

3825 光伏设备与元器件制造行业系数手册
(初稿)

2019 年 2 月

1.适用范围

本手册仅用于第二次全国污染源普查工业污染源普查范围中，《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017）中 3825 光伏设备与元器件制造行业使用产污系数法核算工业污染物产生量和排放量的普查对象。

利用本手册进行产排污核算得出的污染物产生量与排放量仅代表了特定行业、工艺、产品、原料在正常工况下污染物产生与排放量的一般规律。

废水指标包括：化学需氧量、氨氮、总氮、总磷；废气指标包括：颗粒物、氮氧化物、氨、挥发性有机物、铅。

2.注意事项

2.1 多种生产工艺或多类产品企业的产排污核算

废水中化学需氧量、氨氮、总氮、总磷，除组件生产外其他工段废气中颗粒物、氮氧化物、氨、挥发性有机物：污染物产生量与产品产量有关；组件生产工段废气中颗粒物、挥发性有机物、铅：污染物产生量与原料用料有关；根据不同核算环节计算产污量后，再根据企业末端治理设施和运行情况计算各污染物的排污量。

企业某污染物指标的产生量、排放量为各核算环节产生量、排放量之和。

在企业实际排放量计算过程中，如果存在废水回用的情况，需要在利用产排污核算公式的基础上扣除废水回用的部分。公式如下：

$$\text{实际排放量}=\text{计算排放量} \times (1-\text{废水回用率})$$

2.2 采用多种废气治理设施组合处理企业的排污量核算

在排污量计算选择末端治理技术时,若没有对应的组合治理技术,以主要治理技术为准。

2.3 系数表中未涉及的产污系数及污染治理效率

光伏设备及元器件制造业中,逆变器等设备生产参照机械行业相关工段的系数手册。

2.4 其他需要说明的问题

本手册所提供的工业废水量、工业废气量系数仅供校核参考,不作为企业填报依据。

3. 污染物排放量核算方法

针对企业实际生产情况,本行业在产污系数制定过程中将企业全生产流程划分或拆分为若干工段,在核算企业污染物产排量时,可灵活选择本企业对应的工段进行核算。工段名称即为 G106-1 表中核算环节名称。

3.1 计算工段污染物产生量

(1) 根据产品、原料、生产过程中产污的主导生产工艺、企业规模(企业生产产能)这一个组合查找和确定所对应的某一个污染物的产污系数。

(2) 根据该污染物的产污系数计量单位:单位产品产量或单位原料用量,调用企业实际产品产量或原料用量。

例如某组合内化学需氧量的产污系数单位为：千克/吨产品，则计算产生量时需要调用企业实际产品产量。如果产污系数单位为：千克/吨原料，则计算产生量时需要调用企业原料实际消耗量。

(3) 污染物产生量按以下公式进行计算：

污染物产生量=污染物对应的产污系数 × 产品产量（原料用量）

$$G_{产i} = P_{产} \times M_i$$

其中，

$G_{产i}$ 工段 i 某污染物的平均产生量；

$P_{产}$ 工段某污染物对应的产污系数；

M_i 工段 i 的产品产量/原料用量。

3.2 计算工段污染物去除量

(1) 根据企业对某一个污染物所采用的治理技术查找和选择相应的治理技术平均去除效率；

(2) 根据所填报的污染治理设施实际运行率参数及其计算公式得出该企业某一污染物的治理设施实际运行率（ k 值）。

(3) 利用污染物去除量计算公式（如下）进行计算：

污染物去除量=污染物产生量 × 污染物去除率=污染物产生量 × 治理技术平均去除效率 × 治理设施实际运行率

$$R_{减i} = G_{产i} \times \eta_T \times k_T$$

其中： $R_{减i}$ 工段 i 某污染物的去除量

η_T 工段 i 某污染物采用的末端治理技术的平均去除效率

k_T 工段 i 某污染物采用的末端治理设施的实际运行率

3.3 计算工段污染物排放量

污染物排放量=污染物产生量-污染物去除量

=污染物对应的产污系数 × 产品产量（原料用量） -

污染物产生量 × 治理技术平均去除效率 × 治理设施实际运行率

3.4 计算企业污染物排放量

同一企业某污染物全年的污染物产生（排放）总量为该企业同年实际生产的全部工艺（工段）、产品、原料、规模污染物产生（排放量）之和。

$$E_{\text{排}} = G_{\text{产}} - R_{\text{减}} = \sum (G_{\text{产}i} - R_{\text{减}i}) = \sum [P_{\text{产}} \times M_i (1 - \eta_T \times k_T)]$$

4. 污染物排放量核算案例

某光伏企业主要从事单晶硅电池片、组件的生产。该企业涉及的主要产排污工段为：电池片和组件两个工段。其中电池片工段主要污染物为：化学需氧量、氨氮、氟化物、总磷、总氮、氮氧化物、氨、挥发性有机物，组件工段主要污染物为：化学需氧量、颗粒物、铅、挥发性有机物。以化学需氧量为例说明排放量计算过程。

该企业基本信息如表 1 所示。

4.1 核算环节 1 计算

（1）化学需氧量产生量计算

①查找产污系数及其计量单位

根据报表填报信息，调用《3825 光伏设备及元器件制造行业产污系数及污染治理效率表》中主要产品为：单晶电池片，主要原料为：

单晶硅片，主要工艺为：碱制绒+湿法刻蚀，生产规模为：所有规模的组合中化学需氧量的产污系数为 41.46，单位为千克/兆瓦-产品。

表 1 某光伏企业主要信息

	核算环节 1：电池片		核算环节 2：组件	
	名称	数量	名称	数量
产品及产量	单晶电池片	2725 兆瓦	电池组件	3760 兆瓦
原料及用量	单晶硅片	54470 万片	单晶电池片	3800 兆瓦
工艺	碱制绒+湿法刻蚀	-	焊接层压装框	-
规模（产能）	2756 兆瓦		3992 兆瓦	
污染治理设施	A/O 工艺		A/O 工艺	
实际运行率参数	污水处理设施运行时间	16000 小时	污水处理设施运行时间	14800 小时
	正常生产时间	16704 小时	正常生产时间	14784 小时

②获取企业产品产量

实际填报情况：该工段主要产品单晶电池片 2017 年产量为 2725 兆瓦。

③计算化学需氧量产生量

由于查询到的组合中，化学需氧量产生量产污系数的单位为千克/兆瓦-产品，因此在核算化学需氧量产生量产生量时调用产品产量。

化学需氧量产生量=化学需氧量产污系数 × 产品（单晶电池片）产量

$$=41.46 \text{ 千克/兆瓦} \times 2725 \text{ 兆瓦}=112978.5 \text{ 千克}$$

(2) 化学需氧量去除量计算

①查找治理技术平均去除效率

由于该企业化学需氧量治理技术采用 A/O 工艺，查询相应组合内 A/O 工艺的平均去除效率为 89%。

②计算污染治理技术实际运行率

根据产污系数组合查询结果，该组合中化学需氧量法对应的污染治理设施实际运行率计算公式为：

$$k=\text{污水处理设施运行时间}/\text{正常生产时间}=16000/16704=0.957$$

③计算化学需氧量去除量：

$$\text{化学需氧量去除量}=112978.5 \text{ 千克} \times 89\% \times 0.957=96616.4 \text{ 千克}$$

(3) 化学需氧量排放量计算

$$\text{化学需氧量排放量}=112978.5 \text{ 千克}-96616.4 \text{ 千克}=16362.1 \text{ 千克}$$

4.2 核算环节 2 计算

(1) 化学需氧量产生量计算

①查找产污系数及其计量单位

根据报表填报信息，调用《3825 光伏设备及元器件制造行业产污系数及污染治理效率表》中主要产品为：电池组件，主要原料为：单晶电池片，主要工艺为：焊接层压装框，生产规模为：所有的组合中化学需氧量的产污系数为 0.06，单位为千克/兆瓦-产品。

②获取企业产品产量

实际填报情况：该工段主要产品单晶电池片 2017 年产量为 3760 兆瓦。

③计算化学需氧量产生量

由于查询到的组合中，化学需氧量产污系数的单位为千克/兆瓦-产品，因此在核算产生量时调用产品产量。

化学需氧量产生量=化学需氧量产污系数×产品（单晶电池片）产量

$$=0.06 \text{ 千克/兆瓦} \times 3760 \text{ 兆瓦}=225.6 \text{ 千克}$$

（2）化学需氧量去除量计算

①查找治理技术平均去除效率

由于该企业化学需氧量治理技术采用 A/O 工艺，查询相应组合内 A/O 工艺的平均去除效率为 90%。

②计算污染治理技术实际运行率

根据产污系数组合查询结果，该组合中化学需氧量对应的污染治理设施实际运行率计算公式为：

$$k=\text{污水治理设施运行时间}/\text{正常生产时间}=14800/14784=1.001=1 \text{（大于 1 取值 1）}$$

③计算化学需氧量去除量：

$$\text{化学需氧量去除量}=225.6 \text{ 千克} \times 90\% \times 1=203.04 \text{ 千克}$$

（3）化学需氧量排放量计算

$$\text{化学需氧量排放量}=225.6 \text{ 千克}-203.04 \text{ 千克}=22.56 \text{ 千克}$$

4.3 化学需氧量总排放量计算

$$\begin{aligned} \text{化学需氧量总排放量} &= \text{核算环节 1 排放量} + \text{核算环节 2 排放量} \\ &= 16362.1 \text{ 千克} + 22.56 \text{ 千克} = 16384.66 \text{ 千克} \end{aligned}$$

5.产污系数及污染治理效率表

3825 光伏设备与元器件制造行业

核算环节	产品名称	原料名称	工艺名称	规模等级	污染物指标	单位	产污系数	末端治理技术名称	末端治理效率 (%)	K 值计算公式	
高纯多晶硅生产	高纯多晶硅	冶金级硅	改良西门子法	所有规模	废水	化学需氧量	千克/吨-产品	37.44	化学混凝法	56	k=污水处理设施运行时间(小时/年)/正常生产时间(小时/年)
						氨氮	千克/吨-产品	0.013	A/O 工艺	81	
						工业废水量	吨/吨-产品	239.84	/	/	/
					废气	颗粒物	千克/吨-产品	8.46	旋风+布袋除尘	96	k=除尘设备耗电量(千瓦时/年)/[除尘设备额定功率(千瓦)×除尘设备运行时间(小时/年)]
						氮氧化物	千克/吨-产品	5.12	喷淋塔	83	k=工艺废气净化装置耗电量(千瓦时/年)/[工艺废气净化装置额定功率(千瓦)×工艺废气净化装置运行时间(小时/年)]
						工业废气量	标立方米/吨-产品	33516	/	/	/

3825 光伏设备与元器件制造行业（续 1）

核算环节	产品名称	原料名称	工艺名称	规模等级	污染物指标		单位	产污系数	末端治理技术名称	末端治理效率 (%)	K 值计算公式
硅片生产（硅料清洗）	洁净高纯多晶硅原料	高纯多晶硅	酸洗	所有规模	废气	颗粒物	千克/吨-产品	0.274	袋式除尘	99	$k = \text{除尘设备耗电量 (千瓦时/年)} / [\text{除尘设备额定功率 (千瓦)} \times \text{除尘设备运行时间 (小时/年)}]$
						氮氧化物	千克/吨-产品	15.5	喷淋塔	86	$k = \text{工艺废气净化装置耗电量 (千瓦时/年)} / [\text{工艺废气净化装置额定功率 (千瓦)} \times \text{工艺废气净化装置运行时间 (小时/年)}]$
						工业废气量	标立方米/吨-产品	75007	/	/	/
						工业废水量	吨/吨-产品	25.5	/	/	/
			碱洗		废气	颗粒物	千克/吨-产品	0.118	袋式除尘	99	$k = \text{除尘设备耗电量 (千瓦时/年)} / [\text{除尘设备额定功率 (千瓦)} \times \text{除尘设备运行时间 (小时/年)}]$
						工业废气量	标立方米/吨-产品	393	/	/	/

3825 光伏设备与元器件制造行业（续 2）

核算环节	产品名称	原料名称	工艺名称	规模等级	污染物指标		单位	产污系数	末端治理技术名称	末端治理效率 (%)	K 值计算公式
硅片生产（硅片制备）	单晶硅片	洁净高纯多晶硅原料	拉棒+多线切割+清洗	所有规模	废水	化学需氧量	千克/万片-产品	20.83	厌氧水解+耗氧生物处理法	86	$k = \frac{\text{污水处理设施运行时间(小时/年)}}{\text{正常生产时间(小时/年)}}$
						工业废水量	吨/万片-产品	41.40	/	/	/
	多晶硅片		铸锭+多线切割+清洗		废水	化学需氧量	千克/万片-产品	86.5	厌氧水解+耗氧生物处理法	87	$k = \frac{\text{污水处理设施运行时间(小时/年)}}{\text{正常生产时间(小时/年)}}$
						工业废水量	吨/万片-产品	41.4	/	/	/

3825 光伏设备与元器件制造行业（续 3）

核算环节	产品名称	原料名称	工艺名称	规模等级	污染物指标	单位	产污系数	末端治理技术名称	末端治理效率 (%)	K 值计算公式	
电池片生产	单晶电池片	单晶硅片	碱制绒+湿法刻蚀	所有规模	废水	化学需氧量	千克/兆瓦-产品	41.5	A/O 工艺	77	k=污水处理设施运行时间（小时/年）/正常生产时间（小时/年）
						氨氮	千克/兆瓦-产品	6.21	A/O 工艺	91	
									生物膜法	96	
						总磷	千克/兆瓦-产品	1.23	化学混凝法	93	
									A/O 工艺	97	
									生物膜法	99	
						总氮	千克/兆瓦-产品	125	A/O 工艺	90	
					生物膜法				95		
					工业废水量	吨/兆瓦-产品	308	/	/	/	
					废气	氮氧化物	千克/兆瓦-产品	1138	喷淋塔	95	k=工艺废气净化装置耗电量（千瓦时/年）/[工艺废气净化装置额定功率（千瓦）×工艺废气净化装置运行时间（小时/年）]
						氨	千克/兆瓦-产品	263	喷淋塔	97	
						挥发性有机物	千克/兆瓦-产品	135	喷淋塔	95	
喷淋塔+其他（活性炭吸附）											
工业废气量	标立方米/兆瓦-产品	2.12×10^6	/	/	/						

3825 光伏设备与元器件制造行业（续 4）

核算环节	产品名称	原料名称	工艺名称	规模等级	污染物指标	单位	产污系数	末端治理技术名称	末端治理效率 (%)	K 值计算公式	
电池片生产	多晶电池片	多晶硅片	酸制绒+湿法刻蚀(含黑硅制绒)	所有规模	废水	氨氮	千克/兆瓦-产品	120	A/O 工艺	92	k=污水处理设施运行时间(小时/年)/正常生产时间(小时/年)
									生物膜法	95	
						总磷	千克/兆瓦-产品	9.00	化学混凝法	96	
									A/O 工艺	95	
									生物膜法	98	
						总氮	千克/兆瓦-产品	264	A/O 工艺	95	
					生物膜法				97		
					工业废水量	吨/兆瓦-产品	770	/	/	/	
					废气	氮氧化物	千克/兆瓦-产品	383	喷淋塔	92	k=除尘设备耗电量(千瓦时/年)/[除尘设备额定功率(千瓦)×除尘设备运行时间(小时/年)]
						氨	千克/兆瓦-产品	34.3	喷淋塔	93	
工业废气量	标立方米/兆瓦-产品	1.79×10^6	/	/		/					

3825 光伏设备与元器件制造行业（续 4）

核算环节	产品名称	原料名称	工艺名称	规模等级	污染物指标	单位	产污系数	末端治理技术名称	末端治理效率 (%)	K 值计算公式	
组件生产	电池组件	单晶电池片/多晶电池片	焊接层压装框	所有规模	废水	化学需氧量	千克/兆瓦-产品	0.06	化学混凝法	52	k=污水处理设施运行时间（小时/年）/正常生产时间（小时/年）
						A/O 工艺	78				
		工业废水量			吨/兆瓦-产品	0.80	/	/	/		
		废气			颗粒物	克/千克-焊料	6.92	袋式除尘	86	k=除尘设备耗电量（千瓦时/年）/[除尘设备额定功率（千瓦）× 除尘设备运行时间（小时/年）]	
								喷淋塔	89		
					挥发性有机物	克/千克-焊料		催化燃烧法	53		k=设备年耗电量（千瓦时）/8868（千瓦时）
								低温等离子体	73.		k=设备年耗电量（千瓦时）/8868（千瓦时）
		光催化			76	k=设备年耗电量（千瓦时）/3935（千瓦时）					
		其他（吸附法）			57	k=设备年耗电量（千瓦时）/2203（千瓦时）					
		铅			克/千克-焊料	0.59×10^{-4}	袋式除尘	86	k=除尘设备耗电量（千瓦时/年）/[除尘设备额定功率（千瓦）×		

核算环节	产品名称	原料名称	工艺名称	规模等级	污染物指标	单位	产污系数	末端治理技术名称	末端治理效率 (%)	K 值计算公式					
										除尘设备运行时间 (小时/年)]					
		不含铅焊料+助焊剂			废气	颗粒物	克/千克-焊料	0.40	袋式除尘	86	k=除尘设备耗电量 (千瓦时/年) / [除尘设备额定功率(千瓦) × 除尘设备运行时间 (小时/年)]				
			挥发性有机物	克/千克-焊料								6.21	催化燃烧法	53	k=设备年耗电量(千瓦时)/4490 (千瓦时)
													低温等离子体	73.	k=设备年耗电量(千瓦时)/8868 (千瓦时)
													光催化	76	k=设备年耗电量(千瓦时)/3935 (千瓦时)
													其他 (吸附法)	57	k=设备年耗电量(千瓦时)/2203 (千瓦时)
		含铅焊料, 无助焊剂	废气	颗粒物	克/千克-焊料	0.31	袋式除尘	86	k=除尘设备耗电量 (千瓦时/年) / [除尘设备额定功率(千瓦) × 除尘设备运行时间 (小时/年)]						
							喷淋塔	89							
		不含铅焊料, 无助焊剂	废气	铅	克/千克-焊料	0.61×10^{-4}	袋式除尘	86							
							颗粒物	克/千克-焊料		0.41	袋式除尘	86			
							喷淋塔				89				

