

6-1 磁的基本概念 補充

符號定義

1. ϕ 磁通量：磁場中磁力線通過的總數量 [MKS：韋伯，CGS：線]
2. m 磁極強度：磁鐵所發出或進入的磁力線數多寡 [MKS：韋伯，CGS：靜磁]
3. B 磁通密度：每單位面積垂直穿過的磁通量， $B = \frac{\phi}{A}$ [MKS：韋伯/m²，CGS：線/cm²]
4. H 磁場強度：單位磁極強度 N 極在磁場中受到的作用力， $\vec{H} = \frac{\vec{F}}{m}$

磁化力：將介質磁化的能力，即單位長度的磁動勢 $H = \frac{\mathcal{F}}{l}$

5. μ 導磁係數：磁通密度和磁場強度比值 $\mu = \mu_0 \mu_r = \frac{B}{H}$ ， μ_0 真空導磁係數， μ_r 相對導磁係數

$$\mu_0 [\text{MKS} : 4\pi \times 10^{-7} = 6.33 \times 10^{-4} (H/m), \text{CGS} : 1(\text{s.H/cm})]$$

6. \mathcal{F} 磁動勢：單位磁極所具有之能量， $\mathcal{F} = \frac{W}{m}$

驅使磁力線穿過磁路的能量

➤ 單位比較

單位	ϕ	m	B	H	μ_0	\mathcal{F}	F
MKS	韋伯 Wb	韋伯	韋伯/平方公尺 特斯拉 T	牛頓/韋伯 安匝/公尺	$4\pi \times 10^{-7}$ H/m	安匝	牛頓
CGS	線、馬 馬克士威爾	靜磁	線/平方公分 高斯	奧斯特 吉柏/公分	1 s.H/cm	吉柏	達因
關係	1Wb=10 ⁸ 線	1 靜磁 =4 π 線	1T=10 ⁴ 高斯			1AT= 0.4 π 吉柏	

庫倫磁力定律

兩個磁極強度為 M 及 m 的磁極，距離為 d，兩磁極間磁力 F 大小、磁場 H 大小、磁動勢 \mathcal{F} 大小表示如下：

$$|\vec{F}| = K \frac{Mm}{d^2} \quad |\vec{H}| = \frac{|\vec{F}|}{M} = K \frac{m}{d^2} \quad \mathcal{F}(\text{磁動勢}) = \frac{W}{m} = \frac{F \cdot d}{m} = K \frac{m}{d}$$

$$K = \frac{1}{4\pi\mu_0} = 6.33 \times 10^4 (\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7})$$

高斯定律

封閉曲面中磁力線總數恆等於該曲面內所有磁極強度的總和

$$\phi = \oint \vec{B} d\vec{A} = \mu_0 \oint \vec{H} d\vec{A} = m \Rightarrow \oint \vec{H} d\vec{A} = \frac{m}{\mu_0}$$

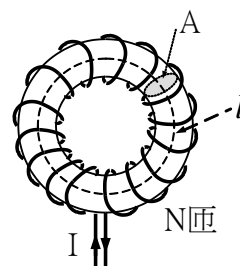
高斯定律證明庫倫定律

$$\oint \vec{H} d\vec{A} = \frac{m}{\mu_0} \quad \mu_0 \oint \vec{H} d\vec{A} = m$$

$$\mu_0 \vec{H} \cdot 4\pi d^2 = m \quad \vec{H} = \frac{1}{4\pi\mu_0} \frac{m}{d^2}, \text{得證 } K = \frac{1}{4\pi\mu_0}$$

磁化、磁阻與磁動勢

將一未帶有磁性的鐵或鋼，使之產生磁性的過程，稱為磁化，如圖，將線圈通以電流後，成為電磁鐵，匝數及磁化電流的乘積稱為磁動勢 \mathcal{F} ，即驅使磁力線穿過磁路的能量大小。磁路中阻止磁力線穿過的特性，稱為磁阻 \mathcal{R} 。



$$\mathcal{F} = NI$$

$$\mathcal{R} = \frac{l}{\mu A}$$

安培定律：載流導線所載有的電流，與磁場沿著環繞導線的閉合迴路的路徑積分，兩者之間的關係為

$$\oint \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 I_{enc} \quad \oint \vec{H} d\vec{l} = I_{enc} \Rightarrow \text{單根導體}$$

$$Hl = NI \equiv \mathcal{F}$$

$$Hl = \frac{B}{\mu} \times l = \frac{\Phi/A}{\mu} \times l = \Phi \times \frac{l}{\mu A} = \Phi \mathcal{R} \text{ (羅蘭定律)}$$

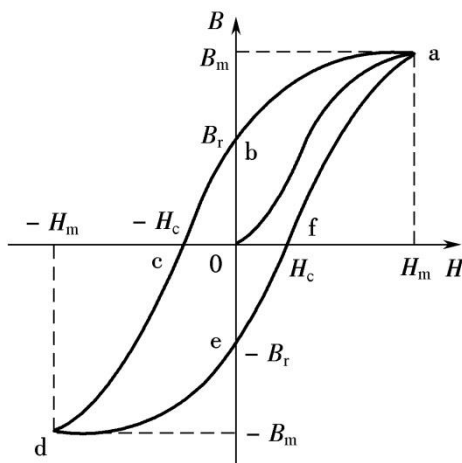
$$*** \mathcal{F} = Hl = NI = \Phi \mathcal{R}$$

磁化曲線與磁滯曲線

物體在磁化的過程中，磁化力(H)的改變會造成磁通密度(B)的變化，其變化關係即為**磁化曲線**，又稱**B-H 曲線**。其特性因材料不同而有所差異，分為

1. $\mu_r \gg 1$ ：鐵磁性材料
2. $\mu_r > 1$ ：順磁性材料
3. $\mu_r = 1$ ：非磁性材料
4. $\mu_r < 1$ ：反磁性材料

如圖為一磁性物質經過磁化循環所得之曲線，形成一封閉曲線，稱**磁滯曲線**。因鐵磁性物質磁通密度 B 的變化，比磁化力 H 遲緩，故稱之。



B_r ：剩磁
 H_c ：矯頑磁力
 abcdefa 所圍成的面積為磁化過程中的磁滯損失。