



# 硬质合金 不重磨车刀

《硬质合金不重磨车刀》编写小组

上海市第一机电工业局科技组情报站

## 编 写 说 明

本书是在上海市第一机电工业局科技组领导和组织下，由上海机电工业七·二一工人大学、上海硬质合金厂、杨浦工具厂、上海机床厂、上海起重运输机械厂、上海塑料机械厂合编的。在编写过程中得到有关单位的热情帮助与支持，在此谨表示感谢。

由于编者水平所限，书中难免有缺点错误，望读者提出宝贵意见，批评指正。

一九七六年十月

# 目 录

|                                     |        |
|-------------------------------------|--------|
| 第一章 概论.....                         | ( 1 )  |
| § 1—1 大力推广使用硬质合金不重磨刀<br>具的重要意义..... | ( 1 )  |
| § 1—2 我国硬质合金不重磨刀具发展概况...            | ( 4 )  |
| 第二章 硬质合金不重磨刀片 .....                 | ( 6 )  |
| § 2—1 刀片材料的牌号、性能及用途.....            | ( 6 )  |
| § 2—2 硬质合金不重磨刀片的形式及参数...            | ( 12 ) |
| § 2—3 刀片的断屑槽型式、几何参数及<br>应用范围.....   | ( 19 ) |
| 第三章 硬质合金不重磨车刀的结构品<br>种和应用范围 .....   | ( 26 ) |
| § 3—1 硬质合金不重磨车刀的夹紧形式.....           | ( 26 ) |
| § 3—2 硬质合金不重磨车刀的代号.....             | ( 34 ) |
| § 3—3 硬质合金不重磨车刀的品种和适用<br>范围.....    | ( 36 ) |
| 第四章 硬质合金不重磨车刀的几何参<br>数和切削要素.....    | ( 46 ) |
| § 4—1 切削运动和工件上的几个表面.....            | ( 46 ) |

|       |                               |        |
|-------|-------------------------------|--------|
| § 4—2 | 硬质合金不重磨车刀的刀面、刀<br>刃和几何角度····· | ( 47 ) |
| § 4—3 | 硬质合金不重磨车刀角度的计算·····           | ( 54 ) |
| § 4—4 | 车刀的工作角度·····                  | ( 68 ) |
| § 4—5 | 切削要素·····                     | ( 70 ) |

## 第五章 硬质合金不重磨车刀的切削

|       |                 |         |
|-------|-----------------|---------|
|       | 规律·····         | ( 74 )  |
| § 5—1 | 切削变形·····       | ( 74 )  |
| § 5—2 | 断屑·····         | ( 81 )  |
| § 5—3 | 切削力·····        | ( 91 )  |
| § 5—4 | 切削热与切削温度·····   | ( 106 ) |
| § 5—5 | 刀具磨损与刀具耐用度····· | ( 109 ) |

## 第六章 硬质合金不重磨车刀的合理

|       |                            |         |
|-------|----------------------------|---------|
|       | 使用·····                    | ( 116 ) |
| § 6—1 | 硬质合金不重磨车刀的选择·····          | ( 116 ) |
| § 6—2 | 车削用量的选择·····               | ( 125 ) |
| § 6—3 | 硬质合金不重磨车刀使用时的注<br>意事项····· | ( 131 ) |
| § 6—4 | 硬质合金不重磨车刀使用经验·····         | ( 134 ) |

# 第一章 概 论

## § 1—1 大力推广使用硬质合金不重磨 刀具的重要意义

为了使金属切削过程能够顺利进行，达到高产、优质、低成本的目的，刀具应具有良好的切削性能，同时应尽可能减少由于装拆、调整及刃磨刀具所耗费的辅助工时。在各级党委领导下广大金切工人和技术人员认真贯彻“鞍钢宪法”，坚持“独立自主，自力更生”的伟大方针，在生产斗争和科学实验的实践中，大搞刀具技术革新，不断地从刀具材料、刀具切削部分的几何参数、刀具结构以及刀具本身的制造工艺等方面进行改革，创造了大量先进刀具，促进了机械工业的发展。

毛主席教导我们：“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”硬质合金不重磨刀具就是在不断总结生产实践经验的基础上发展起来的一种新型刀具。其主要特点是：在多边形硬质合金刀片上作出成可用的槽型和几何参数；用机械夹固的方法将刀片紧固在刀杆（或刀体）上；操作者无需磨刀便可直接使用；当刃口用钝后将刀片转位使用新刃口，全部刃口用钝后，只需更换刀片便可继续使用。

生产实践证明：使用硬质合金不重磨刀具可以提高切削

效率，减少辅助工时，提高劳动生产率，节省制造刀杆（或刀体）的材料和费用，改善劳动条件，减轻劳动强度，提高机械工业的加工技术水平，对多快好省地发展机械工业具有显著作用。

### **一、使用硬质合金不重磨刀具可以提高劳动生产率，改善劳动条件，减轻劳动强度。**

由于不重磨刀具采用具有现成可用的槽型和几何参数的多边形可转位刀片，只要根据具体加工条件选用合适的刀片及切削用量，便可直接投入使用，并能获得稳定的断屑效果和保证加工精度，从而显著减少了换刀、磨刀、对刀等辅助工时。（以车刀为例，据统计仅为焊接式车刀的三分之一左右）。因此使机床能得到较充分的利用，并改善了劳动条件，减轻了劳动强度。此外，由于不重磨刀具采用机械夹固式，刀片无需焊接，故可保持其原有的金相组织、硬度和其它性能，使刀具耐用度显著提高。许多工厂的使用经验证明：可比焊接式刀具的耐用度提高一倍以上。因此可以采用较高的切削速度和较大的走刀量，从而提高了切削效率。一般在普通车床上使用不重磨刀具后，生产效率可提高百分之五十，而在重型车床、立式车床和铣床上使用时，生产效率普遍能提高一倍以上。

### **二、使用硬质合金不重磨刀具可以节省大量制造刀具的钢材和工时，并能提高硬质合金的利用率，从而降低制造刀具的费用。**

由于不重磨刀具的刀杆（或刀体）可以多次重复使用，而且可以一杆多用（在同一刀杆上可以配装不同牌号及几种代号的刀片），因此显著节省了制造刀具的钢材和工时。此

外，由于采用机械夹固式，故完全避免了硬质合金因焊接而造成的损失，用钝后的旧刀片还可以由硬质合金厂回收利用或者由使用厂进行修磨后再次投入使用，因此可使硬质合金的利用率提高，为国家节约稀有金属材料 and 资金。

### **三、使用硬质合金不重磨刀具有利于更普遍地推广先进刀具，促进先进技术的发展。**

以前，由于技术上的差异，刃磨水平的高低不等，往往使一些先进刀具未能得到普遍推广。使用不重磨刀具后，便有可能将某些先进刀具的槽型、几何参数移植到刀片上，由硬质合金厂直接压制出来，因此可以更加广泛地推广和使用先进刀具，普遍提高金属切削的效率。同时，使用不重磨刀具后，为研制难加工材料用的新牌号硬质合金刀片，以及表面涂层刀片的发展提供了一条比较理想的途径。此外，随着金属切削机床控制技术的发展，涌现了一批数控机床、群控线和自动线等，这些机床急需新型刀具与之相适应。由于不重磨刀具具有稳定的断屑效果、较高的换刀定位精度和较快的换刀速度，以及较高的刀具耐用度，才能使这些先进技术充分发挥其应有的效能。

**四、使用硬质合金不重磨刀具有利于刀具的标准化，便于组织集中生产，可以提高刀具制造的质量，提高生产率，降低成本。**此外，由于刀具的品种、规格较焊接式刀具少，经常需要储备与调换的是刀片，因此供、管、用均比较方便。

综上所述可以看出：大力推广使用硬质合金不重磨刀具对于多快好省地发展机械工业具有重要的意义。



## § 1—2 我国硬质合金不重磨 刀具发展概况

硬质合金不重磨刀具使用的时间还不长。我国最初是在洛阳轴承厂308轴承环自动线上使用。无产阶级文化大革命以前，虽然有些工厂制造与使用这种刀具，但不广泛。通过无产阶级文化大革命以后，硬质合金不重磨刀具才有了较大的发展。

在毛主席无产阶级革命路线的光辉指引下，战斗在金属切削第一线的广大工人大搞刀具技术革新，创造了许多新型的硬质合金不重磨刀具。第一机械工业部和冶金工业部曾几次召开经验交流会，并安排不重磨刀具的扩大生产和推广计划，为迅速发展这种刀具创造了有利条件。国家计划委员会和第一机械工业部将硬质合金不重磨刀具列入全国（部）新工艺、新技术的重点推广项目，肯定了硬质合金不重磨刀具在我国刀具改革中的重要地位。一九七四年第一机械工业部决定以汽车、轴承、农机、机床行业为重点，进一步推广硬质合金不重磨刀具，并正式颁布了“硬质合金不重磨刀片尺寸系列与技术要求”试行标准，随后又组织了硬质合金不重磨车刀与铣刀的联合设计。

近几年来，我国在原有不重磨刀片品种基础上，又新制了带有 $8^\circ$ 副偏角的刀片、凹圆弧形刀片、带负刃倾角的刀片、加工铸铁的刀片以及碳化钛和氮化钛涂层刀片等。硬质合金不重磨刀具的使用范围也不断扩大，许多工厂制造了不重磨内孔镗刀、不重磨内、外螺纹刀、不重磨割刀、不重磨重型车刀、多种结构型式的不重磨铣刀、不重磨微调镗刀、不重

磨深孔钻、不重磨套料刀、不重磨组合刀具等，获得了良好的使用效果。此外，有些工厂将“优选法”运用到硬质合金不重磨刀具的切削用量选择上，使生产效率有了显著提高。

同任何新工艺、新技术一样，硬质合金不重磨刀具也有一个逐步完善的过程。目前这种刀具的槽型、几何参数、夹紧形式等还存在着一些有待于研究的问题，品种也有待于进一步扩大。我们相信在各级党委领导下，在广大金切工人和技术人员的共同努力下，这种刀具和其他新工艺、新技术一样，一定能够得到更快的发展与提高。

让我们高举毛主席的伟大旗帜，坚决响应华主席为首的党中央伟大号召，掀起工业学大庆，普及大庆式企业的群众运动，抓革命、促生产，大搞技术革命，努力做好硬质合金不重磨刀具的经验总结、研究和推广工作，为在本世纪内全面实现农业、工业、国防和科学技术的现代化，建设一个社会主义的伟大强国而奋斗。

## 第二章 硬质合金不重磨刀片

### § 2—1 刀片材料的牌号、性能及用途

硬质合金经过半个多世纪的发展，已成为目前制造切削工具的常用材料。

硬质合金是用粉末冶金法制造的，它由硬度和熔点很高的碳化物（碳化钨、碳化钛、碳化铌、碳化钽等）和胶结金属（钴或镍等）组成。

硬质合金的硬度较高（ $H_{RA}=89\sim93$ ），耐磨性较好。尤其可贵的是硬质合金的红硬性较好，在  $500^{\circ}\text{C}$  以下时其硬度维持不变。当温度高于  $500^{\circ}\text{C}$  时才有较明显的下降，但在  $1000\sim1100^{\circ}\text{C}$  时仍有  $H_{RA}=73\sim76$  的硬度。因此，硬质合金能采用比高速钢高几倍甚至十几倍的切削速度，并能切削工具钢刀具无法切削的难加工材料。

目前我国生产的硬质合金按其化学成份和使用特性分为四类：

钨钴合金（YG）：由  $\text{WC}+\text{Co}$  组成；

钨钛钴合金（YT）：由  $\text{WC}+\text{TiC}+\text{Co}$  组成；

在 YG 类或 YT 类合金基础上添加稀有金属碳化物（ $\text{TaC}$ 、 $\text{NbC}$ ）的合金：由  $\text{WC}+\text{TaC}(\text{NbC})+\text{Co}$  或者由  $\text{WC}+\text{TiC}+\text{TaC}(\text{NbC})+\text{Co}$  组成；

镍钼钛系合金：又称碳化钛镍钼合金，由  $\text{TiC}+\text{Ni}+\text{Mo}$  组成。

表 2—1 是目前生产硬质合金刀片所用的牌号、成份和性能。

各种牌号硬质合金的用途介绍如下：

钨钴合金 (YG)：其韧性与导热性较好，但与钢的粘结温度较低，一般主要用于加工铸铁、有色金属或有色金属合金。在低速下，有时也用来加工某些钢材，例如：YG6X 可用于加工奥氏体不锈钢、耐热合金钢。一般来讲，钨钴合金中钴的含量愈多，韧性愈大，愈不怕冲击，但耐磨性相应下降。常用牌号有：

YG3 合金：用于无冲击和切削断面均匀的外圆和内孔的精加工和半精加工。

YG6 合金：用于铸铁、有色金属及其合金的半精加工和粗加工，非金属材料的切削加工。

YG6X 合金：属细晶粒钨钴合金，其硬度和耐磨性较 YG6 合金高，使用强度近于 YG6 合金。适用于加工冷硬铸铁、耐热合金钢，也可以用于普通铸铁的精加工。

YG8 合金：使用强度较高，抗冲击性能较 YG6 合金好，但耐磨性和容许的切削速度较低。适用于铸铁、有色金属及其合金与非金属材料加工，不平整断面和断续切削时的粗车、粗刨、粗铣、钻一般孔、深孔及扩孔等。

钨钛钴合金 (YT)：其耐磨性、耐热性较钨钴合金高，但抗弯强度和冲击韧性较钨钴合金差，主要用于加工钢材。一般来讲，含钛量愈多，硬度、耐磨性愈高，但抗弯强度有所降低，性能变脆。常用牌号有：

YT5 合金：是钨钛钴合金中强度最高、抗冲击性能最好的一个牌号，不易崩刃，但耐磨性较差。适用于碳素钢及合

表 2—1 硬质合金的牌号、成份和性能

| 类 型                | 牌 号  | 化 学 成 份 (%) |     |              |    |     | 物 理 机 械 性 能                 |                          |                                         |
|--------------------|------|-------------|-----|--------------|----|-----|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|
|                    |      | WC          | TiC | TaC<br>(NbC) | Co | 其 它 | 比 重<br>(克/厘米 <sup>3</sup> ) | 硬 度<br>( $\geq H_{RA}$ ) | 抗 弯 强 度<br>$\geq$ (公斤/毫米 <sup>2</sup> ) |
| 钨<br>钴 合 金<br>(YG) | YG3  | 97          |     |              | 3  |     | 15.0~15.3                   | 91                       | 120                                     |
|                    | YG6  | 94          |     |              | 6  |     | 14.6~15.0                   | 89.5                     | 140                                     |
|                    | YG6X | 94          |     |              | 6  |     | 14.6~15.0                   | 91                       | 135                                     |
|                    | YG8  | 92          |     |              | 8  |     | 14.4~14.8                   | 89                       | 150                                     |
| 钨 钛 钴 合 金<br>(YT)  | YT5  | 85          | 5   |              | 10 |     | 12.5~13.2                   | 89.5                     | 130                                     |
|                    | YT14 | 78          | 14  |              | 8  |     | 11.2~11.3                   | 90.5                     | 120                                     |
|                    | YT15 | 79          | 15  |              | 6  |     | 11.05~11.3                  | 91                       | 115                                     |
|                    | YT30 | 66          | 30  |              | 4  |     | 9.35~9.7                    | 92.8                     | 90                                      |

续表.

| 类 型             | 牌 号  | 化 学 成 份 (%) |      |              |    | 物 理 机 械 性 能    |                             |                          |                                         |
|-----------------|------|-------------|------|--------------|----|----------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|
|                 |      | WC          | TiC  | TaC<br>(NbC) | Co | 其 它            | 比 重<br>(克/厘米 <sup>3</sup> ) | 硬 度<br>( $\geq H_{RA}$ ) | 抗 弯 强 度<br>$\geq$ (公斤/毫米 <sup>2</sup> ) |
| 添加稀有金属<br>碳化物合金 | YA6  | 93~91       |      | 1~3          | 6  |                | 14.6~15.0                   | 92                       | 140                                     |
|                 | YW   | 87~81       | 6~10 | 1~3          | 6  |                | 12.6~13.0                   | 92~92.5                  | 140~188                                 |
|                 | YW2  | 85          | 4    | 4            | 7  |                | 12.4~12.9                   | 91                       | 150                                     |
| 镍 钼 钛<br>系 合 金  | YN10 | 15          | 62   | 1            |    | Ni-12<br>Mo-10 | 6.3                         | 92.5                     | 110~125                                 |

注: 合金牌号符号说明:

Y—硬质合金(汉语拼音字头,下同)

G—钴,其后数字表示合金中的含钴量

C—粗颗粒合金

X—细颗粒合金

T—钛,其后数字表示合金中的TiC含量

A—含TaC(NbC)的钨钴类合金

W—通用合金

N—不含钴的镍作胶结剂的合金

(目前有些单位试制了一些新牌号与上面讲的含义不同则不在此列。)

金钢，包括钢锻件、冲压件及铸件的表皮加工，以及不平整断面和断续切削时的粗车、粗刨、半精刨、不连续面的粗铣及钻孔等。

YT14 合金：使用强度高，抗冲击性能好，但较 YT5 合金稍差，而耐磨性和容许的切削速度较 YT5 合金高。适用于碳素钢及合金钢加工中不平整断面和连续切削时的粗车、间断切削时的半精车及精车、连续面的粗铣、铸孔的扩钻等。

YT15 合金：耐磨性优于 YT14，但抗冲击韧性较 YT14 合金差。适用于碳素钢及合金钢加工中连续切削时的粗车、半精车及精车，间断切削时的小断面精车，旋风车丝，连续面的半精铣和精铣、孔的精扩等。

YT30 合金：耐磨性和容许的切削速度较 YT15 合金高，但使用强度和冲击韧性差。适用于碳素钢及合金钢的精加工，如小断面精车、精镗、精扩等。

添加稀有金属碳化物合金：由于加入了一些碳化钽 (TaC) 或碳化铌 (NbC) 细化了晶粒，能提高其红硬性、耐磨性和抗氧化性，在加工特殊钢材时效果显著。常用牌号有：

YA6 合金：属细晶粒钨钴合金，由于加入了少量稀有金属碳化物，其耐磨性较 YG6 合金高，并具备一定的通用性。适用于冷硬铸铁、有色金属及其合金的半精加工，亦适用于高锰钢、淬火钢及合金钢的半精加工和精加工。

YW 合金：红硬性较好，能承受一定的冲击负荷，是一种通用性较好的合金。适用于耐热钢、高锰钢、不锈钢等难加工钢材的精加工和半精加工，也适用于一般钢材和普通铸铁及有色金属的精加工和半精加工。

YW2 合金：耐磨性稍次于 YW 合金，但使用强度较 YW

合金高,能承受较大的冲击负荷。适用于耐热钢、高锰钢、不锈钢及高级合金钢等难加工钢材的粗加工和半精加工,亦适用于一般钢材和普通铸铁及有色金属的粗加工和半精加工。

镍钼钛系合金:如近年少量投产的 YN10,它在耐磨性方面比 YT 合金高 0.2~2 倍,接近陶瓷刀具,在抗弯强度和韧性方面接近 YT30 合金。与 YT30 相比,其焊接和刃磨性能好,不易产生裂纹、崩刃。适用于碳素钢、各种合金钢、工具钢、淬火钢等金属材料连续切削时的精加工。对于尺寸较大或表面光洁度要求较高的工件的精加工,效果尤为显著。

最近几年出现了表面涂层硬质合金。表面涂层硬质合金是在韧性比较好的硬质合金基体上涂复一层硬度和耐磨性更高、厚度只有几微米的涂复层。这样既保持了刀片基体有一定的抗弯强度,又使刀片表面具有更高的耐磨性,从而提高了刀具的耐用度,一般可提高 2~4 倍。目前我国已试制成碳化钛、氮化钛二类硬质合金涂层刀片。

碳化钛涂层刀片:在  $\text{TiCl}_4$ 、 $\text{CH}_4$  及  $\text{H}_2$  的混合气体中,用气相沉积法将碳化钛涂复在刀片上,涂层厚度为 4~5 微米。碳化钛涂层不仅具有高的耐磨性,而且热稳定性较高,可使扩散作用减少,尤其是刀片上的脱碳现象减小,从而减少热磨损,提高了刀具的耐用度。由于表面晶粒极细,切削时几乎不产生积屑瘤,因此提高了加工表面的光洁度。目前上海硬质合金厂生产的主要牌号有:以 YG8 为基体的 CG8;以 YT5、YT15 为基体的 CT5 和 CT15,适用于连续表面的精加工。

氮化钛涂层刀片:这类涂层刀片的硬度比碳化钛涂层的略低,但其韧性比  $\text{TiC}$  涂层高。 $\text{TiN}$  涂层能降低工件和刀具



之间的摩擦力，减少切削力并降低切削温度，从而可以提高切削速度。此外，切屑能较自由地流出，可使加工表面光洁度提高。在加工时，尤其是高速切削时，刀具和切屑之间形成一层氧化钛薄膜，此薄膜能防止切屑和刀片之间的相互扩散。有些氮化钛会进入碳化钨基体内，这样即使 TiN 涂层磨掉后刀片仍具有良好的切削性能。高温时 TiN 的氧化程度比碳化钨基硬质合金更小，因而对基体的碳化物具有一定的保护作用。TiN 涂层硬质合金抗月牙洼磨损性能好，最适宜于加工钢或其它切屑易粘在刀具前面上的材料。氮化钛涂层为 7 微米厚。目前上海硬质合金厂生产的主要牌号有：以 YG8 为基体的 NG8；以 YT5、YT15 为基体的 NT5、NT15。

硬质合金是一种切削性能较好的刀具材料，它的牌号很多，各有一定的适用范围，应根据具体条件合理选择使用。否则，会造成刀具的浪费，引起生产率和质量的下降。选用硬质合金，主要是在红硬性和坚韧性之间取舍。YG 类合金的韧性较好，但它的红硬性较差，与钢的粘结温度较低，故适用于切削铸铁、有色金属及其合金、非金属材料等。YT 类合金红硬性好，但韧性差，故适用于切削碳素钢和合金钢等。但在一些特殊情况下应该灵活应用。如有冲击载荷时或切削淬火钢等难加工钢材时，可以采用 YG 类合金。同理，粗加工要用含钴量多的牌号，精加工要用含钴量少的牌号。

## § 2—2 硬质合金不重磨刀片的形式及参数

目前使用的硬质合金不重磨刀片，均由硬质合金厂按部颁标准进行生产。这里我们将根据第一机械工业部部颁标