

# 文山州硅全产业链发展规划

## (2021-2030年)

文山州工业和信息化局

云南开发规划设计院

二〇二一年十一月

## 前言

硅被称为“工业味精”“半导体之王”和“光伏产业的火车头”。硅产业涵盖了光伏、半导体、硅合金、有机硅等多个产业链，是新能源、新材料和电子信息等战略新兴产业发展的重要基础。

国家将硅电子产业提升至国家战略层次的新兴产业领域；云南省新增中西部地区唯一的“绿色硅产业”生产、精深加工及其应用的全产业链；文山州依托丰富的硅石资源和较为完善的电力设施，抓住国家“一带一路”“孟中印缅经济走廊”、云南省建设面向南亚东南亚的辐射中心等重大机遇，深入贯彻落实省委省政府“三张牌”决策部署，全力打好文山州绿色硅“工业牌”。

为推动文山州绿色硅产业高质量发展，深入贯彻落实“中国制造 2025”国家战略，根据国家硅产业政策和《云南省关于推动水电硅材加工一体化产业发展的实施意见》《文山州国民经济和社会发展的第十四个五年规划纲要》等文件精神，编制《文山州硅全产业链发展规划》（以下简称《规划》），以硅铝融合产业为突破口，指导未来文山州绿色硅产业高起点、高标准、高质量发展，打造文山州绿色硅全产业链发展的新格局。

## 目录

<b>第一章 硅产业发展概述</b> .....	1
<b>第一节 规划背景、产业政策与技术路线</b> .....	1
一、 规划背景.....	1
二、 产业政策.....	3
三、 规划技术路线.....	5
<b>第二节 硅产业相关概念解析</b> .....	6
一、 硅.....	6
二、 工业硅.....	7
三、 晶体硅.....	7
四、 有机硅.....	8
五、 硅光伏.....	9
六、 硅电子.....	9
七、 碳化硅.....	10
八、 硅产业关联产品与产业分类的关系.....	10
<b>第二章 发展现状及行业形势</b> .....	12
<b>第一节 国内外硅产业发展现状及趋势</b> .....	12
一、 硅产业发展现状.....	12
二、 硅产业发展趋势预测.....	18
<b>第二节 云南省硅产业发展现状及趋势</b> .....	23
一、 产业发展支撑条件分析.....	23
二、 云南省硅产业发展现状.....	25
三、 云南省硅产业发展规划.....	26
四、 云南省硅产业园区空间布局.....	27
<b>第三节 文山州硅产业现状及 SWOT 分析</b> .....	28
一、 文山州硅产业发展现状.....	28
二、 硅产业发展优势分析(Strength).....	29
三、 硅产业发展劣势分析(Weakness).....	32
四、 硅产业发展机遇分析(Opportunity).....	33
五、 硅产业发展挑战分析(Threats).....	36
六、 硅产业发展初步结论.....	37
<b>第三章 规划总则、总体思路与发展目标</b> .....	38
<b>第一节 规划期限</b> .....	38
一、 近期.....	38
二、 远期.....	38
<b>第二节 规划范围</b> .....	38

第三节 指导思想.....	38
第四节 规划原则.....	39
一、科学规划，合理布局.....	39
二、安全环保，绿色发展.....	39
三、集聚集约，特色凸显.....	39
四、配套完善，设施共享.....	39
第五节 总体思路.....	39
一、突出一个重点——强化硅全产业链延伸.....	39
二、抓好两大保障——绿色环保与安全生产.....	40
三、推进三轮驱动——品牌驱动、科技创新与两化融合.....	40
四、实现多元融合——产业协同与区域融合.....	41
第六节 发展目标.....	42
一、定性目标——打造“中国硅铝融合产业示范基地”.....	42
二、定量目标.....	43
<b>第四章 发展重点</b> .....	<b>46</b>
第一节 科学构建全硅产业选择体系.....	46
一、选择依据.....	46
二、选择体系.....	46
第二节 积极打造全硅产业链发展.....	47
一、硅产业链总体概况.....	47
二、硅矿开采业产业链.....	48
三、工业硅产业链.....	51
四、晶体硅产业链.....	54
五、硅光伏产业链.....	56
六、硅电子产业链.....	59
七、有机硅产业链.....	63
八、硅新材料产业链.....	66
九、硅产业配套原料产业链.....	70
十、硅产业关联固废综合利用产业链.....	71
第三节 找准硅产业发展近期突破口.....	72
一、优先推进硅铝融合产业.....	72
二、积极招商多晶硅产业.....	74
三、多方协调电力保障.....	75
<b>第五章 主要任务</b> .....	<b>77</b>
第一节 科学布局硅产业空间格局.....	77
一、硅产业总体空间布局.....	77
二、硅石采矿业空间布局.....	78

三、 硅加工园区空间布局.....	78
第二节 实现硅产业集群发展，推进重点项目建设.....	79
一、 硅产业集群规划.....	79
二、 近期重点项目支撑.....	80
第三节 硅产业发展支撑体系建设.....	81
一、 用地条件支撑.....	81
二、 环境安全支撑.....	82
三、 交通建设支撑.....	84
四、 市政设施支撑.....	84
<b>第六章 规划保障措施.....</b>	<b>87</b>
第一节 组织保障.....	87
一、 加大工作组织领导.....	87
二、 加快机制体制创新.....	87
三、 建立园区考核体系.....	88
第二节 政策保障.....	88
一、 严格行业管理，强化政策导向.....	88
二、 改造提升产业，提升产业品牌.....	88
三、 发展循环经济，提高综合利用.....	88
四、 利用沿边优势，加强产业合作.....	89
第三节 规划保障.....	89
一、 积极实现“多规合一”.....	89
二、 强化硅产业园区规划.....	89
三、 高标准建设基础设施.....	90
第四节 招商保障.....	90
一、 大力改善营商环境.....	90
二、 创新招商引资方式.....	91
三、 强化重点项目支撑.....	91
第五节 财政保障.....	92
一、 加大各级财政支持力度.....	92
二、 鼓励社会资本参与投资.....	92
第六节 科技保障.....	92
一、 建立健全人才服务机制.....	92
二、 加强交流合作，打造技术创新载体.....	93
三、 加大科技研发力度.....	94
第七节 信息保障.....	94
一、 推进“两化融合”，培育智慧园区.....	94
二、 加大环境监管信息化.....	94

附件 1：硅产业发展理论及案例分析 .....	96
一、硅产业发展理论研究 .....	96
二、国内及省内硅产业园区案例分析 .....	100
附件 2：云南省硅产业空间布局分析 .....	105
附件 3：环境保护与节能减排规划篇章 .....	109
第一节 环境保护规划 .....	109
一、环境总体目标 .....	109
二、环境控制指标 .....	109
三、环境保护措施 .....	110
四、环境影响结论及建议 .....	114
第二节 清洁生产与节能减排规划 .....	114
一、清洁生产 .....	114
二、水污染控制和水资源循环利用 .....	115
三、大气污染物治理 .....	116
四、固废循环控制 .....	117
五、节能评估和审查管理 .....	117
附件 4：文山州保留园区情况 .....	119
一、总体情况 .....	119
二、文山高新技术产业开发区 .....	119
三、云南砚山产业园区 .....	119
四、麻栗坡天保边境经济合作区 .....	120
附件 5：文山化工园区申报情况 .....	121
一、云南省化工园区认定条件 .....	121
二、目前已完成情况 .....	121
三、下一步工作计划 .....	122
附表 1：文山硅产业招商引资重点对象（企业目录） .....	123
一、国内工业硅十强企业名单 .....	123
二、国内多晶硅十强企业名单 .....	124
三、国内有机硅十强企业名单 .....	125
四、国内硅光伏二十强企业名单 .....	126
附表 2：产业发展目标细化及投资风险分析统计表 .....	127
一、2020 年主要硅产品原料单价 .....	127
二、近期发展目标细化 .....	127
三、远期发展目标细化 .....	127
四、投资风险分析 .....	128
附图： .....	129
01 云南省战略区位图 .....	129

02 文山州战略区位图 .....	129
03 云南省硅产业空间布局图 .....	130
04 文山州硅产业空间布局图 .....	130

## 第一章 硅产业发展概述

### 第一节 规划背景、产业政策与技术路线

#### 一、规划背景

##### (一) 硅产业主导地位明显，涉及行业门类较多

硅被称为“工业味精”“半导体之王”和“光伏产业的火车头”。硅产业涵盖了光伏、半导体、硅合金、有机硅等多个产业链，是新能源、新材料和电子信息等战略新兴产业发展的重要基础。下游产品广泛应用到国防军工、航空航天、交通设备、能源材料、电子通讯、日常生活等多个领域中，在国民经济中具有重要的作用和不可忽视的地位。

硅产业已经具备提升至国家战略层次定位的条件。当前我国硅产业正处于战略转型期，高端的硅半导体集成电路仍然需要大量进口。围绕国家战略安全需要，硅产业要坚持创新发展，着力突破电子级多晶硅、单晶硅生产的关键核心技术，促进硅产业向高端迈进，满足我国集成电路、高端芯片等现代制造业发展。

##### (二) 国家和云南省重视绿色硅产业发展

2015年1月，习近平总书记考察云南时指出：要求云南建设我国民族团结进步示范区、生态文明建设排头兵、面向南亚东南亚辐射中心。

2017年开始，西安隆基硅产业重大项目布局云南楚雄、保山、丽江等多个地州；此后，合盛硅业、四川通威等国内硅龙头企业逐步入驻云南部分园区。

2018年，云南省提出“三张牌”发展战略，以绿色为底色，



坚持高质量发展，全面打造“绿色能源”“绿色食品”“健康生活目的地”（其中“绿色能源”包括绿色硅和绿色铝等产业），并积极打造“中国铝谷”“世界光伏之都”。



图 1-1 云南“三张牌”

2021 年 1 月，云南省将“绿色硅产业”生产、精深加工及其应用的全产业链作为全省的鼓励类产业。

### （三）文山州具备绿色硅产业的发展基础

文山州抓住国家“一带一路”“孟中印缅”经济走廊、云南省建设面向南亚东南亚的辐射中心等重大机遇，深入贯彻落实“三张牌”部署，全力打好文山州绿色硅和绿色铝两大“工业牌”。

文山州蕴藏着丰富的硅石资源，建有较完善的电力设施。目前，文山州共设置 40 个硅石采矿权，矿权内保有资源储量 1296.8 万吨，同时有多个区域变电站设施，具备发展绿色硅产业的两大基础条件（硅石和电力）。文山州现有 4 家工业硅企业，有一定的产业基础。此外，2021 年已有多家硅产业的相关企业在文山州展开项目选址。

文山州已建成云南省最大的绿色铝产业基地(云南宏泰电解铝产能 203 万吨/年,云南神火电解铝产能 90 万吨/年,云南文山铝业氧化铝产能 140 万吨/年、电解铝产能 50 万吨/年),同时也具备打造云南重要的绿色硅产业基地的两大优势,实现绿色铝硅产业耦合发展,共同实现文山工业经济跨越发展。

## 二、产业政策

### (一) 《中国制造 2025》

2015 年 5 月,国务院印发《中国制造 2025》(国发〔2015〕28 号),是我国实施制造强国战略第一个十年的行动纲领。

当前,全球产业竞争格局正在发生重大调整,我国在新一轮发展中面临巨大挑战。国际金融危机发生后,发达国家纷纷实施“再工业化”战略,重塑制造业竞争新优势,加速推进新一轮全球贸易投资新格局。一些发展中国家也在加快谋划和布局,积极参与全球产业再分工,承接产业及资本转移,拓展国际市场空间。

我国抓住这一重大历史机遇,实施“制造强国”和“工业 4.0”战略,坚持“创新驱动、质量为先、绿色发展、结构优化、人才为本”的基本方针,坚持“市场主导、政府引导,立足当前、着眼长远,整体推进、重点突破,自主发展、开放合作”的基本原则,通过“三步走”实现制造强国的战略目标:第一步,到 2025 年迈入制造强国行列;第二步,到 2035 年中国制造业整体达到世界制造强国阵营中等水平;第三步,到新中国成立一百年时,综合实力进入世界制造强国前列。

硅产业类别多,战略地位重要,作为《中国制造 2025》中

五大工程、十大领域重点支持的产业类别，具有较大的发展潜力。

## （二）《云南省关于推动水电硅材加工一体化产业发展的实施意见》

2017年12月，云南省印发《云南省关于推动水电硅材加工一体化产业发展的实施意见》（云政发〔2017〕78号），为促进工业硅传统产业调整优化，依托水电清洁能源优势进一步延伸硅产业链，培育新兴产业，现就推动水电硅材加工一体化产业发展提出产业发展的相关要求。尤其是对硅产业发展门类、重点布局区域和发展优势做出重要部署。

表 1-1 硅产业发展部署

序号	产品类别	重点布局区域	发展优势
1	工业硅、多晶硅、碳化硅	保山、德宏、怒江、临沧、昭通等州市	依托硅石、优质煤炭和清洁水电资源优势
2	多晶硅、单晶硅	曲靖、保山、丽江、楚雄、大理等州市	综合产业要素条件
3	硅光伏、硅电子、硅化工等下游加工应用产业	昆明、曲靖、楚雄、玉溪、红河、文山等州市	经济、交通等综合的城市群优势

## （三）《西部地区鼓励类产业目录（2020年本）》

2021年1月，《西部地区鼓励类产业目录（2020年本）》（国家发改委第40号）正式对外公布。

云南新增鼓励类产业从原来的33类扩增到47类，其中新增26类、删除12类、保留和调整20类。云南省新增中西部地区唯一以“绿色铝产业”“绿色硅产业”生产、精深加工及其应用的全产业链。新增鼓励类产业呈现出更加突出产业的全产业链发展、更加突出云南省绿色资源优势、更加突出增强发展的内生动力。

力三方面特点。

#### **（四）《云南省化工园区确认办法（试行）》**

2020年4月，云南省出台《云南省化工园区确认办法（试行）》（云工信石化〔2020〕91号），全省严格按照文件的要求申报化工园区。

硅产业中涉及化工产业的包括有机硅和多晶硅两个产业类别。按照国家和云南省对化工项目的要求：化工企业必须入驻化工园区，化工园区首先要先完成化工园区申报，并获得相关批准。

申报化工园区时必须完成具有批准时效期内的“2规划”（化工园区专项规划、产业规划）+“3报告”（整体性安全风险评价、规划环境影响评价、规划水资源论证报告）。

完成“2规划”+“3报告”后，以州人民政府为主体，相关部门组织申报材料，并将规划成果和申报材料报云南省工信厅，云南省工信厅联合七部门（发改、科技、商务、自然资源、生态环境、住建、应急管理）对化工园区进行确认后，报云南省人民政府批准，由省工信厅对外正式公布。

### **三、规划技术路线**

本次产业规划是综合运用各种理论分析工具，从文山州当地实际状况出发，充分考虑国际国内及区域经济和产业发展态势，对文山硅产业的发展定位、产业选择、产业目标、产业链、空间布局、支撑体系和保障措施等做出的科学规划。

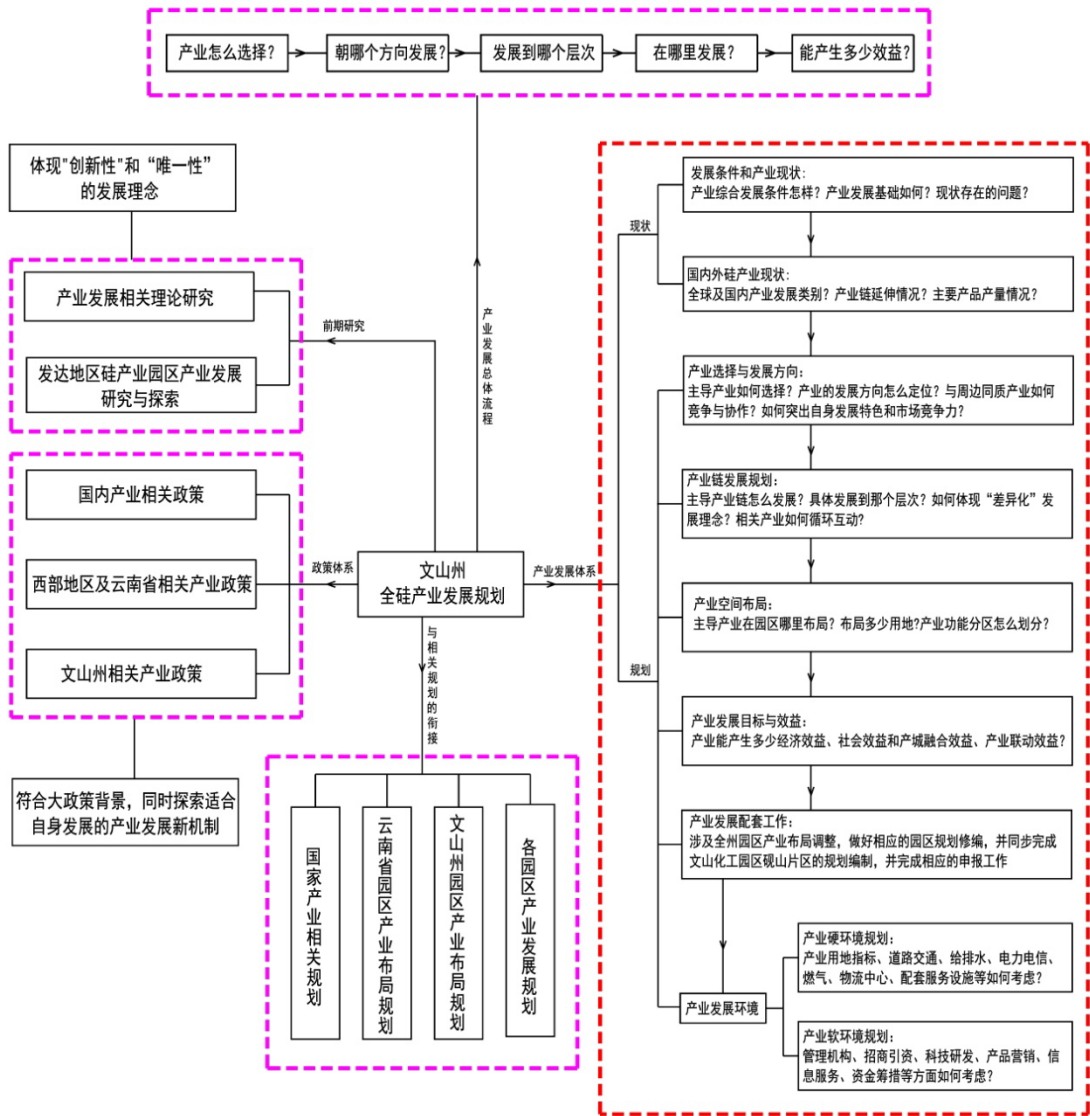


图 1-2 文山硅产业规划路线图

## 第二节 硅产业相关概念解析

### 一、硅

硅是一种化学元素，化学符号是 Si，原子序数 14，相对原子质量 28.0855，有无定形硅和晶体硅两种同素异形体，属于元素周期表上第三周期、IVA 族的类金属元素。晶体硅为灰黑色，无定形硅为黑色。硅严格从化学层面属于非金属元素，在工业生产有时也称为半金属元素。

硅是极为常见的一种元素，然而它极少以单质的形式在自然界出现，而是以复杂的硅酸盐或二氧化硅的形式，广泛存在于岩石、砂砾、尘土之中。硅在宇宙中的储量排在第八位。在地壳中，它是第二丰富的元素，构成地壳总质量的 26.4%，仅次于第一位的氧（49.4%）。

硅被称为“工业味精”“半导体之王”和“光伏产业的火车头”，硅产业包括工业硅、多晶硅、单晶硅、有机硅和碳化硅等硅产品及下游加工器件，是新能源、新材料和电子信息等战略新兴产业发展的重要基础。

## 二、工业硅

工业硅又称金属硅，是由硅石和碳质还原剂在矿热炉内冶炼成的产品，主成分硅元素的含量在 98% 左右，其余杂质为铁、铝、钙等。

因其用途不同而划分为多种规格，按照金属硅中铁、铝、钙的含量，可把金属硅分为 553、441、411、421、3303、3305、2202、2502、1501、1101 等不同的牌号。

工业硅主要用途是硅铝合金、非铁基合金添加剂，还作为化学工业的原料（用于生产硅橡胶、硅树脂、硅油等有机硅），工业硅经一系列工艺提纯后生成多晶硅、单晶硅，供光伏产业及电子工业使用。

## 三、晶体硅

### （一）多晶硅

单质硅的一种形态。熔融的单质硅在过冷条件下凝固时，硅

原子以金刚石晶格形态排列成许多晶核。主要用于制取单晶硅或太阳能光伏电池等，被称为“微电子大厦的基石”。

## （二）单晶硅

硅的单晶体，是具有基本完整的点阵结构的晶体。纯度要求达到 99.9999%，甚至达到 99.9999999%以上，是目前人工提取出纯度最高的物质。

单晶硅是一种比较活泼的非金属元素，是晶体材料的重要组成部分，处于新材料发展的前沿。用于制造半导体器件、太阳能电池、芯片等。

## （三）两者关系

多晶硅可作为拉制单晶硅的原料，单晶硅用高纯度的多晶硅在单晶炉内拉制而成（直拉法）。

在物理性质方面，两种硅的特性相差较大。单晶硅导电能力强，光电转换效率高，单晶硅光电转换效率一般在 17%-25%左右，多晶硅转换效率在 15%以下。

## 四、有机硅

含有 Si-O 键、且至少有一个有机基是直接和硅原子相连的化合物，也常把通过氧、硫、氮等使有机基与硅原子相连接的化合物也当作有机硅化合物。其中，以硅氧键为骨架组成的聚硅氧烷，是有机硅化合物中为数最多，研究最深、应用最广的一类，约占总用量的 90%以上。

有机硅是由工业硅和化工有机原料（甲醇）制成，有机硅化工新材料是国家七大战略性新兴产业发展所需的重要基础材料，

具有许多其它化工材料无可替代的作用，是名副其实的“工业维生素”和“科技催化剂”，按其形态的不同，可分为硅树脂、硅橡胶和硅油等。

## 五、硅光伏

利用晶体硅制造太阳能电池进行光伏发电，包括单晶硅太阳能电池和多晶硅太阳能电池。光伏发电是利用半导体界面的光生伏特效应而将光能直接转变为电能的一种技术。

太阳能光伏发电的最基本元件是太阳能电池（片），有单晶硅、多晶硅、非晶硅和薄膜电池等。

## 六、硅电子

具有半导体性能，用来制作半导体器件的硅材料，是电子信息产业最基础的材料。半导体硅用量或产量以单晶硅数量（以吨计）和硅片面积（平方英寸）来表述。主要包括半导体晶体管、单晶硅棒、单晶硅芯片、复合半导体器件、微波射频器件、可控硅器件、集成电路等。

表 1-2 半导体硅片与光伏硅片对比统计表

序号	比较类别	半导体硅片	光伏硅片
1	材料	半导体行业使用的硅片全部为单晶硅，目的是为了保证硅片每个位置的相同电学特性	单晶硅和多晶硅均可
2	形状	半导体单晶硅片是圆型	光伏单晶硅片是正方形
3	尺寸	硅片直径有 150mm(6 寸晶圆),200mm(8 寸晶圆)和 300mm(12 寸晶圆)尺寸	主要有边长 125mm、150mm、156mm 的种类
4	纯度	半导体单晶硅片在 9N(99.9999999%) -11N(99.999999999%)左右，纯度要求最低是光伏单晶硅片的 1000 倍	光伏单晶硅片的纯度要求硅含量为 4N-6N 之间(99.99%-99.9999%)



5	外观	半导体硅片在表面的平整度，光滑度和洁净程度要比光伏用硅片的要求高
---	----	----------------------------------

备注：纯度是光伏用单晶硅片和半导体用单晶硅片的最大不同。

## 七、碳化硅

碳化硅（SiC）是用石英砂、石油焦（或煤焦）、木屑（生产绿色碳化硅时需要加食盐）等原料通过电阻炉高温冶炼而成。目前工业生产的碳化硅分为黑色碳化硅和绿色碳化硅两种，主要用作功能陶瓷、高级耐火材料、磨料及冶金原料。

工业碳化硅下游技术含量极高的纳米级碳化硅，可用于制造半导体、制造碳化硅纤维。

## 八、硅产业关联产品与产业分类的关系

### （一）产业链的前后端关系

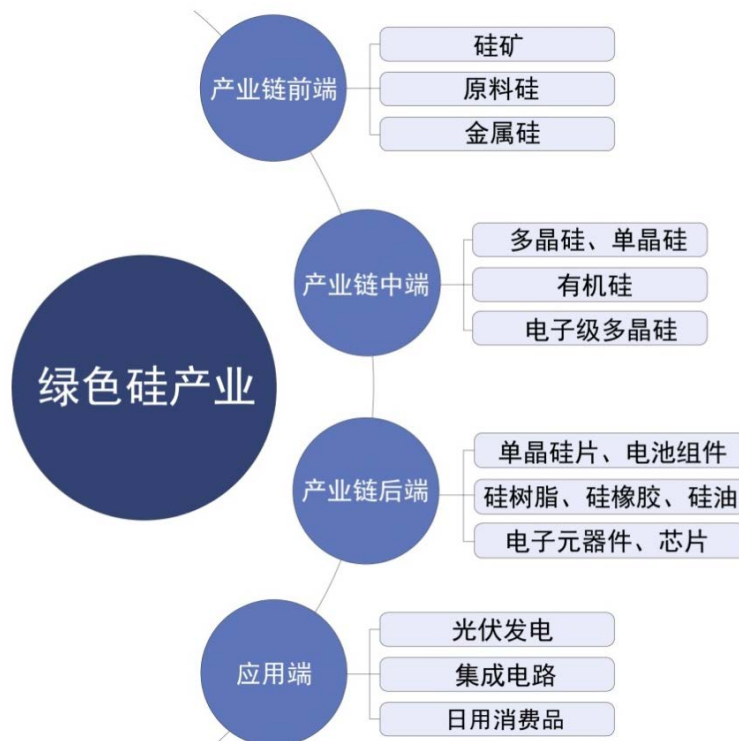


图 1-3 硅产业关联产品

工业硅（金属硅）属于硅产业的前端产品，是多晶硅、单晶

硅、有机硅等硅中端及下游产业最基础的原料。

多晶硅又作为硅光伏、硅电子下游产业的二次原料。

## **(二) 产品所属的行业类别**

硅矿石的开采属于采矿业。

工业硅的提取阶段属于冶金产业。

工业硅到有机硅属于化工产业，有机硅的下游精深加工环节属于化工新材料产业，硅基新材料制造各类生活日用品属于消费品制造产业（轻工产业类别）。

工业硅到多晶硅属于化工产业，多晶硅到单晶硅、硅光伏属于装备制造产业；硅光伏发电属于新能源产业。

单晶硅制取硅半导体属于新材料产业，硅半导体制造各类电子产品属于电子信息制造产业。

硅产业的相关产品的进出口产业属于国际商贸业。

## 第二章 发展现状及行业形势

### 第一节 国内外硅产业发展现状及趋势

#### 一、硅产业发展现状

##### (一) 硅产业总体情况现状

硅铁合金主产国根据产量降次排列依次为：中国、美国、巴西、法国和挪威。

硅主产国：中国、俄罗斯、美国、挪威、巴西等。

硅主要消费国：中国、美国、韩国、欧盟国家等。

硅主要进口国：美国、韩国、日本、韩国、泰国、英国、荷兰、挪威、阿联酋、印度、卡塔尔、墨西哥、澳大利亚等。

硅主要出口国：中国、巴西、西班牙等。

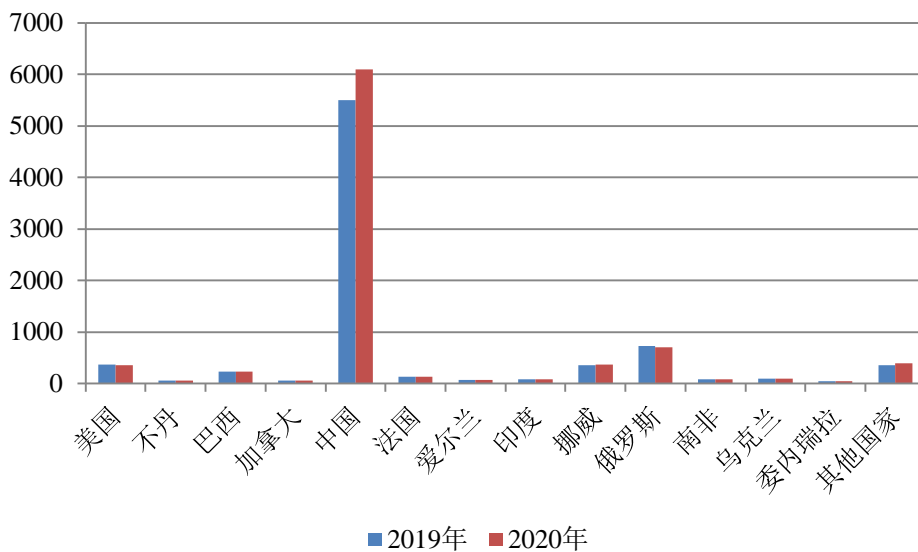


图 2-1 2019-2020 年全球主要国家硅产量图框统计图 (千吨)

##### (二) 工业硅发展现状分析

2020 年全球工业硅产能约为 700 万吨/年，国外工业硅总产能为 200 万吨，产能占比较 2017 年基本持平，但全球工业硅产量比 2017 年有所上升。

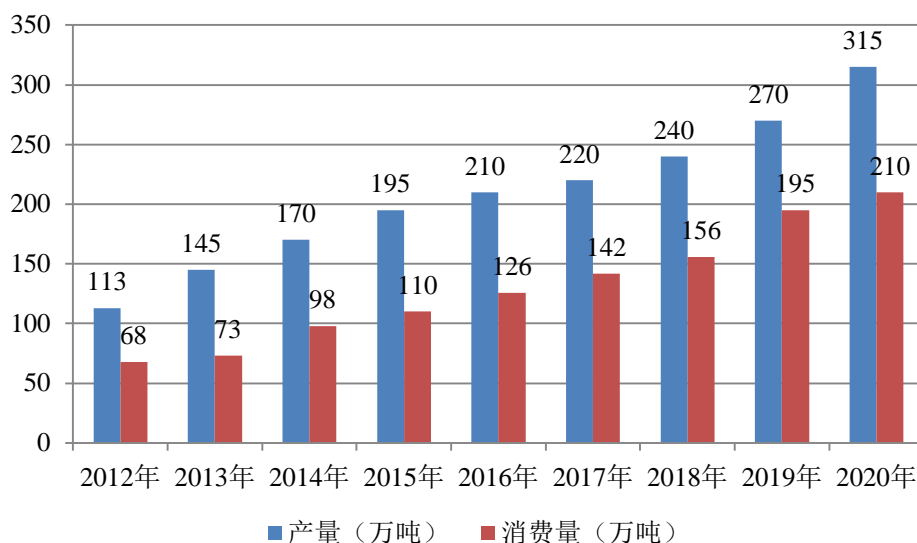


图 2-2 2012-2020 年中国工业硅产量及消费量情况统计图

2020 年中国工业硅产量约 315 万吨，占据全球总产量的 64%。此外，全球主要工业硅生产国还包括巴西、美国、挪威、法国等国，2020 年工业硅产量分别占比 8%、5%、5%和 4%。

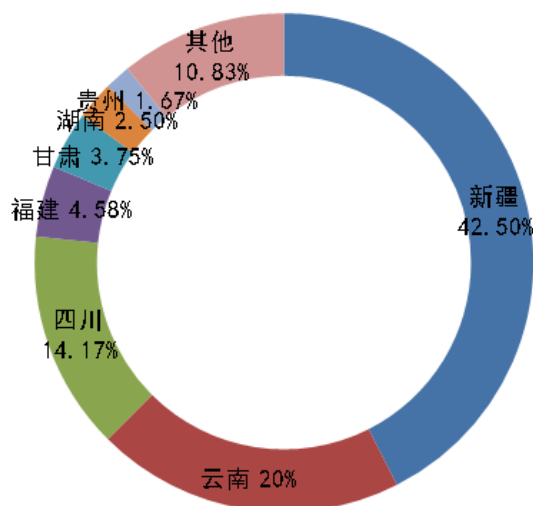


图 2-3 2020 年国内工业硅产量分布情况统计图

中国近年来工业硅产能产量呈现出逐年增长的发展态势，2020 年中国工业硅产能为 500 万吨，主要分布在新疆、云南和四川三个省份，同比 2017 年增长了 4.2%。工业硅产量为 315 万吨，同比 2017 年增长了 9.1%。工业硅产量仅占工业硅总产能的

63%，主要有两个原因：一是国家淘汰工业硅落后的生产设备，并加大环保和安全生产的检查，部分较小企业验收不合格处于停产状态；二是部分企业受市场因素影响，实际生产产能没有满负荷运作，生产能力有所下滑。

我国工业硅产业呈现出“环保政策推动供给侧改革，成本快速上升引发市场价格急剧波动”的特点。2017年以来持续的环保督察引发了整个工业硅行业的供给侧结构性改革，不仅让新疆大量煤电硅一体化项目停建缓建，也加速了四川、贵州等地落后产能的淘汰。在最严格的生态环境保护制度面前，未来工业硅的工作重点将集中在节能减排和环保等方面。

### （三）晶体硅发展现状分析

我国早期多晶硅产业的发展存在着“两头在外”的问题，即原材料主要依赖进口，产品主要用于出口。2010年以后，随着整个产业链的不断发展，这种严重依赖国外市场的局面也在不断改善。尤其是2017年，受国家相关补贴政策刺激，终端需求爆发式增长，带动国内多晶硅需求增加。

2020年全球多晶硅产量约为64.5万吨，其中，中国占比61%，连续第4年占比过半，排名世界第一；韩国产量为8.20万吨，同比增加4.1%，排名第二；德国产量6.50万吨，同比减少7.9%，排名第三。

随着国家的支持以及太阳能级多晶硅市场的需求，中国多晶硅行业迅速扩大。2020年，中国多晶硅产能超过万吨的企业有10家，产量为34.2万吨，同比增长32.05%。

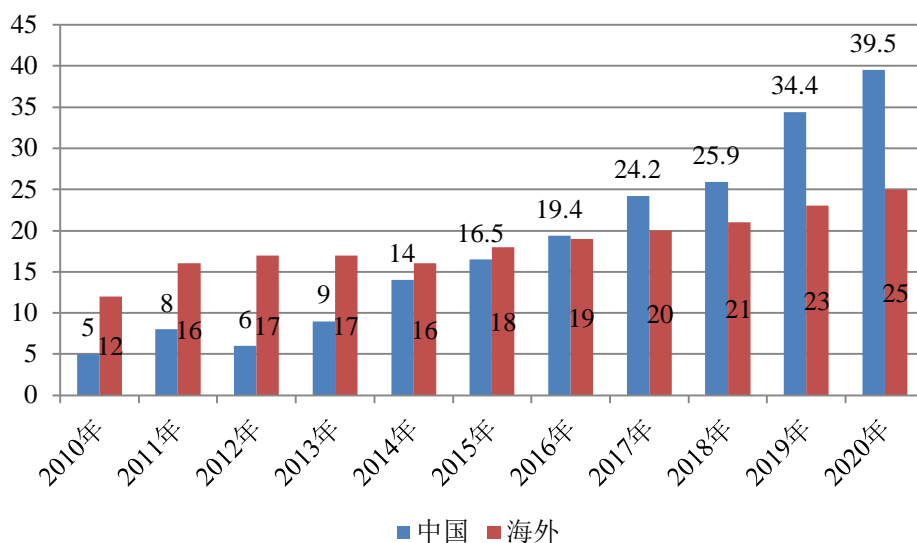


图 2-4 2010-2020 年中国和海外多晶硅产量情况统计图 (万吨)

#### (四) 有机硅发展现状分析

2020 年全球有机硅单体总产能约 553.5 万吨/年，从区域分布来看，中国总产能为 279.5 万吨/年，占全球总产能的 50.5%，是全球最大的有机硅生产国。其次是德国，2020 年单体产能未出现增减，占全球总产能的 14.1%。另外英国、日本、泰国以及法国，均有有机硅五大巨头的生产加工基地，2020 年占全球有机硅单体产能比例分别是 7.2%、6.8%、5%、3.7%。

有机硅属于高性能新材料，由于下游需求十分广泛，有机硅需求增速一直高于 GDP 全球增速，尤其在新兴国家市场。人均有机硅消费量与人均 GDP 水平基本呈正比关系，而且低收入国家有机硅需求增长对收入增长的弹性更大。目前，中国等新兴市场国家人均有机硅消费量还不到 1 千克，而西欧、北美、日、韩等发达国家和地区已接近 2 千克。

有机硅属于化工产业的范畴之一，也受到化工产业政策的影响

响。按照国务院办公厅 2017 年下半年印发的《关于推进城镇人口密集区危险化学品生产企业搬迁改造的指导意见》，城镇人口密集区现有不符合安全和卫生防护距离要求的危险化学品生产企业就地改造达标，搬迁进入规范化工园区或关闭退出，企业安全和环境风险大幅降低。目前，全国各省区相继出台实施方案，搬迁工作已经全面展开。

### （五）硅光伏发展现状分析

随着环境保护和绿色能源的广泛关注，全世界硅光伏产业发展迅速。亚洲是世界上光伏容量份额最大的区域，累计装机容量为 330.1 GW，中国是该地区最大的市场，累计装机量为 205.7 GW，其次是日本（61.8 GW）、印度（34.8 GW）和韩国（10.5 GW）。

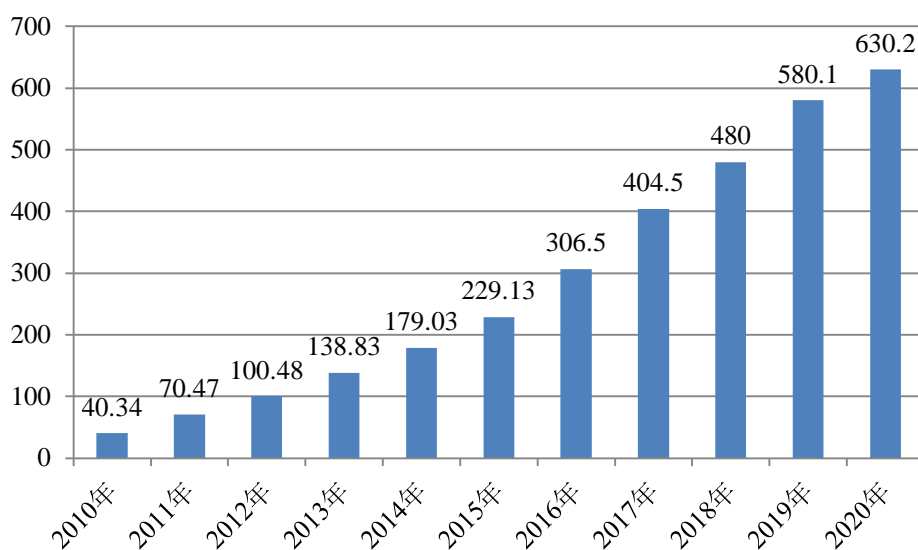


图 2-5 2010-2020 年全球光伏累计装机容量统计图（单位：GW）

2020 年中国光伏产业链各环节占比均超过 5 成，其中多晶硅料产量 24.2 万吨，占比 56%；硅片产量 87.6GW，占比 83%；电池产量 68GW，占比 68%；组件产量 76GW，占比 71%；各环

节出货量均处于世界第一。

我国硅片市场主要依赖出口，出口地主要为中国台湾、韩国和马来西亚等东南亚地区。和硅片一样，我国也是电池片产量大国，从全球格局来看占绝对优势。

### （六）硅电子（半导体）发展现状分析

半导体设备是整个产业发展的基础，虽然整体产业快速发展，但国内半导体设备都处于较为初级的阶段，与国际水平有较大差距。我国在整个国际半导体产业链的分工中，一直以人口红利为优势，所以在封装环节承担得更多。然而在核心的芯片设计、晶圆制造环节，欧美日韩一直主导着全球半导体产业格局。

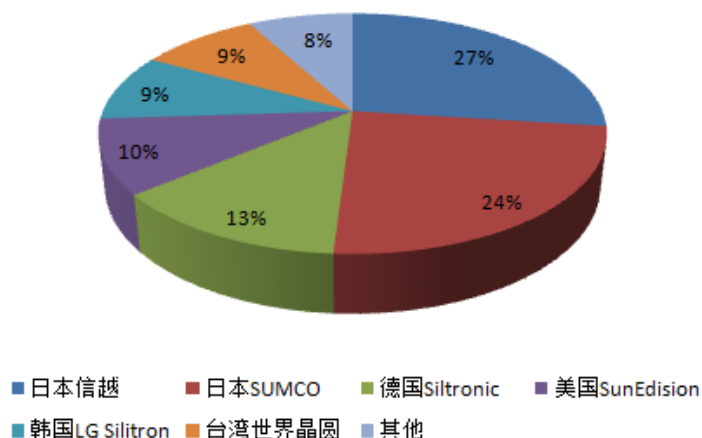


图 2-6 2020 年全球半导体硅片厂市场份额统计图

硅材料具有高垄断性，尺寸越大、纯度越高的硅片，垄断情况越严重。经过多年的竞争和重组，全球硅片市场已形成清晰和稳定的格局。全球一半以上的半导体硅材料产能集中在日本、德国、美国、韩国、中国台湾，六大供应商共占据全球硅片市场的 92%。在技术水平要求更高的 12 英寸大硅片市场，六大供应商的市场占有率超过 97%。



2020年，我国集成电路进口额1.98万亿元人民币，远超过石油和天然气的1.3万亿元，是最大的进口商品，但集成电路用12英寸硅片几乎完全依赖进口。

当前我国硅产业正处于战略转型期，面临着市场需求调整、贸易争端加剧、创新能力有待加强、发展质量亟待提升等多重挑战，转型发展的任务十分艰巨。尽管我国的工业硅、多晶硅、单晶硅、有机硅在产业规模、技术经济指标、综合竞争力等方面已取得长足进步，仍亟待进一步提高发展质量，尽快弥补硅电子高端材料的空白。

## 二、硅产业发展趋势预测

### （一）工业硅未来发展趋势

随着国内环保政策的严格落实，工业硅新建产能投放市场减缓，在成本不断增加的情况下，落后产能加速退出市场，出口量有望持续增加(先进的生产工艺有利于扩大出口)，供应过剩的局面将有所改善。同时，随着全球硅产业的转移(分散小产能向集聚大产能转移,基础原料为主的工业硅产能向发展中国家转移)，国内市场容量的增加，预期未来几年，国内有望维持供需平衡的态势。

#### 1.工业硅产能有序转移

从目前的市场来看，新疆和云南已经成为国内最主要的工业硅产业集聚地，并且两地均有各自的产业政策进行扶持。相关产业政策中提到，两地区对于工业硅领域均采用总量控制，支持下游有机硅、多晶硅、单晶硅等领域的发展。从目前的情况来看，

未来几年国内工业硅将实现东中部地区向西部地区转移，产能增长仍主要集中在新疆和云南，并将成为国内工业硅的两大承接基地。国家工业硅总产能在未来 10 年时间里将维持一个相对稳定的状态，主要是各个区域产能之间的相互置换。

## 2.大容量矿热炉占比逐渐增加

根据国家产业政策，我国在 2012 年开始淘汰 6300KVA 以下落后产能，对现有的产能进行升级以及建大型工业硅电炉，取得了较好的成效。截至 2020 年底，我国拥有 25000KVA 及以上冶炼炉的在产硅企业共有 12 家，冶炼矿热炉数量共计 92 台，大企业大容量的生产工艺可以实现工业硅集中发展，减少对环境的影响。

## 3.工业硅产能逐步集中

表 2-2 2020 年中国工业硅行业集中度统计表

序号	地区	数量（家）	重点企业	产量（万吨）
1	新疆	4	合盛硅业	58.9
			东方希望	
			晶鑫硅业	
			晶维克	
2	云南	3	永昌硅业	17.4
			宏盛锦盟	
			汇华硅业	
3	四川	2	四川鑫河	8.0
			潘达尔硅业	

4	甘肃	1	蓝星硅材料	8.3
	合计(万吨)		92.6	
	CR10		42.1%	

2020年，我国前十家工业硅生产商产能共计157万吨/年，占全国的32.7%；产量共计92.56万吨，占全国的42.06%；产量位居前十的企业中，新疆4家、云南3家、四川2家、甘肃1家。随着云南多个工业硅项目的投产，未来云南工业硅产能占比将逐步增大。

## （二）有机硅未来发展趋势

### 1. 行业市场将稳步扩大

有机硅在越来越广阔的领域展示其优越性能并发挥作用，新材料、生物医疗、新能源、高端装备制造及日用品等新兴应用领域对有机硅的消费需求均保持快速增长，预计有机硅产品市场增长率达到6-8%左右。

### 2. 产品研发能力要求更高

有机硅属于高技术密集型行业，随着下游产业需求的差异化和高标准化，对有机硅产品规格的要求也逐渐提高，各有机硅生产企业为满足客户需求，就必须大力开展应用研究，拓宽应用领域，不断开发新品种，提高产品各项性能指标。因此，未来有机硅行业整体研发投入有望进一步提高。

### 3. 重点关注下游精深加工

中国作为世界最大的有机硅市场，在全球占据较大份额。未来，随着建筑业、汽车制造业、电子、医疗等行业的高速发展，

中国市场对有机硅的需求量将保持高速增长。

表 2-3 2015-2020 年世界主要经济体有机硅材料消费结构情况统计表

序号	种类	中国	美国	西欧	日本
1	硅橡胶	72.3%	49.4%	46.5%	34.1%
2	硅油	25.9%	48.1%	47.6%	52.3%
3	硅树脂	1.8%	2.5%	5.9%	13.6%

### （三）硅光伏未来发展趋势

#### 1. 重视环保引发需求

20 世纪至今，世界能源供应以化石能源为主。在 2020 年世界能源消费结构中，石油、天然气、煤炭消费占比分别为 34%、23%、28%，核能、水能、其他可再生能源分别占比 4%、7%、4%。但化石能源在有力支撑经济社会快速发展的同时，也带来了全球性能源环境问题，主要表现为酸雨、臭氧层破坏、温室气体排放等。此外，随着化石能源储量的逐步降低，全球能源危机也日益逼近。

为实现人类社会的健康可持续发展，调整和改善能源的消费结构，增加清洁能源的应用。通过光伏发电减少化石能源的消耗，减少二氧化碳排放，将成为世界各国未来的必然选择。预计到 2025 年全球新增硅光伏装机容量将达到 200.00 GW 以上。

#### 2. 建设规模持续扩大

光伏产业作为具有重大开发价值的新能源产业，其清洁高效及可持续利用的特点使得各国都先后投入至该产业的开发与利用中。近年来，全球光伏产业经历了跨越式发展，新增装机容量

从 2007 年的 2.8GW 逐年增长至 2020 年的 99.1GW。亚太地区新增光伏装机容量 73.7GW，累计装机容量达 2213GW，占全球装机总量的 55%。光伏发电的巨大潜力愈发引人关注，将成为未来新能源领域的核心主导产业。

#### **（四）硅电子未来发展趋势**

##### **1.全球硅电子产品供不应求**

全球硅片供应集中，少数国际巨头垄断市场。全球一半以上的半导体硅材料产能集中在日本、中国台湾、德国、美国、韩国，五大供应商（日本信越化工、日本 Sumco、德国 Siltronic、中国台湾环球晶圆与韩国 LGSiltron）共占据全球硅片市场的 92%。在技术水平要求更高的 12 英寸大硅片市场，六大供应商的市场占有率超过 97%。未来很长的时间内，全球硅片供应集中，少数国际巨头垄断市场的情况依旧持续。

此外，随着全球硅片供应缺口持续加大，硅片供应商会优先供应集成电路领域的龙头企业。我国集成电路制造企业对上游原材料企业的议价能力弱，规划建设的集成电路生产线存在硅片供应中断风险。预计未来 10 年高端硅电子材料的市场需求增长率在 12% 以上。

##### **2.我国硅电子产业发展迅速**

全球硅片技术进步大幅放缓，为国内追赶争取了时间。我国集成电路企业实力不断壮大，带动国内硅片企业稳步发展。国产硅片产品很难打入全球集成电路供应链，所以通过国内集成电路企业的发展，为国产硅片提供合适的验证平台和市场。当前，国

内正加速布局集成电路生产线，其中中芯国际、晋华存储、长江存储等企业已纳入重大生产力布局规划中。

## 第二节 云南省硅产业发展现状及趋势

### 一、产业发展支撑条件分析

硅产业是典型的高载能产业，尤其电力成本占工业硅行业70%以上的成本。因此，硅产业发展必须具备两个条件，一是硅矿石资源，二是丰富的电力资源。

#### （一）硅石资源

硅在自然界分布很广，其含量约占地壳质量的26%，是组成岩石矿物的一个基本元素，在自然界中以石英砂和硅酸盐出现。

我国的硅石资源储量丰富，分布区域较为广泛，其中储量大、质量较好的区域主要为云南、广西、广东、青海、福建、四川、黑龙江等省区。

云南省硅资源储量丰富，是国内硅石矿分布较广、查明资源储量较多的省份。主要分布在昭通、保山、德宏、怒江、文山等地州，已探明硅藏量超过30亿吨，以年开采量100万吨计算，可开采3000年。主要特点是硅矿纯，品位好，杂质少，开采价值高。

此外，云南省现有工业硅产能130万吨，产能和产量均位居全国第二位，能够为延伸发展多晶硅、单晶硅、硅基合金、有机硅以及下游光电子、光伏和精细化工等产业提供核心原料支撑。

#### （二）电力资源

云南省电力资源丰富，尤其是水电资源，位居全国第一，其

中清洁能源装机占比达到 84.5%。

2017 年底，云南省水电装机容量已达 6096 万千瓦，2020 年底已达 7556 万千瓦。随着乌东德、白鹤滩等大型电站的建设投产，将在 2025 年左右进入一个新的水电投产高峰，全省装机容量将达 9300 万千瓦时。

云南省作为全国水电资源最富集的区域，但长期以来缺乏有效互动，产业间未能形成合力，以至于大量电力低价外送，省内工业用电利用率较低。随着全省“绿色能源牌”的大力实施，水电资源将为绿色硅产业发展提供坚实的能源支撑。

表 2-4 2020 年世界水电站前 8 排名

序号	国名	电站名称	所在河流	装机容量 (万 kw)	年发电量 (亿 kw.h)	开始发电 年份
1	中国	三峡	长江	2250	847	2003
2	中国	白鹤滩	金沙江	1600	640	在建
3	巴西、巴拉圭	伊泰普	巴拉那河	1400	900	1983
4	中国	溪洛渡	金沙江	1386	571	2014
5	中国	乌东德	金沙江	1020	387	在建
6	委内瑞拉	古里	卡罗尼河	910	510	1968
7	巴西	图库鲁伊	托坎廷斯河	837	324	1984
8	中国	向家坝	金沙江	775	307	2012

综上，云南省具备硅石资源和电力资源两方面的优势，从而将水电优势和资源优势充分结合，就地转化为经济优势，为全省

工业经济发展提供新的增长点。

## 二、云南省硅产业发展现状

2018 年以来，按照省委、省政府打好“绿色能源牌”总体部署。云南省把促进水电清洁能源优势和硅资源优势、工业产业基础相结合，培育和引进行业领军企业，提升创新驱动能力，促进集群发展，积极推动绿色硅材产业一体化发展，着力提升云南产业链高质量发展水平。

2020 年，全省绿色硅材加工一体化产业实现产值约 300 亿元，连续 2 年实现倍增，拉动全省规模以上工业增速约 1 个百分点。绿色硅材一体化产业总消纳电量约 90 亿千瓦时，有力推动全省工业经济的快速发展。

全省形成以硅光伏、硅电子、硅化工产业为主导，紧盯行业内龙头企业和优质项目开展招商引资，全力打造面向南亚东南亚的绿色硅材加工一体化制造基地。目前，西安隆基、合盛硅业、锦州阳光、河北晶龙和通威集团等硅行业领军企业陆续落地云南。丽江隆基、保山隆基、楚雄隆基、楚雄宇泽、曲锦州阳光、曲靖晶龙等一批重点项目快速推进建设，有序投产。

表 2-5 云南省现状硅产业龙头企业统计表

序号	产业类别	龙头企业
1	硅光伏	丽江隆基、保山隆基、楚雄隆基、曲靖隆基、荣德新能源等
2	硅电子	闻泰科技、AST 硅片生产、安世半导体、锦州阳光、河北晶龙等
3	硅化工	合盛硅业、通威集团、云南能投等

截至 2020 年底，全省已建成投产水电硅材项目 7 个，完成投



资 153 亿元，形成 0.6 万吨多晶硅、4.7 万吨单晶硅、13GW 硅片、200MW 组件产能；在建项目 10 个，总投资 176 亿元，新增 7.2 万吨单晶硅、16GW 硅片、40 万吨有机硅产能，实现坩埚、石墨等原燃辅料配套，项目全部建成达产后，将实现产值 800 亿元以上；全省工业硅总产能约为 130 万吨（其中已建项目产能约 50 万吨，在建项目产能约 80 万吨）。

### **三、云南省硅产业发展规划**

#### **（一）突出打造硅光伏产业链**

以西安隆基、中电电气、协鑫集团等企业为主体，加快发展太阳能级多晶硅、单晶硅及“切片加工—电池组装—太阳能发电”硅光伏产业链。

#### **（二）努力构建硅电子产业链**

以云芯硅材电子级多晶硅为依托，努力构建电子级硅晶材料及切片、芯片设计、芯片制造、封装测试等相关多元配套的多规格、全流程硅半导体及电子元器件产业链和产业基地。

#### **（三）适时发展硅化工产业链**

依托化学级工业硅、氯碱化工和磷化工等产业优势，适时发展有机硅单体材料，引进发展纳米级有机硅防水材料，积极构建从有机硅单体到终端加工应用的硅化工产业链。

#### **（四）积极推进碳化硅产业链**

依托优质煤炭、硅石资源和清洁能源，适时发展碳化硅和以碳化硅为基础的碳化硅晶体、不定型新型耐火材料和碳化硅纤维等下游加工应用产业链，构建碳化硅产业集群。

#### 四、云南省硅产业园区空间布局

云南省目前硅产业主要布局在昆明、曲靖、楚雄、保山、昭通、丽江等地。

表 2-6 云南省硅产业空间布局统计表

序号	地州	园区名称	发展类别	龙头企业	产品规模	备注
1	保山	保山工贸园区硅化工产业片区	硅化工(多晶硅)、硅光伏、硅电子	隆基硅业	年产 11GW 单晶硅棒	云南省水电硅材加工一体化产业示范基地之一 全省三大硅化工片区之一
2	楚雄	禄丰工业园区金山片区	硅光伏、硅电子	隆基硅业	年产 20GW 单晶硅切片	云南省水电硅材加工一体化产业示范基地之一
3	丽江	华坪工业园区石龙坝清洁载能产业示范园	硅光伏、硅电子	隆基硅业	年产 22GW 单晶硅棒	云南省水电硅材加工一体化产业示范基地之一
4	曲靖	曲靖经开区南海子工业园区硅晶产业园	硅光伏、硅电子	隆基硅业、云南冶金云芯硅材	年产 30GW 单晶硅棒和切片	云南省水电硅材加工一体化产业示范基地之一
5		沾益区花山工业园区	硅化工(有机硅)	云南能投	年产 40 万吨有机硅	全省三大硅化工片区之一
6	昭通	昭通龙海硅基新材料园区	有机硅中间体及其下游精深加工	合盛硅业	年产 80 万吨有机硅	全省三大硅化工片区之一
7	其它	主要是在大理鹤庆、怒江的泸水、德宏州等地形成工业硅生产原料基地。				
备注	隆基	全球最大的单晶硅生产企业、全球最大的太阳能单晶硅棒和硅片制造商。				
	合盛	世界级工业硅生产基地，中国最大的工业硅生产企业，中国有机硅行业中生产规模最大的企业，拥有上游原料到下游精深加工的完整产业链。				

表 2-7 云南省各区域硅产业发展优势支撑统计表

序号	优势支撑	代表区域	备注
1	区位优势及城市综合型	昆明、曲靖	依托处于滇中区位优势和城市综合发展影响力
2	资源支撑型	昭通、保山、丽江华坪和楚雄禄丰	依托硅矿石资源和电力资源优势

综上所述，云南省目前布局的硅产业园区都已具备产业发展的竞争力，从产业发展优势方面分析，昆明和曲靖作为区位优势及城市综合支撑型，保山、丽江华坪和楚雄禄丰作为资源支撑型；从硅产业技术层面分析，怒江、德宏和昭通主要发展工业硅前端产业链，丽江和保山主要发展晶体硅中端产业链，楚雄、曲靖和昆明主要发展下游精深加工的硅切片、硅光伏和电子级单晶硅等下游精深加工产业。

### 第三节 文山州硅产业现状及 SWOT 分析

#### 一、文山州硅产业发展现状

文山州现有工业硅冶炼企业 4 户，产能共计 3 万吨/年。

##### （一）广南县宏顺硅业有限公司

广南县宏顺硅业有限公司成立于 2008 年，位于广南工业园区重工业片区，距县城 5 公里，生产厂区占地面积 105 亩，主要生产工业硅，主营矿产品购销和进出口贸易。该公司拥有两台装机容量为 12500KVA 的金属硅矿热熔炉，设计规模年产 12000 吨，以生产 311、3303、411、421、441 等级金属硅为主导产品，是目前文山州规模最大的金属硅生产企，公司生产的产品（工业硅）主要发往广州黄埔港通过贸易公司发往国内和出口国外。公司没有配套矿山，原硅矿石主要从广西百色地区购入、石油焦从

广西防城港购入、水洗煤从贵州购入。自投入生产以来，该公司累计生产金属硅 25590 吨，实现总产值 29685 万元，上缴税金 1350 万元。

### **(二) 麻栗坡县中信硅业有限公司**

该公司成立于 2004 年，注册资本为 168 万元，位于麻栗坡县麻栗镇南朵村干冲，距麻栗坡县城 2 公里，占地面积 40 余亩，现有 1 台装机容量为 12500KVA 的金属硅矿热熔炉，设计产能 6000 吨/年。受市场影响，该公司于 2019 年底停产至今。

### **(三) 麻栗坡县鸿源硅业有限责任公司**

该公司成立于 2004 年，注册资本为 2200 万元，位于麻栗坡县麻栗镇茅草坪田房村大湾子，距麻栗坡县城 4 公里，占地面积为 29.92 亩，现有 1 台装机容量为 12500KVA 的金属硅矿热熔炉，年产能 6000 吨 / 年。受市场影响，该公司于 2019 年底停产至今。

### **(四) 马关县润源电冶有限公司**

该公司前身为云南华联电力有限责任公司润源硅厂，2012 年 4 月更名为马关县润源电冶有限公司，注册资金 100 万元。公司位于文山州马关县马白镇上董亮村，距马关县城 6 公里，现有 1 台装机容量为 12500KVA 的金属硅矿热熔炉，设计产能 6000 吨/年。受供电及公司股权变化等影响，该公司于 2017 年 11 月停产至今。

## **二、硅产业发展优势分析(Strength)**

### **(一) 区位优势突出**

文山位于云南省东南部，东与广西百色市毗邻，南与越南接

壤，国土面积 31456 平方公里，边境线长 438 公里。



图 2-7 文山州战略区位示意图

文山地处云南、广西两省与越南的交界处，位于中国西南地区、珠三角以及南亚东南亚三个区域的交汇处。州内有天保、都龙、田蓬 3 个国家级一类口岸连通越南，是中国对外开放的前沿阵地之一，是云南离大海最近的地方，是云南通往珠三角、粤港澳大湾区最便捷的通道，具有“承接东西、贯通南北、通边达海”的独特区位优势。

## （二）交通条件优越

文山是云南唯一拥有高铁、高速公路、航空、水运立体交通网络的地区。

### 1. 高速

广昆高速、蒙文砚高速、平文高速、那广高速、文马高速、文麻高速已建成通车。目前在建 3 条高速公路：砚山-丘北、那

洒-兴街、泸西-丘北-广南-富宁高速公路。



图 2-8 文山州综合交通示意图

## 2. 铁路

云桂高铁贯穿全境，设有富宁、广南和丘北三个高铁站。西连缅甸、东至防城港的沿边铁路蒙自至文山段即将启动建设，并将同步推进文山至广西防城港段铁路的规划建设工作。

## 3. 航空

文山普者黑机场位于砚山县盘龙乡，现已开通昆明、广州、成都、重庆、杭州、贵阳和普洱、保山、芒市等航线，下步还将开通北京、上海航线。“十四五”期间力争启动建设两个通用机场（广南、富宁）和一个民用机场（丘北）。

## 4. 水路

水路运输潜力巨大，一是珠江第一港“富宁港”正加快建设，建成后沿珠江航道可直达广州港；二是文山天保口岸可经河内抵

达海防港（约 450 公里）等越南深水港，为水路运输货物提供便利，有利于降低运输成本。

### **（三）矿石资源丰富**

文山州处于地质大构造单元交接部位，地质构造复杂，沉积地层发育，岩浆活动频繁而强烈，岩类多样，具有良好的成矿环境和条件，蕴藏着丰富的硅石资源。目前，文山州共设置 40 个硅石（冶金用脉石英）采矿权，其中麻栗坡县 25 个，马关县 13 个，文山市 1 个，西畴县 1 个，矿权范围共 71.8397 平方公里，矿权内保有资源储量 1296.8 万吨。

### **（四）电力设施完善**

文山电网以砚山、富宁两个 500 千伏变电站为中心，由 500 千伏砚山变电站、500 千伏富宁换流站，10 座 220 千伏变电站和 1 座 220 千伏开关站组成主网架，主电网通过±500 千伏永仁—富宁直流输电线路与滇西电网相连，通过 500 千伏砚山变—红河变与红河电网相连，通过 500 千伏富宁换流站—广西武平变与广西电网相连。500 千伏砚山变电站和 500 千伏富宁换流站及输电线路作为通道网架的特征明显，是云南省西电东送、对越送电的主要通道。加之 500 千伏天星输变电工程、500 千伏柳井输变电工程、500 千伏富宁换流站三期扩建等一批主网项目超常规提速推进，文山电网网架结构将进一步增强，供电保障能力和安全稳定运行水平将进一步提高。

## **三、硅产业发展劣势分析(Weakness)**

### **（一）现状产业基础薄弱，缺少龙头企业带动**

目前文山州硅产业现状较为薄弱，企业布局分散，仅为工业硅生产企业。全州有工业硅冶炼企业共 4 户，产能共计 3 万吨/年。仅有广南县宏顺硅业有限公司产能 1.2 万吨/年；麻栗坡县中信硅业有限公司、麻栗坡县鸿源硅业有限责任公司、马关县润源电冶有限公司三家公司已停产。整个文山州区域范围内缺少现状硅产业的龙头企业。

### **（二）“两整一提高”存在部分问题（矿业权分散、缺乏系统的地质勘察工作）**

文山州把整顿矿业秩序，整合矿产资源，提高矿业科学发展水平（简称“两整一提高”）作为硅石开采的重大决策。但是在硅石采矿过程中还存在部分问题，主要表现为：目前文山州现有硅石主要分布集中在马关和麻栗坡两个县，但矿业权数目多，矿业权人多，地质勘察程度较低，不利于资源的系统开发利用，需要对矿业权进行整合后重新规划统一勘查后开发利用。

### **（三）硅产业园功能空白，急需进行规划调整**

文山州目前保留的 3 个产业园区，都没有规划与硅产业相关的产业功能板块。未来全州大力发展硅产业，必须对原有规划进行相应调整，增加与硅产业相关的功能板块。尤其是砚山产业园区中的化工园区（园中园），应该考虑增加与硅相关的化工产业板块。

## **四、硅产业发展机遇分析(Opportunity)**

### **（一）各类产业政策的助推机遇**

国家出台了多部促进硅产业发展的政策文件和战略规划，明



确将硅及其下游精深加工产业作为鼓励类产业，同时作为国家战略新兴产业。

2017年，云南省出台《云南省人民政府关于推动水电硅材加工一体化产业发展的实施意见》，明确要求将水电硅材作为全省的主导产业，同时将硅基新材料作为全省八大产业之一的新材料产业发展的重点类别。

2018年，云南省明确将绿色硅产业作为“绿色能源牌”的发展类别之一。

2021年1月，《西部地区鼓励类产业目录（2020年本）》明确，中西部地区中唯独云南省新增“绿色铝产业”“绿色硅产业”生产、精深加工及其应用的全产业链。

以上产业政策和发展战略都为硅产业园区产业发展带来了很大的机遇。

## **（二）云南省及文山州重视硅产业发展**

### **1. 云南省大力进行硅产业研发人才培养**

云南省瞄准世界一流水平，深化与国际国内高校、科研院所及知名企业合作，引进高水平专家和团队，依托昆明理工大学等高校和科研院所建成的“硅冶金与硅材料省级创新团队”“云南省硅材料工程技术研究中心”“云南省高等学校硅冶金与硅材料工程研究中心”“硅材料国际合作研究室”等平台，组建硅材及加工应用研究院，推进国家级工程研究中心建设。

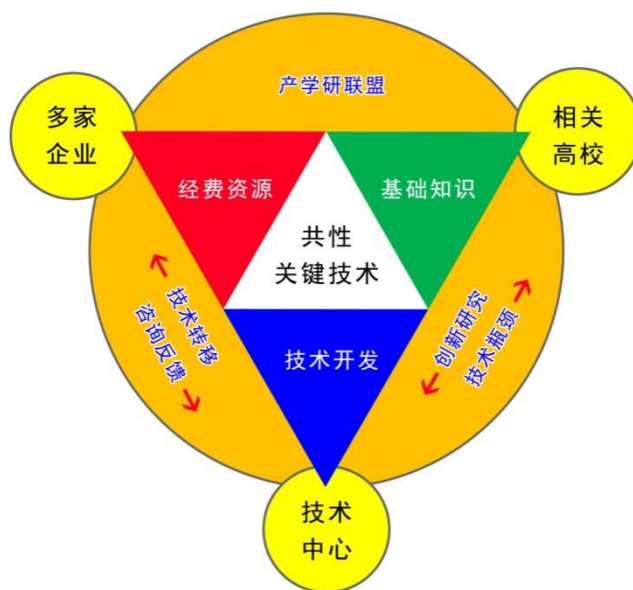


图 2-9 “产学研”发展模式示意图

## 2.文山州重视绿色硅产业发展

文山州高度重视绿色硅产业发展，积极开展硅产业前期工作，已委托相关单位编制硅产业的相关规划。各园区相关部门已启动总规、环评、安评等，对园区重大项目采取“一企一策、一事一议”的形式，对在园区投资的产业性项目实行帮办制度和跟踪服务责任制。

### （三）国际国内硅产业市场需求扩大

随着化石能源带来全球性能源环境问题日益严峻和化石能源开采储量的逐步降低，光伏产业作为具有重大开发价值的新能源产业，其清洁高效及可持续利用的特点使得各国都先后投入至该产业的开发与利用中，预计光伏产业将成为未来新能源领域的核心主导产业。

硅电子产业已经提升至国家战略层次。未来要坚持创新发展，着力突破电子级多晶硅、单晶硅生产的关键核心技术，促进硅产

业向高端迈进，满足我国集成电路、高端芯片等现代制造业发展。

有机硅在越来越广阔的领域展示其优越性能并发挥作用，新材料、生物医药、新能源、高端装备制造及日用品等新兴应用领域对有机硅的消费需求均保持年均增长率 10%~15% 的快速增长。（10%~15% 的增长率数据来自工信部有机硅行业市场应用潜力预测分析报告）。

综上，国际市场和国内市场需求都为各类硅产业带来了巨大的市场前景。

## **五、硅产业发展挑战分析(Threats)**

### **(一) 资源开发与环境保护的矛盾**

随着工业化和城镇化进程加快，资源承载力和环境容量约束将进一步显现，节能减排、保护生态的任务艰巨，以高耗能初加工产业为基础的粗放的经济增长方式使得经济社会发展难以为续。园区产业必须切实转变发展方式，优化产业空间布局，更加注重资源集约利用和环境保护，实现可持续发展。

### **(二) 经济发展的不确定因素增加**

目前，全球经济复苏遭遇新挑战，未来经济前景存在诸多风险，不确定性、不稳定性因素增多。从国际上看，全球经济形势依然错综复杂、充满变数，世界经济低速增长态势仍将延续；从国内来看，不平衡、不协调、不可持续问题依然突出，经济增长下行压力和产能相对过剩的矛盾有所加剧，经济快速增长趋势放缓；从省内来看，全省经济平稳快速增长的基础还不牢固，基础

设施依然滞后，软环境还有待进一步改善，资金瓶颈制约等矛盾依然突出。

### **（三）全省其它地州的硅产业竞争挑战**

目前整个云南省硅产业主要布局在昆明、曲靖、楚雄、昭通、保山和文山等地，其中昆明高新区主要发展硅电子半导体材料，曲靖经开区、楚雄禄丰主要发展硅切片和硅光伏、电子级单晶硅，昭通昭阳和曲靖沾益主要发展有机硅；保山隆阳区主要发展多晶硅、单晶硅和硅光伏；全省硅产业布局存在 1-3 个布点的重叠性，但更多的是考虑产业之间的差异化竞争，各地硅产业的发展都有所侧重。文山州要实现差异化发展，显示独特优势存在一定挑战。

## **六、硅产业发展初步结论**

文山州具有云南对外的交通区位优势（面向两广和东南亚的大区域优势），同时也具备硅石资源储量，在严格按照云南省硅产业的三大主导方向（硅光伏、硅电子和有机硅）谋划产业发展的同时，可以充分结合铝产业发展优势，近期以硅铝合金为突破口，中远期积极延伸硅产业链，多元发展，以实现硅铝耦合发展，打造“中国硅铝融合产业示范基地”，最终力争实现文山州全硅产业发展为目标，走出一条符合文山实际的绿色硅产业发展道路。

综上所述，文山硅产业发展机遇与挑战并存，优势与劣势同在。但总体而言，优势大于劣势，机遇大于挑战，只要坚持突出优势、把握机遇、抓住机遇，就能迎接挑战、克服劣势、战胜困难，硅产业发展将取得更大成就。

## 第三章 规划总则、总体思路与发展目标

### 第一节 规划期限

本次规划期限为 2021~2030 年,其中规划基础年为 2020 年。

#### 一、近期

规划期限为 2021~2025 年,与文山州“十四五”规划期限保持一致,作为产业重点培育和发展期。

#### 二、远期

规划期限为 2026~2030 年,作为硅全产业链完善提升期。远景规划展望至 2035 年。

### 第二节 规划范围

本次产业规划范围为文山州地域范围,结合硅矿资源的分布和储量布局采矿区,结合保留的省级开发区(云南砚山产业园区)布局硅产业精深加工基地。

### 第三节 指导思想

按照“五位一体”总体布局和“四个全面”战略布局,牢固树立“创新、协调、绿色、开放、共享”发展理念,深化供给侧结构性改革,深入贯彻落实习近平总书记考察云南重要讲话精神、省委、省政府“三张牌”决策部署和省委、省政府文山现场办公会精神,紧抓国家实施“一带一路”“孟中印缅经济走廊”“中国制造 2025”的发展机遇,坚持“稳增长、调结构、促转型”相结合,以“延链、补链、强链、全链”作为硅产业的主攻方向,以现有产业基础和资源配套为依托,以结构调整、改造提升为主线,以推进全硅产业链为核心,重点布局下游精深加工产业,加

快推进文山州硅产业全面发展，将文山州打造成为云南省重要的全硅产业示范基地，助力文山州建设世界一流“三张牌”示范区。

## 第四节 规划原则

### 一、科学规划，合理布局

硅产业规划必须科学严谨，严格按照云南省硅产业空间布局要求，统筹文山州硅产业布局，实现硅加工制造项目入园发展，涉及硅化工项目必须入驻化工园区，实现文山州硅产业的集群发展和规范管理。

### 二、安全环保，绿色发展

硅产业以安全环保和绿色发展为底色，严格服从安全和环保等方面的管理要求，提升本质安全和环境保护水平，推进硅产业园区绿色低碳发展。

### 三、集聚集约，特色凸显

实现硅产业集群发展，避免产业多点开花；突出专业化产业发展，坚持上下游关联配套；发展循环经济，实现资源和能源高效利用。

### 四、配套完善，设施共享

严格按照硅产业园区的建设标准，高质量配套完善基础设施和公用及辅助设施工程，建设成为具有较高信息化水平和较强公共服务能力的绿色硅产业园区。

## 第五节 总体思路

### 一、突出一个重点——强化硅全产业链延伸

立足文山州丰富的硅矿资源、清洁水电资源和硅产业发展基

础，按照云南省“绿色能源牌”产业布局导向，以“延链、补链、强链、全链”为发展方向，形成“硅石开采-工业硅-硅精深加工产业-硅应用产业-硅产品国际贸易”的全硅产业链，重点布局硅光伏、硅电子和有机硅产业，并配套发展硅合金产业和碳化硅产业等产业。

## 二、抓好两大保障——绿色环保与安全生产

绿色环保和安全生产是硅产业园区发展的两大生命线工程。尤其是涉及有机硅和多晶硅的化工产业，必须遵循生态保护和安全生产相结合的发展思路，大力发展循环经济与节能减排，严格控制化工企业的安全防护距离，积极创建绿色园区、绿色工厂、绿色产品，构建低污染、低消耗、低风险、多循环、可持续发展的循环化工产业体系。

## 三、推进三轮驱动——品牌驱动、科技创新与两化融合

### （一）品牌驱动——“1+1>2”品牌效应推动化工产业跨越发展

大力实施“品牌兴硅”战略。品牌发展可以产生出“1+1>2”的效应，坚持把打造企业品牌与提升产业竞争力统一起来，全面提升文山州硅产业核心竞争力，重点打造“品牌企业、品牌技术、品牌产品”，实现文山州硅产业内涵的提升和外延的拓展。

### （二）科技创新——产学研协同发展，提高智能制造

一是构建技术创新平台。结合“产学研”发展理念，整合产业链上下游、科研机构、高校等创新资源，组建一批以产业化需求为导向、应用创新为主的产业创新联盟，强化全行业共性技术

研发。结合龙头企业优势领域，建设企业技术中心、制造业创新中心等。

二是强化技术创新能力。围绕新产品开发，支持龙头企业加大对关键环节、关键技术的研发投入力度，做精做专做优下游高端产品，力争形成或保持技术领先优势。

三是提高智能制造水平。以新建项目为依托，以打造数字化生产线、智能化工厂为目标，应用工业互联网、“数字孪生”、协同制造数字化平台、智能物流管理等技术和装备，促进生产加工环节数据实时监测和数字化控制。

### **（三）两化融合——推进“两化融合”，建设智慧园区**

结合国家提出的“两化融合”发展战略，以信息化带动工业化、以工业化促进信息化，走新型工业化道路，重点突破技术融合、产品融合、业务融合、产业衍生四个方面。制定硅产业园区“互联网+”行动计划，推动移动互联网、云计算、大数据、物联网等与园区发展结合，实现“信息园区、智慧园区、数字园区”。

## **四、实现多元融合——产业协同与区域融合**

### **（一）产业协同——实现产业协同，联手市场需求**

在发展硅产业的同时，注重与相关产业的产业协作和产业链的下端产业延伸。

#### **1.加强硅产业与铝产业耦合发展**

积极推进硅产业与铝产业的产业协作，以工业级硅铝合金、硅铝电子封装等新材料产业为重点，推进文山州绿色铝、绿色硅两大主导产业耦合发展。



## 2.推动硅产业与关联产业延伸发展

加快推进硅合金产业与装备制造产业(以汽车配件制造产业为重点)、硅电子与电子信息制造产业、硅光伏与新能源产业、有机硅与日用消费品制造产业、碳化硅与新材料产业的多元融合,实现硅产业的行业延伸。

### (二) 区域融合——“立足云南,合理承接,融入国际”

实现文山州域经济向区域经济融合发展转型,积极发挥硅产业的产业联动作用,依托云南省建设面向南亚东南亚辐射中心的发展机遇,以现有产业发展基础为依托,大力承接东中部硅产业转移(重点承接多晶硅和有机硅的产业转移);加大国际产能合作,积极融入南亚东南亚国际经济圈的市场潜力;积极完善硅全产业链布局,实现基础产业向精细产业延伸,进一步提升文山州硅产业的核心竞争力。

## 第六节 发展目标

### 一、定性目标——打造“中国硅铝融合产业示范基地”

文山州抓住国家“一带一路”“孟中印缅经济走廊”、云南省建设面向南亚东南亚的辐射中心等重大机遇,贯彻落实省委省政府“三张牌”决策部署,全力打好文山州绿色硅和绿色铝两大“工业牌”。

文山州蕴藏着丰富的硅石资源和丰富的电力资源。目前,文山州共设置40个硅石采矿权,矿权内保有资源储量1296.8万吨,同时有多个区域变电站设施,具备发展绿色硅产业的两大基础条件(硅石和电力)。

文山州已建成云南省最大的绿色铝产业基地(云南宏泰电解铝产能 203 万吨/年,云南神火电解铝产能 90 万吨/年,云南文山铝业电解铝产能 50 万吨/年),同时也具备打造云南重要的绿色硅产业基地的优势,实现绿色铝硅产业耦合发展,有助于推动文山州工业经济跨越发展。

通过 5~15 年努力,促使文山州形成“绿色、智能、科技、创新、高效”的全硅产业链发展格局,打造成为“中国硅铝融合产业示范基地”。

## 二、定量目标

### (一) 近期

到 2025 年,文山州力争实现绿色硅工业总产值达到 200.00 亿元以上,占全省硅产业总产值的 8~10%左右,实现工业增加值达到 60.00 亿元以上,实现产业就业人口 1.20 万人以上,多晶硅实现产能规模 6~10 万吨/年;有机硅实现产能规模 2~3 万吨/年,将文山州打造成为云南省重要的全硅产业链示范区。

表 3-1 文山州硅产业近期发展目标与产业分类统计表

产业发展重点	中类产业	小类产业	工业总产值 (亿元)	工业增加值 (亿元)	重点项目支撑
重点发展硅铝融合产业、多晶硅和硅光伏产业；辅助发展有机硅产业。	多晶硅	-	≥90.00	≥27.00	招商引资多晶硅龙头企业
	硅光伏	-	≥50.00	≥15.00	重点招商引资国内十大硅光伏企业
	硅铝融合产业	-	≥40.00	≥12.00	结合现状铝产业基础招商引资
	-	硅铝合金新材料 (装备制造类)	≥30.00	≥9.00	结合现状铝产业基础招商引资
	-	硅铝合金电子封装新材料	≥10.00	≥8.40	结合现状铝产业基础招商引资
	有机硅	-	≥20.00	≥6.00	招商引资有机硅及硅基新产业项目
	合计			≥200.00	≥60.00

## (二) 远期

到 2030 年，文山州力争实现绿色硅全产业链总产值达到 500.00 亿元以上，占全省硅产业总产值的 12~15% 左右，实现工业增加值达到 150.00 亿元以上，实现产业就业人口 3.00 万人以上。多晶硅产能规模达到 10~20 万吨/年（作为单晶硅和硅光伏的原料），有机硅产能规模达到 5~6 万吨/年，将文山州打造成为中国西部具有影响力，面向南亚东南亚的绿色硅产业示范区，真正成为“中国硅铝融合产业示范基地”。

表 3-2 文山州硅产业远期发展目标与产业分类统计表

产业发展重点	中类产业	小类产业	工业总产值 (亿元)	工业增加值 (亿元)	重点项目支撑
重点实现单晶硅、硅光伏、硅电子、有机硅、硅铝融合全产业链联动发展。	单晶硅	-	≥100.00	≥30.00	招商引资
	硅光伏	-	≥130.00	≥39.00	重点招商引资国内十大硅光伏企业
	硅电子	-	≥60.00	≥18.00	招商引资
	有机硅	-	≥90.00	≥27.00	招商引资
	硅铝融合产业	-	≥80.00	≥24.00	结合现状铝产业基础招商引资
	-	硅铝合金新材料(装备制造类)	≥45.00	≥13.50	结合现状铝产业基础招商引资
	-	硅铝合金电子封装新材料	≥15.00	≥4.50	结合现状铝产业基础招商引资
	-	高纯硅铝磁粉芯	≥9.00	≥2.70	结合现状铝产业基础招商引资
	-	硅铝基凝胶(绿色建材配料之一)	≥6.00	≥1.80	结合现状铝产业基础招商引资
	-	硅铝裂化催化剂(化工原料)	≥5.00	≥1.50	结合现状铝产业基础招商引资
	其它硅产业及关联产业	-	≥40.00	≥12.00	招商引资新材料、新能源、电子信息等关联产业
合计	-	≥500.00	≥150.00	以硅精深加工和全硅产业发展为主	
备注	远期重点打造硅产业精深加工，多晶硅作为中间原料，主要向单晶硅和硅光伏两个方向发展，作为中间原料，不单独统计产值。				

发展目标细化和投资风险分析详见附表 3。

## 第四章 发展重点

### 第一节 科学构建全硅产业选择体系

#### 一、选择依据

(一) 符合产业政策，能有效利用资源、区位、生态和生产要素资源，形成区域产业竞争优势。

(二) 结合交通区位优势发展具有良好的市场前景、较大发展潜力及空间、较强产业关联度的硅产业，通过延伸产业链，有力地推动上下游产业发展，并带动相关产业发展。

(三) 结合区域产业协调发展与文山特有的发展优势，形成特色鲜明的硅产业发展方向，即“立足自身优势，建设特色产业”。

(四) 选择产业具有较高的投资利润率，生产经营风险较小，对财政贡献较明显。

#### 二、选择体系

文山州硅产业形成“3+3+N”的产业体系，即：

##### (一) 3个主导产业

围绕云南省硅产业发展的主导方向，重点发展硅光伏、硅电子和有机硅3大主导产业。

##### (二) 3个辅助产业

辅助发展硅新材料(以硅铝融合产业为重点)、硅基础原料产业(硅石开采-工业硅)和硅配套融合产业(主要是与硅关联的新材料、装备制造、新型建材、新能源、电子信息等多个产业)，其中将硅铝融合产业作为文山州硅产业发展的特色方向，与全省

其它地州的硅产业实现差异化发展。

### （三）N个多元发展

综合发展与硅产业相关的综合服务业( 科技研发、现代物流、国际贸易 )，延伸关联产业 ( 消费品制造产业、电子信息制造产业、新材料产业、新能源产业、装备制造产业等 )。

此外，对于其它一些科技含量高，符合硅产业政策和环保要求的单一产业、配套原料或多元融合的硅产业也可在园区发展。

## 第二节 积极打造全硅产业链发展

### 一、硅产业链总体概况

硅材料是重要的工业原料，用途主要分为工业硅（冶金级或合金硅）、化学级（有机硅）、太阳能级（低纯度多晶硅和中高纯度的单晶硅）、电子级（直拉集成电路纯度单晶硅及区熔高纯度单晶硅），纯度大致顺序为合金硅<有机硅<多晶硅<单晶硅。

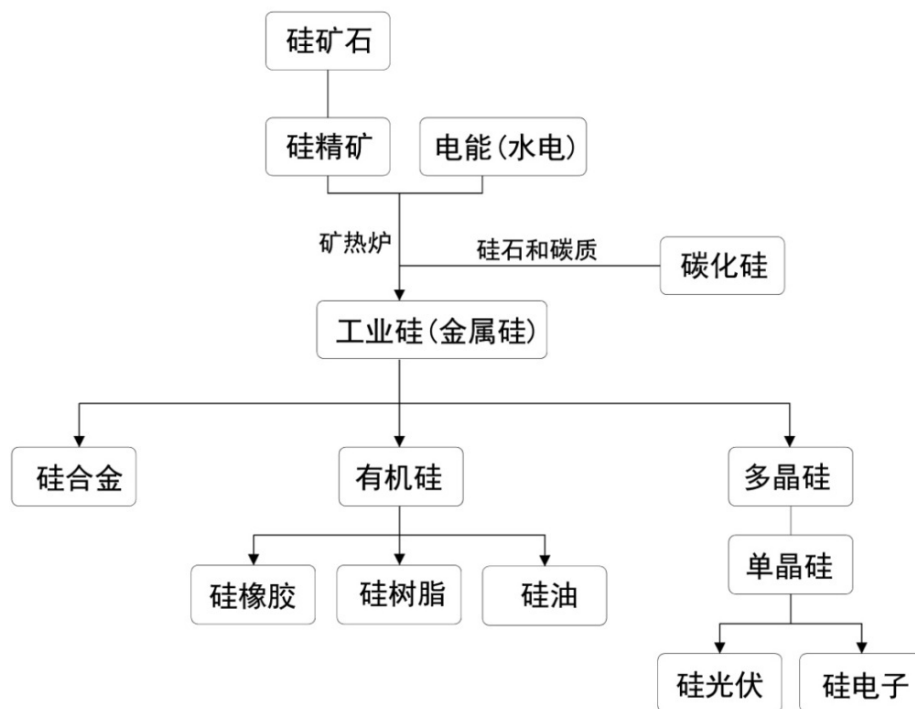


图 4-1 硅产业链总体发展导向图

硅产业前端为硅石开采,上游为工业硅,中游主要为多晶硅、单晶硅、有机硅中间体及单体,下游为硅光伏(太阳能电池)、硅电子(半导体硅切片、芯片、集成电路等)、有机硅精深产品(硅橡胶、硅树脂和硅油)、硅合金等分支。

## 二、硅矿开采业产业链

### (一) 资源情况

#### 1. 本地硅石资源及开采情况

目前,文山州共设置 40 个硅石采矿权,其中麻栗坡县 25 个,马关县 13 个,文山市 1 个,西畴县 1 个,矿权范围共 71.8397 平方公里,矿权内保有资源储量 1296.8 万吨。

表 4-1 2018 年文山州硅石采矿情况统计表

序号	所在行政区	矿山名称	2018 生产状态	设计采矿能力(万吨/年)	尚可服务年限(年)	2018 年初保有储量(千吨)
1	麻栗坡县	麻栗坡金源矿业有限公司 麻栗坡县阿禹寨硅石矿	停产	3	10	191
2	麻栗坡县	麻栗坡金源矿业有限公司 麻栗坡县百岩峰硅石矿	停产	3	5	173.1
3	麻栗坡县	麻栗坡金源矿业有限公司 麻栗坡县大庙硅石矿	停产	3	5	218.4
4	麻栗坡县	麻栗坡金源矿业有限公司 麻栗坡县猴猪洞硅石矿	停产	3	4	121.5
5	麻栗坡县	麻栗坡金源矿业有限公司 麻栗坡县苦竹冲硅石矿	停产	3	10	408.3
6	麻栗坡县	麻栗坡金源矿业有限公司 麻栗坡县漫戛硅石矿	停产	3	14	103.91
7	麻栗坡县	麻栗坡金源矿业有限公司 麻栗坡县箐口硅石矿	停产	3	10	640.9
8	麻栗坡县	麻栗坡金源矿业有限公司 麻栗坡县向阳坡硅石矿	停产	1.5	10	675.7

文山州硅全产业链发展规划

9	麻栗坡县	麻栗坡金源矿业有限公司 麻栗坡县秧鸡鹏硅石矿	停产	3	10	214.5
10	麻栗坡县	麻栗坡县锅厂硅石矿	停产	3	1	380.8
11	麻栗坡县	麻栗坡县红岩硅石矿	停产	3	8	294.36
12	麻栗坡县	麻栗坡县红银经贸有限公司 麻栗坡县猛洞小南坪硅石矿	停产	3	7	957.9
13	麻栗坡县	麻栗坡县俊承矿业有限公司 司牧场硅石矿	停产	3	10	588.1
14	麻栗坡县	麻栗坡县俊承矿业有限公司 司苏麻地硅石矿	停产	3	7	216
15	麻栗坡县	麻栗坡县俊承矿业有限公司 司追栗树硅石矿	停产	3	1	454.5
16	麻栗坡县	麻栗坡县猛洞乡曼文硅石矿	停产	3	5	614.62
17	麻栗坡县	麻栗坡县侨祥矿业采选厂 白沙坡硅石矿	停产	2	3	133.1
18	麻栗坡县	麻栗坡县天罡矿冶有限责任公司 博比硅石矿	停产	3	10	658.8
19	麻栗坡县	麻栗坡县天罡矿冶有限责任公司 大牧场硅石矿	停产	3	5	144.6
20	麻栗坡县	麻栗坡县天罡矿冶有限责任公司 董菲一大寨硅石矿	停产	3	10	307.8
21	麻栗坡县	麻栗坡县天罡矿冶有限责任公司 麻栗坡县大牧场硅石矿二矿区	停产	3	9	144.6
22	麻栗坡县	麻栗坡县新厂冲硅石矿	停产	3	1	98.1
23	麻栗坡县	麻栗坡县信义硅冶炼有限公司 三岔沟硅石矿	停产	3	8	389.47
24	麻栗坡县	麻栗坡众鑫铁矿开发有限公司 阿蚌硅石矿	停产	3	1	122.66
25	麻栗坡县	麻栗坡紫金钨业集团有限公司 瑶山湾硅石铅锌钨矿	停产	3	0	100.4
26	马关县	马关驰盛矿业有限公司 马关县布忙硅石矿	停产	9	15	1650.3



文山州硅全产业链发展规划

27	马关县	马关竣淇矿业有限责任公司马关县岩头寨硅石矿	停产	3	10	150.13
28	马关县	马关圣大矿业有限责任公司马关县老黑箐硅石矿	筹建	3	10	229.5
29	马关县	马关县东昌矿业有限责任公司马关县田坝心硅石矿	停产	3	5	149.9
30	马关县	马关县贵义发矿业有限责任公司马关县南捞乡湾子寨硅石矿	停产	3	5	222.2
31	马关县	马关县鸿涑矿业有限责任公司马关县南滚硅石矿	停产	3	5	108.9
32	马关县	马关县开宇矿业有限责任公司马关县白石头硅石矿	停产	3	5	196
33	马关县	马关县鑫富矿业有限责任公司马关县岩头硅石矿	停产	3	0	99.99
34	马关县	文山和兴矿业有限责任公司马关县半坡硅石矿	停产	3	5	448.2
35	马关县	文山金山矿业有限责任公司马关县苗山岭硅石矿	停产	3	5	238.7
36	马关县	云南省马关县溢峰开发有限责任公司马关县困湖硅石矿	停产	3	5	227.6
37	马关县	云南省马关县溢峰开发有限责任公司马关县石头山硅石矿	停产	3	11	486.9
38	马关县	云南云铜马关有色金属有限责任公司马关县石灰寨硅石矿	停产	3	5	158.2
39	文山市	文山金山矿业有限责任公司文山雷家寨硅石矿	停产	3	10	248.9
40	西畴县	西畴县金盛矿业有限责任公司西畴县七斗租大箐硅石矿	停产	3	12	400.2
合计				120.5		12968.54

对于采矿范围内涉及部分生态红线的区域，必须严格避让生态保护红线。

## **(二) 矿山开采**

矿山工艺为：潜孔钻机凿岩→爆破→挖掘机铲装，并对开采的矿山进行前期选矿等。开采过程中剥离的废土用车运送到废土场堆放，采出的矿石直接用车运送工业硅冶炼企业。

## **(三) 文山州发展重点**

把整顿矿业秩序，整合矿产资源，提高矿业科学发展水平(简称“两整一提高”)作为推进全州绿色硅产业科学发展、和谐发展和跨越发展的一项重大决策，主要以本地硅石资源为主体，同时也将外购高品位的硅石资源作为补充。

### **1. 勘察找矿**

相关部门要加大全州硅矿资源勘探的投入和力度，将探矿找矿工作列为文山州硅产业发展的根本保障工程。

### **2. 资源整合**

把整顿矿业秩序，整合矿产资源作为硅石采矿业发展的基础，对现状采矿点进行行业整顿，规范管理。对现有的工业硅产能进行整合集中。

### **3. 生态修复**

严格贯彻落实国土空间规划的修复治理，注重矿山开采后期的生态恢复。在前期设计阶段，按开采计划及排土场堆高速度进行安排，矿山采场、排土场裸露面积应进行控制。在矿山开采过程中，对有条件地段应尽量移栽现有树木及植被，减少区域树木采伐量，占用农耕地应尽快做出补偿，进一步优化“复垦规划”。

## **三、工业硅产业链**

工业硅又称金属硅，是由硅石和碳质还原剂在矿热炉内冶炼成的产品，主成分硅元素的含量在 98% 左右（近年来，含 Si 量达到 99.99% 的也列在金属硅内），其余杂质为铁、铝、钙等。因其用途不同而划分为多种规格，按照金属硅中铁、铝、钙的含量，可把金属硅分为 553、441、411、421、3303、3305、2202、2502、1501、1101 等不同的牌号。

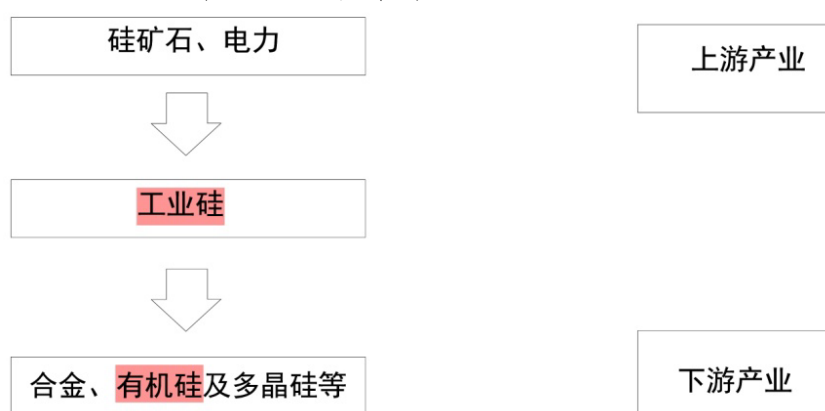


图 4-2 工业硅产业链示意图

### （一）制取工艺

工业硅生产主要是采用电热法，即含  $\text{SiO}_2$  的矿物（硅石、石英等）在矿热炉内被碳质还原剂（木炭、石油焦、洗精煤等）还原生成硅。碳热还原法生产工业硅主要包括原料破碎筛分、配料、入炉冶炼、出炉精炼、浇铸、硅块破碎筛选、称量和包装入库等几个步骤。冶炼过程中投入的油焦、洗精煤和木片是成品硅中杂质的主要来源，因此入炉前的原料必须经过严格的质检及筛选以确保从源头上控制杂质源。

化学反应方程式： $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \rightarrow \text{Si} + 2\text{CO}$

### （二）主要用途

#### 1. 合金工业

硅铝合金是用量最大的硅合金，是一种强复合脱氧剂，在炼钢过程中代替纯铝可提高脱氧剂利用率，并可净化钢液，提高钢材质量。汽车行业用铝对工业硅的需求相当大，汽车工业的发展状况对工业硅的市场兴衰有直接的影响。

## **2.非铁基合金的添加剂**

工业硅也用作要求严格的硅钢的合金剂，冶炼特种钢和非铁基合金的脱氧剂。

## **3.原料延伸**

工业硅用于生产硅橡胶、硅树脂、硅油等有机硅。

工业硅经一系列工艺提纯后生成多晶硅、单晶硅，供光伏产业及电子工业使用。

### **（三）文山州发展重点**

依托云南砚山产业园区作为全硅产业发展的核心区域，结合多晶硅、硅光伏、有机硅等项目发展，配套工业硅生产工序，将工业硅作为中间原料进行生产。

结合麻栗坡县、马关县、西畴县和文山市的硅石采矿区域，也可就地发展工业硅项目，重组文山州现有的工业硅产能，同时结合重大项目的入驻严格通过产能置换方式发展壮大工业硅产业。

加快推进文山州现有工业硅产业转型升级，把智能制造作为两化深度融合的主攻方向，硅冶炼产业信息化、数字化与制造技术融合发展，支持硅冶炼企业完善基础自动化、生产过程控制、制造执行、企业管理四级信息化系统建设，全面开展工业硅生产

企业两化融合管理体系贯标和评定工作。

## 四、晶体硅产业链

### (一) 多晶硅

多晶硅的生产技术主要为改良西门子法和硅烷热分解法。主要生产电子级晶体硅，也可以生产太阳能级多晶硅。

#### 1. 西门子法

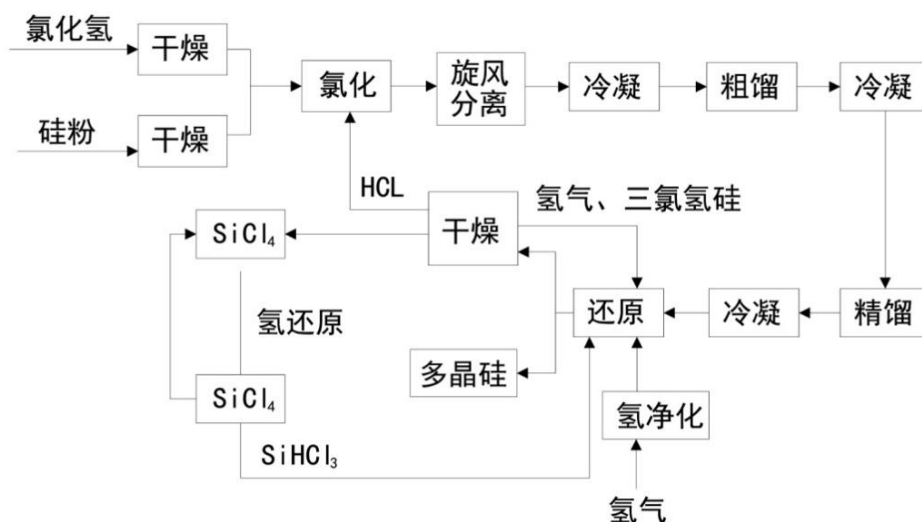


图 4-3 西门子法制取多晶硅工艺图

通过气相沉积的方式生产柱状多晶硅，为了提高原料利用率和环境友好，在前者的基础上采用了闭环式生产工艺即改良西门子法。该工艺将工业硅粉与 HCl 反应，加工成  $\text{SiHCl}_3$ ，再让  $\text{SiHCl}_3$  在  $\text{H}_2$  气氛的还原炉中还原沉积得到多晶硅。还原炉排出的尾气  $\text{H}_2$ 、 $\text{SiHCl}_3$ 、 $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$  和 HCl 经过分离后再循环利用。

#### 2. 硅烷热分解法

将硅烷通入以多晶硅晶种作为流化颗粒的流化床中，使硅烷裂解并在晶种上沉积，从而得到颗粒状多晶硅。

表 4-2 硅烷热分解法与西门子法优缺点比较统计表

序号	名称	优点	缺点
1	西门子法	西门子法应用高于硅烷热分解法，拥有最大的市场份额	产率低，能耗高，成本高，资金投入大，资金回收慢等，经营风险也最大
2	硅烷热分解法	硅烷较易提纯，含硅量较高（87.5%，分解速度快，分解率高达 99%），分解温度较低，生成的多晶硅的能耗仅为 40 kW·h/kg，且产品纯度高	硅烷不但制造成本较高，而且易燃、易爆、安全性差，国外曾发生过硅烷工厂强烈爆炸的事故
备注：虽然改良西门子法应用广泛，但是硅烷法很有发展前途。			

高纯多晶硅是电子工业和太阳能光伏产业的基础原料，在未来的 50 年里，还不可能有其他材料能够替代硅材料而成为电子和光伏产业主要原材料。

## （二）单晶硅

单晶硅片是单晶硅棒经由一系列工艺切割而成的，制备单晶硅的方法有直拉法（CZ 法）、区熔法（FZ 法）和外延法。其中直拉法和区熔法用于制备单晶硅棒材，区熔硅单晶的最大需求来自于功率半导体器件。

表 4-3 单晶硅直拉法和区熔法对比明细表

项目	直拉法	区熔法
炉子	直拉炉	区熔炉
工艺	有坩埚，电阻加热	无坩埚，高频加热
直径	能生长直径为 450mm 单晶	能生长直径为 200mm 单晶
纯度	氧、碳含量高，纯度受坩埚污染	纯度较高
少子寿命	低	高

电阻率	中低电阻，轴向电阻分布不均	能生产电阻率超过 104 的单晶
应用	晶体管，二极管，集成电路	高压整流器、可控硅、探测器
投资	投资较小	是直拉法的数倍
优点	工艺成熟，设备简单；可大规模生产	纯度很高，电学性能均匀
缺点	纯度低，电阻率不均匀	工艺繁琐，成本较高，直径很小
工艺流程	多晶硅的装料→熔化→种晶→缩颈→放肩→收尾	多晶硅棒料打磨清洗→装炉→高频电力加热→籽晶熔接→缩颈→放肩→收尾

### （三）文山州发展重点

晶体硅属于硅产业的中间产业链，注重考虑到多晶硅属于化工项目，必须入驻化工园区，产业发展必须注重环境保护和安全生产，与周边的敏感区域保持 500m 以上的安全距离。

文山州多晶硅产业重点布局在砚山产业园区，加大招商引资力度，结合实际布局多晶硅和单晶硅相关项目。

超高纯晶体硅是半导体重要的原材料，电子行业和半导体行业对纯度的要求极高，微量杂质的引入会严重影响材料本身性能。因此，晶体硅产业属于硅产业中对科技研发要求较高的产业类别之一，依托云南省硅产业研究中心（在昆明理工大学化工学院内成立挂牌）的科技支持，在砚山绿色硅产业园区设置专家工作站，为多晶硅产业提供技术服务。

## 五、硅光伏产业链

太阳能光伏发电的最基本元件是太阳能电池（片），有单晶硅、多晶硅、非晶硅和薄膜电池等。目前，单晶和多晶电池用量最大。

光伏发电产业链从上游到下游，主要包括的产业链条包括多晶硅、硅片、电池片以及电池组件。在产业链中，从多晶硅到电池组件，生产的技术门槛越来越低，相应地，公司数量分布也越来越多。因此，整个光伏产业链的利润主要集中在上游的多晶硅生产环节，上游企业的盈利能力明显优于下游。

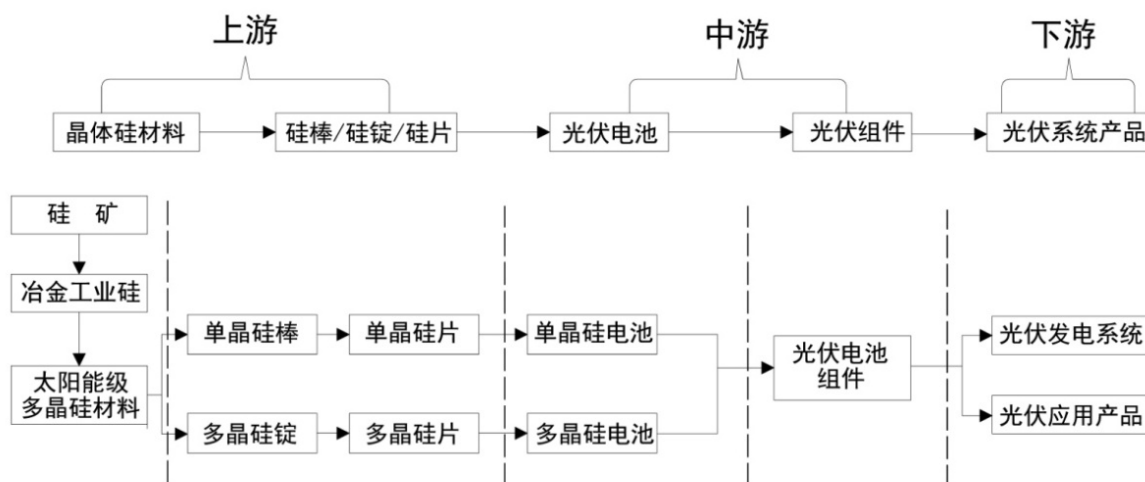


图 4-4 硅光伏产业链示意图

## （一）硅片

硅片是制造太阳能晶硅电池的核心材料，其品质高低直接决定了最终产品的光电转化效率，因此需要对来料硅片进行检测。

随着光伏市场不断发展，未来单晶硅片市占比会逐渐与多晶硅片持平，高效电池的市场占比也将不断扩大，效能更高的硅片日益受到光伏企业的关注。

## （二）光伏电池

### 1. 单晶硅光伏电池

单晶硅光伏电池是开发较早、转换率最高和产量较大的一种光伏电池。单晶硅光伏电池转换效率在我国已经平均达到 16.5%，



而最高转换效率超过了 24.7%。这种光伏电池一般以高纯的单晶硅硅棒为原料，纯度要求 99.9999%。

## 2.多晶硅光伏电池

多晶硅光伏电池是以多晶硅材料为基体的光伏电池。由于多晶硅材料多以浇铸代替了单晶硅的拉制过程，因而生产时间缩短，制造成本大幅度降低。再加之单晶硅硅棒呈圆柱状，用此制作的光伏电池也是圆片，因而组成光伏组件后平面利用率较低。与单晶硅光伏电池相比，多晶硅光伏电池具有一定竞争优势。

## 3.非晶硅光伏电池

非晶硅光伏电池是用非晶态硅为原料制成的一种新型薄膜电池。非晶态硅是一种不定形晶体结构的半导体。用它制作的光伏电池只有 1 微米厚度，相当于单晶硅光伏电池的 1/300。它的工艺制造过程与单晶硅和多晶硅相比大大简化，硅材料消耗少，单位电耗也降低了很多。

### （三）光伏电池组件

光伏电池组件（也叫太阳能电池板）是太阳能发电系统中的核心部分，将太阳能转化为电能，并送往蓄电池中存储起来或推动负载工作。单体太阳能电池不能直接做电源使用，必须将若干单体电池串、并联连接和严密封装成组件。

组件制作流程经电池片分选-单焊接-串焊接-拼接（将串焊好的电池片定位，拼接在一起）-中间测试（分红外线测试和外观检查）-层压-削边-层后外观-层后红外-装框（一般为铝边框）-装接线盒-清洗-测试（此环节也分红外线测试和外观检查，

判定该组件的等级) -包装。

#### **(四) 文山州发展重点**

硅光伏作为硅产业市场前景较好的产业类别之一,文山州硅产业发展方向与省内硅产业选择和整个硅市场需求保持一致,以西安隆基、晶科能源、天合光能等龙头硅光伏企业为招商引资重点,配套引入四川通威、江苏中能、新特能源等多晶硅龙头企业。近期重点发展以多晶硅为重点的硅光伏切片,远期积极发展单晶硅为主体的硅光伏切片。以硅光伏切片为基础,组装太阳能光伏电池组件,实现晶体硅-硅光伏-装备制造-新能源产业融合发展的产业体系。

中间的多晶硅原料产业属于化工产业,必须入驻化工园区,布局在云南砚山产业园区二道箐片区。硅光伏和电池组件属于制造产业,主要布局在云南砚山产业园区轿卡片区。

#### **六、硅电子产业链**

单晶硅作为一种重要的半导体材料,在光电转换、传统半导体器件中其应用已十分普遍。硅片是制造半导体硅器件的原料,目前 90%以上的芯片和传感器是基于半导体单晶硅片制造而成,用于制作大功率整流器、大功率晶体管、二极管、开关器件等,其后续产品集成电路和半导体分立器件已广泛应用于各个领域。

当前我国高端的硅半导体集成电路仍然需要大量进口,硅电子产业已经具备了提升至国家战略层次定位的条件。国家“十四五规划”中明确:硅电子产业要坚持创新发展,着力突破电子级多晶硅、单晶硅生产的关键核心技术,促进硅电子产业向高端迈

进，满足我国集成电路、高端芯片等现代制造业发展。

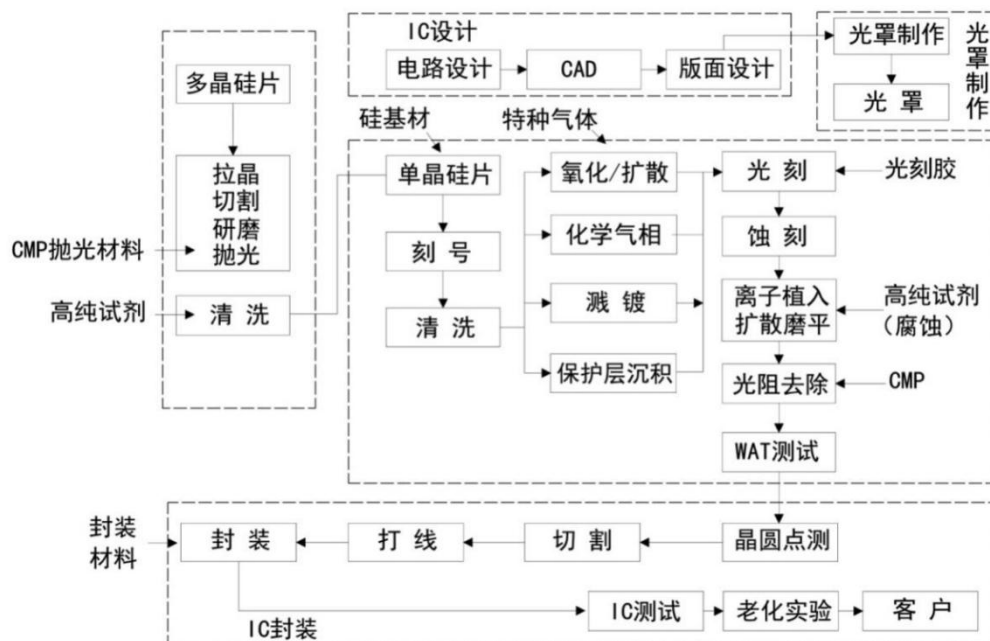


图 4-5 硅电子产业链示意图

硅电子制造主要包括五大步骤：硅片制备、芯片制造、芯片测试与挑选、装配与封装、终测。

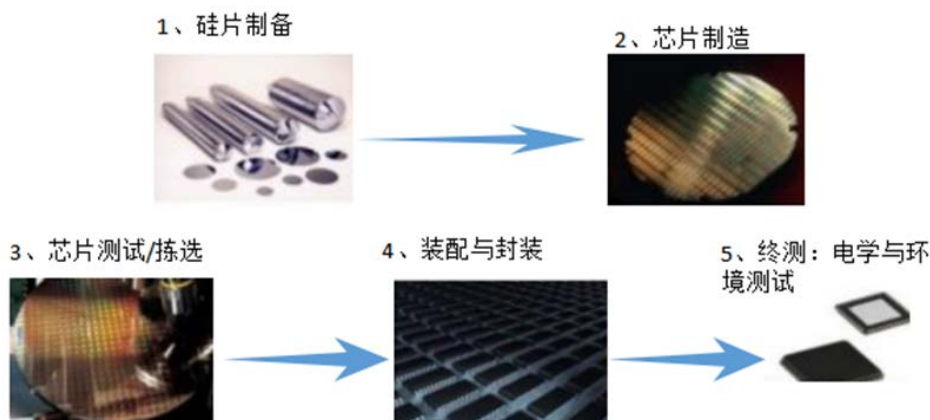


图 4-6 硅电子（硅芯片）产业流程图

### （一）硅片制备

目前 90% 以上的芯片和传感器基于半导体单晶硅片制造而成，对半导体级硅进一步加工得到硅片的过程称为硅片制备环节。

首先是将硅从矿物中提纯并纯化，经过特殊工艺产生适当直

径的硅锭。然后将硅锭切割成用于制造芯片的薄硅片。最后按照不同的定位边和沾污水平等参数制成不同规格的硅片。

硅片制备包括晶体生长、整型、切片、抛光、清洗和检测等步骤，通过单晶硅生长、机械加工、化学处理、表面抛光和质量检测等环节最终生产出符合条件的高质量硅片。

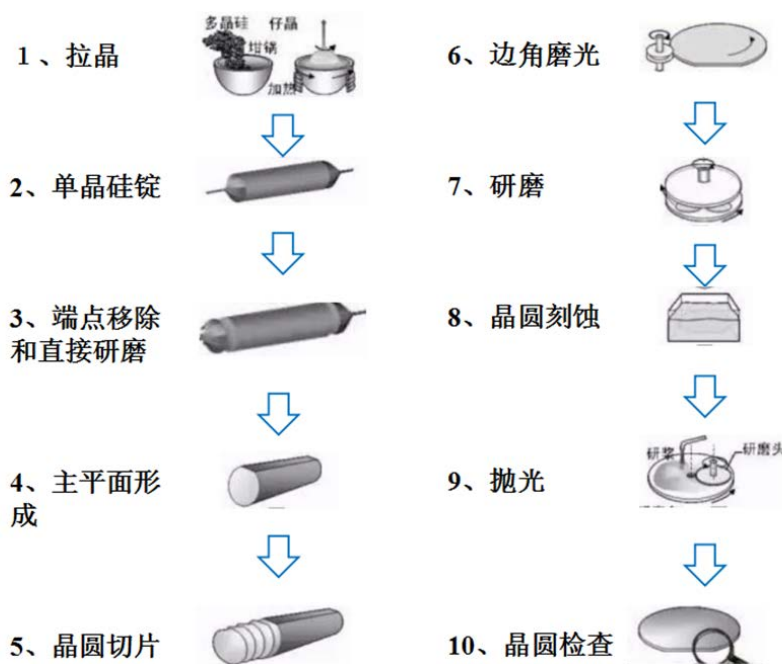


图 4-7 半导体单晶硅片加工工艺流程

## (二) 芯片制造

芯片制造涉及消费电子、汽车电子、人工智能、5G、物联网等行业的需求。未来很长时间，在全世界范围内半导体芯片应用领域还将快速扩张。

裸露的硅片到达硅片制厂，经过各种清洗、成膜、光刻、刻蚀和掺杂等步骤，硅片上刻蚀了一整套集成电路。芯片制造完后将被送到测试与拣选区，对单个芯片进行探测和电学测试，然后拣选出合格的产品，并对有缺陷的产品进行标记。

## (三) 芯片测试与挑选

设计验证又称实验室测试或特性测试，是在芯片进入量产之前验证设计是否正确，需要进行功能测试和物理验证。

过程工艺检测，即晶圆制造过程中的测试，需要对缺陷、膜厚、线宽、关键尺寸等进行检测，属于前道测试。

晶圆测试（又称中测），是通过对代工完成后的晶圆进行测试，目的是在划片封装前把坏的裸片挑出来，以减少封装和芯片成品测试成本，同时统计出晶圆上的管芯合格率、不合格管芯的确切位置和各类形式的合格率等，能直接反应晶圆制造良率、检验晶圆制造能力。

#### **（四）装配与封装**

硅片经过测试和拣选后就进入了装配和封装环节，目的是把单个的芯片包装在一个保护壳管内。硅片的背面需要进行研磨以减少衬底的厚度，然后把一个后塑料膜贴附在硅片背面，再沿划线片用带金刚石尖的锯刃将硅片上每个芯片分开，塑料膜能保持芯片不脱落。在装配厂，好的芯片被压焊或抽空形成装配包，再将芯片密封在塑料或陶瓷壳内。

#### **（五）终测**

为确保芯片的功能，需要对每一个被封装的集成电路进行测试，以满足制造商的电学和环节的特性参数要求。

#### **（六）文山州发展重点**

硅电子产业属于知识密集型产业类别，科技研发和智力支持将成为产业发展的核心保障要素。硅电子产业作为文山州中长远期发展的方向之一，重视高科技人才引入计划，实施领军型、创

新、创业人才引入方案；积极创建省级重点实验室、工程技术研究中心等创新平台。

依托云南砚山产业园区现有的电子信息制造产业，以单晶硅为载体，重点研发高纯度的单晶硅切片，同时延伸到硅芯片研发为重点的硅电子产业，同时与砚山园区已有的车载电子信息等产业融合发展。

## 七、有机硅产业链

有机硅产业链包括有机硅制造、有机硅中间体及其下游精深加工产业（以硅橡胶、硅油和硅树脂为主）。

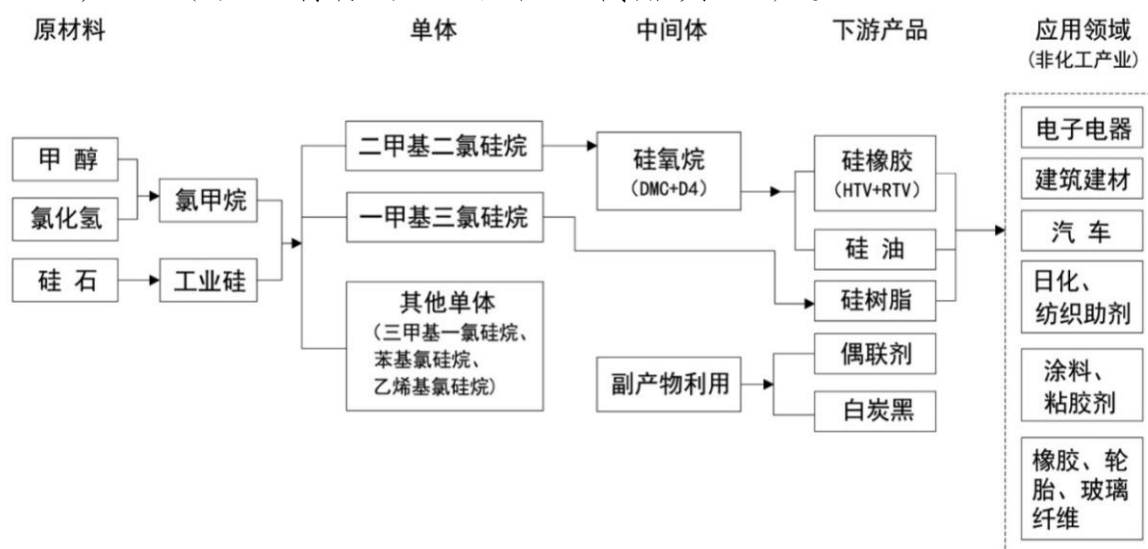


图 4-8 有机硅产业链示意图

### （一）有机硅单体及中间体

有机硅单体中甲基氯硅烷占整个单体总量的 90% 以上。由于有机硅单体状态不稳定，因此企业一般生成 DMC 等中间体出售。

DMC 是二甲基二氯硅烷通过水解、裂解等工序制成的二甲基二氯硅烷混合环体，分子结构呈现环状，主要包括六甲基环三硅氧烷（D3）、八甲基环四硅氧烷（D4）、十甲基环五硅氧烷

(D5)、十二甲基环六硅氧烷(D6)等,其中大部分为D4和DMC主要用于进行开环聚合成不同聚合度的有机硅产品。

## (二) 有机硅精深加工产品

### 1. 硅橡胶

硅橡胶是主链由硅和氧原子交替构成,硅原子上通常连有两个有机基团的橡胶。硅橡胶可以分为热硫化橡胶、室温硫化橡胶、高温硅橡胶、睛硅橡胶、氟硅橡胶等。

表 4-4 硅橡胶的主要应用领域及应用范围

序号	应用领域	利用特性	主要应用范围
1	汽车工业	耐高温、耐油、耐疲劳、粘接性	汽车点火线、火花塞保护罩、加热及散热品软管、消声器衬里、加油泵、进油阀、垫圈和密封件、软管、阀门(如滤油器)和其它如波纹管、排气管挂架、雨刮片等。现场成形的密封圈、汽车挡风玻璃、门窗框架、反光灯、排气管及易受水淋设备的粘接密封。
2	电子电器业	耐疲劳、耐高温、耐臭氧、介电性、耐候性、粘接性	以炭黑等作导电介质的HTV,用作手机、电脑、电话、传真机各种电器键盘的按键键盘,绝缘子正在逐步取代陶瓷制品用于输电线路等。包封、灌注、粘接、浸渍和涂覆等材料。高效环保的发光材料LED市场的飞速成长,则推动了室温硫化硅橡胶在LED芯片固定和LED镜头灌封保护的应用。LSR液体硅橡胶是半导体芯片和电子器件优良的灌封和保护材料等。
3	电缆工业	电绝缘性、耐潮湿	用硅橡胶绝缘的电缆有电力电缆、船舶电缆、航空电线、点火电缆、加热电缆、原子能电缆等。制得的高压输变电用复合绝缘子,不仅重量只有瓷质绝缘子的1/5-1/10,方便使用,而且耐污闪性能好,确保高压输电网的安全运行。陶瓷化硅橡胶电缆可以取代现行的氧化镁矿物绝缘耐火电缆和云母带绕包、塑料(橡胶)复合绝缘的耐火电缆,在高温火焰的烧蚀后,形成坚硬的铠体,保护着电线电缆不被烧坏,从而达到保证电力、通讯畅通的目的。
4	航空航天工业	耐高温、耐臭氧、耐潮湿、耐疲劳、耐燃耐腐蚀、耐辐射	飞机和宇宙飞船的各种胶管、氧气面罩、密封垫圈、缓冲防震层、开关护套。宇宙飞船窗口、真空泵系统和电子设备的密封,烧蚀涂层、耐油部位的密封。透光率高达91%的有机硅凝胶、飞机三合风档玻璃的中间粘合层、发动机部件的精密铸造。

5	建筑业	耐老化、着色、粘接性	建筑领域的胶粘剂、密封剂和填缝剂，高层建筑物嵌板、幕墙接缝的密封，厨房瓷砖周围空隙的填平和水斗、便池周围的密封等取代沥青，用于公路接缝的密封剂。
6	能源	耐紫外线、	应用于光伏发电产业等新能源方面，如太阳能电池组件(边框密封、接线盒灌封)和大功率 LED 照明(芯片固定、灌封、硅橡胶直接成型镜头)。
7	医疗卫生	无毒、生理惰性、耐生物老化	婴儿奶嘴、各种医疗用软管、插管、整容修复、人造器官、药物胶囊等。隐性眼镜和人工角膜、齿科印模材料、防噪音耳塞等。
8	其它领域	不粘、选择性透气、耐水蒸气、粘接性、仿真性	透气性薄膜、印刷用胶辊、高压锅密封圈、厨房家居用品类等。古代文物复制的模具、常规武器上的密封，厨房家居用品等。

## 2.硅树脂

硅树脂按其主要用途和交联方式大致可分为有机硅绝缘漆、有机硅涂料、有机硅塑料和有机硅粘合剂等几大类。

表 4-5 硅树脂的主要应用领域及应用范围

序号	应用领域	利用其特性	主要应用范围
1	绝缘漆	热氧化稳定性、绝缘性	电机设备的线圈浸渍漆、粘接云母用的绝缘漆,用于玻璃丝、玻璃布及石棉布浸渍的绝缘漆。
2	涂料		耐热、耐候的防腐涂料,耐手抓的透明涂料,脱模和防潮涂料、耐辐射涂料。
3	粘接剂		金属和耐热的非金属材料的粘接剂,耐热橡胶或橡胶与金属的粘接剂,绝热隔音材料与钢或钛合金的粘接剂,以及压墩粘接剂。
4	有机硅塑料		作半导体封装用的模压塑料,与玻璃布制得的层压塑料,发泡后制得的泡沫塑料。

## 3.硅油

硅油是一种不同聚合度链状结构的聚有机硅氧烷。最常用的硅油是甲基硅油。



表 4-6 硅油的主要应用领域及应用范围

序号	应用领域	利用特性	主要应用范围
1	纺织印染、皮革工业	表面张力低、憎水、抗剪切性	可作为织物的柔软剂、润滑剂、防水剂、整理剂等等。有机硅与聚氨酯组合形成织物的图层；有机硅与丙烯酸聚合形成织物的印花；有机硅与有机氟组合形成织物表面的防水涂层等。
2	造纸工业	表面张力低、抗剪切性	纸张柔软剂主要用于改善生活用纸的柔软性及手感，如餐巾纸、面巾纸和卫生纸等。剥离剂又称隔离剂、防粘剂。将其涂布在纸张上形成一层防粘膜，它可使粘接性物质轻易的剥离开来，被广泛用于压敏标签纸等纸种的生产。
3	机械工业	耐高低温、抗氧化、强抗剪切性	润滑油、防震、阻尼用油、真空泵油。
4	电子工业	介电性、耐热、疏水性	变压器、晶体管的绝缘、抗热、防湿和填充。
5	化学工业	表面张力低、化学稳定性好	发酵、造纸、织物等化工生产过程中的消泡。
6	医学	无毒、疏水性、表面活性	医用消泡剂、软膏及保护脂的基剂，外科用具的灭菌用油，人造眼球的润滑剂。
7	一般工业	抗粘、耐候性	涂料、橡胶、塑料添加剂和内脱模剂。
8		耐腐蚀、疏水性	玻璃器具、陶瓷、纸张、皮革、金属、织物等物品的表面处理。

### （六）文山州发展重点

加大有机硅产业的招商引资，以东部有机硅龙头企业为目标，积极引入道康宁有机硅、蓝星股份、合盛硅业等行业龙头企业，以有机硅中间体和单体为基础，加大有机硅下游的硅基产业，重点发展硅橡胶、硅油和硅树脂，同时加大硅基新材料与下游关联制造业（消费品制造产业、新型建材产业等）的融合发展。

## 八、硅新材料产业链

### （一）硅合金新材料

硅与其他金属可以制成合金，以此来提升其金属性能。硅合

金主要包括：硅铝合金、硅铁合金、硅锰合金、硅铜合金等。

### **1.硅铝合金**

拥有较好的耐腐蚀性能和中等的机加工性能，具有中等强度和硬度，使塑性较低，用于制造低中强度的形状复杂的铸件，如盖板、电机壳、托架等，也用作钎焊焊料。

#### **(1) 硅铝合金新材料**

硅铝合金是工业中应用最广泛的一类有色金属结构材料，在航空、航天、汽车、机械制造、船舶铝合金及化学工业中已大量应用。

#### **(2) 硅铝合金电子封装材料**

由高硅铝合金制备的电子封装材料由于具有质量轻、热膨胀系数低、热传导性能良好、以及高的强度和刚度，与金、银、铜、镍可镀，与基材可焊，易于精密机加工、无毒等优越性能，符合电子封装技术朝小型化、轻量化、高密度组装化方向发展的要求。

### **2.硅铁合金**

硅铁合金是硅和铁组成的铁合金。硅铁是以焦炭、钢屑、硅石为原料，用电炉冶炼制成的铁硅合金。

炼钢工业、铸造工业和铁合金工业是硅铁的最大用户，共消耗约 90% 以上的硅铁。在各种不同牌号的硅铁中，目前应用最广的是 75% 硅铁。在炼钢工业中，每生产 1t 钢大约消耗 3~5kg 75% 硅铁。

此外还用作焊条制造业中的涂料、制造硅酮等产品。

### **3.硅锰合金**

硅锰合金是由锰、硅、铁及少量碳和其它元素组成的合金，是一种用途较广、产量较大的铁合金。锰硅合金是炼钢常用的复合脱氧剂，又是生产中低碳锰铁和电硅热法生产金属锰的还原剂。

## （二）有机硅新材料

重点发展有机硅的精深加工新材料，主要包括硅橡胶、硅树脂和硅油，同时并积极拓展有机氟硅材料、超高分子聚合物、复合材料等硅基新材料产业。

## （三）碳化硅

### 1.普通级碳化硅新材料

主要包括黑碳化硅和绿碳化硅两个常用的基本品种。

#### （1）黑碳化硅

含 SiC 约 95%，韧性高于绿碳化硅，大多用于加工抗张强度低的材料，如玻璃、陶瓷、石材、耐火材料、铸铁和有色金属等。

#### （2）绿碳化硅

含 SiC 约 97%以上，自锐性好，大多用于加工硬质合金、钛合金和光学玻璃，也用于珩磨汽缸套和精磨高速钢刀具。此外还有立方碳化硅，以特殊工艺制取的黄绿色晶体，用以制作的磨具适于轴承的超精加工。

### 2.电子级碳化硅新材料

高纯度的碳化硅可用作电子级新材料，可用于制造半导体、避雷针、电路元件、高温应用、紫外光侦检器、结构材料、碟刹、离合器、细丝高温计、陶瓷薄膜、裁切工具、加热元件、珠宝等领域。

#### **（四）高纯石英砂**

高纯石英砂所具有的独特的物理、化学特性,使得其在航空、航天、电子、机械以及当今飞速发展的 IT 产业中占有举足轻重的地位。其内在分子链结构、晶体形状和晶格变化规律,使其具有耐高温、热膨胀系数小、高度绝缘、谐振效应以及其独特的光学特性,同时被广泛应用于高纯石英玻璃制品、半导体技术、以及国防科技尖端技术等各领域。

高纯二氧化硅可以说是当今高新技术产业的基石,具有极重要的战略地位。超纯二氧化硅可以用于生产超纯石英玻璃、石英坩埚、大口径石英管、集成电路芯片,制造新型电光源、通信用的光导。

#### **（五）锂电池硅负极材料**

随着锂离子电池技术的不断发展,为了提高锂离子电池的比能量,需要从锂离子电池结构设计和新材料开发两个方面进行着手,新材料开发方面主要是开发容量更高的正负极材料。近年来,金属锂(比容量达到 3860mAh/g)负极材料由于安全性和循环寿命问题逐步得到解决,也开始逐渐引起行业的重视。在目前众多的高容量负极材料中,硅基负极材料凭借着丰富的资源储量,低廉的价格获得了广泛的关注和研究,是目前生产和应用技术最为成熟、商业化程度最高的高容量负极材料,也是下一代高比能锂离子电池负极材料的强有力竞争者。

#### **（六）文山州发展重点**

##### **1.硅合金新材料产业**

### **(1) 硅铝合金**

硅铝合金产业作为文山州硅产业发展的特色方向,也是文山州与省内其他硅产业园区差异化竞争的主要发展方向。可依托现有的绿色铝产业基础优势,结合打造“中国铝谷核心区”的发展目标,重点发展硅铝合金,结合硅合金产业实现与装备制造、新能源等产业的融合,促进硅铝产业耦合发展,作为云南省唯一打造的硅铝融合产业园区,促进文山工业经济跨越式发展。

### **(3) 其它硅合金**

拓展硅合金产业的多元发展,持续推进云南江南锰业有限公司、云南文山斗南锰业股份有限公司等企业转型升级,通过行业整合,实现硅铁合金、硅锰合金等行业的提质增效。

## **2.其它硅新材料产业**

结合中远期有机硅产业发展下游的硅基新材料产业。

此外,考虑到招商引资的不确定性,对于碳化硅、高纯石英砂、锂电池硅负极材料等产业也可结合未来文山硅产业招商情况适度考虑,为未来硅全产业链发展预留弹性空间。

## **九、硅产业配套原料产业链**

与硅产业配套原料产业主要涉及化工产业。

### **(一) 多晶硅配套原料**

多晶硅产业涉及的化工配套原料主要为氯气、氢气、氩气、乙炔等。

### **(二) 有机硅配套原料**

有机硅主要涉及煤制有机原料(甲醇)。

### (三) 文山州发展重点

对于涉及化工配套原料的项目纳入多晶硅整个项目一起申报，防止单个中间原料项目难以通过相关部门的审批，例如有机硅配套项目主要为煤制有机原料（甲醇），该产业为国家产业政策中的限制产业，单个项目难以通过审批，但是作为整个多晶硅项目一起申报，作为中间原料就地利用，不占用相关产能指标，有利于通过项目审批。

### 十、硅产业关联固废综合利用产业链

严格执行国家倡导的循环经济产业，以循环经济 3R 原则(减量化、再使用、再循环)为目的，大力发展硅产业配套的工业固废、尾气、余热等综合利用产业。

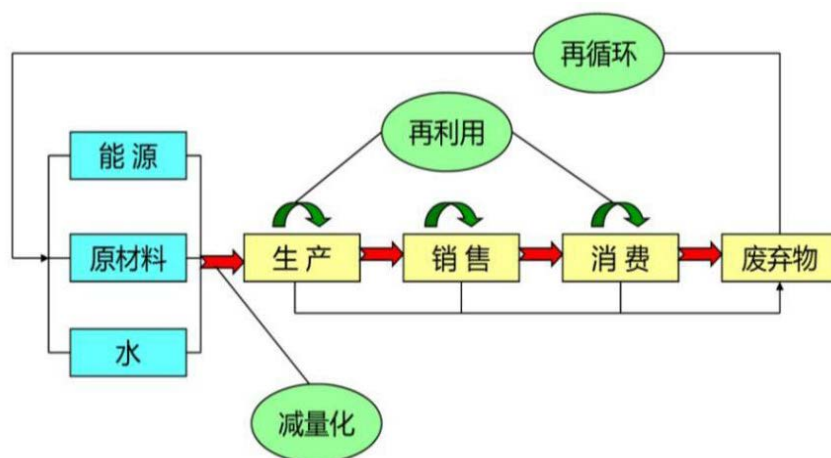


图 4-9 循环经济 3R 原则示意图

#### (一) 建材产业

以硅渣工业固废为基本原料，经粉磨加工成微细粉体，并激发其活性后作为高性能混凝土掺和料的一种新型建筑材料。

#### (二) 伴生物提取

主要包括工业硅冶炼过程中的关联金属提取（例如提取铁、铝、铟、钨等）和非金属提取（例如磷、氟等）。

### **（三）其它综合利用产业**

加强化工固废的综合利用，鼓励发展除以上产业之外的化工配套其它综合利用产业。

### **（四）文山州发展重点**

文山州发展绿色硅产业，必须注重硅产业固废综合利用。强化绿色发展理念，积极推进企业实施环保生产工艺、资源循环利用示范、绿色制造技术创新，加快构建高效节能低碳循环的绿色硅产业链制造体系；加快发展循环经济，鼓励产业耦合，推进硅产业链与建材、电力、化工等产业及其它产业的耦合发展，推广废水联合再生回用集成技术，提高尾矿资源、废气、废液和余热资源化利用水平；利用“互联网+”创新回收模式，突破再生资源智能化回收利用，提取硅矿石中其它多元伴生物。

## **第三节 找准硅产业发展近期突破口**

近期以硅铝融合产业为重点，结合招商引资的多晶硅项目，作为硅产业发展的突破口，中远期要结合产业链两端，积极谋划全硅产业链发展。

### **一、优先推进硅铝融合产业**

#### **1. 产业政策**

硅铝融合产业属于新材料产业的范畴，属于国家鼓励类产业，也作为国家战略新兴产业之一。同时，新材料产业对环境的影响较小、科技含量高、产业附加值较高，也作为云南省重点鼓励的产

业（绿色硅材和绿色铝材一体化产业）范畴。

## 2.发展优势

文山州已建成云南省最大的绿色铝产业基地（云南宏泰电解铝产能 203 万吨/年，云南神火电解铝产能 90 万吨/年，云南文山铝业氧化铝产能 140 万吨/年、电解铝产能 50 万吨/年）。依托现有的绿色铝产业基础优势，结合打造“中国铝谷核心区”的发展目标，重点发展硅铝合金，结合硅合金产业实现与装备制造、新能源等产业的融合，促进硅铝产业耦合发展。硅铝融合是文山州硅产业发展的特色，也为云南省硅产业布局提供了差异化发展思路，同时也符合云南省“绿色能源牌”的发展要求，有力助推文山州工业经济跨越式发展。

## 3.发展重点

从工业硅和金属铝锭制取硅铝合金后，可以发展硅铝合金新材料（主要作为与交通装备制造和新型建材产业的原料）、硅铝裂化催化剂（化工原料）、硅铝基凝胶（绿色建材配料之一）、硅铝合金电子封装新材料和高纯硅铝磁粉芯（电子信息产业重要的原材料之一）等。从硅铝产业的市场需求和产业区域来综合衡量，同时结合文山州铝产业延伸的发展重点，未来文山州铝产业下游重点发展建材铝，并综合发展航空铝、生活铝和电子铝。因此，发展硅铝合金新材料、硅铝合金电子封装新材料是文山州硅铝融合产业发展的重点。

此外，考虑到招商引资的不确定性，将高铝硅玻璃、硅酸铝等硅铝融合产业门类也作为文山州硅铝产业发展的预留方向。



#### 4.关联原料

工业硅作为硅铝合金最重要的配套基础原料。从国家政策来看，工业硅属于严控产能项目；从云南省工业硅布局来看，全省工业硅总产能基本维持在一个相对稳定的水平，结合各个地州的硅产业项目，适度倾斜工业硅的产能。

文山州现有工业硅产能为 3 万吨/年，实际生产能力为 1.2 万吨/年。按照全州硅铝融合产业发展预测，约需工业硅总产能为 10 万吨/年以上，近期来看，可先从其它地州外购工业硅，推进硅铝融合产业；中远期来看，要通过产能整合和从省级层面协调产能置换，规划布局 20 万吨/年的工业硅项目，扩大文山工业硅产能，推动工业硅产业转型升级，为硅铝融合产业提供原料保障。

工业硅原料供应方面，一是要以文山州当地的硅石资源为基础，整合文山现有的硅石采矿区，并加大勘察找矿力度；二是要鼓励有实力的企业整合现有产能，推动现有产能正常运行；三是将临近广西百色、越南等地区的高品位硅矿石作为配套原料。

## 二、积极招商多晶硅产业

### 1.市场优势

多晶硅作为全硅产业用量最大的基础原料之一，被誉为硅产业“十字路口”，以多晶硅为原料起点，可以形成多条产业链，其中多晶硅可以直接制取硅光伏，也可从多晶硅到单晶硅再到硅光伏，还可以实现多晶硅到单晶硅再到硅电子。因此，多晶硅作为未来硅产业市场需求增长最快的中间原料之一，整个产品市场

发展前景较好。

## 2.基础条件

云南省委省政府高度重视绿色硅产业发展，其中涉及国内龙头硅产业项目的园区全部属于省级保留园区，涉及在建硅化工项目的园区已被认定为第一批化工园区（云南昭通的合盛有机硅项目、保山通威的多晶硅项目）。

多晶硅属于化工项目，化工项目必须入驻化工园区。文山州委州政府明确将砚山二道箐片区申报为全州唯一的化工园区，目前申报材料已于 2021 年 4 月提交到云南省工信厅，待启动第二批化工园区认定工作。

目前已有部分东部地区的龙头硅企业在与砚山考察多晶硅项目，文山化工园区力争进入云南省第二批化工园区名单，尽可能实现多晶硅招商引资项目取得重大突破。

## 3.发展重点

文山州以多晶硅产业作为招商引资突破口，向产业链两端延伸，一方面利用多晶硅项目发展前端的工业硅；另一方面发展多晶硅-硅光伏、多晶硅-单晶硅-硅光伏、多晶硅-单晶硅-硅棒-硅切片-硅半导体-硅电子产品等多条延伸产业链。

在发展多晶硅产业的同时，也要注重环境保护，做好安全生产工作，严格按照化工园区的建设标准配置市政设施，实现“产业、经济、环境、安全”协调发展。

## 三、多方协调电力保障

按照省委、省政府打造世界一流“绿色能源牌”的决策部署，

文山州结合绿色铝、绿色硅等产业发展用电需求，积极加强规划对接，争取省级充分考虑文山州产业发展用电需求实际，在新能源规划布局和指标上给予文山倾斜，并主动加强与省能源局等部门汇报协调，争取省级通过新能源开发加快文山电源点建设，与水电形成互补，同时文山州全力协调配合加大电网建设力度，不断加强文山电网网架结构，提升供电保障能力。

## 第五章 主要任务

### 第一节 科学布局硅产业空间格局

#### 一、硅产业总体空间布局

文山州硅产业形成“一核引领，四点联动”的空间布局形式。

##### （一）一核引领

云南砚山产业园区作为文山州保留的三个省级开发区之一，同时作为全州申报化工园区的园区，将其打造为文山州硅产业布局的核心引领区，牢牢把握“文砚同城”带来的发展机遇，充分利用科研、人才、高新技术、智能设备、政府引导、市场调节、融资等创新要素优势，借助云南省加快推动绿色硅产业的政策优势，坚持“延链、补链、强链、全链”的发展核心，坚持“高效、创新、科技”三要素，近期以硅铝融合产业为突破口，中远期以全硅产业链为目标，重点布局硅化工（多晶硅、有机硅）、硅光伏、硅电子、硅合金（以硅铝合金为重点）等产业。

##### （二）四点联动

将广南、麻栗坡、马关和西畴县作为全硅产业发展的四点联动（4个配套产业聚集点）。

按照硅石资源的分布情况，主要布局麻栗坡、马关和西畴县等地，其中麻栗坡县和马关县作为硅石采矿基地的重点区域。

保留广南等地现有的工业硅生产企业，纳入文山硅产业园区的统一管理。同时结合采矿区域也可以发展工业硅的相关产业。

依托文山麻栗坡边合区的产业政策，以国家级天保口岸为主体，发展与硅产业相关的进出口国际贸易产业。

## 二、硅石采矿业空间布局

文山州共设置 40 个硅石采矿权，其中麻栗坡县和马关县作为文山州硅石采矿基地的重点区域。

表 5-1 硅石采矿业空间布局表

序号	县(市)	硅石采矿权数量(个)	备注
1	麻栗坡县	25	重点区域
2	马关县	13	重点区域
合计		38	

加大文山州内硅矿资源勘探的投入和力度，将探矿找矿工作列为文山州硅产业发展的根本保障工程。

贯彻落实文山州国土空间规划的修复治理，注重矿山开采后期的生态恢复。在前期设计阶段，按开采计划及排土场堆高速度进行安排，矿山采场、排土场裸露面积应进行控制；在矿山开采过程中，对有条件地段应尽量移栽现有树木及植被，减少区域树木采伐量，占用农耕地应尽快做出补偿，进一步优化“复垦规划”。

此外，考虑到未来文山州全硅产业的发展，整个文山州硅石资源储量较广，但矿石品位不高，也可考虑从邻近的广西或者越南等地采购硅矿石，作为资源支撑的方向之一。

## 三、硅加工园区空间布局

按照“布局集中、产业集聚、土地集约、节能环保”的原则，重点建设砚山硅产业加工园区。

砚山硅产业园作为云南砚山产业园区的“园中园”，主要布局在砚山产业园区的二道箐片区、铨卡片区、布标片区和马塘片

区，规划总用地面积约 12.50 平方公里，重点布局多晶硅、有机硅、碳化硅、硅合金、硅光伏等产业，其中多晶硅和有机硅属于化工产业，必须布局在产业园区中的化工园区内（近期申报二道箐区块，中远期增加铕卡区块）。

2019 年砚山工业园区总体规划修编时重点考虑绿色铝产业及配套延伸产业，随着绿色硅产业的发展，建议在 2021 年启动的云南砚山产业园区专项规划中增加县城西北侧的铕卡区域，增加面积约 7.00 平方公里左右。

表 5-2 云南砚山产业园区中的硅产业园产业布局统计表

序号	片区名称	布局产业	用地规模 (平方公里)	备注
1	二道箐片区	硅化工 (多晶硅、有机硅)	2.00	化工产业必须 入驻化工园区
2	铕卡片区、马塘片 区	硅光伏、硅基新材料	7.00	硅中下游的制 造产业
3	布标片区承接产 业园电子信息产 业功能区	硅电子(电子硅片、 硅半导体、硅芯片等)	2.00	临近电子信息 制造产业

同时考虑到工业硅尽量临近采矿区域，方便原料运输，减少生产成本，也可结合麻栗坡县、马关县和西畴县 4 个采矿区域也可发展相关产业。

## 第二节 实现硅产业集群发展，推进重点项目建设

### 一、硅产业集群规划

#### (一) 全硅产业集群

整个文山州打造云南省滇东南绿色硅产业经济带，形成集“硅石开采-硅产业基础原料（工业硅、多晶硅）-硅精深加工产业（有机硅、硅光伏、硅电子、硅基新材料）-关联加工制造

业（电子信息产业、消费品制造产业、装备制造、新能源产业）-硅配套现代物流产业-硅产品进出口国际贸易”的全硅产业链。

## （二）分期产业集群

近期重点打造硅铝产业集群和多晶硅产业，尤其是将硅铝产业作为文山州近期硅产业的突破口，并积极向产业链两端延伸；同时结合招商引资项目实现多晶硅-单晶硅-硅切片-光伏电池和晶硅-单晶硅-硅切片-硅电子两个产业方向；远期积极实现有机硅产业集群，强化硅产业与新材料、新能源、装备制造和电子信息产业的融合发展。

## 二、近期重点项目支撑

### （一）多晶硅项目

拟选址云南砚山产业园区（涉及化工项目拟选址文山化工园区砚山片区二道箐区块），计划投资 200 亿，建设年产 20 万吨多晶硅料项目。项目分三期建设，一期投资 41 亿，分别建设年产 4 万吨产能规模；二期投资 60 亿，分别建设年产 6 万吨产能规模；三期投资 100 亿，分别建设年产 10 万吨产能规模；建成后可实现年产值 200 亿，净利润 66 亿，上缴税收 25 亿。项目总用地 2000 亩，一期用地约 1000 亩，项目由主体工程、公用工程、辅助工程、环保工程及生活服务性设施五部分组成（生产废水自建水循环处理设备，不外排）。一期达产后年形成产值 40 亿，利润 13 亿，上缴税收 5 亿，提供就业岗位约 800 个。

### （二）多晶硅-硅光伏项目

拟选址云南砚山产业园区（涉及化工项目拟选址文山化工园

区砚山片区二道箐区块)，预计投资 10 万吨多晶硅项目、30GW 硅片加工项目、20GW 太阳能电池加工项目、10GW 光伏电站建设项目。项目总投资约 270 亿元，实现年产值约 375 亿元，上缴税金约 30.0 亿元，年耗电量约 104 亿度，提供就业岗位约 3000 个。

### **（三）硅铝合金新材料项目**

拟选址云南砚山产业园区布标区块，依托云南宏泰 203 万吨水电铝项目，加大铝硅融合项目的招商引资，近期重点发展硅铝新材料产业（主要发展装备制造类和建材类硅铝合金新材料），预计招商引资项目总投资约 90.0 亿元，实现年产值约 40.0 亿元，上缴税金约 5.0 亿元，提供就业岗位约 1000 个。

### **（四）工业硅项目**

工业硅作为晶体硅和有机硅产业配套的基础原料产业，必须优先启动建设。结合硅矿石资源地，在云南砚山产业园区和其它四个硅石区域（广南、麻栗坡、马关、西畴）发展工业硅项目。通过省内产能置换，积极争取云南省的工业硅产能指标，规划建设总产能为 20 万吨/年的工业硅项目，项目总投资约 30 亿元，实现年产值约 20 亿元，提供就业岗位约 400 个。

## **第三节 硅产业发展支撑体系建设**

### **一、用地条件支撑**

以文山州国土空间规划为基础，强化硅产业规划与产业园区规划、边合区规划、综合交通规划、土地利用总体规划、生态保护红线规划、林地保护利用规划、矿产资源规划、国民经济发展



规划等相关规划相协调，实现“多规合一”。

根据硅产业园区土地利用需求，提出近期、中期和远期的土地利用规划调整建议。对园区规划控制范围内耕地结合土地利用总体规划修编，根据具体情况对土地使用性质进行必要的调整。引导建设项目节约使用林地，结合县级林地保护利用规划成果，合理确定园区内林地保护等级。

加强硅产业园区土地整理，建立不符合园区发展主业和低质低效企业退出机制，加快“腾笼换鸟”步伐，鼓励低效用地增容改造和深度开发。注重园区内建设用地的集约化建设，依据《工业项目建设用地控制指标》（国土资发〔2008〕24号）文件，严格控制用地指标。

## **二、环境安全支撑**

### **（一）环境保护支撑**

本次产业规划主要提出环境保护的控制目标和措施，具体的环境容量、排放浓度、环境影响等方面的内容在编制园区总体规划和化工园区专项规划时开展环境影响评价报告时明确，强化规划环评指导和约束作用。

围绕国家提出的“碳达峰、碳中和”发展目标（全国2030年实现碳达峰目标），持续提升能源利用效率，加快能源消费方式转变，大力发展光伏发电、风电等可再生能源发电，推动煤炭消费尽早达峰。

加强水污染防治，强化产业布局与生态环境相协调。积极做好污染物减排工作，建立完善排污权交易平台，在园区范围内合

理调配总量指标。逐步建立健全总量控制体系，科学合理利用有限环境容量资源。加强流域水污染综合防治，加强流域面源污染防治。

加快硅产业园区污水处理厂、再生水处理站及配套管网等环保基础设施建设，提高污水收集率、再生水回用率，削减废水污染物排放量，确保固体废弃物得到有效处置。加强重点工业源在线自动监控网络建设，强化监督管理，确保企业污染物达标排放。积极推广新型高效环保技术，减少污染物排放。

## **（二）安全生产支撑**

涉及到硅化工的项目必须入驻化工园区，同时必须注重园区的安全生产。

严格划定安全防护距离。园区与城市建成区、人口密集区、重要设施、敏感目标之间保持足够的安全距离和卫生防护距离，留有适当的发展空间，将园区安全与周边公共安全的相互影响降低到最小。为降低园区发生多米诺骨牌效应，园区企业布局应满足安全防护距离和卫生防护距离的要求，并综合考虑企业装置之间的相互影响、公用设施保障、应急救援等因素，合理布置功能分区，科学评估园区安全、环境风险，实施总量控制，降低区域风险，预防连锁事故发生。

设置安全生产管理机构。涉及到硅化工的园区应当设置专门的安全生产管理机构，配备满足园区安全管理需要的人员，配备至少 3 名以上满足园区安全管理需要的人员。园区必须设置消防站，根据规划建设的产业情况和主要产品特性，配备符合安全生

产要求的消防设施和力量。园区各硅化工企业根据规划建设的产业情况和主要产品特性，配备符合安全生产要求的消防设施和力量。园区可结合重点化工企业的消防设施进行统一调度。对新建的硅产业相关的化工项目要实现封闭管理。

### **三、交通建设支撑**

加快推进区域性交通基础设施建设，统筹考虑对外交通系统。加快实现与全州区域的对外交通联系，充分利用文山机场（文山普者黑机场）、高速（广昆高速、蒙文砚高速、那兴高速、文山-马关、文山-天保高速等）和铁路（云桂铁路、规划中的曲靖-丘北-文山-天保铁路高铁、蒙自-文山-百色铁路等）、文山富宁港（剥隘镇）、国际口岸（天保、田蓬、都龙）等相互衔接，形成高效畅达的立体交通走廊，实现铁路、公路、航空、港口和口岸无缝衔接、近距离换乘。

加快推进硅产业园区的对外交通联系，做好园区与周边路网的衔接，构建以对外交通道路为骨架的硅产业园区路网框架，形成城市与园区之间联系快捷，园区内外交通衔接顺畅，有足够容量和服务水平的综合交通系统。

### **四、市政设施支撑**

产业发展规划主要对市政配套设施做出总体方向，具体的现状和用量在园区总体规划和专项规划中明确。

#### **（一）水资源**

积极执行国土空间规划中提出的“以水定产”，严格硅产业园区开发建设项目水资源论证制度及节水“三同时”制度，用水

向低耗水、低污染、高附加值的产业倾斜，限制高耗水行业进入园区。同期规划和建设再生水利用设施及供水管网，推进雨水资源化工程建设，化工类工业用水重复利用率达到 80% 以上。加强对取水、用节水、排水实行全过程计量监控管理，推进企业用水水平衡测试，开展节约型企业创建和评定工作。加大水源工程建设，提高生产生活用水供水保障能力，规划期限新改扩建多个中小型水库及引调水工程。

## **（二）电力建设**

以云南省区域性的水力发电和风力发电为依托，推进太阳能光伏并网发电项目，加快推进高压输变电工程，分阶段配套建成园区 500 kV、220kV 和 110kV 变电站，进一步完善供电线路设施，鼓励硅加工制造企业发展分布式光伏发电，保障园区的用电。

## **（三）燃气建设**

加快硅产业园区燃气基础设施建设，重点推进硅产业园区天然气门站、储气站、调压站、加气站建设，形成以天然气为主的供气格局。规划近期新建州内天然气管道工程门站，预留高压支线接口，配套规划高压管线。

## **（四）通信网络**

坚持共建共享的原则，支持广电、电信等企业强强合作，实施电信网、广电网、互联网“三网”融合和“互联网+”工程，加快骨干传输网和宽带无线网络建设，实施宽带工程，推进通信基础设施与园区的接入建设，加快建设无线园区、智慧园区，建成信息化、宽带化、融合化的“城市光网”，实现“百兆到户、

千兆进楼、T级出口”的网络覆盖。

## 第六章 规划保障措施

### 第一节 组织保障

#### 一、加大工作组织领导

##### （一）州级统筹

成立文山州级硅产业发展领导小组，州级分管领导高位推动，州级分管领导为组长，州工业和信息化局领导为副组长，硅产业综合发展办公室设在文山州工业和信息化局，州发改、商务、自然资源、生态环境、住建、应急管理、林草、水务、电力、科技等部门作为成员单位，共同推进全州硅产业发展的相关工作。

##### （二）县级推进

由硅产业园区所在的园区管委会具体负责硅产业园区的规划实施和项目建设，推进相关工作的协调和落实。州、县级相关部门按职责分工密切配合共同加快推进文山州各个硅产业园区的产业发展。

#### 二、加快机制体制创新

积极推行“简政放权，简化程序”，提升服务品质，对重大工业项目，州县级各审批部门应按职责分工，为企业提供从申请到建设、投产的全过程高效优质服务。

推行“绩效分配”激励机制，打造精干、高效、务实的工业管理服务团队。优化服务环境，建立和推行项目审批事项代办帮办制，由责任人“一对一”为引入项目涉及的立项、规划、用地、环评等提供全程专业服务，为企业提供“一站式”服务，切实提高企业入驻的办事效率和管理能力。

### **三、建立园区考核体系**

坚持“结果导向、节点控制、过程督查”原则，围绕硅产业发展的目标任务，按年度制订实施计划，将目标任务分解落实到年度，明确责任，强化监督。完善硅产业经济发展情况统计监测信息系统，研究制订硅产业项目考核办法，对各项指标进行综合考核，对发展较好的硅产业项目在资金安排上予以重点倾斜支持。

## **第二节 政策保障**

### **一、严格行业管理，强化政策导向**

严格执行国家、省制订的产业政策和规范条件，加强行业准入和规范管理。加强产业、土地、环保、节能、节水、质量、安全等部门协调配合，严格环保、安全和质量监管，强化事中和事后纵横协管。严格执行产业能耗、物耗、水耗和生态环保标准，实施资源、能源要素差别化价格政策，以资源环境承载力上限，严格按照国家、云南省和文山州的产业政策发展硅产业项目。

### **二、改造提升产业，提升产业品牌**

鼓励企业利用清洁生产、智能控制等先进技术改造提升工业生产线，实现装置生产能力的有效提升和工业“三废”综合利用。

积极构建文山州硅产业研发中心，采用“产学研”一体化发展模式，在龙头企业内部建设专家工作站，实现学术理论与实践生产的相互转化，延伸现状硅产业链，提升硅精深加工和延伸产业的比重。

### **三、发展循环经济，提高综合利用**

积极推进硅产业循环经济，推动资源利用循环化，努力提高

资源利用率。引导和鼓励企业采用无废和低废工艺技术路线，改造高污染、高耗能、低效益的落后工艺和设备。支持企业清洁生产技术改造，加强有毒有害原料绿色替代，推行清洁生产标准和措施，鼓励和支持企业采用先进的清洁技术和工艺，提升清洁生产水平。加强对“三废”的集中治理，不断提高资源综合利用率，构建循环经济产业链。

#### **四、利用沿边优势，加强产业合作**

依托文山州沿边经济优势和建设面向南亚东南亚辐射中心的发展机遇，加强国际产业合作。落实文山州硅关联企业开展国际产业合作，通过文山州麻栗坡边合区（麻栗坡天保国家一类口岸），支持大型企业开展跨国生产、经营等，实现国内外的硅石资源、硅产业的精深产品（硅光伏、硅电子和有机硅下游精深产品）互联互通。

### **第三节 规划保障**

#### **一、积极实现“多规合一”**

严格执行国家提出“多规合一”的要求，硅产业园区规划与经济社会发展规划、国土空间规划（城乡规划、土地利用规划、生态红线保护规划）、林地保护利用规划、交通规划、水资源规划、物流规划等规划充分衔接，实现“一个地方、一本规划、一张蓝图”。

#### **二、强化硅产业园区规划**

结合国土空间规划、硅产业园区规划环评和安评要求，综合考虑资源供给、环境容量、安全保障、产业基础等因素，规范硅



产业园区建设和改造，认真谋划文山州“十四五”硅产业发展规划。

对于硅产业园区中涉及的硅化工园区要严格按照云南省申报化工园区的标准。新建硅化工园区应符合园区规划及规划环评要求，充分留足与周边城镇未来扩张发展的安全距离。推进化工园区生产上规模、工艺上水平，管理上台阶，企业入园集聚集群发展，全力提升文山州硅化工园区整体水平，实现硅化工产业集群发展。

### **三、高标准建设基础设施**

高标准、高质量地完成硅产业园区内的基础设施建设。以“六通一平”（道路、给排水、电力、通讯、供气、场地平整）为基础，为企业入驻提供基础保障，同时建设硅产业园区必须的基础设施。

硅化工园区必须具备的基础设施主要包括特勤消防站、污水处理厂、危险固废处置设施、监测监控系统（大气、地表水、地下水及土壤环境、地下水水质监测井）等，并尽快实现化工园区封闭化管理，对暂时无法进行封闭管理的区域，应当首先对重大危险源和关键生产区域进行封闭化管理。

## **第四节 招商保障**

### **一、大力改善营商环境**

加强园区基础设施建设。高标准、高质量地完成园区基础设施建设，其中道路、供电、供水、燃气、排水、排污、邮电、有线电视和土地平整等设施先行，为企业构筑良好发展的平台。

依法保护投资者合法权益。提高服务质量,打造软环境实力,全力打造“服务高地”“政策洼地”和“投资宝地”,积极营造“亲商、安商、扶商、富商”的良好氛围。

## 二、创新招商引资方式

多渠道多形式组织完善推介活动,加大中介招商、网上招商和园区招商力度。深化委托代理招商制,聘请一批国内外知名企业、各类商会、行业协会负责人为文山州招商顾问或代理人,为硅产业园区引进重大项目发挥作用。

筛选一批重大硅产业链紧密衔接的招商引资项目,通过参加商贸洽谈会、集中招商、以商招商等途径,大力宣传推介项目,有针对性吸引外来投资,完善提升全硅产业链。紧紧围绕硅光伏、硅电子、有机硅等重要硅产业链开展产业链招商,以产业链的长期效应克服招商引资中的短期行为。

## 三、强化重点项目支撑

坚定不移地走重点项目支撑和带动发展战略,围绕全州硅产业空间布局,积极策划培育和引进一批重点项目,通过精准包装的作用,及时推出条件成熟的项目,做深做细前期工作,积极落实投资主体,帮助项目单位协调解决项目建设过程中遇到的困难和问题,促进更多化工项目尽快从开发储备阶段转为实施阶段。健全重大项目推进督办机制,全过程服务、指导与跟踪,推进项目落地、建设、投产达产。

近期主要以多晶硅个硅铝融合企业为重点,远期积极引入有机硅企业,重点招商引资的企业和产业类别详见附表(一)~(四)。

## 第五节 财政保障

### 一、加大各级财政支持力度

充分发挥各级财政资金、政府引导基金、政府投资平台等的引导、带动和放大作用，通过贷款贴息、补助、奖励等方式，主要对重大硅产业项目进行政策扶持，并进行科技研发平台的建设。

### 二、鼓励社会资本参与投资

对硅产业园区的部分基础设施，包括自来水、污水处理厂、通信设施等，鼓励通过市场化方式，吸引社会资金投资建设。一是加强银政、银企、银政企合作，争取国家政策性金融机构的支持；二是推动建立多层次的资本市场。以解决体制性、机制性问题为重点，加强资本市场基础性制度建设，大力发展多种融资模式。

## 第六节 科技保障

### 一、建立健全人才服务机制

一方面要把人才工作作为硅产业发展的基础条件，各级政府为和龙头企业为核心共同研究谋划，带头推动落实，带头抓硅产业重点项目，将高端引入人才作为文山州全硅产业发展的“第一资源”。

另一方面，要建立健全以业绩、贡献和能力为重点的人才评价机制、创造有利于优秀人才脱颖而出的选拔使用机制、鼓励人才大胆创造的激励保障机制。充分利用各种渠道、各类媒介，广泛宣传人才支持政策，大力提高政策知晓度和影响力。

表 6-1 文山州硅产业人才服务机制统计表

人才服务机制	保障措施
实施领军型、创新、创业人才引入方案	1.创建州级硅产业重点实验室、工程技术研究中心等创新平台； 2.文山州出台硅行业专业人才培养、引进、使用和激励制度。
实施技术研发、市场开拓高新人才引入方案	
实施硅产业专业院校毕业生引入方案	
职业技术学校毕业生对接方案	1.州政府实施购买技能人才培养机制； 2.加大州内职业学校冶金行业师资队伍建设力度； 3.校企合作，职业学校开设硅专业课程和教学内容，对口企业择优招聘。
在岗员工继续教育、职业教育培训	1.州内企业试行“互联网+职业培训”，提高在职员工专业素质； 2.贯彻技能人才职业发展通道，落实相关补贴政策。

## 二、加强交流合作，打造技术创新载体

建立以企业为主体、市场为导向、产学研结合的技术创新体系，大力培养和引进产业领军人才，着力培养一批高技能人才。加强产业技术人才需求预测，依托国内（中国石油大学、北京工业大学等）及省内有关高校（云南大学、昆明理工大学、文山学院等）、科研机构、职业院校、技工学校等，建设一批专业人才培养培训基地。鼓励龙头企业和科研单位人才通过参与项目研发、技术攻关、技术咨询服务等多种形式，为文山州硅产业发展提供服务。

鼓励支持创新型企业 and 国家级高新技术企业认定，开展“院士专家工作站”建设，引进相关专家“入驻”企业，搭建企业和专家之间的科研合作、技术交流、成果转化和科研团队建设的平台；鼓励支持企业开展“博士后流动站”建设，引进高学历人员进站参

与企业研究开发工作，搭建企业人才引进和培养的平台。加快科技创新园、科技企业孵化器载体的建设步伐，为创业人才培引和创新团队建设创造良好的条件。

### 三、加大科技研发力度

加大创新平台奖励。加大对园区内科技企业孵化器、生产力促进中心等科技创新创业服务机构的支持力度，对建立省级以上科技企业孵化器，国家重点实验室、国家工程(技术)研究中心、智能车间制造中心、产品质量检测中心等争取资金补助。

硅产业园区设置专门的品牌创建服务机构，帮助企业在专利、成果的申报、保密及运用方面的工作。

## 第七节 信息保障

### 一、推进“两化融合”，培育智慧园区

结合国家大的发展方向，以“两化融合”为机遇，制定化工园区“互联网+”行动计划，推动移动互联网、云计算、大数据、物联网等与硅产业园区发展结合，实现“信息园区、智慧园区、数字园区”。

以“园区+互联网”为理念，融入社交、移动、大数据和云计算，将产业集聚发展与园区综合服务不同空间有机组合，形成价值关联、圈层资源共享、土地全时利用的功能复合型空间区域。

### 二、加大环境监管信息化

将信息化技术应用于硅工业污染源监测、环境管理和环境执法监测、污染纠纷和仲裁监测、污染事故应急监测、环境信息发布等工作中，全面提升环境监测工程的质量。根据环境监测和社

会发展的需要，建成有一定技术梯度、满足环境管理科学化需求的环境监测技术支持系统。建立覆盖化工园区的环境监测数据快速采集、审核、传输、反馈信息系统。

## 附件 1：硅产业发展理论及案例分析

### 一、硅产业发展理论研究

#### (一) 产业梯度转移理论

##### 1. 理论内涵

梯度转移理论源于弗农提出的工业生产的产品生命周期理论。不发达国家和地区的“核心与边缘”或“中心与外围”构成了该区域的“二元经济结构”。产业技术与经济在核心与边缘区、中心与外围区之间存在一定顺序的梯度递减关系。

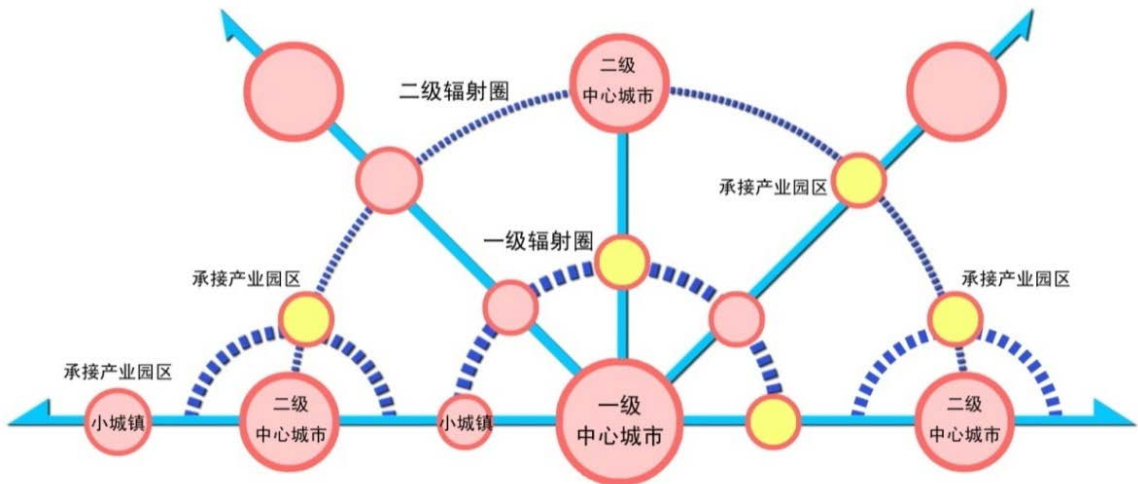


图 2-10 梯度转移理论示意图

技术水平高的区域在经济和技术发展到一定高度时，就存在产业结构升级的需求和技术产品生命周期老化的现象，其相应产业就会按照梯度的递减关系逐渐向边缘地区进行转移，带动边缘地区的技术水平提高。

##### 2. 理论应用

产业发展的梯度转移是一个普遍存在的经济规律。从上个世纪 80 年代开始，我国沿海地区就承接了国外转移来的多种产业，实现了经济的迅速发展，形成了珠江三角洲和长江三角洲两大中

国经济带。目前，沿海发达地区已进入工业化后期，产业结构提升的要求趋势日益增强，而中西部地区仍处在工业化初期和中期，工业经济刚开始起飞。特别是沿海大城市在实现产业升级的过程中，迫于土地、劳动力等要素成本上升的压力，很自然地要把部分产业向内地转移、扩散。

### **3.指导作用**

文山州作为滇东南的门户，拥有面向两广的区位优势和国际边贸口岸两大优势，便利的交通区位、相对丰富的土地供给、较低的劳动力成本在承接沿海发达地区产业转移上具备比较优势，具体表现为整个云南省拥有比东部区域更为丰富的绿色水电资源，也拥有丰富的硅石资源，同时环境容量较大，劳动力成本较低，工业产能便于集聚，拥有吸引发达省区产业转移的潜力。

## **（二）产业发展增长极理论**

### **1.理论内涵**

增长极理论最早由法国经济学家佩鲁提出，指经济增长在不同部门、行业或地区，呈现以不同速度不平衡的增长趋势。主要原因在于某些推进型产业（主导部门或企业）在某些地区或大城市聚集和优先发展而形成的生产、贸易、信息、人才等经济要素和经济活动中心恰似一个“磁场极”，能够产生较强的吸纳辐射作用，不仅促进自身的发展，还通过吸引和向外扩散作用带动其他部门和所在地区以至周围地区的经济增长。“增长极”有两个含义：一是在地理含义上指区位条件优越的地区，二是指具有创新能力、规模大、增长迅速、关联效应大的推进型主导产业部门。



根据增长极理论，由于欠发达地区市场机制不完善，资本稀缺，信息不充分，因此，应把有限的人力、财力、物力投入到区位条件较好的地区和重点部门，形成积聚经济，使之具有能在短期内促进特定地区经济增长的作用，从而影响和带动周边经济增长与发展。

## **2.指导作用**

根据资源、区位、产业等各方面条件，确定几个重点地区和产业作为经济增长极，重点扶持，优先发展，再通过增长极的扩散作用拉动整个区域发展，从而带动一大批重点项目的建设 and 产业结构的优化升级。

### **(1) 规划集中的硅产业园区，形成区域经济增长极**

将硅产业园区作为全州外向型产业经济的核心和增长极。即可以节约用地，提高土地利用效率，便于统一管理和环境监测，也可促进区域内公共资源的充分利用，形成产业对接、功能互补、产业集群效应明显、特色突出的工业发展区域，以带动区域内支柱产业的持续发展。

硅产业不仅可以实现区域间的经济的共同发展，同时拉动物流、交通、住宿餐饮、市政设施配套等相关产业的发展，具有较好的经济和社会效益。

### **(2) 以全硅产业链为主体，形成文山州工业产业增长极**

以全硅产业为重点，主要发展硅工业硅、硅铝融合产业、多晶硅、有机硅、硅光伏、硅电子等，其中近期重点发展铝融合产业和多晶硅产业，中远期实现产业联动发展，作为文山州工业的

产业增长极。

### （三）韦伯工业区位理论

#### 1.理论内涵

该理论由德国经济学家韦伯提出，其核心就是通过对运输、劳力及集聚因素相互作用的分析和计算，找出工业产品的生产成本最低点作为配置工业企业的理想区位。

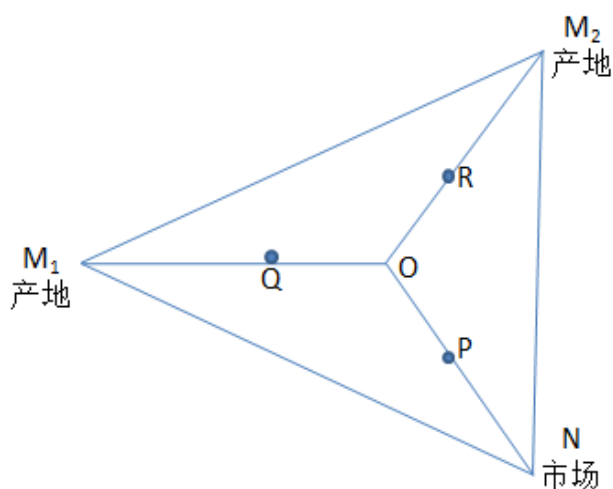


图 2-11 韦伯工业区位理论示意图

#### （1）以运输成本定向的工业区位分析

工厂企业自然应选择在原料和成品二者之间总运费为最小的地方，只有在原料、燃料与市场间找到最小运费点，才能找到工业的理想区位。

#### （2）劳工成本影响工业区位趋向的分析

使用单位原料或单位产品等运费点的连线即等费用线的方法加以分析。同时，还考虑了劳工成本指数（每单位产品的平均工资成本）与所需运输的（原料和成品）总重量的比值即劳工系数的影响。

#### （3）集聚与分散因素影响工业区位的分析

促使工业向一定地区集中的因素，又可分为一般集聚因素和特殊集聚因素。

## 2.指导作用

根据文山州与周围城市的地理区位分析，可以得出文山州位于由滇中城市经济圈、北部湾经济圈和沿边经济圈组成的核心区域。根据韦伯工业区位理论模型，文山将成为云南省发展承接和向外型产业区位较好的地区之一，可以通过越南北部辐射到东南亚的各个区域。

在文山州内部，原料主要集中在麻栗坡、西畴等地。按照云南省级开发区保留的情况，文山州境内保留三个省级开发区，其中硅产业加工园区的重点是砚山产业园区，原料区和加工地之间道路交通联系方便。

## 二、国内及省内硅产业园区案例分析

### （一）四川眉山铝硅产业园区

#### 1.园区历程

眉山铝硅产业园区位于眉山市东坡区修文镇，园区成立于2006年5月。2007年1月，被四川省委、省政府列为全省20个重点工业集中区之一；2008年被列为四川多晶硅太阳能光伏产业基地；2009年被四川省委、省政府列为“1525”超100亿产业园区和四川省知识产权试点园区；2010年被批准成为四川省高技术产业园区。

#### 2.发展定位

眉山铝硅产业园发展以铝、硅两大产业为主的现代高科技、

高载能产业（两大产业经济总量占园区经济总量的80%），适当配套发展为两大产业服务的化工产业，努力形成特色鲜明的现代产业集群，努力实现“一个重点、三个高地”（即四川重点百亿产业园区，占领四川铝产业、太阳能光伏产业、阴极石墨碳素产业三大战略高地）。

### **3.用地规模**

园区总控制用地面积为103平方公里，其中核心区域规划面积18.8平方公里。

### **4.设施配套**

园区基础设施和配套设施完善，内部包括鲜滩火车货运站、220KV变电站用供电线路、4.8万立方米/日工业供水厂、2000立方米/日生活供水厂、1万立方米/日污水处理厂、100万立方米/日天然气配气站及10.7公里四车道园区主干道。

### **5.产业发展**

#### **（1）铝产业**

包括铝板、铝带、铝箔、铝轮毂、铝管、棒、型材、铝低峰窝材料、聚合碱式氯化铝、铝钢复合板轧制等生产项目。按照铝深加工的建材用铝、包装用铝、交通用铝、电子工业用铝四个方向，发展二级、三级深加工的高科技、高附加值的终端产品，延伸产业链，培育产业集群。

#### **（2）硅产业**

重点发展多晶硅生产、单晶硅生产、切片生产、硅芯片集成电路、半导体器件、电子通讯系统、国防系统用半导体材料、太

太阳能电池项目、太阳能发电系统项目等。

## **(二) 云南保山绿色硅产业园**

### **1. 总体定位**

云南保山绿色硅产业园以保山工业硅产能为基础，加快推进单晶硅棒、高纯晶硅等重大项目建设，构筑硅光伏、硅电子、硅化工和碳化硅等产业链，建设硅材料科技中心，全力打造云南水电硅材一体化发展示范园区。

### **2. 用地规模**

保山硅产业园区（15.00 平方公里）位于保山市区南侧，位于保山工贸园区（99.09 平方公里）内，属于“园中园”，保山长岭岗硅化工园区（3.03 平方公里）又属于保山硅产业园区的“园中园”。

### **3. 产业空间布局**

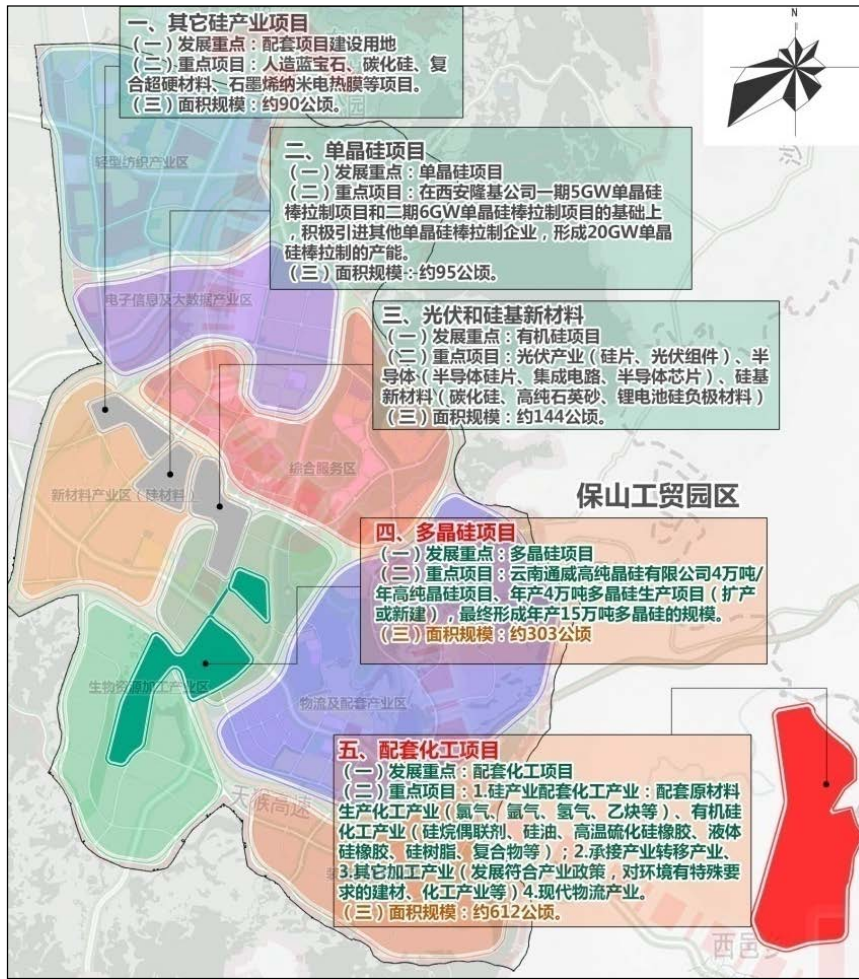


图 2-12 保山市硅产业空间布局图

#### 4.重点项目支撑

序号	项目名称	占地面积 (亩)	工业总产值 (亿元)	备注
1	保山隆基年产 11GW 单晶硅棒建设项目	485.54	115.00	建成投产
2	云南通威年产 4.0 万吨多晶硅项目	640.50	28.70	建设中
3	碳化硅电力电子芯片和器件生产项目 (年产 4/6 英寸碳化硅电力电子芯片 6 万片)	30.00	10.50	建设中

5	中科钢研项目 (碳化硅、人造蓝宝石、石墨烯碳纳米 电热膜、碳化硅电力电子芯片)	700.00	37.90	一期建成
6	高纯度碳化硅衬底片项目	90.00	7.50	建设中

### (三) 分析总结

#### 1. 硅铝产业联动发展

硅产业和铝产业类似，可以实现园区统一布局，充分共享基础市政设施，主要包括铁路货运站、变电站、天然气门站、水厂、污水处理厂等。

#### 2. 硅产业链一体化发展

硅产业园区要实现产业集群发展，产业链的一体化是产业发展的重点。与硅产业相关的化工产业为多晶硅和有机硅，化工产业必须入驻化工园区。其它非化工的硅产业项目可以结合工业园区统一规划布局，形成“园中园”内外产业一体化发展。

## 附件 2：云南省硅产业空间布局分析

### （一）昆明

#### 1.布局区域

云硅智能科技小镇位于昆明市高新区马金铺片区，规划占地达 6.00 平方公里。

#### 2.主导产业

重点发展硅半导体电子产业、电子信息制造产业( 智能手机 )，辅助发展硅切片。

#### 3.发展定位

云南高新电子产业起步区，集 5G 手机芯片、电池、半导体封装测试、智能终端设备制造的半导体全产业链科技产业城。

#### 4.项目支撑

2018 年 5 月，云南城投集团开工在昆明高新区东区马金铺建设云硅智能科技小镇。目前计划入驻的项目包括闻泰科技、AST 硅片生产、安世半导体等。

闻泰科技智能终端设备工厂一期项目年产 2000 万部手机，二期建设年产不低于 600 万片大尺寸单晶硅片生产，以及相关芯片制造或封装测试。

硅智能科技小镇以上项目完成投产预计将为全省新增不低于 600 亿元的电子信息制造业产值。

### （二）保山

#### 1.布局区域

保山工贸园区硅产业片区位于保山市区东南侧，规划为两个



产业功能区。

### **(1) 硅光伏产业片区**

该片区位于保山市区东南侧，距离市区约 13 公里，规划面积 7.00 平方公里。

### **(2) 硅化工产业片区**

该片区位于保山市区东南侧，距离市区约 15 公里，规划面积 3.03 平方公里。

## **2. 主导产业**

重点发展硅光伏（切片、组件）、半导体（半导体硅片、集成电路、半导体芯）、硅化工（多晶硅）、硅基新材料（碳化硅、锂电池硅负极新材料等）。

## **3. 发展定位**

立足云南、面向南亚东南亚、辐射我国西南部的区域性特色国际硅基产业园。

## **4. 项目支撑**

保山隆基年产 11GW 单晶硅棒建设项目。（隆基是全球最大的太阳能单晶硅棒和硅片制造商）

### **(三) 楚雄**

#### **1. 布局区域**

禄丰工业园区金山片区，位于县城北侧，规划区总用地 1.95 平方公里。

#### **2. 主导产业**

单晶硅切片及电子信息产业。

### **3.发展定位**

打造云南千亿级光伏产业和世界最大的单晶硅片生产基地。

### **4.项目支撑**

楚雄隆基硅材料有限公司一期 10GW 单晶硅片项目的竣工投产、二期 10GW 单晶硅片项目的落地建设，以及相关配套企业的引入。

## **（四）丽江**

### **1.布局区域**

华坪工业园区石龙坝清洁载能产业示范园。

### **2.发展定位**

打造“西南硅谷”。

### **3.项目支撑**

丽江隆基年产 22GW 单晶硅棒、五星石墨、丽江金沙云区块链大数据等项目。

## **（五）曲靖**

### **1.曲靖经开区**

#### **（1）布局区域**

位于南海子工业园区硅晶产业园，规划区总用地 8.45 平方公里。

#### **（2）主导产业**

以单晶硅及下游产业为主。围绕“电子级多晶硅-半导体硅单晶-分立元件-集成电路芯片”产业链，发展高品质多晶硅、硅切片、半导体器件及光伏材料等产品。

### **(3) 发展定位**

打造“中国西部绿色水电硅谷”。

### **(4) 项目支撑**

现有云南冶金云芯硅材股份有限公司、曲靖阳光能源、曲靖晶龙电子、隆基绿能科技股份有限公司年产 30GW 单晶硅棒和切片建设项目（一期）、锦州阳光年产 3000 吨单晶硅棒及 1.22 亿片单晶硅片项目。

## **2.沾益区花山工业园区**

### **(1) 布局区域**

位于沾益花山工业园区，利用云维集团原化工分厂厂区建设。

### **(2) 项目支撑**

云南能投年产 40 万吨有机硅单体及配套项目，项目年销售收入预计能实现 40 亿元。

### **(六) 其它区域**

主要在大理鹤庆、怒江的泸水、德宏州等地形成工业硅生产原料基地。

## 附件 3：环境保护与节能减排规划篇章

### 第一节 环境保护规划

#### 一、环境总体目标

实施可持续发展战略，预防因规划和建设项目实施后对环境造成不良影响，促进文山州经济、社会 and 环境的协调发展，助力“碳达峰、碳中和”发展目标，努力打造国内具有示范带动的绿色硅产业园区。

#### 二、环境控制指标

##### （一）大气环境质量

硅产业园区环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中确定的二级标准。

##### （二）环境噪声质量标准

按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）分类标准，工业配套公共服务区执行 2 类标准；工业生产区及物流仓储区执行 3 类标准；交通干道两侧执行 4a 类标准。

##### （三）水环境质量标准

硅产业园区内的地表水体执行《地表水环境质量标准》中的 III 类标准。

涉及硅化工园区地下水必须建设实时监测系统，确保规划区地下水水质标准不低于现状地下水水质标准。

##### （四）污水排放标准

#### 1. 生活污水处理

生活污水直接进入污水收集管网排至园区污水处理厂。

处理后达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》标准中的一级 A 标准后达标排放。

## 2. 工业污水处理

工业废水企业自行处理后全部循环利用，原则上实现工业废水不外排。

### （五）生活垃圾及工业固废处理要求

硅产业园区生活垃圾转运处置率达到 100%；一般工业固废综合利用率达到 90%以上；危险废物安全处置率达到 100%。

### （六）硅化工园区强制要求

具备集中统一的污水处理设施。各入园企业建设项目对生产废水应进行预处理，达到行业间接排放标准后排入化工园区污水处理厂；污水处理厂出水水质应符合园区集中污水处理厂环评及批复文件中确定的排放标准要求；化工园区入河排污口的设置应符合相关规定，污水排放不影响受纳及下游水体达到水环境功能区划确定的水质目标。

建有危险固体废物处置的基础设施，危险废物安全处置率达到 100%。

设有集中的安全、环保（大气、地表水、地下水及土壤环境）监测监控系统，以及地下水水质监测井，并定期开展监测。

## 三、环境保护措施

### （一）大气环境污染防治

为确保园区排放的废气做到达标排放，各企业设置尾气水洗塔、废气焚烧装置和火炬系统。

1.合理布局工业项目，鼓励使用清洁燃料，引进能源利用效率高、污染物排放量少的清洁生产工艺，废气排放不得超过国家规定的标准。

2.鼓励园区企业优先接通天然气等清洁能源，减少对空气环境的影响。

## **（二）水污染防治**

1.园区设置集中式污水处理厂，企业自行预处理后全部收集至污水处理厂，污水处理厂处理后作为鼓励工业中水循环利用不外排。

2.污水处理设施要落实好环保“三同时”制度，禁止“未批先建”的情况发生。

3.加强建设项目管理，鼓励工业用水的循环利用，减少污染物排放量；企业的工业废水应处理达到相应标准后才能进入污水收集管道；环境主管部门应加强对工业废水处理设施的监督管理。

## **（三）地下水污染防治措施**

硅化工园区地下水防控措施可参考《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T50934-2013）中的相关要求，根据园区内可能泄漏至地面区域污染物的性质和生产单元的构筑方式，划分为重点污染防治区、一般污染防治区和非污染防治区。

### **1.非污染防治区**

非污染防治区指没有污染物泄漏或泄漏物不会对地下水环境造成污染的区域或部位。主要包括企业的管理区、集中控制区等辅助区域等。非污染防治区采取非铺砌地坪或普通混凝土地坪，

不设防渗层。

## 2.一般污染防治区

一般污染防治区指生产装置界区内对地下水环境有污染的物料或污染物泄漏后容易发现和可及时处理的区域或部位；主要包括架空设备、容器、地面。

## 3.重点污染防治区

重点污染防治区指对地下水环境有污染的物料或污染物泄漏后，不能发现和处理的区域或部位；主要包括地下管道、地下容器（贮仓、地下槽）、（半）地下污水池、储罐罐基础等。

### （四）噪声污染防治

根据不同的区位提出不同的控制标准，鼓励企业引进降噪设备，道路沿线设置隔音屏障，建设项目按照施工标准执行，通过多种综合防治噪声措施，保证化工园区内外员工及居民的生活环境的舒适性。

1.工艺设计中尽可能选用低噪声设备，管路噪声采用特殊减噪连接方式，对于较大的设备源在厂房内加隔音设施及吸音材料。

2.建筑上采用隔声、吸声处理，其中包括隔声门、窗以及吸声材料，可使室内噪声级符合相关要求。

3.合理绿化，在厂房及道路沿线进行乔木绿化，可有效阻挡噪声的传播，保证厂界噪声的达标控制。

### （五）固体废物及废液治理

园区产生的固体废物主要去向为：综合利用、外送填埋、副产品外售、送项目焚烧装置、作为危废送到环保公司处置等。

1.化工园区在规划建设过程中必须大力推行清洁生产和循环经济，从源头减少工业固体废物和危险物产生量，同时建立固体废物的专门管理机构，对固体废物的产生、综合利用、处置、贮存、排放等进行监督和管理，使园区产生的固体废物处理处置规范化，使全部固体废弃物得到有效处置。

2.鼓励企业应采用新技术减少工业固体废弃物的产生量，固废处置达到“无害化、减量化、资源化、效益化”的要求，延伸企业产品自身产业链和企业协作产业链，提高固体废弃物的综合利用率。

#### **（六）危险废弃物处置措施**

1.危险废弃物必须由有资质的单位负责集中式处理。收集、贮存危险废物，必须按照相关标准进行分类，贮存和运输危险废物应遵守国家有关危险废弃物的管理规定。

2.装置产生固体和液体废物全部收集装桶/袋外售或妥善安全处置。

3.按国家标准建好危险废物贮存或处置设施,并按相关要求履行好环保手续。

#### **（七）环境监督管理措施**

1.入园工业项目必须按照《建设项目分类管理名录》的要求编制环境影响评价报告。

2.园区环境保护主管部门应建立各项污染监测制度，组织监测网络，制定统一的监测办法。

3.园区环境保护主管部门应加强对主要污染物的排放监管，



根据实际情况制定园区准入标准，限制高污染企业入园。

## **四、环境影响结论及建议**

### **（一）环境影响结论**

采用先进的生产工艺技术与设备，优先从生产源头上减少污染物排放，符合清洁生产要求，同时结合末端治理，对生产过程中所产生的废气、废水、固体废物和噪声源等均采取妥善有效的处理、处置措施，经过处理后的污染源及污染物均能实现达标排放，且均满足国家和地方相关的环保标准及法律法规要求，最大限度地减少了项目污染物的排放量，减小对当地环境的不利影响。

### **（二）发展建议**

1.建议硅产业园区尽快同步开展环境影响评价工作的审批和入驻项目的环评报告。

2.硅产业园区在建设过程中要严格按“三同时”原则，落实污染物消除或减少的各项处理措施，投产后进一步加强生产管理和环境管理，保证各项处理措施的正常运行，确保满足国家环境保护的各项标准和规定。

## **第二节 清洁生产与节能减排规划**

### **一、清洁生产**

为促进文山州绿色硅产业可持续发展，必须要制定清洁生产技术，开发、研制和推广各种清洁生产技术，建立起比较完善的清洁型闭合生产与消费体系。具体技术主要有：

#### **（一）以天然气取代煤作为主要燃料**

清洁生产要优先发展以天然气取代煤作为主要燃料，在没有

使用天然气之前，各企业重点考虑以煤为主的各种节能降耗技术，实施一批节能示范工程，不断提高节能率。

## **（二）物料回收与综合利用技术**

包括废水回收与处理技术、废水资源化技术、城市大气污染综合治理技术、固体废弃物（垃圾）无害化与资源化利用技术、生态环境恢复技术等。通过这些技术的研制与开发利用，不断提高自然资源和垃圾资源的综合利用程度，实现净化环境与提高效益的双重目标。

## **（三）新型清洁生产技术**

包括生物工程技术，信息技术，以太阳能和风能为主的新能源技术，各种资源替代和产品替代技术等。利用这些技术的高科技产业是现代产业的主要发展方向。通过清洁生产技术的研制、开发和推广应用，将逐渐淘汰技术工艺落后、资源消耗高、严重污染环境的生产工艺设备，重点发展能源和原材料消耗低、技术含量高、清洁无污染、附加值高的硅产业，生产出更多的“绿色”产品。

# **二、水污染控制和水资源循环利用**

## **（一）水资源循环利用**

通过推行企业清洁生产，降低单位产值的耗水量。大力提倡水资源循环利用，企业范围内和工业生产区范围内两个层次结合配套，将废水进行处理后用于绿化等用水单元，或用于某些可直接利用的用水单元，如农业灌溉以及水质要求低的工业等，形成水资源利用最大程度的整合，以减少新鲜水的使用量。同时，加

大环境保护政策实施的力度，使工业用水重复利用率达到 90%以上，生活污水处理率达到 100%目标。尽快完成硅产业园区范围内的中水回用系统建设，制定有关经营污水处理、中水回用和使用中水的优惠政策，鼓励广泛使用中水，使达到回用标准的中水能得到有效利用。

## （二）政策法规与管理

建立健全并贯彻落实水资源一体化的政策、法规与管理办法，强化法制管理和科学管理，严格用水许可证制度、排水许可证制度、水资源利用监管制度，实行总量监督与监测。

## （三）节约用水

建立废水资源化处理利用系统，包括企业内部、外环境的资源化系统（如：中水回用系统等）。加强信息技术、模拟技术、优化技术、决策技术、临近技术、计算机技术等在水资源领域的应用。制定用水收费制度，适当提高水价，对超出定额用水标准的部分，累计收费，制定排污收费制度。通过制定和贯彻相应技术及经济政策来实施技术和经济手段，强化社会公众的资源、环境和生态意识，提高节约用水、保护水资源的自觉性；提高公众对诸如中水回用、污水再生利用、水费涨价等事物的心理承受能力。

## 三、大气污染物治理

以硅产业园区内源头控制为主要途径，利用总量控制和浓度控制相结合、结构调整和技术改进相结合的综合防治手段，保障大气污染排放和空气环境质量达标。制定并认真执行各个硅产业园区内的大气污染控制规划和绿化景观规划，严格执行大气颗粒

污染物及氮、硫氧化物等工业气体的减量化与循环利用治理，最大限度地实现经济发展和环境保护的良性循环，从而真正实现可持续发展。

#### 四、固废循环控制

（一）健全并贯彻落实固体废物分类收集、减量化排放、资源化利用、无害化处理与处置的一体化管理体系和政策、法规，培育市场化运作模式和网络。

（二）调查分析固体废物的来源和种类，通过推行清洁生产、ISO14001 等实现固体废物的减量化。

（三）建立固体废物的集中收集、交换利用和资源化的模式与方法。分析固体废物的种类与特点，结合工业生产区的发展规划提出固体废物资源化利用模式。

（四）构筑企业内部、企业之间和工业生产区废物资源化利用的循环网络。通过分析企业生产需求，特别是工业生产区废物资源化中心对固体废物的需求，考虑制硅产业企业特点，培育和建立废物资源化利用的网络体系。

（五）工业固体废物和生活垃圾等实现减量化、资源化和无害化处理。

#### 五、节能评估和审查管理

对硅产业建设项目进行以下节能评估和审查管理：

- （一）项目是否符合国家和云南省节能相关的产业政策。
- （二）项目用能总量以及用能种类和结构是否合理。
- （三）项目是否符合国家、行业和云南省节能设计标准和

规范，单位建筑面积、设备、工艺和产品的能耗是否达到云南省和文山州规定的标准。

（四）项目设计是否采用先进工艺技术和节能新技术，耗能结构（建筑维护结构等）、主要用能工程（动力、空调通风、电气照明等）节能设计是否合理。

（五）法律、法规以及云南省规定需要评估和审查的其它事项。

## 附件 4：文山州保留园区情况

### 一、总体情况

2020 年 4 月，云南省委省人民政府印发《云南省各类开发区优化提升总体方案》（云委〔2020〕287 号）明确：云南省保留 48 个省级开发区，文山州保留 3 个省级开发区，分别为文山高新技术产业开发区、云南砚山产业园区（马塘工业园区并入）和云南麻栗坡边境经济合作区。

### 二、文山高新技术产业开发区

2018 年完成高新区总规编制。2021 年，按照云南省级开发区编制要求的专项规划还在编制中。

重点发展以三七为主的生物医药产业，集科研、加工、开发、贸易为一体的特色工业园区，建设成为全国乃至全世界三七生产、加工和研发中心。

由原来规划为“一园四片区（登高片区、新平坝片区、东山片区和金洞片区）”的空间结构调整调整为“一园三片区”，取消金洞片区，拓展登高片区，总规划用地控制在 25~30 平方公里。

### 三、云南砚山产业园区

2020 年 4 月，云南省委省人民政府印发《云南省各类开发区优化提升总体方案》（云委〔2020〕287 号）号明确：将马塘园区并入砚山园区，名称调整为云南砚山产业园区。

2019 年完成园区总规编制，2021 年合并后的园区专项规划也已启动编制。

新的规划形成“一园两片区”，两片区为砚山片区和马塘片

区，总规划用地控制在 52~55 平方公里，其中砚山片区 24~25 平方公里，马塘片区 28~30 平方公里。

#### **四、麻栗坡天保边境经济合作区**

2018 年完成边合区总规编制，2021 年按照云南省级开发区编制要求的专项规划还在编制中。

新的规划为“一心两片”的空间结构形式。一心为天保口岸核心区；两片为磨山轻工业加工片区和兴街进出口贸易加工片区。边合区总规划用地面积控制在 24~25 平方公里。

## 附件 5：文山化工园区申报情况

### 一、云南省化工园区认定条件

化工园区建设的前提条件是必须完成化工园区申报，并获得相关批准。

#### （一）化工园区申报必须完成 2 规划+3 报告

申报化工园区时必须完成具有批准时效期内的 2 规划（化工园区专项规划、产业规划）+3 报告（整体性安全风险评价、规划环境影响评价、规划水资源论证报告）

#### （二）将申报材料报省工信厅组织专家实际探勘

化工园区完成 2 规划+3 报告后，以文山州人民政府为主体，相关部门组织申报材料，并将规划成果和申报材料报云南省工信厅，省工信厅联合七部门组织对化工园区实际探勘进行综合评分，评分达到相应标准后，省工信厅报云南省人民政府批准，并对确认名单进行最终公布。

### 二、目前已完成情况

2021 年 2 月底启动“2 规划+3 报告”工作，其中《文山化工园区砚山片区专项规划》和《文山化工园区砚山片区产业发展规划》于 2021 年 3 月 31 日通过州级评审，《文山化工园区砚山片区环境影响评价报告》《文山化工园区砚山片区水资源论证报告》和《文山化工园区砚山片区安全评价报告》也于 4 月初完成州级审查，并通过州级常务会审议；“2 规划+3 报告”等相关申报材料已于 2021 年 4 月提交云南省工信厅，待启动第二批化工园区认定工作。



### 三、下一步工作计划

目前云南省第二批化工园区认定工作的时间还未确定，待省级明确认定时间后，按照省级化工园区认定要求进行第二批化工园区认定工作。

附表 1：文山硅产业招商引资重点对象（企业目录）

## 一、国内工业硅十强企业名单

序号	企业名称	简称	2020 年产能 (年\万吨)
1	新疆合盛硅业有限公司	合盛硅业（新疆）	55.52
2	昌吉吉盛新型建材有限公司	昌吉吉盛	16.87
3	云南永昌硅业股份有限公司	永昌硅业	7.60
4	星硅材料有限公司	星硅材料	4.98
5	云南泸水县康南康华硅业有限公司	康南康华硅业	3.83
6	云南泸水金志金瑞矿业有限公司	金志金瑞矿业	3.78
7	四川乐山鑫河电力综合开发有限公司	鑫河电力	3.42
8	茂县潘达尔硅业有限责任公司	潘达尔硅业	3.39
9	新疆晶鑫硅业有限公司	晶鑫硅业	3.01
10	新疆嘉格森新能源材料股份有限公司	嘉格森新能源	2.95

## 二、国内多晶硅十强企业名单

序号	企业名称	简称	2020年产能 (年\万吨)
1	江苏中能硅业科技发展有限公司	江苏中能	8.4
2	四川永祥股份有限公司	四川永祥	8
3	新特能源股份有限公司	新特能源	7.1
4	新疆大全新能源股份有限公司	新疆大全	7
5	东方希望集团	东方希望	4
6	亚洲硅业(青海)有限公司	亚洲硅业	2
7	内蒙古盾安光伏科技有限公司	内蒙古盾安	1
8	洛阳中硅高科技有限公司	洛阳中硅	2
9	鄂尔多斯多晶硅业有限公司	鄂尔多斯多晶硅业	1.2
10	内蒙古东立光伏电子有限公司	内蒙古东立	1.2

## 三、国内有机硅十强企业名单

序号	企业名称	简称	2020年产能 (年\万吨)
1	道康宁(张家港)有机硅有限公司	道康宁有机硅	40
1	蓝星股份江西星火有机硅厂	蓝星股份	40
2	浙江合盛硅业有限公司 (收购四川省硅峰有机硅材料有限公司)	合盛硅业	36
3	浙江新安化工集团股份有限公司	新安化工	34
4	山东东岳有机硅材料有限公司	东岳硅材	25
5	内蒙古恒业成有机硅有限公司	恒业成有机硅	24
6	唐山三友硅业有限责任公司	三友硅业	20
7	湖北兴发化工集团股份有限公司	兴发化工	18
7	山西三佳化工新材料有限公司	三佳化工	18
8	山东金岭化学有限公司	金岭化学	15
9	浙江中天氟硅材料有限公司	中天氟硅	10
10	鲁西化工集团股份有限公司	鲁西化工	6.5

## 四、国内硅光伏二十强企业名单

序号	公司名称	简称	营业收入 人民币（亿元）
1	隆基绿能科技股份有限公司	隆基股份	328.97
2	协鑫（集团）控股有限公司	协鑫控股	313.49
3	晶科能源有限公司	晶科能源	297.88
4	天合光能股份有限公司	天合光能	233.76
5	阿特斯阳光电力有限公司	阿特斯阳光	223.24
6	晶澳太阳能科技股份有限公司	晶澳太阳能	211.55
7	通威股份有限公司	通威股份	178.01
8	天津中环半导体股份有限公司	中环半导体	154.39
9	东方日升新能源股份有限公司	东方日升	144.04
10	浙江正泰新能源股份有限公司	正泰新能源	119.2
11	阳光电源股份有限公司	阳光电源	118.55
12	信息产业电子第十一设计研究院 科技工程股份有限公司	电子十一院	85.73
13	尚德新能源投资控股有限公司	尚德新能源	79.3
14	中电科电子装备集团有限公司	中电科电子	78.35
15	特变电工股份有限公司	特变电工	75.84
16	杭州福斯特应用材料股份有限公司	福斯特股份	62.44
17	上海爱旭新能源股份有限公司	爱旭新能源	60.69
18	江苏爱康科技股份有限公司	爱康股份	51.26
19	中节能太阳能股份有限公司	中节能太阳能	50.11
20	苏州腾晖光伏技术有限公司	腾晖光伏	47.65

**附表 2：产业发展目标细化及投资风险分析统计表**

**一、2020 年主要硅产品原料单价**

序号	产业细分	2020 年产品单价范围
1	工业硅	工业硅 10-12 万元/吨
2	多晶硅	多晶硅 13-15 万元/吨
3	光伏硅料	光伏硅料单晶复投料价格区间在 20-21 万元/吨，单晶致密料价格区间在 21-23 万元/吨
4	硅铝合金新材料	硅铝合金新材料 25-35 万元/吨
5	有机硅单体	有机硅单体 23-25 万元/吨

**二、近期发展目标细化**

产业细分	工业总产值 (亿元)	工业增加值 (亿元)	2025 年产品单价范围
多晶硅	≥90.00	≥27.00	16.20 万元/吨
硅光伏	≥50.00	≥15.00	24.30 万元/吨
硅铝合金	≥40.00	≥12.00	32.00 万元/吨
有机硅	≥20.00	≥6.00	30.60 万元/吨
合计	≥200.00	≥60.00	
备注	近期产品单价按照平均 3%递增		

**三、远期发展目标细化**

产业细分	工业总产值 (亿元)	工业增加值 (亿元)	2030 年产品单价范围
单晶硅	≥100.00	≥30.00	28.00 万元/吨
硅光伏	≥130.00	≥39.00	31.07 万元/吨
硅电子	≥60.00	≥18.00	70.00 万元/吨
有机硅	≥90.00	≥27.00	36.00 万元/吨
硅铝合金	≥80.00	≥24.00	35.00 万元/吨
硅关联产业	≥40.00	≥12.00	—

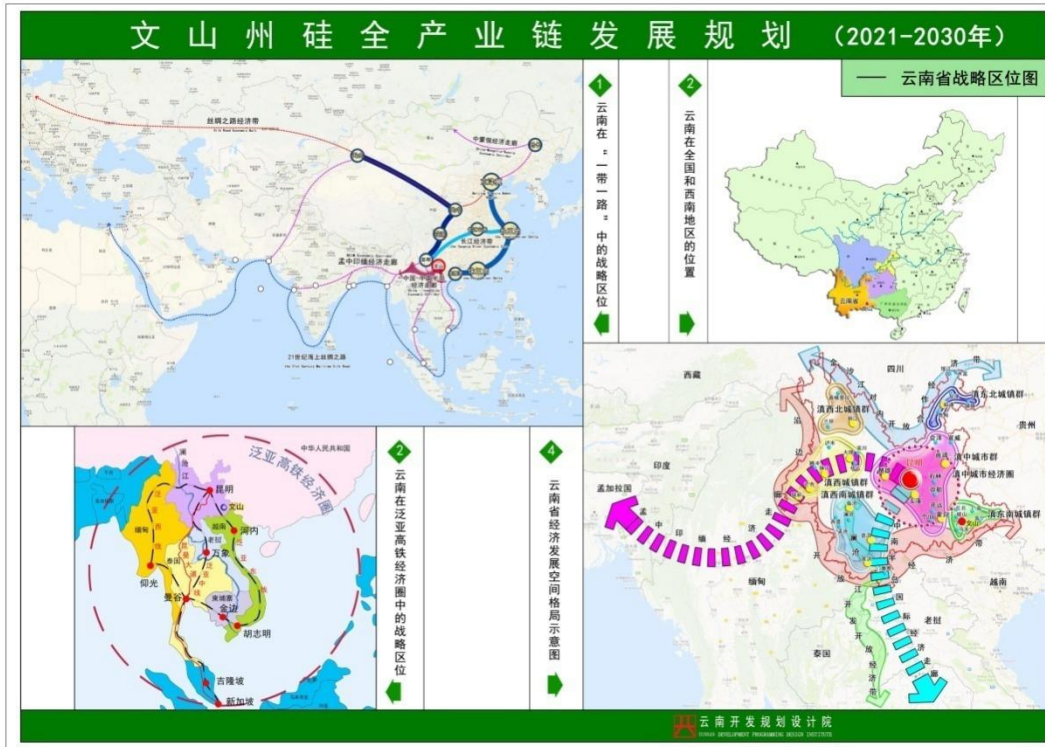
合计	≥500.00	≥150.00	
备注	远期单价按照平均 5% 递增预测		

#### 四、投资风险分析

由于工业硅、多晶硅主要作为硅产业的配套原料，尤其是工业硅产能容易出现供大于求，因此在市场产能饱和的情况下，文山州硅产业要减少市场投资风险，主要是将工业硅作为项目建设的中间原料，自身消耗工业硅原料产能；多晶硅目前市场供应较大，考虑到光伏产业作为未来最重要的新能源产业，产能目前还处于不饱和状态，市场风险较小，同时对于中远期而言，多晶硅有硅电子和硅光伏两个发展类别，未来需要较大，可结合文山的招商引资情况，适度扩大多晶硅的产能；电解铝产能也属于国家严格控制的范畴，电解铝目前执行产能置换，从源头上控制产能过剩，园区发展硅铝合金属于硅铝融合新材料产业的范畴，产量相对不大，但产品市场前景较好，市场风险较小。

附图：

01 云南省战略区位图

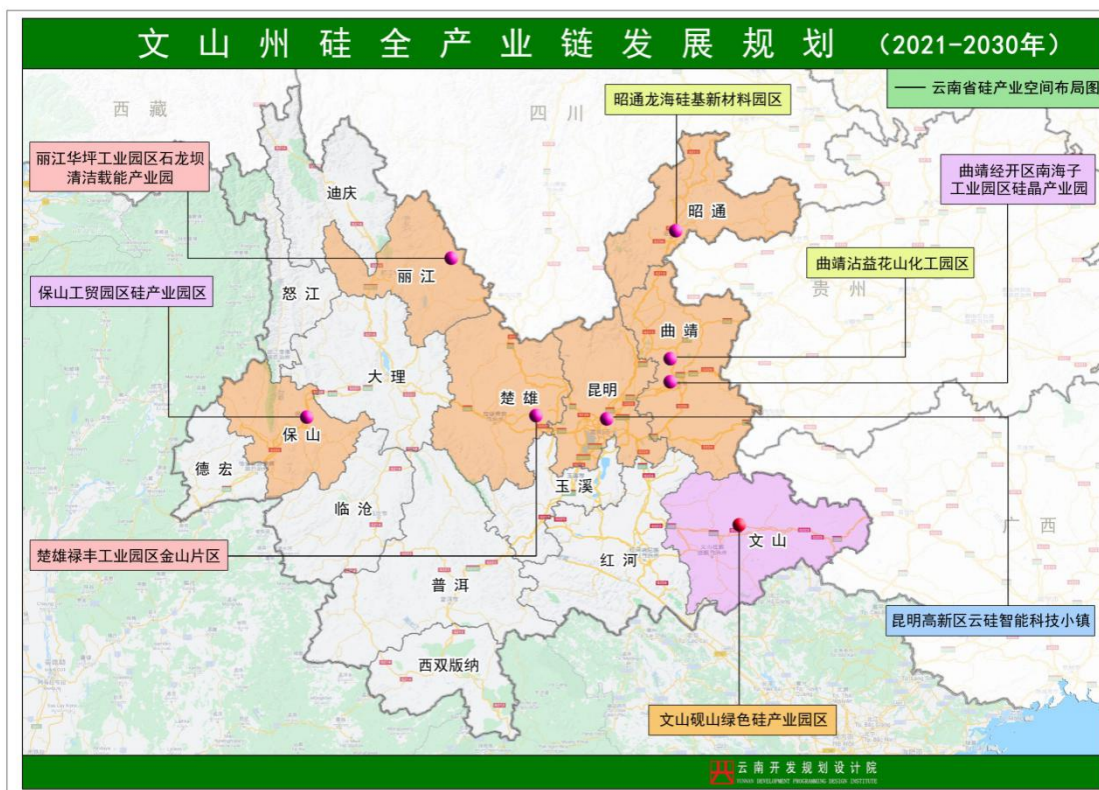


02 文山州战略区位图





### 03 云南省硅产业空间布局图



### 04 文山州硅产业空间布局图

