

780130

水力自控翻板闸

SHUI LI ZI KONG FAN BAN FA MEN

莫导贤
王秀彦 编著

95

37

5195

—

4437

5195

4437

水力自控翻板闸门

莫导贤 王秀彦 编著

广西人民出版社

内 容 提 要

本书介绍水力自控翻板闸门的结构型式，闸门自动开关计算，闸门拍打控制计算，闸门结构计算及闸门上下支承座的钢结构计算。书中并附有适量的计算例题。

本书可供水利水电、水运交通及工业民用建筑（给排水专业）的工程技术人员及有关大、中专院校师生参考。

水利自控翻板闸门

莫导贤 王秀彦 编著

☆

广西人民出版社出版

（南宁市河堤路14号）

广西新华书店发行 广西新华印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 3.875印张 插页 4 101千字

1985年9月第1版 1985年9月第1次印刷

印 数 1—1,500册

书号：15113·109 定价：0.84元

序

水力自控翻板闸门是一种靠水力自动控制开关的新型闸门。但在使用这种闸门的初始阶段，闸门全开泄洪当闸上水位到达某一水位时，闸门便产生“拍打”。所谓“拍打”，就是闸门不停顿地上下运动并剧烈地撞击支承柱。“拍打”结果会导致闸门及支承柱毁坏，因此影响了这种新型闸门的继续使用。1977年著者在进行河南省张板桥水力自控翻板闸门设计时，结合工程实际，对闸门拍打现象进行了研究分析，解决了闸门拍打问题，提出了闸门合理的结构型式，并提出了防止闸门拍打的控制计算。这些研究成果已经过水工模型试验和实际工程运用的检验。由于闸门拍打问题的解决，这种新型闸门在全国范围内得到了广泛地应用。

本书论述了水力自控翻板闸门产生“拍打”的原因及其解决措施，并对闸门的工作原理及闸门门体的计算作了介绍，以供同志们参考。在编写本书过程中参考了一些资料，但由于我们水平所限，缺点错误在所难免，请读者批评指正。

著 者

于广西建委综合设计院

1983年10月

38606

目 录

第一章 绪言	(1)
§ 1—1 概述	(1)
第二章 闸门的型式和构造	(7)
§ 2—1 闸门的型式和材料	(7)
§ 2—2 闸门各部尺寸的确定	(11)
§ 2—3 支承柱位置	(17)
§ 2—4 构造要求	(23)
第三章 闸门的开关门计算	(25)
§ 3—1 闸门各部分承受的水压力	(25)
§ 3—2 水力自控翻板闸门的流量计算	(29)
§ 3—3 水力自控翻板闸门的开关门计算	(37)
§ 3—4 例题	(54)
第四章 水力自控翻板闸门的结构计算	(82)
§ 4—1 挡水面板和支腿的计算	(82)
§ 4—2 支承柱计算	(96)
§ 4—3 支承铰及支承座的计算	(99)

第一章 绪 言

§ 1—1 概 述

一、闸门简介

水力自控翻板闸门是一种利用水力自动启闭以控制水位,满足泄洪、通航、发电、灌溉等需要的新型闸门。图 1—1 示出了单扇水力自控翻板闸门的透视图。整个闸门即由数扇水力自控翻板闸门所组成。

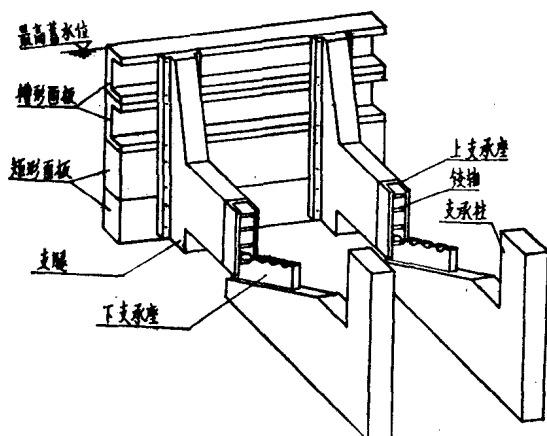


图 1—1 单扇水力自控翻板闸门透视图

过去通常使用的闸门均是由人力或机械启闭的迭梁门、平板提升门及弧形提升门等。这些闸门的启闭，由于受到外界因素的直接影响，使用上很不灵活。特别是对于拦河工程的闸门，当洪水陡涨时，如果突然供电中断，或平时管理不善，闸门的机械传动部分锈蚀严重，使闸门不能及时开启，就会造成闸门被洪水冲毁的重大事故。因此，对于启闭灵活、运行可靠的自动运转闸门的研究，就成为人们长期以来急待解决的问题。

1958年，人民群众创造了立轴搭盖门和单铰翻板门等新型的活动闸门。立轴搭盖门只要拉开一个插销，就可以利用门前水的压力，把多扇连在一起的闸门在一瞬间全部开启。而单铰翻板门在一定水位时，可利用水的压力自动开启。这些新型闸门的出现，在闸门启闭自动化的改进方面迈出了可喜的一步。但这两种闸门还存在着一定的缺点。立轴搭盖门虽然开启轻便，但关门仍需人力关闭。由于闸门的关闭是采用人力将一扇扇闸门迭压关闭的，闸门前水位将逐渐升高，因而当关到最后几扇闸门时，闸门的关闭就非常困难。此外，立轴搭盖门靠拉开插销来开启闸门，当插销锈蚀严重拔不出来时，闸门就开启不了，便会造成闸门被洪水冲毁的事故。如河南省罗山县某水库溢洪道上的闸门即是采用此种形式的闸门，由于管理养护不善，插销锈蚀极为严重，当需要开启闸门泄洪时，插销拔不出来，闸门开启不了，结果洪水将整个闸门冲毁，闸下游的部分房屋和田地被冲毁，人民生命财产遭受损失。单铰翻板门关闭时，也需用人力关闭，且关闭时由于闸门自重及动水压力的共同作用，冲击力很大，严重损坏闸门及门槛。如湖南省青山闸，由于关门时的冲击力很大，使整个钢闸门被撞击毁坏，其撞击声在数里范围内均可

以听到。又如湖南省蒸水西渡闸，由于关门时的撞击，闸门及门槛均遭受严重损坏，致使该闸漏水严重，影响通航和发电。

针对单铰翻板门关门时撞击力大且不能自动回关的缺点，湖南省水运交通、水电等部门的同志对单铰翻板门进行了改进。改单铰为多铰，使闸门在开启过程中，随着上游水位的升高逐渐变换闸门的支承铰座，平缓地达到闸门的最大开度，并悬臂支承在支承柱上。此时，整个闸门便由末铰和支承柱共同支承（如图1—2所示）。此种闸门的开关均由水位控制，故称之为水力自控翻板闸门。此种闸门平缓开启，开门冲击力不大。当河水降落到一定水位时，闸门便能自动关闭。由于门前具有一定的水深，关门时防止了闸门门底对门槛或堰顶的撞击。1977年在湖南、广东等省建造了此种水力自控翻板闸门

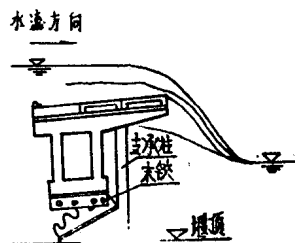


图1—2

的一些工程。但此种形式的闸门在水工模型试验和实际运用中，都不同程度的出现闸门拍打现象。所谓闸门拍打，就是闸门在全开泄水，上下游水位到达某一水位时，闸门不停地作上下反复运动，使闸门不断地撞击支承柱。闸门拍打的频率很高，每分钟达60次以上。广东省涟江闸、湖南省泸溪闸等，都有上述类似的闸门拍打现象发生。闸门连续地剧烈拍打会损坏构件，使闸门毁坏。此外，由于闸门在支承柱处为悬臂支承，闸门在产生拍打的同时，极易绕支承柱作顺时针方向旋转，脱铰翻滚入下游，使闸门毁坏。如泸溪闸等一些闸门，在全开泄洪时，便发生了闸门绕支承柱旋转翻滚入下

游的事故。

笔者结合工程设计，对水力自控翻板闸门的拍打现象进行了分析研究，合理的改革了闸门的结构布置形式，将支承柱位置置于闸门全开时的门顶处（如图1—3所示），取消图1—2所示的闸门全开后悬臂支承于支承柱的布置形式。经此改革后的水力自控翻板闸门，全开泄水时不再出现闸门的拍打现象，并克服了闸门绕支承柱旋转翻滚入下游的事故

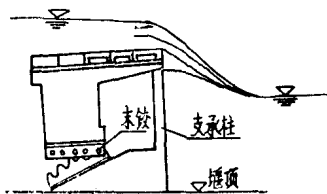


图1—3 闸门全开时合理的结构布置图

发生，保证了水力自控翻板闸门的安全运转。采用合理结构布置形式的河南省息县张板桥水力自控翻板闸，自1977年以来，分别在湖南省水电设计院、郑州工学院及河南省水利局设计院等单位的水工模型试验室进行了反复的水工模型试验，闸门全开泄水时均没有发生闸门的拍打现象。该闸自1980年动工建成投入使用以来，运转情况正常。

近年来，这种新型的水力自控翻板闸门象雨后春笋一样，在湖南、广东、河南、江西、辽宁、江苏、安徽、湖北、广西、内蒙古等省区，广泛地应用于水运、水电等闸坝工程中。

二、水力自控翻板闸门的特点

水力自控翻板闸门具有下列特点：

1. 不需要机械启闭设备。

水力自控翻板闸门是依靠上下游水位的水压力差自动控

制开关门的，因此不需要设置任何机械启闭设备。

2. 闸门运转灵活。

由于水力自控翻板闸门靠水力自动启闭，因此闸门前水位到达开门的设计水位时，闸门便能自动翻转开启。当闸门前水位降落到规定的关门设计水位时，闸门便自动关闭拦蓄河水。水力自控翻板闸门运转如此灵活，是以往用人工或机械启闭的闸门所不能相比的。

3. 管理方便。

由于不需要人力和机械启闭闸门，因此不需要管理人员亲临现场进行闸门启闭的操作。以往采用人力或机械启闭的闸门，在洪水即将过去时，不易掌握关闸的时间。关闸过早，由于洪水还未完全过去，会造成上游地区不应有的淹没损失；关闸过迟，宝贵的水力资源白白流失，不能充分利用发电。而水力自控翻板闸门，根据上游水位的变化，可以自动调节闸门开度，安全泄洪，并能及时拦蓄河水发电，充分利用水力资源为工农业生产服务。

4. 施工速度快，工程投资省。

水力自控翻板闸门的结构型式简单，整个闸门由钢筋混凝土面板和支腿组成。这些构件可分别在工厂或预制工场先行预制，最后在工程的施工现场组装成闸门。由于构件预制生产，因此闸门的制作不受天气和季节影响。同时不用建造机械启闭闸门所需要的那一套辅助工程，如桥墩、启闭机的工作桥、电力线路，启动机械设备等，因此不但能大大地加快了建闸的速度，而且能大大地节省了工程投资。水力自控翻板闸门的工程投资与机械启闭闸门的工程相比较，可节省投资达50%以上。如湖南省攸县苏州闸，若采用机械启闭的弧形闸门形式，闸门造价为20万元；若采用水力自控翻板闸门，

则闸门投资仅为7万元，节省投资达65%。现以湖南省初期建造的泸溪、石潭、酒埠江等闸所统计的资料为例，水力自控翻板闸门每米挡水宽度的经济指标列于表1—1。

表1—1 水力自控翻板闸门每米挡水宽度的经济指标

工程名称	闸门尺寸(米) (高×宽)	混凝土 (米 ³)	钢筋 (公斤)	钢材 (公斤)	水泥 (公斤)	木材 (米 ³)	直接费 (元)
泸溪	3.5×5	0.95	120	139	380	0.10	510
石潭	3.5× 6.1	0.92	135	110	370	0.15	440
酒埠江	2×6	0.32	44	47	130	0.08	200

三、应用范围

水力自控翻板闸门的应用范围非常广泛，可用于水电、水运交通和建筑等部门。在水电部门中，应用于拦河工程以满足灌溉发电的需要；在灌区可应用于退水闸上；在水库工程中可应用于溢洪道上。在水运交通部门中，应用于拦河工程，以抬高上游水位，满足通航要求。在建筑部门中，应用于拦河取水工程，以满足城市的工业和人民生活用水要求。

第二章 闸门的型式和构造

§ 2—1 闸门的型式和材料

水力自控翻板闸门由活动部分和固定部分组成（如图 2—1 所示）。

活动部分包括面板、支腿、上支承座和支承铰轴等构件。固定部分包括下支承座和支承柱。

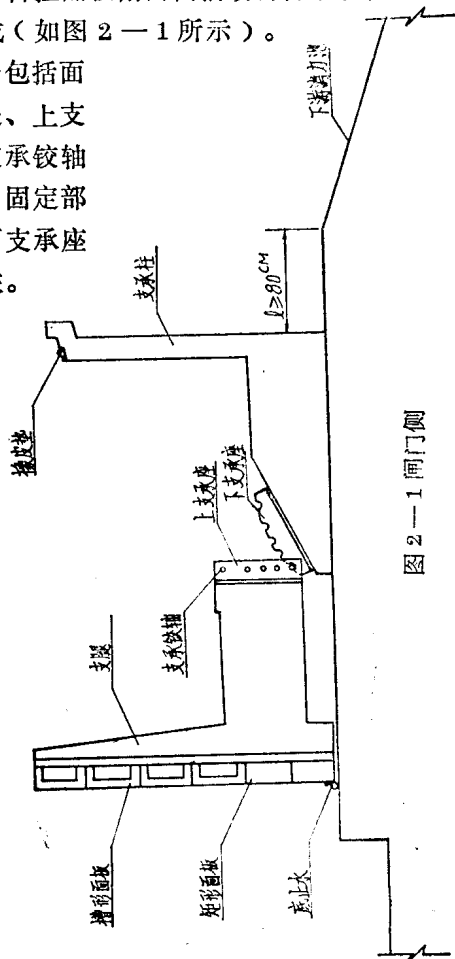


图 2—1 闸门侧

视图

闸门开启至全开状态时，闸门顶部应落于支承柱上（如图 2—2 所示）。闸门全开时，闸门对支承柱的冲击力很小，故闸门可采用钢筋混凝土的结构型式。闸门挡水面板的上段为钢筋混凝土槽形板，板的纵横肋布置在下游面；下段则采

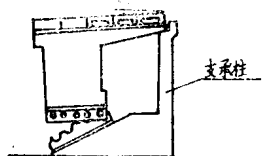


图 2—2 闸门全开时的支承柱位置

用钢筋混凝土矩形板。这样的面板断面形式，可以使闸门的重心低一些，有利于闸门的运转。闸门活动部分各构件均采用预制，组装时用螺栓连接。

为了防止闸门漏水，门底及门侧均设置止水橡皮。如果河流中水草等漂浮物过多，为了防止漂浮物卡塞支承铰座，可在支腿底部设置拦污栅。但是，到目前为止，所建造的水力自控翻板闸门均没有设置拦污栅。门高在 4 米以下的闸门，上支承座、支承铰轴和下支承座可采用焊接的钢结构型式。支承柱部分为预制钢筋混凝土构件。为了缓冲闸门开启时对支承柱的撞击，在支承柱顶部设置橡皮垫块。

单扇闸门的平面图如图 2—3 所示。每扇闸门有两个支腿。支腿为钢筋混凝土预制构件。为了使支腿在支承铰轴处不出现横向推力（即 $H = 0$ ），支点应设在距闸门侧边缘 $0.225B$ 处。 B 为单扇闸门的宽度。

水力自控翻板闸门多采用钢筋混凝土结构，且长期在水下工作，因此所采用的混凝土除了要求有一定的强度外，还要求有较好的抗侵蚀、抗渗、抗冻和抗磨等能力。

处在侵蚀性水质中的混凝土，要视其侵蚀的性质，选用合适的水泥品种。如火山灰质水泥和矿渣水泥抗硫酸盐类侵蚀的能力较强，而抗硫酸盐水泥用来抗硫酸盐类侵蚀的能力

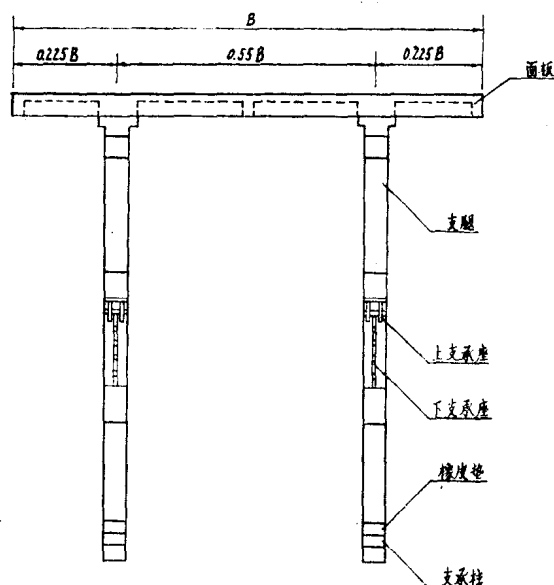


图 2—3 闸门顶视图

则更强。普通硅酸盐水泥抵抗侵蚀性环境水能力则较差，在侵蚀性介质中就不宜采用。一般河流水质的侵蚀性都很小，甚至没有侵蚀性。但闸门上游附近为较大的工业厂矿区时，如果厂矿的排污量很大，应该对水质进行分析鉴定，以便确定闸门所用的水泥品种。

水力自控翻板闸门关闭挡水时，要求闸门的钢筋混凝土面板具有一定的抗渗能力。一般说来，混凝土越密实，抵抗水渗透的能力就越好。混凝土的抗渗能力通常用抗渗标号表示。混凝土抗渗标号根据闸门所承受的水头、水力梯度以及水质条件等因素确定。

混凝土的抗渗能力与所用的水泥品种有很大关系。用矿渣水泥和火山灰质水泥所制成的混凝土的抗渗能力，比普通

硅酸盐水泥或大坝水泥所制成的混凝土好得多。震捣密实的混凝土及掺用加气剂的混凝土,其抗渗标号都较高。因此在施工中应特别注意施工质量,加强混凝土浇筑的震捣工作,以达到设计要求的抗渗标号。此外,水灰比应严格控制,要按照实验室提供的水灰比进行混凝土的搅拌工作。因为水灰比的数值对混凝土的抗渗性能影响极大,如水灰比大于0.6时,混凝土的抗渗性就会迅速降低。混凝土抗渗标号应根据水工规范确定。

如水力自控翻板闸门是在冻融交替的环境中使用,则闸门所采用的混凝土应满足抗冻性的要求。混凝土的抗冻性能通常用抗冻标号表示。鉴定抗冻标号的标准是以龄期为28天的混凝土试件,经过 n 次冰冻和融解的循环后,与未受冻融的试件相比,其抗压强度的降低不超过25%,重量损失不超过5%,据此确定出它的抗冻标号为 D_n 。混凝土抗冻标号应根据闸门所在地区的气候条件、闸门的结构类别以及工作条件等因素确定。混凝土抗冻标号 D_n 可从有关水工规范中查得。

同样标号的混凝土,其抗冻能力与所用的水泥品种有关。经过实践比较,普通硅酸盐水泥的混凝土抗冻能力要比矿渣水泥的混凝土强。在有抗冻要求的地区,宜优先采用普通硅酸盐水泥(≥ 400 号),其次可用矿渣水泥(≥ 400 号)或大坝水泥,不宜采用抗冻性能较差的火山灰质水泥。如在混凝土内掺入相当于水泥用量的0.05~0.1%的加气剂,就可以大大提高混凝土的抗冻性能。

水力自控翻板闸门开启泄水时,闸门长期承受一定流速的或挟砂石水流的冲刷,因此要求闸门的混凝土具有一定的抗磨性能。实践证明,水灰比大于0.55的混凝土,一般抗磨

性能不好。因此，所用的混凝土除满足强度要求外，应严格控制水灰比，使其不大于0.55。

总之，闸门混凝土的强度、抗渗、抗冻、抗磨等性能之间都具有内在的联系。一般来说，水灰比小，级配恰当，捣捣密实，混凝土强度就高，其抗渗、抗冻、抗磨性能也自然都好。掺用加气剂，提高了混凝土的抗冻性，也提高了混凝土的抗渗性。

为了使水力自控翻板闸门既安全又耐用，必须特别注意选用符合要求的材料。施工前一定要根据设计提出的要求，选择合适的水泥品种，并通过试验定出符合强度、抗渗标号、抗冻标号及抗磨性能的混凝土配料单。施工中严格遵守施工操作规程，保证施工质量。只有这样才能制作出高质量的水力自控翻板闸门。

预制混凝土构件的混凝土标号可采用200~300号。上、下支承座用钢板焊接而成。钢板采用A3号钢，支承铰轴采用45号钢。

§ 2—2 闸门各部尺寸的确定

在对闸门进行开、关门计算时，首先要拟定闸门各部分的尺寸，然后通过开、关门计算逐步进行修正，最后得到所要求的尺寸。通常在拟定闸门尺寸时，可参考已建成的同类型闸门尺寸，并根据所设计闸门的具体情况进行初步选定。这样只要进行一、二次闸门的开、关门计算，便可以很快地确定出闸门各部分的尺寸。

当缺乏有关闸门的工程资料时，闸门各部分尺寸可参照如下规定进行拟定。

一、面板尺寸

面板由上部的槽形板和下部的矩形板所组成（见图2—4所示）。

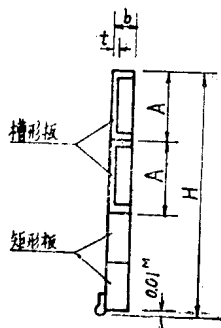


图 2—4 闸门面板

（一）面板厚度 b 的确定

在确定闸门面板厚度 b 时，应以最下面一块矩形板，在闸门蓄水时所承受的最大水压力进行计算确定。计算所得的面板厚度 b ，应同时满足强

度、刚度及裂缝开展等要求。

（二）槽形板尺寸

为了便于定型生产，同一工程应采用同一规格尺寸的槽形板。同时每块槽形板的重量不应超过吊装机具所允许的吊装重量。通常每块预制槽形板的高度 A 控制在 1 米以内。槽形板的面板厚度 t ，根据水压力大小通过计算确定。对于闸门高度为 4 米以下的闸门，一般取 $t = 4 \sim 6$ 厘米，边肋宽 $C = 10$ 厘米。槽形板的平面尺寸如图 2—5 所示。为了便于槽形板与支腿的连接安装，在支腿与槽形板的接触支承面处，设置两条与支腿截面等宽的纵肋。为了便于闸门之间的连接和安装止水橡皮，槽形板周边均加设肋框，肋框宽度均取 10 厘米。