

内 蒙 古 自 治 区 地 方 标 准

DB15/T 2234—2021

直拉单晶硅单位产品能源消耗限额

The norm of energy consumption per unit products of the czochralski
monocrystalline silicon

2021-07-23 发布

2021-08-23 实施

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 能耗限额等级 1

 4.1 单晶硅棒单位产品能耗 1

 4.2 单晶硅片单位产品能耗 1

 4.3 切割方式修正系数 2

5 技术要求 2

6 计算范围和计算方法 2

 6.1 计算范围 2

 6.2 计算方法 3

7 节能措施 5

 7.1 管理节能措施 5

 7.2 技术节能措施 5

附录 A（资料性） 各种能源折标准煤参考系数表 6

附录 B（资料性） 各种耗能工质折标准煤参考系数表 7

前 言

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。

本文件由内蒙古自治区发展和改革委员会、内蒙古节能协会提出。

本文件由内蒙古自治区发展和改革委员会归口。

本文件起草单位：内蒙古碳环智能科技有限公司、内蒙古节能协会、内蒙古自治区质量和标准化研究院、内蒙古自治区节能监察中心。

本文件主要起草人：高雪梅、沈雁、杜启超、张月峰、达尔汗、程飞扬、王子墨、李宝佳、贾向春、张丽、程远、付海欣。

直拉单晶硅单位产品能源消耗限额

1 范围

本文件规定了直拉单晶硅（以下简称单晶硅）单位产品能源消耗（以下简称能耗）限额等级、技术要求、计算方法、计算范围、节能措施。

本文件适用于采用直拉法生产单晶硅企业的直拉单晶硅单位产品能耗的计算、考核，以及对新建（改扩建）项目的能耗控制。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
GB/T 23331 能源管理体系 要求及使用指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

综合电单耗 unit total electrical energy consumption

生产单位合格产品的综合电能源量消耗，是工艺电单耗与工艺产品辅助电能消耗及损耗分摊量之和。

4 能耗限额等级

4.1 单晶硅棒单位产品能耗

单晶硅棒单位产品能耗限额见表1，其中1级能耗最低。

表1 单晶硅棒单位产品能耗等级指标

产品名称	指标	能耗限额等级		
		1 级	2 级	3 级
单晶硅棒	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

4.2 单晶硅片单位产品能耗

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	能耗限额等级		
			1 级	2 级	3 级
单晶硅片	185mm×	综合电单耗（万 kW·h/万片）	≤0.30	≤0.34	≤0.39
	185 mm	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耗限定值=基础值×切割方式修正系数。					

4.3 切割方式修正系数

切割方式修正系数见表3。

表3 切割方式修正系数

切割方式	单向切割	双向切割
修正系数	1.0	0.7

5 技术要求

- 5.1 现有直拉单晶硅生产企业单晶硅棒产品能耗限额应符合表 1 中 3 级指标要求，单晶硅片产品能耗限额应符合表 2 中 3 级指标要求。
- 5.2 新建直拉单晶硅生产企业或改扩建项目，单晶硅棒产品能耗限额应符合表 1 中 2 级指标要求，单晶硅片产品能耗限额应符合表 2 中 2 级指标要求。
- 5.3 现有直拉单晶硅生产企业，应通过改造和加强管理达到能耗先进水平，单晶硅棒产品能耗应符合表 1 中 1 级指标要求、单晶硅片产品能耗应符合表 2 中 1 级指标要求。

6 计算范围和计算方法

6.1 计算范围

6.1.1 单晶硅棒生产工序

从硅料开始到制备出单晶硅成品为止。包括从洗料、拉单晶、截断、开方、制冷、供排水及辅助设备等所有能源消耗量。

6.1.2 硅片生产工序

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、废液排放及辅助设备等所有能源消耗量。

6.1.3 公用工程及辅助工序

包括纯水系统、循环水、制氮、空调、水源及中央控制系统等所有能源消耗量。

6.1.4 各种能源（包括生产耗能工质消耗的能源）折算标准煤量方法

各种能源的计量单位如下：

- a) 应用基于发热量等于 29.3076 MJ 的燃料，即 1 kgce；
- b) 各种能源及耗能工质消耗量在折算标准煤量时，外购的燃料能源可取实测的低（位）发热量或供货单位提供的实测值为计算基础，或用国家统计局部门的折算系数折算，参见附录 A；
- c) 二次能源及耗能工质均按相应的能源等价值折算（电当量值）；
- d) 企业能源转换自产时，按实际投入的能源实物量折算标准煤量；
- e) 由集中生产单位外销供应时，其能源等价值按主管部门规定；
- f) 外购外销时，其能源等价值应相同；当未提供能源等价值时，可按国家统计局部门的折算系数折算，参见附录 B；
- g) 企业回收的余热按热力的折算系数，余热发电统一按电力的折算系数折算。

6.1.5 各种能源的计量单位

各种能源的计量单位如下：

- a) 产品工序能耗、产品综合能耗的单位：kgce(千克标煤)；
- b) 煤炭、焦炭、重油、汽油、柴油的单位：kg(千克)、t(吨)；
- c) 电力的单位：kW·h(千瓦时)；
- d) 蒸汽的单位：kJ(千焦)、MJ(兆焦)、GJ(百万千焦)、t(吨，需指明温度与压强)；
- e) 压缩空气、氧气、天然气、氩气的单位：m³(立方米)、10⁴ m³(万立方米)；
- f) 水的单位：t(吨)；
- g) 单晶硅综合能源单耗的单位：kgce/kg-Si(千克标煤/千克)。

6.2 计算方法

6.2.1 产品（工序）综合能耗的计算

某种产品（工序）综合能耗等于其主要生产系统消耗的各种能源及耗能工质折算为标准煤量加辅助生产系统、附属生产系统以及能源损失量按能耗比例法分摊的能源消耗量，按公式(1)计算：

$$E_{zi} = \sum_{i=1}^n E_{si} + (E_{fz} + E_{fs} + E_{ss}) \xi_i \dots \dots \dots (1)$$

$$= \sum_{i=1}^n (W_n \times k_n)_{si} + (E_{fz} + E_{fs} + E_{ss}) \xi_i$$

式中：

E_{zi} —i种产品（工序）综合能耗，单位为千克标准煤（kgce）；

E_{si} —i种产品（工序）主要生产系统消耗的各种能源及耗能工质折算为标准煤量，单位为千克标准煤（kgce）；

W_n —i种产品（工序）主要生产系统消耗的第n种能源（耗能工质）实物量，单位为实物量单位；

k_n —第n种能源（耗能工质）折标准煤系数；

n —i种产品（工序）主要生产系统消耗的能源（耗能工质）种数；

ξ_i —i种产品（工序）能耗分摊系数。

6.2.2 能耗分摊系数的计算

辅助生产系统、附属生产系统的综合能耗和能源损失量分摊到*i*种产品（工序）上的比例系数，是*i*种产品（工序）主要生产系统综合能耗与企业全部产品（工序）主要生产系统综合能耗的比值，按公式(2)计算：

$$\xi_i = \frac{E_{si}}{E_{si} + \sum_{i=1}^m E_{qt}} \dots\dots\dots(2)$$

式中：

m—企业其他产品（工序）种数；

E_{qt}—企业其他产品（工序）主要生产系统综合能耗，单位为千克标准煤(kgce)。

E_{fz}—辅助生产系统消耗的各种能源量折算为标准煤量，单位为千克标准煤 (kgce)，按公式(3)计算：

$$E_{fz} = \sum_{i=1}^r (W_r + k_r)_{fz} \dots\dots\dots(3)$$

式中：

W_r—辅助生产系统消耗的第*r*种能源（耗能工质）实物量，单位为实物量单位；

k_r—第*r*种能源（耗能工质）折标准煤系数；

r—辅助生产系统消耗的能源（耗能工质）种数。

E_{fs}—附属生产系统消耗的各种能源量折算为标准煤量，单位为千克标准煤 (kgce)，按公式(4)计算：

$$E_{fs} = \sum_{i=1}^h (W_h + k_h)_{fs} \dots\dots\dots(4)$$

式中：

W_h—附属生产系统消耗的第*h*种能源（耗能工质）实物量，单位为实物量单位；

k_h—第*h*种能源（耗能工质）折标准煤系数；

h—附属生产系统消耗的能源（耗能工质）种数。

E_{ss}—企业内部各种能源及耗能工质损失量折算为标准煤量，单位为千克标准煤 (kgce)，按公式(5)计算：

$$E_{ss} = \sum_{i=1}^j (W_j + k_j)_{ss} \dots\dots\dots(5)$$

式中：

W_j—企业内部损耗的第*j*种能源（耗能工质）实物量，单位为实物量单位；

k_j—第*j*种能源（耗能工质）折标准煤系数；

j—企业内部消耗的能源（耗能工质）种数。

6.2.3 单位产品综合能耗的计算

报告期内，*i*种产品的单位产品综合能耗等于*i*种产品（工序）综合能耗量除以*i*种产品（工序）合格品产量，按公式(6)计算。

$$E_{ii} = \frac{E_{zi}}{M_{ii}} \dots\dots\dots(6)$$

式中：

E_{ti} —i种产品（工序）单位产品综合能耗，单位为千克标准煤每吨或千克标准煤每千克、千克标准煤每片、千克标准煤每千瓦（kgce/t 或 kgce/kg、kgce/片、kgce/kW）；

M_{ti} —报告期内i种产品（工序）合格品产量，单位为吨或千克、片、千瓦（t或kg、片、kW）。

7 节能措施

7.1 管理节能措施

7.1.1 按照 GB/T 23331 建立能源管理体系。

7.1.2 建立节能考核制度，定期对直拉单晶硅各生产工序能耗情况进行考核，并把考核指标分解落实到各基层单位。

7.1.3 建立能源计量管理制度。能源计量器具配备和管理应符合 GB 17167。

7.1.4 建立能耗统计体系，能耗计算和统计结果应文件化并受控。

7.2 技术节能措施

单晶硅企业应配备余热回收等节能设备，最大限度地回收各工序产生的能源。

附录 A

(资料性)

各种能源折标准煤参考系数表

各种能源折标准煤参考系数见表A. 1。

表A. 1 各种能源折标准煤参考系数

能源名称		平均低位发热量	折标准煤系数
原煤		20908 kJ/kg (5000 kcal/kg)	0.7143 kgce/kg
洗精煤		26344 kJ/kg (6300 kcal/kg)	0.9000 kgce/kg
其他洗煤	洗中煤	8363 kJ/kg (2000 kcal/kg)	0.2857 kgce/kg
	煤泥	8363 kJ/kg~12545 kJ/kg (2000~3000 kcal/kg)	0.2857 kgce/kg~ 0.4286 kgce/kg
焦炭		28435 kJ/kg (6800 kcal/kg)	0.9714 kgce/kg
渣油		41816 kJ/kg (10000 kcal/kg)	1.4286 kgce/kg
蒸汽 (低压)		3763.44 MJ/t (9×10^5 kcal/t)	0.1286 kgce/kg
油田天然气		38931 kJ/m ³ (9310 kcal/m ³)	1.3300 kgce/m ³
气田天然气		35544 kJ/m ³ (8500 kcal/m ³)	1.2143 kgce/m ³
煤矿瓦斯气		14636 kJ/m ³ ~16726 kJ/m ³	0.5000 kgce/m ³ ~
		(3500 kcal/m ³ ~4000 kcal/m ³)	0.5714 kgce/m ³
焦炉煤气		16726 kJ/m ³ ~17081 kJ/m ³	0.5714 kgce/m ³ ~
		(4000 kcal/m ³ ~4300 kcal/m ³)	0.6143 kgce/m ³
其他煤气	发生炉煤气	5227 kJ/m ³ (1250 kcal/m ³)	0.1786 kgce/m ³
	焦炭制气	16308 kJ/m ³ (3900 kcal/m ³)	0.5571 kgce/m ³
	压力气化煤气	15054 kJ/m ³ (3600 kcal/m ³)	0.5143 kgce/m ³
	水煤气	10454 kJ/m ³ (2500 kcal/m ³)	0.3571 kgce/m ³
热力 (当量)		—	0.03412 kgce/MJ [0.14286 kgce/(10 ³ kcal)]
电力 (当量)		3600 kJ/(kW·h) [860 kcal/(kW·h)]	0.1229 kgce/(kW·h)

附 录 B
(资料性)

各种耗能工质折标准煤参考系数表

各种耗能工质折标准煤参考系数见表B. 1。

表B. 1 各种耗能工质折标准煤参考系数

耗能工质名称	平均折算热量	折标准煤系数
新水	2. 51 MJ/t	0. 0857 kgce/t
软水	14. 23 MJ/t	0. 4857 kgce/t
除氧水	28. 45 MJ/t	0. 9714 kgce/t
压缩空气	1. 17 MJ/m ³	0. 0400 kgce/m ³
鼓风	0. 88 MJ/m ³	0. 0300 kgce/m ³
氧气	11. 72 MJ/m ³	0. 4000 kgce/m ³
氮气	19. 66 MJ/m ³	0. 6714 kgce/m ³
二氧化碳气	6. 28 MJ/m ³	0. 2143 kgce/m ³