

SKD11(合金工具鋼)：屬於高碳高鉻合金鋼，具極高硬度即適切的韌性，並有回火硬化效果。是沖壓模、塑膠模等多用途之代表。淬火後之沃斯田體殘留量約在13%~20%，可藉由深冷處理或高溫回火加以消除。對於硬度及韌性兩方都重視的模具，以高溫回火後二次硬化為 HRC58 左右的硬度使用，較為安全。

要增加 SKD11 的耐磨耗性的話，可以使用低溫回火，並配合深冷處理，可以延長使用壽命，同時也可以防止經常使用而產生變形。

一般 SKD11 會用 550°~530° 度做高溫回火，**但若要增加耐磨耗性的話**，需要用**低溫回火**，不過各有優缺點，高溫回火後的韌性較佳，可以增加對於破裂的抵抗。而低溫回火的耐磨耗性好，使用壽命長。

特性：

- (1) 耐磨性大，淬火性佳，淬火變形少。
- (2) 熱處理鋼板，硬度可達 HRC58-62 度。
- (3) 價格中等，硬度高，最常使用之鋼板。
- (4) 常用於大量生產模具。
- (5) 高碳、高鉻型合金鋼，具極高的硬度以及適宜的韌性，並有回火硬化效果，為典型的風硬鋼，是目前耐磨耗性最好的合金工具鋼之一。
- (6) 添加有鉬、釩等元素，故兼具耐磨、不變形、耐衝擊等特性。
- (7) 經過二次精煉，清淨度佳，晶粒微細。

運用範圍：SKD11 常運用在主要模板上(例：上、下模板、脫料板等)，如移印使用之鋼板亦是 SKD11，硬度落在 HRC60~62 度。

SKD11 於真空熱處理後再回火或退火的情形如下

(1)再回火：

SKD11 可以維持原本的硬度或是使硬度降低，依需求而定，再回火的好處是讓鋼材中的殘留沃斯田鐵減少，使組織更安定，簡單講，再回火的好處就是消除更多的殘留應力，讓韌性好一點。

(2)退火：

兩者都會回到尚未熱處理前之硬度 (約 HRC15~20)，除非是加工錯誤需要再修改，否則不會選擇退火。

在熱處理方面,採用何種方式較適當?

SKD11 現在大多採用真空熱處理，淬火溫度在 1000 度 C 以上，一般多是低溫回火(150~200 度 C)硬度在 HRC61 以上。

淬火方式：SKD11 是風硬鋼，可採空冷就可硬化(在真空爐中是利用液態氮來冷卻)淬油、鹽浴也行。

SKD11 的相當規格：JIS-SKD11/AISI-D2/BS-BD2。

SKD11 的成分(%)：

C-1.40~1.60，Si<=0.40，Mn-<=0.60，P<=0.03，S<=0.03，Cu<=0.25，Ni<=0.50，Cr-11.0~13.0，Mo-0.80~1.20，V-0.20~0.50。

名詞釋義：

淬火

鐵金屬加熱到變態點攝氏 723 度以上,施以急冷,如放入水中或放入油中冷卻使結晶粒變細，硬度變高的一種處理方式，經過淬火之後，鋼的材質變得很硬，所謂：硬而脆，為了防止淬火鋼的脆裂，因此再經過回火程序。

過程：金屬加熱後，迅速插入水中快速降溫，溫度與材料有關。

用途：提升硬度

回火

因為鐵金屬在淬火過程中會有殘留應力的問題，所以在重新加熱淬火過的零件在變態點溫度以下施以油冷或氣冷，使殘留的奧斯田鐵組織能轉化為麻田散鐵組織，避免鐵金屬材料經粹火而發生殘留應力脆裂的問題。

零件用久了，所施加的能量（冷加工）會形成“應變能”殘留在金屬中，這個過程稱為：差排變化，會導致金屬鋼性與延展性變差。

過程：將淬火鋼加熱到奧氏體轉變溫度以下，保溫 1~2 小時冷卻。

用途：降低淬火脆性、提升韌性。

退火

鐵金屬經鑄造或鍛造或冷作成型而產生硬度不易加工，所以將鐵金屬加熱到變態點以上，均溫後，在爐內緩慢冷卻的一種鐵金屬材料熱處理的方式，退火後的鐵金屬結晶粒較粗，硬度低，容易在加工。

過程：將金屬加溫到某個高於再結晶溫度的一點，並維持此溫度一段時間，再將其緩慢冷卻。

用途：而退火程序簡明就是重組晶格。

回火的目的：

- 1.調整鋼材淬火後的硬度；
- 2.消除鋼材淬火後所產生的應力；
- 3.使鋼材韌性提升；
- 4.析出碳化物使產生二次硬化現象。

回火有：

(1)高溫回火，500 度 C 到 A1 以下的溫度範圍，主要是以提升材料的韌性為主，此一製程也稱為調質(淬火後高溫為火處理)。而某些合金鋼，因其合金元素的緣故，在某些溫度範圍回火時，其碳化物會再析出而使得硬度再提高，此一現象就稱為二次硬化，例如 SKD11、SKD61 等模具鋼，SKH 系列的高速鋼等等都具有此

一特性。

(2)低溫回火，回火溫度在 150 到 200 度 C 之間，其作用主要是以調整硬度為主，並消除因為淬火所產生的內應力。(回火溫度越高殘留應力越少)

一般而言，回火的冷卻方式像低溫回火，從回火爐取出後大多是以工業電扇把它吹涼，也有放著讓它自然冷卻的。

高溫回火的，則要視其回火溫度而定，大原則就是，只要火色消失(600 度 C)在 500 度以下時，可放入水中、油中、或者用風扇強制冷卻、自然冷卻都可以的。

鋼種之熱處理溫度與硬度對照表：

鋼種		碳 工 具 鋼				合 金 工 具 鋼								
鋼種記號		SK2	SK3	SK5	SK7	SKS2	SKS3	SKD1	SKD11	SKD12	SKD4	SKD6	SKD61	SKT4
退火溫度		770	790	800	800	780	790	850	850	850	820	850	850	770
淬火溫度		800	800	800	800	850	800	950	1030	970	1030	980	1020	850
Ms點(°C)		140	155	220	280	170	180	180	200	210	420	280	280	320
回 火 處 理 之 硬 度	150 °C	65	65	64	63	63	65	64	63	63	53	55	52	60
	200 °C	63	60	59	58	62	63	63	61	60	53	53	52	58
	250 °C	62	58	57	55	60	62	62	59	58	53	53	52	58
	300 °C	59	56	54	52	58	59	60	58	58	51	53	51	57
	350 °C	57	55	53	50	56	56	58	57	57	49	53	53	54
	400 °C	53	53	51	48	55	54	58	57	57	48	54	54	53
	450 °C	47	47	46	45	52	51	56	58	57	48	55	54	51
	500 °C	45	45	44	42	49	48	55	59	56	49	56	55	48
	550 °C	37	38	37	35	46	46	50	56	54	51	54	54	45
600 °C	33	34	33	31	41	41	43	50	51	51	45	52	43	
650 °C	29	28	27	26	35	33	34	45	43	48	36	42	38	