2024年度陕西省科学技术奖项目提名公示

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **项目名称** | | | | **低温高耐压A-95陶瓷材料产业化关键技术研发与应用** | | | | | | | | |
| **项目简介** | | | | | | | | | | | | |
| 1立项背景  随着现代工业的发展，陶瓷材料作为一种基础材料被广泛的应用于各行各业，在航天、化工等不同领域都能看见陶瓷的身影。A-95陶瓷材料属于无机非金属材料。A-95陶瓷材料具有机械强度高、导热性能好、绝缘强度高等优点，被广泛用于电阻基体、集成电路基片、封装管壳等行业。随着新能源及轨道交通等新兴产业的快速发展，对A-95陶瓷材料的高温性能、电绝缘性能、化学稳定性和耐磨腐蚀性都提出了更高的要求，尤其击穿强度达到25KV/mm,远高于国标要求。同时，A-95陶瓷材料生产成本较高、存在较多的生产工艺难题。传统的A-95陶瓷材料烧结温度高达1630℃，能耗成本高。国家要求推动绿色低碳发展，节能降耗已成为迫切需要解决的问题。因此一款低温烧结高击穿强度的A-95陶瓷材料研发势在必行，以推动其在新能源领域的大规模应用。  2主要技术创新点  a.学科分类名称：陶瓷材料；附件证明材料编号：1  稀土掺杂技术：通过将适量的稀土氧化物Y2O3掺杂到体系中，稀土氧化物Y2O3能够加快陶瓷的致密化进程，减缓晶粒过度增大，因此能够降低陶瓷的烧结温度，提高其力学性能。并且由于稀土氧化物Y2O3本身的原子结构比较独特，能够改善陶瓷的显微结构，提高陶瓷的电性能（击穿强度）。  b.学科分类名称：陶瓷材料；附件证明材料编号：2  纳米材料低温共融技术：纳米SiO2具有较高的比表面能，粒子活性高，能够有效活化氧化铝晶粒的晶格，提供烧结驱动力，降低烧结所需要的温度，有利于得到尺寸较小的氧化铝陶瓷晶粒，显著降低烧结温度，减少内部缺陷，同时提高力学性能和电性能（击穿强度）。  c.学科分类名称：陶瓷材料；附件证明材料编号：3  快速排胶隧道窑技术:对隧道窑主要从底槽结构、加热方式、窑炉隔梁结构、排气孔四个方面进行改造，提高产品性能及工艺水平。  3核心技术内容  通过对稀土掺杂技术、纳米材料低温共融技术、快速排胶隧道窑技术、多元体系熔剂料制备技术、低温焙烧技术内容的展开，以及完善各类设备及技术配套设施，降低A-95陶瓷材料的烧结温度，提高A-95陶瓷材料的击穿强度至及批次一致性。  项目开始于2020年1月，结束于2023年12月，建设周期48个月。  2020年1月～2021年3月 稀土掺杂技术、纳米材料低温共融技术的研究；  2021年4月～2022年5月 多元体系熔剂料制备技术、低温焙烧技术；  2022年6月～2023年5月 快速排胶隧道窑技术；  2023年6月～2023年11月 完成批量生产，工艺参数固化；  2023年12月技术鉴定。  a.稀土掺杂技术  实验通过掺杂不同量的稀土氧化物Y2O3研究其对A-95陶瓷性能的影响,实验的结果表明：通过将适量的稀土氧化物Y2O3加入到体系中，稀土氧化物Y2O3能够加快陶瓷的致密化进程，减缓晶粒过度增大，因此能够降低陶瓷的烧结温度，提高其力学性能。并且由于稀土氧化物Y2O3本身的原子结构比较独特，能够改善陶瓷的显微结构，提高陶瓷的电性能。主要是因为在烧结过程中，Y3+的离子半径比 Al3+的离子半径大，两者不容易形成固溶体，因此 Y3+主要分布在 Al2O3陶瓷的晶界处，Y3+由于自身的网状离子结构，致使其迁移受到较大的阻力，而且能够抑 制Al3+的迁移速率，阻碍Al2O3陶瓷晶粒的进一步生长，得到较小的晶粒尺寸,利于显微结构的改善，降低烧结温度。而且Y3+能够在Al2O3陶瓷晶粒的晶界处阻碍离子的扩散速率，加快离子扩散过程中的气孔移动到晶界处排除，减少液相环境中的气孔数，加速陶瓷致密化进程，从而提高Al2O3陶瓷的力学性能、电性能。  b.纳米材料低温共融技术  纳米SiO2具有较高的比表面能，粒子活性高，能够有效活化氧化铝晶粒的晶格，提供烧结驱动力，降低成瓷所需要的温度，有利于得到尺寸较小的氧化铝陶瓷晶粒，显著降低烧结温度。并且适量的纳米SiO2能够促进形成低共溶液相，加速晶粒的致密化进程以及气孔的排出，细化晶粒。晶粒尺寸是影响陶瓷力学性能的重要因素，根据Hall-pitch关系式：σS = σ0+Kd-1/2可知，陶瓷材料的力学性能与晶粒尺寸成反比，随着晶粒尺寸的减小，陶瓷材料的力学性能提高。当晶粒较小时，氧化铝陶瓷的晶界被强化，沿着晶界断裂所需要的能量较大，大部分沿晶断裂会因此变为穿晶断裂，穿晶断裂能够提高材料的力学性能和电性能，并且较小的晶粒能够细化显微结构，减少内部缺陷，提高力学性能和电性能。  c.隧道窑进行设计改造。对隧道窑主要从底槽结构、加热方式、窑炉隔梁结构、排气孔四个方面进行改造，提高产品性能及工艺水平。  ①原有隧道窑的底槽为实心结构，加热棒通过底板和推动板将热量传递到产品，极大的浪费了能源，并且产品烧结过程中需要消耗氧气，实心结构的底板无法提供足量的氧气，容易导致产品生烧。因此对隧道窑底板进行了改造，从实心结构改为空心结构，加热棒直接通过推动板将热量传递到产品，极大的提高了能源的利用率，并且两侧留有进气处，保证产品能够充分排胶。  ②原有隧道窑的加热方式为加热棒下加热，容易导致窑炉内部上下温度差较大，产品上下端排胶速度不一致，收缩不能同步，产品极易开裂。因此对隧道窑加热方式进行了改造，改造后加热棒上下同时加热，能够保证产品上下温度均匀，不易开裂。  ③原有隧道窑每个温度段没有隔梁，导致温度控制不够精确，热气流流向窑炉前端的出风口，从而排胶段温度升高，影响排胶效果。改造后每个温度段都设有隔梁，隔梁能够有效阻隔热空气流向排胶段，精确控制每个温度段的温度，有利于提高排胶速度。  ④原有隧道窑排胶段只设有一个排气孔，排胶产生的烟气通过排气孔进入到烟气净化炉，排胶产生的烟气在进入到排气孔的过程中会将大量热量带入到其它温度段，影响其他温度段的排胶速度，造成产品开裂，因此对排气孔进行了改进，在每个温度段都设有排气孔，每个温度段产生的烟气都通过独立的排气孔进入到烟气净化炉，保证了准确的排胶温度。  d.多元体系熔剂料制备技术  传统的工艺是将原料直接加入球磨机进行球磨，由于部分矿物原料在后期生产和使用的过程中，高温分解易造成产品开裂和变形等缺陷，影响A-95陶瓷材料的性能，因此通过预烧部分易分解的多元体系熔剂料，能够有效抑制 A2O3晶粒的生长，得到尺寸均一的 A2O3陶瓷晶粒，并且通过加速反应过程中液相环境气孔的排除，促进陶瓷材料的力学性能和烧结温度降低。  e.低温焙烧技术  焙烧是通过高温处理，使坯体发生一系列物理化学变化，形成预期的矿物组成和显微结构，从而达到固定外形并获得所要求性能的工序。不适当的烧成不但影响A-95陶瓷材料性能质量，甚至还造成难以回收的废品。因此必须要确定A-95陶瓷材料的焙烧范围，即焙烧温度的上下限。  通过对影响烧成因素的分析，根据烧成过程中的物理化学变化的不同时段，拟定A-95陶瓷材料的烧成工艺参数：对装载方式、装载密度、烧结温度等进行相应的调整，设定合理的烧成工艺温度曲线，对A-95陶瓷材料出现开裂的具体特征，如开裂部位的表面状态、产品装载位置，以及A-95陶瓷材料变形部位等问题进行分析，采取在升温阶段：200℃，400℃-500℃，900℃-1000℃等各个关键温度段，延长保温时间，减缓升温速率；在降温段减缓降温速率，确定合理的温度速率和保温时间。使A-95陶瓷材料烧成后，各项性能指标满足技术要求的同时降低烧成温度。  f.技术平台建设和完善  工艺平台建设建立了更加科学、规范的生产工艺流程，完善和固化了陶瓷材料生产工艺，提高了批产能力和水平。  测试平台建设配置了各种类型的专用测试工装，利用测试设备编制专用软件和数据库，实现一键测试和记录测试结果，提高了陶瓷材料物理性能测试精度和批生产测试能力，为批生产建立了完备的测试系统。  4 国内外同类型技术参数  以下为国内外厂家技术参数与我公司产品比较。   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 项目 | 国内外标准 | 国内厂家 | 国外厂家 | 我公司产品 | | 体积密度 | 3.62g/cm3 | 3.65g/cm3 | 3.68g/cm3 | 3.69g/cm3 | | 抗折强度 | 250MPa | 268MPa | 295MPa | 293MPa | | 介电常数 | 9.0～10 | 9.4 | 9.3 | 9.2 | | 损耗因子 | ≤1×10-3 | 1.3×10-4 | 1.1×10-4 | 1×10-4 | | 体积电阻率 | ≥1012Ω·cm | 1.2×1016 | 1.2×1016 | 1.1×1016 | | 击穿强度 | 15kV/mm | 20kV/mm | 30kV/mm | 29kV/mm | | 烧结温度 | 1600℃-1650℃ | 1610℃ | 1570℃ | 1550℃ |   目前A-95陶瓷材料国内标准是GB/T8411-2009《陶瓷和玻璃绝缘材料》，国外标准是IEC60672-1997，两者的标准参考值一致。通过将国内外厂家的A-95陶瓷材料进行测试，性能指标如上表所示。  5 实施后科技成果：  项目授权实用新型专利9项，获得2024年陕西电子信息集团有限公司科技进步奖一等奖，获得2021年陕西省企业“三新三小”创新竞赛二等奖，陕西省科技成果登记6项，发表科技论文2篇。   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 获奖时间 | 奖励名称 | 奖励等级 | 授奖部门 | | 2023.04 | Y2O3对高纯氧化铝陶瓷性能的影响研究 | 论文 | 《陶瓷》 | | 2022.08 | 纳米SiO2添加量对95氧化铝陶瓷力学性能的影响 | 论文 | 《陶瓷》 | | 2020.12 | 一种防止氧化铝陶瓷变形的垫脚 | 实用新型专利 | 国家知识产权局 | | 2021.05 | 一种氧化铝瓷料混料机 | 实用新型专利 | 国家知识产权局 | | 2021.12 | 一种氧化铝陶瓷造粒粉除铁筛析一体机 | 实用新型专利 | 国家知识产权局 | | 2022.03 | 一种防开裂的氧化铝陶瓷生产用紧固件 | 实用新型专利 | 国家知识产权局 | | 2022.03 | 一种防止变形的氧化铝陶瓷均匀升温加热装置 | 实用新型专利 | 国家知识产权局 | | 2022.04 | 一种具备去毛刺功能的氧化铝陶瓷生产用模具 | 实用新型专利 | 国家知识产权局 | | 2022.10 | 一种可控温防开裂的氧化铝陶瓷烧制设备 | 实用新型专利 | 国家知识产权局 | | 2023.03 | 一种可防止陶瓷产品开裂的攻牙机 | 实用新型专利 | 国家知识产权局 | | 2022.10 | 一种可以实现陶瓷产品快速烧成的隧道窑 | 实用新型专利 | 国家知识产权局 | | 2021.10 | 2021年陕西省企业“三新三小”创新竞赛《一种可以实现快速排胶的隧道窑》 | 二等奖 | 陕西省国资委/陕西省科学技术协会/陕西省工信厅 | | 2023.02 | 一种可以实现陶瓷产品快速烧成的隧道窑 | 陕西省科技成果 | 陕西省科学技术厅 | | 2023.02 | 一种可控温防开裂的氧化铝陶瓷烧制设备 | 陕西省科技成果 | 陕西省科学技术厅 | | 2023.02 | 一种防止变形的氧化铝陶瓷均匀升温加热装置 | 陕西省科技成果 | 陕西省科学技术厅 | | 2023.02 | 一种具备去毛刺功能的氧化铝陶瓷生产用模具 | 陕西省科技成果 | 陕西省科学技术厅 | | 2023.02 | 一种氧化铝陶瓷造粒粉除铁筛析一体机 | 陕西省科技成果 | 陕西省科学技术厅 | | 2023.02 | 一种防开裂的氧化铝陶瓷生产用紧固件 | 陕西省科技成果 | 陕西省科学技术厅 | | 2024.06 | 陕西电子信息集团有限公司科技进步奖 | 一等奖 | 陕西电子信息集团有限公司 |   6、经济效益  项目技术推广应用于新能源汽车行业，取得了较好的经济效益。项目2021年产值1050.14万元，利润199.5万元；2022年产值2260.26万元，利润429.4万元；2023年产值3020.11万元，利润573.8万元；三年共计产值6330.51万元，利润1202.7万元。 | | | | | | | | | | | | |
| **提名单位：陕西电子信息集团有限公司** | | | | | | | | | | | | |
| **提名意见** | | | | | | | | | | | | |
| 我单位认真审阅了该项目提名书及附件，确认全部材料真实有效，符合陕西省科学技术奖的提名要求。  该项目通过稀土掺杂技术、纳米材料低温共融技术、快速排胶隧道窑技术、多元体系熔剂料制备技术、低温焙烧技术等的研究，对A-95陶瓷材料的微观结构、晶体形貌、粒径大小等分析，从理论方面阐释并解决了降低烧结温度的原理和提高击穿强度的途径，并在批量生产中得到低烧成温度、高击穿强度、批次一致性高的A-95陶瓷材料。该项目创新工作是利用稀土元素的独特原子结构和纳米材料的高粒子活性，抑制离子的迁移速率，阻碍陶瓷晶粒的生长，并且通过有效活化晶粒的晶格，提供烧结驱动力，促进形成低共溶液相，加速晶粒的致密化进程以及气孔的排出，在显微结构上得到了尺寸均一、晶粒较小的晶粒，降低了A-95陶瓷材料烧结温并提高其击穿强度。该项目能够降低能耗，减少碳排放，并且对生态环境起到保护作用，符合国家保护生态环境的政策。  项目成果已进行批量生产，主要应用于新能源行业、电力设备及轨道交通等行业。目前已经为多家生产厂家供货，实现销售收入6300多万元，具有良好的经济和社会效益。该项目关键技术均为自主知识产权，具有明显的市场竞争优势。该项目的实施更将促进本地的经济发展，促进和带动陕西省陶瓷材料的发展和壮大，具有将自主知识产权的陶瓷材料技术专利项目迅速产业化的良好示范作用。  提名该项目为陕西省科学技术进步奖二等奖。 | | | | | | | | | | | | |
| **客观评价** | | | | | | | | | | | | |
| 鉴定结论：该产品有效降低烧结温度，同时提高了击穿强度至29Kv/mm,高于国标的要求，能够满足客户对绝缘、导热、耐高温的使用要求，达到预期目标。  该产品经过陕西华星电子集团有限公司计量检测中心和国家电子陶瓷产品质量监督检验中心鉴定检验，符合规范要求。  该产品经过性能测试和用户使用，能够满足客户使用。  以下为国内外厂家技术参数与我公司产品比较。   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 项目 | 国内外标准 | 国内厂家 | 国外厂家 | 我公司产品 | | 体积密度 | 3.62g/cm3 | 3.65g/cm3 | 3.68g/cm3 | 3.69g/cm3 | | 抗折强度 | 250MPa | 268MPa | 295MPa | 293MPa | | 介电常数 | 9.0～10 | 9.4 | 9.3 | 9.2 | | 损耗因子 | ≤1×10-3 | 1.3×10-4 | 1.1×10-4 | 1×10-4 | | 体积电阻率 | ≥1012Ω·cm | 1.2×1016 | 1.2×1016 | 1.1×1016 | | 击穿强度 | 15kV/mm | 20kV/mm | 30kV/mm | 29kV/mm | | 烧结温度 | 1600℃-1650℃ | 1610℃ | 1570℃ | 1550℃ |   目前A-95陶瓷材料国内标准是GB/T8411-2009《陶瓷和玻璃绝缘材料》，国外标准是IEC60672-1997，两者的标准参考值一致。通过将国内外厂家的A-95陶瓷材料进行测试，性能指标如上表所示。  项目2021年产值1050.14万元，利润199.5万元；2022年产值2260.26万元，利润429.4万元；2023年产值3020.11万元，利润573.8万元。我公司采用备料自动化生产A-95陶瓷材料，并且生产A-95陶瓷材料所使用的原材料都是常用的工业原料，生产成本较低，且批次稳定性和一致性较高。在同行业中，我公司在国内第一家采用自动化工艺，具有国内领先、达到国外同类产品水平。 | | | | | | | | | | | | |
| **应用情况** | | | | | | | | | | | | |
| 序号 | | 应用单位名称 | | | 应用起始时间 | | | 应用截止时间 | | 应用单位联系人 | | 联系电话 |
| 1 | | 库柏西安熔断器有限公司 | | | 2021.01 | | | 至今 | | 杨柳 | | 18918798112 |
| 2 | | 广东中贝能源科技有限公司 | | | 2021.01 | | | 至今 | | 龙彭宇明 | | 15220359271 |
| **排序** | | **主要完成人情况** | | | | | | | | | | |
|  | | 姓名 | 行政  职务 | | | 技术  职称 | 工作  单位 | | 完成  单位 | | 对本项目主要学术  和技术创造性贡献 | |
| 1 | | 姬军成 | 总经理 | | | 高级工程师 | 陕西澳华瓷业科技有限公司 | | 陕西澳华瓷业科技有限公司 | | 姬军成同志是该项目总负责人，负责制定项目总体研究框架和研究路线，在总体方案中提出了采用稀土元素降低烧结温度和提高击穿强度的思路，并在项目研制阶段负责稀土掺杂技术和纳米材料低温共融技术。 | |
| 2 | | 王 升 | 无 | | | 高级工程师 | 陕西澳华瓷业科技有限公司 | | 陕西澳华瓷业科技有限公司 | | 王升同志是该项目关键技术攻关负责人，结合本项目将多项发明专利运用在陶瓷材料中，将陶瓷材料的烧结温度降低并提高击穿强度。参与解决了纳米低温共融技术的研发，并将多项研究成果进行申报专利和论文。 | |
| 3 | | 蔡 壮 | 副总经理 | | | 高级工程师 | 陕西华星电子集团有限公司 | | 陕西澳华瓷业科技有限公司 | | 蔡壮同志是快速排胶隧道窑技术和多元体系熔剂料制备技术负责人，负责低温焙烧技术现场的实施和改进。并根据实验结果对A-95陶瓷材料的微观结构、晶体形貌、粒径大小等进行分析，从理论方面阐释降低烧结温度的原理和提高击穿强度的途径。 | |
| 4 | | 陈 鹏 | 副总经理 | | | 高级经济师 | 陕西华星电子集团有限公司 | | 陕西澳华瓷业科技有限公司 | | 陈鹏同志负责低温焙烧技术的技术研发和实施，并负责纳米低温共融技术和快速排胶隧道窑技术的现场数据分析和改进。 | |
| 5 | | 何 舜 | 副总经理 | | | 工程师 | 陕西澳华瓷业科技有限公司 | | 陕西澳华瓷业科技有限公司 | | 何舜同志负责该项目中低温焙烧技术的研发，通过对不同温度段的特性，设置合理的温度曲线，并重点跟踪不同升温速率和保温时间对陶瓷材料击穿强度的影响。 | |
| 6 | | 高晓磊 | 副总经理 | | | 工程师 | 陕西澳华瓷业科技有限公司 | | 陕西澳华瓷业科技有限公司 | | 高晓磊同志负责该项目隧道窑改造技术，包括实施方案，试验跟踪以及结果分析。 | |
| 7 | | 李 哲 | 副总经理 | | | 高级工程师 | 陕西华星电子集团有限公司 | | 陕西澳华瓷业科技有限公司 | | 李哲同志负责稀土元素掺杂和纳米低温共融技术的试验方案和数据收集分析，并根据数据结构反馈给技术负责人，跟踪后期中试产线试验的具体情况。 | |
| 8 | | 范 诚 | 副总经理 | | | 高级工程师 | 陕西电子信息研究院有限公司 | | 陕西澳华瓷业科技有限公司 | | 范诚同志负责研发平台和试验仪器的技术负责人，负责整个项目的试验数据测试和整理。 | |
| 9 | | 张乔乔 | 无 | | | 工程师 | 陕西华星电子集团有限公司 | | 陕西澳华瓷业科技有限公司 | | 张乔乔同志负责项目产线和试验过程中人员和设备的调配和调试，整个方案实施过程的把控。 | |
| 10 | | 李 爽 | 无 | | | 工程师 | 陕西华星电子集团有限公司 | | 陕西澳华瓷业科技有限公司 | | 李爽同志负责整个试验过程中过程的管控，严格按照工艺实施。 | |
| **完成人合作关系说明：** | | | | | | | | | | | | |
| 1、姬军成，第一完成人，项目总负责人，负责制定项目总体研究框架和研究路线，在总体方案中提出了采用稀土元素降低烧结温度和提高击穿强度的思路，并在项目研制阶段负责稀土掺杂技术和纳米材料低温共融技术。项目完成后积极实施了成果的推广应用。取得陕西电子信息集团科技进步一等奖和科学技术成果证书。  2、王升，第二完成人，项目关键技术攻关负责人，高级工程师。王升同志是该项目关键技术攻关负责人，结合本项目将多项发明专利运用在陶瓷材料中，将陶瓷材料的烧结温度降低并提高击穿强度。参与解决了纳米低温共融技术的研发，并将多项研究成果进行申报专利和论文。取得陕西电子信息集团科技进步一等奖和科学技术成果证书。王升是论文《Y2O3对高纯氧化铝陶瓷性能的影响研究》的第一作者，也是专利  《一种可以实现陶瓷产品快速烧成的隧道窑》（2022212733075）、《一种可控温防开裂的氧化铝陶瓷烧制设备》（2021219339925）、《一种防止氧化铝陶瓷变形的垫脚》（2020208149354）、《一种氧化铝瓷料混料机》（2020213893176）、《一种氧化铝陶瓷造粒粉除铁筛析一体机》（2021210074149）的主要发明人。  3、蔡壮，第三完成人，快速排胶隧道窑技术和多元体系熔剂料制备技术负责人，负责低温焙烧技术现场的实施和改进。并根据实验结果对A-95陶瓷材料的微观结构、晶体形貌、粒径大小等进行分析，从理论方面阐释降低烧结温度的原理和提高击穿强度的途径。取得陕西电子信息集团科技进步一等奖和科学技术成果证书。  4、陈鹏，第四完成人，负责低温焙烧技术的技术研发和实施，并负责纳米低温共融技术和快速排胶隧道窑技术的现场数据分析和改进。取得陕西电子信息集团科技进步一等奖和科学技术成果证书。  5、何舜，第五完成人，何舜同志负责该项目中低温焙烧技术的研发，通过对不同温度段的特性，设置合理的温度曲线，并重点跟踪不同升温速率和保温时间对陶瓷材料击穿强度的影响。取得陕西电子信息集团科技进步一等奖和科学技术成果证书。是专利《一种可控温防开裂的氧化铝陶瓷烧制设备》（2021219339925）、《一种防止变形的氧化铝陶瓷均匀升温加热装置》（2021220224212）、《一种具备去毛刺功能的氧化铝陶瓷生产用模具》（2021219338087）的主要发明人。  6、高晓磊，第六完成人，负责该项目隧道窑改造技术，包括实施方案，试验跟踪以及结果分析。取得陕西电子信息集团科技进步一等奖证书。是专利《一种防开裂的氧化铝陶瓷生产用紧固件》（2021220343599）的主要发明人。  7、李哲，第七完成人，本项目骨干，高级工程师。负责稀土元素掺杂和纳米低温共融技术的试验方案和数据收集分析，并根据数据结构反馈给技术负责人，跟踪后期中试产线试验的具体情况。取得陕西电子信息集团科技进步一等奖证书。  8、范诚，第八完成人，研发平台和试验仪器的技术负责人，负责整个项目的试验数据测试和整理。取得陕西电子信息集团科技进步一等奖和科学技术成果证书。  9、张乔乔，第九完成人，负责项目产线和试验过程中人员和设备的调配和调试，整个方案实施过程的把控。取得陕西电子信息集团科技进步一等奖证书。  10、李爽，第十完成人，负责整个试验过程中过程的管控，严格按照工艺实施。取得陕西电子信息集团科技进步一等奖证书。 | | | | | | | | | | | | |
| **排序** | **主要完成单位及对本项目的贡献** | | | | | | | | | | | |
| 1 | 公司在现有的技术基础上，针对A-95陶瓷材料烧结温度和击穿强度指标，集中解决关键共性技术，提高批次能力，解决目前国内在本领域的卡脖子难题。在实验和生产过程中，通过稀土掺杂技术、纳米材料低温共融技术、多元体系熔剂料制备技术、低温焙烧技术、快速排胶隧道窑技术等的研究和改进，对A-95陶瓷材料的微观结构、晶体形貌、粒径大小等分析，从理论方面阐释了并解决了降低烧结温度的原理和提高击穿强度的途径，并在批量生产中得到低烧成温度、高击穿强度、批次一致性高的A-95陶瓷材料。企业授权实用新型专利9项，获得2021年陕西省企业“三新三小”创新竞赛二等奖，陕西省科技成果登记6项。公司目前已经为多家生产厂家供货，包括美国EATON公司（库柏西安熔断器有限公司）、广东中贝能源科技有限公司等知名企业。 | | | | | | | | | | | |
| **完成单位合作关系说明：** | | | | | | | | | | | | |
| 无 | | | | | | | | | | | | |
| **完成人合作关系情况汇总表：** | | | | | | | | | | | | |
| |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 序号 | 合作方式 | 合作者/项目排名 | 合作起始时间 | 合作完成时间 | 合作成果 | | 1 | 共同立项 | 姬军成/1 | 2020-01-01 | 2023-12-31 | 论文《Y2O3对高纯氧化铝陶瓷性能的影响研究》；专利《一种可以实现陶瓷产品快速烧成的隧道窑》；《低温高耐压A-95陶瓷材料产业化关键技术研发与应用》科技成果证书 | | 2 | 共同立项 | 王升/2 | 2020-01-01 | 2023-12-31 | 论文《纳米SiO2添加量对95氧化铝陶瓷力学性能的影响》；《低温高耐压A-95陶瓷材料产业化关键技术研发与应用》科技成果证书 | | 3 | 共同立项 | 蔡壮/3 | 2020-01-01 | 2023-12-31 | 《低温高耐压A-95陶瓷材料产业化关键技术研发与应用》科技成果证书 | | 4 | 共同立项 | 陈鹏/4 | 2020-01-01 | 2023-12-31 | 《低温高耐压A-95陶瓷材料产业化关键技术研发与应用》科技成果证书 | | 5 | 共同立项 | 何舜/5 | 2020-01-01 | 2023-12-31 | 专利《一种防止氧化铝陶瓷变形的垫脚》；《低温高耐压A-95陶瓷材料产业化关键技术研发与应用》科技成果证书 | | 6 | 共同立项 | 高晓磊/6 | 2020-01-01 | 2023-12-31 | 专利《一种防开裂的氧化铝陶瓷生产用紧固件》；《低温高耐压A-95陶瓷材料产业化关键技术研发与应用》科技成果证书 | | 7 | 共同立项 | 李哲/7 | 2020-01-01 | 2023-12-31 | 《低温高耐压A-95陶瓷材料产业化关键技术研发与应用》科技成果证书 | | 8 | 共同立项 | 范诚/8 | 2020-01-01 | 2023-12-31 | 《低温高耐压A-95陶瓷材料产业化关键技术研发与应用》科技成果证书 | | 9 | 共同立项 | 张乔乔/9 | 2020-01-01 | 2023-12-31 | 专利《一种氧化铝陶瓷造粒粉除铁筛析一体机》；《低温高耐压A-95陶瓷材料产业化关键技术研发与应用》科技成果证书 | | 10 | 共同立项 | 李爽/10 | 2020-01-01 | 2023-12-31 | 专利《一种防止氧化铝陶瓷变形的垫脚》；《低温高耐压A-95陶瓷材料产业化关键技术研发与应用》科技成果证书 | | | | | | | | | | | | | |