

# 中华人民共和国城镇建设行业标准

## 城市排水流量堰槽测量标准 矩形薄壁堰

CJ/T 3008.2—1993

Standards for municipal wastewater discharge measurement—  
Rectangular notch thin-plate weir

本标准制订参照了国际标准(ISO)1438/1:1980《应用薄壁堰和文杜里水槽在明渠中测流》、(ISO)4373:1979《明渠水流测量——水位测量设备》和(ISO)772:1988《明渠水流测量——词汇和符号》。

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了使用矩形薄壁堰测量明渠排水流量的术语、结构、流量公式、制作、安装、水头测量、综合误差分析和维护等。

本标准适用于水温为 5~30℃ 的城市生活污水、工业废水和雨水的明渠排水流量测量。

本标准的测量精度为 1%~4%。

供水明渠的流量测量可参照使用。

本标准不适用于含有大量漂浮物质和易淤积物质的流量测量。

### 2 引用标准

GBJ 95 水文测验术语和符号标准

### 3 术语

#### 3.1 导流板 baffle

为改善水流条件,在行近渠道中设置的挡板。

#### 3.2 钩形测针 hoor gauge

主要测量部件为一针形细钩。测针上端的刻度为零,自上向下刻度读数逐渐增加,见图 1、图 3。

#### 3.3 针形测针 point gauge

主要测量部件为一针形测杆。测针上端的读数为零,自上向下刻度读数逐渐增加,见图 2、图 3。

#### 3.4 基准板 datum plate

具有精确基面的固定金属板,用以测量水位。

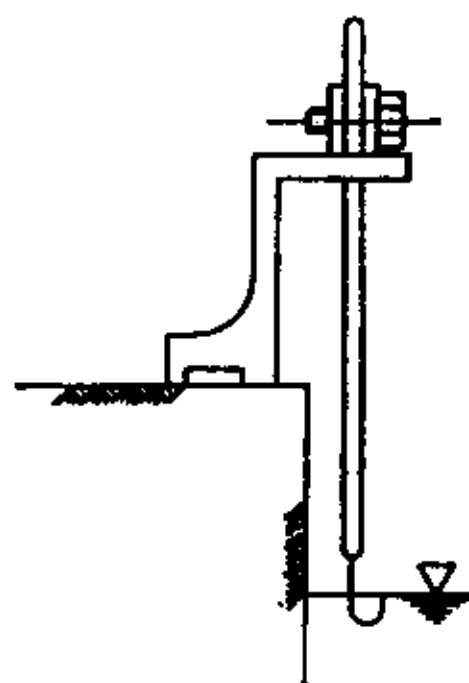


图 1 钩形测针

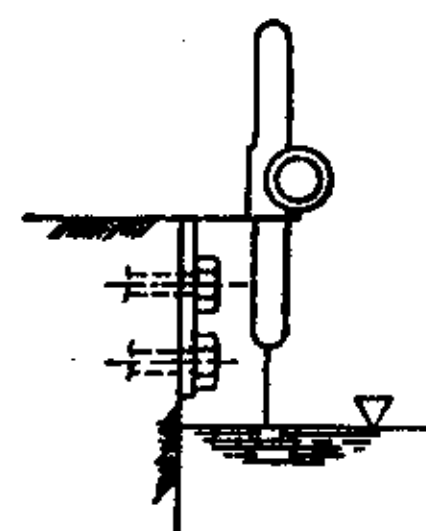


图 2 针形测针

中华人民共和国建设部 1993-05-03 批准

1993-10-01 实施

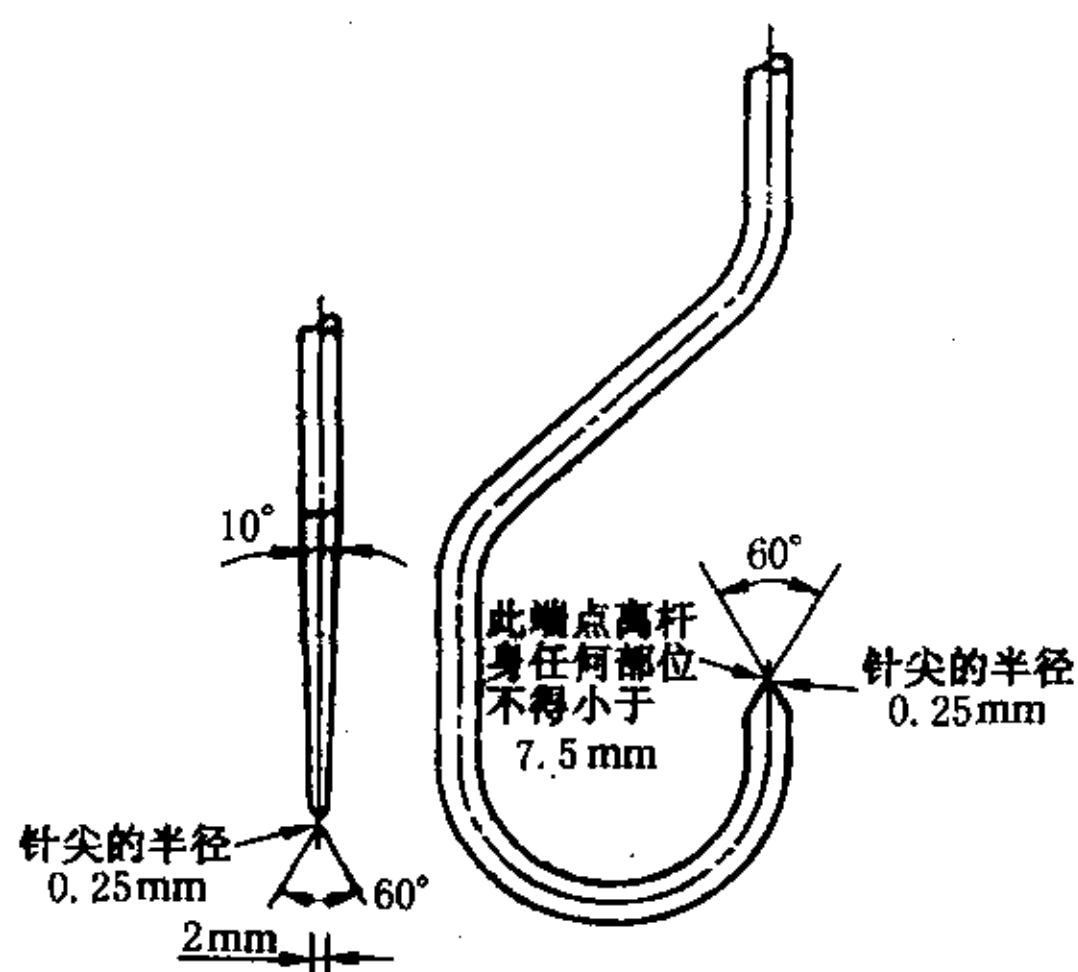


图3 测针的针尖和针钩

### 3.5 亚临界流 sub-critical flow

弗汝德数小于1的水流。在这种水流中,水面的扰动会影响到上游流态。

### 3.6 堰顶 crest

测流堰顶部的线或面。

### 3.7 完全通气水舌 fully ventilated nappe; fully aerated nappe

跳离测流堰下游表面的水舌,水舌下面形成一个与大气连通的气穴。

### 3.8 本标准采用的其他术语和符号应符合 GBJ 95 的有关规定。

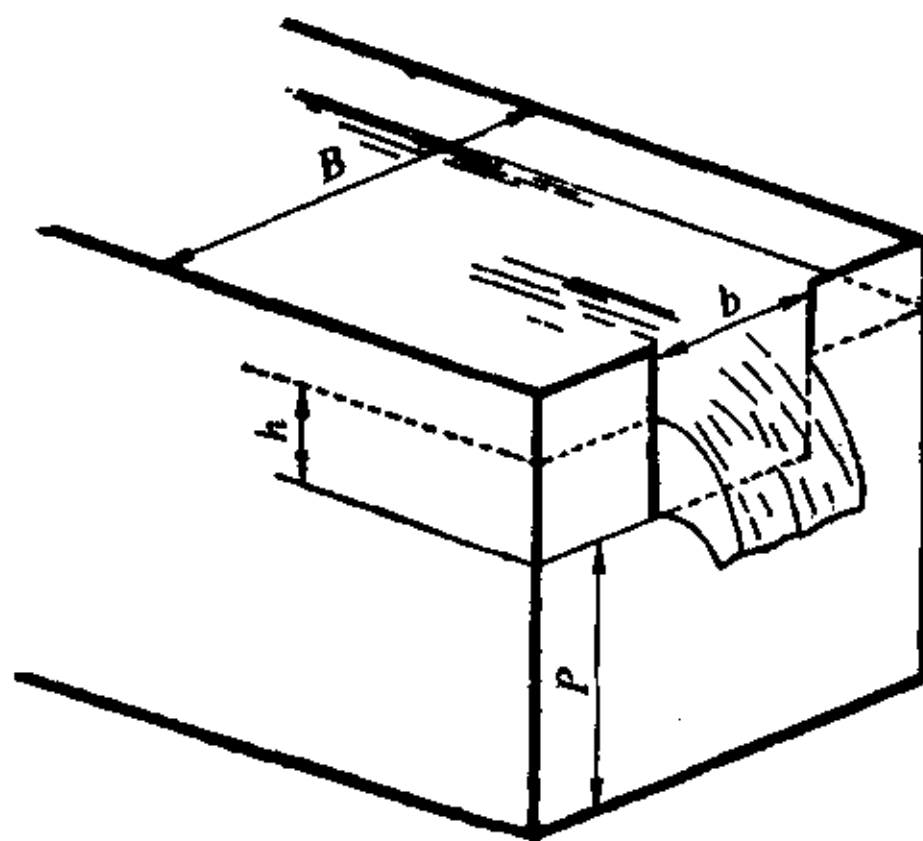
## 4 矩形薄壁堰的类型形状尺寸

### 4.1 类型

矩形薄壁堰分为有侧收缩矩形薄壁堰和无侧收缩矩形薄壁堰。

### 4.2 有侧收缩矩形薄壁堰

有侧收缩矩形薄壁堰的堰口宽度小于行近渠道的宽度,见图4。



$B$ —行近渠道宽度,  $m$ ;  $b$ —堰口宽度,  $m$ ;  $p$ —堰顶水头,  $m$ ;  $h_{max}$ —堰顶最大水头,  $m$

图4 有侧收缩矩形薄壁堰

### 4.3 无侧收缩矩形薄壁堰

无侧收缩矩形薄壁堰的堰口宽度等于行近渠道宽度。

### 4.4 堰口

堰的顶面垂直于堰板面,与堰板上游面相交处为直角锐缘,堰口剖面,见图5。

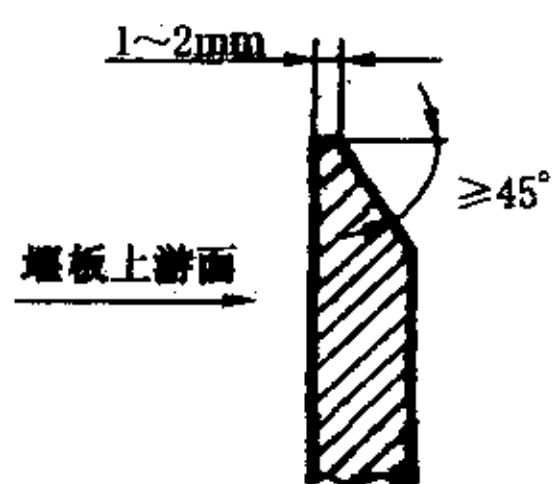


图 5 堰口剖面

## 5 流量计算

### 5.1 有侧收缩矩形薄壁堰的流量计算

#### 5.1.1 流量计算公式

$$Q = C_e \frac{2}{3} (2g)^{1/2} \cdot b_e \cdot h_e^{3/2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:  $Q$ ——流量,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

$C_e$ ——流量系数;

$g$ ——重力加速度,  $\text{m}/\text{s}^2$ ;

$b_e$ ——堰口的有效宽度,  $\text{m}$ ;

$h_e$ ——有效水头,  $\text{m}$ 。

##### 5.1.1.1 $C_e$ 值按表 1 计算:

表 1

$b/B$	$C_e$
0.9	$0.598 + 0.064(h/p)$
0.8	$0.596 + 0.045(h/p)$
0.7	$0.594 + 0.030(h/p)$
0.6	$0.593 + 0.018(h/p)$
0.4	$0.591 + 0.0058(h/p)$
0.2	$0.589 - 0.0018(h/p)$
0.0	$0.587 - 0.0023(h/p)$

注:表 1 中  $b/B$  的其他中间值,用内插法确定  $C_e$  值。

表中:  $b$ ——堰口宽度,  $\text{m}$ ;

$B$ ——渠道宽度,  $\text{m}$ ;

$P$ ——上游堰口高度,  $\text{m}$ 。

##### 5.1.1.2 $b_e$ 值按公式(2)计算:

$$b_e = b + K_b \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:  $K_b$ ——粘滞力的校正值,  $\text{mm}$ 。查表 2 求得。

表 2

$b/B$	$K_b (\text{mm})$
0.0	2.4
0.2	2.4
0.4	2.7

续表 2

$b/B$	$K_b(\text{mm})$
0.6	3.6
0.8	4.2
1.0	—0.9

注：表 2 中  $b/B$  的其他中间值，用内插法确定  $K_b$  值。

#### 5.1.1.3 $h_e$ 值按公式(3)计算：

$$h_e = h + K_h \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中： $h$ ——堰顶水头，m；

$K_h$ ——表面张力的校正值，m。取  $K_h=0.001\text{ m}$ 。

#### 5.1.2 应用限制条件

- a.  $h/p$  不大于 2.50；
- b.  $h$  不小于 0.03 m；
- c.  $b$  不小于 0.15 m；
- d.  $p$  不小于 0.10 m；
- e.  $(B-b)/2$  不小于 0.10 m。

### 5.2 无侧收缩矩形薄壁堰的流量计算

#### 5.2.1 流量公式

$$Q = C_e \frac{2}{3} (2g)^{1/2} \cdot h_e^{3/2} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中： $C_e=0.602+0.083h/p$ ； $\dots\dots\dots(5)$

$h_e=h+0.0012\text{ m}$ 。 $\dots\dots\dots(6)$

#### 5.2.2 应用限制条件

- a.  $h/p$  不大于 1.00；
- b.  $h$  在 0.03 m 到 0.75 m 之间；
- c.  $b$  不小于 0.30 m；
- d.  $p$  不小于 0.10 m。

## 6 技术条件

### 6.1 材料

6.1.1 矩形堰板应采用耐腐蚀、耐水流冲刷、不变形的材料精确加工而成。

6.1.2 行近渠道、下游渠道和静水井等用混凝土或砖石等砌筑后，再用水泥砂浆抹面压光；也可用其他耐腐蚀的材料预制而成。

6.1.3 连通管应采用铸铁管或塑料管等耐腐蚀管道。

### 6.2 堰板制作

6.2.1 堰板必须平整、坚固。

6.2.2 堰口顶面厚度  $\delta=1\sim2\text{ mm}$ 。若  $\delta>2\text{ mm}$ ，则堰板下游边缘做成斜面，斜面与顶面的夹角  $\beta$  不小于  $45^\circ$ 。

#### 6.2.3 表面粗糙度

堰板上游侧面的表面粗糙度为  $\frac{50}{\sqrt{}}$ ，薄壁堰口及距堰口 100 mm 内堰板两侧的表面粗糙度为  $\frac{25}{\sqrt{}}$ 。

#### 6.2.4 尺寸精度

- a.  $b\pm0.001\text{ b, mm}$ ；

b.  $p \pm 2 \text{ mm}$ ;

c.  $B \pm 5 \text{ mm}$ 。

### 6.3 行近渠道

#### 6.3.1 长度

行近渠道的长度应不小于最大水头时水舌宽度的 10 倍。

#### 6.3.2 流态

行近渠道中水流的流态应符合附录 A 的规定。若流态不能满足此规定时,可采用导流板整流。

### 6.4 下游渠道

6.4.1 下游渠道内应无杂物,水流排泄应通畅。

6.4.2 堰口与下游水面应有足够的垂直距离,保证形成完全通气水舌。

6.4.3 无侧收缩矩形堰两侧渠壁应延伸到堰板下游,其长度不小于  $0.3 h_{\max}$ 。两侧壁上设通气孔,保证水舌下空气自由流通。

### 6.5 静水井

#### 6.5.1 位置

静水井应设在行近渠道的一侧,距堰板上游面  $4 \sim 5 h_{\max}$  处。

#### 6.5.2 连通管

6.5.2.1 渠道和静水井之间应用连通管相连。管长尽量缩短,管子坡向渠道。

6.5.2.2 连通管直径应不小于 50 mm。管底距渠底 50 mm。

#### 6.5.3 井筒

6.5.3.1 静水井可为圆形或方形,竖直设置,高度应不低于渠顶。

6.5.3.2 井筒内壁与水位计浮子的间隙应不小于 75 mm。井底低于连通管进口管底 300 mm。

6.5.3.3 在井筒的顶面上应设一金属基准板,其一边应与井筒内壁齐平。

### 6.6 安装

6.6.1 堰板置于行近渠道末端,垂直安装。

6.6.2 有侧收缩矩形堰的堰口与两侧渠壁等距。堰口必须水平安装。

6.6.3 行近渠道,静水井和堰板等均不得漏水。

6.6.4 下游渠道紧接堰板处,应作加固处理。

6.6.5 在最大流量通过时,堰板不变形,渠道不损坏。

## 7 水头测量

### 7.1 测量仪器

7.1.1 测量瞬时的堰顶水头,使用针形测针、钩形测针或其他有同等精度的仪器。刻度划分至毫米,游标尺读数至 0.1 mm。

7.1.2 连续地测量堰顶水头的变化过程时,使用浮子式水位计,超声波液位计或其他有同等精度的水位计测量。

#### 7.1.2.1 水位精度

水位计的水位刻度应划分至毫米。水位计的滞后行程应不大于 3 mm。

#### 7.1.2.2 记时精度

记时装置连续工作 30 d 以上,记时累积平均误差不大于  $\pm 30 \text{ s/d}$ 。连续工作 24 h 的记时钟,误差不大于  $\pm 30 \text{ s/d}$ 。

#### 7.1.2.3 电子记录仪精度

电子记录仪的误差不大于满量程读数的 0.5%。

7.1.3 直接与污水接触的测针和浮子等,用耐腐蚀的材料制成。

7.1.4 安装在现场的仪器,应有防潮、防腐和防冻等措施。

## 7.2 测量位置

在行近渠道上,距堰板  $4\sim 5 h_{\max}$  处测量堰顶水头。若渠道中的水面波动不大,测量仪器不影响水流,可在渠道上直接测量;否则在静水井中测量。

## 7.3 确定水头零点

7.3.1 测流前应确定水头零点。水头零点,即堰顶水头为零时,水头测量位置处测针的读数,或静水井基准板与堰口最低点的垂直距离。

7.3.2 不能用下降或上升堰前水面至堰口处的读数当作水头零点。

### 7.3.3 确定水头零点的方法

a. 将行近渠道中的静水位下降至堰顶以下。

b. 在堰板上游的行近渠道上,安装一临时钩形测针;在测定堰顶水头的位置处,安装针形测针。见图 6。

c. 用一精密水平尺,一端置于堰顶,另一端置于临时钩形测针的针尖上。调整钩形测针至水平尺保持水平时,记录钩形测针读数  $B$ ,见图 6a。

d. 将临时钩形测针下降到水面并记录读数  $A$ 。调整针形测针至水面,并记录读数  $C$ ,见图 6b。

e. 针形测针零点读数公式:

$$D = C + (B - A) \quad \dots\dots\dots (7)$$

f. 也可用水准仪测量堰顶与基准板间的高差,确定水位计的水头零点。测量误差不大于 1 mm。

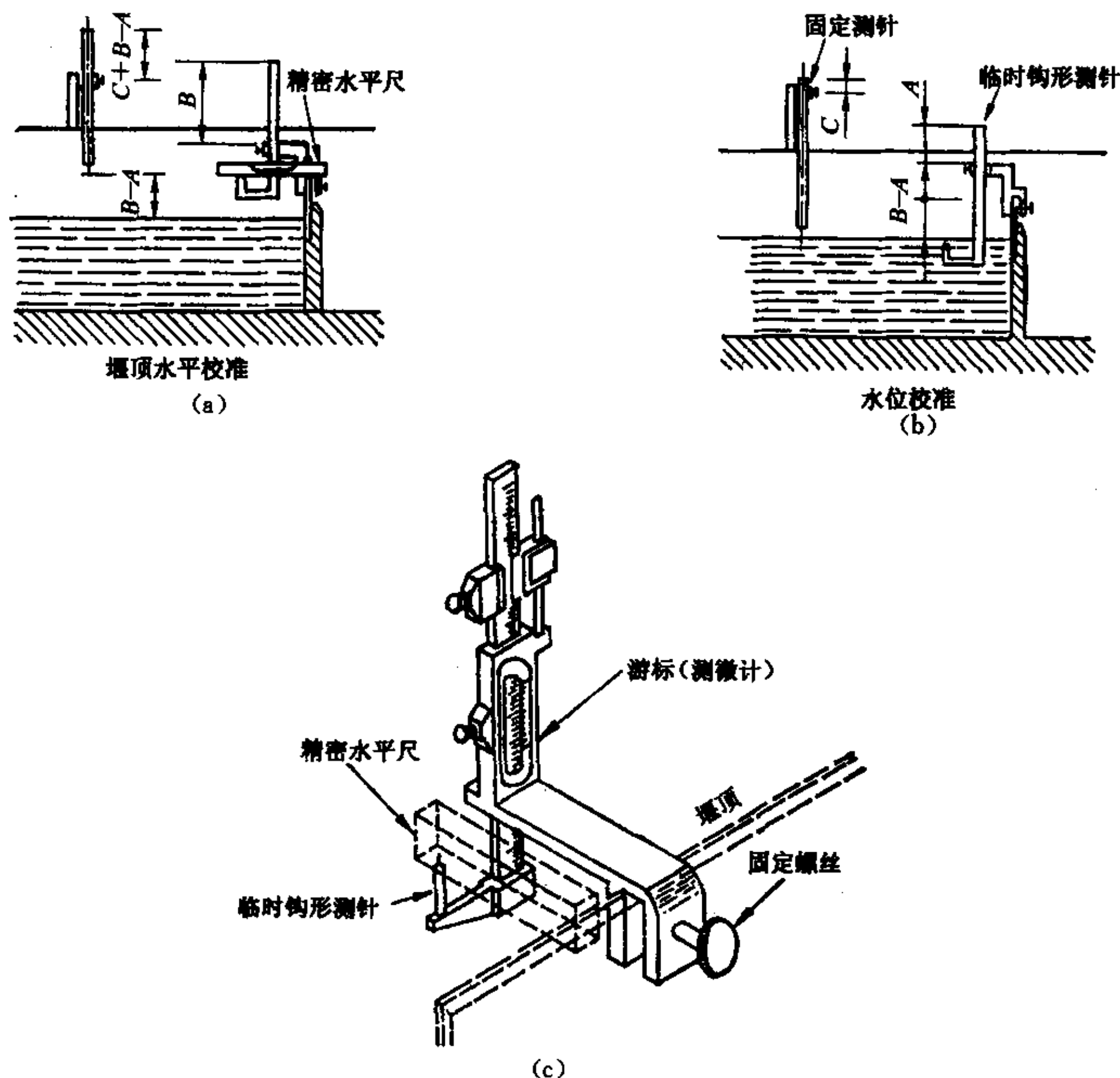


图 6 水头零点的确定

## 7.4 水头测量精度

水头测量的误差为水头变幅的1%，但不得大于±3 mm。

## 8 流量测量的综合误差分析

## 8.1 误差计算公式

$$X_0 = \pm [X_{ce}^2 + X_{be}^2 + (1.5X_{be})^2]^{1/2} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：\$X\_0\$——流量计算值的误差，%

\$X\_{ce}\$——流量系数的误差，%

\$X\_{be}\$——矩形薄壁堰有效宽度的误差，%；

\$X\_{he}\$——有效水头的误差，%。

## 8.1.1 \$X\_{ce}\$由表3查得。

表3 \$X\_{ce}\$值

\$h/p\$	\$X_{ce}\$，%
<1.0	<1.5
1~1.5	<2.0
1.5~2.5	<3.0

## 8.1.2 \$X\_{be}\$值按公式(9)计算：

$$X_{be} = \pm \frac{100[\epsilon_b^2 + \epsilon_{kb}^2]^{1/2}}{b} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：\$\epsilon\_b\$——测量宽度的误差，mm；

\$\epsilon\_{kb}\$——宽度改正系数的误差，取0.30 mm。

## 8.1.3 \$X\_{he}\$值按公式(10)计算：

$$X_{he} = \pm \frac{100[\epsilon_h^2 + \epsilon_{h0}^2 + \epsilon_{kh}^2 + (2S_h^-)^2]^{1/2}}{n} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中：\$\epsilon\_h\$——测量水头的误差，mm；

\$\epsilon\_{h0}\$——水头零点的误差，mm；

\$\epsilon\_{kh}\$——水头改正系数的误差，取0.3 mm；

\$2S\_h^-\$——\$n\$次水头读数平均值的误差，mm；

\$n\$——水头测量次数。

## 8.1.3.1 \$S\_h^-\$值按公式(11)计算：

$$S_h^- = \frac{S_h}{n^{1/2}} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：\$S\_h\$——\$n\$次水头测量值的标准差，mm；

$$S_h = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h})^2}{n-1} \right]^{1/2} \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中：\$h\_i\$——各次水头测量值，mm；

\$\bar{h}\$——\$n\$次水头测量值的平均值，mm。

## 9 维护

- 9.1 行近渠道连通管和静水井应保持清洁,底部无障碍物,凡有漏水部位,应及时修补。
- 9.2 下游渠道应无阻塞,应保证水舌下空气自由流通。
- 9.3 堰板应保持清洁和牢固可靠,清洗时不得损伤堰口,特别是堰口上游的边缘和表面。
- 9.4 在渠道或堰板维修前后,应核查各部位的尺寸,是否与原尺寸相符。
- 9.5 每年应校验一次测针和水位计等测量仪器的精度。
- 9.6 每年应对水头零点校测一次。



**附录 A**  
**行近渠道的流态**  
(补充件)

**A1** 行近渠道的水流应为均匀稳定的亚临界流,其流速分布应接近于图 A1。

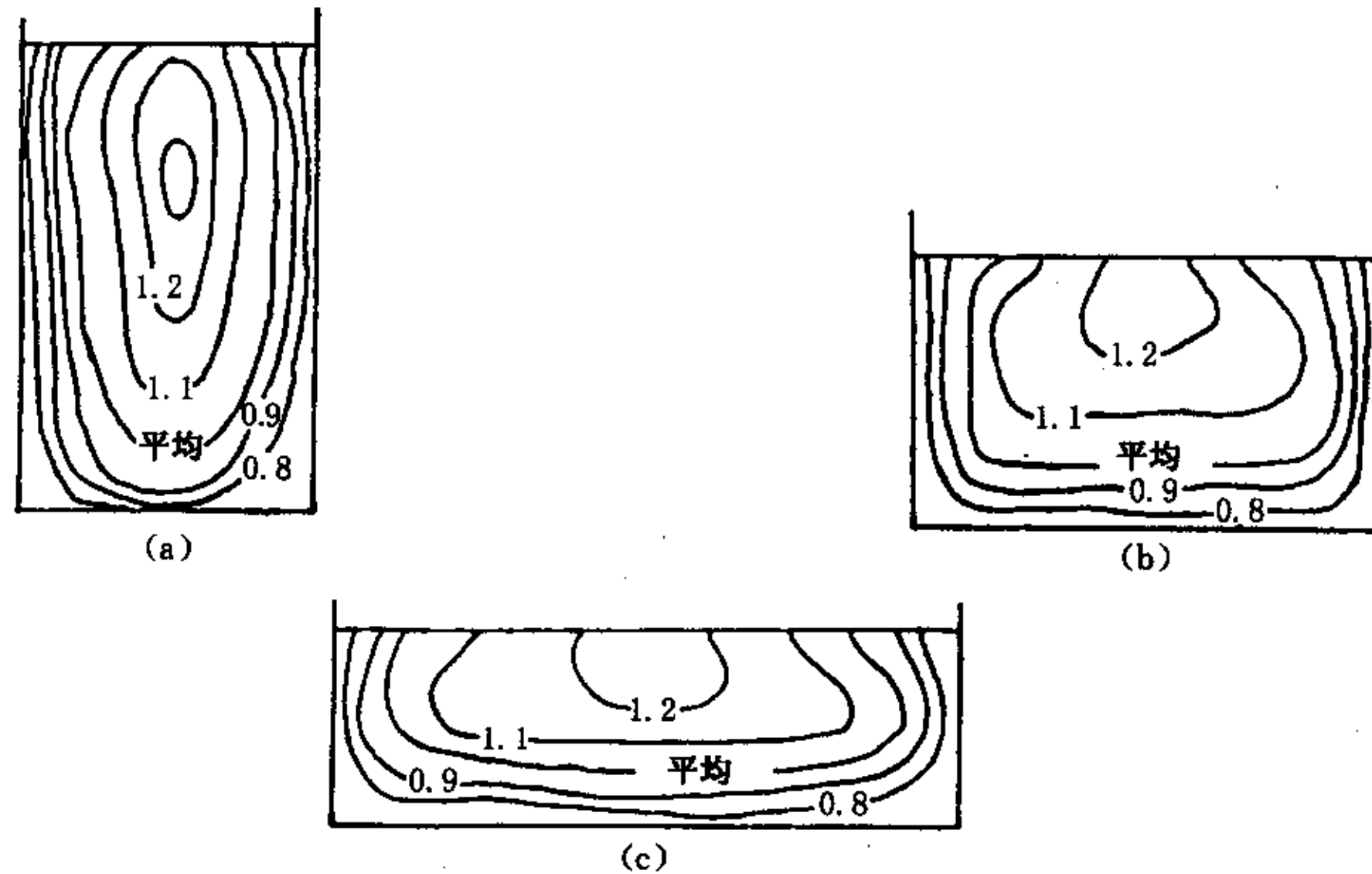


图 A1 行近渠道中的正常流速分布

**A2** 保持亚临界流的条件

$$\bar{v} < \left( \frac{g \cdot A}{B} \right)^{1/2} \dots\dots\dots (A1)$$

式中:  $\bar{v}$ ——行近渠道中的平均流速, m/s;

$A$ ——行近渠道中的水流断面,  $m^2$ 。

**附录 B**  
**流量测量的误差分析举例**  
(参考件)

**B1** 矩形薄壁堰的基本尺寸

在规则的矩形明渠上设矩形薄壁堰。

$b=0.30\text{ m}$ ,  $p=0.20\text{ m}$ ,  $h=0.08\text{ m}$ 。

**B2** 误差分析

**B2.1** 本例给定的误差

本例  $\frac{h}{p} < 1$   $\therefore$  取  $X_{ce} = \pm 1.5\%$ 。

本标准规定取  $\epsilon_{kb} = \pm 0.30\text{ mm}$

本标准规定取  $\epsilon_{kh} = \pm 0.30\text{ mm}$

连续 10 次水头读数的标准差  $S_h^- = 0.05\text{ mm}$

**B2.2** 使用者估算的测量误差

测量水头误差	$\epsilon_h = \pm 0.20 \text{ mm}$
水头零点设置误差	$\epsilon_{h0} = \pm 0.30 \text{ mm}$
测量堰宽误差	$\epsilon_b = \pm 0.50 \text{ mm}$

**B2.3 计算  $X_{be}$  和  $X_{he}$** 

根据(9)式,  $X_{be}$  是

$$\begin{aligned} X_{be} &= \pm \frac{100[\epsilon_b^2 + \epsilon_{kb}^2]^{1/2}}{b} \\ &= \pm \frac{100[0.50^2 + 0.30^2]^{1/2}}{300} \\ &= \pm 0.19\% \end{aligned}$$

根据(10)式,  $X_{he}$  是:

$$\begin{aligned} X_{he} &= \pm \frac{100[\epsilon_h^2 + \epsilon_{h0}^2 + \epsilon_{kb}^2 + (2S_h^-)^2]^{1/2}}{h} \\ &= \pm \frac{100[0.20^2 + 0.30^2 + 0.30^2 + (2 \times 0.05)^2]^{1/2}}{80} \\ &= \pm 0.6\% \end{aligned}$$

**B2.4 计算  $X_0$** 

根据(8)式,  $X_0$  是:

$$\begin{aligned} X_0 &= \pm [X_{ce}^2 + X_{be}^2 + (1.5 \times h_e)^2]^{1/2} \\ &= \pm [1.5^2 + 0.19^2 + (1.5 \times 0.6)^2]^{1/2} \\ &= \pm 1.76\% \end{aligned}$$

**附加说明:**

本标准由建设部标准定额研究所提出。

本标准由建设部城镇建设标准技术归口单位建设部城市建设研究院归口。

本标准由北京市市政工程局负责起草。

本标准主要起草人:陶丽芬、李俊、王岚、王春顺、肖鲁。

本标准委托北京市市政工程局负责解释。