

水 库 管 理 人 员 培 训 教 材

水库控制运用

大连工学院水利系水工教研室 编
大伙房水库工程管理局



水利电力出版社

=====水库管理人员培训教材=====

水 库 控 制 运 用

大连工学院水利系水工教研室
大伙房水库工程管理局 编

水 利 电 力 出 版 社

内 容 提 要

本书共分七章。主要介绍大、中型水库的汛期控制运用与兴利控制运用的基本原理、计算方法和计算实例。并着重分析水库安全与下游防洪安全、水库防洪安全与兴利蓄水的两个矛盾，提出汛期限制水位和泄流方式的一般原理与方法。为了使新参加工作的同志较系统地掌握基础知识，用较多篇幅阐述水文分析、水利计算和有关气象知识，并举例加以说明。

本书可作为新参加水库控制运用工作的同志的培训教材，亦可供从事水库管理的同志和高等院校师生参考。

水库管理人员培训教材

水 库 控 制 运 用

大连工学院水利系水工教研室 编
大伙房水库工程管理局

*

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

1978年6月北京第一版

1978年6月北京第一次印刷

印数 00001—11780册 每册 1.80元

书号 15143·3331

前 言

建国以来，在毛主席的无产阶级革命路线指引下，水利战线各级党委遵照毛主席“水利是农业的命脉”的伟大教导，坚持“独立自主，自力更生，艰苦奋斗，奋发图强”的原则，依靠群众兴建了数以万计的大中小型水库。这些水库对战胜水旱灾害，确保农业丰收，发展电力工业，水运交通、渔业，以及满足工业、民用供水等方面都发挥了巨大的作用。

当前，全国人民在英明领袖华主席为首的党中央领导下，高举毛主席的伟大旗帜，全面贯彻抓纲治国的战略决策，为在本世纪内把我国建成为一个伟大的社会主义现代化强国而努力奋斗，决心要把国民经济搞上去。在这大好形势下，水利管理工作要加强。水库控制运用工作是水利管理的重要内容之一，多年来，广大水利管理职工遵照毛主席“工业学大庆，农业学大寨”的教导，在水库控制运用方面积累了丰富的经验，为了总结推广这些经验，进一步提高水利管理水平，确保工程安全，充分发挥水库的综合效益，更好地为工农业生产服务，水利电力部水利司于一九七五年二月组织有关高等院校和水库工程管理局等单位编写一套《水库管理人员培训教材》丛书。本书为丛书之一，内容主要阐明以灌溉为主的大中型水库防洪与兴利的控制运用，叙述基本原理和计算方法，使水库管理人员能够较系统地掌握这一方面的基本知识，并举有实例，便于学习和应用。

由于我们对水库控制运用调查研究不够，教材中还有不少缺点和错误，请读者提出意见，以便今后补充修正。在我们编写过程中，得到有关单位的大力支持与热情帮助，在此谨致谢意。

编 者

一九七七年十一月

目 录

前 言

第一章 水库控制运用的任务及基本资料	1
第一节 水库控制运用的任务.....	1
第二节 自然地理及水文气象资料.....	2
第三节 水库的面积、容积特性和特征水位.....	7
第四节 水库泄水建筑物的泄流特性.....	11
第五节 水库的设计标准.....	25
[附] 坝顶超高的计算.....	27
第二章 由实测流量资料推求设计洪水	31
第一节 洪水资料的审查与统计.....	31
第二节 用理论累积频率曲线推求设计洪水.....	37
第三节 相关分析.....	49
第四节 设计洪水过程线.....	55
第五节 洪水遭遇与组合.....	59
第六节 汛期控制运用时对设计洪水的校核.....	60
第三章 由暴雨推求洪水	63
第一节 频率分析法推求设计暴雨.....	63
第二节 水文气象法推求可能最大暴雨.....	71
第三节 净雨量的推求(产流计算).....	82
第四节 用等流时线分析流域汇流.....	102
第五节 单位过程线法分析流域汇流.....	108
[附] 气象基本知识.....	117
第四章 水库的洪水调节计算	127
第一节 调洪水库的类型及计算原理.....	127
第二节 调洪计算的基本方法.....	130
第三节 水库入流量还原计算.....	154
[附] 河道洪水演进(示储流量法).....	157
第五章 水库汛期控制运用	160
第一节 汛期控制运用的基本任务.....	160
第二节 无短期预报的汛期控制运用.....	161
第三节 考虑短期预报的汛期控制运用.....	169
第四节 中型水库的洪水预报.....	184

第五节 多沙河流水库控制运用特点	194
〔附〕 水库泥沙测验概述	208
第六章 水库兴利调节与兴利控制运用	211
第一节 年径流及其年内分配	211
第二节 各兴利部门的用水	216
第三节 水库的水量损失	222
第四节 年调节水库的兴利调节计算与控制运用	224
第五节 以灌溉为主的水库多年调节计算	242
第六节 水库兴利调度图的绘制与应用	251
第七节 水库群调节计算简介	266
第七章 水库控制运用工作制度、编制计划与实例	270
第一节 水库控制运用工作制度	270
第二节 编制水库控制运用年度计划	271
第三节 实例一——甲河水库控制运用计划编制	274
第四节 实例二——乙河水库控制运用计划编制	304
〔附表〕	
附表 1 经验频率值表	322
附表 2 皮氏Ⅲ型曲线离均系数 ϕ 值表	324
附表 3 皮氏Ⅲ型曲线模比系数 K_p 值表	326
附表 4 1000毫巴地面到指定压力间饱和假绝热大气中的可降水量与 1000毫巴露点关系表	344
附表 5 1000毫巴地面到指定高度(高出地面数)间饱和假绝热大气中 的可降水量与1000毫巴露点关系表	348

第一章 水库控制运用的任务及基本资料

第一节 水库控制运用的任务

水库有调节天然径流的作用，即在汛期拦蓄洪水，削减洪峰，而枯水期则根据灌溉、发电、水运、工业与民用供水等兴利部门的要求，从水库中放水，提高兴利用水流量。因此，水库应按照国民经济各部门的要求，重新分配天然径流，但水库调节洪水和提高兴利用水的程度不仅取决于库容的大小，而且同水库运行时所选定的径流调节方式密切相关。

从水库重新分配径流来看，调洪和兴利是相互结合的，但是在库容的使用上，调洪和兴利却存在着矛盾。从调洪方面看，因为不能确切预知何时会出现多大洪水，只好在整个汛期腾空足够的调洪库容，以便抗御随时可能发生的洪水，而这部分库容到了汛末由于拦蓄洪水的时机已过，往往难以蓄满供枯水期兴利之用。此外，各个兴利部门之间的用水，也存在着既一致又矛盾的情况。例如，发电用水可供下游灌溉农田、增加航深或作工业与民用供水之用，但灌溉与供水均属耗水部门，两者之间有分配水量的矛盾，即使发电用水可用于下游灌溉，但两者在用水时间上并不完全一致。

为了正确处理调洪和兴利，以及各兴利部门间用水的矛盾，使水库满足国民经济各个方面的要求，必须根据已有的水文资料进行分析，掌握其一般的变化规律，并结合水文气象预报，拟定水库的各种特征水位和径流调节方式，用以指导水库的控制运用，才能使水库做到有计划地蓄、泄和充分利用水量，达到兴利除害，变水害为水利的目的。

水库的控制运用必须服从国民经济发展的要求，贯彻“以农业为基础、工业为主导”的方针。必须根据统一领导，全面安排，综合利用的原则。在确保水库安全的前提下，水库控制运用的任务应有主有次，主次结合。水库的蓄泄和水利资源的分配，应本着目前利益和长远利益相结合，局部服从整体，整体照顾局部的精神，全面安排，统筹兼顾。

因此，水库控制运用的基本任务，主要是按照党的方针政策和有关规定，在水库原规划设计的基础上，根据工程的实际运用状况、水文气象特性和国民经济各部门对水库的要求，选定水库的各种特征水位和径流调节方式，恰当地安排蓄泄关系，力争在防洪、灌溉、发电、水运、渔业、工业与民用供水等各方面发挥水库的最大综合效益。

做好了水库控制运用工作，可以在保证工程安全的前提下充分挖掘水库潜力，合理地安排蓄泄关系和重迭使用调洪库容与兴利库容，发挥较原设计更大的效益；提高天然径流的利用程度，合理分配水量，解决用水部门间的矛盾；提高对水库运行的预见性，避免可能遭到的损失，延长水工建筑物的使用期限。

第二节 自然地理和水文气象资料

水库所在流域的自然地理、水文气象特性，决定着整个水库及其下游的天然来水量的大小和特性。因此，有关自然地理和水文气象资料是水库控制运用的客观依据和必须具备的原始资料。

水库上、下游的自然地理资料一般包括：流域的地形、地质、覆盖、植被情况和产流特点，流域的面积和形状，河道的比降和长度。水文气象资料一般包括：河流所处的气候带，降水量、蒸发量、气温、湿度、风力、风向和日照数，河流的水情，如水位、流速、流量和含沙量。此外，还包括库区渗漏量等水文地质情况。

在进行有关水库控制运用的各种计算时，通常综合应用上述自然地理、水文气象特性资料。为此，应经常对水库上、下游流域进行水文气象观测和人类活动调查，并把原始资料及时整理、妥善保存。

人类活动调查主要是指：人类活动对径流量、水质的影响程度，如植被情况、修小水库、塘坝情况，人工造田情况，泥沙情况等。此外，对工矿企业的排污、循环水的质量、水温变化情况也要了解。

常用的水文气象特性资料中，主要有河道某断面（如水库坝址断面或水库下游某控制断面）的历年逐日平均流量过程线和历年各特征流量值（瞬时最大流量、瞬时最小流量和月平均流量等），各时段的降雨量，以及蒸发、渗漏和含沙量的实测资料。有关这些原始资料的测验、整编工作，在水利电力部水利司编的《水文测验手册》中皆有详细论述，现仅就与水库控制运用有关的部分重要资料作简要介绍。

一、流域和径流

河流汇集一定区域的降水，这个汇水区域称为流域。流域是以分水岭作为周界的，河

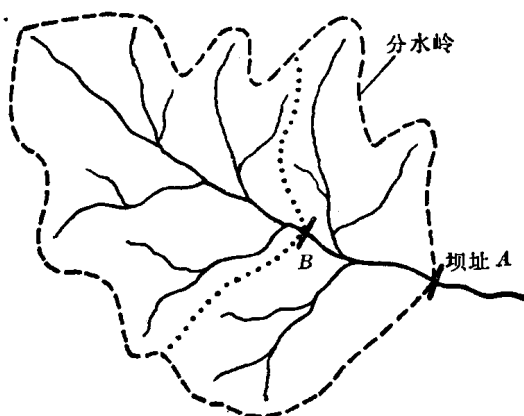


图 1-1 水库集水面积示意图

口以上分水岭范围内的全部面积是这条河流的流域面积。如果在河流上兴建水库，则坝址以上分水岭范围内的那一部分面积是水库的集水面积。集水面积随着坝址断面位置不同而改变，在图 1-1 中，坝址 A 以上的集水面积为全部虚线（分水岭）所包围的面积，而坝址 B 以上的集水面积为点线与上游部分虚线所包围的面积。流域面积或集水面积都用平方公里来表示。

径流包括地面径流和地下径流。初落到地面的降水，几乎全部渗入土壤，增加土壤的

含水量,表土越干,下渗的水量就愈大。降水持续一段时间以后,降水量超过了下渗量即产生地面水流,水流进入溪沟河道,汇流至出流断面,这部分水流称为地面径流。渗入地下的水,除增加土壤含水量外,还可能有一部分水流经过土壤表层,一直渗至地下水水面,在地下渗流,缓慢地再流入下游河道,这部分水称为地下径流或基流。

各流域有其独特的水文气象和自然地理特性,而这些特性又构成各流域特有的径流过程特点与水流运动变化规律。因此,我们在研究河流的规律时必须对具体流域作具体分析。

二、降水量、径流量和含沙量的测算

1.降水量的测算

降水一般是指降雨、降雪和降雹的统称。降水量是计算水库来水量、掌握水库水情的基本因素,也是推算洪水过程、进行短期洪水预报的主要依据。

降水量一般用雨量器测量,即在一定时段内降落在雨量器内的降水深度,单位以毫米计。

建库前,在坝址以上的集水面积内,选择有代表性的地点设置雨量站,测得的历年降水资料供规划、设计水库时使用。建库后,应在坝址附近选择适当场地设置雨量站。同时,根据预报报汛的要求,在水库以上流域内还应适当增设雨量站。每个雨量站,汛期及时将水库上游暴雨情报用传讯设备报告水库调度指挥机关,以及早作出洪水预报,作好汛期控制调度。

降水观测按《水文测验手册》中规定进行:

(1)一般采用定时分段观测制。分段及其相应时间见表1-1所列。雨量站在各时期采用的段次,见《测站任务书》中规定。

表 1-1 降水量分段观测时间表

段	数	观 测 时 间											
2	段	20	8										
4	段	14	20	2	8								
6	段	12	16	20	24	4	8						
8	段	11	14	17	20	23	2	5	8				
12	段	10	12	14	16	18	20	22	24	2	4	6	8
24	段	从本日 9 时至次日 8 时,每小时观测一次											

注 2段的20、8表示20点观测一次,次日8点观测一次,其余类推。

(2)必要时,有关领导机关可指定一些雨量站除分段观测外,测记降水起迄时间,加测一次降水量。降水间隔等于或小于15分钟者看作一次降水,间隔大于15分钟者,看作两次降水。

统计降水量时,日降水量为本日8时至次日8时的降水量;月降水量为本月1日8时至下月1日8时的降水量;年降水量为本年1月1日8时至来年1月1日8时的降水量。

除定时分段观测降水量外，汛期还要按照上级在报讯上的要求进行分段观测。

在暴雨过程中，为了随时掌握雨量情况，可在一阵暴雨后立即加测降水量。按国家统一规定，当暴雨量每小时超过20毫米时应向上级加发暴雨情报，并记入记载簿中，但仍应按表1-1计算暴雨段雨量。

表1-2为某雨量站降雨量记载格式及分段雨量计算示例。

降水资料是水库汛期控制运用的重要资料。凡有条件的地方最好设置自记雨量计，以便测取完整的降水过程。

表 1-2 某雨量站分段雨量计算表

观测时间 月 日 时 分	降水量 (毫米)	日 降 水 量		备 注
		日 期	降水量(毫米)	
9 4 14	5.2			
16 25	32.1			
20	6.3			9月4日，14时~20时时段雨量为38.4毫米
5 2	4.7			
8	2.4	4	50.7	9月4日日降水量为50.7毫米
14	1.6	5	1.6	9月上旬旬降水量为52.3毫米
12 20	4.3	12	4.3	
17 8	6.9	16	6.9	
14	5.4	17	5.4	9月中旬旬降水量为16.6毫米
23 20	3.8	23	3.8	
30 14	4.2	30	4.2	9月下旬旬降水量为8.0毫米，9月份月降水量为76.9毫米
10 7 8	3.5	6	3.5	
16 16 45	12.6△			16时30分降雹，直径0.5~1.0厘米
17 8	2.7	16	15.3	
28 8	4.3×	27	4.3×	27日夜下雪
29 8	3.8	28	3.8	10月份月降水量为26.9毫米

注 △—雹或雨夹雹；×—雪。

2. 流量与径流量的测算

流量是指单位时间内通过河道某断面水的体积，其单位为米³/秒。在某固定时段（如日、旬、月或年）通过河道某断面的水的总体积，则称为径流量，其单位为米³。设想将年径流量均匀分布在河道断面以上的整个集水面积上，用其相应水深来表示年径流量的大小称为年径流深，单位以毫米计。

河道断面的流量可用下式求得：

$$Q = F V_{\text{平均}} \quad (1-1)$$

式中 Q ——河道过水断面流量（米³/秒）；

F ——河道过水断面积（米²）；

$V_{\text{平均}}$ ——河道断面水流平均流速（米/秒）。

测量河道过水断面积比较容易，但测量河道断面水流平均流速值比较困难。因为河道过水断面的流速分布不均匀，流速仪仅能测出过水断面的某一点流速值。通常将整个过水

断面垂直分成若干小块，用流速仪测得每小块的平均流速，再用加权平均法算出过水断面的平均流速。然后利用公式（1-1）求出河道过水断面流量值。

在较大的河流上，过水断面流速一般是乘船（缆绳系着）下放流速仪测得。目前在条件较好的水文站已使用自动传动过河缆道测速仪。条件较差的水文站，当河流流量很大时，乘船用流速仪测量流速困难较大，可采用浮标法测水面流速，然后乘以0.75~0.95的系数，换算成断面平均流速值，其公式为

$$V_{\text{平均}} = K V_0 \tag{1-2}$$

式中 K ——浮标测流流速系数，一般为0.75~0.95；

V_0 ——浮标测得的水面流速（米/秒），等于浮标流经的距离除以时间。

由此可见，测流量是比较复杂的，尤其是汛期测流任务更为频繁。人们在实践中发现河道断面的流量与水位有着密切关系。因此，可以通过若干实测水位与流量的关系值，点绘水位与流量关系曲线。利用此曲线则可根据各时期的水位查得相应流量值。由于水位的观测要简便得多，所以在实际工作中仅对水位进行逐时连续观测，而对流量则根据实际需要进行间歇性观测。

根据实测流量可整理绘制逐日平均流量过程线，如图1-2所示。此线是水库规划、设计和控制运用的最基本资料，各河流的逐日平均流量值可从各省、自治区的《水文年鉴》查得。

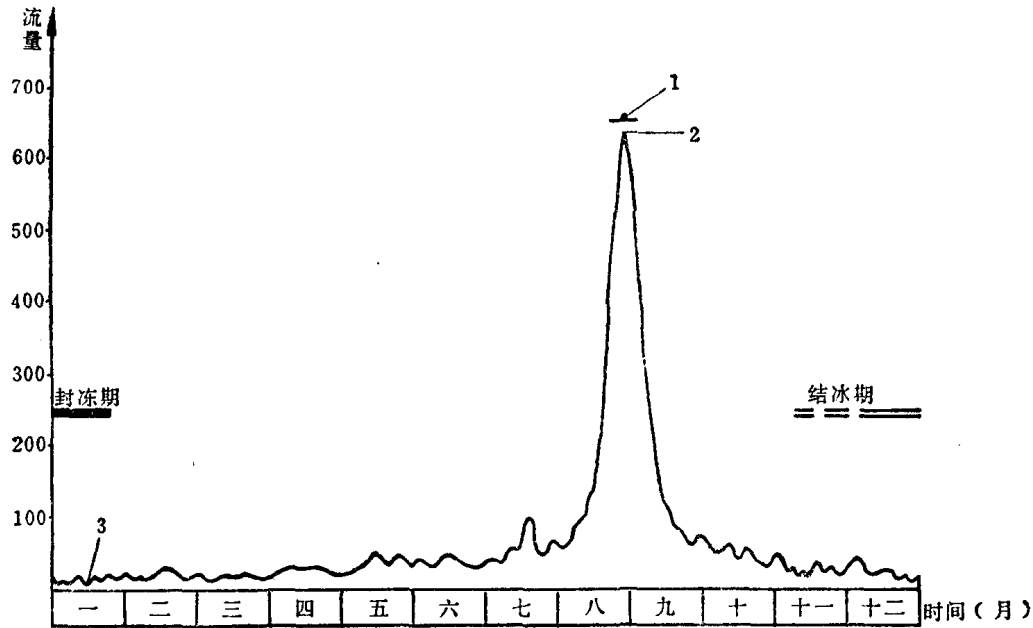


图 1-2 某河断面逐日流量过程线

1—最大瞬时流量653米³/秒，2—最大日平均流量637米³/秒，3—最小瞬时流量1.99米³/秒

在图1-2河道某断面日平均流量过程线上，查得某日的平均流量乘以一日的秒数86400秒即得某日径流量 $W_{\text{日}}$ ，即

$$W_{\text{日}} = \bar{Q}_{\text{日}} \times 86400 \tag{1-3}$$

式中 $\bar{Q}_{\text{日}}$ ——日平均流量（米³/秒）。

某月的日来水量相加为月总来水量，即月径流量。月径流量除以该月的秒数为月平均流量。如8月份的月平均流量为

$$\bar{Q}_{8月} = \frac{W_{8月}}{31 \times 86400} \quad (1-4)$$

式中 $W_{8月}$ ——8月份的来水量（米³）；

31——8月份的总天数。

图1-3为某河流某断面月平均流量过程线，将各月的来水量相加，即得年水量。年水量除以一年的秒数即得年平均流量（米³/秒）。

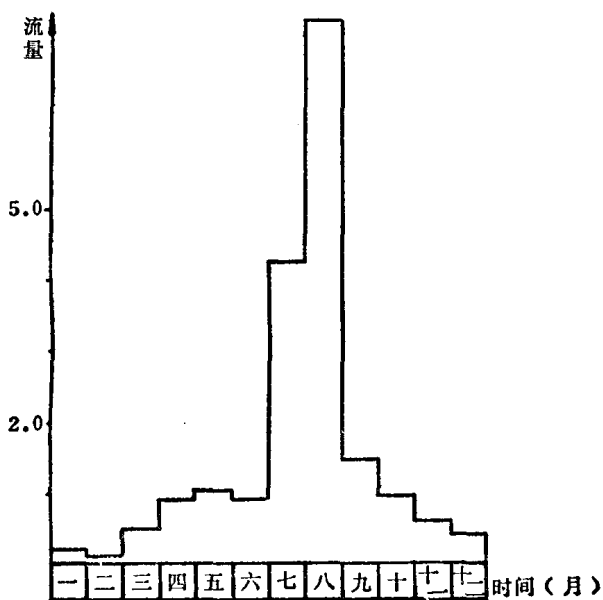


图 1-3 某河流某断面月平均流量过程线

3. 河流含沙量观测

各水文站除观测水位、流量外，还要进行泥沙观测。特别是多沙河流，详细掌握泥沙资料，对采用水库的防淤积、防沙、排沙等措施是非常重要的。

泥沙观测包括施测悬移质（浮沙）和推移质（底沙）的数量和颗粒级配等。

和流速仪测流速的方法一样，在过水断面各小块的垂线上，用一定容积的横式或瓶式采样器采取浑水样本，也可用抽气式采样器。然后在实验室焙干得沙重。单位浑水体积内的干沙重即为含沙量 ρ （公斤/米³）。

用测点含沙量推求小块垂线平均含沙量，由小块垂线平均含沙量推求整个过水断面中各小块的平均含沙量。然后用小块的流量乘以小块的平均含沙量，即得小块面积的输沙率 q （公斤/秒）。将各小块面积的输沙率相加，即得整个过水断面的输沙率 Q （公斤/秒或吨/秒）。各时段的平均输沙率乘以相应时段的秒数，即得相应时段的输沙量（吨）。

推移质（底沙）的输沙率也可用仪器测得。当缺乏推移质实测资料时，可按悬移质的百分数初步估算。在一般情况下，平原地区河流推移质可取悬移质的1~5%，丘陵地区河流取5~15%，山区河流取15~30%。

将各年的输沙量算出，平均后再除以流域面积，得流域多年平均输沙模 M_B （吨/年·公里²）。一些中型水库没有泥沙资料时，可查地区多年平均输沙模等值线图。

三、水面蒸发的测算

水的蒸发，是自然界水的循环过程中的一个环节。在水库规划、设计和控制运用中，进行水量平衡计算都要计入水面蒸发损失。水面蒸发又是研究整个流域内的陆面蒸发的参

考资料。

水面蒸发观测的标准仪器是 E-601 型蒸发器。但目前常用带套盆的 80 厘米口径蒸发器，在封冻期较长的北方地区，一般用 20 厘米直径的蒸发皿。

在陆面设置的水面蒸发器，因为蒸发器面积小，不能完全代表修建水库后的大面积的水面蒸发，它往往比大面积的蒸发量大。因此，在使用此资料时，应乘以 0.65~0.80 的改正系数。蒸发器直径越小，改正系数取小值。具体可根据各地实地试验决定之。对于蒸发器口径大于 3 米的可以不必改正。

有时，水库建成后，可在水库水面上设漂浮水面蒸发器，此法测得的蒸发量，应用时也不必改正。

蒸发量的观测每日 8 时观测一次，作为前一日蒸发量。降水之日应在该时加测一次降水量，以便从蒸发皿中扣掉降水量。计算蒸发量以毫米表示。

四、其他基本资料

有些水库需要有水化学分析及水质污染方面的资料，北方水库需要冰凌观测资料，可参考《水文测验手册》。

各兴利部门的用水资料也是水库控制运用的基本资料，这些资料的详细内容将在第六章介绍。

第三节 水库的面积、容积特性和特征水位

一、水库的面积、容积特性曲线

如图 1-3 所示，天然来水量在一年内的分配是非常不均匀的。修建水库能调节天然径流以满足综合利用的要求。而水库的调节性能与水库的容积、面积有直接关系。因此，水库的容积、面积是水库的两项重要的特性资料。

水库的面积、容积特性通常是以水库水位~面积关系曲线（简称面积曲线或 $Z \sim F$ 关系曲线）和水库水位~容积关系曲线（简称库容曲线或 $Z \sim V$ 曲线）来表示。

水库面积曲线和库容曲线在水库规划、设计时就应作出，但水库蓄水后，库区可能发生显著的地形变化，因此必须校核或重新绘制水库面积和库容曲线。如官厅水库泥沙淤积较严重，每年测绘一次库容曲线，根据新的库容曲线编制每年水库控制运用计划。

利用库区地形图绘制水库水位~面积关系曲线，比例尺一般为 $\frac{1}{5000} \sim \frac{1}{50000}$ 。图 1-4(a) 为某中型水库地形示意图（图中仅绘了三根等高线），现以此图为例，绘制曲线作法如下：求 56 米高程相应水库面积，可用求积仪或按比例数方格求出 56 米等高线所包围的阴影面积，将此值点在以水位 Z 为纵座标、以水库面积 F 为横座标的图 1-5 中。同时将这一对座标数值填入表 1-3 的①②栏内。同理，将 51 米至 63 米每隔一米高程的相应面积量出，

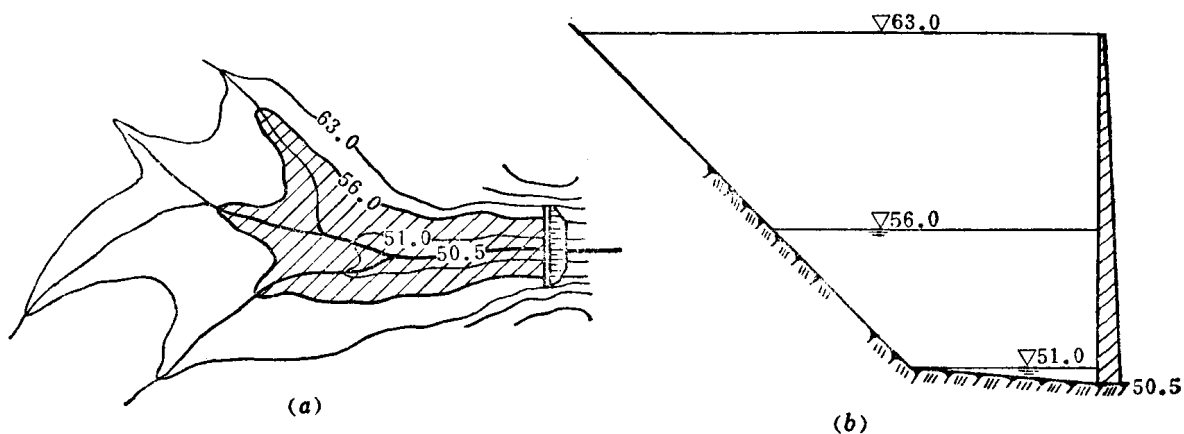


图 1-4 水库水位、面积关系图示
(a)水库地形示意图；(b)水库纵剖面示意图

将这些数值点在图1-5中和填入表1-3的①、②栏内。将图中点子连成曲线，即得水库水位与面积关系曲线。

再根据水库水位与面积关系数值，绘制水库水位~容积关系曲线。

表 1-3 为某水库水位、容积关系曲线计算表，表内第③栏为各相邻水位差 ΔZ ，

表 1-3

某水库水位、容积关系曲线计算表

水 库 水 位 Z (米)	水 库 面 积 F (万米 ²)	相 邻 水 位 差 ΔZ (米)	相 邻 水 位 间 容 积 ΔV (万米 ³)	库 容 V (万米 ³)
①	②	③	④	⑤
50.5	0	0.5	1.35	0
51.0	8.1	1.0	18.70	1.35
52.0	32.0	1.0	45.30	20.05
53.0	60.0	1.0	74.90	65.35
54.0	90.8	1.0	106.50	140.25
55.0	123.0	1.0	139.70	246.75
56.0	157.0	1.0	174.30	386.45
57.0	192.0	1.0	209.70	560.75
58.0	228.0	1.0	246.30	770.45
59.0	265.0	1.0	283.30	1016.75
60.0	302.0	1.0	320.70	1300.05
61.0	340.0	1.0	359.30	1620.75
62.0	379.0	1.0	398.30	1980.05
63.0	418.0			2378.35

用下式计算相邻水位间的部分库容 ΔV ：

$$\Delta V = \frac{1}{3} (F_1 + \sqrt{F_1 F_2} + F_2) \Delta Z \quad (1-5)$$

式中 ΔV —— 水库相邻水位间容积(万米³)；

F_1, F_2 —— 水库相邻上、下水位的水库面积(万米²)；

ΔZ —— 水库相邻水位差(米)。

将 ΔV 值填入表1-3的第④栏。如51~52米之间的部分库容为

$$\Delta V = \frac{1}{3} (8.1 \times 10^4 + \sqrt{8.1 \times 10^4 \times 32 \times 10^4} + 32 \times 10^4) = 18.7 \times 10^4 \text{米}^3$$

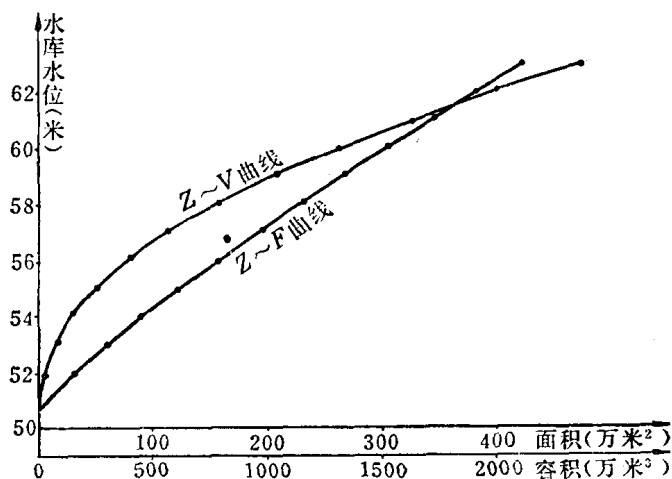


图 1-5 某水库水位与面积、容积关系曲线

表 1-3 的⑤栏为不同水位对应的库容值 V 。最后将表 1-3 中①栏和⑤栏对应值绘成曲线，即得水库水位~容积关系曲线，如图1-5的 $Z \sim V$ 曲线所示。

按表 1-3 计算水库水位和库容关系曲线时，所算出的容积为静水库容积。实际上只有当入库量为零时水面才是水平的。如果有一定入库流量，库内水面成为回水曲线状，库末端水位比静水位高。这部分因回水形成的附加容积，称为回水容积或动水库容(图1-6)。动水库容随入库流量的增加而增加，但一般在径流调节计算中不考虑动水库容影响。

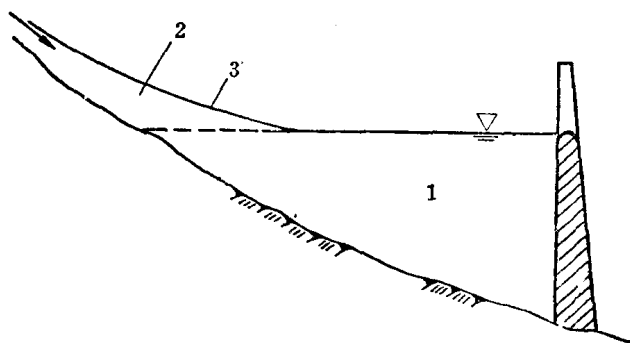


图 1-6 动水库容示意图

1—静水库容；2—动水库容；3—入库水位

二、水库的各特征水位和相应库容

水库建成后，不是所有的库容都可以进行径流调节的。如泥沙将库底部分库容淤满。自流灌溉、发电、航运、渔业等各水利部门，以及为了保证库区边缘的卫生，均要求水库运行的最低水位不能低于某一水位高程，这一水位通常称为死水位（亦称设计低水位）。死水位以下的库容称为死库容，亦称垫底库容。死库容一般是不动用的，若遇特殊干旱年份，经有关部门批准后，方可动用部分存水。

为满足各兴利部门枯水期的正常用水，需要在丰水期蓄满一定库容，以提高枯水期的流量。这部分库容称为兴利库容（或称有效库容、调蓄库容）。兴利库容在死库容以上，力求在丰水期末蓄满。兴利库容蓄满后相应的水位通常称设计蓄水位（或称正常蓄水位、兴利水位）。从设计蓄水位到死水位之间的深度，称为消落深度或工作深度。

水库在汛期要求有一部分库容用于削减洪峰。这部分库容称为调洪库容（或称防洪库容），这部分库容应在汛前腾空，准备洪水到来能及时拦蓄洪水，一次洪水过后要立即放空，以便拦蓄下一次洪水。在汛前腾空的调洪库容的相应水位称为汛前限制水位（简称汛限水位），也称汛期限制水位或防洪限制水位。

当发生设计洪水时，水库一方面尽量泄水，一方面蓄水，最后水库达到的最高水位称为设计洪水位。当发生校核洪水时，水库达到的最高水位称为校核洪水位。汛前限制水位到设计洪水位之间的调洪库容称为设计调洪库容，汛前限制水位到校核洪水位之间的调洪库容称为校核调洪库容。

校核洪水位到库底的全部库容称为水库的总库容。水库各特征水位及其相应库容如图 1-7 所示，图中设计蓄水位与汛前限制水位之间的库容，既是兴利库容，又是调洪库容，因此称为共用库容或重叠库容。

在规划、设计水库时，上述的各特征水位按设计指标均已拟定。但水库运用后，水文资料逐年增加，设计洪水值必然要变，从而影响调洪库容，兴利用水计划逐年也会有所变动。因此，要根据实际情况，对各特征水位作必要的修改。

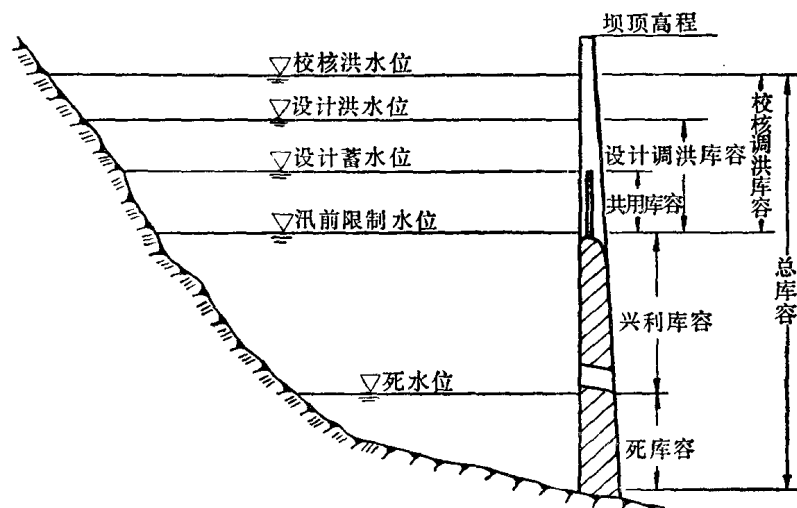


图 1-7 水库各特征水位及相应库容示意图

第四节 水库泄水建筑物的泄流特性

水库泄水从目的方面可分正常放水和汛期泄洪。正常放水即供给灌溉、发电等的兴利用水，一般通过输水洞、压力管道放水。汛期泄洪是将汛期多余的洪水量泄掉，避免漫坝事故，一般采用溢洪道泄流。

水库泄水从水力学方面可分压力泄流和无压泄流。压力泄流一般由压力输水洞、电站压力管道泄流；无压泄流一般由开敞式溢洪道、溢流坝和无压输水隧洞泄流。压力泄流与无压泄流的计算公式是不同的。

水库泄水建筑物的泄流量，同泄水建筑物的型式、尺寸、高程、修建材料、构造特点和库水位有关。对某一具体的水库泄水建筑物来说，其泄流量只随水位的升降而改变。泄水建筑物的泄流特性，即泄流量和库水位的关系曲线，是水库控制运用的基本资料。

一、压力输水洞的泄流量计算

图1-8为某灌溉输水洞的纵剖面简图。根据水力学实验证明，当输水洞进口前水深 H_0 大于输水洞直径 D 1.4~1.5倍时，则水充满整个输水洞断面，全断面受到水的压力，这种水流状态称为压力水流。在水库正常运用中，绝大多数水流皆属于压力水流。压力输水洞泄流量可按式计算

$$Q_{洞} = \mu \omega_{出} \sqrt{2gH_{洞}} \quad (1-6)$$

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{2gl}{C^2 R} + \sum \xi_i}} \quad (1-7)$$

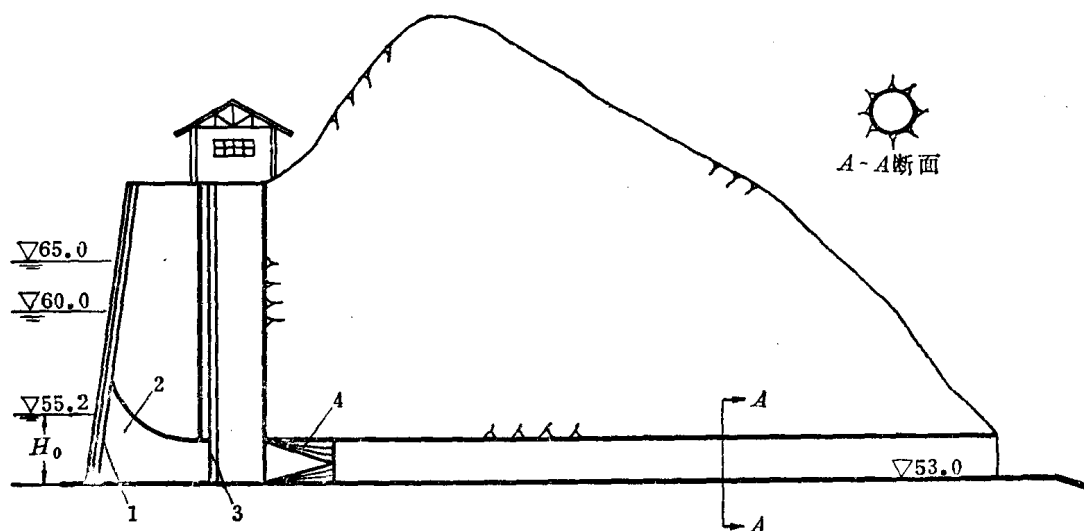


图 1-8 某水库灌溉输水洞纵剖面简图
1—拦污栅；2—进口；3—闸门槽；4—渐变段