



高等学校教材

水工建筑物

第三版

(供农田水利工程专业用)

武汉水利电力大学 陈德亮 主编



高等学校教材



水工建筑物

第三版

(供农田水利工程专业用)

武汉水利电力大学 陈德亮 主编

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书为高等学校“农田水利工程”专业的通用教材,基本内容是灌排水利工程及其建筑物的设计。全书除绪论外共十三章,包括蓄水枢纽、取水枢纽、渠系建筑物及各类水工建筑物的设计。

本书除适用于“农田水利工程”专业教学外,也可供水利类其他专业师生及农田水利工程技术人員参考。

高等学校教材

水 工 建 筑 物

第 三 版

(供农田水利工程专业用)

武汉水利电力大学 陈德亮 主编

*

中国水利水电出版社 出版
(原水利电力出版社)

(北京市三里河路6号 100044)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售
北京市朝阳区小红门印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 24.75印张 565千字

1980年11月第一版 1987年11月第二版

1995年10月第三版 1998年10月北京第六次印刷

印数 26534—29533册

ISBN 7-80124-617-9/TV·333

(原 ISBN 7-120-02210-5/TV·871)

定价 24.00元

第三版前言

本教材是根据《1990~1995年高等学校水利水电类专业本科、研究生教材选题和编审出版规划》(第二部分)及高等学校水利水电类专业教学委员会“水工建筑物”教学组通过的编写大纲编写的。是在一、二版基础上的修编。教材是长期教学实践经验的积累,需通过多次使用及反复修改和再版,才能不断提高质量,逐步完善。为此,本书在此次修编前,广泛征求了使用过一、二版教材的一些主要院校的意见,根据这些意见及本轮教材规划的精神,本教材在此次修编中主要体现了以下几项原则。

(1) 考虑到我国幅员辽阔、地区特点明显、各校相应的教学内容及典型建筑物的侧重点均有所不同,同时,考虑到当前社会主义市场经济体制下教学改革中专业发展的需要,适当拓宽了本书内容。为此,本版教材按90学时编写(大纲规定学时数为70),以便各校根据本地区特点及专业发展的需要,选择讲授内容。

(2) 由于许多院校已将“水利工程管理”内容列为选修课,该教材已于1991年正式出版,同时考虑到各院校在使用一、二版时对该部分内容处理的实际情况,本次修编中决定删去第四篇“水工建筑物的管理”内容。

(3) 据统计,一、二版教材在使用中,各院校基本均未讲授的内容约占全书的1/4左右,为了削枝强干,同时适当照顾教材体系的完整性,在修编中,对重点内容进行了加强,并削减了讲授较少的内容。

(4) 注意处理阐述基本理论方法与介绍国内外先进技术的关系。在修编中,适当删减陈旧内容,对公认的新技术进行适当反映,在总体上体现现代水平,对不成熟的一些新技术及研究成果一般不编入。注意把新的科学技术成就融会到基本理论中阐述,并列出参考文献,以拓宽知识面。

(5) 注意处理好本教材与基础课、技术基础课、有关的专业课及规范、手册等的关系。既避免简单重复,又避免脱节,力求在编写中解决好结合点上的“扣”。

目前,与本教材有关的一些规范正在修订或编写中,如《水工混凝土结构设计规范》(行业标准)、《农田水利工程设计规范》(国家标准)、《水工建筑物荷载设计规范》(行业标准)、《水工建筑物抗冻设计规范》(行业标准)等,为了与这些规范更好地衔接,教材内容注意反映了这些新规范的有关技术标准及规定。

本教材由武汉水利电力大学陈德亮主编。全书除绪论外共十三章。分别由下列院校的教师分工编写:清华大学何成旆编写第一、二、三、六章;河海大学任德林编写第七、八、九、十二章;武汉水利电力大学陈德亮编写绪论及第四、五、十、十一、十三章。

本书由成都科技大学陆文海担任主审。在编写过程中,得到了兄弟院校的积极支持和热情帮助,在此一并表示感谢。

编 者

1994年9月

第一版前言

本教材是根据《1978~1981年高等学校水利类专业教材编审出版规划》组织编写的。

《水工建筑物》是农田水利工程专业的一门专业课。教材内容力求贯彻理论与实践统一的原则，着重阐述农田水利水工建筑物设计的基本理论和方法，注意吸取国内外的先进经验与技术，并反映本学科的成就和发展方向。

根据农田水利工程专业培养目标的要求，本教材以灌、排水利枢纽及渠系建筑物的设计、管理为基本内容。在体系安排上，除绪论外，将所有内容归纳为“蓄水枢纽的水工建筑物”、“取水枢纽的水工建筑物”、“渠道系统上的水工建筑物”和“工程管理”四篇。这种分篇方式便于使学生获得关于各种水工建筑物相互配合、协同工作的概念。把蓄水枢纽的水工建筑物放在前面，目的是通过这几章的讲授，使学生对常见的水工建筑物及水利枢纽尽早地形成一个完整的概念，同时也有利于以后各篇基本理论的讲述。在内容的组织上，尽量照顾教学需要和循序渐进的原则，文字力求精练。考虑到我国幅员辽阔，各地区自然条件差异较大，为照顾各地区不同情况，按照教材编写大纲规定，将编写内容适当放宽，各院校可根据地区特点进行取舍。

本教材由武汉水利电力学院、清华大学、华东水利学院三校合编。武汉水利电力学院赵文华、陈德亮同志任主编。全书除绪论外，共分十五章。编写分工如下：第一、二、六章由清华大学姚汝祥同志编写；第三章由清华大学何成旆同志编写；第四、五章由武汉水利电力学院赵文华、陈德亮同志编写；第七章由华东水利学院任德林同志编写；第八章由华东水利学院印邦鑫同志编写；第九章由华东水利学院宋祖诏同志编写；第十、十二章由武汉水利电力学院赵文华同志编写；绪论及第十一、十三、十四、十五章由武汉水利电力学院陈德亮同志编写。

本书由成都科学技术大学担任主审，参加审查的有该校的陆文海、庄体仁等同志。西北农学院、华北水利水电学院也参加了审稿。此外，在编审过程中，还得到了其它兄弟院校及生产单位的积极支持和热情帮助。在此一并表示感谢。

对于书中存在的缺点和欠妥之处，恳请读者批评指正。

编者

一九七九年十二月

第 二 版 前 言

本书是根据《1983~1987年高等学校水利电力类专业教材编审出版规划》组织修订的。修订时,按教学计划要求,以原版内容为基础,删去了“渠道上的桥梁”,缩减了“渡槽”,并删减了各建筑物中与现行规范重复的结构计算内容。考虑到农田水利工程水工建筑物的系统性与完整性,并照顾有关地区的特点,增编了取水枢纽中的“壅水、引水及取水河段的整治建筑物”及“渠系中的量水、调节、防护建筑物”等内容。

本教材由清华大学、河海大学、武汉水利电力学院三校合编,武汉水利电力学院为主编单位。全书除绪论外共十五章,编写分工如下:清华大学何成旆编写第一、二、三、六章,武汉水利电力学院陈德亮编写第四、十三、十四、十五章,河海大学宋祖诏编写第七、八、九、十二章,武汉水利电力学院赵文华编写绪论及第五、十、十一章。

本书由成都科学技术大学李国润主审。

编 者

一九八六年十二月

目 录

第三版前言

第一版前言

第二版前言

绪论	1
第一节 我国水利工程建设	1
第二节 水利枢纽和水工建筑物	1
第三节 水利工程的设计程序	5
第四节 本课程的任务和本教材的基本内容	6

第一篇 蓄水枢纽的水工建筑物

第一章 重力坝	9
第一节 重力坝的特点、工作条件、形式和布置	9
第二节 重力坝的荷载及荷载组合	12
第三节 重力坝的稳定及应力分析	21
第四节 非溢流重力坝的剖面设计	27
第五节 溢流重力坝	30
第六节 重力坝的材料及构造	34
第七节 重力坝的地基处理	46
第八节 其他类型重力坝及轻型坝	49
第二章 拱坝	54
第一节 拱坝的特点、型式及对地形、地质的要求	54
第二节 拱坝的布置	58
第三节 拱坝的荷载及荷载组合	63
第四节 拱坝的应力分析与坝肩稳定	67
第五节 拱坝的泄流	83
第六节 拱坝的细部构造及地基处理	87
第三章 土石坝	92
第一节 土坝的类型、工作特点及基本要求	92
第二节 土坝的剖面尺寸与构造	95
第三节 土坝的渗流计算	109
第四节 土坝的稳定分析	116
第五节 土料选择与填土标准的确定	123
第六节 堆石坝与土石混合坝	127
第四章 河岸溢洪道	135
第一节 泄水建筑物的作用、类型及河岸溢洪道的布置和形式选择	135

第二节	开敞式正槽溢洪道.....	137
第三节	侧槽溢洪道及非常泄洪设施	151
第五章	水工隧洞与坝下涵管	157
第一节	水工隧洞的类型和工作特点	157
第二节	隧洞的线路选择及工程布置	159
第三节	隧洞的进、出口建筑物	163
第四节	隧洞洞身的形式及构造	171
第五节	隧洞衬砌的结构计算	177
第六节	坝下涵管	195
第六章	蓄水枢纽的布置	201
第一节	坝址及坝型选择.....	201
第二节	枢纽布置的一般原则和要求	202
第三节	枢纽建筑物的布置.....	203

第二篇 取水枢纽的水工建筑物

第七章	水闸	210
第一节	水闸的类型、组成、工作特点和设计要求	210
第二节	水闸的孔口设计.....	212
第三节	水闸的消能防冲.....	215
第四节	闸基的防渗排水.....	223
第五节	闸室的布置和构造.....	236
第六节	闸室的稳定、沉降和地基处理	244
第七节	闸室结构计算	252
第八节	两岸连接建筑物.....	265
第九节	闸门及启闭机	276
第十节	其它形式水闸.....	281
第八章	取水枢纽的壅水坝及过坝建筑物	286
第一节	壅水坝	286
第二节	通航建筑物.....	287
第三节	过木建筑物.....	294
第四节	过鱼建筑物	295
第九章	取水枢纽布置	299
第一节	取水枢纽的类型、工作特点及渠首位置的选择	299
第二节	无坝取水枢纽布置.....	300
第三节	有坝取水枢纽布置.....	302
第四节	沉沙池	310

第三篇 渠道系统中的水工建筑物

第十章	渡槽	316
第一节	渡槽的作用、类型及位置选择	316
第二节	渡槽的水力设计、荷载及荷载组合.....	317
第三节	梁式渡槽	321

第四节	拱式渡槽	331
第五节	其他形式渡槽	346
第六节	渡槽的进、出口建筑物及总体布置.....	349
第十一章	倒虹吸管及涵洞	354
第一节	倒虹吸管	354
第二节	涵洞	363
第十二章	跌水及陡坡	368
第一节	跌水	368
第二节	陡坡	371
第三节	跌水、陡坡的形式选择和消能防冲问题	372
第十三章	渠系中的量水及防护建筑物	374
第一节	量水建筑物.....	374
第二节	防护建筑物.....	380
参考文献		387

绪 论

第一节 我国水利工程建设

水是最宝贵的自然资源之一。我国水资源年均总量为28124亿 m^3 ，其中河川年均径流量为27115亿 m^3 ，居世界第六位。但人均水资源量却远低于世界水平。1988年全国人均占有径流量2474 m^3 ，仅为世界人均的 $1/4$ ^[1]。水是人类生存和发展须臾不可或缺的资源。现代水利的发展，不仅要通过多目标的工程，解决兴利除害的问题，还要解决人类活动对水的不良影响，实行工程与技术、生物、社会经济措施的进一步结合，以取得更大的经济、社会、生态等多方面的效益。水利已不仅是农业的命脉、国民经济的命脉，而且将是中华民族生存和发展的命脉。

为了对自然界的水进行有效的控制和合理的调配，达到兴利除害的目的而修建的各项工程措施统称为水利工程。较常见的水利工程有治河防洪工程、农田水利工程、水力发电工程、航道及港口工程、给排水工程及综合利用的水利工程等。

建国以来，我国水利工程取得了很大的发展。到1988年，全国共修建水库8.29万座，总库容达4504亿 m^3 ；建设万亩以上灌区5302处；已配套机井252万眼；固定排灌站46.1万处；整修各类堤防20.3万 km ^[2]。这些水利工程在社会主义建设中发挥了重要作用：提高了江河防洪能力，保护了河流中下游城镇、工矿区及农田的安全；为农业增产创造了条件，灌溉面积由建国初期的2.4亿亩发展到7.2亿亩；解决了农村1.15亿人、6756万头牲畜的饮水困难，并为城市、工业用水提供了水源；发展了水电、水产、航运等综合利用事业^[3]，到1988年底，全国已开发的水电装机容量3269万 kW ，年发电量1100亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ ，为缓解电力紧缺，推动工业和乡镇企业的发展做出了贡献；治理水土流失面积51万 km^2 ，对改善生态环境、发展生产起到了显著作用^[4]。

水利工程建设促进了水工建筑物科学技术的发展。近些年来，在坝型革新、高坝复杂地基的处理、高坝的泄洪消能、水工结构抗震设计的理论和实验模型、结构优化、计算机软件开发和CAD技术、水工结构可靠性分析、渠系建筑物新型结构、运用管理等方面均取得了不少成就。这些成就的部分内容将在以后各章中作适当介绍。

第二节 水利枢纽和水工建筑物

一、水利枢纽

为了综合利用水利资源，解决水量在地区和时间上分布不均的自然状况，常需修建各种水利工程，以便对自然界的水进行控制和合理调配，达到防治洪水及满足各用水部门要求的目的。水利工程中采用的各种建筑物称为水工建筑物。在水域的适当地点，为了一种

或多种目标而集中布置若干个水工建筑物,各自发挥不同作用并协调工作,构成一有机综合体,称为水利枢纽。在农田水利工程中,常见的水利枢纽有以下三种。

(1) 蓄水枢纽。为了满足防洪、灌溉、发电等各种要求,常需在河流上修建拦河坝,以形成水库,抬高水位,调节径流。这种以拦河坝为主体的水利枢纽称蓄水枢纽(或水库枢纽)。蓄水枢纽除拦河坝外,还包括泄水建筑物和取水建筑物。这三种建筑物是任何一个蓄水枢纽均不可缺少的。除上述三种建筑物外,根据开发目标的不同,还可能有专门建筑物,如水电站、通航船闸等。

(2) 取水枢纽。为了从河流、湖泊等水源取水,以满足灌溉及其他用水部门的需要,而在渠首河段附近修建的建筑物综合体称取水枢纽。主要包括进水闸、壅水坝(或拦河闸)、防沙及冲沙设施等,对综合利用的取水枢纽,还可能有电站、船闸、鱼道、筏道等专门建筑物。

(3) 泵站枢纽。为了将低处水抽送到高处以达到灌溉、排涝、航运、发电等目的而兴建的以泵站为主体的水工建筑物综合体称为泵站枢纽。组成这种枢纽的建筑物类型,因枢纽任务和工作条件不同而各有差别,但多以泵站及水闸为主体。

农田水利工程通过上述蓄水枢纽、取水枢纽解决了河流天然来水在时间、水量、高程上的矛盾后,还需借助渠道将水输送和分配到田间和其他用水部门。渠道在输水和配水过程中,为了控制水流、合理分配水量、保证渠道安全运用以及使渠道通过天然或人工障碍,需在渠道上修建一系列建筑物,统称为渠道系统上的水工建筑物,或简称渠系建筑物。

我国湖南省韶山灌区工程是以灌溉为主兼有发电、航运等效益的大型水利工程。该工程在涟水中游水府庙以下2km处建有蓄水枢纽(水府庙水库枢纽),枢纽由拦河坝、水电站和船闸等建筑物组成。经水库调节后的水通过下游18km处的洋潭取水枢纽进水闸进入总干渠。取水枢纽的主要建筑物有壅水坝、泄洪闸、重力坝、土坝、水电站、斜面升船机和进水闸等(图9-13)。配合泵站工程及渠系建筑物,共同组成了一个完整的、联合运用的灌溉系统。

二、水工建筑物分类

(一) 按建筑物作用分类

(1) 挡水建筑物。是用以拦截水流、抬高水位、调蓄水量的水工建筑物。例如各种类型的拦河坝。

(2) 泄水建筑物。是用以宣泄水库多余水量,保证枢纽安全的水工建筑物。如溢洪道、泄洪隧洞等。

(3) 取水建筑物。是用以从水库或河流引取各种用水的水工建筑物。如取水隧洞、坝下取水涵管、水闸等。

(4) 输水建筑物。是用以将水输送到用水地方的水工建筑物。如渠道、输水隧洞、渡槽等。

(5) 整治建筑物。是为加固河岸、整治河道等目的而修建的水工建筑物。如丁坝、顺坝、导流堤、护岸等。

(6) 专门建筑物。是为某种特定的单一目标而专设的水工建筑物。如船闸、鱼道、

筏道等。枢纽中是否设置专门建筑物或设置何种专门建筑物，由工程任务而定。

同一种水工建筑物有时可起不同的作用，有时可兼有多种作用。前者如蓄水枢纽中的隧洞，有的是配合溢流坝或河岸溢洪道作为泄水建筑物，有的则是作为水电站或灌溉的取水建筑物。后者如水闸，既起挡水作用，又起泄水作用。在水利枢纽布置时，应尽量使一个建筑物起多种用途作用。

（二）按建筑物使用期限分类

按使用期限分类可分为永久性建筑物和临时性建筑物两大类。永久性建筑物是指枢纽工程运行期间使用的建筑物。根据其重要性又分为主要建筑物和次要建筑物。前者是指失事后将造成下游灾害或严重影响工程效益的建筑物。如坝、水闸、泄洪建筑物、电站厂房等。后者是指失事后不致造成下游灾害或对工程效益影响不大并易于修复的建筑物。如挡土墙、护岸、导流墙等。临时性水工建筑物是指枢纽工程施工期间使用的建筑物。如导流建筑物、施工围堰等。

三、水利水电枢纽工程分等和水工建筑物分级

安全和经济是水利水电工程建设中必须妥善解决的矛盾。为了正确处理好这个矛盾，需将水利水电枢纽工程按其规模、效益及其在国民经济中的重要性划分为不同的等别；对水利水电枢纽中的水工建筑物，则按其作用和重要性进行分级，并据此规定不同的技术要求和安全要求，以达到既安全又经济的目的。等别是对整个枢纽工程而言的，级别是对具体建筑物的设计而言的。工程等别和建筑物级别是相互联系而性质不同的两个方面。首先确定工程等别，再确定相应建筑物级别。工程等别确定后不再改变，建筑物级别则根据具体情况，经过论证，可适当提高或降低。我国原水利电力部于1978年，原能源部、水利部于1988年，先后颁布了适用于山区和丘陵区、平原和滨海区的《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》^{[5][6]}。标准规定水利水电枢纽工程按水库总库容、防洪保护对象及范围、灌溉排涝面积、供水对象、水电站装机容量划分为五等（见表0-1）。对于水利水电枢纽中的水工建筑物，则按所属工程等别及其在工程中的重要性划分为5级（见表0-2）。这一标准是现阶段国家经济政策和技术政策的具体体现。

表 0-1 水利水电枢纽工程分等指标

工程 等别	工程规模	分 等 指 标						
		水库总库容 (亿m ³)	防 洪		排涝面积 (万亩)	灌溉面积 (万亩)	供 水 对 象	水 电 站 装机容量 (万kW)
			保护城镇及工矿区	保护农田 面 积 (万亩)				
一	大(1)型	>10	特别重要城市、工矿区	>500	>200	>150	特别重要城市、工矿区	>75
二	大(2)型	10~1	重要城市、工矿区	500~100	200~60	150~50	重要城市、工矿区	75~25
三	中 型	1~0.1	中等城市、工矿区	100~30	60~15	50~5	中等城市、工矿区	25~2.5
四	小(1)型	0.1~0.01	一般城镇、工矿区	30~5	15~3	5~0.5	一般城镇、工矿区	2.5~0.05
五	小(2)型	0.01~0.001		<5	<3	<0.5		<0.05

山区、丘陵区与平原滨海区的界限，尚无明确的规定，在区分时，平原滨海区的适用范围一般指枢纽挡水高度不大于15m，上、下游水头差不大于10m的工程。具体到某一工

表 0-2

水 工 建 筑 物 分 级 表

工程等别	永久性建筑物级别		临 时 性	工程等别	永久性建筑物级别		临 时 性
	主要建筑物	次要建筑物	建筑物级别		主要建筑物	次要建筑物	建筑物级别
一	1	3	4	四	4	5	5
二	2	3	4	五	5	5	
三	3	4	5				

程,可参照上述范围,结合当地地形和水文等具体情况分析确定。

对于综合利用的水利水电枢纽工程,如根据表0-1分等指标分属几个不同等别时,整个枢纽工程的等别应以其中的最高等别为准。

确定水利水电枢纽中各建筑物级别时,对仅有一种用途的水工建筑物,根据所属工程在该项用途的等别确定其级别;对具有几种用途的建筑物,则应根据所属工程的最高等别确定其级别。

对于二至五等工程中的永久性主要建筑物和临时性建筑物,经过论证,对其级别可作适当调整:当水库大坝较高,超过表0-3的规定,或当建筑物的工程地质条件特别复杂,或采用实践经验较少的新坝型、新型结构时,可提高1级,但洪水标准不予提高;工程位置特别重要,失事后将造成重大灾害者,其主要建筑物级别可适当提高,洪水标准也要相应提高;对综合利用工程,当按库容和不同用途分属几个不同等别时,若其中有两项接近同一等别的上限,其共用的主要建筑物可提高1级;失事后将造成严重灾害或严重影响施工的临时性建筑物,可提高1~2级;失事后损失不大的工程,其水工建筑物级别可适当降低。

表 0-3

水库大坝提级的指标

坝 的 原 级 别		2	3	4	5
坝 高	土坝、堆石坝、干砌石坝	90	70	50	30
(m)	混凝土坝、浆砌石坝	130	100	70	40

对不同级别的水工建筑物,在抗御洪水能力、结构强度和稳定性、建筑材料和运行可靠性方面应有不同的要求。即使同一级别的水工建筑物,当采用不同形式时,其要求也会有所不同,这些不同要求将在以后各章中分别加以叙述。

四、水工建筑物的特点

水工建筑物的主要特点是在水中工作,承受水的各种作用,由此而产生出与其他建筑物不同的下述特点。

(1) 工作条件的复杂性。水工建筑物在运用时,其工作条件因水的作用远较一般的建筑物复杂。例如挡水建筑物,在上下游水位差的作用下,将承受相当大的水平推力,为此,建筑物与地基必须有足够的抗推力以维持稳定。与此同时,上游的水还将通过建筑物和地基向下游渗透,形成渗透水压力,这不仅降低了建筑物的稳定性,还有可能使地基遭受

破坏而危及建筑物的安全。又如泄水建筑物,下泄的高速水流可能引起建筑物的气蚀、磨损、振动,以及冲刷破坏,故需设计合理的水流边界,采用抗磨材料,设置消能防冲设施等。此外,有的水工建筑物还要承受库水对建筑物附加的浪压力、冰压力、地震时产生的地震动水压力、水的化学侵蚀作用等。

水工建筑物的工作条件还与其所在地区的地形、地质、水文、气象等条件有密切关系。由于各个地区情况不同、自然条件千差万别,每个水工建筑物都有其特定的工作条件,这就决定了每个水工建筑物都具有一定的特殊性。

(2) 施工条件的艰巨性。在河道、湖泊及其他水域修建水工建筑物,施工条件要比其他建筑物复杂得多。首先在水中施工需修建围堰,以保护水工建筑物施工不受水流影响。如果建筑物修建在河道上,还要截流,并采取导流措施,将上游来水安全导向下游。这些工作十分重要且非常艰巨,处理不好会影响施工甚至贻误工期。其次,水工建筑物的工程量大、施工项目多、工期紧、强度大,相互干扰严重,而且还需注意解决施工过程中的防洪及渡汛问题,以确保安全。第三,施工受自然条件影响大、受季节性制约强,可变因素多,而且施工技术复杂。如地下或水下施工、复杂地基的处理、大体积混凝土施工的温度控制等。此外,对于一个大型水利工程,施工所需材料、设备和生活资料数量十分庞大,而工程往往又地处高山峡谷,交通运输也很困难。

(3) 对自然环境和社会环境的影响大。水利工程的兴建和运用,对其周围的自然环境和社会环境将产生很大影响。在对自然环境影响方面,包括对水文、水温、水质和泥沙的影响;对局部地区气候的影响;对环境地质(如诱发地震、库岸稳定等)和土壤环境的影响;对陆生生物和水生生物的影响,特别是对鱼类,对水域中细菌、藻类的影响等。在社会环境影响方面,包括由于工程占地和库区淹没而引起的人口迁移及工程施工对环境的影响;对人群健康的影响;对景观及文物古迹的影响;对重要设施的影响等。水利工程对环境的影响有有利的与不利的,有直接的与间接的,有短期的与长期的,有暂时的与积累的,有明显的与潜在的等不同。水利工程与自然环境和社会环境是互为影响的,因此,既要考虑工程兴建后引起的环境改变,又要研究环境对工程的设计与运行管理的制约与要求。水利部及能源部于1989年颁发的《水利水电工程环境影响评价规范》(试行)^[7]规定,水利水电工程在可行性研究阶段,就必须针对工程兴建可能对自然环境和社会环境产生的影响进行综合评价,以便有关部门和国家做出决策,选择对国民经济最有利而对环境的不利影响最小的方案,并从规划、设计、施工和管理等方面提出减免或改善不利影响的措施。

(4) 失事后果的严重性。水工建筑物,特别是堤坝等挡水建筑物,一旦失事,将给下游人民的生命财产和经济建设带来灾难性损失。因此,在勘测、规划、设计、施工及管理时都要慎重对待,按科学规律办事,妥善解决安全与经济的矛盾。

第三节 水利工程的设计程序

水利工程规模较大、投资多、建设周期较长、受自然条件影响较大、涉及的因素多、影响范围广,因此,其设计必须严格按一定程序并分阶段进行。

大型水利工程设计，一般划分为流域（或地区）规划、可行性研究报告、初步设计及技施设计四个阶段。

流域（或地区）规则阶段的主要任务是，从战略上研究总的开发方向，明确开发的主要任务及综合利用要求，力求最大限度地协调各地区、各部门的要求；确定整个流域或地区内多项水利工程的总体布局、合理的开发程序；提出近期兴建工程及基本技术经济指标。通过上述工作，编拟项目建议书。

可行性研究报告阶段的主要任务是，明确工程综合利用的规模和要求；选定坝址；初选基本坝型和枢纽布置方式；拟定工程建筑物等级及设计标准；基本选定水库正常蓄水位及装机规模；初拟各主要技术参数；初选施工导流方式及主要施工方法，规划施工总体布置，提出施工控制进度，估算工程总投资及总工期；提出环境影响初步评价及技术经济评价；作出工程兴建的必要性及经济合理性的论证。根据可行性研究报告拟定设计任务书。

初步设计阶段的主要任务是，根据批准的设计任务书，对可行性研究报告阶段的水文规划和地质勘测成果进行复核和补充；对枢纽及建筑物位置以及布置方式和主要参数作进一步论证，据以确定工程规模、坝轴线、坝型及枢纽布置、主要建筑物的结构形式和控制性尺寸及高程、水电站机组、机型、装机容量和主要机电设备；提出施工导流及渡汛方案、主体工程的施工方案及主要技术措施、施工总进度和总平面布置；编制库区淹没处理及移民安置规划；确定工程量及工程概算；提出管理设计及环境保护措施设计。

技施设计阶段的主要任务是，在初步设计的基础上进行地基及结构的详细设计，定出所有建筑物的详细尺寸及构造；提出施工、制造和安装的技术要求；绘制施工图；提出各单项工程及大型临时设施（包括施工辅助企业）的施工组织设计。在施工过程中，可根据现场实际情况对设计进行修改或补充。

上述设计阶段，对于规模较小、重要性较低的工程，可减少、合并一部分设计内容。例如，对小型工程，可将可行性研究报告与初步设计阶段合并，内容也可从简。

第四节 本课程的任务和本教材的基本内容

本课程是农田水利工程专业的一门主要专业课。它的任务是使学生能够运用已经学过的各种基础课和有关课程的知识，并通过实践性教学环节的训练，掌握水工建筑物设计的基本理论和设计方法，培养学生能从建筑物所在地区的实际情况出发，分析和解决实际工程问题的能力。根据这一要求，本教材主要阐述的基本内容是：建筑物的形式和特点、适用范围与工作条件、基本尺寸和工程布置、构造及材料；作用于建筑物上的荷载及其组合，设计条件的选择；水力、渗流计算和建筑物的稳定与强度分析。这些内容涉及的学科范围很广，因此，应分清本课程与其他课程的区别和联系，着重掌握基本概念，明确各种水工建筑物设计的前提条件、依据、内容、步骤和方法，善于参阅有关规范、手册、书刊和资料，并在实践中加以运用，做到理论与实践的统一。

本教材是在总结建国以来农田水利工程建设经验并注意吸取国外先进技术的基础上编写的。为照顾系统性并便于论述。全书分为三篇。第一篇是蓄水枢纽的水工建筑物，重点

介绍蓄水枢纽中的拦河坝、溢洪道、隧洞及涵管等几种主要建筑物和枢纽布置。第二篇是取水枢纽的水工建筑物，着重介绍水闸，并从防止泥沙入渠的角度介绍取水枢纽的布置形式，对农田水利工程中常用的壅水坝，以及过船、过鱼、过木等建筑物仅作一般介绍。第三篇是渠道系统上的水工建筑物，重点介绍渠道上经常采用的、具有代表性的渡槽、倒虹吸管及涵洞、陡坡与跌水及量水与防护建筑物。

第一篇 蓄水枢纽的水工建筑物

蓄水枢纽是以挡水建筑物——拦河坝为主体的水利枢纽。拦河坝的作用是拦截河道水流以积蓄来水、抬高上游水位，形成有一定库容的水库，以满足防洪、灌溉、发电等要求。蓄水枢纽中除拦河坝以外，还包括泄水建筑物和取水建筑物，如溢洪道、隧洞、涵管等。挡水、泄水及取水建筑物是任何一个蓄水枢纽不可缺少的三个部分，是蓄水枢纽中的一般建筑物。修建蓄水枢纽，是防治水旱灾害、综合开发利用水资源的有力措施。蓄水枢纽中除一般建筑物外，还可能有为各个用水部门服务的专门建筑物，如水电站、船闸、鱼道、筏道等。水电站由专门课程讲述，船闸、鱼道、筏道安排在第二篇第八章介绍。本篇仅讲述蓄水枢纽中的一般建筑物和蓄水枢纽的布置。

在我国，解放前仅有屈指可数的几座大中型水库，解放后至现在已建成了大、中、小型水库8.29万余座，总库容达4504亿 m^3 ，已成为世界上少数几个建库大国之一^[8]。

拦河坝是蓄水枢纽中的主要建筑物。按照筑坝材料与坝型的不同，可将坝分为：用当地土、石料修建的土石坝；用浆砌石、混凝土修建的重力坝和拱坝；用浆砌石、混凝土以及钢筋混凝土修建的大头坝和轻型支墩坝等。全国已建成的8.29万余座大中小型水库中，土石坝是采用最多的坝型，其次是浆砌石或混凝土重力坝和拱坝，其他坝型采用得较少。国外土石坝的数量及其在各种坝型中的比例也是最多的，并且还在不断增长。根据本专业的性质和目前蓄水枢纽中采用的坝型情况与发展趋势，本篇主要讲述浆砌石及混凝土重力坝、拱坝和采用得最为普遍的土石坝，对大头坝、轻型支墩坝等其他坝型仅作一般介绍。

泄水建筑物分河岸式与河床式两类，河岸溢洪道作专章（第四章）讲述。浆砌石及混凝土坝可以是溢流的。溢流重力坝和拱坝便是河床式溢洪道。泄水建筑物除溢洪道外，还可以是隧洞、涵管以及修建在浆砌石或混凝土坝中的孔或管，它们也可以作为取水建筑物。河床式溢洪道与坝身泄水及取水孔则编入重力坝及拱坝两章中讲述。

水工隧洞除在蓄水枢纽中作泄水及取水之用外，也可在渠道系统中作输水之用；渠道系统中的无压输水隧洞与蓄水枢纽中的无压隧洞在洞身型式及洞身的设计等方面基本是相同的，所以在本篇的隧洞与涵管一章（第五章）中，将兼顾渠道系统中的无压隧洞，第三篇不再讲述。