

## 金刚线调研报告

为什么调研：金刚石线切割机对于太阳能硅材料切割行业而言，是革命性的进步。金刚石线切割机切割工艺已经在日本90%以上用户普及使用，在欧美20%以上用户使用。目前国内市场上的金刚石线切割机主要被国外公司垄断，在太阳能硅材料切割用的金刚石线切割机市场上，中国制造尚处于空白状态，国内太阳能硅材料切割用的金刚石线切割机全部采用进口，对外依存度很高，严重制约我国太阳能产能最大化的进一步发展。加紧研发和制造具有我国自主知识产权的金刚石线切割机，打破全靠进口采购的局面，为国内用户提供质优价廉的金刚石线切割机成发展关键。与传统的钢线和砂浆切割方式相比，金刚石线切割机具有诸多优点：可实现高速切割，环保生产，成本低廉等等，而且与国外同类型产品相比具有明显的性价比优势。高速切割是针对传统的砂浆切割方式而言，速度是该传统工艺切割的2-3倍，能够使用户降低采购设备成本，同时也能使用户能够承接较大的订货量。环保生产也是针对传统的砂浆切割方式而言，传统工艺切割环境恶劣，不环保，且大量的砂浆需要回收处理，耗费大量的人力和财力成本，而金刚石线切割机的工艺却无须砂浆，只需要水或是水基冷却清洁液就可以，真正实现了环保生产和制造。成本低廉的特点，较国外产品价格而言，只是它们60%左右的价格，使国内用户的切割成本大大降低。当下采用传统钢线切割还属于主流，但随着对生产技术要求不断提高，传统钢线已经大大制约了生产发展，新型切割线面世显得尤为重要，而金刚石线切割线研制成功就很好解决了这个问题。金刚石切割线对比传统钢线优势非常明显，用同样设备采用电镀金刚石钢丝线切割多晶硅锭，比采用砂浆切割所用时间大大缩短，最大限度地发挥了设备效能；设备应用环境得到有效改善，提高设备使用寿命；设备实际使用功率减小。此切割线应用于新能源行业——太阳能光伏行业，以及超硬材料切割加工行业。本报告通过对金刚石线切割机行业的市场现状进行广泛、深入的调查研究，并结合国家统计局部门权威数据，以“数据、图表、观点”的形式，对金刚石线切割机行业2009-2010年的发展状况进行了全面的总结叙述，报告内容涉及金刚石线切割机行业的国内外发展概况、市场规模、需求和供给、产品价格、市场集中度、竞争格局、用户需求、产业链上下游、渠道、进出口状况、重点子行业、细分地区等内容以及金刚石线切割机行业重点企业的经营状况。报告还结合2008-2009年全球金融危机，研究了当前世界经济形式和我国扩大内需促发展、产业振兴规划等经济政策对金刚石线切割机行业的发展影响，最后对2010年以及未来3-5年金刚石线切割机行业的发展趋势进行了深层次、多角度的分析和论证，并对金刚石线切割机行业的营销、投资、应对金融危机等给出了专家建议。本报告的研究框架全面、严谨，分析内容客观、公正、系统，真实准确地反映了我国金刚石线切割机行业的市场发展现状和未来发展趋势，是企业进行市场研究工作时不可或缺的重要参考资料，同时也可作为金融机构进行信贷分析、证券分析、投资分析等研究工作时的参考依据。

### 行业近况：

我们调研了中国最大的硅片企业保利协鑫，了解了金刚石线的应用现状和未来，结论如下：金刚石线已经在硅锭开方中获得应用。协鑫已经有27台金刚石线开方机在运行，占到开方产能的一半。目前的金刚石线采购自台湾、瑞士和一家长沙的小企业，运行情况不错。金刚石线的应用对硅片厂意义重大。硅片加工成本每瓦27美分，其中切割成本20美分。因此切割线的技术突破是硅片加工成本下降的最重要途径。金刚石线切割速度是普通钢线的2倍，因此单位产量的折旧、人工和能源成本将降低一半。金刚石线的价格已大幅下降，应用前景大大增强。金刚石线价格已经由2.7元/米降低至1.5元/米。金刚石线的大规模应用取决于1)价格继续回落以及2)解决线痕问题。协鑫认为如果金刚石线的价格能够降至1元以下，将考虑在硅片切割环节采用，切片市场将是开方市场的上百倍。据协鑫了解，其实金刚石线的制造成本仅为0.3元，因此价格下降空间很大。另一个目前限制金刚石线应用于切片环节的问题是线痕问题，就是说，用金刚石线切出来的硅片有线痕，可能会影响阳光的吸收，需要下游客户验证是否真的有问题，以及研究如何解决。但这个问题不影响在开方中的应用。金刚石线除了光伏应用，还可以用于LED蓝宝石的切割

### 市场需求分析：

太阳能作为一种分布广泛、取之不尽、用之不竭的绿色无污染清洁能源，是人类社会可持续发展的首选能源。在建设低碳经济大背景下，各国政府对光伏发电的认可度逐渐提高，政策措施的效果将逐渐显现，美国、加拿大、意大利、中国和捷克等光伏市场有望兴起。通过近几年市场培育与政府补贴，全球光伏市场取得了快速发展，导致光伏发电技术逐渐走向成熟，成本逐渐走低；同时多晶硅行业壁垒被打开后，光伏发电最核心原材料多晶硅价格出现了较大幅度下降，更加利于其长期发展。预计2010年全球光伏装机容量15GW，同比增长110%。光伏产业成为全球发展最快的新兴行业之一。

目前中国企业在硅片切割技术、电池片和组件生产技术已经处于全球先进水平，随着多晶硅原材料瓶颈解决及国内多晶硅企业规模效应的显现，后端产业链的“中国优势”将更加明显，一批龙头企业将成为全球光伏市场的引领者。2008年中国硅片产能占据全球市场60%，根据相关数据，

2009 年已提高到 65%左右, 产业转移趋势不可逆转, 原因有以下两点:1)08 年以前多晶硅供需紧张, 中国硅片加工企业存在原材料瓶颈, 抑制了产能提高, 而 08 年下半年以来, 多晶硅供需状况逐渐改善;2)中国在下游电池片和组件环节发展较快, 对硅片需求量大幅度增加。

对于以硅片为基底的光伏电池来说, 晶体硅(c-Si)原料和切割成本在电池总成本中占据了最大的部分。光伏电池生产商可以通过在切片过程中节约硅原料来降低成本。降低切口损失可以达到这个效果, 切口损失主要和切割线直径有关, 是切割过程本身所产生的原料损失。降低切割线直径还可以在同样的硅块长度下切割出更多的硅片, 提升产量。

让硅片变得更薄同样可以减少硅原料消耗。在过去的十多年中, 光伏硅片的厚度从原来的 330  $\mu\text{m}$  降低到现在普遍的 180-220  $\mu\text{m}$  范围内。这个趋势还将继续, 硅片厚度将变成 100  $\mu\text{m}$ 。减少硅片厚度带来的效益是惊人的, 从 330  $\mu\text{m}$  到 130  $\mu\text{m}$ , 光伏电池制造商最多可以降低总体硅原料消耗量多达 60%。超薄的硅片给线锯技术提出了额外的挑战, 因为其生产过程要困难得多。除了硅片的机械脆性以外, 如果线锯工艺没有精密控制, 细微的裂纹和弯曲都会对产品良率产生负面影响。超薄硅片线锯系统必须可以对工艺线性、切割线速度和压力、以及切割冷却液进行精密控制。

无论硅片的厚薄, 晶体硅光伏电池制造商都对硅片的质量提出了极高的要求。硅片不能有表面损伤(细微裂纹、线锯印记), 形貌缺陷(弯曲、凹凸、厚薄不均)要最小化, 对额外后端处理如抛光等的要求也要降到最低。

为了满足市场对于更低成本和更高生产力的要求, 新一代线锯必须提升切割速度, 从而提高切割荷载。更细的切割线和更薄的硅片都提升了生产力, 同时, 先进的工艺控制可以管理切割线拉力以此保持切割线的牢固性。更高生产力的线锯系统在同样的硅片产量下可以减少机床数量。因此, 制造商可以大幅降低设备、操作人员和维护的成本。

降低硅片的消耗量也就是直接降低了太阳能电力的每瓦成本。硅片供应商希望自己控制切片工艺的整合, 晶体硅光伏组件生产商都需要使用微米钻石线。

单晶硅和多晶硅光伏技术都需要使用到它。大多数光伏专用微米钻石线是硅片供应商购买的。他们一般生长硅锭或者硅块, 将硅原料切割处理成硅片, 最终销售给光伏电池制造商用于制造电池。

随着人类对生存环境的关注, 有污染的产品和工艺将被视为落后产品与工艺, 将被淘汰或禁止。在超硬、脆材料的切割加工方面, 由游离的磨料进行线切割的加工技术由于有大量的污染, 以及存在效率低的问题;而微米钻石线相比其它工艺产品有很大的优势, 效率高、寿命长, 受到行业的青睐, 由游离的磨料进行线切割的加工技术势必被微米钻石线所取代。在欧美西方等地区, 已经大范围使用微米钻石线进行线切割加工, 在国内已经开始逐步扩大, 估计在 2-3 年内将全部更换, 这将产生一个巨大的市场。

#### 优势分析:

目前各国政府都在积极发展清洁能源, 随着技术提升成本下降以及各国积极光伏政策的推出, 预计光伏行业将恢复快速发展。根据 EPIA 预测光伏市场将在今后 5 年里保持 30%-40%的快速增长, 其后 10 年的增长速度也将达到 20%-30%。

硅片就是制造光伏电池的基板。硅片切割是太阳能光伏电池制造工艺中的关键部分。该切割工艺用于处理单晶硅或者多晶硅的固体硅锭。光伏产业专用微米钻石线首先把硅锭切成方块, 然后切成很薄的硅片。光伏行业发展也将带动光伏产业专用微米钻石线的快速发展。

硅片是晶体硅光伏电池技术中最昂贵的部分, 所以降低这部分的制造成本对于提高太阳能对传统能源的竞争力至关重要。因此在硅片切割工艺中我们需要面对多项挑战, 主要聚焦于光伏产业专用微米钻石线的生产力, 也就是单位时间内生产的硅片数量。生产力取决于以下几个因素:

- 1) 微米钻石线直径 — 更细的切割线意味着更低的切口损失, 也就是说同一个硅块可以生产更多的硅片。然而, 切割线更细更容易断裂。

- 2) 荷载 — 每次切割的总面积，等于硅片面积 X 每次切割的硅块数量 X 每个硅块所切割成的硅片数量。
- 3) 切割速度 — 切割台通过切割线切割网的速度，这在很大程度上取决于切割线运动速度，马达功率和切割线拉力
- 4) 易于维护性 — 微米钻石线在切割之间需要更换切割线，维护的速度越快，总体的生产力就越高。

微米钻石线与由游离的磨料进行线切割的加工技术相比，其优势体现在以下方面：

- 1) 用微米钻石线与传统的碳化硅磨料切割相比，效率高、寿命长，切割精度高，硅片质量好。
- 2) 用微米钻石线替代碳化硅磨料，将更容易回收废渣中的多晶硅。据统计，约有 40% 的多晶硅没有得到利用，浪费在废渣中，难以与碳化硅分离。若采用钻石线切割，可以凭借燃烧的方式，分离并循环利用多晶硅。
- 3) 可使用水溶性冷却液，便于回收。

在光伏领域，为了满足市场对于更低成本和更高生产力的要求，微米钻石线技术的研究和产业化，将进一步缩小硅片厚度并降低了切割过程中的材料损耗，从而减少了太阳能电力的硅材料消耗量。

目前，原材料几乎占了晶体硅太阳能电池成本的三分之一，因此，微米钻石线技术对于降低太阳能每瓦成本并最终促使其达到电网平价起到了至关重要的作用。最新最先进的微米钻石线技术带来了许多创新，将提高生产力并通过更薄的硅片减少硅材料的消耗。电沉积微米钻石线在国外已经进行了比较深入的研究，而国内在这一方面的研究还处在起步阶段，本项目采用先进工艺，是国家支持的节能、减排、环保项目。本项目的提出，对国内微米钻石线的研究和生产提供一定的指导作用，本项目建设意义重大，十分必要。

## 不足分析：

### 金刚石线切割尚不具备经济优势：

1、多晶硅料利用率不高硅片切割环节使用多线切割机将单晶硅棒或多晶硅铸锭切割成厚度为180~200 $\mu$ m的薄片。多线切割机内部含有多个槽轮，槽距约300-350 $\mu$ m，而硅片厚度仅约180-200 $\mu$ m，可以看出约40%的多晶硅料将在切割环节中损耗。而刀损的大小主要取决于切割钢丝和切割超硬材料的粗细。传统的超精细切割钢丝一般直径约100-120 $\mu$ m，碳化硅刃料直径约8 $\mu$ m。金刚石线素线的直径约120-150 $\mu$ m，但两侧电镀的金刚石颗粒直径约20 $\mu$ m。因此每切割一块标准600mm长硅棒，金刚石线切割技术将少生产约160片硅片，硅料的利用效率下降。

2、辅材成本较高金刚石线在硅片切割领域的运用尚未大规模推进，目前金刚石线的销售价格约2.5元/米，由此推算，金刚石切割技术下每片硅片所需辅材成本约3.85元，而传统技术下单位硅片的辅材成本约2.07元。我们研判，人造金刚石单品已是成熟产业，其成本下调幅度较小，未来金刚石切割线的成本下降主要依赖电镀技术的成熟和规模化生产。预计短期内，金刚石线在太阳能硅片领域暂不具备经济优势。

### 金刚石线切割需突破硅片质量的技术难关金刚石线切割仍旧存在一些技术障碍：

传统钢线切割采用自由研磨方式，硅片表面纹理规则，断面完整性好，翘曲变形小，片厚一致性好。而金刚线采用固定磨粒切割方式，锯齿不能均匀分布，硅片表面容易产生较大划痕，影响制绒和硅片的转换效率，下游客户不收货。同时金刚线切割下翘曲度较大，硅片容易折断。\_ 金刚石电镀时使用金属镍，刻划高温容易将金属物质残留在硅片上。\_ 单晶硅中晶格排列整齐，但是多晶硅则容易出现杂质节点，导致金刚线在切割时出现跳线、断线等问题。

### 相关企业分析：

企业名称：； 恒星科技； 黄河旋风； 豫金刚石； 中南钻石； 三门峡金渠； 协鑫； 三磨所。

河南恒星科技股份有限公司：科技公司全力推进超精细钢丝项目生产，进入3月份以来，科技公司按照“整体经营，分片管理”的工作要求，成立超精细钢丝项目推进领导小组，制定活动方案，实行专项目标责任考核管理，确保超精细钢丝项目生产的顺利进行，为公司全面推进精细化管理积累经验。为实现董事长提出的“质量效益年”工作目标，全面提高公司的管理水平和经济效益，科技公司以全力支持配合超精细

钢丝项目生产为切入点，对现有各种资源进行优化剥离，制定出了超精细钢丝半成品项目推进方案。该项目有公司副总裁谢保万为组长，集中各部门优秀人才和设备，实行定目标、定责任、定车台的生产管理责任制。通过对相关车间，部门进行项目过程管理，加强超精细钢丝各道工序的质量监督控制，确立材损率和合格率的指标标准，提高经济效益。为确保该项目的顺利实施，早在 2 月 26 号，在谢副总裁的主持下，科技公司就召开了项目启动会议，分别就各部门工作及奖励办法进行了安排部署，并把每月的 10、20、30 号定为超精细钢丝项目生产推进例会日，总结经验，解决问题，兑现奖励。据悉，在 3 月 10 日、20 日的例会上，对完成目标任务的车间班组和部门，当场进行了表扬公布了兑现承诺。

地址：河南省巩义市伊洛北路 121 号 电话：+86 (0) 371-69588222 传真：+86 (0) 371-69588333

**河南黄河旋风股份有限公司简介：**河南黄河旋风股份有限公司由河南黄河实业集团股份有限公司、日本大阪金刚石工业株式会社、郑州磨料磨具磨削研究所等法人发起设立，1998 年 11 月 26 日在上海证券交易所上市（股票代码：600172）。公司现已发展成为集科研、生产、贸易于一体的国家大型企业。公司拥有国家级企业技术中心、企业博士后科研工作站、超硬材料标准化工作组和河南省超硬复合材料及其制品工程技术研究中心，拥有多项核心关键技术和自主知识产权，其中部分产品的综合指标已达到国际先进水平，是国家高新技术企业。公司主要产品有超硬材料、超硬材料制品、UDS 系列金刚石压机、建筑机械等，主导产品是超硬材料和超硬材料制品，其中人造金刚石年产量超过世界其余各国的总和。“旋风”牌系列产品畅销日、美、欧等发达国家及东南亚市场，“旋风”牌人造金刚石被国家质检总局评为“中国名牌”产品。公司已成为世界上最大的超硬材料生产基地，国内超硬材料及制品行业龙头企业

地址：中国河南长葛市人民路 200 号 电话:0374-6123706 邮编:461500

**郑州华晶金刚石股份有限公司：**郑州华晶金刚石股份有限公司成立于 2004 年 12 月，注册资金 15,200 万元，位于国家郑州市高新技术产业开发区冬青街 24 号，是一家以人造金刚石及其原辅材料的研发、生产和销售，以及人造金刚石合成设备的研发为主营业务的国家高新技术企业，郑州市优秀民营企业，本公司是超硬材料行业栋梁企业和国家级河南超硬材料产业基地的骨干企业。

公司自成立以来始终坚持“自主创新、自主研发”的理念，始终把提升创新能力作为企业竞争的最重要手段，并取得了突出的创新成果。截至 2010 年底，公司已获授权专利 180 项，同时公司还先后参与多项行业国家标准的制定。公司自主研发的 HJ-650、HJ-1000 特大型、高智能人造金刚石合成压机是开发高品质人造金刚石产业化生产的成套合成装备，先后获得河南省、郑州市科技进步一等奖，居于国内领先国际先进水平。

公司在自主研发、自主创新的基础上，与多家科研院所和大专院校建立了长期的紧密合作关系，并建有院士工作站和博士后科研工作站。2010 年成功登陆创业板，进入资本市场。公司拥有目前行业唯一的经中国合格评定国家认可委员会认可的检测中心，其出具的检测结果被世界多个国家和地区认可。

公司成立以来始终坚持“以质量求生存，靠管理谋发展”的经营理念。在经营管理过程中不断推行精细化和规范化管理，坚持定额管理与全面质量管理相结合的管理方式，于 2005 年 5 月，通过了英国摩迪和中质协颁发的 ISO9001：2000 质量管理体系认证。2006 年华晶牌 SC 系列金刚石产品被河南省名牌战略推进委员会授予“河南省名牌产品”称号。

公司自有进出口经营权，在国内建有以郑州为中心，在华北、华东、华中、广东、福建、四川等区域设立营销中心，构建全面的客户服务网络，产品畅销国内外。

未来，公司将坚持走专业化发展道路，以自主掌握核心技术为发展动力，加大在原辅材料、工艺装备、工艺技术方面的创新力度；加快产业化步伐，不断提升公司生产规模、市场占有率和盈利能力，努力将公司建设成“国内一流、国际知名”的人造金刚石制造企业，为中国从世界金刚石大国走向世界金刚石强国做出贡献。

地址:中国河南郑州高新开发区冬青 24 号电话:+86-371-63379535(总部)

**中南钻石：**中南钻石股份有限公司是全球最大的工业金刚石制造商，高品质工业金刚石、立方氮化硼市场份额世界第一。公司位于中国历史文化名城—南阳。公司以“技术领先，创新未来”为指导，致力于超硬材料系列产品的系统性创新，是中国超硬材料产业技术进步的主要推动力量。公司设有部级技术研发中心，拥有与国际接轨的全套检测设备，质量体系已通过 ISO9001 国际认证，环境体系已经通过 ISO14001 认证，产品质量达到国际先进水平。公司以“为顾客创造价值，帮助顾客成功”为理念，与一大批新老客户结成了共谋发展的产业利益联盟，可以长期稳定地为顾客提供具有更高性价比的产品与服务。15 年的改革与创新，使我们跻身于全球工业金刚石制造的先进行列，获得了“中国名牌”和“顾客首选第一品牌”的荣誉称号。放眼未来，我们将为您提供最具价值的优质服务为宗旨，让工业金刚石的应用为人类文明增加耀眼的光辉。同时我们正在超硬材料系列产品的技术前沿进行坚韧不懈的摸索，会陆续开发出令您期待的产品，提供令您感动的服务，为工业革命的发展和世界的繁荣与进步做出更大的贡献。

公司三废已达到国家相关标准要求，已建和在建项目均按照国家环境保护三同时的要求进行，2006 年 7 月，公司通过了清洁生产审核。

地址：河南省方城县 电话：0377-67319259 67319488

**三门峡金渠：**河南金渠黄金股份有限公司超硬材料分公司，主要从事超高级人造金刚石的研究、开发和生产。河南金渠黄金股份有限公司超硬材料有限公司筹建于一九九九年六月，地址位于三门峡市六峰路南段三门峡金渠化工机械有限公司东侧。交通便利，占地面积 35000 平方米，现有职工 700 余人，其中大中专毕业生 600 余人，高级职称 10 人，中级职称 56 人。该公司由母公司出资，采用国内先进的新型六面顶合成压机，生产超高级人造金刚石。整个工程共分三期。一期工程投资 8000 万元，设计、安装 6×16.50MNΦ40 腔体超高级人造金刚石压机 36 台，6×20 MNΦ45 腔体超高级人造金刚石压机 72 台，年产生人造金刚石单晶 1 亿克拉。

二期工程已于 2000 年 10 月开工，安装 6×20MNΦ50 腔体机、6×25MNΦ50 腔体金刚石压机 100 台。三期工程再制造、安装 6×25MN 金刚石压机 100 台，合生产总规模达到年生产超高级人造金刚石 4 亿克拉，成为国内大型的人造金刚石研究、开发、生产基地。河南金渠黄金股份有限公司超硬材料有限公司直接上大吨位、大合成腔体起步 6×16.5MN、6×20MN 六面顶合成压机均为国内首创，研究与开发的先进合成工艺亦处于国内先进水平。电控技术和液压控制技术具有独到的特点和先进性，为生产超高级（SMD、DMD 级）人造金刚石提供了设备保证和完善的工艺控制能力。公司二、三期工程将要研制的 6×2500T 腔合成压机，技术准备已基本完成，该装备的研制将占领全国合成压机新的制高点，确保压机装备和金刚石生产在国内的领先和主导地位。

随着当今世界科学的发展和技术的进步，人们对新型材料、特种材料有了更高的要求。金刚石是目前自然界中已知硬度最高的物质，是超硬材料的第一主角，而且具有优异的为其它材料无可比拟的综合物理、机械性能。是一种新型工具材料和功能材料，在现代工业和高新技术领域有着广泛的用途。人造金刚石做为天然金刚石的替代品，以其价格和数量上的优势，得到迅速的推广和应用。我公司生产的人造金刚石单晶单次合成产量高，超高级金刚石（SMD 级）比率高，适合于高级别锯切用金刚石工具和钻探工具。

河南金渠黄金股份有限公司地址：河南省三门峡市金昌路中段 邮编：472000 电话 0398-2817381/2817336 传真 0398-2817362/2819017 邮箱：jinqu@jinqudiamond.com 网址：<http://www.jinqudiamond.com>

**协鑫控股有限公司：**21 世纪是太阳能世纪。协鑫集团同时将目光投向取之不尽、用之不竭的再生能源-太阳能，并于 2006 年 3 月创立协鑫光伏，向太阳能行业的公司提供多晶硅和硅片。多晶硅为太阳能和电子业所使用的硅片的主要原材料。2006 年 7 月，协鑫光伏在徐州动工兴建了第一个多晶硅生产基地，用于生产太阳能级多晶硅，并于 2007 年 9 月生产出第一批多晶硅。2007 年 8 月开始兴建徐州第二期工程，并于 2008 年 7 月开始商业生产。2007 年 12 月，开始筹备兴建徐州第三期多晶硅生产基地。公司已开始规划于内蒙古的锡林浩特的多晶硅生产基地，并于 2008 年 10 月开始动工。协鑫光伏的多晶硅生产基地采用成熟的技术，利用改良过的西门子工艺生产多晶硅。选用西门子技术可以减低生产过程的风险，但公司同时也会不断把技术改良去减低生产成本，包括利用氯化氢和四氯化硅(多晶硅还原过程中所产生的副产品)回收再用来生产三氯氢硅，和建立内部生产三氯氢硅的设施。从徐州第二期开始，公司可以同时生产太阳能和电子级多晶硅。协鑫光伏致力于提供更多高纯度高品质的多晶硅材料，而公司需要持续的技术发展来达到这个目标。因此，公司计划在研究和发展上大幅增加于管理和财政资源的投资。公司高级管理层团队负责领导研究和发展工作，并为产品和生产程序的发展订立策略性方向。公司在徐州已成立了一个研发中心，并正在研究于美国成立另一个研发中心。协鑫光伏已与国际知名的光伏电池和模块制造商签订了长期的多晶硅和硅片的销售合同，与下游客户共享双赢局面。协鑫光伏秉承将绿色能源带入生活的宗旨，不断创新探索，将建设中国一流、世界领先的多晶硅和硅片生产及研发基地，成为全球太阳能行业最大的多晶硅材料和硅片供应商之一。

**三磨所：**郑州磨料磨具磨削研究所创建于 1958 年，是我国磨料磨具行业唯一的综合性研究机构，全国磨料磨具、超硬材料行业技术研究、开发、信息和咨询服务中心，1999 年改制为科技型企业，隶属于“中国机械工业集团有限公司”。

继 1963 年和 1967 年成功开发出中国第一颗人造金刚石和立方氮化硼之后，本所又相继开发出一系列填补国内空白的超硬材料制品、行业专用生产和检测设备。1998 年，以本所为依托建立“国家超硬材料及制品工程技术研究中心”，标志着本所在行业中的技术领先地位。

我们将继续坚持“诚信做人、用心做事、磨砺创新、合作共赢”的经营理念，践行“和”文化的核心价值观——“合力同行、创新共赢”，通过不断创新和持之以恒的不懈努力，做强、做精，将本所打造成为具有较强核心竞争力的高科技企业，实现“创新发展的前行者，社会价值的创造者，员工幸福的提升者”这一美好企业愿景。

地址：河南省郑州市梧桐街 121 号 电话：400-6608-121、0371-67619215

**江西金葵能源科技有限公司简介：**江西金葵能源科技有限公司是中国专业的太阳能单晶和晶片制造商，专注于高品质太阳能晶片的设计、开发、制造及销售。我们是中国首批能够大规模使用金刚石线生产 156 毫米×156 毫米的单晶太阳能晶片以及厚度约为 170 微米的单晶太阳能晶片的制造商之一。

2010 年，随着对高质量太阳能产品的需求日益增长，金葵能源科技有限公司进入到光伏产业。我们成功地利用与国外先进技术企业以及国内科研机构的合作，从而能够为客户提供高质量低成本的产品。

我们相信，要在太阳能行业长期取得成功主要取决于产品质量和成本竞争力，归根结底在于采用卓越的制造工艺，因此我们致力于新技术开发和持续改进计划，由于采用了世界最先进的金刚石线切割技术，工作效率高，用完后经简单处理后就能达到排放标准，硅屑可以回收利用，所以将大幅降低每瓦对硅料的使用。

金葵能源科技有限公司生产基地位于江西萍乡，本项目工程建设需要占地 300 亩，一期专门从事单晶硅拉棒和切片，产能计划为 860MW。二期建设多晶硅锭，电池片、电池组件产能。计划产能为 120MW；整个项目计划于 2012 年 7 月份完成，伴随着产能计划的完成，我们的目标是扩大在全球范围内的客户群基础，可以为人类提供可持续发展的、高效稳定的清洁能源！

### 中国太阳能硅片线切割设备国产化的现状和趋势：多线切割设备为国际 3 大厂统治”

目前全球的多线切割设备主要为瑞士的 HCT、Meyer Burger(梅耶博格)和日本的 NTC 所统治。瑞士的 HCT、梅耶博格最早在上世纪 80 年代就推出了线切割机，主要为半导体行业所用。

在国内光伏行业切片领域，到 2009 年底国际上影响力最大的三家设备供应商在中国市场产能中差不多是三分天下，NTC 的份额稍微高一点。下图是国内线切割设备数量的一个变化趋势图。其他包括国内品牌和国外进口的其他小品牌。

#### 一 HCT 简介：

HCT 在 1983 年推出第一台线切割机后 14 年里才累计卖出了 100 台设备，在随后的 6 年里又累计卖出了 150 台。太阳能光伏市场在 2003 年启动以后，HCT 针对市场需要在 2005 年推出了世界上最大的太阳能硅片线切割机 B5。而 HCT 在 2006 年里一年的销售量就突破了 100 台。HCT 在 2007 年被美国的应用材料收购。

HCT 在 2000 年进入中国市场，主要的客户来自半导体行业的包括北京有研、济宁港湾、宁波晶元等。HCT 在太阳能行业应用的主流机型是 B5，双工作台 4 个导轮满载可以一次切割硅棒长达到 2 米，非常适合大规模生产。国内主要用户包括 LDK、保定英利、成都天威新能源、浙江昱辉、江阴海润等公司。

针对市场新的需求的变化，在 2009 年推出了新机型 MaxEdge B6，主要特点是将原有的一个线网拆分为 2 个独立控制的线网，这样有助于使用更细的切割线从而提高出片率降低生产成本。但是目前该设备还处于推广阶段，工艺还有待进一步成熟。

#### 二 梅耶博格简介：

成立于 1953 年，早期主要生产研发外圆和内圆切割机。在 1980 年启动线切割技术的研究，1991 年正式推出了第一台线切割机 DS260。2000 年推出了针对太阳能光伏市场需求的四工作台 4 导轮的 DS262 机型，该机型理论上切割负载可以达到 2 米，但实际上根据国内客户的使用情况反馈，DS262 并不是一个非常成功的机型，一般切割负载在 1.2 米左右比较合适，切割硅片的合格率相比较低。

根据市场的变化，梅耶博格在 2004 年推出了小型机 DS265。该机型只有一个工作台可以同时切割 2 个 300 毫米长的硅棒。和 NTC MWM442D 机型非常的类似。该设备在国内使用的客户较少，客户反映设备稳定性不够，维护费用过高。

梅耶博格在 2005 年推出了最为成功的单工作台的新机型 DS264，该机型可以切割一根棒长达 820 毫米的硅棒，针对多晶硅片市场比例迅速的提高情况下，非常好的满足了市场新的需求。国内主要用户包括浙江昱辉、常州天合、镇江辉煌/环太、LDK、江苏林洋、无锡高佳等。在 2009 年又针对市场的变化推出了 DS264 的升级型 DS271，切割单根负载可以增加至 1020 毫米。目前该机型国内主要有镇江辉煌和无锡高佳在使用，切割效果和 DS264 差不多。

#### 三 NTC 简介：

1984 年由富山机械和日平工业合并成立 NTC。

上世纪 90 年代推出了针对半导体行业的 MWM 系列线切割机

2008 年被小松收购，改名为 Komatsu NTC

NTC 最为畅销的机型是 MWM442D，由于其投资小、维护费用低、适合使用细直径切割钢丝，深受国内很多新进入切片领域小公司的欢迎。在 2003 年后受光伏行业的飞速发展刺激，NTC 在中国的销售量快速增长，尤其在 2008 年取得了 400 多台线切割机的销售量，即使在收经济危机影响的 2009 年也卖出了 300 多台各类型的线切割机。在国内的主要用户晶龙集团、江苏顺达、江阴海润、西安隆基、浙江昱辉、江西晶科等。受多晶硅片市场发展影响，于 2008 年推出了新的设备类型单工作台的 PV600 和 PV800，这些设备借鉴了梅耶博格 DS264 的设计理念，切割最大负载棒长分别达到 630 毫米（3 根 210 毫米，单根棒最大负载 600 毫米）和 840 毫米（4 根 210 毫米，单根棒最大负载 800 毫米）。这些设备非常好的适应的多晶硅片的生产技术发展趋势。

#### “线切割设备国产化开发的第一个高潮

随着中国光伏产业以令全世界震惊的迅速崛起，几大多线切割设备厂家的设备生产能力远远不能满足中国硅片加工企业的购买需求，在 2008 年市场火热的设备交货期最少半年以上，有的甚至一年以上。于是很多相关的设备制造企业纷纷介入，比如日本的高鸟、安永专门推出了针对太阳能硅片切割的机型。

国内最早从事太阳能多线切割机开发的要数上海日进了。上海日进引进日本技术，早在 2006 年就推出了第一台多线切割样机，样机类似 NTC MWM442D。样机在日进内部切割试验结果良好，切除的硅片质量完全合格。但是在客户实际试用的时候，还是遇到了很多的问题，比如成品率低、断线率高、设备的控制精度比国外进口设备要差。

国内陆续推出多线切割样机的厂家还有上海汉虹、电子集团 45 所、兰州瑞德、无锡开源、大连连城、北京京联发、湖南宇晶等。

从样机来看，技术原理和设计主要都是借鉴了日本 NTC MWM442D 机型的很多理念，样机基本都属于小型机。北京京联发尝试开发类似 HCT B5 机型的样机，但是在市场上没有看到试用的设备。国内目前开发出的多线切割机样机都面临着类似的问题，成品率低、断线率高、控制精度差等。加上硅料价格高昂，客户尝试新机器的成本非常高，每次的损失可能动则几万元到几十万元，这也限制了设备制造企业很难获得更多的生产性试验数据来改进设备。

湖南宇晶在 2006 年左右开始研制多线切割机，主要针对水晶切割市场。经过几年的实验和改进后，目前在国内也已经销售出了几十台多线切割机，取得了长足的进步。但是该公司还没有开发出适应太阳能硅片切割的多线切割机。

“线切割设备国产化意外的收获”

虽然国内很多厂家在多线切割机的开发上投入了很大的人力、物力，但是实际进展却并不如人意。

在 2008 年 PV 行业爆发式增长之际，不仅多线切割机交货期大大延长，连硅锭开方机也变得非常紧张。由于开方机使用的钢丝直径较粗，一般 250 微米到 300 微米，较切片常用的直径 120 微米的钢丝不容易发生断丝。另外，开方完成后，一般还要对硅锭打磨。因此对切割的精度要求比硅片大大降低。

国内厂家中上海日进首先抓住了这个机遇，目前已经在国内市场有了不错的销售业绩。另一家大连连城的开方机也于 2009 年取得重大突破，在 2010 年有望取得不错的销售业绩。2010 年更多国内企业有望在线开方设备制造取得突破。

3. 多线切割机国产化能赶上下一次市场机遇吗？

随着太阳能光伏发电成本的快速降低，离传统的上网电价已经越来越近了。在欧洲电价高、日照时间长的地区比如意大利南部、西班牙等，光伏的发电成本已经低于上网电价。太阳能光伏发电安装在这些地域将迎来爆炸式的增长。

按照最新的市场预测，中国 2-3 年后，或者在 2015 年前，光伏发电成本将逐步降低接近目前的风力发电成本，0.5-0.6 元/度电，到那时，中国的光伏安装将迎来爆炸式增长。

国内光伏企业在制造环节的成本优势将获得空前的发展机遇，尤其是硅片切割环节。随着更多更有实力的国有企业进入到这个行业，更多的人力、物力投入，更多的经验积累，以及大大降低的实验成本，中国的线切割设备的明天有理由让我们期待！

相关技术：（见附件）

电镀金刚石线锯的制造工艺研究；

钎焊金刚石线锯的制作工艺；