

蘇聯機器製造百科全書

第九卷

第五章 金屬切削機床的機件

蘇聯機器製造百科全書編輯委員會編



機械工業出版社

蘇聯機器製造百科全書

第九卷

第五章 金屬切削機床的機件

烈施多夫、布師、阿列克席也夫、李別爾格
契哈切夫、魯米揚切夫、沙烏米揚、馬志林 著



機械工業出版社

1955

出版者的話

蘇聯機器製造百科全書第九卷分爲三大部分共計卅五章。第一部分(1~13章)敘述各種金屬切削機床，第二部分(14~16章)敘述木工加工機器，第三部分(17~35章)敘述起重-運輸設備和挖土機。爲了適應國家需要，全書暫先分章出版。

本書是第五章，書中分節論述金屬切削機床的機件，如：導軌、床身、工作台、溜板、刀架、主軸和軸承、絲槓、工件和刀具用的夾具、分度頭、機械配動裝置、安全裝置、聯鎖裝置、潤滑裝置、冷卻裝置和排屑裝置。

書中全面和扼要地敘述了每一機件的作用、種類、型式、特性、應用範圍、製造材料、製造工藝，並詳細闡明設計和結構上的要點、對機件的各種性能要求。除此以外，還說明計算時的根據和方式，列出計算公式和重要的計算數據。對每一機件的構造、型式和應用都用表格和簡圖說明，並穿插若干現有機床的機件爲例，因此極爲簡潔和實用。

本書是從事機床設計和製造加工的工程技術人員和大學、專科學校同學們的一本良好參考書籍。

蘇聯‘Машиностроение энциклопедический справочник’ (Машгиз
1949年 第一版)一書第九卷第五章(Д. Н. Решетов, В. Э. Пуш, Е. Г.
Алексеев, Н. Я. Ниберг, С. А. Чихачев, С. С. Румянцев, Г. А.
Шаумян, И. В. Мазырин著)

* * *
編者：蘇聯機器製造百科全書編輯委員會

譯者：陸曾佑

書號 0738

1955年7月第一版 1955年7月第一版第一次印刷

787×1092¹/₁₆ 字數 135 千字 印張 4³/₄ 0,001—4,000 冊

機械工業出版社(北京藍甲廠17號)出版

北京京華印書局印刷

新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第008號

定價(8) 0.76 元

目 次

第五章 金屬切削機床的機件

直線運動的導軌	烈施多夫 Д. Н. Решетов	1
圓運動的導軌	烈施多夫 Д. Н. Решетов	6
床身	烈施多夫 Д. Н. Решетов	9
工作台、溜板、刀架	布師 В. Э. Пуш	19
主軸和軸承	烈施多夫 Д. Н. Решетов 和阿列克席也夫 Е. Г. Алексеев	21
絲槓(導螺桿)	李別爾格 Н. Я. Ниберг	26
緊固切削工具用的標準附件和夾具	契哈切夫 С. А. Чихачев	30
緊固加工零件用的標準附件和夾具	契哈切夫 С. А. Чихачев	34
分度頭	魯米揚切夫 С. С. Румянцев	41
機械配動裝置	沙烏米揚 Г. А. Шаумян	46
安全裝置和聯鎖(保險)裝置	李別爾格 Н. Я. Ниберг	51
機床的潤滑	馬志林 И. В. Мазырин	56
冷卻和冷卻裝置	李別爾格 Н. Я. Ниберг	60
排屑裝置	布師 В. Э. Пуш	66
參考文獻		68
中俄名詞對照表		69

第五章 金屬切削機床的機件

直線運動的導軌

導軌在極大的程度上決定着機床的精度和工作能力;因此在直線度、剛性和耐磨性方面,對導軌有較高的要求。

導軌的形狀 在機床製造中最常採用下列型式的導軌:三角形的、矩形的、梯形(燕尾形)的和圓形的,如表1所示的組合。

當外廓尺寸受限制時,採用單個封閉形的導軌:a) 圓的,製造較容易(頂針套、活動主軸的軸套、主柱等); 6)具有直線輪廓的——在必須防止大力矩的作用而轉

動的情況下採用之(立式機床的滑板或金屬鋸床的滑塊等)。

當機床的載荷和外廓尺寸都大時,採用三個或更較複雜的導軌,例如:對於重型龍門鉋床和工作台寬度大於3公尺的龍門鉋床,採用一個V形導軌和兩個平導軌、三個平導軌等。

在多刀架的機床上和有尾架的機床上等,為使刀架不致互相妨礙,採用特殊的辦法,對於前刀架、後刀架和尾架等做成各別的導軌。

應該配置導軌的工作面以及曳力的作用點,使支反力和傾斜力矩成為最小。

表1 導軌的基本型式

大的移動速度,好的潤滑條件和防磨保護裝置 水平安置	小的移動速度 水平安置	小的移動速度 安置在垂直壁上	應用和特性
			在必須有較高的精度時採用之,較高的精度是由於若干的自動調整(調整鑲條的影響比其他形狀的導軌為小)並由於磨耗對加工精度影響較小而達到 第一種型式的導軌保持潤滑良好,第二和第三種型式保證切屑的排除良好。製造複雜
			在應用上與三角形導軌相同的情況時採用之,保存了三角形導軌優點的極大部分,但製造上較簡單。運用狹窄導軌的原理 多半製成等腰的三角形導軌,而在車床上亦常製成不等腰的
			在對精度普通要求時應用之。任何尺寸時,製造都簡單,但在調整上比較複雜,特別是在大的長度時,因為需要三個鑲條或楔條。潤滑保持良好,但由於切屑有阻留的可能,所以保護裝置應能滿足較高的要求
			在高度上的尺寸較小時應用之,其特點為調整簡單——用一個鑲條或鑲條來進行 在大的顛覆力矩作用時工作不佳(脫開),特別是第一種。有較大的摩擦損失,因此,當大的移動速度時,實際上不予採用
			在大的單邊顛覆力矩作用時應用,並且在受到脫開一邊的鑲條或楔條必須保證有高度的剛性;廣泛應用於側刀架
			當載荷軸向對稱於導軌時(衝床、拉床、鏜磨床)以及為了容易製造時應用之 高度的耐磨性可因使用良好的摩擦偶(淬火鋼—鑄鐵)而得到
			多半應用於必須產生各種運動的時候(例如:縱車、橫車、斜車和定形車削,定形車削時導軌製成靠模式的形狀)

在工件的加工過程中,壓力應該分佈在同一導軌面上,以免餘隙對工件的精度和表面光潔度有較大的

影響。

必須特別注意到導軌在某方面的剛性——在這方

面的變形決定着工件的精度和切削深度並因而影響到振動的發生。導軌面的磨耗在這方面也應該是極小值。

爲使動作達到最輕便起見，特別在用手移動的刀具磨床、靠模銑床、旋臂鑽床上，採用滾動導軌；滾動的物體爲：封閉的滾柱鏈，在固定軸和調整用偏心軸上的滾動軸承，在特種溝槽內的滾珠和滾柱。滾動導軌已得到越來越廣泛的應用。

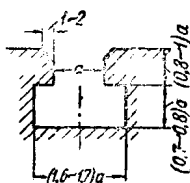


圖 1

移置導軌[⊙]製成和主導軌相同的形狀，但移置導軌附有緊固用的T形槽。

T形槽在構造上的大概比例關係如圖1所示。

導軌的主要尺寸 導軌的尺寸由計算來確定。

矩形導軌的厚度和燕尾形導軌的高度應該從以下數列中選取：10、12、14、16、18、20、22、25、30、35、40、45、50、60、75、100公厘。

所採用的構造上比例關係見圖2。

導軌的長度與工作合和溜板寬度的比值，通常不應小於1.5~2。這種所謂「狹窄的」導軌能使精度提高，易於精確製造和易於測量導軌的寬度；在許多情況下，減小了在導軌基面上轉動刀架的力矩，因而也減小了齒條、絲槓、聯桿等機件上所需要的電力。

導軌的計算 假定壓力沿着導軌的長度上直線分佈[⊙]爲計算的基礎。

計算的外力爲外力在座標軸上的投影 X 、 Y 、 Z 之和及外力對於座標軸的力矩 M_x 、 M_y 、 M_z 之和。力 X 、 Y 、 Z 和力矩 M_x 、 M_y 、 M_z ，在與最普遍的力的作用情形相當的方向上採爲正；座標軸 x 表示運動的方向，軸 y 位於導軌的基面內，軸 z 則垂直於導軌的基面。

例如圖3上的車床，外力在諸座標軸上的投影爲：

$$X = P_x, Y = P_y, Z = P_z + G.$$

外力對於座標軸的力矩爲：

$$M_x = P_z y_p - P_y z_p + G y_G;$$

$$M_y = P_z x_p - P_x z_p + G x_G;$$

$$M_z = P_y x_p - P_x y_p.$$

上式和以後的 P_x 、 P_y 、 P_z 爲諸座標軸上的切削力； G 爲刀架重量；帶有相當指標的 x 、 y 、 z 爲力作用點的座標。

移動溜板、工作台、刀架等所需要的電力，通常可以聯解溜板、刀架或工作台的前四個平衡方程式來確定：

$$\sum X = 0; \sum Y = 0; \sum Z = 0; \sum M_x = 0.$$

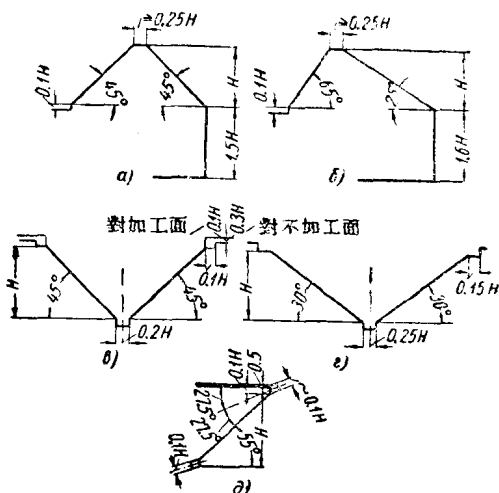


圖 2 典型的導軌構成：

a—等腰三角形的；b—不等腰三角形的；c—V形的、中小型機床用；d—V形的、重型機床用；e—燕尾形。

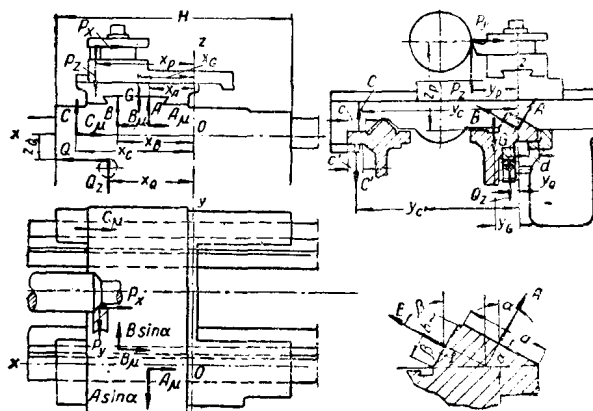


圖 3

如果祇有導軌基面工作，而鑲條不參與工作，則電力按照下列公式來確定：

a) 帶矩形導軌的車床(圖4)

$$Q = \frac{X + \mu(Z + Y)}{1 - \mu \operatorname{tg}(\alpha_0 + \varphi)};$$

b) 帶組合導軌的車床，當導軌面的傾斜角相等($\alpha = \beta = 45^\circ$)時(圖3)

$$Q = \frac{X + \mu \left(1.41 Z - 0.41 \frac{M_x}{N_c} \right)}{1 - 1.41 \mu \operatorname{tg}(\alpha_0 + \varphi)};$$

⊙ 移置導軌 (Направляющая перестановки) 是指安裝刀具或工件用的導軌，例如：車床尾座的導軌、銑床懸梁的導軌等。譯者

⊙ 這個假定在物理上符合於這樣的情況，即當接觸體(看作爲梁)的剛性比接合表面層的剛性大得多，並且後者遵循直線變形定律時。

Б)帶組合導軌的車床, $\alpha = 25^\circ$ 和 $\beta = 65^\circ$ (圖 3)

$$Q = \frac{X + \mu \left(1.33Z + 0.48Y - 0.33 \frac{M_x}{Y_c} \right)}{1 - 1.33 \mu \lg (\alpha_0 + \varphi)};$$

Г)帶 V 形導軌和齒條傳動的鉋床 (圖 5)

$$Q = \frac{X \cos \alpha + \mu Z}{\cos \alpha + \mu \lg (\alpha_0 - \varphi)}.$$

式中 μ ——導軌上的摩擦係數, 在低速移動時 (車床和鉋床) 取為 0.1~0.12; 而在大速度移動和相當好的潤滑時 (鉋床和磨床) 取為 0.08; α_0 和 φ ——齒條上的嚙合角和摩擦角 (通常 $\alpha_0 = 20^\circ$)。

當顛覆力矩比較大時, 可預料到鎖條的參與工作, 此時應該採用較高的摩擦係數計算值。

在以上所舉的公式中, 顧計到由於曳力的垂直分力使導軌上摩擦力增大的分母第二項, 在用絲槓傳動時等於零。

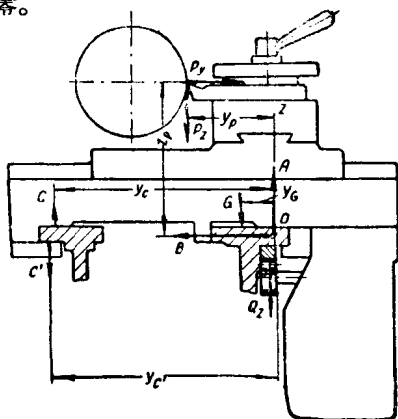


圖 4

確定曳力也可以用簡化的關係式

$$Q = k P_x + \mu_1 S.$$

式中 P_x ——進給方向內的切削分力; S ——各個導軌面上支反力總和的近似值; 對於車床的主導軌, 可取 $S = P_z + P_y + G$, 對於燕尾形的鉋床工作台導軌 (圖 6), 取 $S = P_z + 2P_y + G$ 等; k ——比例常數, 對於車床溜板取為 1.1~1.2, 而對於具有燕尾形導軌的鉋床工作台取為 1.4 等; μ ——換算的摩擦係數, 取為 0.15~0.2。

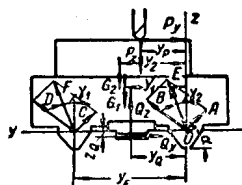


圖 5

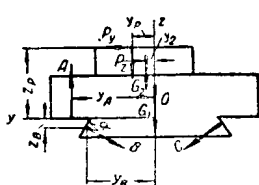


圖 6

導軌所承受的諸力之矩 M'_x, M'_y, M'_z 為諸外力的力矩和曳力的力矩之代數和。例如, 圖 3 的車床導軌為: $M'_x \approx M_x$; $M'_y \approx M_y + Q_z x_Q - Q_z Q$; $M'_z \approx M_z - M_x \mu$ 。

在導軌的三個面担任主要工作的構造中, 各個導軌面的支反力根據靜力學方程式來確定。

例如, 對圖 3 車床的組合導軌

$$\begin{aligned} C &= \frac{M_x}{Y_c} \left(\text{或 } C' = \frac{M_x}{Y_c'} \right); \\ A &= \frac{(Z + Q_z - C) \sin \beta - Y \cos \beta}{\sin(\alpha + \beta)}; \\ B &= \frac{(Z + Q_z - C) \sin \alpha + Y \cos \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}. \end{aligned}$$

矩形導軌和燕尾形導軌 (圖 4 及圖 6) 中的支反力可同樣確定。

在導軌的構造上有四個基本的而又同時工作的導軌面時, 應採用附加的變形條件或用最簡單的假定來代替它們, 其中對於 V 形導軌可以假定: 每一個 V 形導軌承受與垂直力成正比的水平力, 即 $\gamma_1 = \gamma_2$ (圖 5)。這個假定適合於兩個極限條件, 即兩個導軌載荷着相等的垂直力和一個導軌完全不載荷垂直力 (假設製造很精確)。

根據圖 5

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \gamma &= \frac{Y + Q_y}{Z - Q_z}; & F &= \frac{M'_x}{Y F \cos \gamma}; \\ E &= \frac{Z - Q_z}{\cos \gamma} - F; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{E \sin(\alpha - \gamma)}{\sin 2\alpha}; & B &= \frac{E \sin(\alpha + \gamma)}{\sin 2\alpha}; \\ C &= \frac{F \sin(\alpha - \gamma)}{\sin 2\alpha}; & D &= \frac{F \sin(\alpha + \gamma)}{\sin 2\alpha}. \end{aligned}$$

在第一近似值中按平均單位壓力計算。

力矩 M'_y 在前壁導軌與後壁導軌之間的分配是一個靜不定的問題。

如果溜板對於 y 軸的扭轉剛性小, 而載荷作用在床身一個壁的諸導軌上 (例如: 溜板過橋狹窄的車床), 則可以認為力矩 M'_y 完全由這些導軌承受。

如果滑板的剛性很大時, 導軌的載荷比較平均 (按照所採用的基本假定, 壓力圖為梯形), 則力矩 M'_y 的分配與換算寬度成正比例。當力矩 M'_y 大時, 鎖條參與工作, 如果鎖條有足够的剛性, 則力矩 M'_y 的計算可以假定列入同樣情形。

對於圖 7 的導軌

$$M_I = \frac{M'_y a}{a + c}; \quad M_{II} = \frac{M'_y c}{a + c},$$

式中，對於三角形導軌， d 為換算寬度；對於圖 7 a 的導軌

$$d = a;$$

對於圖 7 b 的導軌

$$d = a \cos^2 \alpha + b \cos^2 \beta;$$

對於圖 7 b 的導軌

$$d = 2b \cos^2 \alpha.$$

如果以相當的鑲條來代替第二個導軌工作時，公式中的 c 應代以 c' 。

一般情形，在精確計算時，應使用對於 y 軸的力矩方程式和變形方程式來確定 M_I 和 M_{II} 。變形方程式是溜板導軌對相當的床身導軌傾斜角的互等式，也就是描繪壓力圖的直線傾斜角的互等式，以圖形來求解 [3]。

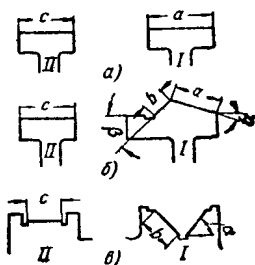


圖 7

導軌沿長度上載荷不均而又沒有鑲條參與工作的情况時，在最初近似值中可以假定：力矩 M'_y 在前壁導軌與後壁導軌之間的分配與垂直支反力成正比例。

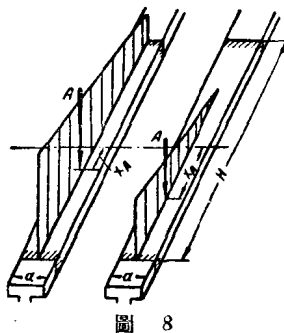


圖 8

導軌面上支反力合力作用點的座標用力矩方程式來確定。

對於承受支反力 A 和力矩 M_A (圖 8) 的導軌面，其座標為：

$$x_A = \frac{M_A}{A};$$

對於承受力矩 M_{Iy} 和 M_{Iz} 的三角形導軌面 (圖 9)，其座標用力矩方程式來確定：

$$x_A = \frac{M_{Iy} \sin \beta - M_{Iz} \cos \beta}{A \sin(\alpha + \beta)};$$

$$x_B = \frac{M_{Iy} \sin \alpha + M_{Iz} \cos \alpha}{B \sin(\alpha + \beta)}.$$

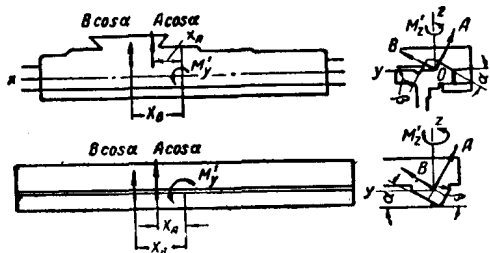


圖 9

根據所採取的假定，單位壓力按下列關係式來確定 (圖 8)：

1. 中心載荷 (壓力計算圖為矩形。這個關係式也用來計算偏心作用載荷時的平均單位壓力)

$$\sigma_A = \frac{A}{a l l};$$

2. 偏心載荷，偏心距小時： $x_A \leq \frac{H}{6}$ (壓力圖為梯形)

$$\sigma_A = \frac{A}{a l l} + \frac{6 A x_A}{a l l^2}.$$

3. 偏心載荷，偏心距大時： $x_A > \frac{H}{6}$ ；鑲條調整成有大的餘隙，並不參與工作 (壓力圖在導軌的部分長度上為三角形)

$$\sigma_A = \frac{2 A}{a (1.5 H - 3 x_A)}.$$

4. 偏心載荷，偏心距大和鑲條調整得很好時 (導軌為圖 10 的矩形導軌)

$$\sigma_A = \frac{2 A \left(1 + \frac{3 M'_y}{A H} + \frac{x'}{H} \right)}{a l l \left(1 + \frac{2 x'}{H} \right)};$$

$$\sigma_A' = \frac{2 A \left(-1 + \frac{3 M'_y}{A H} + \frac{x'}{H} \right)}{a' l l \left(1 - \frac{2 x'}{H} \right)}.$$

式中附加的 x' 為中性軸的位移，按圖 11 根據 $\frac{M'_y}{a l l}$ 和 $m = \frac{a'}{a}$ 來確定； A 為支反力的合力。

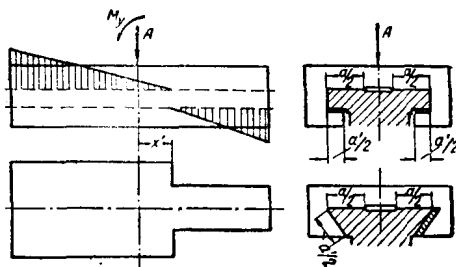


圖 10

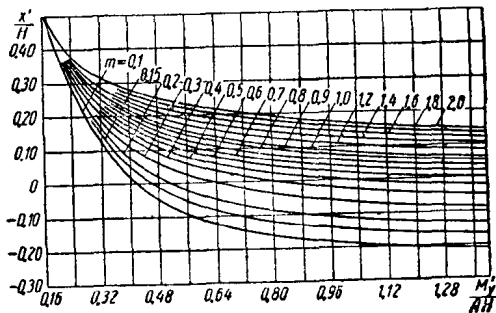


圖 11 確定中性軸相對位移的曲線圖。

對於在對稱載荷下的燕尾形導軌^㉔，可以使用上面的公式，祇有 σ_A' 乘上 $\frac{1}{\cos\alpha}$ 而變大，而且在使用圖 11 的曲線時

$$m = \frac{\alpha' \cos^2 \alpha}{\alpha},$$

式中 α ——導軌的傾斜角，通常為 55° 。

鑄鐵 C421-40 (對鑄鐵從 C415-32 至 C421-40) 製的導軌上的單位壓力 (計及所有平面內的力矩) 達到：在小的滑動速度——即進給速度範圍內時 (車床、銑床和類似的機床) 為 $25 \sim 30$ 公斤/公分² 以下，而在大的滑動速度——即切削速度範圍內時 (鉋床) 為 8 公斤/公分² 以下。按平均單位壓力計算時，容許的數值約小二分之一。對於連續而強烈工作的特種機床，容許的單位壓力小 30%。

對於重型機床，由於工作表面的硬度小和接觸情況差，故容許的單位壓力也要低得多。

機床的導軌到重新刮削前的耐用期限一般應不少於三年。

材料^㉕ 導軌的基本材料為灰口鑄鐵。承受很大單位壓力以及對於耐磨性要求較高的中型機床床身，採用鑄鐵 C421-40 (含有均勻石墨的珠光體組織) 製成。可是應該注意，硬度大的鑄鐵具有大的收縮性，因而有較大的內應力與翹曲並且容易產生裂縫，因此巨型機床的床身用 C415-32 號較軟的鑄鐵來製造。同樣，對精密機床的床身硬度不應有過高的要求。

在重型機床內，有時在刀架的導軌上固定有夾布膠木的鑲條，這樣能減少磨耗和落入切屑損傷導軌的危險性。

採用改良鑄鐵 (孕育鑄鐵) 或乙炔焰加熱 (或高頻率電流) 淬火的導軌可使耐磨性或容許單位壓力顯著提高。

採用淬火過的鋼導軌，其形狀為螺栓旋上的鑲條 (鑲條的長度在 750 公厘範圍內，由滲碳鋼或氮化鋼製造)，效果極好。

為使不損傷導軌的工作表面，最好從下面旋緊鑲條。在必須從上面旋緊鑲條的情況下，則螺栓頭要鋸掉、捻縫，並與導軌一起磨平。

帶狀的鋼質導軌應用不廣。

機械加工 導軌的加工應該從導軌的工作面上切除最少的表層，以保持較勻質的和堅強的鑄鐵層。

直線度的容許偏差，在 1000 公厘長度上為 $0.02 \sim 0.03$ 公厘。

導軌光整加工的主要方式為磨削，磨削裕量為 0.2

~ 0.3 公厘，實際上得到的不平度的高度為 $10 \sim 20$ 公忽 (1 公忽 = $\frac{1}{1000}$ 公厘)。

在蘇聯，用砂輪端面的無冷却磨削應用得最廣泛。為減少加工零件的發熱，使砂輪主軸的軸線傾斜，獲得的表面證明有很好的使用性能。用砂輪輪緣帶冷却的磨削，生產率較高。這時，斜面的磨削通常都用定形砂輪來進行。

在沒有必要尺寸的平面磨床時，以及對於難以磨到的鑄鐵導軌面，可採用刮削，刮削比磨削要費力得多。刮削裕量介於 $0.1 \sim 0.15$ 公厘 (在小刮削面時) 到 $0.4 \sim 0.5$ 公厘 (在最大刮削面時) 之間。導軌刮削到一平方吋上獲得 $12 \sim 18$ 個斑點為止。導軌刮削面的表面不平度在 $10 \sim 15$ 公忽以下。在必要時，例如精密機床，利用刮削可以獲得不平度在 5 公忽以下的表面。在這種情況下，刮削有時是用 T 形刮刀以向着自己方向的運動來進行的。對於移置導軌，以及對滑動導軌^㉖ (在設備的情況很好時)，也可以用寬鉋刀精鉋或用精銑作為最後加工的方法。

導軌內餘隙的調整 所採用的調整方法和鑲條與楔條的形狀見表 2。一般的原則是鑲條與楔條配置在載荷較小的一邊。

導軌的保護 在保護不良的導軌上，甚至在很小的單位壓力時 (例如在磨床上) 也會使導軌發生很大的磨耗甚至擦傷。標準的保護裝置列於表 3 內。

除此以外，尚採用從一個滾輪繞到另一個滾輪的滾動帶和伸縮護板。

導軌的潤滑 在機床製造中採用下列的導軌潤滑方法：1) 利用各別的油杯，周期地用手加油潤滑；2) 利用滾輪潤滑；3) 壓力潤滑。

由製成滾珠式的或有彈簧蓋的各別油杯來潤滑，雖比用滑油澆在導軌上的周期潤滑來得完善，但是由於潤滑點的數目極多，顯得有極大的不便；這種方法祇有在小的移動速度時才可應用。

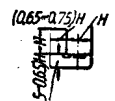
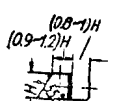
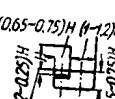
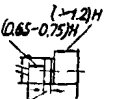
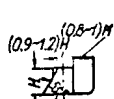
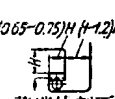
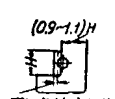
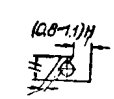
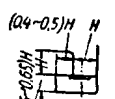
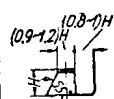
利用滾輪潤滑，由於本身簡單可靠，所以在滑動速度大的鉋床和類似的機床上，直到現在一直有極廣泛

㉔ 在一般燕尾形導軌載荷情況中，第一近似值的單位壓力可以用簡單載荷體系中的各單位壓力 (互相垂直平面內的載荷) 相加的方法來確定。

㉕ 可見第一章。

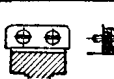
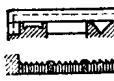
㉖ 滑動導軌是指工作時承受切削壓力的機件所沿着運動的導軌 (例如：車床床身的導軌、銑床矩台的導軌等) 或順着另一些機件的導軌而移動的導軌 (例如：工作台導軌、刀架溜板的導軌等)。譯者

表2 壓緊的鑲條和楔條

在垂直於導軌基面的平面內調整	在側平面內調整	在傾斜平面內調整	圓形導軌的調整	特 性 與 應 用
				用磨和刮的方法進行調整 應用一用來調整在平面內的餘隙對於加工精度影響不大的導軌，以及用來調整高耐磨性材料的導軌 在需要刮削的表面上常做成凹槽，以減少刮削面積
			 夾緊和支撐螺釘	用垂直於鑲條作用面方向的螺釘進行調整 應用一在小載荷和中等載荷時，以及必需精微調整時採用。製造容易 鑲條製成在調整後使牢固固定或不加固定。第一種能保證大的剛性，應用在重要的情況時較適合；第二種特別緊湊。兩種鑲條都要應用帶鎖緊螺帽的螺釘
 薄端的剖面 (0.15-0.25)H	 薄端的剖面 (0.15-0.3)H	 薄端的剖面 (0.15-0.3)H	 錐形面	用楔條或開槽的錐形軸套的軸向移動來調整。楔條的斜度通常為1/50，軸套的錐度為1/10~1/25 應用一在大的載荷和必需有精微調整、高度剛性、小的外廓尺寸時的重要情況中採用，但採用楔條使得製造和裝配複雜。為避免自行上緊，楔條必須很好地固定住
				應用一對於可調整的運動。在調整以後要進行上緊

註：係數的小數值適合於大的導軌尺寸，大數值適合於小的導軌尺寸。

表3 保護裝置

形 狀	特 性 與 應 用
	主要對有帶狀切屑工作的機床上、小滑動速度時採用，加工鑄鐵時效果不大
	在無磨屑的機床上採用。護板固定在刀架上，並且在單刀架時機床上護板沿着導軌滑動；在雙刀架（放在導軌上）的機床上，在一個刀架上開有T形，以便護板通過，而護板適當地舉起在導軌的平面上 護板應易於撤除，以便清潔導軌
	採用於有磨屑的機床上。護板做成曲折式密封裝置
	在有磨屑的機床上，當不可能落入冷卻液的條件下採用

的應用，但在重要的情況時則用壓力潤滑來代替。壓力潤滑是最完善的潤滑。

滑油通常加在導軌寬度的中央，在加到V形導軌的下部溝槽內時，滑油必需十分充足。

環形的滑油槽在矩形導軌寬的基面上成效很好，製造也方便，這些滑油槽在旋臂鑽床上製造，它們與一

個直槽相連接，直槽鉋成與運動方向成若干角度。

在導軌的傾斜面上製成普通大間距的鋸齒形溝槽。

在大的移動速度時，應該製出保持滑油的斜面。

導軌的潤滑通常採用：錠子油[3]、機器油[11]和機器油[12]。在大的導軌接觸面、大的單位壓力和周期潤滑時採用上列滑油中黏性較大者；在小的接觸面、小的單位壓力和壓力潤滑時，採用黏性較小的滑油。

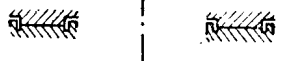
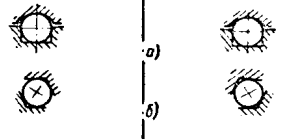
圓運動的導軌

在機床上常應用圓形的滑動導軌：平導軌、斜導軌和V形導軌（表4和圖12~15、18）及滾動導軌——滾珠導軌和滾柱導軌（表4及圖16、17）。圓導軌主要用於有垂直軸線的工作台（花盤）；在水平軸線的機床內，主軸的長度不像立式機床一樣被外廓尺寸嚴格地限制，因此這種機床在依靠主軸來保證花盤導動的必要精度和剛性上，通常顯得經濟而有利。

圓形導軌的基本型式及其特性和應用範圍如表4所示。

在用作緩慢旋轉的工作台中（插床、萬能銑床、切齒機床的工作台），其導軌直徑選取得與工作台的直徑相近；用於快速旋轉的工作台中，導軌的平均直徑與工

表4 圓運動導軌的基本型式

簡 圖	特 性 和 應 用 範 圍
平的環形導軌 	是一種製造上最簡單的構造。應用在：1)有小的和中等徑向載荷的機床上，此時沒有必要使主環形導軌參與承受徑向的力；2)主軸在滾動軸承內的機床上一同上情況；3)有大直徑工作台的機床上一按施工情況確定
斜導軌 	是一種製造上比較簡單的構造；主導軌參與承受徑向的力。容許工作台自由熱變形。當徑向載荷特別大時採用之。母線的傾斜角通常取為30°左右
V形斜導軌 	是一種製造上複雜的構造；主V形導軌承受徑向力、軸向力和顛覆力矩。主軸的載荷極小。V形的形狀能保證很好地保持潤滑。當徑向載荷、顛覆力矩和旋轉速度極大的重要情況下採用之。母線的傾斜角通常取為20°和70°左右；極少採用對稱的形狀
滾珠導軌 	是保證旋轉輕便的構造，輕便的旋轉是精確的角度移動所必需的（例如座標鏜床的轉台）。用有中心的滾動軸承（構造a）或圓導軌本身（構造b）來保持徑向的位置
滾柱導軌 	是一種用在大大速度巨型機床的構造。在採用三個以上的錐形滾柱時，其餘的滾柱適於安裝在偏心軸上，使有可能調整。用垂直軸線的滾柱或有中心的滾動軸承來得到徑向位置

工作台直徑之比取為 $0.45 \sim 0.70$ （立式機床通常為 $0.45 \sim 0.6$ ，磨床為 $0.6 \sim 0.7$ ）。導軌的寬度與平均直徑之比在極大的範圍內變動—— $0.03 \sim 0.3$ （在有大切削力的機床上、小直徑的工作台時用大的比值，在大直徑的

工作台時用小的比值）。

圓形導軌通常都與軸承內的主軸聯合應用。為減少摩擦損失起見，徑向的力應該由主軸軸承承受（如果

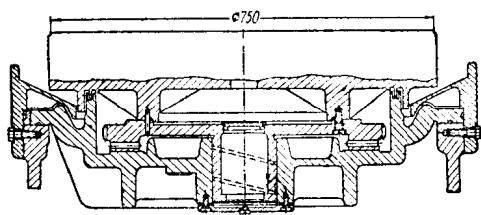


圖12 具有平導軌的平面磨床工作台。

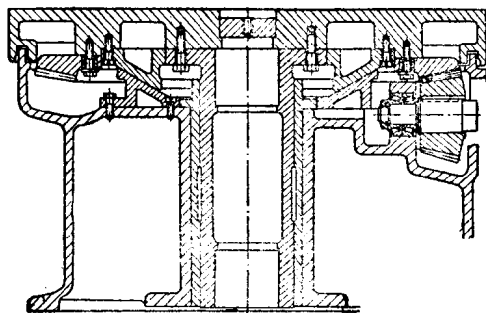


圖13 具有斜導軌的立式機床工作台。

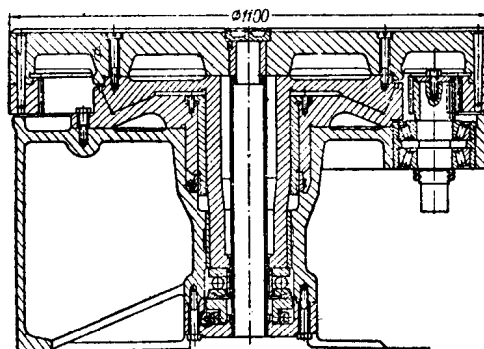


圖14 具有V形導軌的立式機床工作台。

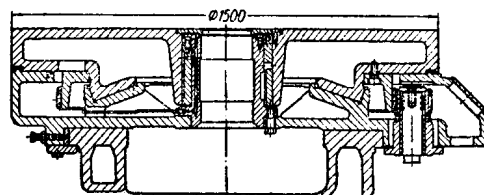


圖15 具有V形導軌的銑床工作台。

剛性和磨耗條件許可的話)。

在轉數(每分鐘)調節範圍寬廣和最大轉數(每分鐘)很高的萬能機床的主軸上,採用可調整的止推滾動軸承,這種軸承能在大速度時使導軌卸載,並減少導軌的摩擦損失和磨耗。

對於主軸多半採用下列構造的軸承: 1)在大直徑時採用不可調整的圓柱形滑動軸承; 2)在小直徑和中等直徑時採用可調整的或不可調整的錐形滑動主軸承; 3)在高的旋轉速度以及必須移轉輕便時(座標鏜

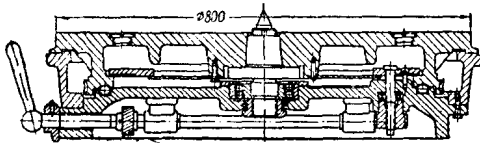


圖16 具有滾珠導軌的座標鏜床轉台。

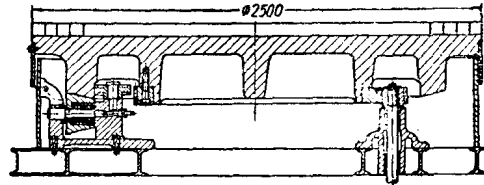


圖17 具有滾柱導軌的立式機床工作台。

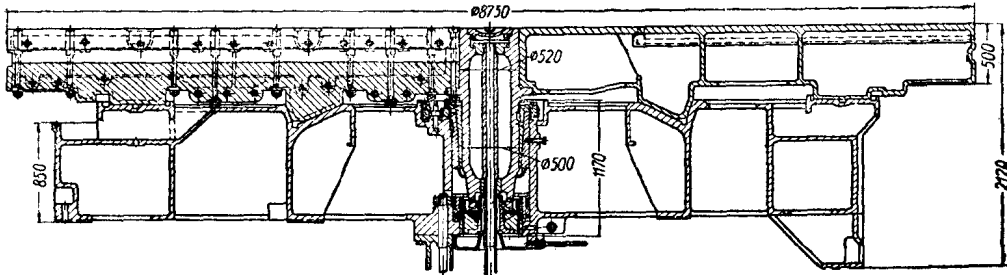


圖18 具有平導軌和V形導軌的重型立式機床工作台。

在具有大直徑工作台(6~8公尺以上)的機床上採用兩個導軌:普通V形導軌和平導軌(圖18)。在具有兩個花盤(內花盤和環形花盤)的大型立式機床上,對兩個花盤採用兩個導軌。

主軸具有充分長度的工作台,當軸線垂直安置時,通常沒有必要放在阻擋工作台抬起的特種裝置內;可是有時也採用在主軸上安裝止推軸承形式的阻擋裝置,用來減少顫動並減少工作台由於導軌上的滑油層抬起。沒有主軸的工作台採用鑲條。

圓形導軌係根據額定單位壓力作假定的技術計算,額定單位壓力是用導軌的水平投影面積除垂直載荷(軸向載荷)來計算的。在立式機床上,此壓力通常不超過5公斤/公分²;由於橫向力的作用,實際的單位壓力比較大些。

主軸及其支座通常用一個假設來作假定的計算——假設橫向載荷和顫覆力矩完全由主軸承受。這個假設能使安全儲備提高。實際上,當製造非常精確時,斜導軌和V形導軌能使主軸軸承一大部分的載荷卸除(V形導軌有時全部卸除)。

床)採用滾動軸承。

在加工高大零件的機床上,零件上的切削力作用在距離花盤較大的地方,採用長主軸;以及在機床上裝有使導軌在高速旋轉時卸載的止推滾動軸承者,也採用長主軸(圖13和14)。在加工低小零件的機床上,以及工作台除了旋轉外尚應沿着導軌作往復運動的機床上,常製成短的主軸或者根本沒有主軸(圖12、15、16、17)。當旋轉極慢時可以在相當大的直徑上定心。

導軌上最大單位壓力的確定列於表5內。主要的計算考慮到軸向和徑向載荷,徑向載荷用係數 k 、 k_1 、 k_2 代表,這些係數放在公式內用來計算由垂直載荷所生的額定壓力。

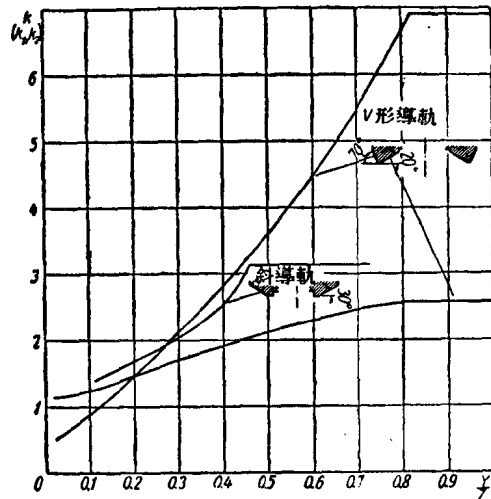


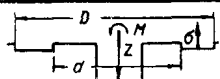
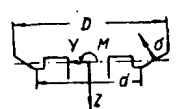
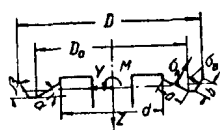
圖19 確定係數 k 、 k_1 、 k_2 的曲線圖(係數 k 、 k_1 、 k_2 用來表示導軌的徑向載荷)。

係數的計算係根據彈性接觸問題的研究，並作前述的假定：接觸物體（工作台與床身）的剛性比表面層的剛性要大得多，並且表面層的變形係遵循虎克定律。

係數 k, k_1, k_2 的曲線有三段（圖 19）。第一段相當於導軌的整個圓周接觸，最大單位壓力 σ 在這段內當然與 $\frac{Y}{Z}$ 成直線關係；第二段相當於導軌圓周的局部接

觸，在這段內 σ 與 $\frac{Y}{Z}$ 有比較複雜的關係；第三段相當於弧線接觸（弧線等於 π 或小於 π ），在這段內 σ 的大小實際上與 Y 無關，因為 $\frac{Y}{Z}$ 已達到極限比值，在這比值下工作台有在導軌上抬起的傾向，並且主軸軸承也開始承受相當大的載荷。

表5 圓運動導軌的計算

計 算 簡 圖	由力 Y 和 Z 而來的最大單位壓力(公斤/公分 ²)，假定力 Y 和 Z 完全由導軌承受（平導軌則不計力 Y ）	導軌上由顛覆力矩而來的附加單位壓力(公斤/公分 ²)，假定顛覆力矩完全由導軌承受，並且壓力分佈在導軌的全部圓周上
	$\sigma = \frac{4Z}{\pi D^2(1-c^2)}$	$\sigma = \frac{32M}{\pi D^3(1-c^4)}$
	$\sigma = \frac{4kZ}{\pi D^2(1-c^2)}$ 按照圖 19 的曲線， k 決定於 $\frac{Y}{Z}$	$\sigma = \frac{32M}{\pi D^3(1-c^4)}$
	$\sigma_A = \frac{4k_1Z}{\pi D^2(1-c^2)}; \sigma_B = \frac{4k_2Z}{\pi D^2(1-c^2)}$ 按照圖 19 的曲線， k_1 和 k_2 決定於 $\frac{Y}{Z}$	$\sigma_A = \frac{32M}{\pi D^3(1-c^4)} \cdot \frac{(a \cos \alpha + b \cos \beta) \cos \alpha}{a \cos^2 \alpha + b \cos^2 \beta}$ $\sigma_B = \frac{32M}{\pi D^3(1-c^4)} \cdot \frac{(a \cos \alpha + b \cos \beta) \cos \beta}{a \cos^2 \alpha + b \cos^2 \beta}$

附式： $c = \frac{d}{D}$; $D_0 = \frac{D+d}{2}$

註：力矩係對導軌平面中央的軸線計算。

床 身

床身是機床的主要機件，它保證機床的部件有正確的相互位置和相互移動，並承受切削力的作用。

床身上裝有：1) 機床的基本固定部件（主軸箱、進給箱等）；2) 刀架、工作台、溜板等用的導軌（用螺絲旋上的或製成整體的）。床身普遍地作為冷卻液和滑油的儲存器。

床身的基本型式如表 6 所示。

床身可以分為：1) 簡單的，具有用螺絲旋上的傳動部件和一個導軌系統；2) 整塊的，與床頭外殼製成一個整體，或具有兩個或兩個以上的導軌系統（用來作相互垂直的移動或成角度的移動）。當接合處設計正確時，由於組合的床身能得到足夠的剛性，所以複雜的整體床身已無必要再予採用，但組合的床身使鑄造和機械加工的價格顯著提高，而且對於採用部件裝配也受到妨礙。

機床有製成帶樑式床身的（當床身上的主要機件為普通的伸臂工作方式時）和框式（龍門式）床身的。第

一種，大家都知道，為使用上較便利的床身（加工部位三面敞開）；第二種剛性大得多，因此應用在高生產率的機床上。

當不用專用地基安裝機床時，輕型和中型機床的床身一般都製成有足夠的剛性，以承受切削力和重量。重型機床的床身由於尺寸和載荷較大，因此與地基共同担任工作。

床身構造上的一些實例如圖 20~27 所示。

床身用鑄造或銲接製成。

鑄造的床身在應用上佔優勢，由於：

- 1) 有廣泛的可能性以獲得所需要的（有時是極複雜的）幾何形狀；
- 2) 在成批製造時價格較低，木模的費用分攤在極大數量的鑄件上；
- 3) 極大的鑄鐵內摩擦。

在單件生產和小批生產時，銲接的床身採用於比較簡單的幾何形狀，以避免切口、彎曲與銲接工作的增高勞動量。

銲接的床身：1) 由於鋼的彈性模數比鑄鐵大並可

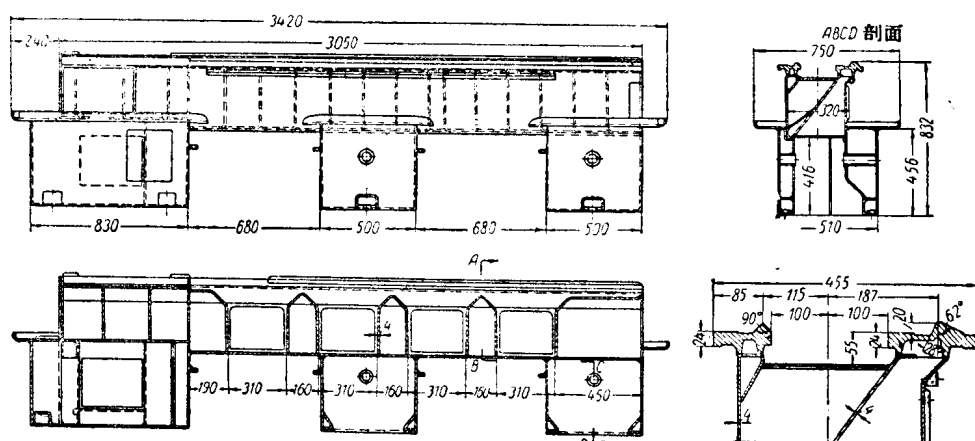
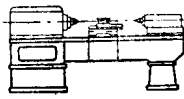
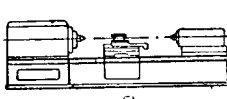
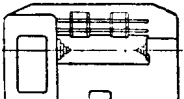
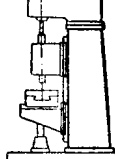
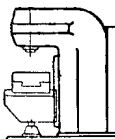
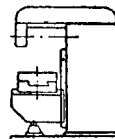
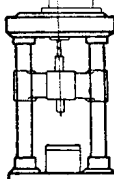
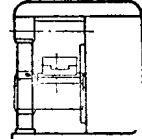
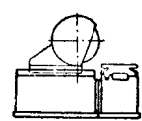
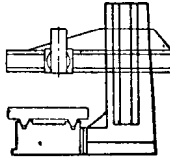
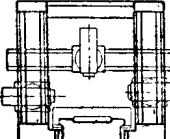
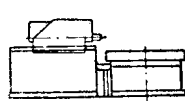
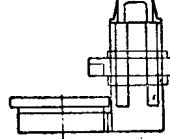
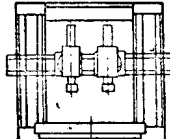
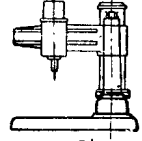
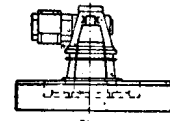


圖22 鋼接的車床床身。

表6 床身的基本型式

機式的床身	輕式的床身	特 性 與 應 用
 		具有一個基本導軌系統的水平床身： <i>a)</i> 床身在床腳上(輕型和中型機床)；床腳的數目根據床身長度的選取；有時用整塊的底板代替床腳； <i>б)</i> 床身是整塊的(重型機床，需在床身上安裝滑枕機構和其他機件的機床)
   	 	具有一個基本導軌系統(有時具有作移調運動的第二個輔助導軌系統)的垂直床身： <i>a, б)</i> 承受作用在對稱平面內的作用力(具有可動工作台或固定工作台的鑽床、鏜磨床、拉床)； <i>в)</i> 承受任意方向的載荷(銑床)；具有直線形的軸線的或Γ形的和帶有橫樑的
 		具有幾個導軌系統的床身(磨床、鉋床和無矩台的銑床)： <i>a)</i> 水平的； <i>б)</i> 單柱或雙柱的
 		具有圓導軌和直線導軌的床身(立式車床、磨床和其他機床)： <i>a)</i> 水平的； <i>б)</i> 單柱或雙柱的
 		具有圓導軌、直線導軌和旋臂的床身： <i>a)</i> 用於調整旋轉運動的機床； <i>б)</i> 具有旋轉的工作旋轉

能採用較合理的截面,故可造得輕些;2)需要較少的機械加工;3)可以修正結構上的缺陷(截割和鉚上肋條等)。

鑄鐵為鑄造床身的材料:

1)C421-40 鑄鐵(珠光體組織),用作外形比較簡單、在導軌上受較大單位壓力或較大彎曲應力的床身,特別是用作導軌經過淬火的床身;

2)C415-32,用作外形複雜的床身和重型的床身,以避免冷卻時的破裂;也用作精密機床的床身,以避免由於內應力使精度減低;在單位壓力和彎曲應力不大時也應用它。

採用改良鑄鐵做床身非常適合,這種鑄鐵具有大

的彈性模數、較高的耐磨性和勻質性等。

輕型機床的床身製成 12~15 公厘的壁厚,中型機床 18~22 公厘,重型機床 25~35 公厘。

在受極大應力的床身上,考慮到鑄鐵對抗拉比抗壓要差得多,因此受拉的壁要比受壓的壁做得厚些。

鉚接床身的床壁由低碳鋼的鋼板——CT.3 號鋼製成;導軌由扁鋼或型鋼製造。

不需要機械加工的主壁厚度,當肋條的數量多時,可視機床的尺寸製成 4~8 公厘,肋條的厚度 3~5 公厘。當肋條的數量少時,壁厚普通為 10~20 公厘,約為鑄鐵床身壁厚的 $\frac{3}{4}$ 。

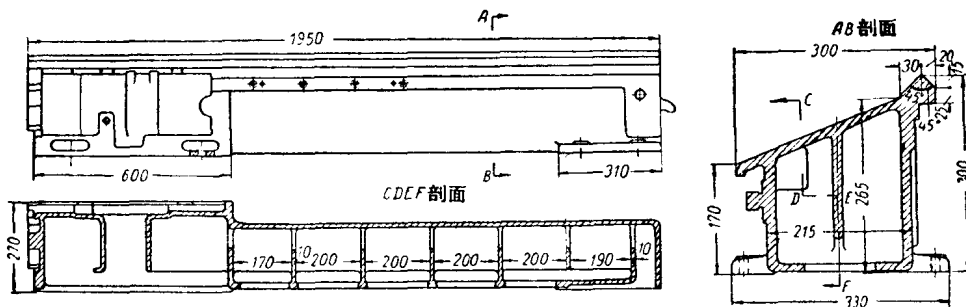


圖23 轉塔車床的床身,具有傾斜安置的導軌,使切屑容易落下。

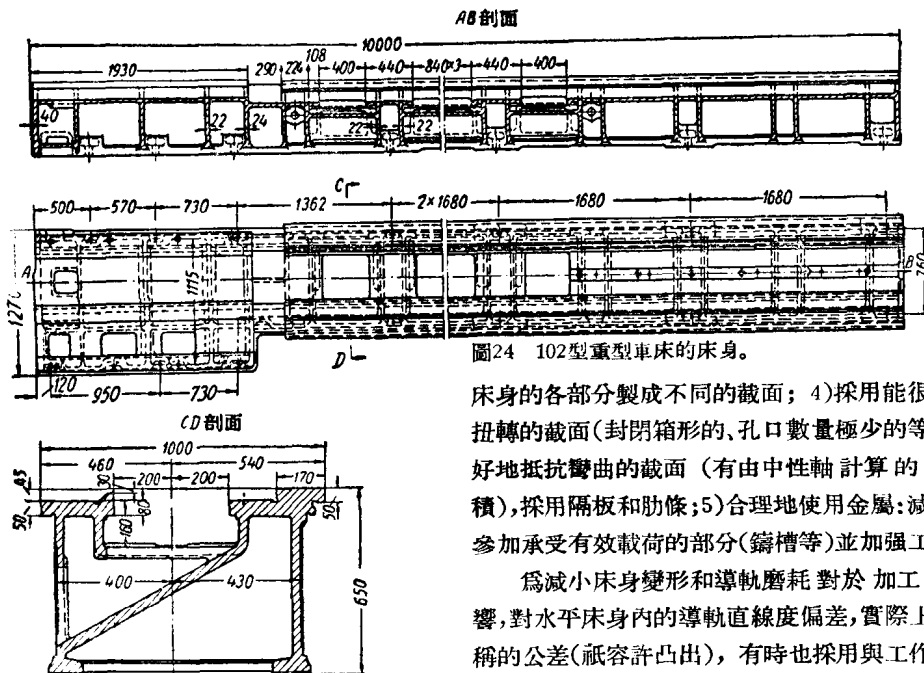


圖24 102型重型車床的床身。

床身的各部分製成不同的截面;4)採用能很好地抵抗扭轉的截面(封閉箱形的、孔口數量極少的等)和能很好地抵抗彎曲的截面(有由中性軸計算的最大截面積),採用隔板和肋條;5)合理地使用金屬:減弱床身不參加承受有效載荷的部分(鑄槽等)並加強工作部分。

為減小床身變形和導軌磨耗對於加工精度的影響,對水平床身內的導軌直線度偏差,實際上應用不對稱的公差(祇容許凸出),有時也採用與工作載荷的變形方向相反的原始彈性變形(滾螺紋機床等)。

表 7 和表 8 表示所採用的床身截面、構造和隔板的佈置。

減少床身的變形,首先用下列方法:1)減小伸出(不受支承的)距離,減小扭轉力對於床身扭轉中心的力臂等;2)增加支承的數量與剛性;3)採用框式結構,

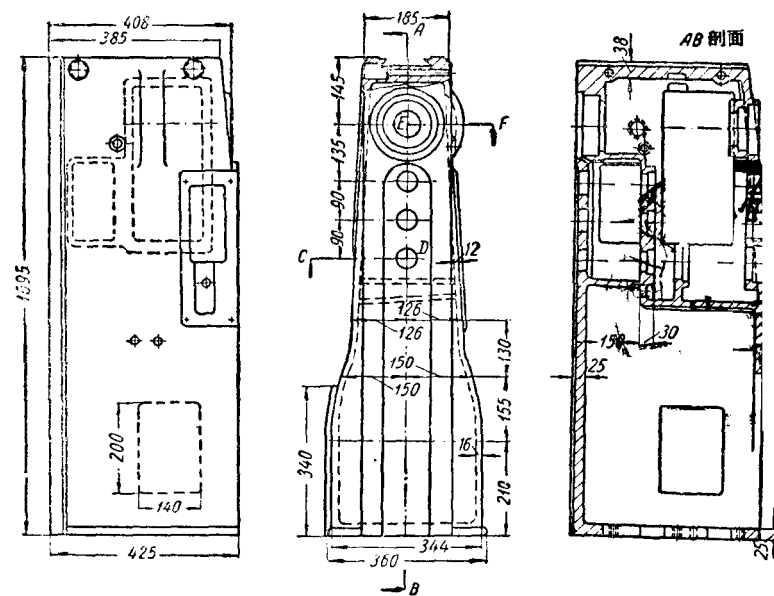


圖25 680型臥式銑床的床身。

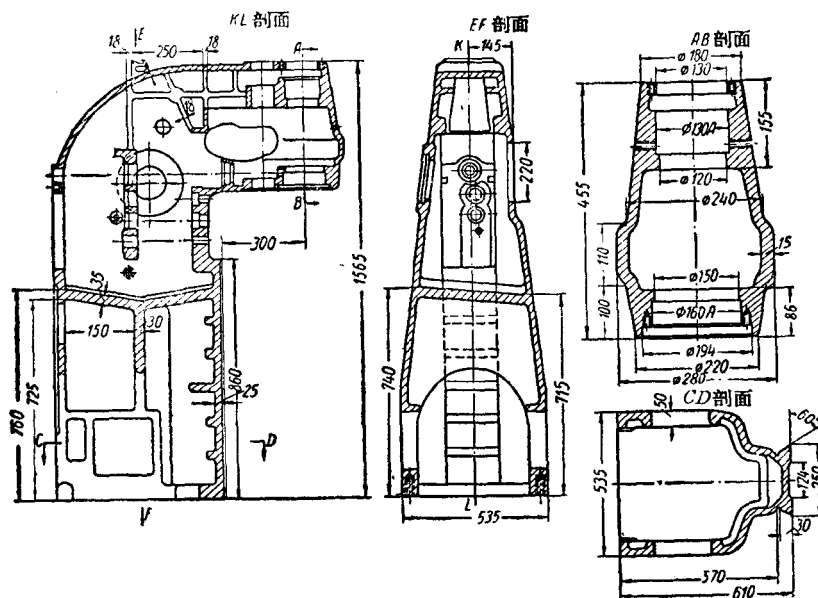


圖26 612型立式銑床的床身。