

小型水庫設計手冊

浙江省水利厅編



水利电力出版社

小室木版設計手冊

設計部 編輯 文庫

設計部 編輯 文庫

小型水庫設計手冊

浙江省水利厅編

水利电力出版社

1958年12月

前 言

在鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义的总路线光辉照耀下，本省水利建设运动已推向新的高潮。为了使设计工作适应要求，保证水利建设的大跃进，我们把本厅前编印的“小型水库设计参考资料”根据几年来实践中各地提出的宝贵意见，以及今年八月省水利技术座谈会上的讨论作了较多的补充修正，印出来供各地设计参考。

由于时间和水平的限制，以及调查研究工作做得不够，我们觉得这个修改后的文件，仍嫌不够全面，对本省各地大跃进以来的许多经验，也未尽总结到本书中来。希望各地在参考使用过程中能结合本地区具体条件创造性地运用，并提供新的资料和意见，以便今后再作修正改进。

根据编制时引用的资料和计算方法，对本资料所能适用的范围，提出如下的意见：

1. 当土坝地基为岩石、冲积土或坚隔土时，可根据本书中的坝坡标准采用条件相符的坝坡。滨海地区坝基为淤积土和软粘土时，应根据具体资料另行设计。

2. 流域面积在50平方公里以下、土坝坝高在25公尺左右、蓄水在500万公方左右的水库的设计可按本书进行。如流域面积较小，土坝高度虽较大，蓄水较多，而下游没有重要的村镇、铁路或其他重要建筑物时，仍可采用本书。对关系面较广，水库下游有密集村镇工业区或交通要道，水库失事会造成严重危害时，虽坝高在允许范围之内亦应适当提高标准采用。

3. 本书附录一的附表，都是根据书中介绍的公式计算整理而成，使用时可按各工程相符的具体条件查用，以简少计算手续和时间。

浙江省水利厅

1958年11月

目 录

第一章 土壩設計

第一节 庫容的确定	(1)
一、來水量計算	(1)
二、用水量計算	(4)
三、水庫庫容、蓄水位、保證率的決定	(5)
第二节 壩型和斷面的選擇	(6)
一、壩型的選擇	(7)
二、土壩斷面設計	(11)
1. 壩頂寬度	(11)
2. 壩的高度	(11)
3. 壩坡	(16)
4. 排水設備	(21)
5. 护坡	(25)
第三节 筑壩土壤的參考資料	(26)
一、土壤按粒徑的分類	(26)
二、土壤按成份組合的分類	(26)
三、野外測定土壤的方法	(26)
四、土壤的滲透系數K值	(26)
第四节 土壩浸潤綫的計算	(30)
一、不透水基礎上的均勻土質壩	(30)
二、塑性心埤壩	(34)
三、塑性斜埤壩	(35)
四、水平不透水基礎上的土石混合壩	(37)
五、基礎滲漏的計算	(38)
第五节 壩坡的穩定分析	(40)

一、均匀土質壩和心堆壩壩坡稳定分析的基本方法和步驟.....	(41)
二、寻找最危险的滑动圆弧.....	(46)
三、泰勒稳定数.....	(51)
第六节 壩坡稳定分析实例.....	(53)

第二章 放水設備

第一节 过管流量的計算.....	(59)
一、根据灌溉需水量計算流量.....	(59)
二、根据泡田用水計算流量.....	(59)
三、施工期导流流量.....	(60)
四、其他需要的流量.....	(60)
第二节 涵洞孔径的計算.....	(61)
一、压力管流.....	(61)
二、无压管流.....	(63)
三、半压力管流.....	(67)
第三节 涵洞的种类和結構尺寸的計算.....	(68)
一、作用于涵洞上的外力.....	(69)
二、涵洞的断面設計.....	(72)
第四节 放水設備的設計.....	(104)
一、放水孔口.....	(105)
二、臥管.....	(105)
三、消力井.....	(107)
四、攔污柵的設計.....	(108)

第三章 溢洪道設計

第一节 最大洪水流量的估算.....	(116)
一、采用合理化公式計算洪水流量.....	(116)
二、根据洪水河槽估算最大洪水流量.....	(119)
第二节 庫容調节計算.....	(122)

第三节 溢洪道形式的选择和断面设计	(125)
一、溢洪道断面计算	(125)
二、侧流式溢洪道的计算	(127)
三、陡坡的计算	(134)

附录一

附表一、风浪高度表	(145)
二、土壩断面面积表	(147)
三、灌溉面积 A 、灌溉深度 e 与流量关系表	(149)
四、无压圆涵流量表	(151)
五、有压圆形涵管理论流量 Q_M 值表	(152)
六、有压圆形涵管流量系数 μ_c 值表	(154)
七、明流方涵流量表	(156)
八、拱涵流量表	(157)
九、条石盖板方涵的盖板、侧墙厚度表	(158)
十、钢筋混凝土盖板方涵各部尺寸表	(159)
十一、拱涵各部尺寸表	(160)
十二、140号混凝土圆管厚度表	(161)
十三、分级卧管放水孔口直径 D 、水头 H 、流量 Q 关系表	(162)
十四、方形圪工卧管流量、盖板底板和侧墙厚度表	(163)
十五、混凝土圆形卧管纵坡、直径、流量、管厚关系表	(164)
十六、各种条石的主要特性和允许应力表	(165)
十七、各种标号混凝土的允许应力表	(165)
十八、块石砌体的允许应力表	(166)
十九、木材的允许应力表	(166)
廿、矩形梁板设计资料	(167)
廿一、一般圆钢筋的断面积及重量表	(168)
廿二、宽浅式溢洪道流量和宽度关系表	(170)
廿三、不同水头 H 时不同流量系数 M 时每公尺宽度的流	

量 q 表.....	(172)
廿四、側流式溢洪道断面尺寸表.....	(插頁)
廿五、矩形断面的临界水深 h_k 值和單寬流量 $q = \frac{Q}{b}$ 的 关系表.....	(173)
廿六、矩形断面的流量率 K 值表.....	(174)
廿七、矩形断面的共軛水深計算表.....	(176)
廿八、根据巴甫洛夫斯基完全公式 $C = \frac{1}{n} R^y$ 算得的 系数 C 值表.....	(177)
廿九、浙江省各站历年各月一日最大降雨量表.....	(180)
卅、浙江省多年平均降雨量、逕流量、暴雨参数 A 、 B 值表.....	(182)
附录二：关于修正壩坡的几点說明	(184)
附录三：浪高、壩坡和土壩經濟断面的关系	(198)
附录四：山塘水庫加高扩建中的几个問題	(205)

第一章 土 壩 設 計

第一节 庫容的確定

合理确定水庫庫容关系到水庫的效益和經濟指标，在确定庫容前需有下列資料并經過比較計算后才可决定：

1. 水庫的集雨面积。壩址以上集雨面积应根据实测資料，較大水庫也可以自 1/50000 陸軍地形图上量得。如小型水庫集雨面积較小，可以目測估算，但应尽可能用其他方式进行校核。

2. 水庫庫区的地形图。地形图等高綫間距 1.0 至 2. 公尺。

3. 灌区面积土質和耕种情况，以及灌区扩大和改变耕作制度的规划发展情况。

4. 水庫灌区的渠系规划，沿渠綫的土質和填挖方情况，以及拟采用的灌溉制度。

5. 相当各种保証率的年雨量和逕流資料。

6. 有关水庫滲漏和蒸发損失的資料。

7. 其他发电和防洪、水土保持方面的需要。

根据以上資料可以进行来水量和需水量的計算，根据計算結果确定庫容，計算步驟可按以下次序进行。

一、来水量計算

水庫来水量为集雨面积內的逕流量或从其他地区可以引来的水量。根据水庫集雨面积計算产水量，按下列公式进行：

$$S = 1000 \cdot C \cdot \bar{H} \cdot F \quad (1-1)$$

$$\text{或 } S = 1000 \cdot Y_0 \cdot F \quad (1-2)$$

式中 S ——年產水總量（公方）

C ——年逕流係數，一般為0.5~0.65；

$\bar{H}$ ——水庫地點相當於50%或75%保證率的
年降雨深度（公厘）；

F ——集雨面積（平方公里）；

Y_0 ——年逕流深度（公厘）。

有了產水量 S ，要確定水庫庫容 V （公方），可按下列式計算：

$$V = n \cdot S \quad (1-3)$$

式中 n ——有效利用係數，一般為0.4~0.6。

也可以根據蓄水期降水深度按下列式計算：

$$V = 1000 \cdot C' \cdot \bar{H}' \cdot E \cdot n' \quad (1-4)$$

式中 V 、 F 同前；

$\bar{H}'$ ——水庫蓄水期的總降雨深度（本省為每年一至六月，
如冬季不放水可自第一年十月算起，按50%或75%
保證率計算）；

C' ——蓄水期的逕流係數，比年雨量的逕流係數稍大，
可用0.6~0.7；

n' ——有效利用係數，如蓄水期越短， n' 值越大；蓄水期
長 n' 值要較小，一般 n' 可採用0.5~0.7。

充分考慮 n 或 n' 值來選定庫容是一個非常重要的問題，影響有效利用係數的是：

1. 水庫蓄水後庫面的蒸發損失：可以按蓄水期80公分蒸發皿蒸發量的0.75來計算水庫的蒸發損失（達維多夫陸地水文學）。

2. 水庫蓄水後本身的滲漏損失：特別是基礎土層很深的水庫，滲漏損失更大，壩基到不透水層的每年滲水也可以占蓄水量的10~20%。根據湖南省醴陵縣新聯農業社清水塘的觀測記錄

(中国水利1958年第6期)，在平衡水量中灌溉用量仅占来水总量的37.4%，塘面蒸发损失占12.6%，塘底渗漏损失占45.1%。因此丘陵地区的水库要特别重视并注意解决塘库的渗漏损失问题。

3. 本省历年情况，6月前为水库蓄水阶段，按平均计算1~6月雨量占年雨量的55%~70%。每年7月后进入旱季，水库开始放水灌溉（图1—1）。7~9月降雨量也可以达到20~35%，但此部分水量仅能作为水库的复蓄水量，如集雨面积不太大，库内水位将不致超过蓄水期的最高水位。如库容偏大，则利用率不高（个别地区也可以另外考虑）。

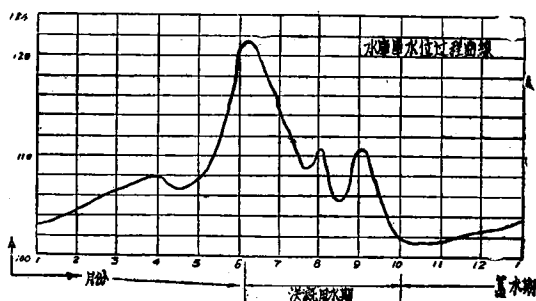


圖 1—1 水库水位过程及用水蓄水时期示意图

如水库地理条件优越库容潜力很大，可以采用下述办法增加水源。

1. 查勘附近可以利用的水源，劈山开渠，引水入库。如兰谿馬澗社小西湖水库，水源不足，社员们在党的领导下以英雄的干劲开凿5公里渠道（3公里为石渠），使水库蓄水量自14万公方增加至323万公方（以年充满四次计算），用人工19000工，平均每工增加水量150公方。本省丘陵和山区，都有引水的条件，也有很多水库用引水入库方法解决了水源问题。可以充分考虑引水的

可能，以引水入水庫增加水源。

2. 学习湖北省襄陽專署群众創造的經驗，用“远处引水，近处灌田”、“閑时蓄水，忙时灌田”的办法。主要的措施就是开渠道把堰塘庫溝通起来。自堰首开渠引入溪水，渠道沿高山开凿，把堰水和渠道所經過的山水集中，逢壩筑庫，庫庫相通，相互調节，增加水源，这样就大大增加了可以蓄用的水量。对一个水網系統內的水量，也要經過平衡計算，一般蓄水設施的总容积不宜超出非灌溉时期的来水和引水总量（应考虑非灌溉时期渠道可以引入的最大水量）。非灌溉期可以作为水庫蓄水期。

根据本省現有材料粗略估算，每平方公里可以有效利用的水量約为50~70万公方，合每亩330~470公方，按以上水量来确定庫容較為合理（如水源特別困难，按多年或年調节考虑或綜合利用的水庫，可以另行計算）。

二、用水量計算

1. 灌溉需水量

影响灌溉用水的因素很多，主要的是作物种类、耕作技术、灌溉方式、土質等。在确定水庫水量时要充分估計到今后发展的情况，如深耕密植、扩大連作稻面积、地改田、扩大耕地面积、灌区扩大和要求抗旱能力的提高等，估算时主要可分为以下两个部分：

① 泡田水：一般約为60~100公方/亩。

② 灌溉用水：把每天耗水量和要求增加的抗旱天数相乘，即得每亩田应增加的灌溉水量。根据本省目前要求，如抗旱能力提高至100天以上，每亩应增加水量600~800公方。

3. 渠道輸水損失

渠道輸水損失和筑渠的方式、渠綫灌区土質情况、滲透系

数、灌溉制度、渠綫長度等有关。为了便于估算，可参考采用表 1 所列数据。

表 1 渠道輸水損失占淨用水量的%

灌 区 面 积	輸 水 損 失
10000亩以下	10—15%
10000—50000亩	15—20%
50000亩以上	20—25%

計算时根据式 (1 — 2) 算得的用水量，按灌区面积增加輸水損失即为灌溉用水总量。

3. 其他需水量

为結合发电，除用灌溉水量外其他季节需要增加的水量，死庫容，結合防洪和水土保持（如250~350公厘雨不下山）应增加的水庫容积。

根据 1、2、3 三項即可算得用水总量。

三、水庫庫容、蓄水位、保証率的决定

根据計算先繪出水庫的水位~容积、水位~面积曲綫。

如来水总量超过用水总量，就可以根据用水总量在水位容积曲綫上定出蓄水深度，即蓄水水位。如来水总量不能滿足用水总量，应当首先考虑灌溉用水，將來水全部攔蓄，即按来水总量在容积曲綫上定出蓄水水位，以来水总量作为水庫庫容，不足水量或另建新庫或引用其他水源补充。

确定水庫庫容是一項細致的工作，要考虑来水量和用水量在季节上相互調节的关系的以及綜合利用灌溉、发电、防洪三方面的調节影响。

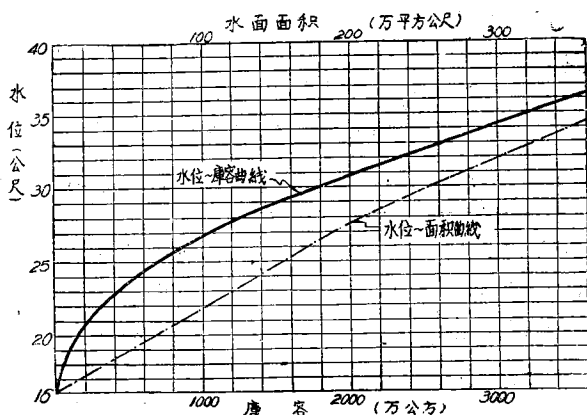


图 1—2 水库的水位~库容、水位~面积曲线

来水量和灌溉用水都和年降雨情况有密切关系，这就是设计时所谓的保证率。如灌溉保证率为80%，就是五年中有四年可以保证丰收；如保证率提高至90%，就是十年中可以保证九年。保证率提高库容要加大，或灌溉面积要减小，也就是要增加受益面积的负担。当前要确保农业丰收应尽可能提高灌溉保证率，只有有充足水量才能高产稳收。如保证率低，往往因每年降雨不同使产量起伏不定。各地可以根据当地地形和需要情况考虑决定适当的保证率。

第二节 坝型和断面的选择

坝型的选择主要是根据筑坝地点材料供应和基础等情况决定：

1. 有一种或性质相近的不易透水的土料，如黄土、重壤土、中壤土、粘土等土料，可采用均匀土质坝。
2. 当地有为数不多的不透水土料和大量土料则可采用心墙

壩。

3. 如土料較少，地基堅實，有大量可以利用的砂礫石，可以做心埤砂礫壳壩。

4. 如土料不多，石料取給方便，可採用土石混合壩。

5. 如壩基透水層較深，清基不易到不透水層的，就可以採用斜埤壩，或帶有鋪蓋的斜埤壩。

茲將幾種常用的土壩型式敘述如下：

一、壩型的選擇

本省近幾年來已建成的小型水庫常用的壩型多為均勻土質壩、心埤壩、土石混合壩，其他如斜埤壩則採用不多。群眾創造了心埤砂礫壳壩和其他壩型。茲將常用幾種土壩型式敘述如下：

1. 均勻土質壩

系用性質（按土壤顆粒的機械組成）同樣的土料建造，見圖1—3。最佳的土料是壤土，此種土料具有優良的不透水性。土壤含砂量超過75%以上時，透水性即有顯著的增加，不適於做均勻土質壩。



圖1—3 均勻土質壩

純粘土雖具有不透水性，但遇水浸即易滑坍，干時則龜裂，不摻砂子不宜筑壩，含有植物質過多的土料也不宜做壩。

均勻土質壩應做在不透水之岩層或堅隔層上，如金華專區各縣近年在丘陵地區所造的土壩，絕大多數是這一類，因為壩基稍加清理就是紅色軟岩，壩址附近又有大量壤土，所以極適宜於做

均匀土質壩。

2. 心埤壩

心埤壩一般采用于山谷水庫。因为壩址附近不可能取得大量壤土，因此需采用当地各类土壤来筑壩，把透水性最小的粘性土料，置在壩体中部，并与地面以下的截水槽連成一体，構成了优良的不透水中心部分，以减少滲漏量，降低浸潤綫，目前各地的山谷水庫多采用这一类型。

心埤壩断面的土料分配，是用粘土或透水性小的壤土做成壩的心埤，靠近心埤兩旁用較細密的土料，壩壳用透水性較大的土料，尤其下游壩壳可用砂、礫石、卵石等填筑。

心埤的位置在壩的中心或略偏上游。在地面以上部分，呈順梯形下寬上窄，地面以下部分則呈倒梯形，上寬下窄，以便于土料間之結合，及防止基础清挖时坍塌而影响施工。心埤頂寬不小于1.0—2.0公尺，兩边采用一定边坡。地面上寬度約相当于壩高的一半，并使心埤高出最高水位0.5公尺。地面以下部分則視清挖基础之深度决定，边坡一般采用2:1—1:1。嵌入不透水层部分的寬度，岩石不小于1.0公尺，坚实冲积层不小于1.5公尺。見图1—4。

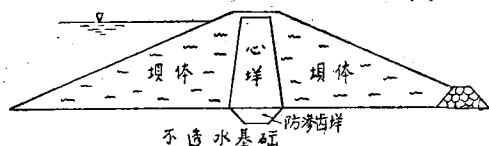


图1—4 心埤壩

心埤井应嵌入兩端的山坡不透水层內，如山坡为土层，应嵌入坚实土层內至少1.0公尺，以防止沿壩头山坡造成滲漏。

除了上述形式的心埤壩外，本省尚有一种大体积的心埤壩。如当壩址附近可以找到大量的含粘土成份較多的土壤（含粘土成

份50%以上)，用来做体积較大的心埤，也很适宜。但壩壳部分須用較易透水的砂礫土料（見圖1—5），以免凍裂和干裂。



圖1—5 大体核心埤

3. 斜埤壩

如果壩基透水層很深，為避免施工時開挖截水槽過深的困難，可採用帶有護底的斜埤壩。在壩的迎水坡鋪置不透水的斜埤，並延伸入庫內成為護底。護底的作用是增加水流在壩下滲流的滲徑長度，因而減低滲流量及流速。斜埤壩護底所用的土料同心埤壩的土料一樣，用粘土或粘性較重的壤土。

斜埤上薄下厚，為使斜埤不受沖刷、冰凍、脹裂及干縮，在斜埤外應復蓋砂礫保護層，其厚度不小於1.5公尺，或復以干砌塊石層。

斜埤頂至少高出水庫最高水位0.5公尺。

斜埤壩斷面土料的分配為：緊靠斜埤處用透水性小的細密土料，離斜埤漸遠土料顆粒漸大，護底與斜埤相連接，護底長度，至少為水頭的三倍至四倍，厚度不小於0.5公尺。在與斜埤結合處，應加厚成為截水埤。見圖1—6。

4. 土石混合壩

在土料較少，石料容易采集的地區，基礎為岩層或堅實的礫石粗砂，承受荷載沒有顯著沉陷的都適合建築土石混合壩，而在這種條件下土石混合壩也是最經濟的辦法。壩的迎水坡部分用透水性小的土料填筑，作為防止滲漏的設備，所需坡度與土壩相同，背水坡用大卵石或塊石堆筑，壩面略加理砌，在土料與石料