

# 锑行业清洁生产评价指标体系

---

国家发展和改革委员会  
环境保护部 发布  
工业和信息化部

---

## 目 次

前 言.....	III
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 评价指标体系.....	2
5 评价方法.....	15
6 指标解释与数据来源.....	16

---

## 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》，指导和推动锑采选、冶炼和锑白（三氧化二锑）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，制定锑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级为国内清洁生产基本水平。随着技术的不断进步和发展，本评价指标体系将适时修订。

本指标体系起草单位：北京矿冶研究总院、中国环境科学研究院、锡矿山闪星锑业有限公司、河池市生富冶炼有限责任公司。

本指标体系由国家发展和改革委员会、环境保护部会同工业和信息化部负责解释。

## 1 适用范围

本评价指标体系规定了锑采选、冶炼和锑白（三氧化二锑）生产企业清洁生产的一般要求。本评价指标体系将清洁生产标准指标分成生产工艺与设备指标、资源与能源消耗指标、资源综合利用指标、污染物产生指标、产品特征指标（矿山生态保护指标）、清洁生产管理指标。

本指标体系适用于锑采选、冶炼和锑白（三氧化二锑）生产企业清洁生产审核、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、环境领跑者等管理制度。

## 2 规范性引用文件

本指标体系内容引用了下列文件中的条款。凡不注明日期的引用文件，其有效版本适用于指标体系。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 21349 锑冶炼企业单位产品能源消耗限额

GB 30770 锡、锑、汞工业污染物排放标准

GB/T 469 铅锭

GB/T 1599 锑锭

GB/T 4062 三氧化二锑

GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

HJ 618 环境空气 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 的测定重量法

YST 385 锑精矿质量标准

YS/T 882 铅锑精矿

YS/T 767 锑精矿单位产品能源消耗限额

《清洁生产评价指标体系编制通则》(试行稿) 国家发展改革委、环境保护部、工业和信息化部 2013 年第 33 号公告)

## 3 术语和定义

GB 8978、GB 21349、GB 30770、GB/T 469、GB/T 1599、GB/T 4062 及《清洁生产评价指标体系编制通则》(试行稿) 所确立的以及下列术语和定义适用于本指标体系。

### 3.1 锑行业

本指标体系所指锑行业包括锑采矿企业、锑选矿企业、锑冶炼企业和锑白（三氧化二锑）生产企业，不包括以废旧锑为原料的再生冶炼企业。

### 3.2 限定性指标

指对清洁生产有重大影响或者法律法规明确规定必须严格执行、在对锑生产企业进行清洁生产水平评定时必须首先满足的先决指标。本指标体系将限定性指标确定为：单位产品综合能耗、单位产品新鲜水耗、采矿回采率、选矿回收率、冶炼回收率、工业用水重复利用率、单位产品特征污染物产生量、环境法律法规标准、废物处理处置、环境应急等指标。

### 3.3 矿井有效风量率

坑内有效风量占总通风量的百分率。

### 3.4 开采回采率

从某一采场或矿块内采出的矿石（或金属）总量与此采场或矿块拥有的矿石（或金属）总储量的比值。

### 3.5 单位产品综合能耗

采矿、选矿、冶炼和锑白（三氧化二锑）生产工艺能源单耗与采矿、选矿、冶炼和锑白（三氧化二锑）生产工艺单位辅助能耗及损耗分摊量之和。

### 3.6 单位产品新鲜水耗

生产单位产品或完成单位工作量而消耗的新水量。

### 3.7 废石综合利用率

回收利用的废石量与同期废石产生量之比。

### 3.8 土地复垦率

已恢复面积与被破坏土地面积之比（以百分率表示）。

### 3.9 选矿回收率

精矿中的金属(有用组分)的数量与原矿中金属(有用组分)的数量的百分比。

### 3.10 工业用水重复利用率

在生产过程中使用的重复利用水量与总用水量的百分比。

### 3.11 尾矿综合利用率

尾矿综合回收利用量与同期尾矿产生量的百分比。

### 3.12 冶炼回收率

冶炼过程回收的有价组分量占原料中该组分总量的百分数。

### 3.13 工业固废综合利用率

冶炼过程中产生的工业固废综合回收利用量与同期工业固废产生量的百分比。

### 3.14 总硫利用率

原料中的硫在冶炼过程中通过各种回收方式进行综合利用所达到的利用率，不包括进入水淬渣中的硫、废气末端治理产生的废渣及尾气排入环境中的硫；废气中低浓度二氧化硫治理回收生产副产品，计入总硫利用率。

### 3.15 挥发熔炼

在熔炼过程中生成的金属或其化合物挥发出来并经冷凝收集的熔炼方法。

### 3.16 挥发焙烧

加热炉料在低于其熔点的温度下，通入空气或反应剂使炉料中某些成分生成挥发性化合物的焙烧方法。

## 4 评价指标体系

### 4.1 指标选取说明

本评价指标体系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”和“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，用于考核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。

#### 4.2 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。

在定量评价指标中，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。本评价指标体系确定各定量评价指标的评价基准值的依据是：凡国家或行业在有关政策、规划等文件中对该项指标已有明确要求的就执行国家要求的数值；凡国家或行业对该项指标尚无明确要求的，则选用国内大中型锑采矿企业、锑选矿企业、锑冶炼企业和锑白（三氧化二锑）生产企业近年来清洁生产所实际达到的中上等以上水平的指标值。因此，本定量评价指标体系的评价基准值代表了行业清洁生产的先进水平。

在定性评价指标体系中，衡量该项指标是否贯彻执行国家有关政策、法规的情况，按“是”或“否”两种选择来评定。

#### 4.3 指标体系

锑采矿企业、锑选矿企业、锑冶炼企业和锑白（三氧化二锑）生产企业清洁生产评价指标体系的各评价指标、评价基准值和权重值见表 1~表 5。

表 1 锑矿采矿企业评价指标项目、权重及基准值

序号	一级指标	一级指标权重值	二级指标	单位	二级指标权重值	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值	
1	生产工艺与设备指标	0.30	生产工艺	/	0.3	根据矿石赋存条件、地质条件和经济合理性选择最适合的采矿工艺			
2			生产装备	/	0.3	采用大型化，效率高、能耗低的采矿装备			
3			通风	/	0.2	矿井建立机械通风系统；进入矿井的空气无有毒、有害物质的污染；矿井通风系统的有效风量率不低于 60%			
4			排水	/	0.2	满足最大矿坑涌水量排水要求	符合有色金属矿山地下开采生产技术规程		
5	资源与能源消耗指标	0.24	单位产品综合能耗※	kgce/t 采(掘)量	0.5	硫化锑、硫氧化混合矿	≤2.88	≤3.2	≤3.52
						脆硫铅锑矿、锡锑多金属矿(开采深度≤250m)	≤3.5	≤5	≤6
						脆硫铅锑矿、锡锑多金属矿(500m≥开采深度>250m)	≤6	≤7.5	≤8.5
						脆硫铅锑矿、锡锑多金属矿(750m≥开采深度>500m)	≤8.5	≤10	≤11
						脆硫铅锑矿、锡锑多金属矿(开采深度>750m)	≤11	≤12.5	≤13.5
6			单位产品新鲜水耗※	m <sup>3</sup> /t 原矿	0.5	≤0.3	≤0.4	≤0.5	
7	资源综合利用指标	0.22	开采回采率※	%	0.6	≥90	≥88	≥85	
8			废石综合利用率	%	0.4	≥60	≥40	≥20	
9	污染物产生指标	0.04	作业场所粉尘浓度	mg/m <sup>3</sup>	1.0	≤1	≤2.5	≤5	
10	矿山生态保护指标	0.10	复垦率	%	1.0	≥90	≥85	≥50	

11	清洁生产 管理指标	0.10	环境法律法规标准※		/	0.2	生产工艺和装备符合产业政策要求，污染物排放达到排放标准、符合总量控制和排污许可证管理要求，严格执行建设项目环境影响评价制度和建设项目环保“三同时”制度
12			废物处理处置※		/	0.2	根据固体废物性质鉴别的结果，一般工业固体废物按照 GB18599 的要求进行处置，危险废物按照 GB18597，GB18598 等的要求进行处置
13			组织机构		/	0.1	建立健全专门环保管理机构，配备专职管理人员，开展环境保护和清洁生产有关工作
14			清洁生产 审核	审核管理文件及 审核周期、验收	/	0.2	按照 GB/T 24001 建立并有效运行环境管理体系，环境管理手册、程序文件及作业文件齐备，定期完成新一轮清洁生产审核，审核方案全部实施，并通过验收
15			环保设施运行管理		/	0.1	环保设施正常运行，无跑、冒、滴、漏现象，设立环保标识，环保设施运行台账齐全
16			环境应急※		/	0.2	编制环境风险应急预案，并进行备案，定期开展环境风险应急演练，可及时应对重大环境污染事故发生

注：带※的指标为限定性指标。



表 2 铋矿选矿企业评价指标项目、权重及基准值

序号	一级指标	一级指标权重值	二级指标		单位	二级指标权重值	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值
1	生产工艺与设备指标	0.30	生产工艺		/	0.2	采用先进、适用的选矿工艺和技术		
2			生产装备		/	0.2	采用具有大型化、一定自动化程度、效率高、能耗低的国际先进水平的选矿装备		
3			生产作业地面防渗措施		/	0.2	具备		
4			事故性渗漏防范措施		/	0.2	具备		
5			共伴生矿产资源综合利用措施和设施		/	0.2	具备		
6	资源与能源消耗指标	0.16	单位产品综合能耗※	硫化铋、硫化氧化混合矿	kgce/t 原矿	0.5	≤2.5	≤2.75	≤3
							≤2.57	≤2.85	≤3.14
							≤2.7	≤3	≤3.3
							≤3	≤3.5	≤4
							≤3	≤3.3	≤3.5
7	单位产品新鲜水耗※	脆硫铅铋矿、锡铋多金属矿	m <sup>3</sup> /t 原矿	0.5	≤12	≤13	≤14		
					≤2	≤3	≤4		
8	资源综合利用指标	0.24	选矿回收率※	铋（硫化铋矿）	%	0.3	≥90	≥85	≥80
				铋（混合（难选）矿和脆硫铅铋矿）			≥80	≥75	≥70
				可回收共伴生有价金属			≥80	≥75	≥70
				工业用水重复利用率※			≥85	≥80	≥75

11			尾矿综合利用率		%	0.2	≥30	≥20	≥15			
12			作业场所粉尘浓度		mg/m <sup>3</sup>	0.1	≤1	≤2.5	≤5			
13	污染物产生指标	0.16	单位产品特征污染物产生量(废水)※	硫化锑矿 <sup>+</sup>	Pb	g/t 原矿 <sup>+</sup>	0.15	≤0.8	≤0.96	≤1.12		
					Hg	g/t 原矿 <sup>+</sup>	0.15	≤0.02	≤0.024	≤0.028		
					Cd	g/t 原矿 <sup>+</sup>	0.15	≤0.08	≤0.096	≤0.112		
					As	g/t 原矿 <sup>+</sup>	0.15	≤0.4	≤0.48	≤0.56		
					Sb	g/t 原矿 <sup>+</sup>	0.15	≤1.2	≤1.44	≤1.68		
					COD	g/t 原矿 <sup>+</sup>	0.15	≤240	≤288	≤336		
14						混合(难选)矿和脆硫铅锑矿 <sup>+</sup>	Pb	g/t 原矿 <sup>+</sup>	0.15	≤1.2	≤1.4	≤1.6
							Hg	g/t 原矿 <sup>+</sup>	0.15	≤0.03	≤0.035	≤0.04
							Cd	g/t 原矿 <sup>+</sup>	0.15	≤0.12	≤0.14	≤0.16
							As	g/t 原矿 <sup>+</sup>	0.15	≤0.6	≤0.7	≤0.8
							Sb	g/t 原矿 <sup>+</sup>	0.15	≤1.8	≤2.1	≤2.4
							COD	g/t 原矿 <sup>+</sup>	0.15	≤360	≤420	≤480
15	产品特征指标	0.04	锑精矿化学成分量		/	1	符合 YST385 锑精矿的质量标准					
			铅锑精矿化学成分量				符合 YST882 铅锑精矿的质量标准					
16	清洁生产管理指标	0.10	环境法律法规标准※		/	0.2	生产工艺和装备符合产业政策要求, 污染物排放达到排放标准、符合总量控制和排污许可证管理要求, 严格执行建设项目环境影响评价制度和建设项目环保“三同时”制度					
17			废物处理处置※		/	0.2	采取专用尾矿库, 具有完善的集、回水措施和排洪措施, 尾矿库坝面和坝坡采取覆盖等措施并有专人维护管理, 根据固体废物性质鉴别的结果, 一般工业固体废物按照 GB18599 的要求进行处置, 危险废物按照 GB18597, GB18598 等的要求进行处置					
18			组织机构		/	0.1	建立健全专门环保管理机构, 配备专职管理人员, 开展环境保护和清洁生产有关工作					
19			清洁生产审核	审核管理文件及审核周期、验收	/	0.2	按照 GB/T 24001 建立并有效运行环境管理体系, 环境管理手册、程序文件及作业文件齐备, 定期完成新一轮清洁生产审核, 审核方案全部实施, 并通过验收					
20			环保设施运行管理		/	0.1	环保设施正常运行, 无跑、冒、滴、漏现象, 设立环保标识, 环保设施运行台账齐全					
21			环境应急※		/	0.2	编制环境风险应急预案, 并进行备案, 定期开展环境风险应急演练, 可及时应对重大环境污染事故发生					

注：（1）带※的指标为限定性指标。  
（2）污染物产生指标中废水的相关指标均指尾矿库废水量及回水口处污染物浓度等相关指标。  
（3）多金属矿单位产品新鲜水耗指标按照分配到锑精矿的新鲜用水量核定。

表 3 硫化锑、硫氧化混合锑精矿冶炼企业评价指标项目、权重及基准值

序号	一级指标	一级指标权重值	二级指标	单位	二级指标权重值	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值	
1	生产工艺与设备指标	0.30	冶炼工艺	/	0.4	富氧挥发熔炼工艺	挥发熔炼工艺	挥发焙烧工艺	
2			精炼反射炉	m <sup>2</sup>	0.2	≥18	≥15	≥10	
3			鼓风炉	m <sup>2</sup>	0.2	≥4	≥3	≥1	
			平炉			≥12	≥10	≥8	
4			废气的收集与处理	/	0.1	具有防止废气逸出措施。在易产生废气无组织排放的位置设有废气收集净化装置			
5			粉状物料输送	/	0.05	采用封闭式仓储，贮存仓库配通风设施，采用封闭式输送			
6	余热利用装置	/	0.05	具有余热锅炉或其他余热利用装置					
7	资源与能源消耗指标	0.16	单位产品综合能耗※	kgce/t (锑锭)	0.5	≤1000	≤1030		
8			单位产品新鲜水耗※	m <sup>3</sup> /t (锑锭)	0.5	≤15	≤20	≤30	
9	资源综合利用指标	0.24	冶炼回收率※	%	0.4	≥93	≥92	≥90	
10						锑(硫氧化混合矿)	≥96		≥95
						锑(硫化锑矿)	0.2	≥90	≥85
可回收共伴生有价金属									
11	工业用水重复利用率※	%	0.2	≥98	≥95				
12	工业固体废物综合利用率	%	0.2	≥90	≥80	≥75			
13	污染物产生指标	0.16	单位产品特征污染物产生量(废气)※	Pb	g/t (锑锭)	0.12	≤25.2	≤31.5	
14				Hg	g/t (锑锭)	0.12	≤0.47	≤0.63	
				Cd	g/t (锑锭)	0.12	≤2.52	≤3.15	

15				As	g/t (锑锭)	0.16	≤25.2	≤31.5	
16				Sb	g/t (锑锭)	0.16	≤189	≤252	
17				二氧化硫	kg/t (锑锭)	0.16	≤6.3	≤25.2	
18				氮氧化物	kg/t (锑锭)	0.16	≤6.3	≤12.6	
19	原料与产品特征指标	0.04	锑锭		/	1	符合 GB/T1599 相应牌号锑锭的质量标准		
20	清洁生产管理指标	0.10	环境法律法规标准※		/	0.2	生产工艺和装备符合产业政策要求, 污染物排放达到排放标准、符合总量控制和排污许可证管理要求, 严格执行建设项目环境影响评价制度和建设项目环保“三同时”制度		
21			废物处理处置※		/	0.2	根据固体废物性质鉴别的结果, 一般工业固体废物按照 GB18599 的要求进行处置, 危险废物按照 GB18597, GB18598 等的要求进行处置		
22			组织机构		/	0.1	建立健全专门环保管理机构, 配备专职管理人员, 开展环境保护和清洁生产有关工作		
23			清洁生产审核	审核管理文件及审核周期、验收	/	0.2	按照 GB/T 24001 建立并有效运行环境管理体系, 环境管理手册、程序文件及作业文件齐备, 定期完成新一轮清洁生产审核, 审核方案全部实施, 并通过验收		
24									
25			环保设施运行管理		/	0.1	环保设施正常运行, 无跑、冒、滴、漏现象, 设立环保标识, 环保设施运行台账齐全		
26	环境应急※		/	0.2	编制环境风险应急预案, 并进行备案, 定期开展环境风险应急演练, 可及时应对重大环境污染事故发生				
<p>注: (1) 带※的指标为限定性指标。  (2) 锑冶炼采用挥发熔炼工艺, 布袋收尘器作为生产设施, 收下的锑氧粉为下一段工序的原料, 污染物产生指标均指废气排口的相关指标。  (3) 单位能耗计算按照 GB21349-2014 锑冶炼企业单位产品能耗消耗限额第 5 款统计范围、计算方法及计算范围计算。</p>									

表 4 脆硫铅锑矿冶炼企业评价指标项目、权重及基准值

序号	一级指标	一级指标权重值	二级指标		单位	二级指标权重值	I级基准值	II级基准值	III级基准值
1	生产工艺与设备指标	0.30	冶炼工艺		/	0.4	熔池熔炼工艺和旋涡柱连续熔炼工艺		
2			精炼反射炉		m <sup>2</sup>	0.3	≥18	≥14	≥10
3			废气的收集与处理		/	0.1	具有防止废气逸出措施。在易产生废气无组织排放的位置设有废气收集净化装置		
4			粉状物料输送		/	0.1	采用封闭式仓储，贮存仓库配通风设施，采用封闭式输送		
5			余热利用装置		/	0.1	具有余热锅炉或其他余热利用装置		
6	资源与能源消耗指标	0.16	单位产品综合能耗※		kgce/t (锑锭、铅锭、高铅锑锭)	0.5	≤1800	≤1900	≤2100
7			单位产品新鲜水耗※		m <sup>3</sup> /t (锑锭、铅锭、高铅锑锭)	0.5	≤30	≤35	≤40
8	资源综合利用指标	0.24	冶炼回收率※	锑	%	0.2	≥90	≥85	≥80
9				铅		0.2	≥95	≥90	≥88
10				其他有价金属		0.1	≥85		≥80
11			工业用水重复利用率※		%	0.2	≥98		≥95
12			工业固体废物综合利用率		%	0.2	≥90	≥80	≥75
13			总硫利用率		%	0.1	≥96	≥95	≥94
14	污染物产生指标	0.16	单位产品特征污染物产生量(废水)※	Pb	g/t (锑锭、铅锭、高铅锑锭)	0.1	≤7.5	≤10	
15				Hg	g/t (锑锭、铅锭、高铅锑锭)	0.05	≤0.025	≤0.05	
16				Cd	g/t (锑锭、铅锭、高铅锑锭)	0.05	≤3.5	≤4.5	

17				As	g/t (锑锭、铅锭、高铅锑锭)	0.1	≤3.75	≤5
18				Sb	g/t (锑锭、铅锭、高铅锑锭)	0.1	≤12.5	≤15
19			单位产品特征污染物产生量 (废气)※	Pb	g/t (锑锭、铅锭、高铅锑锭)	0.1	≤100.8	≤126
20				Hg	g/t (锑锭、铅锭、高铅锑锭)	0.05	≤0.47	≤0.63
21				Cd	g/t (锑锭、铅锭、高铅锑锭)	0.05	≤2.52	≤3.15
22				As	g/t (锑锭、铅锭、高铅锑锭)	0.1	≤25.2	≤31.5
23				Sb	g/t (锑锭、铅锭、高铅锑锭)	0.1	≤189	≤252
24				二氧化硫	kg/t (锑锭、铅锭、高铅锑锭)	0.1	≤6.3	≤25.2
25				氮氧化物	kg/t (锑锭、铅锭、高铅锑锭)	0.1	≤6.3	≤12.6
26	原料与产品特征指标	0.04		锑锭	/	0.5	符合 GB/T1599 锑锭的质量标准	
27			铅锭	/	0.5	符合 GB/T469 铅锭的质量标准		
28	清洁生产管理指标	0.10	环境法律法规标准※	/	0.2	生产工艺和装备符合产业政策要求, 污染物排放达到排放标准、符合总量控制和排污许可证管理要求, 严格执行建设项目环境影响评价制度和建设项目环保“三同时”制度		
29			废物处理处置※	/	0.2	根据固体废物性质鉴别的结果, 一般工业固体废物按照 GB18599 的要求进行处置, 危险废物按照 GB18597, GB18598 等的要求进行处置		
30			组织机构	/	0.1	建立健全专门环保管理机构, 配备专职管理人员, 开展环境保护和清洁生产有关工作		

31			清洁生产审核	审核管理文件及审核周期、验收	/	0.2	按照 GB/T 24001 建立并有效运行环境管理体系，环境管理手册、程序文件及作业文件齐备，定期完成新一轮清洁生产审核，审核方案全部实施，并通过验收
32							
33			环保设施运行管理		/	0.1	环保设施正常运行，无跑、冒、滴、漏现象，设立环保标识，环保设施运行台账齐全
34			环境应急※		/	0.2	编制环境风险应急预案，并进行备案，定期开展环境风险应急演练，可及时应对重大环境污染事故发生
<p>注：（1）带※的指标为限定性指标。  （2）污染物产生指标中废水的相关指标均指进入废水处理总站的废水，不包含生产循环用水。  （3）铈冶炼采用挥发熔炼工艺，布袋收尘器作为生产设施，收下的铈氧粉为下一段工序的原料，污染物产生指标均指废气排口的相关指标。</p>							



表 5 铋白（三氧化二铋）生产企业评价指标项目、权重及基准值

序号	一级指标	一级指标权重值	二级指标		单位	二级指标权重值	I级基准值	II级基准值	III级基准值
1	生产工艺与设备指标	0.30	生产工艺与装备		/	0.8	采用先进的生产工艺和技术，采用自动化程度高、机械性能好、效率高、能耗低设备		
2			废气的收集与处理		/	0.2	具有防止废气逸出措施。在易产生废气无组织排放的位置设有废气收集净化装置		
3	资源与能源消耗指标	0.16	单位产品综合能耗※	间接法（以精铋为原料）	Kgce/t（铋白）	1	≤15		≤20
4	资源综合利用指标	0.24	冶炼回收率（铋）※	间接法（以精铋为原料）	%	0.7	≥99.2	≥99.1	≥99
5			工业固体废物综合利用率		%	0.3	≥90	≥80	≥75
6	污染物产生指标	0.16	单位产品特征污染物产生量（废气）※	Sb（间接法（以精铋为原料））	g/t（铋白）	1	≤8	≤16	≤20
7	原料与产品特征指标	0.04	铋白（三氧化二铋）		/	1	符合 GB/T 4062 的质量要求		
8	清洁生产管理指标	0.10	环境法律法规标准※		/	0.2	生产工艺和装备符合产业政策要求，污染物排放达到排放标准、符合总量控制和排污许可证管理要求，严格执行建设项目环境影响评价制度和建设项目环保“三同时”制度		
9			废物处理处置※		/	0.2	根据固体废物性质鉴别的结果，一般工业固体废物按照 GB18599 的要求进行处置，危险废物按照 GB18597，GB18598 等的要求进行处置		
10			组织机构		/	0.1	建立健全专门环保管理机构，配备专职管理人员，开展环境保护和清洁生产有关工作		
11			清洁生产审核	审核管理文件及审核周期、验收	/	0.2	按照 GB/T 24001 建立并有效运行环境管理体系，环境管理手册、程序文件及作业文件齐备，定期完成新一轮清洁生产审核，审核方案全部实施，并通过验收		
12			环保设施运行管理		/	0.1	环保设施正常运行，无跑、冒、滴、漏现象，设立环保标识，环保设施运行台账齐全		
13			环境应急※		/	0.2	编制环境风险应急预案，并进行备案，定期开展环境风险应急演练，可及时应对重大环境污染事故发生		
<p>注：（1）带※的指标为限定性指标。                  （2）铋白生产采用氧化挥发工艺，布袋收尘器作为生产设施，收下的铋白粉为产品，污染物产生指标均指废气排口的相关指标。</p>									

## 5 评价方法

### 5.1 二级指标权重值调整

当铋行业企业实际生产过程中某类一级指标项下二级指标项数少于表中相同一级指标项下二级指标项数时,需对该类一级指标项下各二级指标分权重值进行调整,调整后的二级指标分权重值计算公式为:

$$\omega'_{ij} = \omega_{ij} \cdot \left( W_i / \sum_{j=1}^{n_i} \omega''_{ij} \right) \quad (5-1)$$

式中:  $\omega'_{ij}$ —为调整后的二级指标项分权重值;  $\omega_{ij}$ —为原二级指标分权重值;  $W_i$ —为第*i*项一级指标的权重值;  $\omega''_{ij}$ 为实际参与考核的属于该一级指标项下的二级指标得分权重值;  $i$ —为一级指标项数,  $i=1, \dots, m$ ;  $j$ —为二级指标项数,  $j=1, \dots, n_i$ 。

### 5.2 隶属函数建立

不同清洁生产指标由于不同,不能直接比较,需要建立原始指标的函数。

$$Y_{g_k}(X_{ij}) = \begin{cases} 100, X_{ij} \text{ 属于 } g_k \\ 0, X_{ij} \text{ 不属于 } g_k \end{cases} \quad (5-2)$$

式中,  $X_{ij}$ 表示第*i*个一级指标下的第*j*个二级指标;  $g_k$ 表示二级指标基准值,其中  $g_1$ 为I级水平,  $g_2$ 为II级水平,  $g_3$ 为III级水平;  $Y_{g_k}(X_{ij})$ 为二级指标  $X_{ij}$ 对于级别  $g_k$ 的函数。

如(公式5-2)所示,若指标  $X_{ij}$ 属于级别  $g_k$ ,则函数的值为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  $g_k$ 的得分  $Y_{g_k}$ ,公式为:

$$Y_{g_k} = \sum_{i=1}^m (W_i \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} Y_{g_k}(X_{ij})) \quad (5-3)$$

式中,  $W_i$ 为第*i*个一级指标的权重,  $\omega_{ij}$ 为第*i*个一级指标下的第*j*个二级指标的权重,其中  $\sum_{i=1}^m W_i = 1$ ,  $\sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij}$ ,  $m$ 为一级指标的个数,  $n_i$ 为第*i*个一级指标下二级指标的个数。另外,  $Y_{g_1}$ 等同于  $Y_I$ ,  $Y_{g_2}$ 等同于  $Y_{II}$ ,  $Y_{g_3}$ 等同于  $Y_{III}$ 。

### 5.4 铋行业清洁生产企业的评定

本标准采用限定指标和指标分级加权评价相结合的方法。在限定性指标达到III级水平的基础是,采用指标分级加权评价方法,计算行业清洁生产综合评价指数。根据综合评价指数,确定清洁生产水平等级。

对铋行业企业清洁生产水平的评价,是以其清洁生产综合评价指数为依据,对达到一定综合评价指数的企业,分别评定为国际清洁生产先进企业、国内清洁生产先进企业或清洁生产一般企业。

不同等级的清洁生产企业的综合评价指数如表6。

表 6 锑行业不同等级清洁生产企业综合评价指数

企业清洁生产水平	清洁生产综合评价指数
I 级	同时满足： $Y_I \geq 85$ ；限定性指标全部满足 I 级基准值要求
II 级	同时满足： $Y_{II} \geq 85$ ；限定性指标全部满足 II 级基准值要求及以上
III 级	满足 $Y_{III} = 100$

## 6 指标解释与数据来源

### 6.1 指标解释

#### 6.1.1 开采回采率

开采回采率指从某一采场或矿块内采出的矿石（或金属）总量与此采场或矿块拥有的矿石（或金属）总储量的比值。其计算公式为：

$$K = \frac{Q_i \times [1 - R_d]}{Q_o} \times 100\% \quad (6-1)$$

式中： $K$ ：开采回采率（%）；

$Q_i$ ：区域采出矿石（金属）量（t）；

$Q_o$ ：区域矿石（金属）总储量（t）；

$R_d$ ：贫化率（%）。

#### 6.1.2 单位产品综合能耗

单位综合能耗是指采矿、选矿、冶炼和锑白（三氧化二锑）生产工艺能源单耗与采矿、选矿、冶炼和锑白（三氧化二锑）生产工艺单位辅助能耗及损耗分摊量之和。

①采矿单位综合能耗：

$$E_c = \frac{E_{ci}}{Q_c} \quad (6-2)$$

式中： $E_c$ ：采矿单位综合能耗(kgce/t)；

$E_{ci}$ ：采矿工艺及辅助能耗及损耗分摊量之和折标煤量（kgce）

$Q_c$ ：采掘总量（t）

②选矿单位综合能耗：

$$E_x = \frac{E_{xi}}{Q_x} \quad (6-3)$$

式中： $E_x$ ：选矿单位综合能耗(kgce/t)；

$E_{xi}$ ：选矿工艺及辅助能耗及损耗分摊量之和折标煤量（kgce）

$Q_x$ ：处理的矿石总量（t）

③铅锑矿冶炼单位综合能耗：

$$E_p = \frac{E_{pi}}{Q_p} \quad (6-4)$$

式中： $E_p$ ：铅锑矿冶炼单位综合能耗(kgce/t)；

$E_{pi}$ ：铅锑矿冶炼工艺及辅助能耗及损耗分摊量之和折标煤量（kgce）

$Q_p$ ：锑锭、铅锭和高铅锑锭总量（t）

④硫化锑、硫氧化混合锑精矿冶炼单位综合能耗:

$$E_s = \frac{E_{si}}{Q_s} \quad (6-5)$$

式中:  $E_s$ : 硫化锑、硫氧化混合锑精矿冶炼单位综合能耗(kgce/t);

$E_{si}$ : 硫化锑、硫氧化混合锑精矿冶炼工艺及辅助能耗及损耗分摊量之和折标煤量 (kgce)

$Q_s$ : 锑锭总量 (t)

⑤锑白生产单位综合能耗:

$$E_B = \frac{E_{Bi}}{Q_B} \quad (6-6)$$

式中:  $E_B$ : 锑白生产单位综合能耗(kgce/t);

$E_{Bi}$ : 锑白生产工艺及辅助能耗及损耗分摊量之和折标煤量 (kgce)

$Q_B$ : 锑白 (三氧化二锑) 总量 (t)

### 6.1.3 单位产品新鲜水耗

单位产品新鲜水耗是指生产单位产品和单位工作量而消耗的新水量。

①采矿、选矿单位产品新鲜水耗:

$$R_w = \frac{V_p}{Q_Y} \quad (6-7)$$

式中:  $R_w$ : 采矿、选矿单位产品新鲜水耗(t/t);

$V_p$ : 生产产品而消耗的新水量 (t)

$Q_Y$ : 原矿总量 (t)

②铅锑矿冶炼单位产品新鲜水耗:

$$R_p = \frac{V_p}{Q_p} \quad (6-8)$$

式中:  $R_p$ : 铅锑矿冶炼单位产品新鲜水耗(t/t);

$V_p$ : 生产产品而消耗的新水量 (t)

$Q_p$ : 锑锭、铅锭和高铅锭总量 (t)

③硫化锑、硫氧化混合锑精矿冶炼单位产品新鲜水耗:

$$R_s = \frac{V_s}{Q_s} \quad (6-9)$$

式中:  $R_s$ : 硫化锑、硫氧化混合锑精矿冶炼单位产品新鲜水耗(t/t);

$V_s$ : 生产产品而消耗的新水量 (t)

$Q_s$ : 锑锭总量 (t)

### 6.1.4 废石综合利用率

废石综合利用率是指回收利用的废石量与同期废石产生量之比。

$$R_F = \frac{X_{FR}}{X_{FP}} \times 100\% \quad (6-10)$$

式中:  $R_F$ : 废石综合利用率 (%)

$X_{FR}$ : 回收利用的废石量 (t)

$X_{FP}$ : 同期废石产生量 (t)

### 6.1.5 土地复垦率

土地复垦率是已恢复的土地面积与可恢复的破坏土地的面积之比 (以百分率表示)。

$$R_c = \frac{S_c}{S_d} \times 100\% \quad (6-11)$$

式中:  $R_c$ : 土地复垦率 (%)

$S_c$ : 复垦面积 ( $m^2$ )

$S_d$ : 破坏面积 ( $m^2$ )

### 6.1.6 工业用水重复利用率

工业水重复利用率是指在生产过程中使用的重复利用水量与总用水量的百分比。

总用水量是指生产过程中取用新鲜水量和重复利用水量之和。

$$R = \frac{W_r}{W_t + W_r} \times 100\% \quad (6-12)$$

式中:  $R$ —工业水重复利用率 %;

$W_r$ —总重复利用水量 (包括循环水量和串联使用水量),  $m^3$ ;

$W_t$ —总生产过程中新鲜水量,  $m^3$ 。

### 6.1.7 尾矿综合利用率

尾矿综合利用率是指尾矿综合回收利用量与同期尾矿产生量的百分比。

$$R_x = \frac{X_r}{X_o} \times 100\% \quad (6-13)$$

式中:  $R_x$ —尾矿综合利用率 %;

$X_r$ —尾矿综合回收利用量, t;

$X_o$ —尾矿产生量, t。

### 6.1.8 选矿回收率

原矿或给矿中所含被回收的有用成分在精矿中回收的重量百分数。

$$\varepsilon = \frac{\beta \cdot Q_k}{\alpha \cdot Q_u} \times 100\% \quad (6-14)$$

式中:  $\varepsilon$ : 选矿回收率 (%)

$\alpha$ : 原矿或给矿品位;

$Q_u$ : 原矿重量;

$\beta$ : 精矿品位;

$Q_k$ : 精矿重量。

### 6.1.9 冶炼回收率

冶炼过程回收的有用组分 (铅或有价金属) 量占原料中该组分总量的百分数。

$$\varepsilon_f = \frac{Q_p}{Q_o} \times 100\% \quad (6-15)$$

式中:  $\varepsilon_f$ : 冶炼回收率 (%)

$Q_o$ : 冶炼原料中金属的质量;

$Q_p$ : 冶炼产品中锑（铅或有价金属）的质量。

#### 6.1.10 工业固废综合利用率

冶炼过程中产生的工业固废综合回收利用量与同期工业固废产生量的百分比。

$$R_G = \frac{X_{GR}}{X_{GP}} \times 100\% \quad (6-16)$$

式中： $R_G$ : 工业固废综合利用率（%）

$X_{GR}$ : 工业固废综合回收利用量（t）

$X_{GP}$ : 同期工业固废产生量（t）

#### 6.1.11 总硫利用率

原料中的硫在冶炼过程中通过各种回收方式进行综合利用所达到的利用率，不包括进入水淬渣中的硫、废气末端治理产生的废渣及尾气排入环境中的硫；废气中低浓度二氧化硫治理回收生产副产品，计入总硫利用率。

$$R_S = \frac{P_S}{S_S} \times 100\% \quad (6-17)$$

式中： $R_S$ : 总硫利用率 %；

$P_S$ : 冶炼过程中得到回收利用的硫总量，t/a；

$S_S$ : 原料中含硫量，t/a。

#### 6.1.12 污染物产生指标

##### ①选矿单位产品污染物产生量（废水）

尾矿库既是选矿厂的生产设施也是环保设施。

$$R_{XW} = \frac{Q_{XW}}{Q_Y} \quad (6-18)$$

式中： $R_{XW}$ : 选矿单位产品污染物产生量（废水）；

$Q_{XW}$ : 每年尾矿库废水中特征污染物的总量；

$Q_Y$ : 每年处理的原矿量。

##### ②铅锑矿冶炼单位产品污染物产生量（废水）

$$R_{YW} = \frac{Q_{YW}}{Q_{YD}} \quad (6-19)$$

式中： $R_{YW}$ : 铅锑矿冶炼单位产品污染物产生量（废水）；

$Q_{YW}$ : 每年冶炼厂废水处理总站进水中特征污染物的总量；

$Q_{YD}$ : 每年锑锭、铅锭和高铅锭总产量。

##### ③铅锑矿冶炼单位产品污染物产生量（废气）

锑冶炼采用挥发熔炼工艺，收下的锑氧粉为下一段工序的原料，布袋收尘既是冶炼厂的生产设施也是环保设施。

$$R_{YQ} = \frac{Q_{YQ}}{Q_{YD}} \quad (6-20)$$

式中： $R_{YQ}$ ：铅铋矿冶炼单位产品污染物产生量（废气）；  
 $Q_{YQ}$ ：每年废气中特征污染物排放总量；  
 $Q_{YD}$ ：每年铋锭、铅锭和高铅锭总产量。

④硫化铋、硫氧化混合铋精矿冶炼单位产品污染物产生量（废气）

铋冶炼采用挥发熔炼工艺，收下的铋氧粉为下一段工序的原料，布袋收尘既是冶炼厂的生产设施也是环保设施。

$$R_{SQ} = \frac{Q_{SQ}}{Q_{SD}} \quad (6-21)$$

式中： $R_{SQ}$ ：硫化铋、硫氧化混合铋精矿冶炼单位产品污染物产生量（废气）；  
 $Q_{SQ}$ ：每年废气中特征污染物排放总量；  
 $Q_{SD}$ ：每年铋锭总产量。

⑤铋白（三氧化二铋）生产单位产品污染物产生量（废气）

铋白生产采用氧化挥发工艺，收下的铋白粉为产品，布袋收尘既是冶炼厂的生产设施也是环保设施。

$$R_{BQ} = \frac{Q_{BQ}}{Q_{BD}} \quad (6-22)$$

式中： $R_{BQ}$ ：铋白（三氧化二铋）生产单位产品污染物产生量（废气）；  
 $Q_{BQ}$ ：每年废气中特征污染物排放总量；  
 $Q_{BD}$ ：每年铋白（三氧化二铋）总产量。

## 6.2 数据来源

### 6.2.1 统计

企业的原材料和新鲜水的消耗量、重复用水量、产品产量、能耗及各种资源的综合利用量等，以年报或考核周期报表为准。

### 6.2.2 实测

如果统计数据严重短缺，资源综合利用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。

### 6.2.3 采样和监测

本指标体系污染物产生指标的采样和监测按照相关技术规范执行，并采用表7所列测定方法。

表 7 污染物指标监测采样点及分析方法

监测项目	测点位置	监测采样及分析方法
COD <sub>cr</sub>	尾矿库回水口	参照 GB 30770 规定的监测方法标准
Pb	废水处理站进水口、尾矿库回水口	
Cd		
Sb		
Hg		

As		
粉尘	作业场所	环境空气 PM <sub>10</sub> 和 PM <sub>2.5</sub> 的测定重量法 (HJ 618-2011)
二氧化硫	废气排口	参照 GB 30770 规定的监测方法标准
氮氧化物		
镉及其化合物		
汞及其化合物		
镉及其化合物		
铅及其化合物		
砷及其化合物		
砷及其化合物		