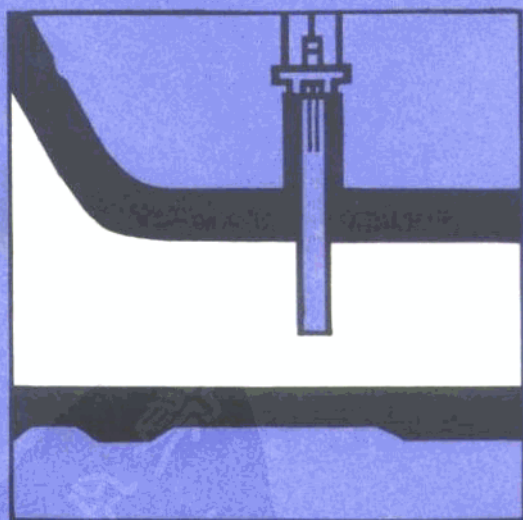


水力发电
技术知识
丛书
中国水力发电工程学会主编

第十分册

水工机械设 备

郑登有



水利电力出版社



水力发电技术知识丛书

中国水力发电工程学会主编

第十分册

水 工 机 械 设 备

郑登有

水利电力出版社

内 容 提 要

本分册介绍水工建筑物中的闸门、阀门、启闭机、拦污栅和拦污栅清理机等设备的类型、结构特征、优缺点、设备要求与使用范围等。略述使用这些设备的布置与选型，对它们应注意的事项。此外，还列举国内外一些已建成的大尺寸或大容量的这种设备的参数和发展趋势。

2168/03

水力发电技术知识丛书

第十分册

水工机械设备

郑登有

*

水利电力出版社出版

(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

水利电力印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 4.625印张 100千字

1985年2月第一版 1985年2月北京第一次印刷

印数0001—6240册 定价0.90元

书号 15143·5621

关于编写《水力发电技术知识丛书》的

说 明

为了水力发电战线广大职工学习科学技术，适应现代化水电建设和生产的需要，中国水力发电工程学会组织编写了一套《水力发电技术知识丛书》。丛书是从普及水力发电科学技术知识的角度出发，着重介绍水力发电的基本概念和基本知识，对我国在实践中取得的经验和国外水平以及发展前景也作适当介绍。

读者对象以具有中等学校文化程度以上的各级管理干部为主，使他们能系统地了解水力发电的科技知识，不断提高业务能力和管理水平。对于中等学校文化程度的技术工人，也可通过学习本丛书为学习专业技术打下初步基础，并在工作中不断提高技术水平。对于有某种专业的技术干部，也可了解其他相邻专业的一般知识。

本丛书共分二十五个分册：

- 第一分册 水力发电概况
- 第二分册 水能规划和综合利用
- 第三分册 水能经济
- 第四分册 水电工程地质
- 第五分册 水电工程勘测
- 第六分册 水文测验和水文计算
- 第七分册 坝、泄洪和进水建筑物
- 第八分册 引水工程及发电厂房

- 第九分册 过船过鱼过木建筑物
- 第十分册 水工机械设备
- 第十一分册 水工建筑物的运行维护和观测
- 第十二分册 水电工程的施工组织和管理
- 第十三分册 水工混凝土工程施工
- 第十四分册 土石工程及地下工程施工
- 第十五分册 施工导流工程
- 第十六分册 水轮机和辅助设备
- 第十七分册 发电机和电气设备
- 第十八分册 水电站集中控制、继电保护和自动化
- 第十九分册 机电设备的安装
- 第二十分册 机电设备的运行维护
- 第二十一分册 水电站水库调度
- 第二十二分册 水电站经济运行
- 第二十三分册 小型水电站
- 第二十四分册 抽水蓄能电站
- 第二十五分册 潮汐电站

本丛书各分册承蒙从事水电事业的有关单位和院校的专家教授大力支持，花了大量时间和精力进行编写和审校，特此一并致谢。

《水力发电技术知识丛书》编辑委员会

1982年8月

《水力发电技术知识丛书》

编辑委员会

主 任 施嘉炆

副主任 陆钦侃、舒扬荣、刘颂尧

编 委 （按姓氏笔划为序）

于开泉、王伊复、王圣培、伍正诚、冯尚友、
李毓芬、刘颂尧、沈 晋、谷云青、陈叔康、
张勇传、汪景琦、施嘉炆、陆钦侃、唐集尹、
舒扬荣、董毓新、程学敏、杨德晔

前 言

水工机械设备通常包括闸门、闸阀、启闭机、拦污栅、拦污栅清理机及发电引水管等。它们与水工建筑物的拦水坝、水闸、引水隧洞、引水渠、灌溉渠及船闸等组成利用水资源的整体结构。但在加工制造等方面,它们有机械设备的性质,它们又常以钢铁制造,并用一些少量的其它金属,所以它们又常被称为水工钢结构或金属结构。

除发电引水管外,水力发电知识丛书的这一分册将介绍上述设备的一般知识。

本分册全部由水利电力部中南勘测设计院郑登有同志编写,李毓芬同志审阅。

书中不妥或错误之处,欢迎读者提出意见。

编 者

目 录

关于编写《水力发电技术知识丛书》的说明

前 言

第一章 闸门和阀门	1
第一节 闸门和阀门的区别	1
第二节 闸门种类	2
第三节 各种闸门概述	7
第四节 阀门种类及其性能	49
第二章 启闭机	59
第一节 启闭机的种类	59
第二节 各种启闭机简述	60
第三章 拦污栅及清理机	89
第一节 拦污栅	89
第二节 清理机	97
第四章 水工机械设备的布置与选型	103
第一节 布置与选型	103
第二节 水工机械设备的布置实例	108
第五章 水工机械设备的现状及其发展趋向	123
第一节 水工机械设备的现状	123
第二节 水工机械设备的发展趋向	133

第一章 闸门和阀门

第一节 闸门和阀门的区别

闸门和阀门的作用都是控制水工建筑物中的过水孔口，安全地调节上、下游水位或流量，以便过船、过木、泄流、发电、排沙、排冰或其它漂浮物。

一般的闸、阀门主要是由以下部分组成。

(1) 活动部分。它是关闭孔口而又能开放孔口的堵水体，主要是闸、阀门叶。

(2) 埋设部分。它是固定在水工建筑物中的构件，主要是孔口的门楣、底坎和支承轨道，通过这些构件把闸门活动部分所承受的荷载传给水工建筑结构。

(3) 启闭机械。它主要是操作闸门活动部分的设备，如启闭机等。

闸门和阀门的区别在于：闸门的活动部分仅在关闭孔口挡水时，位于水道孔口内，开放时则可脱离所在的水道或脱离所在的孔口。闸门的活动部分与埋设部分是可以分离的。阀门的活动部分无论在关闭或开放时，均淹没在孔口内或水道内。阀门的活动部分虽在埋设部分内活动，但二者仍组成互不分离的总体。必须说明的是用油压缸操作的平面高压滑动闸门，它可称为闸门，也可称为阀门，是上述概念的一个例外。

闸门和阀门都可按需要全部或局部开启。对闸门而言，

水流可以从闸门活动部分的下缘通过，也可以从闸门活动部分的上缘通过，后一种情况很少，而且应尽可能避免。对阀门而言，水流是从阀门的活动部分的周边外部或内部流过的。

闸、阀门都应满足如下要求：

(1) 闸、阀门结构的强度应按设计规范有一定的安全裕度；

(2) 尽可能使结构简单，制造、安装、运输方便，经济合理；

(3) 闸、阀门应根据需要和预先规定的条件，顺利灵活地启闭，并经久耐用；

(4) 闸、阀门的活动部分与埋设部分都应有很高的不透水性，它们之间应有可靠的止水；

(5) 闸、阀门的体形应使水流顺畅，避免产生空蚀和振动现象；

(6) 闸、阀门要有良好的防锈蚀措施，并要有检修、维护的设备和场地。

第二节 闸 门 种 类

对闸门的种类目前尚无通用的分类方法，通常按闸门的工作性质、设置位置、使用材料和构造特征加以分类。

1. 按工作的性质闸门可分为工作闸门、事故闸门、检修闸门和施工导流闸门等。

工作闸门是为其所在水道及水道中设备的正常运行而使用的闸门，是泄洪、发电、灌溉、过船、过鱼、过木、工业取水、排沙、排冰等工作而必须运用的闸门。这种闸门运用较频繁，且一般在动水条件下操作；但也有例外，如船闸用工作闸门，大都在静水条件下操作。

事故闸门是为其所在水道与水道中设备发生事故时，为防止事故扩大而使用的闸门。它们常在动水条件下关闭孔口，阻断水流。在事故消除后，则可以在静水条件下开放孔口。当需要快速关闭时，它们也称为快速闸门。这种闸门必须保证闭门时十分安全可靠。

检修闸门是为其所在水道和水道中的水工建筑物或设备检修时使用的闸门。这种闸门总是在静水条件下操作的。虽然检修闸门仅在建筑物或设备需要检修时才使用，因为它关系检修人员的检修条件和安全，所以对门的强度和止水设施要有足够的重视。

施工导流闸门是供施工时关闭导流孔口用的，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。

以上各种闸门的使用性质并不一定是单一的，一种闸门有时可以兼有几种用途，如工作闸门有时兼作检修闸门，施工导流闸门有时也可移作其它用途。

2.按设置的位置可分为露顶式和潜没式两类。

露顶式闸门是设置在敞流孔口中，当闸门关闭孔口后，门叶的顶部高于所需遮挡的水位，闸门只设两侧和底缘三边止水。露顶式闸门所受的水头较小，但所封闭的孔口往往很大。

潜没式闸门是设置在潜流孔口中，当闸门关闭孔口后，门叶的顶部低于所遮挡的水位。闸门必须设置顶部、两侧和底缘四边止水。潜没式闸门的潜没深度有小有大，深者可超过百米，个别小闸门甚至近三百米。越深则闸门工作水头越高，开门后水流速度很大，由此而引起的空蚀、振动等显得很突出，对闸门的选型、布置、水力设计和结构安全等的要

求更高，必须妥为分析。

在工程设计中，同一水工建筑物如大坝上按高程不同而设有多层闸门时，为讲述方便，有时用表孔、中孔、深孔等来表示闸门所在位置。

3. 按制造闸门的材料和方法分类：

用什么材料和使用什么方法制造闸门，往往要根据当时、当地的技术和经济条件决定。根据我国的实践，闸门的的活动部分按材料分类，见表1-1所示。

表 1-1 闸 门 按 材 料 分 类 表

材 料	闸 门 名 称
钢	铆接闸门 焊接闸门 铸钢闸门
铸 铁	铸铁闸门
木	木 闸 门
钢筋混凝土	普通钢筋混凝土闸门 预应力钢筋混凝土闸门 钢丝网水泥闸门
其它材料	

钢闸门是采用结构型钢或铸钢制作的，由于钢材组织比较均匀，是各向强度相等，具有高强度的弹塑性体。就材料强度对材料比重而言自重较轻，变形小，不透水，可安全地承受很大的压力。因此，钢闸门特别是型钢闸门使用得最广泛，铸钢闸门则用得很少。型钢闸门有铆接和焊接两种制造方

式。铆接闸门在过去是很普遍的，制造时变形较易控制，但耗钢量多，加工制作量大，费用高。随着焊接技术的发展，目前焊接型钢闸门已是钢质闸门的主要类型。

铸铁闸门是用铁铸制的闸门，对于小尺寸的孔口曾使用过。铸造工艺的劳动强度及加工工作量均较大，费用比较高，目前用得较少。

木闸门是用木材制作的闸门。由于木材的组织不均匀，容易受湿度的影响而发生收缩和膨胀及强度降低，加之木材的天然瑕疵如木节等，严重影响了木材的机械性能，因此木闸门仅使用在孔口尺寸小，工作水头低，且便于就地取材的情况。另外，由于木材容易腐朽，特别是在干湿相间的情况下，使用寿命短，需要经常更换，因此使木闸门的采用受到限制。

钢筋混凝土闸门主要是用钢筋、混凝土制作的闸门。钢筋混凝土具有很好的强度、刚度和整体性，又具有可塑性和耐久性，取材容易，维护简便，造价较低，因此过去做过一些钢筋混凝土闸门。但由于闸门的自重较大，启闭力也大，没有被广泛使用。近年来，由于薄壳结构、钢丝网水泥材料和预应力技术的发展，上述钢筋混凝土材料的缺点已得到很大的改善，在小型水利水电工程中，这类闸门使用较多。

其它材料闸门过去使用过的有钢构架木面板或塑料板的，有钢筋混凝土结构与木面板的混合结构等。

4. 按闸门活动部分的构造特征分类：

这些特征主要是闸门挡水面板的形状如平面或曲面，而辅以其他的构造特征如门叶的移动方式为直线或曲线，荷载支承结构为滑动或滚动，以及闸门整体的形状为人字形或扇形等。闸门按构造特征分类如表1-2所列。

表 1-2

闸门按构造特征分类表

构造特征	移动方式	闸 门 名 称	备 注
平面式	垂直升降	滑动闸门 定轮闸门 链轮闸门 串轮闸门	平面闸门有较多的变种如高压滑动闸门、双层闸门、跨步闸门、附环闸门等
	横拉式	滚轮闸门 舌瓣闸门 翻板闸门	
	转动式	盖板闸门(板门) 人字闸门 一字闸门	
	混合移动式	升卧闸门 叠梁闸门 排针闸板	
弧 形	横轴式	弧形闸门 反向弧形闸门	
	竖轴式	弧形闸门	
屋顶形		屋顶形闸门(浮体闸)	
扇 形		上浮式扇形闸门(鼓形)	
		下沉式扇形闸门	
浮箱形		浮箱式闸门	
拱 形	垂直移动	水平拱形闸门	
	绕水平轴转动	腰带闸门	
圆锥形		圆锥闸门	
立式圆柱形		圆筒闸门	
球形		球形闸门	

第三节 各种闸门概述

按前节第四种分类方法所列闸门叙述如后。

一、滑动闸门

滑动闸门(图1-1)是直升式平面闸门的一种,主要由面板,水平次梁,纵梁(隔板),主横梁,边柱,支承行走部分(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、侧止水座和底坎等组成。作用于面板上的水压力经水平次梁和纵梁等梁格传至主横梁,再传至边柱,然后通过滑道传至门槽埋设件。

在我国,滑道闸门一般采用按等荷载布置的双主梁式或多主梁式,使边柱均匀负载。当用以封闭比较高的孔口时,广泛地采用了沿高度分为数节的分段式闸门,也可用双层式平面闸门。主梁可以用实腹式,也可用桁架式,一般来讲对大跨度的孔口采用桁架式比较经济,一般常见的孔口实腹式主梁仍然居多。

滑道闸门与其它平面闸门的区别在于它的主支承行走部分是滑道。滑道又因材料不同而分为木滑道、钢滑道(金属滑道)和压合胶木(木材层积塑料)滑道数种。木滑道在中、小型闸门上过去应用得比较普遍。通长的木滑道往往同时兼作侧面止水,这样就简化了闸门的结构,可取得较经济的效果。但目前由于材料本身的弱点,已很少采用。钢滑道可以承受大的荷载,但摩阻力大,故一般用在静水启闭的检修闸门上。压合胶木滑道摩阻力较小,但不很稳定,目前由于承压能力大,结构简单仍应用较广。

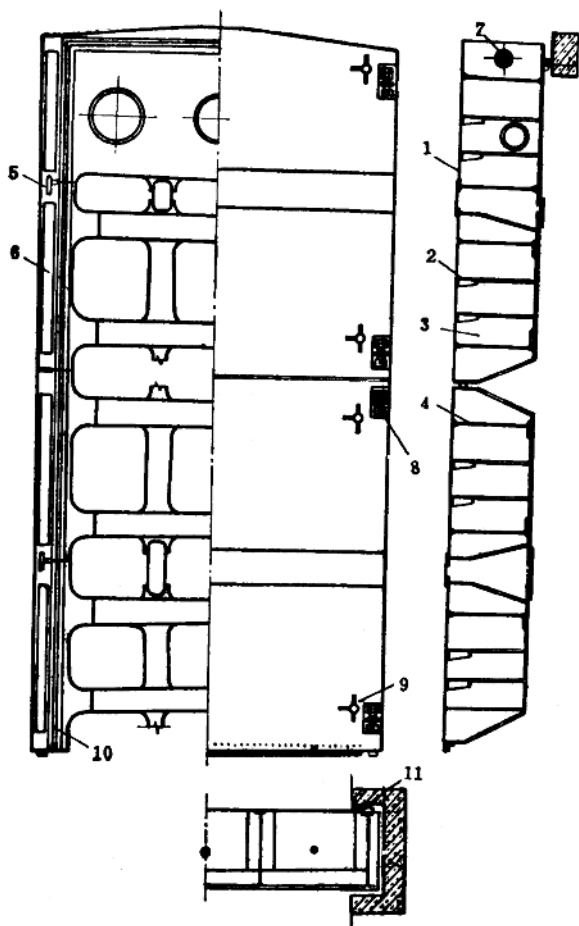


图 1-1 滑动闸门

- 1—面板, 2—水平次梁, 3—隔板, 4—主横梁, 5—边柱,
6—滑道, 7—吊耳, 8—反向导轮, 9—侧向导轮,
10—止水, 11—门槽

滑动闸门还常有反向和侧向导向装置，其作用是使闸门的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。

闸门的止水是堵塞门叶与闸槽间周边的空隙，阻止漏水的装置。按其设置位置，可分为顶止水、侧止水、底止水和中间止水。止水材料有木材、金属、塑料和橡皮。由于橡皮的弹性好，且具有可塑性。因此在工程中用得较多。止水橡皮的型式多种多样，在平面闸门中常用的是“P”型和条型，“P”型橡皮作顶、侧止水，条型橡皮用在底部和中间止水。止水座一般采用表面光滑、耐磨、耐压的不锈钢板。

滑动闸门的优点是：

- (1) 可封闭相当大面积的孔口；
- (2) 建筑物顺水流方向的尺寸较小；
- (3) 闸门结构比较简单，制造、安装和运输工作比较简便；
- (4) 门叶可移出孔口，便于检修维护；
- (5) 门叶可在孔口间互换；
- (6) 门叶可沿高度分成数段，也可作成双层相对滑动；
- (7) 闸门的启闭设备比较简单，对移动式起门机的适应性较好。

缺点是：

- (1) 需要较高和较厚的闸墩；
- (2) 具有影响水流不利的门槽；
- (3) 所需启闭力较大。