**工具钢：**

　主要用于制造切削工具、模具、量具和其他耐磨工具的钢。一般分为碳素工具钢、合金工具钢和高速工具钢三类。

　　**碳素工具钢** 基本上是优质或高级优质高碳钢，简称碳工钢。其冷、热加工性能好,最高[淬火](http://baike.so.com/doc/1492828.html%22%20%5Ct%20%22_blank)硬度能达HRC66～67，但通常[回火](http://baike.so.com/doc/818710.html%22%20%5Ct%20%22_blank)硬度为HRC60～64，耐磨性好,价格低廉，用途广泛，数量约占整个工具钢的一半。主要缺点是：①淬透性低，水淬时也只能淬透截面厚度不大于8mm的小工具；②耐热性差，在250℃,硬度急剧下降,所以一般限在 200℃以下使用。碳工钢的含碳量自0.65～1.35％(牌号为T7～T13)，属亚共析钢和共析钢(T7,T8)，用于制造形状简单的刀具和木工刀具。过共析钢用量最大，尤其是T10、T11适于制造对耐磨性要求较高的工具和冷冲模、拉丝模、切边模、丝锥以及形状简单的低精度量具。含碳更高的牌号，虽然耐磨性高,但韧性低,不耐冲击，只适于制造锉刀、丝锥、刻刀、剪刀等手工工具。

　　碳工钢在热加工后具有片状珠光体组织，硬度较高，难以切削加工，且淬火易形成粗大马氏体，必须进行球化[退火](http://baike.so.com/doc/765676.html)，一般在740～770℃加热，600～680℃等温处理。退火后硬度为HB157～197。含碳量高、大尺寸的碳工钢材，常在球化退火前进行正火，以消除网状碳化物。碳工钢的淬火加热温度一般为770～820℃,通常用盐水-油双液淬火以加速冷却,冷至100℃左右要迅速取出立即回火，以防止开裂和减少淬火变形。对形状复杂的薄小工件,可用120～160℃碱浴分级淬火,回火多在140～220℃范围内进行。

　　**合金工具钢** 在碳工钢中加入Cr、W、Mo、V、Si、Mn、Ni、Co等合金元素，提高强度、硬度、耐磨性和耐热性，以适应不同用途的需要。按用途可分：

　　量具、刃具用钢 含碳量较高(0.75～1.50％)，具有所需的高硬度(≥HRC60),分别含有Cr、W、V、Si、Mn等合金元素，淬透性较高，形成的合金碳化物显著地提高了钢的耐磨性、热稳定性，并具有一定的强度和冲击韧性。常用量具钢多选用GCr15和CrWMn等。用于量具、刃具的低合金工具钢的热处理制度大体上与碳工钢相似。由于它含有提高淬透性的合金元素，一般采用油淬。对于变形要求严格的工具可采用硝盐分级淬火，也可等温淬火。对尺寸稳定性要求高的量具，应进行冷处理。此外还须采用较长时间的低温回火或时效处理，以得到稳定的回火马氏体,并使未转变的残余奥氏体陈化稳定,使工具的残余应力消除或使状态稳定。

　　耐冲击工具用钢 含碳量在0.35～0.65％范围的中碳铬钨硅钢（如5CrW2Si）,热处理后具有高的冲击韧性、高的疲劳强度和较高的耐磨性，适于制造受冲击载荷大的工具，如手动或风动凿子等。

　　冷作模具用钢 含碳量较高,大多在0.85％以上,个别达2％以上，具有很高的硬度（HRC60以上）和耐磨性。其中低、中合金类型基本上与量具、刃具用钢类似，如9Mn2V、CrWMn。Cr6WV和 Cr4W2MoV可作较大尺寸的冷冲模具。最具有代表性的是高碳高铬的微变形工具钢Cr12和 Cr12MoV。这类钢具有高耐磨性、高淬透性和淬火微变形性,适于制造大型精密冷作模具。Cr12MoV有两种淬火制度:一种为常用的较低温度(950～1050℃)淬火和低温(150～200℃)回火，以获得较高硬度和较小变形；另一种为高温(1100～1130℃)淬火和高温(500～520℃)回火，产生二次硬化，以提高钢的硬度，获得较高的红硬性和耐磨性，适于制作在400～500℃下工作的模具。但Cr12钢一般只采用前一种淬火制度。由于这类钢属于莱氏体钢，铸态组织内会出现大量网状共晶碳化物，必须在塑性加工过程中使其破碎并均匀地分布在基体上，以增加钢的耐磨性，阻止高温淬火晶粒长大和同时使钢具有足够的韧性。

　　热作模具用钢 含碳量大多在0.3～0.6％之间，并含某些合金元素。这类钢的主要特性是抗回火稳定性好，在与工件接触受热的状态下，仍能保持较高的硬度和强度，有较好的耐热疲劳性和冲击韧性，主要用于制作热锻压、热冲压、热挤压、热精锻和压铸等模具。一般锤锻模可采用高韧性和一般耐热性（350～375℃以下）的模具钢5CrMnMo和5CrNiMo。热顶锻和热挤压模因在工作期间（尤其在铜挤压和钢挤压生产中）与被变形的热金属接触时间长，容易受热软化,要求有较高的耐热性,常采用3Cr2W8V,4Cr5MoVSi，4Cr5W2VSi。这些钢高温回火时均产生二次硬化，适于在500～650℃下工作。压铸模用材料必须具有优越的耐热疲劳性和耐热冲刷腐蚀性。常用的 3Cr2W8V等是压铸锌、铝和镁合金等低熔点金属的良好材料。对要求有更高耐热性的精密锻造模具，压铸高熔点金属的模具，则非一般热作模具钢所能胜任。应选用钨、钼等难熔合金以提高模具使用寿命。

　　塑料模具钢 近年来随着塑料工业的发展，塑料模具钢也得到了发展。由于塑料模具的模腔复杂，尺寸要求精密,因此对塑料模具钢除要求耐磨、耐腐蚀以外,特别要求钢的可加工性和热处理后的微变形性。此类钢含碳量较低，还含有铬、镍、钼等元素，有时还含有铝、钛，以产生时效硬化。

　　基体钢 它的化学成分相当于不同类型的[高速工具钢](http://baike.so.com/doc/6203995.html%22%20%5Ct%20%22_blank)淬火后基体组织的化学成分，因而得名。这类钢与高速工具钢相比较，它的共晶碳化物很少,而且粒度小,分布均匀，因而韧性、疲劳强度和冷、热加工性能都比高速钢好，同时又具有较高的二次硬化能力，较高的耐热性和耐磨性，适于制作热载荷更高(600～680℃)的模具。基体钢5Cr4W2Mo2VSi、35Cr3Mo3W2V、65Cr4W3Mo2VNb等是中国研制成功的，前两种制作的热模具，后一种制作的冷模具，使用效果良好。基体钢冷模具的韧性比高速钢的高，耐磨性和抗压强度稍低。

**工具钢的特性**

（1）硬度

　　工具钢制成工具经热处理后具有足够高的硬度，如用于金属切削加工的工具一般在HRC60以上。工具在高的切削速度和加工硬材料所产生高温的受热条件下，仍能保持高的硬度和良好的红硬性。碳素工具钢和合金工具钢一般在180℃~250℃、高速工具钢在600℃左右的工作温度下，仍能保持较高的硬度。红硬性对热变形模具和高速切削刀具用钢是非常重要的性能。

　　（2）耐磨性

　　工具钢具有良好的耐磨性，即抵抗磨损的能力。工具在承受相当大的压力和摩擦力的条件下，仍能保持其形状和尺寸不变。

　　（3）强度和韧性

　　工具钢具有一定的强度和韧性，使工具在工作中能够承受负荷、冲击、震动和弯曲等复杂的应力，以保证工具的正常使用。

　　（4）其他性能

　　由于各种工具的工作条件不同，工具用钢还具有一些其他性能，如模具用钢还应具有一定的高温力学性能、热疲劳性、导热性和耐磨腐蚀性能等。编辑本段工艺性能工具钢除了具有上述使用性能外，还应具有良好的工艺性能。

　　（1）加工性

　　工具钢应具有良好的热压力加工性能和机械加工性能，才能保证工具的制造和使用。钢的加工性取决于化学成分、组织的质量。

　　（2）淬火温度范围

　　工具钢的淬火温度应足够宽，以减少过热的可能性。

　　（3）淬硬性和淬透性

　　淬硬性是钢在淬火后所能达到最高硬度的性能。淬硬性主要与钢的化学成分特别是碳含量有关，碳含量越高，则钢的淬硬性越高。淬透性表示钢在淬火后从表面到内部的硬度分布状况。淬透性的高低与钢的化学成分、纯洁度、晶粒度有关。根据用于制造不同的工具，对这两种性能各有一定的要求。

　　（4）脱碳敏感性

　　工具表面发生脱碳，将使表面层硬度降低，因此要求工具钢的脱碳敏感性低。在相同的加条件下，钢的脱碳敏感性取决于其化学成分。

　　（5）热处理变形性

　　工具在热处理时，要求其尺寸和外形稳定。

　　（6）耐削性

对很制造刀具和量具用钢。要求具有良好的磨削性。钢的磨削性与其化学成分有关，特别是钒含量，如果钒质量分数不小于0.50%则磨削性变坏。

**高速工具钢和合金工具钢工艺及参数上的区别**

高速工具钢也是一种合金工具钢，其中含有C,Mn,Si,Cr,V,W,Mo,Co.而它能用来做高速旋转切割工具，能耐磨，耐高温，就是其中Cr,V,W,Mo得比例比较大（你也是同行，这里就不细讲了），以W12Cr4V5Co5为例，Cr->3.75%-5%,V->4.5%-5.25%,W->11.75%-13%.其中Cr和V得比例不得低于3%。P和S得含量不得大于0.030%。合金工具钢的加工方法主要是压力加工钢和切削工具钢。合金工具钢种类和多，有冷作，热作，无磁，塑料模具钢等等，同时Cr和V得比例不能过低。冷作模具工具钢的选择冷作模具工具钢的选择，在实际用途中工具钢是根据模具主要失效机理进行选择的。选择工具钢仅仅拥有钢材性能方面的知识是远远不够的，还必须考虑生产零件的数量，被加工材料的类型，厚度及其硬度等因素。选择工具钢的一种基本方法是先把除磨损外的其他失效机理全部排除，然后选择具备最适合耐磨损性的工具钢，以满足产品生产量的要求。

　　**工具钢的生产** 工具钢对冶金质量要求较高，一般多用电炉熔炼，纯净度要求更高时可采用电炉冶炼加真空冶炼或电渣重熔。为减少偏析，提高等向性能，钢锭可进行高温扩散退火。热加工时，过共析钢的停锻(轧)温度要低（约800℃）。锻轧成材后应快冷至700℃，以免析出粗大网状碳化物，在700℃以下进行缓冷,以防热应力造成裂纹。对模具钢，压缩比控制在6以上,以保证模具的质量和寿命。对莱氏体型的高碳高铬钢，为了改善共晶碳化物分布的均匀性,加大热加工中的压缩比,能收到很好的效果。大尺寸的钢材最好选用电渣重熔的大钢锭（直径350mm以上），通过较大压缩比,可以获得较高的质量。