

# 高等学校科技进步奖推荐项目公示

项目名称	60MN六面顶超高压合成装备、关键技术及系列产品开发
推荐单位	中国矿业大学（北京）
<b>项目简介</b>	
<p>金刚石、立方氮化硼是集诸多优异物理力学性能于一体的极限性功能材料，在现代许多新兴工业领域都有着广泛的应用，然而其尺寸和高昂的价格制约了其大规模推广应用。因此，如何不断提高其制备尺寸、降低其制造成本是行业发展的永恒课题。本项目是针对我国特色六面顶超高压设备合成宝石级金刚石大单晶及大直径复合超硬材料有关理论和技术问题而进行的一项系统工程研究，属新材料研究领域，涉及有关高压物理、晶体生长、超高压技术、机械制造及自动控制等学科，解决的技术途径是超高压设备和合成腔体的大型化，其关键是超高压高温控制技术。项目组成员长期致力超硬材料行业该两大关键材料的课题攻关研究，取得了一系列创新性成果：</p> <p>1、采用鼓形铰链梁和“凸凹”工作缸与活塞匹配结构及先进制造工艺技术，提高了压机整体结构刚性、对中性 and 运行安全性和平稳性，解决了压机“掉底”、“裂耳”及“裂缸”等问题；采用双作用往复式增压器，精密湿式液压阀件和集成板式连接以及步进电机无级卸压技术，研制了新型一拖二机液站；采用计算机智能控制技术研制了一拖四机控制系统，提高了压机控制精度和智能化水平。这是一款国内外结构刚性、对中性、同步性最好，控制精度最高，适合宝石级金刚石长时间稳定安全运行的大型六面顶成套装备。</p> <p>2、采用 ANSYS 优化了大型硬质合金顶锤结构设计，克服了顶锤传压效率与使用寿命之间矛盾；采用 XRD、TEM 分析技术，发现了叶蜡石高压烧结卸压冷却后的膨胀现象，解释了叶蜡石高压下物理力学行为，揭示了其传压、密封和保温机制，解决了长期困扰行业的高压“放炮”问题。</p> <p>3、采用六面顶超高压技术实现了宝石级金刚石快速高质量生长，率先合成出 5-7mm 黄色 Ib 型以及 4-5mm IIa 型宝石级金刚石，并实现了高产高质产业化生产；研制了高含氮深绿色宝石级金刚石以及氢氮、氢硼协同掺杂金刚石大单晶，填补了国内该领域的研究空白；发现氢硼协同掺杂金刚石电导率提高一个数量级，为金刚石半导体产业化应用奠定了理论基础。</p> <p>4、研发了 <math>\Phi 60-62\text{mm}</math> PDC/PCBN 刀具材料，其六面顶高压合成技术以及后续研磨抛光、刃磨加工技术均达到国外同类产品的先进水平，其规格尺寸、质量和性价比均优于国外同类先进产品，其产品在国际市场上具有明显竞争力。</p> <p>该项目历时 16 年，其研究成果共发表 SCI/EI 论文 202 篇，其中被 SCI 151 篇、EI 论文 51 篇，被 SCI 论文引用 1202 次、它引 627 次，CSCD 被引用 661 次，它引 370 次；出版专著 4 部；获授权发明专利 10 项、实用新型专利 18 项、软件著作权 2 项；其相关成果在国内多家超硬材料企业推广应用，创造利润约 6.8 亿元，税收约 4.4 亿元、创收外汇 1.08 亿美元，节约硬质合金消耗约 4.45 亿元，取得了显著经济社会效益。该项目 2019 年 5 月 22 日通过了中科合创（北京）科技成果评价中心组织的由田永君院士和周济院士等专家的评价认为 <b>“该项目成果拥有自主知识产权，创新性强，总体达到了国际先进水平，其中 60MN 铰链式六面顶超高压装备的性能指标达到了国际领先水平”</b>。该项目的实施与推广，打破了国外企业长期以来在国内宝石级金刚石大单晶和复合超硬刀具材料市场的垄断地位，为国产高档超硬材料产品替代进口扩大应用起到了示范作用，推动了我国超硬材料行业及相关领域的技术进步。</p>	

## 推广应用情况

本项目成果在国内最大的超硬材料生产企业如黄河旋风、郑州华晶、中南杰特、郑州博特、河北晶日、河南亚龙、河南万克等 12 家企业中得到成功应用，创造利润约 6.8 亿元、税收 4.43 亿元、创收外汇 1.08 亿美元，节约硬质合金消耗约 4.45 亿元，取得了显著经济社会效益。

### 主要应用单位情况表

单位：万元

应用单位名称	新增利润	新增税收	创收外汇 (万美元)	节支总额	应用单位联系人/电话
河南黄河旋风股份有限公司	19063	16389	1094	8342	王裕昌/13938913769
郑州华晶金刚石股份有限公司	12921	6950	360	153	张建华/15038073030
郑州中南杰特超硬材料有限公司	16595	7639	3408	2600	张相法/13603864141
焦作天宝恒祥机械科技有限公司	3649	711	/	350	田永平/13603565282
郑州新亚复合超硬材料有限公司	5250	3280	2028	2250	衡军/13523460352
河北晶日金刚石工业有限公司	765	2960	855	1350	崔祥仁/13603160428
郑州博特硬质材料有限公司	1050	532	45	1176	刘书峰/13903710561
昆山长鹰硬质合金有限公司	5578	3917	2757	18500	黄启君/13773182527
聊城冠县尚敖超硬材料有限公司	970	510		620	李宏现/13906351031
河南亚龙金刚石制品有限公司	350	177	78	1030	王恒/13837181183
故城县华宝合金有限公司	138	163		240	杨玉宝/1523329099
河南万科钻石工具有限公司	559	194	85	39	庞定伟/18039508600
总计	68037	44267	10806	44498	

### 主要知识产权证明目录

知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
授权专利	一种纳米金刚石表面硅烷真空热解沉积设备	中国	ZL 2016 1 0900669.5	2019-3-29	3310482	中国矿业大学(北京)	邓福铭, 邓雯丽	有权
授权专利	一种宝石级金刚石的合成工艺	中国	ZL 2015 1 0876526.0	2019-04-12	3334076	郑州华晶金刚石股份有限公司	薛胜辉, 藏传义, 刘永奇, 毛海涛, 陈奎, 李亚选, 王蕊蕊	有权

授权专利	一种聚晶金刚石烧结方法	中国	ZL 2014 1 0273051.1	2016-5-14	2912057	吉林大学	贾晓鹏, 胡强, 马红安	有权
授权专利	一种生长型聚晶金刚石烧结组件及其应用	中国	ZL 2014 1 02373072.3	2016-04-20	2036610	吉林大学	胡强, 贾晓鹏, 马红安	有权
授权专利	一种金刚石聚晶制备方法	中国	ZL20141 0273089.9	2015-09-30	1806898	吉林大学	胡强, 贾晓鹏, 马红安	有权
授权专利	用碱金属氟化物合成立方氮化硼的方法	中国	ZL 2005 1 0016652.5	2009-06-10	506548	吉林大学	郭伟力, 贾晓鹏, 陈立学, 马红安, 卜雨洲, 邹广田	有权
授权专利	超高压全自动泄压装置	中国	ZL 2017 1 0295289.8	2018-12-11	3177597	郑州华晶金刚石股份有限公司	刘创勋, 刘永奇, 姜豪, 李焯, 穆小娜	有权
授权专利	一种金刚石复合片抗冲击性能检测方法	中国	ZL 2015 1 0377250.1	2017-10-10	2649106	河南亚龙金刚石制品股份有限公司	陈强, 花波波, 邓福铭, 轩敏杰, 王恒	有权
授权专利	六方氮化硼粉末柱成型工艺及所用的橡胶模具	中国	ZL2013103 78631.2	2015.10.07	1812053	郑州中南杰特超硬材料有限公司	刘云飞、张相法、杨永康	有权
软件著作权	天宝恒祥六面顶压机自动化控制系统 V1.0	中国	RD1818089 01	2018-07-16	2622418	焦作天宝恒祥机械科技有限公司	田永平	有权

主要完成人情况表

姓名	排名	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目技术创造性贡献	曾获科技奖励情况
邓福铭	1	教授	中国矿业大学(北京)	中国矿业大学(北京)	<p><b>1、对主要创新点贡献:</b> ①已主持完成国家自然科学基金 3 项, 教育部博士点基金 1 项, 北京市自然科学基金 2 项, 以及其它超硬材料项目共计 30 多项, 发表相关学术论文 130 多篇, 出版专著 2 部, 获得授权发明专利 2 项、授权实用新型专利 8 项; ②与天宝公司合作申报获得授权实用新型专利 6 项、申请受理发明专利 1 项。</p> <p><b>2、对主要创新点贡献的支持材料:</b> 1) 授权专利; 2) 发表论文; 3) 成果评价: 豫科号(评价)字[2018]第 16 号。</p>	2015 年曾获教育部科技进步二等奖
贾晓鹏	2	教授	吉林大学	吉林大学	<p><b>1、对主要创新点贡献:</b> 主持完成国家自然科学基金 3 项, 其它国家省部以及横向合作课题共计 11 多项, 发表相关学术论文 200 多篇, 获得授权发明专利 7 项、实用新型专利 10 多项。其研究成果已应用到本项目宝石级金刚石大单晶产业化开发。</p> <p><b>2、对主要创新点贡献的支持材料:</b> 1) 授权专利; 2) 发表论文; 3) 成果评价: 中科评价字[2019]第 号</p>	无
马红	3	教授	吉林大学	吉林大学	<p><b>1、对主要创新点贡献:</b> 参与完成国家自然科学基金 3 项, 其它国家省部以及横向合作课题共计 11 多</p>	无

安					项, 发表相关学术论文 100 多篇, 获得授权发明专利 7 项、实用新型专利 30 多项。其成果应用到本项目宝石级金刚石大单晶产业化开发。 <b>2、对主要创新点贡献的支持材料:</b> 1) 专利; 2) 论文; 3) 成果评价: 中科评价字[2019]第 号。	
田永平	4		焦作天 宝恒祥 机械科 技有限 公司	焦 作 天 宝 恒 祥 机 械 有 限 公 司	<b>1、对主要创新点贡献:</b> 全面负责了本项目 JZTB 系列大型六面顶压机的设计、制造生产和销售。 <b>2、对主要创新点贡献的支持材料:</b> 1) 实用新型专利; 2) 成果评价—豫科号(评价)字[2018]第 16 号)。	无
刘瑞平	5	副教 授	中国矿 业大学 (北京)	中 国 矿 业 大 学 (北京)	<b>1、对主要创新点贡献:</b> 参与完成国家自然科学基金 3 项, 教育部博士点基金 1 项, 北京市自然科学基金 2 项, 以及其它超硬材料课题共计 10 多项, 发表相关学术论文 20 多篇。 <b>2、对主要创新点贡献的支持材料:</b> 1) 论文; 2) 成果评价: 中科评价字[2019]第 号。	无
刘永奇	6	高级 工程师	郑州华 晶金刚 石股份 有限公 司	郑 州 华 晶 金 刚 石 股 份 有 限 公 司	<b>1、对主要创新点贡献:</b> 主持完成了 60MN 六面顶超高压合成设备安装、调试、试验运行, 以及 $\phi 65-72\text{mm}$ 高压腔体金刚石合成工艺设计, 优化了高品质人造金刚石生工艺以及宝石级金刚石合成工艺, 在本项目研制的 60MN 六面顶超高压合成设备上, 成功推广了 100 多台大型压机, 产业化开发了高品质金刚石以及宝石级金刚石生产技术。 <b>2、对主要创新点贡献的支持材料:</b> 1) 授权专利; 2) 成果评价: 中科评价字[2019]第 号。	无
许晨阳	7	副教 授	中国矿 业大学 (北京)	中 国 矿 业 大 学 (北京)	<b>1、对主要创新点贡献:</b> 参与完成国家自然科学基金 1 项, 教育部博士点基金 1 项, 北京市自然科学基金 1 项, 合作横向课题多项, 发表相关学术论文 10 多篇。 <b>2、对主要创新点贡献的支持材料:</b> 1) 授权专利; 2) 成果评价: 中科评价字[2019]第 号。	无
邓雯丽	8		中国矿 业大学 (北京)	中 国 矿 业 大 学 (北京)	<b>1、对主要创新点贡献:</b> 参与完成国家自然科学基金 1 项, 教育部博士点基金 1 项, 北京市自然科学基金 1 项, 发表相关学术论文 10 多篇, 获得授权发明专利 1 项、授权实用新型专利 6 项。 <b>2、对主要创新点贡献的支持材料:</b> 1) 专利; 2) 论文; 3) 成果评价: 豫科号(评价)字[2018]底 16 号。	无
张建华	9	高级 工程师	郑州华 晶金刚 石股份 有限公 司	郑 州 华 晶 金 刚 石 股 份 有 限 公 司	<b>1、对主要创新点贡献:</b> 主持完成了 60MN 六面顶超高压合成设备安装、调试、试验运行, 以及 $\phi 65-72\text{mm}$ 高压腔体金刚石合成工艺设计, 优化了高品质人造金刚石生工艺以及宝石级金刚石合成工艺, 在本项目研制的 60MN 六面顶超高压合成设备上, 成功推广了 100 多台大型压机产业化批量高品质金刚石以及宝石级金刚石生产技术。 <b>2、对主要创新点贡献的支持材料:</b> 1) 成果评价: 中科评价字[2019]第 号。	无
张相法	10	高级 工程师	郑州中 南杰特 超硬材 料有限 公司	郑 州 中 南 杰 特 超 硬 材 料 有 限 公 司	<b>1、对主要创新点贡献:</b> 负责了本项目 JZTB 系列大型六面顶压机立方氮化硼及其微粉的开发; 申报获得授权发明专利 6 项。 <b>2、对主要创新点贡献的支持材料:</b> 1) 发明专利; 2) 成果评价: 中科评价字[2019]第 号。	无
张燕青	11	工程 师	焦作天 宝恒祥 机械科 技有限 公司	焦 作 天 宝 恒 祥 机 械 科 技 有 限 公 司	<b>1、对主要创新点贡献:</b> 负责了本项目 JZTB 系列大型六面顶压机铰链梁、工作缸、活塞的设计计算, 负责了公司压机的生产技术管理; 参与了公司申报获得授权实用新型专利 6 项、申请受理发明专利 1 项。 <b>2、对主要创新点贡献的支持材料:</b> 1) 实用新型专利; 2) 成果评价—豫科号(评价)字[2018]第 16 号)。	无
杨	12		中国矿	中 国 矿	1、对主要创新点贡献: 参与完成北京市自然科学基金 1	无

雪峰			业大学 (北京)	业大学 (北京)	项, 合作横向课题 1 项, 发表相关学术论文 5 篇。	
刘嘉霖	13		中国矿业大学 (北京)	中国矿业大学 (北京)	<b>1、对主要创新点贡献:</b> 负责了 JZTB 系列大型六面顶压机的 PDC 生产技术和推广应用工作; <b>2、对主要创新点贡献的支持材料:</b> 1) 论文;; 2) 成果评价: 中科评价字[2019]第 号。	无
田蜜蜜	14		焦作天宝桓祥机械科技有限公司	焦作天宝桓祥机械科技有限公司	<b>1、对主要创新点贡献:</b> 负责了 JZTB 系列大型六面顶压机的生产技术和推广应用工作; <b>2、对主要创新点贡献的支持材料:</b> 1) 授权专利; 2) 成果评价: 豫科号(评价)字[2018]底 16 号。	无
田香	15		焦作天宝桓祥机械科技有限公司	焦作天宝桓祥机械科技有限公司	<b>1、对主要创新点贡献:</b> 负责公司生产技术工作, 申报获得授权专利 6 项, 软件著作权 2 件。 <b>2、对主要创新点贡献的支持材料:</b> 1) 专利; 2) 成果评价: 豫科号(评价)字[2018]底 16 号。	无

### 主要完成单位及创新推广贡献

单位名称	排名	对本项目创新推广贡献
中国矿业大学 (北京)	1	<p>1) 中国矿业大学(北京)邓福铭研究团队长期从事六面顶超高压技术及相关产品开发研究, 目前已在金刚石、立方氮化硼(cBN)及其PDC/PCBN复合片高压合成工艺及相关产品开发方面开展了大量的研究工作, 已完成国家自然科学基金3项, 教育部博士点基金1项, 北京市自然科学基金2项, 以及其它超硬材料课题共计30多项, 发表相关学术论文130多篇, 出版专著2部, 获得授权发明专利3项、授权实用新型专利8项。</p> <p>2) 自2016年中国矿业大学(北京)与焦作天宝桓祥机械科技有限公司合作开发《新型超高压合成装备研制及高压新材料开发》以来, 参与完成了六面顶压机铰链梁、工作缸、活塞以及缸盖和高压油堵的结构设计。指导了压机液压系统和计算机系统的设计、制造, 以及全面指导了其成套装备的试运行、改进和完善工作, 以及高品质超硬材料的产业化开发工作。申报获得授权实用新型专利6项、申请受理发明专利1项。</p> <p>3) 在高品质超硬材料如金刚石、PDC/PCBN复合超硬材料研究领域已取得了重大进展, 相关研究成果在本项目技术推广应用中, 取得了良好的经济效益和社会效益, 促进了我国金刚石行业的科技进步, 使国产大型六面顶压机装备技术及高品质超硬材料产业化生产技术又上新台阶。</p>
吉林大学	2	<p>1) 吉林大学贾晓鹏、马红安教授研究团队长期从事六面顶超高压技术及金刚石及宝石级金刚石大单晶研究, 已完成国家自然科学基金5项, 其它国家省部以及横向合作课题共计11多项, 发表相关学术论文300多篇, 获得授权发明专利7项、实用新型专利30项。</p> <p>2) 相关研究成果特别是在六面顶压机控制系统改进, 硬质合金顶锤结构优化改进以及宝石级金刚石合成工艺等方面在本项目技术中推广应用, 取得了良好的经济效益和社会效益, 促进了我国金刚石行业的科技进步, 使国产大型六面顶压机装备技术及高品质超硬材料产业化生产技术又上新台阶。</p>
焦作天宝桓祥机械科技有限公司	3	1) 完成了超硬材料合成用高性能六面顶超高压合成设备的设计、制造以及在金刚石、立方氮化硼及其金刚石石复合片、立方氮化硼复合片高压合成生产中的推广使用。
郑州华晶金刚石股份有限公司	4	<p>1) 完成了60MN六面顶超高压合成设备安装、调试、试验运行, 以及<math>\phi</math>65-72mm高压腔体金刚石合成工艺设计, 包括硬质合金顶锤尺寸与叶蜡石尺寸的配套设计, 高压腔体组装材料优化结构设计, 新型叶蜡石传压密封材料开发与应用以及石墨-触媒柱的配方设计开发与应用等, 优化了高品质人造金刚石生工艺以及宝石级金刚石合成工艺。</p> <p>2) 在本项目研制的60MN六面顶超高压合成设备上, 成功推广了100多台</p>

		大型压机产业化批量高品质金刚石以及宝石级金刚石生产技术, 实现了60MN六面顶人工合成高品质金刚石及宝石级金刚石大单晶产业化, 促进了我国金刚石行业的科技进步, 在本项目技术推广应用方面公司已累计获得了几亿元以上经济效益。
郑州中南杰特超硬材料有限公司	5	1) 完成了在六面顶压机上开发出高品质立方氮化硼及其微粉产品; 2) 申请获得发明专利6项; 3) 共同开发了PCBN复合片材料

本项目成果曾获科技奖励情况

无