

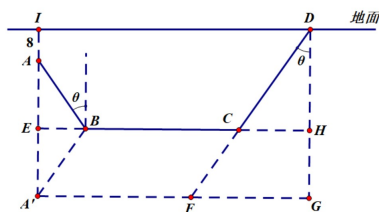
地震概论计算题整理

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

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

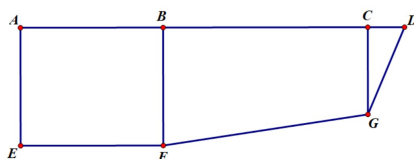
在直角 $\triangle DGF$ 中, 有

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

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

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

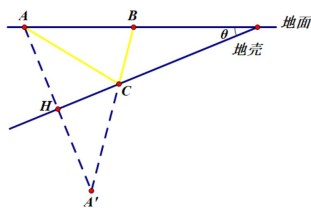
$$v_C = \sqrt{10 \times 1000} = 100 \text{m/s}; \quad (2)$$

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 θ (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 θ 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

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

□