中华人民共和国水利行业标准

堰槽测流规范

SL 24—91

条　文　说　明

目　　次

第一章　总则……（2）
第二章　堰槽设置与水头测量……（2）
第三章　薄壁堰……（5）
第四章　宽顶堰……（5）
第五章　三角形剖面堰和平坦 V 形堰　……（6）
第六章　长喉道槽……（7）
第七章　短喉道槽……（9）
第八章　末端深度法　……（10）
第九章　单次流量不确定度的估算　……（10）

第一章 总 则

第 1.0.1 条 测流(量水)堰槽在灌溉、排污渠道、天然小河、径流场以及实验室内应用广泛。为了满足有关部门的需要,有广泛进行调查研究、总结我国实践经验的基础上,吸取有关国际标准的长处,并有针对性地做了一些室内模型试验和现场试验,从而编制本规定。

第 1.0.2 条 本规范编列了当前国内外应用广泛、技术成熟的标准堰(槽)型共 13 种,可以适应不同条件下的测流要求和量水技术。考虑到便于建造和计算方便,所选用的堰槽过水断面形状仅有三角形(V 形)、矩形和梯形 3 种基本形状或由上述 3 种基本形状组成的复式断面。对于 U 形、圆形和抛物线形等断面形状的堰槽暂未列入。

第 1.0.3 条 本规范给出的流量系数和其它各项系数值是经过多次重复试验后得出的,精度有足够保证。但流量系数是在建造标准堰槽的条件下得出的,因此本规范特别强调堰槽的标准化。对各类堰槽的尺寸、安装条件、表面光洁度、行近河槽、下游条件以及应用限制等,都做了明确规定、必须严格遵守。

第二章 堰槽设置与水头测量

第 2.1.1 条 河段勘测一般包括初勘和复勘两个阶段。初勘内容包括:

一、流域的一般地貌、地质、土壤、植被和气候等自然特征。

二、勘测河段的控制条件,如洪水是否归槽,有无漫滩,支流汇入和回水顶托以及洪枯水位变幅涨落等。

三、河床是否稳定,有无冲淤变化以及悬移质、推移质河床质漂浮物、水草、冰凌等情况。

四、河段是否顺直,断面是否均匀,有无急滩、峭壁等。

五、河段及其上下游有无蓄水、引水工程,如拦河筑坝、两岸筑堤以及计划实施的农田排水,水资源开发利用等情况。

复勘内容包括:

一、在拟建堰槽地址的上游,按估计最大水头的 50 倍及下游 10 倍以远的范围内,视具体情况测量比例尺为$\frac{1}{100}$、$\frac{1}{200}$或$\frac{1}{500}$的河段地形平面图。

二、沿河流的主轴线,测绘不少于 5 个横断面图,遇转折点还需加测。两岸须延测至调查或实测最高洪水位 0.5m 以上,从而计算河床纵比降。

三、在拟建堰槽上下游适当位置处测绘断面流速分布图。

四、用比降法估计各级水位的流量,绘制水位流量关系曲线。

五、计算各级水位的弗汝德数。

六、为了解河床覆盖层情况,在建堰(槽)地段,进行必要的钻探。对沙卵石河床、应钻探到基岩或不透水层为止;对壤土或沙壤土组成的河床宜钻至 1.0m 以上深度。

七、详细了解有关施工管理条件。

第 2.1.2 条 堰(槽)型的选择,取决于许多因素,但最终是由河段的边界条件和所选堰槽的主要技术性能的相互适应性进行比较后确定的。堰槽的主要技术性能包括堰槽的测流幅度、灵敏度和非淹没限。测流幅度系指堰槽能够测到的最大流量(Q_{max})与最小流量(Q_{min})的比值。灵敏度系

指由于流量变化而引起的水头变化,即$\frac{\triangle h}{h}=\frac{1}{\beta}\frac{\triangle Q}{Q}$,这里的$\beta$是流量计算公式中实测水头($h$)的方次。非淹没限(Modula Limit)系指按堰槽自由出流公式算得的流量与刚受下游水头影响而减少的流量达1%时的淹没比(H_L/H)。

第2.1.4条 有关行近河槽的一些具体规定,是为了保证行近河槽的水流为缓流,且具有正常的流速分布。所谓正常流速分布,系指水头测量断面的流速分布是均匀对称的。当断面流速分布均匀,在计算行近流速系数(C_V)时,可认为动能修正系数(α)等于1。当断面流速分布不均匀时,$\alpha>1$,而本规范给出的C_V值都是假定$\alpha=1$时计算得出的。正常流速分布应是对称的,如不对称,则可能产生次生流(螺旋流)或横比降,这是不允许的。是否具有正常流速分布,在实际工作中不可能去测量,但只要是严格按规定建造的行近河槽,是可以保证能够产生正常流速分布的。

弗汝德数(Fr)按下式计算:

$$Fr=\frac{\bar{v}}{\sqrt{g\bar{d}}}$$

式中 $\bar{v}$——行近河槽水头观测断面的平均流速,m/s;

$\bar{d}$——行近河槽水头观测断面的平均水深,m;

g——重力加速度,m/s^2。

第2.1.6条 有底收缩的测流堰,堰顶高程的确定极为重要。在可利用水头有限的情况下(例如平原河流),有时不得不将测流堰设计成既应用于自由流又适用于淹没流。在这种情况下,可用图解法同时确定堰顶高和非淹没限,步骤如下:

一、首先绘制下游河槽的水头流量关系曲线(纵坐标从河底平均高程算起)。在该曲线上选择几个流量算出流速水头$\frac{v^2}{2g}\left(=\frac{Q^2}{2gA^2}\right)$,将其加到相应于该流量的水头上,得出下游河槽的总水头流量关系线,如图2.1.6—1的A线。在A线上标明设计最大最小流量。

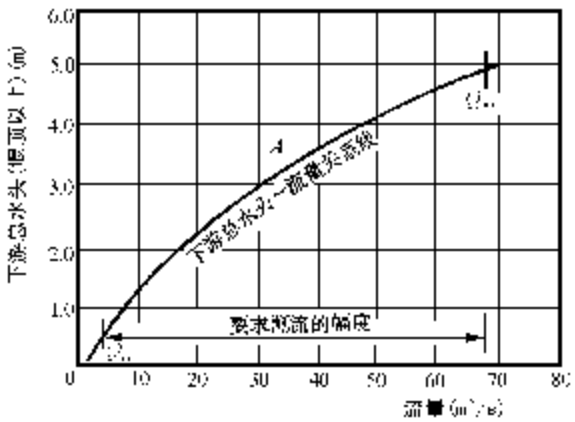


图2.1.6-1

二、初步假定堰槽的几何尺寸,按该堰槽流量公式计算流量并绘制总水头流量关系线,如图2.1.6—2中的B线。B线的水头零点在堰顶处。

三、将B线上的总水头乘以设计要求的非淹没限,可得曲线C。C线是恰好能保持自由流的允许最高下游水头的条件。

四、将图2.1.6—2绘成透明图,覆盖在相同比例尺的图2.1.6—1上,上下移动,可从C线与A

线的交点处直接读出非淹没点的位置,同时读出堰顶高(见图 2.1.6－3),这时可从 *B* 线上检查能否满足给定的允许最高水位和最大流量。

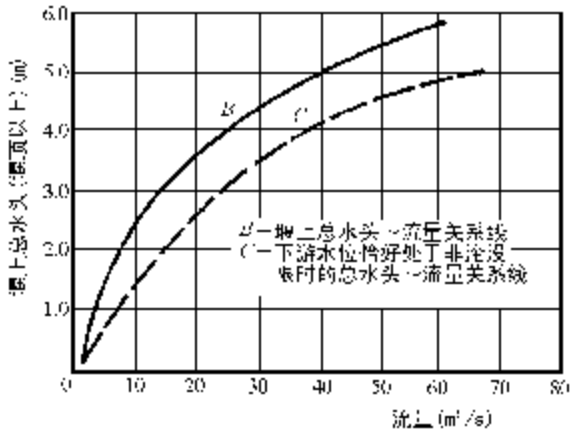


图2.1.6-2

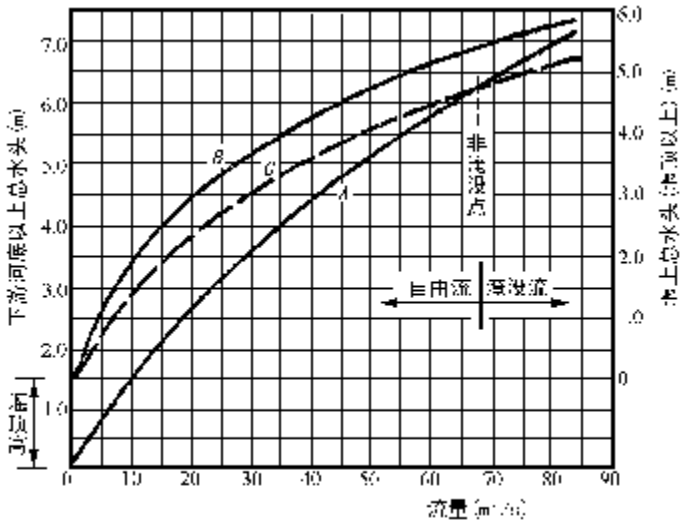


图2.1.6-3 堰顶高的确定图

五、当上述设计值不能同时满足要求时,应重新选定堰槽尺寸,重复上述二～四款的步骤。

在有充分水头可以利用的情况下,只要将上述透明的 *B* 线覆盖在 *A* 线的图上,上下移动,即可得出堰顶高。

第 2.2.2 条　消能池的长度取决于设计流量和下游水深,但最大流量并不一定与最高水位相对应,为此,宜选择不同流量进行比较核算。为了缩短消能池长度,末端可建平顶槛或消能墩。

第 2.2.5 条　如何防止和处理测流堰槽的淤积和冻裂,目前尚缺乏成熟的经验。首先应在设计上考虑这个问题,如有沙河流上宜选用无底收缩的测流槽而不选用测流堰,高寒冻土地区需在堰槽结构和建筑材料诸方面做特殊处理,以增强对自然条件的适应性等。

第 2.3.2 条　为保证水头测量精度,规定以自记水位计为主要观测设备是适当的,但建造自记井则需要较大投资。为此,在一些无需连续观测或因水头相对稳定少变(灌渠、枯水测流)观测不甚频繁以及要求观测精度不高的情况下,也可用人工观测。当人工观测水头时,水头读数可测记至

1mm(针形水位计)或5mm(直立式水尺)。

第三章 薄壁堰

第3.1.2条 无侧收缩的矩形薄壁堰,为了不致在水舌下部产生负压,应在靠近堰板下游面的两侧岸墙上,各开一通气孔以与大气接触。孔的直径(D)可根据堰宽(b)和设计最大水头(h_{max})由下式估算:

$$D = 0.11\, h_{max}\, b^{0.5}$$

式中,各量均以m计。

第3.2.5条 3种特殊堰口角的三角形薄壁堰,因其制作简单,计算方便,故应用广泛。由于三角形薄壁堰是用于施测极小流量或作为检测和率定标准用的,因此需要较高的精度。在给定的流量公式(3.2.5)中,当 $g = 9.8066 m/s^2$ 时,流量可分别用下列实用公式计算:

当 $\mathrm{tg}\frac{\theta}{2} = 1, \left\{\theta = \frac{\pi}{2}\text{ 弧度或 }90°\right\}$ 时,$Q = 2.3625\, C_D h^{5/2}$;

当 $\mathrm{tg}\frac{\theta}{2} = 0.5, (\theta = 0.9273\text{ 弧度或 }53°8')$ 时,$Q = 1.18125\, C_D h^{5/2}$;

当 $\mathrm{tg}\frac{\theta}{2} = 0.25, (\theta = 0.4899\text{ 弧度或 }28°4')$ 时,$Q = 0.590625\, C_D h^{5/2}$。

上述计算式中的流量系数(C_D)一般随水头(h)的增大而减小,ISO1438—1980列有详细的流量查算表。本规范为了节省篇幅,仅列入 $C_D \sim h$ 关系表。关系表的内插精度为±0.01%m^3/s,可以满足实用要求。

第3.2.6条 式(3.2.6)是目前国内应用普遍的公式,经与ISO推荐的公式比较,彼此相差在允许范围以内,精度可以保证,故一并列入规范。

第3.3.2条 矩形薄壁堰的流量计算公式很多,经验算比较,相差不大。考虑到计算简便,适用性强,本规范选用了既适用于有侧收缩又适用于无侧收缩的肯—卡通用公式和仅适用于无侧收缩的雷伯克1929年公式,在实际应用上,完全能满足要求。

第3.4.1条和第3.4.2条 梯形薄壁堰规定1:0.25的特定边坡,其目的是在矩形薄壁堰的两侧各增加一块面积,用来补偿在完全收缩情况下因水头愈高收缩愈大而减少的流量,因此流量计算仍可用矩形薄壁堰的公式[见式(3.3.2)],取 $C_D = 0.63$,则给出一个非常简便的计算公式,其常系数为1.86。这个公式流量系数的不确定度大于矩形薄壁堰,但仍可望小于±5%。

第四章 宽顶堰

第4.1.1条 堰顶以上的水头(h)与沿水流方向的堰顶长度(L)的比值$\left(\frac{h}{L}\right)$在0.1～0.4之间的堰,一般称之为宽顶堰。在这个比值范围内,可认为堰顶水流流线是平行的,在堰顶上出现临界水深,符合静压分布原理。因此,宽顶堰的应用范围只与比值 h/L 有关,与 h 和 L 的绝对值无关。当 $h/L > 0.4$ 时,堰顶流线弯曲,流量系数只能通过实验确定。

第4.2.1条 圆缘矩形宽顶堰,由于进口是圆缘的,所以不会发生水流分离,从而使流量系数增大,且能避免泥沙和漂浮物的碰撞,增强堰体的耐久性。另一方面,由于进口是圆缘的,进口损失可以忽略,只须计及堰顶沿程损失。因此,流量系数可按边界层理论计算。

第4.3.2条 表4.3.2给出的行近流速和流量的组合系数(C)系实验数据,其应用范围有的已超出了宽顶堰规定的水力条件,可称之为"窄顶堰"。窄顶堰的流量系数大于宽顶堰的流量系数,且组合系数(C)中包含有行近流速系数(C_V),而 C_V 是大于1的,所以(C)值也有大于1的。

第4.3.4条 V 形宽顶堰限制在 $h\geqslant 0.06\text{m}$, $b\geqslant 0.3\text{m}$ 和 $p\geqslant 0.15\text{m}$ 的条件下使用,是为了避免表面张力和粘滞力影响而作出的规定。因为组合系数(C)没有给出对这些影响的改正。要求在 $0.1<\frac{h}{L}<1.6$ 的范围内使用的规定是根据现有率定资料作出的。要求 $h/p<1.6$ 的规定是因为相对水头愈高,水面愈不稳定,为了保证量测精度作出的。

第4.4.2条 当 $H\geqslant 1.25P_V$ 或当 $h\geqslant P_V$ 时为"已满流",是因为三角形断面的临界水深(d_C)等于总水头(H)的4/5。故上述两表达式是一个意义。

第4.4.3条 在未满流情况下,三角形宽顶堰的自由流流量公式,按下式计算:

$$Q=\left(\frac{4}{5}\right)^{5/2}\left(\frac{g}{2}\right)^{1/2}\operatorname{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right)C_DC_Vh^{5/2}$$

式中,$C_V=\left(\frac{H}{h}\right)^{5/2}$ 以 $H=h+\frac{\bar{v}^2}{2g}$ 代入得

$$C_V=\left(1+\frac{\bar{v}^2}{2gh}\right)^{5/2}=\left(1+\frac{Q^2}{2ghA^2}\right)^{5/2}$$

将 C_V 代入流量公式计算得

$$C_V^{2/5}=1+\frac{\left(\frac{4}{5}\right)^5\operatorname{tg}^2\left(\frac{\theta}{2}\right)C_D^2C_V^2h^4}{(2A)^2}$$

经整理得

$$\frac{\left(\frac{5}{4}\right)^{5/2}\cdot 2\sqrt{C_V^{0.4}-1}}{C_V}=\operatorname{tg}\frac{\theta}{2}\cdot C_D\frac{h^2}{A}$$

当流量系数(C_D)确定后,上式右边均为已知量。因计算 C_V 烦复,故绘成图4.4.3—2,便于查用。

第4.4.5条 "已满流"是将复式断面概化成矩形断面计算流量的,计算式为

$$Q=\left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{2}{3}}\sqrt{g}C_DC_Vb(h-0.5P_V)^{3/2}$$

因为

$$(H-0.5P_V)=(h-0.5P_V)+\frac{\alpha\bar{v}^2}{2g}$$

故

$$C_V=\left[1+\frac{\alpha v^2}{2g(h-0.5P_V)}\right]^{3/2}=\left[1+\frac{Q^2}{2gA^2(h-0.5P_V)}\right]^{3/2}$$

令 $\alpha\approx 1.0$,并将 C_V 值代入流量计算式,化简后得

$$\frac{\frac{2}{3}\sqrt{3}\sqrt{C_V^{2/3}-1}}{C_V}=(h-0.5P_V)C_D\frac{b}{A}$$

式中,A为行近河槽水头观测断面处的断面面积,$A=B(h+P)$。为了方便,绘制图4.4.5—2,以供查算行近流速系数(C_V)。

第五章 三角形剖面堰和平坦V形堰

第5.1.3条 国际标准给出的矩形槽中三角形剖面堰的流量计算式为

$$Q=\left(\frac{2}{3}\right)^{3/2}C_d\,C_V\,\phi\sqrt{g}\,b h^{3/2}$$

其中，
$$C_d=1.163\left(1-\frac{0.0003}{h}\right)^{3/2}$$

为了与平坦V形堰的流量计算式取得一致，便于对流量系数进行比较，因此，对流量系数和相应的有关系数图表，在表达上均作了相应的调整。

第5.1.4条 梯形河渠中建造的三角形剖面堰，其横断面是梯形的，流量系数（C_D）随梯形边坡系数（m_α）的增大而增大。对不同堰高的边坡分别为30°和60°时，流量系数可采用0.605和0.615的常数值。这和国际标准给出的矩形断面（$m_\alpha=0$）三角形剖面堰的流量系数0.633比较，有一定的规律性。

式(5.1.4—1)中C_VC_S值，即根据推导得出的$K\left(=\frac{m_\alpha h}{b_0}\right)$、$X\left(=\frac{\sqrt{\alpha}C_D b_0\,h}{A}\right)$和$Y(=C_VC_S)$三量间的关系式得出的。即

$$Y^2=\left[1+\frac{4K}{5}\left(1+\frac{1}{2}Y^2X^2\right)\right]^2\left(1+\frac{1}{2}Y^2X^2\right)^3$$

假定$\alpha\approx1$，绘制以$\frac{m_\alpha h}{b_0}$为参数的C_VC_S查算图。其中，$\frac{m_\alpha h}{b_0}=0$，即相当于矩形断面的三角形剖面堰的情况。

第5.2.4条 鉴于ISO4377—1982规定的计算方法非常繁琐，1987年，国际标准化组织对上述标准进行简化，又提出了ISO/DIS4377的修正“草案”。经对“草案”给出的计算方法与原标准给出的计算方法进行数值比较，发现误差随水头增高而增大。其原因是：流量计算式中的C_V和C_S同时出现，互有影响，但“草案”给出的计算方法未考虑C_V对C_S的影响，因而造成高水头时存在不容忽视的计算误差。为此，本规范又在“草案”的基础上，提出当用式(5.2.4—3)计算C_V后，在水头较高时（$Y_1\geqslant0.08$）对C_S进行修正。用本规范给出的计算方法与原国际标准给出的繁琐计算方法分别用总水头和实测水头公式进行比较验算，结果是一致的。因此本规范给出的计算方法简捷，计算精度亦能保证。

第5.2.7条 梯形槽中建造的平坦V形堰，目前只能给出以总水头表达的流量计算公式，因而需用逐步近似法求解。即首先需假定$h=H$，按式(5.2.7)计算流量Q后，用计算的Q代入$H=h+\frac{Q^2}{2gA_2}$（令$\alpha\approx1$）中算出总水头（H）。然后用计算得出的H代入流量计算式算出一个新的流量（Q）。如此反复进行，直到相邻两个流量值相差在允许范围内为止。逐步近似法需要反复迭代，如用计算机极为简便。

第六章 长喉道槽

第6.1.1条 长喉道槽要求喉道段应有足够的长度（相对于最大水头而言），这和宽顶槽的堰顶长一样，目的在于保证喉道内水流近似平行，使之出现临界水深，符合静压分布原理。这样，流量公式可由通用的能量方程$H=\beta d_C+\frac{\alpha\bar{v}^2}{2g}$导出。式中的非静压分布系数$\beta$和流速非均匀分布系数$\alpha$均可令其等于1而不致产生较大误差。

第6.2.2条 长喉道槽的非淹没限，在很大程度上取决于出口渐变段的扩散比。规定上游总水头应为下游总水头的1.25倍与对下游扩散段做成1∶6的垂直边墙的规定是前后对应的。当河渠纵

坡相当小,而若下游出口段的扩散比做成1∶20时,则非淹没限(H_L/H)可高达0.90,这就大大地扩展了自由出流的应用范围。

第6.2.5条　按边界层理论计算的流量系数(C_D),其通用公式为

$$C_D=\left(1-\frac{2\delta_*}{L}\cdot\frac{L}{b}\right)\left(1-\frac{\delta_*}{L}\,\frac{L}{h}\right)^{3/2}$$

式中　δ_* ——边界层位移厚度,mm。

相对位移厚度 $\left(\frac{\delta_*}{L}\right)$ 与雷诺数(Re)和槽底(或堰顶)的表面粗糙高度(K_s)有关,而 K_s 又随不同的建筑材料(木料、金属、混凝土、塑料等)而异。对于表面抹光的良好混凝土表面,$\frac{\delta_*}{L}$ 平均取0.003,不致产生大的误差。

行近流速(C_V)的计算式应为

$$C_V=\left(\frac{H_e}{h_e}\right)^{3/2}=\left(\frac{H-\delta_*}{h-\delta_*}\right)^{3/2}$$

由于 δ_* 与 H和 h 相比,相对很小,故可用 H、h 近似代替 H_e、h_e。因此按第4.4.5条说明的计算方法得出下式:

$$\frac{4}{27}\left(\frac{b}{B}\right)^2\left(\frac{h}{h+p}\right)^2C_D^2C_V^2-C_V^{2/3}+1=0$$

考虑到上式计算麻烦,给出表6.2.5便于查取。

国际标准ISO4359—1983列出了用实测水头(h)、总水头(H)和用临界水深(d_C)计算流量的3种方法。考虑到用总水头计算需要反复迭代,比较麻烦,临界水深法不能用实测水头直接计算,为与其它标准取得一致,本规范仅规定用实测水头计算的公式。

第6.3.3条　梯形长喉道槽在设计阶段,可用下述图解法同时确定底宽(b_0)和边坡(m)值。

假定 $C_D=1$(在设计阶段是允许的),则流量与水头的关系可用下列函数关系表达:

$$\frac{Q}{\left(\frac{2}{3}\right)^{3/2}\sqrt{g}\,b_0H^{3/2}}=f\left(\frac{mH}{b_0}\right)$$

用上述函数关系,在双对数纸上绘出如图6.3.3中的一根实曲线。

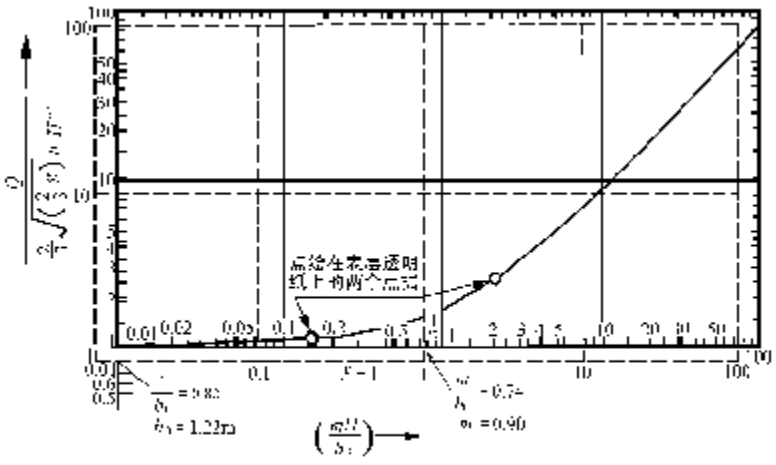


图6.3.3 梯形长喉道槽设计底宽和边坡查算图

设计时根据拟建地点的水位流量关系、估计的水头损失、河床以上喉道高度及其它规定的限制条件，假定两个流量及相应的总水头，计算两个 $\frac{Q}{\left\{\frac{2}{3}\right\}^{3/2}\sqrt{gH}}$ 值。然后以该计算值为纵标，以总水头为横标，点绘在与图 6.3.3 相同比例尺的透明纸上，如图中虚线所示。在透明纸上应标出垂直和水平的导向曲线，标出 $X=1, Y=1$ 的坐标。

应用时，将透明纸蒙在底图上，上下左右移动，使导向轴与底图的坐标轴保持平行。当点绘在透明纸上的两个点据均落在底图的实曲线上时，透明纸上 $Y=1$ 与底图 Y 轴上的截点是底宽（b_0）的倒数，即 $\frac{1}{b_0}$ 值；透明纸上 $X=1$ 与底图上 X 轴的截点是比值 $\frac{m}{b_0}$。根据在图上读出的上述两值，即可算出 b_0 和 m 值。

图 6.3.3 所示是一个实例，假定总水头（H）分别为 2.80m 和 0.21m，相应的流量（Q）分别为 24.8m³/s 和 0.22m³/s，用 $\frac{Q}{\left\{\frac{2}{3}\right\}^{3/2}\sqrt{gH}}$ 算出的两个值分别为 3.07 和 1.34，据此求得的长喉道槽的设计底宽 $b_0=1.22$m，边坡系数 $m=0.90$。

若确定的 b_0 和 m 值不合适，可重新假定总水头和相应的流量，重复上述步骤确定新的 b_0 和 m 值。

此外，利用图 6.3.3，还可在 $\frac{mH_{C_e}}{b_e}>5$ 时查 Cs 值（见图 6.3.4－2）。

第七章　短喉道槽

第 7.1.1 条　巴歇尔槽的有关规定，主要参考国际标准 ISO/DIS9826，同时总结了我国多年应用的经验，并吸取了《小河站水文测验补充技术规定》的部份内容。

第 7.1.3 条　当河渠纵坡较陡，能保证为自由出流时，则巴歇尔槽可不必建造喉道段和出口扩散段，即允许槽体截短。四川省宋家河水文站曾对喉宽为 30 英尺(9.14m)的截短了的巴歇尔槽，做了 3 年共 56 次实测资料的验证，误差符合规定要求。但为确保自由出流的条件，本规范规定要有 0.2m 的跌坎。

第 7.1.6 条　巴歇尔槽是在喉道段内强迫产生临界水深的，由于该处水面曲率大，不符合静压分布，能量损失不易估算，流量系数只能用模型实验确定。另外，有些尺寸又不完全是几何相似，因此在实际应用时，不要随意改变或按比例缩放标准规定的各部位尺寸。

表 7.1.6 所列的标准巴歇尔槽的各部位尺寸除 L、X、Y、P 和纵坡为定值外，其它尺寸是按下列诸式得出的。式中各量均以 m 计。

$b_u=1.2b+0.48$，$L_1=0.5b+1.20$，$l_a=\frac{2}{3}l_1$，$b_L=b+0.3$，$D=h_{max}+(0.15\sim0.2)$。

大型巴歇尔槽的各部位尺寸是根据喉道宽特定的，其中仅 l_a 用下式算得

$$l_a=\frac{b}{3}+0.813$$

第 7.1.7 条　标准槽的自由流流量公式为

$$Q=0.372b\left\{\frac{h}{0.305}\right\}^{1.569b^{0.026}}$$

上式可定成 $Q = Ch^{\beta}$ 的简单形式。

其中，$$C = 0.372b\left(\frac{1}{0.305}\right)^{\beta}, \beta = 1.569b^{0.026}$$

大型槽的自由流流量公式为

$$Q = (2.292b + 0.48)h^{1.6} \approx (2.3b + 0.48)h^{1.6}$$

可写成 $Q = C_1 h^{1.6}$ 的简单形式。

第 7.1.10 条 喉道宽超过 15.24m 的大型巴歇尔槽，目前尚无国外资料可资借鉴。山东省水科所曾分别在乳山和龙口两地建造喉宽为 23m 和 18m 的大型槽，并进行室内模型试验，平均误差分别为±1%和±3%。其中，对喉道宽为 23m 的槽，经现场测流 5 次验证，未发现系统偏离，经专家鉴定，认为数据可靠，结论正确。为扩大巴歇尔槽的应用范围，本规范予以编入。但这种槽的结构形式与巴歇尔槽略有差异，在应用时，仍应遵守不得随意改变给定尺寸的规定。

第 7.2.1 条 孙奈利槽的有关规定取自 ISO/DISC9826。该标准规定孙奈利槽可以在淹没流条件下应用。考虑到国内许多实验资料证明，这种结构形式的下游水头测量极不可靠，因此本规范仅推荐在自由出流条件下应用。

第八章 末端深度法

第 8.1.1 条 末端深度法可以充分利用已建的灌排渠系的建筑物近似估算流量，这是其优点。本规范仅对常见的矩形和梯形断面的渠道，作出用末端深度估算流量的方法的规定。对不常见的三角形、抛物线形和圆形断面的末端深度法，如有需要，可参阅 ISO4371—1984。

第 8.3.2 条 末端水深（h_e）的观测位置是固定的，而临界水深（d_C）的位置则随渠底水深的不同而移动，但实验证明，二者的比值 $\left(\frac{h_e}{d_C}\right)$ 可认为接近一个常值。因此，可用临界水深法计算流量。由于末端（跌坎）水深处的水流极不稳定，在断面中心处测量水深，误差较大。因此，本法只是一种近似计算流量的方法，单次流量的不确定度估计可达 ±5% ±10%。

第九章 单次流量不确定度的估算

第 9.1.1 条 式(9.1.1)是矩形或梯形断面的堰槽流量通用公式。对断面为三角形的堰槽，可以根据堰宽（b）与水头（h）的三角函数关系转移得出。这里列出这个通用公式的目的，只是为下面的条款展开叙述带来方便。

第 9.1.2 条 单次流量总不确定度的估算，有不同的理论估算方法。本规范采用国际标准统一推荐的“方和根法”，即：总不确定度由各个分量的不确定度的平方和然后开平方根得出。

第 9.1.5 条 在暴涨暴落（如山溪性小河）的情况下，若实在无法取得稳定条件下的重复观测值，可根据一次水头测量值估算不确定度。这时，假定误差概率是按矩形分布而不是按 t 分布的，但统一到置信水平为 95% 的不确定度估算时，仍可按统一的误差合成公式计算。

第 9.2.6 条 规定弗汝德数（Fr）小于 0.5，是保证测流精度的一个重要条件。对坡度陡峻的河流，水流很急，弗汝德数往往大于 0.5。对于这种情况，如果要求测流精度不高，可以放宽到 0.6，但应增大±2% 的流量系数不确定度。如放宽到 0.7，则应增大±5%，甚至更大的流量系数不确定度。弗汝德数（Fr）大于 0.7 是绝不允许的。

第9.3.6条 由于测量值存在误差,所以单次流量的真值是无法直接测得的。但应用统计原理可根据测量值估计客观真值可能出现的范围。式(9.3.6—1)和式(9.3.6—2)就是实测值与客观真值关系的一种理论表达。同时,该式也表明了单次流量的测验精度。