

2

能源

联合主席、编辑和专家

能源排放专家会议联合主席

Taka Hiraishi(日本)和 Buruhani Nyenzi(坦桑尼亚)

评审编辑

Marc Gillet(法国)

综合性背景报告作者

Jeroen Meijer(国际能源署)和 Tinus Pullus(荷兰)

专家组：静止源燃烧二氧化碳排放

联合主席

Tim Simmons(英国)和 Milos Tichy(捷克共和国)

背景报告作者

Tim Simmons(英国)

参加人员

Agus Cahyono Adi(印度尼西亚), Monika Chandra(美国), Sal Emmanuel(澳大利亚), Jean-Pierre Fontelle(法国), Pavel Fott(捷克共和国), Kari Gronfors(芬兰), Dietmar Koch(德国), Wilfred Kipondya(坦桑尼亚), Sergio Lamotta(意大利), Elliott Lieberman(美国), Katarina Mareckova(IPCC/经济合作与发展组织), Roberto Acosta(UNFCCC 秘书处), Newton Paciornik(巴西), Tinus Pulles(荷兰), Erik Rassmussen(丹麦), Sara Ribacke(瑞典), Bojan Rode(斯洛文尼亚), Arthur Rypinski(美国), Karen Treanton(国际能源署)和 Stephane Willems(OECD)

专家组：静止源燃烧非二氧化碳排放

联合主席

Samir Amous(突尼斯)和 Astrid Olsson(瑞典)

背景报告作者

Samir Amous(突尼斯)

参加人员

Ijaz Hossain(孟加拉国), Dario Gomez(阿根廷), Markvart Miroslav(捷克共和国), Jeroen Meijer(国际能源署), Michiro Oi(日本), Uma Rajarathnam(印度), Sami Tuhkanen(芬兰)和 Jim Zhang(美国)

专家组：移动源燃烧：公路运输

联合主席

Michael Walsh(美国)和 Samir Mowafy(埃及)

背景报告作者

Simon Eggleston(英国)

参加人员

Javier Hanna(玻利维亚), Frank Neizert(加拿大), Anke Herold(德国), Taka Hiraishi(日本), Buruhani Nyenzi(坦桑尼亚), Nejib Osman(突尼斯), Simon Eggleston(英国), David Greene(英国), Cindy Jacobs(美国)和 Jean Brennan(美国)

专家组：移动源燃烧：水运

主席

Wiley Barbour(美国)

背景报告作者

Wiley Barbour, Michael Gillenwater, Paul Jun

参加人员

Leonie Dobbie(瑞士), Robert Falk(英国), Michael Gillenwater(美国), Robert Hoppaus(IPCC/OECD), Roberto Acosta(联合国气候变化框架公约秘书处), Gilian Reynolds(英国)和 Kristin Rypdal(挪威)

专家组：移动源燃烧：航空

主席

Kristin Rypdal(挪威)

背景报告作者

Kristin Rypdal(挪威)

参加人员

Wiley Barbour(美国), Leonie Dobbie(国际航空运输协会), Robert Falk(英国), Michael Gillenwater(美国)和 Robert Hoppaus(IPCC/OECD)

专家组：煤矿开采及加工活动逃逸性排放

联合主席

David Williams(澳大利亚)和 Oleg Tailakov(俄罗斯)

背景报告作者

William Irving(美国)和 Oleg Tailakov(俄罗斯)

参加人员

William Irving(美国)和黄盛楚(中国)

专家组：油气活动逃逸性排放

联合主席

David Picard(加拿大)和 Jose Domingos Miguez(巴西)

背景报告作者

David Picard(加拿大)

参加人员

Marc Darras(法国), Eilev Gjerald(挪威), Dina Kruger(美国), Robert Lott(美国), Katarina Mareckova (IPCC/OECD), Marc Phillips(美国)和 Jan Spakman(荷兰)

目 录

2. 能源

2.1 静止源燃烧二氧化碳排放.....	2.8
2.1.1 方法学问题.....	2.8
2.1.2 报告和归档.....	2.15
2.1.3 清单质量保证和质量控制.....	2.16
附录 2.1A.1 根据《1996 年 IPCC 指南修订本》确定的源类别计算的含碳燃料排放量报告.....	2.18
附录 2.1A.2 基于 API 比重和含硫量的燃料含碳量估算方法.....	2.19
附录 2.1A.3 1990 年各国净热值.....	2.25
2.2 静止源燃烧非二氧化碳排放.....	2.37
2.2.1 方法学问题.....	2.37
2.2.2 报告和归档.....	2.42
2.2.3 清单质量保证和质量控制.....	2.42
2.3 移动源燃烧：公路车辆.....	2.44
2.3.1 方法学问题.....	2.44
2.3.2 报告和归档.....	2.49
2.3.3 清单质量评估和质量控制.....	2.49
2.4 移动源燃烧：水运.....	2.51
2.4.1 方法学问题.....	2.51
2.4.2 报告和归档.....	2.55
2.4.3 清单质量评估和质量控制.....	2.56
2.5 移动源燃烧：飞行器.....	2.57
2.5.1 方法学选择.....	2.57
2.5.2 报告和归档.....	2.63
2.5.3 清单质量评估和质量控制.....	2.64
附录 2.5A.1 飞行器代表性类型的燃料消费量和平均航距.....	2.65
附录 2.5A.2 典型飞行器与其它类型飞行器的相应比较结果.....	2.67
附录 2.5A.3 军用飞行器燃料消耗因子.....	2.69
2.6 煤矿开采及加工活动的逃逸排放.....	2.70
2.6.1 方法学问题.....	2.70
2.6.2 报告和归档.....	2.77
2.6.3 清单质量评估和质量控制.....	2.78

2.7 油气系统运行的逃逸性排放	2.79
2.7.1 方法学问题	2.79
2.7.2 报告和归档	2.92
2.7.3 清单质量评估和质量控制	2.93
参考文献	2.94

图

图 2.1	静止源燃烧二氧化碳排放量估算方法选择决策树	2.10
图 2.2	发热值和碳排放因子选择决策树	2.12
图 2.3	静止源燃烧非二氧化碳气体排放决策树	2.38
图 2.4	公路车辆二氧化碳排放量估算决策树	2.44
图 2.5	公路车辆甲烷和氧化亚氮排放量决策树	2.45
图 2.6	水上运输排放量估算决策树	2.52
图 2.7	飞行器排放量估算决策树	2.58
图 2.8	飞行器活动水平数据决策树	2.59
图 2.9	露天煤矿开采及加工排放量估算决策树	2.71
图 2.10	井下开采及加工排放量估算决策树	2.72
图 2.11	开采后活动排放量估算决策树	2.73
图 2.12	天然气系统排放量估算决策树	2.80
图 2.13	原油生产及输送排放量估算决策树	2.81
图 2.14	原油炼制过程中排放量估算决策树	2.82

表

表 2.1	根据《1996 年 IPCC 指南修订本》确定的源类别计算的含碳燃料排放量报告.....	2.18
表 2.2	各种原油田典型的 API 比重和含硫量.....	2.20
表 2.3	《联合国气候变化框架公约》附件二所列缔约方部分国家进口原油的平均 API 比重和含硫量.....	2.24
表 2.4	1990 年各国净热值.....	2.25
表 2.5	静止源燃烧排放因子不确定性缺省值估算.....	2.41
表 2.6	有关静止源燃烧活动水平数据的不确定性程度.....	2.41
表 2.7	美国汽油车更新的排放因子.....	2.47
表 2.8	国际或国内海运业定义的准则.....	2.53
表 2.9	国内与国际飞行的区别.....	2.61
表 2.10	飞行器代表性类型的燃料消费量和平均航距.....	2.65
表 2.11	典型飞行器与其它类型飞行器的相应比较结果.....	2.67
表 2.12	军用飞行器燃料消耗因子.....	2.69
表 2.13	执行平时训练任务的美国军用飞机每飞行小时年平均燃料消费.....	2.69
表 2.14	煤矿甲烷排放因子可能的不确定性.....	2.77
表 2.15	油气行业主要排放源和子排放源类别.....	2.83
表 2.16	油气系统运行逃逸性排放精选的方法 1 排放因子, 基于北美数据.....	2.86
表 2.17	根据主要排放源类别确定的逃逸性排放量评估方法所需的典型活动水平数据要求.....	2.89
表 2.18	天然气设施所选择的类型以低、中、高形式表示的气体损失量分类.....	2.91

2 能源

2.1 静止源燃烧二氧化碳排放

2.1.1 方法学问题

静止源燃烧排放的二氧化碳来自燃料燃烧过程中的碳释放。二氧化碳的排放量取决于燃料中的含碳量。在燃烧过程中，大部分碳立即以二氧化碳的形式排放，而少部分碳是以一氧化碳、甲烷和非甲烷挥发性有机化合物的形式排放，所有这些气体在大气中经过几天到大约 12 年的时间被氧化为二氧化碳。《1996 年 IPCC 国家温室气体清单指南修订本》（《IPCC 指南》）中把所有形式释放的碳都算作为二氧化碳排放，但对其它含碳气体也单独进行估算和报告。这种有意双重计算的理由已在《IPCC 指南》的概述中进行了解释。没有氧化的碳，如颗粒物、烟灰或灰渣中碳，不计入温室气体排放总量中。

2.1.1.1 方法选择

《IPCC 指南》第一章能源部分提供了三种计算方法，方法 1（“基准方法”和“区段方法”）、方法 2/方法 3（一种详细的以技术为基础的方法，也称为“自下而上”方法）。

用基准方法估算燃料燃烧的二氧化碳排放量有以下几个步骤：

- 估算进入该国的矿物燃料数量（表观消费）；
- 碳单位的转换；
- 扣除燃料中用于生产长期固碳材料的碳量；
- 乘以氧化系数来对燃料中没有氧化部分的碳进行折算；
- 将碳转换为二氧化碳并求出所有燃料总和。

对于方法 1 中的区段方法，二氧化碳总量是所有燃料品种（不包括生物量）和所有部门的总和。对于方法 2 和 3，即详细的以技术为基础的方法，二氧化碳总量的计算不仅考虑到了所有燃料品种和所有部门，而且还考虑了燃烧技术（如静止源和移动源），这两种方法都提供了更为详细的排放量估算，当然也需要有更多的数据支持。

方法的选择应依据国情并根据可获得的活动水平详细程度而定。如图 2.1 所示，该图为静止源燃烧二氧化碳排放量估算方法选择决策树。“自下而上”方法，对于那些能源消费数据相当完整¹的国家来说，一般最为准确。因此，如果数据可以获得，清单机构应尽最大努力采用该方法。

连续监测具有较高的精度，尽管通常都建议采用这种方法，但考虑到对二氧化碳排放单独进行连续监测的成本相当高，而且也并不能改善二氧化碳的精度，因此，这种方法一般认为并不合理。当然，当安装的监测器是用于测量其它污染物，诸如二氧化硫(SO₂)或氮氧化物(NO_x)，而监测的二氧化碳在这种系统中是作为稀有气体时，可以采用连续监测²。

¹ 如果报告的消费量与表观消费量之间的差异很小，就可以认为这种能源消费数据可能是相对完整的。

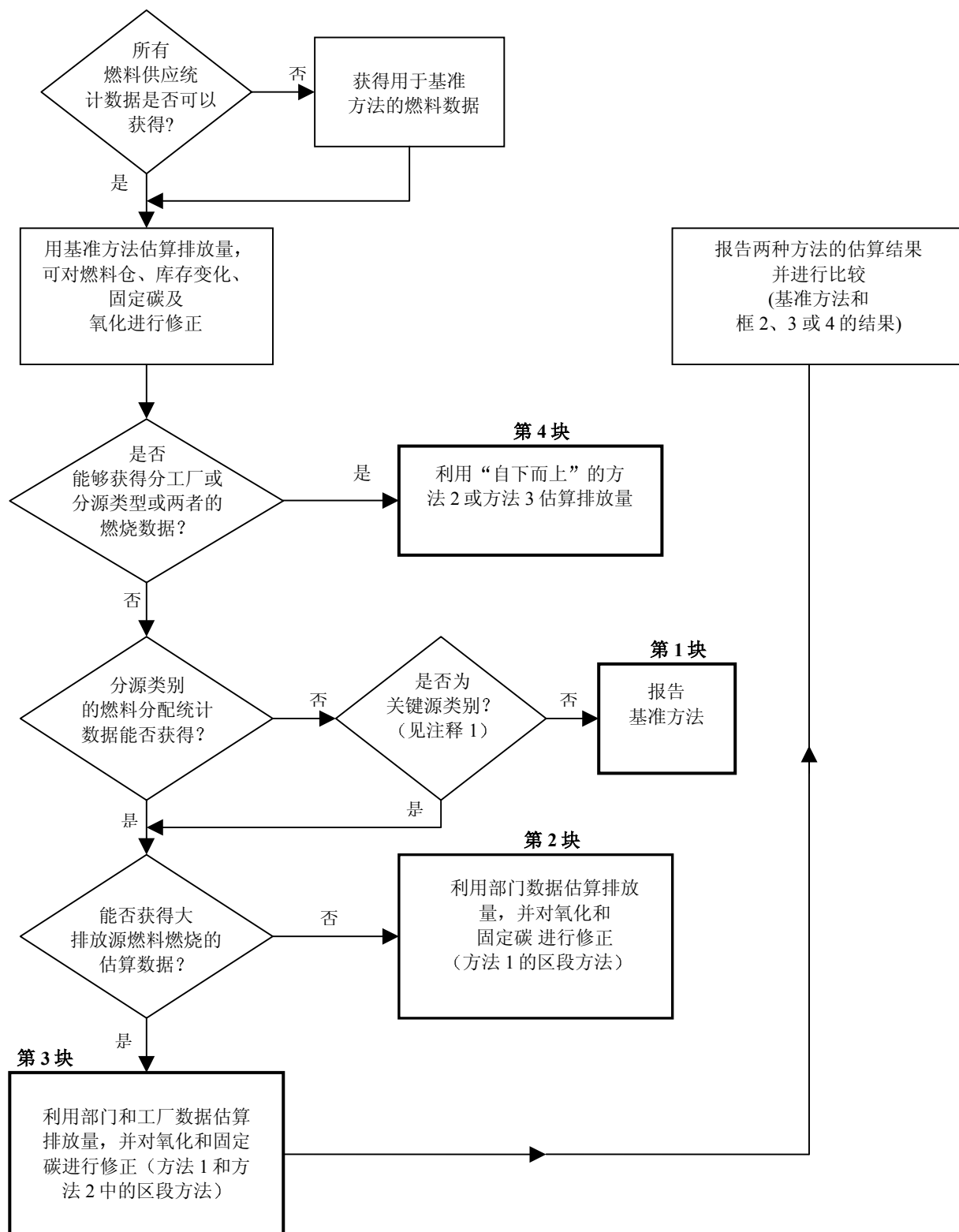
² 如果对于某些工业源已经采用了连续的排放监测，那么如何区别来自燃料燃烧的排放与来自工业过程的排放将会比较困难（例如，水泥窑）。

基准方法只是根据一次和二次燃料类型的区别，对不同燃料类型排放量进行总的估算，而区段方法将这些排放量分解到排放源类别上。基准方法估算排放量的总体特性意味着无法将静止源和移动源的排放量区别开来。同样，区段方法也不是在任何时候都能将一种经济活动内的不同排放源类别进行有效的区分（如区分油或气用于供热或建筑业中越野型运输以及其它移动机械）。

基于基准方法的排放量估算结果将不可能与基于区段方法的估算结果完全相同。虽然这两种方法在不同点上并采用略有区别的定义进行估算，但事实上采用这两种方法估算的结果相差并不大。

但对有些国家来说，采用这两种方法估算的结果可能相差很大且呈系统性差异。这种差异往往意味着适用两种方法中的任何一种都可能在能源消费方面造成过低或过高估计的系统性误差。如果出现这种情况，*优良作法*是咨询国家统计权威，征求他们对方法的完整性和各种燃料总消费量准确性的建议，并采纳他们的意见。

图 2.1 静止源燃烧二氧化碳排放量估算方法选择决策树



注释 1: 关键源类别是指在国家温室气体排放清单中作为优先的排放源，因为就绝对排放水平、排放趋势或绝对排放水平与趋势两者来讲，它对估算全国总的直接温室气体排放清单有重大影响。（参见第 7 章“方法学选择及重新计算”的第 7.2 节“确定国家关键源类别”。）

2.1.1.2 排放因子和发热值的选择

矿物燃料燃烧的二氧化碳排放因子取决于燃料中的含碳量。燃料中的含碳量是燃料的一种内在化学特性（是一个分数或一种相对于总的原子数量或质量的碳原子质量），而并不依赖于燃烧过程或条件。燃料的能量（例如卡值或热值）同样也是燃料的一种内在化学特性，然而热值在不同品种的燃料之间以及同一类型的燃料之间变化很大，这取决于燃料中化合物的组成。净热值是在一单位体积或质量的燃料完全燃烧释放后所测得的热量，并假设燃烧过程所产生的水以水蒸气的形式存在，且不计水蒸气所含的热量。相反，总热值的估算是在假设水蒸气完全冷凝，水蒸气所含的热量被回收。《IPCC 指南》中的缺省值为净热值。

矿物燃料燃烧的二氧化碳排放因子可以由单位能源来表示，这是因为当用单位能量来表示燃料的含碳量时，通常要比用单位质量来表示的数值变化小。因此，通常用净热值将单位质量或体积的燃料消费数据转换为用单位能量来表示的数据。

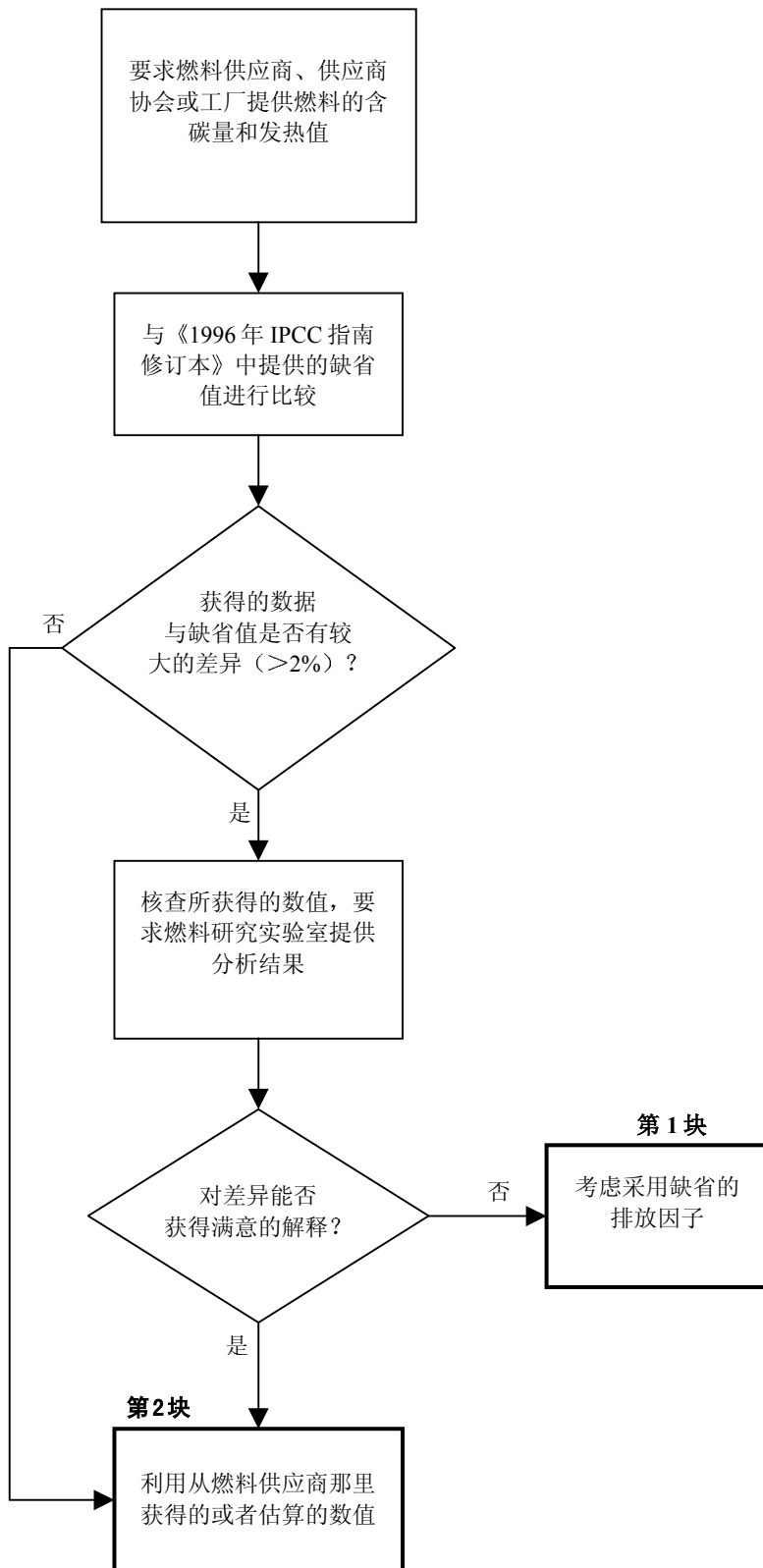
含碳量数值可以看作潜在的排放，或者说当燃料中的所有碳都转化为二氧化碳时，能潜在地向大气释放碳的最大可能值。当燃烧过程达不到百分之百有效时，燃料中含有的碳有部分没有排入大气中，而是残留在烟灰、颗粒物和灰灰中，因此，一般用氧化率来估算燃料燃烧以后剩余的潜在碳排放的比例。

在同一流通领域交易的燃料，*优良作法*是从燃料供应商处获取有关燃料的含碳量和净热值等数据，并尽可能利用当地的数值。如果这些数据无法获得，可以采用缺省数据。图 2.2 给出了在选择排放因子时，如何选择热值和碳排放因子的决策树。

对于非商品燃料，如城市固体废弃物，以及那些并不依据热量进行销售的燃料，如原油，想要获得其燃料的含碳量和净热值数据将更为困难。因此，如果必要可以采用缺省值。对于城市固体废弃物的数值可以通过与废弃物焚烧供热厂运行商接触得到。建议的城市废弃物净热值的缺省值范围在 9.5 GJ/吨 到 10.5 GJ/吨之间（基于瑞典和丹麦的资料）。有关废弃物含碳量的缺省值参见《IPCC 指南》的第 6 章。对于原油，有关单位密度的含碳量信息可以通过与原油含硫量之间的相互关系获得（参见表 2.2 各种不同原油的典型 API 比重及含硫量，表 2.3 为公约附件二一些国家进口原油的平均 API 比重及含硫量）。表 2.4 为非经济合作与发展组织国家有关煤炭种类的净热值信息，这是 1990 年根据各国情况确定的净热值。有关其它更多种类燃料缺省的净热值可以在《IPCC 指南》的《参考手册》中找到（表 1-3 为其它燃料的净热值）。

一般来说，对于油和气缺省的氧化因子普遍认为比较精确，而对于煤炭，其氧化因子取决于燃烧条件，可能有几个百分点的变化。因此，*优良作法*是与当地煤炭及煤制品的用户就氧化因子进行讨论。当然，在《IPCC 指南》中同样也提供了缺省因子。

图 2.2 发热值和碳排放因子选择决策树



2.1.1.3 活动水平数据选择

对于决策树中所有的活动水平数据来说，都应该为所燃烧的燃料数量和类型。这些数据通常可以从国家能源统计机构中获得，该机构一般直接从消费燃料的企业获得数据，或从负责燃烧设备的个体获得。这些数据也可以从燃料的供应商那里得到，因为他们通常采用单个经济活动代码或组合的形式，负责记录其用户燃料的分配数量和特性。直接收集燃料消费数据可以通过对企业样本的定期调查，或对于大型燃烧工厂，通过企业直接向国家能源统计机构报告或依据排放控制条例报告。对于气体燃料的分配比较容易确定，只要配备适当的计量仪器就能获得。对于同样都面向居民和小型商业用户市场配送的固体和液体燃料也是比较容易确定的。

*优良作法*是利用燃料的燃烧统计数据，而不是可获得的分配统计数据³。在环境报告制度下，清单机构从企业收集的排放数据最好要求提供有关燃料燃烧方面的数据。然而在很多情形下，燃料燃烧数据不完整，这是因为对于每个居民或商业用户来说，测量燃料燃烧量或排放量是不可行的。因此，用这种方法估算的国家清单，其活动水平数据一般情况下都是大点源燃烧量和其它源配送数量的混合。当活动水平数据是从多个渠道获得的混合数据时，清单机构一定要注意，既要避免排放量的重复计算，又要防止遗漏。

当存在保密性问题时，希望直接与公司进行商量，以寻求同意利用这些数据。如果出现不同意的情形，一般来说，将这些企业与其它企业的燃料消费量或排放量合并也是可以的，这样既没有少报排放量，也可以避开这些企业的性质。

对于基准方法来说，估算产品中固碳的数量很有必要，尤其是在工业过程中并没有对这块数据进行详细计算的时候。*优良作法*是通过与利用燃料作为原料的石化企业沟通，获得固碳因子。在《IPCC 指南》中列出了极大部分的固碳燃料和产品以及缺省的固碳因子。除非有更加符合国家实际情况的信息，否则，建议利用这些缺省值。如果能获得其它燃料或产品的数据，强烈建议估算这些燃料和产品中固碳的数量⁴。润滑剂中缺省的固碳因子可能偏高，这是因为废弃的润滑剂经常作为能源而燃烧。*优良作法*是与那些负责重新回收利用的单位联系，以便弄清楚在本国究竟有多大程度利用这些油作为能源燃烧。

当利用基准方法时，应该采用燃料供应的统计数据⁵，并对进出口数据来源进行选择，可以采用官方的海关数据或产业部门的数据。当在编制国家燃料平衡表时，国家能源数据的汇集人员应该在对这些数据的质量进行评估的基础上作出选择。这种选择可能随燃料的不同而有所变化。因此，在对不同的能源供应和配送统计数据做出选择时，*优良作法*是咨询国家能源统计机构，以便确定统计机构在对每种燃料进出口统计基准进行选择时所采用的准则是否适用于清单的编制。

当活动水平数据并不是燃料的燃烧数量，而是进入企业或者是主要的子排放源类别的配送量时，就存在对工业过程、溶剂或废弃物部门的排放量进行双重估算的风险。鉴别是否出现双重估算通常并不是一件容易的事。在某些工艺，燃料的配送和利用通常会产可作为燃料的副产品，这些副产品一般在本厂的其它地方使用，或作为燃料卖给了第三方（例如，高炉气，它源自焦炭和其它投入高炉的碳制品）。*优良作法*是协调静止源二氧化碳源类别和相关的工业过程源类别在排放量估算方面的工作，以避免重复计算或遗漏。附录 2.1A.1 列出了包含有矿物燃料的碳排放量报告的类别和子类别，在两者之间，原则上有可能出现双重计算。

³ 一般来说，对于提供给企业的固体和液体燃料供应量，与企业燃料燃烧量量化结果的差异在于企业库存的变化。库存数据在国家燃料平衡表中给出，可能不包括终端用户掌握的库存，或只包括一些特定源类别的库存（例如电力企业）。供应量数据也可能包括移动源或原料的消费量。

⁴ 德国的 *Fraunhofer* 研究所目前正在开展一项针对许多国家石化行业进行碳流量的调查。我们期望该项目能对石化产品生产过程中产品的固碳份额有一个较好的估算结果。该项研究将于 2000 年中期完成。

⁵ 有主要燃料的全国产量、所有燃料的进出口和库存变化数量。对于用于国际燃料舱的石油，可以按出口数据来处理，不包括在供应量中。

对于某些源类别（例如农业部门的燃烧），如何区分移动机械和静止设备的燃料消耗可能会出现一些困难。如果对这两种源的非二氧化碳气体给出了不同的排放因子，*优良作法*是利用间接的数据推算出每一排放源的能源利用量（例如，泵的数量、平均消费、抽水量）。也可能需要专家判断和来自其它国家可获得的信息。

2.1.1.4 完整性

对于燃料燃烧排放量的一个完整估算必须包括在《IPCC 指南》中所确定的所有燃料和所有源类别的排放量。一种可靠而又精确的“自下而上”的二氧化碳排放量估算非常重要，这是因为它可以提高基础活动数据的可信度。反过来说，对于计算来自静止源甲烷和氧化亚氮的排放也是很重要的基础。

由燃料生产企业所配送的所有燃料都必须计算在内，以避免出现取样上的错误。在燃料的配送统计中，企业的不合理分类、向小型商业用户和居民供应的销售商的选择，均会提高配销过程系统误差的可能性。当抽样调查数据能够提供特定经济部门的燃料消费数据时，这些数据或许可以与配送的数据相比较。任何系统上的不同都应该得到确定，从而对配送数据做出最后的判断。

当终端用户直接进口燃料时，也可能发生对固体和液体燃料低估的情况。直接进口数据应包括在海关数据中，并统计在燃料供应总量中，但并不包括在由本国供应商提供的燃料分配统计中。如果用户直接进口的数据不充分，那么，供需两方统计的差异就能揭示这个数值。如前所述，消费调查的比较结果将有助于弄清楚哪个主要源类别已经包含了直接的进口数据。

经验表明，下面所述的一些在现有清单中经常出现的活动可能是比较麻烦的，如出现这种情况应特别检查：

- 矿物燃料生产库存的变化；
- 作为能源用的废弃物燃烧：废弃物焚烧应在废弃物源类别中报告，作为能源用的废弃物燃烧应在能源源类别中报告；
- 能源行业自用燃料燃烧；
- 石化原料转化为石化产品（固碳）；
- 国际航空和海运燃料燃烧（基准方法需要这些数据），本章第 2.4.1.3 和第 2.5.1.3 节将对这个问题提供更为详细的指导。

有关高炉焦炭使用过程中的排放需要引起注意。生铁是在高炉中将铁矿石还原而成的，在这一过程中，焦炭中的碳既作为燃料又作为还原剂。由于焦炭氧化的主要目的是生产生铁，如果在工业过程排放源中已对其排放量进行了详细的计算，其排放量应该计算在工业过程中。重要的一点是对焦炭或其它燃料消费而产生的碳不要进行重复计算，因此，如果这些排放已经在工业过程部门中包括了，那么在能源部门就不应该包括这些排放。但是，有些国家的行业排放统计并不详细，因此，这些排放可放在能源部门进行统计。在任何情况下，固定在最终产品中碳的数量应该从有效排放中扣除。

2.1.1.5 建立一致的时间序列

在编制清单时，*优良作法*是利用图 2.1 所选择的方法。图 2.1 为在一时间序列下所有年静止源燃烧二氧化碳排放量估算方法选择决策树。由于随着时间的推移，在方法和数据上的变化，将使在同一时间序列下一些无法收集到的数据估算变得困难，因此需要依据现有数据，利用向后推测的方法估算。当所采用的方法由基准方法变向更为高级的方法时，如果出现数据不足，清单机构应该在现有方法和前几年所采用的方法之间建立清晰的联系。第 7 章“方法学选择与重新计算”中的第 7.3.2.2 节“重新计算的替代方法”中，对在此情况下可以采用的各种方法提供了指导。

2.1.1.6 不确定性评估

活动水平数据

本节提供的信息可以与第 6 章“不确定性的量化”中提出的方法一起使用，以便评估国家清单总的不确定性。第 6 章解释了如何利用经验数据和专家判断来获得各国具体的不确定性。

利用区段方法确定的排放量估算精度，几乎完全取决于主要源类别的分配或燃烧统计数据的可获得性。主要的不确定性来自：

- 所有源类别的统计范围是否充分；
- 所有燃料的范围是否充分（包括贸易和非贸易）。

通过直接测量或例行报告获得的大型源燃烧的燃料统计与国家估算数据之间的差异一般在 3% 以内⁶。对于高耗能行业，燃烧数据的统计可能更为准确。在估算主要的子类别燃料消费不确定性时，*优良作法*是咨询样本调查设计者，这是因为不确定性依赖于抽样设计的质量和采用的样本数量大小。

除了由不完整的燃料消费类型产生活动水平数据的任何系统误差外，活动水平数据也将受制于随年份而变化的数据收集的随意性误差。对于那些有良好的数据收集体系的国家，包括数据质量控制体系，可以做到使这种随意性误差在总的能源消费统计中所占的比例控制在当年数据的 2%-3%。这一范围反映了在总的能源需求方面绝对的可信界限，通常在模型中可以见到利用历史能源数据和与与经济因素相关的能源需求。对于单个的能源利用活动，百分比误差可能会更大。

活动水平数据总的不确定性应为系统误差和随意性误差的合并。大多数发达国家准备了燃料的供应和分配平衡表，并对系统误差进行了核查。在这些情况下，总的系统误差可能比较小，专家估算来自这两种误差的不确定性范围在±5%之间。对于那些没有完善的能源统计数据体系的国家，这种不确定性可能大一些，也许在±10%左右。对于某些国家的一些部门，非正规的活动可能导致这种不确定性的增加，甚至高达 50%。表 2.6 “有关静止源燃烧活动水平数据的不确定性程度”提供了更为详细的不确定性估算。

排放因子

有关排放因子和净热值的不确定性主要来自两个方面：测量数值的精度；燃料供应来源的可变性与可获得的供应样本的质量。在特性方面的测量所产生的系统误差迄今为止并没有多大办法去克服。因此，可以重点考虑随意性误差。对于商品燃料，其不确定性可能小于 5%。对于非商品燃料，其不确定性可能会更大一些，主要来自燃料成分的可变性。

对于固碳因子或碳氧化率缺省值的不确定性范围在本报告中并没有给出。很显然，为了准确估算固定碳，咨询那些将燃料作为原料或非燃料特性使用的消费者是必不可少的。同样，大型煤炭用户也能提供他们使用的各种设备类型的有关燃烧完全性方面的信息。

2.1.2 报告和归档

如第 8 章“质量保证和质量控制”第 8.10.1 节“内部文件和存档”所示，*优良作法*是将编制国家排放清单估算所需的所有信息成文并存档。

⁶ 本节引用的百分比为一组专家的非正式检测值，符合 95% 置信区间的中度估算值。

在国家清单报告中不可能将所有文件都包括在内。然而，国家清单应该包括所采用方法的概述、参考资料数据来源，以便使报告的排放量估算具有透明性，并且使其计算过程中所进行的每一步骤都是可以追溯的。

有关该源类别的一些特别的文档和报告例子如下所述：

- 所采用的能源数据的来源以及有关数据完整性的观测资料；
- 热值的来源以及最终修正后的数据；
- 排放因子和氧化率的来源、最终修正后的数据以及有关精确度的所有确认。如果进行了固碳修正，还应包括有关固碳因子的来源以及有关燃料分配数据是如何获得的文档。

2.1.3 清单质量保证和质量控制

*优良作法*是指按照第 8 章“质量保证和质量控制”表 8.1“方法 1：一般清单水平的质量控制程序”和排放估算的专家评审意见进行质量控制核查。也可以采用第 8 章方法 2 介绍的附加质量控制核查方法和质量保证程序，尤其是运用较高级别方法估算这种源类别的排放量。鼓励清单机构对第 7 章“方法学选择与重新计算”确定的*关键源类别*采用较高质量的质量保证和质量控制方法。

除了第 8 章所示的指南外，对于这种源类别还有一些特别的程序，如下所述：

对采用不同方法估算的排放量进行比较

清单机构应采用基准方法对区段方法 1 和方法 2 估算的燃料燃烧的二氧化碳排放量进行比较，并阐述产生明显差异的原因。在进行这种比较分析时，非燃烧产生的燃料排放，将从基准方法中除去，燃烧排放将在温室气体清单的其它部分进行阐述（请参见附录 2.1A.1）。

活动水平数据核查

- 清单机构应编制用质量单位表示的国家能源平衡表和燃料转换工业的质量平衡表。应检查统计时间序列的差异对系统的影响（其特征是持续具有同样迹象的差异），并尽可能消除这些影响。清单机构应该进行这些工作或与国家能源统计机构共同完成。
- 清单机构应编制用能量单位表示的国家能源平衡表和燃料转换工业的能源平衡表。应检查统计时间序列的差异，热值与国际能源署提供的数值进行交叉比较（参见图 2.2“热值和碳排放因子选择的决策树”）。对于特定的燃料如煤炭，只有在平衡表中的不同栏目（例如生产、进口、焦炉和居民）中出现不同的热值时，这项比较才具有意义。在数量级或由相应质量单位引起的重大变化所产生的统计上的不同，为修正不合适的热值数据提供了证据。
- 如果作为原料的燃料进出口比较大，那么这些国家的清单机构应该对基准方法中所提出的总碳供应量是否已经调整为矿物燃料含碳量进行确认。
- 应将能源统计与国际机构提供的能源数据进行比较，以便确定问题之所在。
- 出于执行环保法规之目的，一些大的燃烧工厂按照惯例，可能对排放量和燃烧数据进行收集。如果可能，清单机构可以利用这些工厂一级的数据对国家能源统计的代表性进行交叉核查。

排放因子核查

- 清单机构应编制用碳单位表示的国家能源平衡表和燃料转换工业的碳平衡表。应检查统计时间序列的差异。在数量级或由相应质量数值引起的重大变化所产生的统计上的差异，为含碳量数据可能欠准确提供了证据。
- 可以利用大的燃烧工厂的监测系统来核验这些工厂所采用的排放量和氧化率。

直接测量值的评估

- 对于那些可以用于现场计算燃料和氧化率数据的设施级燃料测量，清单机构应对其质量控制进行评估。如果对这些用来推算因子的测量和分析无法进行充分的质量控制，这些因子是否能够继续使用将是一个问题。

附录 2.1A.1 根据《1996 年 IPCC 指南修订本》确定的源类别计算的含碳燃料排放量报告

下表为矿物燃料碳的计算范围，这样做也可能有助于识别并消除如第 2.1.1.3 节所讨论的重复计算，同时也有助于解释在基准方法和区段方法计算之间可能出现的任何差异。

来自矿物燃料的碳	来自其它矿物的碳
1A 燃料燃烧	
所有用于燃烧的矿物燃料碳	
1B 逃逸排放	
从开采点到最终氧化过程中，燃料碳流的逃逸和释放	
2 工业过程	2 工业过程
氨	水泥
碳化硅	石灰生产
碳化钙	石灰石使用
索尔维法的纯碱生产（煅烧排放）	纯碱生产(自然工艺)
钢铁和铁合金	纯碱使用
铝	
其它金属(参见《IPCC 指南》的《参考手册》表 2-21 “一些金属的生产工艺”)	
卤烃的生产和使用	
有机化学的生产	
沥青生产和使用	
己二酸	
3 溶剂	
6 废弃物	
由使用过的油、溶剂和塑料组成的短寿命的废弃物	
由已经热化、焚烧和降解的塑料组成的长寿命的废弃物（在清单年份之前生产的产品）	

⁷ 源类别前面的数字与《1996 年政府间气候变化专业委员会指南修订本》“报告说明，共同的报告框架”中的数字系统相对应。

附录 2.1A.2 基于 API⁸ 比重和含硫量的燃料含碳量估算方法

下面给出的公式是基于对 182 个原油样本分析得到的，该公式可用于估算原油中的含碳量（资料来源：美国能源部/能源信息署，URL: <http://www.eia.doe.gov/oiaf/1605/gg98rpt/appendixb.html>）。

公式 2.1

$$\text{含碳量} = 76.99 + (10.19 \cdot \text{SG}) - (0.76 \cdot \text{含硫量})$$

其中：

SG 表示原油的特定比重；

含碳量和含硫量是由重量百分比测得。

特定的比重可以采用 API 比重值，利用下面的公式计算得到：

公式 2.2

$$\text{SG} = 141.5 / (\text{API} + 131.5)$$

推算得到的含碳量是基于特定的比重和 API 值，利用上面的公式计算得到的。特定的比重和 API 值如下表的前两栏所示。值得注意的是，计算得到的值可能和实测的值有所差异。

⁸ API：任意标度指定的一种特定的石油比重，或为石油当量体积与纯水的重量比；这是石油工业标准的特定的比重标度。由于体积依赖于温度和压力，因此，这些数据必需给予特别注明。在美国，通常用 60 华度（16 摄氏度）和一个大气压（101.3 千巴）来表示。API 比重标度的单位为度，该标度并不随特定的比重或其相关的特性（例如粘度）而发生线性变化，高的特定的比重值可以利用下面的相关关系给出低的 API 比重值。

$$\text{API 度} = (141.5 / \text{华氏 60 度下特定的比重}) - 130.5$$

特定比重为 1 的水，相当于 API 比重为 10 度。API 标度具有能够测量液体比重的优点，即测量特定的比重进行线性校正。波美标度最初是安托万·波美出于这种目的发明的，安托万·波美发现了这种误差，并于 1921 年用 API 标度替代了波美标度。波美标度目前仍在欧洲的部分国家应用，可由以下公式来表示两者的相互关系：

$$\text{波美度} = (140 / \text{华氏 60 度下特定的比重}) - 130$$

资料来源：引用自 Encyclopaedia Britannica。

表 2.2
各种原油田典型的 API 比重和含硫量

	原油种类	典型的 API 比重		典型的含硫量 (% 重量)		推得的含碳量 (% 重量)	
		均值 或 低值	上限值	均值 或低值	上限值	均值 或低值	上限值
中东							
阿布扎比	Murban	39.8		0.8		84.8	
	Umm Shaif	37.5		1.4		84.5	
	Upper Zakum	34		1.8		84.3	
	Lower Zakum	40		1.1		84.6	
	Other Abu Dhabi	46.7		0.8		84.5	
迪拜	Dubai	31	32	1.9		84.4	84.4
沙加		62.5		0.1		84.3	
伊朗	Iranian Light	34		1.4		84.6	
	Iranian Heavy	31		1.6		84.6	
	Other Iran	32.6		2.1		84.2	
伊拉克	Basrah Light	34		2.1		84.1	
	Kirk U.K.	36		2		84.1	
	Other Iraq	36.1		2		84.1	
科威特	Kuwait Blend	30	31	2.5		84.0	84.0
中立区	Offshore (Khafji/Hout)	28	33	1.9	2.9	83.6	84.6
	Onshore	23	25	3.3	3.9	83.2	83.8
阿曼	Oman	34		0.8		85.1	
卡塔尔	Qatar Marine	36		1.5		84.5	
	Qatar Land	41		1.2		84.4	
沙特阿拉伯	Arab Light	33	34	1.7		84.4	84.5
	Arab Medium	30	31.5	2.3		84.1	84.2
	Arab Heavy	27	28	2.8		83.9	84.0
	Berri (Extra Light)	37	38	1.1	1.2	84.6	84.7
	Other Saudi Arabia	52.3		0.7		84.3	
叙利亚	Syria Light	36		0.6		85.1	
	Souedie	24		3.9		83.3	
也门	Marib Light	40		0.1		85.3	
	Masila Blend	30	31	0.6		85.4	85.5
	Other Yemen	41		0.4		85.0	
其它中东地区		31.7		2.1		84.2	

表 2.2 (续)
各种原油田典型的 API 比重和含硫量

	原油种类	典型的 API 比重		典型的含硫量 (% 重量)		推得的含碳量 (% 重量)	
		均值 或 低值	上限值	均值 或 低值	上限值	均值 或低值	上限值
非洲							
阿尔及利亚	Saharan Blend	44		0.1		85.1	
	Other Algeria	45.1		0.1		85.1	
喀麦隆		32		0.15		85.7	
刚果		37.4		0.1		85.5	
埃及	Medium/Light (30-40°)	31.1		1.9		84.4	
	Heavy (<30° API)	27.9		2.1		84.4	
加蓬	Rabi/Rabi Kounga	34		0.1		85.6	
	Other Gabon	32.1		0.6		85.3	
利比亚	Light (>40° API)	41.7		0.2		85.2	
	Medium (30-40° API)	37.2		0.3		85.3	
	Heavy (<30° API)	26.2		1.7		84.8	
尼日利亚	Medium (<33° API)	29.6		0.2		85.8	
	Light (33-45° API)	36.3		0.2		85.4	
	Condensate (>45° API)	46.1		0.1		85.0	
突尼斯		36.1		0.6		85.1	
扎伊尔		31		0.2		85.7	
其它非洲地区		29.7		0.2		85.8	
亚洲							
文莱	Seria Light	36		0.1		85.5	
	Champion	25		0.1		86.1	
中国	大庆	33		0.1		85.7	
	胜利	24		1		85.5	
	其它地方	32		0.2		85.7	
印度尼西亚	Minas	34		0.1		85.6	
	Cinta	33		0.1		85.7	
	Handil	33		0.1		85.7	
	Duri	20		0.2		86.4	
	Arun Condensate	54		0.02		84.7	
	Other Indonesia	38		0.1		85.4	
马来西亚	Tapis	44		0.1		85.1	
	Labuan	33		0.1		85.7	
	Other Malaysia	38.9		0.1		85.4	
其它亚洲地区		52.6		0.04		84.8	

表 2.2 (续)
各种原油田典型的 API 比重和含硫量

	原油种类	典型的 API 比重		典型的含碳量 (% 重量)		推得的含碳量 (% 重量)	
		均值 或 低值	上限值	均 值 或低值	上限值	均值 或低值	上限值
澳大利亚	Gippsland	45		0.1		85.1	
	Other Australia	41.1		0.1		85.3	
巴布亚新几内亚		44.3		0.04		85.2	
俄罗斯	Urals	31	32.5	1.2	1.4	84.7	85.0
	Other Russia	33.3		1.2		84.8	
阿塞拜疆		47.7		0.01		85.0	
哈萨克斯坦		46.5		0.5		84.7	
乌克兰		40.1		0.9		84.7	
前苏联其它地区		44.6		0.2		85.0	
欧洲							
丹麦		33	34.5	0.3		85.4	85.5
挪威	Statfjord	37.5	38	0.28		85.3	85.3
	Gullfaks	29.3	29.8	0.44		85.6	85.6
	Oseberg	34		0.3		85.5	
	Ekofisk	43.4		0.14		85.1	
	Other Norway	32.3		0.3		85.6	
英国	Brent Blend	37	38	0.4		85.2	85.2
	Forties	39	40	0.34		85.1	85.2
	Flotta	34.7		1		84.9	
	Other UK	31.8		0.5		85.4	
其它欧洲地区		35.9		1.3		84.6	
北美							
加拿大	Light Sweet (>30° API)	36.6		0.2		85.4	
	Heavy (<30° API)	23.4		暂缺			
美国	Alaska	30.2		1.1		85.1	
	Other United States	39.5		0.2		85.3	
拉丁美洲							
巴西		20.7		0.5		86.1	
哥伦比亚	Cano Limon	30		0.5		85.5	
	Other Colombia	35.8		暂缺			
厄瓜多尔	Oriente	28	29	0.9	1.0	85.2	85.3
	Other Ecuador	暂缺		暂缺			

	原油种类	典型的 API 比重		典型的含碳量 (% 重量)		推得的含碳量 (% 重量)	
		均值 或 低值	上限值	均值 或 低值	上限值	均值 或低值	上限值
墨西哥	Maya	22.2		3.3		83.9	
	Isthmus	34.8		1.5		84.5	
	Olmecca	39.8		0.8		84.8	
秘鲁		20.2		1.3		85.5	
委内瑞拉	Light (>30° API)	32.6		1.1		84.9	
	Medium (22-30° API)	27.7		1.6		84.8	
	Heavy (17-22° API)	19.5		2.5		84.6	
	Extra Heavy (<17° API)	14.5		2.8		84.7	
API 比重和含硫量资料来源：国际能源署。							

表 2.3
《联合国气候变化框架公约》附件二
所列缔约方部分国家进口原油的平均 API 比重和含硫量

	平均 API 比重	平均含硫量 (% 重量)	推得的含碳量 (% 重量)
澳大利亚	39.9	0.34	85.1
奥地利	37.4	0.84	84.9
比利时	32.8	1.25	84.8
加拿大	32.4	0.90	85.1
丹麦	40.9	0.22	85.2
芬兰	35.8	0.54	85.2
法国	35.8	1.01	84.8
德国	36.5	0.76	85.0
希腊	33.9	1.65	84.5
爱尔兰	36.9	0.25	85.4
意大利	34.1	1.15	84.8
日本	34.8	1.51	84.5
荷兰	33.3	1.45	84.6
新西兰	34.4	1.01	84.9
挪威	33.3	0.39	85.4
葡萄牙	33.2	1.39	84.7
西班牙	31.5	1.36	84.8
瑞典	34.5	0.76	85.1
瑞士	39.4	0.46	85.1
土耳其	34.2	1.48	84.6
英国	35.9	0.64	85.1
美国	30.3	暂缺	

平均 API 比重和含硫量是基于这些国家 1998 年进口的原油量计算得到的。这些数值会随时间而变化，因为这些国家的进口渠道会发生变化。这些国家的任何国内原油消费也应该考虑。

API 比重和含硫量的数据来源：国际能源署。

附录 2.1A.3 1990 年各国净热值

下表是在《1996 年 IPCC 指南修订本》提供的表格基础上进行更新的，它包括各种类型煤炭的信息，有些数据已经由国际能源署进行了修正。

表 2.4 1990 ^a 年各国净热值 ^b											
(万亿焦/千吨)	阿尔巴 尼亚	阿尔及 利亚	安哥拉- 卡宾达	阿根廷	亚美尼 亚	澳大利亚	奥地利	阿塞 拜疆	巴林	孟加拉 国	贝拉卢
石油											
原油	41.45	43.29	42.75	42.29	-	43.21	42.75	42.08	42.71	42.16	42.08
液态天然气	-	43.29	-	42.50	-	45.22	45.22	41.91	42.71	42.71	-
炼厂原料	-	-	-	-	-	42.50	42.50	-	-	-	-
煤炭											
焦煤											
生产	-	25.75	-	-	-	28.34	-	-	-	-	-
进口	27.21	25.75	-	30.14	-	-	28.00	-	-	-	-
出口	-	-	-	-	-	28.21	-	-	-	-	-
其它烟煤和无烟煤^c											
生产	-	-	-	24.70	-	24.39	-	-	-	-	-
进口	27.21	-	-	-	18.58	-	28.00	18.58	-	20.93	25.54
出口	-	-	-	24.70	-	25.65	-	-	-	-	25.54
次烟煤											
生产	-	-	-	-	-	17.87	-	-	-	-	-
进口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
出口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
褐煤											
生产	9.84	-	-	-	-	9.31	10.90	-	-	-	-
进口	-	-	-	-	-	-	10.90	-	-	-	-
出口	9.84	-	-	-	-	-	10.90	-	-	-	-
煤制品											
型煤	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BKB	-	-	-	-	-	21.00	19.30	-	-	-	8.37
焦炉焦炭	27.21	27.21	-	28.46	-	25.65	28.20	-	-	-	25.12
气焦	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^a 对于前苏联和南斯拉夫共和国，已经采用了 1996 年的数据。											
^b 是指在国际能源署能源平衡表编制中，已经被采用的净热值。											
^c 在国际能源署的统计中，无烟煤是和其它烟煤一起统计的，因此表中给出的数据为合并以后的数据。											
资料来源：经济合作与发展组织国家能源平衡表和非经济合作与发展组织国家能源统计和平衡表，经济合作与发展组织/国际能源署，巴黎，1998 年。											

表 2.4 (续)											
1990a 年各国净热值 ^b											
(万亿焦/千吨)	比利时	贝宁	玻利维亚	波斯尼亚-黑山	巴西	文莱	保加利亚	喀麦隆	加拿大	智利	中国
石油											
原油	42.75	42.58	43.33	-	45.64	42.75	42.62	42.45	42.79	42.91	42.62
液态天然气	-	-	43.33	-	45.22	42.75	-	-	45.22	42.87	-
炼厂原料	42.50	-	-	-	-	41.87	-	-	-	-	-
煤炭											
焦煤											
生产	-	-	-	-	26.42	-	-	-	28.78	-	20.52
进口	29.31	-	-	-	30.69	-	24.70	-	27.55	28.43	20.52
出口	-	-	-	-	-	-	-	-	28.78	-	20.52
其它烟煤和无烟煤^c											
生产	25.00	-	-	-	15.99	-	24.70	-	28.78	28.43	20.52
进口	25.00	-	-	-	-	-	24.70	-	27.55	28.43	20.52
出口	25.00	-	-	-	-	-	-	-	28.78	-	20.52
次烟煤											
生产	18.10	-	-	-	-	-	-	-	17.38	-	-
进口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
出口	18.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
褐煤											
生产	-	-	-	8.89	-	-	7.03	-	14.25	17.17	-
进口	21.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
出口	-	-	-	-	-	-	-	-	14.25	-	-
煤制品											
型煤	29.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BKB	20.10	-	-	-	-	-	20.10	-	-	-	-
焦炉焦炭	29.31	-	-	-	30.56	-	27.21	-	27.39	28.43	28.47
气焦	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^a 对于前苏联和南斯拉夫共和国，已经采用了 1996 年的数据。 ^b 是指在国际能源署能源平衡表编制中，已经被采用的净热值。 ^c 在国际能源署的统计中，无烟煤是和其它烟煤一起统计的，因此表中给出的数据为合并以后的数据。 资料来源：经济合作与发展组织国家能源平衡表和非经济合作与发展组织国家能源统计和平衡表，经济合作与发展组织/国际能源署，巴黎，1998 年。											

表 2.4 (续)										
1990 ^a 年各国净热值 ^b										
(万亿焦/千吨)	哥伦比亚	刚果	哥斯达黎加	克罗地亚	古巴	塞浦路斯	捷克共和国	刚果民主共和国	丹麦	多米尼加共和国
石油										
原油	42.24	42.91	42.16	42.75	41.16	42.48	41.78	42.16	42.71	42.16
液态天然气	41.87	-	-	45.22	-	-	-	-	-	-
炼厂原料	-	-	-	-	-	-	-	-	42.50	-
煤炭										
焦煤										
生产	27.21	-	-	-	-	-	24.40	-	-	-
进口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
出口	27.21	-	-	-	-	-	27.46	-	-	-
其它烟煤和无烟煤^c										
生产	27.21	-	-	25.12	-	-	18.19	25.23	-	-
进口	-	-	25.75	29.31	25.75	25.75	18.19	25.23	26.09	25.75
出口	27.21	-	-	-	-	-	18.19	-	26.09	-
次烟煤										
生产	-	-	-	-	-	-	12.29	-	-	-
进口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
出口	-	-	-	-	-	-	21.28	-	-	-
褐煤										
生产	-	-	-	-	-	-	12.29	-	-	-
进口	-	-	-	14.60	-	-	-	-	-	-
出口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
煤制品										
型煤	-	-	-	-	-	-	-	29.31	-	-
BKB	-	-	-	-	-	-	21.28	-	18.27	-
焦炉焦炭	20.10	-	27.21	29.31	27.21	-	27.01	27.21	31.84	-
气焦	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^a 对于前苏联和南斯拉夫共和国，已经采用了 1996 年的数据。 ^b 是指在国际能源署能源平衡表编制中，已经被采用的净热值。 ^c 在国际能源署的统计中，无烟煤是和其它烟煤一起统计的，因此表中给出的数据为合并以后的数据。 资料来源：经济合作与发展组织国家能源平衡表和非经济合作与发展组织国家能源统计和平衡表，经济合作与发展组织/国际能源署，巴黎，1998 年。										

表 2.4 (续)											
1990 ^a 年各国净热值 ^b											
(万亿焦/千吨)	朝鲜	厄瓜多尔	埃及	萨尔瓦多	爱沙尼亚	埃塞俄比亚	南联盟	芬兰	马其顿	前南斯拉夫	法国
石油											
原油	42.16	41.87	42.54	42.16	-	42.62	42.75	44.03	42.75	42.75	42.75
液态天然气	-	42.45	42.54	-	-	-	-	-	-	-	45.22
炼厂原料	-	-	-	-	-	-	-	42.50	-	-	42.50
煤炭											
焦煤											
生产	25.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.91
进口	25.75	-	25.75	-	-	-	-	26.38	30.69	30.69	30.50
出口	-	-	-	-	-	-	-	-	30.13	-	-
其它烟煤和无烟煤^c											
生产	25.75	-	-	-	-	-	23.55	-	-	23.55	26.71
进口	-	-	25.75	-	18.58	-	30.69	26.38	30.69	-	25.52
出口	25.75	-	-	-	18.58	-	-	-	-	-	26.43
次烟煤											
生产	17.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
进口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
出口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
褐煤											
生产	-	-	-	-	9.44	-	8.89	-	8.89	8.89	17.94
进口	-	-	-	-	9.44	-	-	-	16.91	16.91	17.94
出口	-	-	-	-	9.44	-	-	-	16.90	16.90	-
煤制品											
型煤	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30.07
BKB	-	-	-	-	8.37	-	-	-	-	20.10	20.10
焦炉焦炭	27.21	-	27.21	-	25.12	-	-	28.89	-	26.90	28.71
气焦	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^a 对于前苏联和南斯拉夫共和国，已经采用了 1996 年的数据。 ^b 是指在国际能源署能源平衡表编制中，已经被采用的净热值。 ^c 在国际能源署的统计中，无烟煤是和其它烟煤一起统计的，因此表中给出的数据为合并以后的数据。 资料来源：经济合作与发展组织国家能源平衡表和非经济合作与发展组织国家能源统计和平衡表，经济合作与发展组织/国际能源署，巴黎，1998 年。											

表 2.4 (续)											
1990 ^a 年各国净热值 ^b											
(万亿焦/千吨)	加蓬	乔治亚	德国	加纳	希腊	危地马拉	海地	洪都拉斯	中国香港	匈牙利	冰岛
石油											
原油	42.62	42.08	42.75	42.62	42.75	42.45	-	42.16	-	41.00	-
液态天然气	-	-	-	-	45.22	-	-	-	-	45.18	-
炼厂原料	-	-	42.50	-	42.50	-	-	-	-	42.08	-
煤炭											
焦煤											
生产	-	-	28.96	-	-	-	-	-	-	29.61	-
进口	-	-	28.96	-	-	-	-	-	-	30.76	29.01
出口	-	-	28.96	-	-	-	-	-	-	-	-
其它烟煤和无烟煤^c											
生产	-	18.58	24.96	-	-	-	-	-	-	13.15	-
进口	-	18.58	26.52	25.75	27.21	-	25.75	-	25.75	21.50	29.01
出口	-	18.58	31.71	-	-	-	-	-	-	20.15	-
次烟煤											
生产	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
进口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
出口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
褐煤											
生产	-	-	8.41	-	5.74	-	-	-	-	9.17	-
进口	-	-	14.88	-	-	-	-	-	-	15.46	-
出口	-	-	8.40	-	-	-	-	-	-	-	-
煤制品											
型煤	-	-	31.40	-	-	-	-	-	-	16.80	-
BKB	-	-	20.58	-	15.28	-	-	-	-	21.23	-
焦炉焦炭	-	-	28.65	-	29.30	-	-	27.21	27.21	27.13	26.65
气焦	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^a 对于前苏联和南斯拉夫共和国，已经采用了 1996 年的数据。 ^b 是指在国际能源署能源平衡表编制中，已经被采用的净热值。 ^c 在国际能源署的统计中，无烟煤是和其它烟煤一起统计的，因此表中给出的数据为合并以后的数据。 资料来源：经济合作与发展组织国家能源平衡表和非经济合作与发展组织国家能源统计和平衡表，经济合作与发展组织/国际能源署，巴黎，1998 年。											

表 2.4 (续)											
1990 ^a 年各国净热值 ^b											
(万亿焦/千吨)	印度	印尼	伊朗	伊拉克	爱尔兰	以色列	意大利	象牙海岸	牙买加	日本	约旦
石油											
原油	42.79	42.66	42.66	42.83	42.83	42.54	42.75	42.62	42.16	42.62	42.58
液态天然气	43.00	42.77	42.54	42.83	-	-	45.22	-	-	46.05	-
炼厂原料	-	-	-	-	42.50	-	42.50	-	-	42.50	-
煤炭											
焦煤											
生产	19.98	-	25.75	-	-	-	-	-	-	30.63	-
进口	25.75	-	25.75	-	29.10	-	30.97	-	-	30.23	-
出口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
其它烟煤和无烟煤^c											
生产	19.98	25.75	25.75	-	26.13	-	26.16	-	-	23.07	-
进口	25.75	25.75	-	-	29.98	26.63	26.16	-	25.75	24.66	-
出口	19.98	25.75	-	-	26.13	-	-	-	-	-	-
次烟煤											
生产	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
进口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
出口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
褐煤											
生产	9.80	-	-	-	-	4.19	10.47	-	-	-	-
进口	-	-	-	-	19.82	-	10.47	-	-	-	-
出口	-	-	-	-	19.82	-	-	-	-	-	-
煤制品											
型煤	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27.05	-
BKB	20.10	-	-	-	20.98	-	-	-	-	-	-
焦炉焦炭	27.21	27.21	27.21	-	32.66	-	29.30	-	-	28.64	-
气焦	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.64	-
^a 对于前苏联和南斯拉夫共和国，已经采用了 1996 年的数据。 ^b 是指在国际能源署能源平衡表编制中，已经被采用的净热值。 ^c 在国际能源署的统计中，无烟煤是和其它烟煤一起统计的，因此表中给出的数据为合并以后的数据。 资料来源：经济合作与发展组织国家能源平衡表和非经济合作与发展组织国家能源统计和平衡表，经济合作与发展组织/国际能源署，巴黎，1998 年。											

表 2.4 (续)											
1990 ^a 年各国净热值 ^b											
(万亿焦/千吨)	哈萨克斯 坦	肯尼亚	韩国	科威特	吉尔吉斯 坦	拉脱 维亚	黎巴嫩	利比 亚	立陶宛	卢森堡	马来西 亚
石油											
原油	42.08	42.08	42.71	42.54	42.08	-	42.16	43.00	42.08	-	42.71
液态天然气	41.91	-	-	42.62	-	-	-	43.00	-	-	43.12
炼厂原料	-	-	-	-	-	-	-	-	44.80	-	42.54
煤炭											
焦煤											
生产	18.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
进口	18.58	-	27.21	-	-	-	-	-	-	-	-
出口	18.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
其它烟煤和无烟煤^c											
生产	18.58	-	19.26	-	18.58	-	-	-	-	-	25.75
进口	18.58	25.75	27.21	-	18.58	18.58	-	-	18.59	29.30	25.75
出口	18.58	-	-	-	18.58	25.12	-	-	18.59	-	25.75
次烟煤											
生产	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
进口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
出口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
褐煤											
生产	14.65	-	-	-	14.65	-	-	-	-	-	-
进口	18.58	-	-	-	14.65	-	-	-	-	20.03	-
出口	18.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
煤制品											
型煤	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BKB	-	-	-	-	-	8.37	-	-	8.37	20.10	-
焦炉焦炭	25.12	-	27.21	-	-	25.12	-	-	-	28.50	27.21
气焦	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^a 对于前苏联和南斯拉夫共和国，已经采用了 1996 年的数据。											
^b 是指在国际能源署能源平衡表编制中，已经被采用的净热值。											
^c 在国际能源署的统计中，无烟煤是和其它烟煤一起统计的，因此表中给出的数据为合并以后的数据。											
资料来源：经济合作与发展组织国家能源平衡表和非经济合作与发展组织国家能源统计和平衡表，经济合作与发展组织/国际能源署，巴黎，1998 年。											

表 2.4 (续)											
1990 ^a 年各国净热值 ^b											
(万亿焦/千吨)	马耳他	墨西哥	摩尔多瓦	摩洛哥	莫桑比克	缅甸	尼泊尔	荷兰	安的列斯群岛(荷)	新西兰	尼加拉瓜
石油											
原油	-	42.35	-	38.94	-	42.24	-	42.71	42.16	45.93	42.16
液态天然气	-	46.81	-	-	-	42.71	-	45.22	-	49.75	-
炼厂原料	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47.22	-
煤炭											
焦煤											
生产	-	24.72	-	-	-	-	-	-	-	28.00	-
进口	-	30.18	-	-	-	-	-	28.70	-	28.00	-
出口	-	22.41	-	-	-	-	-	-	-	28.00	-
其它烟煤和无烟煤^c											
生产	-	-	-	23.45	25.75	25.75	-	-	-	26.00	-
进口	25.75	-	18.58	27.63	25.75	25.75	25.12	26.60	-	-	-
出口	-	-	-	-	-	-	-	26.60	-	-	-
次烟煤											
生产	-	18.20	-	-	-	-	-	-	-	21.30	-
进口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
出口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
褐煤											
生产	-	-	-	-	-	8.37	-	-	-	14.10	-
进口	-	-	-	-	-	-	-	20.00	-	-	-
出口	-	-	-	-	-	-	-	20.00	-	-	-
煤制品											
型煤	-	-	-	-	-	-	-	29.30	-	-	-
BKB	-	-	-	-	-	-	-	20.00	-	-	-
焦炉焦炭	-	27.96	25.12	27.21	-	27.21	-	28.50	-	-	-
气焦	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^a 对于前苏联和南斯拉夫共和国，已经采用了 1996 年的数据。 ^b 是指在国际能源署能源平衡表编制中，已经被采用的净热值。 ^c 在国际能源署的统计中，无烟煤是和其它烟煤一起统计的，因此表中给出的数据为合并以后的数据。 资料来源：经济合作与发展组织国家能源平衡表和非经济合作与发展组织国家能源统计和平衡表，经济合作与发展组织/国际能源署，巴黎，1998 年。											

表 2.4 (续)											
1990 ^a 年各国净热值 ^b											
(万亿焦/千吨)	尼日利亚	挪威	阿曼	巴基斯坦	巴拿马	巴拉圭	秘鲁	菲律宾	波兰	葡萄牙	卡塔尔
石油											
原油	42.75	42.96	42.71	42.87	42.16	42.54	42.75	42.58	41.27	42.71	42.87
液态天然气	42.75	45.22	42.71	42.87	-	-	42.75	-	-	-	43.00
炼厂原料	-	42.50	-	-	-	-	-	-	44.80	42.50	-
煤炭											
焦煤											
生产	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
进口	-	-	-	27.54	-	-	29.31	-	-	29.30	-
出口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
其它烟煤和无烟煤^c											
生产	25.75	28.10	-	18.73	-	-	29.31	20.10	22.95	-	-
进口	-	28.10	-	-	25.75	-	-	20.52	29.41	26.59	-
出口	25.75	28.10	-	-	-	-	-	-	25.09	-	-
次烟煤											
生产	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.16	-
进口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
出口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
褐煤											
生产	-	-	-	-	-	-	-	8.37	8.36	-	-
进口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
出口	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	-	-
煤制品											
型煤	-	-	-	-	-	-	-	-	22.99	-	-
BKB	-	-	-	-	-	-	-	-	17.84	-	-
焦炉焦炭	27.21	28.50	-	27.21	-	-	27.21	27.21	27.85	28.05	-
气焦	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^a 对于前苏联和南斯拉夫共和国，已经采用了 1996 年的数据。 ^b 是指在国际能源署能源平衡表编制中，已经被采用的净热值。 ^c 在国际能源署的统计中，无烟煤是和其它烟煤一起统计的，因此表中给出的数据为合并以后的数据。 资料来源：经济合作与发展组织国家能源平衡表和非经济合作与发展组织国家能源统计和平衡表，经济合作与发展组织/国际能源署，巴黎，1998 年。											

表 2.4 (续)											
1990 ^a 年各国净热值 ^b											
(万亿焦/千吨)	罗马尼亚	俄罗斯	沙特阿拉伯	塞内加尔	新加坡	斯洛伐克共和国	斯洛文尼亚	南非	西班牙	斯里兰卡	苏丹
石油											
原油	40.65	42.08	42.54	42.62	42.71	41.78	42.75	38.27	42.66	42.16	42.62
液态天然气	-	-	42.62	-	-	45.18	-	-	45.22	-	-
炼厂原料	-	-	-	-	-	-	42.50	-	42.50	-	-
煤炭											
焦煤											
生产	16.33	18.58	-	-	-	-	-	30.99	29.16	-	-
进口	25.12	25.12	-	-	-	23.92	30.69	-	30.14	-	-
出口	-	18.58	-	-	-	-	-	30.99	-	-	-
其它烟煤和无烟煤^c											
生产	16.33	18.58	-	-	-	-	-	23.60	21.07	-	-
进口	25.12	18.58	-	-	-	23.92	30.69	-	25.54	25.75	-
出口	-	18.58	-	-	-	-	-	27.99	23.00	-	-
次烟煤											
生产	-	-	-	-	-	-	8.89	-	11.35	-	-
进口	-	-	-	-	-	-	16.91	-	11.35	-	-
出口	-	-	-	-	-	-	16.90	-	-	-	-
褐煤											
生产	7.24	14.65	-	-	-	12.26	8.89	-	7.84	-	-
进口	7.24	-	-	-	9.67	12.20	16.91	-	-	-	-
出口	-	14.65	-	-	-	15.26	16.90	-	-	-	-
煤制品											
型煤	14.65	-	-	-	-	-	-	-	29.30	-	-
BKB	14.65	20.10	-	-	-	21.28	-	-	20.22	-	-
焦炉焦炭	20.81	25.12	-	-	27.21	27.01	26.90	27.88	30.14	-	-
气焦	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^a 对于前苏联和南斯拉夫共和国，已经采用了 1996 年的数据。 ^b 是指在国际能源署能源平衡表编制中，已经被采用的净热值。 ^c 在国际能源署的统计中，无烟煤是和其它烟煤一起统计的，因此表中给出的数据为合并以后的数据。 资料来源：经济合作与发展组织国家能源平衡表和非经济合作与发展组织国家能源统计和平衡表，经济合作与发展组织/国际能源署，巴黎，1998 年。											

表 2.4 (续)											
1990 ^a 年各国净热值 ^b											
(万亿焦/千吨)	瑞典	瑞士	叙利亚	塔吉克斯坦	坦桑尼亚	泰国	特立尼达和多巴哥	突尼斯	土耳其	土库曼斯坦	乌克兰
石油											
原油	42.75	43.22	42.04	42.08	42.62	42.62	42.24	43.12	42.79	42.08	42.08
液态天然气	-	-	-	41.91	-	46.85	-	43.12	-	41.91	-
炼厂原料	42.50	43.70	-	-	-	-	-	-	42.50	-	-
煤炭											
焦煤											
生产	-	-	-	-	25.75	-	-	-	32.56	-	21.59
进口	30.00	-	-	-	-	-	-	-	33.54	-	-
出口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.59
其它烟煤和无烟煤^c											
生产	14.24	-	-	-	25.75	-	-	-	30.04	-	21.59
进口	26.98	28.05	-	18.58	-	26.38	-	25.75	27.89	18.58	25.54
出口	26.98	28.05	-	-	-	-	-	-	-	-	21.59
次烟煤											
生产	-	-	-	14.65	-	-	-	-	18.00	-	-
进口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
出口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
褐煤											
生产	-	-	-	-	-	12.14	-	-	9.63	-	14.65
进口	8.37	-	-	-	-	-	-	-	12.56	-	14.65
出口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.65
煤制品											
型煤	-	28.05	-	-	-	-	-	-	-	-	29.31
BKB	20.10	20.10	-	-	-	-	-	-	20.93	-	-
焦炉焦炭	28.05	28.05	-	-	27.21	27.21	-	27.21	29.31	-	25.12
气焦	-	-	-	-	-	-	-	-	27.21	-	-
^a 对于前苏联和南斯拉夫共和国，已经采用了 1996 年的数据。 ^b 是指在国际能源署能源平衡表编制中，已经被采用的净热值。 ^c 在国际能源署的统计中，无烟煤是和其它烟煤一起统计的，因此表中给出的数据为合并以后的数据。 资料来源：经济合作与发展组织国家能源平衡表和非经济合作与发展组织国家能源统计和平衡表，经济合作与发展组织/国际能源署，巴黎，1998 年。											

表 2.4 (续)										
1990 ^a 年各国净热值 ^b										
(万亿焦/千吨)	阿拉伯 联合酋 长国	英国	美国	乌拉圭	乌兹别 克斯坦	委内瑞拉	越南	也门	赞比亚	津巴布韦
石油										
原油	42.62	43.40	43.12	42.71	42.08	42.06	42.61	43.00	42.16	-
液态天然气	42.62	46.89	47.69	-	41.91	41.99	-	-	-	-
炼厂原料	-	42.50	43.36	-	44.80	-	-	-	-	-
煤炭										
焦煤										
生产	-	29.27	29.68	-	-	-	-	-	24.71	25.75
进口	-	30.07	-	-	-	-	-	-	-	-
出口	-	29.27	29.68	-	-	-	-	-	-	-
其它烟煤和无烟煤^c										
生产	-	24.11	26.66	-	18.58	25.75	20.91	-	24.71	25.75
进口	-	26.31	27.69	-	18.58	-	-	-	-	25.75
出口	-	27.53	28.09	-	-	25.75	20.91	-	24.71	25.75
次烟煤										
生产	-	-	19.43	-	-	-	-	-	-	-
进口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
出口	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
褐煤										
生产	-	-	14.19	-	14.65	-	-	-	-	-
进口	-	-	-	-	14.65	-	-	-	-	-
出口	-	-	14.19	-	14.65	-	-	-	-	-
煤制品										
型煤	-	26.26	-	-	29.31	-	-	-	-	-
BKB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
焦炉焦炭	-	26.54	27.47	27.21	-	-	27.21	-	27.21	27.21
气焦	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^a 对于前苏联和南斯拉夫共和国，已经采用了 1996 年的数据。 ^b 是指在国际能源署能源平衡表编制中，已经被采用的净热值。 ^c 在国际能源署的统计中，无烟煤是和其它烟煤一起统计的，因此表中给出的数据为合并以后的数据。 资料来源：经济合作与发展组织国家能源平衡表和非经济合作与发展组织国家能源统计和平衡表，经济合作与发展组织/国际能源署，巴黎，1998 年。										

2.2 静止源燃烧非二氧化碳排放

2.2.1 方法学问题

对于静止源，由于燃料的不完全燃烧所产生的非二氧化碳气体排放，如甲烷(CH₄)、一氧化碳(CO)和非甲烷挥发性有机化合物(NMVOC)，在《IPCC 指南》中包含了五个部门的有关非二氧化碳温室气体的静止源燃烧排放（能源、制造业、商业/公共部门、居民生活部门和农/林/渔业）。本节仅讨论甲烷和氧化亚氮直接的温室气体排放。

决定静止源甲烷和氧化亚氮排放率的主要因素为燃料特性（包括热值）、技术类型（包括燃烧、运行和维护制度，设备的大小和寿命）和排放控制。水分、含碳量和燃烧效率都是需要考虑的重要因素。

2.2.1.1 方法选择

在《IPCC 指南》中，提出了如下的用来估算各种温室气体和子排放源类别燃料燃烧排放的一般性方法。

公式 2.3

$$\text{排放量} = \sum (\text{排放因子}_{abc} \cdot \text{燃料消费}_{abc})$$

其中：

a: 为燃料类型

b: 为部门活动

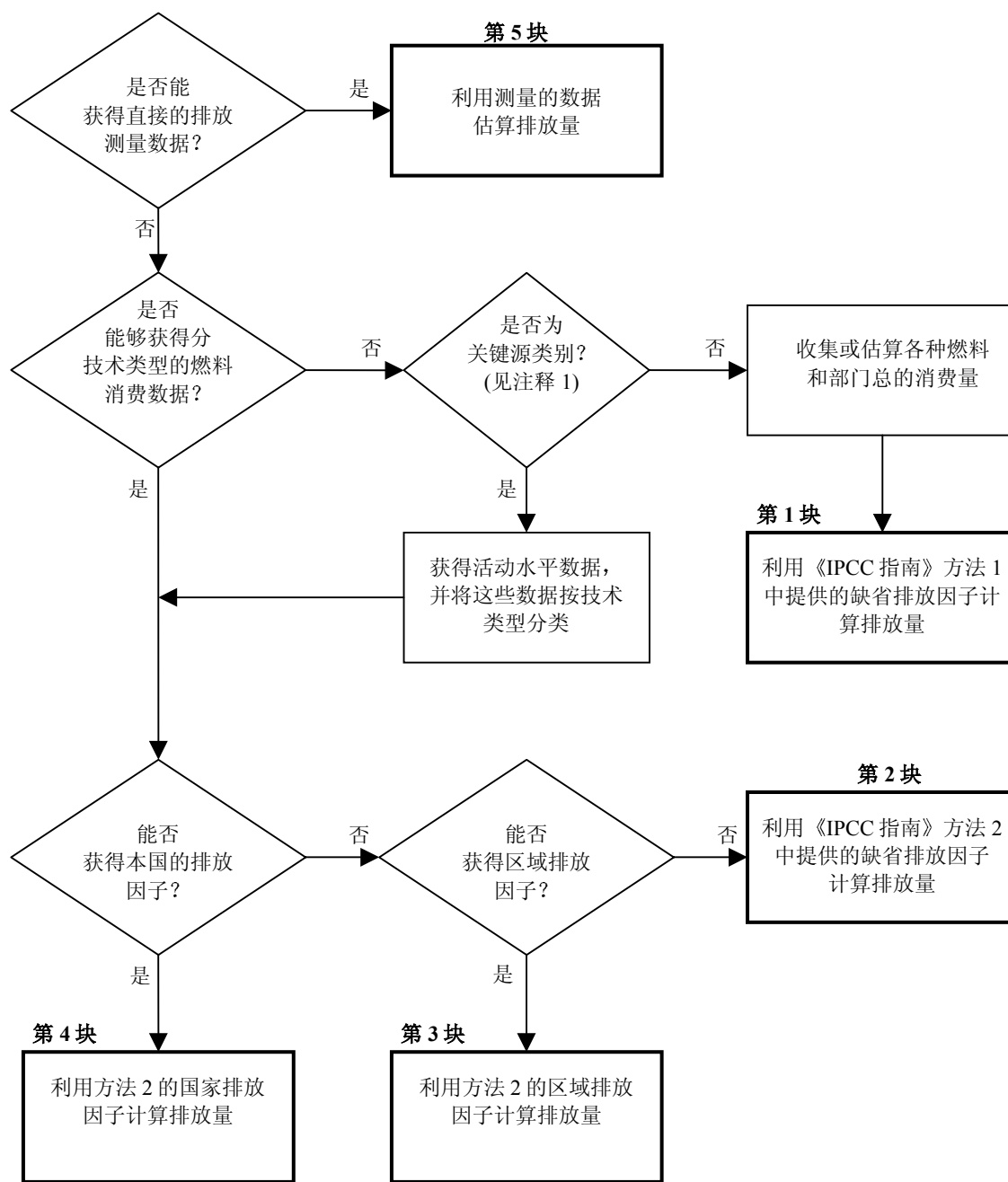
c: 为技术类型

鉴于排放量取决于特定的燃烧条件及其它特性，如果能获得活动水平数据和特定的排放因子，*优良作法*是尽量将燃料消费量分解在更为详细、更多类别的排放源。在《IPCC 指南》中，通常将这种采用本国的排放因子、分解的更为详细的估算方法称作方法 2，而将更为合并的估算方法叫做方法 1。*优良作法*是采用比较详细的分解程度，能最大限度地反映本国可获得的能源统计数据的详细程度。

图 2.3 为静止源非二氧化碳估算方法选择的决策树。对于一个国家所存在的各种子源类别可能排放的各种气体，应该单独进行估算，这是因为在各种子源类别之间，其可获得的活动水平数据和排放因子（以及因方法选择所得到的结果）可能存在明显的差异。

虽然排放量的连续监测也是一种*优良作法*，但对甲烷和氧化亚氮单独进行连续监测并不可行，这是因为连续监测的成本比较高，而且实用的连续监测系统并不容易获得。可以通过对甲烷和氧化亚氮的定期监测获得比较准确的结果，这些测量可能有助于完善排放因子。如果为测量其它污染物已经安装了监测系统，这种监测系统可能会提供一些有用的参数，如通量等。

图 2.3 静止源燃烧非二氧化碳气体排放决策树



注释 1: 关键源类别是指在国家温室气体排放清单中作为优先的排放源，因为就绝对排放水平、排放趋势或绝对排放水平与趋势两者来讲，它对估算全国总的直接温室气体排放清单有重大影响。（参见第 7 章“方法学选择及重新计算”的第 7.2 节“确定国家关键源类别”。）

注释 2: 决策树和关键源类别的确定应分别单独用于甲烷和氧化亚氮的排放量估算。

对于决策树的正确应用，要求清单机构对相关源类别可获得的国家活动水平数据以及国家或区域的排放因子预先进行彻底的调查。对于一些子源类别来说，活动数据和排放因子可能比较缺乏，在这种情况下，如果利用缺省方法进行的初步计算，能有助于国家总的排放量估算或得到极高的不确定性，那么优良作法是改善数据质量。

如果能够获得直接测量数据，将对报告各种技术类型所隐含的排放因子有用，因为这些信息有助于他人进行国家排放量的估算。

2.2.1.2 排放因子选择

优良作法是利用可获得的按特定国家、特定技术详细分解的排放因子，特别是对那些在不同的静止源燃烧活动中获得直接测量数据的国家。利用方法 2，可能存在三种类型的排放因子：

- 国家排放因子⁹。这些排放因子可能来自该国已经进行的有关间接温室气体排放测量的国家规划，如氮氧化物、一氧化碳和非甲烷挥发性有机化合物，这种国家规划是针对当地大气质量的；
- 区域排放因子¹⁰；
- IPCC 缺省的排放因子。已经对这些排放因子与采用这些因子的国家条件之间的一致性进行了仔细审查。在暂时无法获得其它信息的情况下，可以采用 IPCC 缺省的排放因子；

如果国家活动水平数据不足以分解到能够利用方法 2 的程度，那么就应该采用合并的方法 1 的排放因子，这样就无法获得本国有代表性燃烧条件下的其它任何参考数据。

生物质燃料的排放因子不如矿物燃料燃烧的排放因子完善，这些排放因子主要来自一项国际生物质排放因子研究项目的结果，这些结果集中在发展中国家（如印度、肯尼亚和中国）。这些研究表明，来自小型生物质燃烧设备的排放因子和炭化物与 IPCC 推荐的缺省值有一定的差异。鉴于生物质在许多国家中的重要性，建议国家清单专家采用已经发表的、最新的有关排放因子的研究结果(Smith *et al.*, 1993; Smith *et al.*, 1999; Smith *et al.*, 2000; Zhang *et al.*, 1999; Zhang *et al.*, 2000)。

2.2.1.3 活动水平数据选择

由于非二氧化碳气体形成的技术特性，需要有比较详细的分燃烧技术的燃料统计数据，以便提供准确的排放量估算。优良作法是以消费的燃料为单位收集活动水平数据，然后将这些燃料根据主要的技术类型尽可能分解成不同的份额。这种分解可以通过对燃料消费及其燃烧技术进行“自下而上”的调查方法实现，或基于专家判断和统计样本“自上而下”的方法进行分配。专业统计官员或政府部门通常负责正规的数据收集和处理。在清单编制过程中，来自这些部门的代表有助于获得合适的活动水平数据。

对于自备电力生产，当自备电厂生产并且可以将其与其它终端利用如工艺加热分开时，优良作法是将排放量分配给这些源类别。在许多国家，有关自备电厂的统计数据是可以获得的，而且也是定期进行更新，因此，这些国家在估算非二氧化碳排放量时，并不存在一系列有关活动水平数据方面的障碍。

对于某些源类别（如农业部门的能源利用），将静止设备的燃料消费量从移动机械中分开可能有一些困难。鉴于这两种排放源排放因子的不同，优良作法是通过间接的数据推算出每种排放源的能源消费量（如水泵数量、平均消费以及抽水需求量）。专家判断以及从其它国家获得的信息可能也是有意义的。

⁹ 由于相关的不确定范围取决于所使用的仪器以及测量的频率，因此这些情况应予以描述并报告。

¹⁰ 区域排放因子的来源应该归档，并应报告其不确定性的范围。

2.2.1.4 完整性

根据不同的源类别，应该通过前后对照确定有关静止源燃烧二氧化碳排放量报告的完整性。当存在选择的可能性时，应该使用同样的源类别（例如，高炉焦炭利用所产生的排放，既可以在工业过程排放中报告，也可以在静止源燃烧下报告，取决于第 2.1.1.3 节及后续章节所解释的国情）。二氧化碳源类别的前后对照并不一定能覆盖来自生物质燃料的非二氧化碳排放，这是因为来自生物质燃料燃烧所产生的二氧化碳排放量只是以备忘录的形式出现，并没有包括在国家总量中。因此，应该向国家能源统计机构咨询有关生物质燃料的使用情况，包括非商品利用的生物质燃料的可能消费量。有关生物质的问题对发展中国家的清单质量特别重要，要求各国专家付出更多的努力，以便改善非二氧化碳气体排放量的估算。

有关高炉焦炭使用过程中的排放需要引起注意。生铁在高炉中是利用焦炭中的炭（有时是其它燃料）既作为燃料又作为还原剂，将铁矿石还原而成的。由于焦炭氧化的主要目的是生产生铁，如果在工业过程排放源中已经对其排放进行了详细的计算，其排放量应该计算在工业过程中。重要的一点是对焦炭或其它燃料消费所产生的碳不要进行重复计算。因此，如果这些排放量已经包括在工业过程部分中，那么在能源部门就不应该包括这些排放。然而，有些国家对工业过程的排放并没有进行详细的涉及，在这种情况下，其排放量应该包括在能源部门中。优良作法是应该清晰地阐明，究竟是在能源部门还是在工业过程部分中包括了高炉焦炭使用过程中的非二氧化碳排放，以消除可能出现的重复计算。

对于那些有可能影响排放量估算及部门分布的意想不到的情形（如统计的差异或失密行为）要求给予特别的考虑，并要求清单机构对相关的排放量做出恰当的解释。

2.2.1.5 建立一致的时间序列

由于随着时间的推移，在排量因子和排量估算方法上所取得的改进，使得静止源非二氧化碳气体基年排放量估算的确定成为一个重要的问题。第 7 章“方法学选择与重新计算”的第 7.3.2.2 节“重新计算的替代方法”中提供的优良作法是确保与基年的确定在时间序列上的一致性。

许多国家，特别是发展中国家，并没有进行年度调查。对年度清单来说，有些数据是缺乏的，因此利用目前的数据进行外推或根据几年的数据进行内插，以估算出活动水平数据可能是必要的。这些用外推或内插方法获得的数据，要求至少在每 3—4 年时间里与收集到的调查数据进行常规的交叉核对，第 7 章“方法学选择与重新计算”中的第 7.3.2.2 节“重新计算的替代方法”中，对这种重新计算提出了更为详细的方法。

生物质数据可能是不完整的，尤其是对那些小型的燃烧设备。如果缺少清单编制年份的数据，清单机构就应在过去的变化趋势基础上，利用外推求得相关年份的数据，或利用第 7 章所描述的方法内插求得¹¹。为了确保与已经获得的相关年度数据（如来自林业的木材生产潜力以及年度粪便产量）的一致性，对这些数据进行额外的交叉核查是应该做的。

2.2.1.6 不确定性评估

在《IPCC 指南》中，并没有给出静止源燃烧非二氧化碳气体排放量的不确定性范围的缺省值。因此，不管采用哪一级方法，优良作法是对清单结果的不确定性进行量化。

¹¹ 国际能源署的最近两次研讨会都涉及了生物质能源数据的收集和建模问题。会议结果发表在（1）生物质能源：主要问题和优先需求，会议论文集，国际能源署/经济合作与发展组织，法国巴黎，1997 年 2 月 3-5 日；（2）生物质能源：分析与趋势，会议论文集，国际能源署/经济合作与发展组织，法国巴黎，1998 年 3 月 23-24 日。

排放因子的不确定性

表 2.5 给出了不确定性缺省值，这些数据来自 EMEP/CORINAIR 指南手册（EMEP/CORINAIR，1999），如果缺乏本国估算值，不妨可以采用这些结果。

部门	甲烷	氧化亚氮
公用电力、热电联产和集中供热	50-150%	数量级 ^a
商业、公共机构和居民燃烧	50-150%	数量级
工业燃烧	50-150%	数量级
农业/林业/渔业	没有报告	没有报告

^a 也就是从平均值的 1/10 到 10 倍之间的一个不确定性范围。
资料来源：专家组判断（参见联合主席、编辑和专家：静止源燃烧）。

当这些不确定性缺省值用于现有的排放因子（不管这些排放因子是来自国内还是来自《IPCC 指南》）时，由于这些排放因子无法代表这些国家的燃烧条件，因此可能会产生新的不确定性。优良作法是获得由国内专家估算的这些不确定性值，同时考虑第 6 章“不确定性的量化”中给出的有关专家的判断值。

活动水平数据的不确定性

分燃料类型的总的能源消费数据一般来说估算得比较准确，但对生物质和常规燃料来说不确定性更大一些。有关燃料部门（或子部门）消费量分配方面的数据的不确定性同样也比较高，并随采用方法（调查或外推法）的不同以及国家统计系统的特性而有所变化。

表 2.6 给出了活动水平数据的不确定性范围。当需要报告不确定性时，可能需要采用有关静止源燃烧活动水平数据的不确定性，因此对于清单机构来说，优良作法是采用专家判断或统计分析，尽可能提出本国的不确定性。

部门	具有良好的统计系统		不具备良好的统计系统	
	调查	外推	调查	外推
公用电力、热电联产和集中供热	小于 1%	3-5%	1-2%	5-10%
商业、公共机构和居民燃烧	3-5%	5-10%	10-15%	15-25%
工业燃烧（高能耗行业）	2-3%	3-5%	2-3%	5-10%
工业燃烧（其它）	3-5%	5-10%	10-15%	15-20%
小型设备的生物质	10-30%	20-40%	30-60%	60-100%

清单机构应对哪种统计体系能够更好地反映本国情况做出判断。
资料来源：专家组判断（参见联合主席、编辑和专家：静止源燃烧）。

2.2.2 报告和归档

如第 8 章“质量保证和质量控制”第 8.10.1 节“内部文件和存档”所述，*优良作法*是将编制国家排放清单所需的所有信息成文并存档。

在国家清单报告中不可能将所有文件都包括在内，然而，国家清单应该包括所采用方法的概述、数据来源参考资料，以便使报告的排放量估算具有透明性，并且计算过程中所进行的每一个步骤都是可以追溯的。

IPCC 目前的报告格式（电子报表和汇总表），在报告的透明性要求和清单机构实际上所作的努力方面提供了一种平衡。*优良作法*是在充分履行透明性方面需要额外的努力。特别是在采用方法 2（或更为详细的方法）的时候，应准备与排放因子直接对应的、能显示活动水平数据的其它表格。

大多数能源统计并没有考虑保密性问题。出于保密性考虑，如果清单机构并没有报告更为详细的数据，*优良作法*是解释为什么这样做的理由，并以更为合并的方式报告数据。

对于一个分解得非常详细的静止源非二氧化碳排放量估算，引用一些不同的文献或文件可能很有必要。*优良作法*是提供引用文献的引文，尤其是当这些文献所描述的是有关特定技术或国情的新的估算方法或排放因子时。

有关生铁生产过程中焦炭（或其它燃料）燃烧过程中的非二氧化碳气体排放，*优良作法*是应清晰地阐明究竟是算在能源部门还是工业过程部门，以表明并没有出现重复计算。有关高炉和其它工业过程的排放量归属问题，在二氧化碳和非二氧化碳气体排放之间应该协调一致（见 2.1.1.4 节）。

2.2.3 清单质量保证和质量控制

*优良作法*是指按照第 8 章“质量保证和质量控制”表 8.1“方法 1：一般清单水平的质量控制程序”和排放估算的专家评审意见进行质量控制核查。也可以采用第 8 章方法 2 介绍的附加质量控制核查方法和质量保证程序，尤其是运用较高级别方法估算这种源类别的排放量更是如此。鼓励清单机构对第 7 章“方法学选择与重新计算”确定的*关键源类别*采用较高质量保证和质量控制方法。

除了第 8 章所示的指南外，有关这种源类别还有一些特别的程序，如下所述：

对采用不同的方法估算的排放量进行比较

- 如果利用了方法 2 并采用了本国特定的排放因子，清单机构应对其结果与采用方法 1 及 IPCC 缺省排放因子计算的排放量进行比较。进行这种比较时，需要将采用方法 2 计算所得到的排放量按照方法 1 所示的同样的部门和燃料组进行适当的合并。这种比较应该归档，并对任何差异进行调查。
- 如果可能，清单机构也应与静止源燃料燃烧最大的含碳量的计算进行一致性比较。在整个燃烧部门，应该维持一个预期的碳平衡，非二氧化碳气体的排放量估算不能与基于燃料总的含碳量的最大理论值相矛盾。

排放因子审核

- 如果采用了本国特定的排放因子，清单机构应该将这些数据与 IPCC 的缺省值相比较，并对差异进行解释并记录。
- 如果有可能获得实测或工厂一级的排放因子，清单机构也应该将所采用的排放因子与它们进行比较。这种类型的比较为国家排放因子的合理性和代表性如何提供了晴雨表。

直接测量值评估

- 如果采用了直接测量，清单机构应确保这种测量是按照正确的测量操作进行的，包括进行了适当的质量保证和质量控制程序。直接测量的结果应该与采用 IPCC 缺省的排放因子计算得到的结果进行比较。

活动水平数据核查

- 清单机构应该与国际机构提供的有关能源统计数据进行比较，以便确认其中的任何不同，并要求对此做出解释。
- 如果利用了来自国家机构的二手数据，清单机构应确保这些机构已经开展了适当的质量保证和质量控制计划。

外部审评

- 清单机构应该对静止源排放量估算进行审评，参与审评的专家应该包括与静止源排放有关的不同领域的国家专家和利益相关者，例如，能源统计专家、不同部门和设备类型的燃烧效率专家、燃料使用和污染控制专家等。在发展中国家，对生物质燃烧排放量估算的专家审评尤为重要。

2.3 移动源燃烧：公路车辆

2.3.1 方法学问题

公路运输排放了大量的二氧化碳、甲烷、氧化亚氮以及一氧化碳、非甲烷挥发性有机化合物、二氧化硫、颗粒物和氮氧化物等引起或有助于当地或区域大气污染问题的一些污染物。本章将重点探讨在进行直接的温室气体二氧化碳、甲烷和氧化亚氮估算过程中的一些*优良作法*。

2.3.1.1 方法选择

二氧化碳排放量估算最好通过基于所燃烧的燃料数量、类型及其含碳量计算得到。对于甲烷和氧化亚氮排放量的准确估算将更为复杂，这是因为其排放因子取决于车辆技术、燃料和运行特性。利用单位距离表示的活动水平数据（如车辆运行里程）和分解的燃料消费量可能要比采用总的燃料消费量更为准确一些。

图 2.4 为公路车辆二氧化碳排放量估算决策树，图 2.5 为公路车辆甲烷和氧化亚氮排放量估算决策树，两图给出了计算运输部门排放量的过程。有两种替代方法可供选择，分别为基于车辆运行里程和基于燃料消费量。清单机构应根据数据的可能性和质量对所采用的方法做出选择。模型可能有助于确保一致性和透明度，这是因为计算程序在软件中是固定的。*优良作法*是清楚地表明对标准模型所做的任何修改。

图 2.4 公路车辆二氧化碳排放量估算决策树

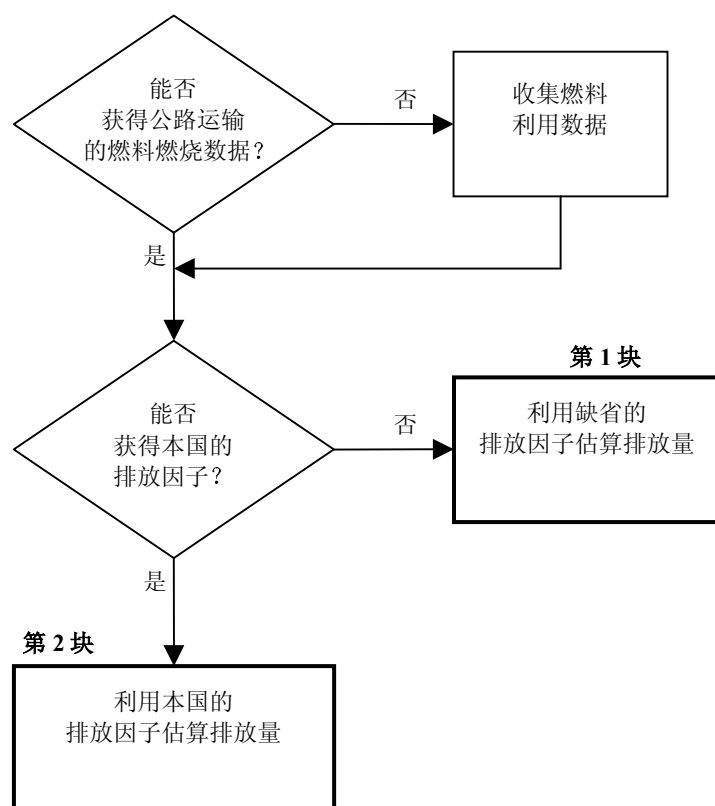
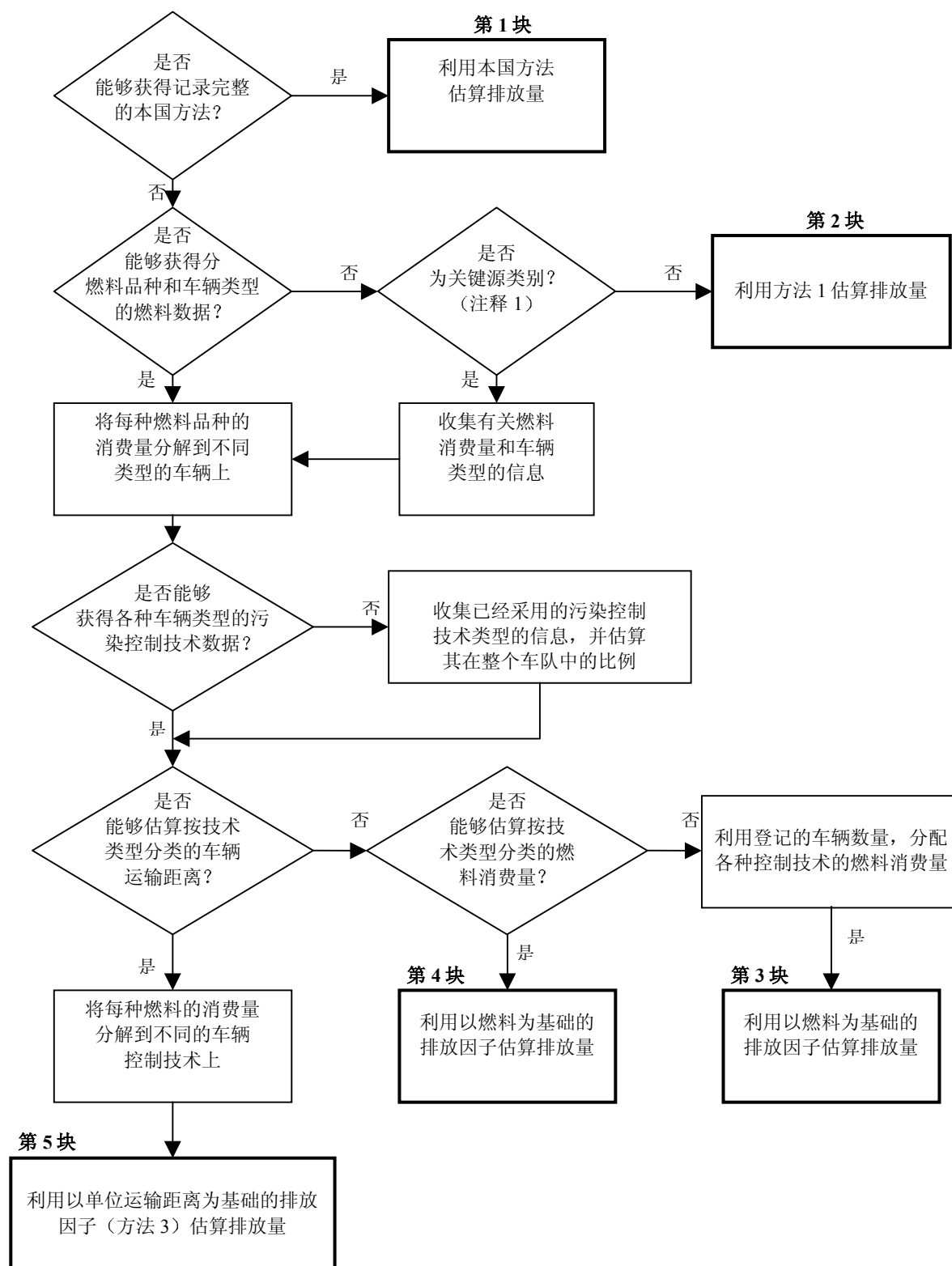


图 2.5 公路车辆甲烷和氧化亚氮排放量决策树



注释 1: 关键源类别是指在国家温室气体排放清单中作为优先的排放源, 因为就绝对排放水平、排放趋势或绝对排放水平与趋势两者来讲, 它对估算全国总的直接温室气体排放清单有重大影响。(参见第 7 章“方法学选择及重新计算”的第 7.2 节“确定国家关键源类别”。)

注释 2: 决策树和关键源类别的确定应分别用于甲烷和氧化亚氮的排放量估算。

二氧化碳排放量

在《IPCC 指南》中提供了两种估算公路运输二氧化碳排放量的方法，方法 1 也称“自上而下”的方法，该方法计算排放量是用相同能量单位估算得到的燃料消费量乘以一个由含碳量计算得到的排放因子，并考虑了固碳量，同时对没有氧化的碳作修正，最后将氧化的碳转换为二氧化碳排放量。这种方法如公式 2.4 所示。

公式 2.4

$$\text{排放量} = \sum_j [(\text{排放因子}_j \cdot \text{消费的燃料量}_j) - \text{固碳量}] \cdot \text{氧化份额}_j \cdot 44/12$$

其中：j 为燃料类型

可选择的方法 2 也叫做“自下而上”的方法，采用该方法估算排放量有两个步骤，第一步（公式 2.5）是估算第 i 种车辆类型和第 j 种燃料品种的消费量。

公式 2.5

$$\text{燃料消费量}_{ij} = n_{ij} \cdot k_{ij} \cdot e_{ij}$$

其中：

i 为车辆类型

j 为燃料品种

n 为车辆数量

k 为每辆车年运行里程

e 为单位运行里程消费的平均强度

第二步是将燃料消费量乘以分燃料品种和车辆类型的适当的排放因子，以估算总的二氧化碳排放量（如公式 2.6 所示）。

公式 2.6

$$\text{排放量} = \sum_i \sum_j (\text{排放因子}_{ij} \cdot \text{燃料消费量}_{ij})$$

采用方法 1 基于燃料消费量的统计来计算二氧化碳排放量是一种优良作法，这种方法如图 2.4 公路车辆二氧化碳排放量决策树所示。除极少数个案外（例如，存在大量的燃料走私），自上而下的方法对于二氧化碳排放量估算更为可靠，而且实施过程也更容易一些。存在的主要问题是避免农业和越野型运输车辆的重复计算。

并行采用第 2 种方法也是优良作法，这是基于以下理由：

- 首先，这两种方法的采用提供了一种重要的质量核查途径。来自两种方法结果之间的重大差异意味着其中一种或两种方法存在着错误，需要对此进行更进一步的分析。第 2.3.3 节“清单质量保证和质量控制”列出了当符合“自上而下”和“自下而上”方法时需要遵循的调查范围。
- 其次，可靠而且准确的“自下而上”的二氧化碳排放量估算增加了“自下而上”清单所采用的实质性活动水平数据的信心，反过来说，这对于采用“自下而上”方法估算来自公路运输甲烷和氧化亚氮的排放量也奠定了重要的基础。

当采用“自上而下”和“自下而上”两种方法并行计算排放量时，如果可行，优良作法是独立地进行“自下而上”的估算方法。

甲烷和氧化亚氮的排放量

甲烷和氧化亚氮的排放量主要取决于车队中排放控制的分布。*优良作法*是考虑不同污染控制技术的各种排放因子，采用“自下而上”的方法。如果是第 7 章“方法学选择与重新计算”中所定义的*关键源类别*，应该采用该方法来估算排放量。

2.3.1.2 排放因子选择

在《IPCC 指南》中，二氧化碳的排放因子是依据燃料的含碳量得到的。如果可能，*优良作法*是遵循这种方法，利用本国特定的数据。如果无法获得当地数据，也可以采用《IPCC 指南》中提供的缺省排放因子。

开发甲烷和氧化亚氮的排放因子是一件比较困难的事，这是因为对这些污染物的估算需要以技术为基础的排放因子，而并不是合并的缺省排放因子。*优良作法*是基于当地发动机结构和安装的控制技术分布情况，对各种车辆类型（如客车、轻载货车、重载货车、摩托车）不同燃料品种都计算出一个排放因子。如果能获得一些额外的当地数据（如平均的驱车速度、温度、海拔和污染控制装置），就可以对排放因子作进一步的分析。*优良作法*是将这些数据的基础归档。

最新公布的数据表明，在《IPCC 指南》中有关美国汽油车辆缺省的排放因子应该得到更新¹²。基于这些测量数据，在《IPCC 指南》中，有关美国车辆的氧化亚氮排放因子（在《参考手册》中，表 I-27 “美国汽油客车估算的排放因子”到表 I-33 “美国摩托车估算的排放因子”）应该替换成下表中的数据。

控制技术	排放因子	
	(克-N ₂ O/千克燃料)	(克-N ₂ O/百万焦)
低排放车辆（低硫燃料）	0.20	0.0045
三元催化剂（美国，方法 1）	0.32	0.0073
早期三元催化剂（美国，方法 0）	0.54	0.012
氧化催化剂	0.27	0.0061
非催化剂控制	0.062	0.0014
没有控制	0.065	0.0015

资料来源：Harvey Michael, (1999), 美国环保局, 个人交流论文。

注意：
本表中的方法 0 和方法 1 是指美国采用的方法，而并不是 IPCC 所指的方法，这些数据用两位数字表示。

根据欧洲数据整理的以技术为基础的排放因子数据库也可以从以下网址中获得。<http://etc-ae.eionet.eu.int/etc-ae/index.htm>。

如果需要转换为克/公里，只要将排放因子（克/千克）乘以燃料的密度（千克/升）然后除以燃料的经济性（公里/升）。例如，如果排放因子为 0.32 克/千克，燃料的密度为 0.75 千克/升以及燃料的经济性为 10 公里/升，那么用克/公里表示的排放因子为（0.32 克/千克 x 0.75 千克/升） / 10 公里/升 = 0.024 克/公里。

在《IPCC 指南》中，表 1-37 为估算的欧洲柴油客车排放因子，表 1-39 为估算的欧洲重载柴油货车的排放因子，欧洲客车、轻载货车、重载货车柴油的氧化亚氮的排放因子分别为 0.01、0.02 和 0.03 克/公里。这些排放因子依据燃料燃烧效率的不同大致在同一数量级。来自其它国家的排放因子可能与表 2.7 所提供的数据有所不同。无论采取什么样的控制技术，对于美国的所有柴油车辆，推荐的平均值为 0.172 克/千克，相当于 0.0039 克/百万焦，假设发热量为 44 百万焦/千克。

¹² 为了改善氧化亚氮的排放因子，美国环保局移动源办公室开展了对现有数据的评估工作，并于 1998 年 6 月至 7 月展开了有限的测量以进一步补充现有数据。他们主要依据出版的文献确定了早期三元催化剂和早期车辆的排放因子。对于（先进的）三元催化剂车辆和低排放车辆技术，所采用的数据是从测试中获得的。美国环保局也对目前用于货车的有限排放数据进行了评估。

2.3.1.3 活动水平数据选择

利用“自上而下”的方法估算二氧化碳排放量的第一个步骤是确定运输部门按主要燃料品种分类的燃料消费总量，这些数据应从国家能源统计机构获得。在这个过程中，必须处理好以下几个问题：

- 一些分配数量较小的燃料数据的准备，如压缩天然气和生物燃料，这些数据也应该从负责能源统计的国家权威机构获得。根据《IPCC 指南》，来自生物燃料的二氧化碳排放量仅以备忘录的形式报告，并不包括在国家总量中。而对于这些燃料的非二氧化碳气体排放则应该计入到国家排放总量中。
- 对于公路车辆燃料消费量与越野型车辆燃料消费量数据区分的规定，在《IPCC 指南》中是在不同的源类别中分别报告的，对此建议有两种选择：
 - (1) 对各种公路车辆类型所消费的燃料量采用“自下而上”的方法计算，计算得到的公路车辆消费总量与运输部门总消费之间的差异作为越野型车辆的消费量；或
 - (2) 通过专门研究确定越野型车辆的燃料消费量，可以对通过“自下而上”方法计算得到的各种公路车辆燃料消费量信息进行补充，然后根据各种车辆类型和通过“自下而上”方法估算得到的越野型车辆的比例，将用“自上而下”估算得到的运输部门总的燃料消费量分解。
- 对于那些销售给运输部门使用但随后可能作为其它用途的燃料数据。
- 对于进出该国的走私燃料的估算。

一些清单机构可能对通过车辆类型和技术来确定车辆的燃料消费量有比较大的信心，而另一些可能喜欢用车辆运行里程来估算燃料的消费量。只要都有清晰的说明文件，这两种方法都是可以接受的。

如果来自移动源的非二氧化碳气体排放是一关键源类别，则需要对影响排放量的排放因子提供更多的信息，诸如：

- 在车队中各种车辆类型的分布（客车、轻载货车、重载货车、摩托车）；
- 在车队中适合车辆类型的排放控制技术；
- 车龄分布；
- 气候；
- 运行海拔；
- 保养效果。

如果无法知道分车辆类型和分燃料品种消费量的分配情况，那么就应该根据各种车辆类型的数量进行估算。如果分燃料品种的各种车辆数量无法获悉，就必须根据国家统计进行估算。如果能获得当地有关每辆车年运行里程以及分车辆类型和分燃料品种的车辆平均燃料燃烧效率，就应该采用这些数据。

2.3.1.4 完整性

由于在运输部门很少直接燃烧润滑剂，因此润滑剂应该计入在其它排放源类别中。

关于不同国家在燃料采购和消费（跨国界的仓储燃料）以及分配过程中存在的问题，《IPCC 指南》指出：“公路车辆中的燃料在哪个国家加装，其排放量就应该计入那个国家。”

如果消费了大量的氧化剂和其它混合介质，其二氧化碳排放量的估算就应该比较谨慎。重要的是将所有矿物碳都计算在内，同时，根据《IPCC 指南》的要求，将生物质燃料中的碳以备忘录的形式报告，而并不计入国家二氧化碳排放总量中。

2.3.1.5 建立一致的时间序列

利用模型以及对模型进行更新或修正时，保持时间序列的一致性是非常重要的。当模型被修正以后，*优良作法*是对整个时间序列进行重新计算。对于初步收集有关车队技术数据来说，保持时间序列的一致性可能很困难。在这种情况下，对于早期的数据，可能需要通过利用一些代表性的数据外推得到。对此，清单机构应该参考第 7 章“方法学选择与重新计算”中的第 7.3.2.2 节“重新计算的替代方法”，以便获得一般性的指导。

2.3.1.6 不确定性评估

对于运输部门¹³，二氧化碳排放量通常占到以二氧化碳当量表示的总排放量的 97%以上。专家通过判断建议，基于比较可靠的燃料统计研究¹⁴，这种二氧化碳排放量估算的不确定性大约为±5%。主要的不确定性来源为活动水平数据，而不是排放因子。

对于运输部门，氧化亚氮排放量的贡献通常占到以二氧化碳当量表示的总排放量的 3%左右，专家通过判断建议，这种氧化亚氮排放量估算的不确定性可能要超过±50%。主要的不确定性来源为排放因子。

对于运输部门，甲烷排放量的贡献通常不到以二氧化碳当量表示的总排放量的 1%，专家认为这种甲烷排放量估算的不确定性可能为±40%。主要的不确定性来源也为排放因子。

为了减少不确定性，需要采用综合的方法同时减少来自排放因子和活动水平数据的不确定性，特别是采用“自下而上”的方法。尽管国家数据中存在大量的不确定性，但是通过鼓励采用当地的排放量估算数据仍将有助于改善清单的质量。

第 6 章“不确定性的量化”中解释了如何利用经验数据和专家判断来估算不确定性，以及如何得到国家清单的总不确定性。

2.3.2 报告和归档

如第 8 章“质量保证和质量控制”第 8.10.1 节“内部文件和存档”所述，*优良作法*是将编制国家排放清单所需的所有信息成文并存档。

在国家清单报告中不可能将所有文件都包括在内，然而，国家清单应该包括所采用方法的概述、数据来源参考资料，以便使报告的排放量估算具有透明性，并且计算过程中所进行的每一个步骤都是可以追溯的。

对于公路排放，保密性不太可能成为主要问题，尽管在一些国家，其军事燃料的消费可能保密。一些添加剂的成分也可能保密，但只有当它影响到温室气体排放量时，才变得重要。

2.3.3 清单质量保证和质量控制

*优良作法*是指按照第 8 章“质量保证和质量控制”表 8.1“方法 1：一般清单水平的质量控制程序”和排放估算的专家评审意见进行质量控制核查。额外的质量控制核查如第 8 章方法 2 所示，同时，质量保证程序也同样可能适合，特别是在采用较高级别方法对该排放源类别的排放量进行估算时。我们鼓励清单机构对如第 7 章“方法学选择与重新计算”所确定的*关键源类别*采用较高级别的质量保证和质量控制。

¹³ 依据联合国气候变化框架公约秘书处温室气体排放量数据库中附件一国家 1990 年的数据，1999 年 9 月更新。

¹⁴ 本节引用的百分比为一组专家的非正式检测结果，符合 95%置信区间的中度估算值。

除了第 8 章所述指南外，有关这类源类别还有一些特别的程序，如下所述：

对采用替代方法估算的排放量进行比较

对于二氧化碳排放量，清单机构应对采用“自上而下”和“自下而上”两种方法估算的结果进行比较，在两种方法估算结果之间出现的任何异常都应该调查并给予解释。这种比较的结果应记录在内部文档中。对以下假设进行修订能缩小两种方法所得出的检测结果之间的差距：

- 越野型车辆/非运输部门燃料消费；
- 车辆年平均运行里程；
- 车辆的燃料效率；
- 分类型、技术和寿命的车辆细类目录；
- 氧化剂/生物燃料/其它添加剂的使用；
- 燃料消费统计；
- 燃料销售/使用量。

排放因子的审评

如果采用了 IPCC 缺省的排放因子，清单机构应确保所采用的排放因子是合适的并与排放源类别相对应。如果可能，应将 IPCC 的缺省排放因子与当地的数据进行比较，以便提供进一步依据，证明这些排放因子是适用的。

对于非二氧化碳温室气体排放，清单机构应确保对于该排放源类别，有关本地排放因子的原始数据来源是切实可用的，并已经对数据的获得和计算进行了准确的核对。如果可能，清单机构应该对 IPCC 的缺省排放因子和当地的排放因子进行比较。如果利用 IPCC 缺省的排放因子进行氧化亚氮排放量的估算，清单机构应确保已经利用了表 2.7 所示的修正的排放因子进行计算。表 2.7 为更新的美国汽油车辆的排放因子。

活动水平数据核对

清单机构应审核活动水平数据的来源以确保数据的适用性且与排放源类别相对应。如果可能，清单机构应将这些数据与历史活动水平数据或模型产出进行比较，以便发现异常。清单机构应确保有关燃料的二次分配、其它用途的燃料利用、越野型车辆、燃料的走私等活动水平数据的可靠性。清单机构也应该避免农业和越野型车辆的重复计算。

外部审评

清单机构应该对排放清单的计算、假设和文档进行独立的、客观的审评，以便对清单质量控制规划的有效性进行评估。应进行由专家参与的同行评议，这些专家应对排放源类别比较熟悉并了解清单的需求。考虑到相应的不确定性，用于非二氧化碳排放量估算的排放因子的确定极为重要。

2.4 移动源燃烧：水运

2.4.1 方法学问题

本排放源类别包括所有水运船只燃料利用的排放量，包括气垫船和水翼艇。水运增加了二氧化碳、甲烷、氧化亚氮以及一氧化碳、非甲烷有机化合物、二氧化硫、颗粒物和氮氧化物的排放。本节将重点讨论直接的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮温室气体。

《联合国气候变化框架公约》的缔约方并没有就国际航运燃料以及来自国际海运燃料的排放如何分配在国家温室气体清单中做出最后的决定。在现阶段，所有来自这些燃料的排放并不包括在国家总的排放量中，而是单独进行报告。

2.4.1.1 方法选择

《IPCC 指南》给出了两种估算水运二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放量的方法（方法 1 和方法 2），这两种方法都依赖于本质上相同的分析方法，即采用排放因子和燃料消费活动水平数据。方法 1 所采用的燃料消费数据和排放因子是分燃料类型并考虑特定模式的（例如海运的石油消费）。方法 2 提出了各种各样基于美国和欧洲研究结果的排放因子，要求考虑不同程度的模式分类（例如海运的远洋船和小船）、燃料品种（例如汽油）以及发动机类型（例如柴油）的特殊性。图 2.6 为水运排放量估算决策树，该图将有助于在两种方法之间做出选择。

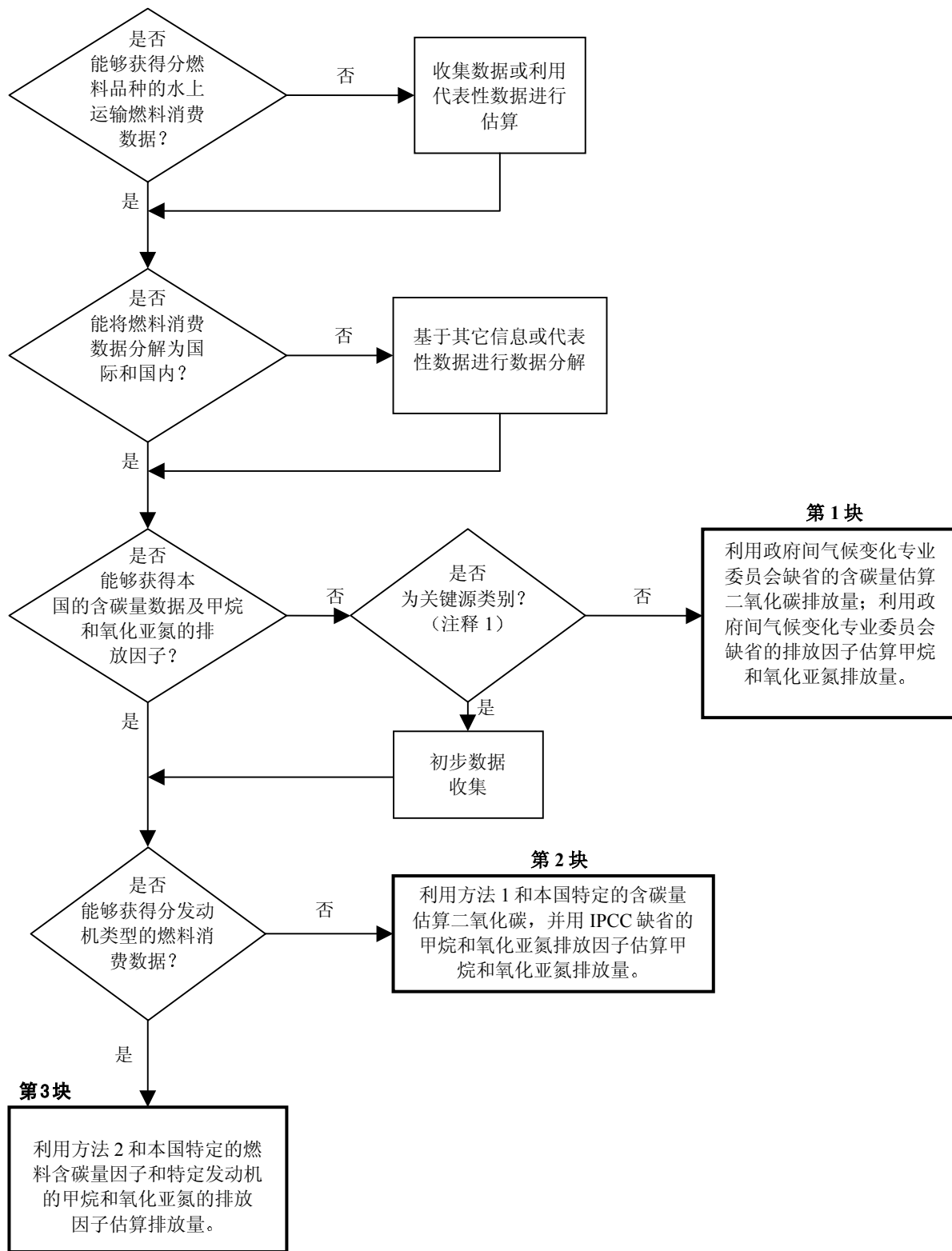
*优良作法*是利用方法 1 估算二氧化碳排放，利用方法 2 估算甲烷和氧化亚氮。利用方法 1 估算二氧化碳排放量是在分品种的燃料消费量、燃料含碳量、燃料中没有氧化的碳的份额基础上进行的。用方法 2 估算非二氧化碳排放量，虽然也利用分品种的燃料消费量，但同时也给出了一系列所选定的燃料、发动机以及船只类型的普遍适用的本国排放因子。如果具有良好的文档记录并且已经开展了同行评议，采用本国方法可能也是一种*优良作法*。

除非甲烷和氧化亚氮排放因子的不确定性有所降低，否则就没有必要采用更为详细的方法来降低排放量估算的不确定性。尽管这样做会限制不确定性的降低，但从更为长远的角度看，有更多理由支持采用这些方法的必要性。一个理由是与其它采用更为详细的清单编制方面的努力相协调。更为详细的计算方法也有助于考虑未来的技术变化及由此所产生的排放因子。如果能够获得改进的针对特定类型发动机和特定燃料品种的排放因子，利用分解得比较详细的燃料历史消费数据库将有助于追溯相对于基年的燃料消费趋势。

军用

对于军用船只的排放量估算，在《IPCC 指南》中并没有提供不同的计算方法，因此可以采用混合的方法（例如，用方法 1 估算二氧化碳排放量，用方法 2 估算甲烷和氧化亚氮的排放量）来估算其排放量。然而，军事航海可能包括一些与民用船只不相同的特殊的操作、条件和技术特点（例如，航空母舰有非常大的备用发电厂，而且是不一样的发动机类型）。因此，清单机构应咨询军事专家来确定更为合适的排放因子。

图 2.6 水上运输排放量估算决策树



注释 1: 关键源类别是指在国家温室气体排放清单中作为优先的排放源，因为就绝对排放水平、排放趋势或绝对排放水平与趋势两者来讲，它对估算全国总的直接温室气体排放清单有重大影响。（参见第 7 章“方法学选择及重新计算”的第 7.2 节“确定国家关键源类别”。）

2.4.1.2 排放因子选择

二氧化碳排放因子是基于燃料品种、含碳量以及燃料中碳的非氧化份额计算得到的。如果可能，*优良作法*是利用本国的含碳量和氧化份额来估算二氧化碳排放量。当其它信息无法获得时，也可以采用缺省值（《IPCC 指南》《工作手册》的表 1-2 为碳排放因子，表 1-4 为碳的氧化份额）。

有关海运船只的甲烷和氧化亚氮排放因子的信息比较有限。《IPCC 指南》给出的排放因子为美国、欧洲以及由劳埃德船级社开发的（表 1-47 为估算的美国越野型移动源排放因子，表 1-49 为估算的欧洲越野型移动源和机械的排放因子，《参考手册》）。大的海上货运船只主要是由大功率、中低速柴油发动机驱动以及偶尔由蒸汽和燃气轮机驱动的。对于由燃料油或残渣燃料油驱动的船只以及大的海运柴油船只的甲烷和氧化亚氮的排放，*优良作法*是采用由劳埃德船级社确定的排放因子。这些排放因子是在最新的大量测试基础上获得的。由于海运主要采用柴油发动机，这些发动机并不随国家的不同而改变，采用国家排放因子并不可能改善对排放量的估算，除非这些排放因子是基于同行评议的研究结果。对于其它船只，例如内陆娱乐船只，如果可能也应采用本国的排放因子。作为选择也可以采用来自劳埃德船级社、美国或欧洲的 IPCC 缺省的排放因子。对于区域范围内的排放量，排放率的不同显示了船队发动机类型和所利用的燃料品种特性的重要性。

军用

目前还无法获得有关军用船只的氧化亚氮和甲烷的排放因子，因此，考虑到第 8 章“质量保证和质量控制”的建议，除非获得了高质量的本国数据，否则应该采用用于民用船只的缺省排放因子。

2.4.1.3 活动水平数据选择

在估算排放量时，需要有分燃料品种和发动机类型（甲烷和氧化亚氮）的燃料消费量数据。另外，在目前的报告程序中，来自国内水运的排放量是与国际海运的排放量分开报告的，这就要求将活动水平数据也分解到这种程度。出于一致性考虑，*优良作法*是对航空和水运的国内和国际活动采用相同的定义。这些定义如表 2.8 “国际或国内海运定义的准则”所示，并与《IPCC 指南》相一致，然而为了便于利用有关的活动水平数据来源，这些更为准确。表 2-8 的定义是独立于运输船的国籍和旗帜的。

航线类型	国内	国际
出发地和终点在同一国家	是	不是
从一个国家出发，到达另一个国家	不是	是
从一个国家出发，在同一国家作一“技术”停留，而并没有任何乘客上下或货物装卸，然后重新起航到达另一个国家。	不是	是
从一个国家出发，在同一个国家停留上下乘客或装卸货物，然后起航，最终到达另一个国家。	国内段	国际段
从一个国家出发，在同一个国家停留并载更多的乘客或货物，然后起航，最终到达另一个国家。	不是	是
从一个国家出发，目的地在另一国家，在目的地国家作一中间停留，但并没有装载乘客或货物。	不是	两段国际

可以通过几种方法获得燃料消费数据。最可行的方法是依据本国国情，但有些选择比其它方法提供了更为准确的结果。有关实际的燃料或间接数据可能的来源如下所示，是按典型的可信度降低程序给出的：

- 来自能源或统计机构的国家能源统计；

- 海运公司的调查；
- 燃料供应商的调查（如运送到港口设施的海运燃料数量）；
- 个别港口和海运机构的调查；
- 渔业公司的调查；
- 设备记录，尤其是小型汽油驱动渔船和娱乐性小船；
- 进出口记录；
- 船只来往数据和日常载客和货运计划表；
- 客位数和货船吨位数据；
- 国际海运机构、发动机制造企业或简氏军用船只数据库。

综合这些数据来源，以便覆盖所有的海运活动可能很有必要。

军用

由于存在保密性问题（参见完整性和报告），许多清单机构在收集军用燃料的消费数量数据方面可能存在一些困难。这里定义的军用活动是指那些利用由本国军事机构购买或供应燃料的活动。如果军事活动与民用活动具有可比性，*优良作法*是利用国内和国际民用海运业务中定义的一些规则。如果它们不可比，有关国内和国际业务的决定应该做出解释。有关军事燃料的消费量数据可以从国家军事机构或燃料供应商那里获得。如果这部分燃料消费数据无法分开，销售给军事机构的所有燃料都应该计入国内消费处理。

根据缔约方大会第三次届会的第 2 号决议，军事行动不应该计入到国家总量中，但应予以单独报告，尽管在现阶段还没有清晰的有关“军事行动”定义。

2.4.1.4 完整性

对于水运排放，排放量估算是基于总的燃料消费量。由于一些国家一般都有测量总的燃料消费量的有效核算体系，这类排放源类别不完整性范围的最大领域可能是将有关海运的排放量不恰当地分配在其它排放源类别里面。例如，对于小型的以汽油发动机作为动力的船只，想要获得完整的燃料使用记录可能比较困难，而且有些排放量可能作为工业源（工业企业利用小型的船只）、其它越野型移动源或固定的电力生产的排放量报告。对于水运活动排放量的估算，不仅应包括用于海运船只的燃料，而且也应包括用于客船、渡船、娱乐船、其它内陆船只和其它汽油燃料船只的燃料。不当的燃料分配并不影响总的二氧化碳排放清单，但对非二氧化碳气体总的排放清单的完整性产生影响，这是因为不同排放源类别的非二氧化碳排放因子是有区别的。

如果军用数据保密，也可能出现完整性问题，除非军用燃料消费数据已经合并到其它排放源类别之中。

在如何区分国内和国际排放量方面还存在一些额外的挑战，这是由于对该类别排放源，每个国家的数据源都是唯一的，因此，在缺乏准确数据的情形下，如何对这些数据进行分配，是很难形成普遍性的规则。*优良作法*是对所作的假设给出准确的说明，以便能对完整性问题进行评估。

2.4.1.5 建立一致的时间序列

有关如何确定基准年排放并确保在时间序列上的一致性的《优良作法指南》请参见第 7 章“方法学选择与重新计算”的第 7.3.2.2 节“重新计算的替代方法”。*优良作法*是采用同样的方法来确定不同年份的燃料消费量。如果这样做不可能，那么在数据收集上应该有足够的交叉，以便对所采用的方法进行一致性核对。

如果无法收集到基年（如 1990 年）的活动水平数据，通过货运和客运里程、总的燃料消费量或供应量或进出口数量的趋势分析，利用向后外推获得基年数据可能是比较合适的。

甲烷和氧化亚氮的排放依赖于发动机类型和技术，除非能够获得特定技术的排放因子，*优良作法*是对于每一年采用同样的以特定燃料为基础的排放因子。

如果能获得实际的燃料活动水平数据，那么减排活动所引起的燃料消费总量的变化，则很容易在排放量估算中得到反映。然而，影响排放因子的减排选择，只有通过采用特定发动机的排放因子或采用控制技术假设来反映。排放因子随时间的变化应该很好地归档。

2.4.1.6 不确定性评估

活动水平数据

排放量估算方面的许多不确定性与区分国内和国际燃料消费量的困难有关。采用完整的调查数据，可能会降低不确定性，但对排放量的估算或不完整的调查，这种不确定性可能会比较大。由于不确定性随国家的不同变化较大，因此很难进行归纳。在这方面，利用全球性数据可能会有所帮助，也希望这种数据报告能改进该类别排放源未来的数据。

排放因子

专家们认为，对于燃料的二氧化碳排放因子一般都有较好的确认值，其不确定性在 $\pm 5\%$ 之内，这是因为二氧化碳的排放因子主要取决于燃料的含碳量¹⁵。然而，对于非二氧化碳气体的排放因子的不确定性可能是比较大的，对于甲烷的排放因子的不确定性可能高达 2 倍，而对于氧化亚氮的排放因子的不确定性可能达到一个数量级（10 的倍数）。

2.4.2 报告和归档

如第 8 章“质量保证和质量控制”第 8.10.1 节“内部文件和存档”所述，*优良作法*是将编制国家排放清单所需的所有信息整理成文并存档。

在国家清单报告中不可能将所有文件都包括在内，然而，国家清单应该包括所采用方法的概述、数据来源参考资料，以便使报告的排放量估算具有透明性，并且计算过程中所进行的每一个步骤都是可以追溯的。

关于本排放源类别的一些特别的文档和报告例子如下所述。

有关水运的排放，将依据其性质在不同的排放源类别中进行报告，因此，*优良作法*是采用如下排放源类别：

- 民用国内活动；
- 军用国内活动；
- 国际海运燃料；
- 渔业。

《IPCC 指南》要求将来自国际海运的排放量与国内排放量分开，单独进行报告，而且不计入国内总量中。

有关商业捕捞的排放并不在水运中报告，这些排放量是在能源部门的农业/林业/渔业项下报告。根据定义，所有商业捕捞活动的燃料供应量是作为国内活动报告的，尽管也有渔业存在，但在国际海运燃料下并没有作为商业捕捞的排放源。

¹⁵本节引用的百分比为一组专家的非正式检测结果，符合 95%置信区间的中度估算值。

军事海运排放应清晰地指明，以便提高国家温室气体清单的透明度。

除了报告排放量以外，*优良作法*是提供以下信息：

- 燃料和其它数据的来源；
- 区分国内和国际海运所采用的方法；
- 所采用的排放因子及相关参考资料；
- 不确定性分析或结果的敏感性分析或改变投入的数据和假设的分析。

2.4.3 清单质量保证和质量控制

*优良作法*是按照第 8 章“质量保证和质量控制”表 8.1“方法 1：一般清单水平质量控制程序”和排放估算的专家评审意见对清单进行质量控制核查。额外的质量控制核查如第 8 章方法 2 所示，同时，质量保证程序也同样可能适合，特别是对那些采用较高级别方法进行排放量估算的排放源类别。我们鼓励清单机构对如第 7 章“方法学选择与重新计算”所确定的*关键源类别*采用较高级别的质量保证和质量控制。

除了第 8 章所示的指南外，有关这类排放源还有一些特别的程序，如下所述：

对采用替代方法估算的排放量进行比较

如果可能，清单机构应对采用方法 1 和方法 2 估算的水运排放量进行比较。清单机构应调查和解释在两种方法估算结果上的任何差异，这种比较的结果应予以记录。

排放因子审核

清单机构应确保各类排放源本国排放因子的原始数据来源是适用的，并且对这些数据的获得和计算已经进行了准确性校核。对于 IPCC 的缺省排放因子，清单机构应确保排放因子是适用的，并且与排放源类别相对应。如果可能，应将 IPCC 缺省的排放因子与本国排放因子进行比较，以便进一步表明这些排放因子的适用性与合理性。

如果利用缺省排放因子以外的数据估算了军事海运的排放量，清单机构应该核对计算的准确性、数据的适用性及其相应问题。

活动水平数据核对

应该对活动水平数据的来源进行审核，以确保这些数据的适用性及与排放源类别相对应。如果可能，应该将这些数据与历史活动水平数据或模型的产出进行比较，以便发现任何异常。也可以通过一些生产力指标进行校核，如单位海运运输量的燃料消耗（货运和客运里程）与其它国家的比较。

在准备清单排放量估算时，清单机构应采取措施，以确保分配给国内与国际水运所采用的活动水平数据的可靠性，并确保在这种估算中，已经包括了在本国销售给水运部门的所有燃料。由于这类活动水平数据存在较高的不确定性，在有多种参考资料时，应对活动水平数据进行比较。

外部审评

清单机构应该对排放清单的计算、假设和文档进行独立的、客观的审评，以便对清单质量控制规划的有效性进行评估。应进行由专家参与的同行评议，这些专家应对排放源类别比较熟悉并应了解清单的需求。

2.5 移动源燃烧：飞行器

2.5.1 方法学问题

IPCC 有关民用航空的排放源类别包括所有来自民用商业飞机（国内和国际）的排放量，商用飞机是由定期和包机的客运和货运组成，包括飞机出租以及通用航空¹⁶（例如农用飞机、私人喷气机或直升机）。本节所讨论的方法也适用于军用航空的排放量估算，但其排放量应该在《IPCC 指南》中 1A 5 排放源类别“其它”项下进行报告。机场的静止源燃烧和地面交通应包括在其它适当的排放源类别下。

飞行器排放二氧化碳、甲烷和氧化亚氮，也排放一氧化碳、非甲烷挥发性有机化合物、二氧化硫、颗粒物和氮氧化物。本节重点讨论直接的温室气体，分别为二氧化碳、甲烷和氧化亚氮。有关航空对全球大气影响的更多信息请参见 IPCC 1999 年出版的“航空与全球大气”。

《联合国气候变化框架公约》的缔约方并没有就国际航空燃料消费以及来自国际海运燃料的排放如何分配在国家温室气体清单中做出最后的决定。在现阶段，所有来自这些燃料的排放并不包括在国家总的排放量中，而是单独进行报告。

2.5.1.1 方法选择

在《IPCC 指南》中，提出了方法 1 及方法 2 下的两种估算方法（称作方法 2a 和 2b），所有方法都是基于对国内和国际燃料消费量的区分。方法 1 是纯粹以燃料为基础，而方法 2 给出的两种方法既考虑了起飞/降落周期的数量，也考虑了燃料的消费量。二氧化碳排放量的估算是基于燃料的含碳量和氧化份额，因此在不同方法之间，其估算的结果差异并不明显。鉴于目前对排放因子的认识有限，采用更为详细的方法并不能明显减少甲烷和氧化亚氮排放的不确定性。然而选择采用更高级别方法的理由包括一起估算其它污染物的排放量（例如氮氧化物），协调与其它清单所采用的方法，以及考虑未来技术变化（由此引起排放因子的变化）的可能性。

所有三种方法都涉及了影响燃料消费量的技术变化。然而，只有方法 2b 能够探讨由于排放因子的变化而对甲烷和氧化亚氮排放量所产生的影响。如果本国方法有良好的文件证明，而且已经过同行评审，同样也可以采用。方法的选择依赖于国家环境，特别是数据的可获得性（参见图 2.7 和图 2.8 的决策树）。

简单的方法 1 是基于民用航空总的燃料消费数据乘以平均排放因子。假设起飞和降落阶段¹⁷所消耗的燃料量约占整个飞行阶段消费量的 10%¹⁸，排放因子是在这个假设基础上所有飞行阶段的平均值。排放量可以通过公式 2.7 计算得到。

公式 2.7

$$\text{排放量} = \text{燃料消费量} \cdot \text{排放因子}$$

¹⁶ 国际民航组织出版的《国际民航组织统计规划手册》中对“通用航空”进行了如下的定义：除了定期民航服务和付费或承租的非定期航空运输业务以外的所有民用业务。出于国际民航组织统计的目的，通用航空活动分为教学飞行、商务和娱乐飞行、空中作业和其它飞行。

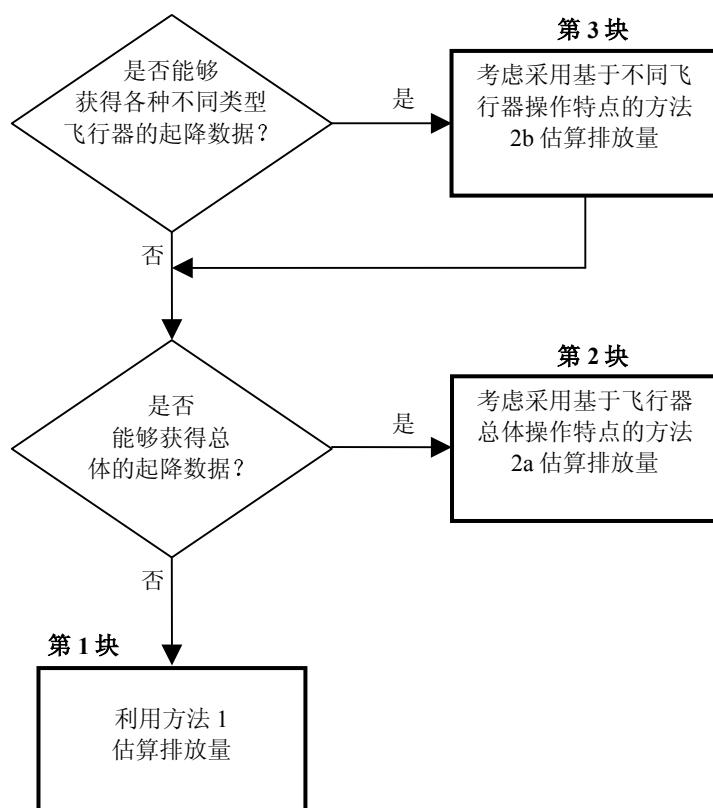
¹⁷ 一次单一的降落连同一次单一的起飞定义为一次起降过程，它包括发生在海拔 914 米（3000 英尺）以下、机场附近的所有活动：发动机怠速运转、进出滑行、起飞、爬升和减速。高于海拔 914 米的飞行器运行被定义为“巡航”。

¹⁸ 资料来源：Olivier，1995 年。这个百分比将随国情的不同发生变化，鼓励各国进行自己的评估。

方法 2 只适用于喷气发动机的喷气燃料消费。航空汽油只用于小型飞行器，一般不到航空燃料消费量的 1%。由于在不同的飞行阶段排放因子和燃料消耗率变化较大，为了提高排放量的估算精度，在方法 2 中，对于低于或高于海拔 914 米（3000 英尺）的排放量估算进行了区别。在这两个飞行阶段的排放量是单独进行估算的，以便与估算大气污染物的方法相一致，因为大气污染物的估算方法仅仅估算低于 3000 英尺的排放量。起降阶段的排放量和燃料消费量可以通过有关起降数量（总的或单个飞行器类型）、缺省排放因子或每个起降循环燃料消耗率（平均或单个飞行器类型）等统计数据估算得到。

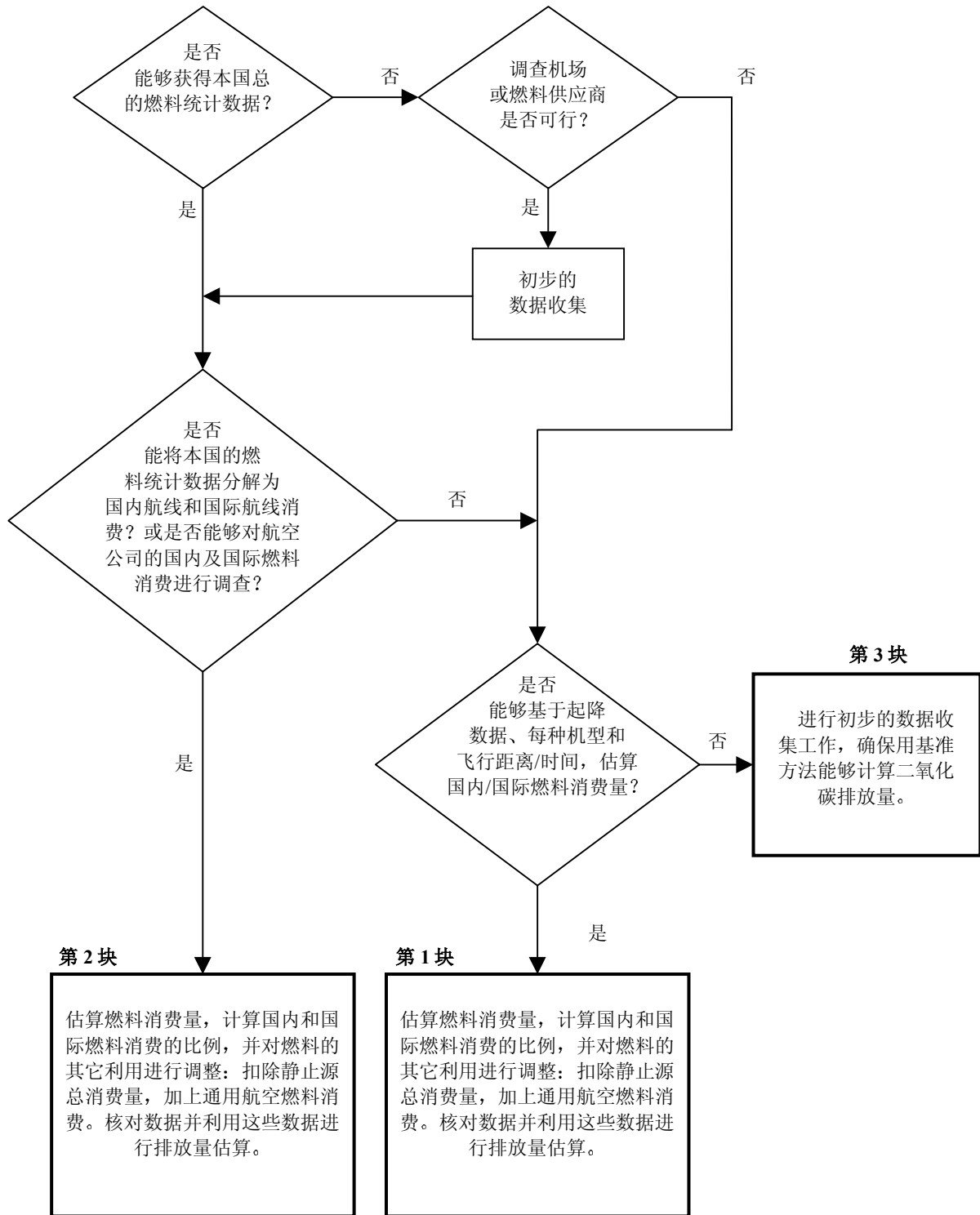
对于飞行器，采用“自下而上”方法和“自上而下”以燃料为基础的方法的估算结果可能存在较大的差异，一个例子就是达格特(Daggett)等人所描述的（1999）。

图 2.7 飞行器排放量估算决策树



注释 1: 在本决策树中并没有关键排放源类别的决定，这是因为如果活动数据不完整，从采用方法 1 到利用方法 2 并不能改进清单的质量。清单机构应根据数据的可获得性，采用最为合适的方法。

图 2.8 飞行器活动水平数据决策树



方法 2 给出的两种估算方法可以利用公式 2.8 到公式 2.11 来估算排放量：

公式 2.8

$$\text{排放量} = \text{起降排放量} + \text{巡航排放量}$$

其中：

公式 2.9

$$\text{起降排放量} = \text{起降数量} \cdot \text{排放因子}_{\text{LTO}}$$

公式 2.10

$$\text{起降燃料消费量} = \text{起降数量} \cdot \text{每一起降燃料消费量}$$

公式 2.11

$$\text{巡航排放量} = (\text{总燃料消费量} - \text{起降燃料消费量}) \cdot \text{排放因子}_{\text{CRUISE}}$$

这些公式既可用于所有飞行器整体层面（方法 2a），也可用于单个飞行器层面（方法 2b）。对于方法 2b，排放量估算应该包括用于国内和国际民航的所有经常利用的飞行器类型。对于方法 2a，包括了所有的飞行器，而且在《IPCC 指南》中提供了每个起降过程综合的排放因子。对于国内和国际民航，分别提出了综合的排放因子，也提供了老机型和平均机群的排放因子。

巡航的排放量，除了其它变量外，取决于飞行距离。在方法 2 中，巡航阶段燃料消费量的估算是通过如公式 2.11 所示的总燃料消费量减去飞行起降阶段的燃料消费量得到的。对于国内和国际民航的燃料消费量是单独进行估算的。为了估算排放量，应将估算的燃料消费量乘以综合的排放因子（平均或单个飞行器类型）。

各种方法的财力需求取决于航空运输活动的数量和本国数据的可获得性。方法 1 和方法 2a 是基于综合的起降数据，并不需要考虑财力问题，而方法 2b 是基于单个飞行器，可能非常耗时间。

2.5.1.2 排放因子选择

优良作法是利用《IPCC 指南》的排放因子。二氧化碳的国家排放因子应该与 IPCC 的缺省值不会有太大的偏差，这是因为喷气机燃料的质量已有清楚的规定。但是，由于有关飞行器甲烷和氧化亚氮排放因子的信息非常有限，IPCC 的缺省值与现有文献报道的数值几乎相同。考虑到飞行器技术在各国的变化并不大，一般最好不用国家排放因子，除非这些是基于同行专家审评的研究结果。

在本部门，不同类型的飞行器/发动机燃烧都有特定的排放因子，这些排放因子也可能随飞行距离的不同而有所变化。对于甲烷和氧化亚氮，假设所有飞行器基于燃料消耗率的排放因子相同。做出这种假设的理由是无法获得分解得更为详细的排放因子。

军用

来自军用航空的排放量可以利用方法 1 进行估算（总的燃料消费量和平均排放因子）。然而，由于军用航空的定义覆盖了各种非常不同的技术（例如，运输机、直升机和战斗机），因此，如果能获得有关数据，鼓励采用更为详细的方法。对于军用航空，并没有现成的甲烷和氧化亚氮的排放因子，但许多类型的军用运输机和直升机的燃料

和排放特点与民用类型相似，除非能够获得更好的数据，否则就可以利用民用航空缺省的排放因子来计算军用航空的排放量。对于燃料消费因子可以参见下一节“活动水平数据选择”。

2.5.1.3 活动水平数据选择

根据《IPCC 指南》，来自国内民用航空的排放量应与国际航空排放分开报告。出于这种考虑，有必要将燃料消费量分解为国内和国际航空两部分。表 2.9 “国内和国际航空的区别”给出了飞行器分类*优良作法*。这些定义是《IPCC 指南》中比较准确的一个。不管飞行器的国籍是谁，都应该采用这些定义¹⁹。

	国内	国际
起飞和到达都在同一国家	是	不是
从一个国家起飞，到达另一个国家	不是	是
在一个国家起飞，在同一国家经停而且并没有搭载任何乘客或货物，然后重新起飞到达另一个国家	不是	是
在一个国家起飞，在同一国家经停，搭载乘客或货物，然后重新起飞到达另一个国家	国内段	国际段
在一个国家起飞，在同一国家经停，仅搭载更多乘客或货物，然后重新起飞到达另一个国家	不是	是
在一个国家起飞，目的地为另一个国家，在目的地国家作一中间停留而并没有搭载任何乘客或货物	不是	两段 国际

出于一致性目的，*优良作法*是在航空和水运的排放量估算中，采用有关国内和国际活动相似的定义。

可能从不同渠道获得有关区分国内和国际航空活动的燃料消费数据。哪个渠道比较可行取决于国情，但是一些数据来源（例如，能源统计或调查）可能给出比其它更为准确的结果。应该对以下一些数据来源进行评估：

“自下而上”的数据可通过航空公司的燃料消费调查获得，或根据对飞行器活动水平数据和燃料消费的标准表或两者数据的估算获得。

通过国家能源统计或调查所获得的“自上而下”的数据：

- 拥有有关航空煤油和航空汽油分配方面数据的机场；
- 燃料供应商（航空燃料配送的数量）；
- 炼油厂（航空燃料的生产），进出口数据的修正。

飞行器的燃料消耗因子（每个起降或每海里巡航的燃料消费量）可用于估算燃料消费量，也可以从航空公司获得。表 2.10 为燃料消费量与代表性飞行器平均飞行距离，如附录 2.5A.1 所示，这些数据从代表 ANCAT/EC2 全球清

¹⁹ 在《政府间气候变化专业委员会指南》和上面的表 2.9 中，都指出了如何处理国内民航和国际民航的问题。其中的差别在于，当报告航空飞行器统计数据（ICAO, 1997）时，建议采用国际民航组织对飞行段分类的有关规定。就此而言，国际民航组织定义的国内，是指由商务飞行主要目的地在本国境内的飞行器执行的、起飞和着落都在境内的所有飞行阶段，也即(1)包括在飞往境外之前的国内飞行阶段，(2)不包括由外国飞行器在本国境内的飞行。

单²⁰中世界商用客机的 16 种现有飞行器类型和后续投入商业运行的 3 种机型中获得。类似的数据也可以从其它渠道获得（例如，《EMEP/CORINAIR 清单指南》第二版，1999 年）。有关涡轮螺旋桨发动机和活塞发动机飞行器的相同数据需要从另外渠道获得，实际的飞行器与代表性飞行器之间的相互关系如表 2.11 所示。代表性飞行器和其它飞行器类型之间的相应关系如附录 2.5A.2 所示。

飞行器活动水平数据或许可以从以下几个方面获得：

- 作为国家统计组成部分的统计办公室或运输部；
- 机场记录；
- 空中交通管制(ATC)记录，例如欧洲控制统计；
- 《官方航空指南》（OAG，月刊）（里德出版社的出版物），该出版物包括客运和货运的时间表，但不包括临时航班（例如包机和临时货运航班）；
- 乘客数量和货运吨位数据（这些数据并不十分可信，这是由于负荷因子和所采用的飞行器类型是变化的）。

值得注意的是部分数据源并没有覆盖所有的航班（例如可能不包括包机）。另一方面，定期航线指南数据也可能不止一次地计入某些航班（Baughcum *et al.*, 1996）。无论采用什么样的数据来源，清单机构必须确保完整性。如果用于国内航线的燃料数据不是很容易获得，需要同时进行数据的收集和估算，以便能及时完成任务。

军用

由于存在保密性问题，一些清单机构在收集军用燃料的消费量数据方面可能存在一些困难，这将可能带来透明度及完整性方面的后果。这里定义的军用活动是指那些利用由本国军事机构购买或供应航空燃料的活动。如果军事活动与民用活动具有可比性，*优良作法*是利用在国内和国际民用航空业务中制定的一些规则。如果它们不可比，*优良作法*是对有关国内和国际业务的决定做出解释。除非能获得更好的信息，否则，所有燃料都应分配为国内民航消费。有关军用航空的燃料消费数据可以从军事权威机构本身以及燃料供应商那儿获得。

《IPCC 指南》并没有提供评估军用航空燃料消费量的方法，尽管从国家数据来源中可以获得军用燃料的消费数据。在 ANCAT/EC2 (1998)（运输机和空中加油机，战斗机/轰炸机以及轻型飞机/直升机）中给出了估算军用航空燃料消费量所采用的方法，但并不包括甲烷和氧化亚氮排放量的估算方法。

作为选择，燃料的消费量也可以通过飞行里程进行估算。表 2.12 给出了燃料消耗因子的缺省值，军用飞行器的燃料消耗因子如附录 2.5A.3 所示。

根据缔约方大会第三次届会(COP-3)的第 2 号决议，军事行动不应该计入到国家总量中，但应该予以单独报告，尽管在现阶段还没有清晰的有关“军事行动”定义。

2.5.1.4 完整性

不管方法如何，把本国内所有销售给航空活动的燃料都计算在内很重要。基于燃料消费总量的方法应该包括所有的二氧化碳排放量。然而方法 2 集中在定期的客运和货运航班以及包机航班上，而并没有包括所有的飞行。另外，也没有自动地包括临时性航班以及通用航空，如农用飞机、私人飞机或直升机，如果这些飞行活动的燃料消费量较大，应该计入到总量中。如果军用数据保密，也可能出现完整性问题，除非军用燃料数据已经合并到其它排放源类别之中。

²⁰ ANCAT/EC2 全球清单是一项由欧共体部分资助的计划，旨在提出一个在全球范围内、3D 坐标下的燃料利用清单和由民用商业航空、商用喷气飞行器、货运和军用业务产生的氮氧化物排放清单。该项目的基年为 1991/1992 年，预测年份为 2015 年。通过累计的单个运动，将数据按 1° X 1° X 1 公里的网格分解。ANCAT/EC2 的结果与 NASA 的清单互相雷同。

2.5.1.5 建立一致的时间序列

当在同一时间序列下，每个年份无法采用同一数据集或方法时，第 7 章“方法学选择与重新计算”的第 7.3.2.2 节“重新计算的替代方法”提供了在这种情形下如何进行排放量估算的很多信息。如果无法获得基年的活动水平数据（如 1990 年），通过利用货运和客运里程的变化、总的燃料消费量或供应量、或起降数量（飞行器运动），用外推方法获得基年的活动数据也许是一种选择。

甲烷和氮氧化物（以及通过参考氧化亚氮）的排放趋势依赖于飞行器发动机技术和本国机群结构的变化。在未来，应考虑这种机群结构的变化，利用基于单个飞行器类型的方法 2b 来估算 1990 年及后续年份的排放量是最为成熟的。如果机群结构并没有发生变化，对于所有的年份，应采用一套相同的排放因子。

每种方法都应该能够准确地反映由于减排选择导致燃料消费量变化而产生的结果。只有基于单个飞行器的方法 2b，能够捕获由于减排选择导致排放因子降低而产生的影响。

2.5.1.6 不确定性评估

活动水平数据

报告的不确定性受到国内和国际航空燃料消费量区分精度的强烈影响。采用完整的调查数据，不确定性可能会很低（低于 5%），但对排放量的估算或不完整的调查来说，这种不确定性可能会比较大，甚至可能为国内民航燃料消费份额的 2 倍²¹。

排放因子

二氧化碳排放因子的不确定性应在±5%之内，这是因为二氧化碳的排放因子主要取决于燃料的含碳量和氧化份额。对于甲烷排放因子的不确定性可能高达 2 倍，而对于氧化亚氮排放因子的不确定性可能达到几个数量级（10、100 或更多的倍数）。

2.5.2 报告和归档

如第 8 章“质量保证和质量控制”第 8.10.1 节“内部文件和存档”所示，*优良作法*是将编制国家排放清单所需的所有信息整理成文并存档。

在国家清单报告中不可能将所有文件都包括在内，然而，国家清单应该包括所采用方法的概述、数据来源参考资料，以便使报告的排放量估算具有透明性，并且计算过程中所进行的每一个步骤都是可以追溯的。

有关本排放源类别的一些特别的文档和报告例子如下所述。

《IPCC 指南》要求清单机构将来自国际航空的排放量与国内航空的排放量分开进行单独报告，并不包括在国家排放总量中。一般认为所有国家都有航空活动，因此应该报告来自这类排放源的排放量。尽管一些国家领空比较小可能没有国内航空，但应该报告来自国际航空的排放量。

如果清单机构将起降过程的排放与巡航过程（这里指在海拔 3000 英尺或 914 米以上的飞行）中的排放单独进行报告，将有助于提高透明度。

来自军用航空的排放量应予以清晰说明，以便提高国家温室气体清单的透明度。

在《IPCC 指南》中除了标准的报告要求以外，以下数据的准备将有助于提高透明度：

- 燃料数据和依据所采用的方法估算的其它必要数据（例如，燃料消耗因子）的来源；

²¹本节引用的百分比为一组专家的非正式检测结果，符合 95%置信区间的中度估算值。

- 区分国内和国际飞行活动的数量；
- 所采用的排放因子如果与缺省值不同，应该指出数据来源。

清单机构应提供所采用的有关国内和国际航空的定义，并将书面说明为什么这样定义和如何应用这些定义。

对于一个给定的国家，如果只有一个或两个航空公司经营国内运输业务，可能存在保密性问题。以透明的方式报告军用航空排放，同样也可能存在保密性问题。

2.5.3 清单质量保证和质量控制

采用具体如第 8 章“质量保证和质量控制”表 8.1“方法 1：一般性清单质量控制程序”所述方法对质量控制进行查验，以及对估算的排放量进行专家审评是*优良作法*。额外的质量控制核查如第 8 章方法 2 所示，同时，质量保证程序也同样可能适合，特别是对那些采用较高级别方法进行排放量估算的排放源类别。我们鼓励清单机构对如第 7 章“方法学选择与重新计算”所确定的*关键源类别*采用较高级别的质量保证和质量控制。

除了第 8 章所示的指南外，有关这类排放源还有一些特别的程序，如下所示：

对采用替代方法估算的排放量进行比较

清单机构应对采用方法 1 和方法 2 估算的航空器的排放量进行比较。清单机构应调查和解释两种方法估算结果的任何差异，这种比较的结果应该以内部文件的方式予以记录。

排放因子审核

如果采用国家排放因子而不是缺省值，应直接参考有关排放因子出版物的质量控制审核，并将其包括在质量保证和质量控制文档中，以确保这种程序与*优良作法*相一致。如果可能，清单机构应将 IPCC 缺省的排放因子与国家排放因子进行比较，以便进一步表明这些排放因子的适用性与合理性。如果利用缺省值以外的数据估算军事消费的排放量，清单机构应该核对计算的准确性、数据的适用性及其相关问题。

活动水平数据核对

应该对活动水平数据的来源进行审核，以确保这些数据的适用性及与排放源类别的对应。如果可能，清单机构应该将这些数据与历史数据或模型的产出进行比较，以便发现任何异常。在准备清单排放量估算时，清单机构应采取的措施，以确保分配给国内与国际民航运输所采用的活动水平数据的可靠性。

也可以通过一些生产力指标进行校核，如单位航空运输量的燃料消耗（乘客公里或吨公里）。如果对来自不同国家的数据进行了比较，这种数据的波动将会很小。

外部评审

清单机构应该对排放清单的计算、假设和文档进行独立的、客观的审评，以便对清单质量控制规划的有效性进行评估。应进行由专家（例如，航空权威机构、航空公司和军事人员）参与的同行评议，这些专家应对排放源类别比较熟悉并且了解清单的需求。

附录 2.5A.1 飞行器代表性类型的燃料消费量和平均航距

	飞机								
	A310	A320	A330 300 LR	A340	BAC1- 11	BAe 146	B727	B737 100-200	B737 400
平均航线距离, 海里 (nm)									
总的飞行距离	1 228	663	1 087	2 860	465	327	583	504	531
爬坡	81	159	113	111	143	106	117	127	100
巡航	1 034	393	832	2 615	234	152	384	291	339
下降	113	111	142	134	88	69	82	86	92
燃料消费 (kg)									
总的飞行过程	12 160	4 342	15 108	37 317	2 965	2 272	6 269	3 747	3 750
起降(低于 3000 英尺的飞行)	1 541	802	2 232	2 020	682	570	1 413	920	825
减去起降后的飞行(高于 3000 英尺的飞行)	10 620	3 539	12 876	35 298	2 284	1 702	4 856	2 827	2 925
燃料消费(kg/nm)									
减去起降后的飞行(高于 3000 英尺的飞行)	8.65	5.34	11.85	12.34	4.91	5.21	8.33	5.61	5.51

应谨慎利用这些数据，这是因为国情可能会改变表中的一些假设，尤其是飞行距离和燃料消费量可能受到国内航线结构、机场拥挤和空中交通管制惯例的影响。燃料消费量同样也可能受到风向的影响。例如，由于西行的跨大西洋的航班通常比东行的航班需要更多的时间并且消耗更多的燃料，因此利用表中的平均值（或《IPCC 指南》中的数据），可能会低估西行航班的燃料消费量（例如根据欧洲国家的报告），而高估东行航班的消费量（例如根据美国或加拿大的报告）。

	飞机									
	B747 100-300	B747 400	B757	B767 300 ER	B777	F28	F100	DC9	DC10- 30	MD 82-88
平均航线距离, 海里 (nm)										
总的飞行距离	2 741	2 938	958	1 434	1 579	295	360	384	2 118	557
爬坡	152	95	106	100	112	131	118	118	117	161
巡航	2 480	2 727	744	1 205	1 325	91	158	182	1 902	306
下降	109	116	108	129	141	73	84	84	99	90
燃料消费 (kg)										
总的飞行过程	60 705	58 325	8 111	14 806	23 627	2 104	2 597	3 202	35 171	4 872
起降(低于 3000 英尺的飞行)	3 414	3 402	1 253	1 617	2 563	666	744	876	2 381	1 003
减去起降后的飞行(高于 3000 英尺的飞行)	57 291	54 923	6 858	13 189	21 064	1 438	1 853	2 326	32 790	3 869
燃料消费(kg/ nm)										
减去起降后的飞行(高于 3000 英尺的飞行)	20.90	18.69	7.16	9.20	13.34	4.87	5.15	6.06	15.48	6.95

资料来源: ANCAT/EC2 和英国贸工部 (DTI/EID3cC/199803)。

附录 2.5A.2 典型飞行器与其它类型飞行器的相应比较结果

通用航空类型	国际民间航空组织	国际航空运输协会飞行器团体	通用航空类型	国际民间航空组织	国际航空运输协会飞行器团体	通用航空类型	国际民间航空组织	国际航空运输协会飞行器团体	通用航空类型	国际民间航空组织	国际航空运输协会飞行器团体
BAe 146	BA46	141	空客 A320	A320	320	波音 747-400	B744	744	麦道 DC10	DC10	D10
		143			32S	波音 757		757			D11
		146			321			75F			D1C
		14F	空客 A319	A319	319			TR2			D1F
空客 A310	A310	310	空客 A330	A330	330	波音 767		762			L10
		312			332			763			L11
		313			333			767			L12
		A31	空客 A340	A340	340			AB3			L15
波音 727-100	B721	721			342			AB6			M11
波音 727-200	B722	722			343			A3E			M1F
波音 727-300	B727	727	BAe 111	BA11	B11			ABF	麦道 DC8		DC8
		72A			B15			AB4			D8F
		72F			CRV	波音 777		777			D8M
		72M			F23	波音 777-200	B772	772			D8S
		72S			F24	波音 777-300	B773	773			707
		TU5			YK4	麦道 DC-9		D92			70F
波音 737-200	B732	732	波音 747-100-300	B741	741			D93			IL6
波音 737-500	B735	735		B742	742			D94			B72
		73A		B743	743			D95			
		73B			747			D98			
		73F			74D			D9S			
		73M			74E			DC9			
		73S			74F			F21			
		D86			A4F			TRD			
		JET			74L			YK2			
		DAM			74M	麦道 M81-88	MD81-88	M80			

表 2.11 (续)

典型飞行器与其它类型飞行器的相应比较结果

通用航空类型	国际民间航空组织	国际航空运输协会飞行器团体	通用航空类型	国际民间航空组织	国际航空运输协会飞行器团体	通用航空类型	国际民间航空组织	国际航空运输协会飞行器团体	通用航空类型	国际民间航空组织	国际航空运输协会飞行器团体
波音 737-300	B733	733			IL7			M82			
波音 737-700	B737	737			ILW			M83			
福克 100	F100	100			NIM			M87			
福克 F-28	F28	F28			VCX			M88			
		TU3			C51						

MD90 类似于 MD81-88， B737-600 类似于 B737-400， DC8 类似于两倍的 B737-100。
资料来源：Falk (1999b)和 EMEP/CORINAIR (1999)。

附录 2.5A.3 军用飞行器燃料消耗因子

机群	子机群	代表性机型	燃料单耗 (千克/小时)
战斗机	高速喷气式—高空攻击机	F16	3 283
	高速喷气式—低空攻击机	Tiger F-5E	2 100
教练机	喷气式教练机	Hawk	720
	涡轮螺旋桨教练机	PC-7	120
加油机/运输机	大型加油机/运输机	C-130	2 225
	小型运输机	ATP	499
其它	MPAs, 海上巡逻机	C-130	2 225

资料来源: ANCAT/EC2 1998 的表 3.1 和表 3.2, 英国宇航/空中巴士。

飞行器类型	飞行器描述	燃料单耗(升/小时)
A-10A	双引擎轻型轰炸机	2 331
B-1B	四引擎长距离战略轰炸机, 只在美国使用	13 959
B-52H	八引擎长距离战略轰炸机, 只在美国使用	12 833
C-12J	双涡轮螺旋桨发动机轻型运输机, Beech King Air 变形机	398
C-130E	四涡轮螺旋桨发动机运输机, 在许多国家使用	2 956
C-141B	四引擎长距离运输机, 只在美国使用	7 849
C-5B	四引擎长距离重型运输机, 只在美国使用	13 473
C-9C	双引擎运输机, DC-9 的军用变形机	3 745
E-4B	四引擎运输机, 波音 747 的军用变形机	17 339
F-15D	双引擎战斗机	5 825
F-15E	双引擎战斗-轰炸机	6 951
F-16C	单引擎战斗机, 在许多国家使用	3 252
KC-10A	三引擎加油机, DC-10 的军用变形机	10 002
KC-135E	四引擎加油机, 波音 707 的军用变形机	7 134
KC-135R	四引擎加油机, 备用引擎, 波音 707 的变形机	6 064
T-37B	双引擎喷气教练机	694
T-38A	双引擎喷气教练机, 类似于 F-5	262

应谨慎利用这些数据, 这是因为国情可能会改变表中的一些假设, 尤其是飞行距离和燃料消费量可能受到国内航线结构、机场拥挤和空中交通管制惯例的影响。

资料来源: 美国环保局, 1990-1998 年美国温室气体排放源与吸收汇清单, EPA-236-R-00-001(2000 年 4 月), 美国国防部提供数据。

2.6 煤矿开采及加工活动的逃逸排放

2.6.1 方法学问题

煤炭形成的地质过程同样也产生甲烷排放，直到在煤炭开采中，一些残留在煤层中的瓦斯被捕获。一般来说，深层煤所含的原位瓦斯要比浅层煤多，因此，大多数排放来自深层的地下煤矿。另一部分来自露天矿和开采后活动。

2.6.1.1 方法选择

对于那些煤炭产量主要来自地下开采，尤其是采用长壁开采法的采煤国家来说，来自这种子排放源类别的排放量将占主导地位，因此，在总的煤炭开采排放量估算中所作的努力应当集中在这部分上。当然，也有大面积的露天开采，如澳大利亚，来自这部分活动的排放量相当大。图 2.9 为露天开采及加工活动的决策树，到图 2.11 为开采后活动的决策树，这些决策树为选择估算所有煤矿活动的甲烷排放量的方法提供了指导。《IPCC 指南》给出了如下的估算排放量的通用公式：

公式 2.12

$$\text{排放量} = \text{煤炭产量(露天或井下)} \cdot \text{排放因子}$$

方法 2 是利用国家或特定煤田的排放因子，这些排放因子能反映煤炭实际开采过程中的平均甲烷含量。方法 1 为缺省的方法，要求国家选择全球平均的排放因子范围值，当然其结果也更为不确定。对于地下开采，实际的测量数据可能获得。尽管在《IPCC 指南》有关煤炭开采甲烷排放量估算一章中并没有明确指明采用方法 3，但利用实际的测量数据通常被认为是采用方法 3。

可以根据下面的公式计算年度总的排放量：

公式 2.13

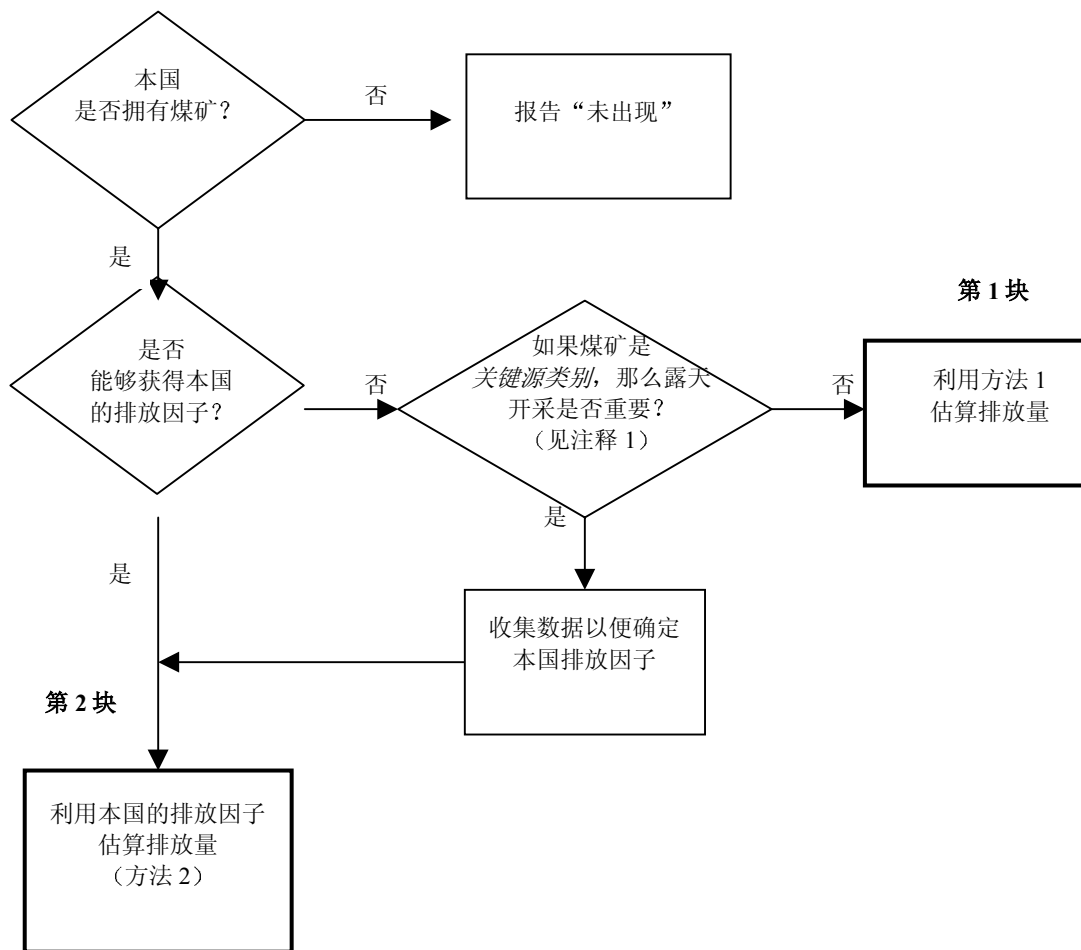
$$\text{总排放量} = \text{井下开采排放量} + \text{露天开采排放量} + \text{开采后活动排放量} - \text{甲烷回收和利用量或放空燃烧量}$$

地下开采

地下开采（井下开采）的排放量主要来自通风和排气系统。通风系统在地下开采中是作为安全要求考虑的，通过抽入外面的空气，稀释矿井大气环境的瓦斯浓度，使其降低到低于危险的浓度水平。排气系统是在开采前、开采中和开采后将煤层本身的瓦斯排出。

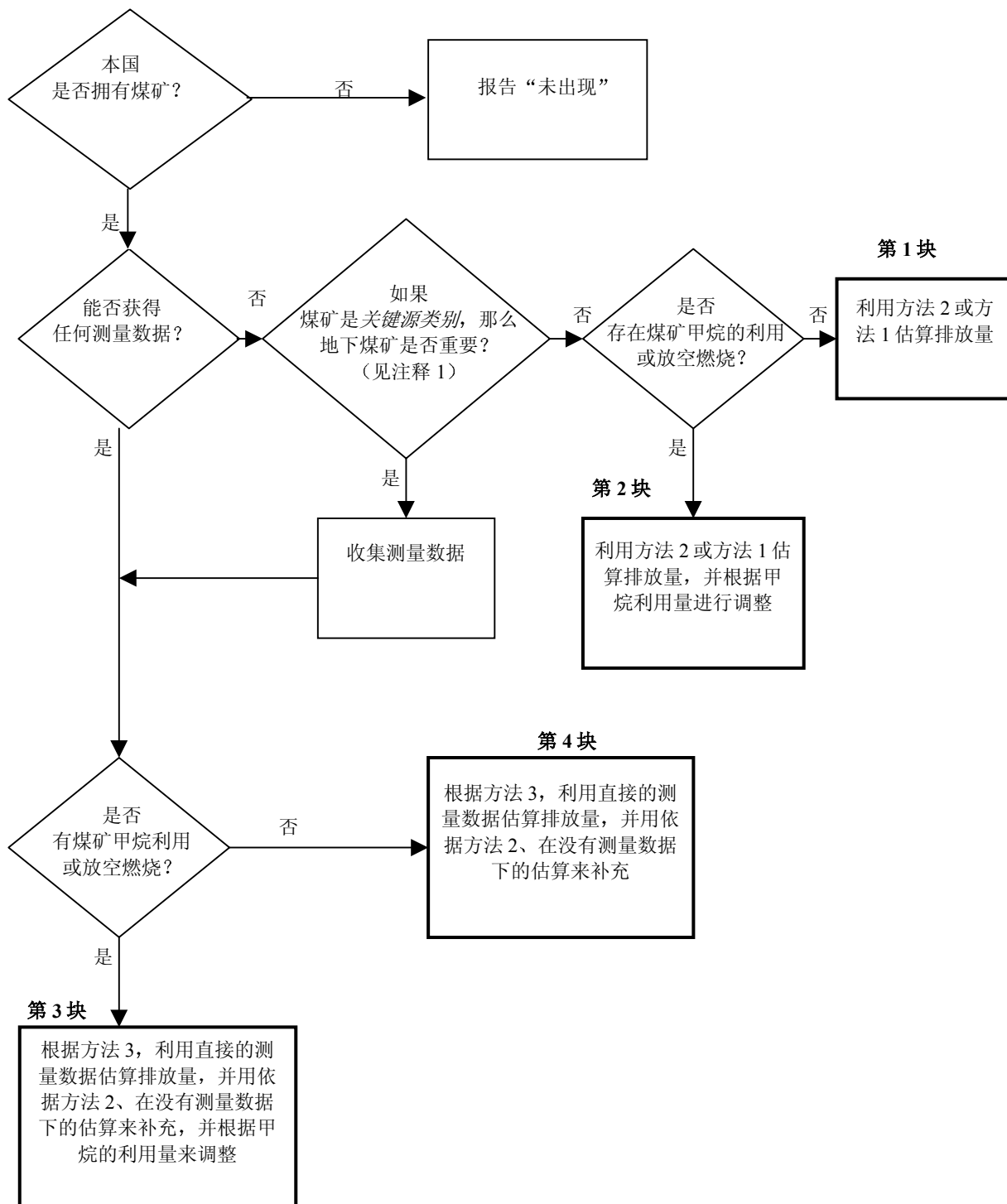
对于井下开采的国家来说，如果出于安全考虑，具有特定矿井现场测量数据，*优良作法*是收集方法 3 所需要的数据。特定矿井的数据是基于对通风量和排气系统的测量，反映了煤田各矿实际的排放量，因此能获得比排放因子更为准确的估算量，这是因为煤的实地瓦斯含量及其地质环境是可变的。由于排放量在一年中随开采过程变化比较大，*优良作法*是至少每两周收集一次测量数据，使得这种变化比较平滑。每天进行测量能确保有一个更高质量的估算。排放量的连续监测代表了排放量监测的最高级阶段，并且已经在一些现代化的采用长壁开采法的矿井中进行，但这并不是*优良作法*所必需。

图 2.9 露天煤矿开采及加工排放量估算决策树



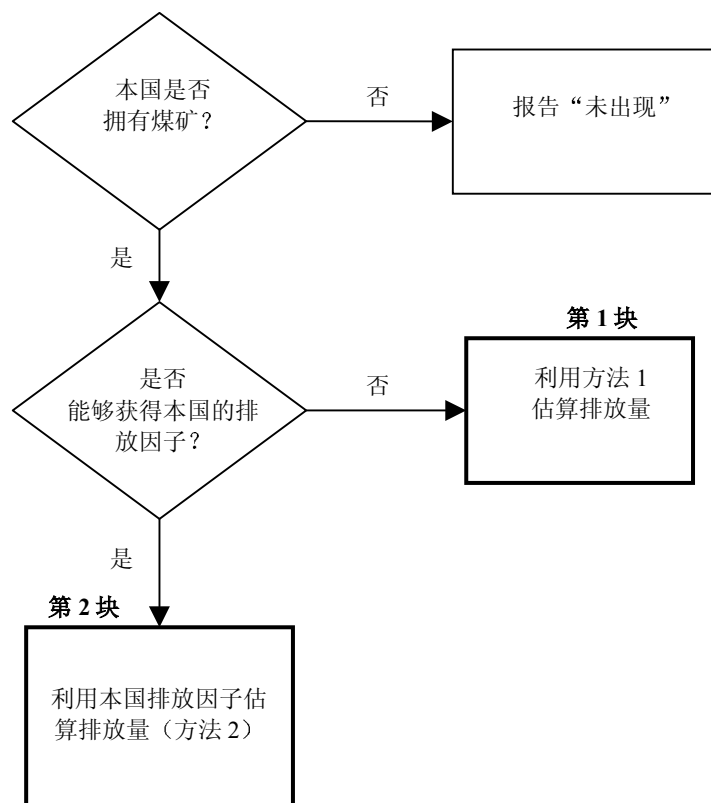
注释 1: 关键源类别是指在国家温室气体排放清单中作为优先的排放源，因为就绝对排放水平、排放趋势或绝对排放水平与趋势两者来讲，它对估算全国总的直接温室气体排放清单有重大影响。(参见第 7 章“方法学选择及重新计算”的第 7.2 节“确定国家关键源类别”。)

图 2.10 井下开采及加工排放量估算决策树



注释 1: 关键源类别是指在国家温室气体排放清单中作为优先的排放源，因为就绝对排放水平、排放趋势或绝对排放水平与趋势两者来讲，它对估算全国总的直接温室气体排放清单有重大影响。（参见第 7 章“方法学选择及重新计算”的第 7.2 节“确定国家关键源类别”。）

图 2.11 开采后活动排放量估算决策树



对于那些已经安装排气装置的煤矿来说，对排气系统的瓦斯排放进行高质量的测量应该可以做到。如果缺乏有关排气率方面的详细数据，*优良作法*是获得排气系统效率方面的数据（如排出气体的百分比），或用一范围对这部分进行估算（例如，对于许多排气系统，典型值为 30%—50%）。另外一种选择是与那些已经获得数据的煤矿生产条件进行比较。对于那些在开采前已经抽放许多年的老矿，当年的瓦斯回收量应该计入本年度已抽出的煤层气源中。从排气系统回收的瓦斯和在开采前已经放空到大气中的瓦斯，都应该计入到经过通风系统释放的额外的瓦斯量中，以确保总排放量估算的完整。在有些情况下，考虑到排气系统数据的保密性问题，通过收集效率数据来估算排气系统的数量，然后扣除已知的减少量，最终获得净的排气系统的排放量可能很有必要。

当只获得部分矿井的测量数据时，采用方法 2 和方法 3 的替代性混合方法可能比较合适。例如，如果只有瓦斯矿报告了数据，而来自其它矿井的排放量可以采用方法 2 的排放因子计算得到。如果这些煤矿与采用方法 3 的煤矿处于同一煤田，或基于特定煤矿的特殊性，例如煤矿的平均开采深度，这些排放因子可以从方法 3 基于特定煤矿的排放率推算得到。

或许能够获得某些年份但并不是所有年份分煤矿的综合性数据（如方法 3），如果煤矿的采煤人员并没有发生大的变动，那些没有数据年份所产生的排放量可以按比例估算。如果采煤人员发生了变化，对应的煤矿应该从按比例估算中排除，进行单独处理。当然，在进行按比例估算时必须十分谨慎，这是因为已开采的煤炭、原始暴露的煤炭和乱开乱采的煤带具有不同的排放率。更何况，有些煤矿可能还有一个独立于生产的、更高的背景排放水平。

如果无法获得逐个煤矿的数据，清单机构应采用方法 2（特定国家或煤田的排放因子）。对于某些国家来说，如果小型煤矿显示了明显不同的甲烷排放模式（例如浅层煤），有必要将煤矿生产分为大型煤矿（方法 2）和小型独立煤矿（方法 1）生产。

露天开采

对于露天煤矿，收集分煤矿的方法 3 所需要的测量数据是不可行的。替代方法是收集露天矿的产量并利用排放因子。对于那些煤炭产量特别大和有若干煤田的国家，分解到煤田层面的排放因子将有助于改善数据精度。给出以产量为基础的排放因子的不确定性，从《IPCC 指南》特定范围中选取排放因子，就能提供比较合理的估算。

开采后活动

开采后的煤炭仍有甲烷逸出，并最终排入到大气。对开采后活动排放量进行测量是不可行的，因此必需采用排放因子的方法。考虑到获得更准确数据的难度，《IPCC 指南》中的方法 2 和方法 1 对这种排放源类别来说可能比较合理。

甲烷回收利用或放空燃烧

如果甲烷是从煤层中抽放，然后放空燃烧或作为燃料利用。优良作法是从估算的排放总量中扣除这部分数量（回收甲烷燃烧的排放量应该计入燃烧部门的适当地方）。当从煤矿经营业主那儿无法直接获得利用量数据时，可以利用销售的气体量来代替。如果销售量也无法获得，可以选择从抽放系统已知的效率规范来估算甲烷的利用量。

一些国家在煤炭开采前，抽放并利用煤层气甲烷这种实践已经进行了若干年。在其它一些情形，由于在煤层中气井钻孔太深，而难以开采。从开采直到利用点的逃逸排放应计入到煤矿活动的排放中，随后的下游排放应根据利用方式，分配到适当的排放源类别中。举一个包括石油和天然气的例子，将甲烷供应给天然气管网和自备电厂用于发电。应引起注意的是，如果煤层气甲烷是在煤炭开采无意之中回收的，那么这种排放量就应该归属石油和天然气排放源类别中。

来自煤矿甲烷排放量的估算，可能需要或不需要对释放的气体量进行修正，取决于：

- 煤炭开采是在随后几年进行的，该年份甲烷排放量的估算是基于平均排放因子，这种排放因子并没有考虑早期的气体抽放，在这种情形下，对开采年份的数据需要修正；
- 煤炭开采是在随后几年进行的，甲烷排放量估算是基于直接的排放量测量，在这种情形下无须进行修正；
- 煤炭从来没有开采（例如，由于计划的改变或者从来没有开采的意图），在这种情形下也无须对数据进行修正。

放空燃烧是减少来自煤矿甲烷排放的一种选择，在一些煤矿也有实践。有关放空燃烧甲烷消耗量的数据应该从煤矿经营业主那儿获得，并应具有适合井下开采通常排放特点的同样的测量频率。

2.6.1.2 排放因子选择

地下开采

方法 3：方法 3 并不采用以产量为基础的排放因子，而是实际的测量数据，这些数据解决了煤矿排在时间和空间上的变化。由于这是迄今为止最为可靠的方法，如果地下开采是一关键的子排放源类别，清单机构应尽最大努力收集这些数据。

方法 2：特定的国家排放因子可以从样本的通风量数据中获得，或者从考虑煤层与开采过程受影响的周围地层气体含量的量化关系中获得。对于典型的长壁开采法作业，被释放的气体量，一方面来自被开采的煤炭，另一方面来自挤在地层 150 米以上和煤层 50 米以下的煤炭和其它任何气体。如果利用了这种相互关系，就应该对这些数据进行同行审评，并应有清楚的书面说明。

方法 1: 在方法 1 下, 清单机构从排放因子范围 (10-25 立方米/吨) 中所作的选择应该考虑特定国家的变量, 如主要煤层的深度。由于煤炭中的气体含量通常随深度而增加, 该范围的低值应该作为低于 200 米平均采煤深度的排放因子, 采煤深度超过 400 米时, 采用高值是比较适当的。对于中间深度, 可以选择中间值。

露天开采

很少对露天开采的甲烷排放进行测量。这种测量不仅困难而且昂贵, 同时目前也没有常规方法。在表土层清除前, 现场的气体含量数据同样也非常缺乏, 刚刚露天的煤炭, 气体的含量通常接近于零。如果能够获得当地的排放量方面的数据, 就应该利用它们。

对于方法 1, 优良作法是利用特定排放因子的低值作为那些平均表土深度低于 25 米的露天开采的排放因子, 高值作为那些平均表土深度超过 50 米的露天开采的排放因子。对于中间深度, 可以采用排放因子的中间值。当缺乏表土厚度数据时, 优良作法是采用接近排放因子范围高值的一个排放因子数值, 如 1.5 立方米/吨。

开采后活动排放-地下开采

如果煤炭在开采前没有进行排气, 当煤炭从矿井暴露在传送带上时, 对煤炭的测量结果表明, 约有 25%-40% 的实地气体仍吸附在煤中 (Williams 和 Saghafi, 1993)。对于那些预先进行排气的煤矿, 煤炭中的气体含量将少一些。

对于那些没有进行预先排气的煤矿, 但是知道现场的气体含量, 将这个值的 30% 作为开采后活动的排放因子是合理的。对于那些具有预先排气的煤矿, 建议采用现场气体含量值的 10% 作为排放因子。如果没有现场的气体含量数据或预先排气系统已经运行, 但并不知道运行到什么程度, 合理的方法是将地下开采的总排放量提高 3% (Williams *et al.*, 1993; Riemer, 1999)。

开采后活动排放-露天开采

除非有相反的数据, 来自这一子排放源类别的排放量被假定为忽略不计, 这是因为露天煤炭的气体含量都非常低, 其排放量被认为是在露天排放因子可调节的范围之内。

2.6.1.3 活动水平数据选择

对于方法 3, 并不需要煤炭生产方面的数据, 这是因为可以获得实际的测量数据。当然, 优良作法是收集并报告这些数据, 以便说明其中的关系。即便要, 需要以年度为基础的地下开采的煤炭产量和实际的排放量。

对于方法 1 和方法 2, 其活动水平数据为煤炭产量。煤炭开采业主对于煤炭产量的了解要远远多于对甲烷排放量的了解, 但清单机构需要考虑这些信息是如何获得的。例如, 利用清洁煤炭产量数据替代原煤产量数据, 将改变最终的排放量估算, 这是因为排放因子是用立方米/吨来表示的。含水量的变化是另一个重要问题。

如果能够获得原煤的产量数据, 就应该利用这些数据。如果煤炭并没有送到配煤厂或洗选厂 (通常是通过除去一些矿物质提高原煤的质量), 那么原煤的产量就等于可销售的煤炭数量。

当煤炭进行加工时, 以煤质低且含有较高的矿物成分或无法回收利用的一些煤炭被丢弃。废弃量通常占到投入原煤总量的 20%, 并可能随国家的不同而有所变化。当活动水平数据是以销售量的形式出现时, 应尽力确定进行洗选的产量。然后在煤炭销售量的基础上增加一些洗选损失的百分点, 来估算原煤的产量。

也有一种替代方法可能用来测量那些原煤产量中含有一些来自低层和顶层的岩石的煤矿, 这种方法可能作为煤炭开采过程中一个考虑事项。这种方法是利用煤炭销售数据, 采用针对清洁煤而不是原煤的排放因子来估算排放量。这种做法在清单中应引起注意。

2.6.1.4 完整性

地下开采

来自地下开采的排放量估算应该包括已有的通风系统和排气系统。

废弃矿井

目前还没有现成的方法估算来自这类子排放源类别的排放量。对于被水淹没的煤矿，排放量几乎不会发生，而被机械地封存的煤矿可能出现少量的泄漏。*优良作法*是记录被关闭矿井的时间和封存的方式。有关这类矿井大小和开采深度的数据，对于在此之后的任何估算都将是有益的。

煤层气中的二氧化碳

对于那些在煤层气中含有大量二氧化碳的国家，应尽力评估或量化这些排放量。

煤炭着火、废弃煤炭的燃烧和氧化以及其它含碳物质(CO₂)

IPCC 认识到来自这一类子源类别的排放，但并没有提供相应的方法。这类排放量可能很重要，但是很难去估算这些排放量。

2.6.1.5 建立一致的时间序列

如果出现清单机构从采用方法 1 或方法 2 转变为采用方法 3 的情形时，需要采用测量数据计算这些年份默认的排放因子，然后采用这些排放因子和煤炭产量来计算那些没有测量数据年份的排放量。在中间时间段，值得考虑的是采煤人员的组成是否发生了戏剧性的变化，这是因为这种变化可能引入不确定性。对于那些自 1990 年以来已经废弃的煤矿，如果公司已经解散，这些数据可能没有存档。当出于一致性考虑进行时间序列调整时，这些煤矿应该单独进行处理。对于确保时间序列一致性的《优良作法指南》，请参见第 7 章“方法学选择与重新计算”。

2.6.1.6 不确定性评估

排放量

方法 3

井下开采的甲烷排放量具有明显的自然可变性，通风系统中现场的[甲烷]（方括号表示含量）测量很可能是比较准确的，约有±20%的误差取决于所采用的设备。同一时间序列的数据或重复测量将明显减少年度排放量的不确定性。对于连续监测，这种不确定性约为±5%；对于每两周一次的测量，约为 10%-15%²²。通风系统的空气流量测量通常相当精确(±2%)。

排气系统中现场的[甲烷]测量可能是比较准确的，只有±2%的误差是由于其较高浓度所引起的。应该以与通风系统可以比较的频率进行测量，以便得到代表性的样本。排气量的测量误差可能在±5%。基于瓦斯销售量的排气系统的流量同样也存在不确定性，由于排气管道的容许偏差，这种不确定性至少在±5%。

由于在长壁开采机械操作台（1-2 公里长 × 200 米宽，单台长壁开采机械在 6-9 个月的煤炭开采过程）寿命期内，被长壁开采所释放的气体以 2 倍数发生变化，因此，需要对地下开采的排放量进行经常性的测量。经常性的

²²本节引用的百分比为一组专家的非正式检测结果，符合 95%置信区间的中度估算值。

测量也可以降低测量技术的内在误差。对于采用多台长壁开采机械的煤矿，这种较大范围的波动将会比较少。对于那些在煤层气源被开采前已经排放若干年的甲烷气体的利用也可能存在一定的不确定性。

对于安装连续监测或每日排放量监测的单台长壁开采机械的操作，月度或年度平均排放量数据的精度误差大概为 $\pm 5\%$ ，每两周一次进行排放量现场测量的精度误差为 $\pm 10\%$ ，3个月间隔一次测量的精度误差为 $\pm 30\%$ 。基于低频率测量类型进行的煤矿总排放量估算，能降低由气体产生量波动所引起的不确定性。然而，由于逃逸排放量往往是由少数几个煤矿排放所左右，更进一步的估算将很困难。

方法 1 和方法 2

对于地下开采，如果方法 2 的排放因子起源于方法 3，那么方法 3 中数据的误差或不确定性会传递给方法 2 所获得的排放因子。下表给出了一些可能是不确定性的结果。

方法	地下	露天	开采后
方法 2	$\pm 50\%$ -75%	2 倍	$\pm 50\%$
方法 1	2 倍	3 倍	3 倍

资料来源：专家组判断（参见联合主席、编辑和专家；煤矿开采及加工活动逃逸性排放）。

活动水平数据

煤炭产量：登记吨位很可能有 1%-2% 的误差，但当原煤产量数据无法得到而用煤炭销售量数据换算时，这种不确定性可能升高到 $\pm 5\%$ 左右。这些数据也受含水量的影响，含水量一般在 5%-10% 的程度，而且这种水分确定的精度可能也不是很高。

除了测量不确定性之外，由于统计数据库的特点也可能进一步引入不确定性，这里并没有考虑过这种统计数据库。对于那些既有管制煤矿又有非管制煤矿的国家来说，活动水平数据也可能存在 $\pm 10\%$ 的不确定性。

2.6.2 报告和归档

如第 8 章“质量保证和质量控制”第 8.10.1 节“内部文件和存档”所示，*优良作法*是将编制国家排放清单所需的所有信息整理成文并存档。

在国家清单报告中不可能将所有文件都包括在内，然而，国家清单应该包括所采用方法的概述、数据来源参考资料，以便使报告的排放量估算具有透明性，并且计算过程中所进行的每一个步骤都是可以追溯的。

为了确保透明度，应提供下列信息：

- 地下开采、露天开采和开采后活动排放的甲烷和二氧化碳成分（如果可能），各子排放源类别所采用的方法，各子排放源类别正在开采的煤矿数量，选择排放因子的理由（例如开采深度、实地的气体含量数据等）。如果可能，应该对抽放气体的数量以及各种减缓或利用的程度所采用的技术进行描述。
- 活动水平数据：地下和露天煤矿特定的产品数量和种类，如果可能，希望能列出原煤产量和销售量。
- 如果出现保密性问题，并不需要涉及煤矿的名称，大多数国家的煤矿数量超过三个，因此，很难从排放量估算中反推出特定煤矿的产量。

2.6.3 清单质量保证和质量控制

优良作法是对清单进行质量控制核查，如第 8 章“质量保证和质量控制”表 8.1“方法 1：一般性清单质量控制程序”以及对估算的排放量进行专家审评。额外的质量控制核查如第 8 章方法 2 所示，同时，质量保证程序也同样可能适合，特别是对那些采用较高级别方法进行排放量估算的排放源类别。我们鼓励清单机构对如第 7 章“方法学选择与重新计算”所确定的**关键源类别**采用较高级别的质量保证和质量控制。

除了第 8 章所示的指南外，有关这类排放源还有一些特别的程序，如下所述：

对采用替代方法估算的排放量进行比较

清单机构应对采用方法 1 和方法 2 估算的煤矿和开采后活动甲烷逃逸性排放量进行比较。如果能获得直接的测量数据，这些数据也应该与用方法 1 和方法 2 估算的结果进行比较。在这种比较中出现的大的差异都应予以调查和解释，这种比较的结果应该作为内部文件予以记录。

直接测量的排放量审核

如果在制定本国特定排放因子时，采用了直接的测量数据，应根据国际公认的标准方法，确立一个不论在什么地方都可以进行的测量方法。如果测量实践不符合这种规范，那么对这些排放数据的利用应进行仔细的评估，也应重新考虑不确定性的估算和限制性文件。经常性的测量通常要求由正规实体来执行。如果缺乏这种规章制度，这种测量就应该保持足够的频率（如果可能，可以每周一次），这是因为排放率在全年可能随时间而变化。

排放因子核对

清单机构应将基于测量的排放因子与 IPCC 的缺省值、以及由具有类似的煤矿和开采后活动特点的其他国家开发的排放因子相比较。与原始数据有关的质量保证和质量控制评审应该在文件中直接给出引用文献。

如果采用了 IPCC 的缺省值，清单机构应确保数据的适用性及其与排放源的对应。如果可能，应将 IPCC 的缺省排放因子与国家或当地的数据进行比较，以便进一步表明这些排放因子的适用性。

活动水平数据核对

清单机构应确保所采用的数据反映了原煤的产量。如果可能，这些数据应该与历史活动水平数据进行比较，以便能够发现任何异常。应在多种参考资料之间进行活动水平数据的比较（例如，国家统计和工厂水平数据）。为了便于对甲烷利用量一致性的核查，可以利用销售的气体或电量进行交叉核查。

外部评审

清单机构应对排放清单的计算、假设和文档进行独立的、客观的评审，以便对清单质量控制规划的有效性进行评估。应进行由专家参与的同行评议，这些专家应对排放源类别比较熟悉并且了解清单的需求。

2.7 油气系统运行的逃逸性排放

2.7.1 方法学问题

石油和天然气活动的逃逸性排放包括所有来自石油和天然气勘探、生产、加工、运输和消费以及非生产性燃烧（例如放空燃烧和废气焚烧）的排放，但不包括油气消费或在能源生产、加工和运输过程中，为内部利用提供能量的产品。后者是作为燃料消费量并在《IPCC 指南》中单独进行阐述的（第 1.3 至 1.5 节）。

来自油气系统运行过程中的甲烷、二氧化碳和氧化亚氮的逃逸性排放许多国家作为直接或间接的温室气体排放源。很遗憾的是，这部分的温室气体排放量很难给予精确的量化。这主要是因为行业的多样性、量大面广的潜在排放源、排放控制水平变化的广泛性以及排放源数据可获得性的限制。排放评估方面的主要问题有以下几个方面：

- 简单的以产量为基础的排放因子的利用，引发了额外的误差；
- 严格的“自下而上”方法的应用，需要有专家知识和详细数据的支持，但这可能具有一定的难度，同时成本也比较高；
- 测量计划具有明显的时间性，操作起来成本也很高。

如果选择采用严格的“自下而上”方法，在清单的编制过程中，*优良作法*是专注于行业的技术代表性。

2.7.1.1 方法选择

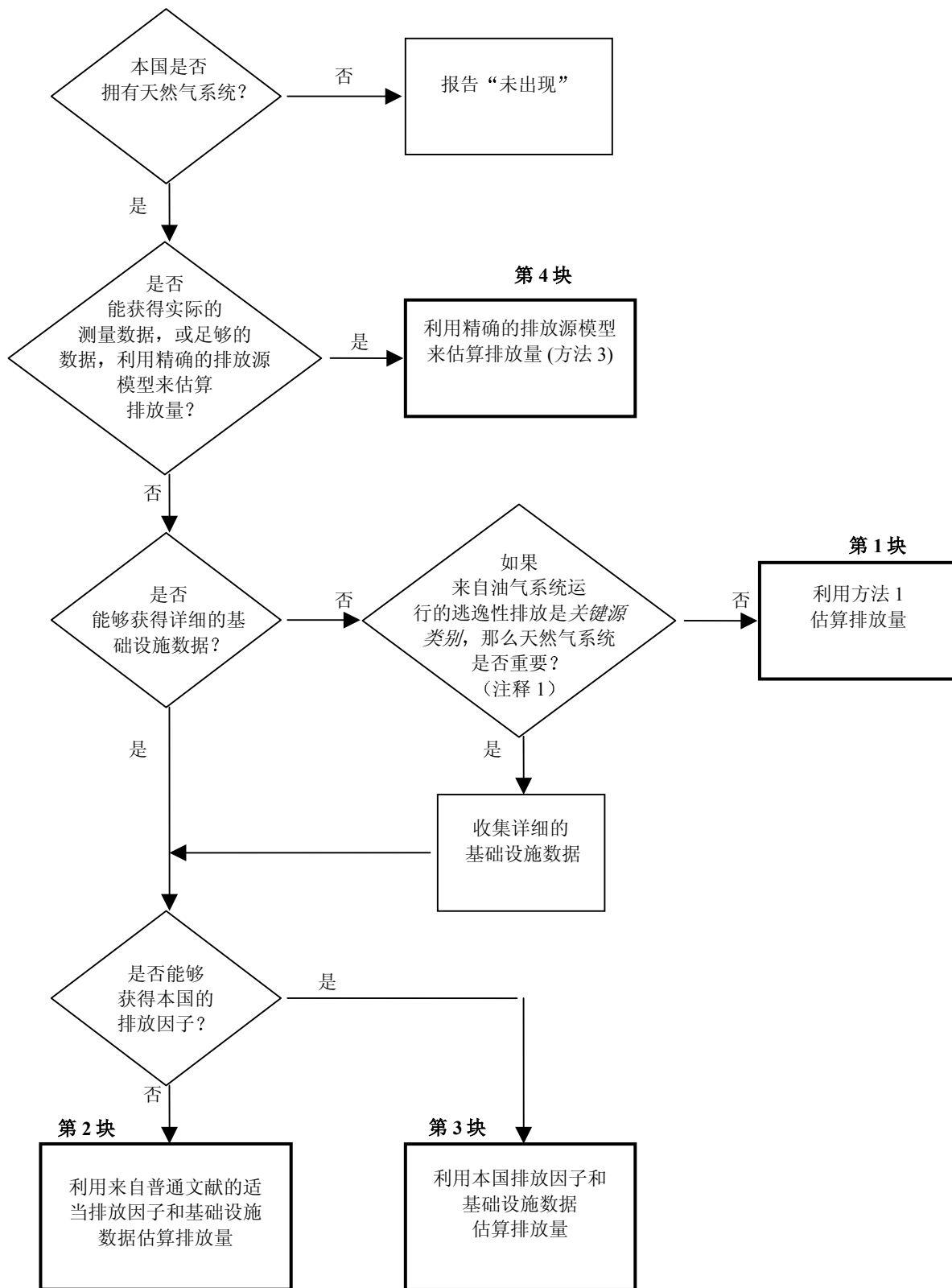
《IPCC 指南》描述了两种计算油气行业甲烷排放量的方法（称为方法 1 和方法 3），另外还有一种方法（称为方法 2）只是用于计算石油系统的甲烷排放量。方法 3 是一种严格的特定排放源评估，要求详细的基础设施清单和详细的“自下而上”的排放因子。用于估算石油行业甲烷排放量的方法 2 是基于一种质量平衡的方法，来估算所释放甲烷的最大量。方法 1 采用以产量为基础的、合并的排放因子和国家产量数据²³。

*优良作法*是按照表 2.15 “油气行业主要类别和子类别”所示，将整个行业分解为适当的环节和子排放源类别，然后对每个部分单独进行排放量评估。对各个环节所采用的排放量估算方法应该与排放水平和可获得的资源相称。因此，对于油气行业的不同环节采用不同的方法可能是恰当的，甚至可以对排放源进行直接的监测。随着时间的推移，总的方法应该是日趋完善的，能涉及极大的不确定性及后果领域，并反映特定控制措施的影响。

对于天然气系统特定环节一种适当的估算方法的选择，图 2.12 提供了概括性的决策树。同样，图 2.13 和图 2.14 分别用于石油生产和运输系统，以及石油加工和炼制。

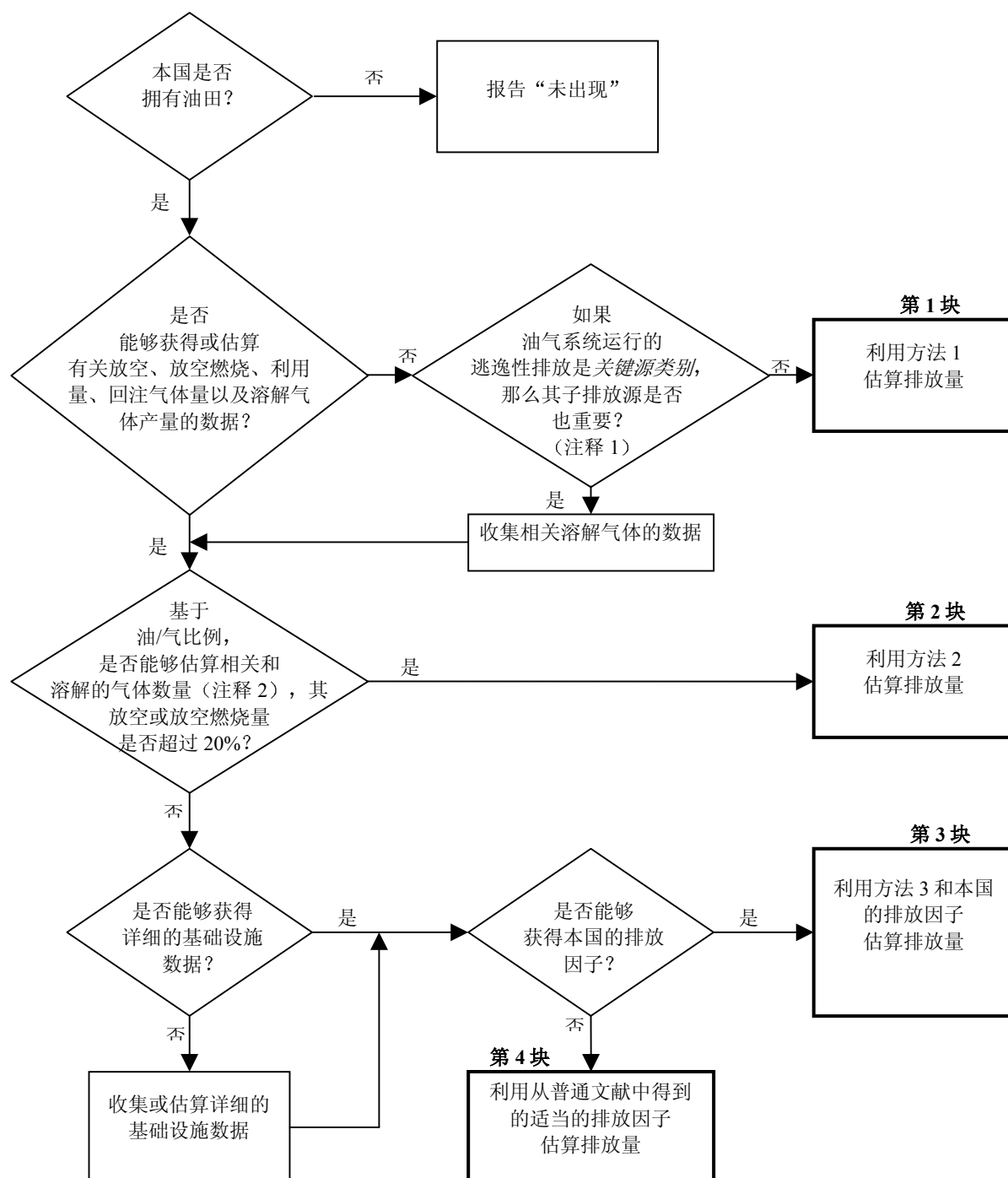
²³ 在《政府间气候变化专业委员会指南》中并没有给出用于天然气系统的方法 2。

图 2.12 天然气系统排放量估算决策树



注释 1: 关键源类别是指在国家温室气体排放清单中作为优先的排放源，因为就绝对排放水平、排放趋势或绝对排放水平与趋势两者来讲，它对估算全国总的直接温室气体排放清单有重大影响。（参见第 7 章“方法学选择及重新计算”的第 7.2 节“确定国家关键源类别”。）

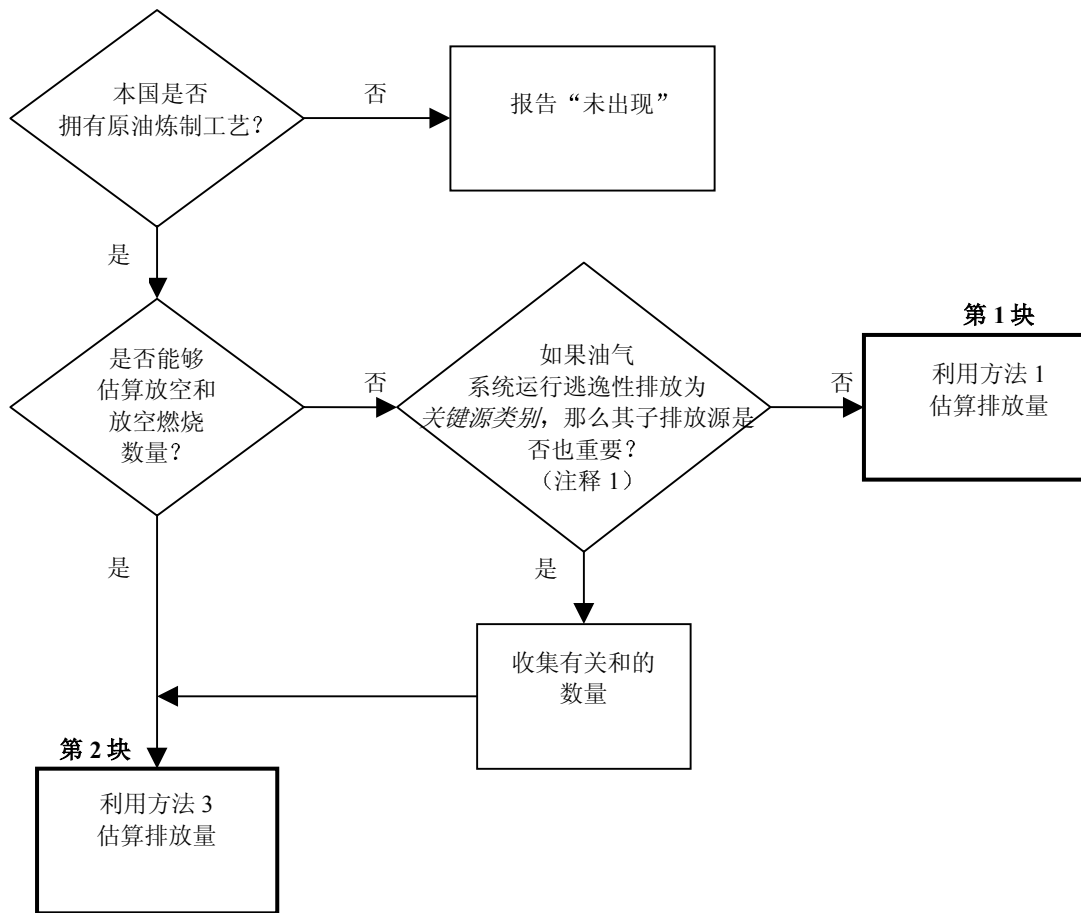
图 2.13 原油生产及输送排放量估算决策树



注释 1: 关键源类别是指在国家温室气体排放清单中作为优先的排放源, 因为就绝对排放水平、排放趋势或绝对排放水平与趋势两者来讲, 它对估算全国总的直接温室气体排放清单有重大影响。(参见第 7 章“方法学选择及重新计算”的第 7.2 节“确定国家关键源类别”。)

注释 2: GOR 为油/气比。

图 2.14 原油炼制过程中排放量估算决策树



注释 1: 关键源类别是指在国家温室气体排放清单中作为优先的排放源, 因为就绝对排放水平、排放趋势或绝对排放水平与趋势两者来讲, 它对估算全国总的直接温室气体排放清单有重大影响。(参见第 7 章“方法学选择及重新计算”的第 7.2 节“确定国家关键源类别”。)

表 2.15
油气行业主要排放源类别和子排放源类别

行业环节	子类别
井	钻井 测试 维修
天然气生产	干气 ^a 脱硫气 ^b 含硫气 ^c
天然气加工	脱硫气体加工厂 含硫气体加工厂 深度采气厂
天然气输送和储存	管道系统 储存设施
天然气分配	农村分配 城市分配
液化天然气运输	冷凝 液化石油气(LPG) 液化天然气(LNG) (包括有关的液化和气化设备)
石油生产	常规石油 重油 (一次生产) 重油 (强化生产) 天然沥青 合成原油 (来自石油沙) 合成原油 (来自油页岩)
石油浓缩	天然沥青 重油
废油回收	没有
石油运输	海运 管道 油罐车和铁路车厢
石油炼制	重油 常规和合成原油
<p>^a 干气是一种不需要任何碳氢化合物露点控制就能满足气体销售规范的天然气。当然，这种气体可能仍然需要对水和含硫气体（例如，硫化氢和二氧化碳）含量进行处理以满足销售规范。干气通常产于浅层（深度低于 1000 米）气井。</p> <p>^b 脱硫气是指不含任何可测量的硫化氢的天然气（例如，不需要任何处理就能满足销售规范中对硫化氢含量的要求）。</p> <p>^c 含硫气是一种必需经过处理才能满足销售规范中对硫化氢含量要求的天然气。</p>	

优良作法是利用方法 3，提出一个高精度的排放量估算。然而，利用方法 3 的能力取决于详细的生产统计和基础设施数据的可获得性，并不是在所有情况下都可以采用该方法。方法 2（质量平衡）主要用于石油系统，而且有关的大多数气体产量是被放空或放空燃烧解决的。当用于石油系统，而相应的气体被保存下来，或进入天然气系统，那么这种方法的可靠性将大大降低，此时，可以采用一种基于国家产量统计数据的原始质量平衡方法，该方法有时候要比方法 1 提供的可信程度更高。在这种情形下，净平衡项可能比得上与来自非放空或放空燃烧逃逸性排放的总量。方法 1 易受实质性的不确定性影响，而且容易出现一个或几个数量级的误差。基于这些理由，这种方法只能作为最后一种选择。

2.7.1.2 排放因子选择

在《IPCC 指南》中并没有给出方法 2 和方法 3 评估所需的排放因子，这是由于这种信息量非常大。另外，这些数据需要不断的更新，以便包含新的测量结果并反映控制技术和条件新的发展与突破。应对文献进行常规的审评，以确保利用的排放因子是所能够获得中最好的。选择排放因子的参考文献应该归档。比较有代表性的是排放因子由环境机构和产业协会开发和出版，因此在编制清单排放量时，需要咨询这些机构。

所选择的排放因子对于给定的用户必须是有根据的，是以同样的活动水平基础来表示的。有必要利用其它类型的排放因子，来校正运行条件、设计和维护实践中地点和区域的不同，例如：

- 用特定油气田气体的组成分布来校正排放量中甲烷、原生的二氧化碳和其它目标污染物的数量；
- 用年运行小时来校正现役排放源的时间量；
- 已采取的特定控制措施的效率。

以下是在排放因子选择时需要考虑的其它一些问题：

- 评估所选择的排放因子对目标用户的适用性很重要，以便确保类似/可比较的排放源的行为和特点；
- 在缺乏更好数据的情形下，如果采用的是类似排放控制水平和特点可比的设备类型时，采用其它地区报告的排放因子有时候也是必要的；
- 为开发新的排放因子而进行的测量，只有得到承认或经过了正规的测试程序才可以采用。所采用的方法以及质量保证和质量控制程序应该归档。在总的排放源群体中，对于典型变量来说，样本源应具有代表性。应该进行统计分析，以便建立平均结果为 95%的置信区间。

方法 1 采用的新的排放因子如表 2.16 “基于北美数据的精选的方法 1 排放因子”所示。尽管仍用简单的方法估算逃逸性排放，新的排放因子考虑了排放量与普遍可获得的活动水平数据之间改良的相关性，或许期望能将不确定性限制在一个数量级的范围内。改良的相关性是通过增加分解的行业环节，在一些情形下通过转换不同的活动参数实现的。例如，来自天然气输配系统的逃逸性排放，虽然和产量不相关联，但和管道长度有着更多的关联。

新的排放因子来自于加拿大和美国详细的排放清单结果，这里作为例子给出。尽管如此，这些数据可以用于北美以外的地区，这些地区实行类似程度的排放控制，而且设备的类型和质量特点可比。即使存在中等程度的区域差异，新的排放因子仍能提供比采用《IPCC 指南》给出的排放因子更加可靠的结果。虽然如此，在采用特定的排放因子前，优良作法是考虑这种区域不同所带来的影响。在缺乏特定行业环节数据、或美国和加拿大的条件没有代表性时，应采用《IPCC 指南》的《参考手册》表 1-57 和表 1-58 给出的排放因子。表 1-57 为甲烷排放因子概要，表 1-58 为修正的油气系统活动甲烷的区域排放因子。

一般而言，开发的排放因子反映了以下一些实践和油气行业的现状：

- 大多数有关的气体被保存；

- 脱硫废气被放空；
- 含硫废气被放空燃烧；
- 大多数天然气输送公司自愿执行计划，以便减少由于临时设备的泄漏造成的甲烷损失量；
- 油气行业已经成熟，在许多地区实际上呈下降趋势；
- 系统的可靠性很高；
- 设备通常得到良好的维护，采用高质量的部件；
- 输送管线断裂和井喷现象非常少；
- 行业非常规范，这些规章制度通常能得到良好的实施。

表 2.16
油气系统运行逃逸性排放精选的方法 1 排放因子，基于北美数据

类别	子类别	排放种类	缺省的排放因子 ^{a,b}			计量单位
			甲烷	二氧化碳	氧化亚氮	
井	钻井	所有 ^c	4.3E-07	2.8E-08	0	千吨/每口钻井
	测试	所有	2.7E-04	5.7E-03	6.8E-08	千吨/每口钻井
	维修	所有	6.4E-05	4.8E-07	0	千吨/年，每口生产井
天然气生产	所有	逃逸 ^d	2.6E-03 到 2.9E-03	9.5E-05	0	千吨/10 ⁶ m ³ 天然气产量
		放空燃烧 ^e	1.1E-05	1.8E-03	2.1E-08	千吨/10 ⁶ m ³ 天然气产量
天然气加工	脱硫气加 工厂	逃逸	6.9E-04 到 10.7E-04	2.7E-05	0	千吨/10 ⁶ m ³ 天然气接受量
		放空燃烧	1.3E-05	2.1E-03	2.5E-08	千吨/10 ⁶ m ³ 天然气接受量
	含硫气加 工厂	逃逸	2.1E-04	2.9E-05	0	千吨/10 ⁶ m ³ 天然气接受量
		放空燃烧	2.9E-05	4.6E-03	5.4E-08	千吨/10 ⁶ m ³ 天然气接受量
		原生二氧 化碳放空	0	7.1E-02	0	千吨/10 ⁶ m ³ 天然气接受量
	深度采气 工厂	逃逸	1.0E-05	3.0E-07	0	千吨/10 ⁶ m ³ 天然气接受量
放空燃烧		6.2E-06	9.7E-04	1.2E-08	千吨/10 ⁶ m ³ 天然气接受量	
天然气输送 和储存	输送	逃逸 ^f	2.1E-03 到 2.9E-03	1.6E-05	0	千吨/年每公里输送管道
		放空 ^g	0.8E-03 到 1.2E-03	8.5E-06	0	千吨/年每公里输送管道
	储存	所有	4.3E-04 到 42.0E-04	0	0	千吨/年每 10 ⁶ m ³ 排气
天然气分配	所有	所有	5.2E-04 到 7.1E-04	0	0	千吨/年每公里分配管线
液化天然气 输送	冷凝	所有	1.1E-04	7.2E-06	0	千吨/10 ³ m ³ 冷凝物和戊烷
	液化石油 气	所有	0	4.3E-04	2.2E-09	千吨/10 ³ m ³ 液化石油气
石油生产	常规石油	逃逸	1.4E-03 到 1.5E-03	2.7E-04	0	千吨/10 ³ m ³ 常规石油产量
		放空	6.2E-05 到 270E-05	1.2E-05	0	千吨/10 ³ m ³ 常规石油产量
		放空燃烧	0.5E-05 到 27E-05	6.7E-02	6.4E-07	千吨/10 ³ m ³ 常规石油产量
	重油	逃逸	0.8E-04 到 12E-04	6.7E-06	0	千吨/10 ³ m ³ 重油产量
		放空	2.1E-02 到 2.7E-02	5.0E-05	0	千吨/10 ³ m ³ 重油产量
		放空燃烧	0.5E-04 到 2.0E-04	4.9E-02	4.6E-07	千吨/10 ³ m ³ 重油产量

表 2.16 (续)
油气系统运行逃逸性排放精选的方法 1 排放因子，基于北美数据

类别	子类别	排放种类	缺省排放因子 ^{a,b}			计量单位
			甲烷	二氧化碳	氧化亚氮	
石油生产 (续)	天然沥青	逃逸	1.0E-04	1.2E-04	0	千吨/10 ³ m ³ 天然沥青产量
		放空	1.0E-03	1.2E-03	0	千吨/10 ³ m ³ 天然沥青产量
		放空燃烧	8.8E-05	2.2E-02	2.4E-07	千吨/10 ³ m ³ 天然沥青产量
	合成原油(来自石油沙)	所有	2.3E-03	0	0	千吨/10 ³ m ³ 来自石油沙的合成原油产量
	合成原油(来自油页岩)	所有	NA	NA	NA	千吨/10 ³ m ³ 来自油页岩的合成原油产量
石油精炼	所有	所有	ND	ND	ND	千吨/10 ³ m ³ 浓缩原油量
石油运输	管道	所有	5.4E-06	4.9E-07	0	千吨/10 ³ m ³ 管道石油输送量
	油罐车和铁路车厢	放空	2.5E-05	2.3E-06	0	千吨/10 ³ m ³ 油罐车石油输送量
	海洋石油生产油轮的装载	放空	NA ^h	NA ^h	NA ^h	千吨/10 ³ m ³ 油轮石油运输量

NA: 暂缺; ND: 待定。

^a 尽管给出的排放因子在不同国家之间总的来说变化不大，但就放空和放空燃烧而言，就可能出现极大的不同，特别是石油生产，这是因为在实施天然气保护和利用数量方面，各国存在明显的差异。

^b 逃逸排放量的数值范围在很大程度上归因于每单位气体投入量加工设施数量（设施的平均数量和规模）的不同。

^c “所有”表示所有的逃逸排放，包括放空和放空燃烧。

^d “逃逸”表示所有的逃逸排放，包括那些来自设备的泄漏、储存损失、利用天然气作为介质的气体运转设备（例如，仪器操作系统、化学注射泵、压缩启动装置等）以及来自乙二醇脱水器气体的放空。

^e “放空燃烧”表示所有来自连续和应急放空燃烧系统的排放量。在不同的国家之间，特定的放空燃烧率可能有较大的变化。当实际的放空燃烧气体体积已知时，应该利用这些数据来确定放空燃烧的排放量，而不是采用现有的排放因子来确定生产率。用于直接估算来自报告的放空燃烧气体甲烷、二氧化碳和氧化亚氮排放量的排放因子分别为 0.012、2.0 和 0.000023 千吨/10⁶ m³ 放空燃烧气。这些数值是基于放空燃烧的效率为 98%，并在天然气加工厂对典型气体进行了分析（例如，单位体积含量甲烷为 91.9%、二氧化碳为 0.58%、氮气为 0.68%、非甲烷碳氢化合物为 6.84%）。

^f 大的因子反映了系统内极大部分往复压缩机的使用情况，而小的因子反映了极大部分离心压缩机的情况。

^g “放空”表示与石油生产设施相关的、报告的废气放空量和处理气体量，以及来自管道爆裂、气体设施的应急事件空空的废气量。当实际的放空气体体积已知时，应该利用这些数据来确定空空的排放量，而不是采用现有的排放因子来确定生产率。用于直接估算来自报告的放空气体甲烷和二氧化碳排放量的排放因子分别为 0.66 和 0.0049 千吨/10⁶ m³ 放空气。这些数值是基于对气体输送和分配系统中的典型气体分析（例如，单位体积含量甲烷为 97.3%、二氧化碳为 0.26%、氮气为 1.7%、非甲烷碳氢化合物为 0.74%）。

^h 对于北美地区，如果无法获得海洋石油生产海运装载的排放因子数据时，来自挪威的数据表明这种石油输送的甲烷排放因子为 1.0-3.6 千吨/10³ m³（数据由挪威污染控制机构提供，2000）。

资料来源：加拿大石油生产者协会(1999); GRI/美国环保局(1996); 美国环保局(1999)。

2.7.1.3 活动水平数据选择

估算油气活动逃逸性排放量所需要的活动水平可能包括生产量统计、基础设施数据（例如设施/装置的清单、过程单元、管道和设备等组成部分）和来自井喷、意外事故的释放和第三方危害报告的排放量。对于每一种方法和各种主要排放源类别所需的基础活动水平数据如表 2.17 “主要排放源类别各种评估方法的典型活动水平数据要求”所示。在进行这些信息汇编时，需要考虑的特别事件包括以下几个方面：

- 产量统计应该分解到足以捕获整个油气系统过程中生产量（例如，进口、出口、再生、回收等）的变化。
- 产量统计或配置分析²⁴可能不一定得到不同报告机构的同意，即使他们基于同样的原始测量数据结果（例如，由于在术语方面可能的不同，以及在汇总这些数据时潜在的误差）。这些差异可以作为在数据不确定性方面的一种暗示。在原始测量结果上（例如，为对付消费者，销售商经常故意犯错，由于蒸发作用，液体处理系统将会出现一种负偏压）如果存在任何内在的偏差，就将出现额外的不确定性。当将整个行业合并考虑时，任意的测量和计算误差或许可被假定为忽略不计。
- 应该采用由国家办公室提供的产量统计，以便补充那些从国际机构获得的数据，如国际能源署或联合国，这是因为这些数据一般来说更为可靠和详细。地区、省/州以及行业统计报告类型可能提供更为详细的数据。
- 报告的放空和放空燃烧数量可能难以相信，因为这些数值通常都是估算的，而并不是基于实际的测量。另外，这些数据作为放空燃烧量通常是以合并而且简单的形式报告。这些行业每个环节的操作实践应该进行评审，以便确定报告量是否为实际的放空或放空燃烧量，或者提出与放空燃烧有关的适当的放空分配量。对每个行业的各个环节也应该进行审计或审核，以便确定所有的放空/放空燃烧量是否为实际报告的（例如，来自储存罐和容器的溶解气体的排放、应急情况下的放空燃烧/放空、泄漏到放空/放空燃烧系统、管道爆裂和清洗量可能不必计入在内）。
- 基础设施数据的获得可能比产量统计数据获得更为困难。有关主要设施的数量和类型以及这些设施所采用的工艺类型等相关信息通常是可从管理机构和行业集团获得，或直接从具体的公司获得。
- 有关辅助设施（油田脱水机和压缩机的数量）的信息通常难以获得，即使从油气公司获得也是如此，因此需要在基于当地的设计实践上做出一些假设，才能估算这些设施的数量。这可能需要一些实地调查，以便提出恰当的估算因子或相关性。
- 许多公司利用计算机检查和维护信息管理系统。这些系统能以一种非常可靠的计算方法，估算所选设施的主要设备单元（例如，压缩机单元、工艺热和锅炉等）。同样，出于它们自己的需要（例如，纳税帐户、产量帐户、保险记录、质量控制规划、安全审计、执照更新等），公司中的某些部门可能维护有关设备或设施某些类型的数据库。应该尽最大努力来识别这些潜在的有用信息源。

²⁴ 配置分析提供了从井口或接受点到最终销售点或出口点全过程、协调一致的碳氢化合物产生量的计算。典型的配置类型包括放空燃烧/放空量、燃料利用量、系统损失量、添加量/清单中的去除量/储存量、进口量、出口量等。

表 2.17
根据主要排放源类别确定的用于测量油气生产过程中
逃逸性排放量的评估方法所需的典型活动水平数据要求

评估方法	主要源类别	最低限度的活动水平数据
1	所有	油和气的生产量
2	石油系统	气转换为油的比例 放空燃烧和放空量 保存的气体量 再注入的气体量 利用的气体量 气体组分
3	工业过程放空/放空燃烧	报告量 气体组分 放空燃烧过程中瞬间防空的比例因子
	储存损失	溶解气体因子 液体的储存能力 罐槽大小 水蒸气组分
	设备泄漏	分类型的设施/装置数量 各种设施所采用的工艺 分工艺单元类型的设备组成计划 气体/水蒸气组分
	燃气动力装置	依照加工单元类型的燃气动力装置计划 气体消费因子 供应中间的类型 气体组分
	意外释放和第三方危害	事件报告/总结
	气体迁移至表面和表面排放口	平均排放因子和井口数量
	钻井	钻井数量 来自钻井队测试报告的放空/放空燃烧数量 来自泥浆池的典型排放量
	油井维护	分类型的服务量
	管道泄漏	管道材料的类型 管道长度
	暴露型石油沙/油页岩	暴露的表面积 平均排放因子

由于不同的设计和加工方法，分加工单元类型的组成部分计算在不同设施和国家间可能产生很大的变化。因此，在最初采用一般文献中报告的数值可能比较适合。各国应努力开发自己的数值。

采用一致性术语和清晰的定义，在开发设施和设备构成中非常关键，并可以将这些结果与其它进行有意义的比较。

一些产量统计可能是以能量单位的形式（基于热值）报告的，需要将这些数据转换为体积单位，或其它替代单位，以便采用可获得的排放因子。代表性的产量是以能量单位的形式报告，并且是根据产品的总热值（或高位热值）计算的。当然，如果排放因子是以能量单位为基础表示的，这种能量通常为产品的净热值（或低位热值）。在将能量数据从以高位热值为基础的数据转换为以低位热值为基础的数据时，对于石油和天然气，国际能源署假设的差异分别为 5%和 10%。或者是高品位，或者是高杂质的单个天然气井，与上面给定的平均数值可能有差异。排放因子和活动水平数据必须相互对应。

在对来自油气行业的逃逸性排放量进行比较时，考虑油气进出口、油气活动类型和排放控制水平的影响非常重要。否则，不论是以单位消费量还是以单位产量为基础对排放量的审核都容易引起误解。

对于那些进口量相对于消费量和出口量而言比较少的国家来说，生产活动将是油气活动逃逸性排放的主要贡献者。对于高度依赖进口的国家来说，气体输送和分配以及石油炼制往往是逃逸性排放的主要贡献者。总的来说，净进口国家比净出口国家往往有较低的排放量。

2.7.1.4 完整性

在油气行业逃逸性排放清单编制过程中，完整性往往是一个严重问题。它可以通过与其它国家进行直接的比较来探讨。而对于精确的清单，可以通过在同一环节和子源类别单个公司之间的比较来进行。这种比较要求采用一致性的定义和分类方案。在加拿大，上游石油行业已经采用了一种比较基准，它可以比较单个公司的排放清单结果，这种排放清单结果是根据以能量强度表示的产量和以碳强度表示的产量分别计算得到的。这种基准允许公司评估其相关的环境性能。它也是一种高水平的标志，异常的或可能的误差都应予以调查并解决。

可以利用表 2.18 给出的因子来评估完整性，并以低、中、高的形式来量化特定的甲烷损失量。略微少于低基准，或大于高基准的特定的甲烷损失应予以解释。相对于给定的活动水平数据的特定甲烷损失量等级，不应该作为选择最恰当的评估方法的基础，更为合适的是总的排放量（例如，活动水平数据和排放因子的乘积）、行业的复杂性以及可获得的评估资源这些都是应该考虑的。

表 2.18
天然气设施所选择的类型以低、中、高形式表示的气体损失量分类

设施	活动水平数据	年度排放因子			
		低	中	高	计量单位
生产和加工	净的气体产量 (例如市场产量)	0.05	0.2	0.7	净产量%
管道系统输送	输送管道长度	200	2 000	20 000	m ³ /公里/年
压缩站	安装的压缩机容量	6 000	20 000	100 000	m ³ /百万瓦/年
地下储存	地下储存站的工作容量	0.05	0.1	0.7	工作容量%
液化天然气工厂 (液化或再气化)	气体生产能力	0.005	0.05	0.1	生产能力%
计量和校准站	计量和校准站数量	1 000	5 000	50 000	m ³ /站/年
分配	分配网络的长度	100	1 000	10 000	m ³ /公里/年
气体利用	气体利用器具的数量	2	5	20	m ³ /器具/年

资料来源：引自国际气体工业联合会目前没有正式出版的工作，以及基于包括俄罗斯和阿尔及利亚等 12 个国家的数据。

对于小型的单个排放源，一年之中全国累计的排放量可能对总的排放量产生很重要的影响。因此，*优良作法*是不要忽略它们，除非能够证明这种累计的排放量对总的逃逸性排放量影响可以忽略不计。相反，如果一旦已经进行了完整的评估工作，可以作为简化方法的基础，在未来更好地分配资源，以便更好地减少这种结果的不确定性。

2.7.1.5 建立一致的时间序列

理想的情况是，对于基年和后续年份的排放量估算最好采用同样的方法。如果缺乏某些历史数据，仍可以利用特定排放源的测量数据和倒推方法，建立基年排放量与活动水平数据可信的相互关系。这样做的方法取决于特定的条件，如第 7 章“方法学选择与重新计算”第 7.3.2.2 节“重新计算的替代方法”所讨论的普遍情况。

虽然确定区域或国家级的基年排放水平有意义并且很重要，但对于企业层面的一些指标，由于在许多领域频繁的合并、剥离和获得，经常会引起误解。如果国家清单是在企业层面清单基础上开发的，那么这种情况就可能成为一个问题，需要一些外推或内插的方法。

排放量估算方法和排放因子的改变都是实质性的，因此，需要以透明的方式对整个时间系列进行重新计算和报告。

2.7.1.6 不确定性评估

以下几个方面为容易出现误差的来源：

- 测量误差；
- 外推法误差；
- 所选估算方法的内在不确定性；
- 有关排放源数量和活动水平数据的遗失或不完整信息；
- 对这些排放源的时间和周期性变量缺乏了解；
- 由于排放源分类和定义上的混淆或矛盾造成的低估或高估；

- 活动水平数据或排放因子的误用；
- 报告的活动水平数据的误差；
- 中间转化操作和再生活动的漏算，这主要是由于缺乏这些活动的有效说明（例如，气体流的重复脱水[在气田、加工厂及随后的储存环节]、溢出和进口油的处理等）；
- 有效控制设施的变化和对这些控制措施的漏算；
- 数据录入和计算误差。

由于油气工业的复杂性，很难量化总的清单、排放因子和活动水平数据中净的不确定性。但如果已经进行了一些半量化的分析，那么可以进行更为完整的量化分析。

对于高质量、精制的大多数气体的排放因子，预期的误差范围为 $\pm 25\%$ ²⁵，基于化学计量比的排放因子可能更好一些（例如，误差为 $\pm 10\%$ ）。气体组分通常是比较准确的，对于单个成分而言在 $\pm 5\%$ 之内。流量率典型的误差范围为 $\pm 3\%$ ，对于销售量而言可能更小一些，而对于其它数据来说，其误差范围为 $\pm 15\%$ 或更大一些。

采用高质量的“自下而上”的方法估算油气系统甲烷逃逸性损失的误差可能为 $\pm 25\%$ 到 $\pm 50\%$ 。相比较而言，采用基于产量的缺省排放因子来估算甲烷的逃逸性损失可能更容易出现误差，这种误差可能达到一个数量级甚至更高。对于放空和放空燃烧活动的甲烷和氧化亚氮的逃逸性排放，如果能准确知道原始气体组分及实际的放空和放空燃烧数量，那么其清单仍将是十分可靠的。对于氧化亚氮逃逸性排放的估算将是最不可靠的，但这种气体对于油气活动总的温室气体逃逸性排放来说，其贡献是微不足道的。

对于个别控制活动的减排量估算可能是比较准确的，其误差范围在几个百分点到 $\pm 25\%$ ，取决于所分析的子系统或排放源的数量。

2.7.2 报告和归档

如第 8 章“质量保证和质量控制”第 8.10.1 节“内部文件和存档”所示，*优良作法*是将编制国家排放清单所需的所有信息整理成文并存档。

在国家清单报告中不可能将所有文件都包括在内，然而，国家清单应该包括所采用方法的概述、数据来源参考资料，以便使报告的排放量估算具有透明性，并且在计算过程中所进行的每一个步骤都是可以追溯的。

有关这类排放源特定的文档和报告的一些例子如下所示：

对于采用方法 3 的国家来说，相应的文档尤为重要，这是因为在《IPCC 指南》中，并没有给出用于油气部门标准的方法 3。而在方法 3 下，潜在的排放源是如何分类的，以及其相应估算结果的不确定性都存在很大的范围。

如果可能，应该报告设施性能概要和活动指标，以便对结果进行观察（例如，总的产量水平和运输距离，净进出口量以及特定的能源、碳和排放强度）。报告的排放量结果也应包括一些趋势分析，以便说明排放量和活动水平数据随时间的变化。应该提出预期的结果精度，并清晰地注释最大不确定性的领域。对结果和净减排量的任何断言，重要的是给出适当的解释。

对于行业的特定环节和子排放源类别，一些政府机构和行业协会目前的趋势是开发详细的方法手册和报告格式，这可能是一种比较有效的保存、整理和传播主题信息的手段。当然，所有这些创新都应与《IPCC 指南》中已经建立的共同框架相一致，以便在不同国家之间可以比较其排放量结果。

²⁵ 本节引用的百分比为一组专家的非正式检测结果，符合 95%置信区间的中度估算值。

由于排放因子和排放量估算程序仍处于不断完善和提高之中，因此，即使实际的排放量没有出现任何真正的变化，也有可能出现其报告的排放量发生了变化。当然，如果在清单更新过程中出现了任何结果上的变化，那么这种变化的基础都应进行清晰的讨论，那些由于方法和排放因子变化而带来的结果应该加以突出。

商业信息的保密性问题将随区域的不同而有所变化，取决于市场中公司的数量及其商业特点，这个问题的重要性趋向于在整个石油和天然气行业增加下游环节。如何处理这种可能出现的问题，通常做法是利用一著名的、独立的第三方来合并这些数据。

2.7.3 清单质量保证和质量控制

*优良作法*是对清单进行质量控制核查，如第 8 章“质量保证和质量控制”表 8.1“方法 1：一般性清单质量控制程序”以及对估算的排放量进行专家审评。额外的质量控制核查如第 8 章方法 2 所示，同时，质量保证程序也同样可能是适合的，特别是对那些采用较高级别方法进行排放量估算的排放源类别。我们鼓励清单机构对如第 7 章“方法学选择与重新计算”所确定的*关键源类别*采用较高级别的质量保证和质量控制。

除了第 8 章所示的指南外，有关这类排放源还有一些特别的程序，如下所示：

对于庞大而又复杂的油气行业的排放清单而言，由于遗漏或没有计算一些排放源可能会导致比较大的误差。为了减少这种误差，在这些清单的编制和改进过程中，获得整个行业的关联信息将非常重要。

直接测量的排放量的审核

如果采用了直接测量来开发特定国家的排放因子，清单机构应该建立这些测量的地点及所依据的已经得到认可的标准方法。如果测量实践并没有符合这种准则，那么就应该对这些排放量数据的利用进行仔细的评估，对估算值进行重新审议，并对限制性条件作出明文规定。

排放因子核查

清单机构应将基于测量的排放因子与 IPCC 的缺省因子、以及由具有类似行业特点的其他国家开发的排放因子相比较。如果采用了 IPCC 的缺省因子，清单机构应确保数据的适用性及其对应问题。如果可能，应将 IPCC 的缺省排放因子与国家或当地的排放因子进行比较，以便进一步表明这些排放因子的适用性。

活动水平数据核查

对于本领域的排放源类别，可能需要一些不同类型的活动水平数据，但这取决于所采用的方法。清单机构应从正反两个方面核查活动水平数据的不同类型，以评估其合理性。如果可能，应对多种数据来源（例如来自国家统计局和行业组织）进行比较，对这些数据中出现的明显不同应给予解释并归档。对于整个时间段主要的排放量驱动因子和活动水平数据的趋势，应该进行核查并对任何可能出现的异常进行调查。

外部评审

对于庞大而又复杂的油气工业的排放清单而言，由于遗漏或没有计算一些排放源可能会导致比较大的误差。为了减少这种误差，在这些清单的编制和改进过程中，获得整个行业的关联信息将非常重要。

参考文献

静止源燃烧非二氧化碳排放量

- EMEP/CORINAIR (1999). *Atmospheric Emission Inventory Guidebook*, 2nd edition. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (1997). *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, J.T. Houghton *et al.*, IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
- Smith, K.R., Pennise D.M., Khummongkol P., Chaiwong V., Ritgeen K., Zhang J., Panyathanya W., Rasmussen R.A., Khalil M.A.K., and Thorneloe S.A. (1999). *Greenhouse Gases from Small-scale Combustion Devices in Developing Countries. Phase III: Charcoal-Making Kilns in Thailand*. EPA-600/R-99-109. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Washington, D.C., U.S.A.
- Smith K.R., Uma R., Kishore V.V.N., Lata K., Joshi V., Zhang J., Rasmussen R.A. and Khalil M.A.K. (2000). *Greenhouse Gases from Small-scale Combustion Devices in Developing Countries, Phase IIa: Household Stoves in India*. EPA-600/R-00-052. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Washington, D.C., U.S.A.
- Zhang J., Smith K.R., Ma Y., Ye S., Weng X., Jiang F., Qi W., Khalil M.A.K., Rasmussen R.A., and Thorneloe S.A. 'Greenhouse gases and other pollutants from household stoves in China: A database for emission factors'. *Atmospheric Environment* (forthcoming).
- Zhang J., Smith K.R., Uma R., Ma Y., Kishore V.V.N., Lata K., Khalil M.A.K., Rasmussen R.A., and Thorneloe S.A. (1999). 'Carbon monoxide from cookstoves in developing countries: 1. Emission factors'. *Chemosphere: Global Change Science*, 1 (1-3), pp. 353-366.
- Zhang J., Smith K.R., Uma R., Ma Y., Kishore V.V.N., Lata K., Khalil M.A.K., Rasmussen R.A., and Thorneloe S.A. (1999). 'Carbon monoxide from cookstoves in developing countries: 2. Potential chronic exposures'. *Chemosphere: Global Change Science*, 1 (1-3), pp. 367-375.
- Zhang J. and Smith K.R. (1999). 'Emissions of carbonyl compounds from various cookstoves in China'. *Environmental Science and Technology*, 33 (14), pp. 2311-2320.

移动源燃烧：飞行器

- ANCAT/EC2 (1998). *ANCAT/EC2 Global Aircraft Emissions Inventories for 1991/92 and 2015*. R. M. Gardner, report by the ECAC/ANCAT and EC Working Group, ECAC-EC, ISBN 92-828-2914-6.
- Baughcum S. L., Tritz T. G., Henderson S. C. and Pickett D. C. (1996). *Scheduled Civil Aircraft Emission Inventories for 1992: Database Development and Analysis*. NASA Contractor Report 4700.
- Daggett, D.L. *et al.* (1999). *An Evaluation of Aircraft Emissions Inventory Methodology by Comparison With Reported Airline Data*. NASA CR-1999-209480, NASA Center for AeroSpace Information, 7121 Standard Drive, Hanover, MD 21076-1320, U.S.A.
- EMEP/CORINAIR (1999). *Atmospheric Emission Inventory Guidebook*, 2nd edition. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.
- Falk (1999). *Estimating The Fuel Used And NO_x Produced From Civil Passenger Aircraft From ANCAT/EC2 Inventory Data*. Report No DTI/EID3c/199803, Department of Transport and Industry, U.K
- Falk (1999b). *Estimating the fuel used and NO_x produced from civil passenger aircraft from ANCAT/EC2 inventory data*. Table 2 of DTI Report DTI/EID3c/199803, Department of Transport and Industry, U.K.
- ICAO (1997). *Statistics Division - Report of the Ninth Session*, Montreal, 22-26 September 1997. Document no. 9703, STA/9 (1997) International Civil Aviation Organization, Montreal, Canada, 1998.
- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC (1997). *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, J.T. Houghton *et al.*, IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
- IPCC (1999). *Aviation and the Global Atmosphere*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, U.K.

Olivier J.G.J. (1995). *Scenarios for Global Emissions from Air Traffic*. Report No. 773 002 003, National Institute of Public Health and Environment (RIVM), Bilthoven, The Netherlands.

UNFCCC (1999). *Methods Used To Collect Data, Estimate And Report Emissions From International Bunker Fuels*. Draft report from the secretariat to the United Nations Framework Convention on Climate Change, April 21 1999.

煤炭开采及加工逃逸性排放

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (1997). *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, J.T. Houghton *et al.*, IPCC/OECD/IEA, Paris, France.

Riemer P. (1999). 'Technologies for Abatement of Methane Emissions'. *Methane emissions from coal mining*, Volume 1, Chapter 4, IEAHG/SR7, restricted circulation.

Williams D.J. and A. Saghafi (1993). 'Methane emissions from coal mining - a perspective'. *Coal J.*, 41, pp. 37-42.

Williams, D. J., Saghafi, A., Lange, A. L. and Drummond, M. S. (1993). *Methane emissions from open-cut mines and post-mining emissions from underground coal*. CET/IR 173, CSIRO Division of Coal and Energy Technology, unrestricted investigation report to the Department of Environment, Sports and Territories, Australia.

油气运行逃逸性排放

Canadian Association of Petroleum Producers (1999). *CH₄ and VOC Emissions from the Canadian Upstream Oil and Gas Industry*. Canadian Association of Petroleum Producers, Calgary, AB, Canada.

GRI/US EPA (1996). *Methane Emissions from the Natural Gas Industry*. Report No. EPA-600/R-96-080, GRI / United States Environmental Protection Agency.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (1997). *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, J.T. Houghton *et al.*, IPCC/OECD/IEA, Paris, France.

USEPA (1999). *Methane Emissions from the U.S. Petroleum Industry*. EPA Report No. EPA-600/R-99-010, p. 158, prepared by Radian International LLC for United States Environmental Protection Agency, Office of Research and Development.