

中国温室气体排放清单 编制工作手册

周泽兴 林子瑜 宁洁 编著

中国石化出版社

中国温室气体排放清单 编制工作手册

周泽兴 林子瑜 宁 洁 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

在本书的第一篇中以《IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, UNEP, OECD, IEA and IPCC, 1995》为依据,编辑了一套既适合我国国情,又与国际通用的《国家温室气体清单 IPCC 指南》一致的我国温室气体排放清单编制工作手册;在第二篇中采用第一篇中的清单编制方法,以 1990 年为基础年估算了我国主要温室气体排放量。

本书可供从事环境、气候、能源、农业、林业等领域的专业科技人员,特别是从事气候变化的研究人员、从事环境工作的各级管理人员以及相关专业的各大专院校在校生、研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国温室气体排放清单编制工作手册/林子瑜等编著.
北京:中国石化出版社,1998.12
ISBN 7-80043-765-5

I. 中… II. 林… III. 温室效应-有害气体-空气污染指数-统计-中国-手册 IV. X323

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 35441 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)64241850

海丰印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所经销

787×1092 毫米 32 开本 4.25 印张 110 千字 印 1—1000

1999 年 1 月第 1 版 1999 年 1 月第 1 次印刷

定价:8.00 元

前 言

气候变化是全球性的环境问题。1992年6月全世界150多个国家在里约热内卢签署了“联合国气候变化框架公约”(UNFCCC)(以下简称“公约”),这表明各国在气候变化对世界环境和经济发展产生较大潜在危险这一点取得了共识。为公约谈判提供科学评价,政府间气候变化专业委员会(IPCC)组织各国专家对温室气体(GHG)和气候预测、影响和对策评价、气候变化的经济学问题等三方面开展广泛研究,并编写1995年的评价报告。该报告指出:在气候自然变化的同时,很可能由于人类活动改变了大气的化学成分,如二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)和氧化亚氮(N_2O)分别比工业化前增加了30%、145%和15%(1994年值)。由于这些气体吸收地表面红外辐射能力强,而且它们在大气中的留存时间长达数百年,从而改变了地球的辐射平衡。过去100年来地球表面的平均温度已经升高了 $0.3\sim 0.6^\circ\text{C}$ 。如果不改变经济发展趋势,即在不改变主要温室气体(CO_2 、 CH_4 和 N_2O)排放趋势的条件下,由于大气中主要温室气体浓度增加,考虑到温室气体和气溶胶的共同作用,今后几十年乃至上百年的时间内全球平均气温将每十年升高 0.2°C ;下世纪末温度将升高 $1\sim 3.5^\circ\text{C}$,海平面可能升高 $30\sim 100\text{cm}$ 。尽管这种预测还有很大的不确定性,但全球气候变化会给人类社会经济发展带来难以估量的损失。

“公约”最终目标是将大气中GHG浓度控制在某个水平,防止对气候系统人为干扰造成危险;应在一定时期内达

到这种水平，使生态系统自然地适应气候变化。

“公约”要求各缔约国用缔约国会议赞同的温室气体清单编制方法，定期向联合国提交在《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》中未曾阐述的其它 GHG 人为排放的清单。

我国是“公约”的签字国，承担了履约的义务。同时，完整的国家清单的编制将为查清我国 GHG 排放现状、为制定 GHG 排放控制对策提供科学依据。

据目前的估算，全球每年约有 60 亿吨碳是以 CO_2 的形式排放到大气中的，我国约占其中的 1/10，其主要排放源是煤、油、气等化石燃料的燃烧。全球每年甲烷的人为排放量约为 3.6 亿吨，其主要排放源包括种植水稻和饲养反刍动物在内的农业活动。氧化亚氮的主要人为排放也来自农业。尽管根据全球碳、氮收支平衡关系可以估算出全球各主要温室气体的排放量，但是各国的温室气体排放量估算乃是一个世界性的课题。

1990 年 10 月至 11 月，在日内瓦召开的第二次世界气候会议上提出了编制各国 GHG 排放清单标准方法的要求。经 IPCC、经济合作与发展组织 (OECD)、国际能源机构 (IEA) 和各国专家的努力，历经 5 年的修改和完善，作为各国编制 GHG 排放清单的《国家温室气体清单 IPCC 指南》(以下简称《IPCC 指南》) 1995 年版已正式出版，并为各国采用。《IPCC 指南》由《温室气体清单报告细则》、《温室气体清单工作手册》和《温室气体清单参考手册》三卷构成。《温室气体清单报告细则》为收集、加工和表达完整的国家清单数据提供逐步的指导。这些细则专门为《IPCC 指南》的用户准备，并提供了基本的方法。《温室气体清单工作手

册》为尚未拥有国家清单或在编制清单方面缺乏活动数据和经验的参与者提供有关规划和着手进行国家清单编制的建议。《温室气体清单参考手册》提供温室气体排放参数的估算方法和若干温室气体排放参数的推荐数值（或称为缺省数值）。1995年出版的《IPCC指南》对编制国家GHG清单提出的报告形式、程序和方法已日趋完善，并且已在一定程度上考虑了发展中国家的实际情况。因此，该指南对各国编制国家GHG排放清单具有一定的指导意义。《IPCC指南》对目前比较通用的估算温室气体排放的各种方法进行了不同程度的描述和介绍，同时也考虑到了各国基础资料、专业人员和财力等方面存在的差异，很难做到在各国用同样的方法编制同样详细程度的清单。因此也不得不同意各国可以根据自己的需要和能力选择各种方法和详细程度。在国家温室气体清单报告形式和文件编制体系上，该指南提供了一个适用于所有清单通用的报表和文件编制体系，这个体系用于对可能使用不同方法研制的各国估算值进行一致性比较。

中国GHG排放量估算研究工作始于90年代初。从1992年开始到1995年初在有关国际组织的资金和技术的支持下由国家科学技术部和国家环保总局等部门牵头组织国内有关单位的专家，完成了三项有关气候变化方面的研究。这些研究在内容上都不同程度地涉及到温室气体排放量估算工作，三个项目的最终研究报告分别是由国家科学技术部和亚洲开发银行共同完成的《中国的全球气候变化国家研究对策研究报告》，由国家环境保护总局、国家发展计划委员会、联合国开发署、世界银行共同完成的《中国温室气体控制的问题与对策》和由国家科技部、北京市环境监测中心和加拿大环境署完成的《北京市温室气体排放及减排对策研究》

报告。

1995年7月，中国环境科学研究院承担了国家环境保护总局科技发展计划课题“温室气体（GHG）源与汇国家清单编制方法学及主要排放系数和排放量的研究”（项目编号：95302）。该课题研究于1996年秋结束，并于1997年2月由国家环境保护总局科技标准司组织专家评审。在评审会后，根据专家意见对课题研究报告进行了补充和修改。

本书收录了该课题的主要研究结果。本书第一篇“中国温室气体排放清单编制方法”是以1995年英文版《IPCC指南》的《温室气体清单工作手册》和《温室气体清单参考手册》为蓝本结合我国情况编辑而成，其目的是提出一套适合我国国情、又与国际通用的《IPCC指南》一致的我国GHG排放清单编制方法。在拟定我国温室气体国家清单编制方法中，按《IPCC指南》方法对我国GHG的种类进行分类、特征分析和活动水平分析；采用《温室气体清单工作手册》的通用报表结构，即采用填写“工作记录表”格式，在《温室气体清单工作手册》中的“工作记录表”不够用时，给予适当补充；采用《IPCC指南》中所用的化合物名词、计量单位和术语。本书第二篇“我国主要温室气体排放量的估算”是试图应用本书第一篇提供的方法，采用填写“工作记录表”的方式来估算我国的主要温室气体（ CO_2 、 CH_4 和 N_2O ）排放量。排放量估算是以1990年度为基础年，所用数据源是我国政府公布的统计数据或国内已完成的有关课题研究报告中公开的数据（如排放系数）。国内尚缺的数据则使用《IPCC指南》中给出的、与我国情况接近的推荐值。在排放量估算中不时遇到我国对各种活动的分类和统计方法与《IPCC指南》的“工作记录表”的条目要求不尽相同的

情况，此时将对选用的数据源进行适当加工处理，使其纳入相应的“工作记录表”的格式。

编者虽力求以 1995 年版《IPCC 指南》为蓝本，结合国内资料编制出了本书所载的我国 GHG 排放清单编制工作手册，但由于水平有限，难免有遗漏和不适当之处，敬请读者指正。编者但愿本书只是编辑我国 GHG 清单编制工作手册的开端，而不是结束。希望随着《IPCC 指南》版本的更新，有更完善的“中国 GHG 排放清单编制工作手册”的书问世。

最后编者衷心感谢国家环境保护总局科技标准司对本项研究的指导、资助和支持。同时，也向曾给予本项课题研究、本书的完成提供宝贵支持的很多同事表示衷心地感谢。

编 者

于北京、中国环境科学研究院

1998 年 8 月

目 录

第一篇 中国温室气体排放清单编制方法	1
第一章 能源	1
1.1 概述	1
1.2 能源燃烧产生的二氧化碳排放	1
1.2.1 简述	1
1.2.2 化石燃料燃烧排放 CO_2 量的估算方法	2
1.2.3 填写工作记录表	2
1.3 生物量燃烧产生 CH_4 和其它温室气体排放	9
1.3.1 简述	9
1.3.2 估算方法	9
1.3.3 填写工作记录表	10
1.4 煤炭生产中的 CH_4 排放	14
1.4.1 数据采集	15
1.4.2 估算方法	15
1.4.3 填写工作记录表	16
1.5 油类和气体燃料的 CH_4 排放	17
1.5.1 数据采集	17
1.5.2 估算方法	17
1.5.3 填写工作记录表	18
第二章 工业生产过程	32
2.1 概述	32

2.2	水泥生产过程中的 CO_2 排放	32
2.2.1	数据采集	33
2.2.2	水泥生产过程中 CO_2 排放量估算方法	33
2.2.3	填写工作记录表	34
2.3	其它工业过程中 CO_2 排放 (供参考使用)	34
2.4	工业生产过程中 N_2O 排放 (供参考使用)	35
2.4.1	己二酸生产过程中 N_2O 排放量	35
2.4.2	硝酸生产过程中的 N_2O 排放量	35
2.4.3	N_2O 排放量计算方法	36
第三章	农业	38
3.1	概述	38
3.2	家畜肠道发酵和粪肥管理产生的 CH_4 排放	38
3.2.1	数据采集	39
3.2.2	估算方法	39
3.2.3	填写工作记录表	39
3.3	水稻栽培产生的 CH_4 排放	43
3.3.1	数据采集	44
3.3.2	估算方法	44
3.3.3	填写工作记录表	44
3.4	农业残留物田间燃烧产生的 CH_4 、 CO 和 N_2O 排放	47
3.4.1	数据采集	47
3.4.2	填写工作记录表	47
3.5	农业土壤产生的 N_2O 排放 (供参考使用)	50
第四章	土地使用的变化和森林	56
4.1	概述	56
4.2	森林和其它木材生物量的变化	56
4.2.1	数据采集	56

4.2.2 估算方法	57
4.2.3 填写工作记录表	57
4.3 森林和草原的开垦引起的 CO_2 的排放	60
4.3.1 数据采集	60
4.3.2 估算方法	60
4.3.3 填写工作记录表	60
4.4 森林伐区剩余物的就地燃烧的非 CO_2 的痕迹 气体排放	66
4.4.1 数据采集	66
4.4.2 估算方法	66
4.4.3 填写工作记录表	66
4.5 管理土地的废弃	68
4.5.1 数据采集	68
4.5.2 估算方法	68
4.5.3 填写工作记录表	69
第五章 废物	82
5.1 概述	82
5.2 垃圾填埋	82
5.2.1 数据采集	82
5.2.2 估算方法	82
5.2.3 填写工作记录表	83
5.3 废水中甲烷的排放	85
5.3.1 数据采集	85
5.3.2 估算方法	85
5.3.3 填写工作记录表	85
第二篇 我国主要温室气体排放量的估算	94
第一章 能源活动产生温室气体排放量的估算	94
1.1 概述	94

1.2 化石燃料燃烧产生 CO_2 排放量的估算	95
1.2.1 中国化石燃料消费总量	95
1.2.2 中国化石燃料的碳排放系数	96
1.2.3 长期固定在产品中的碳量估算	96
1.2.4 中国化石燃料碳氧化系数（即氧化率）	97
1.3 生物量薪材燃烧产生 CH_4 、 CO 、 N_2O 和 NO_x 排放量的估算	99
1.4 煤炭生产（开采）产生的煤层甲烷气排放量的估算	100
第二章 工业生产过程中 CO_2 排放量的估算	102
2.1 概述	102
2.2 水泥生产过程中的 CO_2 排放量估算	102
第三章 农业活动中 CH_4 、 CO 和 N_2O 排放量的估算	103
3.1 概述	103
3.2 家畜肠道发酵和粪肥管理产生的 CH_4 排放量的估算	103
3.3 水稻栽培产生的 CH_4 排放量的估算	105
3.4 农业残留物田间燃烧产生的 CH_4 、 CO 、 N_2O 和 NO_x 排放量的估算	107
第四章 森林活动中产生 GHG 排放量的估算	111
4.1 概述	111
4.2 由森林生物量的增长而引起的碳吸收增长总量的估算	111
4.3 由于森林的砍伐而造成的碳年排放量的估算	112
4.4 森林活动中生物量的变化引起的 CO_2 年净吸收量（或排放量）估算	113

第五章 废物处理产生甲烷排放量的估算	115
5.1 概述	115
5.2 垃圾填埋产生 CH_4 排放量的估算	115
5.3 城市废水处理产生的 CH_4 排放量的估算	116
5.4 工业废水处理产生的 CH_4 排放量的估算	117
第六章 1990 年全国主要温室气体 (CO_2 、 CH_4 和 N_2O) 排放量清单	120
参考文献	121

第一篇 中国温室气体排放 清单编制方法

第一章 能 源

1.1 概述

本章介绍来自能源活动中的 GHG 释放量的估算方法，它主要包括能源燃烧（包括生物量燃烧）与挥发两个过程。能源燃烧主要是在能源作为燃料的消费活动中产生。挥发主要是煤炭生产过程中产生 CH_4 和石油、气体燃料散发 CH_4 （天然气和石油气泄漏）。

1.2 能源燃烧产生的二氧化碳排放

1.2.1 简述

排放到大气中的 CO_2 主要来自矿物燃料中的碳氧化，约占人类活动排放 CO_2 总量的 70% 以上（在中国约占 80% 以上）。

含碳燃料燃烧产生 CO_2 。在计算一个国家的碳释放量时主要根据燃料的使用量（或消耗量）和燃料含碳量得到。燃料使用量可以从燃料的供应量（包括本国生产量、进口量），出口量及贮存量计算得到。这里的燃料供应量是指初级燃料，如煤炭、原油、天然气等。二次燃料（如汽油、润滑油等）生产量可忽略，因为它们的含碳量已包含在初级燃料的

计算中。但某些二次燃料产品的生产情况及其资料还是需要，根据这些产品的含碳量对二次燃料作一些数据的修正。

在统计能源的使用量或消耗量时，应该注意到有的能源是用作原料制成产品（如塑料），或是非能源消耗用量（如用于铺路的沥青）。这些应该计算为“固定碳量”，从能源的消耗量中扣除此部分。

燃料仓的燃料是指供应远洋国际运输轮船及飞机的燃料仓的燃料。本报告未对该类燃料进行估算。

生物量燃料燃烧产生 GHG 中，只计算 CH_4 、 N_2O 和 NO_x 。因为假定以年计算生物量再生速度大致与它每年的采伐速度相当，因而向大气排放 CO_2 为零。

1.2.2 化石燃料燃烧排放 CO_2 量的估算方法

估算公式：

$$\text{CO}_2 = [(C_P - C_S) \times C_O] \times \frac{44}{12}$$

式中 C_P ——可能释放的碳 (GgC)；

C_S ——固定碳量 (GgC)；

C_O ——碳的氧化系数 (%)。

本公式适用于所有类型的燃料，估算得到的 CO_2 排放量是实际的 CO_2 排放量，以 Gg CO_2 单位表示。

$$C_P = E \times F$$

式中 E ——表观能量消耗量 (以 GJ 表示)；

F ——不同燃料的 CO_2 排放系数 (以 kgC/GJ 表示)。

1.2.3 填写工作记录表●

使用“工作记录表 1-1A”，“工作记录表 1-1B”，“工

● 工作记录表列于本章末尾处。

作记录表 1-1C”和“工作记录辅表 1-1A”完成报表。

步骤 1 测定或收集以原始单位表示的燃料的表现消耗量 (10^3t)

在采集或统计燃料的消耗量时可以采取以下方法：

1. 将所有原料组合成液、固、气三大类来统计采集。
此方法《IPCC 指南》未推荐。

2. 按《IPCC 指南》推荐的燃料分类方法将液态燃料分成 15 种，固态燃料为 8 种，气态燃料 1 种。

3. 按各行业、部门来统计采集。

燃料表现消耗量可按以下步骤进行计算：

首先使用燃料的下列原始数据计算每一类燃料表现消耗量：

- 产量（在“工作记录表 1-1A”中 A 栏）
- 进口量（在“工作记录表 1-1A”中 B 栏）
- 出口量（在“工作记录表 1-1A”中 C 栏）
- 贮存量（在“工作记录表 1-1A”中 D 栏）

对二次燃料及制品，所输入数据仅是：

- 进口量（B 栏）
- 出口量（C 栏）
- 贮存量（D 栏）

所有燃料量的原始单位均用 10^3t 表示，然后转换成能量单位（GJ）。

根据收集的资料，填入“工作记录表 1-1A”的 A 至 D 栏内，即可计算出燃料表现消耗量。

燃料表现消耗量可用以下公式计算：

燃料表现消耗量 = 产量 + 进口量 - 出口量 - 贮存量

若本国有实际燃料消耗量统计数据，则直接使用之，并

以实际燃料消耗量为准。

当计算完各种燃料的表观消耗量之后，将固态燃料、液态燃料和气态燃料相加，总量填入“工作记录表1-1A”内。

步骤2 由原始单位转换为普通能量单位（千兆焦耳，以 GJ 表示）

1. 转换系数。

表 1-1 本计算中使用单位符号含义

符 号	含 义	中文名称
t	10^3kg	吨
kg	10^3g	千克
kt	10^3t	千吨
Mt	10^6t	兆吨
J	($1\text{cal}=4.1868\text{J}$)	焦耳
GJ	10^9J	千兆焦耳
Gg	10^9g	千兆克
Tg	10^{12}g	兆兆克（万亿克）
Mg	10^6g	兆克
g	克	克
PJ	10^{15}J	千万亿焦耳

以 10^3t 原始单位表示的某种燃料转换为普通能量单位 GJ 时，主要由该种燃料的发热值计算转换，如精炼汽油（原始单位用 10^3t 表示）换成普通能量的转换系数为（取精炼汽油发热值为 10000kcal/kg ） $10^3 \times 10^3 \times 10^4 \times 10^3 \times 4.1868/10^9 = 41868\text{GJ}/10^3\text{t}$ 。

表 1-2 给出以 t 为原始单位的不同种类燃料转换为普通能量单位 GJ 的转换系数。