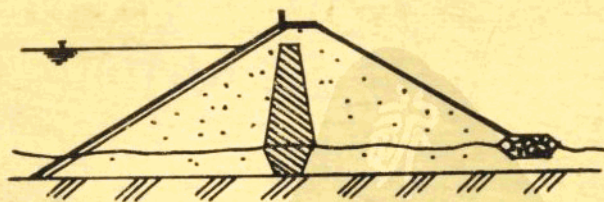


小型水利工程丛书

小型水库与塘坝

辽宁省水利局编



辽宁人民出版社

前 言

我省广大贫下中农和干部，在“农业学大寨”的群众运动中，认真贯彻执行毛主席关于“水利是农业的命脉”的伟大教导，劈山开渠，拦河筑坝，修建了很多小型水利工程。这些工程，对发展我省农业生产，尽快实现一人一亩旱涝保收稳产高产田起了较大的作用。

为了适应我省修建小型水库和塘坝的需要，解决工程规划、设计和施工中的一些技术问题，我们参考有关资料并结合我省的工程情况，编成这本小册子，供各地参考，错误之处，请批评指正。

编 者

一九七二年八月

目 录

一、勘测调查工作	(1)
(一) 什么叫小型水库与塘坝	(1)
(二) 坝址及库区勘查	(2)
(三) 测量工作	(3)
(四) 地质勘探与土、砂、石料调查	(4)
(五) 基本资料的收集	(5)
二、规划工作	(8)
(一) 资料的分析整理	(8)
(二) 水库的设计标准	(20)
(三) 怎样算水账	(21)
(四) 水库库容与坝高的确定	(22)
(五) 小型水库算水账实例	(32)
三、建筑物设计	(47)
(一) 挡水坝(拦河坝)	(47)
(二) 溢洪道	(54)
(三) 放水管(输水洞)	(58)
(四) 竖井式启闭机的选择	(64)

四、施工及管理工作 (69)

(一) 施工准备及施工程序 (69)

(二) 土坝的施工 (70)

(三) 输水管(洞)的施工 (73)

(四) 溢洪道的施工 (75)

(五) 水库管理工作 (78)

五、附 表 (80)

附表(一) 天然河道洪水糙率表 (80)

附表(二) $R^{2/3}$ 的数值表 (81)

附表(三) 均质坝或心墙坝尺寸及单位长度材料量
参考表 (82)

附表(四) $S^{1/2}$ 值计算表 (84)

一、勘测调查工作

(一) 什么叫小型水库与塘坝

小型水库与塘坝是在有水流的山沟或河道的窄口处修建挡水坝，把水拦蓄起来的一种蓄水工程。实践证明，这种工程对解决山区和丘陵地区农田灌溉，防止一般的洪水灾害，保证农业的稳产高产起到很大的作用；还可利用水库养鱼；有条件的地方还可安装小型水利发电站。一般规定，蓄水量大于100万立米，小于1000万立米的叫小型水库，小于100万立

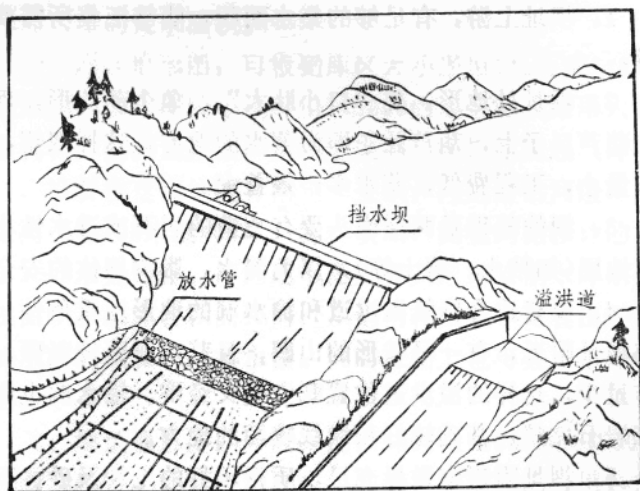


图1—1 小型水库与塘坝示意图

米的叫塘坝。

小型水库与塘坝的主要工程，包括挡水坝（也叫拦河坝）、溢洪道、放水管（也叫输水洞）三部分，其工程布置如图1—1。溢洪道的作用，主要是汛期用它泄放多余的洪水，以保证水库的安全。放水管的作用是用它来放水灌溉，并在必要时用它放空水库，也可兼做水力发电的输水洞。

（二）坝址及库区勘查

在修建水库前，首先要认真进行勘查和测量，以选择适宜的修库地点。选择坝址时，必须尽量利用天然地形和有利条件，根据政治、经济与安全的原则综合考虑，在勘查时应注意以下几点：

1. 坝址上游，有足够的集水面积，能够汇集所需要的水量。

2. 坝址处地形，要“口小肚大”，象个葫芦形，坝即修在葫芦口子上，葫芦肚子即为蓄水的地方，这样坝短，土石方量小，工程费低，蓄水多，效益大。

3. 坝的基础及两岸山头要有完整的岩石或透水性小的坚实地层（如粘土、壤土等），以免漏水，影响坝体的安全。

4. 要有适合修筑溢洪道和输水洞的地形地质条件。最好在坝址附近，有一马鞍形的山凹，且基础岩石较坚硬，开挖方量少，这样的溢洪道位置既安全又经济。输水洞也应选择在岩石完整，基础较好和洞线较短的地方。

5. 坝址附近有数量充足，质量较好的土料及砂、石料（运距不应太远）。

6. 库区内淹没村屯和耕地较少, 并应避免淹没矿藏及公共建筑物。

7. 水库应靠近灌区, 灌区地形高程应较输水洞出口为低, 这样容易开挖渠道, 又可自流灌溉。

在一般情况下, 应根据经济和安全相结合的原则, 尽量选择合适的库址。

(三) 测量工作

水库位置经勘查确定后, 即应收集坝址和附近的地形资料, 如无资料就需要进行测量工作, 有了测量资料, 才能进行工程设计。一般需要以下的测量资料:

1. 集水面积地形图: 一般利用 1:5 万或 1:10 万地形图来计算水库的集水面积。

2. 库区地形图: 可根据库区大小采用 1:1 万或 1:2.5 万的地形图, 如水库较小也可用 1:5000 的地形图或采用大断面测量资料。其测量方法, 从坝址处第一个横断面起 (即坝轴线), 沿着垂直坝址的方向定一直线, 向上游沿河道每隔一定距离 (如 100 米或 400 米) 测一横断, 测量到比预计的坝顶高出 3~5 米处为止。库区地形图主要是用来绘制水库水位与淹没面积和水库容积曲线的, 从这两种曲线中可查出不同水位的水面面积和水库蓄水量。同时在图上也可查出水库淹没范围。

3. 坝址地形图: 一般采用 1:500, 1:1000 或 1:2000 的地形图 (范围小的可用 1:200~1:500, 范围大的可用 1:1000 或 1:2000), 主要用它来布置水工建筑物 (大坝、溢洪道、

输水洞)的位置。

4. 纵、横断面图:主要是土坝、溢洪道、输水洞三大工程轴线上的纵、横断面测量资料,以使用它来计算土、石方工程量。

(四) 地质勘探与土、砂、石料调查

1. 地质勘探

地质勘探主要包括库区及坝址、溢洪道和输水洞的地质勘查:

(1) 库区地质调查:要认真调查库区内有无漏水、浸没等现象,以确定修建水库的可能性,并对存在问题提出处理意见。

(2) 坝址地质调查:要查清坝址处河床覆盖层(泥砂淤积层)的厚度。基础性质(土的或岩石的,透水的或不透水的……等),如为岩石,要查清坝基和两岸山头岩石的性质和构造情况(包括岩石构造,风化层厚度,破碎带情况,断层走向和宽度等。如是石灰岩还应查清是否有溶洞和漏水现象),并提出坝线选择意见和坝基处理(防止坝基漏水和绕坝渗流)的措施。

(3) 溢洪道和输水洞地质调查:着重调查基础性质和岩石构造情况,以选择基础和地形都较好的位置,并对存在的问题提出处理意见。

2. 土、砂、石料的调查

土料和砂、石料是修建挡水坝的主要建筑材料,必须认真调查,以便根据当地材料选择合适的坝型。各种材料均有

不同的用处，一般粘土（粘粒含量30~50%）具有很好的不透水性，适宜做土坝的防渗体（如做心墙）；壤土（粘粒含量10~30%）适合做均质土坝；砂壤土具有很好的压实性能，可做为斜墙或心墙土坝的土料；砂、砂砾料具有良好的透水性能，适合做土坝的保护层及反滤层；石料可做土坝坝面护坡和砌筑挡土墙等。调查时应先近后远，了解各种材料分布和储量情况以及开采运输条件等。并应采取最简单的勘探方法，如挖试坑或探槽等，如有可能也可用土钻勘探。对材料的性质应以野外鉴定为主，并作必要的和可能的试验。鉴定土料的简易方法可参照表1—1。

（五）基本资料的收集

基本资料的调查和收集是一项十分重要的工作，它直接影响到工程规模和工程量，以及工程效益和材料投资等，因此必须认真做好。

1. 水文资料：主要包括降雨量（年雨量、月雨量、一天和三天的最大暴雨量以及短期暴雨量等）、蒸发量、年径流深（或实测年径流量）、年侵蚀模数（或实测年输砂量）、最大洪水流量和洪水总量以及洪水过程线等。一般可收集所在流域及邻近地区水文站、气象站观测的资料或地区的水文综合资料（邻近地区的资料可供相关分析计算之用）。

关于洪水资料，一般有实测资料的很少，可通过调查洪水痕迹的办法，来推算历史洪水流量。调查的办法是，沿河访问老农，了解历史上发生过的最大洪水情况（当时的暴雨

表 1-1

鉴定土壤的简易方法

土壤类别	用手搓捻时的感觉	用眼及用放大镜看	土 壤 状 态		其他特征
			干 时	潮湿时 潮湿时搓捻的情况	
粘土	用手搓捻时感觉不到有砂	看不见砂粒	坚硬, 用锤能打碎, 不易成粉末	粒细的滑腻沾连	干时有光泽和细狭条纹。
重及轻壤土	手触时感到有少量砂, 易压成块	重壤土砂少, 轻壤土砂多	用锤能打碎	可塑性及粘性弱	干时发光, 条纹较粘土粗而宽
砂壤土	砂粒很多, 易压碎	砂粒多于粘粒	易成粉末	无塑性	
砂土	只有砂粒的感觉, 粒径小于2毫米	只能看见砂粒	松散的	无塑性	
砾石土	粒径大于2毫米	松散			

大小、持续时间和山洪情况等），来推算当时的洪水流量，以作为设计水库的依据或用以核对用其他方法推算的洪水。

2. 水库淹没区调查：主要了解水库淹没区内的村屯、房屋、人口、耕地面积、交通（公路、铁路）、电讯设备和矿藏数量等，如淹没损失太大则不宜修库，应另选库址。

3. 灌溉区调查：主要了解灌溉的地点，水田和旱田灌溉面积，单位面积的需水量（灌水定额及灌溉定额）及对水利的要求等，以作为水库兴利调节的依据。

4. 工程材料调查：主要了解水泥、木材、钢材、白灰、砂石料等的产地（或进货地点）、数量、交通运输情况和单价等。

5. 劳动力情况：了解可参加工程施工的劳力和技工的数量，以作为安排施工进度的参考。

二、规划工作

规划工作的任务主要是根据勘测调查材料，进行分析整理，拟定工程的各种方案，通过比较，选定一个较好的工程方案。规划工作的主要内容有：

1. 根据勘测调查结果，分析整理出工程设计所需要的数据和图表；
2. 确定水库的设计标准；
3. 计算水账，决定水库的库容；
4. 确定工程的规模及其布置型式；
5. 估算工程效益和投资。

（一）资料的分析整理

1. 水库的集水面积（也称集雨面积）：是指坝址以上分水岭以内所包围的流域面积（如图2—1）。集水面积可用求积仪在地形图上直接量得，也可用透明方格纸放在地形图上数出方格的数目，再换算成面积（在十万分之一的图上，一平方厘米等于一平方公里）。单位以平方公里计。

2. 坝址以上的河道长度：是指坝址以上沿河道至分水岭的距离。其长度可直接从地形图上量出。单位以公里计。

3. 河道平均坡度（即平均比降）：是指坝址以上河道

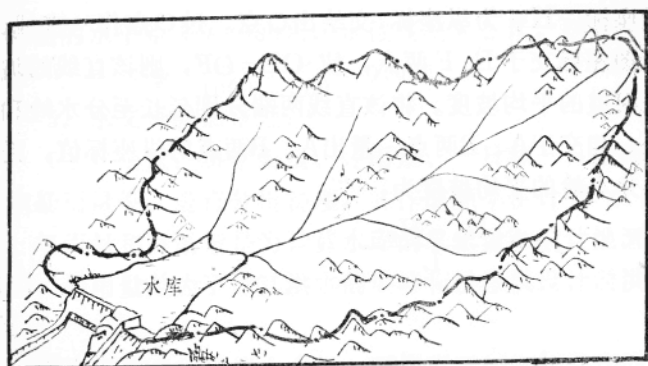


图 2—1 集水面积示意图

干流平均高差与水平距离的比值。可根据地形图，顺河按等高线点绘出河道纵断面图来进行计算。具体计算方法是：假设分水岭至坝址的水平距离为 L ，从分水岭开始，量出各等高线距分水岭的水平距离及其相应高程。记录如下表：

表 2—1 河道长度与相应高程计算表

距分水岭的 距离 (公里)	L_0	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7	L_8	L_9	L_{10}
相应高程 (米)	H_0	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	H_6	H_7	H_8	H_9	H_{10}

用上表数值绘制河道纵断面图（如图 2—2），再按梯形面积公式计算出纵断面的面积。

$$A_{\text{面}} = \frac{1}{2} [(H_1 + H_2)L_1 + (H_2 + H_3)L_2 + \dots + (H_9 + H_{10})L_9]$$

$$\text{则平均高度: } H_{\text{平}} = \frac{A_{\text{面}}}{L}$$

有了平均高度，即可求出平均坡度。在图 2—2 上，以 $\frac{L}{2}$

为横坐标， $H_{\text{平}}$ 为纵坐标，交出O点。过O点作一直线，与纵断面图坐标交于E、F两点，使 $OE=OF$ ，则该直线的坡度就是河道的平均坡度。将该直线两端分别延长至分水岭和坝址处，相交于A、B两点，量出A、B两点的纵坐标值，则坝址至分水岭的平均坡度为：

$$J_{\text{坡}} = \frac{H_A - H_B}{L}$$

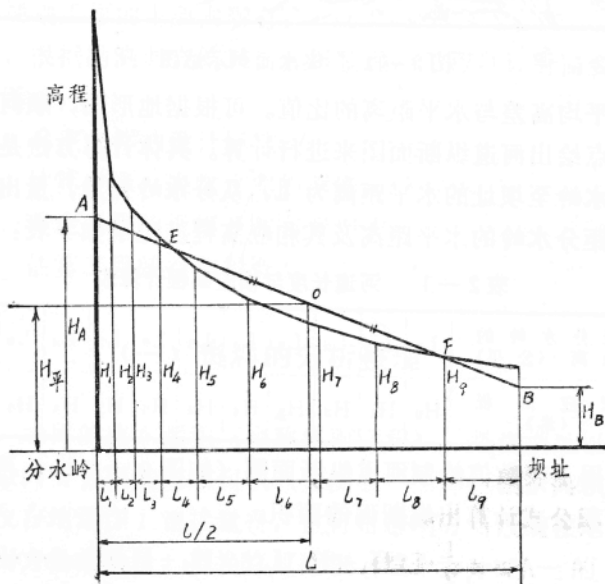


图 2—2 坝址以上河道纵断面图

4. 河底坡度：是指坝址附近上下游河底的高差与水平距离的比值，通常可用枯水期水面的坡降来求得。如上下游

两断面的水平距离为1000米，水位高差为2米，则

$$S_{\text{坡}} = \frac{2}{1000} = \frac{1}{500} = 0.002。$$

5. 水文资料的整理：

(1) 雨量：将年雨量、月雨量、一日和三日暴雨量及短期暴雨量等，进行分析整理，并作成频率供计算水账时用。年雨量和月雨量是为计算水库的来水量和设计灌溉制度用的，暴雨量是为了计算洪水的洪峰和洪量供设计溢洪道用的。

求水库的多年平均来水量，可用库区的多年平均降雨量乘年径流系数得多年平均径流深。再用径流深乘水库的集水面积，即得水库的多年平均来水量。

例如：阜新市某水库，集水面积为15.5平方公里，由有关资料查得库区的多年平均降雨量为450毫米，年径流系数为0.18。得多年平均径流深为81毫米（此数值也可从所在地区的多年平均径流深等值线图上查得）。则水库的多年平均径流量为：

$$W = 0.081 \times 15.5 \times 1000 \times 1000 = 125 \text{ 万立方米。}$$

如坝址处有实测径流资料，可将各年资料相加求出其平均值，即为水库的多年平均径流量。

(2) 蒸发量：蒸发量是作为计算水库蒸发与田间蒸发损失用的。主要是整理出年、月平均蒸发量。

(3) 泥砂资料：泥砂资料主要是作为计算水库淤积库容用的。如有实测的资料即可直接算出坝址处河道的多年平均输砂量；如无实测资料，可用库区的多年平均侵蚀模数（年平均每平方公里上被雨水冲下的泥砂量，单位为吨。）乘水库集水面积，即得水库的多年平均来砂量。

例如：同上例，水库的集水面积为15.5平方公里，由有关资料查得库区的侵蚀模数为1700吨/平方公里/年，水中的推移质泥砂为悬移质的10%，塌岸（岸崩）为5%，泥砂容重1.3吨/立方米，则水库多年平均来砂量为：

$$G = 1700 \times 1.15 \times 15.5 \div 1.3 = 23300 \text{ 立米/年}$$

（4）洪水资料：洪水资料主要是用来计算水库的防洪库容和供设计溢洪道时的参考。如有实测洪水资料，可作成洪水频率曲线，并选定设计和校核标准的洪水过程线、洪峰和洪量供计算时用；如无实测资料，可以用历史洪水调查资料，估算最大洪水流量。

最大洪水流量的推算，可采用以下几种方法：

①利用洪水痕迹推算洪水流量

通过对坝址处的历史洪水调查，找出上下游最大洪水的水位痕迹，并测量两水位痕迹的距离和高差，计算出洪水比降 S ，再测量该河段的河道横断面，算出断面积 A 和水力半径 R ，即可应用满宁公式推算洪水流量：

$$Q = AV$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

式中： Q ——洪峰流量（秒立米）；

A ——河床过洪水的横断面积（平方米）；

V ——洪水流速（米/秒）；

n ——河床糙率系数，可由附表（一）查得；

R ——水力半径。在较宽的天然河道上， R 值可采用平均水深，详细计算时 $R = \frac{A}{P}$ 。求

$R^{2/3}$ 的值可由附表（二）查得；

P ——湿周。为河床横断面上，水与河底接触的

长度（米）；

S——水面坡度，为上下游洪痕水位高差与水平距离之比值。求 $S^{1/2}$ 值，可由附表（四）查得。

②利用暴雨量推算最大洪水流量

在没有可靠洪水痕迹来推算洪水流量时，可利用暴雨量，推算最大洪水流量：

其公式为： $Q = \frac{1}{3.6} CIA$

式中：

Q——最大洪水流量（秒立米）；

C——径流系数，可参考表2—2及2—3选定；

I——暴雨强度（毫米/小时）；

A——集水面积（平方公里）。

注：暴雨强度I应根据当地长时期的实测雨量记录决定。若无当地每小时的雨量记录，又无其他方法计算时，可参考当地24小时暴雨记录的 $1/3 \sim 1/4$ 作为第一小时的暴雨强度。在没有雨量实测记录地区，可用临近地区的雨量记录来推算。

③从集雨面积估算洪水流量

可用克雷斯涅公式估算：

$$Q = CA \frac{32}{0.5\sqrt{A}}$$

式中：Q——洪水流量（立米/秒）；

A——集雨（流域）面积（平方公里）；

C——系数。平原区用0.8，丘陵区用1.2，山岭区用2.0，沿海峻岭区用3.6。