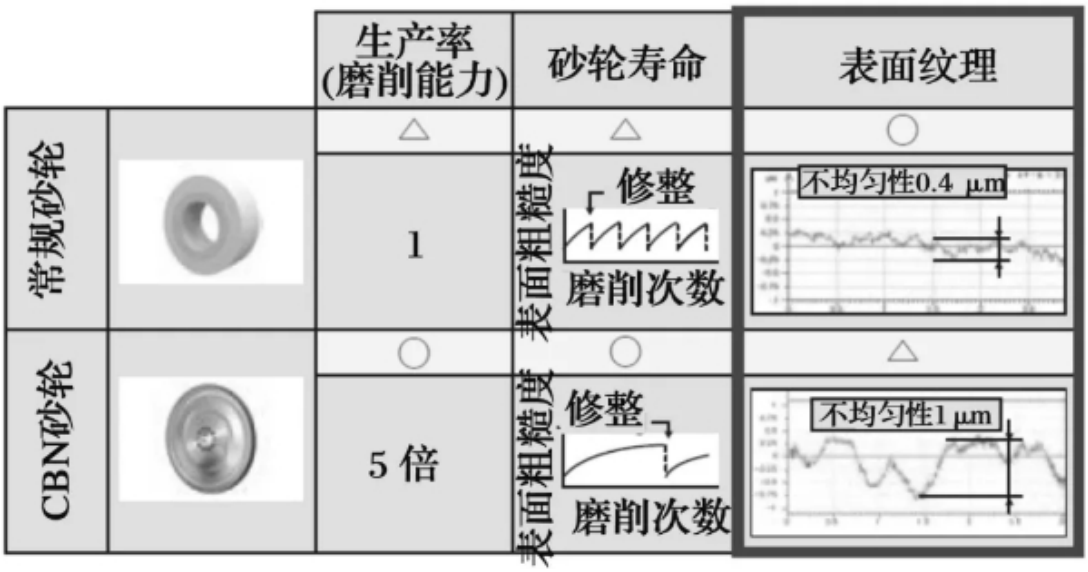
CBN 砂轮高质量磨削技术的发展

CBN（Cubic boron nitride，立方氮化硼）是一种硬度仅次于金刚石的磨料。CBN 砂轮具有磨削效率高，加工精度高，使用寿命长等诸多优点，特别是陶瓷结合剂 CBN 砂轮的应用大大推动了研磨加工的进程，也非常适用于轴承零件的磨削加工。如何实现 CBN 砂轮的高质量磨削，设备、工具、材料、磨削条件、磨削液、加工环境等因素都不能忽略。

01　CBN 砂轮和普通砂轮的对比



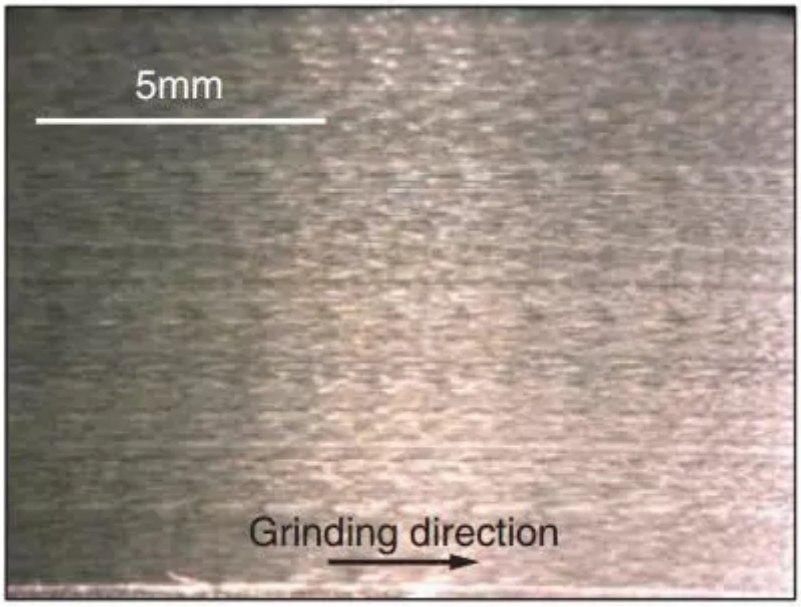
普通砂轮的磨削能力（单位时间内磨削的横截面积）一般为 1～3 mm3 /（mm·s）。其采用氧化铝或碳化硅磨粒，硬度为 2100～2500 HK，将磨粒固结在一起的结合剂强度较低，因磨削力和自锐性，磨粒常会破碎和脱落，砂轮表面状态经常发生变化、砂轮使用寿命短且需经常修整，加工效率低。

CBN 砂轮的磨削能力为 1～15 mm3 /（mm·s），CBN 磨粒的硬度为 4700HK，使用高强度结合剂（陶瓷结合剂）将 CBN 磨粒固结在一起，磨粒破

碎或脱落的发生率很低。因此，随着加工的进行，砂轮表面状态的变化很小，磨削精度可保持更长时间。

02　磨削表面纹理

高质量磨削的关键点即磨削表面纹理。不仅要保证表面粗糙度、直线度、圆度和其他磨削精度，而且要保证当光从磨削表面反射时的美观性。对于 CBN 砂轮，即使表面粗糙度与使用常规砂轮相同，在垂直方向上颤振可能更易出现磨削条纹（振纹），在磨削方向上可能出现均匀的鳞状花纹。



03　如何实现 CBN 砂轮的高质量磨削

磨削表面受设备、工具、材料、磨削条件、磨削液、加工环境等诸多因素的影响，忽略这些因素就无法获得高质量的磨削表面。为了使用 CBN 砂轮实现高质量磨削，需要采取措施：

1） 建立表面纹理的可视化测量技术/分析方法

使用光学干涉非接触式三维轮廓仪对测量数据添加多种分析方法,从而能真实再现、测量和分析鳞状花纹。定量地将磨削表面的实际变化与造成不良表面纹理的因素相联系，并根据问题因素的贡献率有效地改善表面纹理。

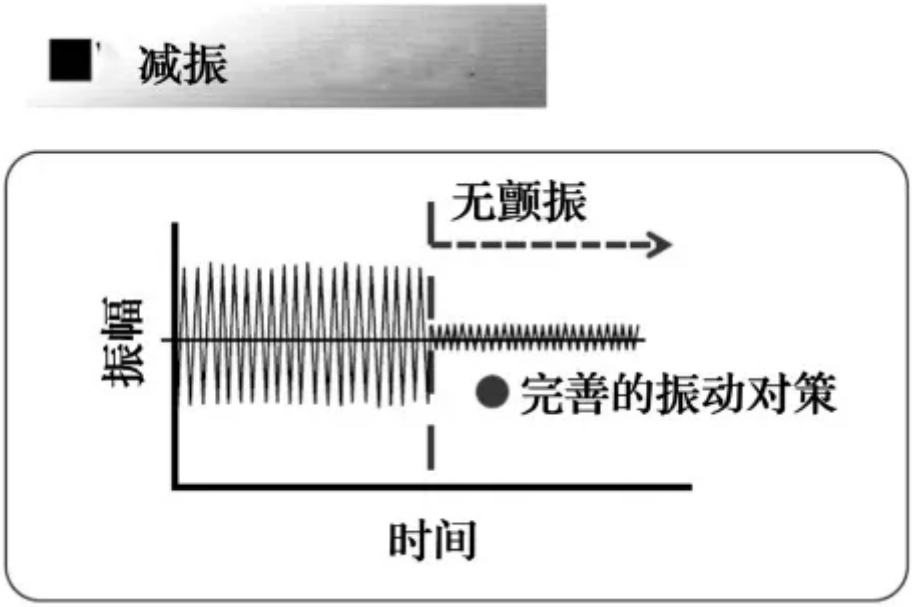
2） 分析造成不良表面纹理的因素

通过对磨削横截面的测量，基于设备规格和磨削条件等对表面不均匀性进行频率分析，确定出现振纹和鳞状花纹的原因，结果表明，主要与砂轮转频有关，影响因素包括：砂轮主轴旋转系统的振动、砂轮校正、磨削条件和磨削力等。

04 CBN 砂轮高质量磨削技术的发展

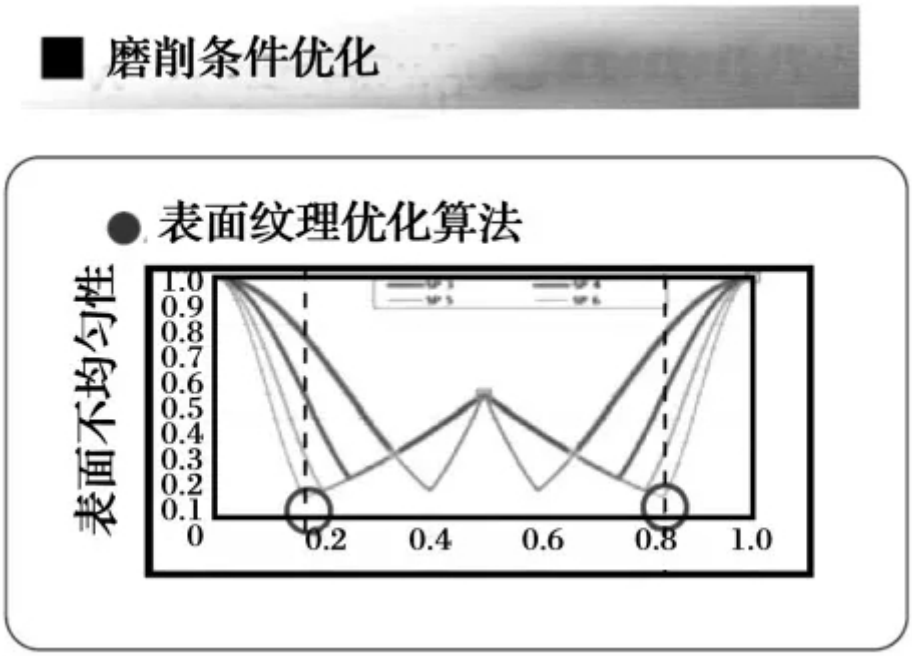
1）完善的减振对策

为了减少微量横向进给加工过程中与设备相关因素引起的振动，测量轮轴、电动机和皮带轮各自的振幅，校正动平衡后对这些部件进行组装，最终建立完善的振动对策，将在靠近磨削点的砂轮前部的振动控制在设定的水平。



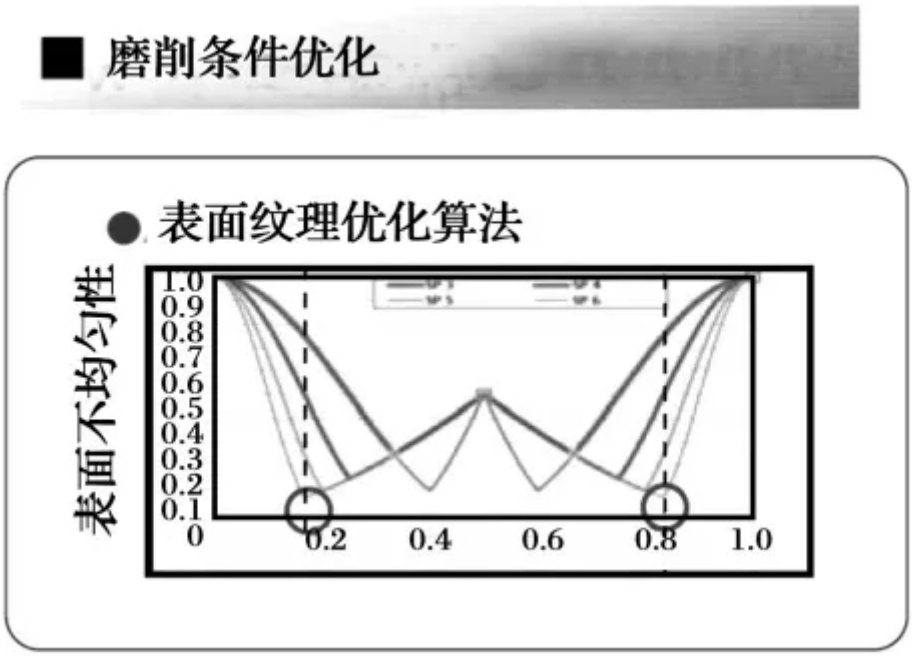
2）高精度修整技术

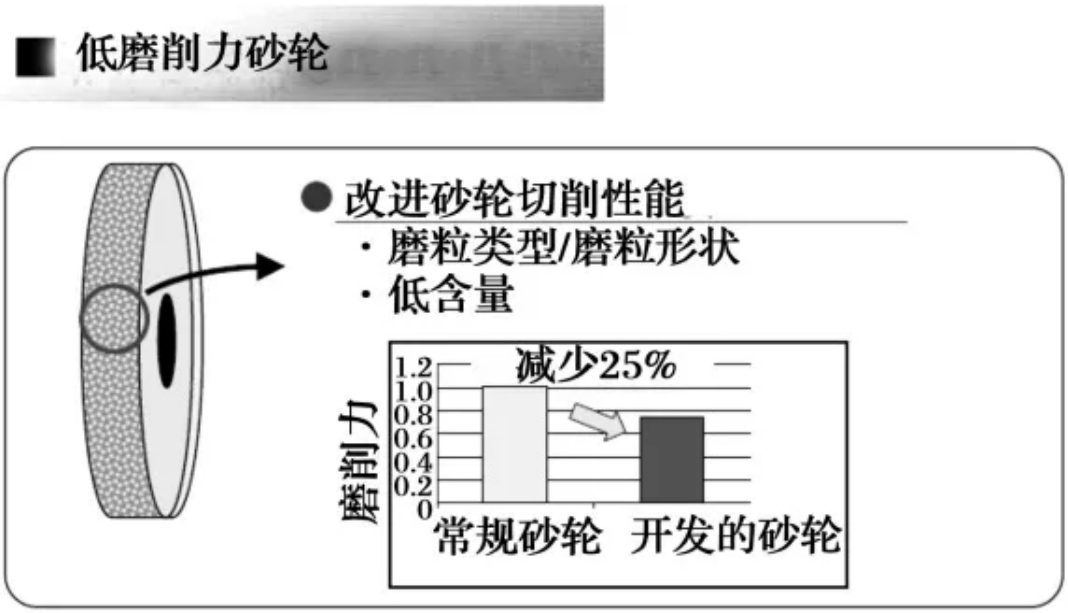
在 CBN 砂轮切削刃的修形过程中，使用旋转式金刚石修整器得到锋利的砂轮切削刃，并通过调整刃口大小使其均匀，以优化修形状态。



3）表面纹理的优化算法

在磨削旋转工件时尽量减小砂轮与工件的相对振动，但不能完全消除。对于扰动引起的受迫振动和由切削性能变化引起的自激振动，使用算法可降低磨削表面的不均匀性。



4）低磨削力砂轮的研制

为了保证在微小进给量下使最终的磨削表面均匀化，研制减小磨削力的CBN 砂轮。为了保证砂轮的切削性能，将重点放在磨粒类型、磨粒形状、降低黏合剂含量和改进黏合剂上。