

项目名称	核电主泵机械密封用硬质合金密封环关键技术研发及产业化
主要完成单位	四川科力特硬质合金股份有限公司
主要完成人	杨玉明、邹政、苏华、曾清华、毛朝刚
提名意见	<p>经审查，该项目申报材料填写规范、资料完整、数据真实可信且经公示无异议，符合四川省科学技术进步奖提名要求。——项目以 Ni-Cr 代替 Co 作为核电密封材料的粘结剂，通过真空脱碳和真空渗碳两项发明专利掌握 Ni 基硬质合金控碳核心，实现 Ni 基硬质合金的精确控碳，通过调节 Cr: Ni 之比提高材料各项性能，采用混合料制备工艺、真空烧结工艺和加压烧结工艺等核心技术，研发出性能达到国际同类产品水平的核电主泵机械密封用硬质合金材料；产品性能达到：抗弯强度>2600MPa；洛氏硬度>92HRA；平均晶粒度<1.2 μm；显微组织孔隙率 A02B00C00；辐照试验达标。同时，开发坐标模法代替电火花加工对核电产品进行机加工，提高了产品的精度和生产效率，避免产品出现热裂纹，消除造成重大安全事故隐患，为高压、高温、辐射工况下运行的设备提供长寿命、高可靠、免维护的基础材料。通过本项目的实施，获授权发明专利 5 项，授权实用新型专利 1 项，授权外观专利 1 项，受理发明专利 2 项。产品整体达到国际先进水平。提名该项目为 2023 年度四川省科学技术进步奖。</p>
项目简介	<p>核电是世界三大支柱能源之一，具有清洁、安全、高效的特性，中国核电进入快速发展时期，核电装备同样也迎来难得的发展机遇期。目前国内核电密件主要依靠进口，国内核电用硬质合金合金材料与国外核电用硬质合金合金相比一直处于落后状态。中国核电进入快速发展时期，核电装备同样也迎来难得的发展机遇期。近十年我国核电装备自主化取得了突出成绩，压力容器、蒸汽发生器、稳压器、核级泵阀、堆内构件、控制棒驱动机构、环吊、主管道、大型铸锻件等都已实现自主化、国产化。但核主泵因技术十分复杂、可靠性要求高、消化吸收难度大，在我国现已投产的核电机组中仍然主要依赖国外引进。其中核电主泵轴封技术作为核电主泵中的关键技术，一直被国外控制。硬质合金是关键的密封摩擦副材料，核主泵用机械密封在高压、高速、放射性环境等条件下工作，这样的工况要求机械密封材料有较高的强度和硬度，以及良好的导热性、热性耐和耐热冲击性、耐磨性。放射性的工作环境还要求机械密封材料在中子辐射下不产生放射。钴基合金一直被认为核阀密封环的首选堆焊材料。传统的硬质合金主体成分 80-94%WC,6-20%Co，由于钴基属于稀缺金价格昂贵，且数量有限，其次 59Co 金属受到核辐射后会产生 60Co 同位素，60Co 具有放射性；WC-Ni 硬质合金具有耐腐蚀和能生产无磁产品特性，可作为生产核电机械密封的材料。因此，研究开发用于核电主泵机械密封的特种硬质合金密封环材料，对于打破国外技术垄断、实现完全自主的核电主泵轴封设计制造国产化、保障我国在运、在建及拟建核电站的战略安全具有十分重要的意义。项目以 Ni-Cr 代替 Co 作为核电密封材料的粘结剂，通过真空脱碳和真空渗碳两项发明专利掌握 Ni 基硬质合金控碳核心，实现 Ni 基硬质合金的精确控碳，通过调节 Cr: Ni 之比提高材料各项性能，采用混合料制备工艺、真空烧结工艺和加压烧结工艺等核心技术，研发出性能达到国际同类产品水平的核电主泵机械密封用硬质合金材料；产品性能达到：抗弯强度>2600MPa；洛氏硬度>92HRA；平均晶粒度<1.2 μm；显微组织孔隙率 A02B00C00；辐照试验达标。同时，开发坐标模法代替电火花加工对核电产品进行机加工，提高了产品的精度和生产效率，避免产品出现热裂纹，消除造成重大安全事故隐患，</p>

为 高压、高温、辐射工况下运行的设备提供长寿命、高可靠、免维护的基础材料。通过本项目的实施，获授权发明专利 5 项，授权实用新型专利 1 项，授权外观专利 1 项，受理 发明专利 2 项。产品经第三方公司(交特科评(评价)字[2020]第 010 号)评定为“整体达到国际先进水平，建议进一步推广应用”，并在四川省科学技术厅完成成果登记（证书编号：0000476，登记号：9512020Y0941）。项目的成功实施，开辟镍基硬质合金产品新途径，打破技术垄断格局，填补机械密封核电领域空白，提高我国耐磨水平，为我国高端装备制造业奠定材料基础，规范了行业技术标准，提升行业技术水平。

主要知识 产权和标 准规范目 录	知识产权 (标准) 类别	知识产权(标准)具 体名称	国家 (地区)	授权号(标 准编号)	授权(标 准发布) 日期	证书 编号 (标准 批准 发布部 门)	权利人(标准起 草单位)	发明人(标 准起草人)	发明专利 (标准) 有效状态
	发明专利	一种耐腐蚀耐高温硬 质合金及其制备方法	中国	ZL20160964 405.6	2018-03- 06	28358 01	四川科力特硬质 合金有限公司	苏华、万小 虎	有效专利
	发明专利	一种硬质合金在真空 烧结炉中脱碳的方法	中国	ZL20151002 5875.1	2017-01- 25	23629 78	四川科力特硬质 合金有限公司	苏华、谷亩	有效专利
	发明专利	一种硬质合金在真空 烧结炉中渗碳的方法	中国	ZL20151002 6446.6	2017-01- 18	23534 47	四川科力特硬质 合金有限公司	苏华、谷亩	有效专利
	发明专利	一种硬质合金管件压 坯的内外圆倒角装置 及方法	中国	CN20151042 8845.5	2017-06- 09	25127 27	四川科力特硬质 合金有限公司	苏华、谷亩	有效专利
	发明专利	热熔结碳化钨 其它碳 化物 固溶体合金涂层 及其制备方法	中国	CN20151065 9261.9	2018-04- 06	28732 12	四川科力特硬质 合金有限公司	苏华、万小 虎、李文鹏	有效专利
	实用新型 专利	一种孔壁拉伸强度试 验用夹具及专用设备	中国	ZL20182215 4440.9	2019-07- 09	90723 75	四川科力特硬质 合金有限公司	杨玉明、田 元勇	有效专利
	实用新型 专利	一种环形类机加工零 件加工用快速装夹和 安全锁紧装置	中国	ZL20222190 4142.7	2022-10- 14	17567 155	四川科力特硬质 合金股份有限公 司	曾清华,毛 朝刚,赖家 晖	有效
	其他	加载销	中国	ZL20183071 4412.0	2019-06- 14	52376 52	四川科力特硬质 合金有限公司	杨玉明、田 元勇	有效专利

论文专著 目录	序号	论文(专著)名 称/刊名/作者	年卷页码(XX 年XX卷XX页)	发表时间 (年月日)	通讯作者 (含共同)	第一作者 (含共 同)	国内作者	他引总 次数	检索数 据库	论文署名 单位是否 包含国外 单位
	1	核主泵电机轴承 用碳化钨插件的 试验研究/《电 机技术》2020年 第1期/李洋、 杨玉明、田元勇、 苏先顺、王伟光、 朱小鹏	2020年1 卷23-30页	2020-02-25	李洋	李洋	李洋、杨玉 明、田元勇、 苏先顺、王 伟光、朱小 鹏	0	中国知 网	是
合计								0	/	/