抗磨铸铁叶轮的高速切削

石家庄市机械技工学校 （河北 050061） 张文祥
秦皇岛职业技术学院 （河北 066100） 马廉洁

渣浆泵被广泛用于煤炭、矿山、电力、冶金、水利等行业，作为渣浆泵重要部件之一的叶轮要承受砂石磨损、卵石冲击、污水腐蚀、气蚀等共同作用，工况条件恶劣，零件的磨损十分严重，再加上零件缺陷的影响，其磨损过程相当复杂。为了提高叶轮的使用寿命，人们不断寻求高性能的抗磨材料，如美国一家公司推出了创新的陶瓷金属复合材料，日本西蒙·沃曼公司生产的陶瓷叶轮，澳大利亚沃曼公司开发出的 A61（硬度 59～61HRC）、A217（硬度约 64HRC）等。目前，国内一些生产企业在高合金高硬度抗磨铸铁材料的研制方面取得了成功，在生产应用中效果明显。

1. 高硬度抗磨铸铁 GKM 材料性能特点

（1）GKM 材料的优点 高合金高硬度抗磨铸铁材料是石家庄泵业集团近年研制的新一代铸铁材料，主要有三种型号，A15、A35 和 A31，企业内部总的简称为 GKM 材料。在矿山渣浆泵叶轮强磨损工况试验中，获得了显著的工程效果。GKM 具有高强度、高韧性、耐磨性好、疲劳性好、断裂韧性高等优点。主要应用于矿山、铁路、农业机械和建筑、风力发电设备等行业抗磨零件。由于其材料自身的性质，使切削加工也十分困难。

（2）GKM 材料的化学成分 GKM 材料的化学成分中含有一定量的钛元素，在高温切削时的生成物，与 YT 类硬质合金产生强烈的亲和作用，易于发生扩散磨损，造成刀具刃部损坏，因而不适于用 YT 类硬质合金刀具加工。

（3）GKM 材料的加工工艺性 GKM 材料中含有大量合金碳化物，其体积百分比高达 40%～55%，这些高硬度的硬质相（1 800～2 200HV）的加入，使得材料的宏观硬度高，脆性大。A15 材料硬度约为 62HRC，A35 材料硬度约为 66HRC，A31 材料硬度约为 68HRC。在

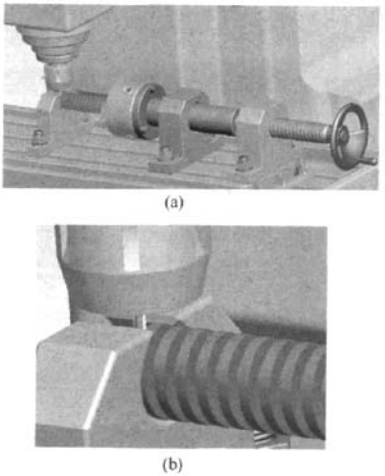


图 3 模拟加工图

支座的导向孔旋转前进。铣削完毕后，升降台降下来，倒转手柄，使工件退出导向孔，卸下工件并检验。经试铣合格后即可进行批量加工。在切削过程中，主要靠丝杆的传动来实现螺旋切削运动，导向孔起到了引导并支撑工件的作用，光轴支座起到了支撑丝杆轴的作用并使丝杆轴在其光孔内滑动，其两侧和顶部均有注油孔，加些润滑油，如机油，有助丝杆轴的滑动。

4. 结语

运用这种新方法，我厂顺利完成了这批螺旋面零件的加工。实践证明，与传统加工方法相比，这是一种可靠且高效的新方法。该夹具结构简单，易于制造，成本低，适用于类似的外螺旋面的加工，具有良好的应用前景和实用价值。当加工不同螺距的螺旋面时，只需更换螺距与之相对应的丝杆轴和螺套即可。为同类零件加工的夹具设计提供了有益的参考。MW

（收稿日期：20090825）

切削加工过程中，刀具切削刃磨损较快，切削力随之逐渐增大，在接近切削尽头时，容易出现工件边缘崩裂现象，影响加工面质量。

高速切削加工具有材料切除率高，切削力低，热变形小，加工表面质量高等优点，所以在加工 GKM 材料时选择高速切削加工工艺。但同时也对刀具性能提出了更高的要求。目前主要采用的刀具材料有涂层材料、金属陶瓷、陶瓷、立方氮化硼（CBN）、聚晶金刚石（PCD）以及高速钢、硬质合金等。

2. 高硬度抗磨铸铁 GKM 材料切削加工刀具

渣浆泵叶轮工况条件恶劣，其磨损主要与流体速度、混合物浓度、固体粒度、粒形、运动形式以及泵结构、材料等因素有关，零件的磨损十分严重。由于叶轮材料本身的高硬度和高耐磨性，同时加工表面存在间断切削面，在高速切削加工过程中会对刀具造成很大的冲击，高速、大进给量、深度切削加工的高速切削中会产生较大的冲击振动和很高的温度。

（1）对刀具的要求　刀具的总体性能对提高生产率和加工质量具有直接影响，刀具的材料、结构和几何形状是决定刀具切削性能的三要素，其中刀具材料的性能起着关键性作用。

在高速切削条件下，材料的宏观硬度高、脆性大、加工过程存在间断切削。因此，对切削刀具总的要求是高的硬度、好的耐磨性、优良的高温红硬性和高的抗冲击能力，以达到较好的加工质量和较长的使用寿命。

（2）聚晶立方氮化硼（PCBN）刀具的特性　聚晶立方氮化硼硬度高、耐磨性好，一般情况下，切削刀具的硬度要高于被加工材料硬度的 1.5～2 倍以上才能实现正常稳定的切削加工。由于 GKM 材料的高硬度和高耐磨性限制了切削刀具的切削能力，所以，一般材质刀具（硬质合金 1 800HV，陶瓷 2 400HV）难于实现大尺寸、大面积的长程切削精加工，聚晶立方氮化硼硬度一般在 3 500～4 000HV。这是切削加工 GKM 材料的技术基础。在切削耐磨材料时，聚晶立方氮化硼的耐磨性是陶瓷刀片的 15～20 倍，是涂层硬质合金的 30 倍，是无涂层硬质合金的 50 倍。

聚晶立方氮化硼刀具韧性好，通过调整刀具材质中 CBN 颗粒的含量、黏合剂种类及比例，可以提高刀具材质的韧性，使刀具既有超高硬度能够胜任高速强力切削，又有优良韧性能够抗压、抗冲击。

聚晶立方氮化硼高温红硬性好。聚晶立方氮化硼在 1 370℃以上才开始由立方晶体向六方晶体转化，当高速切削温度达 1 000～1 200℃时，刀具表面不会产生氧化，高温下硬度降低程度也比硬质合金和陶瓷刀片小得多，聚晶立方氮化硼在 800℃时的硬度还高于陶瓷和硬质合金的常温硬度，这就为高速切削高硬度耐磨材料创造了条件。

聚晶立方氮化硼的化学惰性特别大，在高速切削加工时，在高温下不与任何化学元素的生成物发生亲和作用，与铁族材料在 1 200～1 300℃时也不起反应，因此不会造成刀具刃部损坏。

聚晶立方氮化硼的导热系数为 79.54W/m·K，金刚石导热系数 700W/m·K，在各类刀具材料中，聚晶立方氮化硼的导热性仅次于金刚石，大大高于硬质合金，且随着温度的升高，聚晶立方氮化硼的导热系数是增加的，更有利于散热。

聚晶立方氮化硼摩擦系数小。聚晶立方氮化硼与不同材料间的摩擦系数为 0.1～0.3，硬质合金为 0.4～0.6，而且随着切削速度的提高，摩擦系数呈减小趋势，从而使切削力减小，切削时的刀屑粘结现象减少，有利于提高加工精度及加工表面质量。

高速切削是聚晶立方氮化硼刀具的一大优势，刀具的寿命很高，特别是切削具有高硬度、高抗磨性的难加工材料，效果更好。相反，聚晶立方氮化硼刀具切削较软的铁族金属时效果不好，也不适于低速切削。切削试验证明，聚晶立方氮化硼可以满足 GKM 材料的机加工技术要求。

（3）刀具的设计与制作　根据工件的机加工工艺要求和技术特点，提出刀片的技术性能、形状和尺寸等技术参数。根据 GKM 材料叶轮铸件的硬度，为提高加工效率，设计了叶轮专用机械加工刀杆。采用 -6°前角刀头上压方式、顶杆推进，方便耐用，可靠灵活。

3. 结语

GKM 材料的硬度高，脆性大，叶轮存在间断切削面，高速切削时难度较大。矿山渣浆泵叶轮在切削加工过程中，刀具切削刃磨损较快，易于发生扩散磨损，影响加工面质量。聚晶立方氮化硼刀片具有较高的硬度、较好的耐磨性、优良的高温红硬性和高的抗冲击能力，可以达到较好的加工质量，能够满足渣浆泵叶轮加工的技术要求。**MW**

（收稿日期：20091016）