

[苏] M.M.格里申 主编
水利水电科学研究院译

下 卷

水工建筑物
水工建筑物
水工建筑物
水工建筑物
水工建筑物
水工建筑物
水工建筑物
水工建筑物
水工建筑物
水工建筑物

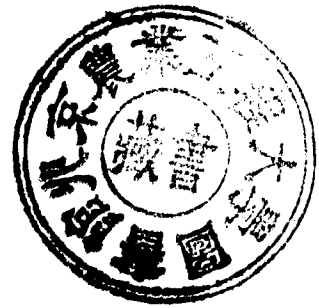
水利电力出版社

水 工 建 筑 物

下 卷

[苏] M.M.格里申 主编

水利水电科学研究院译



水利电力出版社

内 容 提 要

本卷共分十五章，包括水工建筑物的各种闸门；水库设计及其环境保护；通航、过鱼建筑物；各种取水建筑物、水利枢纽布置及其施工导流；渠道及其建筑物、水工隧洞、河道整治和水工建筑物的原型观测等问题。

书中介绍了上述各类水工建筑物的最新设计和施工方法，特别是最近以来水工建设方面的新成就。

本书可供从事水利水电建设的科研、设计、施工、运行管理工程技术人员和有关高等院校师生参考。

Гидротехнические сооружения(в двух частях)
часть 2

Под ред. Гришина М.М.

Москва «Высшая школа», 1979.

水工建筑物

下 卷

[苏] М.М.格里申 主编

水利水电科学研究院 译

*

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

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 15.75印张 354千字

1986年10月第一版 1986年10月北京第一次印刷

印数0001—3580册 定价3.75元

书号 15143·5934

译 者 的 话

本书在苏联是一本广为流行的工科高等院校的教科书。我国曾根据该书的1954年莫斯科增订第2版版本翻译出版。这次我们是根据1979年版本译出的，与1954年版比较，新版本增加了不少内容。

全书共分上、下两卷。下卷共有十五章，主要内容为水工建筑物的闸门；水库设计及其环境保护问题；施工导流；输水建筑物和水工建筑物的科研及原型观测问题等。

参加下卷译校的同志有：第十八、十九章由郑顺炜译，张有天校；第二十、二十一章由宋许成译，张有天校；第二十二、二十三章由杜国翰译，丁联臻校；第二十四、二十五章由李忠义译，李桂芬校；第二十六、二十七、二十八章由张有天译，郑顺炜校；第二十九、三十章由丁联臻译，杜国翰校；第三十一章由黄继汤译，李桂芬、刘泊生校；第三十二章由支道枢译，黄继汤、王国秉校。

下卷由郑顺炜、赵佩钰和于骁中负责统一全稿和总校，伍修焘和沈德民对部分译稿提出了宝贵的意见。

由于时间和水平所限，文中可能会有不少欠妥和错误之处，请读者批评指正。

1984年4月于北京

前 言

自从技术科学博士 **M.M. 格里申** 教授编著的《水工建筑物》教科书上一版于1962年问世以来，已有好多年了。在此期间，苏联已建成布拉茨克、克拉斯诺雅尔斯克、契尔盖和托克托古尔水电站等大型水工建筑物；努列克、萨扬舒申斯克和其它高水头（高达300 m）大坝也即将完成。

根据苏联共产党第二十五次代表大会决议和苏联第十个发展国民经济五年计划，拟在全国继续进行包括水工建设在内的大规模经济建设。

因此，在培训水工建筑物设计和施工专家方面，进一步提高培训水平和质量的工作就显得更为重要了。本教科书就是为培训这些专家而编写的。在编写本书时作者们已考虑了近年来在科学和技术方面所取得的经验和成就。

本书共分两卷。在下卷的六篇中阐述了各种用途水工建筑物的设计、施工和运行方面的有关问题。在第三篇中充分阐述了水工闸门的计算和结构问题；在第四篇中对于水库设计及其环境保护问题进行了新的论述；对于专用水工建筑物（通航建筑物、过鱼建筑物和取水建筑物等）和施工导流建筑物也给予了应有的注意。在第六篇和第七篇中阐述了输水建筑物（渠道、渡槽、隧洞）、河川水工建筑物和整治建筑物；此外，还阐述了水工建筑物的运行特点和科研问题（见第八篇——译者注）。

本书第十八章至第二十一章由技术科学博士 C.M. 斯里斯基教授编写；第二十二章和第二十三章由技术科学副博士 B.H. 波斯别洛夫副教授编写；第二十四章和第二十八章由技术科学副博士 A.H. 安基波夫副教授编写；第二十五章由技术科学博士 **M.M. 格里申** 教授编写；第二十六和第二十七章由技术科学副博士 Г.А. 伏罗皮耶夫副教授编写；第二十九章和第三十章由技术科学博士 **M.M. 格里申** 教授和技术科学副博士 Г.А. 伏罗皮耶夫副教授共同编写；第三十一章和第三十二章由技术科学副博士 H.H. 巴什可夫副教授编写。

科学技术副博士 B.B. 马拉哈诺夫副教授参加了个别章的部分工作和本书手稿的技术准备工作。

作者们对本书的评阅者——以 M.H. 加里宁命名的荣获列宁勋章的列宁格勒工业学院《水工建筑物》教研室（教研室主任为技术科学博士 A.Л. 莫什维金诺夫教授）的教员们在审阅本书手稿时所付出的劳动和他们提出的意见表示感谢。

作 者

目 录

译者的话

前 言

第III篇 水工建筑物的闸门

第十八章 闸门概论	1
§ 18.1 水工建筑物的机械设备	1
§ 18.2 闸门的分类	1
§ 18.3 闸门的工作条件	4
§ 18.4 闸门强度计算要点	7
第十九章 溢流孔口的闸门	9
A. 将水压力传给闸墩和边墩的闸门	9
§ 19.1 平面闸门	9
§ 19.2 弧形闸门	24
§ 19.3 圆辊闸门	33
B. 将水压力传给堰顶的闸门	37
§ 19.4 扇形闸门	38
§ 19.5 舌瓣闸门和屋顶式闸门	42
§ 19.6 旋转桁架式和框架式闸门	46
§ 19.7 织物闸门	48
B. 将水压力传给堰顶和闸墩的闸门	50
§ 19.8 舌瓣闸门	50
§ 19.9 立柱-平面闸门	51
Γ. 不将水压力传给建筑物的表孔式闸门	52
§ 19.10 环形闸门	52
第二十章 深孔闸门	53
§ 20.1 深孔闸门的工作特点	53
§ 20.2 通过支承行走部分将水压力传给建筑物的深孔闸门	54
§ 20.3 经闸门外壳将水压力传给建筑物的深孔闸门	62
§ 20.4 深孔平衡闸门	65
§ 20.5 深孔闸门的新型结构	67
第二十一章 闸门的运用、安装和操作闸门的设备	68
§ 21.1 检修闸门和事故检修闸门	68
§ 21.2 操作闸门的设备	72
§ 21.3 闸门的安装与运行	76
第IV篇 水库、专用水工建筑物	

第二十二章 水利枢纽的水库及下游	79
§ 22.1 概论	79
§ 22.2 上游水文情况	80
§ 22.3 库岸及库床的再造	83
§ 22.4 修建水库和保护自然界的有关措施	84
§ 22.5 水库的技术经济指标	85
§ 22.6 下游	86
第二十三章 水利枢纽的专用建筑物	87
A. 航运和水力发电建筑物	87
§ 23.1 通航建筑物	87
§ 23.2 水力发电建筑物	91
B. 过鱼和保护鱼类建筑物	94
§ 23.3 渔业及渔业水工技术概论	94
§ 23.4 过鱼建筑物的种类	97
B. 取水建筑物	105
§ 23.5 无坝取水建筑物	105
§ 23.6 有坝取水建筑物	107
§ 23.7 有坝深水式取水建筑物	113
第V篇 水工建筑物的施工特点及水利枢纽的布置	
第二十四章 水利枢纽施工期的导流、过冰、过木及过船	115
A. 不从河床引走河水时建筑物的施工	115
§ 24.1 围堰法	115
§ 24.2 无围堰法	119
B. 从河床引走河水时建筑物的施工	121
§ 24.3 隧洞和明渠道导流	122
B. 宣泄施工导流流量的综合法	123
§ 24.4 经过岸边溢洪道和从围堰及未完建建筑物的顶部溢流来导流	123
§ 24.5 用滩地法修建枢纽建筑物时的导流	123
§ 24.6 经过正在施工中的建筑物上的孔口导流	124
第二十五章 在水利枢纽中建筑物的布置	127
§ 25.1 一般原则	127
§ 25.2 在中、低水头的水利枢纽中建筑物的布置	128
§ 25.3 高水头水利枢纽中建筑物的布置	132
第VI篇 输水建筑物	
第二十六章 渠道	137
§ 26.1 渠道的类型、横断面形状及尺寸	137
§ 26.2 渠道的水量损失及其防止	143
§ 26.3 渠道的衬砌(护面)	146
§ 26.4 渠道选线,纵断面和横断面	151

第二十七章 渠道上的建筑物	155
§ 27.1 输水建筑物	155
§ 27.2 联接建筑物	163
§ 27.3 调节渠道水流的建筑物	167
第二十八章 水工隧洞	170
§ 28.1 水工隧洞的工作特点	170
§ 28.2 无压隧洞	175
§ 28.3 无压隧洞的衬砌计算	178
§ 28.4 有压隧洞	181
§ 28.5 有压隧洞的静力计算	182
§ 28.6 几个设计和施工问题	186
第VII篇 河道整治建筑物	
第二十九章 河道治理方法	188
§ 29.1 河道治理的一般概念	188
§ 29.2 河道上游的治理及水流调整	190
§ 29.3 河流及其局部河段的河床治理方法	192
§ 29.4 保护两岸岸边土地免受淹没	197
第三十章 河道整治建筑物	198
§ 30.1 整治建筑物的结构及材料	198
§ 30.2 护岸结构	200
§ 30.3 控制侵蚀作用的建筑物结构	204
第VIII篇 水工建筑物的技术管理及研究	
第三十一章 水工建筑物的技术管理、维修及改建	208
§ 31.1 水工建筑物的技术管理	208
§ 31.2 维修与修复工作	210
§ 31.3 水工建筑物的改建	212
第三十二章 水工建筑物的研究	218
A. 水工建筑物的试验研究	218
§ 32.1 水力学试验研究	218
§ 32.2 水力学试验研究的任务与仪器	222
§ 32.3 水工建筑物的静力试验研究	223
B. 水工建筑物的原型研究	229
§ 32.4 水力学和渗流的研究	230
§ 32.5 变形和应力的研究	232
§ 32.6 电物理的研究方法	237
参考文献	239

第III篇 水工建筑物的闸门

第十八章 闸门 概 论

§ 18.1 水工建筑物的机械设备

凡是封闭泄水孔口，用来调节上游水位和泄流量的、排放或拦截漂浮物的设备和装置，都是水工建筑物的**机械设备**。

闸门是封闭水工建筑物的孔口和调节下泄流量用的活动结构。

拦污栅是用来保护孔口，以防止漂浮物进入孔口的设备。

埋设部分（也可称作埋件——译者注）是埋置在水工建筑物体内的构件，用来作为闸门和拦污栅移动时的导向，将闸门支承行走部件的压力传到建筑物上，保证闸门与建筑物的接触部位密封并对该接触部位加热保温，以及保护建筑物边缘部分和混凝土表面免遭破坏。

在闸门运行和安装期间操作闸门用的起重运输机械和拦污栅的清污装置，以及引水道构件及伸缩节，同样也属于机械设备。

现已有一百多种闸门，但还在研制闸门的新型式和新结构。船闸闸门具有与泄水孔口闸门不同的某些特点，在本书中我们将不对船闸闸门进行讨论。

§ 18.2 闸门的分类

1. 闸门总的分类。根据孔口位于上游库水位以下的深度，闸门可分为：a) 表孔式闸门，用来封闭溢流孔的；b) 深孔式闸门，用来封闭深孔的。可以将深孔式闸门布置在水道的进口、中部或出口。水头等于或大于50m的深孔式闸门属于高水头闸门。

闸门根据其用途可分为：a) 主要闸门^①，即在建筑物运行期间经常使用的闸门；b) 检修闸门，即当主要闸门或位于检修闸门后面的建筑物进行检修时用来关闭孔口的闸门；c) 事故闸门，即当一旦发生事故将会造成极其重大的损失时（例如，当位于水电站厂房前面的压力管道爆破时）用来关闭孔口的闸门；d) 施工闸门，即在建筑物施工期间封堵孔口用的闸门。

最好能使闸门做到一门多用（如事故检修闸门），利用主要闸门兼作检修闸门和施工闸门。

① 我国《水利水电工程钢闸门设计规范》SDJ13-78（试行）中称为工作闸门，以往也有称作主闸门或控制闸门等——译者

闸门按其材料可分为：а) 钢闸门——由于钢材的强度高，得到了最广泛的应用；根据闸门的工作条件和钢闸门中各种构件的用途和制作方法来选取钢种；与此同时，还应考虑钢闸门是用焊接、还是用铆接制作，以及气温的影响（对于某些钢种，当温度低至 -40°C ~ -65°C 时，其韧性降低，钢材可能变脆）。根据运行条件，对于抗腐蚀面层不可能修复的部件可用不锈钢制作；б) 铝合金闸门——可以减轻闸门及其支承结构的重量和减小起重机械的起重量，以及提高结构的抗腐蚀性；в) 钢筋混凝土闸门——由于重量大，其应用受到限制；采用预应力钢筋混凝土结构能在很大的程度上克服这一缺点；г) 木闸门——主要用于封堵水头在 $4\sim 5\text{m}$ 以下、跨度小于 $3\sim 4\text{m}$ 的孔口；д) 织物闸门，由涂胶布或合成纤维布（尼纶、卡普纶和大可纶^①等）制成。

根据将水压力传到建筑物上的方式，闸门可分为：将水压力传给闸墩和边墩的；传给建筑物底坎的；同时传给底坎和闸墩（边墩）的；沿深孔周边传给部分建筑物上的和不将水压力传给建筑物的。

闸门按其工作方式可分为调节闸门，即能作部分开启运行的闸门和非调节闸门。

闸门按其运动特性可分为：直线移动的；转动的；滚动的和浮动的。还可分垂直水流方向移动的闸门和沿水流方向移动的闸门。

近来，有一种深孔式弧门得到了广泛的应用。该门在提升和下降时除了作旋转运动外，同时还作直线运动，以便将闸门紧压在孔口周边上，保证闸门密封良好。也有当闸门浮起时能自行滚动的圆辊闸门的实例。

可用有**电动、液压传动或手动装置的机械**来移动闸门，也能用**水力传动装置**来移动闸门，即利用水压力来移动它。

2. 表孔式闸门的分类。将水压力传到建筑物上的方式是确定闸门结构特性的主要特征。

将水压力传给闸墩和边墩的闸门可分成下列几种：а) 平面闸门和叠梁闸门（叠梁）（图18.1, а, б），呈直线移动；平面闸门有时称为闸板，而跨度为 $1\sim 1.5\text{m}$ 、高度为 $0.7\sim 1\text{m}$ 的可以拆卸的闸板则称为小闸板；б) 弧形闸门，呈旋转运动（图18.1, в）；в) 圆辊闸门，呈滚动运动（图18.1, г）。

将水压力传到建筑物底坎上的闸门通常有：а) 扇形闸门，绕位于底坎上游侧或下游侧的轴转动（图18.1, д, е）；б) 屋顶闸门，由两块绕水平轴转动的门叶组成（图18.1, ж）；в) 舌瓣闸门，由一块绕水平轴翻转的门叶构成（图18.1, з）；г) 横拉式闸门，从设在边墩内的闸门槽中将门拉出来以封闭孔口（图18.1, и）；д) 旋转桁架式闸门，桁架固定于顺水流方向的轴上，封闭孔口时先将桁架转到垂直位置，然后用小闸板或幅条封堵桁架之间的孔口（图18.1, к）；е) 旋转框架式闸门，绕顺水流方向的轴转动，当所有框架均处于垂直位置时即将孔口封堵（图18.1, л）；ж) 斜撑闸门，是有斜撑的支架，支架之间的孔口用小闸板来封堵（图18.1, м）；з) 柔壳闸门，由织物制成柔壳，壳体内部充水或充空气（图18.1, н）。

^① 俄文名为лавсан，英文名为dacron，即可纶，系一种聚酯长丝和短纤维的商品名——译者

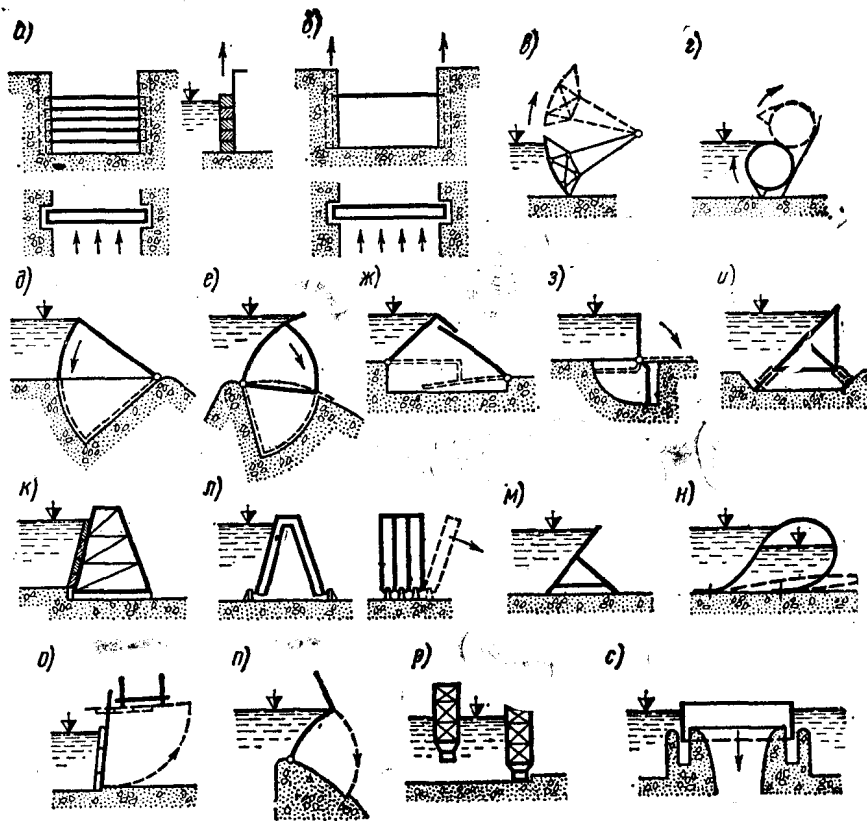


图 18.1 表孔式闸门的型式

将水压力传到建筑物上的方式： $a \sim c$ —传给闸墩和边墩； $d \sim h$ —传到底坎上； $o \sim p$ —同时传到底坎和边墩； c —水压力不传到建筑物上

将水压力同时传到底坎和闸墩（边墩）上的闸门通常有： a ）立柱式平面闸门（桥式闸门），由一些成对的立柱组成，立柱之间用闸板封堵，水压力由闸板传到立柱上，立柱支承在底坎和桥的下弦上（图18.1, o ）； b ）旋转的舌瓣闸门（图18.1, n ）； b ）浮动式闸门（浮箱式闸门），先水运到孔口处，然后对门体充水使其沉下（图18.1, p ）。

横拉式闸门、旋转框架式闸门、浮动式闸门和某些舌瓣闸门都是非调节闸门。

环形闸门，由于沿其整个承压面上的水压力是平衡的，因而不将水压力传到建筑物上。环形闸门呈直线移动（图18.1, c ）。

3. 深孔式闸门的分类。与表孔式闸门一样，将水压力传到建筑物上的方式也是深孔式闸门的主要特征。

将水压力经闸门的支承行走部件直接传到建筑物上的闸门通常有： a ）平面闸门，与表孔式平面闸门相类似（图18.2, a ）； b ）弧形闸门（图18.2, b ）。

通过闸门外壳结构传递水压力的闸门通常有： a ）插板门，呈直线运动（图18.2, a ）； b ）圆盘闸门（蝴蝶阀），绕水平轴或垂直轴转动（图18.2, b ）； b ）针形闸门（针形阀），从圆筒1中伸出活塞，由针形阀舌2来关闭孔口3，呈直线运动（图18.2, d ）； r ）锥形阀（套筒式闸门），呈直线移动的圆筒1能关闭位于水道末端的固定圆筒2和锥体3之间

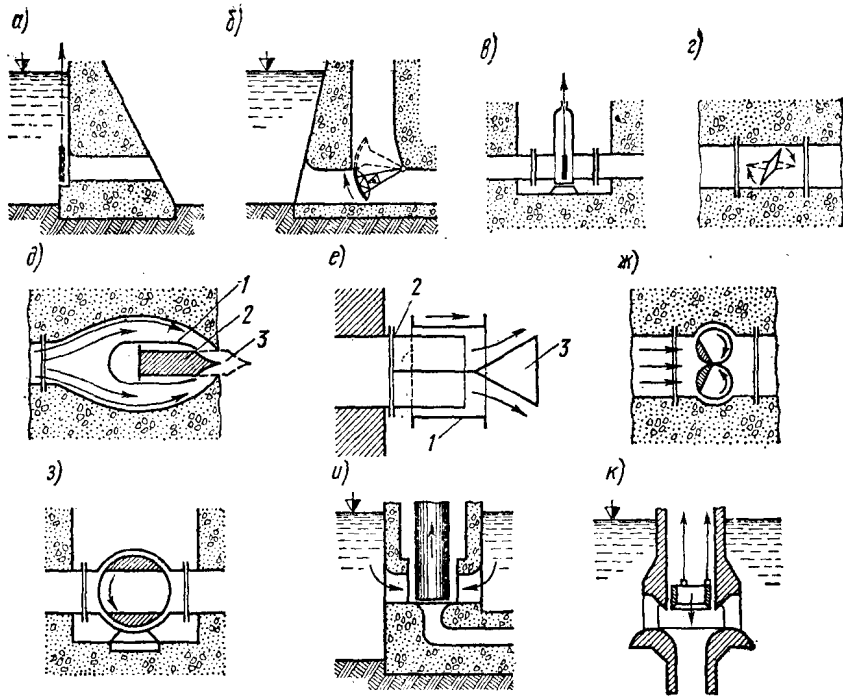


图 18.2 深孔式闸门的主要型式

的孔口 (图18.2, e); л) 转动圆筒闸门 (图18.2, ж) 和球阀 (图18.2, з)。

蝴蝶阀、转动圆筒闸门和球阀只能全开运用, 也就是说, 它们是非调节闸门。

不将水压力传给建筑物的自身平衡的闸门通常有: а) 圆筒闸门或 环形 闸门 (没有圆筒形胸墙的) ①, 其四周的水压力是平衡的, 呈直线移动 (图18.2, и, к); б) 具有反压力室的闸门 (见 § 20.4)。

§ 18.3 闸门的工作条件

1. 泄水和排泄漂浮物。为了调节经孔口下泄的流量, 或将表孔式闸门提起某一高度, 称为提升式闸门 (图18.3, а); 或将表孔式闸门下降, 即下降式闸门 (图18.3, б)。对于深孔式闸门来说, 或是提升; 或是绕其轴旋转 (图18.2, з, ж, з); 或是沿着水道的轴线方向移动 (图18.2, д, е)。

为了减少启门力, 同时也为了运行更为灵活起见, 常采用下列表孔式闸门——由可以独立运动的平面闸门和弧形闸门 (图18.3, в) 上下两扇闸门组成, 可以从闸门的顶部或底部泄水, 也可以同时从闸门的顶部和底部泄水 ②。同样也可以采用带舌瓣的闸门 (图18.3, г)。

当从闸门底部淹没出流时, 闸门的工作条件甚为不利 (见下述)。因此, 当闸门部分

① 一般将露顶式圆筒闸门叫做环形闸门——译者
② 即双扉闸门或双层闸门——译者

开启时，不希望门后水流处于淹没状态，而当闸门的尺寸大、水头高时则不允许这样运用。

当闸门前面形成漩涡时，漂浮物（包括冰块）会潜入到闸门下面去，这可能会引起闸门底部止水和面板的损坏，所以也需限制闸门的开度。

因此，溢流坝上闸门的开度常限于局部开启（ $0.25\sim 0.3$ ） H 以下，当超过这一开度后，就应将闸门全部打开。延长闸墩长度和将闸墩头部做成流线形也能减少漩涡的形成。

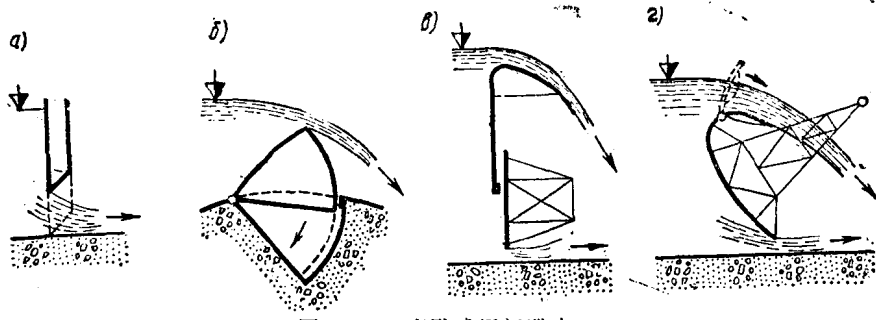


图 18.3 表孔式闸门泄水

2. 作用荷载。 作用于闸门上的荷载是随着闸门的开度和水力条件变化的。当孔口全关时，作用于闸门上的静水荷载是主要荷载。按闸门运用时可能出现的各种开度和水力条件下的最大荷载来进行闸门构件的强度计算。

根据正常运行时的最高水位（并考虑水面的风浪高度）和最大水头来确定荷载的基本组合。根据最高洪水位（考虑波浪影响）和在事故情况（建筑物的正常工况遭到破坏）下可能发生的工作条件来确定荷载的特殊组合。

作用于闸门上的浪压力，可以按其作用于坝上的同样方法（见 § 2.2）进行计算。根据试验研究成果和计算资料，在某些条件下，作用于闸门上的浪压力可能高达静水压力的 50%（见《Гидротехническое строительство》，1973 年第 8 期，第 93 页）。当浪不高，且孔口跨度不很大时，可不计浪压力。根据沉积在闸门前的泥沙与闸门相互作用的情况，泥沙压力可按主动土压力或被动土压力确定。设计时不考虑作用于闸门上的冰压力。当闸门整个提起时应考虑风压力。当存在真空时大气压力将对结构产生作用，真空值的大小应根据试验或计算成果确定。

在初步研究阶段，可按经验公式和图表确定闸门的自重。

动水压力作用于闸门面板上的荷载小于静水压力（图 18.4），在确定启门力与闸门开度的关系时有时宜考虑这一点。作用于闸门底缘的动水荷载和静水荷载的数值和作用方向与闸门底缘的形状、尺寸和倾斜度有关。

动水荷载的脉动可能会引起闸门的振动，下列情况将促使闸门振动：a) 闸门下游处于淹没流态，将在门后产生漩涡，并从闸门底缘处不断逸出涡流；б) 当从闸门顶部溢流时门顶的形状不良，以及在摆动的下泄水舌与闸门之间形成真空区时；в) 当下泄水流受闸门底缘压缩，由于底缘形状不良，在封闭的涡流区内形成真空时；г) 在闸门止水与埋件之间的缝隙处发生渗漏时，

振动会使闸门材料产生疲劳现象，振动传到埋件处会破坏埋件与混凝土之间的结合，振动还将传到闸墩和建筑物的其它构件上去。对闸门的某些构件，振动会引起危险的共振，此时结构的变形可能会达到破坏值。

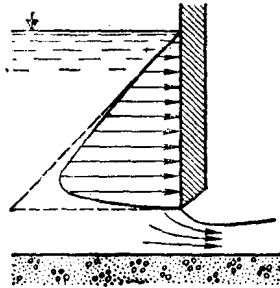


图 18.4 作用于平面闸门面板上的动水压力（虚线表示静水压力）

倾向上游的流线型的闸门底缘(图18.5, б)能保证闸下出流具有最良好的流态。当水流从闸门底缘下面泄出时，在封闭的压缩区内将产生真空(图18.5, а), 对闸门产生具有脉动特性的下吸力。刀形止水(图18.5, в)的水平面积很小，实际上不会对闸门产生垂直作用力。闸门关闭时，方木止水将受到向上作用的渗透压力(图18.5, з), 而当从闸门下面泄流时，水流将脱离方木形成水流脱离区(图18.5, д), 从而造成向下的吸力。

根据闸门开度的不同，作用于闸门底缘上的垂直力，其方向可能向下或向上。例如当闸门即将关闭至底坎时和闸门将孔口全部关闭时(图18.5, а, б, з)作用力是向上的。

孔口全关时的渗透压力值可按压力图形面积计算确定。当局部开启时^①其值需经计算或实验确定。对于图18.5, а和д的情况, 在水流脱离底缘的区域内真空值可近似地采用0.6m水柱, 因此, 向下作用的力 W_b , 即所谓的“吸力”等于:

$$W_b = 0.6\gamma\omega \quad (18.1)$$

式中: ω —— “吸力”作用的面积。

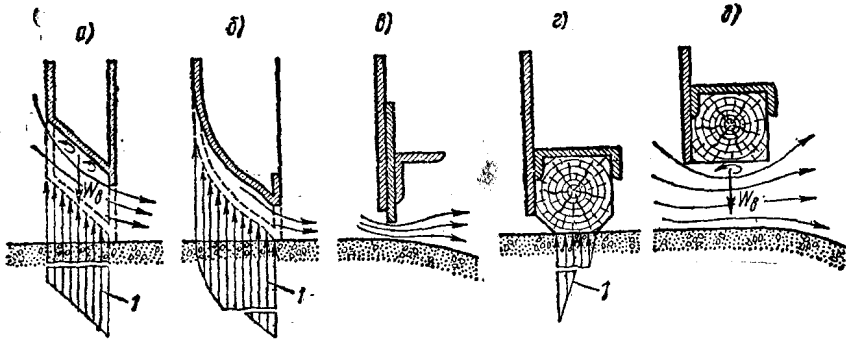


图 18.5 水流对闸门底缘的作用
1—孔口关闭时的压力图形(计算图形)

需要指出的是，闸门底缘的止水形状也可能与图18.5上所示的不同，例如，当采用橡皮止水时(见图19.11和19.23)就不相同。

根据下游水位确定的溢流堰堰顶高程，可保证表孔式闸门在不被下游水流淹没的条件下工作。为了使水流离开闸门后能自由地泄，紧靠闸门下游的溢流堰堰面最好做成向下游倾斜的斜面(图18.5, в, д)。

① Бедев Б.Д., Лысенко П.Е. Определение осредненных вертикальных нагрузок на плоские гидротехнические затворы. --Тр. координационных совещаний по гидротехнике, М., 1971, с.63, вып.62.

在一定的条件下，可以用向门后空腔通气的办法来使深孔式闸门免遭淹没（图18.6）。针形闸门（见图18.2, б）和一些非调节闸门（见图18.2, в, ж, з）不用通气也能一样工作。

为了消除闸后水道段、门槽和闸门某些构件的空蚀，需要采取专门的防护措施，例如，对于发生空蚀的部位和水流脱离水道边界引起空蚀的部位进行补气。

3. 对闸门的运行要求。 现将对于主要闸门的一些最主要要求归纳如下：а) 工作可靠；б) 闸门与建筑物接触处不漏水；в) 具有必要的操作速度；г) 操作闸门的机械只需要最小的功率^①；д) 安装方便，在运行过程中应便于维修和拆换已磨损的零件和部件。

对检修闸门的要求之一是，能够将它们从一孔移到另一孔，这样，可以将检修闸门的数量减少到一至二套。对事故闸门的主要要求是随时作好准备，必要时能迅速地关闭孔口。

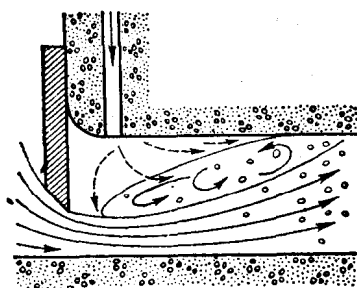


图 18.6 向深孔式闸门的门后空腔通气

§ 18.4 闸门强度计算要点

根据苏联建筑法规СНиП II-A.10-71，建筑结构应按极限状态进行计算。但是，建筑法规СНиП II-B.3-72是用来进行楼房和建筑物的钢结构计算的，其规定不适用于包括水工钢结构在内的处于特殊条件下的钢结构。因此，当进行闸门计算时尚应考虑经有关主管部门批准的规范性文件中规定的补充要求。

与建筑结构计算一样，闸门也可按下列两种极限状态进行计算：第一类极限状态是按承载能力进行计算；第二类极限状态是按变形进行计算^②。第一类极限状态是以结构破坏或丧失稳定导致结构丧失承载能力为特征的，其中包括由于疲劳破坏导致丧失承载能力的情况（在经常性交变荷载作用下）。在结构具有足够的强度和稳定性的情况下，由于出现不能允许的挠度、转角和振动使结构不能继续使用时，就达到第二类极限状态。

按第一类极限状态计算结构的要求可以用下列不等式来表示：

$$\sigma \leq Rm \quad (18.2)$$

① 有时预先设置手动装置，以便电动和液压传动启门机械不能动作时使用。

② 有的文献将第一类极限状态称为承载能力极限状态或强度极限状态，将第二类极限状态称为正常使用的极限状态——译者

式中 σ ——计算得出的法向应力或切向应力； R ——材料的计算强度； m ——结构构件的工作条件系数。

在建筑法规有关钢结构设计部分中，列出了轧制钢、铸件、焊接和其它联结结构的计算强度。

当设计楼房结构和工业建筑时，根据建筑法规，对于特别重要的结构，需在式(18.2)中引入一个安全系数，以降低其计算强度；在耐久性计算中，需引入一个考虑可能产生疲劳破坏的系数。

在式(18.2)中，材料的计算强度为：

$$R = R^{\text{II}} c / K_m$$

式中 R^{II} ——根据钢厂相应的产品标准确定的标准强度； c ——换算成计算强度的换算系数； K_m ——材料的安全系数，对于轧制钢，可按建筑法规 СНиП II-B.3-72 确定。

根据全苏水工安装公司（Всесоюзный трест «Гидромонтаж»）系统的现行标准，金属结构、机械零件、焊接、铆接和螺栓联接按式(18.2)进行计算（此时 $m = \frac{1}{K_n K_y}$ ）：

$$\sigma < R / K_n K_y = [\sigma] \quad (18.3)$$

式中 K_n ——考虑构件和零件重要性的系数，对于闸门的承载结构及其构件，其值等于1；对于机械零件等当其损坏不致造成长时间不能运行者，等于1.1~1.35；对于维修时需要机械停止运行者，等于1.5；当其破损将引起事故并需对其进行大修者，等于1.75； K_y ——工作条件安全系数，考虑所取的结构计算图形与实际情况有出入以及制成的结构与原设计相比可能有偏差，其值为1~1.5。既需对结构的个别构件（例如，对不同的联结方式）确定其工作条件安全系数，又需对整个结构确定其工作条件安全系数。这样，在计算中就需引入系数 K_1 、 K_2 、 K_3 ……的乘积。

在式(18.3)左边的应力 σ ，可根据荷载对结构的作用图形确定。这些荷载将在结构中引起单一应力状态、由轴向力和弯矩引起的复合应力，以及法向应力与剪应力的共同作用等。当进行耐久性计算时，应考虑按对称的或不对称的周期进行变化的可变荷载来确定其应力。

按第二类极限状态计算结构的要求可用下列不等式来表示：

$$\Delta K_n \leq \Delta_{\text{н.пол}} \quad (18.4)$$

也就是说，计入安全系数后由标准荷载产生的构件变形 ΔK_n 不应超过其极限值 $\Delta_{\text{н.пол}}$ 。

根据闸门的用途及其工作条件来确定闸门构件的容许相对变形。例如，对于在动水中工作的闸门，其主梁的容许挠度等于 $\frac{1}{600}$ ；对于在静水中工作的闸门和事故闸门—— $\frac{1}{500}$ ；对于检修闸门—— $\frac{1}{400}$ ；而对于顶部设有水平止水的闸门—— $\frac{1}{1000}$ 。对于梁格的次要构件，其容许挠度为 $\frac{1}{250}$ ，对于悬臂—— $\frac{1}{300}$ 。

第十九章 溢流孔口的闸门

A. 将水压力传给闸墩和边墩的闸门

§ 19.1 平面闸门

1. 概论。平面闸门沿着闸墩和边墩中的门槽移动。平面闸门由钢材、轻合金、木材或钢筋混凝土制成。闸门由可移动的门体结构、主要的和辅助的支行走部件、止水装置和吊具等组成。单扇闸门是一种活动的结构，而分段式闸门则由几段活动的结构组成，对其进行逐段操作可以封堵很高的孔口而不必增加起重机的起重量。双层闸门和带舌瓣的闸门由二个活动的结构组成（图19.1）。

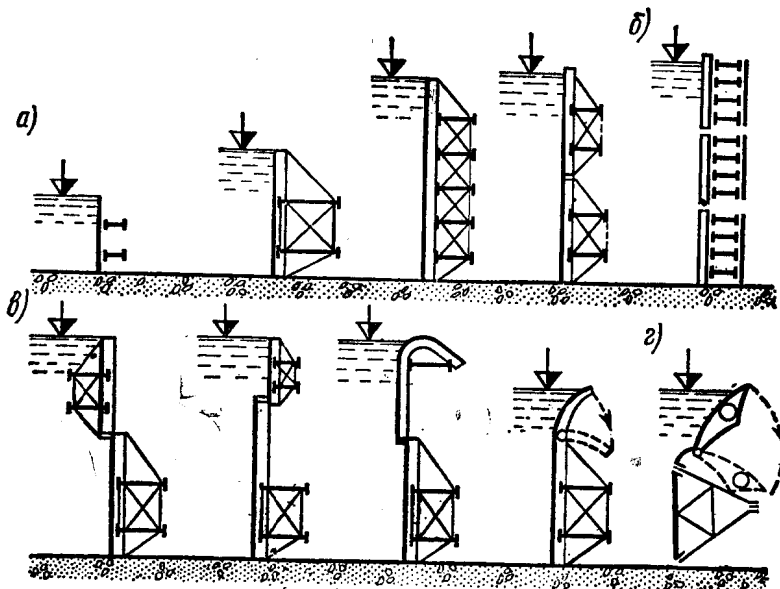


图 19.1 平面闸门门体结构的种类

a—单扇闸门；b—分段式闸门；c—双层闸门；d—带舌瓣的闸门

钢闸门的门体结构由梁系和面板组成（图19.2和19.3）。它封闭孔口并承受静水荷载。水压在面板1上，经面板将荷载传到由纵梁（与主梁平行的梁）2和横梁（垂直于主梁）3组成的梁格上^①。接着，再将荷载传到主梁4上。横向联系5^②是由杆件组成的桁

① 纵梁一般称作水平次梁，横梁一般称作垂直次梁——译者

② 我国《钢闸门设计规范》称作竖向联结系——译者