

# 小型水库工程

武汉水利电力学院农水系编

人民教育出版社



工农知识青年自学读物

# 小 型 水 库 工 程

武汉水利电力学院农水系  
《小型水库工程》编写组编

人 民 教 育 出 版 社

1978·北京

2110667

工农知识青年自学读物

《农业机械化丛书》

**小型水库工程**

武汉水利电力学院农水系

《小型水库工程》编写组编

\*

人民教育出版社 出版

新华书店北京发行所发行

天津市第一印刷厂印装

\*

1978年1月第1版 1978年10月第1次印刷

书号15012·068 定价0.64元

# 目 录

<b>第一章 小型水库的勘测</b> .....	1
第一节 库址查勘 .....	2
第二节 水库测量 .....	3
一 地形测量 .....	3
二 水位~容积曲线和水位~水面面积曲线 .....	4
第三节 地质勘察 .....	8
第四节 水文调查 .....	9
一 集水面积的调查 .....	9
二 历史洪水调查 .....	10
第五节 建筑材料调查 .....	12
第六节 其他调查工作 .....	15
<b>第二章 小型水库的规划</b> .....	16
第一节 水库的特征库容和特征水位 .....	16
第二节 水库垫底库容和设计低水位的确定 .....	18
一、设计低水位应保证水库能引水自流灌溉 .....	18
二、垫底库容应满足泥沙淤积的要求 .....	19
第三节 水库兴利库容和设计蓄水位的确定 .....	21
一 频率计算的基本知识 .....	22
二 灌溉设计保证率与设计年 .....	30
三 农作物的灌溉制度 .....	32
四 用调节算法确定水库的兴利库容 .....	39
五 用简化法确定水库的兴利库容 .....	56
六 水库设计蓄水位的确定 .....	59
第四节 防洪库容和设计洪水位的确定 .....	59
一 概说 .....	59

二	设计洪峰流量的推求	63
三	设计洪水总量的推求	70
四	设计洪水过程线的推求	72
五	水库调洪演算	74
	附录表 I	82
	附录表 II	84
<b>第三章</b>	<b>土坝</b>	<b>93</b>
第一节	土坝的工作特点及类型	93
一	土坝的工作特点及设计要求	93
二	土坝的类型	94
第二节	土坝的断面尺寸和构造	96
一	坝顶宽度	97
二	坝顶高程	97
三	土坝坡度及护坡	99
四	坝体及坝基防渗设备	102
五	坝体和坝基排水	105
第三节	土坝的施工	107
一	清基抽槽	107
二	土料开挖与运输	108
三	坝面填筑	111
四	土料压实的质量检查	115
第四节	土石混合坝	117
一	心墙式和斜墙式土石混合坝	118
二	“照谷社”型土石混合坝	119
三	圪工硬壳坝	121
<b>第四章</b>	<b>浆砌石坝</b>	<b>123</b>
第一节	浆砌石重力坝的断面形状和基本尺寸的拟定	123
一	非溢流坝	124
二	溢流坝	126

第二节	浆砌石重力坝的构造及材料选择	130
一	浆砌石重力坝的构造	130
二	浆砌石重力坝的材料	133
第三节	浆砌石重力坝的稳定和应力计算	135
一	作用于坝体上的荷载的计算	135
二	坝体稳定计算	139
三	坝体强度及基底应力计算	141
第四节	浆砌石拱坝的特点及适用条件	147
第五节	浆砌石坝的施工	150
一	地基开挖及地基处理	150
二	石料的砌筑和质量控制	151
<b>第五章</b>	<b>溢洪道</b>	<b>153</b>
第一节	溢洪道位置的选择	155
第二节	溢洪道的布置和构造	157
一	引水渠	157
二	溢流堰	158
三	泄水渠	159
四	出口消能设备	163
第三节	溢洪道的水力计算	167
一	溢流堰的水力计算	167
二	临界水深及临界坡	168
三	泄水渠收缩段的水力计算	171
四	泄水渠陡坡段的水力计算	174
五	消能设备的水力计算	175
六	渠道式溢洪道的水力计算	179
<b>第六章</b>	<b>放水涵管</b>	<b>186</b>
第一节	放水涵管的作用及布置	186
第二节	放水涵管的构造	187
一	进口建筑物	187

二 管身的型式和构造 .....	190
三 出口段 .....	194
<b>第三节 放水涵管的水力计算</b> .....	194
一 卧管的水力计算 .....	194
二 坝下埋管的水力计算 .....	199
<b>第四节 涵管的结构计算</b> .....	213
一 素混凝土及钢筋混凝土圆管 .....	213
二 盖板式砌石箱涵 .....	216
三 砖石拱涵 .....	229
<b>第七章 施工导流、施工进度计划及工程概算</b> .....	240
<b>第一节 施工导流</b> .....	240
一 导流方式 .....	240
二 导流流量 .....	241
<b>第二节 施工进度计划</b> .....	242
<b>第三节 工程概算</b> .....	245
一 工程概算的组成 .....	245
二 概算表的编制 .....	245
<b>第八章 水库工程管理</b> .....	248
<b>第一节 水库管理的一般要求</b> .....	248
<b>第二节 土坝的管理养护</b> .....	249
一 土坝的裂缝和维修 .....	249
二 土坝的渗漏和维修 .....	252
<b>第三节 溢洪道和放水涵管的管养和维修</b> .....	255
一 溢洪道的管养和维修 .....	255
二 放水涵管的管养和维修 .....	256
<b>第四节 防汛抢险</b> .....	257
一 防汛抢险的任务及工作内容 .....	257
二 土坝的抢险技术 .....	258

# 第一章 小型水库的勘测

小型水库是用大坝拦截河流或山溪形成的人工湖泊。它的主要组成部分有：(1) 大坝——拦截河流、山溪形成水库；(2) 放水涵管（或称副管）——放水灌田、发电等；(3) 溢洪道——排除库内多余的洪水，如图 1-1 所示。

修建小型水库是发展灌溉、保证农业稳产高产的一项重要措施，小型水库还可以用来发电、养鱼等，实行综合利用，促进山区经济的发展。但是，水库抬高了

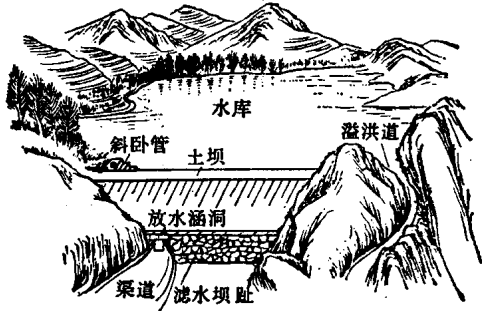


图 1-1 小型水库示意图

河流的水位，会淹没部分农田、房屋、厂矿和交通设施等，从而带来一定的损失。

水库工程是否安全可靠，对政治、经济和人民生活都有很大影响。所以，修建水库之前必须对水库及其邻近地区的地形、地质、水文和自然地理进行实地勘测，对社会经济情况等进行全面的了解和分析研究，以便选定合适的坝址，合理地确定水库兴利内容和要求，并为工程设计提供必要的资料。

小型水库的勘测工作必须充分发动群众，实行领导、群众、技术人员三结合，对灌区、库区、坝址等进行认真的调查研究。



## 第一节 库址查勘

库址要尽量利用天然地形。查勘库址时,应注意以下几个方面,

一、坝址处的谷口要窄,即口子要小。因为谷口窄,大坝短,工程量就小。

二、坝址的上游地形要平坦开阔,河流的纵坡要比较平缓。这样,水库的库容大,可以多蓄水。但是水库库容大,淹没损失也会相应增大。因此,选定坝址时,要进行综合分析比较。

三、集水面积要适当。这就是说,坝址以上的集水面积应和灌溉面积相当。如果集水面积过大,就要修筑较大的溢洪道,才能及时溢泄暴雨时的洪水,这显然不经济。集水面积过小,水库就不能保证在一定时期内蓄满灌溉所需要的水量,也是浪费。灌溉水库坝址以上的集水面积最好为灌溉面积的 1.5~2.0 倍。

四、地质条件可靠。坝基和大坝两岸山坡的地质条件要好,不漏水,如有漏水,也必须能堵塞。大坝不宜修筑在不能堵塞的岩层裂缝或有洞口的地基上。

五、坝址附近要有足够的和质量较好的筑坝材料,如粘土、壤土、砂土、砂砾石及石料等。

六、坝址处要具备利于修筑各种建筑物和便于施工的条件。例如:坝址附近要有修筑溢洪道的天然地形,还要有方便的运土运料的道路和堆积建筑材料的场地。

七、水库要靠近灌区,最好是在容易修建渠道的地方。因为水库离灌区太远,渠道长,渠系建筑物会相应增多;放水灌溉时,沿途的渗漏损失也大,显然不经济。在不易挖掘的地方修建渠道,问题多,也是不经济的。

八、在能够获得相同效益的条件下,水库的淹没范围要小,移民的户数要少。

## 第二节 水库测量

经过初步查勘,在认为可以兴修水库的地方,还要进行水库测量,为水库工程的规划、设计和施工等,提供必要的资料。

### 一、地形测量

设计水库工程一般需要如下的地形资料:

(一) 库区地形图。一般采用 $\frac{1}{2000} \sim \frac{1}{5000}$ 比例尺,等高线间距用2~5米,测至淹没范围10米以上。它可以用来计算水库蓄水容积和估算水库的淹没范围,绘制水位~容积曲线和水位~水面面积曲线。

(二) 坝址地形图。采用 $\frac{1}{200} \sim \frac{1}{500}$ 比例尺,等高线间距0.5~1米,测至坝顶10米以上。利用它可以规划大坝、放水涵管和溢洪道,估算大坝工程量,安排施工时的土场、石场、交通运输、施工导流、临时建筑物等。

(三) 放水涵管、溢洪道、电站等建筑物所在位置的纵横断面图。横断面图用 $\frac{1}{100} \sim \frac{1}{200}$ 比例尺;纵断面图可用不同的比例尺,垂直距离用 $\frac{1}{100} \sim \frac{1}{200}$ ,水平距离用 $\frac{1}{500} \sim \frac{1}{2000}$ 。这两种图可以用来设计建筑物和估算挖填的土石方量。

上述地形资料,并不一定必须完全具备,可以根据实际情况及工程的要求简化。例如:条件不具备或水库规模较小,库区地形图可以不测,而水库的水位~容积关系曲线可采用下面介绍的简易方法

来推求。坝址地形图也可以用几个实测的纵横断面图来代替。

有关地形测量的方法,请参考有关书籍。

## 二、水位~容积曲线和水位~水面面积曲线

水库的蓄水量和水面面积的大小均与蓄水水位的高低有密切的关系。水位愈高,蓄水量愈大,水面面积也愈大。以水位和蓄水量的关系画成曲线,叫做水库的水位~容积曲线又简称库容曲线;以水位和水面面积的关系画成曲线,叫做水位~水面面积曲线,又简称面积曲线。从这两条曲线上,可以查得相应水位的蓄水量和水面面积。它们是规划水库和设计建筑物很重要的依据。下面就介绍它们的绘制方法。

### (一) 水平断面法

在有库区地形图的情况下,多采用水平断面法推求和绘制库容曲线和面积曲线。水平断面法就是将水库容积分成很多水平层,每一层的高度根据需要的精度而定,一般可用2~5米。总库容的计算,是先由下而上算出每个水平层的容积,然后累加起来。同时,在计算中还可以求得各种水位时的水面面积。

例如:最低的一个水平层,它的高度为 $\Delta H_1$ ,底面积为 $A_1$ ,顶面积为 $A_2$ ,该水平层的容积即为:

$$\Delta V_1 = \frac{1}{2}(A_1 + A_2) \cdot \Delta H_1;$$

第二个水平层的容积为:

$$\Delta V_2 = \frac{1}{2}(A_2 + A_3) \cdot \Delta H_2.$$

这样一直计算到水面的水平层为止。

总库容便是:

$$V = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \dots$$

$$= \frac{1}{2}(A_1 + A_2)\Delta H_1 + \frac{1}{2}(A_2 + A_3)\Delta H_2 + \dots \quad (1-1)$$

表 1-1 作为示例，列出了某水库库容计算过程，可供参考。

某水库库容计算表

表 1-1

水位高程 (米)	水面面积 (万米 <sup>2</sup> )	平均面积 (万米 <sup>2</sup> )	高 差 (米)	分层库容 (万米 <sup>3</sup> )	累计库容 (万米 <sup>3</sup> )
95	0				0
		15	3	45	
98	30				45
		33	2	66	
100	36				111
		40	2	80	
102	44				191
		52	2	104	
104	60				295
		65	2	130	
106	70				425
		73	2	146	
108	76				571
		83	2	166	
110	90				737
		97	2	194	
112	104				931
		120	2	240	
114	136				1171
		138	2	276	
116	140				1447
		147	2	294	
118	154				1741

计算水库某一水位的水面面积时，可以用求积仪在库区地形图上量出每条等高线所包围的面积。如果没有求积仪，也可以用透明方格纸蒙在地形图上，按每条等高线所包括的范围，计算方格的多少，再根据方格的数目按比例放大算出水面面积；还可以将这条等高线所包括的范围分割成许多小矩形或小三角形，分别计算其面积，然后再按比例放大计算出水面面积。

根据计算结果，就可以绘出水库的容积曲线和面积曲线了。用

纵坐标表示水位，横坐标表示库容，将表 1-1 第一行和最后一行的相应数值，点在方格纸上，连成一条光滑的曲线，就是水库的库容曲线；以纵坐标表示水位，横坐标表示水面面积，将表 1-1 第一行和第二行的相应数值，点在方格纸上，绘成的曲线，就是水库的面积曲线。见图 1-2。

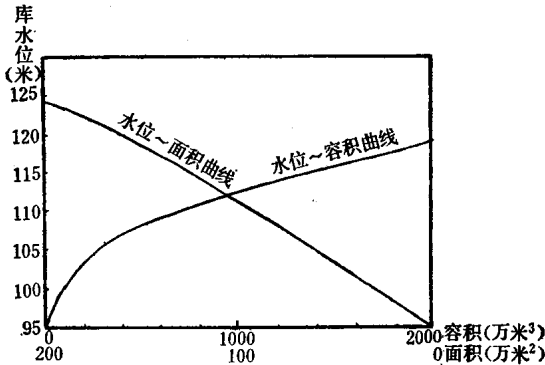


图 1-2 某水库水位~容积和水位~水面面积曲线

## (二) 铅直断面法

在没有库区地形图的情况下，可采用铅直断面法推求和绘制水库的容积曲线和面积曲线。铅直断面法是假想用许多互相平行的铅直断面，将水库容积分成许多个铅直段，先计算每个铅直段的容积，再累加起来，即得总的库容。这个方法，是在水库蓄水范围内的主要河沟或山谷中间，每隔 50 米至 100 米打一个中心桩（地形变化大的地方还应打加桩），用水准仪或小平板仪测出纵

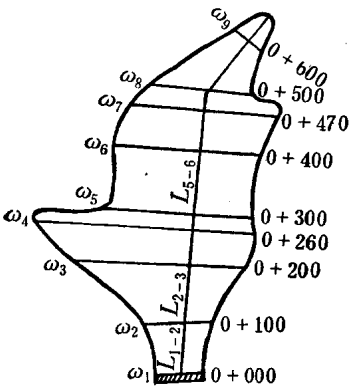


图 1-3 铅直断面法示意图

断面，然后对纵断面上每个中心桩测出互相平行的横断面（如图 1-3）。根据纵横断面测量成果，即可算出不同水位时的容积。具体计算方法如下：

首先以某一蓄水深的水面高程为基准，求出每个横断面的面积  $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots$ ，再根据桩号计算每两个相邻横断面之间的距离  $L_{1-2}, L_{2-3}, L_{3-4}, \dots$ ，求出两个相邻断面面积的平均值  $\omega_{1-2}, \omega_{2-3}, \omega_{3-4}, \dots$ ，把算出的断面面积平均值，分别乘以相应的两个横断面之间的距离，就得出两个横断面间的蓄水体积  $V_{1-2}, V_{2-3}, V_{3-4}, \dots$ 。最后把这些体积累加起来，就是与这一水面高程相对应的全部库容，可用公式表示为：

$$V = \omega_{1-2} \cdot L_{1-2} + \omega_{2-3} \cdot L_{2-3} + \dots \quad (1-2)$$

绘制库容曲线时，可取 4~5 个蓄水深度，如取  $h_1 = H, h_2 = 0.8H, h_3 = 0.6H, h_4 = 0.4H, h_5 = 0.2H$ （ $h_1, h_2$  等为蓄水深， $H$  为坝高），用上面介绍的方法，分别计算出每一蓄水深度时的水库容积  $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5$ 。根据每个蓄水深度的水位及其相应的容积便可绘出水位~容积曲线。

在计算过程中，若某一蓄水深时，相邻两横断面的顶部距离分别为  $L_{1-2}, L_{2-3}, L_{3-4}, \dots$ ，相邻两断面顶部宽度的平均值为  $B_{1-2}, B_{2-3}, B_{3-4}$ ，则该蓄水深时的水面面积为：

$$A = L_{1-2} \cdot B_{1-2} + L_{2-3} \cdot B_{2-3} + \dots \quad (1-3)$$

这样就可以算出各蓄水深下的水面面积，从而绘出水位~面积曲线。

在查勘水库库址时，为了初步估算水库的容积，还可以采用下面的经验公式进行近似计算：

$$V = \theta \cdot B \cdot H \cdot L \quad (1-4)$$

式中： $V$ ——水库库容，以立方米计；

- $H$ ——满库时坝前最大蓄水深,以米计;  
 $B$ ——满库时坝前水面宽度,以米计;  
 $L$ ——满库时水面长度,以米计;  
 $\theta$ ——系数,依库址地形特点决定,见表 1-2。

系数  $\theta$  数值表

表 1-2

河流 纵坡	系数 $\theta$		河谷形状	
	陡	平	狭谷形	开阔形
忽陡	忽平	0.2	0.3	
比较	平顺	0.3	0.4	
上陡	下平	0.4	0.5	

### 第三节 地质勘察

水库的地质条件是保证工程安全的决定性因素之一,必须认真勘察。

进行水库地质勘察时,应注意以下几点:

一、在石灰岩地区建库,要尽量避免洞穴或暗沟。石灰岩的溶蚀性强,长期受水流侵蚀会形成洞穴,造成严重渗漏。在石灰岩地区建库,要尽量避免在有洞穴或暗沟的地方作坝址。遇到强风化的岩层,在筑坝时应将它清除,以防止渗漏。

二、坝址处岩石应完整一致,避免断裂。坝址两岸岩石露头的层次走向,以平行于坝轴并略向上游倾斜为最好。两岸岩石的层次走向一致,可以判定岩石没有大的构造裂隙。如果两岸或上下游的岩石层次的走向不一致,基岩可能有断层破碎带和构造裂隙存在,在这种地方筑坝,会造成严重漏水,甚至影响坝身的安全,应慎重考虑。

三、坝址处应避免崩塌。坝址内外的山坡或溪流的两岸,如发现有很多孤石,那可能是山崩、岸崩或岩石风化后碎块堆集的结果。这种地方不宜选作坝址,否则大坝两端不能与完整的山岩连接,水库蓄水后会严重漏水或造成山坡坍塌、崩裂等,降低水库效能,甚至危及坝身安全。

四、摸清楚坝址处的土质、土层结构和深度情况。对非岩层坝基,或岩层离地面很深的,查勘时要用土钻钻探或直接挖坑观察,了解土质和土层结构、深度等情况,以便合理地确定大坝的防渗措施。

## 第四节 水文调查

水文资料是水库工程规划、设计、管理和运用中的一项关键性的资料。小型水库多建筑在较小的支流或山溪上,甚至有的建在没有河道的山谷谷口。这些小河或谷口很少有水文站,所以在这里建库应收集有关的水文资料。一般要从两个方面去搜集水文资料:一是根据调查,弄清楚集水面积、洪水大小、河道的地形特征等;二是查阅有关的水文手册,取得多年平均降雨量、径流系数、多年平均径流深、暴雨的大小及暴雨在时间上的分布等资料。

### 一、集水面积的调查

雨水落到山中,由于水往低处流,所以这边山坡的水,流到这边的河溪里,那边山坡的水,流到那边的河溪里,这样在山顶上就有一条分界线。这条分界线,叫做分水线,也叫做分水岭。在分水线范围内的平面面积,就叫做集水面积。集水面积越大,流往河溪里的水就越多。由于集水面积关系到水库蓄水的多少,关系到大坝、溢洪道的设计等等,所以在勘测时一定要弄清楚。调查集水面积常用以下三种方法。



### (一) 按地形图进行估算

一般地区都有 1/50000 的地形图, 可用来估算集水面积的大小。在地形图上勾出分水线, 坝轴线以上分水线所包围的面积, 就是水库的集水面积。地形图上, 每 10 厘米的长度代表 0.5 公里; 每 1 平方厘米就是 0.25 平方公里。可以在透明方格纸上勾出分水线, 数方格的多少或直接用求积仪来计算面积。这种方法比较简便, 但不准确。因为地形图的比例尺小, 很多小的山冲与河谷在图上表示不出来。所以用这个方法计算的集水面积往往有误差, 而且集水面积愈小, 误差愈大。

### (二) 参考地形图进行实地调查

调查时, 根据山冲与河谷的实际情况, 在地形图上勾出分水线, 然后进行计算。用这种方法计算的集水面积, 比较接近实际。

### (三) 用交会法进行实测

在修建水库的地方, 选择几个可以相互望到的最高山头, 架设经纬仪或平板仪, 用交会法施测分水线, 然后进行计算。用这种方法计算的集水面积, 比上述两法准确可靠。

## 二、历史洪水调查

山溪河流一般缺乏实测流量资料。小型水库的设计洪水, 通常是根据暴雨资料, 结合集水面积的地形特点推算出来的。推算时, 有很多简化不一定符合水库的实际情况, 所以推算得来的洪水资料, 还应用历史上发生过的洪水资料加以验证。历史洪水调查, 应在水库筑坝地段附近的上下游河段进行, 但要注意调查河段和水库筑坝地段之间, 不能有较大的支流汇入, 以免调查所得的洪水和水库筑坝地段的洪水有较大的出入。选择调查的河段, 应当是比较顺直, 河道稳定, 没有大的漫滩分流现象。

调查的内容一般包括: 历史上发生洪水的年月; 洪水痕迹; 发生