

城市排水管道設計手冊

刘仲亮 王中民編著

城市建設出版社

城市排水管道設計手冊

刘仲亮 編 著
王中民

城市建設出版社出版

• 1957 •

城市排水管道設計手冊

編著者 刘仲亮 王中民

*

城市建設出版社出版

(北京阜外大街)

国家統計局印刷厂印刷 新华書店总經售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 1957年9月第一版

印張 $4 \frac{3}{8}$ 插頁 6 1957年9月第一次印刷

字数 90 千字 印数 1 — 2,365册

北京市書刊出版業營業許可証出字第 088 号

前 言

这本手册主要供給从事城市排水設計的同志参考之用。因完稿較早，內容虽曾作补充，恐仍不夠完善。如有錯誤及不妥之处，望讀者多提意見，以便修正。

85.64 073
0210

目 录

第一章 管渠的水力计算

(一) 计算公式	1
(二) 管渠断面形状的选择	9
(三) 最常用的管渠断面的计算	10
(四) 图表的绘制	19
(五) 下水道系统的选择	22

第二章 雨水下水道

(一) 降雨强度公式	24
(二) 逕流系数	40
(三) 融化水逕流	45
(四) 流量计算的方法	46
(五) 地面集水时间	48
(六) 管道的计算	52
(七) 管道的設計规范	57
(八) 雨水管的受压排水	59
(九) 管道的附属建筑	63

第三章 合流制下水道

(一) 設計流量的计算	80
(二) 暴雨出水口	84

第四章 半分流制下水道

第五章 污水下水道

(一) 污水量	88
(二) 变化系数	90
(三) 設計污水流量	96

(四) 污水流量变化曲线	100
(五) 污水管道中水流运动的特殊性	102
(六) 下水道水力计算的标准资料	104
(七) 下水道的埋设深度	107
(八) 工业企业下水道设计的特点	108
(九) 污水管道的建筑物	112
(十) 防空条件	121
(十一) 污水管道计算表格	122

附 录

附 圖

附 表

参考文献

第一章 管渠的水力計算

(一) 計 算 公 式

下水道管渠水力計算的基本公式，是按一般所采取的等流量公式。

$$q = \omega v \quad (1)$$

$$v = C \sqrt{Ri} \quad (2)$$

式中： q —設計流量（立方公尺/秒）
 ω —水流有效断面面积（平方公尺）
 v —水流平均流速（公尺/秒）
 R —断面水力半徑（公尺）， $R = \omega : \rho$ 。

此處 ρ 为湿周，以公尺計。

i —水力坡降，采取等于管的坡降

C —流速系数

流速系数 C 在管渠的水力計算上極為重要，为計算系数 C 值，很多有經驗的研究者曾提出了一些公式，来代表此系数与水力半徑、管壁粗糙程度及其他因素的关系。茲將最常用的几种介紹如下：

1. 巴夫洛夫斯基公式

$$C = \frac{1}{n} R^j \quad (3)$$

式中： n —管壁材料的粗糙系数（各种材料的 n 值見表 1 中的規定）

R —水力半徑（公尺）

$$V = 2.5 \sqrt{n} - 0.13 - 0.75 \sqrt{R} \quad (\sqrt{n}$$

—0.10)各不同R及不同n时的C值列于表2。

近似的可以采用:

$$\text{当 } R < 1 \text{ 公尺时, } V \cong 1.5 \sqrt{n}$$

$$3 \text{ 公尺} > R > 1 \text{ 公尺时, } V \cong 1.3 \sqrt{n}$$

如果 $R > 3$ 公尺,则巴夫洛夫斯基公式便不能应用。

粗 糙 系 数 n 值

表 1

等 级	渠 壁 表 面 种 类	n	$\frac{1}{n}$
			n
1	特别光滑的墙面; 涂有珐琅质或其他漆类的墙面.....	0.009	111.1
2	拼接安装很好的极精细的刨平木板; 纯粹水泥的精致抹面...	0.010	100.0
3	精致水泥抹面(1/3沙); 清洁(新的)瓦管; 安放及连接良好的金属管; 精制木板.....	0.011	90.9
4	安装很好的不刨木板; 正常情形的水管; 没有显著的水锈; 非常清洁的排水管; 极好的混凝土壁.....	0.012	83.3
5	优良石砌壁; 良好的砖砌壁; 正常情况的排水管; 略有积污的水管.....	0.013	76.9
6	积污管(水管及排水管); 中等情况的混凝土壁.....	0.014	71.4
7	中等砖砌壁; 中等情况的加工石块的砌面; 积污较多的排水管; 复在板条上的油布.....	0.015	66.7
8	良好的块石壁面; 旧的(不规则的)砖砌壁; 比较粗制的混凝土壁; 特别光滑、加工最好的石面.....	0.017	58.8
9	复盖厚的、固定的、淤泥层的渠道; 坚实黄土中的渠道, 被不断的淤泥层所凝结的坚实、细小沙石中的渠道(并无不良情形者).....	0.018	55.6
10	中等(完全满意的)块石砌的渠壁; 卵石砌砌; 在石中开挖的极清洁的渠道; 有淤泥层凝结的黄土中的、坚实沙石的、坚实泥土的渠道(正常情形).....	0.020	50.0

續表 1

11	堅實黏土的渠道；被局部的淤泥層（有的地方是中斷的）凝結的黃土、沙石及泥土的渠道；養護修理在中等以上的土渠……	0.0225	44.4
12	良好的乾砌塊石壁；養護修理中等的土渠；情況極良好的河道（清潔直的河床，水流暢通，無塌岸及深潭）……	0.025	44.0
13	土渠：大的，則其養護修理情況系屬中等標準以下；小的，則其養護修理情況系屬中等標準……	0.0275	36.4
14	情況比較不良的土渠（例如，部分渠底有水蘚、卵石或沙石）；看得出水草的叢生；部分渠岸的崩塌等等。有良好水流條件的河道……	0.030	33.3
15	情況極不良的渠道（有不合理的縱橫面，石子水草發生顯著的阻礙等）；比較良好條件的河道，但有少許石子及水草……	0.035	28.6
16	情況特別不好的渠道（不少的深潭及塌岸；蘆葦叢生；渠底有大石及很多的根等）；水流條件較差的河道（與前類比較而言）；其中石子及水草的數量增加；有數量不多的深潭及淺槽等等的彎曲的河床。……	0.040	26.0

按巴夫洛夫斯基公式而計算的系数 C 值

表 2

$$C = \frac{1}{n} R^y, \text{ 式中 } y = 2.5 \sqrt{n} - 0.13 - 0.75 \sqrt{R} (\sqrt{n} - 0.10)$$

R(公尺)	n=0.011	0.012	0.013	0.014	0.015	0.017	0.018	0.020	0.0225	0.025	0.0275	0.030	0.035	0.040
0.10	67.36	60.33	54.46	49.43	45.07	38.00	35.06	30.85	26.18	22.48	19.53	17.50	14.00	11.43
0.12	69.00	61.92	56.00	50.86	46.47	39.29	36.34	32.05	27.29	23.56	20.51	18.40	14.80	12.15
0.14	70.56	63.25	57.30	52.14	47.74	40.47	37.50	33.10	28.26	24.48	21.38	19.23	15.54	12.80
0.16	71.64	64.50	58.46	53.29	48.80	41.53	38.50	34.05	29.15	25.28	22.18	19.96	16.20	13.40
0.18	72.73	65.58	59.46	54.29	49.80	42.47	39.45	34.90	29.95	26.04	22.87	20.63	16.80	13.95
0.20	73.73	66.50	60.46	55.21	50.74	43.35	40.28	35.65	30.71	26.76	23.56	21.23	17.34	14.48
0.22	74.64	67.42	61.31	56.07	51.54	44.11	40.89	36.40	31.57	27.40	24.14	21.80	17.86	14.95
0.24	75.55	68.25	62.08	56.86	52.34	44.88	41.78	37.05	32.00	28.00	24.72	22.36	18.34	15.40
0.26	76.27	69.00	62.85	57.57	53.00	45.53	42.45	37.70	32.62	28.56	25.27	22.86	18.83	15.83
0.28	77.00	69.75	63.54	58.29	53.67	46.17	43.06	38.25	33.15	29.08	25.78	23.33	19.26	16.23
0.30	77.73	70.42	64.23	58.93	54.34	46.82	43.67	38.85	33.69	29.60	26.25	23.80	19.68	16.60
0.32	78.36	71.08	64.85	59.50	54.94	47.35	44.23	39.35	34.17	30.08	26.72	24.23	20.06	16.98
0.34	79.00	71.67	65.46	60.07	55.47	47.94	44.78	39.85	34.66	30.56	27.16	24.63	20.46	17.33
0.36	79.64	72.25	66.00	60.64	56.07	48.47	45.28	40.35	35.15	31.00	27.60	25.03	20.83	17.68
0.38	80.18	72.75	66.54	61.22	56.54	48.94	45.78	40.80	35.60	31.40	28.00	25.45	21.17	18.00
0.40	80.73	73.33	67.08	61.72	57.07	49.41	46.28	41.25	36.00	31.80	28.40	25.80	21.51	18.30
0.45	81.91	74.50	68.23	62.86	58.20	50.53	47.34	42.30	36.97	32.76	29.31	26.66	22.31	19.05
0.50	83.09	75.67	69.31	63.80	59.27	51.59	48.39	43.25	37.91	33.64	30.14	27.46	23.06	19.75

續表 2

R(公尺)	n=0.011	0.012	0.013	0.014	0.015	0.017	0.018	0.020	0.0225	0.025	0.0275	0.030	0.035	0.040
0.55	84.09	76.67	70.31	64.93	60.20	52.53	49.28	44.10	38.75	34.44	30.94	28.20	23.74	20.40
0.60	85.09	77.58	71.23	65.86	61.14	53.41	50.17	44.90	39.51	35.20	31.67	28.90	24.40	21.03
0.65	86.00	78.42	72.08	66.64	61.94	54.17	50.95	45.70	40.26	35.92	32.36	29.53	25.00	21.60
0.70	86.82	79.25	72.93	67.50	62.74	54.94	51.73	46.40	40.93	36.60	33.01	30.16	25.57	22.15
0.75	87.55	80.00	73.69	68.22	63.47	55.70	52.45	47.05	41.60	37.24	33.63	30.76	26.14	22.68
0.80	88.27	80.75	74.46	68.95	64.20	56.35	53.12	47.70	42.22	37.84	34.25	31.30	26.66	23.18
0.85	89.00	81.50	75.08	69.57	64.87	57.06	53.78	48.30	42.80	38.40	34.80	31.86	27.17	23.65
0.90	89.64	82.17	75.69	70.22	65.47	57.64	54.39	48.90	43.37	38.96	35.34	32.36	27.66	24.13
0.95	90.27	82.50	76.31	70.86	66.07	58.23	54.90	49.45	43.91	39.48	35.85	32.86	28.11	24.58
1.00	90.91	83.33	76.92	71.43	66.67	58.82	55.56	50.00	44.44	40.00	36.36	33.33	28.57	25.00
1.10	92.00	84.33	77.92	72.36	67.54	59.64	56.34	50.75	45.15	40.72	37.05	34.00	29.20	25.60
1.20	93.09	85.33	78.92	73.29	68.40	60.47	57.12	51.50	45.82	41.40	37.71	34.63	29.79	26.18
1.30	94.09	86.25	79.77	74.07	69.14	61.17	57.78	52.15	46.48	42.04	38.32	35.23	30.34	26.70
1.40	95.00	87.08	80.62	74.86	69.87	61.88	58.45	52.75	47.06	42.64	38.91	35.76	30.86	27.20
1.50	95.82	87.83	81.38	75.57	70.54	62.53	59.06	53.35	47.60	43.20	39.41	36.30	31.37	27.68
1.60	96.64	88.58	82.15	76.29	71.20	63.11	59.62	53.90	48.12	43.72	39.96	36.80	31.83	28.13
1.70	97.56	89.25	82.85	76.93	71.80	63.70	60.17	54.45	48.62	44.24	40.43	37.26	32.28	28.55
1.80	98.09	89.92	83.54	77.57	72.40	64.23	60.67	54.95	49.11	44.72	40.91	37.70	32.71	28.95
1.90	98.82	90.58	84.15	78.14	72.94	64.76	61.17	55.40	49.56	45.20	41.34	38.13	33.11	29.36
2.00	99.45	91.17	84.77	78.72	73.47	65.29	61.67	55.85	50.00	45.64	41.78	38.56	33.51	29.73
2.10	100.09	91.75	85.31	79.22	73.94	65.76	62.12	56.30	50.56	46.04	42.18	38.96	33.88	30.08

續表 2

尺(公尺)	n=0.011	0.012	0.013	0.014	0.015	0.017	0.018	0.020	0.0225	0.025	0.0275	0.030	0.035	0.040
2.20	100.73	92.33	85.92	79.79	74.47	66.23	62.56	56.70	50.79	46.48	42.58	39.33	34.26	30.45
2.30	101.27	92.83	86.46	80.29	74.94	66.64	62.95	57.15	51.19	46.84	42.94	39.70	34.60	30.78
2.40	101.91	93.62	86.92	80.72	75.34	67.05	63.34	57.50	51.55	47.24	43.30	40.06	34.94	31.13
2.50	102.45	93.92	87.46	81.22	75.80	67.47	63.73	57.90	51.91	47.60	43.67	40.40	35.18	31.43
2.60	102.91	94.33	87.93	81.64	76.20	67.88	64.12	58.25	52.26	47.96	44.03	40.73	35.60	31.75
2.70	103.36	94.75	88.38	82.07	76.60	68.29	64.51	58.60	52.62	48.32	44.36	41.06	35.91	32.05
2.80	103.91	95.25	88.85	82.50	77.00	68.64	64.84	58.95	52.93	48.64	44.69	41.36	36.20	32.35
2.90	104.36	95.67	89.23	82.86	77.34	69.00	65.17	59.30	53.24	48.96	44.98	41.70	36.45	32.60
3.00	104.82	96.08	89.69	83.29	77.74	69.35	65.51	59.60	53.55	49.28	45.30	42.00	36.70	32.80

2. 曼宁公式:

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}} \quad (4)$$

公式(4)是巴夫洛夫斯基公式的特定式, 如將該式代入公式(2)則得

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}} \sqrt{Ri} = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2} \quad (5)$$

由于公式(5)結構簡便, 計算容易, 所以应用較广。

3. 高尔巴乔夫公式:

$$C = \frac{70}{1 + \frac{m}{\sqrt{R}}} \quad (6)$$

式中: m ——粗糙系数(各种材料的 m 值列于表3)
 R ——水力半徑(公尺)

高尔巴乔夫公式的粗糙系数值

表3

渠 壁 表 面 种 类	m
極光滑面(玻璃管; 精刨木板; 加鋼筋的水泥抹面; 塗新瀝青的生鉄管; 鋼管和黃銅管; 挂膠的消防水龙帶)	0.04
光滑面(焊接和鉚接的鉄管; 承口接及凸緣接的无锈、无疤、清潔的生鉄管)	0.06
平直面(包有一薄層矿物性襯里的生鉄自来水管; 普通水泥抹面; 未刨木面; 皮帶管和帆布管等)	0.08
塗有黏膜的平直面陶土管、混凝土管、鉄管、木管、瀝青管、下水道中以及在濁水、降水流动时的渠道和排水道	0.10

續表 3

渠 壁 表 面 种 类	m
非平直面和粗糙面	
瀝青磚鋪面或木磚鋪面·····	0.15
規則碎石砌筑的鋪面·····	0.25
園石或不規則碎石鋪砌的鋪面·····	0.35
極粗糙渠槽:	
具有規則边坡的人工渠道和新溝道·····	0.60
具有陂溝和塌岸的人工渠道和原有溝道·····	0.75
河灘水流或具有河灘的天然复式河床·····	1.00
山地河流石質河床·····	1.25
水草叢生的河床·····	1.40
露头的土坡面·····	1.00
复盖有植物的斜坡面·····	1.25

4. 阿格罗斯金公式:

$$C = 17.72(K + \log R) \quad (7)$$

式中: K —粗糙参变数, $K = \frac{1}{17.72n}$ 是由粗糙系数

n 所决定。 n 值見表 1 所列, 不同 n 时的 K 值列于表 4。 R ——同前

粗 糙 参 变 数 K 值 表 4

n	0.009	0.010	0.011	0.012	0.013	0.014	0.015	0.017
K	6.270	5.643	5.130	4.703	4.341	4.031	3.760	3.319
n	0.018	0.020	0.0225	0.025	0.0275	0.030	0.035	0.040
K	3.135	2.822	2.508	2.258	2.052	1.881	1.612	1.411

5. 巴生公式:

$$C = \frac{87}{1 + \frac{r}{\sqrt{R}}} \quad (8)$$

式中：r—粗糙系数，R—同前，

巴生公式內的粗糙系数r值

表5

渠 壁 表 面 种 类	r
十分光滑的壁面（刨平木板，光滑的水泥抹面）.....	0.06
光滑的壁面（未刨木板，石砌和磚砌壁，混凝土管、生鉄管、良好的混凝土壁），.....	0.16
不光滑的壁面（堆砌良好的塊石壁，普通混凝土壁），.....	0.46
干砌塊石壁，極粗糙的混凝土壁，卵石鋪面，堅實土壤及在岩石中开挖的壁面.....	0.85
普通情形的土質壁面.....	1.30
阻力強大的土質河床（小園石，岩石，大園石，叢生水草的河床）	1.75

排水管最常用的断面形状为：圆形，倒卵形，馬蹄形和矩形。这些断面的重要水力特性是它的最大流量和最大流速不是在全部充滿时發生，而是在局部充水时發生的。这是因为当这种断面上部充滿时，湿周比面积增加的快，所以水力半径將开始减小，因而流速和流量也同时减小。現將各种断面溝管在最大流速(V_{max})和最大流量(Q_{max})时，充水深(h)与断面高度(H)的比值列于表6（表見下頁）。

（二）管渠断面形状的选择

在选择管渠断面形状时，应考虑下列几点：

1. 靜力 埋設在土中的管渠，必須有足夠的強度，以便能承受內压力（自重及液体重）与外压力（土压力及各种車輛的活荷重）。
2. 水力 管渠以具有在同样有效断面內，能排洩較大的流量的断面形状为最佳，也就是管渠的水力半径应当力求最大。同时

表 6

断面形式	断面高度与 宽度之比	由 $h : H$ 值得到的	
		V_{make}	Q_{make}
圆形	2 : 2	0.813	0.950
倒卵形	2.586 : 2	0.839	0.944
同上	3 : 2	0.854	0.950
同上	3.438 : 2	0.860	0.953
马蹄形	1.707 : 2	0.803	0.930
同上	1.414 : 2	0.794	0.924
同上	1.268 : 2	0.796	0.924

避免低水流时的沉淤，应在水流可能较小的有效断面内，具有比较大的流速。

3. 经济 埋设的 1 公尺管道的成本，与它最大流量的比值应该是最小。力求能够预制以及采用当地材料。

4. 施工养护 管渠断面形状，应便于施工，以缩短工期，在养护上容易掏挖、冲洗，及使用机械疏通的可能。

一般的说，污水管最常用的是圆形断面，但也常用倒卵形及矩形。雨水管渠则采用圆形、倒卵形、马蹄形、矩形和梯形等。

(三) 最常用的管渠断面的计算

1. 圆形管 如图 1.

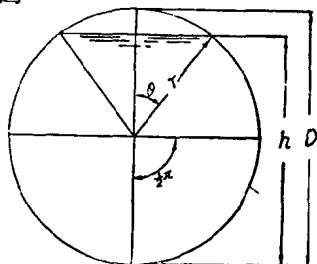


圖 1 圆形断面

$$\omega = (\pi - \theta) \gamma^2 + \sin \theta \cos \theta \gamma^2$$

$$\rho = 2(\pi - \theta) \gamma$$

$$R = \frac{\omega}{\rho} = \frac{\gamma}{2} + \frac{\sin 2\theta}{4(\pi - \theta)} \cdot \gamma \quad (9)$$

或:

$$\omega = \frac{1}{4} D \rho + \left(h - \frac{D}{2}\right) \sqrt{h(D-h)}$$

$$\rho = \frac{1}{2} \pi D + D \arcsin \frac{2h-D}{D}$$

若 $\theta = 0$ (满流时)

$$\text{則 } \omega = \pi \gamma^2, \quad P = 2\pi \gamma$$

$$R = \frac{\gamma}{2} = \frac{D}{4} \quad (10)$$

式中: ω —水流有效断面面积(平方公尺)

$$\pi = 3.1416 \quad \theta \text{—弧度}$$

$$\gamma \text{—半径(公尺)} \quad \rho \text{—湿周(公尺)}$$

$$R \text{—同前} \quad D \text{—直径(公尺)} \quad h \text{—充水深(公尺)}$$

按照公式(5)若將水力半径R以半径 γ 代之,則

$$v = K_v \frac{1}{n} \gamma^{\frac{4}{3}} i^{\frac{1}{2}}, \quad (11)$$

$$Q = K_Q \frac{1}{n} \gamma^{\frac{4}{3}} i^{\frac{1}{2}}, \quad (12)$$

因为 K_v , K_Q 值是根据充水深 h 所决定, 所以先將此数計算后, 流速 v 及流量 Q 即可很容易的求出。將不同水深时的 K_v , K_Q , 及 $\omega = K_\omega \gamma^2$, $\rho = K_P \gamma$, $R = K_R \gamma$ 中之 K_ω , K_P , K_R 值列于表7。