

ICS ××.×××.××
Q ××

YS

中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T XXX—201X

铝用炭素材料生产过程中二氧化碳排放量 计算方法

Calculation of carbon dioxide emissions resulting from
production processes of carbonaceous material used in
the production of aluminium

(征求意见稿)

201×-××-××发布

201×-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本标准在起草的过程中，参考了国际铝业协会发布的《铝部分温室气体草案》中附录 A：铝生产过程及其支撑过程二氧化碳和全氟化碳排放的计算和世界资源研究所（WRI）和世界可持续发展工商理事会（WBCSD）温室气体协议——固定燃烧直接排放计算工具。

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）归口。

本标准负责起草单位：中国铝业股份有限公司郑州研究院。

本标准参加起草单位：

本标准主要起草人：

铝用炭素材料生产过程中二氧化碳排放量计算方法

1 范围

本标准提供了铝用炭素材料生产过程中二氧化碳排放量的计算方法。

本标准适用于铝用炭素材料生产过程中二氧化碳排放量的计算，包括燃料燃烧产生二氧化碳、石油焦煅烧过程中烧损产生的二氧化碳及生坯焙烧过程中产生二氧化碳的计算。

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。

YS/T 63.19 《铝用炭素材料检测方法 第19部分 灰分含量的测定》；

YS/T 63.20 《铝用炭素材料检测方法 第20部分 硫分的测定》；

SH/T 0026-1990 石油焦挥发份测定法

SH/T 0032-1990 石油焦总水分测定法

本标准引用资料 International Aluminium Institute, “The Aluminium Sector Greenhouse Gas Protocol” Greenhouse Gas Emission Monitoring and Reporting by the Aluminium Industry, October 2006.

网址: <http://world-aluminium.org/>

文献翻译: 2006年10月国际铝业协会出版的“铝部分温室气体草案”铝工业温室气体排放监测和报告中附录A: 铝生产过程及其辅助过程二氧化碳和全氟化碳排放的计算方法。

本标准引用资料: GHG Protocol Guidance. Calculation Tool for Direct Emission from Stationary Combustion.

文献翻译: 温室气体协议指导, 来自固定燃烧的直接排放计算工具。

网址: <http://world-aluminium.org/>

3 方法提要

铝用炭素材料生产过程中CO₂的排放包括: 燃料燃烧产生的CO₂; 石油焦煅烧过程中烧损产生的CO₂; 生阳极焙烧过程中粘结剂煤沥青释放的挥发性物质燃烧产生的CO₂及填充料燃烧产生的CO₂。把这几部分的CO₂相加计算得到报告期内铝用炭素生产过程中二氧化碳的排放量。此外也可以根据碳质量守恒, 并假定所有的一氧化碳均会进一步氧化为二氧化碳, 则输入的总碳减去碳粉尘、碎屑、残块等碳输出, 其余碳均转换为二氧化碳来计算生坯焙烧过程中CO₂的排放。煤沥青和煅后焦中的无碳组分包括硫化物、灰分、氢化物等不会产生二氧化碳, 因此这部分不包括在计算中。

4 焙烧炉燃料燃烧产生CO₂排放量的计算方法

焙烧炉燃料燃烧排放的CO₂量有两种计算方法, 可以根据所收集的数据任选一种计算报告期内燃料产生的CO₂排放量。

4.1 方法一

4.1.1 报告期内（报告期为一年）消耗的各种燃料及计量单位

铝用炭素厂在焙烧过程中实际消耗的燃料有：煤炭、焦炭、重油、汽油、柴油及煤气、天然气等。此外还有蒸汽等。

煤炭、焦炭、重油、汽油、柴油的单位：kg(千克)、t(吨)；煤气、天然气的单位：m³(立方米)、10⁴m³(万立方米)。

4.1.2 各种燃料折算标煤量的方法

1千克标准煤的低(位)发热量等于29.3076MJ(兆焦)的燃料，即1 kgce(千克标煤)。

各种燃料消耗量在折算标煤量时，外购的燃料可取实测的低(位)发热量或供货商提供的实测值为计算基础，或用国家统计局部门的折算系数折算，参见附录A。

4.1.3 报告期内焙烧炉消耗的燃料计算

报告期内燃料消耗量按公式(1)计算：

$$E_h = E_1 + E_2 - E_3 \dots \dots \dots (1)$$

式中：

- E_h——报告期内消耗的燃料量，t或m³；
- E₁——报告期内购买的燃料量，t或m³；
- E₂——报告期开始时库存的燃料量，t或m³；
- E₃——报告期结束时库存的燃料量，t或m³；

1千克标准煤估计排放二氧化碳为2.66~2.72千克(来自网络数据)，各种燃料消耗的量都按照附录A的系数转换为标煤，再转化为二氧化碳。

4.2 方法二

通过收集铝用炭素厂燃料消耗的体积、质量或能量数据(这些数据基于燃料接收，购买记录，或进入燃烧设备的计量)，如果需要，还应记录燃料的密度、热焓/热量值，把燃料数据转换为通用的体积、质量或能量。采用燃料消耗量和排放系数数据按照公式(2、3、4)计算CO₂排放，按照公式(5、6)计算燃料消耗的热量：

$$E_f = A_{fv} \times F_{cv} \times F_{ox} \times (44/12) \dots \dots \dots (2)$$

$$E_f = A_{fm} \times F_{cm} \times F_{ox} \times (44/12) \dots \dots \dots (3)$$

$$E_f = A_{fh} \times F_{ch} \times F_{ox} \times (44/12) \dots \dots \dots (4)$$

式中：E_f——CO₂排放量，t；

- A_{fv}——燃料消耗的体积，L，或m³；
- A_{fm}——燃料消耗的质量，t；
- A_{fh}——燃料消耗的热量，MJ；
- F_{cv}——单位体积燃料中的碳含量，t-C/m³；
- F_{cm}——单位重量燃料中的碳含量，t-C/t；
- F_{ch}——单位热量燃料中的碳含量，t-C/MJ；
- F_{ox}——氧化系数，燃料中以灰分残留的碳部分。

$$A_{fh} = A_{fv} \times H_v \dots \dots \dots (5)$$

$$A_{fh} = A_{fm} \times H_m \dots \dots \dots (6)$$

式中：A_{fh}——燃料消耗的热量，MJ；

- A_{fv}——燃料消耗的体积，m³；
- A_{fm}——燃料消耗的质量，t；

H_v ——单位体积燃料中的热量值, MJ/ m³;

H_m ——单位质量燃料中的热量值, MJ/t;

5 石油焦煅烧过程中烧损产生二氧化碳排放量的计算

报告期内石油焦煅烧烧损排放的CO₂计算见公式(7):

$$E_{CO_2} = \left[\left[GC \times \left(\frac{100 - H_2O_{gc} - V_{gc} - S_{gc}}{100} \right) \right] - \left[(CC + UCC + DE) \times \left(\frac{100 - S_{cc}}{100} \right) \right] \right] \times \frac{44}{12} + \left[GC \times 0.035 \times \left(\frac{44}{16} \right) \right] \dots \dots (7)$$

式中:

E_{CO_2} ——二氧化碳年排放量, t;

GC——石油焦年供给量, t;

H_2O_{gc} ——石油焦含水量, wt%;

V_{gc} ——石油焦挥发物含量, wt%;

S_{gc} ——石油焦中硫含量, wt%;

CC——煅后焦的年产量, t;

UCC——欠烧煅后焦年回收量, t;

DE——石油焦粉尘年排放量, t;

S_{cc} ——煅后焦中硫含量, wt%;

44/12——CO₂分子量和碳原子量的比值, 无量纲;

44/16——CO₂分子量与甲烷分子量的比值, 无量纲。

公式7中数据来源及工业典型值见表1。

表1 计算石油焦煅烧过程中二氧化碳排放的数据来源及不确定度

参数	数据来源	不确定度(±%)	备注
GC: 石油焦供应量(吨/年)	各工厂记录	2	/
H_2O_{gc} : 石油焦含水量, wt%	各工厂记录	10	工业典型值: 10
V_{gc} : 石油焦挥发物含量, wt%	各工厂记录	10	工业典型值: 10
S_{gc} : 石油焦含硫量, wt%	各工厂记录	10	工业典型值: 3
CC: 煅后焦的产量, 吨/年	各工厂记录	2	工业典型值 0.8×GC
UCC: 欠烧石油焦的回收量, 吨/年	各工厂记录	/	工业典型值: 0
DE: 石油焦粉尘排放量, 吨/年	各工厂记录	2	工业典型值: 0.075×GC
S_{cc} : 煅后焦中硫含量, wt%	各工厂记录	10	工业典型值: 2.5

注: 公式中系数0.035是基于过去的研究工作, 假定石油焦中易燃物CH₄含量为3.2%, 焦油含量0.3%, H₂含量7.1%。则CH₄和焦油所贡献的排放的排放量。

6 生阳极焙烧过程中CO₂排放量的计算

生阳极焙烧过程中二氧化碳排放的计算采用质量守恒法和分步计算法, 根据所收集的数据任选一种方法。

6.1 根据原材料输入输出质量守恒计算CO₂排放

根据碳质量守恒，并假定所有的一氧化碳均氧化为二氧化碳，则输入的总碳减去碳粉尘、碎屑、残块等输出碳，其余碳均转换为二氧化碳。煤沥青和煅后焦中的无碳组分包括硫化物、灰分、氢化物等不会产生二氧化碳，因此这部分不包括在计算中。

根据碳质量守恒，按照公式（8）计算报告期内生坯焙烧过程中CO₂的排放：

$$E_{CO_2} = \left[\left(\frac{TPC \times PC}{100} \right) + \left(\frac{Coke \times CC}{100} \right) + \left(\frac{TPCC \times PCC}{100} \right) - TWC + \left(\frac{PA \times PAC}{100} \right) - \left(\frac{SA \times SAC}{100} \right) \right] \times \frac{44}{12} \dots\dots (8)$$

式中：E_{CO₂}——CO₂年排放量，t；

TPC——煤沥青年消耗量，t；

PC——煤沥青中碳含量，wt%；

Coke——煅后焦年消耗量，t；

CC——煅后焦中碳含量，wt%；

TPCC——填充料年消耗量，t；

PCC——填充料中碳含量，wt%；

TWC——全年总的碳副产品及碳残渣废料量，t；

PA——全年购买的生阳极总量，t；

PAC——购买的生阳极中碳含量，wt%；

SA——成品阳极的年产量，t；

SAC——成品阳极中碳含量，wt%；

44/12——二氧化碳分子量与碳原子物质的量的比值，无量纲。

6.2 分步计算法

生阳极焙烧过程中产生的二氧化碳分两部计算。阴极炭块焙烧过程中CO₂的排放可以参照该部分计算。

6.2.1 生阳极焙烧过程中煤沥青挥发物燃烧排放CO₂的计算

报告期内煤沥青挥发物燃烧排放CO₂计算见公式（9）：

$$E_{CO_2} = \left[GA - \left(\frac{H_w \times GA}{100} \right) - BA - WT \right] \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

E_{CO₂}——CO₂年排放量，t；

GA——生阳极的年装载重量，t， $GA = \left(\frac{GAW}{BAW} \right) \times BA$ ，其中 GAW：单块生阳极的重量，t；

BAW——单块预焙阳极的重量，t；

BA——预焙阳极的年产量，t；

H_w——生阳极中氢含量，wt%；

WT——全年收集的废焦，t；

44/12——CO₂分子量与碳原子量之比，无量纲。

公式（9）中的数据来源见表2。

表 2 数据来源及不确定度

参数	GAW (吨)	BAW (吨)	Hw (wt%)	BA (吨/年)	WT (吨)
数据来源	各工厂记录	各工厂记录	各工厂记录	各工厂记录	各工厂记录
不确定度 (±%)	2	2	10	2	20

6.2.2 生阳极焙烧过程中填充料煅烧排放CO₂的计算

报告期内焙烧炉中填充料在煅烧过程中CO₂排放的计算见公式 (10):

$$E_{CO_2} = \left[PCC \times BA \times \left(\frac{100 - S_{PC} - Ash_{pc}}{100} \right) \right] \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (10)$$

式中: E_{CO₂}——CO₂年排放量, t;

PCC——每吨预焙阳极消耗的填充料, t/t;

BA——预焙阳极的年产量, t;

S_{PC}——填充料中硫含量, wt%;

Ash_{pc}——填充料中灰分含量, wt%;

44/12——CO₂分子量与碳原子量之比, 无量纲。

公式(10)中的数据来源及不确定度见表 3。

表 3 数据来源及不确定度

参数	数据来源	不确定度 (±%)	备注
PCC 吨	各工厂记录	2	工业典型值: 0.015
BA 吨	各工厂记录	2	/
S _{pc} wt%	各工厂记录	10	工业典型值: 2
Ash _{pc} wt%	各工厂记录	10	工业典型值: 2.5

7 报告期内铝用炭素材料生产过程中CO₂排放总量的计算

报告期内铝用炭素材料生产过程中二氧化碳排放的总量是将上述计算的燃料燃烧产生的CO₂; 石油焦煅烧过程中烧损产生的CO₂; 生坯焙烧过程中产生的CO₂求和得到报告期内铝用炭素材料生产过程中二氧化碳的排放量。计算见公式 (11):

$$E_t = E_f + E_{gc} + E_{gb} \dots\dots\dots (11)$$

式中: E_t——报告期内CO₂总排放量, t;

E_f——报告期内燃料燃烧排放的CO₂量, t;

E_{gc}——报告期内石油焦煅烧烧损排放的CO₂量, t;

E_{gb}——报告期内生坯焙烧过程中排放的CO₂量, t。

附 录 A
(资料性附录)
常用能源品种参考折标煤系数

A.1 常用能源品种的折标煤系数如表A.1所示。

表A.1 常用能源品种参考折标煤系数

能 源		折标煤系数及单位	
品 种	平均低位发热量	系数	单位
原煤	20908 kJ/kg(5000kcal/kg)	0.7143	kgce/kg
洗精煤	26344 kJ/kg(6300 kcal/kg)	0.900	kgce/kg
重油	41816 kJ/kg(10000kcal/kg)	1.4286	kgce/kg
柴油	42652 kJ/kg(10200kcal/kg)	1.4571	kgce/kg
汽油	43070 kJ/kg(10300kcal/kg)	1.4714	kgce/kg
焦炭	28435 kJ/kg(6800kcal/kg)(灰分 13.5%)	0.9714	kgce/kg
液化石油气	50179 kJ/kg(12000kcal/kg)	1.7143	kgce/kg
热力(蒸汽)	----	0.03412	kgce/MJ
煤气	$1250 \times 4.1868 \text{ kJ/m}^3$	1.786	tce/ 10^4 m^3
天然气	$38931 \text{ kJ/m}^3(9310 \text{ kcal/m}^3)$	1.3300	tce/ 10^3 m^3

注1: 蒸汽折标煤系数按热值计。
注2: 本附录折标煤系数如遇国家统计局部门规定发生变化, 能耗等级指标则应另行规定。