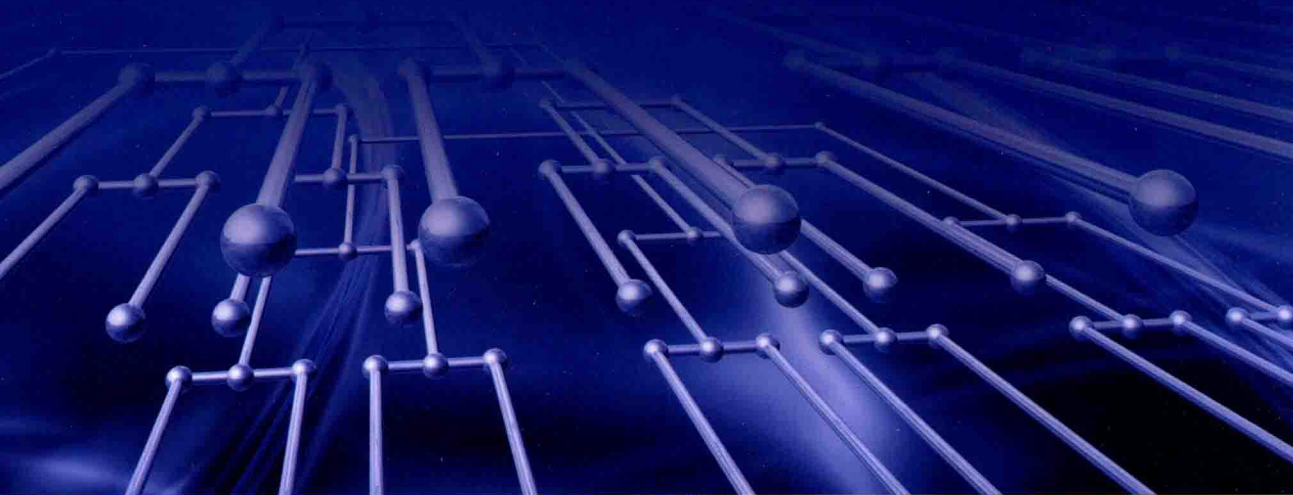




普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）



继电器控制线路安装 与调试实训教程

尹向东 主编 ●



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）

继电器控制线路安装 与调试实训教程

主编 尹向东

编写 吕 达 陈允刚

主审 何 萍 崔越斌



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）。

本书共分5部分，主要内容包括基础知识与能力、基本技能训练项目、综合技能训练项目、电路设计与思考问答、电工常用仪表的使用及维护等。此外，附录部分包括内外线电工上岗必备知识、维修电工安全用电常识、维修电工国家职业标准、常用电器图形及文字符号等。本教材围绕维修电工职业的活动范围、工作内容、技能要求，以国家维修电工职业标准为依据，遵循岗位相关技术规范，符合职业技能培训要求，既可作为电机控制类课程的实验、实训指导书，也可作为中、高级维修电工继电控制部分的技能培训教程进行选用。

本书适用于高职高专电气自动化、机电一体化、电力系统自动化等专业的学生使用，还可作为其他在职人员参考用书。

图书在版编目（CIP）数据

继电器接触器控制线路安装与调试实训教程/尹向东主编. —北京：中国电力出版社，2015.2

普通高等教育“十二五”规划教材. 高职高专教育

ISBN 978-7-5123-7012-8

I. ①继… II. ①尹… III. ①继电器—接触器—高等职业教育—教材 IV. ①TM572

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 011101 号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>）

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 2 月第一版 2015 年 2 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 10.5 印张 251 千字 1 插页

定价 25.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

继电接触器控制线路安装与调试实训是“电机控制设备的安装调试与维修”课程理实一体化教学的项目之一，也是电气工程系各专业及机械、数控等相关专业学生考取中、高级维修电工职业资格证书必需的训练项目，是将所学的理论知识运用到实践当中解决实际问题的重要教学环节。

继电接触器控制线路安装与调试实训围绕维修电工职业的活动范围、工作内容、技能要求，以国家维修电工职业标准为依据，遵循岗位相关技术规范，符合职业技能培训要求。通过训练，学生应具备下列岗位能力：

- (1) 劳动保护与安全文明生产的能力；
- (2) 能够根据工作内容合理选用工具、仪表；
- (3) 能够根据工作内容正确选用材料，对元器件进行选型；
- (4) 具备对机械设备电气控制线路的读图与分析能力；
- (5) 一般机械设备电路的配线与安装能力；
- (6) 能够对机械设备电气一般性故障进行检修；
- (7) 学会对电气设备的调试，达到控制要求，具备中、高级维修电工基本能力。

本书由包头职业技术学院电气工程系尹向东担任主编，吕达、陈允刚编写。尹向东编写了第1、3、4部分，吕达编写了第2、5及附录部分。

本书由包头职业技术学院电气工程系何萍担任主审，北方重工集团维修电工高级技师崔越斌也对全书进行了审阅。同时，在本书编写过程中得到了多位教师同仁、企业专家的帮助，提出了许多宝贵的意见，在此一并致谢。

限于编者水平，加之时间紧张，书中难免有不妥及疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2015年1月

目 录

前言

1 基础知识与能力	1
1.1 电气装配实训台安全操作规程	3
1.2 常用低压电器的选用	5
1.3 电气图的识别	36
1.4 三相异步电动机控制线路的安装方法	39
2 基本技能训练项目	45
训练项目 1 三相异步电动机定子绕组首尾判别	47
训练项目 2 通风装置电气控制箱的安装与调试	50
训练项目 3 小型钻床电气控制柜的安装与调试	55
训练项目 4 两级皮带运输线传动电气控制柜的安装与调试	60
训练项目 5 卷扬机电气控制线路的安装与调试	65
训练项目 6 自动往返电气控制箱的安装与调试	71
训练项目 7 供热加压泵站电气控制柜的安装与调试	78
3 综合技能训练项目	87
综合训练 1 双向运转半波能耗制动电路的安装	89
综合训练 2 双速异步电动机自动加速电路的安装	93
综合训练 3 双向Y- Δ 降压起动电路的安装	98
综合训练 4 定子串电阻减压起动电路的安装	102
综合训练 5 双重互锁能耗制动电路的安装	106
综合训练 6 带能耗制动的Y- Δ 降压起动电路的安装	111
4 电路设计与思考问答	115
5 电工常用仪表的使用及维护	123
5.1 万用表	125
5.2 兆欧表	126
5.3 钳形电流表	129
5.4 螺钉旋具	131

5.5 试电笔 132

5.6 电工刀 133

5.7 剥线钳 133

5.8 钢丝钳 134

5.9 尖嘴钳 135

5.10 斜口钳 135

附录 136

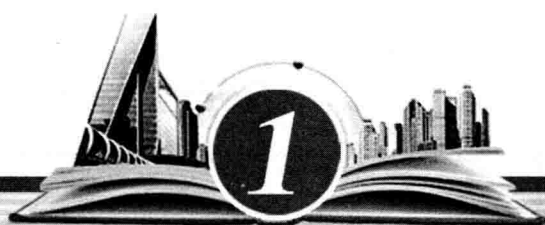
附录 A 内外线电工上岗必备知识 136

附录 B 维修电工安全用电常识 141

附录 C 维修电工国家职业标准 147

附录 D 常用电器图形及文字符号 158

参考文献 160



基础知识与能力

1.1 电气装配实训台安全操作规程

继电器接触器控制线路安装与调试实训要把安全放在第一位。首先是人身安全，为了防止实训中触电事故的发生，所有实训人员必须严格遵守安全用电制度和操作规程。

本书中所有实训项目均在图 1-1 所示的电气装配实训装置上完成。图 1-2 为实训台控制屏示意图，图 1-3 为器件装配网孔板示意图。实训前，请学生必须认真阅读以下操作规范。

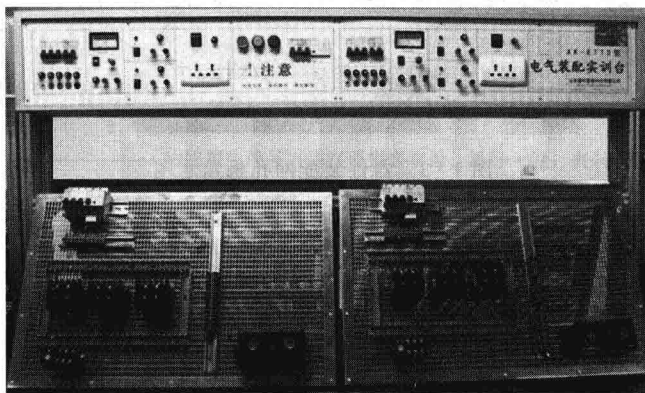


图 1-1 电气装配实训台外形结构

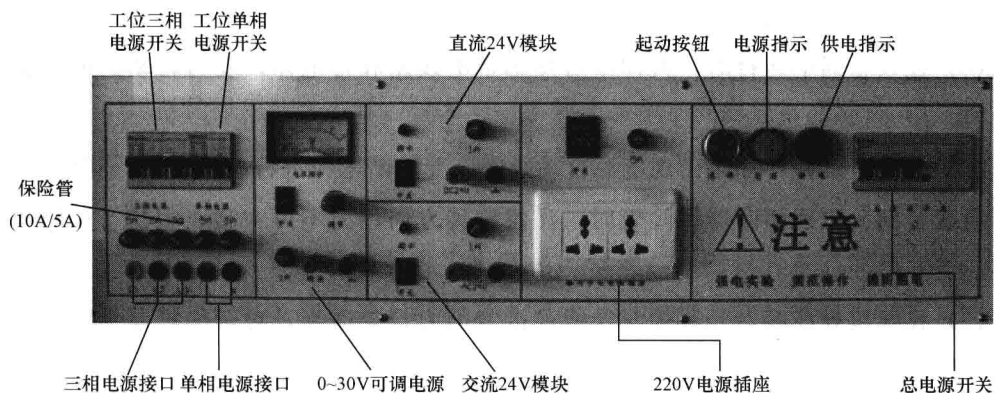


图 1-2 电气装配实训台控制屏示意图

(1) 电气装配实训台电源控制屏提供电压分别为 380V、220V、交流 24V、直流 24V、可调 0~30V 电源，使用中注意电压类别与等级。

(2) 总电源应由实训指导老师来控制，其他人员只能经指导老师允许后方可操作，不得自行合闸。

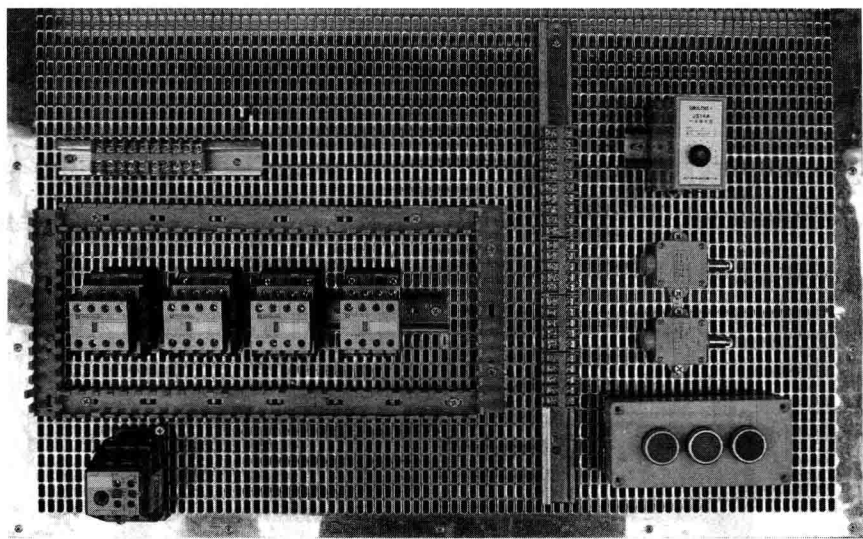


图 1-3 器件装配网孔板示意图

(3) 接线或拆线都必须在切断电源的情况下进行。

(4) 主、控线路接线完成后，需注意各接线端是否露铜过长或有毛刺现象，然后在断电情况下，先用万用表欧姆挡测试控制线路有无短路或开路故障。

(5) 断电检查后，确信无误需通电测试时，首先清理工作台面并通知指导教师，在指导教师监护下，先闭合控制线路电源进行测试，正确后再合上主线路电源进行电机运转测试，不可私自通电。

(6) 在设备通电运行时，人体不可接触带电线路和带电体，要与转动的电机保持安全距离。

(7) 在带电运行中如果出现电源自动跳闸，要切断电源进行故障检查，排除故障后，方可再次合闸。更换熔断器保险管时，注意旋转方向用力不可太猛、太快，以防止电源损坏。

(8) 在连接导线时，元器件与导线连接紧固力量要适当，对一些机械强度较弱的接线端要小心用力，防止变形损坏。

(9) 所有连接导线都要在自然放松状态下使用，不能使之受到不应有的外力，主线路和控制线路在施工中要求使用两种颜色导线来进行区分。

(10) 实训中所有学生应穿戴好工作服、绝缘鞋，女生戴工作帽，长发女生将长发扎起来，以防长发卷入旋转的机械装置中。

(11) 严格遵守实训装置的通电顺序和断电顺序。

1.2 常用低压电器的选用

为了生产销售、管理和使用方便,我国对各种低压电器都按规定编制型号,低压电器的全型号即由类别代号、组别代号、设计代号、基本规格代号和辅助规格代号几部分构成。每一级代号后面可根据需要加设派生代号。产品全型号的意义如图 1-4 所示。

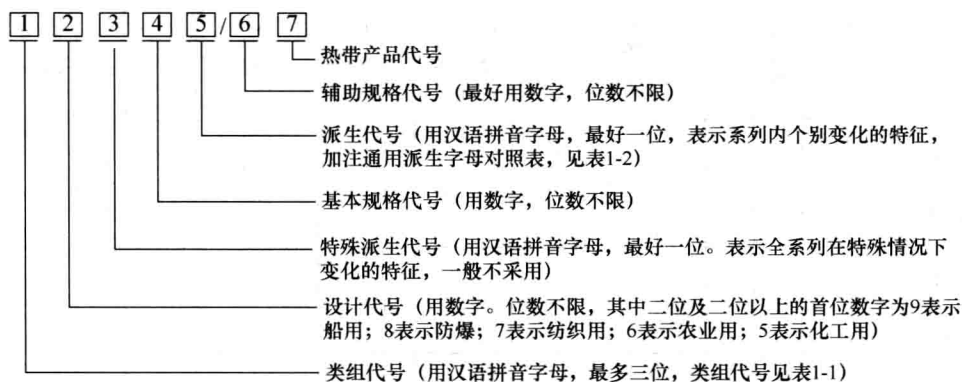


图 1-4 产品全型号意义

低压电器全型号各部分必须使用规定的符号或数字表示, 其含义为:

- (1) 类组代号包括类别代号和组别代号, 用汉语拼音字母表示, 代表低压电器元件所属的类别, 以及在同一类电器中所属的组别。
- (2) 设计代号用数字表示, 代表同类低压电器元件的不同设计序列。
- (3) 基本规格代号用数字表示, 代表同一系列产品中不同的规格品种。
- (4) 辅助规格代号用数字表示, 代表同一系列、同一规格产品中的有某种区别的不同产品。

其中, 类组代号与设计代号的组合表示产品的系列, 一般称为电器的系列号。同一系列的电器元件的用途、工作原理和结构基本相同, 而规格、容量则根据需要可以有多种类。

例如: JR16 是热继电器的系列号, 同属这一系列的热继电器的结构、工作原理都相同; 但其热元件的额定电流从零点几安到几十安, 有十几种规格。其中辅助规格代号为 3D 的有三相热元件, 装有差动式断相保护装置, 因此能对三相异步电动机有过载和断相保护功能。低压电器类组代号及派生代号的含义见表 1-1 和表 1-2。

低压电器产品型号类组代号

[illegible]

续表

代号	名称	A	B	C	D	G	H	J	K	L	M	P	Q	R	S	T	U	W	X	Y	Z
M	电磁铁												牵引					起重		液压	制动
A	其他	触电保护器	插销	灯			接线盒			电铃											

表 1-2 低压电器产品型号派生代号

派生字母	代 表 意 义	
A、B、C、D……	结构设计稍有改进或变化	
C	插入式	
J	交流、防溅式	
Z	直流、自动复位、防震、重任务、正向	
W	无灭弧装置，无极性	
N	可逆、逆向	
S	有锁住机构、手动复位、防水式、三相、三个电源、双线圈	
P	电磁复位、防滴式、单相、两个电源、电压的	
K	保护式、带缓冲装置	
H	开启式	
M	密封式、灭磁、母线式	
Q	防尘式、手车式	
L	电流的	
F	高返回、带分励脱扣	
T	按（湿热带）临时措施制造	此项派生字母加注在全型号之后
TH	湿热带	
TA	干热带	

低压电器的用途广泛，功能多样，种类繁多，结构各异。常用的低压电器的分类见表 1-3。

表 1-3 常用低压电器分类

分类方法	类 别	说 明	举 例
按 低 压 电 器 的 用 途 和 所 控 制 的 对 象	低压配电电器	主要用于低压配电系统及动力设备中电能的输送和分配的电器	低压开关、低压熔断器、断路器等
	低压控制电器	主要用于电力拖动及自动控制系统中各种控制线路和控制系统的电器	接触器、起动器、控制继电器、控制器、主令电器、电阻器、变阻器、电磁铁、保护器等

续表

分类方法	类 别	说 明	举 例
按 低 压 电 器 的 动 作 方 式	自动切换电器	依靠电器本身参数的变化或外来信号的作用自动完成接通或分断等动作的电器	接触器、继电器等
	非自动切换电器	主要依靠外力（如手控）直接操作来进行切换的电器	按钮、低压开关等
按 低 压 电 器 的 执 行 机 构	有触点开关电器	具有可分离的动触点和静触点，主要利用触点的接触和分离来实现线路的接通和断开控制	接触器、继电器等
	无触点开关电器	没有可分离的触点，主要利用半导体元器件的开关效应来实现线路的通断控制	接近开关、固体继电器等

1.2.1 低压断路器

低压断路器又称自动开关、空气开关，是低压配电网络和电力拖动系统中非常重要的一种电器。当电路发生故障时能自动切断电路，有效地保护串接在它后面的电气设备。在正常情况下，用于不频繁地接通和断开电路及控制电机运行状态。常见的故障保护功能有过电流（含短路）保护、欠电压保护、过载保护等。由于使用方便、操作安全、工作可靠，因此是目前使用最广泛的低压电器之一。

（1）低压断路器按照结构形式分为框架式和塑料外壳式两大类。框架式断路器为敞开式结构，适用于大容量配电装置；塑料外壳式断路器的特点是外壳用绝缘材料制作，具有良好的安全性，广泛用于电气控制设备及建筑物内作电源线路保护。

低压断路器由触点系统、灭弧装置、各种可供选择的脱扣器与操作机构、自由脱扣机构等部分组成。低压断路器所装脱扣器主要有电磁脱扣器（用于短路保护）、热脱扣器（用于过载保护）、失压脱扣器以及由磁和热脱扣器组合而成的复式脱扣器。

（2）低压断路器类型包括：DW15、DW16、DW17、DW15HH 等系列万能式断路器，DZ5、DZ10、DZ20、DZ47 等系列塑壳式断路器，带漏电保护功能的 DZL18、DZL19、DZ47LE 等系列漏电断路器。

（3）低压断路器的选用：

1) 根据线路对保护的要求确定断路器的类型和保护形式，确定选用框架式或装置式。

2) 低压断路器额定电压和额定电流大于等于线路的正常工作电压和计算负载电流。

3) 热脱扣器的整定电流应等于所控制负载的额定电流。

4) 电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流应大于负载正常工作时可能出现的峰值电流。

5) 用于控制电机的断路器，其瞬时脱扣整定电流可按下式选择，即

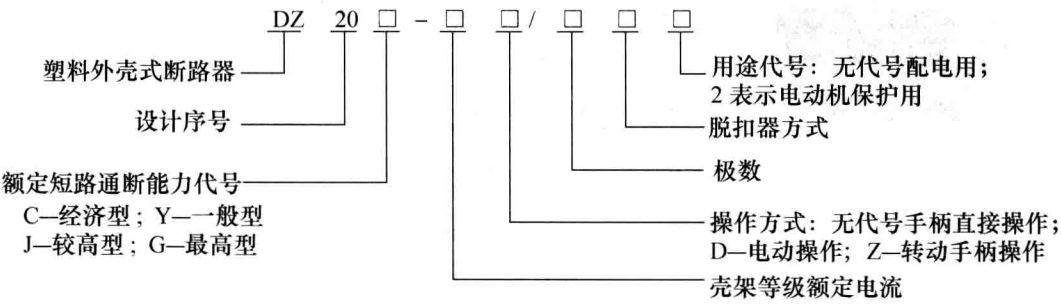
$$I_z \geq KI_{St}$$

式中 K——安全系数，可取 1.5~1.7；

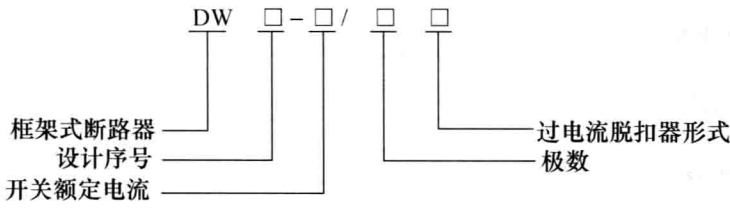
I_{St} ——电动机的启动电流。

- 6) 欠电压脱扣器额定电压应等于线路额定电压。
- 7) 断路器的极限通断能力应不小于线路最大短路电流。
- 8) 配电线路上、下级保护特性应匹配。
- 9) 断路器的长延时脱扣电流应小于导线允许持续电流。

(4) DZ5 系列塑料外壳式断路器型号意义如下：



DW 系列万能式低压断路器型号意义如下：

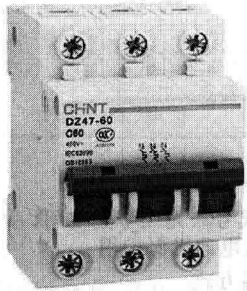
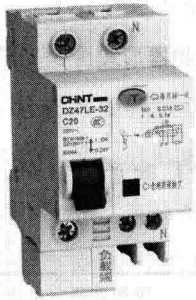


部分产品名称、型号及规格见表 1-4，具体使用可参阅各生产厂家产品目录。

表 1-4 断路器名称、型号及规格

产 品 名 称	型 号	脱扣器额定电流
DZ20 塑壳式断路器 	DZ20C-160	16A 20A 32A 40A 50A 63A 80A 100A 200A
	DZ20Y-100	
	DZ20J-100	
	DZ20G-100	
	DZ20C-250	
	DZ20Y-200	
	DZ20J-200	

续表

产 品 名 称	型 号	脱扣器额定电流
DZ47 小型断路器 	DZ47-63C 型 1P	1~5A
	DZ47-63C 型 1P	6~32A
	Z47-63C 型 1P	40~63A
	DZ47-63C 型 2P	1~5A
	DZ47-63C 型 2P	6~32A
	DZ47-63C 型 2P	40~63A
	DZ47-63C 型 3P	1~5A
	DZ47-63C 型 3P	6~32A
	DZ47-63C 型 3P	40~63A
	DZ47-63C 型 4P	1~5A
	DZ47-63C 型 4P	6~32A
	DZ47-63C 型 4P	40~63A
	DZ47-100 1P	63~100A
	DZ47-100 2P	63~100A
	DZ47-100 3P	63~100A
	DZ47-100 4P	63~100A
DZ47LE 漏电断路器 	DZ47LE 1P+N	40~63A
	DZ47LE 2P	6~32A
	DZ47LE 2P	40~63A
	DZ47LE 3P	6~32A
	DZ47LE 3P	40~63A
	DZ47LE 3P+N	6~32A
	DZ47LE 4P	40~63A
	DZ47LE 4P	6~32A

1.2.2 熔断器

熔断器是低压配电网络和电力拖动系统中最简单、最常用的一种安全保护电器，广泛应用于电网及用电设备的短路保护或过载保护。当线路或电气设备发生短路或严重过载时，通过熔断器的电流达到或超过了某一规定值时，熔体熔断自动切断电路，从而使线路或电气设备脱离电源，起到保护作用。

1. 主要技术参数

熔断器的主要技术参数有额定电压、额定电流、极限分断能力等。

熔断器的额定电压是指熔断器长期正常工作时能够承受的电压。其额定电压值一般等于或大于电气设备的额定电压。

熔断器的额定电流是指熔断器长期正常工作时的电流，各部件温升不超过规定值时所能承受的电流，它与熔体的额定电流是两个不同的概念。熔断器的额定电流等级比较少，熔体的额定电流比较多，通常一个额定电流等级的熔断器可以配用若干个额定电流等级的熔体，但熔体的额定电流最大不能超过熔断器的额定电流值。

熔断器的极限分断能力通常是指熔断器在额定电压及一定功率因素条件下，能分断的最大短路电流值。在电路中出现的最大电流值一般是指短路电流值。因此，极限分断能力也是反映了熔断器分断短路电流的能力，体现了短路瞬间保护特性。

熔断器对过载反应是很不灵敏的，当电气设备发生轻度过载时，熔断器将持续很长时间才熔断，有时甚至不熔断。因此，熔断器一般不宜作为过载保护，主要作为短路保护。

2. 常用的熔断器类型

常用的熔断器类型有瓷插式熔断器 RC1A 系列、无填料封闭管式熔断器 RM10 系列、有填料封闭管式熔断器 RT0 系列、螺旋式熔断器 RL1 系列、快速熔断器 RS 系列、自复式熔断器 RZ1 系列。

3. 熔断器的选择

额定电压选择为

$$U_N \geq U_{\max}$$

式中 U_N ——熔断器额定电压，V；

$U_{\max}$ ——被保护线路工作电压，V。

额定电流选择：熔断器的额定电流应大于或等于熔体的额定电流。

熔体额定电流选择：

(1) 负载较平稳，无尖峰电流，如照明电路电阻电路负载出现尖峰电流，则

$$I_{RN} \geq I_N$$

式中 I_{RN} ——熔体的额定电流；

I_N ——负载的额定电流。

(2) 保护单台电动机时，有

$$I_{RN} \geq (1.5 \sim 2.5) I_N$$

式中 I_N ——电动机额定电流。