

中国森林、农田和草地 温室气体计量方法

刘硕 李玉娥 张小全 编著



 科学出版社

中国森林、农田和草地温室 气体计量方法

刘 硕 李玉娥 张小全 编著



科学出版社

北 京

内 容 简 介

国家温室气体清单编制是各国划分温室气体排放责任和承担相应减排义务的重要依据,对国家经济社会发展具有重要意义。森林、农田和草地是受人为干扰最为频繁的陆地生态系统,其碳储量变化是国家温室气体清单的重要组成部分。本书结合 IPCC 国家温室气体清单编制指南和我国碳计量相关成果,将我国森林、农田和草地 3 种主要生态系统类型划分为土地利用类型不变和土地利用类型相互转化两大计算情景,每个情景包括五大碳库和一个温室气体排放的计算类别,即生物量(地上生物量、地下生物量)、死有机质(枯死木、枯落物)、土壤有机碳和生物质燃烧产生的非 CO₂(甲烷和氧化亚氮)温室气体排放。根据各计算类别所涉及的人为活动构建不同的排放因子、活动水平数据及计算实例方法体系。

本书旨在为国家或区域编制温室气体清单及相关研究人员从事相关工作提供技术支持和服务。

图书在版编目(CIP)数据

中国森林、农田和草地温室气体计量方法/刘硕,李玉娥,张小全编著.
—北京:科学出版社,2015.5
ISBN 978-7-03-044232-1

I. ①中… II. ①刘… ②李… ③张… III. ①有害气体-计量方法
IV. ①X51

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 093657 号

责任编辑:杨帅英 / 责任校对:赵桂芬

责任印制:徐晓晨 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京厚诚则铭印刷科技有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 7 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2015 年 7 月第一次印刷 印张:10 1/4

字数:235 000

POD定价: 79.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

全球气候变化深刻影响着人类生存和发展。为减缓全球气候变化,保护人类生存环境,1992 年联合国通过了《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)(以下简称《公约》)。根据《公约》的规定,所有缔约方均有义务采用缔约方会议同意的具有可比性的方法学,定期编制、更新和公布人为活动引起的、《蒙特利尔进程》未予管制的所有温室气体源排放和汇清除清单,即国家温室气体清单,并尽可能降低不确定性。根据共同但有区别的责任和各自能力,为人类当代和后代的利益保护气候系统,发达国家应率先采取行动应对气候变化及其不利影响。《公约》还要求定期编制和更新温室气体清单是非附件 I 国家(发展中国家)最主要的义务之一。土地利用、土地利用变化与林业(LULUCF)是国家温室气体清单的重要组成部分,森林、农田和草地受人为活动影响后的碳储量变化及非二氧化碳(CO₂)排放是 LULUCF 的重要估算内容。

我国于 2004 年首次编制完成并向《公约》秘书处递交了 1994 年《中华人民共和国气候变化初始国家信息通报》,其中包括 LULUCF 温室气体清单。由于缺乏适合国情的计量参数值,大多数采用国际缺省值,以致 LULUCF 温室气体清单的不确定性高达 50%。2008 年我国正式启动第二次国家温室气体清单的编制工作,开始编制中国 2005 年温室气体清单,其中 LULUCF 温室气体清单采用林业部门计量结果。以上工作均为我国土地利用与林业碳计量方法学的研究和发展奠定了坚实的基础,但从方法学的完整性和可操作性考虑,还需要进一步完善两个方面:一是农田和草地人为活动的碳计量方法学相对林业较为薄弱,降低了我国计量方法学应用的可靠性;二是方法学计算过程中示例演算步骤较少,使未涉及或不熟悉清单编制方法的人员难于快速掌握和应用该方法学。

针对以上情况,为使我国人为活动对森林、农田和草地的土地利用和土地利用变化的计量方法学符合国际计量标准,方便履约,同时兼顾我国实际情况,本方法学主要采用了《2006 IPCC 国家温室气体清单编制指南》和《2000 IPCC 国家温室气体清单优良做法指南和不确定性管理》提供的方法,进一步改进和完善了我国森林、农田和草地三大陆地生态系统人为活动对计量结果具有重要影响的关键参数(包括排放因子和活动水平数据),通过计量方法、关键参数及其监测或搜集途径、实例演算步骤、数据质量控制与管理等环节,增强计量方法学在我国的适用性,降低清单计算结果的不确定性。本书各章节所涉及的关键参数数据库分为:①森林部分包括 26 个树种生物量与蓄积相关函数参数,17 个树种的生物质含碳率,50 个树种的根冠比,22 个树种枯落物占地上生物量的百分比的相关函数,主要竹林、经济林和灌木林生物质根冠比、含碳率等碳

计量相关参数,不同地类和植被类型土壤碳密度(0~30cm),全国主要地类土壤有机碳密度(0~30cm),各类林分生物量计量方程总共涉及 59 个树种、21 个省,其中 47 个地上部方程、39 个全林方程、49 个树干/枝/叶方程,为我国不同气候区、不同树种或树种组的碳计量提供了更为详实的关键参数数据;②由于农田部分的人为活动主要影响的是土壤有机碳储量的变化,因此本书主要提供了不同农田管理措施对土壤有机碳储量影响的关键参数,包括我国不同农田管理措施(保护性耕作、施用化肥、施用有机肥和有机肥化肥混施)的排放因子(20 年),并将其不确定性降低为 5%,同时细化了我国 31 个省(自治区、直辖市)农田土壤有机碳背景值(1990 年),并搜集了我国典型农田管理措施类型在不同省份的活动水平数据,增强了我国农田土壤有机碳储量变化估算所需的关键参数;③草地部分与农田部分相同,只提供土壤有机碳储量变化相关的关键参数,包括 7 种草地类型、4 种管理措施下 4 种放牧强度的草地土壤碳储量排放因子,并将我国不同管理措施对草地土壤有机碳影响的排放因子的不确定性降低为 10%,还完善了 1990 年我国 18 种草地类型表层土(0~30cm)矿质土壤有机碳储量背景值以及 1990 年和 2008 年全国不同草地类型、不同草地管理措施的活动水平,这有利于估算从区域到全国的草地土壤碳储量变化。本方法学所涉及的大量参数,从优到劣的参数选择顺序是:①基于本地区的参数值;②基于类似生态条件的临近地区的参数值;③省级平均值;④国家缺省值;⑤IPCC 缺省值。各类全国性数据均未包括我国香港、澳门特别行政区和台湾省。

在此书稿完成之际,感谢中国科学院战略性先导科技专项“我国陆地生态系统固碳潜力与速率的综合模拟与集成分析”课题对本书稿的支持。

作 者

2014 年 11 月于北京

目 录

前言

1 IPCC 清单指南简介 1

1.1 IPCC 清单指南的发展 1

1.2 土地利用和土地利用变化 4

1.2.1 概述 4

1.2.2 土地利用和土地利用变化分类 4

1.2.3 我国土地利用分类与定义 5

1.3 IPCC LULUCF 清单方法 8

1.3.1 碳储量变化和非 CO₂ 温室气体排放计算方法分类 8

1.3.2 碳储量变化估算的一般方法 9

1.3.3 非 CO₂ 温室气体排放估算的基本方法 10

1.3.4 土壤碳储量变化估算的基本方法 10

2 林地温室气体源/汇核算方法 12

2.1 国家森林资源连续清查和林地分类 12

2.1.1 森林资源清查 12

2.1.2 林地分类体系 13

2.2 计量方法 15

2.2.1 概述 15

2.2.2 生物质碳储量 17

2.2.3 枯落物碳储量 20

2.2.4 枯死木碳储量 21

2.3 实例 21

3 农田碳源/汇清单编制的方法 45

3.1 农田仍为农田的土地利用方式 45

3.1.1 生物质碳库碳储量变化 45

3.1.2 死有机质碳库碳储量年变化 53

3.1.3 土壤碳库碳储量变化 57

3.1.4 生物质燃烧产生的非 CO₂ 温室气体排放 62

3.2 其他土地利用方式转为农田 64

3.2.1 生物质碳库碳储量变化 65

3.2.2	死有机质碳库碳储量年变化	71
3.2.3	土壤碳库碳储量年变化	73
3.2.4	生物质燃烧产生的非 CO ₂ 温室气体排放	80
4	草地碳源/汇清单编制的方法	83
4.1	草地仍为草地的土地利用方式	83
4.1.1	生物质碳库碳储量年变化	83
4.1.2	死有机质碳库碳储量年变化	90
4.1.3	土壤碳库碳储量年变化	95
4.1.4	生物质燃烧产生的非 CO ₂ 温室气体排放	100
4.2	其他土地利用方式转为草地	102
4.2.1	生物质碳库碳储量年变化	103
4.2.2	死有机质碳库碳储量年变化	105
4.2.3	土壤碳库碳储量年变化	107
4.2.4	生物质燃烧产生的非 CO ₂ 温室气体排放	113
5	数据质量控制管理及其不确定性分析	116
5.1	排放因子数据的不确定性来源	116
5.2	降低不确定性的良好做法	119
5.3	数据质量控制与管理	122
5.4	不确定性计算方法	123
	附表关键参数取值表	128
	参考文献	153

1 IPCC 清单指南简介

1.1 IPCC 清单指南的发展

政府间气候变化专业委员会(IPCC)相继发布了 1995 年、1996 年、2000 年、2003 年、2006 年国家温室气体清单编制指南或国家温室气体清单优良做法指南,土地利用、土地利用变化与林业(LULUCF)的清单方法学也在不断改进和完善。1995 年 IPCC 出版了《1995 IPCC 国家温室气体清单指南》,经过进一步修订,IPCC 出版了《1996 IPCC 国家温室气体清单修订指南》(IPCC,1996),其中的第五章为土地利用变化和林业(LUCF)的温室气体清单指南(IPCC-1996-LUCF),并得到《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)的各缔约方在编制其国家温室气体清单过程中广泛应用。随后 IPCC 编制了《2000 IPCC 国家温室气体清单优良做法指南和不确定性管理》(IPCC-GPG-2000)(IPCC,2000a)。考虑到当时正在编写土地利用、土地利用变化和林业特别报告(IPCC,2000b),且 UNFCCC 缔约方正在就土地利用、土地利用变化和林业(LULUCF)的范围、定义和核算规则进行谈判,为使未来的指南能考虑到缔约方的谈判结果,IPCC-GPG-2000 不涉及 LUCF。UNFCCC 的第七次缔约方会议(COP7)就 LULUCF 议题形成决定(UNFCCC,2001),决定要求 IPCC 于 2003 年编制《IPCC 土地利用、土地利用变化和林业优良做法指南》(IPCC-GPG-LULUCF)(IPCC,2003)。应 UNFCCC 附属科学技术咨询机构(SBSTA)第 17 届会议要求,IPCC 于 2006 年出版了《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》(以下简称《2006 IPCC 清单指南》)。经过 IPCC 和各国专家十余年的努力,LUCF 部门的清单方法学得到不断改进和完善(图 1.1)。

IPCC-1996-LUCF 主要考虑 4 类人类活动引起的温室气体排放(IPCC,1997)。

(1) 森林和其他木质生物质碳储量的变化(5A):包括森林和散生木,不包括未受人为干扰的森林。

(2) 森林和草地转化造成的碳储量变化(5B):森林和草地转化为其他地类(主要考虑农地),包括转化过程中生物质碳储量变化和生物质燃烧引起的非 CO₂排放。

(3) 放弃地(农地和牧地)植被的自然恢复引起的生物质碳储量变化(5C)。

(4) 土壤碳储量变化(5D):土地利用和土地管理引起的矿质土壤碳储量变化、有机土壤转化为农地或人工林引起的 CO₂排放和农业土壤施用石灰引起的 CO₂排放。

(5) 其他(5E):其他非 CO₂温室气体排放。

IPCC-1996-LUCF 分类混乱,部分基于碳库变化(5A 和 5D),部分基于引起土地利用变化的活动类型分类(5B 和 5C)。提供的方法缺乏灵活性,没有提供可供各国选

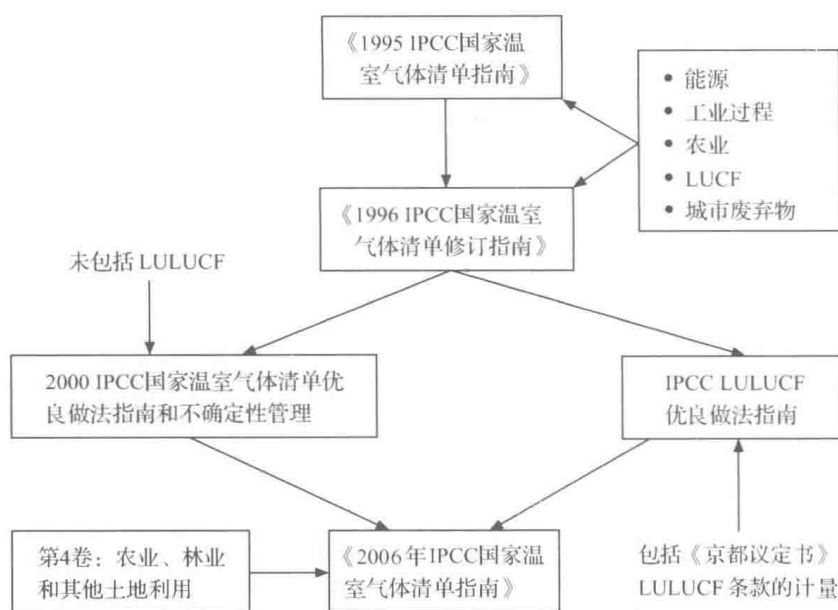


图 1.1 IPCC 国家温室气体清单指南的发展

择的备选方法。土地利用变化包含的内容也不完整,如缺少通过造林或再造林活动将非林地转化为有林地的计量,缺少对森林、草地、农地、湿地等土地利用类型之间相互转化引起的温室气体源汇变化的计量。对土地利用类型缺乏统一明确的定义,使各国的清单缺乏可比性。此外,IPCC-1996-LUCF 无法满足《京都议定书》有关 LULUCF 条款的计量要求。为提高各缔约方编制的国家温室气体清单完整性、透明性、一致性、可比性,并降低不确定性,与 IPCC-1996-LUCF 相比,IPCC-GPG-LULUCF 有了实质性的改进和提高,包括以下几个方面:

(1) 土地利用分类的一致性。将土地利用划分为六大类,并对各类土地利用给出了明确的定义,在此基础上考虑各地类内及其相互转化引起的温室气体源汇变化,使 LUCF 清单的结构更清晰,温室气体源汇更透明。

(2) 与《京都议定书》的关联性。其第四章专门针对《京都议定书》中的造林、再造林和毁林(ARD)条款(第三条第三款)、森林管理、植被恢复、农地管理和放牧草地管理的条款(第三条第四款)、清洁发展机制条款(第 12 条)和联合履约(第 6 条)等与 LULUCF 有关的温室气体源汇计量提供了方法学指南。

(3) 计量方法的灵活性。提出了由简单到复杂 3 个层次的计量方法,使各缔约方根据其本国的活动水平和排放/清除因子或参数的可获得性,选择适合的方法。具有高质量详细数据的缔约方可选择较高层次的方法,使不确定性得以降低。而数据缺乏甚至没有数据的缔约方也可根据国际上统计或估计的活动水平数据和缺省的排放/清除因子或参数,完成 LULUCF 温室气体排放清单。

(4) 完整性。针对每一地类及其转化,分别计量碳储量变化和非 CO₂ 温室气体排放。对于碳储量及其变化的计量,定义了五大碳库(地上生物量、地下生物量、枯落物、

枯死木和土壤碳),分别计量不同的碳库,并分别提出了各碳库 3 个层次的计量方法。

(5) 交叉问题。论证和提出了不确定性评估、关键排放源分析、时间序列的一致性处理和核查的方法以及数据质量保证和质量控制程序,以保证清单的一致性和可靠性。

(6) 更新并提供了大量的缺省参数或排放/清除因子,对于缺少参数的发展中国家编制清单十分有用。

(7) 在附件中提供了可为缔约方选用的木质林产品碳储量变化的计量方法学。

为使采用 IPCC-GPG-LULUCF 与过去采用 IPCC-1996-LUCF 编制的清单具有可比性,该指南保证了新的指南中各种土地利用和林业活动类别能通过归类纳入 IPCC-1996-LUCF 的报告格式中。

但是,由于在清单编制和报告时,农业部门是一个独立的清单部门,而在上述 LULUCF 的清单编制和报告中又涉及农地、草地及其与其他地类的转换,因此两个部门在清单编制和报告时容易出现重复或遗漏,也容易使清单编制人员混淆。例如,农地非 CO₂ 排放放在农业部门编制和报告,而 CO₂ 在 LULUCF 部门编制和报告;其他地类转化为农地引起的非 CO₂ 和 CO₂ 排放均在 LULUCF 部门编制和报告。热带稀树草原燃烧引起的非 CO₂ 排放放在农业部门编制和报告,而其他土地利用方式转为草地时燃烧产生非 CO₂ 排放则属 LULUCF。

为避免上述问题,《2006 IPCC 清单指南》中的第四卷(农业、林业和其他土地利用,IPCC-2006-AFOLU),将 IPCC-GPG-2000 中的第四章(农业)和 IPCC-GPG-LULUCF 进行整合,使整个土地利用变化和林业成为一个有机的整体。同时在以下几方面得到提高(IPCC,2006):

(1) 将过去的人类活动引起的温室气体源排放和汇清除明确定义为发生于被管理土地上的温室气体源排放和汇清除,即只有在受到人为干扰的土地上发生的温室气体源排放或汇清除才纳入国家清单的计量中。

(2) 在对待火烧引起的温室气体排放方面,过去根据火烧的原因来识别是否纳入温室气体清单的计量,即不考虑自然火烧,但有时很难区分发生的火烧是人为引起的还是自然因素引起的。IPCC-2006-AFOLU 则根据火烧所发生的土地类别来区分,即只要发生在被管理或受人为干扰的土地上的火烧将纳入清单计量,而不论火烧是人为的还是自然的。发生于未受人为干扰土地上的火烧不纳入清单计量,除非这种火烧最终导致土地利用方式发生变化。

(3) 过去属于选择性计量的居住地和被管理湿地的 CO₂ 源排放和汇清除,在 IPCC-2006-AFOLU 给出了计量方法学指南。

(4) 木质林产品碳计量方法学得到进一步改进,并纳入正式的方法学中,而不是作为附件。

(5) 增加了湿地土地利用变化引起的 CO₂ 排放的计量方法,并将 CH₄ 排放的计量

方法作为附件提供,成为今后进一步完善方法学的基础。

1.2 土地利用和土地利用变化

1.2.1 概述

IPCC 指南(IPCC,2003,2006)将陆地生态系统划分为六大地类,即有林地、农地、草地、湿地、建设用地和其他,然后估算各地类(包括各子类)及其相互转化(土地利用变化)引起的各碳库(地上生物量、土壤有机碳、枯落物、枯死木和木产品)碳储量的变化和温室气体源汇的量(图 1.2)。

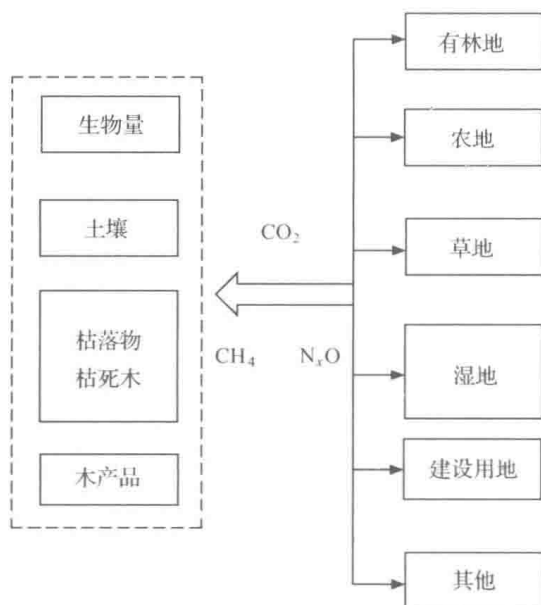


图 1.2 LULUCF 温室气体清单计量方法框架

1.2.2 土地利用和土地利用变化分类

IPCC 给出了六大土地利用类型的分类标准:

(1) 有林地:其木本植被符合森林定义阈值指标的所有土地,包括目前尚不满足但有潜力达到森林定义阈值指标的未成林林地。

(2) 农地:种植农作物的土地,包括稻田和不满足森林定义阈值指标的混农林系统。

(3) 草地:未划入农地类型的草场、草原,以及其他不满足森林定义阈值指标的草本和木本植被(如灌木)。

(4) 湿地:未纳入有林地、农地、草地、建设用地地类的泥炭地以及永久或季节性水淹的土地,包括水库、天然河流和湖泊。

- (5) 建设用地:未纳入其他土地利用类别的城镇、工矿、居住和基础设施(如交通)用地。
- (6) 其他:包括裸地、裸岩、冰川、荒漠以及未纳入上述各土地利用类别的地类。
- 将上述每一地类进一步划分为现有地类和其他地类转化为该地类两个子类:
- (1) 有林地:包括现有有林地(FF)和其他 5 个地类转化为有林地(LF)。
- (2) 农地:包括现有农地(CC)和其他 5 个地类转化为农地(LC)。
- (3) 草地:包括现有草地(GG)和其他 5 个地类转化为草地(LG)。
- (4) 湿地:包括现有湿地(WW)和其他 5 个地类转化为湿地(LW)。
- (5) 建设用地:包括现有建设用地(SS)和其他 5 个地类转化为建设用地(LS)。
- (6) 其他:包括现有其他土地(OO)和其他 5 个地类土地转化为其他土地(LO)。

由此得到土地利用和土地利用变化矩阵如表 1.1 所示。现有地类和土地利用类型转化两个子地类的区分是根据转化为新地类后的年限(IPCC 缺省值为 20 年,各国可根据国情选择 20 年以上的时间)。例如,若清查年为 2005 年,则 1986~2005 年一直为有林地的,则划入现有有林地(5. A. 1 FF),1986~2005 年从其他地类转化为有林地的,则划入转化为有林地地类(5. A. 2 LF)。需要明确的是,经营性采伐导致的暂时无林地(采伐迹地)仍划入 5. A. 1 FF。为此需要知道过去 20 年内每年的各类土地利用转化面积。

表 1.1 土地利用和土地利用变化矩阵

转化前 转化后	有林地	农地	草地	湿地	建设用地	其他	转出 合计
有林地	5. A. 1 FF	5. B. 2. 1 FC	5. C. 2. 1 FG	5. D. 2. 1 GW	5. E. 2. 1 FS	5. F. 2. 1 FO	
农地	5. A. 2. 1 CF	5. B. 1 CC	5. C. 2. 2 CG	5. D. 2. 2 CW	5. D. 2. 2 CS	5. F. 2. 2 CO	
草地	5. A. 2. 2 GF	5. B. 2. 2 GC	5. C. 1 GG	5. D. 2. 3 GW	5. D. 2. 3 GS	5. F. 2. 3 GO	
湿地	5. A. 2. 3 WF	5. B. 2. 3 WC	5. C. 2. 3 WG	5. D. 1 WW	5. D. 2. 4 WS	5. F. 2. 4 WO	
建设用地	5. A. 2. 4 SF	5. B. 2. 4 SC	5. C. 2. 4 SG	5. D. 2. 4 SW	5. E. 1 SS	5. F. 2. 5 SO	
其他	5. A. 2. 5 OF	5. B. 2. 5 OC	5. C. 2. 5 OG	5. D. 2. 5 OW	5. D. 2. 5 OS	5. F. 1 OO	
转入合计							

每个子类还应根据气候、土壤和植被类型等进一步划分为细类,分类详细程度取决于土地利用和土地利用变化的数据情况。例如,现有有林地和其他 5 个地类转化为有林地不可进一步划分为不同的森林类型。

1.2.3 我国土地利用分类与定义

全国森林资源清查中各类土地利用类型的定义如表 1.2 所示。我国的土地利

用分类与 IPCC 土地利用分类有一定差别,将我国的土地利用分类按 IPCC 分类归类如表 1.3 所示。

表 1.2 依照 IPCC 土地利用分类方法整合的我国土地分类及相关定义

分类			定义
林地	有林地	乔木林	由乔木(含因人工栽培而矮化的)树种组成的片林或林带。其中,林带行数应在 2 行以上且行距 $\leq 4\text{m}$ 或林冠冠幅水平投影宽度在 10m 以上;当林带的缺损长度超过林带宽度的 3 倍时,应视为两条林带;两平行林带的带距 $\leq 8\text{m}$ 时,可以按片林调查。包括郁闭度达不到 0.20,但已到成林年限且生长稳定,保存率达到 80% (年降水量 400mm 以下地区为 65%)以上人工起源的林分
		红树林	生长在热带和亚热带海岸潮间带或海潮能够达到的河流入海口,附着有红树科植物或其他在形态上和生态上具有相似群落特性科属植物的林地
		竹林	附着有胸径 2cm 以上竹类植物的林地。由不同竹类构成的竹林的具体划分标准由各省(自治区、直辖市)制定,报国务院林业主管部门批准
	疏林地		附着有乔木树种、郁闭度为 0.10~0.19 的林地
	灌木林地	一般灌木林地	附着有灌木树种,或因生境恶劣矮化成灌木型的乔木树种以及胸径小于 2cm 的小杂竹丛,以经营灌木林为主要目的或专为防护用途,覆盖度为 30%以上的林地。灌木林地包括灌木片林和灌木林带。其中,灌木林带行数应在 2 行以上且行距 $\leq 2\text{m}$;当灌木林带的缺损长度超过林带宽度的 3 倍时,应视为 2 条灌木林带;两平行灌木林带的带距 $\leq 4\text{m}$ 时,可以按片状灌木林调查
		国家特别规定的灌木林地	分布在年均降水量 400mm 以下的极干旱、干旱、半干旱地区(以县为单位,最近连续 30 年平均年降水量值小于 400mm),或乔木垂直分布上限[按山脉(山系)确定山地乔木分布上限海拔值]以上,或热带亚热带岩溶地区、干热(干旱)河谷等生态环境脆弱地带,专为防护用途,且覆盖度大于 30%的灌木林地,以及以获取经济效益为目的进行经营的灌木经济林
		其他灌木林地	不属于国家特别规定的灌木林地的其他灌木林地
	未成林地	未成林造林地	人工造林(包括植苗、播种、分植造林)和飞播造林后不到成林年限,造林成效符合下列条件之一,苗木分布均匀,尚未郁闭但有成林希望的林地: (1) 人工造林成活率 85%以上,其中年均降水量 400mm 以下地区造林成活率 70%以上; (2) 飞播造林后成苗调查苗木 3000 株/hm ² 以上,且分布均匀
		未成林封育地	通过自然变化、封山育林或人工促进天然更新后,不超过成林年限,天然更新等级中等以上,尚未郁闭但有成林希望的林地
	苗圃地		固定的林木和木本花卉育苗用地,不包括母树林、种子园、采穗圃、种质基地等种子、种条生产用地以及种子加工、储藏等设施用地

续表

分类			定义
林地	无立木林地	采伐迹地	采伐后 3 年内活立木达不到疏林地标准、尚未人工更新或天然更新达不到中等等级的林地
		火烧迹地	火灾后 3 年内活立木达不到疏林地标准、尚未人工更新或天然更新达不到中等等级的林地
		其他无立木林地	符合下列条件之一的林地： (1) 造林更新后，成林年限前达不到未成林造林地标准的造林地； (2) 造林更新达到成林年限后，未达到有林地、疏林地或灌木林地标准的林地； (3) 已经整地但还未造林的林地； (4) 不符合上述林地地区划条件，但有林地权属证明，因自然保护、科学研究、森林防火等需要保留的无立木林地
	宜林地	宜林荒山荒地	未达到上述有林地、疏林地、灌木林地、未成林林地标准且被县级以上政府规划为林地的荒山、荒(海)滩、荒沟、荒地等
		宜林沙荒地	未达到上述有林地、疏林地、灌木林地、未成林林地标准，造林可以成活，且被县级以上政府规划为林地的固定、半固定沙地(丘)、有明显沙化趋势的土地等
		其他宜林地	被县级以上政府规划用于发展林业的其他土地
		林业辅助生产用地	直接为林业生产服务的工程设施(含配套设施)用地和其他具有林地权属证明的土地。包括： (1) 培育、生产种子、苗木的设施用地； (2) 储存种子、苗木、木材和其他生产资料的设施用地； (3) 集材道、运材道； (4) 林业科研、试验、示范基地； (5) 野生动植物保护、护林、森林病虫害防治、森林防火、木材检疫设施用地； (6) 供水、供热、供气、通信等基础设施用地； (7) 其他具有林地权属证明的土地
非林地	耕地		种植农作物的土地
	牧草地		以草本植物为主，用于畜牧业的土地
	水域		陆地水域和水利设施用地，包括河流、湖泊、水库、坑塘、苇地、滩涂、沟渠、水利设施、冰川和永久积雪等
	未利用地		未利用和难利用的土地，包括荒草地、盐碱地、沼泽地、沙地、裸岩石砾地、高寒荒漠、苔原等
	建设用地		包括工矿建设用地、城乡居民建设用地、交通建设用地和其他用地

资料来源：国家林业局，2004。

表 1.3 土地利用类型归类

IPCC 地类	国家森林资源连续清查地类
有林地	(1) 有林地:林分[不同树种(组)林分类型]、竹林(毛竹和其他竹类)、经济林(水果、干果以及食用、化工和药用原料林) (2) 未成林地
农地	(1) 耕地 (2) 苗圃地 (3) 果树 (4) 茶园
草地	(1) 牧草地 (2) 疏林地 (3) 灌木林地 (4) 宜林地 (5) 无立木林地 (6) 未利用地:荒草地、盐碱地、苔原
湿地	(1) 水域:不含冰川和永久积雪 (2) 未利用地:沼泽地
建设用地	(1) 建设用地 (2) 林业辅助生产用地
其他	(1) 未利用地:沙地、裸岩石砾地、高寒荒漠 (2) 水域:冰川和永久积雪 (3) 固定、半固定沙地(丘)

1.3 IPCC LULUCF 清单方法

1.3.1 碳储量变化和非 CO₂ 温室气体排放计算方法分类

IPCC(2006)提供了 3 种层次(Tier)的方法,具体选择使用哪种方法,取决于计量的温室气体源汇是否是关键排放源以及相关国家水平的排放因子和参数的可获得性。

(1) T1:采用 IPCC 推荐的方法学及其提供的排放/清除因子和参数的缺省值。使用的活动水平数据通常来自国际或国家级的估计或统计数据。

(2) T2:采用类似 T1 的方法学,但采用具有较高分辨率的本国活动水平数据和排放/清除因子或参数;T2 也可采用基于国别数据的方法学。活动水平和排放参数数据通常是基于本国不同地区和土地利用类型的数据。

(3) T3:采用专门的国家碳计量系统或模型工具,活动数据基于高分辨率的数据,

包括地理信息系统和遥感技术的应用。

1.3.2 碳储量变化估算的一般方法

碳储量变化为不同地类碳储量变化之和,即

$$\Delta C = \Delta C_{FL} + \Delta C_{CL} + \Delta C_{GL} + \Delta C_{WL} + \Delta C_{SL} + \Delta C_{OL} \quad (1.1)$$

式中, ΔC 为碳储量变化,下标 FL、CL、GL、WL、SL 和 OL 分别表示有林地、农地、草地、湿地、建设用地和其他等土地利用类型。每一地类碳储量变化为该地类各子类碳储量变化之和,即

$$\Delta C_{LU} = \sum_i \Delta C_{LU_i} \quad (1.2)$$

式中, ΔC_{LU} 为公式(1.1)中某地类(LU)的碳储量变化量; i 为 LU 中的子地类(包括不同的气候、土壤、植被类型、管理措施等)。

某子地类的碳储量变化为各碳库中碳储量变化之和,即

$$\Delta C_{LU_i} = \Delta C_{AB} + \Delta C_{BB} + \Delta C_{DW} + \Delta C_{LI} + \Delta C_{SOC} + \Delta C_{HWP} \quad (1.3)$$

式中, AB 为地上生物量;LI 为枯落物;BB 为地下生物量;SOC 为土壤有机碳;DW 为死木;HWP 为木产品。

当采用 T1 方法时,可假定:

- (1) 地下生物量中的碳储量变化为零;
- (2) 死木和枯落物碳库合并为死有机质碳库;
- (3) 对于非有林地地类,死有机质碳储量为零;
- (4) 有林地转化为其他 5 个地类,假定死有机质碳库中储存的碳在转化的当年全部排放;
- (5) 现有有林地的死有机质碳储量变化为零。

有两种方法可以估计每个碳库的碳储量变化,即基于过程的方法和基于储量的方法。

- (1) 基于过程的方法:增加-损失法见公式(1.4)。

$$\Delta C = \Delta C_G - \Delta C_L \quad (1.4)$$

式中, ΔC_G 为年碳增量(t C/a); ΔC_L 为年碳损失量(t C/a)。

- (2) 基于储量的方法:储量差额法见公式(1.5)。

$$\Delta C = \frac{C_{t_2} - C_{t_1}}{t_2 - t_1} \quad (1.5)$$

式中, C_{t_2} 为时间点 t_2 的碳储量(t C); C_{t_1} 为时间点 t_1 的碳储量(t C)。

1.3.3 非 CO₂ 温室气体排放估算的基本方法

生物质和死有机质的燃烧、含氮肥料的施用等活动均涉及非 CO₂ 温室气体排放。非 CO₂ 温室气体排放的估计量基于活动水平和排放因子,即

$$\text{Emission} = A \times \text{EF} \quad (1.6)$$

式中, A 为活动水平数据,如面积、质量等,取决于排放源的种类; EF 为单位活动水平 A 某温室气体的排放因子(t/hm^2)。

1.3.4 土壤碳储量变化估算的基本方法

土壤碳储量变化估算的基本方法见公式(1.7):

$$\Delta C_{\text{土壤}} = \Delta C_{\text{矿质}} - L_{\text{有机}} + \Delta C_{\text{无机}} \quad (1.7)$$

式中, $\Delta C_{\text{土壤}}$ 表示土壤碳库变化量($\text{t C}/\text{a}$); $\Delta C_{\text{矿质}}$ 表示矿质土壤有机碳库变化量($\text{t C}/\text{a}$); $L_{\text{有机}}$ 表示排水有机土壤中的土壤有机碳损失量($\text{t C}/\text{a}$); $\Delta C_{\text{无机}}$ 表示土壤中的无机碳变化量($\text{t C}/\text{a}$)(除了方法 3 之外,假设为 0)。

对于方法 1 和方法 2,计算矿质土壤的土壤有机碳库的缺省深度为 30cm。如果能获得数据,在采用方法 2 时可以使用更深的深度,但方法 1 均基于 30cm 的深度。在计算土壤碳储量时不包括残余物/枯枝落叶碳库,因为这一碳库已经包括在死有机质碳库中。方法 3 可用来估算矿质土壤、有机土壤以及土壤无机碳的变化。

1. 矿质土壤有机碳储量年变化量

$$\Delta C_{\text{矿质}} = \frac{\text{SOC}_0 - \text{SOC}_{(0-T)}}{D} \quad (1.8)$$

$$\text{其中, } \text{SOC} = \sum_{c,s,i} (\text{SOC}_{\text{参考},c,s,i} \times F_{\text{LU},c,s,i} \times F_{\text{MG},c,s,i} \times F_{\text{I},c,s,i} \times A_{c,s,i}) \quad (1.9)$$

式中, $\Delta C_{\text{矿质}}$ 表示矿质土壤中的土壤有机碳储量的变化量($\text{t C}/\text{a}$); SOC_0 表示清单时段内最后一年的土壤有机碳储量(时间=0)(t C); $\text{SOC}_{(0-T)}$ 表示清单时段内最初的土壤有机碳储量(时间=0-T)(t C); T 表示一个清单时段的长度(年); D 表示土壤有机碳达到平衡的时间(a),通常是 20 年,但取决于土壤类型和涉及的活动,如果 T 超过 D ,使用 T 值代替 D 获得清单编制时段内土壤有机碳的年变化量; c 表示气候带, s 表示土壤类型, i 表示某一国家现存的管理体系; $\text{SOC}_{\text{参考}}$ 表示参考土壤有机碳储量($\text{t C}/\text{hm}^2$); F_{MG} 表示管理措施的碳库变化因子,无量纲; F_{I} 表示有机质施用的碳库变化因子,无量纲; F_{LU} 表示特定土地利用的碳库变化因子,无量纲; A 表示不同气候带、不同土壤类型和不同管理措施的土地面积(hm^2)。