

# 金屬切削機床 的基礎

別所霍夫著

機械工業出版社

# 金屬切削机床的基礎

別所霍夫著

左臨譯

羅道生校

211.1/5

### 出版者的話

本書講述了設計机床基礎的計算原理和其建筑方法。書中特別着重簡便的計算方法。为了加速基礎的選擇，作者还編制了参考表格。

本書可供工程設計人員和机械設備人員参考和學習。

苏联 К. И. Безухов 著 ‘Фундаменты металлорежущих станков’ (Машгиз 1947年版)

\* \* \*

NO. 1072

---

1956年10月第一版 1956年10月第一版第一次印刷  
787×1092  $1/32$  字数 79 千字 印張  $3\frac{13}{16}$  00,001—12,000 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 新華書店發行

---

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号 定价(10) 0.60 元

# 目 次

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 引言 .....               | 5   |
| 一 現有机床基礎的主要形式 .....    | 10  |
| 1 車間的机床設備 .....        | 10  |
| 2 机床基礎的結構 .....        | 10  |
| 二 設計基礎用的机床設備主要規格 ..... | 15  |
| 三 各种机床基礎的計算 .....      | 20  |
| 1 單个塊狀基礎 .....         | 20  |
| 2 条形基礎 .....           | 33  |
| 3 連續整体板狀基礎 .....       | 42  |
| 4 單个板狀基礎 .....         | 51  |
| 四 机床在樓板上的佈置 .....      | 55  |
| 1 靜力計算 .....           | 55  |
| 2 动力計算 .....           | 59  |
| 五 基礎設計 .....           | 69  |
| 1 設計的一般問題 .....        | 69  |
| 2 局部土壤条件 .....         | 82  |
| 3 基礎的材料 .....          | 85  |
| 六 机床在基礎上的安裝 .....      | 96  |
| 1 安裝的定位裝置 .....        | 96  |
| 2 机床的澆灌 .....          | 100 |
| 3 机床在基礎上的定位精度 .....    | 105 |
| 七 防止机床基礎振动的的方法 .....   | 115 |
| 附錄 混凝土成分表 .....        | 121 |
| 中俄名詞对照表 .....          | 122 |

103677

# 金屬切削机床的基礎

別所霍夫著

左臨譯

羅道生校

机械工业出版社

2112/5

### 出版者的話

本書講述了設計机床基礎的計算原理和其建筑方法。書中特別着重簡便的計算方法。为了加速基礎的選擇，作者还編制了参考表格。

本書可供工程設計人員和机械設備人員参考和學習。

苏联 К. И. Безухов 著 ‘Фундаменты металлорежущих станков’ (Машгиз 1947年版)

\* \* \*

NO. 1072

---

1956年 10月第一版    1956年 10月第一版第一次印刷  
787×1092  $1/32$  字数 79 千字    印張  $3\frac{13}{16}$  00,001—12,000 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    新華書店發行

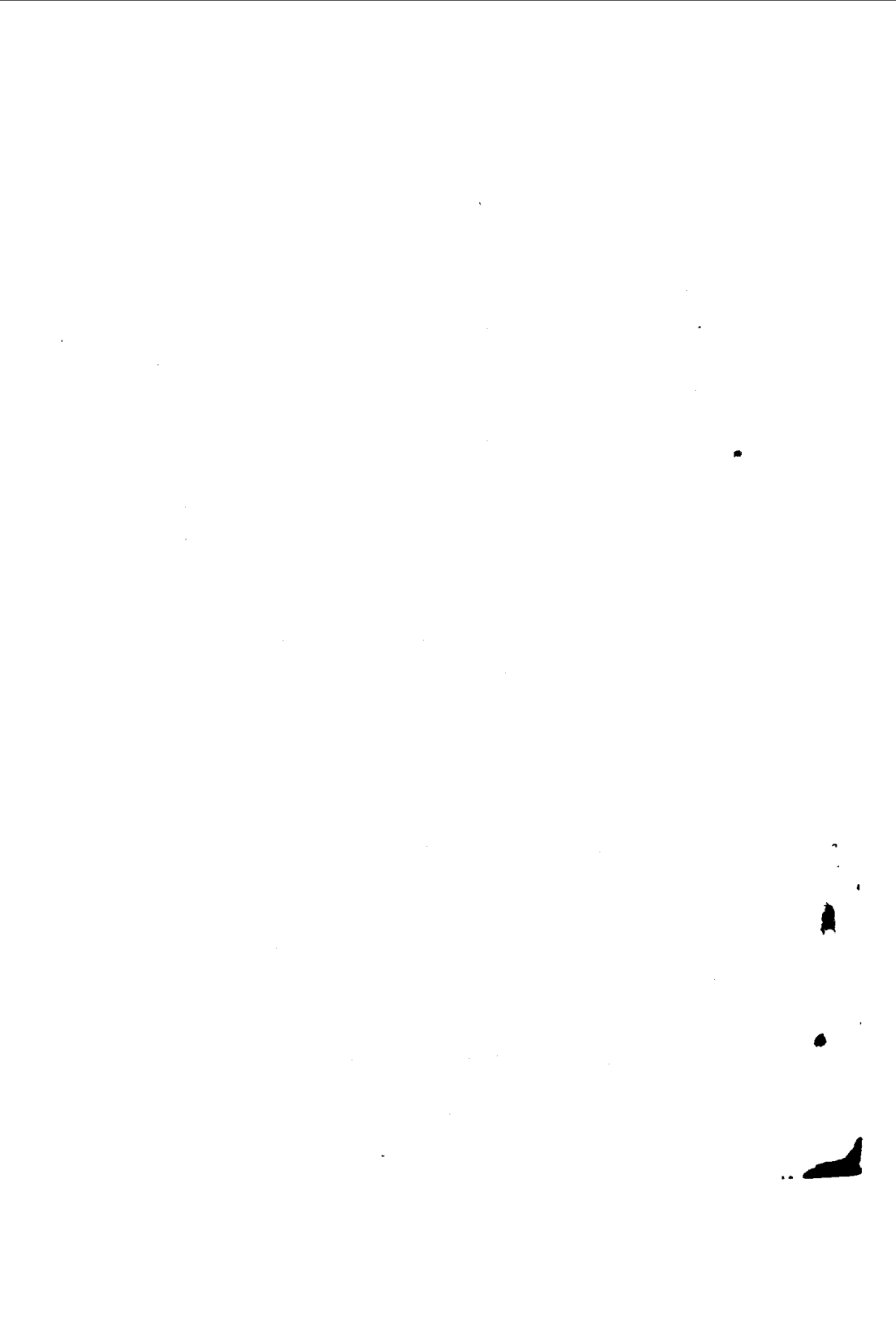
---

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号    定价(10) 0.60 元

# 目 次

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 引言 .....               | 5   |
| 一 現有机床基礎的主要形式 .....    | 10  |
| 1 車間的机床設備 .....        | 10  |
| 2 机床基礎的結構 .....        | 10  |
| 二 設計基礎用的机床設備主要規格 ..... | 15  |
| 三 各种机床基礎的計算 .....      | 20  |
| 1 單个塊狀基礎 .....         | 20  |
| 2 条形基礎 .....           | 33  |
| 3 連續整体板狀基礎 .....       | 42  |
| 4 單个板狀基礎 .....         | 51  |
| 四 机床在樓板上的佈置 .....      | 55  |
| 1 靜力計算 .....           | 55  |
| 2 动力計算 .....           | 59  |
| 五 基礎設計 .....           | 69  |
| 1 設計的一般問題 .....        | 69  |
| 2 局部土壤条件 .....         | 82  |
| 3 基礎的材料 .....          | 85  |
| 六 机床在基礎上的安裝 .....      | 96  |
| 1 安裝的定位裝置 .....        | 96  |
| 2 机床的澆灌 .....          | 100 |
| 3 机床在基礎上的定位精度 .....    | 105 |
| 七 防止机床基礎振动的的方法 .....   | 115 |
| 附錄 混凝土成分表 .....        | 121 |
| 中俄名詞对照表 .....          | 122 |

103677





## 引 言

近代金屬切削机床是在切削速度很高，力的变化很大的情况下工作的。这些力經過一些部件的支承傳到一些部件的本身和机床的床身。所有这些力合在一起而最后傳向基礎。此外，机床具有很大的重量而基礎將这种重荷通过底面分佈在土壤上。基礎具有很大的質量，可以消除振动，並与床身牢固地連結在一起而增强整个系統的剛度。从实际工作中可以举很多鮮明的例証，即基礎的某些缺点常影响到机床的工作。不正确的基礎，可產生下列缺陷：1) 產生振动，使工具和机床过早地磨損，使加工精度不准，並使工件的表面不光潔；2) 產生机床安裝位置位移的現象，由此而磨損床身並使机床失調。根据这些缺陷發生的性質和位置，可以定出下列作用於机床的各力。

1. 傳动皮帶的拉力（在皮帶傳动的情况下）。

2. 切削力。車外圓时，这些力为：沿工件表面切線作用的力  $P_z$ ；順車刀中心線作用的力  $P_y$ ；沿進給方向作用的力  $P_x$ 。

3. 机床工作时，在其機構中產生的慣性力。

4. 重載荷（重力的作用）。

基礎，像一個單獨的建築物，力的作用直接來自床身。从基礎設計的方法來看，可以把床身分为下列类型：剛性床身，柔性床身和單獨的整体床身。

根据机床及其床身的設計方法，上述各力按其在基礎上

作用的性質可以分爲：

1) 在机床內封閉的，不爲基礎承載的力<sup>①</sup>；

2) 基礎由於對床身變形的抵抗而承受的力，以及基礎內產生的內力（因為基礎在床身的各個整體部分間是連系的環節）；

3) 傳向基礎並經過基礎而分佈在土壤上的力。

机床內封閉的力是設計机床時研究的對象。從靜力學研究的觀點來看，特別應當注意有關床身彎曲和扭曲的變形，因為彎曲和扭曲一般會跟着產生很大的變形。為了減少這種變形，需另外增強床身在基礎上的緊固。

內應力封閉在里邊的封閉線（即部件的綜合）的長度有很重要的意義，因為產生的變形與其長度成正比。另外，下列一點也很重要：即封閉線是否在支柱以外，還是支柱包括在這一封閉線內而將彎曲力矩 $M_{\text{基礎}}$ 傳向基礎。

彎曲力矩 $M_{\text{基礎}}$ 的大小由作用力的大小和床身的剛度決定。現代基礎計算的技術情況是：這一附加力的因素 $M_{\text{基礎}}$ 是在設計時用稍許加強基礎的辦法作近似的計算。

構成〔刀具——机床——工件〕彈性系統的上述封閉線，卡西林（А. И. Каширин）教授<sup>②</sup>稱它爲〔彈性切口環〕，是在刀具和工件接觸的地方閉合起來的。

如果机床的床身是由一些單獨的部分所組成，被一個共同的基礎結合在一起，那麼〔彈性切口環〕在其某些部分上將包括在基礎的本體內，但基礎之加入封閉線，並不能在基

① 在机床沖擊工作時，由於床身剛度不夠而使部分內部的力傳向基礎（例如插齒時的沖擊）的個別情形除外。

② 〔金屬切削振動的研究〕，科學院出版社1944，第46頁。

礎的底面帶來附加应力。在这种情况下，主要的問題是在封閉力所形成的力流所在的截面內檢驗基礎的強度。

如果床身的各个部分是安裝在分开的基礎塊上，那么切削抗力兩端的「彈性切口环」（一端在刀具上，另一端在工件上）將在基礎分开的地方断开。由於断开的結果，力就会傳向基礎的底面，而此力在連續基礎時是不会傳向土壤的。

做靜力学和动力学計算時，須根据通过基礎傳向土壤並据以設計基礎的各力編制計算圖形。

現在我們來詳細地談一下振動現象。振動会妨碍加工精度。这在高速加工時，特別顯著。振動將損害整个机床，並造成很大的松动而使机床很快地磨損。基礎的振動能使基礎底面下的土壤压实，由此使基床產生不均匀的沉陷。由上面所說的可以看出，机床的振動是不能容許的，而这在实际生產的很多情況下是常有的現象。

在理論上，產生在机床某一点上的任何振動，都应当是包括机床整个結構的全部振動。但从主觀的感覺來說，振幅在 0.005 公厘以下的振動部分我們是感觉不出來的，在实际上我們也就認為机床的某些部分是不動的。这样，根据其本身的現象，振動可能是机床和基礎在一起的全部振動，基礎不動时机床像彈性結構一样的部分振動以及机床个别部件的局部振動。

机床振動的根源，首先是电动机。电动机轉子的不平衡質量一般很小，但在轉速很大（725~1400轉/分）的情況下，角速度是很大的。因此，由电动机產生的振動，無論是特別急速的或是微緩的，都很容易認明。將电动机和變速箱移到

床身的下部，能够大为降低由电动机引起的振动。这种办法能够减少电动机对机床基础的影响因素。除去电动机外，齒輪傳动也能引起振动，但在正常情况下这种振动並不大。皮帶接縫处对皮帶輪的撞击能引起較强的振动。

加工过程中產生的离心力和縱向慣性力也是產生振动的根源。

离心力是由工件和夾具的偏心距產生的。虽然在加工过程中也採用平衡夾具的措施，但在床头部分得到的偏心力总还是形成振动的主要力的因素（次於切削抗力）。慣性力產生在鉋床、插齒机床及切齒机床上，这是由于在切削时有往复运动。

最后，切除鉄屑的过程（連續的切屑除外）也会形成連續冲击鏈环（Цепь последовательных импульсов），这在形成斷續切屑时是不可免的。在振动圖上，这些冲击被記錄成表明机床振动的高頻率正弦曲線。在这种情形下，最好能將床身緊固在基礎上，使床身的剛度加大。

振动的測量，一般是在基礎的頂面、床身的上平面、刀架的上平面或橫樑（龍門鉋床时）面上進行的。⊙

上面已經說过，机床的振动能使基礎產生不均匀的沉陷。除了振动以外，压力在基礎底面上分佈不均也可能引起基礎不均匀的沉陷。因此，特別精密的机床之基礎，在設計

---

⊙ 在以后代表振幅，除去用帶有適當註脚的  $A$  字的标准符号外，在实际工作中还習用下列的振幅符号： $A_v$ ——直垂振幅； $A_h$ ——沿机床縱向軸心的水平振幅； $A_h \perp$ ——橫向水平振幅。此外，与力学上公認的規則相反，在实际工作中振幅被認為是振动的全部幅長，即  $A_{實際} = 2A_{理論}$ 。

时要注意使均衡作用的压力通过基底的重心。塊狀基礎偏斜时，可能產生下列問題：1）会使机床的導軌和緊固面失去水平度（因为它们实际上变成了傾斜的），而这只有在修正或調整机床时才能挽救；2）床身会傾斜，因而使工作平面由一面磨損。如果下床身和橫樑架各是一个單獨的部分，那么使这些部分相連接的基礎就应算是机床的一部分。在这种情况下，基礎失調是非常危險的，可能使机床停止工作。

根据上面所說的，可以總結出几点对基礎的基本要求。为了使机床能正常的工作，基礎必須保證：

- 1）机床重量的集中力在土壤上的分佈要符合於土壤的承載能力；
- 2）在各种土壤的条件下，保證机床安裝时所規定的位置；
- 3）把基礎列入整个系統內，以保證机床床身的剛度；
- 4）降低整个裝置的重心，以保證机床所需要的穩定性；
- 5）增加整个設備的質量，从而減少在振動或冲击时可能產生的串動範圍；
- 6）保證土壤有良好的环境，这是消滅振動的因素之一；
- 7）保护机床免受周圍土壤有害的外來影响（在个别情況下）。

## 一 現有机床基礎的主要形式

### 1 車間的机床設備

从基礎的設計方法來看，机床設備可分为以下几类：一般机床（車床、鑽床、銑床、鉋床等）；服務於一定工業部門或为完成一定工序用的專用机床（切齒机、螺紋磨床、自动車床等）；重型机床，其中包括稀有机床。

修理車間和工具車間基本上是用一般机床装备起來的，这些机床按同一类型排列成机羣式。因此在这些車間的基礎常是成羣的，应按机羣中最重的机床之安裝加以計算。

在大量和成批生產的車間里，有很多按工藝的原則安裝的專用机床，並常要求特殊結構的基礎。

重型机器制造車間的机床一般要求單独的基礎。

因此，在設計机床的基礎时，不僅要考慮到机床結構和土壤性質，而且要考慮生產特性，例如車間設備的佈置原則，厂房型式，机床的加工用量以及以前完成的同类机床基礎的工作情况等。

### 2 机床基礎的結構

在实际建筑工作中，机床的安置方法主要如下：

- 1) 在 300~400 公厘厚的整塊混凝土底層上；
- 2) 在 150~700 公厘厚的單独混凝土条帶上；
- 3) 在 700~1200 公厘高的單独的單个基礎上；
- 4) 在金屬枕樑（Металлическая лага）上，枕樑埋入混

凝土次底脚（Подготовка）体内；

5）在混凝土次底脚上，並在澆灌机床时筑有高 200~300 公厘的單个混凝土脚柱；

6）在木格柵（Деревянный ростовок）上，木格柵是用木头以 1.0~1.5 公尺的間距交錯排列而成的格子板；

7）在多層的木排（Деревянная многослойная сплотка）上，形为單独的木基礎。

实际經驗暫時还缺乏应用裝配式机床基礎的范例，虽然在 1944 年初召开的烏拉尔建筑組織會議上，曾經做过若干关于实行裝配式整塊基礎的報道。

上述各类基礎都是指建筑在土壤良好的地方而說的。机床基礎筑在冻土、泥炭土壤、冲積土壤以及各种較差土壤上的情况將在下面談到。

关于一般用途的机床之基礎，在設計时，需注意下列各点：

1. 磨床、龍門鉋床、牛头鉋床、立式車床、插齒机床及鉋齒机床要求特殊的基礎。

2. 重量在一噸半以下的車床、立式車床及鑽床不要求特殊的基礎。安裝这些机床时，混凝土直接澆在樓板上，並在很多情况下不用地脚螺栓固定。將机床移至土壤上时，僅要求結構支点，例如木格式的支点就是。后者僅用在非精密加工用的 0.75 噸以下的机床上。

3. 有些机床，其機構中沒有發生很大离心力的水平主軸者（鑽床、銑床等），甚至可以安裝在地坪的混凝土次底脚上。

4. 重量在 2 噸以上的机床要求特殊的基礎。特殊的基

礎有厚 15~20 公分的連續基礎底層和高 0.6~0.9 公尺的整塊的基礎塊。

5. 对 3 噸重以上的机床，基礎的尺寸必須以計算的方法檢驗。

所有有往复运动的重型机床（龍門鉋床、內圓磨床等）都不容許基礎偏斜和各角的不均勻沉陷。对这些机床來說，基礎的主要形式是整塊的基礎塊，很少是連續的基礎層。

關於專用机床的基礎，和上面所說的万能重型机床的基礎一樣。这类机床基礎的大多数形式是混凝土条和連續基礎層。

專用的重型單个机床，一般要求有复雜的附屬設備，因而使机床的基礎無論在平面內或在其剖面內更为复雜。

現在我們用几种机床的基礎來举例說明。

例 1 花盤直徑为 4.5 公尺（〔北次〕型）和 8.5 公尺（〔佛罗利浦〕型）的双柱重型立式車床。

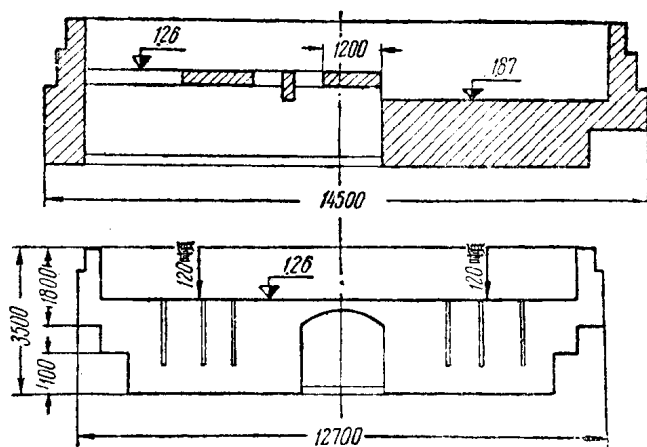


圖 1 〔佛罗利浦〕公司重型立式車床的基礎（縱剖面 and 橫剖面）。



圖 1 所示为 [佛罗利蒲] 公司立式車床的基础，机床的花盤直徑为 8.5 公尺，机床重量为 240 噸。在基础平面面積为  $14.5 \times 12.7$  公尺及高为 3.5 公尺的情况下，混凝土的用量为 400 立方公尺。这类机床要求在水平面和直垂面上有准确的定位。

圖 2 所示为 [北次] 型机床的基础。这一机床的花盤直徑为 4.5 公尺，並有一个特点，即基础的埋置深度很大(5.5 公尺)。建筑这种类似的基础时，常会遇到地下水以及与接

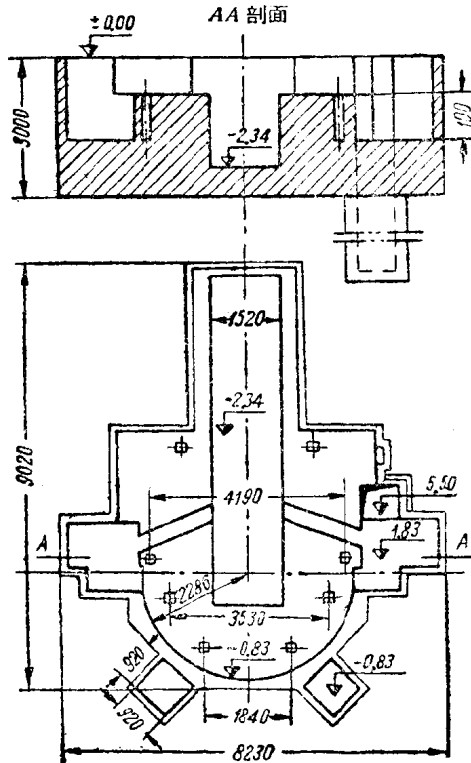


圖 2 [北次] 公司的重型立式車床的基础。