

浙江省科学技术奖推荐书

推荐号：12060506

一、项目基本情况

专业评审组：101 机械：机械、电力

奖励类别：3 技术开发

项目名称 (中文)	JJL500 型多晶硅铸锭炉及 JXP840 型线破锭装备		
主要完成人员	赵波,张辉, 郑丽丽, 徐芳华, 孙海梁, 高杰, 张瀛, 王琤, 高波, 徐建纲		
主要完成单位 (本省第一完成单位盖章)	杭州精功机电研究所有限公司, 浙江精功科技股份有限公司, 精功绍兴太阳能技术有限公司		
推荐单位 (盖章)	绍兴县科技局	推荐书可否公示	1 是
		推荐奖励等级	一等奖
		项目初评的建议奖励等级低于推荐等级时 √ 尊重初评结果	
主题词	多晶硅铸锭; 定向凝固技术; 晶体生长技术; 多线切割技术		
学科分类	1	机电一体化技术	代码 4604070
	2	无机非金属类半导体材料学	代码 4304060
技术管理领域	A91 机电一体化		
所属国民经济行业	03 制造业		
任务来源	03 省科技计划		
具体计划、基金的名称和编号(不超过 150 汉字)			
浙江省科技计划项目。计划编号: 2009C01025-2; 计划类别: 重大科技专项重大工业项目			
授权发明专利	2(项)	其它知识产权	10(项)
科技成果登记号	12006225		
项目起止时间	起始: 2008-05		完成: 2010-10

推荐书版本: 2012632700017952

二、项目简介

项目立项背景、主要研究内容及结果、应用推广及取得的经济效益等（不超过 1000 汉字）

本世纪 70 年代中期开始了地面用太阳能电池商品化以来，晶体硅就作为基本的电池材料占据着统治地位，而且可以确信这种状况在今后 20 年中不会发生根本的转变。以晶体硅材料制备的太阳能电池主要包括：单晶硅太阳能电池，铸造多晶硅太阳能电池，非晶硅太阳能电池和薄膜晶体硅电池。单晶硅电池具有电池转换效率高，稳定性好，但是成本较高；非晶硅太阳能电池则具有生产效率高，成本低廉，但是转换效率较低，而且效率衰减得比较厉害；铸造多晶硅太阳能电池则具有稳定得转换的效率，而且性能价格比最高；薄膜晶体硅太阳能电池则现在还只能处在研发阶段。目前，铸造多晶硅太阳能电池已经取代直拉单晶硅成为最主要的光伏材料。

项目 JYL500 型多晶硅铸锭炉通过双腔室热场结构研发降低了硅晶体重熔铸锭过程中的碳、氧含量，提高成品硅锭的少子寿命；通过晶体成核控制技术，保证了晶粒在晶体生长过程中逐步增大，使成品晶相更好，且具备较好的排杂能力，有助于提高成品的光电转换效率；通过快速生长技术研究，能大大缩短晶体生长时间，降低铸锭能耗；JXP840 型线破锭机，采用多线切割技术，运用 PID 控制技术，确保钢线匀速、精密切割，产品广泛应用在半导体或光电工业。

第一台 JYL500 型多晶硅铸锭炉于 2009 年 9 月份试制成功，产品经浙江省机电产品质量检测所检测，各项性能指标均达到 Q/SJJ 002-2009《JYL500 系列多晶硅铸锭炉》企业标准和设计任务书要求。2010 年 11 月，通过省科技计划项目验收。2012 年 4 月，产品通过省科技成果鉴定，成果登记号：12006225。该机经青海华硅能源有限公司、晶海洋半导体材料（东海）有限公司等用户单位使用，反映该设备控制系统可靠，故障率低，性能稳定，铸锭质量好，经济效益明显。到目前为止，企业已累计生产 JYL500 型多晶硅铸锭炉 365 台，新增产值 99306 万元，利税 35424 万元，产品深受市场青睐，具有广阔的市场发展前景和较高的社会、经济效益，具备产业化基础。

第一台 JXP840 型线破锭机于 2010 年 8 月试制成功，产品经浙江省机电产品质量检测所检测，各项性能指标均达到 Q/SJY 001-2010《JXP840 型线破锭机》企业标准和设计任务书要求。2010 年 11 月，通过省科技计划项目验收。2012 年 4 月，产品通过省科技成果鉴定，成果登记号：12006225。

三、 主要发现、发明及技术创新点

项目具有创造性的关键技术，对比国内外同类技术的主要指标、效益及竞争力等（不超过 1200 汉字）

一、JL500 型多晶硅铸锭炉采用定向凝固技术，通过对双腔室热场结构、晶体中心成核控制技术、晶体快速生长技术等方面的研究开发，研制出新型的大规格多晶铸锭炉。该设备通过双腔室热场结构研发降低了硅晶体重熔铸锭过程中的碳、氧含量，提高成品硅锭的少子寿命；通过晶体成核控制技术，保证了晶粒在晶体生长过程中逐步增大，使成品晶相更好，且具备较好的排杂能力，有助于提高成品的光电转换效率；通过快速生长技术研究，能大大缩短晶体生长时间，降低铸锭能耗，其技术性能处于国际领先水平。已拥有发明专利"多晶硅铸锭炉的热场结构"和"多晶硅铸锭气流控制装置"等 5 项实用新型专利，另有"一种晶硅铸锭炉双腔室热场及其控制方法"等 6 项发明专利处于受理和实质审查阶段。

其主要技术创新点如下：

1、热场结构技术研究：开发出了独有的双腔体热场结构，具有良好的排杂能力，降低了硅锭杂质，提高硅锭品质。

2、成核控制技术研究：开发出了独有的晶体中心成核技术，使成品晶粒、晶相品质更好，有助于提高硅片的光电转换效率；

3、晶体快速生长技术研究：采用热交换技术，通过研发新型百叶热门结构，使热交换效率更高，加快了晶体生长速度，降低了铸锭时间，有效节能降耗。

4、气流技术研究：开发了铸锭气流控制装置，以达到降低碳、氧含量目的。

5、JL500 与国际同类产品的基本数据对比

JL500 型多晶硅铸锭炉基本性能数据：（1）外型尺寸(mm)：3910*5370*3915（长*宽*高）；（2）投料(kg)：450-500；（3）硅锭高度(mm)：280-310；（4）自动运行时间(h)：60~65；（5）用电量/kg (Kwh)：10-11；（6）有效利用率：69%-73%；（7）出片数/锭：15860；（8）年产能(MW)：7.23。

其他 450 型号多晶硅铸锭炉基本性能数据：（1）外型尺寸(mm)：4600*3650*5110（长*宽*高）；（2）投料(kg)：400；（3）硅锭高度(mm)：243；（4）自动运行时间(h)：62；（5）用电量/kg (Kwh)：12-13；（6）有效利用率：65%；（7）出片数/锭：11975；（8）年产能(MW)：5.69。

二、JXP840 型线破锭机，采用多线切割技术，运用 PID 控制技术，确保钢线匀速、精密切割，产品广泛应用在半导体或光电工业，其整体技术性能达到国际先进水平。目前，已拥有发明专利"多线切割机的砂浆箱"和"一种多线切割机的收盘线"等 10 项实用新型专利，另有 1 项"一种 PID 控制器的控制方法"发明专利处于受理阶段。其主要创新点如下：

1、基于 PID 控制器的钢线运行控制方法研究。

2、砂浆均匀浇淋、分流方法的研究。创新设计了一种新型的砂浆分流装置。

3、钢线绕线管理系统的研发。应用了先进的收放绕线管理原理，采用更为合理的绕线堆叠技术。

四、 第三方评价

评价结论、检测结果等（不超过 1200 汉字）

一、项目验收结论：

2010 年 11 月 29 日，浙江省科技厅在杭州对绍兴县精功机电研究所有限公司和浙江精功科技股份有限公司、精功绍兴太阳能技术有限公司共同承担的省重大科技专项重大工业项目"JL500 型多晶硅铸锭炉及 JXP840 型线破锭装备"（计划编号：2009C01025-2）进行了验收。该项目通过对大规格铸锭热场结构和晶体生长技术的研究以及高速多线切割技术的开发应用，开发了 JL500 型多晶硅铸锭炉和 JXP840 型线破锭机装备。其主要创新点为：采用大规格多晶铸锭热场技术；大规格多晶晶体生长技术；多晶硅高速多线切割技术。

验收组认为，该项目完成了科技计划项目合同书规定的研究内容，达到了合同指标要求，同意通过验收。

二、项目检测结果：

第一台 JL500 型多晶硅铸锭炉于 2009 年 9 月试制成功，产品经浙江省机电产品质量检测所检测，各项性能指标均达到 Q/SJJ 002-2009《JL500 系列多晶硅铸锭炉》企业标准和设计任务书要求。第一台 JXP840 型线破锭机于 2010 年 8 月试制成功，产品经浙江省机电产品质量检测所检测，各项性能指标均达到 Q/SJY 001-2010《JXP840 型线破锭机》企业标准和设计任务书要求。

三、科技查新结论：

项目 JL500 型多晶硅铸锭炉采用的双腔体隔热笼设计、气体导流装置设计等均为独创设计，采用上述设计能有效防止籽晶融化、有效降低碳、氧含量，使该机整体技术性能领先现有同类产品。

四、2012 年 4 月，产品通过省科技成果鉴定，成果登记号：12006225。

五、 直接经济效益、推广应用情况和社会效益

1、完成单位近三年直接经济效益（单位：万元）

单位名称	2011年			2010年			2009年		
	新增产值	新增利润	新增税收	新增产值	新增利润	新增税收	新增产值	新增利润	新增税收
1.杭州精功机电研究所有限公司	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.浙江精功科技股份有限公司	12,413.7	2,261.6	500.0	21,013.0	4,804.9	1,157.0	65,879.5	20,410.9	6,290.3
3.精功绍兴太阳能技术有限公司	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合 计	12,413.7	2,261.6	500.0	21,013.0	4,804.9	1,157.0	65,879.5	20,410.9	6,290.3

3. 社会效益和间接经济效益（不超过 600 汉字）

一、社会效益：

①本项目产品的研制成功及批量生产，对提升我国多晶硅铸锭专用装备产业技术实力，促进国内太阳能多晶硅领域健康发展，对实现国家新能源战略等具有积极意义。

②该产品可完全替代进口，并具有极大的出口潜力，可为国家节约大量外汇和争取创汇。

③该项目产业化后，其零部件、配套设备和检验、检测设备的需求量快速放大，能促进配套设备和检验、检测设备的国产化进程，并带动周边零部件供应商的技术升级，实现向高技术、高附加值产品转型。

二、间接经济效益：

以每台 60 小时计算，每台产量可达 500kg/台，可得硅片 15860 片，按每月平均铸锭 5 次计算，年生产能力可达到 30000kg，可得硅片 79300 片，以市场平均售价约 20 元/片计算，每小时产值为 3500 元，每台年销售产值可达 1260 万元。每炉硅片市场售价为 21 万元，每炉铸锭、切片成本约为 15 万元，每台一炉可新增利润 6 万元，年新增利润为 360 万元/台。按已销售 365 台计算，该产品可提供新增利润 131400 万元，新增税收 29163 万元。

六、 本项目曾获科技奖励情况

获奖项目名称	时间	奖项名称	奖励等级	授奖部门（单位）

本表所填科技奖励是指：

1. 省、自治区、直辖市政府和国务院有关部门、中国人民解放军设立科技奖励；
2. 各市人民政府设立科技奖励；
3. 经登记的社会力量设立科技奖励。

七、项目第一完成人情况

姓 名	赵波	身份证号	310110196805166816		
出生年月	1968-05	出生地	陕西宝鸡	民 族	满族
性 别	男	政治面貌	九三学社社员	技术职称	高级工程师
行政职务	总经理	文化程度	大学本科	最高学位	学士
所学专业	计算机技术		现从事专业	计算机技术	
毕业学校	上海复旦大学			毕业时间	1988-06
工作单位	杭州精功机电研究所有限公司			联系电话	057186935851
通讯地址	杭州经济技术开发区 17 号大街 9 号			邮政编码	310018
电子信箱	drc@jgtec.com.cn			移动电话	13757503535
曾获科技奖励情况					
参加本项目起止时间	起始：2008-05		截止：2010-10		
对本项目主要学术、技术贡献（不超过 300 汉字）					
<p>在项目实施过程中的贡献如下：</p> <p>1、在对热场结构技术研究中，提出了双腔体隔热笼设计，并形成实用新型专利，为该专利第一发明人。</p> <p>2、设计铸锭炉高温环境下内部气流控制装置，该装置形成实用新型专利，为该专利第一发明人。</p> <p>3、对钢线高速运转环境下进行精确控制的 PID 控制算法进行计算，设计出基于 PID 控制器的控制方法，该控制方法已申请发明专利，目前处于受理阶段。</p>					
<p>声明：</p> <p>本人严格按照《浙江省科学技术奖励办法》及相应规定，省科学技术厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及其相关材料，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科技成果保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。推荐书中主要创新内容、列入计数的知识产权和发表的论文为本项目独有，且未在已获本省科技奖励项目或本年度其它推荐项目中使用。如有不符，本人愿意承担相关责任。</p> <p style="text-align: right;">签名：_____</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>					

主要完成人情况

排名	姓名	性别	出生年月	技术职称	工作单位	本人签名
1	张辉	男	1966-04	教授	北京清华大学工程物理系	
2	郑丽丽	女	1962-03	教授	北京清华大学航空航天学院	
3	徐芳华	男	1974-09	工程师	杭州精功机电研究所有限公司	
4	孙海梁	男	1977-07	工程师	精功绍兴太阳能技术有限公司	
5	高杰	男	1981-12	工程师	杭州精功机电研究所有限公司	
6	张瀛	男	1983-05	助理工程师	杭州精功机电研究所有限公司	
7	王琤	男	1982-10	助理工程师	杭州精功机电研究所有限公司	
8	高波	男	1982-03	助理工程师	杭州精功机电研究所有限公司	
9	徐建纲	男	1980-12	助理工程师	杭州精功机电研究所有限公司	

八、 项目第一完成单位情况

单位名称	杭州精功机电研究所有限公司				
单位性质	股份制及有限公司	传真	057186935865		
法人代表	孙建江	联系电话	057584138686	移动电话	
联系人	李 刚	联系电话	057186935813	移动电话	13588582590
通讯地址	杭州经济技术开发区 17 号大街 9 号				
电子信箱	ligang@jgtec.com.cn		邮政编码	310018	
对本项目科技创新和推广应用支撑作用情况（不超过 300 汉字）					
<p>公司为该项目的发起单位和主要研发单位。负责项目研发前期的调研和可行性分析；在研发过程中，负责关键部件的设计、控制系统的设计和样机集成研制和试制；负责样机制造，包括隔热，炉体、切割头，收放线轴等核心部件的制造。在推广应用过程中，负责产品批量化生产的准备和实施，全套机械图纸的审核，产品标准的制订。</p>					
<p>声明：</p> <p>本单位严格按照《浙江省科学技术奖励办法》及相应规定，省科学技术厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及其相关材料，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科技成果保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。推荐的项目主要创新内容、列入计数的知识产权和发表的论文为本项目独有，且未在已获本省科技奖励项目或本年度其它推荐项目中使用。如推荐项目发生争议，将积极配合工作，协助调查处理。如有不符，本单位愿意承担相应责任。</p>					
法人代表签字			单位公章		
			年 月 日		

主要完成单位情况表

排名	单位名称	联系电话	联系人
1	杭州精功机电研究所有限公司	057186935813	李 刚
2	浙江精功科技股份有限公司	057585687111	倪建勋
3	精功绍兴太阳能技术有限公司	057585647706	李胜忠

九、 推荐单位意见

推荐意见（不超过 150 汉字）

该项目为新一代高性能多晶铸锭、剖锭设备，具有自主知识产权，其综合性能达到了国际领先水平。已拥有发明专利 2 项，实用新型专利 15 项。

项目实施以来新增产值 99306 万元，新增利税 35424 万元，取得了较高的经济效益和社会效益。

项目的研发和推广对国内太阳能多晶硅行业的发展和技术进步具有重要示范意义。

建议评省科学技术奖 一 等奖。

声明：

我单位严格按照《浙江省科学技术奖励办法》及相应规定，省科学技术厅对推荐工作的具体要求，对推荐书内容及全部附件材料进行了严格审查，确认该项目符合《浙江省科学技术奖励办法实施细则》规定的推荐条件，推荐材料全部内容属实，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科技成果保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。推荐的项目主要创新内容、列入计数的知识产权和发表的论文为本项目独有，且未在已获本省科技奖励项目或本年度其它推荐项目中使用。如推荐项目发生争议，愿意协助调查处理。

我单位承诺将严格按照浙江省科学技术厅的有关规定和要求，认真履行作为推荐单位的义务并承担相应的责任。

推荐单位公章

年 月 日

十、 知识产权证明目录（发明专利、植物新品种权、软件著作权等）

授权项目名称	知识产权类别	国别	授权号
1. 多晶硅铸锭炉的热场结构	发明专利	中国	ZL200710070539.4
2. 多线切割机的砂浆箱	发明专利	中国	ZL201010215115.4
3. 一种次单晶硅铸锭炉的双腔体隔热笼	其它	中国	ZL201020195636.3
4. 多晶硅铸锭炉的气流控制装置	其它	中国	ZL201020238031.8
5. 一种多晶硅铸锭用石英坩埚	其它	中国	ZL201020679013.3
6. 晶硅铸锭炉热场热门控制装置	其它	中国	ZL201020681915.0
7. 一种晶硅铸锭炉双腔室热场	其它	中国	ZL 201120067627.0
8. 一种多线切割机的砂浆冷却装置	其它	中国	ZL201020244317.7
9. 一种多线切割机的线导向装置	其它	中国	ZL201020245560.0
10. 一种多线切割机收线盘	其它	中国	ZL201020244316.2
11. 一种线剖锭机钢线布网工具	其它	中国	ZL201020245559.8
12. 一种线破锭机硅锭支撑装置	其它	中国	ZL201020241664.4

