硬质合金材料和硬质合金刀具加工的基本知识

硬质合金是以高硬度难熔金属的碳化物（WC、TiC)微米级粉末为主要成分，以钴（Co）或镍（Ni）、钼（Mo）为粘结剂，在真空炉或氢气还原炉中烧结而成的粉末冶金制品。   ⅣB、ⅤB、ⅥB族金属的碳化物、氮化物、硼化物等，由于硬度和熔点特别高，统称为硬质合金。下面以碳化物为重点来说明硬质含金的结构、特征和应用。   ⅣA、ⅤA、ⅥA族金属与碳形成的金属型碳化物中，由于碳原子半径小，能填充于金属品格的空隙中并保留金属原有的晶格形式，形成间充固溶体。在适当条件下，这类固溶体还能继续溶解它的组成元素，直到达到饱和为止。因此，它们的组成可以在一定范围内变动（例如碳化钛的组成就在 TiC0.5～TiC之间变动），化学式不符合化合价规则。当溶解的碳含量超过某个极限时（例如碳化钛中Ti︰C＝1︰1），晶格型式将发生变化，使原金属晶格转变成另一种形式的金属晶格，这时的间充固溶体叫做间充化合物。   金属型碳化物，尤其是ⅣB、ⅤB、ⅥB族金属碳化物的熔点都在3273K以上，其中碳化铪、碳化钽分别为4160K和4150K，是当前所知道的物质中熔点最高的。大多数碳化物的硬度很大，它们的显微硬度大于 1800kg?mm2（显微硬度是硬度表示方法之一，多用于硬质合金和硬质化合物，显微硬度1800kg?mm2相当于莫氏一金刚石一硬度9）。许多碳化物高温下不易分解，抗氧化能力比其组分金属强。碳化钛在所有碳化物中热稳定性最好，是一种非常重要的金属型碳化物。然而，在氧化气氛中，所有碳化物高温下都容易被氧化，可以说这是碳化物的一大弱点。   除碳原子外，氮原子、硼原子也能进入金属晶格的空隙中，形成间充固溶体。它们与间充型碳化物的性质相似，能导电、导热、熔点高、硬度大，同时脆性也大。   硬质合金的基体由两部分组成：一部分是硬化相；另一部分是粘结金属。   硬化相是元素周期表中过渡金属的碳化物，如碳化钨、碳化钛、碳化钽，它们的硬度很高，熔点都在2000℃以上，有的甚至超过4000℃。另外，过渡金属的氮化物、硼化物、硅化物也有类似的特性，也可以充当硬质合金中的硬化相。硬化相的存在决定了合金具有极高硬度和耐磨性。   粘结金属一般是铁族金属，常用的是钴和镍。   制造硬质合金时，选用的原料粉末粒度在1～2微米之间，且纯度很高。原料按规定组成比例进行配料，加进酒精或其他介质在湿式球磨机中湿磨，使它们充分混合、粉碎，经干燥、过筛后加入蜡或胶等一类的成型剂，再经过干燥、过筛制得混合料。然后，把混合料制粒、压型，加热到接近粘结金属熔点（1300～1500℃）的时候，硬化相与粘结金属便形成共晶合金。经过冷却，硬化相分布在粘结金属组成的网格里，彼此紧密地联系在一起，形成一个牢固的整体。硬质合金的硬度取决于硬化相含量和晶粒粒度，即硬化相含量越高、晶粒越细，则硬度也越大。硬质合金的韧性由粘结金属决定，粘结金属含量越高，抗弯强度越大。

硬质合金刀具加工的基本知识：  
制造刀具的材料必须具有很高的高温硬度和耐磨性，必要的抗弯强度、冲击韧性和化学惰性，良好的工艺性（切削加工、锻造和热处理等），并不易变形。    
    
  通常当材料硬度高时，耐磨性也高；抗弯强度高时，冲击韧性也高。但材料硬度越高，其抗弯强度和冲击韧性就越低。高速钢因具有很高的抗弯强度和冲击韧性，以及良好的可加工性，现在仍是应用最广的刀具材料，其次是硬质合金。    
      
聚晶立方氮化硼适用于切削高硬度淬硬钢和硬铸铁等；聚晶金刚石适用于切削不含铁的金属，及合金、塑料和玻璃钢等；碳素工具钢和合金工具钢现在只用作锉刀、板牙和丝锥等工具。    
          
  硬质合金可转位刀片现在都已用化学气相沉积法涂覆碳化钛、氮化钛、氧化铝硬层或复合硬层。正在发展的物理气相沉积法不仅可用于硬质合金刀具，也可用于高速钢刀具，如钻头、滚刀、丝锥和铣刀等。硬质涂层作为阻碍化学扩散和热传导的障壁，使刀具在切削时的磨损速度减慢，涂层刀片的寿命与不涂层的相比大约提高 1~3倍以上。    
  
  
 由于在高温、高压、高速下，和在腐蚀性流体介质中工作的零件，其应用的难加工材料越来越多，切削加工的自动化水平和对加工精度的要求越来越高。为了适应这种情况，刀具的发展方向将是发展和应用新的刀具材料；进一步发展刀具的气相沉积涂层技术，在高韧性高强度的基体上沉积更高硬度的涂层，更好地解决刀具材料硬度与强度间的矛盾；进一步发展可转位刀具的结构；提高刀具的制造精度，减小产品质量的差别高锰钢属难加工材料，对刀具材料要求较高。一般来说，要求刀具材料红硬性高、耐磨性好，有较高的强度、韧性和导热系数。切削高锰钢可选用硬质合金、金属陶瓷做刀具材科。目前应用最普遍的还是硬质合金，其中YG类硬质合金具有较高的抗弯强度和冲击韧性(与YT类硬质合金比较)，可减少切削时的崩刃。同时，YG类硬质合金的导热性较好，有利于切削热从刀尖散走，降低刀尖温度，避免刀尖过热软化。YG类硬质合金的磨加工性较好，可以磨出锐利的刃口  
  
   一般情况下，刀具的耐用度取决于刀具材料的红硬性、耐磨性和冲击韧性。YG类硬质合金中含钴量较多时，抗弯强度和冲击韧性好，特别是提高了疲劳强度，因此适于在受冲击和震动的条件下作粗加工用；含钴量较少时，其硬度、耐磨性和耐热性较高，适合作连续切削的精加工。   
   
钨钢/硬质合金是一种主要由硬质相和粘结相组成的粉末冶金产品。硬质相很硬，主要是各种碳化物。其主要碳化物有：碳化钨(WC) 、碳化钛(TiC) 、碳化钽(TaC) 和碳化铌(NbC)。在大部分情况下，钴作为粘结相使用。 在硬质合金工厂，硬质合金需经过混合、压制和烧结。  
  
 硬质合金的分类根据ISO标准进行。这种分类的依据是工件的材料类别( P, M, K, N, S, H)。 不同的硬质合金材质有不同的用途，如车削、铣削、孔加工、螺纹加工、切槽等。  
    
钨钢/硬质合金主要成分的性能：  
                                       WC    TiC    TaC   NbC       Co  
 硬度HV                           2400   >3200  1800  2400    150~280HBS  
 熔点°C                         2800    3100  3800  3500    1500  
 热导率W/m°C            121.4   31.8    22.2  14.2     54.4  
 热膨胀系数10-6/°C    6.2     7.61    6.61  6.84    12.5   
  
    硬质合金/钨钢具有很高的硬度和耐磨性，常用于制造金属切削刀具、量具、模具等。通常当材料硬度高时，耐磨性也高；抗弯强度高时，冲击韧性也高。但材料硬度越高，其抗弯强度和冲击韧性就越低。高速钢因具有很高的抗弯强度和冲击韧性，以及良好的可加工性，目前仍是应用最广的刀具材料，其次是硬质合金。  
钨钢/硬质合金中有一种是以一种或几种碳化物（如TiC、WC等）为硬化相，以合金钢（如高速钢、钼铬钢等）邦福粉末为粘结剂制成，叫做钢结构硬质合金。其硬度介于钢和硬质合金之间，但是韧性大大提高并且可以切削加工和热处理加工。这种钢结构硬质合金的典型硬度为：经淬火——回火后硬度为69~73HRC，高速钢65%。