

# 第三章 土的渗透性及渗透稳定

## Chapter 3 Permeability and seepage stability of soil

### 第一节 概述

### Section 1 Introduction

1. 土的渗透性
2. 渗流引起的问题 (Problems induced by seepage)
  - (1) 渗漏 (Leakage)
  - (2) 渗透稳定 (Seepage stability)

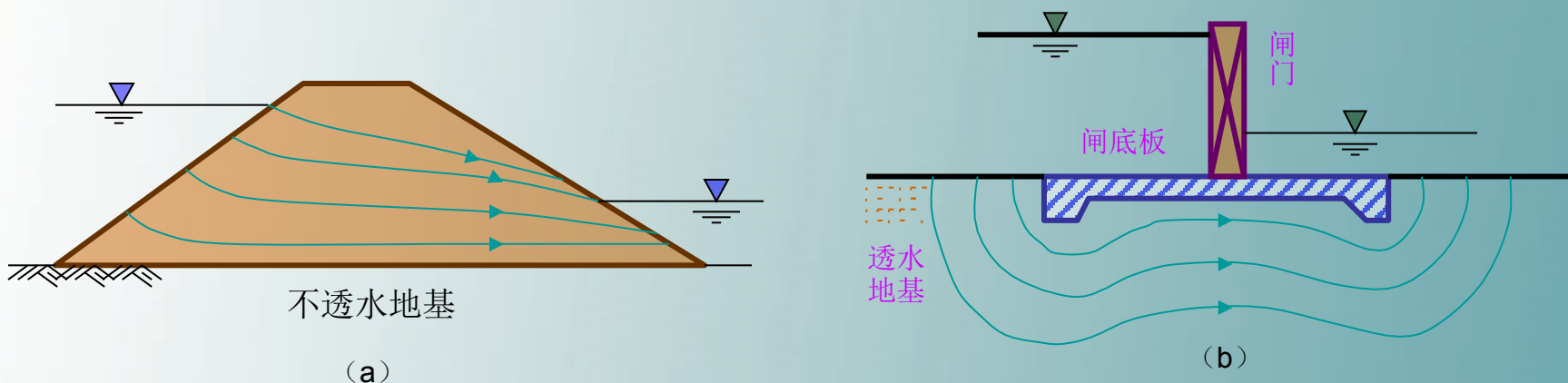
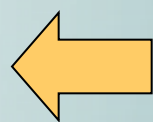


图4-1 闸坝渗透示意图

(a) 土坝渗透; (b) 闸基渗透

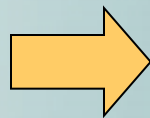
- 👉 长江出险：6100多处；  
松花江与嫩江：9500多处；60—70%为管涌
- 👉 历史上长江干堤决口的90%由于堤基管涌所导致
- 👉 98·8·1：簪州湾，管涌引起决口，44人丧生；造成31米深冲坑
- 👉 98·8·7：九江城防管涌决口，形成61米宽溃口
- 👉 98·8·4：江西江新洲管涌引起溃口，淹没区4·1万人，78km<sup>2</sup>

## 98长江洪水中的险情和溃口



江西省江新洲洲头  
北侧堤坝崩岸原貌

治理管涌





**长江的塌岸**

ò 建于1989年

ò 高71米  
长265米

ò 1993年8月  
27日垮坝

ò 死300余人



**渗透破坏：青海沟后水库溃口**

- 👉 1901年劳（Low）给出了粘土颗粒表面结合水形成的机理
- 👉 1856年法国工程师达西（Darcy）提出达西定律
- 👉 1889年俄国的茹可夫斯基推导了渗流的微分方程
- 👉 1922年巴甫洛夫斯基提出了求解渗流场的电模拟法
- 👉 1910年理查森首先提出了有限差分法
- 👉 20世纪60年代之后，计算渗流力学发展。非饱和土、固结与变形耦合计算、与极限分析耦合、混合流、污染物扩散 . . . .

## 土中水和渗流问题的研究历史

## 第二节 土的渗透性

### Section 2 Basic seepage law of saturated soil

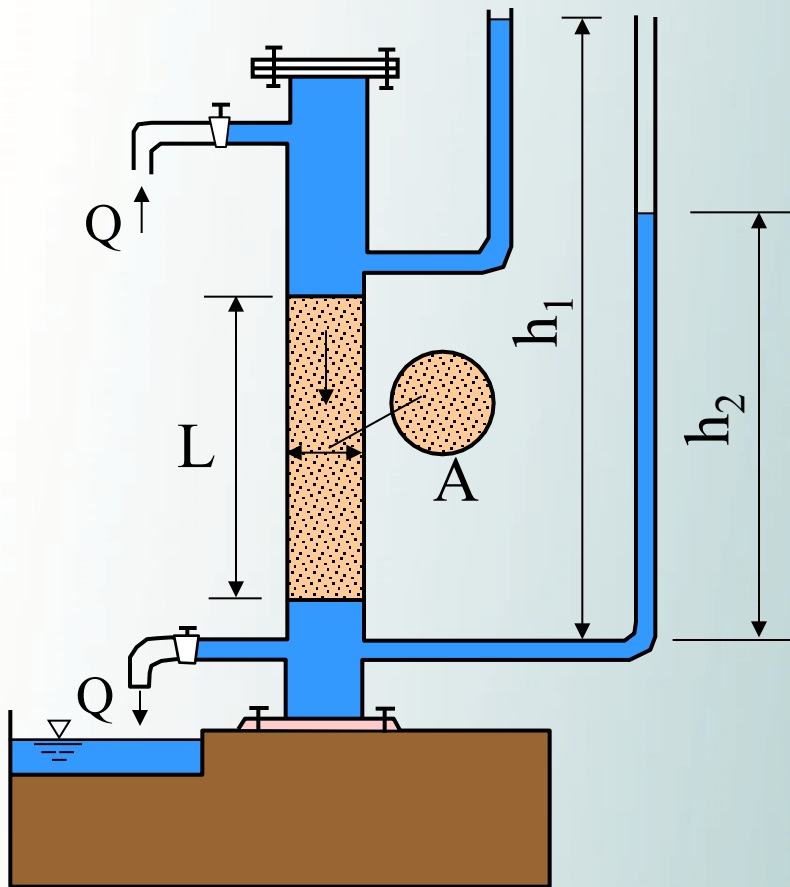
#### 一、达西定律

Darcy's law

##### 1. 达西定律的内容

砂土中的渗透流量 (Seepage discharge)  $Q$  与水头差 (Difference in water head)  $(h_1 - h_2)$  成正比, 与渗径 (Flow path length)  $L$  成反比:

$$Q = k \frac{h_1 - h_2}{L} \cdot A$$



$$Q = \frac{k \cdot A \cdot (h_1 - h_2)}{L}$$

$$v = \frac{Q}{A} = k \cdot i$$

$$v_s = \frac{V}{n}$$

$v$  : 整个断面上的平均流速 (m/s)

$v_s$  : 孔隙平均流速 (m/s)

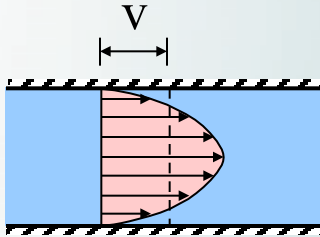
$i$  : 渗透坡降

$k$  : 渗透系数 (m/s)

# 达西定律

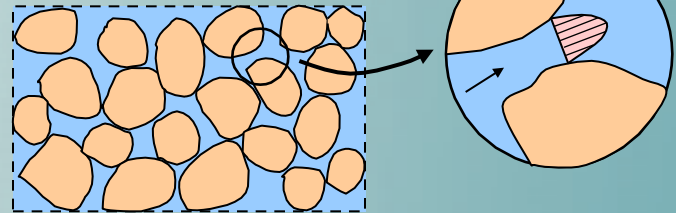


圆管中或平板间的层流运动：

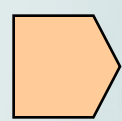


$$v = C_2 \cdot R_H^2 \cdot \frac{\gamma_w}{\eta} \cdot i$$

土体孔隙中的层流运动  
(不规则的形状)



$$v = \frac{Q}{A} = k \cdot i$$



$$k = C_1 \cdot n \cdot R_H^2 \cdot \frac{\gamma_w}{\eta}$$

其中：  $C_1$  : 形状因素，反映土的层次结构、颗粒形状、排列方式和级配等

$R_H$  : 平均的水力半径，通常用土体的代表粒径来表示

$\frac{\gamma_w}{\eta}$  : 流体的性质

## 渗透系数的物理意义

## 土颗粒骨架性质

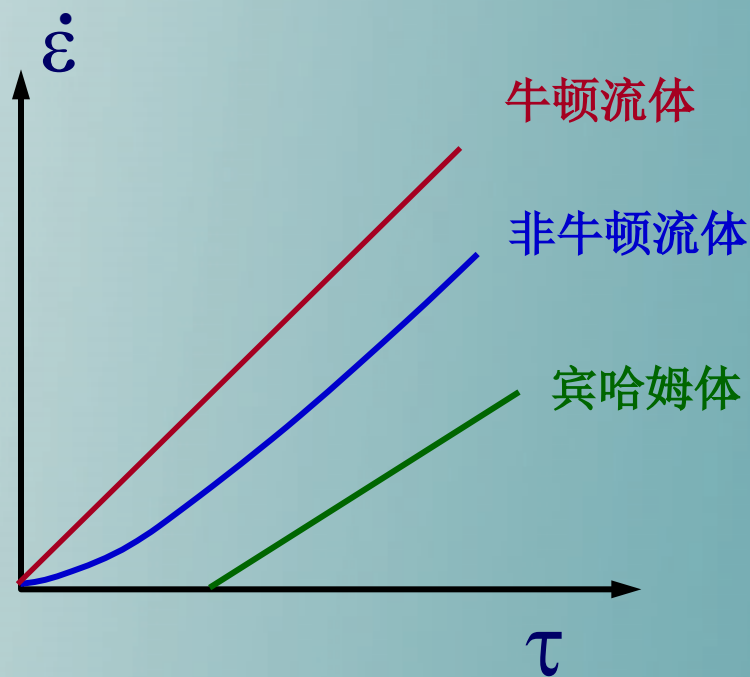
## 流体性质

- 渗透流体的压力
- 温度
- 流体内电解质的浓度
- 水中含有封闭小气泡时，会对其渗透性产生很大影响
- 在粘土中由于双电层的影响，电解质溶质的成分对其渗透性起重要作用
- 溶液中盐含量提高（或价位提高），渗透系数加大，这与粘土中结合水膜的厚度有关

# 渗透系数的影响因素

👉 流体的流变方程符合牛顿定律：剪应变速率和剪应力成正比

👉 土中参加渗流的自由水的单位含量不变，土体的结构必须牢固，土体孔隙的大小和形状不变



## 二、土的渗透系数及其测定(Measurement)

1. 渗透系数的物理意义(Physical meaning)

2. 土的渗透试验(Permeability test)

(1) 常水头(Constant water head) ——粗粒土(Coarse-grained soil)

(2) 变水头(Varied water head) ——细粒土(Fine-grained soil)

(3) 现场试验

(4) 成层土的渗透系数

## 第三节 土中二维渗流及流网

### Section 5 Two-dimensional seepage and parameters in soil

#### 1. 平面稳定渗流的基本方程

Basic differential equation of Plane steady seepage

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = 0$$

#### 2. 流网及其特性

Flow net and its properties

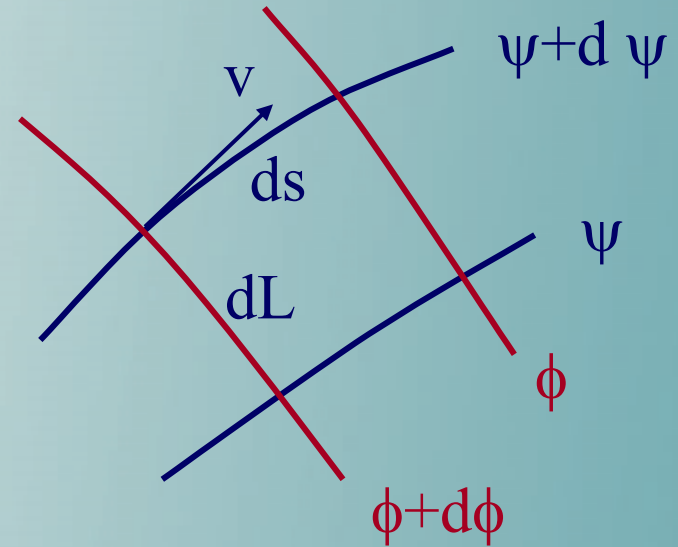
#### 3. 水力要素的计算

Calculation of hydraulic parameters

(1) 孔隙水压力  $u$

■ 在流场中，取一组流线和等势线（等水头线）组成的网格称为流网

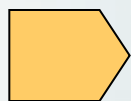
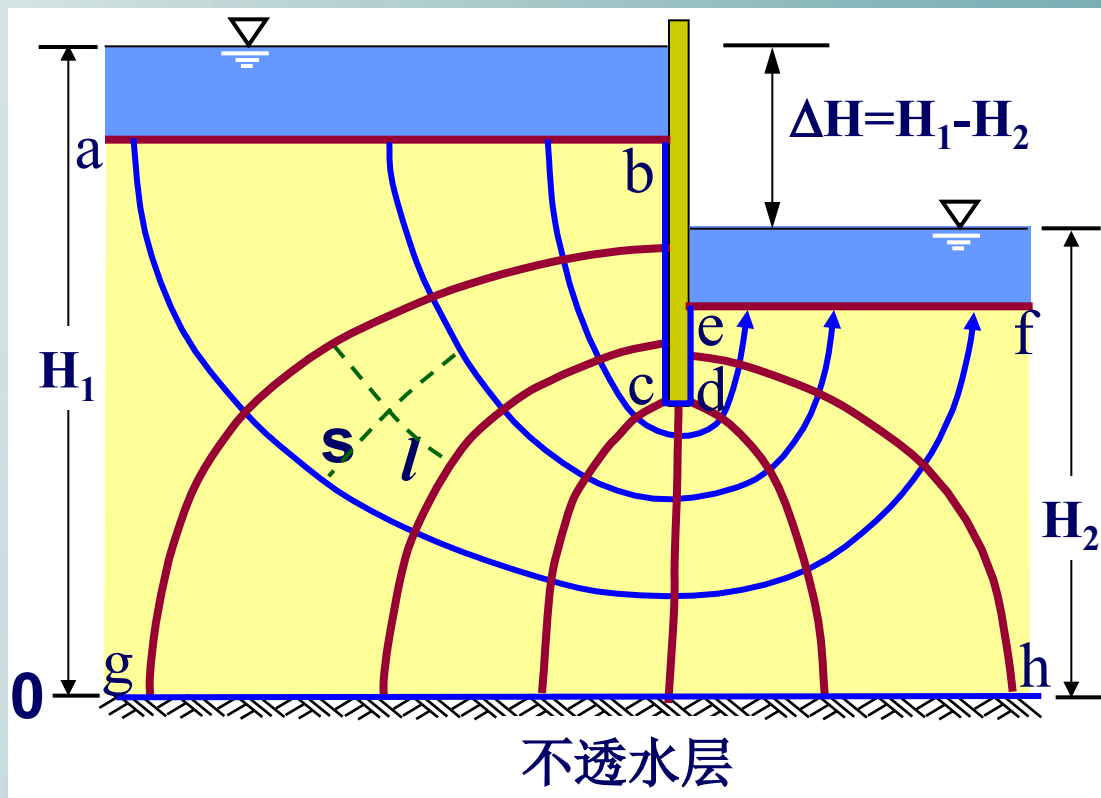
- 流线和等势线正交
- 相邻流线间的流函数差和相邻等势线间的势函数（水头）差相同
- 每一网格的边长比为常数，通常取1



$$\frac{d\phi}{d\psi} = \frac{v_x dx + v_y dy}{-v_y dx + v_x dy} = \frac{v ds}{v dL} = \frac{ds}{dL}$$

## 流网的特性

- 1) 确定边界条件：边界流线和首尾等势线
- 2) 研究水流的方向：流线的走向
- 3) 判断网格的疏密大致分布
- 4) 初步绘制流网的雏形：正交性、曲边正方形
- 5) 反复修改和检查



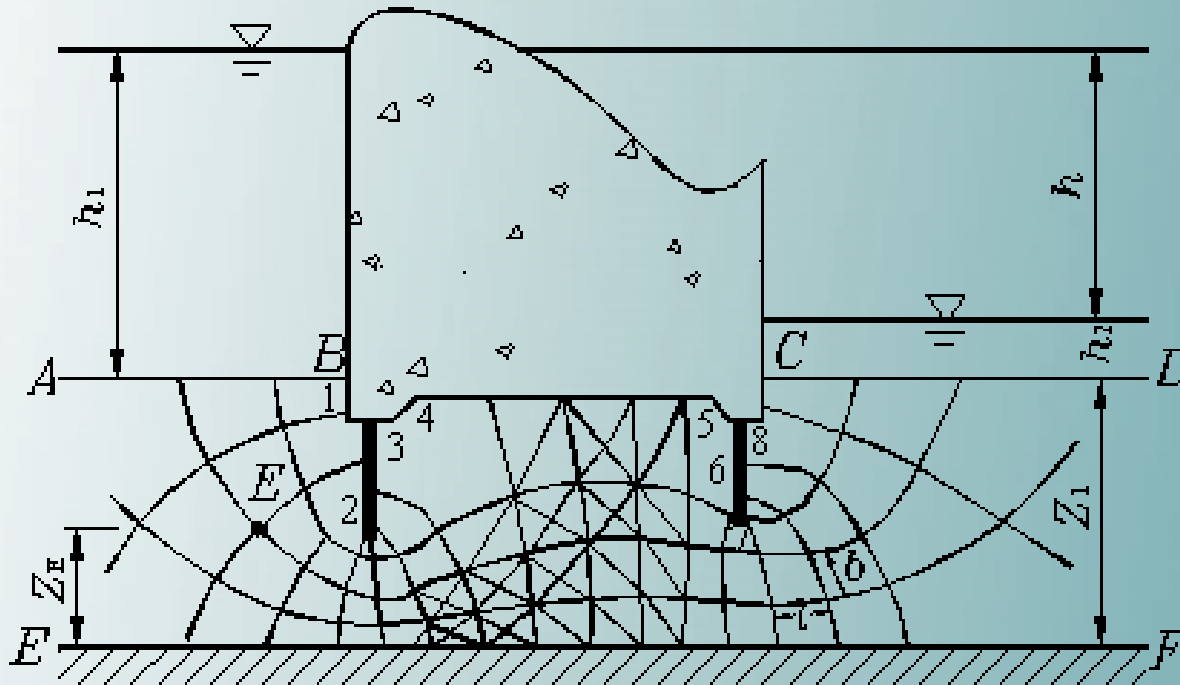
要点：边界条件、正交性、曲边正方形、多练习

## 流网的画法

## 流网绘制

近似作图法的步骤大致为：先按流动趋势画出流线，然后根据流网正交性画出等势线，形成流网。如发现所画的流网不成曲边正方形时，需反复修改等势线和流线直至满足要求。

## 实例





以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/215001023033012002>