ICS 13.020.99

CCS Z 04

团 体 标 准

T/CNIA XXXX—20XX

清洁生产评价指标体系 多晶硅行业

General specification for carbon neutralization of photovoltaic power station construction

（预审稿）

202X-XX-XX 发布 202X-XX-XX 实施

中 国 有 色 金 属 工 业 协 会 发布

目  次

[前  言 1](#_Toc17864)

[1 适用范围 2](#_Toc11447)

[2 规范性引用文件 2](#_Toc24132)

[3 术语和定义 3](#_Toc17022)

[4 评价指标体系 5](#_Toc26462)

[5 评价方法 5](#_Toc3977)

[6 指标解释与数据来源 7](#_Toc28756)

[附录 A 11](#_Toc10494)

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》，指导和推动多晶硅生产企业依法实施清洁生产，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，制定多晶硅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级为国内清洁生产一般水平。随着技术的不断进步和发展，本指标体系将适时修订。

本指标体系起草单位：四川永祥股份有限公司、中国船级社质量认证有限公司。

本指标体系起草人员：程阳、李寿琴、柳领君、张超、谭瑶。

本指标体系由全国半导体设备和材料标准化技术委员会提出。

本指标体系由全国半导体设备和材料标准化技术委员负责解释。

清洁生产评价指标体系 多晶硅行业

1. 适用范围

本文件规定了太阳能级多晶硅生产企业清洁生产的一般要求。本文件将清洁生产评价指标分为六类。

本文件适用于采用三氯氢硅法生产太阳能级多晶硅的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。

1. 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，仅所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 8978 污水综合排放标准

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB 13271 锅炉大气污染物排放标准

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB 18597 危险废物贮存污染控制标准

GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准

GB 18613 电动机能效限定值及能效等级

GB 20052 电力变压器能效限定值及能效等级

GB 29447 多晶硅和锗单位产品能源消耗限额

GB 30253 永磁同步电动机能效限定值及能效等级

GB 30254 高压三相笼型异步电动机能效限定值及能效等级

GB 51034 多晶硅工厂设计规范

GB/T 2589 综合能耗计算通则

GB/T 14264 半导体材料术语

GB/T 18916.47 取水定额 第47部分：多晶硅生产

GB/T 23331 能源管理体系要求及使用指南

GB/T 24001 环境管理体系要求及使用指南

GB/T 25074 太阳能级多晶硅

GB/T 38907 节水型企业 多晶硅行业

T/CNIA 0021 绿色设计产品评价技术规范 多晶硅

T/CESA 1082 多晶硅制造业绿色工厂评价要求

HJ/T 425 清洁生产标准制订技术导则

《中华人民共和国清洁生产促进法》（中华人民共和国主席令 第五十四号）

《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿）（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）

《产业结构调整指导目录（2019年本）》（国家发展和改革委员会令 2019年 第29号）

《环境信息公开办法（试行）》（原国家环境保护总局令 第35号）

《光伏制造行业规范条件》（2021年本）（工业和信息化部 2021年 第5号公告）

1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

* 1. 清洁生产 environment-friendly production

不断采取改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、改善管理、综合利用等措施，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害。

**注：**引自《中国人民共和国清洁生产促进法》

* 1. 多晶硅 polysilicon

是由⼀种硅源气体经化学相沉积生成的结构上具有大角度晶粒间界、孪晶间界或两种结构兼有的硅多晶。

**[**GB/T 14264，3.190**]**

* 1. 三氯氢硅法 trichlorosilane reduction method

将高纯三氯氢硅与高纯氢气按一定比例通入还原炉，在还原炉内通电的炽热硅芯/硅棒的表面，三氯氢硅发生分解和氢气还原反应，生成硅沉积下来，使硅芯/硅棒的直径逐渐变大，直至达到规定的尺寸的多晶硅生产工艺。

* 1. 反歧化 inverse disproportionation

四氯化硅和二氯二氢硅转化为三氯氢硅的生产工艺。

* 1. 四氯化硅氢化工序 low-temperature hydrogenation process of silicon tetrachloride

从四氯化硅开始到氢化产出98%三氯氢硅为止。工序范围包括备料、配料、进料、活化、氢化、氢气循环、尾气回收、氢化料分离、废液处理、排渣等。

* 1. 还原工序 restore operation

从精馏后合格的三氯氢硅开始到产出多晶硅棒为止。工序范围包括石墨件煅烧等备件处理、备料、进料、预热、还原等。

* 1. 评价指标体系 evaluation index system

由相互联系、相对独立、互相补充的系列清洁生产评价指标所组成的，用于衡量清洁生产状态的指标集合。

**注：**引自《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿）

* 1. 生产工艺及装备指标 production technology and equipment index

产品生产中采用的生产工艺和装备的种类、自动化水平、生产规模等方面的指标。

**注：**引自《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿）

* 1. 资源能源消耗指标 resource and energy consumption index

在生产过程中，生产单位产品所需的资源与能源量等反映资源与能源利用效率的指标。

**注：**引自《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿）

* 1. 资源综合利用指标 comprehensive utilization index of resources

生产过程中所产生废物可回收利用特征及废物回收利用情况的指标。

**注：**引自《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿）

* 1. 污染物产生指标 pollutant production index

单位产品生产（或加工）过程中，产生污染物的量（末端处理前）。

**注：**引自《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿）

* 1. 产品特征指标 product characteristic index

影响污染物种类和数量的产品性能、种类和包装，以及反映产品贮存、运输、使用和废弃后可能造成的环境影响等的指标。

**注：**引自《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿）

* 1. 清洁生产管理指标 cleaner production management index

对企业所制定和实施的各类清洁生产管理相关规章、制度和措施的要求，包括执行环保法规情况、企业生产过程管理、环境管理、清洁生产审核、相关环境管理等方面。

**注：**引自《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿）

* 1. 指标基准值 index reference value

为评价清洁生产状态所确定的指标对照值。

**注：**引自《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿）

* 1. 指标权重 weight of index

衡量各评价指标在清洁生产评价指标体系中的重要程度。

**注：**引自《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿）

* 1. 指标分级 index grading

根据现实需要，对清洁生产评价指标所划分的级别。

**注：**引自《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿）

* 1. 清洁生产综合评价指数 comprehensive evaluation index of cleaner production

根据一定的方法和步骤，对清洁生产评价指标进行综合计算得到的数值。

**注：**引自《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿）

* 1. 限定性指标 restrictive index

在清洁生产水平评价体系指标中规定的，对节能减排有重大影响的指标，或者法律法规明确规定严格执行的指标。

**注：**引自《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿）

1. 评价指标体系
   1. 指标选取说明

本文件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”、“减污”、“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，用于评价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。

* 1. 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级基准值代表国际清洁生产领先水平值，Ⅱ级基准值代表国内清洁生产先进水平值，Ⅲ级基准值代表国内清洁生产一般水平。

* 1. 指标体系

多晶硅行业生产企业清洁生产评价指标体系对三氯氢硅法工艺确定评价指标、评价基准值和权重值，具体见附录A。

1. 评价方法
   1. 综合评价指数计算方法

企业清洁生产定量评价指标的考核评分，以企业在考核年度（一般以一个生产年度为一个考核周期，并与生产年度同步）各项二级指标实际达到的数据为基础进行计算，综合得出该企业定量评价指标的考核总分值。

## 5.2 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。

 （5-1）

式中，——第*i*个一级指标下的第*j*个二级评价指标；

——二级指标基准值，其中为Ⅰ级水平，为Ⅱ级水平，为Ⅲ级水平；

——二级指标对于级别的隶属函数。

如公式（5-1）所示，若指标属于级别，则隶属函数的值为100，否则为0。

## 5.3 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的得分，如公式（5-2）所示。

 (5-2)

式中，——第个一级指标的权重，为第个一级指标下的第个二级指标的权重，其中，，为一级指标的个数；

——第个一级指标下二级指标的个数；

——等同于，等同于，等同于。

当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，需要对该类一级指标项目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：

 (5-3)

式中，——调整后的二级指标权重；

——参与考核的指标权重之和。

## 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，当综合指数得分≥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＜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，当综合指数得分≥85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＜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=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＜100分时，表明企业未达到清洁生产要求。

1. 多晶硅行业不同等级的清洁生产企业综合评价指数

| 清洁生产企业等级 | 清洁生产综合评价指数 |
| --- | --- |
| 国际清洁生产领先水平 | ≥85，限定性指标全部满足Ⅰ级基准值要求，非限定性指标全部满足Ⅱ级基准值要求。 |
| 国内清洁生产先进水平 | ≥85，限定性指标全部满足Ⅱ级基准值要求及以上，非限定性指标全部满足III级基准值要求。 |
| 国内清洁生产一般水平 | =100，限定性指标全部满足Ⅲ级基准值要求及以上。 |

1. 指标解释与数据来源
   1. 指标解释
      1. 单位产品综合能耗

企业实际消耗的各种能源包括：一次能源（原煤、石油、天然气等）、二次能源（电力、热力、石油制品、焦炭、煤气等）和生产使用的耗能工质（新水、氧气、压缩空气等）所消耗的能源。

多晶硅的能耗，包括从原材料进入生产厂区开始直到合格产品进入成品仓库或出厂的整个过程，包括主要生产系统（三氯氢硅合成、三氯氢硅精馏提纯、四氯化硅氢化、还原、还原尾气干法回收、产品处理包装、硅芯制备、氢气制备、“三废”处理等），辅助生产系统（纯水、循环水、脱盐水、氮气、压缩空气等制备及蒸汽锅炉、空调、化验、机修、库房、运输等）及附属生产系统（生产调度指挥系统、职工食堂、力公室等）的能耗。

综合能耗是企业在计划统计期内，对实际消耗的各种能源实物量按规定的计算方法和单位分别折算为标准煤后的总和。

 (6-1)

式中：

——单位产品综合能耗标准煤，单位为kgce/kg；

——企业全年生产多晶硅综合能耗标准煤，单位为kgce；

——企业全年多晶硅合格产品的产量，单位为kg。

* + 1. 单位产品硅粉消耗量

企业硅粉消耗量与多晶硅合格产品的产量的比值。

 (6-2)

式中：

——单位产品硅粉消耗量，单位为t/t；

——企业全年硅粉消耗量，单位为t；

——企业全年多晶硅合格产品的产量，单位为t。

* + 1. 工业用水重复利用率

企业重复用水量与工业用水总量的比例。重复用水量指企业生产用水中重复再利用的水量，包括循环使用、一水多用和串级使用的水量（含经处理后回用量）。工业用水总量指企业用于生产和生活的水量，等于工业用新鲜水量与工业重复用水量之和。

 (6-3)

式中：

——工业用水重复利用率，单位为%；

——企业全年重复用水量，单位为t；

——企业全年工业用水总量，单位为t。

* + 1. 工业固废综合利用率

企业工业固体废物综合利用量与工业固体废物产生量的比例。工业固体废物综合利用量指通过回收、加工、循环、交换等方式，从固体废物中提取或者使其转化为可以利用的资源、能源和其他原材料的总量。工业固体废物产生量指工业生产过程中排入环境的各种废渣、粉尘及其他废物的总量。

 (6-4)

式中：

——工业固废综合利用率，单位为%；

——企业全年工业固体废物综合利用量，单位为t；

——企业全年工业固体废物产生量，单位为t。

* + 1. 单位产品化学需氧量产生量

企业化学需氧量产生量（末端处理前）与多晶硅合格产品的产量的比值。

 (6-6)

式中：

——单位产品化学需氧量产生量，单位为kg/t；

——企业全年化学需氧量产生量（末端处理前），单位为kg；

——企业全年多晶硅合格产品的产量，单位为t。

* + 1. 单位产品二氧化硫产生量

企业二氧化硫产生量（末端处理前）与多晶硅合格产品的产量的比值。

 (6-7)

式中：

——单位产品二氧化硫产生量，单位为kg/t；

——企业全年二氧化硫产生量（末端处理前），单位为kg；

——企业全年多晶硅合格产品的产量，单位为t。

* + 1. 单位产品氨氮产生量

企业氨氮产生量（末端处理前）与多晶硅合格产品的产量的比值。

 (6-8)

式中：

——单位产品氨氮产生量，单位为kg/t；

——企业全年氨氮产生量（末端处理前），单位为kg；

——企业全年多晶硅合格产品的产量，单位为t。

* + 1. 单位产品氮氧化物产生量

企业氮氧化物产生量（末端处理前）与多晶硅合格产品的产量的比值。

 (6-9)

式中：

——单位产品氮氧化物产生量，单位为kg/t；

——企业全年氮氧化物产生量（末端处理前），单位为kg；

——企业全年多晶硅合格产品的产量，单位为t。

* 1. 数据来源
     1. 统计

企业的原材料和取水量、重复用水量、产品产量、能耗及各种资源的综合利用量等，以生产年报或考核周期报表为准。

* + 1. 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。

* + 1. 采样和监测

本文件污染物产生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。

**附录 A**

**（规范性附录）**

附表A 三氯氢硅法多晶硅生产企业清洁生产评价指标项目、权重和基准值

| 一级指标 | 一级指标权重 | 二级指标 | 单位 | 二级指标权重 | Ⅰ级基准值 | Ⅱ级基准值 | Ⅲ级基准值 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 生产工艺及设备指标 | 0.2 | 还原工序余热是否回收利用 | — | 0.3 | 还原工序余热回收利用 | | |
| 电动机 | — | 0.5 | 满足1级能效等级电动机数量与电动机总数量比值≥5%（统计范围包括四氯化硅氢化工序和还原工序） | 满足2级能效等级电动机数量与电动机总数量比值≥20%（统计范围包括四氯化硅氢化工序和还原工序） | 满足3级能效等级电动机数量与电动机总数量比值≥80%（统计范围包括四氯化硅氢化工序和还原工序） |
| 变压器 | — | 0.2 | 满足2级能效等级变压器数量与变压器总数量比值≥5% | 满足3级能效等级变压器数量与变压器总数量比值≥50% | 满足3级能效等级变压器数量与变压器总数量比值≥20% |
| 资源能源消耗指标 | 0.3 | **\***单位产品综合能耗 | kgce/kg | 0.3 | ≤7.5 | ≤8.5 | ≤10.5 |
| **\***单位产品综合电耗 | kW·h/kg | 0.15 | ≤55 | ≤60 | ≤70 |
| **\***单位产品还原电耗 | kW·h/kg | 0.15 | ≤42 | ≤50 | ≤60 |
| 单位产品冷氢化电耗 | kW·h/kg | 0.1 | ≤4.1 | ≤4.7 | ≤5.0 |
| 单位产品新鲜水消耗量 | t/kg | 0.1 | ≤0.05 | ≤0.07 | ≤0.15 |
| 单位产品蒸汽消耗量 | kg/kg | 0.1 | ≤5 | ≤10 | ≤20 |
| 单位产品硅粉消耗量 | t/t | 0.1 | ≤1.1 | ≤1.2 | ≤1.4 |
| 资源综合利用指标 | 0.15 | 工业用水重复利用率 | % | 0.5 | ≥99 | | ≥95 |
| 工业固废综合利用率 | % | 0.5 | 100 | ≥90 | ≥80 |
| 污染物产生指标 | 0.1 | **\***单位产品化学需氧量产生量 | kg/t | 0.2 | ≤14.4 | ≤19.2 | ≤24 |
| **\***单位产品氨氮产生量 | kg/t | 0.2 | ≤0.48 | ≤0.64 | ≤0.8 |
| **\***单位产品二氧化硫产生量 | kg/t | 0.2 | ≤1.25 | ≤1.67 | ≤2.08 |
| **\***单位产品氮氧化物产生量 | kg/t | 0.2 | ≤5.76 | ≤7.68 | ≤9.6 |
| 产品特征指标 | 0.1 | 产品一次合格率 | % | 1 | ≥99 | | |
| 清洁生产管理指标 | 0.15 | 产业政策执行情况 | — | 0.1 | 符合国家和地方相关产业政策，不使用国家和地方明令淘汰或禁止的落后工艺和装备 | | |
| 环境法律法规标准 | — | 0.1 | 符合国家和地方有关环境法律法规；污染物排放达到国家和地方排放标准；满足环境影响评价、环保“三同时”制度、总量控制和排污许可证管理要求 | | |
| 清洁生产审核制度执行 | — | 0.1 | 制订有清洁生产审核计划，对原料及生产全流程定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥80% | 制订有清洁生产审核工作计划，对原料及生产全流程定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥60% | 制订有清洁生产审核工作计划，对原料及生产全流程定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥50% |
| **\***危险化学品管理 | — | 0.2 | 符合《危险化学品安全管理条例》相关要求 | | |
| 环境管理体系 | — | 0.1 | 按照GB/T 24001建立和运行环境管理体系，并取得认证 | 按照GB/T 24001建立和运行环境管理体系 | |
| 能源管理体系 | — | 0.1 | 按照GB/T 23331建立和运行能源管理体系，并取得认证 | 按照GB/T 23331建立和运行能源管理体系 | |
| 能源和环境计量器具配备 | — | 0.1 | 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 | | |
| 污染物监测 | — | 0.1 | 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 | | |
| 环境信息公开 | — | 0.1 | 按照《环境信息公开办法（试行）》要求公开环境信息 | | |
| 注：带**\***为限定性指标。 | | | | | | | |