

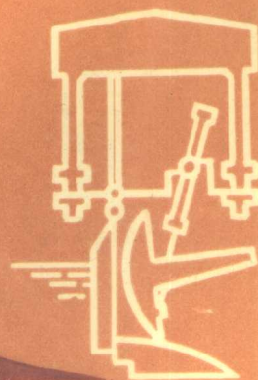
水工建筑物的启闭机械

[苏] В. Я. 马尔津逊等 著

行少阜 周新民 译

ПОДЪЕМНЫЕ МЕХАНИЗМЫ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

水利电力出版社



水工建筑物的启闭机械

[苏]B.Я.马尔津逊等 著

行少阜 周新民 译

水利电力出版社

内 容 提 要

本书论述了水工建筑物的启闭机械,包括各种专用机械和门式起重机的设计问题。阐述了作为闸门操纵机械的液压启闭机的设计问题;介绍了清污装置和起重机的悬吊设备;提出了启闭机械技术管理的主要原则。

本书供从事水工启闭机械设计和运行管理的专业技术人员阅读,也可作为工科大学和专业技术学校师生的教学参考书。

В.Я.МАРТЕНСОН 等
ПОДЪЕМНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ
СООРУЖЕНИЙ
«ЭНЕРГИЯ» 1978

水工建筑物的启闭机械

[苏]В.Я.马尔津逊等 著

行少阜 周新民 译

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路8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 16开本 10.5印张 234千字
1985年3月第一版 1985年3月北京第一次印刷

印数0001—4520册 定价2.80元

书号 15143·5645

译 者 的 话

《水工建筑物的启闭机械》一书，是苏联第一部系统论述水工启闭机械设计问题的专著。本书论述了液压启闭机、固定式启闭机和门式起重机的设计问题，其中对液压启闭机，特别是具有复杂的同步控制系统的液压启闭机的设计叙述尤详；同时，也论述了近年来研制的新型清污装置，如“水螅”式清污抓斗和兼有压污、抓污两种功能的双叶式全跨清污抓斗的设计问题；此外，还述及了机械设备的方案布置和机型选择问题；对于启闭机的附属设备和运行管理的基本原则，本书亦有论述。

本书系在总结苏联若干水工钢结构设计院、大型制造厂家和水利枢纽机械设备的的设计和运转经验的基础上撰写而成。从中可以看到苏联近代大型水利枢纽所应用的启闭机，具有液压化和大型化的特点。

本书的前言、附录和第一至三章由行少阜同志翻译，绪论和第四至八章由周新民同志翻译，并由行少阜负责总校。黄河水利委员会勘测规划设计院金属结构组的同志，对本书的翻译给予了关心和支持，水利水电科学研究院宋许成同志热心地为本书的部分译文进行了校订，谨表示诚挚的谢意。

目前国内尚未见有水工建筑物启闭机械方面的系统专著，因此，译者期望本书的出版，会对从事这方面设计的工程技术人员有所补益。惟因译者的水平所限，译文难免有不妥或错误之处，幸望读者惠予指正。

译 者

一九八三年八月于郑州

前 言

水利工程建设是国民经济的一项重要任务，它可以综合满足工业和民用供电、供水、干旱地区的灌溉、改善通航条件等项需要，并解决其它一些问题。

水工建筑物的正常工作，取决于水工机械设备的运转可靠性，在这些机械设备当中，最重要的就是启闭机械和拉杆设备。利用这些机械设备，可以完成闸门和拦污栅的操作、拦污栅清污、水面清理、浮污和潜污的清除等项作业。此外，还可完成施工期间和设备维修时的各项起重运输作业。

通用起重运输机械的设计问题，在技术文献中已有广泛的论述。然而，水工建筑物专用起重机械和设备的设计则有其特殊性，这是由于所操作的设备和作用荷载的特点、操作的特性，以及运行工况和气候条件所决定的。

近年来出现的趋势，是建设水头达300米的高水头水利枢纽，和孔口巨大的通航建筑物（闸门跨度在100米以上）。这就需要采用容量为500吨至1000吨乃至更大吨位的启闭机。在西伯利亚和北极地区的水工建设中，对于所使用的材料和机械设备的选择，都提出了更高的要求，需要保证在严寒的气候条件下机械设备工作的可靠性。对于闸门的操作机械来说，其工作可靠性更具有特殊的意义。因为，如果在运行中发生故障，将会由于缺乏必需的泄洪能力而造成淹没，从而给国民经济带来重大的损失；或者由于通航中断而造成巨大的货运损失。

水工启闭机设计的上述特点以及其它一些特点，迄今尚未在技术文献中得到详尽的论述。

本书试图反映全苏水电安装公司各专业机构所积累起来的水工启闭机的设计经验。

本书在编写中，引用了札巴洛什水工钢结构设计院、莫斯科水工钢结构设计院和列宁格勒水工钢结构设计院所属结构设计室的设计资料和规范性的技术资料，以及许多工程的机械设备的原型研究成果，和全苏起重运输机械科学研究院的标准性资料。此外，还吸取了列宁新克拉玛托尔机械制造厂、西伯利亚重型机械制造厂和札巴洛什动力机械制造厂（第聂伯机械厂）等制造厂家的设计经验，以及一些水电工程的水工机械设备的运转经验。

由于水工启闭机设计的专业性很强，而且它既与所操作的设备有关，又与建筑物的总体布置密切相关，因此，本书系通过一些方案布置的实例加以论述，借以阐明机械设备中各个部件的作用。

本书中的物理量采用国际单位制（CH）。CH同其它单位制之间某些单位的换算关系表，附于书末以供参阅。

编写反映水工启闭机设计经验的专著这一倡议，是由 I.T. 别朗 工程师提出来的，然而，十分遗憾，他未及实现这一愿望。

本书的第一和第六章由技术科学副博士В.Я.马尔津逊撰写，第二、四、七章由工程师Ю.Н.克拉西里尼可夫撰写，第三章由工程师Г.И.柯萨克撰写，第五章和第八章由工程师В.В.巴格良斯基撰写。书稿全文的撰写，由В.Я.马尔津逊负责总的指导。

工程师Е.П.札鲁宾给本书文稿提出了有益的建议和意见，技术科学副博士А.Р.福列依谢斯特为本书的出版做了大量工作，工程师Л.П.伊里雅申柯，В.Л.沙普克，Н.В.谢维廖夫和Г.Г.米哈依洛夫给本书的撰写，盛情地提供了资料，作者谨表示深深的谢意。

作者对工程师Н.Г.普列洪，Я.С.奥谢尔瓦谢尔，以及所有对本书的出版给予帮助的同志表示诚挚的谢意。

作 者

目 录

译者的话

前 言

绪 论..... 1

第一章 水工建筑物启闭机械的设计基础..... 3

1-1 水工启闭机的应用..... 3

1. 启闭机的型式..... 3

2. 溢流坝和泄水建筑物的启闭机..... 3

3. 水电站和抽水站引水建筑物的启闭机..... 6

4. 船闸启闭机..... 9

1-2 荷载..... 11

1-3 钢结构和机械零件的材料..... 13

1-4 设计标准..... 16

第二章 固定式启闭机..... 19

2-1 一般概念..... 19

1. 启闭机的型式..... 19

2. 卷扬式启闭机和链式启闭机的比较..... 20

2-2 固定式启闭机的构造..... 21

1. 卷扬式启闭机..... 21

2. 链式启闭机..... 25

3. 螺杆启闭机..... 26

2-3 固定式启闭机的驱动..... 28

1. 手摇驱动..... 28

2. 电力驱动..... 29

2-4 固定式启闭机的计算..... 30

1. 计算时的原始资料..... 30

2. 动能计算和机构计算..... 30

3. 减速器的选择和齿轮传动计算..... 32

4. 制动器的选择..... 33

5. 联轴器计算..... 34

6. 卷扬式启闭机载重部件的计算..... 34

7. 链式启闭机载重部件的计算..... 41

8. 螺杆启闭机载重部件的计算..... 42

第三章 液压启闭机..... 44

3-1 液压启闭机的一般构造..... 44

1. 液压启闭机的特点..... 44

2. 液压启闭机的分类..... 45

3. 液压启闭机主要部件的构造	46
4. 工作油液	58
3-2 液压启闭机的几种基本机型的构造和运用	60
1. 单作用单缸液压启闭机	60
2. 单作用多缸液压启闭机	62
3. 双作用单缸和多缸液压启闭机	65
4. 双吊点单作用同步液压启闭机	68
5. 双作用卧式油缸同步液压启闭机	73
3-3 液压启闭机的计算	75
1. 液压计算	75
2. 油泵的选择	77
3. 电动机的选择	79
4. 液压管路计算	80
5. 油缸计算	81
6. 油缸支座计算	89
7. 液压启闭机零件的允许应力	93
第四章 门式起重机	94
4-1 起重机的分类和主要参数	94
4-2 起重机的构造	95
4-3 载重小车	100
1. 小车的构造和机构的布置	100
2. 载重小车机构的计算	104
4-4 吊具	109
4-5 起重机的运行机构	110
1. 运行机构的构造	110
2. 荷载的确定	111
3. 起重机运行机构的计算	114
4. 传动装置计算的特点	114
4-6 起重机的金属结构	115
1. 关于结构的一般知识	115
2. 门架计算的特点	117
第五章 清污装置	121
5-1 清污装置的基本型式	121
5-2 清污机	121
5-3 抓斗	124
1. 抓斗的种类	124
2. “水螅”式多叶抓斗	124
3. 抓斗计算	125
4. 全跨抓斗	127
5. 抓斗的升降机构	128

第六章	抓梁和拉杆	129
6-1	抓 梁	129
6-2	吊 梁	134
6-3	拉 杆	135
6-4	抓梁、吊梁和拉杆构件的强度计算	136
第七章	保护和控制装置	138
7-1	负荷继电器	138
7-2	锁定装置	140
7-3	防爬装置	140
7-4	缓冲装置	144
7-5	闸门位置指示器	145
第八章	启闭机运用管理的基本原则	149
8-1	运用管理的基本任务	149
8-2	启闭机安装后的技术检验和交付使用	149
	1. 移动式启闭机的检验	149
	2. 拦污栅清污机和清污抓斗的检验	151
	3. 液压启闭机的安装、调试和检验	152
	4. 固定式启闭机的检验	152
8-3	安全运用和技术维修的监督	152
	1. 监督及其任务	152
	2. 技术维修	153
8-4	启闭机的运用规程	156
附录		157
参考文献		158

绪 论

在水工建筑物的固定式和移动式机械中，用来操作闸门的启闭机械占有主要的地位。这些机械多数与通用起重运输机械类似，基本上是由类似的零件组成。同时，水工闸门的传动机械也有其一系列不同的特点。水工启闭机械所操作的不是自由悬挂的重物，而是沿导向门槽作上下移动或者是绕着支铰作旋转运动的闸门。所以，闸门作用于牵引构件上的荷载，不仅取决于闸门活动部分的重量，还在很大程度上取决于运行阻力的大小。同时，这些阻力又是相当不稳定的，因为它与封水和支承行走结构摩擦表面的状态密切相关。泥沙淤积，建筑垃圾和各种飘浮物落入门槽，以及埋设部件结冰等都会使运行阻力大大增加。在某些情况下，由于未加考虑的阻力的影响，闸门可能被卡在门槽内，这时，作用在启闭机牵引构件上的荷载将超过额定荷载，有时要增大几倍，而当闸门靠自重下落时，则恰恰相反，作用在牵引构件上的荷载将下降为零，从而会引起柔性牵引构件——钢丝绳、链条、多节拉杆的松弛。如果闸门“悬空”之后发生脱钩，则将因闸门跌落而产生猛烈的拉力。此外，在动水中操作闸门的机械设备，荷载的大小还与随闸门开度而变化的动水压力有关。

因此，闸门的操作机械在工作周期内的荷载变化是非常不均匀的，极限荷载有可能大大偏离额定荷载。

为了保护启闭机的牵引构件，防止过载和松弛，水工启闭机装有负荷继电器，以便根据预先规定的数值来限制牵引构件的最大和最小作用力。但是，在电动机为最大力矩的情况下，机械的所有零部件的强度应予以保证。水工启闭机尚应装设自动的终点保护装置，以便当闸门到达极限位置时，使电动机停车。为此，可以采用主令装置和终点开关。终点开关一般是重复主令装置的保护动作，当闸门行近上极限位置时，可以保证更准确地停住吊钩。

装有大量的联锁装置借以保证设备的安全运行，同样是水工机械的一个特点。除此之外，水工机械还有在悬挂状态下检修闸门，当锁定器锁定时，需要使用的电动机的联锁装置，以及手摇传动的联锁装置等。

水工机械的另一个特点，是广泛应用遥控操作，而且自动控制的程度也比较高。当采用遥控操作时，闸门的操作机械还必须配备有现场操作装置，以便进行修理和起动调试工作。遥控时，为了控制闸门的移动，可将闸门的极限位置信号（有时还包括中间位置信号和歪斜信号）输入中央控制台。在控制室内，还装有接入电动机回路的控制和测量仪表，以便对操作闸门时的力进行观测。

多数闸门，特别是大跨度闸门，需要双吊点启闭，这时，必须保证启闭机两个吊点的同步运动。否则，将引起闸门的歪斜，从而导致启闭机的电动机超载，或闸门的侧水封、支承行走结构和承重构件的损坏。

就运行条件而言，闸门的移动速度一般都很小。所以，大多数启闭机的提升速度一般不

超过4米/分,随着起重容量的增大,提升速度可降低至0.5~0.2米/分(只有某些快速下闸的启闭机,下降速度有时可达10~14米/分)。因此,一般说来,水工启闭机的传动比都很大,即使牵引构件上的荷载很大时,功率也比较小。由于运行速度小,所以,工作过程中的动荷载也就不大。

大多数水工闸门的启闭机,其特点是作业强度小,运行工况属于轻级或重复而短暂的工作制,只有船闸上某些闸门的启闭机,当运用频繁时才算得上是中级工作制。

移动式启闭机是一种特殊的起重机,它与一般起重机的区别在于,它是按搬运重物来设计的,而搬运重物的重量比主起升机构的额定起重容量要小。所以,运行机构乃至在某些特殊情况下的起重机行走部件都可以做得轻便一些。

水工机械的工作环境,空气的湿度都比较高。根据气候条件的不同,固定式启闭机可以布置在室内,也可以布置在室外。机房应干燥、通风、有采暖设备,机房的尺寸要保证能够接近机械的各个部件,并保证维修的安全。室外布置的启闭机,要用机蓬或者活动机罩加以保护,以防雨雪。

大规模的水利建设必然和水工机械设备,其中包括各种启闭机械在结构上的改进和发展联系在一起。战后年代,设备的结构和部件的构造发生了特别显著的变化。

在大型水利枢纽上,采用专门的移动式起重机来进行全套机械设备的运行管理工作,已变得相当普遍。现代水工移动式起重机(第四章)的特点,是操作的多能性,为此,需要装设数量众多的各种机械和辅助悬吊设备。这种起重机的起重容量可达700吨。固定式启闭机械的应用范围则相应地有所缩小,特别是由于河床式水电站转桨式水轮机前面不设快速闸门之后更是如此。例如,在伏尔加列宁水电站上,水轮机前面装设了固定式液压启闭机,而后来在伏尔加河上修建的几座水电站上,水轮机前面的事故检修闸门都是采用门式起重机来操作的。

闸门的参数和移动式起重机起重容量的增大,是可控抓梁得到广泛应用的原因。在此之前,国内的水工建筑物上采用半自动抓梁者居多,其起重容量有限,跨度不超过10米。

闸门的固定式启闭机械的组成也发生了重大的变化。笨重而庞大的曲柄连杆式启闭机,在莫斯科运河的船闸上是最后一次采用了。链式启闭机的应用已经比较少见。代之而起的是液压启闭机——一种新型水工启闭机(第三章)。自从在伏尔加列宁水电站的闸门上首批成功地应用液压启闭机以来,才过了二十年,在这一领域内已经取得了极大的进步。已经制造出牵引力达10000千牛顿(1000吨力)的油缸,并正在设计活塞杆牵引力达25000千牛顿(2500吨力)乃至更大吨位的液压启闭机。

在船闸上,液压启闭机已经成了主要的机型。在高拉捷茨、伏尔加格勒和第聂伯捷尔任斯基船闸上,廊道闸门和过船孔闸门的卷扬式和链式启闭机,已为液压启闭机所代替。扎波罗什城老的第聂伯船闸输水廊道,其蝴蝶阀的电机传动装置,也正在为液压启闭机所取代。

抓梁和清污抓斗也广泛地应用液压传动作为工作构件的传动机械。同时,带有钳式抓具的机械抓梁、机械抓斗和其它清污设备(第五、六章)的结构方案也在加以完善。特种结构设计局列宁格勒水工钢结构设计院,正在为火电站的引水口设计包括提升和清污机构在内的成套定型机械设备即是明证。

第一章 水工建筑物启闭机械的设计基础

1-1 水工启闭机的应用

1. 启闭机的型式

水工结构和设备所应用的启闭机，有固定式和移动式两种型式。

固定式启闭机用于各闸门的单独操作。启闭机通过柔性拉杆或刚性拉杆，与闸门的活动部分固定联接，以便传递提升力（牵引力）。

如果必须同时操作几扇闸门（例如当洪水上涨迅速时），或者需要对每扇闸门实行遥控操作或自动操作，则通常采用固定式启闭机。带有刚性拉杆的固定启闭机，不仅具有启门力，还具有下门力（下压力）。

操作闸门的固定式启闭机，可采用卷扬式、链式、螺杆式、齿条式和曲柄连杆等型式的传动机构，也可采用电动液压传动装置。为了操作检修闸门，还可采用悬臂起重机（动臂起重机）。

移动式启闭机用以完成水工建筑物运行期间一组闸门和拦污栅的轮流操作。此外，它还常用以完成施工期间的安装作业。

根据安装部位的不同，移动式启闭机可以采用门式、半门式和桥式起重机，双轨小车，单梁起重机，电动葫芦，以及汽车式和履带式动臂起重机。水工建筑物的拦污栅清污机也属于移动式启闭机。在这些启闭机当中，最为通用的是门式起重机，它广泛地应用于水工建筑物的全面维护和管理。

需要分节启闭的分节式闸门，必须采用移动式启闭机；而对于任何检修闸门和事故检修闸门来说，如果闸门扇数少于孔口数，也必须采用移动式启闭机。

在其它情况下，可以采用固定式启闭机，也可以采用移动式启闭机。最终的机型选择，要根据各方案的技术经济比较来决定。在进行方案比较时，不仅要考虑机械设备本身的制造和安装造价，还要考虑相应方案所需要的承重结构、机架桥、吊车道、抓梁及其它设备的造价，同时还应当顾及到闸门升降速度的大小，施工导流期间利用启闭机械的可能性，以及各部位闸门和拦污栅的启闭机互用的可能性。大体上可以认为，当设有主闸门和事故检修闸门的泄水孔等于或多于六孔时，采用移动式启闭机是适宜的。

2. 溢流坝和泄水建筑物的启闭机

溢流坝的移动式启闭机一般主要用于闸门的操作，同时也可用以完成机械设备安装和检修时的辅助作业。

当采用门式起重机时，不需要设置造价很高的机架桥，而对于桥式起重机来说，机架桥则是必不可少的。起重机的台数，取决于所要操作的闸门扇数的多少，以及在运行任务最为繁重的洪水期打开大坝的泄水孔闸门所必须的开启速度。起重机吊钩与闸门的联接，

可以采用手动操作，也可以采用机械抓梁。一般，从闸门的活动部分到墩顶之间都装有拉杆，当闸门全开或处于中间开度时，用托梁锁定。

溢流坝上采用固定式启闭机，可以在洪水期机动灵活地操作闸门，并可调节过坝流量。

图1-1所示为溢流坝机械设备的布置。大坝设有三个溢流孔，跨度为16米，以主闸门1封闭。为了在发生洪水时，能以快速打开孔口，每扇闸门均设有卷扬式启闭机，它由两个单独的驱动装置组成，分别安装在闸墩上的机房内；还有两个吊钩3与闸门联接。为保证两套驱动装置的同步运转，驱动装置之间装有机械轴4。

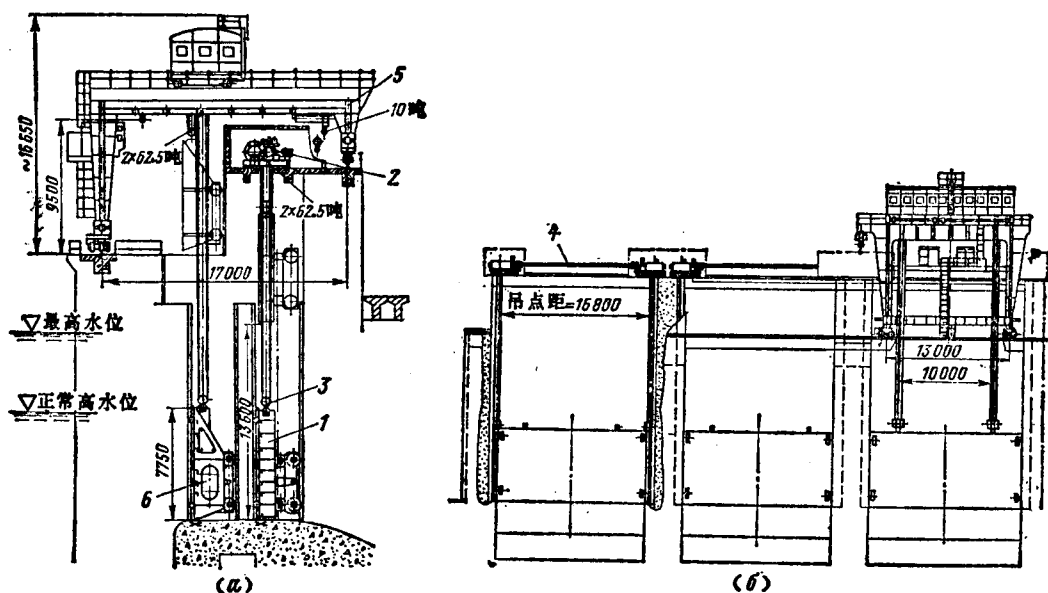


图 1-1 溢流坝机械设备的布置
(a)横剖面；(b)上游视图

为保证泄洪和排冰时闸门的安全，卷扬式启闭机的设置高度，应当使闸门下缘能够提升至最高挡水位以上0.5米。此外，还应当防止滑轮组和吊钩的锈蚀和淤塞，为此，应使滑轮组和吊钩的下限位置比正常高水位高出1.5米。

主闸门的总起升高度为13.6米，相应的启门时间约7分钟。

大坝的机械设备和钢结构的全部拆卸和运移作业，均由起重量为 $2 \times 62.5/10$ 吨的半门式起重机来完成。

门机主钩（ 2×62.5 吨）的吊点距为10米，它可以和固定式卷扬启闭机一样，操作主闸门，还可以安装事故检修闸门6，并能完成这些闸门的全部运移和修理作业。为便于门机吊钩与闸门的联接，闸门上设有附加轴孔。主钩起升速度与固定式卷扬启闭机相同，均为2米/分。

门机副钩为一电动葫芦，起重量10吨，可用以完成卷扬式启闭机、埋设件及其它部件的检修作业。

若大坝的各闸门不需要快速提升, 则仅装设门机即可。

根据主闸门和事故检修闸门的操作维护条件,选定门机跨度为12米。操作主闸门和事故检修闸门的主钩5(容量 2×200 吨)上,配备有重40吨的压重箱6。压重箱与闸门联接,可供动水下门时装载压重之用。所采用的压重箱在轨顶高程以上的提升高度,可使门机能以在闸墩上面整体吊运闸门。主钩提升速度为2.4米/分。副钩7用以完成安装和检修期间的启吊作业。

设置在坝体内、电站内或岸边岩体内的深孔泄水道，闸门都是布置在闸室内。

图 1-3 表示深孔泄水道机械设备的布置。闸门的操作机械采用液压启闭机。泄水孔的主闸门为弧形闸门 1，可以在高水头下调节泄量。弧形闸门以液压启闭机 2 进行操作，启闭

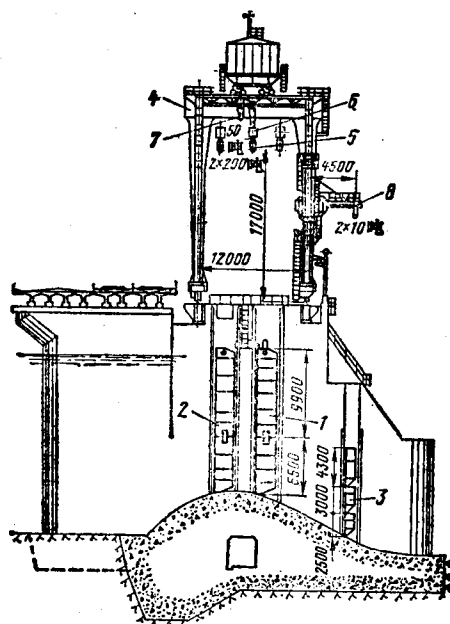


图 1-2 溢流坝机械设备的布置

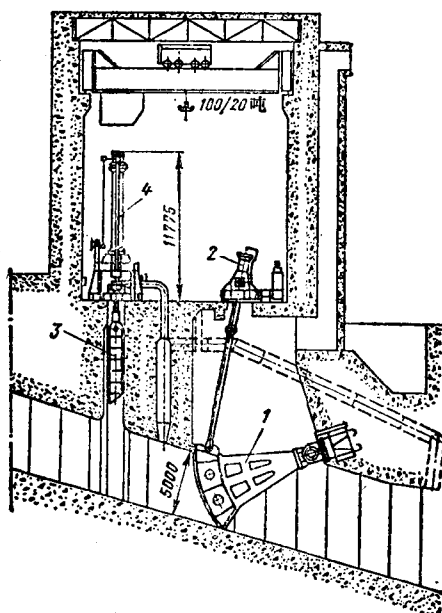


图 1-3 深孔泄水道机械设备的布置

机的提升力为3000千牛顿，活塞杆工作行程5米。弧形闸门前设置事故检修平面闸门3，以便在主闸门发生事故时封闭孔口。闸门的升降以液压启闭机4操作，其提升力为5000千牛顿，提升高度7米。

在动水中关闭闸门时，液压启闭机能够产生的下压力：平面闸门达1000千牛顿，弧形闸门达500千牛顿。事故检修闸门并用密封盖加以封闭，它可以承受水压力，保护闸门操作室免受水淹。密封盖上的活塞杆孔设有密封填料装置。

启闭机室内装有容量为100/20吨的桥式起重机，以供设备的维护和管理之用。

3. 水电站和抽水站引水建筑物的启闭机

通过引水建筑物可以从水库或河道引水以满足水电站、抽水站、灌溉事业及其它用户的用水需要。根据运行条件，引水建筑物设有拦污栅、闸门（事故闸门和检修闸门）及其操纵机械。

需要快速动作的事故闸门，应采用可以快速下门的固定式启闭机。启闭机可以从水电站的自动保护仪表得到事故下门的指令，也可以从现场操作台或遥控操作台得到事故下门的指令。下门速度的大小，取决于给定的事故关门的时间要求和闸门工作行程的大小。

在引水设施的运行管理工作中，对设置在进水口的拦污栅进行定期清污，以清除从水库带来的污物，是一项最繁重的作业。拦污栅的淤塞将造成水头损失和电站出力的下降。拦污栅的清污作业，主要是利用门机来完成，它和大坝上安装的门机不同之处，在于它装有抓斗式清污机构（带有双叶式全跨清污抓斗），或装有专门的爬行抓斗、机械耙，以及诸如此类的悬吊清污装置。有时，门机钢结构的上游侧，装设带抓斗的旋转悬臂或斜杆，供清除栅前区的污物之用。如果进水口未设置门机，这时，可采用沿地面敷设的轨道，或沿悬吊轨道行走的清污机来进行拦污栅的清污作业。

一般都是在关闭进水口闸门或停机的情况下，在静水中进行拦污栅的清污作业。若装设一种可以在电站胸墙上游提出来，并能降低过栅流速的特殊的拦污栅结构，在这种情况下，就可以在不停机的情况下，对拦污栅进行经常的清污。为防止拦污栅被污物淤塞，可在栅前行近段设置浮栅，以拦阻树木和大块泥草。拦污栅通常都是分节式装配结构，利用门机进行安装。在栅前的闸墩上设有导向槽，以供清污抓斗或清污斗升降导向之用。

拦污栅和栅前区的全部清污作业，均由门机控制室或外伸悬臂的控制室操纵。在某些情况下，当污物堵塞严重时，电站进水口可以采用若干个单独的抓斗起重机，其容量为15~20吨，抓斗提升速度为10~15米/分。各节检修闸门一般都是装设在撤除了拦污栅的栅槽内。

为便于分节闸门和拦污栅的安装工作，改善安全操作的工作条件，应采用抓梁和快速脱钩的联接装置。

图1-4所示为混合式水电站的进水口和溢洪道机械设备的布置。电站共有十六条水轮机输水道（每台机组二条），进口设有弧形闸门1，跨度为12米。每扇闸门均以液压启闭机2操作，启闭机与闸门的联接，采用多节拉杆3。为防止拉杆受水流的冲击，拉杆上装有护板12。从机组自动保护装置输出的脉冲信号，可以使闸门投入事故关闭。此外，液压启闭机既可以在现场控制操作，也可以在遥控台操作。

闸门关闭时间约计 5 分钟。在有压情况下提升闸门时，拉杆拉力为 3000 千牛顿；当闸门处于上部开启位置时，持住力为 1000 千牛顿。

弧形闸门前，布置有拦污栅槽和清污抓斗导向槽 8。拦污栅 4 共分三节，利用门机 5 和抓梁 6 进行安装。门机容量 $2 \times 100/2 \times 16/5$ 吨，跨度 25 米，用于电站进水口和溢洪道机械设备的操作、管理。主起升机构的吊钩行程 83.5 米，装有液压抓梁，其容量为 2×90 吨。借助液压抓梁，可以进行拦污栅槽内各节检修闸门的升降操作。抓梁与拦污栅或闸门的联接，由起重机司机控制操作。副钩容量 2×16 吨，装有双叶式全跨清污抓斗 7，用以进行拦污栅的清污操作。清污时，先将抓斗内的污物倒入集污箱，然后运至集污槽。拦污栅的清污作业系在关闭弧形闸门的条件下进行的。清污抓斗由门机控制室操纵。

在电站厂房之上布置溢洪道。溢洪道设有八个表孔，以跨度 15 米、高度 14 米的弧形闸门 9 封闭。当闸门处于中间开度时，可借助多节拉杆 10 将其悬吊在托梁 11 上。该闸门由门机主钩进行操作。门机轨道共长 345 米，运行速度 30 米/分。

在一些水利枢纽中，电站厂房坝段和溢流坝段装有同一种规格的门机。例如，图 1-5 所示布置方案即采用容量为 $2 \times 225/2 \times 16/30/10/5$ 吨的两台门机 1，以完成电站进水口和溢洪道机械设备的全部起重运输作业。主钩容量为 2×225 吨，用以操作大坝的闸门和电站的闸门 3，并进行拦污栅 2 的安装和变压器的起重运输作业。利用门机副钩（容量为 2×16 吨），借助双叶清污抓斗 4，可进行拦污栅的清污操作，清除的污物用专门的小车 10 运走。大坝下游各节检修闸门的安装工作，系利用两台门机的联合工作，借助于两个旋转起重臂来完成的。利用这两个起重臂，可进行下游面的施工安装作业。栅前区和大坝闸门前积留的树木和大块污物，利用容量为 5 吨的旋转起重臂 5 来清理，该起重臂装有机械式多叶抓斗供清污之用。

双叶抓斗 4 的升降速度为 4.5 米/分，多叶抓斗 6 的提升速度为 23.5 米/分。

门机主钩装有以下可拆换的附属设备：操作电站闸门和拦污栅的液压抓梁 7，启吊和运移大坝闸门的吊梁 8，以及启吊和运移变压器的吊梁 9。主钩起升速度 2 米/分，门机运行速度 19 米/分。

抽水站和水电站所用的启闭机，其功能和构造是类似的，只是启闭机在建筑物中的布

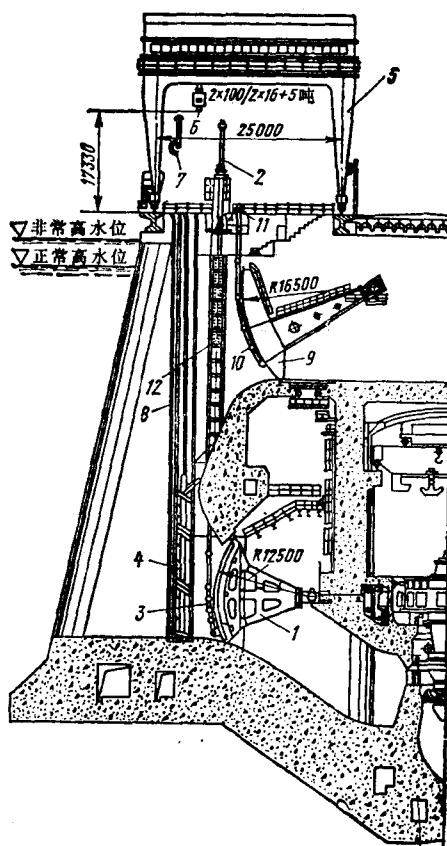


图 1-4 混合式电站进水口和溢洪道机械设备的布置

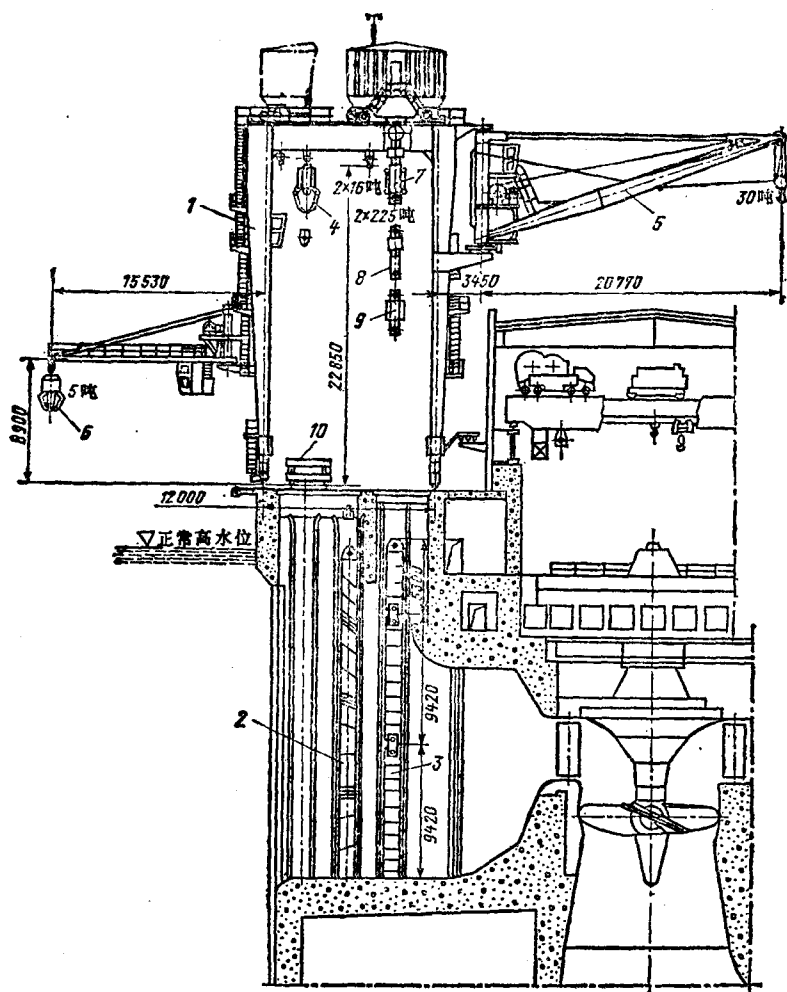


图 1-5 大坝和电站机械设备共用的门机布置

置有所不同。图1-6表示抽水站机械设备的布置，共有六台机组，供水 $20 \sim 24 \text{ 米}^3/\text{秒}$ ，抬高水位 8 米。在下游进水口的闸墩上，设有拦污栅和清污抓斗导向槽（检修闸门与拦污栅共用一道闸槽）。拦污栅 1 的跨度为 5.6 米，高度为 3.4 米，以容量为 2×10 吨的半门式起重機 2，借助抓梁 4 进行操作。此外，门机还可用于检修闸门 3 的安装工作，拦污栅的清污、运污操作，以及设备检修时的全部起重运输作业。当吊运设备时，门机的运行速度为 23 米/分。

机械抓梁 4 的中部，设有抓钩，和固定在闸门或拦污栅上的吊轴相联接。利用固定在门机主钩上的双叶式全跨清污抓斗 5 进行拦污栅的清污作业。清污时，将抓斗固定在门机主钩上并放入栅前的导槽内。抓斗宽度和拦污栅跨度相同，这样，就能够在全跨内同时进行清污。当抓斗下落时，其平板叶片清除掉栅面上的全部污物，然后，旋转叶片将污物抓住，随之提升抓斗，并将污物倒入集污箱。集中起来的污物，由门机运送至集污槽。

泵房内装有容量为 50/10 吨、跨度为 15 米的桥机 6，用以进行泵组的安装和修理作业。