



机械类

高级技工学校、技师学院教材
高级工培训教材

机床电气控制



中国劳动保障出版社

机械类 高级技工学校、技师学院教材
高级工培训教材

机床电气控制

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

机床电气控制/薛克范主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2007

机械类 高级技工学校、技师学院教材 高级工培训教材

ISBN 978-7-5045-6231-9

I. 机… II. 薛… III. 机床-电气控制-技工学校-教材 IV. TG502.35

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 091671 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

中国印刷总公司北京新华印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 6.5 印张 149 千字

2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

定价: 12.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

前言

进入 21 世纪以来,我国现代制造业迅速发展,随着技术创新和市场需要,对产品的加工工艺要求越来越高,但劳动者素质偏低,技能人才,尤其是高级技能人才匮乏已成为制约我国制造业发展的突出问题。为了解决这一矛盾,2005 年国务院颁发了《国务院关于大力发展职业教育的决定》,确立了“力争用 5 年时间,在全国新培养 190 万名技师和高级技师,新培养 700 万名高级技工,并带动中级和初级技能劳动者队伍梯次发展”的目标。

正是在这样的形势下,为推进我国职业教育建设,加强各类高素质高技能人才的培养,我们组织修订了 1999 年以来出版的高级技工学校教学及高级工培训的机械类教材,并在此基础上开发了一些教材。本套教材包括《专业数学(第二版)》《机械制图(第二版)》《计算机应用技术》《极限配合与技术测量(第三版)》《机构与零件(第三版)》《液压技术(第三版)》《金属切削原理与刀具(第三版)》《机械制造工艺与装备(第二版)》《机床夹具(第三版)》《机床电气控制》《数控技术》《高级车工工艺与技能训练》《高级钳工工艺与技能训练》《高级铣工工艺与技能训练》《高级焊工工艺与技能训练》《模具制造工艺与技能训练》《高级机修钳工工艺与技能训练》《高级磨工工艺与技能训练》《高级冷作工工艺与技能训练》,以后我们还将陆续开发其他教材。

在这套教材的编写过程中,我们始终坚持了以下基本原则:

一是从生产实际出发,合理安排教材的知识和技能结构,突出技能性培养,摒弃“繁难偏旧”的理论知识。二是以国家相关职业标准为依据,确保在知识内容和技能水平上符合国家职业鉴定标准。三是引入新技术、新工艺的内容,反映行业的新标准、新趋势,淘汰陈旧过时的技术,拓宽专业技术人员的知识眼界。四是在结构安排和表达方式上,强调由浅入深,循序渐进,力求做到图文并茂。

本套教材的编写工作得到了湖南、江苏、广东、河北、黑龙江等省劳动和社会保障厅及有关学校的大力支持,在此表示衷心的感谢。

《机床电气控制》主要包括:概述、电气控制电路中常用的低压电器、三相异步电动机的基本控制线路、直流电动机的电气控制、典型机床电气控制电路的分析。

本书由薛克范主编,王洁、过建新、曾婷婷、徐忆、吴明洁、孙弘翔参与编写;李义华审稿。

劳动和社会保障部教材办公室

2007 年 4 月

目 录

第一章 概述	(1)
§ 1—1 电气传动简介	(1)
§ 1—2 机床电气控制线路的发展	(2)
第二章 电气控制电路中常用的低压电器	(4)
§ 2—1 低压电器的基本知识	(4)
§ 2—2 刀开关和隔离器	(8)
§ 2—3 主令电器	(10)
§ 2—4 接触器	(13)
§ 2—5 熔断器	(16)
§ 2—6 继电器	(19)
§ 2—7 低压断路器	(26)
第三章 三相异步电动机的基本控制线路	(32)
§ 3—1 自锁与互锁的控制	(32)
§ 3—2 点动与连续运转的控制	(33)
§ 3—3 多地联锁和顺序联锁控制	(34)
§ 3—4 自动循环的控制	(36)
§ 3—5 三相异步电动机的启动控制	(37)
§ 3—6 三相异步电动机的制动控制	(41)
§ 3—7 三相异步电动机的调速控制	(47)
第四章 直流电动机的电气控制	(53)
§ 4—1 直流电动机的基本原理与结构	(53)

§ 4—2 他励直流电动机的启动和反转	(55)
§ 4—3 他励直流电动机的制动	(58)
§ 4—4 他励直流电动机的调速	(63)
第五章 典型机床电气控制电路的分析	(69)
§ 5—1 电气控制系统图	(69)
§ 5—2 电气控制系统常用的保护环节	(73)
§ 5—3 电气控制电路分析基础	(75)
§ 5—4 C650 型普通卧式车床的电气控制	(77)
§ 5—5 Z3040 型摇臂钻床的电气控制	(81)
§ 5—6 T68 型卧式镗床的电气控制	(88)

第一章

概 述

§ 1—1 电气传动简介

一、电气传动及其组成

电气传动是指用电动机驱动生产机械的工作机构使之运转的一种方法。由于电力在生产、传输、分配、使用和控制等方面的优越性，使电气传动获得了广泛应用。目前在生产中大量使用的各种生产机械，如车床、钻床、铣床、刨床、轧钢机等，都是采用电气传动。用电动机驱动工作机械来实现生产工艺过程中的各种控制要求的系统称为电气传动系统。电气传动系统主要由电动机、传动机构、控制设备和电源四个基本环节组成，其相互关系如图 1—1 所示。

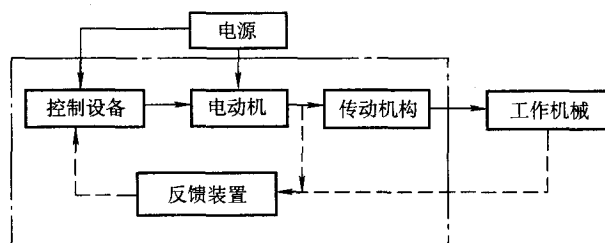


图 1—1 电气传动系统

1. 电动机 电动机是生产机械的原动机，其作用是将电能转换成机械能。电动机按使用电源分，可分为交流电动机和直流电动机。在一个电气传动系统中，除了一台主电动机外，还有一些辅助电动机和控制电动机。

2. 传动机构 传动机构是在电动机与生产机械的工作机构之间传递动力的装置，如减速箱、传输带、联轴节等。

3. 控制设备 控制设备是用来控制供给电动机电能的形式与时间，使其适应生产机械需要的设备。控制设备由各种控制电动机、电器、自动化元件及工业控制计算机等组成。

4. 电源 电源是电动机和控制设备的能源，分为交流电源和直流电源。

二、电气传动系统的分类

电气传动系统按驱动的电动机不同，分为直流驱动系统和交流驱动系统两大类。直流驱动是以直流电动机为动力的驱动方式；交流驱动是以交流电动机为动力的驱动方式。直流电动机具有良好的启动和控制性能，尤其是它的调速性能良好，可以方便地在很宽的范围内平滑调速，所以在频繁启动、制动及调速要求较高的场合，直流驱动仍居主要地位，并被用于

自动控制要求较高的各种生产机械上。电气传动系统按有无反馈装置，又可分为闭环电气传动系统与开环电气传动系统，其反馈装置往往采用控制电动机等反馈装置来实现反馈功能。传统的控制设备多为继电器、接触器，而这类器件均带有触头，故应用继电器、接触器作为控制设备的电气传动系统又称为有触头系统。为提高系统工作的可靠性，近年来出现了以数字电路为主的无触头系统。数字电路发展很快，从分立元件到集成电路，现又发展到使用微型计算机控制的数字控制系统。

三、电气传动的特点

1. 方便经济 电能的生产、变换、传输都比较经济，分配、检测和使用比较方便。
2. 效率高 电气传动比用蒸汽、压缩空气的驱动效率要高，且传动机构简单。
3. 调节性能好 电动机的类型很多，具有各种运行特性，可适应不同生产机械的需要，且电气传动系统的启动、制动、调速、反转等控制简便、迅速，能实现较理想的控制目的。
4. 易于实现生产过程的自动化 由于电气传动可以实现远距离控制与自动调节，且各种非电量（如位移、速度、温度等）都可以通过传感器转变为电量作用于驱动系统，因而能实现生产过程的自动化。

§ 1—2 机床电气控制线路的发展

一、电动机与电气传动系统发展概况

从 1820 年奥斯特、安培和法拉第相继发现载流导体在磁场中受力并提出电磁感应定律后，出现了电动机和发电机的雏形。从它形成的一个工业部门至今才不过 120 多年，由于经济发展的需要使电机技术获得迅速的发展。19 世纪末期，电动机逐渐代替了蒸汽机，出现了电气传动，在初期，常以一台电动机驱动多台设备，或一台设备上的多个运动部件由一台电动机驱动，称之为集中驱动。随着生产发展的需要，20 世纪 20 年代发展成为单独驱动。为进一步简化机械传动机构，更好地满足生产机械各运动部件对机械特性的不同要求，在 20 世纪 30 年代出现了多电动机驱动，即生产机械各运动部件分别由各台电动机驱动，这使生产机械的机械机构大为简化。

随着生产的发展，对上述单电动机驱动系统及多电动机驱动系统提出了更高的要求：如要求提高加工精度和运行速度；要求快速启动、制动及反转；要求实现很宽范围内的速度调节及整个生产过程的自动化等。要满足这些要求，除改进驱动装置——电动机外，还必须加装自动控制设备，组成自动化的电气传动系统。而这些自动化的电气传动系统随着自动化控制理论的发展，半导体器件和电力电子技术的应用，以及数控技术和计算机技术的发展和应用，正在不断地完善。

二、电气传动自动控制的发展

随着电气传动方式的演变，其控制方式由手动控制逐步向自动控制方向发展。最初的自动控制是用数量不多的继电器、接触器及保护元件组成的继电器—接触器控制系统。这种控制具有使用的单一性，即一台控制装置只适用于某一固定控制程序的设备，若程序发生改变，必须重新接线，而且这种控制的输入、输出信号只有通和断两种状态，控制是断续的，因而又称为断续控制。

为使控制系统具有良好的静态与动态特性，常采用反馈控制系统，反馈控制系统由连续控制元器件作为反馈装置，它不仅能反映信号的通与断，而且能反映信号的大小和变化。这种由连续控制元器件组成的反馈控制系统称为闭环控制系统，又称为连续控制系统，常用的连续控制元器件有晶闸管。

20 世纪 60 年代出现了顺序控制器，它能根据生产需要，灵活地改变控制程序，使控制系统具有较大的灵活性和通用性，但仍使用硬件手段且装置体积大，功能也受到一定限制。20 世纪 70 年代出现了用软件手段来实现各种控制功能，以微处理器为核心的新型工业控制器——可编程序控制器。

随着计算机技术的发展，20 世纪 70 年代末，研制出了数控设备，它是用电子计算机按预先编制好的程序，对机床实现自动化的数字控制。随着微型计算机的出现，数控机床得到飞速发展，先后出现了由硬件逻辑电路构成的专用数控装置 NC，小型计算机控制系统 MNC。近年来又发展成柔性制造系统 FMS。最新发展起来了一种以数控机床为基本单元的计算机集成制造系统，即 CIMS，用以实现无人自动化工厂。

习 题 一

1. 什么叫电气传动？电气传动系统由哪几部分组成？各部分的作用是什么？
2. 电气传动的优点有哪些？
3. 按电气传动方式来分，电气传动的发展经历了哪几个阶段？

第二章

电气控制电路中常用的低压电器

§ 2—1 低压电器的基本知识

一、概述

低压电器包括配电电器和控制电器两大类，它们是组成成套电气设备的基础配套元件。低压电器可定义为根据使用要求及控制信号，通过一个或多个器件组合，能手动或自动分合额定电压在直流 1 200 V、交流 1 500 V 及以下的电路，以实现对电路中被控制对象的控制、调节、变换、检测、保护等作用的基本器件。

1. 常用低压电器的分类

低压电器的种类繁多、功能多样、用途广泛，其结构各异，分类方法亦很多。按用途可分为：

(1) 控制电器 用于各种控制电路和控制系统的电器。如手动电器有转换开关、按钮开关等，自动电器有接触器、继电器、电磁阀等，自动保护电器有热继电器、熔断器等。

(2) 配电电器 用于电能输送和分配的电器。如刀开关、熔断器、低压断路器等。

(3) 终端电器 用于线路末端的一种小型化、模块化的组合式开关电器，可根据需要组合实现对电路和用电设备进行配电、保护、控制、调节、报警等功能，包括各种智能单元、信号指示、防护外壳和附件等。

(4) 执行电器 用于完成某种动作或传送功能的电器。如电磁铁、电磁离合器等。

(5) 可通信低压电器 带有计算机接口和通信接口，可与计算机网络连接。如智能化断路器、智能化接触器及电动机控制器等。

(6) 其他电器 包括变频调速器、可编程序控制器、软启动器、稳压与调压电器等。

按电气传动控制系统常用低压电器分可分为低压断路器、接触器、刀开关（隔离器）、熔断器、主令电器、继电器、执行电器等。

2. 我国低压电器的发展概况

我国低压电器的发展主要经历了三代产品。第一代产品是 20 世纪 60 年代初至 70 年代初，自行开发设计的统一设计产品，以 CJ10、DZ10、DW10 为代表，约 29 个系列，现已被淘汰。第二代产品是在 20 世纪 70 年代后期到 20 世纪 80 年代完成的更新换代和引进国外技术生产的产品。更新换代产品以 CJ20、DZ20、DW15 系列等为代表，共 56 个系列。引进技术制造产品以 ME、3WE、B、3TB、LCI—D 系列等为代表，共 34 个系列。这批产品目前市场占有率约为 50%。第三代产品是我国在 20 世纪 90 年代跟踪国外新技术、新产品，自行开发、设计、研制的产品，以 DW40、DW45、DZ40、CJ40、S 系列等为代表的 10 多个系列。

与国外合资生产的 M、F、3TF 系列等, 约 30 个系列。目前市场占有率约为 10%。

改革开放以来, 我国低压电器制造业有了飞速发展, 新产品已发展到 12 大类, 380 个系列, 1 200 多个品种, 几万种规格。从国外引进的 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。

当前, 我国低压电器的发展正向着高性能、高可靠性、小型化、多功能、组合化、模块化、电子化、智能化的方向发展, 随着计算机网络的发展与应用, 正在研制开发、生产和推广应用各种可通信智能化电器、模数化终端组合电器和节能电器等。

二、常用低压控制电器的基本知识

低压电器的基本结构是由触头系统和电磁机构组成。触头系统存在接触电阻和电弧的物理现象, 对电器系统的安全运行影响较大; 而电磁机构的电磁吸力和反力则是决定电器性能的主要因素之一。低压电器的主要技术性能指标与参数就是在这些基础上制定的。因此, 触头结构、电弧、灭弧装置以及电磁吸力和反力等是研究低压电器元件结构和工作原理的基础。它们对正确地选用和使用低压电器元件, 正确操作和电气安全运行是至关重要的。

1. 电磁机构

电磁机构是电磁式继电器和接触器等的主要组成部件之一, 其工作原理是将电磁能转换为机械能, 从而带动触头动作。

(1) 电磁机构的结构形式 电磁机构由吸引线圈(励磁线圈)和磁路两部分组成。磁路包括铁心、铁轭、衔铁和空气隙。吸引线圈通以一定的电压或电流产生激励磁场及吸力, 并通过气隙转换为机械能, 从而带动衔铁运动使触头动作, 以完成触头的断开和闭合。图 2—1 所示为几种常用的电磁机构示意图。由图可见, 衔铁可以直动, 也可以绕某一支点转动。按电磁机构形状分类, 电磁机构可分为 U 形(见图 2—1c)和 E 形(见图 2—1d)两种。

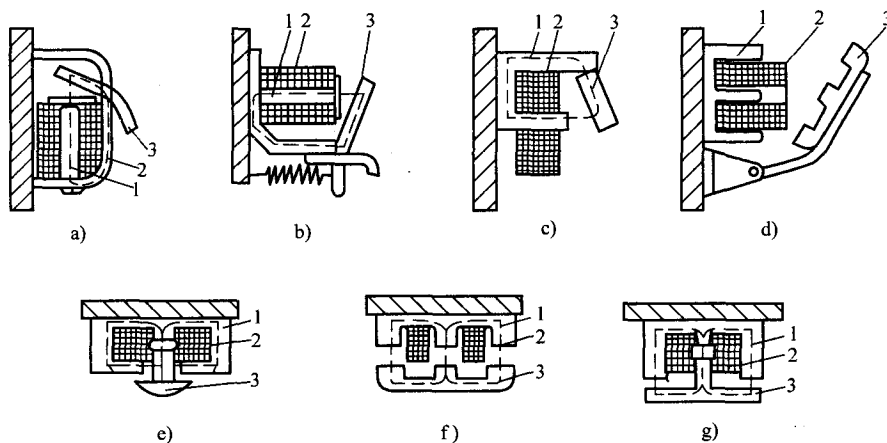


图 2—1 常用电磁机构的形式

1—铁心 2—线圈 3—衔铁

吸引线圈按其中通电种类可分为交流电磁线圈和直流电磁线圈, 对于交流电磁线圈, 当通交流电时, 为了减小因涡流造成的能量损失和温升, 铁心和衔铁用硅钢片叠成。对于直流电磁线圈, 铁心和衔铁可以用整块电工软钢做成。并联于电源工作的线圈, 称为电压线

圈，它的特点是匝数多，线径较细。串联于电路工作的线圈，称为电流线圈，它的特点是匝数少，线径较粗。

(2) 电磁机构的工作原理 电磁机构的工作特性常用吸力特性和反力特性来表达。电磁机构使衔铁吸合的力与气隙的关系曲线称为吸力特性，电磁机构使衔铁释放（复位）的力与气隙的关系曲线称为反力特性。

1) 反力特性 电磁机构使衔铁释放的力一般有两种：一种是利用弹簧的反力，如图 2—1b 所示；另一种是利用衔铁的自身重力，如图 2—1d 所示。

2) 吸力特性 电磁机构的吸力与很多因素有关，其反映的是电磁吸力与气隙的关系，而励磁电流的种类不同，吸力特性也不一样。交流电磁机构吸力 F 与气隙 δ 的大小无关，实际上，考虑到漏磁通的影响，吸力 F 随气隙 δ 的减小略有增加，其吸力特性如图 2—2 所示。直流电磁机构的吸力 F 与气隙 δ 的平方成反比，其吸力特性如图 2—3 所示，它表明衔铁闭合前后吸力变化很大，气隙越小，吸力越大。

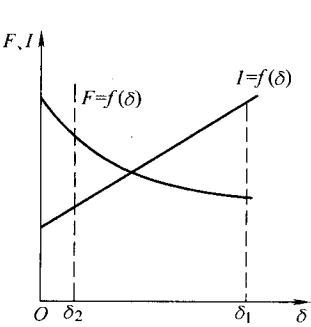


图 2—2 交流电磁机构的吸力特性

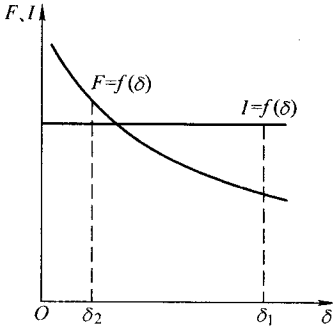


图 2—3 直流电磁机构的吸力特性

(3) 剩磁的吸力特性 由于铁磁物质有剩磁，它使电磁机构的励磁线圈失电后仍有一定的磁性吸力存在，剩磁的吸力随气隙 δ 的增大而减小。剩磁的吸力特性如图 2—4 中曲线 4 所示。

(4) 吸力特性与反力特性的配合 电磁机构欲使衔铁吸合，在整个吸合过程中，吸力都必须大于反力，但也不能过大，否则会影响电器的机械寿命。反映在特性图上，就是要保证吸力特性在反力特性的上方。当切断电磁机构的励磁电流以释放衔铁时，其反力特性必须大于剩磁吸力，才能保证衔铁可靠释放。所以在特性图上，电磁机构的反力特性必须介于电磁吸力特性和剩磁吸力特性之间，如图 2—4 所示。

2. 电器的触头和电弧

(1) 电器的触头系统 触头亦称触头，是电器的主要执行部分，起接通和分断电路的作用。在有触头的电器元件中，电器元件的基本功能是靠触头来执行的，要求触头导电、导热性能良好。触头的接触形式及结构形式很多，通常按其接

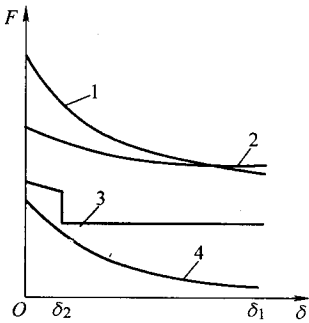


图 2—4 吸力特性和反力特性
1—直流吸力特性 2—交流吸力特性
3—反力特性 4—剩磁吸力特性

触形式分为三种，即点接触、线接触和面接触。触头的结构形式有指形触头和桥形触头等。小型继电器中常采用分裂触头和片簧形式。图 2—5c 所示为线接触，常做成指形触头结构，

如图 2—5e 所示，它的接触区是一条直线。图 2—5f、g 分别是小型继电器中常用的分裂触头和片簧形式，这种结构有利于提高继电器通断的可靠性。

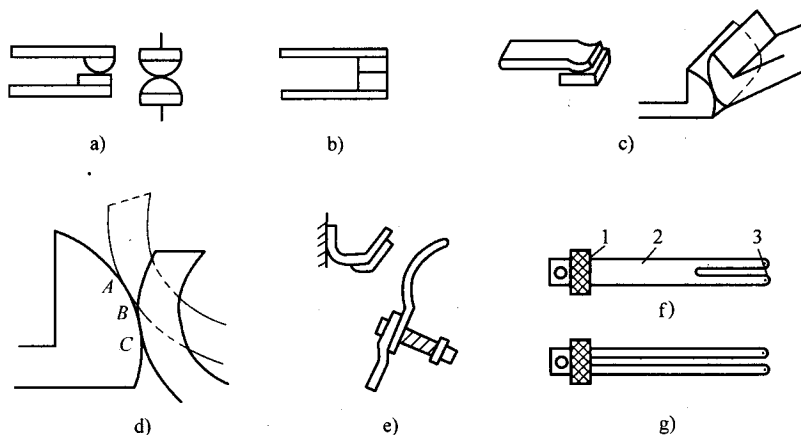


图 2—5 触头的接触形式

a) 点接触 b) 面接触 c) 线接触 d) 线接触触头的接触过程

e) 指形触头 f) 分裂触头 g) 片簧

1—固定件 2—簧片 3—两个触头

触头按其原始状态可分为常开触头和常闭触头。原始状态时（即线圈未通电）断开，线圈通电后闭合的触头叫常开触头或动合触头。原始状态闭合，线圈通电后断开的触头叫常闭触头或动断触头。线圈断电后所有触头复原。按触头控制的电路可分为主触头和辅助触头。主触头用于接通或断开主电路，允许通过较大的电流，辅助触头用于接通或断开控制电路，只能通过较小的电流。

(2) 电弧的产生及灭弧

1) 电弧的产生 在自然环境中开断电路时，如果开断电路的电流（电压）超过某一数值时（根据触头材料的不同其值约在 0.25 ~ 1 A，12 ~ 20 V 之间），触头间隙中就会产生电弧。电弧实际上是触头间气体在强电场作用下产生的放电现象，长时间会使触头烧损，并使电路的切断时间延长，甚至不能断开，造成严重事故。同时电弧向四周喷射，会使电器及其周围物质损坏，甚至造成短路，引起火灾。所以，必须采取措施熄灭或减小电弧。

2) 常用的灭弧装置

①桥式结构双断口灭弧。图 2—6 所示为一种桥式结构双断口触头，流过触头两端的电流方向相反，将产生互相排斥的电动力。当触头打开时，在断口中产生电弧。电弧电流在两电弧之间产生磁场，根据左手定则，电弧电流要受到一个指向外侧的电动力 F 的作用，使电弧向外运动并拉长，使它迅速穿越冷却介质加快电弧冷却并熄灭。此外，也具有将一个电弧分为两个来削弱电弧的作用。这种灭弧方法效果较弱，故一般多用于小功率的电器中。但是，当配合栅片灭弧后，也可用于大功率的电器中。交流接触器常采用这种灭弧方法。

②栅片灭弧。图 2—7 所示为栅片灭弧示意图。灭弧栅一般是由多片镀铜薄钢片（称为栅片）和石棉绝缘板组成，它们安放在电器触头上方的灭弧室内，彼此之间互相绝缘，片间距离约 2 ~ 5 mm。当触头分断电路时，在触头之间产生电弧，电弧电流产生磁场，由于钢片磁阻比空气磁阻小得多。因此，电弧上方的磁通非常稀疏，而下方的磁通却非常密集，这种

上疏下密的磁场将电弧拉入灭弧罩中，当电弧进入灭弧栅后，被分割成数段串联的短弧。这样每两片灭弧栅片可以看做一对电极，而每对电极间都有 150 ~ 250 V 的绝缘强度，使整个灭弧栅的绝缘强度大大加强，而每个栅片间的电压不足以达到电弧燃烧电压，同时栅片吸收电弧热量，使电弧迅速冷却而很快熄灭。

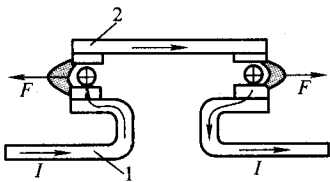


图 2—6 桥式触头灭弧原理
1—静触头 2—动触头

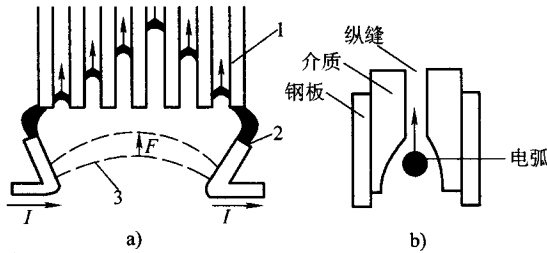


图 2—7 栅片灭弧示意图
a) 电弧进入栅片被分割 b) 灭弧栅片的形状
1—灭弧栅片 2—触头 3—电弧

当触头上所加的电压是交流时，交流电产生的交流电弧要比直流电弧容易熄灭。因为交流电每个周期有两次过零点，显然电压为零时电弧自然容易熄灭。因此，灭弧栅装置常用作交流灭弧。

③磁吹灭弧。磁吹灭弧方法的结构原理如图 2—8 所示，将磁吹线圈与主电路串联，通电后，电弧在磁场力 F 的作用下，使电弧在冷却的灭弧罩窄缝隙中向上运动，产生强烈的消电离作用，从而将电弧熄灭。它广泛应用于直流灭弧装置中（如直流接触器中）。

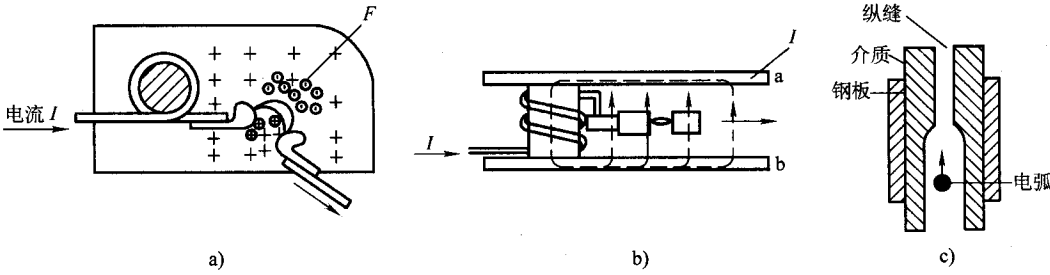


图 2—8 磁吹灭弧原理
a) 磁吹线圈向电弧产生推力 b) 俯视图 c) 窄缝灭弧介质

§ 2—2 刀开关和隔离器

刀开关是一种结构简单，应用十分广泛的手动电器，主要供无载通断电路用，即在不分断负载电流或分断时各极两触头间不会出现明显极间电压的条件下接通或分断电路用。有时也可用来通断较小工作电流、作为照明设备和小型电动机等不需频繁操作的电源开关用。当能满足隔离功能要求时，刀开关也可用作电源隔离开关。当刀开关有灭弧罩并用杠杆操作时，也可接通或分断额定电流。

在对电气设备的带电部分进行维修时，应使这些部分一直处于无电状态，所以必须将电

气设备从电网脱开并隔离，能起这种隔离电源作用的电器称为隔离器。隔离器一般属于无载通断电器，只能接通或分断“可忽略的电流”（指套管、母线、连接线和电缆等的分布电容电流和电压互感器或分压器的电流），但有一定的载流能力。也有一些隔离器产品有一定的通断能力，能在非故障条件下接通和分断电气设备或成套设备中的某一部分，这时其通断能力应和其所需通断的电流相适应。

兼有开关作用的隔离器称作隔离开关，它具备一定的短路接通能力。隔离器和熔断器串联组合成一个单元，隔离器的动触头由熔断体或带熔断体的载熔件组成时，即为隔离器式熔断器组或称为熔断式隔离器。刀开关和熔断器串联组合组成负荷开关，刀开关的动触头由熔断体组成时，即为熔断器式刀开关。上述含有熔断器的组合电器统称为熔断器组合电器。熔断器组合电器一般能进行有载通断，并有一定的短路保护功能。

刀开关和隔离器根据工作条件和用途的不同，主要有以下几类，即开启式刀开关、封闭式负荷开关（铁壳开关）、开启式负荷开关（胶盖瓷底刀开关）、熔断器式刀开关、熔断器式隔离器等，产品种类很多，尤其是近几年不断出现新产品、新型号，本节主要介绍常用的几种产品。隔离开关、刀开关和负荷开关的图形符号分别如图 2—9a、b、c 所示，图中分别是隔离开关、刀开关和负荷开关的三线三极表示法，文字符号单字母为 Q，双字母为 QS。

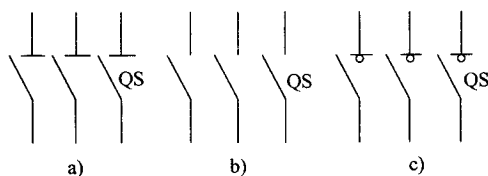


图 2—9 隔离开关、刀开关、负荷开关的图形符号和文字符号

a) 隔离开关 b) 刀开关 c) 负荷开关

一、开启式负荷开关

开启式负荷开关俗称瓷底胶壳刀开关，是一种结构简单、应用最广泛的手动电器。常用作交流额定电压 380/220 V、额定电流至 100 A 的照明配电线路的电源开关和小容量电动机频繁启动的操作开关。

胶壳刀开关有三相和单相两种。它由操作手柄、熔丝、触刀、触头座和底座组成，如图 2—10 所示。胶壳的作用是防止操作时电弧飞出灼伤操作人员，并防止极间电弧造成电源短路，因此操作前一定要将胶壳安装好再操作。熔丝主要起短路和严重过电流保护作用。

刀开关安装时，保证手柄向上扳动是合上电源，不得倒装或平装。倒装时，手柄有可能会自动下滑而引起误合闸，造成人身伤害事故。接线时，应将电源进线端接在上端端子上，负载接在下端端子上。这样，拉开刀闸后，刀开关与电源隔离，便于检修。

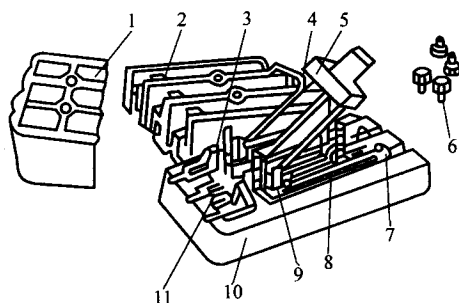


图 2—10 HK 系列开启式刀开关结构示意图

1—上胶盖 2—下胶盖 3—触刀座 4—触刀
5—瓷柄 6—胶盖紧固螺母 7—出线端子 8—熔丝
9—触刀铰链 10—瓷底座 11—进线端子

二、熔断器式隔离器

熔断器式隔离器是一种新型电器，有多种结构形式，一般采用有填料熔断器和刀开关组合而成，广泛应用于开关柜或与终端电器配套的电器装置中，作为电路或用电设备的电源隔离开关及严重过载和短路保护之用。在回路正常供电的情况下接通和切断电源由刀开关来承

担, 当电路或用电设备过载或短路时, 熔断器的熔体熔断, 及时切断故障电流。其外形、结构如图 2—11 所示。

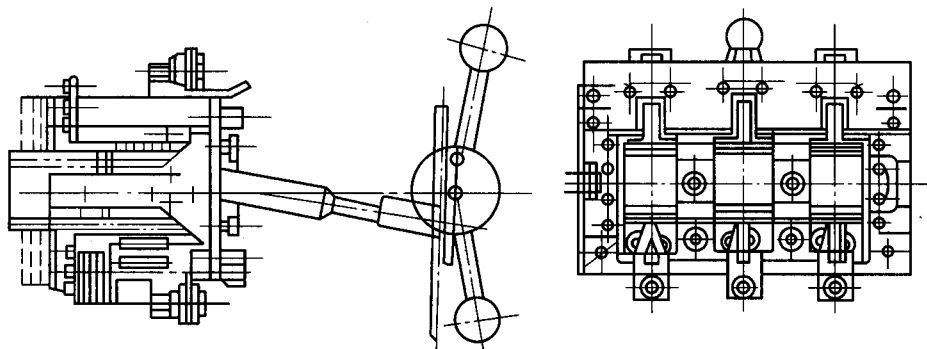


图 2—11 熔断器式隔离器

三、隔离器、刀开关的选用原则

隔离器、刀开关的主要功能是隔离电源。在满足隔离功能要求的前提下, 选用的主要原则是保证电器的额定绝缘电压和额定工作电压不低于电路的相应数据, 额定工作电流不小于电路的计算电流。当要求有通断能力时, 须选用具备相应额定通断能力的隔离器。如需接通短路电流, 则应选用具备相应短路接通能力的隔离开关。

目前隔离器、刀开关(含刀形转换开关)产品的绝缘电压大多数为交流 500 V、直流 440 V, 故安装刀开关(或刀形转换开关)的电路, 其额定电压不应超过交流 500 V 或直流 440 V。电路计算电流也不应超过其额定工作电流。刀开关的极数、位置数和操纵方式可根据实际需要选定。

§ 2—3 主 令 电 器

主令电器是电气自动控制系统中用于发送或转换控制指令的电器, 是一种用于辅助电路中的控制电器。主令电器应用广泛、种类繁多, 按其作用可分为控制按钮、行程开关、接近开关、万能转换开关(组合开关)、主令控制器及其他主令电器如脚踏开关、倒顺开关、紧急开关、钮子开关、指示灯等。本节仅介绍几种常用的主令电器。

一、控制按钮

控制按钮是一种结构简单, 应用十分广泛的主令电器。在电气自动控制电路中, 用于手动发出控制信号控制接触器、继电器、电磁启动器等。控制按钮的结构种类很多, 可分为普通按钮式、蘑菇头式、自锁式、自复位式、旋柄式、带指示灯式及钥匙式等, 有单钮、双钮、三钮及不同组合形式, 一般是采用积木式结构, 由按钮帽、复位弹簧、桥式触头和外壳等组成。有一对常闭触头和常开触头。当按下按钮帽时, 常开触头闭合, 常闭触头断开; 松开按钮帽, 触头复位。还有一种自持式按钮, 按下后即可自动保持闭合位置, 断电后才能打开, 控制按钮的结构原理图和图形符号如图 2—12 所示。

为了标明各个按钮的作用, 避免误操作, 通常将按钮帽做成不同颜色, 以示区别。颜色有红、绿、黑、蓝、白等。如红色表示停止按钮, 绿色表示启动按钮等。按钮开关的主要参

数有型号及安装孔尺寸,触头数量及触头的电流容量。按钮的文字符号单字母为 S, 双字母为 SB。常用国产产品有 LAY3、LAY6、LA20、LA25、LA101、LA38、NP1 等系列。国外进口及引进产品品种亦很多。

二、行程开关

行程开关是一种利用生产机械某些运动部件的碰撞来发出控制指令的主令电器。用于控制生产机械的运动方向、速度、行程大小或位置的一种自动控制器件。其结构形式多种多样,但其基本结构分为三个主要部分:摆杆(操作机构)、触头系统和外壳。触头类型有一常开一常闭、一常开二常闭、二常开一常闭、二常开二常闭等形式。动作方式可分瞬动、蠕动、交叉从动式三种。行程开关的主要参数有型号、动作行程、工作电压及触头的电流容量。行程开关的图形符号如图 2—13 所示,文字符号单字母为 S, 双字母为 SQ。

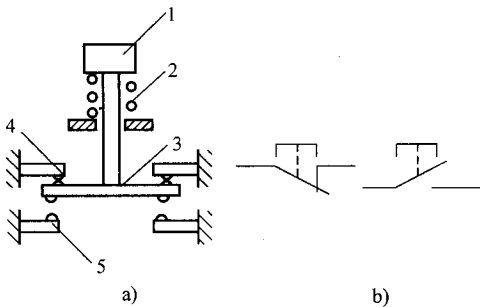


图 2—12 按钮的结构原理图和图形符号

a) 结构示意图 b) 图形符号

1—按钮帽 2—复位弹簧 3—动触头
4—常闭触头 5—常开触头

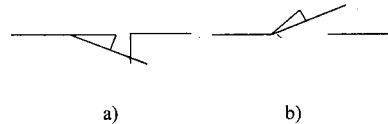


图 2—13 行程开关的图形符号

a) 常闭触头 b) 常开触头

目前国内生产的行程开关有 LXK3、3SE3、LX19、LXW、WL、JLXK 等系列。其中, 3SE3 系列为引进西门子公司技术生产的。

三、接近开关

接近开关又称无触头行程开关, 有一对常开、常闭触头。它不仅能代替有触头行程开关来完成行程控制和限位保护, 还可用于高频计数、测速、液面控制、零件尺寸检测、加工程序的自动衔接等场合。由于它具有非接触式触发、动作速度快、可在不同的检测距离内动作、发出的信号稳定无脉动、工作稳定可靠、寿命长、重复定位精度高以及能适应恶劣的工作环境等特点, 在机床、纺织、印刷、塑料等工业生产中应用广泛。其图形符号如图 2—14 所示, 文字符号单字母为 S。

接近开关按其工作原理分, 主要有高频振荡式、霍尔式、超声波式、电容式、差动线圈式、永磁式等, 其中以高频振荡式最为常见。按工作电源种类分, 有交流和直流两种。

接近开关的主要参数有型号、动作距离范围、动作频率、响应时间、重复精度、输出形式、工作电压及触头的电流容量。需要说明的是, 接近开关的额定动作距离是在标准情况下测定的, 实际应用时应考虑制造误差及环境因素的影响。接近开关的产品种类十分丰富, 常用的国产接近开关有 3SG、LJ、CJ、SJ、AB 和 LXJ0 等系列。

四、转换开关

转换开关是一种多挡式、控制多回路的主令电器。广泛应用于各种配电装置的电源隔