

塑料注射模具設計基礎

郭傑克譯

香港萬里書店出版

塑料注射模具設計基礎

郭傑克譯

香港萬里書店出版

塑料注射模具設計基礎

郭傑克譯

出版者：萬里書店有限公司

香港鰂魚涌芬尼街2號D

電話總機：5-647511~4

承印者：金冠印刷有限公司

香港北角英皇道499號六樓B座

定價：港幣三十元

版權所有 * 不准翻印

(一九八五年六月第二次版)

目次

第一章 注射模具的製造	1
1.1 概 述.....	1
1.2 機 床.....	2
1.3 鑄造製模法.....	17
1.4 電解沉積製模法.....	19
1.5 冷擠壓製模法.....	21
1.6 壓力鑄造製模法.....	23
1.7 電火花加工製模法.....	24
1.8 鉗工的整修和裝配.....	27
第二章 注射模具的基本結構	31
2.1 基本術語.....	31
2.2 凹模和凸模.....	34
2.3 模箍板.....	46
2.4 輔助件.....	53
2.5 模具與壓板的連接法.....	64
第三章 注射機的頂出機構	67
3.1 概 述.....	67
3.2 頂出板.....	67
3.3 頂出機構.....	74
3.4 頂出方法.....	83
3.5 在定模邊進行頂出.....	116
3.6 冷料拉出機構.....	117
第四章 注射機的進料系統	121
4.1 概 述.....	121
4.2 流 道.....	123
4.3 澆 口.....	132

第五章 分型面	159
5.1 概 述.....	159
5.2 平面分型面.....	159
5.3 非平面分型面.....	160
5.4 在分型面上設凸台.....	169
5.5 排 氣.....	171
第六章 注射模的冷却	173
6.1 概 述.....	173
6.2 整體式模板的冷却.....	175
6.3 模撞板和嵌件組合體的冷却.....	186
6.4 模具其它部分的冷却.....	204
6.5 冷却水的接頭.....	207
第七章 簡單注射模具的設計實例	211
7.1 概 述.....	211
7.2 例 1: 採用頂桿頂出法.....	213
7.3 例 2: 採用頂套頂出法.....	213
7.4 例 3: 碰板頂出法.....	215
7.5 例 4: 階梯形分型面.....	217

第一章 注射模具的製造

1.1 概 述 (General)

一個稱職的注射模具設計師應該完全掌握模具製造的原理，因為在設計模具的各個部件時一定要考慮到製造這些部件的製造方法。

本章主要是為那些缺乏有關機械加工和別的製模方法的背景知識的初學者而寫的。但本章只能對各種製模方法作一個扼要的介紹，因為要全面和深入地對這個問題進行論述所需要的篇幅不會小於本書。然而，作者希望在一本論述注射模具設計的專著裏有一章專門談及模具製造方法會引起初學者對這個問題的重視，並促使他今後對這方面進行更深入地學習。

大多數注射模具可以用一般現代化工具車間所具備的普通機床來進行加工製造。從製造的角度來說，我們通常把注射模分成兩部份，即（1）凹模（構成製件外部形狀）和凸模（構成製件的內部形狀）和（2）模具的其餘部分，通稱為模箍件。

凹模和凸模是直接成型塑料製件的部分，因此對這兩部分進行機械加工的質量是很關鍵的（有關術語的定義，見第二章）。

還可根據型腔結構的簡單或複雜而對凹模和凸模進行的機械加工再加以分類。例如，製造用來成型一個圓形或矩形盒狀塑件的凹模和凸模要比製造用來成型一個電話聽筒的凹模和凸模簡單得多。簡單形狀的模具零部件可用像車床和銑床這樣的機床來加工製造，而形狀較複雜的模具零部件則要求用仿形機床來加工製造。

模箍件的製造要求不像製造凹模和凸模那樣嚴格，但對這些部件還是要求一定的精度以保證鉗工師傅能在不花費太多時間來對部件進行整修的情況下把整個模具組裝起來。

通常可用普通機床來加工模箍件，但凹模和凸模，尤其是凹模，則可用一些別的方法，如熔模製造法、電解沉積法、擠壓製模法、壓

力鑄造法和火花加工製造法。

1.2 機 床 (Machine tools)

就任何一種機床來說，其作用就是切削金屬。不同機床切削金屬的方法也各不相同。例如，車床是通過銳利的車刀來切削不斷旋轉的工件，而銑床則利用旋轉的銑刀來切削在刀具下作直線進給運動的工件。加工某一工件時，應使用何種機床在很大程度上是取決於要求何種形式的切削加工。然而，不同形式的切削加工在一定程度上是重複的，因此有些機床可以用來完成幾種不同的切削加工任務。在以下的例子中將介紹一些典型的機床加工操作，但讀者不應該因此而得出結論認為某一機床的使用範圍只限於所介紹的那種加工。

在一般現代化的工具車間裏通常有下列幾種機床。

- (1) 車床——主要用來切削工件的外圓、內孔及螺紋。
- (2) 外圓磨床——主要用來磨削精度要求較高的圓柱形工件的外表面。
- (3) 牛頭刨床和龍門刨床——主要用來加工鋼塊和鋼板，使之達到所要求的厚度以及使鋼板達到所要求的“垂直度”。
- (4) 平面磨床——主要用來磨削精度要求較高的平面。
- (5) 銑床——主要用來迅速切削金屬，加工槽、凹座、鍵槽以及鏗孔等。
- (6) 仿形銑床——主要用來準確加工表面形狀較複雜的凹模和凸模。

除了以上所列舉的主要機床外，還有任何設備齊全的工具車間所必須的輔助設備，如電動鋸、鑽床，砂輪機以及淬火和拋光設施等。

1.2.1 車床 (Lathe)

車床的主要用途是加工圓柱形工件。加工工件的形狀是通過旋轉的工件與單刃刀具之間的相對運動來完成的。加工工件外表面時，刀具與旋轉工件的軸綫作平行運動。這種切削過程稱為外圓切削。從工件內部切削金屬的切削過程稱為鏗孔，而刀具對工件端面的切削則稱為端面車削。

車床的主要部件如圖1.1所示。要加工的工件一端夾持在卡盤裏而另一端由安裝在尾架上的頂尖支撐。卡盤裝在主軸箱的主軸上並由

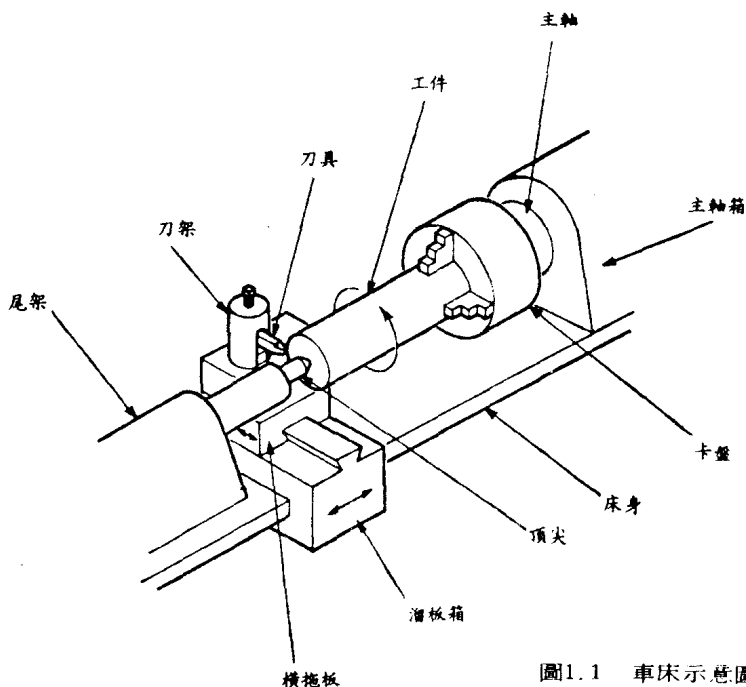


圖1.1 車床示意圖

電機通過齒輪箱和傳動系統帶動，（圖中未表示齒輪箱和傳動系統）。主軸箱和尾架均安裝在床身上，而尾架的位置還可以加以調整以夾緊不同長度的工件。

切削動作由安裝在刀架裏的車刀來完成。在開始進行車削之前，先將刀具定位，使刀刃與工件的軸綫一致。刀具的運動方向主要有兩種。進行一般的外圓切削和鏜孔時，要求刀具作縱向運動，而刀具的縱向運動，可通過使溜板箱沿設置在床身上的導軌來回移動來達到，車削工件端面時，則要求刀具作橫向運動，而刀具的橫向運動可通過移動溜板箱導軌上的橫拖板來達到。由圖中可看到，溜板箱導軌是垂直於床身的導軌，刀架的縱向和橫向運動均可自動進行。

被加工工件的表面光潔度取決於兩個因素，即調整溜板箱相對於工件旋轉速度的進給速度和切削深度。進行粗加工時，一般採用一個相對來說比較大的切削深度和較高的進給速度。進行光整加工時，切

削深度要小而進給速度要慢。當需要進行大量切削時，先進行幾道粗切削直至接近所要求的直徑，然後進行一至兩道完工切削使工件達到規定尺寸。

普通車床是一種通用設備，可用來加工注射模具的各種零部件。例如，導柱、導套、環形支撐塊、頂出桿、頂出桿套和復位銷等，均可在車床上加工。此外，若要成型的塑件的形狀是圓柱形的，則其凹模和凸模亦可用車床來加工。外圓切削相對來說是一個較為快速的加工方法，因此製造圓形塑件的模具要比其他形狀的模具便宜些。

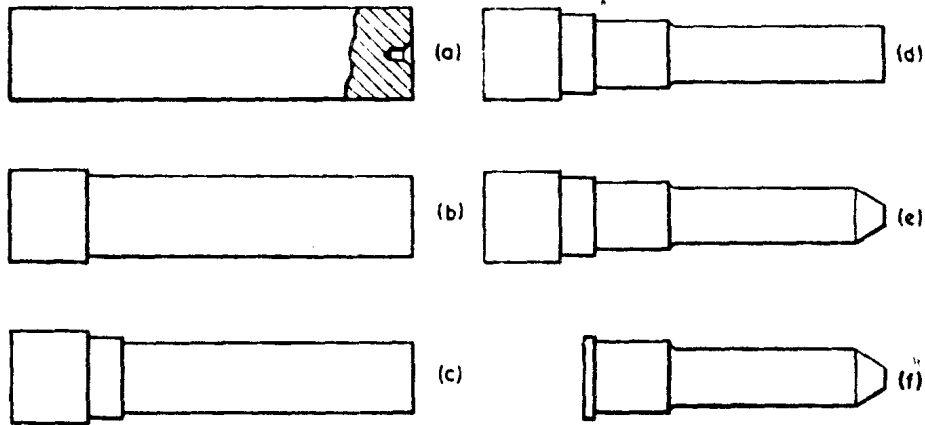


圖1.2 導柱的加工程序

如果需要的話，還可採用車床車削內外螺紋。例如，為了使頂桿固定在頂出板上，可在頂桿上車削螺紋。如果需要在凸模上車外螺紋或在凹模上車內螺紋，則事情就稍微複雜一些。此時，應允許在模具螺距內的塑料有收縮餘量（即為了允許塑料在冷卻後進行收縮，加工模具螺距時，應使螺距加工後的尺寸大於規定尺寸）。

現以導柱（見圖1.2）為例來說明一個典型模具零件的製造過程及其加工程序。

首先按規定長度鋸斷鋼條，然後將鋼毛坯的一端夾持在卡盤上，此時便可對鋼毛坯的另一端進行端面車削和車中心孔（見圖1.2a）。

中心孔車削完畢後即用安裝在尾架上的頂尖，通過中心孔將毛坯夾住（如圖1.1所示）。

經過若干車削操作工序後，工件的裕量金屬均被切除使之接近成品零件的形狀（見圖1.2b~c）。把導柱切斷（1.2f），再將卡盤上毛坯的剩餘部分取下。爲了對導柱的另一端進行端面車削，並使之達到規定的厚度，把導柱倒過來再一次地裝在卡盤上進行車削使之達到規定的配合直徑。

車削工序便就此結束。導柱經過淬火後，再用外圓磨床進行磨削，使導柱的主要裝配直徑達到規定的尺寸。

1.2.2 外圓磨床 (Cylindrical grinding machine)

外圓磨床主要用來對模具的圓柱形零部件進行精密加工。磨床的磨削作用是通過一個旋轉着的砂輪作用於一個與砂輪反向旋轉的工件來完成的。在通常的情況下，砂輪軸綫和工件的軸綫是平行的。

能夠有效地加工淬火後變硬的零件是磨床的一個重要特點。由於

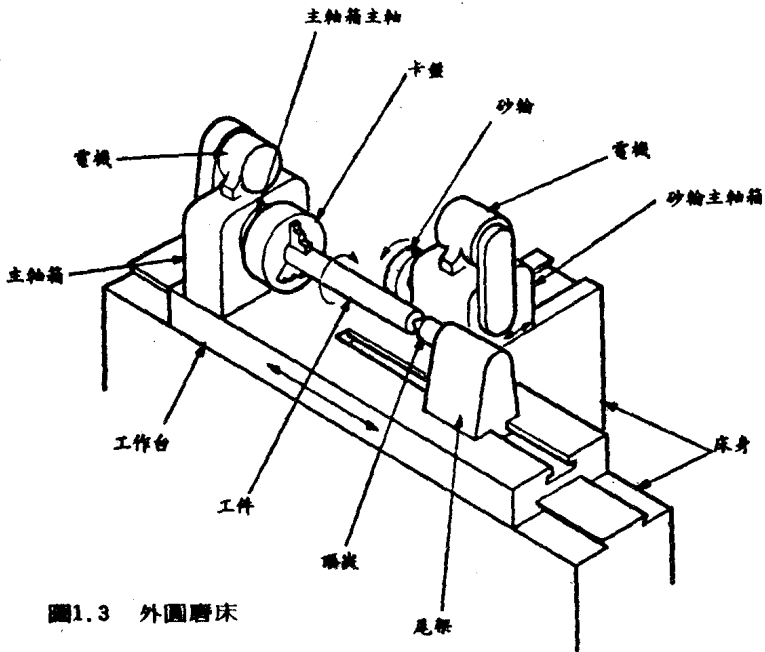


圖1.3 外圓磨床

磨床能加工特硬材料，而且加工精度和光潔度都非常高，故磨床已成爲工具車間的一個極其重要的設備。

圖1.3爲一外圓磨床的簡圖。工件的一端由卡盤夾持，而另一端則由裝在尾架上的頂尖支撐住，卡盤安裝在主軸箱的主軸上，並由設置在主軸箱上的電機帶動。主軸箱和尾架均裝在工作台上，尾架的位置可加以調整以容納不同長度的工件。工作台安裝在床身的導軌上並可在導軌上作往復運動。工作台在導軌上的行程亦可以加以調整，因此工件對砂輪來說既有旋轉運動，又有縱向運動。砂輪主軸（圖中未表示）通過皮帶傳動裝置由安裝在砂輪主軸箱上的電機帶動。砂輪主軸箱設在床身的導軌上，而砂輪主軸箱導軌又垂直於工件的軸綫，因此砂輪主軸箱沿導軌移動時，砂輪對工件可作橫向進給或退出運動。

在磨削一般的圓柱形工件時，調整砂輪主軸箱使之向前移動直至旋轉的砂輪與轉向相反的旋轉工件相接觸。砂輪隨砂輪主軸箱再向前作進給運動的距離便確定了磨削深度。此時，工作台亦作縱向往復運動，從而使工件的外表面沿預定的長度得到磨削。不斷重複此操作以及砂輪逐漸向前移動的進給運動，一直進行到工件被加工到需要的尺寸。

1.2.3 牛頭和龍門刨床 (Shaping and planing machines)

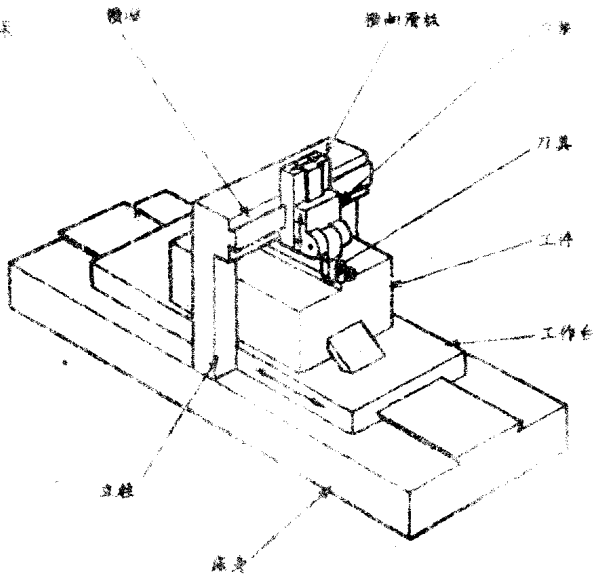
注射模具通常是由若干個按照一定的方式固定在一起的鋼板組成的。這些鋼板的表面應該是相互平行的，而且形狀最好是正方形的。刨床主要是用來加工平面的，因此通常使用這種設備來對模板和模塊進行初加工。

牛頭刨床的工作原理如圖1.4所示。工件夾在工作台上，而一個作往復直綫運動的單刃刀具則對工件進行刨削加工。每當刀具作返回運動時，工作台便按預定的進給量再次移動，準備下一次的刨削動作。

滑枕裝在立柱頂端的導軌上並可作來回往復運動，滑枕的衝程長度是可調整的。刀具通過刀夾和刀架裝在滑枕上。刨削深度則是通過調整刀架沿滑枕上的垂直導軌的位置來加以調整的。

工件固定在工作台上，而工作台則裝在滑板的導軌上。工作台沿滑板導軌上的橫向運動是通過一個旋轉着的絲槓（圖中未表示）來實現的，而絲槓則通過一個簡單的機構由滑枕操縱。滑板沿立柱導軌的垂直運動亦可加以調整，但調整滑板在這個方向的位置僅僅是在定位時才進行的。滑板是在工件處於加工位置，刨削操作開始前加以固定的。

圖1.5 龍門刨床



台又可在機身上的導軌作往復直線運動。單刃切削工具裝在刀架裏，而刀架又可在橫向滑板的導軌上作垂直方向的調整。橫向滑板本則裝在橫樑的導軌上，從而使刀架可沿工件的表面作橫向運動。橫樑由工作台兩側的立柱支撐。

刨床進行操作時，可通過調整刀架來預先確定刨削深度。在工作台進行往復直線運動時，單刃刀具便對工件進行刨削加工並從工件上刨去一層金屬切屑。在刨削行程結束後，刀架按預定的進給量自動進行橫向移動以準備進行下一刨削行程。這一工序不斷重複進行直至把工件的整個表面加工完畢。必要時，亦可增加磨削深度並重複上述工序直至工件的厚度減少到規定的尺寸。

1.2.4 平面磨床 (Surface grinding machines)

我們在1.2.2節裏已經介紹了用來加工圓柱面的外圓磨床。平面磨床的作用和外圓磨床一樣，只是所加工的是平面而不是圓柱面。平面磨削加工通常是在刨削工序後進行的。平面磨床既可以加工軟鋼，也可用來加工硬鋼，而且能使工件獲得精密的、光潔度較高的表面。

平面磨床有幾種類型，其中一種的工作原理如圖1.6所示。在這種

平面磨床上，工件固定在工作台上，而工作台則在一個旋轉着的砂輪下作往復直線運動。工件平面的加工是由一系列的縱向磨削動作完成的，而工作台在每次磨削行程結束後按照預定的進給量作橫向移動，直至把工件的整個表面加工完畢為止。

在平面磨床上，砂輪安裝在一個與工件表面平行的轉軸上。轉軸又裝在刀架箱內的軸承上，而磨削深度則通過調整刀架箱沿垂直方向的位置來預先確定。

在磨削操作開始前，應根據工件的長度先調整好工作台的行程長度。一個由工作台的往復運動操縱的簡單機構（圖中未表示）控制了橫向滑板的運動。橫向滑板裝在床身上的導軌上。

1.2.5 銑床 (Milling machine)

在銑削操作中，金屬的切削是由一個旋轉着的銑刀來完成的。相對於銑刀來說，工件可隨工作作縱向、橫向和垂直三個方向的往復運動，而且無論是哪個方向的運動彼此均成直角。從結構上來說，銑床基本上可分成兩種類型，即立式銑床和臥式銑床。立式銑床的特徵在於銑刀的軸綫是垂直於工件的表面（圖1.7a）。在臥式銑床上，銑刀的軸綫是與工件的表面相平行的（圖1.7b）。

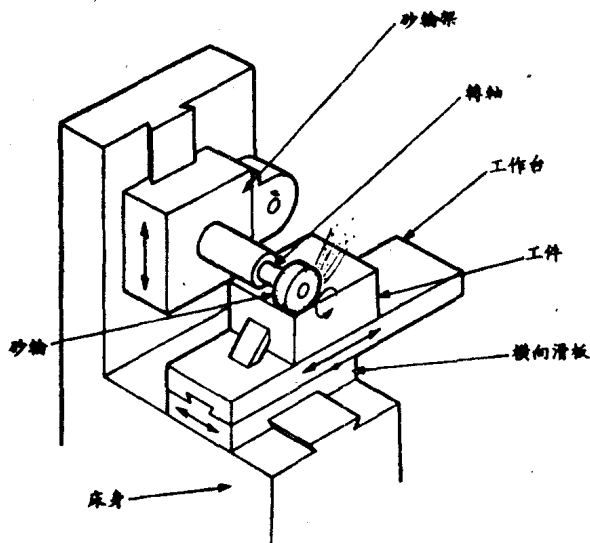


圖1.6 平面磨床

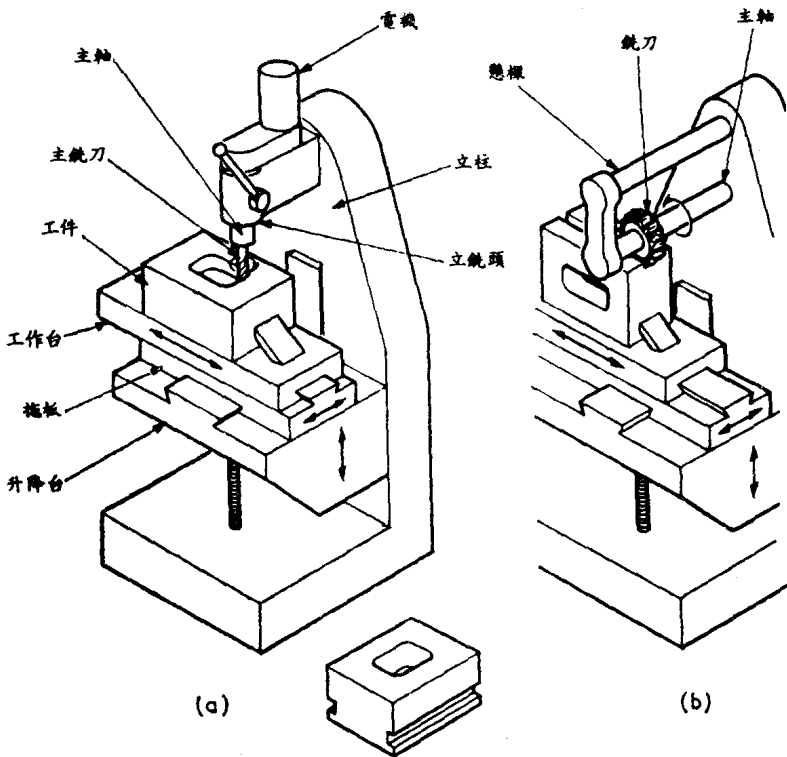


圖1.7 銑床：(a)立式銑床；(b)臥式銑床。

臥式與立式銑床均廣泛應用於加工模具的各個零部件。

由於臥式銑床與立式銑床的工作台組合體是相同的，因此先對這個組合體進行說明，銑床的工作台是裝設在拖板的導軌上，因此工作台能作縱向運動。拖板裝在升降台的導軌上，而升降台的導軌又垂直於拖板的導軌上，從而使工作台能作橫向運動。此外，起主要支撐作用的升降台裝設在立柱的垂直導軌上，使工作台能在垂直方向進行定位。臥式銑床的銑削深度可通過調整工作台在垂直方向的位置預先確定。

在立式銑床上，升降台垂直方向的移動主要是使工件接近銑刀，銑削深度則是由裝有銑刀的主軸的上下移動來定的。

立式銑床（圖1.7a）的特點，是裝設在立柱懸臂上的立銑頭。立銑頭主要由一個通過電機和皮帶傳動系統帶動的主軸組成。主銑頭主軸是高速旋轉的，並可通過傳動系統用自動或靠手動操作作垂直方向的進給運動。在圖1.7（a）中裝在主軸上的是一個立銑刀。立銑刀的特點是既有圓周刀刃又有端面刀刃，因此可使銑刀切入工件，然後根據所要求的形狀再進行縱向或橫向銑削。圖2.19為一個用立銑刀在橫板上加工的凹槽。

在臥式銑床上，銑刀安裝在一個水平主軸上，而主軸本身又由一個懸臂樑支撐住以防止主軸在進行銑削加工過程中發生偏移。臥式銑床最常用的銑刀為側平銑刀，即用工具鋼製成的在側面和平面均有刀刃的圓盤刀具。側平銑刀主要用來銑製槽面和平面。若使用輪廓仿形銑刀便可在工件上加工出各種型面。

立式銑床和臥式銑床的操作方法亦相同。在這兩種銑床上，工件在三個不同方向的運動既可用自動控制也可靠手動操作。在正常的操作情況下，銑床的運動每次只朝一個方向進行。現在以在模箍板上加工一個大型凹槽為例來說明銑床的工作程序。

銑床的加工程序如圖1.8所示。操作工先定下銑削深度，然後進行第一道縱向銑削行程，以加工頭一個槽如（a）中所示。第一個銑削行程結束時，工件按預定的進給量作橫向運動，然後再次進行縱向銑削，並一直如此往復進行直至槽面達到所要求的寬度，如（b）中所示。此時，便再加深銑削深度，然後再繼續進行縱向銑削工序，如（c）中所示。在每次的縱向銑削行程結束後，工件進行橫向運動，以便為下一個銑削工序作準備。此程序不斷重複，直至槽面達到所要求的深度。在圖1.8的（d）中，工件已加工至一半。銑削深度，所規定的橫向進給量和銑削速率等的確定，均取決於幾個因素，如所加工的鋼材類型，所要求的表面光潔度以及所使用的銑刀類型等等。

如以上所述，雖然立式和臥式銑床被廣泛地用來加工模具的各個零部件，但它們不能用來加工某些凹模和凸模所要求的立體形狀。要加工複雜形狀的模具，必須使用仿形銑床。

1.2.6 簡單模板的製造(Manufacture of simple mould plate)

以上對一些主要的機床進行了介紹，現以製造一個簡單的模具部件為例來說明機械製造的加工程序。如果要加工的是一個盒狀製件的

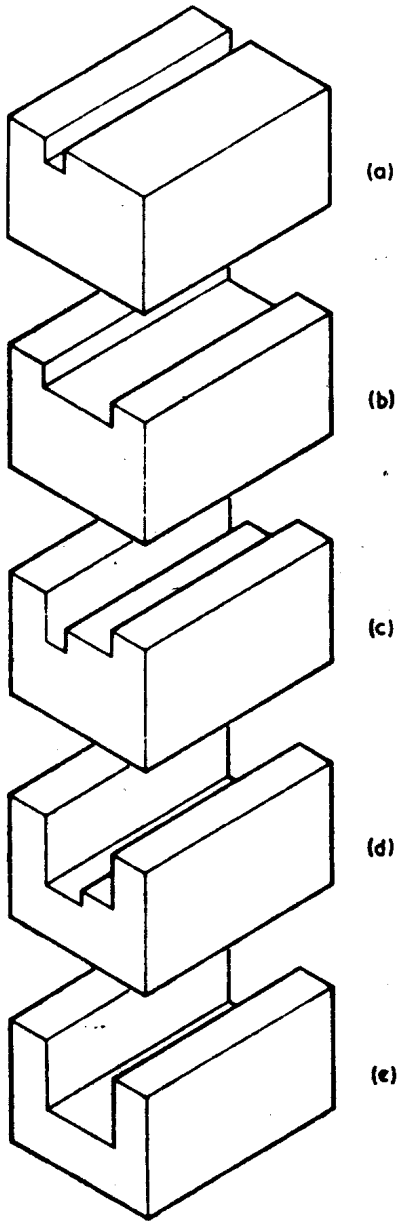


圖1.8 在臥式銑床上加
工深凹槽的加工程序