

声 明

本电子书由中国农业出版社数字出版，相关权利归中国农业出版社拥有。读者、著作权人和（或）依法可以行使著作权的权利人如有疑问，请与中国农业出版社联系：

地址：北京市朝阳区麦子店街 18 号楼

邮编：100026

电话：010-64194921 010-65005894

E-mail:lishanzhao@sina.com

中国农业出版社

全国中等农业学校教材

工厂电气控制设备

辽宁省农业工程学校 主编

农村电气化专业用

农业出版社

全国中等农业学校教材

工厂电气控制设备

辽宁省农业工程学校主编

农村电气化专业用

农业出版社

主 编 辽宁省农业工程学校 刘桂恒
副主编 辽宁省农业工程学校 洪 音
参 编 南京农业机械化学校 张绍黎
湖南省农业机械化学校 孙红英

前 言

本书系农业部教育司和全国中等农业机械化学校电气化专业教学研究会按照农业部教育司1987年制定的全国中等农业机械化学校农村电气化专业教学大纲的要求，并按1986年国家标准局发布新的国家标准《电气制图》组织编写。供招收初中毕业生四年制电气化专业教材使用，也可供各类性质的中等专业学校师生和从事电气技术工作的技术人员参考。

全书有继电器-接触器控制系统和自动调速系统两大部分，共分为九章。其中包括：低压控制电器、继电器-接触器控制系统的基本环节、机床电气控制、桥式起重机的电气设备及控制、继电器-接触器控制系统设计、顺序控制器、自动调速系统的基本环节、A系列龙门刨床电气设备、磁放大器及其应用。

本书对常用控制电器的工作原理、结构、型式、选择、使用和维修等基本知识作了较为全面、系统的介绍；对继电器-接触器控制系统和自动调速系统的基本环节作了比较详细的讨论；对常用生产机械控制电路的工作原理作了较为细致的分析，并介绍了控制电路的设计、安装、调试、使用和维修的基本知识。在与教材相关的章节中也注意到培养学生的设计能力及分析问题的能力，并通过教材所列举的实例以期达到理论联系实际。由于本教材系电气化专业的一门重要专业课，因而还必须通过实验教学、课程设计、生产实习等环节，借以提高学生的基本技能与解决实际问题的能力。

本书由沈阳农业大学农业工程系电气化专业副教授徐昶昕主审，参加审稿的还有山东机械工业学校副教授赵明、陕西省农业机械化学校副教授樊兴亚、辽宁省农业工程学校甄贵章、山东省农业机械化学校石汝云等同志。以上同志对全书的编写给予了大力支持和热情帮助，并提出了许多宝贵意见，编者在此表示衷心的感谢。

本书由辽宁省农业工程学校刘桂恒任主编，辽宁省农业工程学校洪音任副主编，南京农业机械化学校张绍鋈，湖南省农业机械化学校孙红英四位同志共同编写。具体分工是：一、四、九章由孙红英执笔，二、五章由刘桂恒执笔，三、六章由张绍鋈执笔，七、八章由洪音执笔。全书修改定稿由主编负责。

由于编者水平有限，本书难免存在缺点和错误，恳切希望广大读者批评指正。

编 者

1989年12月

目 录

第一章 低压控制电器	1
第一节 电器的基本原理	1
第二节 熔断器、刀开关和自动开关	8
第三节 主令电器	21
第四节 接触器	26
第五节 继电器	30
小结	45
思考题与习题	45
第二章 继电器-接触器控制系统的基本环节	46
第一节 机床电气工程图	46
第二节 三相鼠笼式异步电动机直接起动的控制线路	51
第三节 三相鼠笼式异步电动机降压起动控制线路	60
第四节 三相绕线式异步电动机起动控制线路	66
第五节 三相异步电动机的制动及其自动控制线路	71
第六节 对电动机实现控制的几项原则	80
小结	83
思考题与习题	85
第三章 机床电气控制	89
第一节 普通车床的电气控制	89
第二节 磨床的电气控制	91
第三节 摇臂钻床的电气控制	95
第四节 铣床的电气控制	99
第五节 镗床的电气控制	106
第六节 组合机床的电气控制基本环节	111
第七节 组合机床通用部件的控制线路	115
第八节 组合机床电气控制举例	123
小结	129
思考题与习题	130
第四章 桥式起重机的电气设备及控制	132
第一节 概述	132
第二节 电磁抱闸	136
第三节 凸轮控制器及其控制线路	139
第四节 电气保护装置	143
第五节 桥式起重机的控制线路分析	149
第六节 主令控制器及磁力控制屏的控制线路	150

第七节	电动葫芦和单梁桥式起重机	157
小结	.....	159
思考题与习题	.....	159
第五章	继电器-接触器控制系统设计	161
第一节	生产机械电气控制设计的基本原则和拖动电动机的选择	161
第二节	电气控制线路的设计	165
第三节	继电器-接触器控制线路设计的举例	171
第四节	逻辑设计法简介	174
第五节	常用控制电器的选择	178
小结	.....	182
思考题与习题	.....	182
第六章	顺序控制器	183
第一节	基本逻辑型顺序控制器的结构	184
第二节	基本逻辑型顺序控制器的工作原理	186
第三节	基本逻辑型顺序控制器的基本控制环节	189
第四节	基本逻辑型顺序控制器的输出单元	191
第五节	KSJ-1型顺序控制器简介	192
第六节	基本逻辑型顺序控制器的程序编制及应用举例	194
第七节	条件步进型顺序控制器的结构	198
第八节	条件步进型顺序控制器的控制过程简介	199
第九节	条件步进型顺序控制器主要组成部分的工作原理	202
第十节	条件步进型顺序控制器的应用举例	205
小结	.....	208
思考题与习题	.....	209
第七章	自动调速系统基本环节	211
第一节	连续自动控制系统的概念和分类	211
第二节	自动控制系统方框图	216
第三节	调速系统的特性和静态指标	221
第四节	调速系统的过渡过程	224
第五节	电机放大机	228
第六节	转速负反馈自动调速系统	238
第七节	电压电势负反馈和电流正反馈自动调速系统	244
第八节	电流截止负反馈自动调速系统	251
第九节	稳定环节	255
小结	.....	258
思考题与习题	.....	259
第八章	A系列龙门刨床电气设备	261
第一节	龙门刨床的工艺特点及其对自动控制系统的要求	261
第二节	主电机的 Y- Δ 起动电路和刀架控制线路	264
第三节	横梁与工作台的交流控制线路	271
第四节	工作台直流拖动系统运行分析	279
第五节	主拖动系统静态分析	286
第六节	龙门刨床的调整、使用与维修	292

小结	296
思考题与习题	297
第九章 磁放大器及其应用	298
第一节 磁放大器的基本工作原理	298
第二节 磁放大器的工作特性	300
第三节 具有正反馈的磁放大器	303
第四节 磁放大器的应用	306
附录	308
一、低压电器产品型号编制办法	308
二、电气控制系统的部分图形符号（新旧对照）	310
三、电气控制系统图常用文字符号	317
四、电力系统图上的回路标号	320
参考书目	323

第一章 低压控制电器

在工农业生产和日常生活中，广泛使用着各种各样的电器，如开关、熔断器等，以便能根据外界特定的信号和要求，自动或手动接通和断开电路，断续或连续地改变电路参数，以实现电路或非电对象的切换、控制、保护、检测、交换和调节。

电器用途广泛，种类繁多。按其工作电压可分为高压电器和低压电器。根据它在电气线路中所处的地位和作用，可归纳为配电电器和控制电器。按照它的动作方式，又可分为自动切换电器和非自动切换电器。

本章主要介绍工作在交、直流电压为1200伏以下的电力拖动及自动控制系统中的常用低压控制电器，介绍常用低压控制电器的构造、工作原理和主要技术数据。学习时要注意联系实际，找出共同点，区别特殊性。要求通过本章的学习，能够查阅和使用产品目录，正确选择和维护、使用控制电器。

第一节 电器的基本原理

低压控制电器的结构各异，但一般都具有两个基本组成部分，即感受部分和执行部分。感受部分接受外界信号，并通过转换、放大、判断，作出有规律的反应，使执行部分动作，输出相应的指令，实现控制的目的。对于有触头的电磁式电器来说，感受部分大都是电磁机构，执行部分是触头。至于非电磁式的自动电器，感受部分则因工作原理不同而各有差异，但执行部分仍然是触头。对于自动开关类的电器，还具有中间部分，它是把感受部分和执行部分联系起来，使它们协同一致，按一定的规律动作。

一、电磁机构 电磁机构是各种自动化电磁式电器的重要组成部分，即感受部分。

(一) 电磁机构的结构形式 电磁机构是由线圈、铁心和衔铁三部分组成，其结构形式大致有以下三种：

1. E形电磁铁 如图1-1a，仅铁心为E形的称为单E形，铁心和衔铁均为E形的为双E形。至于U形电磁铁，可看成E形电磁铁的一个特例。这种结构形式的电磁铁多用作交流继电器、交流接触器以及其它交流电磁机构的电磁系统。

2. 螺管式电磁铁 如图1-1b，

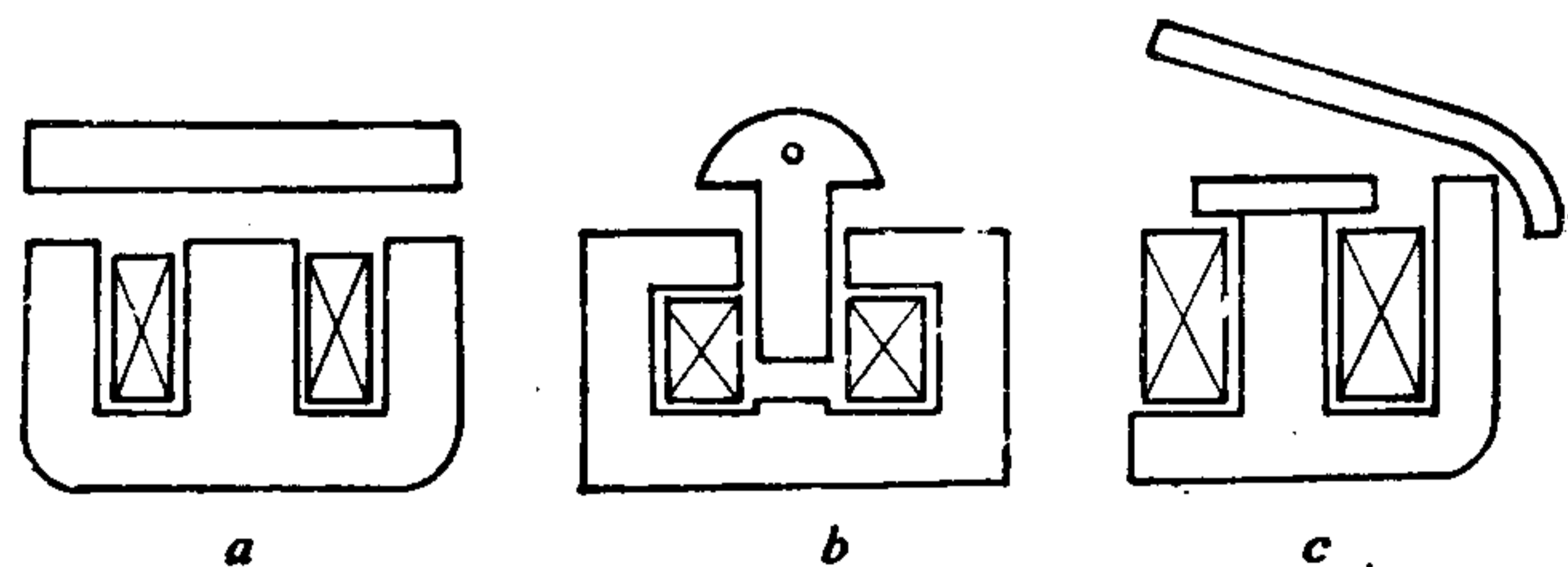


图 1-1 电磁机构的三种结构形式

a. E形电磁铁 b. 螺管式电磁铁 c. 拍合式电磁铁

多用作牵引电磁铁和自动开关的操作电磁铁，但也有少数过电流继电器采用这种形式的电磁铁。

3.拍合式电磁铁 如图1-1c，广泛用于直流继电器和直流接触器，有时也用于交流继电器。

(二) 电磁铁的吸引线圈 线圈是电磁铁的心脏部分，用以产生磁通。根据励磁的需要，线圈可分为串联和并联两种，前者称为电流线圈，后者称为电压线圈。电流线圈串接在主电路中，电流较大，所以常用扁铜条带或粗铜线绕制，匝数较少；电压线圈并接在电源上，匝数多，阻抗大，但电流小，所以常用绝缘较好的电磁线绕制而成。

从结构上来看，线圈大致可分为有骨架的和无骨架的两种。通以交流的线圈（交流线圈）多为有骨架式，且做成矮胖型，以增加铁心的散热面积；直流线圈则多是无骨架的，且其形状为瘦高型。

(三) 电磁铁的吸力特性 根据线圈所通过的电流种类不同，可将电磁铁分为直流电磁铁和交流电磁铁。当线圈接上电源时，线圈中就有了励磁电流，在铁心中产生磁通。该磁通作用于衔铁，使衔铁受到电磁吸力而吸合。所以，电磁铁实际上是一种机电能量转换装置，它将电能转换为磁能后再转换成机械功。

1.直流电磁铁 直流电磁铁的铁心和衔铁均由软钢或工程纯铁制成。直流电磁铁的电磁吸力可近似地按下式求得：

$$F_x = 4 \times 10^5 B^2 S \quad (1-1)$$

式中 B ——气隙感应强度（特斯拉）

S ——决定电磁吸力的衔铁端面面积（平方米）

F_x ——电磁吸力（牛顿）

电磁吸力与气隙的关系曲线称为电磁铁的吸力特性。对于具有电压线圈的直流电磁铁，因外加电压和线圈的电阻不变，流过线圈的电流为一常数，而与磁路的气隙 δ 大小无关。根据磁路定律： $\phi = \frac{I_m}{R_m} \propto \frac{1}{R_m}$ ，而 $F_x \propto B^2 \propto \phi^2 \propto \left(\frac{1}{R_m}\right)^2$ ，即电磁吸力与气隙大

小的平方成反比，气隙越大，电磁吸力越小；反之，气隙越小，吸力越大，故吸力特性为二次曲线形状，如图1-2。从图中可以看出，电磁铁励磁安匝越大，在其行程中任一位置的电磁吸力也就越大。

由电磁铁的吸力特性可知，电磁铁线圈的励磁电压的升高和降低、衔铁行程的调大和调小，都将影响到电磁铁的吸力特性，从而影响电磁铁的工作性能。

2.交流电磁铁 交流电磁铁的铁心和衔铁一般用硅钢片叠压铆成，它与直流电磁铁的区别在

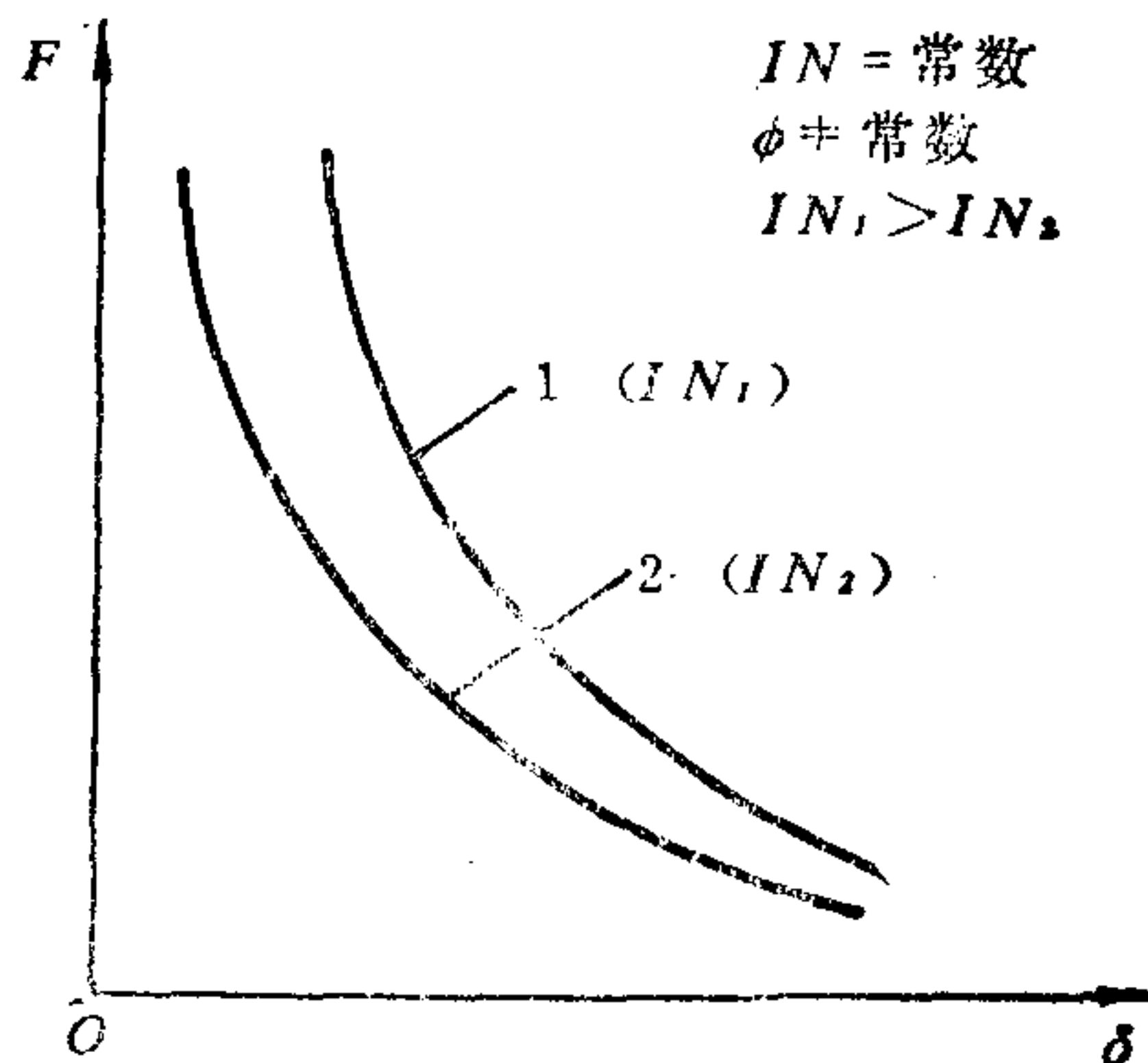


图1-2 直流电磁铁的吸力特性

于:

(1) 以电压线圈而论, 在电压已定的情况下, 其电流不仅决定于线圈的电阻, 更主要的是决定于线圈的电抗, 且它是随着气隙的大小即衔铁的行程而改变的。

(2) 由于励磁电压按正弦规律变化, 使得磁通和电磁吸力也按正弦规律变化。即当电流过零时, 电磁吸力也为零, 致使电磁铁发生振动。故应采取措施加以消除, 以保证电磁铁的正常工作的。

$$\text{由} \quad U \doteq E = 4.44 f W \phi_m \quad (1-2)$$

式中: U ——电源电压 (伏)

f ——电源频率 (赫)

W ——线圈匝数

ϕ_m ——铁心磁通的最大值 (韦伯)

E ——线圈产生的感应电势 (伏)

当外加电压一定时, ϕ_m 基本上是一个恒值, 这样电磁吸力 F_x 将不变。但实际上, 随着气隙 δ 的增大, 漏磁通将要增加, 使工作磁通有所减小, 从而气隙磁感应强度 B 减小。所以, 随着气隙 δ 的增大, 电磁吸力有所减小, 其吸力特性如图1-3, 它比直流电磁铁的吸力特性平坦。

交流电磁铁的电磁吸力为:

$$F_x = \frac{1}{2} F_m - \frac{1}{2} F_m \cos 2\omega t \quad (1-3)$$

式中 F_m ——电磁吸力的最大值, $F_m = 4 \times 10^5 B^2 S$ 。

若令电磁吸力 $F_0 = \frac{1}{2} F_m$, 则,

$$F_x = F_0 (1 - \cos 2\omega t) \quad (1-4)$$

由此可见, 交流电磁铁的电磁吸力是一个二倍电源频率的周期变化量。它有两个分量: 一个是恒定分量 F_0 , 其值为 F_m 的一半; 另一交流分量 $F_{\sim} = F_0 \cos 2\omega t$, 其幅值亦为 F_m 的一半, 但以二倍频率变化。总的电磁吸力 F_x 在0到 F_m 的范围内变化, 其吸力曲线如图1-4。由图可知, 尽管电磁吸力的平均值大于释放弹簧及其它阻力作用于衔铁的反力之和 F_z , 但在某些时候, 电磁吸力 F_x 仍小于 F_z , 使电磁铁产生振动和噪声。因此只有使电磁吸力 F_x 在任何时刻都大于反力 F_z , 才有可能消除交流电磁铁的振动和噪声。

在铁心端面上装一个用铜制成的短路铜环 (又称减振环), 即可消除或减小振动和噪声, 如图1-5。短路环相当于变压器的副绕组, 当线圈通入交流电后, 在短路环中产生感应电流, 根据电磁感应定律, 此电流产生的 ϕ_1 将阻滞穿过短路环的那部分磁通 ϕ_2 的变

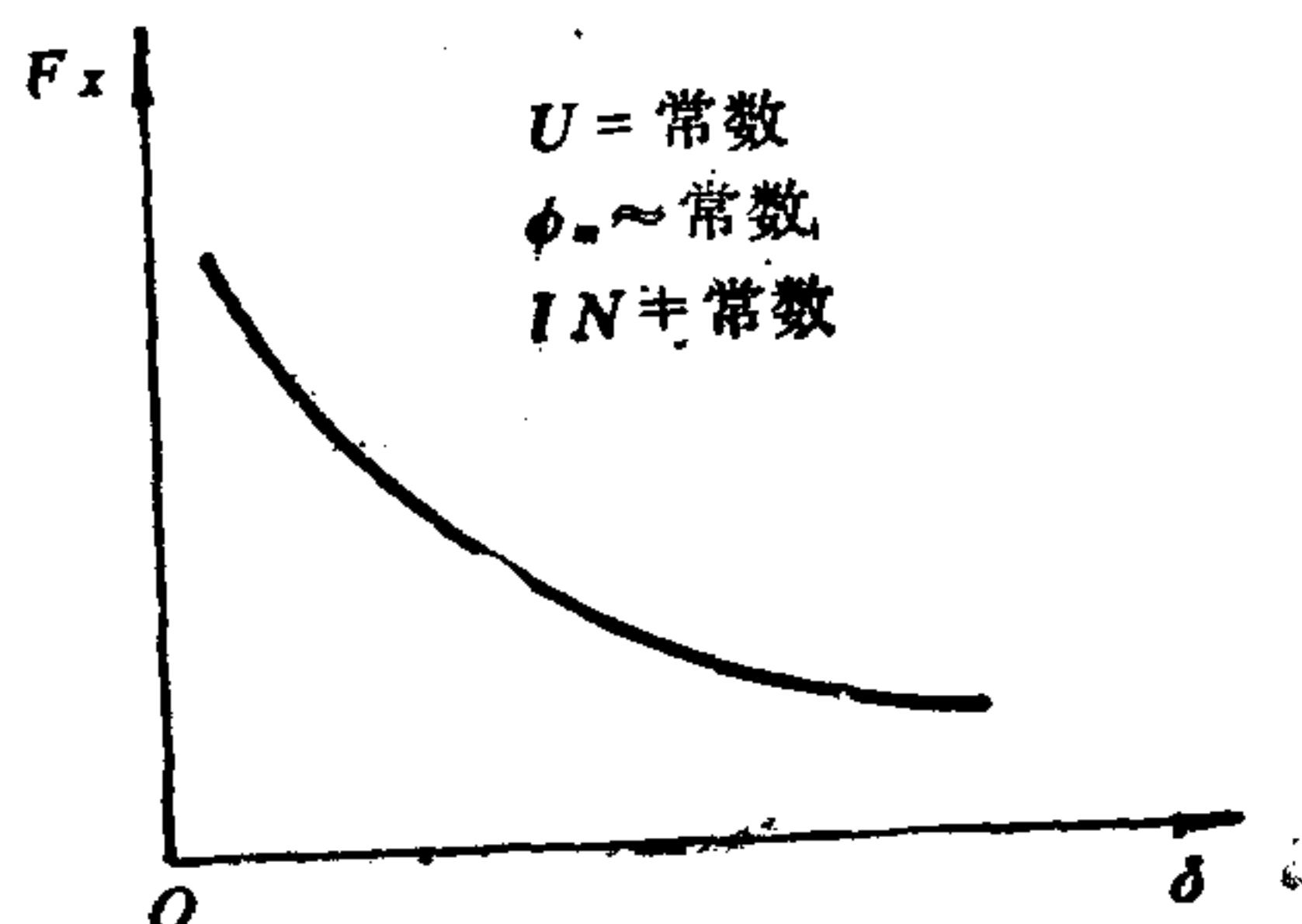


图 1-3 交流电磁铁的吸力特性

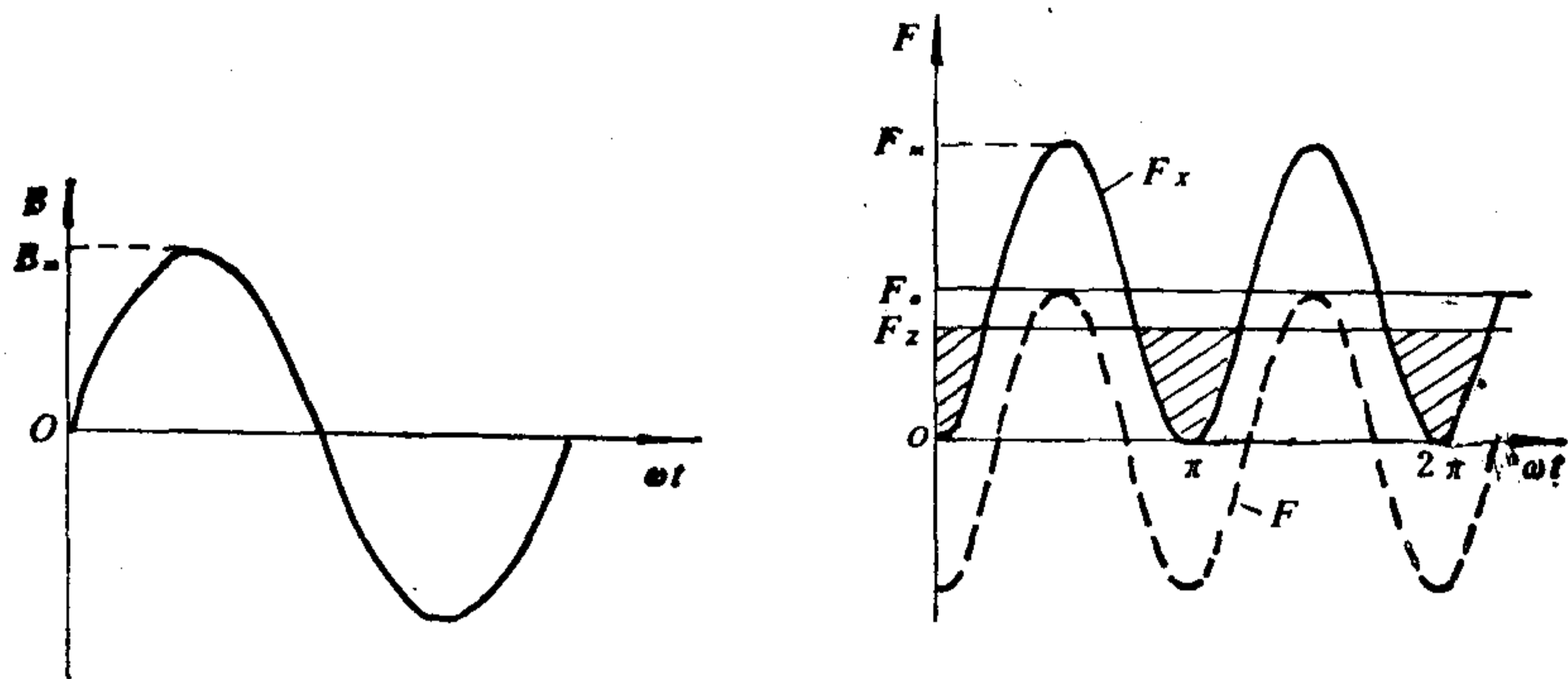


图 1-4 交流电磁机构实际吸力曲线

化，共同产生 ϕ_{2k} ，且 $\dot{\phi}_{2k} = \dot{\phi}_2 + \dot{\phi}_k$ 。对于未被短路环包围部分的磁通 $\dot{\phi}_{1k} = \dot{\phi}_1 + (-\dot{\phi}_k)$ ，这就使得 $\dot{\phi}_{2k}$ 滞后于 $\dot{\phi}_{1k}$ 。由图1-5a、b可见，原来铁心中的 ϕ_1 和 ϕ_2 在短路环的作用下变成了 ϕ_{1k} 和 ϕ_{2k} ，它们不仅不同相，而且幅值也不一样，这样由 ϕ_{1k} 和 ϕ_{2k} 产生的电磁吸力 F_{1k} 和 F_{2k} 就不会同时过零了。如果短路环设计得比较合理，使 ϕ_{1k} 与 ϕ_{2k} 的相位 φ 近似为 90° ，且 F_{1k} 和 F_{2k} 也近似相等，则合成吸力 F_x 就相当平坦，如图 1-5c。此时端面上的最小吸力为。

$$F_{\min} = F_{x0} - F_{\sim m} \quad (1-5)$$

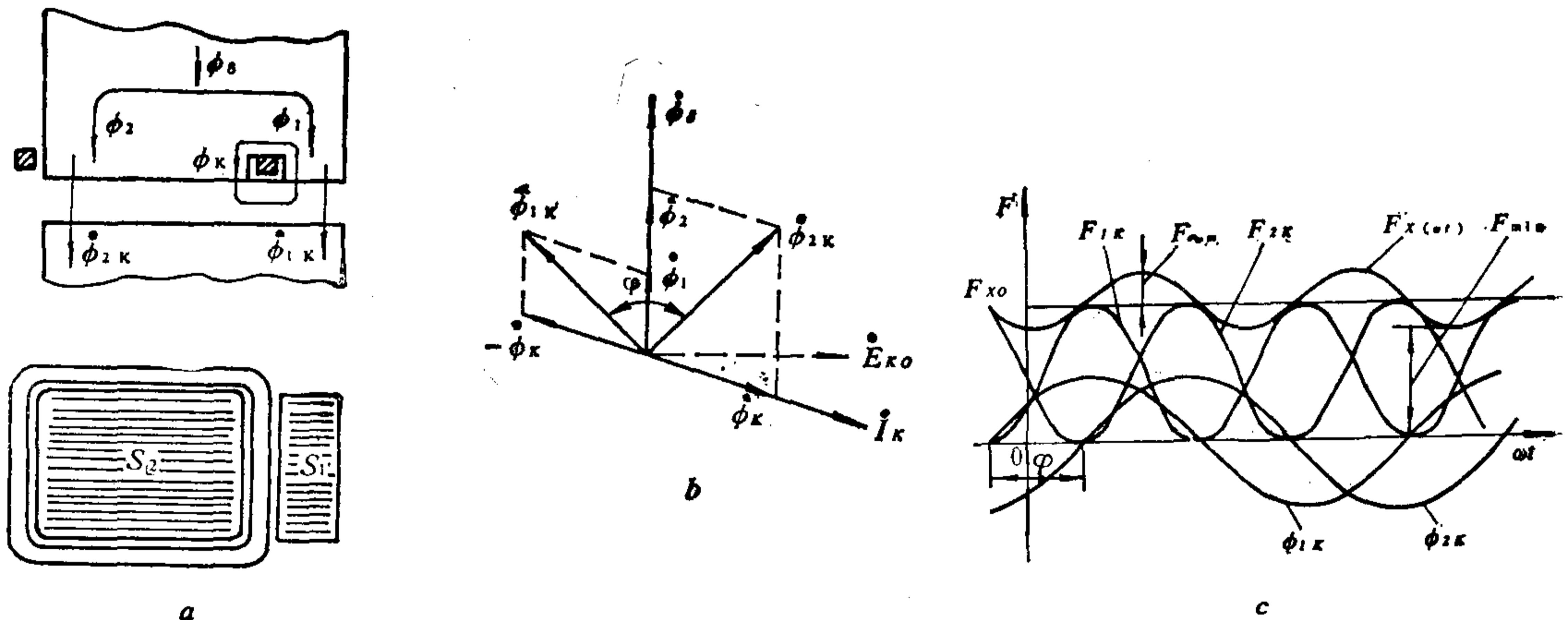


图 1-5 有短路环交流电磁机构的工作原理
a.简单结构 b.各磁通的相位关系 c.吸力特性

只要最小吸力 F_{\min} 大于反力 F_z ，衔铁就会被铁心牢牢吸住，而不产生任何振动和噪声。

(四) 吸力特性与反力特性的配合 电磁式电器衔铁吸合时依靠电磁吸力，释放时则要靠与吸力方向相反的反力作用。反力主要由恢复弹簧、触头弹簧的反力以及可动部分的自重等构成。

反作用力 F_z 与气隙 δ 的关系 $F_z = f(\delta)$ 称为反力特性，如图1-6中曲线1。在 $\delta_0 - \delta_b$

区域内，反力随气隙的减小而增大，在 δ_1 处常闭的动触头和静触头脱离接触，压力骤减，使反力变化增大。在 $\delta_1-\delta_2$ 区域内，反力随气隙减小略有增大。到达 δ_2 位置时，常开的动触头开始与静触头接触，这时触头上的初压力作用于衔铁，反力骤增，曲线突变。其后在 δ_2-0 的区域内，气隙越小触头压得越紧，反力越大，线段较 $\delta_1-\delta_2$ 段陡。这就是总的反力特性。

为了使电磁铁正常工作，衔铁吸合时，其吸力特性必须始终大于反力特性，即始终处于反力特性之上。如图1-6曲线中1、2。但也不能太大，否则会影响电器的机械寿命。当衔铁释放时，由剩磁产生的吸力特性就必须位于反力特性之下。在使用时常常调整反力弹簧来改变反力特性，使之得到与吸力特性的良好配合。

当吸力特性与反力特性配合很合适时，电器的返回系数也比较大，这一点在某些特定的场合颇为重要。返回系数是指释放电压 U_{sf} （或电流 I_{sf} ）与吸合电压 U_{xh} （或电流 I_{xh} ）的比值：

$$\beta_v = \frac{U_{sf}}{U_{xh}} \quad (1-6)$$

或：

$$\beta_I = \frac{I_{sf}}{I_{xh}} \quad (1-7)$$

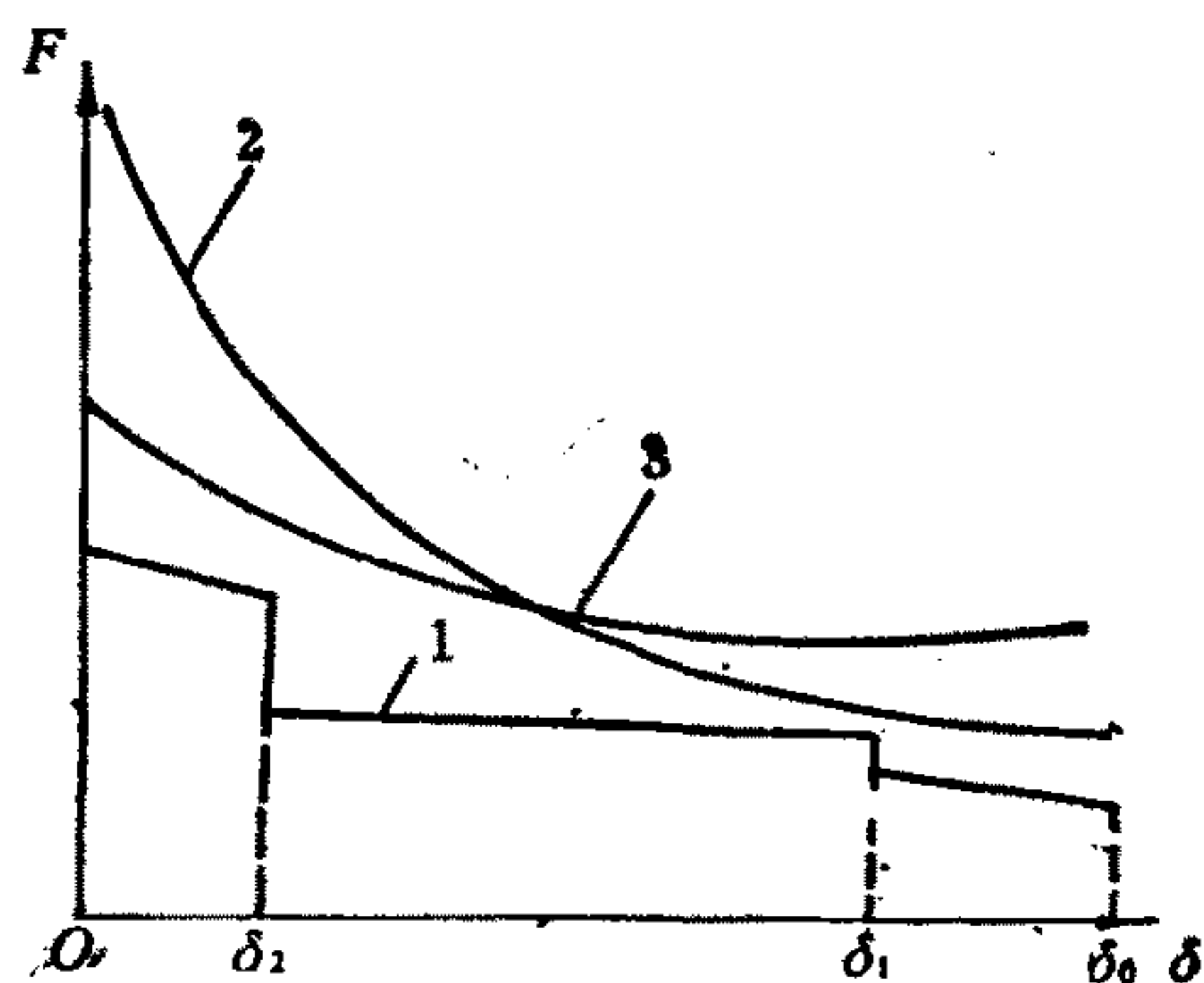


图 1-6 反力特性与吸力特性的配合
1. 总的反力特性 2. 直流电磁铁的吸力特性
3. 交流电磁铁的吸力特性

二、触头系统 触头系统是电器的执行元件，起着接通和分断电路的作用，其工作的好坏直接影响到整个电器的工作性能。

触头的工作情况有三种：闭合状态、分断过程和接通过程。

(一) 触头在闭合状态下工作 触头在闭合状态下，动触头与静触头完全接触，并有工作电流通过，这时主要是触头接触电阻和触头发热的问题。

由于触头表面的不平滑，只有少数点才能真正接触上，使触头接触处电阻特别大。而触头表面氧化层的存在，也使触头接触电阻增大，这样触头损耗加大，温度升高，而温度的升高反过来又使触头表面氧化加剧，造成恶性循环。所以接触电阻是有害的，但又是不可避免的。因为触头接触电阻与接触压力、触头材料、接触形式和接触的表面状况等因素有关。

触头接触形式有三种：点接触、线接触和面接触，如图1-7。触头接触压力很小的继电器和小容量电器的触头，多采用点接触形式，而大、中容量的电器则多用线接触或面接触形式。

为了减少接触电阻，通常采用电阻率 ρ 小的材料。如继电器和小容量的电器，其触头通常是银质的，因为银质触头具有较低和较稳定的接触电阻。对于大、中容量的低压电器，也有采用铜质触头的。

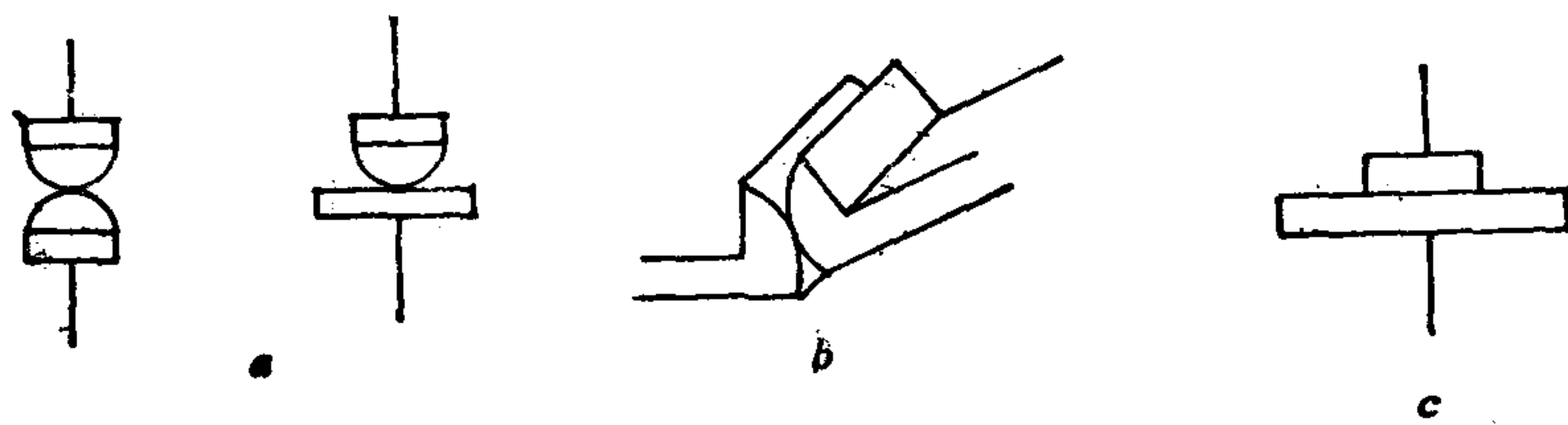


图 1-7 触头的三种接触形式
a. 点接触 b. 线接触 c. 面接触

(二) 触头在分断过程中的工作 闭合的动、静触头于通电状态时脱离接触，称为分断过程。在分断过程中势必最终要出现只有一个点接触的现象。这时，该点的电流密度高达 10^8 — 10^9 A/cm²，致使触头金属熔化，并随着触头的互相分离而形成熔化的高温金属液桥。一旦触头完全分开，金属液桥被拉断，在断口处立即产生电弧，这对触头的正常工作是极为不利的。

(三) 触头在接通过程中的工作 触头在接通过程中，由完全脱离状态变为互相接触，并最终达到紧密接触，这时会出现触头间的机械振动即弹跳现象，使触头表面产生电气磨损，严重时使触头发生熔焊现象。这些将缩短电器使用寿命，并使电器工作不可靠。为此，要减小和消除触头的振动，可采用增大触头弹簧初压力，减小触头质量、降低触头接通速度以及选择较硬的触头材料等方法。

三、灭弧装置 在触头分断过程中产生的电弧，既要烧蚀触头，减短寿命，降低电器工作的可靠性，还会延迟了电路的切换时间，为此应使电弧迅速熄灭。而要熄灭电弧，首先要知道电弧的形成过程，了解电弧的特性，掌握灭弧的方法。

(一) 电弧的形成 电弧的产生是由于气体的游离。在触头间刚出现断口时，两触头间距离很小，产生了很大的电场强度。在这个强电场的作用下，金属内部的自由电子从阴极表面逸出，并在电场作用下获得能量而加速运动，碰撞中性气体分子而使其游离（碰撞游离），从而在触头间隙中就产生了大量的带电粒子，使气体导电形成炽热的电子流，这就是电弧。电弧一经产生，便在间隙中产生大量的热能，使气体产生热游离，并占主导地位。特别是当触头表面的金属蒸气进入弧隙后，气体游离作用更为显著。

(二) 电弧的熄灭 电弧的熄灭是由于气体的消游离，消游离主要是由异性离子相互结合而中和的复合作用与电弧表面的离子扩散到周围冷介质中去的扩散作用组成，使得弧隙内离子和自由电子浓度降低，热游离削弱。要熄灭电弧，只要让消游离的速度超过热游离速度即可。

(三) 常用的灭弧装置 低压控制电器常用的灭弧装置有如下几种：

1. 多断点灭弧 图 1-8 是一种桥式结构双断点触头系统。当触头打开时，在断口处产生电弧。触头 1 和 2 的载流体在弧区产生图中以 \oplus 示的磁场，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（故又称为电动力灭弧），并因之向外运动，使电弧拉长并受到冷却，有助于熄灭电弧。同时，若一对断点处要使电弧熄灭后重燃需要 150—

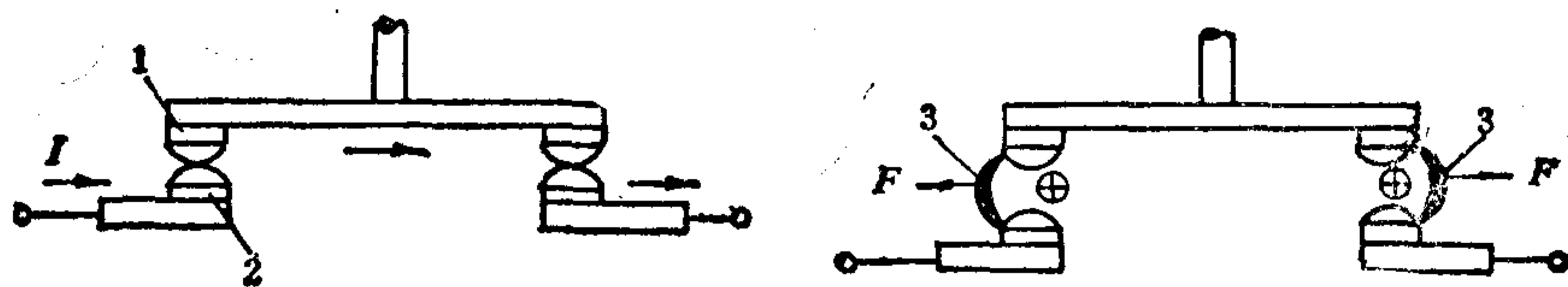


图 1-8 双断点结构的电动力吹弧效应

1. 动触头 2. 静触头 3. 电弧

250 伏，现两对断点就需 $2 \times (150-250)$ 伏，相当于两对串联电极，所以有利于灭弧。这种方法一般用于交流接触器等交流电器。

2. 磁吹灭弧 其原理如图 1-9。在触头电路中串入一个吹弧线圈 3，它产生的磁通经过一边夹板穿过夹板间的空隙进入另一边夹板而形成闭合回路，其方向如图中“×”所示；当触头断开产生电弧后，其磁通方向如图中⊗和⊙符号所示。可见在电弧的上方，磁吹线圈和弧电流所产生的磁通方向相反，磁通减少；而在电弧的下方其磁通方向相同，磁通增加，电弧将从磁场强的一边拉向弱的一边，因此电弧就向上运动将电弧拉长并吹入灭弧罩 5 中，将热量传给灭弧罩，促使电弧熄灭。

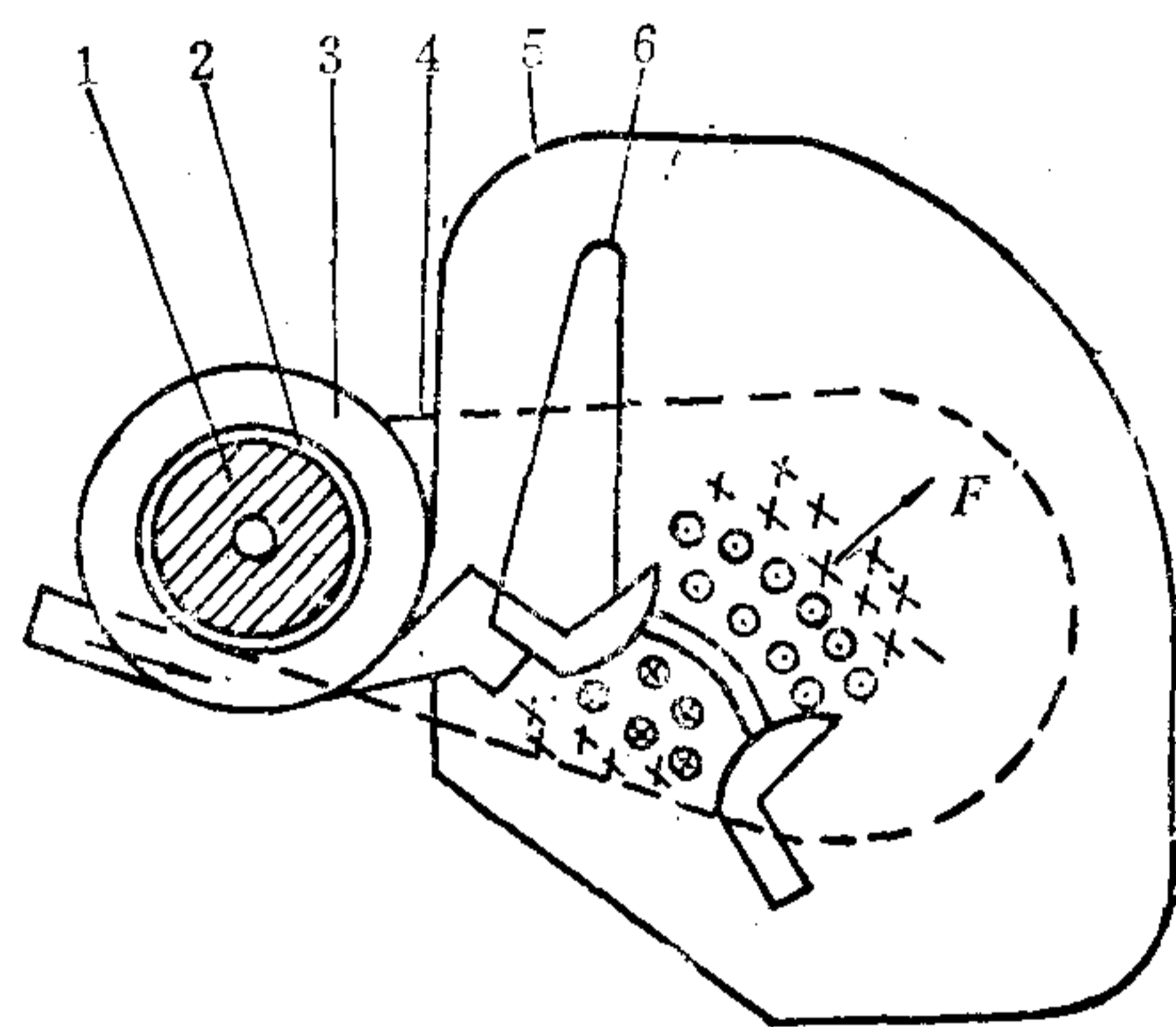


图 1-9 磁吹式灭弧装置

1. 铁心 2. 绝缘管 3. 吹弧线圈 4. 导磁颊片 5. 灭弧罩 6. 熄弧角

由于这种装置是利用电弧电流本身灭弧，因而电弧电流越大，吹弧能力也越强。它广泛用于直流接触器中。

3. 灭弧栅 其原理如图 1-10。灭弧栅是由一组镀铜钢片组成，这组金属片称为栅片，它们彼此相互绝缘。当电器触头分开时，在电弧周围产生磁场，由于栅片的磁阻比空气小得多，电弧上部的磁通容易通过灭弧栅而形成闭合磁路，使电弧上部空气隙的磁通非常稀疏，而电弧下部的磁通非常稠密，这种上稀下密的磁通就把电弧拉到灭弧栅中。栅片将电弧分成若干短弧，每个栅片就成为短电弧的电极，使得栅片间的电弧电压低于燃弧电压，同时栅片将电弧热量散发，促使电弧熄灭。这种方法多用于交流电器。

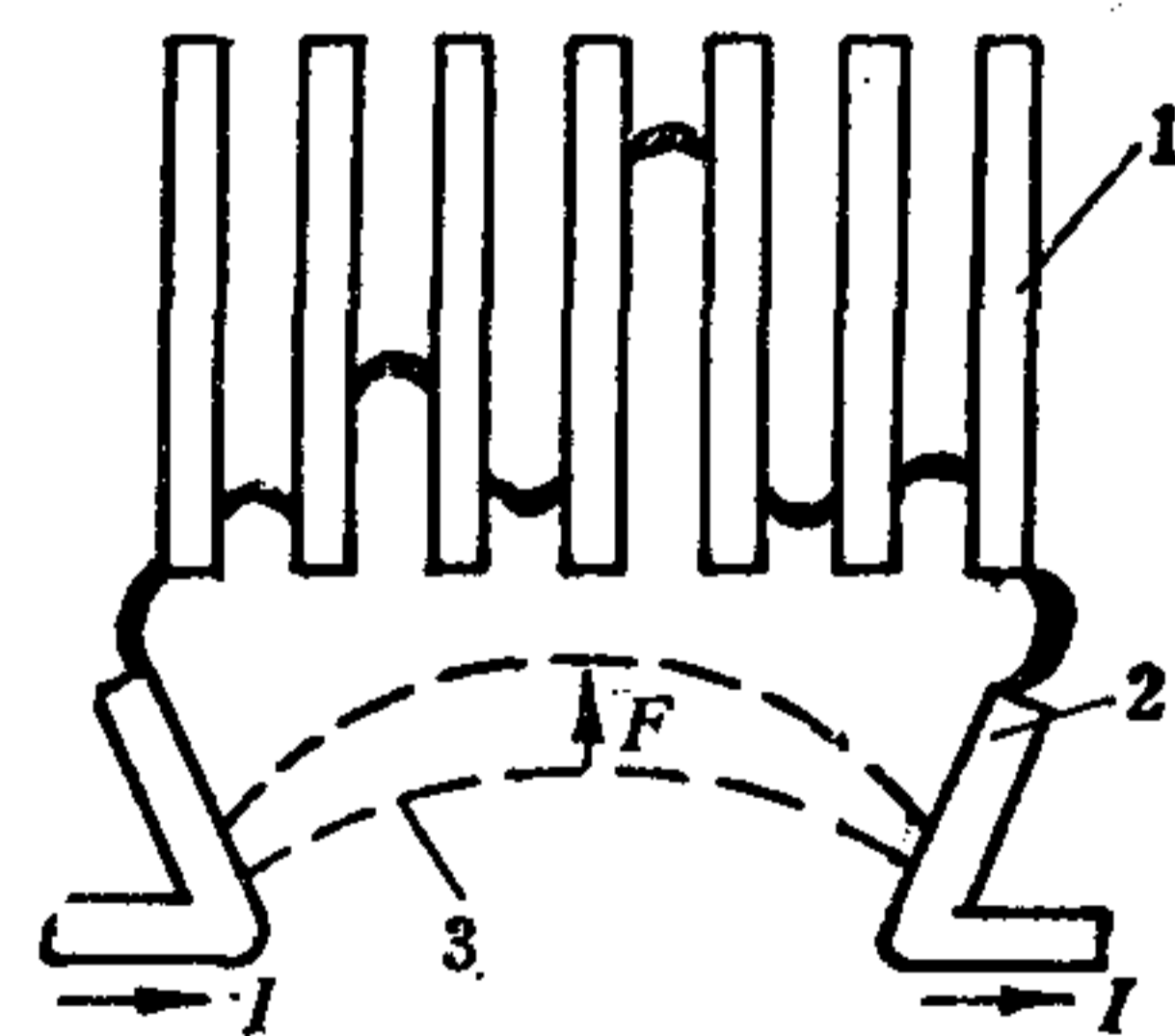


图 1-10 栅片灭弧装置

1. 灭弧片 2. 引弧角 3. 电弧

4. 灭弧罩 比灭弧栅更为简单，是采用陶土和石棉水泥做成的，用以降温和隔弧。可用于交流和直流灭弧。

第二节 熔断器、刀开关和自动开关

一、熔断器 熔断器是低压电路及电动机控制电路中用作过载和短路保护的电器。当串联在线路中的熔断器通过的电流大于规定值时，以它本身产生的热量使熔体熔化而自动分断电路。它具有结构简单、使用方便、价格便宜等优点，从而得到了广泛的应用。

熔断器主要由熔体和安装熔体的熔管（或熔座）两部分组成。熔体是熔断器的主要部分，所采用的材料有两种：一种是低熔点材料如铅、锡等合金，用于小电流电路中；另一种是高熔点材料如银、铜等，用在大电流电路中。熔体一般做成片状或丝状。熔管是熔体的保护外壳，在熔体熔断时兼有灭弧作用。

（一）主要技术参数

1. 安秒特性 每一种规格的熔体都有额定电流和熔断电流两个参数。通过熔体的电流小于其额定电流时，熔体不会熔断，只有超过额定电流并达到熔断电流时，熔体才会发热熔断。通过熔体的电流越大，熔体熔断越快，其安秒特性就表征了流过熔体的电流与熔体熔断时间的关系，如表1-1，画成曲线则如图1-11。

表 1-1 熔断器的熔化电流与熔化时间

熔断电流	$1.25I_n$	$1.6 I_n$	$2 I_n$	$2.5 I_n$	$3 I_n$	$4 I_n$
熔化时间	∞	1 小时	40 秒	8 秒	4.5 秒	2.5 秒

2. 分断能力 分断能力是指熔管在额定电压及一定功率因素下，切断短路电流的极限能力，通常用极限断开电流来表示。

（二）熔断器的常用系列产品

1. 瓷插式熔断器 瓷插式熔断器由瓷盖、瓷底、动触头、静触头及熔丝五部分组成，常用 RC1A 系列瓷插式熔断器的外形及结构如图1-12。瓷盖和瓷底均由电工瓷制成，电源

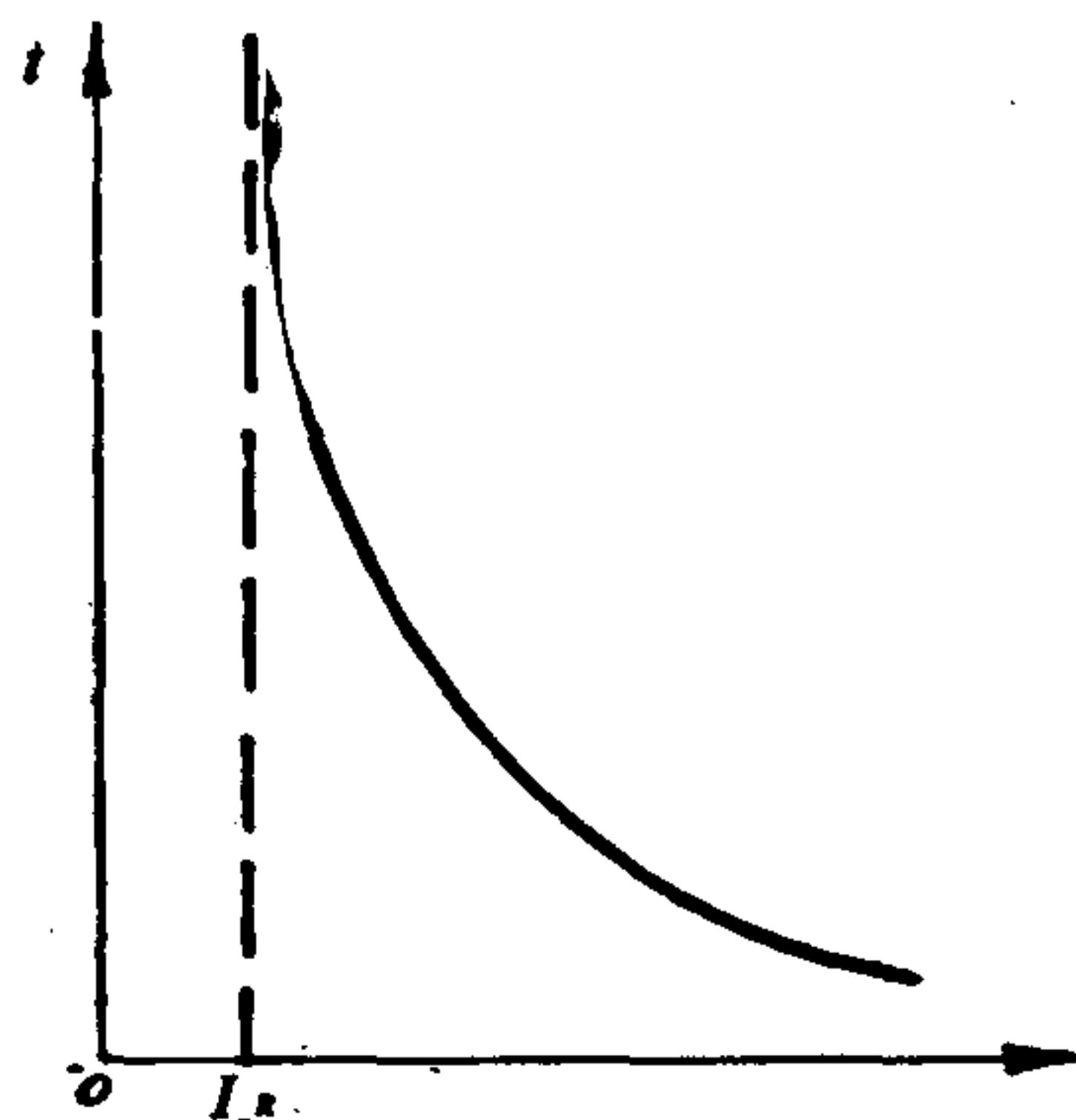


图 1-11 熔断器的安秒特性

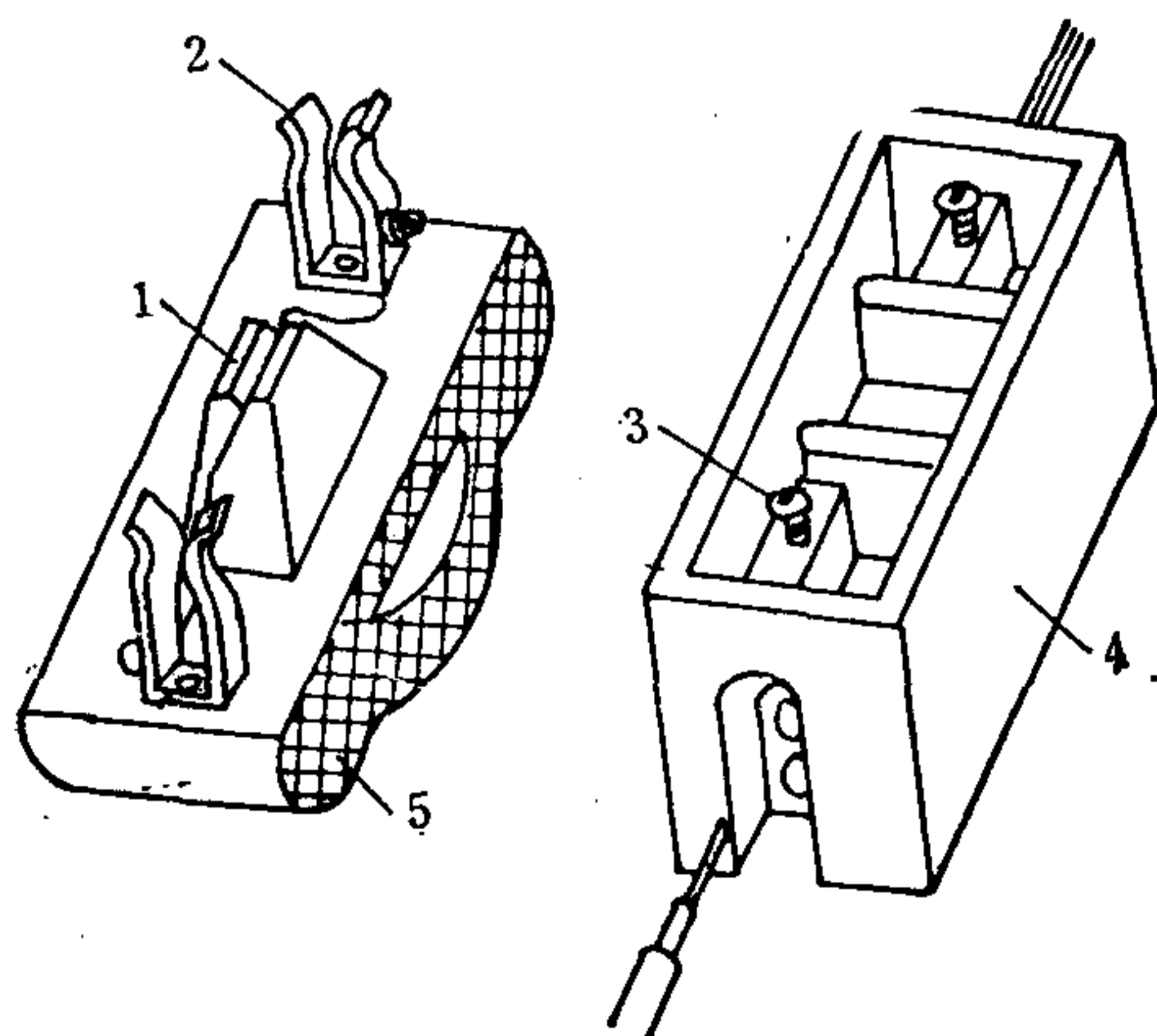


图 1-12 RC1A 系列瓷插式熔断器

1. 熔丝 2. 动触头 3. 静触头 4. 瓷底 5. 瓷盖

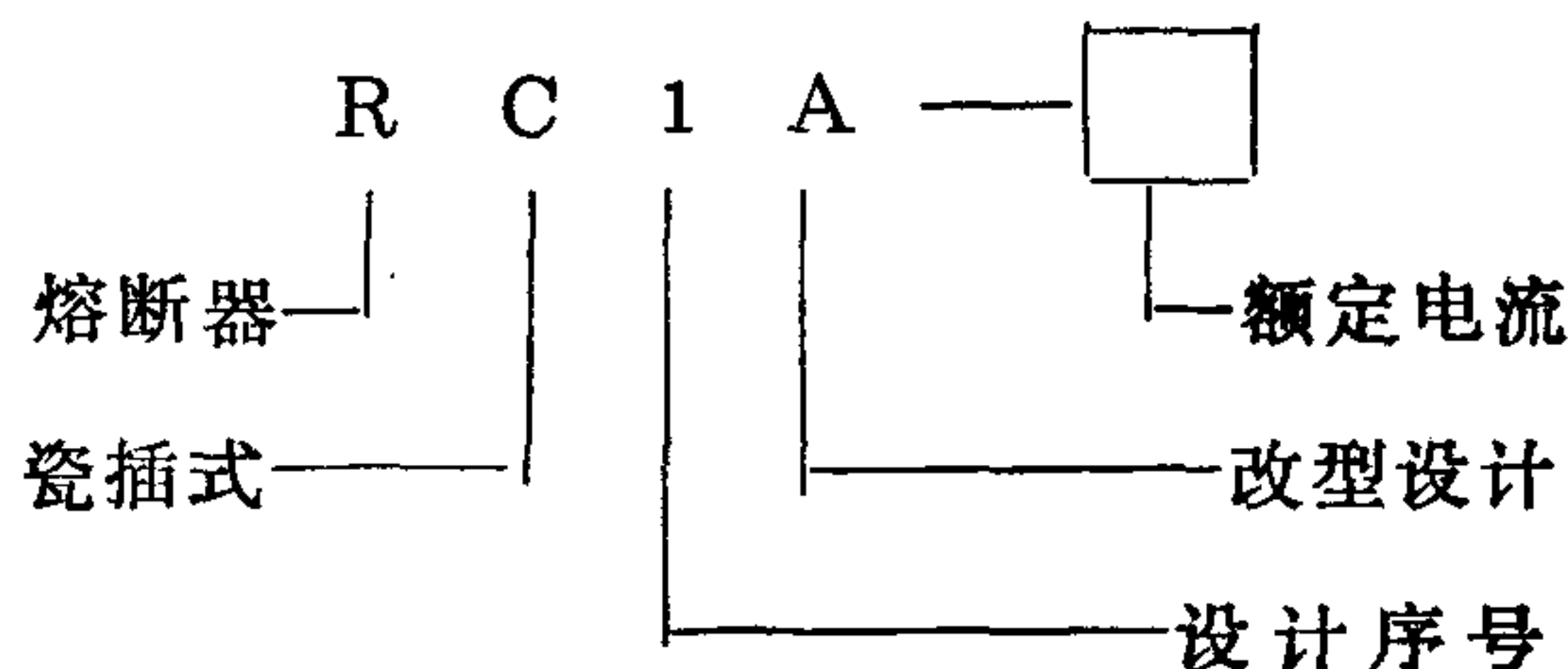
线及负载线可分别接在瓷底两端的静触头上。瓷底座中间有一空腔，与瓷盖突出部分构成灭弧室。

RC1A 系列瓷插式熔断器的额定电压为 380 伏，额定电流有 5、10、15、30、60、100 及 200 安等。RC1A 系列瓷插式熔断器基本技术数据见表 1-2。

表 1-2 RC1A 系列瓷插式熔断器基本技术数据

型 号	额定电压值 (U/V)	熔断器额定电流值 (I/A)	熔体额定电流值(I/A)	极限分断能力值 (I/A)
RC1A-5	380	5	2,5	250
RC1A-10	380	10	2,4,6,10	500
RC1A-15	380	15	15	
RC1A-30	380	30	20,25,30	1500
RC1A-60	380	60	40,50,60	
RC1A-100	380	100	80,100	3000
RC1A-200	380	200	120,150,200	

型号意义



RC1A 系列瓷插式熔断器价格便宜，更换方便，广泛用作照明和小容量电动机的短路保护。

2. 螺旋式熔断器 螺旋式熔断器主要由瓷帽、熔断管（芯子）、瓷套、上接线端、下接线端及座子等六部分组成。常用 RL1 系列螺旋式熔断器的外形及结构如图 1-13。熔管是一瓷管，内装石英砂和熔体。熔体两端焊在熔管两端的导电金属端盖上，其上端盖有一个熔断指示器（小红点），当熔体熔断时，指示器自动脱落。

在装接时，用电设备连接线接到上接线端，电源线接到下接线端，这样在更换熔管时，旋出瓷帽后螺旋壳

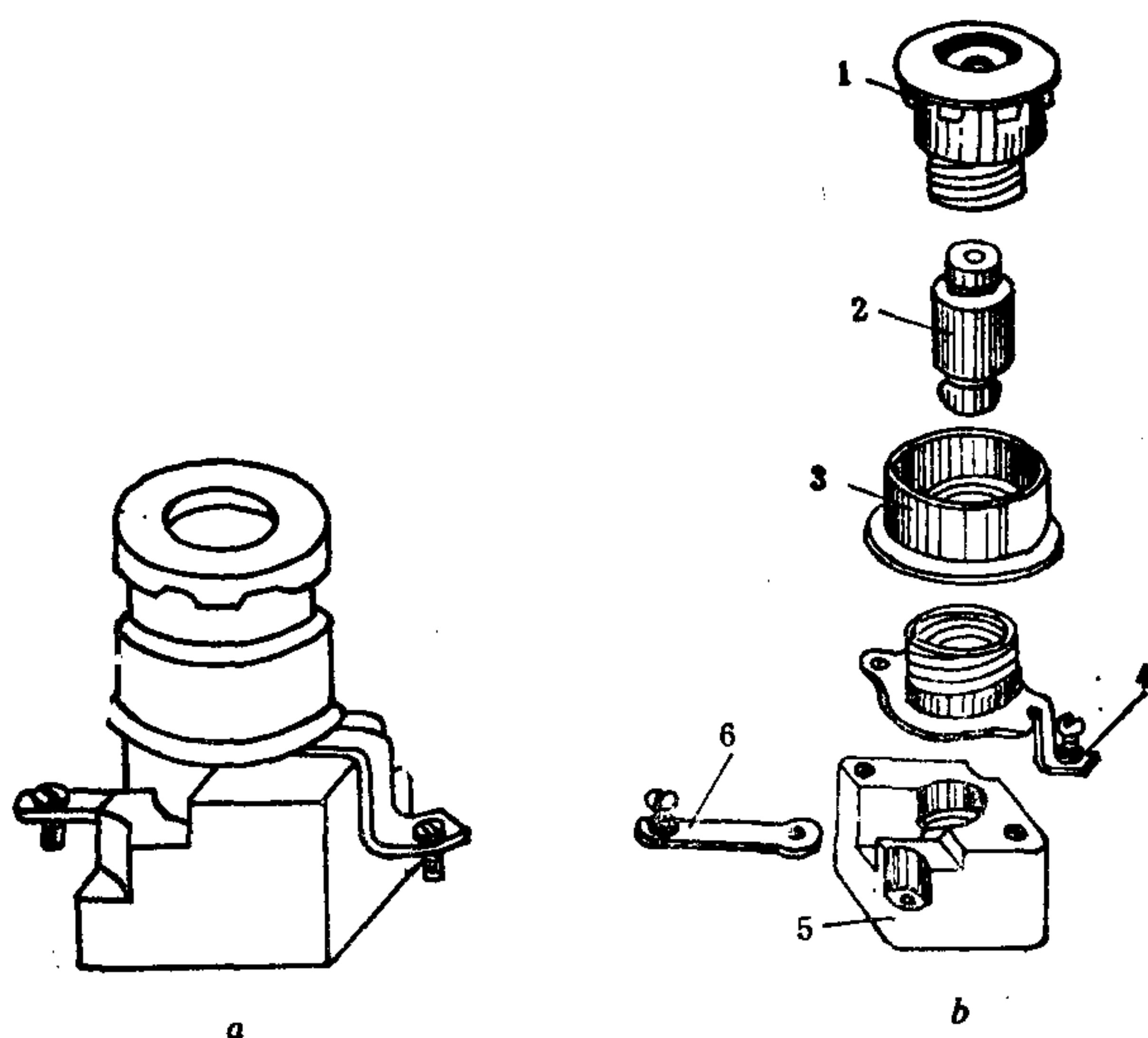


图 1-13 RL1 系列螺旋式熔断器

a. 外形 b. 结构

1. 瓷帽 2. 熔断管 3. 瓷套 4. 上接线端 5. 座子
6. 下接线端