

《助推计划》高校转化项目登记表

日期：

编号：CL1408LG

项目名称	真空熔铸法制备真空断路器铜铬合金触头	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 checked="" 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 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 checked="" 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 type="checkbox"/> 其它知识产权		
项目获奖情况	各类基金资助情况	上海市教委创新计划一般项目 2010	
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 <input checked="" type="checkbox"/> 实物样品		
课题组简介：（概述研发优势和成功案例等。） 项目负责人所在的上海理工大学电功能材料研究所是专门研究高性能铜合金材料及制备技术如真空断路器触头合金、集成电路引线框架铜合金材料等的研究机构。研究所现有正式员工 10 人，全部具有博士学位，其中高级职称 5 名，中级职称 5 名，研究生 30 名。在该领域内先后承担国家自然科学基金 5 项，国家“863”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 300 篇。研究成果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，出版学术专著 5 部，申请国家发明专利 45 项。 团队挂靠上海理工大学材料科学与工程学院，与上海汽车公司、同济大学一起共建了上海市粉末冶金汽车材料工程技术中心。团队还与上海电气集团中央研究院，上海亚爵电工成套设备制造有限公司等单位设立了联合研发实验室。团队目前正与十多家企业进行技术合作，如中铝上海铜业有限公司、江苏包罗铜材集团股份有限公司，苏州华铜复合材料有限公司等。研究所与美国通用汽车公司，上海电气集团等著名企业签署了战略合作协议，就金属功能材料进行联合开发，已经签署项目经费达到 500 万元。 团队与中铝洛阳铜业集团合作，相继开展了高强度高导电集成电路引线框架材料和高速电气化铁路接触线材料的研究与开发。研究成果获得了省部级科技进步一等奖 2 项、二等奖 2 项，三等奖 1 项。成功			

研制出具有国际先进水平的大规模集成电路引线框架材料，并实现了工业化生产。产品的质量达到了国外先进同类产品的水平，大幅度提升我国集成电路引线框架用铜合金的综合技术水平，为企业带来了显著的经济效益，年产量就达到 12000 吨，产值超过 2.2 亿元，市场占有率达到 35%以上，改变了我国该类产品全部依靠进口的局面。

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，并且要能安全可靠运行。35KV以下配电系统的断路器已由真空断路器占主导地位，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，在日本、德国、美国等发达国家，真空断路器在中高压市场上占80%。铜铬合金是目前世界上公认的可以满足真空断路器基本要求的最佳触头材料，到目前为止，尚未发现新的触头材料能够在中高压大功率真空断路器应用中优于铜铬合金。

真空断路器用触头材料在高电压、大电流、高真空、高温下反复离合的严酷条件下工作，对材料性能提出了苛刻的要求，如寿命、分断能力、闭合能力、触头间隙的耐压强度、截流能力及截流值等。由于有些要求互相之间是有矛盾的，普通材料很难同时满足这些要求。铜铬合金是目前世界上公认的可以满足真空开关基本要求的最佳触头材料之一，具有耐电压高、分断容量大、耐损蚀特性好、有很强的吸气能力及寿命长等综合优点。

虽然铜铬合金触头材料具备诸多的优点，但该合金是典型的难混溶合金：Cr在Cu中固溶度很低，1076℃ 时仅有0.7%的Cr溶于Cu，600℃以下则几乎不溶；而且该合金中两相密度差大（铜密度为8.94g/cm³，铬7.19 g/cm³），熔点相差近800℃（铜熔点1080℃，铬熔点1873℃），制备过程中往往造成严重的重力偏析，Cr 相颗粒尺寸粗大不均匀、难以实现致密化等。这也是难混溶合金名字的由来，种种因素决定了高Cr含量的Cu-Cr合金难以采用普通熔炼法制取。而且Cr具有很强的氧亲和力，真空开关对触头材料的含气量又要求特别严，在生产中往往存在一些质量问题，如材料中气体含量过高、Cr 相颗粒尺寸难于控制等，故要制造出高质量的Cu-Cr 合金触头材料比较困难。

由于铜铬合金具有强度和硬度高、导热性和导电性好以及抗腐蚀性强的优点，可广泛应用于制备电阻电极、电动工具转向器、电工开关以及电动机集电环等要求高强高导的产品，尤其是大功率真空断路器中更是显示出广阔的应用前景。

本项目采用一种新的制备方法：真空熔铸法。该方法是先将铜和铬在高温下熔炼成合金化液相，然后注入铸模快速凝固成铸锭。由于采用感应熔炼加热和铸造方式成型，解决了产品致密化的问题。采用

真空熔炼的方法，合金中的气体含量也很低。快速冷却凝固还解决了合金材料中Cr粒子细化问题。另外真空感应炉是普遍应用的熔炼设备，制备工艺简单，生产成本低，特别适用于大批量的工业生产。

下图为本技术制备的大尺寸铜铬合金铸锭材料，完全可以达到规模生产的要求。

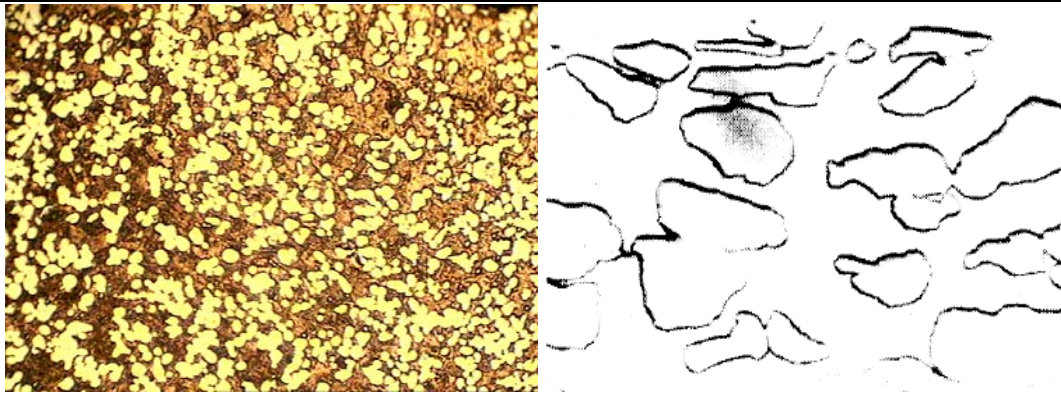


大尺寸铜铬合金铸锭（直径90mm，高度220mm）

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。）

由于铜铬合金制备困难，世界各国进行了大量研究，其中主要的三种方法是：粉末冶金法、熔渗法和真空自耗熔炼法。(1) 粉末冶金法，是将合金材料主要成分的Cr粉和一定比例的Cu粉均匀混合，经冷压和热压烧结成形，制备成块体触头材料；(2) 熔渗法，是将适量的Cu粉和全部Cr粉制成预制骨架，然后利用重力在真空下向Cr骨架中熔渗Cu；(3) 自耗电极法，将一定比例的Cu粉和Cr粉压制成自耗电极棒坯，然后在真空中重熔，制备出具有快速凝固组织的触头材料。前两种方法由于受原材料中尺寸较大的Cr颗粒的限制，难以获得高质量的触头材料，同时成品率较低，而自耗电极法制备工艺复杂，成本很高。

与铜铬合金其它制造方法比较，真空熔铸法得到的铜铬合金性能要远高于其它的方法。导电性：本项目生产的铜铬合金电导率是 36 Ms/S，是目前所见到报道的最高值，比其它方法生产的合金导电性高25%以上。第二是铜铬合金触头的均匀性。从图 2 触头金相组织看，熔铸法得到的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。从下图金相组织测量出，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 40 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，本技术的生产工艺是最简单的，所用设备也是最简单的。



铜铬合金触头材料金相组织对比 (100x) a 真空熔铸法 b 粉末冶金法

熔铸法制备出的铜铬合金性能如下表，从中可以看出本技术得到产品性能的优势。

表 1 熔铸法制备的铜铬合金性能

合金	气体含量 (ppm)		密度 (g/cm ³)	电导率 (Ms/m)
	氧 O	氮 N		
CuCr25	《300	《50	8.30	36
CuCr30	《300	《50	8.20	28
CuCr40	《300	《50	8.00	22
熔渗法 CuCr40	400-1600	10-25	7.90	17

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。)

我国是目前世界电网建设最快的国家，这极有利于输变电装备业的快速发展。在电网中，高压开关设备起控制和保护作用，电网的大发展必然促进开关设备的大发展，开关设备必将有更大的市场和发展空间。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。根据统计，国内行业骨干厂的40.5kV、12kV断路器的产量为20万台，触头材料用料按1.5kg/台计算，共需真空断路器触头材料300吨，市场接近30亿元，品种需求以CuCr25、CuCr50为主(约占90%)。

随着我国电器产品的技术进步及国家电力工业的发展，特别是近年来国家对现有电力设施(城网及农网)技术改造的需求，要求行业生产厂家能提供高质量、高可靠性(少、免维护)、智能化的电器产品。在40.5~12kV电压等级的产品中，提出了户内以真空开关为主，户外以SF₆和真空开关并重发展的方针，可见真空开关占据主要位置，而断路器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。

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公司。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熔渗法制造技术，目前占据了较大的市场份额。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，成本可以大幅度降低，在市场竞争中可以占据明显的优势地位。

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）。

改项目产业化投资费用约 1000 万元，其中包括设备投资约 520 万，材料月 340 万，其它约 140 万。如果按照初期小规模生产，一些设备可以暂时不买，材料费用少用些，最少需要 500 万元。按照 1000 万元投资，清单如下：

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

材料费约 340 万

● 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	1000m ²
● 加工	1000m ²
● 办公室及库房	500—1000m ²
● 合计租金约	20 万
<hr/>	
总计	1000 万
<p>项目产品断路器触头材料每公斤价格 900—1000 元,成本约 450-500 元,粗略计算利润率在 30—50%。目前中国触头材料市场约为每年 300 吨。本项目达产后目标年产 20 万对,占中国市场 10%,估算下来产值 3000 万元。按保守估计,取 30%的利润率,每年利润约为 900 万元,基本上 1.2 年收回投资。</p> <p>项目属于环保型生产,因此对环保和能源没有特殊要求,厂房面积在 1000m² 就可以满足要求,职工人数约 50 人。</p>	
<p>合作要求: 1. 合作方式、对合作方及合作价格的要求。 技术合作,双方共同拥有知识产权。 合作价格: 60 万元</p>	

注: 请另行提供项目照片 1-2 张并标注说明, 用于项目推介, 像素一般在 1M 以上。

上表所填资料必须真实、完整、合法。

上海市教育委员会科技发展中心联系人: 陈松华 电话及传真: 021-56627218

邮箱: zhaoshang06@163.com 网址: <http://www.shesd.com.cn>

地址: 上海市闸北区宝山路 251 号(甲) 508 室 邮编: 200071