

渠道的水力计算

Ю. Н. 达金科夫、П. Е. 苏布里 著

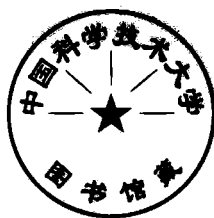
57

水利电力出版社

渠道的水力計算

Ю. Н. 达金科夫 П. Е. 苏布里 著

張开泉 译



水利电力出版社

本書簡明地敘述了在水流穩定、均勻的條件下各種類型的渠道的水力計算方法，並引實例，分別類型，進行了演算。對於從事這一工作的工程技術人員具有參考價值。

渠道的水力計算

900 S 142

原書名 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КАНАЛОВ
原著者 Ю. Н. ДАДЕНКОВ, Н. Е. ЗУБРИЙ
原出版者 ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ УКРАИНЫ
原出版年份 КИЕВ-1951
譯者 張開泉
出版者 水利電力出版社（北京西城科學路二里溝）
北京市書刊出版業營業許可証出字第105號
印刷者 水利電力出版社印刷廠（北京西城成方街13號）
發行者 新華書店

87千字 787×1092 1/32開 4印張

1957年6月第1版 1958年7月北京第2次印刷 印數2,001—3,570

統一書號：15143.769 定價(9)0.48元

序

苏联政府关于在伏尔加河、第聶伯河及頓河上修建水电站，修建土庫曼大运河、南烏克蘭运河、北克里米亞及伏尔加-頓运河的决定，在苏联先進科学面前展开了引人而宏偉的远景。

兴修这样巨大的工程只有在社会主义計劃經濟的条件下、在生產技術不断飛速進步的条件下才有可能，在偉大共產主义計劃中的运河和灌溉系統工程，在世界上最大的运河和灌溉系統中占着很重要的地位。当在伏尔加河上修建古比雪夫水电站时，就已計劃灌溉伏尔加河左岸地区的一百万公頃土地。特別是在斯大林格勒水电站工程中，將要修建斯大林格勒自流式干运河和伏尔加河与烏拉尔河之間、里海沿岸北部地区（总面積約为 600 万公頃）的引水系統以及灌溉 150 万公頃的灌溉系統。

还要在薩尔平低地黑土地帶及諾盖草原总面積約为五百五十万公頃的土地上修建引水和灌溉系統。

在修建長达一千一百公里的阿姆达里亞-克拉斯諾沃得斯克的土庫曼大运河的同时，將修建巨大的排水渠及灌溉渠，它的总長达一千二百公里，用來灌溉西土庫曼、里海附近平原南部地区及阿姆达里亞河下游地帶。

在卡霍夫卡水利樞紐地区計劃完成总長达 550 公里的南烏克蘭及北克里米亞运河，以及沿阿斯坎尼亞諾瓦、卡霍夫

卡間的 60 公里長的运河。連接南烏克蘭运河及卡霍夫卡水庫以便从卡霍夫卡水庫引水自流灌溉附近的土地，并供給灌溉系統以用水。还将修建从莫洛奇納雅河上的水庫到諾盖草原、从卡霍夫卡水庫到克拉斯諾茲那明克和从詹克依到拉茲節里总长达 300 公里的大型引水灌溉渠，并在渠道上裝有水泵站。

修建了这些灌溉系統和渠道之后，就能够灌溉南烏克蘭及克里米亞廣大的目前还是荒瘠的草原，并使其变成花木繁茂的土地。还将建立起巨大的畜牧場，以便在这个基礎上發展肉乳畜牧業、細毛羊飼養業及養禽業。

伏尔加-頓通航运河及齐姆良水力樞紐的建成，將使从莫斯科到黑海、从黑海到里海直接通航成为可能，莫斯科將成为五海的港口。

此外，还要修建供水給斯大林格勒及罗斯托夫省南部草原地区的引水渠和灌溉渠。

修建这些巨大的运河网及灌溉系統，需要大量的設計計算工作。

作者的意圖是对穩定的均匀条件下的渠道水力計算問題提出簡要的参考資料。所編的参考書虽不能解决全部重大的渠道水力計算問題，但对这一方面的工程师和技術員仍然是有用的。

目 錄

第一章 基本知識	(1)
§1. 基本符号	(1)
§2. 計算過水断面要素的公式	(2)
§3. 計算過水断面平均流速及流量的公式	(11)
§4. 渠道中的允許流速	(17)
第二章 梯形断面渠道的水力計算	(27)
§5. 渠道過水能力的計算	(28)
§6. 渠道正常(慣常)水深及平均流速的計算	(32)
§7. 已知流量、渠道底寬、边坡系数及渠槽加固种类时， 渠道的水力計算(即求正常水深及渠道底坡)	(35)
§8. 已知流量、水深、边坡系数及渠槽加固种类时渠道的 水力計算(即求渠道底寬及底坡)	(37)
§9. 已知流量、底坡、边坡系数及渠槽加固种类时渠道的 計算	(40)
§10. 水力最佳断面渠道的計算	(46)
第三章 多角形复式断面及曲綫形断面渠道的水力計算	(54)
§11. 六角形断面渠道的計算	(54)
§12. 五角形断面渠道的計算	(68)
§13. 七角形断面渠道的計算	(77)
§14. 复式断面渠道的計算	(87)
§15. 拋物綫形断面渠道的計算	(95)
附錄1. 流速模数 n 值表	(110)
附錄2. 按照罗巴切夫教授法确定渠道充水度的 $z(a)$ 数值表	(114)
附錄3. 臨時灌溉渠标准(当 $n=0.025$ 时)	(115)
附錄4. 臨時灌溉渠标准(当 $n=0.030$ 时)	(116)
附錄5. H. H. 巴甫洛夫斯基院士公式中指数 y 的数值表	(117)

附錄6. 用 H.H.巴甫洛夫斯基院士公式確定系數 C 的曲綫圖···	(118)
附錄7. И.И.阿格羅斯金教授公式中隨粗糙系數 n 值而變 的系數 A 值·····	(119)
附錄8. И.И.阿格羅斯金教授建議的系數 A 的等級表 ·····	(119)
參考文獻 ·····	(122)

第一章 基本知識

§1. 基本符号

在作渠道及河道的水力計算时，一般采用下列基本符号：

Q ——流量，以立方公尺/秒計。

V ——过水断面上的平均流速，以公尺/秒計。

ω ——过水断面面積，以平方公尺計。

b ——河渠底寬，以公尺計。

h ——水流深度，以公尺計。

χ ——湿周，以公尺計。

R ——水力半徑，以公尺計。

K ——流量模数，以立方公尺/秒計。

W ——流速模数，以公尺/秒計。

i ——河渠底坡。

C ——系数，按 Н.Н.巴甫洛夫斯基院士，В.Н.岡察洛夫教授或 Н.Н.阿格罗斯金教授公式計算。

m ——边坡系数。

β ——渠道底寬 b 和水深 h 的比值。

$\Gamma_{\text{НП}}$ ——相应于河、渠水力最佳断面的指标。

n ——Н.Н.巴甫洛夫斯基院士公式中的粗糙系数。

$V_{\text{доп}}$ ——在不冲刷土渠或加固渠槽条件下，过水断面的最

大允許平均流速。

$V_{\min}$ ——在不淤積渠槽条件下过水断面的最小允許平均流速。

§2. 計算过水断面要素的公式

1) 梯形断面渠道 梯形断面渠道 (圖 1, a) 的过水断面面積 ω 由下式确定:

$$\omega = bh + mh^2,$$

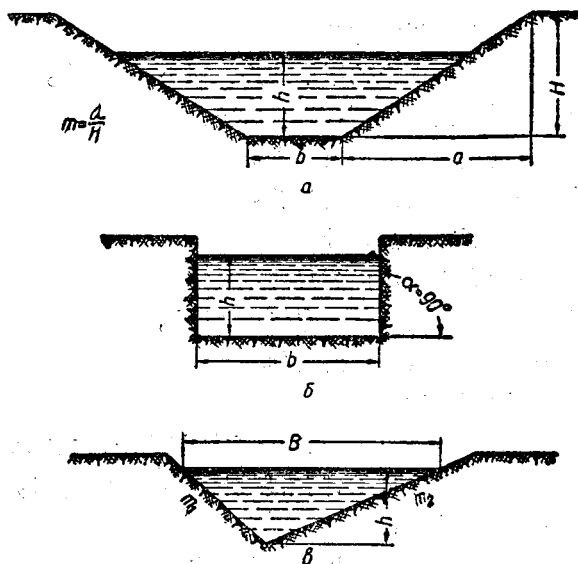


圖 1.

式中 m 为边坡系数, 即 θ 角的余切; h 为水深。

如果兩边坡的坡度不同 (不等腰梯形断面, 圖 2), 則

平均边坡系数 m_{cp} 用下式計算：

$$m_{cp} = \frac{1}{2}(m_1 + m_2),$$

式中 m_1 及 m_2 为不同坡度的边坡系数，在这种情形下过水断面的面积由下式确定：

$$\omega = bh + m_{cp}h^2.$$

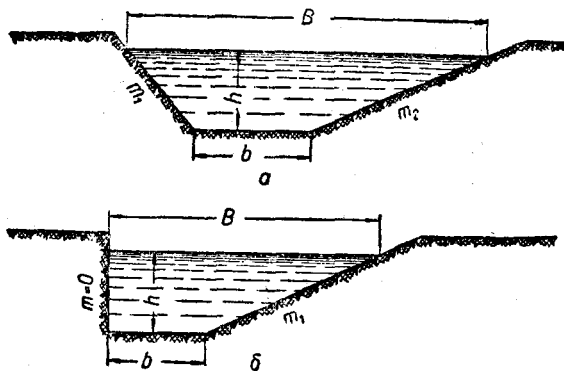


圖 2.

矩形断面渠道（圖 1, δ ）的边坡系数等于零，其过水断面面积由下式确定：

$$\omega = bh.$$

三角形断面（圖 1, σ ）可视为梯形断面当 $b=0$ 时的特例，所以其过水断面面积由下式确定：

$$\omega = mh^2 \text{ 或 } \omega = m_{cp}h^2.$$

湿周由下式确定：

$$\chi = b + 2h\sqrt{1+m^2}.$$

H. H. 巴甫洛夫斯基院士建議称 $m' = \sqrt{1+m^2}$ 为“第二边坡系数”。此时計算湿周的公式形式为：

$$\chi = b + 2m'h.$$

第二边坡系数值列入表 1。

表 1

第二边坡系数值

m	$m' = \sqrt{1+m^2}$	$2m'$	m	$m' = \sqrt{1+m^2}$	$2m'$
0	1.000	2.000	1.25	1.601	3.202
0.10	1.005	2.010	1.50	1.803	3.606
0.20	1.020	2.040	2.00	2.236	4.472
0.25	1.031	2.062	2.50	2.692	5.385
0.50	1.118	2.236	3.00	3.162	6.324
0.75	1.250	2.500	4.00	4.123	8.246
1.00	1.414	2.828	5.00	5.099	10.198

对于不等腰梯形断面 (圖 2), 湿周用下式計算:

$$\chi = b + h(\sqrt{1+m_1^2} + \sqrt{1+m_2^2}).$$

如果用 M' 表示这种情况下的第二边坡系数, 此处

$$M' = \frac{\sqrt{1+m_1^2} + \sqrt{1+m_2^2}}{2},$$

則計算湿周的公式有这样的形式:

$$\chi = b + 2M'h.$$

水面寬度 B 由下式确定:

$$B = b + 2mh.$$

如果渠道边坡是不等的, 則水面寬度 B 由下式确定:

$$B = b + 2m_{cp}h.$$

等腰断面梯形渠道的水力最佳断面, 用下面的关系表示:

$$\beta = 2(\sqrt{1+m^2} - m) \text{ 或 } \beta = 2(m' - m);$$

而对于非等腰断面, 这个关系成为:

$$\beta = 2(M' - m_{cp}),$$

式中 $\beta = \frac{b}{h}$ 。

β 值列入表 2。

表 2

梯形水力最佳断面的 β 值

m	0.25	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
$\beta = \frac{b}{h}$	1.56	1.24	0.83	0.61	0.47	0.385	0.325	0.246	0.198

对于梯形断面來說，水力最佳断面的水力半徑等于水深之半，即 $R = \frac{1}{2}h$ 。

2) 六角形断面渠道 (圖 3) 六角形断面渠道过水断面積 ω 由下式計算:

$$\omega = \omega_1 + \omega_2,$$

式中 ω_1 为过水断面下半部的面積;

ω_2 为过水断面上半部的面積。

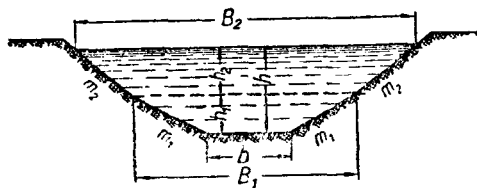


圖 3.

过水断面下半部的面積 ω_1 用下式計算:

$$\omega_1 = bh_1 + m_1 h_1^2.$$

过水断面上半部的面積 ω_2 用下式計算:

$$\omega_2 = (b + 2m_1 h_1) h_2 + m_2 h_2^2.$$

六角形断面渠道过水断面的总面积用下式计算:

$$\omega = b h_1 + m_1 h_1^2 + (b + 2m_1 h_1) h_2 + m_2 h_2^2.$$

渠道过水断面下半部高度(h_1)及上半部高度(h_2)和水深间有下列关系:

$$h = h_1 + h_2.$$

六角形断面渠道的湿周 χ 可按下式计算:

$$\chi = \chi_1 + \chi_2,$$

式中 χ_1 及 χ_2 分别为渠道过水断面下半部及上半部的湿周。

渠道断面下半部及上半部的湿周用下式计算:

$$\chi_1 = b + 2h_1\sqrt{1+m_1^2}; \quad \chi_2 = 2h_2\sqrt{1+m_2^2}.$$

六角形断面渠道的总湿周按下式计算:

$$\chi = b + 2h_1\sqrt{1+m_1^2} + 2h_2\sqrt{1+m_2^2}.$$

渠道下半部过水断面的顶宽 B_1 (见图 3) 按下式计算:

$$B_1 = b + 2m_1 h_1.$$

渠道过水断面顶宽 B_2 按下式计算:

$$B_2 = b + 2m_1 h_1 + 2m_2 h_2.$$

3) 五角形断面渠道 (图 4) 五角形断面渠道的过水断面面积 ω 由下列关系式确定:

$$\omega = \omega_1 + \omega_2,$$

式中 ω_1 及 ω_2 分别为过水断面下半部及上半部的面积。

过水断面下半部面积 ω_1 用下式计算:

$$\omega_1 = m_1 h_1^2.$$

过水断面上半部面积 ω_2 用下式计算:

$$\omega_2 = 2m_1 h_1 h_2 + m_2 h_2^2.$$

因此, 五角形断面渠道的总过水断面面积按下式计算:

$$\omega = m_1 h_1^2 + 2m_1 h_1 h_2 + m_2 h_2^2.$$

渠道过水断面下半部高度(h_1)及上半部高度(h_2)和水深间有下列关系:

$$h = h_1 + h_2.$$

五角形断面渠道的湿周按下式计算:

$$\chi = \chi_1 + \chi_2,$$

式中 χ_1 、 χ_2 分别为渠道过水断面下半部及上半部的湿周。

渠道断面下半部及上半部的湿周 χ_1 及 χ_2 用下式计算:

$$\chi_1 = 2h_1\sqrt{1+m_1^2};$$

$$\chi_2 = 2h_2\sqrt{1+m_2^2}.$$

五角形断面渠道的总湿周按下式计算:

$$\chi = 2h_1\sqrt{1+m_1^2} + 2h_2\sqrt{1+m_2^2}.$$

渠道断面下半部顶宽 B_1 用下式计算:

$$B_1 = 2m_1h_1.$$

五角形断面渠道过水断面顶宽 B_2 用下式计算:

$$B_2 = 2m_1h_1 + 2m_2h_2.$$

4) 七角形断面渠道 (图 5) 七角形断面渠道过水断面面积 ω 由下列关系式确定:

$$\omega = \omega_1 + \omega_2 + \omega_3,$$

式中 ω_1 、 ω_2 、 ω_3 分别为过水断面下部、中部及上部的面积。

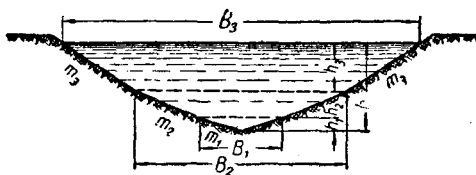


图 5.

这些面積按下列公式計算:

$\omega_1 = m_1 h_1^2$ 为下部面積;

$\omega_2 = 2m_1 h_1 h_2 + m_2 h_2^2$ 为中部面積;

$\omega_3 = 2m_1 h_1 h_3 + 2m_2 h_2 h_3 + m_3 h_3^2$ 为上部面積。

七角形断面渠道过水断面的总面積按下式計算:

$$\omega = m_1 h_1^2 + 2m_1 h_1 h_2 + m_2 h_2^2 + 2m_1 h_1 h_3 + 2m_2 h_2 h_3 + m_3 h_3^2.$$

渠道过水断面下部高度 (h_1)、中部高度 (h_2) 及上部高度 (h_3) 和水深 h 間有下列关系:

$$h = h_1 + h_2 + h_3.$$

七角形断面渠道的湿周按下列关系式計算:

$$\chi = \chi_1 + \chi_2 + \chi_3.$$

我們用下列各式計算渠道过水断面下部、中部及上部的相应湿周:

$\chi_1 = 2h_1 \sqrt{1+m_1^2}$ 为断面下部的湿周;

$\chi_2 = 2h_2 \sqrt{1+m_2^2}$ 为断面中部的湿周;

$\chi_3 = 2h_3 \sqrt{1+m_3^2}$ 为断面上部的湿周。

因此, 七角形断面渠道的总湿周按下式計算:

$$\chi = 2h_1 \sqrt{1+m_1^2} + 2h_2 \sqrt{1+m_2^2} + 2h_3 \sqrt{1+m_3^2}.$$

渠道断面下部頂寬 B_1 用下式計算:

$$B_1 = 2m_1 h_1.$$

渠道断面中部頂寬 B_2 用下式計算:

$$B_2 = 2m_1 h_1 + 2m_2 h_2.$$

七角形断面渠道过水断面頂寬 B_3 用下式計算:

$$B_3 = 2m_1 h_1 + 2m_2 h_2 + 2m_3 h_3.$$

5) 复式断面渠道 (圖 6, a) 复式断面渠道过水断面总面積按下列关系式确定:

$$\omega = \omega_1 + \omega_2 + \omega_3.$$

式中 ω_1 、 ω_2 、 ω_3 相应为渠道左部、中部及右部的面积。

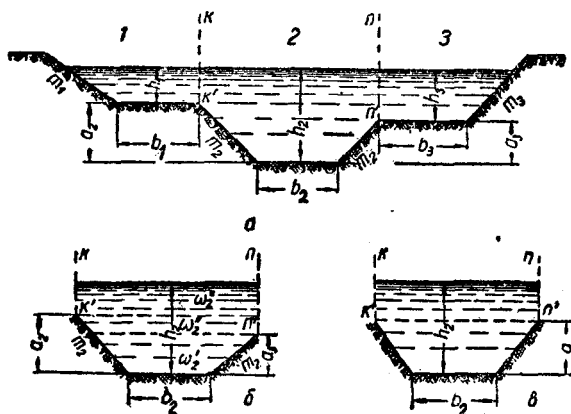


圖 6.

过水断面左部及右部的面积用下式计算:

$$\omega_1 = b_1 h_1 + \frac{m_1 h_1^2}{2}; \quad \omega_3 = b_3 h_3 + \frac{m_3 h_3^2}{2}.$$

过水断面中部的面积当 $a_2 > a_3$ 时 (见图 6, δ), 可以视为三个面积之和:

$$\omega_2 = \omega_2' + \omega_2'' + \omega_2'''.$$

式中 $\omega_2' = a_3(b_2 + m_2 a_3)$;

$$\omega_2'' = (a_2 - a_3) \left[b_2 + 2m_2 a_3 + \frac{m_2}{2}(a_2 - a_3) \right];$$

$$\omega_2''' = (h_2 - a_2)[b_2 + m_2(a_2 + a_3)].$$

因此, 复式断面渠道过水断面的总面积可用下式计算:

$$\omega = b_1 h_1 + \frac{1}{2} m_1 h_1^2 + b_3 h_3 + \frac{1}{2} m_3 h_3^2 + a_3(b_2 + m_2 a_3) +$$

$$+ (a_2 - a_3) \left[b_2 + 2m_2 a_3 + \frac{1}{2} m_2 (a_2 - a_3) \right] + \\ + (h_2 - a_2) [b_2 + m_2 (a_2 + a_3)].$$

复式断面渠道的湿周可视为过水断面左部、中部及右部湿周之和，即：

$$\chi = \chi_1 + \chi_2 + \chi_3,$$

式中 χ_1 、 χ_2 、 χ_3 为过水断面左部、中部及右部的湿周。

各湿周之值按下列各式计算：

$\chi_1 = b_1 + h_1 \sqrt{1 + m_1^2}$ 为左部湿周；

$\chi_2 = b_2 + (a_2 + a_3) \sqrt{1 + m_2^2}$ 为中部湿周；

$\chi_3 = b_3 + h_3 \sqrt{1 + m_3^2}$ 为右部湿周。

湿周的总长度为：

$$\chi = b_1 + h_1 \sqrt{1 + m_1^2} + b_2 + (a_2 + a_3) \sqrt{1 + m_2^2} + b_3 + \\ + h_3 \sqrt{1 + m_3^2}.$$

水面宽度 B 等于：

$$B = B_1 + B_2 + B_3,$$

式中 B_1 为断面左部顶宽； B_2 为断面中部顶宽； B_3 为右部顶宽。 B_1 、 B_2 、 B_3 的值由下式确定：

$$B_1 = b_1 + m_1 h_1;$$

$$B_2 = b_2 + m_2 (a_2 + a_3);$$

$$B_3 = b_3 + m_3 h_3.$$

6) 抛物线形断面渠道 (圖 7) 抛物线形断面渠道的过水断面面积 ω 用下式计算：

$$\omega = \frac{2}{3} B h,$$

式中 B ——水面宽度。

水面宽度由下式确定：