

刀具製造工藝學

(上 冊)

金 精 編 著

中國科學圖書儀器公司出版

刀 具 製 造 工 藝 學

上 冊

江苏工业学院图书馆
藏 书 章

中 國 科 學 圖 書 儀 器 公 司

出 版

刀 具 製 造 工 藝 學

上 册

編 著 者 金 精

中國科學圖書儀器公司出版

(上海建國西路 336 弄 8 號)

上海市書刊出版業營業許可證出〇二七號

三星印刷所印刷 新華書店上海發行所總經售

編號：72

開本 850×1168 紙 1/32·5 1/2 印張·150,000 字

一九五六年三月第一版

一九五六年三月第二次印刷·印數 3,035—6,045

定價：一元〇二分

序

“刀具製造工藝學”這門科學的講授，至今在國內外各高等專科學校中尚無教科書，所有者也只不過是巴爾索夫(А.И.Барсов)著的旨在供給中等技術學校採用的俄文教科書，我國國內甚至正式的中譯本也沒有。至於如何教法，如何深入提高並運用於生產上去解決技術上的複雜問題，這就是在這方面存在已久的現實問題。

1954年，蘇聯金屬切削專家，斯大林獎金獲得者，技術科學後補博士，副教授，羅日杰斯文斯基(Л. А. Рождественский)同志在哈爾濱工業大學向本科五年級學生講授“刀具製造”，從此以後在哈爾濱工業大學，上海交通大學等處就沿着蘇聯專家指示的方向進行教學。經過一年的教學實踐，上海交通大學金屬切削機床及刀具教研室爲了總結這方面的經驗，決定由作者以蘇聯專家的講授內容爲基礎，以巴爾索夫的“刀具製造工藝學”，切特威爾科夫的“金屬切削刀具”及謝明欽柯的“切削刀具”卷一，卷二，卷三及卷四爲主要參考書，並以30餘份專題書籍及論文爲普通參考書，寫出這本“刀具製造工藝學”，希望以此有助解決國內這方面缺少資料的困難。

本書內容分上、下兩冊：上冊對製造刀具的一般性的問題加以整理；下冊對每種特殊刀具所需要的特殊的加工方法加以分析研究，使刀具製造工藝學成爲一部較完整的科學書籍。因此它可供大學本科，專科學校及中等技術學校作教學的參考書；同時還可以幫助刀具製造廠和刀具車間裏的工程師、技術人員和工人們解決一些實際問題。

本書的內容如下：

1. 工具鋼：最主要的工具鋼當然是型鋼，刀具的報廢常常由於工具鋼不好，因此我們要分析一下這個問題，結束此問題後就要研究製造刀具的方法。

2. 備料工序：任何工具鋼都須要切斷等備料工序，所以就要研究加工毛坯的各備料工序。

3. 刀具的銲接：刀具如果由高速鋼等貴重材料作成，爲了節省高速鋼，就要使刀具的支持部用普通的結構鋼，而切削部僅用很少的高速鋼及其他切削性能好的材料，於是銲接問題就有研究的必要了。

4. 基面的加工：刀具須選擇一個基面以便固定在機床的一定位置上。但是製造刀具時還須選擇施工基面以便加工。一般的施工基面爲中心孔，因此在這裏就要研究加工中心孔和基面的問題。

刀具支持部中的基面非常重要。刀具耐不耐用，精確度好不好的問題與基面的關係很密切，所以我們要研究各種基面的加工，如圓錐形外基面，圓柱形孔等基面。

5. 容屑溝的加工：研究如何加工銑刀、鉋鑽的容屑溝和鑽頭溝等問題。

6. 切削刀齒的加工：研究切削刀齒的加工問題就要聯系到刀具的刃磨，如用砂輪磨刀，硬質合金刀具的電磨法即陽極機械磨刀，電火花加工，電化學磨刀等。另外還要聯系到刀具的研磨問題。

以上所研究的是製造各種刀具都要遇到的問題。現在再研究每種特殊刀具所需要的特殊加工方法。

7. 成形銑刀和齒輪滾刀的銑製，成形車刀、尖齒成形銑刀上成形表面的加工，刀具上的齒輪加工、螺絲加工及刀具的銑製皆屬於特殊刀具所需的加工方法。以螺絲加工刀具的銑製問題爲例，我們要分析絲錐和板牙所用的機床或夾具。

尾方，扁尾的加工，鑲齒刀具上的刀片，刀體及刀片刀槽細齒面的加工及緊固等亦應研究。

8. 工藝過程卡片的製訂。以上問題研究過以後，我們最後研究一下工藝過程卡片是如何製訂的。

9. 然後研究一些增產節約的問題，例如切削部的強化，廢刀具的處理等。

10. 最後簡要地研究一下鑄鍛刀具及放射性刀具。

講授此課時，教師必須着重主要部分重點講解，一般從略。所以講

授必須根據具體情況加以發展才行，切忌照此宣讀。

發展的方向是：①添進新技術，②添進中國的新技術，③按學生的吸收水平予以取捨。至新技術的來源則有四方面：①工業上的先進經驗，②研究機關的成就，③書籍和雜誌的報導，④教師自己的成就。由於這門課是一個正在發展中的科學，不能使今年教的東西明年還如此，必須不斷地改進、發展才能臻於正確。因此，去年某個問題的講法可能與今年的講法有很大不同，這是不足為奇的。

刀具製造比一般機械製造較複雜。它之所以複雜的原因有二：①刀具的幾何形狀複雜，尺寸要求準確；②刀具材料的物理機械性能高。茲分述如下：

I. 刀具的幾何形狀複雜，尺寸要求準確。

刀具中如成形車刀，成形銑刀，拉刀及齒輪刀具等，它們的幾何形狀都比較複雜，並且公差還非常小，所以製造時非常複雜。

為什麼它們的精確度要求很高呢？這是由於造出的刀具要去作零件。刀具的形狀與大小直接影響零件的準確度，所以一般的情況下刀具的公差為零件公差的 $\frac{1}{3}$ 。例如製出的孔公差為0.06公厘，那麼鉸刀的公差就要在0.02公厘左右。由此可知製造公差為0.06公厘的零件當然要容易，而製造公差為0.02公厘的鉸刀要複雜困難多了。一般的機械加工方法是不能保證這樣嚴格的公差。

II. 刀具材料的物理機械性能高。

刀具的材料都不是普通的結構鋼，它們的物理機械性能要比結構鋼高得多。這就使得自用刀具（製造刀具的刀具）的切削條件要差得多。並且也不易得到很好的工件表面質量及保證公差。

尤其各種刀具淬火後的硬度都很高。在洛氏硬度（ H_{Rc} ）62~65度，很少低於58度，甚至不易淬火的絲錐板牙等，它們的硬度也在 $H_{Rc}=58\sim59$ 以上。加工淬火後的刀具非常困難，常常發生裂紋和毀壞表面質量。加工硬質合金刀具那就更困難了，這需要特殊的方法才能加工，例如電加工：即電力機械法，電火花加工，電化法，陽極機械法等。

隨著刀具複雜性的增長，製造刀具的複雜性也增加了，不過我們製造刀具的經驗因之也積累了起來。世界上最先在文獻上著文研究刀具

製造的是蘇聯謝緬欽科教授。並且自此以後刀具製造已漸發展成為獨立的科學，因而在學校中開闢了這門新的課程，進行系統的講授，以便使得我們未來的廣大青年幹部能真正掌握這門科學，再把它運用到生產上去解決實際問題。

現在概述一下刀具製造發展的情況：在這方面黨和政府對刀具製造工廠是非常重視的，我國刀具製造業的發展也是非常巨大的。但在開國以前我國處在半封建、半殖民地的情況下，受帝國主義、封建主義和官僚資本主義三大敵人壓迫的結果，刀具製造業也和一般的機械製造業一樣是沒有發展的，也不可能發展的。但是在解放區由於工人創造性的勞動結果，曾製造過能作複雜零件的刀具，例如吳運鐸同志就曾在砲彈外表面上作出螺旋紋來製造砲膛內的來復線。可是由於我國工業在當時情況下是落後的，所以都是用最簡單的機械加工方法製造所需的刀具。又如絲錐，拉刀等都不用特殊的生產率高質量又好的方法製造。

開國以後我國進入社會主義革命階段，我國經過土地改革、鎮壓反革命、抗美援朝、思想改造、三反五反等一系列的偉大門爭的勝利，在三年以內完成了恢復生產，並在 1953 年開始了第一個五年建設計劃。因為我們在進行以發展重工業為主的社會主義工業化的時候，沒有機械的裝備，建設重工業是不行的，所以機械製造業是重工業的核心。在機械製造業中刀具製造業也應有相應的發展，並且幾年來的事實證明我國刀具製造業的確是有很大的發展的，而製出的刀具無論在樣品的規格上或是在質量上都在向國內重工業建設日益增長的要求相接近着。

蘇聯在革命勝利後是經過相當長的時期才使刀具製造業迅速發展的，在第一個五年計劃時才建立[銑刀]工廠生產刀具。1932 年成立機床刀具學院和 1943 年成立刀具研究院。我們有蘇聯的幫助和自己的努力，現在就已飛速的發展了。刀具製造業的發展還不單單限於刀具廠的增多，隨着巨型工廠（如汽車廠等）的建立所成立的刀具車間，亦是刀具製造業的發展。

但是直到目前為止我們生產刀具的水平還是不高的，精確度和刀具質量都還趕不上要求。不過這沒有什麼奇怪的，因為製造刀具需要時間，製造好的刀具就更需要時間，不能一步就造出非常優良的成品，製

造優良成品的經驗需要一點一滴的積累起來。製出優良成品的快慢這要決定於幹部。無論在刀具廠或是在巨型工廠中的刀具車間裏都需要刀具製造方面的技術幹部，這就有待於新的生力軍去參加補充。

在提高刀具質量及生產率中，我們需要學習蘇聯先進經驗和創造性地結合我國實際。蘇聯的先進技術對我們不保密，我們應當為祖國的社會主義社會早日建成積極地採用先進的生產方法來減少工時，提高生產和提高刀具的精確度。例如精密模鍛、滾軋（如扭製鑽頭等）精密澆鑄、電加工即電火花加工、陽極機械加工和電化加工等，我們都應當了解與應用。

但是由於著者水平所限，錯誤在所難免，希望同志們多提意見，指出錯誤，以便改進。本書承上海交通大學金屬切削機床及刀具教研室全體同志們的不斷的關懷與督促，終能與讀者見面，特此致謝。向最先系統的傳授我國這方面知識的蘇聯金屬切削專家、斯大林獎金獲得者、技術科學後補博士、副教授李·阿·羅日杰斯文斯基（Л. А. Рождественский）同志致敬禮。向母親一樣撫育我們的黨致最高敬禮。

金 精

目 錄

序

第一章 工具鋼的規格	1
一、刀具毛坯的來源	1
二、毛坯的技術要求	2
三、鋼材的代表顏色	7
四、毛坯的重量	7
第二章 備料	12
一、校直	12
二、切料	13
第三章 刀具的銲接	23
一、對銲	23
1. 銲前準備	23
2. 對銲方法	24
3. 銲接時金屬的損失	26
4. 銲縫的位置	28
二、銲高速鋼刀片	29
1. 準備工作	30
2. 銲接法	33
(1) 氣銲	33
(2) 鍛銲	34
(3) 電銲	36
三、粘硬質合金刀頭	40
1. 粘刀頭的方法	40
2. 粘刀前刀槽的準備工作	42
3. 刀片的準備工作	44
4. 粘藥(銲料)與還原劑(銲劑)	45

(1) 粘藥·····	45
(2) 還原劑·····	46
(3) 粘藥與還原劑的製備·····	48
5. 粘刀過程·····	49
四、堆鋁·····	58
1. 氣鋁·····	58
2. 電弧鋁·····	61
第四章 中心孔的加工(定中心)·····	63
1. 中心孔的要求·····	63
2. 中心孔機床·····	63
3. 中心孔的形狀·····	64
4. 製造中心孔的刀具·····	65
5. 修正中心孔·····	67
第五章 基面的加工·····	68
1. 基面的種類·····	68
2. 外基面的加工·····	69
3. 圓柱形基孔的加工·····	72
(1) 在車床上加工基孔·····	73
(2) 在六角車床上加工基孔·····	75
(3) 在磨床上加工基孔·····	78
(4) 研磨·····	83
4. 圓錐孔基面的加工·····	84
第六章 齒溝和刀齒·····	87
一、齒溝的加工·····	87
1. 齒溝的特點·····	87
2. 齒溝的形狀·····	87
3. 製造齒溝所用的銑刀·····	89
4. 製造尖齒銑刀的齒溝·····	90
5. 製造簡單的成形齒溝·····	93
6. 鑽頭溝的製造·····	97
(一) 批量不大·····	97
(二) 大批生產·····	100
(三) 軋齒溝·····	105

二、刀齒的加工	108
1. 刀齒與齒溝的區別	108
2. 端面刀齒的加工	109
(1) 三面刃銑刀的端齒	109
(2) 成形車刀的端齒	110
(3) 加工銑刀端齒的調整計算	114
3. 圓周刀齒的加工	118
(1) 銑圓周上直齒的調整計算	118
(2) 銑圓周上螺旋齒時的調整計算	127
4. 錐面刀齒的加工	130
(1) 角度銑刀的刀齒	131
(2) 錐孔銑刀的刀齒	133
第七章 刀具的刃磨	136
一、刃磨規則	136
二、預磨	136
1. 磨外圓	137
2. 磨端面	138
3. 磨圓錐面	138
三、刃磨刀齒的前後面	139
1. 砂輪磨法	139
(1) 砂輪和刃磨次序	139
(2) 前傾面	140
(3) 後隙面	142
(一) 用平面砂輪磨後隙面	142
(二) 用碗形砂輪磨後隙面	143
2. 硬質合金的電磨刀法	144
(1) 電火花磨刀法	144
(2) 陽極機械磨刀法	147
(3) 電接觸法與電力機械磨刀法	149
(4) 電化法	149
3. 化學機械磨刀法	151
四、磨硬質合金刀具, 燒結剛玉和石頭刀具的特點	151
1. 硬質合金刀具	151

2. 燒結剛玉.....	152
3. 石頭刀具.....	153
五、礪磨	153
第八章 研磨.....	154
1. 研磨的目的.....	154
2. 研磨的工具.....	154
3. 研磨刀具時應注意的問題.....	156
4. 研磨時的切削用量及技術經濟指標	159

第一章 工具鋼的規格

一 刀具毛坯的來源

製造刀具的毛坯有三個來源：即 1. 冷拉鋼；2. 熱軋鋼；3. 鍛件。茲分述如下：

1. 冷拉鋼：這是由冷軋和拉絲所得的鋼材，鋼材表面上沒有黑皮，毛坯尺寸比較準確。在大批及大量生產中，工具的毛坯常用銀亮鋼，這種毛坯是冷拉鋼，其外圓經過磨加工，其尺寸是按 3 級及 4 級準確度製成的。鋼材表面上無脫炭層，所以這種毛坯可以直接製造刀具而不必經過車外圓和磨外圓，例如直徑小的鑽頭就是如此製造的。這種鋼材的種類很多，有炭素工具鋼、合金工具鋼及高速鋼等。

銀亮鋼的直徑為 0.2~25 公厘，直徑公差為負 0.015~0.045 公厘，直徑在 3 公厘以下的作成長料繞起來，其長度約 3~5 公尺，3 級準確度的銀亮鋼規格如下〔1〕：

直徑 0.2~6 公厘時，毛坯尺寸相隔 0.05 公厘；

直徑 6.1~10 公厘時，毛坯尺寸相隔 0.1 公厘；

直徑 10.25~15 公厘時，毛坯尺寸相隔 0.25 公厘；

直徑 15.5~19.5 公厘時，毛坯尺寸相隔 0.5 公厘；

直徑 20~25 公厘時，毛坯尺寸相隔 1 公厘。

2. 熱軋鋼：又稱黑軋鋼，其規格各國不同，蘇聯及我國規格如下：

圓鋼：直徑 6~55 公厘時，毛坯尺寸相隔 2~3 公厘；

直徑 55~100 公厘時，毛坯尺寸相隔 5 公厘；

直徑 100~150 公厘時，毛坯尺寸相隔 10 公厘。

方鋼：高度在 6~150 公厘之間時，其尺寸相隔數值如下：

高度 6~12 公厘時，毛坯尺寸相隔 2 公厘；

高度 12~20 公厘時，毛坯尺寸相隔 4 公厘；

高度 20~80 公厘時,毛坯尺寸相隔 8 公厘;

高度 80~150 公厘時,毛坯尺寸相隔 10 公厘。

其他三角鋼、扁鋼見手冊。

圓鋼和方鋼的公差比較大,各種毛坯的公差見表 1。由表 1 可知毛坯種類不同,公差的大小就不同,並且公差的正負也不同。

高速鋼、合金工具鋼(9XC、X12M、XBI'等)及炭素工具鋼(Y10A、Y12A等)公差皆為正值;而結構鋼中的優質炭素鋼和合金鋼(鋼10,15,20,40X等)則有正負。選毛坯時如果採用了熱軋鋼,因毛坯必須比刀具大一些,所以製造大刀具時一定要多費一些鋼料。但是這是一定要消耗的,否則軋鋼部分的困難要增加得非常多。製造小刀具時,因為毛坯尺寸相隔不大,所以材料消耗得要少一些。但是如以製造 6 公厘直徑的鑽頭為例,用熱軋鋼作毛坯時,其毛坯直徑將為 8 公厘;而改用銀亮鋼作毛坯,則毛坯直徑將為 6.1 公厘,這就是可省 45% 的鋼料。所以熱軋鋼只有在單件生產和批量生產時才用〔1〕。①

3. 鍛件:製造大的刀具及製造刀體時常採用鍛件毛坯。例如大的圓盤銑刀、端銑刀等。鍛件的大小與形狀或者按刀具的形狀與尺寸定出,或者採用作標準刀具的標準鍛件尺寸。

鍛件的金相組織好,碳化物在鋼中分佈得均勻,製出的刀具比用熱軋鋼作的耐用;在大批生產中製造形狀複雜的刀具時常用模鍛,例如模鍛插齒刀、角度銑刀等。另外用鍛件還能比用熱軋鋼省材料,例如製造直徑 60~110 公厘的三面刃銑刀,用鍛件毛坯可比用熱軋鋼作毛坯省 6~10%〔1〕。

二 毛坯的技術要求

製出的刀具材料除了形狀、截面面積等等須要符合要求外,還要符合國家標準,否則就是廢品。檢驗刀具材料也要按國家標準,即對下列技術要求進行分析:

1. 化學成分:各種工具鋼都應有其固定的化學成分。例如高速鋼(△18)按國家標準就應當含 18% 左右的鎢及其他元素。工廠的出品應

① 凡六角括弧〔〕內的數字,係指本書附錄的參考書籍號數。

附有說明書，註明這種刀具材料的成份。

但是製造廠常常由於取樣是從鋼水中取出，以及一些其他問題，可能造成化驗上的錯誤。所以購買鋼材的廠方應自行化驗。化驗法是從鋼材上鑽出 10 克切屑，然後進行分析。如果第一次化驗後發現不對，再進行第二次化驗；如果第二次化驗後工具鋼的成份還是不對，製造廠就應換料。

毛 坯 公 差

(表 1)

毛坯 直徑 (公厘)	直 徑 公 差 (公厘)							
	鍛造工 具鋼	熱軋工 具鋼	合金鋼 及優質 炭素鋼	冷 軋 鋼			銀 亮 鋼	
	P18, P9 9XC, Y12A 等等	P18, P9 9XC, Y10A 等等	一般準 確度	級 (準確度)				
				III	IV	V	III	IV
8~10	—	+0.5	+0.4 -0.5	-0.03	-0.1	-0.2	-0.03	-0.10
11~14	—	+0.6		-0.035	-0.12	-0.24	-0.035	-0.12
15~19	—	+0.7						
20~24	—	+0.8		-0.045	-0.14	-0.28	-0.045	-0.14
25~30	—	+0.9	+0.5 -0.75					
31~36	—	+1.2		-0.05	-0.17	-0.34	—	—
37~40	—	+1.3						
40~50	+2.0	+1.4						
52~70	+2.5	+1.6	+0.7 -1.1	-0.06	-0.2	-0.4	—	—
73~78	+3.0	+2.0	+0.7 -1.1					
80~90	+3.0	+2.0	+0.8 -1.3	—	-0.23	-0.46	—	—
95~100	+3.5	+2.6	+0.8 -1.3					

2. 金相組織：工具鋼內如果內部引力均勻，其金相組織為粒形珠光體；如果金相組織為條形珠光體，這就是說金屬內部應力不均，所以作刀具的鋼材中，總是不允許條形珠光體存在的。

3 檢驗裂縫及暗縫：產生裂縫與暗縫的原因有二：(1)軋鋼前鋼

中有汽泡，經過軋鋼後，圓形的汽泡變成像綫一樣的縫，縫兩旁的金屬因為有汽泡相隔，不能連接在一起，所以成裂縫（見圖 1）；（2）鋼中原來有黑鐵皮等雜質。

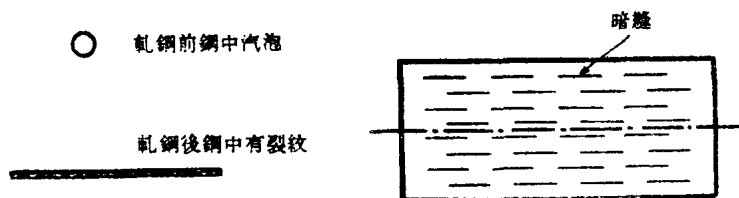


圖 [1]

圖 [2]

這種裂縫為害非常大。有了它，刀具熱處理時容易裂，並且有時看起來非常好的刀具，但在正常的工作條件下突然壞了，這種現象在銑刀上是常見的，所以一定要檢驗裂縫和暗縫。

明縫一看就能看出，容易檢查；暗縫的檢查法可在車床上車去外皮，看工件表面上有沒有裂縫（見圖 2）。

4. 檢驗脫炭層：

熱軋鋼坯時要過數次火，所以鋼材的表面有一層脫炭層存在。表面脫炭層的多少是按材料而不同，平均脫炭層深度約為 1~2 公厘。脫炭層內的金屬不能製造刀具，所以脫炭層一定要計算在加工餘量中。

一種鋼材的脫炭層深度 δ 除了按鋼材熱處理情況變化而外，鋼材直徑 D 也影響它（見圖 3）。直徑大時受熱多，表面燒去的炭就多，所以脫炭層就深。

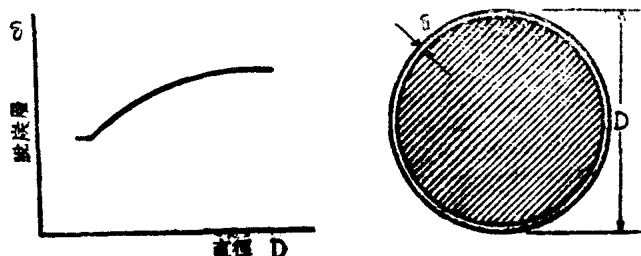


圖 [3]

假如鋼材的脫炭層超過了規定標準，那就應退貨。所以須要進行金

相組織檢查，或者在淬火以後，量出表面硬度及表面以內的硬度變化來，即求出脫炭層的深度。

脫炭層中，共有兩個區域：(1)完全脫炭區域；(2)部分脫炭區域。完全脫炭區域中金相組織為肥粒體；部分脫炭區域中則僅含炭量減少。所謂脫炭層深度，即為完全脫炭區域與部分脫炭區域的總和。脫炭層深度見表 2[2]。

脫炭層深度

〔表 2〕

炭素工具鋼	直徑或厚度(公厘)	5~15	16~30	31~50	52~70	75~100	105~150	155~180
	脫炭層深度(公厘)	0.45	0.6	0.85	1.1	1.35	1.75	2.5
合金工具鋼	直徑或厚度(公厘)	8~10	11~15	16~30	31~50	51~70	71以上	
	脫炭層深度(公厘)	0.35	0.45	0.50	0.65	1.00	1.5	
高 速 鋼	直徑或厚度(公厘)	5~15	16~30	31~50	51~70	71~80	81~100	
	P9	0.40	0.50	0.70	0.80	1.00	1.35	
	P18							
	P18M P9M	0.45	0.60	0.85	1.10	1.35	1.50	

5. 檢驗炭化鐵的分佈情況(即球化程度)：

由圖 4 中炭化鐵的分佈情況：可知鋼材 A 裏炭化鐵顆粒較大，且集中在幾處狹小範圍以內，這就是低球化鋼；而鋼材 B 內的炭化鐵顆粒較小，且均勻分佈在鋼材之中，這是高球化鋼。如果用鋼材 A 作刀具，淬火以後各處硬度就不均勻，所以刀具的切削性能就不穩定；並且由於各點強度不同，此種刀具就容易壞，因此應採用炭化鐵均勻分佈的鋼材作刀具毛坯。

檢驗炭化鐵分佈情況可利用金相組織檢查，金屬的球化程度共分 10 級(ГОСТ 5952~61)。如果球化程度比 5 低，此種鋼材就一定不能用，須要退貨。如果要求的球化程度在 8~9 左右，則比 5 大的鋼材都可以用；不過須要進行改良金相組織。改良的方法是毛坯直徑選小一些，切料時故意將鋼材切長些，然後再鍛粗；由於金屬遭到猛烈的鍛造，於是金屬內部的炭化鐵的分佈情況就改善了。不過愈細的料，因為鍛粗的多，所以愈是容易收效；而愈粗的料，因為鍛粗的少，所以收效不大。