

附件 4

光伏电池行业清洁生产评价指标体系

国 家 发 展 和 改 革 委 员 会
环 境 保 护 部 发 布
工 业 和 信 息 化 部

目 次

前 言.....	II
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 评价指标体系.....	3
5 评价方法.....	8
6 指标核算与数据来源.....	10

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国清洁生产促进法》，依法实施清洁生产，提高资源利用率，减少和避免污染物的产生，保护和改善环境，制定光伏行业清洁生产评价指标体系（以下简称“指标体系”）。

本指标体系依据综合评价所得分值将企业清洁生产等级划分为三级，I级为国际清洁生产领先水平；II级为国内清洁生产先进水平；III级为国内清洁生产基本水平。随着技术的不断进步和发展，本指标体系将适时修订。

本文件起草单位：中国标准化研究院、中国环境科学研究院、英利能源（中国）有限公司、天津英利新能源有限公司、海润光伏科技股份有限公司、江西赛维 LDK 太阳能高科技有限公司、无锡尚德太阳能电力有限公司、常州天合光能有限公司。

本指标体系起草人：付允、吴丽丽、扈学文、林翎、李艳萍、宋登元、李洪亮、乔琦、齐伟、张雷、张青玲。

本指标体系由发展和改革委员会、环境保护部会同工业和信息化部提出。

本指标体系由发展和改革委员会、环境保护部会同工业和信息化部负责解释。

1 适用范围

本文件规定了晶硅太阳能电池生产企业清洁生产的一般要求。本指标体系将清洁生产指标分为六类，即生产工艺及设备要求、资源和能源消耗指标、资源综合利用指标、污染物排放指标、产品特征指标和清洁生产管理指标。

本文件用于硅太阳能电池生产企业的清洁生产审核、清洁生产潜力与机会的判断、清洁生产绩效评定和清洁生产绩效公告，环境影响评价、排污许可证、环保领跑者等管理制度，适用于铸锭/拉棒、切片、电池、组件等单一工序或多工序硅太阳能电池生产企业，不适用于非晶硅太阳能电池生产企业。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 6495.2 光伏器件 第2部分：标准太阳能电池的要求

GB/T 6618 硅片厚度和总厚度变化测试方法

GB 7484 水质 氟化物的测定 离子选择电极法

GB 11893 水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法

GB/T 11894 水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解分光光度法

GB 11901 水质 悬浮物的测定 重量法

GB 11914 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法

GB/T 15432 环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法

GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

GB17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准

GB/T18820 工业企业产品取水定额编制通则

GB/T 19001 质量管理体系 要求

GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

GB/T 25076 太阳能电池用硅单晶

GB/T 26572 电子电气产品中限用物质的限量要求

GB/T 29055 太阳能电池用多晶硅片

GB 30484 电池工业污染物排放标准

HJ/T 27 固定污染源排放中氯化氢的测定 硫氰酸汞分光光度法

HJ/T 30 固定污染源排气中氯气的测定 甲基橙分光光度法

HJ/T 42 固定污染源排气中氮氧化物的测定 紫外分光光度法

HJ/T 43 固定污染源排气中氮氧化物的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法

HJ/T 67 固定污染源排气 氟化物的测定 离子选择电极法

HJ/T 195 水质 氨氮的测定 气相分子吸收光谱法
HJ/T 199 水质 总氮的测定 气相分子吸收光谱法
HJ/T 399 水质 化学需氧量的测定 快速消解分光光度法
HJ 479 环境空气 氮氧化物（一氧化氮和二氧化氮）的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法
HJ 480 环境空气 氟化物的测定 滤膜采样氟离子选择电极法
HJ 481 环境空气 氟化物的测定 石灰滤纸采样氟离子选择电极法
HJ 487 水质 氟化物的测定 砷素磺酸锆目视比色法
HJ 488 水质 氟化物的测定 氟试剂分光光度法
HJ 537 水质 氨氮的测定 蒸馏—中和滴定法
HJ 547 固定污染源废气 氯气的测定 碘量法（暂行）
HJ 548 固定污染源废气 氯化氢的测定 硝酸银容量法（暂行）
HJ 549 环境空气和废气 氯化氢的测定 离子色谱法（暂行）

《清洁生产评价指标体系编制通则（试行）》（国家发展和改革委员会 环境保护部 工业和信息化部 2013年第33号公告）

《环境信息公开办法（试行）》（原国家环境保护总局 2007年第35号令）

3 术语和定义

《清洁生产评价指标体系编制通则（试行稿）》所确立的以及下列术语和定义适用于本指标体系。

3.1 太阳电池

将太阳辐射能直接转换成电能的一种器件。

3.2 晶硅太阳电池

以晶硅为基体材料的太阳电池。

3.3 铸锭工序

按照硅锭性能要求将硅料装进坩埚内，通过铸锭炉将硅料进行熔化再结晶的工序。

3.4 拉棒工序

通过籽晶使硅熔液按照一定的晶格排序进行生长，获得单一晶向晶体硅棒的工序。

3.5 切片工序

通过切割技术，将硅锭（硅棒）加工成相应尺寸的硅块，然后将硅块切割成一定厚度薄片，并通过清洗去除硅片表面微粉、金属离子等，最终获得表面清洁的硅片的工序。

3.6 电池工序

通过在晶体硅片表面腐蚀制绒、扩散或离子注入形成PN结、沉积减反射膜以及制备金属电极，形成将太阳辐射能直接转化成电能的光伏器件的工序。

3.7 组件工序

根据输出电压和电流的要求，将电池片串连或并连在一起，并封装成具有一定机械强度及耐候性功能的工序。

3.8 生产系统

生产产品所确定的生产工艺过程、装置、设施和设备组成的完整体系。

3.9 辅助生产系统

为生产系统服务的工艺过程、设施和设备，其中包括供水、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。

3.10 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，其中包括操作室、中控室、检测化验室、办公室、休息室、更衣室等。

4 评价指标体系

4.1 指标选取说明

本评价指标体系根据清洁生产的原则要求和指标的可度量性，进行指标选取。根据评价指标的性质，可分为定量指标和定性指标两种。

定量指标选取了有代表性的、能反映“节能”、“降耗”、“减排”和“增效”等有关清洁生产最终目标的指标，综合考评企业实施清洁生产的状况和企业清洁生产程度。定性指标根据国家有关推行清洁生产的产业发展和技术进步政策、资源环境保护政策规定以及行业发展规划选取，用于考核企业对有关政策法规的符合性及其清洁生产工作实施情况。

4.2 指标基准值及其说明

各指标的评价基准值是衡量该项指标是否符合清洁生产基本要求的评价基准。在行业清洁生产评价指标体系中，评价基准值分为Ⅰ级基准值、Ⅱ级基准值和Ⅲ级基准值三个等级。其中Ⅰ级基准值代表国际领先水平值，Ⅱ级基准值代表国内先进水平值，Ⅲ级基准值代表国内基本水平。

4.3 指标体系

企业清洁生产评价指标体系的评价指标、评价基准值和权重值见表1。

表 1 光伏电池企业评价指标项目、权重及基准值

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标		二级指标权重	指标单位	指标基准值		
							I级基准值	II级基准值	III级基准值
1	生产工艺与设备指标	0.1	环保设备配备		0.40	-	安装废水排放的在线监测系统，铸锭/拉棒工序安装除尘系统；电池工序安装含酸废气处理系统、热排处理系统、硅烷排放处理系统、有机废气排放处理系统等废气处理设施，以及含氟废水、有机废水、酸碱废水、中水回用处理系统、含氮废水处理系统等处理设施		安装废水排放的在线监测系统，铸锭工序安装除尘系统；电池工序安装含酸废气处理系统、热排处理系统、硅烷排放处理系统、有机废气排放处理系统等废气处理设施，以及含氟废水、有机废水、酸碱废水、含氮废水处理系统等处理设施
2			组件焊接工艺		0.30	-	无铅焊接	传统焊接（含铅焊料）	
3			生产工艺自动化程度		0.30	-	配备全自动上下料硅片制绒机、全自动清洗机、全自动高温扩散炉、自动导片和装片机、全自动上下料 PECVD 镀膜机、自动印刷机、电池自动测试分选机、焊敷一体机、自动 EL 检测线、层压自动传输线、自动装框机、组件自动测试分选机等自动化设备		配备全自动上下料硅片制绒机、全自动清洗机、全自动高温扩散炉、自动导片和装片机、全自动上下料 PECVD 镀膜机、自动印刷机、电池自动测试分选机
4	资源和能源消耗指标	0.3	*铸锭/拉棒工序综合电耗	硅锭	0.07	kw·h/kg	≤7	≤8.5	≤10
5				硅棒	0.07	kw·h/kg	≤40	≤45	≤50
6			*切片工序综合	多晶硅片	0.07	万 kw·h/百万片	≤40	≤45	≤50

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标		二级指标权重	指标单位	指标基准值				
							I级基准值	II级基准值	III级基准值		
7			电耗	单晶硅片	0.07	万 kw·h/百万片	≤35	≤40	≤45		
8				*晶硅电池工序综合电耗		0.10	万 kw·h/MWp	≤8	≤10	≤12	
9			*晶硅组件工序综合电耗		0.10	万 kw·h/MWp	≤4	≤6	≤8		
10			废硅料处理工序综合电耗		0.06	kw·h/kg	≤0.6	≤0.8	≤1		
11			*切片工序取水量		0.10	t/百万片	≤1300	≤1400	≤1500		
12			*电池工序取水量		0.10	t/MWp	≤1600	≤1700	≤1800		
13			废硅料处理工序取水量		0.05	t/kg	≤0.1	≤0.2	≤0.3		
14			电池工序耗酸量		0.07	t/MWp	≤3	≤5	≤7		
15					硅片单片耗硅量	多晶硅片	0.07	g/片	≤20	≤25	≤30
16						单晶硅片	0.07	g/片	≤15	≤20	≤25
17			资源综合利用指标	0.15	再生碳化硅使用比例		0.35	%	≥70	≥60	≥50
18					再生切割液使用比例		0.35	%	≥80	≥70	≥60
19					水的重复利用率		0.30	%	≥50	≥30	≥10
20			污染物产生指标	0.25	*切片工序 COD 产生量		0.13	t/百万片	≤3	≤3.5	≤4
21	*电池工序氨氮产生量				0.13	kg/MWp	≤180	≤200	≤220		
22	电池工序氟化物（以总氟计）产生量				0.15	kg/MWp	≤47	≤53	≤73		
23	电池工序总磷产生量				0.12	kg/MWp	≤12	≤13	≤14		
24	电池工序总氮产生量				0.12	kg/MWp	≤240	≤260	≤290		
25	*电池工序氮氧化物产生量				0.10	kg/MWp	≤240	≤280	≤530		
26	电池工序氯化氢产生量				0.15	kg/MWp	≤60	≤70	≤128		
27	电池工序氯气产生量				0.10	kg/MWp	≤40	≤47	≤54		

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标	二级指标权重	指标单位	指标基准值		
						I级基准值	II级基准值	III级基准值
28	产品特征 指标	0.1	产品质量	0.40	-	优等品率不小于 80%		符合 GB/T 25076、GB/T 29055、GB/T 6495.2
29			硅片厚度	0.30	μm	≤180	≤190	≤200
30			重金属铅含量	0.30	%	符合 GB/T 26572 要求		
31	清洁生产 管理指标	0.1	*产业政策执行情况	0.10	-	符合国家和地方相关产业政策，不使用淘汰或禁止的落后工艺和装备		
32			*环境法律、法规和标准执行情况	0.10	-	废水、废气、噪声等符合国家、地方法律法规和标准要求；污染物排放应达到国家和地方污染物排放总量控制指标和排污许可证管理要求		
33			清洁生产审核执行情况	0.15		按政府规定要求，制订有清洁生产审核工作计划，对生产全流程（全工序）定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥80%，节能、降耗、减污取得显著成效	按政府规定要求，制订有清洁生产审核工作计划，对生产全流程（全工序）定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥60%，节能、降耗、减污取得明显成效	按政府规定要求，制订有清洁生产审核工作计划，对生产流程中部分生产工序定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥50%，节能、降耗、减污取得明显成效
34			管理体系运行和认证情况	0.10	-	建立质量管理体系和环境管理体系，并通过认证		

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标	二级指标权重	指标单位	指标基准值		
						I级基准值	II级基准值	III级基准值
35			污染物监测	0.15	-	建立企业污染物监测制度，对污染物排放情况开展自行监测，建设和维护永久性采样口、采样测试平台和排污口标志		
36			碳排放情况	0.10	-	提供企业或产品层面的碳排放核算报告		
37			绿色供应链实施情况	0.05	-	要求上游供应商提供清洁生产审核报告或企业环境报告书		
38			环境信息公开	0.10	-	按照国家《环境信息公开办法（试行）》第十九条要求公开环境信息		
39			能源和环境计量器具配备	0.15	-	按照 GB 17167 配备进出主要次级用能单位计量器（二级计量）具，根据环保法律法规和标准要求配备污染物检测和在线监控设备		
注：标注*的指标项为限定性指标。								

5 评价方法

5.1 指标无量纲化

不同清洁生产指标由于量纲不同，不能直接比较，需要建立原始指标的隶属函数。

$$Y_{g_k}(x_{ij}) = \begin{cases} 100, & x_{ij} \text{ 属于 } g_k \\ 0, & x_{ij} \text{ 不属于 } g_k \end{cases} \dots\dots\dots (5-1)$$

式中， x_{ij} ——第*i*个一级指标下的第*j*个二级指标；

g_k ——二级指标基准值，其中 g_1 为 I 级水平， g_2 为 II 级水平， g_3 为 III 级水平；

$Y_{g_k}(x_{ij})$ ——二级指标 x_{ij} 对于级别 g_k 的隶属函数。

如公式 (5-1) 所示，若指标 x_{ij} 属于级别 g_k ，则隶属函数的值为 100，否则为 0。

5.2 综合评价指数计算

通过加权平均、逐层收敛可得到评价对象在不同级别 g_k 的得分 Y_{g_k} ，如公式 (5-2) 所示。

$$Y_{g_k} = \sum_{i=1}^m (w_i \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} Y_{g_k}(x_{ij})) \dots\dots\dots (5-2)$$

式中， w_i ——第*i*个一级指标的权重， ω_{ij} 为第*i*个一级指标下的第*j*个二级指标的权重，其中

$$\sum_{i=1}^m w_i = 1, \quad \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} = 1, \quad m \text{ 为一级指标的个数；}$$

n_i 为——第*i*个一级指标下二级指标的个数。

Y_{g_1} ——等同于 Y_I ， Y_{g_2} 等同于 Y_{II} ， Y_{g_3} 等同于 Y_{III} 。

当光伏企业实际生产过程中某类一级指标项下某些二级指标不适用于该企业时，需对该类一级指标项下二级指标权重进行调整，调整后的二级指标权重值计算公式为：

$$\omega'_{ij} = \frac{\omega_{ij}}{\sum \omega_{ij}} \dots\dots\dots (5-3)$$

式中：

ω'_{ij} 为调整后的二级指标权重， $\sum \omega_{ij}$ 表示参与考核的指标权重之和。

5.3 等级条件

本标准采用限定性指标评价和指标分级加权评价相结合的方法。在限定性指标达到III级水平的基础上，采用指标分级加权评价方法，计算行业清洁生产综合评价指数。根据综合评价指数，确定清洁生产水平等级。

对生产企业清洁生产水平的评价，是以其清洁生产综合评价指数为依据的，对达到一定综合评价指数的企业，分别评定为清洁生产领先企业、清洁生产先进企业或清洁生产基本企业。

根据目前我国光伏行业的实际情况，不同等级的清洁生产企业的综合评价指数列于表2。

5.4 综合评价指数计算步骤

第一步：将新建企业或新建项目、现有企业相关指标与 I 级限定性指标进行对比，全部符合要求后，再将企业相关指标与 I 级基准值进行逐项对比，计算综合评价指数得分 Y_I ，当综合指数得分 $Y_I \geq 85$ 分时，可判定企业清洁生产水平为 I 级。当企业相关指标不满足 I 级限定性指标要求或综合指数得分 $Y_I < 85$ 分时，则进入第2步计算。

第二步：将新建企业或新建项目、现有企业相关指标与 II 级限定性指标进行对比，全部符合要求后，再将企业相关指标与 II 级基准值进行逐项对比，计算综合评价指数得分 Y_{II} ，当综合指数得分 $Y_{II} \geq 85$ 分时，可判定企业清洁生产水平为 II 级。当企业相关指标不满足 II 级限定性指标要求或综合指数得分 $Y_{II} < 85$ 分时，则进入第3步计算。

新建企业或新建项目不再参与第3步计算。

第三步：将现有企业相关指标与III级限定性指标基准值进行对比，全部符合要求后，再将企业相关指标与III级基准值进行逐项对比，计算综合指数得分，当综合指数得分 $Y_{III} = 100$ 分时，可判定企业清洁生产水平为III级。当企业相关指标不满足III级限定性指标要求或综合指数得分 $Y_{III} < 100$ 分时，表明企业未达到清洁生产要求。

表 2 行业不同等级清洁生产企业综合评价指数

企业清洁生产水平	清洁生产综合评价指数
I 级（国际清洁生产领先水平）	——同时满足： —— $Y_I \geq 85$ ； ——限定性指标全部满足 I 级基准值要求。
II 级（国内清洁生产先进水平）	——同时满足： —— $Y_{II} \geq 85$ ； ——限定性指标全部满足 II 级基准值要求及以上。

III级（国内清洁生产一般水平）	——满足 $Y_{III} = 100$ 。
------------------	------------------------

6 指标核算与数据来源

6.1 指标核算和计算范围

6.1.1 铸锭工序综合电耗

铸锭工序综合电耗，按公式（6-1）计算。工序实际消耗的各种能源包括：一次能源（天然气等），二次能源（电力、热力等）和生产使用的耗能工质（水、压缩空气等）所消耗的能源，下同。

工序实际消耗的各种能源是用于生产活动的各种能源，包括主要生产系统、辅助生产系统和附属生产系统用能，不包括生活用能和批准的基建项目用能，下同。其中，生活用能是指企业系统内宿舍、学校、文化娱乐、医疗保健、商业服务等直接用于生活方面的能耗。

企业产品产量的核定，以法定报表为依据。

铸锭工序实际耗电包括坩埚喷涂、铸锭炉、烘箱、传输和装卸载等自动化设备等生产系统耗电量，车间内照明、冷却塔、制冷机、换热器、空压机、干燥机、空调设备、排风设备、环保设备、循环泵、采暖设备、原料储存和输送等辅助生产系统耗电量或分摊量，以及办公楼、科研楼、检测化验室、厂内食堂、厂内浴室、保健站等附属生产系统耗电量或分摊量。

企业回收的余热，属于能源节约，不属于外购能源，在统计计算时，应避免和外购能源重复计算。余热回收利用装置用能应计入能耗。企业自备热电厂时，只需要对由热电厂送入生产系统的电和蒸汽进行统计计算。

$$e_z = \frac{E_{zd}}{P_{zd}} \dots\dots\dots (6-1)$$

式中：

e_z ——铸锭工序综合电耗，单位为千瓦时每千克（kw·h/kg）；

E_{zd} ——统计期内铸锭工序总耗电量，单位为千瓦时(kw·h)；

P_{zd} ——统计期内铸锭产量，单位为千克（kg）。

6.1.2 拉棒工序综合电耗

拉棒工序综合电耗，按公式（6-2）计算。单晶工序实际耗电包括单晶炉、真空泵等生产系统耗电量，车间内照明、冷却塔、制冷机、换热器、空压机、干燥机、空调设备、排风设备、环保设备、循环泵、采暖设备、原料储存和输送等辅助生产系统耗电量或分摊量，以及办公楼、科研楼、检测化验室、厂内食堂、厂内浴室、保健站等附属生产系统耗电量或分摊量。

$$e_1 = \frac{E_{1b}}{P_{1b}} \dots\dots\dots (6-2)$$

式中：

e_1 ——拉棒工序综合电耗，单位为千瓦时每千克（kw·h/kg）；

E_{1b} ——统计期内单晶工序总耗电量，单位为千瓦时(kw·h)；

P_{1b} ——统计期内单晶棒产量，单位为千克（kg）。

6.1.3 切片工序综合电耗

切片工序综合电耗，按公式（6-3）计算。硅片工序实际耗电包括开方机、研磨机、倒角机、带锯、预清洗机、清洗机、切片机、硅片分选包装设备等生产系统耗电量，照明、UPS、冷却塔、制冷机、换热器、空压机、干燥机、空调排风设备、循环泵、采暖设备、环保设备、纯水设备、中水设备等辅助生产系统耗电量或分摊量，以及办公楼、科研楼、检测化验室、厂内食堂、厂内浴室、保健站等附属生产系统耗电量或分摊量。

注：硅片尺寸为（156×156）mm。

$$e_q = \frac{E_{qp}}{P_{qp}} \dots\dots\dots (6-3)$$

式中：

e_q ——切片工序综合电耗，单位为万千瓦时每百万片（万kw·h/百万片）；

E_{qp} ——统计期内切片工序总耗电量，单位为万千瓦时(万 kw·h)；

P_{qp} ——统计期内硅片产量，单位为百万片。

6.1.4 晶硅电池工序综合电耗

晶硅电池工序综合电耗，按公式（6-4）计算。电池工序实际耗电包括制绒清洗机、扩散炉、刻蚀机、PECVD 及尾气处理设备、印刷机、烘干炉、烧结炉、石墨舟清洗烘箱、电池测试分选仪、包装设备、传输和装卸载等自动化设备等生产系统耗电，车间内照明、冷却塔、制冷机、空压机、干燥机、空调设备、排风设备、循环泵、采暖设备、环保设备、纯水设备、中水设备、锅炉、原料储存和输送等辅助生产系统耗电量或分摊量，以及办公楼、科研楼、检测化验室、厂内食堂、厂内浴室、保健站等附属生产系统耗电量或分摊量。

$$e_c = \frac{E_{dc}}{P_{dc}} \dots\dots\dots (6-4)$$

式中：

e_c ——晶硅电池工序综合电耗，单位为万千瓦时每兆瓦（万kw·h/MWp）；

E_{dc} ——统计期内晶硅电池工序总耗电量，单位为万千瓦时(万 kw·h)；

P_{dc} ——统计期内晶硅电池产量，单位为兆瓦（MWp）。

6.1.5 晶硅组件工序电耗

晶硅组件工序综合电耗，按公式（6-5）计算。组件工序实际耗电包括焊接机、玻璃清洗设备、敷设机、层压机、装框机、测试设备、打胶设备、传输和装卸载等自动化设备等生产系统耗电，车间内照明、焊带及封装材料裁切设备、冷却塔、制冷机、换热器、空压机、干燥机、空调设备、排风设备、环保设备、循环泵、采暖设备、原料储存等辅助生产系统耗电量或分摊量，以及办公楼、科研楼、检测化验室、厂内食堂、厂内浴室、保健站等附属生产系统耗电量或分摊量。

$$e_j = \frac{E_{zj}}{P_{zj}} \dots\dots\dots (6-5)$$

式中：

e_j ——晶硅组件工序综合电耗，单位为万千瓦时每兆瓦（万kw·h/MWp）；

E_{zj} ——统计期内晶硅组件工序总耗电量，单位为万千瓦时(万 kw·h)；

P_{zj} ——统计期内晶硅组件产量，单位为兆瓦（MWp）。

6.1.6 废硅料处理工序综合电耗

废硅料处理工序综合电耗，按公式（6-6）计算。废硅料处理工序实际耗电包括自动喷砂机、手动喷砂机、研磨机、带锯、碱腐蚀清洗机、烘箱、自动硅料清洗机、锅底料清洗机、单晶边皮料清洗机、全自动硅料酸洗设备、超声波清洗机、喷砂除尘风机等生产系统耗电，车间内照明、冷却塔、制冷机、空压机、干燥机、空调设备、排风设备、环保设备、循环泵、采暖设备、原料储存等辅助生产系统耗电量或分摊量，以及办公楼、科研楼、检测化验室、厂内食堂、厂内浴室、保健站等附属生产系统耗电量或分摊量。

$$e_f = \frac{E_{fl}}{P_{fl}} \dots\dots\dots (6-6)$$

式中：

e_f ——废硅料处理工序综合电耗，单位为千瓦时每千克（kw·h/kg）；

E_{fl} ——统计期内废硅料处理工序总耗电量，单位为千瓦时(kw·h)；

P_{fl} ——统计期内废硅料处理量，单位为千克（kg）。

6.1.7 切片工序取水量

切片工序取水量，按公式（6-7）计算。取水量范围是企业从各种常规水资源提取的水量，包括取自地表水（以净水厂供水计量）、地下水、城镇供水工程，以及企业从市场购得的其他水或水的产品（如蒸汽、热水、地热水等）的水量，下同。

切片工序取水量包括开方机、研磨机、倒角机、带锯、预清洗机、清洗机、切片机、脱胶机等生产系统取水量，冷却塔、工艺制冷系统、空调系统、空压机系统、环保设备等辅助生产系统取水量或分摊量，以及办公楼、科研楼、检测化验室、厂内食堂、厂内浴室、保健站、绿化、汽车队等附属生产系统取水量或分摊量。纯水量应折算成新鲜水量。

$$w_q = \frac{W_{qp}}{P_{qp}} \dots\dots\dots (6-7)$$

式中：

w_q ——切片工序取水量，单位为吨每百万片（t/百万片）；

E_{qp} ——统计期内切片工序取水量总和，单位为吨(t)；

P_{qp} ——统计期内硅片产量，单位为百万片。

6.1.8 电池工序取水量

电池工序取水量，按公式（6-8）计算。电池工序取水量包括制绒清洗机用纯水量、石墨舟清洗、湿法刻蚀用纯水量、电池片二次清洗、PECVD尾气清洗等生产系统取水量，冷却塔、工艺制冷系统、空调系统、空压机系统、环保设备等辅助生产系统取水量或分摊量，以及办公楼、科研楼、检测化验室、厂内食堂、厂内浴室、保健站、绿化、汽车队等附属生产系统取水量或分摊量。纯水量应折算成新鲜水量。

$$w_c = \frac{W_{dc}}{P_{dc}} \dots\dots\dots (6-8)$$

式中：

w_c ——电池工序取水量，单位为吨每百万片（t/百万片）；

W_{dc} ——统计期内晶硅电池工序取水量总和，单位为吨(t)；

P_{dc} ——统计期内电池产量，单位为百万片。

6.1.9 废硅料处理工序取水量

废硅料处理工序取水量，按公式（6-9）计算。废硅料处理工序取水量包括碱腐蚀清洗机、清洗槽、锅底料清洗机、自动硅料清洗机、单晶边皮料清洗机、全自动硅料酸洗设备、超声波清洗机等生产系统取水量，冷却塔、空调系统、空压机系统、环保设备等辅助生产系统取水量或分摊量，以及办公楼、科研楼、检测化验室、厂内食堂、厂内浴室、保健站、绿化、汽车队等附属生产系统取水量或分摊量。纯水量应折算成新鲜水量。

$$w_f = \frac{W_{fl}}{P_{fl}} \dots\dots\dots (6-9)$$

式中：

w_f ——废硅料处理工序取水量，单位为吨每公斤（t/kg）；

W_{fl} ——统计期内废硅料处理工序取水量总和，单位为吨(t)；

P_{fl} ——统计期内废硅料处理量，单位为千克（kg）。

6.1.10 电池工序耗酸量

电池工序耗酸量，按公式（6-10）计算。电池工序消耗的酸主要包括硝酸、氢氟酸、乳酸、磷酸、盐酸、冰醋酸等。消耗的其他类型酸统一折算为氢氟酸消耗当量。折算系数为：硝酸3.15、乳酸4.5、磷酸4.9、盐酸1.825、冰醋酸3。折算时，不同种类酸的均需换算为100%浓度。

$$s_p = \frac{S_{tl}}{P_{tl}} \dots\dots\dots (6-10)$$

式中：

s_p ——电池工序耗酸量，单位为吨每兆瓦（t/MWp）；

S_{tl} ——统计期内用于电池工序的总耗酸量，以氢氟酸（100%）计，单位为千克（kg）；

P_{tl} ——统计期内的组件总产量，单位为兆瓦（MWp）。

6.1.11 硅片单片耗硅量

硅片单片耗硅量，按公式（6-11）计算：

$$g_q = \frac{G_{qp}}{P_{qp}} \dots\dots\dots (6-11)$$

式中：

g_q ——硅片单片耗硅量，单位为克每片（g/片）；

G_{qp} ——统计期内投入的硅块（经去头尾、磨面、倒角处理后）重量，单位为克（g）；

P_{qp} ——统计期内硅片产量，单位为片。

6.1.12 再生碳化硅使用比例

再生碳化硅使用比例，按公式（6-12）计算：

$$r_t = \frac{Z_{tg}}{T_{tg}} \dots\dots\dots (6-12)$$

式中：

r_t ——再生碳化硅使用比例，单位为%；

Z_{tg} ——统计期内使用的再生碳化硅量，单位为千克（kg）；

T_{tg} ——统计期内使用的碳化硅总量，单位为千克（kg）。

所使用的碳化硅总量包括再生碳化硅和新碳化硅的使用量。

6.1.13 再生切割液使用比例

再生切割液使用比例，按公式（6-13）计算：

$$r_g = \frac{Z_{qg}}{T_{qg}} \dots\dots\dots (6-13)$$

式中：

r_g ——再生切割液使用比例，单位为%；

Z_{qg} ——统计期内使用的再生切割液量，单位为千克（kg）；

T_{qg} ——统计期内使用的切割液总量，单位为千克（kg）。

所使用的切割液总量包括再生切割液和新切割液的使用量。

6.1.14 水的重复利用率

水的重复利用率，按公式（6-14）计算：

$$\omega = \frac{W_2}{W_2 + W_{it}} \dots\dots\dots (6-14)$$

式中：

ω ——水的重复利用率，单位为%；

W_2 ——统计期内回收再利用量，单位为吨（t）；

W_{it} ——统计期内新鲜水用量，单位为吨（t）。

6.1.15 切片工序 COD 产生量

切片工序 COD 产生量，按公式（6-15）计算：

$$p_c = \frac{D_c \times F_{qp}}{P_{qp}} \dots\dots\dots (6-15)$$

式中：

p_c ——切片工序COD产生量，单位为吨每百万片（t/百万片）；

D_c ——统计期内废水中COD排放平均浓度，单位为吨每立方米（t/m³）；

F_{qp} ——统计期内切片工序（或切片工厂）外排废水量，单位为立方米(m³)；

P_{qp} ——统计期内硅片产量，单位为百万片。

6.1.16 电池工序氨氮产生量

电池工序氨氮产生量，按公式（6-16）计算：

$$p_a = \frac{D_a \times F_{dc}}{P_{dc}} \dots\dots\dots (6-16)$$

式中：

p_a ——电池工序氨氮产生量，单位为公斤每兆瓦（kg/MWp）；

D_a ——统计期内废水中氨氮排放平均浓度，单位为公斤每立方米（kg/m³）；

F_{dc} ——统计期内晶硅电池工序外排废水量，单位为立方米(m³)；

P_{dc} ——统计期内电池产量，单位为兆瓦（MWp）。

6.1.17 电池工序氟化物（以总氟计）产生量

电池工序氟化物（以总氟计）产生量，按公式（6-17）计算：

$$P_{wf} = \frac{D_{wf} \times F_{dc}}{P_{dc}} \dots\dots\dots(6-17)$$

式中：

P_{wf} ——电池工序氟化物（以总氟计）产生量，单位为千克每兆瓦（kg/MWp）；

D_{wf} ——统计期内废水中氟化物排放平均浓度，单位为千克每立方米（kg/m³）；

F_{dc} ——统计期内晶硅电池工序外排废水量，单位为立方米(m³)；

P_{dc} ——统计期内电池产量，单位为兆瓦（MWp）。

6.1.18 电池工序总磷产生量

电池工序总磷产生量，按公式（6-18）计算：

$$P_l = \frac{D_l \times F_{dc}}{P_{dc}} \dots\dots\dots(6-18)$$

式中：

P_l ——电池工序总磷产生量，单位为千克每兆瓦（kg/MWp）；

D_l ——统计期内废水中氟化物排放平均浓度，单位为千克每立方米（kg/m³）；

F_{dc} ——统计期内晶硅电池工序外排废水量，单位立方米(m³)；

P_{dc} ——统计期内电池产量，单位为兆瓦（MWp）。

6.1.19 电池工序总氮产生量

电池工序总氮产生量，按公式（6-19）计算：

$$P_m = \frac{D_m \times F_{dc}}{P_{dc}} \dots\dots\dots(6-19)$$

式中：

P_m ——电池工序总氮产生量，单位为千克每兆瓦（kg/MWp）；

D_m ——统计期内废水中总氮排放平均浓度，单位为千克每立方米（kg/m³）；

F_{dc} ——统计期内晶硅电池工序外排废水量，单位立方米(m³)；

P_{dc} ——统计期内电池产量，单位为兆瓦（MWp）。

6.1.20 电池工序氮氧化物产生量

电池工序氮氧化物产生量，按公式（6-20）计算：

$$P_d = \frac{D_d \times Q_{dc}}{P_{dc} \times 10^6} \dots\dots\dots(6-20)$$

式中：

P_d ——电池工序氮氧化物产生量，单位为千克每兆瓦（kg/MWp）；

D_d ——统计期内废气中氮氧化物排放平均浓度，单位为毫克每立方米（mg/m³）；

Q_{dc} ——统计期内晶硅电池工序外排废气量，单位立方米(m³)；

P_{dc} ——统计期内电池产量，单位为兆瓦（MWp）。

6.1.21 电池工序氯化氢产生量

电池工序氯化氢产生量，按公式（6-21）计算：

$$P_{cl} = \frac{D_{cl} \times Q_{dc}}{P_{dc} \times 10^6} \dots\dots\dots(6-21)$$

式中：

P_{cl} ——电池工序氯化氢产生量，单位为千克每兆瓦（kg/MWp）；

D_{cl} ——统计期内废气中氯化氢排放平均浓度，单位为毫克每立方米（mg/m³）；

Q_{dc} ——统计期内晶硅电池工序外排废气量，单位立方米(m³)；

P_{dc} ——统计期内电池产量，单位为兆瓦（MWp）。

6.1.22 电池工序氯气产生量

电池工序氟化氢产生量，按公式（6-22）计算：

$$P_{lq} = \frac{D_{lq} \times Q_{dc}}{P_{dc} \times 10^6} \dots\dots\dots(6-22)$$

式中：

P_{lq} ——电池工序氯气产生量，单位为千克每兆瓦（kg/MWp）；

D_{lq} ——统计期内废气中氯气排放平均浓度，单位为毫克每立方米（mg/m³）；

Q_{dc} ——统计期内晶硅电池工序外排废气量，单位立方米(m^3)；

P_{dc} ——统计期内电池产量，单位为兆瓦 (MWp)。

6.2 检测方法

按照GB/T 6618检测硅片厚度。

按照GB/T 26572检测组件中的有毒有害物质。

6.3 数据来源

6.3.1 统计

企业的原材料和新鲜水的消耗量、重复用水量、产品产量、能耗及各种资源的综合利用量等，以年报或考核周期报表为准。

6.3.2 实测

如果统计数据严重短缺，资源综合利用特征指标也可以在考核周期内用实测方法取得，考核周期一般不少于一个月。

6.3.3 采样和监测

污染物排放指标的采样和监测按照相关技术规范执行，并采用国家或行业标准监测分析方法，见表3。

表3 污染物的测定及参考标准

污染物监测项		测定位置	标准号或文件
废水	化学需氧量 (COD)	污水处理站进口	GB11914或HJ/T399
	氨氮		HJ/T1951或HJ537
	氟化物		GB7484、HJ487或HJ488
	总磷		GB11893
	总氮		HJ/T199或GB/T11894
废气	氯化氢	废气处理设施进口 ^[a]	HJ/T27、HJ548或HJ549
	氮氧化物		HJ/T42、HJ/T43或HJ479
	氯气		HJ/T30或HJ547

[a] 单位时间单位产品SO₂、NO_x和颗粒物以及颗粒物中的金属的产生量均在脱硫装置进口测定。