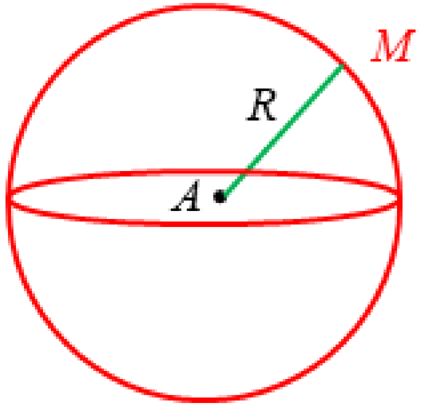
地电上机实验

陈涛

■ 全空间一个点电源的电场



$$U=-\frac{C_1}{R}$$

由于电流强度为I，　电流密度 $j=\dfrac{I}{4\pi R^2}$

$$j=\frac{1}{\rho}E=\frac{1}{\rho}\left(-\frac{\partial U}{\partial R}\right)=\frac{1}{\rho}\left(-\frac{C_1}{R^2}\right)$$

$$\boldsymbol{E}=-\nabla U$$

$$\Rightarrow\frac{1}{\rho}\left(-\frac{C_1}{R^2}\right)=\frac{I}{4\pi R^2}$$

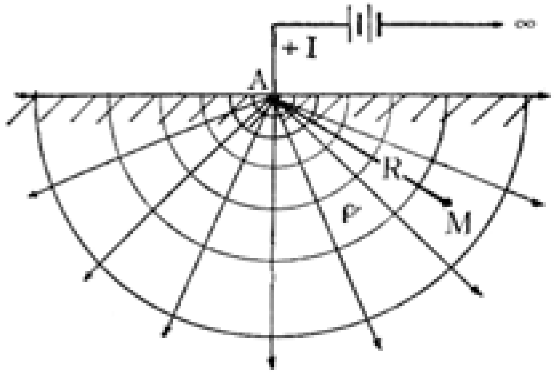
$$\Rightarrow C_1=-\frac{I\rho}{4\pi}$$

$$\Longrightarrow \quad U=\frac{I\rho}{4\pi R}$$

■ 半空间一个点电源的电场

电流源在地表

$$U = -\frac{C_1}{R}$$



半无限介质中，电流密度应较无限介质中大一倍，则有（镜像法或虚源法）

$$j = \frac{I}{2\pi R^2} \qquad j = \frac{1}{\rho}\left(-\frac{C_1}{R^2}\right) \qquad \Rightarrow C_1 = -\frac{I\rho}{2\pi}$$

$$\Rightarrow \quad U = \frac{I\rho}{2\pi R} \qquad E = \frac{I\rho}{2\pi R^2}$$

电流源在地下

$$U = -\frac{C_1}{R}$$

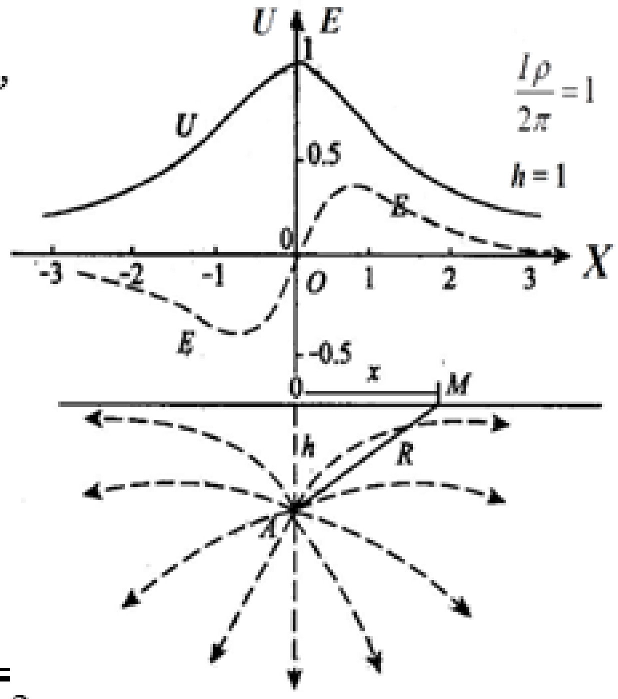
镜像法求解（关于地面对称的虚震源A'

$$U = \frac{I\rho}{4\pi}\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right)$$

R'为虚震源至观测点M的距离

M在地面上时，$R = R'$

$$U = \frac{I\rho}{2\pi R} = \frac{I\rho}{2\pi}\frac{1}{\sqrt{h^2 + x^2}}$$



■ 半空间一个点电源的电场

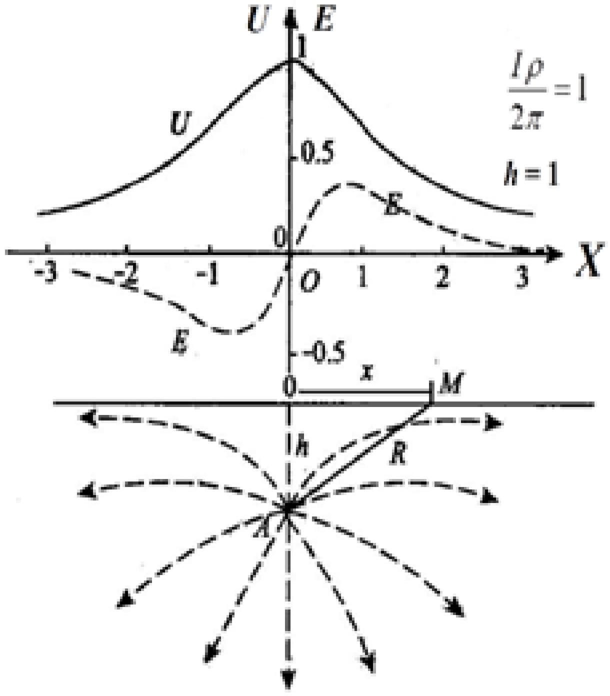
电流源在地下

沿X方向的电场强度E_x和电流密度j_x

$$U = \frac{I\rho}{2\pi}\frac{1}{\sqrt{h^2+x^2}}$$

$$E = -\nabla U \Rightarrow E_x = \frac{\partial U}{\partial x} = \frac{I\rho}{2\pi}\frac{x}{\left(h^2+x^2\right)^{3/2}}$$

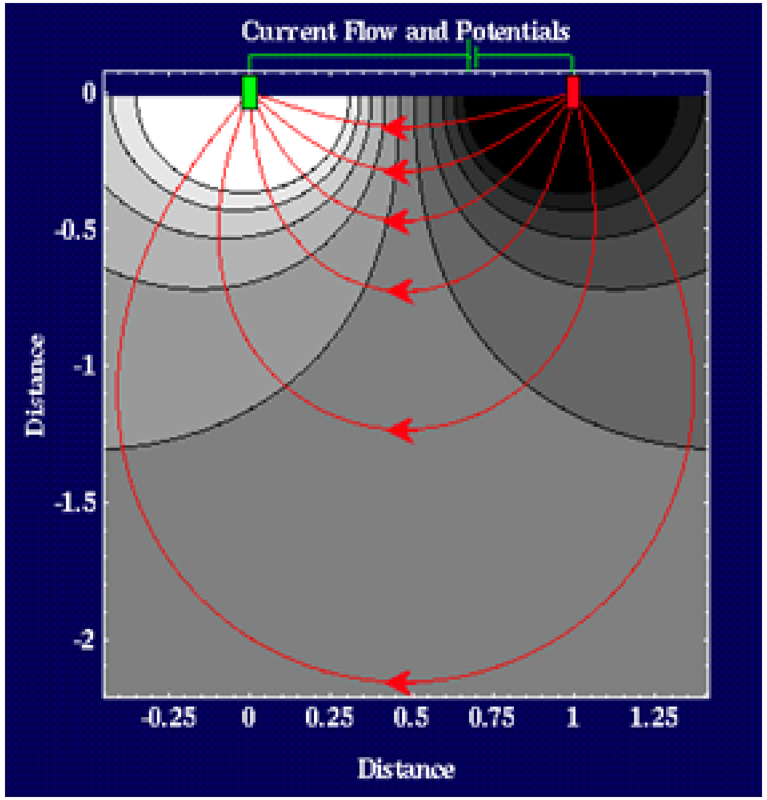
$$j = \frac{E}{\rho} \Rightarrow j_x = \frac{I}{2\pi}\frac{x}{\left(h^2+x^2\right)^{3/2}}$$



■ 半空间两个异性点电源的电场

点电源A和B相距$2L$，分别以$+I$和－I向地下供电，根据电场的迭加原理，便可写出A、B两电极在M点形成的电位：

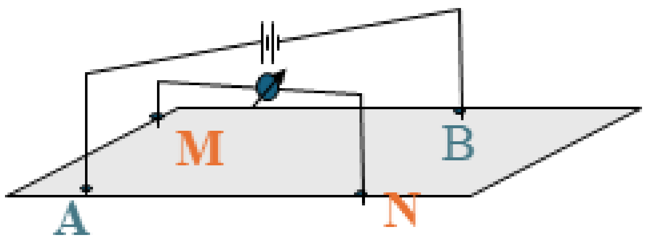
$$U=\frac{\rho I}{2\pi}\left(\frac{1}{AM}-\frac{1}{BM}\right)$$



■ 半空间地下电阻率的确定

地面水平，地下为均匀、无限、各向同性介质，将A、B两供电电极与电源相连，并向地下供入电流强度为I的电流时，则地表任意两测量电极M和N的电位:

$$\begin{cases} U_M = \dfrac{\rho I}{2\pi}\left(\dfrac{1}{AM} - \dfrac{1}{BM}\right) \\ U_N = \dfrac{\rho I}{2\pi}\left(\dfrac{1}{AN} - \dfrac{1}{BN}\right) \end{cases}$$



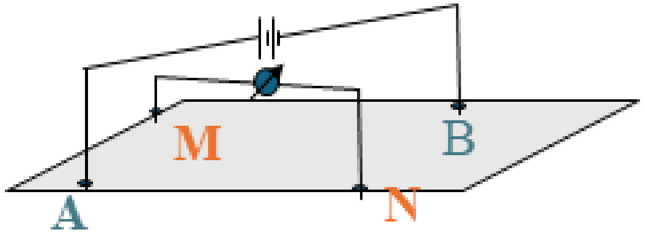
$$\Delta U_{MN} = U_M - U_N$$
$$= \frac{\rho I}{2\pi}\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN}\right)$$

■ 半空间地下电阻率的确定

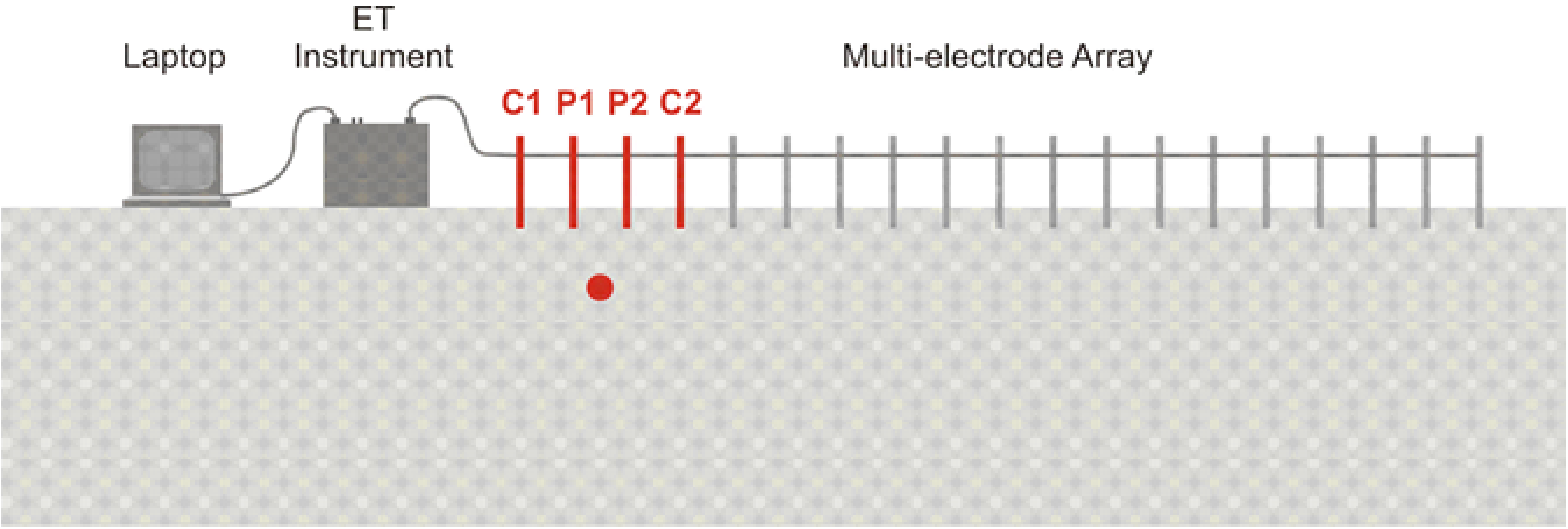
得到用点电极测量均匀大地电阻率的表达式：

$$\rho=\frac{2\pi}{\frac{1}{AM}-\frac{1}{BM}-\frac{1}{AN}+\frac{1}{BN}}\frac{\Delta U_{MN}}{I}=K\frac{\Delta U_{MN}}{I}$$

$$K=\frac{2\pi}{\frac{1}{AM}-\frac{1}{BM}-\frac{1}{AN}+\frac{1}{BN}}$$



K称为电极排列系数（装置系数），其单位为米，是一个仅与各电极间空间位置有关的量。



电极的移动、电极之间的距离变化