

第六章 恒定有压管流

§ 6—1 概述

§ 6—2 短管的水力计算

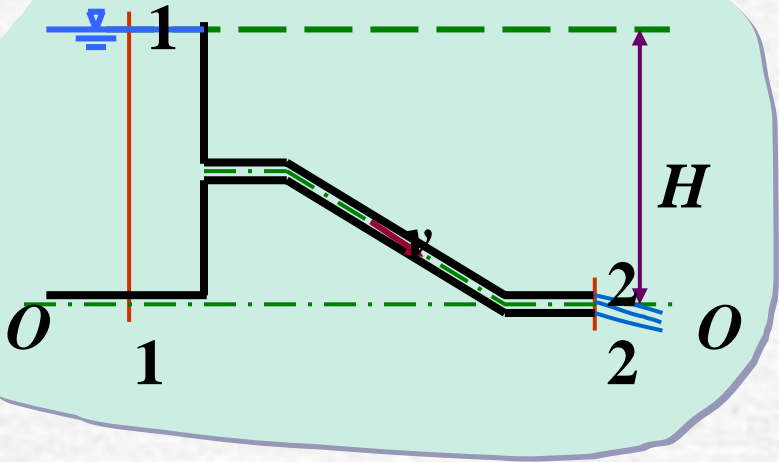
§ 6—3 长管的水力计算

§ 6—1 概述

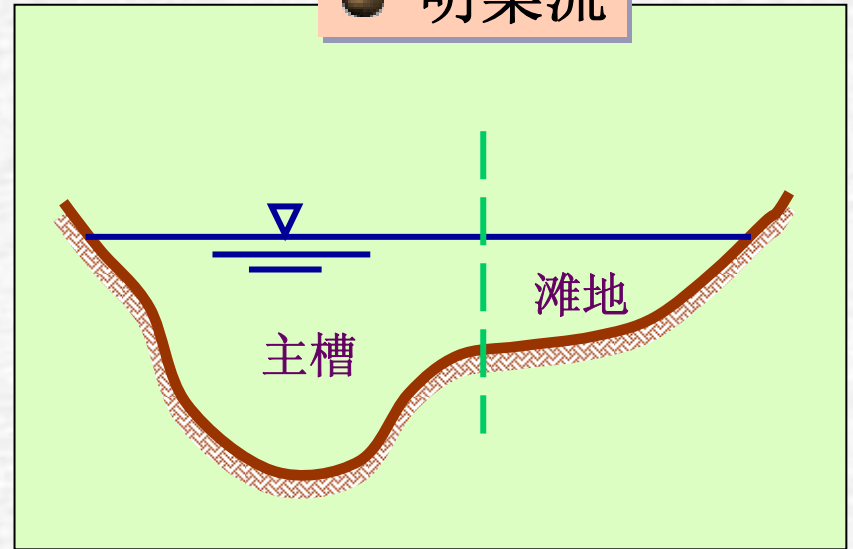
❖ 本章在三大方程（连续方程、能量方程、动量方程）以及定量分析沿程水头损失和局部水头损失规律的基础上，研究工程实际中最常见的水流现象。

一. 工程中的水流现象

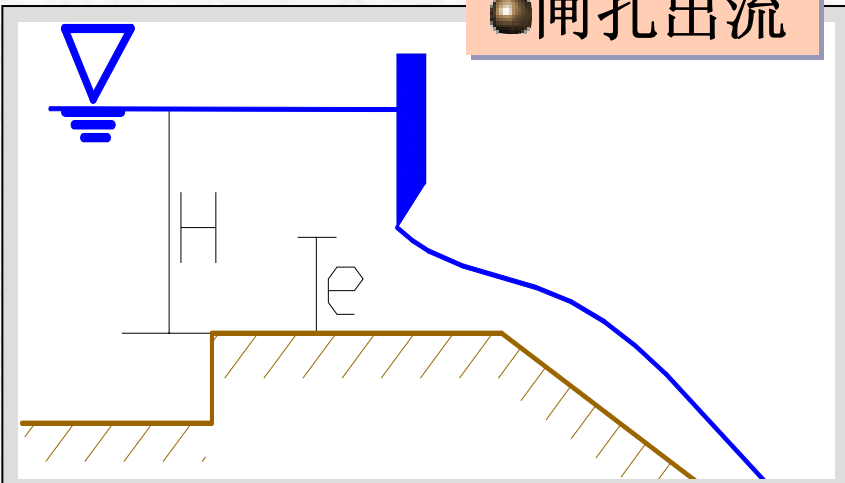
● 管流



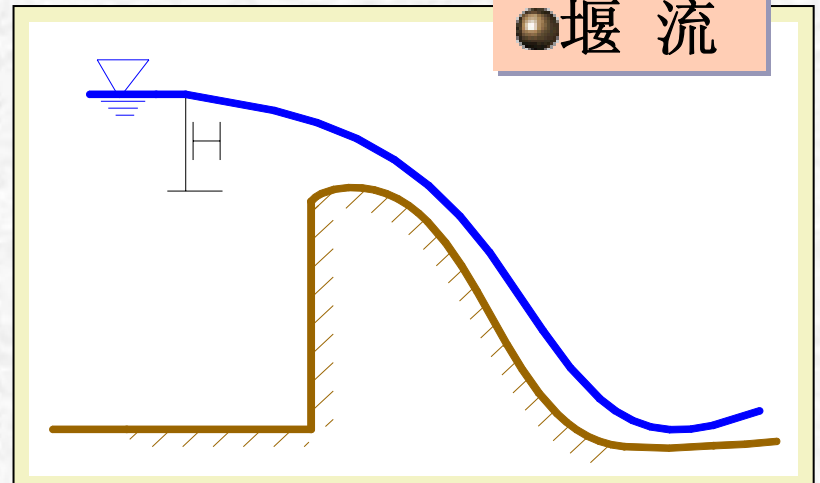
● 明渠流



● 闸孔出流



● 堰流



二. 解决的问题

● 输水能力：求流量；

● 确定尺寸：求管径、水头、闸门开度等；

● 水流特性：求压强、流速等。

三. 研究的途径

三大方程



连续方程

能量方程

动量方程



损失公式

四. 管流的分类

从时间上

恒定流

非恒定流

$$\frac{\partial B}{\partial t} = 0$$

$$\frac{\partial B}{\partial t} \neq 0$$

从空间上

简单管路

复杂管路

串联管路

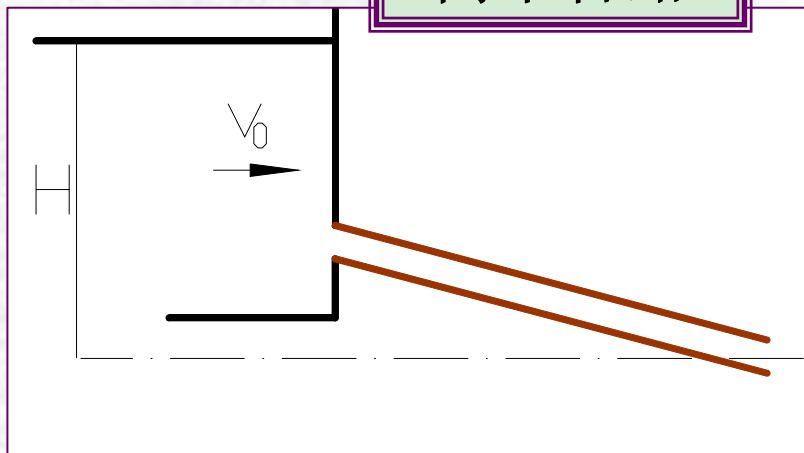
并联管路

分叉管路

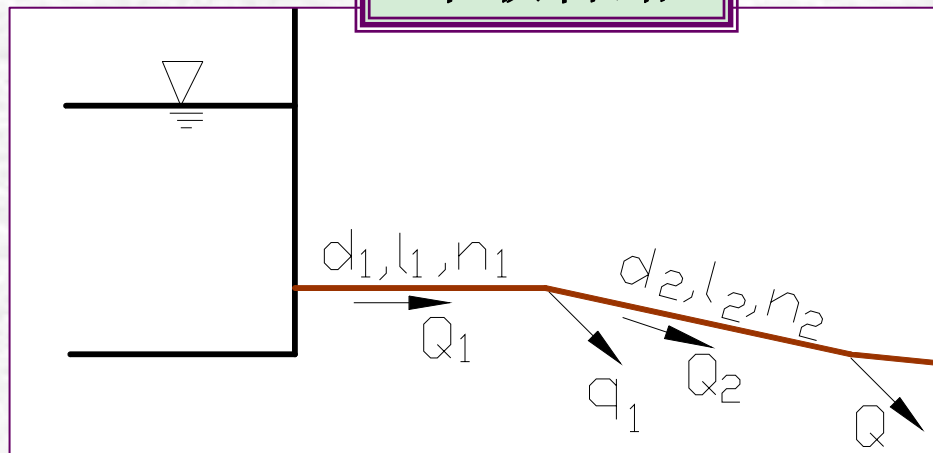
沿程途泄

管网

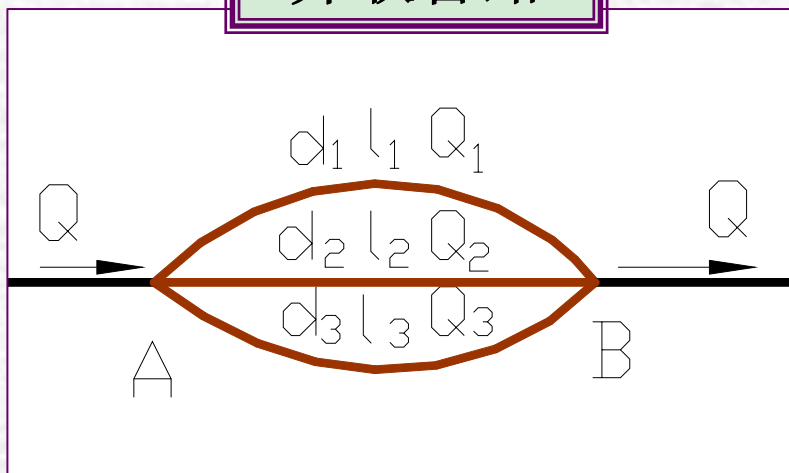
简单管路



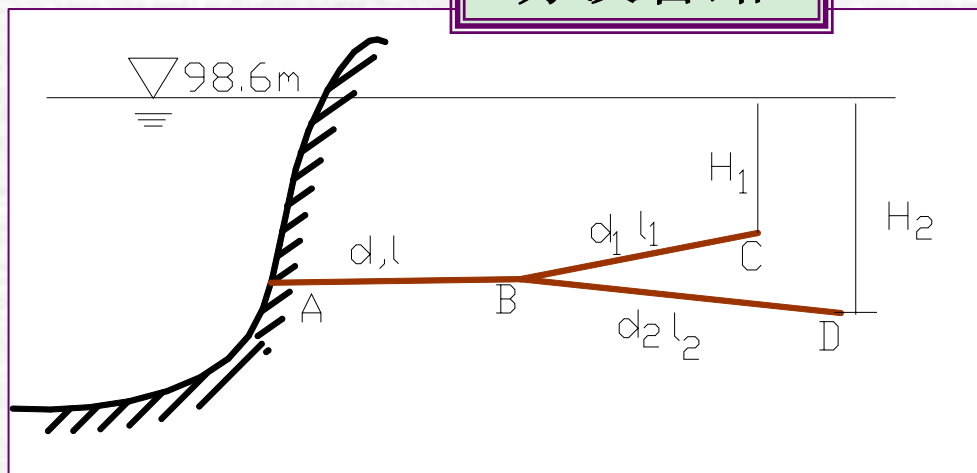
串联管路



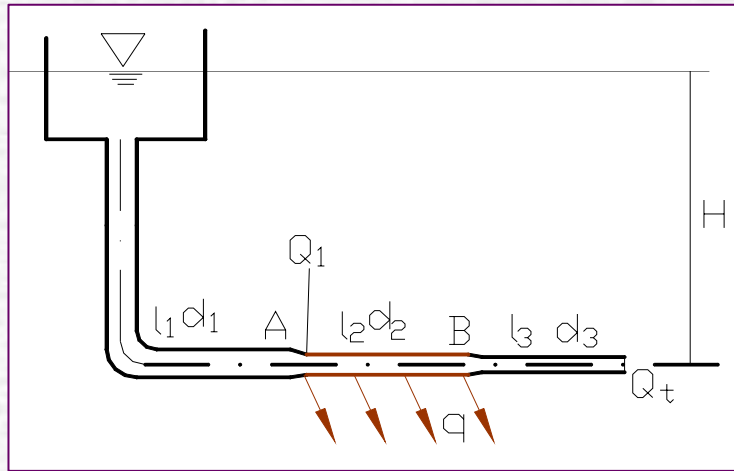
并联管路



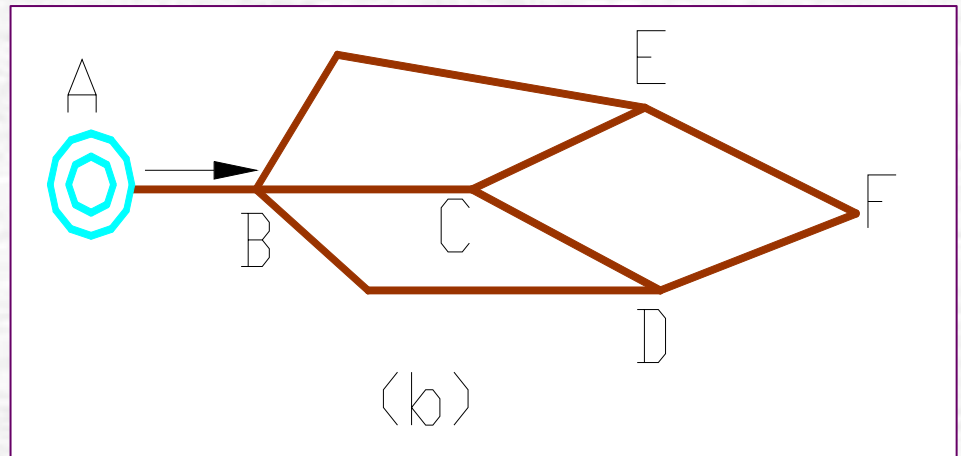
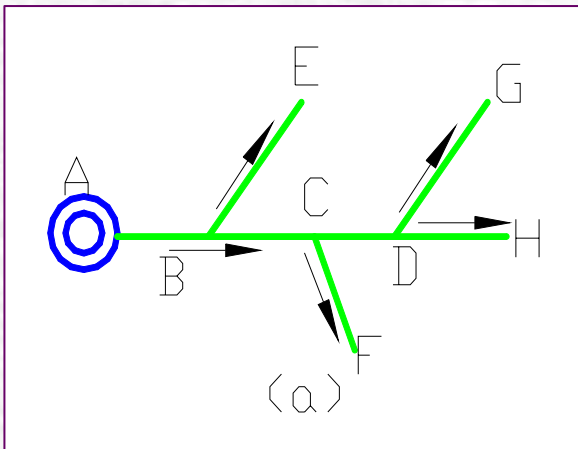
分叉管路



沿程途泄



管网



能量观点

长管

$$\sum h_j + \frac{\alpha v^2}{2g} \leq 5\% \sum h_f$$

短管

$$\sum h_j + \frac{\alpha v^2}{2g} > 5\% \sum h_f$$

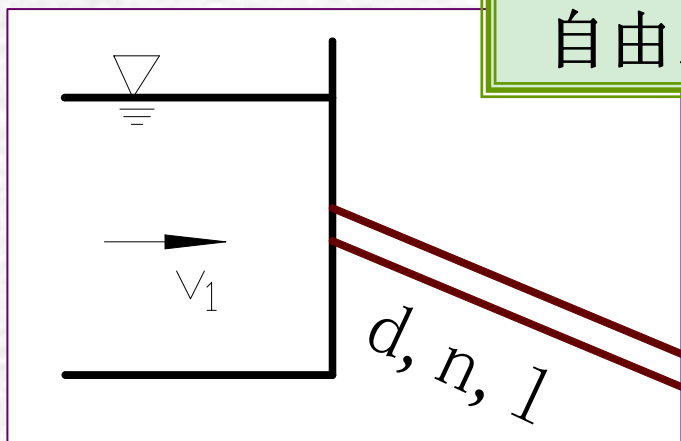
短管、长管是按能量划分的，不是按管长度划分。

出流情况

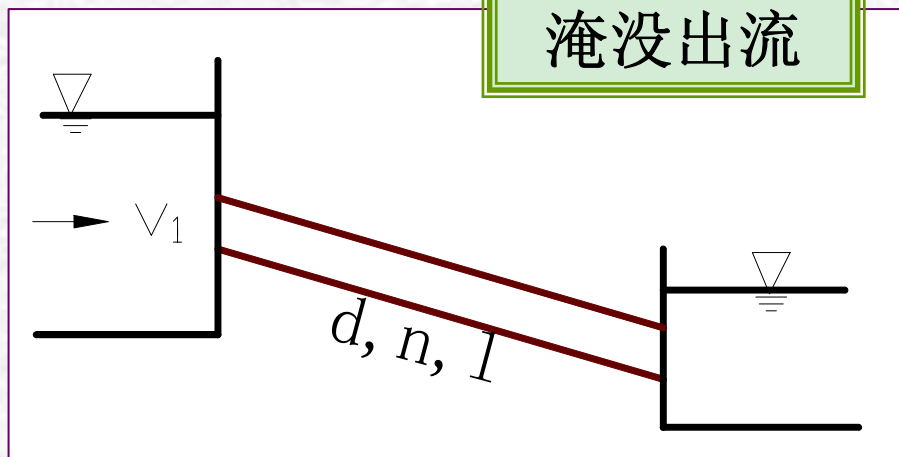
自由出流

淹没出流

自由出流



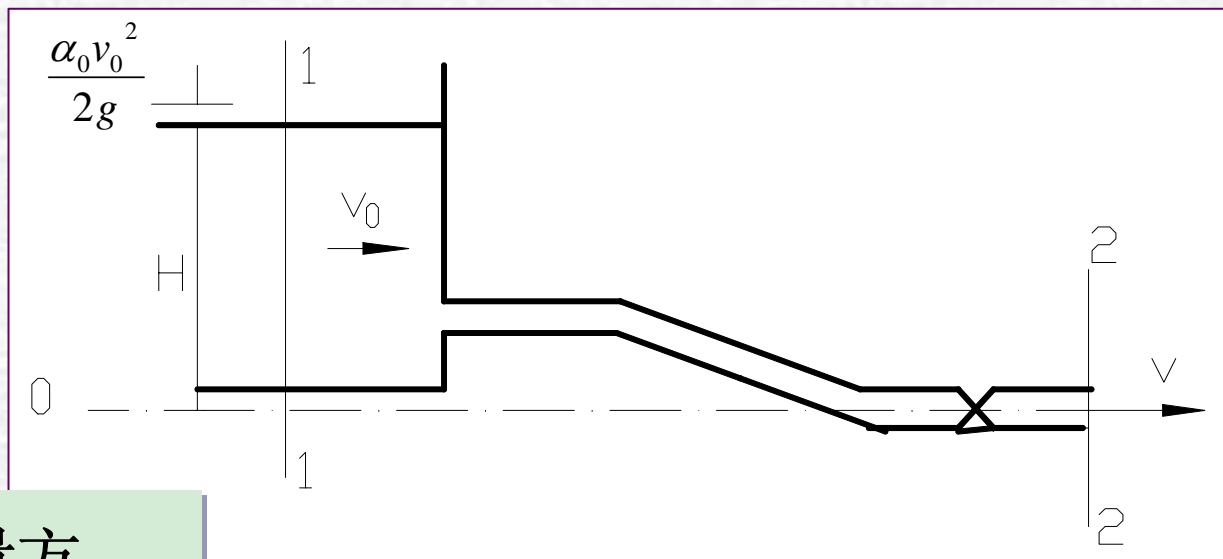
淹没出流



§ 6—2 短管的水力计算

一. 基本公式

● 自由出流



列1-1与2-2断面的能量方

程:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{w1-2}$$

$$H + 0 + \frac{\alpha_0 v_0^2}{2g} = 0 + 0 + \frac{\alpha v^2}{2g} + h_{w1-2}$$

$$H_0 = \frac{\alpha v^2}{2g} + h_{w1-2}$$

表明

短管自由出流时，总水头除消耗于管路的水头损失外，还有一部分变成动能 $\frac{\alpha v^2}{2g}$ 被水流带到大气中。

$$H_0 = \frac{\alpha v^2}{2g} + h_{w1-2}$$

$$H_0 = H + \frac{\alpha_0 v_0^2}{2g}$$

$$h_{w1-2} = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} + \sum \zeta \frac{v^2}{2g} = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta \right) \frac{v^2}{2g}$$

$$H_0 = \left(\alpha + \lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta \right) \frac{v^2}{2g}$$

$$v = \frac{1}{\sqrt{1.0 + \lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta}} \sqrt{2gH_0}$$

$$Q = Av = A \frac{1}{\sqrt{1.0 + \lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta}} \sqrt{2gH_0} = \mu_c A \sqrt{2gH_0}$$

$$Q = Av = A \frac{1}{\sqrt{1.0 + \lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta}} \sqrt{2gH_0} = \mu_c A \sqrt{2gH_0}$$

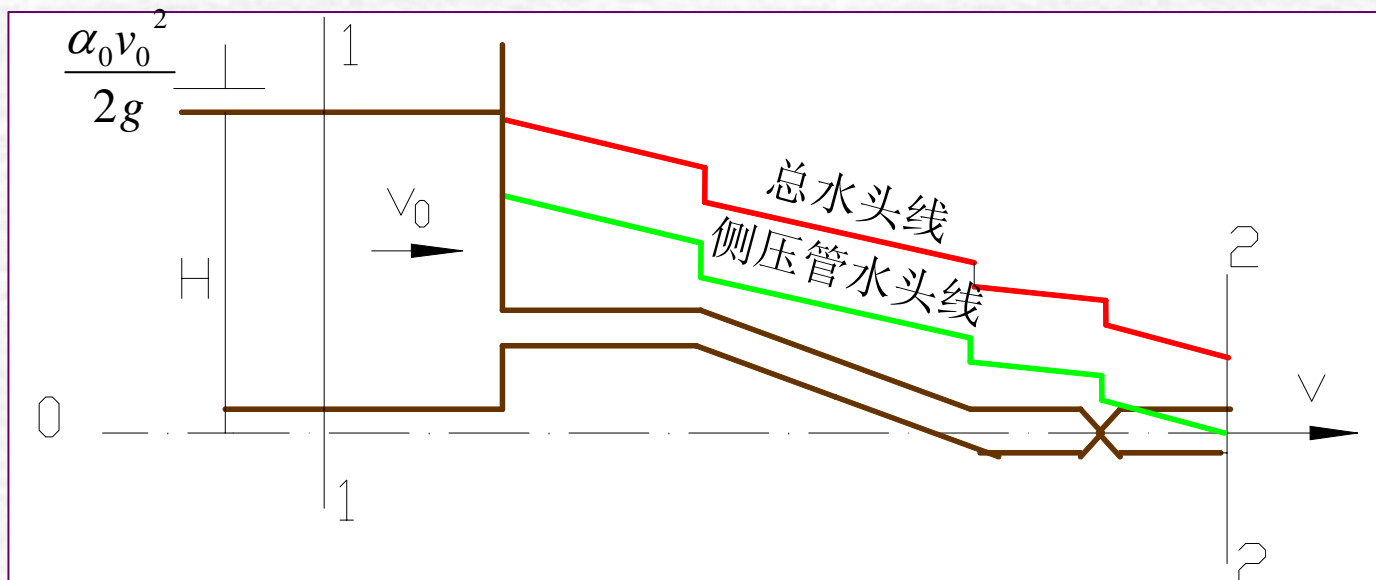
短管自由出流公式

流量系数

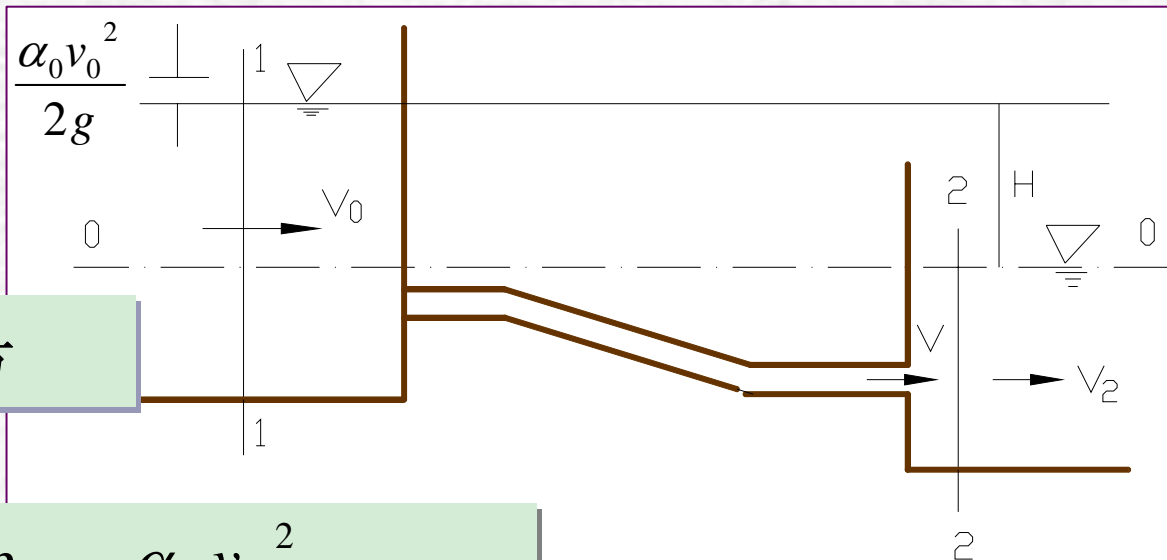
$$\mu_c = \frac{1}{\sqrt{1.0 + \lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta}}$$

● 一般 $v_0 \ll v$

$$Q = \mu_c A \sqrt{2gH}$$



淹没出流



列1-1与2-2断面的能量方程:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{w1-2}$$

$$H + 0 + \frac{\alpha_0 v_0^2}{2g} = 0 + 0 + \frac{\alpha v_2^2}{2g} + h_{w1-2}$$

$$H_0 = h_{w1-2}$$

表明

短管淹没出流时，全部水头都消耗于管路的水头损失。

$$H_0 = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta \right) \frac{v^2}{2g}$$

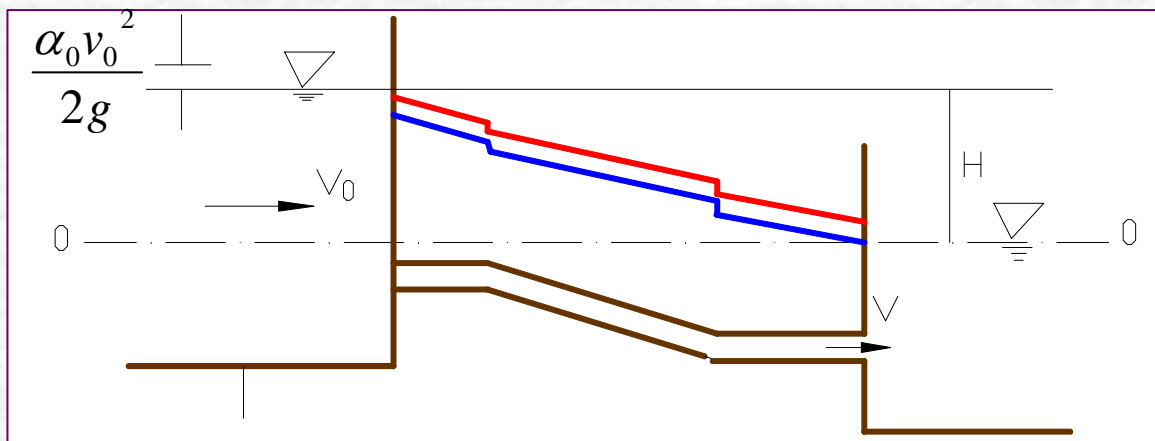


$$v = \frac{1}{\sqrt{\lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta}} \sqrt{2gH_0}$$



$$Q = Av = A \frac{1}{\sqrt{\lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta}} \sqrt{2gH_0} = \mu_c A \sqrt{2gH_0}$$

● 短管自由出流、淹没出流的流量公式完全相同，流量系数 μ_c 的形式不同，但若管路布置及各参数相同，则 $\mu_{c\text{自由}} = \mu_{c\text{淹没}}$ 。



为什么?

二. 基本问题

$$Q = \mu_c A \sqrt{2 g H_0}$$

- 已知流量 Q 、管径 d 及阻力系数组成，确定总水头 H_0 (H)。
- 已知水头 H_0 (H)、管径 d 及阻力系数组成，计算输水能力 Q 。
- 已知总水头 H_0 (H)、流量 Q 及阻力系数组成，设计管径 d 。

注意

短管的所有公式都不用记忆，只需列能量方程。

三. 举例

1 离心泵管路系统的水力计算

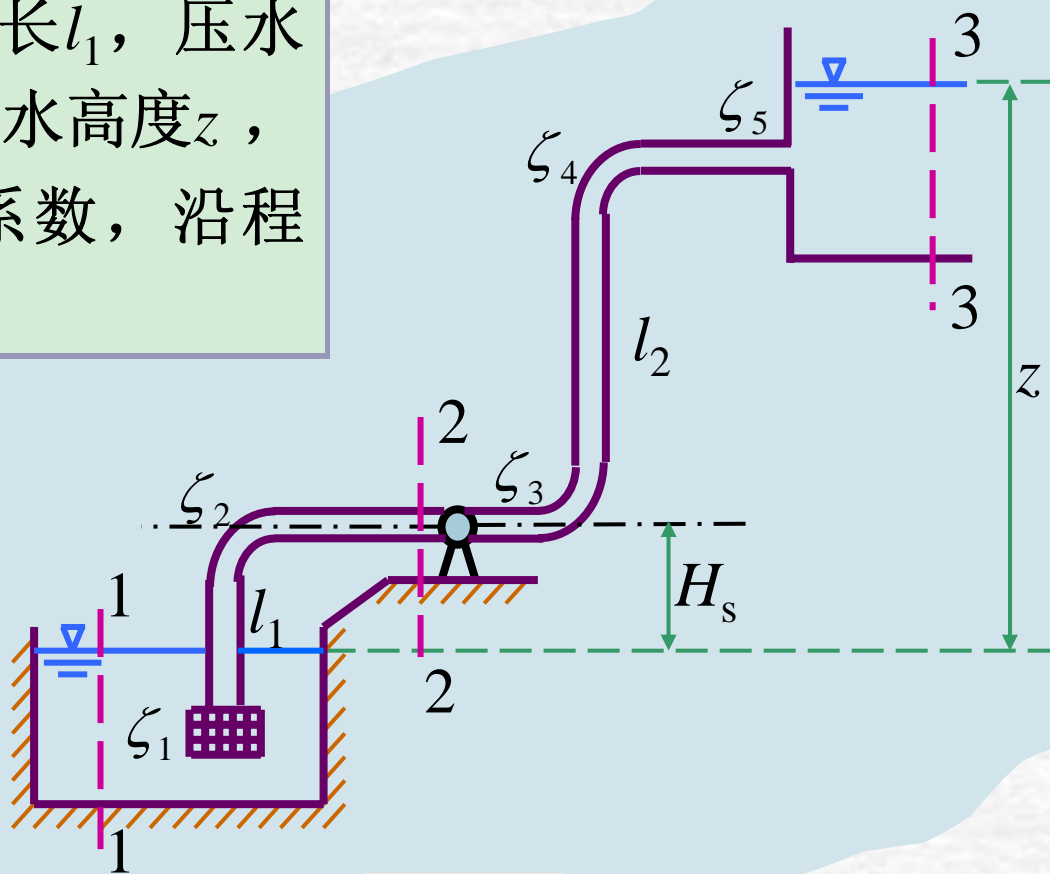
已知 流量 Q ，吸水管长 l_1 ，压水管长 l_2 ，管径 d ，提水高度 z ，各局部水头损失系数，沿程水头损失系数 λ

要求

水泵最大真空度不超过6-7m

确定

水泵允许安装高度



计算

水泵扬程

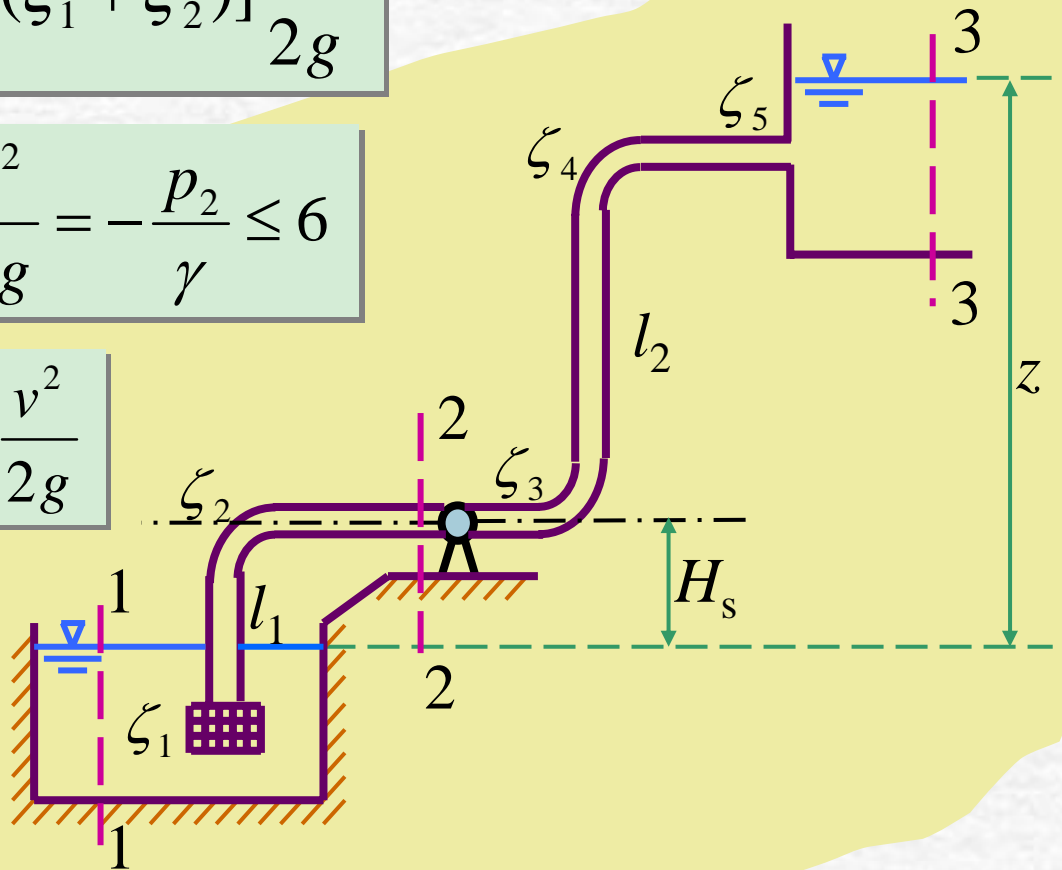
$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{w1-2}$$

$Q, d \rightarrow v$

$$0 = H_s + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + \left[\lambda \frac{l_1}{d} + (\zeta_1 + \zeta_2) \right] \frac{v^2}{2g}$$

$$H_s + \left[1.0 + \lambda \frac{l_1}{d} + (\zeta_1 + \zeta_2) \right] \frac{v^2}{2g} = -\frac{p_2}{\gamma} \leq 6$$

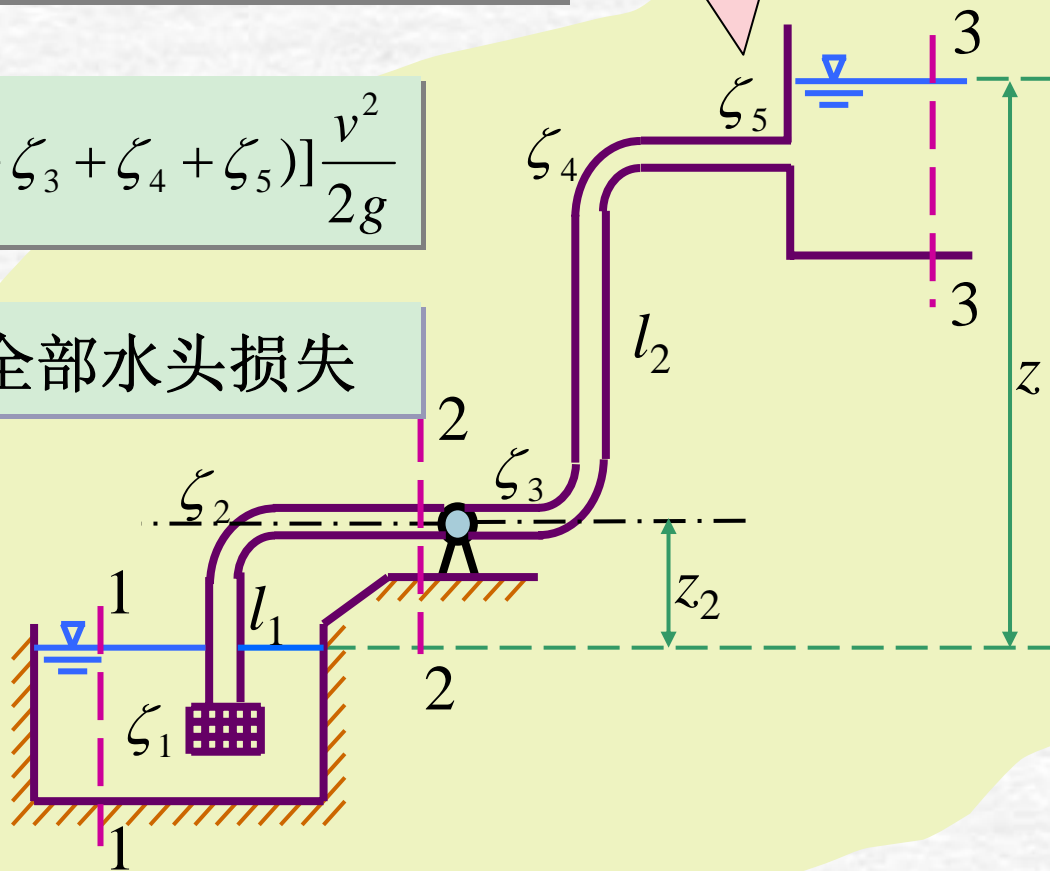
$$H_s \leq 6 - \left[1.0 + \lambda \frac{l_1}{d} + (\zeta_1 + \zeta_2) \right] \frac{v^2}{2g}$$



$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + H_m + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_3 + \frac{p_3}{\gamma} + \frac{\alpha_3 v_3^2}{2g} + h_{w1-3}$$

$$H_m = z + \left[\lambda \frac{l_1 + l_2}{d} + (\zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3 + \zeta_4 + \zeta_5) \right] \frac{v^2}{2g}$$

水泵扬程 = 提水高度 + 全部水头损失



2 有压泄水管道的水力计算

已知

圆形隧洞 $d, l_1, l_2, \zeta_1, \zeta_2, n, \nabla_1, \nabla_2, \nabla_3$

求

泄流量 Q 。

解：

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{w1-2}$$

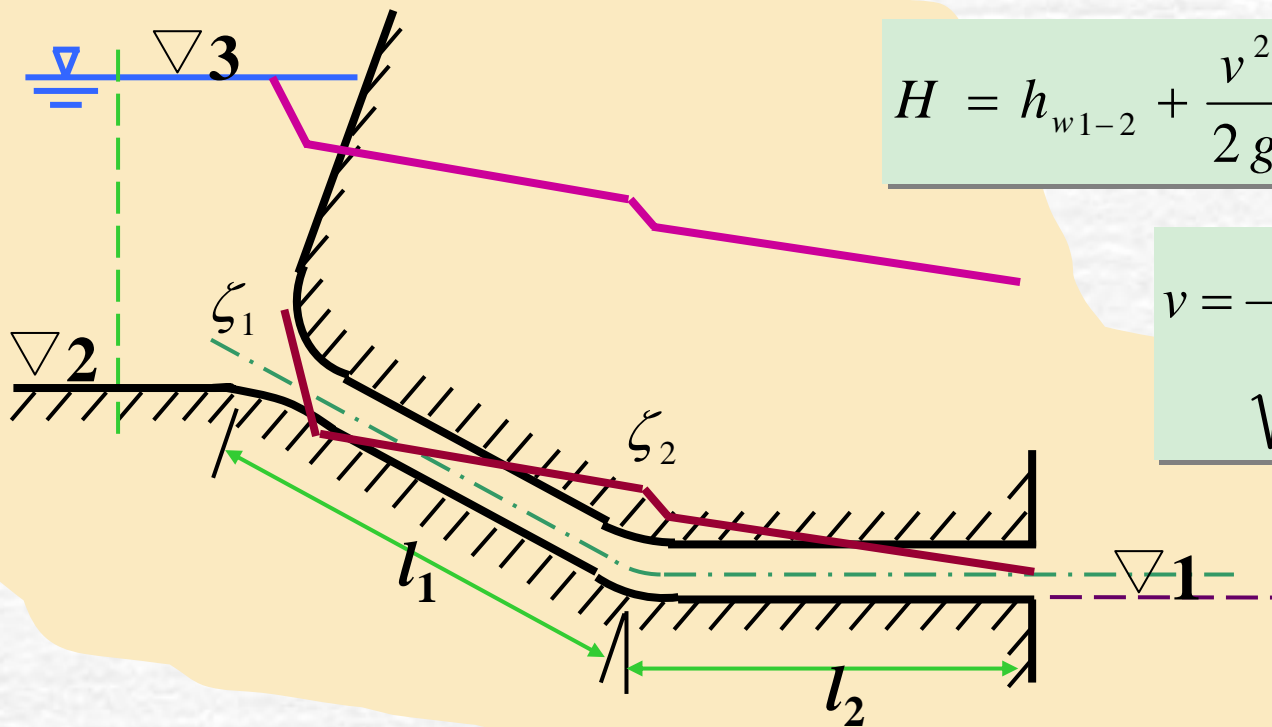
$$H = h_{w1-2} + \frac{v^2}{2g} = \left(1 + \lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta\right) \frac{v^2}{2g}$$

$$v = \frac{1}{\sqrt{1 + \lambda \frac{l}{d} + \zeta_1 + \zeta_2}} \sqrt{2gH}$$

$$R, n \Rightarrow C \Rightarrow \lambda$$

$$R = \frac{d}{4}$$

$$\nabla_1, \nabla_3 \Rightarrow H$$



若出口断面由A缩小为 A_2

出口流速

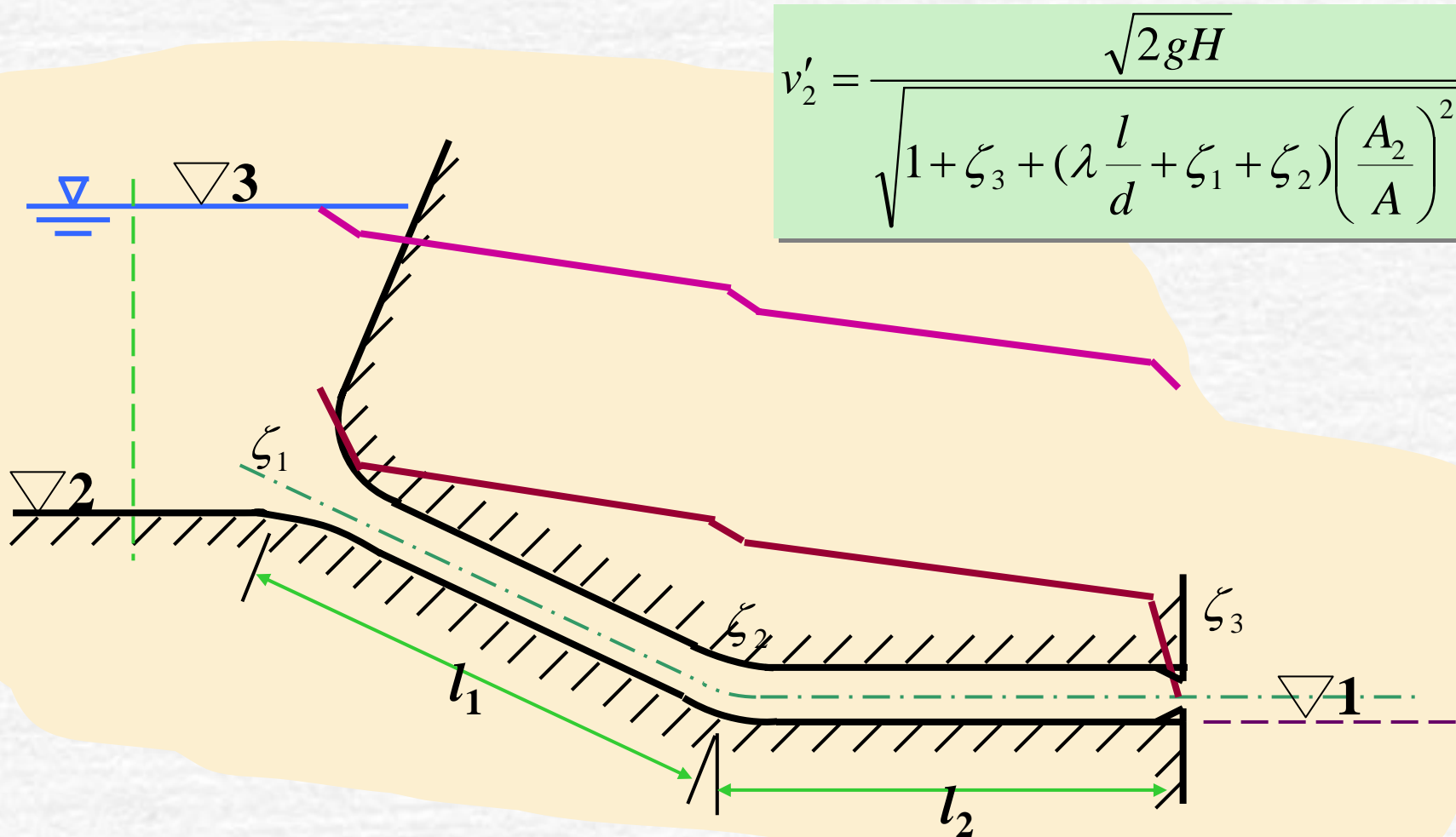
v'_2

管内流速

$v'_2 \frac{A_2}{A}$

新增出口局部损失

ζ_3



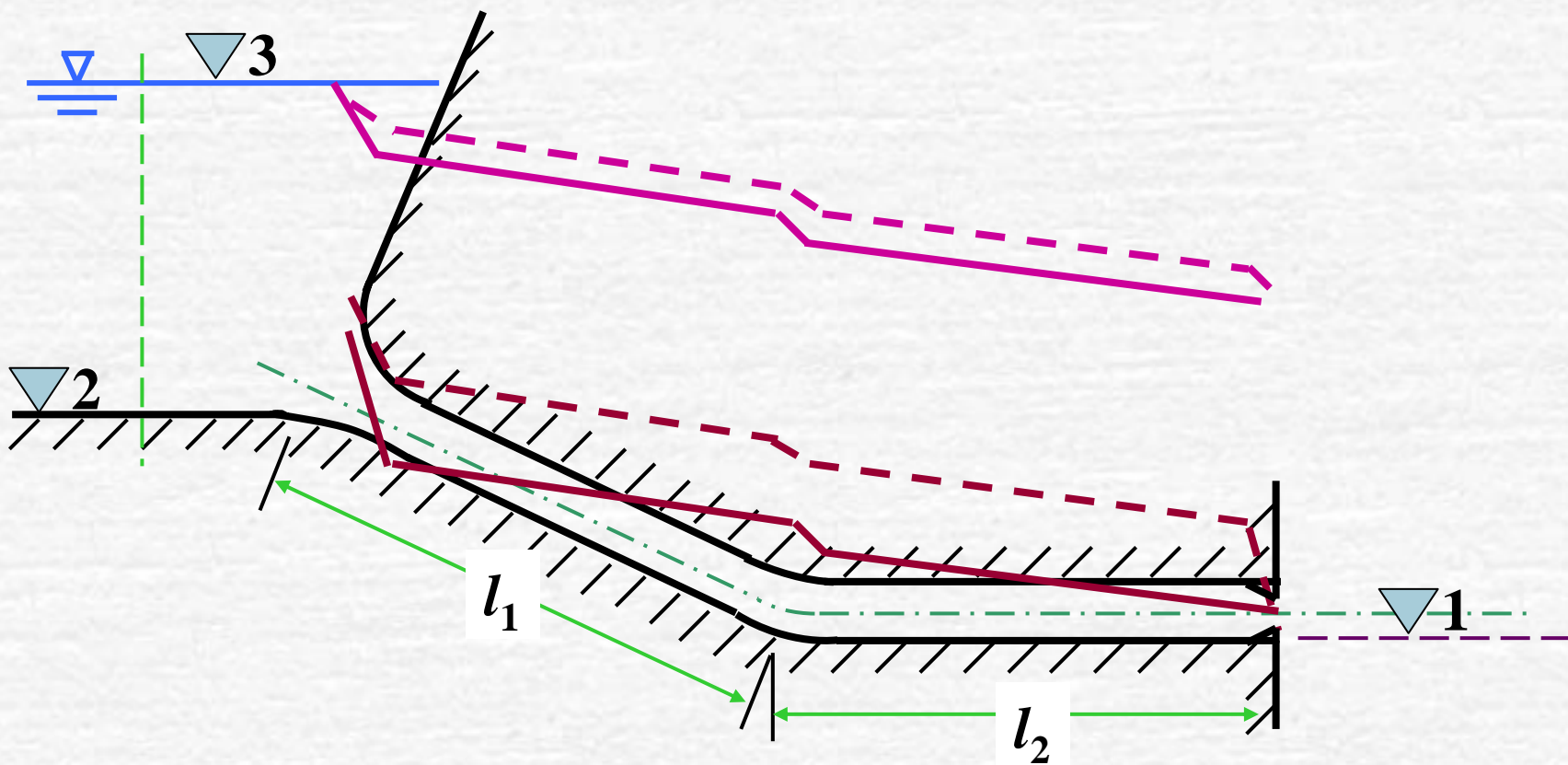
出口断面缩小

出口流速稍有增大

管中流速却显著减小

出流量减小

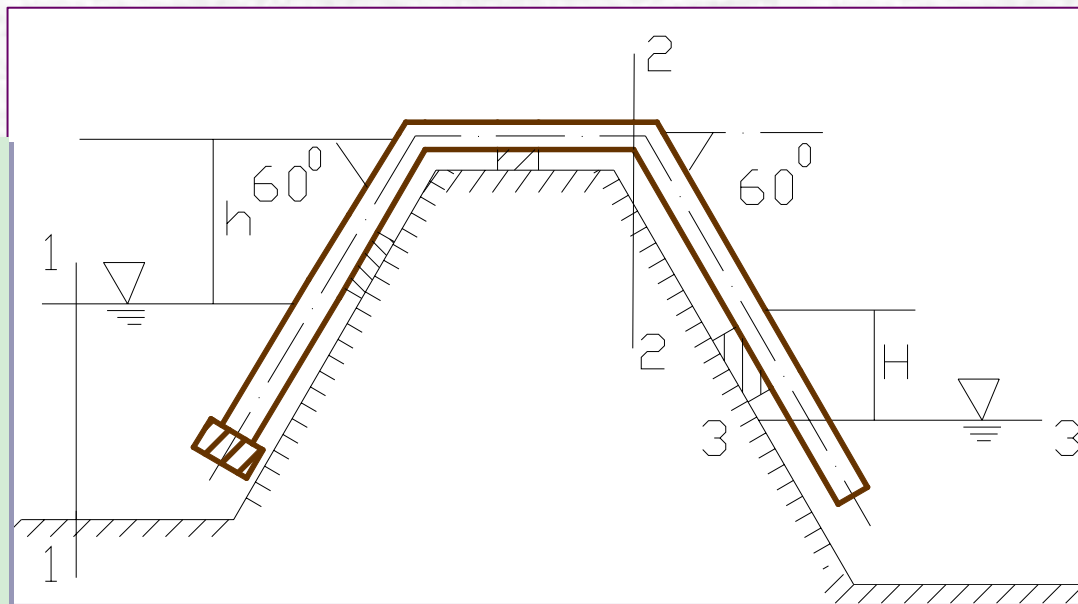
沿程压强增高



3 虹吸管的水力计算

已知

吸水管长 l_1 ，压水管长 l_2 ，管径 d ，水面高差 H ，各局部水头损失系数，沿程水头损失系数 λ



要求

虹吸管最大真空度 h_v 不超过7-8m

确定

输水能力 Q 及安装高度 h

解

(1) 求流量 Q

列1-1与3-3断面的能量方

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_3 + \frac{p_3}{\gamma} + \frac{\alpha_3 v_3^2}{2g} + h_{w1-3}$$

$$H + 0 + 0 = 0 + 0 + 0 + h_{w1-3}$$

$$H = h_{w1-3}$$

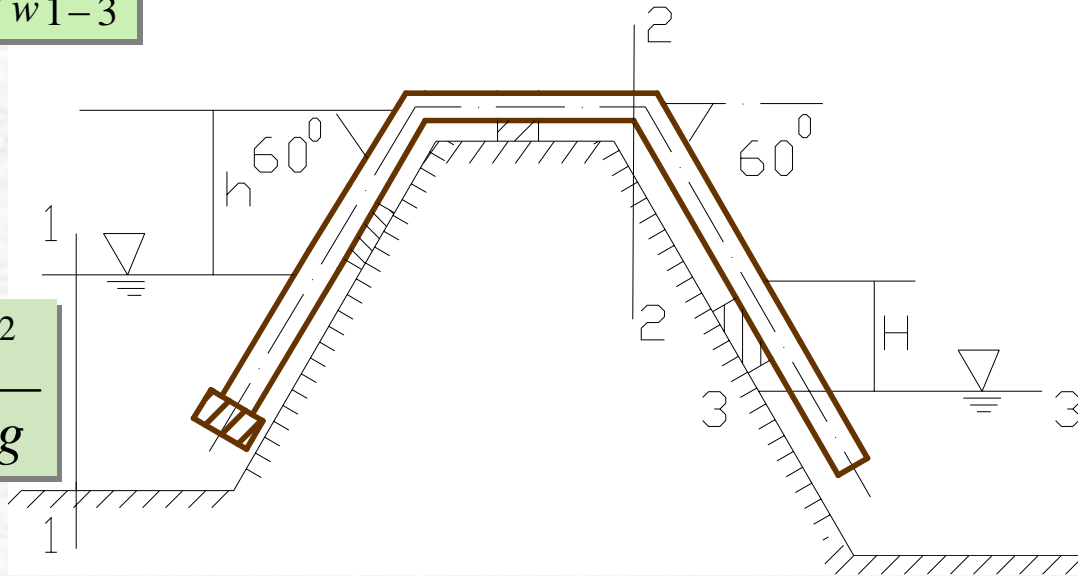
$$H = h_{w1-3} = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta \right) \frac{v^2}{2g}$$

$$l = l_1 + l_2$$

$$\sum \zeta = \zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3 + 1.0$$

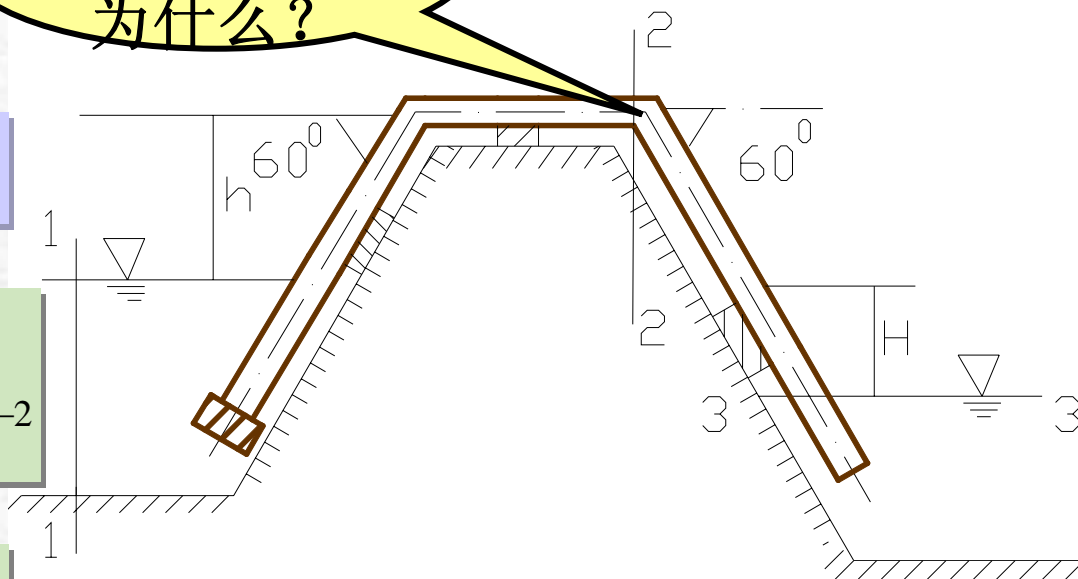
$$v = \frac{1}{\sqrt{\lambda \frac{l_1 + l_2}{d} + \zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3 + 1.0}} \sqrt{2gH}$$

$$Q = Av = \frac{A}{\sqrt{\lambda \frac{l_1 + l_2}{d} + \zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3 + 1.0}} \sqrt{2gH}$$



(2) 求安装高度h

压强最低，
为什么？



列1-1与2-2断面的能量方程。

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{w1-2}$$

$$0 + \frac{p_a}{\gamma} + 0 = h + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{w1-2}$$

$$h = \frac{p_a - p_2}{\gamma} - \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - h_{w1-2} = h_v - (1 + \lambda \frac{l_1}{d} + \sum \zeta') \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g}$$

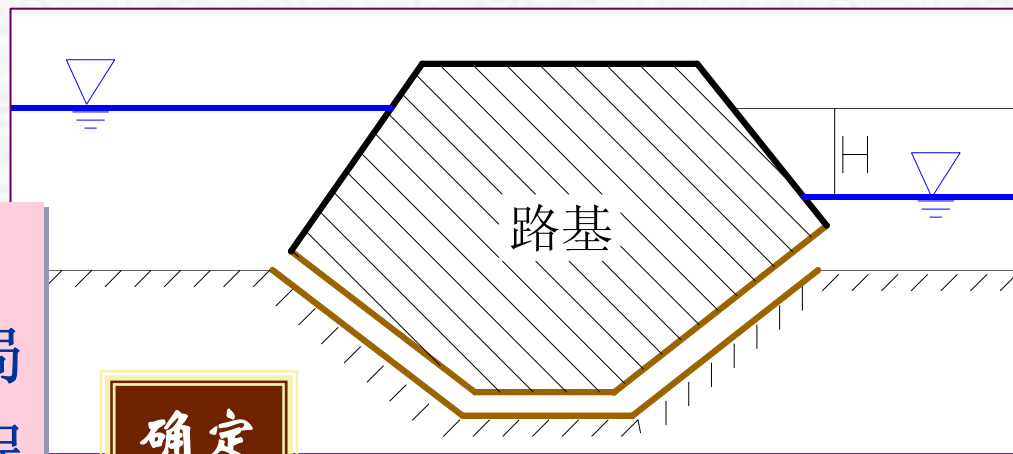
$$\sum \zeta' = \zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3$$

$$v_2 = \frac{4Q}{\pi d^2}$$

4 倒虹吸管的水力计算

已知

流量 Q ，输水管长 l ，
上下游水位差 H ，各局
部水头损失系数，沿程
水头损失系数 λ



确定

管径 d 。

解

:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_w$$

$$H + 0 + 0 = 0 + 0 + 0 + h_w$$

$$H = h_w = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta \right) \frac{v^2}{2g}$$

$$Q = Av = \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2gH} = f(d)$$

试算

求 d

§ 6—3 长管的水力计算

长管

如果局部损失及出口流速水头之和小于沿程水头损失的5%，即作用水头的95%以上用于沿程水头损失，我们就可以略去局部损失及出口速度水头，认为全部作用水头消耗在沿程，这样的管道流动称为水力长管。否则为水力短管。

长管的水力计算比较简单，一般可编制成统一的表，查表计算。

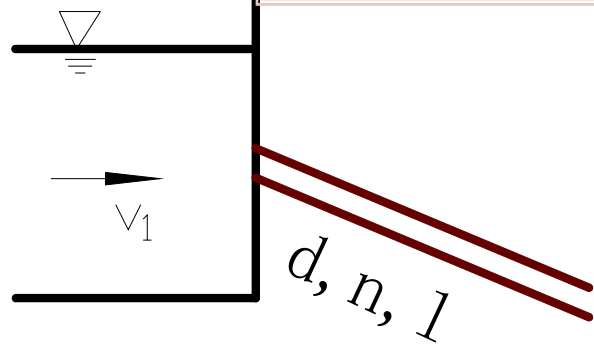
一. 简单管路的水力计算

简单管路

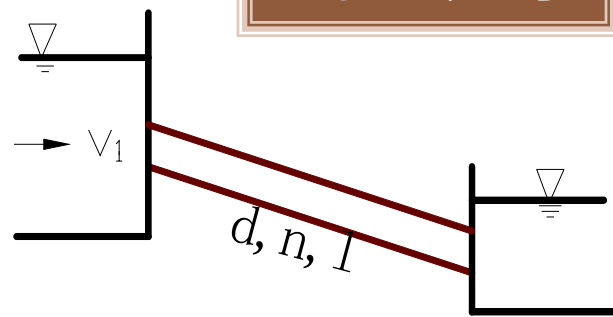
管道的管径 d 、粗糙系数 n （或沿程阻力系数 λ ）沿程不变且无分支的管路。

简单管路的计算是一切复杂管路水力计算的基础。

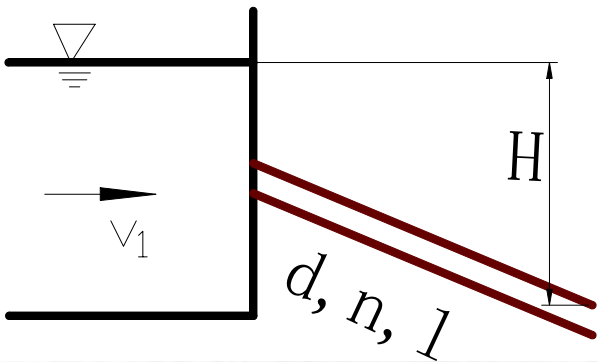
自由出流



淹没出流



自由出流



根据连续方程

$$H + 0 + 0 = 0 + 0 + 0 + h_w = h_f$$

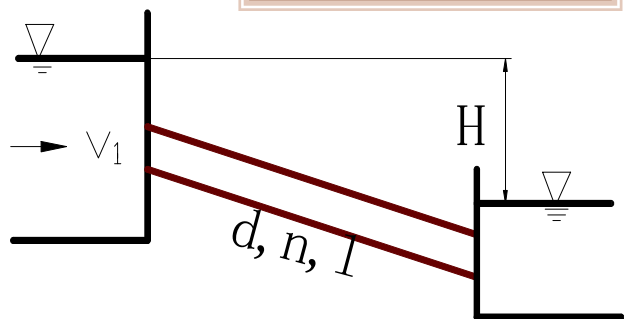


长管的全部作用水头都消耗于沿程损失

根据谢才公式

$$Q = vA = AC\sqrt{RJ} \equiv K\sqrt{J} = K\sqrt{\frac{h_f}{l}}$$

淹没出流



$$K = AC\sqrt{R}$$

流量模数

与流量具有相同的量纲

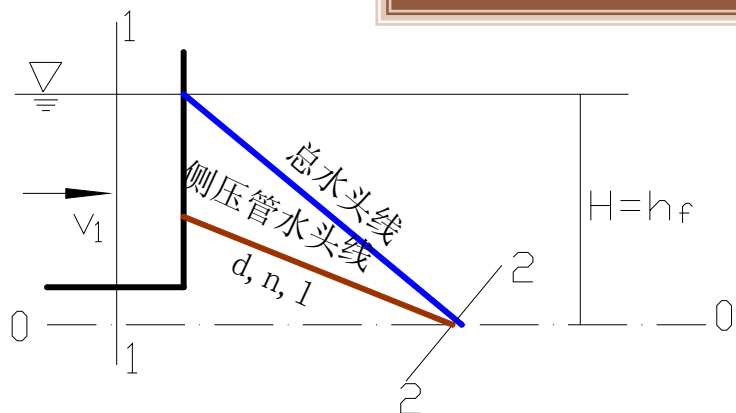
$$H = h_f = \frac{Q^2}{K^2} l$$

适用条件

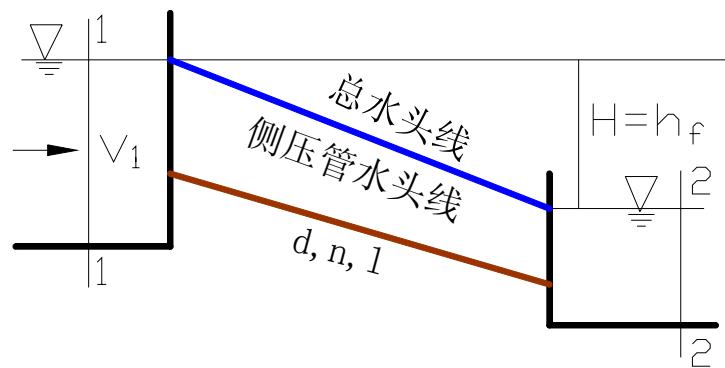
阻力平方区

● 长管的总水头线和测压管水头线重合。为什么？

自由出流



淹没出流



● 给排水工程中，常用比阻 S_0 计算水头损失。

$$H = h_f = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} = \lambda \frac{l}{d} \frac{1}{2g} \frac{Q^2}{(\pi d^2 / 4)^2} = \frac{8\lambda}{g\pi^2 d^5} l Q^2 = S_0 l Q^2$$

$$S_0 = \frac{8\lambda}{g\pi^2 d^5} = 0.0827 \frac{\lambda}{d^5}$$

比阻

单位流量通过单位长度管道所需的水头。

比阻

$$S_0 = \frac{8\lambda}{g\pi^2 d^5} = 0.0827 \frac{\lambda}{d^5}$$

λ 由舍维列夫公式计算。

阻力平方区 $v \geq 1.2m/s$

$$\lambda = \frac{0.021}{d^{0.3}}$$

紊流过渡区 $v < 1.2m/s$

$$\lambda = \frac{0.0179}{d^{0.3}} \left(1 + \frac{0.867}{v} \right)^{0.3}$$

$v \geq 1.2m/s$

$$S_0 = \frac{0.001736}{d^{5.3}}$$

$v < 1.2m/s$

$$S_0' = 0.852 \left(1 + \frac{0.867}{v} \right)^{0.3} \frac{0.001736}{d^{5.3}} = kS_0$$

● 根据上述公式，可编制统一表，查表计算。

修正系数

阻力平方区 $v \geq 1.2m/s$: $d \Rightarrow S_0$, 计算损失。

紊流过渡区 $v < 1.2m/s$: $d \Rightarrow S_0$, $v \Rightarrow k$, $S_0' = k S_0$

注意

长管水力计算先要判别流区！

二. 简单管路的水力计算

$$H = h_f = \frac{Q^2}{K^2} l$$

$$H = S_0 l Q^2$$

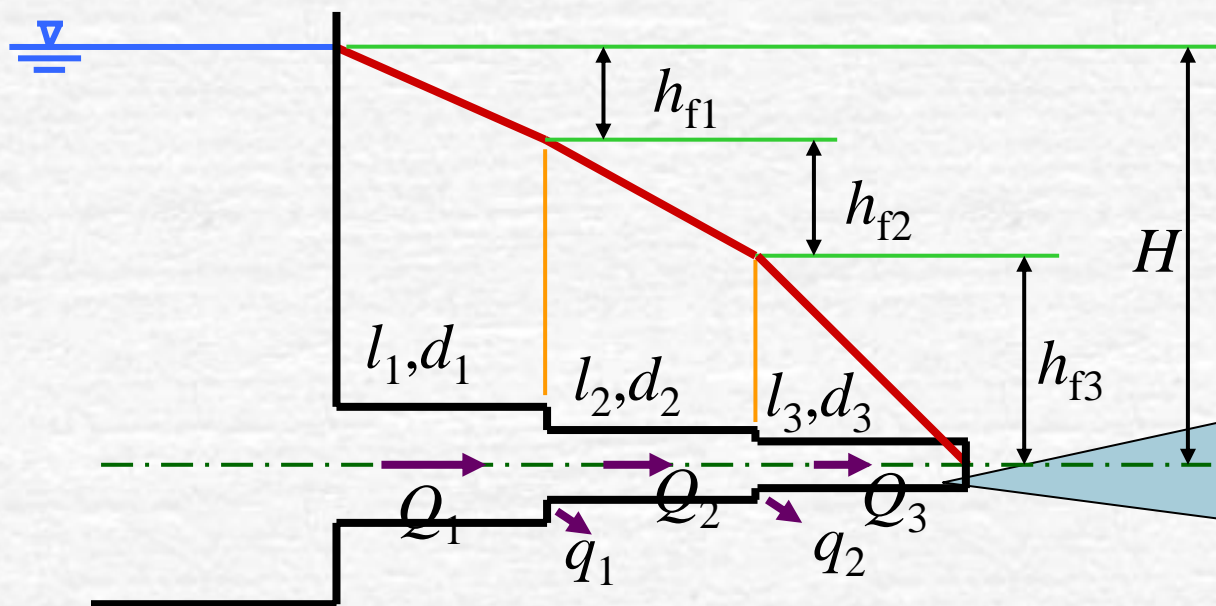
- 已知流量 Q 、管径 d 及沿程阻力系数，确定总水头 H_0 (H)。
- 已知水头 H_0 (H)、管径 d 及沿程阻力系数，计算输水能力 Q 。
- 已知总水头 H_0 (H)、流量 Q 及沿程阻力系数，设计管径 d 。

三. 复杂管道的水力计算

1. 串联管路

由直径不同的管段顺次连接而成的管路。

水头线中不画局部损失和速度水头。



经过一段时间就有流量分出， Q 沿程减小， d 也相应减小。

(1) 由于 n 段管路串联在一个系统中，故总水头损失等于各段损失的叠加

$$H = \sum_{i=1}^n h_{fi} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i^2}{K_i^2} l_i$$

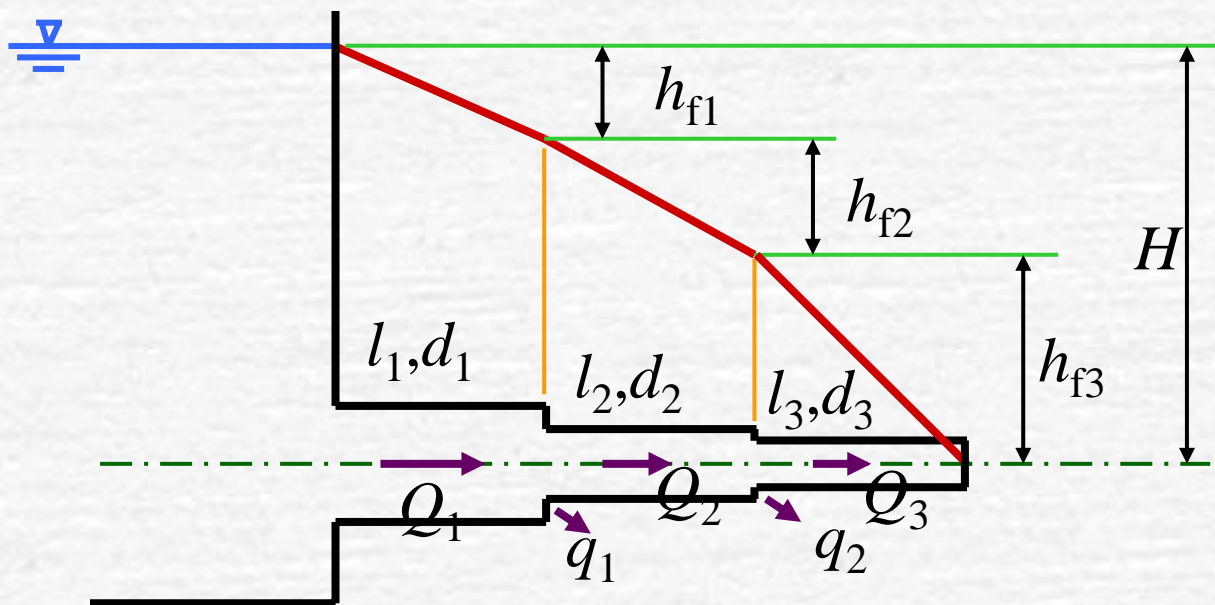
或

$$H = \sum_{i=1}^n S_{0i} Q_i^2 l_i$$

特征

(2) 串联管路中的各管段也满足连续方程 $Q_i = q_i + Q_{i+1} \quad (i = 2, 3)$

(3) 串联管路中的总水头线（测压管水头线）是折线。



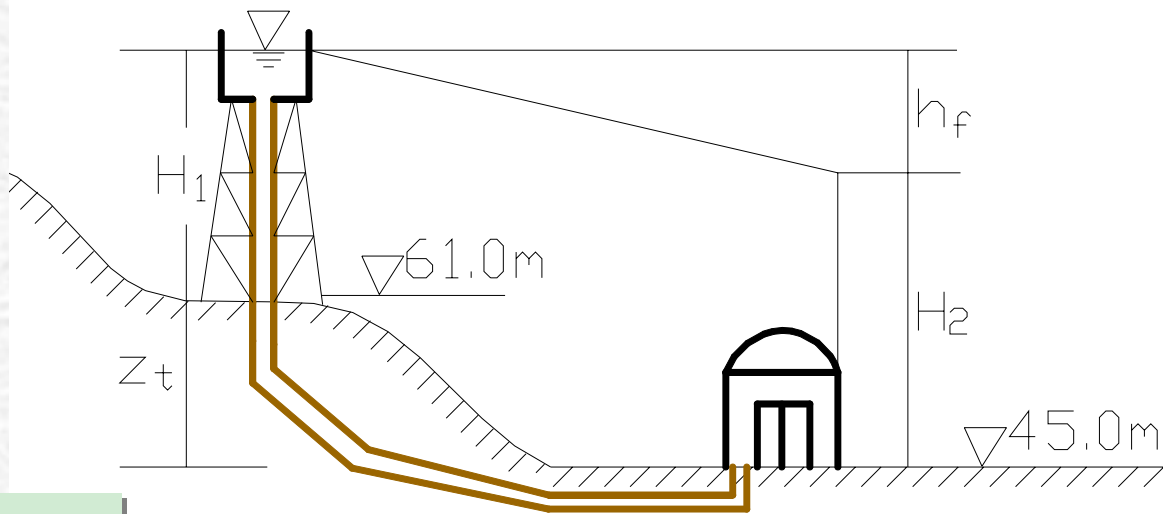
为什么?

举例

已知 $H_1=44\text{m}$, $Z_t=16\text{m}$, $H_2=25\text{m}$, $Q=40\text{l/s}$, $l=2500\text{m}$, 若采用 $d_1=300\text{mm}$ 、 $d_2=200\text{mm}$ 的管道串接。求各管道长度。

解：

判别流区



$$v_1 = \frac{Q}{\pi d_1^2 / 4} = 1.42\text{m/s} > 1.2\text{m/s}$$

阻力平方区

$$v_2 = \frac{Q}{\pi d_2^2 / 4} = 2.04\text{m/s} > 1.2\text{m/s}$$

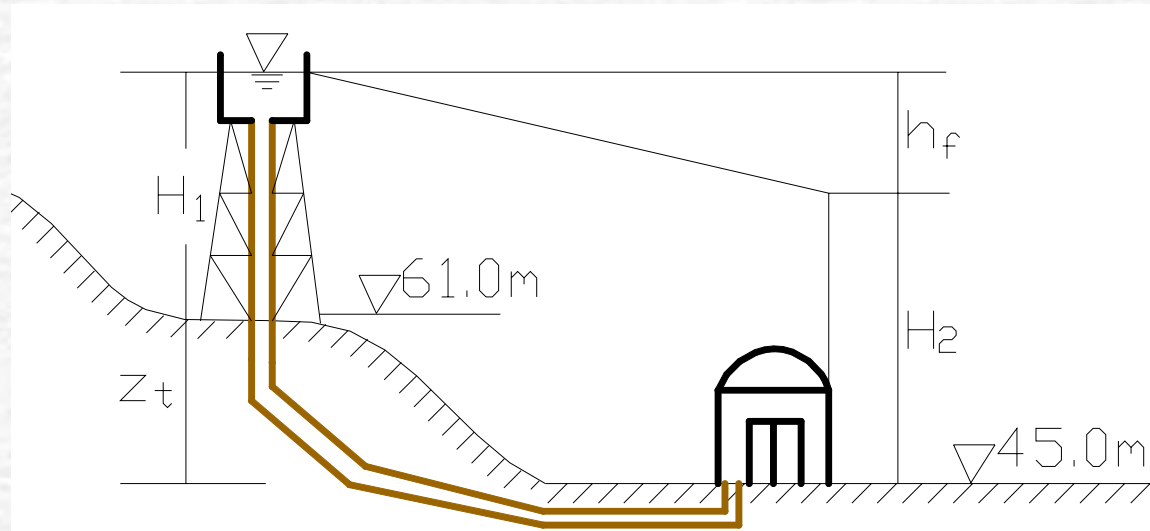
阻力平方区

$$d_1 = 300\text{mm}$$

$$k_1 = 1.006 \times 10^3 \text{ L/s}$$

$$d_2 = 200\text{mm}$$

$$k_2 = 34.1 \text{ L/s}$$



$$H = h_{f1} + h_{f2} = \frac{Q^2}{k_1^2} l_1 + \frac{Q^2}{k_2^2} l_2$$

$$H = H_1 + z - H_2$$

$$l_2 = l - l_1$$

$$l_1 = 2367 \text{ m}$$

$$l_2 = 133 \text{ m}$$

2. 并联管路

两节点间并设两条以上管段的管路。

(1) B、C间总水头差（测压管水头差只有一个）。

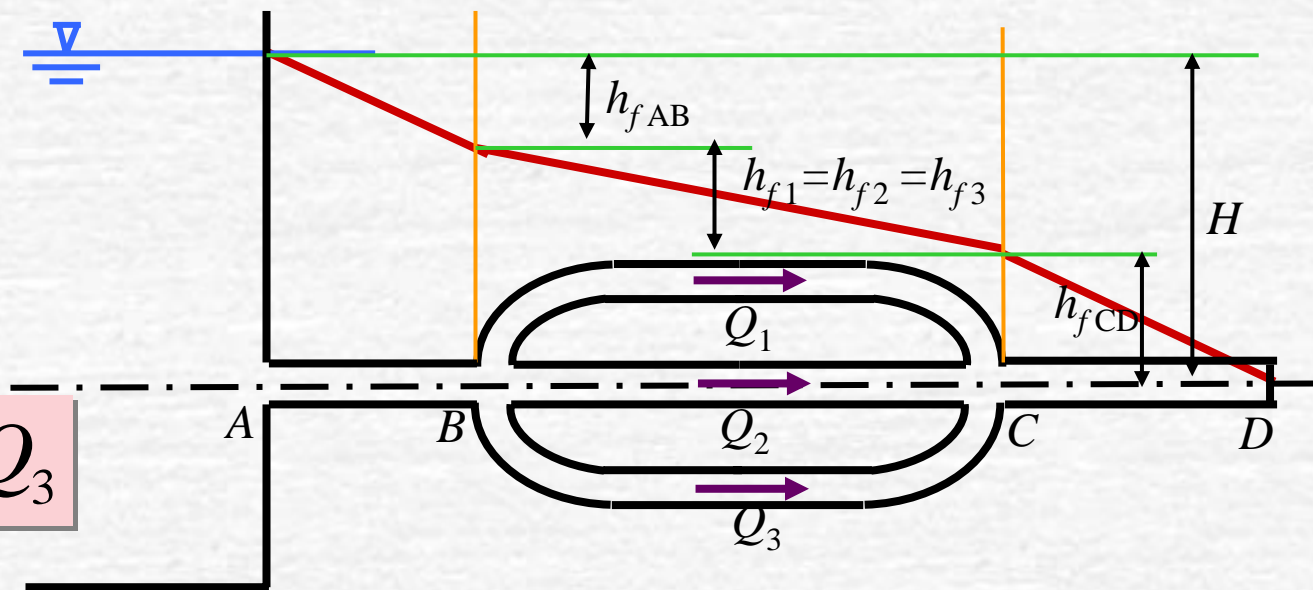
$$h_{fBC} = h_{f1} = h_{f2} = h_{f3}$$

$$\frac{Q_1^2}{K_1^2} l_1 = \frac{Q_2^2}{K_2^2} l_2 = \frac{Q_3^2}{K_3^2} l_3$$

$$S_{01} Q_1^2 l_1 = S_{02} Q_2^2 l_2 = S_{03} Q_3^2 l_3$$

(2) 各管段流量满足连续方程。

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

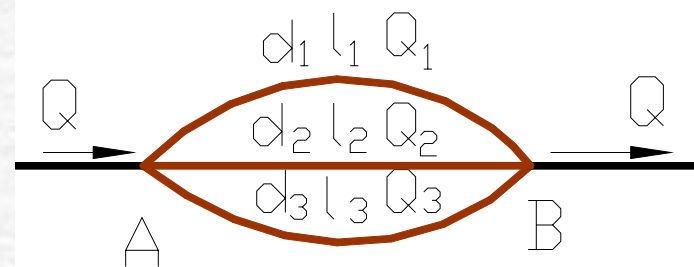


举例

已知 $Q=280\text{l/s}$, $d_1=300\text{mm}$, $l_1=500\text{m}$, $d_2=250\text{mm}$,
 $l_2=800\text{m}$, $d_3=200\text{mm}$, $l_3=1000\text{m}$, $n=0.0125$ 。求 Q_1 、 Q_2 、
 Q_3 及 h_{fAB} 。

解：

$$h_{fAB} = h_{f1} = h_{f2} = h_{f3}$$



假设各管段水流均处于阻力平方区

$$\frac{Q_1^2}{K_1^2} l_1 = \frac{Q_2^2}{K_2^2} l_2 = \frac{Q_3^2}{K_3^2} l_3$$

$$d_1 = 300 \text{ mm} \Rightarrow k_1 = 1.006 \times 10^3 \text{ L/s}$$

$$d_2 = 250 \text{ mm} \Rightarrow k_2 = 618.5 \text{ L/s}$$

$$d_3 = 200 \text{ mm} \Rightarrow k_3 = 34.1 \text{ L/s}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_1 = 162.82 \text{ L/s}$$

$$Q_2 = 78.52 \text{ L/s}$$

$$Q_3 = 38.68 \text{ L/s}$$

验证各管段水流是否处于阻力平方区

$$v_1 = \frac{Q_1}{A_1} = 2.3 \text{ m/s} > 1.2 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \frac{Q_2}{A_2} = 1.6 \text{ m/s} > 1.2 \text{ m/s}$$

$$v_3 = \frac{Q_3}{A_3} = 1.23 \text{ m/s} > 1.2 \text{ m/s}$$

均处于阻力平方区

$$h_{f_{AB}} = \frac{Q_1^2}{k_1^2} l_1 = \frac{Q_2^2}{k_2^2} l_2 = \frac{Q_3^2}{k_3^2} l_3 = 13.1(\text{m})$$

3. 分叉管路

由总干管分出支管后不再汇合的管路。

(1) 分叉管路相当于几个串联管路。

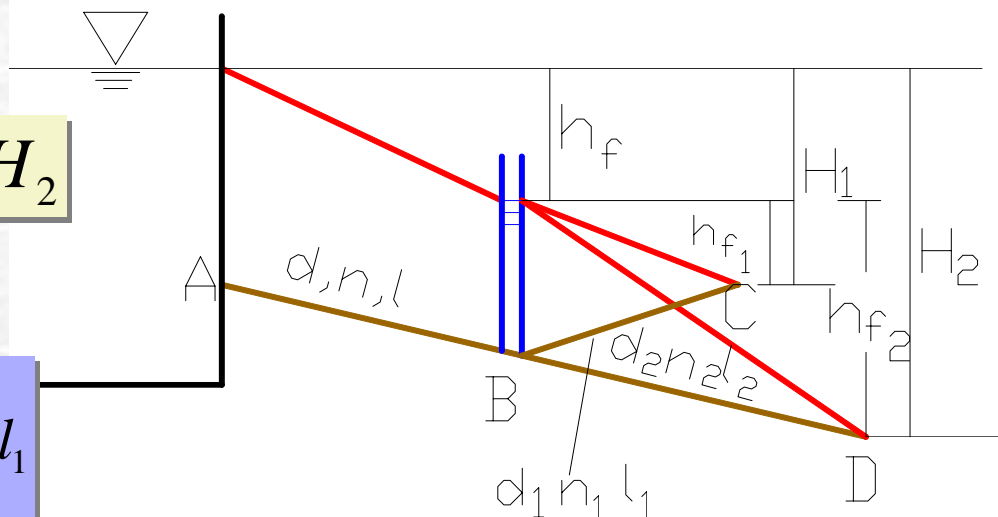
$$H_1 = h_f + h_{f1}$$

$$H_2 = h_f + h_{f2}$$

一般 $H_1 \neq H_2$

$$H_1 = \frac{Q^2}{K^2} l + \frac{Q_1^2}{K_1^2} l_1 = S_0 Q^2 l + S_{01} Q_1^2 l_1$$

$$H_2 = \frac{Q^2}{K^2} l + \frac{Q_2^2}{K_2^2} l_2 = S_0 Q^2 l + S_{02} Q_2^2 l_2$$



(2) 各管段流量满足连续方程。

$$Q = Q_1 + Q_2$$

举例

已知电站引水隧洞， $d=400\text{mm}$ ， $l=40\text{m}$ ， $d_1=200\text{mm}$ ， $l_1=55\text{m}$ ， $d_2=200\text{mm}$ ， $l_2=60\text{m}$ ， $n=0.011$ ， $H_1=20.6\text{m}$ ， $H_2=21.2\text{m}$ 。
求 Q_1 、 Q_2 。

假设水流均处于阻力平方区

$$k = AC \sqrt{R} = \frac{1}{4} \pi d^2 \frac{1}{n} \left(\frac{d}{4}\right)^{\frac{2}{3}} = 2.46 \times 10^3 L/s$$

$$k_1 = A_1 C_1 \sqrt{R_1} = \frac{1}{4} \pi d_1^2 \frac{1}{n} \left(\frac{d_1}{4}\right)^{\frac{2}{3}} = 3.88 \times 10^2 L/s = k_2$$

$$H_1 = \frac{Q^2}{K^2} l + \frac{Q_1^2}{K_1^2} l_1 = 20.6$$

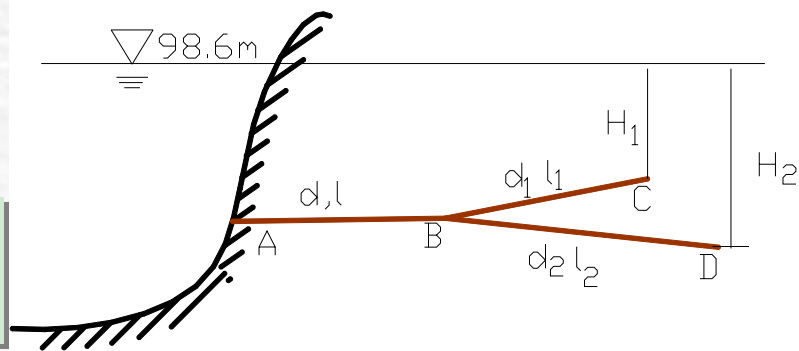
$$H_2 = \frac{Q^2}{K^2} l + \frac{Q_2^2}{K_2^2} l_2 = 21.2$$

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$Q_1 = 0.229 \text{ m}^3 / \text{s} \rightarrow v_1 = 7.3 \text{ m/s} > 1.2 \text{ m/s}$$

$$Q_2 = 0.223 \text{ m}^3 / \text{s} \rightarrow v_2 = 7.1 \text{ m/s} > 1.2 \text{ m/s}$$

假设正确



4. 沿程均匀泄流管路

单位长度上泄出的流量相等的管路。

● q : 途泄流量。

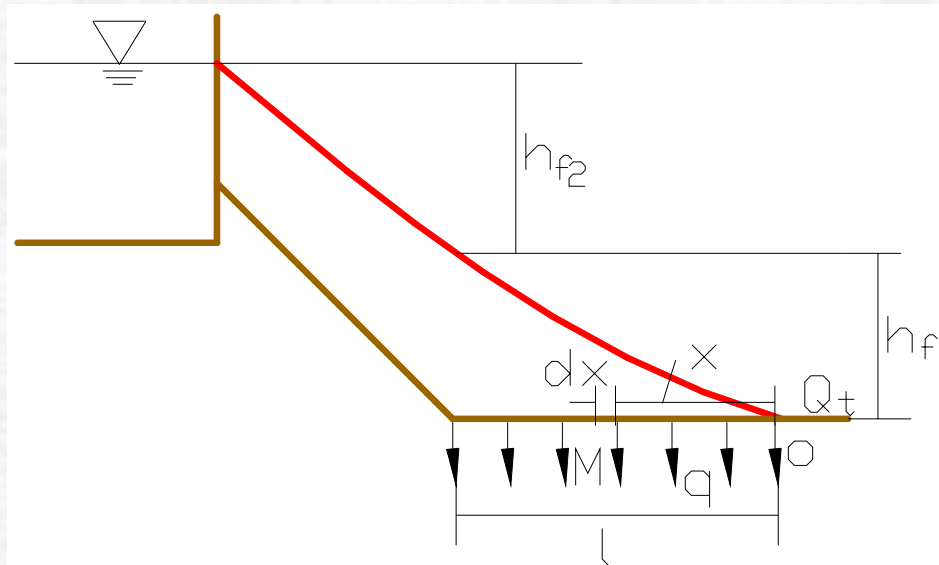
● Q_t : 转输流量。

任意M点

$$Q_M = Q_t + q \cdot x$$

dx 微段

$$dh_f = \frac{Q_M^2}{k^2} dx$$



$$h_f = \int_0^l dh_f = \frac{1}{k^2} \int_0^l Q_M^2 dx = \frac{1}{k^2} \int_0^l (Q_t^2 + 2Q_t qx + q^2 x^2) dx = \frac{1}{k^2} (Q_t^2 l + Q_t ql^2 + \frac{1}{3} q^2 l^3)$$

$$h_f \approx \frac{l}{k^2} (Q_t + 0.55ql)^2 = \frac{Q_r^2}{k^2} l$$

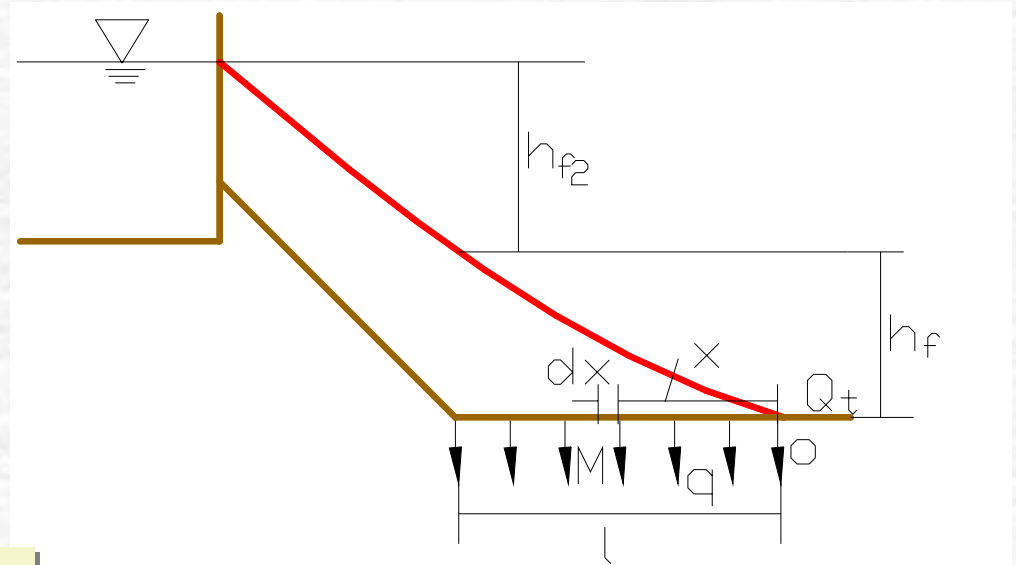
折算流量

$$Q_r = Q_t + 0.55ql$$

$$h_f \approx \frac{l}{k^2} (Q_t + 0.55ql)^2 = \frac{Q_r^2}{k^2} l$$

$$q = 0 \longrightarrow h_f = \frac{Q_t^2}{k^2} l$$

$$Q_t = 0 \longrightarrow h_f = \frac{1}{3} \frac{(ql)^2}{k^2} l$$



● 当流量全部沿程均匀泄出时，其沿程水头损失等于全部流量集中在末端泄出时损失的三分之一。

举例

已知水塔供水系统， $d_1=200\text{mm}$ ， $l_1=300\text{m}$ ， $d_2=150\text{mm}$ ， $l_2=200\text{m}$ ， $d_3=100\text{mm}$ ， $l_3=100\text{m}$ ， $q=0.1\text{L/s}\cdot\text{m}$ ， $Q_0=15\text{L/s}$ ， $Q_t=10\text{L/s}$ 。各管路均为铸铁管，且处于阻力平方区。求 H 。

解

$$H = \sum_{i=1}^n h_{fi} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i^2}{K_i^2} l_i$$

$$Q_1 = Q_t + ql_2 + Q_0 = 45 \text{ L/s}$$

$$Q_2 = Q_r = Q_t + 0.55 ql_2 = 21 \text{ L/s}$$

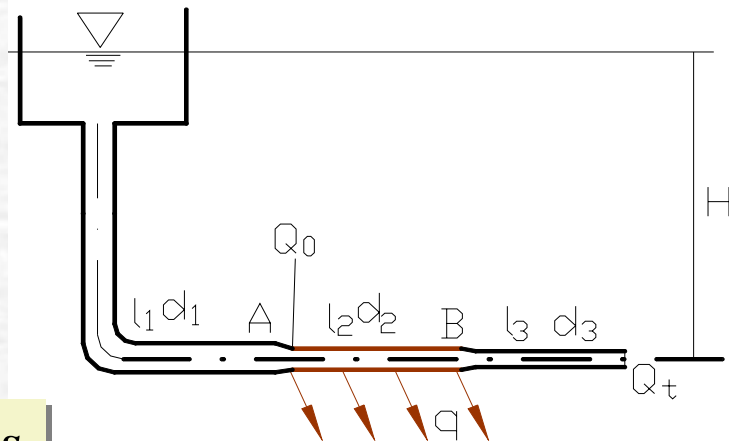
$$Q_3 = Q_t = 10 \text{ L/s}$$

$$h_{f1} = \frac{Q_1^2}{k_1^2} l_1 = 5.22 \text{ m}$$

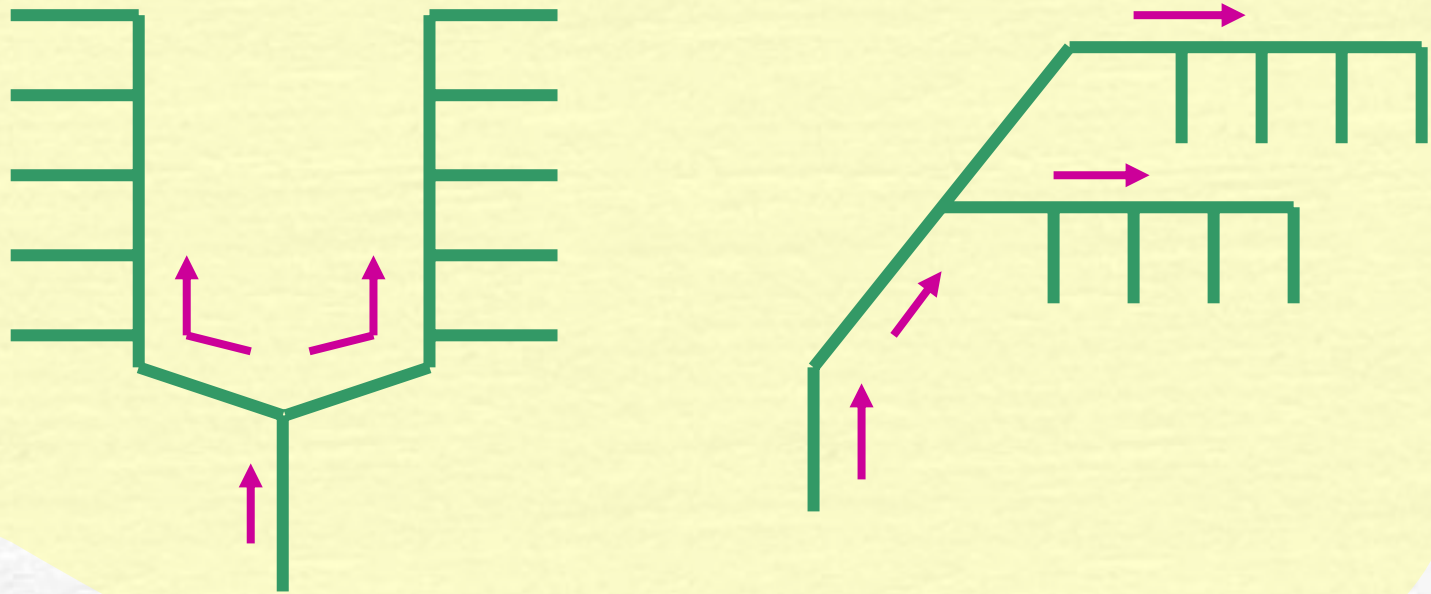
$$h_{f2} = \frac{Q_2^2}{k_2^2} l_2 = 1.76 \text{ m}$$

$$h_{f3} = \frac{Q_3^2}{k_3^2} l_3 = 3.47 \text{ m}$$

$$h_f = h_{f1} + h_{f2} + h_{f3} = 10.45 \text{ m}$$

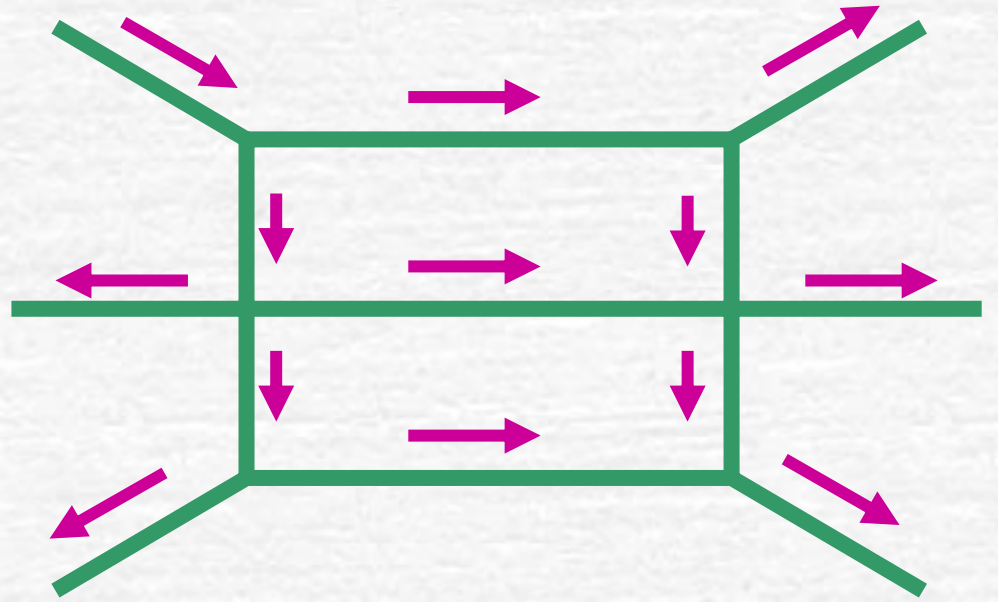


§ 6—4 管网的水力计算



- 枝状管网应按最不利点设计干管，在干管各段的流量分配给定，管径由**经济流速**确定的情况下，可以决定所需作用水头。此后的支管设计就成为已知水头和流量求管径的问题。

● 对环状管网的每一个节点可写出连续方程，其中独立的比总节点数少一个。管网中的每一个闭合环水头损失的代数和为零。方程总个数恰为管网中的管段数。



工程上一般采用迭代法确定各管段流量分配，先给出流量分配初值，由经济流速确定管径，计算各闭合环水头损失代数和，根据各闭合环代数值的值，推求校正流量，重新进行流量分配，继续迭代过程，直至满足要求。

$$\Delta Q = - \frac{\sum h_f}{2 \sum \frac{h_f}{Q}}$$

本章小结

一. 概述

管流的分类

从时间上

从空间上

恒定流

非恒定流

简单管路

复杂管路

串联管路

并联管路

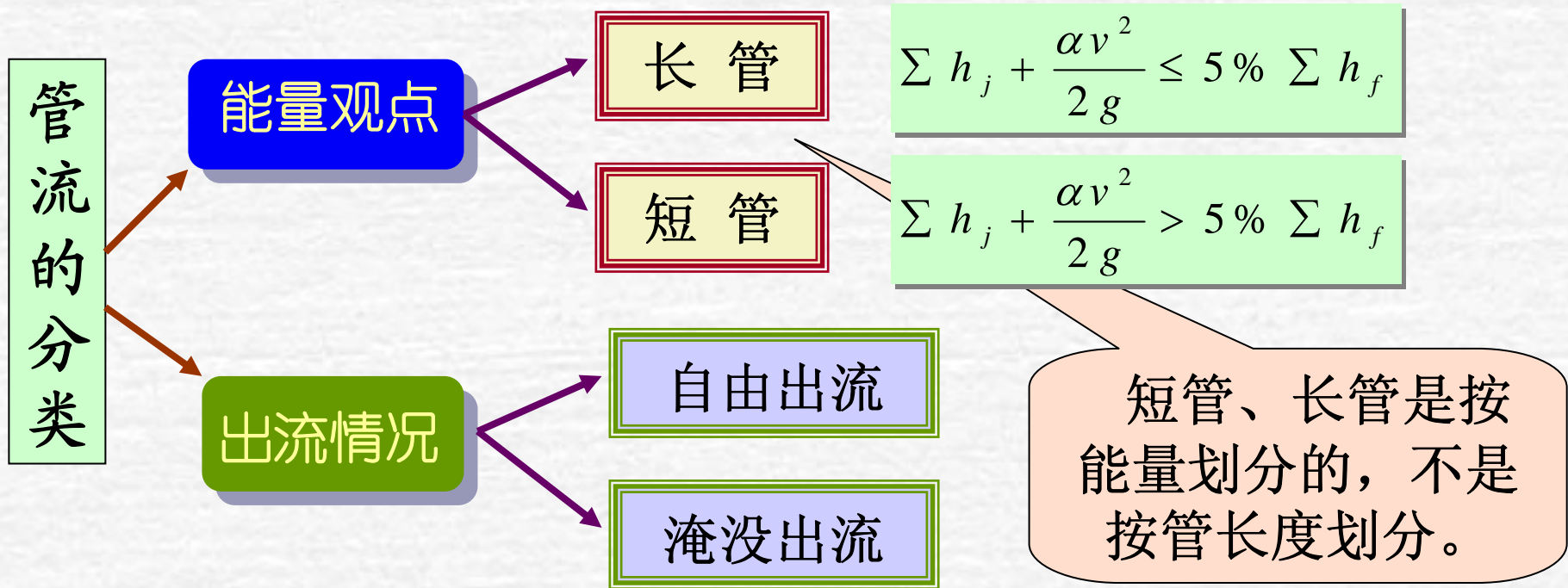
分叉管路

沿程途泄

管网

$$\frac{\partial B}{\partial t} = 0$$

$$\frac{\partial B}{\partial t} \neq 0$$



二. 短管的水力计算

要点

短管的所有公式都不用记忆，只需列能量方程。

二. 长管的水力计算

注意1

忽略 $h_j + \alpha v^2 / 2g$, 只计

注意2

判别流

区!

注意3

h_r !

$n \Rightarrow k = AC R^{1/2}$; $d \Rightarrow$

流量模数

k !

简单管路

管道的管径 d 、粗糙系数 n （或沿程阻力系数 λ ）沿程不变且无分支的管路。

$$H = h_f = \frac{Q^2}{K^2} l$$

$$H = h_f = S_0 l Q^2$$

阻力平方区

复杂管路

1. 串联管路

由直径不同的管段顺次连接而成的管路。

$$H = \sum_{i=1}^n h_{fi} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i^2}{K_i^2} l_i$$

$$H = \sum_{i=1}^n S_{0i} Q_i^2 l_i$$

$$Q_i = q_i + Q_{i+1} \quad (i = 2, 3)$$

2. 并联管路

两节点间并设两条以上管段的管路。

$$h_{fBC} = h_{f1} = h_{f2} = h_{f3}$$

$$\frac{Q_1^2}{K_1^2} l_1 = \frac{Q_2^2}{K_2^2} l_2 = \frac{Q_3^2}{K_3^2} l_3$$

$$S_{01} Q_1^2 l_1 = S_{02} Q_2^2 l_2 = S_{03} Q_3^2 l_3$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

3. 分叉管路

由总干管分出支管后不再汇合的管路。

$$H_1 = h_f + h_{f1}$$

$$H_2 = h_f + h_{f2}$$

一般 $H_1 \neq H_2$

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$H_1 = \frac{Q^2}{K^2} l + \frac{Q_1^2}{K_1^2} l_1 = S_0 Q^2 l + S_{01} Q_1^2 l_1$$

$$H_2 = \frac{Q^2}{K^2} l + \frac{Q_2^2}{K_2^2} l_2 = S_0 Q^2 l + S_{02} Q_2^2 l_2$$

4. 沿程均匀泄流管路

单位长度上泄出的流量相等的管路。

$$h_f \approx \frac{l}{k^2} (Q_t + 0.55ql)^2 = \frac{Q_r^2}{k^2} l$$

折算流量

$$Q_r = Q_t + 0.55ql$$

期中考试

内容

第一章 ~ 第六章

时间

5月22日上午10:00 ~ 11:40

地点

综合楼：360教室

要求

带计算器，遵守考场秩序！！

预祝同学们考出好成绩！！！！