



铸造刀具

[苏联] Я. И. 布利斯基 著

科学普及出版社

4024

本書提要

鑄造刀具有蘇聯生產刀具的一個先進方法，利用鑄造工藝特性和適當的熱處理，可以縮短生產刀具的時間，還可以節省大量的工具鋼，從而減低刀具的生產成本。

這本書除通俗地介紹了鑄造刀具的生產過程外，還說明了它的科學道理，並對鑄造刀具的發展方向作了論述。

本書的讀者對象是鑄工、車工以及工廠管理幹部。

總號：458

鑄造刀具

ЛИТОЙ РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

原著者：Я. И. БРИСКИН

原編者：ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО ПО
РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПОЛИТИ-
ЧЕСКИХ И НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ

原出版者：ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

1952

譯者：李 周 秦 會 志

校訂者：張 晰

出版者：科 學 普 及 出 版 社

(北京市西直門外郎家園)

北京市書刊出版業營業許可證出字第091號

發行者：新 華 書 店

印刷者：北 京 市 印 刷 一 廠

(北京市西直門南大街乙1號)

開本：787×1092 1/2

印張：4

1957年3月第1版

字數：16,000

1957年3月第1次印刷

印數：5,700

統一書號：15051·32

定 價：(9) 1角3分

苏联是第一个制造和应用鑄造刀具的国家。还在1893年，在彼得堡的“奥布霍夫”(现在叫“布尔什维克”)工厂，就应用过冷硬鑄鐵鑄造的車刀。到了苏維埃政权时代，对于采用鑄造工艺来生产刀具予以很大的重視。在五年計劃的年代里，特別广泛地展开了鑄造刀具的研究工作和实际工作。1933年在第二次优質鋼會議上，曾报导了制造和应用高速鋼鑄造刀具的方法。1938年研究出用高速鋼代用品在金屬鑄型內鑄造刀片的方法。用这种刀片制成的車刀，获得了良好的效果。

1942年，在烏拉尔“奥尔忠尼啓則”重型机器制造厂內，曾用高速鋼廢料大批地生产鑄造刀具。

用鑄造的方法生产刀具比用鍛件和压延鋼料来生产刀具有許多优点。

用鍛件和压延鋼料来生产刀具，生产过程是很長和繁重的，而且需要消耗大量的高速鋼，因为刀具毛坯要經過大量的机械加工。在这种生产过程中，切削下来的金屬切屑达到刀具成品重量的200%。这种刀具的成本是很高的。

应用鑄造的方法生产刀具，可以大大地减小刀具毛坯的机械加工量和高速鋼的消耗量，能够充分地利用高速鋼的廢料，并且还有許多其他生产上的重要优点。

科学研究机关和企業部門，一年比一年更加广泛地展开了应用鑄造方法生产刀具的研究。除了增加鑄造刀具的品种和掌握鉸刀、銑刀等复杂刀具毛坯的鑄造技术以外，还創造了更为完善的刀具結構，这种結構的刀具，只有用鑄造方法才能够生

产。同时由于鑄造高速鋼比鍛造高速鋼脆性較大，因此还設法將刀具切削部分的几何形狀作了改变。

新的工艺方法用改变化学成分、創造新牌号的鋼料和合金的方法而使鑄造刀具得以具有較鍛造刀具更为良好的切削性能、使用寿命和耐磨性。为了使刀具具有最好的切削性能，对于鑄造高速鋼制定并采用了新的热处理方法。

现在，用鑄造的方法可以制造下列刀具：

1. 圓柱銑刀、端銑刀、三面刃銑刀、溝槽銑刀、立銑刀、角銑刀、成形銑刀、鍵槽銑刀、螺絲銑刀、齒輪銑刀和特殊銑刀；

2. 插柄和帶柄扩孔鑽；

3. 插齒刀；

4. 插柄和帶柄鉸刀；

5. 麻花鑽

6. 鑲片圓鋸及其刀片；

7. 各式專用刀具。

为了研究和交流在这面积累的經驗起見，在苏联許多城市里曾举行过科学工作者与生产工作者的討論会和會議。特別有意义的是 1950 年在莫斯科举行的关于鑄造刀具和堆焊刀具的會議。参加这次會議的有五百多位各个工業部門、科学研究机构 and 高等学校的工作者。在會議上，曾討論了有关苏联今后發展鑄造刀具的生产和应用鑄造刀具的各项重要問題。

应用鑄造原理来制造刀具的新工艺方法，使刀具的生产接近于苏联机器制造工業部門的高度水平，并有助于进一步推广高速切削和实行产品的快速制造。

鑄造刀具的創造和它的生产工艺的制訂，是苏联科学与技术上的巨大成就。在苏联，創造發明有广泛發展的余地，因此这一問題胜利地获得了解决。苏联机器制造业在这方面的成就，是社会主义工業蓬勃發展的鮮明标志，同时也是苏联科学和技术兩方面創造性的合作广泛开展的鮮明表現。

鑄造刀具的結構

按結構形式來說，鑄造刀具可分为下列主要几种：整体刀具、双金屬刀具、双層刀具、焊接刀具和鑲片刀具。

整体刀具是用高速鋼廢料鑄造而成的，刀齿和刀体是同时鑄出的。整体刀具切削部分的結構能保証刀具具有最好的刃磨条件和形成排屑溝槽。应用这种鑄造方法是为了使鑄出毛坯的重量比用鍛件和压延鋼料制成的毛坯的重量大大地減輕。整体刀具的典型結構有：圓柱銑刀、端銑刀、三面刃銑刀和特殊銑刀，插柄扩孔鑽等。

双金屬刀具的切削部分的刀片，是用高速鋼或硬質合金制成的，而刀体則由結構鋼或鑄鐵制成。当用高速鋼制造切削部分时，切削部分可以鑄造出来或用压延高速鋼料制成。刀片和刀体的組合，是在澆鑄过程中进行的，这就大大地減輕了劳动的繁重程度和縮短了生产周期。圖1表示双金屬刀具的典型結構。圖中的插柄端銑刀，是苏联机床制造部全苏工具研究所設計，刀上鑲有高速鋼刀片。

实验証明，在高速鋼刀片和鑄造刀体接触的地方，不必將这两种金屬熔接起来，只要利用刀片上的凸起切口或特殊銷釘等拴紧結構，就可以保証得到牢固的联結。

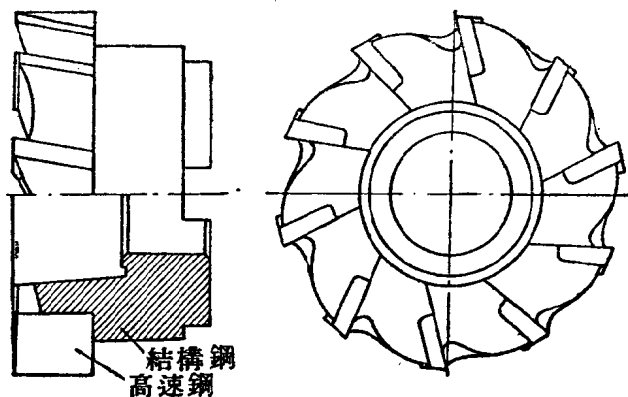


圖 1 插柄雙金屬端銑刀。

硬質合金刀片可以利用焊藥來使它牢固地焊接在鑄造刀體上。刀片上預先敷上一層薄薄的焊藥，把刀片放在鑄造刀體用的鑄型內，由於注入鑄型內的液態金屬的熱的作用使焊藥熔化，刀片就焊接在刀體上。用上述焊接法所焊接的焊縫，經過質量試驗，證明它的強度很大，能保證刀具結構所要求的硬度。

決定雙金屬鑄造刀具刀片的尺寸時，應該考慮到刀片必須具有最多的重磨次數。可是，由於刀片會使澆入鑄型內的金屬急劇冷卻，因此必須限制刀片的尺寸。刀片過大常常會使鑄型內直接和刀片接連的部分不能很好注滿金屬。

具有高速鋼刀片的双金屬刀具必須進行熱處理，因此必須採用結構鋼來鑄造刀體。鑄造鑲硬質合金刀片的刀體，可以利用結構鋼或孕育鑄鐵。必須考慮到，鑄鐵能更好地澆滿鑄型，可在較低的溫度下澆鑄，而且應用鑄鐵，刀體不需要淬

火。孕育鑄鐵能够滿足对刀具刀体强度的要求。

双金屬鑄造刀具的結構可以广泛地用来制造端銑刀、插柄銑刀、三面刃銑刀、角銑刀、凸凹半圓銑刀、特殊銑刀、鑲片圓鋸用的刀片和插柄扩孔鑽等。

双層刀具是用兩種金屬就是高速鋼和結構鋼組成的。高速鋼裝在刀具外圈，作为刀具的切削部分，而結構鋼則構成刀体。兩種金屬是在依次澆入旋轉的鑄型时互相連結起来的。这种結構的刀具和整体鑄造刀具比較起来可以减少高速鋼的用量。但是，由于高速鋼和結構鋼不能分开，用坏的刀具回爐重新熔煉时就有困难了。双層刀具毛坯用来制造尺寸較大的圓柱狀的刀具。在制造刀具毛坯时，高速鋼層的厚度决定于刀具的切削齿的高度、机械加工余量和重磨时高速鋼磨削層的厚度。

圖2所示为圓盤槽銑刀，它可作为双層刀具的典型結構。类似这样的結構可用来制造許多圓柱形刀具，首先是圓柱銑刀、螺絲銑刀和插齿刀等。

焊接鑄造刀具同現有的刀具結構不同的地方，就是它的切削部分是用高速鋼鑄造毛坯制成的。因此，就有可能利用鑄造刀具的一切优点。这种刀具的最簡單的型式就是帶有鑄造刀片的車刀。在工業上可以广泛地应用焊合結構的鑄造帶柄端銑刀、帶柄鉸刀和扩孔鑽等。

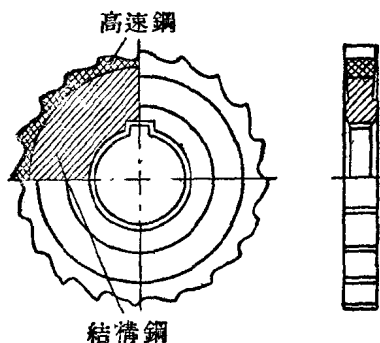


圖2 圓盤槽銑刀。

鑲片鑄造刀具是由刀体和用机械方法固定于刀体上的切削部分而構成的。这种刀具各个零件的制造方法是根据刀具的結構和大小来决定。鑲片刀具的切削部分可以是整体鑄造的，也可以是双金屬的。鑲片刀具的刀体同样可以用鑄造方法来制造。

鑲片刀具的鑄造刀体可用結構鋼或孕育鑄鉄来制造。采用孕育鑄鉄，为的是利用它的良好机械性能、高度耐磨性和大的韧性，而且澆鑄毛坯时簡單便利，并具有最小的机械加工余量。实践証明，用鑄鉄来制造快速加工用鑲片刀具的刀体是可能的，而且可以获得很大的經濟效果。例如：直徑 350 毫米高速加工用帶柄鑲片端銑刀的鍛造毛坯重 62 公斤，而这种銑刀的鑄造毛坯的重量只有 30 公斤。因而金屬的消耗量减少二分之一，結果大大地减少了机械加工余量。

鑲片刀具的整体鑄造的切削部分是用高速鋼廢料或高速鋼代用品来制造的，双金屬鑲嵌切削部分是由鑄造刀体和高速鋼刀片或硬質合金刀片所組成的。

鑲片鑄造刀具的結構，应根据具体情况，即根据刀具的大小、形狀、使用条件，鑄型能否制造和現有的熔煉設備来决定。

应用鑄造方法来生产鑲片刀具的毛坯，能够最合理地構成刀具各个部分的形狀、最合理地構成各个部分相互間的位置和使各个部分間保持固定。大家知道，用普通的方法制造小型鑲片刀具时，必需数量的齿刃的分布和刀片在刀体上的固定，是会發生困难的。这样就常常要將齿数减少，結果減低了刀具的使用質量。可是应用鑄造方法，由于可以利用新的結構，就能

够使切削部分保持必需的齿数。

在设计铸造刀具时，必须考虑到新的工艺方法的特点。铸造毛坯的鑄型要簡單，不同断面鄰接的地方不可有突然过渡的情况，要有勻調的圓角和流綫型，这样才能保証得到質地良好的鑄件。刀具各部分具有合理的形狀和選擇适当的刀具材料，可以使鑄造刀具达到需要的强度。利用各种加强筋条可以有效地减少刀具的重量和金屬的消耗量。为了保証造型和鑄造过程簡單和便利，同时也为了避免产生廢品起見，鑄造刀具的设计工作应当在設計工作者、鑄造工作者和工具工作者的密切合作下来进行。

鑄造刀具的經驗方法，也可以有成效地应用在量具零件和精密測量仪器零件的生产上。在这种情况下，能够得到形狀复杂而加工余量極小、表面質量極高的零件。例如莫斯科“量具”工厂，把大量的零件改用鑄造方法制造，結果节省了大量的金屬，减少了加工劳动量，縮短了生产周期，降低了产品的成本。为了防止發生廢品和提高零件的强度，在改用鑄造方法时，曾改变了刀具的結構。剪絲鉗可作为这种改变結構的例子。由于消除了剪絲鉗零件表面突然过渡的地方和改变了某些具有不同橫断面的部分，結果在鑄造时就完全消灭了各种类型的廢品(裂縫、縮裂、縮孔和縮松等)。

鑄造工艺也可以有效地用来制造工艺装备和夾具的零件。这样可以减少制造費用和簡化制造方法，而且在生产对象改变时，可以很快地將机械加工设备上用的工艺装备重新改制。

鑄造刀具的切削性能决定于制造刀具所用金屬的化学成分。如果鑄造刀具所用材料相当于現有牌号的高速鋼或高速鋼

代用鋼的化学成分，那末它的切削性能实际上也就相当于用高速鋼的鋼材或鍛件制成的刀具的切削性能。許多研究的結果和苏联主要企業部門的工作實踐以及許多关于鑄造刀具的著作都証實了这一点。而且不用鍛压方法制造刀具毛坯能够进一步提高鑄造刀具的切削性能。根据研究的結果，現在把各种牌号的鑄造高速鋼和 PΦ-1 牌号的鍛造高速鋼的切削性能比較如下：

表 1 試驗的車刀的化学成分和使用寿命

鋼 号	所含主要成分百分比				对鍛造車刀平均使用寿命的百分比
	碳	錳	鉻	釩	
PΦ-1(鍛造的)					100
18-4-1(鑄造的)	0.64	17.0	4.2	0.9	103
18-4-1(鑄造的)	0.94	17.5	4.2	1.0	124
18-4-1(鑄造的)	0.94	15.3	3.5	2.0	170
18-4-1(鑄造的)	1.10	18.7	4.7	1.7	144
18-4-2(鑄造的)	1.25	17.7	3.5	2.1	152

T. A. 列別节夫和 H. A. 列維斯指出：“無論我們在高速鋼中加入哪些添加物，或所加入的添加物的分量多少，一般地总是应当考虑到鋼料在机械加工(鍛造、压延)时会發生些什么样的变化。在这一方面，用鑄造方法制造刀具，对于高速鋼的化学成分就沒有这样严格的要求，所以在配制高速鋼合金时就可以利用更广泛的可能性。但是对于鑄造刀具來說，这种可能性也不是無限制的，使鑄造高速鋼的性能受到限制的就是它的脆性。因此在配制高速鋼合金的时候，必須考虑到上面所說的特性，而不要使鑄造高速鋼的脆性达到危險的限界。”

增加碳和钒的含量，加入硼和其他添加物，都能够有效地改进鑄造刀具的切削性能。今后在这方面应当研究如何提高鑄造刀具的質量，尽量使它的切削性能接近于硬質合金刀具的切削性能。

在选择鑄造高速鋼的化学成分时，必須力求使刀具具有最好的切削性能、足够的韧性和必要的强度。鑄造刀具的脆性比鍛造刀具要大一些，这就决定了鑄造刀具的应用范围。鑄造刀具不可在有剧烈負荷的条件下使用。在确定鑄造刀具的品种时，應該考虑到上面所說的一些特点。

生产鑄造刀具的工艺过程

生产鑄造刀具的工艺过程，分下列三个主要阶段：澆鑄毛坯、初步机械加工和全部热处理、以及最后机械加工。

鑄造刀具毛坯可以用各种不同的方法，就是在湿型內或干型內澆鑄，用熔模澆鑄以及在金屬鑄型內澆鑄。

金屬可以澆鑄在靜止的鑄型內、固定于爐盖上并且和爐子一起旋轉的鑄型內和旋轉的鑄型內。

毛坯澆鑄方法的选择决定于刀具的形狀与大小、生产的特点、机械加工余量、对鑄造毛坯表面質量的要求、現有的生产条件和經濟上的情由。

在湿型內澆鑄毛坯的特点就是最簡單和最便利。这种方法有下列的优点：工艺过程簡單，造型材料便宜，生产过程时间短，不需要特殊的烘干砂型的机构，可以应用叠箱澆鑄法同时澆鑄大量的毛坯，可以广泛地利用造型的机械化，在造型材料选择恰当的条件下可以提高鑄造毛坯的表面質量。

目前形狀簡單的毛坯都是在濕型內澆鑄。屬於這類鑄件的有車刀刀片、鏢片刀具的具有溝槽的刀片、鏢片齒輪滾刀的梳形刀片等。切削部分分布在螺旋表面上的刀具的毛坯，不能在濕型內鑄造。

在濕型內鑄造毛坯的過程和澆鑄小鑄鋼件没有什么不同。造型時所用的用具是金屬模或木模、型板和型箱。在用手工造型時，必須考慮到會發生型箱搗固密度不均勻和合箱發生偏差所引起的鑄件精密度降低的情況，因為这样就勢必增大加工余量。在這種情況下，為了提高鑄件的質量，應該利用適當的造型設備來保證型箱搗固密度均勻。“斯大林”汽車工廠在濕型內澆鑄精密的刀具毛坯的經驗是很值得介紹的。例如該廠在濕型內進行澆鑄鏢片刀具的刀片，在鑄造過程中刀片毛坯上鑄出了溝槽。鑄出的溝槽不需要進行機械加工，因而顯著地減低了刀片的成本，縮短了生產時間。鑄造溝槽刀片的砂型是用“紅色普列斯尼亞”工廠的261號氣壓造型機來製造的。鑄造好的刀片毛坯是在不退火的狀態下從澆注系統中取出來。為了易于打斷澆口起見，在澆注系統和刀片毛坯模型連接的地方，把內澆口橫斷面減小些。澆鑄時把濕型疊在一起，這樣可以同時澆鑄大量的毛坯。金屬液通過外澆口的一些小孔，注入澆注系統（雨淋式澆法），在這種情況下鑄件將不致發生表面氣孔、縮孔等缺陷。

在干型內澆鑄刀具毛坯，可以應用砂箱，也可以不用砂箱。第一種方法（用砂箱）是用來澆鑄較大尺寸的毛坯，所得出的毛坯精度較低，必須增加機械加工余量。用這種方法需要大量的造型材料，在烘乾室內，要把龐大的鑄型連同砂箱一起烘

干，这就需要增加电能的消耗。为了节省造型材料，可利用两种型砂，就是形成型腔的面砂和形成鑄型本体的填箱砂。面砂是由石英砂、耐火粘土、粘結剂和水組成。在配制填箱砂时，可在填箱砂內掺加用过的旧砂，这样就减少了新造型材料的消耗量。

如果鑄造形狀簡單的刀具毛坯，可用手將模型从鑄型中取出来。当鑄造很長的有螺旋表面的帶柄刀具时，則需用特殊的工具將模型从鑄型中取出来。用型箱造型来鑄造麻花鑽的方法如圖 3 所示。

在干型內不用砂箱澆鑄的方法，可用来鑄造簡單的和复杂的毛坯。这个方法的特点是工艺过程簡單和耗費造型材料較少，鑄出的毛坯精度較高，机械加工余量較小。精度可利用更完善的造型方法和合箱法来提高。構成組合砂型的泥芯的正确的相互位置，是利用裝置在上下泥芯端部的特殊的搭扣来保證的。鑄造形狀簡單的毛坯时，型腔可仅安設在下泥芯上，这时上泥芯仅作为砂型的頂盖。这样，泥芯合在一起就不需要多么精确，同时也不必应用搭扣。

要获得尺寸和形狀精确的鑄件，就需要提高造型設備的質量。应用金屬模、漏模板和特殊的漏模裝置，就可以鑄造齿刃分布在螺旋表面上的刀具毛坯。在造型时利用漏模板，可以鑄

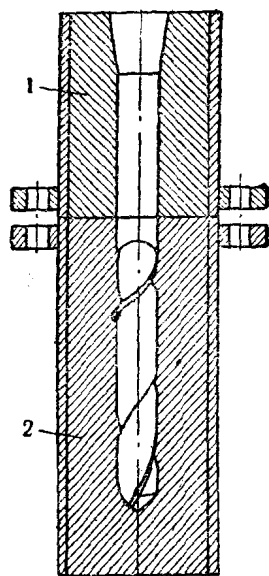


圖 3 麻花鑽的鑄造法：
1—上砂箱； 2—下砂箱。

得沒有斜梢的鑄件，從而減小了機械加工余量。

鑄成的毛坯的表面質量決定于所選擇的造型材料。應用耐火的造型材料，可以使粘砂減少到最小限度。下面引用的是蘇聯機器製造工業部全蘇刀具研究院的造型材料的標準配方：

石英砂	89%
耐火粘土	5%
糊精	2.5%
水	3.5%

上述造型材料的成分，在通氣性良好的條件下，可以保證使泥芯達到相當的強度。

圖 4 表示不用砂箱來生產插柄端銑刀的情況，它可以作為不用砂箱鑄造形狀複雜的刀具毛坯的一個例子。砂型是由兩層泥芯構成的。下泥芯構成主要的型腔，而上泥芯則作為砂型的頂蓋。銑刀的齒和內孔是由同一個泥芯構成的，因此毛坯能獲得高精度。狹縫式澆法能保證金屬液緩慢地流進型腔和更好地充滿型腔，同時在澆鑄好的毛坯內不會有縮孔。

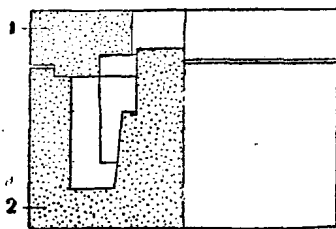


圖 4 插柄端銑刀鑄造法：

1—上泥芯；2—下泥芯。

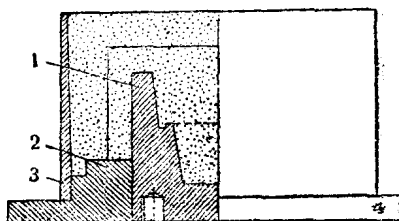


圖 5 砂模下半部的製造法：

1—銑刀模型；2—漏模板；3—砂箱。

砂型下半部的製造法如圖 5 所示：銑刀模型 1 放在漏模板 2 上，在 2 上安放砂箱 3，把砂箱用型砂填滿和搗固後，利用

漏模板將模型从砂型中取出来。这样就可以获得質量优良和尺寸精确的砂型。从制造好的砂型中取出模型时，順着銑刀齿的螺旋表面使模型作前进的和旋轉的运动。由砂型中取出模型时應該利用特殊的工具。

制作砂型的上半部，方法也一样，所不同的只是由砂型中取出模型时，模型仅作前进的运动。

在合箱时，上下砂型彼此准确的裝合可利用裝在砂型端部的搭扣来做到。

在鑄造大批的毛坯时，把砂型叠起来合用一个澆注系統。这时鑄得优質鑄件的必要条件是必須有总冒口和中間冒口来补偿鑄件冷却时的收縮。

在干型內鑄造双金屬刀具，必須把構成切削部分的刀片預先安放在砂型上相应的凹穴內。凹穴的大小要使安放在凹穴內的刀片在液态金屬澆注在砂型里时不致脫落和移动。

用熔模法，可以鑄造出形狀复杂的毛坯，而且表面質量和精度很高。如果細小的形狀复杂的工具和仪器零件的毛坯用鍛件和鋼材来制造，往往需要很大的机械加工余量，而应用熔模鑄造的方法，就比較合理。用熔模鑄造毛坯，成本較高于用普通方法鑄造的毛坯，因为所用的造型材料比較貴，并且增加了电能的消耗，加長了生产周期。

用熔模鑄造刀具毛坯时，制造砂型可按照下列的次序进行：

1. 制造要鑄造的零件的标准模型；
2. 制造压模以便鑄造熔模；
3. 配制熔模混合物；

4. 制造熔模;
5. 把熔模組成串;
6. 把成串的熔模用耐火材料塗敷;
7. 熔模用耐火材料塗敷后, 放在砂箱內造型;
8. 从砂型中熔出熔模, 并將砂模焙燒。

制造需要鑄造的零件的标准模型时, 必須考虑到机械加工余量以及熔模材料和用以澆鑄零件的金屬的收縮量。在大多数情况下, 压模是按照零件标准模型用鑄造方法制造的。做压模的材料是含有錫、鉛、鎢和鉍的合金。合金的成分, 要看鑄造刀具毛坯的大小和形狀来决定。

熔模是用易熔的石蜡、硬脂、精制松香、黄蜡、精制地蜡和其他材料配成的。熔模材料的配合成分按照每个鑄造刀具毛坯的特征(重量、形狀、各个部分的厚度和它們联結的特点、有無小孔等)来决定。液态的或糊狀的熔模混合物用注射器注入压模中去, 經過一定時間, 当混合物凝固后, 打开压模, 取出鑄好的熔模。为了取模方便起見, 可在压模上裝一个特殊的推杆。

在大量澆鑄小零件的时候, 可將熔模組合在一起, 使它們構成一个总的澆注系統(圖6)。經過天然的干燥后, 在組成串的熔模上塗一層特殊塗料, 以便在混合物熔出后及焙燒砂型时形成耐火層。

用以塗敷熔模的塗料, 是由水解的硅酸乙烷、石英粉、石英砂和硼酸配制成的。塗敷塗料的方法, 是把熔模慢慢地浸到盛塗料的器皿里, 然后在熔模上均匀地撒一層石英砂, 使它自然干燥。为了增加塗敷層的厚度, 可把熔模浸漬兩次或三次。

塗好塗料的熔模放在沙箱內进行造型，并利用干砂或流砂作为填充物。干砂的优点是：便宜、造型过程簡單和打箱便利。最便宜的造型材料是石英砂。

造型是按下面講的方法进行的，就是將組合成樅树狀的熔模与砂箱放在造型板上。在砂箱底面鋪上一層薄的耐火粘土，粘土上面再鋪上千石英砂，石英砂的上表面稍高于樅树狀的熔模，然后在砂箱上面盖一層耐火粘土(圖7)。

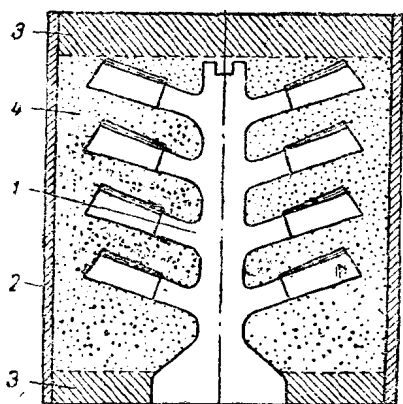


圖 6 組合成串的樅树狀熔模。

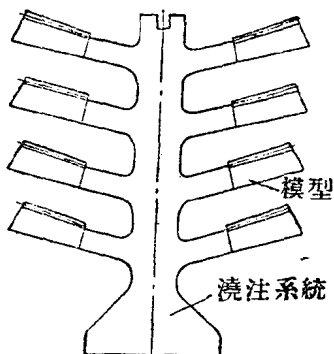


圖 7 樅树狀熔模造型法：
1—樅树狀熔模；2—砂箱；3—耐火粘土；4—石英砂。

砂型在空气中經過几小时的干燥后，便放在电力干燥爐內把熔模从砂型中熔化出来。为了使熔模混合物暢快地流出，当砂型放到干燥爐內时，要把澆口朝下；为了除去殘留的熔模混合物，將砂型用 $850-900^{\circ}\text{C}$ 的温度加以焙燒，随后在热的砂型內澆鑄金屬熔液。

用熔模鑄造刀具毛坯时，砂型的制造工艺的缺点是步骤复