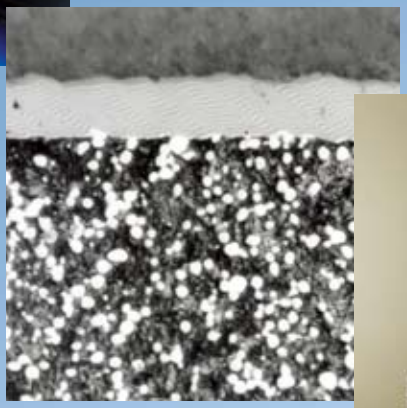
表面

表面质量对高性能ASP®工具的影响



ERASTEEL

ERASTEEL培训

序言

新的高性能材料，如最新一代的ASP钢使诸如切削和成形等操作能更有效的提高。但是高硬度的高性能材料不可避免的韧性较低。要使工具的强度能保持在高水平，此较低的韧性需要材料具有较小和较少的缺陷，对高速钢实际上说来，也即需减少氧化物，非金属夹杂物，碳化物堆聚及它的尺寸和数量。法国高速钢公司(ERASTEEL)在近30年来不断致力于此。首先，引入了粉末冶金方法(ASP)，和然后通过各种发展去减少非金属夹杂物的数量，如ESH方法。就这样我们从事于去不断获得一个显著较细的钢显微组织，也即一个不断提高到较高强度的钢。由于对ASP钢种生产的改进，使材料整体现在已达到一个高性能水平，这使我们看到起源于在工具表面的失效有增加的趋势。上述失效经常与加工和制造工具有关—目前约为我们收到的失效工具的1/3。这一点指出了，为能充分利用最新材料发展的优点，工具表面粗糙度是极端重要，这样一个认识水平已到来，本小册子的目的，即在提高对用最近代高性能ASP钢种制造的工具的表面质量的重要性的了解和意识。

ASP® 为法国高速钢公司(Erasteel)的一个注册商标。

为避免工具失效，要更仔细观察其表面。

HSS基础知识 第4页

缺陷及它们对工具性质的影响 第5页

表面质量基础 第7页
- 表面粗糙度 7页
- 结构组织的改变 8页
- 化学的改变 8页
- 残余应力 9页
- 毛刺 10页

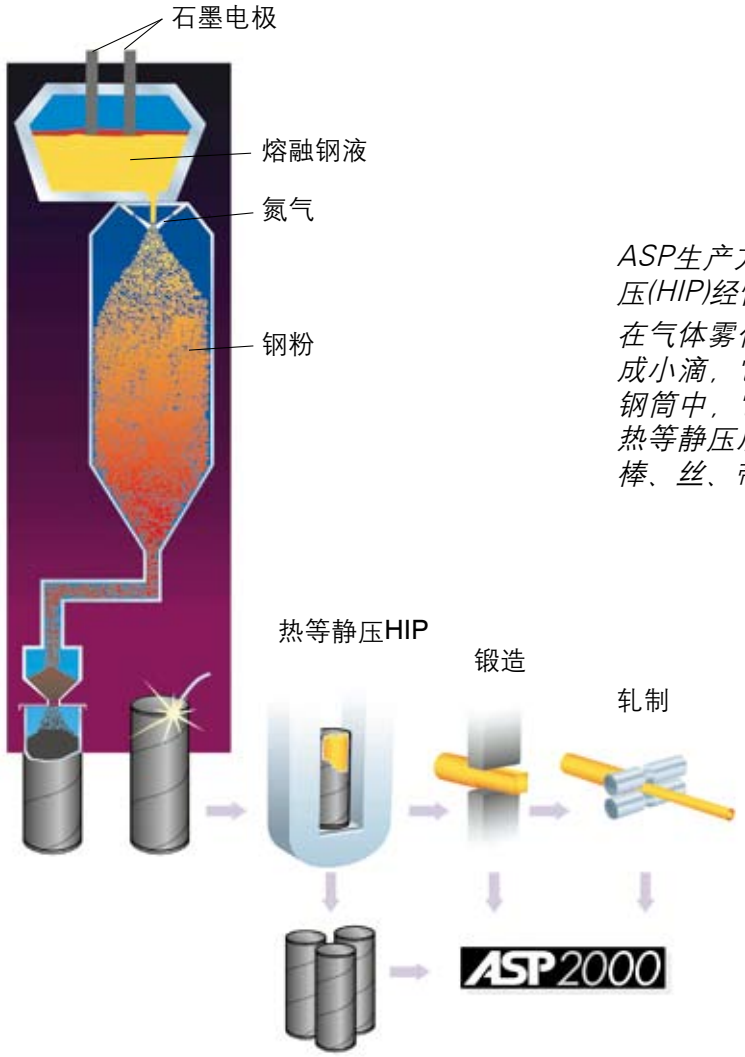
工具制造工艺对表面情况的影响 第11页
- EDM 11页
- 热处理 13页
- 磨削 13页
- 表面准备方法 16页
- 涂层 17页
- 喷丸 18页
- 标志 18页

疑难指南 第19页

HSS基础知识

高速钢(HSS)在一个独特的状态下综合有高强度和高硬度，因此在如切削刀具这样一个如此多样化的应用中，是一种理想的材料。高速钢的独特性质是由Mo,W,V和Cr合金化的铁-碳基体而得，在回火后具有均匀分布的纳米级碳化物，它加强了钢，高速钢也含有约2-20%体积百分比的较大碳化物，其尺寸约为1-10μm，他们可为MC型(主要为钒加入于碳)，或为M_6C型(主要为钼、钨和铁加入于碳)。上述碳化物的硬度是：MC碳化物大约为2800HV，和M_6C型碳化物大约为1600HV。这些被称为一次碳化物的碳化物提供HSS的高耐磨损阻力，对硬度的作用则较次。此外某些HSS钢种含有最高不超过15%重量百分比的钴，以得到一些增加的硬度和热硬度。

传统上高速钢的制造使用铸造和锻造技术以生产普通高速钢。对高速钢性质的一个实质改进为Erasteel公司成功引入粉末冶金生产方法-ASP钢。用粉末冶金方法，ASP钢的显微组织是极为细化并具有非常均匀分布的细小一次碳化物。与普通高速钢相比，此结果为一种改善的强度与硬度的组合。



ASP生产方法是一种粉末冶金工艺，包含有热等静压(HIP)经快速凝固的气体雾化粉末。

在气体雾化时，熔融钢水为强力喷出的氮气流分散成小滴，它在极高速率下固化，此钢粉收集于一个钢筒中，它随后抽真空并焊死，最后此ASP粉末在热等静压后，再经锻造，热和冷轧，及拉丝形成钢棒、丝、带和钢板。

缺陷及它们对工具性质的影响

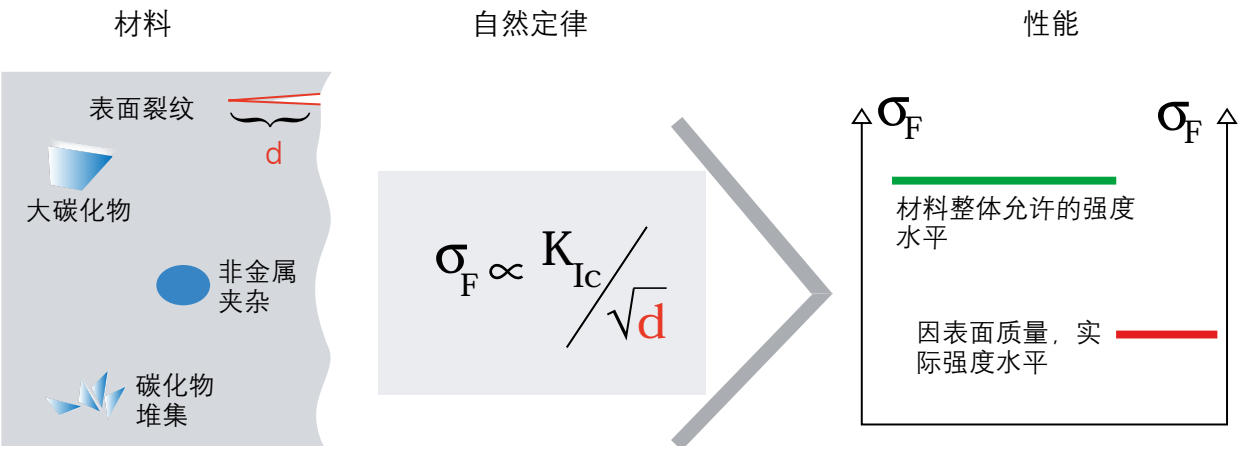
与其它工具材料，例如硬质合金相比，ASP钢的一个最显著优点为其高强度。这使工具制造者不仅可制造锋利的工具，而且可让它们的用户使用大的进刀量及工件材料去除率，在高负荷下使用这些工具.ASP钢有高强度的理由为由于独特的具有高纯净度与细显微组织的组合，使其内部材料缺陷的水平极低。

因ASP钢中内部缺陷的水平低和尺寸小使由于工具的生产过程，而非钢“内在”质量的工具表面缺陷有极大的可能性成为较大的缺陷，这意味由于在工具制造过程引入的表面缺陷使因整体材料的高质量而期望得到的高强度并不一定总能实现。因工具表面经常为工具承受最高应力部分，工具表面的缺陷经常成为工具寿命的制约因素。

在某一给定的硬度下，高速钢的强度是与在材料中承受高张应力的最大缺陷尺寸成反比。换一句话说，当最大缺陷尺寸增加，其强度下降，如：

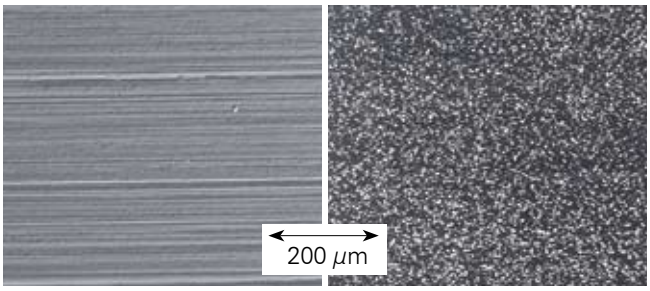
$$\sigma_F \propto \frac{K_{IC}}{\sqrt{d}}$$

此处σ_F为强度，K_{IC}为断裂韧性和d为断裂起源点的缺陷尺寸。此缺陷可为，例如在普通高速钢中的大碳化物，碳化物堆聚和碳化物链，以及非金属夹杂物和与表面有关的缺陷如沟(磨削痕迹，划痕)和热损伤。在所有这些缺陷中，最大的那个缺陷将决定工具刃口的强度。这意味工具材料的强度是受控于缺陷及不完善处。断裂韧性(K_{IC})或更明确的说，对应力集中缺陷的敏感性，也影响工具材料的强度。已发现断裂韧性几乎随钢的硬度上升而线形下降，而显微组织的性质，像碳化物尺寸和分布，通常只有较小的影响。因此高速钢和ASP钢的断裂韧性，对一个给定的硬度水平，可视作常数。

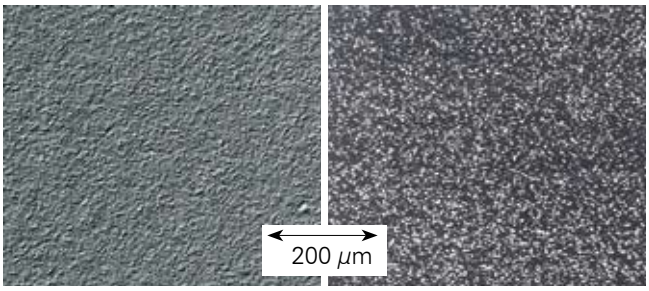


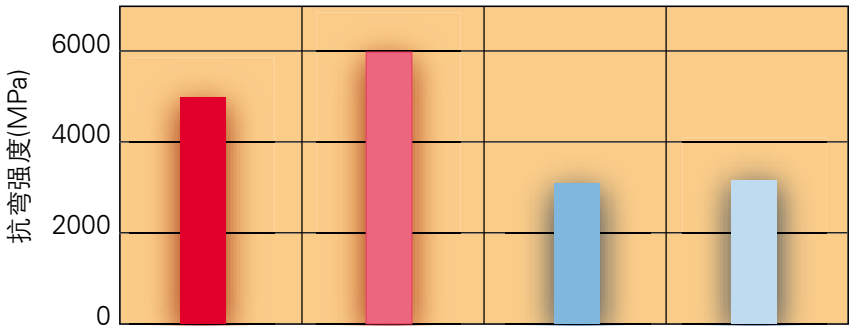
在材料中处于高应力下那部分的最大缺陷，决定了工具的最大强度。经常对最新一代的ASP钢，其材料整体是无较大缺陷，但表面缺陷如划痕，或因工具制造产生的组织变迁，成为制约强度的因素。

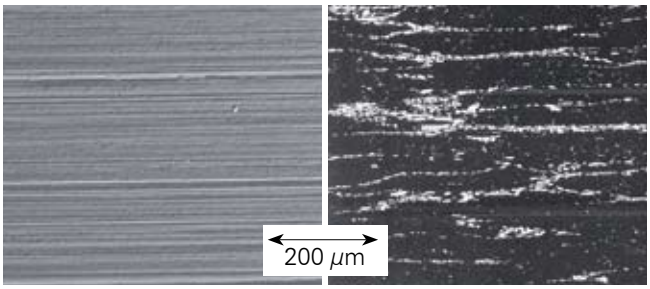
磨削表面和高性能材料（ASP2023）



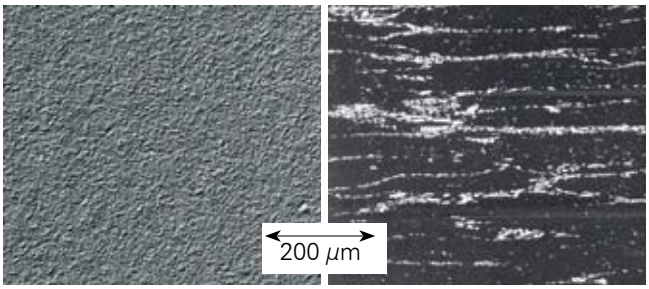
高质量表面和高性能材料（ASP2023）







磨削表面和普通高高速钢 HSS (M2)



高质量表面和普通高速钢 HSS (M2)

在此例子中，可以看到对66HRC的ASP 2023材料在采用高质量表面制备后，其抗弯强度有一个实质的提高，而对在65HRC的M2(用普通铸造生产的一个标准高速钢)即使采用高质量表面制备，对其抗弯强度的影响也不大。

此例子指出，工具的表面质量应与其显微组织相匹配，为充分利用最新一代ASP钢的优点需要一个高质量的表面。这是因为在高机械应力下，此体积中的最大缺陷决定了材料的最大强度。对ASP钢这样的高性能材料说来，它具有均匀和细小的显微组织，最大缺陷经常是一个表面缺陷(沟，残余张应力等)，而对用普通铸造工艺生产的高速钢，或低纯净的PM HSS，其最大缺陷是经常发现存在于材料体内。

表面质量基础

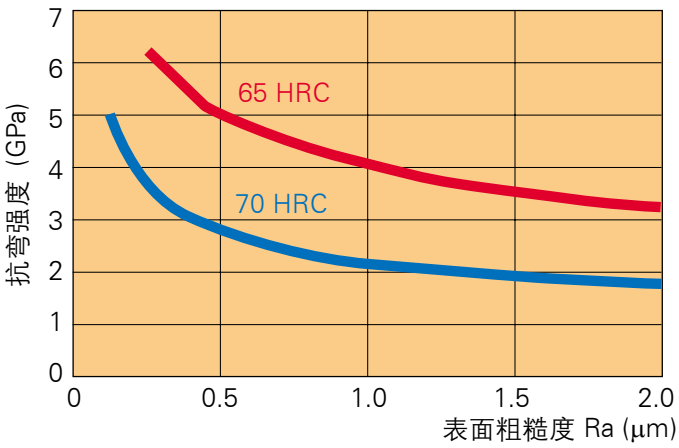
一个工具的表面质量是在工具制造中不同加工步骤形成的结果，如热处理，磨削，最后表面制备等。

工具最终的性能强烈决定于工具的表面质量。表面质量是从下列组合而获得：

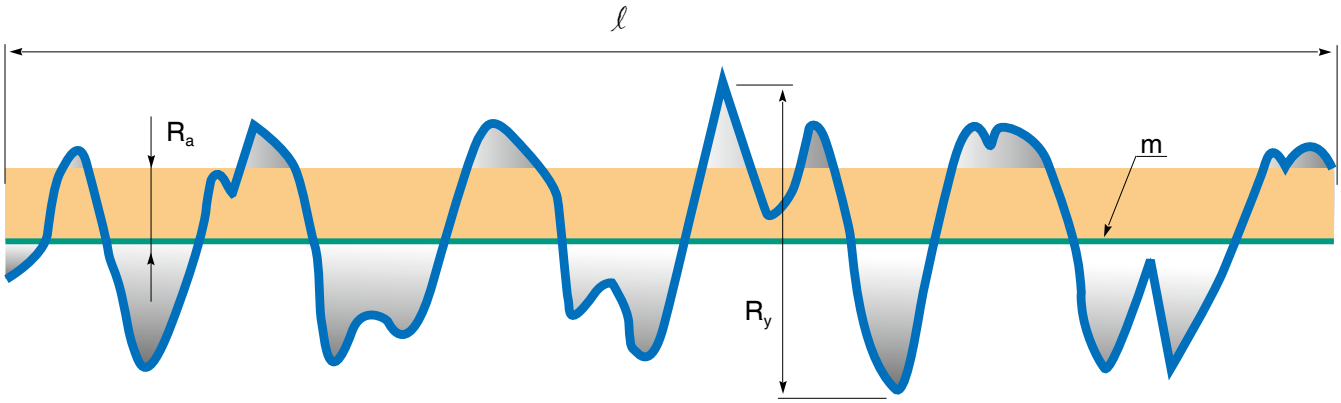
- 表面的“几何性质”：表面粗糙度，存在的表面缺陷如划痕。
- 与材料整体相比，接近表面那部分材料的“组织，机械和化学变迁”。如相转变，热影响区，渗碳，脱碳，氧化，残余应力，塑性变形等。
- 其它缺陷如毛刺。

表面粗糙度

表面粗糙度是指在制造过程中於表面形成的微小不平度(峰和谷)。对表面粗糙度最通常的统计描述为轮廓算数平均偏差Ra值。它是由一个触针头滑移过表面，测量此表面轮廓并计算其从中线的平均偏差值。必须指出的是Ra值仅为表面粗糙度的粗略描述，因它不能考虑到方向性(如磨削沟)的可能性，以及不同的表面轮廓可能有相同的Ra值。因此人们经常遇到具有相似Ra值的材料但有不同的表面相关性质。

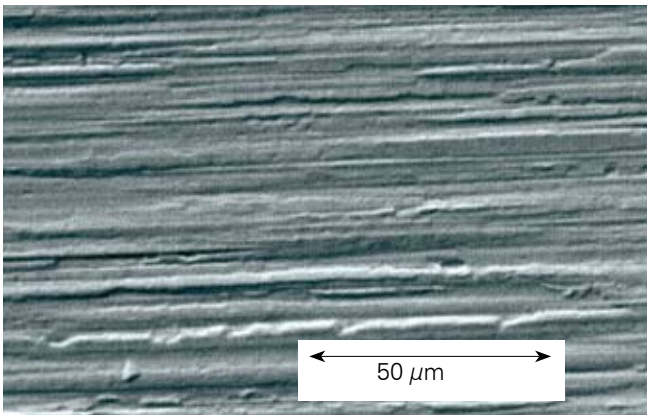


抗弯强度对标准(65HRC)和高性能(70HRC)高速钢表面粗糙度。高硬度不可避免包括一个较低的断裂韧性(K_{IC})；但是，对两种类型的高速钢材料可达到同等高水平的强度，如果高性能高速钢的表面是制备到一个足够低的表面粗糙度值。

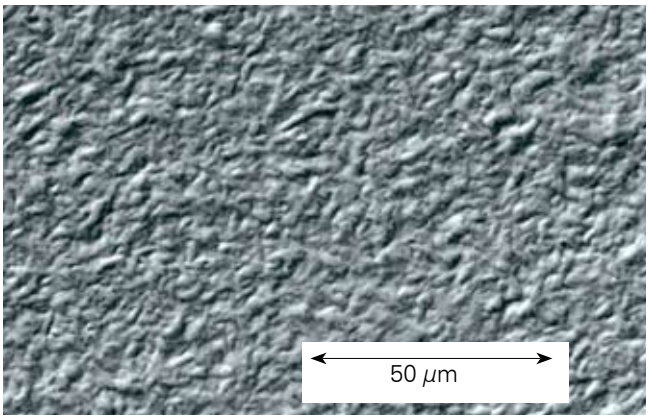


通常表面粗糙度的测量为Ra值。它是在一个规定方向上与中线的平均偏差值。其它还有Ry，它是在一规定长度ℓ上的最大偏差值，和Rz，它是在一规定长度ℓ上的5个最高峯值和5个最深谷值的平均值。

磨削表面（Ra=0.12μm）
5000 MPa 抗弯强度



均匀表面（Ra=0.16μm）
6000 MPa 抗弯强度



两个有相近的Ra值，但不同表面均匀度的ASP 2023工具材料，它们其它都一样。在此特殊例子中，左边的试样具有较低的Ra值，能导致人们错误认为它将受表面影响较小，和具有比右边试样更高的抗弯强度。很明显，在判断表面粗糙度时，用单独一个Ra值应予以注意。

结构组织的改变

在工具制造中，太高的表面温度能造成最靠近表面的材料发生结构组织改变。这可能是，例如相转变，软化等。这些改变一般是比表面粗糙度难检查和说清楚，但它们可能对工具的整体性质有巨大的影响。磨削，热处理，电火花加工(EDM)等是对最靠近表面的材料改变其组织的例子。

对高速钢来说，表面在500-900°C之间将造成过回火(材料软化)，900-1200°C的温度将处在再淬火状态(相转变如产生奥氏体)，而更高的温度将造成表面溶化。在高温源去涂后，冷却一般很快，因在表面加工时，被加热的表层深度仅为几百μm。高速钢从淬硬或溶化温度冷却后产生很脆的未回火马氏体。在此脆的马氏体中裂纹很易传播而造成一个低强度和低韧性的材料。

化学的改变

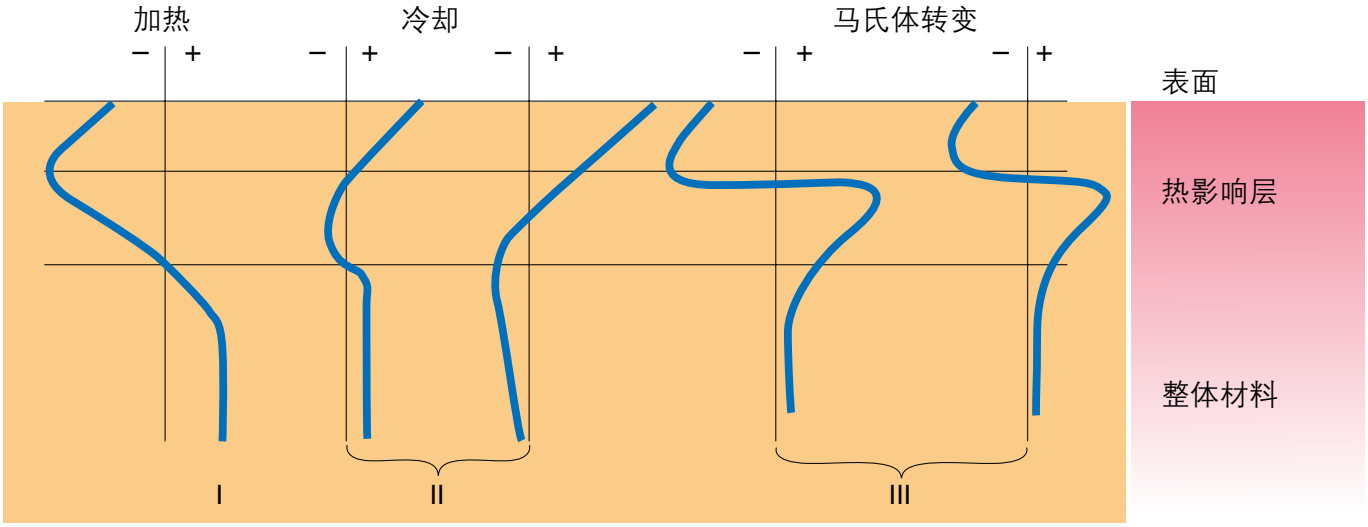
在材料内部发生化学成分的变化是结构组织改变的另一种形式，对高速钢典型的有，若热处理不正确产生表面碳含量减少(脱碳)，它产生表层硬度低。这可能是由于表面加工时在空气中热到高温，或热处理时气氛或介质(经常为在盐浴中)控制不良。

与脱碳相关联的还有表面形成一个厚的氧化物层或甚至氧化物渗入表层下。此现象发生在若工件表层处在高温下和气氛中含有氧，但在盐浴处理中也能产生。

残余应力

在工具表面的残余应力既可以为压应力型，也可为张应力型，或为这二者的某种组合。张应力型的残余应力在腐蚀后可能表现为裂纹，而压应力和应力形状的测量则需用进一步涉及的技术如X–光衍射。

处在高机械应力下的工具，如处在磨削，喷丸，车削等，经常在表面显示压应力。若机械负荷不是太高，那些压应力能对工具的性能有一个较小的正面和有利效果。



“+”指张应力和 “–”指压应力

当温度达到足够高可启始表面层奥氏体的生成时，在高速钢中有一个复杂的应力图形。

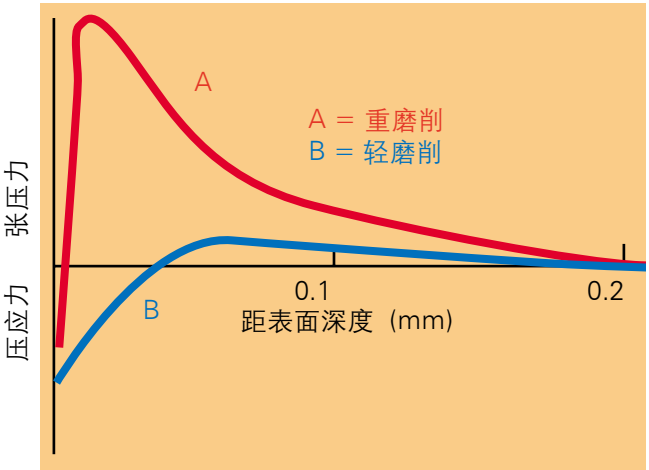
I. 在表面生成的热造成相转变，也产生膨涨，因此在表面生成压应力。

II. 表面冷却和收缩，因此开始有张应力发生。

III. 一个从奥氏体到马氏体的转变，它造成最外表面部分的膨涨，和因此在这部分材料中形成压应力。

可以见到最后的应力图形是繁杂的，具有高的张应力和压应力两个方面，其间还有一个很陡的应力梯度。此表面将提供一个裂纹开始的理想地点，因这个未回火的马氏体是脆的和此表面是处在有陡应力梯度的张应力下。因此在工具投入使用前去除未回火马氏体层是至关重要。

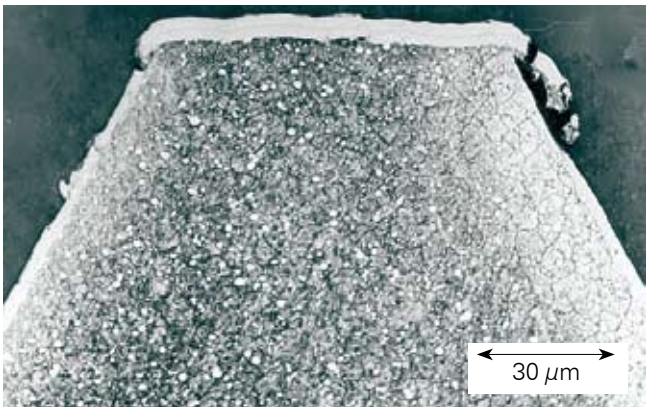
暴露于快速温度梯度的工具表面经常显示张应力，由于此表面开始被加热，随之冷却和热传给工具主体。若此表面被加热到足够高的温度，相变可能产生，并造成一个复杂综合的张应力和压应力。



在大部分磨削工具的表面上均有残余应力。压应力对工具效能可能有一个正面影响，而由于重磨削产生的张应力将降低工具寿命和能造成表面开裂。

毛刺

毛刺是因在高的机械负荷加工和/或在切削和磨削时的温度，使材料产生塑性变形而产生。当用钝的工具加工时经常要有毛刺，这需要，例如使用一个锋利的砂轮。在一个工具上的毛刺意味它加工的工件材料表面粗糙度值将高，此外毛刺将最后断掉，留下表面粗糙的毛刺断口表面，它将作为进一步断裂的起始点。若带毛刺工具进行了涂层，则毛刺的负面影响将被扩大。在此情况下，毛刺在加工中断掉后，将形成未涂层的断口，这部分工具刃口将迅速磨损。为将毛刺的形成减到最小，人们需使用锋利的工具去减少加工时的力，或者采用手工去毛刺、喷砂和水流去毛刺等。



在此例中，一把在工具刃口上带毛刺的工具被涂层。毫无疑问，此毛刺将裂开断掉，它将造成一个未涂层的断口面积，此处将经受加速磨损和作为裂纹起始点的理想位置。

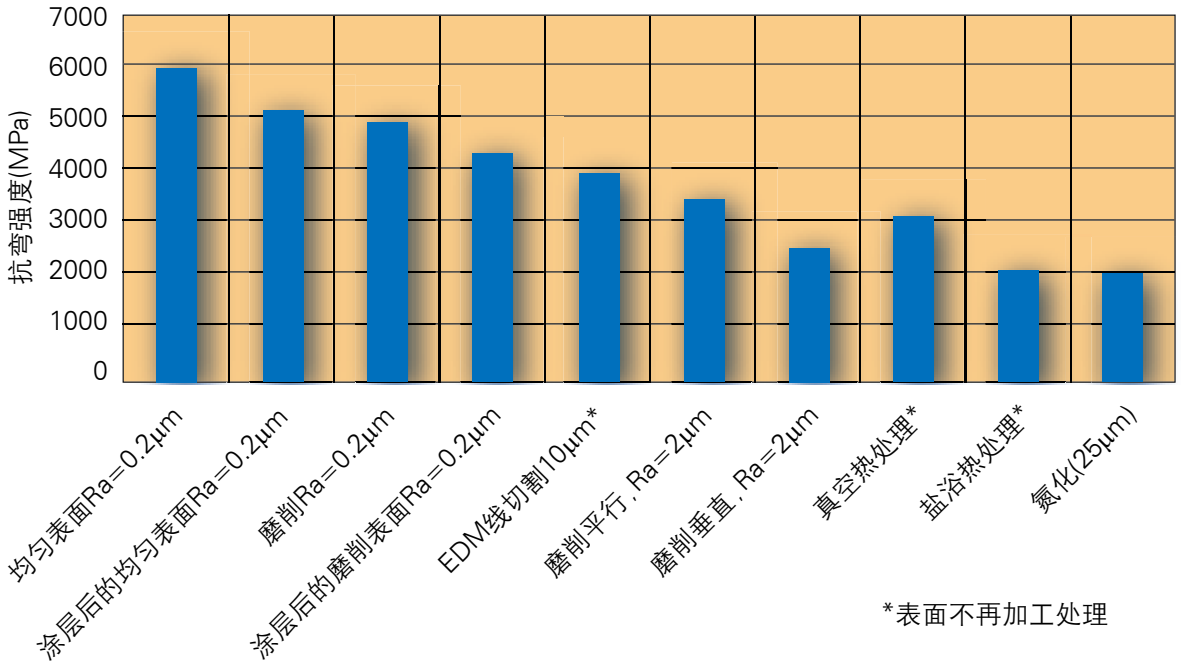
工具制造工艺对表面情况的影响

今日有一个广大范围的不同工具制造工艺，由于各种工艺各具非常不同的特点，不同方法所得的各种表面情况也有很大的不同。因此造成工具的性能及机械性能也决定于采用的制造工艺的类型和质量。在此章中我们将展现有关工具制造的某些普通工艺和他们对工具性能的影响。工具材料的高硬度对制造工艺设置了某些制约，并限制了它们的选择。此章中将只包括适宜于工具材料的工艺。

EDM

电火花加工(EDM)是可加工高硬度材料的少数方法之一。EDM通过电火花放电去除工件材料，它将温度升高到足以熔化或甚至气化工件材料的最表层。在磨具型腔EDM中，电火花从一个整体工具形状的电极产生，或在电火花线切割(EDWC)中，从一个连续移动的金属线产生。EDM的最大缺点为在工件表面的高温，它造成熔化，再凝固，和其后工件表面的再淬硬。再淬硬的表面是非常脆和可能含有附加的缺陷如表面裂纹和空隙。为此理由，高性能工具经EDM加工的表面总需要一个后处理，去除热影响层。此后处理可包括磨削，回火和/或喷丸。

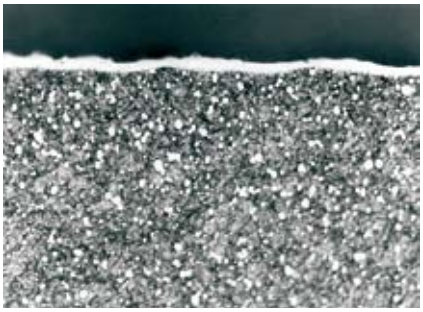
抗弯强度对表面情况曲线-
为ASP2023/66HRC



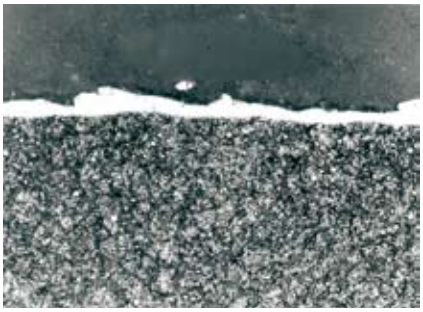
*表面不再加工处理

高性能，高硬度工具材料对表面质量很敏感。在此例中，这一点是用不同工具制造工艺制备的材料之间的，有很大变化的抗弯强度来说明。

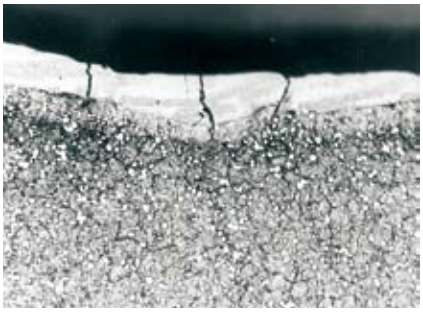
EDM 4 μm



EDM 9 μm

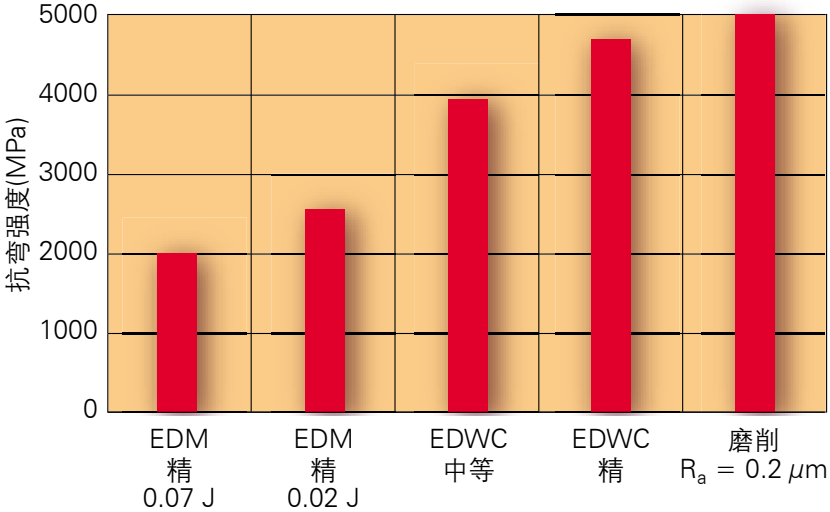


EDM 18 μm

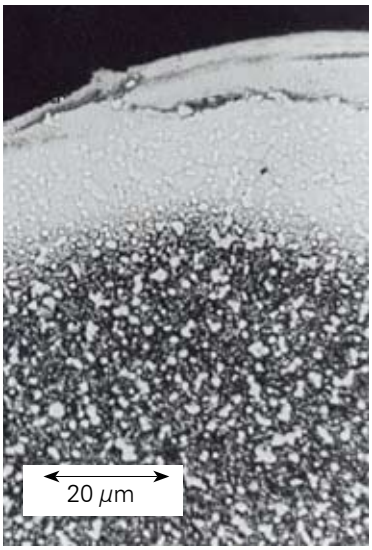


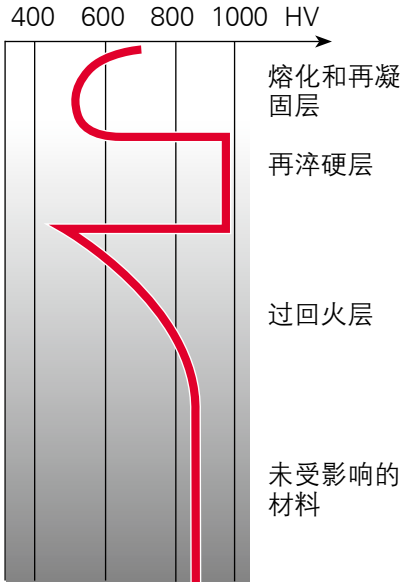
一个最外表面溶化和再凝固层，通常称之为“白色层”，总是在EDM加工后发现。此层的厚度能由于，例如电火花能量，而变化。对HSS此最外表层应去除掉，因它包含有很脆的未回火马氏体，它将降低工具的性质和效能。

决定于EDM加工的类型和电火花放电的能量，最后的工件表面质量和因而ASP钢的最终机械性能将变化，从右边的图人们能得出结论–模具型腔加工用EDM比电火花线切割EDWC对表面质量有更严重的影响，增大的放电能量降低表面质量和因而降低抗弯强度。



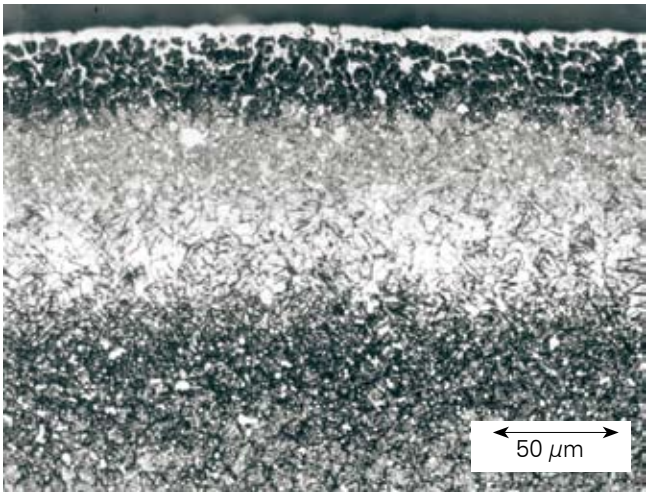
在电火花加工(EDM)中，表面层温度能达到非常高。在此例中，此温度高达足以熔化表面的最外层，进一步向下在材料上形成一个再淬硬区，和最后造成过回火区。此热影响区总计能深入材料达几百μm，对机械性能有严重影响；因在熔化区的再凝固裂纹提供极好的开裂起始点，此再淬硬区含有很脆的未回火马氏体，而过回火区使工具软化硬度降低；很清楚在工具能使用前，去除整个热影响区是很重要的。



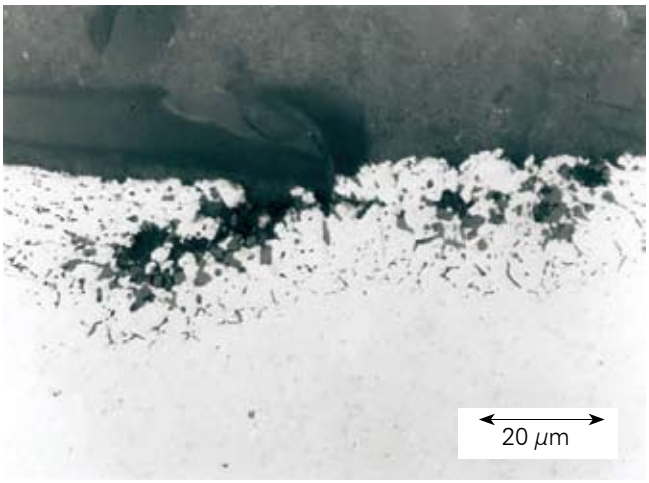


热处理

所有的HSS都要进行热处理，热处理工序若进行不当，能对表面粗糙度有一个重要的影响，热处理或更具体说指淬火加热时在真空炉或盐浴炉中进行的。若在正确情况下进行真空热处理，则对工件表面质量只有一个较小的影响。即使这样，在真空热处理前对工件进行彻底清洗也是很重要的，因工件表面上的灰尘有可能造成表面渗碳和因而造成一个脆的表面。盐浴热处理对工件表面的侵蚀更厉害，腐蚀和氧化物渗入是常见的事，一般说来，和工件表面有关的热处理问题，当温度增高时会更加严重。一般在热处理后工件要磨削。但因淬火加热而引入的表面缺陷能深入材料，有时磨削并不能完全去除。



在多数情况下，真空热处理后的工件表面质量比盐浴炉处理后的好，但是，在此特殊例子，没有被适当清洗的工具，和其表面上的油造成在真空热处理后在工件表面形成渗碳，工具表面的有效清洗是重要的，不然表面质量可能受到损坏。



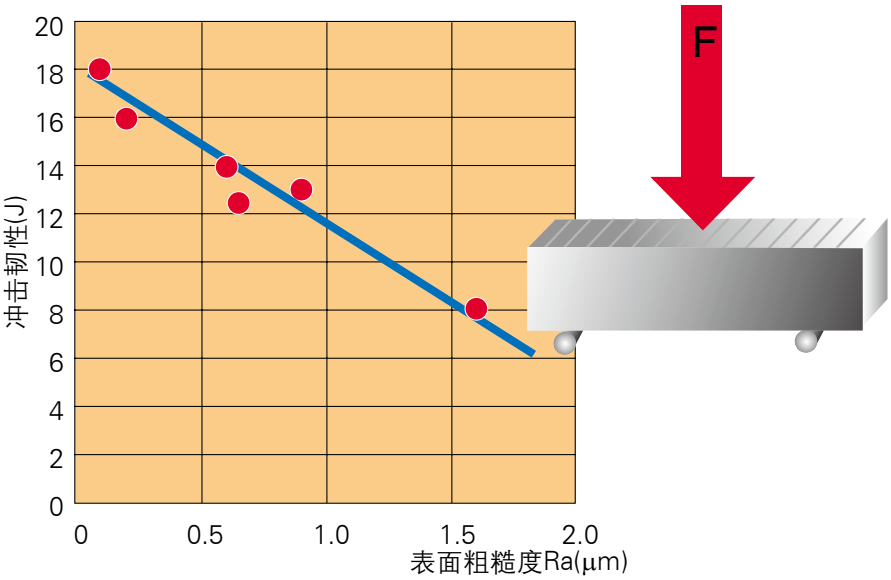
工件表面质量常因盐浴处理而变坏。此图片显示严重的氧化物渗入工件表面下。

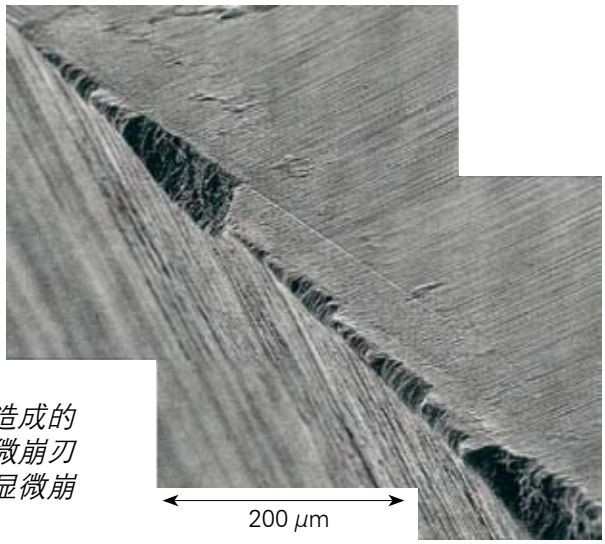
磨削

磨削为制造工具及其表面最常用的方法之一。当磨削操作进行得仔细时，其主要影响应为表面粗糙度。但是磨削经常由于经济原因如追求高的生产率而受到压迫加速，这将造成由于表面温度太高产生热烧伤，或由于在表面产生高的残余应力。工件的表面烧伤能由于过回火(表面温度介于500-900°C)而造成表面软化；或由于再淬火(表面温度高于900°C)而造成一个脆性表面，上述两个例子都构成工具失效的危险性增加和因此一个降低的工具寿命。表面烧伤经常可从一个在太高温度的表面形成的氧化物层而显露，在此情况下，氧化物层的颜色可用作到达的温度指示器。但是很重要需认识的一点是，热影响区大大延伸到比氧化物层厚度所指示的材料表层下。因此只去掉氧化物层将不能获得一个高质量的表面。

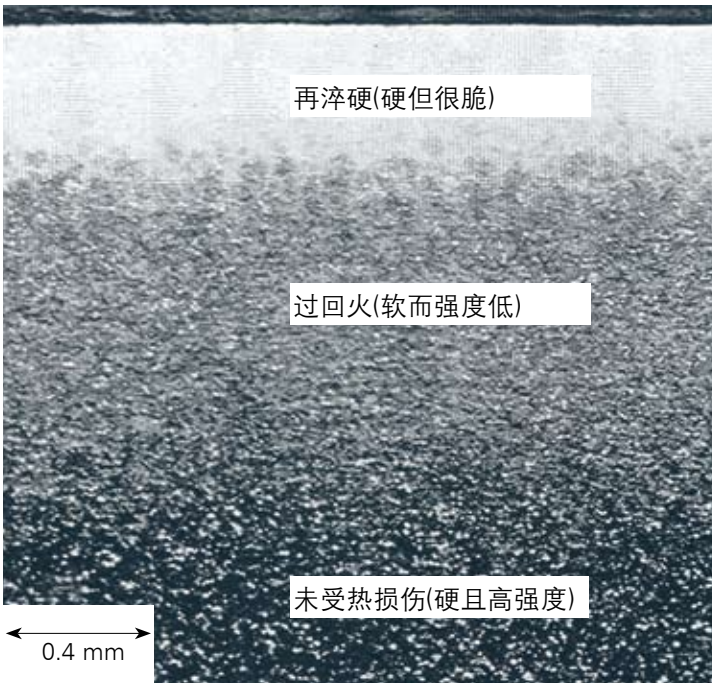
在磨削后一个粗糙的表面能导致从工具刃口上磨削划痕开始的显微崩刃，因此由于加速工具磨损而降低工具寿命。同时工具的断裂也经常始源于深大的磨削划痕。与此相关联人们应注意仅从平均表面粗糙度如Ra去判断表面粗糙度是危险的。对工具材料强度重要的因素是处于高机械负荷下的那部分材料上的最大磨削划痕，而不是平均表面粗糙度。因此Ra值仅可用作衡量在一特定应力水平的断裂可能性，而不是直接与强度有关的绝对衡量因子。

断裂经常起源于磨削划痕。此图中显示表面粗糙度对冲击韧性的影响。然而是最大的磨削划痕它决定了材料的强度。一个大的Ra值一般指示大磨削划痕的可能性增大，因此我们可观察到随Ra值的增加，冲击韧性性下降。

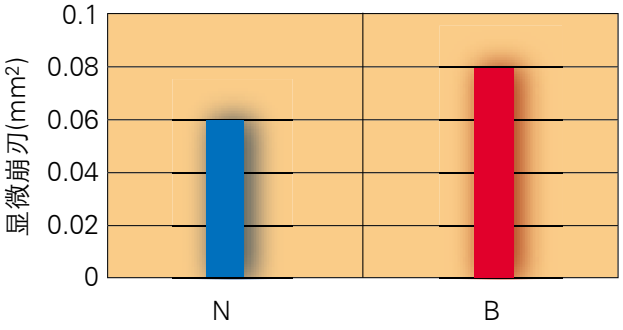




在实际生活中，由于不良表面质量而造成的低冲击韧性，经常包含切削刃口的显微崩刃甚至到断裂。在此例，於铣削应用中显微崩刃已始于工具刃口上的磨削划痕。



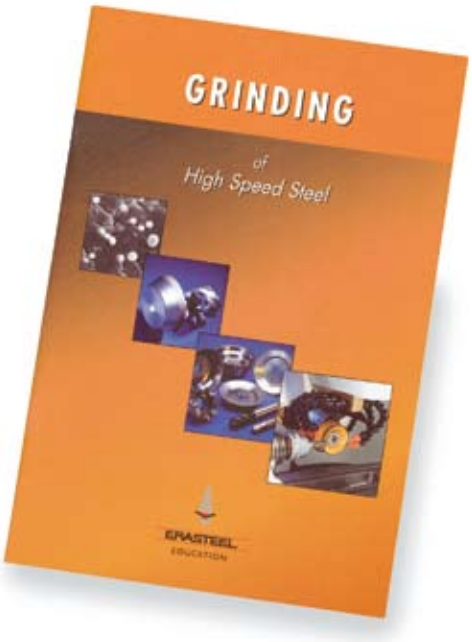
磨削时若表面烧伤，可能造成一个具有很脆未回火马氏体的表面。在此例中，一个ASP2023钢工具，其显微崩刃增加，与正常未烧伤工具相比，显示它有一个被烧伤的表面。(见右曲线)。



B=烧伤见左侧图

N=正常未烧伤表面

左图中，上面的钻头是用改良冷却磨削的沟槽，而下面的钻头是用一个标准冷却喷嘴所磨得沟槽。此不理想的冷却在磨削表面形成了张应力，在腐蚀后显示多条很大的表面裂纹。



对一个用高硬度材料如ASP钢制造的工具效能来说，磨削工序是极重要所的。为了这个理由，Erasteel公司编写了一个小册子，叙述一般的磨削要素，并专注于磨削通常HSS和特别对ASP HSS 。

表面准备方法

表面准备这个名词用于指示：在基本工具制造工序之后，但在涂层前和/或在工具使用前的各种可用于改善工具表面质量的方法。改善的表面质量包含不仅为改善的表面粗糙度且也有一个具有相同结构和各向同性的更均匀表面。这些表面准备方法也能用于去改善工具刃口(去除毛刺和/或控制刃口半径)，它是叫作刃口准备。但是必须认识到的是，在此制造过程后面阶段对工具表面质量的任何改变，皆对刃口半径有一定影响，在此章节，给出不同表面准备方法中已证实对HSS和ASP钢工具有效的几个例子。

抛光

抛光是一种极费工的方法，它对技工的技艺有很高的要求，若进行得当，抛光能产生一个几乎像镜面一样的很高质量表面。但此方法对工件材料洁净度和显微组织有高的要求，因非金属夹杂物和/或大块碳化物可能在抛光操作中开裂及松脱，造成表面划痕。为此若抛光将作为精加工工序时，应采用如ASP钢那样一个洁净和有细小显微组织的工件材料。

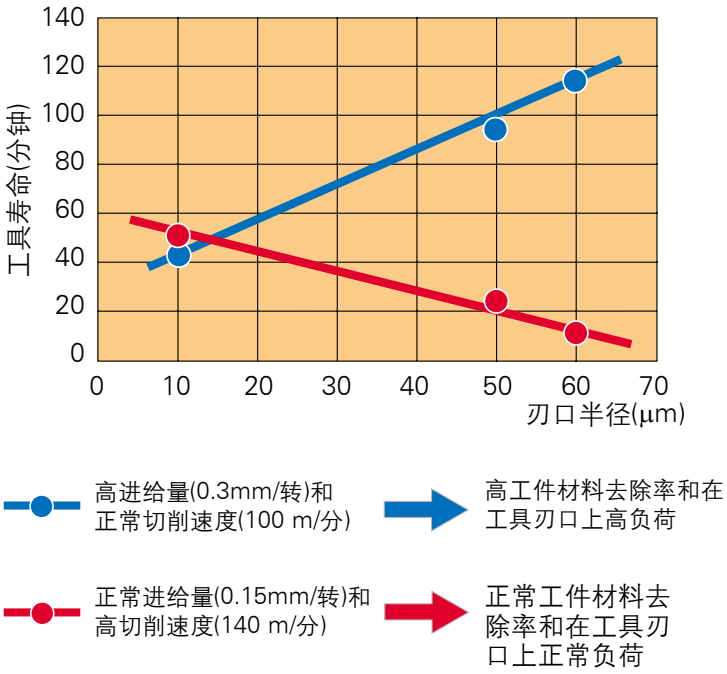
电化学抛光(ECP)

电化学抛光(ECP)主要于冷加工应用，目的在获得一个质量近于手工抛光的表面，但费用较低。

在ECP时，工具是用作阳极置于电解电池中。在一个低电压和低电流的作用下，部分表面被化学溶化，和工具表面是因阳极作用被“平滑”去掉。一种酸或一种碱可用作电解液，取决于要处理的材料。

喷砂

在喷砂时工具表面为高速的硬颗粒所轰炸，此硬颗粒经常是砂或玻璃丸。在喷砂时，主要是处于“火线”上的那部分表面被精加工。因此将工具位置放对很重要。喷砂一般能产生一个“似弹坑”状表面。此方法典型用于除毛刺，控制刃口半径和改善表面质量。



工具的刃口半径能作为工具效能的一个重要参数。锋利的工具刃口是最经常对高速钢工具有利，因它降低功率和从而工具刃口的温度。但是，对一个高硬度的ASP钢，如本例中的ASP 2080钢工具，用于一个高进给量场合具有高的工件材料去除率，增加工具刃口半径可将切削负荷分配在一个大一点的面积上以避免刃口的崩刃，是有利的。

涂层

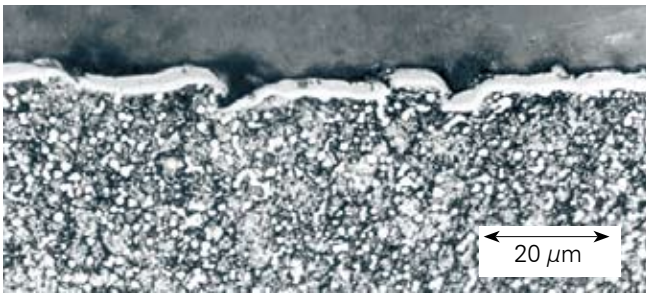
在工具表面上的一个涂层，由于减少摩擦，较少产生热量和增加耐磨损阻力，能提高工具寿命和工具效能。目前PVD(物理气相沉积)涂层是仅几个μm厚，涂层的表面粗糙度为原工具表面形态的复制品，因此涂层工具的表面粗糙度将不会好于同样这个工具未涂层前的表面粗糙度。由于在现代PVD涂层上的高压应力，一个粗糙的工具表面也还有涂层可能在表面峰顶或谷底剥落的不利之处，造成脱落涂层的表面将快速磨损。因此如果工具表面粗糙度值较高，涂层的正面影响有可能剧烈减少。对某给定的表面粗糙度，经常可以看到涂层工具的强度比未涂层工具的要少许低一点。但值得强调的是，经良好准备工具表面的涂层工具，其总体效能一般比同样的未涂层工具要好得多。

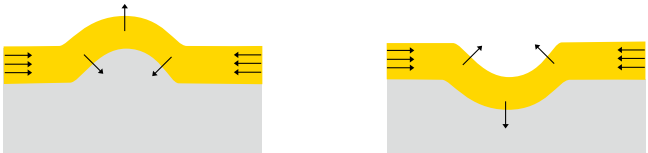
涂层材料	TiN	TiCN	WC/C	TiAlN	TiAlN/TiN	TiAlN+ WC/C
显微硬度 (HV 0.05)	2200	2900	1000	3200	2600	TiAlN 2600 WC/C 1000
对钢的摩擦系数	0.4	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2
压应力 (GPa)	–2.5	–3.5	–1.0	–3.5	–2.5	–2.3
开始氧化温度 (°C)	600	400	300	800	800	800
弹性模量 (GPa)	550	500	315	480	-	-
典型应用场合	一般用途；塑料模具	高机械负荷工具；铣削，成形，冲压	低摩擦涂层，机械零件	一般切削应用，抗高温阻力	如TiALN但有TiN作为磨损检查器	在耐磨的TiALN上的低摩擦涂层

典型商业涂层及它们的公称性质。

氮化

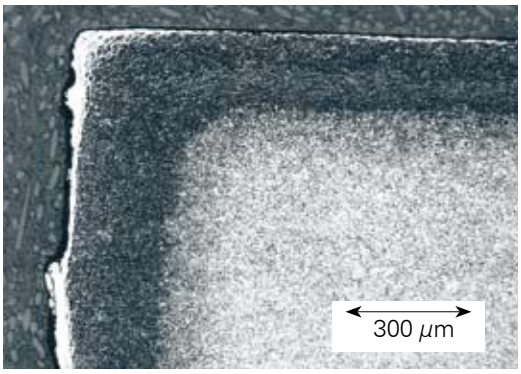
氮化是用于生产表面硬化层。此硬化表层在减少磨损上是有效的，由于氮化层的高硬度除对磨料磨损有效外，还因氮化层的高化学稳定性对黏附磨损也有效。一个氮化层也能改善工具的抗腐蚀性。但是，在负面上，氮化层是很脆的，和对裂纹诱发提供了理想地点，因此降低了工具刃口强度。氮化层的脆性是由于在HSS材料晶粒边缘存在的氮化物膜和/或叫做“白色层”的最外层纯氮化物。在氮化层常发现表面裂纹，当工具表面上的白色层未被去除，这一点是特别正确。这样对HSS的氮化层不应厚于几个μm。

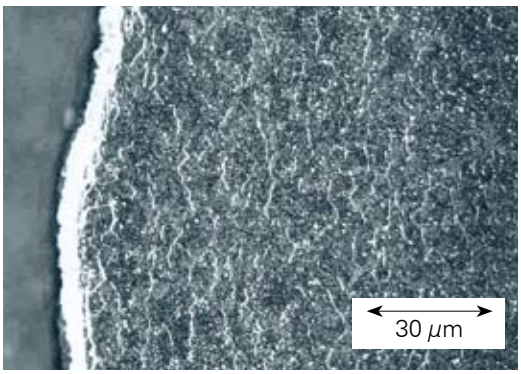




在一个粗糙表面的工具上涂层不是一个好主意。首先因涂层是只有几个μm厚，涂层不能改善表面粗糙度。其次由于涂层内的高压应力，在粗糙表面上的峰顶和谷底处涂层可能剥落。那些因涂层脱落而未被保护的面积将显示加速磨损，此外还为断裂的诱发提供了开始点。因此高性能工具材料如ASP钢种和近代高性能PVD涂层的组合也需要高质量的表面准备。

工具能用不同的方法进行氮化，如气体混合物，盐浴，激光等。这些方法的特点是非常不同，例如在工具表面的温度可从400°C变化到600°C。一般说来，较长时间及较高温度产生较厚氮化层，因此也有较强耐磨损阻力。但是高温也能产生过回火，和工具表面软化。因此具有厚氮化层的高速钢工具具有显著降低的机械性能和表面裂纹，在这样的工具上常可见到显微崩刃及断裂。





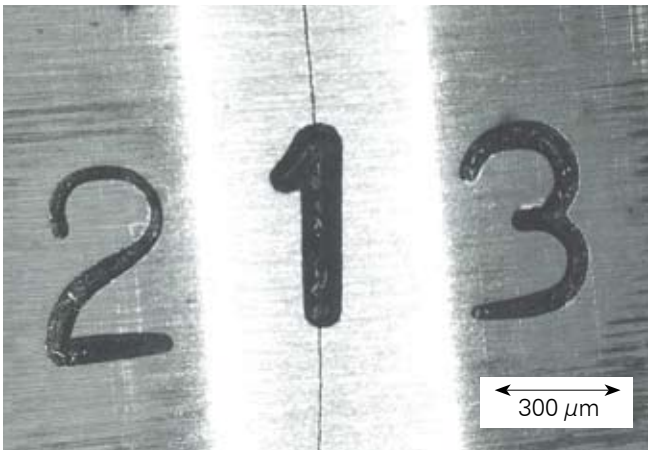
氮化层的照片。在下面那张高倍放大数照片中，可见到在晶界边缘的氮化物膜如见到的白线。这些氮化物膜使材料变得极脆，因而剧烈降低工具的强度。

喷丸

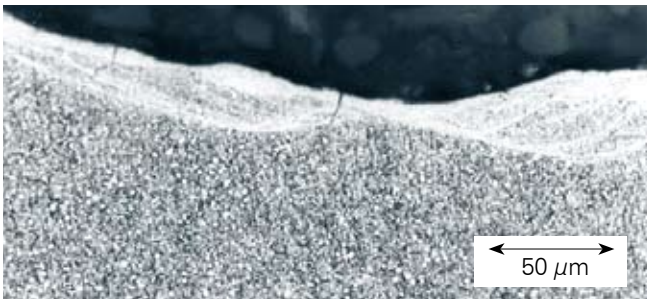
喷丸是生产中的最后工序之一，如在钻头上喷丸以减少残余应力和较直钻头。但重要的是喷丸冲击不要太厉害，因它可引入表面裂纹和痕迹，它将降低工具强度。

标志

在最终销售前，成品工具要用某种方法标志。若用机械方法标志，如打标记，此标记可很容易形成断裂的诱发点。标志最好用能减小表面受破坏影响的方法，如激光刻字；或在工具承受低机械应力的部位进行标志。



在此例中标志是用字模打印并打印于此工具受高机械负荷部分。此标志已形成断裂的诱发点，并降低了工具强度。



经喷丸处理的一个工具剖面，在此例中，喷丸已太厉害，可看到工具表面已有裂纹。这些裂纹将形成断裂的诱发点，并降低工具强度。

疑难指南

工艺	问题	可能原因	解决方案
热处理	脱碳	盐浴热处理	在热处理前向盐浴加脱氧剂
	渗碳	真空热处理时工件表面有油或油脂	在热处理前清洗工件
		在盐浴中有未溶解的脱氧剂，	在工具放入盐浴前全部脱氧剂应已溶解。
	氧化	氧化物质(盐或空气)	换用真空热处理
EDM	厚白色层，表面裂纹	由于高能量的电火花放电，表面熔化	减少能量使白色层变薄。用磨削或电化学抛光去除白色层
磨削*	残余应力	在工件表面上太高的磨削负荷或温度	降低留量去除率 较大粒度的砂轮 较粗修正砂轮 硬度较软的砂轮
	毛刺	太高磨削负荷 钝的砂轮	降低留量去除率 较锋利(修整)的砂轮
	烧伤	表面温度太高	改善冷却
	高的表面粗糙度值	砂轮粒度太粗 砂轮硬度太软 砂轮速度太低	较细修整砂轮 较小粒度的砂轮 用硬度较硬的砂轮 降低金属去除率 增加砂轮速度
	丧失砂轮形状	砂轮太软 砂轮速度太低	用较硬的砂轮 降低金属去除率 增加砂轮速度
涂层	工具使用时涂层脱落	工件表面粗糙度值高 工件表面不清洁(氧化)	改善磨削(见上面) 采用表面准备工艺，如喷砂，抛光，电化学抛光，以降低表面粗糙度值和去除氧化层
氮化	在使用时工具有微崩或断裂	由于厚且脆的氮化层，使工件强度不足	降低氮化层厚度
标志	在标志处诱发断裂	标志形成工具断裂诱发点	将标志位于应力较低处。采用破坏性较少的工艺，如激光标志。

* 请也参改Erasteel 公司有关磨削的培训小册子

ERASTEEL

总部

Tour Maine-Montparnasse 33, avenue du Maine, F - 75755 Paris Cedex 15, France

Tel: +33 1 45 38 63 00, Fax: +33 1 45 38 63 30

www.erasteel.com

销售部地址

NORTH AMERICA
Erasteel Inc
95 Fulton Street
Boonton, N.J. 07005-1909
USA
Tel: (1) 973 335 8400
Fax: (1) 973 335 8420

SOUTH AMERICA
Erasteel Latin America Ltda
Avenida Tucunaré 1086
Tamboré - Barueri 06460-020 SP
BRAZIL
Tel: (55) 11 4689 6744
Fax: (55) 11 4195 8408

FRANCE
Erasteel S.A.
Tour Maine Montparnasse
33, Avenue du Maine
F- 75755 Paris Cedex 15
Tel: (33) 1 45 38 63 41
Fax: (33) 1 45 38 63 50

GERMANY
Erasteel GmbH
Postfach 430
D-40704 Hilden
Tel: (49) 21 03 49 05 0
Fax: (49) 21 03 49 05 21

GREAT BRITAIN
Erasteel (UK) Ltd
371, Coleford Road, Darnall
Sheffield S9 5NF
Tel: (44) 114 261 0410
Fax: (44) 114 261 7797

Peter Stubs limited
Causeway Avenue
Warrington WA4 6QB
Tel: (44) 192 565 3939
Fax: (44) 192 541 3870

ITALY
Erasteel Italiana S.r.l
Viale Leonardo Da Vinci, 97
I-200 90 Trezzano Sul Naviglio (Mi)
Tel: (39) 02 48 42 61 1
Fax: (39) 02 48 46 32 50

SCANDINAVIA
Erasteel Kloster AB
Box 100
S-815 82 Söderfors

SWEDEN
Tel: (46) 293 170 00
Fax: (46) 293 307 39

SPAIN
Erasteel Commentry España
Cami Font de les Canyes, 46
Poligono industrial Can Petit
08227 Terrassa
Tel: (34) 937 839 498
Fax: (34) 937 852 214

All other countries
Erasteel Export Sales
Tour Maine Montparnasse
33, Avenue du Maine
F- 75755 Paris Cedex 15
FRANCE
Tel: (33) 1 45 38 63 09
Fax: (33) 1 45 38 63 30

CHINA
Erasteel/上海代表处
上海市银城中路200号
中银大厦2612室
Tel: (86) 21 61 00 61 61
Fax: (86) 21 61 00 61 60

TAIWAN, CHINA
Erasteel Far East Ltd
12F-1C, No. 207
Tun Hwa North Road
Taipei
Tel: (886) 22 545 1228
Fax: (886) 22 545 1219

JAPAN
Erasteel Japan KK
Sawa Building 4F
2-2-2, Nishi-Shinbashi
Minato-ku
Tokyo 105-0003
Tel: (81) 3 3503 3477
Fax: (81) 3 3503 3733

KOREA
Erasteel Korea
701 F7 Unik B/D, 706-13
Yeoksam-Dong, Gangnam-Gu,
Seoul (135-918)
Tel: (82)-2 557 4813
Fax: (82)-2 557 4814

INDIA
Erasteel India Private Ltd
709, Swastik Chambers
Slon Tromblay Road
Chembur, Mumbal/Bombay 400 071
Tel: (91) 22 25 22 71 10
Fax: (91) 22 25 23 26

YOUR CONTACT

2004-03

TB_ 04_DE_V0_2004

此文件谨作信息用，它不构成任何必须遵守的合同性承诺。