



点石成金， “硅业报国”或不仅是理念

» 赵腊平 吴启华

硅资源在地壳中极为丰富，仅次于氧，占地壳总重的1/4还多，以二氧化硅或硅酸盐形式存在。硅具有良好特性，有“点石成金”之效，广泛应用于精密铸造、硅橡胶、超大规模集成电路、航空航天等生产领域。

中国是全球主要的金属硅（又称结晶硅或工业硅）产地。随着国家节能减排和生态文明建设步伐的加快，很多新兴的能源企业建设了金属

硅、多晶硅、单晶硅、太阳能电池等（5.500, 0.00, 0.00%）一系列的循环产业链条。

多晶硅，很多人对它并不陌生。太阳能电池板、集成电路芯片等都是由其生产制作而成。在行业内，多晶硅有着“上帝赐给人类的宝石”的美称。当太阳光照射到硅晶体上时，就会产生电势。据此人们成功地研制出了太阳能电池，并开始了太阳能发电。20世纪70年代以后，随着人们对全球

性能源危机和环境恶化问题认识的深化，太阳能这一可再生清洁能源的利用受到了普遍重视，光伏产业应运而生。作为光伏产业的基础材料——多晶硅的制备技术及其发展因此而备受瞩目。目前，国际上98%以上的太阳能电池是利用硅材料制备的。硅的纯度越高，光电转换效率也越高。因此，多晶硅成为全球电子工业和光伏产业的基石。

短短十多年时间里，多晶



硅在中国太阳能领域迅速得以应用和发展。如今，中国太阳能多晶硅的总产量已经占到世界总量的50%以上。

然而，我国多晶硅产业的发展却不是一帆风顺。

虽然我国拥有丰富的硅矿资源，但在2005年以前，美、日、德等国家都将多晶硅作为战略材料，对我国实施技术封锁和市场垄断，多晶硅需求几乎全部依赖进口。

2007年堪称中国“多晶硅元年”，当年，中国多晶硅产量首超千吨。2008年，国外媒体针对我国多晶硅生产造成污染进行了不实报道，打压刚刚兴起的中国多晶硅产业。在技术受制于人的情况下，国内多晶硅行业的生产水平、规模、成本、能耗、污染等问题备受诟病。2010年，我国光伏产业遭遇美、韩多晶硅低价倾销。2012年又遭到了欧美对光伏终

端产品的“双反”制裁。

愈挫愈勇。经过多年努力，如今，单就光伏产业而言，我国目前市场规模已达到3600亿元，很多中国企业的光伏发电产品远销海外。

奋力弯道超车

随着全球多晶硅需求的增长，其用量和价格也快速增加和上涨，硅矿产业的开发利用前景良好。

我国多晶硅的老牌生产企业——中国恩菲工程技术有限公司（下称“中国恩菲”）子公司洛阳中硅高科有限公司（以下简称“中硅高科”）是一家高新技术型多晶硅生产企业，其用“以技术带动研发，研发带动产业，产业形成技术提升的研发与生产双螺旋上升”的方式，践行“硅业报国”的理念。

实际上，我国多晶硅产业在发展初期曾经历过一段“末端治理”成本高而效果不理想的“高能耗、高污染”阶段。而今，不少企业已经做到近“零”排放。中国恩菲不仅能够使几乎100%的四氯化硅和三氯氢硅循环利用，还能够“废物利用”，衍生价值。“我们高新技术企业就是这样，不断研发，别人都做得很好的领域，我们就退出，转而研发国内技术欠缺的领域。”洛阳中硅高科董事长李爱民说。

就在我国多晶硅产业快速发展时，2012年，欧美国家对我国光伏产业进行了“双反”调查，使我国的光伏产品被拦在了欧美国家的国门之外。据介绍，欧美国家的多晶硅企业通过签订长单合同锁定大量客户，保障利润长期化，再通过签订短单合同低价打压中国的新兴产业。几番打压下来，到2012年，我国多晶硅行业全产业亏损，40多家企业停产，大批从国外进口的价值数十亿元的设备打了水漂。

海外市场受阻刺激了光伏内需市场的快速发展，进而促进了我国能源结构的调整。随着光伏内需市场的快速启动，我国多晶硅产业肩负起了发展新能源的重任。

唯有技术降本

对于多晶硅产业而言，用电成本占据了其总成本的约30%~50%，因而降低成本成

为多晶硅生产企业考虑的重要因素之一。

瞄准新疆、内蒙古等西部地区的低电价优势，国内知名多晶硅生产企业纷纷将产能向西部转移。在众多的多晶硅生产企业中，中国恩菲显得有些特立独行：其多晶硅生产基地地处洛阳，这里电价超过0.5元/千瓦时，远高于新疆地区0.2元/千瓦时。但企业仍然能够保证正常的盈利水平，秘诀就是坚持将技术研发和应用有机融合，降低能耗量。

高纯多晶硅的生产过程是将高纯三氯氢硅用高纯氢气还原成高纯多晶硅的过程，其能耗占总能耗超过50%，是实现多晶硅生产环节节能降耗的重点。中国恩菲多晶硅研发团队创新工艺技术，持续大幅提高多晶硅节能还原炉单炉年产量，为万吨级多晶硅生产线和节能技改提供了技术支撑。同时他们将整个多晶硅工厂及周边的各种能源要素通盘考虑，冷热综合利用，为多晶硅低成本、低能耗经济运行创造条件。

目前，中国恩菲生产电耗为75千瓦时/千克以下，业内领先。“多晶硅这个产业太朝阳了，硅产业链的延伸还很广，还要继续研发。”李爱民表示。也正因为如此，多晶硅产业的创新研究就极为重要。中国恩菲拥有我国唯一的多晶硅制备技术国家工程实验室，公司2016年投入研发的费用约占其销售收入的4.7%。

持续研发与提升多晶硅工艺技术及装备水平，进一步节能、减耗、降本，是多晶硅行业生存和发展的不二选择，也是独立自主发展我国光伏产业的必经之路。经过8年的不懈努力和技术研发，如今我国多晶硅综合能耗大大降低，市场价格由10年前的每吨325万元降低到如今的每吨9万元至12万元，自主知识产权为我国光伏产业发展奠定了基础。

如今，以多晶硅为原料制造的光伏发电在农村电气化、通信行业、大型地面电站、光伏精准扶贫等方面实现快速发展。据媒体披露，在我国腾格里沙漠的边缘有一处60兆瓦光伏电站。起初建站时，这些太阳能电池板下方还是一片沙漠。渐渐地，由于电池板遮挡日照，减少了地面水分蒸发，沙化严重的土地上慢慢长出了草。后来，电站管理部门养了二十几只羊吃草，到如今羊群已繁殖到上百只。光伏电站的建设，除了进行发电外，还帮助当地实现了生态修复，绿色养殖。

过剩还是不足？

无论是在国家发改委等政府部门，还是在投资界，抑或光伏产业内部，提到我国的多晶硅市场，普遍的观感是产能过剩。真的是这样吗？有业内分析人士认为，其实问题症结在于，我国的绝大多数多晶硅的产能并不是有效产能。

数据显示，如果将在20万元/吨的价格水平下还能生产的产能称为有效产能的话，2014年，我国多晶硅的有效产能仅为8万吨，只占我国多晶硅需求量的40%出头，进口多晶硅数量大约占了57%。其余的约10万吨产能已经成为无效产能，不少多晶硅工厂的装置已经永久报废并拆除。

另有数据显示，2015年国内多晶硅厂家仅生产了约7.4万吨多晶硅。但与此同时，国内2015年的光伏组件产量比上年有约16%的增长，组件的增加必然代表多晶硅用量的增加。因此，2015年多晶硅的需求中的增量部分全部是由进口多晶硅满足的。

数据无言，但最具有说服力。由此可见，多晶硅产业并不是过剩，而是正如李爱民所说“这个产业太朝阳了”。

国家能源局发布的《太阳能发展“十三五”规划》提出，到2020年，光伏发电电价水平在2015年基础上下降50%以上，在用电侧实现平价上网目标。李爱民认为，多晶硅价格的下降有助于推进光伏平价上网的进程。这对于多晶硅品质的提升提出了更高的要求，而不仅仅是生产重复的过程。他希望技术创新型企业能够得到更多的关注，并呼吁多晶硅生产企业在看到西部低电价机遇的同时，能够关注技术的创新和提升。“这样，产业才能得到健康有序的发展。”李爱民说。（责编：康璐燕）