

内蒙古盾安光伏科技有限公司（暂名）

年产 3000 吨多晶硅项目（一期）可行性研究分析

1 总体说明

1.1 项目基本情况

项目名称：内蒙古盾安光伏科技有限公司（暂名）年产 3000 吨多晶硅项目（一期）

投资主体：浙江盾安人工环境设备股份有限公司

企业法人：周才良

建设地点：内蒙古乌拉特后旗工业园区

1.2 可行性研究工作组织

可研报告编制单位：内蒙古轻化工业设计院有限责任公司

证书等级：甲级

证书编号：工咨甲 10520070015

2 项目实施背景

2.1 项目实施的背景

由于传统化石能源是不可再生的，当前世界能源形势已经非常紧迫，人类发展的能源保障面临着巨大的挑战，如作为世界能源大国的中国，煤炭剩余储量的保证程度不足 100 年，石油剩余储量的保证程度不足 15 年，天然气剩余储量的保证程度不足 30 年。

而与不可再生能源数量上的有限性及其使用过程中对环境易造成破坏的局限性相比，自然界中存在无限的清洁的可再生资源。由于人类开发与利用地球能源尚受到社会生产力、科学技术、地理原因及世界经济、政治等多方面因素的影响与制约，目前包括太阳能、风能、水能在内的巨大数量的可再生能源的利用率还不高，但发展潜力巨大。

太阳能是各种可再生能源中最重要的基本能源，也是人类可利用的最丰富的能源。太阳每年投射到地面上的辐射能高达 $1.05 \times 10^{18} \text{kWh}$ ($3.78 \times 10^{24} \text{J}$)，相当于

1.3×10⁶ 亿吨标准煤，大约为全世界目前一年耗能的一万多倍。按目前太阳的质量消耗速率计，可维持 6×10¹⁰ 年，所以可以说它是“取之不尽，用之不竭”的能源。我国太阳能资源丰富，全国三分之二的国土面积年日照小时数在 2200 小时以上，年太阳辐射总量大于每平方米 5000MJ。

目前，我国已成为世界光伏产业大国，光伏电池及组件生产企业已达数十家，2008 年光伏电池生产能力已达到 3GW，产量达到 2.3GW，占世界总产量的 26%，仅次于欧洲；封装能力达到 5GW，光伏组件产量达到 3GW。2009 年虽然受到世界性金融危机的影响，但预计光伏电池产量增幅也在 30%左右。

然而作为光伏产业链上最重要一环的多晶硅生产，我国的发展现状却难以匹配光伏产业高速发展的需求。2008 年我国光伏产业对多晶硅的需求量超过 2 万吨，而当年我国多晶硅的产量只有 4500 吨，缺口在 15000 吨以上；2009 年保守估计需求量 28000 吨，但从目前情况来看，今年产量最多只能达到 14000 吨。预计 2010 年全球光伏多晶硅需求量将达 85000 吨，缺口 26200 吨。

光伏用多晶硅的供给主要依靠进口对我国光伏发电的产业发展形成重大制约，为了缓解硅材料紧缺现象，2006 年开始我国掀起了多晶硅项目的建设高潮，到今年，各类项目总的设计规划产能已大大超过了市场需求预期，因此引起了社会对于多晶硅产业面临产能过剩的关注与忧虑。但实际上，这些项目中很多没有经过充分的调研与论证就盲目上马，普遍存在技术工艺落后、能耗高、污染重的情况，在 2008 年全球金融危机爆发后，此类项目许多都已经停产，已投产的许多项目也因为技术工艺上的种种缺陷而迟迟无法达到设计产能。

因此，从长远发展来看，我国国产光伏用多晶硅的有效供给仍然是不足的，所谓的过剩实际上是大量的投资浪费在了技术工艺落后的项目上。而这些低水平产能的存在必然会带来整个产业的整合，这就给具有核心竞争力的高水平产能带来了广阔的市场空间。最近国务院发布了“2011 年以前淘汰综合电耗大于 200 千瓦时/千克多晶硅产能”的意见，正是从政策上明确了这一产业发展的思路。

2.2 项目实施的有利条件

2.2.1 电力资源丰富

工业园区现有的供电网络和设施齐备，已形成 1 个 220KVA 变电站，1 个 110 KVA 变电站，计划在今年新建一个 500 KVA 变电站，基本形成了大小电网互为补充的电力供应格局，将为发展多晶硅产业提供充足的电力。

2.2.2 水资源优势

项目水源可靠，供水有保证。项目区地表及地下水丰富，水质较好，属低矿化重碳酸钙钠型淡水，矿化度小于 0.5 克/升。

2.2.3 硅石资源丰富

乌拉特后旗地区优质硅石资源非常丰富，可以为本项目生产提供原料。

2.2.4 交通方便

工业园区距临策铁路青山火车站不到 4 公里，交通十分便利。

3 市场定位与产品价格分析

3.1 市场定位

本项目生产的多晶硅产品主要面向国内太阳能电池生产厂家。

3.2 产品价格分析

2005 年以前，多晶硅市场价格仅仅在 30 美元/公斤左右，由于光伏产业的飞速发展导致多晶硅的严重供给不足，2008 年时价格一度曾接近 500 美元/公斤。而后由于全球性的金融危机，主要光伏消费国家在太阳能领域的政策发生重大转变，引起全球光伏市场的急剧萎缩，因而多晶硅价格也迅速下滑，2009 年已回落至 70 美元/公斤，逼近国内一般生产企业的成本。

由于采用国际先进的生产工艺以及优越的项目实施条件等因素，本项目多晶硅产品成本水平是具有优势地位的。因此为使产品在市场上具有竞争力，以保证项目投产后的经济效益，本项目产品售价按不含税价确定，太阳能级多晶硅每吨售价为 35.9 万元。

4 建设规模与产品方案

4.1 建设规模

结合国内多晶硅产品市场缺口量大而且需求呈上升的长期趋势，设定一期建设规模为年产 3000 吨太阳能级多晶硅。

4.2 产品标准

本项目的主要产品为太阳能级多晶硅，产品标准如下：

	1 级品	2 级品	3 级品
N 型电阻率, $\Omega \cdot \text{cm}$	≥ 50	≥ 15	≥ 10
P 型电阻率, $\Omega \cdot \text{cm}$	≥ 500	≥ 10	≥ 10
氧浓度, at/cm^3	$\leq 1.0 \times 10^{17}$	$\leq 1.0 \times 10^{17}$	$\leq 1.0 \times 10^{17}$
碳浓度, at/cm^3	$\leq 2.5 \times 10^{16}$	$\leq 5.0 \times 10^{16}$	$\leq 5.0 \times 10^{16}$
N 型少数载流子寿命, μs	≥ 100	≥ 50	≥ 10
基体金属杂质, ppmw	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、 Ca、Mg、Al, TMI ≤ 0.05	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、 Ca、Mg、Al, TMI ≤ 0.5	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、 Ca、Mg、Al, TMI ≤ 0.5

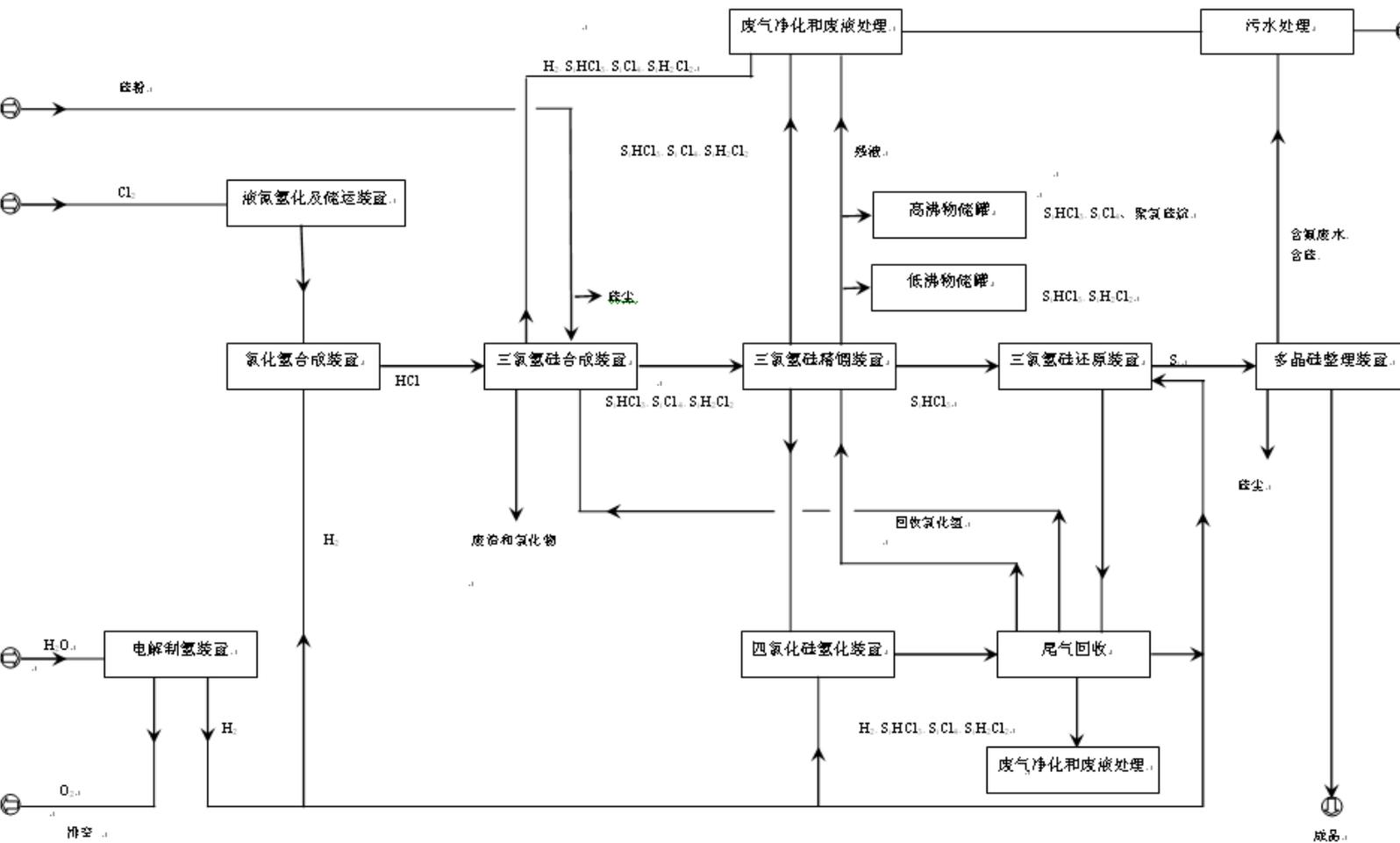
5 工艺技术方案

目前，世界上生产多晶硅主要有三氯氢硅还原法（西门子法）和硅烷热分解法（日本小松法）及流化床法。改良西门子法的主要技术内容有：（1）高收率的 SiHCl_3 合成技术；（2） SiCl_4 氢化法制 SiHCl_3 技术；（3）大型还原炉技术；（4）干法回收技术；（5）高效提纯分离技术；（6）自动化（DCS）控制技术。这种方法的优点是节能降耗显著、成本低、质量好、采用综合利用技术，对环境不产生污染，具有明显的竞争优势。

从多晶硅生产主要工艺技术的现状和发展趋势来看，改良西门子工艺技术成熟、适合产业化生产，仍是目前多晶硅生产普遍采用的首选工艺；另外考虑到国内外多晶硅技术水平将不断改进和提高，在今后 3-5 年中或将出现更好的技术，故本项目 3000 吨/年太阳能级多晶硅装置采用改良西门子法，使用一条 3000 吨/年多晶硅生产线。

目前国内采用改良西门子法生产多晶硅的技术来源，主要有国内自有技术、引进俄罗斯技术和引进欧洲（德国、意大利等国）技术、引进美国 GT 公司、DEI 公司技术等。国内技术整体上还不很成熟，原料和公用工程（电等）消耗较高，但软件费用低；俄罗斯技术，原料和公用工程消耗比国内技术略低，在国内已有在建装置，美国公司的生产技术先进，也较为成熟，消耗比国内技术低，但软件费用相对昂贵，而且还有出口限制等问题。本项目多晶硅生产采用以国内技术为主，关键技术综合考虑国外技术。

以下是为本项目的工艺路线以及主要的生产设备。



主要生产设备

序号	设备名称	规格	数量
1	电解制氢设备系统		5
2	HCl 合成塔		4
3	SiHCl ₃ 合成塔		4
4	回收气		2
5	SiHCl ₃ 提纯系统		1
6	硅芯炉/磷硼检炉		48
7	多晶硅还原炉	24 对棒	20
8	SiCl ₄ 氢化炉		6
9	CDI 干法回收系统	--	2
10	液氯钢瓶	1800mm×φ400mm	150
11	氯硅烷储罐		24
12	制冷系统	--	1
13	硅粉加料系统	--	4
14	干式除尘系统	--	3
15	湿式净化系统(尾气、残液、废酸)	--	1
16	蒸发冷凝器	--	200
17	热采集和锅炉供热供汽系统	--	1

18	电器仪表		
19	冷却水系统设备	--	1
20	去离子水系统设备	8T/Hr	2
21	空分制氮系统	--	2
22	压缩空气系统	20M3/min, 6.5Bar	3
23	开闭变电系统	120000kVA	2
24	10kv 配电柜	120000kVA	60
25	电缆母排桥架	--	1
26	SiCl ₄ 氢化尾气处理系统	--	6
27	DCS 系统		1
28	其它工艺设备配套系统	--	1

6 厂址方案

厂址初步确定为建设在工业园区，园区位于乌拉特后旗呼和温都尔镇西，距呼和温都尔镇中心 3 公里，属规划工业用地，项目占地 1000 亩。

7 平面布置及土建

本项目根据工艺流程确定厂区总平面布置方案，主要生产区位于厂区中部，全厂配套的公用工程和辅助设施尽量靠近负荷中心，靠近主要装置，以方便管理、节约能耗。水、电、气管线等还要兼顾外线进、出口的方位，避免管线浪费。主要的土建工程如下表。

序号	名称	规格	数量
1	围墙大门警卫室工程	围墙红线 (m)	4800
2	现场临建工程	建筑面积 (m ²)	3000
3	宿舍楼和住宅工程	建筑面积 (m ²)	6000
4	办公楼和研发中心工程	建筑面积 (m ²)	6000
5	试验检验中心工程	建筑面积 (m ²)	2000
6	电解制氢车间工程	建筑面积 (m ²)	800
7	HCl 合成车间工程	建筑面积 (m ²)	4000
8	SiHCl ₃ 合成车间工程	建筑面积 (m ²)	6000
9	SiHCl ₃ 精馏车间工程	建筑面积 (m ²)	12000
10	多晶硅还原车间工程	建筑面积 (m ²)	6000
11	CDI 回收和分离车间工程	建筑面积 (m ²)	8000
12	SiCl ₄ 氢化车间工程	建筑面积 (m ²)	8000
13	多晶硅整理车间工程	建筑面积 (m ²)	6000
14	水处理和蒸汽车间工程	建筑面积 (m ²)	2400
15	压缩空气和空分制氮车间工程	建筑面积 (m ²)	1800
16	变配电间工程	建筑面积 (m ²)	3000
17	机修车间工程	建筑面积 (m ²)	4000

18	原料库和储存区工程	建筑面积 (m ²)	8000
19	厂区给排水污水管网工程	长度 (m)	11200
20	厂区道路雨水管网工程	长度 (m)	6720
21	厂区和车间照明工程	建筑面积 (m ²)	100000
22	厂区和车间消防工程	建筑面积 (m ²)	100000
23	厂区形象绿化工程	绿地面积 (m ²)	2000
24	废物排放处理环保工程	建筑面积 (m ²)	6000
25	SiCl ₄ 氢化尾气回收工程	建筑面积 (m ²)	2000

8 能耗指标分析

本项目多晶硅生产单位产品电耗为 200 千瓦时/千克，每吨多晶硅生产综合能耗折算标准煤为 90.37 吨，在行业中属于先进水平。

9 总投资及资金来源

本项目总投资为 188200.57 万元。其中：建设投资为 170100.4 万元，流动资金为 18100.17 万元，投资估算详见下表，流动资金估算表见附表。

序号	项目	投资总额 (万元)
1	土地使用权	2,000.00
2	建筑及工程	49,951.20
3	生产设备	106,570.50
4	运输设备	1,939.00
5	电子设备	1,119.70
6	其他固定资产	3,320.00
7	无形资产	4,000.00
8	递延资产	1,200.00
9	流动资金	18,100.17
	合计	188,200.57

资金筹措渠道由企业自筹和申请银行贷款两部分组成，其中 60000 万元由企业自筹解决；128200.57 万元申请银行贷款，即建设投资中的 110100.4 万元拟向银行申请贷款，贷款年利率按 5.31% 计；流动资金为 18100.17 万元，申请银行贷款，贷款年利率按 5.31% 计。

根据项目具体情况，结合项目实施计划，确定建设期为二年，本项目建设投

资在建设期全部投入，流动资金根据投产后的实际生产能力逐年投入。

10 财务经济评价

10.1 财务评价

本项目产品售价按不含税价确定，太阳能级多晶硅每吨售价为 35.9 万元，正常年份销售收入为 107692 万元，平均年利润 31072 万元。主要技术经济指标如下表。

主要技术经济指标表

序号	项 目 名 称	单 位	数 量	备 注
一	建设规模			
	多晶硅生产装置	t/a	3000	
二	产品方案			
	多 晶 硅	t/a	3000	商品出售
三	年操作日	天	310	以 7440 小时计
四	主要原材料用量			
1	工业硅粉	t/a	4410	
2	液 氯	t/a	4214	
五	公用动力消耗量			
1	供 水			
	平均用水量	m ³ /h	243	
2	年耗电量	kw·h	6 亿	
3	用汽量	t/h	55.2	
六	全厂定员	人	350	
1	其中：生产工人	人	300	
2	管理人员及技术人员	人	50	
七	本次新建工程占地面积	万 M ²	18	
八	多晶硅单位综合能耗	t 标煤 /t	90.37	

序号	项 目 名 称	单 位	数 量	备 注
九	工程项目总投资	万元	188200.57	
1	建设投资	万元	170100.4	
2	流动资金	万元	18100.17	
十	年销售收入	万元	107692	正常值
十一	年总成本	万元	75583	平均值
十二	年利润总额	万元	31072	平均值
十三	年销售税金及附加	万元	1037	正常值
十四	财务评价指标			
1	投资利润率	%	16.51	
2	销售利润率	%	28.85	
3	投资回收期（含建设期）	年	5.33	静态
		年	5.96	动态
4	全部投资内部收益率	%	30.19	
5	财务净现值	万元	148826	(I=10%)

10.2 不确定性分析

10.2.1 盈亏平衡分析

以生产能力利用率表示的盈亏平衡点 BEP 为：42.24%，即当生产能力达到设计能力的 42.24%时企业可保本，风险较小。

10.2.2 敏感性分析

敏感性分析表

序号	项 目	基本方案	固定资产投资变化		经营成本变化		销售价格变化	
			+10%	-10%	+10%	-10%	+10%	-10%
1	财务内部收益率 (%)	30.19	28.48	32.13	26.12	34.03	38.05	21.34
	较基本方案增减 (%)		-1.71	1.94	-4.07	3.84	7.86	-8.85
2	静态投资回收期 (年)	5.33	5.44	5.22	5.72	5.01	4.22	6.30

	较基本方案增减 (年)		0.11	-0.11	0.39	-0.32	-1.11	0.97
3	动态投资回收期 (年)	5.96	6.16	5.77	6.56	5.52	5.13	7.49
	较基本方案增减 (年)		0.2	-0.19	0.6	-0.44	-0.83	1.53

由敏感性分析看出，产品价格的变化对项目的盈利有较显著的影响，其他因素的变化则影响较小，说明本项目有一定的抗风险能力。

11 结论

11.1 风险分析

受 2008 年全球金融危机的影响，原呈爆炸式增长的光伏产业从 2008 年下半年开始增速明显放缓，并引起对未来几年市场预期的下调；同时由于国内近几年一窝蜂式的投资多晶硅项目，总规划产能当前已有超过市场需求之虞，引发了社会对“产能过剩”的关注与忧虑。

从长远来看，光伏产业仍处于新兴产业的起步阶段，其发展前景并不会因暂时的金融危机而发生根本性的改变。相反，受全球金融危机的影响，各国纷纷出台了大力发展太阳能等新能源政策，提供了更好的发展机遇，因此多晶硅产业的发展前景是值得乐观的。

11.2 结论

太阳能是取之不竭的无污染绿色能源，也是可再生能源中重要的基本能源，更是世界新能源发展的重点。作为光伏发电产业重要的基础材料，多晶硅产品的市场需求增长迅猛，供给也存在较大缺口，因此具有广阔的市场前景。本项目建设有利于打破国外企业的技术垄断，推动国内太阳能产业的发展，符合国家产业政策。

本项目在国内已建设多晶硅生产厂家的基础上进一步优化工艺技术，采用改良西门子法生产工艺，融会贯通美国、德国和俄罗斯等国具有国际先进水平的技术，建成后年生产能力为 3000 吨太阳能级多晶硅。单位产品电耗为 200 千瓦时/千克，优于国内同行业企业；单位产品综合能耗为 90.37 吨标准煤，处于国内领先水平，达到世界先进水平。

经过技术论证和财务评价，项目总投资 188200.57 万元（含流动资金），正常年份销售收入 107692 万元，平均年总成本 75583 万元，平均年利润总额 31072

万元。投资内部收益率 30.19%，财务净现值 148826 万元，静态投资回收期 5.33 年、动态投资回收期 5.96 年（均含建设期）。可见投资回收期较短，各项技术经济指标均达到国家规定的基准水平，因而具有较强的获利能力和较强的抗风险能力。

综上所述，本项目建设规模经济，建厂条件优越，技术先进，符合国家产业政策及环保要求，经济评价效益良好，具备较强的市场竞争能力和抗风险能力，本项目的建设是可行的。

浙江盾安人工环境设备股份有限公司

董 事 会

2009 年 11 月 4 日