

**电解锰行业清洁生产评价指标体系**  
**（征求意见稿）**  
**编制说明**

《电解锰行业清洁生产评价指标体系》编制组  
二零二二年七月

# 目 录

1 前言 .....	1
2 工作过程 .....	1
3 适用范围 .....	2
4 指标体系编制指导思想.....	2
5 编制方法和技术路线.....	2
6 评价指标体系.....	4
7 指标体系实施的节能减排潜力分析.....	22

## 1 前言

### 1.1 指标体系编制背景

为进一步完善行业清洁生产评价指标体系，全面提高电解锰行业清洁生产水平，2021年国家发展和改革委员会委托中国环境科学研究院开展《电解锰行业清洁生产评价指标体系》（以下简称“指标体系”）的修订工作。

项目组接到任务后，积极组织指标体系的修订工作。在行业现状资料分析、行业专家修订建议征集的基础上，于2022年6月完成《电解锰行业清洁生产评价指标体系（征求意见稿）》文本及“编制说明”的编制工作。

### 1.2 指标体系修订的必要性与紧迫性

电解锰作为重要的冶金、化工原材料，是国家重要的战略资源之一。自2000年以来，我国已成为世界最大的电解锰生产国、消费国和出口国，2019年我国电解锰产能达235万t，年产量达152.5万t，占世界总产量的98%。电解锰行业是典型的传统产业，早期的粗放发展曾导致严重的环境问题，2005年，根据环签〔2005〕1875号文件及原国家环境保护总局有关领导的批示，明确指示对“锰三角”电解锰企业进行清洁生产审核。国家和地方案针对电解锰行业不断出台政策和标准，对电解锰行业的污染治理提出了更高的要求。清洁生产审核作为电解锰行业污染防治的关键手段，在行业内得到有力开展。

2016年10月，国家发展和改革委员会、原环境保护部、工业和信息化部联合印发了《电解锰行业清洁生产评价指标体系》，将《电解金属锰行业清洁生产评价指标体系（试行）》和《清洁生产标准 电解锰行业》进行了整合修订，指标体系实施以来对降低电解锰行业资源、能源消耗，削减污染物排放强度，提高行业清洁生产水平，促进电解锰行业可持续、健康发展起了重要的作用。生态文明建设的深入推进对电解锰行业发展提出了新的要求，行业技术进步带来了技术指标的提升，部分指标对行业的引领作用不再突出，指标体系修订迫在眉睫。

### 1.3 指标体系编制的主要依据

（1）2021年6月，中华人民共和国国家发展和改革委员会“关于委托开展《电解锰行业清洁生产评价指标体系》修订的函”。

（2）2016年，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、中华人民共和国工业和信息化部公告，2016年第21号《电解金属锰行业清洁生产评价指标体系》。

## 2 工作过程

本标准严格遵循清洁生产的基本指导思想，项目组通过行业相关法律法规标准政策的调研、行业现状分析，综合考虑行业专家及企业对指标体系的修订建议，在全面系统研究的基

基础上，完成了指标体系的修订。具体工作过程如下：

2021年6月29日，成立项目组，启动指标体系修订工作；

2021年6月30日，通过邮件、电话等形式针对现行指标体系面向行业专家及主要企业征集修订建议；

2021年7月10日，深入分析行业政策标准体系、技术水平及污染物排放现状等资料，综合考虑专家及企业提供的修订建议，完成指标体系的修订稿及编制说明；

2021年7月12日，组织召开指标体系（初稿）专家研讨会；

2021年7月15日，根据专家意见，修改完善指标体系及编制说明，完成修改稿；

2021年8月30日一至今，根据三部委内部征求意见，修改完善指标体系及编制说明，完成征求意见稿，上报国家发展和改革委员会。

### 3 适用范围

本文件规定了电解锰行业（不含锰矿开采）清洁生产的一般要求。本指标体系将清洁生产评价指标分为九类，即生产工艺及装备、能源消耗、水资源消耗、原/辅料消耗、资源综合利用、污染物产生与排放、温室气体排放、产品特征和清洁生产管理。

本指标体系适用于电解锰行业（不含锰矿开采）企业清洁生产审核、清洁生产潜力与机会的判断、清洁生产水平认证、清洁生产绩效评定和清洁生产绩效公告，也适用于环境影响评价、排污许可、环保领跑者、清洁生产提升改造等环境管理需求。

### 4 指标体系编制指导思想

本指标体系遵循“科学、合理、易操作”的原则进行编制。指标体系的编制体现了产品生命周期分析、生产全过程预防控制和源头削减的思想。本指标体系框架及定量、定性指标内容的确定，充分依据现行的产业政策及节能减排政策，并充分考虑了国内外已有的清洁生产技术成果和成功的清洁生产管理经验、电解锰行业未来的发展趋势等信息内容。指标体系中指标的选取考虑了电解锰生产特点和指标的典型性、代表性、统计指标数据容易获得等因素，使编制的指标体系具有可操作性。

### 5 编制方法和技术路线

#### 5.1 编制方法

本指标体系在编制过程中具体采用以下方法：

##### （1）资料收集法

为编制本指标体系，项目组先后收集了国家《产业结构调整指导目录》、《电解锰行业污染防治技术政策》、现行的电解锰行业清洁生产评价指标体系、电解锰产排污系数等大量资料，作为编制本指标体系的支撑性资料。

## (2) 标准框架法

针对电解锰行业工艺流程特点，参考《清洁生产评价指标体系编制通则（试行稿）》、《我国清洁生产技术规范整合研究报告》等有关编制要求，确定了本指标体系框架。

## (3) 指标值确定法

定量指标基准值主要是参照国家《产业结构调整指导目录》、《电解锰行业污染防治技术政策》、现行的电解锰行业清洁生产评价指标体系以及行业专家的修订建议。

定性指标内容的确定，主要是根据有关文件、技术规范对电解锰企业清洁生产审核的管理要求设定。

## (4) 专家咨询法

面向行业专家及电解锰企业，通过电话、邮件等途径征集指标体系修订建议。为了保证指标的引领作用，指标体系在制定过程中向电解锰行业专家、主要电解锰企业、环保专家及节能专家进行咨询。

## 5.2 编制技术路线

本指标体系编制技术路线详见图 1。

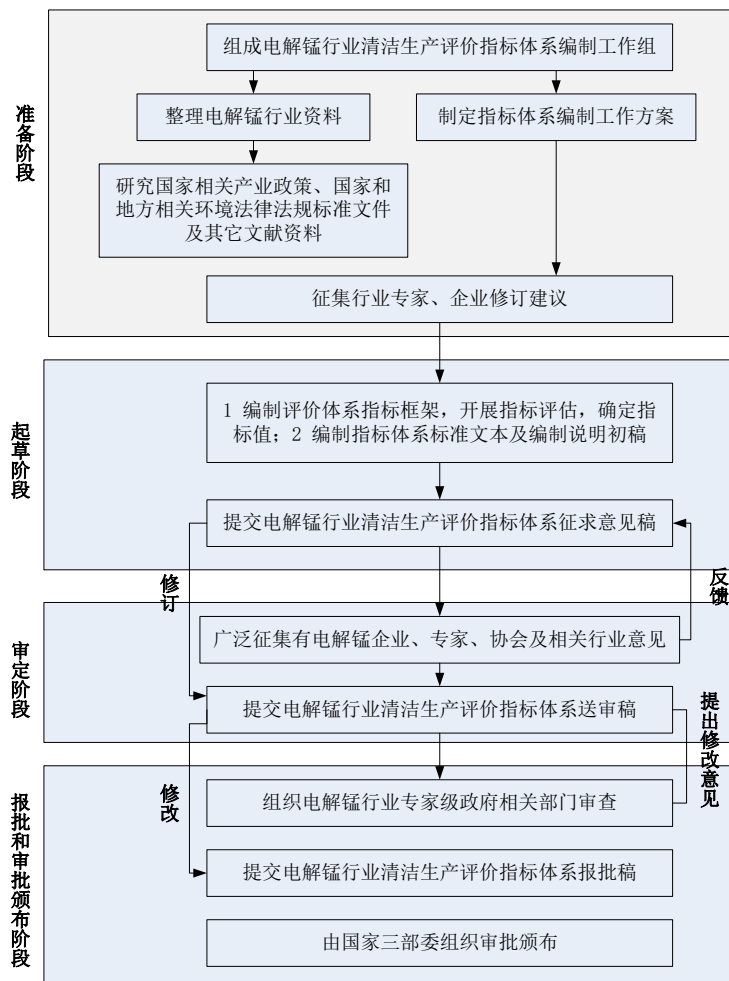


图 1 电解锰行业清洁生产评价指标体系编制技术路线图

## 6 评价指标体系

### 6.1 指标体系框架确定

行业清洁生产评价指标体系由一级指标和二级指标组成。本指标体系框架的确立，主要依据《电解锰行业清洁生产评价指标体系》（2016），并根据电解锰行业生产特点，新增部分考核指标。

#### 6.1.1 原标准体系内容

《电解锰行业清洁生产评价指标体系》（2016）共有二级指标 39 项，涵盖了电解锰生产及污染治理的全过程（表 1）。

表 1 原电解锰行业清洁生产评价指标（2016 年）

一级指标	一级指标权重	序号	二级指标	
生产工艺及装备要求	0.25	1	制粉工序	制粉设备
		2		矿粉贮存与输送
		3	化合工序	化合槽
		4	固液分离工序	*固液分离设备
		5	电解及后续工序	电解槽
		6		整流系统效率
		7		阴极板出入槽方式
		8		钝化工艺
		9		*钝化/清洗装备
		10		剥离方式
		11	环保设施	*化合酸雾吸收装置
		12		电解车间氨气逸散设施
		13	公辅系统	防腐防渗漏措施
		14		*给排水系统
资源能源消耗指标	0.2	15	直流电耗	
		16	酸溶性锰综合回收率（碳酸锰矿粉/二氧化锰矿粉）	
		17	*单位产品取水量	
		18	硫酸单耗	
		19	二氧化硒（或二氧化硫）单耗	
资源综合利用指标	0.12	20	工业用水重复利用率	
		21	*废水处理及回用率	
		22	渣坝下游渗滤液回收率	
		23	电解锰渣无害化处理和综合利用率	
污染物产生指标	0.26	24	*单位产品废水产生量（处理前）	
		25	单位产品废水总锰产生量	
		26	单位产品废水六价铬产生量	

一级指标	一级指标权重	序号	二级指标
		27	单位产品废水氨氮产生量
		28	单位产品废水 COD 产生量
		29	锰渣产生量（湿基，碳酸锰矿/二氧化锰矿）
		30	锰渣中水溶性锰含量（干基）
		31	阳极泥产生量
		32	产品合格率（符合 YB/T051 中相应规格的成分要求）
产品特征 指标	0.05	33	产品中硒含量 （YB/T051 DJMn D 级/P 级）
		34	*环境法律法规标准
清洁生产 管理指标	0.12	35	*固体废物处理处置
		36	*清洁生产组织、管理及实施
		37	*生产工艺用水管理
		38	节能管理
		39	环境信息公开

### 6.1.2 主要修订情况

项目组在“原指标体系”各项指标的基础上，广泛征求行业专家及主要企业的修订建议，得到反馈意见 44 条。项目组根据相关标准的要求，充分考虑专家的修改建议，提出了本稿指标体系，合计 43 项指标，其中，新增指标 7 项、拆分指标 1 项；修订 23 项，删除 4 项，详见表 2-表 4。

表 2 新增指标表

序号	二级指标	增加原因
1	单位产品废水总锰排放量	基于工艺过程及污染治理的全流程控制的理念，反映生产过程清洁生产对污染物排放的减量作用
2	单位产品废水六价铬排放量	
3	单位产品废水氨氮排放量	
4	单位产品废水 COD 排放量	
5	清洁方式运输比例	减少物料运输过程的污染物和碳排放。
6	单位产品废气硫酸雾排放量	大气污染物综合排放标准对硫酸雾有浓度控制要求，新增废气硫酸雾产生量指标有利于从源头减少化工工序硫酸雾产生量，减少硫酸雾排放。
7	单位产品二氧化碳排放量	适应国家对行业碳减排的需求



表 3 修订指标表

序号	指标名称	原指标值	修订后指标值	修改原因
1	制粉设备	III级: 能耗在 45 kW·h/t-矿粉以下	III级: 能耗在 40 kW·h/t-矿粉以下	技术进步
2	粉尘管控	矿粉贮存与输送	采取封闭式或防扬尘贮存, 贮存仓库配通风设施; 输送机输送、全封闭输送通道; 自动进料、设置封闭进料斗, 上料过程无粉尘产生; 破碎、焙烧、出料工段应安装除尘设施, 无明显粉尘逸散。	补充对破碎、焙烧、出料工段的粉尘管控要求
3	*固液分离设备	I级: 高压隔膜压滤等满足锰渣滤饼含水率≤24%的设备 II级、III级: 高压隔膜压滤等满足锰渣滤饼含水率≤26%的设备	I级: 满足锰渣滤饼含水率≤24% II级、III级: 满足锰渣滤饼含水率≤25%	技术装备水平进步
4	电解槽	I级: 耐腐蚀工程塑料或其他非木质耐腐蚀材料电解槽, 且电解槽架空安装 II级、III级: 耐腐蚀工程塑料或其他非木质耐腐蚀材料电解槽	I级、II级: 耐腐蚀工程塑料或其他非木质耐腐蚀材料电解槽, 且电解槽架空安装 III级: 耐腐蚀工程塑料或其他非木质耐腐蚀材料电解槽	技术进步
5	阴极板出槽方式	指标名称: 阴极板出入槽方式 I级: 自动化方式出、入槽 II级、III级: 夹具吊装方式出槽、入槽	I级: 具有刷沥、槽液回收 II级、III级: 夹具吊装方式出槽	明确减少污染的核心点位, 提高指标的可操作性
6	钝化工艺	III级: 重铬酸钾用量 <2kg/t 锰	III级: 采用免钝化工艺或使用无铬钝化剂	全面要求无铬钝化
7	钝化/清洗装备	I级: 自动化流水线钝化、冲洗板 II级: 轨道移动式钝化槽集中钝化、超声清洗 III级: 固定钝化槽集中钝化、高压水枪冲洗	I级: 具有刷沥、槽液回收的钝化设施、超声清洗 II级: 轨道移动式钝化槽集中钝化、超声清洗 III级: 固定钝化槽集中钝化、高压水枪冲洗	明确减少污染的核心点位, 提高指标的可操作性
8	剥离方式	I级: 自动剥离流水线 II级: 机械剥离 III级: 人工剥离	I级: 自动机械剥离 II级: 人工辅助机械剥离 III级: 人工剥离	明确减少污染的核心点位, 提高指标的可操作性
9	*化合酸雾吸收装置	I级、II级、III级: 安装酸雾吸收装置	I级、II级、III级: 安装酸雾吸收装置, 处理达标	补充处理的达标要求

序号	指标名称	原指标值	修订后指标值	修改原因
10	电解车间氨气逸散设施	I级、II级、III级：设置强制通风设施	I级：槽面设置氨气吸收和处理设施 II级、III级：设置强制通风设施	技术进步
11	防腐防渗漏措施	I级、II级、III级：生产车间地面、废水收集和处理系统，满足《工业建筑防腐蚀设计规范》(GB 50046)的有关要求	I级、II级、III级：生产车间地面、废水收集和处理系统，满足《工业建筑防腐蚀设计规范》(GB/T 50046)中建筑物防护的地面、构筑物的防腐要求	明确防腐的核心点位，提高指标的可操作性
12	酸溶性锰综合回收率（碳酸锰矿粉/二氧化锰矿粉）	I级：≥88/88 II级：≥85/85 III级：≥80/80	I级：≥88/90 II级：≥86/88 III级：≥83/85	技术进步
13	*废水处理及回用率	I级：设废水处理站，处理达标后100%回用于工艺 II级、III级：设废水处理站，处理后部分废水回用于工艺	I级：设废水处理站，处理达标后100%回用于工艺 II级、III级：设废水处理站，处理达标后部分废水回用于工艺	提高指标的可操作性
14	*电解锰渣无害化处理率		I级：100% II级：100% III级：100%	<p>锰渣中含有极高浓度的水溶性锰和氨氮，大量未经处理的锰渣直接堆存是造成区域水体锰和氨氮时常超标的直接原因。随着生态文明建设的不断深入，急需对锰渣处理处置需提出更高、更严的要求。并将该指标纳入限定性指标。</p> <p>对锰渣进行无害化处理是基本要求，无论锰渣最终是填埋、贮存还是其他处置方式，都应当先进行无害化处理。而综合利用率的高低反映了企业工艺水平的先进性。</p>
15	电解锰渣综合利用率	I级：20% II级：15% III级：10%	I级：≥30 II级：≥20 III级：≥10	
16	单位产品废水氨氮产生量	I级：≤1200 II级：≤4000 III级：≤6000	I级：≤1200 II级：≤2000 III级：≤3000	提高清洁生产源头减排污染物的限值要求

序号	指标名称	原指标值	修订后指标值	修改原因
17	单位产品 废水 COD 产生量	I 级: ≤500 II 级: ≤520 III 级: ≤550	I 级: ≤150 II 级: ≤400 III 级: ≤550	提高清洁生产源头减排污染物的 限值要求
18	单位产品 废水六价 铬产生量	≤150	≤0.1	全面使用无铬钝化, 提高清洁生 产源头减排污染物的限值要求
19	*锰渣产 生量(湿 基, 碳酸 锰矿/二氧 化锰矿)	I 级: ≤6.8/4.9 II 级: ≤8.4/6.9 III 级: ≤10.6/7.8	I 级: ≤6.8/4.9 II 级、III 级: ≤8.4/6.9	提高清洁生产源头减排污染物的 限值要求, 引导企业采用高品位 锰矿, 从源头减少锰渣产生量
20	阳极泥产 生量(干 基)	指标名称: 阳极泥产生 量 I 级: ≤50 II 级: ≤80 III 级: ≤120	I 级: ≤50 II 级: ≤70 III 级: ≤100	技术进步
21	*清洁生 产组织、 管理及实 施	I 级、II 级、III 级: 设有 清洁生产管理部门和配 备专职管理人员; 制定 有清洁生产工作规划及 年度工作计划 I 级: 每年清洁生产中、 高费方案实施率≥90% II 级: 每年清洁生产中、 高费方案实施率≥70% III 级: 每年清洁生产 中、高费方案实施率 ≥50%	I 级、II 级、III 级: 设有清洁生 产管理部门和至少 1 名环境类 大专及以上学历专职管理人 员; 制定有清洁生产工作规划 及年度工作计划	进一步提高指标的可操作性
22	*生产工 艺用水管 理	I 级、II 级、III 级: 安装 计量仪表, 主要用水点 位制定定量考核制度	I 级、II 级、III 级: 安装三级计 量仪表, 主要用水点位制定定 量考核制度	进一步明确计量要求
23	节能管理	I 级: 按国家规定要求, 组织开展节能评估与能 源审计工作, 实施节能 改造项目完成率为 90%; 能源计量器具配备 率符合 GB 17167 三级计 量要求 II 级: 按国家规定要求, 组织开展节能评估与能 源审计工作, 实施节能 改造项目完成率为 70%; 能源计量器具配备 率符合 GB 17167 二级计 量要求	I 级、II 级、III 级: 按国家规定 要求, 组织开展节能评估与能 源审计工作; 能源计量器具配 备率符合 GB 17167 三级计量要 求	节能改造项目不同企业基数差异 大, 完成率没有可比性

序号	指标名称	原指标值	修订后指标值	修改原因
		III级：按国家规定要求，组织开展节能评估与能源审计工作，实施节能改造项目完成率为50%；能源计量器具配备率符合GB 17167二级计量要求		

表 4 删除指标表

序号	二级指标	删除原因
1	化合槽	化合槽的规模对清洁生产指标的影响不大
2	硫酸单耗	硫酸消耗指标非反映工艺先进的指标
3	整流系统效率	该指标主要体现交流电转为直流电的损耗，并不能反应电能利用效率，且目前的整流设备整流效率均已达到很高水平
4	固体废物处理处置	清洁生产一级指标要求锰渣的无害化和综合利用率达到100%，无需再设此项指标

## 6.2 指标选取

### 6.2.1 指标分类

生产工艺与装备指标是通过调查国内外同行业的先进生产工艺与装备水平，在满足国家产业政策要求的基础上，采用资源消耗低、污染排放少的清洁生产工艺、装备和制造技术。具体指标可包括装备、生产过程控制水平、环保设施等。

能源消耗指标为行业常用的经济技术指标。该指标目的是促进企业采用节能技术，最大限度降低能源的消耗，提高能源利用效率。具体指标包括：直流电耗。

水资源消耗指标为行业常用的经济技术指标。该指标目的是促进企业采用节水工艺和装备，最大限度降低水资源消耗，提高水资源利用效率。具体指标包括：单位产品取水量、工业用水重复利用率、废水处理及回用率等。

原/辅料消耗指标为行业常用的经济技术指标。该指标目的是促进企业采用新工艺新技术从源头减少原/辅料消耗，提高原/辅料利用效率。具体指标包括：酸溶性锰综合回收率、二氧化硒（或二氧化硫）单耗。

资源综合利用指标的目的在于促进企业采取综合利用措施，充分利用企业内部产生的废物和副产品，减少废物的最终产生和排放。具体指标包括：渣库渗滤液收集处理率、电解锰渣无害化处理率和电解锰渣综合利用率。

污染物产生与排放指标是根据国家和地方污染物排放要求，结合行业的污染特征而确定的，其目的是从源头上采取有效措施，减少重点污染物的产生。相关二级指标包括单位产品

废水产生量，废水中总锰、六价铬、氨氮、化学需氧量产生量，锰渣产生量、阳极泥产生量（干基）等，总锰、六价铬、氨氮、化学需氧量排放量。

温室气体排放指标是适应国家温室气体管理要求，反映行业碳排放的指标。具体指标为：单位产品二氧化碳排放量。

产品特征指标是反映产品性能，以及产品贮存、运输、使用和废弃后可能造成的环境影响等的指标。相关二级指标包括产品合格率和产品中硒含量。

清洁生产管理指标是影响各行业清洁生产绩效的重要因素。清洁生产管理指标要求企业从清洁生产审核制度执行、清洁生产部门设置和人员配备、清洁生产管理制度等管理环境中对环境影响大的方面，根据各行业的具体情况提出规范性要求。具体指标包括环境法律法规标准，清洁生产组织、管理与实践，生产工艺用水管理，节能管理和环境信息公开。

其中，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。本指标体系限定性指标主要包括固液分离设备、化合酸雾吸收装置、给排水系统、单位产品取水量、废水处理及回用率、电解锰渣无害化处理率、单位产品废水产生量（处理前）、单位产品废水六价铬产生量、单位产品废水氨氮产生量、单位产品废水化学需氧量产生量、单位产品废水六价铬排放量、单位产品废水氨氮排放量、单位产品废水化学需氧量排放量、环境法律法规标准、清洁生产组织、管理及实施和生产工艺用水管理 16 项指标。

## 6.2.2 二级指标基准值的确定

### （1）原则满足通则中清洁生产各级水平的总体要求

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。根据《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿），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。

### （2）参考原有清洁生产标准和指标体系指标值，适应企业技术水平现状

各指标确定过程以原有清洁生产标准和指标体系指标值为基础，结合大量调查数据，对现有指标值开展评估，提出各指标建议值，再经过多轮企业现场座谈征询和专家研讨确定最终各级指标值。

### （3）与现有政策规范的一致性

本指标体系各指标值与电解锰行业产排污系数手册中对应的指标值总体是一致的，但因本指标体系有一、二、三级指标基准值，需考虑企业实际达到的比例，进而通过调查和测算后科学设置。

## 6.2.3 指标权重值的确定

评价指标权重的确定是多目标决策的一个重要环节，因为多目标决策的基本思想是将多目标决策结果值进行量化，也就是应用一定的方法、技术、规则将各目标的实际值转化为一

个综合值。指标权重是指在评价过程中不同重要程度的反映，是评价问题中指标相对重要程度的一种主观评价和客观反映的综合度量。权重的赋值合理与否对评价结果的科学性起着至关重要的作用。

本指标体系包括清洁生产评价指标分为九类，即生产工艺及装备、能源消耗、水资源消耗、原/辅料消耗、资源综合利用、污染物产生与排放、温室气体排放、产品特征和清洁生产管理等九类清洁生产一级指标，下含 43 个二级指标。一级指标及相应二级指标的权重均采用专家咨询法（Delphi 法），该方法的特点在于集中专家的知识经验，确定各指标的权重，并在不断的反馈和修改中得到比较满意的结果。

指标权重从行业内征集了行业专家独立对各指标进行了赋值，回收结果并计算各指标权重的均值和标准差，之后将计算的结果及补充资料返还给各位专家，要求所有的专家在新的基础上确定权数。反复多次，使意见趋于一致，最后得出结论。

#### 6.2.4 指标体系内容

根据行业技术发展和环境管理需求，修订的《电解锰行业清洁生产评价指标体系》共有二级指标 43 项，见表 5。

表 5 电解锰行业清洁生产评价指标、权重及基准值

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 级清洁生产水平基准值	II 级清洁生产水平基准值	III 级清洁生产水平基准值	
1	生产工艺及装备	0.21	制粉设备	--	0.05	能耗在 25 kW·h/t-矿粉以下	能耗在 35 kW·h/t-矿粉以下	能耗在 40 kW·h/t-矿粉以下	
					采用封闭负压粉碎系统				
2			粉尘管控	--	0.05	采取封闭式或防扬散贮存，贮存仓库配通风设施；输送机输送、全封闭输送通道；自动进料、设置封闭进料斗，上料过程无粉尘产生；破碎、焙烧、出料工段应安装除尘设施，无明显粉尘逸散			
3			*固液分离设备	%	0.12	满足锰渣滤饼含水率≤24%的	满足锰渣滤饼含水率≤25%的		
4			电解槽	--	0.10	耐腐蚀工程塑料或其他非木质耐腐蚀材料电解槽，且电解槽架空安装			
					耐腐蚀工程塑料或其他非木质耐腐蚀材料电解槽				
5			阴极板出槽方式		0.10	具有刷沥、槽液回收的	夹具吊装方式出槽的		
6			钝化工艺	--	0.12	采用免钝化工艺或使用无铬钝化剂			
7			钝化/清洗装备	--	0.10	具有刷沥、槽液回收的钝化设施；节水清洗设施	采用轨道移动式钝化槽集中钝化；节水清洗设施	采用固定钝化槽集中钝化；节水清洗设施	
8			剥离方式	--	0.07	自动机械剥离	人工辅助机械剥离	人工剥离	
9			*化合酸雾吸收装置	--	0.07	安装酸雾吸收装置，处理达标			
10			电解车间氨气防控设施	--	0.08	设置氨气处理设施；电解车间外部无组织氨浓度达到 GB 14554 三级标准	设置强制通风设施；电解车间外部无组织氨浓度达到 GB 14554 三级标准		
11			防腐防渗漏措施	--	0.05	生产车间地面、废水收集和处理系统，满足《工业建筑防腐蚀设计规范》(GB/T 50046)中建筑物防护的地面、构筑物的防腐要求			
12	*给排水系统	--	0.05	清污分离、雨污分离，分质处理					
13	清洁方式运输比例	%	0.04	40	20				

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级清洁生产水平基准值	II级清洁生产水平基准值	III级清洁生产水平基准值
14	能源消耗	0.05	直流电耗	kW·h/t-Mn	1.00	≤5800/7500 <sup>[1]</sup>	≤6000/8000 <sup>[1]</sup>	≤6300/8500 <sup>[1]</sup>
15	水资源消耗	0.12	*单位产品取水量	m <sup>3</sup> /t-Mn	0.35	≤2	≤3	
16			工业用水重复利用率	%	0.30	≥90	≥85	≥80
17			*废水处理及回用率	--	0.35	设废水处理站，处理达标后 100%回用于工艺	设废水处理站，处理达标后部分废水回用于工艺	
18	原/辅料消耗	0.07	酸溶性锰综合回收率 (碳酸锰矿/二氧化锰矿)	%	0.62	≥88/90 <sup>[2]</sup>	≥86/88 <sup>[2]</sup>	≥83/85 <sup>[2]</sup>
19			二氧化硒(或二氧化硫)单耗	kg/t-Mn	0.38	≤1.0/20	≤1.2/25	≤1.5/30
20	资源综合利用	0.14	渣库渗滤液收集处理率	--	0.15	100%收集、100%回用或处理达标		
21			*电解锰渣无害化处理率	%	0.45	100		
22			电解锰渣综合利用率	%	0.40	≥30	≥20	≥10
23	污染物产生与排放	0.20	*单位产品废水产生量(处理前)	m <sup>3</sup> /t-Mn	0.15	≤1	≤2	≤3
24			单位产品废水总锰产生量	g/t-Mn	0.06	≤1200	≤2000	≤3000
25			*单位产品废水六价铬产生量	g/t-Mn	0.06	≤0.1		



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级清洁生产水平基准值	II级清洁生产水平基准值	III级清洁生产水平基准值
26	污染物产生与排放		*单位产品废水氨氮产生量	g/t-Mn	0.04	≤1200	≤2000	≤3000
27			*单位产品废水 COD 产生量	g/t-Mn	0.04	≤150	≤400	≤550
28			单位产品废水总锰排放量	g/t-Mn	0.07	≤0.50	≤0.80	≤2.00
29			*单位产品废水六价铬排放量	g/t-Mn	0.07	≤0.05		
30			*单位产品废水氨氮排放量	g/t-Mn	0.04	≤10	≤15	≤20
31			*单位产品废水 COD 排放量	g/t-Mn	0.04	≤60	≤90	≤120
32			单位产品废气硫酸雾排放量	g/t-Mn	0.04	≤52	≤72	≤92
33			锰渣产生量（湿基，碳酸锰矿/二氧化锰矿）	t/t-Mn	0.20	≤6.8/4.9 <sup>[2]</sup>	≤8.4/6.9 <sup>[2]</sup>	
34			锰渣中水溶性锰含量（干基）	%	0.09	≤0.8	≤1.2	≤1.5
35			阳极泥产生量（干基）	kg/t-Mn	0.10	≤50	≤70	≤100
36	温室气体排放	0.04	单位产品二氧化碳排放量	t CO <sub>2</sub> /t-Mn	1.00	≤6.7	≤7.0	≤7.3

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级清洁生产水平基准值	II级清洁生产水平基准值	III级清洁生产水平基准值
37	产品特征	0.05	产品合格率（符合YB/T051中相应规格的成分要求）	%	0.50	100	≥98	≥95
38			产品中硒含量（YB/T051 DJMn D级/P级）	%	0.50	≤0.04	≤0.05	≤0.06
39	清洁生产管理	0.12	*环境法律法规标准	--	0.50	符合国家和地方有关环境法律、法规；污染物排放达到国家和地方排放标准；满足环境影响评价、环保“三同时”制度和排污许可证管理要求；符合国家和地方相关产业政策，不使用国家和地方明令淘汰或禁止的落后工艺和装备；锰渣库选址、建设、运行、封场、土地复垦的污染控制和环境管理满足 GB 18599 要求		
40			*清洁生产组织、管理及实施	--	0.20	设有清洁生产管理部门和至少 1 名环境类大专及以上学历专职管理人员；制定有清洁生产工作规划及年度工作计划		
41			*生产工艺用水管理	--	0.10	安装三级计量仪表，主要用水点位制定定量考核制度		
42			节能管理	--	0.10	按国家规定要求，组织开展节能评估与能源审计工作；能源计量器具配备率符合 GB 17167 三级计量要求		
43			环境信息公开	--	0.10	按照《环境信息公开办法（试行）》要求公开环境信息；按照 HJ 617 编写企业环境报告书		

标注\*为限定性指标。[1]为无硒电解；[2]为采用二氧化锰矿为原料。

### 6.3 指标核算方式

#### 6.3.1 清洁方式运输比例

指进出企业的大宗物料和产品采用铁路运输、水路运输、管道或管状带式输送机等，以及采用新能源汽车或国六排放标准的汽车运输的运输量占运输总量的比例。

#### 6.3.2 直流电耗

直流电耗是电解过程的重要能耗技术指标，用下面的公式表示：

$$\varphi = \frac{E_{\text{电解}}}{M_{\text{锰}}} \quad (6-1)$$

式中：

$\varphi$ ——吨锰直流电耗，kW·h/t；

$E_{\text{电解}}$ ——统计期内电解工序消耗的电量，kW·h；

$M_{\text{锰}}$ ——统计期内电解锰的产量，t。

#### 6.3.3 酸溶性锰综合回收率：

$$\delta_{\text{可溶性锰}} = \frac{M_{\text{锰}}}{M_{\text{耗}} \times T} \times 100\% \quad (6-2)$$

式中：

$\delta_{\text{可溶性锰}}$ ——酸溶性锰利用率，%；

$M_{\text{锰}}$ ——统计期内电解锰的产量，t；

$M_{\text{耗}}$ ——统计期内锰矿石的消耗量，t；

$T$ ——锰矿石的品位，%。

#### 6.3.4 单位产品取水量

取水总量指企业在一定生产周期内每生产 1t 电解锰成品需要从各种水资源提取的水量，包括取自地表水（以净水厂供水计算）、地下水、城镇供水工程，以及企业从市场购得的其他水或水的产品（如：热水、地热水等的水量），不包括冷却塔、槽面等的标准蒸发水量，以及电解过程冷却循环水及废水处理完等其他循环利用水。冷却塔、槽面等的蒸发水量数据以权威第三方出具的测试评估报告或结论为依据。

$$V_{u2} = \frac{W_2}{M_{\text{锰}}} \quad (6-3)$$

式中： $V_{u2}$ ——单位产品取水量，t/t；

$W_2$ ——统计期内取水总量，t；

$M_{\text{锰}}$ ——统计期内电解锰的产量，t。

### 6.3.5 二氧化硒单耗

指电解锰生产过程中单位产品二氧化硒消耗量。

$$W_i = \frac{M_{\text{二氧化硒}}}{M_{\text{锰}}} \quad (6-4)$$

式中：

$W_i$ ——单位产品二氧化硒的消耗量，t/t 或 kg/t；

$M_{\text{二氧化硒}}$ ——统计期内二氧化硒的消耗量，t 或 kg；

$M_{\text{锰}}$ ——统计期内电解锰的产量，t。

### 6.3.6 工业用水重复利用率

在一定的计量时间内，生产过程中使用的重复利用水量占用水量的百分比。用水量包括产品用水、洗涤用水、直接和间接冷却水及其他工艺用水；重复利用水量是生产过程使用的所有未经处理（包括间接冷却循环水等）和处理后重复使用的水量的总和。可采用 12 月-2 月、6 月-8 月两个连续的 3 个月数据作为冬季和夏季的代表性数据，以这 6 个月或全年的数据平均计算获得工业用水重复利用率。按下式计算：

$$\varepsilon = \frac{W_1}{W} \times 100\% \quad (6-5)$$

式中：

$\varepsilon$ ——工业用水重复利用率，%；

$W_1$ ——上年或可比周期内企业工业重复利用水量（包括间接冷却循环水量、洗布废水直接回用量、处理后废水回用量等），t；

$W$ ——上年或可比周期内企业取水量和重复利用水量之和，t。

### 6.3.7 废水处理回用率

指生产过程中产生的废水经处理后回用于电解锰生产的比例。

$$\alpha = \frac{Q_1}{Q} \times 100\% \quad (6-6)$$

式中：

$\alpha$ ——废水处理回用率，%；

$Q_1$ ——统计期内处理后回用于生产的废水量，t；

$Q$ ——统计期内废水产生量，t。

### 6.3.8 电解锰渣无害化处理率

电解锰渣无害化处理量为采用经专业权威第三方评估可行的无害化处理工艺或技术进行处理、且满足本指标体系锰渣无害化处理定义要求的电解锰渣量。计算电解锰渣无害化处理率时，考虑锰渣综合利用直接消纳锰渣的贡献，计入无害化处理量统计；无害化处理后

进行综合利用的，不重复计算。

$$\gamma_w = \frac{N_w}{N} \times 100\% \quad (6-7)$$

式中：

$\gamma_w$ ——电解锰渣无害化处理率，%；

$N_w$ ——上年或可比周期内电解锰渣无害化处理量和综合利用量，t；

$N$ ——上年或可比周期内锰渣产生量，t。

### 6.3.9 电解锰渣综合利用率

该指标中的电解锰渣综合利用量为采用经专业权威第三方评估可行的综合利用工艺或技术进行利用、且满足相关产品标准的电解锰渣量。锰渣产生量核算方式同下。

$$\gamma_z = \frac{N_z}{N} \times 100\% \quad (6-8)$$

式中：

$\gamma_z$ ——电解锰渣综合利用率，%；

$N_z$ ——上年或可比周期内电解锰渣综合利用量，t；

$N$ ——上年或可比周期内锰渣产生量，t。

### 6.3.10 单位产品废水产生量（处理前）

指电解锰生产过程中单位产品产生的废水量。

$$Q_u = \frac{Q}{M_{\text{锰}}} \quad (6-9)$$

式中：

$Q_u$ ——单位产品废水产生量，m<sup>3</sup>/t；

$Q$ ——统计期内废水产生量，m<sup>3</sup>；

$M_{\text{锰}}$ ——统计期内电解锰的产量，t。

### 6.3.11 废水中污染物产生、排放指标

单位产品废水总锰、六价铬、氨氮、化学需氧量产生、排放量指企业工业废水处理站入口、废水排放口的污染物量；单位产品废水六价铬产生量是指进入车间含六价铬废水处理装置入口的量。

上述污染物产生指标的计算方法如下：

$$P_i = \frac{C_i \times V_i}{M_{\text{锰}} \times 1000} \quad (6-10)$$

式中：

$i$ ——污染物种类，无量纲；

$P_i$ ——污染物  $i$  的产生、排放量，g/t-Mn；

$C_i$ ——污染物 i 的浓度，mg/L；  
 $V_i$ ——统计期内废水体积，L；  
 $M_{\text{锰}}$ ——统计期内电解锰的产量，t。

### 6.3.12 废气污染物排放指标

单位产品硫酸雾排放量指化合工段（不包括浆化、中转工段）废气排放口硫酸雾的排放量。计算方法如下：

$$D_i = \frac{C_i \times V_i}{M_{\text{锰}} \times 1000} \quad (6-11)$$

式中：

$i$ ——污染物种类，无量纲；  
 $D_i$ ——污染物 i 的排放量，g/t-Mn；  
 $C_i$ ——污染物 i 的排放浓度，mg/m<sup>3</sup>；  
 $V_i$ ——统计期内废气排放体积，m<sup>3</sup>；  
 $M_{\text{锰}}$ ——统计期内电解锰的产量，t。

### 6.3.13 单位产品二氧化碳排放量

工厂边界内二氧化碳排放量包括生产过程（不含锰渣无害化及综合利用过程）消耗的燃料、电力、蒸汽，以及碳酸盐释放。企业二氧化碳排放量以专业权威第三方核查结果为准。

$$C = \frac{C_0}{M_{\text{锰}}} \quad (6-12)$$

式中：

$C$ ——单位产品二氧化碳排放量，t/t；  
 $C_0$ ——统计期内工厂边界内二氧化碳排放量，t；  
 $M_{\text{锰}}$ ——统计期内电解锰的产量，t。

### 6.3.14 锰渣产生量（湿基）

指电解锰生产过程中单位产品产生的新鲜锰渣量。锰渣产生量以电解锰工业产排污系数手册核算公式计算数据为基础，当企业报表量与公式法计算量相差小于 10%时，可选择采用二者之一；当二者相差超过 10%时，应采用公式法计算的量。

$$Z = \frac{Z_r}{M_{\text{锰}}} \quad (6-13)$$

式中：

$Z$ ——单位产品锰渣产生量，t/t；  
 $Z_r$ ——统计期内新鲜锰渣产生量，t；  
 $M_{\text{锰}}$ ——统计期内电解锰的产量，t。

### 6.3.15 锰渣中水溶性锰含量（干基）

取新鲜锰渣先测含水率（ $n$ ，小数表示），称取  $70/(1-n)$  g 新鲜锰渣到 700mL 去离子水或同等纯度的蒸馏水中，按《固体废物 浸出毒性浸出方法》（GB 5086.1-1997）的浸出程序制备锰渣浸出液，测量浸出液中锰浓度（ $C$ ，g/L），根据锰浓度折算出锰渣中水溶性锰含量（干基）（ $S$ ，%），计算方法如下：

$$S = \left(1 + \frac{0.1n}{1-n}\right) \cdot C \cdot \frac{Ls}{Ms} \quad (6-14)$$

式中：

$S$  —— 锰渣中水溶性锰含量（干基），%；

$n$  —— 锰渣含水率，小数表示；

$C$  —— 锰渣浸出液中锰浓度，g/L；

$Ls$  —— 浸出液体积，0.7L；

$Ms$  —— 锰渣干基重量，700g。

### 6.3.16 阳极泥产生量

指电解锰生产过程中单位产品产生的阳极泥量。

$$Y = \frac{Y_t}{M_{\text{锰}}} \quad (6-15)$$

式中：

$Y$  —— 单位产品阳极泥产生量，kg/t；

$Y_t$  —— 统计期内阳极泥产生量，kg；

$M_{\text{锰}}$  —— 统计期内电解锰的产量，t。

## 6.4 数据来源

### 6.4.1 统计

（1）企业的原材料和取水量的消耗、重复用水量、产品产量、能耗及各种资源的综合利用量等指标值，以企业生产年报或不少于连续 3 个考核周期报表的均值为准。

（2）统计期内企业生产两种以上不同规格的电解锰时，应根据不同产品规格的电耗和电解锰产量采用加权平均的方法计算电耗。

（3）企业有多条生产线时，按生产线分别计算能耗，公用部分的电耗按产能分摊到各条生产线。

### 6.4.2 实测

如果统计数据严重短缺，资源综合利用特征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。

污染物产生指标计算所需参数应以实测为主，现场监测时同时记录各生产设备工况负荷情况。

## 7 指标体系实施的节能减排潜力分析

### （1）生产工艺技术装备的改进

本指标体系参照国家出台的原《产业结构调整指导目录》（2019）、现行的电解锰行业清洁生产评价指标体系、电解锰生产工艺装备未来发展趋势，提出了适合我国电解锰行业的清洁生产定量与定性指标内容，将有助于我国电解锰生产企业提升工艺技术装备水平，从生产硬件建设上为节能减排夯实基础。

### （2）完善企业清洁生产组织管理

运用管理手段可以全面、系统、自觉地对企业生产过程资源与能源消耗、污染物的产生和排放进行有效地控制，但目前我国大多数电解锰企业没有能够有效地建立起清洁生产领导机构和管理制度。为解决这一问题，本指标体系特别强化了清洁生产管理指标，从而推动电解锰产业建立并形成清洁生产长效机制，使开展清洁生产活动成为企业自觉主动、持续有效的行为。