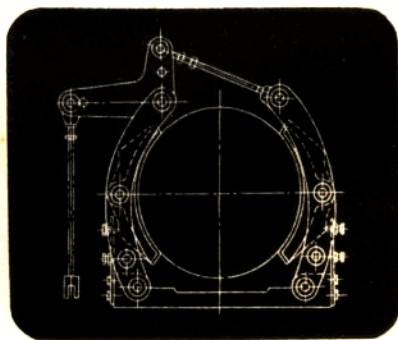


袁金盛、李淦編著

起重机械的停止器和制动器



机械工业出版社

內容提要 这本小册子介绍了起重机械中各种类型的停止器和制动器的构造和作用原理。停止器包括棘輪式、摩擦式、滾子式等三种类型,制动器包括閘瓦式、帶式、圓錐式、圓盤式等四种类型。最后还介绍了三个应用停止器和制动器的实例。書里有一些簡單計算,但只要具有初中文化水平就可以看懂。这本小册子可以供起重机械的使用者閱讀。

目 次

一 引言.....	2
二 停止器.....	3
1 棘輪停止器——2 摩擦停止器——3 滾子停止器	
三 制动器.....	11
1 閘瓦式制动器——2 帶式制动器——3 圓錐式制动器——4 圓盤式制动器	
四 停止器和制动器的应用举例.....	33
1 安全搖把——2 自鎖制动器——3 手搖絞車	

一 引言

在社会主义工業化的过程中，起重运输机械占着重要的地位，它代替了一部分繁重的体力劳动。如果各种重物的搬运和装卸工作沒有机械化，要想修建規模巨大的工業企業、港口以及各种建筑物等，那簡直是不可想像的。

在机器制造工厂中，在基本建設的建築工地上，以及在車站、港口上，有許多重量由几公斤到几十噸的重物需要搬运和装卸。这些工作要是只靠工人的体力劳动来完成，是很困难的，甚至是不可能的。因此，就需要有專門的起重运输設備——起重运输机械，来担任起这些繁重的工作。目前我国正在进行規模宏大的社会主义建設，生产机械化的程度在不断地提高，起重运输机械將要得到越来越广泛的应用。

停止器和制动器是起重机械中不可缺少的机构。因此我們起重机械的使用者有必要了解一下它們的構造和工作原理。这本小册子所要介紹的正是这些。

停止器和制动器，不論它們的構造如何，都应当符合下面几項要求：

- 1) 在工作过程中，应当有足够的力量，能够控制重物的降落速度，或者使重物停留在任何高度上；
- 2) 制动的时候应当平稳，而沒有冲击和震动的現象；
- 3) 松开的时候应当迅速；
- 4) 結構中的零件应当有足够的强度和剛性，連接部分应当灵活，以保証工作的安全可靠；

- 5) 調整和檢修方便, 并且容易更換易損的零件;
- 6) 結構簡單, 制造成本低廉;
- 7) 經常受摩擦的零件应当耐磨;
- 8) 在工作過程中, 制動器摩擦面的溫度的升高应当在允許的範圍內;
- 9) 外形尺寸較小。

二 停止器

停止器是用來使升起的重物停留在任意高度上。它并不妨礙重物繼續上升, 但如果需要使重物降落, 就必須先把它打開才行。

按照構造和作用原理, 停止器可以分為棘輪停止器、摩擦停止器和滾子停止器三種。

1 棘輪停止器 由棘輪1、掣爪2和掣爪軸3所組成的機構, 叫作棘輪停止器。棘輪停止器分為外嚙合棘輪停止器(圖1)和內嚙合棘輪停止器(圖2)兩種, 內嚙合棘輪停止器應用得較少。掣爪的形狀有直形(圖1中上面的掣爪)和鉤形

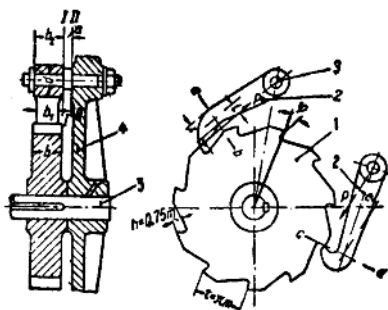


圖1 外嚙合棘輪停止器。

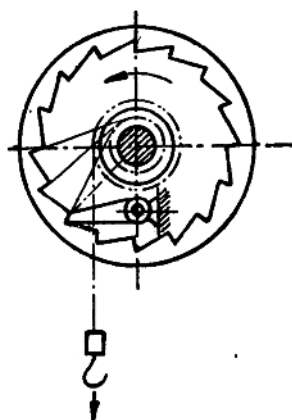


圖2 內嚙合棘輪停止器。

(圖 1 中右面的掣爪) 的區別。

掣爪跟棘輪嚙合的時候，它們最適當的嚙合位置是在通過掣爪的旋轉中心作棘輪外圓切線的切點上（如圖 3，棘輪外圓的切線是 AB ，切點是 B ）。

對於起重量不大的手動起重機構，棘輪是用鑄鋼（35Л 或 45Л 號

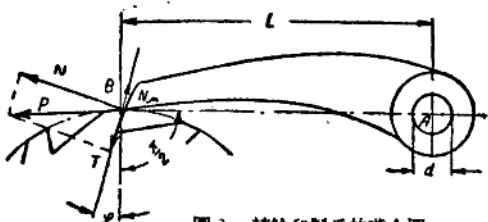


圖 3 棘輪和掣爪的嚙合圖。

鋼) 或鑄鐵 (牌號為 C415-32 或 C418-36) 製造的；對於起重量大的手動起重機構以及機械驅動的起重機構，只允許用鍛鋼 (45 號鋼或 Cт3 號鋼) 制的棘輪。掣爪在所有的情況下都是用硬質碳鋼制成的，掣爪的支承端都需要淬火。

為了減小棘輪的尺寸和掣爪上的壓力，應當尽可能把棘輪裝在起重機構上扭力作用最小的第一根傳動軸上。

掣爪 2 (圖 1) 可以自由地在銷軸 3 上轉動，銷軸 3 是牢牢地固定在機架 4 上的。當升起重物的時候，棘輪按逆時針方向旋轉，這時掣爪沿着棘輪輪齒的斜面跳越，並不阻止棘輪軸 5 的轉動；而當棘輪向相反方向轉動的時候，掣爪便落入距爪端最近的一個棘輪輪齒的齒根內，同時抵住輪齒，因而阻止了棘輪軸的轉動。如果要使重物降落，必須從輪齒內退出掣爪才行；這時候，應當把起重機構上的搖把稍微向起重的方向轉過一個角度，並不放鬆搖把，而把掣爪打開。打開掣爪要小心，不允許用手直接搬動，否則容易發生咬手和擠手的事故。

掣爪無論是直形的或鉤形的，它的端部都是靠自重（掣爪位於棘輪的上面）或特制的對重和彈簧的壓力（掣爪位於棘輪的側

面或下面) 落入棘輪輪齒的齒根內的。為了能使掣爪自由地落入棘輪的齒根內，而不被輪齒和掣爪支承面間的摩擦力所制止，輪齒和棘輪半徑之間應當有一個角度 φ ，如圖 1 和圖 3 所示。

升起重物的時候，掣爪要沿着棘輪輪齒跳越而產生一種令人討厭的噪音。為了避免這種噪音，常在棘輪停止器中增加某些特殊的裝置，使它成為無聲棘輪。

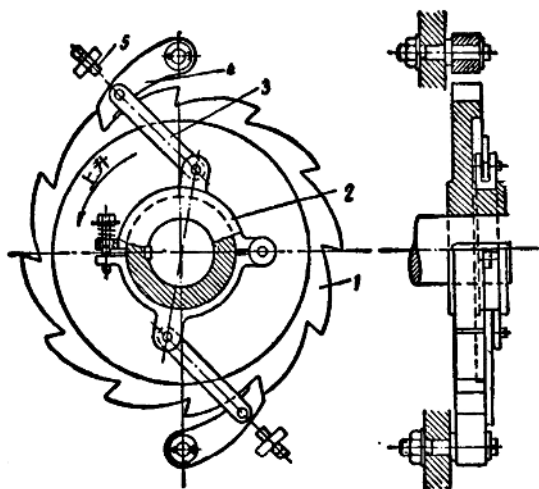


圖 4 無聲棘輪停止器。

如圖 4 所示，當升起重物的時候，也就是當棘輪 1 按逆時針方向旋轉的時候，裝在輪轂上而被彈簧壓緊的摩擦環 2，借着同輪轂接觸面間的摩擦力，通過杠杆 3 把掣爪 4 抬高到擋塊 5 的高度。這時摩擦環就停止不動，棘輪仍舊繼續旋轉，因而把掣爪支持在所抬起的位置上。因為在棘輪旋轉的時候不跟掣爪接觸，所以沒有噪音產生。當棘輪以相反的方向旋轉的時候，摩擦環也向同一方向轉動，把棘爪引入棘輪的齒根內，棘輪就停止旋轉，而

重物也就停留在一定的高度上了。

由于棘輪輪齒和掣爪在工作的时候經常相互滑動、摩擦和冲撞，使得爪端和齒頂的接觸邊緣逐漸磨損；而磨損到一定程度，就应当換新的棘輪和掣爪，否則棘輪跟掣爪的嚙合不良，會發生突然滑脫的現象。因此，在使用有棘輪機構的起重機械的時候，應當經常檢查棘輪和掣爪的磨損和嚙合情況，以避免發生事故。

為了減少棘輪和掣爪在工作中互相冲撞，可以裝兩個或數個掣爪。此外，為了減輕輪齒和掣爪尖端的摩擦和磨損，以及延長它們的使用期限，還應當經常在輪齒上加注潤滑油。

一般掣爪尖端的寬度要比棘輪輪齒的寬度大2~4公厘，這樣可以避免由於製造和裝配的不準確，而使輪齒跟掣爪不能永遠在齒的全寬上嚙合。棘輪的齒數 z 一般都取在8~48的範圍內；棘輪的模數 m ，因為考慮到棘輪機構在工作中帶有冲撞，所以不應當小於6公厘。

在蘇聯，棘輪輪齒的形狀已經標準化了。現在把蘇聯外嚙合和內嚙合棘輪輪齒以及掣爪各部分的尺寸介紹如下，供大家參考。

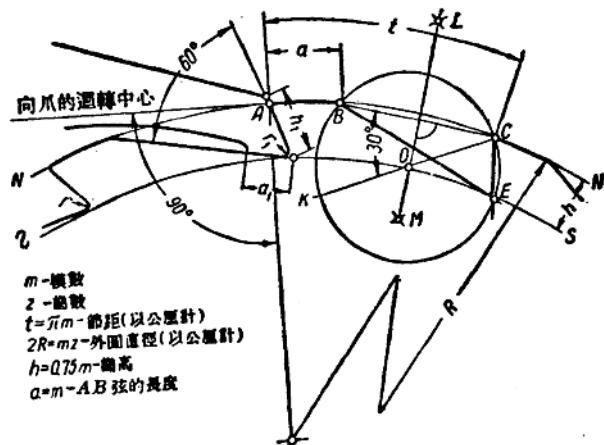
〔例〕設有一個外嚙合棘輪模數 $m=10$ 公厘，齒數 $z=20$ 。那麼棘輪的外圓直徑 $=mz=10\times 20=200$ 公厘，棘輪輪齒和掣爪尖端的尺寸可以從表1中查得：

棘輪：節距 $t=31.42$ 公厘，齒高 $h=7.5$ 公厘，齒頂的長度 $a=10$ 公厘，齒根圓角半徑 $r=1.5$ 公厘；

掣爪：尖端高度 $h_1=10$ 公厘，尖端長度 $a_1=6$ 公厘，尖端圓角半徑 $r_1=2$ 公厘。

2 摩擦停止器 摩擦停止器具有和棘輪停止器同樣的用途，但是它們在結構上是不同的。摩擦停止器只能和制動器聯在一起使用，在用途上有極大的限制。摩擦停止器的優點是工作的时候

表1 外啮合棘輪輪齒和掣爪的各部分尺寸 (公厘)

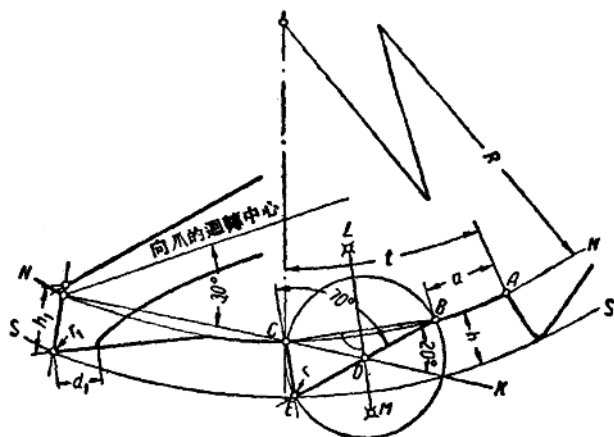


m	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	30
z	6~30											
t	18.85	25.13	31.42	37.70	43.98	50.27	56.55	62.83	69.12	75.40	81.68	94.25
h	4.5	6	7.5	9	10.5	12	13.5	15	16.5	18	19.5	22.5
a	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	30
r	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
h_1	6	8	10	12	14	14	16	18	20	20	22	25
a_1	4	4	6	6	8	8	12	12	14	14	14	16
r_1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

平穩安靜，沒有噪音，不產生冲击力；而它的缺点是加在掣爪軸上的壓力比較大一些。

圖5所示的摩擦停止器，是在起重運輸機械的結構中應用得最廣泛的一種。它是由制動輪1、掣爪2、搖杆3、彈簧4和掣爪軸5所組合成的。制動輪1活裝在傳動軸上面，而搖杆3用鍵固

表2 內啮合棘輪輪齒和掣爪的各部分尺寸 (公厘)



m	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	30
z	6~30											
棘 輪 t	18.85	25.13	31.42	37.70	43.98	50.27	56.55	62.83	69.12	75.40	81.68	94.25
h	4.5	6	7.5	9	10.5	12	13.5	15	16.5	18	19.5	22.5
α	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	30
r	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
掣 爪 h_1	6	8	10	12	14	14	16	18	20	20	22	25
a_1	4	4	6	6	8	8	12	12	14	14	14	16
r_1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

定在傳動軸上面。

当升起重物的时候，搖杆和一对掣爪2一起按照逆时针方向转动，这时候掣爪的楔形表面在制动輪的楔形槽內滑动，由于彈簧4的压力作用，产生了不太大的摩擦力。

如果使搖杆按照順时针方向转动，掣爪就会在彈簧压力的作

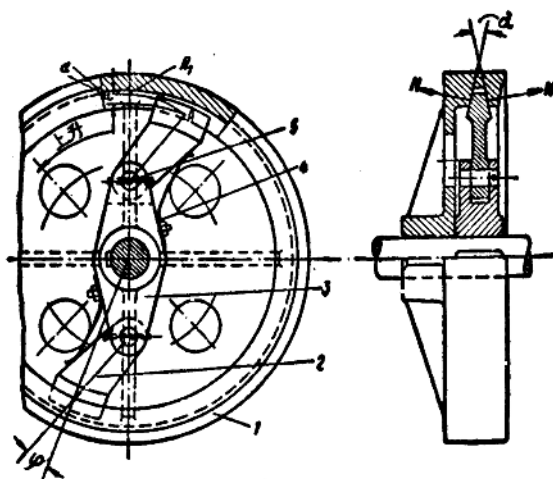


圖 5 摩擦停止器。

用下企圖从位置 A 移到 A_1 ，也就是將要挤入制动輪的槽中，移动一个距离 a 。这样就加大了槽壁上的垂直压力 NN ，同时在槽壁和掣爪的接触面間产生了摩擦力，因而制止了整个机构的轉动，使重物停留在一定的高度上。

为了能使掣爪楔住不动，就必须使垂直压力 NN 和摩擦力的合力能够拉住掣爪。要滿足这个要求，应当使楔角 $2\alpha \approx 40 \sim 50^\circ$ ，角 φ 的平均值 $= 15^\circ$ 。

在这种情况下，制动輪应当是固定不动的，并且承受着全部的制动力矩。为了能够使重物降落，必須用某种装置使掣爪和制动輪脱离。通常是把摩擦停止器和帶式制动器联合一起使用，这时停止器的制动輪也是帶式制动器的制动輪(圖 6)。

3 滾子停止器 应用最广泛的一种滾子停止器如圖 7 所示。这种停止器也需要跟制动器联在一起使用。

滾子停止器的工作原理如下：

在鑄鐵制的外殼 1 內壓入一個鋼套 2，鋼套內裝着一個在蝸杆軸端 6（蝸杆在圖中未繪出）上自由旋轉的圓盤 3。圓盤同時也作為滾珠的支承盤。在圓盤的四個凹槽中還裝有四根鋼制的滾子 5。摩擦盤 4 和蝸杆軸端用圓錐銷連接。

當升起重物的時候，蝸杆軸 6 按照順時針的方向旋轉（圖 7 中左圖所示的箭頭方向）。這時候，摩擦盤 4 和圓盤 3 也沿着同蝸杆軸 6 相同的旋轉方向一塊兒旋轉。在

圓盤 3 的凹槽中的四個滾子 5 自由滾動着，它並不阻止蝸杆軸的旋轉。當重物達到某一高度停止升起的時候，由於重物的作用，產生了軸向壓力（向右），並且使蝸杆軸按照逆時針的方向轉動。借着軸向壓力，在摩擦盤和圓盤的接觸面間產生了摩擦力，使圓盤也隨着轉動。這時滾子便沿着凹槽的斜面向外擠壓，把鋼套楔住，而使蝸杆軸的旋轉停止。

上面所談到的情況，停止器的外殼 1 必須是固定不動的。

一般滾子的材料採用 15 號碳鋼，並且需要經過滲碳、淬火，使達到洛氏硬度（ R_c ）56~62。鋼套的材料採用 15X 或 30X 號鉻

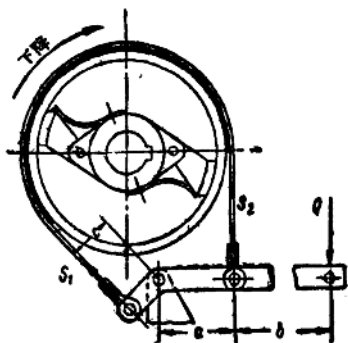


圖 6 摩擦停止器和差動帶式制動器聯合使用的例子。

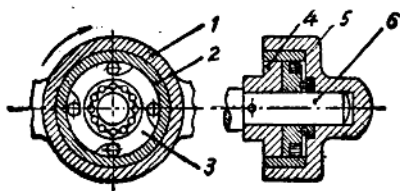


圖 7 滾子停止器。

鋼，並且需要經過熱處理。

滾子停止器的各部分主要尺寸如表 3 所列，可供選用時參考。

表 3 滾子停止器的各部主要尺寸

停止器所傳遞的馬力 N_{100} (在每分鐘100轉時)	鋼套內徑 D (公厘)	滾子直徑 d (公厘)	滾子長度 l (公厘)	滾子數量 z	楔 接 角 α°
0.25	102	12.7	19.0	4	7°
0.5	127	15.9	23.8		
1.0	152	19.0	29.4		
1.5	178	22.2	33.3		
2.0	203	25.4	38.1		

注：在選擇滾子停止器時應用公式 $N_{容許} = \frac{100N_{100}}{nk}$ ；

式中： n ——每分鐘的有效轉數， k ——過負荷係數（等於1.5~2）。

三 制動器

制動器在起重機械中應用得很廣泛。它用來調節重物降落的速度，使重物平穩的下降，或者使重物停留在一定的高度上，以及用來在起重機沿着軌道運行（如橋式起重機）或旋轉一定角度（如旋轉式起重機）的時候，變更運動的速度，吸收運動物體的能。量。

只有在起重機械中安裝上制動器，才能夠保證起重工作的安全。此外，現代的起重機械的起重速度和運行速度都很快，如果沒有制動器，就不可能使重物準確地停止在所要求的高度或所指定的地點。

制動器可以根據構造分成閘瓦式制動器、帶式制動器、圓錐式制動器、圓盤式制動器等。

在重物降落的全部時間中工作的制動器，叫作落重制動器；

凡是用来停止重物的运动并且使它保持在一定的高度上的制动器,也就是只有在需要停止重物运动的时候才开始工作的制动器,叫做止动制动器。

制动器还可以按照作用原理分成开式制动器和闭式制动器两种。开式制动器的制动零件平时彼此互不压紧,或是压得不紧,不往杠杆或操纵杆上加力量,就不能停住重物。闭式制动器的制动零件的表面靠着摩擦彼此经常压紧,只有在放松操纵杆或踏板之后,才能够清除制动作用。闭式制动器工作的时候比较安全,但是增大了工人的劳动强度,因为工人经常要在制动杠杆上或制动踏板上施加力量。

苏联锅炉检查局规定在选择用于制动器的传动轴的时候,为了保证起重工作的安全,只许用刚性传动件(齿轮)来联接制动轴和鼓轮轴,而不准用摩擦传动件或挠性传动件(皮带、链条等)来联接。采用刚性联接的时候,制动器应当尽可能安装在靠近电动机的地方,并且最好利用装在电动机轴上的联轴器做制动轮(因为在这根轴上的扭力最小)。

1 闸瓦式制动器 闸瓦式制动器可以分为单闸瓦式和双闸瓦式两大类。闸瓦可以装在制动轮的外边,也可以装在制动轮的里边。在起重机械中,以外闸瓦式的闸瓦式制动器应用得最广泛。单闸瓦式制动器在制动的时候,因为一边受力,会引起制动轮轴的弯曲,因此这种制动器是不好用在起重机械的结构中的。内闸瓦式的闸瓦式制动器也用得很少,它只用在起重汽车、载重拖拉机和自动行车等机器中。

一、单闸瓦式制动器:

图8是单闸瓦式制动器的简图,它由杠杆、闸瓦和制动轮所组成。制动的时候,必须在杠杆上施加一个制动力 K 。 K 力是重

錘的重量或是工人施加的力量，並且通過閘瓦作用在制動輪上，由此而產生垂直的壓力 N 和同制動輪迴轉方向相反的摩擦力 fN 。假如不在杠桿上加重錘或施加力量，重物就會很快地降落下來。

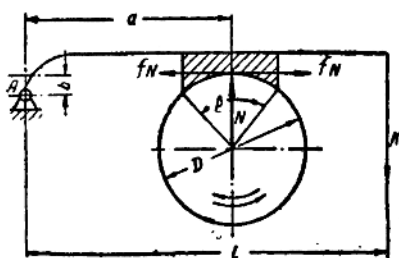


圖 8 單閘瓦式制動器簡圖。

為了能夠使制動輪完全停止轉動，必須使摩擦力矩等於作用在制動輪軸上的力矩，這種情形可以用下面的式子來表示：

$$M_{\text{fr}} = fN \frac{D}{2}。$$

垂直壓力 N 可以從下式求得（也就是把上式移項得出）：

$$N = \frac{2M_{\text{fr}}}{fD} \text{ 公斤。} \quad (1)$$

式中 M_{fr} ——作用在制動輪軸上的扭轉力矩（公斤·公分）；

D ——制動輪的外徑（公分）；

f ——摩擦係數，按照表 4 選取；

N ——閘瓦和制動輪間的垂直壓力（公斤）；

$F = fN$ ——摩擦力（公斤）。

為了獲得垂直壓力 N ，必須在杠桿的末端施加一個力 R ，倘

表 4 摩擦係數 f 的值

摩擦表面的材料	干 摩 擦	偶然的潤滑	良好的潤滑
鋼對鋼	0.15~0.18	0.10~0.12	0.05~0.06
鑄鐵對鑄鐵	0.15~0.20	0.10~0.12	0.05~0.06
鋼對鑄鐵	0.17~0.20	0.10~0.12	—
木材或皮革對鑄鐵	0.35~0.40	0.25	—
銅絲石棉繩帶對鑄鐵	0.35~0.45	0.30~0.40	—

若尺寸 a 、 l 、 D 已經根据結構定出来， K 力就可以由对 A 点的力矩方程式求得：

当制动輪按照順时針方向旋轉的时候：

$$Kl - Na - Nfb = 0;$$

$$Kl = Na + Nfb;$$

$$K = \frac{N}{l}(a + fb) \text{ 公斤。} \quad (2)$$

当制动輪按照逆时針方向旋轉的时候：

$$K = \frac{N}{l}(a - fb) \text{ 公斤。} \quad (3)$$

要經常保持閘瓦和制动輪間的摩擦力的制动器，也就是要經常在杠杆上加一 K 力的制动器，叫做开式制动器。杠杆上通常悬挂有重錘，重錘的重量应当大于 K 。

二、双閘瓦式制动器：

圖 9 是双閘瓦式制动器的簡圖。它的構造跟單閘瓦式制动器相似，但在制动輪的两边各有一套閘瓦和杠杆。当制动的时候，兩塊閘瓦同时包紧制动輪。这样，作用在制动輪軸上的压力是左右平衡的，軸就不会發生弯曲現象。这是双閘瓦式制动器在構造上和使用上的唯一的优点，也是它被广泛地应用在起重機構中的一个主要因素。它的制动力矩比單閘瓦制动器大一倍，也就是等于兩個單閘瓦式制动器的作用。

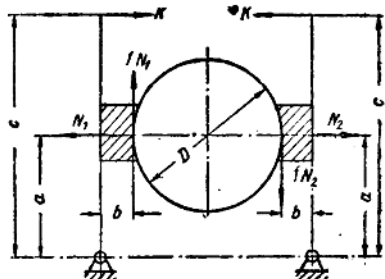


圖 9 双閘瓦式制动器簡圖。

点，也是它被广泛地应用在起重機構中的一个主要因素。它的制动力矩比單閘瓦制动器大一倍，也就是等于兩個單閘瓦式制动器的作用。

双閘瓦式制动器的种类很多，其中以彈簧式的（利用彈簧的力量制动）和墜重式的（利用杠杆上的重量制动）应用得最广泛。

这种制动器用电磁铁或一套 K 力杠杆操纵机构来开启。闸瓦和杠杆的连接方式也有两种：一种是用铰链连接的，一种是固定连接。因为固定式连接的闸瓦不能自动调整，在工作的时候，闸瓦的磨损不均匀，并且会引起使制动轮轴发生弯曲的作用力，所以一般都不采用。在近代的闸瓦式制动器中，多半采用铰链式连接。

双闸瓦式制动器可以按照型式分成四种基本的类型：

第一类是长行程电磁铁的闸瓦式制动器，杠杆系统同电磁铁在下部连接（圖 10~13）。这类制动器的特点是电磁铁和其他机件分开安装，连杆机构具有较大的传动比，较多的铰链接头，以及具有刚性不够的杠杆结构。

这类制动器在使用的时候有下列的缺点：

- 1) 铰链的磨损较快，因此增加了连接处的间隙，降低了工

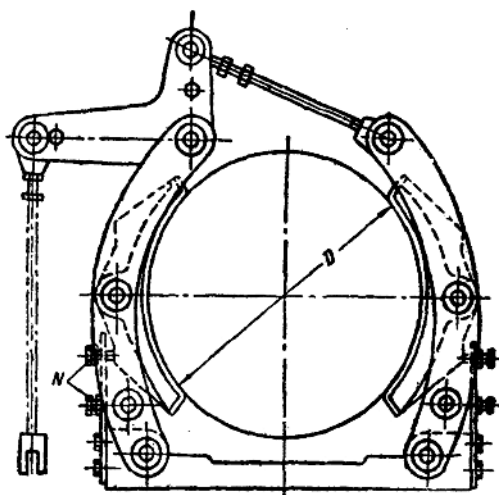


圖10 旧式長行程电磁鉄的双闸瓦式制动器。

作的可靠性;

2) 由于杠杆的弹性变形和铰链连接处的间隙, 发生相当大的死行程 (即制动器不工作的时候, 闸瓦所移动的距离), 这种情况依铰链的磨损程度而逐渐增加;

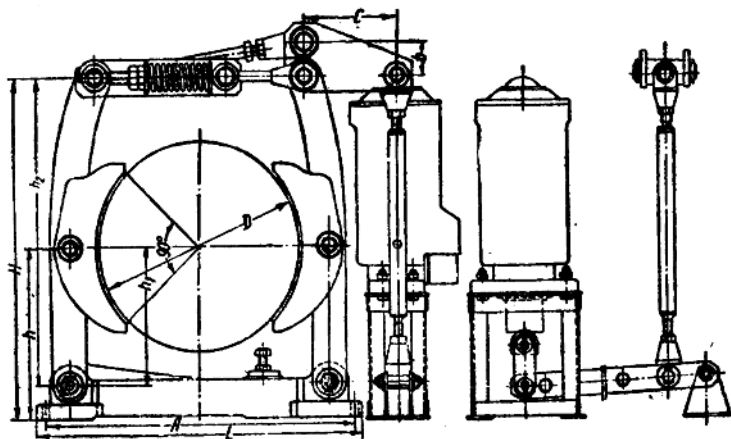


图11 新式长行程电磁铁的双闸瓦式制动器。

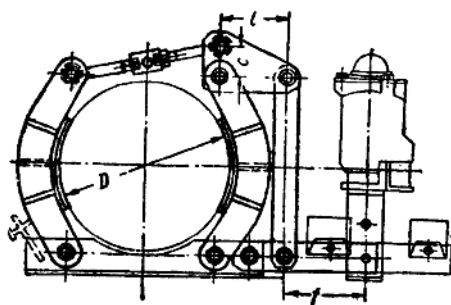


图12 固定式闸瓦长行程电磁铁的双闸瓦式制动器。