

超硬磨料砂轮的合理使用

1 选用合适的砂轮

对不同的工件材料、不同的加工要求，应选用不同的砂轮。即使磨削同一种工件材料，不同牌号砂轮的磨削比可能相差 2~5 倍，因此要选用合适的砂轮。

金刚石砂轮是磨削硬质合金、光学玻璃、陶瓷、宝石和石材等高硬度脆性大的非金属材料的最佳磨具。但因金刚石在 700℃~800℃时容易碳化，所以它不适于磨削钢料。CBN 的硬度稍次于金刚石，但它的热稳定性好（能耐 1300℃~1400℃高温），它不象金刚石那样在高温中会分解，即氧化和石墨化，与铁族元素化学惰性大，热导率高（是刚玉的 46 倍），用其制作的砂轮寿命长（可达刚玉砂轮的几十倍到成百倍以上），是替代刚玉砂轮磨削淬硬钢、高速工具钢、轴承钢、不锈钢、耐热钢和钛合金等高硬度韧性大的金属材料的最佳磨具。

超硬磨料砂轮的结合剂有树脂、金属、陶瓷、电镀和钎焊等。树脂结合剂砂轮主要用于刃磨刀量具、磨孔、外圆磨及平面磨；金属结合剂砂轮用于切入磨削、光学曲线磨床的成形磨、刃磨单刃刀具、磨削小钻头的螺旋槽，也适用于电解磨削；陶瓷结合剂砂轮的磨削效率高，形状保持性好，耐用度高，易于修整，砂轮使用寿命长，并因陶瓷结合剂本身有良好的化学稳定性，耐热、耐油、耐酸碱的侵蚀，可适应各种磨削液，磨削成本低，因而目前已成为高效、高精度磨削的首选磨具；电镀砂轮适于高速精磨和成形磨，也适于孔的高效磨削（湿磨）和在坐标磨床上使用；钎焊砂轮适于超高速磨削。

必须指出，不同牌号的磨料，因制造工艺不同，其晶体形态、颗粒形状也不同，而具有不同的强度、热稳定性和破碎特性，应根据结合剂种类、磨削工件材料和磨削方式，选择不同的磨料。如用于高效、高精度磨削的陶瓷结合剂砂轮，可选用高强度和颗粒形状锋利的磨料，如 DeBeers 公司生产的 PDA 型（人造金刚石品种）及 ABN800 型（CBN 品种）或其他类似性能的牌号。

超硬磨产表面又有镀金属衣（金属镀层可起到补强增韧，减缓热冲击以及在磨粒与结合剂之间起结合桥作用，可提高砂轮使用性能）和不镀金属衣两种，应根据结合剂种类、工件材料、干磨和湿磨等不同条件选择。广西砂轮供应（shengsha168.com）干磨一般选用铜衣，如 RVD-Cu、

CBN-Cu; 湿磨选用镍衣, 如 RVD-Ni、CBN-Ni。当前, 镀覆金属已由镍、铜发展到钛、钨合金、非金属陶瓷等, 由单一镀层发展到复合镀层, 并已由磨粒镀覆发展到微粉镀覆。

起硬磨粒砂轮的浓度不能选得太低, 高浓度可带来高的磨削比, 200%浓度的超硬磨料砂轮实际上是一种以超硬磨料为辅料的普通砂轮, 一般不推荐命名用。目前, 高速高效磨削均采用较高浓度, 陶瓷结合剂 CBN 砂轮的浓度高效磨削均采用较高浓度, 陶瓷结合剂 CBN 砂轮的浓度一般选择 125%以上, 如进口配套的陶瓷

CBN 砂轮, 其浓度一般均为 175%~200%。

砂轮的硬度等级表示了结合剂对磨料把持力的大小。砂轮硬度均匀和稳定及硬度高低的合理选择, 是保证磨削质量的重要前提。国外超硬磨料砂轮一般有 3~7 个硬度等级可供选择, 但我国生产的超硬砂轮都不标硬

度等级, GB6409 中也未规定相应标准, 故质量不易保证, 给用户带来不便, 亟待

补充与完善。 2 选择合适的磨削用量

超硬磨料砂轮的磨削速度应根据砂轮类型、磨削方式和冷却等具体条件进行选择。提高砂轮工作速度, 可显著提高磨削效率和磨削比(如砂轮的磨削速度提高 40%, 磨削比可增加一倍), 降低磨削成本。金属和树脂结合剂的金刚石砂轮, 磨削速度通常为 15~35m/s, 陶瓷结合剂 CBN 砂轮的磨削速度可提高到 45~160m/s, 单层 CBN 砂轮的磨削速度可选用 125~250m/s。80~125m/s 的线速度已成为当前世界 CBN 砂轮磨削的主流。磨削深度一般为 0.002~0.010mm, 工件速度通常为 10~30m/min, 纵向进给速度可取 0.3~1.5m/min。粗磨时取大值, 精磨时取小值。

超硬砂轮磨削对磨床要求超硬砂轮磨削, 尤其是高速磨削, 要求加工稳定性好、振动小、线速度高。例如, 在 CIMT2001 上展出

4. PLANOMAT 系列平面和成形磨床砂轮的工作速度为 170m/s。因此, 对磨床有一要求: & Z1 U4 O& {4 N\$ E5 G

(1) 砂轮主轴回转精度要高。

" R: ^: [# r+ s\$ l# F2 t (2) 磨床刚度要好, 一般要求比普通磨床高 50%左右, 通常应不小于 100N/ μ m 的数量级。5 \) j3 l/ F(l1 h

(3) 磨床进给系统的精度要高, 进给速度应均匀准确, 纵向进给最小速度应达 0.3m/min, 横向进给(切深)应达 0.001~0.002mm/单行程, 以保证磨削的尺寸精度、几何形状精度和表面粗糙度。

; [+ U- _2]! W6 ?/ { (4) 磨床各运动件, 如头架主轴和轴承部分、进给运动导轨部分等应有可靠的密封, 以防超硬磨料进入, 加速机件的磨损。 L* P" }* l+ ~7 M3 L+ N, r

(5) 要有比较完善的磨削液过滤和供给系统, 过滤精度应小于 0.5 μ m。; o: t' D6 e5 `i6

I6 K5 v- M (6) 磨床各部分应有相应的防振和隔振措施, 砂轮应作精细动平衡。

超硬磨料砂轮的修整超硬磨料砂轮的修整, 通常分为整形和修锐两个工序。整形是对砂轮进行微量切削, 使其达到所要求的几何形状和精度, 并使磨料尖端微细破碎, 形成微刃; 修锐是去除磨粒间的结合剂, 使磨粒间有一定容屑空间, 并使磨粒突出结合剂之外, 形成切削刃。

对于多孔陶瓷结合剂超硬磨料砂轮(包括金刚石和 CBN 砂轮), 由于结合剂为疏松型, 通常整形和修锐可一次完成; 而对于结合剂为密实型砂轮(如树脂、金属结合剂), 则整形和修锐须分别进行。

超硬磨料砂轮最有效的整形工具首推金刚石类修整工具。用单颗粒金刚石修整, 由于修整工具磨损, 常会影响型面精度。如用金刚石滚轮修整, 可避免修整工具磨损过快, 并可获得较好的砂轮形貌。修整装置的进给精度要高, 每次进给量应控制在微米级。过量的修整既影响磨削质量, 又会大大降低砂轮使用寿命。

修锐方法很多, 一般可使用机械法(如用刚玉块切入修锐、液压喷射修锐法)或电加工法。后者多用于金属结合剂的砂轮, 将砂轮作为阳极通过电火花或电解法将金属结合剂蚀除; 若在结合剂中加入石墨粉, 此法也适用于树脂、陶瓷结合剂砂轮。

近几年来日本东京大学研制出一种旋转型金刚石杯形轮修整工具。其机理是利用从杯形轮上脱落下来的磨料对超硬(金刚石或 CBN)磨粒与结合剂之间的结合桥冲击, 以及脱落下来的磨粒

与超硬砂轮之间产生挤压研磨作用而达到修整目的。采用此法，无论对多气孔陶瓷结合剂超硬砂轮，还是密实型砂轮，整形和修锐可一次完成，同时因杯形砂轮自旋转，故磨损很小，修整过程中整形力几乎可保持不变，且数值要比用单颗粒金刚石修整工具修整时小得多。

5 正确使用磨削液

超硬磨料砂轮磨削时，可用干磨或湿磨。但采用湿磨，既可延长砂轮寿命，又可防止工件产生磨削烧伤。不同磨削液，会使砂轮的磨削比相差几倍、甚至十几倍。砂轮在磨削过程中的机械磨损、化学侵蚀和热损伤程度，与冷却效果密切相关。但用 CBN 砂轮湿磨时须注意，因 CBN 在高温下会同水蒸气及空气中的氧气起反应，生成氨和硼酸（ $BN+3H_2O \rightarrow H_3BO_3+NH_3$ ），这种反应称为水解作用，会加速砂轮磨损。因此在使用中常用水溶性油或带有极压添加剂的水溶液以减弱水解作用。用不同磨削液湿磨时，CBN 砂轮的相对寿命不同，以纯油冷却的砂轮寿命最长，水溶性油冷却的砂轮寿命次之，水加防锈添加剂冷却的砂轮寿命最低。

6 超硬磨料砂轮的非常规使用

通常人们认为，因金刚石与铁族元素化学惰性大，所以金刚石砂轮是不适于磨削灰铸铁一类工件的，然而这种情况只有在高温时才发生。例如，用金刚石砂轮磨削时，当温度达到 650℃时，金刚石会在空气中氧化，而达到 700℃~800℃时它将会石墨化。在低温时，这些材料之间是不发生反应的。所以，只要选用合适的磨削速度并采用湿磨方式，同时供给充足的磨削液，金刚石砂轮是完全可以磨削铸件的，这一点已在生产实践中得到证实。采用湿磨时，金刚石砂轮磨削灰铸铁的磨削比（9600）要比用 CBN 砂轮磨削灰铸铁的磨削比（2700）高得多。

一般人们还认为，CBN 砂轮是不适于磨削低碳钢一类软材料的，因为这时产生的磨屑易使砂轮堵塞。但目前研究认为，陶瓷结合剂 CBN 砂轮可采取提高砂轮线速度，以形成细小的磨屑，再借助高压喷射磨削液清除磨屑，以及供给充足磨削液等措施，可防止砂轮堵塞。因此，CBN 砂轮是可以磨削低碳钢（硬度大于 30HRC）一类软材料的。但是，CBN 砂轮也不是磨削任何材料都有效的。通常它不适于磨削硬质合金及硬质合金与钢的组合件，此时用金刚石砂轮有更好的效果。

7 结语

我国人造超硬磨料的生产虽然起步较晚，但发展很快，1997 年我国人造金刚石年产量已达到 5 亿克拉左右，CBN 年产量为 800 万克拉。目前已初步形成了超硬磨料磨具、专用磨削液、专门修整技术和装置及专门化磨床等一个完整的技术体系。目前我国已能生产 RVD、CBN 及镀金属衣高品级磨料制品，如“金属基体陶瓷 CBN 砂轮”、“65m/s 陶瓷结合剂 CBN 砂轮”等，超硬磨料砂轮的品种规格已形成系列，超硬磨料砂轮的

的最大直径可达 $\phi 750\text{mm}$ （正在试制 $\phi 1100\text{mm}$ 砂轮），最高使用线速度可达 80m/s，并在开发 125m/s 的高速砂轮，为超硬磨料砂轮的推广使用创造了条件。可以预见，随着超硬磨料砂轮的广泛使用，必将促进磨床制造业的变革与发展，而高效高性能磨床的发展，又将进一步推动超硬磨料砂轮的使用。