

高等学校交流讲义

水工建筑物

上册

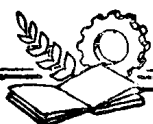
天津大学水利系水工建筑物教研室编

只限学校内部使用



中国工业出版社

高等学校交流讲义



水 工 建 筑 物

上 册

天津大学水利系水工建筑物教研室編

中 国 工 业 出 版 社

全书共十八章，分上下两册，上册包括緒論、水庫、当地材料坝、混凝土坝及水閘工程等九章；下册包括泄水及引水建筑物、閘門、渠道、樞紐专门建筑物、樞紐勘测設計、管理和观测研究等九章。

本书注意貫徹党的社会主义建設方針，密切結合我国生产实际、反映国内外最新科学技术成就；同时考虑到教学上的要求，遵循由淺入深、循序漸進的原則，在章节順序上做了新的安排。

本书适合作为高等院校水利系河川樞紐及水电站建筑专业五年制或四年制的教科书，为适应各院校教学时数的某些差別，采用此书时，可按具体情况選擇其中部分内容讲授。

本书也可供水利系其它专业师生、水利工程技术人員及科学工作人員参考。

水 工 建 筑 物

上 册

天津大学水利系水工建筑物教研室編

中国工业出版社出版(北京佟麟閣路丙10号)

(北京市书刊出版事业許可証出字第110号)

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

开本787×1092¹/₁₆·印張25 5/8·插頁2·字數560,000

1961年9月北京第一版·1961年9月北京第一次印刷

印數0001—2,837·定价(10-6)3.05元

統一书号: 15165·907(水电-136)

目 录

前言.....	3
第一章 緒論.....	4
§1-1 水利事业.....	4
§1-2 我国水利建設的成就.....	5
§1-3 我国水利科学的发展.....	8
§1-4 “水工建筑物”的科学基础和解决水工問題的方法.....	9
第二章 水庫及水利樞紐.....	12
§2-1 水庫.....	12
§2-2 水利樞紐.....	18
§2-3 水工建筑物.....	20
§2-4 水利樞紐和水工建筑物的分等分級及其意义.....	27
第三章 土坝.....	29
§3-1 概述.....	29
§3-2 土坝的一般設計原則、步驟及断面基本尺寸.....	32
§3-3 土坝的渗透計算.....	34
§3-4 土壤的渗透变形.....	49
§3-5 土坝的稳定計算.....	52
§3-6 土坝的材料.....	69
§3-7 坝身构造.....	73
§3-8 土坝的地基处理和与岸坡及其他建筑物的連接.....	83
§3-9 水中填土坝.....	90
§3-10 冲填坝.....	93
§3-11 坝型選擇.....	100
第四章 堆石坝.....	102
§4-1 概述.....	102
§4-2 堆石坝的沉陷变形.....	104
§4-3 对石料的要求.....	106
§4-4 对地基的要求.....	107
§4-5 堆石坝的渗透計算及稳定分析.....	108
§4-6 堆石坝剖面尺寸.....	109
§4-7 堆石坝的防渗設備.....	110
§4-8 混合式堆石坝.....	115
§4-9 堆石坝的施工特点.....	118
§4-10 定向爆破筑坝.....	118
§4-11 坝型選擇及比較.....	121
第五章 非溢流重力坝.....	123
§5-1 概述.....	123
§5-2 荷載及荷載組合.....	123

§5-3	重力坝的稳定分析	128
§5-4	坝身应力分析	130
§5-5	重力坝的剖面设计	144
§5-6	重力坝的材料及构造	148
§5-7	重力坝地基及地基处理	169
§5-8	宽缝重力坝	174
§5-9	其它型式重力坝	178
第六章	溢流重力坝	182
§6-1	概述	182
§6-2	溢流坝的孔口尺寸及剖面形状	183
§6-3	下泄水流剩余能量及其消除	189
§6-4	底流式消能	193
§6-5	挑流式消能	204
§6-6	其他型式消能	203
§6-7	折冲水流	212
§6-8	溢流坝的构造	217
第七章	拱坝	221
§7-1	概述	221
§7-2	计算原理	225
§7-3	拱坝平面布置	233
§7-4	地基变形计算	245
§7-5	水平拱法(纯拱法)	251
§7-6	悬臂梁——拱法	256
§7-7	拱坝坝身泄水	274
§7-8	拱坝的构造	278
§7-9	目前拱坝设计和研究中的一些问题	286
第八章	支墩坝	293
§8-1	概述	293
§8-2	大头坝	296
§8-3	平板坝	312
§8-4	连拱坝	323
§8-5	其他型式的支墩坝	333
第九章	平原地区的闸坝工程	337
§9-1	概述	337
§9-2	闸孔尺寸和下游消能设备	341
§9-3	闸坝下土基中的水流渗透	349
§9-4	闸室的构造和强度计算	365
§9-5	地基稳定计算、沉陷计算和地基处理	373
§9-6	连接建筑物	383
§9-7	各种类型水闸的特点	390
§9-8	水闸的布置和防沙措施	393
§9-9	平原地区的溢流重力坝	403

前 言

1958年随着全国工农业生产大跃进，高等院校也展开了轰轰烈烈的教育革命，坚决贯彻了党的“教育为无产阶级政治服务，教育与生产劳动相结合”的教育方针，在贯彻这一方针的过程中，我们深深感到需要编写一本既结合我国生产实际，又能反映最新科学技术成就，适合水工建筑专业要求的新教材，以适应形势发展的要求。于是在党总支的领导下，教研室组织了力量着手进行教材的编写工作，于1959年秋完成了初稿，后来又根据教学实践中所发现的问题以及最新的文献进行了修改和补充，今年四月，教研室接受了编写任务以后，又组织了力量遵照中央的指示仔细地作了审查和修订。

这次修订教材是本着以下原则进行的。

(1)贯彻党的水利建设方针政策。除去在绪论及以后各章中阐明政策以外，并注意把方针政策的精神具体结合有关问题加以贯彻。例如，对节约水泥钢材的坝型如当地材料坝、大头坝、宽缝重力坝等在内容上充实了很多，并把当地材料坝列在前面。

(2)密切结合我国生产实际。在内容的取舍上应符合我国的建设情况。我国大、中型水利枢纽多修建在河流的中上游，所以在新教材中不只对于当地材料坝，对于石基上的高坝，如重力坝、拱坝、支墩坝等，也在内容上比以前加强了很多；我国广大平原地区修建了很多水闸工程，在水闸的建设中积累了极其丰富的经验，所以在新教材中增添了“平原地区的闸坝工程”一章。在教材中所介绍的计算方法，也大都是我国生产部门所经常采用的方法。

(3)新教材应充分反映最新科学技术成就，特别是苏联和我国的新成就，如新理论、新坝型、新技术措施以及新的计算方法等，在新教材中都有所反映。

(4)适合水工建筑专业的教学要求。教材内容一方面应有足够的深度和广度，另一方面也要考虑到学时的安排。重点内容讲深讲透，文字力求精炼。为了适应不同学校的教学要求，某些内容用小号字排印，讲授时可根据需要有所取舍。

最后，本书在内容编排上也作了一些革新，如为了加强建筑物的系统性，把水工隧洞纳入“泄水及引水建筑物”一章，从首部建筑物、衬砌的计算、一直到出口建筑物，内容上比较连贯，这样给同学的概念是比较完整的。又如溢流土石坝列为专章，既反映了新的科学技术成就，也便于讲授和学习。

这本教材是教学改革的产品，是在党的领导下集体编写的，虽然比以前的讲义有一定的充实和提高，但限于编者的水平，书中还难免有错误以及不能令人满意的地方，我们诚恳地希望各兄弟院校以及产业部门提出宝贵的意见，以便再版时修订。

天津大学水利系水工建筑物教研室

1961.4.30.

第一章 緒 論

§1-1 水利事業

I、水利事業在國民經濟中的重大作用及綜合利用原則

在我國遼闊廣大的土地上，奔騰着成千上萬的河流，流域面積在 1,000 平方公里以上的就有 1,600 多條，總長約 23 萬公里，僅主要河流的徑流總量就有 26,800 億立方米，水力資源總蘊藏量達到 5.8 億瓩。

利用這樣豐富的水力資源為人民造福，構成了國民經濟中的重要組成部分——水利事業。水利事業包括防洪、農田水利、水力發電、水上運輸、居民及工礦企業的給水和排水、漁業和衛生等部門。

由於歷史上封建統治階級和國民黨反動派罪惡統治的結果，豐富的水力資源不僅很少得到開發，而且使我國成為水旱災害極為嚴重的國家，幾千年來滔滔的洪水曾奪去多少人民的生命！嚴重的乾旱曾使多少人民流離失所！

解放後，為了千百萬人民生命的安全，為了工農業生產的持續躍進，黨領導了全國人民與洪水展開了堅決的鬥爭，取得了巨大的勝利。

農業是國民經濟的基礎，水利事業與農業的發展有密切的關係，毛主席指示我們“水利是農業的命脈”，水是農業八字憲法中重要的一條。發展農田水利、保證農業生產，是我國水利事業的一個重要方面。

水力發電的發展在我國有着極為有利的條件。在黨的“水火並舉，因地制宜”的電力建設方針的指導下，水電事業也有了飛躍的發展。

水上運輸成本低、運量大，它是交通運輸的重要部門。我國河流、湖泊眾多，是發展水上運輸的有利條件。開辟南北運河，溝通東西走向的天然河系，形成全國四通八達的水運網，是我國人民改造自然的光輝前景。

水利事業的各個部門都與國民經濟的發展和人民生活水平的提高有着密切的聯繫，在國民經濟中有着重大的作用。

為了最有效、最充分地利用水利資源，在治理與開發河流時，必須遵守水利資源綜合利用的原則。這一原則的基本精神是：以最少的投資，最合理地利用水利資源，綜合地滿足國民經濟各個部門的需要，獲得國民經濟最大的綜合效益。也就是說，在開發河流時應該同時考慮防洪、灌溉、發電、航運、漁業等部門的要求。

但是，水利事業的各個部門對開發河流所提出的要求是不相同的，有些部門需要均勻供水，有的則要求周期供水，某些部門需要耗水，而另一些部門則只是利用水的能力而不減少河流的徑流。從防洪的要求出發，希望加大水庫的防洪庫容，並且要求在汛前放空這部分庫容以便攔擋洪水；從發電的角度出發，又希望盡量加大興利庫容。總之，在各個用水部門之間是存在着一定的矛盾的。因此，對綜合利用中的各個部門，不應機械地等同看待，而應從取得國民經濟最高綜合效益出發，結合河流特點，考慮技術上的可能性和經濟上的合理性，將各部門的要求分清主次，作出最充分利用水利資源的開發

方案。这就是解决矛盾的基本原则。

很显然，这种以国家与全民的利益为依据的综合利用原则，在资本主义社会中是不可能做到的，只有在社会主义的制度下才能得到彻底的实现。我国在1955年制订了黄河流域的综合开发规划，考虑到防洪、发电、灌溉、航运及水土保持等各方面的要求，提出了关于根治黄河水害和开发黄河水利的综合规划报告，为全国各大河流的治理与开发树立了典范。其中三门峡水利枢纽建成后，首先解决了几千年来威胁着河南、河北、山东、安徽、江苏等省八千万人民生命财产的洪水灾害；其次利用水库蓄水可灌溉山东、河南、河北等几千万亩农田；在发电方面，每年可发出几十亿度的电供给附近工业基地；另外，还可发展水库上下游的航运。其它各大江河（长江、淮河、海河、辽河等）的流域规划以及我国已建成的水利工程也都充分地体现了综合利用的原则。

在资本主义国家里，由于生产资料的私有制，水利资源的开发，不过是为了满足垄断资本集团追求最大利润的目的，因此不可能有计划地利用水利资源。同时由于各垄断集团之间的利害冲突，不仅不能充分利用水利资源，而且白白地浪费了许多宝贵的水利财富。如美国密苏里河流域虽有周期性的严重水灾，并有发展水力发电和灌溉用水的条件，但由于发展水电对电气垄断集团不利，致使该河长期得不到开发。

由此可见，合理开发水利资源不只是一个技术问题，更重要的则是取决于社会的政治制度。

II、党的水利建设方针政策

全国解放之初，旧政权遗留下来的水利设施已经破烂不堪，党大力组织人民群众，与各个江河的洪水灾害进行了艰苦的斗争。并提出：“在受洪水威胁的地区，应着重于防洪排水，在干旱地区，则应着重开渠灌溉，以保障与增加农业的生产。同时应加强水利事业的调查研究工作，以打下今后长期水利建设的基础”^①。特别是从毛主席提出了“一定要把淮河修好”的伟大号召以后，鼓舞了广大人民群众，展开了大规模的流域性的治理工作。同时，我国许多主要河流的洪水也得到初步控制。

从1953年起，我国进入了第一个五年计划建设时期，在这个时期内，党中央公布的过渡时期总路线和全国农业发展纲要（草案）四十条，对水利工作提出了新的任务和要求。此时，党对水利建设提出：“今后必须积极从流域规划入手，采取治标治本结合、防洪排涝并重的方针，继续治理为害严重的河流，同时积极兴办农田水利，以逐渐减免各种水旱灾害，保证农业生产的增产”^②的具体要求。全国人民掀起了一次又一次轰轰烈烈的水利建设高潮，大大地加快了我国水利建设和水利科学技术的前进步伐。

1958年，党根据我国政治、经济和自然特点，分析和总结了我国历史上特别是解放后人民群众丰富的治水经验，提出：“以蓄为主、小型为主、群众自办为主”、以及“大、中、小相结合”的水利建设方针。水利建设的“三主”方针，体现了我国水利建设中的根本指导思想，对我国水利运动起着巨大的推动作用，促进了水利事业的跃进。

§1-2 我国水利建设的成就

I、解放前我国劳动人民对河流的开发和治理

① 李葆华：在全国各解放区水利会议上的报告。1949年

② 周恩来：在第一届全国人民代表大会上的政府工作报告。1954年

我国劳动人民在征服洪水灾害、开发水利资源的斗争上有着悠久的历史，几千年来修建了各种水利工程，积累了宝贵的治水经验。

远在四千年以前，就有“大禹治水”的传说，说明当时我国劳动人民曾与黄河展开了一场大规模的搏斗，并取得了光辉的成就。黄河下游长约一千八百多公里的大堤，就是与黄河长期的斗争中逐渐形成的，有的地方堤身高达15米。

随着我国封建社会的形成及其发展，劳动人民在引水灌溉方面也有着光辉的创造。远在公元前250年左右，即修建了著名的四川灌县都江堰分洪灌溉工程，既减轻了岷江两岸的洪水灾害，又可灌溉土地300万亩。其他如引涇水的郑国渠，引黄河水的秦渠、汉渠等都是秦汉年间修建的。由于这些灌溉工程的修建，对当地的农业发展起了积极的推动作用。

在水运工程方面，也有悠久的历史。公元前221年的秦代，就修建了沟通湘江和桂江的运河——灵渠，共长33公里。纵贯我国南北的大运河，是历代所修的运河连接形成的，其中修建最早的一段是公元前485年（吴国）开通的邗沟（由淮河到长江），其他各段多为隋、元年代建成。到1292年全线通航，由北京到杭州全长约1700公里，将华北水系、黄河、汶水、泗水、淮河、长江和钱塘江等天然河流联系起来，其规模之大是世界少有的。

对于水力的利用，早在汉晋年代，就有利用水力推动水轮，带动水碓水磨，用以碾米造纸或进行其他工作。

以上所介绍的只是我国人民治水斗争的片断，这些伟大光辉的创造都是人民群众集体智慧的结晶，充分表现了历代劳动人民改造自然的英雄气魄。

马克思主义者认为，人类征服自然的伟大事业，决不可能在阶级社会中完成。我国几千年来长期处在反动腐朽的封建社会里，而近百年来，又遭受帝国主义、封建主义和官僚资本主义的三重剥削和压迫，造成我国一穷二白的面貌，使劳动人民征服自然的智慧和力量受到封建枷锁的桎梏，因此不能摆脱自然灾害的苦难，经常受到水旱灾害的折磨。国民党反动统治期间，水利建设不仅没有得到发展，恰恰相反，有些工程还遭到了严重的破坏，尤其可恶的是在1938年将花园口附近的黄河大堤扒开，使黄河洪水倾入黄河与淮河之间的广大平原，给人民带来了极大的灾难，犯下了灭绝人性的滔天罪行。

II、解放后我国水利建设的辉煌成就。

全国的解放，使我国水利建设事业进入了一个崭新的阶段，在党的领导下，全国人民向自然展开了全面的大规模的英勇斗争，人民群众智慧和力量得到了充分地发挥，显示了无比的威力。1952年土地改革运动，促成了第一次群众兴修水利的高潮。农业合作化运动，再一次掀起了1956年的水利高潮。1958年以来的大跃进和人民公社运动，更使我国的水利建设事业获得了空前的发展，取得了史无前例的光辉成就。

1949年到1959年，全国投入水利建设的劳动力达四百多亿劳动日，共完成土石方总量八百多亿立方米；修建了蓄水一亿立方米以上的大型水库60座，中小型水库、渠道400多万处；建成大型水闸33座；整修堤防12万公里，塘坝1500多万处，万亩以上的灌溉系统4400多处；初步治理水土流失地区60万平方公里（占总面积40%），改造洼地2.1亿亩（占55%）^①。十二年来，我国几条主要河流，如长江、黄河、淮河、海河、珠江、

① 此处的资料为1959年的统计数字。

辽河和松花江都已在不同程度上开始进行治理和开发，有的已经受到基本控制。成就之大，发展速度之快，是古今中外历史上所没有过的。

我国水利建设的巨大发展，初步改变了祖国的河山面貌，减轻了水旱灾害，并为今后的农业增产提供了有利的条件。

黄河这条奔腾咆哮了几千年的河流，在1933年特大洪水时，决口72处，淹没河北、河南、山东等省67个县共12000平方公里的土地，不知淹死了多少生命财产！然而在同样洪水的1958年，洪水却驯服地流入大海。三门峡工程1960年拦洪后，黄河下游的洪水威胁可大大减轻，在一系列治黄主要工程完成后，多灾多难的黄河，素称“百害无益”的河流逐渐驯服下来，两岸人民的深重灾难将成为过去。黄河，祖国文化的摇篮，在社会主义共产主义建设中，越来越起着巨大的作用。

“大雨大灾，小雨小灾，无雨旱灾”，这是对解放前的淮河的逼真写照，这也是对历代反动统治者的血的控诉。原来淮河两岸是个富裕的鱼米之乡，有“走千走万，不如淮河两岸”之称，但由于长期的封建统治，使其水系逐渐混乱起来，灾害逐渐增多。至1938年更由于不顾千百万人民死活的国民党反动派掘开花园口的黄河大堤，使黄河改道入淮，造成了泛滥延续九年的黄泛区，从此淮河成为一条灾难的河流。

解放后，开始了对淮河的根治。几年来在淮河上、中游修筑了薄山、南湾、佛子岭、梅山等山谷水库和十几处湖泊洼地蓄水工程。同时对中、下游干支流的堤防进行了整修、加固，在下游还用洪泽湖蓄水以控制洪水。1957年冬季以来，在安徽淮北地区开展的河网化运动是平原易涝地区总结多年经验得出的最完善的治水方法。现在，淮河流域已建成和正在兴修的工程，设计总蓄水量约为300亿立方米，再加上大量的小型工程，则象1931年那样大的洪水（洪水量394亿立方米），就不可能再泛滥成灾了。

毛主席的“一定要把淮河修好”的号召即将全部成为现实。

在海河流域，1951年修建的官厅水库，控制了永定河的水流，保证了首都的安全。为了解除对天津市和津浦路的洪水威胁，减轻大清河下游的水患，在1951年初即开始修建独流减河工程。为了根治海河，依靠人民公社的伟大力量，在1958~1959年仅仅一年的时间内就修起了黄壁庄等六个大型水库，发挥了拦洪作用，解除了滹沱河、潮白河及大清河河南支等河流的洪水威胁。

在长江流域，1952年修建的荆江分洪工程，战胜了1954年特大洪水，使荆江以下广大地区及武汉市安然无恙。

建国十二年来，水电建设有了飞跃的发展。全国新建和改建的水电站有几十座，农村水电站也有了很大的发展，同时我国沿海利用潮汐发电的事业也已经有了良好的开端。

随着工农业的跃进，我国内河航运亦有了很大的发展。1958年内河通航已由解放初期的73000公里增至150000公里。在淮河干流上已经终年通航轮船。此外还修建了若干个现代化的港口。从北京到杭州的南北大运河也开始了大规模的整修。

农田水利事业已经取得了惊人的成就，全国的灌溉面积由解放前的2.4亿亩增加到10亿亩以上，占全国总耕地面积的60%左右，约为世界总灌溉面积的1/3，居世界首位，仅1958年一年内所增加的灌溉面积就相当于美国十六年（1939~1955年）所增加灌溉面积的十六倍，保证了农业的大跃进。

我国水利建設之所以有如此巨大的成就，完全是由于党和毛主席英明領導的結果。

Ⅲ、我国水利建設事业的光輝前景

我国水利事业所取得的巨大成就，只是一个偉大事業的开端，要彻底完成改造自然的宏偉事业，还必须作坚持不懈的斗争。

李富春副总理在1960年第二届全国人民代表大会第二次會議上所作的报告中，明确提出：“在十年左右的时间，争取在全国范围内基本实现农业机械化和水利化，并实现相当程度的电气化。”

基本实现水利化以后，我们将向着更偉大的征服自然的目标前进。全国所有大、中、小河流都要进一步的开发利用，祖国的自然面貌会发生更大的变化。到那时，沙漠变良田，处处米粮川；全国将形成四通八达的河运网，条条水路通北京；到那时，将建立起全国统一的电力系统，使大、中、小水电站配合火、风、气、潮等各种能源的电站，实现全国高度的电气化。

英雄的中国人民，在中国共产党和毛主席的英明领导下，高举总路綫、大跃进、人民公社三面紅旗，立下雄心壮志，一定要战胜自然，光輝灿烂的共产主义前景已展示在我们的面前，任何力量也不能阻擋我們前进，胜利永远是我們的！

§1-3 我国水利科学的发展

毛主席在实践論中指出：“人的認識，主要地依赖于物质的生产活动，逐漸地了解自然的現象、自然的性质、自然的規律性、人和自然的关系；……”。

人类在征服水旱灾害与开发水利资源的长期斗争过程中，逐漸地形成了水利科学。

由于治水斗争的需要，我国的水利科学，很早就得到了发展。如治水方面，很早就有“順水之势，因势利导”、“因乎地形，察乎水势”、“筑堤束水，以水攻沙”等科学的总结。公元前132年，就有用柴草堵口的記載。我国劳动人民与黄河长期斗争中积累起来的“堵工”經驗是非常出色的。过去三千年間黄河所发生的一千五百多次决口，大都是用堵工堵塞住的，至今各处堵口、断流、搶护堤岸，还常采用这种方法。我国在修渠引水，开凿运河，修筑堤坝等方面都有悠久的历史，但是由于反动阶级长期統治的結果，水利科学的发展极为緩慢。

解放以后，在党的领导下，我国水利科学技术有了巨大的发展。

山区人民在拦蓄山洪、保持水土、战胜干旱灾害的斗争中，創造了“全面规划，綜合治理，坡沟兼治，治坡为主”“工程措施与生物措施相结合，水土保持与生产密切結合”，以及“引水上山，渠庫結合，白馬分羣，长藤結瓜，形成自流灌溉”等經驗。

洼地改造和河网化是平原易涝易旱地区治水斗争的先进經驗。河北省原天津专区人民創造了“适应、利用、限制和改造自然，因地制宜，因水种植”的洼地改造經驗；安徽淮北广大的易旱、易涝地区人民創造了具有嶄新內容的引、蓄、灌、排綜合利用的河网化的經驗。

在大型水工建筑物的地基处理方面，在淮河、长江上的許多大型水閘，成功地采用了无桩基础，目前已开始在軟基上修建較高的混凝土溢流坝。在砂礫地基处理方面我們采用了粘土、混凝土防渗墙等新技术，对細砂地基，已采用了水泥灌浆、深层爆炸加密、預压沙井加固等一系列方法进行处理，都获得了良好的效果。随着山区高坝的修

筑，要求我們处理許多复杂的地质問題，如断层、喀斯特溶洞等。为此，我們應該吸取国外成功的經驗，創造性地运用在我們的建設工作中。我們已成功地在喀斯特溶洞地区建筑了許多土坝。

在当地材料坝的筑坝新技术方面，我国已取得巨大的成就。如在水中填土筑坝、定向爆破筑坝方面都有許多創造。

在溢流土石坝方面，我国远在1874年在湖北荆門就曾經修建了8.3米的溢流土坝，大跃进中，有些地区也修了一些溢流土石坝。

在混凝土坝方面，我們已采用了各种坝型，并成功地采用了各种型式的溢流混凝土坝。不論在坝的高度或筑坝技术方面都已达到世界先进水平。

在水电站設計上，也采用了世界上最新的技术，采用了地下式、閘墩式、厂房頂溢流式、坝內式及露天式等新型厂房。

在施工速度方面，由于貫徹了党的土洋并举的方針，开展了工具改革运动，再加上劳动人民的冲天干劲，我們所創造的水利工程施工高速度是資本主义国家望尘莫及的。

对泥沙問題，进行了許多研究工作。如对异重流的研究，已取得了一定的成果。

在水工模型試驗方面，圍繞高速水流問題展开了极为广泛的工作。对高速水流的掺气和脉动、水工建筑物的气蚀和振动、高速水流的消能和冲刷等問題的研究，都有了一定的成果。在試驗技术方面，已普遍采用现代化的电测仪器，尖端技术也开始运用在水工建筑技术上。

在应力試驗研究方面，解放前是一片空白。解放后，在短短的几年內，已迅速开展起来。

原型观测工作也在逐渐展开。

几年来，我国建立了許多水利科学研究机构，新办了許多高等水利院校，建立了大型的实验基地，形成了强大的水利科学研究的网，一支又紅又专的水利科学工作队伍正在飞速地成长。我国水利科学的巨大成就，是党的总路綫的胜利，是党的羣众路綫的胜利，是党的科学工作方針的胜利，归根結底是毛泽东思想的胜利。

党和毛主席关于理論与实践的辯証統一关系的学說，关于百花齐放、百家爭鳴的方針，以及解放思想破除迷信的号召，指出了科学工作的发展方向，极大地調动了一切积极因素，形成了全民性的钻研科学、发明創造和革新技术的羣众运动高潮。

水利科学工作正是遵循着毛主席的指示，沿着社会主义科学研究道路飞速前进。在工作安排上貫徹了“普及与提高相結合”“专业研究队伍和羣众性技术活动相結合”“当前問題与长远尖端技术及基本理論相結合”等两条腿走路的方針，所有这一切，就出現了水利科学飞跃发展的局面。全国範圍內的技术革命技术革新运动使我国的水利科学技术的面貌发生了根本性的变化。只要我們把毛泽东思想紅旗插在所有科学技术領域，坚持党的領導、坚持政治挂帅、坚决走羣众路綫，立下雄心大志、发奋图强、自力更生、勤學苦钻，我們就一定能够以最快的速度提高水利科学水平，迅速攀登水利科学的高峰。

§1-4 “水工建筑物”的科学基础和解决水工問題的方法

研究有关开发水利資源以服务于各个国民經济部門的科学，称为水利工程学。而用来直接实现各种水利措施的工程建筑物，称为水工建筑物。

水利工程学是一门复杂的科学，牵涉的范围极广，既需满足技术上的要求，更要符合既定的政治经济任务。它与水文学、水利计算和水工建筑物等课程密切相关，而水工建筑物的建设又与工程地质、土力学及地基，水力学、工程力学、建筑材料以及施工机械和施工组织等学科紧密相连。“水工建筑物”课程就是运用已经学过的各种基础课和上述各有关课程的知識来实现各种水利措施的一门专业课。

水工建筑物包括：挡水、泄水、输水、取水、治理等一般的水工建筑物和水电站、农田水利、水运、给排水、渔业等专门的水工建筑物。本书重点论述了各种挡水建筑物——坝、泄水、输水、取水等一般水工建筑物的工作特点和设计方法，水利枢纽的布置原则和要求；同时，概括地介绍了水工建筑物的运用管理和观测研究的方法。

水工建筑物所受的荷载、施工特点以及自然条件如：地形、地质、水文等因素对它的影响和一般工程建筑物有着很大的差别，所以每个水工建筑物都有其个别性，不少问题到目前为止仍然未能获得很好的解决。因此，在解决水工问题时，常常需要采用各种不同的方法，以期能得到既安全可靠而又经济合理的方案。最常采用的方法有以下几种：

(1) 理论研究：这是最主要的方法。理论来自实践，人们在工程实践中不断地把所积累的經驗，经过分析归纳找出客观事物的规律性，建立关系式，借此来进行水工建筑物的设计。理论是为人们所发现的客观规律，随着人们对客观事物认识的不断深化，理论也不断地发展，逐渐趋向完备，因此，不能把理论看成是死板板的固定不变的东西。理论是反映客观事物的一般的规律性，而每一个事物不但有其一般性，同时还有其特殊性，所以在应用时，必须结合具体条件而不能生搬硬套，必要时还可将理论做适当的修改。最后，还应根据具体条件和理论的差别来估计计算的误差。

由于客观事物的复杂性，目前还不能依靠理论解决实际工程的全部问题，还需要借助于下面所述的一些方法。

(2) 实验室的试验方法：这种方法可以分为两种，一种是一般性的，用专门的试验来验证或建立某种理论；另一种是模型试验，通过模型试验来解决理论所不能解决的问题。由于室内试验可以精细地研究建筑物的全部或局部；循环周期短；工作量较小；可以将某些情况重复进行；可以在不同的条件下进行比较，因而试验方法在发展水利科学和工程设计中起着重要的作用。

自然条件和建筑物的运用过程是十分复杂的，在进行室内试验时，常常需要做一些假定，把一些不太重要的条件加以简化，在不影响试验精度的原则下，尽量减少试验和计算的工作量，这样必将使试验条件和实际情况存在一定的差别，甚至在有的情况下，由于量的变化(尺度缩小)可能引起质的变化，例如：原型中的水流掺气就不能在一般的水工模型上显示出来。因此，在利用试验成果时必须注意这种差异性。

(3) 实地测验：实地测验是在建造中的和已建成的以及使用中的水工建筑物中进行观测，从具体的事物中找出一般的规律，用来验证理论并指导今后的实践，这也是研究和解决水工问题的重要方法之一。近来世界各国都很重视原型观测工作，我国在这方面也有很大发展。

(4) 统计法：统计法是总结归纳过去的资料，求出统计关系用来指导今后的实践。既然所统计的是以前的资料，因此，在利用这一方法的时候，必须充分考虑今天的技术

經濟条件以及将来的发展趋势。否則，就有可能造成工程事故或浪費。

(5) 类比法或标准設計法：为了减少工程設計的工作量，在有些情况下可把条件近似或相同的已成建筑物的設計使用在新建工程上，有时不是全部建筑物而是其中的一部分，例如：閘門、桥梁等。由于水工建筑物的自然条件十分复杂，在利用这种方法时，必須慎重地檢查标准設計的条件是否和工程对象的条件一致。

(6) 設計方案的比較法：在工程設計中，最后选定的方案應該是所有可能的方案中最經濟合理的方案，为了达到这一目的，常采用設計方案的比較法，根据具体条件拟出几个可能的方案，然后从技术和經濟上加以比較論証，在比較过程中，应注意从客觀实际出发，全面考慮問題。比較的方法是从粗略到深入，先根据主要矛盾摒棄一些不甚适宜的方案，然后針對两三个較好的方案进行重点比較論証，从而选定最好的方案。

第二章 水庫及水利樞紐

§2-1 水 庫

I、水庫的作用

为了彻底改变祖国江河的自然面貌，馴服洪水，让江河为社会主义建設服务，我們的治水方針是以蓄为主、綜合利用水利資源，而水庫是最有效的措施。水庫不仅可以使徑流按季节重新分配，根除水旱灾害，同时还可以利用大量的蓄水和水头为国民經济各部門服务，如：灌溉、发电、航运、給水及发展漁业等，以达到綜合利用的目的。

例如官厅水庫对国民經济各方面都已发挥了巨大的作用。在防洪方面，基本上解决了永定河下游的洪水灾害，1953年8月永定河发生了有水文记录以来第二次的大水，由于水庫拦蓄了洪水，保障了永定河下游广大土地以及交通和城市的安全；在兴利方面，每年能生产大量廉价的电力，保证各工业城市的用电；从水庫泄放下来的流量，可以供給城市工业和居民用水，可以灌溉农田和发展水上运输。

十年来我們建成了大型水庫(一亿立方米以上)数十座，中型水庫数千座和数以万計的小型水庫，这些水庫在战胜近年来水旱灾害及实现綜合利用水利資源等方面起了巨大作用。

II、水庫对上游的影响

一、上游水文情况的变化

1)上游回水：擋水建筑物上游的回水曲綫决定于坝前的壅水高程、原河道的平均坡降和入庫流量。由于壅水高程及入庫流量不断变化，回水曲綫也就随時間而改变。回水曲綫可以利用水力学的方法計算得出。

回水曲綫还受下列一些因素的影响，計算时必须予以考虑。

随着水庫的淤积，在庫首地方形成三角洲，使回水曲綫逐渐抬高。

由于水庫解冻日期比河道稍晚一些，上游浮冰流到庫首，可能形成冰坝，使水位壅高，甚至可能使上游地区泛滥成灾。

长時間向一个方面吹的大风，也会使水庫水位向一側略有壅高。

2)水庫中泥沙的淤积及其防止措施：水流入庫以后，流速逐渐减小，挟带泥沙的能力也逐渐减低，粗顆粒的泥沙首先沉积下来，愈近坝址所沉积的泥沙顆粒愈細。水庫的淤积将带来以下的后果：

a)庫容减小；

b)回水曲綫抬高，淹没范围加大；

c)在庫首区域，水深变浅，影响通航；

d)影响水电站的运转。

因此在含沙量很大的河流上，水庫淤积是一个严重問題。如庫拉河上的泽莫——阿夫卡里水电站，经过五年時間淤积了庫容的60%，兴都庫什水庫在十三年內完全被淤滿。我国黄河是世界上含沙量最大的一条河流，平均每年经过河南陕县带到下游去的泥

沙达到13.8亿吨, 1959年实测资料为26亿吨, 对三门峡水库的威胁很大。关于如何防止水库淤积以延长水库寿命, 在水利建设中是一个非常重要的问题, 在这方面的研究工作我国已经获得了不少成就。

在上游实行水土保持以及利用异重流向下游输沙是最主要的防止水库淤积的措施, 现在分别阐述如下:

a) 在上游大力开展水土保持工作, 减少地表土壤流失, 这是一个最有成效而且收益也最大的方法。我国自解放以后, 在党的领导下, 在广大地区内展开了轰轰烈烈的水土保持工作, 以三门峡为例, 预计到1967年, 即三门峡枢纽建成后七年, 河流中的含沙量可以比原来减少40%左右。这对于延长水库的寿命有极大的作用。

水土保持包括农业措施、林业措施、水利措施等, 其中以农林措施最为重要。

在农业措施中包括有改坡耕地为梯田, 进行等高耕作, 使田埂顺等高线方向, 必要时还可以隔一定距离种植密生作物和牧草, 以便更有效地拦截沿坡地的径流; 在坡度平缓的地带, 进行深耕, 增加土地的吸水能力, 也是很好的措施。

在林业措施中包括有坡地上种植树木及灌木丛等, 以保护地表不受冲刷。

在采取农林措施以后, 仍不能制止水土的流失时, 还可以进一步在沟壑中修建一些水利工程, 如谷坊工程及淤地坝等。

谷坊工程是在沟壑中修建一系列的小坝(图2-1)高度在1~3米左右, 借以拦蓄洪水和泥沙, 并且可以防止沟底下切和沟岸扩张, 淤积起来的土地还可以种植作物, 我国目前最常采用的谷坊有以下几种:

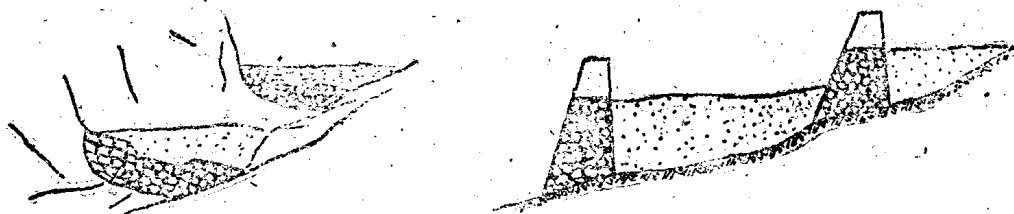


图2-1 谷坊示意图

i) 石谷坊: 可以用浆砌块石及干砌块石修筑。

ii) 柳谷坊: 栽植几排直径5~10厘米, 长约1~2米的柳桩, 桩间距25厘米, 以能成活为原则, 长成以后, 能起缓流留淤的作用。

iii) 土谷坊。

淤地坝比谷坊的工程规模较大, 用土或石筑成, 一般高度约2~10米, 它的作用也是拦洪淤地, 淤起来的土地都是肥沃的良田。

b) 由泄水底孔排除一部分泥沙, 这牵涉到异重流问题。

由上游来的含泥沙的水流, 在进入水库以后并不和水库里比较澄清的水混合起来, 而是沿库底潜流, 如图2-2所示, 称为异重流。如果在异重流到达坝前时打开泄水孔的



图2-2 异重流示意图

閘門就可以將泥沙排泄到下游去。

我國某水庫自投入運轉以後，到1959年已經觀測到四十多次異重流，在異重流到達壩前時如果開啟底孔閘門，則可以排除入庫泥沙總量的25%左右，對於減少水庫的淤積有很大作用。

異重流所能挾帶的泥沙都是細顆粒的，大部分粒徑在0.01毫米以下，所以只有當河道所挾帶的泥沙大部為細顆粒時才有可能產生異重流。

異重流的流速決定於入庫流量、庫底坡降和地形條件。入庫流量愈大，庫底坡降愈陡，地形條件愈平順則異重流的流速也愈大。流速一般在10~30厘米/秒左右。只有當洪峰持續的時間大於異重流到達壩址所需要的時間時，才有可能利用異重流排除泥沙。

隨著水庫的淤積，庫底坡降逐漸變緩，利用異重流排沙的可能性將逐年減少。

在支流上修建水庫以後，對於減少干流上主要水庫的淤積有很大幫助。

3) 波浪情況：在風力作用下，水庫水面發生波浪，在大型水庫里浪高可以達到3米以上。由於波浪的影響，惡化了航運條件；水庫沿岸在波浪的衝擊下可能坍塌；當設計壩頂在正常擋水位以上的超高時需要考慮波浪的影響；在擋水建築物上也要承受波浪的附加壓力，所以對於水庫的波浪情況必須加以研究。

波浪的高度($2h_s$)和長度($2L$)與水庫吹程(D)和風速(v)有關，可以利用下列經驗公式計算。

a) $1500 > D > 60$ 公里時：

$$2h_s = \frac{0.33v}{\left(1 + \frac{6.7v}{D}\right)\left(1 + \frac{1.86}{t}\right)}; \quad (2-1)$$

$$2L = \frac{12.34v}{\left(1 + \frac{47.9v}{D}\right)\left(1 + \frac{13.3}{t}\right)}; \quad (2-2)$$

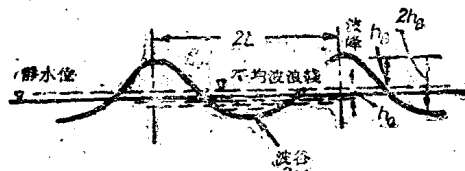


圖 2-3 波浪示意圖

式中 t 為風的延續時間，以小時計。

b) $D < 60$ 公里時：

$$2h_s = 0.76 + 0.36\sqrt{D} - 0.27\sqrt[4]{D} \quad (2-3)$$

$$2h_s = 0.76 + 0.061\sqrt{vD} - 0.27\sqrt[4]{D} \quad (2-4)$$

c) $30 > D > 3$ 公里時：

$$2h_s = 0.0208v^{\frac{5}{4}}D^{\frac{1}{3}}; \quad (2-5)$$

$$2L = 0.304vD^{\frac{1}{2}}. \quad (2-6)$$

在上述公式中，風速單位為米/秒，吹程單位為公里，波高及波長以米計。

根據官廳水庫的實測資料得知，其結果與用(2-5)(2-6)式計算的結果非常接近。