

内蒙古自治区地方标准

DB15/T 3468—2024

清洁生产评价指标体系 电解铝行业

Cleaner production evaluation index system electrolytic aluminum
industry

2024-06-14 发布

2024-07-14 实施

目 次

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	2
4.1 指标选取说明	2
4.2 指标基准值及说明	2
4.3 指标体系	2
5 评价方法	9
5.1 指标无量纲化	9
5.2 综合评价指数计算	9
5.3 综合评价指数计算步骤	10
5.4 电解铝企业清洁生产水平评定	10
6 指标解释与数据来源	10
6.1 指标解释	10
6.2 数据来源	18
参考文献	19

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由内蒙古自治区工业和信息化厅归口。

本文件起草单位：冶金工业规划研究院、内蒙古自治区质量和标准化研究院、内蒙古自治区计量测试研究院。

本文件主要起草人：肖邦国、冯帆、霍咚梅、李晨曦、侯敏、毕超、苗鹤馨、霍晓东、刘金会、刘艳馨、李美茜、王博宇。

清洁生产评价指标体系 电解铝行业

1 范围

本文件规定了电解铝行业清洁生产评价的术语和定义、评价指标体系、评价方法、指标解释与数据来源。

本文件适用于电解铝电流强度 ≥ 240 KA以上企业的清洁生产审核、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制度，也适用于环境影响评价、排污许可证管理、环保领跑者等环境管理制度。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
- GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
- GB/T 23331 能源管理体系 要求及使用指南
- GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南
- GB/T 24789 用水单位水计量器具配备和管理通则

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。

3.2

限定性指标 restrictive index

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、在对生产企业进行清洁生产水平评定时必须首先满足的指标。

3.3

原铝液 primary molten aluminum

用氧化铝-冰晶石熔盐电解法生产出来的液态铝。

4 评价指标体系

4.1 指标选取说明

4.1.1 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，分为定量指标和定性指标两种。

4.1.2 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，用于评价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 指标基准值及说明

4.2.1 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应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，则根据国内电解铝企业近年来清洁生产所实际达到的水平确定 I 级基准值、II 级基准值、III 级基准值。

4.2.2 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

电解铝企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、能源消耗、水资源消耗、原/辅料消耗、资源综合利用、污染物排放、温室气体排放、产品特征和清洁生产管理九类指标，每类指标又由若干个二级指标组成。清洁生产评价指标体系各指标、评价基准值和权重值见表1

表1 电解铝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	生产工艺与装备	0.10	氧化铝、氟化盐贮存	—	0.10	原料贮存采用密闭贮库（仓）		
2			氧化铝输送	—	0.10	浓相输送或其它封闭输送方式		
3			氟化盐输送	—	0.10	浓相输送		
4			氧化铝上料段	—	0.10	浓相输送		
5			氟化盐上料段	—	0.10	浓相输送或加料车等封闭加料方式		天车加料或其它机械加料方式
6			*工艺	—	0.05	预焙阳极铝电解工艺		
7			*电解电流强度	kA	0.05	≥500	≥400	≥240
8			电解槽平均电压	V	0.10	≤3.9	≤4.0	≤4.1
9			电解槽集气效率	%	0.10	≥99.3	≥99	≥98.5
10			电解烟气净化系统	—	0.10	全密闭集气，机械排烟，电解烟气采用氧化铝吸附干法净化技术去除氟化物，净化后烟气采用脱硫工艺。		电解烟气采用氧化铝吸附干法净化技术去除氟化物。
11			余能回收	—	0.10	铝电解槽采用余热回收工艺		
12	能源消耗	0.15	*电流效率	%	0.40	≥94	≥93	≥92
13			*铝液交流电耗	kw·h/t	0.30	≤12500	≤12650	≤13300
14			*铝锭综合交流电耗	kW·h/t	0.30	≤13050	≤13100	≤13450

表1 电解铝行业清洁生产评价指标、权重及基准值（续）

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
15	水资源消耗	0.10	单位产品新水量	电解铝液	m ³ /t	0.30	≤0.4	≤0.8	≤1.0
				重熔用铝锭	m ³ /t	0.30	≤0.7	≤1.1	≤1.5
16			生产水重复利用率		%	0.40	≥99.5	≥99	≥98.5
17	原/辅料消耗	0.10	原辅材料合格率		%	0.20	100		
18			氧化铝单耗		kg/t	0.20	≤1910	≤1915	≤1920
19			炭阳极单耗(净)		kg/t	0.20	≤400	≤405	≤410
20			氟化铝单耗		kg/t	0.20	≤13	≤15	≤16
21			冰晶石单耗		kg/t	0.20	≤0.5	≤1.0	≤1.5
22	资源综合利用	0.10	粉尘综合利用率		%	0.40	≥99.5	≥99	≥98.5
23			废电解质回收加工利用率		%	0.30	100		
24			残极回收并加工利用率		%	0.30	100		

表1 电解铝行业清洁生产评价指标、权重及基准值（续）

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
25	污染物排放	0.15	*全氟排放量	kg/t	0.30	≤0.2	≤0.3	≤0.6
26			*电解烟气净化系统排放口全氟排放浓度	mg/Nm ³	0.20	≤0.5	≤1	≤3
27			*电解烟气净化系统排放口颗粒物排放浓度	mg/Nm ³	0.20	≤5	≤10	≤20
28			*电解烟气净化系统排放口二氧化硫排放浓度	mg/Nm ³	0.20	≤35	≤100	≤200
29			单位产品排水量	m ³ /t	0.10	0		
30	温室气体排放	0.10	*温室气体二氧化碳排放总量	kg/t	1	≤8994	≤9188	≤9926
31	产品特征	0.05	原铝合格率	%	1.00	100		
32	清洁生产管理	0.15	*环保法律法规标准执行情况	—	0.10	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、总量控制和排污许可证管理要求。		
33			*产业政策符合性	—	0.10	生产规模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，未生产国家明令禁止的产品。		

表1 电解铝行业清洁生产评价指标、权重及基准值（续）

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
34	清洁生产管理	—	*清洁生产管理制度	—	0.05	按照 GB/T 24001 建立并运行环境管理体系，通过环境管理体系第三方认证，建有专门负责清洁生产的领导机构，各成员单位及主管人员职责分工明确；有健全的清洁生产管理制度和奖励管理办法，有执行情况检查记录；制定有清洁生产工作规划及年度工作计划，对规划、计划提出的目标、指标、清洁生产方案，认真组织落实；资源、能源、环保设施运行统计台账齐全；建立、制定环境突发性事件应急预案（预案要通过相应环保部门备案）并定期演练。按行业无组织排放监管的相关政策要求，加强对无组织排放的防控措施，减少生产过程无组织排放。		
35			清洁生产审核	—	0.10	按政府规定要求，制订有清洁生产审核工作计划，对原料及生产全流程定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率 100%。	按政府规定要求，制订有清洁生产审核工作计划，对原料及生产全流程定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥90%。	按政府规定要求，制订有清洁生产审核工作计划，原料及生产全流程中部分生产工序定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥80%。

表1 电解铝行业清洁生产评价指标、权重及基准值（续）

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
36	清洁生产管理	—	节能管理	—	0.10	按照 GB/T 23331 建立并运行能源管理体系，通过能源管理体系第三方认证，建立能源管控中心，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%。	按照 GB/T 23331 建立并运行能源管理体系，通过能源管理体系第三方认证，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≥70%。	按照 GB/T 23331 建立并运行能源管理体系，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≥50%。
37			*污染物排放监测	—	0.10	按照排污许可证规定的自行监测方案自行或委托第三方监测机构开展监测工作，安排专人专职对监测数据进行记录、整理、统计和分析，公开自行监测信息。		
38			*固体废物处理处置	—	0.10	采用符合国家规定的废物处置方法处置废物；一般固体废物按照 GB18599 相关规定执行；危险废物按照 GB 18597 相关规定执行。对一般工业固废进行妥善处理并加以循环利用。危险废物自行利用处置应符合相关环境保护标准。应制定并向当地环保主管部门备案危险废物管理计划，申报危险废物产生种类、产生量、流向、贮存、处置等有关资料。制定意外事故防范措施预案，并向当地环保主管部门备案。		
39			*计量器具配备情况	—	0.05	计量器具配备率符合 GB 17167、GB/T 24789 三级计量要求		计量器具配备率符合 GB 17167、GB/T 24789 二级计量要求
40			*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		

表1 电解铝行业清洁生产评价指标、权重及基准值 (续)

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
41	清洁生产 管理	—	*突发环境事件预防	—	0.05	按照国家相关规定要求，建立健全环境管理制度及污染事故防范措施，无重大环境污染事故发生		
42			环境信息公开	—	0.05	按照排污许可证规定的信息公开要求定期开展信息公开。		
43			土壤污染隐患排查	—	0.05	参照国家有关技术规范，建立土壤污染隐患排查制度，保证持续有效防止有毒有害物质渗漏、流失、扬散。		
44			绿电及新能源使用比例	%	0.10	≥50	≥30	≥10
注：带*的指标为限定性指标。								

5 评价方法

5.1 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。如公式（1）所示，若指标属于级别，则隶属函数的值为 100，否则为 0。

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

式中：

$Y_{g_k}(x_{ij})$ ——二级指标 x_{ij} 对于级别 g_k 的隶属函数；

x_{ij} ——第 i 个一级指标下的第 j 个二级评价指标；

g_k ——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。

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（2）所示。

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

式中：

Y_{g_1} ——等同于 Y_I ， Y_{g_2} 等同于 Y_{II} ， Y_{g_3} 等同于 Y_{III} ；

w_i ——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 ——第 i 个一级指标下二级指标的个数。

当企业实际生产过程中某类一级指标项下某些二级指标不适用于该企业时，需要对该类一级指标项目下二级指标权重进行调整，调整后的二级指标权重值计算公式为：

$$\omega'_{ij} = \frac{\omega_{ij}}{\sum \omega_{ij}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

ω'_{ij} ——调整后的二级指标权重；

$\sum \omega_{ij}$ —— 参与考核的指标权重之和。

5.3 综合评价指数计算步骤

5.3.1 新建企业或新建项目、现有企业相关指标与 I 级限定性指标进行对比，全部符合要求后，再将企业相关指标与 I 级基准值进行逐项对比，计算综合评价指数得分 Y_I ，当综合指数得分 $Y_I \geq 85$ 分时，可判定企业清洁生产水平为 I 级。当企业相关指标不满足 I 级限定性指标要求或综合指数得分 $Y_I < 85$ 分时，则进入第二步计算。

5.3.2 新建企业或新建项目、现有企业相关指标与 II 级限定性指标进行对比，全部符合要求后，再将企业相关指标与 II 级基准值进行逐项对比，计算综合评价指数得分 Y_{II} ，当综合指数得分 $Y_{II} \geq 85$ 分时，可判定企业清洁生产水平为 II 级。当企业相关指标不满足 II 级限定性指标要求或综合指数得分 $Y_{II} < 85$ 分时，则进入第三步计算。

5.3.3 新建企业或新建项目不再参与第三步计算。

5.3.4 现有企业相关指标与 III 级限定性指标基准值进行对比，全部符合要求后，再将企业相关指标与 III 级基准值进行逐项对比，计算综合指数得分，当综合指数得分 $Y_{III} = 100$ 分时，可判定企业清洁生产水平为 III 级。当企业相关指标不满足 III 级限定性指标要求或综合指数得分 $Y_{III} < 100$ 分时，表明企业未达到清洁生产要求。

5.4 电解铝企业清洁生产水平评定

对新建电解铝企业或在建项目、现有电解铝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领先水平、国内清洁生产先进水平和国内清洁生产一般水平。根据电解铝企业实际情况，不同等级清洁生产水平综合评价指数判定值规定见表2。

表2 电解铝企业清洁生产水平判定

企业清洁生产水平	清洁生产综合评价指数
I 级（国际清洁生产领先水平）	同时满足： $Y_I \geq 85$ ； 限定性指标全部满足 I 级基准值要求。 非限定性指标全部满足 II 级基准值要求。
II 级（国内清洁生产先进水平）	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。 非限定性指标全部满足 III 级基准值要求。
III 级（国内清洁生产一般水平）	同时满足： $Y_{III} = 100$ ； 限定性指标全部满足 III 级基准值要求及以上。

6 指标解释与数据来源

6.1 指标解释

6.1.1 电解槽集气效率

6.1.1.1 当单槽排烟量与净化系统设计烟气量一致时，电解槽集气效率按公式（4）进行计算：

$$\eta_{\text{集气}} = \frac{C_f}{C_F} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$\eta_{\text{集气}}$ ——电解槽集气效率，%；

C_f ——实际烟气（未净化前）含氟浓度，单位为毫克每立方米（mg/m³）；

C_F ——集气效率为 100%时的烟气含氟浓度，单位为毫克每立方米（mg/m³）。

6.1.1.2 当实际单槽排烟量与净化系统设计烟气量不同时，电解槽集气效率按公式（5）进行计算：

$$\eta_{\text{集气}} = \frac{C_f \times n \times Q_i \times 24}{N \times A_d \times F_y \times 10^6} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

n ——净化系统集气的实际槽数，单位为台；

Q_i ——单槽实际排烟量，单位为标立方米每小时（Nm³/h）；

N ——净化系统集气的设计槽数，单位为台；

A_d ——电解槽日产铝量，单位为吨每天（t/d）；

F_y ——吨铝排氟量，单位为千克每吨（kg/t）。

6.1.2 电流效率

电流效率按公式（6）进行计算：

$$\eta = \frac{P_{\text{实}}}{P_{\text{理}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

η ——电流效率，%；

$P_{\text{实}}$ ——实际铝产量，单位为吨（t）；

$P_{\text{理}}$ ——理论铝产量，单位为吨（t），按公式（7）计算。

$$P_{\text{理}} = C \times I \times t \times 10^{-6} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

C ——铝电化当量，0.3356g/（A·h）；

I ——电解槽系列平均电流强度，单位为安培（A）；

t ——电解时间，单位为小时（h）。

6.1.3 铝液交流电耗

6.1.3.1 铝液交流电耗按公式（8）进行计算：

$$W_j = \frac{Q_j - (Q_{ij} + Q_{qj} + Q_{mj} + Q_{nj})}{M_{ly}} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

W_j ——报告期内电解铝液交流电耗，单位为千瓦时每吨（kW·h/t）；

Q_j ——报告期内电解系列工艺消耗的交流电量（以安装在整流机组输入侧的计量仪表计数为准），
单位为千瓦时（kW·h）；

Q_{ij} ——报告期内电解系列中停槽导电母线及短路口损耗的交流电量，单位为千瓦时（kW·h）；

Q_{qj} ——报告期内电解系列中电解槽焙烧、启动期间消耗的交流电量，单位为千瓦时（kW·h）；

Q_{mj} ——报告期内电解系列中外补偿母线损耗的交流电量，单位为千瓦时（kW·h）；

Q_{nj} ——报告期内电解系列中通廊母线损耗的交流电量，单位为千瓦时（kW·h）；

M_{ly} ——报告期内电解系列电解铝液产量（应满足 GB/T 1196 或合同要求正常生产过程中的铝液
产量）单位为吨（t）。

6.1.3.2 停槽导电母线及短路口损耗交流电量按公式（9）计算：

$$Q_{ij} = Q_j \times \frac{N_t \times V_t}{V_x} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

N_t ——报告期内停槽日数，单位为天（d）；

V_t ——每台停槽导电母线及短路口电压降实测值，单位为伏（V）；

V_x ——报告期内电解系列直流电压累计，单位为伏天（V·d）。

6.1.3.3 电解槽焙烧、启动期间消耗交流电量按公式（10）计算：

$$Q_{qj} = Q_j \times \frac{N_q \times V_q}{V_x} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

N_q ——报告期内电解系列中的焙烧启动槽数，单位为台；

V_q ——电解槽焙烧启动所用的电压（每台槽不超过 $30V \cdot d$ ），单位为伏天每台（ $V \cdot d/\text{台}$ ）。

6.1.3.4 外补偿母线损耗交流电量按公式（11）计算：

$$Q_{mj} = Q_j \times \frac{N_m \times V_m}{V_x} \dots\dots\dots (11)$$

式中：

N_m ——报告期内运行日数，单位为天（d）；

V_m ——电解系列外补偿母线和导电母线电压降实测值（V）。

6.1.3.5 通廊母线损耗交流电量按公式（12）计算：

$$Q_{nj} = Q_j \times \frac{N_n \times V_n}{V_x} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

N_n ——报告期内运行日数，单位为天（d）；

V_n ——电解系列各段通廊母线电压降实测值（V）。

6.1.4 铝锭综合交流电耗

铝锭综合交流电耗按公式（13）进行计算：

$$W_{ld} = \frac{Q_{ld}}{M_{ld}} \dots\dots\dots (13)$$

式中：

W_{ld} ——报告期内铝锭综合交流电耗，单位为千瓦时每吨（ $kW \cdot h/t$ ）；

Q_{ld} ——报告期内铝锭生产中消耗的交流电量（包括铝锭生产所使用的全部电解铝液在生产中消耗的交流电量、铸造及其辅助和附属生产系统消耗的交流电量），单位为千瓦时（ $kW \cdot h$ ）；

M_{ld} ——报告期内生产合格交库的铝锭产量，包括商品铝锭产量与自用量，单位为吨（t）。

6.1.5 单位产品新水用量

单位产品新水用量按公式（14）进行计算：

$$P_5 = \frac{W_5}{Q} \dots\dots\dots (14)$$

式中：

P_5 ——单位合格电解铝产品取水量，单位为立方米每吨（ m^3/t ）；

W_5 ——报告期内生产过程中取水量总和，单位为立方米（ m^3 ）；

Q ——报告期内电解铝产品的产量，单位为吨（t）。

6.1.6 生产水重复利用率

生产水重复利用率按公式（15）进行计算：

$$R = \frac{W_6}{W_{\text{总}}} \times 100\% \dots\dots\dots (15)$$

式中：

R ——生产水重复利用率，%；

W_6 ——报告期内重复利用水量（循环水量和串级使用水量），单位为立方米（ m^3 ）；

$W_{\text{总}}$ ——报告期内生产总用水量，单位为立方米每年（ m^3 ）。

6.1.7 原辅材料合格率

原辅材料合格率按公式（16）进行计算：

$$Y = \frac{F_a}{F_b} \times 100\% \dots\dots\dots (16)$$

式中：

Y ——原辅材料合格率，%；

F_a ——报告期内合格原辅材料使用量，单位为吨（t）；

F_b ——报告期内原辅材料总用量，单位为吨（t）。

6.1.8 氧化铝单耗

氧化铝单耗按公式（17）进行计算：

$$P_1 = \frac{W_1}{M} \dots\dots\dots (17)$$

式中：

P_1 ——氧化铝单耗，单位为千克每吨（ kg/t ）；

W_1 ——报告期内氧化铝消耗量，单位为千克（ kg ）；

M ——报告期内原铝液产量，单位为吨（t）。

6.1.9 炭阳极单耗(净)

炭阳极单耗(净)按公式(18)进行计算:

$$P_2 = \frac{W_2 - X}{M} \dots\dots\dots (18)$$

式中:

P_2 ——炭阳极单耗(净), 单位为千克每吨 (kg/t);

W_2 ——报告期内炭阳极消耗量, 单位为千克 (kg);

X ——报告期内残极回收量, 单位为千克 (kg)。

6. 1. 10 氟化铝单耗

氟化铝单耗按公式(19)进行计算:

$$P_3 = \frac{W_3}{M} \dots\dots\dots (19)$$

式中:

P_3 ——氟化铝单耗, 单位为千克每吨 (kg/t);

W_3 ——报告期内氟化铝消耗量, 单位为千克 (kg)。

6. 1. 11 冰晶石单耗

冰晶石单耗按公式(20)进行计算:

$$P_4 = \frac{W_4}{M} \dots\dots\dots (20)$$

式中:

P_4 ——冰晶石单耗, 单位为千克每吨 (kg/t);

W_4 ——报告期内冰晶石消耗量, 单位为千克 (kg)。

6. 1. 12 粉尘综合利用率

粉尘综合利用率按公式(21)进行计算:

$$D = \frac{D_a}{D_b} \times 100\% \dots\dots\dots (21)$$

式中:

D ——粉尘综合利用率, %;

D_a ——报告期内粉尘回收利用量, 单位为吨 (t);

D_b ——报告期内粉尘产生量, 单位为吨 (t)。

6.1.13 废电解质回收加工利用率

废电解质回收加工利用率按公式（22）进行计算。

$$H = \frac{H_a}{H_b} \times 100\% \dots\dots\dots (22)$$

式中：

- H ——废电解质回收加工利用率，%；
- H_a ——报告期内废电解质回收加工量，单位为吨（t）；
- H_b ——报告期内废电解质产生量，单位为吨（t）。

6.1.14 残极回收并加工利用率

残极回收并加工利用率按公式（23）进行计算：

$$J = \frac{J_a}{J_b} \times 100\% \dots\dots\dots (23)$$

式中：

- J ——残极回收并加工利用率，%；
- J_a ——报告期内残极回收加工量，单位为吨（t）；
- J_b ——报告期内残极产生量，单位为吨（t）。

6.1.15 全氟排放量

全氟排放量按公式（24）进行计算：

$$P_6 = \frac{W_6}{M} \dots\dots\dots (24)$$

式中：

- P_6 ——全氟排放量，单位为千克每吨（kg/t）；
- W_6 ——报告期内，电解铝生产系统的电解烟气净化系统排放口有组织氟化物（以氟计）排放量和
电解车间（天窗或通风器）无组织氟化物（以氟计）排放量之和, 单位为千克（kg）。

6.1.16 单位产品排水量

单位产品排水量按公式（25）进行计算：

$$P_7 = \frac{W_7}{M} \dots\dots\dots (25)$$

式中：

P_7 ——单位产品排水量，单位为立方米每吨（ m^3/t ）；

W_7 ——报告期内电解铝生产系统生产废水和厂区生活污水排放量，单位为立方米（ m^3 ）。

6.1.17 温室气体二氧化碳排放总量

温室气体二氧化碳排放总量按公式（26）进行计算：

$$E = E_{\text{阳极}} + EPFC_s + E_{\text{外购电}} \quad \dots\dots\dots (26)$$

式中：

E ——温室气体二氧化碳排放总量，单位为千克每吨（ kg/t ）；

$E_{\text{阳极}}$ ——报告期内电阳极消耗二氧化碳排放量，单位为千克每吨（ kg/t ），按公式（27）计算。

$$E_{\text{阳极}} = P_2 \times 0.95 \times 0.83 \times 44 / 12 \quad \dots\dots\dots (27)$$

式中：

P_2 ——报告期内炭阳极单耗（净），单位为千克每吨（ kg/t ）；

$EPFC_s$ ——报告期内阳极效应二氧化碳排放量，单位为千克每吨（ kg/t ），按公式（28）计算。

$$EPFC_s = 7390 \times 0.143 \times AEM + 9200 \times 0.1 \times 0.143 \times AEM \quad \dots\dots\dots (28)$$

式中：

AEM ——平均每天每槽阳极效应持续时间，单位为分钟（ min ）；

$E_{\text{外购电}}$ ——报告期内外购电力二氧化碳排放量，单位为千克每吨（ kg/t ），按公式（29）计算。

$$E_{\text{外购电}} = W_j \times 0.5703 \quad \dots\dots\dots (29)$$

6.1.18 原铝合格率

原铝合格率按公式（30）进行计算：

$$Y_a = \frac{F_c}{F_d} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (30)$$

式中：

Y_a ——原铝合格率，%；

F_c ——报告期内合格原铝使用量，单位为吨（ t ）；

F_d ——报告期内原铝总用量，单位为吨（t）。

6.1.19 绿电及新能源使用率

绿电及新能源使用率按公式（31）进行计算：

$$Y_t = \frac{L_a}{L_b} \times 100\% \dots\dots\dots (31)$$

式中：

Y_t ——绿电及新能源使用率，%；

L_a ——报告期内使用绿电或新能源产生的电量，单位为千瓦时（kW·h）；

L_b ——报告期内使用的总电量，单位为千瓦时（kW·h）。

6.2 数据来源

6.2.1 统计

企业的原材料及能源使用量、产品产量、废水和固体废物产生量及相关技术经济指标等，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

污染物排放指标是指污染物进入末端处理设施后污染物的浓度或总量指标，其采样点应设在末端处理设施出口处。本指标体系污染物排放指标的采样和监测按照相关技术规范执行，并采用国家或行业标准指定分析方法。

参 考 文 献

- [1] GB/T 18916.16 取水定额 第16部分：电解铝
 - [2] GB 21346 电解铝和氧化铝单位产品能源消耗限额
 - [3] GB/T 43329 清洁生产评价指标体系编制通则
 - [4] YS/T 1419 电解铝行业绿色工厂评价要求
 - [5] DB15/T 2233 电解铝单位产品能源消耗限额
-