

## 横项课题结题证明

我单位与洛阳职业技术学院，于 2022 年 07 月 22 日签订的“类球形氧化铝填料新产品制备技术服务”横向课题，课题经费拾万元，实际到账拾万元。现该课题组已完全按合同约定全面履行完毕，我单位同意该课题结题，没有任何经济与法律纠纷。

特此证明。

泰安盛源粉体有限公司

2024年05月24日



# 洛阳职业技术学院横向课题 结项报告

项目编号： 30803005

项目名称： 类球形氧化铝填料新产品制备技术服务

项目负责人： 范伟东

联系电话： 13633807901

横向联合单位： 泰安盛源粉体有限公司

计划完成时间： 2023年7月

实际完成时间： 2023年12月

填报时间： 2024年9月

洛阳职业技术学院科研与发展规划部制

## 洛阳职业技术学院横向科研项目结项简表

项目编号	30803005	项目名称	类球形氧化铝填料新产品制备技术服务		
项目负责人	范伟东	专业技术职务	高级工程师	参加人数	5
承担单位	洛阳职业技术学院机电工程学院				
横向联合单位	泰安盛源粉体有限公司				
研究经费	企业拨款	10 万元	研究 期限	计划开始 2022 年 7 月	2023 年 7 月
	自筹金额	0 元		实际完成 2022 年 7 月	2023 年 12 月
研究成果应用情况	<p>由于新冠疫情的原因，项目于 2023 年 12 月 31 日前延期结项。结合技术服务合同的考核指标，在合同期间，项目组和企业通过生产线的建设以及设备的调试，批量化生产类球形氧化铝。验证了前期实验室试验的技术方案，开发出了一种烧结法制备类球形氧化铝的方法。通过现场试验生产，已经生产出平均粒径分别为 10 微米、20 微米、30 微米和 40 微米的类球形氧化铝产品，比表面积和杂质含量均好于预期，产品导热性能在同类产品中处于领先水平。完全满足技术服务合同要求。</p> <p>目前泰安盛源粉体有限公司已建设年产 500 吨导热绝缘氧化铝生产线一条，实现新增收入 565.55 万元，利润 145.36 万元，税收 55.15 万元；</p>				

## 项目完成人员名单

序号	姓名	性别	年龄	专业技术职务	学历	工作单位	项目分工
1	范伟东	男	47	高级工程师	博士	洛阳职业技术学院机电工程学院	主持工作
2	张春伟	男	44	讲师	博士	洛阳职业技术学院机电工程学院	事务管理
3	李铁	男	38	讲师	硕士	洛阳职业技术学院机电工程学院	事务管理
4	温同强	男	41	高级工程师	硕士	洛阳职业技术学院机电工程学院	实验研究
5	任志强	男	57	高级技工	本科	洛阳职业技术学院机电工程学院	设备维护

# 项目总结报告

## 一、项目的研究背景及意义

导热用球形氧化铝具有高导热系数。导热系数是衡量材料导热性能的重要指标。球形氧化铝具有较高的导热系数，它意味着它能够更快地传导热量，提高传热效率。这使得导热用球形氧化铝在热管理领域具有广泛的应用前景。在电子器件、散热器、导热膏等领域中，导热用球形氧化铝发挥着重要的作用，提高了热传导效率，保证了设备的正常工作温度。随着科技的发展和应用需求的增加，导热用氧化铝将会有更广阔的应用前景。

## 二、球形氧化铝国内外研究现状

球形氧化铝粉体由于价格便宜、性能稳定、原材料丰富，是导热散热领域的一个核心关键原材料。作为导热氧化铝粉体来说，一般有几个关键技术要求需要关注： $\alpha$ 相要高，晶体尺寸越大，气孔率要低，则导热率越高；球形度越高则流动性越高，填充量越大，也会增加最终产品的导热率。另外，氧化铝的纯度越高或者杂质越少，使用于电子产品上时候，对电子器件的负面影响则越低，电子器件的稳定性则越好。

目前的球形氧化铝粉体的最主要生产工艺是熔融法，即：将分级后的普通片状或者角形的 $\alpha$ 氧化铝粉体或者氢氧化铝粉体输送进入 2000°C 以上的高温火焰炉中，在火焰中氧化铝粉体瞬间融化，融化后的氧化铝由于表面张力而球形化，再快速冷却收集，成为球形氧化铝粉体。该法的最大特点是效率高，成本低，可以有效连续地将不规则形状的固相氧化铝粉体在高温下通过融化，转换为球形氧化铝粉体。然而，由于温度的高速变化，液态氧化铝急速固化，该方法所生产的阿尔法相的含量往往不高，尤其是 10 微米或者颗粒更小的粉体，产品往往是 $\alpha$ 相与 $\gamma$ 相， $\theta$ 相， $\delta$ 相等过渡相的氧化铝混合物，严重影响终端产品导热率的提高。虽然通过后续 1000°C 以上的热处理过程，可以进一步提高 $\alpha$ 相的含量，但是热处理会使粉体严重粘连，导致流动性的损失。

本项目所使用的技术以  $\alpha$ -氧化铝为原料，以加入添加剂的方式，通过烧结的方法得到类球形氧化铝粉体。整个生产工艺包括：原料混合、高温煅烧、研磨、洗涤和干

燥等。项目技术前期已经在实验室取得成功，本项目主要开展生产线建设和生产设备选型、调试工作，以及根据市场需求进行相应的产品技术调整等现场技术服务工作。

### 三 项目主要开展的工作

项目主要开展了生产线建设规划、设备选型和设备调试工作。

根据盛源粉体有限公司厂房的布局，和相关人员一起研究了整条生产线的建设规划。并开展了混料设备、煅烧设备以及球磨设备的选型工作。在设备选型工作完成后，又分别针对每台设备开展了设备工艺调试工作，使得每台设备都能达到预期的工作效果。

#### 1.混料工序设备选型及工艺技术参数确定

粉体混合要遵循一定的基本原理，具体来说，粉体混合有三种表现形式：①对流形式，粉体在混合的过程中会进行上下左右的移动；②扩散形式，一种粉体的粒子会扩散到其他粉体之中；③剪切的形式，粉体会形成平滑的侧面。在粉体混合的过程中，上述三种表现形式是同时存在的，但是各自的运动区域不同，而且会以一种混合类型为主。就常用的氧化铝粉体混合设备来说，粉体混合的运动形式以对流为主，粉体的粒子会进行上下左右的移动。粉体混合和液体的混合呈现出较大的不同。一般情况下，粉体混合是难以达到最佳状态的，因此只有选择合适的粉体混合设备，才能真正实现粉体的完全混合。

#### 1.1 粉体混合设备选型

氧化铝粉体混合的设备很多，常用的粉体混合设备有三种，即复合型混合机、回转型混合机和多向型混合机。复合型混合机为内部设置了搅拌装置的混合机，相较于回转型混合机拥有更加强大的功能，对回转型混合机的特点进行了兼容，能够使易附着和易凝结的物料得到均匀混合，常用的复合型混合机包含 V 型、双重圆锥和摇滚运动等机型。是目前应用最广泛的混料设备。在氧化铝工业生产中，回转型混合机大多通过使用球磨机进行，将物料中放入少量的刚玉球，设定一定的转速进行混合。多向型混合机又被称之为三维运动混合机，由万向摇臂机构、机座、驱动装置等结构组成。在设备的驱动系统中，主动轴和从动轴各带有 Y 型万向节，两个万向节之间则设置有混料桶，其在运动时能够实现自转和公转，完成了四种运动的叠加。具体来讲，就

是混料桶能够绕筒体中心轴转动，同时两端能够上下运动和左右运动，筒体本身能够进行平移运动，可以促使物料进行对流、扩散和剪切运动，因此能够获得良好的混合效果。此外，由于混合机无离心作用，所以物料不会在混合的过程中发生分层、积聚和比重偏析等情况，能够实现均匀混合。作为粉体混合精度最高的设备之一。

根据类球形氧化铝生产需求，再统一考虑原料的粒度及比重，最终选择混合型混料机中的某混料机作为混料设备。通过长期的探索，确定混料时间和旋转速度。

## 2.煅烧设备

目前用于化学品氧化铝高温煅烧的窑炉主要有三种：回转窑、隧道窑和梭式窑。

回转窑的主体部分是一根长而圆柱形的金属筒体，由耐高温材料制成，通常为钢板或铸铁。窑筒分为不同的段落，如进料段、煅烧段、冷却段和出料段等。窑筒内部可根据不同的工艺要求进行衬砌，并设有梯形板等结构以促进物料的运动。回转窑通过窑筒的旋转运动，使物料在窑筒内部经历不同的反应段，从而实现热处理或化学反应的目的。回转窑的基本工作原理：进料段（Feed Zone）：物料从进料口进入回转窑的进料段。在这个段落中，物料被均匀地分布在窑筒的整个横截面上，并随着窑筒的旋转逐渐向煅烧段移动。煅烧段（Calcining Zone）：位于进料段之后的煅烧段是回转窑的关键部分。在这个区域中，物料经历高温热处理过程，通过燃烧设备提供的热能，进行煅烧或其他化学反应。窑筒的高温 and 旋转运动使物料迅速达到所需的反应温度，并保持物料与燃烧气体之间的良好接触，以实现物料的热解或煅烧。冷却段（Cooling Zone）：物料在经过煅烧段后进入回转窑的冷却段。在这一段落中，物料与较低温的冷却气体接触，并逐渐冷却下来。这有助于稳定物料并准备出料。出料段（Discharge Zone）：最后，冷却后的物料从回转窑的出料口排出。通常会设计合适的出料装置以控制物料的流动和排出速度。

隧道窑一般是一条长的直线形隧道，其两侧及顶部有固定的墙壁及拱顶，底部铺设的轨道上运行着窑车。燃烧设备设在隧道窑的中部两侧，构成了固定的高温带—烧成带，燃烧产生的高温烟气在隧道窑前端烟囱或引风机的作用下，沿着隧道向窑头方向流动，同时逐步地预热进入窑内的制品，这一段构成了隧道窑的预热带。在隧道窑的窑尾鼓入冷风，冷却隧道窑内后一段的制品，鼓入的冷风流经制品而被加热后，再

抽出送入干燥器作为干燥生坯的热源，这一段便构成了隧道窑的冷却带。在台车上放置装入陶瓷制品的匣钵，连续地由预热带入口慢慢地推入(常用机械推入)，而载有烧成品的台车，就由冷却带的出口渐次被推出来。

梭式窑是间歇烧成的窑，跟火柴盒的结构类似，窑车推进窑内烧成，烧完了再往相反的方向拉出来，卸下烧好的陶瓷，窑车如同梭子，故而称为梭式窑。梭式窑是一种以窑车做窑底的倒焰(或半倒焰)间歇式生产的热工设备，也称车底式倒焰窑，因窑车从窑的一端进出也称抽屉窑，是国内近十年来发展最为迅速的窑型之一。梭式窑除具有一般倒焰窑操作灵活性大，能满足多品种生产等优点外，其装窑、出窑和制品的部分冷却可以在窑外进行，既改善了劳动条件，又可以缩短窑的周转时间。但由于间歇烧成，窑的蓄热损失和散热损失大，烟气温度高，热耗量较高。梭式窑的生产系统由燃料供给及燃烧设备、燃烧风机、烟气—空气换热器、调温风机和排烟风机等组成。梭式窑的窑体为矩形，窑墙的砌筑沿厚度方向分为三层结构，工作衬即采用高强度高档耐火隔热砖，夹层是隔热耐火材料，外层采用耐火纤维毡贴在窑壁上。窑顶采用平吊顶结构，砌筑也分为三层，内层为高强度高档隔热砖，吊挂于吊顶砖下方，夹层是隔热砖，顶层采用耐火纤维毡，既为隔热层又为密封层。

在化学品氧化铝生产过程中，通常回转窑常用于低温烧制活性氧化铝(800-1100℃)，或者细粒径 $\alpha$ -氧化铝(平均粒径2.0-4.0微米)。隧道窑用于中高温(1200-1450℃)烧制普通 $\alpha$ -氧化铝(平均粒径3.0-5.0微米)，而梭式窑则用于高温(1450-1800℃)烧制大颗粒 $\alpha$ -氧化铝(5.0微米以上)。根据前期实验室试验条件，由于煅烧温度设定为1550℃，故最终选择高温窑类型为梭式窑，再考虑保温效率和产品传热效果，确定梭式窑的尺寸为6-8m<sup>3</sup>。

梭式窑的升温曲线要兼顾窑炉的升温能力和物料的物相转变过程，在本项目中，梭式窑的升温曲线主要添加了转相过程的时间，使得物料在转相过程更平稳，不产生逸出现象。

梭式窑所有条件都确定后，最终煅烧过程的调试无疑是最关键最重要的，需要根据煅烧后窑炉不同方位的物料的煅烧情况进行分析，调整各个升温曲线过程的时间，确定送风量，确定坩埚的摆放位置等。此次生产所用梭式窑为6m<sup>3</sup>的高温窑，控温相对比较容易，各个区域所得结果差异不是很明显，所得产品平均粒径较高，满足实验

室试验结果预期。

### 3.磨料设备

- (1) 磨料设备类型的选择
- (2) 球磨机旋转速度的选择
- (3) 球磨机刚玉球的直径及配比
- (4) 刚玉球和球形氧化铝质量比
- (5) 研磨时间

### 4.洗料设备

- (1) 洗料时间
- (2) 料浆液固比
- (3) 料浆 pH 值调控

整条生产线建成后，通过现场试验生产，已经生产出平均粒径分别为 10 微米、20 微米、30 微米和 40 微米的类球形氧化铝产品，比表面积和杂质含量均好于预期，产品导热性能在同类产品中处于领先水平。完全满足技术合同要求。

## 四 项目的成果和意义

项目主要是开展现场技术服务，通过生产线的建设以及设备的调试，批量化生产类球形氧化铝。验证了前期实验室试验的技术方案，开发出了一种烧结法制备类球形氧化铝的方法。

## 五、项目产生的经济和社会效益

截至项目结题，项目组已经协助甲方公司建设年产 500 吨导热绝缘氧化铝生产线一条，实现新增收入 565.55 万元，利润 145.36 万元，税收 55.15 万元；稳定解决就业人数 60 人。经济效益和社会效益良好。

诚信承诺：

本人承诺对填写的各项内容真实性负责。若以后出现任何纠纷，本人愿承担全部经济、法律及其他责任。在项目实施过程中，遵守科学道德和诚信要求，严格执行有关科技项目管理规定，没有下列科研不端行为：

- (1) 在职称、简历以及研究基础等方面提供虚假信息；
- (2) 抄袭、剽窃他人科研成果；
- (3) 捏造或篡改科研数据；
- (4) 侵犯他人知识产权；
- (5) 其他科研不端行为。

项目负责人签字：

年 月 日

项目委托方意见：

负责人（签章）：

年 月 日

科研与发展规划部意见：

负责人（签章）：

年 月 日

诚信承诺：

本人承诺对填写的各项内容真实性负责。若以后出现任何纠纷，本人愿承担全部经济、法律及其他责任。在项目实施过程中，遵守科学道德和诚信要求，严格执行有关科技项目管理规定，没有下列科研不端行为：

- (1) 在职称、简历以及研究基础等方面提供虚假信息；
- (2) 抄袭、剽窃他人科研成果；
- (3) 捏造或篡改科研数据；
- (4) 侵犯他人知识产权；
- (5) 其他科研不端行为。

项目负责人签字： 范伟东

2024 年 9 月 20 日

项目委托方意见：

项目已按照技术合同要求完成各项工作，达到预期目标。新生产线已开始正常生产运行，社会效益和经济效益良好，同意结项。



负责人(签章)： [Signature]

2024 年 9 月 23 日

科研与发展规划部意见：


同意



负责人(签章)： [Signature]

2024 年 10 月 11 日

## 洛阳职业技术学院横向科研项目结题申请表

项目名称		类球形氧化铝填料新产品制备技术服务	
项目负责人	范伟东	项目类型	技术服务
项目委托单位	泰安盛源粉体有限公司		
合同金额（万元）	10	实际到校金额（万元）	10
实际项目金额（万元）	10		
合同签订日期	2022年7月	合同完成日期	2023年12月
主要参加人员	序号	姓名	职称、职务
	1	范伟东	高级工程师/教师
	2	张春伟	讲师/机电工程学院院长
	3	李铁	讲师/机电工程学院副院长
<p>项目完成情况概述：项目组和企业通过生产线的建设以及设备的调试，批量化生产类球形氧化铝。验证了前期实验室试验的技术方案，开发出了一种烧结法制备类球形氧化铝的方法。通过现场试验生产，已经生产出平均粒径分别为10微米、20微米、30微米和40微米的类球形氧化铝产品，比表面积和杂质含量均好于预期，产品导热性能在同类产品中处于领先水平。完全满足技术合同要求。</p> <p style="text-align: right;">项目负责人签字：范伟东 2024年 9 月 20 日</p>			
<p>委托单位意见：</p> <p>项目已按照技术合同要求完成各项工作，达到预期目标。新生产线已开始正常生产运行，社会效益和经济效益良好，同意结项。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: right;">负责人签字（盖章）：李铁 2024年 9 月 23 日</p>			

<p>科研与发展规划部意见</p>	 <p>负责人签字: 2024年10月11日</p>
<p>财务与资产管理部意见</p>	 <p>负责人签字: 2024年10月11日</p>

注：项目完成情况报告、委托单位意见可另附页。



## 洛阳职业技术学院横向科研项目经费决算表

项目名称	类球形氧化铝填料新产品制备技术服务					
项目负责人	范伟东	项目委托单位		泰安盛源粉体有限公司		
项目合同金额 (大写金额)	壹拾万元整	实际到账金额 (元)	合计	2022年	2023	
			100000	60000	40000	
税金(元) 保留两位小数: 2143.61元, 管理费: 1165.05元						
<b>经费支出明细</b> 扣除税金后项目金额(元): 96691.34元						
序号	支出构成	预算金额(元)	支出金额(元)			
1	差旅费	37087.38	10765			
支出合计(元)	10765	结余(元)	85926.34			

项目负责人: 范伟东

财务与资产管理部(签章)



月      日

# 洛阳职业技术学院

## 横向项目科研绩效申请表

填表日期：2024年10月21日

项目负责人	范伟东	学院/部门	机电工程学院
项目名称	类球形氧化铝填料新产品制备技术服务	结项日期	2023年12月
实际到账经费总额（元）	100000.00	税金（元）	2143.61
管理费（元）	1165.05		
实际下拨经费总额（元）	96691.34	已支付（元）	10765.00
经费结余（元）	85926.34		
是否已决算	是		
申请金额	50000.00		
备注			
本人承诺严格按照项目申报书和经费预算表使用经费。			
项目负责人签名	范伟东		
	2024年10月21日		

备注：1. 绩效申请需按照《洛阳职业技术学院横向科研经费管理补充规定》（洛职科技[2023]8号）文件执行，可加行。

2. 本表一式两份，由院部审核后统一报送科研与发展规划部。