

机械设 备常用 电气 备件及 计划管 理

● 刘
光
文
编



内 容 简 介

全书共分两篇,第一篇介绍了建国以来生产的机械设备常用电机及电器的原理、结构、性能参数、适用范围、型号意义、取代型号、型号选择和容量计算、订货注意事项等。附有新、老型号、仿苏型号、取代型号对照表及结构特征、主要参数、应用范围对照表,以便于读者选型查阅。对常用产品、新产品以及符合国际电工委员会(IEC)标准产品都有详细介绍和说明。第二篇详细、系统地介绍了备件计划管理的原则和方法,并且介绍了国内、外备件工作情况和备件工作的发展远景。

本书可基本满足电气技术、管理人员以及工人对电机及电器选型和管理的需要,也可做为备件及物资管理人员全面、系统学习和了解计划管理的教学参考书。

机械设备常用电气备件及计划管理

责任编辑 孙燕澄 封面设计 王毓平

中国铁道出版社出版、发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 13.625 字数: 312 千

1988年9月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—4,500册 定价: 4.90元

前 言

工业企业都有各种机械设备，在这些机械设备上安装着各种不同用途、结构、型号、规格的电机和电器，随着生产和科学技术的发展，各种产品不断地改进和更新，因此给选择、使用、管理带来许多困难。为此，本书第一篇介绍了机械设备常用的电机、电器等的原理结构、性能参数、适用范围、型号意义、取代型号、型号选择及容量计算、订货注意事项等。为了便于读者选型查阅，列有新型号、老型号、仿苏型号、取代型号、结构特征、主要参数、应用范围对照表。对常用产品、新产品、全国统一设计产品，以及符合国际电工委员会（IEC）标准产品都有详细介绍。

随着机械设备的使用，提出了对用于更换的备件的管理问题。为此，本书的第二篇详细、系统地介绍了备件计划管理的原则和方法。并且介绍了国内、外备件工作情况和备件工作的发展远景。介绍中多以电机、电器等电气备件来举例说明，但其中的基本原则和方法适用于任何备件管理及物资管理。

本书编写过程中，铁道部资阳内燃机车工厂机具分厂和设备动力科的领导及同志们曾给予热情支持、鼓励和帮助。李桂芬、俞礼南、周可可、藏家彦、刘玉中同志先后参加了本书的编写整理工作，张庆暎、章俊仁等同志曾对初稿提出过宝贵意见，特此一并致谢。

本书是编者根据长期的实际工作经验，参考国内外有关资料编写的，部分内容带有探讨性质，限于编者水平，错谬之处也在所难免，恳请读者批评、指正。

编 者

目 录

第一篇 机械设备常用电机及电器	1
第一章 电器概论	2
第一节 电器的分类及作用.....	2
第二节 触 头.....	9
第三节 电磁机构.....	17
第四节 电器的发热与冷却.....	19
第五节 电器的额定值和型号.....	22
第二章 三相异步电动机	29
第一节 三相异步电动机的结构和原理.....	29
第二节 三相异步电动机的使用.....	35
第三节 三相异步电动机的选择.....	39
第三章 直流电机	48
第一节 直流电机的原理和结构.....	48
第二节 直流电机的基本性能.....	52
第三节 直流电动机的使用及铭牌数据.....	53
第四章 特殊电机	58
第一节 微型异步电动机.....	58
第二节 伺服电动机.....	64
第三节 测速发电机.....	69
第四节 步进电动机.....	74
第五节 同步电动机.....	79
第六节 电机扩大机.....	83
第七节 电 泵.....	88
第五章 变压器和互感器	89

II

第一节 变 压 器.....	89
第二节 互 感 器.....	93
第六章 刀开关、组合开关及控制器.....	98
第一节 刀 开 关.....	98
第二节 熔断器式刀开关	104
第三节 组合开关	106
第四节 凸轮控制器	114
第七章 熔 断 器	118
第一节 概 述	118
第二节 产品介绍	122
第八章 接 触 器	131
第一节 概 述	131
第二节 产品介绍	137
第九章 控制继电器	145
第一节 电磁式继电器	145
第二节 时间继电器	162
第三节 热继电器	174
第四节 舌簧继电器	186
第五节 极化继电器	189
第六节 磁保持继电器	192
第七节 磁电式继电器	194
第八节 其它继电器	196
第十章 自动开关（低压断路器）	201
第一节 概 述	201
第二节 产品介绍	206
第十一章 起 动 器	218
第一节 手动起动器	218
第二节 电磁起动器——交流直接（全电压）	

起 动 器	219
第三节 综合起 动 器	225
第四节 自耦减压起 动 器	230
第五节 星—三角起 动 器	231
第十二章 电磁铁及电磁离合器	235
第一节 电 磁 铁	235
第二节 电磁离合器	246
第十三章 主令电器	250
第一节 控制按钮	250
第二节 行程开关	257
第三节 其它主令电器	268
第十四章 其它电器	271
第一节 电阻器与变阻器	271
第二节 信号灯及接线板	276
第三节 电气易损件	280
第二篇 电气备件的计划管理	283
第十五章 备件工作概论	284
第一节 备件的定义及范围	284
第二节 备件管理的任务和内容	286
第三节 国内外备件工作情况	287
第四节 备件工作的前景	293
第十六章 备件储备定额及申请计划	297
第一节 制订备件储备定额的目的及备件储备 定额的分类	297
第二节 编制备件储备定额基础资料前的准备	299
第三节 备 件 卡	301
第四节 统计表及汇总表	313
第五节 备件储备定额	319

IV

第六节	备件储备方式	353
第七节	备件申请计划	360
第八节	备件储备定额及订货量的其它核算方法	365
第十七章	备件储备资金	368
第一节	备件资金的来源及占用范围	368
第二节	备件资金的核算	370
第三节	备件资金的考核	375
第四节	备件资金的管理	376
第十八章	经济核算与统计分析	380
第一节	备件供应情况的分析	380
第二节	其它核算指标	385
附录一	低压电器产品的型号说明	388
附录二	低压电器新系列、仿苏系列、取代系列简 明对照表	390
附录三	控制继电器新型号、仿苏型号简明对照表	416
附录四	电机产品的型号说明	419
附录五	异步电动机和直流电机新系列、老系列、 仿苏系列简明对照表	423

第一篇 机械设备常用电机及电器

机械设备的动力几乎全是由电动机提供。虽然控制电动机工作的系统有各式各样,所需要的电器品种繁多,但其中常用的电器仍属于低压电器范畴,它们主要有以下各类:刀开关和组合开关、熔断器、自动开关(低压断路器)、控制器、接触器、起动器、控制继电器、主令电器、电阻器和变阻器、电磁铁、控制变压器等。本篇将阐述电机和这些电器的原理结构、性能参数、适用范围、型号意义、取代型号、选择方法以及订货注意事项等。为了给读者一个总体概念,将电器的共同部分放在第一章阐述,然后分别阐述电机和各类电器。

第一章 电器概论

第一节 电器的分类及作用

凡是根据外界指定信号和要求，自动或手动接通和断开电路，断续或连续地改变电路参数实现对电路或非电对象切换、控制、保护、检测、变换和调节用的电气设备都称为电器。

电器的种类繁多，用途各异。一般来说，电器控制的对象不外乎三大系统：电力网输配电系统、电力拖动控制系统和自动化通信系统。

一、电力网输配电系统用电器

电力网输配电系统简称电力网系统。这个系统工作情况可以用图 1—1 简单说明。从发电厂发出的电压往往不高，为了减少输电线上的电能损耗，先通过升压变压器将电压升高，然后才通过输电线输送到各用户。由于高压电不安全以及高压设备制造困难等原因，高压电到用户后，先通过降压变压器变成低压，然后再分配给各设备使用。

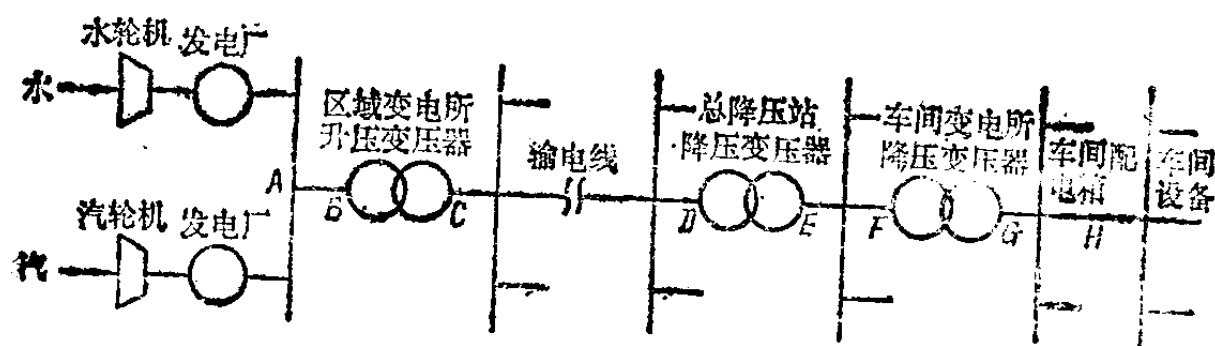


图 1—1 电力网输配电系统示意图

在电力网输配电系统工作的电器主要是配电电器。用来

对电路及设备进行保护及通断、转换电源或负载。在系统工作的电器有高压电器及部分低压电器，低压电器用于交、直流电压为1200V以下的电路中。高压电器主要用在系统中从升压变压器到车间变电所降压变压器高压侧之间，即图1—1中A到F之间。在这个区间工作的电器主要有高压隔离开关、高压负荷开关、高压断路器、高压熔断器、高压避雷器、高压互感器等。低压电器主要用在系统中从车间变电所降压变压器低压侧到车间配电箱之间，即图1—1中G到H之间。在这个区间工作的电器主要有刀开关、自动开关、低压熔断器及低压互感器等。

高压隔离开关无灭弧装置，不能接通和断开负载电流和短路电流，所以必须与断路器配合使用，当对应的断路器断开电路后才可以接通和断开电路。其作用主要在于使装置中需要修理的部分与处于电压下的其余部分构成明显可见的空间绝缘间隔，以保证修理时的安全。高压隔离开关的作用与不带灭弧装置的刀开关相似。

高压负荷开关带有灭弧装置，故能接通和断开电压不高（10kV以下）、电流不大（400A以下）的额定负载电流及不太大的过载电流。当与高压熔断器配合使用时，可借助熔断器来保护电路的过载和短路，因此在一定条件下可代替价格昂贵的高压断路器，常用于车间变电所。高压负荷开关的作用与带灭弧装置的刀开关相似。

高压断路器与继电保护装置配合使用，借助特殊的传动装置能接通和断开负载电流，切断短路电流以及对电路实现多种保护。高压断路器的作用与自动开关相似，但自动开关本身就具有保护环节，不必与继电保护装置配合使用。

高压熔断器与低压熔断器一样都是人为设置的“薄弱环节”，当电路发生过载和短路时首先熔断，从而保护电路或

设备的安全。

高压互感器与低压互感器一样，可以将电路中的高电压或大电流信号变换成低电压或小电流信号供给继电保护装置，使继电保护装置既可以反映高电压和大电流下的各种信号，以便进行应有的保护和操作，又不与高电压和大电流直接接触。

避雷器可以防止设备受到雷电的打击。

在电力网输配电系统工作的电器往往要求在故障情况下有足够的切断短路电流的能力，要求有足够的电动稳定性和热稳定性，但操作次数很少，对寿命和操作频率的要求不高。

二、电力拖动自动控制系统用电器

电力拖动自动控制系统简称拖动系统。机械设备需要动力，目前机械设备上的动力几乎全由电动机提供。为了使机械设备满足各种不同的生产要求，就需要机械设备上的电动机按各种不同的方式运转，也就

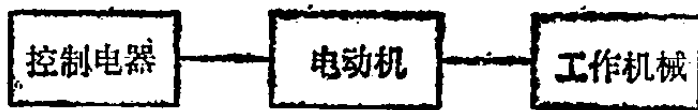


图 1—2 电力拖动自动控制系统示意图

需要各种各样控制电动机的电器。通常我们把电动机以及控制电动机的电器统称为电力拖动控制系统如图 1—2 所示。

现代的电力拖动控制系统能完成各种各样的操作，其主要操作为：电动机的起动、调速、反向及电力制动；电动机和被拖动机械免除各种过载和事故的保护；对系统所处状态发出信号；实现一定的操作顺序；自动保持拖动速度和其它参数恒定。每个电力拖动控制系统并非都要完成上述操作，一个电力拖动控制系统需要完成哪些操作，主要根据对工作机械提出的生产要求以及需要的自动化程度来决定。

在电力拖动自动控制系统工作的电器主要是控制电器，

用来控制受电设备，使其达到要求的工作状态。这些电器主要是低压电器，包括刀开关和组合开关、低压熔断器、自动开关（低压断路器）、控制器、接触器、起动器、控制继电器、主令电器、电阻器和变阻器、电磁铁及其它低压电器。此外，电子元器件和检测仪表等在电力拖动控制系统中也逐渐得到广泛应用。

刀开关和组合开关不能直接用来接通和断开电动机等负载，通常作为电源引入开关，将电源从车间配电箱引入到设备上。当设备需要检修时，断开刀开关和组合开关，使设备明显可见的不带电，从而保证检修时的安全。

低压熔断器用来对电动机等负载或控制线路实行短路保护。

接触器由触头和电磁机构组成，触头又可分为主触头和辅助触头。主触头较大，用来接通和断开电动机等负载；辅助触头较小，接在控制线路中。电磁机构包括吸引线圈，铁心和衔铁。当吸引线圈得电，铁心磁化产生吸力，吸引衔铁，衔铁带动触头动作，完成触头的通断过程。

控制继电器可以满足电气拖动多方面控制和保护要求。它由感应元件和执行元件组成。感应元件（线圈或其它装置）可以感应电流，电压、温度、速度、压力等电量或非电量的变化，当这些量变化到一定值时，执行元件（一般是触头）动作，去控制接触器吸引线圈的通电或断电，从而使接触器的主触头接通或断开电动机等负载，达到控制和保护要求。是否可以用继电器的触头直接去接通和断开电动机等负载呢？一般不能，因为电动机等负载上通过的电流较大，而继电器的触头允许通过的电流较小。

主令电器是接通和断开控制回路，用以发布命令的电器。主要类型有控制按钮、主令开关、万能转换开关、行程

开关等。前三种类型是用手操作，使其触头动作，从而接通和断开控制回路。行程开关是当工作机械上的运动部件到达一定位置时，运动部件上的撞块撞压行程开关，使行程开关触头动作，从而接通和断开控制回路，去改变电动机的工作情况。

电磁铁由励磁线圈、铁心和衔铁组成。当励磁线圈通以电流后使铁心磁化产生吸力，将衔铁吸引，从而操纵或牵引机械装置。它不象电动机那样是连续转动的执行机构，而是断续动作的执行机构。

上述这些电器以继电器和接触器为中心形成了继电器——接触器控制系统，在这个系统中各电器的工作关系如图1—3所示。虚线框中为控制回路部分，其余为主回路部分。当刀开关（或组合开关）合上电源后，按压按钮（或操纵主令开关、万能转换开关），接触器吸引线圈接通电源，接触器主触头闭合，电动机运转。当电动机工作异常（如电流过大、电压过低、温度过高、等等）或某一参数（如时间、速度）达到一定值，继电器感应元件动作，继电器触头断开，使接触器吸引线圈断电，接触器主触头断开电动机电源，电动机停止运转。当工作机械的行程达到一定位置时，行程开关触头断开，使接触器吸引线圈断电，也可使电动机停止运转。如要人为的停止电动机运转，只须按压停止按钮（或操纵主令开关、万能转换开关）即可。从以上工作过程可见，电动机只有运转和停止两种工作方式，而不能连续的改变转速，因此继电器——接触器控制系统又称为断续控制系统。该系统工作的电器绝大部分用于接通或分断一个或几个电路，由于简单可靠，所以应用广泛，目前一般工业企业电力拖动控制系统中仍广泛采用。

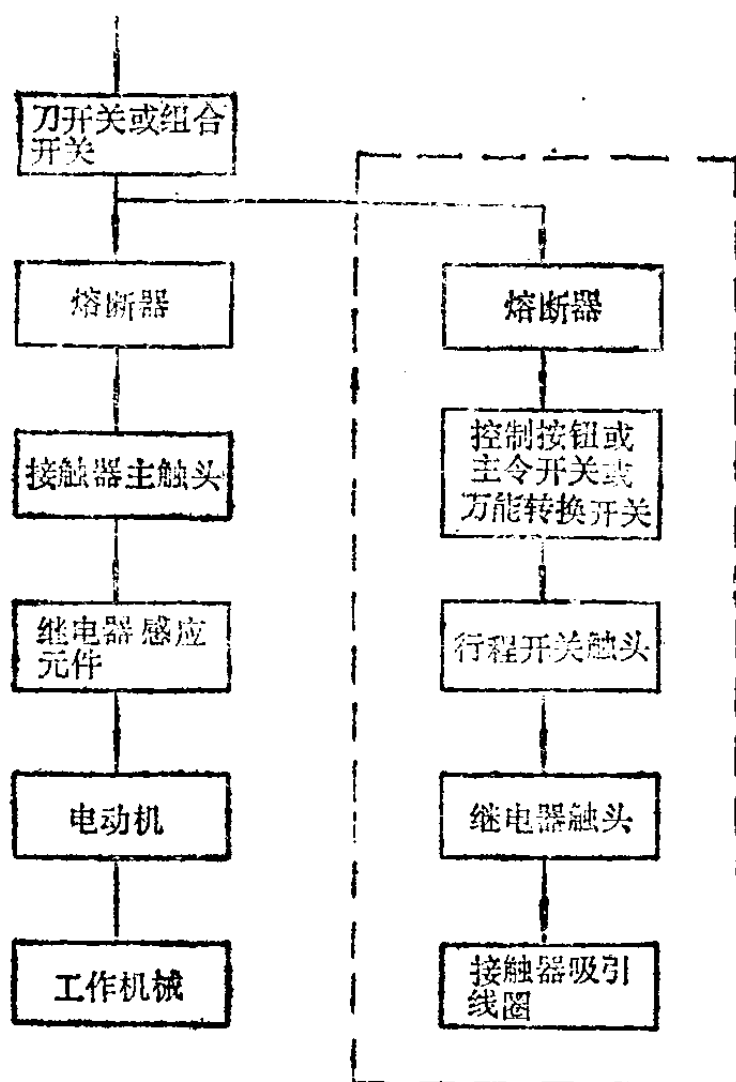


图 1—3 断续控制系统典型的工作关系

在电力拖动自动控制中，有不少场合需要平滑地调节输入信号的大小，使被控制对象在受到外界干扰后仍能按照给定的规律和准确度工作，这种输入信号是连续的，输出信号也是连续的，控制系统称为连续控制系统。连续控制系统典型的工作关系如图 1—4 所示。给定信号与电压、电流、速度反馈环节送来的信号比较后送到放大环节，通过放大后去控制直流发电机的电压，从而控制直流电动机的转速。连续调节给定信号的大小，就可以使直流电动机的转速连续变化。如果给定信号不变，直流电动机的转速亦保持不变。若因某种干扰（如电动机负载变化，电网电压波动等）使电动机转速降低，速度、电压等反馈环节送入到放大环节的信

号减少，由于给定信号不变，经比较后实际送入放大环节的
信号增加，使直流发电机电压增加，直流电动机转速提高。
通过这样的调节作用，可以基本上维持直流电动机的速度恒
定。反之，若某种干扰使直流电动机转速升高，通过系统的
调节作用，可以使直流电动机的转速有所降低，也能基本上
维持速度不变。

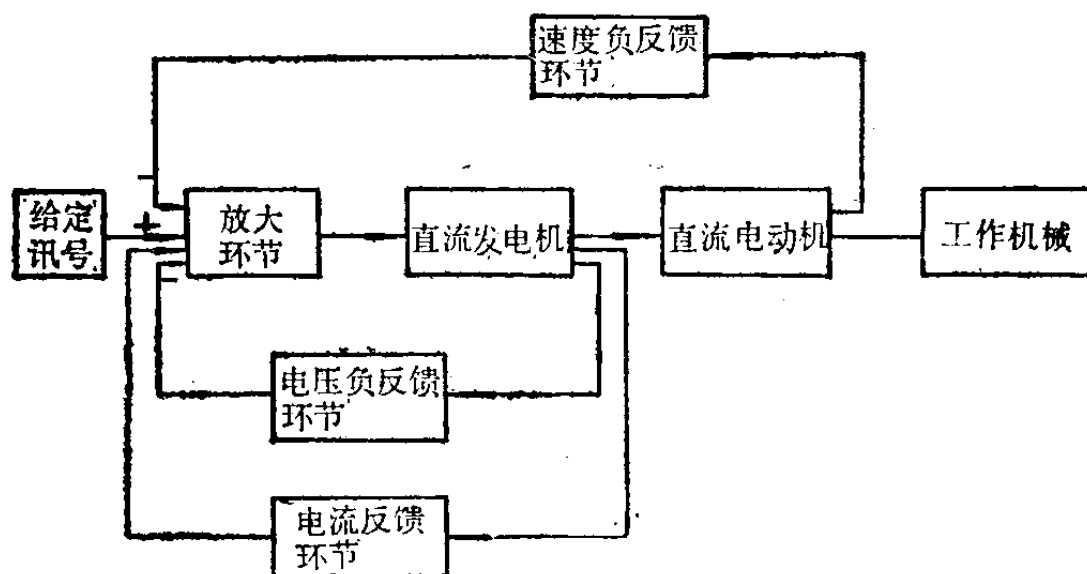


图 1—4 连续控制系统典型的工作关系

图 1—4 所示连续控制系统中的放大环节可以是电机扩大机，也可以是磁放大器、电子管放大器、半导体放大器以及集成运算放大器等。随着可控硅的发展和应用，直流发电机也可用可控硅代替。给定信号往往通过变阻器来实现；速度负反馈环节通过测速发电机来实现；电压、电流反馈环节通过电阻器、电容器及半导体二极管来实现；对于大容量的直流发电机，电流反馈环节也有用电流互感器来实现的。连续控制系统除了使用断续控制系统中广泛使用的低压电器外，还要用到不少电子元件和检测仪器。

随着科学技术的发展，自动控制的需要，电力拖动控制系统也不断提高。近年来顺序控制、数字控制和微型计算机

控制已经在电力拖动控制系统中得到广泛应用，因此又有一批新的与之相适应的电器出现。

总之，由于电力拖动自动控制多方面的要求，推动了电器的生产和发展，各式各样的电器不断出现和更新，同类电器也向高可靠性、长寿命、小尺寸方向不断发展。尽管如此，目前我国工业企业电力拖动控制系统中，大量使用的电器仍属于低压电器范畴，即是说低压电器是机械设备中大量和常用的电器。对这类电器的主要技术要求是相应的转换能力，动作时间快，操作频率高，电气和机械寿命长等。

三、自动化通信用电器

自动化通信用电器主要是弱电电器，如微型继电器，舌簧管，磁性或晶体管逻辑元件等。对这类自动化元件，它的主要要求是动作时间快，灵敏度高，抗干扰能力强，特性误差小，寿命长和工作绝对可靠。

电器除以上按控制对象分类外，还可以按电器的工作条件和使用场合分为一般工业企业用电器（称为基本系列），适用于大部分工业企业的环境；特殊工矿企业用电器，适用于矿山、冶金、化工等环境，例如防爆电器和化工用电器，农用电器，热带用电器和高原电器，牵引、船舶、航空等电器。后面这些电器通常是在基本系列产品的基础上派生构成的。

此外，还可根据电器执行机构和转换深度分为有触点电器，无触点电器，以及两者相结合的混合式电器。

第二节 触 头

机械设备所用电器品种繁多，用途各异，但其中绝大多数是开关电器，开关电器都具有触头，电磁式自动开关电器还具有电磁机构（包括励磁线圈、铁心和衔铁）。

触头是开关电器的主要部件，它用来接通和断开电路，是电器的执行机构。触头工作的好坏直接影响到电器的质量。触头也是开关电器工作时最容易损坏的部件，这是因为触头工作时会产生电弧和火花，使触头电损和熔焊。

一、触头的结构和参数

触头的结构和参数如图 1—5 所示。它由静触头和动触头组成。静触头固定在底座上不动，动触头由动触头弹簧联系固定在支架上，靠支架移动带动动触头移动来完成触头的闭合和断开。支架的移动在电磁式自动开关电器中靠衔铁来带动，在非电磁式自动开关电器中靠手或其它外界作用力来带动。

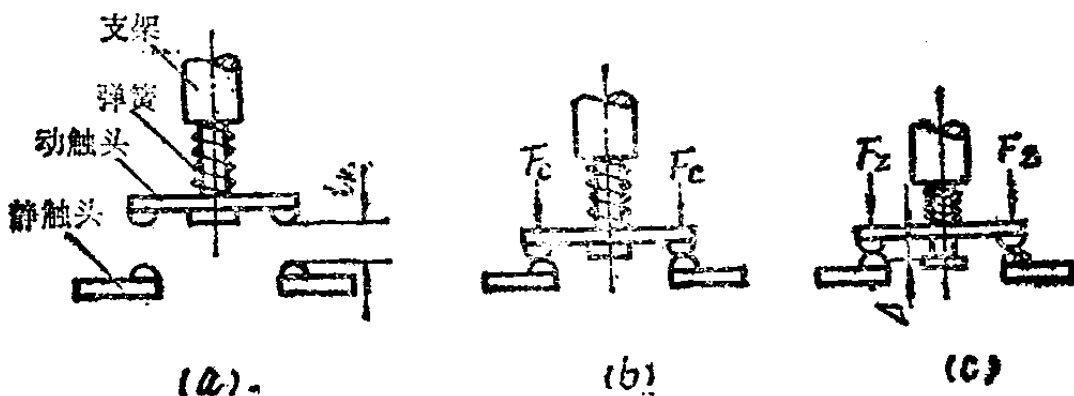


图 1—5 触头结构及参数示意图
(a) 断开位置； (b) 开始接触； (c) 闭合位置。

触头的参数主要有开距 (l_k)、初压力 (F_c)、终压力 (F_z) 和超程 (Δ)。触头处于断开状态时，动、静触头间的最短距离叫触头开距。当动触头刚与静触头相遇，动触头弹簧将被压缩时，动、静触头之间就产生了一定的压力，这个压力叫做触头弹簧的初压力。触头工作一段时间后，由于电损等原因，动、静触头越来越薄，为了保证动、静触头仍能可靠地闭合，动、静触头相遇后支架还要移动一段距离，这段距离叫动触头的超程，超程实际上就是动触头弹簧被压缩的长度。当支架停止移动，动、静触头最后处于闭合