

本书共分为十二章，主要内容包水水电站各种引水建筑物、压力水管中的水击、调压室、水电站厂房、水利枢纽布置及水电站建筑物的运行管理等。

本书注意贯彻有关水利水电建设的方针政策，在专业问题的研究和阐述中力求贯彻辩证唯物主义思想；在加强理论的同时，注意联系我国实际，收集了部分有关水利水电方面的新成就及实际资料；注意了这门学科的理论系统性，章节的安排注意到学生的认识规律及与其他课程的衔接配合；考虑到设计的需要，既阐述了设计原理及方法又强调了分析论证的内容及方法，以提高学生的独立全面分析问题的能力。

本书适合于作为高等院校水利系河川枢纽及水电站建筑专业五年制或四年制的教材。为适应各学校教学计划中教学时数的某些差别，各学校采用此书时，可以选择其中部分内容讲授。

本书也可供水利工程设计、施工等业务部门工作人员的参考。

水 力 发 电

下 册

水 电 站 建 筑 物

天津大学水利系水能利用教研室编

*

水利电力部办公厅图书编辑部编辑(北京阜外月坛南街房)

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第110号)

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092\frac{1}{16}$ ·印张31·插页4·字数660,000

1961年10月北京第一版·1961年12月北京第二次印刷

印数3,038—4,717·定价(10-6)3.75元

*

统一书号: 15165·920(水电-145)

高等学校交流讲义

水力发电

下册

水电站建筑物

天津大学水利系水能利用教研室编

只限学校内部使用



中国工业出版社

目 录

第十五章 水电站建筑物概述	4
第十六章 进水建筑物	9
§16-1 水电站进水建筑物的作用、类型 和一般要求	9
§16-2 有压进水建筑物	10
§16-3 无压进水建筑物	18
§16-4 拦污栅	23
§16-5 沉沙池	27
第十七章 渠道及前池	30
§17-1 渠道的线路选择	30
§17-2 渠道的横断面形状及边坡的选择	33
§17-3 渠道中的限制流速、淤积、冲刷 及渗透	34
§17-4 渠道的经济计算及经济分析	41
§17-5 渠道的衬砌	44
§17-6 自动调节和非自动调节渠道及其 中的水力情况	49
§17-7 渠道上的附属建筑物	52
§17-8 日调节池	56
§17-9 前池	58
第十八章 隧洞	63
§18-1 隧洞的用途及类型	63
§18-2 山岩压力及弹性抗力	63
§18-3 隧洞的构造	69
§18-4 隧洞的经济计算	76
§18-5 隧洞的设计及衬砌的结构计算	77
§18-6 预应力及装配式隧洞衬砌	89
第十九章 压力水管	91
§19-1 压力水管的分类	91
钢管的类型及构造	92
钢管的敷设方法	94
钢管所受的力	96
应力分析(一)——结构力	101

§19-6 钢管的应力分析(二)——用薄壳 无力矩理论(弹性力学近似法) 计算钢管应力	115
§19-7 钢管的应力分析(三)——弹性力 学方法计算钢管应力	122
§19-8 钢管的应力分析(四)——一部分充 水时钢管的计算及分叉管的 计算	135
§19-9 钢管的应力分析(五)——埋藏式 钢管的计算	139
§19-10 钢管的经济直径及根数选择	142
§19-11 水管的布置及路线	146
§19-12 压力钢管上的閘門	148
§19-13 钢管的细部构造	152
§19-14 钢管的墩座	157
§19-15 钢筋混凝土管	158
§19-16 木管	160
第二十章 压力管道中的水击	165
§20-1 压力管道内的水击现象	165
§20-2 水击压力波传播的速度	166
§20-3 直接水击和间接水击	171
§20-4 间接水击的连锁方程组的建立	174
§20-5 水击计算的解析法	176
§20-6 简单管水击计算的图解法	191
§20-7 水管特性沿管长变化时的水击 计算图解法	203
§20-8 分叉管的水击计算图解法	205
§20-9 尾水管及压力尾水隧洞内的水击 计算	207
第二十一章 调压室	208
§21-1 调压室的作用及其工作原理	208
§21-2 调压室的类型	211
§21-3 调压室水力计算的数解法	212
§21-4 调压室的水位波动稳定问题	225

§21-5 調压室水力計算的图解法	229	§23-4 溢流式坝后厂房(厂房頂溢流式)	382
§21-6 尾水調压室的水力計算	241	§23-5 水电站特种厂房的通风	385
§21-7 双調压室系统的水力計算	242	§23-6 特种厂房实例	391
§21-8 調压室的結構計算	245	第二十四章 水电站厂房的結構計算	404
§21-9 調压室的实例及构造	263	§24-1 厂房的总体稳定	404
§21-10 調压室的設計步驟	272	§24-2 发电机机座的結構計算	410
第二十二章 水电站厂房	273	§24-3 蜗壳的結構計算	416
§22-1 水电站厂房概述	273	§24-4 尾水管的結構計算	426
§22-2 水电站厂房的組成部分	280	§24-5 特种厂房的結構計算	432
§22-3 蜗壳及尾水管	289	第二十五章 水利樞紐布置	435
§22-4 发电机机座	290	§25-1 水利樞紐	435
§22-5 发电机室	296	§25-2 水利樞紐布置	451
§22-6 裝配場	313	§25-3 水利樞紐布置方案比較实例	475
§22-7 附属設備的布置	316	第二十六章 水电站建筑物的运行及管理	481
§22-8 副厂房	323	§26-1 水电站运行管理的内容及組織	481
§22-9 厂房尺寸及高程	325	§26-2 水电站建筑物的正常运行	482
§22-10 电气設備的布置	327	§26-3 水电站建筑物的运行監視	487
§22-11 厂房樞紐的总体布置	334	§26-4 水电站建筑物的维护与檢修	490
§22-12 小型水电站	338	§26-5 水电站运行組織	494
§22-13 一般厂房实例	347		
第二十三章 水电站特种厂房	364		
§23-1 露天吊車厂房(露天式厂房)	364		
§23-2 地下式水电站	371		
§23-3 坝内厂房	379		

第十五章 水电站建筑物概述

水利资源的开发(包括对天然的河流、湖泊、海洋的开发,本教程将着重讨论对河流的开发)需要建造一系列的人工建筑物,用来满足有关国民经济部门的要求,从而达到为政治经济服务的目的。这一系列的人工建筑物的综合体称之为水利枢纽。

为开发河流、湖泊、海洋的水能资源需要修建水利枢纽。水利枢纽的用途一般是具有综合性的,它同时也为防洪、灌溉、航运、给水等部门服务。

水利枢纽中的建筑物主要有挡水、泄水、进水、引水及水电站厂房等建筑物。其中有些建筑物是为综合目的而设的(如挡水、泄水建筑物等),有些是为专业部门而设(例如船闸为航运部门而设,水电站厂房为电业部门而设)。有关挡水、泄水建筑物及为其他专业部门(非发电部门)专设的建筑物将在水工建筑物课程及其他专门课程中讲述。而进水、引水及水电站厂房等水电站建筑物将在本课程中分别详细讲述其内容。

本章的目的在于使我们对于水利枢纽有一个整体概念,初步了解到水利枢纽中应有哪些水电站建筑物以及它们之间的联系和配合,以便对以后各章分别学习各种建筑物时有一个总的概念。

由于水能开发方式的不同,枢纽中建筑物的组成亦有所不同。水能开发方式主要有堤坝式和引水式两种,现在就这两种开发方式分别说明其建筑物的组成和联系。

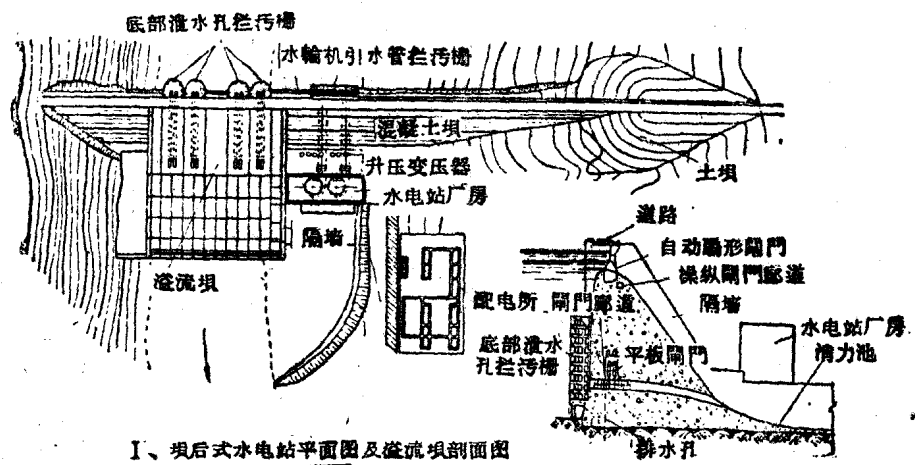
1. 堤坝式水电站水利枢纽,这种开发方式的特点是水电站的水头主要由拦河坝造成,建筑物布置在一起成为一个枢纽。它又可分为坝后式水电站水利枢纽和河床式水电站水利枢纽。这两种枢纽中的主要建筑物一般有拦河坝,泄水建筑物,水电站厂房,另外还有为其他专业部门而设的建筑物,如船闸、灌溉取水、工业及民用取水、筏道及鱼道等。

(1) 坝后式水电站水利枢纽,这种枢纽中水电站建筑物的典型布置有:布置在坝上的进水口;穿过坝身的压力钢管和布置在坝后的电站厂房。进水口前后分别设有拦污栅和闸门。图15-1为中型坝后式水电站的图示,从图中可以看出建筑物的组成和布置。

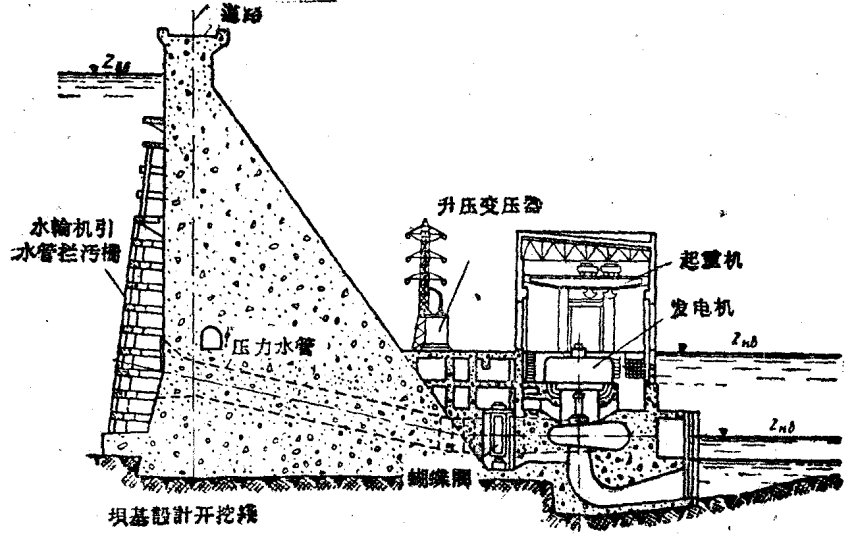
(2) 河床式水电站水利枢纽,这种枢纽中水电站建筑物的典型布置有进水口、短的引水道和水电站厂房。从图15-2、图15-3及图15-4可以看出河床式水电站建筑物的布置。

2. 引水式水电站水利枢纽,这种开发方式的水电站的水头主要由引水道形成,引水道有无压和有压两种,因此这种水利枢纽又可分为无压引水式水电站水利枢纽和有压引水式水电站水利枢纽。

(1) 无压引水式水电站水利枢纽,这种枢纽的主要特点是水电站具有长的无压引水道,如渠道或无压隧洞或渠道与无压隧洞的结合。这种枢纽的建筑物一般可分为三个组成部分。一为首部枢纽,由拦河坝、进水口(包括拦污栅与闸门等)及沉沙池等建筑物组成;二为引水建筑物,它直接与首部枢纽相连接,在引水渠道上有时设有渡槽、涵洞、桥梁等附属建筑物;三为厂房枢纽,由日调节池、前池、泄水道、压力管道、电站厂房与尾水渠等建筑物组成。其中前池的主要作用是将引水道引来的水分配给水轮机、清除污



I、坝后式水电站平面图及溢流坝剖面图



II 坝后式水电站剖面图

图 15-1 坝后式水电站

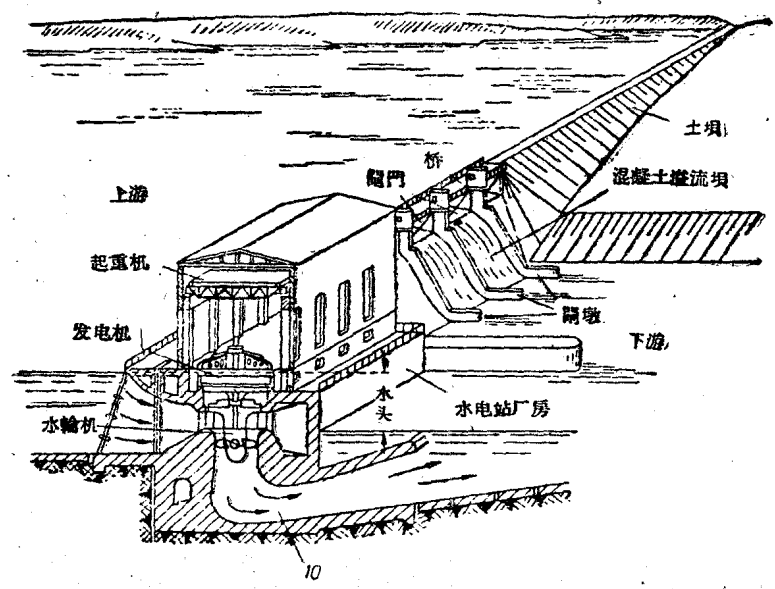


图 15-2 混凝土坝中型河床式水电站建筑物示意图

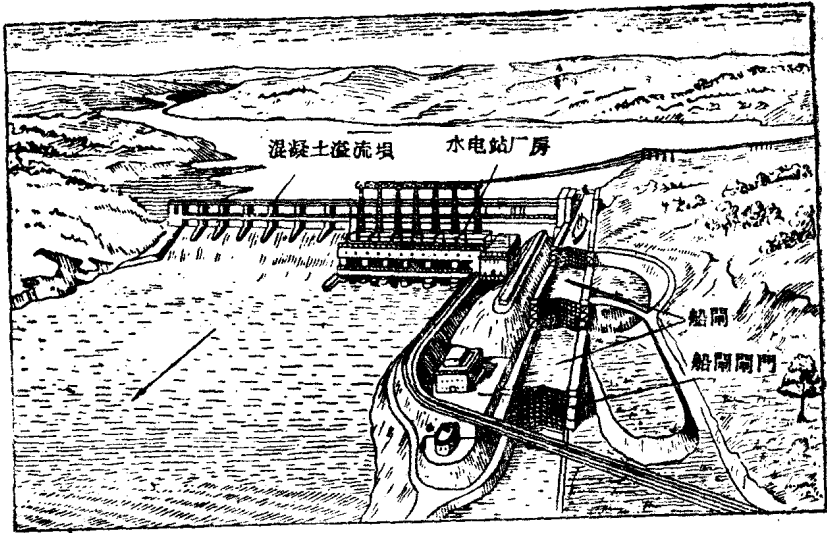


图 15-3 中水头大型河床式水电站建筑物示意图

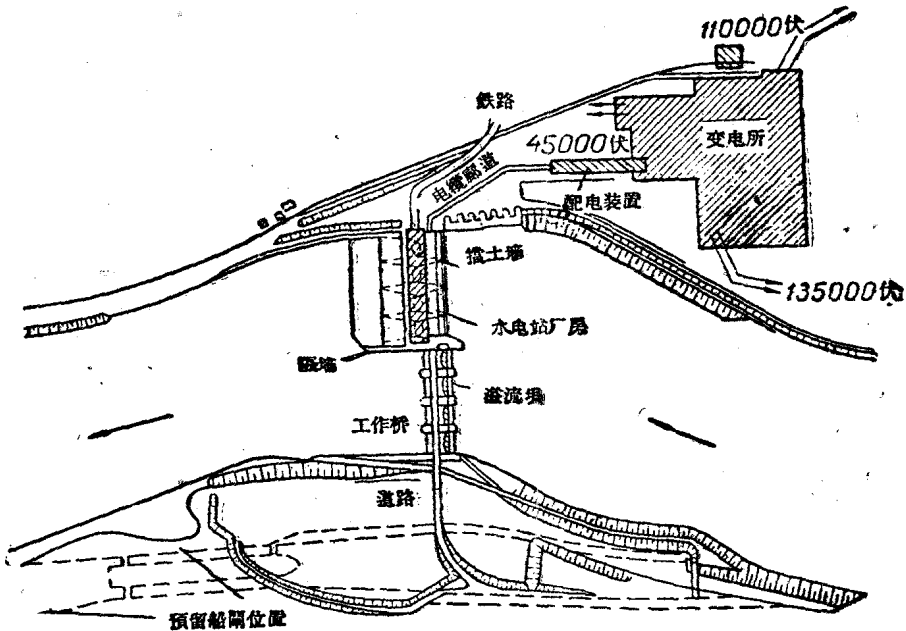


图 15-4 低水头河床式水电站

物，渲泄多余水量与调节水位等。实际上无压引水式水电站水利枢纽并不一定全都包括如上述所有的建筑物。例如，当河中含沙量很少时，则可不设沉沙池；当引水道较短或前池有足够大的容积或电站不担任峰荷时，则可不设日调节池。图15-5为无压引水式水电站建筑物的示意图，从图可以看出这些建筑物的组成和布置。

(2)有压引水式水电站水利枢纽，这种枢纽的特点是水电站具有长的有压引水道，一般多为压力隧洞，或引水管道。枢纽建筑物的组成亦可分为三部分，即首部枢纽，有拦河坝及进水口；二为引水建筑物；三为厂房枢纽有调压室，压力管道、电站厂房及尾水渠等建筑物。图15-6为有压引水式水电站建筑物示意图。图15-7为有压隧洞引水式水



图 15-5 无压引水式水电站建筑物示意图

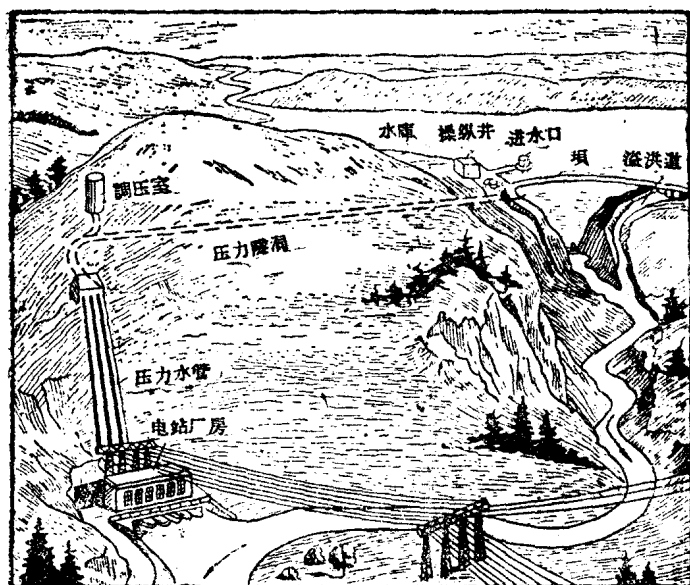


图 15-6 有压引水式水电站建筑物示意图

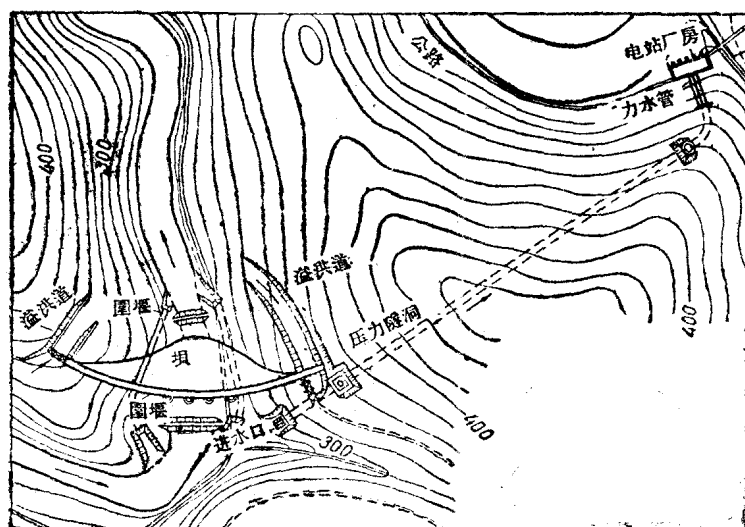


图 15-7 有压隧洞引水式水电站平面图

电站平面图。从这些图中可以看出这些建筑物的组成和布置。

从上述水电站水利枢纽中的建筑物的组成可以看出，枢纽中各个建筑物是紧密联系着的，成为整个枢纽的一个不可分割的组成部分，同时另一方面，各个建筑物又有其自己单独的任务。一个建筑物的布置与设计必然要影响到同一枢纽其他建筑的布置与设计，例如进水口的布置直接影响到引水道及电站厂房的水位，反之亦然。枢纽中的建筑物是互相联系，互相影响的，它们互相矛盾，互相制约。例如无压引水式水电站的进水口及渠道同时可作为航运建筑物。但船闸、厂房及溢流坝之间有时互相干扰。这就需要在设计时很好地彼此协调和配合，分清主次，统筹兼顾。因此枢纽中的各个建筑物是不能独立对待的，必须从整体出发，来考虑每个建筑物的设计施工和运行等问题。

以后各章将依次分别讨论下列建筑物：进水建筑物、渠道及前池、隧洞、压力水管、调压室及水电站厂房等。

第十六章 进水建筑物

§16-1 水电站进水建筑物的作用、类型和一般要求

为达到各种水利事业的目的，须从天然的河道中或由坝所形成的水库中取水。为取水所建筑的专门水工建筑物，称为进水建筑物或简称进水口。为了发电的目的而修建的进水建筑物则称为水电站进水建筑物。有时，进水建筑物是为了综合目的而修建的。例如，可以修建发电泄洪共用或发电灌溉（或给水）共用的进水建筑物。

水可能是自天然的河道中取出的，或自坝上游的水库中取出。因此，可将进水建筑物分为无坝取水的（即自天然的河道中取水）和有坝取水的两类。无坝取水只能引取河道中的一部分流量，不能利用河中全部径流来发电，水能资源不能得到充分利用。因此在水电站上很少采用。有坝取水又可分为低坝取水及高坝取水两种。当坝较高时，形成了很深的水库，大大地改变了河道的水流条件。水库中流速很小；河道中的泥沙绝大部分沉降在水库底部，冬季流冰现象也减少或变得不严重。当坝较低时，水库不深，没有多大改变河道的天然状况，因此设计进水建筑物时需要特别注意防砂及防冰措施。

进水建筑物按其上游水位相对位置来分，可分为无压进水建筑物和有压进水建筑物两种。

如流入进水建筑物的水具有自由水面的，称为无压进水建筑物（或称为开敞式进水建筑物）。图16-1中绘出一种无压进水建筑物的示意图。进水建筑物后面连接着无压引水道（明渠）。这种进水建筑物适用于水库水位变化不大的情况。当上游水位变化较大时，需要较高的结构和闸门，这样就不如采用有压进水建筑物为宜。

当进水建筑物入口位于上游水位以下时，称为有压进水建筑物（或称为深水进水建筑物）。图16-2中绘出了几种有压进水建筑物的示意图。其中图I为河床式水电站厂房（见第二十二章）的进水口。图II为混凝土坝上开的进水口。图III为开凿在河岸上的进水口，故称为河岸式，又因闸门安装在一个竖井中，所以又称为井式进水口。在图IV中，进水口为一塔形结构，故称为塔式进水口。

有压进水建筑物后面与压力引水道（压力水管或隧洞等）相连接。它适用于上游水位变幅较大的情况。很明显，有压进水口上的闸门所受的水压力大于无压进水口上的闸门，其压力的大小决定于进水口在水下的设置深度。

任何一个进水口应满足一定的要求，其主要的要求为：

- (1) 进水建筑物的进水能力应该在任何时候保证用水户的需要；
- (2) 进水建筑物应设有闸门，以便在引水道修理，检查期间；在用水户停止用水时

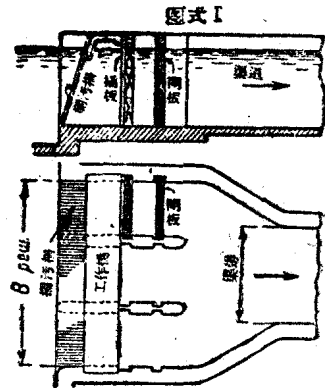


图 16-1 无压进水建筑物示意图

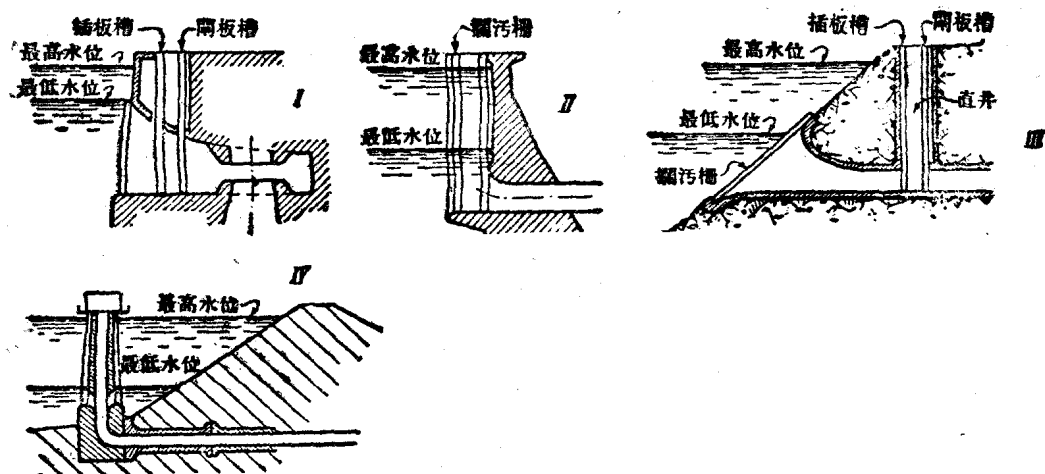


图 16-2 有压进水建筑物示意图

或在发生事故时，阻擋水流；

(3) 进水口的布置及其进口部分的外形輪廓应保证水流平顺地进入进水口，使水头损失最小；

(4) 进水建筑物应有设备，以防止水流将底砂带入引水道及水轮机。对于细颗粒的悬浮泥砂可以允许进入引水道及水轮机。对于较粗颗粒的悬浮泥砂需要设法防止其进入引水道。为此，可在进水闸后设置沉砂池。具体需要阻拦的泥砂颗粒大小，视不同水轮机及其他条件而定。

(5) 进水建筑物须有设备，以阻擋漂浮物(包括冰在内)及大块垃圾进入引水道。

(6) 进水建筑物需要有防止冰，冰针等阻塞入口的措施。

(7) 进水建筑物也应满足一般水工建筑物应满足的要求。它们应该坚固、稳定、构造简单，可以修理及检查、运用方便，经济以及容易施工等。

§16-2 有压进水建筑物

有压进水建筑物是在上游水位涨落较大，而且水库中流速很小的情况下工作的。它需要保证在水库水位最低情况下仍能引水。因此，进水口的孔口必须位于最低水位以下，并留有适当余量，以保证进水孔口的淹没及防止空气的进入。

有压进水闸按其布置位置可分为河岸式及河床式二种；按其结构型式可分为隧洞式、塔式、坝式及压力墙式四类。隧洞式为布置在河岸上的进水建筑物(见图16-2Ⅲ)。坝式进水口则布置在河床中，为河床式进水建筑物(见图16-2Ⅱ)塔式及压力墙式进水建筑物则可以布置在河岸上也可以布置在河床中。图16-3为压力墙式进水建筑物的例子。

有压进水建筑物上须设置闸门或阀门。它们的作用是在需要时(例如检修引水道或引水道发生事故时)阻擋水流之用。进水建筑物的引水流量是由水轮机的导水机构来调节的。所以，进水口上的闸门不需要在部分开启的条件下工作。但为了在引水道发生事故时及时关闭闸门，以防止事故损失的扩大，闸门必需能自动快速地关闭，也就是说，闸门需要在水流流动的条件下关闭。而闸门在开启的过程中，水是保持静止的。当进水口闸门全部开启以后，再逐渐开启水轮机导叶，引入所需的流量。

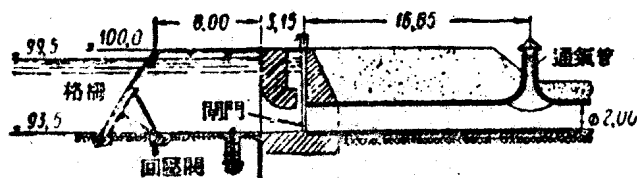


图 16-3 压力罐式进水建筑物的例子

有压进水口是在较高的水头作用下工作的，因此，它的閘門也需要承受高压。

为了主要的工作閘門能获得检修，在进水建筑物上还应设置修理閘門。关于閘門的构造及设计不在本课程范围之内。

在河流及水库中，通常会有漂浮在水面的杂物(树枝，原木，冰块等)及沉在水底的杂物。为防止这些杂物被带入引水道，需要在进水建筑物前设置挡物梁及拦污栅。挡物梁及拦污栅应设在閘門前面，以保护閘門不被杂物所损坏。

挡物梁设在上游最低水位以下，它的外形应该是光滑曲线形的。放入水中垂直式的挡物梁(如图16-4)其效果是不好的。沿墙会产生垂直向下的水流。有时会产生具有垂直轴的旋涡。漂浮在水面的物体很容易被水带入梁下。除此之外，在垂直梁后的水会发生水平轴的旋转运动，引起相当大的水头损失。

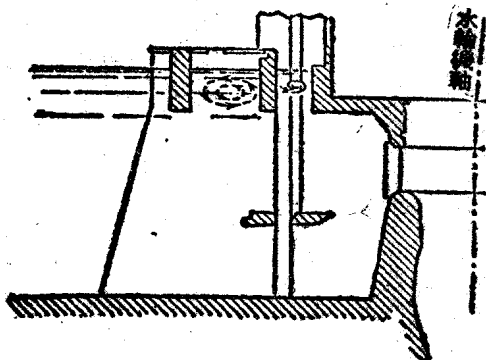


图 16-4 垂直式的挡物梁

拦污栅布置在挡物梁以下或挡物梁后面。这样可以避免受到流动的浮物或冰块的撞击。拦污栅可以布置成平面的，多边形的或半圆形的。由于平面的拦污栅最简便，清污也最方便，所以最常采用。平面拦污栅的布置如图16-5所示。图上可以看到，用机械操纵的齿耙进行拦污栅清理作业的情况。关于拦污栅的详细构造及设计将在§16-4中叙述。

水电站进口形状在小型工程中可以采用直角形进口，施工比较方便。但在大中型工程中，应采用流线型进口，以减少水头损失，并避免真空空蚀。(如图16-6所示)。

进口曲线应与流线一致，可以采用椭圆曲线

$$\frac{x^2}{D^2} + \frac{y^2}{(0.31D)^2} = 1 \quad (16-1)$$

式中 D = 引水道直径。

有时也可以采用圆弧，圆弧半径 $R \geq D/2$ 。

对于较重要的工程，进口曲线应根据模型试验决定。巴拿马运河上的麦登坝，由于进口曲线设计得不够正确，进口发生空蚀，进口段混凝土被破坏深度达0.5米。

在进水口的閘門后应设通气孔。当閘門关闭后，引水道中的水流逐渐放空。通气孔的作用就是在这个时候引入空气，以补充水流所腾出来的空间。否则在引水道中将发生真空。通气孔的断面积按下式计算：

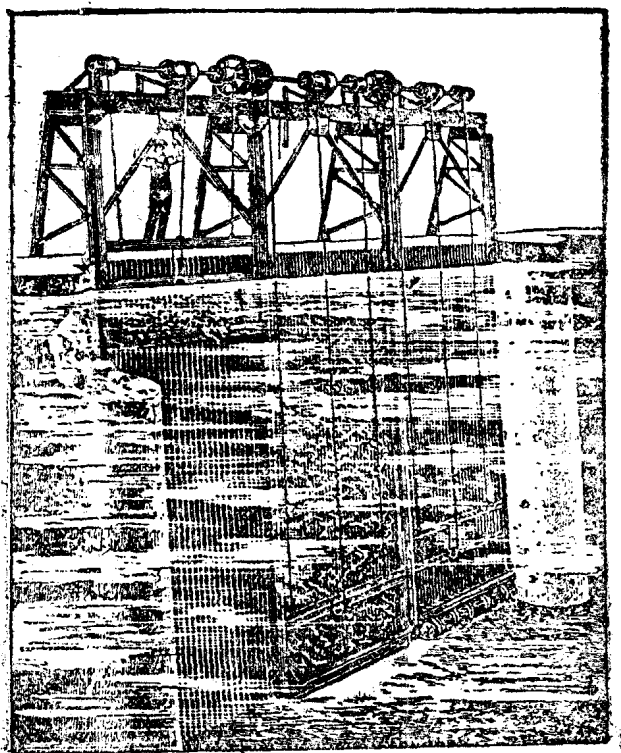
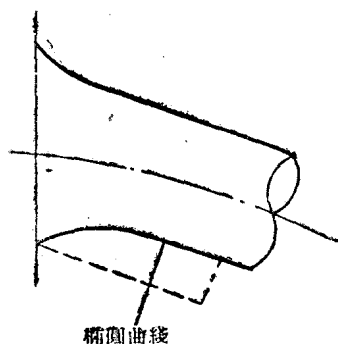


图 16-5 进水口前装置的平面拦污栅



椭圆曲线

图 16-6 进水口的入口段曲线形状

$$A = \frac{Q_a}{V_a} \quad (16-2)$$

式中 V_a = 空气流速, 可采用 30~50 米/秒, 但不得大于输水道在放空过程中水流速度的 15 倍; Q_a 为空气的流量可采用等于引水道的水流流量。

在闸门前后应布置平压管(或称旁通管)。平压管的作用是在闸门开启之前, 事先将水充满引水道。这样做的目的, 一则是使闸门在水压力前后平衡的条件下开启, 以减小启门力; 二则是避免了在闸门刚一开启的瞬间, 水流很急地冲入引水道, 引起引水道的振动或气蚀等现象。平压管可以布置在闸墩内, 有时也可以布置在闸门上。平压管上设置阀门。当主闸门全部开启后, 应将平压管上的阀门关闭。

平压管的直径根据要求灌满压力引水道的时间决定。

为了操纵闸门需要设置闸门的启闭设备。为了清理拦污栅需要采用清污机械或其他清污设备。这些设备均安装在进水口上部, 上游最高水位以上。启门设备及清污机械可以是固定式的(每一扇闸门或每一格拦污栅设一套设备)也可以是移动式的(整个进水口共用一套或两套设备)。这些设备可以设置在露天, 也可以设置在专门的闸门室内。

图 16-7 为混凝土重力坝体内的进水口的三种布置方式。图 I 中拦污栅布置在坝的迎水面, 闸门及修理闸门则布置在坝内的空腔中, 而且闸门布置在较高的位置。这样的布

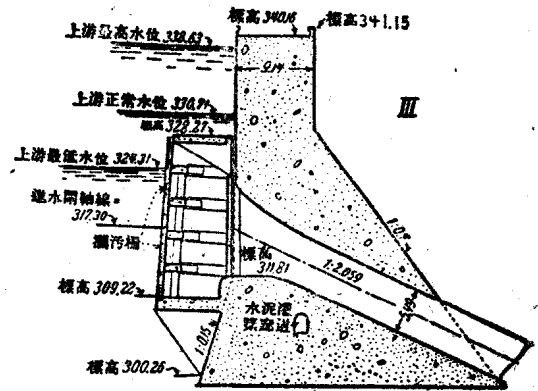
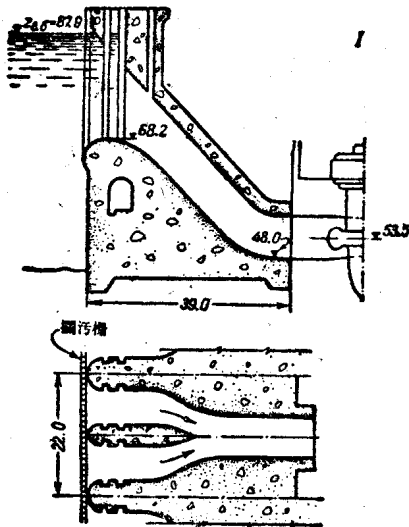


图 16-7 混凝土坝体内的有压进水口

置可使閘門受的水壓力較小。這樣的攔污柵布置亦比較簡單，但這時閘門在壩身內占據很大的空間，使壩身被大大挖空，而削弱了壩體。圖Ⅱ中攔污柵及閘門的位置與圖Ⅰ相同。所不同的，是這裡的閘門採用了矩形蝶閘。蝶閘的特點是可以比較迅速地啟閉。本圖的壩體中也挖出了很大空腔。圖Ⅲ的布置是將攔污柵設在壩前的懸臂支架上。這種攔污柵的平面布置可以是平面的，也可以是半圓形的或多邊形的。雖然這樣的布置使攔污柵結構比較複雜，但這可以使閘門布置在壩的擋水面，從而使壩中的空腔減小，有利於壩體的應力條件。

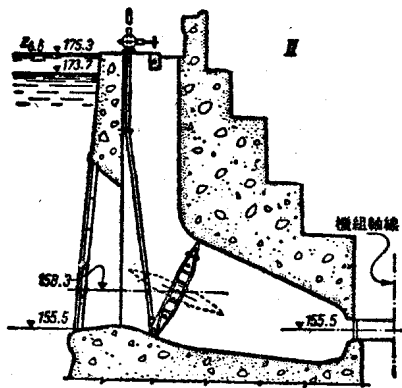


圖16-8為裝有大型平面閘板的高水頭進水閘詳圖。其布置形式如圖16-7Ⅲ。閘門中心以上的水頭約75米，閘門尺寸為8.65米×4.62米。閘門的啟閉採用液壓啟閉機。

圖16-9為另一個混凝土壩壩身內的有壓進水口。攔污柵採用類似圖16-8中的結構型式(圖16-9中未表示)。本例子中，採用蝶閘作為擋水閘門。蝶閘裝在壩身內，其操縱機械也裝設在壩體內開出的廊道之中。採用這樣的布置也不致於大大削弱壩體。在圖中還繪出了平壓管，為保險起見共設了二套平壓管，並在管口入水處裝在有進水網，以防污物進入管中，堵塞管道。圖中還可以看到通氣管的布置。

如果需要在支墩壩上設進水口，可以採用圖16-10中的各種型式。圖中各進水口的入口結構及柵下支承結構的外形是考慮了最小入口損失的要求之後繪出的。其中圖Ⅱ，Ⅲ

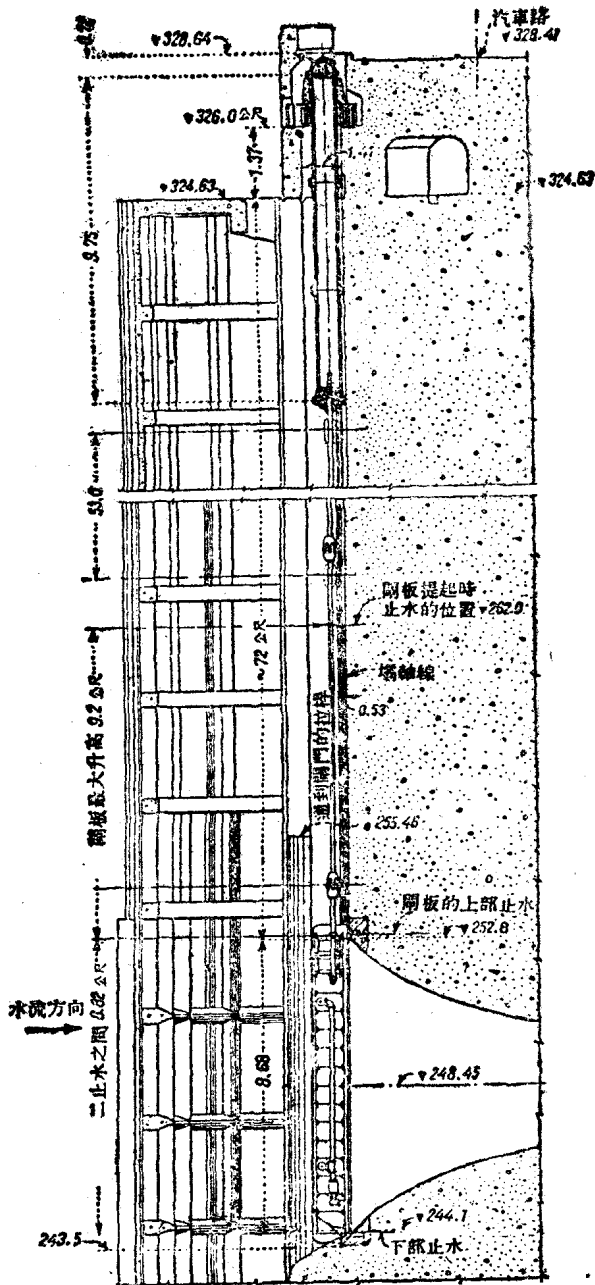


图 16-8 装有大型平面閘門的高水頭進水口。

及 IV 是由苏联Ф.Ф.古案教授所制定。图 I 是一种普通的进水口结构，其拦污栅和事故閘門都位于支墩上所建筑的墩座上。紧靠在水輪机前，是一蝶閥。閘門槽紧靠进水口的孔口以减小閘門的高度。在图 II 上，繪出了在傾斜的水管上装設蝶閥的方案。修理閘門的門槽紧靠入口。图 III 中在进水口上不設蝶閥，而設一道工作閘門及一道修理閘門(插板閘門)。这样布置时，插板閘門需要很高的高度，适用于进水口不太深的情况下。图 IV 及图 VI 的方案均采用沿着坝面傾斜地滑动的閘門。图 IV 中采用液压启閉机械；其操纵設置于坝后的启門室中。而图 V 則采用机械动作的启閉机，其启閉机械置于坝頂之上。图 V 是采用液压作用的封閉圓筒閘門。这种布置形式可以沒有任何伸出

水面的导流建筑物，使工程量减小，但这种閘門較貴，而且在损坏时修理困难。

图 16-11 为压力牆式进水口的一个例子。它是一种独立的位于河岸水边綫处的混凝土及钢筋混凝土建筑物。本例子中，拦污栅布置在最前面，并有很大的面积。这样过栅流速就不大了，水头损失亦較小。工作閘門及修理閘門布置在入口收縮段后的断面上，这样閘門尺寸就可以小些，以节省投資。入口收縮段采用流綫的型状，也是为了减小水头损失。在閘門后还可以看到通气孔，通气孔直通至坝頂上游最高水位以上。

图 16-12 为另一个压力牆式进水口的例子。它的水头較上例为小。本例子中 将拦污

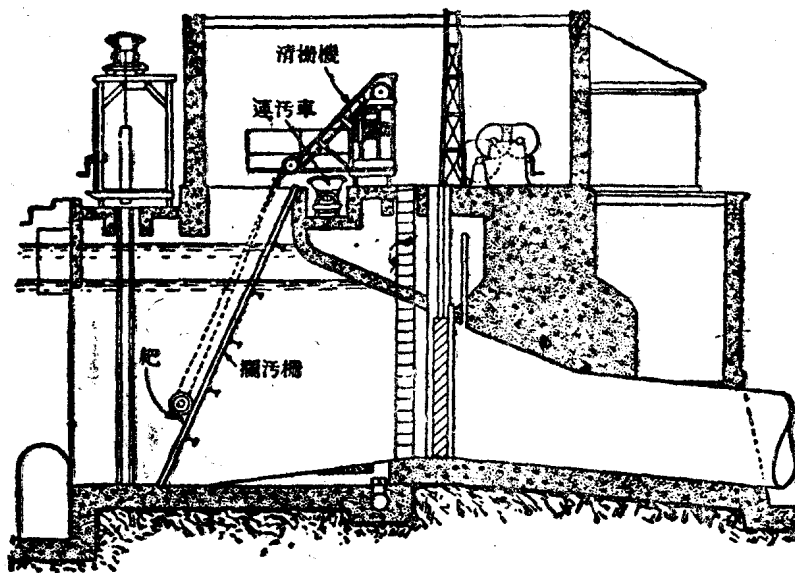


图 16-12 低水头有压进水口

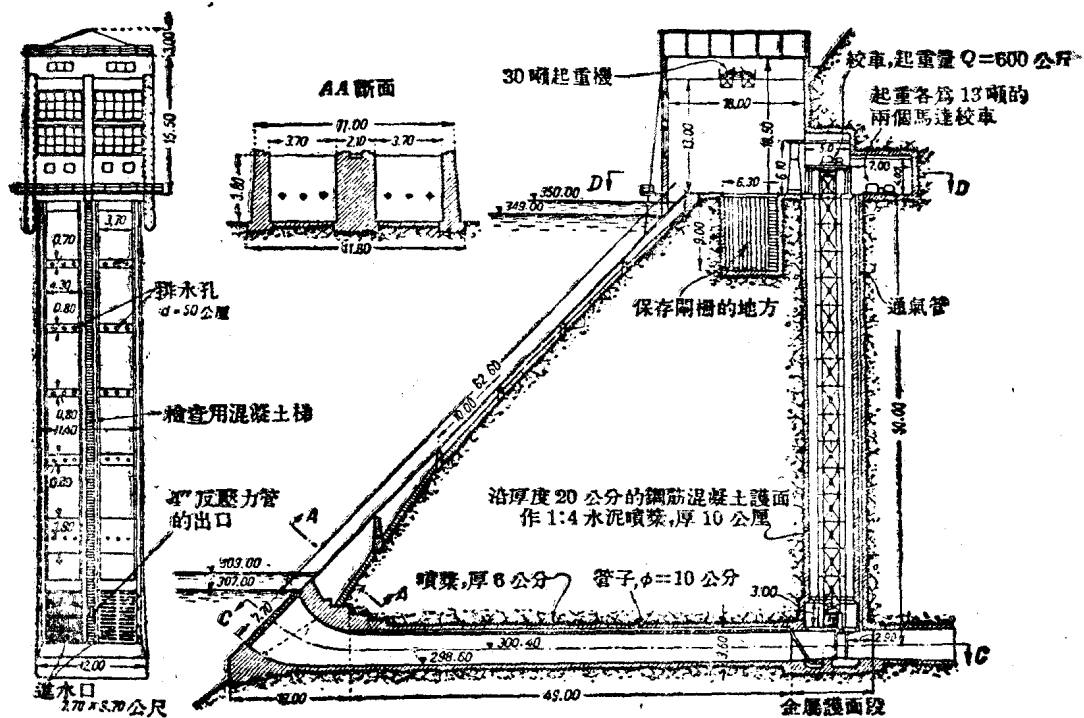


图 16-13 干井式进水建筑物

采用同一个門槽。当需要放下修理閘門时，先要将拦污柵提出来。工作閘門采用蝶閥。蝶閥裝置在50米深的地下室中，可由直井下達井底。因采用閘門，故井內为干的。这种井式結構称为干井式进水口。蝶閥的操纵机构也設在井下。井上的起重機只是在需要将蝶閥吊出来时才有用。在进水口的範圍內，引水隧洞被分为两个具有独立閘門的水道，