

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 三角形剖面堰

CJ/T 3008.5—1993

Standards for municipal wastewater discharge measurement
—Triangular-profile weir

本标准制订参照了国际标准(ISO)4360:1984《堰槽明渠水流测量——三角形剖面堰》、(ISO)772:1988《明渠水流测量——词汇和符号》和(ISO)4373:1979《明渠水流测量——水位测量设备》。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了使用三角形剖面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。

本标准适用于城市较大流量的生活污水、工业废水和雨水的明渠流量测量。

本标准的测量精度为2%~5%。

供水明渠的流量测量可参照使用。

2 引用标准

GBJ 95 水文测验术语和符号标准

3 术语

3.1 基准板 datum plate

具有精确基面的金属板,用以测量水位。

3.2 亚临界流 sub-critical flow

弗汝德数小于1的水流。在这种水流中,水面的扰动会影响上游流态。

3.3 堰顶 crest

测流堰顶部的线或面。

3.4 本标准采用的其他术语和符号应符合 GBJ 95 的规定。

4 三角形剖面堰的形状

4.1 三角形剖面堰的形状见图1。堰体上游面和下游面都是斜面。两个斜面的交线形成一条水平的直线,即三角形剖面堰的堰顶。上游面的坡度:1:2,下游面的坡度:1:5。

4.2 在应用中,堰体的两个斜面可以适当截短,但应满足下列条件。

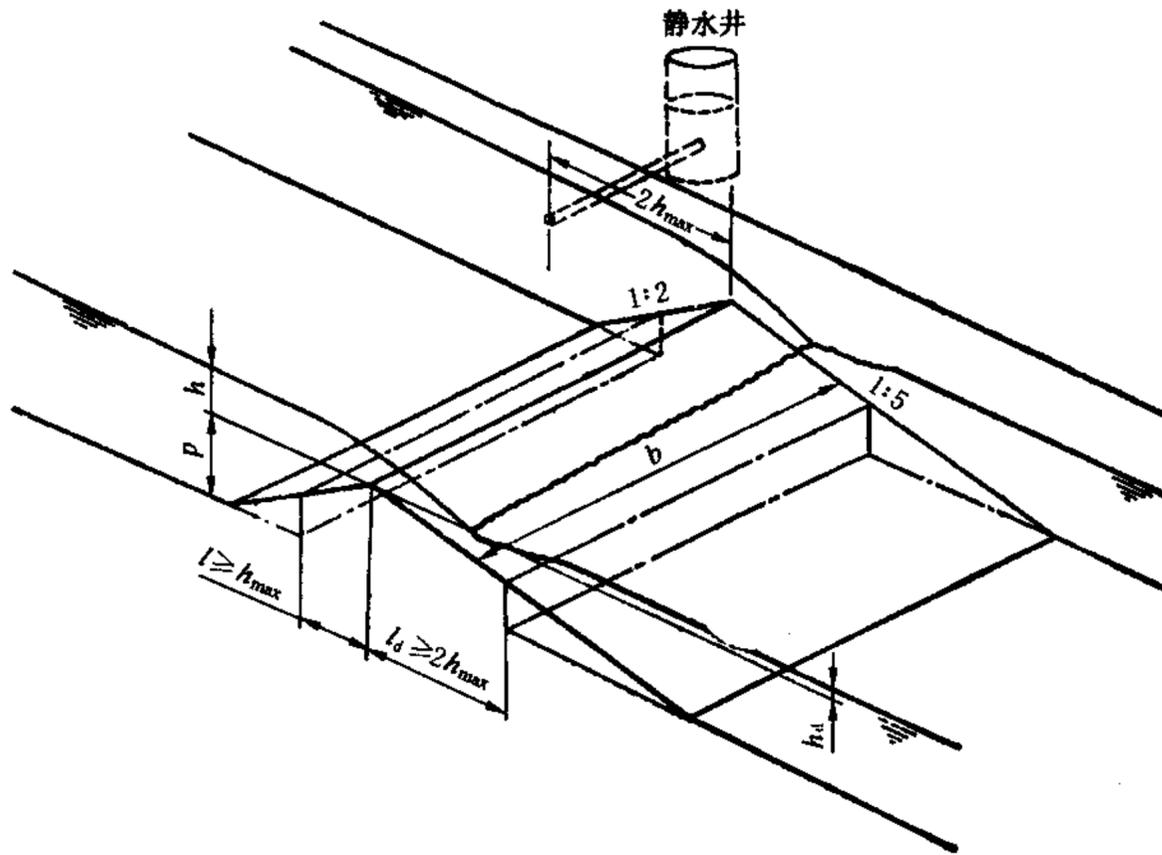
$$l \geq h_{\max}$$

$$l_d \geq 2h_{\max}$$

式中: h_{\max} ——堰顶水头的最大值, m。

中华人民共和国建设部 1993-05-03 批准

1993-10-01 实施



b —堰宽, m; P —堰高, m; l —上游斜面的水平距离, m; l_d —下游斜面的水平距离, m;
 h —上游堰顶水头, m; h_d —下游堰顶水头, m。

图 1 三角形剖面堰

5 流量计算

5.1 三角形剖面堰的流量公式

$$Q = (2/3)^{3/2} C_e C_v g^{1/2} b h^{3/2} \dots\dots\dots (1)$$

式中: Q ——流量, m^3/s ;
 C_e ——流量系数;
 C_v ——流速系数;
 g ——重力加速度, m/s^2 。

5.1.1 C_e 值按公式(2)计算:

$$C_e = 1.163 \left(1 - \frac{0.0003}{h} \right)^{3/2} \dots\dots\dots (2)$$

当 $h \geq 0.1$ m 时, $C_e = 1.163$;

5.1.2 C_v 值由图 2 查得。

图中: $A = b(P+h) \dots\dots\dots (3)$

5.2 应用限制条件

- a. $h_d \leq 0.75 h$;
- b. $b \geq 0.3$ m;
- c. $P \geq 0.06$ m;
- d. $b/h \geq 2.0$;
- e. $h/P \leq 3.5$;
- f. 当堰的坡面相当于金属加工光洁度 $\nabla 5$ 时, $h \geq 0.03$ m;
- g. 当堰的坡面是压光的水泥砂浆抹面时, $h \geq 0.06$ m。

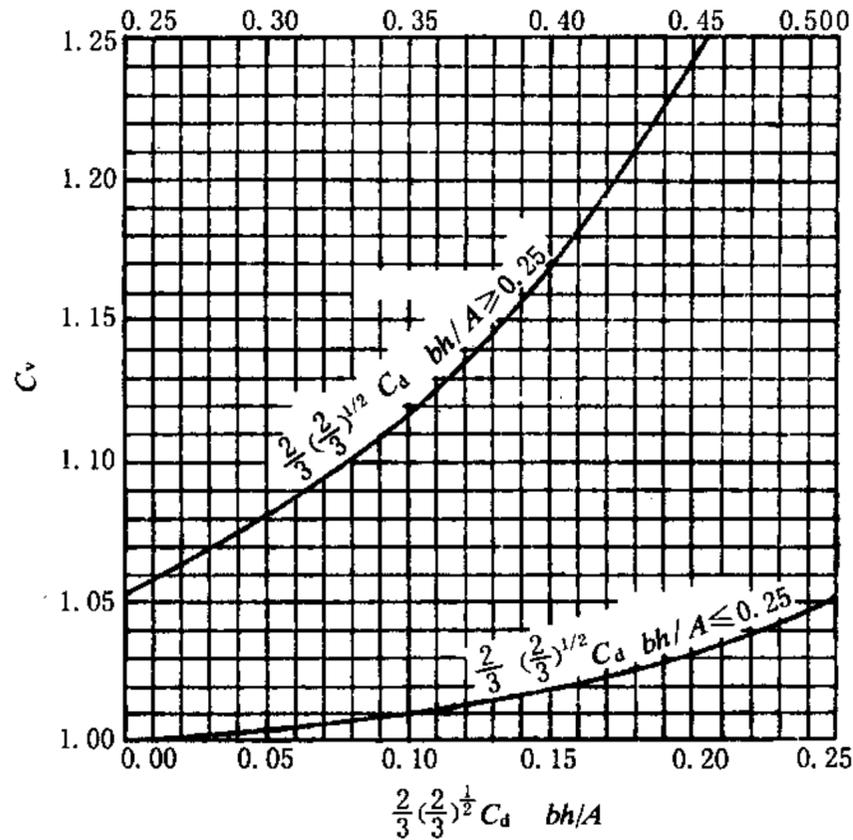


图 2 C_v 值曲线图

6 技术条件

6.1 材料

三角形剖面堰的行近渠道、下游渠道和静水井等,用混凝土建造,外抹水泥砂浆并压光;也可用耐腐蚀、耐水流冲刷、不变形的材料预制而成。

连通管应采用铸铁管或塑料管等耐腐蚀管道。

6.2 制作精度

6.2.1 三角形剖面堰的表面应平整光滑。

6.2.2 制作精度规定见表 1。

表 1 制作精度

部 位	精 度 要 求
堰顶宽度 b	$\leq \pm 0.2\%b$, 最大误差不超过 ± 5 mm
堰顶水平线	坡度误差 $\leq \pm 0.1\%$
斜面不平度	$\leq \pm 1$ mm/m
斜 面	坡度误差 $\leq \pm 0.1\%$
堰 高 P	$\leq \pm 2$ mm

6.3 行近渠道

6.3.1 长度

行近渠道为顺直平坦的矩形明渠,其长度至少为堰宽的 10 倍。

6.3.2 流态

行近渠道中水流的流态应满足附录 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 下游渠道内无杂物,水流排泄通畅。

6.4.2 下游水面的变化不影响堰上水流,三角形剖面堰应处于非淹没状态。

6.5 静水井

6.5.1 位置

静水井设在行近渠道的一侧,距离堰顶为 $2h_{\max}$ 处。

6.5.2 连通管

6.5.2.1 渠道和静水井之间用连通管相连通。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。井底位于连通管进口管底 300 mm。

6.5.3.3 在井筒的顶面上设一金属基准板,其一边应与井筒内壁齐平。

6.6 安装

6.6.1 三角形剖面堰砌筑或安装在行近渠道的末端,堰顶线与渠壁垂直。

6.6.2 行近渠道、静水井和堰体均不得漏水。

6.6.3 下游渠道紧接堰体处,应作加固处理。

6.6.4 在最大流量通过时,堰体和渠道不受损坏。

7 水头测量

7.1 测量仪器

7.1.1 测量瞬时的堰上水头时,使用刻度至毫米的水尺测量。

7.1.2 连续地测量堰上水头的变化过程时,使用浮子式水位计、超声波水位计或其他有同等精度的水位计。

7.1.2.1 水位计精度

水位计的水位刻度应划分至毫米。水位计的滞后行程不大于 3 mm。

7.1.2.2 计时精度

计时装置连续工作 30 d 以上,计时累积平均误差应不大于 ± 30 s/d。连续工作 24 h 的记时钟,误差应不大于 ± 30 s/d。

7.1.2.3 电子记录仪精度

电子记录仪的误差应不大于满刻度读数的 $\pm 0.5\%$ 。

7.1.3 直接与污水接触的测量仪器部件,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、防冻等措施。

7.2 测量位置

在行近渠道上,距堰顶 $2h_{\max}$ 处测量堰上水头。若渠道中的水面波动不大,测量时不影响水流,可在渠道上直接测量,否则应在静水井中测量。

7.3 确定水头零点

7.3.1 测流前应确定水头零点。水头零点即过堰水头为零时,水头测量位置处水尺的读数,或静水井基准板与堰顶的垂直距离。此值用水准仪测量求得。

7.3.2 不能用下降或上升堰前水面至堰顶处的读数,当作水头零点。

7.4 水头测量精度

7.4.1 水头测量的误差应为水头变幅的 $\pm 1\%$,但不得大于 ± 10 mm。

7.4.2 水头零点的综合误差应不大于 ± 3 mm。

8 流量测量的综合误差分析

8.1 误差计算公式

$$X_Q = \pm [X_c^2 + X_b^2 + (1.5X_h)^2]^{1/2} \dots\dots\dots(4)$$

式中： X_Q ——流量计算值的误差，%；
 X_c —— C_d 和 C_v 的误差，%；
 X_b —— b 的误差，%；
 X_h —— h 的误差，%。

8.1.1 流量系数的综合误差 X_c 不大于 ±3%。

8.1.2 X_b 值按公式(5)计算：

$$X_b = \pm 100 \times \frac{\epsilon_b}{b} \dots\dots\dots(5)$$

式中： ϵ_b ——堰宽测量误差，mm。

8.1.3 X_h 值按公式(6)计算：

$$X_h = \pm \frac{100[1\epsilon_h^2 + 2\epsilon_h^2 + \dots\dots + (2S_h^-)^2]^{1/2}}{h} \dots\dots\dots(6)$$

式中： $1\epsilon_h, 2\epsilon_h$ ——影响水头测量值的各种误差，mm；

$2S_h^-$ —— n 次水头测量读数平均值的误差，mm。

8.1.3.1 S_h^- 值按公式(7)计算：

$$S_h^- = \frac{S_h}{n^{1/2}} \dots\dots\dots(7)$$

式中： S_h —— n 次水头测量值的标准差，mm；

n ——水头测量次数。

$$S_h = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h})^2}{n - 1} \right]^{1/2} \dots\dots\dots(8)$$

式中： h_i ——每次水头读数，mm；

\bar{h} —— n 次水头读数平均值，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。
- 9.2 下游渠道应无阻塞，应不发生雍水，保证三角形剖面堰的堰上水流处于自由出流状态。
- 9.3 堰体应保持牢固可靠，不受损坏。
- 9.4 凡有漏水部位，应及时修补。
- 9.5 每年应核查一次堰体各部位的尺寸，是否与原尺寸相符。
- 9.6 每年应校验一次水位计的精度。
- 9.7 每年应校测一次水头零点。

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。

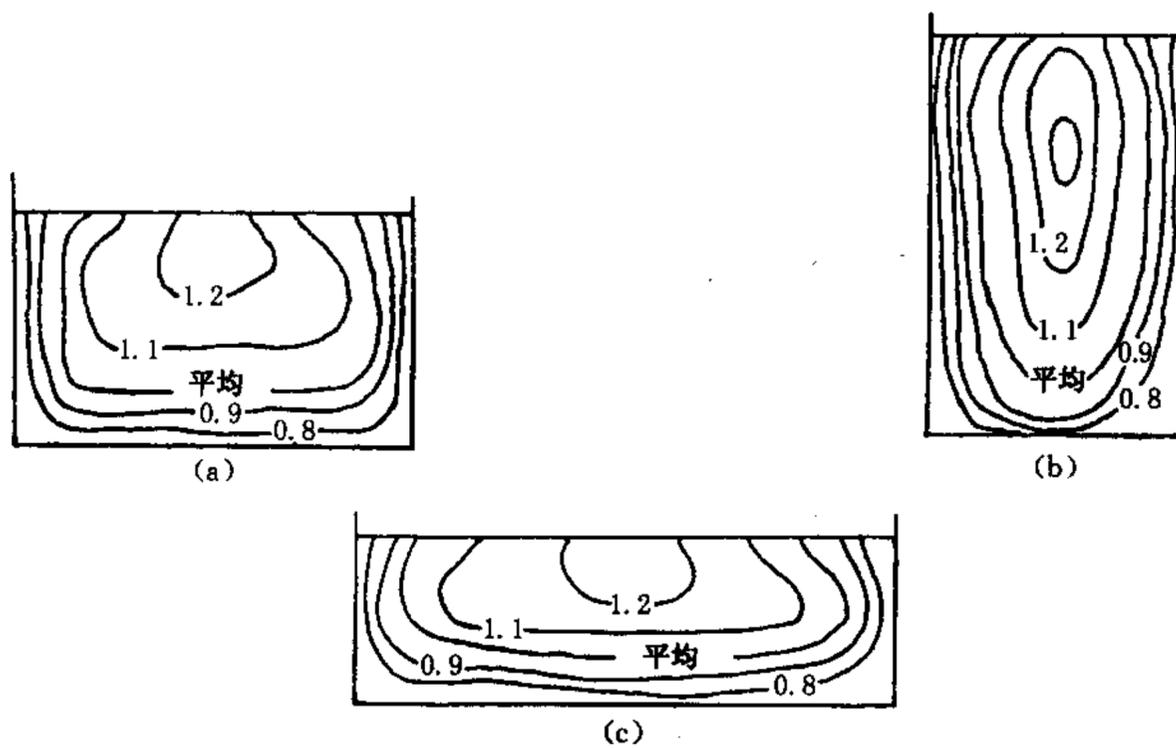


图 A1 行近渠道中的正常流速分布

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面积, m²。

附录 B
三角形剖面堰流量测量综合误差举例
(参考件)

B1 基本尺寸

在规则的矩形明渠上设三角形剖面堰,过堰水流为非淹没流。在堰上作单次流量测量。

$P=0.01 \text{ m}$ $h=0.25 \text{ m}$
 $b=1.00 \text{ m}$ $B=1.00 \text{ m}$

B2 误差分析

B2.1 本例给定的误差

流量系数的误差,取 $X_c = \pm 3\%$ 。

B2.2 使用者估算的测量误差

水头综合误差 $\epsilon_h = \pm 4 \text{ mm}$
零点设置误差 $\epsilon_{h0} = \pm 2 \text{ mm}$

堰宽测量误差 $\epsilon_b = \pm 0.01 \text{ m}$

B2.3 计算 X_b 和 X_h

根据公式(5), X_b 是:

$$\begin{aligned} X_b &= \pm 100 \times \frac{\epsilon_b}{b} \\ &= \pm 100 \times \frac{0.01}{1.00} \\ &= \pm 1.0\% \end{aligned}$$

根据公式(6), X_h 是:

$$\begin{aligned} X_h &= \pm \frac{100[1\epsilon_b^2 + 2\epsilon_b^2 + \dots + (2S_b^-)^2]^{1/2}}{h} \\ &= \pm \frac{100[0.004^2 + 0.002^2]^{1/2}}{0.25} \\ &= \pm 1.79\% \end{aligned}$$

B2.4 计算流量测量误差 X_Q

根据公式(4), X_Q 是:

$$\begin{aligned} X_Q &= \pm [X_c^2 + X_b^2 + (1.5X_h)^2]^{1/2} \\ &= \pm [3.0^2 + 1.0^2 + (1.5 \times 1.79)^2]^{1/2} \\ &= \pm 3.56\% \end{aligned}$$

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。