

ICS 13.020.10
Z 04
备案号:38756—2013

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

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

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准的附录 A、附录 B 和附录 C 为资料性附录。

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、翟齐、詹鲲、李清。

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 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)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标准化。

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

GB 21344 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1:属于温室气体。

3.2

直接 CO₂ 排放 direct carbon dioxide 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2: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 carbon dioxide 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,单位为吨每吨(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气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把握，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，进而计算出合成氨产生 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的 CO₂ 产生量5.2.2.1 以煤为原料的 CO₂ 产生量计算

a) 计算出合成氨煤气中的净碳量为：

$$T = \sum_{i=1}^n (P_i \cdot y_i) - \sum_{i=1}^n (P_{1i} \cdot y_{1i}) - \sum_{i=1}^n (P_{2i} \cdot y_{2i}) \dots\dots\dots (1)$$

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_{1i} ——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),以%表示;
 y_{1i} ——报告期内第 i 批炉渣中碳的平均含量(质量分数),以%表示;
 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),以%表示;
 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 CO_2 量 $S_{\text{煤气}}$ 为:

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

式中:

- $S_{\text{煤气}}$ ——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 CO_2 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—— CO_2 分子质量,单位为克每摩尔(g/mol);
12——碳原子质量,单位为克每摩尔(g/mol)。

5.2.2.2 以天然气为原料的 CO_2 产生量计算

- a) 计算出天然气的 CO_2 产生因子

以入炉 1 标准立方米(Nm^3)天然气为计算基准,则天然气的 CO_2 产生因子为:

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

式中:

- A ——入炉天然气的 CO_2 产生因子,单位为千克二氧化碳每标准立方米($\text{kg CO}_2/\text{Nm}^3$);
 Y_u ——报告期内入炉天然气中烷烃 u 组分的体积分数,以%表示;
 Y_a ——报告期内入炉天然气 CO_2 的体积分数,以%表示;
 Y_b ——报告期内入炉天然气一氧化碳的体积分数,以%表示;
 h ——报告期内天然气中烷烃的组分种类;
 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 (273 K), 1.01×10^5 Pa]下,该气体的摩尔体积,单位是升每摩尔(L/mol);
44—— CO_2 的分子质量,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 CO_2 量为:

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

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 CO_2 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 CO_2 产生因子,单位为千克二氧化碳每标准立方米($\text{kg CO}_2/\text{Nm}^3$);
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 CO_2 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 CO_2 直接排放量为:

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

式中：

$S_{\text{直接}}$ ——报告期内合成氨生产过程 CO_2 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 CO_2 量，单位为吨(t)；

S_j ——报告期内第 j 种产品中的残碳折算后的 CO_2 量，单位为吨(t)；

m ——企业内生产的含碳的产品种类。

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

式中：

C_j ——报告期内第 j 种最终产品中碳含量(质量分数)，以%表示；

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)，以%表示；

44—— CO_2 分子质量，单位为克每摩尔(g/mol)；

12——碳原子质量，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。

$$S_{\text{电}} = \frac{D \cdot E_{\text{电}}}{1\,000} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$S_{\text{电}}$ ——报告期外购电力对应的 CO_2 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(kW·h)

$E_{\text{电}}$ ——外购电力 CO_2 排放因子，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：

$$S_{\text{热力}} = \sum_{p=1}^k B_p \times \frac{H_p \cdot E_{fp}}{\eta} \times \frac{1}{1\,000} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$S_{\text{热力}}$ ——报告期外购热力对应的 CO_2 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，单位为兆焦每千克(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；

1 000——将千克换算为吨的系数，即 1 000 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、热力等其他能量形式。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 CO₂ 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 CO₂ 应计入总排放量。

5.3.5.2 运输过程用燃料排放的 CO₂ 量计算公式为:

$$S_{\text{运输}} = \sum_{q=1}^i C_q \cdot H_q \cdot E_{fq} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$S_{\text{运输}}$ ——报告期内运输过程用燃料排放的 CO₂ 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,单位为兆焦每千克(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 CO₂ 排放因子,单位为千克每兆焦(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 CO₂ 排放量的计算公式如下:

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

5.4 合成氨生产企业 CO₂ 总排放量计算

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

式中:

$S_{\text{总}}$ ——报告期内合成氨生产过程 CO₂ 总排放量,单位为吨(t);

$S_{\text{直接}}$ ——报告期内 CO₂ 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 CO₂ 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。

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

式中:

$S_{\text{总}}$ ——报告期内合成氨生产企业 CO₂ 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,单位为吨每吨(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 CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ 排放量、间接 CO₂ 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 CO₂ 量、第 j 种最终产品折算后的 CO₂ 量等。

6.3 以天然气为原料的合成氨生产企业 CO₂ 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 CO₂ 排放量、间接 CO₂ 排放量、营运边界内运输排放量、单位排放量以及以天然气为原料

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对应的 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	0.084 0
原油	41.816	0.071 1
燃料油	41.816	0.075 5
汽油	43.070	0.067 5
煤油	43.070	0.069 4
柴油	42.652	0.072 6
液化石油气	50.179	0.061 6
炼厂干气	46.055	0.048 2
油田天然气	38.931 MJ/m ³	0.054 3
煤矿瓦斯气	14.636~16.726 MJ/m ³	0.037 3
焦炉煤气	18.003 MJ/m ³	0.037 3
石油焦	28.032	0.095 7
外购电力		所属电网当年基准线排放因子数据(由国家发改委公布)

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《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》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 CO_2 , 燃烧废气如锅炉、燃料油产生 CO_2 以及外购电力间接排放 CO_2 、厂内运输所产生的 CO_2 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~5 月基本生产数据见表 B.1~表 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	1 691.67	67.31	561.634 4	12.23	149.04	61.53
04-27	1 634.415	65.58	608.819 6	13.01	147.2	61.11
04-28	1 586.38	68.3	548.728 8	12.14	141.68	62
04-29	1 660.65	66.24	562.960 4	10.06	149.04	61.15
04-30	1 652.17	67.22	568.676 9	11.17	147.2	61.5
05-01	1 662.57	67.38	589.381 1	13.39	156.4	61.58
05-02	1 677.71	67.82	583.675 3	12.97	154.56	61.8
05-03	1 727.66	66.83	614.355 9	12.58	154.56	61.45
05-04	1 700.12	66.61	622.583 9	12.06	163.76	61.32
05-05	1 677.15	67.86	594.717 4	13.12	167.44	61.88
05-06	1 652.11	66.73	638.210 1	14.2	158.24	61.37
05-07	1 613.85	67.23	575.337 5	12.52	156.4	61.64
05-08	1 583.98	60.17	680.477 8	13.42	156.4	60.6
05-09	1 603.69	55.34	725.990 5	11.76	158.24	60.01
05-10	1 655.427	70.13	541.821 3	12.09	110.4	62.85
05-11	1 585.85	65.38	598.182 6	12.88	134.32	61.09
05-12	1 647.91	68.1	564.409 2	12.74	139.84	61.92
05-13	1 603.42	61.92	649.064 4	11.95	147.2	60.8
05-14	1 692.09	64.88	623.196 7	11.25	150.88	61.19
05-15	1 733.67	69.03	567.256 8	12.36	150.88	62.65
05-16	1 646.61	68.52	569.562 4	13.54	156.4	62.07
05-17	1 675.9	68.19	570.979 1	12.15	200.56	61.96
05-18	1 662.43	68.16	599.472 3	13.64	141.68	61.95
05-19	1 574.91	69.73	526.753 8	12.99	134.32	62.8
05-20	1 673.21	69.79	543.291 3	11.34	143.52	62.81
05-21	1 732.1	67.75	675.692 2	15.65	152.72	61.79
05-22	1 546.74	68.5	586.678 5	14.32	132.48	62.07
05-23	1 427.6	67.87	530.924 4	13.95	123.28	61.9
05-24	1 482.1	68.74	521.254 6	12.88	121.44	62.1
05-25	1 461.2	68.73	521.940 6	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	1 049.16	40.42	391	1.01	225	9.4	524.58	367.206	157.374
04-27	1 113.14	40.42	465	1.12	240	9.55	556.57	389.599	166.971
04-28	1 156.54	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	1 006.68	40.42	484	1.14	216	9.7	503.34	352.338	151.002
05-01	1 007.52	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	752.7	40.42	446	1.12	204	9.57	374.05	259.27	110.49
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	1 024.74	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。									
注 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/kW·h	车辆用油量/t
04-26	795.463	1 705 675	1.1
04-27	723.013	1 639 827	0.8
04-28	729.452	1 676 645	1.2
04-29	748.186	1 716 466	1.1
04-30	760.855	1 704 396	1
05-01	745.644	1 763 004	1.1
05-02	753.099	1 771 646	1.1
05-03	735.885	1 701 224	1
05-04	699.464	1 758 623	1
05-05	753.962	1 783 527	0.9
05-06	748.086	1 788 622	1.1
05-07	710.587	1 707 501	0.8
05-08	778.874	1 797 881	1.1
05-09	776.667	1 747 982	1.2
05-10	762.537	1 806 616	0.9
05-11	561.485	1 413 340	0.8
05-12	796.252	1 850 731	1.3
05-13	807.938	1 806 823	0.8
05-14	824.569	1 831 626	0.9
05-15	809.705	1 821 971	0.9
05-16	809.17	1 788 739	0.9
05-17	789.602	1 800 879	1.2
05-18	744.576	1 780 908	1.2
05-19	712.522	1 646 522	1
05-20	722.033	1 720 841	1.1
05-21	761.413	1 787 913	0.9
05-22	698.354	1 698 553	0.8
05-23	668.977	1 550 803	1
05-24	655.12	1 570 000	1.2
05-25	623.235	1 552 509	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/t	含碳量/%	该物质的平均含量/%
二甲基甲酰胺(DMF)	2 160.17	73.1	99.8
二甲胺	1 468.57	53.3	40
三甲胺	74.51	60.9	40
醋酸	13 587	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,结果见表 B.5。

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	ΣS _j	S _{运输}	S _{外购电力}	S _总	M
数值/t	101 703	24 375	45 977	93.8	43 938	124 132.8	22 206
<p>注:S₁——报告期内合成氨煤气中产生的 CO₂ 量; S₂——报告期内锅炉燃料煤燃烧过程中产生的 CO₂ 量; S_j——联产产品的 CO₂ 消耗量; S_{运输}——运输过程用燃料产生的 CO₂ 量; S_{外购电力}——外购电力产生的 CO₂ 排放量,由发改委发布 2009 年企业所在华中电网基准线排放因子为 0.85t CO₂/(MW·h); S_总——合成氨生产企业 CO₂ 排放总量; M——合成氨产量。</p>							

B.3.2.2 单位排放量 R₁

$$R_1 = \frac{S_{总}}{M} = \frac{124\,132.8}{22\,206} = 5.59(\text{t CO}_2/\text{t NH}_3)$$

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 CO₂ 产生因子 A：

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

式中：Y 为天然气中各组分的体积分数(%)，见表 C.1。

表 C.1 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 %

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

C.2.2 报告期内合成氨生产过程中可产生的 CO₂ 量 S₁：

$$S_1 = \frac{V \times A}{1\,000}$$

式中：

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5；$$

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。

单位均为标准立方米(Nm³)。

所以：V=39 002 610(Nm³)

$$S_1=\frac{39\,002\,610\times2.0\,513}{1\,000}=80\,006.19(\text{t})$$

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

$$C_1=\frac{12}{60};C_2=\frac{12}{44};Q_1=46\,632\,\text{t};Q_2=851.84\,\text{t};\overline{X}_1=99.99\,\%; \overline{X}_2=99.9\,\%;m=2$$

$$\text{则}\sum_{j=1}^mS_j=\frac{12}{60}\times\frac{44}{12}\times46\,632\times99.99\,\%+\frac{12}{44}\times\frac{44}{12}\times851.84\times99.9\,\%=35\,044.37(\text{t})$$

$$S_{\text{直接}}=80\,006.19-35\,044.37=44\,961.82(\text{t})$$

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 505 0794 kW·h，该企业所属电网基准线的当年排放因子为 0.9 928kg CO₂/(kW·h)，所以外购电力产生的 CO₂ 为：

$$S_{\text{外购电力}}=\frac{5\,050\,794\times0.9\,928}{1\,000}=5\,014.43(\text{t})$$

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

$$S_{\text{运输}}=0.449\times42.652\times0.072\,6=1.39(\text{t})$$

C.2.4.4 间接 CO₂ 排放量 S_{间接}：

$$S_{\text{间接}}=S_{\text{外购电力}}+S_{\text{运输}}=5\,014.43+1.39=5\,015.82(\text{t})$$

C.2.5 合成氨生产企业 CO₂ 排放总量 S_总：

$$S_{\text{总}}=S_{\text{直接}}+S_{\text{间接}}=44\,961.82+5\,015.82=49\,977.64(\text{t})$$

通过对 2008 年全年 12 个月 CO₂ 排放量进行计算，得出 2008 年度 CO₂ 排放总量 630 201 t(见表 C.2)。

表 C.2 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	72 729	35 485	1.24	89 177	12 4662
2	2.05	76 929	39 544	1.28	47 816	87 360
3	2.05	73 172	39 167	1.53	38 784	77 951
4	2.05	73 758	35 025	1.53	74 682	109 707
5	2.05	75 812	36 679	1.48	66 627	103 306
6	2.06	69 143	33 589	1.04	81 932	115 521
7	2.07	79 600	44 612	1.29	30 072	74 684
8	2.06	82 340	45 007	1.31	5 098	50 105
9	2.11	80 981	45 411	1.35	4 990	50 401
10	2.05	39 255	21 423	2.38	2 438	23 861
11	2.05	79 910	45 651	1.36	4 615	50 266
12	2.05	80 006	44 962	1.39	5 016	49 978

C.2.6 单位排放量 R_1 ：

该化肥企业报告期内(2008 年 12 月)合成氨产量为 31 766t

$$R_1 = \frac{S_{\text{总}}}{M} = \frac{49\,978}{31\,766} = 1.57 (\text{t CO}_2/\text{t NH}_3)$$

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.
-

中华人民共和国
化工行业标准
合成氨生产企业二氧化碳(CO₂)
排放量计算方法

HG/T 4487—2012

出版发行:化学工业出版社
(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

化学工业出版社印刷厂
880mm×1230mm 1/16 印张1¼ 字数37千字
2013年4月北京第1版第1次印刷
书号:155025·1535

购书咨询:010-64518888

售后服务:010-64518899

网址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定价:16.00元

版权所有 违者必究

BZ 0100656

龙牛网 www.longniu.com 下载

