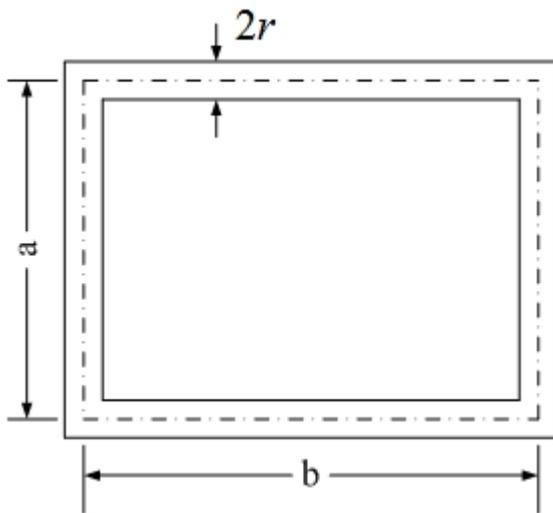


# 矩型线圈、螺旋线圈、多层绕组线圈、变压器线圈的电感和互感计算方法

## 1、截面为矩型的线圈的电感计算方法



矩形线圈如图 2-36 所示，其电感为：

$$L = \frac{\mu_0}{\pi} \left[ a \ln \frac{2ab}{r(a+b)} + b \ln \frac{2ab}{r(b+d)} - 2(a+b-d) + \frac{(a+d)}{4} \right] \text{ [H]} \quad (2-105)$$

其中：

L：矩形线圈的电感 [H]

a、b：矩形线圈的平均长和宽 [m]

r：线圈导线的半径 [m]

$\mu_0$ ：真空导磁率， $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$  [H/m]

$$d = \sqrt{a^2 + b^2}$$

【说明】 该公式的应用条件是： $a \gg r$ ， $b \gg r$ 。

## 2、截面为单层螺旋型的线圈的电感计算方法

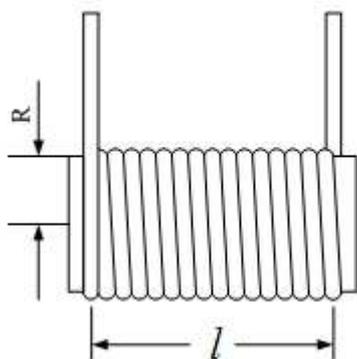


图2-37

螺旋线圈如图 2-37 所示，其电感为：

$$L = \frac{k\mu N^2 S}{l} \quad (2-106)$$

其中：

L：螺旋型线圈的电感 [H]

l：螺旋型线圈的长度 [m]

N：螺旋型线圈的匝数

S：螺旋型线圈的截面积 [m<sup>2</sup>]

$\mu$ ：螺旋型线圈内部磁芯的导磁率 [H/m]

k：螺旋型长冈系数（由  $2R/l$  决定，表 2-1）

【说明】 上式用来计算空心线圈的电感， $\mu=\mu_0$ ，计算结果比较准确。当线圈内部有磁芯时，磁芯的导磁率最好选用相对导磁率  $\mu_r$ ， $\mu_r=\mu/\mu_0$ ， $\mu$  为磁芯的导磁率，即：有磁芯线圈的电感是空心线圈电感的  $\mu_r$  倍， $\mu_r$  可通过实际测量来决定，只需把有磁芯的线圈和空心线圈分别进行对比测试，即可求得  $\mu_r$ 。但由于磁芯的导磁率会随电流变化而变化，所以很难决定其准确值。这个公式是从单

层线圈推导出来的，但对多层线圈也可以近似地适用。

$2R/l$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	1.0
k	0.96	0.92	0.88	0.85	0.79	0.74	0.69
$2R/l$	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	10	20
k	0.60	0.52	0.43	0.37	0.32	0.20	0.12

表2-1

### 3、多层绕组重叠线圈的电感

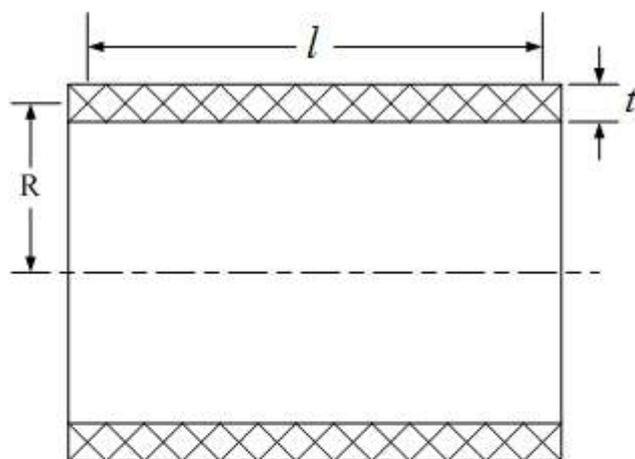


图2-38

多层绕组线圈如图 2-38 所示，其电感为：

$$L = \frac{4\pi RN^2}{l} [\pi Rk - t(0.693 + C)] \times 10^{-7} \text{ [H]} \quad (2-107)$$

其中：

L: 多层绕组线圈的电感 [H]

R: 线圈的平均半径 [m]

l : 线圈的总长度 [m]

N: 线圈的总匝数

t: 线圈的厚度 [m]

k: 长冈系数 (由  $2R/l$  决定, 见表 2-1)

c: 由  $l/t$  决定的系数 (见表 2-2)

【说明】上式是用来计算多层线圈绕组、截面为圆形的空心线圈的电感计算公式。长冈系数  $k$  可查阅表 2-1, 系数  $c$  可查阅表 2-2。当线圈内部有磁芯时, 有磁芯线圈的电感是空心线圈电感的  $\mu_r$  倍,  $\mu_r$  是磁芯的相对导磁率。相对导磁率的测试方法很简单, 只需把有磁芯的线圈和空心线圈分别进行测试, 通过对比即可求出相对导磁率的大小。

$l/t$	1	5	10	20	30
c	0	0.23	0.28	0.31	0.32

表2-2

#### 4、变压器线圈的电感

变压器线圈如图 2-39 所示, 其电感为:

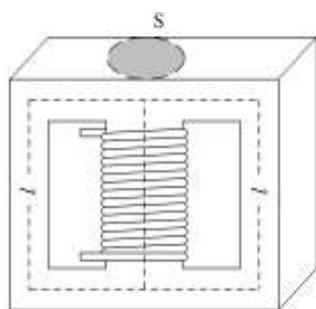


图2-39

$$L = \mu N^2 S / l \quad (2-108)$$

其中:

L: 变压器线圈的电感 [H]

l: 变压器铁芯磁回路的平均长度 [m]

N: 变压器线圈的匝数

S: 变压器铁芯磁回路的截面积 [m<sup>2</sup>]

$\mu$ : 变压器铁芯的导磁率 [H/m]

【说明】（2-108）式中的导磁率只能使用平均导磁率，技术手册中的数据不能直接使用。

## 5、线圈的互感

两线圈的连接方法如图 2-40 所示。其中图 2-40-a 和图 2-40-b 分别为正、反向串联；图 2-40-c 和图 2-40-d 分别为正、反向并联。

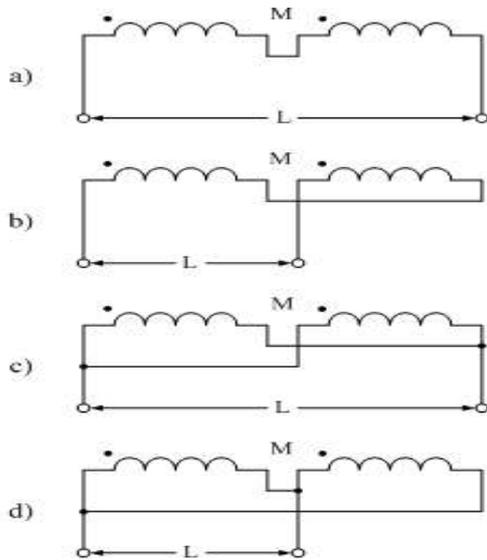


图2-40

串联电感为：

$$L=L_1+L_2\pm 2M \quad (2-109)$$

并联电感为：

$$L = \frac{L_1 L_2 - M^2}{L_1 + L_2 \mp 2M} \quad (2-110)$$

其中：

L：两个线圈连接后的电感 [H]

L1、L2：分别为线圈 1 与线圈 2 的自感 [H]

M：两个线圈的互感 [H]

【说明】互感  $M$  有正负，图 2-40-a 和图 2-40-c 的接法互感  $M$  为正，图 2-40-b 和图 2-40-d 的接法互感  $M$  为负。两个线圈之间的互感  $M$  为：

$$M = k\sqrt{L_1L_2} \quad (2-111)$$

其中：

$M$ ：两个线圈的互感 [H]

$L_1$ 、 $L_2$ ：分别为线圈 1 与线圈 2 的自感 [H]

$k$ ：两个线圈的耦合系数