

国家机械工业委员会统编

机床电气控制

(高级冷加工适用)

机械工人技术理论培训教材

JIXIE GONGREN JISHULILUN PEIXUN JIAOCAI



机械工业出版社



机械工人技术理论培训教材

机床电气控制

(高级冷加工适用)

国家机械工业委员会统编



机械工业出版社

本书内容包括低压电器、异步电动机的电气控制、直流电动机的电气控制和典型机床的电气控制四部分。

本书采用了最新国家标准，在电路图的绘制上采用了新的图形符号、文字符号和新的画法。为了便于阅读，对本书中的典型机床电路都附有旧标准电路图，以资对照。每章后还附有复习题。

本书由上海电机厂杨玉娟、黄根海和顾惠弟编写，由上海重型机床厂杨光龙、上海电站辅机厂钱季宝审稿。

机床电气控制

【高级冷加工专用】

国家机械工业委员会教材

责任编辑：王一伦 版式设计：张伟行
封面设计：杨胜利 方一荃 责任校对：陈松

机械工业出版社出版（北京阜成门内大街万康里一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·新华书店经销

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 $5^{1/8}$ · 字数 110 千字

1988年10月北京第一版·1988年10月北京第一次印刷

印数 00,001—24,700 · 定价：2.00元

*

ISBN 7-111-01117-1/TG-271

前 言

1981年，原第一机械工业部为贯彻、落实《中共中央、国务院关于加强职工教育工作的决定》，确定对机械工业系统的技术工人按照初、中、高三个阶段进行技术培训。为此，组织制定了30个通用技术工种的《工人初、中级技术理论教学计划、教学大纲（试行）》，编写了相应的教材，有力地推动了“六五”期间机械行业的工人培训工作，初步改变了十年动乱造成的工人队伍文化技术水平低下的状况，取得了比较显著的成绩。

鉴于原机械工业部1985年对《工人技术等级标准（通用部分）》进行了全面修订，原教学计划、教学大纲已不适应新《标准》的要求，而且缺少高级部分；编写的教材，由于时间仓促、经验不足，在内容上存在着偏深、偏多、偏难等脱离实际的问题。为此，原机械工业部根据新《标准》，重新制定了33个通用技术工种的《机械工人技术理论培训计划、培训大纲》（初、中、高级），于1987年3月由国家机械工业委员会颁发，并根据培训计划、大纲的要求，编写了配套教材149种。

这套新教材的编写，体现了《国家教育委员会关于改革和发展成人教育的决定》中对“技术工人要按岗位要求开展技术等级培训”的有关精神，坚持了文化课为技术基础课服务，技术基础课为专业课服务，专业课为提高操作技能和分析解决生产实际问题的能力服务的原则。在内容上，力求以

基本概念和原理为主，突出针对性和实用性，着重讲授基本知识，注重能力的培养，并从当前机械行业工人队伍素质的实际情况出发，努力做到理论联系实际，通俗易懂，具有工人培训教材的特色，同时注意了初、中、高三级之间合理的衔接，便于在职技术工人学习运用。

这套教材是国家机械工业委员会委托上海、江苏、四川、沈阳等地机械工业管理部门和上海材料研究所、湘潭电机厂，长春第一汽车制造厂、济南第二机床厂等单位，组织了200多个企业、院校和科研单位的近千名从事职工教育的同志、工程技术人员、教师、科技工作者及富有生产经验的老工人，在调查研究和认真汲取“六五”期间工人教材建设工作经验教训的基础上编写的。在新教材行将出版之际，谨向为此付出艰辛劳动的全体编、审人员，各地的组织领导者，以及积极支持教材编审出版并予以通力合作的各有关单位和机械工业出版社致以深切的谢意！

编好、出好这套教材不容易；教好、学好这些课程更需要广大职教工作者和技术工人的奋发努力。新教材仍难免存在某些缺点和错误，我们恳切地希望同志们在教和学的过程中发现问题，及时提出批评和指正，以便再版时修订，使其更完善，更好地发挥为振兴机械工业服务的作用。

国家机械工业委员会
技工培训教材编审组

1987年11月

本教材适用于下列工种

高级：车工、镗铣工、刨工、磨工、齿轮工、
钳工、工具钳工

为便于企业开展培训，国家机械工业委员会教育局和机械工业出版社还组织编写出版了与本教材配套的习题集，并摄制出版了电视教学录像片。

目 录

前言

第一章 常用低压电器	1
第一节 开关和熔断器	1
第二节 接触器和继电器	9
复习题	18
第二章 异步电动机的电气控制	20
第一节 电路图基本知识	20
第二节 异步电动机的起动	35
第三节 异步电动机的制动	58
第四节 生产机械的行程控制	69
第五节 异步电动机的调速	73
复习题	79
第三章 直流电动机的电气控制	80
第一节 直流电动机基本结构与原理	80
第二节 直流电动机的起动	89
第三节 直流电动机的反转及制动	91
第四节 直流电动机的调速	93
第五节 龙门刨床自动调速系统	99
复习题	115
第四章 典型机床的电气控制	117
第一节 C 630型普通车床的电气控制	117
第二节 M7120型平面磨床的电气控制	119
第三节 Z 35型摇臂钻床的电气控制	127

VI

第四节	X 62W型万能铣床的电气控制	132
第五节	T 68型卧式镗床的电气控制	142
附录	本章各典型机床电气原理图 (旧)	148
复习题		154

第一章 常用低压电器

凡是用来通断电路，以达到控制调节和保护目的的电气设备称之为电器。本章仅介绍用于电力拖动自动控制的500 V以下的常用低压电器。

第一节 开关和熔断器

一、开关

低压电器中作为不频繁地手动接通、分断电路的开关或作为机床电路中电源引入的开关，常用的有HD14型刀开关、HH3型和HH4型封闭式负荷开关(铁壳开关)、HZ5型和HZ—131、132型转换开关及HZ10型组合开关。这些开关一般结构比较简单，其主要技术参数有额定电压和额定电流。380 V三相交流电路都选用额定电压500 V(或380 V)等级的开关，开关的额定电流要大于实际电路电流，如直接起动电动机，开关的额定电流为电动机额定电流的3倍。这里仅对组合开关、低压断路器和部分主令电器作简要介绍。

1. 组合开关 HZ10系列是最常用的一种。图1-1所示为HZ10-10/3型组合开关的结构图、在电路图中的文字符号和图形符号。它由数层绝缘件内的动触片、静触片组成，其静触片与盒外接线柱是一体的，其动触片套装在绝缘方轴上。旋转手柄通过弹簧凸轮传动机构带动方轴转动，于是动触片也随方轴转动而变更其与静触片接通或断开的位置。

组合开关因组合不同可分为同时通断型和交替通断型。作为机床电源引入开关时,各极是同时接通或同时断开的,

HZ 10-10/3 型组

合开关是三极同时

通断型,额定电流为 10 A,图 1-2 a

是三极同时通断型

组合开关的接线图。用于控制电路

转换和控制交流异步电动机正反转、

星—三角起动或多速电动机换速等组

合开关,它的各极是根据电路需要组

合在不同位置接通或分断的交替通断

型,图 1-2 b 为控制异步电动机正反

转的多极交替通断型的接线图。在图

示位置 3 和位置 1,电路被分断;在位置 4, L1—U1、L2—V1、L3—W1 接通;在位置 2, L1—U1、L2—W1、L3—V1 接通。

2. 低压断路器 断路器又称自动开关。它相当于刀开关、熔断器、热继电器和欠压继电器的功能组合,是一种既可手动(或电动)合闸和分闸,又能在欠压、失压、过载或短路

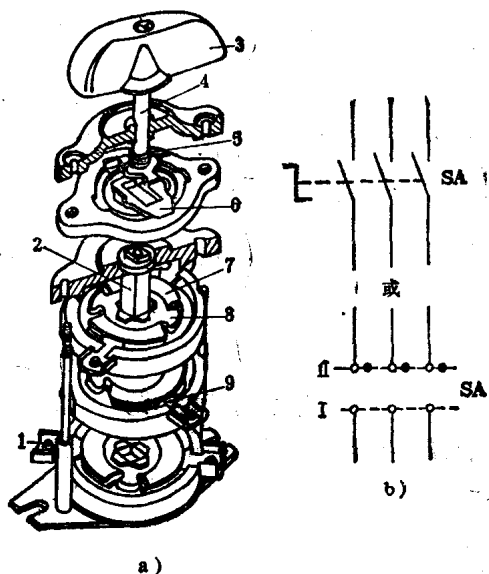


图1-1 HZ10-10/3型组合开关

a) 结构图 b) 文字符号和图形符号

1—接线柱 2—绝缘杆 3—手柄 4—转

轴 5—弹簧 6—凸轮 7—绝缘垫板

8—动触片 9—静触片

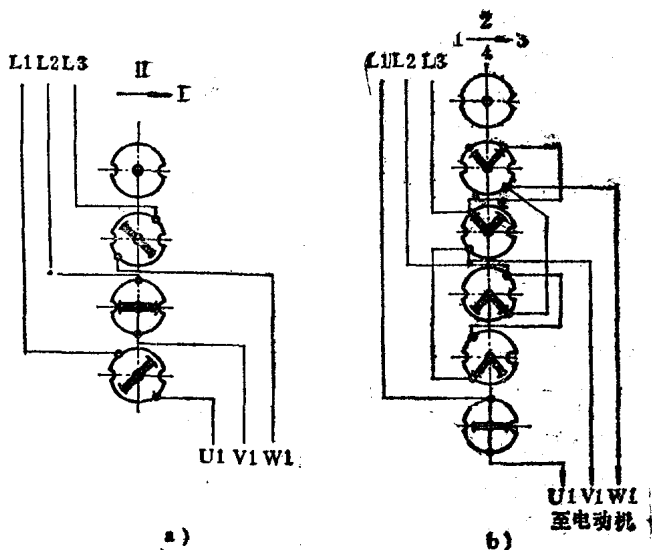


图1-2 组合开关接线图

a) 机床电源引入 b) 控制异步电动机正反转

故障发生时自动分闸的电器。

图1-3是断路器的动作原理图。图中操作手柄或按钮未画出，主触点2有三对，串联在被保护的三相主电路中。当手动去扳动操作手柄至“合”位置（或按下“合”按钮）时，主触点2由锁扣3保持在闭合状态，锁扣3由搭钩4支持着。手动分断开关时，扳动操作手柄至“分”位置（或按下“分”按钮），杠杆6向上运动而顶开搭钩4，主触点2被弹簧1拉开，电路就被分断。

断路器的自动分断是在保护动作时发生的。

电磁脱扣器14的线圈和主电路串联，当电路正常工作

时,所产生的电磁吸力不能将衔铁 13 吸合。只有当电路发生短路或产生很大过电流时,其电磁吸力加大,将衔铁 13 吸合,撞击杠杆 6 并使杠杆上移,顶开搭钩 4,使主触点 2 断开,从而将主电路分断。

欠电压脱扣器 9 的线圈并联在主电路上,当电路电压正常时,欠电压脱扣器产生的电磁吸力能够克服弹簧 7 的拉力而将衔铁 8 吸合。如果电路电压因某种原因下降到某一数值时,电磁吸力小于弹簧 7 的拉力,衔铁 8 被弹簧 7 拉开,衔铁撞击杠杆 6 把搭钩 4 顶开,则触点 2 分断电路。

当电路过载时,过载电流通过热脱扣器的发热元件 10 而使双金属片 11 受热弯曲,于是撞杠杆 6 顶开搭钩 4,使主触点 2 断开主电路,从而起到过载保护作用。

常用断路器有 DZ5、DZ10 系列。断路器通常用作机床电源引入的开关,有时也用来作为控制和保护不频繁起动和停止的电动机开关。

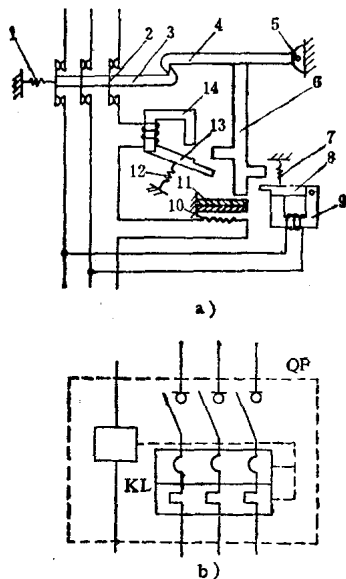


图1-3 自动开关原理图

a) 原理图 b) 符号

- 1、7、12—弹簧 2—触点 3—锁扣
4—搭钩 5—轴 6—杠杆 8、13—衔铁
9—欠电压脱扣器 10—热脱扣器发热元件 11—热脱扣器双金属片 14—电磁脱扣器

3. 主令电器 主令电器是一种非自动切换的小电流开关电器。它在控制电路中的作用是发布命令去控制继电器、接触器或其他电器执行元件的电磁线圈，使得电路得以接通或分断来实现自动控制。机床电路中常用的主令电器有按钮、万能转换开关、行程开关等。

(1) 按钮 按钮是手按下即动作、手释放即复位的短时接通的小电流开关电器，图 1-4 为其结构和符号。

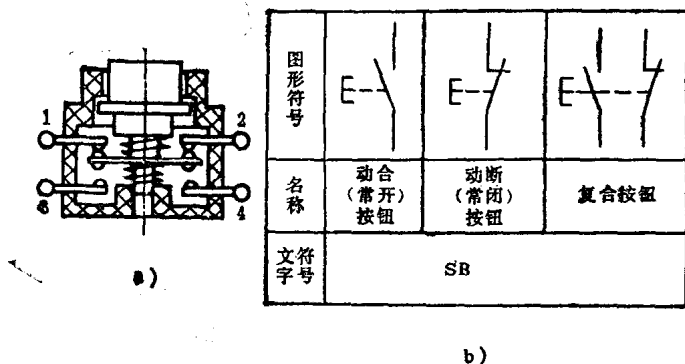


图1-4 控制按钮

a) 结构 b) 符号

(2) 万能转换开关 万能转换开关和组合开关类似，它可以由更多层数、各种不同形状凸轮（由其决定触点在不同位置闭合）组合成多种形式，而适用于各种复杂控制电路要求。

常用万能转换开关有 LW2、LW4、LW5、LW6 型等几种。

(3) 行程开关 行程开关(也叫限位开关)的作用与按钮相同，其特点是不靠手按而是利用生产机械某些运动部件

的碰撞而使触点动作，去接通和分断控制电路，达到一定控制要求。行程开关的复位方式有自动和非自动复位两种。

行程开关传动方式分 杠杆式、转动式和按钮式等数种，图 1-5 是 JLXK1 系列的按钮式 (JLXK1-311)、单轮转动式 (JLXK1-111) 和双轮转动式 (JLXK1-211) 的行程开关。

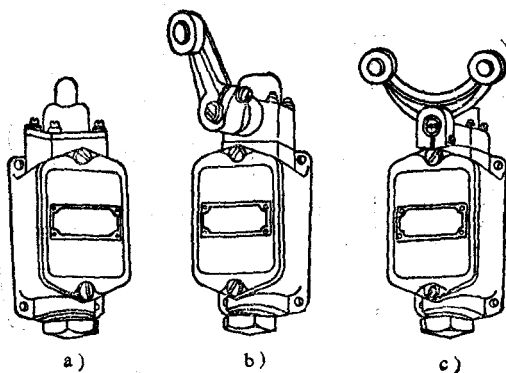


图1-5 JLXK1 系列行程开关

a) 按钮式 b) 单轮转动式 c) 双轮转动式

行程开关一般都具有快速换接动作机构，它的触点瞬时动作，可以保证动作的可靠性、行程控制的位置精度，还可减少电弧对触点的灼烧。这里以图 1-6 所示的 LXW2-11 型行程开关为例说明开关的速动机构。具有一对常闭和一对常开触点的微动开关，其动作原理是：当运动机械的撞块作用在推杆 1 上时，通过弯形片状弹簧 2 将作用力传到触点的触桥 3 上，推杆中间的凹形刀口通过触桥平面瞬间，触桥就跳动，从而使常闭触点断开，常开触点闭合。开关快速动作是

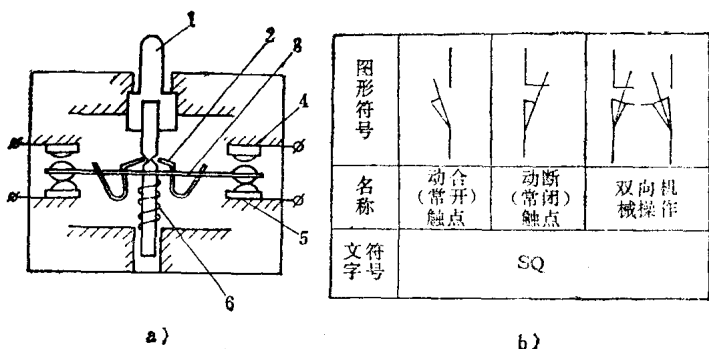


图1-6 LXW2-11行程开关

a) 结构 b) 行程开关符号

1—推杆 2—弯形片状弹簧 3—触点的触桥 4—常开触点

5—常闭触点 6—恢复弹簧

靠弯形片状弹簧中储存的能量突然释放来达到的，开关的复位由恢复弹簧 6 来完成。

二、熔断器

熔断器是电路中的一种最简单的短路保护装置。熔断器内装有一个低熔点的熔体，它串接在电路中，正常工作时流过熔体的电流小于或等于它的额定电流，由于熔体发热温度低于熔体熔点而不会熔断，电路保持接通。当电路发生短路或过载时，由于电流过大，熔体被加热到熔点而熔断，电路即随之自动断开，从而起到了保护线路和设备的作用。

常用熔断器如图 1-7 所示，其中图 a 为熔断器符号，图 b 为 RAC1 型插入式，图 c 为 RL1 型螺旋式、RLS 型快速螺旋式熔断器，图 d 为 RM10 型无填料密闭管式，图 e 为 RT0 型有填料封闭管式。其中 RL1 型、RLS 型、RT0 型的熔体熔断后，都具有熔体熔断的指示装置。

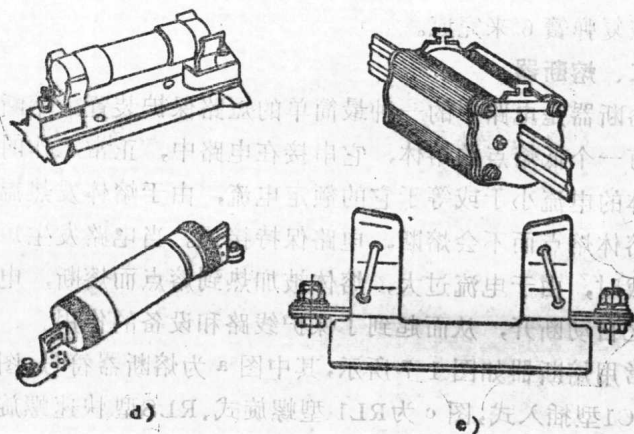
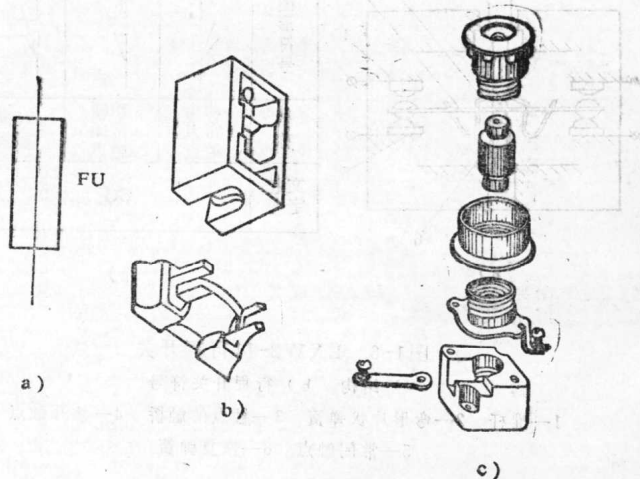


图1-7 熔断器

- a) 符号 b) RC1A型插入式 c) RL1、RLS型螺旋式
d) RM10型无填料密封管式 e) RT0型有填料密封管式

熔断器的主要技术参数有额定电压、额定电流、熔体的额定电流等级。

熔体由易熔金属铅、锡、铜、银、锌及其合金制成。熔体的额定电流是指长时间通过熔体而不熔断的电流。熔体熔断的时间和流过它的电流有关。当熔体流过小于 1.25 倍额定电流的电流时，熔体长期不熔断；当电流达 1.6 倍时，约经 1 h 后熔断；当电流达到两倍时，约经 30~40 s 后熔断；当电流达到 8~10 倍时，熔体瞬时（约 1 s）熔断。由此可见，熔断器对于保护短路故障是很有效的，但却不适宜用作电动机过载保护。

熔体额定电流的选取方法如下：

（1）对于电灯或电阻性负载的电气设备，熔体的额定电流应稍大于线路负载的电流。

（2）对于单台电动机，熔体的额定电流应是电动机的额定电流的 1.5~3 倍。

（3）对于多台电动机线路，熔体额定电流应是其中最大一台电动机的额定电流的 1.5~3 倍再加上其余各台电动机额定电流之和。

第二节 接触器和继电器

一、接触器

接触器用来频繁地接通和分断带有负载的主电路或大容量的控制电路，并可进行远距离自动控制。接触器多为电磁式接触器，根据接触器主触点用于交流电路还是直流电路，可分为交流接触器和直流接触器。

1. 交流接触器的结构和原理 交流接触器主要由触点系统、电磁机构、弹簧、灭弧装置和支架底座等组成。图