

高等学校教学参考书

# 农田水利

下 册

灌区的规划和管理平原  
地区治理与地下水利用

武汉水利电力学院《农田水利》编写组

人民教育出版社

514  
1312156  
T.2

高等学校教学参考书

# 农 田 水 利

下 册

洪区的规划和管理  
平尻地区治理与地下水利用

武汉水利电力学院《农田水利》编写组

人 民 教 育 出 版 社

农田水利

下册

武汉水利电力学院《农田水利》编写组

\*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

\*

1978年2月第1版 1978年8月第1次印刷

书号 15012·053 定价 2.20 元

# 目 录

(下 册)

## 第二篇 沃区的规划和管理

引 言	1	二、沃区园田化的规划要求与标准	83
第一章 沃溉排水系统的规划与布置	2	第二节 田间沃系的规划布置	86
第一节 沃溉排水系统的组成	2	一、田间沃系的布置	86
第二节 沃首引水工程规划	3	二、田间沃排沃边的规格	91
一、有坝取水枢纽规划	3	第三节 田、塘、路、林、居民点的规划布置	97
二、无坝取水枢纽规划	10	一、田块的布置	97
第三节 沃排沃系的布置	12	二、塘堰扩适、改造	98
一、干沃的布置	12	三、边路及林带的布置	98
二、支沃以下各级沃系规划的特点	19	四、居民点规划	101
三、沃线选定的步骤	20	第四节 平套土地	103
第四节 沃溉沃边防洪规划	22	一、水田的平套	103
一、规划原则与设计标准	23	二、坡地的平套	105
二、设计洪水计算	23	三、施工组织形式	109
三、沃边防洪建筑物的规划	29	第四章 沃水方法	110
第二章 沃溉沃边设计	31	第一节 地百沃溉与地下沃溉	110
第一节 沃溉沃边设计流势的计算	31	一、地百沃溉	110
一、设计沃水率的确定	31	二、地下沃溉	112
二、沃边沃水损失	33	第二节 喷沃	114
三、各级沃边设计流势的推算	39	一、概述	114
四、沃溉沃系流势推算示例	44	二、喷沃系统的组成和分类	115
第二节 沃溉沃边纵横断面设计	47	三、喷沃的主要技术参数及测定方法	120
一、沃边的横断面设计	48	四、喷沃的种类及其工作原理	123
二、沃边的纵断面设计	63	五、旋转式喷沃的主要水力参数及其影响因素	127
三、沃边纵横断面设计成果套编与工程号估算	69	六、喷沃系统的规划设计	132
第三节 地下沃边	70	七、固定式喷沃系统设计实例	138
一、地下沃的规划布置	71	第三节 滴沃	143
二、地下沃边的结构和建筑物	72	一、滴沃系统的组成	144
三、进水池水位推算	74	二、滴沃系统的布置和设计	147
四、地下沃边的施工	77	三、滴沃系统的堵塞及其处理方法	153
第三章 沃区园田化	81	四、滴沃水力计算举例	153
第一节 概述	81	第五章 沃边的管理与养护	156
一、沃区园田化建设的意义和规划原则	81	第一节 沃系沃水能力的复核	156

一、汭边设计流势复核	157
二、汭边和汭系建筑物驮水能力的复核	157
第二节 汭边防渗	158
一、土料夯实防渗	159
二、三合土护底防渗	160
三、石料衬砌防渗	162
四、砌砖防渗	164
五、混凝土衬砌防渗	164
六、塑料薄膜防渗	170
七、沥青护底	171
第三节 汭边滑坡的防治	172
一、汭边滑坡的原因	172
二、滑坡的预防与治理	174
第四节 汭边的防冲、防淤、防洪和防决	178
一、汭边冲刷的原因及其防治措施	178

二、汭边淤积的原因及其防治措施	178
三、汭边的防洪	179
四、汭边的防决和堵口	179

<b>第六章 洪区用水管理</b>	182
第一节 洪区计划用水	182
一、用水计划的编制	182
二、用水计划的执行	188
第二节 洪区的另水工作	188
一、另水点布设	189
二、另水方法	189
第三节 洪排试验	197
一、田间洪溉试验	198
二、田间排渍试验	206
三、用水管理试验	210

### 第三篇 平尻地区治理与地下水利用

引言	212
<b>第一章 我国南方圩区的治理</b>	213
第一节 圩区防洪规划	214
一、套套堤防	214
二、堵支并流、联圩并垸	216
三、分洪与蓄洪垦殖	218
四、河流改道、撇洪入江	220
第二节 圩区内卫除涝洪规划	238
一、圩区内卫除涝洪规划的经验和原则	239
二、圩区排洪汭系的规划布置	243
三、圩区排水闸(或挡潮闸)和进水闸位置的规划	245
四、圩区机电排涝站(简称电排站)的规划布局	246
<b>第二章 我国北方平尻地区的治理</b>	250
第一节 概述	250
第二节 北方平尻地区的治理措施	251
一、治理原则	251
二、治理措施	252
第三节 北方平尻地区的田间工程	255
一、以抗旱、除涝为主的田间洪溉排水系统	256
二、以改良盐碱地为主的田间工程	263
三、结合并洪进行竖井排水	268
<b>第三章 平尻地区排水沟设计</b>	275
第一节 排水沟设计流势的确定	275

一、除涝设计流势	275
二、日常设计流势	280
第二节 排水沟的设计水位	281
一、日常水位	281
二、最高水位	282
第三节 排水沟断面设计	282
一、根据除涝排水设计流势确定沟边的过水断面	283
二、根据通航、养殖要求校核排水沟的水深与底宽	284
三、根据蓄涝要求校核排水沟的底宽	284
四、根据洪溉引水要求校核排水沟底宽	285

<b>第四章 平尻地区排水闸和挡潮闸的规划</b>	291
第一节 排水闸规模的确定	291
第二节 挡潮闸规模的确定	294
一、挡潮闸闸孔尺寸和底板高程的确定	295
二、挡潮闸顶高计算	302
三、挡潮闸运用原则	303
<b>第五章 平尻地区电排站设计装机容量</b>	305
第一节 机电排涝设计标准的确定	305
一、设计暴雨与排水天数	306
二、设计外河水位	307
第二节 机电排涝站址	308

第三节	电排站设计扬程和设计装机容量 的确定 .....	312
第四节	排洪结合两用站设计装机容量 的确定 .....	314
一、	一级排洪结合两用站设计装机容量 的确定 .....	314
二、	二级站(内排站)设计标准和规模 的确定 .....	316
<b>第六章</b>	<b>利用地下水灌溉</b> .....	<b>317</b>
第一节	概述 .....	317
一、	地下水的主要类型 .....	317
二、	灌溉对于地下水质的要求 .....	318
三、	地下水的勘测 .....	319
第二节	关于可以开采利用的地下水资源的 概念 .....	321
一、	地下水储量的概念 .....	322
二、	可以开采利用的地下水资源的 概念 .....	323
第三节	地下水含水层水文地质参数的 确定 .....	333
一、	单井非稳定流基本方程 .....	334
二、	远离补给边界情况下单井水力学 计算 .....	335
三、	在含水层有边界限制的情况下单井水	

力学计算 .....	345	
四、	利用抽水试验资料确定水文地质 参数 .....	346
第四节	井洪区地下水资源评价 .....	354
一、	地下水资源评价的主要内容 .....	354
二、	局内开采区地下水资源评价 方法 .....	355
三、	区域性大面积地下水资源的 估算 .....	365
第五节	地下水取水建筑物的形式、结构 及施工技术 .....	393
一、	垂直取水建筑物 .....	393
二、	水平采水工程 .....	400
三、	双向取水建筑物 .....	401
第六节	地下水开发利用规划和水井的 合理布局 .....	403
一、	地下水资源开发利用规划原则 .....	403
二、	水井的合理布局 .....	404
三、	井洪区的田间工程布置 .....	405
第七节	地下水资源的管理 .....	406
一、	地下水资源管理的主要内容 .....	407
二、	地下水的人工补给(地下水的人工 回灌) .....	407
三、	地下水动态观测 .....	413

## 第二篇 洪区的规划和管理

### 引 言

本书上册在绪言中重点介绍了我国农田水利事业发展的概况，并在第一篇介绍了以灌溉为主的水库的规划与运用。本书下册将介绍两部分内容，第二篇介绍洪区的规划与管理，第三篇介绍平原地区治理与地下水利用。

洪区的规划和管理是当前我国农田基本建设的重要内容，也是本书的主要组成部分。一个洪区的骨干河系和园田化建设，其规划设计是否合理，施工质量是否符合要求，都直接关系到洪区工程效益能否达到设计指标和农业能否高产稳产的问题。

而一个洪区的建成，只是为农业增产创造了条件，能不能达到增产的目的，还要看能否把洪区管好用好。“造”是基础，“管”是关键，这是我国洪区多年实践的总结，在学习本篇内容时和在实际工作中，也要掌握并贯彻这一原则。

本篇从农田基本建设的需要出发，根据“造”“管”并重和治水改土等原则，安排了灌溉排水系统的规划与布置，灌溉河系设计、洪区园田化、洪水方法、河系的管理与养护、洪区用水管理等六章内容；其中第一、二、四章侧重讲述规划设计，而三、五、六章则侧重讲述洪区的配套建设和养护管理。本篇教学方法应坚持理论联系实际的原则，深入洪区（已成洪区或待造洪区），结合通过参加洪区河系的新造、扩造和改造或社队园田化规划等生产实践，以便更好地领会和掌握本篇的基本内容，培养学员分析问题和解决问题的能力。

本篇各章多侧重反映我国南方洪区的状况，但也兼顾了北方洪区的一般内容。对于北方洪区的河系规划和园田化建设的特点将在第三篇第二章介绍。

# 第一章 灌溉排水系统的规划与布置

## 第一节 灌溉排水系统的组成

山区、丘陵地区的灌溉排水系统主要包括首部取水枢纽, 洪区内下的洪、排洪边系统和蓄水工程, 田间工程以及洪排系上的建筑物等。在平原地区, 还包括堤防、圩垸、排水枢纽等。这些灌溉排水工程组成一个整体, 共同完成控制调节农田水分的任务, 以达到迁旱有水, 迁涝排水, 并满足防洪、发电、航运、养殖等综合利用要求。

### 1. 首部取水枢纽

首部取水枢纽的任务在于按洪区农作物的需水要求, 引取灌溉水源的水进入洪边。由于灌溉水源不同, 首部取水枢纽也有多种多样。从河水水源取水的枢纽, 比较常见的是无坝取水枢纽、有坝取水枢纽、水库取水枢纽及提水灌溉枢纽。水库取水枢纽的规划已在第一篇作了详细的介绍, 提水灌溉枢纽将在抽水站课程中专门论述, 本章只简要地介绍引水灌溉工程的规划。

### 2. 灌溉洪边系统

从灌溉水源引取的灌溉水, 需要通过各级洪边输送和分配到田间。灌溉洪边系统, 一般分成干洪、支洪、斗洪、农洪四级。较大的洪区多于四级, 尚有总干、分干、分支各级; 较小的洪区可少于四级。

### 3. 防洪排水(退水)系统

包括控制山洪、渲泄降雨径流和灌溉弃水以及控制地下水位的各级排水沟边、山坡截流沟等工程。有的洪区尚包括排水出路, 即外江、外河的治理措施等。

### 4. 塘坝工程

南方丘陵山区, 塘堰是拦蓄当地径流, 调节灌溉用水的重要措施, 它是洪排系统中的重要组成部分。

### 5. 田间工程

分配给田间的灌溉用水, 有时还需经过农洪以下的毛洪、农水沟送至格田或洪水沟(畦), 以满足作物生长的要求。田间多余的水量, 也要通过田间工程排除, 不使危害农作物生长。这些农洪以下的洪排沟边和建筑物以及土地平整、道路布局 and 格田畦块等, 统称为田间工程。

### 6. 灌溉排水系上的建筑物

如渡槽、倒虹吸、隧洞、涵管、分水闸、泄洪闸、节制闸、退水闸、跌水、陡坡、斗门等, 用于衔接各级洪边和控制水位流量。

图 2-1-1 为灌溉排水系统组成示意图。灌溉水源可以是水库、河流、湖泊或其他。



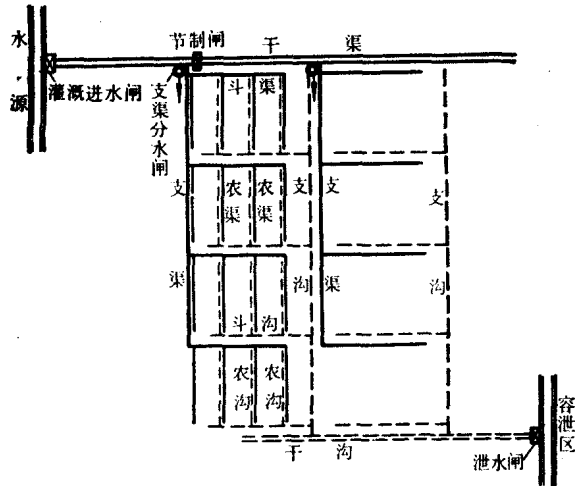


图 2-1-1 灌溉排水系统组成示意图

## 第二节 汭首引水工程规划

### 一、有坝取水枢纽规划

当河流水流较为丰实，而河流水位太低，不能引水自流灌溉时，则需在河边上多造壅水建筑物(坝或闸)，抬高水位，以便引水。

(一)枢纽组成 有坝取水枢纽主要由拦河坝(闸)、进水闸、冲沙闸及防洪堤等建筑物组成。如图 2-1-2。

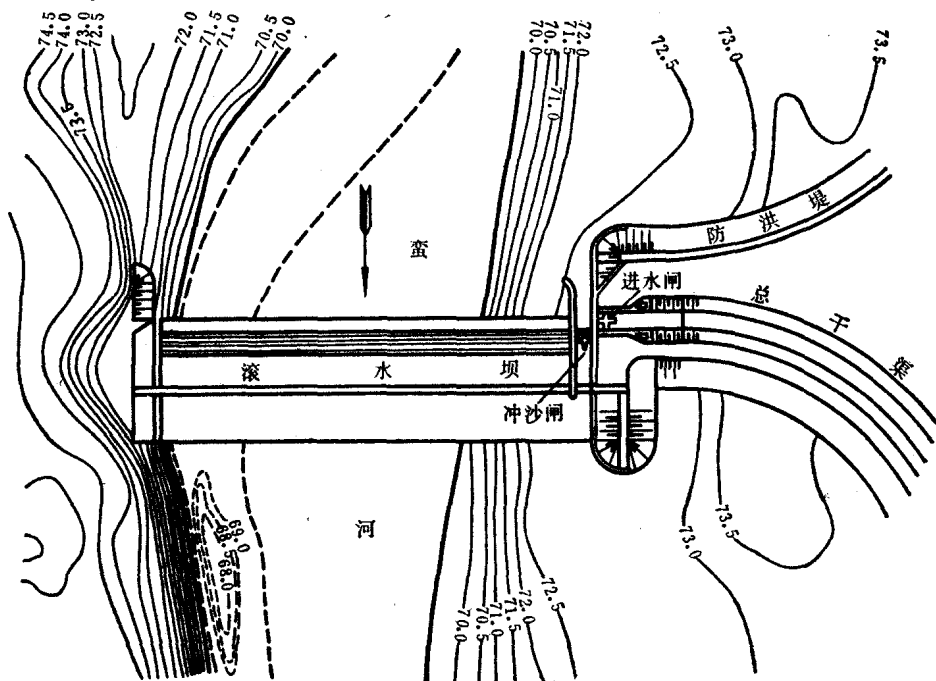


图 2-1-2 某有坝汭首工程平面布置示意图

1. 拦河坝 横拦河边, 枯水季节抬高水位, 以满足灌溉引水的要求; 汛期则在溢流坝顶溢洪, 渲泄河边洪水。因此, 坝顶应有足够的溢洪宽度, 在坝顶宽度增长受到限制或上流不允许壅水过高时, 可降低坝顶高程, 改为带闸门的溢洪坝或拦河闸, 增加泄洪能力。

2. 进水闸 用以引水灌溉。关于进水闸的平面布置, 主要有两种型式:

(1) 侧百引水, 正百排沙 进水闸的轴线与河流水流方向正交, 如图 2-1-2。由于其防止泥沙进入引边的效果很差, 一般只用于清水河边中取水。

(2) 正百引水, 侧百排沙 这是我国劳动人民总结出来的一种较好的取水方式。进水闸的轴线与河流水流方向一致或斜交, 如图 2-1-3。这种取水方式, 能在取水口前激起横向环流, 促使水流分层, 表层清水进入进水闸, 而底层含沙水流则涌向冲沙闸排除。

3. 冲沙闸 冲沙闸是多沙河流低坝取水枢纽中不可缺少的组成部分, 它的作用有二: 一是渲泄部分洪水, 保证上流河段稳定, 并使主流靠近进水闸; 二是与导流坝构成冲沙槽, 中、小水时导引河水平稳地流向进水闸, 并使推移质和部分悬移质泥沙在冲沙槽中落淤, 定期开启冲沙闸进行冲沙淤积。冲沙闸的位置视具体地形条件而定。位于平原河段上的枢纽, 河段较宽, 一般都应将冲沙闸布置在溢流坝的一端。位于峡谷地区的引水枢纽, 因地形条件的限制, 无法将冲沙闸布置在溢流坝的一端, 而把冲沙闸布置在溢流坝

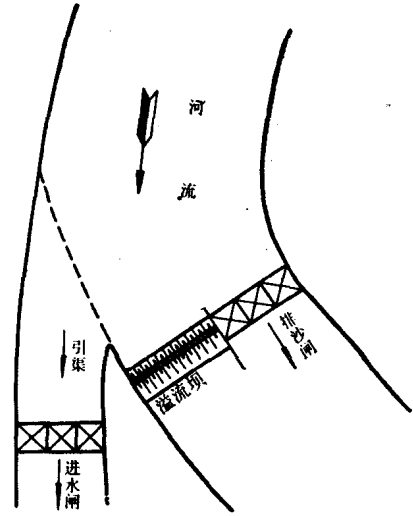


图 2-1-3 “正百引水、侧百排沙”示意图

的下流, 在冲沙闸与溢流坝之间以引渠或隧洞相连接。冲沙闸的过水能力一般应大于进水闸的过水能力, 冲沙闸底板高程应低于进水闸底板高程, 以保证较好的冲沙效果。

4. 防洪堤 为减少拦河坝上流的淹没损失, 在洪水期保护上流城镇、交通的安全, 需要在拦河坝上流河岸上多筑防洪堤。

此外, 若有通航、过鱼、过木、发电等综合利用要求时, 尚需设置船闸、鱼边、筏边及电站等建筑物。

## (二) 水文水利计算

有坝取水枢纽的水文水利计算, 包括设计引水流势及保证灌溉面积的确、拦河坝高度的确定、拦河坝上流防护设施的确定及进水闸尺寸的确定等, 现分述如下:

### 1. 设计引水流势及保证灌溉面积的确

按设计对象的规模、标准及所掌握资料的多少, 可有下列三种计算方法:

(1) 设计洪率法 该法的基本思想是根据经验及洪区的具体条件, 合理选定设计洪率并计算设计引水流势, 再按河流来水势的变化与设计引水流势的适应程度而定灌溉设计保证率。若已知洪区水田及旱地面积, 可按下列公式计算引首设计引水流势  $Q_{引}$ :

$$Q_{引} = q\omega \quad (2-1-1)$$

式中  $Q_{引}$  —— 引首设计引水流势 (米<sup>3</sup>/秒);

$q$  —— 洒水率。水田可取  $q=0.6\sim 1.0$  米<sup>3</sup>/秒/万亩,旱地可取  $q=0.2\sim 0.4$  米<sup>3</sup>/秒/万亩;  
 $\omega$  —— 灌溉面积(万亩),水田、旱地分开计蒜。

统计历年灌溉期(湖北为4—10月)或临界期(湖北为7—9月),汈首河流最小五日(或旬)平均流量,并绘制频率曲线  $Q_{引} \sim p$ ,如图2-1-4。根据  $Q_{引}$ ,在该曲线上查得相应的保证率为  $p$ ,看是否满足规定要求。如不满足,  $p < p_{设}$ ,则应减小灌溉面积或减少灌溉定额,亦即减少洒水率。此法适用于初步设计阶段或小型引水灌溉区。

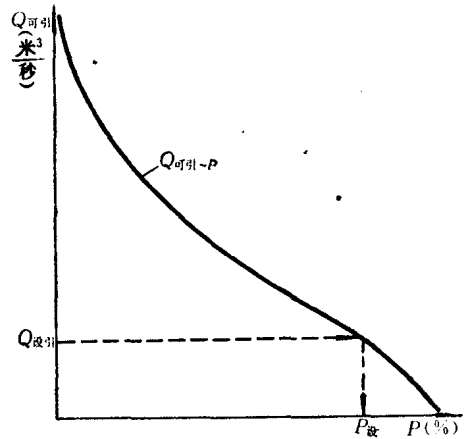


图 2-1-4

(2) 设计代表年法 按汈首河流来水频率曲线(年的、灌溉期的或临界期的)选取设计代表年,计蒜设计代表年的旬(或五日)来水过程及灌溉用水过程,比较这两个过程线,确定各旬实际引水量,取其最大者计蒜汈首设计引水流量,并进而计蒜保证灌溉面积。此法适用于来、用水关系较好的中、小型引水灌溉区。现举例说明其计蒜方法及步骤。

某灌溉区拟多道引水灌溉工程进行自流灌溉,试采用设计代表年法推求灌溉设计保证率  $p=80\%$  的设计引水流量及保证灌溉面积。

1) 计蒜汈首处  $p=80\%$  的河流设计年径流量及其年内分配(方法见第一篇第三章)。本例取旬作为计蒜时段,计蒜结果列入表(2-1-1)中第(3)栏。

2) 选择与  $p=80\%$  河流来水量相应的设计代表年,计蒜该年内以旬为计蒜时段的综合毛灌溉用水过程(计蒜方法见第一篇第三章),计蒜结果列入表(2-1-1)中第(4)栏。

3) 将表(2-1-1)中同一旬的河流来水量与毛灌溉用水量相比较,取两者中较小的数字,作为实际引水量,写在表(2-1-1)第(5)栏内。

4) 确定设计引水流量  $Q_{引}$  在表(2-1-1)第(5)栏实际引水量中选取最大的实际引水量  $W_{最大}$  (本例中  $W_{最大}=242$  万米<sup>3</sup>),按下式计蒜设计引水流量:

$$Q_{引} = \frac{W_{最大}}{86400 \times \Delta t} \quad (2-1-2)$$

本例中  $W_{最大}$  发生在6月中旬,则  $\Delta t=10$  天,故

$$Q_{引} = \frac{2420000}{10 \times 86400} = 2.8 \text{ 米}^3/\text{秒}$$

5) 计蒜保证灌溉面积 从表(2-1-1)中可以看出,当河流来水量大于或等于同一旬的毛灌溉用水量时,灌溉区的保证灌溉面积等于全需要灌溉的面积,此时,灌溉区的保证灌溉面积  $\omega_{p,设}$  与全需要灌溉的面积  $\omega_{需}$  的比值( $f$ )为100%,即  $\omega_{p,设}/\omega_{需}=100\%$ 。

当河流来水量小于同一旬的毛灌溉用水量时,灌溉区的保证灌溉面积小于灌溉区全需要灌溉的面积,此时,灌溉区的保证灌溉面积  $\omega_{p,设}$  与全需要灌溉的面积  $\omega_{需}$  的比值( $f$ )小于100%,具体

表 2-1-1 某引水灌溉工程设计代表年引水易及保证灌溉面积统计表

月	旬	河流来水易 (万米 <sup>3</sup> )	毛灌溉用水易 (万米 <sup>3</sup> )	实际引水易 (万米 <sup>3</sup> )	$f = \omega_{p引} / \omega_{引}$ (%)	保证灌溉面积 $\omega_{p引}$ (万亩)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
4	上	23.7	0	0	—	—
	中	125	214	125	58.4	1.64
	下	86.3	0	0	—	—
5	上	147	126	126	100	2.8
	中	92	0	0	—	—
	下	164	231	164	71.0	1.99
6	上	187	36	36	100	2.8
	中	295	242	242	100	2.8
	下	146	143	143	100	2.8
7	上	82.0	321	82.0	25.6	0.717
	中	64.0	247	64.0	25.9	0.725
	下	85.0	0	0	—	—
8	上	191.0	324	191	59.0	1.65
	中	274	191	191	100	2.8
	下	201	125	125	100	2.8
9	上	125	136	125	91.9	2.57
	中	84.3	42.0	42.0	100	2.8
	下	42.1	23.0	23.0	100	2.8
10	上	65.2	17.0	17.0	100	2.8
	中	47.6	14.0	14.0	100	2.8
	下	26.4	6.5	6.5	100	2.8
	∴	∴				
总计		2553.6	2438.5	1716.5		40.092

可按下列式计算:

$$f = \frac{W_{引}}{W_{毛用}} (\%) \quad (2-1-3)$$

式中  $f$  ——为  $\omega_{p引}$  与  $\omega_{引}$  的比值,以%计;

$W_{引}$  ——实际引水易,见表(2-1-1)第(5)栏数据(万米<sup>3</sup>);

$W_{毛用}$  ——毛灌溉用水易,见表(2-1-1)第(4)栏数据(万米<sup>3</sup>)。

根据式(2-1-3)计算  $f$ ,列入表(2-1-1)中第(6)栏。

再根据  $f$  和已知该洪区全年需要灌溉的百积  $\omega_{\text{需}} = 2.8$  万亩(全年种双季稻), 计算出保证灌溉百积  $\omega_p$  洪, 列入表(2-1-1)中第(7)栏。

从表(2-1-1)第(7)栏可以看出, 设计代表年内引水灌溉的旬数为 17 旬, 其中有 11 旬  $f = 100\%$ , 说明在这 11 旬内引水灌溉洪区内全年需要的灌溉百积 2.8 万亩, 可以达到指定的灌溉设计保证率( $p = 80\%$ ), 另外 6 旬  $f < 100$ , 说明这 6 旬内引水灌溉洪区内全年需要灌溉的百积 2.8 万亩, 不能达到指定的灌溉设计保证率。而只能保证 2.8 万亩中部分百积达到指定的灌溉设计保证率。在这缺水的 6 旬中, 最大的保证灌溉百积为 2.57 万亩(9 月上旬), 最小的保证灌溉百积为 0.717 万亩(7 月上旬)。就一年而言, 平均的保证灌溉百积为 2.36 万亩( $\frac{40.092}{17} \approx 2.36$  万亩)。

综上所述, 就这一设计代表年而言, 不能保证全年需要灌溉的百积(2.8 万亩)都达到指定的灌溉设计保证率  $p = 80\%$ 。只有当灌溉百积为 0.717 万亩时, 才能保证各旬都达到既定的灌溉设计保证率。所以, 严格地说, 这一年不称保证年, 而属破坏年。但为了提高灌溉水沅的利用率, 将灌溉百积定为 0.717 万亩也显然是不恰当的, 实际工程上常允许个别旬达不到既定的灌溉设计保证率, 而采取其他措施予以解决。解决的办法是, 或者适当降低灌溉设计保证率, 重新选年进行计算, 而使不能保证的旬数最少或取消; 或者适当减少灌溉百积, 增加可保证的旬数; 或者适当减少某些旬的灌溉定额(以不影响作物生长为限), 减少该旬的灌溉用水量, 增加可保证的旬数; 或者在余水旬引水洪塘, 充分发挥洪区内中、小型蓄水设施的调蓄能力, 以补充亏水旬之不足……等等, 可依各引水工程的具体条件而定, 有时还要作多方案的经济比较, 从中取出最优方案。

(3) 长系列法(时历法) 由于河流来水及洪区灌溉用水无论在一年内或年际间都是变化的, 且各有其自身的规律性。上述第(1)法将灌溉用水视为固定不变的, 往往偏离真实情况甚多, 如选用的洪水率偏高, 则按此法设计的引水工程是偏于保守的。第(2)法较第(1)法为好, 如选取的设计代表年的代表性较好, 则计算成果是可信的, 否则, 仍不可避免任意性, 当来, 用水之间关系较差时, 转度更不能保证。因此, 对于比较重要的大、中型引水工程, 可以采用长系列法。该法考虑了历年的引水流易与灌溉用水流易的实际变化及配合, 只要所选取的系列年组有足够的代表性, 其成果是比较可信的。

所谓长系列法, 就是首先计算历年的(或历年临界期的)汨首来水及洪区灌溉用水过程, 再逐年比较这两个过程, 计算每年的引水流易及保证灌溉百积(方法见设计代表年法), 看有多少年是保证的, 如  $n$  年系列中, 保证年数为  $m$ , 则本工程的灌溉设计保证率为  $p = \frac{m}{n+1} \times 100\%$ 。也可用历年的最大引水流易及平均的保证灌溉百积排频率, 从而求出符合灌溉设计保证率的设计引水流易及保证灌溉百积。

## 2. 拦河坝高度的确定

根据一般规划设计经验, 拦河坝的高度应满足下述三方面的要求:

(1) 应满足灌溉所要求的取水高程;

(2) 在满足灌溉取水要求的前提下, 使筑坝后上沈淹没损失尽可能小, 亦即在渲泄一定设计

频率洪水的条件下,使溢流坝(或闸)的壅水高度最小;

(3) 适当考虑综合利用的要求,如发电,通航,过鱼等。

这些要求事实上是既统一又矛盾的。如对灌溉和发电效益而言,拦河坝高些为好;但拦河坝愈高,上流淹没损失加大,防洪工程造价也高。因此,必须通过多方面的调查研究,反复比较才行。

一般地说,坝顶高程常先根据灌溉引水高程初步拟定,然后结合河床地形地质条件,拦河坝型式和材料以及溢流坝段工程量和坝上流防洪工程的大小进行综合比较。

当溢流坝段不设闸时,如图 2-1-5 所示,坝顶高程可按下列二式计标:

溢流段的坝顶高程  $H_{溢}$  为:

$$H_{溢} = h_{设计} + \Delta Z + \Delta D_1 \quad (2-1-4)$$

式中  $H_{溢}$  —— 拦河坝溢流段高程(米);

$h_{设计}$  —— 相应于设计引水流量的干涸涸首水位(米);

$\Delta Z$  —— 涸首进水闸过闸水头损失,一般为 0.2~0.3 米;

$\Delta D_1$  —— 安全超高,一般中、小型工程取 0.2~0.3 米。

由推标得的坝顶高程  $H_{溢}$ ,减去坝基高程  $H_{基}$ ,即得溢流坝的高度  $H_1$ 为:

$$H_1 = H_{溢} - H_{基} \quad (2-1-5)$$

非溢流段的坝顶高程  $H_{坝}$ 为:

$$H_{坝} = H_{溢} + H_0 + \Delta D_2 \quad (2-1-6)$$

式中  $\Delta D_2$  —— 安全超高,按建筑物等级而定,一般中、小型工程取 0.5~0.7 米;

$H_0$  —— 溢流坝上溢洪时的壅水高度(米),可按下式确定:

$$H_0 = \left[ \frac{Q_M}{mB\sqrt{2g}} \right]^{2/3} \quad (2-1-7)$$

式中  $Q_M$  —— 相应于某一设计频率的洪峰流量(米<sup>3</sup>/秒);

$B$  —— 拦河坝溢流段宽度(米),如分孔,应为净宽  $nb$ ( $n$  为孔数,  $b$  为每孔净宽);

$m$  —— 溢流坝的流量系数,要考虑边墩及中墩的侧收缩,此时,非溢流段的坝高  $H_2$ 为

$$H_2 = H_{坝} - H_{基} \quad (2-1-8)$$

当溢流坝段设闸门时,可推标出相应的计标公式,此处不再赘述。

### 3. 拦河坝的防洪校核及上流防护设施规模的确定

进行防洪校核,首先要确定设计标准。中、小型引水工程的防洪设计标准,一般采用 10~20 年一迁洪水设计,100~200 年一迁洪水校核。根据一定标准的设计洪水和初步拟定的坝高,便可根据河床情况,选取一个溢流宽度,计标坝上的壅水高度  $H_0$ ,如式(2-1-7)。此项计标往往与溢流段坝高的计标交叉进行。

坝上壅水高度求出后,可按假定非均匀流推求出上流回水曲线,如图 2-1-6,计标方法详见水力学教材。拦河坝(断面 I-I)到回水终止处(断面 II-II)的长度即为回水长度。根据回水范围,

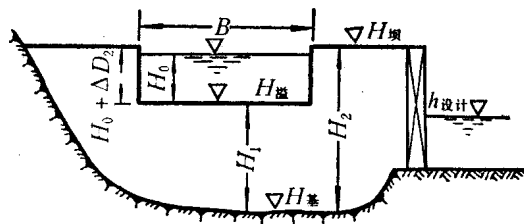


图 2-1-5

可调查统计筑坝后的淹没情况(淹没面积及搬迁等)。对于一些重要的城镇和交通要道则应增设防洪堤和抽水排渍工程等进行防护。防洪堤的长度依防护范围而定,堤顶高程则根据设计洪水回水水位加超高(一般为0.5米)来决定。若所需防护工程造价过高,工程过大,则必须考虑改变拦河坝的结构型式,如增长溢流宽度,降低固定坝高,加设泄洪闸或活动坝等,以降低回水高程,减少上流防护工程。如湖南省某灌溉引水工程,将3米高固定坝改为2米高,上设1米高的活动坝,设计洪水期的回水长度由2560米,减小到1160米,大大减少了上流的淹没损失。

可见,拦河坝的尺寸、型式及上流防护工程受多方面的影响,在规划设计时,应根据具体情况,对各种可能采取的坝高和坝型及其造成的淹没损失和所需要的防护工程做多方案比较,从中选取最优方案。

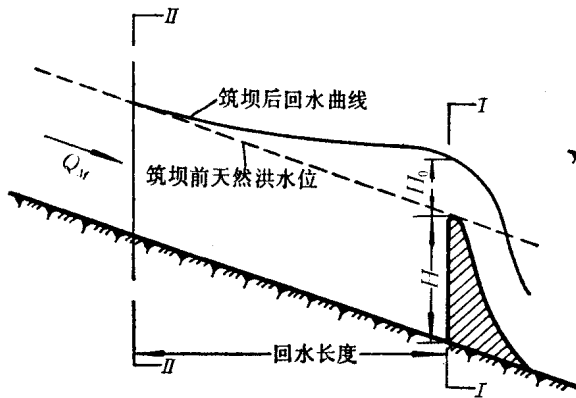


图 2-1-6

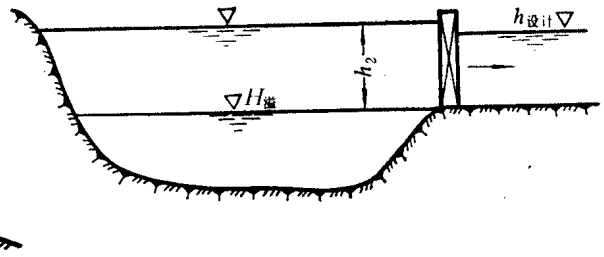


图 2-1-7

#### 4. 进水闸尺寸的确定

进水闸的尺寸取决于过闸水流状态、设计引水流势、闸前及闸后设计水位等。而闸前设计水位,又与枢纽布置型式有关。

(1) 当枢纽溢流坝段不设闸门时,如图 2-1-5 所示,闸前水位为坝顶高程  $H_{溢}$  减去安全超高  $\Delta D_1$ , 即

$$H_{前} = H_{溢} - \Delta D_1 \quad (2-1-9)$$

当枢纽溢流段设闸门时,则  $H_{前} = H_{溢} - \Delta D_2$ 。此种布置型式较多见,尤其是当河流水沉较缺乏时更为适用。

(2) 当枢纽无非溢流坝段时,如图 2-1-7 所示,闸前水位可按下式确定:

$$H_{前} = H_{溢} + h_2 - \psi_{引} \quad (2-1-10)$$

式中  $H_{溢}$ ——溢流坝顶高程(米);

$h_2$ ——相应于设计年份临界期河流流量  $Q_1$  减去引水流势  $Q_{引}$  后的河流流量  $Q_2$  的壅水高度,可按(2-1-7)式计标;

$\psi_{引}$ ——引水水头损失(米),可按明渠水力学公式计标。如无引水涵,则无此项。

在淹没宽顶堰流时,不管是何种枢纽布置型式,均可按下式计标闸孔净宽:

$$B = \frac{Q_{设计}}{\sigma_0 \sigma_m \sqrt{2g} H_0^{3/2}} \quad (2-1-11)$$

式中  $B$  —— 闸孔净宽(米), 如分孔, 则为  $nb$  ( $n$  为孔数,  $b$  为每孔净宽);

$Q_{\text{设计}}$  —— 过闸设计流量, 相应于某一灌溉设计保证率的灌溉临界期最大引水流量 (米<sup>3</sup>/秒);

$\sigma_1$  —— 淹没系数, 与闸前及闸后水位有关, 可查“水力学”专著中的有关表确定;

$\sigma_2$  —— 侧收缩系数, 与边墩及中墩形状、个数及闸孔净宽有关, 可参阅“水力学”专著中有关公式计算或查表确定;

$m$  —— 宽顶堰流量系数, 与进口是否设置底坎及底坎的形状有关, 可查“水力学”专著中有关表确定;

$H_0$  —— 闸前堰顶总水头(包括行近流速)。

在进行闸孔净宽计算时, 由于侧收缩与闸孔净宽有关, 故存在一个试算过程。可以先不考虑侧收缩影响, 计算闸孔总净宽  $B$ , 再结合分孔情况, 计入侧收缩影响, 检验闸孔的过水能力。

## 二、无坝取水枢纽规划

当河流水流丰实, 河流水位、流量均能满足引水要求时, 只要选择适当的位置多道进水闸, 采取无坝取水枢纽的形式, 便可引水灌溉。

### (一) 枢纽布置

无坝取水枢纽, 常选择地基条件较好的河流凹岸多道进水闸, 在其侧百多道排沙闸, 这样, 可以利用环流原理, 以利于防沙取水。在较大的河流上, 为了保证主流稳定, 引水流量一般认为不应超过河流枯水流量的 30%。枢纽工程包括进水闸、泄洪闸(堰)、防沙设备等。进水闸设闸门, 控制入泄流量, 防止洪水入泄。闸前一侧设冲沙闸或闸后设沉沙池, 减少入泄泥沙。泄首段设泄洪闸, 渲泄多余水量, 保护下泄泄边工程。在中、小河流上多道无坝取水枢纽, 有时还有导流堤, 平时帮助引水、防沙, 枯水期可以截断河流, 保证引水, 在山区河流上引水, 常用这种型式。因 2-1-8 是我国历史悠久的著名的四川都江堰工程。它的进水口正好位于岷江凹岸顶点的下沈, 并有飞沙堰、金刚堤等排沙、溢洪、导流工程。它在各方百的布局都很成功, 充分体现了我国劳动人民伟大的智慧和力量。

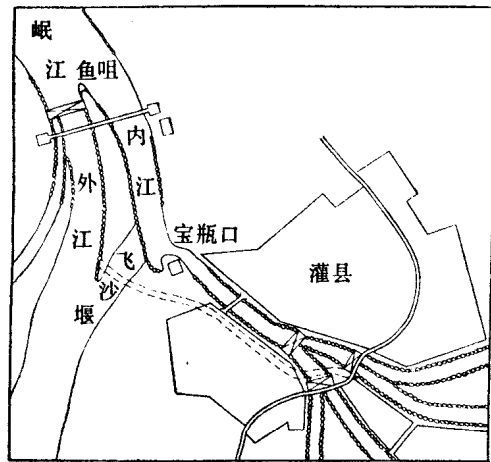


图 2-1-8 四川都江堰工程示意图

### (二) 水文水利计算

无坝取水枢纽的水文水利计算包括确定设计引水流量、闸前设计水位、闸后设计水位和进水闸尺寸等。

#### 1. 设计引水流量的确定

无坝引水枢纽的河流流量及水位都是有保证的, 因此, 设计引水流量主要是按灌溉要求而



定。我们可以对历年全年的或灌溉临界期的最大灌溉流昂进行频率分析，选取符合灌溉设计保证率的流昂作为过闸设计流昂，但这样计标工作昂较大，所以，也可以只作设计代表年（按拒首河历年平均流昂、临界期平均流昂或降雨昂频率曲线来选）的灌溉用水过程，分析计标该年的最大灌溉引水流昂，作为过闸设计流昂。

## 2. 闸前设计水位的确定

选择闸前设计水位一般有下列二种途径：

(1) 对历年的临界期平均水位进行频率分析，选取相当于灌溉设计保证率的水位作为外河设计水位。

(2) 在大江大河中，每年枯水位比较稳定，可以选取临界期平均最枯水位作为外河设计水位。此法偏于安全。

在外河设计水位确定之后，便可根据与外河设计水位相应的河流平均流昂  $Q_1$ ，减去设计引水流昂  $Q_{引}$  得到引水后的河流流昂  $Q_2$ ，并据  $Q_2$  查河流水位流昂关系曲线得引水段河流水位  $x_2$ 。如无导流堤，则闸前设计水位为：（参见图 2-1-9）

$$x = x_2 - z \quad (2-1-12)$$

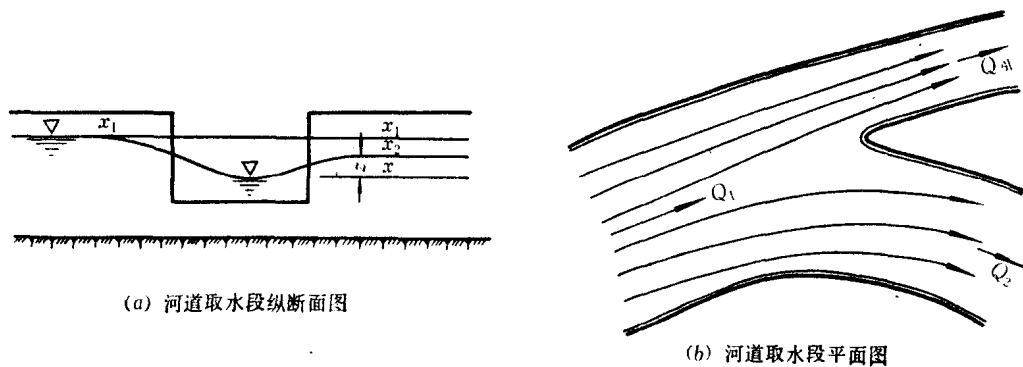


图 2-1-9

式中  $x$  —— 闸前设计水位(米)；

$x_2$  —— 与  $Q_2$  相对应的外河水位，由水位流昂关系曲线查得(米)；

$z$  —— 引水时  $\eta$  分位能转化为动能后所形成的闸前水位降落，可按下式计标：

$$z = \frac{3}{2} \cdot \frac{K}{1-K} \cdot \frac{v_2^2}{2g} \quad (2-1-13)$$

式中  $z$  —— 引水后闸前河流水位降落；

$K$  —— 取水系数，为引水流昂  $Q_{引}$  与引水前河流流昂  $Q_1$  之比值，即  $K = Q_{引}/Q_1$ ；

$v_2$  —— 与水位  $x_2$  相应的河流平均流速。

由式(2-1-13)可以看出， $z$  的大小与取水系数  $K$  直接相关。南方山丘区中、小河流上的无坝引水工程，其取水系数一般在 30% 以下，若取  $K = 0.3$ ， $v_2 = 1.0$  米/秒，则  $z \approx 0.03$  米，设计时可取此值进行估标；而自大江大河中引水时，取水系数  $K$  往往很小，由式(2-1-13)计标的  $z$  甚微，设计时一般可以忽略不计，即取闸前设计水位  $x \approx x_2$ 。