

## 第三节 流量检测及仪表

### 一、概述

- **流量**是指单位时间内流过管道某一截面的流体数量的大小，即**瞬时流量**。
- 在某一段时间内流过管道的流体流量的总和，即瞬时流量在某一段时间内的合计值，称为**总量**。
- **表达措施**:
  - 质量流量 $M$  (t/h、kg/h、kg/s)
  - 体积流量 $Q$  (m<sup>3</sup>/h、L/h、L/min)
  - $M = \rho Q$
- 测量流体流量的仪表一般叫**流量计**；
- 测量流体总量的仪表常称为**计量表**。

# 流量计的分类

---

## 1. 速度式流量计

测量流体在管道内的**流速**，用**过流面积**换算成流量。

例如差压式流量计、转子流量计、电磁流量计、涡轮流量计等。

## 2. 容积式流量计

以单位时间内所排出的流体的**固定容积的数量**作为测量根据。

例如椭圆齿轮流量计、活塞式流量计等。

## 3. 质量流量计

以**测量流体流过的质量**为根据，分直接式和间接式两种。

**直接式**质量流量计直接测量质量流量。例如量热式、角动量式、陀螺式和科里奥利力式等质量流量计。

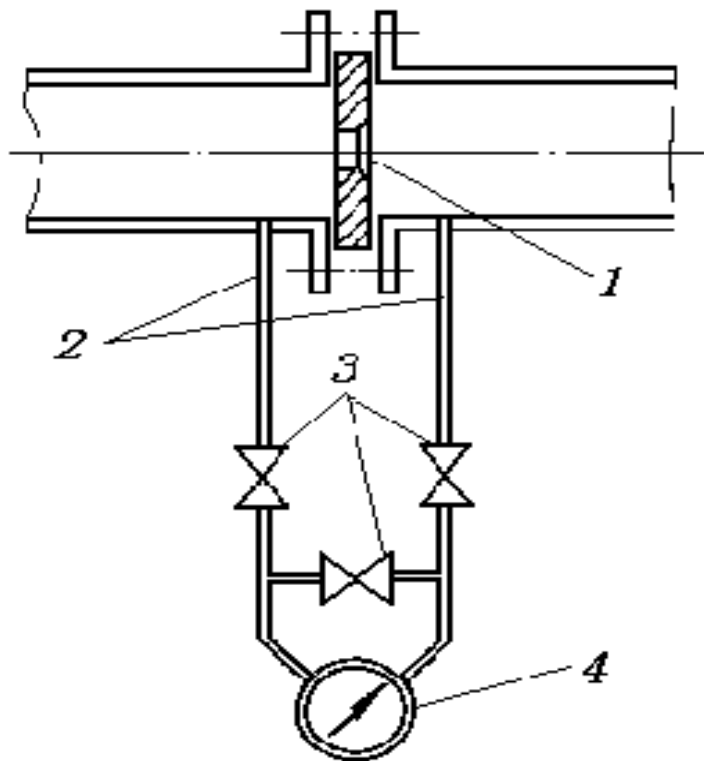
**间接式**质量流量计是用密度与容积流量经过运算求得质量流量的。具有测量精度不受流体的温度、压力、粘度等变化影响的优点。

表 类别	工作原理	仪表名称		可测流体种类	合用管径 mm	测量精度%	安装要求、特点
差流 压量 式计	<ul style="list-style-type: none"> <li>流体流过管道中的阻力件时产生的压力差与流量</li> </ul>	节流式	孔板	液、气、蒸汽	50~1000	±1~2	需直管段，压损大
			喷嘴		50~500		<ul style="list-style-type: none"> <li>需直管段，压损中档</li> </ul>
			文丘里管		100~1200		需直管段，压损小
			均速管	液、气、蒸汽	25~9000	±1	需直管段，压损小
			转子流量计	液、气	4~150	±2	垂直安装
			靶式流量计	液、气、蒸汽	15~200	±1~4	需直管段，
							3

类别		工作原理	仪表名称	可测流体种类	• 合用管径	测量精度%	安装要求、特点
表	体积流量计	• 经过测量管道截面上流体平均流	• 涡轮流量计	液、气	4~600	±0.1 ~0.5	需直管段, 装过滤器
			涡街流量计	液、气	150~1000	±0.5 ~1	需直管段
	质量流量计	速度式计	电磁流量计	导电液体	• 6 ~ 20 23	±0.5 ~1.5	直管段要求不高, 无压损

## 二、差压式（节流式）流量计

基于流体流动的**节流原理**，利用流体流经节流装置（流动阻力件）时产生的**压力差**而实现流量的测量。



- 1 - 节流元件；
- 2 - 引压管路；
- 3 - 三阀组；
- 4 - 差压计。

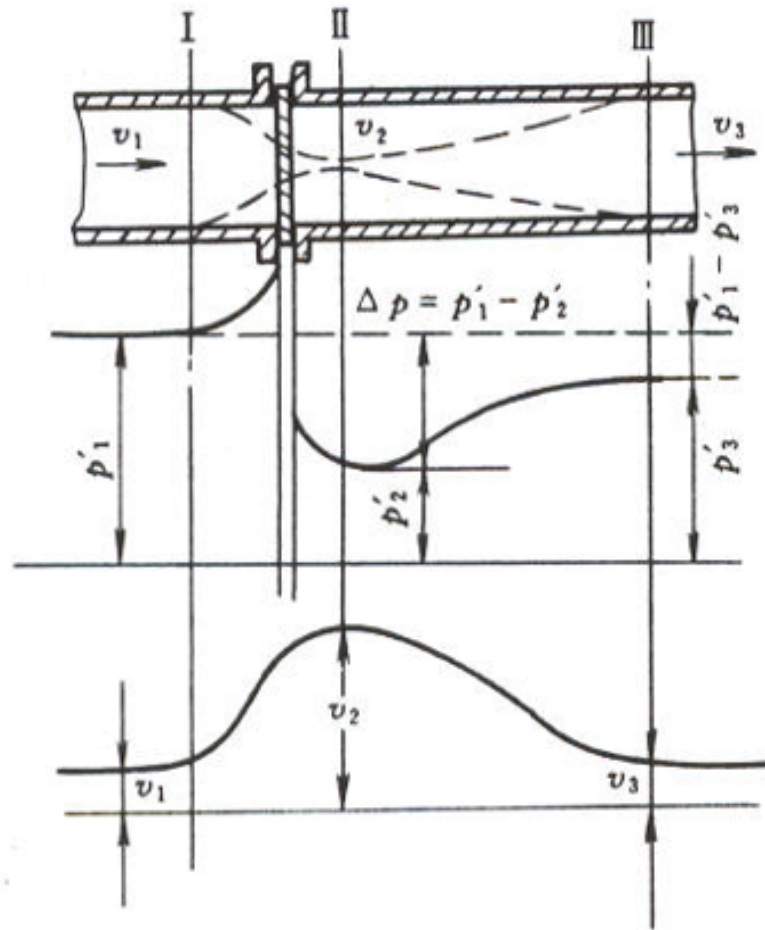
# 1、工作原理和流量基本方程式

➤当流体流经管道内的节流件时，流速将在节流件处形成局部收缩，因而流速增长，静压力降低，于是在节流件前后便产生了压差。

➤流体流量愈大，产生的压差愈大，这么可根据压差来衡量流量的大小。

➤压差影响原因：

流量、节流装置形式、管道内流体的物理性质（密度、粘度）。



节流元件附近流速和压力分布情况

# 流量基本方程式

根据流体的连续性方程（质量守恒定律）和流体力学的伯努利方程（能量守恒定律），能够推导出流量与压差之间的流量方程式，即

$$Q = \alpha \varepsilon F_0 \sqrt{2\Delta p / \rho} \quad \text{体积流量}$$

$$M = \alpha \varepsilon F_0 \sqrt{2\rho\Delta p} \quad \text{质量流量}$$

式中：  
 $\alpha$ ——流量系数  
 $\varepsilon$ ——流束膨胀系数  
 $F_0$ ——节流装置的开孔截面积  
 $\rho$ ——流体密度  
 $\Delta p$ ——节流装置前后实际测得的压力差

**流量与压力差的平方根成正比**

## 2、差压式流量计的构成



- 历史悠久、技术成熟、应用最广泛。
- 构造简朴、使用寿命长，适应能力强，几乎能测量多种工况下的流量。

**测量对象：** 流体方面，单相、混相、洁净、脏污；

**工作状态：** 常压、高压、真空、常温、高温、低温；

**管径方面：** 从几毫米到几米；

**流动条件：** 亚音速流、临界流、脉动流。



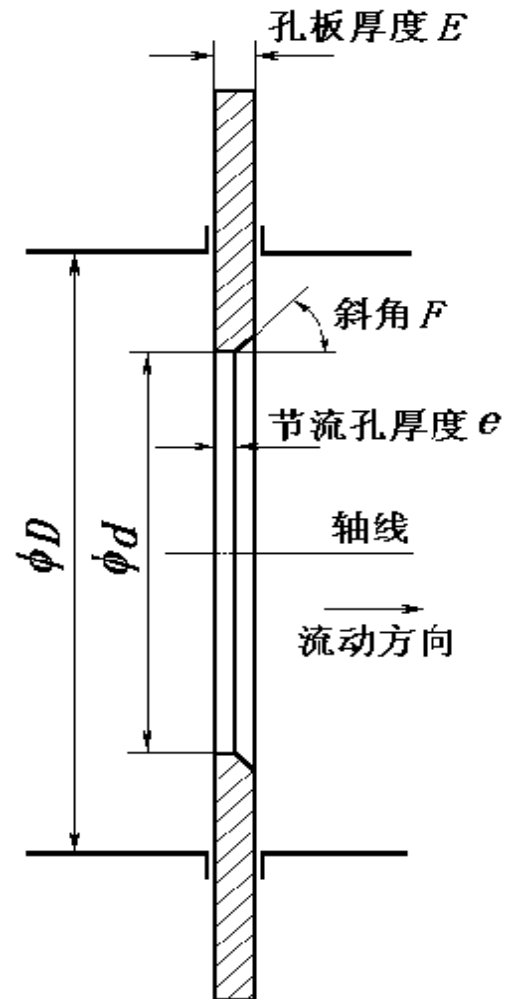
### 3、原则节流装置

**[1] 孔板** 是一块具有与管道同心圆形开孔的圆板，迎流一侧是有锐利直角入口边沿的圆筒形孔，顺流的出口呈扩散的锥形。

- 构造简朴，加工以便，价格便宜。
- 压力损失较大，测量精度较低，只合用于洁净流体介质，测量大管径高温高压介质时，孔板易变形。

**[2] 喷嘴**

**[3] 文丘里管**

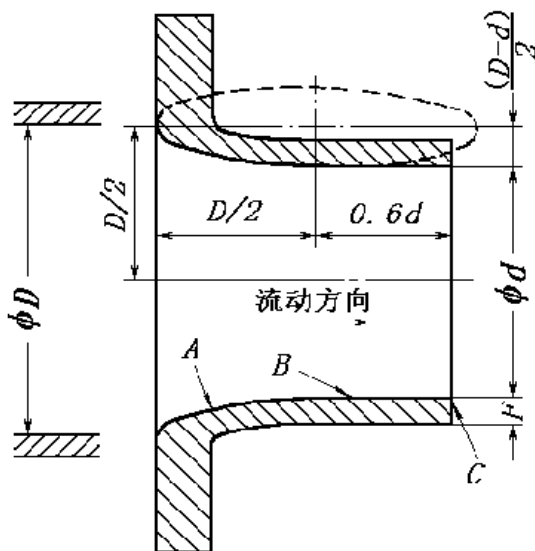


原则孔板

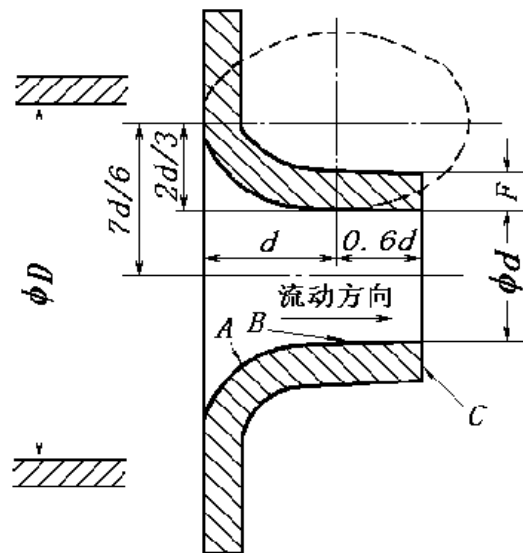
## [2] 喷嘴

### ➤ 原则喷嘴

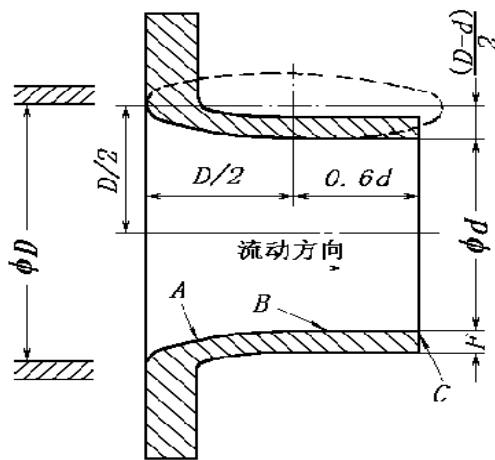
是一种以管道轴线为中心线的旋转对称体，主要由入口圆弧收缩部分与出口圆筒形喉部构成，有ISAI932喷嘴和长径喷嘴两种型式。



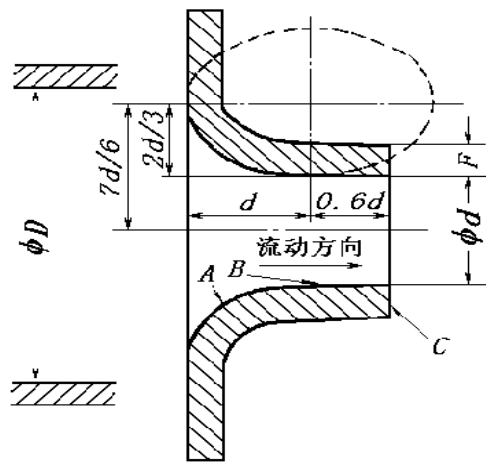
(a) 高比值  $0.25 \leq \beta \leq 0.8$



(b) 低比值  $0.2 \leq \beta \leq 0.5$



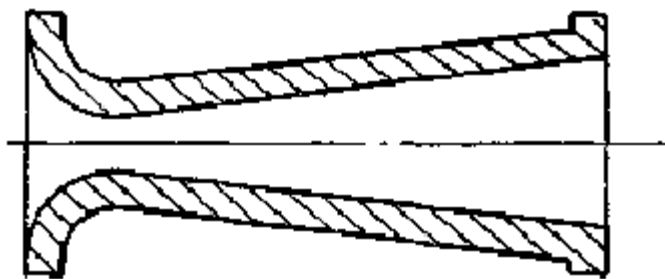
(a) 高比值  $0.25 \leq \beta \leq 0.8$



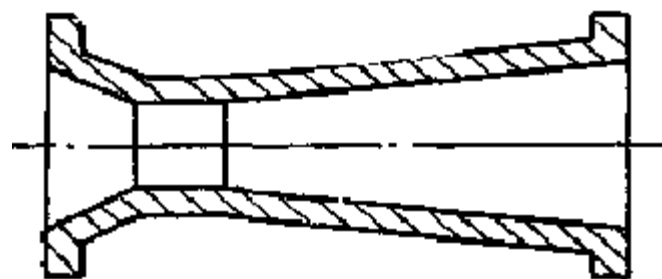
(b) 低比值  $0.2 \leq \beta \leq 0.5$

### [3] 文丘里管

文丘里管有两种原则型式：经典文丘里管与文丘里喷嘴。文丘里管压力损失最低，有较高的测量精度，对流体中的悬浮物不敏感，可用于污脏流体介质的流量测量，在大管径流量测量方面应用的较多。但尺寸大、笨重，加工困难，成本高，一般用在有特殊要求的场合。



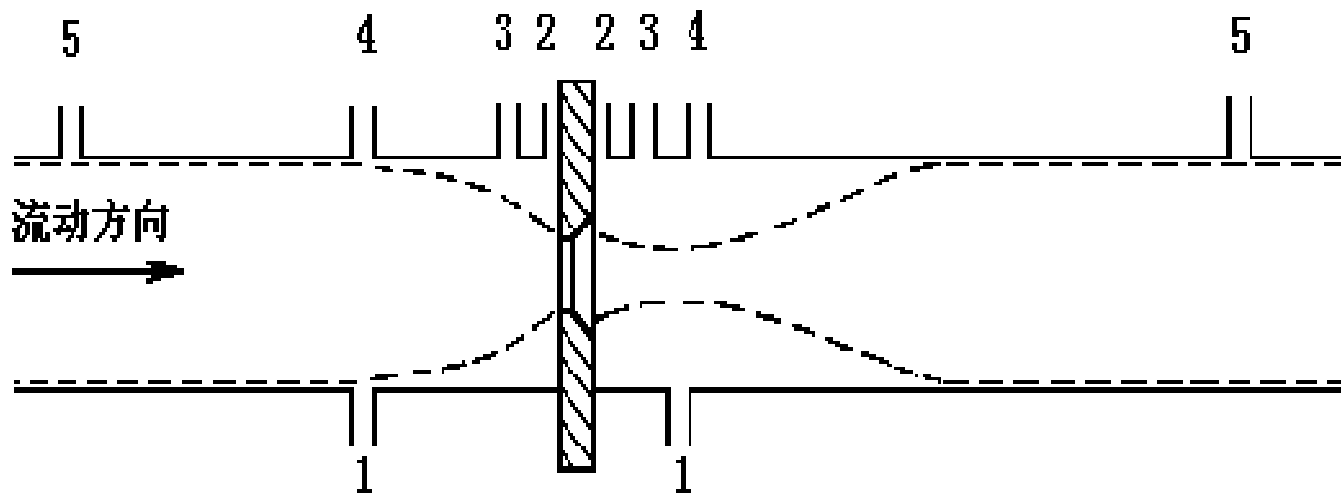
(b)文丘里喷嘴



(d)文丘里管

## 4、节流装置的取压方式

根据节流装置取压口位置可将取压方式分为理论取压、角接取压、法兰取压、径距取压与损失取压等五种：



1-1-理论取压；2-2-角接取压；3-3-法兰取压；4-4-径距取压；5-5-损失取压

# 原则节流装置的取压方式

---

▶ 国家要求的原则节流装置有两种取压措施，即角接取压法和法兰取压法。其中角接取压合用于孔板和喷嘴，而法兰取压仅用于孔板。

## (1) 角接取压装置

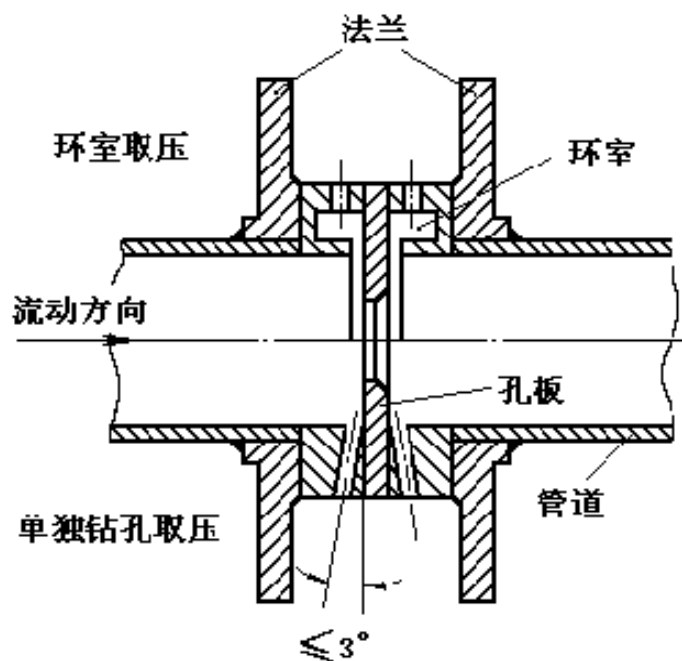
角接取压装置能够采用环室或夹紧环(单独钻孔)取得节流件前后的差压。

## (2) 法兰取压装置

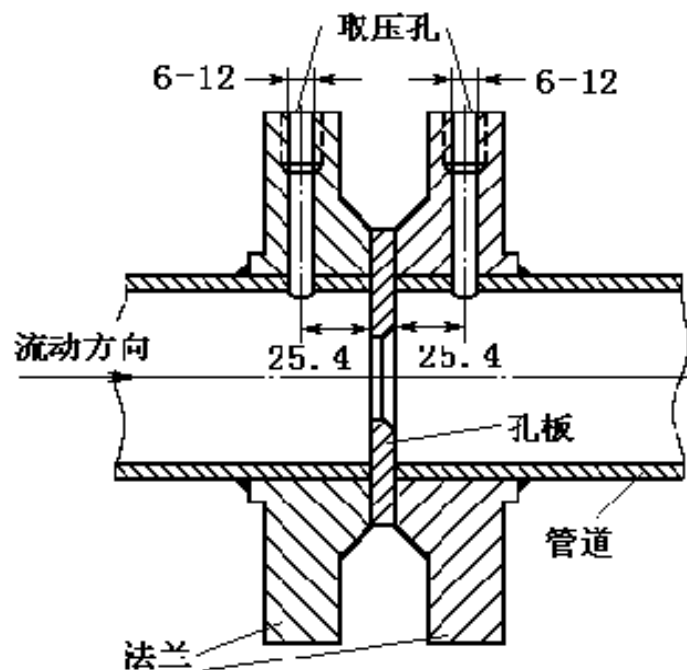
法兰取压装置由两个带取压孔的取压法兰构成。

# 原则节流装置的取压方式一示意图

➤角接取压法（环室构造和单独钻孔构造）比较简便，轻易实现环室取压，测量精度较高。法兰取压法构造较简朴，轻易装配，计算也以便，但精度较角接取压法低些。



A: 角接取压法



B: 法兰取压法

## 5、差压式流量计-测量误差

---

- 被测流体工作状态的变动
- 节流装置安装不正确
- 孔板入口边沿的磨损
- 导压管安装不正确，或有堵塞、渗漏现象
- 差压计安装或使用不正确

### 三、转子流量计

又名**浮子流量计**，测量本体由一根自下向上扩大的垂直锥管和一只能够沿着锥管的轴向自由移动的浮子构成。如图所示。

□构成：锥形管、转子

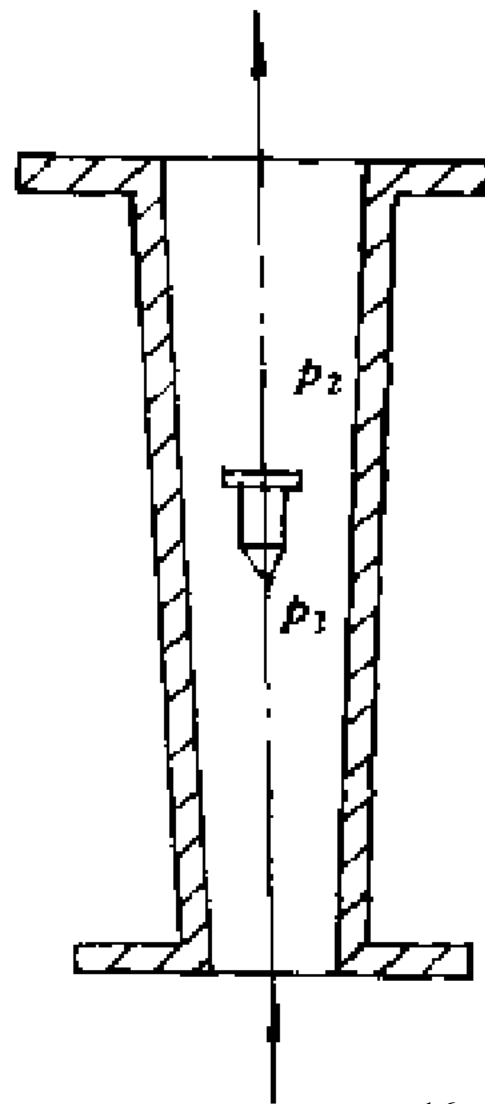
□测量原理：

▶定压降，变节流面积

▶转子在锥形管中的平衡位置的高下与  
被测介质的流量大小相相应。

□合适于测量管径**50mm**下列管道的流量，  
测量的流量可小到每小时几升。

线性刻度，可测气体、蒸汽和液体的流量。





# 1、流量公式

按锥形管的**材料**分：**玻璃管**转子流量计，流量示值刻在锥形管上；**金属管**转子流量计，有**就地指示型**和电气信号**远传型**两种。

□流量公式：

$$M = \phi h \sqrt{\frac{2 gV (\rho_t - \rho_f) \rho_f}{A}}$$

$$Q = \phi h \sqrt{\frac{2 gV (\rho_t - \rho_f)}{\rho_f A}}$$

$\phi$  —仪表**常数**

$h$  —转子浮起的**高度**；  $g$  —**重力加速度**；

$V$  —转子的**体积**；  $\rho_t$  —转子的**密度**；

$\rho_f$  —被测流体的**密度**；  $A$  —转子的最大横**截面积**。

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/968041032044006136>