



第1章 磁路

研究磁路的必要性:

电机是以**磁场为介质**进行**机电能量转换**的装置。

两个简朴的物理事实:

1. 变化的磁场会产生电场——由磁生电—— **机械能向电能转换**;

2. 通电导体会在磁场中受力 —— **电能向机械能的转换**。

在工程中，一般将**磁场问题**简化为**磁路问题**。

第1章 磁路

目录

1.1 磁路的基本定律

1.2 常用的铁磁材料及其特征

1.3 直流磁路的计算

1.4 交流磁路的特点

第1章 磁路

※ 要点与难点

一. 要点:

1. 磁路的基本定律;
2. 铁磁材料的特征及基本磁化曲线;
3. 铁心损耗。

二. 难点:

1. 磁滞回线;
2. 铁心损耗;
3. 磁路的计算。

第1章 磁路

§ 1-1 磁路的基本定律

一. 磁场的基本常用量

1. 磁感应强度（又称磁通密度） B —— 表征磁场强弱及方向的物理量。单位： Wb/m^2

真实的物理量，反应了
该点处的磁特征

第1章 磁路

2.磁通量 Φ —— 垂直穿过某截面积的磁力线总和。

单位: Wb

磁感应强度的积分值，
描述了磁场的总体特征

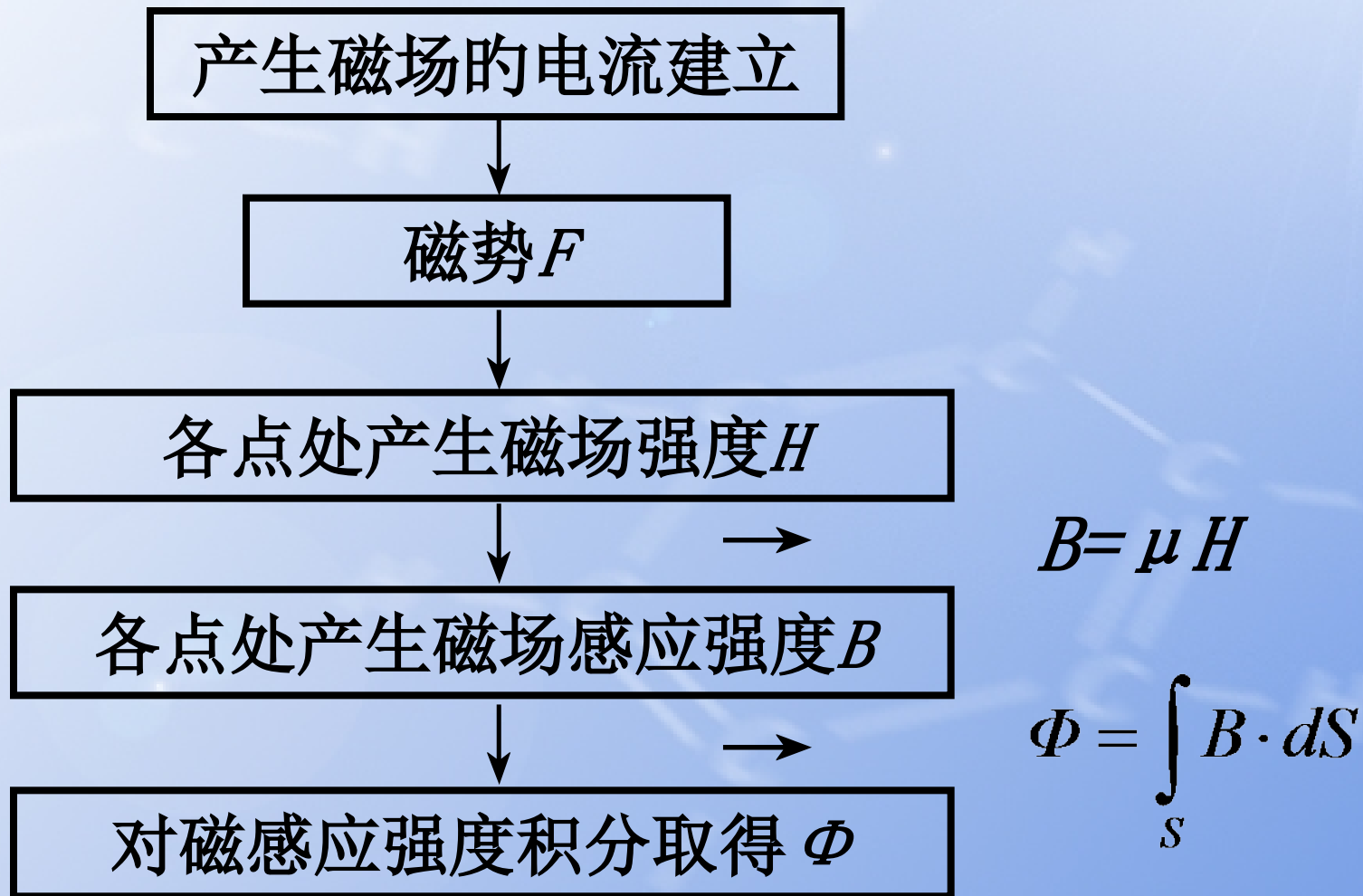
3. 磁场强度 H —— 计算磁场时引用的物理量。

$B=\mu H$ ，单位: A/m

磁感应强度与该点磁导率的
乘积，反应了建立该点磁场的
源

第1章 磁路

4. B 、 H 、 Φ 之间的关系



第1章 磁路

二. 磁路的概念

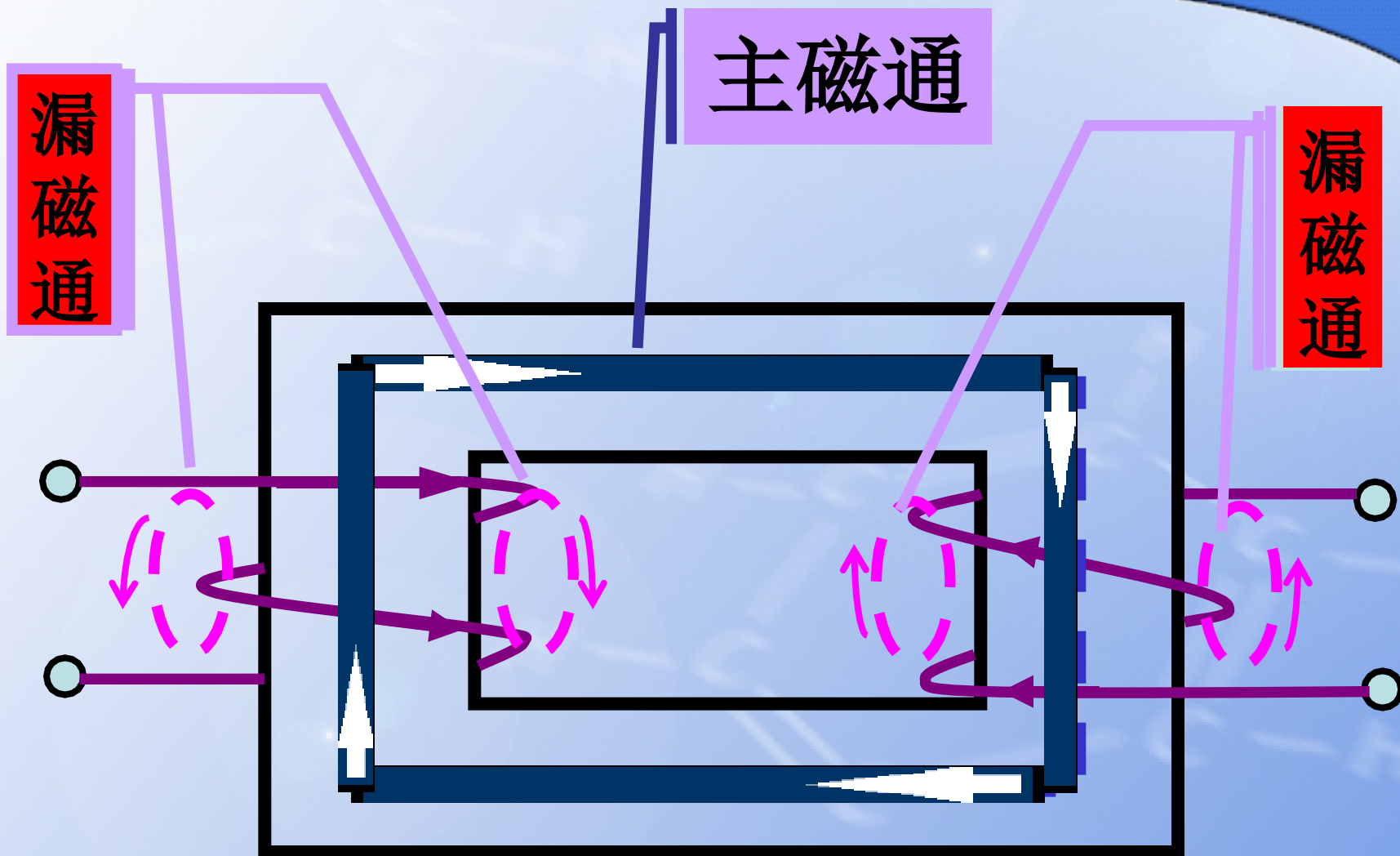
- 与电流流过的途径称为电路一样，**磁通所经过的途径称为磁路。**

- 电流只能从导体中经过，但是磁通能够在任意介质中经过，磁通能够分为两部分：

主磁通：因为铁心的导磁性能比空气要好得多（磁导率大），所以**绝大部分磁通**将在铁心内经过，这部分磁通称为**主磁通**。

漏磁通：围绕载流线圈、部分铁心和铁心周围的空间，还存在**少许分散的磁通**，这部分磁通称为**漏磁通**。

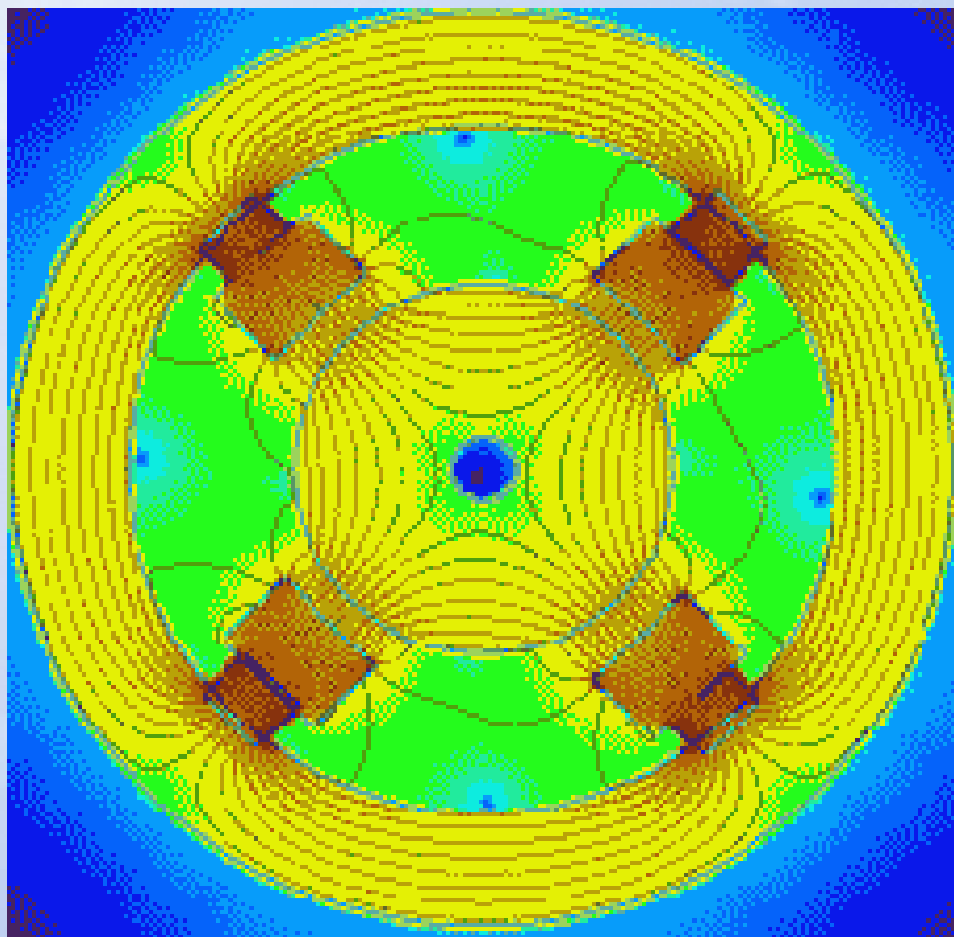
第1章 磁路



变压器的磁路

第1章 磁路

直流电机的磁路



第1章 磁路

三. 磁路的基本定律

1. 安培环路定律

磁场强度 H 沿任何一条闭合回线 L 的线积分，等于 L 所包围的电流的代数和

$$\oint_L Hdl = \sum i$$

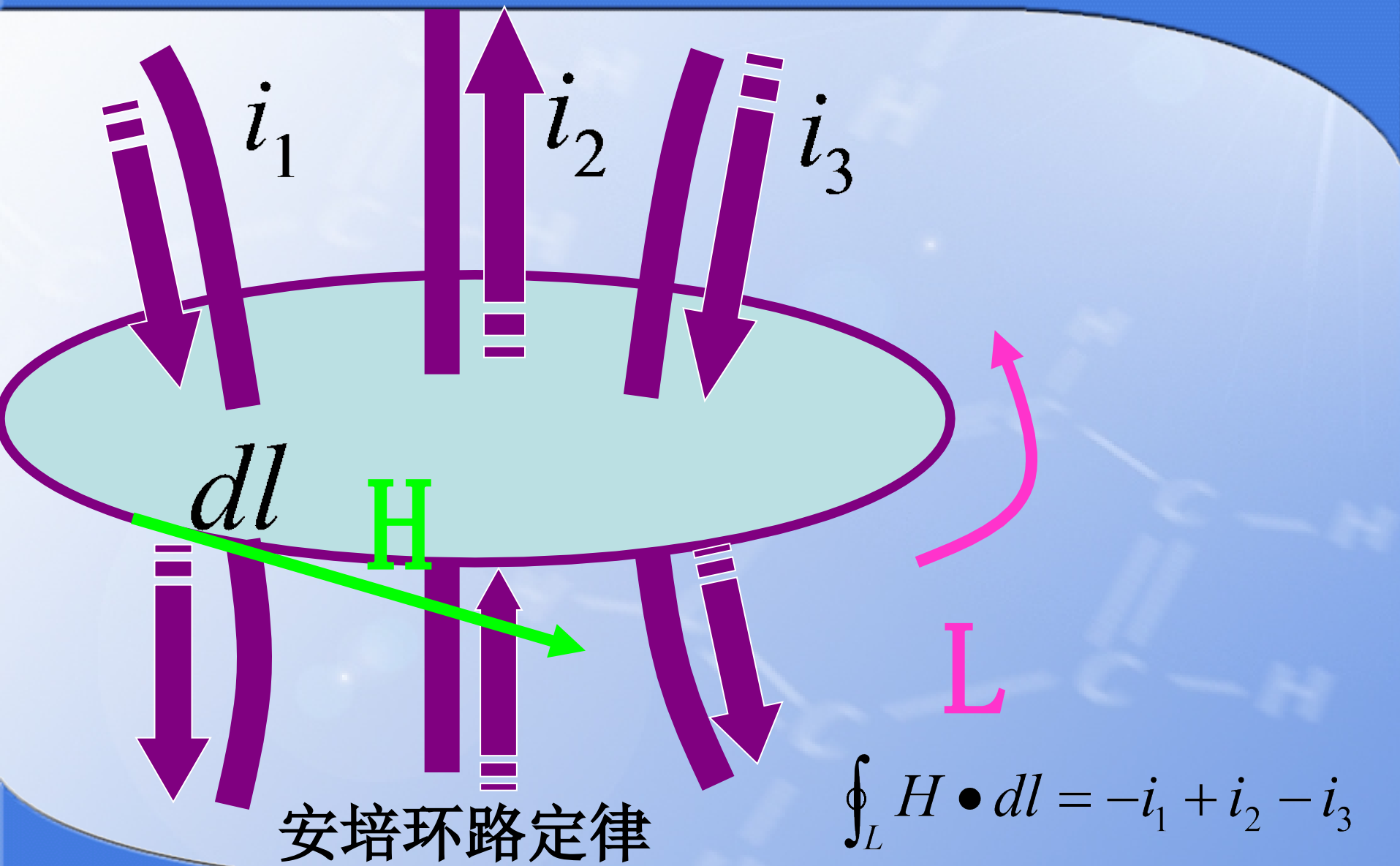
假如在均匀磁场中，沿着回线 L 磁场强度 H 到处相等，则

$$HL = Ni$$

在均匀分段均匀的磁场中，安培环路定律的体现式为

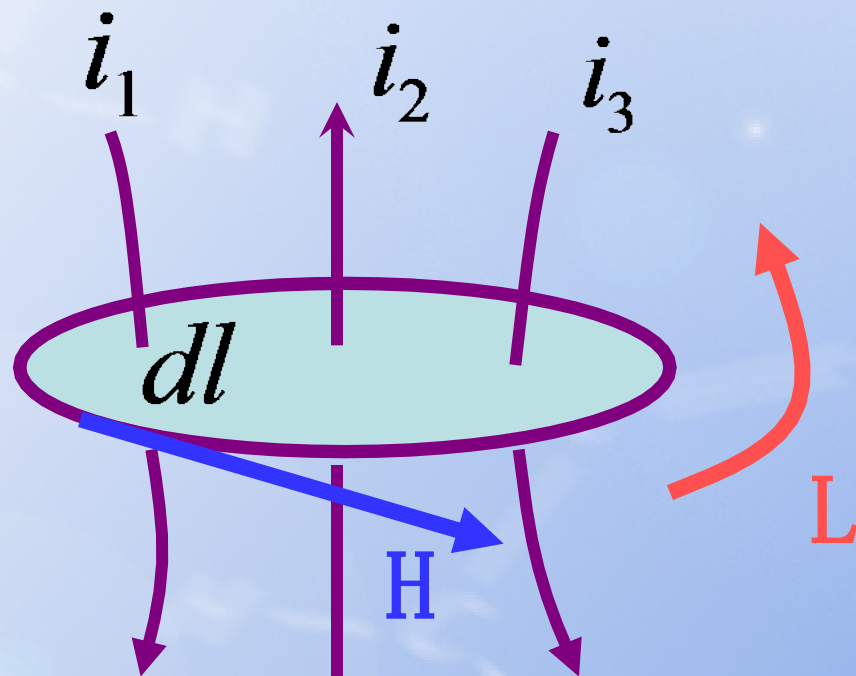
$$H_1L_1 + H_2L_2 + L = Ni$$

第1章 磁路



第1章 磁路

$$\oint_L H \cdot dl = \sum I$$



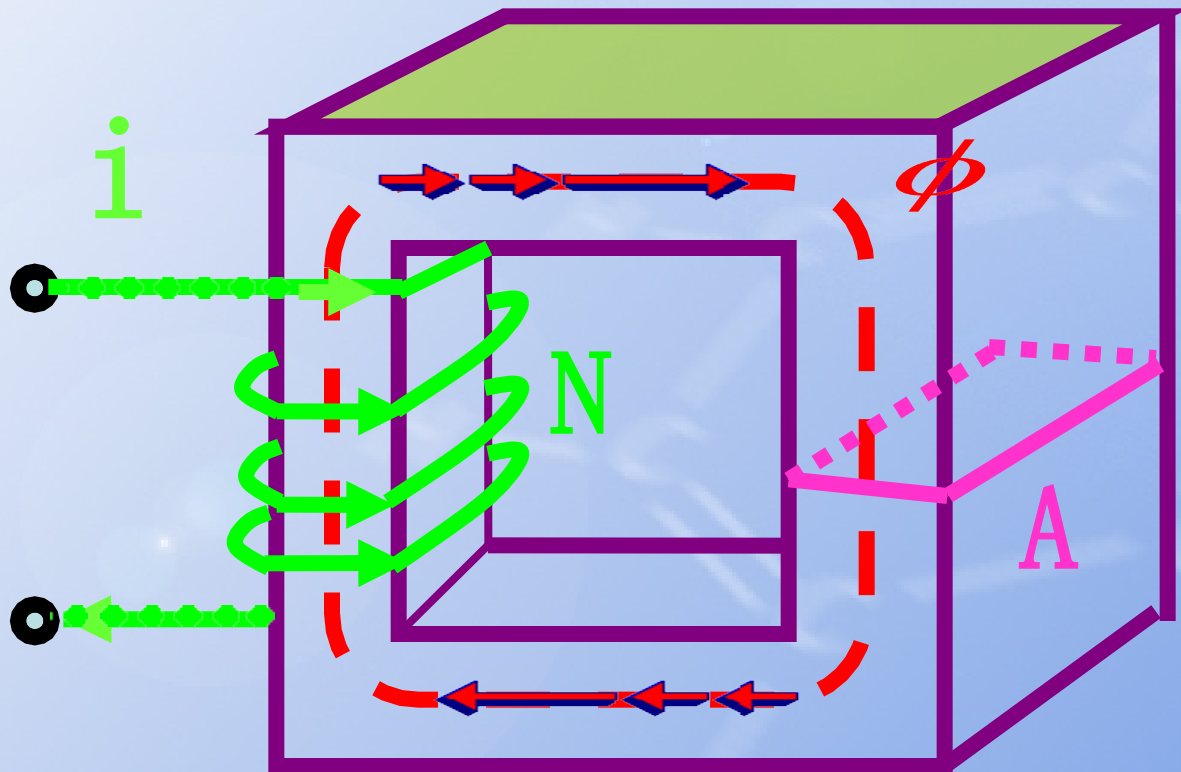
$$\oint_L H \cdot dl = -i_1 + i_2 - i_3$$

第1章 磁路

2. 磁路的欧姆定律

推导过程：以等截面无分支闭合铁心磁路为例：

线圈 N 匝，电流 i ，铁心截面为 A ，磁路平均长度为 l ，磁导率为 μ



第1章 磁路

磁通与磁密关系为:

$$\Phi = \int B dA = BA \Leftrightarrow B = \frac{\Phi}{A}$$

$$H = B / \mu$$

磁场强度与励磁磁势的关系为:

$$F = Ni = Hl$$

$$F = \Phi \frac{l}{\mu A} = \Phi R_m \quad R_m = \frac{l}{\mu A}$$

第1章 磁路

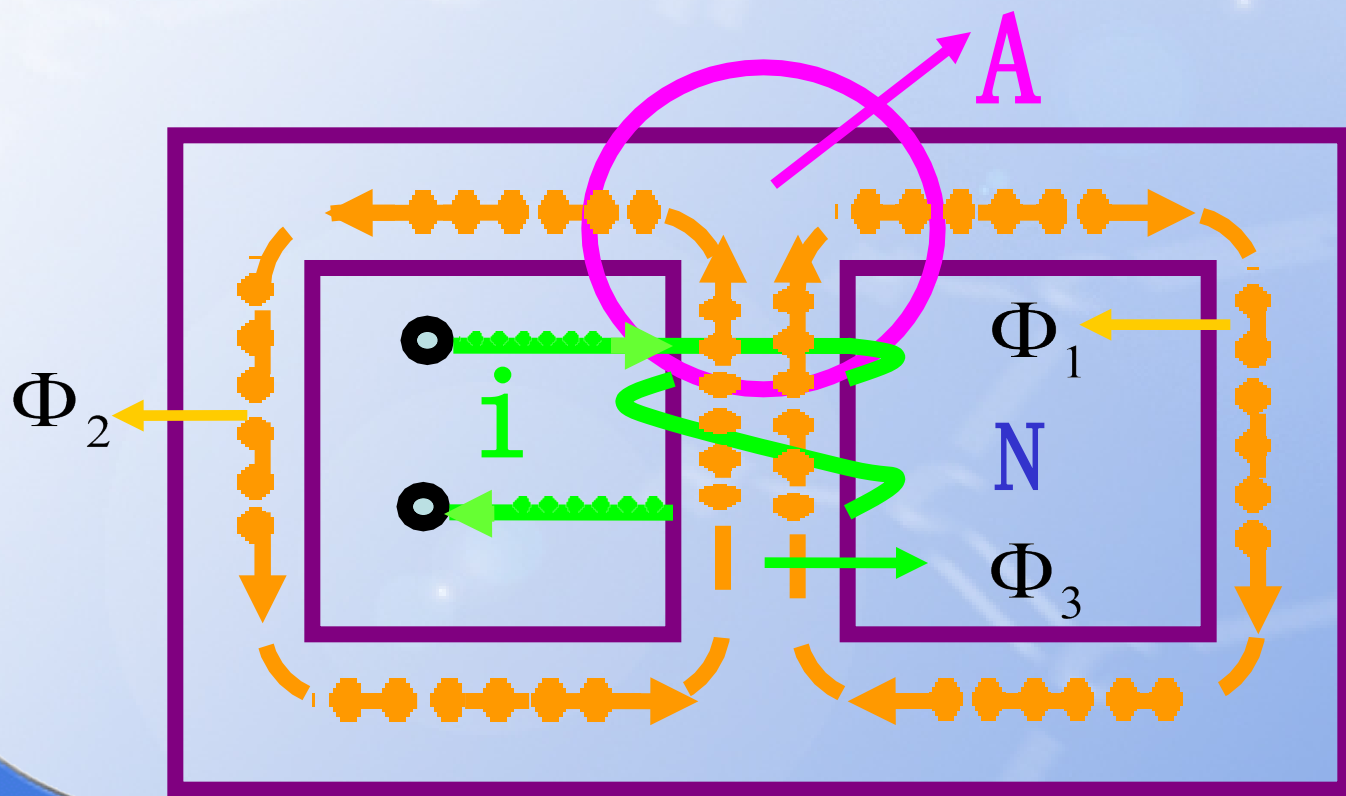


模拟电路图

第1章 磁路

3.磁路的基尔霍夫定律

(1).磁路的基尔霍夫电流定律（第一定律）



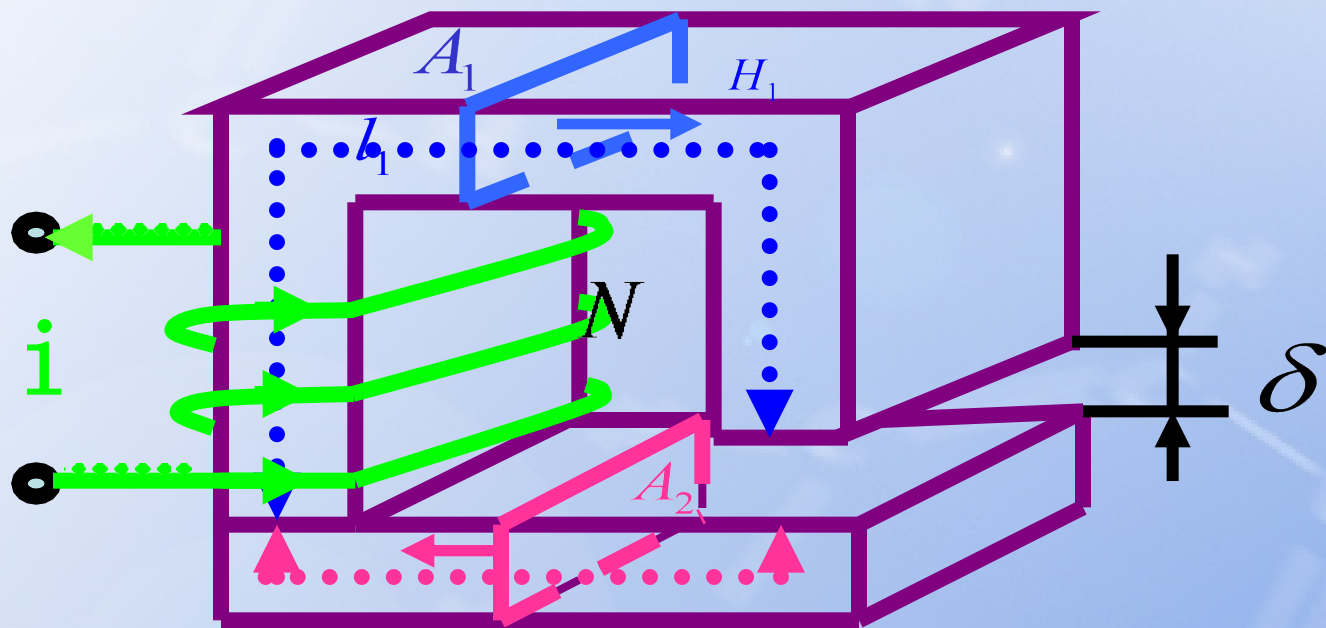
规定磁通流出为正

$$-\Phi_1 - \Phi_2 + \Phi_3 = 0$$

或 $\sum \Phi = 0$

第1章 磁路

(2).磁路的基尔霍夫电压定律



$$Ni = \sum_{k=1}^3 H_k l_k = H_1 l_1 + H_2 l_2 + H_\delta \delta$$

$$= \Phi_1 R_{m1} + \Phi_2 R_{m2} + \Phi_\delta R_{m\delta}$$

第1章 磁路

磁路和电路的几点差别：

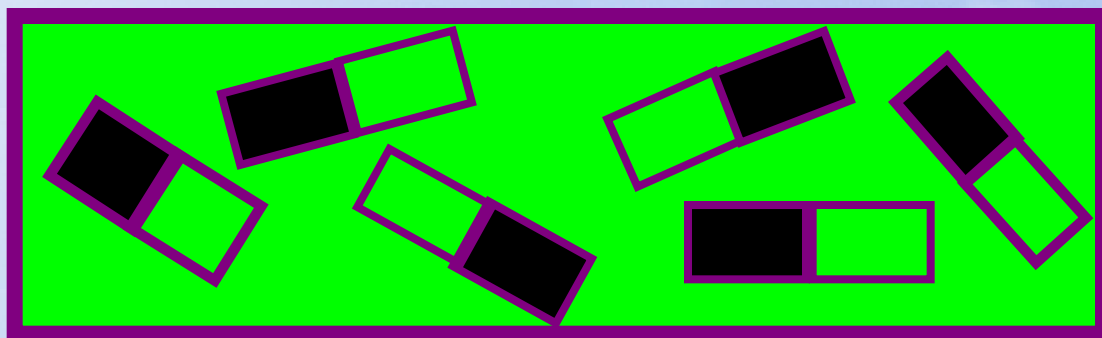
- a. (功率损耗问题) 电路中有电流 I 时，就有功率损耗；而在直流磁路中，维持一定磁通量，铁心中**没有功率损耗**。
- b. (磁路非理想) 电路中的电流全部在导线中流动；而在磁路中，总有一部分**漏磁通**。
- c. (磁路的饱和性) 电路中导体的电阻率在一定的温度下是恒定的；而**磁路中铁心的导磁率伴随饱和程度而有所变化**。
- d. (磁路的非线性) 在线性电路中，计算时能够用叠加原理；而在磁路中， B 和 H 之间的关系为非线性，所以计算时**不能够用叠加原理**。

第1章 磁路

§ 1-2 常用的铁磁材料及其特征

一. 铁磁物质的磁化

无外加磁场

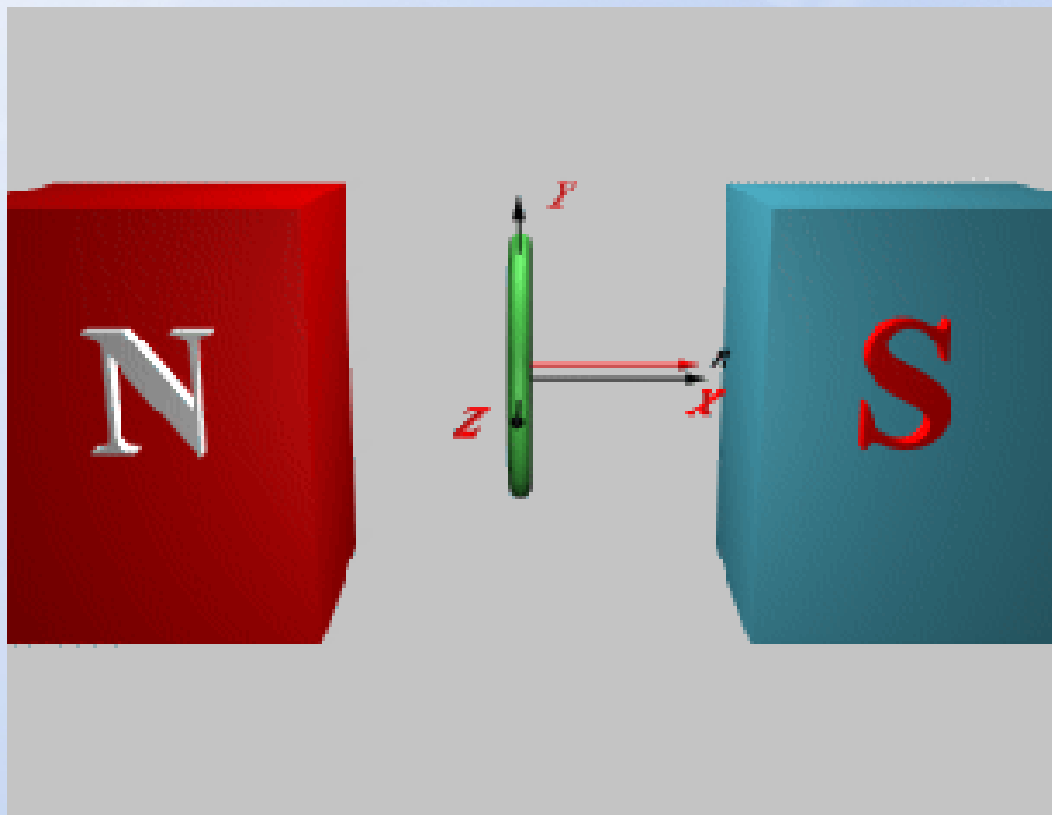


未磁化

未磁化时，铁磁材料的磁畴是无序排列的，对外不体现磁性。

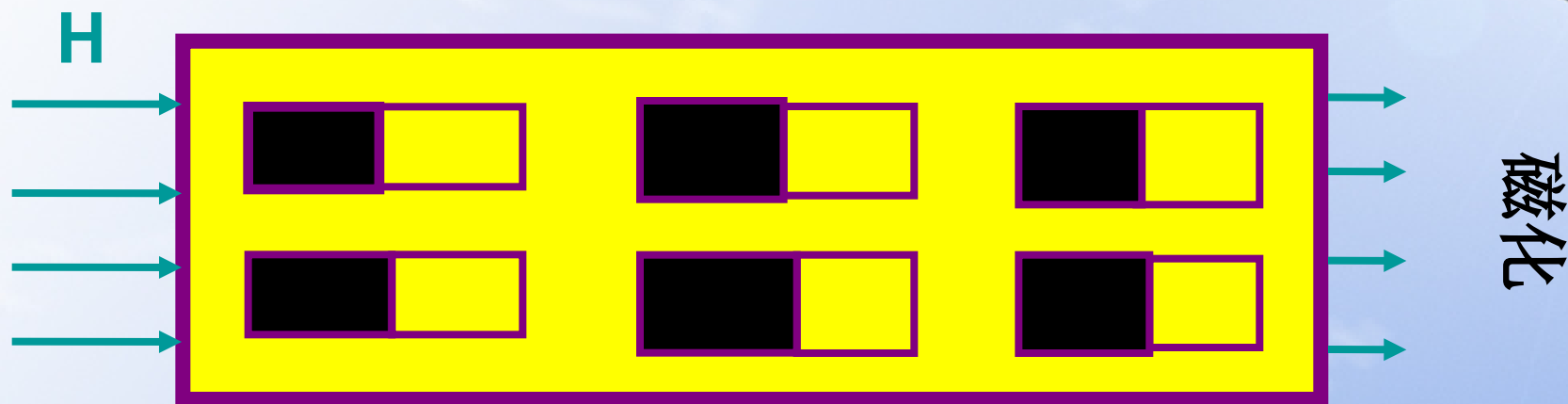
第1章 磁路

外加磁场



磁畴受磁场力而转动

第1章 磁路



在外磁场的作用下，磁畴顺着外磁场方向转向，排列整齐，显示出磁性。

电机中常用的铁磁材料的磁导率

$$\mu_{\text{Fe}} = (2023 - 6000) \mu_0$$

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/857143124010006156>