单晶硅单位产品能源消耗限额

编 制 说 明

《单晶硅单位产品能源消耗限额》编制组

二零二五年三月

目 录

[一、 工作简况 1](#_Toc197682201)

[二、 标准编制原则 2](#_Toc197682202)

[三、 主要内容及确定依据 3](#_Toc197682203)

[四、 试验验证的分析、综述报告 12](#_Toc197682204)

[五、 与有关标准的关系 13](#_Toc197682205)

[六、 与有关法律、行政法规的关系 16](#_Toc197682206)

[七、 重大分歧意见的处理经过和依据 16](#_Toc197682207)

[八、 涉及专利的有关说明 17](#_Toc197682208)

[九、 实施标准的要求和措施建议 17](#_Toc197682209)

[十、 其他应予说明的事项 18](#_Toc197682210)

[无 18](#_Toc197682211)

# 工作简况

(一)任务来源

根据四川省市场监督管理局 2024年8月1日发出的关于《下达2024年度地方标准制修订项目立项计划（第一批）的通知》的公示，批准由四川省工业环境监测研究院和四川省工程咨询研究院联合起草地方标准《单晶硅单位产品能源消耗限额》。

(二)制定背景

单晶硅作为半导体和光伏产业的核心材料，其生产能耗直接影响绿色低碳产业发展。四川省依托清洁能源优势，已形成“成乐眉光伏产业经济走廊”，单晶硅产能达60GW/年。为响应国家“双碳”战略，亟需通过能耗限额标准推动产业转型升级，提升能源利用效率。

(三)起草过程

任务下达后，四川省工业环境监测研究院和四川省工程咨询研究院联合组织相关领域骨干成员成立编制工作组，并邀请了省内主要单晶硅生产企业成立编制组。2024年10月-2025年4月，编制组赴德阳、乐山、眉山、宜宾等地调研9家单晶硅企业，收集生产工艺、能耗数据，召开2次专家座谈会，形成标准草案。标准牵头单位会同各编制单位对省内相关企业进行了更加详尽的调研，与企业充分沟通标准的编制细节，获取更加详尽的数据资料后形成了标准初稿和编制说明，在对相关领域专家和企业进行征询意见后，对标准部分内容进行完善后形成征求意见稿。

(四)征求意见

本标准于2025年x月x至x月x日在省市场监督管理局官方网站挂网公开征求意见，同时向省内相关管理部门、科研院所等定向征求意见，共计向x个单位发送征求意见稿，收到x家回函单位的共计x条意见，x条采纳，x条不采纳，不采纳意见已与意见提出单位沟通并达成一致。于2025年x月x日在成都召开了专家和企业咨询会，根据会上专家和企业反馈的意见对标准进行了修订，形成标准送审稿，于2025年x月x日通过了技术审查会，根据会上专家意见修订后形成最终的报批稿。

(五)起草单位及人员分工

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 姓名 | 单位 | 任务分工 |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |
| 6 |  |  |  |
| 7 |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

# 标准编制原则

本文件根据四川省内单晶硅冶炼企业的生产能力及能耗情况，结合行业的发展水平趋势进行的编制。标准的编制原则和依据如下：

1.本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草；

2.合规性：严格遵循《标准化法》《节约能源法》及GB/T 12723《单位产品能源消耗限额编制通则》要求，确保标准合法性与权威性。

​3.科学性：基于单晶硅生产工艺（直拉法）特点，结合四川省天然气、电力为主的能源结构，参考国家和省外相关文件或标准的要求，差异化设置能耗限额指标。

​4.适用性：覆盖单晶硅方棒与硅片全生产流程，明确统计范围边界，避免重复计算或漏项，根据省内相关企业的生产工艺特征及实际用能情况，力求做到标准的合理与适用。

# 主要内容及确定依据

（一）四川省关于晶硅光伏产业发展的政策支撑

2025年4月14日，四川省经济和信息化厅联合四川省能源局发布的《四川省新能源产业链建圈强链工作方案（2025-2027年）》中提出，光伏产业链要实施延链补链行动，适度扩大拉棒、切片等低耗高效产能规模。2024年1月18日，四川省经济和信息化厅联合六部门发布《促进光伏产业高质量发展的实施意见》，文件指出：到2027年，产业集聚集群发展水平进一步提升，产业链供应链更加健康稳定，产业创新发展能力不断增强。构建形成“硅料—硅片—电池片—组件—光伏发电系统及应用”全产业链协同发展的产业集群，硅料产能保持全国领先地位，高效电池片关键共性技术处于全国领先水平，组件产能稳步提升，行业产值规模超过5000亿元，建成在全球具有重要影响力的光伏产业基地。2025年1月26日，四川省经济和信息化厅等8部门联合发布《关于支持光伏制造业持续健康发展的若干措施》，推动分布式光伏、光伏通信基站、“光伏+制氢制氨”等示范项目，力争2025年底前新增分布式光伏装机200万千瓦以上。2024年10月至2025年3月期间，对符合条件的企业给予最高3000万元财政支持；鼓励金融机构降低贷款利率，延长还款期限。

四川省将先进材料产业列为“十四五”重点发展方向，《四川省“十四五”制造业高质量发展规划》明确提出打造全球最大的光伏硅材料生产基地目标，通过实施“电动四川”行动、绿电消纳试点等政策降低企业用电成本。四川省通过财政补贴、产业链协同、技术创新、应用场景拓展等政策组合，推动晶硅光伏产业规模化发展。核心目标包括：2025年集中式光伏装机超1000万千瓦，分布式新增200万千瓦；2027年新能源产业链总规模突破5000亿元。省级财政设立专项资金支持关键技术攻关，如大尺寸硅片制备、N型高效电池工艺等，并对新建或扩建的单晶硅项目给予土地指标倾斜与税收减免。此外，地方政府配套建设专业化工园区完善基础设施，如乐山五通桥新型工业基地配套建设蒸汽、氢气供应系统，提升产业链协同效率。

（二）四川省单晶硅行业生产情况简介

四川省作为我国单晶硅产业的核心增长极，近年来聚焦单晶硅拉棒与切片环节的技术突破与产能扩张，依托清洁能源优势和政策红利，逐步构建起从硅料到硅片的完整产业链生态。在产业布局上，乐山市、成都市和眉山市形成差异化分工：乐山市以永祥股份、京运通等企业为龙头，依托水电资源优势重点发展大尺寸单晶硅方棒生产，配套建设热场材料、石英坩埚等辅料产能；成都市依托高新区电子信息产业基础，聚焦半导体级单晶硅片研发及高端切片设备制造，引入设备厂商构建本地化供应链；眉山市则以高测股份、通威股份为核心，加速切片环节产能落地，规划切片产能超30GW，形成“拉棒-切片”一体化产业闭环。

表1 四川省单晶硅行业企业情况简介表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 企业名称 | 位置 | 产品/设计产能 |
| 1 | 四川美科新能源有限公司 | 四川眉山市甘眉工业园区 | 单晶硅片/32GW |
| 2 | 天合光能(德阳)晶硅有限公司 | 德阳市什邡市经济开发区 | 单晶硅方棒/38GW |
| 3 | 四川永祥光伏科技有限公司 | 乐山市五通桥区翰林路99号 | 单晶硅方棒/15GW |
| 4 | 乐山京运通新材料科技有限公司 | 乐山市五通桥区十字街10号 | 单晶硅方棒/12GW |
| 5 | 四川永祥硅材料有限公司 | 乐山市五通桥区龙翔路997号 | 单晶硅方棒/4GW |
| 6 | 四川高景太阳能科技有限公司 | 宜宾市叙州区高捷大道 | 单晶硅片/25GW |
| 7 | 宜宾英发德坤科技有限公司 | 宜宾市叙州区高捷大道 | 单晶硅方棒/24GW |
| 8 | 宜宾高测新能源科技有限公司 | 宜宾市叙州区高场镇 | 单晶硅片/30GW |
| 9 | 通合新能源（金堂）有限公司 | 成都市金堂县金堂大道 | 单晶硅片/15GW |

（三）生产工艺和耗能节点分析

单晶硅方棒生产：

单晶硅按晶体生长方法的不同，可分为直拉（CZ）和区熔（FZ）两种。由于成本和性能的原因，CZ方式应用最广。直拉法工艺的具体过程为：

（1）配料、装料：将硅料（免洗多晶硅料、破碎清洗后的单晶硅废料）与单晶掺杂剂按工艺比例配比，装入石英坩埚内。

（2）装炉：单晶炉开始生产时，在单晶炉内部装入石墨件及其附件，炉壁放置毛毡隔热，然后将石英坩埚放入石墨件之中。

（3）熔料：装炉完成后关闭炉体，用干泵将炉体抽真空，充入氩气作为保护气，使之维持于一定压力范围内，然后打开石墨加热器电源，加热至熔化温度（1420℃）以上，将硅料熔化。

（4）晶棒拉制：主要包括种晶、缩颈生长、放肩生长、等径生长、收尾等一些列工序。

（5）拆炉：取出单晶硅方棒、石英坩埚、石墨件、坩埚底料。石墨件清理：石墨件属于热传导物件，可反复使用，拆炉后石墨件运至石墨清理间进行清理。

（6）晶棒加工：机械加工区分为三个区域，分别是截断区、开方区和磨倒区。将单晶硅圆棒运至机械加工区，使用截断机（钢丝切割）切掉头尾两端，中间部分按规定长度切断，之后将圆棒开方加工为正方形表面，最后将方棒四条边角打磨平整，将成品单晶硅方棒制成准方形硅棒。

（7）单晶硅废料回收、破碎、酸洗、清洗：单晶棒加工过程中产生的头尾料、边皮料统称为单晶硅废料，回收后去往清洗车间，在破碎间破碎（人工敲打破碎）成一定大小的单晶硅块。破碎好的废料放入氢氟酸与硝酸的混合酸液中对单晶硅废料进行酸洗，去除单晶硅料表面氧化层，保证单晶硅料的纯度。

单晶硅片生产：

拉棒后的切片主要包括粘棒、切片、脱胶清洗与分选检测包装等工序，具体流程为：

（1）粘棒：粘胶的目的是将粘有硅棒的工件板夹在夹具上，便于切片。

（2）切片：采用先进的金刚线切割技术，切片工序将粘在工件板上的硅棒用夹紧装置夹住放入线切机内，采用湿式切割，切割过程在密闭条件下进行。

（3）脱胶：利用添加有脱胶剂的热水对对线切机出来的硅片进行预清洗，去除硅片上粘附的的粘胶、切割液和硅粉。

（4）清洗：脱胶后自动插片进行超声波清洗并烘干，超声波清洗机使用清洗剂+双氧水清洗，去除硅片表面的硅粉、切割液等脏污，然后用纯水漂洗。

（5）分选检测包装：清洗烘干后的硅片经自动分选检测，合格品包装入库，部分不合格品剔除送到划片间进行二次加工。该工序主要产生不合格品。。

各生产工序耗能节点分析：能耗节点分析表明，单晶拉棒环节占全流程总能耗的55%-60%，核心耗能节点集中在热场系统、氩气循环、电力驱动及冷却系统。其中，耗能节点主要是将硅料从室温（25℃）加热至熔融态（1420℃），需通过石墨坩埚和感应线圈/电阻加热器持续供电。熔化期需维持熔硅温度均匀性，热场（石墨/碳纤维复合材料）热损失占总能耗的20%-25%。单台单晶炉熔化期功率达30-40kW，持续约8-10小时，单炉日均耗电约3800kWh。传统热场热损失大，双层水冷屏技术可提升热效率12%，但冷却水循环仍消耗额外电能。单晶硅切片工序能耗占全流程约25%，核心耗能节点为切割设备、冷却系统及自动化分选。

（四）标准的主要内容

本文件主要内容包括范围、规范性引用文件、术语和定义、能耗限额等级、技术要求、统计范围、计算方法一共七个章节。

第一章范围中指出：本文件规定了单晶硅单位产品能源消耗（以下简称能耗）限额的术语和定义、技术要求、统计范围与计算方法、节能管理与措施。

本文件适用于单晶硅方棒和单晶硅片单位产品能耗的计算、考核，以及对新建、改建和扩建项目的能耗控制。

第二章规范性引用文件中列出了本文件引用的标准文件。

第三章术语定义规定了GB/T 2589和GB/T 12723界定的术语和定义适用于本文件。

第四章能耗限额等级给出了单晶硅方棒和单晶硅片的能耗限额：

单晶硅方棒单位产品能耗限额见表1，其中1级能耗最低。

表1 单晶硅方棒单位产品能耗等级指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 产品名称 | 指标 | 能耗限定等级 | | |
| 1级 | 2级 | 3级 |
| 单晶硅方棒 | 综合电单耗（kW·h/kg） | 20 | 22 | 24 |
| 综合能源单耗（kgce/kg） | 2.6 | 2.8 | 3.0 |

单晶硅片单位产品能耗限额见表2，其中1级能耗最低。

表2 单晶硅片单位产品能耗等级指标

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 产品名称 | 规格 | 指标 | 能耗限定等级 | | |
| 1级 | 2级 | 3级 |
| 单晶硅片 | 182mm×182mm/130μm | 综合电单耗（万kW·h/百万片） | 6.5 | 6.8 | 7.0 |
| 综合能源单耗（tce/百万片） | 8.0 | 8.5 | 9.0 |
| 注：以182mm×182mm/130μm为基准，其它规格硅片可比产量在实物量基础上乘以折标系数，折标系数为该硅片规格除以182mm×182mm/130μm。 | | | | | |

第五章技术要求提出：

1.现有单晶硅方棒生产企业单位产品能耗限定值应不大于表1中的3级，新建、改扩建单晶硅方棒企业单位产品能耗准入值应不大于表1中的2级。

2.现有单晶硅片生产企业单位产品能耗限定值应不大于表2中的3级，新建、改扩建单晶硅片企业单位产品能耗准入值应不大于表2中的2级。

第六章统计范围

​1.单晶硅方棒主要生产系统：从硅料开始到制备出单晶硅方棒成品为止。包括从洗料、拉单晶、截断、开方、制冷、供排水等。

2.单晶硅片主要生产系统：从单晶硅方棒开始到单晶硅硅片为止。包括从单晶硅方棒滚磨、切片、清洗、废液排放等。

3.辅助生产系统：为生产系统服务的工艺过程、设施和设备，包括供水、供电、供气、供热、制冷、机修、仪修、照明、库房、厂内原料输送以及安全、环保等装置及设施。

4.附属生产系统：为生产系统专门配置的生产指挥系统（厂部）和厂区内生产服务的部门和单位，包括操作室、中控室、检测化验室、办公室、休息室、更衣室等。

5.综合电耗统计包括：主要生产系统、辅助生产系统和附属生产系统所有环节消耗的电量。

6.综合能耗统计包括：主要生产系统、辅助生产系统和附属生产系统所有环节消耗的电量和其他各种能源的总和。

7.外购的辅助生产系统用能（如空压站）应计入电耗和能耗，余热利用装置用能计入能耗。回收能源自用部分，计入自用工序；回收的能源外供或其他非生产用途的应予以扣除。

8.能源的低位发热量和耗能工质耗能量，应按实测值或供应单位提供的数据折标准煤。无法获得实测值的，其折标煤系数可参照国家统计局公布的数据或参考附录A和附录B。自产的二次能源，其折标准煤系数应根据实际投入产出计算确定。

第七章计算方法

1.单位产品综合电耗

统计报告期内，单晶硅方棒或单晶硅片单位合格产品综合电耗按公式（1）计算：

（1）

式中：

e ——单位单晶硅方棒或单晶硅片单位产品综合电耗，单位为千瓦时每千克（kW·h/kg）或万千瓦时每百万片（万kW·h/百万片）；

W ——统计报告期内单晶硅方棒或单晶硅片产品生产综合耗电量，单位为千瓦时（kW·h）或万千瓦时（万kW·h）；

M ——统计报告期内单晶硅方棒或单晶硅片的合格产品产量，单位为千克（kg）或百万片。

2.综合能耗

统计报告期内，单晶硅方棒或单晶硅片合格产品生产所需的综合能源消耗量按公式（2）计算：

) （2）

式中：

E ——统计报告期内，生产单晶硅方棒或单晶硅片产品实际所需的综合能源消耗量，单位为千克标准煤（kgce）或吨标煤（tce）；

qi ——统计报告期内，生产单晶硅方棒或单晶硅片产品消耗的第i种能源实物量，单位为实物量单位；

pi ——统计报告期内，生产单晶硅方棒或单晶硅片产品消耗的第i种能源的当量折标准煤系数；

n ——统计报告期内，生产单晶硅方棒或单晶硅片产品消耗的能源品种数。

3.单位产品综合能耗

统计报告期内，生产单位合格单晶硅方棒或单晶硅片的综合能源消耗量按公式（3）计算：

（3）

式中：

Ed ——单晶硅方棒或单晶硅片单位产品综合能耗，单位为千克标煤每千克（kgce /kg）或吨标煤每百万片（tce /百万片）；

E ——统计报告期内，生产合格单晶硅方棒或单晶硅片产品实际所需的综合能源消耗量，单位为千克标准煤（kgce）或吨标煤（tce）；

M ——统计报告期内单晶硅方棒或单晶硅片的合格产品产量，单位为千克（kg）或万片。

（五）能耗限额的确定依据

​1.企业调研数据：省内生产单晶硅方棒的企业综合电单耗分布在21.33-29.42 kW·h /kg之间，单晶硅方棒单位产品综合能耗分布在2.62-3.64 kgce/kg之间。省内生产单晶硅片的企业综合电单耗分布在6.56-8.7 kW·h /百万片之间，单晶硅片单位产品综合能耗分布在80.6-106.9 kgce/万片之间，具体分布可见图1-图4.

图1 省内企业生产单晶硅方棒综合电单耗分布图

图2 省内企业生产单晶硅方棒单位产品综合能耗分布图

图3 省内企业生产单晶硅片综合电单耗分布图

图4 省内企业生产单晶硅片单位产品综合能耗分布图

2.根据《单位产品能用消耗限额编制通则》（GB/T 12723-2024）中对单位产品能源消耗限额的取值原则，1级能耗限额原则上选择本行业前5%能效先进水平、或者选取行业“领跑者”的能效水平为取值原则，并具有一定的技术前瞻性；2级能耗限额确定为单位产品能源消耗准入值，应基于技术发展趋势和节能潜力分析制定，以代表本行业前20%能效先进水平为取值原则，对高耗能、高排放、高污染以及产能过剩的重点行业，或在技术发展趋势和节能潜力分析基础上，单位产品能源消耗准入值可取能源消耗限额等级的1级水平。可针对重点区域，制定特别的单位产品能源消耗准入值，可取能耗限额等级的1级水平；3级能耗限额确定为单位产品能源消耗限定值，是评价现有（存量）生产企业（装置）单位产品能耗是否满足最低能耗要求的指标，应以淘汰一定比例的现有高能耗落后产能为取值原则。对高耗能、高排放、高污染以及产能过剩行业，在基于节能改造的经济可行性分析基础上淘汰比例不应低于20%。

编制组在参考了历年来关于单晶硅方棒和单晶硅片生产能耗限制相关文件和地方标准后（见第五章），结合企业实际调研数据，在技术发展趋势和节能潜力分析的基础上，并通过专家评审和相关行业企业意见征询后，最终确定了本标准中各级能耗限额。

# 试验验证的分析、综述报告

因单晶硅生产工艺复杂且涉及企业核心技术，标准编制组未开展大规模试验验证，但通过以下方式确保科学性：

​1.数据验证：比对代表性企业近3年实际能耗数据，与标准限额匹配度较好。

​2.专家论证：邀请行业专家对计算模型进行评审，确认公式合理性。

​3.边界条件校核：针对单晶硅方棒和切片工艺特点，明确标准适用范围。

# 与有关标准的关系

编制组收集整理了近些年国家和地方关于晶硅、光伏行业的清洁生产评价指标、工业能效指南、行业规范条件、能源消耗限额等文件或标准，并与本标准能耗限额等级进行了对比，结果见下表：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 发布时间 | 文件名 | 发布单位 | 产品 | 指标及单位 | 分级及限值 | | | |
| 1 | 2016年11月23日 | 光伏电池行业清洁生产评价指标体系 | 发改委、环境保护部、工信部联合发布 | 指标基准值 | | I级 | II级 | | III级 |
| 硅棒 | 拉棒工序综合电耗（kW·h/kg） | ≤40 | ≤45 | | ≤50 |
| 单晶硅片 | 切片工序综合电耗（万kW·h/百万片） | ≤35 | ≤40 | | ≤45 |
| 2 | 2021年7月23日发布，2021年8月23日实施 | 地方标准《直拉单晶硅单位产品能源消耗限额》（DB15/T 2234-2021） | 内蒙古自治区市场监督管理局 | 能耗限额等级 | | 1级 | 2级 | | 3级 |
| 单晶硅方棒 | 综合电单耗（kW·h/kg-Si） | ≤35 | ≤40 | | ≤45 |
| 综合能源单耗（kgce/kg） | ≤4.40 | ≤5.03 | | ≤5.65 |
| 单晶硅片 | 综合电单耗（万kW·h/百万片） | ≤30 | ≤34 | | ≤39 |
| 综合能源单耗（kgce/万片） | ≤300 | ≤320 | | ≤340 |
| 注：硅片切割工序单位产品综合能后限定值=基础值×切割方式修正系数。 单向切割修正系数为1，双向切割修正系数为0.7。 | | | | | | | | |
| 3 | 2022年1月17日发布，2022年4月17日实施 | 地方标准《工业企业单位产品能源消耗限额》（DB64/T 1147-2022） | 宁夏回族自治区市场监督管理局 | 单位产品能耗限额 | | 1级 | 2级 | | 3级 |
| 单晶硅方棒 | 工序电耗（kW·h/kg） | ≤24.5 | ≤25 | | ≤30 |
| 单晶硅片 | 工序可比电耗（万kW·h/百万片） | ≤15 | ≤15 | | ≤20 |
| 注：单晶硅片能耗是以M2（156.75mm×156.75mm/180μm）为基准，其他规格硅片可比产量在实物量基础上乘以折标系数，折标系数为该硅片规格除以M2。 | | | | | | | | |
| 4 | 2024年5月28日发布 | 《四川省工业能效指南（2024年第一版）》 | 四川省经济和信息化厅 | 指标水平 | | | 标杆水平 | | 基准水平 |
| 单晶硅方棒 | 工序单耗（kW·h/kg） | | 24.5 | | 25 |
| 单晶硅片 | 工序可比单耗（万kW·h/百万片） | | 14.5 | | 15 |
| 注：单晶硅片能耗是以M2（156.75mm×156.75mm/180μm）为基准，其他规格硅片可比产量在实物量基础上乘以折标系数，折标系数为该硅片规格除以M2。 | | | | | | | | |
| 5 | 2024年11月15日发布 | 《光伏制造行业规范条件（2024年本）》 | 工业和信息化部 | 指标 | | 新建和改扩建项目 | | 现有项目 | |
| 硅棒 | 平均综合电耗（kW·h/kg） | ＜23 | | ＜26 | |
| 单晶硅片 | 平均综合电耗（万kW·h/百万片） | ＜8 | | ＜10 | |
| 6 | 本标准 | | | 指标 | | 1级 | 2级 | | 3级 |
| 单晶硅方棒 | 单位产品综合电耗（kW·h/kg-Si） | 20 | 22 | | 24 |
| 单位产品综合能源单耗（kgce/kg） | 2.6 | 2.8 | | 3.0 |
| 单晶硅片 | 单位产品综合电耗（万kW·h/百万片） | 6.5 | 6.8 | | 7.0 |
| 单位产品综合能耗（tce/百万片） | 8.0 | 8.5 | | 9.0 |
| 注：以182mm×182mm/130μm为基准，其它规格硅片产量在实物量基础上乘以折标系数，折标系数为该硅片规格除以182mm×182mm/130μm。 | | | | | | | | | |

根据表格内容，编制组绘制出单晶硅方棒和单晶硅片综合电单耗限额变化趋势图。

图5 不同时期发布的文件或标准中单晶硅方棒综合电单耗变化趋势

图6 不同时期发布的文件或标准中单晶硅片综合电单耗变化趋势

根据以上图表内容可以看出，在考虑到行业产能存在过剩情况的背景下，本标准中各级能耗限额值延续了逐步加严的趋势，同时调研了解到企业在经过节能技改的情况下能够满足限额要求，通过加严各级能耗限额，督促相关企业加强能源管理和节能升级改造，为促进行业健康有序发展和绿色低碳转型做出应有的贡献。

# 与有关法律、行政法规的关系

本文件的制定过程、技术指标的选定、检验项目的设置符合《节约能源法》第十三条、第十六条及《工业节能管理办法》第十条要求，为能耗限额管理提供技术依据，具体体现为：

​法律依据：

第十三条规定“国务院标准化主管部门应制定生产过程中耗能高的产品的单位产品能耗限额标准”。

第十六条要求“生产单位需执行单位产品能耗限额标准，超标者限期治理”。

​政策衔接：

与《四川省碳达峰实施方案》中“建设世界级晶硅光伏产业基地”目标协同，推动产业绿色转型。这些条令为制定四川省单晶硅单位产品能源消耗限额标准提供了法律依据和政策支持。

# 重大分歧意见的处理经过和依据

无

# 涉及专利的有关说明

未发现本标准涉及专利问题。

# 实施标准的要求和措施建议

本文件是地方推荐性标准，鉴于四川省相关企业当前产能过剩和多数时间不能满负荷运行的现状，编制组针对本标准实施的建议如下：

1. 技术升级与工艺优化

推动企业采用高效设备及智能化控制系统，重点推广激光切割、金刚线切割等先进技术，降低硅料切割、清洗等环节的能耗。同时，需在硅料提纯、单晶生长等高温工艺环节部署余热回收系统，提升能源循环利用率，减少能源浪费。

2. 生产流程精细化管理

建立覆盖全生产流程的能耗监控体系，对硅料熔炼、拉晶、切片等关键工序实施动态数据采集与分析，通过实时调控优化能源使用效率。重点加强材料利用率管理，推广精细化切割工艺，减少硅料损耗。

3. 政策与市场协同发力

强化政策引导与市场激励，对能效达标企业给予税收减免、电价优惠等支持，鼓励企业向1级能效标准迈进。同时，依托成都、乐山等光伏产业集群优势，推动单晶硅生产与下游组件、储能等环节形成区域协同布局，降低物流与能源成本，提升产业链整体能效水平。

4. 研发与人才培养支撑

联合高校、科研院所攻关低能耗制备技术，重点突破大尺寸硅片生产工艺等关键技术瓶颈。支持企业建立光伏产业人才实训基地，提升企业能效管理能力。

5. 动态监管与行业自律结合

完善能耗达标动态评估机制，定期公布企业能效排名，对未达标企业限期整改或移出行业规范名单，强化市场约束力。促进企业技术共享与经验交流，形成“政府监管+行业自治”的双重保障体系，推动全行业绿色转型。

# 其他应予说明的事项

# 无