内容 Content

土力学试验

1 颗分 1 Sieve analysis

2 密度 2 Density

3 含水率 3 Water content

4 液塑限 4 Atterberg limits

5 击实 5 Compaction

6 渗透 6 Permeability

7 固结 7 Consolidation

8 直剪 8 Direct shear

9 三轴 9 Triaxial shear

试验6. 渗透定律试验

Constant head Permeability test

目的

测定无粘性土的渗透系数

要点

了解土的渗透性能与相关工程背景

常手头试验的试验步骤

常水头试验的结果整理

试验6. 渗透定律试验

Constant head Permeability test

Where does water come from?

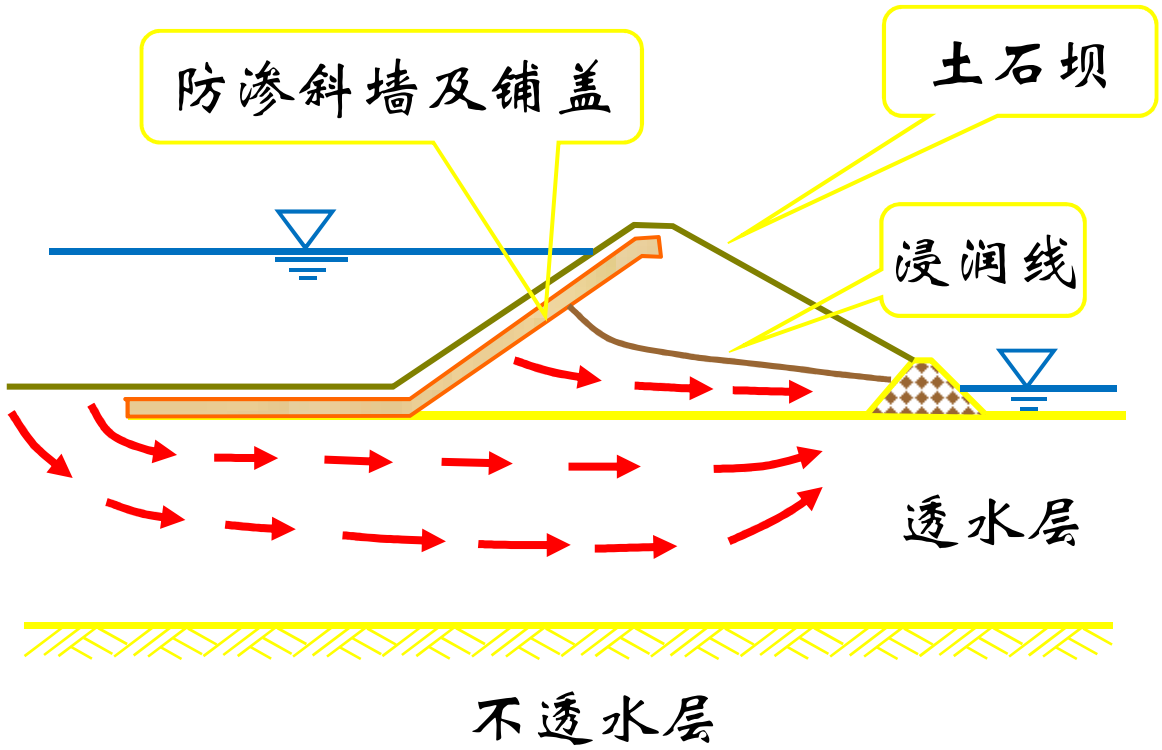
水是土的一个组成成分，在地下工程中举足轻重。

我们需要地下水，但更多的是治水。由于水的原因造成重大工程事故并不少见。

地下水的研究是土力学的一个重要内容。

当水在土中流动较快时，将引起坝基渗流、基坑渗流、塌方、泥石流及流土、地下工程受淹等灾害。

6.1 工程背景

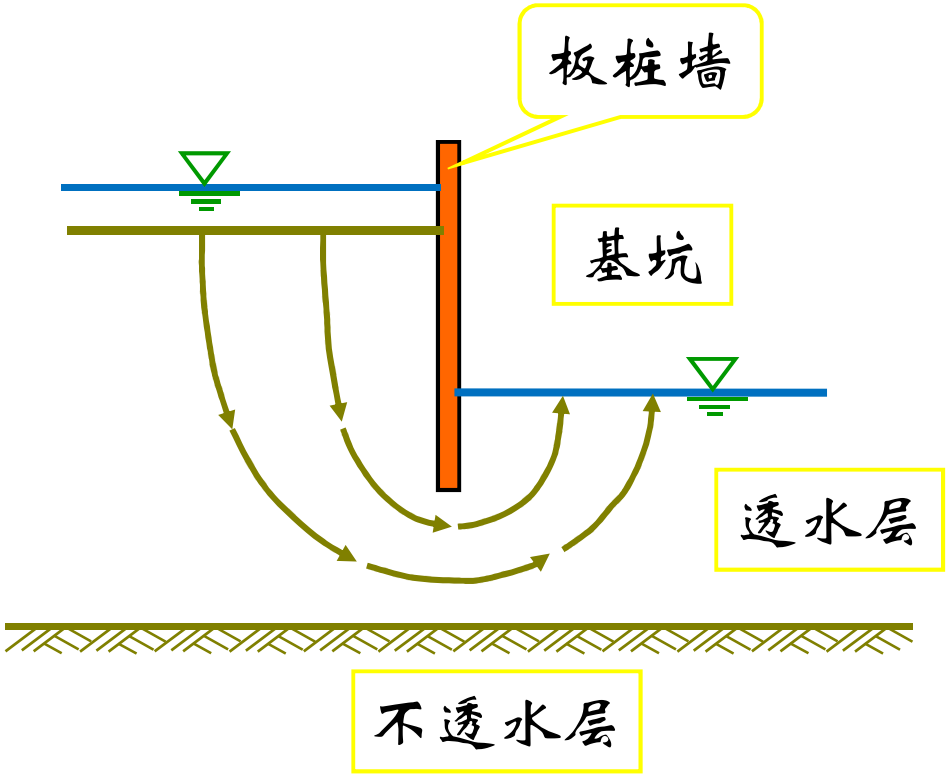


渗流量

渗透变形

土石坝坝基坝身渗流

6.1 工程背景



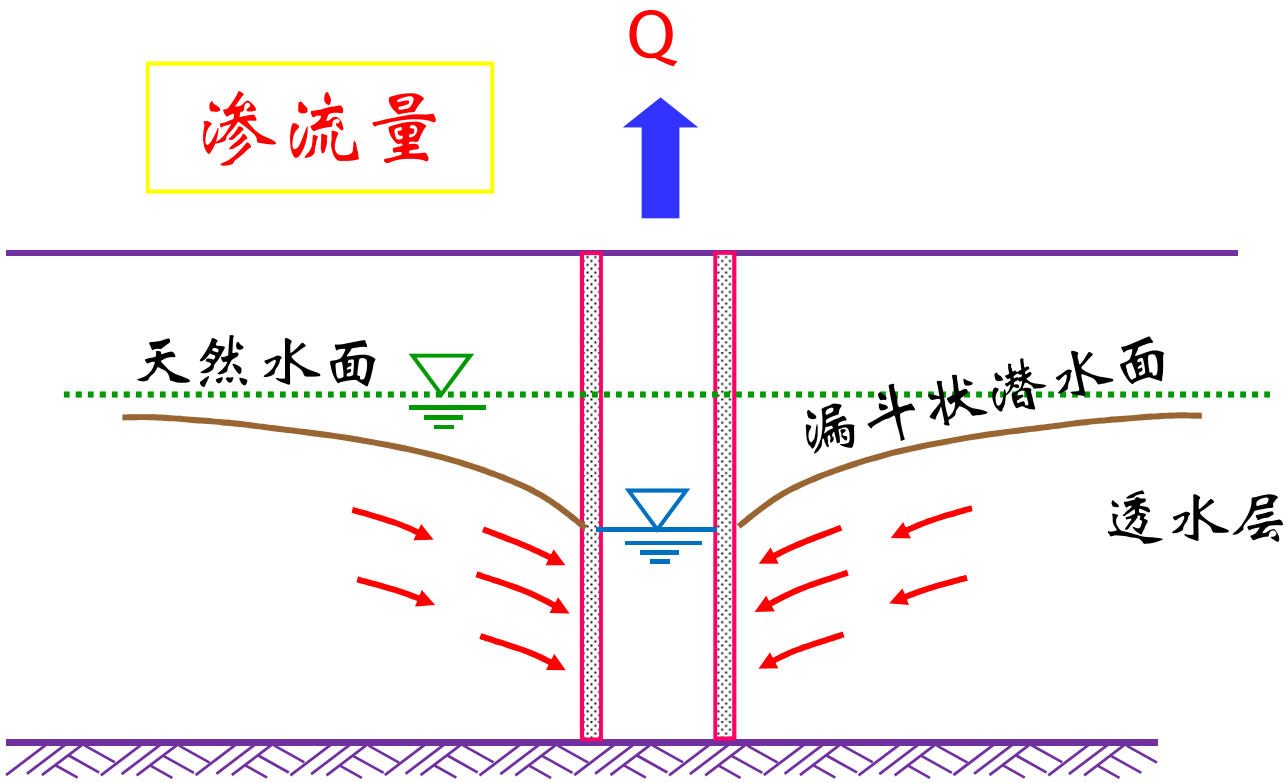
渗水压力

渗流量

渗透变形

板桩围护下的基坑渗流

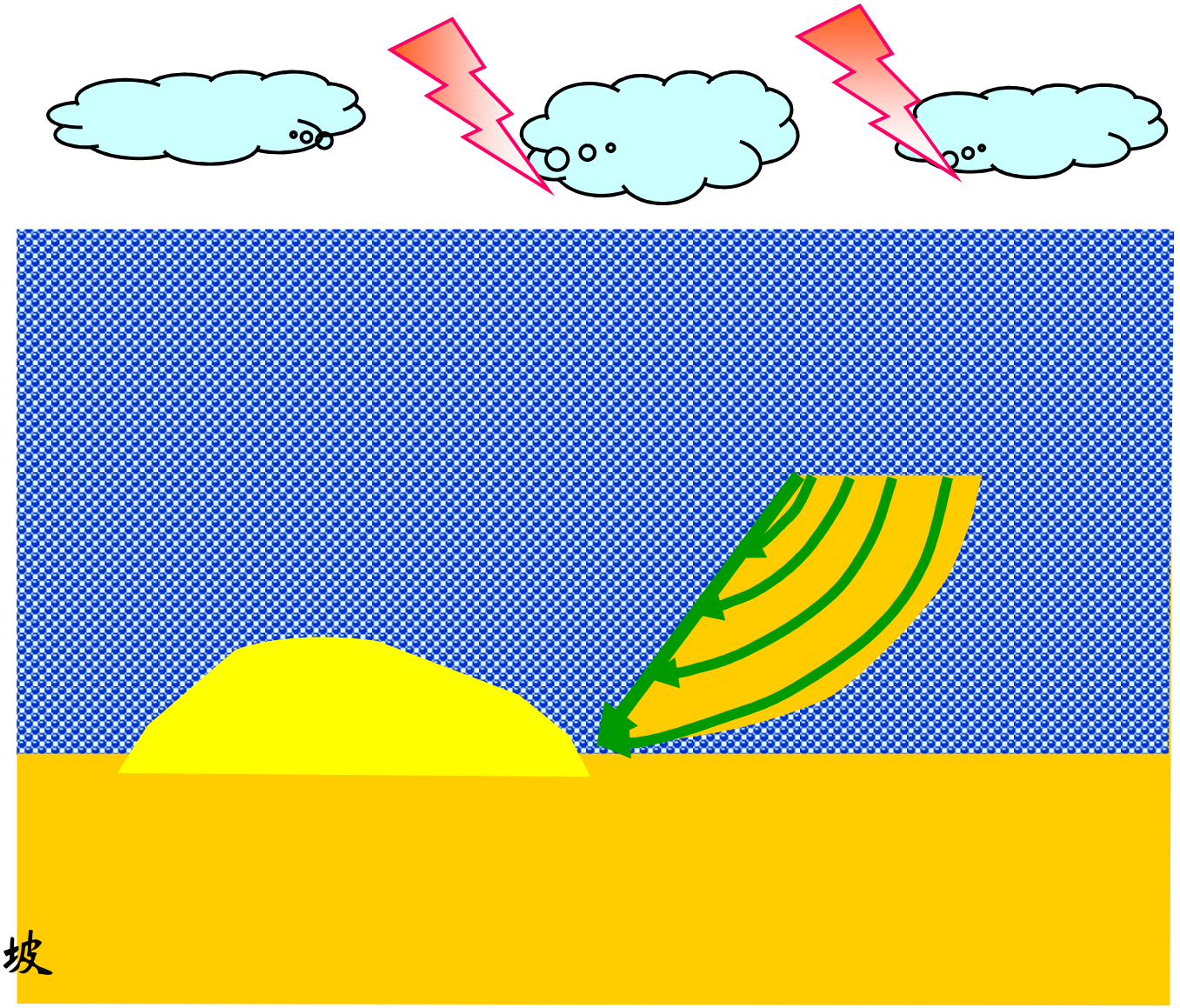
6.1　工程背景



水井渗流

渠道渗流

6.1 工程背景



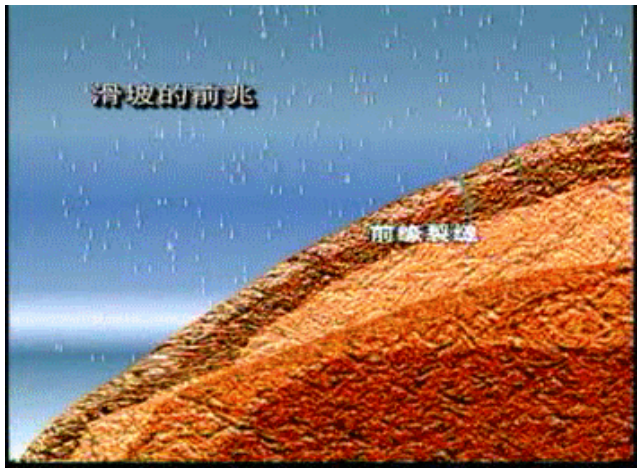
滲流滑坡

6.1 工程背景

渗流作用造成大坝塌方

6.1 工程背景

雨后出现的山体滑坡事故



6.1 工程背景

图为发生在上海黄浦江隧道施工中流土带来的灾害。施工中发生渗水后，随后出现大量流砂涌入施工中的隧道，导致中山南路部分地面下沉，建筑倾斜。

图为发生在湖南望城湘江大堤的管涌。由于暴雨使湘江水猛长，使土体中的水力坡降增加，加之土结构的几何原因，发生了图中的管涌。沙袋用来提高逸出口水位，以降低水力坡降。此外还抛了一些大的砾石形成反滤层。

6.1 工程背景

二维渗流及流网

渗透力与渗透变形

渗流量
渗水压力
渗透变形
渗流滑坡

挡水建筑物
集水建筑物
引水结构物
基坑等地下施工
边坡渗流

土坡稳定分析

渗流：水在土体孔隙中流动的现象。

渗透性：土具有被水等液体透过的性质。

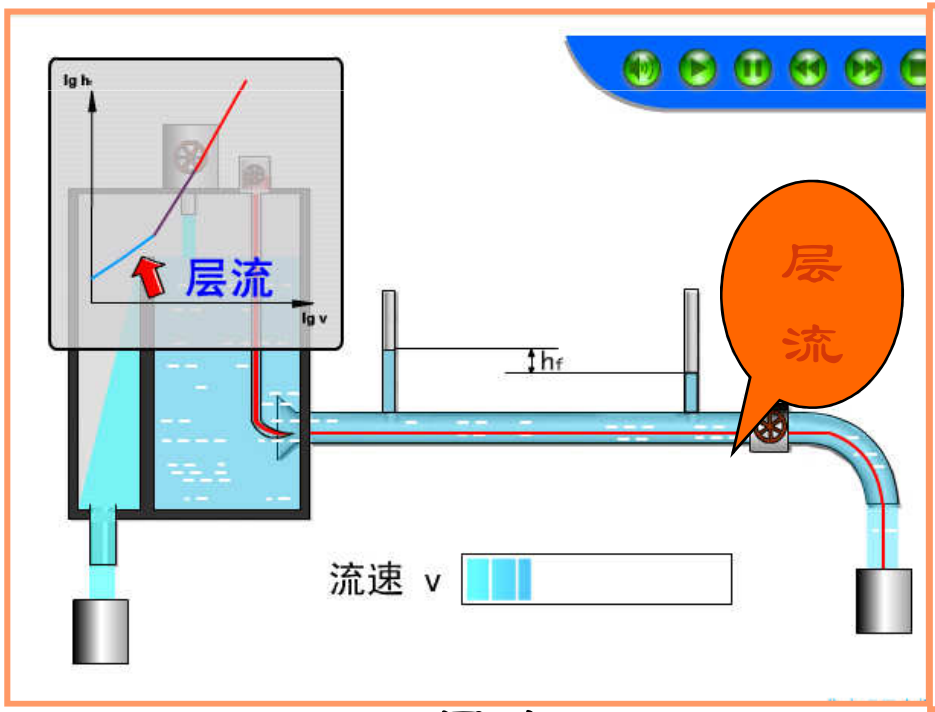
渗透力：流经土体的水流对土颗粒和土体施加的作用力。

6.2 贝努力方程与达西定律

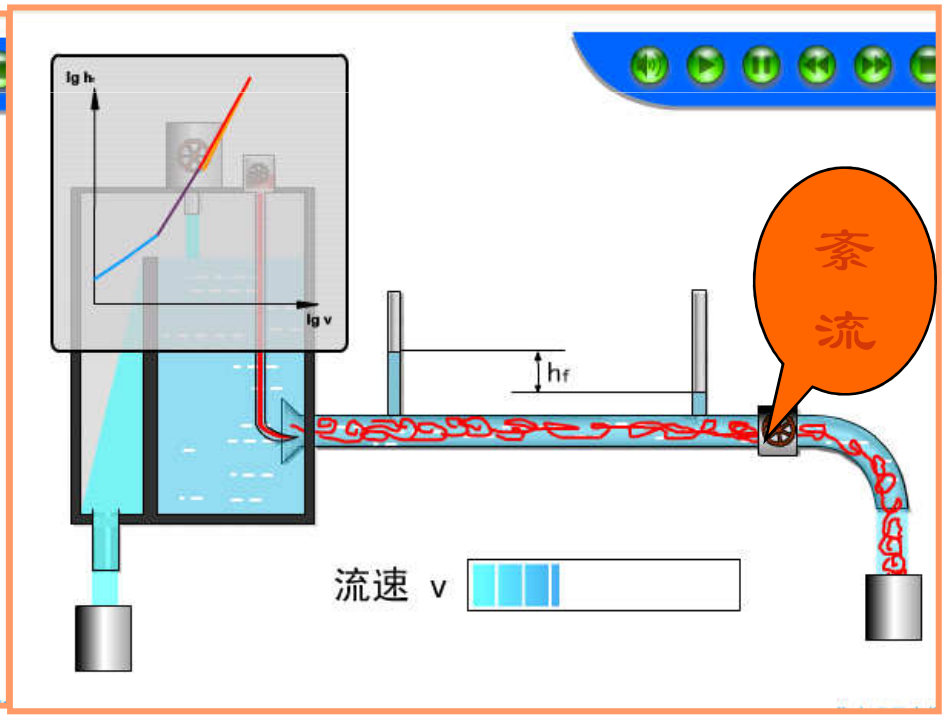
水在土的孔隙中流动，其形式可以分为：

层流：水的流速很慢，认为相邻两个水分子运动轨迹相互平行而不混掺。

紊流：紊流与层流的意义相反。



层流

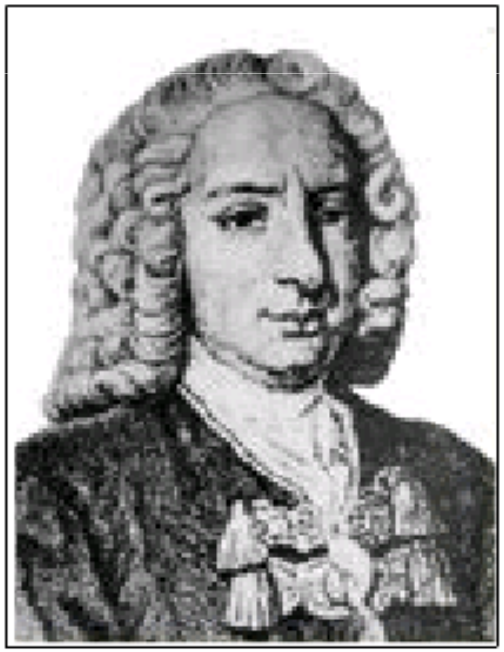


紊流

6.2 贝努力方程与达西定律

A、贝努力定律

贝努力定律是指水的流动符合能量守恒原理，如果忽略不计由摩擦等引起的能量损失，则贝努力定律可以用下式表示：



$$\frac{v^2}{2g}+z+\frac{u}{\gamma_w}=h=常数$$

总水头 h – 单位质量水体所具有的能量

6.2 贝努力方程与达西定律

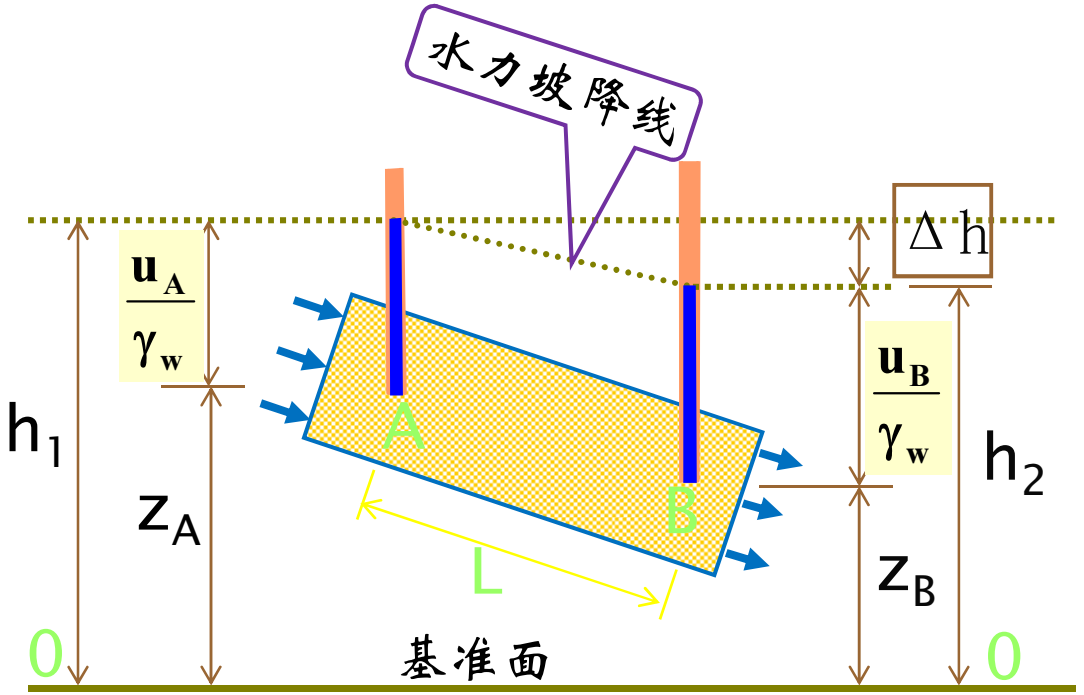
$$h = z + \frac{u}{\gamma_w} + \frac{v^2}{2g}$$

z：位置水头

$u/\gamma w$：压力水头

$V^2/(2g)$：流速水头 ≈ 0

总水头：$h = z + \frac{u}{\gamma_w}$



A点总水头：$h_1 = z_A + \frac{u_A}{\gamma_w}$

B点总水头：$h_2 = z_B + \frac{u_B}{\gamma_w}$

水力坡降：$i = \frac{\Delta h}{L}$

$h_1 = h_2 + \Delta h$

u为孔隙水压力

6.2 贝努力方程与达西定律

三者的和称为总水头，因为土中的水的流速小，速度水头项忽略不计时：

$$z+\frac{u}{\gamma_w}=h$$

所以土中水流动的时候，是从位置水头与压力水头的和，即总水头（称之为势）h高的地方向低的地方流。常说的“水从高处向低处流”，在这里不只是位置水头z，还应该加上压力水头，应该理解成为水从总水头（势）h的高处向低处流。

6.2 贝努力方程与达西定律

B. 达西定律

水力坡降：$i = \frac{\Delta h}{L}$

- 渗透定律
- 土体的固有特性

在层流状态的渗流中，渗透速度v与水力坡降*i*的一次方成正比，并与土的性质有关。

$v \propto i$

$v = k \cdot i$

k: 反映土的透水性能的比例系数，称为渗透系数

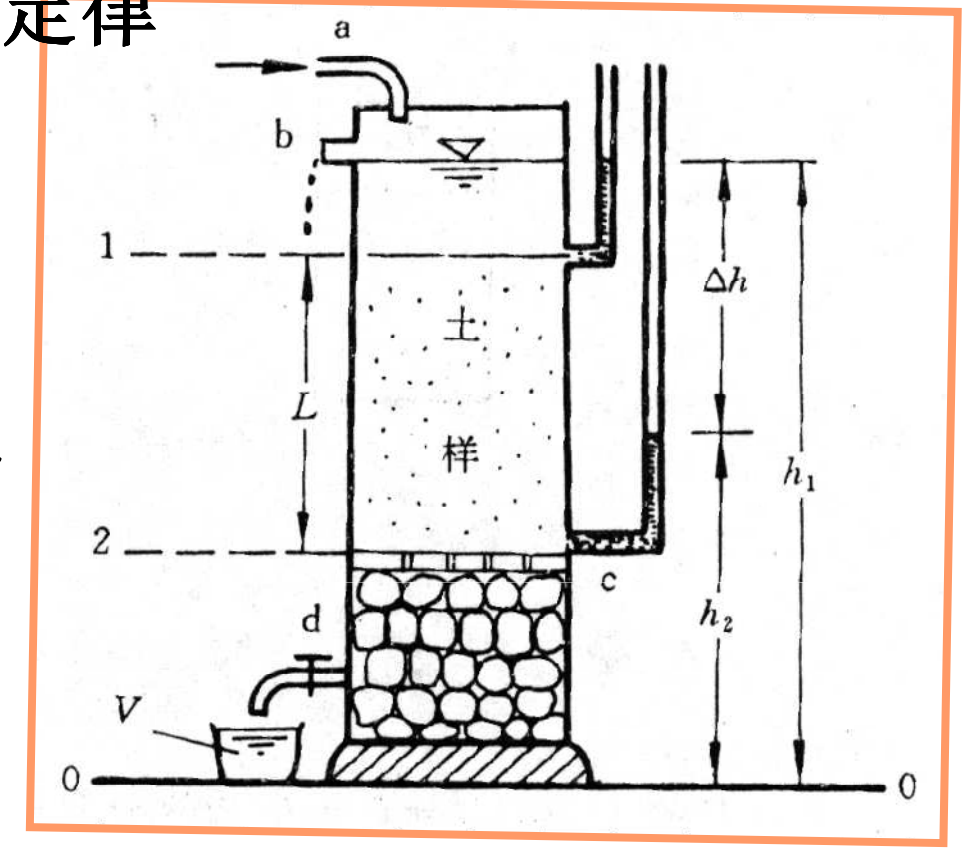
物理意义：水力坡降*i*=1时的渗流速度

单位：mm/s, cm/s, m/s, m/day

6.2 贝努力方程与达西定律

渗透试验

- 试验前提：层流
- 试验装置：如图
- 试验条件：h_1，A，L=const
- 量测变量：h_2，Volume，t
- 试验结果



$\Delta h=h_1-h_2$

Q=Volume/t

Δh↑，Q↑
A↑，Q↑
L↑，Q↓

$$Q \propto A\frac{\Delta h}{L}$$

断面平均流速 $v=\frac{Q}{A}$

水力坡降 $i=\frac{\Delta h}{L}$

$$v \propto i$$

6.3 渗透系数的测定

- A 室内试验测定方法
  - 常水头试验法
  - 变水头试验法
- B 野外试验测定方法
  - 井孔抽水试验
  - 井孔注水试验

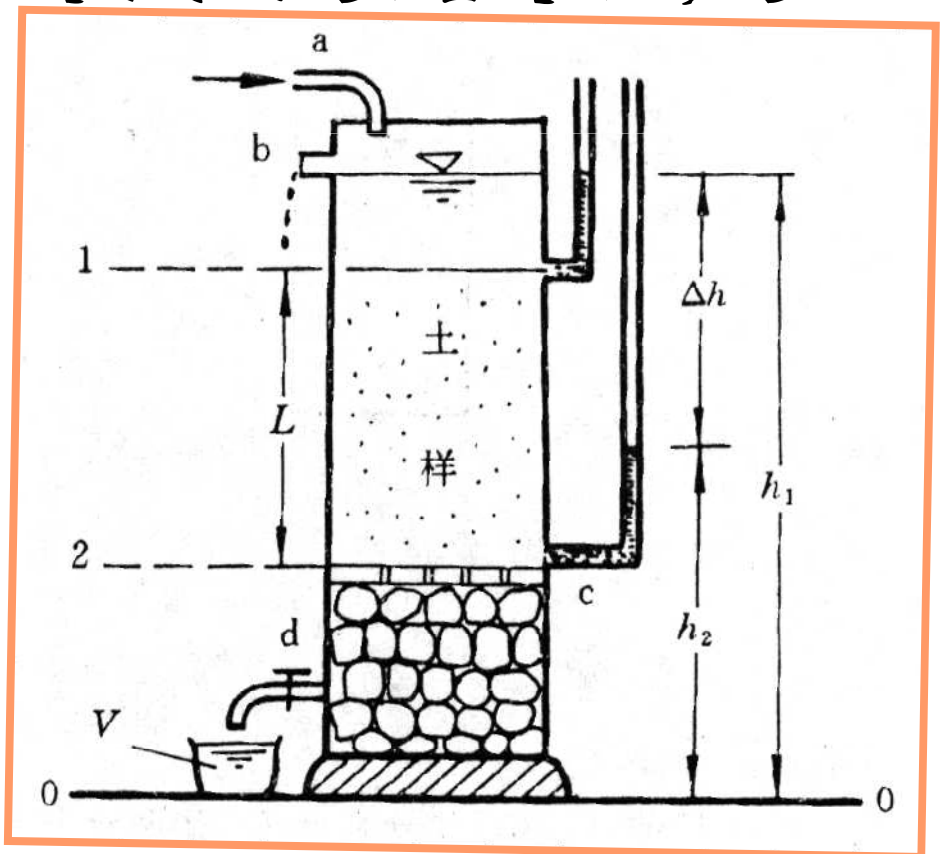
高度400mm/内径100mm/测管间距100mm

A. 常水头渗透试验

$$v = \frac{Q}{A} = ki$$

该试验适用于渗透性大的粗颗粒土。

试验装置如图所示，圆柱体试料断面积为A，长度为L，保持水头差Δh不变，测定经过一定时间t的透水量是V，渗透系数k可根据式导出如下：



$$Q = \frac{\text{Volume}}{t} = kiA = k\frac{\Delta h}{L}A$$

$$k = \frac{\text{Volume}/t}{Ai} = \frac{\text{Volume}L}{A\Delta ht}$$

单位：mm/s，cm/s，m/s，m/day

B.变水头渗透试验

该试验适用于:渗透系数较小的细砂及粉砂。

如图所示，圆柱体试样断面积为A，长度为l，在试验中测压管的水位在不断下降，测定从时间t_1到t_2时测压管的水位h_1和h_2后，渗透系数可以按照以下的方法求出:

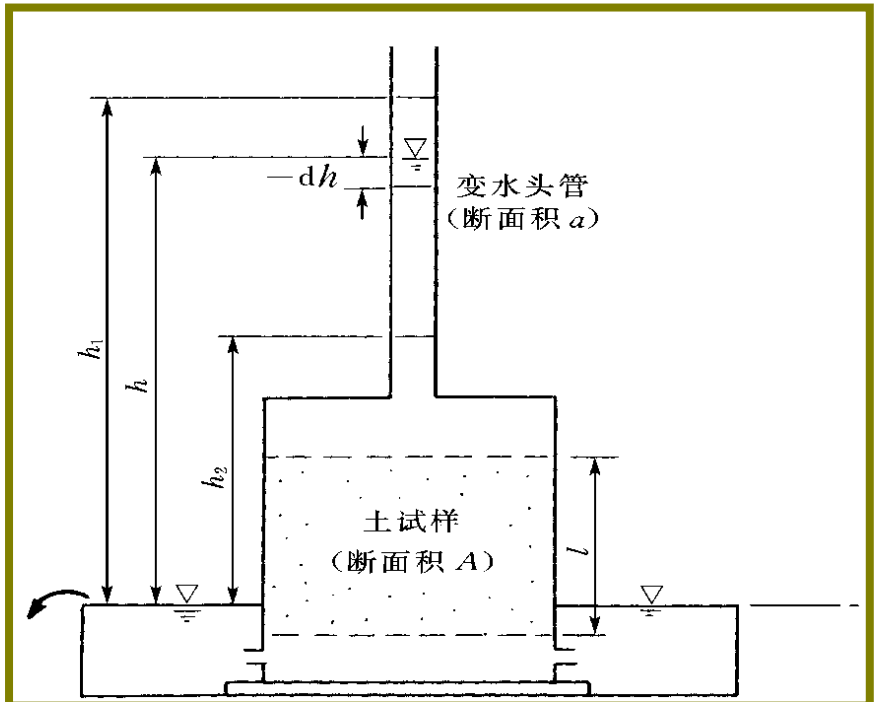
设在任意时刻测压管的水位为h(变数)，水力坡降$i=h/l$。在dt时间内，断面积为A的测压管水位下降了dh,则

$$k\frac{h}{l}A\,dt=a(-dh)$$

$$k\frac{A}{l}\int_{t_1}^{t_2}dt=-a\int_{h_1}^{h_2}\frac{dh}{h}$$

$$k\frac{A}{l}(t_2-t_1)=-a\lg\frac{h_2}{h_1}=a\lg\frac{h_1}{h_2}$$

$$k=\frac{2.3al}{A(t_2-t_1)}\lg\frac{h_1}{h_2}$$



6.4 试验数据记录及处理

自行完成实验报告册中的内容

The end

文件名格式：班级 学号 姓名 简略实验名称

邮件标题同文件名

Any questions please 发送至

xingzhengwu@163.com