

第八章 脱錠設備

將鋼液鑄入鋼錠模之后，鋼液就開始凝固，鋼液凝固的時間和要求（保留在鋼錠模中的時間），視鋼錠重量的大小和鋼的品種不同而異，在煉鋼生產工藝上對於各種不同的鋼錠一般都規定有專門的冷卻制度。

鑄錠后，根據冷卻制度的規定，經過一定的冷卻方法和一定的凝固時間，即將鋼錠自鋼錠模中取出，此一操作謂之脫錠（或稱脫模），脫錠時應用的機械設備謂之脫錠設備。

在生產率不高的車間內，脫錠工作是利用鋼錠或錠模的自重克服鋼錠與模壁間的阻力而脫出，這叫做自由脫錠（自重脫錠）。一般即利用車間的橋式起重機附加上簡單的夾具（鏈子，夾鉗）即能進行。在高生產率的车間，為了保證煉鋼生產操作過程的連續性，所以必須採用專門的脫錠設備來進行強制脫錠，即強迫鋼錠與鋼錠模產生相對運動而分離。

脫錠機根據鋼錠澆鑄的不同情況（上注，下注，上大下小錠模或上小下大錠模）進行的工作亦不同。脫錠機主要工作是要能強制脫上天下小的鋼錠；上小下大的鋼錠及從底板上分離粘結的鋼錠。

因而脫錠機按作業可分為：1)單作用式——祇能強制脫上天下大鋼錠；2)雙作用式——能脫上天下大和上天下小鋼錠；3)三作用式——能脫上天下大，上天下小及分離鋼錠與底板的粘結。

脫錠機按裝型式可分為：1)懸掛式；2)移動式；3)地上固定式。目前常採用的是后兩種型式。

§ 8—1 地上固定式脫模機

圖8—1所示為地上固定式脫錠機全貌。它固定地裝在平爐車間脫錠工段的地面上，一般用於橋式脫錠機，由於脫錠力不夠或鋼錠過冷，小鉗牙不夾緊收縮頭而無法脫出之上天下小的“死錠”。否則就要將鋼錠模擊碎而取出鋼錠，這對高生產率的车間來說，當然是不合適的，因而採用地上式脫錠機。

電動機15傳動立軸18，齒輪10用鍵固定在軸18上，齒輪9套在絲杆下部的方形軸頸上，絲杆1上部有右螺紋，下部梳形部分被支承在梳形軸承8中，軸承固定在杯狀套3中。在杯狀套上端固定有四根拉桿4，拉桿與夾鉗5鉸接，在夾鉗5的肋板上鉸接有拉桿21；拉桿21的尾端在機架蓋的槽22中移動。與絲杆1咬合的螺母23通過梢子與伸縮套筒2相固定，伸縮套筒外側有兩縱槽以防止受螺紋間摩擦力作用而引起轉動，在套筒上部用楔固定有頂頭6。上述說明可參閱圖8—1、2。

脫錠機工作（圖8—3）：首先將具有鋼錠的鋼錠模裝在脫錠機上面的平板上。(a)圖為開始進行工作前的原始位置，此時推頂機構部分重量通過伸縮套筒的凸緣A壓在機座蓋7上，當電動機通過傳動機構使中央絲杆1旋轉（俯視順時針方向），由於伸縮套筒A

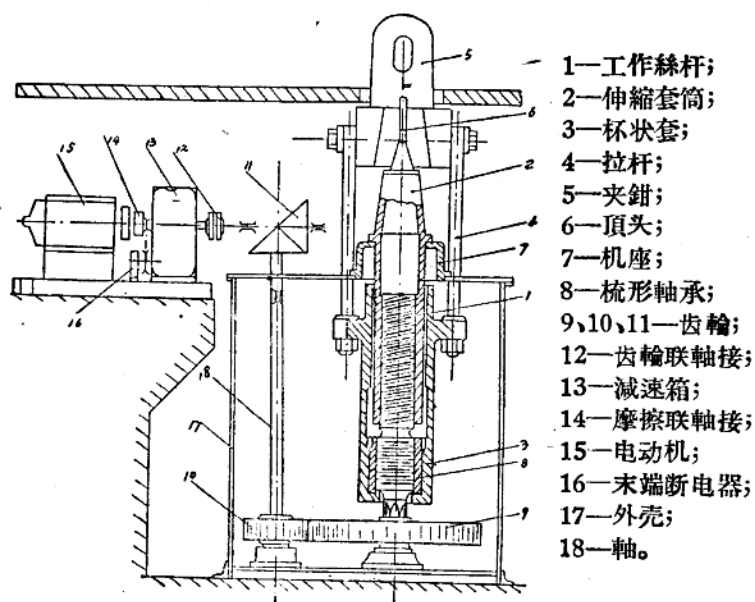


图 8—1

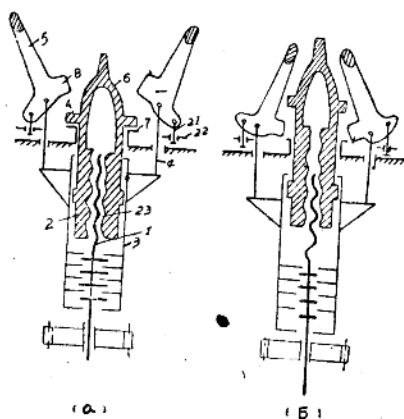


图 8—3

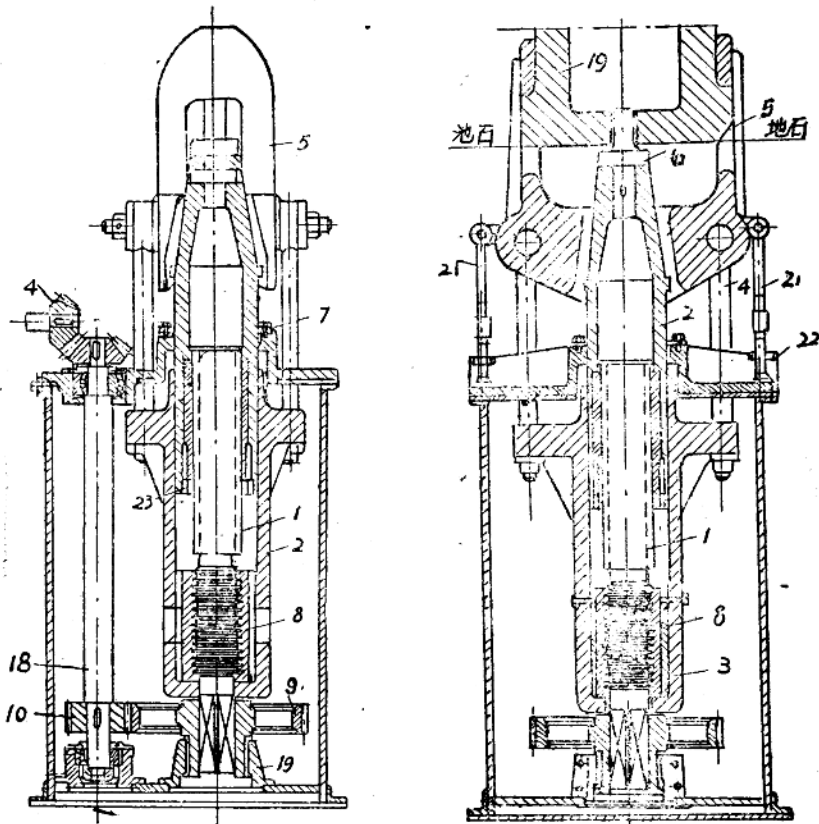


图 8-2

凸緣支持着全部重量，所以絲杆从螺母23中带动杯形套筒及拉杆4下降，在拉杆4的下降过程中，夹鉗5由于重錘B的作用，繞拉杆与夹鉗的鉸結点轉动而閉合夹鉗，当夹鉗碰上鋼錠模下部外壁后；杯状套筒繼續下降，則使夹鉗掛在鋼錠模下耳上。此时夹鉗、杯状套筒和中央絲杆的重已掛在鋼錠模的下耳上。絲杆1繼續旋轉；則伸縮套筒2被迫上升，(图(6)位置)，頂头亦就頂入鋼錠模底的孔中，把鋼錠強制頂出。

电动机反轉，伸縮套筒2先下降，当套筒凸緣A支于机座盖7为止，于是杯状套筒开始上升，夹鉗亦沿模壁上升（但未張开），当拉杆21的末端碰上机座盖槽22的上限位置后；中央絲杆繼續旋轉，使杯状套繼續上升，則夹鉗繞夹鉗与拉杆21的鉸結点旋轉而張开，机构恢复到工作前的原始位置。

这种结构，梳形軸承处形成全部无效之摩擦損失。

这种地上脫錠机，裝在我国的某鋼厂中，頂力为255吨，絲杆轉速为12.6轉/分，速度为0.5米/分，頂头行程300毫米。

另件材料为：外壳——3号鋼；稍子——5号鋼；小齿輪——6号鋼；齿輪——45-5512鑄鋼；鍵——5号鋼；頂头——6号鋼；螺母——БРАЖ——9；垂直軸——5号鋼。

电动机是交流电机380/220伏MT—63—10型，功率60瓩，575轉/分，減速箱LD型2—85，傳动比 $i = 11.41$ 。

齒輪傳动：圓錐齒輪： $Z = 24$ ， $m = 20$ 毫米；圓柱齒輪： $Z_1 = 21$ ， $Z_2 = 84$ ， $m = 16$ 毫米；軸間距离为 840 ± 0.5 毫米。

§ 8—2 桥式脫錠机

苏联1948—1950年烏拉尔重型机械制造厂設計的桥式二用脫錠吊車，目前我国太原重型机械制造厂亦已制造。它由縱行車，脫錠小車，脫錠机构，脫錠机构的提升及大鉗开閉机构等部分組成。

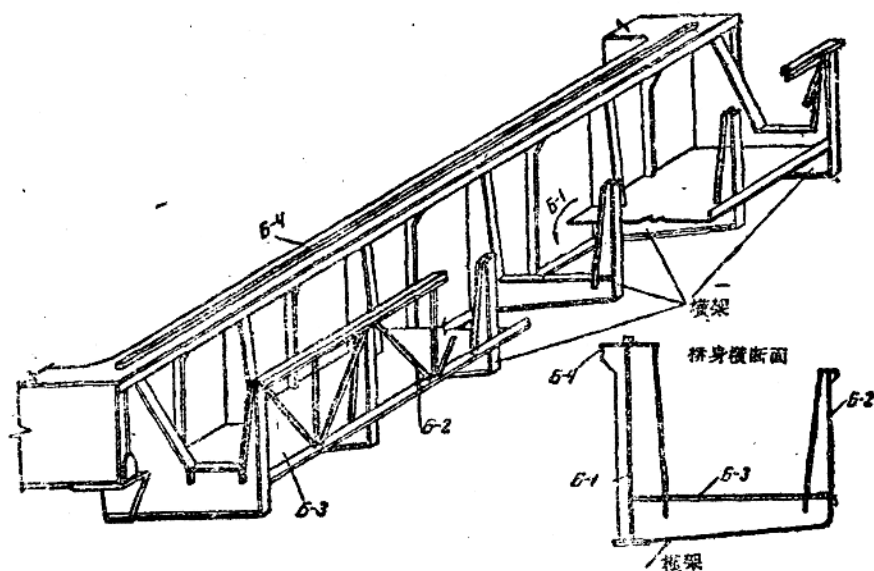


图 8—4

縱行車的桥架由二根单腹板的主梁1 (图8—4)，水平剛性加强桁架3和桁架式輔助梁2組成，主梁和端梁形成一个封閉的剛性框架，主梁与輔助梁之間用橫向框架3联結，鋪板按裝在桥架兩側的水平桁架3上，其上按裝縱行車行走傳动机构，它与桥式吊車的相同，不同点在于它有两套机构，設計时必须考虑到一套运行机构出故障时，由另一套单独来驅動。

脫錠小車是一个剛性焊接框架，上面布置有脫錠机构A，脫錠机构的提升机构B，大鉗开閉机构C及小車运行机构D，如簡图8—5。在小車下边固定着一个剛性圓筒3 (图8—6)；其中放脫錠机构。

脫錠机构：由电动机A通过联轴节傳給蝸輪蝸杆減速箱1，如图8—6。蝸輪傳动方断面的立軸2轉动，通过減速箱5傳遞方軸15旋轉，減速箱5是固定于本体套筒側翼頂端6上，随脫錠机构的升降而沿立軸2移动。

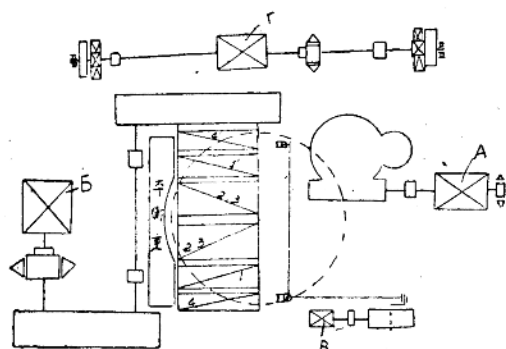


图 8-5

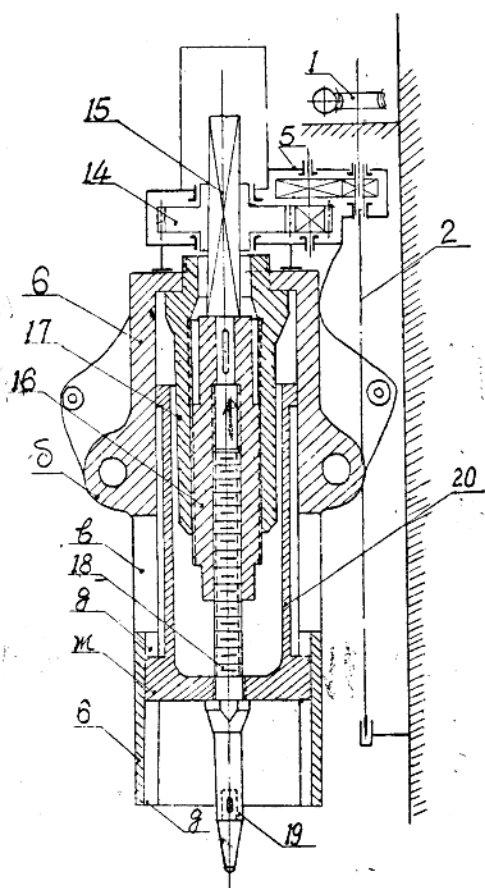


图 8-7

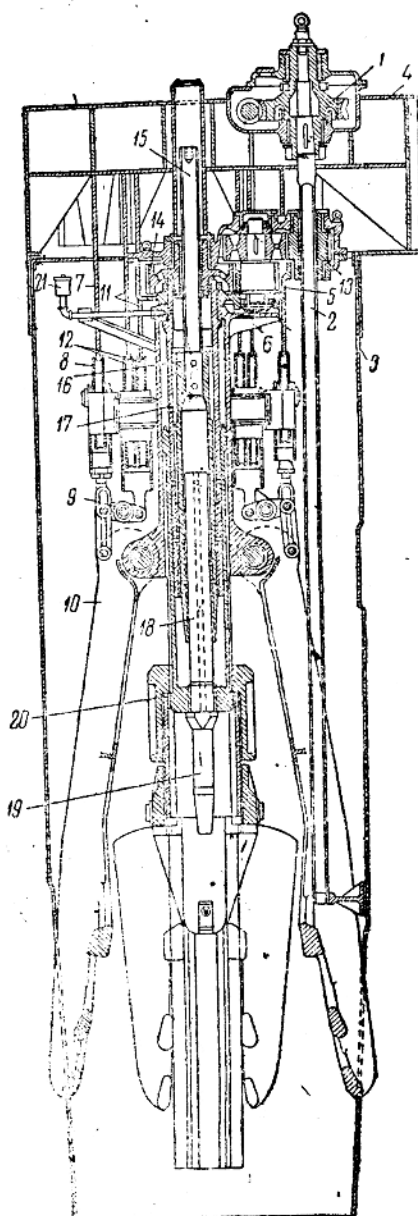


图 8-6

螺旋套筒16与立轴15相固定，其外壁有右螺纹和螺母套筒17相咬合，内壁有左螺纹和丝杆18咬合。螺母套筒17上用键、凸缘和螺母固定在套筒6上。丝杆18下部为顶头19，固定在伸缩圆筒20上，圆筒20在套筒6和螺母套筒17之间可上下移动。为防止螺旋套筒16带动圆筒20转动，圆筒20上有凸缘K(图8—9)卡在套筒6的滑槽内移动。当螺旋套筒16旋转时，套筒16与螺母17(或本体6)下降或上升，丝杆18相对套筒16上升或下降，这样丝杆相对本体6下降或上升的速度是上述二项相对速度之和；当螺旋套筒16的内外螺距相等，则丝杆相对本体6的速度是套筒17对螺旋套筒16速度的二倍。

其传动过程可参阅简图8—7。

脱锭机构是通过本体、双臂横杆9和滑轮悬在十二根钢绳上，钢绳固定在提升机构的卷筒上。

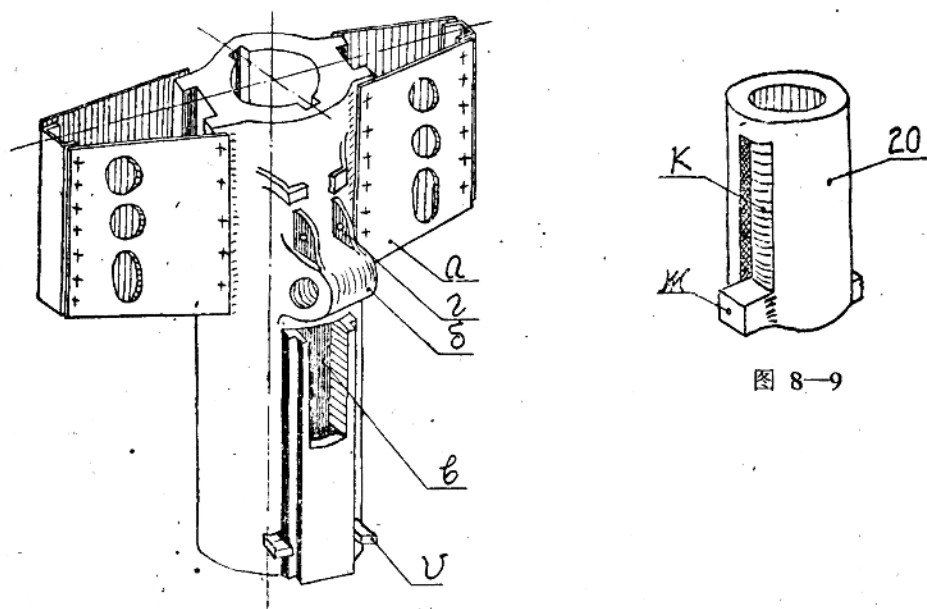


图 8—8

脱锭机构套筒本体6系组合结构件，如图8—8。本体侧翼a在圆筒(图8—6中之3)导轨中移动，防止本体转动。在本体6中部有大钳枢轴的轴承耳环5及铰接双臂横杆的肋片Γ，其下有窗口b，伸缩圆筒上的凸缘K通过窗口b来操纵小钳张开和升降，下端的V凸块是用以支撑小钳的横件(当脱上小下大钢锭不用小钳时，小钳横件悬挂其上)。

小钳的连接，如图8—10，小钳中部通过横件11铰接，上部放在带有倾斜滑槽的横架12中；横架的升降通过滑槽可迫使小钳开或闭。横件11上u凸块；当小钳在下限位置时，刚好搁在本体套筒的V凸块(图8—8)上。

横架、横件均套在本体上，其结构如图8—11上。

脱锭机构的升降和大钳的开闭：脱锭机构的升降是由电动机B(图8—5)通过联轴节、减速箱传给卷筒齿轮21，如图8—12，在卷筒齿轮内有棘轮装置，此棘轮装置和平

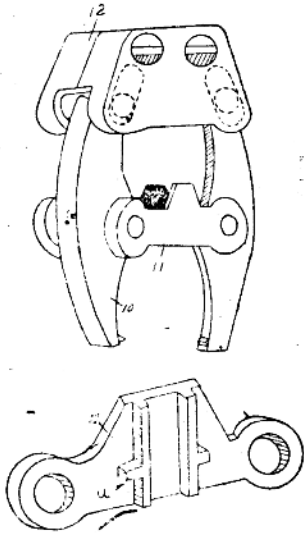


图 8-10

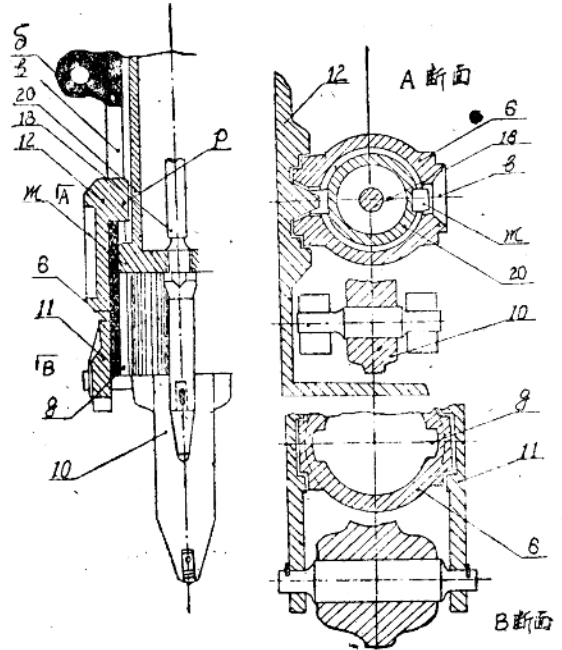


图 8-11

衡重可以达到拉紧钢绳的作用。在卷筒的一侧放下六个绳头，通过六个滑轮(图8-12中内侧动滑轮仅画出二个，实际是四个)与双臂横杆9相连接；另一侧则悬有平衡重，它沿着小车上圆筒外缘的导柱移动。脱锭机构的升降，即是通过卷筒驱使钢绳7、11等速升降而达到。

大钳的张开，是由电动机B(图8-5)通过联轴节和蜗轮蜗杆减速箱、曲柄连杆机构和横杆K驱动，在横杆的一端固定着钢绳，钢绳的另一端通过外侧滑轮8而固定在卷筒上。外侧滑轮通过双臂横杆与大钳的B孔相连，大钳6孔通过短轴铰接在套筒本体上。双臂横杆中间支点C铰接在本体的肋板Γ孔中。当驱动电动机B，使钢绳7、11产生相对运动时，则大钳张开或关合。但大钳张开大小是随具体操作对象(脱钢锭或拔中心注管)而变的，控制电动机很难当大钳碰上钢锭模壁时刚停止外侧滑轮的下降，所以在双臂横杆处利用一滑环的空行程来避免阻塞时外侧钢绳7的松弛现象。

脱锭机的工作：

脱上小下大钢锭：脱锭小车停在钢锭上，大钳呈张开状，先接通B电动机带动脱锭机构及大钳下降到钢锭模上耳下10厘米左右，于是切断B电动机，而后再合上B电动机使大钳闭合。再接通B电动机，提升大钳进行自由脱锭。若脱不出时，则将锭模放回原处，合上A电动机进行强制脱锭，电动机通过蜗杆蜗轮减速箱1、立轴2、减速箱5使方轴15和螺旋套筒16旋转。套筒16旋转后，丝杆18、伸缩套筒20及顶头19即以两倍螺旋速率下降(此时脱锭机构部分重由钢绳支撑)。当顶头顶住钢锭头，脱锭机构下降一部分的重即支撑在钢锭模车上(此时小钳已靠横架与横件支于本体的窗口b和凸块V上)。螺旋

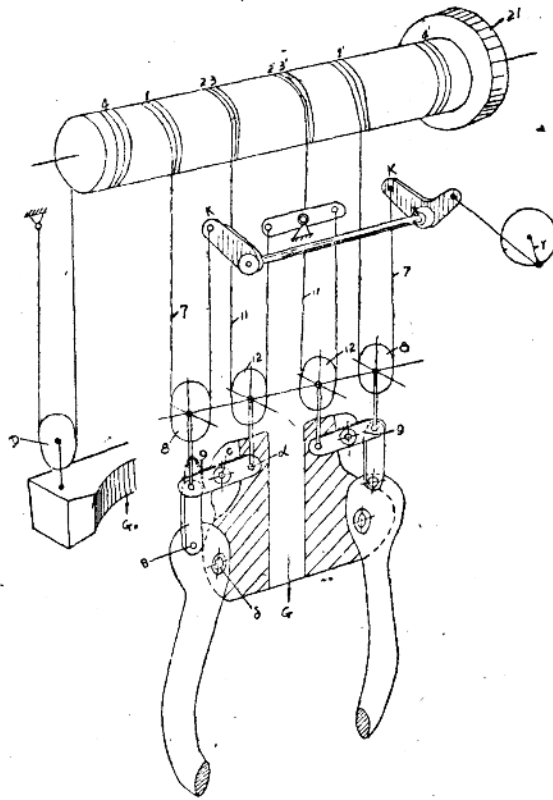


图 8—12

套筒 16 繼續旋轉，則迫使螺母套筒 17 帶動本体及大鉗以兩倍螺紋速上升，進行強迫脫鉗。此時；本体上升鋼繩由平衡重——棘輪系統拉緊，減速箱 5 亦隨本体上升而沿方軸 2 移動。

脫上大小鋼鉗：脫鉗小車在鋼鉗上，大小鉗均呈張開位置，于是將大鉗下降且閉合，使大鉗的凸緣壓住鋼鉗模上邊緣。再接通 A 電動機，螺旋套筒 15 旋轉且帶動絲杆 18 伸縮套筒 20，一同上升（此時脫鉗機構大鉗、本体等重量支撐在鋼鉗模上），上升少許後，由於伸縮套筒的凸塊鉤住原小鉗最大張開時掛在窗口的橫架凸塊 p（見圖 8—11）使橫架 12 上升，但小鉗由於自重關係，通過橫件 11 仍壓在本體的凸塊 V 上。但橫架 12 內有斜滑槽，當橫架上升時，則迫使小鉗牙夾緊鋼鉗收縮頭，直到橫架斜槽與小鉗滾輪間作用力的垂直分力克服鋼鉗與鋼鉗模間阻力和鋼鉗重及部分脫模機構重後，則鋼鉗由鋼鉗模中被強制脫出。

這種脫鉗吊車，在鞍鋼早已採用，它的技術性能如下：

脫鉗力·····	175 噸。
起重量·····	25 噸。
提升速度·····	15—18 米/分。

頂鋼錠速度.....2.5米/分。

小車速度.....50米/分。

縱行車速度.....125米/分。

§ 8—3 脫錠機計算

一、提升系統的計算：

脫錠機起重量按照鋼錠、鋼錠模、底板和保温帽的最大重量之和來決定，因為當鋼錠和鋼錠模與底板粘住時就會一起被吊起。

懸掛脫錠機構和操縱大鉗閉閉機構的鋼繩以最大載荷來進行計算。

操縱大鉗的鋼繩最大總負荷為脫錠機構重量有效載荷 Q 和 G 的一半，則每根鋼繩負荷：

$$S = \frac{P_1}{2i} \text{ 公斤,}$$

式中： i —— 承擔操縱大鉗鋼繩的分支數。

起升鋼繩最大總負荷：按操縱大鉗鋼繩不受負荷的條件計算。即當大鉗閉合時，外側滑輪已進入空行程時，在這種情況下進行自由脫錠，提升脫錠機構時，則提升鋼繩承受全部的載荷。

$$P_1 = Q + G \text{ 公斤。}$$

式中： Q —— 有效載荷重量，按鋼錠、鋼錠模、保温帽、底板的總重來計算。

G —— 脫錠機構總重量。

每根鋼繩負荷：

$$S_1 = \frac{P_1}{i_1} \text{ 公斤,}$$

式中： i_1 —— 提升鋼繩分支數。

升降機構平衡重的重量，必須足以克服使卷筒迴轉所遇到的阻力矩，因此，它的最小重量。

$$G_{0 \min} = \frac{M_{TP}}{0.5D} \text{ 公斤,}$$

M_{TP} —— 推算到卷筒軸上的總摩擦阻力矩，公斤—米。

D —— 卷筒直徑，米。

實際上一般平衡重的重量取脫錠機構重量的一半。

提升機構電動機功率的計算，要考慮到平衡重的作用，這時計算功率為：

$$N = \frac{(Q + G - G_0 \eta_0 \eta_6^2) V}{60 \times 102 \eta} \text{ 瓩}$$

式中： V —— 升降速度，米/分。

η_0 —— 平衡重在導軌中的效率。

η_6 —— 卷筒效率。

η —— 傳動機構總效率。

二、脫錠機構的計算：

脫錠力是脫錠機重要參數之一，但不容易計算，它和很多因素有關：1)鋼錠模內表面的光潔度，清整工作的質量。如清整不良，塗油太少等都會引起頂出力增大。2)澆鑄工作的質量，若鋼水溫度高，鋼水注入鋼錠模內高度太高(上鑄法)都會引起鋼水沖在鋼錠模表面，飛濺，燒壞內表面。3)鋼錠模橫斷面形狀愈複雜頂出力愈大。4)鋼錠和鋼錠模接觸面積與鋼錠重量之比，鋼錠高與其周邊尺寸之比，這二個比值愈大，頂出力愈大。經過很多實驗，頂出力的變化範圍很大。近似的按以下經驗公式計算：

$$P = (10 \sim 20) Q_c \text{ 噸}$$

Q_c ——鋼錠重量 噸

烏拉爾重型機械廠取以下經驗數據：

鋼錠重 Q_c (噸)	3	5	10	15
脫錠力 P (噸)	110	125	175	250

綜合上述經驗數據得出經驗公式如下：

$$P = 75 + 10 Q_c \text{ 噸}$$

為了計算脫錠機構各另件，必須先從螺旋套筒計算開始，螺旋套筒上作用有扭矩和軸向壓縮力。

最大軸向壓縮力，產生在強制脫錠時。

$$P_0 = P + Q + G' \text{ 公斤}$$

式中： P ——脫錠力。

Q ——鋼錠或鋼錠模重。

G' ——脫錠機構中被頂起部分重量。

套筒承受的扭矩：

$$M_{KF} = 2 P_0 \cdot \frac{d}{2} \tan(\alpha + \rho) \text{ 公斤——米}$$

式中： α ——螺旋套筒螺紋處平均直徑，米。

ρ ——螺紋間的摩擦角，(一般取 $5.43'$ ，相當 $\mu=0.1$)

α ——螺旋角($6^\circ \sim 7^\circ$)，但傳動效率和扭矩對 α 角的要求是相互矛盾的，因而需選一合適的螺旋角。

螺旋套筒斷面按扭應力與壓應力合成計算強度。並當螺母套筒及絲杆走到終端位置時，按縱彎曲校核強度。螺旋套筒頭部方軸按扭轉計算。螺紋按彎曲和單位壓力來校核，對標號 БР·ОФ10—1的青銅製成螺母，取允許彎曲應力 $\sigma \leq 400$ 公斤/厘米²，單位壓力 $P \leq 120$ 公斤/厘米²。

脫錠系流電動機功率的計算：

$$N = \frac{(P + Q + G') V'}{102 \times 60 \times \eta} \text{ 瓩}$$

式中： V' ——脫錠速度 米/分

$$V' = 2 \frac{h \cdot n}{100}$$

h ——螺旋套筒螺紋节距，厘米。

n ——螺旋套筒每分鐘迴轉數。

η ——脱錠机构傳动机构总效率。

小鉗的設計，最大張開量，根据可能的最大鋼錠尺寸来选。

小鉗夾緊力，利用夾緊系数按下式求得：

$$T = 0.5(P + Q)K \text{ 吨}$$

式中： T ——小鉗牙上水平夾緊力，

K ——夾緊系数，烏拉尔重型机械厂采用0.5~0.6。

此外为了計算夾鉗，必須知道在滾輪处和沿連接橫件处的力，力的图解法表示在图8—13。

在点 m_1 夾鉗的滾子上作用有二个力：垂直于滑槽表面力 N 和摩擦力 F (它平行于槽) 它們的合力 N' 的垂直分力为 $0.5(P + Q)$ ，水平分力为 A ；此外在小鉗 O_1 点作用有連接橫件的力 R ，在点 h 有夾刃上的力 K ，根据这些力平衡的条件，它們的方向应交于一点，則从力的方向作力的多边形，从其中找出 R 和 K ，而力 K 可分成垂直和水平分力，其中前者为 $0.5(P + Q)$ 而后者为小鉗夾緊力。

为了使力 T 不受夾鉗張开大小的影响，滑槽应作成曲綫形，但这很难制造，所以滑槽一般作成直綫或二条直綫合成的折綫，这样夾緊力就和夾鉗張开量有关系。

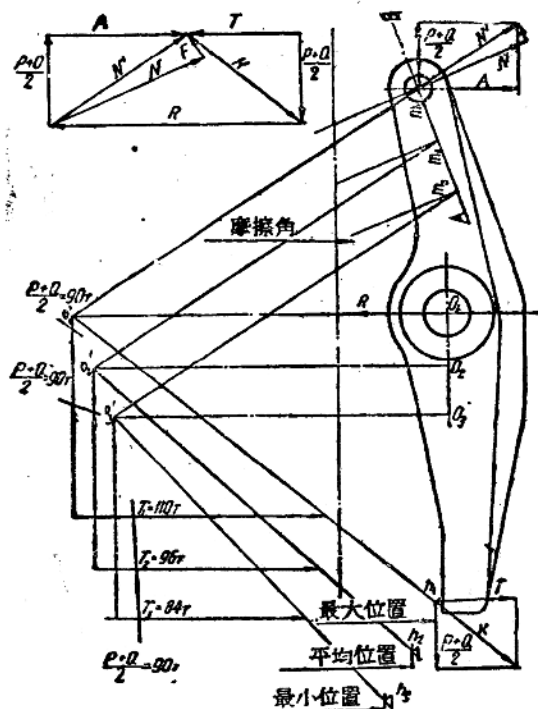


图 8—13

图 8-13 上表示了点 m_1 、 m_2 、 m_3 等的压紧力的求法，在滑槽 A—B 上从这些点作辅助垂线（垂直 A—B 线），并对垂线作滚轮对滑槽的摩擦角，即从点 m_1 、 m_2 、 m_3 等以 ρ 角作线 m_1O_1' 、 m_2O_2' 、 m_3O_3' 等，这些线和横件水平轴 O_1O_1' 、 O_2O_2' 、 O_3O_3' 等的交点为 O_1' 、 O_2' 、 O_3' ，再作到夹钳牙尖处联线 Oh_1' 、 Oh_2' 、 Oh_3' 等，从 h_1 、 h_2 、 h_3 等点作牙尖上的垂直分力 $\frac{P+Q}{2}$ 则可得压紧力 T_1 、 T_2 、 T_3 的值。

从作图中可看到夹紧力从 $T_1=110$ 吨（上面位置）变到 $T_3=84$ 吨（下面位置）。

作图中已得知滚子上作用力 N' ，从这里可求得在滚动表面上和滚子套筒上的单位压力，并核驗轴的剪切。用力 R 核驗横件拉断，及联结夹钳与横件的轴剪切力，用 T_1 力核驗夹钳在危险断面的弯曲。

复 习 提 綱

1. 脱锭机的基本工作原理。
2. 地上式脱锭机的构造及工作的过程。
3. 桥式三用脱锭机的构造和工作过程。
4. 提升机构电动机功率的计算方法。
5. 脱锭力的确定，脱锭机构电动机功率的计算和强度计算。
6. 小钳受力的分析，滑槽对夹紧力的影响和强度计算。