

# 水闸设计

DESIGN OF SLUICES

谈 松 曦

水利电力出版社



# 水 闸 设 计

## DESIGN OF SLUICES

谈 松 曦

水利电力出版社

## 内 容 提 要

本书在总结我国大中型水闸建设经验的基础上,从理论到实践系统阐述水闸设计的主要问题。书中包括:水闸总体布置,泄流能力,闸室轮廓尺寸的确定和稳定性计算,防渗设计和计算,消能防冲,地基设计和基础处理,闸室结构和底板设计,闸室抗震,水闸设计的经验教训等章节。

本书可供水利工程设计施工人员和高等中等专业学校有关师生参考。

## 水 闸 设 计

谈 松 曦

\*

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 34印张 771千字

1986年2月第一版 1986年2月北京第一次印刷

印数0001—3350册 平装定价7.90元

书号 15143·5853



## 前 言

解放以来，我国进行了大规模的水利工程建设，在土基上成功地建造了大量的大中型水闸，取得了极为丰富的实践经验，并在水闸的结构型式、设计理论和方法方面有很多革新和创造。编写本书的目的是希望力所能及地把水闸的设计理论、方法、经验和教训加以系统的总结和介绍，提供水闸设计人员参考。

本书由安徽省水利水电勘测设计院谈松曦总工程师负责编写，全书共十五章。其中除第三、第五、第六章分别有唐为根、邢钦朗、王艺雄等同志参加共同编写外，其余各章均为谈松曦所编写；附录中的计算用表是由唐毓章同志编制程序、上机计算完成的。李文执同志亦参加部分资料的收集工作。

本书所收集的资料范围仅限于淮河、海河以及长江中下游地区的水闸，局限性是难免的，未涉及东北、西北冻土地区水闸设计的特殊问题。由于我们的理论水平和实践经验有限，内容不免有谬误之处，敬请读者批评指正。

谈松曦

# 目 录

## 前 言

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 第一章 概论 .....              | 1   |
| 第一节 水闸的作用和分类 .....        | 1   |
| 第二节 水闸的工作条件和组成 .....      | 1   |
| 第三节 水闸设计的基本资料 .....       | 4   |
| 第四节 水闸等级以及设计阶段的划分 .....   | 6   |
| 第二章 总体布置 .....            | 8   |
| 第一节 闸址选择 .....            | 8   |
| 第二节 水闸枢纽布置 .....          | 11  |
| 第三节 闸槛高程的选择 .....         | 18  |
| 第四节 闸室的型式选择和结构布置 .....    | 22  |
| 第五节 地下轮廓布置 .....          | 43  |
| 第六节 边墙轮廓布置 .....          | 50  |
| 第三章 水闸的泄流能力 .....         | 56  |
| 第一节 堰坎的泄流能力 .....         | 56  |
| 第二节 闸门孔口的泄流能力 .....       | 76  |
| 第四章 闸室轮廓尺寸的确定和稳定性计算 ..... | 86  |
| 第一节 闸室轮廓尺寸的确定 .....       | 86  |
| 第二节 闸室的稳定性计算 .....        | 93  |
| 第五章 水闸的防渗设计与计算 .....      | 106 |
| 第一节 水闸地基的抗渗稳定性 .....      | 106 |
| 第二节 渗透计算 .....            | 110 |
| 第三节 防渗和导渗设施的设计 .....      | 138 |
| 第六章 水闸消能防冲工程设计 .....      | 150 |
| 第一节 水闸消能方式的选择 .....       | 150 |
| 第二节 底流消能工程设计 .....        | 155 |
| 第三节 面流消能工程设计 .....        | 166 |
| 第四节 防冲工程设计 .....          | 168 |
| 第七章 水闸天然地基的计算 .....       | 181 |
| 第一节 地基的容许承载力 .....        | 181 |
| 第二节 地基的稳定性计算 .....        | 191 |
| 第三节 地基的沉降计算 .....         | 197 |
| 第四节 地基的固结过程计算 .....       | 206 |
| 第八章 水闸地基的处理 .....         | 220 |

|      |                       |     |
|------|-----------------------|-----|
| 第一节  | 垫层法                   | 220 |
| 第二节  | 砂井预压法                 | 228 |
| 第三节  | 振动水冲法                 | 238 |
| 第四节  | 强力夯实法                 | 255 |
| 第五节  | 旋转喷射法                 | 259 |
| 第六节  | 湿陷性黄土地基的处理            | 264 |
| 第九章  | 水闸深基础设计               | 268 |
| 第一节  | 钻孔桩基设计                | 268 |
| 第二节  | 沉井基础设计                | 294 |
| 第十章  | 筏式底板的内力计算             | 302 |
| 第一节  | 闸室底板的受力状态             | 302 |
| 第二节  | 筏式底板内力计算的基本方法——弹性地基梁法 | 306 |
| 第三节  | 闸墩分缝的底板内力计算           | 316 |
| 第四节  | 底板上分缝的底板内力计算          | 321 |
| 第五节  | 箱框式闸室的底板内力计算          | 326 |
| 第六节  | 底板内力的简化计算方法           | 337 |
| 第十一章 | 倒拱底板的内力计算             | 338 |
| 第一节  | 倒拱底板的试验研究情况           | 338 |
| 第二节  | 圆弧无铰拱的内力计算            | 342 |
| 第三节  | 倒拱底板内力计算方法            | 351 |
| 第十二章 | 闸墩和上部结构的构造和计算         | 380 |
| 第一节  | 闸墩的构造和计算              | 380 |
| 第二节  | 上部结构的构造和计算            | 393 |
| 第十三章 | 边墙的设计                 | 402 |
| 第一节  | 边墙断面的构造型式             | 402 |
| 第二节  | 边墙的土压力计算              | 405 |
| 第三节  | 边墙的稳定性计算              | 418 |
| 第四节  | 边墙的结构设计               | 422 |
| 第五节  | 边墙的防渗和排水设施            | 425 |
| 第十四章 | 水闸的抗震计算               | 428 |
| 第一节  | 悬臂梁的自振特性              | 432 |
| 第二节  | 水闸闸室的自振特性计算           | 443 |
| 第三节  | 地震惯性力的计算步骤            | 451 |
| 第十五章 | 水闸设计的经验教训             | 468 |
| 第一节  | 水闸的常见缺陷               | 468 |
| 第二节  | 几个破坏实例的原因分析           | 471 |
| 附 录  | 弹性地基上闸室铰接底板反力和内力计算系数表 | 484 |

# **The Desigh of Sluices**

## **Contents**

|          |    |                                                                            |
|----------|----|----------------------------------------------------------------------------|
| Chapter  | 1  | Introduction                                                               |
| Chapter  | 2  | The Overall Layout                                                         |
| Chapter  | 3  | The Discharge Capacity of the Sluice                                       |
| Chapter  | 4  | The Chamber Size Determination and its Stability Calculation               |
| Chapter  | 5  | The Seepage and Control Calculation of the Sluice                          |
| Chapter  | 6  | The Dissiption Design and the Protection against Scour of the Sluice       |
| Chapter  | 7  | The Calculation of Natural Base under the Sluice                           |
| Chapter  | 8  | The Foundation Treatment of the Sluice                                     |
| Chapter  | 9  | The Deep Foundation Design of the Sluice                                   |
| Chapter  | 10 | The Internal Force Calculation of the Raft Floor in the Chamber            |
| Chapter  | 11 | The Internal Force Calculation of the Inverted Arched Floor in the Chamber |
| Chapter  | 12 | The Calculation of stress in the Pier and Composition of Upper Structure   |
| Chapter  | 13 | The Abutment and Wing Wall Design                                          |
| Chapter  | 14 | The Anti-earthquake Calculation of the Sluice                              |
| Chapter  | 15 | The Experience and Lessons in the Sluice Design                            |
| Appendix |    |                                                                            |

# 第一章 概 论

## 第一节 水闸的作用和分类

水闸是一种低水头挡水兼泄水的水工建筑物，依靠可以升降启闭的闸门控制水位、调节流量，在防洪、灌溉、排水、航运、发电等水利工程中应用得十分广泛。

按照水闸在水利工程中所起的作用，可分为以下几种类型：

### （一）节制闸

节制闸主要用来控制和调节河道的水位和流量。一般都拦河兴建，枯水时期利用闸门拦蓄水量，抬高闸上水位，调节流量；洪水时期则打开闸门，宣泄洪水，避免水闸上游河道洪水位过分壅高。

### （二）进水闸、分水闸

进水闸是用来从河道、湖泊、水库引取水流，一般都位于引水渠道的首部，如果它位于同一引水系统的次级渠道（支渠、斗渠等）的渠首，则称为分水闸。

当天然河道遭遇特大洪水而宣泄能力不足时，为了防止洪水泛滥成灾，常需开辟临时分洪道分泄洪水。在分洪道口必须建闸控制，这种闸则称为分洪闸，同样是起分水的作用。

我国黄河下游为了防止冬季冰凌阻塞，常在堤岸上建闸排冰，称为排冰闸，实质上也是分水的作用。

### （三）排水闸

排水闸一般是用来排泄江河两岸的积水，它既有排除洼地积水的任务，也有防止江河洪水倒灌的任务，有时还要发挥蓄水和引水的作用。

建造在沿海排水河道出口处的排水闸，除排水作用以外，还要防止海潮倒灌，涨潮时关闸挡潮，退潮时则开闸排水。这种排水闸称为挡潮闸。

建造在灌溉渠道上的排水闸用来排除灌溉渠道内的多余水量，例如洪水时期用以排除渠系集水面积内的洪水，一般称为泄水闸。如果位于渠系末端，用以排除渠道内的积水，便于检修渠道，则称为退水闸。

### （四）冲沙闸

冲沙闸用来排除进水闸或拦河节制闸前的淤积泥沙，减少引水水流的含沙量，防止渠道和节制闸前河道的淤积。它是引水枢纽中的一个重要组成部分。

## 第二节 水闸的工作条件和组成

水闸是既能挡水，又能泄水的建筑物，因此它兼有挡水建筑物和泄水建筑物的工作特点。

关闸挡水时，上下游有水位差，水闸承受水平方向水压力，有可能向低水位一侧发生滑动。同时，这种水位差引起闸基和两岸的渗流，水闸承受渗透水压力，在水闸底部这种渗透水压力表现为自下向上的顶托力，减小了水闸的有效重量，也就是减小了水闸的抗滑稳定性。

开闸泄水时，在上下游水位差的作用下，流速往往很大，可能引起水闸下游的冲刷。由于水闸上下游水位的变幅大，过闸水流的流态往往多种多样，从无压堰流到有压的孔口出流，从自由流到淹没流都可能出现，上下游水面的衔接条件比较复杂。

平原地区的水闸绝大部分建造在土基上，由于土基具有松散性的特点，显著地增加了上述问题的复杂性。

一般来说，土基的抗剪强度比较低，压缩性比较大，而且常常分布不均匀，在水闸重量和外部荷载的作用下，可能由于抗剪强度不足而丧失稳定，也可能产生较大的不均匀沉降，导致水闸倾斜甚至断裂，常常因此而需要加固地基或者采取必要的结构措施，甚至要在两方面同时采取措施，既要适当处理地基，又要加大水闸的整体性和结构刚度。

土基在渗透水流的作用下，容易产生渗透变形，特别是粉细沙地基，细小颗粒极易被渗流带走，逐渐扩大，造成漏水通道，在闸后出现翻沙冒水现象，严重时闸基和两岸会被掏空，引起水闸沉降、倾斜、断裂甚至倒塌，这类工程事故是屡见不鲜的。

土基的抗冲刷能力小，正常河道的断面宽度，一般都大于闸孔宽度，过闸水流的平面联接亦是一个比较复杂的问题。如果闸下的平面扩散角太大，或在多孔水闸中各孔开度不一致，都将引起下游水流的横向分布不均匀，而产生较大范围的回流区，甚至形成折冲水流，产生立轴旋涡，破坏闸下的护底工程，引起严重冲刷。另外，水闸在出现临界水流的情况下，闸下不能产生正常水跃，消能不充分，下游形成一系列流速较大的水跃波，冲刷下游河床及岸坡。因此，水闸出口扩散段的布置以及消能防冲措施的设计是一个十分重要而复杂的问题。大型水闸常常需要通过水工模型试验，才能获得妥善解决。

水闸是由闸室、防渗排水设施、消能防冲设施以及两岸连接建筑物四个部分组成（见图1-1）。

### （一）闸室

闸室是水闸挡水和控制过闸水流的主体部分。包括底板、闸墩、闸门、胸墙和工作桥等。通常闸上还设有交通桥。

底板是闸室的基础，它的作用是将闸室自身的重量以及作用在闸室上的多种荷载，较均匀地传给地基；并保护地基免受泄水水流的冲刷，同时它又是水闸地下轮廓的主要组成部分，限制通过地基的渗透水流，减小地基渗透变形的可能性。

闸墩的作用是分隔闸孔，是闸门和各种上部结构的支承体，它把闸门传来的水压力和上部结构的重量以及荷载传布于底板。

闸门的作用是挡水和控制过闸水流。有的水闸根据上部挡水而不泄水的要求，可设置胸墙，借以减小闸门高度，减小启门力，使闸门操作更加灵活方便。

工作桥的作用是安置闸门启闭机，并供管理人员在上面操纵闸门启闭。

### （二）防渗排水设施

在靠近闸室低水位一侧，设置排水设备，如铺设反滤层，设置排水孔等，使进入闸基的渗水迅速排走，减小闸基的渗透压力，防止渗水逸出处地基发生渗透变形。

消能防冲设施用以消除过闸水流的动能，减缓水流速度，防止水流对河底和岸坡的冲刷。它主要由护坦和海漫等部分组成。

海漫紧接消力池，通常用浆砌石或干砌石做成，尽量加大表面的糙率，促使水流扩散，继续消除水流的剩余动能，保护河床免受冲刷。海漫末端常常降低，用堆石等柔性结

构做成防冲槽，一方面水深的增加，可以减缓海漫末端的水流速度，调整流速分布，另一方面防冲槽中的堆石可以适应河床的变形，起到保护河床，防止冲刷坑向上游不断扩大的作用。

水闸的上游可能遭受水流冲刷的地段，一般亦用块石保护，防止水流冲刷破坏铺盖。两岸岸坡一般亦用砌石保护，上下游河岸的保护范围，一般都大于河床的保护范围。

#### （四）两岸连接建筑物

两岸连接建筑物是由岸墙（或闸室边墩）和上下游翼墙组成。其作用有二：其一是挡土，防止水流对堤岸的冲刷；其二是导流，使水流进出闸孔有良好的收缩和扩散条件。

### 第三节 水闸设计的基本资料

水闸设计必须具备下列基本资料：

#### （一）运用要求

包括河流或该河段的规划、水闸挡水和泄水的各项任务、要求和数据以及建筑物的设计标准，主要有：1）水闸挡水时，上下游可能出现的各种水位及其组合情况；2）水闸泄洪时，各种设计频率的洪水流量以及相应的上下游水位；3）水闸控制泄水时，各种泄水流量以及相应的上下游水位；4）公路交通、航运、过鱼过木等方面的要求以及相应的等级标准。

#### （二）地形资料

包括闸址附近的地形图和河道纵横断面图，作为闸址选择、枢纽布置、闸坎高程选择、工程量估算以及施工场地布置的依据。在选择闸址阶段，一般需要1:5000至1:10000的地形图；闸址选定以后，需测绘1:1000至1:2000的地形图和上下游河道的纵横剖面图，供水闸总体布置和设计之用。

闸址地形图的测绘范围应大于水闸所占的位置，为水闸作局部移动留有余地，并可供施工场地布置之用，在垂直河流方向要取水闸总宽度的4~6倍，在顺河流向的测量范围以能反映出水闸上下游引河与老河床联接的形势为标准。

#### （三）工程地质和水文地质资料

地质资料是选择水闸闸址的决定性因素之一，并为水闸的设计（如渗透计算及闸基稳定计算等）提供必要的资料。一般应包括闸址区的工程地质和水文地质剖面图以及剖面图中各组成单元的物理力学性质指标，对于地震区尚须收集地震资料。

地质剖面图是通过勘探了解闸址地区内的地层成因、地层层位、土质类别以及地下水的埋藏和活动情况绘制的。各组成单元土质的物理力学性质则通过必要的野外和室内试验取得资料，然后统计分析确定计算指标。

水闸地基的勘探方法主要是钻孔取土，在选择闸址阶段，多采用手摇钻取土，主要摸清地层的组成和地下水的埋藏情况，通过少量的标准贯入或静力触探试验，作初步的定性比较。闸址选定以后，在选定的闸址范围内，主要是钻孔取原状土样提供试验室作物理力学性试验，同时在钻孔中作必要的试验。标准贯入试验和静力触探试验是最常用的钻

孔试验方法、可以初步确定各类土层的松紧、软硬程度。根据经验统计资料,间接推求某些力学性指标或地基承载能力。在软粘土中做十字板剪力试验,测定软粘土的抗剪强度,可以直接用于水闸地基的稳定计算。在钻孔中做抽水试验,可以确定含水层的渗透系数,抽水孔的影响半径和下降漏斗的形状,查清地表水和地下水以及不同含水层间的水力联系等水文地质条件。

钻孔布置的范围应该大于建筑物所占的位置。钻孔一般作正方形或长方形网格布置,钻孔间距视地层分布的情况而定,如果地层分布变化不大,可取30~50米,如果地层分布复杂,间距可缩小至15~20米。

钻孔深度应根据建筑物的稳定,沉降以及地基渗透等因素考虑。除个别钻孔为了了解地层沿深度分布的全貌孔深较大外,一般钻至闸室底板以下,相当于1.5倍闸室宽度的深度为止。因为在此深度以下的土层,对闸室的稳定和沉降不再发生显著的影响。如果采用摩擦桩基础,则要求在桩尖下再钻入相当于0.5~1.0倍基础最小宽度的深度。

土的物理力学性指标,有些是各类土的共同要求,例如天然容重、比重、含水量、孔隙率或孔隙比、抗剪强度、渗透系数等。有些则是不同土类有不同的要求。黏性土要有液限、塑限、塑性指数、压缩曲线和压缩系数、无侧限抗压强度等;沙土则要有颗粒组成曲线、饱和度、不均匀系数、最大、最小孔隙比等。其中大部分物理性指标可以用扰动土样做试验,力学性指标则要用原状土样做试验,因此在初步设计阶段常常只做物理性试验,通过对地基土的物理性指标的了解。再根据经验统计资料间接推求地基土的力学性指标,用以进行地质技术的初步估算。必须指出,天然地基是不均质体,即使是同一层位,同一土类的物理力学性质也会有明显的差别,再加以取样和试验中的人为因素影响,更加扩大了试验成果的差别。为了避免偶然性,取样点应该分散布置。不仅要重视取样和试验的质量,还要有足够的数量保证。

水文地质资料是评价闸基稳定性所不可缺少的,同时也是选择施工排水措施的重要依据,为此应了解地下水位及其变化情况。要查清有无隔水层和承压水,承压水的补给来源和水头大小等。对闸址附近已有建筑物、水井、管井等有关资料,应亦了解和掌握。

#### (四) 水文气象资料

包括闸址处河道的水位流量关系,不同季节各种设计频率的洪水流量,断面中的流速分布和水流的含沙量,河床的冲淤变化情况等。河道的水位流量关系常常不是唯一的,涨水时期和落水时期不一样,要特别注意收集涨水时期的水位流量关系,作为确定闸下的设计水位流量关系的依据。此外与水闸设计有关的气象资料也要收集,诸如闸址区域内最大日雨量与一次最大降雨量、最大风速和多年平均风速、气温变化以及冰冻情况等。

#### (五) 其他资料

包括当地建筑材料,例如沙、石混凝土骨料的储量和质量,以及外来材料的交通运输条件等。

上述基本资料调查收集的深度和广度,随水闸规模的大小、重要性及设计阶段的不同而异,例如初步设计阶段,主要是选择闸址和枢纽布置,确定结构型式,往往有几种方案比较,故要求收集资料的面要广一些,但不要求特别详细;技术设计或施工评图阶段,因

闸址和结构型式均已确定，资料收集的范围就缩小了，但是要提高精度及详细程度，以满足各项具体设计的要求。

#### 第四节 水闸等级以及设计阶段的划分

水闸工程可按水利电力部颁布《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》有关规定办理，并注意以下几点。

(1) 对于综合利用的枢纽工程，应以其中最高的等别确定整个枢纽工程的等别。

(2) 同时具有几种用途的水工建筑物，应根据其中所属最高等别确定其级别。仅有一种用途的水工建筑物，应根据该项用途所属等别确定其级别（表1-1）。

表 1-1 水 工 建 筑 物 级 别 的 划 分

| 工 程 等 别 | 永 久 性 建 筑 物 级 别 |           | 临时性建筑物级别 |
|---------|-----------------|-----------|----------|
|         | 主 要 建 筑 物       | 次 要 建 筑 物 |          |
| 一       | 1               | 3         | 4        |
| 二       | 2               | 3         | 4        |
| 三       | 3               | 4         | 5        |
| 四       | 4               | 5         | 5        |
| 五       | 5               | 5         |          |

注 1. 永久性建筑物：系指枢纽工程运行期间使用的建筑物，根据其重要性分为：

主要建筑物：系指失事后将造成下游灾害或严重影响工程效益的建筑物。例如，坝、泄洪建筑物、输水建筑物及电站厂房等。

次要建筑物：系指失事后不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。例如失事后不影响主要建筑物和设备运行的挡土墙、导流墙、工作桥及护岸等。

2. 临时性建筑物：系指枢纽工程施工期间所使用的建筑物。例如，导流建筑物等。临时性建筑物的洪水标准与永久性建筑物有所不同，另有规定。

(3) 对不同级别的水工建筑物，在抗御洪水能力方面，强度和稳定性方面，材料方面以及运行可靠与便利方面应有不同的要求。这些要求将在以后各章中分别加以叙述。

(4) 当水工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型结构时，可提高一级，但洪水标准不提高。综合利用的水利水电枢纽工程，如按库容和不同用途的分等指标，其中有两项接近同一等别的上限时，其共用的主要建筑物也可以提高一级，当临时性水工建筑物失事，将使下游城镇工矿区或其他国民经济部门造成严重灾害或严重影响时，视其重要性和影响程度，应提高一级或两级。

(5) 低水头或失事后损失不大的水利水电枢纽工程经过论证，其水工建筑物可适当

降低级别。

水闸工程的设计是由粗到细，由浅入深，分阶段进行的，大型水闸一般均按初步设计、技术设计及施工详图三个阶段进行设计。各阶段的设计内容如下：

（1）初步设计：主要包括闸址选择、枢纽布置、建筑物结构型式的选择和主要尺寸的确定；研究施工计划、方法及期限；编制工程概算；需要进行的科学试验，专题研究工作等。

（2）技术设计：设计内容大体与初步设计相同，但应就已批准的设计方案，作更详细的分析研究工作，更全面、准确、可靠地提出设计成果。

（3）施工详图：在技术设计的基础上，进行建筑物的细部设计，并绘制反映细部构造和尺寸的详图，进行施工总体布置，确定具体施工方法，安排施工程序，编制施工图预算等。

在地质条件比较简单，技术措施比较成熟的情况下，常常将上述三个阶段合并为扩大初步设计和施工详图两个阶段进行。

## 第二章 总体布置

### 第一节 闸址选择

闸址的选择首先根据它所担负的任务确定可能建闸的范围，然后在此范围内选择几个可能的位置，从下列几个方面进行综合分析比较后选定。

#### (一) 地基条件

地基条件是影响水闸总体布置的主要因素之一。

地基的承载能力直接影响闸槛高程、闸室长度（顺水流方向的尺度）和基础型式的确。如果地基承载能力大，闸槛高程可以选得低一些（即容许较大的闸室高度），闸室长度可以短一些，闸室基础可以采用浅基础（一般采用筏式基础）。相反，如果地基承载能力小，闸槛就要适当抬高，借以减小闸室的高度和重量。闸室的长度要适当加长，减小基础底面的荷载强度。如果采取以上措施后，基础底面的荷载强度仍然大于天然地基的承载能力，就要采用深基础（例如桩基、沉井基础等）或对天然地基进行加固处理。

地基的透水性和抗渗稳定性是确定地下轮廓和防渗措施的主要依据。透水性大、抗渗稳定性低的地基，要求水闸具有较长的地下轮廓和较严密的防止渗透变形的措施。相反，透水性小，抗渗稳定性高的地基，可以采用较短的地下轮廓和较简单的防渗措施。

地基的抗冲性能则直接影响水闸单宽流量的选择以及防冲工程的布置。抗冲能力大的地基可以选用较大的单宽流量，水闸的总宽度就会相对减小，也可以选用较简单的防冲工程措施。相反，抗冲能力低的地基，只能允许较小的单宽流量，水闸的总宽度增加，下游的防冲工程措施就比较复杂。

地基的均匀性亦是闸址选择时须要慎重考虑的重要条件。如果地基性质在平面分布上不均匀，就会引起水闸各部位的不均匀沉降和结构变形，影响接缝中止水的可靠性，增加结构的次应力，因而对水闸的安全有直接的影响。必须指出，绝对均匀的天然地基是没有的。水闸所要求的地基均匀性是相对的，只要求地基的不均匀变形不超出水闸正常工作的许可范围，或者能用简单的措施（例如调整基底的荷载强度或基础的埋置深度等。）把不均匀沉降减小到许可范围以内就可以。

从地基条件选择闸址，当然是以新鲜完整的岩石地基最好。但是除山区水库的溢洪道以外，平原地区的水闸一般都是土基。土基中以地质年代较久的粘性土（包括粘土、重壤土）地基为最好，绝大部分都是超压密土，比较坚实，抗剪强度大，承载能力大，压缩性低，沉降小，透水性小，粘结力大，抗渗透变形和抵抗冲刷的能力亦大，这些特性对水闸地基来说都是很有利的。最新的河漫滩、湖泊或海相沉积地基（包括淤泥、淤泥质少粘性土、粉细沙及其互层等）最差，都是正常压密土，甚至是欠压密土，结构疏松，抗剪强度低，压缩性高，抗冲能力小，在渗水压力的作用下极易流动，特别是粉细沙层作为水闸地基是最不稳定的，要尽可能避开。密实的中壤土、轻壤土、重沙壤土、中沙、粗沙或沙砾

石地基则介于前两者之间，一般承载能力和地基沉降都能符合水闸设计的要求。抗渗能力和抗冲能力则较差，需要在设计中多加注意。

## （二）地形和水流条件

地形和水流条件是闸址选择时要考虑的另一主要因素。开闸放水是水闸的主要工作条件之一，过闸水流是否顺直，不仅影响水闸的过水能力，而且也影响到上下游的冲刷和淤积。

拦河节制闸的闸址一般要选择在河道顺直、河床稳定、断面单一的河段上。这样可使过闸水流平顺，单宽流量分布均匀，水流过闸以后容易扩散，不致引起偏流或折冲水流而使下游产生严重冲刷。如果以节制闸为主的水利枢纽中有取水或通航建筑物，例如进水闸或船闸等，则节制闸闸址可以选择在稳定的弯曲河段上（参看图2-1）。这时进水闸可以布置在凹岸，有利于取水。船闸则布置在凸岸，可使引航道缩短，船只通过引航道口免受或少受节制闸过闸水流的干扰，这样就使得整个枢纽的运用条件都比较好。

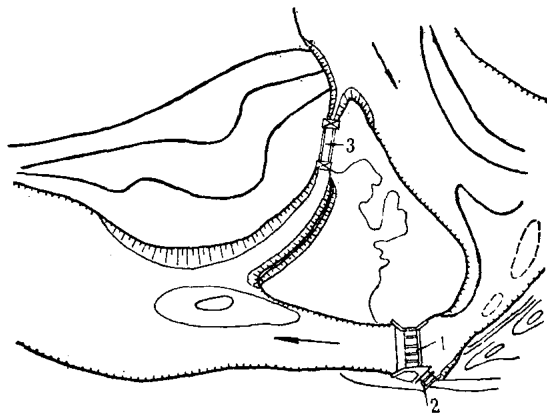


图 2-1 某取水枢纽布置图

1—节制闸，2—进水闸，3—船闸

进水闸的首要任务，是在规定的水位条件下保证能引进需要的流量。在多沙河道上取水，还要尽量减少泥沙进入渠道。当有节制闸控制水位，冲沙闸排除泥沙时，进水闸的这些要求比较容易达到。当无坝引水时，这些要求能否达到，主要取决于进水闸闸址选择是否合适。这时闸址要选择在弯曲河段的凹岸顶点或稍偏下游一些。弯曲河段一般具有深槽靠近凹岸的复式断面，河床断面和流态都比较稳定，无论水位高低，主流都位于深槽一侧，不仅有利于进水闸的引水，而且由于弯道上的环流作用，底沙向凸岸推移，可以减少底沙进入渠道。进水闸的引水方向亦要尽可能与主流方向一致，两者的夹角愈小，进渠流量愈大，最好不要超过 $30^\circ$ 。

分洪闸通常是无坝分洪，即使有拦河节制闸与它配合，洪水时期节制闸总是开放的，因此也属于无坝进水，其位置选择虽不像引水闸那样要求严格，一般也要选择在弯曲河段的凹岸（参看图2-2）。如果位于顺直河段上，则要选择深槽主流一侧，同时也要尽量正对主流方向，务使闸前不产生偏流，过闸流量分布均匀，借以减小下游消能防冲工程的负担。

排水闸一般位于排水渠道的末端，闸址的选择在很大程度上取决于排水渠线的选择。为了最有效地发挥排水闸的功能，要求积水区域中心低洼地带至容泄区的排水渠线最短，尽量减小渠道的水头损失。同时也要求容泄区的水位比较低。当容泄区是天然江河时，排水渠出口要放在排水地区下游的河段上，可使排水机会增多，抢排的历时增长。位于渠道出口附近的排水闸还必须与江河堤防相配合，力求闸位放在老堤的堤线上。

在江河两侧选择排水闸闸址时要注意河段的冲淤和水位变化情况。如果河段有淤积迹

象，排水闸闸址应尽量靠近河岸，缩短下游渠道长度，以便利用排水水流冲刷渠道的淤积物。如果河段有冲刷现象，排水闸闸址应离开河岸远一些，特别在排水期间，江河水位降落过快或江河枯水位过低（接近或低于排水闸闸底高程）的地区，应使闸下游的排水渠道有足够的长度，保证在最不利的排水条件下水闸下游防护工程末端有一定的水深，以免产生急流冲刷。至于渠道出口入江跌差引起的溯流冲刷难以避免，只能要求这种冲刷不扩展到闸下而影响水闸的安全。排水渠道出口通常处于周期性冲刷和淤积的动平衡状态，一般是冬春枯水期排水冲刷，夏秋汛期关闸防洪时则淤积，只要渠道出口远离排水闸，就可以不作任何处理。

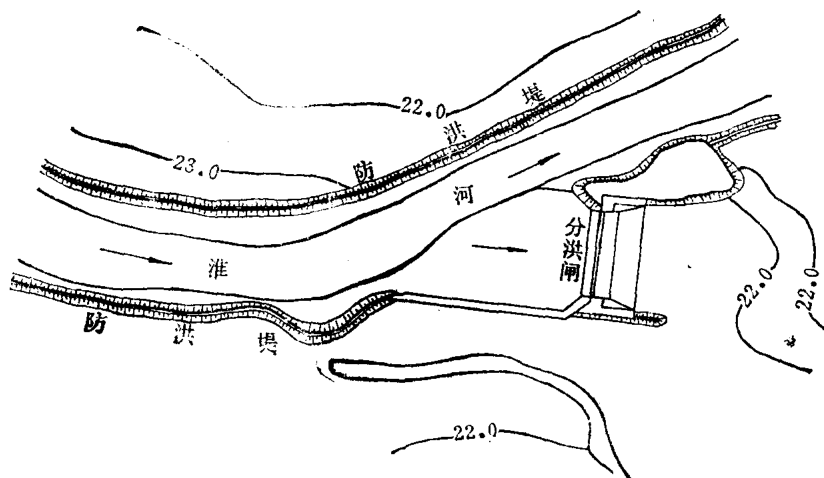


图 2-2 安徽某分洪闸位置图

冲沙闸是配合节制闸和进水闸而设置的，闸址总是在节制闸与进水闸之间，没有大幅度移动的余地。通常是放在节制闸旁，进水闸前河槽最深的部位，以利于冲刷上游的淤沙。

### （三）施工条件

施工条件也是闸址选择时要考虑的一个因素。一般来说，水闸多数建造在平原地区，都有足够宽广的施工场地。但要考虑建闸地点的运输条件以及距离沙石材料产地的远近等因素。材料运输距离近，运输条件好，就会降低工程投资和造价。

在江河上建造拦河节制闸，汛期施工导流是一个重要问题，常常因此把闸址选择在弯曲河段的凸岸上，利用原河道导流，裁弯取直，新开节制闸上下游引河。这时既要尽量缩短引河长度，减少土方开挖量，也要使引河进出口与原河道的连接平顺。

总之，水闸闸址的选择要在可能建闸的位置上，根据各自的地质地形特点，作出总体布置，拟订具体尺寸，估算工程数量，通过各种条件的优缺点分析和对比，然后选定技术上可靠，经济上合理的最优位置。