



912488

高等学校教材
专科适用

水工起重机械



东北水利水电专科学校 胡孝良 主编



5792

4743

高等学校教材

//////////////////// 专 科 适 用 //////////////////////

水 工 起 重 机 械

东北水利水电专科学校 胡孝良 主编

水利

水利电力出版社

内 容 提 要

本书介绍了卷扬式与液压式启闭机、升船机和拦污栅清污机等水工建筑物起重机械的结构型式、工作原理和设计计算。

全书内容包括：卷扬式启闭机常用零部件的类型、计算和选择；固定式和轨行式卷扬启闭机的型式、结构、原理、机构的设计计算与试验方法；液压式启闭机的液压元件、液压基本回路、典型液压系统，并且分析了液压式启闭机的设计方法和步骤；对于斜面式和垂直式升船机的各种结构型式和应用，作了系统的介绍，并且简要地分析了提升机构的计算；对于拦污栅清污机，介绍了常见的扒斗式和回转栅链式的结构型式和它们的应用，以及栅链的计算。内容中反映了一些新型结构型式和系列化现状。

本书是高等工程专科金属结构专业起重机械课程的试用教材，也可作为各级各类起重机械课程的教学用书。并可供从事水利电力、交通运输等部门起重运输机械设计、科研、生产岗位上的工程技术人员的参考。

高 等 学 校 教 材 专 科 适 用 水 工 起 重 机 械

东北水利水电专科学校 胡孝良 主编

*

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

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 15.75印张 354千字

1989年11月第一版 1989年11月北京第一次印刷

印数 0001—110 册

ISBN 7-120-00758-0/TV·268

定价3.20元

前 言

本书是根据高等工程专科学校《水利电力工程金属结构的设计与制造》专业水工起重机械课程1987年教学大纲编写的。

本书原先曾经作为历届原水利水电建设总局和水利水电规划设计院举办的《钢闸门》培训班的教材，多次试用。这次在征求各地区水电勘测设计院金属结构设计室工程技术人员意见的基础上，作了修改，充实编写而成。书中汲取通用起重机械和起重机设计规范的基本内容，结合金属结构行业专用起重机械的特点，内容力求理论联系实际。

本书第一、二、三篇由能源部东北水利水电专科学校高级讲师胡孝良编写；第四篇拦污栅清污机由吉林省水利设计院工程师李跃年编写；全书由胡孝良主编由水利电力部天津勘测设计院高级工程师张培德、钱诗湘主审。

在编写本书过程中得到各水电设计院同志们的大力协助和热情支持，顺此致谢。由于水平所限，书中难免有错误和缺点，希望读者给予批评指正。

编 者

1988年5月

目 录

前 言

第一篇 卷 扬 式 启 闭 机

第一章 绪论	1
第一节 启闭机的特点	1
第二节 启闭机的形式和发展概况	2
第三节 启闭机的基本参数	4
第四节 工作级别	5
第五节 计算载荷	7
第二章 卷扬式启闭机零部件	8
第一节 钢丝绳	8
第二节 滑轮	13
第三节 滑轮组	15
第四节 卷筒与卷筒组	20
第五节 取物装置	29
第六节 制动装置	34
第七节 减速装置	40
第八节 起重用电动机	43
第九节 联轴器	48
第十节 负荷限制器	49
第十一节 开度限位指示装置	52
第三章 固定卷扬式启闭机	55
第一节 固定卷扬式启闭机的型式与结构	55
第二节 启闭机的应用	64
第三节 固定卷扬式启闭机的计算	67
第四节 固定卷扬式启闭机系列化简介	75
第五节 固定卷扬式启闭机的试验方法	76
第六节 固定卷扬式启闭机设计计算例题	77
第四章 移动式启闭机	86
第一节 移动式启闭机的型式	86
第二节 运行机构的结构与型式	91
第三节 运行机构的计算	98
第四节 运行机构的转向装置和弯道运行的几何分析	104
第五节 转柱式悬臂吊车	108

第六节	缓冲器	110
第七节	夹轨器	112
第八节	门式启闭机的稳定性	114
第九节	移动式启闭机的试运转	118
第十节	移动式启闭机计算例题	119

第二篇 液 压 式 启 闭 机

第五章	液压传动概述	125
第一节	液压传动的基本特点	125
第二节	液压传动系统的组成	125
第六章	液压启闭机的零部件	127
第一节	液压泵	127
第二节	液压缸	132
第三节	液压控制阀	141
第四节	液压辅件	158
第七章	液压式启闭机的基本回路和液压系统	170
第一节	液压基本回路	170
第二节	液压启闭机的典型液压系统	175
第八章	启闭机液压系统的设计计算	181
第一节	液压系统的设计计算	181
第二节	启闭机液压化的趋势和系列化	185

第三篇 升 船 机

第九章	升船机概述	188
第一节	升船机的应用	188
第二节	升船机的结构型式	188
第十章	斜面式升船机	190
第一节	斜面式升船机的型式	190
第二节	提升机与提升机的设计计算	196
第三节	斜面升船机过顶装置	204
第四节	斜面升船机的支承行走部分	207
第五节	水坡式升船机	209
第十一章	垂直式升船机	212
第一节	桥式类型升船机	212
第二节	浮筒式升船机	213
第三节	平衡重式升船机	214
第四节	水压式升船机	218
第十二章	升船机的布置与发展概况	220
第一节	升船机的总体布置	220

第二节 国内外升船机发展概况223

第四篇 清 污 机

第十三章 清污机227

第一节 移动型耙斗式清污机227

第二节 齿耙回转式清污机234

第三节 栅链回转式清污机237

第一篇 卷扬式启闭机

第一章 绪 论

水工起重机械是水工机械^①的重要组成部分。其主要的结构形式是启闭闸门的启闭机。随着水利水电工程综合利用的发展,作为通航设备的升船机和取水口拦污栅的清污机,近年来在水工机械设备中的地位越来越突出。本书将反映我国在这类特种用途起重机械方面的结构形式和设计计算步骤,并以水工启闭机为主要内容叙述之。

第一节 启闭机的特点

启闭机是一种专门用来启闭水工建筑物、发电厂与排灌站的闸门、拦污栅用的起重机械。它与通用起重机一样,是一种循环间隔吊运机械。但是,作为这种特种用途的起重机有它自己的特点。

首先,它所操作的对象不是自由悬吊的,而是受导向门槽和铰轴限制的,所以它的起重量不仅取决于闸门活动部分的自重,很大程度上取决于闸门运行摩擦阻力、水柱作用力、动水下吸力……等等诸多因素的影响。某些因素很难精确计算。相反,当闸门下落关闭时,作用在启闭机挠性构件上的载荷有可能下降为零,也就是说闸门及其附件的重力不足以克服摩擦阻力,只得添加配重或者采用刚性杆件施加闭门力把闸门压下去。因此,启闭机的载荷变化是非常不均匀的,最大载荷有可能偏离原先设计的额定载荷。为此,中等以上容量的启闭机械装有负荷指示和负荷限制器。有的启闭机不得不采用活塞杆、螺杆、连杆等刚性杆件作为受力构件,使之具有启门力与闭门力。

多数水工启闭机工作速度是很小的,这是它又一个特点。通常起升速度不超过5m/min,有的甚至只有0.2m/min,这是因为启闭机的作业强度很低。只有操作事故闸门的快速下落启闭机例外。

启闭机的运行工况通常属于轻级甚至最轻闲级(旧工作级别标准),只有在一些船闸以及泄洪用的移动式启闭机上工作级别较高一些。启闭机的工作级别偏低,但是它在水工建筑物上的重要性却很高,要求它的工作绝对可靠。

多数闸门、特别是大跨度闸门上具有两个悬吊点。所以很多启闭机具有两套额定起闭容量相同的升降机构,这在通用起重机械上是少见的。为此,保证双吊点同步,特别在液压传动的启闭机中是一个重要的课题。

^① 亦称水工金属结构。

启闭机械还有很多跟通用起重机械不同的特点，准备结合具体设备叙述之。以上这些特点足以说明它是起重机械大家族中别具一格的成员。

第二节 启闭机的形式和发展概况

启闭机按传动形式分为机械传动的和液压传动的。在机械传动型的启闭机中有固定式和移动式两大类。在液压传动型的启闭机中至今只限于固定式，采用液力与液压传动的移动式启闭机尚不多见。

固定式机械传动的启闭机用于一机一门单独操作或者集中操作。根据启门受力构件的不同，常见的有卷扬式、链式、螺杆式、连杆式等。这几种形式仍然以卷扬式为主要形式，广泛用于平面闸门和弧形闸门上。目前已经开始实行系列化，在我国已建成投产的水利水电工程中，东江水电站高扬程启闭机启闭力达到 $2 \times 4000 \text{ kN}$ ，在国外，苏联伏尔加河水闸上的固定卷扬式启闭机启闭力则达到 $2 \times 9000 \text{ kN}$ 。链式启闭机采用片式关节链，国内50年代建成的佛于岭水库溢洪道的双扉门使用这种启闭机，但至今未能广泛应用。螺杆式启闭机在小型平面闸门和弧形闸门上得到较广泛的应用，如图1-1和1-2所示；目前我国最大的螺杆式启闭机启闭力为 750 kN ，行程 5 m ，但通用的螺杆式启闭机启闭力大都在 200 kN 以下，已经实行系列标准（QL系列），由各地方厂家进行定型生产。连杆式启闭机用

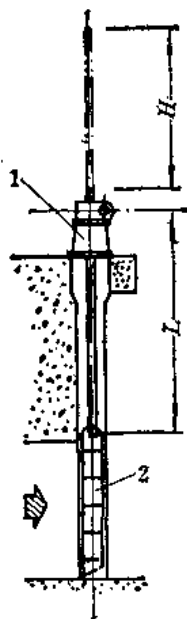


图 1-1 平面闸门螺杆式启闭机
1—启闭机；2—平面闸门

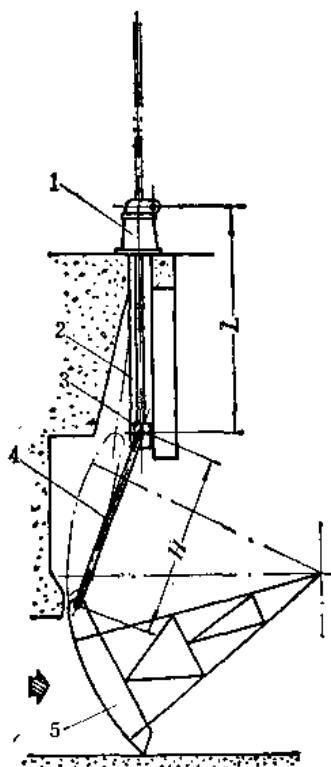


图 1-2 弧形闸门螺杆式启闭机
1—启闭机；2—滑槽；3—滑块；4—连杆；5—弧形闸门

于人字闸门上，我国现今最大的船闸人字闸门——葛州坝二号船闸人字闸门，就是采用这种启闭机，启闭机设计能力为 $2500\text{kN}\cdot\text{m}$ （连杆上最大力矩），就其启闭能力来说是目前世界上最大的连杆式启闭机，如图1-3所示。

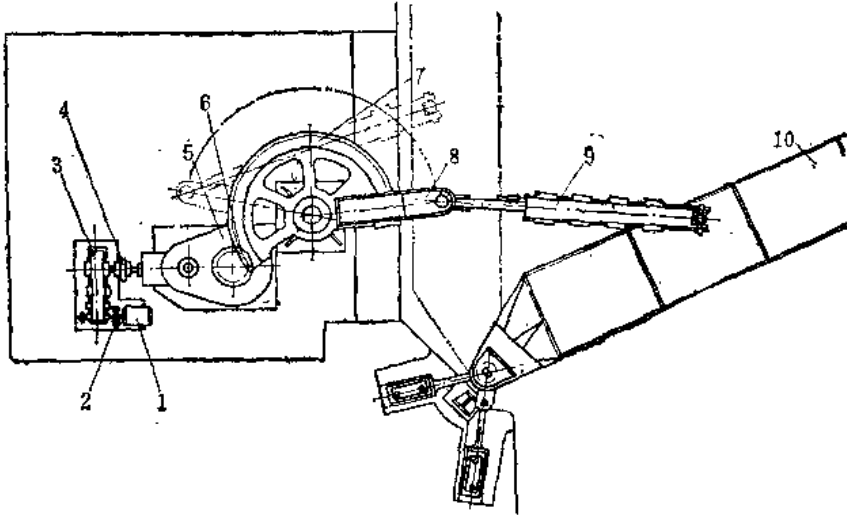


图 1-3 人字闸门连杆式启闭机

1—双速鼠笼式电动机；2—制动器及带制动轮的联轴器；3—减速器；4—齿轮联轴器；5—立轴圆锥圆柱齿轮减速器；6—小齿轮；7—扇形齿轮；8—曲柄；9—推拉杆；10—门体

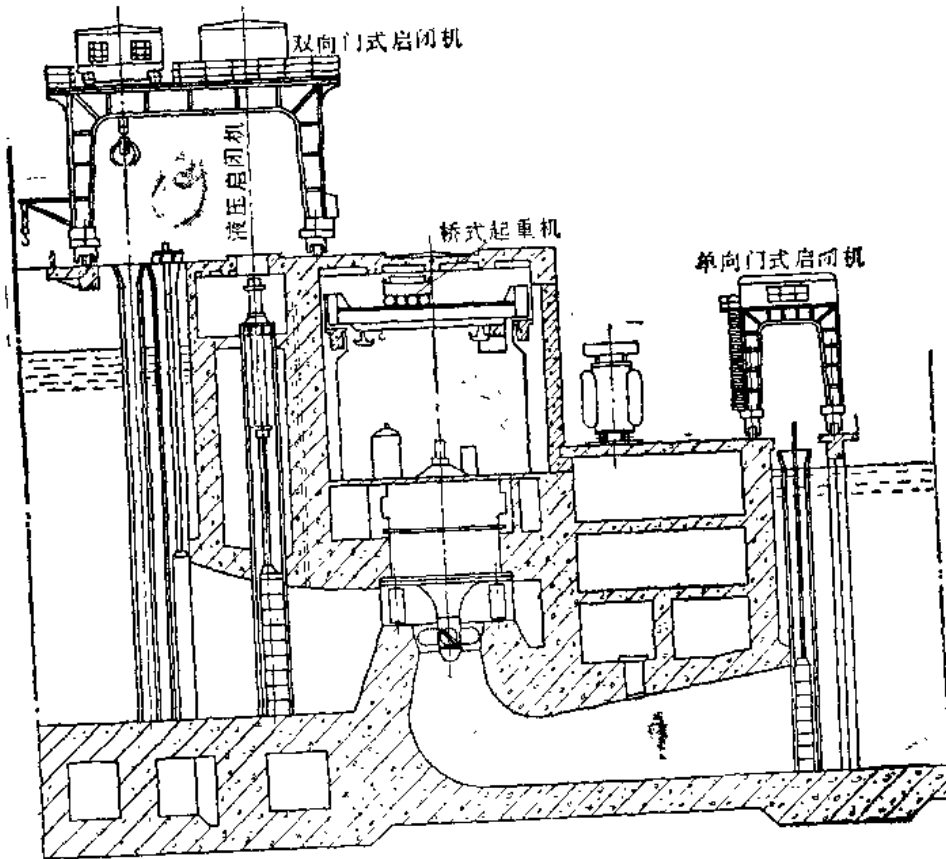


图 1-4 门式启闭机在水电厂中的应用

移动式启闭机可以实行一机多门的操作方式。根据它的架空形式和工作范围的不同，分为台车式、桥式、单向门式和双向门式；其中以后两种形式为主，它们的系列化正在拟定之中。我国白山水电站和龙羊峡水电站坝顶门式启闭机启闭力达 5000kN；苏联萨扬舒申斯克水电站门式启闭机启闭力达7100kN。近年来随着我国水利水电工程高坝 大库的发展，启闭机出现大型化趋势。图1-4为双向门式启闭机和单向门式启闭机在水电厂中的应用。

液压传动型的启闭机，根据液压缸的作用力分为单作用式、双作用式和两用式。近年来，由于机械制造工艺水平和液压元件系列化、标准化水平的提高，启闭机液压化的趋势在国内外都是明显的，所以液压启闭机的地位越来越高。中小型液压启闭机已经实行系列化，并有专业化制造厂定型生产，大型液压启闭机的系列标准正在拟定之中。我国到目前为止，最大的液压启闭机是龙羊峡水电厂的 8000kN/3000kN，扬程为 11m，缸径达 900 mm的进水口快速下落闸门用的液压启闭机。

第三节 启闭机的基本参数

1. 启闭力

这个参数照理应当是一个力的概念，但它相当于通用起重机的起重量。在起重机械上按国际惯例将起重量定义为安全起吊的最大吊重物的质量，单位为公斤（kg）或吨（t）。计算中则用力的法定计量单位牛（N）或千牛（kN）。为了对应于起重机，本书同样在表达启闭机能力时按起吊物质量的对应关系用吨（t）为单位，在设计计算启闭力时用 N 或 kN 为单位。值得注意的是启闭力包含启门力、持住力和闭门力三个概念。这三个概念分别考虑了闸门在启门和闭门时在动水或静水条件下的自身重力、加重块重力、摩擦力、水柱作用力、下吸力、上托力等因素的力学关系（见水工金属结构教材）。在启门时，为了推动或者牵引闸门开启，计算它的启门力；闭门时，牵引闸门按预定速度下落，计算它的持住力、在一些潜孔闸门中，由于水压力产生较大的摩擦力，不存在能牵引闸门下落的持住力，必须用刚性杆件对闸门施加下压力或推力，这就是所谓闭门力。启闭能力应该符合起重量的国家标准（GB783-65），如表1-1所示。

表 1-1		起重量系列标准（GB783-65）							单位: t
0.05	0.1	0.25	0.5	0.8	1.0	1.25	1.5	2	2.5
3	4	5	6	8	10	12.5	16	20	25
32	40	50	63	80	100	125	140	160	180
200	225	250	280	320	350	400	450	500	

为了减少启闭机的规格品种，以利于批量生产，各种启闭机实行系列化时删去了其中几项数值。

2. 工作速度

(1) 起升速度 在一般卷扬式启闭机的起升机构中, 下降速度接近起升速度, 只须标出起升速度即可。但是在快速下降闸门的启闭机中, 由于水电厂事故停机的需要, 要求闸门在2min内关闭孔口, 所以下降速度明显大于起升速度, 故须标出: 起门速度/闭门速度。通常起升速度在0.033m/s (2m/min) 左右, 大容量启闭机的起升速度更低。

(2) 运行速度 启闭机大车运行速度一般不超过0.37m/s (22m/min), 小车由于行走距离非常有限, 通常不超过0.1m/s (6m/min)。

(3) 旋转速度 通常只限于门式启闭机的悬臂吊车, 旋转角度有限, 故旋转机构驱使臂架旋转速度控制在0.5r/min左右。

(4) 变幅速度 指臂架上的取物装置从最大幅度变到最小幅度的平均线水平速度。然而, 作为启闭机的悬臂吊车通常不设变幅机构。

3. 扬程

扬程的定义在垂直起升条件下与通用起重机械的起升高度是相同的, 即取物装置上下极限位置之间的直线距离, 但是对于工作对象为圆弧运动者, 如弧形闸门, 则以取物装置在两个极限位置时, 起重元件长度的差值为定义。对于门式启闭机其扬程包括轨顶扬高和轨下扬高。通常轨顶扬高有6、9、12、15、18、21m等几个规格。

4. 跨度

是指桥式类型启闭机两侧车轮轮踏面中心线之间的距离, 单位为m。通常等于轨距, 但在弧形轨道上运行的启闭机跨度与轨距有细微的差别 (见第四章第四节)。

5. 吊点间距

对于双吊点启闭机而言, 由闸门上二个吊点的布置情况来确定。它等于起吊闸门在最高位置时, 两个取物元件之间的水平间距, 单位为m。一般为闸门两个吊耳的距离。

第四节 工 作 级 别

启闭机和通用起重机械一样, 是一种循环间隔性工作的机械。各类起重机械在不同的场合, 载荷状态各异, 忙闲程度相差悬殊。为了合理的利用起重机金属结构和各机构的能力, 把起重机及其工作机构划分为不同的工作级别, 作为起重机设计的依据。新的起重机设计规范将起重机整机及其机构划分为8个工作级别。表1-2即为起重机整机工作级别划分

表 1-2 起重机工作级别的划分

载 荷 状 态	利 用 等 级									
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₆	U ₇	U ₈	U ₉	U ₁₀
Q ₁ —轻			A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Q ₂ —中		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	
Q ₃ —重	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8		
Q ₄ —特重	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8			

分的等级，由起重机的主起升机构的载荷状态和利用等级这两个因素来决定的。

起重机的利用等级，按旧的划分办法分为4个等级。新的起重机设计规范，按工作循环次数分为 $U_0 \sim U_{10}$ 10个等级。其中 $U_0 \sim U_3$ 是不经常使用的； U_4 是经常轻闲地使用； U_5 是经常中等地使用； U_6 是不经常繁忙地使用； $U_7 \sim U_{10}$ 是属于繁忙地使用。在启闭机械中通常属于 $U_4 \sim U_6$ ；即使在船闸上一般也只属于 $U_4 \sim U_6$ 。

起重机的载荷状态，分为4个级别 $Q_1 \sim Q_4$ ；其中 Q_1 指很少起升额定载荷，一般起升轻微载荷； Q_2 指有时起升额定载荷，一般起升中等载荷； Q_3 指经常起升额定载荷，一般起升较重载荷； Q_4 指频繁地起升额定载荷。

起重机工作级别是起重机金属结构设计的依据。起重机设计规范规定，起重机金属结构工作级别划分与起重机工作级别划分相同，也分为A1~A8八个等级。故上述起重机工作级别也就是其金属结构的工作级别。因为被吊运的载荷由起重机金属结构来承受，金属结构件受载荷的作用次数与起重机起升机构应力循环次数相同，应力变化与载荷变化次数是一致的。

起重机械除了起升机构以外，还可以有运移机构、旋转机构、变幅机构；起升机构的工作状况，决定了起重机械的工作级别，但它不能取代其它几个机构的状况，故机构按其利用等级和载荷状态相类似地划分为8个等级，如表1-3所示。

表 1-3 机 构 工 作 级 别

荷 载 状 态	机 构 利 用 等 级									
	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}
L_1 —轻			M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
L_2 —中		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
L_3 —重	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8		
L_4 —特重	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8			

新制订的起重机设计规范，对起重机及起重机机构的工作级别划分得很细，这是考虑到一些特殊用途的起重机使用状况很特殊。例如新安江水电站从1958年至1981年，23年间放水闸门的启闭机满载起吊只用过一次，水轮发电机厂房内2000kN桥式起重机满载起吊平均每年一次，平均起重量在300kN以下，确切地说这两种吊车应属于A1~A3，比以往采用的轻、中、重、特重4级制的“轻”还要轻。

旧的工作级别按4级制划分。目前，大量的设计资料仍然沿用着，为了便于参考和借鉴，表1-4列出了新旧两种工作级别之间的对应关系。但是，其中呈现相互搭接和交叉的情况，例如A4（或M4）在旧的轻级和中级之间，A6（或M6）在旧中级和重级之间，A7（或M7）在旧重级和特重级之间，要完全做到一一对应是不可能的。

以上只对起重机及其工作机构的工作级别作了定性分析，其定量分析的方法在一些起重机械教科书上讲得很多。由于启闭机的工作除了在船闸与升船机中以外，都缺乏规律性，难于预先知道其利用情况，定量分析是困难的，通常可根据启闭机资料进行预估。水

表 1-4

新旧两种工作级别对照①

旧工作级别	轻 级	中 级	重 级	特 重 级
新工作级别	A1~A4(M1~M4)	A5~A6(M5~M6)	A7(M7)	A8(M8)

工启闭机的工作级别，一般的讲属于A1~A4，即使在船闸与升船机上一般也只达到A5~A6。

第五节 计 算 载 荷

由于外载荷的形式很多，因此设计计算时，只能选择与起重机零部件或起重机结构破坏形式有关的典型载荷作为依据，这种载荷通常称为计算载荷。

起重机的载荷可以分为三类，即基本载荷、附加载荷与特殊载荷。

基本载荷是指始终和经常作用在起重机上的载荷，包括自重载荷、起重载荷以及由于机构起动和制动的加速度引起的惯性载荷。

附加载荷是指起重机正常工作状态下所受到的非经常性作用的载荷，例如风载荷等。

特殊载荷是指起重机处于非工作状态可能受到的最大载荷，属于异常性质的，例如考虑非工作状态时的暴风载荷。

这几类载荷作为计算载荷可以综合作用，即所谓载荷的组合。只考虑基本载荷组合者为组合I，或称I类载荷，通常用于耐久性计算以及磨损和发热计算。考虑基本载荷与附加载荷组合者为组合II，即按正常工作条件下的最大载荷，通常称II类载荷，作为强度计算的载荷。考虑基本载荷与特殊载荷，或者三类载荷都组合者为组合III，通常称III类载荷，例如验算非工作状态下移动式起重机的整体稳定性，应按此类载荷计算。

① 参照《起重机设计规范》编写说明。

第二章 卷扬式启闭机零部件

卷扬式启闭机起升机构的零部件组成,如图2-1所示。由电动机1通过带制动轮的联轴器2,减速器3,开式齿轮4和卷筒组6、缠绕钢丝绳,再通过滑轮组以及吊具8,与闸门吊耳相连;5为闸门开度限制器或主令控制器,7是作为过载保护用的负荷限制器,9为制动器。

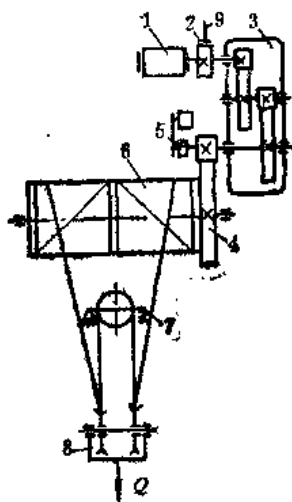


图 2-1 卷扬式启闭机的机构图

1—电动机; 2—带制动轮的联轴器; 3—减速器; 4—开式齿轮; 5—闸门开度限制器; 6—卷筒组;
7—负荷限制器; 8—吊具; 9—制动器

第一节 钢 丝 绳

钢丝绳是起重机上最常用的挠性元件。在水工起重机械上亦是如此。以片式链为挠性元件的启闭机虽有它耐腐蚀的特性,在我国佛子岭水库也曾采用,但由于自重大、造价高,未曾得到广泛应用。

作为起重用的钢丝绳,是由若干钢丝拧成钢丝股,然后由6~18根钢丝股通过二次绕拧成钢丝绳。钢丝绳应符合GB1102-80《圆股钢丝绳》的有关规定。

钢丝绳所用的钢丝是由优质圆钢,经过多次冷拔工艺将直径减到0.4~5mm而成的。在拔丝过程中,变形强化使钢丝达到很高的强度,通常为1400~2000N/mm²。钢丝质量根据韧性的低即抗疲劳性能的好坏,分为三级:特级、I级和II级。特级用于载客电梯,I级通常用于各式起重机上,II级用于系物绳上。我国尚未生产不锈钢的钢丝绳。在潮湿环境下,为了防止腐蚀,钢丝光面可以镀锌。前几年,我国贵州钢丝绳厂成功地生产出直径为107mm的镀锌钢丝绳,单根钢丝绳的控制重量可达30t,例如直径为48.5mm的钢丝

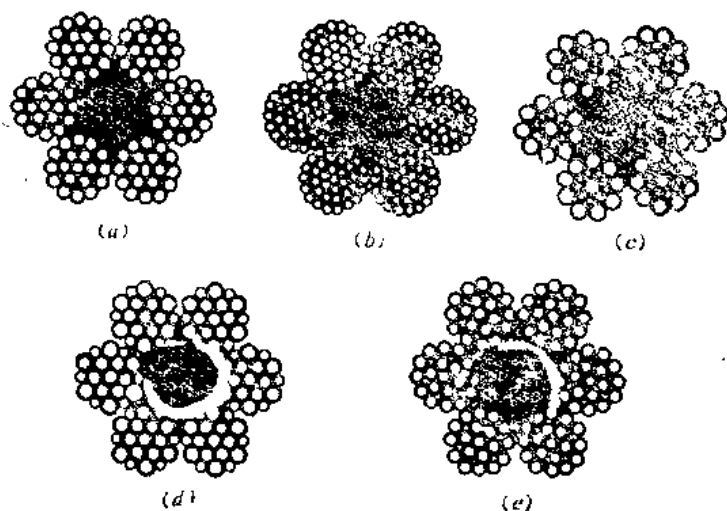


图 2-2 常用钢丝绳断面图
(a)、(b)点接触钢丝绳；(c)外粗式；(d)粗细式；(e)填充式

绳，长度达3500m。

图2-2是起重机上常用钢丝绳断面图。图2-2(a)和(b)为点接触钢丝绳，代号为 6×19 和 6×37 。线接触钢丝绳有：图2-2(c)为外粗式（又称西尔型），代号为 $6X(19)$ ；图2-2(d)为粗细式（又称瓦林吞型），代号为 $6W(19)$ ；还有 $6XW(36)$ 混合型的钢丝绳，它的里面为瓦林吞型，外层为西尔型；图2-2(e)为填充式，代号为 $6T(25)$ 。

一、钢丝绳的选择

钢丝绳的型式，不仅决定于它的断面形状，而且决定于它的绳芯、绕捻方向等等因素。

在普通情况下选用棉麻等有机纤维芯的钢丝绳；在高温工作条件下的钢丝绳宜用石棉芯；在高扬程工作条件下采用多层卷绕，绳索截面强烈受压情况下宜用软钢金属芯。

在室内一般环境条件用光面钢丝绳；在室外、水下及潮湿或接触腐蚀介质的环境宜用镀锌钢丝绳。

钢丝绳按绕捻方向分右旋或左旋钢丝绳。按钢丝绳股和钢丝绳两者之间相对绕捻方向的不同，分顺绕和交绕。顺绕柔性好，使用寿命长，但有自行松散的特性。起重机上采用比较多的还是交绕钢丝绳，而且以右旋交绕钢丝绳为多。

钢丝绳按钢丝的接触状态分三种，如图2-3所示，点接触即股内各层之间钢丝互相交叉，呈点接触状，易磨损和疲劳折断，过去曾广泛用于起重机上，现在逐渐被线接触绳代替。线接触型由直径不同的钢丝组成，紧凑、横截面充填率高、内外层钢丝互相接触在一条螺旋线上，使接触情况改善，使用寿命比点接触钢丝绳显著提高。

水工启闭机上常用的钢丝绳为 $6W(19)$ 、 $6X(19)$ 、 6×19 。

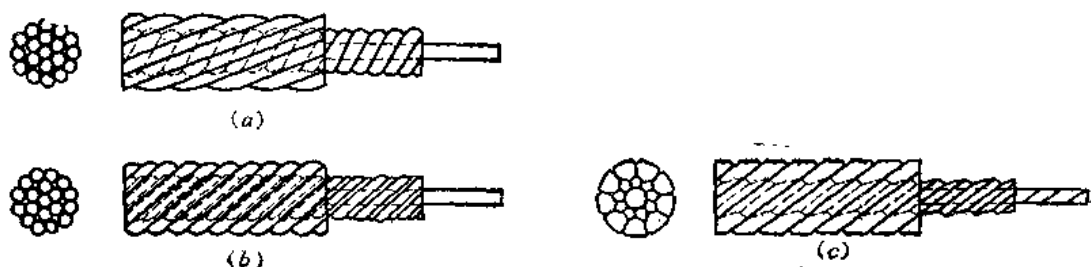
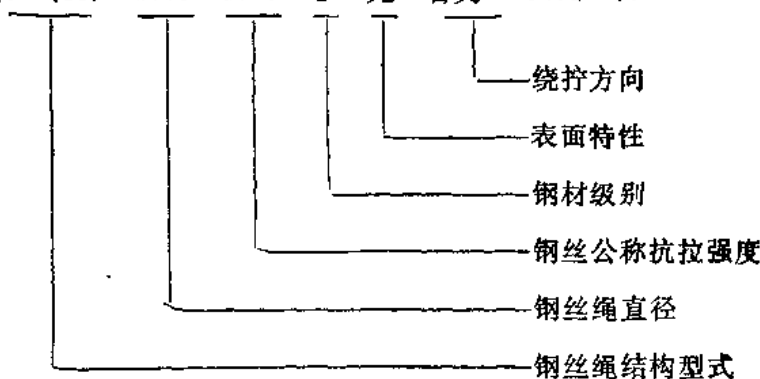


图 2-3 点、线、面接触的钢丝绳
(a)点接触; (b)线接触; (c)面接触

钢丝绳的国家标准为GB1102-80, 钢丝绳的标记方法举例解释如下:

钢丝绳6W(19)-15.0-1850-I-光-右交GB1102-80



二、钢丝绳直径确定

钢丝绳的破断拉力应满足下式:

$$F_b \geq S n \quad (2-1)$$

式中 F_b ——钢丝绳破断拉力, N;

S ——钢丝绳最大工作静拉力, N;

n ——钢丝绳最小安全系数, 根据《起重机设计规范》, 如表2-1所示, 对于其它用途的钢丝绳安全系数, 根据《起重机安全规程》, 如表2-2所示。

表 2-1 钢丝绳最小安全系数 n

机构工作级别	安全系数 n
M1~M3	4
M4	4.5
M5	5
M6	6
M7	7
M8	9

表 2-2 其它用途钢丝绳安全系数 n

用途	安全系数 n
支承动臂	4
起重机自身安装用	2.5
缆风绳	3.5
吊挂和捆绑用	6

其中

$$F_b = \alpha \sum S_i \quad (2-2)$$