

模具打光應注意之事項

模具表面為何要力求光潔

由於塑膠製品用途日廣及品質要求不提高，模具表面之質素往往被要求達到鏡面拋光度。產製光學膠鏡片之模具，其表面光潔度乃塑膠模具之表面者。

一件打磨達到表面光潔之模具更具有下列優點：

- 塑製塑膠產品較易脫模。
- 可以減輕模具受塑膠料侵蝕。
- 可以減低由於暫時性之負荷過高或由於疲勞而引起之模具斷裂或爆裂。

如何判斷模具之表面質素

— 判斷模具表面素質應注意下兩點。

首先，模具表面必須具有幾何學上正確無誤之平面，而表面並無任何長形之微型設浪紋起伏不平。此等起伏不平乃以前經砂輪研磨時模具往返速度過高所遺下之缺點。

其次，模具之鏡面拋光表面常以肉眼判斷，認為平滑之表面可能並非真正於幾何學上認為完全平滑者。

模具表面必須完全沒有刮花痕跡，例如碳化粒子被扯出而留下之細小洞穴，局部脫皮等等。若模具質素要求嚴格時，其表面之光滑度可以利用特別儀器制定之，例如光波折射方法。

影響表面拋光度之因素

以打磨方法使模具表面達致光滑與下列各原因素有關

- ◎ 打磨之工藝及技巧
- ◎ 所選鋼材之等級
- ◎ 熱處理過程及技術

打磨之工藝及技巧常被認為較重要之因素。若技巧使用得當，效果定必良好。反之，低劣之技巧能糟踏更佳之鋼材。

鋼材局部之硬度不均勻能使打磨工藝發生困難。含有雜質之鋼材更為顯著。鋼廠率先採用創新之煉鋼法，如真空脫氣法及鋼錠再熔法 (ESR)，出產之鋼材品質潔淨，不合雜質。

真空脫氣法可減少鋼錠所之雜質及低鋼材之氫脆性，使鋼材整體結構均勻。

而鋼錠再熔法 (ESR) 能提高鋼材之拋光性能，較真空脫氣法更佳。此方法能進一步減少雜質，及使其他不能除去之微量雜質分裂成極其渺小之體積，不礙拋光。

熱處理過程對模具之拋光能有多方面影響。一件表面硬化鋼材過度滲碳後，其結構全不適合拋光。若表面之過度滲碳層未經徹底磨去，其間之內部氧化物會產生拋光上之困難。已經脫碳或經再度滲碳之表面會產生局部不同硬度之表面，以致拋光時出現困難。

打磨模具之實例提示

首先，刻模具多以銑床，放電機或複製加工。若模具表面要求平滑，則經銑法加工之表面必須再進行一連串之粗磨，及拋光等工序。經放電加工表面則只須作精磨及拋光。經複製之模具只須進行用鑽石膏拋光。

快捷及良好打磨過程始自以砂輪打磨。消除機械加工所留下之銑刀紋，產生片純金屬及幾何學上平滑之表面。不論利用機械打或以人力打磨。請留意下列各項守則：

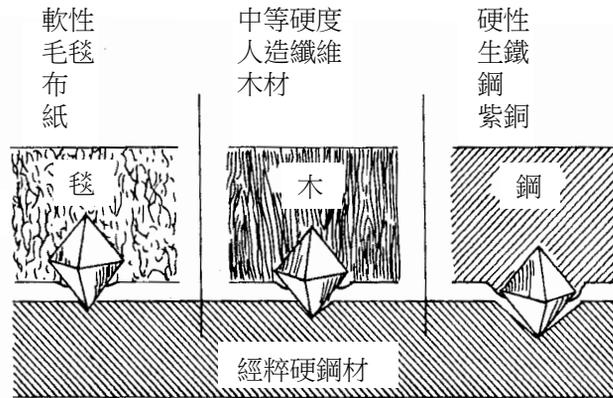
- 砂輪研磨時應施用大量冷卻劑，切勿產生過熱情形而影響模具硬度。
- 選用清潔及無傷痕之砂輪或磨石。硬度高之鋼材應選用較軟之磨石。請教鋼材供應商。
- 每次進行使用較幼細之砂數時，工件及指掌須徹底清理妥當，以免遺留較粗砂粒而於下次刮出粗深之刮痕。尤以砂數越幼細時更要小心行事。
- 當每次選用較幼細一級砂數時，應變換模具方向使之與前次成 **45** 度角然後研磨。當新的磨紋完全蓋過前次磨紋方向後再加多 **25 %** 時間繼續研磨，以消除經已變形之一薄薄表層。然後，選用較幼細一級砂數。
- 不斷變換研磨方向之優點可以避免產生不規則花紋。
- 當研磨大型之平坦模具時，應盡量避免使用軟性之手持打磨碟。應選用打磨石以避免形成大片之不規則花紋。

模具拋光之實例提示

鑽石膏為拋光工序中最普磨料。

選用適當之鑽石膏及適當之打磨棒可獲得最佳之效果。手持拋光工具包括木棒尖針狀棒及扁塊狀棒機動工具則有球狀及擦狀等旋轉棒。

材料方面包括各種不同硬度之金屬、木材、人造纖維以至軟毛毯等。打磨棒之硬度能直接影響鑽石粒之暴露程度因而影響拋光效果與速率。下圖說明使用同樣粗幼之鑽石砂粒而獲致不同之磨削速率。



拋光為一項極費時及費用昂貴之工序，但採用適當之守則可減低此項成本。無論如何，必須保持清潔。

一拋光必須在清潔無塵之室內進行。因硬度高之塵粒可能染污磨料並可損毀快將完工之模具表面

- 一每枝打磨棒只可用於一級鑽石膏並須保存於防塵之密封容器內。
- 一指掌及模具均須進行徹底清潔，然後才可進行用較幼細一級之鑽石膏。
- 一鑽石膏數越幼細，則施用較少之稀釋液。
- 一拋光時所施之壓力須依據打磨棒之硬度及鑽石膏之粗而定。若為幼之 3 號，1 號及 0 號鑽石膏，所施之壓力只為打磨棒之重量。
- 一若須較快之磨削速率，可選用較硬之工具及較粗之鑽石膏。
- 一開始拋光時，先處理比較困難之角落，邊緣及坑槽等。
- 一尖銳之角落及邊應小心處理以免變成鈍角及圓邊。應選用較硬之工具。

施工程序說明

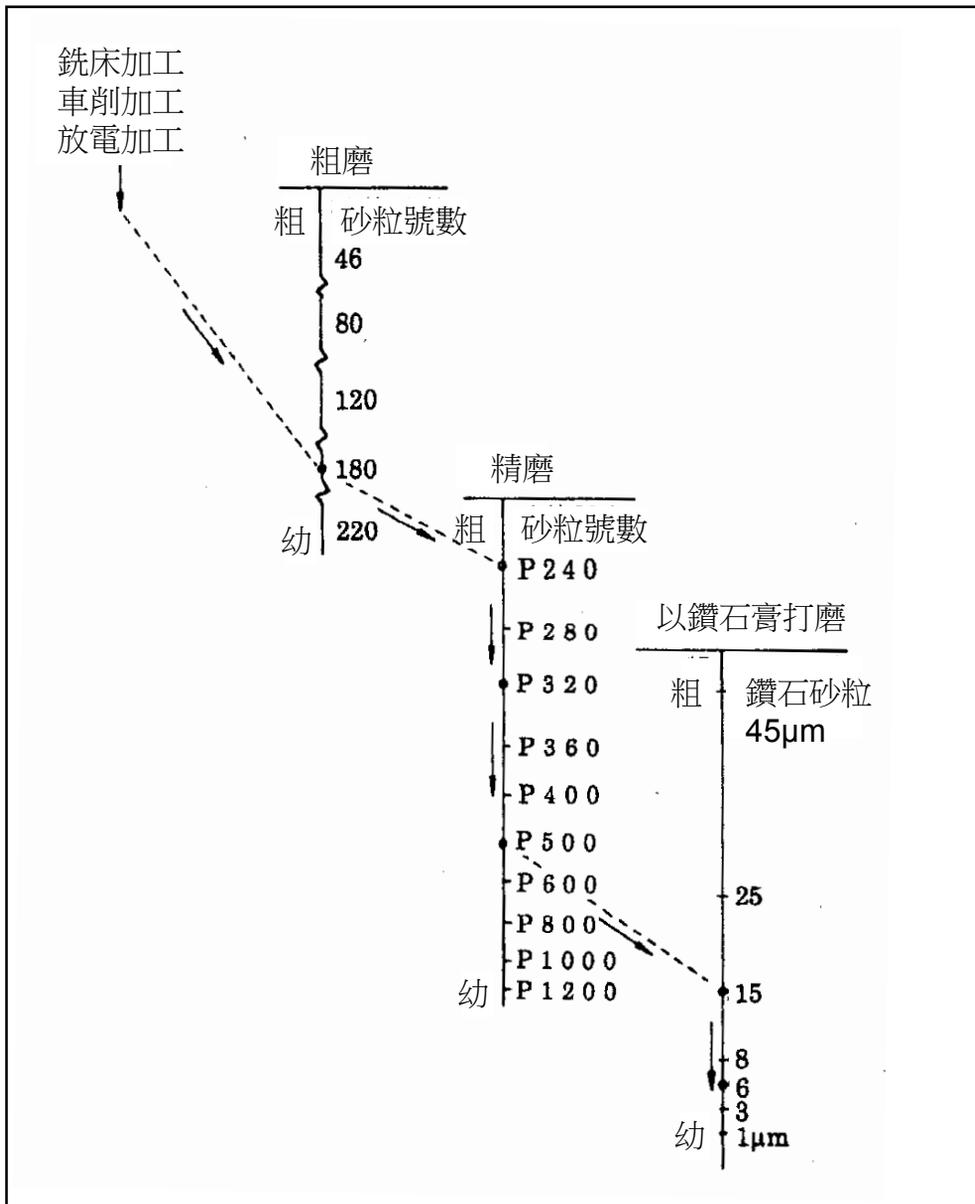
一位製模人士如何決定打磨及拋光之程序端視乎其經驗及其擁有之工具及器材而。

一般拋光過程中，有兩種可行之方法，其一為選定一級能達至模具表面要求之鑽石砂礫，先以較硬之打磨棒進行。然後續漸改用較軟以至更軟之打磨棒直至完工為止。其二為選用中等硬度之打磨棒及較粗之鑽石砂礫。然後續漸改用較幼以至更幼細之鑽石砂礫直至完工為止。

專家之意見認為上述兩者混合使用效果更佳，例如：

- 首先以較硬打磨棒及較粗之鑽石膏。
- 跟著使用同級鑽石膏改用另一較軟之打磨棒。
- 跟著選用中等粗幼之鑽石膏及中等硬度之打磨棒。
- 最後以軟性打磨棒而改用最幼細等級之鑽石膏直到完工為止。

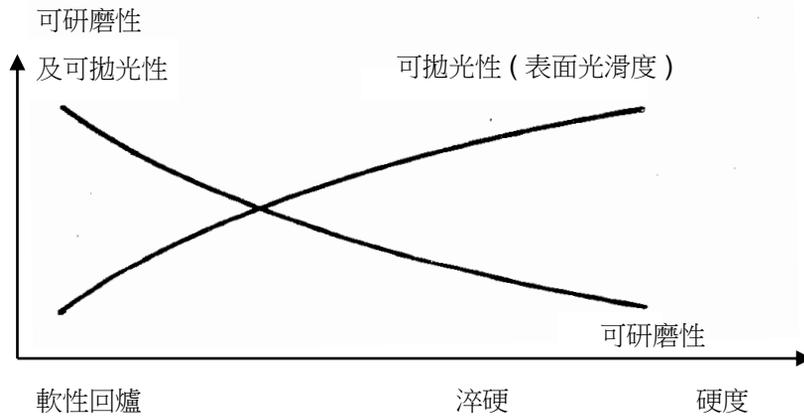
下列圖表說明如何選擇打磨及拋光程序



不同等級鋼材與各種拋光方法之關係

在鋼廠設備先進之實驗中心裡，將七種不同等級之鋼材於不同硬度及不同表面處理情況下進行比較。結果發現 **KTSM60** 能於最短時間內達到最高之表面拋光要求。並且對於 **PVC** 塑料具有良好之防腐蝕性。

硬度較高之鋼材於打磨時較為困難，而且費時較長，但經拋光後表面光度高。於實際經驗上，



研磨工序應於熱處理之前進行，但應預留輕微之份量便熱處理變形後作出調整。

經過放電加工後，鋼材表面形成一層極硬之“再硬化層”，比其他經機械加工後之表面更硬，以致打磨困難。因此，模具於放電加工接完成階段應以極微之放電量進行。

至於經過氯化或表面硬化處理之鋼材，其表面亦覺難以打磨。雖然硬化之表面具良好之拋光性，但其表面若存有輕微之處理後缺點往往不能達到最佳之拋光性能。其他鋼材經過火焰硬化或焊接修補之表面，經常於未受影響之接壤地方出現一度較軟之部份。打磨時應使用較大面積之磨石，並避免使用軟性之砂布，以免較軟之部份形成溝狀凹陷。

研究結果

下列圖表顯示如何以最短時間達至最佳之打磨及拋光效果。全部樣本之表面均同樣經銑床加工，而以各種不同硬度進行試驗。

註解：各種鋼材之樣本均以 320 號砂輪研磨，然後淬火。KTSM60 鋼材特別拋光至較佳之表面光滑度以便測出其鏡面程度。

如何解決拋光程序上之困難

打磨過程所遇到之最大難題為“打磨過度”。此名詞之真義為何“越磨越糟”。其現象可分為兩種。其一為出現“橙皮”狀之表面，而其二為“微型坑穴”。此兩種“打磨過度”現象多數發生於使機械打磨時，而以人手打磨時甚少發生。“橙皮”表面多發生於熱處理時受熱過高，過度滲碳及加上研磨時施用過大壓力及時間太長。因較硬之鋼材能接受較大之研磨壓力，故硬度低之鋼材容易被“打磨過度”。若發覺模具打磨得不如意時，多數人會直覺上施以較大之壓力欲求速成，但結果往往適得其反，越弄越糟。補救方法如下：

- ① 重新以砂輪磨去弄壞之表面。所用之砂數為先前用過最幼砂輪之一級砂數。然後再行以較輕壓力拋光。
- ② 以低於退火溫度 25 ° C 之溫度進力消除應力處理。再以先前用過之最幼砂輪研磨至滿意程度，然後再以較輕壓力拋光。

打磨及拋光工序	以粗砂布或磨石打磨 (號數)	以幼砂布或磨石打磨 (號數)	以鑽石膏打磨 (號數及工具)	表面鏡面度 Ra μ m
54HRC 52HRC	180	220及320	45 μ m以軟或硬木 15,6,3,1 μ m以纖維或毛毯	0.005 μ m
55HRC 58HRC 60HRC	180	220及320	45 μ m以軟或硬木 15及6 μ m以纖維或毛毯	0.01 μ m
300HB 300HB 300HB	180	320及500	15及6 μ m以纖維或毛毯	0.01 μ m

若效果仍未滿意，可利用下列方法將硬度高：

- 利用氣或液氮化處理，提高表面硬度。
- 選用另一種可淬硬至較高硬度之鋼材。
- 檢查熱處理過程有無缺點。

" 微型坑穴 "

鋼材能夠抵受作業時之各種磨損均有賴於其本身所含成份之合金碳化粒子。此種粒子硬度遠較其餘鋼材本體為高。模具進行拋光時此等粒子可能被扯出而出現微型之坑穴。

主要之成因如下：

— 拋光時用力過度或時間過長。應施用輕微之壓力使凸出之粒子磨平，但用力過度則會磨去鋼材較軟之本體而出整粒粒子，跟著被掘出而留下坑穴。補救方法，重新以砂輪研磨粗幼則以最後工序之較粗一級砂數磨去模具表面。然能以跟著較幼砂輪研磨，再重新進行拋光處理。

鋼材之清潔程度。除合金碳化粒子外，不清潔之鋼材更另含有硬度極高之雜質。請選用高度清潔之鋼材，例如以真空爐及“鋼錠再熔法”製煉之鋼材。經 ESR 鋼錠再熔法“製煉之鋼材”，其所含之合金粒子硬度與其餘鋼材本體相同。切削或研磨時能輕易切斷合金粒子，而掘出粒子。故模具表面易達至極平滑之拋光度。

打磨用具太軟。尤以使用 10 號鑽石膏及較幼細之號數拋光時更為顯著。應使用較硬之打磨棒，施用較輕之壓力及盡量以短時間完成之。避免以氧化鋁砂膏配合機械拋光，請使用鑽石膏。鋼廠提供之著名牌子，例如瑞典出品 SLIP-NAXOS 及美國出品 ELGIN。