

镍钴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.....	3
5 评价方法.....	22
6 指标解释与数据来源.....	23

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》，指导和推动镍钴采选、冶炼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，制定镍钴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、金川集团股份有限公司。

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

本指标体系规定了镍钴采选、冶炼生产企业清洁生产的一般要求。本指标体系将清洁生产标准指标分为六类，即生产工艺装备指标、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。

本指标体系适用于镍钴采选、冶炼企业清洁生产审核、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 16423 金属非金属矿山安全规程
- GB 50771 有色金属采矿设计规范
- GB 21251 镍冶炼企业单位产品能源消耗限额
- GB 25467 铜、镍、钴工业污染物排放标准及其修改单
- GB/T 6516-2010 电解镍
- GB/T 15898-2013 化学试剂 六水合硝酸钴(硝酸钴)
- GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南
- GB/T 25049-2010 镍铁
- GB/T 26005-2010 草酸钴
- GB/T 26523-2011 精制硫酸钴
- GB/T 26525-2011 精制氯化钴
- YS/T 708-2009 镍精矿生产能源消耗限额
- YS/T 340-2005 镍精矿
- YS/T 301-2007 钴精矿
- YS/T 255-2009 钴
- YS/T 673-2013 还原钴粉

《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 50771、GB 21251、GB 25467、GB/T 6516 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 镍钴行业

本指标体系所指镍钴行业包括镍钴采矿企业、镍钴选矿企业、镍钴冶炼企业，不包括以废旧镍钴为

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、在对镍钴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、生产用新鲜水量、开采回采率、冶炼综合回收率、工业用水重复利用率、环境法律法规标准、废物处理处置、环境应急等指标。

3.3 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。以百分率表示。也称回采率。

3.5 单位产品综合能耗

在一定的计量时间内，采矿、选矿、冶炼生产工艺能源单耗与采矿、选矿、冶炼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

在一定的计量时间内，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

在一定的计量时间内，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

已恢复的土地面积与被破坏土地的面积之比（以百分率表示）。这里指可复垦率。

3.9 选矿回收率

在一定的计量时间内，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

在一定的计量时间内，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

在一定的计算时间内，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值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

在一定的计算时间内，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

在一定的计量时间内，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 总硫捕集率

综合回收利用的硫量及产品、废渣含硫量之和与原料中含硫总量的百分比。

4 评价指标体系

4.1 指标选取说明

本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，则选用国内大中型镍钴采矿企业、镍钴选矿企业、镍钴冶炼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

镍钴矿采矿企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（露天开采）见表 1。

镍钴矿采矿企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（地下开采）见表 2。

硫化镍钴矿选矿企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值见表 3。

镍冶炼企业按照原料不同分为硫化镍精矿冶炼企业、氧化镍矿冶炼企业。硫化镍精矿冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值见表 4。氧化镍矿冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（火法）见表 5。氧化镍矿冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（湿法）见表 6。

钴冶炼企业按照产品不同分为生产钴盐、电钴、钴粉企业。钴冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（钴盐）见表 7。钴冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（电钴）见表 8。钴冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（钴粉）见表 9。

表 1 镍钴矿采矿企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（露天开采）

序号	一级指标	权重值	二级指标	单位	二级指标权重	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值	
1	生产工艺装备指标	0.30	生产工艺	/	0.5	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	/	0.5	采用大型化，效率高、能耗低的设备；运输、铲装设备配有除尘净化设施			
3	资源与能源消耗指标	0.24	单位产品综合能耗※	kgce/t 采（掘）量	1.0	≤0.8	≤1.0	≤1.3	
4	资源综合利用指标	0.22	开采回采率※	%	0.7	≥96	≥94	≥92	
5			废石综合利用率	%	0.3	≥60	≥40	≥20	
6	污染物产生指标	0.04	采矿作业场所粉尘浓度	mg/m ³	1.0	≤2.0	≤2.5	≤4.0	
7	矿山生态保护指标	0.10	土地复垦率	%	1.0	≥90	≥85	≥50	
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，外排污染物达到排放标准、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，配备专职环境管理人员，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，设立环保设标识，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		
注：带※的指标为限定性指标。									

表2 镍钴矿采矿企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（地下开采）

序号	一级指标	权重值	二级指标	单位	二级指标权重	I级基准值	II级基准值	III级基准值
1	生产工艺装备指标	0.3	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、能耗低的设备；运输、铲装设备配有除尘净化设施	采用一般装备、无国家明令淘汰的设备	
3			排水	/	0.2	符合 GB16423 地下开采排水的相关要求，实现自动控制排水	符合 GB16423 地下开采排水的相关要求，实现人工值守排水	符合 GB16423 地下开采排水的相关要求，实现人工定时排水
4			通风	/	0.2	风量调节能自动控制、作业环境适宜，矿井通风系统的有效风量率不低于90%、风速达到设计值的98%	风量调节能部分自动控制、作业环境比较适宜，矿井通风系统的有效风量率不低于75%	符合 GB16423《金属非金属矿山安全规程》要求，矿井通风系统的有效风量率不低于60%
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	≤4.8	≤5.2	≤5.8
6			新鲜水耗※	m ³ /t 原矿	0.5	尽量采用地下涌水，不足采用新水，新水用量≤0.4	尽量采用地下涌水，不足采用新水，新水用量≤0.5	尽量采用地下涌水，不足采用新水，新水用量≤0.6
7	资源综合利用指标	0.22	开采回采率※	%	0.8	≥95	≥92	≥80
8			废石综合利用率	%	0.2	≥70	≥50	≥30
9	污染物产生指标	0.04	采矿作业场所粉尘浓度	mg/m ³	1.0	≤1.0	≤2.5	≤4.0
10	矿山生态保护指标	0.10	土地复垦率	%	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，外排污染物达到排放标准、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，配备专职环境管理人员，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	

序号	一级指标	权重值	二级指标	单位	二级指标权重	I级基准值	II级基准值	III级基准值
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，设立环保设标识，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3 硫化镍钴矿选矿企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值

序号	一级指标	权重值	二级指标	单位	二级指标权重	I级基准值	II级基准值	III级基准值	
1	生产工艺装备指标	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	/	0.1	采用具有大型化、效率高、能耗低的国际先进水平的选矿装备			
3			自动化控制系统	/	0.1	选矿全过程自动控制	选矿过程主要参数自动控制		
4			主要选矿设备完好率	%	0.2	≥95	≥92	≥88	
5			生产作业地面防渗措施和设施	/	0.15	具备			
6			事故性渗漏防范措施和设施	/	0.15	具备			
7			共伴生矿产资源综合利用措施和设施	/	0.1	具备			
8	资源与能源消耗指标	0.16	单位产品综合能耗※	kgce/t 原矿	0.5	≤8.5	≤9.0	≤10.0	
9			单位产品新鲜水耗※	m ³ /t 原矿	0.5	≤1.0	≤2	≤3.0	
10	资源综合利用指标	0.24	选矿回收率	镍（原矿镍含量≥1%）	%	0.3	≥87	≥85.5	≥80.0
				镍（原矿镍含量<1%）			≥85.5	≥83.5	≥80.0
				钴			≥80	≥77	≥75
			其他有价伴生元素	/	0.1	进行了回收利用			
11		工业用水重复利用率※	%	0.3	≥85	≥80	≥75		
12		尾矿砂综合利用率	%	0.3	≥30	≥20	≥15		
13	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 原矿	0.15	≤0.48	≤0.80	≤2.00
14				Hg	g/t 原矿	0.15	≤0.024	≤0.096	≤0.200
15				Cd	g/t 原矿	0.15	≤0.04	≤0.20	≤0.40
16				As	g/t 原矿	0.15	≤0.24	≤0.96	≤2.00

序号	一级指标	权重值	二级指标	单位	二级指标权重	I级基准值	II级基准值	III级基准值	
17			Ni	g/t 原矿	0.1	≤0.72	≤1.28	≤2.00	
18			Co	g/t 原矿	0.1	≤1.44	≤2.56	≤4.00	
19			COD	g/t 原矿	0.2	≤120	≤176	≤240	
20	产品特征指标	0.04	矿精矿化学成分量	/	1	符合 YS/T 340 镍精矿、YS/T301 钴精矿的质量要求			
21	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，外排污染物达到排放标准、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			
22			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			
23			组织机构	/	0.1	建立健全专门环保管理机构，配备专职环境管理人员，开展环境保护和清洁生产有关工作			
24			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		
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，设立环保设标识，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。</p> <p>（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相关指标。</p>									

表 4 硫化镍精矿冶炼企业清洁生产评价指标项目、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	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值	
1	生产工艺装备指标	0.30	冶炼工艺	/	0.2	闪速熔炼、富氧熔池熔炼			
2			精炼工艺	/	0.2	硫化镍（或粗镍）阳极电解、硫酸（氯化）体系电积	其它符合国家产业规定的方法		
3			精炼装备	/	0.1	湿法精炼采用大型硫化镍电解或高冰镍选择性浸出-电积设备	常规性的精炼设备，无国家明令淘汰的设备		
4			自动控制系统	熔炼	/	0.1	熔炼全过程自动控制	熔炼过程主要参数自动控制	
5				精炼	/	0.1	始极片制作实现大型化、自动化，电解（积）过程及阴、阳极板出装实现自动化	始极片制作实现大型化、主要工序自动化，电解（积）过程阴、阳极板出装实现部分自动化	始极片制作实现机械化、电积过程主要参数实现自动控制
6			精炼车间防腐防渗措施	/	0.1	生产车间地面采取防渗、防漏和防腐措施；车间内墙面和天花板采取防腐措施；电解液储槽及污水系统具备防腐防渗措施			
7			废气的收集与处理	/	0.1	物料储仓卸料转运受料点及破碎筛分设备等扬尘点密闭；湿法产生废气的各种槽罐密闭	物料储仓卸料转运受料点及破碎筛分设备等扬尘点有完备的收尘措施；湿法处理过程主要产生废气的槽罐半密闭，厂房中有废气收集装置和系统		
8			余热利用装置	/	0.1	具有余热锅炉或其他余热利用装置			
9	资源与能源消耗指标	0.16	单位产品新鲜水耗※	m ³ /t 镍	0.35	≤50		≤80	
10			单位产品综合能耗※	镍精矿-高镍硫	kgce/高冰 t 镍	0.35	≤550	≤680	≤980
				高镍硫-电解镍	kgce/t 镍		≤1450	≤1550	≤2000
				镍精矿-电解镍			≤3580	≤3920	≤5200
11	电解残极率	硫化镍电解	%	0.3	≤23	≤24.2	≤24.7		
		粗镍电解			≤18	≤19	≤20		

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	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值
12	资源综合利用指标	0.24	冶炼综合回收率	镍※	%	0.2	综合回收率≥94		综合回收率≥90
13				铜	%	0.1	综合回收率≥94		综合回收率≥90
14				钴	%	0.1	综合回收率≥50		综合回收率≥40
15			工业用水重复利用率※	%	0.2	≥95		≥90	≥85
16			工业固体废物综合利用率	%	0.2	≥90		≥85	≥80
17			总硫利用率	%	0.1	≥96		≥95	≥94
18			总硫捕集率	%	0.1	≥99		≥98.5	
19			污染物产生指标	0.16	单位产品特征污染物产生量(废水)※	Ni	g/t 镍	0.06	≤135
20	Cu	g/t 镍				0.06	≤55		≤65
21	Co	g/t 镍				0.05	≤17.5		≤20.0
22	Pb	g/t 镍				0.07	≤55		≤70
23	As	g/t 镍				0.07	≤16		≤20
24	Hg	g/t 镍				0.07	≤6		≤10
25	Cd	g/t 镍				0.07	≤14		≤18
26	COD	g/t 镍				0.07	≤22000		≤25000
27	单位产品特征污染物产生量(废气)	Pb※				g/t 镍	0.07	≤90	
28		As※			g/t 镍	0.07	≤200		≤250
29		Cd※			g/t 镍	0.07	≤12		≤20
30		Hg※			g/t 镍	0.07	≤0.8		≤1.2
31		Ni			g/t 镍	0.06	≤200		≤252
32		SO ₂ ※			kg/t 镍	0.07	≤250	≤400	≤600
33	NO _x ※	kg/t 镍			0.07	≤120		≤170	
34	产品特征指标	0.04	产品	镍	/	1	符合 GB/T 6516 电解镍产品的质量要求		
35	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, 外排污染物达到排放标准、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		
36			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		
37			组织机构		/	0.1	建立健全专门环保管理机构, 配备专职环境管理人员, 开展环境保护和清洁生产有关		

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	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值
						工作		
38			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	
39			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，设立环保设标识，环保设施运行台账齐全	
40			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。</p> <p>（2）单位能耗计算按照 GB21251-2014 镍冶炼企业单位产品能源消耗限额第 5 节统计范围、计算方法及计算范围计算。</p>								

表 5 氧化镍矿冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（火法）

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	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值	
1	生产工艺装备指标	0.30	冶炼工艺		/	0.3	回转窑—电炉（RKEF）工艺技术			
2			电炉	MVA	0.3	≥72	≥50	≥33		
3			自动控制系统		/	0.2	冶炼全过程自动控制	冶炼过程主要参数自动控制		
4			废气的收集与处理		/	0.1	物料储仓卸料转运受料点及破碎筛分设备等扬尘点密闭；湿法时产生废气的各种槽罐密闭	物料储仓卸料转运受料点及破碎筛分设备等扬尘点有完备的收尘措施		
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 镍铁	0.5	≤1500	≤1800	≤2100	
7			单位产品新鲜水耗※		m ³ /t 镍铁	0.5	≤6	≤8	≤10	
8	资源综合利用指标	0.24	冶炼综合回收率	镍※	%	0.3	≥92	≥90	≥80	
9			工业用水重复利用率※		%	0.3	≥98	≥96	≥95	
10			工业固体废物综合利用率		%	0.3	≥90	≥85	≥80	
11			总硫捕集率		%	0.1	≥99	≥98.5		
12	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 镍铁	0.15	≤0.9		≤1.0	
13				As※	g/t 镍铁	0.15	≤0.6		≤1.2	
14				Cd※	g/t 镍铁	0.15	≤0.6		≤1.2	
15				Hg※	g/t 镍铁	0.15	≤1.2		≤1.8	
16				Ni	g/t 镍铁	0.10	≤1.8		≤3.0	
17				SO ₂ ※	kg/t 镍铁	0.15	≤3		≤5	
18				NOx※	kg/t 镍铁	0.15	≤1		≤3	
19	产品特征指标	0.04	镍铁		/	1	符合 GB/T 25049 镍铁相应的质量要求			
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，外排污染物达到排放标准、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			

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	I级基准值	II级基准值	III级基准值
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，配备专职环境管理人员，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			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，设立环保设标识，环保设施运行台账齐全		
25			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 6 氧化镍矿冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（湿法）

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	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值	
1	生产工艺装备指标	0.30	冶炼工艺	/	0.25	加压酸浸技术	常压酸浸技术		
2			浸出装备	/	0.25	采用节能、高效大型化的高压浸出设备	采用一般常压浸出设备		
3			自动控制 系统	浸出	/	0.1	浸出全过程自动控制	浸出过程主要参数自动控制	
5				净化除杂	/	0.1	净化过程连续，自动化水平高	净化过程连续，主要参数实现自动控制	
6			废气的收集与处理	/	0.1	湿法处理过程产生废气的各种槽罐密闭	湿法处理过程主要产生废气的槽罐密闭，厂房中有废气收集装置		
7			生产作业地面防渗措施和设施	/	0.1	具备			
8			事故性渗漏防范措施和设施	/	0.1	具备			
9			资源与能源消耗指标	0.16	单位产品综合能耗※	kgce/t 镍	0.5	≤6000	≤7000
10	单位产品新鲜水耗※	m ³ /t 镍			0.5	≤200	≤250	≤300	
11	资源综合利用指标	0.24	冶炼综合回收率	镍※	%	0.4	≥88		≥80
12				可回收共伴生有价金属	%	0.2	≥90	≥80	≥65
13			工业用水重复利用率※	%	0.2	≥40		≥35	
14			工业固体废物综合利用率	%	0.2	≥90	≥85	≥80	
15	污染物产生指标	0.16	单位产品特征污染物产生量（废水）※	Ni	g/t 镍	0.25	300	350	
16				As	g/t 镍	0.25	3	5	
17				Cd	g/t 镍	0.25	30	40	
18				Cr	g/t 镍	0.25	2.5	3.5	
19	产品特征指标	0.04	氢氧化镍钴	/	1	镍钴含量≥35%	镍钴含量≥25%		
	硫化镍钴		镍钴量≥50%			镍钴含量≥35%			

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	I级基准值	II级基准值	III级基准值	
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，外排污染物达到排放标准、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，配备专职环境管理人员，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			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，设立环保设标识，环保设施运行台账齐全			
25			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。如产品后续为电镍，可参照表 4 电解相关要求执行。									

表 7 钴冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（钴盐）

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	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值	
1	生产工艺装备指标	0.30	冶炼工艺		/	0.25	浸出—萃取净化工艺处理			
2			生产装备		/	0.25	浸出、萃取设备高效、大型化，有完善的废气回收装置	一般的浸出、萃取设备，有废气的补集处理装置		
3			自动控制 系统	浸出	/	0.1	浸出全过程自动控制	浸出过程主要参数自动控制		
4				除杂	/	0.1	除渣全过程自动控制	除渣过程主要参数自动控制		
5			废气的收集与处理		/	0.1	产生废气的各种槽罐密闭	产生废气的各种槽罐半密闭，具有完备的废气收集和处理设施		
6			生产作业地面防渗措施和设施		/	0.1	具备			
7			事故性渗漏防范措施和设施		/	0.1	具备			
8	资源与能源消耗指标	0.16	单位产品综合能耗※	原料为氧化钴矿、碳酸钴料、钴渣	kgce/t 钴	0.5	≤2300	≤2400	≤2500	
9			单位产品新鲜水耗※		m ³ /t 钴	0.5	≤160	≤180	≤200	
10	资源综合利用指标	0.24	冶炼综合回收率	钴※	%	0.5	≥98	≥96	≥95	
11			工业用水重复利用率※		%	0.3	≥95	≥90	≥85	
12			工业固体废物综合利用率		%	0.2	≥90	≥85	≥80	
13	污染物产生指标	0.16	单位产品特征污染物产生量（废水）	Hg※	g/t 钴	0.35	≤5		≤10	
14				Cr※	g/t 钴	0.35	≤10		≤20	
15				Co	g/t 钴	0.30	≤250		≤400	
16	产品特征指标	0.04	钴产品		/	1	符合 GB/T 26523、GB/T 26525、GB/T 15898、GB/T 26005 相应的钴产品质量标准			
17	清洁生产管	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，外排污染物达到排放标准、符合总量控制和排污			

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	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值	
	理指标					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			
18			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			
19			组织机构	/	0.1	建立健全专门环保管理机构，配备专职环境管理人员，开展环境保护和清洁生产有关工作			
20			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		
21			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，设立环保设标识，环保设施运行台账齐全		
22			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 8 钴冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（电钴）

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	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值	
1	生产工艺装备指标	0.30	冶炼工艺		/	0.2	浸出—萃取净化—电解工艺		浸出-沉淀净化-电解工艺	
2			生产装备			0.2	浸出、萃取装备高效，通风良好		净化装备高效	
3			自动控制系统	浸出	/	0.1	浸出全过程自动控制	浸出过程主要参数自动控制		
4				电解	/	0.1	电解全过程自动控制	电解过程主要参数自动控制		
5				除杂	/	0.1	除杂全过程自动控制	除杂过程主要参数自动控制		
6			废气的收集与处理		/	0.1	电解过程产生的氯气有完善的收集回用设施；浸出、萃取过程产生废气的各种槽罐密闭	电解过程产生的氯气有完善的收集回用设施；浸出、萃取过程产生废气的各种槽罐半密闭		
7			生产作业地面防渗措施和设施		/	0.1	具备			
8			事故性渗漏防范措施和设施		/	0.1	具备			
9	资源与能源消耗指标	0.16	单位产品综合能耗※	原料为氧化钴矿、碳酸钴料、钴渣	kgce/t 钴	0.5	≤3900	≤4000	≤4100	
10			单位产品新鲜水耗※		m ³ /t 钴	0.5	≤180	≤200	≤220	
11	资源综合利用指标	0.24	冶炼综合回收率	钴※	%	0.5	≥98	≥96	≥95	
12			工业用水重复利用率※		%	0.3	≥95	≥90	≥85	
13			工业固体废物综合利用率		%	0.2	≥90	≥85	≥80	
14	污染物产生指标	0.16	单位产品特征污染物产生量（废水）	Hg※	g/t 钴	0.35	≤5		≤10	
15				Cr※	g/t 钴	0.35	≤120		≤140	
16				Co	g/t 钴	0.30	≤60		≤80	
17	产品特征指	0.04	钴		/	1	符合 YS/T255 对钴的质量标准要求			

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	I级基准值	II级基准值	III级基准值	
	标								
18	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，外排污染物达到排放标准、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			
19			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			
20			组织机构	/	0.1	建立健全专门环保管理机构，配备专职环境管理人员，开展环境保护和清洁生产有关工作			
21			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		
22			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，设立环保设标识，环保设施运行台账齐全			
23			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 9 钴冶炼企业清洁生产评价指标项目、权重及基准值（钴粉体材料）

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	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值	
1	生产工艺装备指标	0.30	冶炼工艺		/	0.2	浸出—萃取—净化-沉淀-煅烧（还原）工艺			
2			生产装备		/	0.2	浸出、萃取装备高效，通风良好		浸出、萃取装备高效，通风较好	
3			装备、自动控制系统	浸出	/	0.1	浸出全过程自动控制	浸出过程主要参数自动控制		
4				除杂	/	0.1	除杂全过程自动控制	除杂过程主要参数自动控制		
5			废气的收集与处理		/	0.2	产生废气的各种槽罐密闭	产生废气的各种槽罐半密闭		
6			生产作业地面防渗措施和设施		/	0.1	具备			
7			事故性渗漏防范措施和设施		/	0.1	具备			
8	资源与能源消耗指标	0.16	单位产品综合能耗※	原料为氧化钴矿、碳酸钴料、钴渣	kgce/t 钴	0.5	≤4300	≤4500	≤4800	
9				单位产品新鲜水耗※	m ³ /t 钴	0.5	≤180	≤200	≤220	
10	资源综合利用指标	0.24	冶炼综合回收率	钴※	%	0.5	≥97		≥95	
11				工业用水重复利用率※	%	0.3	≥95	≥90	≥85	
12			工业固体废物综合利用率		%	0.2	≥90	≥85	≥80	
13	污染物产生指标	0.16	单位产品特征污染物产生量（废水）	Hg※	g/t 钴	0.35	≤5		≤10	
14				Cr※	g/t 钴	0.35	≤10		≤20	
15				Co	g/t 钴	0.30	≤250		≤400	
16	产品特征指标	0.04	钴粉		/	1	符合 YS/T 673 对还原钴粉的产品质量标准			
17	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，外排污染物达到排放标准、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			
18			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，			

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	I级基准值	II级基准值	III级基准值	
						危险废物按照 GB18597, GB18598 等的要求进行处置			
19			组织机构	/	0.1	建立健全专门环保管理机构, 配备专职环境管理人员, 开展环境保护和清洁生产有关工作			
20			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
21			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, 设立环保设标识, 环保设施运行台账齐全			
22			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。									

5 评价方法

5.1 二级指标权重值调整

当镍钴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： ω_{ij}' —为调整后的二级指标项分权重值； ω_{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； ω_{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.....*m*；*j*—为二级指标项数，*j*=1.....*n_i*。

5.2 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隶属函数。

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

式中， X_{ij} 表示第*i*个一级指标下的第*j*个二级指标； gk 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； $Y_{gk}(X_{ij})$ 为二级指标 X_{ij} 对于级别 gk 的函数。

如（公式 5-2）所示，若指标 X_{ij} 属于级别 gk ，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 gk 的得分 Y_{gk} ，公式为：

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

式中， W_i 为第*i*个一级指标的权重， ω_{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_{g1} 等同于 Y_I ， Y_{g2} 等同于 Y_{II} ， Y_{g3} 等同于 Y_{III} 。

5.4 镍钴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。

对镍钴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，分别评定为一级、二级、三级。

不同等级的清洁生产企业的综合评价指数如表 10。

表 10 镍钴行业不同等级清洁生产企业综合评价指数

清洁生产水平等级	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 单位产品综合能耗

单位综合能耗是指在一定的计量时间内，采矿、选矿、冶炼生产工艺能源单耗与采矿、选矿、冶炼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：

$$E_c = \frac{E_{ci}}{Q_c} \quad (6-1)$$

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：

$$E_x = \frac{E_{xi}}{Q_x} \quad (6-2)$$

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冶炼单位综合能耗：

$$E_p = \frac{E_{pi}}{Q_p} \quad (6-3)$$

式中： E_p —冶炼单位综合能耗， kgce/t；

E_{pi} —冶炼工艺及辅助能耗及损耗分摊量之和折标煤量， kgce；

Q_p —冶炼产品总量， t。

6.1.2 单位产品新鲜水耗

单位产品新鲜水耗是指在一定的计量时间内，生产单位产品或完成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:

$$R_w = \frac{V_w}{Q_w} \quad (6-4)$$

式中: R_w —采矿、选矿单位产品新鲜水耗, t/t;

V_w —生产产品而消耗的新水量, t;

Q_w —原矿总量, t。

②冶炼单位产品新鲜水耗:

$$R_p = \frac{V_p}{Q_p} \quad (6-5)$$

式中: R_p —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 —冶炼产品总量, t。

6.1.3 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:

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

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, %。

6.1.4 废石综合利用率

废石综合利用率是在一定的计量时间内, 回收利用的废石量与同期废石产生量之比。

$$R_F = \frac{X_{FR}}{X_{FP}} \times 100\% \quad (6-7)$$

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被破坏土地的面积之比(以百分率表示)。这里指可复垦率。

$$R_c = \frac{S_c}{S_d} \times 100\% \quad (6-8)$$

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一定的计量时间内，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。

$$R = \frac{W_r}{W_t + W_r} \times 100\% \quad (6-9)$$

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在一定的计算时间内（年），尾矿综合回收利用量与同期尾矿产生量的百分比。

$$R_x = \frac{X_r}{X_o} \times 100\% \quad (6-10)$$

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

在一定的计量时间内，精矿中的金属(有用组分)的数量与原矿中金属(有用组分)的数量百分比。

$$\varepsilon = \frac{\beta \cdot Q_x}{\alpha \cdot Q_u} \times 100\% \quad (6-11)$$

式中： ε —选矿回收率，%；

α —原矿或给矿品位；

Q_u —原矿重量；

β —精矿品位；

Q_x —精矿重量。

6.1.9 冶炼回收率

冶炼过程回收的有价值分量占原料中该组分总量的百分数。

$$\varepsilon_f = \frac{Q_p}{Q_o} \times 100\% \quad (6-12)$$

式中： ε_f —冶炼综合回收率，%；

Q_o —冶炼原料中金属的质量，t；

Q_p —冶炼产品中镍钴（或有价金属）的质量，t。

6.1.10 工业固废综合利用率

在一定的计算时间内，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。

$$R_G = \frac{X_{GR}}{X_{GP}} \times 100\% \quad (6-13)$$

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。

$$R_s = \frac{P_s}{S_s} \times 100\% \quad (6-14)$$

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 总硫捕集率

综合回收利用的硫量及产品、废渣含硫量之和与原料中含硫总量的百分比。

$$R_B = \frac{P_s + C_s + F_s}{S_s} \times 100\% \quad (6-15)$$

式中： R_B —总硫捕集率，%；

P_s —冶炼过程中得到回收利用的硫总量，t/a；

C_s —产品中的含硫总量，t/a；

F_s —废渣含硫量，t/a；

S_s —原料中含硫量，t/a。

6.1.13 污染物产生指标

①单位产品选矿废水中污染物产生量

尾矿库既是选矿厂的生产设施也是环保设施。

$$W_c = \frac{W_p + W_H}{K_Q} \quad (6-16)$$

式中： W_c —单位产品选矿废水污染物产生量，t/t；

W_p —单位时间尾矿库废水中污染物排放量，t；

W_H —单位时间尾矿库废水中污染物回用量，t；

K_Q —单位时间内处理的原矿量，t。

②单位产品冶炼废水中污染物产生量

目前绝大多数企业废水处理后全部回用，以废水处理总站进水中污染物的量作为废水中污染物产生量指标。

$$W_c = \frac{W_J}{K_Q} \quad (6-17)$$

式中： W_c —单位产品冶炼废水污染物产生量，t/t；

W_J —单位时间冶炼厂废水处理总站处理进水污染量，t；

K_Q —单位时间冶炼产品总产量，t。

③单位产品冶炼废气污染物产生量

冶炼主要工艺末（包括备料车间及输送、制酸烟气、环集烟气等，不包含渣选矿等其他非主要流程工艺）端治理前废气量。

$$Q_c = \frac{Q_{CZ}}{K_Q} \quad (6-17)$$

式中： Q_c —单位产品冶炼废气污染物产生量，t/t；

Q_{CZ} —单位时间冶炼废气产生总量，t；

K_Q —单位时间冶炼产品总产量，t。

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率等，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11 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 _{cr}	尾矿库回水口	参照 GB 25467 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		
Ni		
Co		
Cr		
Hg		
As		
粉尘		
二氧化硫	废气排口	参照 GB 25467 规定的监测方法标准
氮氧化物		
镍及其化合物		
汞及其化合物		
镉及其化合物		
铅及其化合物		
砷及其化合物		

清洁生产评价指标体系编制通则

中华人民共和国国家发展和改革委员会
中华人民共和国环境保护部 发布
中华人民共和国工业和信息化部

目 录

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 评价指标体系编制原则	2
4.1 基本要求	3
4.2 编制原则	3
5 清洁生产评价指标体系	3
5.1 指标体系框架	3
5.2 指标选取	3
5.3 指标权重	4
5.4 指标基准值	4
6 评价方法	4
6.1 清洁生产综合评价指数计算方法	5
6.2 指标计算与数据采集	5
附录A (资料性附录) 行业清洁生产评价指标体系框架	6
附录B (资料性附录) 行业清洁生产评价指标体系编制程序及内容框架	8
附录C (资料性附录) 清洁生产评价指标权重确定方法	9
附录D (资料性附录) 清洁生产综合评价指数计算方法	10
参考文献	11

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》，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，指导行业编制清洁生产评价指标体系，特制定本文件。

本文件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组织制订。

本文件起草单位：中国标准化研究院、中国环境科学研究院。

本文件由国家发展和改革委员会负责解释。

本文件自公布之日起试行。

1 范围

本文件规定了清洁生产评价指标体系的编制原则、体系框架、评价方法和数据采集。

本文件适用于工业行业清洁生产评价指标体系的编制，农业、服务业等其他行业可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。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/T1.1 标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写规则

GB/T 4754 国民经济行业分类与代码

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

清洁生产 cleaner production

不断采取改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、改善管理、综合利用等措施，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害。

注：引自《中华人民共和国清洁生产促进法》。

3.2

产品 products

任何商品或服务。

注1：商品按如下分类：

- 服务（例如运输）；
- 软件（例如计算机程序），由信息组成，通常是无形产品并以方法、论文或程序的形式存在；
- 硬件（例如发动机机械零件），通常是有形产品，其量具有计数的特性；
- 流程性材料（例如润滑油），通常是有形产品，其量具有连续的特性。

注2：服务分为有形和无形两部分，它包括如下几个方面：

- 在顾客提供的有形产品（例如维修的汽车）上所完成的活动；
- 在顾客提供的无形产品（例如为纳税所进行的收入申报）上所完成的活动；
- 无形产品的支付（例如知识传授方面的信息提供）；
- 为顾客创造氛围（例如在宾馆和饭店）。

[GB/524040-2008，定义 3.9]

3.3

清洁生产评价指标体系 assessment indicator system of cleaner production

由相互联系、相对独立、互相补充的系列清洁生产评价指标所组成的，用于衡量清洁生产状态的指标集合。

3.4

生产工艺及装备指标 indicators for production process and equipment

产品生产中采用的生产工艺和装备的种类、自动化水平、生产规模等方面的指标。

3.5

资源能源消耗指标 indicators for resources and energy consumption

在生产过程中，生产单位产品所需的资源与能源量等反应资源与能源利用效率的指标。

3.6

资源综合利用指标 indicators for resource comprehensive utilization

生产过程中所产生废物可回收利用特征及废物回收利用情况的指标。

3.7

污染物产生指标 indicators for pollutants generation

单位产品生产（或加工）过程中，产生污染物的量（末端处理前）。

3.8

产品特征指标 indicators for product characteristics

影响污染物种类和数量的产品性能、种类和包装，以及反映产品贮存、运输、使用和废弃后可能造成的环境影响等的指标。

3.9

清洁生产管理指标 indicators for cleaner production management

对企业所制定和实施的各类清洁生产管理相关规章、制度和措施的要求，包括执行环保法规情况、企业生产过程管理、环境管理、清洁生产审核、相关环境管理等方面。

3.10

指标基准值 indicator baseline

为评价清洁生产状态所确定的指标对照值。

3.11

指标权重 indicator weight

衡量各评价指标在清洁生产评价指标体系中的重要程度。

3.12

指标分级 indicator grade

根据现实需要，对清洁生产评价指标所划分的级别。

3.13

清洁生产综合评价指数 comprehensive assessment index of cleaner production

根据一定的方法和步骤，对清洁生产评价指标进行综合计算得到的数值。

4 评价指标体系编制原则

4.1 基本要求

4.1.1 对行业的确定应参照GB/T 4754。

4.1.2 应根据行业特点编制评价指标体系，做到科学、合理并具备可操作性。

4.1.3 编制清洁生产评价指标体系应与国家相关法律法规和政策保持一致。政策包括但不限于以下内容：

- 产业政策；
- 资源与能源的开发利用与节约政策；
- 有关技术装备的示范推广、改造应用、限制淘汰等政策；
- 生态建设与环境保护政策；
- 资源综合利用政策。

4.2 编制原则

4.2.1 清洁生产评价指标体系的编制结构和格式应符合GB/T1.1的要求；

4.2.2 能够有效引导企业开展源头减量、过程清洁和产品绿色的活动；

4.2.3 指标选取科学合理、可操作性强，指标数据易于获取；

4.2.4 以定量指标为主，对一些技术、工艺、管理等指标不能定量时，可采用定性指标；

4.2.5 应对数据来源、收集、指标计算方法作出相应的明确规定；

4.2.6 应选取有利于真实衡量企业清洁生产状态的指标权重值和基准值。

5 清洁生产评价指标体系

5.1 指标体系框架

行业清洁生产评价指标体系由一级指标和二级指标组成。其中，一级指标包括生产工艺及装备指标、资源能源消耗指标、资源综合利用指标、污染物产生指标、产品特征指标和清洁生产管理指标等六类指标，每类指标又由若干个二级指标组成。应标示出二级指标中的限定性指标。行业清洁生产评价指标体系框架参见附录A，行业清洁生产评价指标体系编程序及内容框架参见附录B。

5.2 指标选取

5.2.1 生产工艺及装备指标

应从有利于引导采用先进适用技术装备、促进技术改造和升级等方面提出生产工艺及装备指标和要求。具体指标可包括装备要求、生产规模、工艺方案、主要设备参数、自动化控制水平等，因行业性质不同根据具体情况可作适当调整。

5.2.2 资源能源消耗指标

应从有利于减少资源能源消耗、提高资源能源利用效率方面提出资源能源消耗指标及要求。具体指标可包括单位产品综合能耗、单位产品取水量、单位产品原/辅料消耗、一次能源消耗比例等指标，因行业性质不同根据具体情况可作适当调整。

5.2.3 资源综合利用指标

应从有利于废物或副产品再利用、资源化利用和高值化利用等方面提出资源综合利用指标及要求。具体指标可包括余热余压利用率、工业用水重复利用率、工业固体废物综合利用率等，因行业性质不同根据具体情况可作适当调整。

5.2.4 污染物产生指标

应从有利于从源头上减少污染物产生、有毒有害物质替代等方面提出污染物产生指标及要求。具体指标包括单位产品废水产生量、单位产品化学需氧量产生量、单位产品二氧化硫产生量、单位产品氨氮产生量、单位产品氮氧化物产生量和单位产品粉尘产生量，以及行业特征污染物等，因行业性质不同根据具体情况可作适当调整。

5.2.5 产品特征指标

应从有利于包装材料再利用或资源化利用、产品易拆解、易回收、易降解、环境友好等方面提出产品指标及要求。具体指标可包括有毒有害物质限量、易于回收和拆解的产品设计、产品合格率等，因行业性质不同根据具体情况可作适当调整。

5.2.6 清洁生产管理指标

应从有利于提高资源能源利用效率，减少污染物产生与排放方面提出管理指标及要求。具体指标可包括清洁生产审核制度执行、清洁生产部门设置和人员配备、清洁生产管理制度、强制性清洁生产审核政策执行情况、环境管理体系认证、建设项目环保“三同时”执行情况、合同能源管理、能源管理体系实施等，因行业性质不同根据具体情况可作适当调整。

5.2.7 限定性指标选取

限定性指标为对节能减排有重大影响的指标，或者法律法规明确规定严格执行的指标。原则上，限定性指标主要包括但不限于单位产品能耗限额、单位产品取水定额、有毒有害物质限量，行业特征污染物，行业准入性指标，以及二氧化硫、氮氧化物、化学需氧量、氨氮、放射性、噪声等污染物的产生量，因行业性质不同根据具体情况可作适当调整。

5.3 指标权重

根据行业特点，对一级指标和二级指标在评价方法中的权重做出具体规定，并说明权重的确定依据。权重确定方法可参见附录C。

5.4 指标基准值

5.4.1 指标基准值分级

根据当前各行业清洁生产技术、装备和管理水平，宜将二级指标的基准值分为三个等级：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级为国内清洁生产一般水平。

5.4.2 指标基准值取值原则

应根据当前行业清洁生产情况，合理确定I级、II级和III级基准值。确定I级基准值时，应参考国际清洁生产指标领先水平，以当前国内5%的企业达到该基准值要求为取值原则；确定II级基准值时，应以当前国内20%的企业达到该基准值要求为取值原则；确定III级基准值时，以当前国内50%的企业达到该基准值要求为取值原则。

5.4.3 定性指标基准值取值原则

对于定性指标基准值无法划分级别时，应统一给出一个基准值。

6 评价方法

6.1 清洁生产综合评价指数计算方法

本文件采用限定性指标评价和指标分级加权评价相结合的方法。在限定性指标全部达到Ⅲ级水平的基础上，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，确定清洁生产等级。清洁生产综合评价指数计算方法参见附录D。

6.2 指标计算与数据采集

应给出各二级指标的解释和计算公式，同时给出指标数据的采集方法。

附 录 A
(资料性附录)
行业清洁生产评价指标体系框架

表 A.1 行业清洁生产评价指标体系框架

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标	单位	二级指标权重	I级	II级	III级
						基准值	基准值	基准值
1	生产工艺及装备指标		工艺类型					
2			装备设备					
3							
4	资源能源消耗指标		*单位产品综合能耗	tce/单位产品				
5			*单位产品取水定额	t/单位产品				
6			单位产品原辅料消耗	kg/单位产品				
7							
8	资源综合利用指标		余热余压利用率	%				
9			工业用水重复利用率	%				
10			工业固废综合利用率	%				
11							
12	污染物产生指标		*单位产品废水产生量	t/单位产品				
13			*单位产品化学需氧量产生量	t/单位产品				
14			*单位产品二氧化硫产生量	t/单位产品				
15			*单位产品氨氮产生量	kg/单位产品				
16			*单位产品氮氧化物产生量	kg/单位产品				
17							
18	产品特征指标		*有毒有害物质限量					
19			易于回收、拆解的产品设计					
20							

21	清洁生产 管理指标		清洁生产审核制度 执行					
22			清洁生产部门和人 员配备					
23							

注：带*的指标为限定性指标。

附录 B
(资料性附录)
行业清洁生产评价指标体系编制程序及内容框架

B.1 编制程序

- B.1.1 成立某行业清洁生产评价指标体系编制专家小组，负责开展该行业清洁生产评价指标体系的编制工作。
- B.1.2 专家小组深入调研行业及产品属性、规模等现状，研究国内外产业、产品政策及标准文件，确定技术路线，并制定工作方案。
- B.1.3 全面选取该行业评价指标，建立行业清洁生产评价指标库。其中，指标库是衡量行业清洁生产状态的指标集合。
- B.1.4 根据 5.2 选取合适的指标构建该行业清洁生产评价指标体系，并标示出限定性指标。
- B.1.5 给出指标权重确定方法，合理确定一级指标和二级指标权重。
- B.1.6 全面收集指标数据，合理选定指标 I 级、II 级和 III 级水平的基准值。
- B.1.7 给出行业清洁生产综合评价指数计算方法，以及二级指标的计算方法和数据来源。

B.2 内容框架

《××行业清洁生产评价指标体系》内容框架如下：

- B.2.1 前言
- B.2.2 范围
- B.2.3 规范性引用文件
- B.2.4 术语和定义
- B.2.5 评价指标体系
 - B.2.5.1 指标选取说明
 - B.2.5.2 指标基准值及说明
 - B.2.5.3 指标权重及确定方法
 - B.2.5.4 指标体系
- B.2.6 评价方法
- B.2.7 指标解释与数据来源

附 录 C
(资料性附录)
清洁生产评价指标权重确定方法

C.1 引言

一级指标的权重之和应为 1，每个一级指标下的二级指标权重之和也应为 1。

不同的计算方法具有各自的特点和适用条件，应依据行业特点，单独使用某种计算方法或综合使用多种计算方法。

C.2 权重确定方法

C.2.1 层次分析法（AHP法）

层次分析法是一种将定性分析和定量分析相结合的多目标决策方法。AHP 的基本思想是先按问题要求建立起一个描述系统功能或特征的内部独立的递阶层次结构，通过两两比较因素（或目标、准则、方案）的相对重要性，给出相应的比例标度，构造上层某要素对下层相关元素的判断矩阵，以给出相关元素对上层某要素的相对重要序列。

C.2.2 专家咨询法（Delphi法）

就各评价指标的权重，分发调查表向专家函询意见，由组织者汇总整理，作为参考意见再次分发给每位专家，供他们分析判断并提出新的意见，反复多次，使意见趋于一致，最后得出结论。

附录 D
(资料性附录)
清洁生产综合评价指数计算方法

D.1 指标无量纲化

不同清洁生产指标由于量纲不同，不能直接比较，需要建立原始指标的隶属函数。

$$Y_{g_k}(x_{ij}) = \begin{cases} 100, x_{ij} \text{ 属于 } g_k \\ 0, x_{ij} \text{ 不属于 } g_k \end{cases} \dots\dots\dots (D.1)$$

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 的隶属函数。

如公式 (D.1) 所示，若指标 x_{ij} 属于级别 g_k ，则隶属函数的值为 100，否则为 0。

D.2 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} ，如公式 (D.2) 所示。

$$Y_{g_k} = \sum_{i=1}^m (w_i \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} Y_{g_k}(x_{ij})) \dots\dots\dots (D.2)$$

式中， w_i 为第 i 个一级指标的权重， ω_{ij} 为第 i 个一级指标下的第 j 个二级指标的权重，

其中 $\sum_{i=1}^m w_i = 1$ ， $\sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} = 1$ ， 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} 。

D.3 等级条件

D.3.1 I 级清洁生产水平（国际清洁生产领先水平）应同时满足以下条件：

- $Y_I \geq 85$ ；
- 限定性指标全部满足 I 级基准值要求。

D.3.2 II 级清洁生产水平（国内清洁生产先进水平）应同时满足以下条件：

- $Y_{II} \geq 85$ ；
- 限定性指标全部满足 II 级基准值要求及以上。

D.3.3 III 级清洁生产水平（国内清洁生产一般水平）应满足以下条件：

- $Y_{III} = 100$ 。

参 考 文 献

HJ/T425-2008 清洁生产标准 制定技术导则