

黄希元 唐怡生 编

# 小型水电站 机电设计手册

## 金属结构

水利电力出版社

书

TV 734-62

4 78

0.1

# 小型水电站机电设计手册

---

金 属 结 构

---

黄希元 唐怡生 编

水利电力出版社

1980

## 内 容 提 要

本手册根据《水利水电工程钢闸门设计规范》(SDJ13-78)及《水电站压力钢管设计规范》(SD144-85),介绍了广泛应用于小型水电站建设中的平面、弧形钢闸门的结构形式,设计原理,计算原则和方法;拦污栅结构原理及设计、计算方法;介绍了小型钢闸门、拦污栅启闭设备的系列资料、设备选择方法;压力钢管布置,钢管各组成部分较详细的设计计算方法,钢管支承结构工作原理和详细的计算方法,多种镇、支墩结构图形;列出了可供查用或参考的常用计算数据、图表和一些计算辅助曲线。

本手册是一部国内各地区、县级设计小水电工程金属结构专业人员手边常备的工具书,也可供从事小水电金属结构安装、运行、检修人员参考,或用作大、专院校从事此部分内容教学设计的师生教学参考资料。

### 小型水电站机电设计手册

金 属 结 构

黄希元 唐怡生 编

\*

水利电力出版社出版、发行

(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 32.5印张 744千字

1991年8月第一版 1991年8月北京第一次印刷

印数0001—3105册

ISBN 7-120-01199-5/TV·397

精装定价25.15元

# 前 言

发展小水电站和地方电站事业是我国能源建设的重要组成部分。为适应建设的需要，在收集和总结国内这方面实践经验的基础上，编写了这套《小型水电站机电设计手册》。全书包括四个分册，分别介绍小 I、II 型水电建设中水力机械、电气一次、电气二次和金属结构方面的设计知识和资料，供从事水利水电设计工作的技术人员使用、参考，也可以供安装、运行单位以及有关院校师生教学参考。

本分册为金属结构部分，主要内容介绍小水电的水工钢闸门、拦污栅、启闭设备的构造、选型、布置、设计计算的原则和方法；介绍压力明管的构造、布置、设计计算的原则和方法。书中水工钢闸门系指小水电建设中应用最普遍的平面钢闸门和弧形钢闸门，并列入与之配套的启闭设备产品系列资料和有关图、表。

目前设计工作可遵循水电部颁发的有关设计规范，如《水利水电工程钢闸门设计规范》（SDJ13-78 试行）、《水电站压力钢管设计规范》（SD144-85 试行）、《水工建筑物金属结构制造、安装及验收规范》（SLJ201-80 DLJ201-80），《小型水力发电站设计规范》，《水工钢筋混凝土结构规范》（SDJ20-78 试行）、《水工建筑物抗震设计规范》（SDJ10-78）等。本分册编写以上述规范为依据，参照其它有关规范，并收入了有关小水电金属结构设计方面的经验资料和一些单位的研究成果或交流资料。

本分册共十七章。第一至九章为水工钢闸门、拦污栅及启闭设备系列资料，由广东省水电厅第三工程局黄希元编写，第十至十七章为压力明管的管身、附件及支承结构等组成部分的布置、构造形式、结构组成及设计计算方法，由成都科技大学唐怡生编写。全书分别由浙江省水利水电设计院刘国英同志、广州市水利水电设计院姚廉华同志、水电部昆明勘测设计院金章璋同志审阅。四川、贵州、云南、湖南、湖北、福建、浙江、新疆等省、自治区的水利水电勘测设计院，河海大学、陕西机械学院水利系、水电部华东勘测设计院等单位提出许多宝贵意见并提供资料。在此，编者对所有提供支持和帮助的同志表示衷心感谢。

由于编写者水平的限制、资料收集不够充分，书中错误一定不少，恳请广大读者指正，以求完善。

编 者

1990年1月

# 目 录

## 前 言

第一章 闸门概述 .....	1
第一节 闸门的分类及用途 .....	1
第二节 闸门系统的组成 .....	18
第三节 闸门的总体布置 .....	21
第四节 闸门设计的内容及设计的若干原则 .....	29
第二章 荷载计算 .....	36
第一节 荷载的分类 .....	36
第二节 荷载的计算 .....	36
第三章 材料与容许应力 .....	47
第一节 材料 .....	47
第二节 容许应力 .....	85
第四章 平面钢闸门的设计与计算 .....	90
第一节 结构布置与计算的一般规定 .....	90
第二节 按平面体系的计算方法 .....	97
第五章 弧形钢闸门的设计与计算 .....	145
第一节 弧形钢闸门的结构与布置 .....	145
第二节 弧形钢闸门的荷载 .....	149
第三节 主横梁框架的设计 .....	151
第六章 零部件设计 .....	166
第一节 平面钢闸门的行走支承装置 .....	166
第二节 弧形闸门的支铰装置 .....	188
第三节 充水设备 .....	193
第四节 止水装置 .....	197
第五节 焊接和螺栓连接 .....	204
第七章 闸槽与埋设件 .....	214
第一节 平面闸门门槽型式的选择 .....	214
第二节 闸槽埋设件的一般规定与要求 .....	216
第三节 埋设件设计 .....	223
第八章 拦污栅 .....	229
第一节 拦污栅的用途及布置型式 .....	229
第二节 拦污栅的结构 .....	230
第三节 拦污栅的水头损失及容许流速 .....	234
第四节 拦污栅的结构计算 .....	236

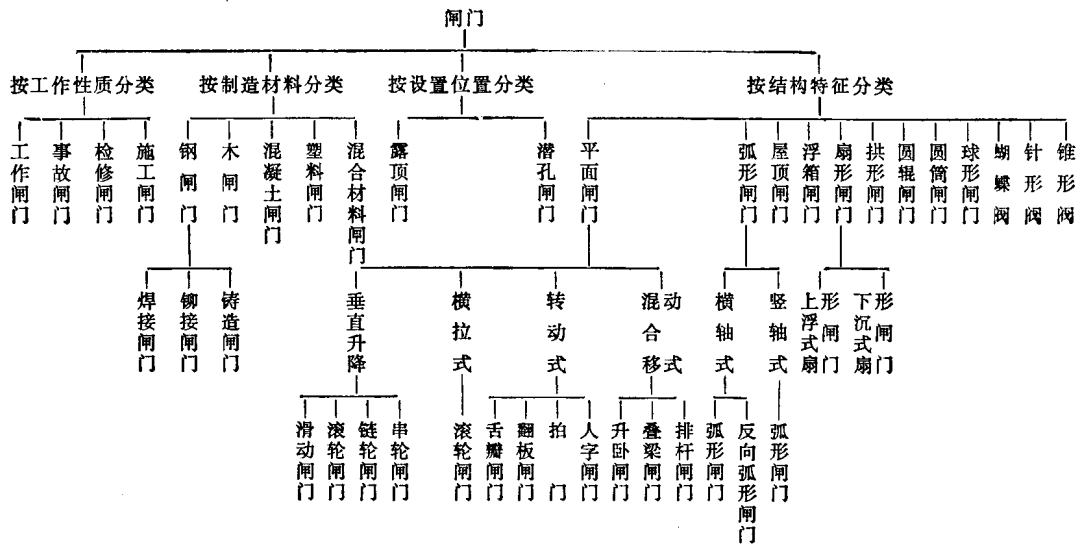
第五节	拦污栅的清污 .....	238
第九章	启闭力计算与启闭机选择 .....	239
第一节	概述 .....	239
第二节	平面闸门启闭力的计算 .....	241
第三节	弧形闸门启闭力的计算 .....	244
第四节	拦污栅启吊力的计算 .....	244
第五节	启闭机的选择及几种常用启闭设备 .....	246
第六节	起吊零部件的设计计算 .....	266
第七节	自动挂钩梁 .....	275
第十章	钢管的构造和布置 .....	278
第一节	钢管的构造、材料选择和焊接 .....	278
第二节	钢管的设计内容及设计基本资料 .....	282
第三节	钢管布置 .....	285
第十一章	钢管的直径和管壁厚度 .....	294
第一节	钢管直径选择 .....	294
第二节	钢管管壁厚度 .....	298
第十二章	钢管管体结构设计 .....	302
第一节	钢管材料的容许应力 .....	302
第二节	钢管荷载及荷载组合 .....	303
第三节	直管段强度校核 .....	311
第四节	管壳外压稳定校核 .....	324
第五节	锥管、弯管的强度校核 .....	328
第十三章	压力岔管设计 .....	335
第一节	岔管的类型及选择 .....	335
第二节	岔管体形拟定 .....	338
第三节	岔管的荷载及材料容许应力 .....	339
第四节	三梁岔管的简化设计 .....	340
第五节	内加强月牙肋岔管设计 .....	356
第六节	卜形贴边岔管设计 .....	368
第十四章	钢管附件结构 .....	374
第一节	管法蓝 .....	374
第二节	伸缩节 .....	389
第三节	钢管检修孔 .....	399
第四节	闷头 .....	403
第五节	通气孔及补气阀 .....	408
第十五章	钢管支承结构 .....	411
第一节	镇墩 .....	411
第二节	支墩 .....	434
第三节	支承结构设计 .....	447
第十六章	异形管节展开计算 .....	467

第一节	概述 .....	467
第二节	直管及锥管斜切展开计算原理 .....	468
第三节	弯管设计及其展开 .....	471
第四节	锥管展开 .....	473
第五节	对称三等径圆管分岔 .....	475
第六节	圆管接对称二等锥支管分岔 .....	477
第七节	锥管上圆柱支管分岔 .....	484
第八节	三倒锥分岔 .....	490
第九节	检修进人孔管节 .....	502
第十七章	钢管的监测维护 .....	505
第一节	运行监测 .....	505
第二节	钢管维护 .....	507

# 第一章 闸门概述

## 第一节 闸门的分类及用途

要正确地决定在特定的工程条件下选定哪种型式的闸门较为合适，必须对现已经生产和使用的闸门有较全面的了解。为此，将种类繁多的闸门归纳分类如下：



### 一、按闸门的工作性质分类

#### 1. 工作闸门

工作闸门系指承担主要工作并能在动水中启闭的闸门，这种闸门运用一般较频繁。

#### 2. 事故闸门

事故闸门系指当闸门的下游（或上游）发生事故时，为防止事故扩大，能在动水中关闭的闸门。当需快速关闭时，也称为快速闸门。这种闸门，一般在静水中开启。

#### 3. 检修闸门

检修闸门系指水工建筑物和机械设备等检修时用以挡水的闸门，这种闸门，一般在静水中启闭。

#### 4. 施工闸门

施工闸门系指在结构物施工期间，用来关闭导流孔口的闸门。这种闸门的操作条件与采用的施工组织有关。一般是在动水条件下关闭孔口，导流完毕，孔口堵塞完成后，此种闸门常被封死而不再使用。



## 二、按制造闸门的材料和方法分类

根据使用的材料不同，闸门可分为钢、木、混凝土、塑料和混合材料等五大类。

至于采用什么材料和哪一种制造方法，主要根据当时当地的具体情况而定。

### 1. 钢闸门

钢闸门应用最为广泛，在钢闸门中，按制造方法不同，又分为焊接、铆接和铸造等三种。但焊接结构是主要形式，这是因为它比铆接结构的优点多，随着焊接技术的不断进步，铆接闸门已很少采用。当孔口尺寸较小，或闸门的外形比较复杂时，也可采用铸造闸门（铸钢或铸铁）。但铸造闸门的费用一般较高，只有在制造同一规格的闸门数量较多时，经济上才可能是合理的。

### 2. 木闸门

木闸门只有在孔口尺寸较小，水头较低的情况下才采用。木闸门的特点是制造与安装简单，但木质易腐，不能耐久。在我国木材供不应求的情况下，木闸门的使用日趋减少。

### 3. 混凝土闸门

由于混凝土闸门自重较大，启闭力也较大等缺点，它的使用受到限制。近年来，引用了薄壳结构、钢丝网水泥材料和预应力技术等措施，上述缺点已得到改善，而混凝土取材较易，制造和维护都较简单，造价亦低，这些对于农村小型水电站是可取的。

### 4. 塑料闸门

随着塑料生产工艺的发展，塑料强度的提高以及生产成本的降低，塑料闸门的运用亦为时不远了。

### 5. 混合材料闸门

混合材料的闸门，是在钢构架上，装以木挡水面板或压合木挡水面板。这种闸门能节约钢材，但由于面板会腐烂，需要经常更换，运行维护不便，而目前压合木的成本还比较高，所以这类闸门未能广泛采用。

## 三、按闸门与挡水高程的相对位置分类

### 1. 露顶式闸门

当闸门关闭孔口后，门叶顶部高出上游正常设计水位，门叶上只设置两侧和底缘三边止水，用于开敞式孔口。

### 2. 潜孔式闸门

当闸门关闭孔口后，门叶顶部低于上游正常设计水位，其门叶的四周均需设置止水，即具有顶部、两侧和底部止水，用于潜没式孔口。

## 四、按闸门的结构特征分类

按结构特征分类的闸门主要有：平面闸门（图1-1至图1-12）、弧形闸门（图1-13）、屋顶闸门（图1-14、图1-15）、浮箱式闸门（图1-16）、扇形闸门（图1-17、图1-18）、拱形闸门（图1-19）、圆辊闸门（图1-20）、圆筒闸门（图1-21）、球形阀（图1-22）、蝴蝶阀（图1-23）、针形阀（图1-24）、锥形阀（图1-25）。

### （一）平面闸门

平面闸门外形呈平面状。根据平面闸门移动的方式不同，又可分为四种型式，每种型

式又有许多种类。其中以直升式滑动平面闸门和滚动平面闸门应用最为广泛。下面就几种常见的平面闸门作进一步介绍。

### 1. 滑动闸门

图1-1所示为直升式滑动闸门。它主要由面板、水平次梁、纵梁（隔板）、主横梁、边柱、行走支承部分（包括滑道、反向和侧向导轮）、止水装置等组成的平板形式的门叶，插入门槽内起挡水作用。门槽是由主、侧、反支承轨道、顶、侧止水座和底槛等组成。滑动闸门的反向和侧向导向装置是使闸门的 活动部分移动时能保持其正常位置，防止门叶碰撞门槽，以及在动水操作时起减振作用。在小型闸门及静水中启闭的闸门，导向装置可采用结构简单的滑块，对较大的闸门及在动水中启闭的闸门，则采用滚轮。

滑动闸门与其他平面闸门的区别在于它的主行走支承部分是滑道。它的特点是可封闭相当大面积的孔口，建筑物顺水流方向的尺寸较小，闸门结构比较简单，制造、安装和运输工作比较简便，门叶可移出孔口，便于检修维护，且可在孔口间互换；但它需要较高和较厚的闸墩，具有影响水流不利的门槽，所需启闭力较大。

### 2. 滚轮闸门

图1-2为直升式滚轮闸门，它的门叶结构和门槽形式与滑动闸门大体一致，不过滚轮闸门的主行走支承部分是固定的滚轮。它也具有与滑动闸门大致相同的特点，不同处是摩阻力比滑动闸门小，启闭力也小；但滚轮式支承的构造比较复杂，造价较高。

### 3. 链轮闸门

图1-3为链轮闸门，也是直升式平面闸门的一种，它的门叶结构和门槽也与滑动闸门大体一致，只是它的主行走支承部分是采用许多辊柱，用链板联结成无极的链轮，绕着门叶边柱上特设的支承走道而转动。这种闸门由于其所承受的荷载是由许多辊柱承受的，作用在门槽主支承轨道的荷载比较均匀，所以闸门承载能力可大为提高。它的特点与滚轮闸门大致相同，不同在于链轮的摩阻力比滚轮小，抗震性能好；但链轮的加工精度要求高，制造、安装比较复杂，链轮对锈蚀和水草等污物的反应比较敏感，造价和维护费用均较高。

### 4. 串轮闸门

图1-4为串轮闸门，也是一种直升式的平面闸门。它的门叶结构和门槽形式也与滑动闸门相似，不同的是串轮闸门的主支承部分和行走部分是分开的。门叶的边柱上设有支承

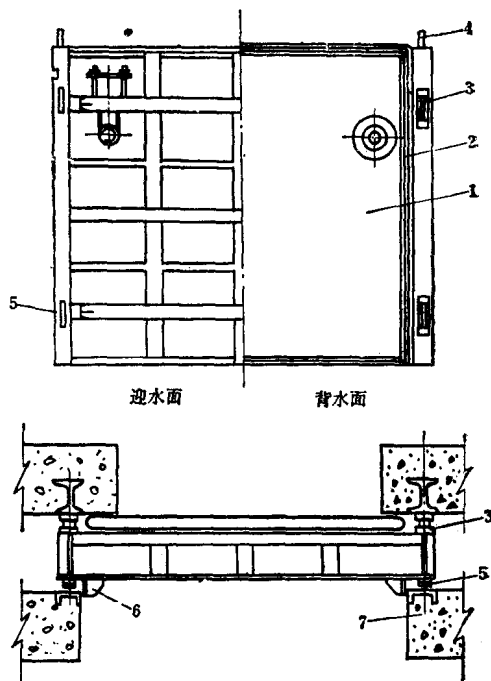


图 1-1 滑动闸门

1—门叶；2—止水装置；3—支承滑道；4—起吊装置；  
5—反垫块；6—侧导向；7—门槽

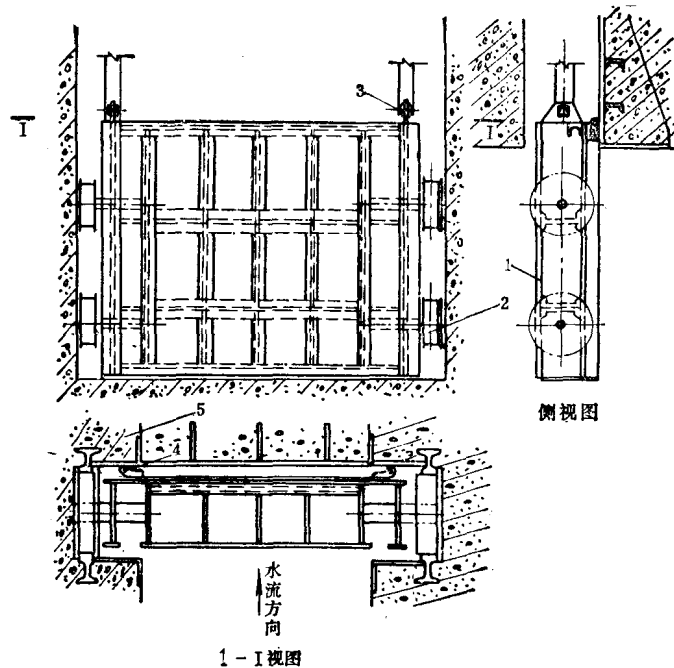


图 1-2 滚轮闸门

1—门叶；2—滚轮；3—起吊装置；4—止水装置；5—门槽

走道，在边柱支承走道和门槽的支承轨道间加设一串辊柱。串辊是将多个辊柱装配在小车架上面构成单独的部件。小车架是通长的，在串轮的顶部设滑轮，滑轮上绕有钢丝绳，钢丝绳的两端分别固定在门叶顶部和附加的启闭设备上。当闸门提升时，门叶的边柱支承在串轮上移动，串轮的行程约为门叶的行程一半。这种闸门除需要专门的启闭设备外，当需要将门叶提出门槽时，尚需附加的启闭设备，用以悬挂和提升串轮。该闸门可封闭开敞式大面积孔口，摩阻力比滚轮小，但造价高，门叶不易移出孔口，检修维护不便。

#### 5. 横拉闸门

图1-5为横拉闸门，它是沿水平方向移动的单扇平面闸门。横拉闸门的结构布置与直升式平面闸门相类似，也是由面板、次梁、隔板、主梁、边柱组成平面式的门叶，不同的是它的支承部分和行走部分是分开设置的。支承部分仍然设在边柱上，行走部分的轮子则装设在门底的两个小车上，或一个在闸门底和一个在门顶的两个小车上，沿着相应埋设的轨道横向行走。在门槽和门坑上设有侧、底止水座。横拉闸门的特点是：可以承受双向水压，启闭力小，启闭时间较短；但它不能在动水中操作，需要较大的门库和门坑，门坑可能被泥沙、污物阻塞，影响闸门的运行，长期处于水下时，不易维护检修。它多用在船闸或船坞上。

#### 6. 舌瓣闸门

图1-6为舌瓣闸门，它是转动式平面闸门，具有平板式的门叶，并绕着固定在底板支架上的水平轴旋转，在矮而宽的孔口上构成活动的挡水坝，用以调节水位，运送木材，泄洪、泄冰等。舌瓣闸门可以用机械升降，也可设平衡铰，藉水力自动控制。

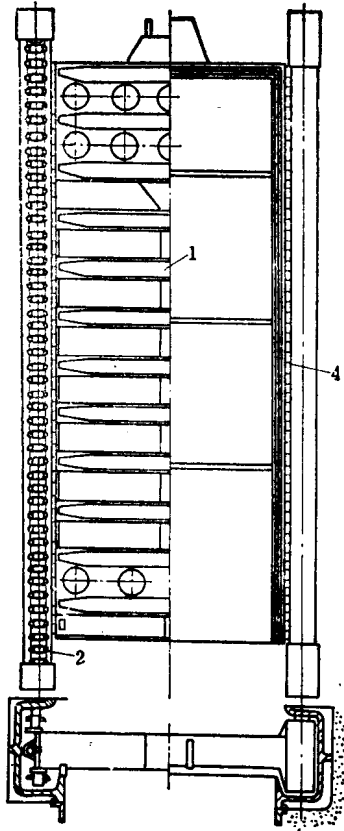


图 1-3 链轮闸门

1—门叶的梁系结构；2—链轮；3—侧向导轮；4—止水装置

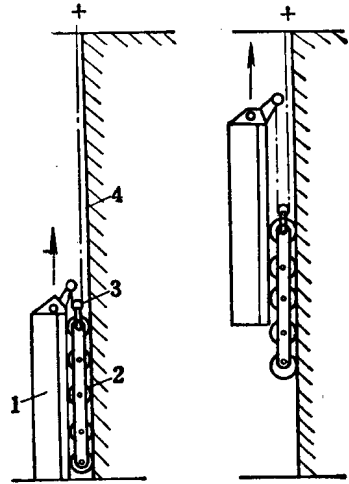


图 1-4 串轮闸门

1—门叶；2—串轮；3—滑轮；4—门槽

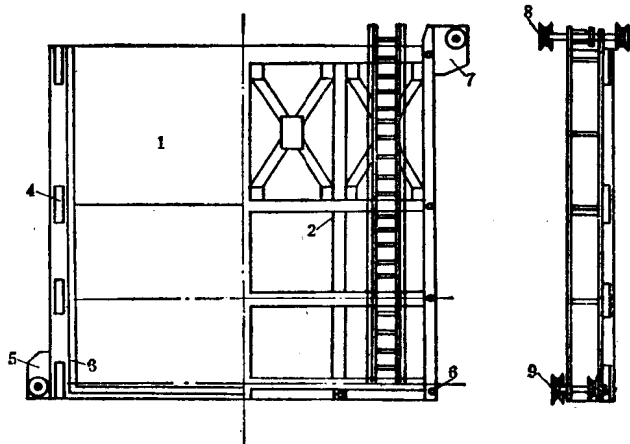


图 1-5 横拉闸门

1—面板，2—梁系结构；3—止水；4—主支承滑块，5—附加竖向构架；6—顶紧器；7—支承架；8—顶部小车，9—底部小车

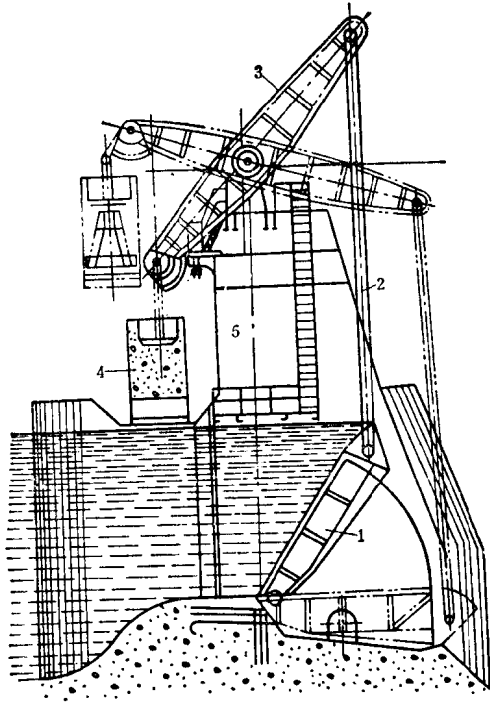


图 1-6 上平衡式舌瓣闸门

1—门叶；2—杠杆；3—杠杆梁；4—平衡铊；5—闸墩

自动平衡的舌瓣闸门可分为上平衡式和下平衡式。图 1-6 为上平衡式闸门，应用较广。平衡铊与闸门两端的吊杆支承轴连接，使闸门体形、杠杆位置、杠杆力臂和平衡铊的重量在闸门任一位置挡水时都达到平衡。下平衡式舌瓣闸门的平衡铊不仅与闸门两端的吊杆支承轴连接，而且平衡铊的杠杆与每根纵梁的上端都连接起来，借平衡铊杠杆力臂的变化来调节水位。因此下平衡式舌瓣闸门除纵梁上端要设铊外，而且在坝下还需有较大的平衡铊室。

舌瓣闸门除可直接设在坝上外，有的还在直升式平面闸门或弧形闸门上装设，以适应自门顶泄流的要求。这种闸门称为带舌瓣的闸门。舌瓣的转动轴设在平面闸门或弧形闸门的顶部，在舌瓣和闸门之间沿水平位置设止水橡皮，舌瓣采用油压设备操作，操作设备布置在闸门的跨中。

舌瓣闸门的特点是：能封闭很宽的孔口，在泄冰及泄漂浮物时可减少水量的消耗，闸门操作迅速，而且可实行自动操作；但闸门的制造、安装的精度要求高，杠杆及铊轴对自动平衡十分灵敏，需经常调整校正，闸门长期处于水中，检修维护比较困难。

### 7. 翻板闸门

图 1-7 为翻板闸门，它也是转动式平面闸门的一种，闸门分活动和固定两部分。活动

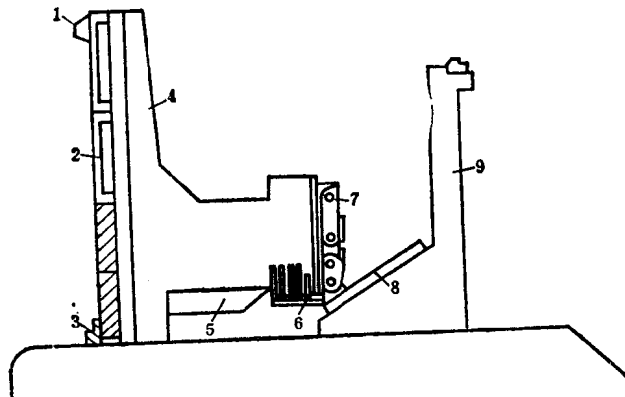


图 1-7 翻板闸门

1—梳齿；2—面板；3—底止水；4—支腿；5—分水尖；6—拦污栅；7—支承铰座；8—支承座；9—支墩

部分由面板、支腿、支承、铰座和止水等组成；固定部分则由支承座和支墩组成。它的门顶装有“梳齿”是防止拍打的措施之一。支腿下部装有“分水尖”，以减少闸门全开时支腿承受的动水压力，有利于闸门关闭。支承铰座系活动多铰支承结构，受力的铰点在启闭过程中是经常变化的。既能减轻门叶的冲击，又能增大闸门关闭时的力矩，增加自动关闭的可靠性。为了防止污物进入铰座，往往在铰座上装有拦污栅。闸门的水力自控是靠水压力对支承铰中心的力矩与闸门自重及各种摩阻力对支铰中心的力矩的不平衡而实现，当水位上升比正常水位高至一定幅度时，闸门即随水位上升而逐步开启，并依次支承于各支承铰上，直至全开。当水位下降至正常水位时，闸门即自动关闭。

翻板闸门是利用水力自控翻转启闭的闸门，在小型水利工程上用得相当广泛，且大都应用在来水较猛的山区河道上，以适应河水暴涨暴落的运行特点。翻板闸门的优点是可以利用水力自动操作，管理方便，便于泄洪排沙，闸门制造、安装方便，不需启闭设备；缺点是闸门只能在一、二种设计水位条件下开关，不能按任意的运行条件操作，不能调节水位和流量；刚开闸门时，下游流量骤然增加，可能对河床产生严重的冲刷作用；在泄流时，门叶处于流水之中，可能产生撞击振动；当下游水位上升到某一定高度时，闸门可能出现周期性转动和支腿拍击支墩的“迫打”现象，以致危及闸门的安全运行。

#### 8. 拍门

图1-8为拍门，又称盖板闸门，也是转动式平面闸门的一种，这种闸门常设于抽水站水道出口，当水泵停止运转时，闸门迅速关闭，用以阻止出口水流倒灌。开机时闸门和机组近乎同时开启。拍门是由盖板、铰链、对重等组成，门叶绕着设在门槽顶部的水平轴而转动的，门框是用法蓝或框架嵌固在混凝土内，在法蓝（或框架）周围设止水橡皮，以保证闸门关闭后，具有不透水性。

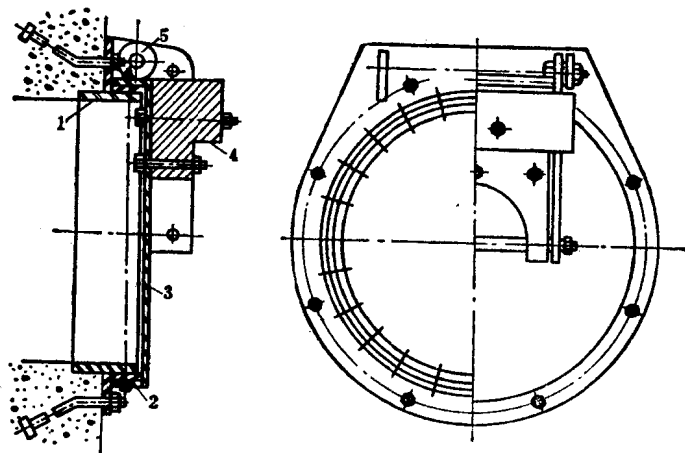


图 1-8 拍门

1—门框；2—止水；3—盖板；4—对重；5—铰链

拍门的特点是可以实行水力自动操作，管理简单；闸门的制造、安装方便，不需启闭设备；但闸门关闭时，往往产生撞击振动，止水装置设在门框上，检修维护不方便。

## 9. 人字闸门

人字闸门是船闸中普遍采用的一种闸门，它是由左右两扇闸门组成，各自围绕其端部的竖直轴旋转而启闭。当开启时，门扇转到闸首闸墙的门龛内。关闭时，门扇旋转至接近人字形位置，两扇门互相支承，在平面上形成一个三铰拱，并利用三铰拱将作用在闸门上的水压力传至闸墙混凝土。按照门扇的梁系布置，人字闸门可分为横梁式和竖梁式两种。当门扇高度较大，超过门扇宽度时，一般采用横梁式。当门扇高度小于宽度或门扇高度为闸室有放宽度的0.4~0.5倍时，采用竖梁式。图1-9是横梁式人字闸门，它是由面板、次梁、主梁、隔板、斜接柱、门轴柱、斜杆等梁系结构，底框、顶框、支垫座、枕垫座、导卡等支承设备，以及检查量测保护设施等组成。人字闸门在小型工程上很少采用。

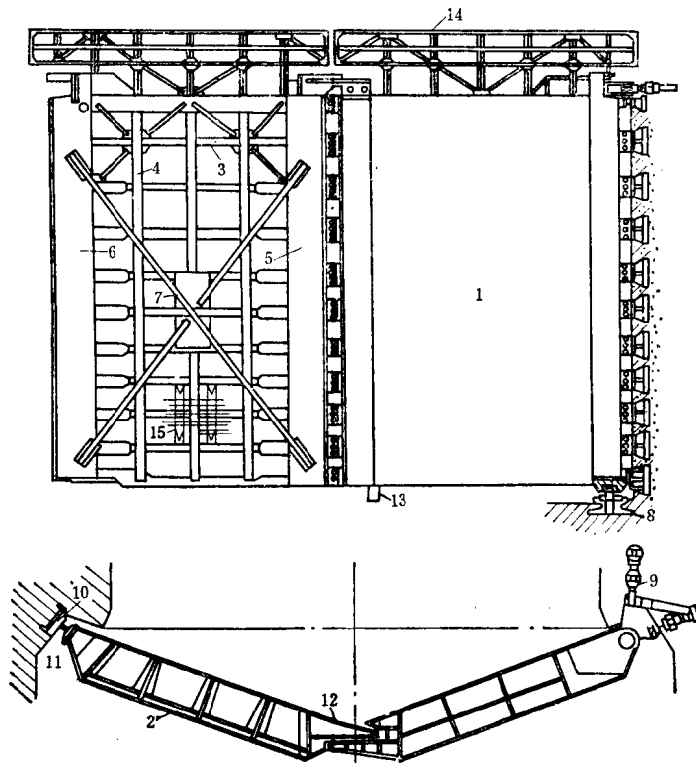


图 1-9 横梁式人字闸门

1—面板；2—次梁；3—主梁；4—隔板；5—斜接柱；6—门轴柱；7—斜杆；8—底框；9—顶框；  
10—枕垫；11—支垫；12—导卡；13—检查量测设备；14—工作桥；15—防护木

## 10. 升卧式闸门

图1-10为升卧式闸门，它是在直升式平面闸门基础上发展起来的，这种闸门的特点是当闸门关闭时直立挡水，启门时首先直升一段，然后边上升边转动，至闸门全开时成为水平状，平卧于闸墩的顶部，它使平面闸门的机架桥高度显著降低，提高了水工建筑物的抗震能力，减少了工程量。但它只能作露顶式闸门，且钢丝绳在水中容易锈蚀。

## 11. 叠梁闸门

图1-11为叠梁闸门，它是用多根单独的梁，逐根插入门槽，平放叠成以封闭孔口起堵

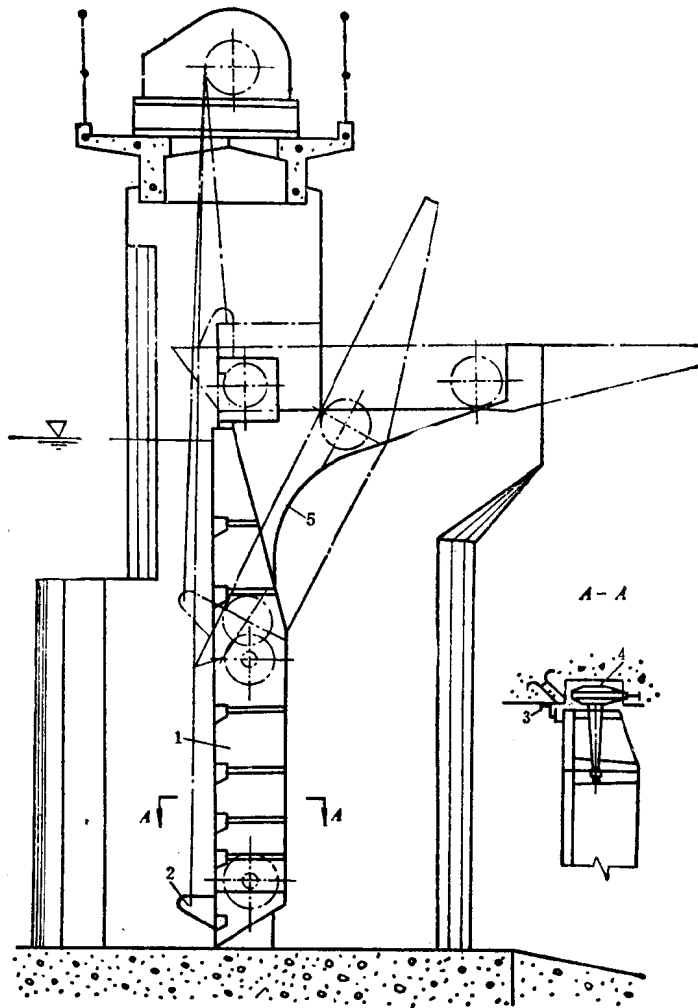


图 1-10 升卧式闸门

1—门叶；2—吊耳；3—止水；4—悬臂轮；5—门槽

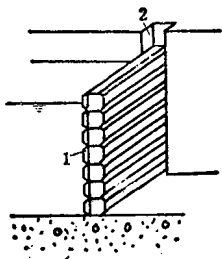


图 1-11 叠梁闸门

1—叠梁；2—闸槽

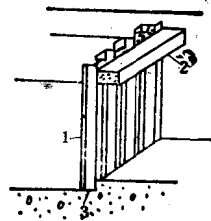


图 1-12 排杆闸门

1—排杆；2—横梁；3—孔口底坎



水作用。一般用作检修闸门或临时堵水。

叠梁闸门按其跨度及水头大小，可以用木材、钢材、钢筋混凝土或混合材料制成。木叠梁闸门适用于较窄的孔口，一般用2~3根条木，利用铁件连接组成一根梁。叠梁间的水平接缝必须刨光，叠梁与门槽直接依靠水压力压紧，不再另设止水。当跨度较大时，可用钢筋混凝土制造成矩形梁。每根叠梁的顶、底面嵌以木条，叠梁与门槽间亦采用木支承兼作止水。当跨度大而水头较高时，可以采用钢叠梁闸门。钢叠梁一般制造成工字形梁（型钢或组合梁），叠梁间、叠梁与门槽均采用橡皮止水，并设有简易的行走支承部分。

叠梁闸门的特点是：闸门结构简单，制造、安装简便，可因地制宜，就地取材；闸门的启闭力小；但它的水平接缝多，漏水比较严重，木叠梁或木料止水设施均需经常拆换；闸门操作比较费时、费力。

### 12. 排杆闸门

图1-12为排杆闸门，它是用多根简单杆件，竖立排联在开敞式孔口上，形成一个平面形的挡水结构。杆件是简单的直杆，其底部是支承在孔口底槛上，顶部支承在一横梁上，此横梁有时兼作操作桥用。

排杆闸门可用木或钢制造，使用的水头不大，多作为临时挡水之用。它的特点是简便易行，费用不高，但漏水量大。

### (二) 弧形闸门

弧形闸门（图1-13）也是用得十分广泛的一种门型。其面板呈圆弧形，门叶用支臂和活动铰链支承在固定于闸墩侧面的铰座上，并能沿支铰轴的中心转动。在大多数情况下，面板曲率中心与支铰轴的中心相重合。弧形闸门按梁系结构在布置上的差异，而有主横梁和主纵梁之分。一般宽扁形的孔口采用主横梁式弧形闸门，而高窄型孔口则采用主纵梁式弧形闸门。主横梁式弧形闸门（图1-13）的门叶结构由面板、小横梁、纵向隔板、主横梁、支臂、支铰支座和止水装置等组成。面板与梁系结构共同组成弧形挡水体，支承在主横梁与支臂组成的刚性构架上，支臂通过支铰支座支承于闸墩或下游胸墙上。主

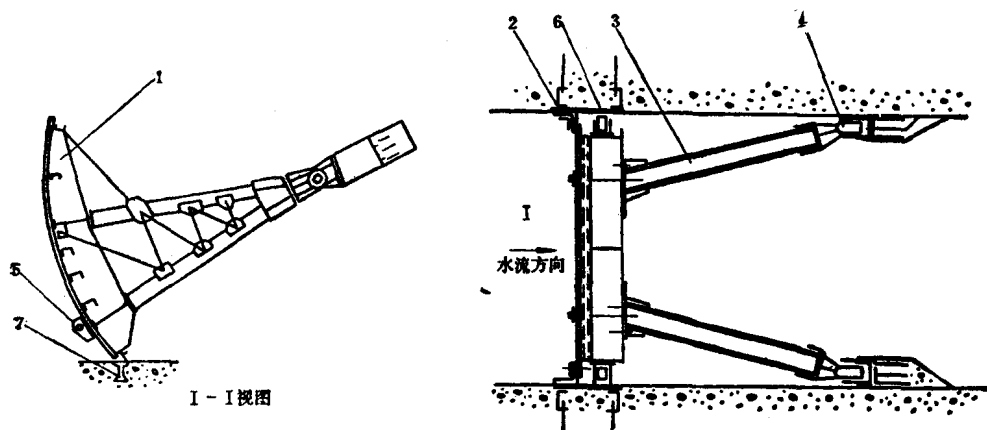


图 1-13 弧形闸门

1—门叶结构；2—止水装置；3—支臂；4—支铰；5—起吊装置；6—侧向装置；7—固定部分