

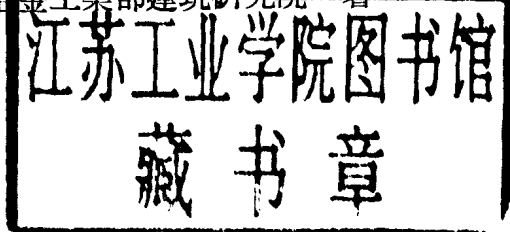
# 滾筒式振动夯土机

冶金工业部建筑研究院 著

冶金工业出版社

# 滚筒式振动夯土机

冶金工业部建筑研究所 著



冶金工业出版社

**滾筒式振動夯土機**

冶金工業部建築研究院 著

編輯：黃錫橋 設計：韓晶石 校對：木子

---

1958年12月第一版

1958年12月北京第一次印刷 12,030冊

787×1092•1/32•27,000字•印張 $1\frac{16}{32}$ •定價 (10) 0.15元

冶金工業出版社印刷廠印

新華書店發行

書號 1180

---

冶金工業出版社出版（地址：北京市燈市口甲45號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第093號

在这本小册子里載有两篇有关滾筒式振动夯土机的研究報告，它們是冶金工业部建筑研究院施工研究室建筑机械研究組在生产大跃进后的研究成果。在这两篇报告中除了扼要地闡明了振动夯土的科学原理外，詳細地叙述了滾筒式振动夯土机的构造、性能及試驗結果，并初步探討了这种新夯土机械的設計参数的正确选择問題。这是从事建筑机械使用、制造和研究工作的工程技术人員的重要参考資料。

# 目 录

<b>滾筒式振动夯土机及其夯土性能的研究</b> .....	1
一、前言.....	1
二、振动夯土的科学原理.....	2
三、滾筒式振动夯土机的构造及性能.....	4
四、土壤的振輾压实試驗.....	10
五、滾筒式振动夯土机的使用价值.....	21
六、滾筒式振动夯土机进一步改进的几个方案.....	21
七、結論.....	23
<b>关于滾筒式振动夯土机的若干設計参数的探討</b> .....	24
一、滾筒式振动夯土机几个基本参数的选择和計算.....	24
(一) 滾筒的宽度和直径.....	24
(二) 全机重量.....	27
(三) 振击力.....	30
(四) 振动頻率.....	32
二、振动器偏心錘动力矩的計算.....	36
三、振动器所需功率的計算.....	38
四、滾筒式振动夯土机滾筒所需引力的計算.....	41
<b>参考文献</b> .....	44

## 滾筒式振动夯土机及其夯土性能的研究

### 一、前 言

随着我国社会主义建设事业蓬勃飞跃地发展，我国工业建筑的规模将日益宏大，随之而来的土方工程量也将大量增加，然而，直到目前，在土方工程中大量回填土的夯密，还依旧采用人工夯土，这种方法不仅使大批工人束缚于繁重的体力劳动，而且效率低，费用高，不能保证夯土质量。有些建筑单位采用汽碾、内燃机碾等重型建筑机械进行回填土夯密，虽然夯土质量有了保证，但这些机械的制造成本高，投资大，机体笨重，一般中小型建筑工程不能大量采用。因此，创制一种新的简单适用的高效能夯土机械就成为当前土方工程中的一项主要问题。为了解决这一问题，不少建筑部门都进行了研究，并已初步试制成几种简单夯土机械，我们最近制成的滚筒式振动夯土机是比较成功的型式之一。

滚筒式振动夯土机是我们根据苏联建筑机械专家札哈洛夫同志的建议和包钢建设公司的初步试验，参照不完全的国外技术资料研究设计的，它的特点是利用振动原理夯实土壤。

我们所研究和设计的这种滚筒式振动夯土机是在江西有色局第一工程公司试制成功的。经过一系列的振动夯土试验，证明这种机械的性能良好，具有重量轻、体积小、功能大、效率高、制造简便、使用轻巧等优点，用来代替人工夯土，其能力相当于一台五吨的汽碾或内燃机碾。

试验和研究的结果指出，这种新的滚筒式振动夯土机，

不仅可以压实砂土、亚砂土，而且可以压实含砂率較高的砂质粘土，这是在很多外国資料中沒有提到的。

采用这种新的夯土机械，比人工夯土可以提高工作效率38倍，降低原工程成本85%以上。根据我們試驗所在工地的技术部門的估算，过去用人工夯土，每人平均每日夯0.9公尺<sup>3</sup>，现在采用滾筒式振动夯土机，每人每日至少夯33.3公尺<sup>3</sup>；过去用人工夯土，每夯100公尺<sup>3</sup>的工程費为150元，现在把机械折旧、維修、电費、人工等都算上，每夯100公尺<sup>3</sup>只需20元；过去每天夯100公尺<sup>3</sup>需要20个夯砣和120个工人，现在只要一台振动夯土机配上3个工人就行了。由此看来，这种新的夯土机械有很大的經濟价值，值得在适用地区广泛推广。

## 二、振动夯土的科学原理

用滾筒式振动夯土机压实土壤的原理是：依靠滾筒内振动器所产生的强迫振动，使滾筒下面的土壤顆粒发生强烈的有节奏的振动，从而使土壤的顆粒間的粘結力減低，产生相对位移并逐渐达到密实。

土壤顆粒进入振动状态后，它們的物理性質发生許多重大的变化，首先是顆粒間的內摩擦力減小了，其次由于振动使土壤暂时稀化，因而土壤顆粒間的粘結力也有很大程度地減弱，而更重要的則是由于振动使这些土粒产生了慣性力。由于土壤顆粒不是均匀的，它們的质量有大有小，結果使許多土粒在振动时所产生的慣性力大小不同，相邻土粒的慣性力的差別，使土壤边界处产生应力，当这个应力大到超过土粒的內聚力和摩擦力时，在土粒粘結薄膜上就产生塑流现象

而逐漸破壞，於是開始產生土壤顆粒間的相對移動。

這種土粒之間的相對移動過程是逐步進行的，首先是個別土粒從振動土層的整体中振脫下來，並且因本身重力的作用而向下移動，此時未振脫的土粒還形成一個整体繼續強迫振動，但由於作用於整体的慣性力使其餘土壤陸續振脫，於是整体的連續性逐漸破壞，最後顆粒間的粘結力大大降低，大部分土粒都在強迫振動下處在相對移動的狀態，經過一定時間，逐漸達到密實。

但是並不是所有土壤都能用振動方法壓實的。根據上述的振動壓實原理，土壤中顆粒質量差愈大，顆粒間的粘結力愈弱，則受振動時顆粒間的相對移動就愈快、愈容易。因此一般非粘結性土壤用振動法壓實最為有效，因為這種土壤的顆粒組成很不均勻，顆粒之間的粘結力也小。反之，一粘結性土壤則不易用振動方法壓實，然而，有時有些砂質粘土由於本身含砂率較高，顆粒組成不很均勻，採用振動法也同樣能壓實。

除了土壤顆粒組成和粘結力對振動壓實效果有極其重要的影響外，土壤的含水量、機器的振幅、重量，振擊力，振動頻率對壓實效果都有很大影響。

根據蘇聯 Н. Я. 哈爾胡塔的試驗，土壤中所含的水在振動過程中力圖上升到受壓土壤表面上來，因此對非粘結性土壤，壓實效果最好的最適含水量約為標準擊實試驗求得的最適含水量的 1.1~1.2 倍。含水量低於擊實試驗的最適值時，壓實效果大大降低。

振動壓實效果與振動夯土機的重量有很大關係，重量愈大，土壤可以達到的極限密實度愈高，當重量不夠時，即使



減少填土厚度，降低滾压速度，增多振輾遍數，土壤也難達到最好的密實度。

使粘結薄膜破壞的應力不僅與相鄰顆粒的質量差成正比，而且與振動時的加速度成正比，因而在一定的夯土條件（土壤種類、夯土厚度等）下，振動夯土機的振擊力應保證使土粒能夠以足夠大的加速度振動，這樣才能保證壓實。振擊力過大或過小都有缺點。過大了，振動夯土機在振動時脫離受壓土壤表面變成振動夯擊作用，由於沖量很小，故效果極差。反之，若振擊力過小，則振幅過小，就不能產生足夠的振動加速度，使土壤顆粒不能理想地從振動土層中振脫並產生相對移動，因而會降低壓實效果。

振動頻率對振動壓實效果也有很大影響，當強迫振動頻率接近受壓土層的自振頻率時，效果最好。

但是由於土壤種類繁多，情況複雜，且填土厚度、松散程度各不相同，因此目前還沒有完善的方法計算土壤的自振頻率，還只能按試驗的結果予以大致的確定。

### 三、滾筒式振動夯土機的構造及性能

我們所研究的滾筒式振動夯土機是由滾筒、振動器、三角皮帶傳動裝置及電動機等幾個主要部分組成的（見圖 1 及圖 2）。

從外形上看來，就是一個滾筒，滾筒內裝有全部機構——振動器、三角皮帶傳動裝置及電動機。滾筒是用厚鋼板和角鋼彎制後焊接而成的，滾筒兩側有帶銅套的角鋼法蘭，它與滾筒角鋼圈之間以鋼板作的輻條用螺栓聯結起來，以便裝入電動機和振動器。

机器的主要部分——振动器和电动机都固定在滚筒轴上，其中振动器用焊接方法固定在滚筒轴的下面，电动机则用固定螺栓安装在振动器箱上部由四块槽钢做成的滑座上，它们和三角皮带轮一起联成一个整体，依靠滚筒轴悬挂在滚筒两侧的铜套上（见图3）。

图4是振动器的外形图，图5则是振动器的装配图。从装配图上可以看出，振动器是由两根偏心轴上套装五个偏心锤组成的，其中一根轴上套装两个厚偏心锤，另一根轴上套装三个薄偏心锤，偏心轴旋转时即产生定向振动。

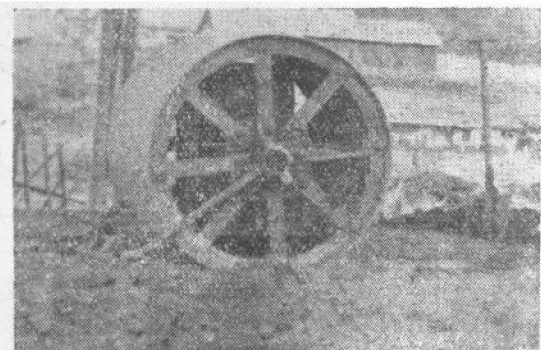
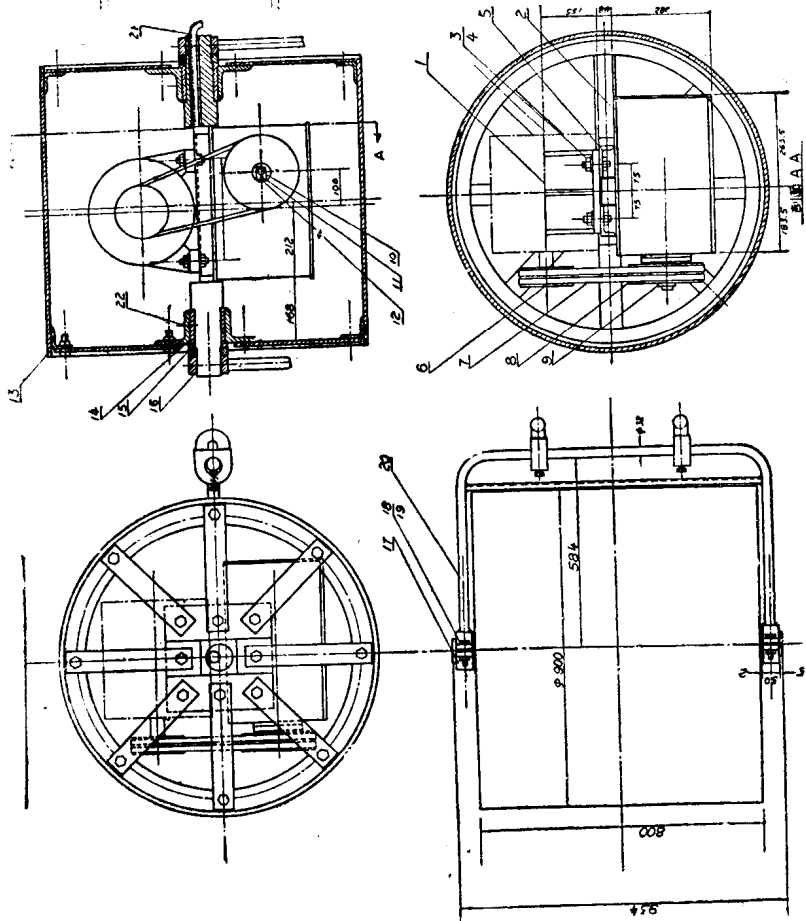


图1 滚筒式振动夯土机外形图

滚筒轴的一端钻有深孔，孔内穿入拖动电缆，以便通接电源。

当滚筒式振动夯土机工作时，电动机通过三角皮带传动装置带动振动器的一轴旋转，而另一轴由于同步齿轮的作用也以同样的转速反向旋转，两偏心轴以相反方向高速旋转的结果，产生1.5吨的振击力，使整个振动夯土机以一定的频率和振幅上下振动。

图 2 减筒式  
振动夯土机总  
装配图



滾筒外面，在軸的两端裝有牽引用的架子，它們是由兩半合成的。當使用振動夯土機壓實土壤時，只要把架子上的套環穿上鋼絲繩和卷揚機相連接或與小型拖拉機相聯結，則滾筒就能夠跟隨牽引設備來回滾動。此時，若同時開動電機的開關，就能一面振動，一面滾壓，從而把土壤壓實。

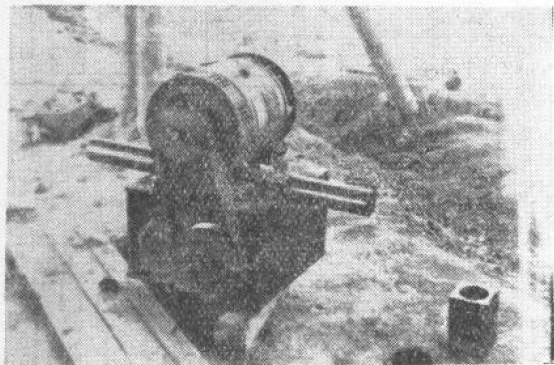


圖 3 振動器和電動機裝配在一起時的情形

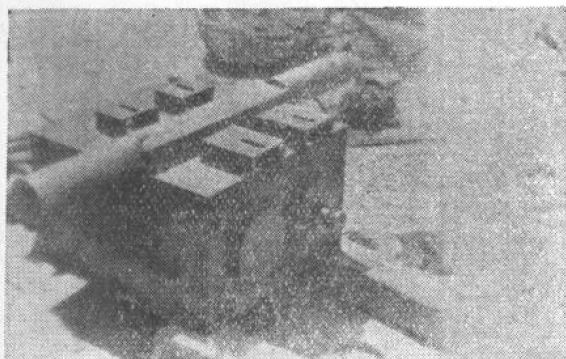


圖 4 振動器外形圖

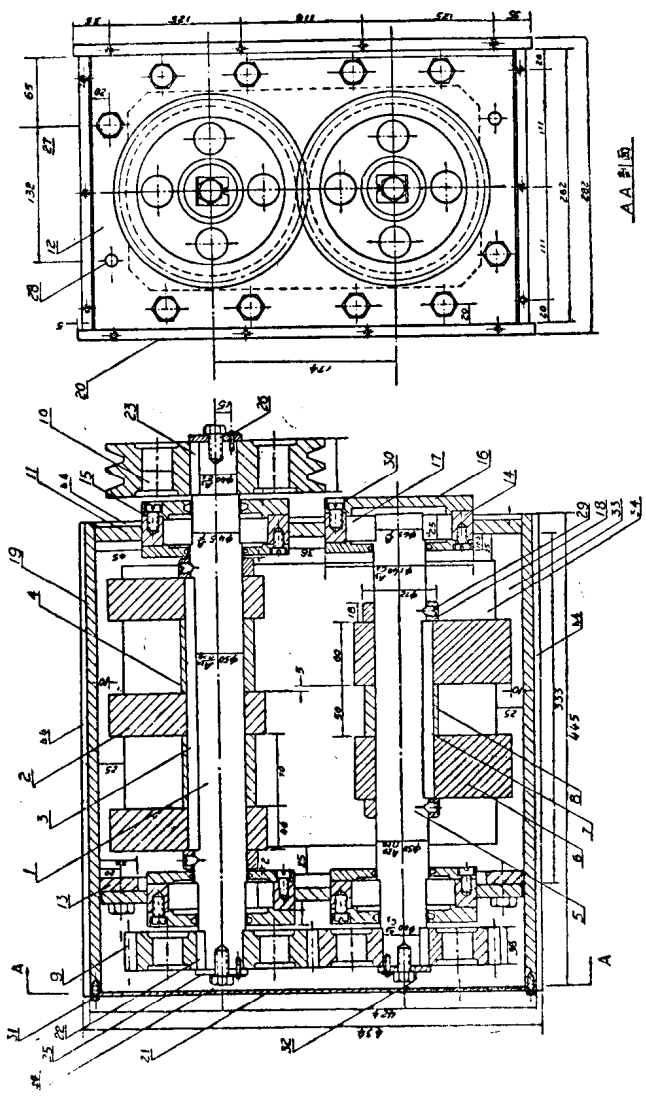


图 5 振动器装配图

由于这台振动夯土机在装配时，已经考虑了滚筒轴上各部件重量的平衡问题以及振动器偏心锤作用于滚筒轴上的振击力的平衡问题，所以机器工作时，滚筒可以在夯压的土壤上自由地滚动，而悬挂在滚筒轴上的振动器和电动机却能始终保持垂直的位置，这样就能使振击力全部垂直作用在土壤上。

通过试验，证明机器的性能是良好的，机器各部零件的强度也是足够的，表1是这种振动夯土机的技术性能。

滚筒式振动夯土机的技术性能

表 1

序号	指 标 名 称	单 位	指 标 数 值
1	滚筒直径	公厘	900
2	滚筒宽度	公厘	800
3	振动幅压力	吨	1.5
4	额定夯土厚度	公分	30
5	额定滚压速度	公里/小时	0.5
6	振摆遍数	—	4
7	生产率	立方公尺/小时	20
8	滚筒振动频率	次/分	1000
9	滚筒振幅	公厘	5
10	振动器		
	频率	次/分	1000
	偏心动力矩	公斤—公分	132
	偏心锤数量	—	5
	振动性质	—	定向振动
11	电动机:		
	功率	瓩	3.7
	转速	转/分	1450
12	全机外形尺寸:		
	长	公厘	1037
	宽	"	904
	高	"	900
13	全机重量	公斤	550

#### 四、土壤的振輾压实試驗

##### (一) 試驗情况

为了測定滾筒式振动夯土机对不同土壤的振輾压实效果，我們在試驗时选用了两种土壤：一种是坡积砂質粘土，呈紅色；另一种是残积砂質粘土，呈灰色，关于这两种土壤的物理性質試驗結果列于表 2 中。

表 2

土 壤 类 别	天然干容重 (克/公分 <sup>3</sup> )	液限(%)	塑限(%)	塑限指数	含砂率 (%)
坡积砂質粘土	1.26	57.85	37.25	20.06	39.6
残积砂質粘土	1.15	48.5	28.70	19.8	48.8

为了确定在振輾时所需要的最优含水量，我們取天然原土做了击实試驗，其結果见图 6 和图 7。

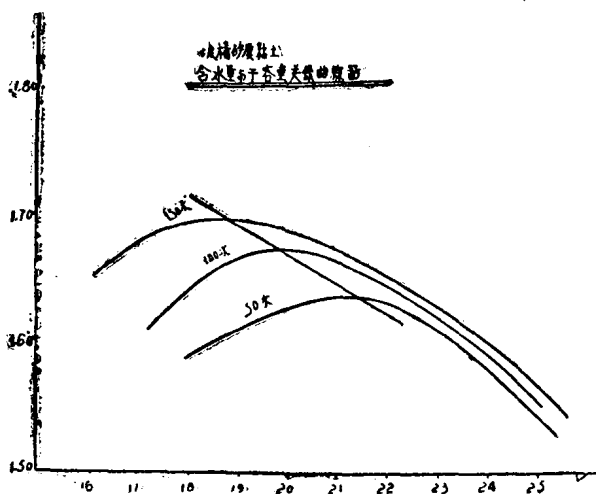


图 6 坡积砂質粘土的击实試驗曲线

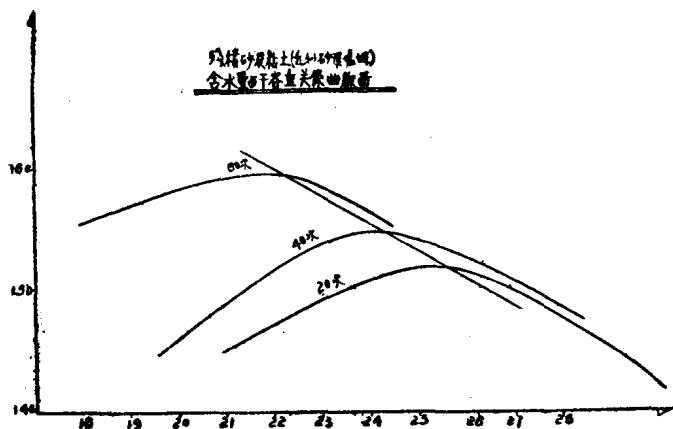


图 7 殘積砂質粘土的击实試驗曲綫

这次試驗的目的是探求下列各項关系：

- 1) 滾筒式振动夯土机在不同类别土壤（指殘積砂質粘土和坡積砂質粘土）上振輾时的压实效果。
  - 2) 滾筒式振动夯土机在不同土壤上振輾时的最优填土高度（未夯前的原填土高度）。
  - 3) 滾筒式振动夯土机的滚动速度对压实效果的影响。
  - 4) 滾筒式振动夯土机的振輾遍数对压实效果的影响。
- 因此，我們在試驗中填土高度分別采用 30 公分、50 公分两种，滾压速度采用了 1 公里/小时、0.75 公里/小时、0.5 公里/小时、0.375 公里/小时 四种。

土壤压实試驗的场地是挖成底寬 1.1 公尺、頂寬 1.5 公尺、深 1.5 公尺、长 14 公尺的試坑两个，分別供分层压实



坡积砂质粘土和残积砂质粘土之用。

在試驗过程中，振动夯土机是用少先式起重機改装的小型卷揚机拖动的。

## (二) 試驗結果及其分析

通过試驗，我們得到了关于用滾筒式振动夯土机压实土壤的各种特性曲綫和实际数据，这些曲綫和数据給今后进一步改进机器的参数提供了可靠的依据。

### 1. 振輾压实的影响深度

图 8 和图 9 分別表示試坑填土时坡积砂质粘土和残积砂质粘土的影响深度曲綫，表 3 和表 4 則是平均曲綫的数据，試驗用的滾压速度为 0.5 公里/小时，振輾遍数为 4 遍，填土厚度是 30 公分。

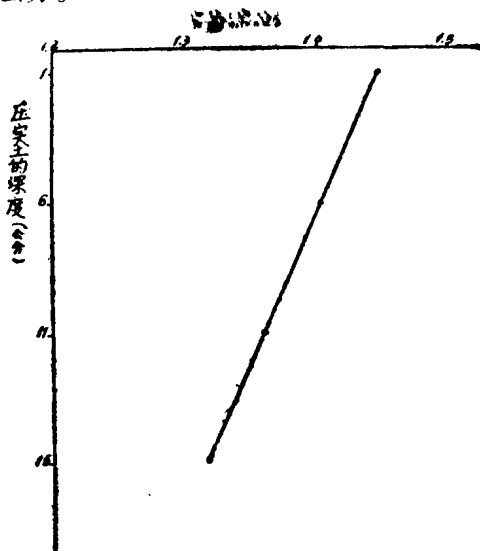


图 8 坡积砂质粘土振輾压实的影响深度曲綫