

## 第 5 章

---

# 源于燃料和溶剂使用的非能源产品

## 作者

Jos G. J. Olivier (荷兰)

Domenico Gaudioso (意大利)、Michael Gillenwater (美国)、Chia Ha (加拿大)、Leif Hockstad (美国)、Thomas Martinsen (挪威)、Maarten Neelis (荷兰)、Hi-chun Park (韩国) 和 Timothy Simmons (英国)

## 参加作者

Martin Patel (荷兰)

## 目录

5	源于燃料和溶剂使用的非能源产品.....	5.5
5.1	导言.....	5.5
5.2	润滑剂使用.....	5.6
5.2.1	导言.....	5.6
5.2.2	方法学问题.....	5.6
5.2.2.1	方法选择.....	5.7
5.2.2.2	排放因子的选择.....	5.9
5.2.2.3	活动数据选择.....	5.9
5.2.2.4	完整性.....	5.9
5.2.2.5	建立一致的时间序列.....	5.9
5.2.3	不确定性评估.....	5.9
5.2.3.1	排放因子不确定性.....	5.10
5.2.3.2	活动数据不确定性.....	5.10
5.2.4	质量保证和质量控制（QA/QC）、报告和归档.....	5.10
5.2.4.1	质量保证和质量控制.....	5.10
5.2.4.2	报告和归档.....	5.10
5.3	固体石蜡使用.....	5.10
5.3.1	导言.....	5.10
5.3.2	方法学问题.....	5.10
5.3.2.1	方法选择.....	5.11
5.3.2.2	排放因子的选择.....	5.12
5.3.2.3	活动数据选择.....	5.12
5.3.2.4	完整性.....	5.13
5.3.2.5	建立一致的时间序列.....	5.13
5.3.3	不确定性评估.....	5.13
5.3.3.1	排放因子不确定性.....	5.13
5.3.3.2	活动数据不确定性.....	5.13
5.3.4	质量保证和质量控制（QA/QC）、报告和归档.....	5.13
5.3.4.1	质量保证和质量控制.....	5.13
5.3.4.2	报告和归档.....	5.13
5.4	沥青生产和使用.....	5.14
5.4.1	导言.....	5.14
5.4.2	方法学问题.....	5.15
5.4.3	完整性.....	5.15

5.4.4	不确定性评估.....	5.16
5.4.5	报告和归档.....	5.16
5.5	溶剂使用.....	5.16
5.5.1	导言.....	5.16
5.5.2	完整性.....	5.17
5.5.3	建立一致的时间序列.....	5.17
5.5.4	不确定性评估.....	5.17

## 公式

公式 5.1	计算源自非能源产品使用的CO <sub>2</sub> 排放的基本公式.....	5.5
公式 5.2	润滑剂 – 方法 1.....	5.7
公式 5.3	润滑剂 – 方法 2.....	5.8
公式 5.4	石蜡 – 方法 1.....	5.11
公式 5.5	石蜡 – 方法 2.....	5.11

## 图

图5.1	源自润滑剂和石蜡的排放的部门分配.....	5.7
图 5.2	源于润滑剂非能源使用的CO <sub>2</sub> 决策树.....	5.8
图 5.3	源自固体石蜡非能源使用的CO <sub>2</sub> 决策树.....	5.12

## 表

表5.1	燃料和其它化学产品的非能源产品使用.....	5.6
表 5.2	所有润滑油、油脂和润滑剂的缺省氧化比例.....	5.9

## 框

框 5.1	沥青生产和使用.....	5.14
-------	--------------	------

## 5 源于燃料和溶剂使用的非能源产品

### 5.1 引言

本节提供了估算源自化石燃料排放的方法，化石燃料首次作为初级使用产品使用，而非：1) 作为能源使用的燃料和 2) 用作原料或还原剂。源自后两个使用的排放可按照化学工业（第 3 章）和金属工业（第 4 章）所述的方法进行计算。

此处论述的产品有润滑剂、固体石蜡、地沥青/沥青和溶剂。首次使用（即，诸如已用润滑剂等废油的燃烧）后进一步使用的排放或产品的处理，应估算和报告在进行焚烧的废弃物部门，或进行能源回收的能源部门。

通常，源自非能源产品使用的二氧化碳（CO<sub>2</sub>）排放的计算方法遵循基本的公式，其中，排放因子包含一个碳含量因子和一个表示使用中氧化（ODU）的化石燃料碳比例因子，如滑入发动机燃烧室内的润滑剂比例的实际共同燃烧。）这一概念仅适用于首次使用润滑剂和固体石蜡的氧化过程，而不适用于后续使用（例如能源回收）：

**公式 5.1**  
**计算源自非能源产品使用的 CO<sub>2</sub> 排放的基本公式**

$$CO_2 \text{ 排放} = \sum_i (NEU_i \cdot CC_i \cdot ODU_i) \cdot 44/12$$

其中：

CO<sub>2</sub> 排放 = 源自非能源产品使用的 CO<sub>2</sub> 排放量，单位为吨 CO<sub>2</sub>

NEU<sub>i</sub> = 燃料 i 的非能源使用，单位为 TJ

CC<sub>i</sub> = 燃料 i 的具体碳含量，单位为吨 C/TJ (=kg C/GJ)

ODU<sub>i</sub> = 燃料 i 的 ODU 因子，比例

44/12 = CO<sub>2</sub>/C 的质量比率

为铺路和盖屋顶的沥青生产和使用，以及衍生自石油和煤的溶剂使用，均是非排放源，或者是可以忽略的直接温室气体排放源。然而，这些均已纳入本章，因为它们有时是非甲烷易挥发性有机化合物（NMVOC）和一氧化碳（CO）排放的重要来源，而一氧化碳最终在大气中氧化生成 CO<sub>2</sub>。生成的 CO<sub>2</sub> 输入可根据这些非 CO<sub>2</sub> 气体排放估算出来（参见第 1 卷第 7.2.1.5 节）。源自沥青的排放几乎可忽略不计，而对于溶剂使用，这种排放量可能相当大。未在此处叙述的化石燃料的其它任何非能源产品中的排放，应报告在子类 2D4 “其它”中。

这可能存在风险，即算为此源类别的一些 CO<sub>2</sub> 排放可能在其它地方进行了部分计算。可能出现的这种情况会在后续几节中已清晰标明，应交叉检查以避免重复计算。

本章论述的源自活动的甲烷（CH<sub>4</sub>）排放预期较少，甚至完全没有。尽管一些 CH<sub>4</sub> 排放会出现在为铺路的沥青生产和使用中，但没有对提供 CH<sub>4</sub> 排放估算方法，因为预期这些排放可以忽略不计。

本卷第 1 章第 1.4 节提供了源自非能源和燃料原料使用中碳排放一致性和完整性的评估指南，评估方式有：（a）检查清单中所包括过程的非能源使用/原料需求，是否与国家能源统计信息中记录的非能源使用/原料供应一致，（b）检查不同子类级别中，源自非能源使用/原料来源自下而上报告的 CO<sub>2</sub> 排放总量是否完整和一致，（c）记录和报告如何在清单中分配这些排放。本章所述的这些来源是非能源来源中化石 CO<sub>2</sub> 的完整性验证及其分配报告的一部分。

表 5.1  
燃料和其它化学产品的非能源产品使用

所用燃料的类型	非能源使用示例	本章中论述的气体	
		CO <sub>2</sub>	NMVOC、CO
润滑剂	运输和工业中所用的润滑剂；第 5.2 节	X	
固体石蜡	蜡烛、瓦楞纸箱、纸张涂料、纤维板施胶、粘合剂、食品生产、包装；第 5.3 节	X	
地沥青；柏油和其它石油稀释剂	用于铺路和盖屋顶的沥青生产；第 5.4 节		X
石油溶剂 <sup>1</sup> 、煤油 <sup>2</sup> 、某些芳烃	作为表面涂料（油漆）、干洗的溶剂；第 5.5 节		X

## 5.2 润滑剂使用

### 5.2.1 引言

润滑剂主要用于工业和运输应用场合。润滑剂生产可在提炼厂内从原油中分离，或在石化设施中进行。可进一步细分为：（a）机油和工业油，以及（b）油脂，其物理特征（例如粘度）、商业应用和环境归宿均有所不同。

### 5.2.2 方法学问题

发动机中润滑剂的主要作用是其润滑性质，因此相关的排放视为非燃烧排放，应在 IPPU 部门中报告。然而，在 2 冲程发动机中，润滑剂与其它燃料混合并据此在发动机内共同燃烧，其排放应作为能源部门燃烧排放的一部分来估算和报告（参见第 2 卷）。

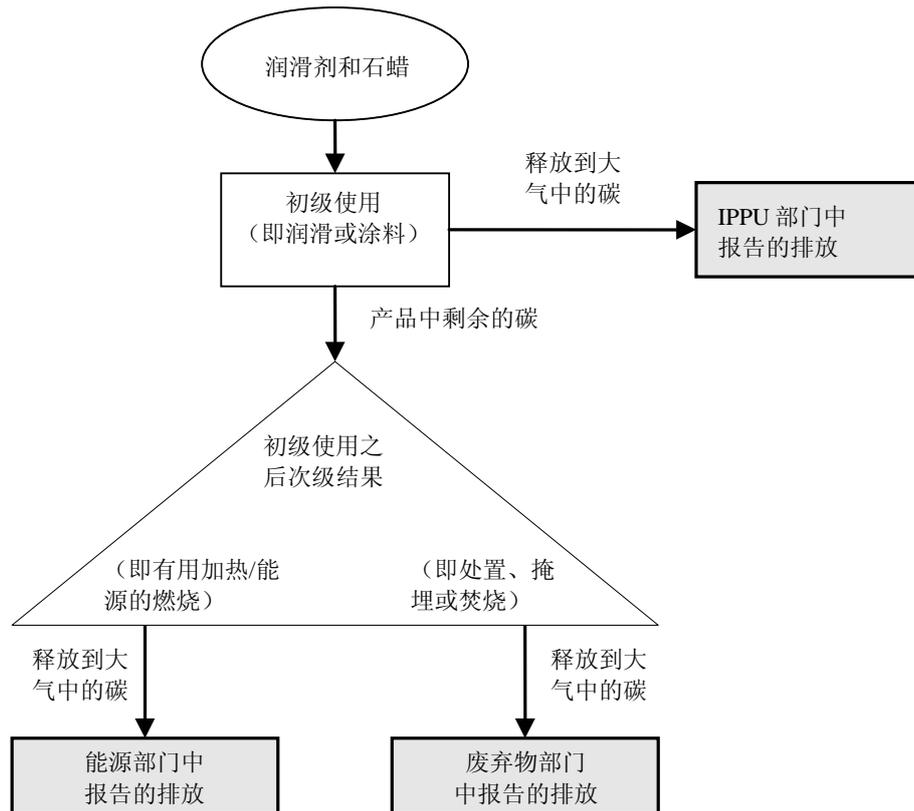
难以确定机械和载体中消耗的润滑剂有比例实际燃烧、因此直接导致 CO<sub>2</sub> 排放；多大不完全氧化比例首先造成 NMVOC 和 CO 排放（此处没有纳入其在 2 冲程发动机中的使用）。因此，各国很少将这些 NMVOC 和 CO 排放报告在排放清单中。因此，为了计算 CO<sub>2</sub> 排放，假定：使用期间损失的润滑剂总量均完全燃烧，且这些排放直接报告为 CO<sub>2</sub> 排放。

在大多数 OECD 国家，已用油处理的法规和政策通常限制掩埋和倾倒，鼓励单独收集已用油。少量比例的润滑剂在使用期间氧化，而废弃润滑剂在其使用之后，按照特定国家法规进行收集并随后燃烧，这是其对排放的主要贡献。然而，这些废油处理排放应报告在废弃物部门中（或出现能源回收时，要报告在能源部门中）。图 5.1 说明了此情。

<sup>1</sup> 亦称矿物质松节油、石油精、工业溶剂油（“SBP”）。

<sup>2</sup> 也称为石蜡或石蜡油（英国、南非）。

图 5.1 源自润滑剂和石蜡的排放的部门分配



因为  $\text{CH}_4$  及  $\text{N}_2\text{O}$  排放量与  $\text{CO}_2$  相比很小，对于温室气体计算，这些排放可以忽略不计。

### 5.2.2.1 方法选择

有两种方法可确定源自润滑剂使用的排放。方法 1 和方法 2 本质上均依赖于相同的分析方法，即将排放因子应用于国家润滑剂消费量的有关活动数据（能源单位，例如 TJ）。方法 2 需要有关不同类型润滑剂数量的数据（不包括 2 冲程发动机的用量），与活动数据的特定类型 *使用中氧化* (ODU) 因子结合（最好是特定国家的因子）；而方法 1 依赖于将一个缺省 ODU 因子应用于润滑剂总量的活动数据（参见图 5.2 的决策树）。因为油脂的缺省 ODU 因子是润滑油的 1/4，所以使用高层级方法将主要捕获排放计算中使用油和油脂实际比例的影响。若此因子是 *关键类别*，则 *优良作法* 是使用方法 2。

**方法 1:** 根据公式 5.2 计算  $\text{CO}_2$  排放，使用可获取的有限参数的综合缺省数据，以及基于润滑剂总体数据（单位为 TJ）的油和油脂缺省成分的 ODU 因子：

**公式 5.2**  
**润滑剂 - 方法 1**

$$\text{CO}_2 \text{ 排放} = LC \cdot CC_{\text{润滑剂}} \cdot \text{ODU}_{\text{润滑剂}} \cdot 44/12$$

其中：

$\text{CO}_2$  排放 = 源自润滑剂的  $\text{CO}_2$  排放量，单位为吨  $\text{CO}_2$

LC = 润滑剂消耗总量，单位为 TJ

$CC_{\text{润滑剂}}$  = 润滑剂（缺省）的碳含量，单位为吨 C/TJ (= kg C/GJ)

$\text{ODU}_{\text{润滑剂}}$  = ODU 因子（基于油和油脂的缺省成分），比例

44/12 =  $\text{CO}_2/\text{C}$  的质量比率

**方法 2:** 润滑剂的方法 2 依赖于类似的公式，然而应使用每种类型的润滑剂使用（能源单位，例如 TJ）消耗量的详细数据以及特定国家排放因子（最好）。排放因子包含燃料类型特定碳含量和 ODU 因子：

**公式 5.3**  
**润滑剂-方法 2**

$$CO_2 \text{ 排放} = \sum_i (LC_i \cdot CC_i \cdot ODU_i) \cdot 44/12$$

其中：

CO<sub>2</sub>排放 = 源自润滑剂的 CO<sub>2</sub>排放量，单位为吨 CO<sub>2</sub>

LC<sub>i</sub> = 润滑剂类型 i 的消耗量，单位为 TJ

CC<sub>i</sub> = 润滑剂类型 i 的碳含量，单位为吨 C/TJ (=kg C/GJ)

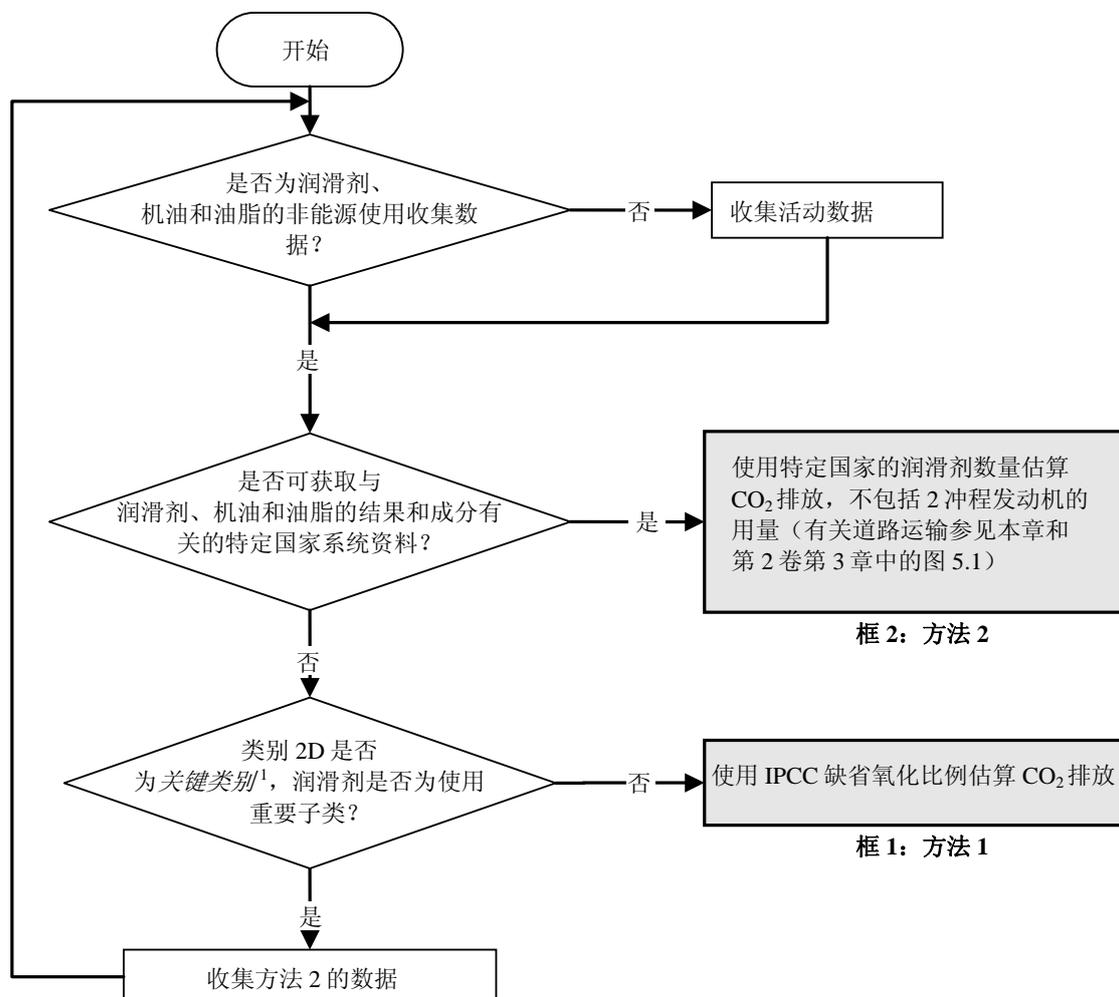
ODU<sub>i</sub> = 润滑剂类型 i 的 ODU 因子，比例形式

44/12 = CO<sub>2</sub>/C 的质量比率

润滑剂 i 专指机油/工业油和油脂，不包括 2 冲程发动机中使用的量。

在两种方法中，碳含量可以是第 2 卷（第 1 章表 1.3）所述润滑剂的缺省值或特定国家值（如可获取）。

**图 5.2 源于润滑剂非能源使用的 CO<sub>2</sub> 决策树**



注：

1 有关关键类别和决策树使用的讨论，请参见第 1 卷第 4 章“方法选择和类别识别”（参见 4.1.2 节有关有限资源部分）。

### 5.2.2.2 排放因子的选择

排放因子是一个特定碳含量因子（吨 C/TJ）乘以 ODU 因子。再乘以 44/12（CO<sub>2</sub>/C 的质量比率），从而得出排放因子（表示为吨 CO<sub>2</sub>/TJ）。根据较低的发热值，润滑剂的缺省碳含量因子为 20.0 kg C/GJ。

（参见第 2 卷第 1 章表 1.3。注意 kg C/GJ 等同于吨 C/TJ。）假定：使用是导致 100%氧化成 CO<sub>2</sub> 的燃烧，不含以灰尘或燃烧后残渣形式长期储存的碳。少量润滑油在使用期间被氧化（参见表 5.2）。油脂在使用期间被氧化的比例甚至更小。油类（20%）和油脂（5%）的缺省 ODU 因子均基于有限的可获数据（表 5.2）。

**方法 1：**若仅有全部润滑剂消耗总量数据（即，没有油和油脂的单独数据），全部润滑剂的加权平均 ODU 因子才用作方法 1 中的缺省值。假定 90%润滑剂质量是油，10%是油脂，将这些权重应用到油和油脂的 ODU 因子，从而得出总（取整）ODU 因子 0.2（表 5.2）。然后此 ODU 因子可以应用到总碳含量因子，该因子可以是特定国家的或润滑剂的缺省值，若有关润滑剂消耗的活动数据已知，则可以确定此来源的国家排放水平（公式 5.2）。

**方法 2：**具有用作机油/工业油和油脂的润滑剂具体数量有关的特定详细信息的国家，可以应用两种 ODU 因子，分别是缺省值 0.2 和 0.05，或根据国家知识应用润滑剂和油脂的 ODU 因子。然后这些缺省因子或特定国家 ODU 因子可乘以特定国家碳含量因子或润滑剂的单个缺省 IPCC 碳含量因子，以确定国家排放水平（公式 5.3）。

润滑剂/使用类型	总润滑剂中的缺省比例 <sup>a</sup> (%)	ODU 因子
润滑油（机油/工业油）	90	0.2
油脂	10	0.05
<b>IPCC 润滑剂总缺省值<sup>b</sup></b>		<b>0.2</b>

<sup>a</sup> 不包括 2 冲程发动机中的使用。  
<sup>b</sup> 假定 90%的润滑油消耗量和 10%的油脂消耗量，取整一个有效数位。  
 来源：Rinehart（2000）。

### 5.2.2.3 活动数据选择

估算排放需要有关润滑剂非能源使用的数据，以及用能源单位（TJ）表示的活动数据。若要将消耗量数据的物理单元（如单位为吨）转换成常用能源单元（如单位为 TJ，基于较低发热值），则需要发热值（有关具体指南，请参见有关能源的第 2 卷第 1 章第 1.4.1.2 节）。国家所用非能源产品的基本数据可以从生产、进口和出口数据中获得，国家能源统计资料可分为能源/非能源使用数据。可能需要收集其它信息，以确定 2 冲程发动机中所用的润滑剂量，此量应从此源类别的方法 2 计算中排除。对于方法 2，需要分别了解两类量：作为机油/工业油应用的个别数量，作为油脂应用的个别数量。有关 2 冲程发动机所用润滑剂数据集合的具体指南，请参见第 2 卷“能源”第 3 章“道路运输”。

### 5.2.2.4 完整性

在 2 冲程发动机中，源自润滑剂使用的排放应算入能源部门。处置后，由使用后燃烧或降解的氧化过程引起的任何排放，应单独算入废弃物部门（如果燃烧用于能源回收，则算入能源部门）。为了避免重复计算并确保完整性，应交叉检查能源和废弃物部门中与润滑剂非燃烧使用无关的排放的正确分配。

### 5.2.2.5 建立一致的时间序列

对时间序列中每一年份，应当采用相同方法和数据集，计算润滑剂排放量。

## 5.2.3 不确定性评估

### 5.2.3.1 排放因子不确定性

开发的缺省 ODU 因子非常不确定，因为它们基于关于典型润滑剂氧化速率有限的知识。专家判断建议使用 50% 的缺省不确定性。

碳含量系数基于润滑剂碳含量和发热值的两项研究，估算其不确定性范围大约为  $\pm 3\%$  (U.S.EPA, 2004)。

### 5.2.3.2 活动数据不确定性

排放估算的很多不确定性涉及单个国家所用非能源产品数量的确定难度，根据能源统计资料精确度的专家判断，具有编制良好的能源统计资料的国家可以使用 5% 的缺省值，而其它国家可以使用 10-20% 的缺省值。如果 2 冲程发动机中使用的润滑剂量（要从此处使用的消耗总量中减去）未知，则活动数据的不确定性会较高且会有偏差（过高）。对于大量采用 2 冲程发动机的国家，本节活动数据的不确定性范围在低端要高得多，可以根据 2 冲程发动机在国家消耗总量中所占的估算份额进行估算。

## 5.2.4 质量保证和质量控制 (QA/QC)、报告和归档

### 5.2.4.1 质量保证和质量控制

优良作法是检查年消耗总量数据与产量、进出口数据的一致性。此外，建议将丢弃、回收及燃烧量和 2 冲程发动机中的用量（如果可以获取）与计算中采用的消耗总量数据进行比较，来检查跨部门的不同源类别计算中所用活动数据和 ODU 因子的内部一致性。

### 5.2.4.2 报告和归档

优良作法是报告和记录：

- 应报告生产、进口、出口、消耗和丢弃的润滑剂总量（若可以获取）。此外，2 冲程发动机的用量和减去的量也应报告。如果后一个信息不可获或未用于排放计算，则应当对此进行报告。
- 如果使用方法 2，则消耗量数据应按照计算所用的每种润滑剂类型进行报告。
- 如果使用缺省 ODU 因子，则应当将此记录在报告文档中。
- 如果开发了润滑剂的特定国家排放因子，换句话说，如果使用特定国家 ODU 因子和/或特定国家碳含量比例，则应提供对应的数据，同时阐述如何测量这些因子。
- 源自润滑剂的 CO<sub>2</sub> 排放分配，可参考表 1.6 有关源自化石燃料非能源使用的 CO<sub>2</sub> 排放的分配（参见本卷第 1 章）。

## 5.3 固体石蜡使用

### 5.3.1 导言

如此处定义，此类别包括诸如矿油、固体石蜡和其它石蜡等含地蜡（饱和碳氢化合物和环境温度下固体物质的混合物）的产品。在轻（蒸馏）润滑油生产过程期间，固体石蜡从原油中分离出来。固体石蜡按油含量和提炼量来分类。

### 5.3.2 方法学问题

石蜡用于大量不同的应用场合。固体石蜡的应用场合例如：蜡烛、瓦楞纸箱、纸张涂料、纸板施胶、食品生产、蜡光剂、表面活性剂（同用于清洁剂的情况），以及许多其它应用。石蜡使用的排放主要源

自：石蜡或固体石蜡的衍生物在使用期间的燃烧（例如蜡烛），以及采用或不采用热回收措施后的焚烧或废水处理（用于表面活性剂）。对于焚烧和废水处理，排放应分别报告在能源部门或废弃物部门中（参见图 5.1）。

### 5.3.2.1 方法选择

有两种方法可确定源自固体石蜡的排放和储存。方法 1 和方法 2 本质上均依赖于相同的分析方法，即将排放因子应用于国家固体石蜡消耗量的有关活动数据（能源单位，如 TJ）。方法 2 依赖于确定固体石蜡的实际使用，以及将特定国家 ODU 因子应用于活动数据；而方法 1 依赖于将缺省排放因子应用于活动数据（参见图 5.3 决策树）。

**方法 1：** 根据公式 5.4 可用有限参数的汇总缺省数据，计算 CO<sub>2</sub> 排放量：

$$\begin{array}{c} \text{公式 5.4} \\ \text{石蜡 - 方法 1} \\ \text{CO}_2 \text{ 排放} = PW \cdot CC_{\text{wax}} \cdot \text{ODU}_{\text{wax}} \cdot 44/12 \end{array}$$

其中：

CO<sub>2</sub> 排放 = 源自石蜡的 CO<sub>2</sub> 排放量，单位为吨 CO<sub>2</sub>

PW = 石蜡消耗总量，单位为 TJ

CC<sub>石蜡</sub> = 固体石蜡（缺省）的碳含量，单位为吨 C/TJ (= kg C/GJ)

ODU<sub>石蜡</sub> = 固体石蜡的 ODU 因子，比例

44/12 = CO<sub>2</sub>/C 的质量比率

**方法 2：** 固体石蜡的方法 2 依赖于类似的公式，然而应使用如下详细数据：生产（能源单位）的固体石蜡数量（还可能是有关类型）及其各个使用，以及特定国家排放因子。

$$\begin{array}{c} \text{公式 5.5} \\ \text{石蜡 - 方法 2} \\ \text{CO}_2 \text{ 排放} = \sum_i (PW_i \cdot CC_i \cdot \text{ODU}_i) \cdot 44/12 \end{array}$$

其中：

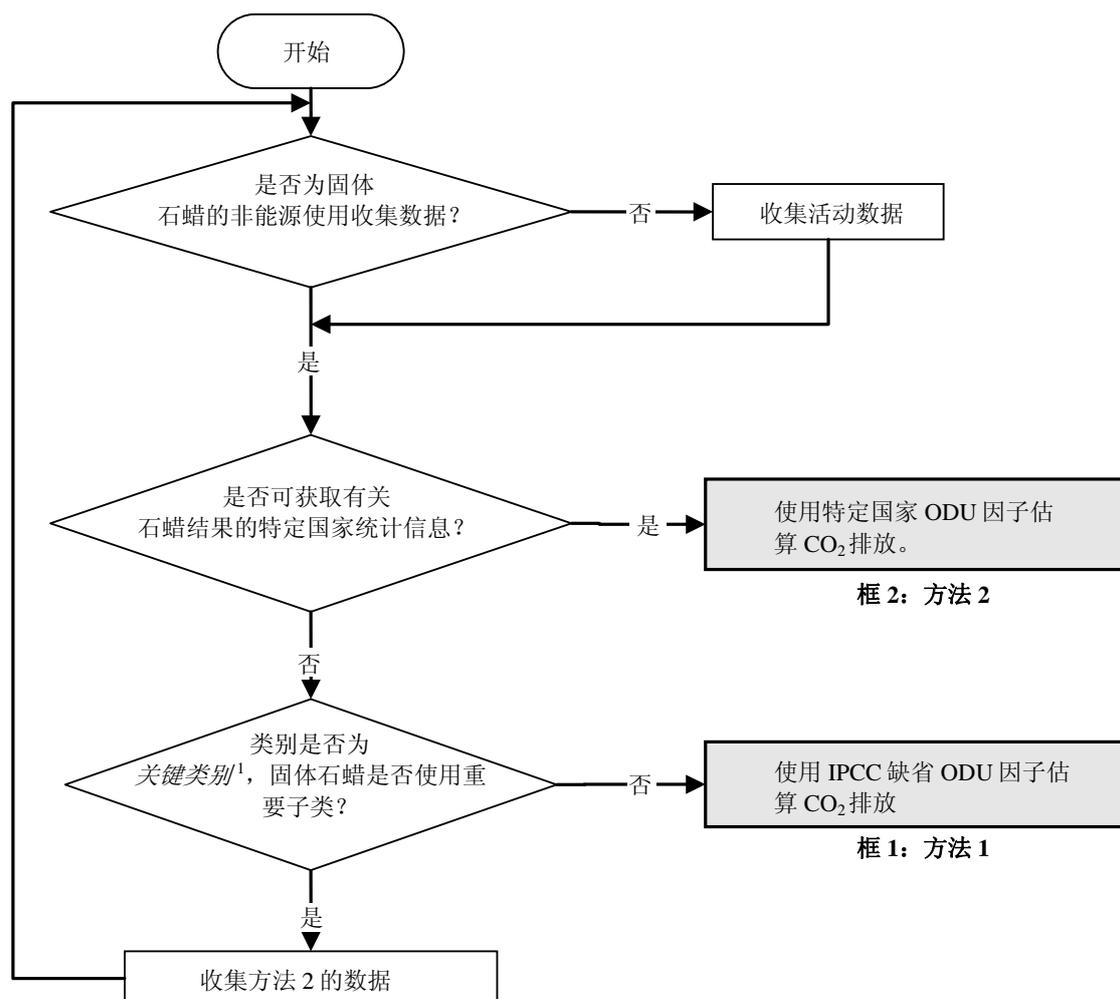
CO<sub>2</sub> 排放 = 源自石蜡的 CO<sub>2</sub> 排放量，单位为吨 CO<sub>2</sub>

PW<sub>i</sub> = 石蜡类型 *i* 的消耗量，单位为 TJ

CC<sub>i</sub> = 石蜡类型 *i* 的碳含量，单位为吨 C/TJ (=kg C/GJ)

ODU<sub>i</sub> = 石蜡类型 *i* 的 ODU 因子，比例形式

44/12 = CO<sub>2</sub>/C 的质量比率

图 5.3 源自固体石蜡非能源使用的 CO<sub>2</sub> 决策树

注:

1 有关关键类别和决策树使用的讨论, 请参见第 1 卷第 4 章“方法选择和类别识别”(参见 4.1.2 节有关有限资源部分)。

### 5.3.2.2 排放因子的选择

应采用特定国家碳含量或缺省碳含量 20.0 kg C/GJ (基于较低发热值)。(参见第 2 卷第 1 章表 1.3。注意, kg C/GJ 等同于吨 C/TJ。)此缺省值基于燃烧排放因子 73.3 kg CO<sub>2</sub>/GJ (API, 2004)。

方法 1: 可以假定: 主要通过蜡烛燃烧, 按照导致排放的方式或导致缺省 ODU 因子 0.2 的方式, 使用固体石蜡的 20% (公式 5.4)。

方法 2: 具有固体石蜡使用特定详细信息的国家, 可以根据国家对燃烧的认知 (公式 5.5), 确定石蜡的特定国家 ODU 因子。这些因子可以与上述列出的缺省碳含量或特定国家碳含量组合使用, 前提是这些因子可以获得。

### 5.3.2.3 活动数据选择

估算排放需要有关固体石蜡使用的数据, 以及用能源单位 (TJ) 表示的活动数据。若要将消耗量数据的物理单元 (如单位为吨) 转换成常用能源单元 (如单位为 TJ, 基于较低发热值), 则需要发热值 (有关具体指南, 请参见有关能源的第 2 卷第 1 章第 1.4.1.2 节)。国家所用有关非能源产品的基本数据可以从生产、进口和出口数据中获得, 国家能源统计资料可分为能源/非能源使用。如果报告的国家统计资料不将此作为单独的燃料类别, 而是仅将其阐述为部分汇总的“其它石油产品”类别, 则应咨询国家统计机构, 因为石油产品统计资料通常收集的很详细。

### 5.3.2.4 完整性

源自涂蜡盒焚烧（无热量回收）的排放纳入废弃物部门。源自固体石蜡中能源回收引起的任何排放，应报告在能源部门中。

### 5.3.2.5 建立一致的时间序列

对时间序列中每一年份，应当采用相同方法和数据集，计算固体石蜡排放量。如果使用特定国家的 ODU 因子，则鼓励清单编制者检查排放和储存结果的混合应用场合长期内是否会出现大的变化。如果是这种情况，则每年使用的 ODU 因子应更好地反映此种变化。

## 5.3.3 不确定性评估

### 5.3.3.1 排放因子不确定性

缺省排放因子具有很高的不确定性，因为对固体石蜡结果的国情认知是有限的。理想情况下，如果有关石蜡使用和结果的国家数据可用作替代物，以确定排放结果与储存结果的数量，便可采用方法 2。缺省碳含量系数的不确定性范围应小于 $\pm 5\%$ （U.S.EPA, 2004）。然而，ODU 因子高度依赖于特定国家的条件和政策，而缺省值 0.2 显示的不确定性大约 100%。

### 5.3.3.2 活动数据不确定性

排放估算的很多不确定性涉及单个国家所用和丢弃的非能源产品数量的确定难度，根据能源统计资料精确度的专家判断，具有编制良好的能源统计资料的国家可以使用 5% 的缺省值，而其它国家可以使用 10-20% 的不确定性。

## 5.3.4 质量保证和质量控制（QA/QC）、报告和归档

### 5.3.4.1 质量保证和质量控制

*优良作法*是检查年消耗总量数据与产量、进出口数据的一致性。此外，丢弃、回收和燃烧的量（如果可获），可以在计算中与消耗总量数据进行比较，以检查跨部门不同源类别的计算中所用活动数据和 ODU 因子的内部一致性。

### 5.3.4.2 报告和归档

如果使用特定国家排放因子，*优良作法*是对其报告并成文归档。

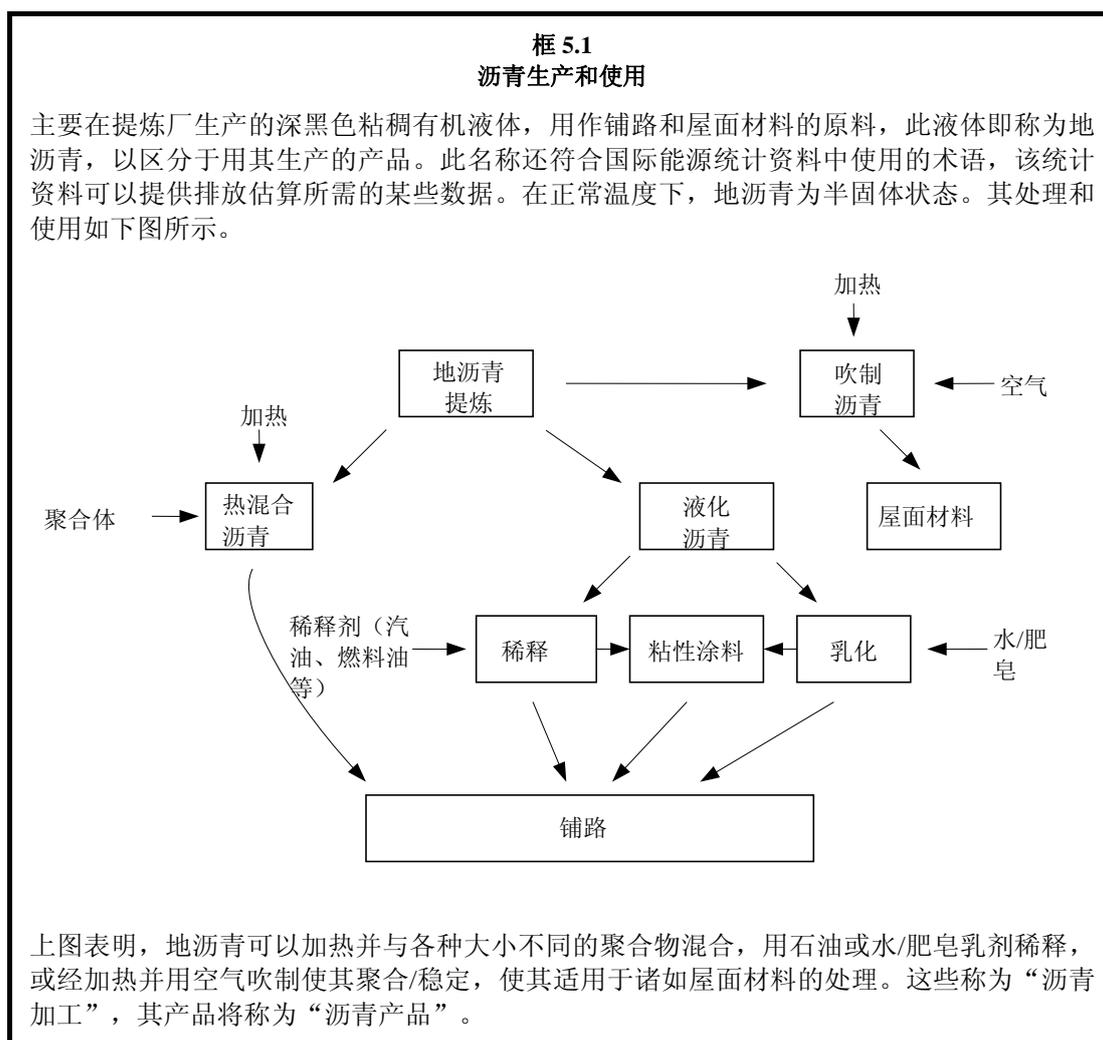
- 如果开发了石蜡的特定国家排放因子，换句话说，若使用了特定国家 ODU 因子和/或特定国家碳含量比例，则应提供局部值及对其来源的阐释。
- 如果使用缺省 ODU 因子，则应当将此记录在报告文档中。

## 5.4 沥青生产和使用

### 5.4.1 引言

此源类别包含了沥青工厂源自沥青生产的非燃烧排放，而非提炼厂及其应用的排放（例如铺路和盖屋顶作业以及随后的表面释放）。包括盖屋顶的沥青吹制。沥青的生产和使用造成的排放主要包括NMVOC、CO、SO<sub>2</sub>和颗粒物，而剩余碳氢化合物的结果储存在产品中（排放小于1%的碳）。假定源自屋面材料安装的排放可以忽略不计。为沥青过程（沥青混合物的生产或加热）供热所需的燃料燃烧产生的排放，在能源部门中有介绍。

沥青通常指地沥青、沥青水泥或沥青混凝土或铺路柏油，主要在石油提炼厂生产。在某些国家中，铺设的混合产品亦指“沥青”，还称“碎石路”。鉴于不同术语会造成模糊不清，所以本文将采用单个术语集并一致应用于文本中，但不表示对所用术语有任何偏好（参见框5.1）。



地沥青和聚合物在固定工厂或移动工厂中混合，通常在距路面铺设工地的 30-50km 内进行（EAPA，2003）。在工业化国家，通常有 80%-90% 地沥青用于生产路面铺料（U.S.EPA，2004）。然而，在基础设施快速增长的发展中国家，用于盖屋顶的地沥青量与用于铺路的地沥青可能具有相同的数量级（UNFCCC，2004）。沥青产品的其它使用有：在盖屋顶材料的生产中用作粘合剂或密封剂，用作基础密封剂，诸如用作管道涂料等其它工业使用。

与沥青生产和使用有关的直接温室气体排放（如 CO<sub>2</sub> 或 CH<sub>4</sub>）可以忽略，因为在生产商业燃料的提炼过程期间，大部分轻质碳氢化合物被提取。根据 EMEP/CORINAIR 指南，可以得出结论：源自热混合沥青

和稀释沥青的 CH<sub>4</sub> 排放以及源自沥青屋顶铺设行业的 CH<sub>4</sub> 排放，皆可以忽略（EEA，2005）。回收再使用的沥青铺筑材料用作新路铺设的聚合物时，产生的温室气体排放也可忽略。

## 5.4.2 方法学问题

NM VOC 和 CO 的排放方法和缺省排放因子，列出在 EMEP/CORINAIR 排放清单指南的铺路（SNAP 编码 040610）、盖屋顶材料（SNAP 编码 040611）和沥青吹制（SNAP 编码 060310）部分（EEA，2005）。建议用户进行详细的 NM VOC 和 CO 估算时，参考此指南。（另见这些指南第 1 卷第 7 章）。注意，在 EMEP/CORINAIR 中，盖屋顶时沥青吹制的排放量要单独计算（位于含 SNAP 代码 060310 的杂项化学产品制造）。

石灰石还可用作沥青中聚合物的一部分。然而，假定在发热过程中没有 CO<sub>2</sub> 释放（参见本卷第 2 章第 2.5 节“碳酸盐的其它过程使用”）。

### 铺路用沥青的生产和使用

铺路用沥青包含聚合体、砂石、填料、地沥青等混合物，偶而也加入大量添加剂。因此沥青路面由压实的聚合物和地沥青粘合剂构成。热混合沥青（HMA）的使用最为广泛，一般超过了 80%，且产生的排放极少（EAPA，2003）。其它类型的铺路材料有稀释沥青和乳化沥青，这两种沥青都是液化沥青（EEA，2005）。稀释沥青通过与石油溶剂（例如重残油、煤油或石油精溶剂等稀释剂）混合而液化，由于稀释剂蒸发而产生相对较高的 CO 和 NM VOC 排放。因此，铺路时的大多数排放起因于稀释沥青的使用。根据蒸发速率，这种沥青可分为三类：使用石油精或汽油等高挥发性稀释剂的快固化（RC）稀释沥青，使用中等挥发性稀释剂的中速固化（MC）稀释沥青，使用低挥发性油的慢固化（SC）稀释沥青。这与所谓的乳化沥青形成鲜明对比，后者大部分由水和少量溶剂（或不含溶剂）组成。温带国家使用的稀释剂量通常低于寒冷气候中使用的稀释剂量，因此可预计温暖国家的这种排放因子较小。

对于欧洲沥青铺摊协会（EAPA）或诸如沥青学会（EAPA，2003；沥青学会，2004）等国家铺设和盖屋顶协会，大多数欧洲国家和若干其它工业国家可从其获得如下数据：热混合沥青的活动数据，以及冷混合或‘改良沥青’生产的活动数据。热混合沥青通常包含大约 8% 沥青水泥（地沥青）（EEA，2005），但这可能会因国家而有所不同（也已报告了 5% 这一数据）。对于大多数工业化国家，稀释沥青的比例仅有几个百分点，然而若干国家表明比例为 5%-12%，异常比例最高达 20%，或没有这种沥青（EAPA，2002；EAPA 2003；U.S. EPA，2004）。如果铺设的沥青量未知，而铺设面积已知，则转换因子 100kg 沥青/m<sup>2</sup> 路面，可用于计算生产的沥青质量。

气体排放于沥青工厂（热混合、稀释或乳化）、路面作业和随后排放于路面。EMEP/CORINAIR 排放清单指南描述了不同沥青工厂的特定过程未控制的排放因子。

### 沥青屋顶

沥青屋顶工业生产沥青毡、屋面瓦和墙面瓦、卷式屋面和墙面（沥青瓦、平面表面有机和石棉毛毡的卷式屋面、矿石面有机和石棉毛毡的卷式屋面），还生产瓦片、有机和石棉沥青毛毡、浸润沥青和/或有涂料的护墙板和沥青化合物。这些产品大多数用于屋面和其它建筑应用场合。沥青毛毡、屋面和瓦片生产包含毛毡浸润或涂抹沥青。总体过程的关键步骤包括沥青储存、沥青吹制、毛毡浸润、涂抹和矿石表面加工，其中沥青吹制在此处讲述。与 NM VOC、CO 和颗粒物等排放相比，源自沥青屋面产品的直接温室气体排放可以忽略。

沥青吹制是使沥青聚合和稳定的过程，以增强其抗风化特性。吹气沥青用于沥青屋面产品的生产。吹制可能出现在沥青加工厂或沥青屋面厂（或提炼厂）<sup>3</sup>。沥青吹制会造成最高的 NM VOC 和 CO 排放，步骤也多于其它过程。用于非铺设应用的所有沥青均已吹制（EEA，2005）。

## 5.4.3 完整性

如果此源类别的排放（没有详述）不可获得，则应检查这些排放是否已纳入其它地方（如，纳入提炼厂排放）。

<sup>3</sup> 在 UNECE 清单中，相关排放的计算可依据杂项化学产品制造（单独用于沥青屋面生产/应用和沥青吹制，SNAP 编码 040610 和 060310），或依据源自提炼厂的逃逸排放（参见 EMEP/CORINAIR 排放清单指南）；而在温室气体清单中，包括前体排放在内的所有排放均应报告在子类 2D4 “其它”中。

## 5.4.4 不确定性评估

尽管采用多种成熟方法所得的结果被视为是最准确的，源自马路铺设和沥青屋面的 NMVOC 和 CO 排放，其不确定性范围可能为 $\pm 25\%$ ，如果计算未基于详细的活动数据和控制技术数据（从 $-100\%$ 到 $+25\%$ ），此不确定性可能更大。

批量混合和圆筒混合 HMA 生产的 NMVOC 和 CO 排放因子，不确定性范围约为 $\pm 50\%$ ；而 HMA 总产量和稀释沥青生产及使用的缺省因子，将具有大约 $\pm 100\%$ 的不确定性（即，介于 $-50\%$ 到 $+100\%$ ）。如果特定国家排放因子用于稀释沥青生产和铺设，则排放因子的不确定性可能大大缩小，如范围为 $\pm 50\%$ 。

基于沥青生产或建筑业编制的数据库，HMA 和稀释沥青产量数据的准确度可能为 $\pm 10\%$ 。然而，若有关稀释沥青的活动数据需要外推，则不确定性会很大，因为许多国家注意到，每年使用的稀释沥青量有很大差异，两倍或多倍并不稀罕（EAPA, 2002; EAPA 2003; U.S. EPA, 2004）。另外，有关 HMA 生产工厂类型和所用控制技术混合的数据，以及稀释沥青类型（RC、MC、SC）混合的数据，其准确性往往小于总产量数据。如果计算是完整的，则沥青屋面材料的生产统计资料的不确定性可能精确到 $\pm 10\%$ 。如果不是这种情况，那么不确定性的高端范围可能会达到 100% 甚至更高。

源自沥青生产的 NMVOC 缺省化石碳含量比例与铺路使用的质量比例，差异介于 40%-50%，源自沥青屋面的 NMVOC 缺省化石碳含量比例为 80%（根据 EMEP/CORINAIR 排放清单指南中介绍的 NMVOC 物种形式进行计算）。

## 5.4.5 报告和归档

包括沥青吹制在内的沥青生产和使用中相对少量的排放应报告在子类 2D4 “其它”中，其源类别是 2D “燃料和溶剂使用中的非能源产品”。

## 5.5 溶剂使用

### 5.5.1 导言

化石燃料用作原料生产的溶剂使用可能造成各种非甲烷挥发性有机化合物（NMVOC）的蒸汽排放，随后在大气中进一步氧化。用作溶剂的化石燃料著名的有石油溶剂和煤油（石蜡油）。石油溶剂用作提取溶剂、清洁溶剂、脱脂溶剂，还用作气溶胶、油漆、木材防腐剂、漆器、清漆和沥青产品中的溶剂。在西欧，大约 60% 的石油溶剂消耗总量用于油漆、漆器和清漆。石油溶剂是油漆行业中使用最广泛的溶剂。

在 EMEP/CORINAIR 排放清单指南（EEA, 2005）中，论述了估算这些 NMVOC 排放的方法。此源类别“溶剂使用”被视为一个单独的类别，因为此类来源的本质是需要估算排放的某些不同方法，而非将其用于计算其它排放类别。因此，《2006 年 IPCC 指南》也将此视为单独的子类。在 EMEP/CORINAIR 指南中，子类“溶剂和其它产品使用”将所选大气污染源术语（SNAP）分组为 6，还细分为 5 个子类。不包括第 5 个：“其它产品使用”指 F 气体、N<sub>2</sub>O 和氨气，在 IPPU 卷的其他处有论述，这些是：

- SNAP 0601：油漆应用；
- SNAP 0602：脱脂、干洗和电子工业；
- SNAP 0603：化学产品生产或加工。包括如下过程：聚合体、PVC、泡沫和橡胶、油漆、墨水、胶水和粘合剂的生产以及织物修整。
- SNAP 0604：溶剂的其它使用和相关活动。包括的活动例如：玻璃绒和矿物绒的涂层（即涂抹），印刷行业，油脂提炼，胶水和粘合剂使用，木材储存，国内溶剂使用（不是油漆应用），漆料密封处理及测量脱蜡等。

除了道路运输的排放以及源自石油和生物燃料生产及处理（如果进行）的排放之外，通常此源类别是国家 NMVOC 排放最大的来源，其比额可能介于 5%-30%，全球平均值约为 15%（Olivier 和 Berdowski, 2001）。

## 5.5.2 完整性

源自此源类别的排放既可以使用基于产量的方法进行估算，也可以使用基于消耗量的方法进行估算。如果油漆等国内总销售数据不能获得，则可以根据产量、进口和出口来推断明显的国家消耗量。然而，如果贸易统计资料不完整，则在活动数据中会引入大量的不确定性。因此，建议清单编制者尝试，确保通过 NMVOC 排放估算来显示溶剂的所有重要蒸发使用和其它产品使用。

## 5.5.3 建立一致的时间序列

通常，此源类别的年度变化预期只有很少。然而，当实施环境策略以替换溶剂（例如含水）中更多有毒挥发性化合物时，NMVOC 排放和 NMVOC 排放的化石碳含量随着时间推移可能会出现变化。

## 5.5.4 不确定性评估

NMVOC 排放的不确定性通常很大，例如大约 $\pm 50\%$ ，不包括已开发了这些来源详细清单的国家，这种情况下不确定性可能是 25%。根据有限出版的物种资料国家分析（美国 EPA，2002；奥地利，2004；匈牙利，2004；Klein Goldewijk 等人，2005），NMVOC 的缺省化石碳含量比例是 60%（按质量）。按质量，其差距可能介于 50%-70% 碳，因此其不确定性约为 $\pm 10\%$ 。特定国家比例的不确定性应较低，如 $\pm 5\%$ 。

## 参考文献

- API (2004) . Compendium of Greenhouse Gas Emissions Methodologies for the Oil and Gas Industry, American Petroleum Institute (API) , Table 4-2. Washington, DC, February 2004.
- Asphalt Institute (2004) . Website [http://www.asphaltinstitute.org/ai\\_pages/links/](http://www.asphaltinstitute.org/ai_pages/links/), visited 19 November 2004.
- Austria (2004) . Austria's National Inventory Report 2004. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change, Umweltbundesamt, BE-244, Vienna.
- EAPA (2002) . European Asphalt Pavement Association, Asphalt in Figures 2002. Available at website <http://www.eapa.org>, visited 19 November 2004.
- EAPA (2003) . European Asphalt Pavement Association, Asphalt in Figures 2003. Available at website <http://www.eapa.org>, visited 19 November 2004.
- EEA (2005) . "EMEP/CORINAIR. Emission Inventory Guidebook - 2005", European Environment Agency, Technical report No 30. Copenhagen, Denmark, (December 2005) . Available from web site see: <http://reports.eea.eu.int/EMEP/CORINAIR4/en>
- Hungary (2004) . Hungarian National Inventory Report for 2002. General Directorate for Environment, Nature and Water, UN Framework Convention on Climate Change, Directorate for Environmental Protection, Budapest.
- Klein Goldewijk, K., Olivier, J.G.J., Peters, J.A.H.W., Coenen, P.W.H.G. and Vreuls, H.H.J. (2005) . Greenhouse Gas Emissions in the Netherlands 1990-2003. National Inventory Report 2005. RIVM Report no. 773201 009/2005. RIVM, Bilthoven.
- Olivier, J.G.J. and Berdowski, J.J.M. (2001) . Global emissions sources and sinks. In: Berdowski, J., Guicherit, R. and B.J. Heij (eds.) "The Climate System", pp. 33-78. A.A. Balkema Publishers / Swets & Zeitlinger Publishers, Lisse, The Netherlands. ISBN 90 5809 255 0.
- Rinehart, T. (2000) . Personal communication between Thomas Rinehart of U.S. Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste, and Randall Freed of ICF Consulting, July 2000.
- UNFCCC (2004) . Emissions data and National Inventory Reports. Website [http://unfccc.int/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/national\\_inventories\\_submissions/items/2761.php](http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/2761.php) visited 19 November 2004.
- U.S. EPA (2002) . National Air Quality and Emissions Trends Report data, 1900-2000. United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA) , Research Triangle Park, NC.
- U.S. EPA (2004) . Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2002. United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA) , Washington, DC.