

机械夹具设计

(下)

下 册 目 錄

第二部分 夾具元件的設計(續)

第十四章 工件夾緊的原則	223
§ 51. 对夾緊裝置的基本要求	223
§ 52. 夾緊方向的选择	224
夾緊方向与工件的变形	225
夾緊方向与定位的方便	227
夾緊方向对所需夾緊力大小的影响	228
止動件的使用	231
§ 53. 夾緊力作用點的选择	235
§ 54. 所需夾緊力大小的确定	242
§ 55. 夾緊力的來源	245
§ 56. 对夾緊裝置的使用要求	249
第十五章 簡單夾緊件与其元件	251
§ 57. 夾緊裝置的分類	251
§ 58. 螺釘式夾緊件	252
§ 59. 楔式夾緊件	266
§ 60. 偏心輪式夾緊件	274
§ 61. 槓桿式夾緊件	284
§ 62. 彈簧式夾緊件	288
第十六章 組合夾緊件. 多位夾緊件	294
§ 63. 組合夾緊件的用途与原理	294
§ 64. 压爪	298
§ 65. 多位夾緊裝置(夾緊件)	302
概述	302
夾緊件的構造	307

第十七章 自動定心的夾緊裝置	324
§ 66. 定位-夾緊件	324
§ 67. 自動定心夾緊裝置的概念	328
§ 68. 自動定心裝置的应用範圍	333
§ 69. 自動定心裝置元件的工作表面	347
§ 70. 自動定心裝置的機構	354
第十八章 自動定心裝置的構造	361
§ 71. 螺釘式裝置	361
§ 72. 楔式裝置	368
卡爪式裝置	372
彈簧裝置	385
§ 73. 其他裝置	405
第十九章 導引刀具用的元件	413
§ 74. 預防刀具引偏用的元件	413
§ 75. 確定刀具位置用的元件	421
§ 76. 鉗模套筒(鉗套)	429
第二十章 夾具本体	443
§ 77. 本体概述	443
§ 78. 毛坯的標準化	446
§ 79. 本体各部分的構形	447
§ 80. 本體的構造和在使用上的要求	452
第二十一章 夾具上的其他零件与部件	458
§ 81. 夾具在機床上定位用的元件	458
§ 82. 連接零件	467
§ 83. 輔助元件	471
活動支承件	471
推出器	475
第二十二章 分度裝置	479
§ 84. 概述	479
用途与工作原理	479
對於分度裝置的要求及其構造	481

§ 85. 对定銷	492
对定銷的工作条件和分度裝置的准确度	492
对定銷的構造	502
第二十三章 靠模裝置	509
§ 86. 用途与使用範圍	509
§ 87. 車削類机床所用的靠模裝置	511
(a) 靠模定形	513
(b) 滾輪的接觸	518
(b) 靠模裝置的安裝和調整	525
§ 88. 銑床用的靠模裝置	532
第三部分 夾具構造	
引 言	539
第二十四章 車床類夾具	541
§ 89. 心軸	541
§ 90. 卡盤	547
§ 91. 角鉄	550
§ 92. 花盤	556
第二十五章 銑床夾具	559
§ 93. 構造特點	559
§ 94. 生產率的提高	560
第二十六章 鉗具	575
§ 95. 概述	575
§ 96. 覆式鉗具	577
§ 97. 蓋式鉗具	580
§ 98. 箱式鉗具	585
§ 99. 半箱式鉗具	586
§ 100. 迴轉式鉗具	590
§ 101. 彈簧式鉗具	594
第二十七章 元件計算示例	596
參考書目	

第十四章 工件夾緊的原則

§ 51. 对夾緊裝置的基本要求

工件的夾緊方法是与定位方法同時選擇的。定位与夾緊這兩問題是緊密關聯的。夾具在作簡圖設計時，這兩問題就應得到初步的協調的解決。

在对定位方法能否滿足所要求的準確度這一點上尚缺乏信心之前，就來着手具體設計定位件的構造是毫無意義的。夾緊件構造的設計也是同樣，我們在設計構造之前应当先決定幾個夾緊的主要參數：夾緊力的方向与作用點，確定其所需的大小，並選擇对此工件与工序为最合理的夾緊裝置的構造形式。

工件靠其与定位件的接觸而佔有為事先所已確定的对机床或刀具的相对位置。夾緊裝置的功用為：

- (a) 在定位过程中保證此接觸与
- (b) 在整个加工時間內保持此接觸。

由此我們得到对夾緊裝置的兩基本要求為：

1. 在夾緊時不應破坏工件在定位時所佔有的位置。
2. 夾緊力应当可靠地保證工件的位置在整个加工过程中不發生改變。

第一個要求可用合理地選擇夾緊力的方向与作用點來予以滿足。第二個要求在夾緊力產生方法已定的情況下用夾緊的方法，換言之，用夾緊裝置的構造來保證。

除這些一般要求外，夾緊裝置還應滿足一系列，並非次要的其他要求。在這些要求中，有些應在選擇夾緊力的方向与作用點時

考慮到，另外一些應在設計夾緊裝置的構造時考慮到，還有一些則應在夾具作整體構形設計時加以考慮。將這些要求準確地加以區分並不是件總是可能的事，因為這些要求是彼此密切相關的。下面我們將順序地指出其中最重要的要求。

§ 52. 夾緊方向的选择

为了使工件能压向定位件，夾緊力的方向就应当朝着這些定位件，在前面我們已闡明，要使工件同時压向所有定位件並不是在任何情況下都是可能的。夾緊力的方向应当朝着主要定位件。

但是這個一般法則還不夠全面，理由有下列幾個。首先，主要定位件可能不止有一個定位表面，而是有好幾個定位表面。例如，圖 114 中的銷釘 1，就有兩個定位表面：圓柱表面與對它垂直的一個平面，工件究竟压向哪一個表面呢？這個問題還需要另外研究來確定。除此以外，在一般指示中只提到，夾緊力應當向着定位件，夾緊方向與定位件如何相互聯系等等，但根本還沒有提到夾緊方向與作用在工件上其他力：工件重量與切削壓力的方向間的關係。闡明這些關係極為重要，因為夾緊力所需的大小全視這些力對夾緊力的相對方向為如何而定。

根據上述的一般法則，所需夾緊的方向乃根據主要定位件的位置而定，很明顯，在工件對機床的位置一定時，夾緊力、工件重量、切削壓力這三種力的方向之所以能有各種不同的組合形式僅僅是因為主要定位件對機床的位置不同而已。換句話說，在被加工工件對機床的位置一定時，所謂選擇夾緊方向，實質上，就是選擇主要定位件的位置。

工件對機床的位置，設計者不能完全任意地選擇，因為這位置決定於機床的構造與加工的方法。定位件對工件的位置也不能任

意選擇，因為必須考慮到定位件的構造與其對定位基準的位置，因為這兩個因素決定了定位準確度。因此，設計者的任務是在於，在已定的加工條件（機床、被加工表面，加工方法，定位基準）與定位方法的情況下，選擇工件對機床的最合適的位置，同時選擇定位件對工件的最合適的位置。切削壓力的方向將取決於前一位置，夾緊方向（工件重量的方向為垂直方向）則取決於後一位置。

假定工件對機床的位置已選好或已規定，我們可以來研究一下，在那一方向夾緊最為合適。為此必須闡明：

(a) 主要定位件上在承受負荷方面為最好的表面；

(b) 這表面（也就是說，定位件也因而同樣如此）在對垂直方向與切削壓力方向為最合適的位置。

定位件表面之是否適宜於承受負荷取決於用此表面後對工件夾緊第三個要求所能滿足的程度如何。

3. 夾緊後，工件表面的壓傷程度應當在容許的範圍內，而整個工件的變形則應是最小。

這表面最合適的位置取決於對第四與第五要求所能滿足的程度如何。

4. 在定位時工件的夾緊應當尽可能方便。

5. 夾緊力應當尽可能小。

現在我們逐條來討論這些要求。

夾緊方向與工件的變形

在定位基準上，與定位件相接觸的部分被壓傷了。很明顯，在其他條件都相同的情況下，接觸面積愈大，壓傷的程度也就愈小。所以承受負荷的最好是在主要定位件上與基準接觸面積較大的那個定位表面。

兩平面的接觸面積總是會比兩曲線配合表面的接觸面積大，

因为配合表面的曲度虽然都在制造公差範圍內，但兩曲線並不相等。由此可得到这样的一個結論：夾緊的方向应当这样來选取，使這時夾緊力為定位件上與工件平面相接觸的那個平面所承受，也就是說，夾緊的方向应当垂直於主要定位件的定位平面。

根据這些法則，我們就可立刻說，在圖 114 中，將活塞壓向銷釘 1 的平面是比將它壓向其圓柱部分來得合適些。圓柱表面與基準內環面的接觸面積不可能很大。因此內環面比活塞裙端面來得容易壓傷。

廣泛使用平面作為定位基準原因之一就是因為它有這些優點。這同樣也是我們有時不使定位基準與原始基準重合的原因之一。

在用曲線表面夾緊時，一定要考慮到其接觸面積可能不夠。例如，在檢驗曲軸、減速器軸等類的工作件時，將軸頸放在 V-形槽塊上來定位就很好，因為在這時並不要求夾緊，而它與 V-形槽塊之接觸靠軸的本身重量就可達到。不管軸與 V-形槽塊工作平面所接觸的僅為兩條母線，軸頸的壓傷實際上並不大。至於用這些軸頸來作加工時的定位——這完全是另一回事。在這時，為了保持其與 V-形槽塊的接觸，可能需要有很大的夾緊力，這就迫使我們必須認真地去考慮軸頸是否可能有損傷。也正是由於這個原因，我們用定位半孔來替代 V-形槽塊。

上面所述只是工件表面壓傷的問題。工件本身的變形取決於它的形狀。但是必須注意到，增大接觸面積也有利於工件總變形的減少。夾緊力的反作用力，如果分佈在較大面積上時所引起的變形將比集中在小塊面積上所引起的變形小。

因此，夾緊方向與主要定位件之間的聯繫應當這樣。主要定位件應垂直於定位平面。如果主要定位件沒有定位平面，則夾緊方向應當垂直於其定位表面，但此時應注意到工件變形的可能性

將增大。

夾緊方向与定位的方便

工件在定位時所受到的力僅为其本身重量。定位过程包括：使工件与定位件接觸，並將它压在定位件上以保証工件处于接觸的狀態。

从定位方便这觀點出發，主要定位件最合適的位置应当是这样，在这位置時可不用化力去压住工件，而这夾緊裝置的作用則由工件本身的重量來完成。

被定位的工件愈重，則定位件的位置對於定位方便所起的影响也就愈大。

但是不管工件的重量是多少，而定位所用的方法又是如何，要定位方便，定位件的位置總是最好这样，使此時工件在与定位件接觸后，能靠其本身重量來保持此位置。進行工件定位的工人的双手將可空出來，去操縱夾緊裝置以夾緊工件。这样就比較方便；也就是說——效率高。此時工人可很容易地來照顧，使在夾緊時工件不要離開輔助定位件（夾緊時在主要定位件上工件總是压緊的）。

因此，为了定位方便，最合適的是使夾緊的方向与重量方向相

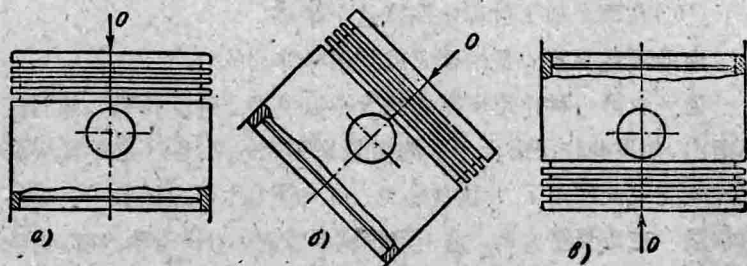


圖 133. 夾緊方向与定位的方便：

a—方便；b—較差；c—不方便。

重合，即使主要定位件的定位表面處於水平位置，面向上。這是最合適的情況。但實際上，如果將此表面斜擺，而工件的位置則靠其與輔助定位件對表面的接觸來維持，在此時夾緊也是相當方便。例如，應用到圖 114 所示此工件的定位上，我們說，圖 133 中的 α —為最合適， β —欠合適， θ —不合適（箭頭表示工件在定位時壓定的方向）。

這些簡單的法則極為重要，能使我們在設計工序與夾具時，尤其是為大型工件而設計時，不得不犧牲許多其他因素。

夾緊方向對所需夾緊力大小的影響

減少所需的夾緊力能改善夾緊裝置的工作條件並可減少夾緊力來源的功率。負荷不重的夾緊裝置比負荷過重的夾緊裝置工作得長久。而且還可使它做得更緊湊些。

現在我們撇開夾緊力大小與切削壓力和其他因素的關係問題不管，先來談一談許多最重要問題中的一個——即夾緊對切削壓力方向與工件重量的相對方向（即主要定位件的位置）對於減少所需的夾緊力起什麼作用。

如前所述，夾緊裝置的功用是：

- (a) 保證工件與定位件接觸；
- (b) 在整個加工過程中保持這個接觸。

由此可見夾緊力是用來完成這兩種作用的。

為完成第一種作用所需力的大小取決於工件的重量。前面已經指出，如果此作用將由工件的重量來完成的話，就不必再要夾緊裝置來完成此作用了。這就是說，在夾緊力中可以減去一個工件的重量。在重量愈大時，這一點也就愈重要，當重量極大時，這一點就成為具有決定性的作用了。

因此我們可以指出，使夾緊力可以減少的條件與使定位成為

最方便的条件是完全一致的。

工件在定位以后还应当夾緊，夾緊力的大小必須使得在加工時，即当工件受到切削压力的作用時始終保持工件在定位時所達到的接觸状态。为完成这个作用所需的那部分夾緊力能因定位件佔有这样的位置而減少，在这一位置時，切削压力本身也將起一部分这样的作用。

在圖 134, *a*, *b*, *c* 中可看到主要定位件表面对固定不变的切削压力 P_p 的方向的三种典型的相对位置圖。

圖 *a*—夾緊力 Q 的方向与 P_p 的方向一致；

圖 *b*—兩者相反；

圖 *c*—工件夾緊時在接觸表面上所產生的摩擦力应当不使接觸受到破坏。

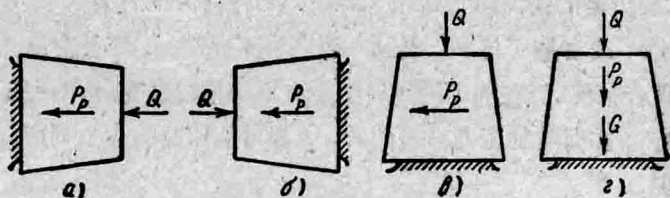


圖 134. 定位件的位置：

a, *b* 与 *c*—典型情况；*d*—最佳情况。

在理想的情况下，如果 P_p 的大小、方向与作用點在整个加工時間中始終不变，並略去工件的重量不計，則

在 *a* 情况時， $Q=0$ (不需夾緊裝置)；

在 *b* 情况時， $Q=P_p$ ；

在 *c* 情况時， $Q=\frac{P_p}{\mu}$ (式中 μ —摩擦系数)。

很明顯，最合適的情况应当是 *a*，然后是 *b*，最不合適的为 *c*，因为摩擦系数 μ 總是小於一。

如果將工件的重量 G 也考慮進去的話，則最好的情況应当是

但是在實際上，不用說，不論切削壓力的大小與方向，以及其作用點都是在改變的。改變的程度與性質取決於工序的性質，即被加工表面的形狀與加工方法。除此以外，在切削壓力週期地改變的情況下，由於工件、夾具、機床零件的彈性變形，可能產生震動。根據這些理由，上列公式決不是計算用的公式。這些公式僅僅用來闡明這個問題的各種性質與夾緊力的大小由於選擇其作用方向所能減少的可能性。

在實際上，單純以上列幾種情況中的某一情況出現的事是不可能的。切削壓力，即使其方向不變，但它也不是垂直於定位表面，而是以一定的角度傾斜於定位表面，因而會有這樣的兩個分力，使夾緊的情況同時地相當於上列三種情況中的某兩個：或者是 α 與 β ，或者是 β 與 θ 。在加工的各种不同時刻，總是會產生某一種組合情況，而在加工的過程中會有兩種情況存在（例如在工件旋轉時）；在同時加工幾個表面時，工件可能同時發生上列所有三種情況。

不管怎樣，這幾個情況是極有用的，因為切削壓力的方向總是可以根据加工工序的性質來確定，即使是近似的。這個已足夠我們借以選擇定位件最好的位置。

總結一下上述有關夾緊方向的問題，我們可以作出下面這些結論：

1. 要減少工件的變形，夾緊的方向應當垂直於主要定位件上與工件接觸的面積較大的那個表面。
2. 為了定位方便，這表面的位置最好是水平的。
3. 當夾緊方向與垂直方向和切削壓力的方向都重合時，就可以減少所需夾緊力的大小。

这三条件中第一条件的保証与工序的性質並無關係。它完全取決於夾具的設計者。第二与第三条件的保証是靠選擇主要定位件对工件与工件对机床的相对位置來達到的(在已定工序这一条件下尽最大的可能,切削压力的方向即取決於此工序的性質)。在这里設計者要受工序性質的限制。

能完全滿足所有这三条件的情況实际上極少。而这也並不是很重要的,重要的僅是:这些条件在基本上要得到保証。这是一定可以做到的,我們可將較次要的一个条件少考慮些,而多考慮些較重要的一个条件。具体問題的解決取決於工序的性質与工件的重量。可以这样來說,在以高切削用量加工輕工件時,具有決定性意义的为切削压力,在加工重工件時,則与上述正好相反,具有決定性意义的为工件的重量。

在某些情況下,当不能令人滿意地解決所有这些問題時,可以在工件夾緊力圖中使用止動件这办法來避免这困难。用了止動件可以減小必需的夾緊力或改变夾緊对主要定位件的方向,这样一來,这方向改变的可能性也就增大了。

止動件的使用

止動件的使用主要僅由下列兩種情況而引起:

1. 与主要定位件表面相平行的切削压力与工件的重量比較起來大很多。
2. 工件沒有適宜於承受負荷用的定位基準。

第一種情況 如前所述,設計者只能在加工方法与被加工表面形狀所容許的範圍內選擇工件对机床的位置。

例如,如圖 135,在立式銑床上銑工件的凸緣時,工件对机床工作台的位置(即对送進方向的位置)可以是圖中 a 或 b 所示。与此同時,設計者能按自己的意圖來選擇 V-形槽塊对基準的位置。

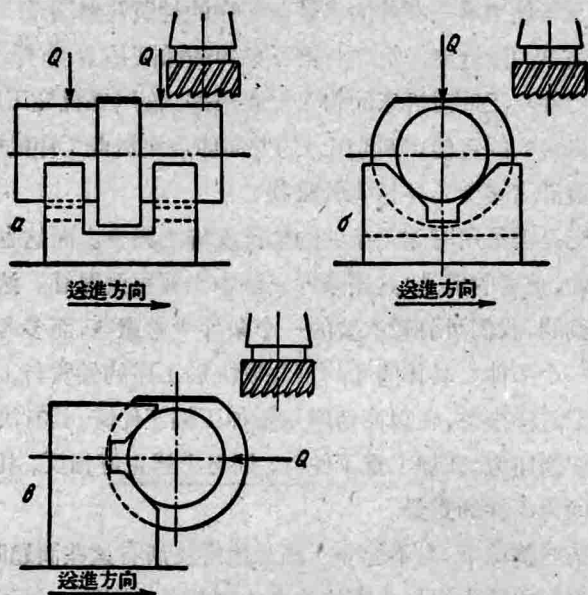


圖 135. 在已定加工方法的情況下選擇工件與定位件的位置。

例如，他可以按圖 135, θ 或其他方法來安排它的位置。這樣一來，我們得到了夾緊方向、切削壓力方向與垂直方向——工件的

重量的各種不同的組合方法。

根據切削壓力與工件重量的比例，注意到定位的方便，這裡就可相當自由地選擇一個最合適的方案。

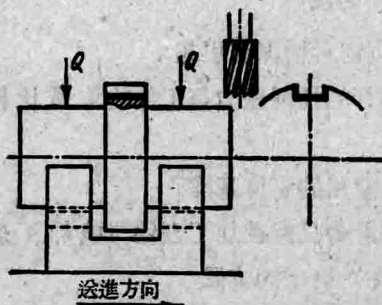


圖 136. 在既定加工方法的情況下，工件與定位件位置選擇較圖 135 更受限制的加工工序。

如果所銑的不是平面，而是圖 136 所示的槽，則在選擇方案時所受到的限制就要比圖 135 中的大一些。在這種情況下，要改變工件對送

進方向的位置是不可能的。所可以改变的只是 V-形槽塊对基准的相对位置。实际上这个並不能產生什么效果，因为切削压力所作用的方向主要地是与基准平行的。工件夾緊的情况主要是相当於圖 134, σ ，即在所需夾緊力大小 ($Q = \frac{P_p}{\mu}$) 方面为最不利的情况。

在圖 137 所示这个工序中，任何組合都不可能。在这里，定位基准与被加工表面均为平行平面。这个工件的夾緊僅能用圖 134, σ 所示的这个不利的夾緊方法。



圖 137. 在既定加工方法的情况下，工件与定位件位置組合为不可能的加工工序。

使用止動件的目的是为利用改变夾緊力的方向使之向着止動件的这一个办法來使定位表面所承受的夾緊力減小或完全解除。此時所有關於如何減少所需夾緊力的法則仍然有效，这些法則不僅

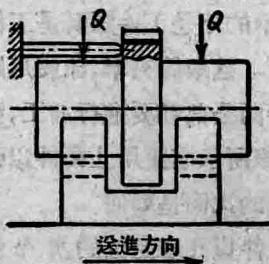


圖 138. 用了止動件后定位表面的負荷可以減少一部分。

適用於定位表面，同样也適用於止動件。

止動件或者是做成平板、銷釘等類的單獨的零件，再使之可靠地固定在本体上，或者是利用定位件或夾具本体上的某一部分來作止動件。

在圖 135 与 136 所示加工工序中，如果在力圖中按圖 138 用了止動

件后，因減低了所需夾緊力，定位基準與 V-形槽塊所受的負荷就可減少一部分。如果用圖 139 所示的，凸緣端面垂直於基準的軸線，而且此端面與 V-形槽塊的端面的接觸並不導致定位準確度的減低，則定位基準與 V-形槽塊所受負荷可完全解除。

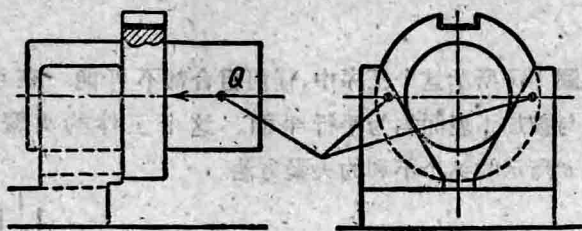


圖 139. 定位表面完全解除負荷。

在圖 137 中用虛線所示的止動件，當夾緊在原有方向時可減少夾緊力 Q 的大小，而當其改變成虛線箭頭所示方向時——將完全解除定位基準與定位表面的負荷。此時所需夾緊力的數值不會大，因為此時的夾緊相當於圖 134, a ，即夾緊方向與切削壓力方向主要方面是一致的情況。

定位表面負荷解除后所必須注意的僅為使定位基準在工件夾緊時務必要與定位表面保持接觸。

第二種情況 引起止動件使用的第二種情況為工件缺乏能用來承受負荷的定位基準。設想圖 137 所示的不是工件圖而是工件本身，即是一塊上部平面需要加工的平鈹。這鈹的夾緊，即使用圖 134, b 這個方法也是不可能，因為上部平面全部都要進行加工，沒有擱置夾緊件的地方。因此不得不按虛線所示來使用止動件以改變夾緊方向，而不管工件重量與切削壓力的比例是如何。

第二個例子可援引 § 30 所討論的工件以孔來定位的那個例子。在用一个孔來定位時，由於基準接觸的面積小，很少可能從徑向方向來夾緊工件。夾緊只能在軸向方向，為此必須要用止動件

或定位件上的止動表面等。

§ 53. 夾緊力作用點的選擇

實際上夾緊力的作用點並非真正一個點，而是有一定的面積的，這面積必須這樣，使在夾緊件與工件的接觸處，工件不會發生不能允許的壓傷現象。所謂夾緊力作用點乃是指一塊與工件尺寸相較起來為足夠小的面積。

在選擇夾緊力作用點時應遵循對夾緊的兩個要求，即：(1) 夾緊不應破壞工件在定位時所已達到的位置，與(2) 工件在夾緊後的變形應當最小。

如果夾緊力作用點投在定位表面之上，或者當定位表面由好幾段組成時，作用點投在由這些段的外廓邊所組成的外緣之內時，第一個要求就可保證。換句話說，夾緊不應將工件弄翻。同時，因為夾緊點並不是個幾何點，而壓力則是按法線方向傳至表面，夾緊力的作用點應位於工件表面上約垂直於所選夾緊方向的那一段地區。換句話說，夾緊不應使工件發生位移。

要達到第二個要求，即要減少變形，首先必須滿足第一個要求，但除此以外，還需使夾緊方向通過工件最剛強與密實的那個截面。在這時，當夾緊力作用點投在工件與定位件或止動件接觸表面上時，即如果夾緊力與支承件的反作用力並不組成彎撓工件的力矩時，變形總是可小一些。

在圖 140 中可看到幾個夾緊點選擇不當的例子。當這樣的安排夾緊點為非此不可時，則必須採取特殊的辦法以對抗工件的變形與移動。

用一個夾緊力作用點就能足以可靠地夾緊工件僅僅是在某些情況才可能。一般總是需要好幾個。原因是這樣的：基準完全堅