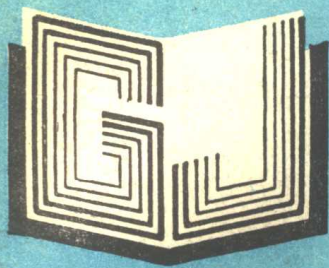


921232

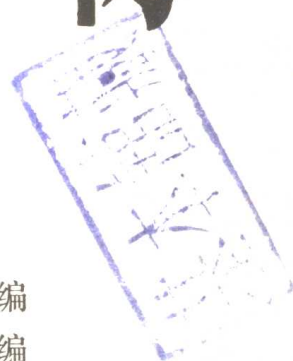
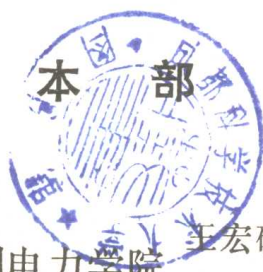


高等学校教材

水工建筑物

基 本 部 分

武汉水利电力学院 王宏硕 主 编
翁情达 副主编



北



921232

TV6
1031

北

TV6
1031

高等学校教材

水 工 建 筑 物

基 本 部 分

武汉水利电力学院 王宏硕 主 编
翁情达 副主编

水利电力出版社

内 容 提 要

本书是为高等学校水利水电工程建筑专业本科编写的教材,按基本和专题两部分分别出版。基本部分包括岩基上的混凝土坝,土石坝,土基上的水闸,河岸溢洪道,泄水隧洞及坝下涵管,过坝、渠首和渠系建筑物,水利枢纽布置及水工建筑物管理等内容。专题部分包括“泄水建筑物的高速水流问题”等11个专题,将另外出书。

本书除适用于水利水电工程建筑专业作教材外,也可供其他水利类专业师生及水利工程技术人员参考。

高等学校教材 水 工 建 筑 物 (基本部分)

武汉水利电力学院 王宏硕 主 编
翁情达 副主编

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
水利电力出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 21.5印张 485千字
1990年10月第一版 1990年10月北京第一次印刷
印数0001—3900册

ISBN7-120-01133-2/TV·395

定价4.30元

前 言

本教材是根据 1983~1987 年高等学校水利电力类教材编审出版规划组织编写的。全书包括基本和专题两部分,适用于本科水利水电工程建筑专业。基本部分为必修,约需 60 个学时,着重系统全面地向学生传授基本知识,专题部分可根据各地区、各学校的具体情况,选择其中的 3~4 个专题作为必修,约需 30 个学时,以扩大和加深学生的知识面;其余的可供本科生、研究生和有关工程技术人员参考。

由于本教材基本部分的内容自成体系,可单独作为水利水电工程施工、水资源规划及利用等专业少学时水工建筑物课程的教材,亦可供水工建筑专业专科借用。

针对当前一般水工建筑物教材中存在的问题以及本教材的特点,编写过程中注意了体现以下几项原则:

(一) 在取材的深广度上,无论基本部分和专题部分,均以本科为准。专题部分的某些内容虽较之一般教材稍为深入一些,但也适可而止,不追求成为系统完整的科学专题。

(二) 作为教材,着重结合某些水工建筑物或其某些部分,进行本课程基本概念、基本理论和基本知识的阐述,不追求完全满足生产设计的需要;对于方法性的内容,着重介绍基本思路,不过分地追求系统和全面;对于资料、规范性的内容,着重进行概括的、原则的说明,不过多地罗列具体的数据和图表。但在专题部分,为了更好地贯彻理论联系实际的原则,方法、资料方面的内容稍多一些。

(三) 努力体现专业课教材的特点,着重介绍如何运用而不是重复讲授已学过的基础知识和技术基础知识。

(四) 为了培养学生自己吸取知识的能力,除对一些应该交待清楚的内容尽可能交待清楚外,对另一些没有必要或难以在教材中交待清楚的内容,只进行概括介绍,但指明参考文献。努力避免贪多求全和高度浓缩的现象,以利于学生自学。

(五) 为了开拓学生的思路,培养学生钻研问题的能力,在着重阐述比较成熟的科学技术知识的同时,适当介绍事物的发展过程,最新成就,当前动态,存在问题和今后的发展方向。

本教材由武汉水利电力学院水工结构教研室集体编写。基本部分各章的编写人为:绪论王宏硕,第一章陆述远,第三、六、七章翁情达,第二、四、五章廖孟扬。各章经专人审查、编写人修改后,由王宏硕、翁情达对全书进行修改定稿。周瑾如、段亚辉、刘必秀、王均星、常晓林参加了本书的组织编写、抄稿、绘图和校核等工作。

在编写过程中,有近 20 所兄弟院校的同行参加了本教材的研讨会。天津大学祁庆和教授对全书进行了审查。他们提出了不少宝贵意见,在此对他们表示衷心的感谢。

由于水平所限,编写本教材的指导思想也不一定正确,书中难免有错误和不当之处,希望读者给予批评和指正。

编 者

1989 年 1 月

目 录

前 言	
绪 论	1
第一节 我国的水资源及水利工程建设概况	1
第二节 水工建筑物及其综合体	2
第三节 水工建筑物的特点	5
第四节 水利枢纽和水工建筑物的分等、分级及水利工程建设程序	7
第五节 本课程的性质和任务以及学习本课程应注意的问题	8
第一章 岩基上的混凝土坝	10
第一节 概述	10
第二节 坝的荷载及其组合	16
第三节 重力坝的剖面形状及坝体构造	29
第四节 重力坝的稳定分析	46
第五节 重力坝的应力分析	52
第六节 重力坝对地基的要求及其处理	65
第七节 拱 坝	73
第八节 大头坝	106
第九节 碾压混凝土重力坝	114
第二章 土石坝	121
第一节 概述	121
第二节 土坝剖面基本尺寸的拟定	125
第三节 土坝的渗流分析和渗流控制	126
第四节 土坝坝坡稳定分析	139
第五节 土坝的材料	147
第六节 土坝的构造	151
第七节 土坝的地基处理	156
第八节 土坝的裂缝及其控制	162
第九节 土石坝的抗震设计	168
第十节 堆石坝	171
第十一节 土石坝坝型选择	178
第三章 土基上的水闸	182
第一节 概述	182
第二节 水闸孔口尺寸的设计	185

第三节	水闸的消能防冲	189
第四节	水闸的防渗排水	197
第五节	闸室的布置和构造	207
第六节	闸门及启闭机	212
第七节	闸室稳定计算	218
第八节	闸室结构计算	225
第九节	闸与两岸的联接建筑物	231
第四章	河岸溢洪道	237
第一节	概述	237
第二节	正槽溢洪道	239
第三节	侧槽溢洪道	247
第四节	非常溢洪道	251
第五章	泄水隧洞及坝下涵管	254
第一节	水工隧洞的类型和工作特点	254
第二节	泄水隧洞的布置、类型和构造	255
第三节	泄水隧洞中的深孔闸门	270
第四节	作用在水工隧洞衬砌上的荷载	273
第五节	圆形有压隧洞单层衬砌的计算	279
第六节	圆拱直墙式隧洞衬砌的计算	285
第七节	马蹄形隧洞衬砌的计算	286
第八节	隧洞的喷锚支护和衬砌	287
第九节	坝下涵管	293
第六章	过坝、渠首和渠系建筑物	298
第一节	通航建筑物	298
第二节	过木建筑物	304
第三节	渠首	307
第四节	渠系建筑物	309
第七章	水利枢纽布置及水工建筑物管理	320
第一节	水利枢纽设计的任务及其对上、下游环境的影响	320
第二节	水利枢纽布置	321
第三节	水工建筑物管理	328
附:	专题部分目录	
专题一	泄水建筑物的高速水流问题	
专题二	泄水建筑物的消能防冲	
专题三	水工建筑物的渗流计算	
专题四	岩基上混凝土重力坝的稳定及应力分析	
专题五	拱坝坝座稳定分析	

专题六 土石坝的应力变形分析及其应用

专题七 土基上闸坝工程的若干问题

专题八 水工隧洞的喷锚支护

专题九 水工建筑物的抗震设计

专题十 水工建筑物的结构模型试验研究

专题十一 大坝的观测与资料分析

绪 论

第一节 我国的水资源及水利工程建设概况

水与空气、阳光类似,是人类生产和生活中最宝贵的资源之一。我国国土辽阔,河流纵横,流域面积在 1000km^2 以上的河流就有 1598 条;全国河流总的年径流量达 27800 亿 m^3 ;地下水资源估计达 6000 亿 m^3 ;水能资源的蕴藏量达 6.8 亿 kW ,其中可开发利用的达 3.7 亿 kW ,居世界第一位。但由于我国人口众多,人均的水资源量却远低于世界平均水平。此外,水资源还有另一个特点,即它在时间上和地区上的分布往往和人类对它的需要不相适应,这一特点在我国也比较突出。为了防止过多的水可能造成的洪涝灾害,并把水作为一项十分珍贵的资源充分合理地加以利用,必须兴建一系列水利工程,对自然界的水进行有效的控制和合理的调配。最常修建的水利工程有防洪工程、农田水利工程、水力发电工程、航道港口工程、给水排水工程以及综合利用的水利工程等。

水利工程的发展历史悠久。远在公元前 4400 年左右,在埃及就开渠引水灌溉尼罗河平原,以后在巴比伦、波斯、希腊、罗马和印度等地,水利工程都有所发展。我国也是最早修建水利工程的国家之一。大量典籍记载了公元前 2280 年左右大禹治水并“尽力乎沟洫”的业绩。春秋战国时期是我国古代水利工程的极盛时期。安徽的芍陂、河北的引漳十二渠、陕西的郑国渠和驰名世界的四川都江堰等灌溉工程,以及沟通湘漓两江的灵渠、江苏的邗沟(大运河最早兴建的部分)和河南的鸿沟等航道工程,都是当时水利工程的典型代表。

以后,世界各国的水利工程不断发展。特别是 19 世纪以来,西欧、美、苏、日等发达国家以及少数发展中国家的水利工程,在建设规模、设计理论、施工技术和管理水平等方面都取得了极大进步。我国由于封建时期较长,解放前 100 多年又处在帝国主义、封建主义和官僚资本主义三座大山的压迫下,因而这一时期水利工程建设的发展十分缓慢。全国解放以来,社会主义制度为水利工程建设创造了极为优越的条件。近 40 年来,制定了不少河流的流域规划和区域性水利规划;修建了大量水利水电工程,例如治淮工程,海河整治工程,长江、黄河等大江大河的堤防加高加厚和蓄洪分洪工程,淠史杭、韶山、宝鸡峡、江都泵站等灌溉排水工程,新安江、刘家峡、乌江渡、白山、丹江口、葛洲坝等水电站和综合利用的水利枢纽工程;扩建了大连港、天津新港、湛江港等港口工程,开展了长江、珠江等航道整治工程等。此外,还修建了大量中小型农田水利和水力发电工程。到 1987 年底,整修堤防达 16 万 km ,灌溉面积由解放前的 2.4 亿亩增至 7.2 亿亩,水电站装机由解放前的 1.6 万 kW 增至近 3000 万 kW ,水利工程在工农业生产、交通运输和人民生活等方面都发挥了巨大作用。

随着水利工程建设的发展,我国的水利科学技术水平也迅速提高。在水利工程勘测、水文和水利规划、水力计算、结构设计和计算、地基处理、施工技术、工程材料、管理运

第二节 水工建筑物及其综合体

一、丹江口水利枢纽

丹江口水利枢纽主要由以下几种水工建筑物所组成:

(3) 水电站取水系统及厂房 厂房设在非溢流坝的紧下游, 为坝后式厂房, 安装 6 台

水力发电机组，每台 15 万 kW，是我国已建成的仅次于葛洲坝和刘家峡的第三大水电站。坝后式水电站的取水口设在坝的上游面，穿过坝身设置引水管，将水引至水轮发电机组，构成电站的取水系统。大坝、溢洪道等为防洪、发电、灌溉等多种用途服务，属于通用的水工建筑物；水电站厂房仅为水力发电服务，属于专门的水工建筑物。

(4) 升船机 为了船只过坝而设置的建筑物，由一座垂直升船机和一座斜面升船机联合组成，过船能力为 150T。显然，升船机也属于专门的水工建筑物。

(5) 进水闸 共两座，一座设于水库左岸的陶岔附近，由它自水库取水供下游渠道灌溉和通航之用。该闸设有 6 个闸孔，每孔宽 6m，设计取水流量为 $500\text{m}^3/\text{s}$ 。另一座设于右岸青泉沟，为单孔，宽 6.6m，设计取水流量为 $100\text{m}^3/\text{s}$ 。进水闸的任务是取水，不取水时才挡水，因此，属于取水建筑物。取水可为多种用途服务，因而它属于通用的水工建筑物。

二、韶山灌区渠首枢纽

韶山灌区是湖南省一个以灌溉为主兼具发电、航运等效益的大型水利工程。灌溉面积 100 余万亩。韶山灌区渠首位于湘江支流涟水中游湘乡县境内的洋潭附近。渠首枢纽各种建筑物的总体布置如图 0-2 所示。渠首上游 18km 处建有水府庙水电站，其性质属于蓄水枢纽，对水流已起到调蓄作用，区间来水又很少，因而该渠首只起拦截河流，适当抬高水位，以满足灌区引水需要的作用，故又称为取水枢纽（或引水枢纽）。韶山灌区的取水枢纽主要由以下水工建筑物所组成：

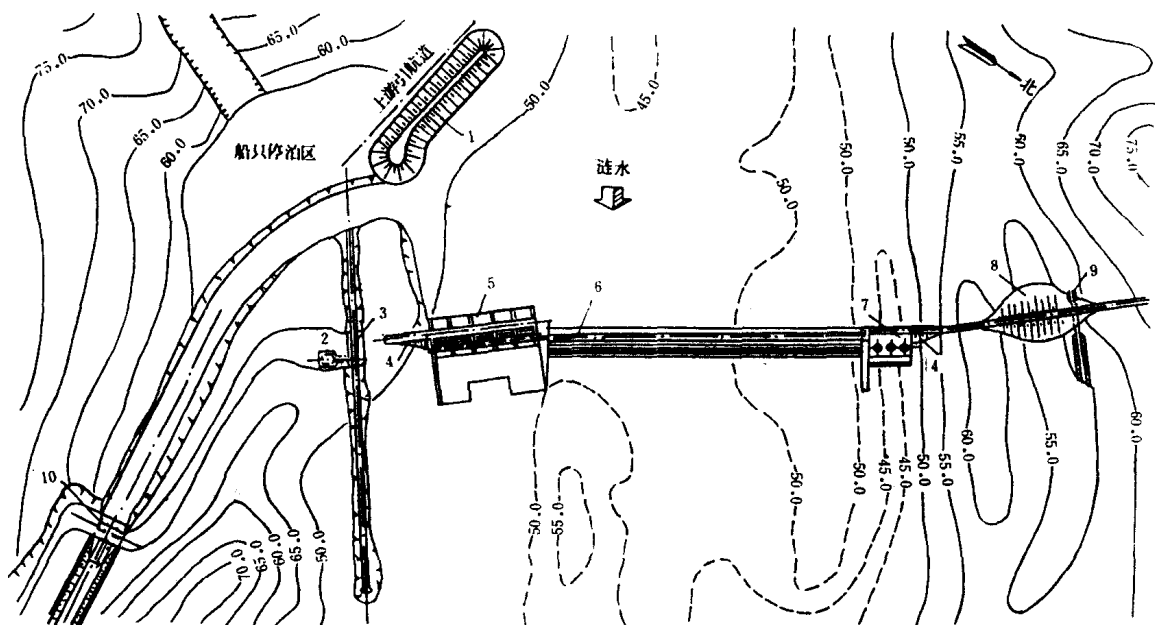


图 0-2 韶山灌区渠首枢纽布置图

1—导航堤；2—机房；3—斜面升船机；4—挡水坝；5—泄水闸；6—滚水坝；7—水电站；8—土坝；
9—引水涵管；10—进水闸

(1) 拦河坝 包括河道中间长 170m 的浆砌石滚水坝, 两侧共长 52m 的混凝土挡水坝, 以及截断左岸山冲、长 80m 的土坝, 均为挡水建筑物。滚水坝是低水头溢流坝的通称, 显然, 它也是泄水建筑物。

(2) 泄水闸 (或称泄洪闸) 共 5 孔, 每孔宽 10m。其作用与滚水坝类似, 但它不是从坝顶溢洪, 而是由闸孔泄洪, 其单宽泄洪能力较滚水坝为大。它能够关闸挡水, 开闸泄水, 但主要任务是泄水, 因而属于泄水建筑物。

(3) 进水闸和引水涵管 进水闸设在右岸邓家湾山冲里, 共 3 孔。中间兼作通航孔, 孔宽 4.4m, 孔高 6.0m; 两边孔孔宽 3.6m, 孔高 4.1m。各孔都由闸门控制, 是整个韶山灌区的咽喉。为了向左岸一小块洋潭灌区供水, 在土坝下还埋设了一条直径为 1m 的引水涵管, 也是一种取水建筑物。

(4) 斜面升船机 设在右岸山坡上, 由卷扬机牵引承载船只的船架, 沿斜面上的轨道行走过坝。这种升船机适用于中低水头的中小型水利枢纽, 属于专门的水工建筑物。

(5) 水电站取水系统及厂房 设在滚水坝的左端, 装机 500kW, 厂房为挡水式, 即厂房本身也起挡水作用。

三、水利枢纽中的水工建筑物

以上两个水利枢纽中的水工建筑物可汇总列表如下:

表 0-1 两个水利枢纽中的水工建筑物分类表

建筑物名称	挡水建筑物	泄水建筑物	取水建筑物	专门建筑物
丹江口 水利枢纽	拦河坝 (混凝土非溢流坝和溢流坝, 土坝)	混凝土溢流坝 (另有深式泄水孔)	进水闸, 水电站取水系统	水电站厂房、升船机
韶山灌区 渠首枢纽	拦河坝 (混凝土挡水坝, 浆砌石滚水坝, 土坝)	泄水闸, 滚水坝	进水闸, 引水涵管, 水电站取水系统	水电站厂房, 斜面升船机

由表可见, 尽管两个枢纽的任务不同, 但它们都是由四种建筑物所组成的, 即挡水建筑物、泄水建筑物、取水建筑物和专门建筑物。在有些水利枢纽中, 不设置溢流坝, 而设置河岸溢洪道, 作为泄水建筑物; 也有不少水利枢纽设置隧洞, 它们有的是配合溢流坝或河岸溢洪道作为泄水建筑物, 有的是电站或灌溉的取水建筑物; 有些中小型水库在土石坝下设置涵管, 它们有的是取水建筑物, 也有的是辅助泄洪或泄空水库的泄水建筑物。至于专门建筑物, 除发电、过船建筑物外, 还有筏道、鱼道等过木、过鱼建筑物。总之, 水利枢纽中的建筑物都可归纳在上述四种建筑物之内, 而且除去无坝取水的渠首之外, 一般都设有前三种建筑物。

在水利枢纽的施工过程中, 常要修建导流引渠或隧洞以及围堰等临时性水工建筑物, 其任务、工作条件和具体要求与上述永久性水工建筑物有所不同, 但规划、设计和施工的基本原理是类似的。

四、渠系、河道、库岸（海岸、湖岸）水工建筑物

从天然河流、湖泊或人工修建的水利枢纽、水库中取水，通过渠道系统输送到用水地点，以满足灌溉、发电、供水等的需要时，常要修建一系列渠系建筑物，包括：①渠道（明渠或管道），是一种最基本的输水建筑物；②隧洞、涵管、渡槽、倒虹吸等，也属于输水建筑物，常在渠道与山岭、沟谷、道路、铁路、河流或其他渠道交叉时使用，称为交叉建筑物；③跌水、陡坡等落差建筑物；④节制闸、分水闸、斗门等配水建筑物；⑤泄水闸、退水闸、溢洪堰等泄水建筑物；⑥量水堰、量水槽等量水建筑物；⑦压力前池、调压室、沉沙池、净水池、船闸、中小型水电站等为各种用水部门服务的专门建筑物等。在排水或泄水渠道上，也常设置以上各种类型的建筑物。

河道、库岸（海岸、湖岸）上最常用的是分洪道、分洪闸、堤防、护岸、护底、丁坝、顺坝、导流堤、海塘等防洪和整治建筑物，以及服务于航运的码头、栈桥、船坞、防波堤等航道港口建筑物。

本教材着重讲授水利枢纽和渠系水工建筑物，主要是挡水、泄水和取水建筑物，以及船闸、升船机、筏道等过坝建筑物。它们的工作原理和设计方法等，对其他建筑物也是适用的。

第三节 水工建筑物的特点

水工建筑物不同于其他建筑物的根本特点是它一般都修建在天然的或人工的河流、渠道、湖岸、海岸上，在施工和运行期间都要和水打交道。由此派生出以下几个方面的特点。

一、具有较强的系统性和综合性，对自然和社会的影响一般也较大

系统性是水利工程和水工建筑物的一个重要特点。一条河流上的水利工程和水工建筑物，都是整个流域开发系统的组成部分。只有从整个流域的自然和社会条件出发，根据系统优化的原则，作好流域规划，才能确定每一项水利工程和每一个水工建筑物的任务和规模。例如前面介绍的韶山灌区，如果没有水府庙水电站的调蓄作用，它的渠首就必须另行规划，很可能要上移，以便于加大坝高，增强调蓄作用。在大江大河的各条支流之间，甚至在相邻流域之间，也常要从蓄洪配合、电能补偿等多方面通盘考虑。不仅在以上这些宏观方面，就是在一个枢纽、一条渠道的各种水工建筑物的选择、布置方面，也应该贯彻系统优化的原则。不重视水利工程和水工建筑物的系统性这一特点，可能造成经济上和效益上的巨大损失。

综合性是水利工程和水工建筑物的另一重要特点。水资源可以为灌溉、发电、航运、供水、渔业等多方面服务，它们之间，以及它们与防洪除涝之间，都存在着矛盾。如何从实际情况出发，分清轻重主次，既防止洪涝灾害，又能经济合理地在水资源加以综合利用，是一个水利工作者必须认真对待的问题。

水利枢纽工程和单项水工建筑物不仅通过它所承担的防洪、灌溉、发电、航运等任务对人类社会产生较大的影响，同时也由于它改变了河流、湖泊、海岸的自然面貌，对生态

环境、自然景观、甚至对区域气候等，都有可能产生较大影响。这些影响一般来说是积极方面的，例如绿化环境，改良土壤和植被，形成旅游和休养场所，甚至发展成为优美的新兴城市等。但如果处理不当，也可能产生消极的影响。例如，筑坝蓄水时，库容越大，效益越高，淹没损失也越大，不仅导致大量移民和迁建，还可能使库区周围地下水位升高，从而对矿井、房屋、铁路、道路、农田等产生不良影响，甚至可能影响到气候的变化，以及某些水生生物和陆生生物的繁殖和生长。库尾的泥沙淤积，可能使航道恶化；清水下泄，又可能使下游河道遭受冲刷。特别应该指出的是，堤坝等挡水建筑物万一失事，将会给下游人民的生命财产带来灾难性的损失。如何发挥积极作用，防止消极作用，特别是处理好安全与经济这一对矛盾，是水利工作者必须妥善解决的突出问题。

二、工作条件复杂，施工周期长，技术难度大

水工建筑物属于土木工程的范围。它必须直接与自然条件打交道，而且是与水文、气象、地质、地形等比较复杂的自然条件打交道，因而它的工作条件十分复杂。

首先，水利工程的规划、设计、施工和运行，都必须与客观存在而又难以准确把握的水文条件相适应。如果对洪峰、洪量以及其他一些特征水位、流量等估计过高，可能造成浪费；如果估计过低，不仅不能充分利用水资源，甚至可能由于溃堤、溃坝而造成人为的洪水灾害。

其次，水的作用形成了水工建筑物特殊的工作条件。①挡水建筑物或其他具有挡水作用的建筑物，除承受一般的地震力和风压力等水平推力外，还承受很大的水压力、浪压力、冰压力、地震动水压力等水平推力，建筑物和地基都必须有足够的抗推力以保持稳定。②通过水工建筑物和地基的渗流，对建筑物和地基产生渗透力或扬压力，恶化建筑物和地基的应力和稳定状态，土石建筑物或地基则可能因过大的渗透变形而失稳。③当水流通过水工建筑物下泄时，可能引起建筑物的空蚀、振动以及下游河床的冲刷，严重时可能影响建筑物的正常工作，甚至导致建筑物的破坏。④对于特定的地质条件，水库蓄水后可能诱发地震，进一步恶化水工建筑物的工作条件。

第三，水工建筑物的地基是多种多样的。在滨湖沿海地区，可能遇到由粉细沙、淤泥等构成的复杂土基；在高山峡谷地区，又可能遇到节理、裂隙、溶洞发育并受断层、破碎带、软弱夹层等切割的复杂岩基。在这种复杂地基上修建既有竖向荷载、又有横向荷载，既有地面水流、又有地下渗流的水工建筑物，就必须对地基的结构和材料进行周密的勘测调查和试验研究，据以进行妥善的设计，采取必要的地基处理措施。

第四，修建在天然河流、湖泊、海岸上的水工建筑物，施工时要用临时性的围堰把施工现场（基坑）保护起来；修建在河流上时，还必须将原河道截断（称为截流），并另辟水流通渠道（称为导流）。导流通道必须在截流前完成，而截流一般只能在枯水季节进行，并在汛前完成围堰的填筑和防渗工程，因而要求有很大的施工强度。如果对枯水流量估计不足，可能导致截流失败，不仅造成浪费，而且贻误工期；如果对汛期洪水估计不足，又可能使基坑受淹，造成经济损失，并为下一步施工带来困难；如果对这些流量估计过高，当然又会造成浪费。还有，水工建筑物的施工受气候的影响也较大。填土工程要求一定的含水量和一定的压实密度，雨季施工有很大困难；大体积混凝土建筑物要求进行温度控

制, 气温过高或过低时, 施工也有一定的困难。此外, 有些水工建筑物的施工, 如恶劣地基条件下水工隧洞的开挖和衬砌, 深覆盖层的防渗处理, 以及复杂岩基和软弱土基的加固处理等等, 施工技术都比较复杂; 水工建筑物由于工程量大, 施工项目多, 在施工机电设备和建筑材料的调配及供应、施工进度计划和组织管理等方面, 也较之其他工程有较高的要求。

以上这些特点说明, 除一些小型的渠系建筑物之外, 每个水工建筑物都有其特定的工作条件, 不可能象房屋建筑物那样采用定型设计。只有从实际情况出发, 深入掌握和灵活运用有关的科学技术, 才能针对每一个水工建筑物的特定情况, 既安全又经济地解决勘测、规划、设计、施工和运行管理中所遇到的问题。

第四节 水利枢纽和水工建筑物的分等、分级

及水利工程的建设程序

一、水利工程和水工建筑物的分等、分级

为了贯彻执行国家的经济和技术政策, 达到既安全又经济的目的, 应该对水利枢纽(有的称为水库)按其规模和效益的大小进行分等, 对枢纽中的建筑物再按其作用和重要性的大小进行分级, 并对不同级别的建筑物规定不同的要求。级别高的, 防洪标准和安全系数等都应该较高; 级别低的, 则应适当降低。《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》(山区、丘陵区部分)(试行)中规定, 水利枢纽分为 5 等, 水工建筑物分为 5 级。例如, 库容在 10 亿 m^3 以上、灌溉面积在 150 万亩以上、水电站装机在 75 万 kW 以上或防洪效益很大(保护特别重要城市、工矿区或保护农田 500 万亩以上)的水利枢纽属于一等。一等枢纽中, 失事后将造成下游灾害或严重影响工程效益的主要建筑物, 如大坝、溢洪道等, 属于一级; 另一些次要建筑物, 如导流墙、工作桥、护岸等, 属于三级; 临时性的建筑物, 如围堰、导流隧洞等, 则属于四级。该标准及其他一些设计规范中, 对不同级别建筑物的设计标准作出了明确规定。例如, 一级建筑物的设计洪水标准为 2000~500 年一遇, 校核洪水标准为 5000 年一遇; 三级建筑物则分别为 100~50 年一遇和 1000~500 年一遇; 对建筑物的超高、稳定安全系数、使用材料的性能等等, 也因级别不同而有不同要求。详细规定参见有关规范。

二、水利工程的建设程序

由于水利工程及其建筑物具有上述特点, 水利工程的建设必须严格按一定的程序进行。首先, 应对一条河流或一个地区的自然条件和社会经济情况进行查勘、测量和调查研究, 获得必要的资料, 据以制订流域规划或地区水利规划, 包括整个流域或地区各项水利工程的总体布局, 合理的开发程序, 以及每一项工程的任务和大体的技术经济指标。其次, 对按程序开发的某一项工程, 根据不同等级的不同要求, 分阶段逐步深入地进行勘测、规划和设计(详见第七章), 经过必要的审批手续, 才能采取经济合理的施工组织计划、施工技术和施工方法进行施工。最后, 在工程完建时, 应进行严格的检查验收, 然后

投入运行。运行时,除对各种水工建筑物和有关装备按规定进行经常的和定期的检查、观测和养护维修外,还要进行气象水文的长、中、短期预报,实现最优调度,充分合理地利用水资源。

第五节 本课程的性质和任务以及学习

本课程应注意的问题

本课程是水利水电工程建筑专业的一门主要专业课。它的任务是使学生在已经学过的基础课和技术基础课的基础上,掌握水工建筑物的基本的、通用的规律,以及各种水工建筑物的功用、性能、特点、工作条件、型式、构造、材料、地基处理和设计计算的理论和方法,培养学生从水文、地质、地形、材料以及社会经济等实际情况出发,分析和解决水工建筑物的总体布置、设计计算和运行管理问题的能力。勘测、规划和施工等方面另有课程讲授。

学习本课程时应注意以下几点:

1. 学习本课程的过程,应该是不断复习巩固并适当开拓已经学过的基本理论、基础知识和基本技能的过程,同时也是锻炼运用理论分析和解决实际问题的过程。因此,绝不能不求甚解,满足于照搬照套某些方法、步骤和公式,而是要切实掌握理论,并不断提高运用理论解决实际问题的能力,做到不仅“会用”,而且真正“学懂”。

2. 如前所述,水工建筑物是多种多样的,本教材的基本部分,只着重介绍一些具有代表性的水工建筑物,其目的不仅是为了学习这些建筑物本身,更重要的是通过它来使学生掌握水工建筑物的基本的、通用的规律,以及不同类型的水工建筑物的特点。例如,水工建筑物的荷载问题,渗流问题,消能防冲问题,块体、散粒体和板梁柱系统的结构分析和应力计算问题,岩基和土基上水工建筑物的稳定审查和地基处理问题,等等,虽然都是结合某一种具体建筑物进行讲授的,但其基本规律对另一些水工建筑物也是适应的。因此,学习时必须注意通过解剖典型问题做到举一反三,触类旁通。本教材的专题部分,比较深入地介绍某些基本理论和先进的科学技术知识,进一步培养学生运用理论解决实际问题的能力,以及研究、开拓的能力。对这些专题内容,也应该力求作到融会贯通,并在各种水工建筑物中灵活运用。

3. 本课程围绕着设计计算的需要来安排教学内容,但其目的不仅是服务于设计计算,同时也服务于总体布置和运行管理,并配合其他专业课,使学生更好地掌握勘测、规划和施工方面的知识。此外,在水工建筑物的设计以及本课程的教学内容中,水力计算和结构计算占有较大比重。但必须注意,“计算”不等于“设计”。设计时,除计算外,还必须重视试验、类比等工程方法的运用,重视土、石、混凝土等材料 and 地基的性能参数的选定,重视工作条件的分析、型式构造的选择以及施工和运行管理的便利等等。

4. 本教材限于篇幅,只能比较精练地介绍一些最基本的知识,为了更好地消化和深入理解教材内容,开拓知识面,提高自学能力,要求学生在精读教材的同时,结合听课和

实践性环节，积极阅读参考书籍、文献和资料。还必须说明，本教材虽然注意了理论联系实际，但作为一本教材，不应该也不可能完全满足设计的需要，设计时还必须参考一些规范、手册和专著等。

5. 学习本课程的过程，也应该是逐步树立正确的思想方法的过程。由于思想的主观、片面、缺乏经济观点以及本位主义、风头主义等等，在水利工程和水工建筑物的建设实践中，确曾出现过一些不应该出现的问题。作为一个未来的水利工作者，在学习过程中，应该不断提高运用辩证唯物主义观点正确认识和处理客观事物的能力。

第一章 岩基上的混凝土坝

第一节 概 述

混凝土坝是在砌石坝的基础上发展起来的。早在公元前 2900 年就已开始修建砌石重力坝；16 世纪又开始修建砌石拱坝和砌石支墩坝。自从有了水泥，混凝土才逐渐代替砌石，成为筑坝的主要建筑材料。19 世纪开始修建了一些混凝土拱坝，到 20 世纪，混凝土已在重力坝和支墩坝中得到广泛采用。下面扼要介绍混凝土重力坝、拱坝和支墩坝的结构特性及其优缺点。

一、混凝土重力坝

岩基上的重力坝主要依靠其自身重量在地基上产生的摩擦力和坝与地基之间的凝聚力来抵抗坝前的水推力以保持抗滑稳定。当坝的上游面是斜面时(图 1-1)，还可利用坝面上一部分水重来提高抗滑稳定性。

重力坝常沿坝轴线用横缝分成独立工作的若干坝段(图 1-2)，结构形式类似于以地基为固端的悬臂梁。坝前水压力 P 在坝的任一水平截面上所产生的力矩，将使该截面上游部分产生拉应力，而使该截面下游部分产生压应力(图 1-1, a)，混凝土的抗拉强度很低，在重力坝坝体内一般不允许出现拉应力。因此，由坝体重量 W 、水重 Q 和扬压力 U 所产生的压应力(图 1-1, b) 应足以抵消由于水压力 P 而产生的拉应力(图 1-1, c)。

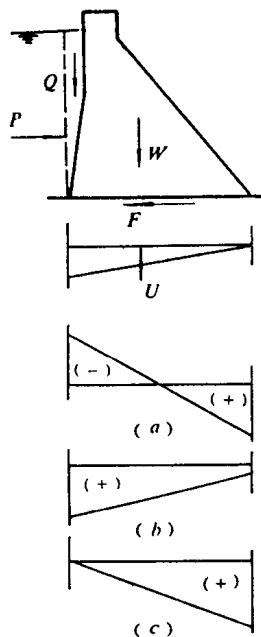


图 1-1 重力坝工作原理示意图

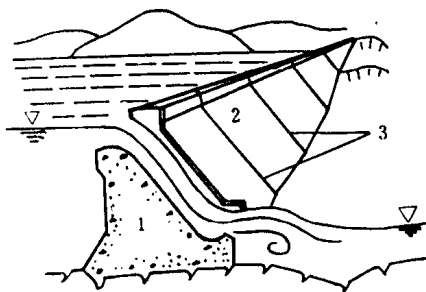


图 1-2 重力坝在河床中的布置

1—溢流坝段；2—非溢流坝段；3—横缝