

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

巴歇尔量水槽

CJ/T 3008.3—1993

Standards for municipal wastewater discharge measurement—
Parshall flume

本标准制订参照了国际标准(ISO)9826:1991《明渠水流测量——巴歇尔水槽和孙奈利水槽》、(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

本标准规定了使用巴歇尔量水槽测量排水流量的术语、结构、流量公式、制作、安装、水头测量、综合误差分析和维护等。

本标准适用于渠道坡降小,特别适用于水中杂质多,污水流量为 $1.5\text{ L/s}\sim 93\text{ m}^3/\text{s}$ 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 $2\%\sim 5\%$ 。

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 导流板 beffle

为改善水流条件,在行近渠道中设置的档板。

3.2 基准板 datum plate

具有精确基面的固定金属板,用以测量水位。

3.3 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的流态。

3.4 本标准采用的其他术语和符号应符合 GBJ 95 的有关规定

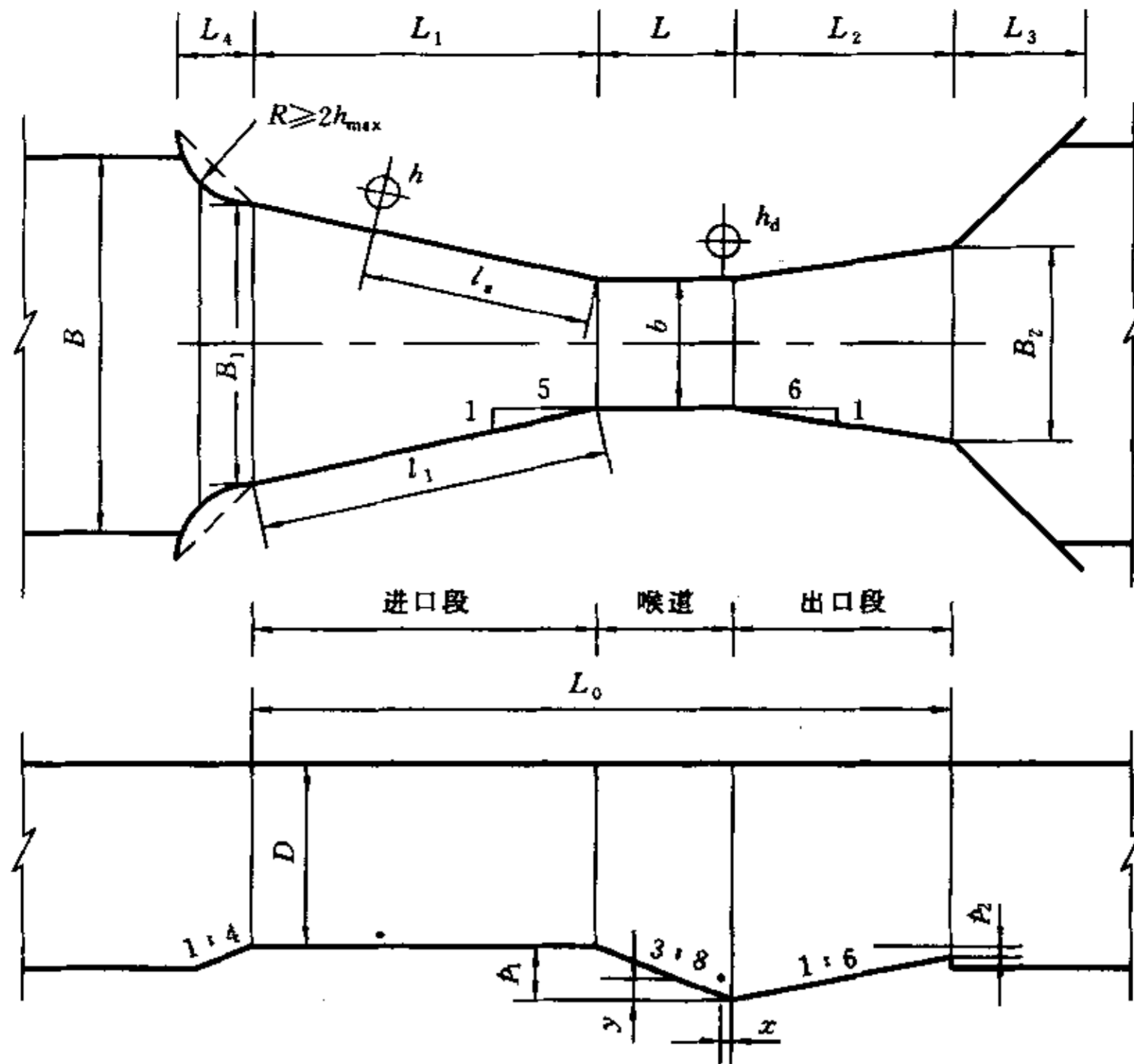
4 巴歇尔量水槽的类型与尺寸

4.1 类型

巴歇尔量水槽分为标准巴歇尔量水槽和大型巴歇尔量水槽。

4.2 尺寸

4.2.1 巴歇尔量水槽由三部分组成,进口段、喉道和出口段,见图1。



L —喉道长度; L —量水槽总长; L_1 —进口段轴线长度; L_2 —出口段轴线长度; L_3 —出口段护墙轴线长; L_A —进口段护墙轴线长; l_s —上游水头观测点到槽脊的距离; l_1 —进口段侧壁长; b —喉道宽; B —上游渠道宽; B_1 —进口段上游底宽; B_2 —出口段下游底宽; h —上游水头; h_d —下游水头; h_{max} —上游最大水头; R —进口护墙的曲率半径; p_1 —槽脊高度; p_2 —出口段末端至脊顶的高度; x —下游观测孔与槽底的高差; y —下游观测孔与槽底的水平距离; D —边墙高度

图 1 标准和大型巴歇尔量水槽

4.2.2 标准巴歇尔量水槽的尺寸,见表 1。

4.2.3 大型巴歇尔量水槽的尺寸,见表 2。

表 1 标准巴歇尔量水槽尺寸

m

喉道段					进口段				出口段			墙高
b	L	x	y	p_1	B_1	L_1	l_1	l_s	B_2	L_2	p_2	D
0.152	0.305	0.05	0.075	0.115	0.40	0.610	0.620	0.415	0.39	0.61	0.08	0.60
0.25	0.60	0.05	0.075	0.230	0.78	1.325	1.350	0.900	0.55	0.92	0.08	0.80
0.30	0.60	0.05	0.075	0.230	0.84	1.350	1.380	0.920	0.60	0.92	0.08	0.95
0.45	0.60	0.05	0.075	0.230	1.02	1.425	1.450	0.967	0.75	0.92	0.08	0.95
0.60	0.60	0.05	0.075	0.230	1.20	1.500	1.530	1.020	0.90	0.92	0.08	0.95
0.75	0.60	0.05	0.075	0.230	1.38	1.575	1.610	1.074	1.05	0.92	0.08	0.95
0.90	0.60	0.05	0.075	0.230	1.56	1.650	1.680	1.121	1.20	0.92	0.08	0.95
1.00	0.60	0.05	0.075	0.230	1.68	1.705	1.730	1.161	1.30	0.92	0.08	1.00
1.20	0.60	0.05	0.075	0.230	1.92	1.800	1.840	1.227	1.50	0.92	0.08	1.00
1.50	0.60	0.05	0.075	0.230	2.28	1.950	1.993	1.329	1.80	0.92	0.08	1.00
1.80	0.60	0.05	0.075	0.230	2.64	2.100	2.140	1.427	2.10	0.92	0.08	1.00
2.10	0.60	0.05	0.075	0.230	3.00	2.250	2.300	1.534	2.40	0.92	0.08	1.00
2.40	0.60	0.05	0.075	0.230	3.36	2.400	2.453	1.636	2.70	0.92	0.08	1.00

表 2 大型巴歇尔水槽尺寸

m

喉道段					进口段			出口段			墙高
b	L	x	y	p_1	B_1	l_1	l_2	B_2	L_2	p_2	D
3.05	0.91	0.305	0.23	0.343	4.76	4.27	1.83	3.66	1.83	0.152	1.22
3.66	0.91	0.305	0.23	0.343	5.61	4.88	2.03	4.47	2.44	0.152	1.52
4.57	1.22	0.305	0.23	0.457	7.62	7.62	2.34	5.59	3.05	0.229	1.83
6.10	1.83	0.305	0.23	0.686	9.14	7.62	2.84	7.32	3.66	0.305	2.13
7.62	1.83	0.305	0.23	0.686	10.67	7.62	3.45	8.94	3.96	0.305	2.13
9.14	1.83	0.305	0.23	0.686	12.31	7.93	3.86	10.57	4.27	0.305	2.13
12.19	1.83	0.305	0.23	0.686	15.48	8.23	4.88	13.82	4.88	0.305	2.13
15.24	1.83	0.305	0.23	0.686	18.53	8.23	5.89	17.27	6.10	0.305	2.13

5 流量计算

5.1 标准巴歇尔量水槽的流量公式

当 $b=0.152\sim 2.400$ m 时,称标准巴歇尔量水槽,其流量公式见表 3。

表中: C ——流量系数;

n ——由喉道宽确定的指数。

表 3 标准巴歇尔量水槽的流量公式

喉道宽 (m)	$Q=ch^n$ (m^3/s)	水头范围 (m)		流量范围 (L/s)		淹没系数 h_d/h
		min	max	min	max	
0.152	$0.381h^{1.58}$	0.03	0.45	1.5	100	0.6
0.25	$0.561h^{1.513}$	0.03	0.60	3.0	250	0.6
0.30	$0.679h^{1.521}$	0.03	0.75	3.5	400	0.6
0.45	$1.038h^{1.537}$	0.03	0.75	4.5	630	0.6
0.60	$1.403h^{1.548}$	0.05	0.75	12.5	850	0.6
0.75	$1.772h^{1.557}$	0.06	0.75	25.0	1 100	0.6
0.90	$2.147h^{1.565}$	0.06	0.75	30.0	1 250	0.6
1.00	$2.397h^{1.569}$	0.06	0.80	30.0	1 500	0.7
1.20	$2.904h^{1.577}$	0.06	0.80	35.0	2 000	0.7
1.50	$3.668h^{1.586}$	0.06	0.80	45.0	2 500	0.7
1.80	$4.440h^{1.593}$	0.08	0.80	80.0	3 000	0.7
2.10	$5.222h^{1.599}$	0.08	0.80	95.0	3 600	0.7
2.40	$6.004h^{1.605}$	0.08	0.80	100.0	4 000	0.7

5.2 大型巴歇尔量水槽的流量公式

当 $b=3.05\sim 15.24$ m 时,称大型巴歇尔量水槽,其流量公式见表 4。

表 4 大型巴歇尔量水槽的流量公式

喉道宽 (m)	自由流 $Q=ch^{1.6}$ (m^3/s)	水头范围 (m)		流量范围 (m^3/s)		淹没系数 p_d/h
		min	max	min	max	
3.05	$7.463h^{1.6}$	0.09	1.07	0.16	8.28	0.80
3.66	$8.859h^{1.6}$	0.09	1.37	0.19	14.68	0.80
4.57	$10.96h^{1.6}$	0.09	1.67	0.23	25.04	0.80
6.10	$14.45h^{1.6}$	0.09	1.83	0.31	37.97	0.80

续表 4

喉道宽 (m)	自由流 $Q=ch^{1.6}$ (m^3/s)	水头范围 (m)		流量范围 (m^3/s)		淹没系数 p_a/h
		min	max	min	max	
7.62	$17.94h^{1.6}$	0.09	1.83	0.38	47.16	0.80
9.14	$21.44h^{1.6}$	0.09	1.83	0.46	56.33	0.80
12.19	$28.43h^{1.6}$	0.09	1.83	0.60	74.70	0.80
15.24	$35.41h^{1.6}$	0.09	1.83	0.75	93.04	0.80

5.3 应用限制条件

5.3.1 槽上水流应呈排淹没自由流,其淹没系数应小于表 3 和表 4 中所列值。

6 技术条件

6.1 材料

量水槽、行近渠道、下游渠道和静水井用混凝土或砖石砌筑,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。

连通管采用铸铁管或塑料管等耐腐蚀管道。

6.2 制作精度

6.2.1 巴歇尔量水槽的内表面应平整光滑。

6.2.2 制作精度应符合下列规定:

- 喉道底宽 b 及两侧墙之间的宽度误差应不大于 $\pm 0.2\%L$;最大误差值为 ± 0.005 m;
- 喉道表面各点误差应不大于 $\pm 0.1\%L$;
- 喉道底面纵向和横向基线的平均坡度误差不大于 $\pm 0.1\%$;
- 喉道斜面坡度误差应不大于 $\pm 0.1\%$;
- 喉道长度的误差应不大于 $\pm 1\%L$;
- 进口段水平面各点的误差应不大于 $\pm 0.1\%L$;
- 出口段底表面各点的误差应不大于 $\pm 0.3\%L$;
- 其他竖直面、水平面倾斜面和曲面的误差应不大于 $\pm 1\%L$;
- 行近渠道底部平面误差应不大于 $1\%L$ 。

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,其长度应不小于槽宽的 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,而且佛汝德数 F_r 小于或等于 0.5~0.7。

$$F_r = \frac{Q_{\max}}{A(gh_{\max})^{1/2}} \dots\dots\dots(1)$$

式中: Q_{\max} ——测量流量的最大值, m^3/s ;

A ——行近渠道水流断面面积, m^2 ;

g ——重力加速度, m/s^2 。

若流态不能满足此规定时,应进行整流。

巴歇尔量水槽应处于非淹没状态。

6.5 静水井

6.5.1 位置

静水井设在巴歇尔量水槽槽壁的外侧,与槽壁的距离尽量缩短。上游静水井和下游静水井的位置见

图 1、表 1 和表 2 的规定。

6.5.2 连通管

- a. 静水井与巴歇尔量水槽之间应用连通管相连通。管长尽量缩短,管子坡向量水槽;
- b. 连通管直径应不小于 50 mm。

6.5.3 井筒

- a. 静水井可为圆形或方形。竖直设置,高度应不低于渠顶;
- b. 井筒内壁与水位计浮子的间隙不小于 75 mm。井底低于连通管进口管底 300 mm;
- c. 在井筒的顶面上设一金属基准板,其一边与井筒内壁齐平。

6.6 安装

- 6.6.1 巴歇尔量水槽砌筑或安装在行近渠道末端,进口段底面为水平面,侧壁与底面垂直。
- 6.6.2 行近渠道、静水井和槽体均不得漏水。
- 6.6.3 下游渠道紧接出口段处,应作加固处理。
- 6.6.4 在最大流量通过时,槽体和渠道不受损坏。

7 水头测量

7.1 测量仪器

- 7.1.1 测量瞬时水头时,水尺的刻度刻划至毫米。
- 7.1.2 连续地测量水头的变化过程时,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

- a. 水位计的水位刻度应刻划至毫米;
- b. 水位滞后行程应不大于 ±3 mm。

7.1.2.2 记时精度

计时装置连续工作 30 d 以上,记时累积平均误差不大于 ±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

电子记录仪的误差不大于满刻度读数的 ±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、防腐和防冻等措施。

7.2 测量位置

若水流平稳,测量仪器不影响水流,可在水槽上直接测量,否则必须在静水井中测量。

7.3 确定水头零点

测流前应确定水头零点。水头零点即进水段底面至基准板的垂直距离,此值用水准仪测量求得。

7.4 水头测量精度

- 7.4.1 水头测量的误差为水头变幅的 ±1%,但不得大于 ±10 mm。
- 7.4.2 水头零点综合误差应不大于 ±3 mm。

8 流量测量的综合误差分析

8.1 误差计算公式

$$X_Q = \pm [X_c^2 + rX_b^2 + nX_h^2]^{1/2} \dots\dots\dots (2)$$

式中: X_Q ——流量计算值的误差, %;

X_c ——流量系数 c 的误差, %;

r 和 n ——分别为 b 和 h 的指数,由巴歇尔量水槽的尺寸而定;

X_b ——喉道宽度 b 的误差, %;

X_b ——上游水头的误差, %。

8.1.1 本标准取 $X_c = \pm 4\%$ 。

8.1.2 确定 X_b 值和 r 值

$$X_b = \pm 100 \times \frac{\epsilon_b}{b} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中: X_b ——喉道宽 b 的测量误差, %;

ϵ_b ——喉道宽的测量误差, m。

本标准取 $r = 1.05$ 。

8.1.3 X_h 值按公式(4)计算:

$$X_h = \pm \frac{100 \cdot [1\epsilon_h^2 + 2\epsilon_h^2 + \dots\dots + (2S_h^-)^2]^{1/2}}{h} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中: $1\epsilon_h^2, 2\epsilon_h^2$ ——影响水头测量的各种误差;

$2S_h^-$ —— n 次水头测量读数平均值的误差。

8.1.3.1 S_h^- 值按公式(5)计算:

$$S_h^- = \frac{S_h}{n^{1/2}} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中: S_h —— n 次水头测量值的标准差。

$$S_h = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h})^2}{n-1} \right]^{1/2} \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中: h_i ——每次水头读数;

\bar{h} —— n 次水头读数平均值。

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, 不应雍水, 保证巴歇尔量水槽的水流处于自由出流状态。
- 9.3 水槽应保持牢固可靠, 不受损坏。
- 9.4 凡有漏水部位, 应及时修补。
- 9.5 每年应核查一次槽体各部位的尺寸, 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。

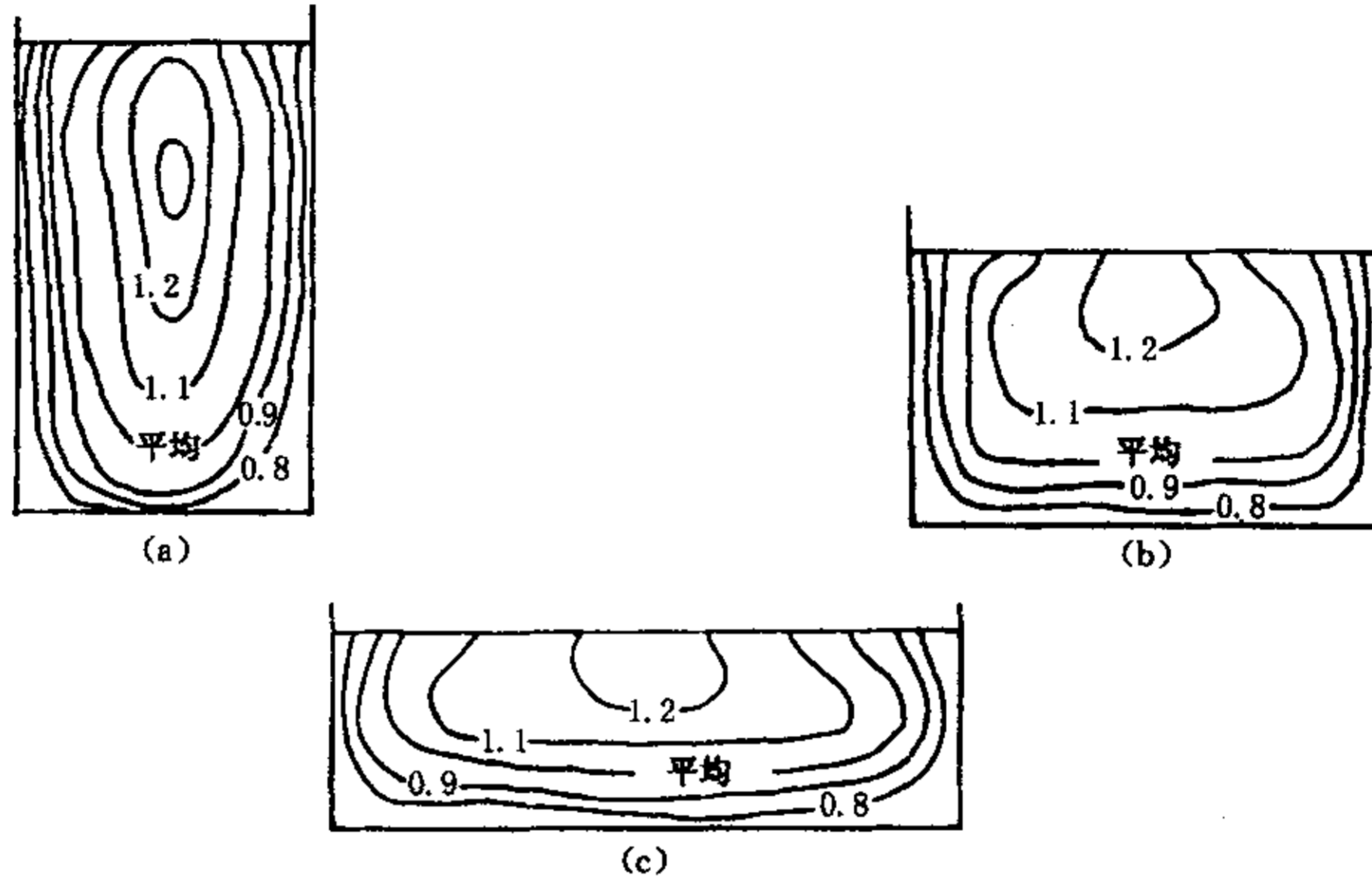


图 A1 行近渠道中的正常流速分布

A2 保持亚临界流的条件

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

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
巴歇尔量水槽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巴歇尔量水槽,进行单次流量测量,水流为自由流。

喉道宽 $b=1.00$ m

上游水头 $h=0.60$ m

B2 误差分析

B2.1 本例给定的数值

流量系数的误差 $X_c = \pm 4\%$;

系数 $r=1.05$

查表 3,当 $b=1.00$ m 时, $n=1.569$ 。

B2.2 使用者估算的误差

喉道宽 b 的误差 $\epsilon_b = \pm 2 \text{ mm}$

零点设置误差 $\epsilon_{h_0} = \pm 2 \text{ mm}$

水头综合误差 $\epsilon_h = \pm 4 \text{ mm}$

B2.3 计算 X_b 和 X_h

根据公式(3), X_b 是:

$$\begin{aligned} X_b &= \pm 100 \frac{\epsilon_b}{b} \\ &= \pm 100 \frac{0.002}{1.00} \\ &= \pm 0.2\% \end{aligned}$$

根据公式(4), X_h 是:

$$\begin{aligned} X_h &= \pm \frac{100[1\epsilon_b^2 + 2\epsilon_h^2 + \dots + (2S_h^-)^2]^{1/2}}{h} \\ &= \pm \frac{100[0.002^2 + 0.004^2]^{1/2}}{0.600} \\ &= \pm 0.75\% \end{aligned}$$

B2.4 计算流量测量误差 X_Q

根据公式(2), X_Q 是:

$$\begin{aligned} X_Q &= \pm [X_c^2 + (rX_b)^2 + (nX_h)^2]^{1/2} \\ &= \pm [4.0^2 + (1.05 \times 0.2)^2 + (1.569 \times 0.75)^2]^{1/2} \\ &= \pm 4.17\% \end{aligned}$$

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。