

62

TV 6

1

+

中小型水库设计

参考材料

下



2400



TV6

1-3



中小型水库设计

参考材料

下

辽宁省水利勘测设计院编

一九七五年六月

内 容 提 要

本书分上、中、下三册，共分六篇。上册为第一、第二篇。第一篇为水库勘测，内容包括水库的地形测量与施工测量、库区与坝址的工程地质勘察、天然建筑材料及施工阶段的地质勘察以及小型水库与塘坝的工程地质勘察等；第二篇为水库规划，内容包括库址的选择、水文水利计算、水库工程规模选择以及水库回水计算等；中册为第三篇，内容为水库设计，包括土坝、浆砌石重力坝、堆石坝、浆砌石拱坝和溢洪道、隧洞及坝下涵管的设计等；下册为第四、第五、第六篇。第四篇为闸门及启闭机，内容包括平板钢闸门、弧形钢闸门、木闸门、钢丝绳水泥闸门的设计和启闭机选择等；第五篇为水库施工，内容包括施工组织与计划、施工导流、建筑物施工和施工概算等；第六篇为水库管理，内容包括水库的养护与维修、水工建筑物的观测和水库工程控制运用等。

本书文字比较通俗，可以作为县、社水利工作的同志参考，也可作为举办小型水利训练班和水利院校的教学参考材料。

目

第四篇 闸门启闭机

第十七章 闸门及启闭机

第一节 闸门种类及选型

- 一、闸门的种类..... 715
- 二、闸门的主要组成部分..... 715
- 三、闸门的布置与选型..... 716

第二节 平板钢闸门

- 一、闸门设计需要的资料..... 718
- 二、闸门上的荷载..... 719
- 三、闸门荷载计算..... 720
- 四、闸门结构布置..... 721
- 五、闸门各主要构件计算..... 724
- 六、平板钢闸门设计实例..... 744

第三节 弧形钢闸门

- 一、荷载计算..... 756
- 二、闸门结构布置..... 757
- 三、闸门各主要构件计算（以露顶式为例）..... 758
- 四、弧形闸门计算实例..... 779

第四节 木闸门

- 一、概述..... 810
- 二、闸门构造..... 810
- 三、门板厚度计算..... 812
- 四、启闭力的计算..... 814

第五节 钢丝网水泥闸门

- 一、概述..... 815
- 二、平板钢丝网水泥闸门设计实例..... 815

第六节 其他类型的闸门

- 一、阀门..... 823
- 二、扇式转动门和门盖式转动门..... 827

第七节 钢闸门的焊接

- 一、焊缝的类型、级别和一般要求..... 829

二、焊缝的计算.....	833
三、焊缝质量检查.....	835
第八节 闸门制造和安装的一般要求	
一、闸门制造.....	839
二、闸门安装.....	842
第九节 启闭机	
一、启闭机型式.....	844
二、启闭机的选择.....	844
三、螺杆启闭机的螺杆稳定计算.....	847
四、目前生产的启闭机.....	848
第十节 闸门及启闭机的检修维护	
一、闸门的检修维护.....	850
二、启闭机的检修维护.....	851
附 表.....	854

第五篇 水库施工

第十八章 施工组织与计划

第一节 施工组织和管理.....	876
第二节 施工进度	
一、施工进度计划的安排原则.....	877
二、技术供应计划.....	877
第三节 施工布置	
一、施工临时房屋.....	877
二、供风及供水系统.....	877

第十九章 施工导流及排水

第一节 施工导流	
一、导流方式.....	882
二、围堰布置.....	884
第二节 截流	
一、截流时间.....	885
二、截流方法.....	886
第三节 施工排水	
一、施工排水.....	886
二、基坑渗水量计算.....	887

第二十章 建筑物施工

第一节 土坝施工

- 一、坝基和岸坡处理..... 889
- 二、坝体填筑..... 890

第二节 砌石坝施工

- 一、基础开挖..... 895
- 二、石场选择与开采..... 895
- 三、石料砌筑..... 895
- 四、砂浆..... 895
- 五、混凝土防渗面板的施工..... 896

第三节 输水建筑物施工

- 一、坝下涵管施工..... 897
- 二、隧洞洞身施工..... 897
- 三、隧洞进出口的施工..... 901
- 四、混凝土施工中应注意的几个问题..... 902

第四节 溢洪道施工

- 一、土石方开挖..... 904
- 二、混凝土或浆砌石工程..... 907

第二十一章 概算

- 第一节 概算的组成内容..... 908

- 第二节 概算的编制依据..... 909

第三节 概算的编制方法

- 一、基本资料..... 909
- 二、材料预算价格的计算..... 909
- 三、机械台班费的计算..... 911
- 四、民工补助问题..... 911
- 五、间接费（施工管理费）..... 911
- 六、定额的选用..... 911
- 七、概算的编制..... 914

第六篇 水库管理

第二十二章 水库工程的检查、养护与修理

第一节 土坝的检查、养护与修理

- 一、裂缝的处理..... 918
- 二、土坝渗漏处理..... 919

三、滑坡处理.....	919
四、坝坡养护.....	920
第二节 输水道和溢洪道的养护与修理	
一、输水道和溢洪道的养护.....	920
二、输水道和溢洪道的修理.....	920
第二十三章 水库工程的观测	
第一节 位移观测	
一、标点的埋设.....	923
二、标点观测和资料整理.....	924
第二节 土坝浸润线观测	
一、测压管的设置.....	924
二、测压管观测.....	926
第三节 土坝渗流量观测	
一、量水堰的布置和形式选择.....	926
二、观测方法和渗流量计算.....	927
三、观测资料的整理与分析.....	928
第四节 砌石坝扬压力观测	
一、测压管的埋设.....	930
二、观测方法与资料整理.....	930
第二十四章 水库工程控制运用	
第一节 控制运用的基本任务与要求	
一、控制运用的基本任务.....	931
二、需要搜集的主要资料.....	931
三、总结实际控制运用经验.....	932
第二节 水库控制运用计划的编制	
一、水库防洪控制运用计划.....	933
二、水库兴利控制运用计划.....	938
第三节 水库洪水预报及控制运用	
一、水库概况.....	940
二、降雨径流关系推求.....	940
三、概化洪水过程线.....	941
四、峰量关系的分析.....	942
五、洪水预报图表的绘制.....	942

第四篇 闸门及启闭机

第十七章 闸门及启闭机

闸门和启闭机是水工建筑物的重要组成部分，水库的蓄水、泄洪、灌溉和发电用水等都要通过闸门和启闭机来控制。闸门和启闭机的操作灵活与否，关系到水库能否正常运用和水库的安全，因此要求闸门和启闭机的设计，作到经济合理，制造和安装准确，操作灵活和运行可靠。

第一节 闸门种类及选型

一、闸门的种类

(一) 按其工作性质分类

- 1、工作闸门：系指经常工作并在动水中启闭的闸门。
- 2、事故闸门：系指发生事故时，能在动水中关闭的闸门，这种闸门在静水中开启。
- 3、检修闸门：系指在工作闸门检修时，能代替工作闸门挡水的闸门，一般在静水中启闭。

(二) 按所用材料分类

可分为钢闸门、木闸门、钢筋混凝土闸门、钢丝网水泥闸门和铸铁闸门等。

(三) 按闸门上游挡水位情况分类

- 1、露顶式闸门：系指闸门关闭时，闸门顶高出上游正常设计水位。门底和两侧边封水分别与闸槽和底坎相接，用于开敞式孔口。
- 2、深孔式闸门：系指闸门关闭时，闸门顶低于上游正常设计水位。若闸孔为矩型或园型的封闭孔口，其闸门的四周与孔口全部用封水相接。

(四) 按闸门结构特点分类

- 1、平板闸门：按照支承型式不同，又可分为定轮式和滑动式两种；
- 2、弧形闸门：根据支臂布置的型式不同，又可分为直支臂和斜支臂两种；
- 3、门盖式转动门；
- 4、扇式转动门；
- 5、闸阀；
- 6、其它类型闸门，如自动翻转式闸门等。

二、闸门的主要组成部分

闸门通常由活动部分和固定部分两大部分组成。由于闸门门型较多，这里着重介绍两种常见闸门的主要组成部分。

（一）平板钢闸门

活动部分包括门叶、支承行走装置、启吊装置及封水装置等。固定部分包括门槽内所有埋件，如主轨、反轨、侧轨、底坎埋件、胸墙埋件等（如图17—1及17—7所示）。

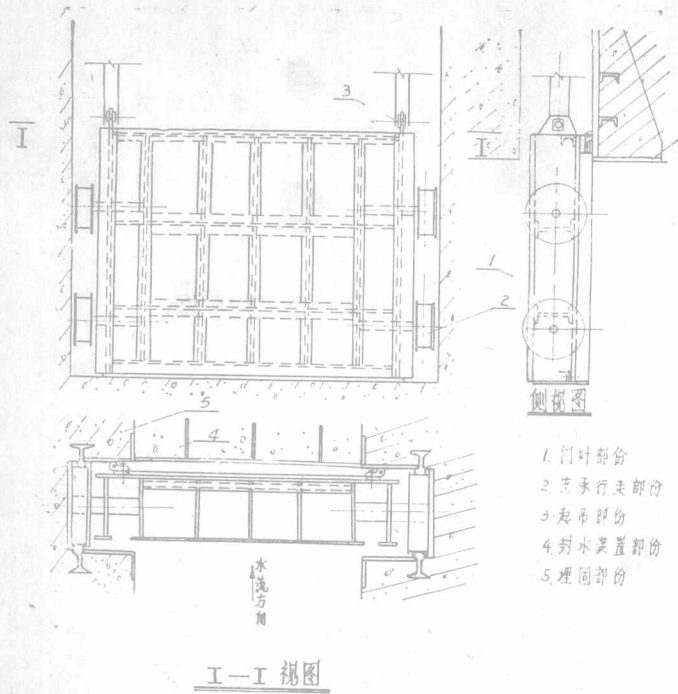


图17—1

（二）弧型钢闸门

活动部分包括门叶、封水、支铰、支臂、起吊装置等。固定部分包括闸门的铰座及门槽的埋设件（如图17—2及17—3所示）。

三、闸门的布置与选型

闸门在选型时应考虑水库工程总体布置，闸门的工作情况，孔口尺寸和数量以及现有材料情况等因素，经综合比较后选定。

（一）输水道闸门的布置与选型

对于小型水库，一般在输水道（或坝下涵管）进口或出口设一道工作闸门或闸阀。对于中型水库，一般在输水道出口设一道工作闸门，在进口设一道检修闸门，必要时还可设事故检修闸门。也有将工作闸门和检修闸门都设在进口的。

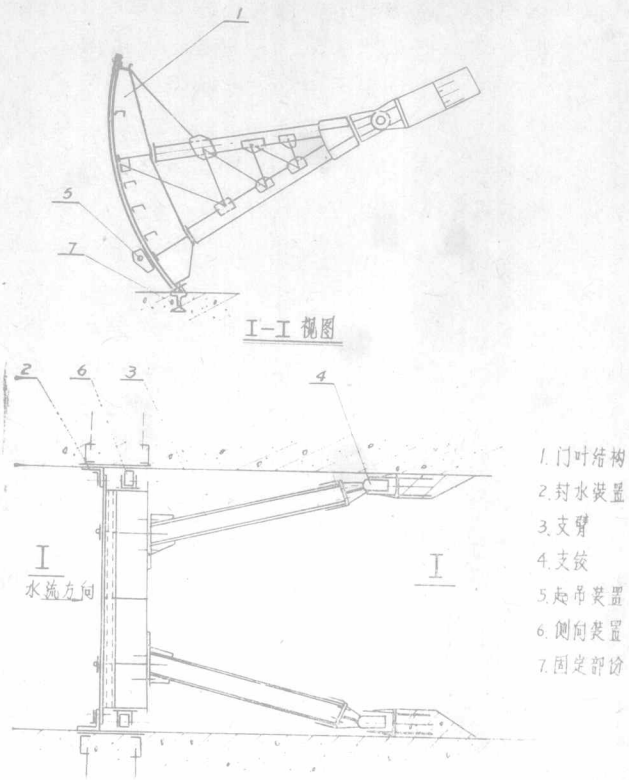


图17-2 露顶式弧形钢闸门示意图

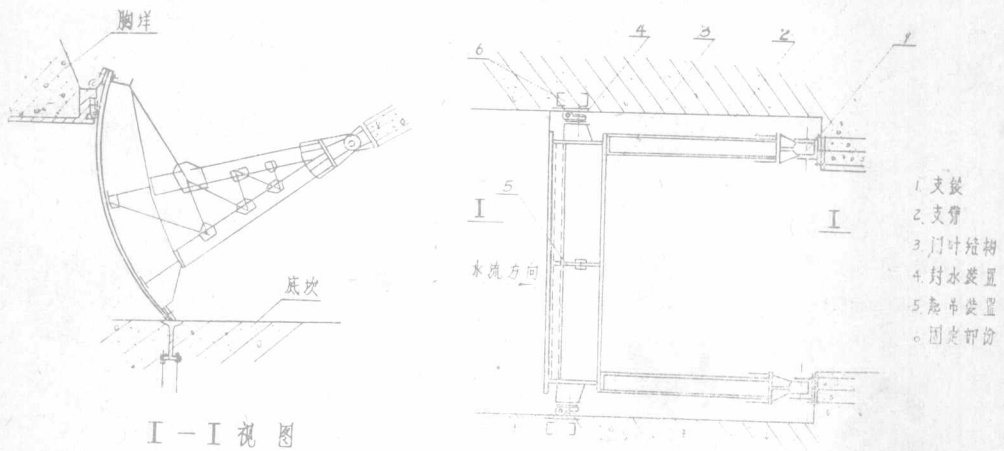


图17-3 深孔式弧形钢闸门示意图

工作闸门设在输水道出口时,通常采用弧形闸门;工作闸门设在进口时,通常采用定轮式平板闸门。当工作闸门借自重不能下降时,应考虑门体加重,机械加压或利用水柱下降等措施。利用水柱下降时,也可采用滑动式平板闸门。

检修闸门多采用平板滑动式闸门,为了使闸门能静水启闭,需设置充水装置。充水装置可设在闸门门体上,或采用预埋平压管,由平压阀调节控制。

中型水库一般采用钢闸门,近年来国内也有不少工程采用钢丝网水泥闸门的。小型水库的闸门则应根据当地的材料情况进行选择,可用木闸门或钢筋混凝土闸门等。

(二) 溢洪道闸门的布置与选型

小型水库的溢洪道一般不设闸门,中型水库为了便于泄洪和多蓄水量,一般均设工作闸门。常用的门型是平板闸门和弧形闸门。并视受力情况可选用钢闸门或钢丝网水泥闸门等。

溢洪道一般不设检修门。较大的水库如常年水位均高于堰顶或在闸门检修期间水位降至堰顶以下的持续时间太短时,则需考虑设检修闸门。

(三) 其它类型的闸门,如门盖式转动门,扇式转动门等,常在小型水库或塘坝的输水道(或埋管)进口采用。闸门一般为铸铁制成。

(四) 通气孔和防冰问题

1、通气孔的布置

闸门启闭时如洞内通气量不充足,不仅直接影响闸门的下吸力,还将使门体振动加剧,造成洞内产生负压。因此通气孔是深孔闸门设计中必须考虑的问题。作用水头越高,通气问题越突出。

对深孔工作闸门或检修闸门,凡不能利用竖井输入足够空气量的均需设通气孔。

通气孔的上端应与启闭机室分开,以免在排、充空气时影响安全操作;孔口应设防护罩以防污物堵塞。通气孔下端设在洞顶,并应尽量靠近闸门的下游面,以确保在门后任何流态下,均能充份地充、排气体。有效的降低门后及门底缘的负压。通气孔的通道要顺直,尽量避免突变和拐弯,以减少通气时的阻力。充气量的最大值一般出现在闸门相对开度0.1及0.7~0.9之间(当输水道水流占全断面80%左右时充气量最大)。通气孔的面积一般可取闸门挡水面积的 $\frac{1}{6} \sim \frac{1}{10}$ 。有关通气孔与竖井、闸门等相关位置可参看十五章与十六章。

2、闸门的防冰

冰压力对闸门有一定的威胁,但在闸门设计中通常都不考虑承受冰的静压力,因此需采取措施使闸门与冰层间经常保持一定间隙。常用的防冰方法有压缩气泡法和人工破冰法。中小型工程可用人工破冰法。

第二节 平板钢闸门

一、闸门设计需要的资料

(一) 根据水库工程的规模确定水工建筑物的级别。再按水工建筑物的级别及用途

确定闸门的类型和级别。闸门与水工建筑物级别关系如表17—1。

表17—1

闸门分类	水 工 建 筑 物 级 别			
	I	II	IV	V
	闸 门 分 级			
工作闸门	I	II	II	IV
事故闸门	II	II	IV	IV
检修闸门	II	IV	IV	IV

注：1、电站进水口的事故闸门必要时可以提高一级。

2、某些检修闸门或事故闸门兼作几种用途，或长期挡水时，可以提高一级。

3、经过论证各类闸门级别可以按上表提高或降低一级。

4、施工导流用的闸门按其使用期限、工作情况及启闭方式等具体条件，参照上表确定级别。

(二) 闸门性质：确定是露顶式还是潜孔式。

(三) 孔口尺寸(宽×高)：按泄流量计算出所需断面。

(四) 孔口数量：以便确定闸门数量。

(五) 闸门设计水位和校核水位：闸门的设计水位是指闸门经常工作状态下的水位；校核水位是指暂时出现的最高水位。

(六) 闸门底坎高程。

(七) 闸门操作情况：是静水启闭还是动水启闭；是否用其调节流量等。

(八) 泥沙及水质情况：包括水质的酸碱性，水的容重，泥沙含量及泥沙的有关数据等。

(九) 有关制造、运输、安装和运转的资料：如制造闸门的主要材料规格性能，制造厂的制造能力，运输条件，操作闸门的动力来源及可靠性等。

二、闸门上的荷载

闸门上的荷载按经常发生的和短时出现的情况，划分为主要荷载和附加荷载。

(一) 主要荷载：闸门正常工作时，经常地和长时间地作用在闸门上的荷载。其中包括：

- 1、闸门自重；
- 2、在设计水位下的静水压力；
- 3、一般风速下的风压力及浪压力；
- 4、泥沙压力。

(二) 附加荷载：

- 1、在校核水位下的静水压力；
- 2、风压力及浪压力。

闸门设计通常以主要荷载为准，主要荷载中又以设计水位时的静水压力为计算依据，同时考虑闸门结构的自重，其余荷载视该闸门设置的地点具体情况而定。并以附加荷载作校核。

三、闸门荷载计算

(一) 闸门自重

可参照已成工程的类似闸门（孔口尺寸和设计水头类同的闸门）估算出闸门的自重。

(二) 静水压力

是指作用在闸门挡水面上任何一点单位面积上的静水压力，力的大小与该点在水下的深度成正比，压力方向与闸门面板垂直。其计算公式及图形见附表17—16。闸门除承受水平压力外，因结构布置的不同还有垂直方向的作用力，例如当事故闸门的顶侧封水布置在下游，底封水布置在上游时，就应考虑闸门上的水柱压力（如图17—4）。

水柱压力可用下式计算：

$$W = \gamma(BH + bH') l_{sf} \quad (17-1)$$

式中：W——水柱压力（吨）；

l_{sf} ——底部两侧封水间距（米）；

其余符号如图17—4所示。

当闸门停留在底坎上时，还应验算闸门的稳定性，使之有足够压力大于渗透压力和浮托力，尽量减小渗漏。渗透压力和浮托力与底封水布置型式有关。当底封水为木封水时（如图17—5），其渗透压力和浮托力可用下式计算：

浮托力：

$$P_{\phi} = \gamma H b l_{sf} \quad (\text{吨}) \quad (17-2)$$

渗透压力：

$$P_s = \frac{1}{2} \gamma H B l_{sf} \quad (\text{吨}) \quad (17-3)$$

式中：H、b、B如图17—5所示，单位为米； γ 为水容重（吨/米³）。

当闸门在刚开启时，由于底部结构及封水形状与泄流水面不相吻合，又不能自下游补充空气时，则应考虑可能产生的下吸力（如图17—6）。

其计算公式为：

$$P_{x1} = p_{x1} B l_{sf} \quad (17-4)$$

式中：

p_1 ——一般可用 $\frac{2}{3}$ 大气压或用

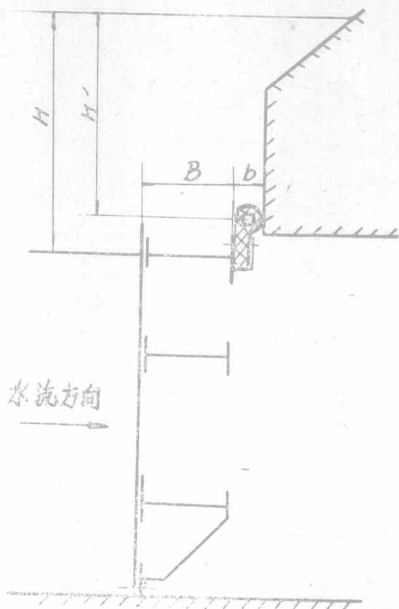


图17—4

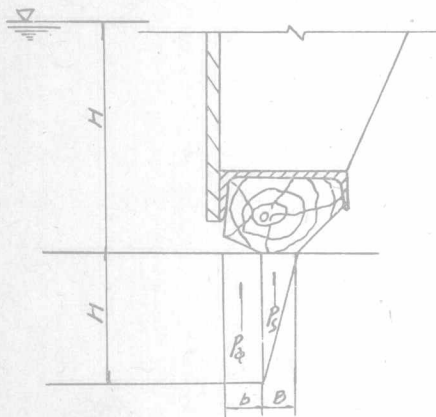


图17—5

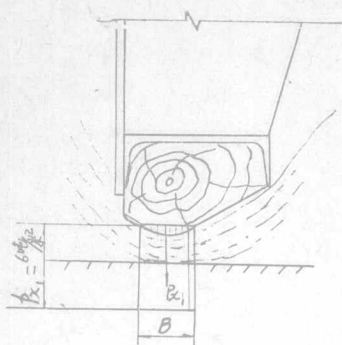


图17—6

6 吨/米²;

B——底封水木与底坎接触的平段宽度;
其余符号意义同前。

当闸门承受冲击或振动荷载时,应考虑乘超载系数,其值 $K=1.1\sim 1.3$,可根据闸门的工作条件,重要程度和所用材料等因素选定。对于操作频繁又需调节流量的工作闸门, K 值可取大些。也可考虑不同构件选取不同 K 值。如面板、主梁等主要构件的 K 值可取大些。

(三) 泥沙压力

当闸门前可能有泥沙沉积时,应计算泥沙压力。其计算公式为:

$$P_n = 0.5\gamma_n h_n^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) l \quad (17-5)$$

式中:

γ_n ——泥沙在水中的容重 (吨/米³),

$\gamma_n = (\gamma_o - 1)(1 - \rho)$,

γ_o ——泥沙颗粒比重 (2.5~2.8之间),

ρ ——泥沙的空隙率 (单位体积沉积泥沙的空隙率);

ϕ ——泥沙的安息角 (沉积泥沙的自然倾斜角);

l ——闸前泥沙淤积宽度 (米);

h_n ——泥沙沉积层的高度 (米)。

(四) 风浪压力

风浪压力在闸门设计中,一般不另行计算,考虑0.3~0.5米的超高即可。对较小的闸门超高值可取0.2米。

四、闸门结构布置

平板闸门的活动部分由面板、梁格、支承行走装置、侧向和反向装置、封水装置和吊耳等几部分组成 (如图17—7所示)。现将其布置分述如下:

(一) 面板布置

面板一般布置在迎水面。对于检修闸门,若没有泥沙淤积梁格的可能时,也可布置在背水面。面板一般支承在主梁 (水平方向) 和水平辅助梁 (次梁) 及隔板 (纵梁) 所组成的梁格上。梁格长短边的比例采用1.5~3.0,长边与闸门主梁跨度方向相平行。

(二) 梁系布置

闸门的梁系 (如主梁、水平辅助梁、隔板) 应尽量布置在同一层平面内,在同一扇闸门中,各辅助梁宜选用同一截面,以便于备料和加工制造。两个辅助梁的中心距,应保证该两梁的翼缘与面板相焊接的焊缝间距不少于30厘米。露顶式闸门主梁的位置,原则上应采用等水压布置方法来确定,通常布置成双主梁。对深孔式闸门,往往因支承行走装置及侧向装置等结构布置的需要,主梁不能完全满足等压布置的要求。当各主梁承受荷载相差

不大时，主梁位置也可用等距布置方法来决定，一般都布置成多主梁。主梁应布置在静水压力的合力线上下等距离的位置上，其间距应尽量大些，上主梁至闸门顶部的距离不得大于0.45倍门高。布置下主梁时，要考虑闸门底部过水时通气良好，不致造成真空现象，因此下游翼板边至底封水中心的连线与底坎水平线形成的夹角应大于 30° ，受水柱作用的闸门，其顶梁除应满足强度要求外，还应核算挠度，最大挠度不应大于5毫米，并应考虑顶封水布置的要求。隔板方向与主梁垂直，隔板高度应与主梁等高结合（下游设翼板），用以增加闸门刚度，同时也可承受部分作用力，起支承辅助梁的作用。其布置间距视闸门跨度，主梁间距和高度而定，一般为1~3米。在上主梁以上，及下主梁以下部分的隔板，可以作成变截面悬臂，布置时可采用单数。

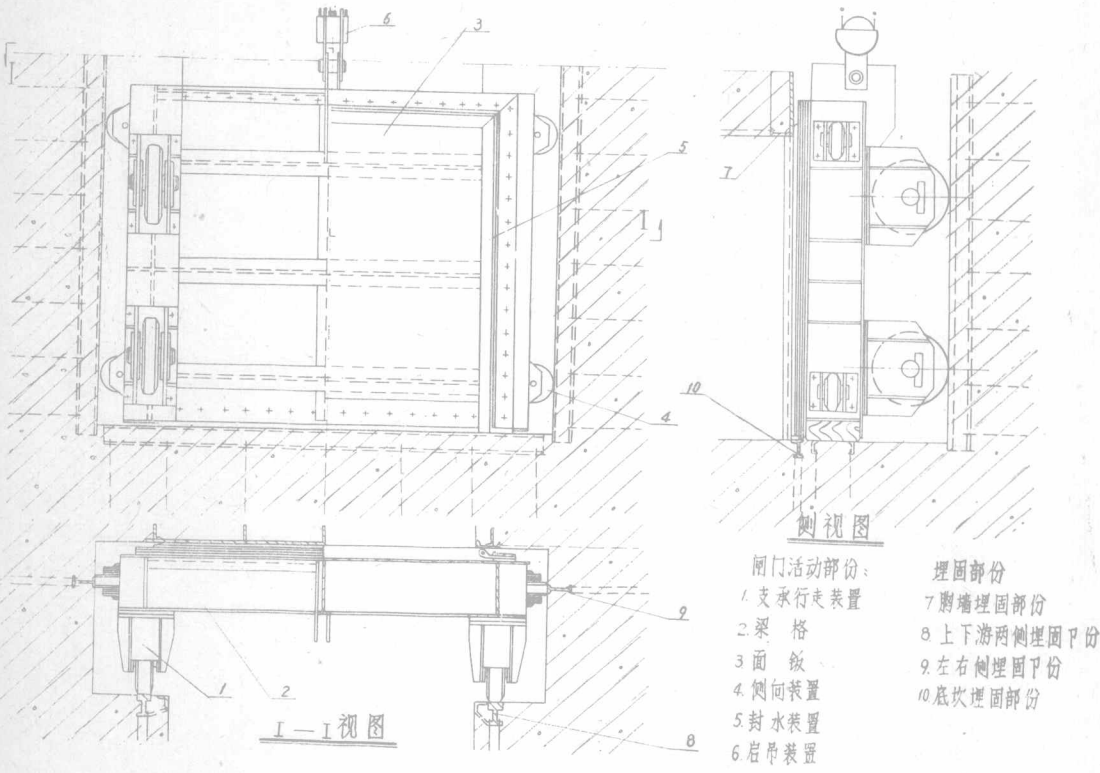


图17—7

边柱布置在闸门两侧，以承受各主梁传来的作用力，并经由行走支承装置或滑块将作用力传递到门槽预埋轨道上。边柱一般采用实腹式结构，布置中要考虑支承行走装置和侧封水装置布置的要求，避免发生干扰。边柱一般采用单腹板，有时亦可布置成双腹板。主梁腹板必须连续布置，并伸展至边柱外腹板，以便焊成一体。

(三) 支承行走装置的布置

闸门的支承行走装置,应根据闸门的工作条件、跨度和荷载大小选定。一般可采用滑动式或定轮式。滑动式支承制造方便,适用于在静水中操作或水头不大的动水中操作的闸门。但对于水头较高又需在动水中启闭的闸门,因摩阻力太大不宜采用。对于中小型闸门可采用木滑道或铸铁滑道等。荷载不大的闸门可采用悬臂式定轮。对荷载大,但跨度不太大的闸门也可采用简支式支承,其轮子装设在双腹板的边柱腹板间。这种结构布置,要注意主梁的挠曲变形(所引起边柱的变形不能太大),避免轮子与轨道不完全接触,造成不均匀磨损而压坏轴承,或由于轮子侧向移动而加大摩擦阻力。为保证闸门支承反力的静定性,一扇平板闸门最好布置四个支点,即闸门两侧各布置二个定轮。

为防止闸门侧向和前后移动以及导向要求,一般应按构造布置侧向、反向导轮或滑块。

(四) 吊耳的布置

闸门的吊耳,有单吊点和双吊点。选择吊点时应根据闸门孔口的高宽比、启闭机布置型式和闸门荷载等因素综合考虑。当孔口的高宽比小于1时,可采用双吊点,如闸门较小时可用单吊点。平板闸门的吊耳一般设置在闸门顶部,并应尽量布置在闸门重心线上。对于单吊点的闸门吊耳布置应与隔板结合考虑;双吊点的吊耳布置应与两侧边柱腹板结合考虑。在深孔式平板闸门中,若无高扬程启闭机,可加设拉杆,其与吊耳连接的第一节应该短些。连接轴孔的位置应与闸门吊耳孔相互垂直,以构成一个空间铰。其余各节拉杆轴孔的方向应考虑装卸方便。

(五) 锁定装置的布置

采用移动式启闭机的闸门,必须设置锁定装置。锁定装置由埋设在混凝土内的固定部分和活动部分组成。常用的有悬臂式和简支式两种。前者受力情况较差,埋设较为复杂;后者构件受力条件较好,但操作略为麻烦。另外还有一种旋转式锁定装置,因其构造比较复杂,中小型闸门不宜采用。悬臂式和简支式锁定装置与门体关系如图17—8所示。

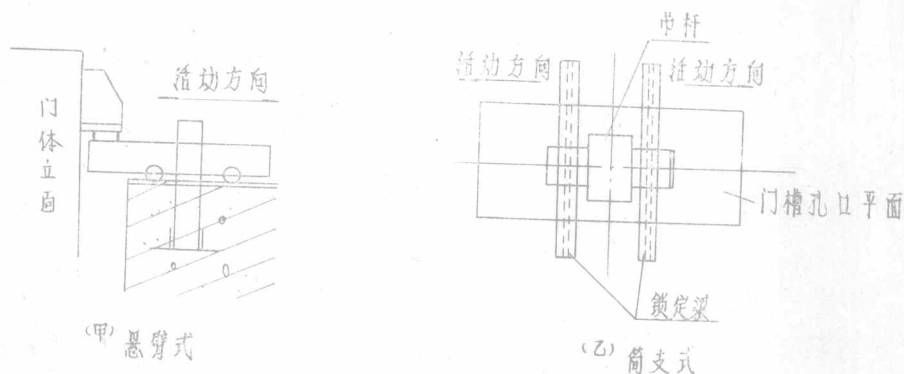


图17—8