



# 第八章

## 纸浆输送与贮存机械与设备

---

# 目录



**01** | 纸浆在输送管道中的压头损失及浆泵扬程

**02** | 纸浆输送机械

**03** | 纸浆贮存设备

# 第一节：纸浆在输送管道中的压头损失及浆泵扬程

## 1. 纤维网络及纸浆浓度

按照纸浆的输送和贮存，  
可分为三类：

低浓纸浆： 浓度  $< 7\%$

中浓纸浆： 浓度  $7\%—15\%$

高浓度纸浆： 浓度  $> 15\%$

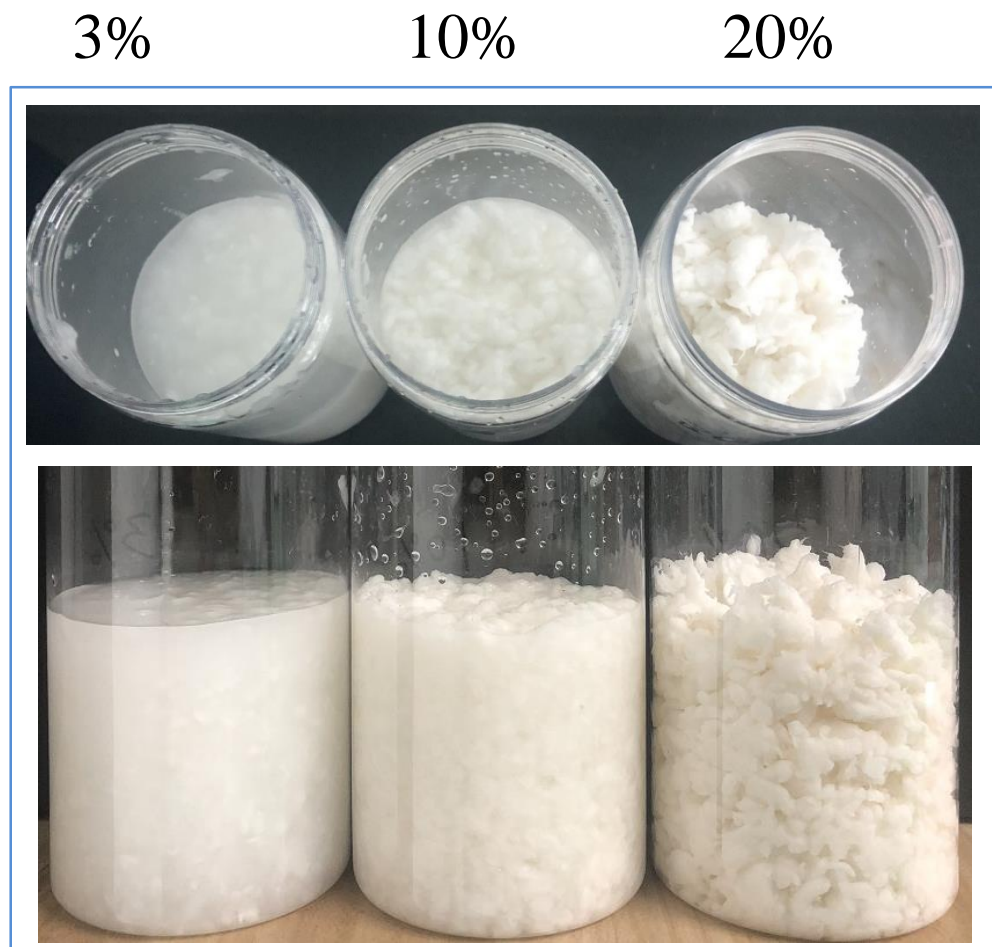


图8.1 不同浓度的纸浆实物图

## 第一节：纸浆在输送管道中的压头损失及浆泵扬程

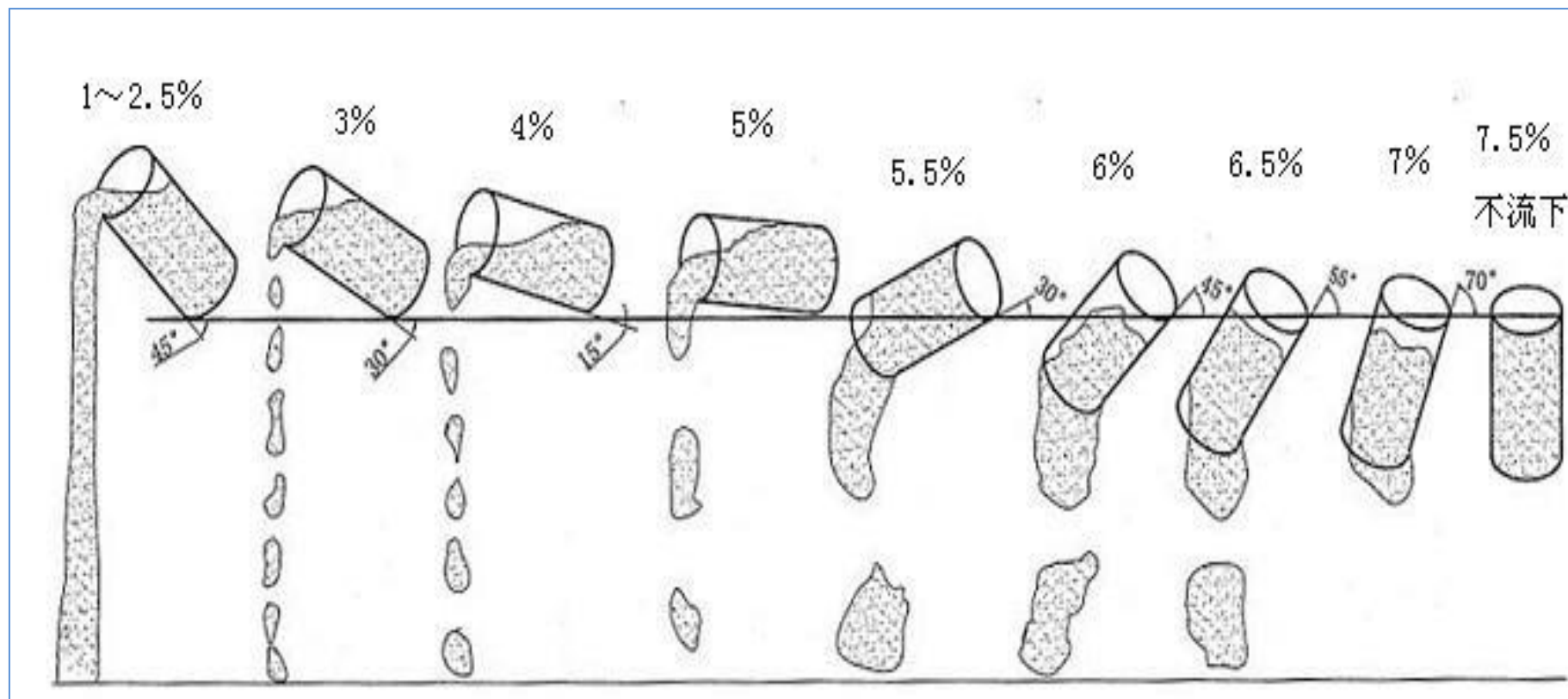


图8.2 纸浆浓度与流动关系的对比关系

# 第一节：纸浆在输送管道中的压头损失及浆泵扬程

纸浆作为非牛顿流体，有三种流动类型：塞流、混流、湍流

未漂硫酸盐木浆：

浓度 $C = 1.27\%$ ， $t = 15^{\circ}\text{C}$ 时：

$V \leq 1.7$ 米/秒                  塞流

$1.7$ 米/秒  $< V \leq 4$ 米/秒      混流

$V > 4$ 米/秒                      湍流

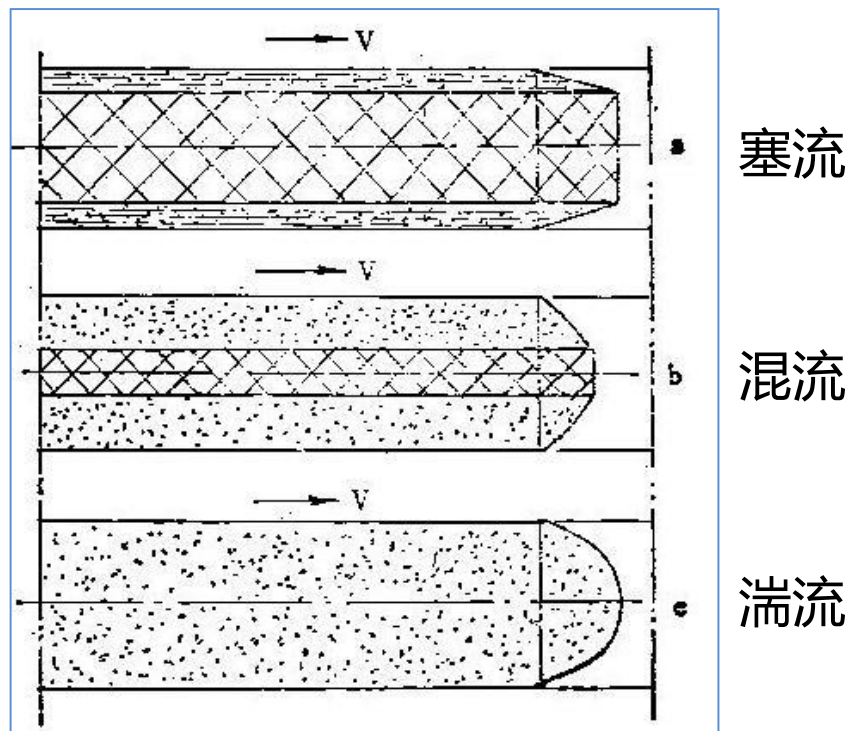


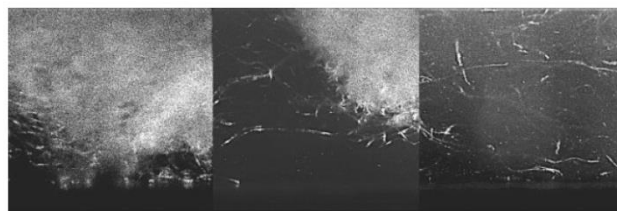
图8.3 三种不同的流动类型

实验研究表明：

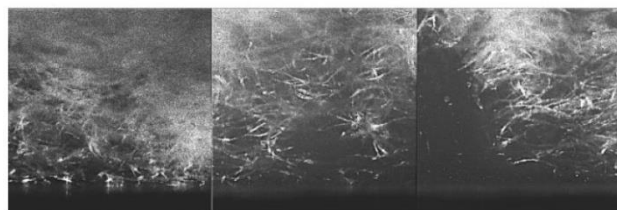
浓度 $\leq 0.6\%$ ，纸浆难以形成稳定的网络；浓度 $\geq 0.7\%$ ，纸浆形成一定稳定性纤维网络，当 $\geq 7\%$ 以后，纤维网络具有的明显强度，没有一定的高强剪切力就不能使其分散。

# 第一节：纸浆在输送管道中的压头损失及浆泵扬程

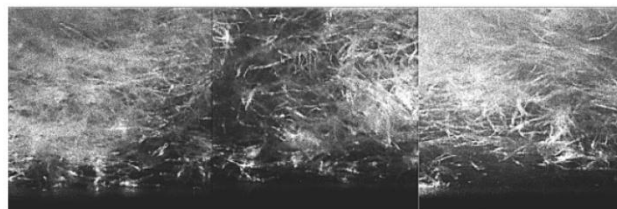
纸浆在输送管道中  
流动，不同流速下  
形成的水环



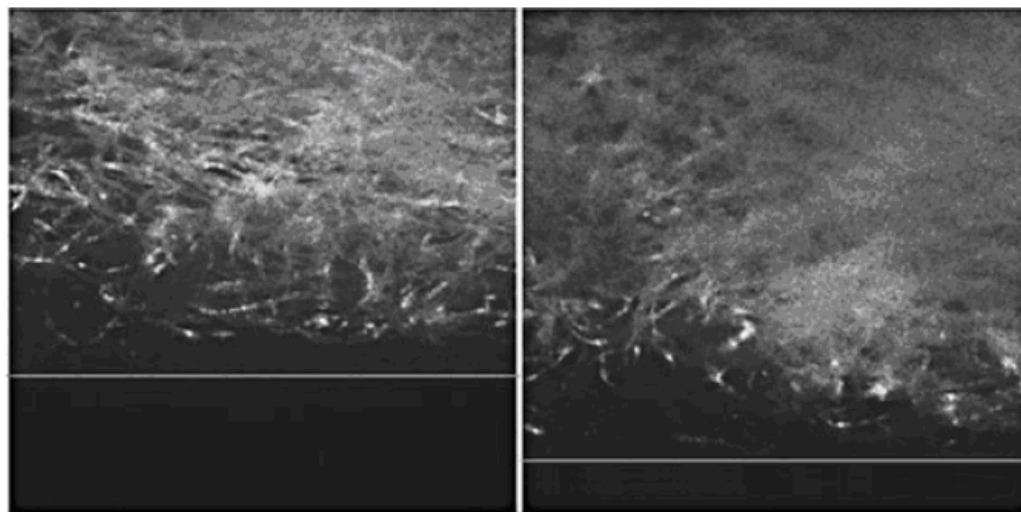
0.37m/s



1.05m/s



1.74m/s

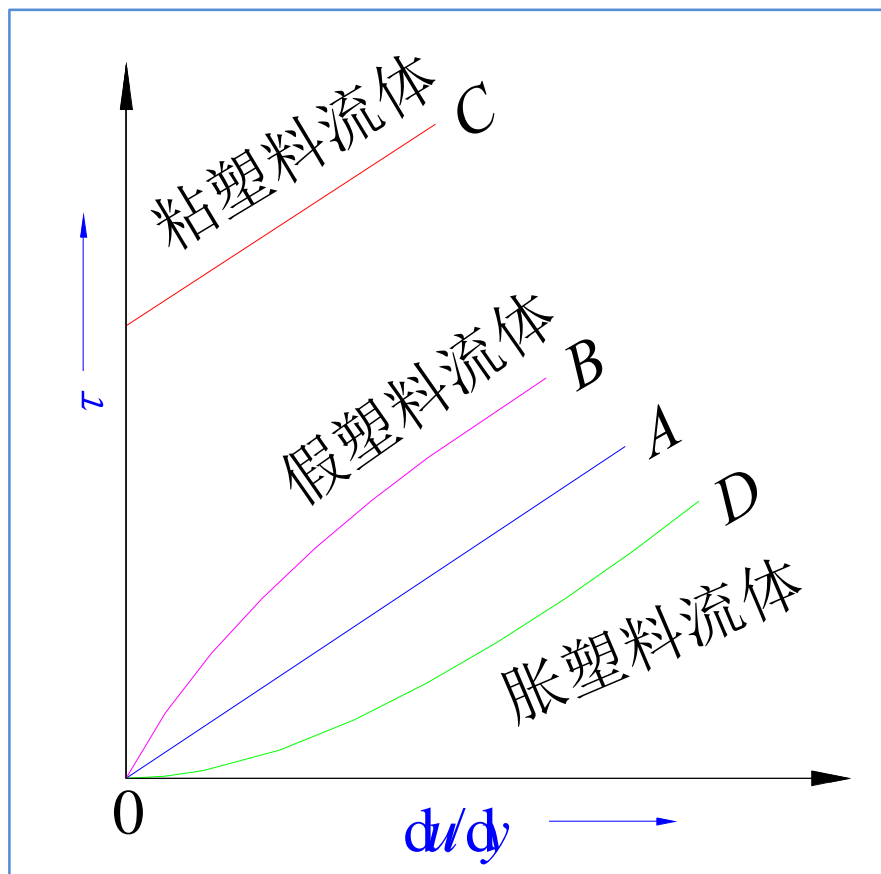


水环

管壁

水环  
管壁

## 第一节：纸浆在输送管道中的压头损失及浆泵扬程



A-牛顿流体； B-假塑性流体；  
C-粘塑性流体； D-胀塑性流体；

图8.4 牛顿流体与非牛顿流体剪应力与速度梯度的关系

# 第一节：纸浆在输送管道中的压头损失及浆泵扬程

## 2. 低浓浆输送管路中压头损失的预测

压头损失值预测的三种途径：

- 实验测定
- 查阅现有图表
- 经验公式

### 2.1 实验测定：

根据不同的纸浆种类、纸浆浓度、管内径和管路输送系统、管路材料等参数测量压头损失。



# 第一节：纸浆在输送管道中的压头损失及浆泵扬程

## 2.2 查阅现有图表

根据流量或者流速、纸浆种类、浓度、管径等参数查阅单位长度的压头，如图所示

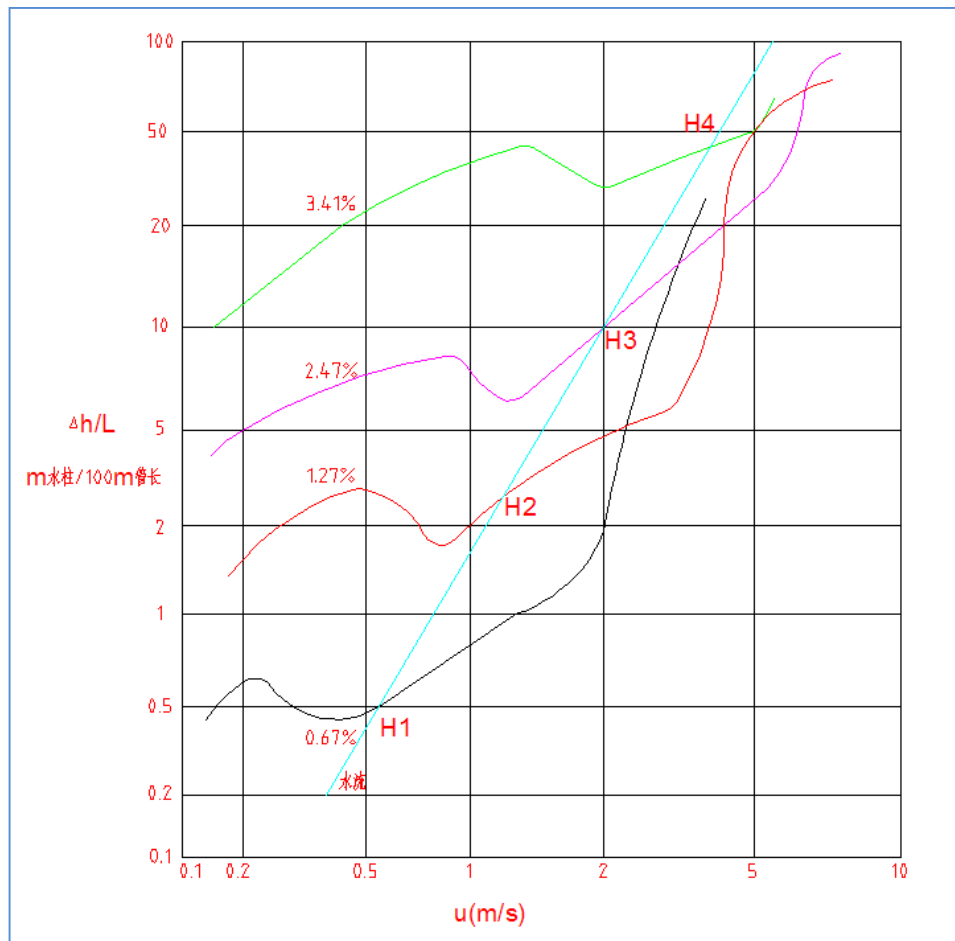


图8.5 不同浓度未漂硫酸盐在不同速度下的压头损失曲线

# 第一节：纸浆在输送管道中的压头损失及浆泵扬程

## 2.3 经验公式

➤ Rigeel（里克尔）压头损失计算公式

$$\Delta h_l = 1442u^{(0.364)} c^{(1.89)} d^{(-1.33)} k$$

其中，

U—平均流速（m/s）

c—浆浓（%）

d—管径（mm）

K—纸浆种类校正系数；

适用范围：纸浆浓度2%~6%，纸浆在管道内平均流速0.3~3m/s。

## 第一节：纸浆在输送管道中的压头损失及浆泵扬程

### Duffy达菲公式

针对不同的纸浆种类有不同的计算公式：

(1) 漂白硫酸盐木浆

$$\Delta h_1 = 1295 u^{(0.31)} c^{(1.81)} d^{(-1.34)} \quad d > 100\text{mm}$$

(2) 本色硫酸盐木浆

$$\Delta h_1 = 1124 u^{(0.33)} (c-0.65)^{(1.33)} d^{(-1.16)}$$

(3) 磨木浆

$$\Delta h_1 = 71.54 u^{(0.27)} c^{(2.37)} d^{(-0.85)}$$

(4) 新闻纸废纸浆（配有20%硫酸盐木浆）

$$\Delta h_1 = 113.4 u^{(0.36)} c^{(1.91)} d^{(-0.82)}$$

符号意思同于Rigee l  
压头损失计算公式

## 第一节：纸浆在输送管道中的压头损失及浆泵扬程

### 局部位置压头损失的预测

可按照下面的公式进行计算

$$\Delta h_{\Sigma L} = \sum L_e \Delta h_1$$

$\Delta h_{\Sigma L}$  ——管道中所有附件引起的压头损失值（m水柱）

$\Sigma L_e$  ——管道中所有附件的当量长度之和

管道附件主要包括：90°弯头、侧流三通、直流三通、40度扩散管、纸浆闸门（闸板）、旋转阀门等。

根据不同的纸浆浓度和附件类型，局部位置具有不同的当量长度，其当量长度是2-24当量直径d。

## 第一节：纸浆在输送管道中的压头损失及浆泵扬程

### 3、中浓浆的流动特性和压头损失值的预测

采用经验公式，常推荐下列的计算公式：

#### 3.1 波德海曼公式

$$\Delta h_1 = 164u^{(0.15)} c^{(2.5)} d^{(-1)} \quad \text{适用浓度为18\%以下的纸浆}$$

#### 3.2 应用外推法使用低浓纸浆的相关计算公式

例如对磨木浆，用达菲的计算公式为：

$$\Delta h_1 = 71.54u^{(0.27)} c^{(2.37)} d^{(-0.85)} \quad \text{同于前面的低浓纸浆计算公式}$$

中浓纸浆在管道中做稳定流动时，其压头损失与同样流动条件下的低浓纸浆的压头损失相比要大得多。

# 目录



**01** | 纸浆在输送管道中的压头损失及浆  
泵扬程

**02** | 纸浆输送机械

**03** | 纸浆贮存设备

## 第二节：纸浆输送机械

### 1、输浆泵的分类及性能参数

➤ 输浆泵根据输送不同浓度纸浆分为：低浓浆泵、中浓浆泵和高浓浆泵。

表8.1 浆泵按照结构型的分类

结构型式	浆泵名称	输浆浓度	应用场合
离心式	普通离心式浆泵	低浓	各种低浓纸浆输送
	冲浆泵	低浓	造纸机流浆箱输送系统
	斜浆泵	低浓	蒸煮后化学浆输送、废纸浆及木片悬浮液输送
	湍流离心式中浓浆泵	中浓	中浓纸浆漂白系统和输送系统
轴流式	轴流浆泵	低浓	低浓纸浆输送
混流式	混流浆泵	低浓	低浓纸浆输送
齿轮式	齿轮式高浓浆泵	中浓、高浓	输送中浓及高浓纸浆
双螺杆式	螺杆式高浓浆泵	高浓	输送高浓纸浆
单转子式	转子式高浓浆泵	高浓	输送高浓纸浆

## 第二节：纸浆输送机械

### 输浆泵的主要性能参数：

- (1) 输浆浓度 (c%)
- (2) 流量 $\text{kg/s}$ 、 $\text{m}^3/\text{s}$  (浆泵单位时间内输出的纸浆量)
- (3) 单位时间内所输送的绝干纸浆质量
- (4) 扬程 (包括管道的总压头损失、输送系统压头的升高、静压头的增加、动压头的增大)
- (5) 浆泵转子或叶轮转速,  $\text{r/min}$
- (6) 功率 $P$ ,  $\text{kw}$
- (7) 有效功率 $P_e$
- (8) 浆泵的效率
- (9) 吸上真空度和浆泵允许安装高度



## 第二节：纸浆输送机械

### 2、低、中和高浓浆泵的工作原理、技术参数和选型计算

#### 2.1 低浓浆泵

##### (1) 低浓离心式浆泵

结构与普通离心水泵相同，为单吸式，由泵体、叶轮、轴及轴密封件等组成。叶轮有闭式、开式、半开式三种。

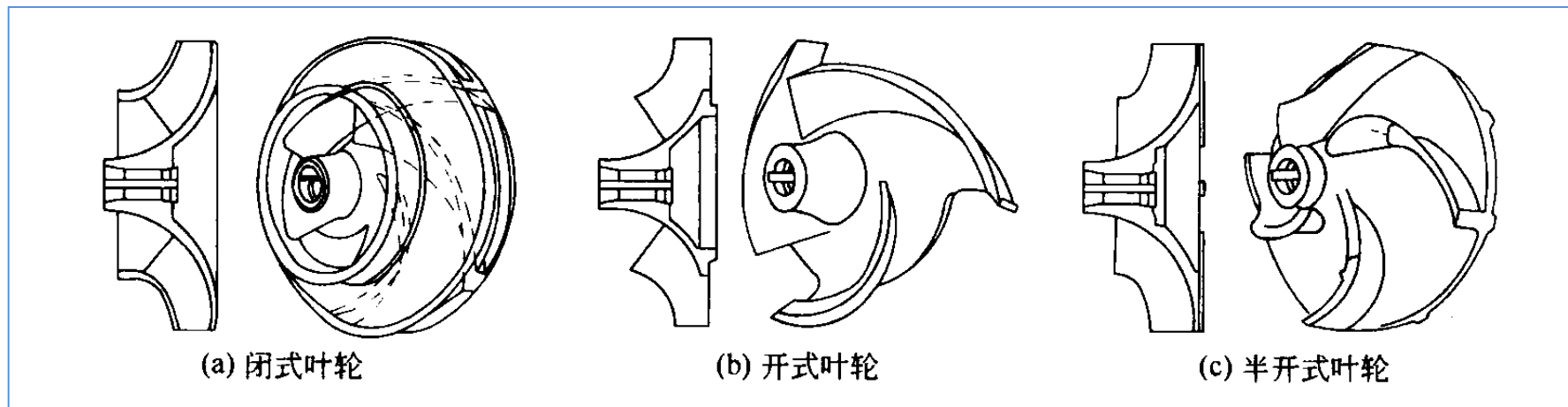


图8.6 闭式、开式和半开式叶轮

## 第二节：纸浆输送机械

低浓离心式浆泵的闭式叶轮

按照流道中心朝圆周方向的宽度变化又分为：

收缩型：浓度低于1.5%的细纸浆

平行型：浓度高于1.5%低于3%的细纸浆

扩散型：浓度3%-4%的细纸浆

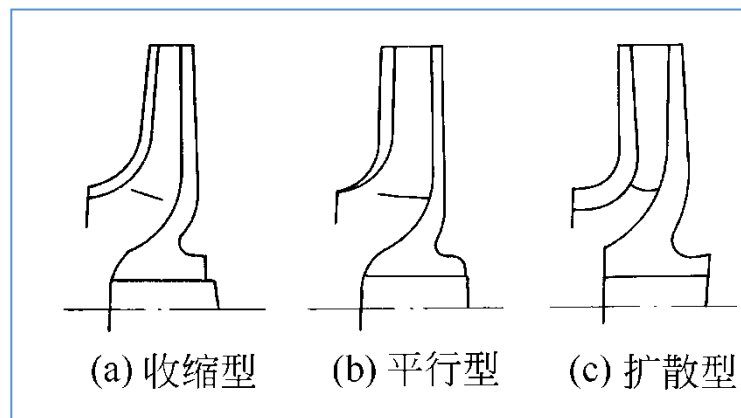


图8.7 闭式叶轮的三种型式

浓度3%-4%的细纸浆也可以采用半开式叶轮，对于输送粗浆或浓度接近于中浓（5-6%）细纸浆，应采用开式或增压叶片的半开式叶轮。

## 第二节：纸浆输送机械

### (2) 斜盘泵

又称倾斜式转子泵，属离心式粗浆泵，用来输送化学浆、木片悬浮液、废纸浆等，输送浓度高达5%~8%。

叶轮是一个与泵轴线倾斜成30-40度角的椭圆形平板，称为斜板，相当于具有两个叶片的开式叶轮。泵体是一个圆柱形筒体。

斜盘泵的输送效率低，但可将输送、粉碎、疏解和混合作用结合在一起，具有双重作用，可减少能耗。

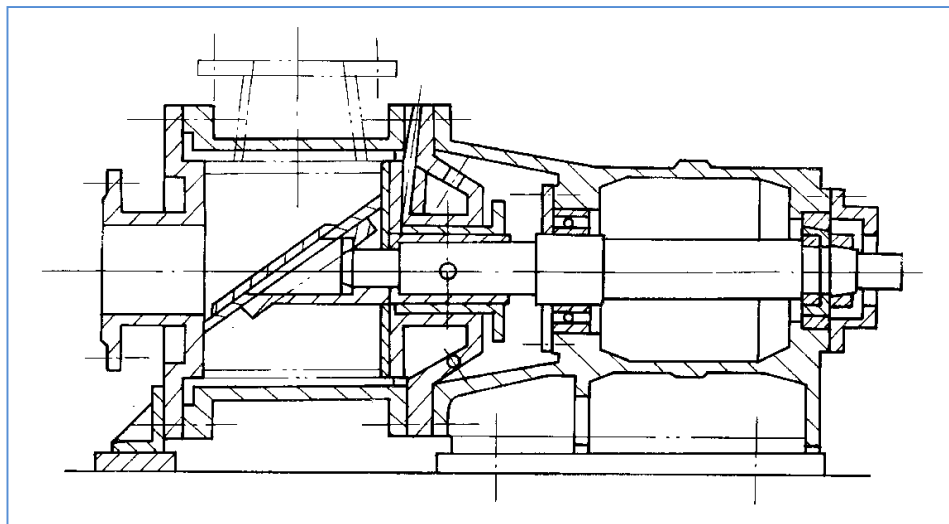


图8.8 斜盘泵

## 第二节：纸浆输送机械

### 2.2 中浓浆泵

#### (1) 中浓纸浆的流体化

中浓纸浆没有较好的流动性，必须施加足够的剪切应力，使纤维网络完全分散，使中浓浆完全处于湍流状态，从而具有与水流近似的流动性。

中浓纸浆实现流体化的临界剪切应力 $\tau_d$

$$\tau_d = Kc^a$$

C是纸浆浓度，K和a对特定的纸浆是常数，可通过实验测定。

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/358013117001006074>