



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

高速铁路路基

高速铁路路基设计荷载

主讲：严战友

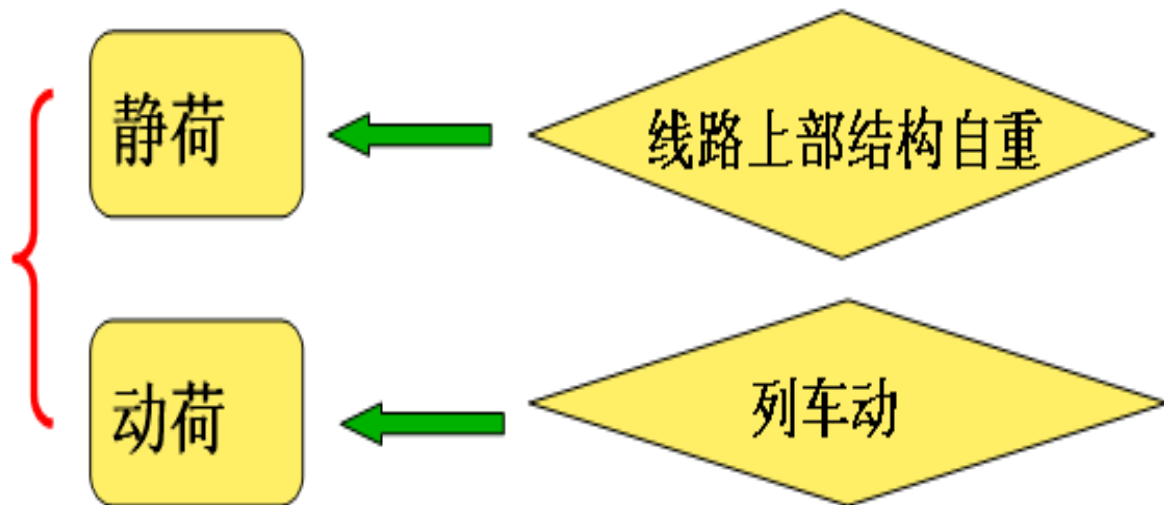
目录



在线开放课程

- 1. 高速铁路路基设计动应力幅值
- 2. 路基面上的动应力沿线路纵向的分布
- 3. 高速铁路路基设计荷载
- 4. 动应力沿深度的衰减
- 5. 基床厚度的确定

路基荷载是指作用在路基面上的应力。



- 常速铁路路基设计需要考虑荷载的影响时，在计算中常把静荷载和动荷载一并简化作为静荷载处理，即换算土柱法。
- 高速铁路的路基设计不能简单地把动荷载作为静荷载处理，必须进行动态分析，计算列车动荷载的作用在路基中所产生的动应力的大小和分布规律。

- 在列车动荷载作用下，**路基保持长期稳定是列车高速运行的基础。要保持路基长期稳定**，不产生任何危及正常运行的过大有害变形，**就必须了解列车在高速运行时通过钢轨、轨枕、道床传到路基表面的动应力幅值及其频率，以及振动加速度及位移的大小。**

一般采取**实测与理论分析**相结合的方法来分析。

- 1. 高速铁路路基设计动应力幅值
- 作用在轨道上的轮重实际上由两部分组成：
 - ① 机车车辆静轴重；
 - ② 机车车辆与轨道的相互作用而产生的附加作用力。
- 前者对于特定的机车车辆是常数，后者是与诸多因素有关的一个随机变量。

计算公式:
$$\sigma_{d1} = 0.26 \times P \times (1 + \alpha v) \quad (3-1)$$

式中,

σ_{d1} —路基设计动应力幅值 (kPa);

P —机车车辆的静轴重 (kN);

α —速度影响系数, 高速铁路无缝线路 $\alpha = 0.004$

准高速铁路无缝线路 $\alpha = 0.003$

v —列车运行速度, 速度在300km/h以内时以实际

速度计, 超过300km/h时按300km/h计。



- 2. 路基面上的动应力沿线路纵向的分布
- 在高速铁路路基设计中，不仅需要知道列车荷载**通过钢轨、轨枕、道碴传递到路基面的动应力数值的大小**，还需要了解其在路基面上**沿线路纵向分布情况**。大量实测的应力曲线表明，动应力在路基面上沿线路纵向的分布如图3-6所示

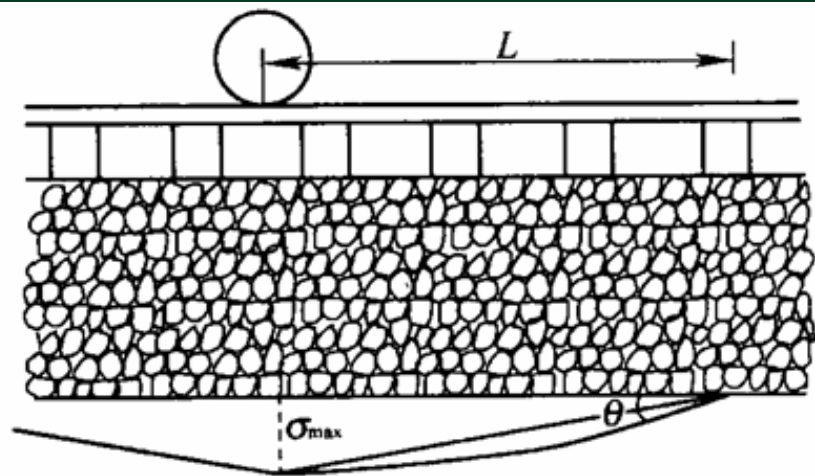


图3-6 动应力沿线路纵向在路基面的扩散情况

$$L = \sigma_{\max} / \left[(82.9 + 6.17 \times \sigma_{\max}) \times 10^{-1} \right] \quad (3-2)$$

σ_{\max} 单位为 kPa, L 单位为 m.

• 3. 高速铁路路基设计荷载

- 将设计线路参数分别带入式 (3-1) 和 (3-2) 即可算出设计线路的动应力 σ_{\max} 和分布范围 L 。
- 取 $v = 350\text{km/h}$, $P = 200\text{kN}$, 则

$$\sigma_{\max} = 0.26 \times 200 \times (1 + 0.003 \times 300) = 98.8 \approx 100\text{kPa}$$

$$L = 100 / [(82.9 + 6.17 \times 100) \times 0.1] \approx 1.4\text{m}$$

分布如图 3-7 所示:

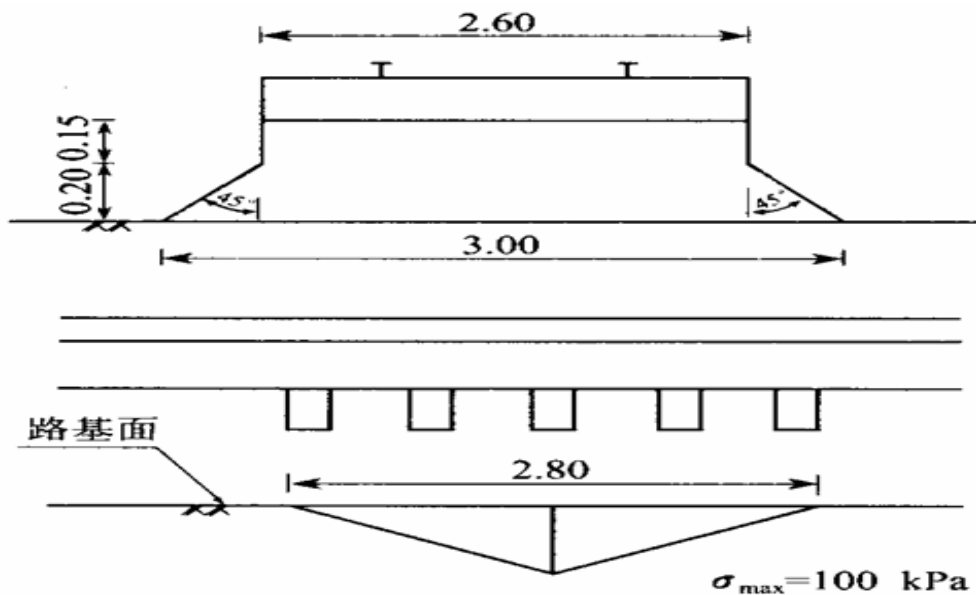


图3-7 高铁基面上设计动应力及分布图（单位：

- 4. 动应力沿深度的衰减
- 列车荷载以动力波的形式通过道床传递到基床面，再向深层传播。在动力波传播的过程中要消耗能量，因此，动应力随着深度的增加而衰减。动应力沿深度的衰减可从两个方面进行探讨：
 - 一是实测，二是理论计算。

- 计算公式 (Boussinesq理论, 半空间弹性理论公式)

$$\sigma = \frac{2P_0}{\pi} \left[\frac{m \times n}{\sqrt{1+m^2+n^2}} \times \frac{1+m^2+2n^2}{(1+n^2)(m^2+n^2)} + \arcsin \frac{m}{\sqrt{m^2+n^2} \sqrt{1+n^2}} \right]$$

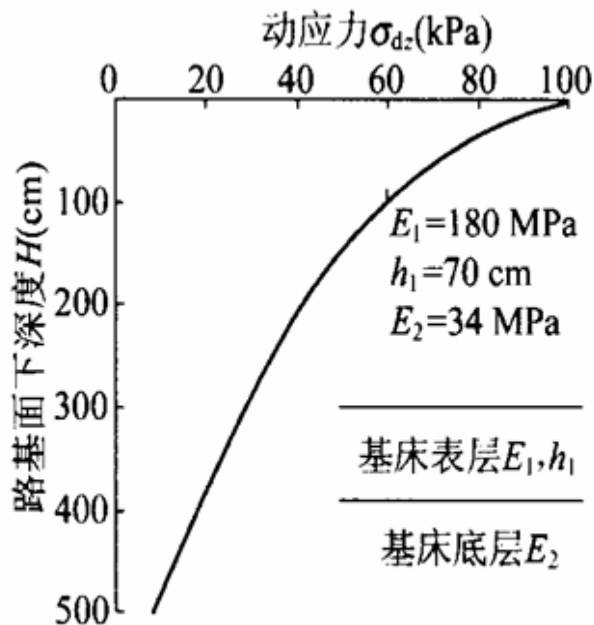
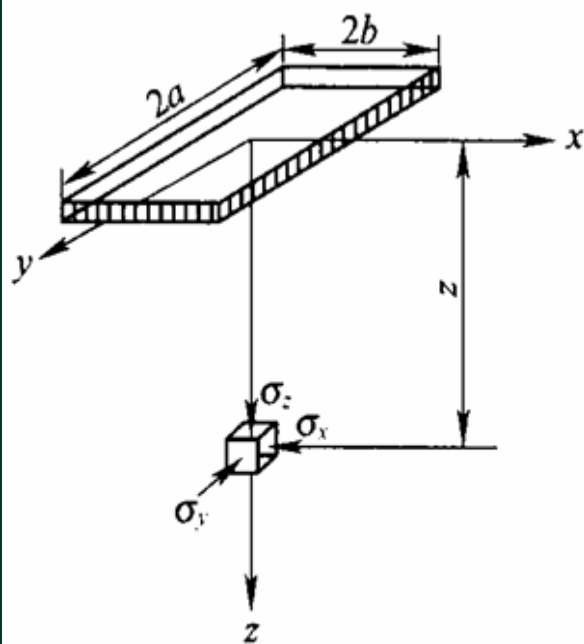
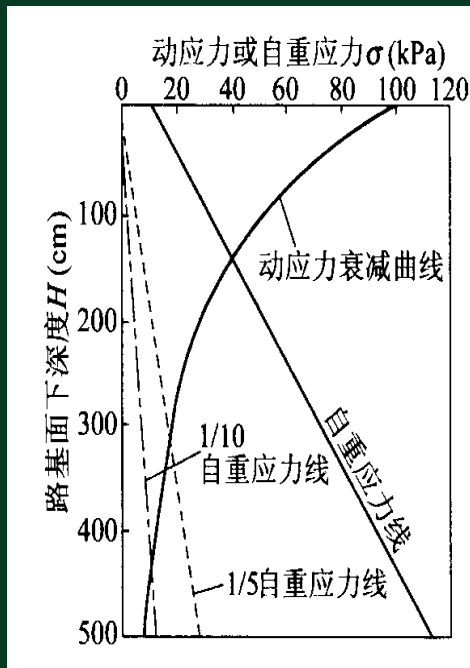


图3-8 土中应力计算示意图

图3-9 动应力沿深度衰减曲线

- 5. 基床厚度的确定
- 一般将**动静应力比1: 5或1: 10**作为确定基床厚度的依据。
- 我国对高速铁路路基的研究表明：
 - **动静应力比为1: 5时的深度约为3.2m**
 - **动静应力比为1: 10的深度约为4.2m**

- 考虑到高速铁路路基基床部分的填料为**优质填料**，且**压实要求高**，故一般采用**动静应力比1:5**为确定基床厚度的标准，因此，确定的京沪高速铁路路基基床厚度为**3.0m**。



列车动应力与路基自重应力沿深度的变化曲线

小结

- 本节主要介绍了以下内容：
 1. 高速铁路路基设计动应力幅值
 2. 路基面上的动应力沿线路纵向的分布
 3. 高速铁路路基设计荷载
 4. 动应力沿深度的衰减
 5. 基床厚度的确定