

中等专业学校交流讲义

水 电 站

北京水力发电学校等編

只限学校内部使用



中国工业出版社

中等专业学校交流讲义



水 电 站

北京水力发电学校等編

中国工业出版社

000781

本书是根据水利电力部关于选编教材工作的精神，与1960年全国水利水电院校水电站课堂教学研究会上制定的教学大纲进行编写的。内容包括上篇水利经济分析及下篇动能结构两大部分。在上篇分别介绍水库的径流调节、经济计算、水利枢纽的主要参数、水库调度等；下篇对水轮机、调压建筑物、压力水管、水轮机及其调整、动力厂房、农村小型水电站等作了介绍。

本书系作为中等专业学校水利工民建专业的教科书，也可供水利工程技术人員参考。

水 电 站

北京水力发电学校等编

中国工业出版社出版（北京修门路丙10号）
（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

地质印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $17^{3/4}$ ·插页2·字数389,000

1961年9月北京第一版·1961年9月北京第一次印刷

印数0001—3,337·定价(9—4)1.70元

统一书号：15165·701（水电—108）

前 言

本教材是根据1961年4月水利电力部在重庆召开中等专业学校教材选编会议上所确定的关于选编教材的四个标准，以及1960年全国水利水电院校水电站课程教学研究会上制订的教学大纲进行编写的。

我们编写这部教材是在总结贯彻党的教育方针、特别是教学改革以来所取得的教学经验的基础上，密切注意了理论联系实际，学以致用原则。为了使教学内容密切结合我国生产实际和反映先进的科学技术成就，本书着重阐述以综合利用为核心的水利经济分析，同时着重阐述以中型水电站为核心的动能结构，对农村小型水电站也作了详尽的介绍。本书除了对一般性的问题进行全面介绍外，在水利经济分析部分是以年调节规划作为中心内容着重予以阐述，并且着重分析水利经济的原则和方法；在动能结构部分是以圆柱形调压室、差动式调压室、木质压力水管、钢筋混凝土压力水管、辐向轴流式水轮机、转桨式水轮机以及动力厂房等作为中心内容。在全书内容次序的安排上，为了照顾学生的水平，由浅入深，并采用了以规划程序与工程布置体系来确定其先后次序。

本教材可作为中等专业学校水利工程建筑专业三、四年制的教科书，也可作为水利工程技术人员参考书。

本教材第一章由吉林水利水电学院李德润同志编写，第十章由成都水力发电学校吕尚泰同志编写，第九章由北京水力发电学校李金龙同志编写，第三章由李德润同志与北京水力发电学校吕晋润同志编写，绪论及第二、四、五、六、七、八章由吕晋润同志编写；全书由吕晋润同志整理定稿。由于编者受政治、业务水平限制，同时缺乏生产实践经验，编写时间又很仓促，因此难免会有不妥及错误之处，希读者多多提出宝贵的意见，以便今后对它进行修改与提高。

编 者

1961年5月

目 录

緒論	7	5-3 間接水錘的近似分析	64
0-1 河川的水能資源和水利資源	7	5-4 管路的水錘分布	8
0-2 河川水能資源的开发	9	5-5 复杂条件的水錘	71
0-3 水电建設事业的发展	11	5-6 水錘的影响及其措施	74
0-4 課程内容	12	第六章 調压建筑物	75
上篇 水利經濟分析		6-1 調压室的概述	75
第一章 水庫的徑流調节	13	6-2 調压室的类型及其基本方程式	78
1-1 概述	13	6-3 調压室断面	79
1-2 徑流調节的基本資料	14	6-4 圓柱形調压室的振幅計算	81
1-3 徑流年調节計算	19	6-5 差动式調压室的振幅計算	89
1-4 徑流多年調节計算	22	6-6 調压室的基本設計原則	98
1-5 洪水調节計算	25	6-7 无阻抗圓柱形調压井的結構靜力分析	99
1-6 特殊类型的徑流調节	29	6-8 压力前池	103
第二章 經濟計算	30	第七章 压力水管	106
2-1 概述	30	7-1 压力水管的类型	103
2-2 計算方法	30	7-2 压力水管的布置及其路綫	108
2-3 水电站的电能成本	33	7-3 鋼管的构造及其附件	110
2-4 水利樞紐的投資	34	7-4 鋼管上的作用力	114
第三章 水利樞紐的主参数	37	7-5 鋼管的应力及其稳定性	118
3-1 概述	37	7-6 鋼管的支座	120
3-2 电力負荷	37	7-7 木质压力水管	122
3-3 水电站的工作特性及其負荷分配	38	7-8 鋼筋混凝土压力水管	127
3-4 水电站的动能指标	39	7-9 經濟直径	134
3-5 水庫的工作深度	41	第八章 水輪机及其調整	135
3-6 水电站的装机容量	43	8-1 水輪机的类型	135
3-7 水庫的正常高水位	48	8-2 水輪机的构造及其表示	137
3-8 规划水利樞紐主参数的程序	49	8-3 水輪机的相似律	146
第四章 水庫調度	51	8-4 水輪机的特性曲綫	151
4-1 水庫調度的任务	51	8-5 水輪机特性曲綫的換算	153
4-2 年調节水庫的調度图及其应用	52	8-6 选择水輪机	159
下篇 动能結構		8-7 机組的調整	167
第五章 水錘	56	8-8 調速系統	170
5-1 水錘及其传播速度	56	8-9 油、水、风系統	175
5-2 直接水錘与間接水錘	62	第九章 动力厂房	178
		9-1 动力厂房的类型	178

9-2 尾水管.....	183	10-3 农村小型水电站枢纽的布置.....	238
9-3 水轮机室.....	191	10-4 装机容量及日调节库容.....	241
9-4 厂房布置及尺寸.....	200	10-5 机电设备的选择.....	242
9-5 厂房的构造.....	213	10-6 水电站厂房.....	247
9-6 厂房主要构件的结构分析.....	218	10-7 厂房的构造及其结构的静力分析.....	251
9-7 厂房的稳定分析及其措施.....	227	10-8 农村小型水电站的运行管理.....	253
9-8 副厂房.....	228	附录 I Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 及其微分值表.....	255
9-9 水电站枢纽的布置.....	231	附录 II φ, ψ, θ 及 ζ 函数表.....	264
第十章 农村小型水电站.....	235	附图 I.....	266
10-1 概述.....	235	附图 II.....	266
10-2 勘测资料.....	235		

緒 論

0—1 河川的水能資源和水利資源

地球表面的水，受太陽照射形成水蒸汽而上升，并蓄積了太陽的能量；以后又由于地球重力作用，水蒸汽凝成水滴而降回地面，且形成了高处向低处的流动，將势能轉化為动能；以后又繼續的蒸发、降落、流动，形成不斷的循环运动。在运动过程中，水所攜帶的巨大能量，在平常表現為对泥沙的推移，对河床、河岸、田地等的破坏。人們認識和掌握了这个自然規律，就可利用这一巨大的自然力為人类作功。河川水流所蘊藏的这种能量，称为河川的水能資源。

計算河川某一河段水能資源的蘊藏量，可以利用下述方法：图 0—1 所示為河川某一河段，其起始断面為 1—1，終止断面為 2—2，如果通过該河段的流量為 Q ，經歷的時間為 T ，則流经該河段的水量为 $W = QT$ 。令 0—0 為基准面，則各断面处的能量可用下式表示，即：

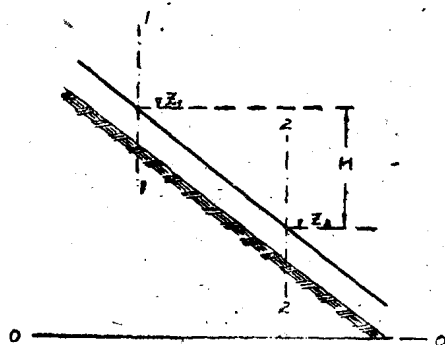


图 0—1 計算水能資源示意图

断面 1—1：

$$\mathfrak{E}_1 = \gamma W \left(Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right); \quad (0-1)$$

断面 2—2：

$$\mathfrak{E}_2 = \gamma W \left(Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \right). \quad (0-2)$$

式中 $\mathfrak{E}$ ——水流的能量（公斤-米）；
 γ ——水的容重（公斤/米³）；
 W ——在 T 时段內流过的水量（米³）；
 Z ——水位（米）；
 p ——大气压力（公斤/米²）；
 α ——流速不均匀系数；
 v ——某断面处河水的流速（米/秒）；
 g ——物体的重力加速度（米/秒²）。

河段內所具有的水流能量，就是断面 1—1 与断面 2—2 所具有的能量差，即：

$$\mathfrak{E}_{1-2} = \gamma W \left(Z_1 - Z_2 + \frac{p_1 - p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2 - \alpha_2 v_2^2}{2g} \right). \quad (0-3)$$

式中 $Z_1 - Z_2$ 为两断面的水位差, 或称河段的落差(水头), 常以 H 表示; $\frac{p_1 - p_2}{\gamma}$ 为两断面的压力水头差, 通常河段相邻处所受的大气压力可看作等值, 则 $\frac{p_1 - p_2}{\gamma} = 0$; $\frac{\alpha_1 v_1^2 - \alpha_2 v_2^2}{2g}$ 为两断面的流速水头差, 通常河段相邻处的流速及其分布可认为相同, 则 $\frac{\alpha_1 v_1^2 - \alpha_2 v_2^2}{2g} = 0$ 。

因此, 河段内的水流能量计算, 可简化为下式:

$$\Theta_{1-2} = \gamma W H. \quad (0-4)$$

单位时间内河川所具有的能量, 称为河川的出力, 某河段上的出力

$$N_{1-2} = \frac{\Theta_{1-2}}{T} = \gamma \frac{W}{T} H = \gamma Q H. \quad (0-5)$$

出力通常以“瓩”或“马力”表示。1 瓩 = 102 公斤·米/秒或 1 马力 = 75 公斤·米/秒, 则河段出力的基本公式可写为:

$$N_{1-2} = \frac{1000 Q H}{102} = 9.81 Q H \text{ (瓩)}. \quad (0-6)$$

在进行水能资源的利用时, 将会有各种水头损失, 所以水电站的出力公式应写为 $N = 9.81 Q H \eta$ 。其中 η 为水电站的总效率, 该值小于 1。

若要计算河川的总水能资源, 只需将河川干支流根据河段特征, 进行分段计算, 然后迭加即可。计算水能资源的流量通常采用多年平均径流量, 或某一种保证率, 如 50%、95% 等的径流量。当河段起始和终止断面的流量不相同, 应采用两断面流量的平均值。

我国的水能资源极为丰富, 自 1955 年以来, 曾对全国大小河川进行全面的勘测工作, 从所获得的资料说明, 不包括小河川的水能资源在内, 按多年平均径流量计算, 全国水能资源蕴藏量达五亿四千万瓩。世界各主要国家水能资源的蕴藏情况及我国各水系的水利资源蕴藏量情况分别列于表 0-1 和表 0-2。

表 0-1

世界各主要国家的水能资源蕴藏量

国 家	水 能 资 源 (10 ⁹ 瓩)						备 注
	据 Q95%		据 Q50%		据 Q平均		
	蕴 藏 量	统计年份	蕴 藏 量	统计年份	蕴 藏 量	统计年份	
苏 联	103.0	1943					包括台湾
中 国	94.1	1955	345.2	1955	544.5	1955	
美 国	26.6	1948	55.2	1948	81.8	1948	
加 拿 大	25.1	1950	47.2	1950	57.0	1950	
比 利 时	12.5	1950	64.8	1950	110.4	1950	
日 本	9.0	1950	24.0	1950	19.0	1950	
印 度	7.5	1935	12.7	1935	35.0	1948	

表 0—2

我国各水系的水利资源蕴藏量 (1955 年统计)

水 系	平均流量 (秒米 ³)	年总水量 (10 ⁹ 米 ³)	水能资源蕴藏量 (10 ⁴ 瓩)			备 注
			据 Q95%	据 Q50%	据 Q平均	
全 国	87,910	2,617.0	94.037	345,216	544,515	
长 江 水 系	32,505	1,026.0	42.194	144,909	217,154	
西 藏 水 系	5,494	173.5	16.459	70,446	117,267	
西南国际水系	8,846	279.1	12.324	53,609	90,694	
黄 河 水 系	1,490	47.0	8.533	23,998	32,741	
珠 江 水 系	13,080	413.0	4.569	16,538	28,551	
东南沿海水系	11,354	358.3	3.828	12,435	20,455	包括台湾海南局
东 北 水 系	7,774	245.4	1.348	9,774	18,899	包括滦河
甘青新内陆水系	2,010	61.4	4.607	12,699	17,534	
海 河 水 系	327	10.3	0.205	0.808	1,220	

此外,我国的水能资源在开发上还具有许多优越条件:水能资源几乎分布在全国各地;重要的工业城市附近都有优良的开发地址;煤矿资源不够丰富的地方,而水能资源特别丰富;河道流量大,落差集中,地形、地质条件有利,因此工程量往往较小,并可获得较多的发电量,从而使我国水电站单位装机容量投资减小。

河川水流除了它蓄积的能量可用来作动力外,它还在灌溉、航运、渔业、给水等事业上,广泛的发挥作用。这种可供人们各方面应用的河川水利效益,称为河川的水利资源。河川所具有水利资源的大小,由于应用的对象不同,其表示方式也不同:在水能的利用方面,以发电的出力数(瓩)表示;在灌溉方面,以灌溉的面积(亩)表示;在航运方面,以通航的长度(公里)表示;在给水方面,以供水数量(米³)表示……。

在社会主义制度下,河川水利资源的利用,不是单独的考虑某部门的需要,而是全面的综合的考虑到国民经济各用水部门的需要,是尽可能的使水利资源得到最大效益,这就是水利资源的综合利用。

0—2 河川水能资源的开发

由于河川径流的不均匀性,天然来水和供水之间的矛盾,而且各用水部门之间存在着一定的矛盾,所以修建水库是解决这些矛盾的最好办法。开发水能资源的另一工作,就是集中河川的落差。集中落差的方式很多,通常是以最有利最经济的原则出发,根据地形、地质条件选定。常用的集中落差的方式有以下几种:

- 1.在河段上筑挡水建筑物(图 0—2)。它常受库区淹没损失及建筑物技术条件等所限制,但其引水建筑物较短。
- 2.在河段上的瀑布(图 0—3)。在自然条件下具有这种的型式是较少。
- 3.在河段上的弯道(图 0—4)。在上游筑挡水建筑物,并用较短的引水建筑物引水至下游,从而获得集中的落差。

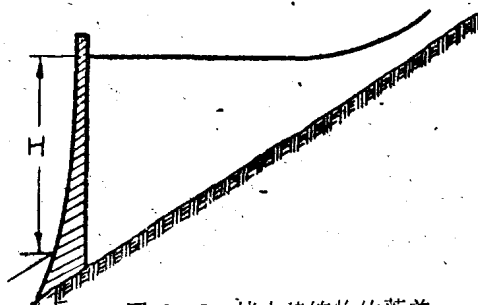


图 0—2 挡水建筑物的落差

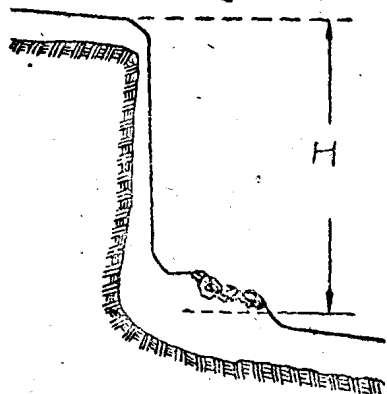


图 0—3 瀑布的落差

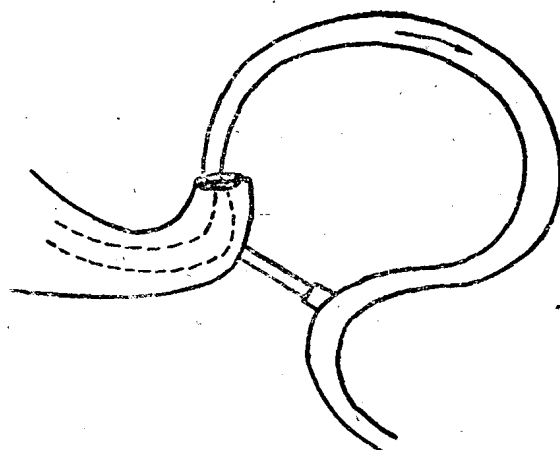


图 0—4 河弯的落差

4. 二条高程不同的相邻的河段上(图 0—5), 在较高的河段上筑挡水建筑物, 并用较短的引水建筑物引水至另一河段, 从而获得集中的落差。

由于河川的水文、地形、地质及各有关用水部门要求等的不同, 水利枢纽布置型式也不一致。按水电站布置型式可分:

1. 堤坝式水电站(图 0—6)。整个落差是由堤坝所形成, 因此也造成了库区的淹没, 其程度取决于上游的地形条件及淹没损失; 只有在河段上筑挡水建筑物形成集中水头。主要建筑物有堤坝、泄水建筑物、深式取水口、较短的引水建筑物以及动力厂房等。

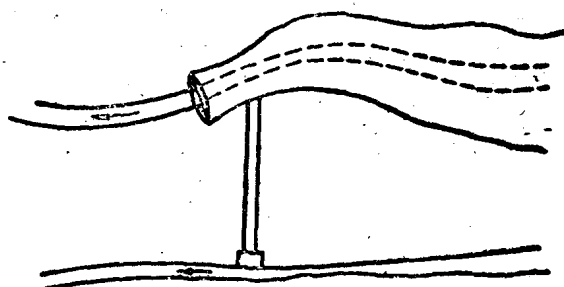


图 0—5 跨流域的落差

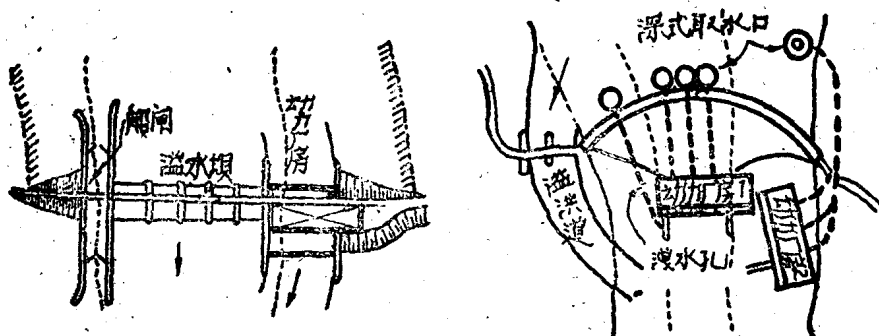


图 0—6 堤坝式水电站

2. 引水式水电站(图0—7)。絕大部分的落差是由引水建筑物所形成,这种型式常在河流坡度較大、流量較小以及不宜筑高坝的情况下才被采用,它常用瀑布或河弯来形成集中水头。主要建筑物有堤坝、泄水建筑物、开敞式取水口、渠道、人工建筑物、压力前池、压力水管以及动力厂房等。

3. 混合式水电站(图0—8)。整个落差是由堤坝与引水建筑物共同形成,这种型式常在河流坡度较大、流量较小以及筑有高坝的情况下才被采用。混合式水电站常利用瀑布、河弯或二条相邻河川来形成集中水头。主要建筑物有堤坝、泄水建筑物、深式取水口、压力隧洞、调压室、压力水管以及动力厂房等。

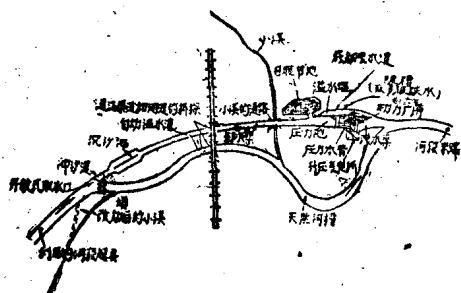


图 0—7 引水式水电站

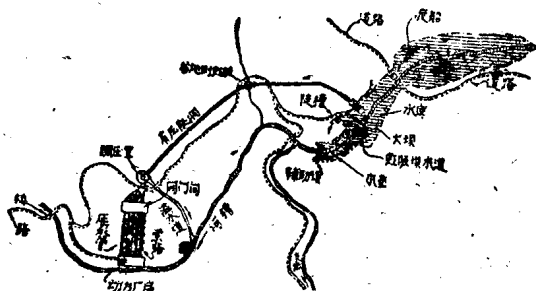


图 0-8 混合式水电站

在整个河川上，根据各河段的地形、地质及流量等因素，布置一系列阶梯式的水电站，以最有利最经济的方式来利用全部水能资源，此谓梯级式开发，这种开发有利于综合利用。

0-3 水电建设事业的发展

我国虽然拥有极为丰富的水能资源，也有无比优越的开发条件，然而，旧中国的水电建设事业却十分薄弱。在国民党整个统治时期，只修建了十几座小型水电站，总装机容量仅1.2万千瓦，其中最大一座才只有3000瓩，而且施工五年。即使规模这样小的工程，所有的机电设备也都是依靠外国供应。日本帝国主义为了掠夺我国的资源，曾经修建了丰满和镜泊湖水电站，工程质量很差。这些水电站在国民党接管后不仅未加维护，并在逃跑时加以破坏。

解放以来，在党和毛主席的英明领导下，在苏联和各兄弟国家的无私援助下，短短几年不仅修复了这些工程，而且许多项目都进行了扩建和彻底的技术改造工作，如经过改建和扩建的丰满水电站，装机容量就增加将近一倍，而且装设了新的技术装备；浙江、福建一带几座较大型的水电站，很快地建设起来。第一个五年计划期间，动工兴建和改建的水电站有20余座，并且有10余座投入运行，新增装机容量达50余万千瓦，为旧中国40年水电站装机容量的38倍以上。到1957年为止全国水电站总装机容量达到90余万千瓦，年发电量达到40余亿度，水电站装机容量约占全国总发电容量的22%。在这段时间中，还进行了大规模的勘测设计工作，培养了大批干部，积累了丰富的建设经验。1958年以来，在党的社会主义建设总路线的光辉照耀下，水电建设事业和全国的各项事业一样，得到了飞跃的发展，投入施工的有50余座，其中装机容量在数十万千瓦以上的就有20余座，总装机容量达1300多

万千瓦，到1958年底投入运行的总容量为100多万千瓦，这样的建设速度是任何资本主义国家都无法相比的。在农村水电建设方面，由于贯彻实行了党的一整套“两条腿走路”的建设方针和水利建设的“三主”方针，特别是在人民公社成立以后，全国农村小型水电站得到了很大的发展，解放初期，全国农村小型水电站只有50余处，装机容量仅5000多千瓦。1958年以来，总装机容量达15万千瓦，到1959年底，全国农村群众自办动力站和水电站即达100多万千瓦，其中水电站为40万千瓦。

随着水电建设事业的发展，我国水轮机制造业也获得飞跃的发展，十年来，我国已制造和设计的水轮机型号有30多种，这不仅彻底改变了解放以前完全依靠外国的现象，而且正向着更大型、更现代化的目标迈进。

在总路线、大跃进、人民公社三面红旗的光辉照耀下，在党的正确方针指导下，我国水电建设事业，将会得到更快的发展，在建设社会主义的道路上，发挥更大的作用。

0—4 课程内容

由于水电站生产的电能，要供给国民经济各部门的应用，同时水电站的建设工作又广泛的影响到河川水利资源综合利用的各有关部门，因此如何使水电建设工作获得整个国民经济的最大效益，是一个非常复杂的工作，例如一个水利枢纽的经济性，就包括了径流调节、经济计算，水电站的主要参数选择，水库调度以及水利规划等内容，同时水电站是由许多水工建筑物和机电设备等组成，它们之中的某一部分的变化，都会引起其它部分的变化，都会使整个动能经济发生变化，我们必须从整个国民经济最有利的原则出发来决定这些建筑物和设备的参数。与水电站直接有关的水工建筑物，如开敞式取水口、深式取水口、动力渠道、压力前池、隧洞、调压室、压力水管、动力厂房等结构的型式、布置、尺寸及强度计算等，都是本课程研究的范围。水电站中的机械设备很多，也非常复杂，有专门的课程进行研究，但与本专业有关的一些设备，如水轮机及其辅助设备，我们也必须研究，以便能最合理的进行水电站的设计和施工。因此，水电站这门课程将涉及到经济、土建、机械、电气等各方面的知识，是水电站建设者必需掌握的主要课程之一。

上篇 水利經濟分析

第一章 水庫的徑流調節

1-1 概 述

徑流調節的含義，是利用天然的湖泊或人工修築的水庫，將天然的河川徑流在時間上進行人為的重新分配，解決天然河川徑流的不均勻性與用水要求不相適應的矛盾。

為了最經濟最合理的重新分配天然河川徑流，達到充分利用水利資源，使調節後的水量滿足國民經濟各有關部門的用水需要，或者減少它們之間的矛盾，必須進行徑流調節。

水庫的總庫容是由兩部分組成（圖 1—1）。下面部分是維持發電的最低水頭或其他要求（如布置深式取水口，供泥沙淤積）而不能利用的死庫容，死庫容相應的水位稱為死水位。上面部分是用來進行徑流調節的有效庫容，即是死水位與正常高水位之間的庫容。所謂正常高水位就是水庫為保證正常供水所應維持的最高庫水位，而死水位就是水庫為保證正常供水消落的最低庫水位。



圖 1—1.

徑流調節的主要任務是分析水庫有效庫容、調節流量（或稱保證供水量）和保證率三者之間的關係。為提供選擇水電站主要參變數（即水電站的裝機容量、正常高水位和死水位等）經濟比較的基本依據，必須進行水能計算，求出在各種樞紐主參數情況下水電站動能指標（即水電站保證出力和多年平均發電量），分析主參數、動能指標和保證率三者之間的關係，選擇樞紐主參數。最後根據選擇的主參數擬定水庫的調度運行計劃。

按水庫調節時間的長短，徑流調節可分成以下幾種類型：

1. 日調節或周調節 一般情況下，一日或一周內天然河川徑流是比較均勻的，而一日或一周內用水則是變化的。例如，在一日內的用電情況，早晨工廠開工的較少，同時需要照明也較少，故要求供電量較低；傍晚工廠尚未停工，照明也較多，故要求供電量增加很多。又如城市居民用水，黎明時需水驟增，夜間則下降。一周內的個別日用水量也是不均勻，例如工廠在每周內的休假日，工業用電則發生驟減。因此在一日或一周內就要求不均勻的供水，而與天然河川徑流是不相適應的，故需築水庫把除供水外的剩餘天然河川徑流蓄存起來，留待於用水較多時利用。在此情況下，水庫只擔任一日或一周內用水不均的調節任務。

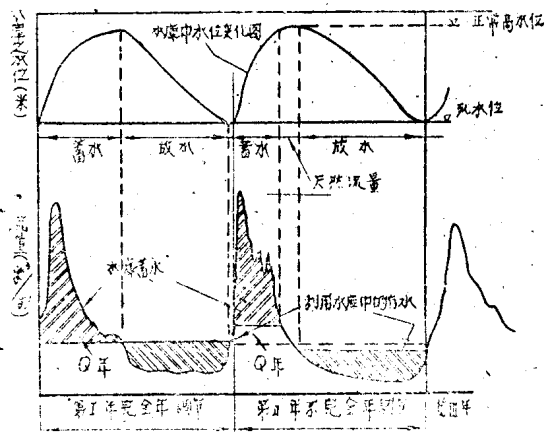


圖 1—2.

2. 年調節 由於一年內各時刻的天然河川徑流是極不均勻的（圖 1—2），如

雨源河流一般夏季水量丰沛，冬季则枯；融雪与雨源混合的河流，春季水量也较丰富。然而，一年內用水一般也是变化的，例如，灌溉用水在春夏季作物生长期需大量用水，冬季甚至不需要用水；又如，发电由于冬季昼短夜长要求照明较夏季为多等。所有这些都要求以不均匀的供水来满足各部门的需用。然而，天然河川径流和供水的不均匀性是不相适应的，甚至有显著的矛盾，故需筑水库将丰水季节除供水外的多余水量蓄存起来，供天然河川径流较枯时利用。年调节水库除担任年内径流与供水不均匀性的调节任务外，尚能担任日调节和周调节任务，故年调节水库有效库容比日调节和周调节的大得多。

3. 多年调节 多年调节水库的任务是进行多年內天然河川径流与供水不均匀性的调节，就是将丰水年份除供水外多余水量利用水库蓄存起来，补足个别或一系列枯水年天然河川径流的不足（图 1—3），同时还可担任日、周和年内径流调节的任务，它所需库容最大，故多年径流调节是比较复杂的，是径流调节的高级形式。

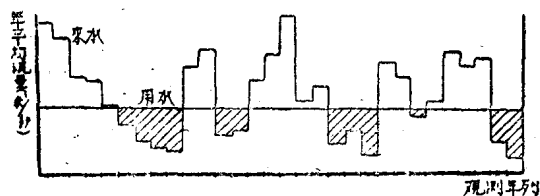


图 1—3

根据天然河川径流利用程度的不同，上述各种调节类型均可分为完全的和不完全的径流调节两种方式。所谓完全调节系指水库可蓄存设计枯水年丰水期除供水外的全部多余水量，而无弃水产生且保证均匀供水而言。反则亦然。

由于不同类型的径流调节，具有不同的特点，所以应根据不同情况来分析。一般说来，日或周调节水库的径流调节较简单，本章不做重点介绍，而详细的分析年与多年调节水库的径流调节。

1—2 径流调节的基本资料

一般说来，设计人员对计算方法比较感兴趣，而对基本资料往往注意不够。有的设计已完成或接近完成，但当检查原始资料时往往却发现错误和欠周之处，造成了全部设计返工以及人力、物力和时间上的浪费，拖后设计进度，影响了施工。因此在设计前，应该详细检查与分析原始资料的质量，作好充分的调查研究和准备工作，这是因为设计成果质量的好坏，主要取决于应用原始资料的可靠程度，任何复杂精确的计算方法都不能使其计算成果比原始资料更为正确。

径流调节计算所需的原始资料，主要的包括有下列三方面：

1) 水库地形地质资料 包括库水位与库面积、库水位与库容关系特性，以及库区渗漏特性等。

2) 水文、气象资料 包括雨量、径流、蒸发、泥沙及厂址水位流量关系特性等。

3) 国民经济各部门用水资料 包括各时段的用水量大小，设计保证率的要求，超出设计保证率特枯水年允许破坏程度等。

1. 库水位与库面、库容关系曲线 水库是由坝将水位壅高，淹没河滩及两岸山坡原野

而形成。水庫庫容大小和坝址上游庫区地形有密切关系，而水庫在地形上的特性，通常用庫水位与庫面、庫容关系曲线表示。其具体計算繪制步骤如表 1—1 所示。

表 1—1

上游庫水位 $Z_{上}$	水位差 $\Delta Z_{上}$	相应庫面的 庫面积 F	平均庫面 $F_{平}$	水位差間的庫容 ΔV	累积庫容 $V = \Sigma \Delta V$
1	2	3	4	5	6
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—

(1) 在設計水位範圍內，假設若干不同的水位 $Z_1, Z_2, Z_3, \dots$

(2) 在庫区地形图上，应用求积仪（或数格法）求不同水位相应的庫面积 F_1, F_2, F_3

(3) 求相邻两水位間的庫容：

$$\Delta V = \frac{1}{2} (F_1 + F_2) (Z_2 - Z_1) \quad (1-1)$$

实际上，两水位間所包括的体积近似于梯形，較精确的計算可用梯形公式：

$$\Delta V = \frac{1}{3} (F_1 + \sqrt{F_1 F_2} + F_2) (Z_2 - Z_1) \quad (1-2)$$

(4) 从坝址最低高程开始累加，則得到不同水位下所相应的庫容。

(5) 以表中 1 項为纵标，3、6 項为横标，繪制庫水位与庫面、庫容关系曲线（图 1—4）。

2. 水庫的水量损失

(1) 蒸发损失 系指水庫修筑前水庫淹没範圍內陆面蒸发变为水面蒸发所增加的损失。

从水文学中知道陆面蒸发水深等于降水量减径流水深。

則庫面蒸发损失水深为：

$$\Delta h_{蒸} = \text{水面蒸发水深} - \text{陆面蒸发水深} \quad (1-3)$$

(2) 渗漏损失 水庫渗漏一般包括坝身、坝基及庫区渗漏三部分，后二項計算复杂，需經水文地质的分析，且很难求得准确。因此，当缺乏資料或設計中小型水庫时常采用經驗方法估算之。对庫区的渗漏可根据庫区水文地质条件按表 1—2 采用之。

表 1—2

庫区水文地质条件	年 损失 水深 (米/年)	占蓄水庫容的百分数 (%)	
		每 年	每 月
良 好	0~0.5	0~10	0~1
較 差	0.5~1.0	10~20	1~1.5
不 好	1.0~2.0	20~40	1.5~3

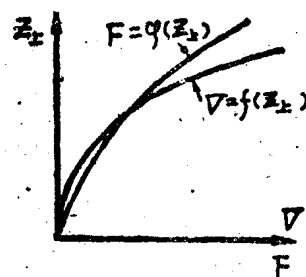


图 1—4

(3) 結冰損失 水庫冬季放水時一部分結成冰塊，沉落岸上不能利用，但結冰損失是暫時性的，因春季融化後仍會流回水庫，除非變成浮冰溢走則無法收回，故需視具體情況而定。

在初步計算時，每年的水量損失均近似的採用相同的數值從天然河川徑流中扣除，可按下式估算：

$$\Delta W = (\Delta h_{\text{蒸}} + \Delta h_{\text{滲}}) F \quad (1-4)$$

式中 $\Delta h_{\text{滲}}$ ——年滲漏損失水深；

F ——死庫容加 0.8 倍有效庫容相應的庫面。

在詳細計算時，可事先繪制以月份為參數的水量損失及庫水位關係曲綫(圖 1—5)。

3. 水庫淤積 當挾帶泥沙的水流進入水庫後，由於流速的降低，泥沙逐漸下沉，產生了淤積。最大粒徑泥沙沉積於水庫首部，較細者移向庫區中部，最細者被水流挾帶壩前沉積或宣洩到下游(圖 1—6)。

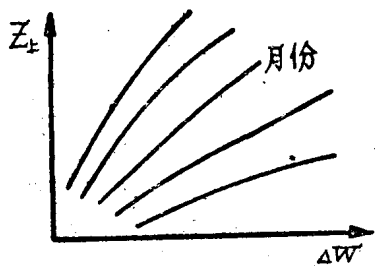


圖 1—5

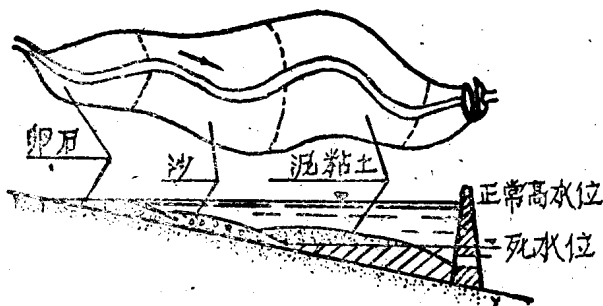


圖 1—6

因此，水庫就必須預留供泥沙淤積用的庫容，尤其在輸沙量較大的河流更為重要。水庫必須具備的淤泥庫容可按下式計算：

$$V_{\text{淤}} = U_{\text{年}} \times T \quad (1-5)$$

式中 $U_{\text{年}}$ ——多年平均輸沙量，以庫中沉積緊密了的泥沙容積為單位；

T ——使用年限，即淤積庫容被淤滿的年限，預先規定。

4. 國民經濟各部門用水要求

(1) 灌溉用水 隨地區氣象特徵(雨量分布、霜凍期等)、土壤及地質特性、農作物組成等情況而變化。一般旱田作物(如小麥、棉花等)每畝需水約在 200~300 米³/年，水稻 500~1000 米³/年。灌溉要求設計保證率一般在 75~85% 左右，在干旱地區為擴大灌田面積，也有採用小於 75% 的。設計保證率以外的特枯水年，允許破壞程度視農作物需水的最低極限，以及由於缺水而造成損失對整個國民經濟影響的大小而定，一般降低原設計保證率的 10~30% 左右。

(2) 發電用水 主要有工農業用電及城市居民生活用電。市政用電每人 50~100 度/年，隨地區經濟條件及發展情況而定；工業用電視用戶用電特性而不同 如電爐鋼耗電 800~1000 度/噸，生產水泥只需 30 度/噸左右。由於停電給國民經濟帶來巨大損失的用戶，對