

# 水利工程

## 实用水文水利计算

长江流域规划办公室水文处

0069

水利出版社

# 水利工程实用水文水利计算

长江流域规划办公室水文处

水利出版社

## 内 容 提 要

本书主要介绍以中小型为主的各种水利工程水文水利计算的实用方法。全书共分两篇：第一篇为规划设计阶段水文水利计算，第二篇为施工管理阶段水文水利计算。分别介绍了基本知识、防洪、治涝、灌溉、发电、航运、泥沙、施工和管理运用阶段的实用计算方法。全书叙述深入浅出，通俗易懂，并列有计算步骤和许多算例，使读者易于掌握。书后附有计算常用图表，以供计算时应用。

本书可供省、地、县三级水文、水利、水电技术人员，水利、航运规划设计人员阅读，亦可供有关院校师生参考。

ZWSB/23

## 水利工程实用水文水利计算

长江流域规划办公室水文处

\*

水利出版社出版

(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

水利电力印刷厂印刷

\*

787×1092毫米 16开本 23号印张 537千字

1980年4月第一版 1982年8月北京第二次印刷

印数 14451—20820册 每册2.45元

书号 15047·4018

# 前 言

建国以来，我国水利建设事业取得了巨大的成就和丰富的经验。农业是国民经济的基础，因地制宜地搞好群众性水利工程，认真抓好低产田的治理，建设早涝保收、高产稳产农田，是一项艰巨的任务。针对改土、治水以及河流综合利用对水文水利计算的需要，我们在1975年为开办算水账训练班编写了《中小型水利工程水账计算方法讲义》，作为内部资料，印发了五千份尚不能满足要求。1977年3月，邀请了一些省区水利机构和兄弟院校的代表，对书稿进行了审查。

书稿在修订过程中，主要增加了水库泥沙简易计算方法、溃坝洪水计算方法等内容。考虑到某些附表已被其它书刊引用，这次作了删节，并将书名改为《水利工程实用水文水利计算》。书中从算水账的角度出发，着重介绍中小型水利工程水文水利计算的实用方法。为了使读者易于掌握，书中介绍的各种方法步骤力求简单明了，切合实际，并列举较多算例，书后附有部分常用图表。

本书由葛维亚同志主编，参加编写正文、附录、附表及绘图的还有李心铭、钟敏彰、罗启新、杨玉荣、涂荣玲、陈宏藩、杨远东、蒋学东、袁弘任、左俊仁、杨树佳、葛启甲等同志，第四章井灌部分特邀请金光炎同志参加编写。编写与修改过程中，得到水电部规划设计管理局的指导，并得到广东、湖南、安徽、湖北、陕西、江西、山东、辽宁、河南、北京等省（市）水利（水电）局以及华东水利学院、合肥工业大学、安徽、江西、湖南、广东水利（水电）学校提供资料和帮助，在此一并表示感谢。限于编者水平，书中错漏之处在所难免，欢迎批评指正。

长江流域规划办公室水文处

1978年2月

# 目 录

## 前 言

### 第一篇 规划设计阶段的水文水利计算

第一章 基本知识	1
第一节 水利工程概述	1
第二节 规划设计阶段水文水利计算的任务与内容	8
第三节 水库地形特性曲线的绘制	9
第四节 水库的特征水位与特征库容	14
第五节 水库的水量损失计算	16
第六节 坝体主要尺寸的确定	19
第七节 径流特征值及其单位	23
第二章 防洪计算	24
第一节 防洪设计标准	24
第二节 历史洪水的估算	26
第三节 资料不足情况下根据流量资料推求设计洪水	32
第四节 资料不足情况下根据雨量资料推求设计洪水	44
第五节 资料缺乏情况下设计洪水的推求	63
第六节 可能最大洪水的推求	78
第七节 水库防洪水利计算	89
第八节 地区防洪计算	100
第三章 治涝计算	111
第一节 治涝规划的原则	111
第二节 治涝设计标准	112
第三节 平原地区排涝计算	113
第四节 圩区排涝计算	118
第五节 涝区地下水位的控制	122
第六节 圩区抽水站水泵的选择	124
第七节 排水沟的设计	129
第四章 灌溉计算	131
第一节 灌溉设计标准	131
第二节 灌溉系统规划的原则与措施	132
第三节 调节年度的划分	134
第四节 河川来水量的计算	135
第五节 塘坝产水量的计算	151

第六节	灌溉用水量的计算	153
第七节	蓄水灌溉工程的水利计算	164
第八节	引水灌溉工程的水利计算	171
第九节	提水灌溉工程的水利计算	178
第十节	灌溉渠道的设计	184
第十一节	地下水灌溉计算	194
<b>第五章</b>	<b>发电计算</b>	<b>210</b>
第一节	水电站分类	210
第二节	发电设计标准	210
第三节	水能利用的基本概念	211
第四节	单一发电的计算	214
第五节	灌溉结合发电的计算	234
<b>第六章</b>	<b>航运计算</b>	<b>240</b>
第一节	河流的一般特性	240
第二节	通航设计保证率	242
第三节	航道整治计算	242
<b>第七章</b>	<b>水库泥沙计算</b>	<b>255</b>
第一节	水库泥沙概述	255
第二节	水库泥沙淤积的一般现象	256
第三节	水库淤积计算	257
第四节	水库泄流排沙计算	261

## 第二篇 施工管理运用阶段的水文水利计算

<b>第八章</b>	<b>施工阶段的计算</b>	<b>264</b>
第一节	施工概述	264
第二节	施工设计洪水标准	264
第三节	施工设计洪水计算	265
第四节	施工导流设备尺寸的确定	270
第五节	施工水文预报	273
<b>第九章</b>	<b>管理运用阶段的计算</b>	<b>279</b>
第一节	管理运用概述	279
第二节	水库抗洪能力与灌溉抗旱能力计算	281
第三节	水库调度	293
第四节	灌区管理运用	317
<b>附 录</b>		
附录 I	我国天然河流河道糙率参考表使用说明	326
附录 II	斯里布内天然河流河道糙率表使用说明	326
附录 III	皮尔逊 III 型频率曲线统计参数三点法用表及线解图说明	327
附录 IV	瞬时单位线与时段单位线参数的关系	328

附录 V	水库溃坝流量的计算 .....	329
附录 VI	多年调节库容的计算 .....	333
附表		
附表 I	我国天然河流河道糙率参考表 .....	335
附表 II	斯里布内天然河流河道糙率表 .....	336
附表 III	经验频率 $P = \frac{m}{n+1} \times 100\%$ 查用表 .....	338
附表 IV	皮尔逊 III 型曲线的模比系数 $K_p$ 值表 .....	340
附表 V	三点法用表—— $S$ 与 $C_s$ 关系表 .....	354
附表 VI	三点法用表—— $C_s$ 与有关 $\Phi_p$ 值的关系表 .....	356
附表 VII	1000mb 地面到指定压力 (mb) 间饱和假绝热大气中的可降水量 (mm) 与 1000mb 露点 (°C) 函数关系表 .....	357
附表 VIII	1000mb 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 (mm) 与 1000mb 露点 (°C) 函数关系表 .....	360
附表 IX	井函数 $W(u)$ 值表 ( $u = N \times 10^n$ ) .....	362
附图		

# 第一篇 规划设计阶段的水文水利计算

## 第一章 基本知识

### 第一节 水利工程概述

#### 一、灌溉工程

##### (一) 灌溉水源及取水枢纽(渠首工程)

大型灌区一般采用受降雨和地下水补给的较大河流和水库湖泊作为灌溉水源。小型灌区主要采用受地面径流补给的小河、溪涧、池塘或小型水库作为灌溉水源。中型灌区的水源介于上述两者之间,适当取用。在降雨稀少,地面径流不大的干旱地区,充分开发地下水,进行泉灌、井灌是非常重要的。

灌溉水源应满足灌溉对水质、水量、水位方面的要求。水流中的含沙量与含盐量应低于作物正常生长所允许的数值,应满足灌区作物生长期对灌溉用水量的要求,灌溉水源应使渠首具有足够的水位高程,尽量满足自流灌溉的要求。

取水枢纽——渠首的取水方式,视水源不同而异。以河流作为单一水源时,可分为无坝引水,有坝引水,机电提水,水库取水。以当地径流与河川径流共同作为灌溉水源时,可分为无库长藤结瓜系统(即塘坝联合运用系统),有库长藤结瓜系统(即库塘坝联合运用系统)和多库取水工程(即大中小水库联合运用系统)。以地下水作为灌溉水源时,可分为引泉工程、井灌工程以及井渠结合系统(地表水与地下水联合运用系统)等。各种取水方式的示意及实例,见图1-1~图1-3。

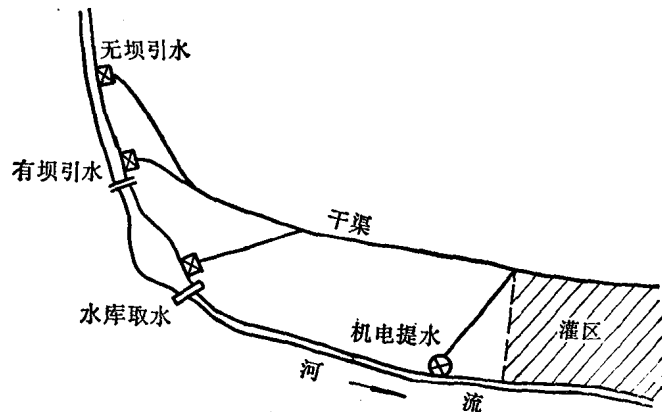


图 1-1 各种取水方式示意图

##### (二) 输水与配水系统

输水与配水系统包括各级渠道(干渠、支渠、斗渠、农渠等)及其附属建筑物(进水



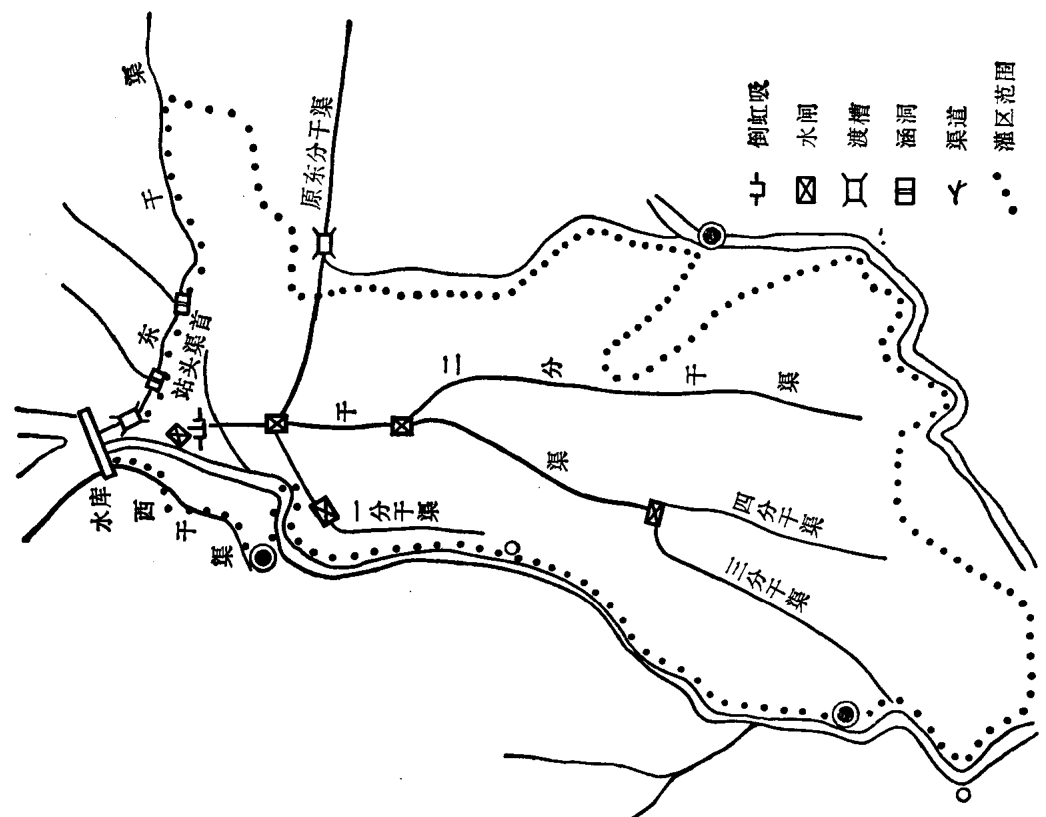


图 1-3 长江流域××水库××灌区工程示意图

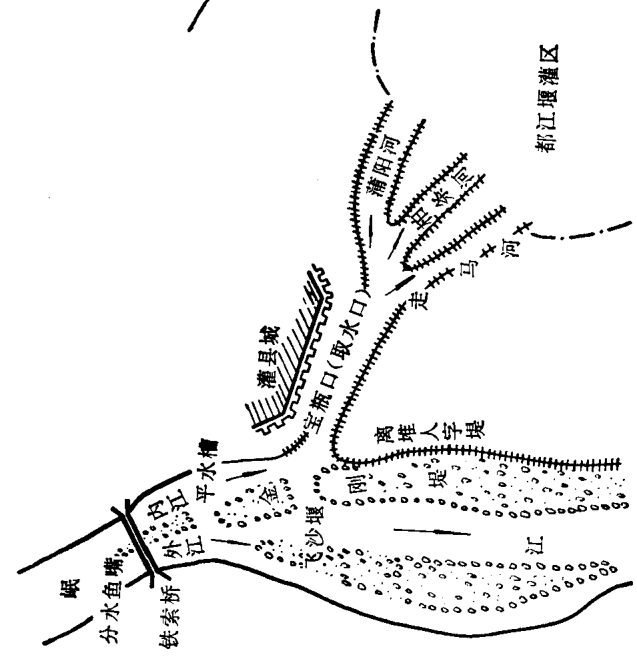


图 1-2 四川都江堰无坝渠首工程示意图

闸、分水闸、节制闸、泄水闸、渡槽、倒虹吸、跌水、桥梁及沉沙池等)。

### (三) 田间工程

田间工程包括农渠以下的田间渠道(如毛渠等)、排水沟及水稻格田、旱地畦田、灌水沟和小型建筑物等。

输水与配水系统和田间工程示意图, 见图1-4。

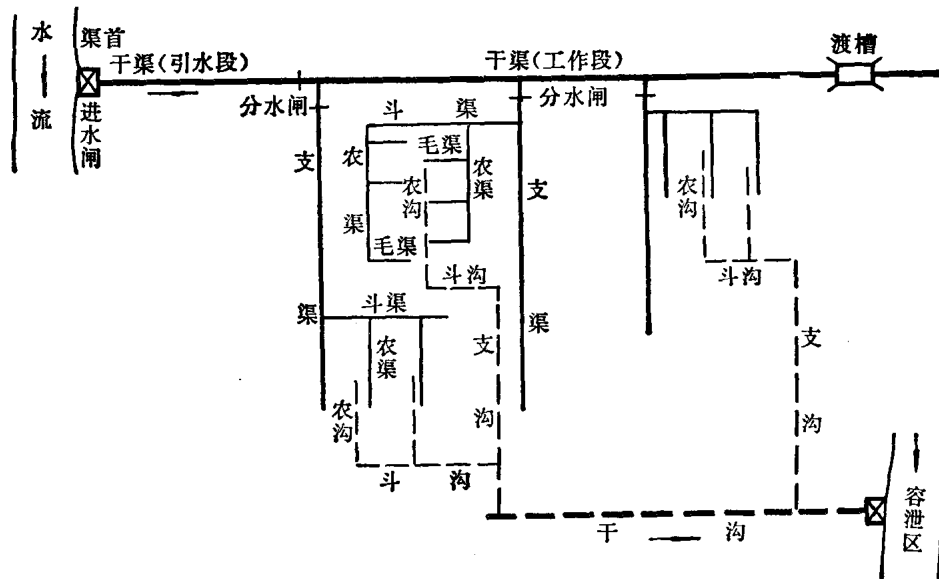


图 1-4 渠系工程布置示意图

### (四) 灌区内部蓄水措施

灌区内部蓄水措施有水库、塘堰、洼地、湖泊等。

## 二、水 电 工 程

水电站依据利用落差的方式不同, 可分为蓄水式(其中包括河床式和坝后式两种)、引水式(其中包括无压引水式与有压引水式两种)和混合式等三种类型, 参阅图1-5~图1-7。

利用灌水发电的小型电站, 一般属于引水式电站, 此处不专门加以说明。

水电工程的水工建筑物一般包括有:

- 1) 挡水建筑物和泄洪建筑物, 例如坝、溢洪道等。
- 2) 取水建筑物和引水建筑物, 其中主要有引水渠道(或引水隧洞)、压力池(或隧洞与调压室)以及连接水轮机的压力水管。
- 3) 水电站厂房及其附属建筑物与设备等, 其中包括有装设主要动力设备(水轮机、发电机等)的主厂房, 设置配电装置及其他附属装置的副厂房, 以及设置升压变压器和高压开关的变电站等。小型电站一般不设置副厂房, 水轮发电机与配电装置等全部放在一个厂房之内。

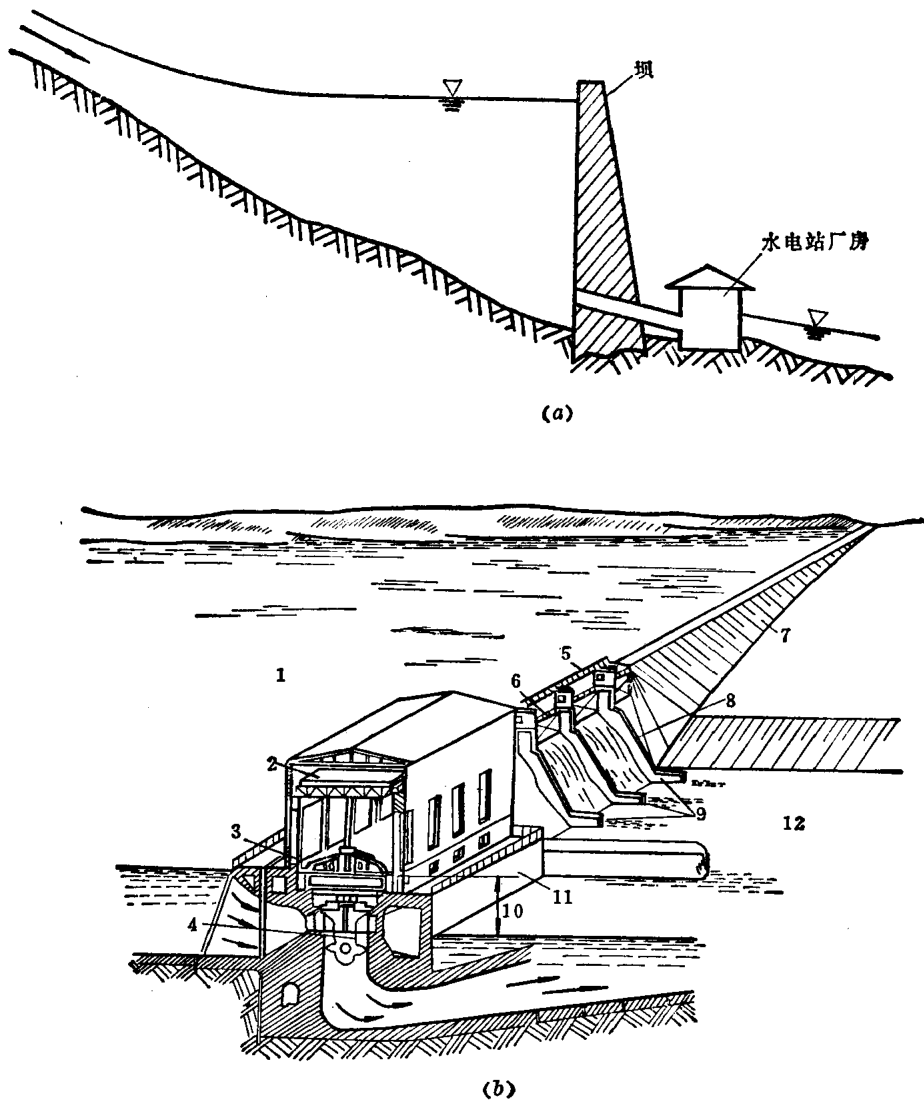


图 1-5 蓄水式水电站示意图

(a) 坝后式水电站, (b) 河床式水电站

1—上游河段, 2—桥式起重机, 3—发电机, 4—水轮机, 5—桥, 6—闸门, 7—非溢流土坝, 8—混凝土溢流坝, 9—闸墩, 10—水头, 11—水电站厂房, 12—下游河段

### 三、防洪工程

#### (一) 蓄洪工程与分洪工程

修建具有一定防洪库容或调洪库容的水库, 在一定程度上可以减轻水库下游地区的洪水灾害。此外, 也可利用湖泊、洼地开辟分洪或蓄洪垦殖区, 以分洪蓄洪的措施达到同样的目的。图 1-8 为××分洪工程示意图, 该工程于 1952 年经历 75 天的紧张战斗而建成, 1954 年长江大水时, 三次开闸分洪, 发挥了巨大作用, 确保了长江中下游地区及武汉市的安全。

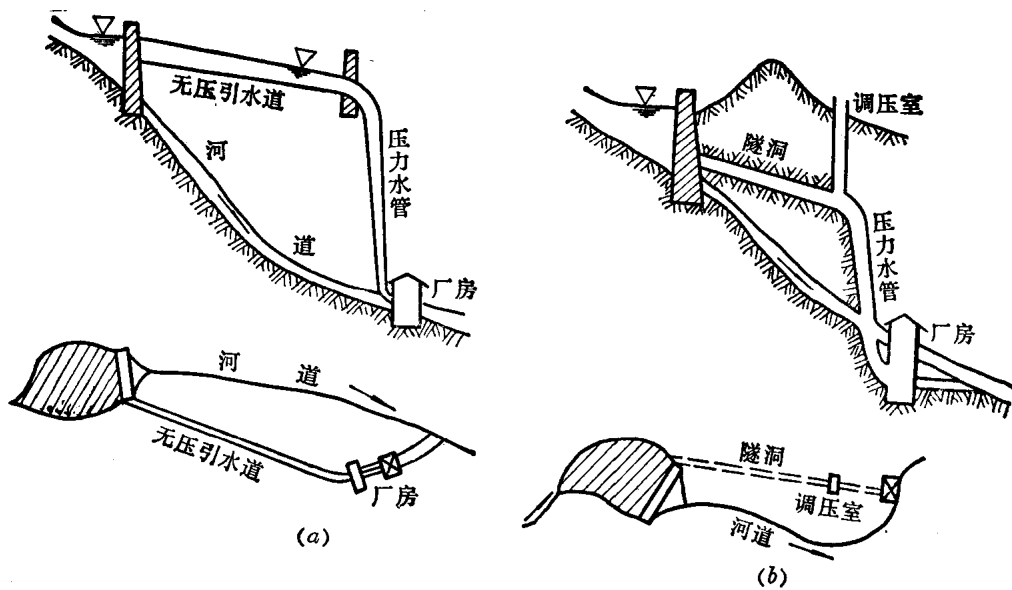


图 1-6 引水式水电站示意图  
 (a) 无压引水式水电站; (b) 有压引水式水电站



图 1-7 混合式水电站示意图

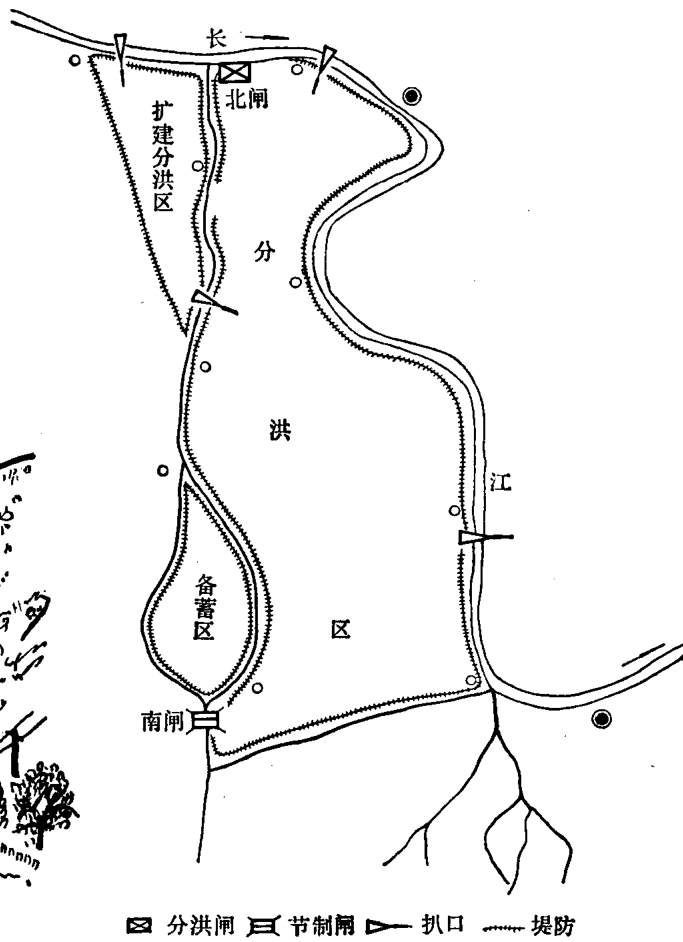


图 1-8 长江流域××分洪工程示意图

## (二) 治导工程

采用一定的工程措施进行裁弯取直和刷深河道，从而加大河道的过水能力，使水流畅通，水位降低。我国根治海河工程中，就以这种方式，开挖入海的独流减河，将洪水直泄入海，以确保海河下游地区及天津市免除洪水威胁。

## (三) 堤防工程

除了蓄排两种防洪工程外，平原地区还采用沿江河两岸修筑防洪堤的办法，免除洪水泛滥所造成的灾害。

## 四、治 涝 工 程

自流排涝工程主要为各级排水沟（干沟、支沟、斗沟、农沟等）组成的渠道系统，参见图 1-4。农田内的涝水通过各级排水沟，最后排泄到容泄区或外河去。地势低洼的江河湖泊均可作为选择容泄区的对象。

当农田地势很低，或者农田虽能自流排涝（一般称为自流排田），但容泄区水位较高，干沟涝水无法向容泄区自排时，要在适当地点修建排水站，进行机电排水。

二十多年来，我国在治涝方面，取得了巨大成绩，积累了丰富的经验。根据不同的地形，不同暴雨洪水特点及农作物种类，采取不同的治涝措施，是治涝的有效途径。

平原地区的河网化工程，不仅可以排除地面涝水，降低涝期地下水位，而且还可以蓄积水量，解决干旱期的灌溉，成为排灌结合的水利系统。

沿江沿湖圩区，排涝期中，外河水位常常高于圩内水位，一般利用渠系自流排田，然后利用机电排水站将圩内容泄区（如圩内地势较低的湖泊水塘等）的一定水量，排至外河。圩区内一般也采用排灌结合的渠系系统，见图 1-9 及图 1-10。

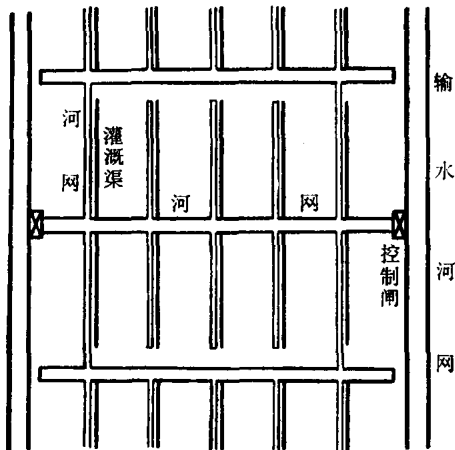


图 1-9 圩区排灌系统示意图

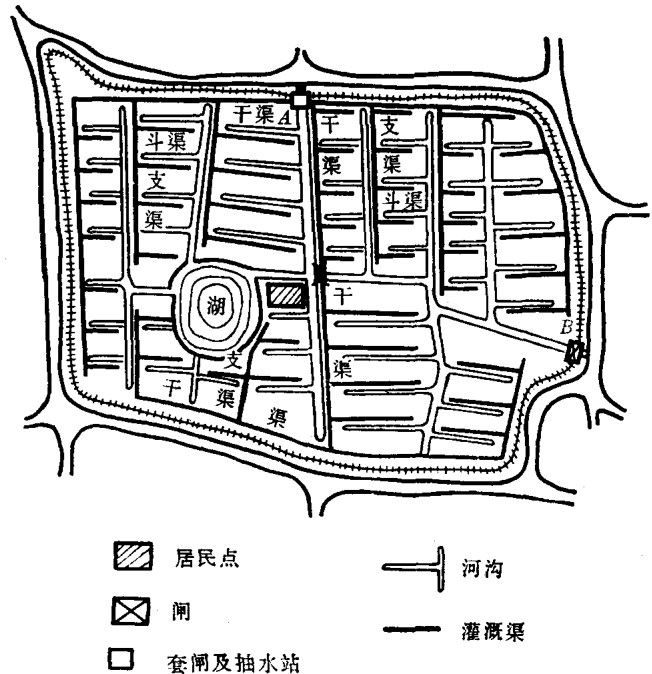


图 1-10 平原地区河网化基本河网布置示意图

除采用渠系自排或机（电）排外，对于各种洼地，还应大搞园田化和农田基本建设，防止涝灾的发生。洼地治涝的具体措施如下：

（1）沟洫畦田工程 沟洫为一组大小不等的防涝排水沟，畦田是在田地里修起来的纵横土埂。它既能排水，又能蓄水。

（2）沟洫台田工程 旱作物较多的地区，由于较高的地下水位对作物正常生长不利，外排又比较困难，常将沟洫（排水沟）挖深加宽，可起到蓄水作用。同时将田地用土垫高1~2米，形成台田，加速田地内涝水的排除。

（3）沟洫围田工程 沟洫围田工程是北方沿海地区改良盐碱化荒滩的一种措施。这种工程的方法是依地形高低，挖沟填埂，将荒滩分成很多围田，然后在每段围田内再分成方格田，不仅可防外水入浸，又能存蓄雨水，溶解土中盐分，逐渐排走，其结果既能防涝，又可改良盐碱土壤。

## 五、航 运 工 程

改善河流通航条件，所修建或采用的工程措施有以下几种：

### （一）航道疏浚

对平原地区沙质河床影响航运的浅滩、沙洲等，采用挖泥设备疏浚。对山丘区河流内阻碍船只通行的暗礁、石滩常采用爆破的方法加以清除，以利通航。

### （二）航道整治

航道整治系采用整治建筑物，导成合乎理想的水流，以水流本身力量，来达到稳定河床，改善通航条件的目的。

整治建筑物，依照其对水流的影响可分为：

#### 1. 透水建筑物

如单排编篱，双排编篱，充填梢料的编篱，梢棍木桩建筑物，梢排建筑物，屏式建筑物，浮坝等，见图1-11。

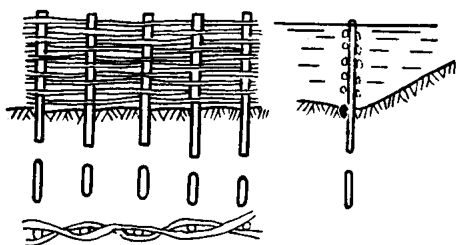


图 1-11 编篱

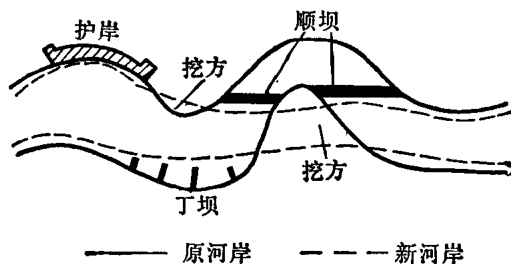


图 1-12 丁坝及顺坝

#### 2. 导流建筑物

主要为导流屏，使河流引起环流，控制河底泥沙运动。这种建筑物适用于小河、渠道及引水的整治。导流屏的方向与水流斜交。

#### 3. 实体建筑物

使水流全部发生偏转，借以改善通航条件。依照整治建筑物在河里的布局和用途不

同，这类建筑可分为丁坝、顺坝、锁坝、潜坝与潜丁坝，见图1-12~图1-14。

### (三) 河道渠化

在河道上以筑坝方式使河流渠化，以此增加通航水深。河流渠化后，变成了由坝控制的多河段人工水道，见图1-15。专门用于通航的壅水坝，多采用坝身不高（一般为几米）的活动坝体，考虑通航、发电、灌溉等综合利用时，坝体往往较高，并设有升船机或船闸等过船设备，见图1-16。

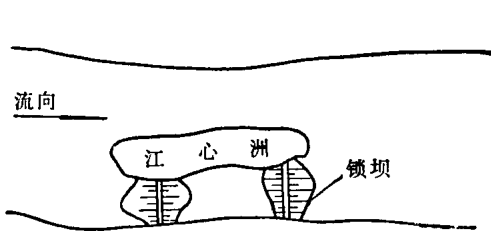


图 1-13 锁坝

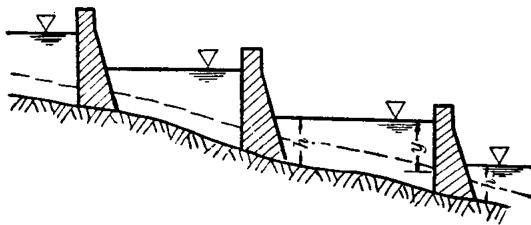


图 1-15 河道渠化示意图

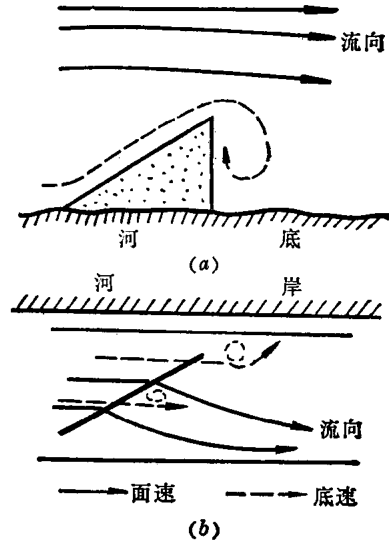


图 1-14 潜坝  
(a)纵断面图；(b)平面图

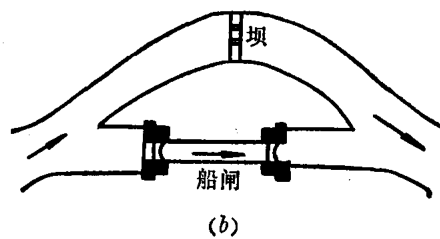
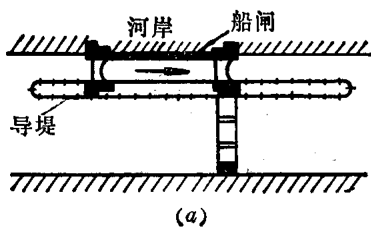


图 1-16 船闸布置示意图  
(a)坝闸相接；(b)坝闸分离

## 第二节 规划设计阶段水文水利计算的任务与内容

中小型水利工程一般是指水库总库容在 1 亿米<sup>3</sup>以下、防洪保护农田面积在 100 万亩以

下、灌溉面积在50万亩以下、水电站装机容量在25万千瓦以下的工程。

中小型水利工程数量多、分布广、投资少、见效快。在经济和技术上便于自筹自建。根据需求和可能，科学地、合理地解决天然来水与国民经济用水的矛盾，兴修水利，根除水害，使拟修的水利工程尽可能做到防洪、治涝、灌溉、发电、航运等综合利用。

中小型水利工程水文水利计算的根本任务是在认识和掌握水文客观规律的基础上，通过水文水利计算分析，合理地确定工程基本规模，并为全部规划及水利工程的设计、施工与管理运用提供经济合理、安全可靠的数据。

中小型水利工程水文水利计算的内容包括以下几个方面：

1) 搜集调查本流域或规划地区有关的自然地理(如地质、地形、土壤、植被等)、水文地理(如集水面积、主槽长度及坡度、河网密度、流域平均宽度等)、水文气象等资料，以便了解其水文气象特性和洪、涝、旱、淤、碱等基本规律，找出主要矛盾，提出治理开发的基本设想与综合利用的基本原则。

2) 统计本流域或规划地区现有的水利措施(如塘、库、闸、坝、站等)、农业措施(如耕地与播种面积、作物种类与种植比例、灌溉制度等)、林业措施(如森林与幼林面积、树木种类等)的基本数量和规模，调查了解该区对除害兴利的基本要求。根据现状与不同发展水平所确定的规划设计标准，计算现有水利工程在防洪、治涝、抗旱、发电、航运等方面能解决多大问题，能发挥多大作用，即对现有水利工程进行“效益账”的计算，以便在下一步规划中做到心中有数。

3) 按照国民经济各部门用水要求所确定的规划设计标准，在现有水利工程“效益账”分析计算的基础上，提出下一步规划设计急待解决的问题，拟定几种方案。通过水文水利计算，即通过“规划设计账”的计算，从中选定一项比较安全、经济、合理的方案，由此确定地区治理开发的基本规模，并为各项水利工程的设计、施工提供定量依据。

4) 通过“管理运用账”的计算，为防洪、治涝、灌溉、发电等重点工程的科学管理与调度运用提出合理的实施方案，多快好省地为国民经济大发展服务。

为了叙述上和使用上的方便，中小型水利工程水文水利计算的具体内容，以每一种水利工程(例如防洪工程、治涝工程、灌溉工程、发电工程、航运工程等)作为一个独立完整的部分，介绍其计算方法，并附有举例。有关内容可参阅各章的阐述。

必须指出，与水文水利计算有关的理论、方法、公式，均有一定的适用条件，对资料也有一定的要求。规划地区的自然条件、水文气象特性和规划要求千差万别。因此，在分析计算过程中，从实际出发，有针对性的选择计算方法，重视成果的综合分析，特别是重视原始资料的准确性和合理性，才能使计算建立在牢固的基础上。水文水利计算应加强原始资料的调查分析工作，对资料去伪存真，去粗取精，提高资料的代表性和可靠性。针对规划地区的不同条件和资料的不同情况，选用多种途径、多种方法，以利成果的相互比较、相互鉴别，是水文水利计算中关键的问题。

### 第三节 水库地形特性曲线的绘制

水库地形特性曲线包括高程~面积曲线(一般称为面积曲线)与高程~容积曲线(一



般称为库容曲线)两种,这两条曲线在水利工程的规划设计中经常应用,必须掌握其绘制方法。

(一)根据库区地形图绘制

1.水库高程~面积曲线的绘制

水库高程 $G$ 与其相应面积 $F$ 之间的关系曲线,通常根据已测的库区地形图(比例尺为 $1/10000$ 或 $1/5000$ ),由求积仪求得,绘制方法如下:

1)在库区地形图上,沿某一等高线 $G_1$ ,求出坝址以上所包围的面积 $F_1$ ,如图1-17所示;

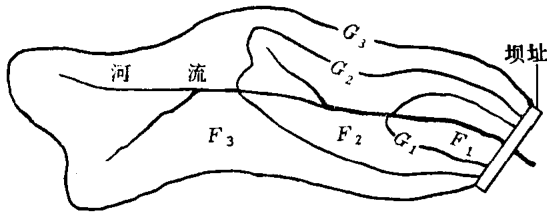


图 1-17 水库地形示意图

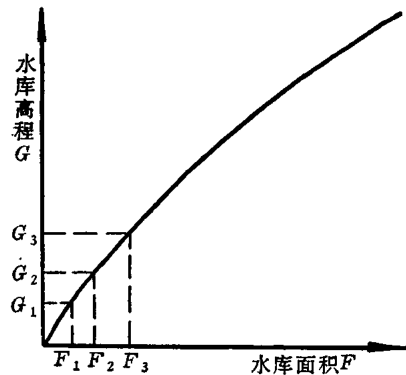


图 1-18  $G \sim F$ 曲线示意图

2)同法,可求出等高线 $G_2$ 、 $G_3$ ……在坝址以上所包围的面积 $F_2$ 、 $F_3$ ……;

3)以高程 $G$ 为纵坐标,面积 $F$ 为横坐标,点绘相应点据 $(G_1, F_1)$ 、 $(G_2, F_2)$ 、 $(G_3, F_3)$ ……,连绘成平滑曲线,即得水库高程~面积曲线,如图1-18所示。

2.水库高程~容积曲线的绘制

表示水库高程~容积的关系曲线,可由水库高程~面积曲线求得,方法如下:

1)将水库高程划分若干级,在高程~面积关系曲线上查得各级高程的相应水面面积;

2)自下而上,逐级计算两相邻高程之间的容积 $\Delta V$ ,计算式如下:

$$\Delta V_i = \frac{F_i + F_{i+1}}{2} \cdot \Delta G_i \quad (1-1)$$

或采用下面较精确的计算式:

$$\Delta V_i = \frac{1}{3} (F_i + \sqrt{F_i \cdot F_{i+1}} + F_{i+1}) \Delta G_i \quad (1-2)$$

3)将 $\Delta V_i$ 自下而上依次逐层累加,即得各级高程的容积 $V$ ;

4)以高程 $G$ 为纵坐标,相应的容积 $V$ 为横坐标,点绘关系点据,并连绘成平滑曲线,即得 $G \sim V$ 关系曲线(一般称为库容曲线),如图1-19所示。

**【举例】** ××水库,从库区地形图上量得各级高程的面积见表1-1,试绘出水水库库容曲线。