

《高等工程电磁场》试题

华中科技大学电气与电子工程学院研究生用

(2018 年 1 月 25 日)

1. 如图 1 所示, 一针形电极位于一接地平板导体上方, 设电压 $U_0 > 0$ 。(1) 画出针尖附近的电场线和等位线示意图。(2) 针尖周围的电场受哪些因素影响, 什么因素可能更敏感?(3) 若要计算针尖周围的电场, 试确定求解的场域, 列出边值问题。(4) 你会选取什么方法求解本问题? 说明思路, 并简要解释选用这种方法的理由。

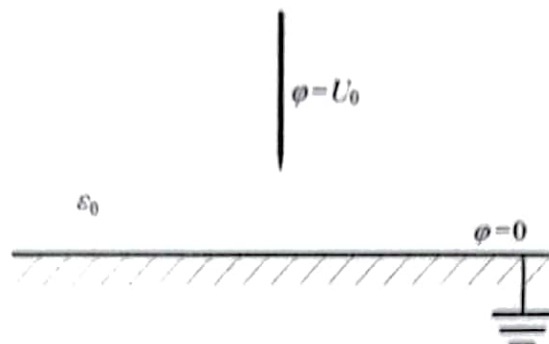


图 1 针-板电场问题

2. 如图 2 是三相高压输电线缆中的一相。设电缆内芯传输电流为 i , 对地电压为 \dot{U} , 频率为 50Hz; 外壳不传输电流, 一端 b 点接地。内芯单位长度电阻为 R_1 , 外壳单位长度电阻为 R_2 ; 接地电阻为 R 。不考虑传输线另外两相的影响, 试分析:

- (1) 如何分析电缆外壳另一端 (d 点) 的对地感应电压?
- (2) 如果 d 点采取与 b 点相同的接地方式, 试分析电缆外壳中的感应电流及损耗。

(说明思路即可, 不需要计算具体数值。但是电磁场问题的分析跟几何尺寸及施加的载荷紧密相关, 因此给出参考数据: 电缆长度 $l = 1000\text{m}$, 内芯半径 $r_1 = 20\text{mm}$, 外壳半径 $r_2 = 50\text{mm}$, 导线中心距离地面高度 $h = 0.5\text{m}$ 。另设 $\dot{U} = 100\text{kV}$, $i = 10\text{kA}$, $R_1 = 14\text{ m}\Omega/\text{km}$, $R_2 = 25\text{ m}\Omega/\text{km}$, $R = 0.5\text{ }\Omega$ 。注意这些参数仅为分析本题使用, 不是实际数据。)

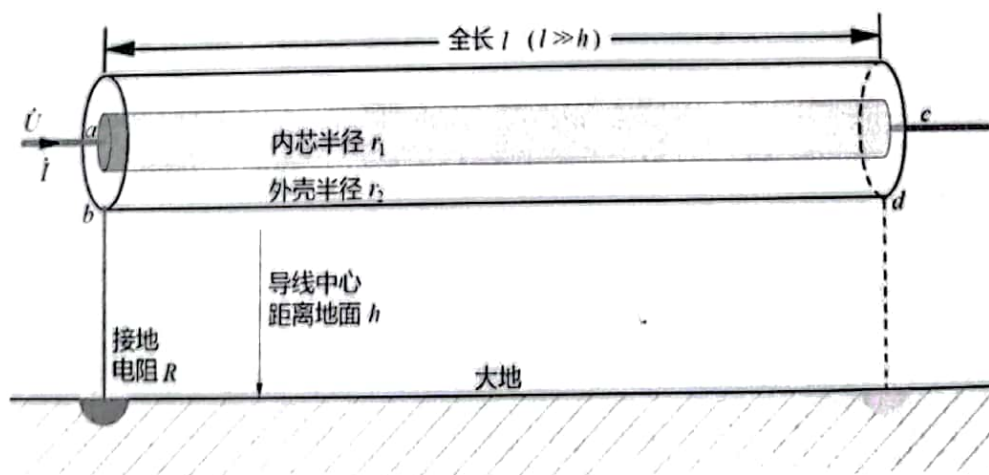


图 2 单芯电缆外壳的感应电压

3. 描述一个在生活、学习或工作中遇到的困惑你或者你认为有价值的电磁场问题, 简要说明理由。



华中科技大学

Huazhong University of Science and Technology

2018年

1. 如 2017

2. (1)

由 $\oint_C \vec{H} \cdot d\vec{l} = I$

可知导线外磁场强度

$$\vec{H} = \frac{\vec{I}}{2\pi\rho}$$

$$\Rightarrow \vec{B} = \frac{\mu_0 \vec{I}}{2\pi\rho}$$

由 $\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ 可得, 外导体与地感应电压

$$\dot{U} = - \int_r \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$$

r 为外导体与地之间的平面

$$= - \frac{\partial}{\partial t} \int \frac{\mu_0 I}{2\pi\rho} dz dp$$

$$= - \frac{\partial}{\partial t} \int_{r_2}^h \frac{\mu_0 I l}{2\pi\rho} dp$$

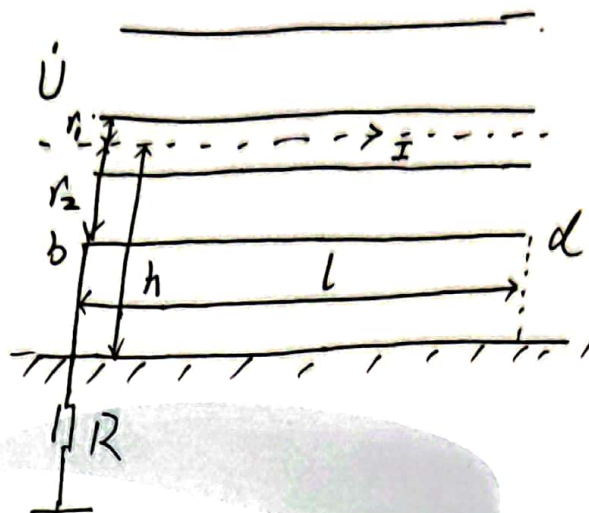
$$= - \frac{\mu_0 l}{2\pi} \ln \frac{h}{r_2} \frac{\partial I}{\partial t}$$

(2) d 接地 外导体与地构成闭合回路, 设外导体中感应电流为 I'

$$\vec{B}' = \frac{\mu_0 (I + I')}{2\pi\rho}$$

$$\begin{cases} \dot{U} = - \frac{\mu_0 l}{2\pi} \ln \frac{h}{r_2} \frac{\partial (I + I')}{\partial t} \\ I' = \frac{I}{Rl + 2R} \end{cases}$$

(微分方程).
解之即可得 I'



6 944192 704237