

3211 铜冶炼业系数手册

1.适用范围

本手册仅用于《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017）中 3211 铜冶炼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、总磷、总铅、总砷、总汞、总铬、总镉、总铜。

本行业废气指标包括：工业废气量、二氧化硫、氮氧化物、颗粒物。

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

废水指标和废气指标的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：

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

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

对于本系数手册未涵盖的末端治理技术，选择处理原理或处理效率最相近的治理技术。

2.4 其他需要说明的问题

(1) 冶炼企业工业废气量为各烟囱（排气筒）所排放废气量之和。

(2) 对于同时使用铜精矿和杂铜为原料的企业，应分别根据不同原料产出的产品产量，按照对应的系数组合核算出污染物产排污量，二者加和即为企业污染物产排污量。

(3) 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。

(4) 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。

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。

3.1 计算工段污染物产生量

(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）这一个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耗量，获取企业实际产品产量或原料耗量。

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。

(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 的产品总量/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

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

其中,

$R_{\text{减}i}$: 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。

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

4. 污染物排放量核算案例

如某铜冶炼企业主要以铜精矿为原料, 生产工艺采用熔池熔炼+PS 转炉吹炼+烟气制酸, 年产阳极铜 12 万吨。该企业废气中颗粒物

的污染治理技术采用布袋除尘；废水中化学需氧量的治理技术采用化学混凝，工业废水回用率 80.0%。

本核算示例以废气中颗粒物和废水中化学需氧量为例，说明该企业污染物排放量的计算方法。

4.1 污染物产生量计算

(1) 查找产污系数及其计量单位

根据企业基本信息，查找本手册中主要产品为：阳极铜，主要原料为：铜精矿，主要工艺为：熔池熔炼+PS 转炉吹炼+烟气制酸，生产规模为：年产量 12 万吨，组合中颗粒物的产污系数为 26.78，单位为千克/吨产品；化学需氧量的产污系数为 622.56，单位为克/吨产品；

(2) 获取企业产品产量

该企业实际情况为：主要产品阳极铜 2017 年产量为 12 万吨。

(3) 计算污染物产生量

颗粒物产生量=颗粒物产污系数×产品（阳极铜）产量=26.78 千克/吨×120000 吨÷1000=3213.6 吨

化学需氧量产生量=化学需氧量产污系数×产品（阳极铜）产量=622.56 克/吨×120000 吨÷1000000=74.71 吨

4.2 污染物排放量计算

(1) 查找治理技术平均去除效率

由于该企业颗粒物治理技术采用布袋除尘，查询布袋除尘的平均去除效率为 98%；化学需氧量治理技术采用化学絮凝，查询化学絮凝的平均去除效率为 70%。

(2) 计算污染治理技术实际运行率

根据查询结果，污染治理设施实际运行率计算公式为：

$$K = \text{污染治理设施年正常运行时间} / \text{企业年正常生产时间}$$

获取企业实际情况如下：该企业 2017 年除尘设备和废水治理设施年运行时间 7920 小时，企业年正常生产时间为 7920 小时。

该企业的布袋除尘设备以及废水治理设施实际运行率为：

$$K = 7920 / 7920 = 1$$

(3) 计算污染物排放量：

废气污染物的计算：污染物年排放量 = 污染物年产生量 × (1 - 末端治理技术去除效率 × K)

$$\text{颗粒物排放量} = 3213.6 \text{ 吨} \times (1 - 98\% \times 1) = 64.27 \text{ 吨}$$

废水污染物的计算：污染物年排放量 = 污染物年产生量 × (1 - 末端治理技术去除效率 × K) × (1 - 废水回用率)

$$\text{化学需氧量排放量} = 74.71 \text{ 吨} \times (1 - 70\% \times 1) \times (1 - 80\%) = 4.48 \text{ 吨}$$

5.系数表

3211 铜冶炼业系数表

工段名称	产品名称	原料名称	工艺名称	规模等级	污染物类别	单位	产污系数	末端治理技术	末端治理技术平均去除效率 (%)	参考 k 值计算公式*1	
熔炼+吹炼+精炼+制酸	阳极铜	铜精矿	闪速熔炼+连续吹炼	所有规模	废水	工业废水量	吨/吨-产品	9.24	/	0	k=废水治理设施年运行时间(小时)/企业年正常生产时间(小时)
						化学需氧量	克/吨-产品	924	化学混凝	70	
						氨氮	克/吨-产品	13.20	生化处理法	30	
						总磷	克/吨-产品	10.56	生化处理法	30	
						总氮	克/吨-产品	132	生化处理法	30	
						铅	克/吨-产品	14.78	化学混凝+沉淀分离	95	
						砷	克/吨-产品	1.85	化学混凝+沉淀分离	95	
						汞	克/吨-产品	0.071	化学混凝+沉淀分离	95	
						镉	克/吨-产品	5.54	化学混凝+沉淀分离	95	
						铜	克/吨-产品	18.48	化学混凝+沉淀分离	95	
						铬	克/吨-产品	0.37	化学混凝+沉淀分离	95	
					废气	工业废气量	立方米/吨-产品	21955	/	0	k=废气治理设施年运行时间(小时)/企业年正常生产时间(小时)
						颗粒物	千克/吨-产品	30.74	电袋组合	99	
									湿式除雾	98	
二氧化硫	千克/吨-产品	27.07	石灰/石膏法	90							
			氨法	90							

*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	污染物类别		单位	产污系数	末端治理技术	末端治理技术平均去除效率 (%)	参考 k 值计算公式*1
熔炼+吹炼+精炼+制酸	阳极铜	铜精矿	闪速熔炼+P S 转炉吹炼	所有规模		氮氧化物	千克/吨-产品	1.76	双氧水脱硫	90	k=废水治理设施年运行时间(小时)/企业年正常生产时间(小时))
									双碱法	90	
									/	0	
					固体废物	一般工业固废	吨/吨-产品	3.11			
						危险废物	吨/吨-产品	0.083			
					废水	工业废水量	吨/吨-产品	7.90	/	0	
						化学需氧量	克/吨-产品	638	化学混凝	70	
						氨氮	克/吨-产品	25.20	生化处理法	30	
						总磷	克/吨-产品	2.70	生化处理法	30	
						总氮	克/吨-产品	83.90	生化处理法	30	
铅	克/吨-产品	8.50	化学混凝+沉淀分离	95							
砷	克/吨-产品	7.00	化学混凝+沉淀分离	95							
汞	克/吨-产品	0.020	化学混凝+沉淀分离	95							
镉	克/吨-产品	1.68	化学混凝+沉淀分离	95							
铜	克/吨-产品	10.30	化学混凝+沉淀分离	95							
废气	铬	克/吨-产品	0.53	化学混凝+沉淀分离	95						
	废气量	立方米/吨-产品	23120	/	0						
	颗粒物	千克/吨-产品	25.80	电袋组合	99						
湿式除雾				98							

工段名称	产品名称	原料名称	工艺名称	规模等级	污染物类别		单位	产污系数	末端治理技术	末端治理技术平均去除效率 (%)	参考 k 值计算公式*1
					二氧化硫	千克/吨-产品	26.40	石灰/石膏法	90	时)/企业年正常生产时间(小时)	
								氨法	90		
								双氧水脱硫	90		
								双碱法	90		
						氮氧化物	千克/吨-产品	1.52	/	0	
					固体废物	一般工业固废	吨/吨-产品	2.85			
危险废物	吨/吨-产品	0.080									
熔炼+吹炼+精炼+制酸	阳极铜	铜精矿	熔池熔炼+连续吹炼	所有规模	废水	工业废水量	吨/吨-产品	9.50	/	0	k=废水治理设施年运行时间(小时)/企业年正常生产时间(小时))
						化学需氧量	克/吨-产品	940	化学混凝	70	
						氨氮	克/吨-产品	29.95	生化处理法	30	
						总磷	克/吨-产品	4.29	生化处理法	30	
						总氮	克/吨-产品	90.10	生化处理法	30	
						铅	克/吨-产品	9.030	化学混凝+沉淀分离	95	
						砷	克/吨-产品	9.94	化学混凝+沉淀分离	95	
						汞	克/吨-产品	0.15	化学混凝+沉淀分离	95	
						镉	克/吨-产品	2.03	化学混凝+沉淀分离	95	
						铜	克/吨-产品	20.30	化学混凝+沉淀分离	95	
						铬	克/吨-产品	0.74	化学混凝+沉淀分离	95	
废气	工业废气量	立方米/吨-产品	25899	/	0						

工段名称	产品名称	原料名称	工艺名称	规模等级	污染物类别		单位	产污系数	末端治理技术	末端治理技术平均去除效率 (%)	参考 k 值计算公式*1		
					颗粒物	千克/吨-产品	26.19	电袋组合	99	k=废气治理设施年运行时间(小时)/企业年正常生产时间(小时)			
								湿式除雾	98				
								二氧化硫	千克/吨-产品		33.52	石灰/石膏法	90
												氨法	90
												双氧水脱硫	90
					双碱法	90							
					氮氧化物	千克/吨-产品	1.54	/	0				
固体废物	一般工业固废	吨/吨-产品	3.25										
	危险废物	吨/吨-产品	0.060										
熔炼+吹炼+精炼+制酸	阳极铜	铜精矿	熔池熔炼+P S转炉吹炼	所有规模	废水	废水量	吨/吨-产品	7.20	/	0	k=废水治理设施年运行时间(小时)/企业年正常生产时间(小时)		
						化学需氧量	克/吨-产品	622	化学混凝	70			
						氨氮	克/吨-产品	23.40	生化处理法	30			
						总磷	克/吨-产品	3.27	生化处理法	30			
						总氮	克/吨-产品	70.50	生化处理法	30			
						铅	克/吨-产品	6.71	化学混凝+沉淀分离	95			
						砷	克/吨-产品	10.16	化学混凝+沉淀分离	95			
						汞	克/吨-产品	0.12	化学混凝+沉淀分离	95			
						镉	克/吨-产品	1.51	化学混凝+沉淀分离	95			
						铜	克/吨-产品	15.11	化学混凝+沉淀分离	95			
						铬	克/吨-产品	0.60	化学混凝+沉淀分离	95			

工段名称	产品名称	原料名称	工艺名称	规模等级	污染物类别		单位	产污系数	末端治理技术	末端治理技术平均去除效率 (%)	参考 k 值计算公式*1
					废气	废气量	立方米/吨-产品	29178	/	0	k=废气治理设施年运行时间（小时）/企业年正常生产时间（小时）
						颗粒物	千克/吨-产品	26.78	电袋组合	99	
									湿式除雾	98	
						二氧化硫	千克/吨-产品	37.60	石灰/石膏法	90	
									氨法	90	
									双氧水脱硫	90	
					双碱法	90					
					氮氧化物	千克/吨-产品	2.32	/	0		
固体废物	一般工业固废	吨/吨-产品	3.20								
	危险废物	吨/吨-产品	0.098								
精炼	阳极铜	粗铜	阳极炉精炼	所有规模	废气量	立方米/吨-产品	1150	/	0	k=废气治理设施年运行时间（小时）/企业年正常生产时间（小时）	
					颗粒物	千克/吨-产品	0.070	电袋组合	99		
								湿式除雾	98		
					二氧化硫	千克/吨-产品	0.56	石灰/石膏法	90		
								氨法	90		
								双氧水脱硫	90		
双碱法	90										
氮氧化物	千克/吨-产品	0.21	/	0							

工段名称	产品名称	原料名称	工艺名称	规模等级	污染物类别	单位	产污系数	末端治理技术	末端治理技术平均去除效率 (%)	参考 k 值计算公式*1	
火法熔炼	粗铜	废杂铜（低品位杂铜）	火法熔炼	所有规模	废水	工业废水量	吨/吨-产品	0.40	/	0	k=废水治理设施年运行时间（小时）/企业年正常生产时间（小时）
						化学需氧量	克/吨-产品	37.32	生化处理法	70	
						氨氮	克/吨-产品	3.99		90	
						总磷	克/吨-产品	5		90	
						总氮	克/吨-产品	132		90	
						铅	克/吨-产品	0.028		物理化学法	
						砷	克/吨-产品	0.048	95		
						汞	克/吨-产品	0.029	95		
						镉	克/吨-产品	0.0060	95		
						铬	克/吨-产品	0.63	95		
					铜	克/吨-产品	0.0028	95			
					废气	工业废气量	立方米/吨-产品	10897	/	0	k=废气治理设施年运行时间（小时）/企业年正常生产时间（小时）
						颗粒物	千克/吨-产品	31.07	布袋除尘	98	
						二氧化硫	千克/吨-产品	9.82	石灰/石膏法	90	
									氨法	90	
双氧水脱硫	90										
双碱法	90										
氮氧化物	千克/吨-产品	0.69	/	0							

工段名称	产品名称	原料名称	工艺名称	规模等级	污染物类别	单位	产污系数	末端治理技术	末端治理技术平均去除效率 (%)	参考 k 值计算公式*1	
火法精炼	阳极铜	废杂铜（高品位杂铜）	一段法（火法精炼）	所有规模	废水	工业废水量	吨/吨-产品	0.17	/	0	k=废水治理设施年运行时间（小时）/企业年正常生产时间（小时）
						化学需氧量	克/吨-产品	37.30	生化处理法		
						氨氮	克/吨-产品	3.99		90	
						总磷	克/吨-产品	5		90	
						氮	克/吨-产品	132		90	
						铅	克/吨-产品	0.028	物理化学法	95	
						砷	克/吨-产品	0.048		95	
						汞	克/吨-产品	0.029		95	
						镉	克/吨-产品	0.0060		95	
						铬	克/吨-产品	0.63		95	
					铜	克/吨-产品	0.0028	95			
					废气	工业废气量	立方米/吨-产品	9500	/	0	
						颗粒物	千克/吨-产品	16.72	布袋除尘	98	
						二氧化硫	千克/吨-产品	7.43	石灰/石膏法	90	
氨法	90										
双氧水脱硫											
双碱法											

工段名称	产品名称	原料名称	工艺名称	规模等级	污染物类别		单位	产污系数	末端治理技术	末端治理技术平均去除效率 (%)	参考 k 值计算公式*1
						氮氧化物	千克/吨-产品	1.15	—	—	
火法熔炼	粗铜	含铜废料	火法熔炼	所有规模	废水	工业废水量	吨/吨-产品	7.59	/	0	k=废水治理设施年运行时间（小时）/企业年正常生产时间（小时）
						化学需氧量	克/吨-产品	1702	生化处理法	75	
						氨氮	克/吨-产品	3.06		90	
						总磷	克/吨-产品	4.46		90	
						总氮	克/吨-产品	9.68		90	
						铅	克/吨-产品	0.0060		物理化学法	
						砷	克/吨-产品	0.31	95		
						汞	克/吨-产品	0.52	95		
						镉	克/吨-产品	5.42	95		
						铬	克/吨-产品	0.12	95		
					铜	克/吨-产品	140	95			
					废气	工业废气量	立方米/吨-产品	10686	/	0	
						颗粒物	千克/吨-产品	5.63	布袋除尘	98	k=废气治理设施年运行时间（小时）/企业年正常生产时间（小时）
二氧化硫	千克/吨-产品	13.48	石灰/石膏法	90							
			氨法								
								双氧水脱硫			

工段名称	产品名称	原料名称	工艺名称	规模等级	污染物类别		单位	产污系数	末端治理技术	末端治理技术平均去除效率 (%)	参考 k 值计算公式*1
						氮氧化物	千克/吨-产品	0.68	双碱法 /	0	
电解	阴极铜	阳极铜	电解	所有规模	工业废气量		立方米/吨-产品	2415	/	0	
堆浸-萃取	电积铜	铜矿石	堆浸-萃取-电积	所有规模	工业废水量		吨/吨-产品	260	/	0	k=废水治理设施年运行时间（小时）/企业年正常生产时间（小时）
					化学需氧量		克/吨-产品	7863	物理化学法	30	
					氨氮		克/吨-产品	1276		10	
					铅		克/吨-产品	4200		95	
					砷		克/吨-产品	10330		95	
					汞		克/吨-产品	2.70		95	
					镉		克/吨-产品	920		95	
					铜		克/吨-产品	15420		95	
					铬		克/吨-产品	5.50		95	

注：表中废气污染物类别中，铅砷汞镉铬等重金属包括其化合物形态；废水污染物类别中，铅砷汞镉铜铬分别指总铅、总砷、总汞、总镉、总铜、总铬。