



河北科技大学 理工学院

# 毕业设计

学生姓名： 王长胜 学号： 10L0551018

专 业： 机械设计制造及其自动化

题 目： 卷扬式启闭机的设计

指导教师： 齐习娟（讲师） 田跃刚（工程师）

评阅教师： 尹成湖（教授）

2014 年 6 月

## 名目

1		
1.1		
1.2		
2		
3		
3.1		
3.1.1	额定功率的计算.....	6
3.1.2	电动机的选择.....	7
3.2		
3.3	卷筒装置的设计计算.....	10
3.3.1	卷筒的设计计算.....	11
3.3.2	钢丝绳缠绕返回角及上极限偏角.....	12
3.3.3	卷筒轴的设计计算.....	14
3.4		
3.5		
3.6		
3.7		
3.8		
3.9		
4		
4.1		
4.2		

## 1 引言

水利建设与人们的生活亲热相关，同时保持构造打算了水利工程建设的安全运行。大型或重要的拦水建筑物损坏，将会造成重大的水利灾难。

在公元前 2900 年以前，埃及人民就在尼罗河上搭建了一座高达 15m、长约 240m 的拦水水坝。在我国，自春秋时期，就在黄河的下游局部沿岸修建拦水堤坝，经过世世代代的整修和加固，形成了长达 1500 千米的黄河大堤。公元前 256 年~ 251 年前建筑的，在今日使用的都江堰水利工程，用鱼嘴分水，沉积物释放洪水，飞沙堰引水，瓶型引水，是一种水浇灌工程的经典例子 [1]。

随着越来越多的水利工程建设，水利工程机械也一步步的进展起来。古人大多是依靠建筑自身来解决引水、泄洪、排沙等。而现在大局部是人为掌握水库蓄水、泄洪、引水的，这样更大化的利用了水资源，像三峡工程利用水资源进展发电，固然还有很多水能蓄电站。这样的建设离不开水利机械的支持。

原来的拦水设备很多都是手动的，不仅费时又费力，而且很难在关键的时候进展掌握，不能准时的躲过自然灾难。现在大多数的水利工程机械都是依靠电力驱动的机械设备，比方螺杆式启闭机、卷扬式启闭机、液压式启闭机等等都为水利工程做了很大的奉献。

### 1.1 卷扬式启闭机的优缺点

卷扬式启闭机是一个进展比较早的一种水利机械，之所以它现在还没有被淘汰掉是它的连接方式现在还没有能取代的产品。现在很多人人为液压式启闭机能够将卷扬式启闭机代替，这样的看法是不全面的。液压式启闭机有它自己的优点，卷扬式启闭机也有他自己的优点，虽然目前来说还是液压式启闭机的优点要多一些，但是他有局部缺点正好是卷扬式启闭机的能够赐予补充的。

目前我国的卷扬式启闭机的启闭力量已经到达了启门力量 6000kN、启闭高度 30m，及启门力量 4000kN、启闭高度 120m，像这样的启闭力量是液压式启闭机所不能到达的。他们两个的关系有点像目前的机械式硬盘和固态硬盘之间的关系。

保养维护及生产本钱比较低。卷扬式启闭机由于构造比较简洁，发生故障的概率也是比较低的，即使有问题也是比较直观的可以觉察。因此，卷扬式启闭机的维护工程少

及零件的修理费用比较低【2】。

对环境及安装的要求比较低。卷扬式启闭机不像液压式启闭机那样对环境的要求比较高，可以直接暴露在野外，不用像液压启闭机那样考虑液压油的污染问题。由于卷扬式启闭机和闸门之间的连接是软连接，可以和闸门之间存在比较小的一个夹角。螺杆式启闭机的安装以及液压式启闭机的安装都要比卷扬式启闭机的安装周密。

不过卷扬式启闭机需要的土建工程所需要的费用比较高，它需要在闸门上方搭建出放置机器的平台。液压式启闭机可以不搭建闸门上方的平台，只要在闸门两侧留出安装位置就可以了。

自动化程度低。目前对卷扬式启闭机困扰比较大的就是自动化程度，他不像液压式启闭机那样自动化程度比较高。比方液压式启闭机可以通过掌握油压等相关的数据掌握闸门的启闭速度及开度。

闭门困难。这也是其一个缺点，但是在这方面大局部都已经通过闸门的选取，将这一缺点躲避过去。卷扬式启闭机由于是软连接，不能给闸门施加向下的一个压力，当遇到水压比较大的时候，简洁造成闭门困难。螺杆式启闭机和液压式启闭机很少会存在这样的问题，他们可以通过对螺杆（或液压杆）施加力给闸门施加一个向下的压力，使其顺当关闭闸门【3】。

## 1.2 卷扬式启闭机的将来展望

卷扬式启闭机的将来并不像很多人看来那样灰暗，他还是有属于它的将来的。卷扬式启闭机跟电梯大体是一样的，我们可以尝试将电梯上的一些掌握系统装到我们现有的启闭机上，并将应有的一些传感器安装到肯定的位置。由于不是电子专业的学生，对一些传感器还是不很了解，以后卷扬式启闭机的将来的进展方向应当将重点放到传感器上，固然机械方面也会找出应有的问题，再去进一步优化。让它成为有用、美观、价格廉价的一个水利机械产品【4】。

## 2 构造的设计

大局部卷扬式启闭机主要由钢丝绳、机架、电动机、制动器、开式齿轮、轴承座、减速机、卷筒装置、滑轮组等组成。工作时是通过电动机将动力传进减速机，经过减速机的减速，再由减速机输出轴带动开式小齿轮转动，由于开式大齿轮与卷筒相连接，所以由开式大小齿轮的啮合传动带动了卷筒转动，钢丝绳的一端固定在卷筒上，通过缠绕动滑轮、定滑轮及平衡滑轮组成一套传动链，通过钢丝绳在卷筒上的缠绕使动滑轮组做向上或向下的运动，从而实现闸门的开启和闭合。如图2-1所示。

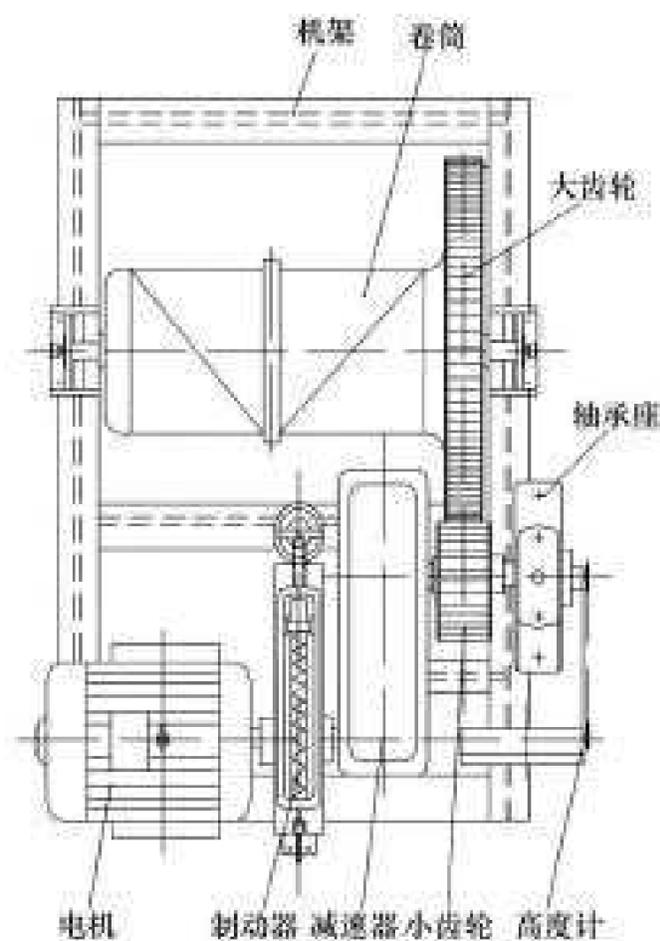


图2-1 一般固定式卷扬式启闭机构造图

而本次设计的闭式卷扬式启闭机主要由机架、钢丝绳、电动机、制动器、轴承座、减速机、卷筒装置、内外齿圈、滑轮组等组成，工作时通过电动机将动力传至减速机，经减速机减速后由减速机输出轴端齿轮与内齿圈啮合传动带动卷筒的转动，由于钢丝绳固定在卷筒上，通过缠绕动滑轮组、定滑轮组以及平衡滑轮组组成一套传动链，通过钢丝绳在卷筒上的缠绕使动滑轮组做向上或向下的运动，从而了实现闸门的开启和闭合【5】。如图2-2所示。

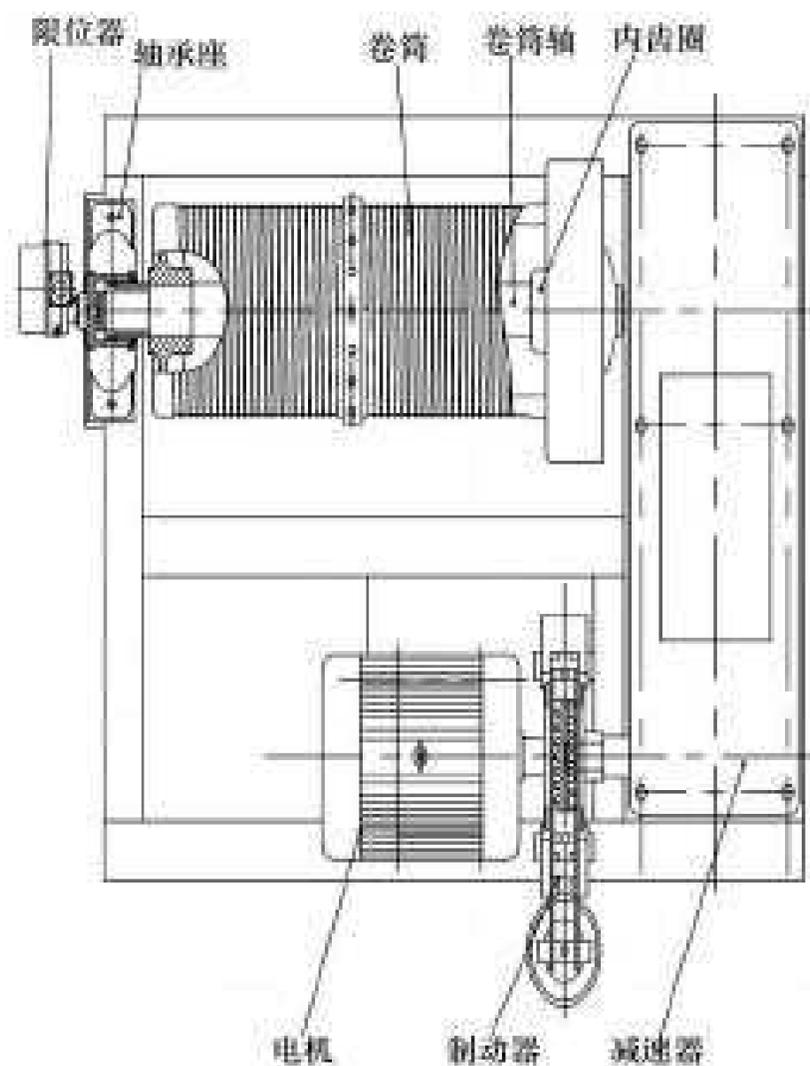


图2-2 闭式卷扬式启闭机构造图

通过比照不难看出图 2-2 的构造要比图 2-1 的构造更加简洁，并且美观。其中这也使得启闭机的制造及维护费用都有所降低。而且这种启闭机由于没有开式齿轮，能够更好地运用到沙尘较多的地区。

此次设计的参数是  $2 \times 160\text{kN}$ ，吊点距  $4500\text{mm}$ ，所以承受双吊点启闭机。启闭机有左右两套卷扬装置，驱动形式承受双电机的装驱动方式，制动器设有工作制动器及安全制动器。考虑到野外作业会消灭停电的现象，将安装手摇机构，以便不时之需。其构造原理图如图 2-3。

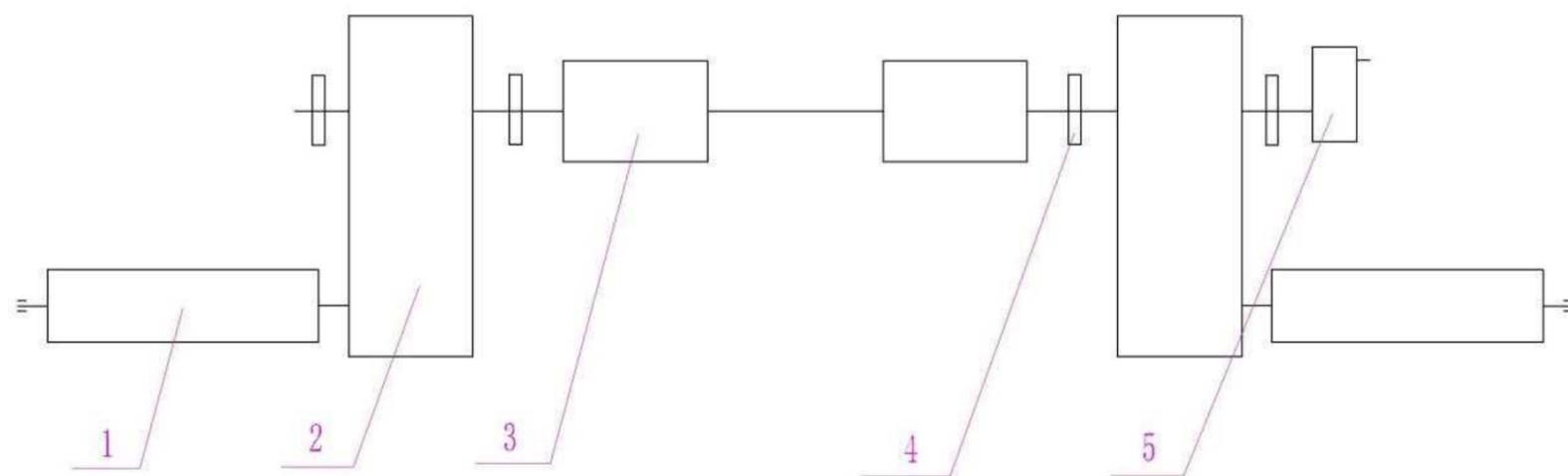


图 2-3 卷扬式启闭机构造原理图

1-卷筒装置；2-减速器；3-电机；4-制动器；5-手摇机构

### 3 卷扬式启闭机的设计计算

#### 3.1 电动机的选择

电动机的选择要依据具体的需求选择不同型号，不同类型的。多数电动机的选择是依据电动机的额定功率进展选择的，从而得到电动机的轴径以及其他的相关参数。

电动机分直流和沟通电机两种。直流电机需要有直流电源，其供电比沟通电机简单，价格比较高，并且其维护比较简单。所以在本次设计中选用了常用的三相沟通电动机。沟通电动机又有异步电动机和同步电动机两类。异步电动机又分为笼型和绕线型两种，其中以常规笼型异步电动机的应用是比较多的。Y 系列的三相笼型异步电动机属于一般用途的全密闭式自扇冷电动机，其构造比较简洁，并且运行牢靠稳定、价格又比较廉价、维护起来便利，运用相关的机械在非腐蚀性气体，在没有特别的要求。由于本次设计的电动机有一端要与减速器连接，还有一端与另一电动机的一端相连接，所以我们需要的电动机是有两端输出轴的 [6]。

##### 3.1.1 额定功率的计算

电动机的额定功率选择适宜与否，对电动机的工作效率和经济性都有重要的影响。例如功率小于工作所需要的要求，就不能保证传动链的正常运行，或者使电动机长时间处于超负荷状态运行从而过早的损坏；假设选择功率过大那么电动机价格就比较高，多余的功率又不能被设备充分的利用，由于长期不满载的运行，工作效率和功率因数都较低，同时增加了电能的消耗，会造成很大的资源铺张。

在本次设计中，通过对工作状况的分析，了解到工作时的载荷的有肯定的变化范围，但不是长时间运转的。只要选择短时间运行能到达所要求的功率就可以。

由于本次设计所需的启闭力量要到达  $2 \times 160\text{KN}$ ，启闭速度  $1.149\text{m/min}$  则工作所需的工作功率

$$P_a = QV$$
$$= 2 \times 160 \times 1.149 / 60$$
$$= 6.128\text{kW}$$

传动装置总的传动效率 $\eta$  应为组成传动装置各个环节运动副效率的乘积，即

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdots \eta_n$$

其中 $\eta_1$ 、 $\eta_2$ 、 $\eta_3 \cdots \eta_n$  分别为每对运动传动副（齿轮或链等）的效率、每对轴承的

相率、每个联轴器的效率。依据分析其传动构造，其传动的总效率为

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 = 0.974 \times 0.996 \times 0.982 = 0.800$$

其中： $\eta_1$ 为齿轮传动效率  $\eta_1=0.97$ ；

$\eta_2$ 为轴承的传动效率  $\eta_2=0.99$ ；

$\eta_3$ 为全部联轴器传动效率  $\eta_3=0.98$ ；

电动机所需的功率

$$P_d = \frac{P}{\eta} = \frac{6.12}{0.800} = 7.66 \text{ kW}$$

由于本次设计是双驱动电机，所以每台电动机所需要的工作效率  $P_{d1} = 3.83 \text{ kW}$ 。

电动机每次所需的工作时间，即每次闸门的开启完毕和闭门完毕，其余的时间电动机是不工作的。

那么电动机的工作时间为：

$$t = \frac{H}{V} = \frac{8}{1.149} = 6.96 \text{ min}$$

其工作制拟定为：

$$\delta_2 = 30 \text{ min}$$

即工作制为 TC25%

### 3.1.2 电动机的选择

依据卷扬式启闭机的工作特点，提升闸门的速度不是很快，所以选取的电动机转速不宜过快，否则选取减速器的时候速比会过大，造成费用比较高。依据功率及转速的要求，选定电机的型号为YZ132M<sub>2</sub>-6，其具体一些参数详见表 3-1。其外形见图 3-1，构造尺寸见表 3-2。

表 3-1 电动机型号及参数

工作方式		S3													
CDF		25%				40%									
项目	P Rated output kw	L1 Rated current A	L2 Rated rotor current A	n speed r/min	P Rated output kw	U1 Rated Voltage V	L1 Rated current A	U2 Open-Circuit rotor Voltage V	L2 Rated rotor current A	n speed r/min	Mm Mn	L0 No-load current A	Eff %	cosφ power factor	
	1000 r/min														
型号	YZR 112M-6	1.8	5	15	820	1.5	380	4.3	100	12	865	2.4	3	0.67	0.78
	YZR 132M1-6	2.5	6	14	900	2.2	380	6.8	132	12	915	2.7	4	0.75	0.77
	YZR 132M2-6	4	9.5	16	900	3.7	380	9	185	14	910	2.4	5	0.76	0.81
	YZR 160M1-6	6.3	14.5	33	925	5.5	380	13	138	28	935	2.4	8	0.78	0.81
	YZR 160M2-6	8.5	19.5	32	935	7.5	380	18	185	28	945	2.7	11	0.81	0.80
	YZR 160L-6	13	28.5	36	938	11	380	25	250	30	950	2.6	14	0.82	0.82
	YZR 180L-6	17	37	53	955	15	380	33.5	218	46	960	2.9	20	0.84	0.81
	YZR 200L-6	26	56	86	965	22	380	49	200	72	970	3.2	31	0.86	0.78
	YZR 225M-6	34	73	89	965	30	380	67	250	78	970	3.2	40	0.87	0.79
	YZR 250M1-6	42	81	110	965	37	380	72	250	96	970	3.3	30	0.88	0.88
	YZR 250M2-6	52	99	118	960	45	380	86	290	101	965	3	30	0.88	0.90
	YZR 280S-6	63	120	148	965	55	380	106	280	128	970	2.9	39	0.89	0.89
	YZR 280M-6	85	161	148	970	75	380	144	370	129	975	3.2	57	0.90	0.88

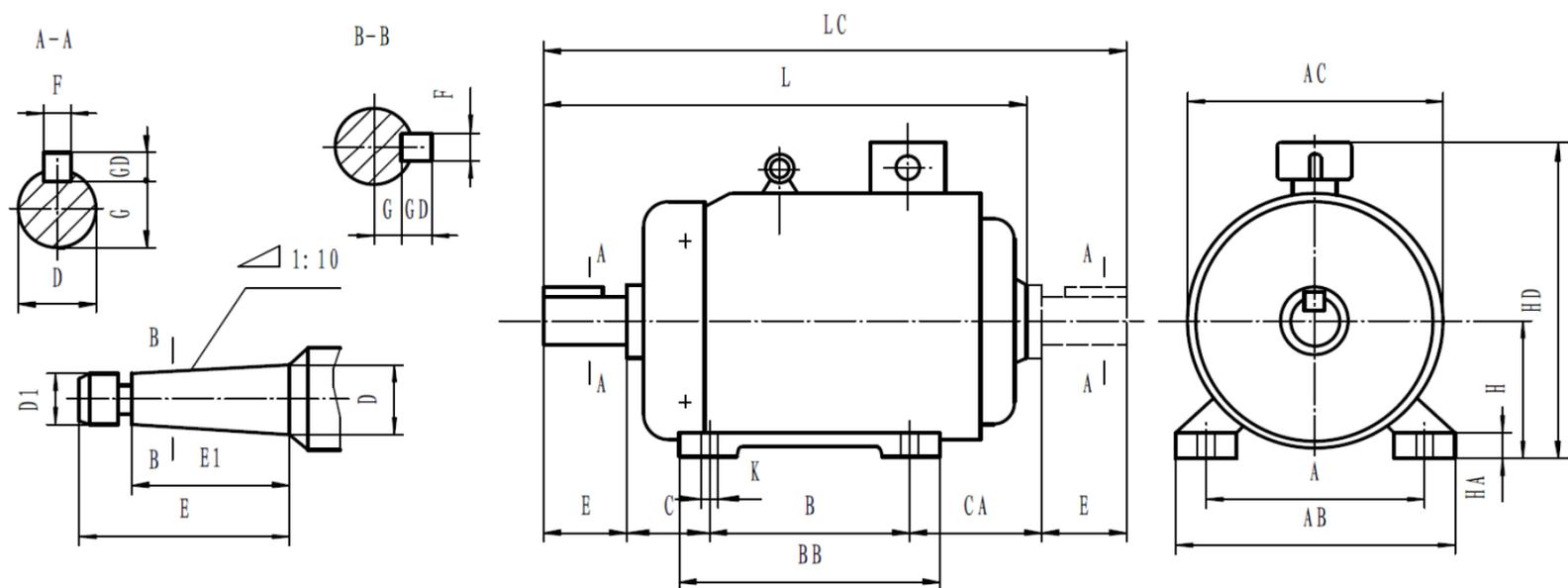


图 3-1 电动机外形构造图

表 3-2 电动机安装尺寸

机座号	安 装 尺 寸														外 形 尺 寸						
	H	A	B	C	CA	K	螺栓直径	D	D1	E	E1	F	G	GD	AC	AB	HD	BB	L	LC	HA
112M	112	190	140	70	135	12	M10	32	---	80	-	10	27	8	245	250	335	235	420	505	18
132M	132	216	178	89	150			38					80		33	285	275	365	260	495	577
160M	160	254	210	108	180	15	M12	48	---	110	-	14	42.5	9	325	320	425	290	608	718	25
160L			254															335	650	762	
180L			180															279	279	121	
200L	200	318	305	133	210	19	M16	60	M42×3	140	105	16	21.4	10	405	405	510	400	780	928	28
225M	225	356	311	149	258			65					23.9		430	455	545	410	850	998	28
250M	250	406	349	168	295	24	M20	70	M48×3	---	---	18	25.4	11	480	515	605	510	935	1092	30

依据以上数据可以确定电动机型号 YZ132M2-6

额定功率：W=4kW

额定转速：n=915r/min

工作制：TC25%

额定转矩：

$$M_e = \frac{4}{9550 \times \frac{91}{5}} = 41.75 \text{ N} \cdot \text{m}$$

### 3.2 钢丝绳的选择

依据钢丝绳中钢丝的接触方式的不同可以分为点接触式钢丝绳及线接触式钢丝绳。

点接触式钢丝绳的接触应力比较高，但是其外表粗糙，钢丝简洁被折断，使用寿命偏低。不过他的制造工艺比较简洁，价格也很廉价。但是在使用中这种点接触式钢丝绳由于是点接触的钢丝绳受拉和受弯时，会造成钢丝绳的钢丝严峻损坏。这就导致了钢丝因疲乏断裂从而使钢丝绳提前报废。

线接触式钢丝绳和点接触式钢丝绳相比不会消灭点接触式钢丝绳的应力集中现象，也不会消灭接触处二次弯曲现象。线接触式钢丝绳的的钢丝之间摩擦阻力比较小，所以提高了钢丝绳的抗疲乏强度，从而提高了钢丝绳的使用寿命。假设拉力破坏程度一样的状况下，最好选用这种线接触式钢丝绳。同时假设选用这种钢丝绳的状况下，可以使连接钢丝绳的滑轮和卷筒直径减小。

卷杨式启闭机应优先选用线接触钢丝绳。

钢丝绳是闭式卷扬式启闭机的传动机构及索引机构中的主要的承载件，钢丝绳运

行状况好坏和承载力量的大小将直接关系到闭式卷扬式启闭机的安全程度及工程的安全程度。钢丝绳使用的环境比较恶劣，大局部钢丝绳都是露天使用，日晒雨淋，有的甚至浸泡在水里。这样就简洁造成钢丝绳锈蚀、断丝等现象 [7]。所以钢丝绳的安全系数要求要较高一些。

钢丝绳暂先选择型号为：14.5ZAB6×19W+FC1550ZS

钢丝绳的最大静拉力：

$$F_{\max} = 2 \times \frac{p_g}{a} \times \eta_z$$

其中  $p_g = 160\text{kN}$

$a = 4$

$\eta_z = 0.925$

所以钢丝绳的最大静拉力：

$$F_{\max} = \frac{p_g}{2 \times a \times \eta_z} = \frac{160}{2 \times 4 \times 0.925} = 21.62\text{kN}$$

钢丝绳的破断拉力：

$$S = 0.85 \times 138 \times 0.9 = 105.57\text{kN}$$

钢丝绳的安全系数：

$$n = \frac{S}{\sigma_{\max}} = \frac{105.57}{21.62} = 4.9$$

钢丝绳的安全系数符合要求。

### 3.3 卷筒装置的设计计算

卷扬式启闭机的卷筒依据加工方式大致可以分为铸造卷筒和焊接卷筒两类。焊接制造的卷筒是卷扬式启闭机中应用比较普遍的一种类型。卷扬式启闭机卷筒的主要损坏形式有：卷筒臂消灭裂纹、磨损，卷筒轴发生弯曲失效，卷筒的内齿圈和减速器齿轮发生齿轮齿断裂、压溃，滑轮组中定滑轮的磨损、破损、裂纹。卷筒臂消灭裂纹以及卷筒轴弯曲失效是卷筒最主要的失效形式，所以在卷筒正常工作的时候，必需要确保卷筒臂和卷筒轴没有同时损坏，卷筒的安全系数的分析主要是对卷筒壁强度、卷筒轴强度的安全系数的分析 [8]。卷筒装置的构造图如图3-2所示。

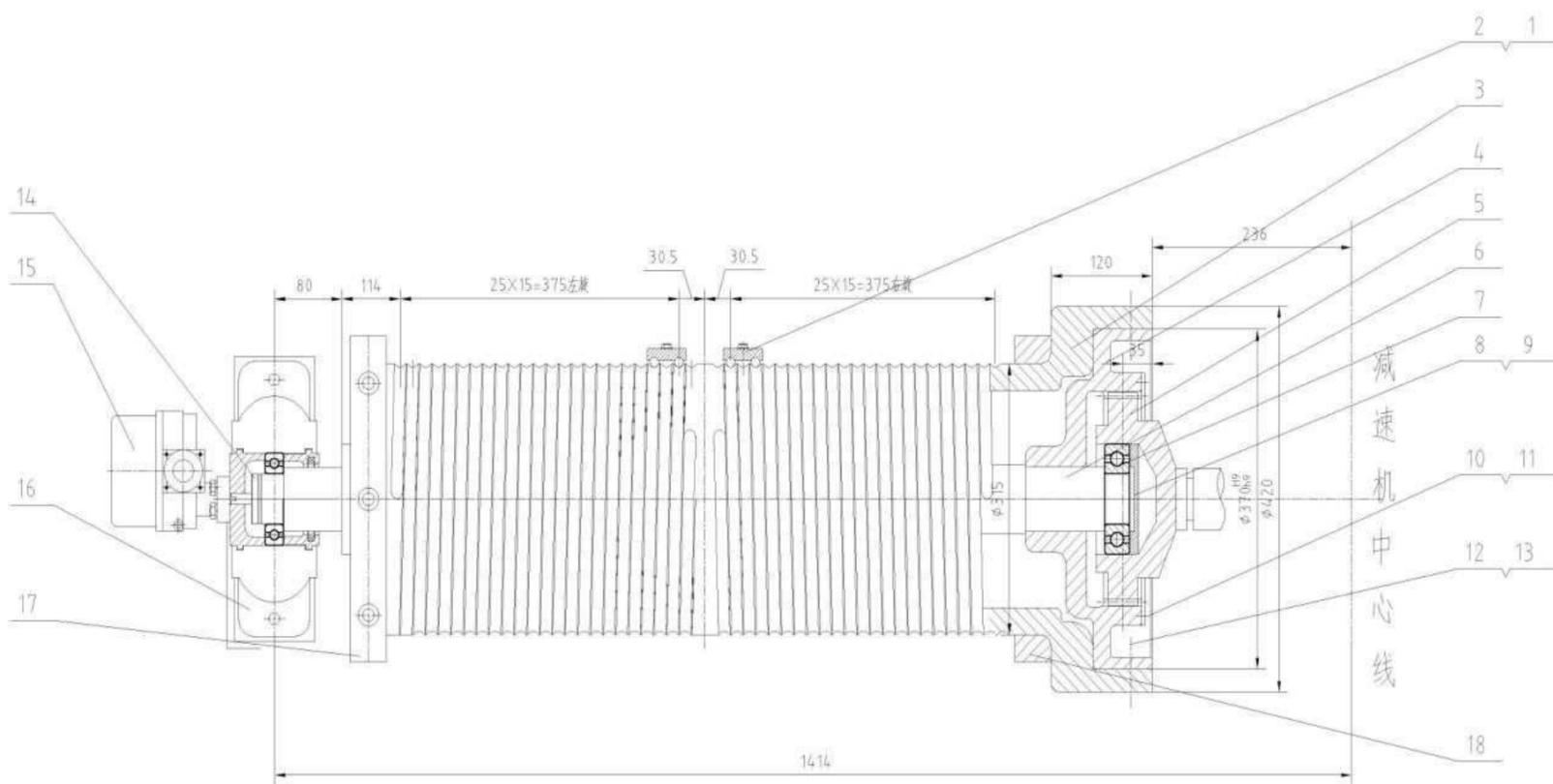


图3-2 卷筒装置

1-压板；2-螺栓；3-卷筒；4-内齿圈；5-减速机；6-卷筒轴

7-轴承；8-挡板；9-螺栓；10-封板；11-螺栓；12-螺栓；13-螺母

14-限位器接盘；15-限位器；16-高脚轴承座；17-外挡圈；18-内挡圈

### 3.3.1 卷筒的设计计算

本次设计的卷扬式启闭机的卷筒没有特别的需要，额定启闭力不是太大，所以选择 HT200 的铸铁制造就可以了。卷筒的外形图如图 3-3 所示。

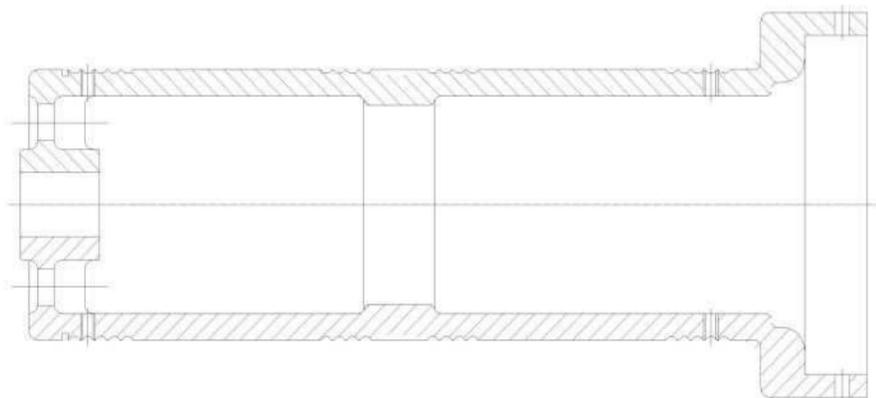


图 3-3 卷筒

卷筒直径:  $D_{o\min} = e \times d = 20 \times 14.5 = 290\text{mm}$

$$D_o = 320\text{mm}$$

卷筒壁厚:  $\delta = 24.25$

卷筒节距:  $t = 15\text{mm}$

卷筒壁压应力:

$$\begin{aligned} \sigma &= A \frac{\zeta \max}{\delta \times t} = 1.4 \times \frac{21620}{24.25 \times 15} \\ &= 59.4\text{N/mm}^2 < 177\text{N/mm}^2 \end{aligned}$$

HT200:  $\sigma_b = 750\text{ N/mm}^2$

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_b}{4.25} = \frac{750}{4.25} = 177\text{ N/mm}^2$$

所以此卷筒的强度符合要求。

### 3.3.2 钢丝绳缠绕返回角及上极限偏角

钢丝绳在卷筒上缠绕的圈数，直接影响了闭式卷扬式启闭机的启闭行程。返回角度及极限偏角过大会使钢丝绳的使用寿命以及卷筒的使用寿命变短，所以本次设计承受同一个卷筒上双向卷钢丝绳的方法，从而减小返回角及上极限偏角。

设定卷筒钢丝绳的固定圈为 3rad，安全圈为 2rad。

第一层工作圈数:  $n_1 = 20\text{rad}$

第一层缠绕直径:  $D_1 = 210\text{mm}$

第一层工作扬程:  $H_1 = \frac{20 \times \pi \times 0.32}{4} = 5.0\text{m}$

由于本次设计的扬程  $H = 8\text{m}$ ，所以:

其次层工作扬程:  $H_2 = H - H_1 = 8 - 5.0 = 3\text{m}$

其次层缠绕直径:  $d_2 = 320 + 12 = 332\text{ mm}$

其次层工作圈数:  $n_2 = \frac{4 \times 3}{\pi \times 0.332} = 11.5\text{rad}$

1) 第一层返回角:

$$r = \arctan \frac{375 + 30.5 - 130}{7600} = 2^\circ$$

第一层返回角的示意图如图 3-4 所示

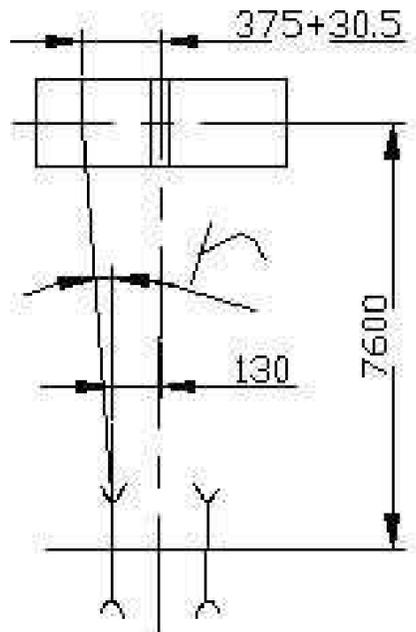


图 3-4 第一层返回角

2) 上极限偏角

$$\alpha = \arctan \frac{9}{260} = 0.2^\circ$$

上极限偏角示意图如图 3-5 所示。

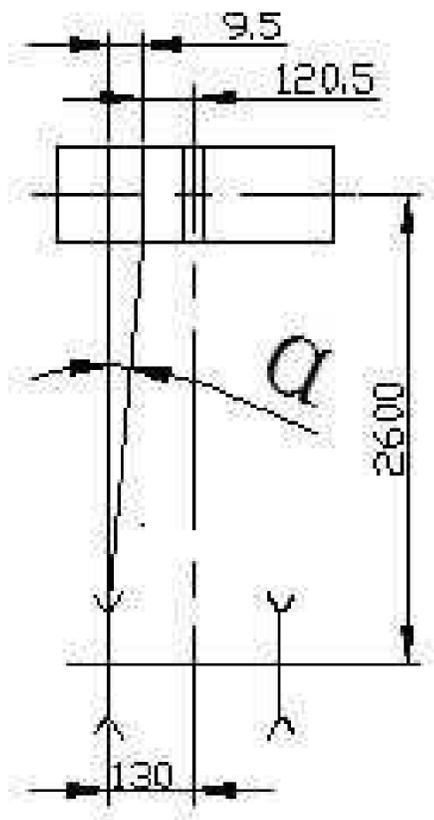


图 3-5 上极限偏角

### 3.3.3 卷筒轴的设计计算

大多数卷扬式启闭机的卷筒轴可以分成固定式和轴转动式的两种状况〔见图 3-6〕。卷扬式启闭机的卷筒工作的时候，钢丝绳在卷筒上的位置是不断发生变化的，从而使作用在卷筒轴上的力矩也是不断变化的。所以卷筒轴的强度大小需要依据钢丝绳在卷筒的两个极限位置分别计算得出。在图3-6 中 a 图为固定式的心轴，最危急的失效形式就是应力的变化时有规律进展变化的。所以承受固定心轴时应当在应力没有规律变化的场所中使用。b 图为转动式心轴，也就是说卷筒轴是随着卷筒一起进展转动的。c 图也是转动式心轴，但是 b、c 之间的区分是 b 图中的卷筒轴主要承受的是弯矩应力，c 图中的卷筒轴承受的不仅有弯矩应力同时还要承受扭矩应力。其主要的失效形式主要还是发生疲劳失效。但是也不能排解超负荷工作时的应力破坏。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/286023024022010032>