

给水排水设计手册

7

排洪与渣料水力输送

中国建筑工程出版社

TU82-62
G. 42
=7

给水排水设计手册

第七册

排洪与渣料水力输送

《给水排水设计手册》编写组

中国建筑工业出版社

203f38

给水排水设计手册
第七册
排洪与渣料水力输送
《给水排水设计手册》编写组
(限国内发行)

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
湖北省潜江印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 7 1/16 插页: 3 字数: 209 千字

1974年4月第一版 1976年8月第二次印刷

印数: 34,156—53,555册 定价: 0.70 元

统一书号: 15040·3093

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

以农业为基础、工业为主导。

一切实际工作者必须向下作调查。对于只懂得理论不懂得实际情况的人，这种调查工作尤有必要，否则他们就不能将理论和实际相联系。

《給水排水設計手冊》全書共分九冊。本分冊為《排洪與渣料水力輸送》，由排洪與渣料水力輸送兩部分組成。排洪部分包括小匯水面積洪峯流量計算，排洪構築物的水力計算，排洪設計原則、標準及布置等；渣料水力輸送部分介紹了發電、選礦廠等廢渣的水力輸送方式、計算方法、管槽敷設、泵站配置等。主要公式均附有一定的應用例題。

本書供給水排水專業設計人員使用，也可供基建單位、廠礦企業有關人員和大專院校給水排水專業師生參考。

* * *

派出人員參加本手冊編寫組的單位：

湖南省建築設計院

湖南大學

上海市政工程設計院

北京市給水排水研究所

四川省給水排水設計院

重慶建築工程學院

冶金工業部北京有色冶金設計院

陝西省第一建築設計院

水利電力部西北電力設計院

冶金工業部瀋陽鋁鎂設計院

第一機械工業部第八設計院

第二機械工業部第二研究設計院

第四機械工業部第十設計院

國家建委建築科學研究院

甘肅省給水排水勘察設計院

吉林省給水排水勘察設計院

北京市市政設計院

北京電力局設計所

中南給水排水設計院

天津大學

四川省工業建築設計院

中南工業建築設計院

水利電力部西安熱工研究所

第一機械工業部洛陽設計院

第二機械工業部第七設計院

第七機械工業部第七設計院

交通部第三鐵路設計院

前 言

为了适应我国社会主义革命和社会主义建设的新发展，我们根据广大读者的需要，对原中国工业出版社1968年以来内部出版发行的《给水排水设计手册》，进行了改编，增订了内容，编写出本设计手册，准备分册付印，国内发行，以便为进一步搞好“三结合”设计，提供一套比较实用的工具书。改编后的手册共计九个分册：第一册——常用资料；第二册——管渠水力计算表；第三册——室内给水排水与热水供应；第四册——室外给水；第五册——水质处理与循环水冷却；第六册——室外排水与工业废水处理；第七册——排洪与渣料水力输送；第八册——材料器材；第九册——常用设备。

本册《排洪与渣料水力输送》，是根据所收集到的国内外的实践经验和计算理论进行编写的，同1968年版第二、四册的有关部分比较，补充了一些新资料，内容更加充实。

排洪部分中，小汇水面积洪峰流量计算，结合国内实践经验，增加了常用的各种计算方法的说明和应用例题，不常使用的公式和内容作了删节；排洪构筑物的水力计算和排洪设计，均为新增内容，系根据实践经验整理而成。

渣料水力输送，是在原第二册尾矿处理一章的基础上改写的，删去了尾矿场设计，增加了电厂排灰等同给水排水专业更为密切的内容。

改编本手册时，有关的标准和规范也在编制和修订过程中，因此，使用本手册时，需注意查阅新出的标准和规范，并以新的标准、规范为准。

尽管我们作了上述一些工作，但是限于能力和时间，书中的错误和缺点仍然难免，我们热诚地希望各兄弟单位和广大读者提出宝贵意见。

《给水排水设计手册》编写组

1973年5月

目 录

前言

第一章 小汇水面积洪峰流量计算 1

第一节 小汇水面积洪水计算的特点与方法 1

第二节 洪水调查法（形态调查法） 1

第三节 推理公式 16

第四节 经验公式 44

第五节 含沙量较大地区的洪水计算 60

第二章 排洪构筑物的水力计算 61

第一节 排洪沟 61

第二节 溢洪道 72

第三节 涵洞 82

第三章 排洪设计 89

第一节 一般规定 89

第二节 设计标准 90

第三节 排洪构筑物的布置 90

第四节 排洪构筑物的防护 94

第五节 泥石流 104

第四章 渣料水力输送 113

第一节 概述 113

第二节 输送管槽 115

第三节 扬送泵站 159

附录

一、经验频率 $P = \frac{m}{n+1} \cdot 100\%$ 174

二、皮尔逊Ⅲ型曲线的离均系数 ϕ_P 值 178

三、皮尔逊Ⅲ型曲线的模比系数 K_P 值 180

四、按 $c = \frac{1}{n} R^y$, $y = 2.5\sqrt{n} - 0.13 - 0.75\sqrt{R} (\sqrt{n})$

$- 0.10$) 公式决定的 c 值 191

五、非粘性土壤容许 (不冲刷) 流速 193

六、粘性土壤容许 (不冲刷) 流速 194

七、岩石容许 (不冲刷) 流速 195

八、铺砌及防护渠道容许 (不冲刷) 流速 196

九、构筑物容许 (不冲刷) 流速 197

十、压力管道容许 (不冲刷) 流速 198

十一、无压式圆涵水力特征 199

十二、半压式圆涵水力特征 201

十三、方涵水力特征 203

十四、单孔拱涵水力特征 ($f_0/L_0=1/4$) 205

十五、单孔拱涵水力特征 ($f_0/L_0=1/3$) 206

十六、单孔拱涵水力特征 ($f_0/L_0=1/2$) 208

十七、有长期实测资料的洪峰流量计算 210

第一章 小汇水面积洪峰流量计算

第一节 小汇水面积洪水计算的特点与方法

小汇水面积，一般是指汇水面积在30平方公里以下的流域面积。

（一）小汇水面积洪水计算的特点

1. 资料少，系列短，常无实测资料。
2. 确定洪峰流量时，不考虑暴雨时空分布特性，以点雨量代表面雨量，按全面积均匀降雨计算。
3. 集流快，在几小时甚至几十分钟内洪水即迅速到达溢洪区及被保护地带。
4. 只计算洪峰流量。但遇有水库和防洪堤等，并应计算洪水总量及洪水流量过程线。当水中含泥砂量较大时，洪峰流量应考虑泥砂量。

（二）小汇水面积洪水计算的方法

小汇水面积洪峰流量，可通过洪水调查，推理公式、地区经验公式等方法计算，并相互验证综合考虑确定。在应用洪水调查法时，如能找到几个确切的洪痕和各次洪痕发生的年代，且河槽断面比较完整，易于确定河槽糙率时，则所推算的洪峰流量，较为可靠。但往往难于同时满足上述要求，故在实际工作中常用暴雨资料按推理公式计算。推理公式考虑因素较多，如暴雨资料较长，各项参数选择适当，也能得到比较满意的结果。地区经验公式，计算方便，但有时因受概化条件影响，比较粗略，如应用不当，极易造成较大误差。

由于实测资料、公式结构形式及其推导的基础，对所求得洪峰流量的精度，均有一定的关系，因此，在计算洪峰流量时，应结合地区特点，慎重选择公式和参数，避免造成较大误差。

第二节 洪水调查法（形态调查法）

毛主席教导我们：“你对于那个问题不能解决么？那末，你就去调

查那个问题的现状和它的历史吧！”为了正确计算洪峰流量，认真调查洪水的历史是十分必要的。

洪水历史的调查，重点应放在近百年内，以访问当地贫下中农为主，并查阅遗留的记载，如地方志、碑志等。对于解放后发生的洪水，应着重调查当地水利部门、社队干部和受害居民，详细了解洪水发生的日期、情况，洪痕的具体位置，认真核对分析，去伪存真，确定洪水位。洪痕处应做好标志，调查所得的资料尽可能就地整理好。

洪水调查法的步骤主要是：调查洪水痕迹及其重现期，选择并测量河槽断面、水面比降，计算流速，推求洪峰流量。

(一) 洪痕调查

1. 根据河槽两岸遗留的条状痕迹判断洪水位

河槽两岸为岩壁时，往往留下呈条状的痕迹，远看有上黄下白或上黑下黄的分界线。在土质河岸上，因洪水多次冲刷，也形成条状痕迹。但应注意与河岸崩坍线相区别。

2. 根据河槽附近居民住房的墙上所留下的洪水浸湿线判断洪水位

如砖墙、土墙、灰壁、板壁等被洪水浸泡后都会留下洪痕，形成上下颜色不同的分界线。有的寺庙在洪痕旁边画线、写字或在岩壁上刻字记载，这种洪痕一般比较可靠。解放后发生的洪水，地方有关部门，对历次洪水位都注有标记及发生的时间，这种洪痕也是可靠的。

3. 根据两岸大树上粘附的淤泥痕迹或漂浮物判断洪水位

对于树枝上的痕迹要注意分辨是洪痕还是因急流冲击使树枝弯曲而挂上的漂浮物。

4. 根据易受冲刷的陡岸上转折点判断洪水位

由于在转折点以下经常受洪水冲刷，而在转折点以上洪水冲刷较少。因此，转折点一般相当于多年平均洪水位。

5. 根据河弯地段平均洪水位高度判断洪水位

在河弯地段，由于水流离心作用，洪水位呈现出凹岸高、凸岸低，应用平均洪水位高度计算，计算时按公式(1-1)，在凸岸用“+”号，在凹岸则用“-”号。

$$h_m = h \pm \frac{1}{2} \times \frac{v_m^2 B}{Rg} \text{ (米)} \quad (1-1)$$

式中 h ——凹岸或凸岸的洪水位高度(米);

v_m ——断面平均流速(米/秒);

B ——河槽水面宽度(米);

R ——河弯半径(米);

g ——重力加速度, 为 9.81 米/秒²。

(二) 洪水位频率的确定

洪水位频率一般按经验频率公式计算, 或查附录一。

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100 (\%) \quad (1-2)$$

式中 m ——按大小排列的递减序号;

n ——系列的总项数。

[例] 1959年调查某河时得到三个洪水位, 相应的流量为 $Q_{1906}=420$ 米³/秒; $Q_{1951}=310$ 米³/秒; $Q_{1928}=250$ 米³/秒, 求出各自相应的频率。

[解] 1959年到1906年共54年, 在总项数54年中, 按洪水流量大小顺序排列, 依次为1906年, 1951年, 1928年, ……其余均小于1928年, 所以

$$P_{1906} = \frac{m}{n+1} \times 100 = \frac{1}{54+1} \times 100 = 1.8 (\%)$$

$$P_{1951} = \frac{m}{n+1} \times 100 = \frac{2}{54+1} \times 100 = 3.6 (\%)$$

$$P_{1928} = \frac{m}{n+1} \times 100 = \frac{3}{54+1} \times 100 = 5.5 (\%)$$

(三) 形态断面的选择和测量

为了确定洪水时的过水断面, 需要选择适当的地点作为形态断面并进行测量。

1. 形态断面的选择

形态断面位置的选择与洪水流速的计算方法有关。

(1) 按水力学方法计算流速时, 断面宜选择在河段较顺直、河床较稳定, 河床比降没有急剧变化及河槽平面上无大的收缩或扩张的地段; 无大量树枝、柴草等漂浮物堵塞及大块石的地段; 不受下游河流壅水影响或影响甚微的地段; 无支流汇入的地段等。

(2) 按沉积物粒径决定流速时, 断面宜选择在河段比较顺直或浅滩的中部。

形态断面一般只选择一个，但在水文情况复杂时，可视具体情况选择2~3个。

2. 形态断面的测量

形态断面确定后，应即进行测量，标高一般应测至洪水痕迹线以上1~2米。当选定的断面处无洪水痕迹线时，可将其断面附近上下游的同一次洪水痕迹点联线，从而得出形态断面处的洪水位。水面比降亦同时测定，施测长度与地区有关，对比降小的平原区，在形态断面上游100~200米，下游50~100米；对比降大的山区，在形态断面上游50~100米，下游25~50米范围内施测。确定某次洪水流速时，应采用与该次洪水相应的水面比降。当无法取得时，可用常水位的水面比降。如仍无法获得时，亦可采用低水位时水面比降或河床平均坡度。

(四) 流速的确定

1. 按水力学公式计算流速

$$v_m = c\sqrt{Ri} \text{ 米/秒} \quad (1-3)$$

式中 R ——水力半径(米)；

$$R = \frac{\omega}{\rho} \text{ (米)} \quad (1-4)$$

ω ——过水断面面积(米²)；

ρ ——湿周(米)；

i ——水面比降；

c ——流速系数，按下式计算：

$$c = \frac{50}{ab} R^x \quad (1-5)$$

a ——悬砂系数。对于普通温度的清水， $a=1$ ；对于紊流型泥石流，按下式计算：

$$a = (\varphi \gamma_{ns} + 1)^{1/2} \quad (1-6)$$

$$\varphi = \frac{\gamma_{nj} - 1}{\gamma_{ns} - \gamma_{nj}} \quad (1-7)$$

γ_{ns} ——泥砂容重(吨/米³)；

γ_{nj} ——泥浆(浑水)容重(吨/米³)，近似计算时， $a \approx \gamma_{nj}$ ；

b ——河槽系数，与一般的粗糙系数 n 的关系为 $b=50n$ ；

x ——可变指数, 当水位升高, 全河的粗糙程度减少、不变或增

加甚微时, $x = \frac{\sqrt{b}}{6}$, 可按表1-1、1-2查用; 当水位升

高, 全河的粗糙程度显著增大(例如有密林的河滩, 含砂

量很大, 河岸阻力很大等)时, 则 $x = \frac{1}{6}$;

n ——河槽粗糙系数, 见表1-1、1-2、1-3;

c ——流速系数, 亦可按下式计算:

$$c = \frac{1}{n} R^y \quad (1-8)$$

R ——水力半径(米);

y ——可变指数, 按下式计算:

$$y = 2.5\sqrt{n} - 0.13 - 0.75\sqrt{R}(\sqrt{R} - 0.10) \quad (1-9)$$

一般情况下, y 值可近似地采用:

$$\begin{aligned} R > 1 & \quad y \approx 1.3\sqrt{n} \\ R < 1 & \quad y \approx 1.5\sqrt{n} \end{aligned}$$

当 $y = \frac{1}{6}$ 时, 则公式(1-3)变为 $v_m = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} ; \frac{1}{2}$ 。

2. 按沉积物估算流速

在形态断面处的浅滩上找3~5个最大石块, 按其平均直径和其比重, 确定挟带该石块的洪水平均流速。但必须肯定该石确系洪水冲下, 而不是因河岸冲崩或从山坡上滑落。一般沉积的石块直径从上游向下游逐渐减小, 而崩落的石块则无此规律。

平均流速按下式(不适于泥石流河沟)近似计算:

$$v_m = \sqrt{20(\gamma_s - 1)d_m} \quad (\text{米/秒}) \quad (1-10)$$

式中 γ_s ——石块比重;

d_m ——最大石块的平径直径(米)。

当 $\gamma_s = 2.65$ 时, 公式(1-10)则简化为:

$$v_m \approx 5.5\sqrt{d_m} \quad (\text{米/秒}) \quad (1-11)$$

按公式(1-10)计算的石块开始运动的平均流速见表1-4。

山区和周期性流水的河流按流动阻力的分类 表 1-1

种类	河槽特性	n	$m = \frac{1}{n}$	b	α
1	在陡壁上开凿出来的十分整洁的人工引水河槽	0.020	50	1.00	1/6
2	同上类型但只是将表面进行普通的整理	0.022	45.5	1.10	1/6
3	源于山区的天然河流的河槽, 但坡度不大, 并处于十分良好状况下, 清洁、顺直的土质(粘土、砂、小砾石)河槽。 $I = 0.0005 \sim 0.0008$	0.025	40	1.25	1/6
4	条件同 3 类的小卵石或砾石河槽。 $I = 0.0008 \sim 0.0010$	0.030	33	1.50	1/5
5	河槽形状和表面状况良好的周期性水流的河槽(较大的和较小的)与上类一样, 为小卵石或砾石河槽, 但带有比较大小卵石。 $I = 0.001 \sim 0.003$	0.035	30	1.75	1/5
6	在良好条件下周期性水流的土质河槽(干谷)。山区河流下游规则、整治良好的小卵石河槽。 $I = 0.003 \sim 0.007$	0.040	25	2.00	1/5
7	颇为堵塞、弯曲和部分长有茂密的水生植物、水流不平稳的石质河槽(较大和中等河流), 河底为大卵石覆盖, 或有水生植物覆盖的周期性(暴雨和春汛)流水的河槽。 $I = 0.007 \sim 0.015$	0.050	20	2.50	1/4
8	非常堵塞和弯曲的周期性流水的河槽, 水流表面不平顺的山区型(中游)的卵石或巨石河槽。 $I = 0.015 \sim 0.05$	0.065	15	3.25	1/4
9	山区河流(中游和上游)与周期性流水的山区型巨石河槽, 水流湍急有泡沫(水花向上飞溅)。 $I = 0.05 \sim 0.09$	0.080	12.5	4.00	1/3
10	山区瀑布型河槽(主要是在上游区段), 河床弯曲并有大量石, 跌水现象很明显, 水花四溅, 以致使水流失去透明性而变成白色, 水流的响声盖过其他声音。 $I = 0.09 \sim 0.20$	0.100	10	5.00	1/3
11	特征与 10 类相同的山区河流, 但具有更强的阻力	0.140	7.5	7.00	1/3
12	特征与 10 类相同的山区河流, 但具有最高阻力	0.200	5	10.00	1/2

平原河道按流动阻力的分类

表 1-2

种类	河 槽 特 性	n	b	x
1	运河的直顺区段, 具有薄层的淤泥而较密实的土壤	0.020	1.00	1/6
2	运河的弯曲区段, 具有薄层的淤泥而较密实的土壤	0.022	1.10	1/6
3	在十分良好状况下的天然土质河槽, 清洁、顺直、水流平静	0.025	1.25	1/6
4	条件同 3 类的小卵石层砾石河槽	0.030	1.50	1/5
5	经常流水的河槽, 主要是指河槽与水流处于十分良好的状况下的中等和较大的河流	0.035	1.75	1/5
6	一般条件下比较清洁的经常流水的河槽, 在流束方向上具有某种不规则的弯曲, 或者流束方向顺直, 但河底不规则有浅滩、深坑或零星孤石, 无茂密杂草的平坦河滩	0.040	2.00	1/5
7	颇为堵塞, 弯曲和部分长有茂密水草的中等和较大河流的河槽, 具有不平静水流的石质河槽, 并复以正常数量的水生植物(草、灌木丛), 稍加整治的较大和中等河流的河槽	0.050	2.50	1/4
8	十分堵塞与弯曲的周期性流水的河槽, 比较堵塞, 不平坦, 缺乏整治的河滩(深坑、灌木丛、树木、存在回水), 平原河流的湍急区段	0.065	3.25	1/4
9	具有很深的深坑, 长有非常茂密水草的河槽与河滩(水流很慢)	0.080	4.00	1/3
10	与(9)类相同的河滩, 但具有十分不规则的斜流和回水等现象	0.100	5.00	1/3
11	沼泽型河流(长有茂密水草, 草墩, 在很多地方水不流动等等)具有很大死水区域的多树林的河滩和有很深深坑的河滩以及湖泊的河滩等	0.140	7.00	1/3
12	与11类相同的河流, 但满布树木堵塞的河滩	0.200	10.00	1/2

泥石流河槽糙率

表 1-3

类别	河槽特征	$\frac{1}{n}$	n
1	糙率最大的泥石流河槽 河槽中堆置着不能滚动的棱角石或稍能滚动的大块石, 河槽被树木(树干、树枝、树根)严重地阻塞, 无水生植物, 河底以阶梯式急剧降落, 纵坡达0.375~0.174	3.9~4.9 平均4.5	0.26~0.20 0.22
2	糙率较大的不平整的泥石流河槽 河槽中无急剧突起部分, 堆置着大小可以滚动的块石。河槽被各种形式的树木所阻塞。沿河槽主要长有草本植物。河床形状不平整, 有洼坑。河底以阶梯式降落。纵坡达0.199~0.067	4.5~7.9 平均5.5	0.22~0.13 0.18
3	微弱泥石流(或无泥石流)的河槽, 但具有较大的阻力 河槽由滚动的砾石及细卵石所组成。河槽常因稠密的灌木丛而被严重地阻塞。河槽形状不平整, 崎岖, 表面因大块石而突起。纵坡达0.187~0.116	5.4~7.9 平均6.6	0.18~0.13 0.15
4	流域在山区的中下游泥石流河段的河槽 河槽经过光滑的岩石, 有时经过具有大小不断的阶梯(瀑布)的河床。河槽的阻塞轻微, 但在宽阔的河段阻塞厉害, 阻塞物系树木与中等大小可滚动的砂石, 无水生植物。纵坡达0.220~0.112	7.7~10.0 平均8.8	0.13~0.10 0.11
5	流域在山区及近山区的河槽 河槽经过砾石、卵石河床, 由中小粒径与能完全滚动的材料所组成, 河槽阻塞轻微, 河岸有草本及木本植物, 河底降落较均匀, 无巨大阶梯。纵坡达0.090~0.022	9.8~17.5 平均12.9	0.10~0.06 0.08

(五) 设计洪峰流量计算

由洪水痕迹及相应过水断面面积 ω 和平均流速 v_m , 计算洪峰流量:

$$Q_F = \omega v_m \quad (\text{米}^3/\text{秒}) \quad (1-12)$$