

船坞闸门设计

CHUAN WU

ZHA MEN

SHE JI

黄履 著

人民交通出版社

船 坞 闸 门 设 计

黄 履 著

人 民 交 通 出 版 社

船坞闸门设计

黄 履 著

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本: 787×1092_{1/32} 印张: 6.875 字数: 146 千

1981年11月 第1版

1981年1月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—1,200册 定价: 1.05元

内 容 提 要

本书内容主要介绍船坞浮式闸门的设计原理和设计方法。因现有的国内外资料在这一方面的专题论述很少，作者依据多年的实际工作经验，着重介绍了浮门的结构计算和稳定性计算，并通过实例说明它的具体计算方法。全书内容实用、浅明，可供从事船坞工程的设计人员参考。

前 言

我国海岸线有一万八千多公里，江河广布各地，发展水上运输有优越的条件。因此在国内各地货物运量逐年增加的情况下，势必要不断地建造大量货运船舶，开辟新型巨大港湾、码头和水上建筑物，如大型船坞、造船台、纵向和横向下水滑道等。

船坞是船舶的医院，闸门是船坞的门户。随着我国各地船坞的兴建，船坞设计工作，包括闸门的设计，也在不断地发展。

闸门设计质量的好坏，影响到船坞本身的完整性，影响到修船任务的进行和船舶运行的周期。因此，闸门设计工作要在保证质量的基础上达到多快好省。

关于论述船坞闸门结构、稳度与设计的书籍目前见到的还是很少。船坞设计是由水工设计工作者担任。船坞闸门为金属结构，其性质有如小船，在水上经常浮动着，必需有稳定性的计算与强度的计算，因此闸门的设计由造船设计者来担任为宜。

作为闸门设计工作者，应该不断搜集资料，进行研究，提高闸门设计的质量，达到节省钢材，施工方便，操作便利并减少固定压载以适应提高质量的要求。

作者担任过国内一些大型闸门的设计工作，所设计的闸门经过使用的考验，一般还认为满意。本书将介绍一些关于闸门的一般设计方法和具体计算，并拟定两个不同类型的浮

箱式闸门作为例子，供大家参考。

由于时间短促，其中难免有错误，希望读者提出意见以便修改。

黄 履

1978

目 录

第一章 概述	1
1-1 船坞闸门的型式及选用	1
1-2 闸门外形尺寸(米)	4
1-3 闸门重量估计	5
1-4 方箱式浮门概况	6
1-5 比重计式与桶形式浮门	6
第二章 闸门的分舱与沉浮方法	8
2-1 闸门的分舱原则	8
2-2 溢流舱的作用	11
2-3 溢流舱闸阀孔径的确定	11
第三章 闸门结构	14
3-1 概念	14
3-2 一根交叉梁的板架	15
3-3 有强肋骨及纵桁材的板架	19
第四章 闸门装置	32
4-1 闸门上甲板的附属装置	32
4-2 闸门底座装置	32
4-3 闸门的水封装置	34
4-4 闸门拉紧装置	36
4-5 闸门通风装置	45
第五章 闸门设计	47
5-1 闸门的建造	47

5-2	设计资料	48
5-3	闸门的设计原则和要求	48
5-4	闸门主要尺寸的确定	51
5-5	闸门线型图	52
5-6	闸门的固定压载	54
5-7	闸门结构与设备的布置	55
第六章	计算实例	59
6-1	桶形式闸门	59
一、	结构强度计算	59
二、	溢流舱进出水孔径的计算	110
三、	闸门稳度计算	116
四、	闸门卧倒计算	129
6-2	比重计式闸门	153
一、	结构强度计算	155
二、	闸门稳度计算	189
第七章	闸门质量控制	208
7-1	关于坞口靠壁和闸门在施工后的检查	208
7-2	闸门在使用前的检查	209
7-3	比重计式闸门稳度试验	210
7-4	纠正闸门产生倾侧或摇摆的措施	210
7-5	橡皮止水	211
7-6	闸门的加热	211

第一章 概 述

每一干船坞都必须配备一个闸门作启闭船坞之用。闸门的位置是在坞口临水一边,当船舶已经进坞,就把闸门关好,随即将坞内的水抽干,船舶就可在坞内进行修理。当船舶修好坞内充水后,先将门内的水舱水放出,使闸门浮起,然后拉开闸门靠于坞口岸壁,此时闸门是开启着。随着船舶出坞之后,一般多是安排好有其它船舶进坞修理。当待修的船舶经过进坞的操作程序把船舶拉进坞内后,接着就拉引闸门靠近坞口,将水逐渐注入闸门内部的水舱,使闸门逐渐沉下而坐落于坞口底座之上。这时必须检验闸门在靠壁处是否漏水,如有漏水就须进行捻缝止漏。

闸门关好之后,就必须通过水泵间抽出坞内的全部水量。当坞内的水抽干后,要用皮带水冲洗沉淀在坞底的淤泥以便修理船舶。这时拉进的船舶已经坐落于坞底龙骨墩与边墩之上。

按照船舶的大小来设置船侧的撑木与拉紧船上的钢索使船固定,再吊放从船旁至坞岸的木质引桥,以便工作人员来往于船上,即可进行船舶的修理工作。

1-1 船坞闸门的型式及选用

闸门的型式分为浮门、横拉门、人字门、卧倒门四种,其中浮门又分为方箱式、比重计式、桶形式三种。

最早，浮门的横断面为袋形和船形。在过去一个时期内，曾认为它是标准型，但到了现在已为比重计式与桶形所代替。袋形和船形虽然它的曲线外形对承受波浪和水压力情况较好，但是造价高、制造复杂，并且在浮沉时要抽出和注入大量的水压载，因此这两种型式已被淘汰。

方箱式浮门的优点为外形全是直线形，建造简便，且整个闸门宽度是在坞外，不占船坞的有效长度。其缺点为耗钢量大，同时需要较多的水压载，浮沉亦较慢，因而也逐渐被人们抛弃了。

方箱式的横剖面与平面外形的示意图如图 1 所示。

比重计式浮门的上甲板至中甲板之间的连接构架要防止操作时碰撞。它的特点是能在较低的水位浮起并得到必要的稳性。

桶形式浮门是介于方箱式比重计式之间，其外形亦为直线而且美观。这两种浮门耗钢量少，制造简单，操作便利，是现在国内船坞较常采用的形式。

横拉门在过去多用于注水式船坞。其最大缺点为需要多设一个门库和一套移动设备，其首次投资约为浮门的两倍，所以现代多不采用。

人字门除必须装设启闭设备外，还不易保证枢纽的牢固与水密性，且维修困难。这种闸门多采用于船闸，在船坞上很少应用。

卧倒闸门在结构上比较简单，耗钢量少，操作方便。最主要问题在于必须在坞口建造一个门库，供闸门卧倒之用，而门库一旦被淤泥小石淤积，就会影响到闸门的使用。因此在设计之前必须正确了解淤积情况，采取妥善措施，装设高压水设备以冲刷门库的淤积物。

本书主要介绍浮式闸门的设计方法，因为它是目前船坞

工程中常用的门型。其他门型的设计请读者参阅其他书籍。

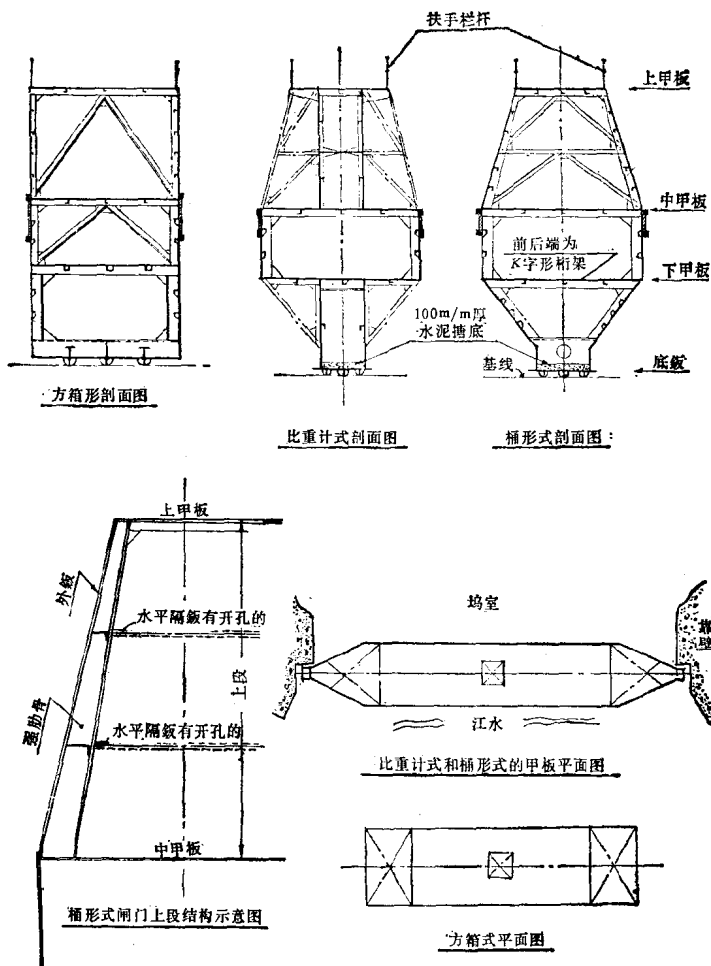


图1 浮式闸门

1-2 闸门外形尺寸 (米)

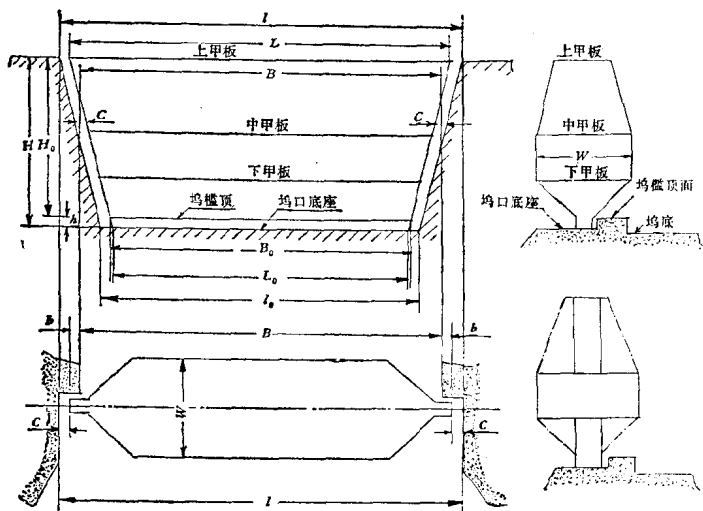


图2 浮门外形尺寸示意图

L -闸门顶长度; L_0 -闸门底长度; l -坞口顶净宽; B -坞口内壁间距; B_0 -坞槛顶宽度; l_0 -坞口底座宽度; H -闸门高度; H_0 -坞顶至坞槛顶深度; h -坞槛深度; W -闸门全宽; b -闸门与靠壁接触的宽度; c -闸门与坞壁的空隙; i -坞壁 (或闸门) 的倾斜度

$$L = B + 2b = B_0 + 2 \left(\frac{H_0}{i} + b \right)$$

$$B = B_0 + 2 \cdot \frac{H_0}{i}$$

i -对于有槽的一般采用8:1至12:1无槽口单边靠壁采用20:1 b -一般取0.5至0.8米 $L_0 = L - 2 \times \frac{H_0 + h}{i} = L - 2 \frac{H}{i}$ h -一般取

$$0.5 \text{ 至 } 0.8 \text{ 米} \quad H = H_0 + h \quad W = \left(\frac{1}{4} \sim \frac{1}{5} \right) L \quad \text{或}$$

$$W \leq \frac{H}{2} \quad l = L + 2C, \quad l_0 = l - \frac{2H}{i} \quad C = 0.1 \sim 0.2 \quad \text{或取}$$

0.15米

按照上面各项可以初步确定闸门的外形尺寸。在施工图设计中，经过强度与稳度计算后，可能还要作一些必要的修改。

1-3 闸门重量估计

闸门全重包括钢材、管系、水泵、电动机和所有的舢装在内，但不包括固定压载。

下面公式中的长度、宽度和高度均按米计算：

方箱式浮门

1. 重量 = $0.72 \times \text{上顶全长} \times \text{全高}$

2. 重量 = $0.13 \times \text{下底全长} \times \text{全宽} \times \text{全高}$

$$\text{概略估计的全重} = \frac{1}{2} (1. + 2.) \text{吨}$$

比重计式浮门

3. 重量 = $0.65 \times \text{上顶全长} \times \text{全高}$

4. 重量 = $0.12 \times \text{下底全长} \times \text{全宽} \times \text{全高}$

$$\text{概略估计的全重} = \frac{1}{2} (3. + 4.) \text{吨}$$

桶形式浮门

5. 重量 = $0.65 \times \text{上顶全长} \times \text{全高}$

6. 重量 = $0.13 \times \text{下底全长} \times \text{全宽} \times \text{全高}$

$$\text{概略估计的全重} = \frac{1}{2} (5. + 6.) \text{吨}$$

1-4 方箱式浮门概况

原始的方箱式浮门，所有的压载舱全部用水做压载。在中段和上段的左右均各设有平衡水舱，这是因为方箱形的浮力甚大，必须在中段和上段安排四个平衡水舱的水重超过浮门最大的浮力，见图3。

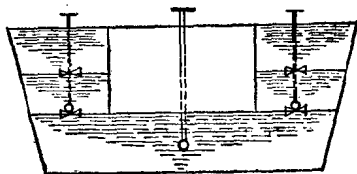


图3 方箱式浮门

这种浮门制作简单，操作方便，不占用船坞的有效长度。缺点为水舱多，

开关均须通出上甲板，抽水量多，水泵与电动机比较大，浮沉速度慢。

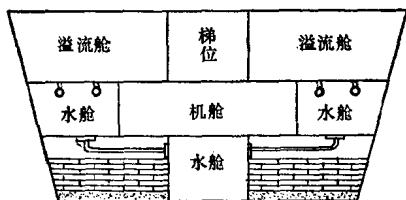


图4 采用溢流舱的方箱式浮门

段可以采用溢流舱如图4所示，以达到溢流舱内的水重与浮力相抵消。在设计时首先确定闸门的轻载吃水线。要求三个水舱尚未装满时就可使闸门下沉。

当闸门淹没到上甲板顶时，即利用溢流舱充满水时，其全重超过浮力5~10吨。此时，闸门就可安全地工作而不发生震动。

1-5 比重计式与桶形式浮门

比重计式与桶形式浮门的优点，是它们的外形对承受波

浪冲击和水压力的情况较好，同时它们是与船舶一样可以设计到足够的稳度。

比重计式浮门的上段除吊物舱口及梯位外，还布置二三个溢流舱。由于宽度不大，使人们上下梯口不便，再则放置固定压载时必须由下甲板开孔放入，然后焊封之。

对于桶形式浮门，在设计与结构方面曾经做过研究和改进，例如：在上段中改用水平桁架三段，下甲板除水舱底板以及水泵电动机台底板各有一块底板外，亦改为 K 字形桁架的结构以节省钢材。同时，在结构方面布置有横向等距离的强肋骨作为中间的传力构件，并把水平的纵桁材布置得较密以适应强度要求。

这种结构的目的是把水压力通过纵桁材传到强肋骨，使下面部分的负荷直接传到坞槛支承面上，其余则是通过甲板与水平桁架传到两边坞壁上。

采用这种纵向结构与横向结构，可减轻钢材重量约 30%。桶形式浮门在放置固定压载的铁块时比较容易，闸门浮沉速度较快。因此桶形式浮门是值得推荐且具有发展前途的一种浮门。

第二章 闸门的分舱与沉浮方法

2-1 闸门的分舱原则

当闸门的外形尺寸决定后，设计的第二步是研究结构形式与分舱问题。分舱与船舶相似，一般是用甲板与隔壁分成舱室。它的作用主要是使闸门便于起浮和下沉。常见的分舱形式如下：

1. 无溢流舱的闸门

国内在1930年以前，浮门是没有溢流舱的，如图5所示。

它由两层甲板与四个隔壁分成1、2、3、4、5五个水舱，其

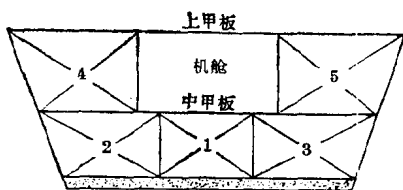


图5 无溢流舱的闸门

中1、2、3为固定水舱，4、5为平衡水舱。中间为水泵电动机舱。

中甲板位置的高低是根据浮门轻载吃水时的浮力、浮门自重与固定压载来决定的。4、5两个水舱的大小是根据浮门淹没到上甲板时两水舱的水重要比中甲板以上的浮力大10吨左右来决定的。挡水时水舱通向水域的闸阀总是开着。但当闸门需要浮起时，就须关闭闸阀，并利用水泵将两水舱的水逐渐抽出，使闸门徐徐浮起。

这种闸门耗电量大，而且浮起时间长。

2. 英国与欧洲各国的老式分舱形式

这种形式的浮门在高度方向分成三段，固定压载舱设在下甲板的下面。在中甲板与下甲板之间布置水泵舱和两台水柜供闸门起浮之用，如图 6 所示。

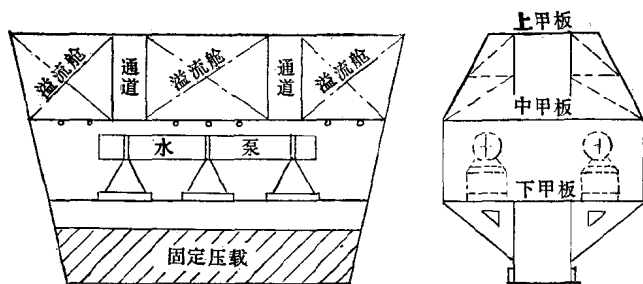


图 6 英国老式浮门

中甲板以上设有三个溢流舱，使江水可随着水位的涨落而由舷孔自由出入。

由于水柜的装设与管系的布置比较复杂，操作亦不方便，因此两水柜的装置未被普遍采用。

3. 现在的分舱形式

如图 7，现在两种型式的浮门都是用三层甲板把浮门分成三段。溢流舱在中甲板之上，水泵舱与供浮门浮沉用的两个水舱均设在中甲板和下甲板之间，固定压载则设在下甲板下面的舱里。

水舱是用横隔壁隔成，其大小是根据稳度计算决定的。水泵电动机舱则是位于中甲板与下甲板的两个水舱之间。图 7 中 b 与 a 的布置所不同的是在固定压载舱的中部又设有一个中央水舱，作为浮门进水与排水的聚水池之用。

当中央水舱灌满水后，如果中央水舱的进水孔阀门继续开着，则由于水头的压力，江水就会流进下甲板上两个水