

造型机的 结构与计算

蓋里采利、波洛文金、秋那也夫著

机械工业出版社



631
57
1

造型机的结构与计算

[蓋里采利]、波洛文金、秋那也夫著

沈嘉猷、楊正山、張澤仁合譯



机械工业出版社

1957

09186

出版者的話

本書專門研究造型机和拋砂机的計算方法，內容包括造型机的分类、計算、結構、選用要点，以及設計新型造型机的主要方向。

本書可供我國鑄造工程技術人員和高等學校鑄工專業學生參考。

苏联 В. А. Гельцель、П. И. Половинкин、М. В. Чунаев 著
‘Конструкция и расчет формовочных машин’ (Машгиз
1950 年第一版)

*

*

*

NO. 1480

1957 年 8 月第一版 1957 年 8 月第一版第一次印刷

850 × 1168¹/₃₂ 字数 233 千字 印張 9³/₁₆ 0,001— 1,500 册

机械工業出版社(北京东交民巷 27 号)出版

机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号 定价(10) 1.70 元

目 次

原序	4
第一章 鑄型內造型混料的緊實度	5
第二章 合理選用造型機的一般原則	8
第三章 手工造型機	10
1 手工造型機的操作	10
2 尺寸不大的鑄型用的頂杆舉升式手工造型機的結構和計算	11
3 尺寸較大的鑄型用的頂杆舉升式手工造型機的結構和計算	17
4 漏模式手工造型機的結構和計算	25
5 轉板式手工造型機的結構和計算	33
第四章 拋砂機	43
1 拋砂機的操作	43
2 拋砂機的結構和計算	44
3 拋砂機在設計方面的最近趨勢	57
4 拋砂機的計算舉例	58
第五章 壓實造型機	69
1 上壓式壓實造型機的操作	69
2 下壓式壓實造型機的操作	76
3 壓實造型機的橫梁結構	77
4 上壓式手工壓實造型機的結構和計算	84
5 下壓式和兩面壓實式手工壓實造型機的結構和計算	99
6 上壓式風動壓實造型機的結構和計算	109
7 下壓式風動造型機的結構	117
8 風動壓實造型機的計算舉例	126
9 電磁壓實造型機的結構	129
第六章 震盪造型機	132
1 震盪造型機的操作	132
2 造型機的震盪裝置	137
3 帶補充壓實裝置及起模機構的震盪造型機	147
4 轉板式震盪造型機	154
5 杠杆翻轉式震盪造型機	166
6 震盪造型機的計算	183
第七章 起模機構的一般特性	206
第八章 造型機按驅動方法的分類與特性	210
第九章 造型機的起動裝置	211
1 塞頭型旋閥的結構	212
2 滑閥型旋閥的結構	214
3 簡單閥(不自動的)	216
4 自動閥	218
第十章 造型機的風動振動器的結構	225
第十一章 造型機的潤滑裝置	229
第十二章 風動震盪造型機的滑閥	236
1 滑閥的結構	236
2 滑閥的計算	246
第十三章 計算震盪造型機和帶補充壓實裝置的震盪造型機 零件強度的一些資料	252
第十四章 新式造型機的設計方向	263
第十五章 造型機基礎的計算	274
中俄名詞對照表	291

原 序

由于国民經济的急剧發展，特別是战后的斯大林五年計劃中的机器制造業的急剧發展，从摆在祖国鑄造工業面前的巨大任务这一方面来看，鑄工車間中造型工序的机械化、造型机的選擇和合理的运用在祖国的鑄造工業的偉大使命面前，具有特殊重大的意义。

同时随着鑄件产量的增長，摆在机器制造工作者面前的任务是使繁重的造型工序更进一步的机械化和降低鑄件的成本。

祖国的鑄工机器制造的設計師們必須在最近几年內設計出一系列的新式結構的造型机，其中包括拋砂机。因而就有必要把造型工作机械化所用机器的設計和計算方法的資料加以扩充和系統化。

本書專門研究造型机和拋砂机的計算方法。

第一章 鑄型內造型混料的紧实度

造型机能使两个主要的造型工序——紧实造型混料和从鑄型內起模——机械化。根据造型混料的紧实方法,造型机可以分为:手动的,用砂錘紧砂的,压实式的,震击式的以及抛砂机。根据起模方式造型机可以分为:帶起模架的,帶頂杆举升的,帶漏模裝置的,帶迴轉板的和帶杠杆翻轉的。

为了要了解造型机的操作,我們必須首先研究造型混料的紧实过程。

这种紧实过程是由于造型混料的体积的收縮而产生的。此时砂粒的尺寸并不变更,造型混料的体积的收縮,是由于砂粒的分布更紧密和砂粒之間間隙減小的緣故。紧实型砂的目的是使鑄型达到一定的强度,以便在金屬液靜压力的作用下和在提升及翻动鑄型时的震动下,不致使鑄型损坏。

利用粘結剂(粘土,水分等)可使造型材料获得强度,因为粘結剂包复在各个砂粒外層时能將它們粘紧,而且当砂粒接触得愈紧密时,也就是說由于造型混料紧实的結果,造型混料的强度就被提高。衡量造型混料的紧实度的單位是單位体积內的重量(克/公分³)。以后將用 δ_1 代表造型混料在紧实前的單位体积的重量, δ_2 代表在紧实后的單位体积的重量。

造型混料的紧实度在实用上具有下列数值:

$\delta_1 = 1.2$ 克/公分³——当砂斗出口的高度大約为 1 公尺时投入到砂箱中的混料;

$\delta_1 = 0.85 \sim 1.0$ 克/公分³——通过紧密的篩子后填充在砂箱中的混料;

$\delta_2 = 1.8 \sim 1.9$ 克/公分³——最大数值;

$\delta_2 = 1.725$ 克/公分³——用手工紧实的;

$\delta_2 = 1.55 \sim 1.75$ 克/公分³——用机器紧实的。

我們知道,随着造型混料的密度的增加,它的表面硬度和强度也提高了。圖 1 表示 δ 和用基荐尔特 (Дитерт) 仪器所测得的数值 D 以及表面硬度 W

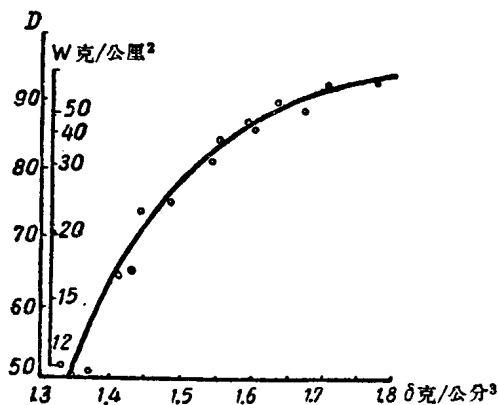


圖 1 型砂的單位体积的重量 δ (克/公分³) 和表面硬度 W (克/公分²) 以及基荐尔特氏硬度 (D) 之間的关系。

值 D 以及表面硬度 W 克/公分² 之間的关系。

这个关系曲线是在斯大林汽车厂铸造灰铸铁用的湿度为 4.2% 的型面混料所做得。

从圖 1 可以看出,随着 δ 增长到实际上能够达到的大小之前,型砂的表面硬度也在逐渐地提高。

从得到较大强度这个观点出发,我們希望將造型混料很好地紧实。但此时必須考虑到,由于造型混料的紧实度的提高,会使造型混料的重要性質之一的透气性降低。

实际上,鑄型最令人滿意的透气性(即正确地使它通气),即使当造型混料非常紧实(紧实过度)的时候,也可利用在砂型中开通道“通气孔”的方法来获得。我們不应停留在詳細研究透气性和造型混料密度之間的关系上,而应注意到鑄型的通气通常是可以利用在造型混料中开孔的方法来改善的。

为了使造型混料在鑄型所有的截面上都有足够的强度(这在造型机上可用一定的紧实度来达到),其中最重要的是具备均匀的造型混料,在造型混料的整个范围内粘結剂要充分均匀地分布着。要得到这种分布均匀的粘結剂,最好是用机械化的方法来配制造型材料。

金屬液对于鑄型壁有压力作用,而且在鑄型的某一点上的金屬液柱愈高,則金屬液对鑄型壁的压力也越大。

鑄型壁对金屬液的压力产生抗力,而造型混料越紧实,則抗力也愈大。当造型混料具有足够的紧实度时,鑄型壁在金屬液的作用下將不会發生任何的殘留变形。为了得到优質的鑄件,必須使鑄型不变更本身的尺寸,不遭到损坏,并在用金屬液澆鑄时沒有殘留变形。

随着鑄型高度的不同,造型混料的紧实度也有不同的要求。金屬液压力越大的地方,則鑄型的强度也要求越高,造型混料的紧实度也要求越大。

阿克謝諾夫(Н. И. Аксенов)教授根据他自己研究的資料,發現了造型混料所必須的紧实度和金屬液压之間的关系。

这种关系式为:

$$\delta = 1 + 0.4CH^{0.25}, \quad (1)$$

式中 δ ——造型混料的單位体积的重量(克/公分³); C ——表示造型混料的特性和湿度的常数;最常用的造型混料 $C=0.5$; H ——鑄型的高度(公分)。

公式(1)的圖解表示叫做鑄型紧实度的理想曲綫。

計算这个关系时,先假設金屬液的靜压力 f 等于造型混料在紧实时所加的压力 P 。

对于鑄鉄則

$$f = \frac{H\gamma}{1000} = \frac{H \times 7}{1000} = 0.007H \text{ 公斤/公分}^2, \quad (2)$$

式中 f ——金屬液的靜压力(公斤/公分²); γ ——鑄鉄液的比重,等于 7 克/公分³; H ——鑄型的高度(金屬液柱的高度)(公分)。

紧实度的理想曲綫的方程式在第一种表示方法中,沒有考虑到金屬液流对鑄型所产生的动力的作用。因此从这个公式所計算的紧实度的数值 δ ,將比鑄造生产实际上所应用的要低些。为了考虑金屬液流对鑄型壁的动力作用的影响,可以采用

$$P=3f=3 \times 0.007H=0.021H, \quad (3)$$

即当計算造型混料的紧密度时,要注意到压力比静压力大2倍。
因此理想曲綫的公式为

$$\delta=1+0.525CH^{0.25}。 \quad (4)$$

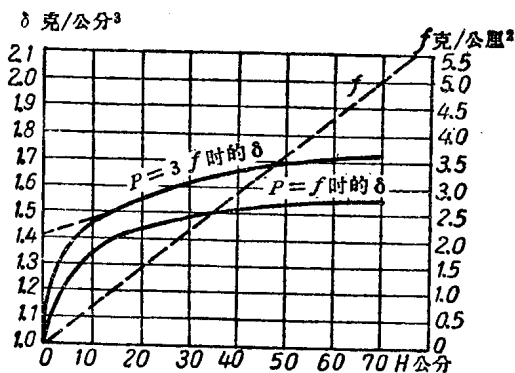
在某些情况下,当金屬液流的动力作用特別强时(例如,鑄型有突出的部分或者急剧变化部分和收縮部分),可以应用:

$$P=5f=5 \times 0.007H=0.035H \quad (5)$$

那么理想曲綫的方程式成为

$$\delta=1+0.595CH^{0.25}。 \quad (6)$$

圖 2 为紧实度理想曲綫的圖解表示,其中当 $C=0.5$ 时 $P=f$



和 $P=3f$ 。

鑄型的上端必須紧实到 $\delta \geq 1.4$ 克/公分³,这在圖上(圖 2)是用虛綫表示的。否則在操作砂箱时造型混料的上層很可能脫落下来。

圖 2 鑄型紧实度的理想曲綫。

以后我們將首

先从能否滿足造型混料的紧实度理想曲綫的条件的观点出發,来評定造型机的工作。

第二章 合理选用造型机的一般原則

选用造型机时必须按照下面所列举的、說明造型过程的特征:

a) 年计划上所必須的鑄型数量;

6) 模型的尺寸和形狀。

当年计划上的鑄型数量并不多,而鑄件的尺寸也不太大时,最好应用类型最簡單的風动造型机,以便在更換模型时能够簡便而迅速地重新調整造型机。在这些同样情况下假設不可能在該条件內应用風动造型机,那就使用手工造型机。

在成批和大量生产时,必須力圖选用使整个造型过程完全机械化的造型机(紧实砂箱內的造型混料,起模等等)。

从起模方法这方面来講,鑄件的形狀首先就影响到造型机的選擇。

如果模型在鑄型內形成凸台垂下的深型穴或者是其他的特征,因而而造成造型混料有断裂的危險时,就必须应用轉板式造型机。在其余情况下可以限用較簡單的頂杆举箱的造型机。

模型的尺寸和形狀影响到造型机的選擇:低砂箱可以在压实式造型机上造型,砂箱較高时則必須在有震击機構的造型机上造型(在大多数情况下,既有震击機構,同时又有压实機構)。

从消耗在每个鑄型上的時間来講,造型机可以排成下列的序列(按照各种类型造型机的生产率的遞減順序):

- a) 下压式压实造型机;
- б) 上压式压实造型机;
- в) 帶有补充压实裝置的震击式造型机;
- г) 不帶补充压实裝置的震击式造型机;
- д) 手工造型机。

根据起模方法,造型机可以分成:а)帶頂框的造型机;б)帶頂杆举升的造型机;в)帶轉板和翻台的造型机。

由此可見,以頂杆举升砂箱的压实式造型机(或者漏模式),是生产率最高的机器,但是它的应用范围却受到模型尺寸和形狀的限制。

至于傳动方法的選擇,則应指出在大多数的情况下風动式造型机是优越的。

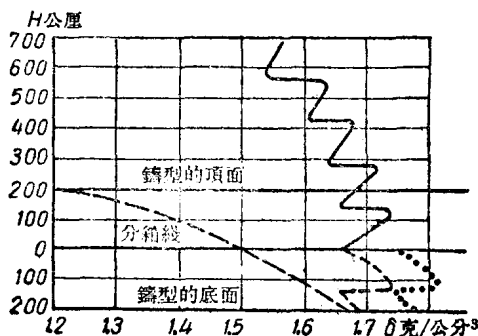
第三章 手工造型机

1 手工造型机的操作

手工造型机只能使模型从鑄型中取出的工序机械化。造型混料則須用手砂錘或風動砂錘來搥實。

在手工造型的時候，造型混料首先用砂錘的楔頭搥實，然後再用它另一端的平頭來搥實。因此，應用普通的双頭手砂錘在手工造型机上工作是非常方便的，但是用手工來搥實造型混料是非常繁重的操作，因此手工造型机通常只應用在面積不大的而高度為300~400公厘的鑄型。

在手工造型机上搥實造型混料是一層層地來進行的，因此緊



實度的曲線成曲折形（圖3）。曲線上的每一個曲折就相當於一定的混料層。曲折形的實線是表示高度為700公厘的砂箱在手工搥砂時混料的緊實度的分布情況。

在圖3中同樣也表

示有常用在手工造型机上的、由兩只高度為200公厘的砂箱所組成的鑄型的緊實度的分布情況。虛線表示的理想曲線是根據阿克謝諾夫教授的公式（4）所繪成的。如果造型工搥實下砂箱中造型混料的緊實度和上箱一樣，那末，曲線即成為曲折形的虛線。

從圖3可以看出，當砂箱高度高於400公厘時，可能引起鑄件

的腫脹(金屬的靜壓力對鑄型產生了推力),因為隨著鑄型高度的增加,在下砂箱底部的造型混料的緊實度將減小,而金屬液的靜壓力則增加。

手工造型時,緊實度的特性由造型工的經驗來決定。高的鑄型在造型時,下砂箱中的造型混料應該搥得更緊實些(見圖3右邊由點子所形成的曲折形的曲綫),在這種情況下,由於緊實曲綫在理想曲綫的右面,因此增高後的金屬液的壓力對於鑄型的強度並無危險。

造型混料每一層的厚度愈薄,則曲折形的曲綫將更趨近於平直。對高於120公厘的砂箱,每層混料的厚度不能超過65公厘。

2 尺寸不大的鑄型用的頂杆舉升式手工造型機 的結構和計算

頂杆舉升式手工造型機是由下列的主要部件所組成:機座,工作板,頂杆機構和振動器(圖4)。機座1通常是鑄鐵鑄成的,它必須很穩固,並且能夠輕易而便利地安裝頂杆機構和振動器,保證能向機構的運動部分加潤滑油,以及機構的運動部分能夠安裝防護裝置和保安裝置,使灰塵和型砂不會落進去。

機座必須能穩固地把機器固定在地基上;在操縱機器時,機座的下底腳應當不妨礙工人的動作。機座的高度要選擇得使機器工作台的高度不高出地平面600~800公厘。

在工作時用來安置模型和砂箱的工作板2也是鑄鐵件所做成。工作板的上平面必須很仔細地經過加工。

工作板的結構必須預先考慮到可以迅速地移調頂杆,並且能夠便利而簡單地安置帶有模型的模板[●]。

頂杆機構由下列部分組成:四個頂杆3(或者是頂框),四個撐架4用來固定頂杆,橫梁5用來固定撐架和帶有手柄的舉升機構,其中手柄是用來運轉舉升機構的。

● 俗稱型板。——譯者

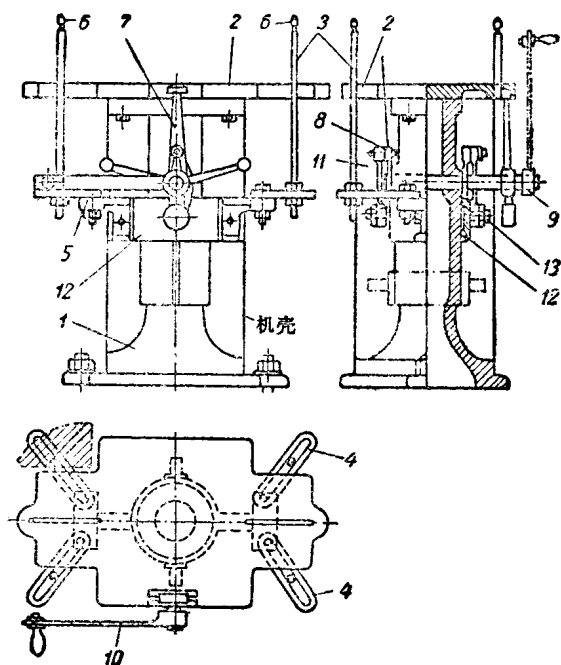


圖 4 用頂杆舉升砂箱的小型手工造型機。

頂杆通常是直徑為 15~22 公厘的圓鋼，它的下端帶有螺紋，以便用螺帽來把它固定在撐架上，並根據起模行程的長短用螺帽來調節頂杆的高度。頂杆的上部通常是磨成錐形的尖端，或者是另外裝上去的接头 6，使杆頂的上支點能夠更準確地安置在一個水平面上。

撐架或者用鑄鐵鑄成，或者用鍛件做成。固定頂杆和固定撐架在橫梁上的孔須開成長形的槽，以便在砂箱尺寸不同時，用來移動頂杆和撐架本身。

橫梁大部分是用鑄鐵件做成。在橫梁上必須很好地預先考慮到可擴展的導向面，並和舉升機構可靠地接合。

在選擇舉升機構的結構時，應該避免應用帶有直齒的齒條和齒輪，因為牙齒磨損的不平衡，在舉升時很可能引起沖擊，使得在

鑄型內形成了崩砂現象。偏心式或曲柄式機構是最好的，它們除了運動平穩以外，還具有極好的性能，即在頂杆開始上升時，它的速度不大；而往後在杠杆作同樣角速度轉動的情況下，頂杆的速度才逐漸地增加（圖5）。

從曲柄機構的原理知道，在造型機上和頂杆相聯的滑塊速度 W 為

$$w = \omega r \left(\sin \alpha \pm \frac{r}{2l} \sin 2\alpha \right),$$

式中 ω ——曲柄旋轉的角速度； r ——曲柄半徑； l ——連杆的長度； α ——曲柄旋轉的角度。從這個公式可知，滑塊的速度是隨角度的增大而加快的。

圖4所示的手動振動器7是由鑄鐵件做成，它的一端較粗，並有一個開動振動器的手柄和平衡整個系統的重錘。振動器的擺動軸線必須通過它的重心。

在計算和設計手工造型機時，必須首先知道以下一些數據：

a) 預定在造型機上造型的砂箱的最大和最小尺寸；

b) 起模的方法——從砂箱中取出模型是否用頂杆機構，還是用起模架，或者是用漏板把模型向下退出。同時還必須知道：當頂杆舉升時，頂杆升起的最大高度；或者是在應用漏板時，模型的最大位移。

下面將舉例說明圖4所示用頂杆舉升砂箱的手工造型機的計算過程。並詳細地補充一些機器的說明。

這種機器的機座1是空心的鑄鐵柱，它的外部具有數段圓柱形的加工面。正像沿着導杆一樣，由兩個半圓所組成的夾圈12就沿着這個加工面滑動。夾圈12由鑄鐵件做成，並帶有樞軸13和橫梁5。

夾圈12是利用連杆11固接在曲柄8上，曲柄8則楔住在軸9上。杠杆10同樣也是楔住在這個軸上，用它就可進行頂杆機構

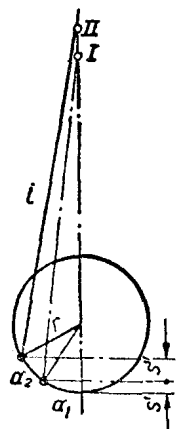


圖5 頂杆舉升用的曲柄連杆機構簡圖。

的举升操作。圖 4 所示的机器是当模型已取出而砂箱也已从頂杆上拿去以后的情况，这时夾圈和頂杆在最高的位置。为了使机器恢复到原来的位置，必須把杠杆 10 順时針方向往右轉动 180° 。

如圖 4 所示的机器的工作板，能使頂杆在陰影綫所示面积的范围內移調。

振动器 7 是一个四尾杠杆，自由地套在軸 9 上。

振动器的振錘插在工作板的凹槽里，在振动器向左、右方向振动时，它就对机器的工作板發生冲击作用。

这种冲击傳到模型上，就使模型無阻碍地与造型混料分离。

仍如圖 4 所示，現在我們来研究造型机的計算过程。

砂箱最大尺寸为 $300 \times 300 \times 150$ 公厘。起模时砂箱的最大升距 $h = 120$ 公厘。当工人的用力为 15 公斤时，試計算手柄 10 的長度(參閱圖 4)。砂箱的重量 G_1 和造型混料的重量 G_2 是計算所求力的原始数据。

这些重量的总和是机器的有效举重量 G_0 ：

$$G_0 = G_1 + G_2。$$

砂箱的重量是根据所知的砂箱尺寸以及它的壁厚来計算的。在手工造型机上造型，經常是采用壁厚为 $6 \sim 15$ 公厘的鑄鉄砂箱。在选择砂箱尺寸时必须了解到造型混料在 300×300 公厘的平方面积內能够很好地不松塌。当砂箱一边的長度大于 300 公厘或者砂箱很矮时，就应该做档板(十字形的箱襯)来扣住造型混料。

模板上所用导向銷釘的直徑为 $15 \sim 30$ 公厘。砂箱的高度是根据所要造型的模型高度来决定的。当砂箱的平面尺寸为 300×300 公厘，高度为 150 公厘，壁厚为 9 公厘，鑄鉄的比重 $\gamma = 7.60$ 时，則：

$$G_1 = 3 \times 4 \times 1.5 \times 0.09 \times 7.6 = 12 \text{ 公斤。}$$

在实际应用时，造型混料在搗实以后的單位体积的重量 $\delta_2 = 1.7$ 克/公分³，因此在砂箱內造型混料的重量 G_2 为：

$$G_2 = \frac{30 \times 30 \times 15 \times 1.7}{1000} = 23 \text{ 公斤}$$

(沒有除去模型所形成的空間)。

在設計機器時,首先要畫它的示意圖,其中機器各個零件的準確尺寸在這個設計階段還是沒有的。在此情形下,升起部分本身的重量應該用下述公式近似地加以計算,這個公式是根據經驗數據所組成,而適用於手工造型機:

$$G_3 = \alpha G_0,$$

式中 G_0 ——有效負荷; α ——係數,用在手工造型機上為 0.8~1.2。在本題中我們取 $\alpha=1.0$,因而求得

$$G_3 = 1.0 G_0 = 1.0 (G_1 + G_2) = 12 + 23 = 35 \text{ 公斤}。$$

然後再計算當砂箱升起時機器各部分所發生的摩擦力 R 。

在計算手工造型機時,建議採用摩擦力 R 等於 $0.25 \sim 0.5 G'$, 式中 G' ——所有升起部分的總重量,等於

$$G' = G_1 + G_2 + G_3 = 12 + 23 + 35 = 70 \text{ 公斤}。$$

採用 $R = 0.5 G'$,

即 $R = 0.5 \times 70 = 35 \text{ 公斤}。$

當砂箱升起時全部阻力為

$$G = G' + R = 70 + 35 = 105 \text{ 公斤}。$$

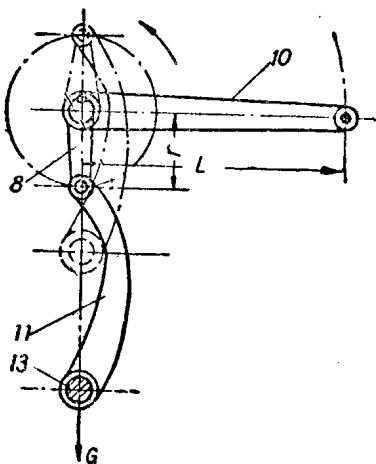


圖 6 頂杆舉升的杠杆機構。

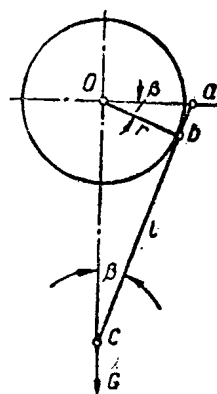


圖 7 計算頂杆舉升的曲柄機構的示意圖。