

拱 坝 设 计

美 国 垦 务 局 著
拱坝设计翻译组译
潘 家 铮 校

水 利 电 力 出 版 社

内 容 提 要

本书为美国垦务局作为混凝土拱坝设计工作的指南而编写的，为《重力坝设计》(已译成中文并于1981年3月由水利出版社出版)的姊妹篇。本书内容主要介绍拱坝及其附属建筑物的具体设计原则、计算方法以及各种指示、标准和工程实例，并提供了实用资料。书中对“试载法”的论述尤为详尽，具有较大参考价值。

本书中有部分章节和《重力坝设计》内容基本相同，故根据《重力坝设计》的译文校改后列入。该书中第九章“溢洪道”、第十章“泄水工程与发电输水道”、附录十一“水力学数据和图表”以及附录十二“入库设计洪水研究”等，因和拱坝设计无直接关系，内容又和《重力坝设计》完全重复，故将其删略。附录七系介绍美国垦务局所编的拱坝分析程序使用细节，对我国无实际意义，也予删略。

本书可供从事水工设计人员参考，也可供大专院校有关专业的师生参考。

Design of Arch Dams
United States Department of The Interior
Bureau of Reclamation
A Water Resources Technical Publication
Denver, Colorado 1976

拱 坝 设 计

美国垦务局著

拱坝设计翻译组译 潘家铮校

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 38印张 865千字

1984年6月第一版 1984年6月北京第一次印刷

印数 0001—6920册 定价 5.80元

书号 15143·5322

目 录

译 序

序 言

第一章 绪 论	1
第二章 设计条件	4
一、建坝地区的情况	4
二、地形图和航摄照片	4
三、水文资料	5
四、库容和水库调度	8
五、气候因素	11
六、建筑材料	11
七、坝址选择	12
八、坝体外形	13
九、坝基勘探	13
十、施 工	17
十一、其他条件	18
十二、参考文献	20
第三章 设计资料和准则	21
一、导 言	21
二、混凝土	21
三、坝 基	23
四、荷 载	27
五、荷载组合	31
六、安全系数	31
七、参考文献	33
第四章 布置与分析	34
一、拱坝布置	38
二、试载法	48
三、拱坝应力分析系统 (ADSAS)	146
四、动力分析	150
五、有限元法分析	157
六、基础分析	162
七、参考文献	167

第五章 施工导流	168
一、导流要求	168
二、导流方式	169
三、发包说明书的要求	177
第六章 坝基处理	178
一、开挖	178
二、灌浆	180
三、排水	186
四、参考文献	187
第七章 混凝土的温度控制	188
一、导言	188
二、温度控制措施	192
三、温度研究	194
四、设计中应考虑的因素	205
五、施工管理	212
六、参考文献	216
第八章 建筑物的接缝	217
第九章 溢洪道(略)	231
一、一般设计原理	
二、溢洪道的组成和类型	
三、控制建筑物	
四、泄水槽水力学	
五、消能建筑物的水力计算	
六、喇叭口竖井式溢洪道的水力计算	
七、结构设计	
八、参考文献	
第十章 泄水工程及发电输水道(略)	231
一、绪言	
二、发电输水道以外的其他泄水工程	
三、发电输水道	
四、参考文献	
第十一章 廊道与通道	231
第十二章 其它附属建筑物	238
第十三章 坝的结构性能观测	246
第十四章 混凝土施工	266
第十五章 生态和环境问题的考虑	271
一、导言	271

二、对鱼类和野生生物问题的考虑	272
三、旅游方面的考虑	276
四、设计方面的考虑	277
五、参考文献	279
附录一 初步布置和体积诺谟图	280
附录二 悬臂梁的初始荷载和单位荷载计算	285
附录三 拱圈的初始荷载和单位荷载计算	314
一、等厚圆拱	314
二、有贴角的等厚拱	337
三、具有三角形楔体拱座的变厚拱	338
附录四 径向、切向和扭转调整	402
附录五 泊桑比和垂直位移的影响	445
附录六 应力计算	467
附录七 拱坝应力分析系统 (ADSAS) (略)	482
附录八 拱圈分析用表	482
附录九 专题研究	545
附录十 有限单元法——两维分析	562
附录十一 水力学数据和图表 (略)	568
附录十二 入库设计洪水研究 (略)	568
一、洪流估算所需的水文资料	
二、基本水文资料分析	
三、综合单位过程线	
四、河川流量演算	
五、设计暴雨分析	
六、初步入库设计洪水 (仅考虑降雨)	
七、融雪径流对入库设计洪水的影响	
八、外包线	
九、统计分析——洪水出现频率的估算	
十、最终入库设计洪水的研究	
十一、参考文献	
附录十三 混凝土说明书 (样本)	568
附录十四 水质和大气污染控制设计说明书 (样本)	594
一、水质污染的预防	594
二、消除大气污染	596

第一章 绪 论

1-1 论述范围

拱坝是一种实体混凝土坝，在平面上向上游弯曲。拱坝除可由自重承受部分水库压力外，并可通过拱的作用将其余部分的水压力和其他荷载传到峡谷岸壁上，从而获得更大的稳定性。拱作用的有效度取决于结构物的整体性，所以在修建拱坝时要特别注意保证不存在结构上的不连续性，诸如在坝体承受水荷载时存在着张开的接缝或裂缝等。

一座混凝土拱坝的完整设计不仅包括确定挡水建筑物的最有效和经济的尺寸，并且也包括确定最合适的附属建筑物以便能根据工程的目的或功能以控制和宣泄库水。本书提供垦务局工程和研究中心的设计人员在设计一座混凝土拱坝和其附属建筑物时所用的基本假定、设计考虑、分析方法和步骤。本书所阐述的内容仅限于在岩石基础上的拱坝。

1-2 分类

拱坝一般分为薄拱坝、中厚拱坝或厚拱坝。薄拱坝定义为 b/h 比值为0.2或小于0.2的拱坝，式中 b 为拱冠梁的底部厚度， h 为坝的结构高度。中厚拱坝定义为 b/h 比值在0.2到0.3之间的拱坝。厚拱坝的 b/h 比值为0.3或大于0.3。

为了统计起见，拱坝可按其结构高度分类。坝高在100英尺以内的一般称为低坝；坝高从100到300英尺的为中等高度坝；坝高超过300英尺的为高坝。

1-3 基本尺寸

在垦务局内，为了统一起见，规定了一些基本尺寸，定义如下：

混凝土拱坝的“结构高度”定义为从坝顶到基础最低开挖点（不包括狭的断层带处理）之间的高程差。如果公路通过坝，则坝顶指公路的路冠，如果没有公路，则指人行道的高程。虽然公路路肩石和两侧人行道可能高于路面，但仍以路面的拱冠点作为坝顶。

坝的“拥水度”或在坝前的库水上升高度，是指天然河床在坝轴线处的最低点到最大的控制库水位之间的高程差。

坝的“长度”定义为在坝的主体部分顶部（或在堰顶上的路面）沿坝轴线量取的从一边坝头接触面至另一边坝头接触面间的距离，不包括岸边溢洪道的长度；但如果溢洪道完全布置在坝上，而不是位于特地从岸边开挖出来的地方，则坝长包括溢洪道。

混凝土拱坝的“体积”应包括主坝以及未用施工缝或收缩缝与主坝分开的所有大体积混凝土附属建筑物。如水电站厂房布置在下游坝趾时，则应把延伸到坝基总开挖面中的下游坝面作为坝体混凝土的界限。

1-4 拱坝的术语

本书中有关拱坝设计和分析时所用的名词以及拱坝各部位的定义如下：

“平面图”是建筑物在水平面上的正投影图，表示出坝及其附属工程的主要轮廓以及有关的地形和地质资料。平面图的方位应使河流流向朝着图的上方或右方。

“参照面”是通过拱冠梁和坝轴线半径中心的垂直面。

“纵剖面图”是指沿坝轴线、上游面、下游面或其他指定部位上大坝与原地面、基岩面或开挖面交线的展视图。纵剖面常分为U形或V形以及介于这两类中的各种变化。

“剖面”是指坝体被一平面截开后所显示的形状。拱圈剖面是水平截取的坝体剖面。悬臂梁剖面是正交于拱圈外弧面的垂直面所截取的剖面，一般使水库位于坝的剖面的左侧。

“拱单元”或拱圈，是由相距1英尺的两个水平面所切出的坝体的一部分。为了分析目的，单元的上下游面假定是竖直的。

“拱圈分段”是在拱圈上选取的一段以利分析之用，这一段的外弧面半径必须为常数，但厚度可以有变化。

“拱圈分块”是为了方便分析在拱圈分段中取出的小段，并假定为等厚。

“悬臂单元”或悬臂梁是由两个正交于外弧面、在坝轴线上相距一英尺的竖直面之间的坝体部分。对于非定圆心拱坝的悬臂梁，由于拱圈外弧面的圆心随拱圈高程变化，所以它是由扭曲的面所包成的。拱冠梁是位于最大深度处的悬臂梁。

“外弧面”是水平拱圈的弯曲的上游面。

“内弧面”是水平拱圈的弯曲的下游面。

在拱圈中心线任何一点处的“拱厚”，是指通过此点的外弧半径线从上游面到下游面的长度。

“拱圈的中心线”是一段拱圈厚度中心点的轨迹线。

“坝轴线”是一个竖直的参照面，在水平面上是弯曲的，一般取坝顶的上游边线为准。

“拱圈长度”是通过拱冠中心点、与外弧面同心的曲线的长度。

“悬臂梁的高度”是该悬臂断面的基础高程到坝顶（可以是顶层拱圈、也可以不是）之间的高差。

“拱圈的中心角”是通过外弧中点的射线到通过拱圈中线与拱座交点的射线之间所张的角度。

“拱圈的拱座”是指拱圈的两侧与峡谷岸壁基岩相接触的面。拱的荷载通过拱座传到峡谷岸壁上。

“贴角”是坝的厚度在拱座或附近处加厚的部分。贴角一般做在下游面，但也可用于上游面。

“单曲”是指坝仅在水平面内弯曲。

“双曲”是指坝在水平面和高程上都弯曲，在坝踵处缩进，且在多数情况下下游面在近坝顶处倒悬。

“圆心线”是空间的一条线，它是规定坝面或其一部分的各圆弧中心的轨迹。用以确定一座拱坝的圆心线，可从一条（等厚圆拱坝）到六条（三心变厚拱坝）。对于多心拱坝，如果需要多于三个拱圈分段来规定拱单元的每一表面者，可能有更多的圆心线。圆心线是以参照面为准确定的。

“定圆心拱坝”是一种拱坝，在各高程处上游面线和下游面线的圆心和坝轴线的圆心是相重合的。这些圆心的联线是一条竖直的线。各拱圈除可采用贴角外都是等厚的。所有悬臂梁形状都相同，仅基础高程不同。在采用贴角的情况下，贴角部分内拱圈的厚度增加，悬臂梁的厚度也同样增加。

“变圆心拱坝”包括所有的拱坝类型，在不同的高程上其上游面的圆心，或下游面的圆心，或两者的圆心都不同于坝轴线圆心的位置，而有变化。拱圈可以是等厚或变厚的，有贴角或无贴角。在坝内不同位置的悬臂梁，根据拱圈间曲率的差异和采用的拱圈类型，具有不同的形状和厚度。单心、两心、多心、三心和定中心角坝是变圆心拱坝。

“单心坝”在参照面上有一组圆心线。拱圈上下游面的两侧用同一圆弧来表述。这是在对称或接近对称的U形或V形峡谷剖面、顶长~高度比值约为2或2以下时常用的拱坝坝型。

“两心坝”有两组圆心线，坝的每一侧各一组。两组线在参照面内是共面的。拱单元的上下游面均由两条圆弧在参照面处组合起来构成。两心坝一般设计于很不对称的坝址上。

“多心或三心坝”是变圆心坝，其圆心和半径的位置在水平面上是变化的，使坝具有椭圆或多心的拱圈。对于三心或椭圆形结构，每个拱圈的外弧面要用三个圆心，内弧曲线也要用三个圆心。通常在拱圈中间段用较小半径的曲线，接近拱座处用较大半径的曲线。多心坝可采用更多的圆心以变化水平曲率。拱圈可以是等厚的或变厚的。

“定中心角坝”是一种特殊的变圆心拱坝，其拱圈的中心角在所有高程上有大致相同的值。

“拱座”是在拱坝和其基础间的结构，系用以降低荷载的集中度，使之更均匀地分布到基岩上，减轻基础不平整的影响，和使拱坝对称。拱座一般为梯形断面，可以与坝浇成整体，也可用周边缝分开。

“ R_{axis} ”为坝轴线的半径。

“上游投影长”是从外弧线沿正交于外弧线的线到坝轴线的平面距离。

“下游投影长”是从内弧线沿正交于外弧线的线到坝轴线的平面距离。

“堰顶”是指坝的顶面。

第二章 设计条件

一、建坝地区的情况

2-1 概述

作为坝及其附属建筑物的设计人员，应及早搜集建坝地区的资料，这些资料虽然并不立即有用，但最终在设计、编写说明书和施工阶段是有用的。建坝地区的情况，不仅是估计施工费用所必需，而且对于设计方案和施工方法的选择也有用。一部分资料还可用来决定工程设计的内容，包括进入工地的道路、桥梁和施工临时住房等项的设计。

2-2 提供资料的范围

建坝地区情况，作为设计资料的一部分，应包括以下几方面：

(1) 从最近的铁路卸货点至坝址的大致距离；现有道路和建筑物的荷载限制和缺陷，以及为适应施工运输所需要改建工程的估计；进入工地的道路长度及其主要建筑物的估计；以及运送建材和设备到工地的各种可能方法；

(2) 当地的运输设备和单价；

(3) 离工地最近的城镇中可利用的房屋和其他设备情况，需要兴建的临时住房的数量，以及运行人员需要的永久性房屋数量；

(4) 可供利用的公共设备，如供水、污水处理、施工用电和电话设施情况；

(5) 当地劳动力和可占用的土地情况。

二、地形图和航摄照片

2-3 概述

进行混凝土坝及其附属建筑物的规划和设计时，地形图和航摄照片是很重要的基本资料。根据这些图纸和照片，可进行方案比较，从而最终选定坝址和附属工程的位置和型式，并决定该地区是否要进行重建和扩建。

2-4 测量控制

应当尽早建立水平和垂直的永久性测量控制网。建立水平控制网的坐标系统时，其原点的选择应使主要建筑物附近所有设施（包括采料场），都处在一个象限内。如有可能，坐标系统应与州的或国家的坐标系统联系起来。过去完成的测量工作，包括地形测量，地下勘探孔的位置和地面高程，均应进行修正，以与永久控制系统一致。随后的工程测量，包括地面高程和位置，均应以永久控制系统为准。

2-5 提供资料的范围

要有一张总的地区图，表明建坝地区在州内的位置，以及县和区的界线。图上应标明

现有市镇、公路、道路、铁路和装卸货物地点。还应有一张坝址附近的区域图，其范围和比例尺应能标明以下各项：

- (1) 坝址和比较坝址；
- (2) 公共设施；
- (3) 水文测站；
- (4) 受本工程影响的现有建筑物；
- (5) 可能的进场道路、行政管理机构、和永久住宅区的位置，以及施工住房和施工辅助企业的位置；
- (6) 天然建筑材料产地；
- (7) 与工程建设的设计、施工、运行或管理有关的其他已有或可能发展的区域，如游览区、鱼类和野生动物养殖区、房屋建筑区和对生态有影响的地区。

坝址及其附属建筑物所在地区的地形，对设计人员极为重要。提供的地形图的范围，应包括可能布置大坝、溢洪道、泄水建筑物，导流工程、施工道路和其他设施的所有地区。并应以水平和垂直的永久测量控制系统为准。一般以 1:600 的比例尺和 5 英尺间隔的等高线较为适宜。地形图的范围，应从初步估计的坝踵和坝趾分别向上、下游至少延伸 500 英尺，并应超出坝顶两端足够距离，使附近道路也包括在内。地形图的范围还应包括溢洪道的进水和泄水渠部位。地形图中的高程，应满足上坝道路、溢洪道建筑物和游览设施布置的需要。

地面摄影照片和航空摄影照片都很有用，并且有多种用途。其主要价值是能提供有关坝址的最新资料，这些资料的详细程度足以表示出影响设计的一些条件。例如近镜头的特写地面摄影照片，能清楚地显示局部地方的地质情况，以弥补一般地形图的不足。如要对部分完建的建筑物进行修改，则摄影照片能显示当时结构物的细部，这是其他任何测图所未曾表示的。

三、水 文 资 料

2-6 提供资料的范围

为了选定供蓄水、发电或其他用途的可能坝址，需要深入研究水文情况。必须提供的水文资料如下：

- (1) 流量记录，包括逐日流量，月径流总量和瞬时洪峰流量；
- (2) 河流流量和水库的出水量；
- (3) 计划用水要求：包括灌溉和发电的可用水量、输水损失、回归水的重复使用、诱鱼放水以及发电、游览、养鱼和野生动物保护所需要的死库容；
- (4) 洪水研究，包括入库设计洪水和施工期可能出现的洪水；
- (5) 泥沙沉积问题和水质研究，包括泥沙量测和溶解物质的分析等；
- (6) 库区和坝址附近地下水的资料；
- (7) 用水权，包括州际协定和国际条约的影响，与当地行政区、电力公司和下级独

立单位对水权分配签订的合同等。

过去的水文记录资料，可作为预报未来水情变化的依据。有关河流的资料，可从以下各方面取得：

- (1) 美国内政部地质普查局水利资源处提出的供水文件；
- (2) 州内工程师提出的报告；
- (3) 美国和墨西哥国际边界和水利委员会的年报；
- (4) 各种州际协定委员会的年报；
- (5) 州内工程师和地方上记录员保存的水权档案和许可证；
- (6) 地方法院的水权法。

有关泥沙方面的资料，可从下列单位取得：

- (1) 美国内政部地质普查局水质处提出的供水文件；
- (2) 美国内政部垦务局和美国农业部水土保持局的报告。

有关水质分析的资料，可从下列单位取得：

- (1) 美国内政部地质普查局水质处提出的供水文件；
- (2) 美国保健、教育和福利部，公共卫生部门和环境保护机构、联邦水质控制局的报告；
- (3) 州公共卫生部的报告。

2-7 水文调查研究

工程规划设计所需的水文调查研究包括确定：河道径流量、水库出水量、各种用途的计划需水量、水库泥沙淤积量、洪水流量以及地下水状况。

为了确定水库的合理库容，必须尽可能精确地计算河道流量中超过优先用水量的流量。水库的蓄水则可以补充枯水期河道的天然流量。水库的保证出水量，系指在一定库容下，能确保整个临界枯水期内供水需要的水量。库容和保证出水量，可以根据已确定的需水量，从天然河道流量累积曲线求得、或者从详细的水库调度计算求得，取决于设计要求的精确度。在计算水库净出水量之前，应计算蒸发损失和其他杂项水量损失。

临界枯水期，可以是水文记录时期内的一个或几个连续干旱年。此时，对城市和工业用水仍须保证。对诸如灌溉等其他方面用水量，则在罕见的干旱期可以允许有一定的短缺，这样可使在正常时期增加供水量，从而增加工程效益。究竟灌溉水量允许短缺多少，则应根据当地条件和需要灌溉的作物种类而定。如果问题复杂，则应当请教有经验的水文专家。

要查清水库泥沙的年淤积率，以确保水库有足够的淤积库容，使水库在工程的有效使用期，或者经济分析确定的合理使用期内（如50~100年），不致因泥沙淤积而损害其效用。预计的泥沙淤积高程，也可能影响泄水建筑物的设计，从而需要采用一种随着泥沙的淤积抬高泄水建筑物进水口的设计方案。

应当确定预期的各种需水量。对于灌溉用水量，应考虑到气候条件、土壤类型、作物种类和分布、灌溉效率、输水损失和回归水的重复使用。对于城市和工业用水量，必须预先估计到水库整个有效运用期内需水量的增长。对于发电用水量，应考虑负荷的需要和预

计的负荷增长等因素。

在大型灌溉工程的设计和管理中，水的损耗乃是一个很重要的问题，特别是从河系的整体来看更是如此。然而输水、配水和用水的效率，对于单个的农场或灌溉工程也同样重要，甚至更为重要。在很多情况下，农场用水引起的损失、输水系统的损失，以及管理上的浪费，往往超过作物生长的需水量。在实际管理中，水量损失在很大程度上是一个经济问题。在水源不充裕的地区和生长高价作物的地方，采用管道灌溉或有衬砌的输水系统，以及昂贵的土地平整措施或喷灌，可使水量损失减至最少。有一部分损耗水量，可能在灌溉土地附近的非种植区或在排水渠系内就毫无价值地浪费掉，通常这部分水的绝大部分最终都流回到河流或排水渠内，因此可称为回归水。

在设计灌溉工程时，需求出两种耗水量。一种是月耗水量或季耗水量，它和修正有效降雨量以及上述预计的水量损失一起，可以决定总需水量，并据以鉴定总供水量是否充足，和确定水库的蓄水量。另一种是尖峰耗水流量，用来确定干渠和支渠系统的工程尺寸。

腾发量，一般是指植物与土壤表面的蒸发和植物蒸腾水量的总和，通常用深度来表示（即单位面积上的耗水量）。作物的耗水量等于腾发加上植物组织的需水量，但是常常认为两部分是相同的。腾发量的估算值是工程师和农学家进行水利资源规划和开发的基本参数。腾发量还用于灌溉工程中的配水计算、灌溉用水率计算，以及排水量计算。

当已取得基本气象参数，如净辐射、蒸气压力、温度梯度、作物或某一标准面以上一定高程处的风速，以及土壤热流等参数时，则可采用可靠合理的公式计算腾发量。在通常情况下，得不到上述参数时，则可依靠经验方法。目前已有许多计算可能的蒸腾发量的经验公式或半理论公式。对于水利资源的规划和开发来说，这些公式给出的结果可以满足精度要求。目前用得最广的方法，是本章参考文献[1]中的布拉奈伊-克里德尔（Blaney-Criddle）法，和参考文献[2]中水土保持局改进的布拉奈伊-克里德尔法。

最近提出的可供更普遍使用的方法，是参考文献[3]中詹森-海斯（Jensen-Haise）的太阳辐射法。一般说来，这些方法都是利用气象资料来计算一个气象指数。然后利用气象指数和反映各种定出作物生长阶段的实际耗水量之间关系的一些系数，来计算选用作物的实际需水量。

设计中还要进行洪水计算，因为这对确定溢洪道泄洪能力是很重要的。同时还应计算年最小流量、平均流量和频率为20%、10%、4%的常遇洪水。因为这些洪水流量，对于施工导流、围堰防护和安排施工进度等是很必要的。在附录十二中，叙述了洪水估算方法。如果可行性研究阶段的工作做得比较充分，则所确定的洪水可以满足设计要求。但是，如果在可行性研究阶段计算各种洪水时，没有充分利用所有的资料，则在建筑物设计之前，应仔细检查这些计算成果，并再进行详细的补充计算。通常，从可行性研究到工程开工之前的这段时间内，可以取得暴雨、洪水、干旱方面的新资料。凡取得具有重要意义的新资料时，均应修改设计洪水、并将最新资料用于设计中。

设计中还应包括地下水的研究。一般仅限于研究地下水对施工方法的影响。但是地下水的某些分布情况，会对坝型选择和坝基处理费用的估算有很大的影响。有时重要的地下

水资料，能在进行坝基地下勘探的同时得到。

一旦一个工程的开发被认为是可行的，就应根据州的用水法律，着手申请工程的用水权。

四、库容和水库调度

2-8 概述

大坝设计和水库调度准则，与水库库容和预计的水库调度方式有关。大坝所承受的荷载和荷载组合，是根据几种标准的库水位得出的。水库调度是保证建筑物安全的一个重要方面，在设计中不可忽视。同样，适当的溢洪道和泄水建筑物尺寸，也主要是由水库库容和调度方式决定的。库容是洪水演算的主要参数，并可用来确定溢洪道的规模及其堰顶高程。水库调度和库容分配，将决定为防洪和向下游供水的泄水建筑物的位置及其尺寸。

在最终设计和设计说明书完成之前，应作出水库面积-库容图表。绘制此图表要以精确的地形资料作为依据。此图表应作为最终设计和管理用的正式文件，直到重新进行水库测量，再用新的图表代替。在整理面积和库容资料时，可以利用电子计算机程序，计算机可以使设计人员从原始的野外资料中迅速得出良好的结果。

2-9 各类库容分配的定义

为了使设计和施工上报资料统一起见，垦务局对于各类水位和库容采用了以下标准术语。

(一) 概述

在进行大坝设计和水库调度时，都要用到库容和库水位等资料。在整编、使用和刊印这些资料时，为了统一起见，采用以下标准术语或定义。这里所说的库容，不包括筑堤所形成的蓄水容积。

(二) 库水位的定义(图2-1)

(1) 最高库水位，是指考虑了影响建筑物安全的各种因素后，采用的水库最高水位。最高水位一般是根据已制定的水库调度准则，对入库设计洪水进行调洪演算后得出的最高水位，即超高库容的上限水位。

(2) 防洪专用库容上限，是指专供调节入库洪水，以减轻下游灾害的防洪库容的上限水位。

(3) 最高控制水位，是指能够完全将自流水拦蓄在库内的最高水位。

(4) 共用库容上限水位，指防洪与蓄水共同使用的库容的上限水位。

(5) 有效库容上限，指专供蓄水用的蓄水库容上限的水位。

(6) 非有效库容上限，是指在正常情况下不能放空的库水位。

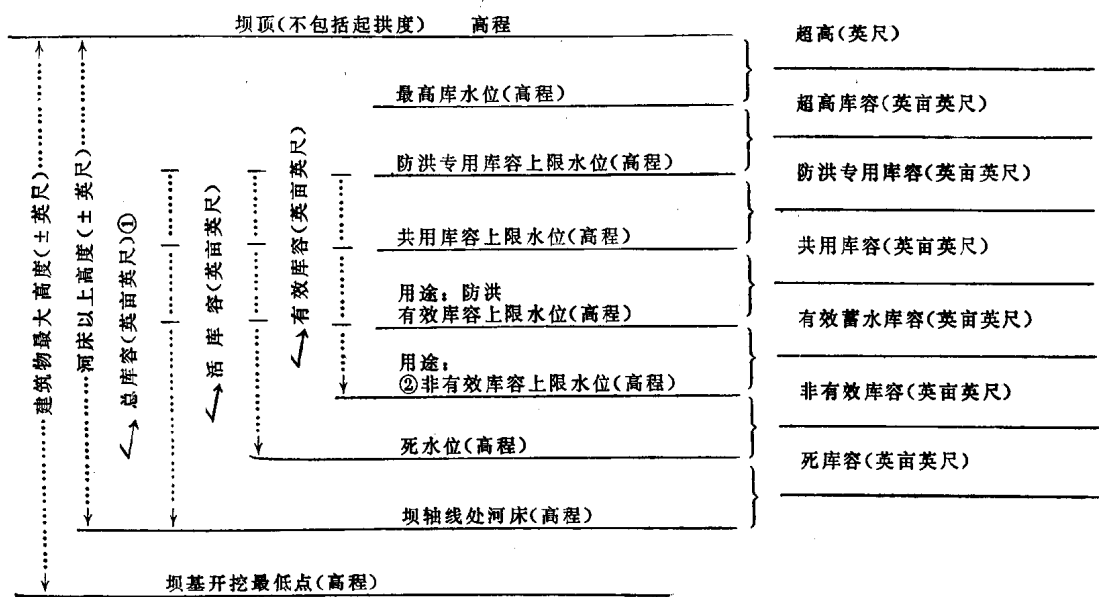
(7) 死水位，指库水能自流下泄的最低水位。

(8) 坝轴线处河床，即施工前坝轴线处河床最低点的高程，这一高程一般取为面积-容积曲线的零点。

(三) 库容的定义

水 库 库 容 分 配 表

坝 型	地 区	州
管理单位	水 库	
坝顶长_____ (英尺); 坝顶宽_____ (英尺)	坝	
坝体积_____ (码³)	工 程	
施 工 期	工 区	
河 流	工 程 单 位	
水库面积_____ (英亩)(高程_____ 处)	坝 的 等 级	
提供单位: 单位字母首缩略词 代号 日期	批准单位: 单位字母首缩略词 代号 日期	



- ① 包括为河床与××高程之间××年泥沙淤积的预留库容×××英亩英尺, 其中×××高程以上的库容为×××英亩英尺
- ② 审定单位

参考文献和注释:

图 2-1 垦务局使用的水库库容分配

(1) 超高库容, 是指供设计洪水通过水库下泄时用的库容, 是最高库水位和下述水位中最高者之间的库容:

- 1) 防洪专用库容上限;
- 2) 共用库容上限;
- 3) 有效蓄水库容上限。

(2) 总库容, 是指防洪专用库容上限, 共用库容上限或有效蓄水库容上限中的最高水位以下的库容。在已经扩大蓄水量的天然湖泊情况下, 总库容包括湖泊的死库容。如果天然湖泊的死库容未经测定, 则应对这一情况特别加以说明。总库容表示水库可以蓄纳的总水量, 并不包括超高库容。

(3) 活库容, 是总库容中能自流放空的库容。活库容等于总库容减去死库容。

(4) 有效库容, 是指通常可以用来调蓄入库流量, 以满足水库调度要求的库容。有效库容是防洪专用库容上限、共用库容上限或有效蓄水库容上限中的最高水位到非有效库容上限之间的库容。有效库容是从总库容中减去非有效库容与死库容的和。

(5) 防洪专用库容, 是指专门用来调节入库洪水, 以减轻洪水对下游危害的库容。有时防洪专用库容的上限会超过最高可控制水位。

(6) 共用库容, 是指一年中某些时期用来防洪, 而在年内其他时间用来蓄水的库容。

(7) 有效蓄水库容, 是用来调节入库水流满足灌溉、发电、城市和工业用水、养鱼和野生生物保护、航运、娱乐、水质改善及其他用途的库容。有效蓄水库容不包括防洪专用库容和共用库容。有效蓄水库容自有效蓄水库容上限起, 到非有效库容上限为止。

(8) 非有效库容, 不包括死库容, 而位于死库容上部的库容, 这部分库容由于运行协定和自然条件的限制通常是不被利用的。在缺水或建筑物需要修理等非常情况下, 在取得特别的许可后, 可将该部分库容放空。通常用下述各种最高运用水位来决定非有效库容的上限:

- 1) 向渠道、输水管、河流和其他下游输水建筑物泄放规定的最小流量时的最低库水位。这个水位通常应在规划设计阶段确定下来, 是水库非常放水期末的水位;
- 2) 为鱼类和野生生物所需的最低库水位;
- 3) 游乐所需的最低库水位;
- 4) 和行政部门的协定或协议中所规定的最低水位;
- 5) 电站投入运行时的最低库水位;
- 6) 可用已制定的操作程序泄放库水, 而不危及坝及其附属建筑物或库岸安全的最低库水位;
- 7) 通过法律手续确定最低库水位或非有效库容上限。

(9) 死库容, 即库水不能自流放空的库容。

2-10 提供资料的范围

为了完成重力坝及其附属建筑物的设计, 需要提供以下水库设计的资料:

(1) 水库的面积—容积曲线和(或)数据表。要计算到足够的高程, 以满足调洪计

算的需要;

- (2) 按相应的比例尺绘制的库区地形图;
- (3) 有关水库不透水性、矿井或矿藏位置, 油汽井位置方面的地质资料;
- (4) 水库库容分配及其相应的水位;
- (5) 各种库水位时所需的泄水道容量以及所需的底槛高程。规定的水库泄水目的和方式, 以及一年中必需的泄水时间, 其中包括所需的最小泄水流量;
- (6) 总结水库调度研究成果的库水位年周期变化图表;
- (7) 水库防洪调度方法以及与下游河道安全泄洪能力相适应的最大允许泄流量;
- (8) 客观条件、经济或法律上对最高库水位的限制;
- (9) 估计的冰厚和漂浮物的数量, 它们出现的可能性以及对泄水孔、溢洪道和其他附属建筑物可能产生的影响;
- (10) 预计的波浪作用范围包括对风的吹程的研讨;
- (11) 凡需保持水流流入已建渠道的地方, 应确定渠道的最大可能过水能力, 以及在一年内的过水时间。

五、气候因素

2-11 概述

坝址处所的气候条件会影响坝的设计和施工。温度荷载可能是作用在坝上的主要荷载之一, 这取决于坝高及其体形。施工期为防止混凝土开裂所采取的措施, 应结合坝址的外界气温加以考虑。施工方法与步骤也要依天气情况而定, 因为天气会影响施工速度与总的施工进度。在恶劣天气期间, 坝址的交通条件好坏也会影响施工进度, 对此应进行调查研究。

2-12 提供资料的范围

下述气候资料应作为设计资料的一个组成部分提出:

- (1) 距坝址最近的气象台提供的月平均最大、月平均最小和月平均气温资料, 此外还应取得一年内不同时期的河水温度资料;
- (2) 坝址观测站建立后应即提供逐日最高和最低气温记录;
- (3) 坝址观测站建立后应即提供逐日最高和最低水温记录;
- (4) 降雨和降雪总量及其年变化;
- (5) 风速和盛行风向。

六、建筑材料

2-13 混凝土骨料

修建混凝土坝及其附属建筑物, 需要取得足够数量的合格骨料。这些骨料通常都是取自天然沉积的砂、砾石和卵石。然而, 如果人工轧制更为可行, 则也可用适当的石料轧制。

对于小坝，可从市场购买现成骨料。若骨料取自料坑或采石场，则为了减少对环境的不良影响，应考虑环境美化和其他修整复原措施。如果骨料取自库区，特别是从最低水位以下取得时，则由此引起的不良影响可减至最小。但是在坝竣工前，水库如要早期蓄水，就不能再使用库区内的料场。

2-14 施工用水

对于大河流，除了水质是否合格外，施工用水问题相对讲并不重要。但是对于一些小河或者一些不在河流上的水库，施工用水可能比较困难。应保证施工单位有足够的施工用水，如骨料的冲洗和混凝土的拌和冷却用水等，并且要取得用水权。如果需要利用地下水，则应提供可能的水源和出水量的资料。同时要提供坝址附近现有水井的位置和出水量的资料。如果地下水使用受到限制，则还要取得许可证。

2-15 提供资料的范围

除了提供混凝土骨料和施工用水的资料外，还应提供以下有关建材方面的资料：

(1) 土料调查报告。报告中应包括能够用作回填料和铺盖料的土、砂和砾石的可能料场。

(2) 护坡乱石的资料。

(3) 如有必要，还应提供合格的路面材料料场和特性方面的资料。

(4) 有关建材的取样、试验和分析成果的资料。

(5) 建材料场的照片。

(6) 关于如何获得结构用木材的说明。

七、坝址选择

2-16 概述

水利资源开发工程是为某一特定地区服务并实现某一目的而设计的，工程的目的和受益地区一经确定，即可进行坝址的初步选择。

在按本章第三部分所述确定有足够的水量供应之后，有关坝址选择的两个最主要问题是：(1) 该坝址必须能支承坝及其附属建筑物；(2) 坝址以上地区要有形成水库的合适条件。通常，河流上可能有几个合适的坝址。

最后选定的坝址应使坝和水库能实现规定的设计任务，并对当地的干扰较小，投资最少。有经验的工程师往往能够否定其中一些坝址不必做进一步的分析。为了从剩下的坝址中确定最经济的一个，需进行造价估算。

2-17 坝址选择的因素

选择坝址时应考虑以下几个方面：

地形 狭窄的坝址有利于拱坝，但两肩必须有足够的大以承受拱的荷载。其次，地形上必须使推力线以合适的方向指向两岸。

地质 坝基相对讲应没有大的断层和剪切带。如果坝基有断层和剪切带，则为了保证坝基的可靠性，可能需要进行昂贵的坝基处理。