



Research and
Development Center

多晶硅：国内龙头机会凸显，海外产能景气分化

全球视野下的多晶硅行业分析

2018 年 10 月 11 日

证券研究报告

行业研究——深度研究

新能源行业——多晶硅

新能源行业相对沪深 300 表现



资料来源：信达证券研发中心

行业规模及信达覆盖

股票家数（只）	190
总市值（亿元）	12982
流通市值（亿元）	9768
信达覆盖家（只）	12
覆盖流通市值（亿元）	994

资料来源：信达证券研发中心

信达证券股份有限公司
 CINDA SECURITIES CO.,LTD
 北京市西城区闹市口大街 9 号院 1 号楼
 邮编：100031

郭荆璞 首席分析师

执业编号：S1500510120013
 联系电话：+86 10 83326789
 邮箱：guojingpu@cindasc.com

刘强 分析师

执业编号：S1500514070005
 联系电话：+86 10 83326707
 邮箱：liuqiang1@cindasc.com

陈磊 研究助理

联系电话：+86 10 83326706
 邮箱：chenleia@cindasc.com

多晶硅：国内龙头机会凸显，海外产能景气分化

全球视野下的多晶硅行业分析

2018 年 10 月 11 日

本期内容提要：

- ◆ **我国多晶硅产业砥砺前行，持续推进进口替代。** 硅材料分无机硅和有机硅，无机硅多为单质硅，包括多晶硅、单晶硅和非晶硅三类，多晶硅经区熔或直拉可生产单晶硅，半导体和光伏是其下游两大应用领域。我国多晶硅产业经历 2006 年之前的依赖进口，2011 年的国外产能倾销，2014 年的“双反”，国内产能竞争力逐步增强。2017 年，我国产量 24.20 万吨，占全球 55%，由于需求量大，进口 14.10 万吨，占表观消费量 37%，近年呈小幅下降趋势。
- ◆ **国内多晶硅产能投放加速，全球供需仍处紧平衡。** 至 2017 年，全球万吨级多晶硅产能不足 20 家，TOP10 产能 38 万吨；我国有效产能 27.6 万吨，集中度较高。未来多晶硅扩产集中于国内，中能/新特/永祥/大全合计新增约 13 万吨，基本与进口量相当，国外仅 OCI 扩产 1.32 万吨。我们分三种情形对测算未来需求，认为在 80-90 元/Kg 价格区间内供需将处紧平衡。
- ◆ **成本与品质成为企业竞争关键，国内产能成本优势明显，不惧价格下降压力。** 多晶硅生产流程相对封闭，成本主要受能源(43%)、原材料(27%)和折旧(22%)影响，决定了新产能具备一定后发优势，包括：选择低电价降低能源成本；优选装置及工艺降低单耗及能耗；资产投资下降降低折旧。国内龙头已位于全球成本曲线左侧，通威和大全现金和生产成本目前分别在 46 和 59 元/Kg 左右，处领先水平，新增产能还将进一步下降。我们认为受平价上网影响，多晶硅价格大幅反弹概率较小。我们以行业降本增效路径测算现金和生产成本有望分别降至 3.1 和 3.9 万元/吨，该水平下即使价格降至 70 元/Kg，企业仍有 35%的毛利率。
- ◆ **海外龙头景气差异较大，欧美产能有望逐步被国内先进产能替代。** 我国多晶硅主要进口国及地区有韩国(45%)、德国(30%)、美国+台湾(15%)。我们对海外龙头进行了分析。OCI 2017 年收购马来西亚工厂，并规划 1.32 万吨扩产，近年来多晶硅业绩持续提升。OCI 马来西亚产能有成本优势，年初与隆基签订合同，品质得到认可，加之关税较低，我们认为 OCI 仍有竞争力。瓦克近年来多晶硅利润下滑明显，由于德国产能投产较早，美国产能不太稳定，我们认为其在光伏级市场市占率有下滑预期。REC 是硅烷流化床工艺代表，生产成本低但折旧成本高，整体产能不具备竞争优势，加之我国对美“双反”关税较高，业绩呈下滑趋势。
- ◆ **投资建议：** 我们长期看好光伏发展，虽当前处调整期，但多晶硅环节格局已较为清晰，具有成本和品质优势的龙头机会明显，建议关注 A 股通威股份；H 股新特能源；美股大全新能源。
- ◆ **风险因素：** 国内产能投产不及预期；市场竞争加剧；贸易摩擦；原材料价格波动；政策风险等。

目录

一、我国多晶硅产业砥砺前行，持续推进进口替代	2
二、国内多晶硅产能投放加速，全球供需仍处紧平衡	4
2.1 全球多晶硅供应集中度较高，国内产能投放加速	4
2.2 光伏级多晶硅需求持续增长，全球供需相对偏紧	5
三、改良西门子法是主流，成本与品质成为企业竞争的关键	6
3.1 改良西门子法仍将是多晶硅生产主流工艺	6
3.2 多晶硅生产成本与品质为王，后发产能有优势	8
四、国内多晶硅先进产能位于成本曲线左侧，不惧价格下降压力	10
4.1 多晶硅价格下降对生产企业业绩影响有限	12
五、海外多晶硅龙头景气差异较大，欧美产能存替代可能	13
5.1 OCI: 降本增效效果显著，扩大产能提升市场竞争力	15
5.2 瓦克: 多晶硅产能投产较早，成本优势不足	18
5.3 REC: 流化床生产工艺代表，光伏级多晶硅竞争实力不足	21
六、投资建议	23
七、风险因素	23

表目录

表 1: 截至 2017 年全球万吨级多晶硅生产企业产能情况	4
表 2: 全球万吨级多晶硅扩产计划	4
表 3: 两种多晶硅生产工艺对比	8
表 4: 多晶硅产品品质主要影响因素	9
表 5: 我国对美国及韩国进口太阳能级多晶硅“双反”政策	15
表 6: 我国对欧盟进口太阳能级多晶硅“双反”政策	15
表 7: OCI 多晶硅扩产过程	17
表 8: Wacker 产能分布	20

图目录

图 1: 多晶硅示意图	2
图 2: 多晶硅产业链	2
图 3: 我国多晶硅发展阶段及全球多晶硅价格&产能增速变化	3
图 4: 2001-2012 年间全球光伏新增装机及同比变化情况	3
图 5: 我国历年多晶硅产量及同比变化	3
图 6: 我国历年多晶硅表观消费量及进口量占比	3
图 7: 单片硅片用多晶硅数量变化情况(克/片)	5
图 8: BNEF 对未来三年全球光伏新增装机预测 (GW)	5
图 9: 未来多晶硅需求量测算(万吨)	6
图 10: 多晶硅改良西门子法生产工艺示意图	7
图 11: 第三代改良西门子法生产工艺流程	7
图 12: 多晶硅硅烷流化床法制备工艺流程	7
图 13: 多晶硅生产技术市场占比变化趋势	8
图 14: 通威股份 2017 年多晶硅产品生产成本构成	9
图 15: OCI 单位产能 CAPEX 变化情况(美元/Kg)	9
图 16: 多晶硅生产成本曲线	10
图 17: 国内主要多晶硅企业当前产能与扩产产能对比(单位: 万吨)	11
图 18: 国内主要多晶硅企业多晶硅业务营收变化(单位: 亿元)	11
图 19: 国内主要多晶硅企业毛利率对比(单位: %)	12
图 20: 国内主要多晶硅企业现金成本对比(元/Kg)	12
图 21: 国内主要多晶硅企业折旧对比(元/Kg)	12
图 22: 国内主要多晶硅企业生产成本对比(元/Kg)	12
图 23: 一级料多晶硅出厂价(含税, 元/Kg)	13
图 24: 我国历年多晶硅产量与其他地区多晶硅产量占比变化	14
图 25: 我国历年多晶硅产量及进口量同比变化	14
图 26: 我国多晶硅进口国及地区占比	14
图 27: 我国主要多晶硅进口国及地区进口单价变化(CIF, 美元/Kg)	14
图 28: OCI 整体营收变化	16
图 29: OCI 分板块营收占比	16
图 30: OCI 多晶硅产能变化(单位: 吨)	17
图 31: OCI 基础化工板块销售收入及同比变化	17
图 32: 多晶硅在 OCI 基础化工板块占绝对比重	17
图 33: OCI 基础化工业务 EBITDA 及 EBITDA 率变化情况	18
图 34: OCI 基础化工业务 EBIT 及 EBIT 率变化情况	18
图 35: OCI 规划降本路线	18
图 36: OCI 单位产能 CAPEX 变化情况(美元/Kg)	18
图 37: Wacker 历年营收及同比变化	19
图 38: Wacker 分板块营收占比	19
图 39: Wacker 多晶硅产能变化	20
图 40: Wacker 多晶硅业务销售收入及同比变化	20
图 41: Wacker 多晶硅业务 EBITDA 及 EBITDA 率变化情况	20
图 42: Wacker 多晶硅业务 EBIT 及 EBIT 率变化情况	21

图 43: REC 营收结构	22
图 44: REC 多晶硅分品种产量变化 (吨)	22
图 45: REC 历年营收及同比变化	22
图 46: REC 历年 EBIT 及 EBITDA 变化	22
图 47: REC 多晶硅现金成本变化情况	23
图 48: REC 分季度多晶硅成本结构(美元/Kg).....	23

一、我国多晶硅产业砥砺前行，持续推进进口替代

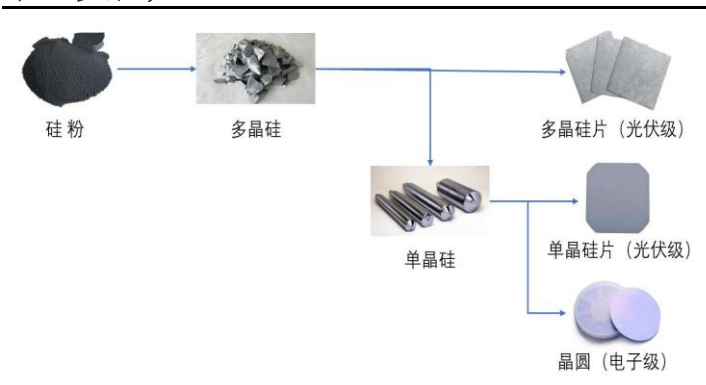
硅材料可分为无机硅和有机硅，无机硅主要为单质硅，此外还有部分无机硅化合物；有机硅均为化合物。单质硅包括多晶硅、单晶硅和非晶硅三类。单晶硅和多晶硅的原料均来自高纯硅原生料，初始原料为石英砂(SiO₂)，通过与焦炭在高温电炉里进行炭热还原反应，形成纯度在 99%左右的金属硅，再经西门子法或硅烷流化床等工艺技术提纯为高纯多晶硅原料。多晶硅经区熔或直拉工艺可生产单晶硅。多晶硅原料下游主要用于半导体和光伏产业，半导体产业对多晶硅产品质量要求更高，纯度往往要求在 99.999999%以上 (9N-11N)，光伏级多晶硅纯度要求略低于半导体级，但也要达到 6N-9N。光伏领域中，铸造多晶硅和直拉单晶硅的应用最为广泛，市占率在 90%以上。

图 1：多晶硅示意图



资料来源：新特能源官网，信达证券研发中心

图 2：多晶硅产业链



资料来源：信达证券研发中心整理

从发展历程来看，我们把我国多晶硅发展分为五个阶段。

第一阶段是 2006 年之前，我国多晶硅严重依赖进口，2005 年我国多晶硅产量仅为 100 吨。

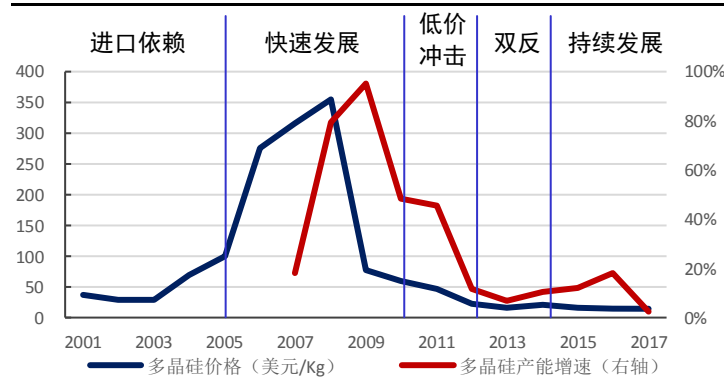
第二阶段是 2006-2010 年，2005 年 10 月，洛阳中硅建成我国第一条多晶硅产业化示范线，多晶硅产业开始进入快速成长期，2007 年产量突破 1000 吨，2010 年突破 5 万吨。而这期间，全球多晶硅价格经历剧烈变化，2005-2006 年，由于全球太阳能装机迅速提升，多晶硅产能不足，多晶硅价格迅速提升，之后全球产能陆续投放，供给恢复，叠加金融危机对需求侧影响，多晶硅价格又急速下滑。

第三阶段是 2010-2012 年，欧债危机导致全球光伏装机大幅下滑，多晶硅供给过剩，国外产能向我国低价倾销，国内企业竞争力不足，业绩大幅下滑。

第四阶段为 2012-2014 年，我国启动对欧美韩进口多晶硅的“双反”调查，并裁定存在倾销，国内多晶硅产业发展受到保护。

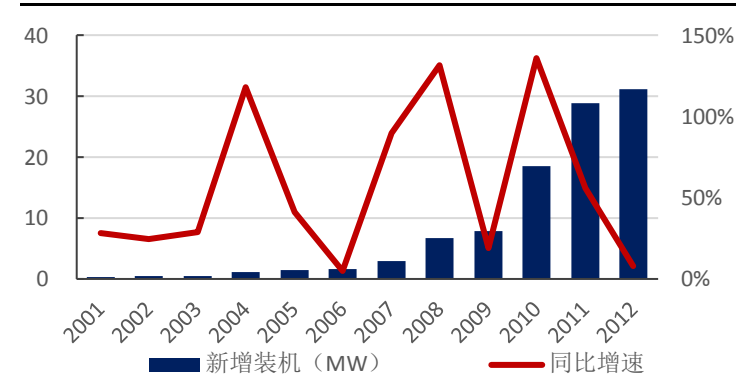
第五阶段为 2015 年至今，我国光伏装机持续扩大，需求增长，多晶硅企业竞争力增强，我国多晶硅产量稳居全球第一。

图 3：我国多晶硅发展阶段及全球多晶硅价格&产能增速变化



资料来源: Bloomberg, 信达证券研发中心

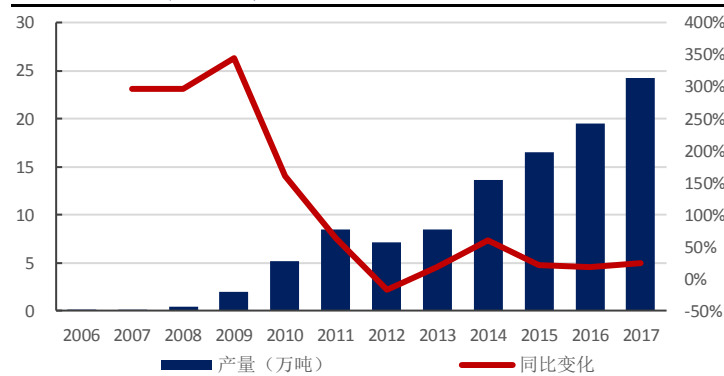
图 4：2001-2012 年间全球光伏新增装机及同比变化情况



资料来源: Bloomberg, 信达证券研发中心

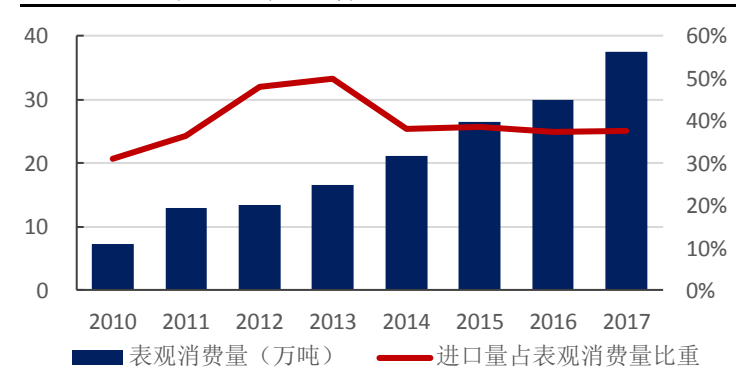
2017 年，我国多晶硅产量为 24.20 万吨，全球产量为 44.2 万吨，我国产量占比达到 55%。从表观消费量看，2017 年我国多晶硅进口量为 14.10 万吨，出口量为 0.72 万吨，对应表观消费量为 37.58 万吨。目前我国多晶硅进口量占表观消费量的比重在 37%左右，近年来呈小幅下降趋势。

图 5：我国历年多晶硅产量及同比变化



资料来源: Wind, 信达证券研发中心

图 6：我国历年多晶硅表观消费量及进口量占比



资料来源: Wind, 信达证券研发中心

二、国内多晶硅产能投放加速，全球供需仍处紧平衡

2.1 全球多晶硅供应集中度较高，国内产能投放加速

据我们统计，截至 2017 年底，全球多晶硅生产企业中，产能达到万吨级以上的不足 20 家企业，其中瓦克、江苏中能和 OCI 分别拥有 8.0、7.4 和 6.58 万吨，位于行业前三位，行业前 10 企业合计拥有产能 38.48 万吨，市场集中度较高。至 2017 年底，我国在产多晶硅企业有 22 家，同比增加 5 家，有效产能共计 27.6 万吨/年，同比增长 6.6 万吨/年。

表 1: 截至 2017 年全球万吨级多晶硅生产企业产能情况

公司名称	产能 (吨/年)	公司名称	产能 (吨/年)
Wacker	80000	江苏中能	74000
OCI	65800	Hemlock	36000
新特能源	36000	通威永祥	20000
新疆大全	20000	REC	20000
洛阳中硅	18000	亚洲硅业	15000
TOP 10 合计 38.48 万吨/年			
东方希望	15000	Hankook	14000
Tokuyama	13800	Hanwha	13000
赛特 LDK	10000	内蒙古盾安	10000
江苏康博	10000		

资料来源: 中国有色金属工业协会硅业分会, Bloomberg, 信达证券研发中心

从扩产情况看，未来多晶硅扩产产能集中于国内，几大龙头企业均有万吨级扩产计划，而国外龙头仅 OCI 马来西亚工厂有 1.32 万吨扩产计划。从地域分布来看，国内产能集中于西北、西南等电价较低地区，进一步降低生产成本。

表 2: 全球万吨级多晶硅扩产计划

企业名称	扩产产能 (万吨/年)	扩产地	项目投资 (亿元)	投产日期
新特能源	3.6	新疆	40.65	2019H1
	2 (一期)	新疆		2018Q3
保利协鑫	2 (二期)	新疆	56.82	2018 年底
	2 (徐州搬迁)	新疆		2020 年底
大全新能源	1.2	新疆		2019 年中
通威股份	2.5 (一期)	四川乐山	40	2018 下半年
	2.5 (一期)	内蒙古包头	40	2018 下半年
OCI	0.32	马来西亚		2018 Q3

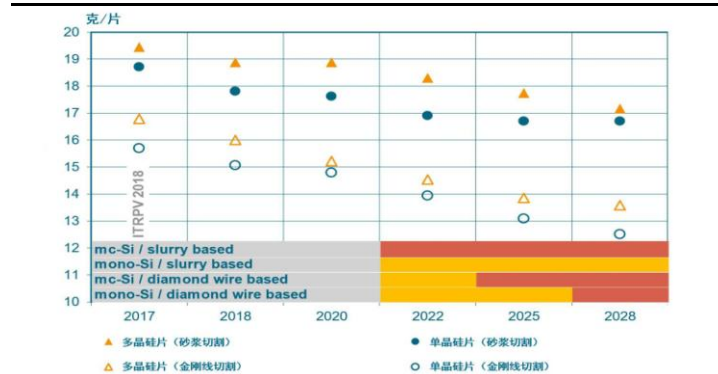
	1	马来西亚	2019 Q1
东方希望	1.5	新疆	2018 下半年
赛维 LDK	1	江西	2019 下半年

资料来源：中国有色金属工业协会硅业分会，各公司公告，信达证券研发中心

2.2 光伏级多晶硅需求持续增长，全球供需相对偏紧

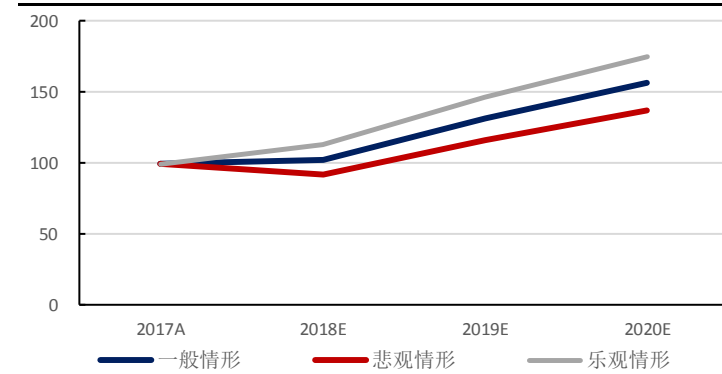
我们根据国际光伏技术路线图（ITRPV）中对单片硅片耗硅量变化的预计，结合对未来光伏转换效率的预计，得出了多晶硅需求量与光伏装机量之间的换算关系。根据 BNEF 预计，2018-2020 年，一般情形下全球光伏装机为 103、131 和 156GW，乐观情形下为 113、147 和 175GW。我们根据以上数据对未来全球光伏级多晶硅需求量进行简单测算。

图 7：单片硅片用多晶硅数量变化情况（克/片）



资料来源：ITRPV，信达证券研发中心

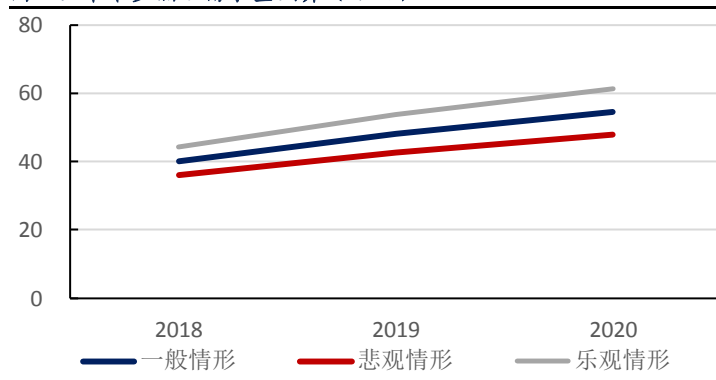
图 8：BNEF 对未来三年全球光伏新增装机预测（GW）



资料来源：BNEF，信达证券研发中心

结果表明，未来全球光伏级多晶硅将保持持续增长态势。一般情形下，2018-2020 年全球光伏级多晶硅需求分别为 40.1、48.1 和 54.5 万吨；乐观情形下分别为 44.2、53.7 和 61.1 万吨。而目前全球万吨级多晶硅生产企业产能合计约 47 万吨，考虑到高成本产能竞争力下降以及电子级多晶硅产能占一定比例，我们认为目前全球光伏级多晶硅供需相对偏紧。

图 9: 未来多晶硅需求量测算 (万吨)



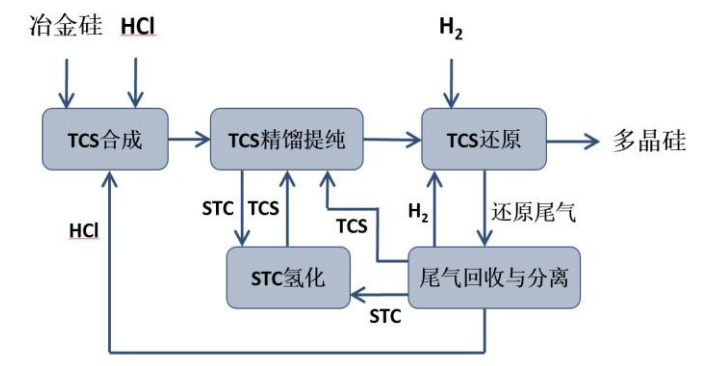
资料来源: 信达证券研发中心

三、改良西门子法是主流，成本与品质成为企业竞争的关键

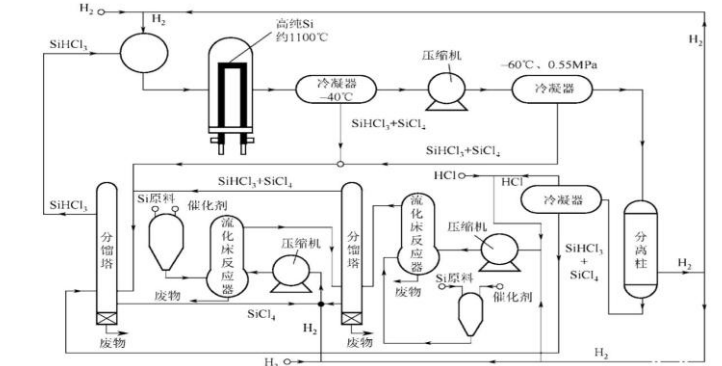
3.1 改良西门子法仍将是多晶硅生产主流工艺

1955 年，德国西门子公司成功开发出三氯硅烷在氢气氛围下，在炙热的硅芯/硅棒表面上沉积硅的工艺技术，并于 1957 年开始工业化生产，即“西门子法”多晶硅生产工艺。但西门子法多晶硅转化率低，四氯化硅等副产品污染严重，因而增加了尾气回收和四氯化硅氢化工艺的改良西门子法得以提出。

改良西门子法实现了多晶硅生产过程的闭路循环。生产工艺流程为：氯气和氢气合成氯化氢（或外购氯化氢），工业硅粉与氯化氢在合成流化床中合成三氯氢硅气体（简称 TCS），将 TCS 与高纯氢气送入还原炉中，经化学气相沉积反应生产高纯多晶硅。改良西门子法的闭路循环体现在：将还原炉还原过程中产生的污染副产品四氯化硅（简称 STC）送到氢化反应环节将其转化为 TCS，进而实现循环利用。改良西门子法中，多晶硅还原炉是其最重要的核心设备。改良西门子法可通过采用大型还原炉，降低单位产品的能耗。

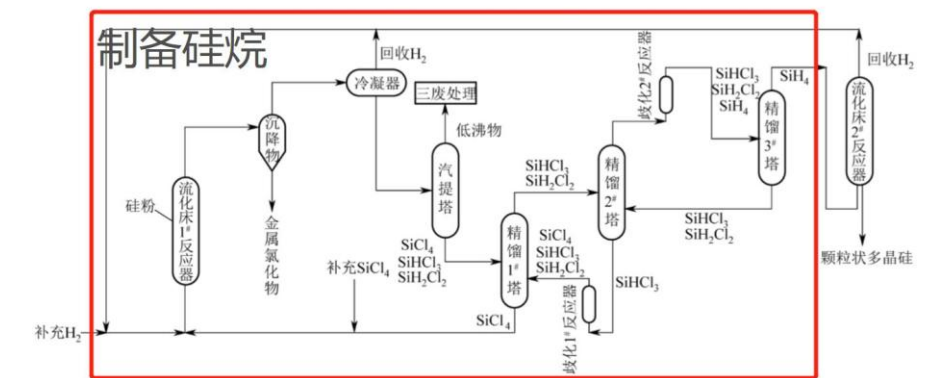
图 10: 多晶硅改良西门子法生产工艺示意图


资料来源:《化工进展》, 信达证券研发中心

图 11: 第三代改良西门子法生产工艺流程


资料来源:《化工进展》, 信达证券研发中心

多晶硅生产的另一种方法是硅烷流化床法, 该工艺的核心是硅烷气体在流化床反应器中直接分解为颗粒状的多晶硅产品。具体即先通过系列反应制备硅烷 (SiH₄), 之后通入流化床反应器中, 反应器中有加热至一定温度的多晶硅晶种颗粒床层, 硅烷在该床层中发生分解, 在晶种颗粒表面沉积, 颗粒硅长大到一定尺寸后, 排出流化床形成颗粒状多晶硅产品。

图 12: 多晶硅硅烷流化床法制备工艺流程


资料来源:《化工进展》, 信达证券研发中心

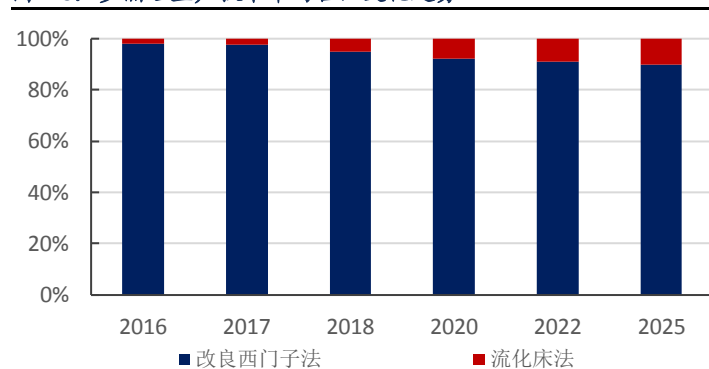
与改良西门子法相比, 硅烷法热解时温度低, 同时流化床反应器可增大反应面积、提高生产效率, 所以还原电耗低于改良西门子法。另外, 由于不需要更换硅芯、配置碳电极, 硅烷法可实现连续化生产。但是, 硅烷法建设成本高, 导致其在综合成本方面不占优势; 另外, 硅烷法对安全性要求高, 且生产的多晶硅纯度较差。目前全球龙头中主要有挪威 REC 公司采用硅烷法。

表 3: 两种多晶硅生产工艺对比

对比项目	改良西门子法	流化床法
原材料	三氯氢硅、氢气	硅烷、氢气
产品纯度	可满足太阳能级和电子级	多达到太阳能级要求
还原电耗	高	低
现金成本	高	低
综合成本	低	高
生产方式	间歇式	连续式
代表企业	Wacker、Hemlock、OCI、通威永祥	REC

资料来源：信达证券研发中心整理

目前全球仍以改良西门子法生产为主，2017 年我国改良西门子法市占率在 95%以上，未来仍将是主流生产工艺，但同时流化床法生产工艺也不断受到重视，目前江苏中能已具备万吨级硅烷流化床产能，同时全球硅烷法龙头 REC 与陕西有色合资成立陕西天宏硅业从事颗粒多晶硅生产，目前正在积极推进。

图 13: 多晶硅生产技术市场占比变化趋势


资料来源：《中国光伏产业发展路线图》，信达证券研发中心

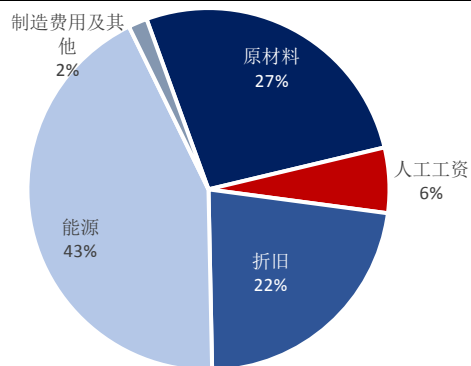
3.2 多晶硅生产成本与品质为王，后发产能有优势

从上述多晶硅生产工艺可以看出，整个多晶硅生产流程相对封闭，决定了其生产成本主要受生产过程中的能源、原材料消耗以及初始建设投资影响。我们把多晶硅成本分现金成本和生产成本进行讨论，其中现金成本包括能源、原材料、人工、制造费用，现金成本加折旧为生产成本。从通威股份数据来看，多晶硅生产成本中占比最大的为能源，即电力成本，达到 43%；其次为原材料成本，如硅粉、氯气、电石等，占 27%；由于还原炉等设备初始投资较大，折旧成本在多晶硅生产成本中占 22%；

相比较而言，人工及制造费用等占比相对较小，分别为 6%和 2%，但国外产能人工成本占比也较高。

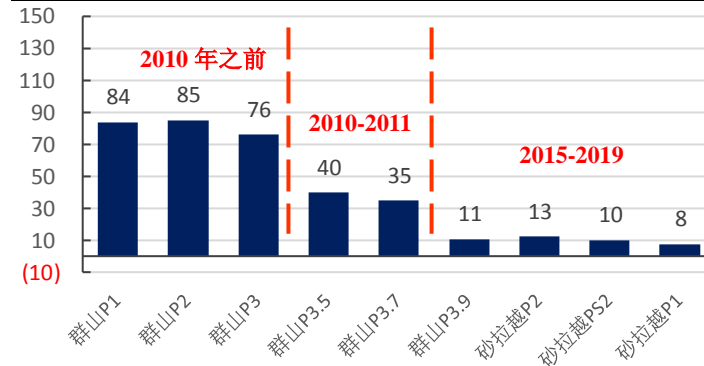
上述特点决定了多晶硅生产具备一定后发优势。首先能源成本方面，新增产能普遍选择低电价区域，如国内新增产能选择燃煤电价较低的新疆、内蒙古及水电丰富的西南地区新建产能，韩国 OCI 选择在马来西亚实施扩产项目；折旧方面，从 OCI 单位产能资本支出可看出，其 2010 年前、2010 年左右及 2015 年后投产的多晶硅产能单位资本支出呈明显阶梯分布，新产能折旧成本大幅下降；单耗方面，通过还原炉大型化提升单炉产量、优化多晶硅生产工艺、提升副产物综合利用能力等手段有效降低原材料消耗及能耗，降低原材料成本。

图 14: 通威股份 2017 年多晶硅产品生产成本构成



资料来源：通威股份公告，信达证券研发中心

图 15: OCI 单位产能 CAPEX 变化情况 (美元/Kg)



资料来源：OCI 公告，信达证券研发中心

而在品质方面，随着单晶市占率快速提升以及 N 型电池发展，下游市场对多晶硅品质要求越来越高。从技术上来看，多晶硅产品质量受原料、设备洁净度和工艺方法等多种因素影响。原料方面，由于目前多晶硅生产主要采用氢气还原三氯氢硅的改良西门子法生产，因而三氯氢硅和氢气的纯度和质量直接影响多晶硅质量。生产设备中的油污、氧化物或粉尘的掺入也将严重影响多晶硅的晶型，生产工艺中反应物的配比、温度的控制也将对产品品质产生较大影响。

表 4: 多晶硅产品品质主要影响因素

影响因素	影响方式
原料对产品质量的影响	
	三氯氢硅和氢气是改良西门子法生产多晶硅的主要原料
	工业用的三氯氢硅含有多种杂质，生产中需精馏提纯保证纯度，精馏塔的稳定运行是关键因素
	国内常用干法回收氢而非电解制氢生产氢气，该工艺流程复杂且更容易掺入杂质
设备洁净度对产品质量的影响	

油污、氧化物或粉尘的掺入将严重影响多晶硅的晶型

清洗时用的水或其他溶液在设备表面残留的各类杂质，也会影响多晶硅的晶体生长

如果设备本身存在材质缺陷，或生产过程中运行维护不当引起设备渗漏，也会引入大量的杂质造成二次污染

工艺方法对产品质量的影响

化学当量比影响。三氯氢硅和氢气的配比不当时会引发副反应，造成副产物掺杂

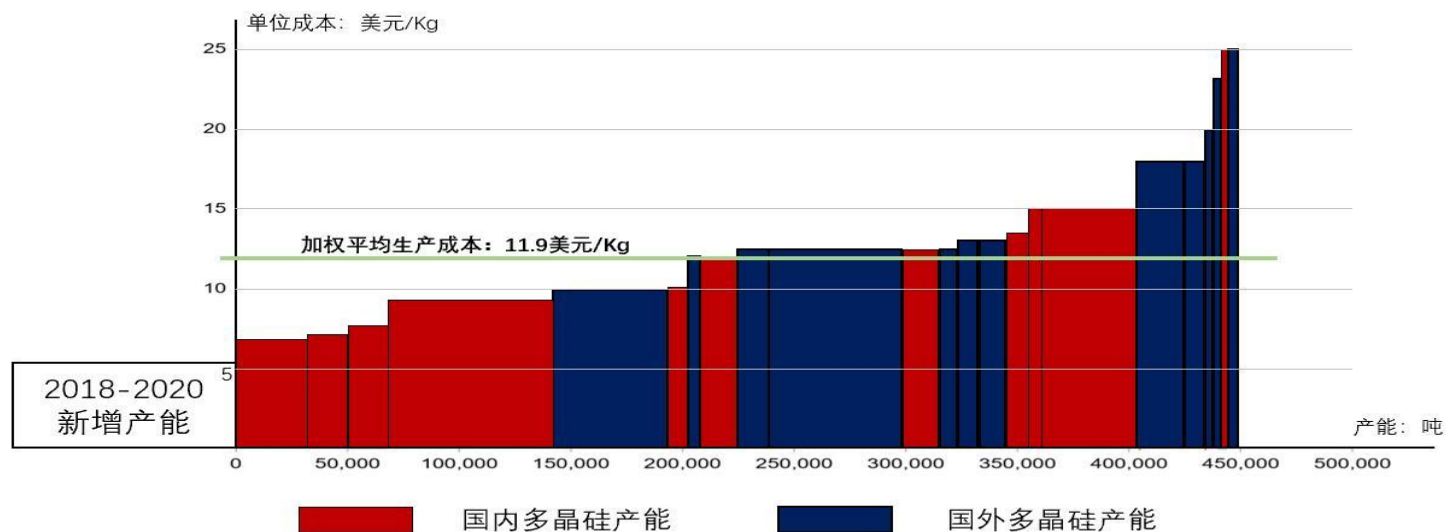
反应炉温度影响。还原炉温度应稳定在 1100℃ 左右，过低时会形成带有气泡和杂质的温度夹层影响晶体生产，过高时会同时发生副反应和逆反应。

资料来源：信达证券研发中心整理

四、国内多晶硅先进产能位于成本曲线左侧，无惧价格下降压力

从全球多晶硅生产企业的生产成本来看，我国龙头企业成本优势明显。通威永祥、新特能源、新疆大全等可享受较低的电价水平；拥有较为领先的工艺及设备保证了较低能耗和原料消耗；产能投放相对海外龙头较晚，折旧成本较低，处于多晶硅生产成本曲线左侧，领先于全球龙头 Wacker、OCI、Hemlock 等企业。而从后续投产产能看，随着国产设备渗透率进一步提升，折旧成本下降；工艺优化物耗下降以及电价优势，成本仍有下降空间。

图 16：多晶硅生产成本曲线

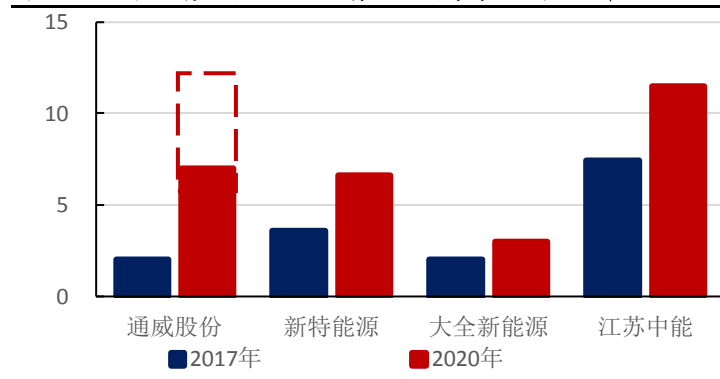


资料来源：BNEF，信达证券研发中心

保利协鑫（江苏中能）、特变电工（新特能源）、通威股份（四川永祥）和大全新能源是我国四大多晶硅生产企业，截至2017年其合计产能为15万吨，合计市占率达54%，且四家在未来1-2年内均有万吨级扩产计划，合计新增产能约13万吨，基本与2017年我国多晶硅进口数量相当。

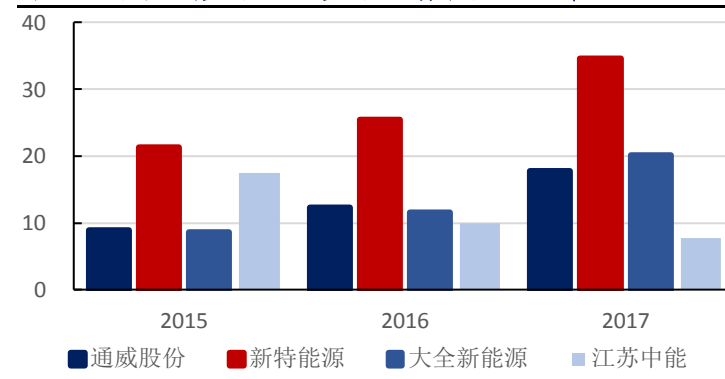
从四家企业营收规模来看，江苏中能由于股东保利协鑫同时从事硅片业务，对外销售多晶硅数量较少，营收规模较小，新特能源由于多晶硅产能较大，营收规模较大，2017年营收为35亿元，通威永祥和大全新能源2017年多晶硅营收分别为18和20亿元。

图 17: 国内主要多晶硅企业当前产能与扩产产能对比 (单位: 万吨)



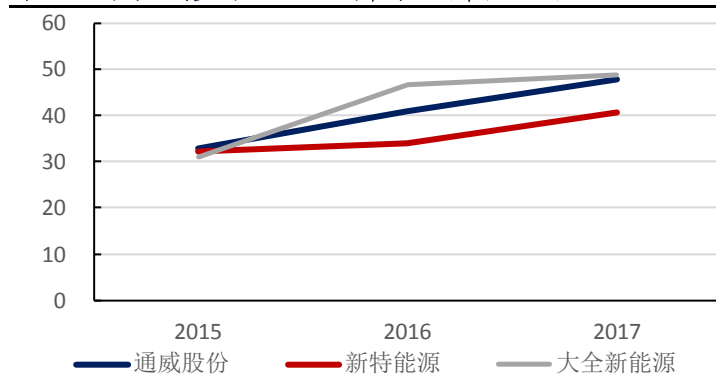
资料来源: 信达证券研发中心整理

图 18: 国内主要多晶硅企业多晶硅业务营收变化 (单位: 亿元)

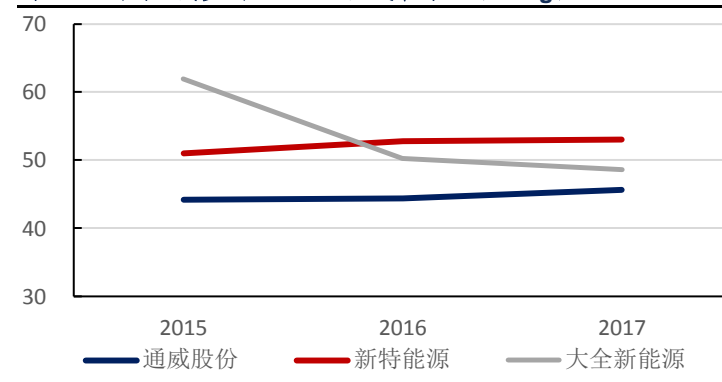


资料来源: Wind, Bloomberg, 信达证券研发中心 注: 大全以 6.87 ¥/\$ 折算

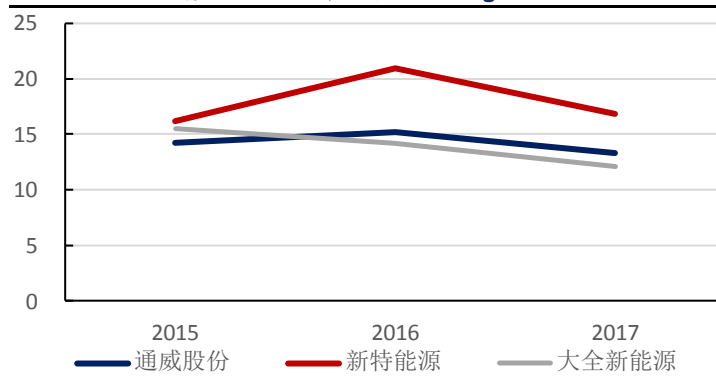
保利协鑫由于多晶硅内部供应占比较高以及业务划分范围较大，我们主要选择其余三家企业对多晶硅生产毛利水平及成本进行对比。从毛利率来看，得益于对成本的控制，各企业毛利率均成上升趋势，2017年三家企业毛利率均超过40%。从成本来看，三家企业生产成本明显低于国外企业，三家对比来看，通威股份在现金成本和综合成本方面均具备优势。

图 19: 国内主要多晶硅企业毛利率对比 (单位: %)


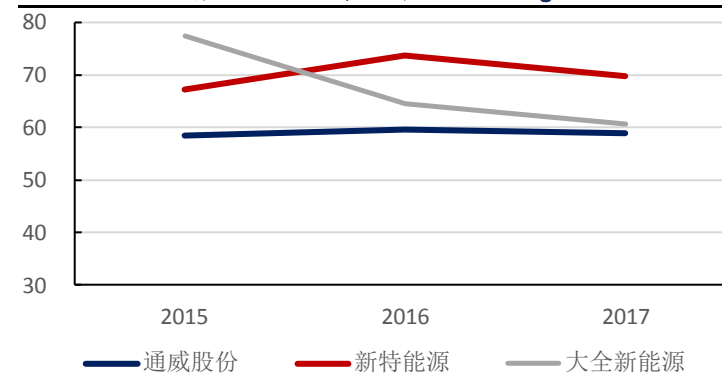
资料来源: Wind, Bloomberg, 信达证券研发中心

图 20: 国内主要多晶硅企业现金成本对比 (元/Kg)


资料来源: Wind, Bloomberg, 信达证券研发中心

图 21: 国内主要多晶硅企业折旧对比 (元/Kg)


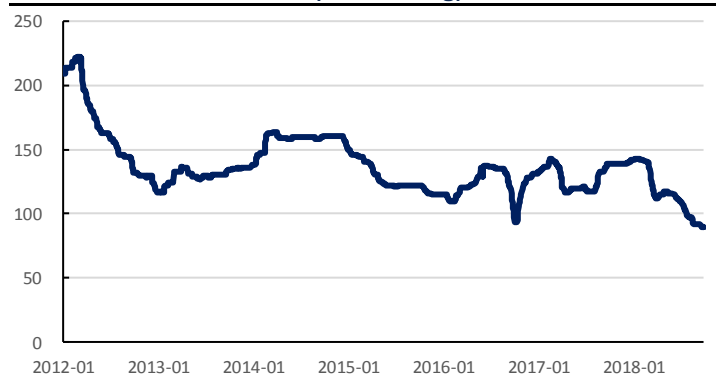
资料来源: Wind, Bloomberg, 信达证券研发中心

图 22: 国内主要多晶硅企业生产成本对比 (元/Kg)


资料来源: Wind, Bloomberg, 信达证券研发中心

4.1 多晶硅价格下降对生产企业业绩影响有限

今年以来,受国内新增产能投产以及 531 新政对产业链的冲击,多晶硅价格持续下降,截至 2018 年 9 月底,国内多晶硅一级料出厂价为 89.43 元/Kg,已创 2012 年以来新低。但我们认为,受光伏平价上网进程加速影响,降低多晶硅价格是降低电站单位投资成本的重要部分,我们预计未来多晶硅价格大幅反弹的概率较小,大概率仍将呈震荡下行趋势。

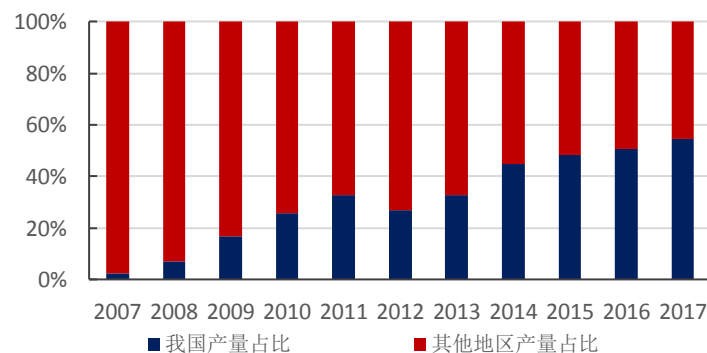
图 23：一级料多晶硅出厂价(含税，元/Kg)


资料来源：Wind，信达证券研发中心

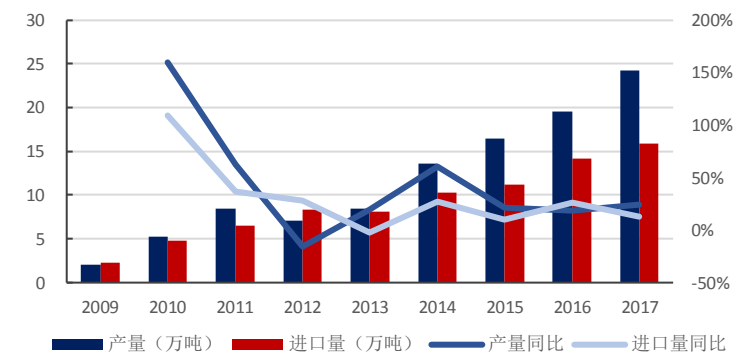
但是我们认为，多晶硅价格下降对生产企业业绩影响有限。根据《中国光伏产业发展路线图》对我国多晶硅制造行业发展趋势的展望，未来，我国多晶硅生产综合电耗将降至 58KWh/Kg，硅耗量将降至 1.08Kg/Kg，单位投资成本降至 8 万元/吨，人均产出量提升至 37.5 吨/年。我们以上述先进水平对多晶硅生产成本进行测算，结果显示多晶硅生产现金成本将降至 3.1 万元/吨，生产成本降至 3.9 万元/吨。在该成本水平下，即使多晶硅价格降至 70 元/Kg（含税），多晶硅生产企业仍能维持 35% 的毛利率水平。目前来看，该成本水平并非遥不可及，通威永祥已将其乐山和包头两个 5 万吨扩产项目成本目标定位在现金成本降至 3 万元/吨以下、生产成本降至 4 万元/吨以下。

五、海外多晶硅龙头景气差异较大，欧美产能存替代可能

2017 年我国多晶硅产量为 24.20 万吨，全球除我国外产量为 20 万吨，我国产量占比已过半数，但由于国内需求更大，我国仍需进口多晶硅以满足国内需求，近年来我国多晶硅进口量增速虽整体低于产量增速，但仍以两位数增长，2017 年我国多晶硅进口量为 15.89 万吨，同比增长 13%。

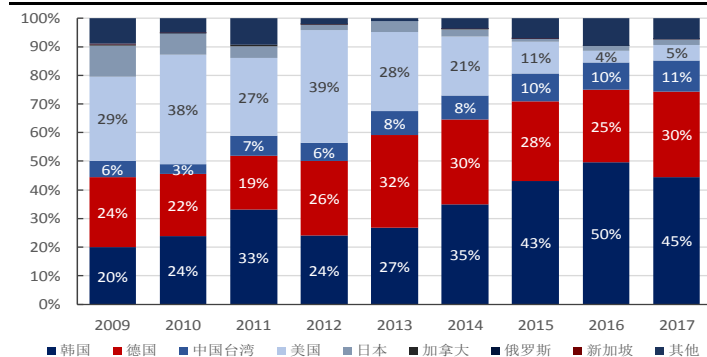
图 24: 我国历年多晶硅产量与其他地区多晶硅产量占比变化


资料来源: Wind, 信达证券研发中心

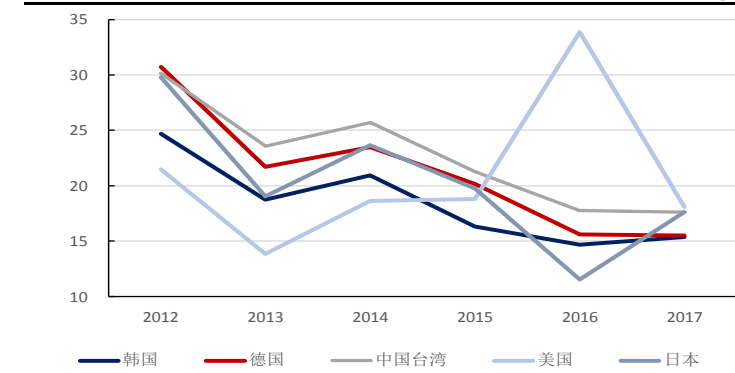
图 25: 我国历年多晶硅产量及进口量同比变化


资料来源: Wind, 信达证券研发中心

从具体进口来源来看, 韩国是我国第一大多晶硅进口国, 占我国进口总量的 45% 左右, 而且由于 OCI、Hankook 等企业进口关税相对较低, 近年来进口量占比呈扩大趋势; 德国是第二大进口国, 进口量占 30% 左右, 主要为 Wacker 产多晶硅产品; 台湾没有多晶硅产能, 美国等国生产企业借道台湾以规避“双反”征税, 但美国+台湾整体进口量占比呈下滑趋势, 目前在 15% 左右。

图 26: 我国多晶硅进口国及地区占比


资料来源: Wind, 信达证券研发中心

图 27: 我国主要多晶硅进口国及地区进口单价变化 (CIF, 美元/Kg)


资料来源: Wind, 信达证券研发中心

我国自 2012 年启动对欧、美、韩进口多晶硅“双反”立案调查, 并于 2014 年做出最终裁定, 其中对美韩产品实施期限为 5 年, 2017 年 11 月期中复审提高对韩反倾销税率; 对欧盟进口产品实施期限为 2 年, 后经复审终裁, 延长至 2018 年底。从“双反”征税具体企业来看, 我国对 OCI、韩国硅业 (Hankook)、瓦克 (Wacker) 三大主要进口企业征收关税相对较低, 而对美

国进口企业及其余欧洲企业征收关税额度较高，我们接下来对海外多晶硅龙头企业进行分析，通过其多晶硅业务发展状况观测未来替代其产能的可能性。

表 5: 我国对美国及韩国进口太阳能级多晶硅“双反”政策

国别	公司名称	反倾销税率	2017年11月调整后税率	反补贴税率
美国	REC	57.0%		0%
	Hemlock	53.3%		2.1%
	MEMC Pasadena	53.6%		0%
	AE Polysilicon	57.0%		2.1%
	其他美国公司	57.0%		2.1%
韩国	OCI	2.4%	4.4%	
	Hankook Silicon	2.8%	9.5%	
	Hanwha Chemical		8.9%	
	SMP		88.7%	
	Woongjin Polysilicon	12.3%	113.8%	
	KCC Corp.		113.8%	
	KAM Corp.	48.7%	113.8%	
Innovation Silicon	48.7%	113.8%		
其他韩国公司	12.3%	88.7%		
实施期限		2014-01-20 至 2019-01-20		

资料来源：商务部，信达证券研发中心

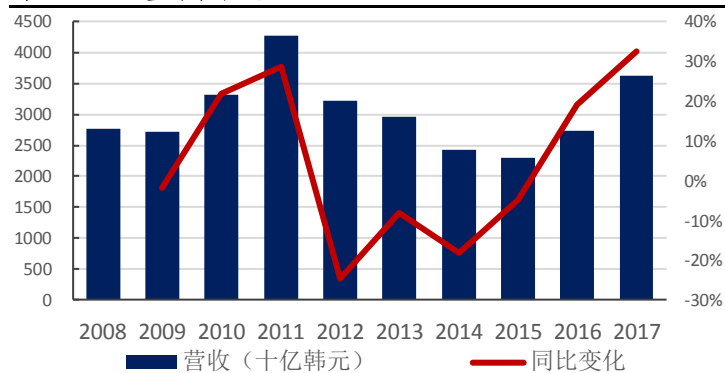
表 6: 我国对欧盟进口太阳能级多晶硅“双反”政策

国别	公司名称	反倾销税率	反补贴税率	
德国	Wacker	14.3%		
	Schmid Group	42%	1.2%	
	Joint Solar Silicon (JSS)	42%	1.2%	
	MEMC Electronic Materials SpA	42%	1.2%	
	MEMC Electronic Materials	42%	1.2%	
	意大利	SILFAB S.p.A.	42%	1.2%
	Estelux S.r.l.	42%	1.2%	
	PrimeSolar S.r.l.	42%	1.2%	
	西班牙	Siliken Spain	42%	1.2%
	其他欧盟公司		14.3%	1.2%
实施期限		2014-05-01 至 2018-11-01		

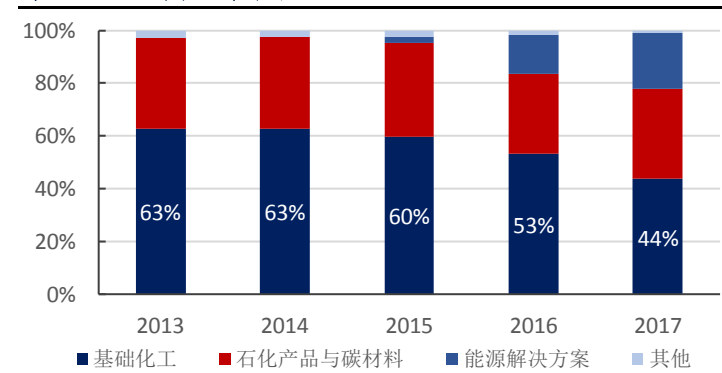
资料来源：商务部，信达证券研发中心

5.1 OCI：降本增效效果显著，扩大产能提升市场竞争力

OCI为韩国企业，成立于1959年，从化工业务起家。目前已形成基础化工、石化产品与碳材料、能源解决方案三大业务板块。其中多晶硅产品属基础化工板块；同时OCI在美国和中国开展光伏电站运营业务，即能源解决方案板块。受光伏电站运营业务收入迅速增长影响，其基础化工板块营收占比呈下降趋势，2017年为44%。

图 28: OCI 整体营收变化


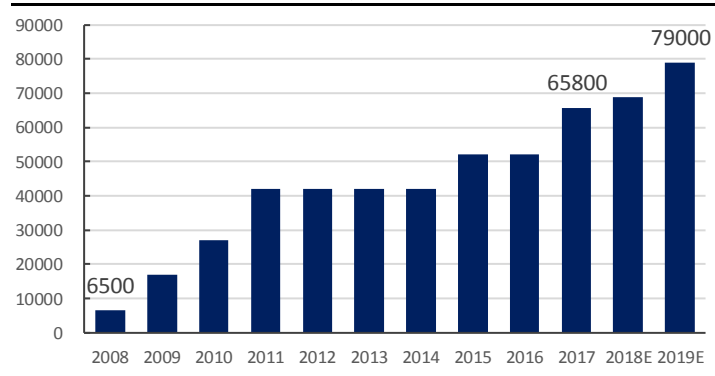
资料来源: Bloomberg, 信达证券研发中心

图 29: OCI 分板块营收占比


资料来源: Bloomberg, 信达证券研发中心

OCI 2008 年实现多晶硅商业化生产, 当时群山 P1 工厂产能 6500 吨。2009 年至 2011 年间 OCI 加快多晶硅产能建设, 群山 P2 和 P3 工厂先后投产, 并通过去瓶颈项目, 将整体产能扩大至 4.2 万吨。其原计划在 2012 年建成群山 P4 工厂, 但 2011 年多晶硅价格大幅下降, 扩产计划搁置 (并于 2016 年永久搁置), 专注降低成本, 2011-2015 年间, 其多晶硅制造成本下降了 33%。2015 年 3 月, 群山 P3 工厂年产能增至 5.2 万吨。

2017 年 5 月, OCI 出资 1.73 亿美元收购日本德山位于马来西亚砂拉越的多晶硅工厂, 截至 2017 年底, 该工厂产能为 1.38 万吨, 其整体产能提升至 6.58 万吨, 预计砂拉越工厂两个扩产项目将分别于 2018Q3 和 2019 投产, 投产后 OCI 总产能将达 7.9 万吨。未来, OCI 两大生产基地中, 韩国工厂定位高质量的单晶及半导体用多晶硅生产, 马来西亚工厂定位提供有成本优势的单晶和高效多晶用多晶硅生产。

图 30: OCI 多晶硅产能变化 (单位: 吨)


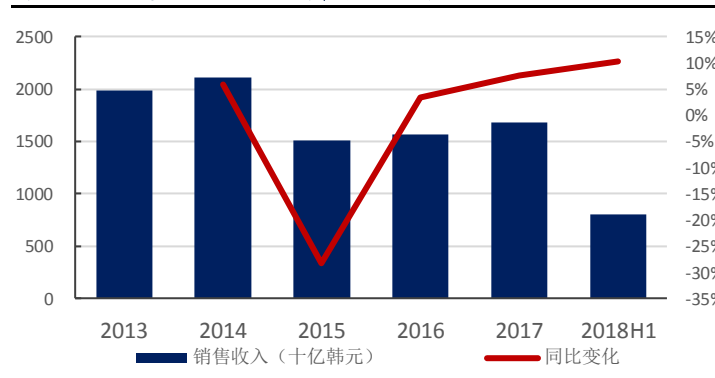
资料来源: Bloomberg, 信达证券研发中心

表 7: OCI 多晶硅扩产过程

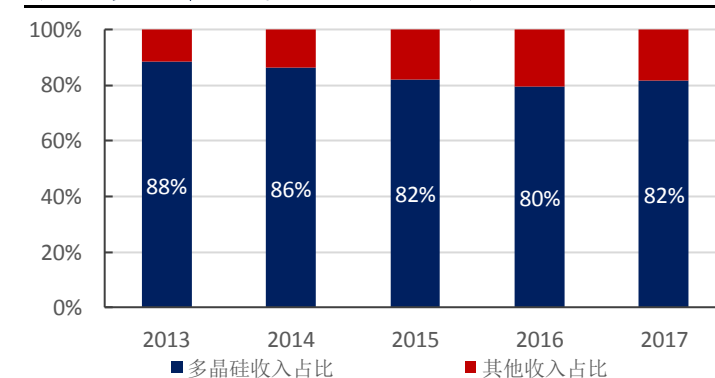
生产基地	所属国家	产能吨	投产时间
群山 P1 工厂	韩国	6500	2008 Q1
群山 P2 工厂	韩国	10500	2009 Q3
群山 P3 工厂	韩国	10000	2010 Q4
群山 P3 工厂去瓶颈项目 P3.5	韩国	8000	2011 Q3
群山 P3 工厂去瓶颈项目 P3.7	韩国	7000	2011 Q4
群山 P3 工厂去瓶颈项目 P3.9	韩国	10000	2015 Q1
马来西亚砂拉越 P2 工厂	马来西亚	13800	2017 Q2
扩产计划	已有合计产能	65800	
砂拉越 P2 工厂技改项目 PS2	马来西亚	3200	2018 Q3
砂拉越 P1 工厂	马来西亚	10000	2019 Q1
	扩产后合计产能	79000	

资料来源: OCI 公告, 信达证券研发中心

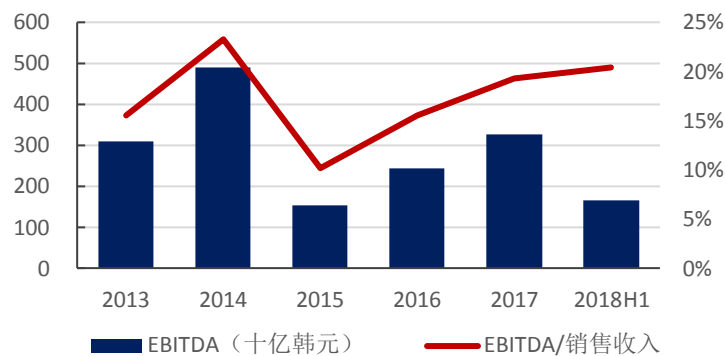
由于 OCI 未单独披露多晶硅业务经营情况, 但多晶硅业务营收在整体基础化工板块中占比很高, 我们认为基础化工板块业绩可以反映其多晶硅业务业绩水平。2015 年, 受多晶硅价格下跌以及群山 P2 工厂发生氯化硅气体泄漏事故, 停产两个月导致产量同比减少 15% 以上影响, OCI 基础化工板块业绩大幅下滑。2016-2017 年, 随着扩产及收购产能释放带来的销量增长, 成本下降及多晶硅价格回升, 其基础化工板块业绩持续好转。

图 31: OCI 基础化工板块销售收入及同比变化


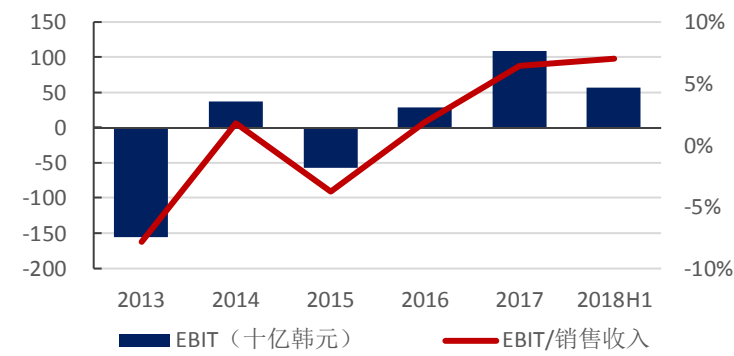
资料来源: Bloomberg, 信达证券研发中心

图 32: 多晶硅在 OCI 基础化工板块占绝对比重


资料来源: Bloomberg, 信达证券研发中心

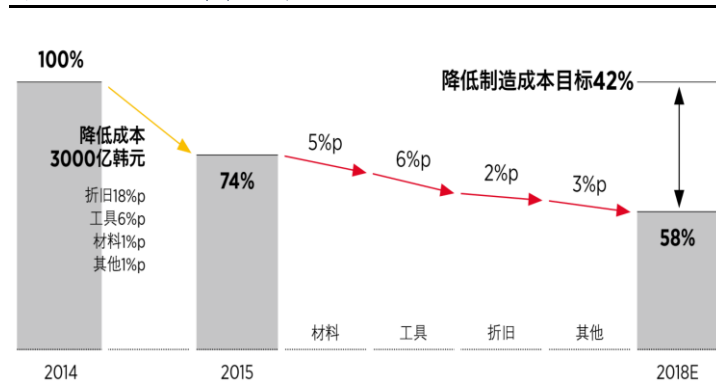
图 33: OCI 基础化工业务 EBITDA 及 EBITDA 率变化情况


资料来源: Bloomberg, 信达证券研发中心

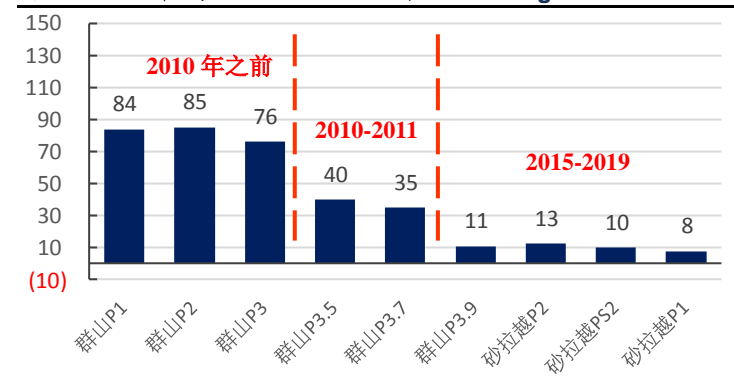
图 34: OCI 基础化工业务 EBIT 及 EBIT 率变化情况


资料来源: Bloomberg, 信达证券研发中心

整体来看, OCI 近年来推行降本增效成效显著, 有明确的降本路线。同时, 从其各期扩产项目单位产能资本性支出来看, 2015 年后建设的新产能单位资本支出明显低于早期产能, 未来马来西亚扩产项目投产其竞争力有望增强, 2018 年 2 月, 隆基股份与 OCI 签订 3 年期采购合同, 涉及多晶硅 6.46 万吨, 金额 10.23 亿美元, 产品品质受下游龙头认可。我们认为未来 OCI 在我国市场仍将保持一定竞争力。

图 35: OCI 规划降本路线


资料来源: OCI 公告, 信达证券研发中心

图 36: OCI 单位产能 CAPEX 变化情况 (美元/Kg)


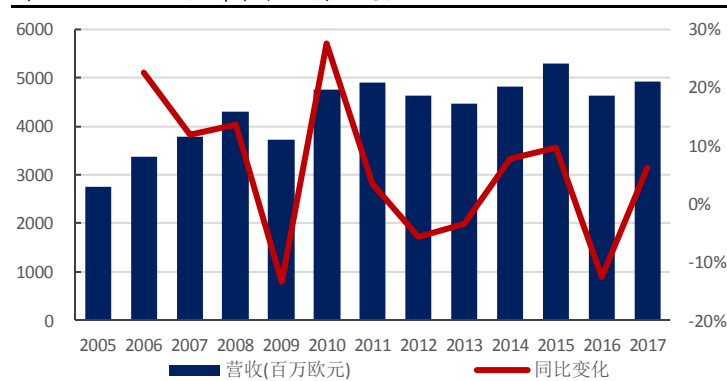
资料来源: OCI 公告, 信达证券研发中心

5.2 瓦克: 多晶硅产能投产较早, 成本优势不足

瓦克是一家在硅和乙烯化学领域具有国际领先水平的跨国企业, 当前业务板块包括有机硅、聚合物、多晶硅和生物科技等,

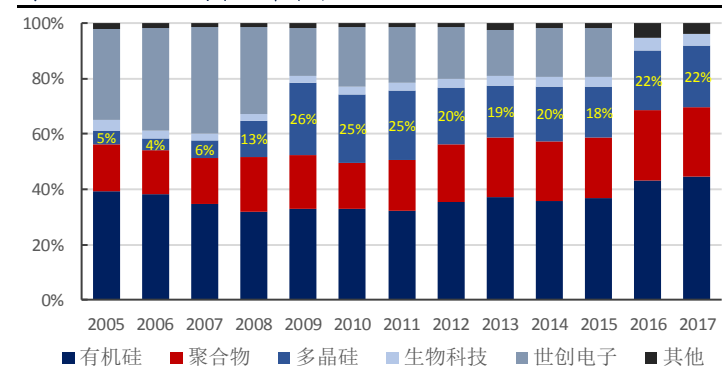
并在有机硅、多晶硅及聚合物板块中的乳胶粉和 VAE 共聚乳液等领域占据全球龙头地位。近年来多晶硅板块占公司整体营收的比重在 20%左右。

图 37: Wacker 历年营收及同比变化



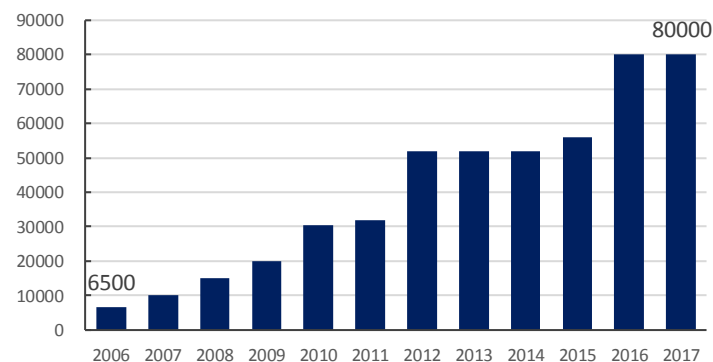
资料来源: Bloomberg, 信达证券研发中心

图 38: Wacker 分板块营收占比



资料来源: Bloomberg, 信达证券研发中心

2009 年, 瓦克退出硅片业务, 专注于多晶硅生产, 当时其拥有博格豪森一个生产基地, 产能 1.8 万吨, 2010 年博格豪森基地扩产 1.24 万吨, 2011 年扩产 0.5 万吨, 同时, 其在农特里茨的生产基地 2011 年建成投产, 产能 1.5 万吨, 总产能增加至 5.2 万吨。2012-2015 年间, 受市场影响, 瓦克多晶硅产能基本维持稳定。2016 年, 美国查尔斯顿 2 万吨产能建成投产, 加上德国两大生产基地部分扩产项目, 其总产能增至 8 万吨。瓦克多晶硅同时供应电子级和太阳能级客户, 电子级客户占比在 20% 左右。

图 39: Wacker 多晶硅产能变化


资料来源: Bloomberg, 信达证券研发中心

表 8: Wacker 产能分布

生产基地	所属国家	产能/吨	投产时间
农特里茨(Nü nchritz)	德国	20000	2011
博格豪森(Burghausen)	德国	40000	
查尔斯顿(Charleston)	美国	20000	2016
合计产能		80000	

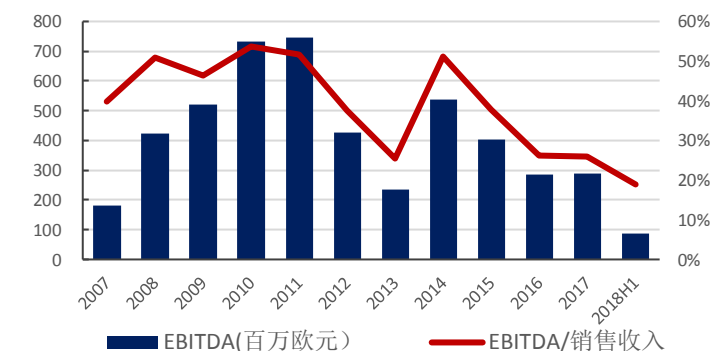
暂时无未来扩产计划

资料来源: WACKER 公告, 信达证券研发中心

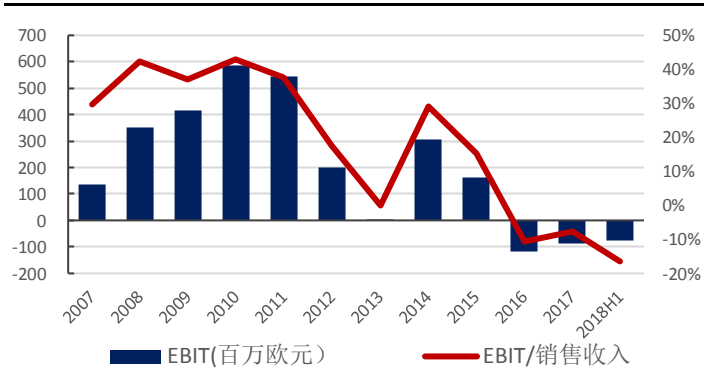
从业绩来看, 瓦克近年来多晶硅营收相对稳定, 但利润水平下滑幅度明显。其息税折旧摊销前净利润/营收从 2014 年的 50% 下降至 2018 年上半年的不足 20%, 2016 年以来息税前利润均为负值。我们认为, 瓦克在德国的多晶硅产能投产较早, 成本方面存在一定劣势; 同时其美国产能仍有一定的不稳定性, 2017 年就因技术缺陷发生氢气爆炸, 影响了约 0.6 万吨多晶硅生产, 加之我国对美多晶硅“双反”贸易关税较高, 我们认为瓦克在国内市占率有下滑预期。

图 40: Wacker 多晶硅业务销售收入及同比变化


资料来源: Bloomberg, 信达证券研发中心

图 41: Wacker 多晶硅业务 EBITDA 及 EBITDA 率变化情况


资料来源: Bloomberg, 信达证券研发中心

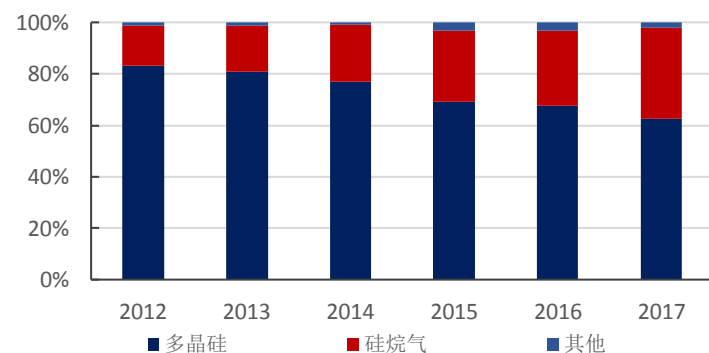
图 42: Wacker 多晶硅业务 EBIT 及 EBIT 率变化情况


资料来源: Bloomberg, 信达证券研发中心

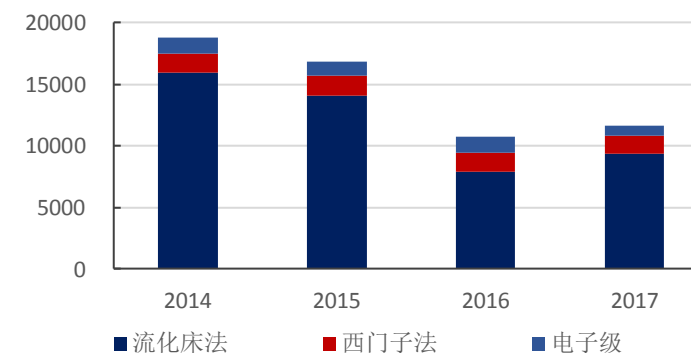
5.3 REC: 流化床生产工艺代表, 光伏级多晶硅竞争实力不足

REC 于 1996 年 12 月在挪威成立, 专注于高纯硅材料领域, 业务包括太阳能级多晶硅、电子级多晶硅和硅烷气体等。REC 是硅烷流化床生产工艺的代表, 其每年多晶硅产量中, 约 80% 为流化床工艺生产, 10% 为西门子法生产, 还有部分电子级多晶硅产品。REC 两大生产基地均位于美国, 摩西湖 (Moses Lake) 基地主要生产太阳能级多晶硅, 比尤特 (Butte, Montana) 基地主要生产电子级多晶硅和硅烷气。

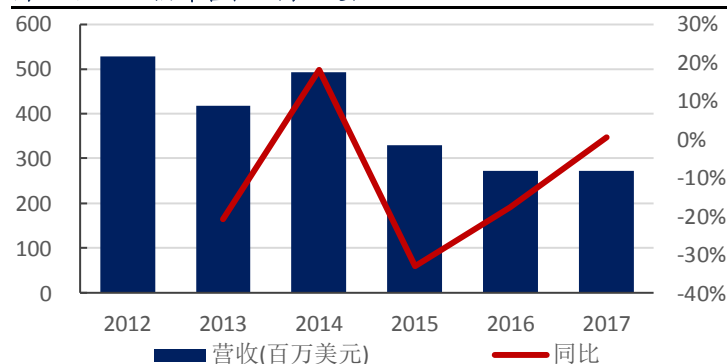
多晶硅是 REC 最主要业务, 2012 年占总营收的 80% 以上, 近年来受中美多晶硅贸易政策影响, 摩西湖基地产能利用率仅在 50% 左右, 销量下滑导致营收占比下降, 其整体业绩也呈下滑趋势。

图 43: REC 营收结构


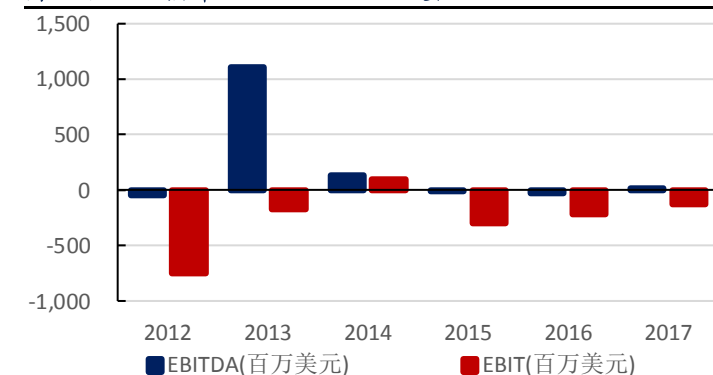
资料来源: Bloomberg, 信达证券研发中心

图 44: REC 多晶硅分品种产量变化 (吨)


资料来源: REC 公告, 信达证券研发中心

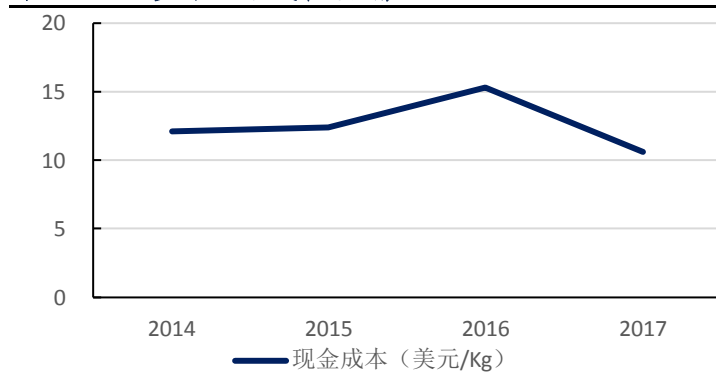
图 45: REC 历年营收及同比变化


资料来源: Bloomberg, 信达证券研发中心

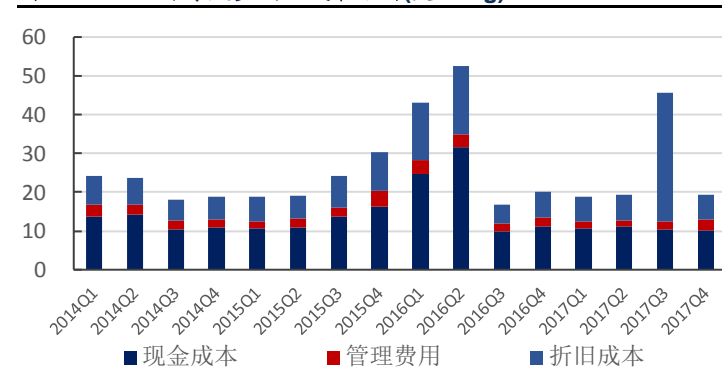
图 46: REC 历年 EBIT 及 EBITDA 变化


资料来源: Bloomberg, 信达证券研发中心

REC 采用流化床工艺生产多晶硅, 从其成本结构中可明显看出与西门子法的区别, 西门子法折旧成本占总成本的比重一般不超过 25%, 而 REC 生产成本中折旧成本占比超 30%。2016 年其摩西湖基地在 2-5 月停产, 导致成本迅速提高。而且从全球来看, REC 整体成本较高, 竞争力相对不足。其 2017 年也提出减少太阳能级多晶硅生产, 加大电子级多晶硅业务布局的规划。

图 47: REC 多晶硅现金成本变化情况


资料来源: REC 公告, 信达证券研发中心

图 48: REC 分季度多晶硅成本结构(美元/Kg)


资料来源: REC 公告, 信达证券研发中心

六、投资建议

我们长期看好光伏行业发展, 当前行业虽处于中周期低谷, 但多晶硅环节格局已较为清晰, 目前产业处于新旧产能竞争、成本下降、市场集中度提升阶段。当前国内优质产能已位于全球成本曲线左侧, 未来多晶硅扩产集中于国内, 成本将进一步下降。从海外龙头来看, OCI 仍具备一定竞争力, 但欧美产能存在被国内先进产能替代的可能性。我们认为多晶硅行业中具有成本和品质优势的龙头企业投资机会明显, 建议关注 A 股标的: 通威股份; H 股标的: 新特能源; 美股标的: 大全新能源等。

七、风险因素

国内新产能投产进程不及预期风险; 产能集中投放导致市场竞争加剧风险; 国际贸易摩擦风险; 原材料价格波动风险; 不可抗力导致正常生产受阻风险; 政策风险等。