

## 第二章习题《基础物理 I 波动理论导引》

**习题 2.1:** 在无线电或电子仪器里，通常都把来回线（即载有大小相等而方向相反的电流的外表绝缘线）并在一起或缠扭成一条，以减少它们在周围产生的磁场，试说明这样做的道理。

解：根据 Biot-Savart 定理，靠得很近而方向相反的两条平行线电流，在它们外面任一点产生的磁感应强度近乎大小相等而方向相反，故合成的磁感强度几乎为零。

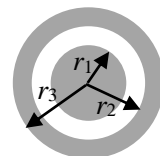
**习题 2.2:** 一条载有电流  $I$  的无穷长直导线，在一处弯折成半径为  $R$  的半圆弧，如图所示，试求半圆弧中心  $O$  点的磁感应强度  $\vec{B}$ 。

解：根据 Biot-Savart 定理，两直线部分的电流在  $O$  点产生的磁感强度为零，半圆弧电流在  $O$  点产生的磁感强度  $B$  垂直于纸面向内，其大小为

$$B = \int_L \frac{\mu_0}{4\pi R^2} Idl = \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} \cdot \pi R = \frac{\mu_0 I}{4R}$$



**习题 2.3:** 电缆由一导体圆柱和一同轴导体圆管构成，使用时，电流  $I$  从一导体流去，由另一导体流回， $I$  均匀分布在导线的横截面上，也均匀分布在圆管横截面上。已知圆柱的半径为  $r_1$ ，圆管的内外半径分别为  $r_2$  和  $r_3$ ，横截面如图所示。试求离轴线为  $r$  处的磁感应强度  $\vec{B}$ 。



解：根据对称性和安培环路定律得

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = B \cdot 2\pi r = \mu_0 I_{enc}$$

式中  $I_{enc}$  是安培环路  $C$  所套住的电流的代数和。于是求得磁感应强度大小为  $B = \frac{\mu_0 I_{enc}}{2\pi r}$

$$\text{导线内: } B = \frac{\mu_0}{2\pi r} \frac{I \pi r^2}{\pi r_1^2} = \frac{\mu_0 I r}{2\pi r_1^2}, \quad r < r_1$$

$$\text{导线与管间: } B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}, \quad r_1 < r < r_2$$

$$\text{管体内: } B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \left( 1 - \frac{r^2 - r_2^2}{r_3^2 - r_2^2} \right) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \frac{r_3^2 - r^2}{r_3^2 - r_2^2}, \quad r_2 < r < r_3$$

$$\text{管外: } B = 0, \quad r_3 < r$$

**\*习题 2.4:** 平面内有 2 个任意位置、垂直穿过平面的平行线电流源，用 MATLAB 绘制磁感应强度分布，观察磁感应强度矢量与电流方向、大小之间的变化关系。