



## 本章重点

掌握电器的分类，电磁式电器的定义、工作原理、构造及构成各部分的有关知识，电弧的产生条件、实质、危害和分类以及灭弧措施。





# 什么是电器？

电器 —— 电气器具。

电气(电) —— 能发烧，发光，产生动力，主要能源。

**电器的定义：**指能根据操作信号或外界现场信号的要求，自动或手动接通和断开电路，连续或断续地变化电路参数，以实现电路或用电设备的切换、控制、保护、检测、变换和调整的元件、设备和电工装置。

**电器 —— 一种能控制电的工具。**





## 2.1 电器概述

### 2.1.1 电器的分类

#### 1. 按工作电压等级分

**低压电器**：工作电压在**交流1200V**或**直流1500V**下列的多种电器。

**高压电器**：工作电压高于交流1200V或直流1500V的多种电器。





# 安全电压

**安全电压定义：**为预防触电事故而采用特定电源供电的电压系列。

我国GB3805-83安全电压原则要求：安全电压的额定值为42、36、24、12、6V。

1. 42V可供有触电危险的场合使用，如手持式电动工具等的使用；
2. 36V可在矿井、多导电粉尘等场合使用的行灯等场合下使用；
3. 24V、12V、6V可供某些人体可能偶尔触及的带电体的设备选用。





## 2. 按动作原理分

**手动电器：**需要人工直接操作才干完毕指令任务的电器。如刀开关、控制按钮、控制器、转换开关等。

**自动电器：**不需要人工操作，而是按照电或非电信号自动完毕指令任务的电器。如交直流接触器、继电器、高压断路器等。





### 3. 按用途分

**控制电器：**用于多种控制电路和控制系统的电器。

**主令电器：**用于自动控制系统中发送控制指令的电器。

**保护电器：**用于保护电路及用电设备的电器。

**配电电器：**用于电能的输送和分配的电器。

**执行电器：**用于完毕某种动作或传动功能的电器。

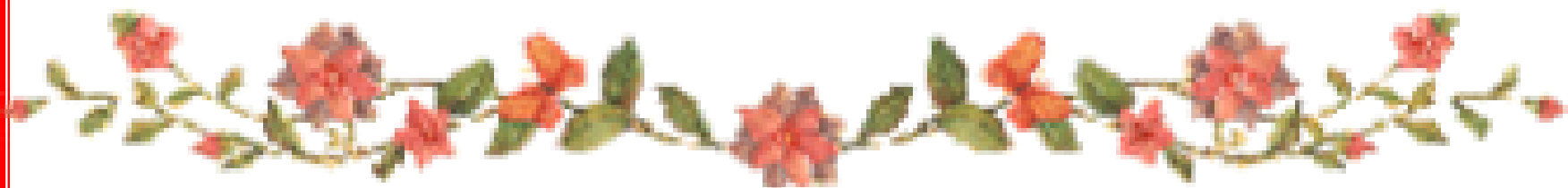




## 4. 按工作原理分

**电磁式电器：**根据电磁感应原理来工作的电器。

**非电量控制电器：**电器的工作是依托外力或某种非电物理量的变化而动作的电器。

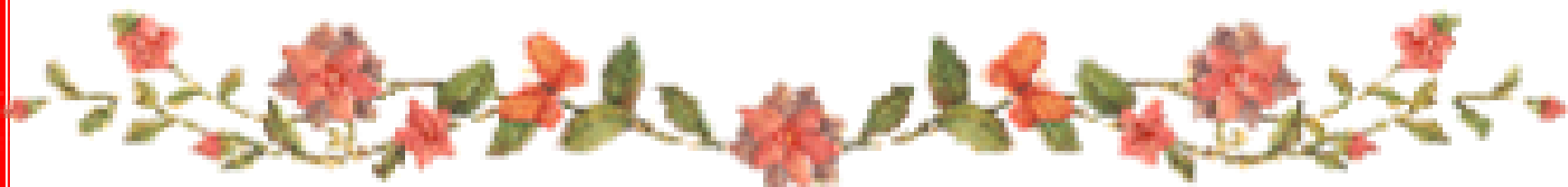




## 5. 按电器的执行机构特点分

**有触点电器：**电器通断电路的功能由触点来实现。

**无触点电器：**电器通断电路的功能不是经过机械接触，而是根据输出信号的高下实现的（即半导体器件的开关效应，如可控硅的导通和阻断、三极管的饱和截止来实现电路的通断）。







## 2.1.2 电器产品的发展

### 1. 我国电器产品的发展历程

低压电器产品大致可分为三代：

20世纪60~70年代：

第一代电器产品 完全模仿前苏联的基础上设计开发的。

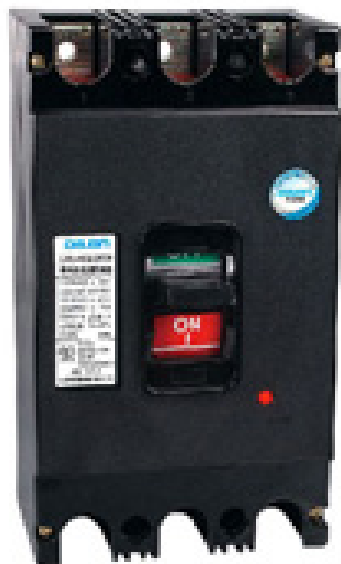
特点：构造尺寸大、材料消耗多、性能指标不理想、品种规格不齐全。



## ★第2章 电器的基本知识



CJ10交流接触器



DZ10断路器



DW10多油断路器

第一代电器产品





# 第二代产品

20 世纪70~80 年代:

第二代电器产品 更新换代和引进国外先进技术制造的。

特点: 技术指标明显提升, 保护特征较完善, 体积缩小, 构造上适应成套装置要求。



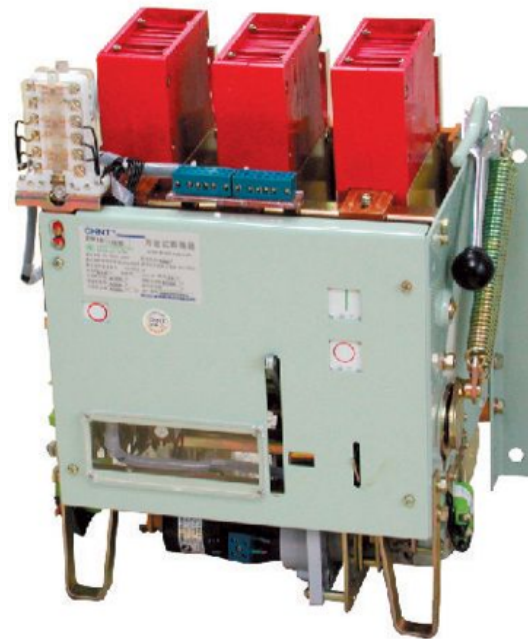
# ★ 第2章 电器的基本知识



CJ20接触器



DZ20断路器



DW15断路器

第二代电器产品





# 第三代产品

20世纪90年代:

第三代电器产品 跟踪国外新技术自行开发试制的。

特点: 产品性能优良、工作可靠、体积小, 具有电子化、智能化、组合化、模块化、多功能化。



## ★第2章 电器的基本知识



CJ40接触器



DZS断路器



DW45断路器

第三代电器产品





## 2. 电器产品的发展趋势

老式的有触点电器：在构造原理、最佳构造设计和应用新材料、新工艺方面不断创新和完善。

有触点电器 {  
真空电器  
半导体电器  
新型电器  
机电一体化电器

电器产品向着**组合化、成套化和智能化**发展。

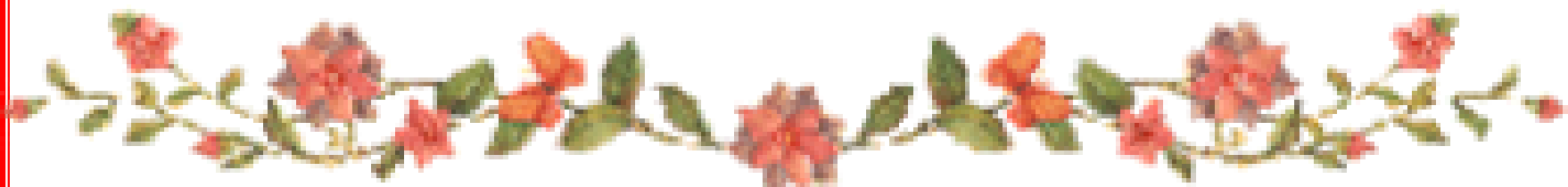
国外从20世纪90年代后期就推出了智能化、可通信的第四代产品。如今，我国低压电器也已进入第四代的开发。老式低压电器向着**高性能、高可靠、小型化、多功能、组合化、模块化、电子化、智能化和零部件通用化**的方向发展。





## 2.1.3 新技术在电器设计和开发中的应用

1. 三维计算机辅助设计系统
2. 低压电器专用计算机应用软件
3. 计算机网络系统的应用
4. 可靠性技术
5. 新的灭弧系统和限流技术







## 2.2 电器的基本理论

电器的构成:

从控制的角度看

电器 { 输入部分  
输出部分

构造上

电器 { 感测部分  
判断部分  
执行机构





## 2.2.1 电磁式电器的工作原理

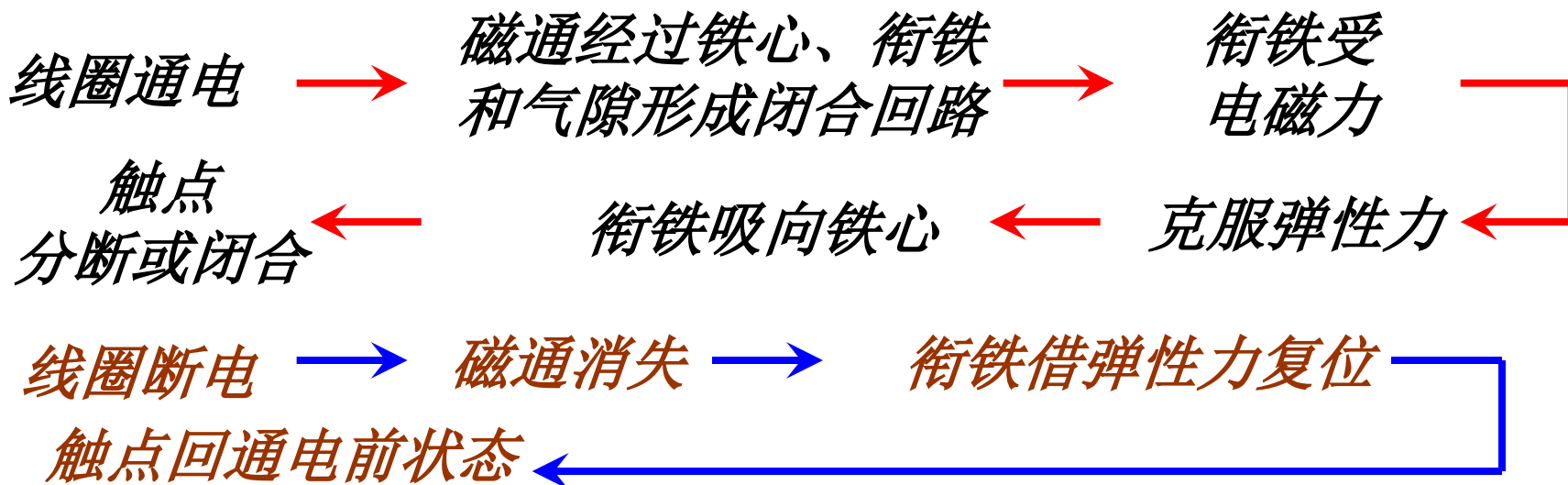
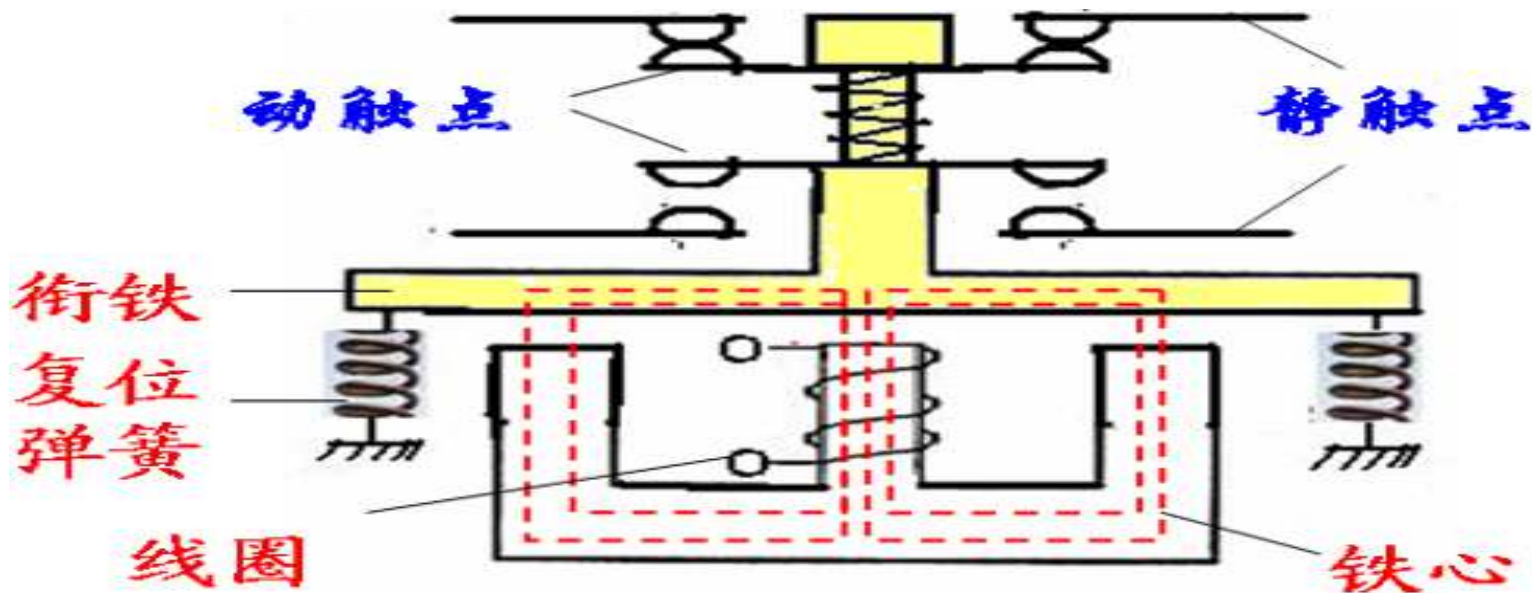
**电磁式电器**是根据输入电压或电流的变化，在电磁力的作用下，使触点闭合或分断。实现电路的接通或切断，到达控制电气系统的目的。为确保动作的可靠和安全，一般还辅以缓冲调整系统和灭弧系统。

电磁式电器的构成：

- 1、感测和判断部分 —— 电磁机构  
(线圈、铁心、衔铁、复位弹簧等)。
- 2、执行机构 —— 触头系统  
(动触点、静触点及其调整机构)。



# 工作原理





## ★第2章 电器的基本知识

# 1. 感测和判断部分

电磁机构：将电磁能量转换为机械能量，带动触头工作，完毕接通和分断电路。

直动式  
转动式

衔铁

弹簧

动触头

静触头

铁心

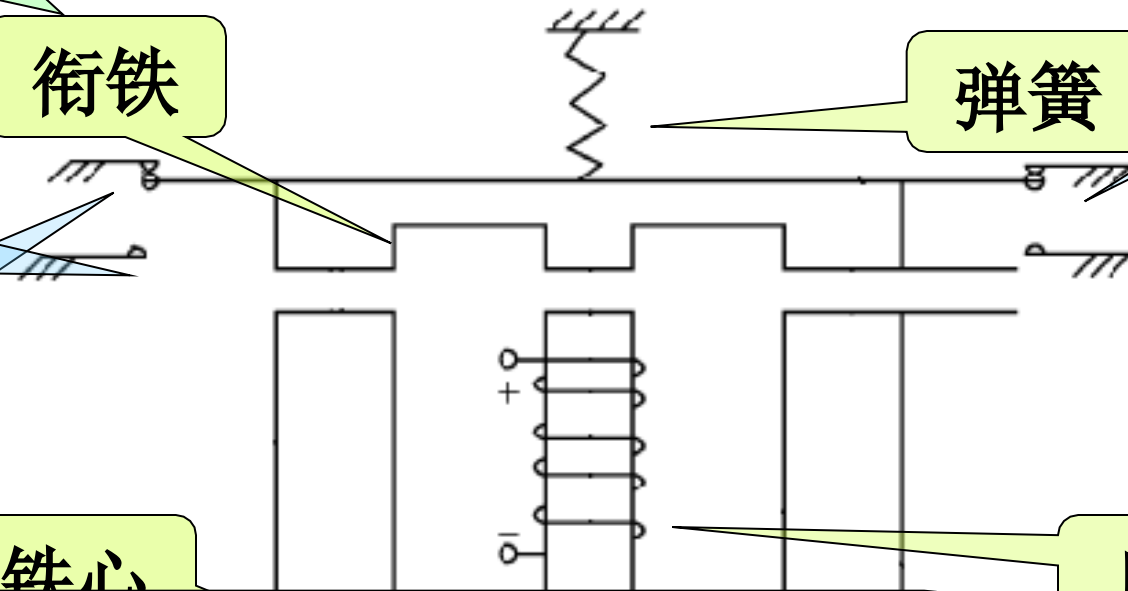
吸引线圈

**电压线圈**：并联在电路中，匝数多、导线细。

**电流线圈**：串联在电路中，匝数少、导线粗。

**交流线圈**：短而粗，有骨架。

**直流线圈**：细而长，无骨架。





根据前述，需确保电磁力不小于弹性力，衔铁才干被吸合，但电磁力过大又会产生撞击！

→电磁力和弹性力应怎样配合？

为此引入电磁机构的吸力特征和反力特征两个概念

●吸力特征描述电磁吸力随气隙变化的规律

●反力特征描述反力随气隙变化的规律



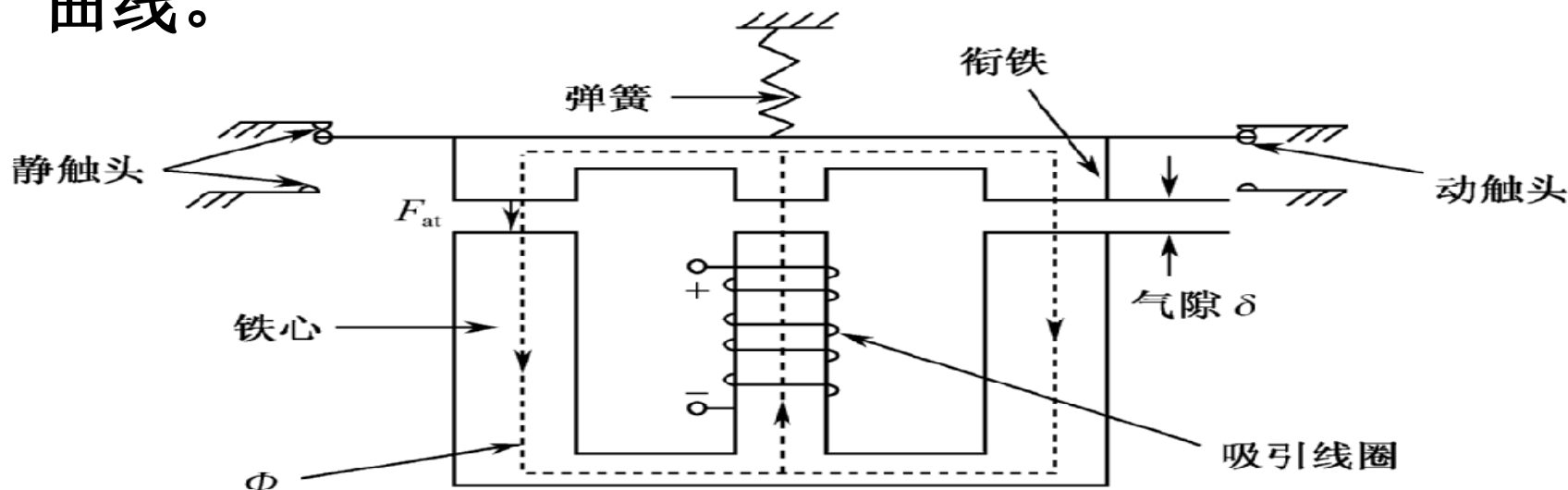


# 1) 电磁机构的工作特征

电磁机构的工作特征常用**吸力特征**和**反力特征**描述。

**吸力特征：**电磁机构的吸引线圈通电后，铁心吸引衔铁的电磁吸力与气隙的关系曲线。分直流电磁铁的吸力特征与交流电磁铁的吸力特征两种。

**反力特征：**电磁机构使衔铁释放的力与气隙的关系曲线。

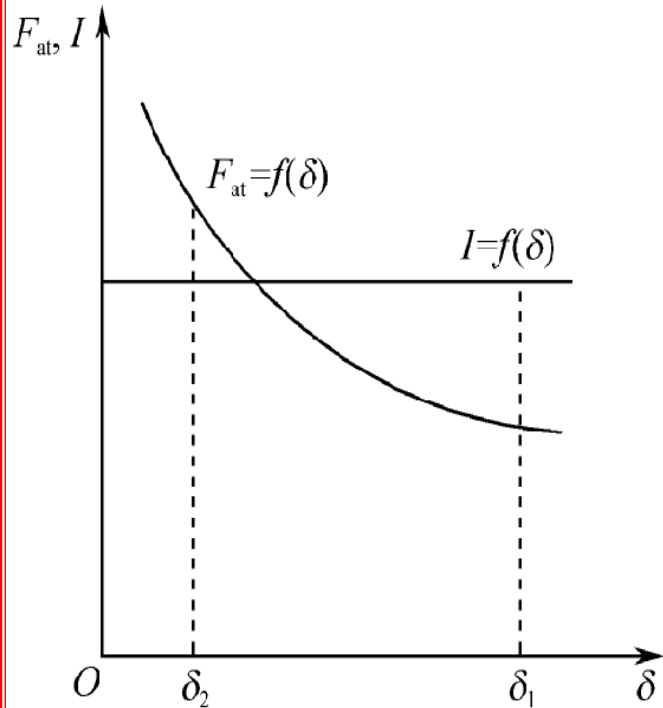




## ★第2章 电器的基本知识

# 直流电磁机构的吸力特征

直流电磁铁的电磁吸力  $F = \frac{10^7}{8\pi} SB^2$   $B$ 磁感应强度,  $S$ 磁极截面积



因外加电压和线圈电阻不变, 则流过线圈的电流为常数, 与磁路的气隙大小无关。根据磁路定律:

$$\Phi = \frac{IN}{R_m} \propto \frac{1}{R_m} \quad F \propto \Phi^2 \propto \left(\frac{1}{R_m}\right)^2$$

$$R_m = \delta / (\mu S) \quad F \propto \frac{1}{\delta^2}$$

结论: 对于直流电磁铁, 气隙越大, 吸力越小; 气隙越小, 吸力越大。电磁铁吸合过程中吸力不断增大, 完全吸合时吸力最大。衔铁闭合前后吸力变化很大。



## 交流电磁机构的吸力特征

若外加电压不变，线圈的阻抗主要决定于线圈的电抗，电阻可忽视，则

$$U \approx E = 4.44 f \Phi N$$

$$\text{可知: } \Phi = \frac{U}{4.44 f N}$$

当频率 $f$ 、匝数 $N$ 和电压 $U$ 均为常数时， $\Phi$ 为常数，由

$F \propto \Phi^2 \propto \left(\frac{1}{R_m}\right)^2$  知 $F$ 也为常数，阐明 $F$ 与 $\delta$ 大小无关。

实际上考虑漏磁的作用， $F$ 随 $\delta$ 的减小略有增长。随气隙减小，交流电磁机构的吸力增长不如直流机构迅速。其吸力特征相对较平坦。

当气隙 $\delta$ 变化时，因为 $\Phi$ 不变时由  $\Phi = \frac{IN}{R_m} \propto \frac{1}{R_m}$  可知

$IN$ 将随 $R_m$ （亦即 $\delta$ ）正比变化， $I$ 与 $\delta$ 呈线性关系。

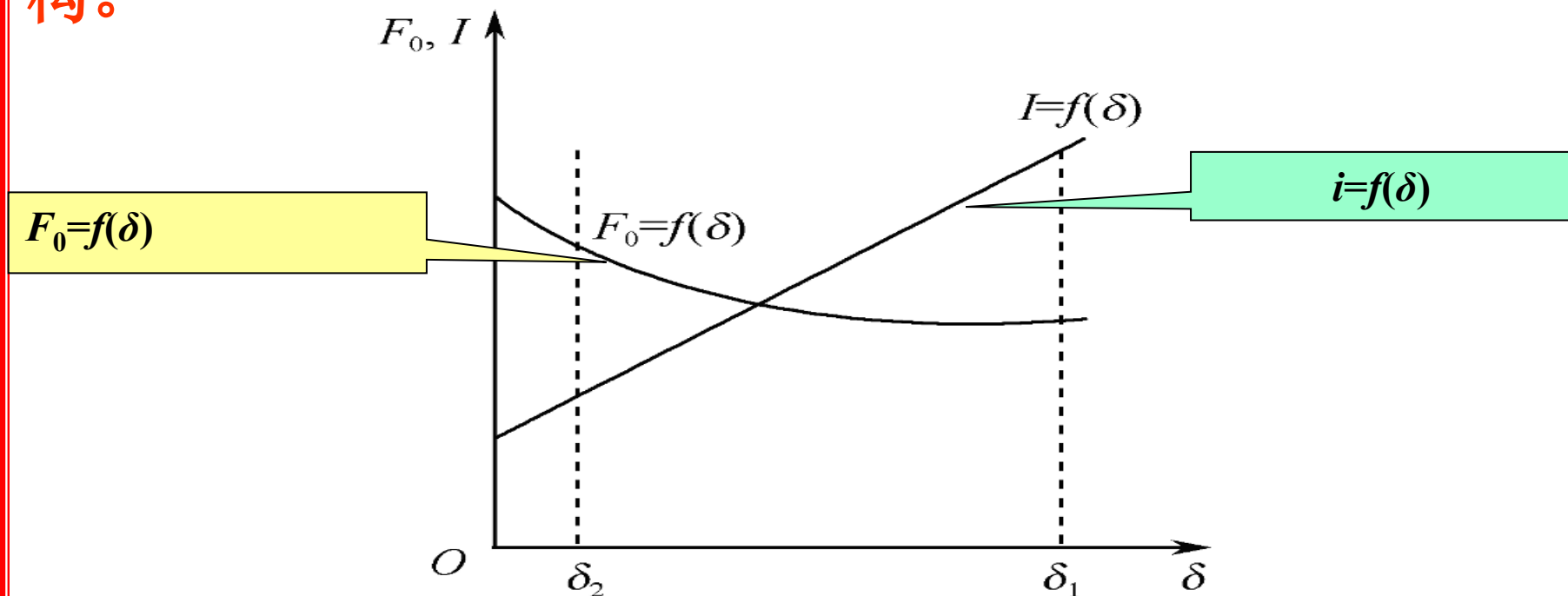


## ★第2章 电器的基本知识



所以，交流电磁机构的励磁电流在线圈已通电

但衔铁还未动作时，电流比额定工作电流大得多。若发生衔铁卡住不能吸合或衔铁频繁动作，交流线圈将可能因过电流而烧毁。在可靠性要求高或频繁操作的场合，一般不采用交流电磁机构，而采用直流电磁机构。





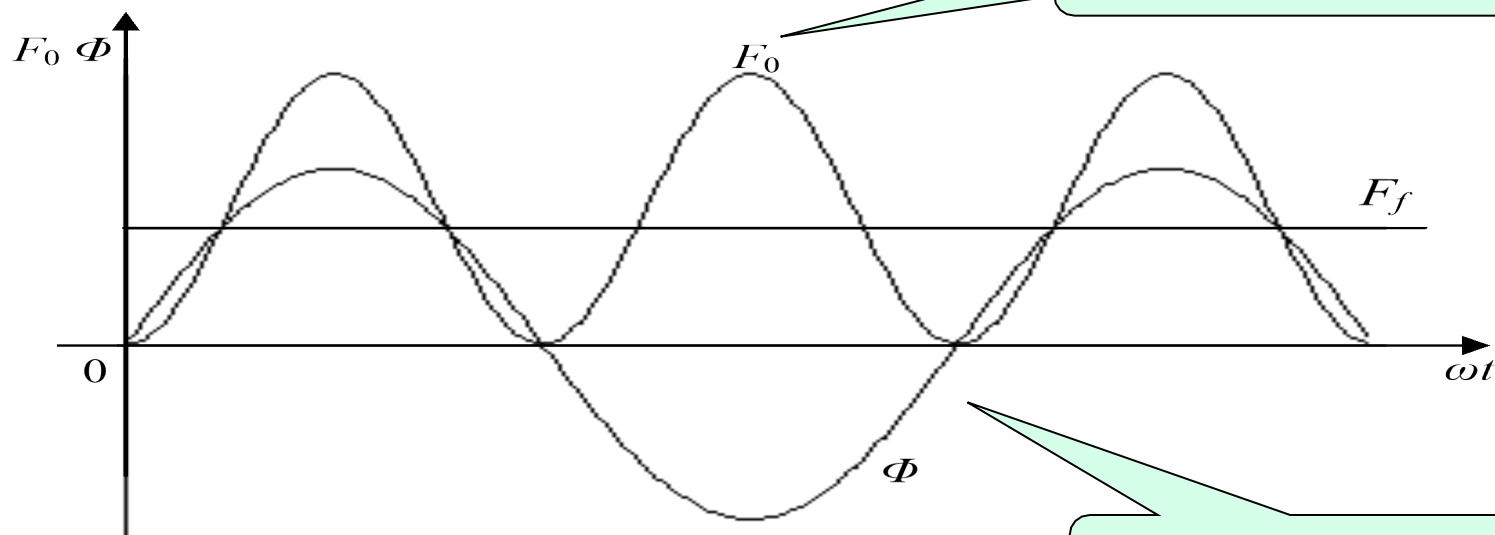
## ★第2章 电器的基本知识

# 交流电磁瞬时吸力

交流电磁铁的电磁吸力

$$F = \frac{10^7}{8\pi} SB_m^2 \sin^2 \omega t$$

吸力最大  $F_m$



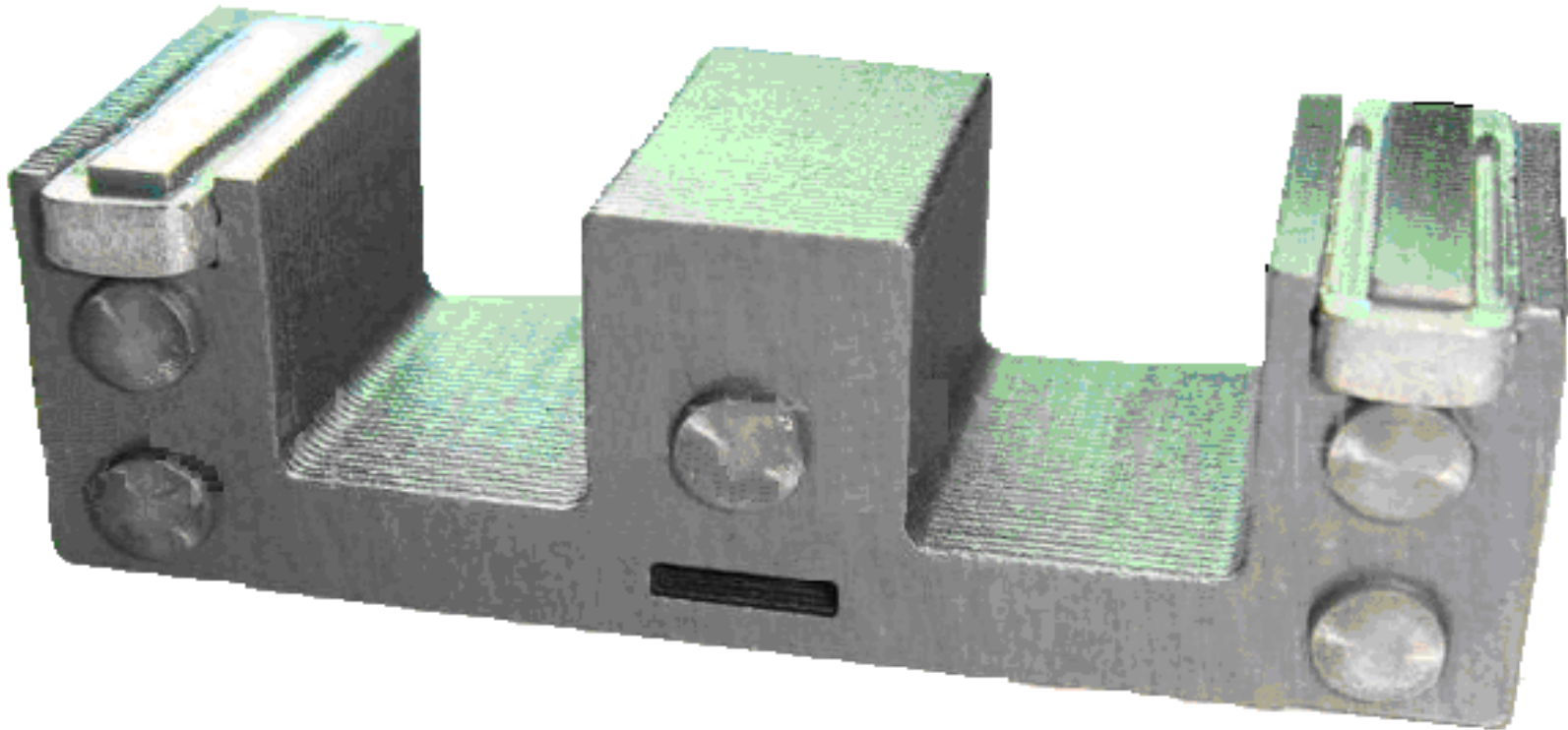
(a) 交变磁通及吸力

最小吸力为0

电磁吸力为零将不不小于弹簧的反作用力，衔铁将从与铁心闭合处被拉开；当电磁吸力不小于弹簧反作用力时，衔铁又被吸合。在衔铁吸引过程中，不能确保吸力一直不小于反力，使衔铁产生振动，频繁振动会产生噪音。

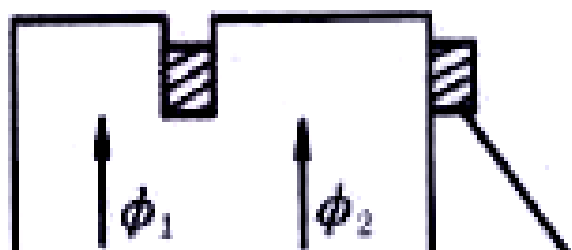
## ★第2章 电器的基本知识

# 短路环



处理交流电磁铁吸合时产生振动和噪音的措施。

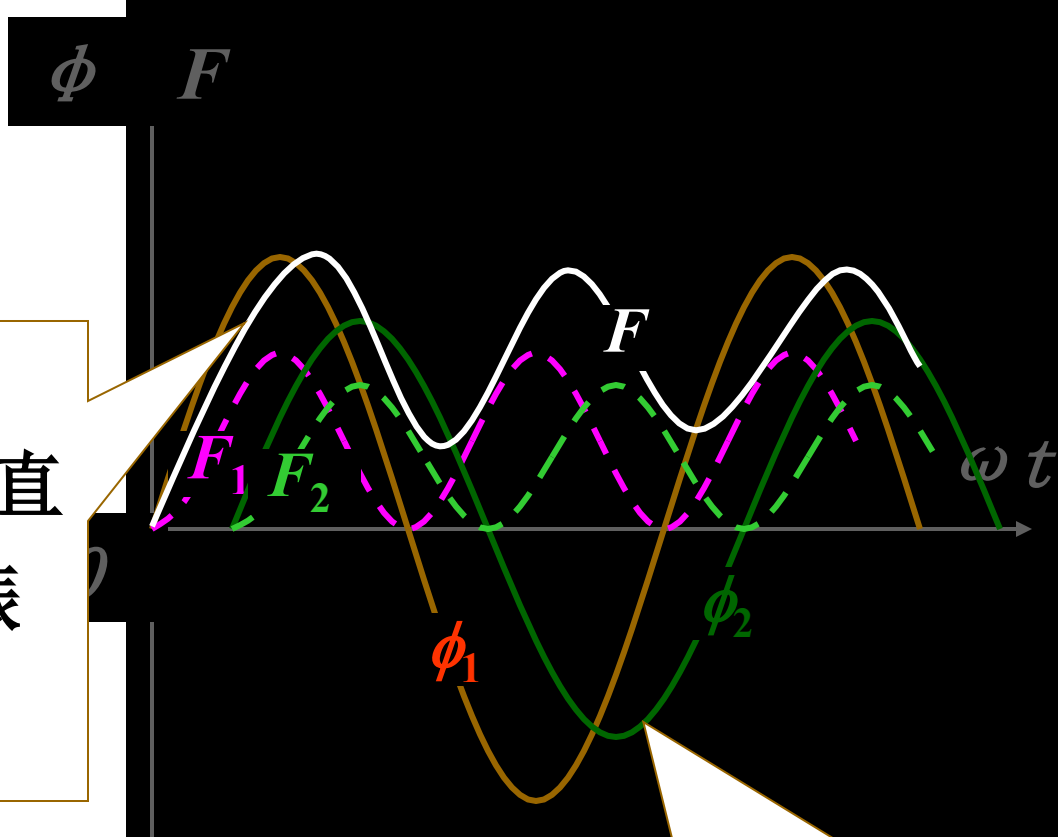
**处理措施：**铁心端面上安顿一种铜制的分磁环（也称短路环），以消除振动。短路环一般包围的铁心截面，一般用铜、康铜或铬合金等材料制成。



由  $\phi_1$ 、 $\phi_2$  产生吸力为  $F_1+F_2$ ，只要此合力一直超出其反力，衔铁的振动现象就消失。



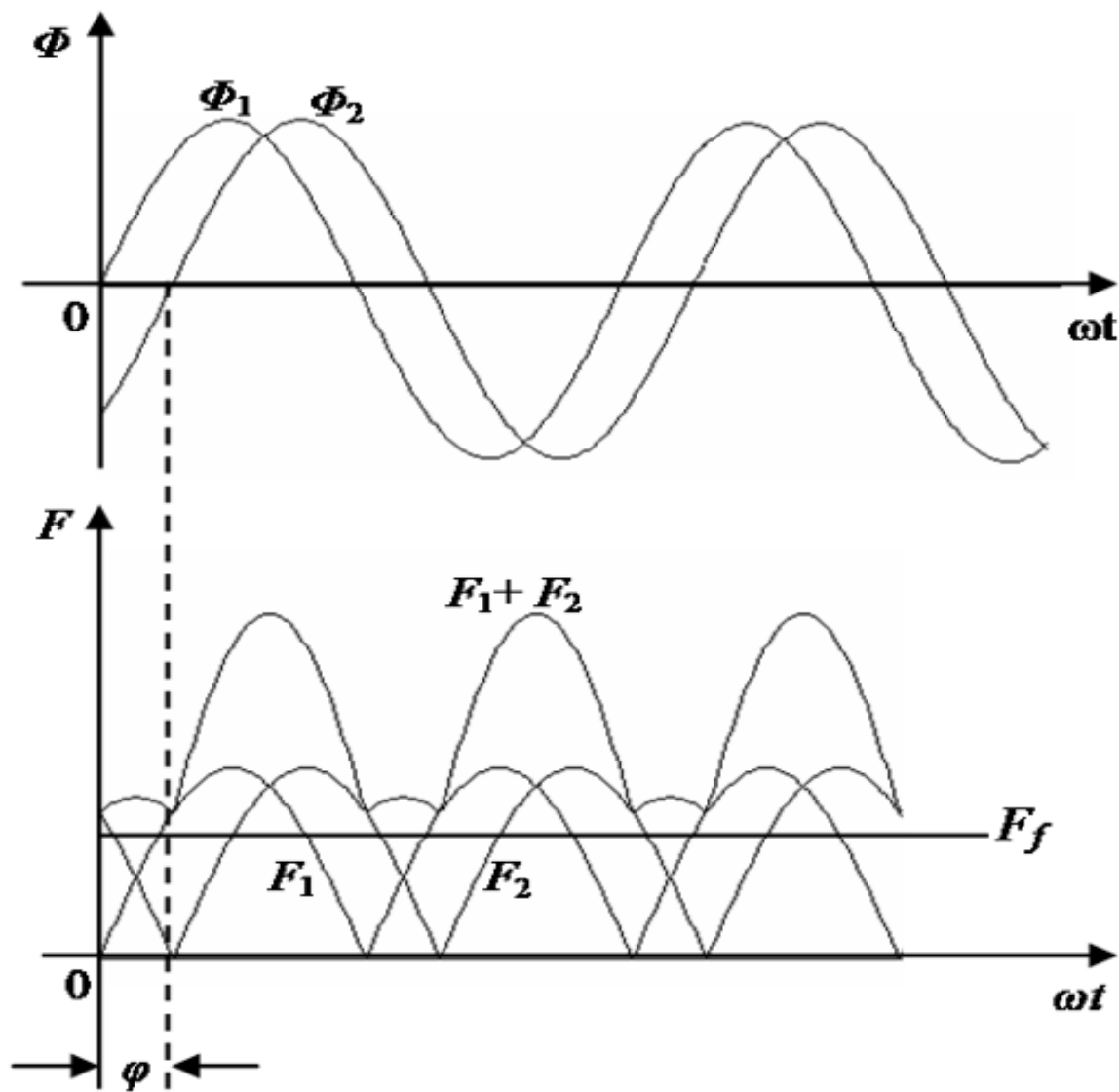
电磁机构的交变磁通穿过短路环所包围的截面  $S_2$ ，在环中产生涡流



此涡流产生的磁通  $\phi_2$  在相位上落后于截面  $S_1$  中的磁通  $\phi_1$

磁通

## ★第2章 电器的基本知识



加短路环后的磁通和吸力

**总结:**磁通分相的作用,使合成吸力在任一时刻都不小于弹簧反作用力 $F_f$ ,就能消除衔铁的振动,从而消除噪音。



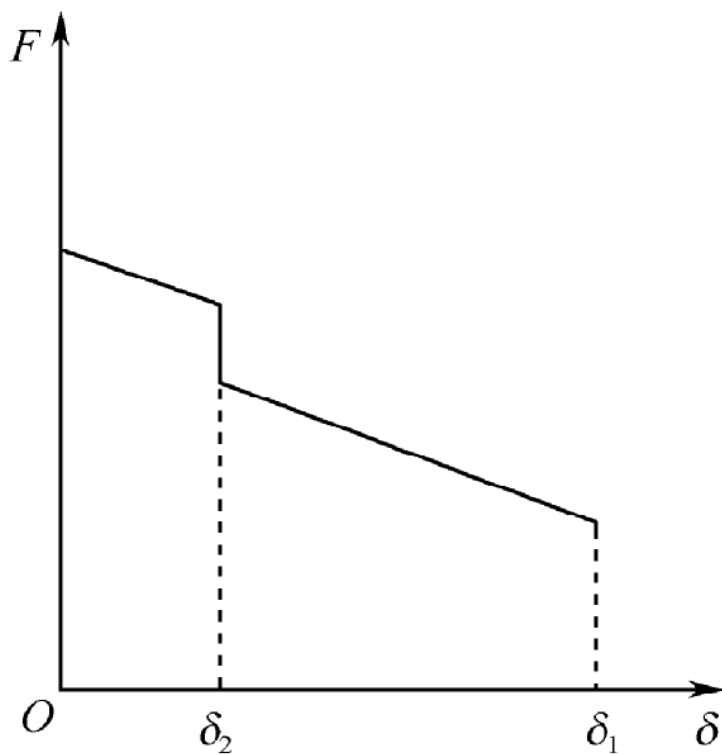
## 反力特征

电磁机构中与电磁吸力方向相反的力，如释放弹簧的弹力、触点弹簧的弹力、运动部件的重力和摩擦力统称为电磁机构的反力。

电磁机构使衔铁释放的力主要是利用弹簧反力。

弹簧的反力特征：

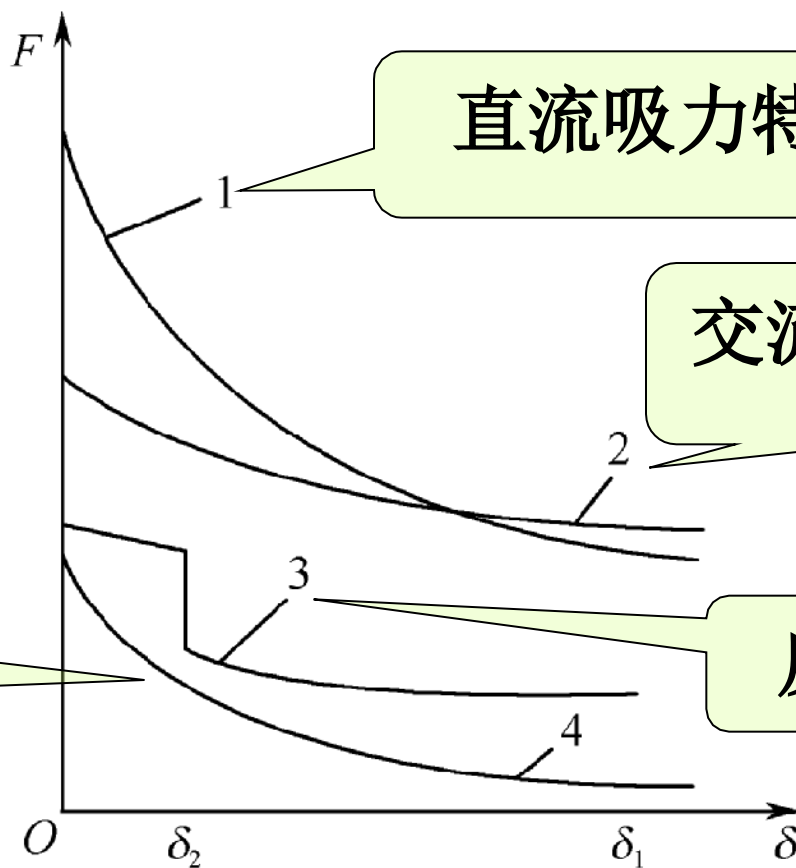
$$F_{f1} = Kl$$





## 剩磁的吸力特征

当电磁机构的吸引线圈断电后，因为铁磁材料有剩磁使其仍有一定的剩磁吸力存在，剩磁吸力随气隙 $\delta$ 的增大而减小。



直流吸力特征

交流吸力特征

剩磁吸力特征

反力特征

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/328007041040006132>