

高等學校教學用書

機床夾具設計

上 冊

B. II. 費拉戈著



高等教育出版社



数据加载失败，请稍后重试！

高等學校教學用書



機 床 夾 具 設 計

上 冊

B. II. 費拉戈著
周士炎 陳啟民 李哲浩譯

高 等 教 育 出 版 社

原 序

在現有的關於機床夾具的書籍中，一般在具體解決個別夾具的構造問題方面舉述甚多，而對於從某些一般基礎出發來分析與論證這些構造却注意得極少。

對於有經驗的設計師來說，論證那些爲他早已掌握的原理對他的興趣可能要差一些，不如那些他所不知道的新的夾具構造設計、新的解決計算題的方法、參考資料等。但對於還沒有經過實際工作鍛鍊的學生來說，即使有大量圖紙參考，也不能獨立地作出正確的一般結論。在這方面，設計師與學生對夾具書籍的要求是分歧得很厲害的。學生首先必須掌握一些原理與法則，以此爲基礎來選擇與設計夾具的各元件，然後將它組成一夾具整體。祇有通過這個方法，也祇有在這個基礎上，他才能有成效地着手於對夾具構造的研究與分析，並看到各原理與法則所規定的要求如何一一在此具體的加工條件下得到滿足。掌握了夾具設計的一般原則後，學生在理解夾具的構造時就可容易得多，並且在必需時可很快地參加到夾具設計的實際工作中去。

還需指出，學生在學校中學習的時間是有限的。他與剛參加工作的設計師相反，在他那裏並沒有利用工作同志們的豐富經驗的可能與日常工作鍛鍊的機會。他在學校裏所能獲得的設計夾具的經驗(技能)也僅是初步的。在這種條件下，在有限的講課時間內講授雖然僅是最主要的，但却是夾具設計中的原則性問題就顯得愈加必需的了。

聽了夾具設計這門課後，學生雖不可能一下子就變成爲一個

設計師，但是他應當能正確地評比各夾具構造的優點並知道用了這些夾具後會有什麼好處。所以，對於他來說，主要的乃是自覺地分析設計中所產生的問題。從由夾具用途與對夾具構造的基本要求所決定的一般基礎出發來進行分析的例證應當是“機床夾具設計”這門課程的主要內容。雖然是這樣，但這門課自自然不應當與實際脫離，而是應當以在工廠中必須碰到的那些圖紙資料作為自己的基礎。

根據上述，著者也就向自己提出了這樣的一個任務：寫述設計通用機床上所用特種夾具的主要問題。

為了評比夾具各元件的質量，我們採取了比較各元件對所提主要要求（要求決定於其用途）的滿足程度這個方法。在這時，我們發現到，夾具各元件按其用途與所起作用來進行分類這工作必須較之一般更為嚴格。例如，我們發現，支承件與定位件不可能放在一起來討論；簡單夾緊件與組合夾緊件必須嚴格分開，而對刀塊則相反，必須與鑽套放在一起談等。

在某些情況下，為了能得出上述評比標準的數值，對於某些最習見，但尚未有肯定內容的名詞下了一些定義，這些定義，著者認為在本課程的範圍內是最合適的，因為不加入若干新的概念，就很難做到上述那點。例如，要能獲得評比定位件好壞的數字標準，就必須相應地註釋那個常用名詞“定位準確度”與其他有關的名詞，並還得引用“定位平面”，“計算定位誤差”等這些新的概念。

在注意到上述關於發展學生自覺地對待本課程材料的必需性的同時，著者認為不隱蔽而相反地喚起他們注意下一事實將也是對他們有益的，這個事實就是：有很多甚至於最重要的設計上的問題，諸如夾具構造的經濟性評比，所需夾緊力大小的確定等，至今尚未得到很好的解決，以使得其方法能廣泛用於日常的設計工作中去。

列於本書用作插圖的所有夾具構造圖，幾乎是全部都是我國工廠在不同時期所設計的。在挑選這些圖時，著者所遵循的僅是上述教學目的。

著者感謝本書的評閱人——莫斯科高等工業學校 (МВТУ им. Баумана) “機械製造施工” 教研室主任 В. М. Кован 教授與此教研室的 В. С. Корсаков 副教授，以及與著者一起在莫斯科航空學院 (МАИ им. С. Орджоникидзе) “航空發動機製造” 教研室工作的同志 И. С. Цуканов 副教授、Д. П. Маслов 副教授、Ф. Т. Блинов 副教授與 А. В. Подзей 副教授在審閱本書原稿時所賜予的寶貴意見、指示與期望。著者認為應當指出，在 А. Б. Яхин 教授著作中所敘述的關於加工準確度的原理大大地幫助了著者對本書相應問題的研究。

著者將以感謝的心情來接受一切為改善本書而提出的意見與期望。

著 者

符 號 說 明

A_n —原始尺寸;

a —定位基準的公差;

a_n —原始尺寸的公差(原始公差);

a_p —計算公差(在設計定位件時用);

a_y —定位表面的公差;

α —楔式夾緊件的楔角;

α_p —計算傾斜角;

β —定位誤差方向與原始尺寸方向的夾角;

C —兩定位基準間的距離;

c —兩定位基準間距離公差之半數;

D —定位基準的直徑;

D_y —定位表面的直徑;

Δ —定位基準與定位表面間的保證間隙;

δ_n —原始尺寸中與變形有關的誤差;

δ_n —原始尺寸中與刀具有關的誤差;

δ_n —原始尺寸中與調整有關的誤差;

δ_n —原始尺寸中與夾具在機床上定位有關的誤差;

δ_p —計算定位誤差;

δ_c —原始尺寸中與機床有關的誤差;

δ_y —工件在夾具中的定位誤差;

λ —原始尺寸中由於定位基準和原始基準不重合而引起的誤差;

μ —摩擦係數;

P —原始尺寸中與工件在夾具中定位有關的誤差;

P_n —原始力(作用在夾緊手柄上的力);

P_p —切削力;

Q —工件的夾緊力;

ψ —連接定位基準與原始基準的尺寸的方向與原始尺寸方向間的夾角;

τ —原始尺寸中與加工方法有關的誤差。

上册目錄

原序

符號說明

緒論..... 1

第一部分 特種夾具概述

第一章 特種夾具的用途..... 6

§ 1. 使用夾具後所得經濟利益的泉源..... 6

§ 2. 擴大機床的施工範圍..... 8

§ 3. 提高機床的生產率..... 9

縮短工件定位與夾緊的輔助時間..... 9

增加同時工作的刀具..... 11

同時加工數個工件..... 13

提高切削用量..... 14

§ 4. 改變機床的用途..... 15

第二章 夾具使用的技術經濟基礎..... 18

§ 5. 夾具構造的生利性..... 18

§ 6. 夾具構造的選擇..... 20

第二部分 夾具元件的設計

第三章 引論..... 26

§ 7. 施工學中的一些定義..... 26

§ 8. 工件的特性、對夾具的要求..... 28

§ 9. 元件的分類..... 30

第四章 工件定位計算原則..... 32

§ 10. 計算不等式..... 32

§ 11. 基本概念與定義..... 44

§ 12. 影響誤差 P 的因素、定位基準的選擇..... 47

第五章 確定與工件定位有關的誤差數值的方法	55
§ 13. 確定定位誤差的方法	55
“定位誤差”概念的確定	55
在工件以一個定位基準定位時求 δ_y 的方法	57
在工件以一組定位基準定位時求 δ_y 的方法	59
§ 14. 確定由於定位基準與原始基準不重合而引起的誤差	61
§ 15. 確定在基準不重合情況下的計算定位誤差	63
§ 16. 在基準不重合情況下立計算不等式的例子	64
§ 17. 確定在基準重合情況下的計算誤差	69
§ 18. 結束語	75
第六章 工件以平面定位	77
§ 19. 總論	77
§ 20. 工件以未加過工的平面(～)定位	78
§ 21. 工件以加過工的平面定位	82
§ 22. 支承件所用材料	83
§ 23. 自動調位支承件	84
§ 24. 定位準確度	87
§ 25. 工件以台階平面定位	90
第七章 工件以外圓柱面定位	93
§ 26. 總論	93
§ 27. 用孔來實現定位	94
定位準確度	94
定位孔極限尺寸的確定	96
合理地減少間隙 Δ 與公差 a_y 的條件	97
基準與孔兩軸線平行性的保證	98
支承端面對基準軸線不垂直時的定位條件	102
定位件的構造	104
§ 28. 用 V-形槽塊來實現定位	106
定位準確度	106
計算定位誤差	107
V-形槽塊對基準的相對位置(φ 角)與 V-形槽塊夾角(γ)的選擇	113
V-形槽塊的使用範圍	115

V-形槽塊的構造	115
§ 29. 用兩個半孔來實現定位	121
極限尺寸的選擇. 定位準確度	121
計算定位誤差	122
半孔定位法的使用範圍	123
定位方法改善的可能性	124
定位件的構造	128
第八章 工件以圓柱孔定位	132
§ 30. 用外圓柱面來實現定位	132
定位的計算與其特性	132
定位件的構造	136
§ 31. 用錐形定位表面來實現定位	139
總論	139
第一種方案	140
第一種方案所用定位表面的構造	143
第二種方案	146
第九章 止動表面的定位作用. 定位表面的構造形式	148
§ 32. 半定位基準	148
§ 33. 設計定位表面的總則	150
第十章 工件以兩個外圓柱面定位的典型方式	154
§ 34. 總論	154
§ 35. 用兩孔來實現定位	159
引論	159
定位誤差的特性	160
按第一種方案來進行定位	164
按第二種方案來進行定位	166
結論	166
§ 36. 用孔與兩平行平面來實現定位	167
§ 37. 用孔與 V-形槽塊來實現定位	169
§ 38. 用兩 V-形槽塊來實現定位	172
第十一章 工件以兩孔定位的典型方式	176
§ 39. 總論	176

§ 40. 兩定位銷均為剛性圓柱體.....	177
§ 41. 一定位銷為圓柱體,另一為菱形體	178
§ 42. 其他的定位方式.....	183
第十二章 工件以一組定位基準定位.....	187
§ 43. 前述定位方式的特性.....	187
§ 44. 定位方式的擬訂.....	191
§ 45. 定位件的組合.....	193
§ 46. 工件以一組基準定位的例子.....	198
第十三章 特殊的定位情況.....	206
§ 47. 工件以錐面定位.....	206
§ 48. 工件以外形(成型基準)定位.....	211
§ 49. 工件以螺紋定位.....	213
§ 50. 作為人為的工件定位基準的定位件.....	218

緒 論

在機器製造廠的各車間中，從毛坯車間開始，一直到發送車間爲止，使用着大量夾具，這些夾具不僅在構造上，就是在設計時所遵循的原則上也都各不相同。在零件的機械加工、裝配、熱處理、檢驗與運送等過程中所用的這些夾具，其用途與工作條件差別很大。因此，對這些夾具在構造上的技術要求，進而在設計這些夾具時所必須解決的問題也相應地有所不同。

如果將所有的夾具進行分類，就可發現，各類夾具對工廠的意義是不同的。可以這樣認爲，就夾具的數量，就總值，與就工廠在使用了此類夾具後所獲得的利益來說，其中佔最重要地位的乃是所謂機床夾具這一類。

所謂機床夾具乃是指在機床上使用的這樣一種裝置（輔助設備），用了它可以使被加工的零件與刀具在機床上獲得所需要的相對位置與爲完成加工所需要的相對移動。

機床夾具可以按照各種不同的特徵進行分類。現有的分類方法很多，但公認的至今尙付缺如。所以在下面我們所用的分類方法也僅以適合研討本書所專論的那些夾具爲主。

首先，所有的機床夾具（在下文中爲了簡略，形容詞“機床”兩字省去）可分爲兩類。

構成第一類的爲由機床製造廠或由專門的工具製造廠製造的

作為一種機床附件來使用的夾具。這一類夾具的共同特徵為其通用性。這種夾具乃是由專門的工廠大批地生產，因此這類夾具的構造形式與設計方法上無不打上了大批生產這因素的烙印。這類夾具在下文中將稱之為通用夾具。

構成第二類的為專為某施工過程中某一定工序而設計製造的夾具。這類夾具我們稱之為特種夾具。特種夾具一般是由用戶廠自己設計，並在自己廠內的工具車間中製造，製造的數量則僅以能滿足本廠的需要為度。

這兩類夾具每一類都包括聯繫機床與刀具用的夾具（刀具用夾具）與聯繫機床與被加工零件的夾具（工件用夾具）。

在本書中，在敘述有關所有各種特種夾具的簡短的總述之後，所要談的乃是工件用特種夾具設計的基本問題。這類夾具的設計佔去了工廠中相應科室工作量的一大半。而這些問題一般也就成為高等工業學校所講授的相應課程的主要內容。

在表 1 中，僅僅為了參考，我們列出了一種工件用夾具按加工時工件所必需有的運動的性質與使用此夾具的機床的類型的分類圖^①。

工件用夾具的設計有其獨出的特點。在極大部分的情況下，特種夾具的構造都不很複雜（30 件零件以下），所製的數量為壹件，很少為兩件或兩件以上。在實際設計時，關於強度、剛度、磨損等解析計算所佔的地位到今天還很不大。因為夾具的成本應該相當的低，故這些計算工作必須很快地完成。此外，用於設計的時間常常為機械車間準備此零件生產的期限限制得很緊。要很快地進行計算，就得有簡單的計算公式與圖表等。而事實上，這類材料，以及考慮特殊工作條件與對夾具的要求的計算方法尚未整理出來。

① 詳見，例如 Данилов, Приспособления для обработки на станках, ОНТИ, 1938 等，以及工廠中為夾具編號而用的分類法。

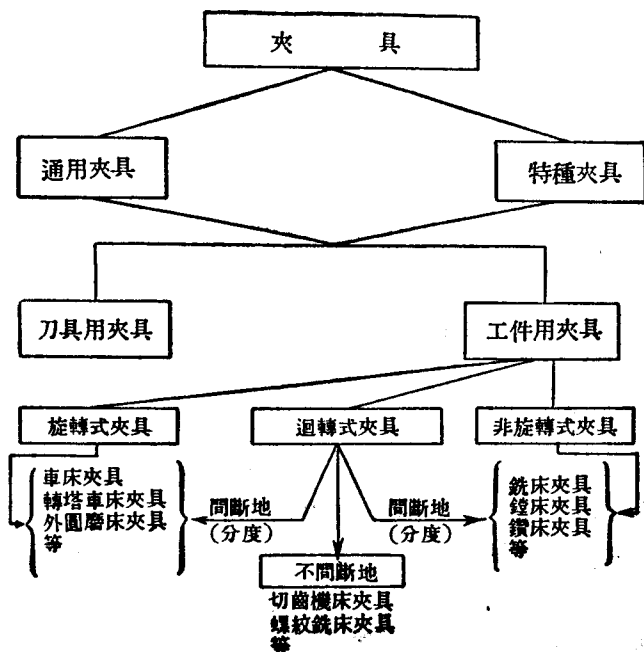


表 1. 夾具的大致分類圖。

很簡單地檢查某些零件的強度(例如夾緊零件)是完全可能的,並且在必需的情況下是這樣做的。但是,關於夾具在工作時振動的可能性、夾具的各零件在受負荷情況下相對位置破壞的可能性,關於磨損,即關於夾具使用期限等的計算方法,在今天猶在初建階段^①。這類計算方法在今天還不能為設計師所接受,故在設計時廣泛使用以前的經驗。碰到值得懷疑的地方時,通常都是以增加相應零件的尺寸與連接的可靠性來提高夾具構造的可靠性為對策。增加零件的尺寸,其結果僅是稍許增加了些夾具的成本。但是,因為夾具製造的數目不過一、二件,比起化費很多時間去進

① 參閱 А. П. Соколовский, Жесткость в технологии машиностроения, Машгиз, 1946。

行複雜費事的計算要強得多。

常常有這樣情況：夾具零件的尺寸在選擇時必須完全不按，或者差不多不按夾具在加工時所受到的負荷，例如，當這些負荷顯然是很小時。在這些情況下，夾具零件的尺寸取決於夾具在機床上安裝的條件、夾具使用的條件與被加工零件的尺寸。

例如，小零件用的夾具的本體，其大小就必須做得使它能夠固定在所指定的機床上。有時，本體的尺寸與其他零件的尺寸之所以要增大，為的是使加工部位離開主軸或機床的工作台有足夠的距離，使工人能很清晰地觀察被加工的表面，這樣同時又便利了對切削刀具的操縱。有時，增大尺寸僅是為使夾具容易在手中把握（如果夾具不固定在機床上或自機床上取下時）等。這樣一來，夾具的強度與剛度，對於零件加工時所受到的負荷來說，是綽綽有餘的，但是便於設計者選擇夾具零件尺寸的客觀標準還是沒有。

我們也都知道，不論加工時所產生的負荷如何，所有的夾具零件，不管大小，都應當有足夠的剛度，而零件與零件的連接必須足夠的可靠，以使得夾具在工具車間中製造時不致引起困難，並且使夾具不怕在搬運、在使用過程中所可能發生的意外的碰撞。在這方面，在判評夾具的構造時也很可能帶有極大的主觀成份。

由上述可知，設計師在設計特種夾具時必須根據自身的經驗來選取零件的尺寸與比例，在個別情況下用一些最簡單的計算。

能在這方面給設計師以幫助的有兩條路。首先是夾具零件與部件的廣泛標準化；在這方面人們已做了很多工作。第二條路是確立一些根據加工用量來進行夾具計算或選擇標準部件與零件的方法，這一點對於設計受力甚大的夾具來說將有極大幫助；但在這方面至今祇走了第一步。

在設計夾具時，解決與保證所規定的加工準確度相關連的那

些問題有着無比重要的意義與比重。零件剛度與連接可靠度的計算，誠如在上面已談到過的，不僅與保證經濟的加工用量有關，它同樣也與保證加工準確度有關。

加工準確度包括着加工後表面的兩個最重要的特性：

- (a) 加工後表面的準確度(尺寸、幾何形狀、光滑度)；
- (b) 加工後表面對其他指定表面的位置準確度。

第一特性主要取決於加工方法。在大部分的情況下，設計師祇能用保證夾具剛度與保證工件在夾緊時不發生重大變形的的方法來影響它。後者僅在加工剛性不大的工件與加工準確度要求極高的情況下才有特殊重要的意義。

當工序的進行不用工件在機床上校正位置的方法時，保證第二項特性對於設計師來說是最重要的任務。在這方面有不很複雜的計算方法幫助設計師來客觀地解決這個問題。通過這些計算，設計師可以確定出決定第二項特性的那些夾具零件的形狀、尺寸、製造公差與作用的性質。在下面我們將着重於論述這些計算，因為此計算方法在實際工作中的適用性與同時其意義值得我們這樣做。

第一部分 特種夾具概述

第一章 特種夾具的用途

§ 1. 使用夾具後所得經濟利益的泉源

使用正確設計的夾具的最終結果總不外乎是在改善工人勞動條件的同時降低加工成本。減低加工成本的來源可能是：工序時間的縮短、工作等級的降低、勞動條件的改善、工件質量檢驗費用的降低、利用通用機床代替必需但是缺少的專用機床或特種機床、負荷不足機床的利用等。

上列因素的意義在不同的條件下是不同的。例如，工序時間的縮短僅當要加工零件的數量很大時才能產生較大的經濟效果。這個因素的意義隨着工件數目的增加而增長。在此時，其他因素的意義可能會減少。例如，隨着工件數目的增加，用通用機床來代替專用機床這因素的意義就要減少等。因此，對夾具構造的要求也就不一樣，而要決定於使用此夾具的條件。設計師之所以必須知道這些條件，乃是爲了使他在設計夾具時能有所遵循。他應當知道，哪些因素是可以用來減低加工成本的。擬設計夾具的主要用途可指出最重要的經濟因素。

夾具的主要用途可以是：

- (1) 擴大機床的施工範圍；
- (2) 提高機床的生產率與降低工作的等級；
- (3) 改變機床的用途。

(6)