

《助推计划》高校转化项目登记表

日期：

编号：CL1213LG

项目名称	真空断路器 CuCr 触头材料	所属领域	<input type="checkbox"/> 先进重大装备 <input checked="" type="checkbox"/> 新材料 <input type="checkbox"/> 新能源 <input type="checkbox"/> 生物医药 <input type="checkbox"/> 电子信息制造 <input type="checkbox"/> 新能源汽车 <input type="checkbox"/> 海洋工程装备 <input type="checkbox"/> 软件和信息服务 <input type="checkbox"/> 民用航空制造 <input type="checkbox"/> 其它
院校名称	上海理工大学 (盖章)		
项目成熟度	<input type="checkbox"/> 已实现产业化，产品供不应求 <input type="checkbox"/> 已实现小批量生产，产品有市场需求 <input type="checkbox"/> 已通过中试鉴定 <input checked="" type="checkbox"/> 处在中试阶段		
技术水平	<input type="checkbox"/> 国际领先 <input checked="" type="checkbox"/> 国际先进 <input type="checkbox"/> 国内先进 <input type="checkbox"/> 一般水平		
推广范围	<input type="checkbox"/> 国际推广 <input checked="" type="checkbox"/> 国内推广 <input type="checkbox"/> 区域推广 <input type="checkbox"/> 特定地区推广		
知识产权状态	<input type="checkbox"/> 授权国外有效发明专利 <input type="checkbox"/> 授权国内有效发明专利 <input type="checkbox"/> 国内有效实用新型专利 <input checked="" type="checkbox"/> 其它知识产权		
项目获奖情况	无	各类基金 资助情况	上海市教委创新项目
是否具有以下资料	<input checked="" type="checkbox"/> 项目可行性报告 <input type="checkbox"/> 查新报告 <input type="checkbox"/> 鉴定证书 <input checked="" type="checkbox"/> 检测报告 <input type="checkbox"/> 认定证书 <input type="checkbox"/> 用户意见		
课题组简介：（概述研发优势和成功案例等。） 上海理工大学金属功能材料团队以新型导电材料及制备技术、大规模集成电路用引线框架材料及加工技术、高速列车接触网导线材料、高压真空开关触头材料、弥散强化铜合金等高性能材料的设计、加工技术作为主要研究内容，将相变理论、电子理论、塑性成形理论应用于功能材料的开发及材料的性能改善，在高强高导金属材料的成分设计、熔炼、成型及热处理方面，特别是在大规模集成电路封装用引线框架铜合金和高速铁路接触线研究上取得的成果突出，目前已成为我国集成电路引线框架材料的主要研究团队。 本团队现有 15 位教师，其中教授 4 人，副教授 5 人，具有博士学位 14 人。研究生 20 名。团队负责人为国务院政府津贴获得者、新世纪百千万人才工程国家级人选，中国热处理学会常务理事、有色金属技术委员会主任。《材料热处理学报》、《金属热处理》期刊编委。 在该领域内先后承担国家自然科学基金 7 项，国家“863”、“973”项目 3 项，其它省部级项目 32 项，合计经费超过 4000 万元。在国内外著名杂志上发表高强度高导电铜合金的研究论文 200 多篇。在高强度铜合金的强化机理，高强度高导电铜合金的导电机理、合金化机理等方面都有较深入的研究。曾获国家科技进步奖 1 项，省部级科技进步一等奖			

4 项、二等奖 2 项，三等奖 1 项，获中国有色金属工业科技进步二等奖 1 项。出版学术专著 5 部，申请国家发明专利 36 项。研制和开发出性能优异的集成电路引线框架材料已经投入了批量生产，达到年产 12000 吨的规模，改变了我国该类材料完全依赖进口的局面，项目获得省级科技进步一等奖。自行研制设计的引线框架材料 Cu-0.78Zr-0.26Cr-0.05Mg 合金导电率为 81%IACS，显微硬度高达 Hv240，是目前所报道的高强度高导电铜合金中综合性能最好的；拥有自主知识产权的高压真空开关触头材料铜铬合金真空熔铸新方法，产品导电率比常用材料高 50%，成本降低一半。

项目简介：（项目背景、政策导向、应用领域和服务对象、项目进展情况、成熟程度以及项目预计产业化周期、项目鉴定或产品检测报告的结论性表述。如是生物医药项目，写明是否具有临床批文和药证等文件。）

断路器是电力系统中最重要组件之一，承担着控制和保护电力系统的作用，并且要安全可靠运行。断路器通常按灭弧原理划分为油断路器、气吹断路器和真空断路器。也有按使用环境的电压等级来划分：如 35KV 以下的称为中压断路器；110KV、220KV 称为高压断路器；330KV 及以上电压等级使用的称为超高压断路器等。高压和超高压输变电系统以 SF6 断路器占主导地位，而 35KV 以下配电系统的断路器已由真空断路器占主导地位。在近几十年来，真空断路器已广泛运用于电力、石油、煤矿、冶金和电气铁道领域，在同本、德国、美国等发达国家，真空断路器在中压市场上占 80%。

我国现有电力设施在 40.5~12kV 电压等级的产品中，真空开关占据主要位置，而真空触头材料又是真空开关的关键材料，是直接影响产品质量的关键因素。但是常用的 Cu-Cr 真空触头生产存在一系列问题，如偏析不均匀、导电性差、成本高等。

针对 Cu-Cr 触头材料制造中存在的问题，采用真空熔铸方法，通过控制熔炼及铸造工艺，解决了 Cu-Cr 合金铸造产生的成分偏析及组织不均匀问题，得到的显微组织细化、成分均匀化，尤其是合金中 Cr 粒子的细化问题，大幅度提高耐电压强度，同时又能保持铜的高导电性，触头的小型化才有实现的可能。因为采用了熔炼的方法，生产中的合金废料能得到回收利用，因此生产更为环保，更能可持续发展。正因为制造方法上取得了突破，生产成本大大降低，性能还有所提高。

本项目采用熔炼方法制备出来的触头材料，性能与国内外同类产品相比，在导电性、均匀性、组织细化等多方面全面领先，在某真空断路器公司进行的真空断路器小型化测试中是唯一满足要求的材料。

项目计划投资 1000 万元，在四年内完成，建成年产 50 万对铜铬合金真空触头的高科

技现代化企业，占中国市场 40%，产值 5000 万元。每年利润 2000 万。

技术特点：（项目的技术特征和优势，可与国内或国际现有技术进行比较。）

针对 Cu—Cr 触头材料制造中存在的问题，采用真空熔铸方法，通过控制熔炼及铸造工艺，解决了 Cu—Cr 合金铸造产生的成分偏析及组织不均匀问题，得到的显微组织细化、成分均匀化，尤其是 CuCr 合金中 Cr 粒子的细化问题，大幅度提高耐电压强度，同时又能保持铜的高导电性，触头的小型化才有实现的可能。因为采用了熔炼的方法，生产中的合金废料能得到回收利用，因此生产更为环保，更能可持续发展。正因为是在制造方法上取得了突破，生产成本大大降低，性能还有所提高。根据中国振华科技股份有限公司实验室在小型化真空灭弧室进行的试验，只有用本项目开发的熔炼法生产的才能得到要求，无论是粉末冶金方法，熔渗法还是西门子的自耗电极法生产的产品，都无法满足要求。

本项目技术水平从生产的铜铬合金触头材料性质能很好的体现出来：一个是导电性。国内生产的铜铬合金触头导电率一般低于 28Ms/S，本项目生产的铜铬合金电导率是 36 Ms/S，是目前所见到的最高值。第二是铜铬合金触头的均匀性。从触头金相组织看，铜相和铬相分布均匀，无明显的偏析，也看不到缩孔，夹杂等。第三看合金晶粒的细化程度。从金相组织测量出，合金铬颗粒大小在 6-15 μm 以下，即使用全返还废料生产的合金晶粒尺寸也在 25 μm 以下。而通常粉末冶金方法生产的触头材料颗粒直径都在 100 μm 以上。第四方面看材料密度，测量得到铜铬合金触头密度为 8.3g/cm³，也是在所有生产方法中最高的，密度大就说明产品致密，无疏松或者缩孔。最后从生产工艺来看，本项目的生产工艺是最简单的，所用设备也是最简单的，用简单的工艺，常用的设备生产出性能最好的产品，本身就体现了项目的技术含量。

本项目的创新之处体现在几个方面：第一是使用常用的设备，通过控制工艺参数解决了两种不同性质差别特别大，基本不相互溶的金属之间的显微组织细化和成分均匀化的问题，尤其是 CuCr 合金中 Cr 粒子的细化问题，又没有显著提高产品的成本；第二是解决了

熔炼法生产 CuCr 合金的缩孔和偏析问题，因此得到的合金耐电压强度大幅度提高，又保持了高的导电性；第三是解决了 CuCr 触头材料生产中的合金废料的回收利用问题。这也是本项目优越于其他铜铬合金制造方法之处。

铜铬合金性能不同生产方法对比

方法	优点	缺点
粉末冶金法	工艺简单，成分易于控制	对粉末质量要求很高，废料无法重复利用。成本高。
熔渗法	能得到氧含量很低的产品，是国内外主流生产方法	效率低，合金导电率低，废料无法重复利用。成本较粉末冶金法降低，但仍很高。
自耗冶炼法	成分均匀，含氧量低，产品质量好。	工序多，成本最高，设备昂贵
真空熔铸法	工序少，废料可以重复利用，成本低	工艺难控制，技术门槛高

市场前景：（市场规模、市场占有率、市场进入壁垒、市场竞争等状况。）

目前国内从事高压开关生产的企业有近 1100 家（其中参加高压开关行业协会的主机厂有 440 家，主要配套件厂有 208 家，其余为行业协会以外的企业），职工总数约 27 万人。根据统计，2010 年真空开关触头材料需求量为 260 吨，约合 180 万对。按照每对触头约 300 元价格计算，市场大约 5.5 亿元规模。

目前国内主要的触头材料生产厂家有西门子公司、桂林电气科学研究所和陕西斯瑞。其中西门子公司产品在杂质含量、气体含量及性能一致性等方面都优于国内产品，主要占据高端市场。桂林电气科学研究所引进西门子自耗电电极熔炼法，也占领了一定的市场份额。陕西斯瑞公司采用的是国内的熔渗法制造技术，目前占据了主要的市场份额。

本产品采用真空熔铸方法，通过控制熔炼及铸造工艺，解决了 Cu—Cr 合金铸造产生的成分偏析及组织不均匀问题，得到的显微组织细化、成分均匀化，尤其是 CuCr 合金中 Cr 粒子的细化问题，大幅度提高耐电压强度，同时又能保持铜的高导电性，触头的小型化才有实现的可能。因为采用了熔炼的方法，生产中的合金废料能得到回收利用，因此生产更为环保，更能可持续发展。正因为是在制造方法上取得了突破，生产成本大大降低，性能还有所提高。根据中国振华（集团）科技股份有限公司宇光电工有限公司在小型化真空灭弧室进行的试验，无论是粉末冶金方法，熔渗法还是西门子的自耗电电极法生产的产品，都

无法满足要求，只有用我们开发的熔炼法生产的才能达到要求。

本产品工艺流程短、生产效率高，能完全满足真空开关触头的要求。本产品属于国内首创，与目前市场上的触头产品从工艺技术、性能等方面均有本质上的差别，可以通过本产品产业化的实施，开拓市场，争取市场竞争优势地位。

今天，无论从我国市场或世界市场看，真空开关的使用已经占有了绝对垄断的地位。据统计资料显示 2006 年我国真空断路器的产量已占全部中压断路器的 98.2%，最新数据表明，2007 年以来，国内高低压输配电及控制设备整体销售收入同比增长约 30%，全年行业收入增长在 25%以上，变压器、高压开关等电网主设备继续保持旺销势头。其中高压、超高压和特高压产品在电网投资中收益最大，并且行业技术、资金壁垒较高，因此，市场竞争不是特别激烈。

经济和社会性效益：

1. 该项目产业化最低投资金额，包括研发投资，生产资料投资，流动资金等；
2. 对环保和能源要求，土地或厂房面积要求，所需职工人数；
3. 根据最低投资，预期投产后三年内能达到的年产值、年销售值、年利润；
4. 投资回收期限（年）。

本项目目标是建成年产 50 万对铜铬合金触头的高科技现代化企业，占领中国一半以上铜铬合金触头市场。

拟定的产品规模

根据市场预测分析，本项目具有较好的市场前景，可以分四年期推广、扩大本项目的生产能力和市场份额，形成年产 50 万对的生产规模，占据中国国内市场的 50%。预计第一年开始小批量试生产，第二年开始批量生产，第三年可达产 50 万对，产值 5000 万元。

最低投资 1000 万元，其中包括

设备投资：

● 25kg 真空感应炉 2 台	100 万
● 真空纽扣炉 1 台	50 万
● 挤压机 500 吨 1 台	50 万
● 25kg 真空自耗炉 1 台	100 万
● 多线切割机 2 台	100 万
● 车床 5 台	15 万
● 清洗机 2 台	2 万
● 粉碎机 1 台	3 万

- 金相显微镜 1 台 10 万
- 原子吸收光谱仪 1 台 30 万
- 氧氮分析仪 30 万
- 冷却水泵及冷却系统 20 万
- 高精度电导率测量仪 1 台 5 万
- 其它小型测量仪器 5 万
- 合计 520 万

材料费

- 无氧铜 30 吨 180 万
- 高纯铬 10 吨 100 万
- 电费 60 万
- 合计 340 万

经营管理费（含差旅费，员工工资 2 年） 60 万

流动资金 60 万

厂房

- 冶炼 1000m²
- 加工 1000m²
- 办公室及库房 500—1000m²
- 合计租金约 20 万

总计 1000 万

总投资可以根据进度以及生产规模调整，设备和相应的材料费用等也可以分阶段投入。

产品预期规模

序号	产品名称	单位	建设期	生产期				
			第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年~11 年	
1	铜铬合金触头材料	万对	0	1	10	20	50	

铜铬合金触头材料的生产工艺过程分为铸锭和机械加工两大过程，所用设备为熔炼炉、定量浇注系统、机械加工设备、温度控制设备、在线检测设备等，整个过程自动控制。生产过程中没有任何污染产生，噪音符合环保要求。

本项目实施后，除生活污水外，没有明显污染物产生。

生活污水经化粪池预处理后直接排入市政污水管网内。

整个加工过程没有污染产生，符合绿色环保工艺要求。

生产中能源消耗主要是真空感应炉的耗能，电力需要量约 150kW。厂房需要面积约为 2000—3000m²，分配方案如下：

- 冶炼 1000m²
- 加工 1000m²
- 办公室及库房 500—1000m²

所需工人人数 10—20 人。

如果开始生产，第一年试生产，可产 1 万对触头，产值 100 万元，第二年可以量产 10 万对，产值约为 1000 万元，第三年可正常生产 50 万对，产值 5000 万元。按照利润率 45% 计算，投产后每年利润约为 2250 万元。投资 3—4 年可以完全回收成本。

合作要求：1. 合作方式、对合作方及合作价格的要求。

合作方为在铜行业内有一定基础或者在高压电气领域有一定基础

合作方式可以技术转让或者技术入股形式联合生产

合作价格根据合作方式商谈

注：上表所填资料必须真实、完整、合法。

上海市科技创业中心 联系人：闻云斌、倪雪鹏 电话：021-33040716、53080900-107 传真：53085899

邮箱：nxp@shtic.com 网址：<http://www.shtic.com>

地址：上海市北京东路 668 号东楼 212 室 邮编：200001