

硬质合金综合样本

# CARBIDE BLANKS



AXISMATERIA LTD.

艾克西思股份有限公司

邮编 675-1322 兵库县小野市匠台 1 号 TEL :+81-794-62-8535 FAX :+81-794-62-8536 [https://www.axismateria.co.jp/aml\\_en](https://www.axismateria.co.jp/aml_en)



AXISMATERIA LTD.

INTRODUCTION

## 创造未来社会的新时代科技

硬质合金是拥有仅次于金刚石硬度的人造素材，是从汽车产业到移动终端、计算机等高性能移动设备制造中不可或缺的素材。

近年来，客户对能够更快和更精确地加工的需求正在增加，并且对使用硬质合金作为材料的诸如钻头和立铣刀等切削工具的需求也在增加。此外，它作为一种优秀的材料，在制造各种工具如模具，切削工具和粉碎工具的领域中也发挥着积极的作用。

这其中，我们在移动设备的核心部位的印制电路板钻孔用小径钻头的材料领域拥有世界最大的市场占有率。

先进的研发体制下诞生的最新硬质合金，结合最新的设备和划时代的生产技术，可以更快地提供更高质量的硬质合金素材。

今后我们会继续真挚的面对客户的要求，为创造一个舒适的未来社会做出贡献。

# CARBIDE BLANKS

## CONTENTS

- 01 INTRODUCTION  
创造未来社会的新时代科技
- 05 COMPANY PROFILE  
公司概况 / 沿革 / 企业理念
- 07 硬质合金的简介 / 硬质合金的应用 /  
硬质合金的制造工艺
- 09 硬质合金的特性

## PRODUCT

### 1.1 BLANKS FOR ROUND TOOLS

- 1.3 旋转类刀具用硬质合金素材
- 1.5 实心毛坯圆棒素材 / 尺寸一览
- 1.7 钻头用内冷棒料
- 1.9 成型毛坯棒料

## PRODUCT

### 2.1 BLANKS FOR VARIOUS CUTTING TOOLS, WEAR RESISTANT TOOLS, DIES & MOLDS

- 2.3 切削 / 耐磨工具、耐磨零部件用硬质合金素材
- 2.4 材质分布图
- 2.5 材质的特性值 (代表数值)
- 2.7 材质的特性和用途
- 2.8 切削 / 耐磨工具·耐磨零部件素材的可制造范围
- 2.9 切削工具素材
- 3.0 耐磨工具·零部件素材
- 3.1 刀具素材
- 3.2 模具素材
- 3.3 玻璃镜片模具用极微量结合剂硬质合金
- 3.4 耐腐蚀硬质合金
- 3.5 强耐磨素材
- 3.6 圆锯素材
- 3.7 圆锯素材的材质特性
- 3.8 圆锯素材的形状
- 3.9 圆锯素材的型号列表



## COMPANY PROFILE

艾克西思股份有限公司，由住友电工硬质合金股份有限公司出资60%，联合材料股份有限公司出资40%。是住友电气工业股份有限公司100%的子公司。为了不仅给住友电工集团提供制造硬质合金工具的素材，而且也为住友电工以外的硬质合金切削工具，耐磨工具，采矿工具等工具厂商提供高品质的硬质合金素材，敝公司于2000年成立。现在接近9成的产品都销售给住友电工集团以外的客户。

自公司成立之初就已投入生产的用于印制电路板钻孔的小径钻头的超硬素材，以超微粒的碳化钨为原料，具有高硬度和高韧性，该产品在世界上拥有压倒性的市场占有率。此外，该技术还应用于普通钻头・立铣刀材料和模具材料等，我们将努力提供对性能要求越来越高的硬质合金素材。

能够稳定地采购到作为稀有金属的钨是事业发展的基石。为此，住友电气工业致力于多元化钨矿石的采购和钨废料的回收，并始终坚持确保从矿石和废料的精炼到碳化过程都在住友电工集团内部完成，从而确保了原料的稳定性。

在硬质合金的研究和开发方面，母公司住友电工硬质合金股份有限公司研究所的粉末合金创新中心与敝公司位于同一地点，原料和材质的研发都在工厂邻近的地点进行，从而实现了品质的改良和缩短开发周期的目的。



### 公司概要

|      |                                                                 |                           |     |
|------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------|-----|
| 公司名称 | 艾克西思股份有限公司                                                      |                           |     |
| 成立年月 | 2000年8月                                                         |                           |     |
| 资本金  | 4亿9千万日元                                                         | 住友电工硬质合金股份有限公司            | 60% |
|      |                                                                 | 联合材料股份有限公司                | 40% |
| 总经理  | 泽园善充                                                            |                           |     |
| 员工   | 295名(2019年7月)                                                   |                           |     |
| 面积   | 占地面积                                                            | 55,000m <sup>2</sup>      |     |
|      | 建筑面积                                                            | A1栋 10,100 m <sup>2</sup> |     |
|      |                                                                 | A2栋 7,600m <sup>2</sup>   |     |
| 产品   | 用于印制电路板加工的微小径钻头用硬质合金素材<br>钻头・立铣刀等旋转类工具用的硬质合金素材<br>其他各种用途的硬质合金素材 |                           |     |
| 公司地址 | 邮编675-1322<br>日本兵库县小野市匠台1号(小野工业园区)                              |                           |     |



### 沿革

|       |                                     |
|-------|-------------------------------------|
| 1928年 | 住友电线制造所(现在的住友电工)成功开发出拉丝模用的硬质合金      |
| 1931年 | 开始生产销售硬质合金工具「IGETALLOY」             |
| 2000年 | 艾克西思股份有限公司成立                        |
| 2001年 | 开始生产・出货印制电路板用微钻以及一般钻头・立铣刀用的硬质合金素材   |
| 2005年 | 开始转移住友电工硬质合金股份有限公司(伊丹工厂)的现存硬质合金素材产品 |
| 2010年 | 完成上述转移, 关闭伊丹合金工厂                    |
| 2012年 | 建成了粉末合金革新中心(PMIC)                   |
| 2016年 | 建成新厂房(A2)                           |

### 企业理念

「努力成为对客户有用的公司」

不仅让客户满足, 而且还能提供让客户感动的产品和服务的公司

「努力成为员工满足度高, 履行社会责任的公司」

成为员工可感受到工作的价值, 通过岗位得以成长的公司

成为能推进遵守法律法规, 保护环境, 重视安全的公司

「以世界最高的品质来履行对客户的供给责任」

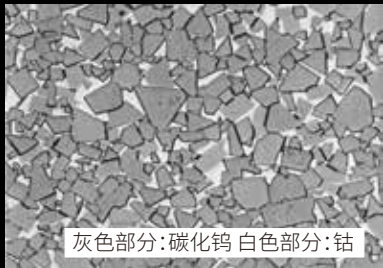


# 硬质合金简介

1923年德国发明了碳化钨(WC)粉末,并和作为结合金属的钴(Co)一起高温烧结而成。必要时也会加入碳化钛(TiC)或是碳化钽(TaC)等。特点是硬度高,特别是和其他金属相比在高温时硬度也不会降低。另外热传导性高也是其特点之一。

## 硬质合金的组织照片

▼ 代表性的硬质合金组织



灰色部分:碳化钨 白色部分:钴

## 硬质合金的特性(和工具钢进行比较)

(以下数值为WC-7%钴组成的用于耐磨的硬质合金和工具钢的比较)

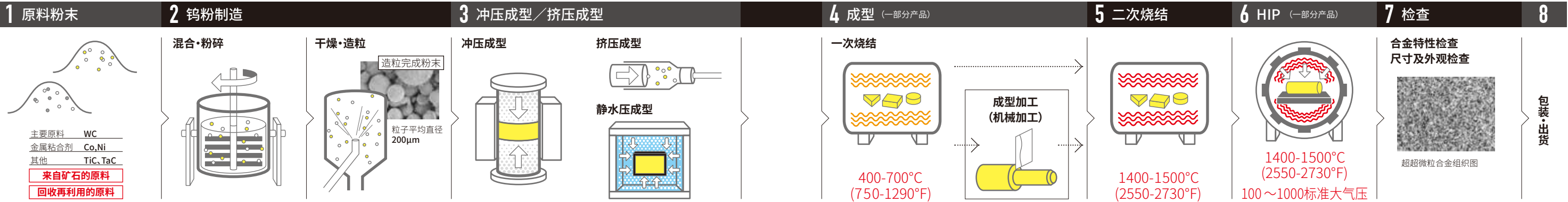
用于耐磨工具的时候,可以提高工件的尺寸精度。

|            |                                           |                 |
|------------|-------------------------------------------|-----------------|
| 不易磨耗       | ← 硬<br>(Hv:15GPa)                         | 硬度是<br>约为工具钢的2倍 |
| 不易弹性变形     | ← 杨氏模量大<br>(E:620GPa)                     | 约为工具钢的3倍        |
| 不易塑性变形     | ← 压缩强度大<br>( $\sigma$ :5.3GPa)            | 约为工具钢的2倍        |
| 热膨胀小       | → 热膨胀系数为<br>( $\alpha$ :4.9×10-6dega-1)   | 约为工具钢的一半        |
| 导热性好       | ← 热传导率大<br>( $\kappa$ :0.19cal/cm sec.°C) | 约为工具钢的5倍        |
| 性能不会因加热而降低 | → 耐热性好                                    |                 |
| 不易腐蚀       | → 可制成耐腐蚀合金<br>(WC-Ni-Cr系列)                |                 |

# 硬质合金的应用

由于具有该特长,被应用于数控车床,加工中心上的切削工具的刀头和模具等。和以往经过热处理的钢制工具相比,实现突飞猛进的速度和寿命的提高,且其使用量都在逐年增加。硬质合金工具所加工的产品被广泛应用在汽车,建机用发动机,减速机,飞机的引擎,机体,发电机,挖掘机,模具,电子设备等很多加工领域。

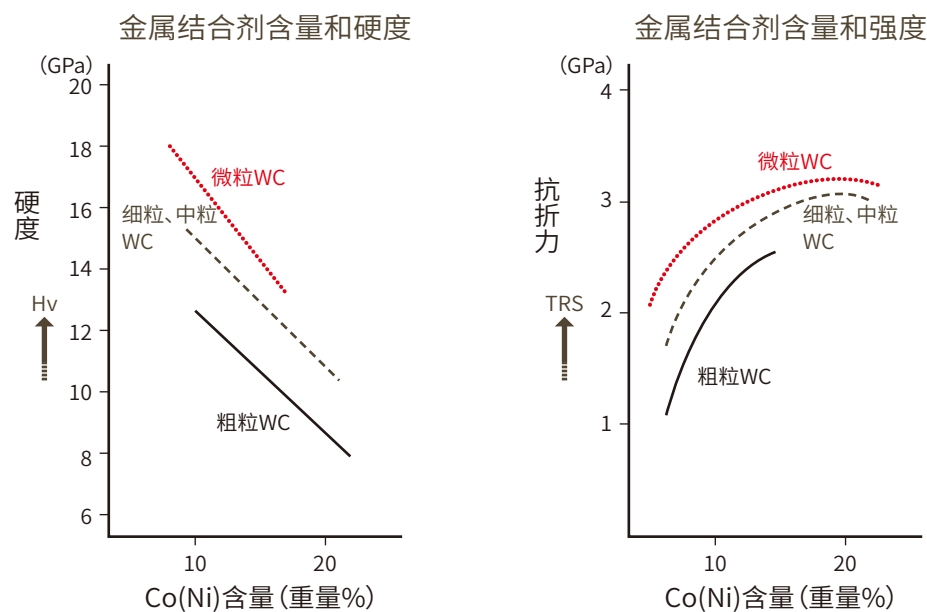
# 硬质合金的制造工艺





# 硬质合金的特性

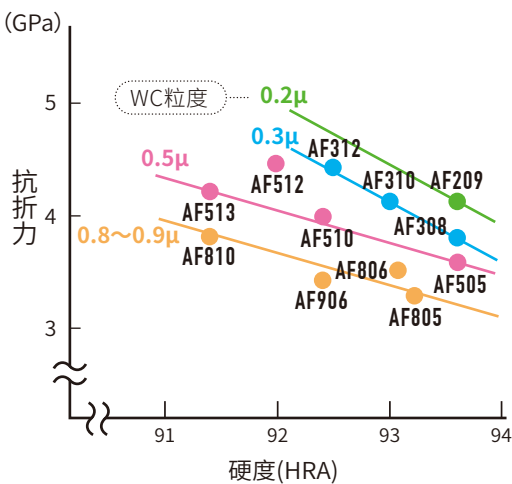
## 合金组织(粒度、Co含量)和特性(硬度、抗折力)



硬质合金的物质特性(硬度、抗折力)随着结合剂的含量和碳化钨(WC)的粒度大小而变化。

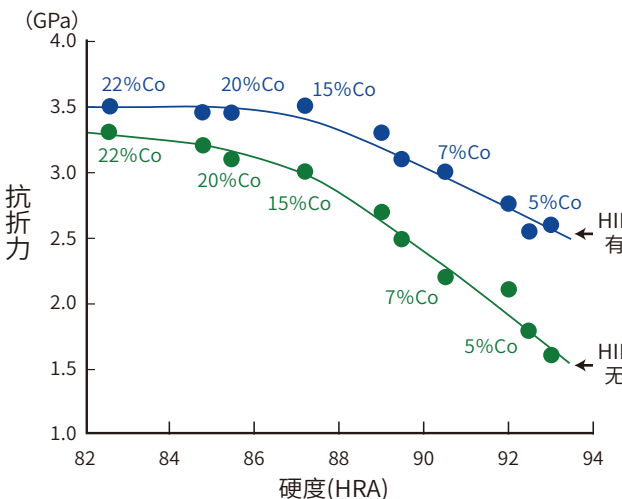
Co的含量增加时硬度便会降低, 抗折力则会增加。相反, Co的含量降低, 硬度便会增加, 抗折力则会降低。

## 粒度和硬度·抗折力



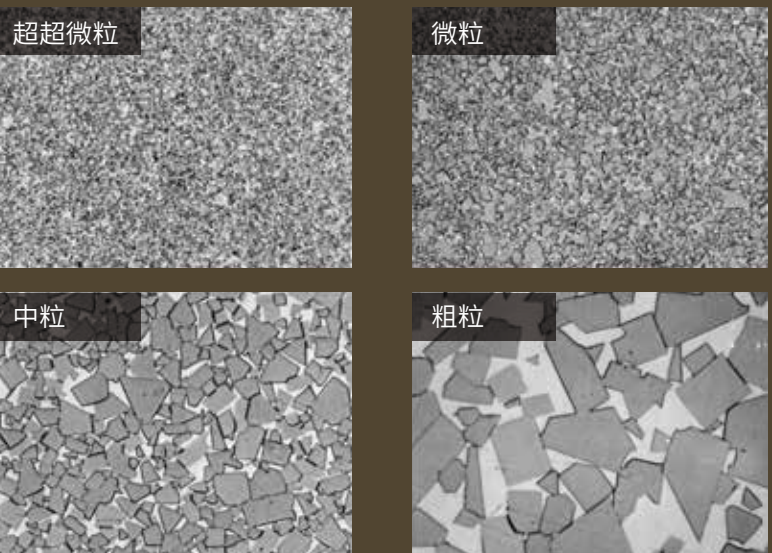
利用更加细小的碳化钨的微粒可以提高抗折力和硬度。但是, 同时破坏韧性也会因为碳化钨微粒过小而降低。(请参考下述「合金组织(粒度)和破坏韧性」)

## 通过HIP处理改善抗折力



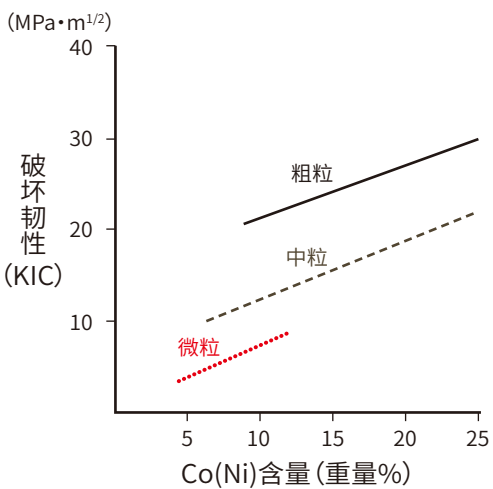
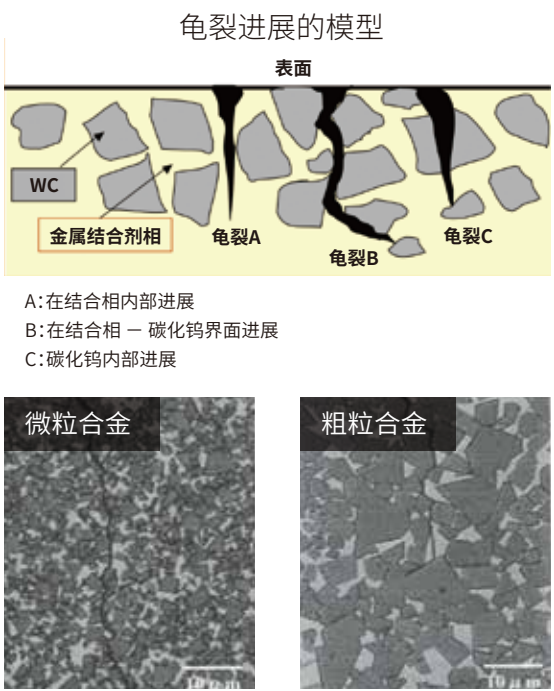
本公司所有圆棒素材都经过HIP处理。这样可以得到更加致密的组织结构从而增强抗折力。  
\*HIP(Hot Isostatic Pressing)是使用氩气为加压媒介, 在烧结炉内对合金进行高温高压的处理。

## 各种粒度的硬质合金



立铣刀和钻头一般使用WC粒子直径小于1微米的超超微粒或是超微粒硬质合金。

## 合金组织(粒度)和破坏韧性



使用粗粒的碳化钨材质可以有效的防止龟裂的发展, 同时也可以防止刃尖部分的崩损。

从多年的业绩和技术中孕育而生的  
高性能·高品质

## 旋转类刀具素材

我们不仅可以制造实心的圆棒素材,也可以制造带有螺旋油孔,以及盲孔附加Y形孔的圆棒素材。还可以在烧结前进行成型加工,可以磨段差、倒角、容屑槽、先端角等。通过尽可能的制造出接近客户的最终成品形状,以减少研磨量,进而使客户降低生产成本。还可以加工外圆磨的凸,凹中心轴。成型加工的详细内容请参照第19页。

# BLANKS FOR ROUND TOOLS



旋转类刀具用硬质合金素材

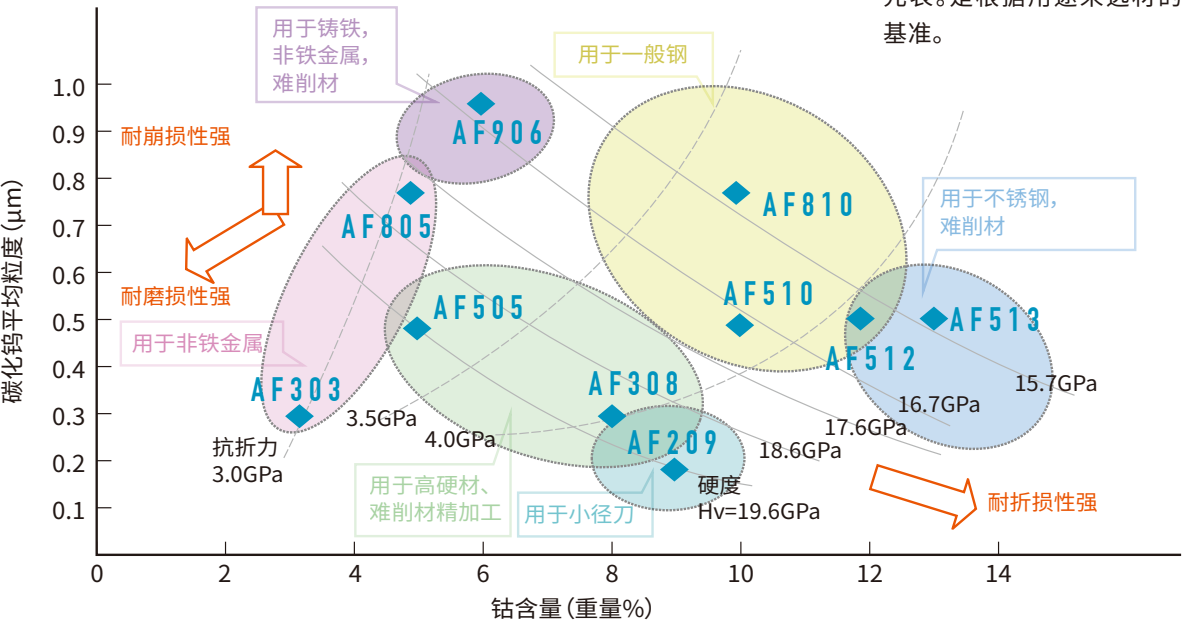
硬质合金挤压成型棒料  
材质一览表



| 类别  | 材质     | ISO<br>分类记号 | 合金特性                    |                |              |               |              |                                                         |               |
|-----|--------|-------------|-------------------------|----------------|--------------|---------------|--------------|---------------------------------------------------------|---------------|
|     |        |             | 粒度<br>( $\mu\text{m}$ ) | 结合剂含量<br>(重量%) | 抗折力<br>(GPa) | 洛氏硬度<br>(HRA) | 维氏硬度<br>(HV) | 断裂韧性<br>$K_{IC}$<br>( $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ ) | 杨氏模量<br>(GPa) |
| 超微粒 | AF209  | ---         | 0.2                     | 9              | 4.0          | 93.5          | 20.4         | 5.5                                                     | 610           |
|     | AF308  | ---         | 0.3                     | 8              | 3.8          | 93.6          | 19.4         | 6.0                                                     | 610           |
|     | AF310* | ---         | 0.3                     | 10             | 4.1          | 93.0          | 18.1         | 7.3                                                     | 590           |
|     | AF312  | ---         | 0.3                     | 12             | 4.4          | 92.5          | 17.3         | 8.3                                                     | 570           |
| 超微粒 | AF505* | ---         | 0.5                     | 5              | 3.6          | 93.6          | 20.1         | 6.7                                                     | 650           |
|     | AF510  | ---         | 0.5                     | 10             | 4.0          | 92.4          | 17.0         | 8.2                                                     | -             |
|     | AF512  | ---         | 0.5                     | 12             | 4.4          | 92.0          | 16.3         | 9.0                                                     | -             |
|     | AF513  | ---         | 0.5                     | 13             | 4.2          | 91.4          | 15.6         | 8.6                                                     | 560           |
| 微粒  | AF805  | K01         | 0.8                     | 5              | 3.3          | 93.2          | 17.7         | 6.3                                                     | 660           |
|     | AF806* | K10         | 0.8                     | 6              | 3.5          | 93.0          | 17.6         | 7.5                                                     | 640           |
|     | AF810  | K30         | 0.8                     | 10             | 3.8          | 91.4          | 15.2         | 9.9                                                     | -             |
|     | AF906  | K10         | 0.9                     | 6              | 3.4          | 92.4          | 17.3         | 6.5                                                     | -             |

\*标记为用于印制电路板工具的专用素材

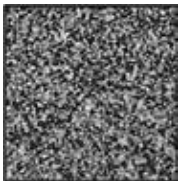
用于立铣刀硬质合金材质的选择



下图为【耐磨损】【耐折损】【耐崩损】的三个矢量的二次元表。是根据用途来选材的基准。

根据用途和被切削材料的种类推荐材质

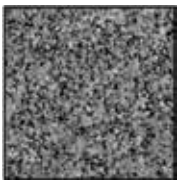
超超微粒合金



AF312

粒度:0.3 $\mu\text{m}$

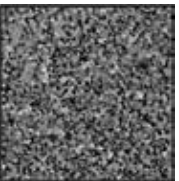
超微粒合金



AF510

粒度:0.5 $\mu\text{m}$

微粒合金



AF810

粒度:0.8 $\mu\text{m}$

| 材质    | 用途  |    | 被加工材料 |     |      |     |     |       |    |     |     |
|-------|-----|----|-------|-----|------|-----|-----|-------|----|-----|-----|
|       | 立铣刀 | 钻头 | 软钢    | 一般钢 | 高硬度材 | 不锈钢 | 钛合金 | 镍铬铁合金 | 铸铁 | 铝合金 | 铜合金 |
| AF209 | ●   | ●  | ○     | ○   | ◎    | ◎   |     | ◎     |    |     |     |
| AF308 | ●   |    | ○     | ○   | ◎    |     |     |       |    |     |     |
| AF312 | ●   | ●  | ○     | ○   |      |     |     |       |    |     |     |
| AF510 | ●   |    | ◎     | ◎   | ○    | ○   | ○   | ○     |    |     |     |
|       |     | ●  | ◎     | ◎   | ○    | ○   | ○   | ○     | ○  | ○   | ○   |
| AF512 | ●   |    | ◎     | ◎   | ○    | ◎   | ◎   | ◎     |    |     |     |
| AF513 | ●   | ●  | ○     | ○   |      | ○   |     |       |    |     |     |
| AF805 | ●   | ●  |       |     |      |     |     |       | ◎  | ◎   | ◎   |
| AF810 | ●   |    | ○     | ○   | ○    | ○   | ◎   | ◎     |    |     |     |
|       |     | ●  | ◎     | ◎   | ○    | ○   | ◎   | ◎     | ○  |     |     |
| AF906 | ●   | ●  |       |     | ○    | ○   | ◎   | ◎     | ◎  | ○   | ○   |

● = 也可制造螺旋式油孔圆棒。请参照第17,18页。

| 材质    | 用途 | 被加工材料 |     |      |     |     |       |    |     |     |
|-------|----|-------|-----|------|-----|-----|-------|----|-----|-----|
|       | 铰刀 | 软钢    | 一般钢 | 高硬度材 | 不锈钢 | 钛合金 | 镍铬铁合金 | 铸铁 | 铝合金 | 铜合金 |
| AF513 | ●  | ○     | ○   |      |     |     |       |    |     |     |
| AF805 | ●  | ○     | ○   | ○    | ○   |     |       | ◎  | ◎   | ◎   |
| AF906 | ●  | ○     | ○   | ○    | ○   | ◎   | ◎     | ◎  | ○   | ○   |

用于印制电路板整体型·组合型素材

| 材质    | 形状  |     | 刃径                         |                           |                           |
|-------|-----|-----|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
|       | 整体型 | 组合型 | 极小径<br>( $\sim\phi 0.15$ ) | 小径<br>( $\sim\phi 0.45$ ) | 一般径<br>( $\phi 0.5\sim$ ) |
| AF209 | ●   | ●   | ◎                          | ○                         |                           |
| AF308 | ●   | ●   |                            | ◎                         |                           |
| AF310 | ●   | ●   | ○                          | ◎                         |                           |
| AF505 | ●   |     |                            |                           | ◎                         |
| AF806 | ●   | ●   |                            | ○                         | ○                         |



# 实心毛坯圆棒素材

## 库存简介

本公司通过备库缩短了高性能圆棒素材的交货期

### ■ 库存材质

|       |       |       |
|-------|-------|-------|
| AF308 | AF312 | AF510 |
| AF513 | AF805 | AF906 |



### ■ 库存规格一览表

| 型号       | 外径 (mm) |              | 全长 (mm) |             | 材种    |       |       |       |       |       |  |  |
|----------|---------|--------------|---------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|
|          | 标称尺寸    | 公差           | 标称尺寸    | 公差          | AF308 | AF312 | AF510 | AF513 | AF805 | AF906 |  |  |
| AR010310 | 1.0     | +0.3<br>+0.2 | 310     | +6.0<br>- 0 |       | ●     |       | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR015310 | 1.5     |              |         |             |       | ●     |       | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR020310 | 2.0     |              |         |             |       | ●     |       | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR025310 | 2.5     | +0.5<br>+0.3 |         |             |       | ●     |       | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR030310 | 3.0     |              |         |             | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR035310 | 3.5     |              |         |             | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR040310 | 4.0     |              |         |             | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR045310 | 4.5     |              |         |             | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR050310 | 5.0     |              |         |             | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR055310 | 5.5     |              |         |             | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR060310 | 6.0     |              |         |             | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR065310 | 6.5     |              |         |             | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR070310 | 7.0     |              |         |             | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR075310 | 7.5     |              |         |             | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR080310 | 8.0     | +0.6<br>+0.3 |         |             | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR090310 | 9.0     |              |         |             | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR100310 | 10.0    |              |         |             | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR110310 | 11.0    |              |         |             | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR120310 | 12.0    |              |         |             | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR130310 | 13.0    |              |         |             |       |       |       | ●     |       | ●     |  |  |
| AR140310 | 14.0    |              |         |             | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR150310 | 15.0    |              |         |             |       |       |       | ●     |       |       |  |  |
| AR160310 | 16.0    | +0.7<br>+0.3 |         |             | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR170310 | 17.0    |              |         |             |       |       |       |       |       |       |  |  |
| AR180310 | 18.0    |              |         |             | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     |  |  |
| AR190310 | 19.0    |              |         |             |       |       |       |       |       |       |  |  |
| AR200310 | 20.0    |              |         |             | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     | ●     |  |  |

※也可以制作库存没有的型号产品

# 尺寸一览

可以制造的范围 不同材质的可制造的范围也不同。请参照下图。

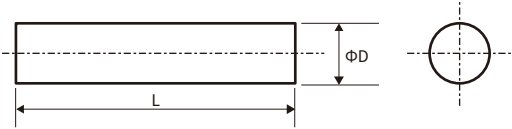
| 材质    | 外 径                 |   |    |      |      |                      |      |    |
|-------|---------------------|---|----|------|------|----------------------|------|----|
|       | 0                   | 5 | 10 | 15   | 20   | 25                   | 30   | 35 |
| AF310 |                     |   |    |      |      |                      |      |    |
| AF505 | ~Φ3                 |   |    |      |      |                      |      |    |
| AF806 |                     |   |    |      |      |                      |      |    |
| AF209 |                     |   |    | ~Φ16 |      |                      |      |    |
| AF303 |                     |   |    |      |      |                      |      |    |
| AF308 |                     |   |    |      |      |                      | ~Φ35 |    |
| AF312 |                     |   |    |      |      |                      |      |    |
| AF512 |                     |   |    |      | ~Φ25 |                      |      |    |
| AF510 |                     |   |    |      |      |                      |      |    |
| AF513 |                     |   |    |      |      |                      | ~Φ35 |    |
| AF805 |                     |   |    |      | ~Φ25 |                      |      |    |
| AF810 |                     |   |    |      |      |                      | ~Φ35 |    |
| AF906 |                     |   |    |      |      |                      |      |    |
| 长度    | 外径 Φ3~Φ25: 10L~330L |   |    |      |      | 外径 Φ25~Φ35: 10L~170L |      |    |

## 公差

| ■ 外径ΦD(mm)      |              |
|-----------------|--------------|
| 1.0 ≤ D < 3.0   | +0.3<br>+0.2 |
| 3.0 ≤ D ≤ 8.0   | +0.5<br>+0.3 |
| 8.0 < D ≤ 15.0  | +0.6<br>+0.3 |
| 15.0 < D ≤ 35.0 | +0.7<br>+0.3 |

| ■ 长度L (mm)    |                         | ■ 挠度 |
|---------------|-------------------------|------|
| 10 ≤ L < 310  | ±0.5%<br>(公差 Min: ±0.1) | 0.15 |
| 310 ≤ L ≤ 330 | +6.0<br>-0              |      |

※根据外径、材质可商谈





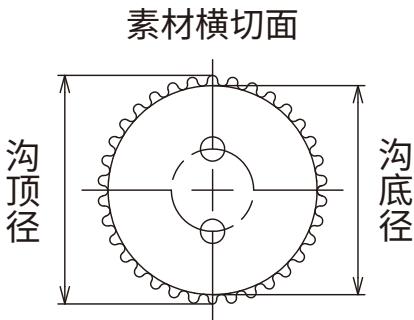
钻头用内冷棒料

- 可制造的材质是AF510和AF810
- 标准长度是310mm和330mm，也可根据需求制造比标准长度短的圆棒
- 外径为5.6以上的圆棒可以加工先端角和中心轴等
- 不加工段差



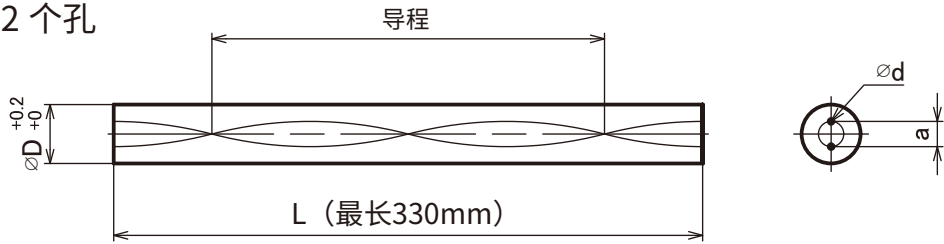
※1 外径(沟顶径, 沟底径)

油孔素材在制造工程中外周会产生螺旋状的沟槽。沟顶径和沟底径就是素材横断面螺旋状沟的顶部和沟的底部的直径。

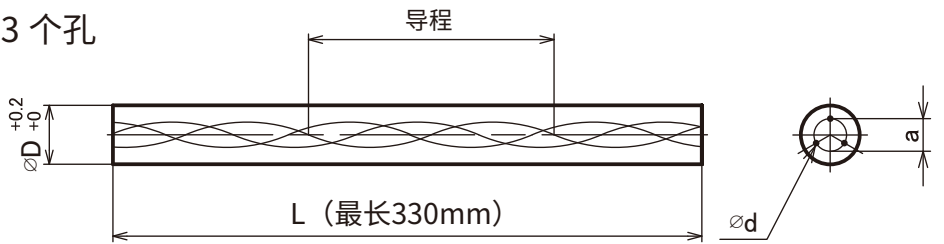


※2 形状

① 2 个孔



② 3 个孔



尺寸

| 油孔数 | 螺旋角度              | 外径 $\varnothing D$ ※1 |       | 导程范围          | 油孔径 $\varnothing d$ | 油孔距 $a$       | 材质     |        | 型号           |              | 形状 ※2 |
|-----|-------------------|-----------------------|-------|---------------|---------------------|---------------|--------|--------|--------------|--------------|-------|
|     |                   | 沟顶径                   | 沟底径   |               |                     |               | AF 510 | AF 810 | L=310        | L=330        |       |
| 2   | 15°               | 5.6                   | 5.25  | 54.8 ~ 63.0   | 0.71 ±0.1           | 2.5 0/-0.3    | ○      | ○      | AR1H056310   | AR1H056330   | ①     |
|     |                   | 6.6                   | 6.25  | 65.7 ~ 75.6   | 0.83 ±0.1           | 2.5 ±0.2      | ○      | ○      | AR1H066310   | AR1H066330   |       |
|     |                   | 7.6                   | 7.25  | 76.7 ~ 88.2   | 0.95 ±0.1           | 3.3 ±0.2      | ○      | ○      | AR1H076310   | AR1H076330   |       |
|     |                   | 8.6                   | 8.25  | 87.6 ~ 100.8  | 1.06 ±0.1           | 3.6 ±0.2      | ○      | ○      | AR1H086310   | AR1H086330   |       |
|     |                   | 9.6                   | 9.25  | 98.6 ~ 113.4  | 1.18 ±0.2           | 4.2 ±0.2      | ○      | ○      | AR1H096310   | AR1H096330   |       |
|     |                   | 10.6                  | 10.25 | 109.6 ~ 126.0 | 1.30 ±0.2           | 4.6 ±0.2      | ○      | ○      | AR1H106310   | AR1H106330   |       |
|     |                   | 11.6                  | 11.25 | 120.5 ~ 138.6 | 1.30 ±0.2           | 5.0 ±0.2      | ○      | ○      | AR1H116310   | AR1H116330   |       |
|     |                   | 12.6                  | 12.25 | 131.5 ~ 151.2 | 1.42 ±0.2           | 5.4 ±0.2      | ○      | ○      | AR1H126310   | AR1H126330   |       |
|     |                   | 13.6                  | 13.25 | 142.4 ~ 163.8 | 1.54 ±0.2           | 5.7 ±0.2      | ○      | ○      | AR1H136310   | AR1H136330   |       |
|     |                   | 14.6                  | 14.25 | 153.4 ~ 176.4 | 1.66 ±0.2           | 6.3 ±0.2      | ○      | ○      | AR1H146310   | AR1H146330   |       |
|     |                   | 15.6                  | 15.25 | 164.3 ~ 189.0 | 1.77 ±0.2           | 6.9 ±0.2      | ○      | ○      | AR1H156310   | AR1H156330   |       |
|     |                   | 16.6                  | 16.25 | 175.3 ~ 201.6 | 1.89 ±0.2           | 7.5 ±0.2      | ○      | ○      | AR1H166310   | AR1H166330   |       |
|     | 30°<br>直线型<br>钻头用 | 3.6                   | 3.3   | 15.7 ~ 17.0   | 0.47 ±0.05          | 1.50 0/-0.1   | ○      | ○      | ARH036310    | ARH036330    |       |
|     |                   | 4.6                   | 4.3   | 20.9 ~ 22.7   | 0.59 +0.05/-0.1     | 1.7 0/-0.2    | ○      | ○      | ARH046310    | ARH046330    |       |
|     |                   | 5.6                   | 5.3   | 26.2 ~ 28.4   | 0.71 ±0.1           | 2.4 0/-0.3    | ○      | ○      | ARH056310    | ARH056330    |       |
|     |                   | 6.6                   | 6.3   | 31.4 ~ 34.0   | 0.83 ±0.1           | 2.8 ±0.2      | ○      | ○      | ARH066310    | ARH066330    |       |
|     |                   | 7.6                   | 7.3   | 36.6 ~ 39.7   | 0.95 ±0.1           | 3.2 ±0.2      | ○      | ○      | ARH076310    | ARH076330    |       |
|     |                   | 8.6                   | 8.3   | 41.9 ~ 45.4   | 1.06 ±0.1           | 3.6 ±0.2      | ○      | ○      | ARH086310    | ARH086330    |       |
|     |                   | 9.6                   | 9.3   | 47.1 ~ 51.0   | 1.18 ±0.2           | 4.0 ±0.2      | ○      | ○      | ARH096310    | ARH096330    |       |
|     |                   | 10.6                  | 10.3  | 52.3 ~ 56.7   | 1.30 ±0.2           | 4.4 ±0.2      | ○      | ○      | ARH106310    | ARH106330    |       |
|     |                   | 11.6                  | 11.3  | 57.5 ~ 62.4   | 1.30 ±0.2           | 4.4 ±0.2      | ○      | ○      | ARH116310    | ARH116330    |       |
|     |                   | 12.6                  | 12.3  | 62.8 ~ 68.1   | 1.42 ±0.2           | 4.8 ±0.2      | ○      | ○      | ARH126310    | ARH126330    |       |
|     |                   | 13.6                  | 13.3  | 68.0 ~ 73.7   | 1.54 ±0.2           | 5.2 ±0.2      | ○      | ○      | ARH136310    | ARH136330    |       |
|     |                   | 14.6                  | 14.3  | 73.2 ~ 79.4   | 1.66 ±0.2           | 5.6 ±0.2      | ○      | ○      | ARH146310    | ARH146330    |       |
|     |                   | 15.6                  | 15.3  | 78.5 ~ 85.1   | 1.77 ±0.2           | 6.0 ±0.2      | ○      | ○      | ARH156310    | ARH156330    |       |
|     |                   | 16.6                  | 16.3  | 83.7 ~ 90.7   | 1.89 ±0.2           | 6.4 ±0.2      | ○      | ○      | ARH166310    | ARH166330    |       |
|     |                   | 17.6                  | 17.3  | 88.9 ~ 96.3   | 2.01 ±0.2           | 6.8 ±0.2      | ○      | ○      | ARH176310    | ARH176330    |       |
|     |                   | 18.6                  | 18.3  | 94.1 ~ 102.0  | 2.13 ±0.2           | 7.2 ±0.2      | ○      | ○      | ARH186310    | ARH186330    |       |
|     |                   | 19.6                  | 19.3  | 99.3 ~ 107.7  | 2.28 ±0.2           | 7.6 ±0.2      | ○      | ○      | ARH196310    | ARH196330    |       |
|     |                   | 20.6                  | 20.3  | 104.6 ~ 113.4 | 2.36 ±0.2           | 8.0 ±0.2      | ○      | ○      | ARH206310    | ARH206330    |       |
|     |                   |                       |       |               | 2.00 ±0.2           | 9.9 ±0.2      | ○      | ○      | ARH206310-1  | ARH206330-1  |       |
| 3   | 30°<br>阶梯型<br>钻头用 | 3.6                   | 3.3   | 15.7 ~ 17.0   | 0.23 ±0.05          | 0.8 -0.1/-0.2 | ○      | ○      | ARD036310-1  | ARD036330-1  |       |
|     |                   |                       |       | 15.7 ~ 17.0   | 0.35 ±0.05          | 1.2 0/-0.2    | ○      | ○      | ARD036310-2  | ARD036330-2  |       |
|     |                   | 4.6                   | 4.3   | 20.9 ~ 22.7   | 0.35 ±0.05          | 1.2 0/-0.2    | ○      | ○      | ARD046310    | ARD046330    |       |
|     |                   | 5.6                   | 5.3   | 26.2 ~ 28.4   | 0.47 ±0.05          | 1.5 0/-0.3    | ○      | ○      | ARD056310    | ARD056330    |       |
|     |                   | 6.6                   | 6.3   | 31.4 ~ 34.0   | 0.47 ±0.1           | 2.0 ±0.2      | ○      | ○      | ARD066310    | ARD066330    |       |
|     |                   | 7.6                   | 7.3   | 36.6 ~ 39.7   | 0.59 ±0.1           | 2.0 ±0.2      | ○      | ○      | ARD076310    | ARD076330    |       |
|     |                   | 8.6                   | 8.3   | 41.9 ~ 45.4   | 0.71 ±0.1           | 2.4 ±0.2      | ○      | ○      | ARD086310    | ARD086330    |       |
|     |                   | 9.6                   | 9.3   | 47.1 ~ 51.0   | 0.83 ±0.1           | 2.8 ±0.2      | ○      | ○      | ARD096310    | ARD096330    |       |
|     |                   | 10.6                  | 10.3  | 52.3 ~ 56.7   | 0.95 ±0.1           | 3.2 ±0.2      | ○      | ○      | ARD106310    | ARD106330    |       |
|     |                   | 11.6                  | 11.3  | 57.5 ~ 62.4   | 0.95 ±0.1           | 3.2 ±0.2      | ○      | ○      | ARD116310    | ARD116330    |       |
|     |                   | 12.6                  | 12.3  | 62.8 ~ 68.1   | 1.06 ±0.1           | 3.6 ±0.2      | ○      | ○      | ARD126310    | ARD126330    |       |
|     |                   | 13.6                  | 13.3  | 68.0 ~ 73.7   | 1.06 ±0.1           | 3.6 ±0.2      | ○      | ○      | ARD136310    | ARD136330    |       |
|     |                   | 14.6                  | 14.3  | 73.2 ~ 79.4   | 1.18 ±0.2           | 4.0 ±0.2      | ○      | ○      | ARD146310    | ARD146330    |       |
|     |                   | 15.6                  | 15.3  | 78.5 ~ 85.1   | 1.30 ±0.2           | 4.4 ±0.2      | ○      | ○      | ARD156310    | ARD156330    |       |
|     |                   | 16.6                  | 16.3  | 83.7 ~ 90.7   | 1.42 ±0.2           | 4.8 ±0.2      | ○      | ○      | ARD166310    | ARD166330    |       |
|     | 42°               | 3.6                   | 3.2   | 10.1 ~ 10.8   | 0.20 ±0.05          | 0.5 ±0.05     | ○      | ○      | AR4H036310-1 | AR4H036330-1 |       |
|     |                   |                       |       | 10.1 ~ 10.8   | 0.14 ±0.03          | 0.5 0/-0.1    | ○      | ○      | AR4H036310-2 | AR4H036330-2 |       |
|     | 30°               | 5.6                   | 5.3   | 26.2 ~ 28.4   | 0.40 ±0.05          | 2.8 0/-0.3    | ○      | ○      | ARZ056310    | ARZ056330    | ②     |
|     |                   | 6.6                   | 6.3   | 31.4 ~ 34.0   | 0.50 ±0.05          | 3.4 ±0.2      | ○      | ○      | ARZ066310    | ARZ066330    |       |
|     |                   | 7.6                   | 7.3   | 36.6 ~ 39.7   | 0.59 ±0.10          | 4.0 ±0.2      | ○      | ○      | ARZ076310    | ARZ076330    |       |
|     |                   | 8.6                   | 8.3   | 41.9 ~ 45.4   | 0.65 ±0.10          | 4.6 ±0.2      | ○      | ○      | ARZ086310    | ARZ086330    |       |
|     |                   | 9.6                   | 9.3   | 47.1 ~ 51.0   | 0.77 ±0.20          | 5.3 ±0.2      | ○      | ○      | ARZ096310    | ARZ096330    |       |
|     |                   | 10.6                  | 10.3  | 52.3 ~ 56.7   | 0.85 ±0.20          | 6.0 ±0.2      | ○      | ○      | ARZ106310    | ARZ106330    |       |
|     |                   | 11.6                  | 11.3  | 57.5 ~ 62.4   | 0.94 ±0.20          | 6.7 ±0.2      | ○      | ○      | ARZ116310    | ARZ116330    |       |
|     |                   | 12.6                  | 12.3  | 62.8 ~ 68.1   | 1.03 ±0.20          | 7.4 ±0.2      | ○      | ○      | ARZ126310    | ARZ126330    |       |
|     |                   | 13.6                  | 13.3  | 68.0 ~ 73.7   | 1.11 ±0.20          | 8.2 ±0.2      | ○      | ○      | ARZ136310    | ARZ136330    |       |
|     |                   | 14.6                  | 14.3  | 73.2 ~ 79.4   | 1.20 ±0.20          | 9.0 ±0.2      | ○      | ○      | ARZ146310    | ARZ146330    |       |
|     |                   | 15.6                  | 15.3  | 78.5 ~ 85.1   | 1.28 ±0.20          | 9.8 ±0.2      | ○      | ○      | ARZ156310    | ARZ156330    |       |
|     |                   | 16.6                  | 16.3  | 83.7 ~ 90.7   | 1.37 ±0.20          | 10.6 ±0.2     | ○      | ○      | ARZ166310    | ARZ166330    |       |

(mm)

# 成型毛坯棒料

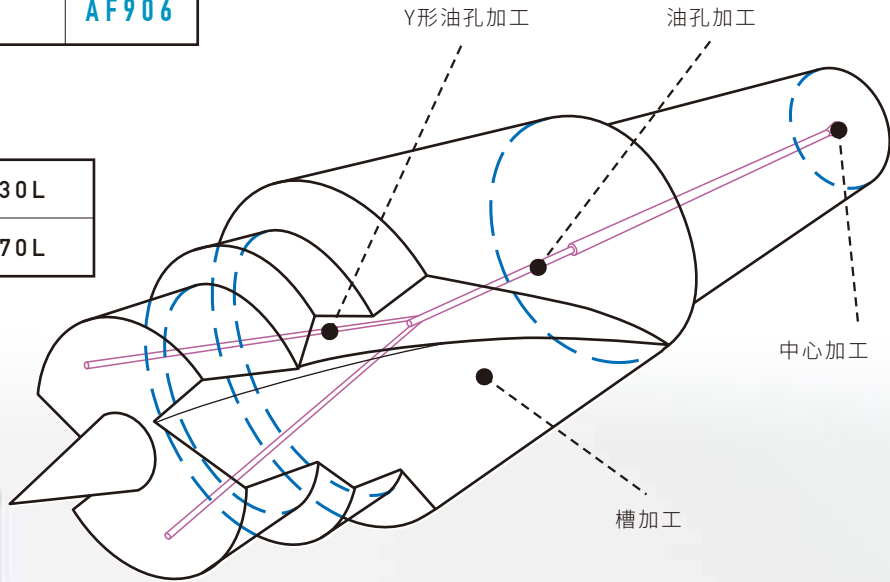
本公司可以应客户需求进行成型加工

## 可以成型加工圆棒的材质

|     |             |       |             |       |
|-----|-------------|-------|-------------|-------|
| 外径Φ | Φ3 ~<br>Φ25 | AF312 | Φ3 ~<br>Φ35 | AF308 |
|     |             | AF510 |             | AF513 |
|     |             | AF805 |             | AF810 |
|     |             |       |             | AF906 |

## 可能制造的范围

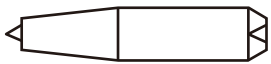
|     |           |        |
|-----|-----------|--------|
| 长度L | Φ3 ~ Φ25  | ~ 330L |
|     | Φ25 ~ Φ35 | ~ 170L |



## 加工可能的形状范例

※可以加工的范围: 外径Φ3~Φ35/长度~320L

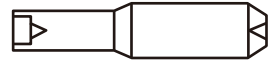
### ■倒锥加工



### ■先端角・V形切割加工



### ■镗孔加工



### ■直线型油孔・Y形油孔加工



直通孔最长为320L・盲孔最长为170L  
※孔径不同可加工的长度也不同。请另行咨询。  
※最小孔径为Φ0.8~

### ■多阶梯形加工



### ■槽加工 (只可以加工右旋)



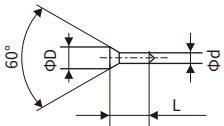
※最长220L  
关于角度, 外径等请另行咨询  
※也可以加工直线槽, 侧面

关于其他形状的加工,  
请另行咨询。

## 标准尺寸

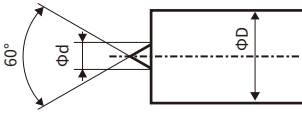
### ■中心孔尺寸

| 成品外径 (Φ)   | ΦD  | Φd  | L    |
|------------|-----|-----|------|
| 3.0 ~ 3.5  | 1.3 | 0.8 | 1.43 |
| 3.6 ~ 6.3  | 1.5 | 1.0 | 1.63 |
| 6.4 ~ 10.0 | 2.0 | 1.5 | 2.23 |
| 10.1 ~     | 3.0 | 2.0 | 3.87 |



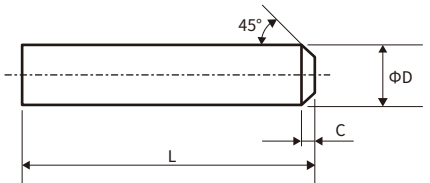
### ■圆锥尺寸

| 成品外径 ΦD     | Φd  |
|-------------|-----|
| 3.0 ~ 5.0   | 3.0 |
| 5.1 ~ 10.0  | 4.0 |
| 10.1 ~ 20.0 | 5.0 |
| 20.1 ~      | 6.0 |



### ■倒角尺寸

| 成品外径 ΦD     | C大小 |
|-------------|-----|
| 3.0 ~ 5.0   | 0.5 |
| 5.1 ~ 10.0  | 1.0 |
| 10.1 ~ 15.0 | 1.5 |
| 15.1 ~ 20.0 | 1.8 |
| 20.1 ~ 25.0 | 2.0 |
| 25.1 ~      | 2.5 |



※以上为本公司标准。也可以按照指示尺寸进行加工。



从丰富的经验中孕育而生的  
多姿多彩的材质系列

切削／耐磨工具  
耐磨零部件用硬质合金素材

BLANKS FOR VARIOUS CUTTING TOOLS,  
WEAR RESISTANT TOOLS,  
DIES & MOLDS

# 切削 / 耐磨工具、耐磨零部件用硬质合金素材

从丰富的经验中孕育而生的多姿多彩的材质系列

## 材质系列

### 切削工具材质

P种: **AP** 系列  
M种: **AM** 系列  
K种: **AK/AF** 系列

### 超微粒 / 超超微粒材质

**AF** 系列

### 金属陶瓷材质

**AT** 系列

### 一般耐磨材质

**AV** 系列

### 耐冲击材质

**AG** 系列

### 高耐磨耗性材质

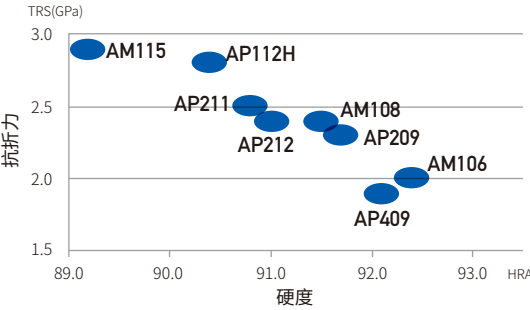
**AK/AF** 系列

### 耐腐蚀材质

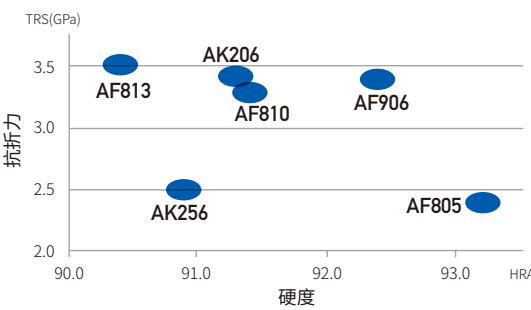
**AE** 系列

## 材质分布图

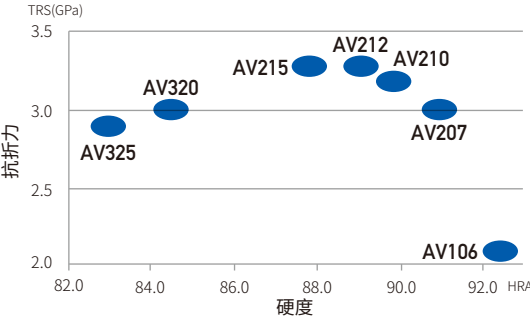
切削工具材质 P 类、K 类



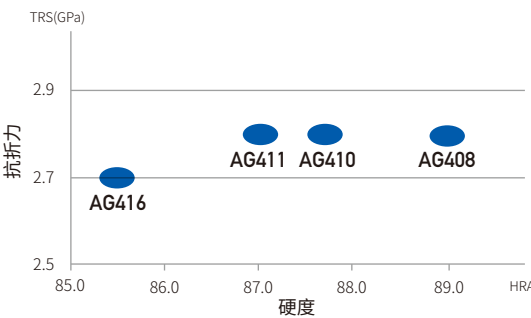
切削工具材质 K 类



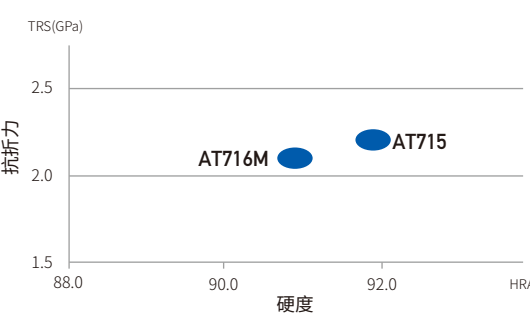
一般耐磨材质



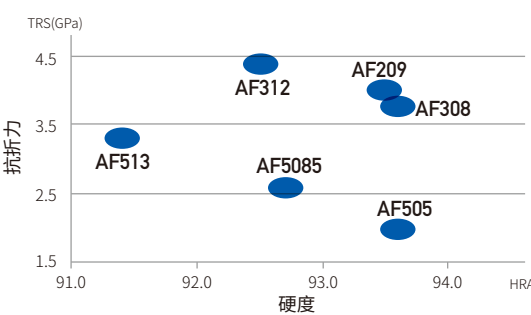
耐冲击材质



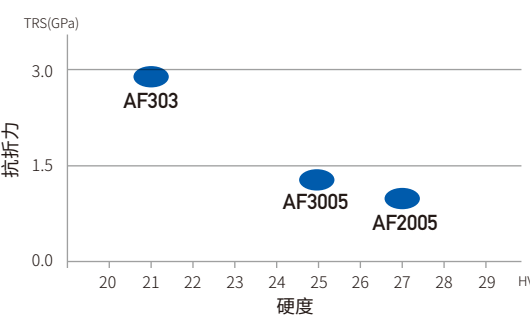
金属陶瓷材质



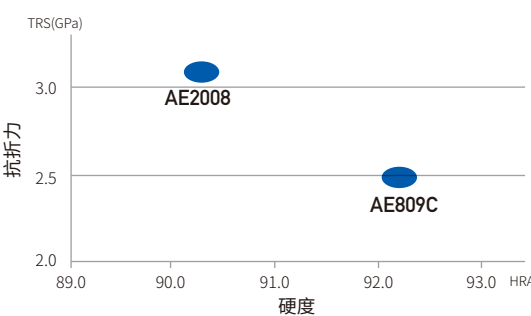
超微, 超超微粒材质



高耐磨耗性材质



耐腐蚀材质





材质的特性值 (代表数值)

※※断裂韧性根据压痕法得出

| 用途           | 分类     | ISO<br>分类记号 | 材质     | 密度   | 粒度   | 结合剂含量 |  | 硬度   |         | 抗折力   | 断裂韧性<br>K <sub>IC</sub> ※※ | 压缩强度  | 冲击强度                      | 杨氏模量  | 热传导率(RT)  | 热膨胀系数                              |
|--------------|--------|-------------|--------|------|------|-------|--|------|---------|-------|----------------------------|-------|---------------------------|-------|-----------|------------------------------------|
|              |        |             |        |      | (μm) | (wt%) |  | HRA  | Hv(GPa) | (GPa) | (MPam <sup>1/2</sup> )     | (GPa) | (x10 <sup>-4</sup> GPa·m) | (GPa) | (W/(m·K)) | (x10 <sup>-6</sup> /K)<br>(~400°C) |
| 切削工具材质       | P类     | P10         | AP409  | 10.5 | 2.0  | 9.0   |  | 92.1 | 16.0    | 1.9   | 8.1                        | 4.9   |                           | 470   | 14        | 6.2                                |
|              |        | P20         | AP209  | 11.9 | 2.0  | 8.5   |  | 91.7 | 15.8    | 2.3   |                            |       |                           |       |           |                                    |
|              |        | P30         | AP211  | 11.7 | 3.4  | 11.0  |  | 90.8 | 14.9    | 2.5   | 9.1                        |       |                           | 520   | 30        |                                    |
|              |        | P30         | AP212  | 11.6 | 3.4  | 11.5  |  | 91.0 | 14.9    | 2.4   | 9.1                        |       |                           | 520   |           |                                    |
|              |        | P40         | AP112H | 13.2 | 2.0  | 11.5  |  | 90.4 | 14.3    | 2.8   |                            |       |                           |       |           |                                    |
|              | M类     | M10         | AM106  | 12.9 | 2.0  | 5.5   |  | 92.4 | 16.9    | 2.0   |                            | 5.9   |                           | 460   |           |                                    |
|              |        | M20         | AM108  | 13.2 | 2.0  | 8.0   |  | 91.5 | 15.6    | 2.4   | 8.5                        |       |                           |       | 55        |                                    |
|              |        | M40         | AM115  | 13.2 | 1.4  | 15.0  |  | 89.2 | 12.9    | 2.9   | 11.5                       |       |                           |       |           |                                    |
|              | K类     | K10         | AF805  | 15.1 | 0.8  | 5.0   |  | 93.2 | 17.7    | 2.4*  | 6.3                        | 6.1   |                           | 650   | 109       | 4.7                                |
|              |        | K10         | AF906  | 14.9 | 0.9  | 6.0   |  | 92.4 | 17.3    | 3.4   | 6.5                        |       |                           | 640   | 105       | 4.5                                |
|              |        | K10         | AK256  | 14.8 | 2.5  | 6.0   |  | 90.9 | 15.4    | 2.5   | 8.5                        | 5.7   |                           | 620   | 105       |                                    |
|              |        | K20         | AK206  | 14.9 | 2.5  | 6.0   |  | 91.3 | 15.8    | 3.4   |                            |       |                           | 620   | 84        | 4.5                                |
|              |        | K20         | AF810  | 14.5 | 0.8  | 10.0  |  | 91.4 | 15.2    | 3.3*  | 9.9                        |       |                           |       |           |                                    |
|              |        | K40         | AF813  | 14.2 | 0.8  | 13.0  |  | 90.4 | 13.6    | 3.5   | 10.8                       |       |                           |       |           |                                    |
|              | 金属陶瓷   | P10         | AT715  | 6.7  |      | 15.0  |  | 91.9 | 15.6    | 2.2   | 7.0                        |       |                           |       |           |                                    |
|              |        | P30         | AT716M | 7.1  |      | 16.5  |  | 90.9 | 14.0    | 2.1   | 8.5                        |       |                           |       |           |                                    |
| 耐磨工具、耐磨零部件材质 | 耐磨材质   | ---         | AV106  | 14.9 | 1.2  | 6.0   |  | 92.4 | 16.7    | 2.1   | 6.5                        |       |                           |       |           |                                    |
|              |        | ---         | AV207  | 14.9 | 2.0  | 7.0   |  | 90.9 | 15.0    | 3.0   | 8.3                        | 5.5   | 0.72                      | 640   | 98        | 5.7                                |
|              |        | ---         | AV210  | 14.7 | 2.0  | 10.0  |  | 89.8 | 13.7    | 3.2   | 10.3                       |       |                           |       |           |                                    |
|              |        | ---         | AV212  | 14.3 | 2.0  | 12.0  |  | 89.0 | 13.1    | 3.3   | 13.5                       | 4.8   | 0.81                      | 580   | 96        | 6.3                                |
|              |        | ---         | AV215  | 14.1 | 2.0  | 15.0  |  | 87.8 | 11.9    | 3.3   | 17.5                       | 4.4   | 0.77                      | 540   | 71        |                                    |
|              |        | ---         | AV320  | 13.6 | 3.0  | 20.0  |  | 84.5 | 9.3     | 3.0   | 18.5                       |       | 0.73                      |       |           |                                    |
|              |        | ---         | AV325  | 13.2 | 3.0  | 25.0  |  | 83.0 | 8.2     | 2.9   | 20.0                       | 3.2   | 0.89                      | 460   | 63        |                                    |
|              | 耐撞击材质  | ---         | AG408  | 14.9 | 3.3  | 8.0   |  | 89.0 | 12.9    | 2.8   |                            |       |                           |       |           |                                    |
|              |        | ---         | AG410  | 14.6 | 4.0  | 9.5   |  | 87.7 | 11.8    | 2.8   |                            | 4.5   | 0.47                      | 520   | 76        |                                    |
|              |        | ---         | AG411  | 14.5 | 4.0  | 10.5  |  | 87.0 | 11.2    | 2.8   |                            | 4.3   | 0.62                      | 520   | 76        |                                    |
|              |        | ---         | AG416  | 14.0 | 4.0  | 15.5  |  | 85.5 | 10.2    | 2.7   |                            |       |                           |       |           |                                    |
| 特殊用途材质       | 超微粒材质  | ---         | AF505  | 14.9 | 0.5  | 5.0   |  | 93.6 | 20.1    | 2.0*  | 6.7                        |       |                           |       |           |                                    |
|              |        | ---         | AF5085 | 14.5 | 0.5  | 8.5   |  | 92.7 | 18.0    | 2.6   | 7.8                        |       |                           | 600   |           |                                    |
|              |        | ---         | AF513  | 14.1 | 0.5  | 13.0  |  | 91.4 | 15.6    | 3.3*  | 8.6                        |       |                           | 560   | 42        |                                    |
|              | 超超微粒材质 | ---         | AF308  | 14.6 | 0.3  | 8.0   |  | 93.6 | 19.4    | 3.8   | 6.0                        |       |                           |       | 52        |                                    |
|              |        | ---         | AF209  | 14.5 | 0.2  | 9.0   |  | 93.5 | 20.4    | 4.0   | 5.5                        |       |                           |       |           |                                    |
|              |        | ---         | AF312  | 14.1 | 0.3  | 12.0  |  | 92.5 | 17.3    | 4.4   | 8.3                        |       |                           | 570   | 36        | 5.5                                |
| 高耐磨耗性材质      |        | ---         | AF2005 | 15.5 | 0.2  | 0.5   |  |      | 27.0    | 1.0   | 3.5                        |       |                           |       |           |                                    |
|              |        | ---         | AF3005 | 15.4 | 0.3  | 0.5   |  |      | 25.3    | 1.3   | 4.5                        |       |                           |       |           | 4.2                                |
|              |        | ---         | AF303  | 15.2 | 0.3  | 3.0   |  | 94.2 | 21.0    | 2.9   | 5.4                        |       |                           |       | 56        | 4.5                                |
| 耐腐蚀材质        |        | ---         | AE809C | 14.3 | 0.8  | 9.5   |  | 92.2 | 16.9    | 2.5   | 8.0                        |       |                           |       |           |                                    |
|              |        | ---         | AE2008 | 14.8 | 2.0  | 8.0   |  | 90.3 | 14.2    | 3.1   | 8.5                        | 4.9   | 0.99                      | 600   | 85        | 5.9                                |

※ 与第13页记载的「钻头, 铣刀, 铰刀用途」不同。  
如需高抗折力, 请告知。我们将提供相应产品。

材质的特性和用途

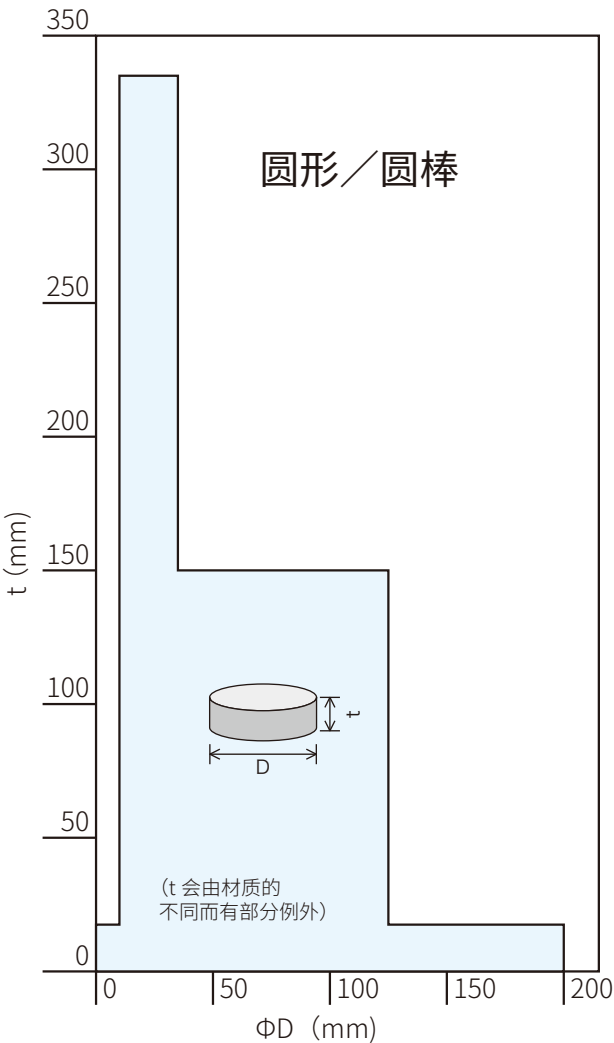
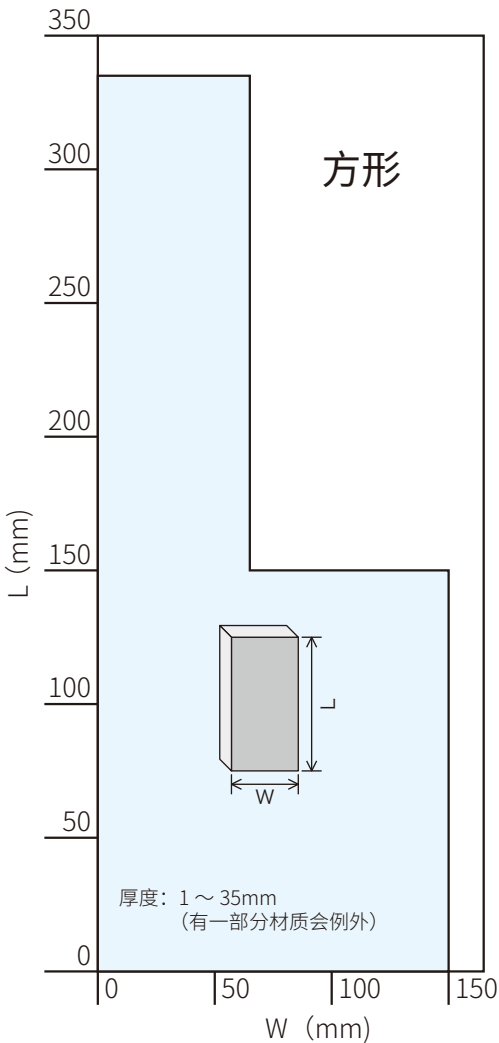
| ISO<br>分类记号      |                    |                 |        |      | 合金特性       |           | 用途                |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|------------------|--------------------|-----------------|--------|------|------------|-----------|-------------------|--------|-------------|------------------|------------------|-------------|-------------|------------------|------------------|------------------|-------------|------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------|------------------|----------------------------|------------------|----------------------------|--------|-------------|--|
|                  |                    |                 |        |      |            |           | 切削工具<br>(适合的被切削材) |        |             |                  |                  | 耐磨          |             | 锯片               |                  | 刀具               |             |                  | 模具                              |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    |                 |        |      |            |           |                   |        |             |                  |                  |             |             | 用于木工             | 用于金属             |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    |                 |        |      | 抗折力<br>GPa | 硬度<br>HRA | 一般<br>钢材          | 铸<br>铁 | 不<br>锈<br>钢 | 难<br>切<br>削<br>材 | 非<br>铁<br>金<br>属 | 耐<br>磨<br>损 | 耐<br>冲<br>击 | 一<br>般<br>木<br>材 | 新<br>型<br>建<br>材 | 一<br>般<br>钢<br>材 | 不<br>锈<br>钢 | 一<br>般<br>刀<br>具 | 用<br>于<br>金<br>属<br>的<br>刀<br>具 | 用<br>于<br>粉<br>碎<br>的<br>刀<br>具 | 冲<br>压<br>模 | 塑<br>料<br>模<br>具 | 粉<br>末<br>成<br>型<br>模<br>具 | 锻<br>造<br>模<br>具 | 玻<br>璃<br>镜<br>片<br>模<br>具 | 喷<br>嘴 | 耐<br>腐<br>蚀 |  |
|                  |                    |                 |        |      |            |           |                   |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
| 切削工具的<br>材质      | P类                 | P10             | AP409  | 1.9  | 92.1       | ○         |                   |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    | P20             | AP209  | 2.3  | 91.7       | ◎         |                   | ○      |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    | P30             | AP211  | 2.5  | 90.8       | ◎         |                   | ◎      |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  | ◎           | ◎                |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    | P30             | AP212  | 2.4  | 91.0       | ○         |                   |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             | ○                |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    | P40             | AP112H | 2.8  | 90.4       | ○         |                   | ○      |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  | M类                 | M10             | AM106  | 2.0  | 92.4       | ○         | ○                 | ○      |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    | M20             | AM108  | 2.4  | 91.5       | ○         | ○                 | ○      |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    | M40             | AM115  | 2.9  | 89.2       | ○         | ○                 | ○      |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  | K类                 | K10             | AF805  | 2.4* | 93.2       |           | ○                 |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  | ○                               |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    | K10             | AF906  | 3.4  | 92.4       |           | ◎                 |        |             | ◎                |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  | ◎                               |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    | K10             | AK256  | 2.5  | 90.9       |           | ◎                 |        |             | ◎                |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    | K20             | AK206  | 3.4  | 91.3       |           | ○                 |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    | K20             | AF810  | 3.3* | 91.4       |           | ○                 |        |             | ◎                |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             | ◎                | ◎                          |                  |                            |        |             |  |
|                  | 金属<br>陶瓷           | K40             | AF813  | 3.5  | 90.4       |           | ○                 |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             | ○                | ○                          |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    | P10             | AT715  | 2.2  | 91.9       | ◎         |                   | ◎      |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    | P30             | AT716M | 2.1  | 90.9       | ◎         |                   | ◎      |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    |                 |        |      |            |           |                   |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
| 耐磨工具，<br>耐磨零部件材质 | 耐磨<br>材质           | ---             | AV106  | 2.1  | 92.4       |           |                   |        |             |                  | ○                |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             | ○                | ○                          |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    | ---             | AV207  | 3.0  | 90.9       |           |                   |        |             |                  | ◎                |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  | ◎                          | ◎                |                            |        |             |  |
|                  |                    | ---             | AV210  | 3.2  | 89.8       |           |                   |        |             |                  | ◎                |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  | ○                          | ○                | ○                          |        |             |  |
|                  |                    | ---             | AV212  | 3.3  | 89.0       |           |                   |        |             |                  | ◎                |             |             |                  |                  |                  |             |                  | ○                               |                                 |             |                  |                            | ◎                | ◎                          |        |             |  |
|                  |                    | ---             | AV215  | 3.3  | 87.8       |           |                   |        |             |                  | ◎                |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  | ○                          | ○                | ◎                          |        |             |  |
|                  |                    | ---             | AV320  | 3.0  | 84.5       |           |                   |        |             |                  | ○                |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  | ○                          |        |             |  |
|                  |                    | ---             | AV325  | 2.9  | 83.0       |           |                   |        |             |                  | ○                |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  | ○                          |        |             |  |
|                  | 耐撞击<br>材质          | ---             | AG408  | 2.8  | 89.0       |           |                   |        |             |                  |                  | ◎           |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  | ○                          |        |             |  |
|                  |                    | ---             | AG410  | 2.8  | 87.7       |           |                   |        |             |                  |                  | ◎           |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 | ○                               |             |                  |                            |                  | ○                          |        |             |  |
|                  |                    | ---             | AG411  | 2.8  | 87.0       |           |                   |        |             |                  |                  | ◎           |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 | ◎                               |             |                  |                            |                  | ○                          |        |             |  |
| ---              |                    | AG416           | 2.7    | 85.5 |            |           |                   |        |             |                  | ◎                |             |             |                  |                  |                  |             |                  | ○                               |                                 |             |                  |                            | ◎                |                            |        |             |  |
|                  |                    |                 |        |      |            |           |                   |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
| 特殊用途<br>材质       | 超微粒、<br>超超微粒<br>材质 | 超微粒             | AF505  | 2.0* | 93.6       | ○         |                   |        |             |                  | ○                |             |             |                  |                  |                  |             | ○                | ○                               |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    |                 | AF5085 | 2.6  | 92.7       | ○         |                   |        |             |                  | ○                |             |             |                  |                  |                  |             |                  | ○                               | ○                               |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    |                 | AF513  | 3.3* | 91.4       |           |                   |        |             |                  | ○                |             |             |                  |                  |                  |             |                  | ◎                               | ○                               |             | ○                |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    | 超超微粒            | AF308  | 3.8  | 93.6       |           |                   |        |             |                  | ○                |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 | ○                               | ○           |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    |                 | AF312  | 4.4  | 92.5       |           |                   |        |             |                  | ○                |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 | ○           | ○                |                            | ◎                |                            |        |             |  |
|                  |                    |                 | AF209  | 4.0  | 93.5       |           |                   |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  | ○                          |                  |                            |        |             |  |
|                  | 锯片用<br>材质          | P类合金            | AP209H | 2.1  | 91.7       |           |                   |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             | ○                | ○                               |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    |                 | AP211  | 2.5  | 90.8       |           |                   |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  | ◎                               | ◎                               |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    |                 | AP211S | 2.5  | 91.0       |           |                   |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 | ○                               | ○           |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    |                 | AP112  | 2.6  | 90.0       |           |                   |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 | ○                               | ○           |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    |                 | AP112S | 2.4  | 90.4       |           |                   |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 | ○           | ○                |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    |                 | AT6010 | 2.3  | 92.4       |           |                   |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 | ◎                               | ◎           |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    | 金属<br>陶瓷        | AT616  | 1.8  | 92.1       |           |                   |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 | ○                               | ○           |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    |                 | AT6013 | 2.2  | 91.6       |           |                   |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 | ◎                               | ◎           |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    |                 | AT5016 | 2.5  | 91.1       |           |                   |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 | ◎                               | ◎           |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    |                 | AK308  | 3.1  | 90.5       |           |                   |        |             |                  |                  |             |             |                  | ◎                |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    | 高耐<br>磨耗性<br>材质 | AK102  | 2.9  | 93.4       |           |                   |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  |                    |                 | AK202  | 2.9  | 92.8       |           |                   |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 | ○           |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  | AK203              |                 | 2.5    | 92.0 |            |           |                   |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 | ○                               |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  | 高耐磨耗性材质            |                 | AF2005 | 1.0  | —          |           |                   |        |             |                  | ○                |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            | ◎      |             |  |
|                  |                    |                 | AF3005 | 1.3  | —          |           |                   |        |             |                  | ○                |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  | ◎                          | ◎      |             |  |
|                  |                    |                 | AF303  | 2.9  | 94.2       | ○         |                   |        |             |                  | ○                |             |             |                  |                  |                  |             |                  | ○                               |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        |             |  |
|                  | 耐腐蚀材质              |                 | AE809C | 2.5  | 92.2       |           |                   |        |             |                  |                  |             |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            | ◎      |             |  |
|                  |                    |                 | AE2008 | 3.1  | 90.3       |           |                   |        |             |                  |                  | ○           |             |                  |                  |                  |             |                  |                                 |                                 |             |                  |                            |                  |                            |        | ◎           |  |

※ 与第13页所记载的「钻头，铣刀，铰刀的用途」不同。  
如需高抗折力，请告知。我们将提供相应产品。

※ (—)的硬度请参照第25页

◎:最佳推荐材质  
○:推荐材质

切削／耐磨工具・耐磨零部件素材的可制造范围



| 尺寸 (mm)     | 尺寸公差     |
|-------------|----------|
| 5 以下        | ±0.10 mm |
| 大于 5 小于 10  | ±0.15 mm |
| 大于 10 小于 20 | ±0.20 mm |
| 大于 20 小于 30 | ±0.25 mm |
| 大于 30 小于 40 | ±0.30 mm |
| 大于 40 小于 50 | ±0.35 mm |
| 大于 50       | ±0.7%    |

上述可制造范围仅供参考。详细内容请咨询。



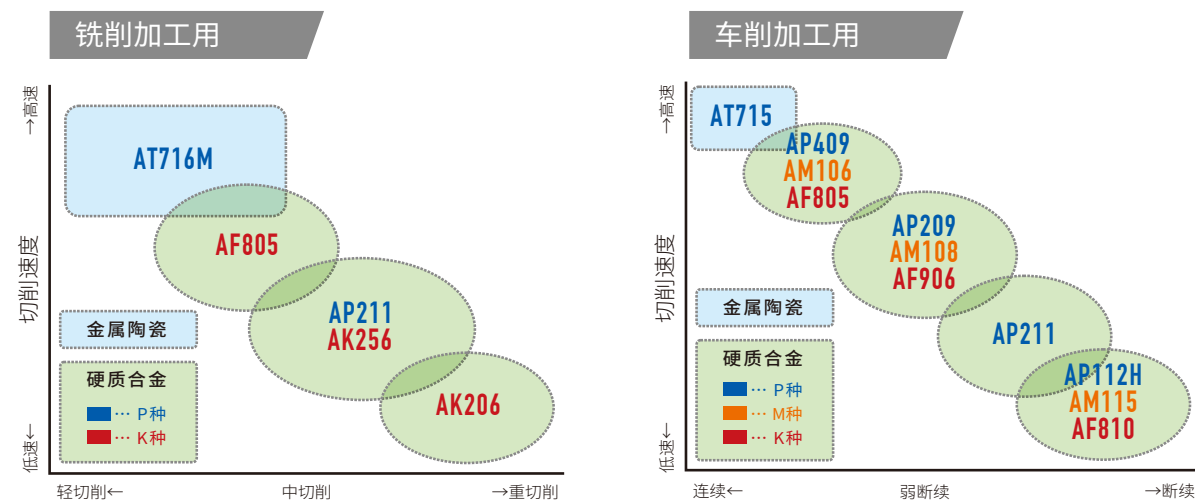
## 切削工具素材



### 用途实例

■ JIS标准刀杆 ■ 数控车床刀杆 ■ 钻头  
■ 立铣刀 ■ 铰刀

### 适用的素材



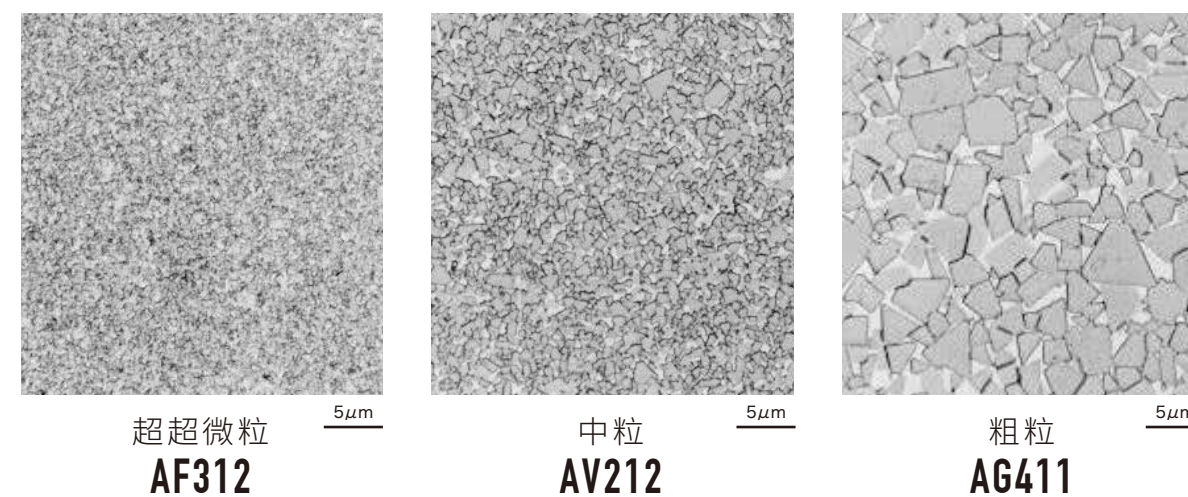
## 耐磨工具・零部件素材



### 用途实例

■ 冲头、公模 ■ 套筒 ■ 模具  
■ 粉碎用工具 ■ 滑动部件

### 代表材质的组织照片



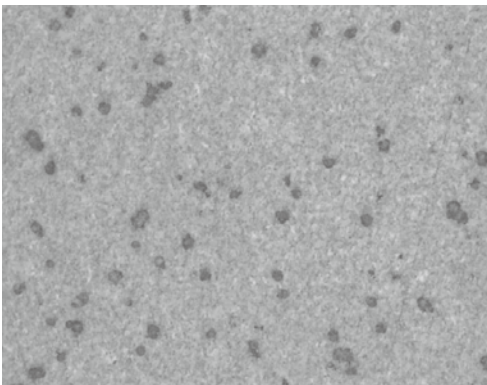
刀具素材



用途实例

- 纤维, 食品, 电气・电子部件, 树脂, 汽车部件, 橡胶等切断用刀具
- 粉碎用工具

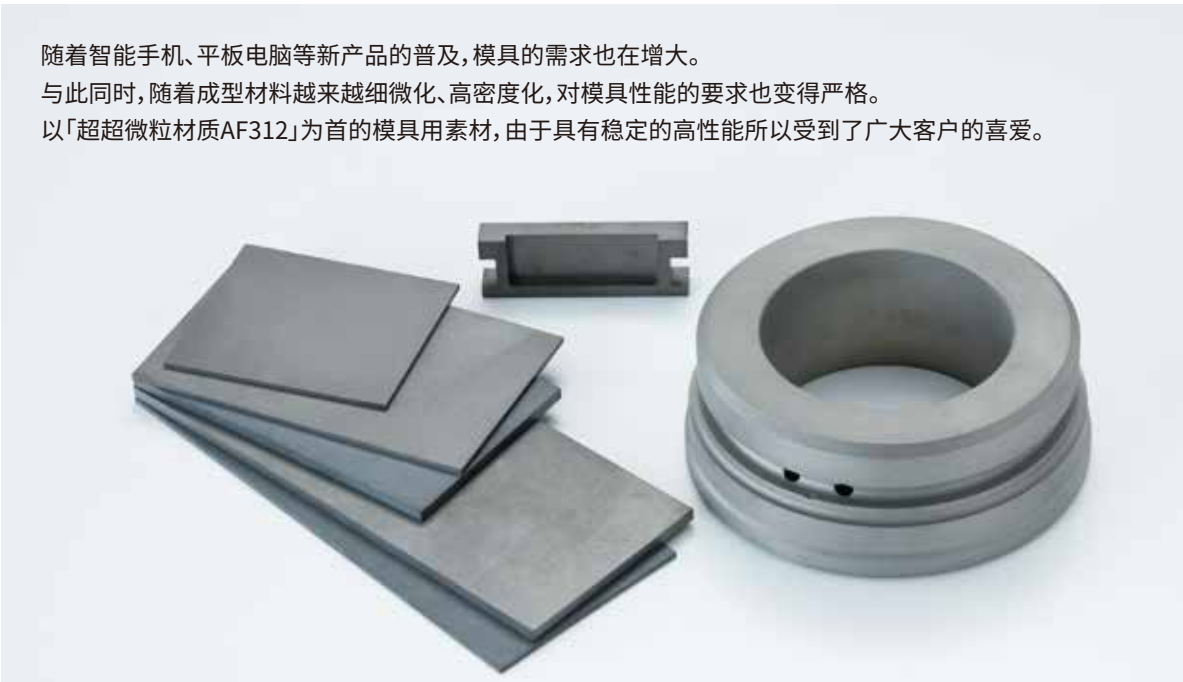
代表材质的组织照片



AF513

5μm

模具素材



随着智能手机、平板电脑等新产品的普及, 模具的需求也在增大。  
与此同时, 随着成型材料越来越细微化、高密度化, 对模具性能的要求也变得严格。  
以「超超微粒材质AF312」为首的模具用素材, 由于具有稳定的高性能所以受到了广大客户的喜爱。

|                                                                                                                                                     |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>超超微粒材质<br/>AF312</p> <p>碳化钨粒度为0.3μm的超超微粒合金。刀刃好, 并且具有高韧性, 高硬度的特点, 用于精密压模可以延长冲头寿命。</p>                                                             | <p>微粒材质<br/>AF810 / AF813</p> <p>具有硬度和抗折力平衡性较好的微粒合金。可以作为冲头, 模具素材使用。</p>               |
| <p>一般耐磨材质<br/>AV106 / AV207 / AV210 / AV212 / AV215 / AV320 / AV325</p> <p>适用于一般模具的硬质合金。耐磨性从高到低, AV106, AV207, AV210, AV212, AV215。请结合使用状况进行选择。</p> | <p>耐撞击素材<br/>AG408 / AG410 / AG411 / AG416</p> <p>用于诸如冷锻承受较大撞击力的模具素材。请参照下表进行材质选择。</p> |

模具用硬质合金素材 用途

| 适用的素材        |       |        | 冲压模具          |    |                         |    |                         |    |           | 塑料成型模具 |    |    |           | 粉末成型<br>模具 |    | 拉丝<br>模具<br>・塞子 | 锻模<br>(冷锻) |   |
|--------------|-------|--------|---------------|----|-------------------------|----|-------------------------|----|-----------|--------|----|----|-----------|------------|----|-----------------|------------|---|
|              |       |        | 引线框架<br>＜铝・铜＞ |    | 连接器<br>(冲孔・弯曲)<br>＜磷青铜＞ |    | 连接器<br>(冲孔・弯曲)<br>＜SUS＞ |    | 马达<br>机芯  |        |    |    |           |            |    |                 |            |   |
| 区分           |       | 材质     | 冲头            | 公模 | 冲头                      | 公模 | 冲头                      | 公模 | 冲头・<br>公模 | 容器     | 活塞 | 阀门 | LF<br>固定销 | 冲头         | 公模 |                 |            |   |
| 超微粒，<br>超超微粒 | 微粒    | AF810  |               | ◎  |                         | ◎  | ○                       | ◎  |           | ◎      |    | ◎  |           |            |    |                 |            |   |
|              |       | AF813  |               | ○  |                         | ○  |                         | ○  |           | ○      |    | ○  |           |            |    |                 |            |   |
|              | 超微粒   | AF505  | ○             |    | ○                       |    |                         |    |           |        |    |    |           |            |    |                 |            |   |
|              |       | AF5085 | ○             |    | ○                       |    |                         |    |           |        |    |    |           |            |    |                 |            |   |
|              | 超超微粒  | AF513  | ○             |    | ○                       |    |                         |    |           |        |    |    |           |            |    |                 |            |   |
|              |       | AF308  | ○             |    | ○                       |    |                         |    |           |        |    |    |           |            |    |                 |            |   |
|              |       | AF312  | ◎             |    | ◎                       |    | ◎                       |    |           |        |    |    |           |            |    |                 |            |   |
| 耐磨耗材质        |       | AF209  | ○             |    | ○                       |    |                         |    |           |        |    |    |           |            |    |                 |            |   |
|              | ---   | AV106  |               |    |                         |    |                         |    |           | ○      |    | ○  |           |            |    | ○               |            |   |
|              | ---   | AV207  |               |    |                         |    |                         |    |           | ○      |    | ○  |           |            | ○  | ○               |            |   |
|              | ---   | AV210  |               |    |                         |    |                         |    |           |        |    |    |           |            |    | ○               |            |   |
|              | ---   | AV212  |               |    |                         |    |                         |    | ○         |        | ○  |    | ○         | ○          |    |                 | ○          |   |
|              | ---   | AV215  |               |    |                         |    |                         |    | ○         |        | ○  |    | ○         | ○          |    |                 | ○          |   |
|              | ---   | AV320  |               |    |                         |    |                         |    |           |        |    |    |           |            |    |                 | ○          |   |
|              |       | AV325  |               |    |                         |    |                         |    |           |        |    |    |           |            |    |                 | ○          |   |
|              | 耐撞击材质 | ---    | AG408         |    |                         |    |                         |    |           |        |    |    |           |            |    |                 |            | ○ |
|              |       | ---    | AG410         |    |                         |    |                         |    |           |        |    |    |           |            |    |                 |            | ○ |
| ---          |       | AG411  |               |    |                         |    |                         |    |           |        |    |    |           |            |    |                 | ○          |   |
| ---          |       | AG416  |               |    |                         |    |                         |    |           |        |    |    |           |            |    |                 | ○          |   |

◎: 最佳推荐材质  
○: 推荐材质



## 玻璃镜片模具用极微量结合剂硬质合金

因具有超微粒组织和极少含量的结合剂而实现了高硬度、高表面质量(研磨加工后的镜面)。



### 合金特性

| 材质     | 粒度(μm) | Co含量(wt%) | 比重  | 硬度   |         |          | KIC(MPa·m <sup>1/2</sup> ) | 热膨胀系数(×10 <sup>-6</sup> /°C) |       |       | 特点  |      |      |     |
|--------|--------|-----------|-----|------|---------|----------|----------------------------|------------------------------|-------|-------|-----|------|------|-----|
|        |        |           |     | HRA  | Hv(GPa) | 抗折力(GPa) |                            | 400°C                        | 600°C | 800°C | 高硬度 | 低热膨胀 | 表面品质 | 加工性 |
| 极微量结合剂 | AF3005 | 0.3       | 0.5 | 15.4 | —       | 25.3     | 1.3                        | 4.5                          | 4.2   | 4.5   | 4.8 | ◎    | ◎    | △   |
| 低含量结合剂 | AF303  | 0.3       | 3   | 15.2 | 94.2    | 21.0     | 2.9                        | 5.4                          | 4.5   | 4.8   | 5.2 | ○    | ○    | ○   |
| 超超微粒   | AF312  | 0.3       | 12  | 14.1 | 92.5    | 17.3     | 4.4                        | 8.3                          | 5.5   | 5.8   | 6.3 | △    | △    | ◎   |

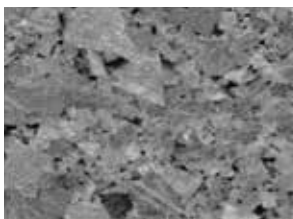
### 硬质合金组织

※照片中的灰色部分为WC(碳化钨)  
黑色部分为粘合剂钴(Co)



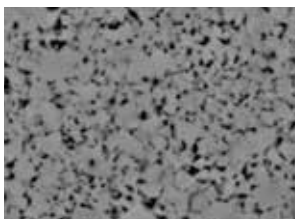
AF3005

1μm



AF303

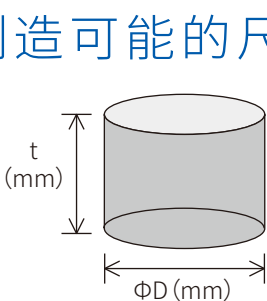
1μm



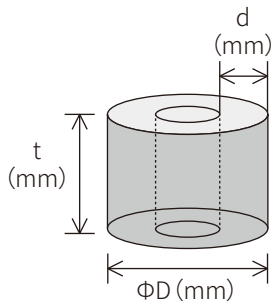
AF312

1μm

### 制造可能的尺寸



无孔圆柱:  
D=Φ10~70mm  
t≤20mm



有孔圆柱:  
D=Φ10~70mm  
最大厚度(t or d)≤20mm

■与一般的材质相比,可制造范围有限。 ※上述为基本范围,如需其他尺寸,请咨询。

## 耐腐蚀硬质合金

从丰富的经验中应运而生的耐腐蚀超硬合金,耐腐蚀无磁性硬质合金一定要尝试一下。

- 净带器, 高压工厂的部件等高腐蚀环境下的耐磨耗部件
- 例如在磁性材料的成型, 切断时要求高耐磨性, 耐腐蚀性并且还需要是无磁性的产品

### 耐腐蚀无磁性硬质合金 AE2008

特点: WC-Ni-Cr系列硬质合金。是很好的耐腐蚀材质同时也展示出稳定的无磁性。

用途: 净带器排水处理装置的部件, 磁性粉末成型的模具等

### 耐腐蚀硬质合金 AE809C

特点: WC-Co-Ni-Cr系列硬质合金。具有较好的耐磨耗性和耐腐蚀性。硬度高韧性好。

用途: 净带器, 强腐蚀性高压工厂的部件, 海水泵部件等。

### AE2008, AE809C的特性

(注) 耐腐蚀性: 腐蚀减损量表示为在酸性溶液中硬质合金的溶解掉的重量。

| 分类               | 材质名    | 物理特性 |         |          | 耐腐蚀性(腐蚀减损量 g/m <sup>2</sup> ·Hr) |                   |                                 |
|------------------|--------|------|---------|----------|----------------------------------|-------------------|---------------------------------|
|                  |        | 密度   | 硬度(HRA) | 抗折力(GPa) | 5%HCl<br>25°C24Hr                | 36%HCl<br>50°C8Hr | 10%HNO <sub>3</sub><br>25°C24Hr |
| 耐腐蚀无磁性           | AE2008 | 14.8 | 90.3    | 3.1      | 0.15                             | 0.49              | 0.07                            |
| 耐腐蚀              | AE809C | 14.3 | 92.2    | 2.5      | 0.30                             | 1.97              | 16.5                            |
| (用于比较)<br>一般硬质合金 | AV212  | 14.3 | 89.0    | 3.3      | 0.17                             | 3.5               | 37.1                            |

### 耐腐蚀性



耐腐蚀合金 一般合金

### 无磁性



无磁性合金 一般合金

# 强耐磨素材

要想增强硬质合金的硬度, 细微化碳化物的粒度和减少结合剂钴的含有量是必要的。  
本公司以超超微粒的碳化钨为主要成分, 维持必要的合金强度并将结合相金属钴的含量减少到极限, 成功开发出了比以往大幅度提高硬度的超硬合金。



## 用途实例

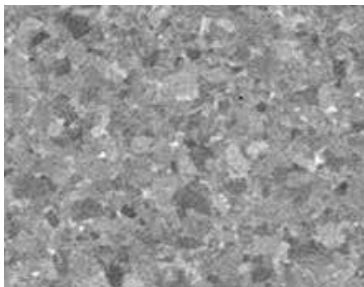
■ 喷嘴 ■ 模具 ■ 滑动部件

## 适用材质

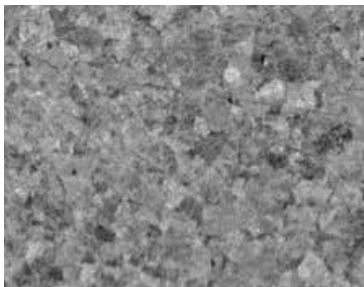
AF2005 / AF3005

|        | 钴含量<br>(wt%) | 硬度<br>HV (GPa) |
|--------|--------------|----------------|
| AF2005 | 0.5          | 27.0           |
| AF3005 | 0.5          | 25.3           |

## 合金组织



AF2005



AF3005

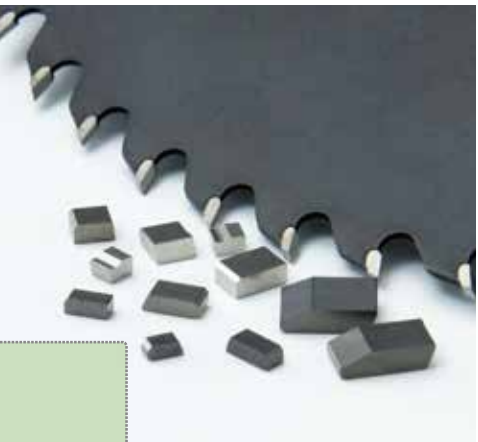
# 圆锯素材

## 用途实例

■ 金属 ■ 木工 ■ 新建材

## 适用材质

|    |          | 低速← 切削速度 → 高速                       |
|----|----------|-------------------------------------|
| 木工 | 通用       | AK308                               |
|    | 新建材      | AK203 AK202 AK102                   |
| 金属 | 超硬系列     | AP112 AP211 AP209H<br>AP112S AP211S |
|    | 新型金属陶瓷系列 | AT5016 AT6013 AT6010                |

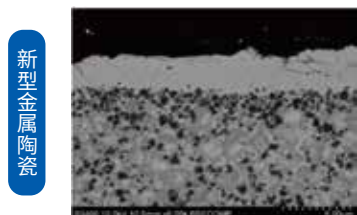
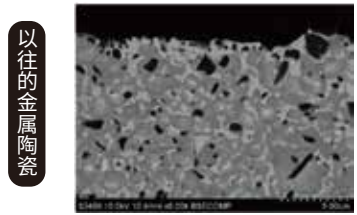


硬质合金  
■ P类  
■ K类  
  
金属陶瓷

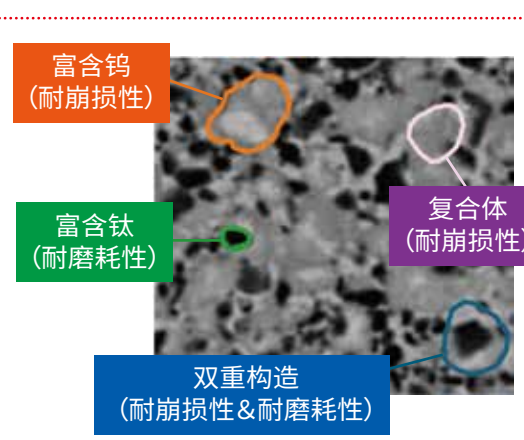
## 新型金属陶瓷

合金组织和物理性能得到大幅改善

### 合金组织



### 双重构造



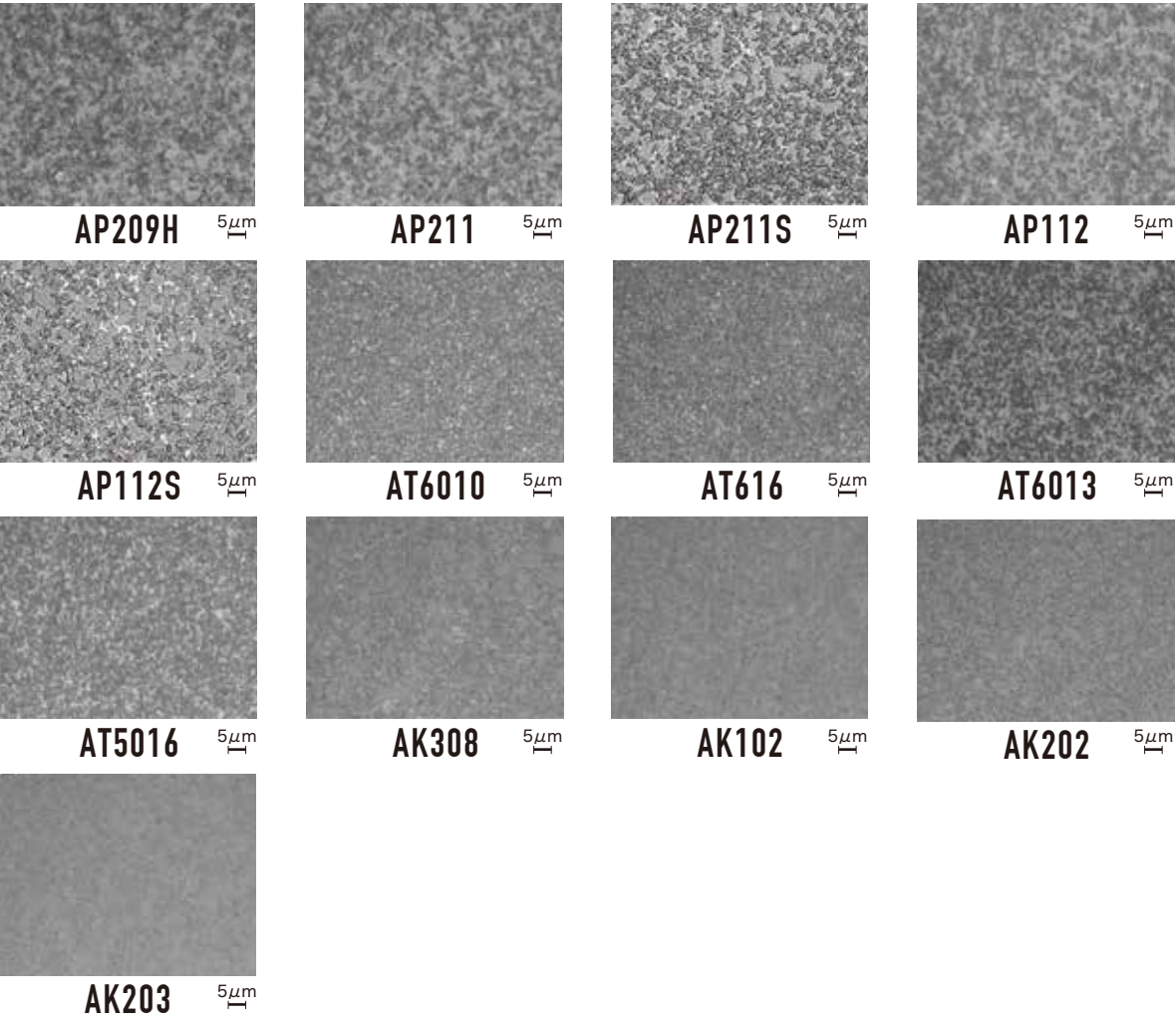
- ①较厚的表面金属相→稳定的焊接性
- ②双重构造→物理性能的提高



圆锯素材的材质特性

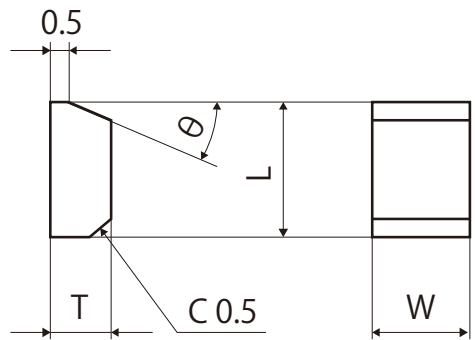
※断裂韧性根据压痕法得出

| 分类          | ISO<br>分类记号 | 材质     | 密度   | 粒度   | 粘结<br>剂含量 | 硬度   |          | 抗折力   | 断裂韧性<br>K <sub>IC</sub> | 杨氏模数  | 热传导率<br>(RT) |
|-------------|-------------|--------|------|------|-----------|------|----------|-------|-------------------------|-------|--------------|
|             |             |        |      | (μm) | (wt%)     | HRA  | Hv (GPa) | (GPa) | (MPam <sup>1/2</sup> )  | (GPa) | (W/(m·K))    |
| P类超硬        | P20         | AP209H | 12.1 | 3.4  | 9.0       | 91.7 | 16.1     | 2.1   |                         |       |              |
|             | P30         | AP211  | 11.7 | 3.4  | 11.0      | 90.8 | 14.9     | 2.5   | 9.1                     | 520   | 30           |
|             | P30         | AP211S | 11.8 | 3.4  | 11.0      | 91.0 | 14.8     | 2.5   | 8.8                     |       |              |
|             | P40         | AP112  | 12.4 | 3.6  | 12.0      | 90.0 | 13.9     | 2.6   | 10.5                    |       |              |
|             | P40         | AP112S | 12.7 | 3.9  | 11.5      | 90.4 | 14.4     | 2.4   | 9.5                     |       |              |
| 金属陶瓷        | P20         | AT6010 | 7.4  |      | 15.0      | 92.4 | 15.8     | 2.3   | 6.5                     |       |              |
|             | P30         | AT616  | 7.2  |      | 15.5      | 92.1 | 14.5     | 1.8   | 8.0                     |       |              |
|             | P30         | AT6013 | 7.5  |      | 19.0      | 91.6 | 14.5     | 2.2   | 7.5                     |       |              |
|             | P40         | AT5016 | 7.3  |      | 21.5      | 91.1 | 14.5     | 2.5   | 8.0                     |       |              |
| 硬质合金K类      |             | AK308  | 14.6 | 2.4  | 8.0       | 90.5 | 14.3     | 3.1   | 9.7                     |       |              |
| 高耐损耗<br>性材质 |             | AK102  | 15.3 | 1.4  | 2.0       | 93.4 | 19.4     | 2.9   | 5.2                     |       | 92           |
|             |             | AK202  | 15.4 | 2.0  | 2.0       | 92.8 | 18.1     | 2.9   | 5.4                     |       | 99           |
|             |             | AK203  | 15.3 | 2.0  | 3.0       | 92.0 | 16.8     | 2.5   | 6.0                     |       | 122          |



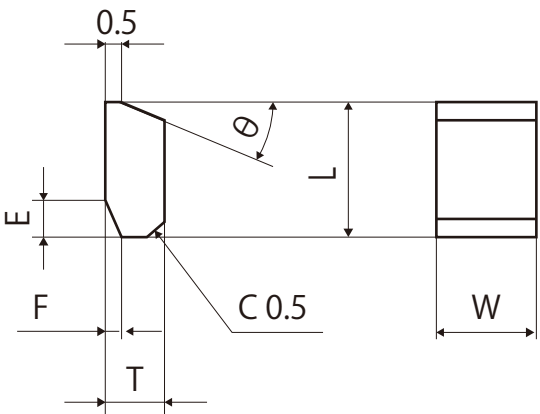
圆锯素材的形状

SW 类



|     | 型号        | $\theta$ |
|-----|-----------|----------|
| SW  | L - T - W | 0°       |
| SWA | L - T - W | 10°      |
| SWB | L - T - W | 15°      |
| SWC | L - T - W | 20°      |

SWP 类



|      | 型号        | $\theta$ |
|------|-----------|----------|
| SWP  | L - T - W | 0°       |
| SWPA | L - T - W | 10°      |
| SWPB | L - T - W | 15°      |
| SWPC | L - T - W | 20°      |
| SWPD | L - T - W | 25°      |

W : 1.5 ~ 5.5

$1.5 \leq W \leq 4.9^{+0.15}_{-0}$

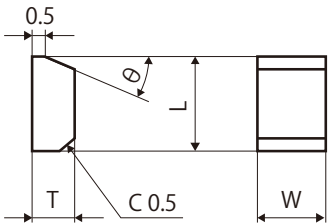
$4.9 < W \leq 5.5^{+0.2}_{-0}$

圆锯素材的型号列表

SW 类 (θ=0°)

| No. | 型号 |              | 硬质合金  |              |      |              | 微粒+金属陶瓷 |              |      |              |
|-----|----|--------------|-------|--------------|------|--------------|---------|--------------|------|--------------|
|     |    |              | L     |              | T    |              | L       |              | T    |              |
| 1   | SW | 52 - 10 - W  | 5.20  | +0.3<br>-0.0 | 1.00 | +0.2<br>-0.0 | 5.01    | +0.3<br>-0.0 | 0.96 | +0.2<br>-0.0 |
| 2   | SW | 60 - 18 - W  | 6.00  |              | 1.80 |              | 5.78    |              | 1.73 |              |
| 3   | SW | 65 - 15 - W  | 6.50  |              | 1.50 |              | 6.26    |              | 1.44 |              |
| 4   | SW | 65 - 20 - W  | 6.50  |              | 2.00 |              | 6.26    |              | 1.92 |              |
| 5   | SW | 65 - 25 - W  | 6.50  |              | 2.50 |              | 6.26    |              | 2.40 |              |
| 6   | SW | 70 - 20 - W  | 7.00  |              | 2.00 |              | 6.74    |              | 1.92 |              |
| 7   | SW | 75 - 25 - W  | 7.50  |              | 2.50 |              | 7.23    |              | 2.40 |              |
| 8   | SW | 80 - 25 - W  | 8.00  |              | 2.50 |              | 8.00    |              | 2.50 |              |
| 9   | SW | 100 - 30 - W | 10.00 |              | 3.00 |              | 9.63    |              | 2.88 |              |
| 10  | SW | 50 - 20 - W  | 5.00  | ±0.1         | 2.00 | ±0.1         | 5.00    | ±0.1         | 2.00 | ±0.1         |
| 11  | SW | 60 - 20 - W  | 6.15  |              | 2.05 |              | 6.00    |              | 2.00 |              |
| 12  | SW | 60 - 30 - W  | 6.00  |              | 3.00 |              | 5.78    |              | 2.89 |              |
| 13  | SW | 70 - 35 - W  | 7.00  |              | 3.50 |              | 6.74    |              | 3.37 |              |
| 14  | SW | 70 - 50 - W  | 7.00  |              | 5.00 |              | 6.83    |              | 4.88 |              |
| 15  | SW | 80 - 30 - W  | 8.00  |              | 3.00 |              | 8.00    |              | 3.00 |              |
| 16  | SW | 90 - 50 - W  | 9.00  |              | 5.00 |              | 8.78    |              | 4.88 |              |
| 17  | SW | 105 - 30 - W | 10.50 |              | 3.00 |              | 10.50   |              | 3.00 |              |
| 18  | SW | 110 - 50 - W | 11.00 |              | 5.00 |              | 10.73   |              | 4.88 |              |
| 19  | SW | 130 - 40 - W | 13.00 |              | 4.00 |              | 12.68   |              | 3.90 |              |
| 20  | SW | 130 - 50 - W | 13.00 |              | 5.00 |              | 12.68   |              | 4.88 |              |
| 21  | SW | 155 - 40 - W | 15.50 |              | 4.00 |              | 15.12   |              | 3.90 |              |
| 22  | SW | 155 - 50 - W | 15.50 |              | 5.00 |              | 15.50   |              | 5.00 |              |
| 23  | SW | 70 - 25 - W  | 7.18  | ±0.15        | 2.56 | ±0.1         | 7.00    | ±0.15        | 2.50 | ±0.1         |
| 24  | SW | 70 - 30 - W  | 7.00  |              | 3.00 |              | 6.74    |              | 2.89 |              |
| 25  | SW | 105 - 35 - W | 10.76 | ±0.2         | 3.59 | ±0.1         | 10.50   | ±0.2         | 3.50 | ±0.1         |
| 26  | SW | 180 - 50 - W | 18.00 |              | 5.00 |              | 17.56   |              | 4.88 |              |
| 27  | SW | 200 - 50 - W | 20.00 |              | 5.00 |              | 19.51   |              | 4.88 |              |

SW 类



| 型号            | θ   |
|---------------|-----|
| SW L - T - W  | 0°  |
| SWA L - T - W | 10° |
| SWB L - T - W | 15° |
| SWC L - T - W | 20° |

W: 1.5 ~ 5.5

1.5 ≤ W ≤ 4.9<sup>+0.15</sup><sub>-0</sub>

4.9 < W ≤ 5.5<sup>+0.2</sup><sub>-0</sub>

SWA 类 (θ=10°)

| No. | 型号              | 硬质合金 |              |      |              | 微粒+金属陶瓷 |              |      |              |
|-----|-----------------|------|--------------|------|--------------|---------|--------------|------|--------------|
|     |                 | L    |              | T    |              | L       |              | T    |              |
| 1   | SWA 50 - 15 - W | 5.00 | +0.3<br>-0.0 | 1.50 | +0.2<br>-0.0 | 4.81    | +0.3<br>-0.0 | 1.44 | +0.2<br>-0.0 |

SWB 类 (θ=15°)

| No. | 型号  |             | 硬质合金 |              |      |              | 微粒+金属陶瓷 |              |      |              |
|-----|-----|-------------|------|--------------|------|--------------|---------|--------------|------|--------------|
|     |     |             | L    |              | T    |              | L       |              | T    |              |
| 1   | SWB | 45 - 18 - W | 4.50 | +0.3<br>-0.0 | 1.80 | +0.2<br>-0.0 | 4.50    | +0.3<br>-0.0 | 1.80 | +0.2<br>-0.0 |
| 2   | SWB | 50 - 16 - W | 5.19 |              | 1.66 |              | 5.00    |              | 1.60 |              |
| 3   | SWB | 50 - 18 - W | 5.13 |              | 1.85 |              | 5.00    |              | 1.80 |              |
| 4   | SWB | 60 - 18 - W | 6.00 |              | 1.80 |              | 6.00    |              | 1.80 |              |
| 5   | SWB | 60 - 30 - W | 6.16 |              | 3.08 |              | 6.00    |              | 3.00 |              |
| 6   | SWB | 65 - 20 - W | 6.50 |              | 2.00 |              | 6.50    |              | 2.00 |              |
| 7   | SWB | 70 - 30 - W | 7.18 |              | 3.08 |              | 7.00    |              | 3.00 |              |
| 8   | SWB | 80 - 30 - W | 8.21 |              | 3.08 |              | 8.00    |              | 3.00 |              |
| 9   | SWB | 90 - 30 - W | 9.00 |              | 3.00 |              | 8.67    |              | 2.89 |              |

SWC 类 (θ=20°)

| No. | 型号               | 硬质合金  |              |      |              | 微粒+金属陶瓷 |              |      |              |
|-----|------------------|-------|--------------|------|--------------|---------|--------------|------|--------------|
|     |                  | L     |              | T    |              | L       |              | T    |              |
| 1   | SWC 50 - 15 - W  | 5.00  | +0.3<br>-0.0 | 1.50 | +0.2<br>-0.0 | 5.00    | +0.3<br>-0.0 | 1.50 | +0.2<br>-0.0 |
| 2   | SWC 55 - 20 - W  | 5.50  |              | 2.00 |              | 5.30    |              | 1.92 |              |
| 3   | SWC 60 - 17 - W  | 6.00  |              | 1.70 |              | 6.00    |              | 1.70 |              |
| 4   | SWC 60 - 20 - W  | 6.00  |              | 2.00 |              | 6.00    |              | 2.00 |              |
| 5   | SWC 70 - 22 - W  | 7.00  |              | 2.20 |              | 7.00    |              | 2.20 |              |
| 6   | SWC 70 - 25 - W  | 7.00  |              | 2.50 |              | 7.00    |              | 2.50 |              |
| 7   | SWC 70 - 30 - W  | 7.00  |              | 3.00 |              | 6.74    |              | 2.89 |              |
| 8   | SWC 75 - 25 - W  | 7.50  |              | 2.50 |              | 7.23    |              | 2.40 |              |
| 9   | SWC 80 - 20 - W  | 8.00  |              | 2.00 |              | 7.71    |              | 1.92 |              |
| 10  | SWC 80 - 25 - W  | 8.00  |              | 2.50 |              | 7.71    |              | 2.40 |              |
| 11  | SWC 90 - 30 - W  | 9.00  |              | 3.00 |              | 8.67    |              | 2.88 |              |
| 12  | SWC 110 - 30 - W | 11.00 |              | 3.00 |              | 10.59   |              | 2.88 |              |



圆锯素材的型号列表

SWP 类 ( $\theta=0^\circ$ )

| No. | 型号               | 硬质合金  |       |      |      | 微粒+金属陶瓷 |       |      |      | E   |       | F   |       |
|-----|------------------|-------|-------|------|------|---------|-------|------|------|-----|-------|-----|-------|
|     |                  | L     |       | T    |      | L       |       | T    |      |     |       |     |       |
| 1   | SWP 90 - 30 - W  | 9.34  | ±0.15 | 3.11 | ±0.1 | 9.00    | ±0.15 | 3.00 | ±0.1 | 1.5 | ±0.15 | 1.5 | ±0.15 |
| 2   | SWP 100 - 35 - W | 10.00 | ±0.1  | 3.50 |      | 10.00   | ±0.1  | 3.50 |      | 2   |       | 0.5 |       |
| 3   | SWP 130 - 35 - W | 13.49 | ±0.2  | 3.63 |      | 13.00   | ±0.2  | 3.50 |      | 2   |       | 0.5 |       |

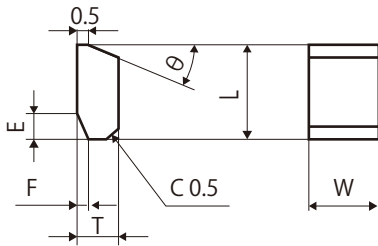
SWPA 类 ( $\theta=10^\circ$ )

| No. | 型号               | 硬质合金 |              |      |              | 微粒+金属陶瓷 |              |      |              | E    |       | F    |       |
|-----|------------------|------|--------------|------|--------------|---------|--------------|------|--------------|------|-------|------|-------|
|     |                  | L    |              | T    |              | L       |              | T    |              |      |       |      |       |
| 1   | SWPA 32 - 18 - W | 3.20 | +0.3<br>-0.0 | 1.80 | +0.2<br>-0.0 | 3.08    | +0.3<br>-0.0 | 1.73 | +0.2<br>-0.0 | 0.30 | ±0.15 | 0.30 | ±0.15 |
| 2   | SWPA 58 - 24 - W | 5.94 |              | 2.46 |              | 5.80    |              | 2.40 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |
| 3   | SWPA 65 - 20 - W | 6.50 |              | 2.00 |              | 6.26    |              | 1.92 |              | 2.00 |       | 0.50 |       |
| 4   | SWPA 70 - 22 - W | 7.00 |              | 2.20 |              | 7.00    |              | 2.20 |              | 2.00 |       | 0.70 |       |
| 5   | SWPA 75 - 24 - W | 7.88 |              | 2.52 |              | 7.50    |              | 2.40 |              | 2.00 |       | 0.70 |       |
| 6   | SWPA 77 - 27 - W | 8.09 |              | 2.84 |              | 7.70    |              | 2.70 |              | 2.00 |       | 0.70 |       |

SWPB 类 ( $\theta=15^\circ$ )

| No. | 型号   |             | 硬质合金 |              |      |              | 微粒+金属陶瓷 |              |      |              | E    |       | F    |       |
|-----|------|-------------|------|--------------|------|--------------|---------|--------------|------|--------------|------|-------|------|-------|
|     |      |             | L    |              | T    |              | L       |              | T    |              |      |       |      |       |
| 1   | SWPB | 40 - 20 - W | 4.15 | +0.3<br>-0.0 | 2.08 | +0.2<br>-0.0 | 4.00    | +0.3<br>-0.0 | 2.00 | +0.2<br>-0.0 | 1.00 | ±0.15 | 0.50 | ±0.15 |
| 2   | SWPB | 45 - 15 - W | 4.50 |              | 1.50 |              | 4.50    |              | 1.50 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |
| 3   | SWPB | 50 - 15 - W | 5.00 |              | 1.50 |              | 5.00    |              | 1.50 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |
| 4   | SWPB | 50 - 17 - W | 5.00 |              | 1.70 |              | 4.94    |              | 1.68 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |
| 5   | SWPB | 55 - 15 - W | 5.50 |              | 1.50 |              | 5.30    |              | 1.45 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |
| 6   | SWPB | 55 - 18 - W | 5.50 |              | 1.80 |              | 5.50    |              | 1.80 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |
| 7   | SWPB | 55 - 25 - W | 5.50 |              | 2.50 |              | 5.37    |              | 2.44 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |
| 8   | SWPB | 59 - 19 - W | 5.90 |              | 1.90 |              | 5.69    |              | 1.83 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |
| 9   | SWPB | 60 - 18 - W | 6.00 |              | 1.80 |              | 6.00    |              | 1.80 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |
| 10  | SWPB | 60 - 20 - W | 6.00 |              | 2.00 |              | 6.00    |              | 2.00 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |
| 11  | SWPB | 65 - 20 - W | 6.50 |              | 2.00 |              | 6.50    |              | 2.00 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |
| 12  | SWPB | 70 - 20 - W | 7.00 |              | 2.00 |              | 7.00    |              | 2.00 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |
| 13  | SWPB | 70 - 23 - W | 7.00 |              | 2.30 |              | 7.00    |              | 2.30 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |
| 14  | SWPB | 70 - 25 - W | 7.00 |              | 2.50 |              | 6.74    |              | 2.41 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |
| 15  | SWPB | 80 - 25 - W | 8.00 |              | 2.50 |              | 8.00    |              | 2.50 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |
| 16  | SWPB | 85 - 25 - W | 8.50 |              | 2.50 |              | 8.19    |              | 2.41 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |

SWP 类



| 型号             | $\theta$   |
|----------------|------------|
| SWP L - T - W  | $0^\circ$  |
| SWPA L - T - W | $10^\circ$ |
| SWPB L - T - W | $15^\circ$ |
| SWPC L - T - W | $20^\circ$ |
| SWPD L - T - W | $25^\circ$ |

W: 1.5 ~ 5.5

$1.5 \leq W \leq 4.9^{+0.15}_{-0}$

$4.9 < W \leq 5.5^{+0.2}_{-0}$

SWPC 类 ( $\theta=20^\circ$ )

| No. | 型号   |              | 硬质合金  |                          |      |                          | 微粒+金属陶瓷 |                          |      |                          | E    |                  | F    |                  |
|-----|------|--------------|-------|--------------------------|------|--------------------------|---------|--------------------------|------|--------------------------|------|------------------|------|------------------|
|     |      |              | L     |                          | T    |                          | L       |                          | T    |                          |      |                  |      |                  |
| 1   | SWPC | 40 - 18 - W  | 4.00  | <div>+0.3<br/>-0.0</div> | 1.80 | <div>+0.2<br/>-0.0</div> | 4.00    | <div>+0.3<br/>-0.0</div> | 1.80 | <div>+0.2<br/>-0.0</div> | 0.70 | <div>±0.15</div> | 0.30 | <div>±0.15</div> |
| 2   | SWPC | 50 - 15 - W  | 5.00  |                          | 1.50 |                          | 5.00    |                          | 1.50 |                          | 1.50 |                  | 0.50 |                  |
| 3   | SWPC | 55 - 15 - W  | 5.50  |                          | 1.50 |                          | 5.30    |                          | 1.45 |                          | 1.50 |                  | 0.50 |                  |
| 4   | SWPC | 55 - 16 - W  | 5.50  |                          | 1.60 |                          | 5.50    |                          | 1.60 |                          | 1.50 |                  | 0.50 |                  |
| 5   | SWPC | 55 - 18 - W  | 5.50  |                          | 1.80 |                          | 5.50    |                          | 1.80 |                          | 1.50 |                  | 0.50 |                  |
| 6   | SWPC | 55 - 21 - W  | 5.71  |                          | 2.18 |                          | 5.50    |                          | 2.10 |                          | 1.50 |                  | 0.50 |                  |
| 7   | SWPC | 60 - 15 - W  | 6.00  |                          | 1.50 |                          | 5.78    |                          | 1.44 |                          | 2.00 |                  | 0.50 |                  |
| 8   | SWPC | 60 - 18 - W  | 6.00  |                          | 1.80 |                          | 6.00    |                          | 1.80 |                          | 1.50 |                  | 0.50 |                  |
| 9   | SWPC | 60 - 20 - W  | 6.00  |                          | 2.00 |                          | 6.00    |                          | 2.00 |                          | 1.50 |                  | 0.50 |                  |
| 10  | SWPC | 60 - 20 - W  | 6.00  |                          | 2.00 |                          | 6.00    |                          | 2.00 |                          | 2.00 |                  | 1.00 |                  |
| 11  | SWPC | 65 - 20 - W  | 6.50  |                          | 2.00 |                          | 6.50    |                          | 2.00 |                          | 2.00 |                  | 0.50 |                  |
| 12  | SWPC | 65 - 20 - W  | 6.50  |                          | 2.00 |                          | 6.26    |                          | 1.92 |                          | 2.00 |                  | 1.00 |                  |
| 13  | SWPC | 65 - 23 - W  | 6.50  |                          | 2.30 |                          | 6.26    |                          | 2.21 |                          | 2.00 |                  | 0.80 |                  |
| 14  | SWPC | 65 - 25 - W  | 6.50  |                          | 2.50 |                          | 6.26    |                          | 2.40 |                          | 2.00 |                  | 1.30 |                  |
| 15  | SWPC | 70 - 20 - W  | 7.00  |                          | 2.00 |                          | 6.74    |                          | 1.92 |                          | 2.00 |                  | 1.00 |                  |
| 16  | SWPC | 70 - 23 - W  | 7.00  |                          | 2.30 |                          | 7.00    |                          | 2.30 |                          | 2.00 |                  | 0.50 |                  |
| 17  | SWPC | 77 - 25 - W  | 7.70  |                          | 2.50 |                          | 7.70    |                          | 2.50 |                          | 2.50 |                  | 1.25 |                  |
| 18  | SWPC | 80 - 23 - W  | 8.00  |                          | 2.30 |                          | 8.00    |                          | 2.30 |                          | 2.00 |                  | 0.50 |                  |
| 19  | SWPC | 80 - 25 - W  | 8.00  |                          | 2.50 |                          | 7.71    |                          | 2.41 |                          | 2.00 |                  | 1.30 |                  |
| 20  | SWPC | 85 - 25 - W  | 8.50  |                          | 2.50 |                          | 8.19    |                          | 2.40 |                          | 2.00 |                  | 1.30 |                  |
| 21  | SWPC | 90 - 25 - W  | 9.00  |                          | 2.50 |                          | 8.67    |                          | 2.40 |                          | 2.00 |                  | 1.30 |                  |
| 22  | SWPC | 90 - 27 - W  | 9.00  |                          | 2.70 |                          | 8.67    |                          | 2.60 |                          | 3.00 |                  | 1.30 |                  |
| 23  | SWPC | 95 - 27 - W  | 9.86  |                          | 2.80 |                          | 9.50    |                          | 2.70 |                          | 2.50 |                  | 0.70 |                  |
| 24  | SWPC | 100 - 25 - W | 10.00 |                          | 2.50 |                          | 10.00   |                          | 2.50 |                          | 3.00 |                  | 1.30 |                  |
| 25  | SWPC | 100 - 27 - W | 10.37 |                          | 2.80 |                          | 10.00   |                          | 2.70 |                          | 2.50 |                  | 0.70 |                  |
| 26  | SWPC | 105 - 30 - W | 10.50 |                          | 3.00 |                          | 10.11   |                          | 2.88 |                          | 3.50 |                  | 1.50 |                  |
| 27  | SWPC | 110 - 35 - W | 11.00 |                          | 3.50 |                          | 10.59   |                          | 3.37 |                          | 3.00 |                  | 1.50 |                  |
| 28  | SWPC | 120 - 30 - W | 12.00 |                          | 3.00 |                          | 11.56   |                          | 2.89 |                          | 2.00 |                  | 1.00 |                  |
| 29  | SWPC | 140 - 30 - W | 14.00 |                          | 3.00 |                          | 13.49   |                          | 2.88 |                          | 4.00 |                  | 1.30 |                  |

SWPD 类 ( $\theta=25^\circ$ )

| No. | 型号               | 硬质合金 |              |      |              | 微粒+金属陶瓷 |              |      |              | E    |       | F    |       |
|-----|------------------|------|--------------|------|--------------|---------|--------------|------|--------------|------|-------|------|-------|
|     |                  | L    |              | T    |              | L       |              | T    |              |      |       |      |       |
| 1   | SWPD 45 - 15 - W | 4.50 | +0.3<br>-0.0 | 1.50 | +0.2<br>-0.0 | 4.34    | +0.3<br>-0.0 | 1.46 | +0.2<br>-0.0 | 1.00 | ±0.15 | 0.50 | ±0.15 |
| 2   | SWPD 60 - 15 - W | 6.00 |              | 1.50 |              | 5.78    |              | 1.44 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |
| 3   | SWPD 60 - 18 - W | 6.00 |              | 1.80 |              | 5.78    |              | 1.73 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |
| 4   | SWPD 60 - 20 - W | 6.00 |              | 2.00 |              | 5.78    |              | 1.92 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |
| 5   | SWPD 62 - 19 - W | 6.44 |              | 1.97 |              | 6.20    |              | 1.90 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |
| 6   | SWPD 65 - 20 - W | 6.50 |              | 2.00 |              | 6.50    |              | 2.00 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |
| 7   | SWPD 70 - 20 - W | 7.00 |              | 2.00 |              | 6.74    |              | 1.92 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |
| 8   | SWPD 70 - 23 - W | 7.00 |              | 2.30 |              | 6.74    |              | 2.21 |              | 1.00 |       | 0.50 |       |