

## 3232 稀土金属冶炼行业系数手册

## 1.适用范围

本手册仅用于《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017）中 3232 稀土金属冶炼行业使用系数法核算工业污染物产生量和排放量的工业企业。

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的一般规律。

本行业废水指标包括：工业废水量、化学需氧量、氨氮、总氮、铅、总磷；废气指标包括：工业废气量、颗粒物、二氧化硫；固废指标包括：一般工业固体废物和危险废物。

## 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

污染物产生量与产品产量有关，根据不同工段计算产污量后，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、排放量为各工段产生量、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：

实际排放量=计算排放量×（1-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，以主要治理技术为准。

## 2.3 其他需要说明的问题

由于不同企业工业废气量与废水量差异较大，本手册所提供的工业废水量、工业废气量系数仅供参考。

为体现相同产污水平条件下，采用相同环保治理设施的不同企业对同一污染物去除效果的差异，引入末端治理设施实际运行率（ $k$ ）对污染治理技术的实际去除率进行修正。 $k$ 值反映的是污染治理设施运行的状态，越稳定运行， $k$ 值越高；在取值上，若定义连续稳定运行的理想状态为 1，则  $k$  取值在 0-1 之间。

本手册给出本行业的  $k$  计算公式仅供参考，使用时，可根据  $k$  值定义，选取更适合企业实际情况的表达方式。

本手册稀土金属冶炼过程中废水产污系数适用的产污节点为综合废水处理站进口。

## 3. 污染物排放量核算方法

### 3.1 计算污染物产生量

（1）根据产品、原料、污染物产生的主导生产工艺、企业规模（生产产能）这一组合查找和确定所对应的某一污染物的产污系数。

（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，获取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获取企业实际产品产量。如果产污系数单位为：千克/吨-原料，则计算产生量时需要获取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) 根据企业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；

$\eta_T$ : 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）总量为企业同年实际生产的全部工段、产品、原料、规模污染物产生（排放）量之和。

$$E_{\#} = G_{\text{产}} - R_{\text{减}} = \sum (G_{\text{产}i} - R_{\text{减}i}) \\ = \sum [P_{\text{产}} \times M_i (1 - \eta \times k)]$$

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。

实际排放量=计算排放量×（1-废水回用率）

## 4. 污染物排放量核算案例

### 4.1 废水核算案例

某稀土冶炼企业，以南方离子型稀土精矿为主要原料，采用“盐酸溶解+P507/环烷酸（非氨皂）萃取分离”工艺，生产单一稀土氧化物。主要废水污染物为化学需氧量、氨氮、总氮、铅、总磷。该企业基本信息如下：

表 1 某稀土冶炼企业主要信息

	名称	数量
产品及产量	单一稀土氧化物	2000 吨
原料及用量	南方离子型稀土精矿	4000 吨
工艺	盐酸溶解+P507/环烷酸（非氨皂）萃取分离	
污染治理设施	化学沉淀法	
废水回用率	80%	
实际运行率参数	废水处理设施运行时间	7200 小时
	企业年正常生产时间	7200 小时

下面以废水中化学需氧量为例，说明该企业化学需氧量排放量的计算方法，主要分为以下三个步骤。

### (1) 化学需氧量产生量计算

该企业使用盐酸溶解+P507/环烷酸（非氨皂）萃取分离工艺，以南方离子型稀土精矿为原料，产品为单一稀土氧化物。经查表《3232 稀土冶炼行业产排污系数表》，其对应影响因素组合的化学需氧量的产污系数为 34.2 千克/吨-产品。

企业单一稀土氧化物年产量为 2000 吨，可计算化学需氧量产生量：

$$\begin{aligned}
 G_{\text{产}} &= P_{\text{产}} \times M \\
 &= 34.2 \text{ 千克/吨-产品} \times 2000 \text{ 吨}/1000 \\
 &= 68.4 \text{ 吨}
 \end{aligned}$$

### (2) 化学需氧量去除量计算

企业废水末端污染治理措施采用“化学沉淀法”，其平均治理效率查《3232 稀土冶炼行业产排污系数表》为 94%，即  $\eta=94\%$ 。

企业废水末端污染治理设施实际运行效率计算公式为：

$$K = \frac{t}{T} = \frac{7200}{7200} = 1$$

化学需氧量去除量计算公式：

$$\begin{aligned}
 R_{\text{减}} &= G_{\text{产}} \times \eta \times k \\
 &= 68.4 \times 94\% \times 1 \\
 &= 64.296 \text{ 吨}
 \end{aligned}$$

### (3) 化学需氧量排放量计算

企业废水回用率为 80%，则化学需氧量排放量计算：

$$\begin{aligned}
 E_{\text{排}} &= (G_{\text{产}} - R_{\text{减}}) \times (1 - C_{\text{回用}}) \\
 &= (68.4 \text{ 吨} - 64.296 \text{ 吨}) \times (1 - 80\%) \\
 &= 0.8208 \text{ 吨}
 \end{aligned}$$

## 4.2 废气核算案例

某企业从事稀土冶炼生产，以稀土氧化物为主要原料，采用熔盐电解工艺生产单一稀土金属及合金，涉及的废气污染物主要为颗粒物。该企业基本信息如下：

表 2 某稀土冶炼企业主要信息

	名称	数量
产品及产量	单一稀土金属及合金	1000 吨
原料及用量	稀土氧化物	2000 吨
工艺	熔盐电解	
污染治理设施	袋式除尘	
实际运行率参数	废气治理设施运行时间	7200 小时
	企业年正常生产时间	7200 小时

下面以废气中颗粒物为例，说明该企业颗粒物排放量的计算方法，主要分为以下三个步骤。

### (1) 颗粒物产生量计算

该企业采用熔盐电解工艺，主要原料为稀土氧化物，产品为稀土金属及合金，经查表《3232 稀土冶炼行业产排污系数表》其对应影响因素组合的颗粒物产污系数为 14.5 千克/吨-产品。

企业年生产稀土金属及合金 1000 吨，可计算出颗粒物年产生量：

$$\begin{aligned}G_{\text{产}} &= P_{\text{产}} \times M \\ &= 14.5 \text{ 千克/吨-产品} \times 1000 \text{ 吨/1000} \\ &= 14.5 \text{ 吨}\end{aligned}$$

### (2) 颗粒物去除量计算

企业废气末端污染治理措施采用布袋除尘技术，其平均治理效率查表《3232 稀土冶炼行业产排污系数表》为 98%，即  $\eta=98\%$ 。

企业废气末端污染治理设施实际运行效率计算公式为：

$$K = \frac{t}{T} = \frac{7200}{7200} = 1$$

颗粒物去除量计算公式：

$$\begin{aligned}R_{\text{减}} &= G_{\text{产}} \times \eta \times k \\ &= 14.5 \text{ 吨} \times 98\% \times 1 \\ &= 14.21 \text{ 吨}\end{aligned}$$

### (3) 颗粒物排放量计算

$$\begin{aligned}E_{\text{排}} &= G_{\text{产}} - R_{\text{减}} \\ &= 14.5 \text{ 吨} - 14.21 \text{ 吨} \\ &= 0.29 \text{ 吨}\end{aligned}$$

## 5.系数表

3232 稀土冶炼行业系数表

工段名称	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	末端治理技术平均去除效率	参考k值计算公式*1	
/	单一稀土氧化物/单一稀土碳酸盐/单一稀土氯化物	包头混合型稀土精矿	硫酸焙烧+萃取转型+萃取分离	所有规模	废水	工业废水量	吨/吨-产品	44.3	/	/	k=污水处理设施运行时间(小时/年)/正常生产时间(小时/年)
						化学需氧量	千克/吨-产品	37.2	化学沉淀法	94	
						氨氮	千克/吨-产品	142	蒸发结晶法	99.6	
						总氮	千克/吨-产品	148	蒸发结晶法	99.6	
						铅	克/吨-产品	51.1	化学沉淀法	87	
						总磷	千克/吨-产品	0.442	化学沉淀法	93	
					废气	工业废气量	标立方米/吨-产品	52340	/	/	k=废气治理设施运行时间(小时/年)/正常生产时间(小时/年)
						颗粒物	千克/吨-产品	44.2	袋式除尘	98	
						二氧化硫	千克/吨-产品	122	石灰石/石膏法	90	
	氨法	94									

\*1: 该公式仅供参考, 使用时, 可根据k值定义, 选取更适合企业实际情况的表达方式。

工段名称	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	末端治理技术平均去除效率	参考k值计算公式*1
									双碱法	94	
					固废	一般工业固体废物	吨/吨-产品	0.541	贮存/综合利用	/	/
						危险废物	吨/吨-产品	1.254	安全处置	/	/

## 3232 稀土冶炼行业（续 1）

工段名称	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	
/	单一稀土氧化物/单一稀土碳酸盐/单一稀土氯化物	氟碳铈稀土精矿	氧化焙烧+盐酸浸出+萃取分离	所有规模	废水	工业废水量	吨/吨-产品	36.5	/	/	k=污水处理设施运行时间(小时/年)/正常生产时间(小时/年)
						化学需氧量	千克/吨-产品	30.8	化学沉淀法	94	
						氨氮	千克/吨-产品	102	蒸发结晶法	99.6	
						总氮	千克/吨-产品	106	蒸发结晶法	99.6	
						铅	克/吨-产品	27.0	化学沉淀法	87	
						总磷	千克/吨-产品	0.183	化学沉淀法	89	
					废气	工业废气量	标立方米/吨-产品	49800	/	/	k=废气治理设施运行时间(小时/年)/正常生产时间(小时/年)
						颗粒物	千克/吨-产品	105	袋式除尘	98	
						二氧化硫	千克/吨-产品	5.95	直排	0	
					固废	一般工业固体废物	吨/吨-产品	0.281	贮存/综合利用	/	/
						危险废物	吨/吨-产品	0.366	安全处置	/	/

3232 稀土冶炼行业（续 2）

工段名称	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	
/	单一稀土氧化物/单一稀土碳酸盐/单一稀土氯化物	南方离子型稀土精矿	盐酸溶解+P507/环烷酸（非氨皂）萃取分离	所有规模	废水	工业废水量	吨/吨-产品	36.8 <sup>①</sup>	/	/	k=污水处理设施运行时间（小时/年）/正常生产时间（小时/年）
						化学需氧量	千克/吨-产品	34.2	化学沉淀法	94	
						氨氮	千克/吨-产品	0.125	直排	0	
						总氮	千克/吨-产品	0.130	直排	0	
						铅	克/吨-产品	44.3	化学沉淀法	87	
						总磷	千克/吨-产品	0.154	化学沉淀法	85	
					一般工业固体废物	吨/吨-产品	0.112	贮存/综合利用	/	/	

注：①该系数为生产 1~4 种纯度为 99% 以上的稀土产品的数值，生产 5~9 种纯度为 99% 以上的稀土产品时，产污系数为表中数值的 1.5 倍；生产 10 种以上纯度为 99% 以上的稀土产品时，产污系数为表中数值的 2 倍。

3232 稀土冶炼行业（续 3）

工段名称	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	
/	单一稀土氧化物/单一稀土碳酸盐/单一稀土氯化物	南方离子型稀土精矿	盐酸溶解+P507/环烷酸（氨皂）萃取分离	所有规模	废水	工业废水量	吨/吨-产品	48.6 <sup>①</sup>	/	/	k=污水处理设施运行时间（小时/年）/正常生产时间（小时/年）
						化学需氧量	千克/吨-产品	75.6	化学沉淀法	96	
						氨氮	千克/吨-产品	168	蒸发结晶法	99.6	
						总氮	千克/吨-产品	176	蒸发结晶法	99.6	
						铅	克/吨-产品	37.2	化学沉淀法	87	
						总磷	千克/吨-产品	0.164	化学沉淀法	85	
					一般工业固体废物	吨/吨-产品	0.114	贮存/综合利用	/	/	

注：①该系数为生产 1~4 种纯度为 99% 以上的稀土产品的数值，生产 5~9 种纯度为 99% 以上的稀土产品时，产污系数为表中数值的 1.5 倍；生产 10 种以上纯度为 99% 以上的稀土产品时，产污系数为表中数值的 2 倍。

## 3232 稀土冶炼行业（续3）

工段名称	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
/	稀土金属及合金	稀土氧化物	熔盐电解	所有规模	废气	工业废气量	标立方米/吨-产品	23400	/	/	k=废气治理设施运行时间(小时/年)/正常生产时间(小时/年)
						颗粒物	千克/吨-产品	14.5	袋式除尘	98	
					一般工业固体废物	吨/吨-产品	0.0058	贮存/综合利用	/	/	