

第二章 地震波

第一节 波的性质简述

1. 波动是振动的传播过程

2. 机械波产生的条件

- 波源
- 弹性介质——介质的质点不随波前进

3. 横波与纵波

- 纵波(P波,Primary Wave)
- 横波(S波,Secondary Wave)
- 横波与纵波的概念比较

	横波	纵波
质点振动方向和波的传播方向	垂直	平行
介质类型	固体（液体、气体无剪切效应）	固体、液体、气体

4. 简谐波

- 波源做简谐振动时介质中各个质点也做简谐振动
- 正弦波/余弦波

5. 波阵面、波阵线、波前

- 平面波、球面波、柱面波
- 在各向同性介质中，波线与波阵面垂直

6. 波长与频率

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$$
$$f = \frac{1}{T}$$

弹性波在介质中的传播存在一个频率上限（当波长小于分子尺度时）

第二节 地震波

1. 介质的弹性性质、脆性性质、塑性性质

- | 概念 | 解释 |
|------|-------------|
| 弹性性质 | 卸载后可复原 |
| 脆性性质 | 加载破碎后卸载无法复原 |
| 塑性性质 | 卸载后不能完全恢复原状 |
- 从长时间尺度看，任何刚体都可视作流体

2. 应力、应变、胡克定律

- 应力：可理解为压强

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

- 应变：可理解为变化率

$$\epsilon = \frac{\Delta h}{h}$$

- 胡克定律：可理解为 $F = k\Delta x$

$$\sigma = E \cdot \epsilon$$

3. 弹性常量

- 杨氏模量(E)：

$$\sigma = \frac{F}{S} = E \frac{\Delta L}{L} = E\epsilon$$

- 泊松比(ν)：

$$\nu = -\frac{\Delta d/d}{\Delta L/L}$$

- 负号保证 ν 为正（横向变化率与纵向变化率恒异号）
- 地幔 $\nu = \frac{1}{4}$ ， 外核（液态） $\nu = \frac{1}{2}$

- 体变模量(K)

$$\sigma = -K \frac{\Delta V}{V}$$

- 负号是由于默认体积变化由静压力引起（默认体积变小）

- 切变模量(μ)

$$\mu = \frac{F/S}{\varphi}$$

- 以上四个量只有两个是独立的，自由度为2

4. 波动方程

- 横波与纵波的性质比较

	横波（S波）	纵波（P波）
速度	$v_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$	$v_p = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$
性质	有旋度无散度（不改变体积）	有散度无旋度（无剪切作用）

- 横波不能在 $\mu = 0$ 的介质（气体、液体.etc）中传播⇒地球外核为液态
- $v_p \approx \sqrt{3}v_s$ （泊松介质中 $\nu \approx \frac{1}{4} \Rightarrow \lambda = \mu$ ），纵波比横波快

第三节 地震波的类型

1. 体波（P波，S波）

- S波的分解->SH,SV波
- P波和S波的主要差异

	内容
1	P波的传播速度比S波快，地震图上先出现P波
2	P波和S波的质点振动方向相互垂直
3	一般情况下，三分量地震图上P波的垂直分量相对较强，S波的水平分量相对较强
4	S波的低频成分比P波丰富
5	天然地震的震源破裂通常剪切破裂和剪切错动为主，震源向外辐射的S波的能量比P波的强
6	P波通过时，质元无转动运动，而有体积变化，P波是一种无旋波。S波通过时，质元有转动，而无体积变化，S波一种无散的等容波

2. 面波

- 面波的性质

能量分布——随深度增加迅速衰减（表面波，）回音壁

频散特征——可反演

面波振幅一般比体波大

周期越大，面波渗透深度越大

半无限均匀介质中不产生勒夫波，产生的瑞利波没有频散⇒地下介质不均匀

- 面波的分类

Love面波，Rayleigh面波

3. 自由振荡

- 环形震荡、球形震荡
- 与地球自转有关

4. 脉动

第四节 地震波的波序

P波->S波->勒夫面波->瑞利面波->地震尾波（脉动）