

附件 2

公式汇总

目录

A. AFOLU一般公式	A2.3
B. 生物量公式	A2.4
C. 死有机物质公式	A2.9
D. 土壤碳的相关公式	A2.11
E. 生物量燃烧的相关公式	A2.13
F. 稻子种植的相关公式	A2.13
G. 湿地的相关公式	A2.14
H. 家畜的相关公式	A2.17
I. 管理土壤中N ₂ O 和其他CO ₂ 排放的相关公式	A2.28
J. 采伐的木材产品的相关公式	A2.33

A. AFOLU 一般公式

公式 2.1

将整个 AFOLU 部门的年度碳库变化估算为所有土地利用类别的变化总和

$$\Delta C_{AFOLU} = \Delta C_{FL} + \Delta C_{CL} + \Delta C_{GL} + \Delta C_{WL} + \Delta C_{SL} + \Delta C_{OL}$$

其中：

ΔC = 碳库变化

标符代表以下土地利用类别：

AFOLU = 农业、林业和其他土地利用

FL = 林地

CL = 农田

GL = 草地

WL = 湿地

SL = 聚居地

OL = 其他土地

公式 2.2

一种土地利用类别的年度碳库变化表示该类别内每种层次的变化总和

$$\Delta C_{LU} = \sum_i \Delta C_{LU_i}$$

其中：

ΔC_{LU} = 公式 2.1 中所定义的一种土地利用 (LU) 类别的碳库变化。

i = 表示土地利用类别内一种特定的层或亚类 (按照种类、气候带、生态型、管理状况等任意组合, 参见第 3 章), $i = 1-n$ 。

公式 2.3

某种土地利用类别中一层的年度碳库变化表示所有池变化的总和

$$\Delta C_{LU_i} = \Delta C_{AB} + \Delta C_{BB} + \Delta C_{DW} + \Delta C_{LI} + \Delta C_{SO} + \Delta C_{HWP}$$

其中：

ΔC_{LU_i} = 某种土地利用类别中的一个层的碳变化

下标表示以下碳汇：

AB = 地上部生物量

BB = 地下部生物量

DW = 死木

LI = 枯枝落叶

SO = 土壤

HWP = 采伐的木材产品

<p>公式 2.4</p> <p>给定池中的年度碳库变化作为增加和损失的函数 (增加-损失方法)</p> $\Delta C = \Delta C_G - \Delta C_L$	(增加-损失方法)
--	-----------

其中：

ΔC = 池年度碳库变化，吨碳 yr⁻¹

ΔC_G = 碳的年增加，吨碳 yr⁻¹

ΔC_L = 碳的年损失，吨碳 yr⁻¹

<p>公式 2.5</p> <p>以 2 个时点间估算的年均变化量表示一个给定池中的碳库变化 (库-差别方法)</p> $\Delta C = \frac{(C_{t_2} - C_{t_1})}{(t_2 - t_1)}$

其中：

ΔC = 池年度碳库变化，吨碳 yr⁻¹

C_{t_1} = 时间 t_1 的池内碳库量，吨碳

C_{t_2} = 时间 t_2 的池内碳库量，吨碳

<p>公式 2.6</p> <p>进入大气的非二氧化碳排放</p> <p>排放 $A \cdot EF$</p>

其中：

排放量 = 非二氧化碳排放量，非二氧化碳气体吨数

A = 与排放源相关的活动数据（可以是面积、牲畜数量或质量单位，取决于源类别）

EF = 特定气体和源类别的排放因子，吨/A 单位

B. 生物量公式

<p>公式 2.7</p> <p>保持特定土地利用类别的土地的生物量年度碳库变化 (增加-损失方法)</p> $\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$	(增加-损失方法)
--	-----------

其中：

ΔC_B = 每种土地亚类中，生物量中的年度碳库变化（公式 2.3 中，地上部和地下部生物量的总和），考虑总面积，吨碳/年

ΔC_G = 每种土地亚类中由于生物量增长引起的年度碳库的增加，考虑总面积，吨碳/年

ΔC_L = 每种土地亚类中由于生物量损失引起的年度碳库的减少，考虑总面积，吨碳/年

公式 2.8

保持特定土地利

(库-差别方法)

$$\Delta C_B = \frac{(C_{t_2} - C_{t_1})}{(t_2 - t_1)} \quad (a)$$

其中

$$C = \sum_{i,j} \{A_{i,j} \cdot V_{i,j} \cdot BCEF_{S_{i,j}} \cdot (1 + R_{i,j}) \cdot CF_{i,j}\} \quad (b)$$

其中：

ΔC_B = 在保持相同类别的土地上（例如，仍为林地的林地），生物量中的年度碳库变化（公式 2.3 中，地上部和地下部生物量的总和），吨碳/年

C_{t_2} = 在时间 t_2 时，每种土地亚类的生物量中的总碳量，吨碳

C_{t_1} = 在时间 t_1 时，每种土地亚类的生物量中的总碳量，吨碳

C = 时间 t_1 到 t_2 的生物量中总碳量

A = 保持相同土地利用类（参见下面的注释）

V = 出材蓄积量，米³/公顷

i = 生态带 i ($i = 1 - n$)

j = 气候域 j ($j = 1 - m$)

R = 地下部生物量与地上部生物量之比例，吨干物质地下部生物量 / 吨干物质地上部生物量

CF = 干物质的碳比例，吨碳/吨干物质。

$BCEF_S$ = 将出材蓄积量转换为地上部生物量的生物量转化和扩展系数，吨地上部生物量生长/蓄积量米³（参见表 4.5 “林地”） $BCEFS$ 直接将出材蓄积量转换为其地上部生物量。 $BCEF_S$ 值更加方便，因为它们能直接应用于基于蓄积量的森林清单数据和业务记录，而不需采用基本木材密度 (D)。当 $BCEF_S$ 从当地取得并直接基于出材材积时，它们能提供最佳结果。但是，如果 $BCEF_1$ 值不存在并且生物量扩散系数 (BEF_S) 和基 D 值分别估算，那么可作如下换算：

$$BCEF_S = BEF_S \bullet D$$

公式 2.9

在保持土地利用类别的土地上，由生物量增加引起的生物量碳库年度增加

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} (A_{i,j} \cdot G_{\text{总},i,j} \cdot CF_{i,j})$$

其中：

ΔC_G = 保持相同土地利用类别（按植被类型和气候带）的土地中，由生物量生长引起的生物量碳库年增加，吨碳 yr^{-1}

A = 保持相同土地利用类别的土地面积，公顷

$G_{\text{总}}$ = 平均生物量年增长，吨干物质/公顷/年

i = 生态带 i ($i = 1 - n$)

j = 气候域 ($j = 1 - m$)

CF = 干物质的碳比例，吨碳/吨干物质。

公式 2.10
生物量的年均增长量
方法 1

$$G_{TOTAL} = \sum \{G_W \cdot (1 + R)\} \quad \text{直接使用生物量增长数据（干物质）}$$

方法 2 和方法 3

$$G_{TOTAL} = \sum \{I_V \cdot BCEF_I \cdot (1 + R)\} \quad \text{通过应用生物量转换和扩展系数，用年度净增长数据估算 } G_W$$

其中：

$G_{\text{总和}}$ = 地上部和地下部年均生物量增长量，吨干物质/公顷/年

G_W = 一种特定木本植被类型的年均地上部生物量增长量，吨干物质/公顷/年

R = 一种特定植被类型的地下部生物量与地上部生物量的比例，吨干物质地下部生物量/吨干物质地上部生物量。如果假设地下部生物量分配方式没有变化（方法 1）， R 必须设为零。

I_V = 一种特定植被类型的年均净增量，米³/公顷/年

$BCEF_I$ = 将一个特定植被类型的材积（包括树皮）年度净增量转换成地上部生物量增长的生物量换算和扩展系数，吨地上部生物量增长/米³年度净增加，（参见表 4.5，林地）。如果 $BCEF_I$ 值不存在并且生物量扩散系数（ BEF ）和基本木材密度（ D ）值是分别估算的，可作如下换算：

$$BCEF_I = BEF_I \cdot D$$

公式 2.11
在保持土地利用类别的土地上，由生物量损失引起的年度碳库的减少

$$\Delta C_L = L_{\text{木材-清除}} + L_{\text{燃木}} + L_{\text{扰乱}}$$

其中：

ΔC_L = 在保持土地利用类别的土地上，由生物量损失引起的年度碳库的减少，吨碳/年

$L_{\text{木材-清除}}$ = 由于木材清除引起的年度碳损失，吨碳/年（参见公式 2.12）

$L_{\text{燃木}}$ = 由于燃木清除引起的年度生物量碳的损失，吨碳/年（参见公式 2.13）

$L_{\text{扰乱}}$ = 由于干扰引起的年度生物量碳的损失，吨碳/年（参见公式 2.14）

公式 2.12
木材清除引起的生物量中的年度碳损失

$$L_{\text{木材-清除}} = \{H \cdot BCEF_R \cdot (1 + R) \cdot CF\}$$

其中：

$L_{\text{木材-清除}}$ = 由于木材清除引起的年度碳损失，吨碳/年

H = 年度木材清除，圆木，米³/年

R = 地下部生物量与地上部生物量的比例，吨干物质地下部生物量/吨干物质地上部生物量。如果假设地下部生物量分配方式没有变化， R 必须设为零。

CF = 干物质的碳比例，吨碳/吨干物质。

$BCEF_R$ = 将出材材积的清除换算为总生物量清除（包括树皮）的生物量转换和扩展系数，吨生物量清除/清除的米³（参见表 4.5，林地）。可是，如果 $BCEF_R$ 值不存在并且生物量扩展系数（ BEF_R ）和基本木材密度（ D ）值是分别估算的，可作如下转换：

$$BCEFR = BEFR \cdot D$$

公式 2.13

燃木清除引起的生物量中的年度碳损失

$$L_{\text{燃木}} = [\{FG_{\text{trees}} \cdot BCEFR \cdot (1 + R)\} + FG_{\text{part}} \cdot D] \cdot CF$$

其中：

$L_{\text{燃木}}$ = 由于燃木清除引起的年度碳损失，吨碳/年

$FG_{\text{树木}}$ = 整棵树燃木的年清除量，米³/年

$FG_{\text{部分}}$ = 部分树燃木的年清除量，米³/年

R = 地下部生物量与地上部生物量的比例，吨干物质地下部生物量/吨干物质地上部生物量。如果假设地下部生物量分配方式没有变化， R 必须设为零（方法 1）。

CF = 干物质的碳比例，吨碳/吨干物质。

D = 基本木密度，吨干物质/米³

$BCEFR$ = 将出材材积的清除转换为生物量清除（包括树皮）的生物量转换和扩展系数，吨生物量清除/清除的米³（参见表 4.5，林地）。如果 $BCEFR$ 值不存在并且生物量扩展系数（ ϵ ）和基本木材密度（ D ）值是分别估算的，可作如下转换：

$$BCEFR = BEFR \cdot D$$

公式 2.14

干扰引起的生物量中的年度碳损失

$$L_{\text{干扰}} = \{A_{\text{干扰}} \cdot B_w \cdot (1 + R) \cdot CF \cdot fd\}$$

其中：

$L_{\text{干扰}}$ = 其他年度碳损失，吨碳/年（注意这是总生物量中的损失量）。公式 2.15 和 2.16 解释了转化为死有机物质的生物量和被氧化并释放到大气中的生物量分类。

$A_{\text{干扰}}$ = 受干扰影响地区的面积，公顷/年

B_w = 受干扰影响土地地区的平均地上部生物量，吨干物质/公顷

R = 地下部生物量与地上部生物量的比例，吨干物质地下部生物量/吨干物质地上部生物量。如果假设地下部生物量分配方式没有变化， R 必须设为零。

CF = 干物质的碳比例，吨碳/吨干物质

fd = 干扰中生物量损失的比例（参见下面的注释）

注：参数 fd 确定了生物量池损失的生物量比例。林分替换干扰会清除所有生物量（ $fd=1$ ），而虫害干扰可能仅清除部分平均生物量碳密度（例如， $fd=0.3$ ）。公式 2.14 没有详细说明从生物量碳库中清除的碳归宿。方法 1 假设所有的 $L_{\text{干扰}}$ 都释放于干扰发生的年份。高层级方法假设这些碳中的一部分会立即释放，部分加到死有机物质池（死木、枯枝落叶）或采伐的木材产品中去。

公式 2.15

在转化为其他土地利用类别的土地上，生物量中的年度碳库变化（方法 2）

$$\Delta C_B = \Delta C_G + \Delta C_{\text{转化}} - \Delta C_L$$

其中：

ΔC_B = 在转化为其他土地利用类别的土地上，生物量中的年度碳库变化，吨碳/年

ΔC_G = 在转化为其他土地利用类别的土地上，由于生长引起的生物量中的年度碳库变化，吨碳/年

$\Delta C_{\text{转化}}$ = 在转化为其他土地利用类别的土地上，生物量中的年度碳库初始变化，吨碳/年

ΔC_L = 在转化为其他土地利用类别的土地上，由来自采伐、燃木采集和干扰的损失引起的生物量中的年度碳库变化，吨碳/年

公式 2.16

在转化为另一种土地类别的土地上，生物量中的初始碳库变化

$$\Delta C_{\text{转化}} = \sum_i \{(B_{\text{之后}_i} - B_{\text{之前}_i}) \cdot \Delta A_{\text{转为其他}_i}\} \cdot CF$$

其中：

$\Delta C_{\text{转化}}$ = 在转化为其他土地利用类别的土地上生物量中的初始碳库变化，吨碳/年

$B_{\text{之后}_i}$ = 刚刚转变后的类型 i 土地上的生物量库，吨干物质/公顷

$B_{\text{之前}_i}$ = 转化前类型 i 土地上的生物量库，吨干物质/公顷

$\Delta A_{\text{转为其他}_i}$ = 某一年份土地利用类别由 i 转化为另一种土地利用类别的土地面积，公顷/年

CF = 干物质的碳比例，吨碳/吨干物质

i = 转化为另一种土地利用类别的土地利用类型

聚居地中生物量的附加公式

公式 8.1

仍为聚居地的聚居地中活生物量池的年度碳库变化

$$\Delta C_B = \Delta C_{\text{Trees}} + \Delta C_{\text{Shrubs}} + \Delta C_{\text{Herbs}}$$

其中：

ΔC_B = 仍为聚居地的聚居地中生物量增量引起的年度碳累积量，吨碳/年

$\Delta C_{\text{树木}}$ = 仍为聚居地的聚居地中，树木的生物量增量引起的年度碳累积量，吨碳/年

$\Delta C_{\text{灌木}}$ = 仍为聚居地的聚居地上，灌木的生物量增量引起的年度碳累积量，吨碳/年

$\Delta C_{\text{草本}}$ = 仍为聚居地的聚居地上，草本生物量中的生物量增量引起的年度碳累积量，吨碳/年

公式 8.2

基于树冠覆盖面积的年生物量增量

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} AT_{i,j} \cdot CRW_{i,j}$$

其中：

ΔC_G = 仍为聚居地的聚居地中生物量增量引起的年度碳累积量，吨碳/年

AT_{ij} = 多年生木本类型 j 中，类别 i 的树冠覆盖总面积，公顷

CRW_{ij} = 多年生木本类型 j 中，类别 i 的树冠覆盖面积的生长率，吨碳/公顷树冠覆盖

公式 8.3
基于按大类别列示的各种类别木本植物数目的生物量的年生长量

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} NT_{i,j} \cdot C_{i,j}$$

其中：

ΔC_G = 仍为聚居地的聚居地中活生物量增量引起的年度碳累积量，吨碳/年

NT_{ij} = 多年生类型 j 中，类别 i 的各种植被数量

C_{ij} = 多年生类型 j 中，每一类别 i 的年均碳累积量，吨碳/年/各植物

C. 死有机物质公式

公式 2.17
死有机物质中的年度碳库变化

$$\Delta C_{DOM} = \Delta C_{DW} + \Delta C_{LT}$$

其中：

包括死木和枯枝落叶的死有机物质中的年度碳库变化

= 死木中的年度碳库变化，吨碳/年

= 枯枝落叶中的年度碳库变化，吨碳/年

公式 2.18
死木或枯枝落叶中的年度碳库变化（增加-损失方法）

$$\Delta C_{DOM} = A \cdot \{(DOM_{in} - DOM_{out}) \cdot CF\}$$

其中：

ΔC_{DOM} = 死木/枯枝落叶池中的年度碳库变化，吨碳/年

A = 管理土地的面积，公顷

DOM_{in} = 由于每年的过程和干扰引起的转移到死木/枯枝落叶池的年均生物量，吨干物质/公顷/年。

DOM_{out} = 死木和枯枝落叶池的年均衰减量和干扰碳损失量，吨干物质/公顷/年

CF = 干物质的碳比例，吨碳/吨 d.m.

公式 2.18
死木或枯枝落叶中的年度碳库变化（库-差别方法）

$$\Delta C_{DOM} = \left[A \cdot \frac{(DOM_{t_2} - DOM_{t_1})}{T} \right] \cdot CF$$

其中：

ΔC_{DOM} = 死木或枯枝落叶池中的年度碳库变化，吨碳/年

A = 管理土地的面积，公顷

DOM_{t_1} = 在时间 t_1 时，管理土地的死木/枯枝落叶库，吨干物质/公顷

DOM_{t_2} = 在时间 t_2 时，管理土地的死木/枯枝落叶库，吨干物质/公顷

$T = (t_2 - t_1)$ = 第二次库估算与第一次库估计间的间隔期，年

CF = 干物质的碳比例，吨碳/吨干物质

公式 2.20
转移到死有机物质中的年度生物量碳量

$$DOM_{in} = \{L_{死亡} + L_{剩余物} + (L_{扰乱} \cdot f_{BLol})\}$$

其中：

DOM_入 = 转移到死有机物质中的生物量碳总量，吨碳/年

L_{死亡} = 由于死亡引起的转移到死有机物质（DOM）的年度生物量碳量，吨碳/年（参见公式 2.21）

L_{剩余物} = 以残余物形式转移到死有机物质（DOM）中的年度生物量碳量，吨碳/年（参见公式 2.22）

L_{扰乱} = 由于干扰引起的年度生物量碳损失，吨碳/年（参见公式 2.14）

f_{BLol} = 生物量中留在地面上腐朽的部分（转移到死有机物质中），这些是来自干扰引起的损失。
如表 2.1 所示，来自生物量池的干扰损失可分为，添加到死木（表 2.1 中的单元格 B）和枯枝落叶（单元格 C）的部分、在火灾的情况下释放到大气中的部分，如果干扰后进行补救，会转移到采伐的木材产品中（单元格 E）的部分。

注：如果公式 2.10 中计算了根生物量的增量，那么公式 2.20 和 2.22 还必须计算根生物量的损失量。

公式 2.21
死亡引起的生物量中的年度碳损失

$$L_{死亡} = \sum (A \cdot G_w \cdot CF \cdot m)$$

其中：

L_{死亡} = 由于死亡引起的年度生物量碳损失，吨碳/年

A = 保持土地利用类别不变的土地的面积，公顷

G_w = 地上部生物量生长，吨干物质/公顷/年（参见公式 2.10）

CF = 干物质的碳比例，吨碳/吨 d.m.

m = 以地上部生物量生长比例表示的死亡率

公式 2.22
向残余物中的年度碳转移

$$L_{剩余物} = [\{H \cdot BCEF_R \cdot (1 + R)\} - \{H \cdot D\}] \cdot CF$$

其中：

L_{剩余物} = 每年从地上部生物量转移到剩余物中的碳量

H = 年度木材采伐（木材或燃木清除），米³/年

BCEF_R = 适用于木材清除的生物量换算和扩展系数，能将木材清除的商品材材积换算成地上部生物量清除，吨生物量清除/清除量米³。如果 BCEF_R 值不存在并且生物量扩展系数（BEF）和密度值是分别估算的，可作如下换算：

$$BCEF_R = BEF_R \cdot D$$

- = 基本木材密度，吨干物质/米³
- 生物量扩散系数 (BEF_R) 将商品材木材清除扩大到地上部生物总量，以说明树、林分和森林的非商品材组分。BEF_R 是无量纲。

R = 地下部生物量与地上部生物量的比例，吨干物质。地下部生物量（吨干物质/地上部生物量）¹。如果公式 2.10 中不包括根部生物量增量，R 必须设为零。

CF = 干物质的碳比例，吨碳/吨干物质。

公式 2.23
由土地转化引起的死木和枯枝落叶中的年度碳库变化

$$\Delta C_{DOM} = \frac{(C_n - C_o) \cdot A_{on}}{T_{on}}$$

其中：

ΔC_{DOM} = 死木或枯枝落叶池中的年度碳库变化，吨碳/年

C_o = 旧的土地利用类别下死木/枯枝落叶库，吨碳/公顷

C_n = 新的土地利用类别下死木/枯枝落叶库，吨碳/公顷

A_{on} = 旧的土地利用类别转化为新类别的土地面积，公顷

T_{on} = 旧的土地利用类别转化为新类别的时间段，年。碳库增加的第 1 层缺省时间段为 20 年和碳损失为 1 年。

D. 土壤碳的相关公式

公式 2.24
土壤中的年度碳库变化

$$\Delta C_{\text{土壤}} = \Delta C_{\text{矿质}} - L_{\text{有机}} + \Delta C_{\text{无机}}$$

其中：

$\Delta C_{\text{土壤}}$ = 土壤中的年度碳库变化，吨碳/年

$\Delta C_{\text{矿质}}$ = 矿质土壤中的年度有机碳库变化，吨碳/年

$L_{\text{有机}}$ = 排水有机土壤中的年度碳损失，吨碳/年

$\Delta C_{\text{无机}}$ = 土壤中的年度无机碳库变化，吨碳/年

（除了使用方法 3 之外，假设为 0）

公式 2.24
矿质土壤中的年度碳库变化

$$\Delta C_{\text{Mineral}} = \frac{(SOC_0 - SOC_{(0-T)})}{D}$$

$$SOC = \sum_{c,s,i} (SOC_{REF_{c,s,i}} \cdot F_{LU_{c,s,i}} \cdot F_{MG_{c,s,i}} \cdot F_{I_{c,s,i}} \cdot A_{c,s,i})$$

（注意：如果 T 大于等于 20 年，在本公式中用 T 代替 D，参见下文注释）

其中：

$\Delta C_{\text{矿质}}$ = 矿质土壤中的年度碳库变化，吨碳/年

SOC_0 = 清查时期最后一年的土壤有机碳库，吨碳

$SOC_{(0-T)}$ = 清查时期初期的土壤有机碳库，吨碳

使用方框中的 SOC 公式计算 SOC_0 和 $SOC_{(0-T)}$ ，其中根据土地利用和管理活动和每个时点（时间等于 0 和时间等于 0-T）相应的面积，赋予参考碳库和库变化系数。

T = 一个单独清查时期的年数，年

D = 库变化系数的时间依赖，即平衡的 SOC 值间转移的缺省时间段，年。通常是 20 年，但取决于计算系数 F_{LU} , F_{MG} 和 F_I 时所做的假设。如果 T 超过 D，使用 T 值获得清查时期的年度变化率（0-T 年）。

C = 表示气候带，s 表示土壤类型，i 表示一国存在的管理体系

$SOC_{参考}$ = 参考碳库，吨碳/公顷（表 2.3）

F_{LU} = 特定土地利用中土地利用系统或亚系统的库变化因子，无量纲

注意：在森林土壤碳计算中，用 F_{ND} 代替 F_{LU} ，用来估算自然干扰状况的影响。

F_{MG} = 管理制度的库变化因子，无量纲

F_I = 有机质输入的库变化因子

A = 层次中所有的土地应该有相同的生物物理条件（即气候和土壤类型）和要一起进行分析的清查时期的管理历史。

公式 2.26

排水有机土壤的年度碳损失（二氧化碳）

$$L_{有机} = \sum_c (A \cdot EF)_c$$

其中：

$L_{有机}$ = 排水有机土壤的年度碳损失，吨碳/年

A = 气候类型为 c 的排水有机土壤面积，公顷

注：A 与第 11 章公式 11.1 和 11.2 中估算氧化亚氮排放的所用的面积相同（ F_{os} ）

EF = 气候类型为 c 的土壤的排放因子，吨碳/公顷/年

E. 生物量燃烧的相关公式

$$\begin{aligned} & \text{公式 2.27} \\ & \text{火灾中温室气体的排放估算} \\ & L_{\text{火灾}} = A \cdot M_B \cdot C_f \cdot G_{ef} \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

其中：

$L_{\text{火灾}}$ = 火灾中的温室气体排放量，吨每种温室气体（GHG），例如甲烷，氧化亚氮等。

A = 烧除面积，公顷

M_B = 可以燃烧的燃料质量，吨/公顷。包括生物量、地上枯枝落叶和死木。当使用方法 1 时，除了在土地利用发生变化的情况下，假设枯枝落叶和死木池为零（参见 2.3.2.2 节）。

C_f = 燃烧因子，无量纲（表 2.6 中的缺省值）

G_{ef} = 排放因子，克/千克干物质烧除（表 2.5 中的缺省值）

注：当不能获得关于的数据时，在方法 1 下，可以使用燃料实际燃烧量的缺省值（ M_B 和 C_f 的积）（表 2.4）。

F. 稻子种植的相关公式

$$\begin{aligned} & \text{公式 5.1} \\ & \text{稻子种植产生的甲烷排放} \\ & CH_{4 \text{ 稻子}} = \sum_{i,j,k} (EF_{i,j,k} \cdot t_{i,j,k} \cdot A_{i,j,k} \cdot 10^{-6}) \end{aligned}$$

其中：

$CH_{4 \text{ 稻子}}$ = 稻子种植产生的年度甲烷排放，Gg CH_4 /年

EF_{ijk} = i 、 j 、和 k 条件下的日排放因子，kg CH_4 /公顷/日

t_{ijk} = i 、 j 、和 k 条件下的稻子种植期，日

A_{ijk} = i 、 j 、和 k 条件下稻子的年收获面积，公顷/年

i 、 j 、和 k = 分别代表不同的生态系统、水分状况和有机添加剂类型和数量，以及可以引起水稻排放 CH_4 变化的其它条件。

$$\begin{aligned} & \text{公式 5.2} \\ & \text{调整后的日排放因子} \\ & EF_i = EF_c \cdot SF_w \cdot SF_p \cdot SF_o \cdot SF_{s,r} \end{aligned}$$

其中：

EF_i = 特定收获面积的调整后日排放因子

EF_c = 不含有有机添加物的持续性灌水稻田的基准排放因子

SF_w = 种植期不同水分状况的换算系数（来源于表 5.12）

SF_p = 种植期前季前不同水分状况的换算系数（来源于表 5.13）

SF_o = 有机添加物类型和数量变化的换算系数（来源于公式 5.3 和表 5.14）

$SF_{s,r}$ = 土壤类别，水稻品种等的换算系数，如果可获

公式 5.3
调整后有机添加物的 CH₄ 排放换算系数

$$SF_o = \left(1 + \sum_i ROA_i \cdot CFOA_i \right)^{0.59}$$

其中：

SF_o = 所施用有机添加物的类型和数量的换算系数

ROA_i = 有机添加物的施用比率 *i*，秸秆为干重，其它为鲜重，吨/公顷

CFOA_i = 有机添加物的转换系数（以种植前不久使用秸秆的相对影响），如表 5.14 所示。

G. 湿地的相关公式

公式 7.1
湿地中的二氧化碳排放

$$CO_{2_W} = CO_{2_W\text{泥炭}} + CO_{2_W\text{水淹}}$$

其中：

CO_{2_W} = 湿地中的二氧化碳排放，Gg CO₂/年

CO_{2_W泥炭} = 为泥炭生产管理的泥炭地中的二氧化碳排放，Gg/年

CO_{2_W水淹} = 来自（土地转化为）水淹地中的二氧化碳排放，Gg 二氧化碳/年

公式 7.2
泥炭采掘过程中泥炭地中产生的二氧化碳排放

$$CO_{2_WW\text{泥炭}} = \left(CO_{2_C_{WW\text{泥炭离场}}} + CO_{2_C_{WW\text{泥炭现场e}}} \right) \cdot \left(\frac{44}{12} \right)$$

其中：

CO_{2_WW泥炭} = 正进行泥炭采掘的土地中产生的二氧化碳排放，Gg 二氧化碳/年

CO₂-C_{WW泥炭离场} = 为园艺用途进行的泥炭清除中产生的离场二氧化碳-碳排放，Gg C/年

CO₂-C_{WW泥炭现场} = 排水泥炭沉积中产生的现场二氧化碳-碳排放，Gg 碳/年

公式 7.3
管理泥炭地中的 CO₂-C² 排放（方法 1）

$$CO_{2_C_{WW\text{泥炭f}}} = CO_{2_C_{WW\text{泥炭离场}}} + CO_{2_C_{WW\text{泥炭现场}}}$$

其中：

CO₂-C_{WW泥炭f} = 管理泥炭地中的二氧化碳-碳排放，Gg C/年

CO₂-C_{WW泥炭现场} = 泥炭沉积中的现场排放（所有生产阶段），Gg C/年

CO₂-C_{WW泥炭离场} = 为园艺用途进行的泥炭清除中产生的离场排放，Gg 碳/年

公式 7.4
管理泥炭地中的现场土壤二氧化碳-碳排放（方法 1）

$$CO_2-C_{WW_{\text{泥炭现场}}} = \left[\frac{(A_{\text{泥炭富}} \cdot EF_{CO_2_{\text{泥炭富}}}) + (A_{\text{泥炭贫}} \cdot EF_{CO_2_{\text{泥炭贫}}})}{1000} \right] + \Delta C_{WW_{\text{泥炭B}}}$$

其中：

$CO_2-C_{WW_{\text{泥炭现场}}}$ = 泥炭沉积中的现场二氧化碳-碳排放（所有生产阶段），Gg C/年

$A_{\text{泥炭富}}$ = 为泥炭采掘（所有生产阶段）管理的富营养泥炭土壤面积，公顷

$A_{\text{泥炭贫}}$ = 为泥炭采掘（所有生产阶段）管理的贫营养泥炭土壤面积，公顷

$EF_{CO_2_{\text{泥炭富}}}$ = 用于为泥炭采掘管理或泥炭采掘之后进行撂荒的富营养泥炭土壤中的二氧化碳排放因子，吨碳/公顷/年

$EF_{CO_2_{\text{泥炭贫}}}$ = 用于为泥炭采掘进行管理或泥炭采掘之后进行撂荒的贫营养泥炭土壤中的二氧化碳排放因子，吨碳/公顷/年

$\Delta C_{WW_{\text{泥炭B}}}$ = 植被清垦引起的生物量碳库变化所产生的二氧化碳-碳排放，Gg C/年

公式 7.5
管理泥炭地中的离场二氧化碳-碳排放（方法 1）

$$CO_2-C_{WW_{\text{泥炭离场}}} = \frac{(Wt_{\text{干}_\text{泥炭}} \cdot C_{\text{比例}_{\text{重量}_\text{泥炭}}})}{1000}$$

或

$$CO_2-C_{WW_{\text{泥炭离场}}} = \frac{(Vol_{\text{干}_\text{泥炭}} \cdot C_{\text{比例}_{\text{材积}_\text{泥炭}}})}{1000}$$

其中：

$CO_2-C_{WW_{\text{泥炭离场}}}$ = 为园艺用途进行的泥炭清除中产生的离场二氧化碳-碳排放，Gg 碳/年

$Wt_{\text{干}_\text{泥炭}}$ = 采掘泥炭的风干重量，吨/年

$Vol_{\text{干}_\text{泥炭}}$ = 采掘泥炭的风干体积，m³/年

$C_{\text{比例}_{\text{重量}_\text{泥炭}}}$ = 泥炭风干重量的碳比例，吨碳/吨风干泥炭

$C_{\text{比例}_{\text{体积}_\text{泥炭}}}$ = 泥炭风干体积的碳比例，吨碳/风干泥炭

公式 7.6
管理泥炭地中的现场二氧化碳-碳排放（方法 2 和方法 3）

$$CO_2-C_{WW_{\text{泥炭现场}}} = \left(\begin{array}{l} CO_2-C_{WW_{\text{泥炭转化}}} + CO_2-C_{WW_{\text{泥炭提取}}} \\ CO_2-C_{WW_{\text{泥炭堆积}}} + CO_2-C_{WW_{\text{泥炭之后}}} \end{array} \right)$$

其中：

$CO_2-C_{WW_{\text{泥炭离场}}}$ = 泥炭沉积中产生的现场二氧化碳-碳排放，Gg C/年

$CO_2-C_{WW_{泥炭转化}}$ = 为泥炭采掘进行转化的土地中产生的现场 CO_2-C 排放, Gg C/年

$CO_2-C_{WW_{泥炭采掘}}$ = 泥炭采掘区表层中产生的 CO_2-C 排放, Gg C/年

$CO_2-C_{WW_{泥炭堆集}}$ = 离场清除前泥炭堆集中产生的二氧化碳-碳排放, GgC/年

$CO_2-C_{WW_{泥炭之后}}$ = 已转换泥炭地中撂荒土壤产生的二氧化碳-碳排放, Gg C/年

公式 7.7
泥炭采掘过程中泥炭地产生的二氧化氮排放

$$N_2O_{WW_{泥炭提取}} = \left(A_{泥炭富} \cdot EF_{N_2O-N_{泥炭富}} \right) \cdot \frac{44}{28} \cdot 10^{-6}$$

其中:

$N_2O_{WW_{泥炭采掘}}$ = 为泥炭生产管理的泥炭地中的直接二氧化氮排放, Gg/年

$A_{泥炭富}$ = 为泥炭采掘管理的富营养泥炭土壤面积, 包括仍进行排水的撂荒区域, 公顷,

$EF_{N_2O-N_{泥炭富}}$ = 排水富营养湿地有机土壤中的排放因子, kg N_2O-N /公顷/年

公式 7.8
为泥炭采掘进行排水的泥炭地中产生的二氧化碳-碳排放

$$CO_2-C_{LW_{泥炭_现场}} = \left(-\Delta C_{WW_{泥炭B}} \right) + \left(-\Delta C_{WW_{泥炭DOM}} \right) + CO_2-C_{LW_{泥炭_排水}}$$

其中:

$CO_2-C_{LW_{泥炭_现场}}$ = 转化为泥炭采掘的土地产生的 CO_2-C 排放, Gg 碳/年

$\Delta C_{WW_{泥炭B}}$ = 活生物量碳库变化产生的二氧化碳-碳排放, Gg 碳/年

$\Delta C_{WW_{泥炭DOM}}$ = 死有机物质池的碳库变化产生的二氧化碳-碳排放, Gg 碳/年

$CO_2-C_{LW_{泥炭_排水}}$ = 排水过程中土壤产生的二氧化碳-碳排放, Gg 碳/年

公式 7.9
为泥炭采掘正进行排水的泥炭地土壤中产生的二氧化碳-碳排放

$$CO_2-C_{LW_{泥炭_排水}} = \frac{\left[\begin{array}{l} \left(A_{排水_泥炭富} \cdot EF_{CO_2排水_泥炭富} \right) + \\ \left(A_{排水_泥炭贫} \cdot EF_{CO_2排水_泥炭贫} \right) \end{array} \right]}{1000}$$

其中:

$CO_2-C_{LW_{泥炭_排水}}$ = 为泥炭产生的二氧化碳-碳排放, Gg 碳/年

$A_{排水_泥炭富}$ = 正进行排水的富营养泥炭土壤的面积, 公顷

$A_{排水_泥炭贫}$ = 正进行排水的富营养泥炭土壤的面积, 公顷

$EF_{CO_2排水_泥炭富}$ = 正进行排水的富营养泥炭土壤产生的二氧化碳-碳的排放因子, 吨碳/公顷/年

$EF_{CO_2 \text{ 排水泥炭贫}}$ = 正在进行排水的贫营养泥炭土壤产生的二氧化碳-碳的排放因子，吨碳/公顷/年

公式 7.10
转化为永久水淹地的土地上活生物量的年度碳库变化

$$\Delta C_{LW \text{ 水淹}_{LB}} = \left[\sum_i A_i \cdot (B_{\text{之后}_i} - B_{\text{之前}_i}) \right] \cdot CF$$

$$CO_{2_LW \text{ 水淹}} = \Delta C_{LW \text{ 水淹}_{LB}} \cdot \frac{-44}{12}$$

其中：

$\Delta C_{LW \text{ 水淹}_{LB}}$ = 转化为水淹地的土地上，生物量的年度碳库变化，吨碳/年

A_i = 每年从原始土地利用 i 转化为水淹地的土地面积，公顷/年

$B_{\text{之后}_i}$ = 刚刚转化为水淹地后的生物量，吨干物质/公顷（缺省为零）

$B_{\text{之前}_i}$ = 刚刚转化为水淹地前的土地中的生物量，吨干物质/公顷

CF = 干物质的碳比例（缺省为 0.5），吨碳/吨干物质

$CO_{2_LW \text{ 水淹}}$ = 转化为水淹地的土地上的二氧化碳年排放，吨二氧化碳/年

H. 家畜的相关公式

公式 10.1
年均饲养量

$$AAP = Days_alive \cdot \left(\frac{NAPA}{365} \right)$$

其中：

AAP = 年均饲养量

$NAPA$ = 每年生产的家畜数量

公式 10.2
计算维持所需净热能的系数

$$Cf_i(\text{in_cold}) = Cf_i + 0.0048 \cdot (20 - ^\circ C)$$

其中：

Cf_i = 随各种家畜类别而变化的系数，见表 10.4（ NE_m 计算系数），MJ/日/kg

$^\circ C$ = 冬季日平均温度

公式 10.3
维持净能

$$NE_m = Cf_i \cdot (\text{体重})^{0.75}$$

其中：

NE_m = 动物需要的维持净能, MJ/日

Cf_i = 随各种家畜种类变化的系数, 见表 10.4 (NE_m 计算系数), MJ/日/kg

体重 = 动物的活体重, kg

公式 10.4
活动净能 (关于家牛和水牛)

$$NE_a = C_a \cdot NE_m$$

其中:

NE_a = 家畜活动净能, MJ/日

C_a = 与家畜饲养方式对应的系数 (表 10.5, 活动系数)

NE_m = 动物维持需要的净能 (公式 10.3), MJ/日

公式 10.5
活动净能 (关于绵羊)

$$NE_a = C_a \cdot (\text{体重})$$

其中:

NE_a = 家畜活动净能, MJ/日

C_a = 与家畜饲养方式对应的系数 (表 10.5), MJ/日/kg

体重 = 家畜的活体重, kg

公式 10.6
生长净能 (关于家牛和水牛)

$$NE_g = 22.02 \cdot \left(\frac{BW}{C \cdot MW} \right)^{0.75} \cdot WG^{1.097}$$

其中:

NE_g = 生长所需净能, MJ/日

BW = 种群中家畜的平均活体重 (BW), kg

C = 系数, 母牛的值 为 0.8, 阉割公牛为 1.0, 公牛为 1.2 (NRC, 1996 年)

MW = 成年母牛在身体状况中等时的成熟活体重, 千克

WG = 种群中家畜的平均日增重, kg/日

公式 10.7
生长净能 (关于绵羊)

$$NE_g = \frac{WG_{\text{羊羔}} \cdot (a + 0.5b(BW_i + BW_f))}{365}$$

其中:

NE_g = 生长净能, MJ/日

$WG_{\text{羊羔}}$ = 增重 ($BW_f - BW_i$), kg/年

BW_i = 断奶时的活体重, kg

BW_f = 一岁时的活体重，或屠宰时的活体重（如果一岁前被屠宰），kg

a, b

$$\begin{aligned} & \text{公式 10.8} \\ & \text{泌乳净能（关于肉牛、奶牛和水牛）} \\ & NE_1 = \text{牛奶} \cdot (1.47 + 0.40 \cdot Fat) \end{aligned}$$

其中：

NE_1 = 泌乳净能，MJ/日

牛奶 = 产奶量，kg 牛奶/日

脂肪 = 乳脂率，重量的百分比。

$$\begin{aligned} & \text{公式 10.9} \\ & \text{绵羊的泌乳净能（产奶量已知）} \\ & NE_1 = \text{羊奶} \cdot EV_{\text{羊奶}} \end{aligned}$$

其中：

NE_1 = 泌乳净能，MJ/日

羊奶 = 产奶量，kg 羊奶/日

$EV_{\text{羊奶}}$ = 生产 1 千克羊奶所需的净能可采用相应的乳脂率为 7%（按重量）的缺省值 4.6MJ/kg（AFRC，1993 年）。

$$\begin{aligned} & \text{公式 10.10} \\ & \text{绵羊的泌乳净能（产奶量未知）} \\ & NE_1 = \left[\frac{(5 \cdot WG_{\text{断奶}})}{365} \right] \cdot EV_{\text{羊奶}} \end{aligned}$$

其中：

NE_1 = 泌乳净能，MJ/日

$WG_{\text{断奶}}$ = 羊羔从出生到断奶间的增重，kg

$EV_{\text{羊奶}}$ = 生产 1 千克羊奶所需的能量，MJ/kg。可用缺省值 4.6 MJ/kg（AFRC，1993 年）。

$$\begin{aligned} & \text{公式 10.11 劳役净能（关于家牛和水牛）} \\ & NE_{\text{劳动}} = 0.10 \cdot NE_m \cdot Hours \end{aligned}$$

$NE_{\text{劳役}}$ = 劳役净能，MJ/日

NE_m = 家畜维持需要的净能（公式 10.3），MJ/日

= 每日劳役时数：

公式 10.12 产毛净能（关于绵羊）

$$NE_{\text{羊毛}} = \left(\frac{EV_{\text{羊毛}} \cdot \text{产量}_{\text{羊毛}}}{365} \right)$$

其中：

$NE_{\text{羊毛}}$ = 产毛所需的净能，MJ/日

$EV_{\text{羊毛}}$ = 产 1 千克毛需要的能量值（晾干后清洗前称量），MJ/kg。可用缺省值 24MJ/kg（AFRC，1993 年）对此进行估算。

$\text{产量}_{\text{羊毛}}$ = 每只绵羊的年均产毛量，kg/年

公式 10.13

妊娠净能（关于家牛/水牛和绵羊）

$$NE_p = C_{\text{妊娠}} \cdot NE_m$$

其中：

NE_p = 妊娠所需的净能，MJ/日

$C_{\text{妊娠}}$ = 妊娠系数（参见表 10.7）

NE_m = 家畜维持所需的净能（公式 10.3），MJ/日

公式 10.14

日粮中可供维持净能与消耗的可消化能的比例

$$REM = \left[1.123 - (4.092 \cdot 10^{-3} \cdot DE\%) + [1.126 \cdot 10^{-5} \cdot (DE\%)^2] - \left(\frac{25.4}{DE\%} \right) \right]$$

其中：

REM = 日粮中可供维持净能与消耗的可消化能的比例

DE% = 可消化能占总能的百分比

公式 10.15

日粮中的生长净能与消耗的可消化能的比例

$$REG = \left[1.164 - (5.160 \cdot 10^{-3} \cdot DE\%) + [1.308 \cdot 10^{-5} \cdot (DE\%)^2] - \left(\frac{37.4}{DE\%} \right) \right]$$

其中：

REG = 日粮中可供生长净能与消耗的可消化能的比例

DE% = 可消化能占总能的百分比

公式 10.16
家牛/水牛和绵羊的总能

$$GE = \left[\frac{\left(\frac{NE_m + NE_a + NE_l + NE_{\text{劳动}} + NE_p}{REM} \right) + \left(\frac{NE_g + NE_{\text{羊毛}}}{REG} \right)}{\frac{DE\%}{100}} \right]$$

其中：

GE = 总能， MJ/日

NE_m = 家畜维持需要的净能（公式 10.3）， MJ/日

NE_a = 家畜活动净能（公式 10.4 和 10.5， MJ/日）

NE_l = 泌乳净能（公式 10.8 和 10.9）， MJ/日

NE_{劳动} = 劳役净能（公式 10.11）， MJ/日

NE_p = 妊娠所需的净能（公式 10.3）， MJ/日

REM = 日粮中可供维持净能与消耗的可消化能的比例（公式 10.14）

NE_g = 生长所需净能（公式 10.6 和 10.7）， MJ/日

NE_{羊毛} = 产毛一年所需的净能（公式 10.12）， MJ/日

REG = 日粮中可供生长净能与消耗的可消化能的比例

DE% = 可消化能占总能的百分比

公式 10.17
估算生长和育肥家牛干物质摄取量

$$DMI = BW^{0.75} \cdot \left[\frac{(0.2444 \cdot NE_{ma} - 0.0111 \cdot NE_{ma}^2 - 0.472)}{NE_{ma}} \right]$$

其中：

DMI = 干物质摄取量， kg/日

BW = 活体重， kg

NE_{ma} = 估算的日粮净能含量或表 10.8 中的缺省值， MJ/kg

公式 10.18A
估算成年肉牛干物质摄取量

$$DMI = BW^{0.75} \cdot \left[\frac{(0.0119 \cdot NE_{ma}^2 + 0.1938)}{NE_{ma}} \right]$$

其中：

DMI = 干物质摄取量， kg/日

BW = 活体重， kg

NE_{ma} = 估算的日粮净能含量或表 10.8 中的缺省值， MJ/kg

公式 10.18B
估算成年奶牛干物质摄取量

$$DMI = \left[\frac{\left(\frac{5.4 \cdot BW}{500} \right)}{\left(\frac{100 - DE\%}{100} \right)} \right]$$

其中：

DMI = 干物质摄取量，kg/日

BW = 活体重，kg

DE% = 可消化能占总能的百分比（对于低质量牧草通常为 45-55%）。

公式 10.19
源自某一牲畜类别的肠道发酵排放

$$\text{排放} = EF_{(T)} \cdot \left(\frac{N_{(T)}}{10^6} \right)$$

其中：

排放 = 肠道发酵中的甲烷排放，Gg CH₄/年

EF_(T) = 圈养的牲畜种群的排放因子，kg CH₄/头/年

N_(T) = 国内牲畜品种/类别 T 的数量

T = 牲畜的种类/类别

表 10.20
源自牲畜肠道发酵的总排放

$$\text{Total CH}_{4\text{肠道c}} = \sum_i E_i$$

其中：

Total CH_{4肠道c} = 源自肠道发酵的 CH₄ 总甲烷排放，Gg CH₄/年

E_i = 牲畜 I 类别和亚类的排放

公式 10.21
某牲畜类别肠道发酵的甲烷排放因子

$$EF = \left[\frac{GE \cdot \left(\frac{Y_m}{100} \right) \cdot 365}{55.65} \right]$$

其中：

EF = 排放因子，kg 甲烷/头/年

GE = 总能量摄取，MJ 甲烷/头/日

Y_m = 甲烷转化因子，饲料中总能转化为甲烷的百分比

系数 55.65 (MJ/kg 甲烷) 是甲烷的能量含量。

$$\text{公式 10.22}$$

$$\text{源自粪便管理中的甲烷排放}$$

$$CH_{4\text{粪便}} = \sum_{(T)} \frac{(EF_{(T)} \cdot N_{(T)})}{10^6}$$

其中：

$CH_{4\text{粪便}}$ = 来自某种限定种群粪便管理中的甲烷排放, Gg CH_4 /年

$EF_{(T)}$ = 来自某种限定牲畜种群的排放因子, kg CH_4 /头/年

$N_{(T)}$ = 国内牲畜品种/类别 T 的数量

T = 牲畜的种类/类别

$$\text{公式 10.23}$$

$$\text{粪便管理中的甲烷排放因子}$$

$$EF_{(T)} = (VS_{(T)} \cdot 365) \cdot \left[B_{o(T)} \cdot 0.67 \text{ kg} / \text{m}^3 \cdot \sum_{S,k} \frac{MCF_{S,k}}{100} \cdot MS_{(T,S,k)} \right]$$

其中：

$EF_{(T)}$ = 牲畜类别 T 的年 CH_4 排放因子, kg CH_4 /家畜/年

$VS_{(T)}$ = 牲畜类别 T 的日挥发固体排泄物, kg 干物质 /家畜/日

365 = 计算年 VS 产量的基数, 天数/年

$B_{o(T)}$ = 牲畜类别 T 所产粪便的最大甲烷生产能力, $\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{kg VS}$ 排泄物

0.67 = $\text{m}^3 \text{CH}_4$ 换算为千克 CH_4 的换算系数

$MCF_{(S,k)}$ = k 气候区每种粪便管理系统 S 的甲烷转化因子, %

$MS_{(T,S,k)}$ = 使用气候区 k 粪便管理系统 S 管理牲畜类别 T 粪便的比例, 无量纲

$$\text{公式 10.24}$$

$$\text{挥发性固体排泄率}$$

$$VS = \left[GE \cdot \left(1 - \frac{DE\%}{100} \right) + (UE \cdot GE) \right] \cdot \left[\left(\frac{1 - ASH}{18.45} \right) \right]$$

其中：

VS = 按干有机物质的日挥发性固体排泄量(kg VS /日)

GE = 总能摄入量, MJ/日

$DE\%$ = 饲料中可消化量的百分比 (例如 60%) ($UE \cdot GE$) = 按总能比例表述的尿能。一般认为多反刍家畜排泄的尿能为 $0.04GE$ (对于用谷物含量达到或超过 85% 的日粮饲喂的反刍家畜或猪, 降为 0.02)。如果可行的话使用国家特定值。

ASH = 粪便中的灰分含量, 计算为干物质采食量的比例 (例如, 对于家牛为 0.08)。如果可获, 使用国家特定值。

18.45 = 每千克干物质日粮总能的转化因子 (MJ/kg)。通常牲畜消耗的草料和谷物基础的饲料范围很广, 但此值相对稳定。

公式 10.25
粪便管理中的 N₂O 直接排放

$$N_2O_{D(mm)} = \left[\sum_S \left[\sum_T \left(N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \cdot MS_{(T,S)} \right) \right] \cdot EF_{3(S)} \right] \cdot \frac{44}{28}$$

其中：

$N_2O_{D(mm)}$ = 源自国内粪便管理的 N₂O 直接排放，kg N₂O/年

$N_{(T)}$ = 国内牲畜品种/类别 T 的数量

$Nex_{(T)}$ = 国内种类/类别 T 每头家畜的年均 N 排泄量，kg N /头/年

$MS_{(T,S)}$ = 源自国内粪便管理系统 S 所管理每一牲畜种类/类别 T 的年氮排泄比例，无量纲

$EF_{3(S)}$ = 源自国内牲畜粪便管理系统 S 中的 N₂O 直接排放的排放因子，粪便管理系统 S 中的 NkgN₂O-N/kg

S = 粪便管理系统

T = 牲畜的品种/类别

44/28 = (N₂O-N)_(mm) 排放转化为 N₂O_(mm) 排放

公式 10.26
粪便管理系统中挥发引起的 N 损失

$$N_{\text{挥发-MMS}} = \sum_S \left[\sum_T \left[\left(N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \cdot MS_{(T,S)} \right) \cdot \left(\frac{Frac_{GasMS}}{100} \right)_{(T,S)} \right] \right]$$

其中：

$N_{\text{挥发-MMS}}$ = NH₃ 和 NO_x 挥发引起的粪肥氮的损失量，kg N /年

$N_{(T)}$ = 国内牲畜品种/类别 T 的数量

$Nex_{(T)}$ = 国内种类/类别 T 每头牲畜的年均 N 排泄量，kg N /头/年

$MS_{(T,S)}$ = 国内粪便管理系统 S 所管理每一牲畜种类/类别 T 的年氮排泄比例

$Frac_{\text{气体MS}} Frac_{\text{GasMS}}$ = 粪便管理系统 S 中，牲畜类别 T 的管理粪肥氮通过 NH₃ 和 NO_x 挥发的比例，%

公式 10.27
粪便管理系统中 N 挥发引起的 N₂O 间接排放

$$N_2O_{G(mm)} = \left(N_{\text{挥发-MMS}} \cdot EF_4 \right) \cdot \frac{44}{28}$$

其中：

$N_2O_{G(mm)}$ = 国内粪便管理系统中 N 挥发引起的 N₂O 间接排放，kg N₂O/年

EF_4 = 土壤和水面大气氮沉积中产生的 N₂O 排放的排放因子，kgN₂O-N/(kgNH₃-N + NO_x-N 挥发)；缺省值为 0.01kg N₂O-N/ (kg NH₃-N + NO_x-N 挥发)，见第 11 章，表 11.3

公式 10.28

粪便管理系统中溶淋引起的 N 损失

$$N_{\text{溶淋-MMS}} = \sum_S \left[\sum_T \left[\left(N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \cdot MS_{(T,S)} \right) \cdot \left(\frac{Frac_{\text{溶淋MS}}}{100} \right)_{(T,S)} \right] \right]$$

其中：

$N_{\text{溶淋-MMS}}$ = 粪便管理系统中溶淋引起的粪肥氮的损失量， kg N/年

$N_{(T)}$ = 国内牲畜品种/类别 T 的头数

$Nex_{(T)}$ = 国内种类/类别 T 每头家畜的年均 N 排泄量， kg N /家畜/年

$MS_{(T,S)}$ = 国内粪便管理系统 S 所管理每一牲畜种类/类别 T 的总年氮排泄比例， 无量纲

$Frac_{\text{溶淋MS}}$ = 粪便固体和液体储存期间， 牲畜类别 T 粪便管理中径流和溶淋引起的粪肥氮损失的百分比（一般范围为 1%–20%）

公式 10.29

粪便管理系统中溶淋引起的 N₂O 间接排放

$$N_2O_{L(mm)} = \left(N_{\text{溶淋-MMS}} \cdot EF_5 \right) \cdot \frac{44}{28}$$

其中：

$N_2O_{L(mm)}$ = 国内粪便管理系统中溶淋和径流引起的 N₂O 间接排放， kg N₂O/年

EF_5 = 氮溶淋和径流引起的 N₂O 排放的排放因子， kg N₂O-N/kg N 溶淋和径流（缺省值为 0.0075 kg N₂O-N/kg N 溶淋/径流， 见第 11 章表 11.3）

公式 10.30

年氮排泄率

$$Nex_{(T)} = N_{\text{rate}(T)} \cdot \frac{TAM}{1000} \cdot 365$$

其中：

$Nex_{(T)}$ = 牲畜类别 T 的年氮排泄率， kgN/头/年

$N_{\text{速率}(T)}$ = 缺省 N 排泄率， kg N / (1000 kg 动物质量)/日（参见表 10.19）

$TAM_{(T)}$ = 牲畜类别 T 的一般家畜质量， kg/头

公式 10.31

年氮排泄率（方法 2）

$$Nex_{(T)} = N_{\text{摄取}(T)} \cdot \left(1 - N_{\text{保留}(T)} \right)$$

其中：

$Nex_{(T)}$ = 年氮排泄率， kgN/头/年

$N_{\text{摄取}(T)}$ = 家畜种类/类别 T 每头家畜每年摄取的氮量， kgN/头/年

$N_{\text{保留}(T)}$ = 家畜种类/类别 T 保存在体内的年氮摄取量比例， 无量纲

公式 10.32
家牛的氮摄取率

$$N_{\text{摄取}(T)} = \frac{GE}{18.45} \cdot \left(\frac{CP\%}{100} \right) \cdot \left(\frac{100}{6.25} \right)$$

其中：

$N_{\text{intake}(T)}$ = 家畜类别 T 每头动物每日消耗的氮量，kg N/头/日

GE = 家畜的总能摄取，以肠道模式，基于可消化能、产奶量、妊娠、目前体重、成熟体重、增重率和 IPCC 常数，MJ/头/日

18.45 = 每千克干物质日粮总能的换算因子，MJ/kg。虽然牲畜通常消耗的多种草料和基于谷物的饲料范围很广，但此值相对恒定。

CP% = 日粮中粗蛋白的百分比，摄入

6.25 = 将 kg/日粮蛋白换算为 kg/日粮氮，kg 饲料蛋白/kgN

公式 10.33
家牛体内的氮保留率

$$N_{\text{保留}(T)} = \left[\frac{\text{牛奶} \cdot \left(\frac{\text{牛奶 PR}\%}{100} \right)}{6.38} \right] + \left[\frac{WG \cdot \left[268 - \left(\frac{7.03 \cdot NE_g}{WG} \right) \right]}{\frac{1000}{6.25}} \right]$$

其中：

= 家畜类别 T 每头动物每日消耗的氮量，kg N/头/日

牛奶 = 产奶量，kg N/头/日（仅用于奶牛）

牛奶 PR% = 牛奶中的蛋白比例，计算为 $[1.9+0.4 \cdot \% \text{脂肪}]$ ，其中%脂肪为摄入量，假设为 4%（仅用于奶牛）

6.38 = 将牛奶蛋白换算成牛奶中的氮，kg 蛋白/kg N

WG = 增重，每种牲畜类别的输入，kg/日

268 和 7.03 = NRC（1996 年）中公式 Equation 3-8 的常数

NE_g = 供生长净能，基于目前体重、成年体重、增重率和 IPCC 常数，MJ/日，按牲畜特征参数计算

1000 = g 换算成千克，g/kg

6.25 = 将 kg/日粮蛋白换算为 kg/日粮氮，kg 蛋白/kgN

公式 10.34

可施用于管理土壤、或用于饲料、燃料或建筑利用的管理粪肥氮

$$N_{MMS_Avb} = \sum_S \left\{ \sum_{(T)} \left[\left[\left(N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \cdot MS_{(T,S)} \right) \cdot \left(1 - \frac{Frac_{LossMS}}{100} \right) \right] + \left[N_{(T)} \cdot MS_{(T,S)} \cdot N_{beddingMS} \right] \right] \right\}$$

其中：

N_{MMS_Avb} = 可适用于管理土壤或用于饲料、燃料或建筑目的的管理粪肥氮的量，kg N/年

$N_{(T)}$ = 国内牲畜品种/类别 T 的头数

$Nex_{(T)}$ = 国内种类/类别 T 每头家畜的年均 N 排泄量，kg N /头/年

$MS_{(T,S)}$ = 国内粪便管理系统 S 所管理每一牲畜种类/类别 T 的年氮排泄比例

$Frac_{损失MS}$ = 牲畜类别 T 在粪便管理系统 S 中损失的处理粪肥氮的量，%（参见表 10.23）

$N_{垫草MS}$ = 铺垫中的氮量（如果已知有机铺垫的使用情况，将用于固体存储和厚铺垫粪便管理系统），kg N/头/年

S = 粪便管理系统

T = 牲畜的种类/类别

I. 管理土壤中N₂O 和其他CO₂ 排放的相关公式

公式 11.1

管理土壤中的 N₂O 直接排放（方法 1）

$$N_2O_{\text{直接-N}} = N_2O-N_{N\text{投入}} + N_2O-N_{OS} + N_2O-N_{PRP}$$

其中：

$$N_2O-N_{N\text{投入}} = \left[\left[(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}) \cdot EF_1 \right] + \left[(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM})_{FR} \cdot EF_{1FR} \right] \right]$$

$$N_2O-N_{OS} = \left[\left(F_{OS,CG,Temp} \cdot EF_{2CG,Temp} \right) + \left(F_{OS,CG,Trop} \cdot EF_{2CG,Trop} \right) + \left(F_{OS,F,Temp,NR} \cdot EF_{2F,Temp,NR} \right) + \left(F_{OS,F,Temp,NP} \cdot EF_{2F,Temp,NP} \right) + \left(F_{OS,F,Trop} \cdot EF_{2F,Trop} \right) \right]$$

$$N_2O-N_{PRP} = \left[\left(F_{PRP, CPP} \cdot EF_{3PRP, CPP} \right) + \left(F_{PRP, SO} \cdot EF_{3PRP, SO} \right) \right]$$

其中：

$N_2O_{\text{直接-N}}$ = 管理土壤中产生的年度直接 N₂O-N 排放， kg N₂O-N/年

$N_2O-N_{N\text{投入}}$ = 管理土壤中的碳投入引起的年度直接 N₂O-N 排放， kg N₂O-N/年

N_2O-N_{OS} = 管理有机土壤中产生的年度直接 N₂O-N 排放， kg N₂O-N/年

N_2O-N_{PRP} = 尿液和粪便投入到放牧土壤中引起的年度直接 N₂O-N 排放， kg N₂O-N/年

F_{SN} = 土壤中人造氮肥的年施用量， kg N/年

F_{ON} = 土壤中动物粪肥、堆肥、污水污泥和其它有机添加氮的年添加量（注：如果包括污水污泥，应与废弃物部分进行交叉检验，以确保没有重复计算污水污泥中的氮引起的 N₂O 排放）， kg N/年

F_{CR} = 作物残留物（地上部和地下部）中的年氮量，包括氮固定作物和从饲草/牧草更新返回土壤中的氮量， kg N/年

F_{SOM} = 矿质土壤中矿化的年氮量，与土地利用或管理变化引起的土壤有机质中土壤碳的损失相关联， kg N/年

F_{OS} = 管理/排水有机土壤的年度面积，公顷（注：下标 CG、F、Temp、Trop、NR 和 NP 分别指农田及草地、林地、温带、热带、富营养和贫营养）

F_{PRP} = 放牧牲畜每年排泄堆积在牧场、草原和围场上的尿液和粪便氮量， kgN/年（注：下标 CPP 和 SO 分别指家牛，家禽及猪，和绵羊及其它动物）

EF_1 = 氮投入引起的 N₂O 排放的排放因子， kg N₂O-N/kg N 投入（表 11.1）

EF_{1FR} = 是氮投入到水稻引起的 N₂O 排放的排放因子， kg N₂O-N/kg N 投入（表 11.1）

EF_2 = 排水/管理有机土壤中 N₂O 排放的排放因子， kg N₂O-N /公顷/年；（表 11.1）（注：下标 CG、F、Temp、Trop、NR 和 NP 分别指农田及草地、林地、温带、热带、富营养和贫营养）

EF_{3PRP} = 放牧牲畜排泄堆积在牧场、草原和围场上所引起的 N₂O 排放的排放因子， kgN₂O-N/kg N 投入；（表 11.1）（注：下标 CPP 和 SO 分别指家牛，家禽及猪，和绵羊及其它牲畜）

公式 11.2

管理土壤中的 N₂O 直接排放（方法 2）

$$N_2O_{\text{直接}} - N = \sum_i (F_{SN} + F_{ON})_i \cdot EF_{i1} + (F_{CR} + F_{SOM}) \cdot EF_1 + N_2O - N_{OS} + N_2O - N_{PRP}$$

其中：

EF_{i1} = 为在条件 i 下化肥和有机氮施用引起的 N₂O 排放，所确定的排放因子（kgN₂O-N/kg N 输入）； $i = 1, j-n$ 。

公式 11.3

施用到土壤的有机氮添加中的氮（方法 1）

$$F_{ON} = F_{AM} + F_{SEW} + F_{COMP} + F_{OOA}$$

其中：

F_{ON} = 每年施用到土壤中的有机氮肥总量（不含来自放牧牲畜的），kg N/年

F_{AM} = 每年施用到土壤中的牲畜粪肥氮量，kg N/年

F_{SEW} = 每年施用到土壤中的污水氮总量（与废弃物部分协调合作，确保没有重复计算污水氮），kg N/年

F_{COMP} = 每年施用到土壤中的堆肥氮总量（确保没有重复计算堆肥中的粪肥氮），kg N/年

F_{OOA} = 每年用作肥料的其它有机添加物的量（例如，炼油废弃物、鱼肥料、啤酒废弃物等），kg N/年

公式 11.4

施用于土壤的牲畜粪肥中的氮（方法 1）

$$F_{AM} = N_{MMS_Avb} \cdot \left[1 - \left(\text{Frac}_{FEED} + \text{Frac}_{FUEL} + \text{Frac}_{CNST} \right) \right]$$

其中：

F_{AM} = 每年施用到土壤中的牲畜粪肥氮量，kg N/年

N_{MMS_Avb} = 可用于土壤施肥、用作饲料、燃料或建筑的处理粪肥氮量，kg N/年（参见第 10 章公式 10.34）

$\text{Frac}_{\text{饲料}}$ = 用作饲料的处理粪便比例

$\text{Frac}_{\text{燃料}}$ = 用作燃料的处理粪便比例

$\text{Frac}_{\text{建筑}}$ = 用作建筑的处理粪便比例

公式 11.5

放牧牲畜排泄在草场、牧场和围场上的尿液和粪便中的氮（方法 1）

$$F_{PRP} = \sum_T \left[\left(N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \right) \cdot MS_{(T,PRP)} \right]$$

其中：

F_{PRP} = 放牧牲畜每年排泄在草场、牧场和围场上的尿液和粪便氮量，kg N/年

$N_{(T)}$ = 国内牲畜种类/类别 T 的数量（参见第 10 章 10.2 节）

$Nex_{(T)}$ = 国内种类/类别 T 每头牲畜的年均氮排泄量，kg N/头/年（参见第 10 章 10.5 节）

$MS_{(T,PRP)}$ = 每种牲畜种类/类别每年排泄在牧场、草原和围场上的总排泄氮的比例（参见第 10 章 10.5 节）

公式 11.6

作物残留物和饲草/牧场更新中产生的氮量（方法 1）

$$F_{CR} = \sum_T \left\{ \text{作物}_{(T)} \cdot (\text{面积}_{(T)} - \text{面积烧除}_{(T)} \cdot C_f) \cdot \text{Frac}_{\text{更新}(T)} \cdot \left[R_{AG(T)} \cdot N_{AG(T)} \cdot (1 - \text{Frac}_{\text{清除}(T)}) + R_{BG(T)} \cdot N_{BG(T)} \right] \right\}$$

其中：

F_{CR} = 每年返还到土壤中的作物残余物（地上部和地下部）中的氮量，包括固氮作物和饲草/牧场更新中的氮，kg N/年

$\text{作物}_{(T)}$ = 作物 T 每年收获的干物质产量，kg 干物质/公顷

$\text{面积}_{(T)}$ = 作物 T 每年收获总面积，公顷/年

$\text{面积烧除}_{(T)}$ = 作物 T 每年烧除面积，公顷/年

C_f = 燃烧因子（无量纲）（参阅第 2 章表 2.6）

$\text{Frac}_{\text{更新}(T)}$ = 作物 T 每年更新的总面积比例。对于平均每 X 年更新牧场的国家， $\text{Frac}_{\text{更新}} = 1/X$ 。对于一年生作物 $\text{Frac}_{\text{更新}} = 1$

$R_{AG(T)}$ = 作物 T 地上部残留干物质（ $AG_{DM(T)}$ ）与收获产量的比例（ $\text{作物}_{(T)}$ ），kg 干物质/kg 干物质 = $AG_{DM(T)} \cdot 1000 / \text{作物}_{(T)}$ （根据表 11.2 中的信息计算 $AG_{DM(T)}$ ）

$N_{AG(T)}$ = 作物 T 地上部残余物的氮含量，kg N/kg 干物质（表 11.2），

$\text{Frac}_{\text{清除}(T)}$ = 每年为饲料、垫草和用作建筑目的清除的作物 T 地上部残留物的比例，kg N/kg 作物-N。需要在国内进行专家调查获得数据。如果不能获得关于 $\text{Frac}_{\text{清除}}$ 的数据，假设没有清除残留物。

$R_{BG(T)}$ = 作物 T 地下部残留物与收获产量的比例 kg 干物质/kg 干物质。如果不能获得替换数据，可通过将表 11.2 中的 R_{BG-BIO} 和地上部生物量与作物产量的比例相乘，计算 $R_{BG(T)}$ （= $[(AG_{DM(T)} \cdot 1000 + \text{作物}_{(T)}) / \text{作物}_{(T)}]$ ，亦根据表 11.2 中的信息计算 $AG_{DM(T)}$ ）。

$N_{BG(T)}$ = 作物 T 地下部残留物的氮含量，kg N/kg 干物质，（表 11.2）

T = 作物或牧草类型

公式 11.7

报告作物产量所用的干重修正

$$\text{作物}_{(T)} = \text{鲜-产量}_{(T)} \cdot \text{干}$$

其中：

$\text{作物}_{(T)}$ = 作物 T 收获的干物质产量，kg 干物质/公顷

$\text{鲜-产量}_{(T)}$ = 作物 T 收获产量的鲜重，kg 鲜重/公顷

干 = 收获作物的干物质比例，kg 干物质/kg 鲜重

公式 11.7A

估算 F_{CR} 的替代方法（使用表 11.2）

$$F_{CR} = \sum_T \left\{ \begin{aligned} &AG_{DM(T)} \cdot (\text{面积}_{(T)} - \text{面积烧除}_{(T)} \cdot CF) \cdot \text{Frac}_{\text{更新}(T)} \\ &\left[N_{AG(T)} \cdot (1 - \text{Frac}_{\text{清除}(T)}) + R_{BG-BIO(T)} \cdot N_{BG(T)} \right] \end{aligned} \right\}$$

其中：

F_{CR} = 每年返还到土壤中的作物残余物（地上部和地下部）中的氮量，包括固氮作物和饲草/牧场更新中的氮，kg N/年

公式 11.8

矿物质土壤中土壤碳损失（土地利用变化或管理引起的）所导致的矿化的氮量

$$F_{SOM} = \sum_{LU} \left[\left(\Delta C_{\text{矿质}, LU} \cdot \frac{1}{R} \right) \cdot 1000 \right]$$

其中：

F_{SOM} = 每年土地利用变化或管理引起的矿物质土壤中土壤碳损失所导致的矿化的净氮量，kg N

$\Delta C_{\text{矿质}, LU}$ = 每种土地利用类型（LU）土壤碳的年均损失量，吨碳（注：对于方法 1，所有土地利用和管理系统将具有统一的 $\Delta C_{\text{矿质}, LU}$ 值。采用方法 2， $\Delta C_{\text{矿质}, LU}$ 值将按各种土地利用和/或管理系统进行分类。

R = 土壤有机质的碳—氮比。在土地利用从林地或草地变为农田的情况下，如果缺乏关于该区域更详细的数据，可采用缺省值为 15（不确定性范围为 10—30）的碳—氮比（ R ）。在仍为农田的农田上管理发生变化的情况下，可能采用的缺省值为 10（范围为 8—15）。碳—氮比可随着时间、土地利用或管理做法而变化。如果各国可以将碳—氮比变化记录成文，则不同的值可用于整个时间序列、土地利用或管理做法。

LU = 土地利用和/或管理系统类型

公式 11.9

管理土壤中挥发性氮大气沉降中的 N_2O 排放（方法 1）

$$N_2O_{(ATD)-N} = [(F_{SN} \cdot \text{Frac}_{GASF}) + ((F_{ON} + F_{PRP}) \cdot \text{Frac}_{GASM})] \cdot EF_4$$

其中：

$N_2O_{(ATD)-N}$ = 每年管理土壤中挥发性氮大气沉积中产生的 N_2O-N 的量，kg N_2O-N /年

F_{SN} = 每年施用于土壤的化肥氮量，kg N/年

Frac_{GASF} = 按 NH_3 和 NO_x 形式挥发的化肥氮的比例，kg 挥发 N/kg 施用氮（表 11.3）

F_{ON} = 每年施用于土壤的管理牲畜粪肥、堆肥、污水污泥和其它有机氮添加的数量，kg N/年

F_{PRP} = 放牧牲畜每年排泄在草场、牧场和围场上的尿液和粪便氮量，kg N/年

Frac_{GASM} = 以 NH_3 和 NO_x 形式挥发的，施用的有机氮肥物质的比例（ F_{ON} ）和放牧牲畜排泄的尿液和粪便氮比例（ F_{PRP} ），kg 挥发 N/kg 施用氮或排泄氮（表 11.3）

EF_4 = 土壤和水面氮大气沉积的 N_2O 排放的排放因子，kgN- N_2O /（已挥发的 kg NH_3-N+NO_x-N ）（表 11.3）

公式 11.10

溶淋/径流发生地区管理土壤氮在溶淋/径流产生的 N₂O 排放（方法 1）

$$N_2O_{(L)-N} = (F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR} + F_{SOM}) \cdot \text{Frac}_{LEACH-(H)} \cdot EF_5$$

其中：

$N_2O_{(L)-N}$ = 溶淋/径流发生地区每年施加到管理土壤中氮溶淋和径流中产生的 N₂O-N 的量，kg N₂O-N/年

F_{SN} = 在溶淋/径流发生地区每年施用到土壤中的合成氮肥量，kg N/年

F_{ON} = 在溶淋/径流发生地区每年施用到土壤中的管理牲畜粪肥、堆肥、污水污泥和其它有机氮添加的数量，kg N/年

F_{PRP} = 在溶淋/径流发生地区放牧牲畜每年排泄的尿液和粪便氮量，kg N/年（公式 11.5）

F_{CR} = 在溶淋/径流发生地区每年返还到土壤中的作物残留物（地上部和地下部）中的氮量，包括固氮作物和牧草/牧场更新中的氮，kg N/年

F_{SOM} = 在溶淋/径流发生地区，每年矿质土壤中与土地利用或管理引起的土壤有机质中土壤碳损失相关联的氮矿化量，kg N/年（公式 11.8）

$\text{Frac}_{\text{溶淋(H)}}$ = 溶淋/径流发生地区，管理土壤中通过溶淋和径流损失的所有施加氮/矿化氮的比例，kg N/kg 施氮（表 11.3）

EF_5 = 氮溶淋和径流引起的 N₂O 排放的排放因子，kg N₂O-N/kg 溶淋和径流氮（表 11.3）

公式 11.11

管理土壤中挥发氮大气沉积产生的 N₂O 排放（方法 2）

$$N_2O_{(ATD)-N} = \left\{ \sum_i (F_{SN_i} \cdot \text{Frac}_{GASF_i}) + [(F_{ON} + F_{PRP}) \cdot \text{Frac}_{GASM}] \right\} \cdot EF_4$$

其中：

$N_2O_{(ATD)-N}$ = 每年管理土壤中挥发性氮大气沉积中产生的 N₂O-N 的量，kg N₂O-N/年

F_{SN_i} = 不同条件下 i ，每年施用到土壤中的化肥氮量，kg N/年

Frac_{GASF_i} = 不同条件下 i ，以 NH₃ 和 NO_x 形式挥发的化肥氮的比例，kg 挥发 N/kg 施用氮

F_{ON} = 每年施用于土壤的处理牲畜粪肥、堆肥、污水污泥和添加的其它有机氮量，kg N/年

F_{PRP} = 放牧牲畜每年排泄在草场、牧场和围场上的尿液和粪便氮量，kg N/年

Frac_{GASM} = 以 NH₃ 和 NO_x 形式挥发的，施用的有机氮肥物质的比例（ F_{ON} ）和放牧牲畜排泄的尿液和粪便氮比例（ F_{PRP} ），kg 挥发 N/kg 施用氮或排泄氮（表 11.3）

EF_4 = 土壤和水面，氮的大气沉积的 N₂O 排放的排放因子，kg N-N₂O/（已挥发的 kg NH₃-N + NO_x-N）（表 11.3）

公式 11.12

石灰施用中产生的年度 CO₂ 排放

$$CO_2-C \text{ 排放} = (M_{\text{石灰岩}} \cdot EF_{\text{石灰岩}}) + (M_{\text{白云岩}} \cdot EF_{\text{白云岩}})$$

其中：

CO_2-C 排放 = 石灰施用中产生的年度氮排放，吨碳/年

M = 每年施用的含钙石灰岩（CaCO₃）或白云岩[CaMg（CO₃）₂]的量，吨/年

EF = 排放因子，吨碳/吨石灰岩或白云岩

$$\text{公式 11.13}$$

$$\text{尿素施用产生的年度 CO}_2\text{排放}$$

$$\text{CO}_2\text{-C 排放} = M \cdot EF$$

其中：

CO₂-C 排放 = 尿素施用产生的年度碳排放，吨碳/年

M = 每年施用的尿素量，吨尿素/年

EF = 排放因子，吨碳/吨尿素

J 采伐的木材产品的相关公式

$$\text{公式 12.1}$$

$$\text{报告国 HWP 汇的碳库及其年度变化的估算}$$

从 i 年开始 = 1900 年直至当前年份，计算

$$(A) \quad C(i+1) = e^{-k} \cdot C(i) + \left[\frac{1 - e^{-k}}{k} \right] \cdot \text{Inflow}(i) \quad \text{with } C(1900) = 0.0$$

$$(B) \quad \Delta C(i) = C(i+1) - C(i)$$

注：关于估算一阶衰减率的公式 12.1A 所用方法的解释，参见 Pingoud 和 Wagner（2006）。

其中：

i = 年

$\Delta C(i)$ = 初始年 i 的 HWP 汇的碳库变化，Gg C

k = 以单位给出的一阶衰减的恒定衰减，/年 [$k = \ln(2) / \text{HL}$ ，其中 HL 是多年 HWP 汇的半衰期。半衰期是当前汇中物质产生一半损失时的年数。]

流入 (i) = 在 i 年 HWP 汇中的碳流入量，Gg C / 年

$\Delta C(i)$ = 在 i 年 HWP 汇中的碳库变化，Gg C / 年

$$\text{公式 12.2}$$

$$\text{根据国内消耗量估算年度产生的 HWP 产品}$$

$$\text{流入}_{DC} = P + SFP_{IM} - SFP_{EX}$$

其中：

流入_{DC} = 源自报告国采伐木材中年度消耗的硬木或纸中的碳（这来自国内采伐），Gg 碳/年

P = 报告国每年生产的硬木或纸制品中的碳，Gg 碳/年

SFP_{IM} 和 SFP_{EX} = 半成品木材和纸的进口和出口量。就硬木而言，这包括锯木、木板，及其他工业圆木。就纸制品而言，这包括纸和纸板，Gg 碳/年。

公式 12.3

利用国内采伐量估算每年生产的 HWP 产品

$$\text{流入}_{DH} = P \cdot \left[\frac{IRW_H}{IRW_H + IRW_{IM} - IRW_{EX} + WCH_{IM} - WCH_{EX} + WR_{IM} - WR_{EX}} \right]$$

其中：

流入_{DH} = 源自报告国采伐木材中（即来自国内采伐）硬木或纸年产量的碳，Gg 碳/年

P = 报告国硬木或纸年产量的碳，Gg 碳/年。注意：纸制品产量包括木质纤维，但不包括非木质纤维。估算纸制品产量中的木质纤维的公式参见表 12.5 注 1。

IRW_H = 报告国采伐的工业圆木。这是用来生产硬木和纸制品的采伐木材，包括出口的 IRW。
[FAO 变量称为工业 RW 产量]，Gg C/年

IRW_{IM}, IRW_{EX} = 分别为工业圆木的进出口量，Gg C/年

WCH_{IM}, WCH_{EX} = 分别为木屑的进出口量，Gg C/年

WR_{IM}, WR_{EX} = 分别为木材产品加工厂木材残留物的进出口量，Gg C/年

公式 12.4

估算源自国内采伐的国内 SWDS 中的 HWP 年度碳变化

$$\Delta C_{HWP\ SWDS_{DH}} = \Delta C_{HWP\ SWDS_{DC}} \cdot \left[1 - \left(\frac{\text{木材进口量}}{\text{生产木材量} + \text{进口木材量}} \right) \right]$$

$$\text{进口木材量} = \left[\frac{IRW_{IM} + WCH_{IM} + WR_{IM} + \text{Sawn}W_{IM} + \text{WPan}_{IM} + P\&PB_{IM} + \text{WPulp\&RecPap}_{IM}}{\text{生产木材量}} \right]$$

$$\text{生产的木材量} = IRW_H$$

其中：

$\Delta C_{HWP\ SWDS_{DH}}$ = 变量 2B = 国内 SWDS 中的 HWP 年度碳变化，其中 HWP 来自国内木材采伐，Gg C/年

$\Delta C_{HWP\ SWDS_{DC}}$ = 变量 1B = 报告国 SWDS 中的 HWP 年度碳变化，Gg C/年

IRW_H 和 IRW_{IM} = 分别为报告国的工业圆木采伐和工业圆木进口量，Gg C/年

WCH_{IM} = 木屑进口量，Gg C/年

WR_{IM} = 来自木材产品加工厂残留物的进口量，Gg C/年

SawnW_{IM} = 锯木进口量，Gg C/年

WPan_{IM} = 木板进口量，Gg C/年

P&PB_{IM} = 纸和纸板进口量，Gg C/年

WPulp&RecPap_{IM} = 木浆及回收纸进口量，Gg C/年

公式 12.5

采用 HWP 变量估算碳释放

源自报告国木材储存中的年度碳释放

$$(A) \quad \uparrow C_{HWPDC} = H + P_{IM} - P_{EX} - \Delta C_{HWP IU DC} - \Delta C_{HWP SWDS DC}$$

源自报告国采伐木材的年度碳释放

$$(B) \quad \uparrow C_{HWP DH} = H - \Delta C_{HWP IU DH} - \Delta C_{HWP SWDS DH}$$

公式 12.6

估算表 12.5 中 1961 之前产量、进出口变量的公式

$$V_t = V_{1961} \cdot e^{[U \cdot (t-1961)]}$$

其中：

V_t = t 年中硬木或纸制品的年度产量，进出口量，Gg C/年

t = 年

V_{1961} = 1961 年硬木或纸制品的年度产量，进出口量，Gg C/年

U = 1900 -1961 年间包括报告国在内的区域的工业圆木消耗的估算连续变化率（参见表 12.3），/年