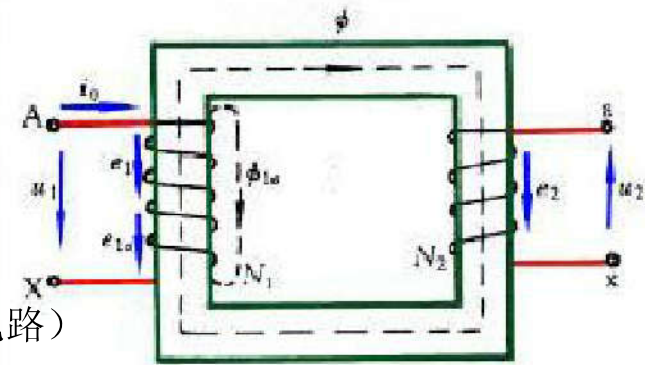




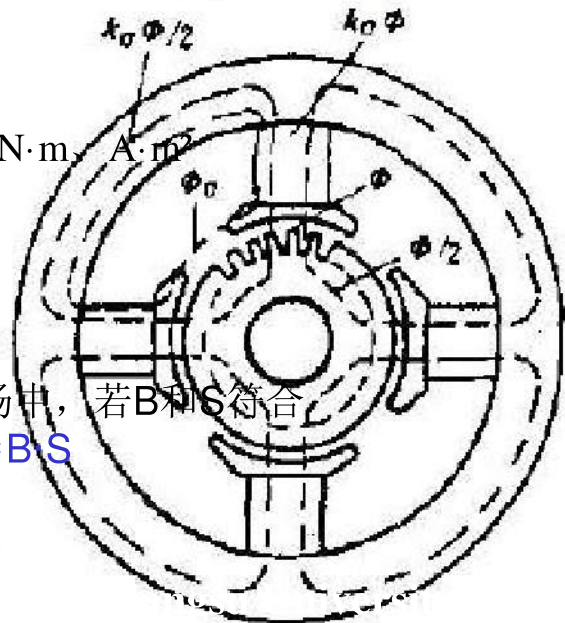
第一章 磁路

- ❖ 1.1 磁路基本定律
- ❖ 1.2 常用的铁磁材料及其特性
- ❖ 1.3 电机的制造材料

1.1 磁路基本定律



变压器空载运行



一、磁路的概念

磁通所通过的路径叫磁路（电流流经的路径叫电路）

1、两种常见的磁路：

变压器磁路 直流电机的磁路

2、描述磁场的物理量：

B: 磁感应强度（或磁通密度） T（特斯拉）、 $N \cdot m^{-2}$ 、 $A \cdot m^{-2}$

Φ: 磁通量 Wb（韦伯） $1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot \text{m}^2$

H: 磁场强度 A/m

关系：

$$\Phi = \int_s \vec{B} \cdot d\vec{s}$$

矢量点乘，在均强磁场中，若B和S符合右手螺旋关系，则 $\Phi = BS$



1.1 磁路基本定律

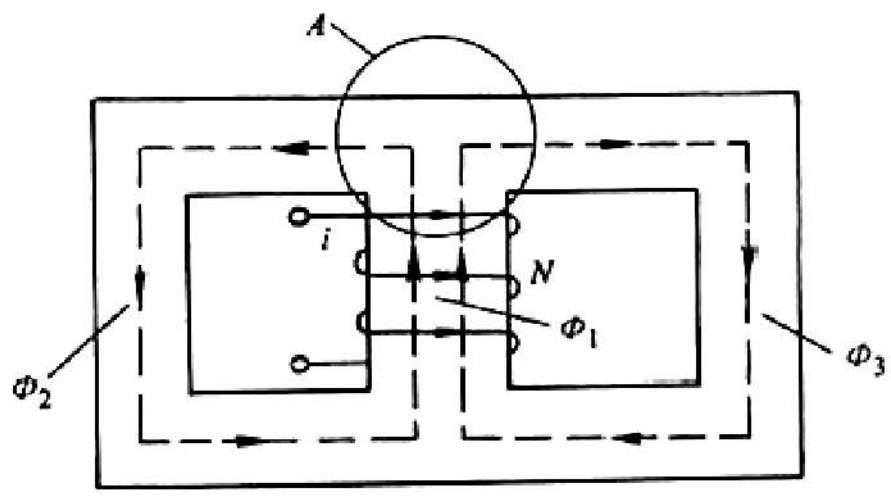
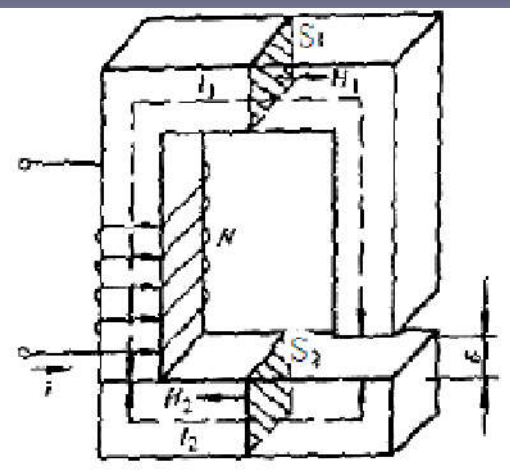
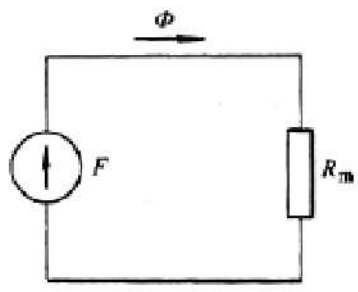
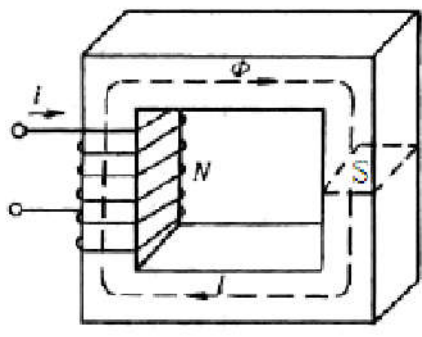
$$\vec{H} = \vec{B} / \mu \quad \mu : \text{磁导率}$$

根据导磁性质的不同，物质可分为三类：

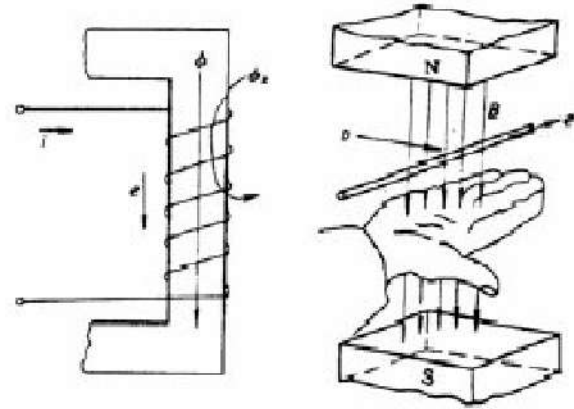
顺磁质：如空气、铝等， μ 略大于真空中的磁导率，

逆磁质：如氢、铜等， μ 略小于真空中的磁导率，

铁磁质：如铁、钴、镍等， μ 远远大于真空中的磁导率，且随外部磁场的变化有关



1.1 磁路基本定律



电流、电势、磁通的正方向

右手定则

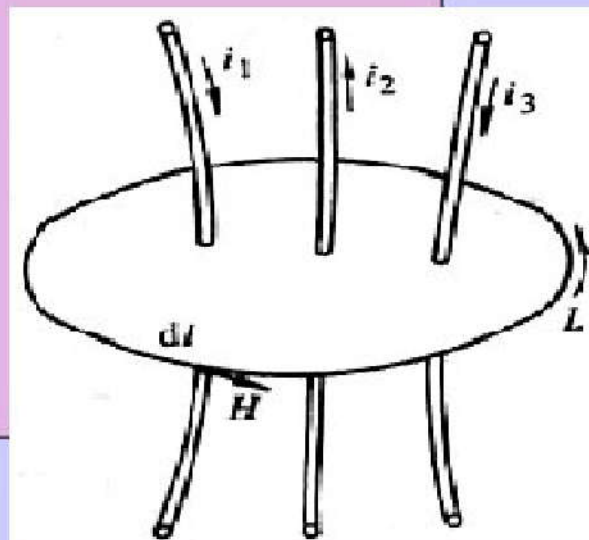
❖ 电磁感应定律

$$e = -\frac{d\psi}{dt} = -N \frac{d\phi}{dt}$$

$$e = B \cdot l \cdot v$$

❖ 全电流定律:

$$\oint_l \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum I_i$$



1.1 磁路基本定律

❖ 电磁力定律

载流导体在磁场中将受到力的作用

$$F = Bli$$

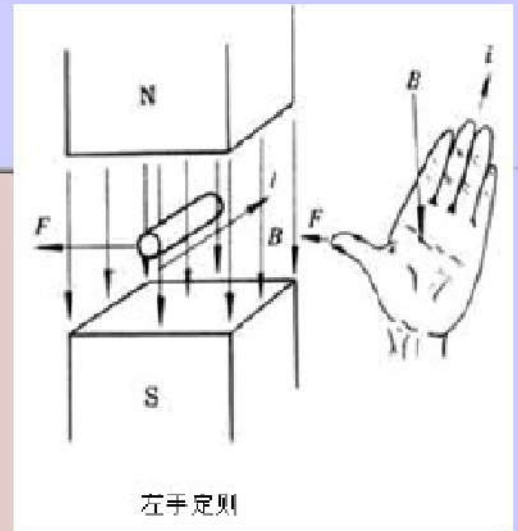
❖ 动力学方程：

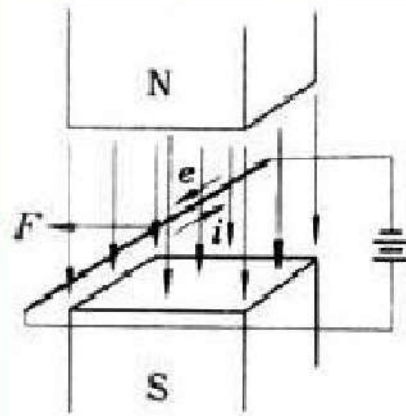
力和力矩的关系：

$$T = F \cdot L$$

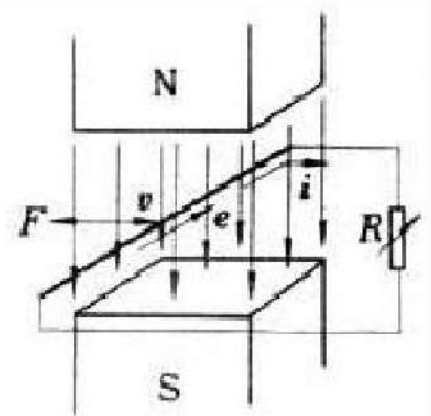
旋转运动动力学方程：

$$\sum T = J \frac{d\omega}{dt}$$





电动机



发电机

❖ 电机的可逆性原理

❖ 能量守恒定律：

$$\text{输入能量} = \text{输出能量} + \text{损耗} + \text{储备}$$

1.2常用铁磁性材料及其特性

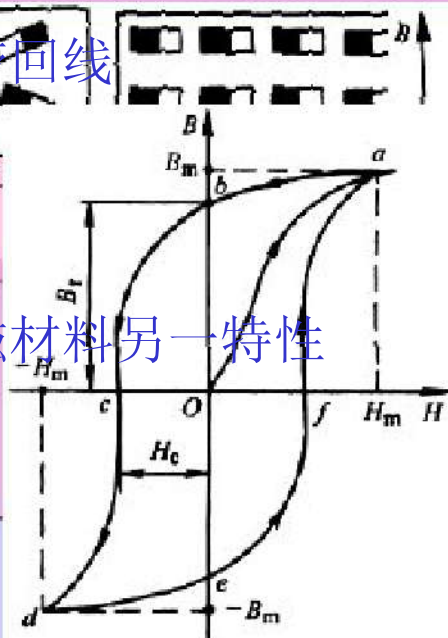
一、铁磁物质的磁化----铁磁材料特性之一

二、磁化曲线和磁滞回线

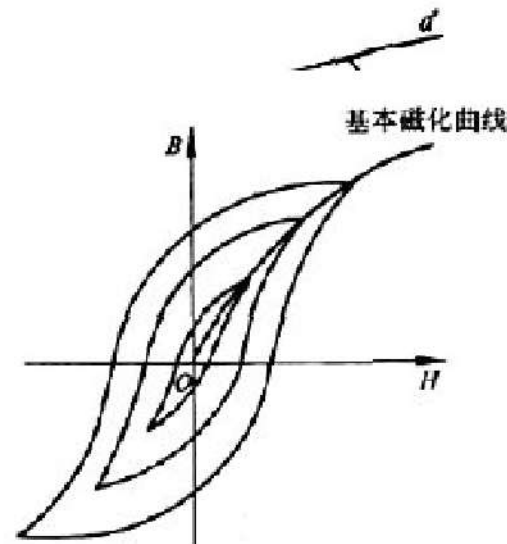
❖ 起始磁化曲线

❖ 磁滞回线----铁磁材料另一特性

❖ 基本磁化曲线



铁磁材料的磁滞回线



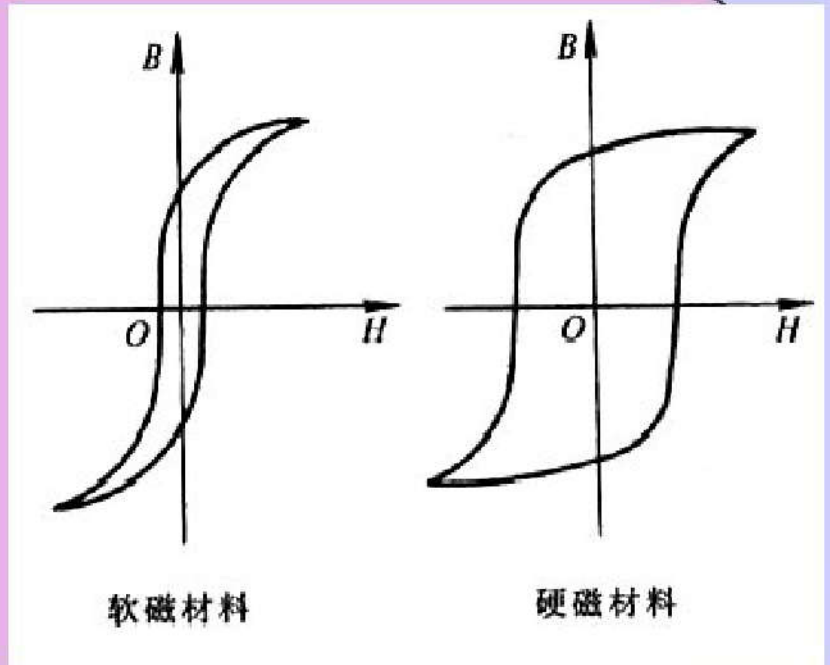
基本磁化曲线



三、铁磁材料

❖ 软磁材料

❖ 硬磁材料





四、铁心损耗

- ❖ 磁滞损耗
- ❖ 涡流损耗
- ❖ 铁心损耗=磁滞损耗+涡流损耗



1.3 电机的制造材料

- ❖ 导电材料
- ❖ 导磁材料
- ❖ 绝缘材料
- ❖ 机械支撑材料



思考：电路和磁路有何相同和不同之处



❖ 作业

1-1、 1-3、 1-4、 1-5、 1-6