



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

网络精品课程

铁路路基工程

铁路路基支挡结构

库仑土压力计算

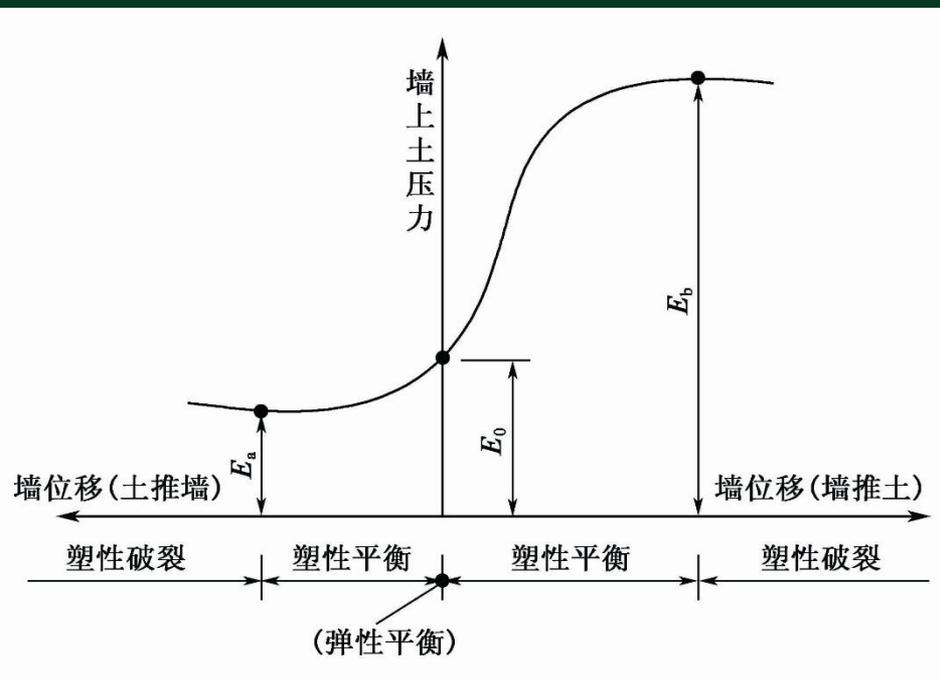
主讲：舒玉

目录

- 土压力简述
- 静止土压力计算
- 库仑土压力的基本假定及计算方法
- 库仑主动土压力计算

土压力简述

- 概述
 - 计算要素：分布、方向及大小
- 类别
 - 主动土压力、被动土压力和静止土压力
- 影响因素



概述



土压力类别



影响土压力的因素



静止土压力计算

- 静止土压应力

$$\sigma_0 = \lambda_0 \gamma h$$

- 静止土压力系数

$$\lambda_0 = 1 - \sin \varphi$$

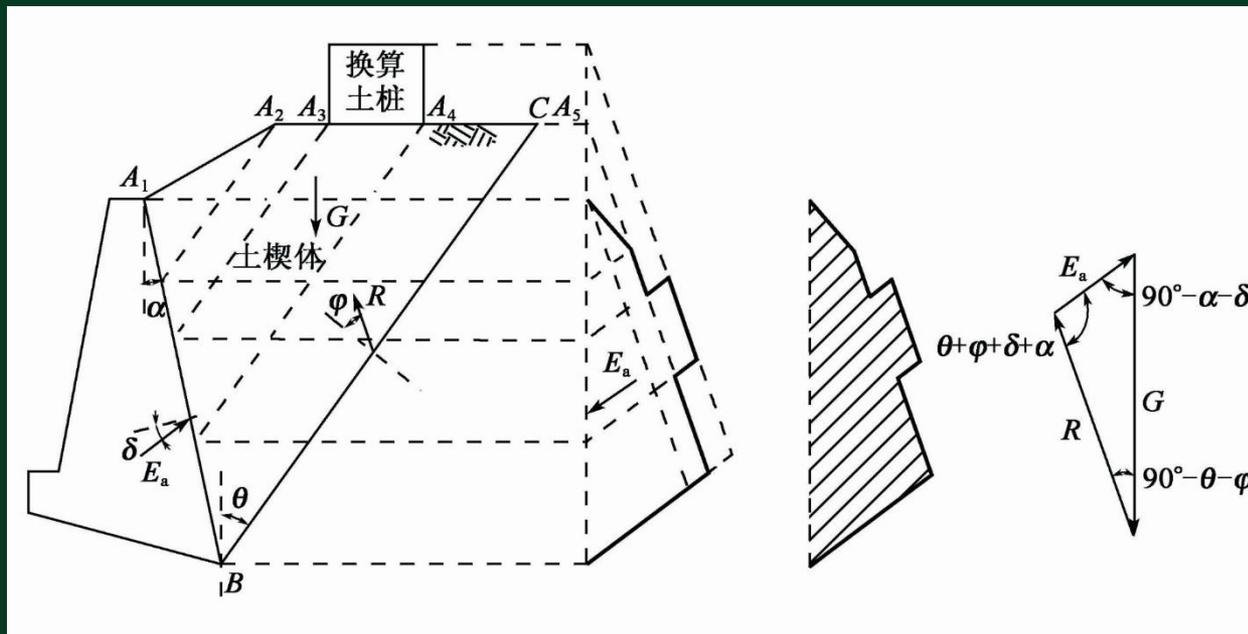
- 静止土压力

$$E_0 = \frac{1}{2} \lambda_0 \gamma H^2$$

库仑土压力的基本假定及计算方法

- 墙后填料为匀质散粒体，按无黏性土考虑
- 破裂面：通过墙踵的平面
- 破裂面上的土楔为刚性土体
- 最危险的滑动面确定
- 土压应力沿墙高呈分段线性分布

库仑主动土压力计算示意图



$$E_a = G \frac{\sin(90^\circ - \theta - \varphi)}{\sin(\theta + \varphi + \delta + \alpha)}$$

库仑主动土压力计算

- 墙后填土为匀质粗粒土、表面为平面情况
- 有限范围填土的土压力计算
- 破裂面交于路基面情况
- 第二破裂面的土压力计算
- 折线形挡土墙的土压力计算
- 墙后填土为多层土时土压力计算
- 墙后填土为黏性土时土压力计算
- 浸水挡土墙的土压力计算
- 地震条件挡土墙主动土压力计算

墙后填土表面为平面情况

- 破裂角 θ 解析解

$$\tan(\theta + i) = -\tan\psi_2 \pm \sqrt{(\tan\psi_2 + c\tan\psi_1)(\tan\psi_2 + \tan(\alpha + i))}$$

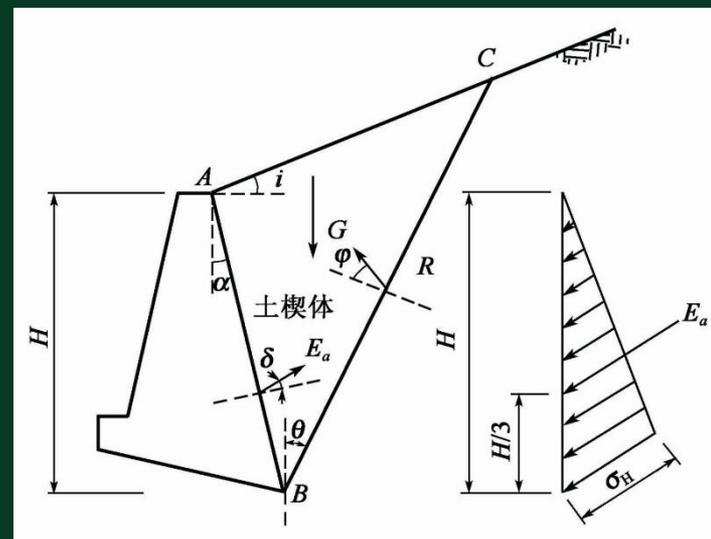
- 库仑主动土压力系数

$$\lambda_a = \frac{(1 + \tan\alpha\tan i)(\tan\theta + \tan\alpha) \cos(\theta + \varphi)}{(1 - \tan\theta\tan i) \sin(\theta + \varphi + \delta + \alpha)}$$

$$E_a = \frac{1}{2} \lambda_a \gamma H^2$$

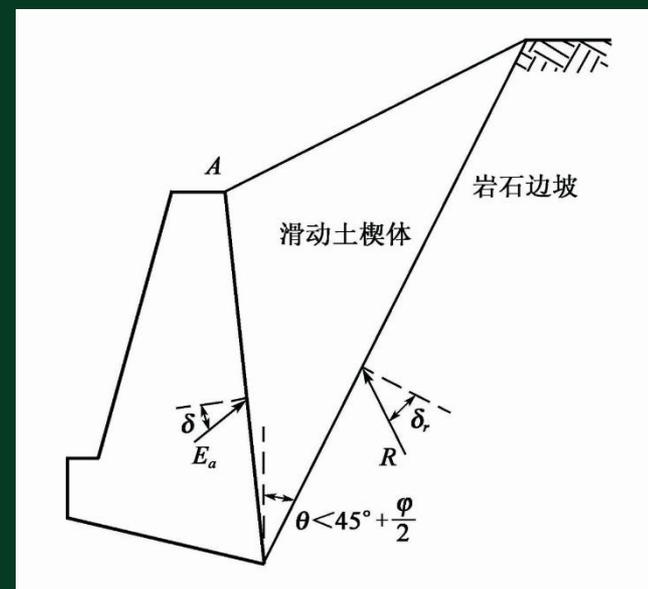
$$E_x = E_a \cos(\delta \pm \alpha);$$

$$E_y = E_a \sin(\delta \pm \alpha);$$



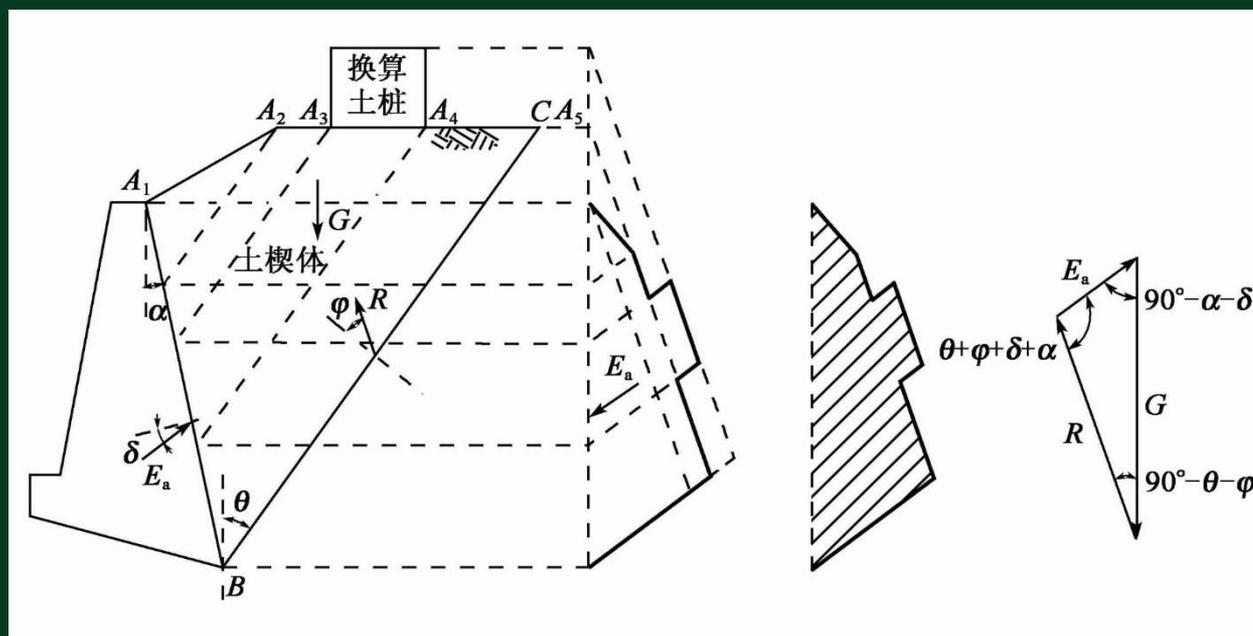
有限范围填土的土压力计算

- 破裂面已知
- 注意：
 - 滑动土体与稳定土体一般土质不同，此时第一破裂面摩擦角取值应根据潜在的破裂面情况取值，而不再是墙后滑动土体的内摩擦角



破裂面交于路基面情况

- 一般情况
 - 边界条件复杂，破裂角无解析解
 - 边界分段求解 E_a 极大值
 - 土压应力分布



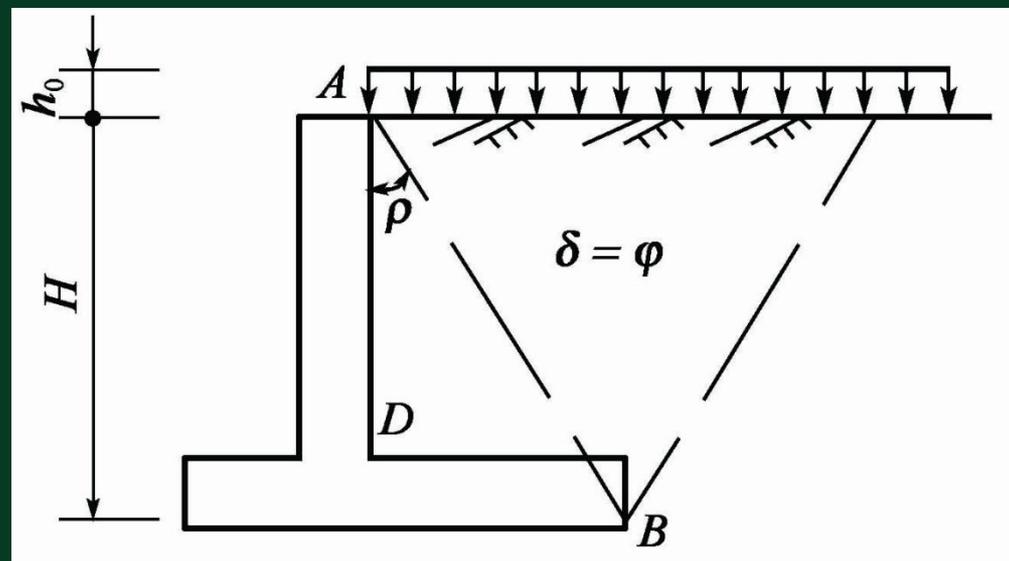
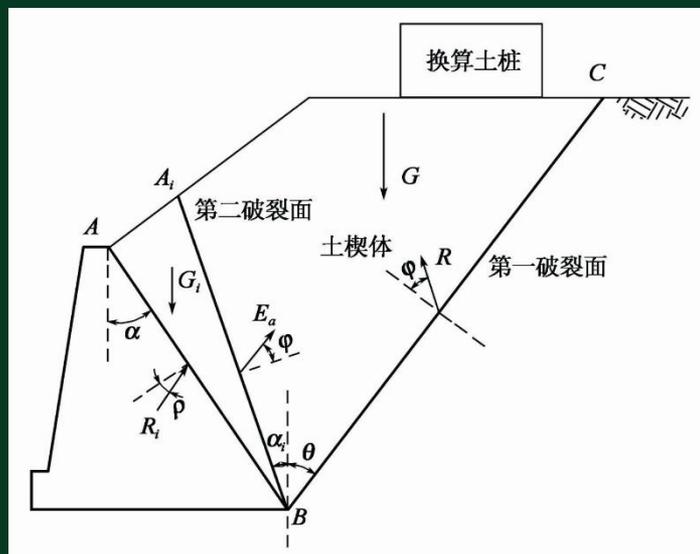
第二破裂面的土压力计算

- 第二破裂面出现条件
 - (假想) 墙背倾角大于第二破裂面倾角

$$\alpha > \alpha_i$$

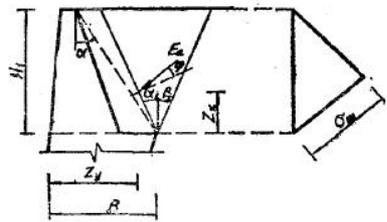
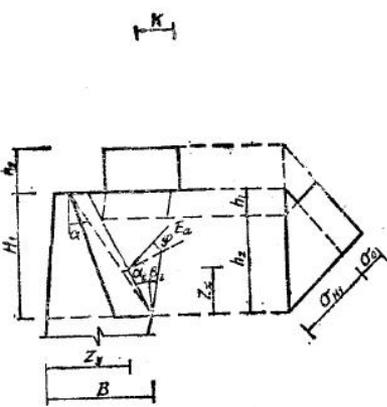
- (假想) 墙背合力倾角小于外摩擦角

$$\rho < \delta$$



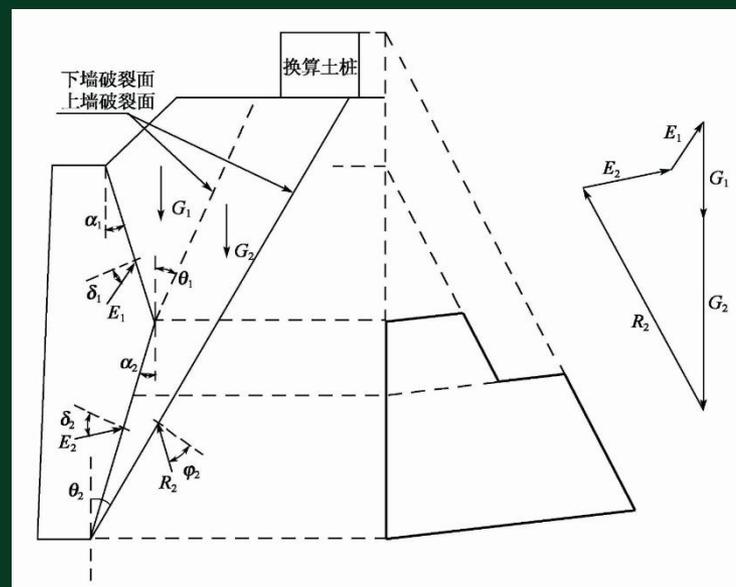
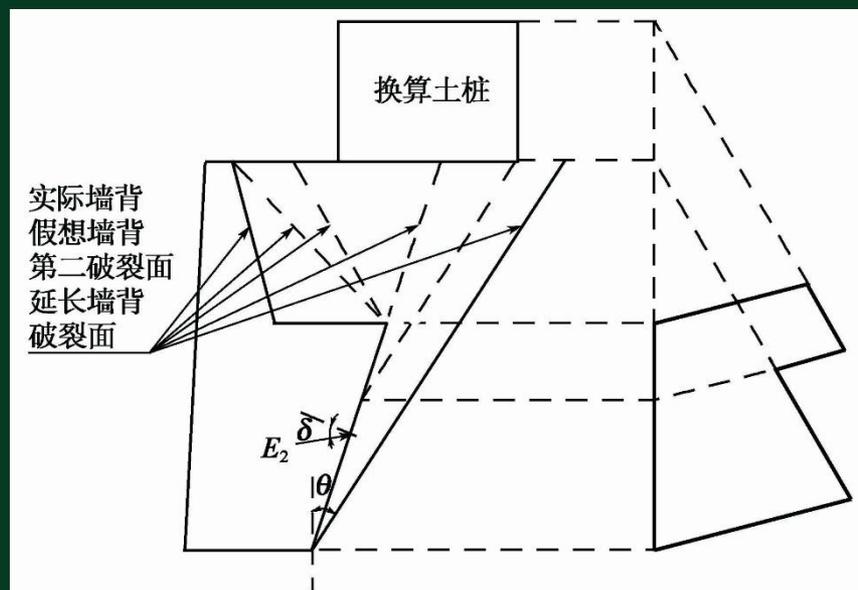
出现第二破裂面主动土压力计算公式

- 铁路路基设计手册, P356~P371

出现第二破裂面时的主动土压力计算公式		表 23-10
顺号	计算草图	公式
1		$\alpha_1 = \beta_1 = 45^\circ - \frac{\varphi}{2}$ $E_0 = \frac{1}{2} \gamma H_1^2 \lambda_0, \quad E_x = E_0 \sin \alpha_1, \quad E_y = E_0 \cos \alpha_1,$ $Z_0 = \frac{1}{3} H_1, \quad Z_x = B - Z_0 \tan \alpha_1,$ $\lambda_0 = \tan \alpha_1 \sec \alpha_1,$ $\sigma_{H1} = \gamma H_1 \lambda_0.$
2		$\tan \beta_1 = -Q \pm \sqrt{Q^2 - R}$ $Q = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{2h_0}{H_1}}} \csc 2\varphi - \operatorname{ctg} 2\varphi$ $R = \operatorname{ctg} \varphi \operatorname{ctg} 2\varphi + \frac{\csc^2 \varphi}{2(1 + \frac{2h_0}{H_1})} \left(1 + \operatorname{tg} \varphi \frac{2h_0}{H_1} \left(\operatorname{tg} \alpha - \frac{K}{H_1} \right) - 2 \sqrt{1 + \frac{2h_0}{H_1}} \right)$ $\operatorname{tg} \alpha_1 = \operatorname{ctg} \varphi + (\operatorname{tg} \beta_1 - \operatorname{ctg} \varphi) \sqrt{1 + \frac{2h_0}{H_1}}$ $E_0 = E_x \sec(\alpha_1 + \varphi), \quad E_x = \frac{1}{2} \gamma H_1^2 (1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \alpha_1)^2 \cos 2\varphi, \quad E_y = E_0 \operatorname{tg}(\alpha_1 + \varphi)$ $Z_0 = \frac{H_1^2 + 3h_0 h_1}{3(H_1^2 + 2h_0 h_2)}$ $Z_x = B - Z_0 \operatorname{tg} \alpha_1,$ $h_1 = \frac{K - H_1 (\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2)}{\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \beta_1}, \quad h_2 = H_1 - h_1,$ $\lambda_0 = \frac{(\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \beta_1) \cos(\beta_1 + \varphi)}{\sin(\beta_1 + \alpha_1 + 2\varphi)}, \quad \sigma_0 = \gamma h_0 \lambda_0, \quad \sigma_{H1} = \gamma H_1 \lambda_0.$

折线形挡土墙的土压力计算

- 分段计算，矢量求和
- 延长墙背法、力多边形法



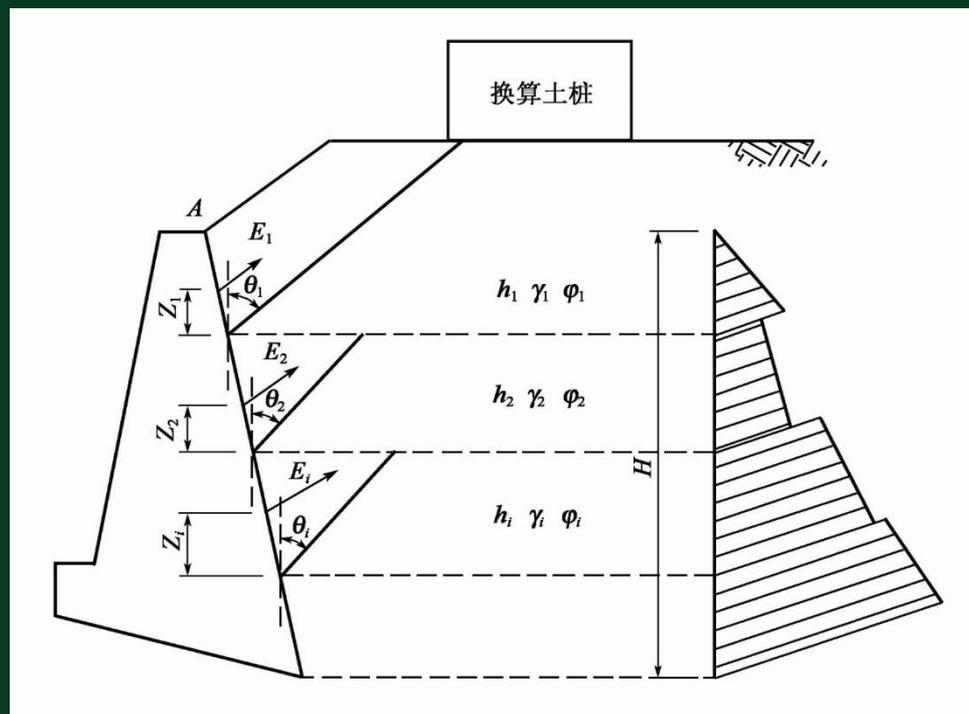
铁路路基设计手册，16种边界条件

墙后填土为多层土时土压力计算

- 多层加权平均计算

$$\bar{\gamma} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i \gamma_i}{H} \quad \bar{\varphi} = \arctan \left(\frac{\sum_{i=1}^n h_i \tan \varphi_i}{H} \right)$$

- 分层计算



墙后填土为黏性土时土压力计算1

- 换算内摩擦角法
 - 土体抗剪强度相等原则

$$\varphi_D = \arctan \left(\varphi + \frac{c}{\gamma H} \right)$$

- 土压力相等原则

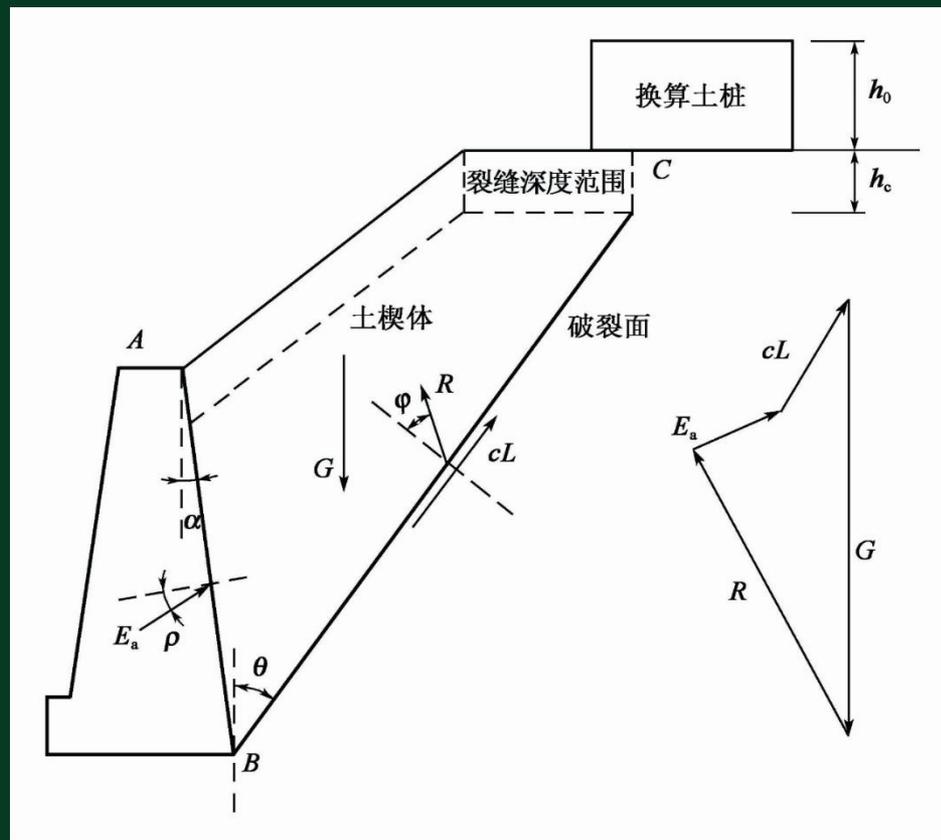
$$\varphi_D = 90^\circ - 2 \arctan \left[\tan \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) - \frac{2c}{\gamma H} \right]$$

墙后填土为黏性土时土压力计算2

- 力多边形法
 - 裂缝深度估算

$$h_c = \frac{2C}{\gamma} \tan\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)$$

- 再利用库仑理论



浸水挡土墙的土压力计算

- 假设浸水后土体内摩擦角不变
 - 铁路路基设计手册
 - 一般情况：11种边界条件
 - 出现第二破裂面情况：：26种边界条件
 - 折线墙背情况：14种边界条件
- 考虑浸水后填料内摩擦角降低
 - 计算水位处分层计算
- 考虑动水压力（渗透力）

$$D = \gamma_w I_0 \Omega$$

地震条件挡土墙主动土压力计算

- 抗震设防6度以上，应进行抗震设计分析
- 第七章相关内容

本节小结

- 掌握库仑土压力理论基础
- 掌握库仑土压力类别及主动土压力计算理论
- 熟悉静止土压力、第二破裂面分析计算
- 掌握不同边界条件下支挡结构库仑主动土压力分析计算