

ICS 13.020.10
Z04
备案号: XXXXX-20XX

HG

中华人民共和国化工行业标准

HG/T 4487—2012

合成氨生产企业二氧化碳 (CO₂) 排放量计算方法

The calculation method of CO₂ emission in synthetic ammonia production

(报批稿)

2012-12-28 发布

2013-06-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 CO ₂ 排放量计算的基本原则	2
5 CO ₂ 排放量计算方法	2
5.1 计算范围	2
5.2 直接 CO ₂ 排放量计算	2
5.3 间接 CO ₂ 排放量计算	4
5.4 合成氨生产企业 CO ₂ 总排放量计算	5
5.5 单位排放量的计算	6
6 编制计算报告	6
附录 A（资料性附录）常见燃料的低位热值和 CO ₂ 排放因子	7
附录 B（资料性附录）计算方法应用范例一：以煤为原料	8
附录 C（资料性附录）计算方法应用范例一：以天然气为原料	12

前 言

本标准按照 GB/T1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由中国化工环保协会归口。

本标准起草单位：中国化工集团公司、中国可持续发展工商理事会、沧州大化集团有限责任公司、昊华骏化集团有限公司。

本标准主要起草人：嵇建军、程鹏、张金晓、贺秉国、于亚林、周琦等。

本标准为首次发布。

引 言

合成氨生产企业是高耗能企业，也是温室气体排放的主要来源之一。为实现国家温室气体减排目标，促进合成氨生产企业的可持续发展，有必要开展温室气体排放统计、计算与监测等基础研究工作。

为贯彻《中华人民共和国清洁生产促进法》，保护生态环境，应对气候变化，促进合成氨行业的科技进步和可持续发展，制定本标准。本标准遵循 ISO14064-1《温室气体 第1部分：组织层次上对温室气体排放和清除的量化报告规范及指南》（Greenhouse gases -- Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals）规定的基本原则与规范，结合合成氨行业生产特点，确立了具体的二氧化碳排放量计算方法，以推动合成氨企业二氧化碳气体排放量计算方法的一致化和标准化。按照有关法律规定，本标准为推荐性行业标准。

合成氨生产企业二氧化碳（CO₂）排放量计算方法

1 范围

本标准规定了合成氨生产企业二氧化碳排放量的术语和定义、排放量计算的基本原则、范围和方法。本标准适用于以煤或天然气为原料的合成氨生产过程二氧化碳排放量的计算。

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，仅所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/T 476 煤的碳、氢含量测定方法

GB/T 213 煤的发热量测定方法

GB21344 合成氨单位产品能源消耗限额

ISO 14064-1 温室气体 第 1 部分：组织层次上对温室气体排放和清除的量化报告规范及指南（Greenhouse gases -- Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

二氧化碳（CO₂） carbon dioxide (CO₂)

一种无色无味无毒的气体，是空气的常规组成部分，也是化石燃料燃烧的产物之一。

注：属于温室气体。

3.2

直接 CO₂ 排放 direct CO₂ emission

企业拥有固定排放源的排放，包括合成氨生产和辅助生产过程中燃料燃烧产生的 CO₂ 的排放以及工艺过程中生成的 CO₂ 的排放。

注：辅助生产过程包括为合成氨生产主流程提供输送原料、动力和产品运输、包装等过程。

3.3

间接 CO₂ 排放 indirect CO₂ emission

合成氨生产和辅助生产过程中外购电力、热力等二次能源所产生 CO₂ 的排放。

3.4

单位排放量 intensity-based emission

在统计周期内，生产单位产品所产生的直接 CO₂ 排放和间接 CO₂ 排放之和，单位为 t/t。

3.5

排放因子 emission factors

对于某特定燃料和原料，根据统计分析确定的每单位燃料和原料的 CO₂ 排放量。

3.6

低位热值 lower heating value

燃料完全燃烧，其燃烧产物中的水蒸汽以气态存在时的发热量。

3.7

营运边界 operational boundaries

企业进行 CO₂ 排放计算时设定的生产边界和计算范围。合成氨生产的营运边界为：从原料（原煤或天然气）进厂到最终合成氨产品或氨加工产品出厂。

3.8

煤气 raw gas

原料煤经过气化法转换成的气体，其主要组成是一氧化碳、二氧化碳和氢气。对于固定床间歇煤气化方式，包含吹风气。

4 CO₂排放量计算的基本原则

4.1 概述

合成氨生产企业 CO₂ 排放量计算的基本原则与 ISO 14064-1 相一致。

4.2 相关性

CO₂ 排放量计算清单应反映合成氨生产企业 CO₂ 排放情况。

4.3 完整性

计算营运边界内所有 CO₂ 排放源，特殊情况应给予说明。

4.4 一致性

用统一方法，进行营运边界设定、清单编号、数据收集、计算和报告，对任何其他相关因素的变化应给予说明。

4.5 透明性

具有明确的收集方法和计算过程，并对数据来源和计算方法进行说明。

4.6 准确性

应对 CO₂ 气体排放量进行准确计算，减少不确定性。

5 CO₂排放量计算方法

5.1 计算范围

在合成氨生产营运边界内，所产生的直接 CO₂ 排放和间接 CO₂ 排放。

5.2 直接 CO₂ 排放量计算

5.2.1 直接 CO₂ 排放量计算过程概述

因合成氨生产使用原料的不同，CO₂ 产生量的计算方法不同。本标准以煤（计算方法应用范例参见附录 B）和天然气（计算方法应用范例参见附录 C）两种原料为典型工艺计算 CO₂ 排放量，首先计算出合成氨生产过程中 CO₂ 产生量，进而计算出合成氨生产 CO₂ 直接排放量。一般采用月度数据进行相对应时期内

的 CO₂ 排放计算，并对年度数据进行汇总。

5.2.2 计算以煤或天然气为原料二氧化碳产生量

5.2.2.1 以煤为原料二氧化碳产生量计算

a) 计算出合成氨煤气中的净碳量为：

$$T = \sum_{i=1}^n (P_i \times y_i) - \sum_{i=1}^n (P_{li} \times y_{li}) - \sum_{i=1}^n (P_{2i} \times y_{2i}) \quad (1)$$

式中：

T — 报告期内入炉原料煤转化为合成氨煤气的净碳量，单位为吨 (t)；

P_i — 报告期内第 i 批入炉原料煤实物量，单位为吨 (t)；

P_{li} — 报告期内第 i 批炉渣实物量，单位为吨 (t)；

P_{2i} — 报告期内第 i 批造气固体带出物实物量，单位为吨 (t)；

y_i — 报告期内第 i 批入炉原料煤中碳的平均含量，% (质量分数)；

y_{li} — 报告期内第 i 批炉渣中碳的平均含量，% (质量分数)；

y_{2i} — 报告期内第 i 批造气固体带出物中碳的平均含量，% (质量分数)；

n — 入炉原料煤批次。

注：碳含量测定可采用 GB/T 476 中规定的方法。

b) 计算出报告期内合成氨煤气产生的二氧化碳量 S_{煤气} 为：

$$S_{\text{煤气}} = T \times \frac{44}{12} \quad (2)$$

式中：

S_{煤气} — 报告期内合成氨生产过程中，合成氨煤气中的净碳所产生的二氧化碳量，单位为吨 (t)；

T — 报告期内入炉原料煤转化为合成氨煤气的净碳量，单位为吨 (t)；

44 — 二氧化碳分子量，单位为克每摩尔 (g/mol)；

12 — 碳原子量，单位为克每摩尔 (g/mol)。

5.2.2.2 以天然气为原料二氧化碳产生量计算

a) 计算出天然气的二氧化碳产生因子

以入炉 1 标准立方米 (Nm³) 天然气为计算基准，则天然气的二氧化碳产生因子为：

$$A = \sum_{u=1}^h \left(\frac{Y_u \times k_u \times 44}{22.4} \right) + \frac{Y_a \times 44}{22.4} + \frac{Y_b \times 44}{22.4} \quad (3)$$

式中：

A — 入炉天然气的二氧化碳产生因子，单位为千克二氧化碳/标准立方米 (kg CO₂/Nm³)；

Y_u — 报告期内入炉天然气中烷烃 u 组分的体积百分含量，% (体积分数)；

Y_a — 报告期内入炉天然气二氧化碳的体积百分含量，% (体积分数)；

Y_b — 报告期内入炉天然气一氧化碳的体积百分含量，% (体积分数)；

h — 报告期内天然气中烷烃的组分数类；

k_u — 报告期内天然气烷烃 u 组分中碳原子个数；

22.4 — 在标准状况 (STP) [0°C (273K), 1.01 × 10⁵ Pa] 下，该气体的摩尔体积，单位是 L/mol (升/摩尔)；

44 — 二氧化碳的分子量，单位为克每摩尔 (g/mol)。

b) 计算出报告期内以天然气为原料生产合成氨过程产生的二氧化碳量为：

$$S_{\text{天然气}} = \frac{\sum V_i}{1000} \times A \quad (4)$$

式中:

$S_{\text{天然气}}$ — 报告期内合成氨生产过程中, 合成氨入炉天然气中的净碳所产生的二氧化碳量, 单位为吨 (t);

$\sum V_i$ — 报告期内入合成氨界区的工艺气、燃料气总量, 单位为标准立方米 (Nm^3);

A — 入炉天然气的二氧化碳产生因子, 单位为千克二氧化碳/标准立方米 ($\text{kg CO}_2/\text{Nm}^3$);

1000 — 将千克换算为吨的系数, 即 1000 kg/t。

5.2.3 计算合成氨生产过程二氧化碳直接排放量

5.2.3.1 合成氨生产连接有含碳产品的生产装置或将含碳产品作为商品出售, 则应由合成氨生产过程中产生的 CO_2 排放量中减去该部分产品 (如尿素、碳铵、二氧化碳等) 的同期产量所对应的 CO_2 量, 余值作为 CO_2 直接排放量。

5.2.3.2 报告期内合成氨生产过程二氧化碳直接排放量为:

$$S_{\text{直接}} = S_1 - \sum_{j=1}^m S_j \quad (5)$$

式中:

$S_{\text{直接}}$ — 报告期内合成氨生产过程二氧化碳直接排放量, 单位为吨 (t);

S_1 — 报告期内合成氨生产过程中原料中的净碳所产生的二氧化碳量, 单位为吨 (t);

S_j — 报告期内第 j 种产品中的残炭折算后的二氧化碳量, 单位为吨 (t);

m — 企业内生产的含碳的产品种类。

$$S_j = C_j \times \frac{44}{12} \times Q_j \times \bar{x}_j \quad (6)$$

式中:

C_j — 报告期内第 j 种最终产品中碳含量, % (质量分数);

Q_j — 报告期内第 j 种最终产品的实物产量, 单位为吨 (t);

\bar{x}_j — 报告期内第 j 种最终产品中该物质的平均含量, % (质量分数);

44 — 二氧化碳分子量, 单位为克每摩尔 (g/mol);

12 — 碳原子量, 单位为克每摩尔 (g/mol)。

5.3 间接 CO_2 排放量计算

5.3.1 合成氨生产工艺全过程及生产辅助过程中的间接 CO_2 排放包括外购或输出的电力、热力等产生的 CO_2 排放及运输过程用燃料等其他间接 CO_2 排放。

5.3.2 外购电力产生的 CO_2 排放量

外购电力量应基于电网电力的实测消耗量, 包括合成氨生产和辅助单位的生产用电。

$$S_{\text{电}} = \frac{D \times E_{\text{电}}}{10^3} \quad (7)$$

式中:

$S_{电}$ — 报告期外购电力对应的二氧化碳间接排放量，单位为吨（t）；

D — 报告期外购电力总量，单位为千瓦时（kWh）

$E_{电}$ — 外购电力 CO_2 排放因子，

注：参照国家发改委公布的电网基准线排放因子的各年度数据。

5.3.3 外购热力产生的 CO_2 排放量

5.3.3.1 外购热力量应基于关联交易结算的实物消耗量或实测消耗量，包括合成氨生产和辅助单位的生产用热力。

5.3.3.2 外购热力 CO_2 排放因子由外购热力的实测低位热值乘以燃煤典型排放因子再除以效率系数计算确定。计算公式为：

$$S_{热力} = \sum_{p=1}^k B_p \times \frac{H_p \times E_{fp}}{\eta} \times \frac{1}{1000} \quad (8)$$

式中：

$S_{热力}$ — 报告期外购热力对应的二氧化碳间接排放量，单位为吨（t）；

B_p — 报告期内某外购热力的量，单位为吨（t）；

H_p — 报告期内某外购热力的实测低位热值，单位为兆焦/千克（MJ/kg）；

E_{fp} — 外购热力所对应的排放因子，可统一按燃煤典型排放因子 101.12 kg CO_2 /GJ 计算；

η — 效率系数，取企业按照 GB/T 213 的实测值；

1000 — 将千克换算为吨的系数，即 1000 kg/t。

5.3.3.3 企业自备热电站供热的 CO_2 排放可按外购热力 CO_2 排放计算方法得到。

5.3.4 间接 CO_2 排放的抵扣

对于合成氨生产企业，向外部输出的余能可根据上述排放因子换算出对应的 CO_2 排放量，并从间接排放量中予以扣除。余能输出包括电力、热力等其它能量形式。输出热力则根据其热值总量换算为标煤数量，再采用燃煤典型排放因子计算排放量。

5.3.5 运输过程用燃料排放的 CO_2 量计算

5.3.5.1 主要计算营运边界内的运输过程，运输可由企业自有车辆，也可租借外单位车辆进行。上述运输过程用燃料排放的 CO_2 应计入总排放量。

5.3.5.2 运输过程用燃料排放的 CO_2 量计算公式为：

$$S_{运输} = \sum_{q=1}^l C_q \times H_q \times E_{fq} \quad (9)$$

式中：

$S_{运输}$ — 报告期内运输过程用燃料排放的 CO_2 量，单位为吨（t）；

C_q — 报告期内各种燃料用量，单位为吨（t）；

H_q — 各种燃料的低位热值，单位为兆焦/千克（MJ/kg），常见燃料低位热值数据列于附录 A 中；

E_{fq} — 燃料燃烧的 CO_2 排放因子，单位为千克/兆焦（kg/MJ），常见燃料的排放因子列于附录 A 中；

q — 营运边界内各运输过程所消耗的不同种类燃料。

5.3.6 间接 CO_2 排放量的计算公式如下：

$$S_{间接} = S_{外购电力} + S_{外购热力} - S_{输出电力} - S_{输出热力} + S_{运输} \quad (10)$$

5.4 合成氨生产企业 CO_2 总排放量计算

$$S_{总} = S_{直接} + S_{间接} \quad (11)$$

式中：

- $S_{\text{总}}$ — 报告期内合成氨生产过程 CO_2 总排放量，单位为吨 (t)；
 $S_{\text{直接}}$ — 报告期内二氧化碳直接排放量，单位为吨 (t)；
 $S_{\text{间接}}$ — 报告期内合成氨生产过程中 CO_2 间接排放量，单位为吨 (t)。

5.5 单位排放量的计算

5.5.1 单位排放量按同期合成氨生产企业总排放量除以同期合成氨产量计算。

$$R_1 = \frac{S_{\text{总}}}{M} \quad (12)$$

式中：

- $S_{\text{总}}$ — 报告期内合成氨生产企业 CO_2 总排放量，单位为吨 (t)；
 R_1 — 报告期内合成氨生产企业的单位排放量，单位为吨/吨 (t/t)；
 M — 报告期内合成氨产量，单位为吨 (t)。

5.5.2 同期合成氨产量按 GB/T 21344 中所定义的方法计算。

6 编制计算报告

6.1 合成氨生产企业 CO_2 排放量计算报告编制应满足相关性、完整性、一致性、透明性和准确性的基本原则，要清楚地设定营运边界；指明具体的统计报告期；列出不同的排放源、计算排放量并进行相关分析与说明。

6.2 以煤为原料的合成氨生产企业 CO_2 排放量计算报告至少包括：统计报告期（月度、年度）的总排放量、直接 CO_2 排放量、间接 CO_2 排放量、营运边界内运输排放量、单位排放量，以及以煤为原料生产合成氨过程中产生的净碳量、净碳产生的 CO_2 量、第 j 种最终产品折算后的 CO_2 量等。

6.3 以天然气为原料的合成氨生产企业 CO_2 排放量计算报告至少包括：统计报告期（月度、年度）的总排放量、直接 CO_2 排放量、间接 CO_2 排放量、营运边界内运输排放量、单位排放量，以及以煤为原料生产合成氨过程中产生的净碳量、净碳产生的 CO_2 量、生产合成氨过程中的 CO_2 产生因子、第 j 种最终产品折算后的 CO_2 量等。

附录 A
（资料性附录）
常见燃料的低位热值和 CO₂ 排放因子

表 A.1 常见燃料的低位热值及对应的 CO₂ 排放因子

燃料种类	低位热值, MJ/kg	CO ₂ 排放因子 kg/MJ
标准煤	29.271	0.0840
原油	41.816	0.0711
燃料油	41.816	0.0755
汽油	43.070	0.0675
煤油	43.070	0.0694
柴油	42.652	0.0726
液化石油气	50.179	0.0616
炼厂干气	46.055	0.0482
油田天然气	38.931MJ/ m ³	0.0543
煤矿瓦斯气	14.636-16.726 MJ/m ³	0.0373
焦炉煤气	18.003 MJ/ m ³	0.0373
石油焦	28.032	0.0957
国网供电		0.86kg /kWh
注：低位热值数据参考 GB/T 2589-2008 综合能耗计算通则，各种燃料的排放因子数据参照国家发改委采用的 IPCC 报告(国家温室气体清单指南 2006)数据。		

附录 B

(资料性附录)

计算方法应用范例一：以煤为原料

B.1 企业概况

某化肥企业是一家生产合成氨、尿素、高浓度复合肥、甲醇、二甲基甲酰胺 (DMF)、三聚氰胺、醋酸为主的综合性煤化工企业。主导产品尿素的年生产能力 70 万吨、高浓度复合肥 80 万吨、甲醇 40 万吨、三聚氰胺 4.5 万吨、DMF 3 万吨、醋酸 40 万吨。主要装置为尿素、高浓度复合肥、甲醇、三聚氰胺、DMF 及醋酸主生产装置各 1 套，另外还有公用工程等辅助生产配套系统。

企业主要温室气体排放源包括：工艺废气如合成氨生产过程中产生的 CO₂、燃烧废气如锅炉、燃料油产生 CO₂、以及外购电力间接排放 CO₂、厂内运输所产生的 CO₂ 排放等。

B.2 主要生产工艺流程**B.2.1 合成氨工艺**

采用型煤常压固定床制气，栲胶液相脱硫，全低变工艺碳丙脱碳，联醇加铜洗工艺制备合成氨。

B.2.2 尿素工艺

采用水溶液全循环法制备尿素。

B.2.3 甲醇工艺

采用加压合成工艺。

B.2.4 DMF 工艺

以甲醇钠为催化剂，将二甲胺和一氧化碳直接合成 DMF。

B.2.5 醋酸工艺

采用甲醇低压液相羰基合成醋酸反应方法制备醋酸。

B.3 温室气体排放计算及结果分析**B.3.1 2009 年 4 月~2009 年 5 月基本生产数据 (见表 B.1-B.4)**

表 B.1 入造气炉原料煤、灰渣、飞灰量及对应含碳量

T	入炉原煤量/t	固定碳含量/%	出渣量/t	渣中含碳量/%	飞灰量/t	灰中含碳量/%
04-26	1691.67	67.31	561.6344	12.23	149.04	61.53
04-27	1634.415	65.58	608.8196	13.01	147.2	61.11
04-28	1586.38	68.3	548.7288	12.14	141.68	62
04-29	1660.65	66.24	562.9604	10.06	149.04	61.15
04-30	1652.17	67.22	568.6769	11.17	147.2	61.5
05-01	1662.57	67.38	589.3811	13.39	156.4	61.58
05-02	1677.71	67.82	583.6753	12.97	154.56	61.8
05-03	1727.66	66.83	614.3559	12.58	154.56	61.45
05-04	1700.12	66.61	622.5839	12.06	163.76	61.32
05-05	1677.15	67.86	594.7174	13.12	167.44	61.88
05-06	1652.11	66.73	638.2101	14.2	158.24	61.37

05-07	1613.85	67.23	575.3375	12.52	156.4	61.64
05-08	1583.98	60.17	680.4778	13.42	156.4	60.6
05-09	1603.69	55.34	725.9905	11.76	158.24	60.01
05-10	1655.427	70.13	541.8213	12.09	110.4	62.85
05-11	1585.85	65.38	598.1826	12.88	134.32	61.09
05-12	1647.91	68.1	564.4092	12.74	139.84	61.92
05-13	1603.42	61.92	649.0644	11.95	147.2	60.8
05-14	1692.09	64.88	623.1967	11.25	150.88	61.19
05-15	1733.67	69.03	567.2568	12.36	150.88	62.65
05-16	1646.61	68.52	569.5624	13.54	156.4	62.07
05-17	1675.9	68.19	570.9791	12.15	200.56	61.96
05-18	1662.43	68.16	599.4723	13.64	141.68	61.95
05-19	1574.91	69.73	526.7538	12.99	134.32	62.8
05-20	1673.21	69.79	543.2913	11.34	143.52	62.81
05-21	1732.1	67.75	675.6922	15.65	152.72	61.79
05-22	1546.74	68.5	586.6785	14.32	132.48	62.07
05-23	1427.6	67.87	530.9244	13.95	123.28	61.9
05-24	1482.1	68.74	521.2546	12.88	121.44	62.1
05-25	1461.2	68.73	521.9406	13.85	141.68	62.1

表 B.2 入锅炉燃料煤、灰渣、飞灰量及对应含碳量

T	入炉燃煤量/t	固定碳含量/%	出渣量/t	渣中含碳量/%	飞灰量/t	灰中含碳量/%	燃料煤/t	造气炉渣/t	造气飞灰/t
04-26	1049.16	40.42	391	1.01	225	9.4	524.58	367.206	157.374
04-27	1113.14	40.42	465	1.12	240	9.55	556.57	389.599	166.971
04-28	1156.54	40.42	514	1.25	255	9.62	578.27	404.789	173.481
04-29	915.72	40.42	502	1.27	248	9.88	457.86	320.502	137.358
04-30	1006.68	40.42	484	1.14	216	9.7	503.34	352.338	151.002
05-01	1007.52	40.42	489	1.16	220	9.82	503.76	352.632	151.128
05-02	939.84	40.42	437	1.12	227	9.75	469.92	328.944	140.976
05-03	895.8	40.42	380	1.09	212	9.45	447.9	313.53	134.37
05-04	828.72	40.42	446	1.15	235	9.57	414.36	290.052	124.308
05-05	849.48	40.42	385	1.1	208	9.46	424.74	297.318	127.422
05-06	801.36	40.42	422	1.16	230	9.52	400.68	280.476	120.204
05-07	885.24	40.42	534	1.28	262	9.89	442.62	309.843	132.786
05-08	705.4	40.42	459	1.14	238	9.77	352.7	246.89	105.81
05-09	692.5	40.42	452	1.12	230	9.75	346.25	242.375	103.875
05-10	711	40.42	367	1.09	207	9.62	355.5	248.85	106.65
05-11	714.3	40.42	370	1.1	215	9.44	367.15	250.005	107.175
05-12	733.2	40.42	355	1.08	200	9.52	366.6	256.62	109.98
05-13	797.4	40.42	384	1.08	195	9.56	398.7	279.09	119.61
05-14	705.1	40.42	489	1.22	240	9.72	352.55	246.785	105.765

05-15									
05-16	691.2	40.42	434	1.06	228	9.48	345.6	241.92	103.68
05-17	957.18	40.42	391	1.08	210	9.78	478.59	335.013	143.577
05-18	920.82	40.42	442	1.16	237	9.82	460.41	322.287	138.123
05-19	994.14	40.42	428	1.15	216	9.77	497.07	347.979	149.121
05-20	930.6	40.42	464	1.1	218	9.82	465.3	325.71	139.59
05-21	997.32	40.42	449	1.05	227	9.41	498.66	349.062	149.598
05-22	1024.74	40.42	459	1.12	225	9.55	512.37	358.695	153.711
05-23	990.9	40.42	486	1.1	210	9.66	495.45	346.815	148.635
05-24	910.92	40.42	514	1.08	238	9.89	495.46	318.822	136.638
05-25	987.18	40.42	493	1.06	229	9.94	493.59	345.513	148.077

注：(1) 入炉燃煤为沫煤、造气原料煤的煤渣与飞灰的混合物，其混合比例为 5：3.5：1.5。
(2) 由于燃料沫煤是进厂检验，具有不确定性，因而，沫煤的含碳量取报告期内的平均值。

表 B.3 产品及外购电力、燃油用量表

T	合成氨产量/t	合成氨耗电量/kWh	车辆用油量/t
04-26	795.463	1705675	1.1
04-27	723.013	1639827	0.8
04-28	729.452	1676645	1.2
04-29	748.186	1716466	1.1
04-30	760.855	1704396	1
05-01	745.644	1763004	1.1
05-02	753.099	1771646	1.1
05-03	735.885	1701224	1
05-04	699.464	1758623	1
05-05	753.962	1783527	0.9
05-06	748.086	1788622	1.1
05-07	710.587	1707501	0.8
05-08	778.874	1797881	1.1
05-09	776.667	1747982	1.2
05-10	762.537	1806616	0.9
05-11	561.485	1413340	0.8
05-12	796.252	1850731	1.3
05-13	807.938	1806823	0.8
05-14	824.569	1831626	0.9
05-15	809.705	1821971	0.9
05-16	809.17	1788739	0.9
05-17	789.602	1800879	1.2
05-18	744.576	1780908	1.2
05-19	712.522	1646522	1
05-20	722.033	1720841	1.1

05-21	761.413	1787913	0.9
05-22	698.354	1698553	0.8
05-23	668.977	1550803	1
05-24	655.12	1570000	1.2
05-25	623.235	1552509	0.9

表 B.4 报告期内联产产品产量、含碳量和平均含量

名称	产量/吨	含碳量/%	该物质的平均含量/%
二甲基甲酰胺 (DMF)	2160.17	73.1	99.8
二甲胺	1468.57	53.3	40
三甲胺	74.51	60.9	40
醋酸	13587	40	99.8

B.3.2 CO₂排放量计算

B.3.2.1 将上述生产数据代入合成氨生产企业 CO₂排放量计算方法的相应公式进行计算，结果如下：

表 B.5 生产过程中 CO₂排放量及合成氨产量

计算项目	S ₁	S ₂	∑S _j	S _{运输}	S _{外购电力}	S _总	M
数值/吨	101703	24375	45977	93.8	31015	111261	22206

注：S₁— 报告期内合成氨煤气中产生的二氧化碳量 /t；
S₂— 报告期内锅炉燃料煤燃烧过程中产生的二氧化碳量 /t；
S_j— 联产产品的 CO₂消耗量 /t；
S_{运输}— 运输过程用燃料产生的 CO₂ /t；
S_{外购电力}— 外购电力产生的 CO₂排放 /t；
S_总— 合成氨生产企业 CO₂排放总量 t；
M— 合成氨产量 /t。

B.3.2.2 单位排放量 R₁

$$R_1 = \frac{S_{\text{总}}}{M} = \frac{111261}{22206} = 5.0(\text{t CO}_2 / \text{t NH}_3)$$

附录 C

(资料性附录)

计算方法应用范例二：以天然气为原料

C.1 企业概况

某化肥企业拥有年产 30 万吨合成氨、48 万吨尿素、6 万吨稀硝酸、3 万吨浓硝酸、5 万吨硝酸铵及公用工程等多套生产装置；主要原材料是天然气、蒸汽，主要产品是液氨、尿素、浓硝酸、硝酸铵。

企业主要温室气体排放源包括：以燃料天然气燃烧产生二氧化碳；由原料天然气经转化、脱碳工序后产生的二氧化碳，目前这部分二氧化碳直接输送到公司下游尿素、液体二氧化碳两装置分别生产尿素、液体二氧化碳而得到减排；公用工程如锅炉燃烧天然气产生的二氧化碳；外购电力间接排放二氧化碳等。

C.2 温室气体排放计算及结果分析

以该化肥公司 2008 年 12 月生产数据为一个报告期。

C.2.1 以天然气为原料生产合成氨的二氧化碳产生因子 A

$$A = \sum_{u=1}^h \left(\frac{Y_u \times k_u \times 44}{22.4} \right) + \frac{Y_a \times 44}{22.4} + \frac{Y_b \times 44}{22.4}$$

其中：Y 为天然气中各组分的体积分数，%

组分编号	组分名称	分子式	K_u	Y_u
1	甲烷	CH ₄	1	93.14%
2	乙烷	C ₂ H ₆	2	3.77%
3	丙烷	C ₃ H ₈	3	0.48%
4	丁烷	C ₄ H ₁₀	4	0.16%
5	戊烷	C ₅ H ₁₂	5	0.07%

$$A = \frac{93.14\% \times 1 \times 44}{22.4} + \frac{3.77\% \times 2 \times 44}{22.4} + \frac{0.48\% \times 3 \times 44}{22.4} + \frac{0.16\% \times 4 \times 44}{22.4} + \frac{0.07\% \times 5 \times 44}{22.4} + \frac{1.32\% \times 44}{22.4} + \frac{0 \times 44}{22.4} = 2.05 \text{ (kg/Nm}^3\text{)}$$

C.2.2 报告期内合成氨生产过程中可产生的 CO₂ 量 S₁

$$S_1 = \frac{V \times A}{1000}$$

其中：V = V₁ + V₂ + V₃ + V₄ + V₅

V₁：入合成界区原料气； V₂：一段炉燃料气； V₃：烟道燃料气； V₄：辅锅燃料气；

V₅：水汽快锅燃料气；单位：Nm³。

所以：V = 39002610 (Nm³)

$$S_1 = \frac{39002610 \times 2.05}{1000} = 80006.19 \text{ (t)}$$

C.2.3 合成氨生产过程中 CO₂ 直接排放量 S_{直接}

该化肥企业拥有以 CO₂ 为原料的生产装置：尿素和液体 CO₂，所以

$$C_1 = \frac{12}{60}; C_2 = \frac{12}{44}; Q_1 = 46632 \text{ t}; Q_2 = 851.84 \text{ t}; \bar{X}_1 = 99.99\%; \bar{X}_2 = 99.9\%; m=2$$

$$\text{所以 } \sum_{j=1}^m S_j = \frac{12}{60} \times \frac{44}{12} \times 46632 \times 99.99\% + \frac{12}{44} \times \frac{44}{12} \times 851.84 \times 99.9\% = 35044.37 \text{ (t)}$$

$$\text{所以 } S_{\text{直接}} = 80006.19 - 35044.37 = 44961.82 \text{ (t)}$$

C.2.4 间接 CO₂ 排放量 S_{间接}

C.2.4.1 外购电力产生的 CO₂

报告期该化肥企业合成氨及辅助装置用电量为 5050794KWh，所以外购电力产生的 CO₂ 为：

$$S_{\text{外购电力}} = \frac{600 \times 5050794}{1000 \times 1000} = 1818.29 \text{ (t)}$$

C.2.4.2 外购热力产生的 CO₂

该化肥企业 2008 年 12 月无外购热力，所以外购热力产生的 CO₂ 排放为零。

C.2.4.3 运输过程中使用燃料所产生的排放量 S_{运输}

该化肥企业报告期厂内运输的燃油用量为 0.449 t（柴油），所以

$$S_{\text{运输}} = 0.449 \times 42.652 \times 0.0726 = 1.39 \text{ (t)}$$

C.2.4.4 间接 CO₂ 排放量 S_{间接}

$$S_{\text{间接}} = S_{\text{外购电力}} + S_{\text{运输}} = 1818.29 + 1.39 = 1819.68 \text{ (t)}$$

C.2.5 合成氨生产企业 CO₂ 排放总量 S_总

$$S_{\text{总}} = S_{\text{直接}} + S_{\text{间接}}$$

$$\text{所以 } S_{\text{总}} = 44963.03 + 1819.68 = 46782.71 \text{ (t)}$$

按同样方法，计算 2008 年度 CO₂ 排放量，数据汇总表（表 C.1）

C.2.6 单位排放量 R₁

该化肥企业报告期内合成氨产量为 31766 吨

$$R_1 = \frac{S_{\text{总}}}{M} = \frac{46782.71}{31766} = 1.47 \text{ (t CO}_2\text{/t NH}_3\text{)}$$

表 C.1 某化肥企业 CO₂ 排放计算结果汇总

月份	CO ₂ 排放量测算数据					
	A (kg/Nm ³)	S ₁ (t)	S _{直接} (t)	S _{运输} (t)	S _{间接} (t)	S _总 (t)
1	2.02	72729	35485	1.08	32336	67823

2	2.05	76929	39544	1.11	17338	56884
3	2.05	73172	39167	1.33	14063	53232
4	2.05	73758	35025	1.33	27080	62107
5	2.05	75812	36679	1.29	24159	60840
6	2.06	69143	33589	0.9	29709	63300
7	2.07	79600	44612	1.12	10904	55518
8	2.06	82340	45007	1.14	1848	46857
9	2.11	80981	45411	1.17	1809	47222
10	2.05	39255	21423	2.07	883	22310
11	2.05	79910	45651	1.18	1673	47326
12	2.05	80006	44962	1.21	1818	46782

通过对 2008 年全年 12 个月 CO₂ 排放量的验算，得出 2008 年度 CO₂ 排放总量 630201 吨。

参 考 文 献

- [1] GB/T 15587-2008 工业企业能源管理导则
- [2] GB/T 15316-2009 节能监测技术通则
- [3] GB/T 6422-2009 企业能耗计量与测试导则
- [4] GB 17167-2006 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- [5] 美国石油学会 油气工业温室气体排放方法学纲要