

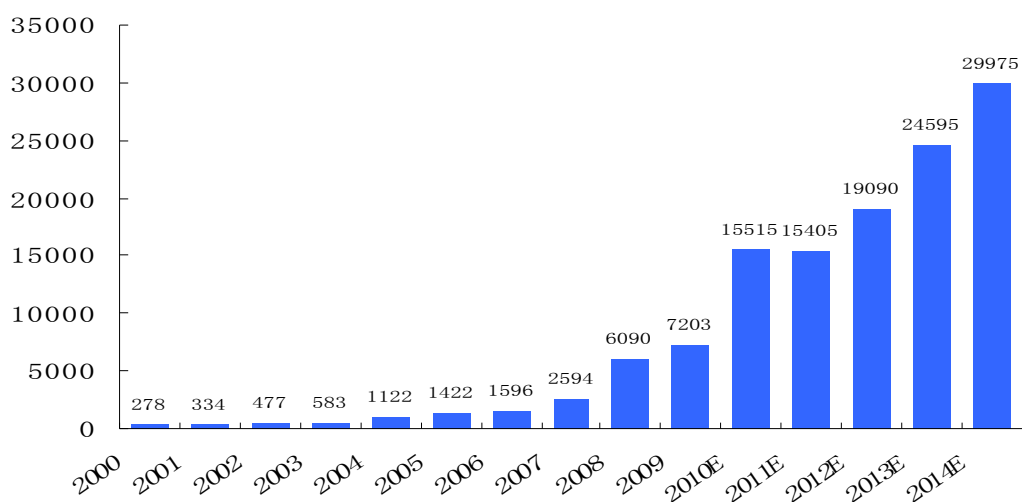
单晶炉设备行业分析

一、全球光伏产业发展概况

光伏产业为新能源产业中发展最快的子行业之一。整个新能源产业的发展源于传统能源的不断消耗及其价格的不断走高，以及人类对温室效应和环境变化重视程度的不断加深。全世界都向可新能源产业不断投入人力物力，寄希望与各种可再生的、环保的新能源重塑人类社会发展的能源基础，维持长久发展。百年一遇的金融危机更使得全世界认识到基础能源价格上涨带来的巨大危害以及替代能源的必要性。

在各种新能源解决方案中，光伏产业，又称太阳能产业，以其近乎取之不尽用之不竭的特点、对全世界近似完全公平的供应，具有独特优势。太阳能电池是通过半导体材料在阳光照射下产生的光生电压效应，在通过适当的电池连接方式产生所需要的电流和电压。适合做太阳能电池的半导体材料多种多样，且有新技术和新材料的开发仍再继续。整个光伏产业发展速度远快于其他传统产业，其累计装机容量以及每年新装机容量都在迅速增长，对其未来装机容量的预期或目标也一再被提高。近 10 年之内光伏电力装置的总装机容量不断增加，在系统寿命均长达 20 年以上的情况下，新装机容量以每年 30%左右的速度增长。在欧洲可再生能源署的远景世界能源需求构成预测中，光伏能源供应更是会连续快速增长，并在 2080 年左右成为世界能源消耗构成中占据最大份额。

2000-2013 年全球光伏产业年装机容量情况及预测（单位：MW）



资料来源：EPIA

二、我国光伏产业发展

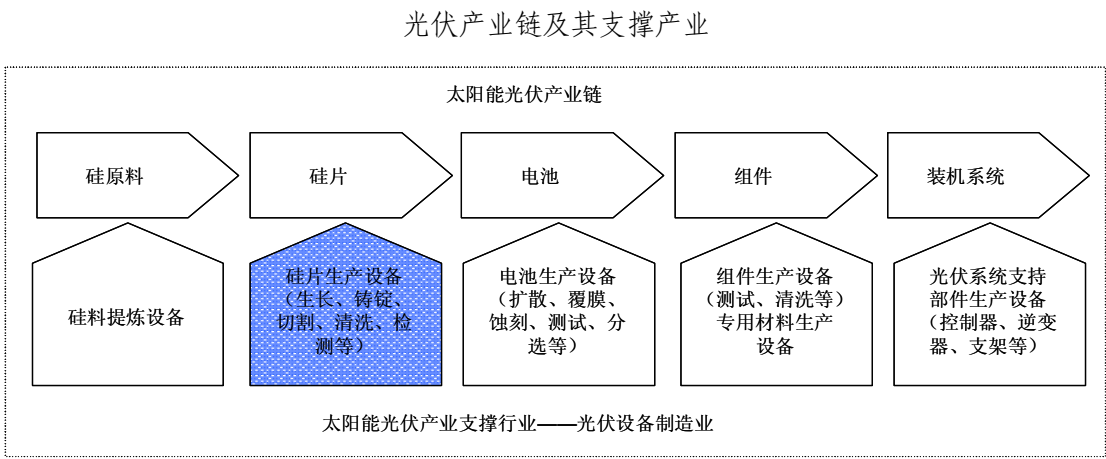
2002 年以来，我国的光伏制造能力实现了跨越式的发展，电池生产能力迅速提升，一

大批组件封装企业纷纷涌现，无论是电池生产规模还是组件生产规模，都迅速向世界光伏制造大国迈进。2002 年中国光伏制造首次跻身世界 10 强，电池和组件产量均位居世界第七；2003 年中国电池产量和组件产量分别排名世界第六和第五；2004 年以来，中国的光伏制造处于年均增幅超过 100%的高增长期，增速超过全球平均水平；2005 年中国光伏电池和组件制造又全面跻身世界四强；2006 年中国太阳能电池的产量为 438MWp 首次超过美国，总体上已经成为仅次于日、德的第三大光伏产品制造国；2007 年我国生产太阳能电池 1,088MWp，超过日本和欧洲，成为世界第一太阳能电池生产国；2008 年我国太阳能电池产量达到 2,000MWp，在全球太阳能电池生产中的份额继续提高，占比达到 31.25%，2009 年我国太阳能电池产量达到 4382MW，占比超过 40%，2010 年前 8 个月我国太阳能电池产量达到 2962MW，同比增长 200.4%。

中国光伏电池产量（单位：MWp）										2010 前 8 个月
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
3.1	4.3	11.9	19	52.8	128	438	1088	2000	4382	2962

数据来源：《天龙光电招股说明书》和公开资料整理

三、光伏设备行业发展概况



光伏设备制造业以及光伏发电应用系统技术产业等光伏相关产业已成为我国光伏产业的重要组成部分，并对太阳能光伏发电成本下降发挥了重要作用。尤其是光伏设备制造业，它是光伏产业的基石和支撑，贯穿于整条光伏产业链。光伏设备制造业包含硅料提炼设备、硅片生产设备、电池和组件生产设备、专用材料（铝浆、封装玻璃等）生产设备、光伏系统支持部件生产设备等一系列设备的制造。伴随着光伏产业的飞速发展，光伏设备行业也具有了快速上升的动力和广阔的发展空间。

太阳能电池分为晶硅太阳能电池和薄膜太阳能电池两类，晶硅太阳能电池是目前最主要的太阳能电池，市场占有率达 **85%**以上。以晶硅为主导的太阳能电池用硅片的生产加工需要多种设备，如单晶硅生长设备、多晶硅铸锭设备切割设备、清洗设备、检测设备等。单晶硅生长炉、单晶硅锯床和单晶硅切方滚磨机即处在产业链的硅片生产环节上，为硅片的生产提供配套性设备。

我国光伏设备行业起步不算晚，但发展较为缓慢。**1961** 年我国第一台晶体生长设备诞生于北京机械学院工厂（西安理工大学晶体生产设备研究所前身）。初期的设备生产主要是对国外先进设备的仿制，高性能全自动化精密设备的制造技术长期被发达国家控制，高端设备长期依赖进口。**2005** 年以来，全球光伏产业快速增长和高纯硅材料的严重短缺为物美价廉的国产光伏设备企业提供了极好的发展契机。我国设备制造商在技术研究和自主创新方面经过不懈的艰苦努力，生产能力不断提高，部分技术已达国际先进水平，不少设备还以优异的性价比处于市场的主导地位，尤其是硅片加工设备中的单晶炉以优良的性价比占据了国内市场的绝对统治地位并批量出口亚洲。国产单晶硅锯床、切方机和滚磨机也已基本能够满足国内市场的需求。在过去很长一段时间内完全依赖进口的多晶硅铸锭炉已取得技术上突破，我国已经能够生产最大投料量为 **450** 公斤的多晶硅铸锭炉，并自 **2008** 年起实现了批量生产和销售。随着多晶硅铸锭炉运用的日趋广泛和技术的不断提升，该设备在国内市场上具有广阔的市场空间和发展前景，预计未来不久将会实现国内市场上的规模化生产和销售。

四、行业竞争格局及市场化程度

目前我国光伏设备制造的生产规模已逐渐形成，并在北京、西安和长三角地区形成了产业集群，市场化程度较高，但高端的光伏设备的制造技术仍掌握在少数外国制造商手中。就硅片生产细分行业来说，国际领先水平的设备主要由美、日、英、德、瑞等西方发达国家制造，某些设备甚至仅有 **3-4** 家生产商提供，行业集中度非常高。

在单晶硅生长炉市场上，国际主要供应商是美国 **Kayex** 公司，日本 **Ferrotec** 公司和德国 **CGS** 公司。他们所生产的硅单晶炉自动化程度较高，主要技术指标、经济指标及可靠性指标较高，但其价格也相当昂贵。因此，国外单晶炉主要被对硅片性能要求较严格的集成电路级硅片生产厂商所采用。我国在单晶硅生长炉领域上具有自己独特的优势：首先，国内企业贴近国内市场，拥有与国内客户沟通更有效、机制更灵活、反应更迅速等得天独厚的条件；其次，经过多年的研究与经验积累，国产设备克服了不少技术难题，关键技术基本与国际接轨；第三，国产设备拥有进口设备无法比拟的低成本优势，平均价格只有进口设备的 **1/38**，选用国产设备使硅片企业的投资成本大大降低。凭借优良的性价比，部分国产光伏设备除了

占据国内市场的绝对统治地位以外，已批量出口亚洲，并开始引起欧美商家的关注，有少量产品出口欧美。

多晶硅铸锭炉市场更加集中。目前，全球多晶硅铸锭炉市场基本被美国 GT Solar 公司和德国 ALD 公司垄断，前者市场主要在亚洲，后者市场主要在欧洲。从 2008 年开始，为了增加生产效率，太阳能晶体生长厂商开始规划将铸锭炉的容量从原本的 270Kg 提高到 450Kg，这为各大设备生产厂商提供了重新抢占市场份额的竞争机会。目前国内多晶硅铸锭炉已突破技术限制，实现小批量生产和销售。随着国内厂商自主研发能力和制造能力的加强，主要依赖进口的格局将在未来有所改变。

五、行业内主要竞争企业

目前，单晶硅生长炉的国产化率达到 95%左右。国际主要供应商是美国 Kayex 公司，日本 Ferrotec 公司和德国 CGS 公司。国内生产商除阳光设备以外，主要还有北京京运通科技股份有限公司、天龙光电、西安理工晶体科技有限公司、上海汉虹精密机械有限公司等企业。以下信息源自各公司网站。

北京京运通科技股份有限公司是由北京京运通科技有限公司以整体变更的方式发起设立而来，注册资本 27,260 万元。京运通主要从事单晶硅生长炉、区熔炉、还原炉、下拉炉、多晶硅铸锭炉等晶体生长设备的研发、生产和销售，是我国最早从事太阳能用硅单晶生长炉生产和销售的公司之一。2007 年企业年销售收入 5.8 亿元。

江苏华盛天龙光电设备股份有限公司（300029.SZ）（原名常州华盛天龙机械有限公司，后更名为江苏华盛天龙机械股份有限公司）成立于 2001 年，是一家专业光伏设备研发生产企业。公司现拥有各类中高级科技人员 32 名，拥有各类专利 18 项，各类产品累计年生产能力达 1000 余台。生产能力及新产品研发能力在全国同行中名列前茅，主要产品为多晶硅浇铸炉、单晶硅生长炉、单晶硅切断机、单晶硅切方滚磨机及其他各类晶体生长设备。其中部分产品市场占有率达到 80%。2009 年 12 月于深证创业板上市。2009 年销售收入 2.96 亿元，净利润 6839 万元，2010 年前三季度销售收入 3.1 亿元，净利润 5709 万元。

西安理工晶体科技有限公司成立于 2007 年 12 月，其前身是西安理工大学工厂，注册资金 1 亿元。理工晶科 1961 年研制成功我国第一台 TDR-36 型单晶炉，后相继研发并定型生产 TDR-80 型、TDR-90 型、TDR-100 型、TDR-120 型、TDR-150 型单晶炉，获得了授权专利 15 项，并组建了陕西省“13115 工程陕西省晶体生长设备工程技术研究中心”。TDR-80 型单晶炉是公司产量最大的炉型；TDR-120 型单晶炉为国内直径最大的单晶设备。

2005 年以来，企业连续三年实现销售收入过亿元。

上海汉虹精密机械有限公司成立于 2005 年 3 月，是日本磁性流体技术株式会社（Ferrotec Corporation）和上海申和热磁电子有限公司合资企业，这是 Ferrotec 在中国成立的第六家中日合资公司。上海汉虹投资总额 3,000 万美元，主要生产和销售太阳能专用机械设备，其中包括单晶炉、多晶炉、线切割等设备，同时生产数控镂铣机、数控车床等各类非标及成套设备。从 2006 年起，上海汉虹将拥有自主知识产权的单晶炉全部销往国内市场，品种涵盖 60 公斤、95 公斤、120 公斤、135 公斤和 150 公斤投料的单晶炉系列。2007 年底，上海汉虹在国内研产出多晶硅铸锭炉。2007 年实现太阳能设备销售额达 2 亿元。

目前，国内多晶硅铸锭炉主要依靠进口，主要的生产厂商为美国的 GT Solar 公司和德国 ALD 公司。。国内市场的竞争者主要有浙江精工科技股份有限公司、上海汉虹精密机械有限公司、北京京运通科技股份有限公司和中国电子科技集团公司第四十八研究所。精工科技和上海汉虹于 2007 年成功研制多晶硅铸锭炉并开始批量化生产，其中精工科技截至 2008 年底累计销售多晶硅铸锭炉 24 台（套），天龙光电已经研制成功 260Kg 级多晶硅铸锭炉和 450Kg 级多晶硅铸锭炉。

美国 GT Solar 公司 2008 年 7 月在美国纳斯达克上市，是太阳能行业中生产光伏晶圆、电池和模块以及多晶硅所必需的专业生产设备和服务的全球领先供应商。其多晶硅铸锭炉全球销售已逾千台。2007 年，在上海和北京设立办公室，以扩展其在中国的业务。2008 年财年和 2009 财年 GT Solar 销售收入分别为 2.44 亿美元和 5.41 亿美元，净利润达 0.36 亿美元和 0.88 亿美元。多晶硅铸锭炉是公司最主要的光伏设备产品，2008 财年和 2009 财年该产品的销售收入分别占总销售收入的 79%和 72%。中国企业是 GT Solar 主要客户，2008 财年和 2009 财年 GT Solar 对中国企业的销售分别为 2.11 亿美元和 3.34 亿美元，分别占 GT Solar 总收入的 86.6%和 61.7%。

德国 ALD 多晶硅铸锭炉的生产从 2007 年开始起步。2007 年 ALD 生产 4 台，2008 年产量达到 200 台。ALD 的产能在 2008 年底达到每周 7 台。其主要供应德国等欧洲国家。2008 年 ALD 太阳能相关设备销售额为 2 亿美元。

浙江精工科技股份有限公司（曾用名“浙江精工科技股份有限公司”）2004 年 6 月于深圳证券交易所上市。目前公司总股本 14,400 万股，目前主要致力于新型建筑、建材专用设备和太阳能光伏专用装备、轻纺专用设备、太阳能多晶硅片领域的研制开发与生产。其主要控股子公司绍兴县精工机电研究所有限公司主要从事太阳能光伏专用装备等机电一体化产

品、电气控制系统的设计、开发、生产、销售、技术培训、咨询服务。精功科技在 2007 年研制成功并批量生产 JYL240 多晶硅铸锭炉的基础上,成功开发了世界首台 JYL500 型太阳能多晶硅铸锭炉。2008 年精功科技太阳能光伏装备实现营业收入 5,450.23 万元。截至 2008 年 12 月 31 日,精功科技已累计销售太阳能多晶硅铸锭炉 24 台 23。

六、市场供求状况及变动原因

1、市场需求变动趋势

首先,全球光伏装机容量的大幅增长将拉动全球市场对光伏设备的需求。根据欧洲光伏工业协会 EPIA2010 年的预测,2014 年和 2020 年全球的年装机容量将分别达到 29.9GW 和 59GW。这一系列预测数字预示了光伏市场在今后 5 年里将保持 20% 的快速增长,其后 5 年的增长速度也将达到 15%。利用太阳能光伏发电技术、为人类创造洁净的可再生能源是未来的大趋势,光伏设备在未来一段时期内将保持较高需求量。

以晶体硅占 85%,单晶硅电池和多晶硅电池生产 1:2 的比例保守估计,从 2010 年到 2014 年,单晶硅电池新增产能约为 14.4GW。根据经验数据,以每增加 1MWp 的产能需要 10 吨硅料,每台单晶炉每年可处理 7 吨硅料来计,到 2014 年需新增单晶硅生长炉约 5,852 台。

另一方面,由于技术替代和设备本身的原因,单晶硅生长炉的使用寿命在 8~10 年左右。2006 年及之前全球原有单晶硅生长炉绝大部分需要在 2011~2014 年更新。根据欧洲光伏协会的行业报告中的数据,2006 年全球太阳能电池累计安装量为 9,613MWp。以晶体硅占 85%,单晶硅电池和多晶硅电池生产 1:2,每 1MWp 产能需要 14 吨硅料,每台单晶炉每年可处理 4 吨硅料计,2006 年单晶硅生长炉保有量为 9,532 台。

综上,2010 年~2014 年市场上需新增的单晶硅生长炉为由于光伏电池产能扩张需要和原有设备替代更新需要两部分之和,即 15,384 台。

其次,我国光伏产品生产和光伏发电应用的快速发展将拉动国内市场对光伏设备的需求。我国已经成为全球光伏产品最大制造国。全球对太阳能光伏发电需求的增加将刺激我国太阳能光伏产品生产和出口的持续大幅增加,从而拉动我国对光伏设备需求的增加。同时,国内光伏装机容量将出现快速增长。根据国家能源局提供的最新数据,到 2020 年,全国太阳能发电新增 17.3GW,而预计 2010 年底全国光伏发电的总装机容量约为 1GW。国内广阔的市场和快速的发展将促使我国市场对光伏设备有较大需求。

2、市场供给变动趋势

高端产品的生产技术主要掌握在美、日、英、德、瑞等西方发达国家的少数供应商手中,

价格较高且供应量有限。受需求刺激拉动，国内光伏设备制造商在中低端设备领域纷纷扩大产能，并且开始涉足高端设备领域，积极开展自主创新和研究开发活动。产能扩大和技术改进都需要一定的时间，同时，由于行业壁垒为新进入者带来一定困难，在未来一段时间内光伏设备供给的增长将较为缓慢。随着产能的实现和技术的进步，光伏设备的供给将会和需求保持平衡。

3、行业利润水平变动趋势及变动原因

近五年国内单晶硅拉制企业数量和太阳能电池生产线数量成倍增长，产生了大量光伏设备订单，同时日本、韩国和我国台湾也出现了对我国光伏设备的批量采购。国内光伏设备制造业引领了电子专用设备行业多年未有的繁荣景象，并一直持续到 2008 年全球金融危机之前。尽管全球金融危机的爆发对太阳能光伏产业产生一定的影响，进而影响到光伏设备行业，但利用太阳能光伏发电技术、为人类创造洁净的可再生能源是未来的大趋势，并且随着全球经济的复苏，2010 年太阳能产业迎来新一轮的发展高潮，这也使光伏设备在未来一段时期内保持一定的利润水平。尤其是多晶硅铸锭炉等高端设备的技术壁垒较高，在一段时期内能给拥有自主知识产权的制造企业带来较高的利润。但随着产能的扩大、新技术的实现，预计光伏设备的总体利润水平将趋向下降。

七、行业技术发展趋势

1、设备将向高效、节能、全自动化方向发展

高效与节能是设备重要的发展趋势，符合我国经济增长方式从粗放型向集约型转变的目标。节能化设备将有效降低企业的生产成本，从而降低光伏产品和发电应用等各个环节的成本。高效包含两个方面的含义，提高生产效率和提高成品率。以单晶硅生长炉为例，提高生产效率主要可以通过增加投料量和提高长晶速度来实现；而提高成品率则需要设备从设计到制造等多道生产工序的技术改进和密切配合，以提高晶体硅棒质量和精度。

全自动化也是设备未来发展的重要趋势。国产光伏设备大部分是以半自动为主，以单晶硅生长炉为例，目前大部分是以半自动为主，只能实现等径生长、收尾等过程的自动控制，未来的发展将实现真空获得、加热熔化、引晶放肩、等径生长、收尾等全过程自动控制功能，达到国际先进水平。

2、多晶硅铸锭炉将得到更多应用

与单晶硅生长炉相比，多晶硅铸锭炉加工多晶硅锭具有成本低、能耗少、效率高等特点，并且多晶硅铸锭炉对材料的容忍度较高。目前国际上多晶硅太阳能电池约占全部太阳能电池的 50%，单晶硅太阳能电池的占比约为 30%，我国目前多晶硅太阳能电池发展缓慢的主要

原因是没有设备制造的技术基础、进口多晶硅铸锭炉及其配套加工设备价格昂贵。随着多晶硅太阳能电池生产成本的不断降低和国内多晶硅铸锭设备的技术进步,将有越来越多的生产企业投产多晶硅太阳能电池生产线,多晶硅铸锭炉的使用将得到更多应用。

3、进一步发展大尺寸硅片加工设备

国内目前大多厂商采用 6 英寸单晶炉拉制单晶生产 $125\text{mm} \times 125\text{mm}$ 规格硅片,主流的多晶硅片尺寸为 $156\text{mm} \times 156\text{mm}$ 。为适应世界太阳能电池组件向大功率方向发展的趋势,未来的硅片生产将改用 8 英寸单晶炉以满足 $156\text{mm} \times 156\text{mm}$ 电池片生产的需要,多晶硅片也将从目前的尺寸转向 $210\text{mm} \times 210\text{mm}$ 规格硅片的生产。

八、行业主要制造商经营模式

根据有无零部件制造业务,行业内主要制造商可以分为两种经营模式:一种是纵向一体化模式,即光伏设备制造商不仅开发、制造、销售整机,还自己生产部分零部件。另一种是专业化协作模式,即光伏设备制造商只从事整机的开发、制造和销售,配套零部件都从外部采购。

根据生产的光伏设备的范围,行业内主要制造商可以分为两种经营模式:一种是只生产某一类加工设备,如单晶的生产或加工设备、多晶的生产或加工设备,该类厂商具有某一方向上的特长。另一种是生产成套硅片的生产加工设备,该类厂商具有较丰富的产品类型和较完备的产品结构。