

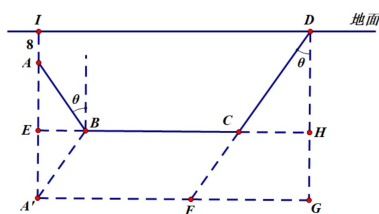
# 地震概论计算题整理

郭嘉睿

2021 年 1 月 5 日

1. 一个震源深度为 8km 的地震, 多个区域台站记录到的 Pn 波走时直线的斜率为 0.125s/km, 截距为  $3\sqrt{7}$ s, 若均匀地壳内 P 波速度已知为 6km/s, 地壳的厚度为多少?

解. 设地壳的厚度为  $H$ , 再设  $FG = x$ . (如下图)



由对称性可知

$$DG = 2H - 8; \quad (1)$$

Pn 波一共沿水平方向走了  $x$ km, 所以

$$DF = DC + CF = DC + AB = 6(3\sqrt{7} + 0.125x); \quad (2)$$

$BC$  是水平的, 由 Snell 定律有

$$\frac{\sin \theta}{\sin 90^\circ} = \frac{6}{8}; \quad (3)$$

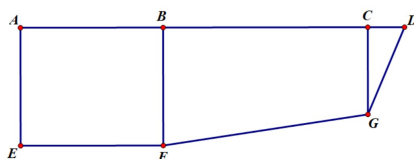
在直角  $\triangle DGF$  中, 有

$$x^2 + (2H - 8)^2 = 36(3\sqrt{7} + 0.125x)^2; \quad (4)$$

$$\tan \theta = \frac{x}{2H - 8}; \quad (5)$$

以上四式联立解出  $H = 40$ . □

2. 如图所示, 已知  $AB$  段是深度为 4km 的海洋, 其长为 400km,  $BCD$  段为大陆架,  $B$  点深度为 4km,  $C$  点深度为 1km,  $D$  点为陆地, 且  $BC$ ,  $CD$  两段高度分别是均匀的,  $BC$  长 600km,  $CD$  长 60km. 若已知在这一点处地震波的波速  $v = \sqrt{gh}$ , 试求地震波从  $A$  到  $D$  所用的时间.



解.  $AB$  段的速度为

$$v_{AB} = \sqrt{10 \times 4000} = 200 \text{m/s}; \quad (1)$$

$C$  点速度为

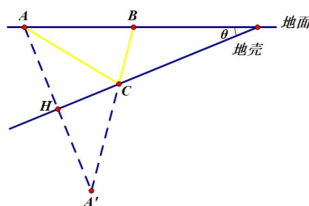
$$v_C = \sqrt{10 \times 1000} = 100 \text{m/s}; \quad (2)$$

地震波在  $BC, CD$  段均作匀变速直线运动, 所以

$$T_{AD} = t_{AB} + t_{BC} + t_{CD} = \left( \frac{400000}{200} + \frac{600000}{150} + \frac{60000}{50} \right) \text{s} = 7200 \text{s}. \quad (3)$$

□

3. 如下图所示, 已知在某次地震中, 地震点  $A$  距离倾斜地壳的距离为  $h$ , 地壳的倾斜角为  $\theta$  (很小), 地震波的速度为  $v_1$ , 求首相经地壳反射后到达地面的最短和最长时间.



解. 由反射定律可知  $AC = A'C$ . 由垂直可知

$$AA' = 2h. \quad (1)$$

设  $AB = x$ , 在  $\triangle AA'C$  中, 由余弦定理可得

$$\begin{aligned} A'B &= \sqrt{AA'^2 + AB^2 - 2AA' \cdot AB \cos(90^\circ - \theta)} \\ &= \sqrt{x^2 + 4h^2 - 4hx \sin \theta} \\ &= \sqrt{(x - 2h \sin \theta)^2 + 4h^2 \cos^2 \theta} \end{aligned} \quad (2)$$

所以当  $x = 2h \sin \theta$  时 (因为  $\theta$  很小, 所以该值是可以取到的), 最短时间为

$$t_{\min} = \frac{2h \cos \theta}{v_1}; \quad (3)$$

注意到  $x$  并不是无限制增加的.  $x$  的最大值为震中距  $\frac{h}{\sin \theta}$ , 因此最长时间为

$$t_{\max} = \frac{h}{v_1 \sin \theta} \quad (4)$$

□