

水工建筑物

下 册

M·M·格里申著

水力发电建设总局专家工作室译

中国工业出版社

目 录

第五篇 水工建筑物的閘門

第十六章 閘門总論	427
第 101 节 閘門的分类	427
第 102 节 閘門工作的一般条件	430
第 103 节 作用于閘門上的力	433
第十七章 將水压力傳給閘墩和边墩的表面孔口的閘門	435
第 104 节 总論。閘門的佈置簡圖	435
第 105 节 閘門的計算和構造	437
第 106 节 閘門的支承部分和埋裝部分使閘門在閘槽內移动所需的力	442
第 107 节 双層平面閘門和帶舌瓣的平面閘門。平面閘門的設計	449
第 108 节 疊梁閘板	453
第 109 节 閘門佈置簡圖以及作用于閘門上的力	457
第 110 节 閘門的結構	459
第 111 节 支承部分及止水。起門力	464
第 112 节 弧形閘門的一些特殊結構。弧形閘門的設計	467
第 113 节 閘門的佈置簡圖及其工作条件	470
第 114 节 閘門的結構及計算	473
第 115 节 支承部分、止水及起門力	476
第 116 节 圓輥閘門的某些特殊結構圓輥閘門的設計	478
第十八章 將水压力傳給閘檻的露頂閘門	480
第 117 节 扇形閘門	481
第 118 节 屋頂式閘門	487
第 119 节 舌瓣閘門	491
第 120 节 旋轉桁架式和框架式閘門	496
第十九章 其他露頂式閘門	502
第 121 节 立柱-平面(橋式)閘門	502
第 122 节 舌瓣閘門和漂浮閘門	506
第 123 节 檢修閘門	509
第 124 节 施工閘門	511
第二十章 露頂閘門的起重設備、安裝和运行	512
第 125 节 閘門的起重設備	512
第 126 节 工作橋	515
第 127 节 閘門的安裝	517
第 128 节 閘門的运行	519
第二十一章 深水孔閘門	521
第 129 节 深水孔閘門的工作特点	521
第 130 节 平面閘門和弧形閘門	522

第131节	圓筒閘門	529
第132节	圓盤閘門(蝴蝶閘)、針形閘及其他閘門	531

第六篇 河川水利樞紐中的专门建筑物

第二十二章	水运建筑物和动力建筑物	535
第133节	有关船閘和举船机的簡述	535
第134节	水利樞紐中船閘及其引航道的布置	538
第135节	放木設備	540
第136节	水电站厂房	543
第二十三章	过魚建筑物	551
第137节	水工建設对漁业的影响及由此而采取的措施	551
第138节	魚道	553
第139节	魚閘和举魚机。有压水利樞紐內的其他过魚方法	557
第140节	过魚設備在水利樞紐內的位置及其工作效力的保証	561
第二十四章	取水設備	564
第141节	明流取水的水力条件(自不壅水的天然河流中取水)	564
第142节	从天然河流中取水的取水結構	567
第143节	明流(表面式的)取水(在水头不高的拦河坝情况下)	571
第144节	明流(表面式)取水建筑物的結構	579
第145节	深水取水	585

第七篇 水利樞紐施工时的导流和临时水工建筑物

第二十五章	水利樞紐施工期間的导流、过船及泄放木筏等	588
第146节	圍堰法	588
第147节	无圍堰法	591
第148节	通过施工中的建筑物孔口泄水	593
第149节	将河水引离河床的有压建筑物的施工方式	597
第150节	水利樞紐施工期間各种型式的泄水、消冰和过漂浮物的方式的选择	600
第二十六章	河川水利樞紐施工时所用的圍堰	603
第151节	圍堰的分类及其一般工作条件	603
第152节	土圍堰、堆石圍堰和其他就便材料組成的圍堰	604
第153节	板桩圍堰、蜂窝式圍堰和木籠圍堰	606
第154节	其他型式的圍堰, 圍堰的运行	615

第八篇 河川水利樞紐

第二十七章	河川水利樞紐設計	619
第155节	一般的設計原則	619
第156节	原始資料和水利樞紐設計的一般过程	621
第157节	建筑物与水利樞紐方案的技术經濟比較	624
第158节	低水头水利樞紐中建筑物的布置和坝型的选择	627

第159节	中水头水利枢纽中建筑物的布置和坝型的选择	631
第160节	高水头水利枢纽中建筑物的布置和坝型的选择	638

第九篇 輸水建筑物

第二十八章	渠道与水槽	642
第161节	渠道和水槽的型式及其横截面的形状和尺寸	642
第162节	渠道和水槽中容许的水流速度	645
第163节	渠道水量损失(渗漏)和防渗	649
第164节	渠道的护面	653
第165节	渠道的线路、纵断面和横断面	660
第166节	水槽	668
第二十九章	渠道上的建筑物	671
第167节	渠道上的建筑物的种类和用途	671
第168节	渠道纵横断面骤然改变处和渠坡发生转折处的联接建筑物	673
第169节	渠道与水流和道路相交处的建筑物	679
第170节	调节渠道水流的建筑物	687
第三十章	水工隧洞	692
第171节	水工隧洞的型式及工作特性	692
第172节	隧洞的岩石压力	694
第173节	无压水工隧洞	698
第174节	无压水工隧洞的计算	702
第175节	压力隧洞	709
第176节	压力隧洞的计算	712
第177节	隧洞开挖方法	718

第十篇 整理(治理)建筑物

第三十一章	整治(治理)河流和河道的方法	725
第178节	整治水流侵蚀作用的一般原则	725
第179节	防止河流流域岸坡的侵蚀	728
第180节	防止深层侵蚀的方法(山溪、干谷及冲沟的治理)	730
第181节	防止泥沙沉积及河床淤高的方法	736
第182节	防止局部侵蚀的方法	738
第183节	河道的总体整治及某些局部情况	742
第184节	防止岸边土地的淹没	745
第三十二章	整治(治理)建筑物及整治工程	747
第185节	整治建筑物的结构特性及其材料	747
第186节	护岸工程	751
第187节	重型的横向和纵向整治建筑物	756
第188节	轻型(透水)整治建筑物	761
第189节	河流整治中的截流、裁弯及围堤工程	764

第十一章 水工建筑物的技术管理及研究

第三十三章	水工建筑物的技术管理.....	763
第190节	管理措施的基本任务及其组成.....	768
第191节	建筑物运行时的预防措施.....	769
第192节	水工建筑物的修理工作.....	772
第193节	水工建筑物发生事故后或破坏后的恢复工作.....	776
第194节	水工建筑物的改建(提高建筑物的水头).....	780
第三十四章	水工建筑物的研究.....	786
第195节	建筑物研究的目的和种类.....	786
第196节	建筑物的水力研究.....	787
第197节	建筑物中应力和变形的研究.....	793
第198节	水力与渗透的研究及观测.....	796
第199节	建筑物应力和变形的研究.....	799
主要参考文献		805

第五篇 水工建築物的閘門

第十六章 閘門總論

第101節 閘門的分類

一、水工建築物的機械設備

水工結構物的機械設備，就是啓閉用來調節上游水位、調節流量以及排除飄浮物體的過水孔口的設備。

這些設備由閘門，攔污柵和工作橋組成。

(1) 閘門是一種活動的結構，它能關閉孔口和局部地或全部地開放建築物的孔口。

閘門具有埋設部分，它是一種固定結構，埋置在建築物體內，並保證閘門正確地進行操作。埋設部分有，例如：支承鋼軌、閘門與閘墩及閘檻接觸處的止水裝置和加熱設備等。

為了啓動閘門(提升、旋轉、下降、滾動、轉運)，以後為了提升和安裝攔污柵與清洗攔污柵，採用帶有懸索、懸鏈、吊杆等的起重機械。在水力啓動的閘門中，上述機械設備則由輸水管、活門、浮標等所組成的閘門操作機械來代替。

(2) 攔污柵是用來保護孔口以防止有害的飄浮物或沿河底順水流滾動的物體(樹木、浮運的木材、污物等)進入孔口之內；攔污柵多半採用於進水口的深孔中。

(3) 孔口跨間的工作橋，應保證能在其上設置固定起門機械和閘門，移動活動式起門機(起重機)，搬運機械設備的各種零件、搬運材料，以及讓工作人員們通行之用；在有些情況下，工作橋還須承受閘門的部分壓力。

機械設備的各個構件不僅應相互配合，而且要与建築物的結構相配合，這樣才能保證建築物孔口的工作可靠而且不會間斷。

二、閘門按孔口形式的分類

根據所遮蓋的孔口的形式不同，可將閘門分為下列兩類：

(1) 露頂閘門，是用來關閉溢流孔的，孔口關閉時閘門的頂部高於上游水位。

(2) 深水閘門，是用來關閉深孔(洩水孔、進水孔及其它等)的，深孔閘門處於上游水位以下(因而，在關閉的位置上，它的頂部也如此)。

三、表面(溢流)孔口閘門的分類

按照結構的工作特點。和將水壓力傳到建築物上的方法，閘門可分為以下三大類：

(1) 將水壓力傳給閘墩及邊墩的閘門，主要承受變曲，如同二端支承的梁一樣地工作；

(2) 將水壓力傳給閘檻的閘門，基本上如同懸臂結構或斜撐結構一樣的工作；

(3) 將水壓力既傳到閘檻，也傳到建築物閘墩(邊墩)上的閘門。

在每一大类中閘門还可按其运动的方式进行分类：(1)直綫移动的；(2)轉动的；(3)滾动的；(4)自由浮动的及(5)混合运动的。

最主要的一些閘門型式如圖 16-1 上所示，并列举如下：

1. 將水压力傳給閘墩合边墩的閘門：

(1) 平面閘門及叠梁閘板，呈直綫移动(圖 16-1a, б)；

(2) 弧形閘門；呈旋轉运动(圖 16-1в)；

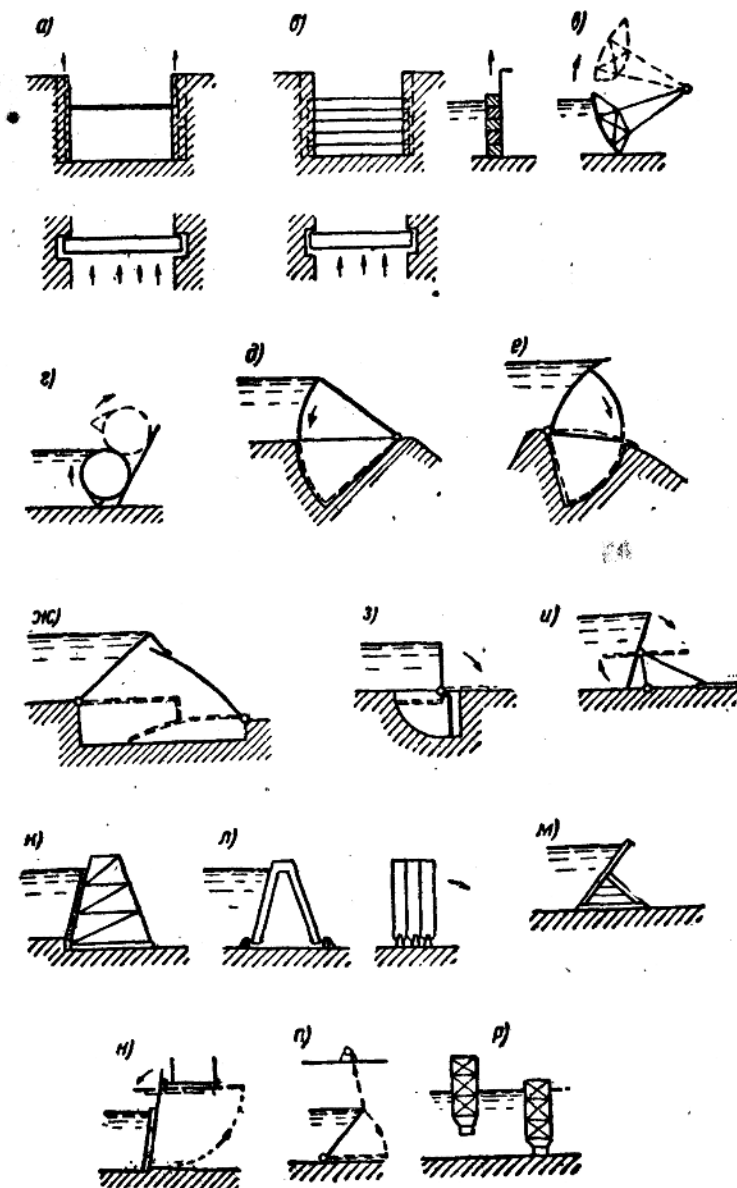


圖 16-1 溢流孔口的閘門型式

(3) 圓錐閘門：滾動(圖 16-14)；

2. 將水壓力傳到建築物檻上的閘門：

(4) 扇形閘門，繞軸旋轉，軸位於閘檻的下游面或其上游面上(圖 16-15, e)；

(5) 屋頂式閘門，由二扇在水平軸上旋轉的門扉組成(圖 16-15)；

(6) 舌瓣閘門，由一扇在水平軸上旋轉的門扉構成(圖 16-15, u)；

(7) 有旋轉桁架或旋轉框架的閘門：

(一) 其桁架或框架用來支承閘門的檔板、輻條、帷幔及其它(旋轉桁架，圖 16-15)；呈混合運動，

(二) 桁架或框架直接關閉孔口(旋轉框架，圖 16-15)；呈旋轉運動。

(8) 可以拆卸和浮動的斜撐閘門(圖 16-15)；

3. 將壓力既傳到建築物的閘檻上又傳到閘墩(邊墩)上的閘門：

(9) 柱式平面(橋式)閘門，有輻條或檔板作為擋水設備(圖 16-15)；呈混合運動；

(10) 旋轉的舌瓣閘門(圖 16-15)；

(11) 浮動式閘門(圖 16-15)。

上述各閘門型式中，最廣泛採用的是第一類閘門，其次是其餘兩類中的 4、5、6、7 種型式，第 9 種型式也多少被採用。

上述的分類中僅包括露頂閘門的幾種最主要的類型，露頂閘門型式總共達 90 種。

四、深孔(洩水孔等)閘門的分類

深水閘門的最主要型式如下：

(1) 平面閘門，與露頂閘門中的平面閘門類似(圖 16-2a)，以及所謂活動插門(圖 16-26)，置於放水管和放水廊道的內部，呈直線移動；

(2) 弧形閘門(圖 16-26)與露頂閘門中的弧形閘門相類似；

(3) 圓筒閘門(圖 16-2i)，借圓筒的側面或底面來關閉孔口；呈直線移動；

(4) 圓盤閘門(蝴蝶閘門)，形如圓盤，在垂直軸或水平軸上旋轉(圖 16-2d)；

(5) 球形閘門，呈旋轉運動(圖 16-2e)；

(6) 針形閘門，閘門上帶有活塞，能向前移動以便關閉孔口(圖 16-2ж)；

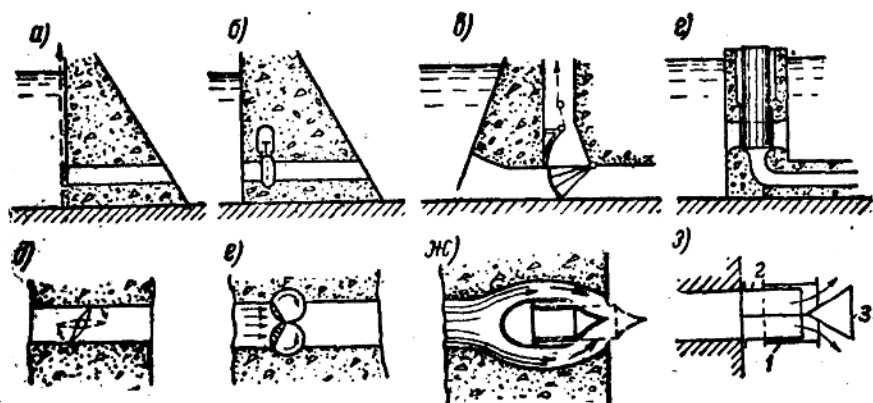


圖 16-2 深水閘門的型式

(7) 套筒式閘門(圖16-23), 其形式为一呈直綫移动的圓筒1, 能封閉固定圓筒2与圓錐之間的孔口。

五、閘門按其所采用材料的分类

(1) 应用最广的是鋼閘門, 因为鋼材的强度很高, 并且鋼閘門能关闭尺寸很大的孔口; 这种閘門主要采用3号鋼(全苏标准拟訂委员会全苏标准7447); 其它牌号(等級)的鋼材或鑄鐵一般仅用在閘門的个别部分中, 或在特殊的情况下采用; 目前正开始采用低合金鋼。

(2) 木閘門用来关闭水头在4~5公尺以下, 跨距在3~4公尺以內的孔口, 但最近設計了跨距达8~10公尺的閘門。木閘門的材料主要采用松木, 部分采用标号为0和1的橡树木。有时木材仅用作閘門鋼架的面板。

(3) 鋼筋混凝土閘門采用的范围受到很大的限制, 因为其重量極大。

六、閘門按其用途的分类

閘門可以在各种不同的条件下为水工建筑物服务。从这个观点出發, 閘門分为:

(1) 主要閘門(工作閘門、运行閘門), 在建筑物运行时应用;

(2) 檢修閘門, 在主要閘門修理时, 临时用来关闭孔口, 或在修理期間使建筑物的某一部分与水隔絕;

(3) 事故閘門, 当主要閘門和在其后面的建筑物地段發生故障时采用之; 这种閘門与檢修閘門区别在于閘門必須在孔口过水时将孔口关闭, 上述第二种和第三种型式的閘門往往合成一种型式——事故檢修閘門;

(4) 施工閘門, 仅在水力樞紐或个别建筑物施工时用来关闭建筑物的孔口。

第102节 閘門工作的一般条件

坝上閘門的工作条件取决于:

(1) 閘門应完成的任务, 如洩水、排水、排洩泥沙及漂浮物, (2) 水、冰、泥沙对閘門的作用, (3) 閘門和建筑物本身的結構特性。

一、洩 水

为了使孔口能按照水文和水利事業的条件洩放各种不同的流量, 閘門照例应在各种不同的开度下工作。达到这一要求的方法或是使閘門下降(圖16-3a), 这时水从閘門頂上溢流, 或是使閘門上升(圖16-3b), 这时水从閘門底下的孔隙处流出。

第一种型式的閘門称为下降式閘門(例如, 露頂閘門中的4、5、6各型), 第二种型式称为上升式閘門(例如, 露頂閘門中的1、2、3、9和深水閘門中的1、2、3各型)。

溢洪道的上升式閘門(1、2、3各型)有时可以略为下降, 但这会使其結構复杂化。

为了保证水和漂浮物能从閘門上排洩出去, 和为了改善閘門的操作条件, 往往將閘門做成組合式的, 即閘門由若干能单独活动的部分組成。

例如, 双層閘門(平面的、弧形的)是很通用的。在这种型式的閘門中, 水既可以从

閘門上排出去,也可以从閘門下排出去,还可以同时从閘門上和閘門下排出去(圖16-3e)。上升式閘門上的所謂舌瓣也得到广泛的采用,这种舌瓣在其开啓时能使水和冰从閘門上通过(見圖17-21)。

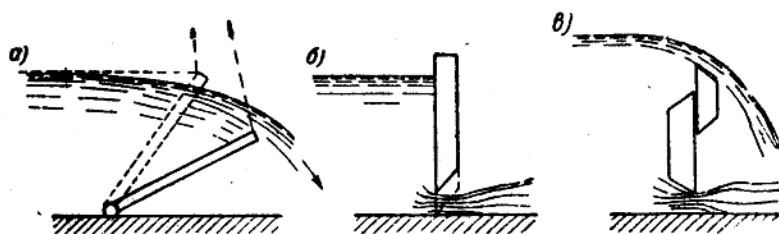


圖 16-3 操作閘門排水的方法

从閘門頂上溢水的閘門,亦即下降式閘門或帶有舌瓣的或双扇層的上升式閘門,調節上游水位比較簡便,并且精確;上升式閘門——單層的并且沒有舌瓣——的精確性則較差。这是显而易見的,因为將承受水头 H 的閘門提升一个高度 h 时,通过孔隙中排出的單寬流量,約比將閘門下降同一高度 h ,从下降閘門頂上溢过的流量要大 $\sqrt{H}:\sqrt{h}$ 倍。

二、排洩冰块和漂浮物体

下降式閘門最利于排洩冰块和个别的漂浮物体,閘門上的溢流厚度可以根据計算將它做到必需的大小[公式18-7]。为了同一目的,也可采用帶有舌瓣的上升式閘門,或双層閘門。

用上升式閘門(型式1-3)或用帶有旋轉桁架、斜撑和支柱的閘門(7、8、9型式)来关闭的溢流孔口只有当閘門全部打开时才能排洩冰块,即在排洩冰块的同时上游流量亦大量下洩,这往往是不能允許的。

但必須指出單个的冰块在上升式閘門局部地升起时亦能从閘門下通过。观察証明:当孔口开度大于 $(0.15\sim 0.25)H$ 时,冰块会被水流卷帶到閘門下的孔口中。冰块的这种“潛入”对閘門是有危险的,因为冰块可能要打击閘門而使它损坏,因此在上升式平面和弧形閘門运用时,其工作范围不得受到限制(第16节)。

便于过船的主要是第7和第9种型式的閘門,这两种型式的閘門能遮擋为通过船只所必需的宽度極大的孔口(80公尺或更大),能保証必需的水上淨空,并在底檻条件下进行工作。因此,上述閘門有时被称为通航閘門。在流放木筏方面,4、5、6三种型式的閘門亦是合适的。

三、排洩泥沙

为了排洩河底水流所挟帶的泥沙,采用上升式閘門較為合适,因为这种閘門不需要任何槽龕或在坝檻上的凹入部分。下降式閘門的缺点在于泥沙会落入閘門与閘墩間的縫隙和落入閘檻中的槽龕內,因此下降式閘門一般最好用在泥沙不会进入的抬高的坝檻上。

淤积在閘門前的泥沙給閘門以压力,这一压力增加了运动閘門所需要的力量。在这种情况下,最适合的閘門是当在其开啓时,門体能脱离其前淤积泥沙的閘門,具备这种

条件的有圓錐閘門和某些弧形閘門。

四、閘門的不透水性

为了使水不从上游漏洩出去，閘門应將孔口紧密地关住。根据工作条件不能避免的那些縫隙，如閘門与坝体之間。或相鄰兩閘門之間的连接处应当用專門的设备加以妥当的封閉。这种專門的设备称为“止水”。

五、运用上的要求

对任何閘門的基本要求是：时刻准备好，以便在任何时刻都能投入运行，工作中不發生故障。妨碍滿足这种要求的有：（1）閘門或其机械發生故障；（2）沒有起動閘門的动力；（3）冬季閘門被冰冻結；（4）被泥沙塞住；（5）沉沒的物体落入孔中，以致閘門不能关闭。

在某些情况下，閘門啓閉的速度，以及閘門运行的自动化程度是很重要的。

为了保证滿足上述基本要求，应在構成閘門时及在閘門运行的过程中采取适当的措施。

（1）閘門应定期进行檢查，并且在必要时不得拖延必需的修理。在閘門修理和檢查时期，建筑物的孔口应由檢修閘門来关闭。它們在上下游方面均行，如果下游水位低于坝檻的話則仅安置在上游方面，当閘門發生如此的故障，以致孔口不能关闭时，則必須有可能用事故閘門来將它关闭。

（2）閘門通常都有手动操作裝置，以便在沒有操作閘門的动力时，可用手动啓閉閘門，虽然速度較慢。

目前在大型建筑物上已开始不用手动操作裝置。手动操作裝置使啓門机械的結構复杂化，而实际上却并不使用，因为現今在多少算是巨型的建筑物已經極少發生缺乏动力的情况。

（3）为了預防閘門冻结，特別是預防閘門与大坝間縫隙的冻结，必須采取專門的措施（破冰、加热及其它等，見第128节）。閘門結構中的縫隙愈多，則閘門愈不适合在冬季条件下工作。由几个或許多个活动構件組成的閘門如型式7、9的閘門在这方面显得特別不利。

（4）在閘門下有沉沒物体落入的危險的地方，亦即主要是深水閘門，必須在孔口前安裝攔污柵，以攔住水流挾帶的杂物。

（5）閘門的啓閉速度取决于它的結構和起動裝置的型式；在这方面最有效的是水力操作的露頂閘門（型式4、5），其次是1、2、3、6各型閘門；啓閉孔口最慢的是第7和第9种型式的閘門。

在洪水可能迅速而且突然来临，并且坝距居民点又远的情况下，最好采用能快速啓閉并且不需要工作人員的閘門。自动操作的閘門能保证这一点。上述各种的型式閘門中，很多是可以做成自动化的，其中首先是4、5、10、2各型，其次是1、3、6各型。

第 103 节 作用于閘門上的力

閘門所承受的主要作用力与坝所承受的类似作用力形成因素相同(上卷第五章),只是有些例外和修正。

一、静 荷 重

閘門上的静水压力是主要的和最重要的荷重,并按一般所已知的方法来求定。如果閘門前有泥沙暂时淤积的话,则泥沙压力用类似于上卷第 27 节所述的方法来求定。

冰对閘門的静水压力可以不加考虑,因为一定要采取保持閘門附近地区河水不冻结(“冰孔”)的措施,例如破冰及其他等。考虑冰的静压力,将使閘門的重量大大增加。

閘門的重量可预先根据经验公式大致求定,这些公式列在下文中适当的地方;然后在已完成的設計的基础上根据結構構件明細表中的資料再最后确定。

温度作用的影响将在下文中描述某些閘門(其中温度作用极为重要)时加以闡明。

二、动 荷 重

水的浪压力目前是根据上卷(中譯本第一卷第一分册——譯者。)第 27 节来計算的。但莫斯科古比雪夫工程建筑学院在最近的研究中指出:在接近閘門的地方水庫的波浪發生了变化,这一变化改变了按国定全苏标准 3255-46 計算所得的压力数值。

地震水压力在适当的情况下可按第一卷第 28 节来計算。

溢过閘門的水流的动水压力其特性叙述于下(見第三段)。

作用在閘門上的冰的动压力按与其静压力相同的理由可不加考虑。

在某些情况下,即当閘門提升到水面以上时会有風压力产生。垂直作用于閘門表面上的單位風压力值按下式計算:

$$P_a = Kq, \quad (16-1)$$

式中 q ——風的速度头(公斤/公尺²);

$$q = \frac{v^2}{16} \quad (16-2)$$

(在此公式中,風速 v 的單位取为公尺/秒,实际上的 q 值能达到 100 公斤/公尺²。)

K ——空气动力系数,取决于閘門的型式,对于平面閘門、弧形閘門、有前遮板的圓錐閘門 $K=2$, 对沒有前遮板的圓錐閘門 $K=1.5$ 。

三、动水压力和閘門的振动

当閘門部分地开启而过水时,动水压力就發展起来,并且如以下的方式出現:

(1) 閘門略为打开时,作用在它上游面上的水压力(見圖 16-4, 压力分佈圖上加陰影綫的部分)將比静水压力稍微减小,这是由于水流繞过閘門流动时产生水头損失的緣故。根据 H.K. 吉林斯基教授的試驗,对平面閘門來說,当閘門开启一半时压力的降低不超过 13%, 而且当閘門的开度更小时这个数值还要小些。实际上在計算中可以大致按静水压力进行考虑,而在这种情况下的动力效果可以略去。

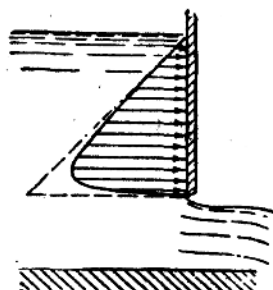


圖 16-4 水流从閘門下逸出時，閘門上所受到的水壓力

水舌脫離壁面，這就會引起閘門的振動，這種震動比水流溢過閘門時所產生的還大不少。

如果閘門的底面很厚，外形又非流綫型時，則在閘門的底面附近將形成真空（圖16-5a）。

閘門下的真空現象會造成一種力量，如像將閘門吸住似的，從而增加了提升閘門時的阻力。使閘門的底部（止水）方木具有流綫型的外形（圖16-5b）可以減少產生真空的危險，但不能完全消除這種危險，因為在閘門各種開度下形成真空和水舌脫離的條件是各不相同的，同時，也不可能找出一種適用於閘門所有各種工作情況下的流綫型外形。支承面狹窄，並且下游面削尖的外形（圖16-5c）能得到較好的效果，它能保證水舌儘快地離開底部圓木，從而減少產生真空的危險。鋼刀形的止水具有最薄的和最尖削的下緣（圖16-5d）。緊接在閘門邊緣後的溢流堰應具有向下游傾斜的坡度（圖16-5e，f）以便水舌能自由地流離閘門。

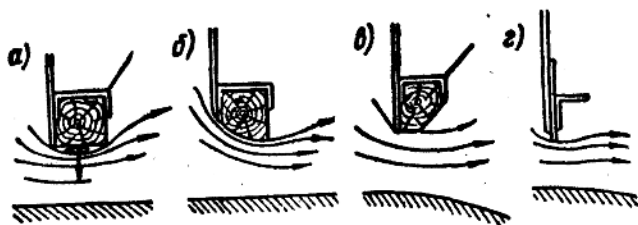


圖 16-5 在各種不同的底部止水型式下，水流繞過閘門下緣的流動特性

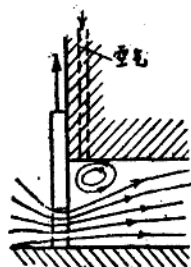


圖 16-6 深水孔閘門后面的真空的形成

取決於水頭的大小，根據某些觀測，頻率在3~11週/秒的範圍內變動，即脈動週期的範圍等於0.09^②~0.33秒。閘門各部分振動的實測幅度為0.01~

在洩水底孔閘門後的真空區內通入空氣，以恢復這兒的大氣壓力。在高水頭下，將閘門作成流綫型的外形，例如針形閘門（圖16-2x）。

閘門下水流壓力的脈動是水舌脫離和產生真空時壓力變換的結果，這會引起閘門構件的迫振或振動，後者對某些型式的閘門來說是十分危險的。當脈動的週期與結構的自振週期相符合時會發生共振現象，這時結構的變形達到危險的和破壞性的數值。脈動的頻率

● Л. Ф. 利涅夫和 З. Ф. 尼奇普連科：壩上溢流孔口閘門的振動及其預防措施“水工科學研究所通報”第31期1946年，列寧格勒。

② 原文為0.9，乃0.09之誤，因為 $\frac{1}{11}=0.09$ 。——編者

5 公厘。振動現象不但在支座部分，以及在閘室中可以察覺，甚至在距振動着的閘門 300 公尺遠的地方亦能察覺（當地基容易傳播振動的情況下）。防備閘門振動的措施將在以後各章內加以敘述，但是關於閘門振動的問題還研究得不够充分，因此在選擇高水頭的閘門結構時必須要小心，要尽可能用相應的試驗來校核計算的成果。

目前動水荷重還是用試驗的方法進行計算的，即通過水工試驗室中的閘門模型試驗，或與過去進行過的試驗進行比較。這種荷重決不能用靜水荷重乘某一系數來進行估算。

第十七章 將水壓力傳給閘墩和邊墩的表面孔口的閘門

I. 平面閘門和疊梁閘板

第 104 節. 總論. 閘門的佈置簡圖

平面閘門具有平面面板的（很少是槽形面板的）溢流孔口的擋板，它安裝在閘墩或邊墩中的閘槽內，沿垂直方向移動並將其所承受的水壓力傳給閘墩和邊墩。

一、閘門的佈置簡圖

平面閘門用木材和鋼材制成，這是一種歷史最悠久的閘門型式。

鋼閘門通常是由梁式系統的鋼骨架組成結構鋼骨架上復蓋有鋼板制的面板。有時，在鋼骨架上採用木制面板，但這種面板的隔水能力不够好，因此須經常修理和更換。不久前，試用了一種用鋼絲網加勁的壓合木板（арктипит）制成的面板。

梁式系統的組成部分如下：（1）水平梁——主梁（承載梁）或稱橫梁， a （圖 17-1），及輔助梁或稱桁條， b ；（2）垂直支柱或者隔板 c ，其中最邊上的稱為端支承柱， r 。

梁式系統分為兩種：（1）橫向的（圖 17-1a）；桁條在支柱旁斷開自己所受的荷重就傳給這支柱，支柱再將它本身的荷重傳給橫梁，最後荷重從橫梁傳至端支承柱和支柱上。（2）縱向的（圖 17-1б）；面板固定在桁條 b 上，桁條連續地從一個端支承柱伸展到另一個端支承柱上，在跨間內則倚托在支柱——隔板 c 上。縱向梁式系統只是最近才在閘門製造業中得到應用，它比橫向梁式系統優越之處在於當閘門受靜水負荷而產生整體彎

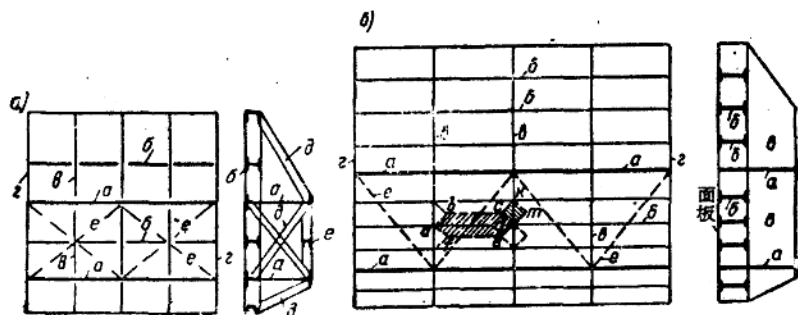
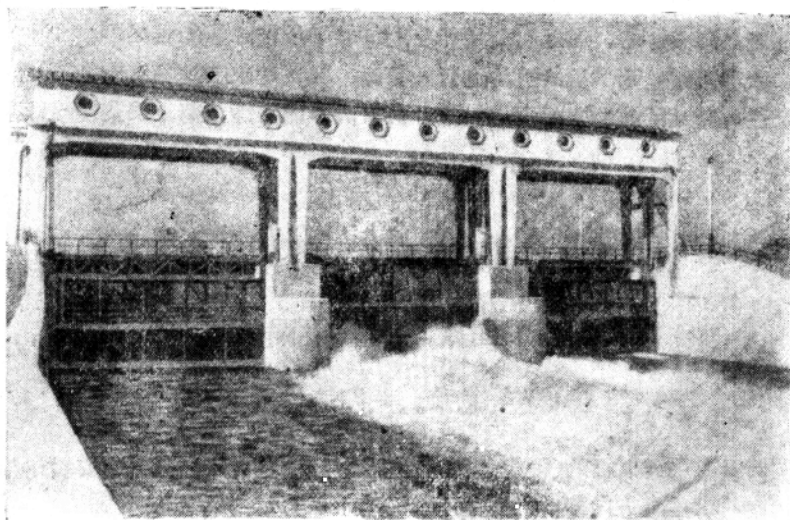
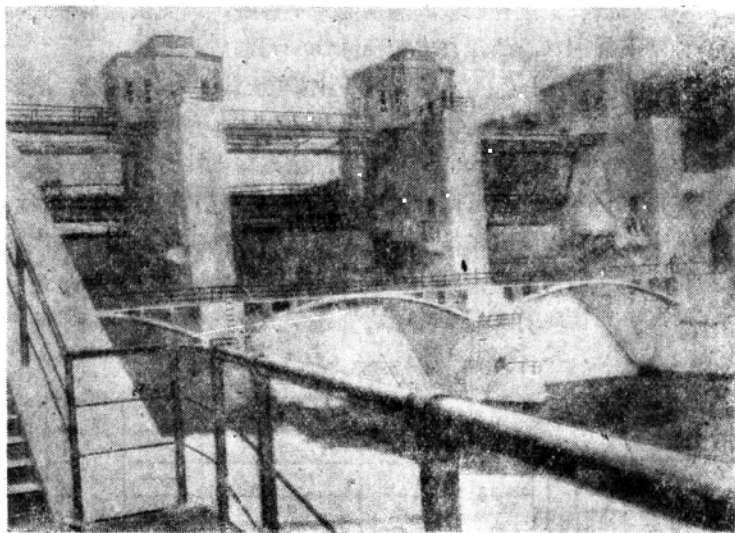


圖 17-1 平面閘門的結構佈置簡圖



裝有平面閘門的壩——下游外觀圖（第 435 頁附圖）



裝有弧形閘門的壩——下游外觀圖（第 462 頁附圖）

曲[●]时, 面板像結構的承载部分那样地受力, 于是也就节省了鋼材。

閘門按其主梁(橫梁)的数目而分为多橫梁閘門及双橫梁閘門; 后者在大多数情况下是最經濟的, 它的佈置簡圖見圖 17-1a。

二、支承走道部分

閘門支承走道部分有下列几种型式:

(1) 端支承柱將压力直接傳到埋裝部分上(即承压車道上, 它固定在閘墩或边墩的閘槽內)。在这种情况下, 当閘門上升或下降时, 在支承部分处發生第一种摩擦或滑动摩擦, 所以这种閘門称为滑动閘門;

(2) 端支承柱將压力傳到輪子上, 輪子的軸固定在支柱上或直接固定在橫梁上; 当閘門移动时, 閘門的輪子就沿着固定在閘墩槽中的軌道滚动; 这种型式的閘門称为定輪閘門;

(3) 端支承柱將压力傳到輥軸上, 輥軸連接在与閘門无关的特制行車上; 当閘門上升或下降时, 閘門的端支承柱沿輥軸移动, 而輥軸則沿閘墩(边墩)槽中的鉄軌滚动; 这样的閘門称为輥軸閘門或称为帶有輥軸框架的閘門; 以前这种閘門称为斯托涅依閘門, 斯托涅依是这一閘門的發明者。

(4) 端支承柱將压力傳到滾子上, 滾子沿着無止境的長串环鏈(履帶)移动; 具有这种支承走道部分的閘門称为履帶閘門; 这种閘門用得很少(主要在美国应用)。

三、系 梁

如面板不足以保証閘門結構所应有的剛度时, 那么为了获得这一剛勁性可裝置系梁——橫向系梁和縱向系梁。橫向系梁位于与面板正交的垂直面上(見圖 17-1a 上的 δ), 起連接主梁(橫梁)的作用, 此外, 还可当作支柱——隔板来使用; 縱向系梁安置在与面板平行的平面上, 例如圖 17-1a, δ , 上的 e 。

第 105 节 閘門的計算和構造

一、荷重在骨架各構件上的分配

平面閘門上的靜水压力在水平方向上是均匀分佈的, 而在垂直方向上是按三角形規律分佈的。

在梁格系統的一个框格範圍內, 可以假定面板在其整个面积的压力是均匀分佈的, 而將面板傳給水平梁和支柱的荷重按等分角綫加以分配, 在实用上这仍具有足够的精确度(圖 17-2a)。这时在橫向系統方面桁条承受了 $abcd$ 面积上的荷重(圖 17-2a), 荷重分佈圖为三角形(或梯形), 三角形的顶点位于跨度的中央(圖 17-2b)。

橫梁之間的支柱和悬臂式支柱(頂部的、底部的)將承受来自相鄰兩半跨面板上的水压力 $efgi$, $gkmn$ (圖 17-2a)和桁条的反力。荷重的分佈可以用圖 17-2c 来表示, 由

● 閘門在全跨間的整体受弯与梁格範圍內閘門的局部受弯加以区别。——譯者

面板的压力三角形(或梯形)和集中力——桁条反力組成。

最后, 橫梁承受(圖 17-21)固定在該橫梁上的支柱的反力——集中力, 和支柱之間面板上按三角形(或梯形)分佈的荷重, 如圖 17-2a 上的 $edhi$ 。

在縱向系統(圖 17-16)方面, 桁条彙集 $abcdef$ 面积上的荷重, 將它傳給支柱——隔板, 后者承受了桁条的反力, 和兩桁条之間的那段柱子跨度內本身所有的不大的靜水荷重 $ckmd$ 。橫梁承受隔板的集中压力, 及在隔板之間的那段跨度內的本身所有的水荷重如 $abcdef$ 。

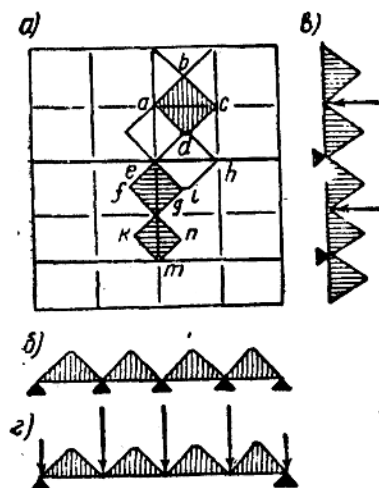


圖 17-2 靜水荷重在平面閘門各構件上的分配與傳遞方式

根据 A. P. 別列津斯基的資料[參考文獻1], 在計算最大彎矩和最大撓度時, 按圖 17-26, 2 那樣的荷重分佈圖可以用與其相當的均佈荷重來代替, 這時最大力矩的誤差當節間為偶數時等於零, 當節間為奇數時不超於 2%。通常梁格系統的各構件看作非連續梁或懸臂梁來計算, 但在某些結構內, 支柱看作多跨連續梁(例如, 當支柱擱在橫梁時)來計算。在縱向系統內, 當閘門整體受彎時, 桁条在縱向系統中與面板和橫梁共同考慮, 包括在橫梁的計算截面中, 但此外桁条還要像多跨連續梁那樣承受橫向彎曲。

目前, 蘇聯正在研究將平面閘門視為主體系統^①的精確計算方法。在適當合理的結構條件下, 這個方法必將減輕閘門, 節約金屬。

二、橫梁的佈置

溢流閘門橫梁間的距離通常按照各根橫梁均衡承擔荷重的條件而求定, 在這種情況下, 各橫梁的斷面是相同的。

橫梁在閘門高度上的位置用圖解法來求定最為簡單, 其法是將靜水荷重的三角形或梯形分佈圖分成面積相等的數塊, 而橫梁的中心綫就放在各塊面積的重心上。

當荷重成三角形分佈時, 將閘門的總高 H 分成 n 個相等部分(圖 17-3); $Aa = ac = ce = eB = \frac{H}{n}$ 。然後從 a, c, e 各點作 AB 綫的垂綫與以 AB 綫為直徑而畫出的半圓相交。於是, 以半徑 $Ab = Ab'$, $Ad = Ad'$, $Af = Af'$ 所作的弧綫與 AB 綫相交在 $b'd'f'$ 各點上; 在這幾點上引出 AB 綫的垂綫便把水压力的三角形分佈圖分成面積相等的數塊了。

如橫梁位於面積相等的各塊 $A'b''b'''$, $b''b'''d''d'''$ 等的重心綫上, 則每根橫梁所

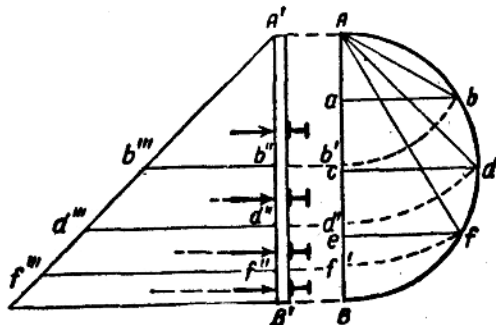


圖 17-3 佈置平面閘門橫梁的圖解法

① В. И. 彼得拉申: “水工平面攔水閘門”, 國立建築與建築藝術出版社, 1952 年版; Е. И. 查爾金、С. Е. 涅菲多夫、А. Р. 別列津斯基: “水工建築物的平面鋼閘門”, 1951 年, 建築出版社出版。