

# 再生铅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.....	10
6 指标解释与数据来源.....	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》，指导和推动再生铅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，制定再生铅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：中国环境科学研究院。

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

本指标体系规定了再生铅行业清洁生产的一般要求。本指标体系将清洁生产指标分为六类，即生产工艺与装备要求、资源和能源消耗指标、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。

本指标体系适用于再生铅企业的清洁生产审核、清洁生产潜力评估，清洁生产绩效评定和公告、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 31574 再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准
- GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
- GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
- GB/T 469 铅锭
- GB/T 2589 综合能耗计算通则
- GB/T 15555.2 固体废物 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法
- GB/T 21181 再生铅及铅合金锭
- GB/T 24001 环境管理体系要求及使用指南
- HJ 519 废铅酸蓄电池处理污染控制技术规范
- HJ/T 364 废塑料回收与再生利用污染控制规范（试行）
- 《危险化学品安全管理条例》（中华人民共和国国务院令 第 591 号）
- 《环境信息公开办法（试行）》（国家环境保护总局令 第 35 号）
- 《排污口规范化整治技术要求（试行）》（国家环保局环监[1996]470 号）
- 《国家危险废物名录》（国家环境保护部/国家发展和改革委员会 令 [2008] 第 1 号）
- 《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 31574、《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 再生铅

再生铅是指以含铅废物为原料，包括废铅蓄电池中的铅膏（泥）、栅板和碎铅、废铅管、废铅板、废含铅电缆铠装等金属态铅，经过还原熔炼和火法精炼（或电解精炼）等生产、加工工艺，获得粗铅锭、精炼铅锭、电解铅锭和铅合金锭等再生铅产品。

### 3.2 清洁生产

指不断采取改进设计、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。

### 3.3 污染物产生指标（末端处理前）

即产污系数，指单位产品生产（或加工）过程中，在末端处理装置（企业污水处理厂、脱硫装置）进口产生的污染物的量。

### 3.4 指标基准值

为评价清洁生产水平所确定的指标对照值。

### 3.5 指标权重

衡量各评价指标在清洁生产评价指标体系中的重要程度。

### 3.6 清洁生产综合评价指数

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。

### 3.7 限定性指标

指对节能减排有重大影响或者法律法规明确规定必须严格执行的指标。本指标体系将限定性指标确定为：部分生产工艺及设备指标、单位产品综合能耗、部分污染物产生指标、环境法律法规标准执行情况等指标。

### 3.8 废铅酸蓄电池

指生产、生活和其他活动中产生的丧失原有使用价值，或者虽未丧失使用价值被丢弃的铅酸蓄电池。

### 3.9 电解液

指电极板浸入其中的作为离子导体的硫酸溶液。

### 3.10 火法冶炼

指通过高温的方法在熔融状态将金属从中提炼出来的技术工艺。

### 3.11 湿法冶炼

指通过采用某种溶剂，在溶液中借助化学作用，将金属从中提炼出来的技术工艺。

### 3.12 电解精炼

以粗铅为原料，采用电解工艺生产纯铅的过程。

### 3.13 残极率

电解后铅阳极板残余部分重量与电解前阳极板装入重量之比的百分数。

### 3.14 废渣

指再生铅生产过程中，最终以危险废物处理的冶炼弃渣。

### 3.15 产品

再生铅行业的产品为铅合金锭、精炼铅锭或电解铅锭，其纯度需符合 GB/T 21181 和 GB/T 469 的要求。对于没有火法精炼和电解工艺的企业，则定义粗铅铅锭为该企业的产品。湿法冶炼的产品为电解沉积所得的电解铅锭。

## 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，用于考核企业执行有关政策法规情况。

### 4.2 指标基准值及其说明

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，则选用国内重点大中型再生铅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。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”两种选择进行评定。

### 4.3 指标体系

1. 废铅蓄电池破碎分选-还原熔炼-火法精炼或电解精炼工艺的清洁生产评价指标体系见表 1。
2. 废铅电池破碎分选-湿法冶炼工艺的清洁生产评价指标体系见表 2。

表 1 废铅蓄电池破碎分选-还原熔炼-火法精炼或电解精炼工艺清洁生产评价指标

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级基准值	II级基准值	III级基准值			
1	生产工艺及设备指标	0.3	废铅蓄电池破碎分选工序	废铅蓄电池处置情况		0.05	处置地点必须是封闭式的，防渗、防溢流液体，通风，远离水源和热源				
2				*破碎分选装置		0.10	采用全自动化破碎分选技术		采用机械化破碎分选技术		
3				*分离		0.05	确保铅膏、栅板、隔板、塑料和电解液完全分离				
4				预脱硫及副产物回收		0.05	使用碳酸钠、氢氧化钠等作为脱硫剂，脱硫副产物硫酸钠、硫酸钙等均需回收				
5				*废水处理和循环利用装置		0.05	废水闭路循环使用、不外泄				
6				*熔炼方式		0.15	富氧熔炼		空气熔炼		
7			炉窑		0.05	鼓励使用连续熔池熔炼炉；反射炉、短窑等炉型并配有富氧熔炼方式					
8			还原熔炼和火法精炼工序		自动化控制系统		0.05	计算机控制进料和冶炼过程，具有炉内温度、压力、气体成分、废气流量或速率、重金属等在线监测装置	计算机控制进料和冶炼过程，具有炉温、压力等关键参数的在线监测		
9			废气无组织排放处理		0.05	炉体密闭，负压收集逸出气体				炉体密闭	
10			烟尘收集和处理		0.1	采用高效自动化除尘设备		采用高效机械化除尘设备			
11			粉状物料储运		0.05	采用封闭式仓储，贮存仓库配通风设施，封闭式输送					
12			余热利用装置		0.1	采用高效的余热换热器，余热用于发电		采用高效的余热换热器，余热用于供给热水或热空气			
13			*化料		0.05	冶炼产粗铅不需铸锭，直接液态入热连		冶炼产粗铅铸锭后冷态入热连			
14			熔铅锅		t	0.05	≥100	≥75	≥60		
15			电解精炼工序		自动化水平		0.05	熔铅锅面固定，自动加药，残极连续机械加入；阴、阳极自动铸造；电铅锅机械扒渣；生产过程废气（硅氟酸雾）有效的收集与处理措施	阴、阳极自动铸造；电铅锅机械扒渣；生产过程产生的硅氟酸雾具备有效的收集与处理措施		
16	资源和能源消耗指标	0.10	废铅蓄电池破碎分选工序	单位产品碳酸钠消耗		kg/t	0.05	≤150			
17				单位产品氢氧化钠消耗		kg/t	0.05	≤20		≤25	
18			还原熔炼工序	单位产品白煤消耗		kg/t	0.1	≤75		≤85	
19				单位产品铁屑消耗		kg/t	0.1	≤80			

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级基准值	II级基准值	III级基准值		
20			火法精炼工序	单位产品硝酸钠消耗	kg/t	0.05	≤3			
21				电解精炼工序	单位产品硅氟酸消耗	kg/t	0.1	≤2	≤2.5	≤3
22			残极率		%	0.1	≤38	≤40	≤45	
23			单位产品直流电耗		kW·h/t	0.1	≤120			
24			单位产品总氢氧化钠消耗			kg/t	0.1	≤30		
25			*单位产品综合能耗 (折合标准煤计算)			kgce/t	0.15	≤100	≤120	≤130
26			单位产品新鲜水用量			kg/t	0.1	≤300		≤500
27			资源综合利用指标	0.15	硫酸钠回收率		%	0.15	≥98	
28	石膏处置率				%	0.05	100			
29	废酸处理利用率				%	0.1	100			
30	*塑料回收率				%	0.1	≥99			
31	废渣处置率				%	0.1	100			
32	电解液循环利用率				%	0.1	100			
33	*铅总回收率				%	0.2	≥98			
34	废水重复利用率				%	0.2	100			
35	产品特征指标	0.1	粗铅锭		%	1	≥97		≥96	
36			铅合金锭		%		符合 GB/T 21181			
37			精炼铅锭		%		符合 GB/T 21181			
38			电解铅锭		%		符合 GB/T 469			
39	污染物产生指标 (末端处理前)	0.2	废水	单位产品废水产生量	m³/t	0.1	≤1			
40				*废水中的 Pb	g/t	0.1	≤2	≤3	≤4	
41				废水中其它物质 (总 Cu、Zn、As、Ni、Cd、Cr、Sb、Hg 等)		g/t	0.05	Cu: ≤4; Zn: ≤20; As: ≤2; Ni: ≤2 Cd: ≤0.2; Cr: ≤10; Sb: ≤6; Hg: ≤0.2		
42				pH		—	0.025	6~9		
43				*氨氮		g/t	0.05	≤10	≤20	≤40
44				COD <sub>Cr</sub>		g/t	0.05	≤100	≤300	≤500
45				总磷		g/t	0.025	≤1	≤3	≤5
46				悬浮物		g/t	0.025	≤100	≤200	≤300
47	废气			单位产品烟气产生量	m³/t	0.1	≤10000			



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级基准值	II级基准值	III级基准值
48			*SO <sub>2</sub>	kg/t	0.1	≤5	≤10	≤15
49			NO <sub>x</sub>	kg/t	0.1	≤1		≤2
50			烟尘（颗粒物）	kg/t	0.05	≤5	≤10	≤15
51			*烟尘中的Pb	g/t	0.1	≤200	≤400	
52			烟尘中的其他金属（Cd、Sn、Sb、As等）	g/t	0.025	Cd: ≤10; Cr: ≤200; Sn: ≤200; Sb: ≤200; As: ≤80		
53			硅氟酸雾	mg/m <sup>3</sup>	0.05	≤20	≤45	
54			废渣	单位产品废渣产生量	kg/t	≤150		
55				*废渣含铅量	%	≤2		
56	清洁生产管理指标	0.15	*环境政策、法律法规标准执行情况		0.15	符合国家和地方有关环境法律、法规，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，废水、废气、噪声等污染物排放符合国家和地方排放标准；污染物排放应达到国家和地方污染物排放总量控制指标和排污许可证管理要求；符合行业产业政策。		
57			开展清洁生产审核		0.05	按照国家和地方要求完成清洁生产审核工作		
59			固体废物处理处置		0.1	采用符合国家规定的废物处置方法处理废物；一般固体废物按照GB18599进行妥善处理；危险废物固体废物等按照GB18597相关规定执行		
60			环境管理体系制度		0.05	按照 GB/T 24001 建立并运行环境管理体系，环境管理程序文件及作业文件齐备		
62			污染物排放监测		0.05	按《污染源自动监控管理办法》规定，安装污染物排放自动监控设备，且与环保主管部门的监控系统联网，装置能正常运行		
63			废水处理设施管理		0.05	建有废水处理设施运行中控系统，建立治污设施运行台账	建立治污设施运行台账	
65			地下水监测		0.025	按 HJ/T 164 的要求进行监测		
66			危险化学品管理		0.05	符合《危险化学品安全管理条例》相关要求		
67			环境管理制度和组织机构		0.025	有完善的环境管理制度和机构以及专业的环境管理人才有专门的环境管理机构和专业环境管理人员		
68			污水排放口管理		0.05	排污口符合《排污口规范化整治技术要求（试行）》相关要求		
69			界区内的气相无组织排放和“跑冒滴漏”点源		0.05	≤8个	≤10个	≤15个
70			环境信息公开		0.05	按照《环境信息公开办法（试行）》要求公开环境信息		
71						按照 HJ 617 编写企业环境报告书		

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级基准值	II级基准值	III级基准值
72			环境应急		0.05	针对危险废物的产生、收集、贮存、运输、利用、处置，制定意外事故的防范措施和应急预案，开展重大环境污染事故应急演练，建立重大事故应急预案机制，应急预案必须经过评审备案		
73			*生产过程环境管理		0.05	废铅蓄电池的收集、运输和贮存，废铅蓄电池回收企业的清洁生产要求和设施建设要求，工艺过程污染控制要求以及污染物控制要求均按标准HJ 519执行		
74				0.05	对所有原辅材料均有质检制度和消耗定额管理制度；对所有生产工序有操作规程，主要岗位有作业指导书			
75				0.05	熔铅锅、电铅锅等产生粉尘部位，均要配备控制与处理装置			
76				0.1	电解槽应采取覆盖剂等酸雾抑制措施			

注：带\*的指标为限定性指标

表 2 废铅蓄电池破碎分选-湿法冶炼工艺清洁生产评价指标

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 级基准值	II 级基准值	III 级基准值
1	生产工艺及设备指标	0.3	废铅蓄电池处置情况		0.15	处置地点必须是封闭式的，防渗、防溢流液体，通风，远离水源和热源		
2			*破碎分选装置		0.25	采用全自动化破碎分选技术	采用机械化破碎分选技术	
3			*分离		0.20	确保铅膏、栅板、隔板、塑料和电解液完全分离		
4			预脱硫及副产品回收		0.05	使用碳酸钠、氢氧化钠等作为脱硫剂，脱硫副产物硫酸钠、硫酸钙等均需回收		
5			*废水处理和循环利用装置		0.25	废水闭路循环使用、不外泄		
6			粉状物料储运		0.1	采用封闭式仓储，贮存仓库配通风设施，封闭式输送		
7	资源和能源消耗指标	0.10	单位产品硅氟酸消耗	kg/t	0.2	≤2	≤2.5	≤3
9			单位产品直流电耗	kW·h/t	0.3	≤700		
10			*单位产品综合能耗	kgce/t	0.3	≤130		
11			单位产品新鲜水用量	kg/t	0.2	≤300		≤500
12	资源综合利用指标	0.15	电解液循环利用率	%	0.2	100		
13			*废酸处理利用率	%	0.2	100		
14			塑料回收率	%	0.2	≥99		
15			*铅总回收率	%	0.2	≥98		
16			废水重复利用率	%	0.2	100		
17	产品特征指标	0.1	电解铅	%	1	符合 GB/T 469		
18	污染物产生指标(末端处理前)	0.2	单位产品废水产生量	m <sup>3</sup> /t	0.2	≤1		
19			*废水中的 Pb	g/t	0.2	≤2	≤3	≤4
20			废水中其它物质(总 Cu、Zn、As、Ni、Cd、Cr、Sb、Hg 等)	g/t	0.1	Cu: ≤4; Zn: ≤20; As: ≤2; Ni: ≤2 Cd: ≤0.2; Cr: ≤10; Sb: ≤6; Hg: ≤0.2		
21			pH	—	0.1	6~9		
22			*氨氮	g/t	0.1	≤10	≤20	≤40
23			COD <sub>Cr</sub>	g/t	0.1	≤100	≤300	≤500
24			悬浮物	g/t	0.1	≤100	≤200	≤300
25			硅氟酸雾	mg/m <sup>3</sup>	0.1	≤20	≤45	
26			*环境法律法规标准执行情况		0.2	符合国家和地方有关环境法律、法规，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，废水、废气、噪声等污染物排放符合国家和地方排放标准；污染物排放应达到国家和地方污染物排放总量控制指标和排污许可证管理要求，符合行业产业政策		
27			开展清洁生产审核		0.05	按照国家和地方要求的完成清洁生产审核		
29			固体废物管理		0.05	采用符合国家规定的废物处置方法处理废物；一般固体废物按照GB18599进行妥善处理；危险固		

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级基准值	II级基准值	III级基准值	
	清洁生产管理指标	0.15				体废物等按照GB18597相关规定执行			
30				含铅废水的处理		0.05	采用符合国家规定的废水处理方法处理含铅工业废水		
31				环境管理体系制度		0.05	按照 GB/T 24001 建立并运行环境管理体系，环境管理程序文件及作业文件齐备		
32				污染物排放监测		0.05	按《污染源自动监控管理办法》规定，安装污染物排放自动监控设备，且与环保主管部门的监控系统联网，装置能正常运行		
33				废水处理设施管理		0.05	建有废水处理设施运行中控系统，建立治污设施运行台账	建立治污设施运行台账	
35				地下水监测点		0.05	按 HJ/T 164 的要求进行监测		
36				危险化学品管理		0.05	符合《危险化学品安全管理条例》相关要求		
37				环境管理制度和组织机构		0.05	有完善的环境管理制度和机构以及专业的环境管理人才	有专门的环境管理机构和专业环境管理人员	
38				污水排放口管理		0.05	排污口符合《排污口规范化整治技术要求（试行）》相关要求		
39				环境信息公开		0.05	按照《环境信息公开办法（试行）》要求公开环境信息		
40							按照 HJ 617 编写企业环境报告书		
41				环境应急		0.05	针对危险废物的产生、收集、贮存、运输、利用、处置，制定意外事故的防范措施和应急预案，开展重大环境污染事故应急演练，建立重大事故应急预警机制，应急预案必须经过评审备案		
42				*生产过程环境管理		0.1	废铅蓄电池的收集、运输和贮存，废铅蓄电池回收企业的清洁生产要求和设施建设要求，工艺过程污染控制要求以及污染物控制要求均按标准HJ 519执行		
43						0.05	对所有原辅材料均有质检制度和消耗定额管理制度；对所有生产工序有操作规程，主要岗位有作业指导书		
44			0.05		电解槽应采取覆盖剂等酸雾抑制措施				
注：带*的指标为限定性指标									

## 5 评价方法

### 5.1 指标无量纲化

各清洁生产指标因量纲不同，不能直接比较，需建立原始指标的函数，如公式 5-1 所示。

$$Y_{g_k}(x_{ij}) = \begin{cases} 100, x_{ij} \in g_k \\ 0, x_{ij} \notin g_k \end{cases} \quad (5-1)$$

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 (5-1) 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。

### 5.2 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 (5-2) 所示。

$$Y_{g_k} = \sum_{i=1}^m (w_i \sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} Y_{g_k}(x_{ij})) \quad (5-2)$$

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  $\sum_{i=1}^m w_i = 1$ ， $\sum_{j=1}^{n_i} \omega_{ij} = 1$ ， $m$  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  $Y$ ， $Y_{g_2}$  等同于  $Y$ ， $Y_{g_3}$  等同于  $Y$ 。

### 5.3 再生铅行业清洁生产企业的评定

本标准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，确定清洁生产水平等级。

根据目前我国再生铅行业的实际情况，不同等级的清洁生产企业综合评价指数见表 3。

表 3 再生铅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	评定条件
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 单位产品碳酸钠消耗

该二级指标适用于使用碳酸钠对铅膏进行脱硫处理，或是中和废铅电池中的废酸液的再生铅企业。若部分企业，用氢氧化钠对铅膏进行脱硫处理或中和废酸，那么该企业单位产品碳酸钠消耗指标默认符合一级基准值。该指标是指生产单位产品需要的碳酸钠的量。按公式6-1计算：

$$L_{ui} = \frac{L_i}{Q} \quad (6-1)$$

式中： $L_{ui}$ ——单位产品碳酸钠的消耗量，kg/t；

$L_i$ ——在一定计量时间内，碳酸钠的量，kg；

$Q$ ——同一计量时间内，产品的产量，t。

#### 6.1.2 单位产品氢氧化钠消耗

该二级指标适用于使用氢氧化钠对铅膏进行脱硫处理，或是中和废铅电池中的废酸的再生铅企业。若部分企业，用碳酸钠对铅膏进行脱硫处理，或是中和废酸液，那么该企业单位产品氢氧化钠消耗指标默认符合一级基准值。该指标是指在废铅电池破碎分选工序中，生产单位产品需要的氢氧化钠的量。按公式6-2计算：

$$M_{ui} = \frac{M_i}{Q} \quad (6-2)$$

式中： $M_{ui}$ ——单位产品氢氧化钠的消耗量，kg/t；

$M_i$ ——在一定计量时间内，破碎分选工序中消耗氢氧化钠的量，kg；

$Q$ ——同一计量时间内，产品的产量，t。

#### 6.1.3 单位产品白煤消耗

在粗铅还原熔炼过程中，白煤作为还原剂。该指标是指生产单位产品需要白煤的量。按公式6-3计算：

$$B_{ui} = \frac{B_i}{Q} \quad (6-3)$$

式中： $B_{ui}$ ——单位产品白煤的消耗量，kg/t；

$B_i$ ——在一定计量时间内，白煤的量，kg；

$Q$ ——同一计量时间内，产品的产量，t。

#### 6.1.4 单位产品铁屑消耗

该指标是指生产单位产品需要铁屑的量。按公式6-4计算：

$$T_{ui} = \frac{T_i}{Q} \quad (6-4)$$

式中： $T_{ui}$ ——单位产品铁屑的消耗量，kg/t；

$T_i$ ——在一定计量时间内，铁屑的量，kg；

$Q$ ——同一计量时间内，产品的产量，t。

#### 6.1.5 单位产品硝酸钠消耗

该指标是指生产单位产品需要硝酸钠的量。按公式6-5计算：

$$N_{ui} = \frac{N_i}{Q} \quad (6-5)$$

式中： $N_{ui}$ ——单位产品硝酸钠的消耗量，kg/t；

$N_i$ ——在一定计量时间内，硝酸钠的量，kg；

$Q$ ——同一计量时间内，产品的产量，t。

#### 6.1.6 单位产品硅氟酸消耗

指生产单位电铅消耗的100%硅氟酸量，按式6-6计算：

$$G_{ui} = \frac{G}{Q} \quad (6-6)$$

式中： $G_i$ ——单位产品电铅硅氟酸耗，kg/t；

$G$ ——在一定计量时间内，企业电铅生产消耗100%硅氟酸总量，kg；

$Q$ ——同一计量时间内，企业电铅产品的产量，t。

#### 6.1.7 单位产品直流电耗

指生产单位电铅所耗直流电能，按式6-7计算：

$$Z = \frac{U}{N \times c} \times 10^3 \quad (6-7)$$

式中： $Z$ ——直流电耗，kW·h/t；

$U$ ——槽电压，V；

$N$ ——电流效率，%；

$c$ ——铅电化当量，3.865 g/(A·h)。

#### 6.1.8 单位产品总氢氧化钠消耗

该指标反映的是整个废铅蓄电池破碎分选-还原熔炼-火法精炼工艺中需要的氢氧化钠的量。

按公式6-8计算：

$$H_z = \frac{H_1 + H_2}{Q} \quad (6-8)$$

式中： $H_z$ ——单位产品总氢氧化钠的消耗量，kg/t；

$H_1$ ——在一定计量时间内，破碎分选工序中消耗氢氧化钠的量，kg；

$H_2$ ——在一定计量时间内，火法精炼工序中消耗氢氧化钠的量，kg；

$Q$ ——同一计量时间内，产品的产量，t。

#### 6.1.9 单位产品综合能耗

单位产品综合能耗是指生产1吨的产品在每个工序中的各种能耗的总和（折合标准煤计算）。

公式如6-9所示：

$$E_{ui} = \frac{E_i}{Q} \quad (6-9)$$

式中： $E_{ui}$ ——单位产品综合能耗，kgce/t；

$E_i$ ——在一定计量时间内，消耗的各种能源量，经标煤综合计算得到的总能耗量，kgce；

$Q$ ——同一计量时间内，产品的产量，t。

注：综合能耗，按照 GB/T 2589 计算，其主要包括一次能源（如煤、石油、天然气等）、二次能源（如蒸汽、电力等）和直接用于生产的能耗工质（如冷却水、压缩空气等），但不包括用于动力消耗（如发电、锅炉等）的能耗工质。

#### 6.1.10 单位产品新鲜水用量

单位产品新鲜水用量是指生产 1 吨的产品在每个工段中所取新鲜水的总和。按公式 6-10 计算：

$$W_{ui} = \frac{W_i}{Q} \quad (6-10)$$

式中： $W_{ui}$ ——单位产品取水量，kg/t；

$W_i$ ——在一定计量时间内，产品生产取水量，kg；

$Q$ ——同一计量时间内，产品的产量，t。

#### 6.1.11 硫酸钠的回收率

使用碳酸钠对铅膏进行预脱硫处理，生成的硫酸钠需要回收。回收率指经过蒸发后获得无水硫酸钠的质量比化学计量硫酸钠的生成量。其中，化学计量硫酸钠的生成量根据碳酸钠的实际消耗量计算。计算公式如 6-11 所示：

$$\eta = \frac{m_1}{m_{\text{碳酸钠}}} \times \frac{M_{\text{碳酸钠}}}{M_{\text{硫酸钠}}} \quad (6-11)$$

式中： $\eta$ ——硫酸钠回收率，%；

$m_1$ ——在一定时间内预脱硫后，经蒸发获得的无水硫酸钠的质量，kg；

$m_{\text{碳酸钠}}$ ——同一计量时间，碳酸钠的消耗量，kg；

$M_{\text{硫酸钠}}$ ——硫酸钠的摩尔质量，为 142 g/mol；

$M_{\text{碳酸钠}}$ ——碳酸钠的摩尔质量，为 106 g/mol。

#### 6.1.12 石膏处置率

按式 6-12 计算：

$$R_r = \frac{P_r}{S_r} \quad (6-12)$$

式中： $R_r$ ——石膏处置率，%；

$P_r$ ——在一定计量时间，企业石膏处置量，t/a；

$S_r$ ——同一计量时间内，企业石膏的产生量，t/a。

#### 6.1.13 废酸处理利用率

废铅电池回收处理过程中，废酸液（废电解液）禁止外排，需回收处理。按公式 6-13 计算：

$$FS_F = \frac{M_a}{M_0} \quad (6-13)$$

式中： $FS_F$ ——废酸处理利用率，%；



$M_a$ ——在一定计量时间内，回收处理的废酸量，kg；

$M_0$ ——同一计量时间内，废铅电池破碎分选过程中废酸的产生量，kg。

#### 6.1.14 塑料回收率

废铅蓄电池回收处理后，塑料回收率，按公式 6-14 计算：

$$R = \frac{S_h}{S_q} \quad (6-14)$$

式中： $R$ ——塑料的回收率，%；

$S_a$ ——在一定计量时间，回收后塑料的量，kg；

$S_q$ ——同一计量时间内，回收前塑料的量，kg。

注：废塑料回收根据标准 HJ/T 364-2007 实行。

#### 6.1.15 废渣处置率

按式 6-15 计算：

$$F_L = \frac{F_C}{F_Z} \quad (6-15)$$

式中： $F_L$ ——废渣处置率，%；

$F_C$ ——在一定计量时间，企业废渣处置量，t/a；

$F_Z$ ——同一计量时间内，废渣的产生总量，t/a。

注：此废渣是指在再生铅生产过程中，最终以危险废物处理的冶炼弃渣。

#### 6.1.16 电解液循环利用率

电解炼铅过程中，电解液的循环利用率按公式 6-16 计算：

$$T_N = \frac{T_C}{T_Z} \quad (6-16)$$

式中： $T_N$ ——电解液循环利用率，%；

$T_C$ ——在一定计量时间内，电解液的重复利用量，kg；

$T_Z$ ——同一计量时间内，电解液的总量，kg。

#### 6.1.17 铅总回收率

铅总回收率按式6-17计算：

$$R_{pb} = \frac{C_{pb}}{Z_{pb}} \quad (6-17)$$

式中： $R_{pb}$ ——铅总回收率，%；

$C_{pb}$ ——在一定计量时间内，产品中的铅含量，t/a；

$Z_{pb}$ ——同一计量时间内，原料中含铅量，t/a。

#### 6.1.18 单位产品废水产生量

废水产生量，按公式 6-18 计算：

$$W_i = \frac{W}{Q} \quad (6-18)$$

式中： $W_i$ ——单位产品废水产生量，m<sup>3</sup>/t；

$W$ ——在一定计量时间内，企业生产废水产生量，m<sup>3</sup>；

$Q$ ——同一计量时间内，产品的产量，t。

#### 6.1.19 单位产品废气产生量

指整个火法熔炼和精炼过程中，生产粗铅或精铅产生的烟气量，按式 6-19 计算：

$$D_i = \frac{D}{Q} \quad (6-19)$$

式中： $D_i$ ——单位产品烟气产生量， $m^3/t$ ；

$D$ ——在一定计量时间内，企业粗铅或精铅生产全过程中的烟气量， $m^3$ ；

$Q$ ——同一计量时间内，产品的产量，t。

#### 6.1.20 单位产品废渣产生量

单位产品废渣产生量按式 6-20 计算：

$$R_i = \frac{R}{Q} \quad (6-20)$$

式中： $R_i$ ——单位产品废渣产生量， $kg/t$ ；

$R$ ——一定计量时间内，企业粗铅或精铅生产全过程中废渣产生量， $kg$ ；

$Q$ ——同一计量时间内，产品的产量，t。

注：此废渣是指在再生铅生产过程中，最终以危险废物处理的冶炼弃渣。

### 6.2 数据来源

#### 6.2.1 统计

企业的产品产量、原材料消耗量、取水量、重复用水量、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。

#### 6.2.3 采样

污染物产生指标是指污染物进入末端处理设施前污染物的浓度或总量指标，其采样点应设在末端处理设施进口处。本体系各项指标的采样和监测按照国家标准监测方法执行，详见表 4。

表 4 污染物的测定及参考标准

污染物监测项		测定位置	标准号或文件
废气	SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、烟尘（颗粒物）及烟尘中的 Pb、Cu、Zn、As、Ni、Cd、Cr、Sb、Hg 等	废气处理设施进口 <sup>[a]</sup>	参照 GB 31574 规定的监测方法标准
废水	COD <sub>Cr</sub> 、悬浮物、氨氮、总磷、铅、废水中的其他金属（Pb、Cd、Cr、Sn、Sb、As）	污水处理站进口	参照 GB 31574 规定的监测方法标准
废渣 <sup>[b]</sup>	废渣中的 Pb 含量	冶炼弃渣	GB/T 15555.2; 《国家危险废物名录》

[a] 单位时间单位产品 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 和颗粒物以及颗粒物中的金属的产生量均在脱硫装置进口测定。  
 [b] 废渣指再生铅生产过程中，最终以危险废物处理的冶炼弃渣。