

第 11 章

管理土壤中的 N₂O 排放和石灰与尿素使用过程中的 CO₂ 排放

作者

Cecile De Klein（新西兰）、Rafael S.A. Novoa（智利）、Stephen Ogle（美国）、Keith A. Smith（英国）、Philippe Rochette（加拿大）和 Thomas C. Wirth（美国）

Brian G. McConkey（加拿大）、Arvin Mosier（美国）和 Kristin Rypdal（挪威）

参加作者

Margaret Walsh（美国）和 Stephen A. Williams（美国）

目 录

11 管理土壤中的 N ₂ O 排放和石灰与尿素使用过程中的 CO ₂ 排放	11.5
11.1 导言	11.5
11.2 管理土壤中的 N ₂ O 排放	11.5
11.2.1 N ₂ O 直接排放	11.6
11.2.1.1 方法的选择	11.6
11.2.1.2 排放因子的选择	11.10
11.2.1.3 活动数据的选择	11.12
11.2.1.4 不确定性评估	11.16
11.2.2 N ₂ O 间接排放	11.19
11.2.2.1 方法的选择	11.19
11.2.2.2 排放、挥发和溶淋因子的选择	11.22
11.2.2.3 活动数据的选择	11.23
11.2.2.4 不确定性评估	11.24
11.2.3 完整性、时间序列、质量保证/质量控制	11.25
11.3 石灰施用中的二氧化碳排放	11.26
11.3.1 方法的选择	11.26
11.3.2 排放因子的选择	11.29
11.3.3 活动数据的选择	11.29
11.3.4 不确定性评估	11.29
11.3.5 完整性、时间序列、质量保证/质量控制	11.30
11.4 尿素施用过程中的 CO ₂ 排放	11.31
11.4.1 方法的选择	11.31
11.4.2 排放因子的选择	11.34
11.4.3 活动数据的选择	11.34
11.4.4 不确定性评估	11.34
11.4.5 完整性、时间序列一致性、质量保证/质量控制	11.35
附件 11A.1 表 11.2 中作物残余物数据的参考文献	11.37
参考文献	11.54

公式

公式 11.1	管理土壤中的 N_2O 直接排放（方法 1）	11.6
公式 11.2	管理土壤中的 N_2O 直接排放（方法 2）	11.10
公式 11.3	施用到土壤的有机氮添加中的氮（方法 1）	11.12
公式 11.4	施用于土壤的牲畜粪肥中的氮（方法 1）	11.13
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）	11.13
公式 11.6	作物残余物和饲草/牧草更新中产生的氮量（方法 1）	11.14
公式 11.7	报告作物产量所用的干重修正	11.14
公式 11.7A	估算 F_{CR} 的替代方法（使用表 11.2）	11.15
公式 11.8	矿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	11.15
公式 11.9	管理土壤中挥发氮大气沉积中的 N_2O 排放（方法 1）	11.21
公式 11.10	溶淋/径流发生地区管理土壤氮溶淋/径流产生的 N_2O 排放（方法 1）	11.21
公式 11.11	管理土壤中挥发氮大气沉积产生的 N_2O 排放（方法 2）	11.22
公式 11.12	石灰施用产生的年度 CO_2 排放	11.27
公式 11.13	尿素施用产生的年度 CO_2 排放	11.32

图

图 11.1	示意图：说明导致土壤和水中 N_2O 直接和间接排放的氮源和途径	11.8
图 11.2	管理土壤中 N_2O 直接排放的决策树	11.9
图 11.3	管理土壤中 N_2O 间接排放的决策树	11.20
图 11.4	确定估算石灰施用中 CO_2 排放的合适层级的决策树。	11.28
图 11.5	确定估算尿素施肥产生的 CO_2 排放的合适层级的决策树。	11.33

表

表 11.1	估算 管理土壤中 N_2O 直接排放的缺省排放因子	11.11
表 11.2	估算作物残余物投入土壤的氮量的缺省因子 ^a	11.17
表 11.3	土壤 N_2O 间接排放的缺省排放、挥发和溶淋因子	11.24

11 管理土壤中的 N₂O 排放和石灰与尿素施用过程中的 CO₂ 排放

11.1 引言

第 11 章描述了管理土壤中氧化亚氮 (N₂O) 排放清单应采用的通用方法，包括沉积和溶淋引起的土地施氮中产生的 N₂O 间接排放，以及石灰物质和含尿素的肥料添加后产生的二氧化碳 (CO₂) 排放。

管理土壤¹ 是土地上被管理的所有土壤（包括林地）。对于 N₂O，三层级基本方法与 IPCC 《关于土地利用、土地利用变化和林业方面的优良作法指南》（*GPG-LULUCF*）中用于草地和农田的方法相同，并与《国家温室气体清单优良作法指南和不确定性管理》（*GPG2000*）中用于农田土壤的方法相同，而对于林地已纳入 *GPG-LULUCF* 方法的相关部分。因为这些方法是基于发生在所有不同土地利用类别中的池和流量，并且在多数情况下，仅能获得国家总计（即非特定土地利用）数据，这里给出了在国家一级所用方法学的一般信息，包括：

- 应用这些方法的总体框架和适用的计算公式；
- 解释有关管理土壤中 N₂O 排放（直接和间接）和石灰及尿素施肥中 CO₂ 排放的过程，以及相关的不确定性；及
- 方法的选择，排放因子（包括缺省值）和活动数据，以及挥发和溶淋因子。
- 如果可以获得关于特定土地利用类别的活动数据，提供的公式可用于特定土地利用类别。

与《1996 年 IPCC 指南》相比，《2006 年 IPCC 指南》有以下变化：

- 为估算与作为肥料使用的尿素相关的 CO₂ 排放提供了意见；
- 全面部门覆盖 N₂O 间接排放；
- 进行广泛的文献查阅，导致修改农业土壤中 N₂O 的排放因子；及
- 由于缺乏证据表明大量排放产生于固氮过程，因此去除了将生物固氮作为 N₂O 直接排放源。

11.2 管理土壤中的 N₂O 排放

本节列出了估算管理土壤中人为 N₂O 总排放（直接和间接）的方法和公式。如果国家可将活动数据分解到该级（即特定土地利用内的氮使用活动），这里所列的一般公式还可用于估算特定土地利用类别内的 N₂O 排放或按特定条件变量（例如稻田施氮）进行估算。

通过硝化和反硝化过程，土壤中自然产生氧化亚氮。硝化是微生物在厌氧条件下将氨基氧化成硝酸盐，而反硝化是厌氧微生物将硝酸盐还原成氮气 (N₂)。氧化亚氮系指，反硝化反应序列的气体中间产物，以及从微生物细胞泄入土壤并最终进入大气层的硝化副产物。这一反应中，土壤中无机氮的可供量是主要控制因素之一。因此，本方法估算 N₂O 排放利用了：人为土壤净施氮（例如合成或有机肥、堆放粪肥、作物残余物、污水污泥），或有机土壤排水/管理后土壤有机质中氮的矿化，或矿质土壤上耕作/土地利用变化（例如林地/草地/聚居地转化为农田）。

人为氮投入或氮矿化引起的 N₂O 排放，其发生通过一种直接途径（即直接来自添加/释放氮的土壤）或以下两种间接途径：（1）管理土壤和化石燃料燃烧及生物量燃烧中产生的 NH₃ 和 NO_x 挥发后，这些气体及其产物 NH₄⁺ 和 NO₃⁻ 随后再次沉降下来，进入土壤和水中；及（2）N 经溶淋和径流后，主要以 NO₃⁻ 的形式从管理土壤中释放。主要途径如图 11.1 所示。

分别估算管理土壤中的 N₂O 直接排放和间接排放，不过使用相同的活动数据集。方法 1 不考虑不同的土地覆盖、土壤类型、气候条件或管理做法（上文具体说明之外的）。方法 1 亦不考虑：作物残余物中氮引起的直接排放的任何时间延迟，以及将这些排放分配到残余物返回土壤的年份。对于直接或（适当时，间接）排放，不考虑这些因素，因为制定合适排放因子的可获数据很有限。可提供数据说明缺省因子并不适合其国家的各国，应利用方法 2 公式或方法 3 并应详细说明所用的值。

¹ 管理土地的定义见第 1 章 1.1 节。

11.2.1 N₂O直接排放

在多数土壤中，有效氮的增加可提高硝化和反硝化率，随后增加 N₂O 的产量。可通过人为施氮或改变土地利用/或管理做法（矿化土壤有机氮），增加有效氮。

管理土壤中 N₂O 直接排放的估算方法中包括以下氮源：

- 化肥氮 (F_{SN})；
- 作为肥料施用的有机氮（例如，动物粪肥、堆肥、污水污泥、炼油废弃物）(F_{ON})；
- 放牧动物在牧场、草原和围场上排泄堆积的尿液和粪便 N (F_{PRP})；
- 作物残余物（地上部和地下部）中的氮，包括固氮作物²和牧场更新过程中的牧草³(F_{CR})；
- 与土地利用或矿质土壤管理变化引起的土壤有机质损失相关的氮矿化 (F_{SOM})；及
- 有机土壤（即有机土）⁴的排水/管理 (F_{OS})。

11.2.1.1 方法的选择

图 11.2 中的决策树提供了关于采用何种层级方法的指南。

方法 1

以其最基本的形式，估算管理土壤中 N₂O 的直接排放，采用下述公式 11.1：

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：

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

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

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

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

² 由于缺乏证据表明大量排放产生于固氮过程本身，去除生物固氮作为 N₂O 直接排放源（Rochette 和 Janzen, 2005 年）。这些作者得出结论，豆类作物/牧草生长引起的 N₂O 排放可单独用作物/牧草残余物（仅计算牧草更新过程中的氮残余物）地上部和地下部氮投入函数进行估算。相反，土地利用或管理变化引起的土壤有机质矿化释放的氮目前被认为是额外氮源。这些是对《1996 年 IPCC 指南》之前介绍的方法的重大调整。

³ 仅计算牧场定期更新过程中多年生牧草作物的氮残余物，即对于一年生作物不必按年计算。

⁴ 如果满足土壤下述条件 1 和 2 或条件 1 和 3，则为有机土壤（粮农组织，1998 年）：1，厚度大于或等于 10 厘米。当混合土壤达到 20 cm 深度时，小于 20 cm 的土层必须含 12% 或更多的有机碳；2，从未被水浸透几天以上的土壤并含超过 20% 的有机碳重量（即约 35% 的有机质）；3，如果土壤易于被水浸透，并：（1）如果土壤不含粘土，至少要含 12% 的有机碳重量（即大约 20% 的有机质）；或者（2）如果土壤含 60% 或更多的粘土，至少要含 18% 的有机碳重量（即大约 30% 的有机质）；或者（3）对于含中等量粘土的土壤，含中等比例量的有机碳。

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} = 作物残余物（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， kg N/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} 是氮投入到稻田引起的 N₂O 排放的排放因子， kg N₂O-N/kg N 投入（表 11.1）⁵

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草场、牧场和围场上所引起的 N₂O 排放的排放因子， kg N₂O-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）

⁵ 当每年施到水灌稻田中的氮的数量已知时，该氮投入可能乘以适合于这种作物的较低的缺省排放因子， EF_{1FR} （表 11.1）（Akiyama 等，2005 年），或者当国家特定排放因子已经确定时，用乘以该国家特定因子代替。尽管存在部分证据表明间歇灌水（如 5.5 节所介绍的）可提高 N₂O 排放量，但是目前的科学数据表明 EF_{1FR} 亦适用于间歇性淹水方式。

图 11.1 示意图：说明导致土壤和水中 N₂O 直接和间接排放的氮源和途径

注：施用到或堆积在土壤上氮的来源用图表左边的箭头表示。排放途径亦用箭头指示，包括农业和非农业排放源中产生的 NH₃ 和 NO_x 的多种挥发途径，这些气体的沉降及其产物 NH₄⁺ 和 NO₃⁻ 以及对随后产生的 N₂O 间接排放亦作了说明。“施用的有机氮肥”包括牲畜粪肥、所有堆肥、污水污泥、粗氮肥等。“作物残余物”包括所有作物（非氮和氮固定）和多年生牧草作物和牧场更新后的地上部和地下部残余物。右下角是管理土地代表性部分的立体坡面图；有机栽培在图中列出。

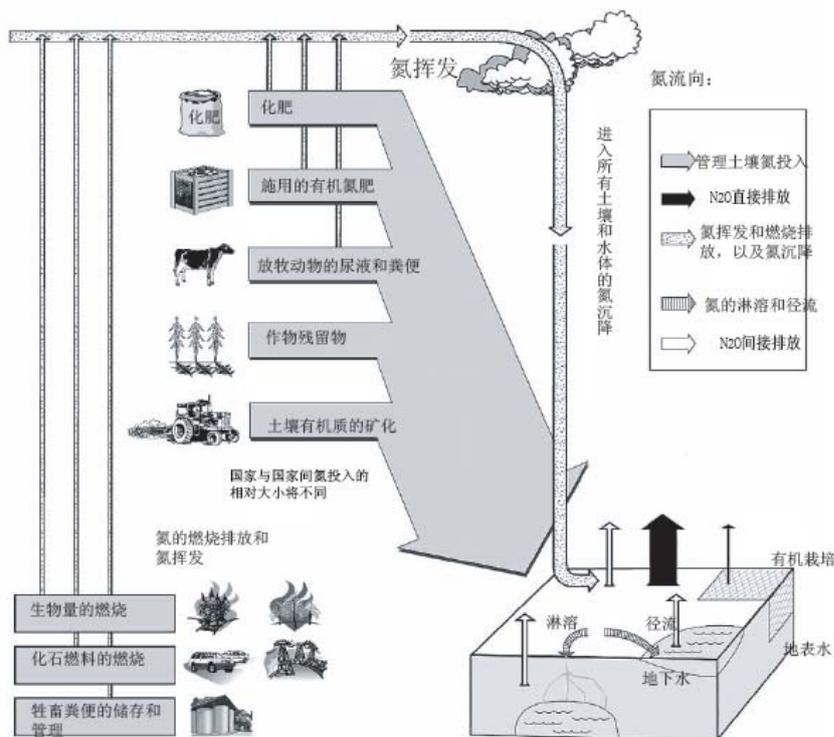
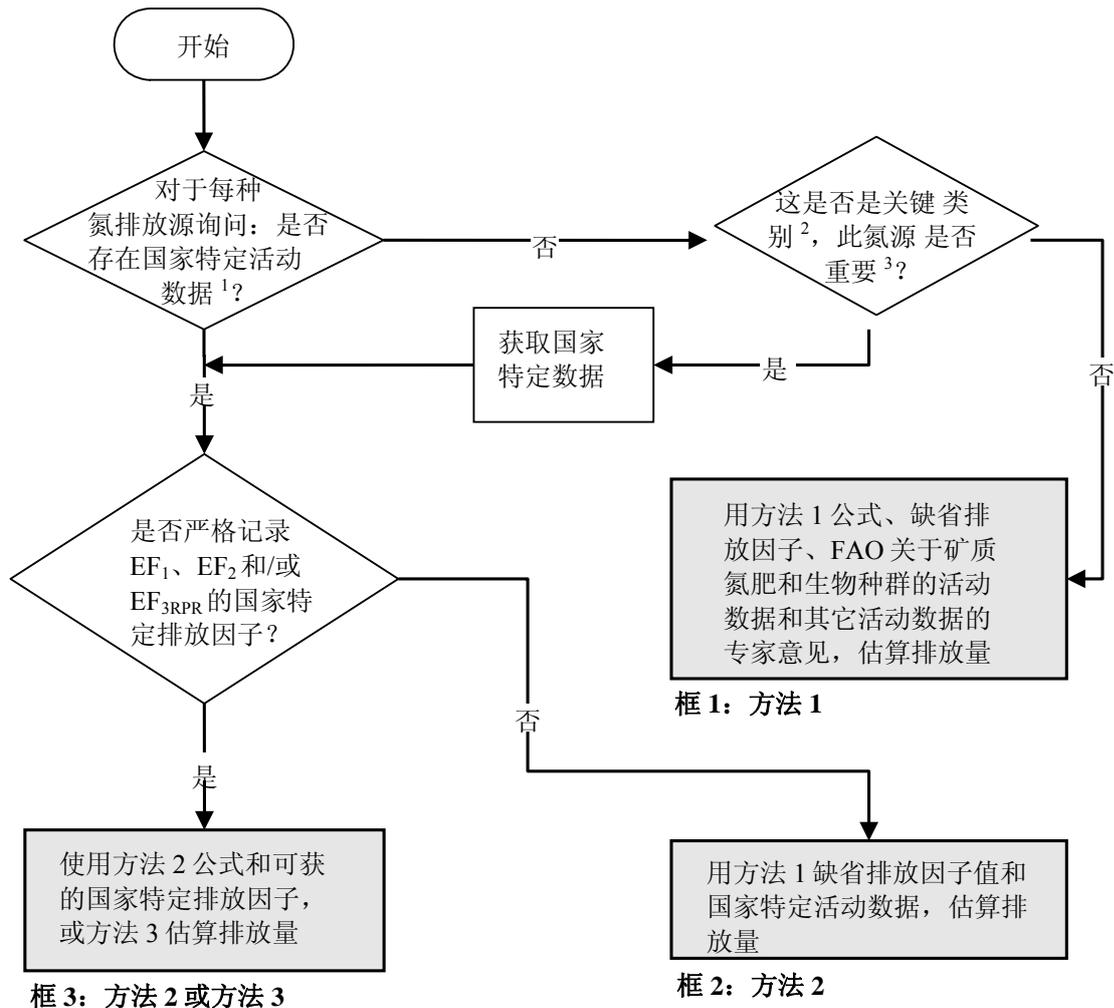


图 11.2 管理土壤中 N₂O 直接排放的决策树

注：

1. 氮排放源包括：化肥、有机氮添加、放牧过程中的尿液和粪便、作物/牧草残余物、土壤有机质中所含氮的矿化伴随土地利用或管理变化后土壤中的碳损失和有机土壤排放/管理。如果可以获得充足的信息，计算中还可以包括其它有机氮添加（例如堆肥、污水污泥、炼油废弃物）。废弃物投入按单位氮进行测量并添加为公式 11.1 中 F_{on} 的一种附加亚源（与 EF_1 相乘）。
2. 参见卷 1 第 4 章，“方法选择和确认关键源类别”（注意关于有限资源的 4.1.2 节）的关于关键源类别讨论和决策树的使用。
3. 根据经验，如果牲畜种类占该排放源排放总量的 25%-30%，那么该子源类别非常重要。

为了便于报告，采用下列公式将 N₂O - N 排放量换算成 N₂O 排放量。

$$N_2O = N_2O - N \bullet 44/28$$

方法 2

如果一国可获得比公式 11.1 中所列的更为详细的排放因子和相应的活动数据，可将公式中的各项进行进一步的分解。例如，如果关于不同条件*i*下化肥和有机氮（F_{SN}和 F_{ON}）施用的排放因子和活动数据可获，公式 11.1 将扩展为⁶：

公式 11.2
管理土壤中的 N₂O 直接排放（方法 2）

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

其中：

EF_{li} = 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（kg N₂O - N/kg N 投入）；*i* = 1, ...n。

公式 11.2 可能按多种方式进行修改，以纳入一国可能获取的每种氮投入变量的相关氮源-，作物类型-，管理-，土地利用-，气候-，土壤-或其它特定条件排放因子的任何组合（F_{SN}, F_{ON}, F_{CR}, F_{SOM}, F_{OS}, F_{PRP}）。

为了便于报告，用下列公式将 N₂O - N 排放量换算成 N₂O 排放量。

$$N_2O = N_2O - N \bullet 44/28$$

方法 3

方法 3 为建模或测量方法。各模式是实用的，因为模式能将影响 N₂O 排放的土壤和环境变量在适当的形式下与排放量的大小联系起来。然后这些联系可用于预测整个国家或地区中不能用实验测量得出的那部分排放量。仅应在代表性实验测量结果进行验证后才应使用模式。还应注意确保：通过使用模式或测量得出的排放估值核算所有人为 N₂O 排放。⁷ 为方法 3 基于模式核算系统的建立提供坚实科学基础的指南见第 2 章 2.5 节。

11.2.1.2 排放因子的选择

方法 1 和方法 2

需要用三种排放因子（EF）来估算管理土壤中的 N₂O 直接排放。这里所列的缺省值可以结合国家特定排放因子，用于方法 1 公式或方法 2 公式。第一个排放因子（EF₁）系指各种合成和有机氮施用于土壤上产生的 N₂O 的释放量，包括作物残余物和土地利用变化或管理引起的矿质土壤中土壤有机碳的矿化。第二个排放因子（EF₂）系指排水/管理有机土壤面积产生的 N₂O 的释放量，第三个排放因子（EF_{3PRP}）估算放牧牲畜排泄在草场、牧场和围场上的尿液和粪便氮中 N₂O 的释放量。表 11.1 中概述了方法 1 的缺省排放因子。

根据新的依据，EF₁ 缺省值已经设为：施用到土壤中的氮或导致矿质土壤中有机质矿化的活动中释放的氮的 1%⁸。在许多情况下，此因子会足数使用，但是最近有数据表明，此排放因子可基于以下因

⁶ 重要的是要注意，当采用方法 2 时，公式 11.2 仅是对公式 11.1 进行多种可能修改中的一种。公式 11.2 的最终形式将取决于国家特定排放因子的可获性和一国可分解活动数据的能力。

⁷ 假设管理土地上天然 N₂O 的排放量等于管理土地上的排放量。后一种排放量很低。因此，管理土地上的几乎所有排放都视为人为排放。管理土地上，采用 IPCC 方法得出的估值与测量得出的排放总量的数量级大小相同。这种由 Bouwman（1996 年）估算得出的所谓“背景”排放量（即零施氮下的排放量约 1 kg N₂O-N/公顷/年），并非“天然”排放，而主要是作物残余物中的氮引起的。这些排放是人为引起的，因而用 IPCC 方法学进行计算。

⁸ 对可获测量数据进行了最新分析，与《1996 年 IPCC 指南》相比，EF₁ 值从 1.25% 变为 1%（Bouwman 等，2002 年 a, b; Stehfest 和 Bouwman, 2006 年; Novoa 和 Tejeda, 2006 年 出版中）。这些分析利用的测量数量大大多于得出用于 EF₁ 先前值的早先研究可用量这些评审中所计算的肥料和粪便引起的排放量的排放因子平均值接近

子进行分解：（1）环境因子（气候、土壤有机碳含量、土壤质地、排水情况和土壤pH值）；及（2）与管理有关的因子（各肥料类型的氮施用率、作物类型、以及豆类、非豆类耕作作物和牧草之间的差别）（Bouwman 等，2002 年； Stehfest和 Bouwman, 2006 年）。可将全部或部分因子活动数据进行分解的国家，可选择采用分解排放因子实施方法 2。

表 11.1
估算管理土壤中 N₂O 直接排放的缺省排放因子

排放因子	缺省值	不确定性范围
矿肥施氮、有机添加物和作物残余物以及土壤碳损失引起的矿质土壤中氮矿化的 EF ₁ (kg N ₂ O - N/kg N)	0.01	0.003 - 0.03
灌水稻田的 EF _{1FR} (kg N ₂ O-N/kg N)	0.003	0.000 - 0.006
温带有机作物和草地土壤的 EF _{2CG, 温带} (kg N ₂ O - N/公顷)	8	2 - 24
热带有机作物和草地土壤的 EF _{2CG, 热带} (kg N ₂ O - N/公顷)	16	5 - 48
温带和北温带富营养有机森林土壤的 EF _{2F, Temp, Org, R} (kg N ₂ O - N/公顷)	0.6	0.16 - 2.4
温带和北温带贫营养有机森林土壤的 EF _{2F, Temp, Org, P} (kg N ₂ O - N/公顷)	0.1	0.02 - 0.3
热带有机森林土壤的 EF _{2F, Trop} (kg N ₂ O - N/公顷)	8	0 - 24
家牛（奶牛、非奶牛和水牛），家禽和猪的 EF _{3PRP, CPP} (kg N ₂ O - N / kg N)	0.02	0.007 - 0.06
绵羊和“其它牲畜”的 EF _{3PRP, SO} kg N ₂ O - N / kg N	0.01	0.003 - 0.03
资料来源： EF ₁ : Bouwman 等，2002 年 a,b; Stehfest 和 Bouwman, 2006 年; Novoa 和 Tejeda, 2006 年出版中; EF _{1FR} : Akiyama 年, 2005 年; EF _{2CG, Temp} , EF _{2CG, Trop} , EF _{2F, Trop} : Klemmedtsson 等, 1999 年, IPCC 优良作法指南, 2000 年; EF _{2F, Temp} : Alm 等, 1999 年; Laine 等, 1996 年; Martikainen 等, 1995 年; Minkinen 等, 2002 年; Regina 等, 1996 年; Klemmedtsson 等, 2002 年; EF _{3, CPP} , EF _{3, SO} : de Klein, 2004 年。		

温带气候下 EF₂ 的缺省值为 8 kg N₂O - N /公顷/年。因为假设热带气候下的矿化率两倍于温带气候的，则热带气候下的 EF₂ 排放因子为 16 kg N₂O - N /公顷/年⁹。气候定义见第 3 章附件 3A.5。

EF_{3PRP} 缺省值为所有类型牲畜（除了“绵羊”和“其它”牲畜）所排泄氮的 2%。对于后一些种类，可采用的缺省排放因子为排泄氮的 1%¹⁰。

0.9%；可是，考虑到与该值相关的不确定性和清单计算中包括其它氮投入的影响（例如来自作物残余物和土壤有机质的矿化），认为整值 1%是合适的。

⁹ 温带和热带气候下的 EF₂ 值，由《1996 年 IPCC 指南》中提供的值改成 *GPG2000* 中所含的值。

¹⁰ 绵羊缺省排放因子的添加是对《1996 年 IPCC 指南》的一个改变。基于对尿液和粪便排泄中 N₂O 排放进行的最新审核，已将不同牲畜类型的 EF_{3PRP} 缺省排放因子进行了分解（de Klein, 2004 年）。此次审核表明，绵羊的排放因子少于家牛的，即用排泄氮的 1%作为绵羊排放因子更为适合。绵羊 EF_{3PRP} 较低的原因包括尿液分布更均匀（排尿量少但频率较高），且放牧中对土壤紧实产生的作用较小。关于其它牲畜类型的 N₂O 排放因子的数据很有限或不存在，家禽和猪排放因子保持在排泄氮的 2%。然而，排泄氮 1%的值可用于列为“其它类别”的牲畜，包括山羊、马、骡、驴、骆驼、驯鹿和南美小型驼，因为它们氮排泄率和排泄方式很可能更类似于绵羊而非家牛。此次评审进一步建议，还可以考虑将 EF_{3PRP} 依据粪便氮和尿液氮进行分类。可是，此种分解可能很能执行，因为各国不太可能易于获得关于评估尿液和粪便中排泄率的所需信息。然而，使用较高层级方法的各国可考虑此方法。最终，此次评审显示，目前的信息不充分或不确凿，不能将 EF_{3PRP} 按气候区、土壤类型或排水分类和/或放牧强度进行分解。

11.2.1.3 活动数据的选择

方法 1 和方法 2

本节介绍了方法 1 和方法 2 所需的、估算各种土壤氮投入量 (F_{SN} , F_{ON} , F_{PRP} , F_{CR} , F_{SOM} , F_{OS}) 的一般方法 (公式 11.1 和公式 11.2)。

施用化肥 (F_{SN})

术语 F_{SN} 系指每年施用到土壤中的化肥 N 量¹¹。根据每年消耗的化肥总量进行估算。年肥料消耗数据可从国家官方统计资料中收集，通常记录为肥料销售和/或国内产量和进口。如果国家特定数据不可获，可使用来自国际肥料产业协会 (IFIA) (<http://www.fertilizer.org/ifa/statistics.asp>) 按类型和作物的总肥料使用数据，或来自联合国粮食及农业组织 (FAO)：[\(http://faostat.fao.org/\)](http://faostat.fao.org/) 关于化肥消耗的数据。将国家统计资料与诸如 IFIA 和 FAO 中的国际数据集对照使用，可能会有用。如果可获得足够的数，可以将肥料使用按肥料类型、作物类型和主要作物的气候状况进行分解。如果将来改进了清单方法，这些数据对于确定修正的排放估值可能会有用。应注意的是，尽管肥料亦可能施用于林地、聚居地或其它土地，多数数据来源中 (包括 FAO) 的报告可能限于这些农业氮使用。这种未计算的氮很可能在总排放量中占很小的比例。然而，如有可能建议各国努力寻求此附加信息。

施用的有机氮肥 (F_{ON})

术语“施用的有机氮肥” (F_{ON}) 系指土壤有机氮投入的量 (除了放牧牲畜排泄的氮)，并用公式 11.3 进行计算。这包括施用的牲畜粪便、施用到土壤中的污水污泥、施用到土壤中的堆肥以及与对区域农业很重要的其它有机添加物 (例如炼油废弃物、鱼肥料、啤酒废弃物等)。使用公式 11.3 计算有机氮肥 (F_{ON})：

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，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

术语 F_{AM} 通过以下方式确定：调整可获的用于饲料 ($Frac_{\text{饲料}}$)、作为燃料燃烧 ($Frac_{\text{燃料}}$) 或用于建筑 ($Frac_{\text{建筑}}$) 的处理粪肥的粪肥氮量 (N_{MMS_Avb} ；参见第 10 章中的公式 10.34)，如 11.4 所示。 $Frac_{\text{饲料}}$ 、 $Frac_{\text{燃料}}$ 、 $Frac_{\text{建筑}}$ 的数据可从官方统计资料或专家调查中获得。可是，如果这些数据不可获，用 N_{MMS_Avb} 作为 F_{AM} 使用，不用根据 $Frac_{\text{饲料}}$ 、 $Frac_{\text{燃料}}$ 、 $Frac_{\text{建筑}}$ 调整。

¹¹ 对于方法 1，施用于土壤后，矿质氮肥 (F_{SN}) 和有机氮肥 (F_{ON}) 施用量，不再根据 NH_3 和 NO_x 的挥发量进行调整。这是对《1996 年 IPCC 指南》中所描述方法学的一个改变。这一改变的原因，已确定施用氮的 N_2O 排放因子的实地研究在进行估算时没有根据挥发进行调整。也就是说，这些排放因子的确定根据：肥料引起 $N_2O - N$ 的释放量/施用的总氮量，而不是肥料引起 $N_2O - N$ 的释放量/(施用的总氮量 - 挥发的 NH_3 和 NO_x)。因此，如果在乘以排放因子前，根据挥发量对氮投入量进行调整，事实上将会低估 N_2O 总排放量。使用方法 2 或方法 3 的各国应意识到，依据所用的排放因子和/或清单方法，在矿质或有机氮施用到土壤后，可能需要按 NH_3/NO_x 挥发进行调整。

公式 11.4

施用于土壤的牲畜粪肥中的氮（方法 1）

$$F_{AM} = N_{MMS_{Avb}} \cdot \left[1 - \left(Frac_{\text{饲料}} + Frac_{\text{燃料}} + Frac_{\text{建筑}} \right) \right]$$

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）

$Frac_{\text{饲料}}$ = 用作饲料的处理粪便比例

$Frac_{\text{燃料}}$ = 用作燃料的处理粪便比例

$Frac_{\text{建筑}}$ = 用作建筑的处理粪便比例

放牧牲畜的尿液和粪便 (F_{PRP})

术语 F_{PRP} 系指放牧牲畜每年在草场、牧场和围场土壤上的排泄氮量。重要的是要注意，施用到土壤中的管理牲畜粪肥的 N 包括在 F_{ON} 中的 F_{AM} 项中。利用公式 11.5 估算 F_{PRP} 项，根据每种牲畜种类/类别 T 的牲畜数量 ($N_{(T)}$)，每种牲畜种类/类别 T 的年均氮排泄量 ($Nex_{(T)}$)，以及每种牲畜种类/类别 T 在草场、牧场和围场上排泄的氮比例 ($MS_{(T,PRP)}$)。此公式所需的数据可从牲畜章获得（参见第 10 章 10.5 节）。

公式 11.5 对放牧牲畜排泄的氮量进行估算：

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/类别每年排泄在草场、牧场和围场¹²上的总排泄氮比例（参见第 10 章 10.5 节）

返回土壤的作物残余物（包括固氮作物和饲草/牧草更新）中的氮，(F_{CR})

术语 F_{CR} 系指每年返回土壤的作物残余物（地上部和地下部）（包括固氮作物）中的氮量¹³，还包括饲草或牧草更新过程中矿化的固氮和非固氮牧草中的氮¹⁴。这可从地上/地下部残余物的作物产量统计资料和缺省因子（即，产量比例和残余氮含量）进行估算。此外，计算残余物燃烧或其它残余物清除的影响（残余物燃烧中的 N₂O 直接排放）的方法在第 2 章 2.4 节中进行了论述。因为不同作物类型的残余物中产量比例、更新时间 and 氮含量均不同，应分别计算主要作物类型的残余氮量，然后总和所有作物类型的氮值。建议至少将作物分为：（1）非固氮谷物作物（例如玉米，水稻，小麦，大麦）；（2）固氮谷物和豆类（例如大豆，干豆，鹰嘴豆，扁豆）；（3）根茎作物（例如，马铃薯，甜薯，木薯）；

¹² 在牲畜相关节中，牧场、草原和围场称作用“S”表示的粪便管理系统中的一种。

¹³ 估算 F_{CR} 的公式已较之前的《1996 年 IPCC 指南》进行了修改，以计算了之前关于 F_{CR} 的估算中忽略掉的作物残余物中总氮投入量的地下部氮量。因此，现在 F_{CR} 代表了作物残余物中氮投入量的更准确的估值，这就有可能评估豆科牧草（如苜蓿）生长引起的残余氮量贡献，其中事实上所有地上部干物质的收获导致除了根系外没有明显残余物的产生。

¹⁴ 包含牧草或牧场更新中的氮，这相对于之前的《1996 年 IPCC 指南》是一个改变。

(4) 固氮牧草作物（苜蓿，三叶草）；及（5）其它牧草，包括多年生牧草和牧草/三叶草。公式 11.6 提供了估算作物残余物和饲草/牧草更新中产生的氮量的方法 1 公式。

公式 11.6
作物残余物和饲草/牧草更新中产生的氮量（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} = 每年返回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/牧草更新中的氮，kg N/年

作物_(T) = 作物 T 每年收获的干物质产量，kg 干物质/公顷

面积_(T) = 作物 T 每年收获总面积，公顷/年

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¹⁵。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 地上部残余干物质 ($AG_{DM(T)}$) 与收获产量的比例（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 地上部残余物的比例，kg N/kg 作物-N。需要在国内进行专家调查以获得数据。如果不能获得关于 $\text{Frac}_{\text{清除}}$ 的数据，假设没有清除残余物。

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

T = 作物或牧草类型

作物产量统计资料的数据（按作物划分的产量和收获面积）可从国家来源中获得。如果此数据不可获，粮农组织公布了作物产量的相关数据：<http://faostat.fao.org/>

因为许多作物的产量统计资料按实地干重或鲜重进行报告，酌情可采用修正因子估算干物质产量（作物_(T)）（公式 11.7）。应用的合适修正取决于产量报告中采用的标准，各国间所用的标准的可能不同。另外，可采用表 11.2 中给出的干物质含量的缺省值。

公式 11.7
报告作物产量所用的干重修正
作物_(T) = 鲜-产量_(T) • 干

其中：

作物_(T) = 作物 T 收获的干物质产量，kg 干物质/公顷

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

¹⁵ 该项列入计算放牧草或牧草/三叶草场和其它牧草作物更新/种植中释放氮量和随后 N₂O 排放增加的量（例如，van der Weerden 等，1999；Davies 等，2001）的公式中

表 11.2 中的回归方程亦可用来计算地上部总残余干物质，然后表中的其它数据又允许依次计算地上部残余物中的氮，地下部干物质和地下部残余物中的总氮量。总施氮量，F_{CR}，为地上部和地下部氮含量之和。采用这种方式，F_{CR}可用公式 11.7A 计算：

公式 11.7A
估算 F_{CR} 的替代方法（使用表 11.2）

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

该方法为确定 F_{CR} 所做的改进（即方法 2）将为：使用国家特定数据而非表 11.2 中的值，以及地上部残余物燃烧比例的国家特定值。

土地利用变化或管理做法 (F_{SOM}) 引起的矿质土壤中土壤有机碳库的损失所导致的矿化氮¹⁶

术语 F_{SOM} 系指土地利用变化或管理做法引起的矿质土壤中土壤有机碳的损失所导致的氮的矿化量。如第 2 章 2.3.3 节所述，土地利用变化和多种管理做法会对土壤有机碳储量产生重要影响。有机碳和氮量与土壤有机质密切相关。当土壤氮通过（土地利用或管理变化引起的）氧化而损失时，同时会有氮的矿化。当土壤碳损失发生时，矿化的氮被视为转化为 N₂O 的另一氮源（Smith 和 Conen, 2004 年）；例如，正如作物残余物分解中释放矿质氮一样，成为一种源。应用于土壤有机质损失中产生的矿化氮的缺省排放因子（EF₁）与用于农业土地的肥料和有机氮投入引起的直接排放的因子相同。这是因为无论矿质氮源为土地利用还是管理变化引起的土壤有机质的损失，作物残余物的分解、合成肥料或有机添加物，土壤有机质矿化产生氨和硝酸盐均与微生物通过硝化和反硝化作用产生的基底等值。（注意：矿化的逆过程，即无机氮的封固入新形成的 SOM 中，在矿化氮源的计算中没有考虑。这是因为 SOM 的分解和形成的不同动态过程造成的，还因为在一些情况下，减少耕作会增加 SOM 和 N₂O 的排放量。）

对于产生土壤碳损失的所有情况（如第 2 章中公式 2.25 的计算），计算矿化引起的氮释放量的方法 1 和方法 2 见下文：

估算矿化引起的供氮水平变化的计算步骤

步骤 1：使用第 2 章的公式 2.25 计算整个清查期内某一地区的年均土壤碳损失（ΔC_{矿质, LU}）。采用方法 1，所有土地利用和管理系统将具有单一的 ΔC_{矿质, LU} 值。采用方法 2，ΔC_{矿质, LU} 值将按各种土地利用和/或管理系统进行分类。

步骤 2：采用公式 11.8，估算土壤碳损失引起的矿化的氮量（F_{SOM}）：

公式 11.8
矿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质土壤中土壤碳损失所导致的矿化的净氮量，kg N

ΔC_{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单一的 ΔC_{矿质, LU} 值。采用方法 2，ΔC_{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，可采用的缺省值为 10（范围为 8 - 15）。碳-氮比可随着时

¹⁶ 包括 F_{SOM} 项是相对于之前《1996 年 IPCC 指南》的一个变化，《1996 年 IPCC 指南》中没有包括与土壤有机碳损失相关联的矿化氮。

间、土地利用或管理做法而变化¹⁷。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

步骤 3: 对于方法 1, F_{SOM} 值的计算可一步完成。对于方法 2, 通过总和所有土地利用和/或管理系统类型 (LU) 的相关值, 计算 F_{SOM} 。

不能估算矿质土壤碳总变化的各国, 得出的 N_2O 估值将会产生偏差, 优良作法是在报告文件中说明这种局限性。优良作法还可以是: 如果可获, 分解土地面积的碳-氮比的特定数据与碳变化数据结合使用。

排水/管理有机土壤的面积 (F_{OS})

术语 F_{OS} 系指排水/管理有机土壤的年度总面积 (公顷) (参见脚注 4 中的定义)。该定义对于方法 1 和方法 2 均适用。对于所有的土地利用, 其面积均应按气候带 (温带和热带) 进行分层。此外, 对于温度林地, 面积应按土壤肥力 (富营养和贫营养) 进一步分层。排水/管理有机土壤的面积 (F_{OS}) 可能收集自国家官方统计资料。另外, 每个国家的有机土壤的总面积可从粮农组织 (<http://faostat.fao.org/>) 获得, 而专家建议可用于估算排水/管理面积。对于林地, 国家数据将从土壤调查组织和湿地调查中获得, 例如国际公约。在不能按土壤肥力进行分层的情况下, 各国可依赖于专家判断。

11.2.1.4 不确定性评估

管理土壤中 N_2O 直接排放估算中的不确定性由下述相关不确定性因素引起的: 排放因子 (参见表 11.1 的不确定性范围), 自然变化, 比例分配, 活动数据, 缺乏测量覆盖范围, 空间汇总以及缺少各具体农业作法的信息等。当使用的排放测量并不代表整个国家的情况时, 清单中将产生额外不确定性。一般说来, 活动数据的可靠性将高于排放因子的可靠性。举例来说, 如果对处理与使用化肥和牲畜粪肥以及农业管理作法变化相关的法律和法规的实施缺乏信息, 也可能导致进一步的不确定性。总的来说, 难于获得有关法律的实际遵守情况和可能达到的减排量, 以及农业作法的信息。关于不确定性评估更详细的指南, 见第 1 卷第 3 章。

¹⁷ 关于森林和农田土壤的碳-氮比的信息, 可参阅以下参考文献: Aitkenhead-Peterson 等, 2005 年; Garten 等, 2000 年; John 等, 2005 年; Lobe 等, 2001 年; Snowdon 等, 2005 年和这些作者引用的其它参考文献。

表 11.2
估算作物残余物投入土壤的氮量的缺省因子^a

作物	收获产品的干物质比例 (DRY)	地上部残余干物质 AG _{DM(T)} (Mg/ha): AG _{DM(T)} = 作物 _(T) * 斜率 _(T) + 截距 _(T)					地上部残余物中的氮含量 (N _{AG})	地下部残余物与地上部生物量的比例 (R _{BG-BIO})	地下部残余物中的氮含量 (N _{BG})
		斜率	±2 s.d. 占均值的 %	截距	± 2 s.d. 占均值的 %	R ² adj.			
<i>主要作物类型</i>									
谷物	0.88	1.09	± 2%	0.88	± 6%	0.65	0.006	0.22 (± 16%)	0.009
豆类和蚕豆 ^b	0.91	1.13	± 19%	0.85	± 56%	0.28	0.008	0.19 (± 45%)	0.008
块茎 ^c	0.22	0.10	± 69%	1.06	± 70%	0.18	0.019	0.20 (± 50%)	0.014
块根作物, 其它 ^d	0.94	1.07	± 19%	1.54	± 41%	0.63	0.016	0.20 (± 50%)	0.014
固氮牧草	0.90	0.3	± 50% 缺省	0	-	-	0.027	0.40 (± 50%)	0.022
非固氮牧草	0.90	0.3	± 50% 缺省	0	-	-	0.015	0.54 (± 50%)	0.012
多年生草	0.90	0.3	± 50% 缺省	0	-	-	0.015	0.80 (± 50%) ¹	0.012
牧草-三叶草混种	0.90	0.3	± 50% 缺省	0	-	-	0.025	0.80 (± 50%) ¹	0.016 ^p
<i>各种作物</i>									
玉米	0.87	1.03	± 3%	0.61	± 19%	0.76	0.006	0.22 (± 26%)	0.007
小麦	0.89	1.51	± 3%	0.52	± 17%	0.68	0.006	0.24 (± 32%)	0.009
冬小麦	0.89	1.61	± 3%	0.40	± 25%	0.67	0.006	0.23 (± 41%)	0.009
春小麦	0.89	1.29	± 5%	0.75	± 26%	0.76	0.006	0.28 (± 26%)	0.009
稻子	0.89	0.95	±19%	2.46	± 41%	0.47	0.007	0.16 (± 35%)	NA
大麦	0.89	0.98	± 8%	0.59	± 41%	0.68	0.007	0.22 (± 33%)	0.014
燕麦	0.89	0.91	± 5%	0.89	± 8%	0.45	0.007	0.25 (± 120%)	0.008
小米	0.90	1.43	± 18%	0.14	± 308%	0.50	0.007	NA	NA
高粱	0.89	0.88	± 13%	1.33	± 27%	0.36	0.007	NA	0.006
黑麦 ^e	0.88	1.09	± 50% 缺省	0.88	± 50% 缺省	-	0.005	NA	0.011

表 11.2 (续)
估算作物残余物中投入到土壤的氮缺省因子^a

作物	收获产品的干物质比例 (DRY)	地上部残余干物质 AG _{DM(T)} (Mg/ha): AG _{DM(T)} = 作物 _(T) * 斜率 _(T) + 截距 _(T)				地上部残余物中的氮含量 (N _{AG})	地下部残余物与地上部生物量的比例 (R _{BG-BIO})	地下部残余物中的氮含量 (N _{BG})	
		斜率	± 2 s.d. 占均值的%	截距	± 2 s.d. 占均值的%				R ² adj.
大豆 ^f	0.91	0.93	± 31%	1.35	± 49%	0.16	0.008	0.19 (± 45%)	0.008
干豆 ^g	0.90	0.36	± 100%	0.68	± 47%	0.15	0.01	NA	0.01
土豆 ^h	0.22	0.10	± 69%	1.06	± 70%	0.18	0.019	0.20 (± 50%) ^m	0.014
花生(带荚) ⁱ	0.94	1.07	± 19%	1.54	± 41%	0.63	0.016	NA	NA
苜蓿 ^j	0.90	0.29 ^k	± 31%	0	-	-	0.027	0.40 (± 50%) ⁿ	0.019
非豆类干草 ^j	0.90	0.18	± 50% 缺省	0	-	-	0.15	0.54 (± 50%) ⁿ	0.012

^a资料来源：由科罗拉多州立大学自然资源生态实验室 Stephen A. Williams 进行文献查阅。（邮箱：stevewi@warnercnr.colostate.edu），CASMGs 为 (<http://www.casmg.colostate.edu>)。原始文献列表见附件 11A.1。

^b使用的所有数据中平均地上部残余物-谷物比例为 2.0，包括大豆、干豆、小扁豆、豇豆、黑豆和豌豆的数据。

^c基于土豆的模拟。

^d基于花生的模拟。

^e没有关于黑麦的数据。斜率和截距值来自所有谷物的值。缺省 s.d.

^f使用的所有数据的平均地上部残余物：谷物比例为 1.9。

^gOrtega, 1988 年（参见附件 11A.1）。源自此单一来源的平均地上部残余物：谷物比例为 1.6，根的缺省 s.d.: ABG.

^h该来源中所用的地上部残余物：茎比例的平均值为 0.27，标准误差为 0.04。

ⁱ地上部残余物均值：此来源所用的豆荚产量比为 1.80，标准误差为 0.10。

^j单一来源。根：AGB 的缺省 s.d.

^k这是报告为枯枝落叶或收获损失的平均地上部生物量。不包括报告的茬子部分，其平均值为 0.165 x 报告的产量。缺省 s.d.

^l根部周转率为地上部产量的估算基于以下假设，即在天然草系统中，地下部生物量约为地上部生物量的两倍（一至三倍），且这些系统中根的年平均周转率为 40%（30%—50%）。缺省 s.d.

^m这是非块根茎的一个估值，基于其它作物的根-茎比值。如果非块茎产量返回土壤中，则数据从 Vangessel 和 Renner, 1990 年（参见附件 11A.1）中获得（非销产量 = 0.08 * 可销产量 = 0.29 * 地上部生物量），这表明返还的总残余物可能为 0.49 * 地上部生物量。缺省 s.d.

ⁿ这是多年生系统中根周转量的一个估值。缺省 s.d.

^p这里假设在系统中的草占优势，与豆类比例为 2: 1。

11.2.2 N₂O 间接排放

管理土壤中除了通过一种直接途径的 N₂O 直接排放（即直接来源于施氮土壤），还包括两种间接途径进行的 N₂O 排放（如上文 11.2 节所述）。

这些途径的第一种为 NH₃ 和氧化氮（NO_x）形式的氮挥发，以及这些气体的沉淀及其进入土壤和湖泊与其它水体表面的产物 NH₄⁺ 和 NO₃⁻。NH₃ 和 NO_x 形式的氮源并不局限于农业肥料和粪肥，还包括化石燃料的燃烧、生物量燃烧和化学工业的生产过程（参见第 1 卷第 7 章 7.3 节）。因而，这些过程引起的 N₂O 排放的排放方式完全类似于化肥和有机氮肥施用和/或放牧牲畜排泄尿液和粪便后 NH₃ 和 NO_x 农业沉降引起的排放。第二种途径为土地的氮溶淋和径流，来源如下：化肥和有机肥添加物，作物残余物¹⁸，与矿质和排水/管理有机土壤中土地利用变化或管理做法引起的土壤碳损失相关联的氮的矿化，以及放牧牲畜排泄的尿液和粪便。土壤中或土壤表面部分无机氮（主要是以 NO₃⁻ 形式），可能通过陆地水流（径流）的输送和/或通过土壤大空隙或排水管排泄，越过土壤/植被系统中生物滞留机制。当土壤中的 NO₃⁻ 浓度超过生物需求时，例如家牛尿斑块中，多余 NO₃⁻ 通过土壤层溶淋掉。本章开始所介绍的硝化和反硝化过程将部分 NH₄⁺ 和 NO₃⁻ 还原成 N₂O。这种转变可能发生在施氮土地下的地下水中，或者接收排水或径流水体的河岸区域中，或在沟渠、小溪、河流和陆地排水最终流入的河口（及其三角洲）中。本章中介绍的这种方法论述了以下几种管理土壤中农业氮投入引起的 N₂O 间接排放的氮源：

- 化肥（F_{SN}）；
- 作为肥料施用的有机氮（例如施用的牲畜粪肥¹⁹、堆肥、污水污泥、炼油废弃物和其它有机添加物）（F_{ON}）；
- 放牧牲畜在草场、牧场和围场上排泄的尿液和粪便（F_{PRP}）；
- 作物残余物（地上部和地下部）中的氮，包括返回土壤中的固氮作物和更新饲草/牧草（F_{CR}）²⁰；及
- 与土地利用或矿质土壤管理变化引起的土壤有机质损失所相关的氮矿化（F_{SOM}）；

下文介绍的通用方法 1 和方法 2，可用于估算整个国家中管理土壤农业施氮中产生的 N₂O 间接排放总量。如果一国正在估算按土地利用类别划分的管理土壤中产生的 N₂O 的直接排放，则亦用相同的土地利用类别分类估算 N₂O 间接排放估算，也可使用下文所列的公式结合活动数据、分配比例和/或每个土地利用类别特定的排放因子。估算与燃烧有关的 N₂O 间接排放和工业排放源中产生的 N₂O 间接排放的方法见第 1 卷第 7 章 7.3 节。

11.2.2.1 方法的选择

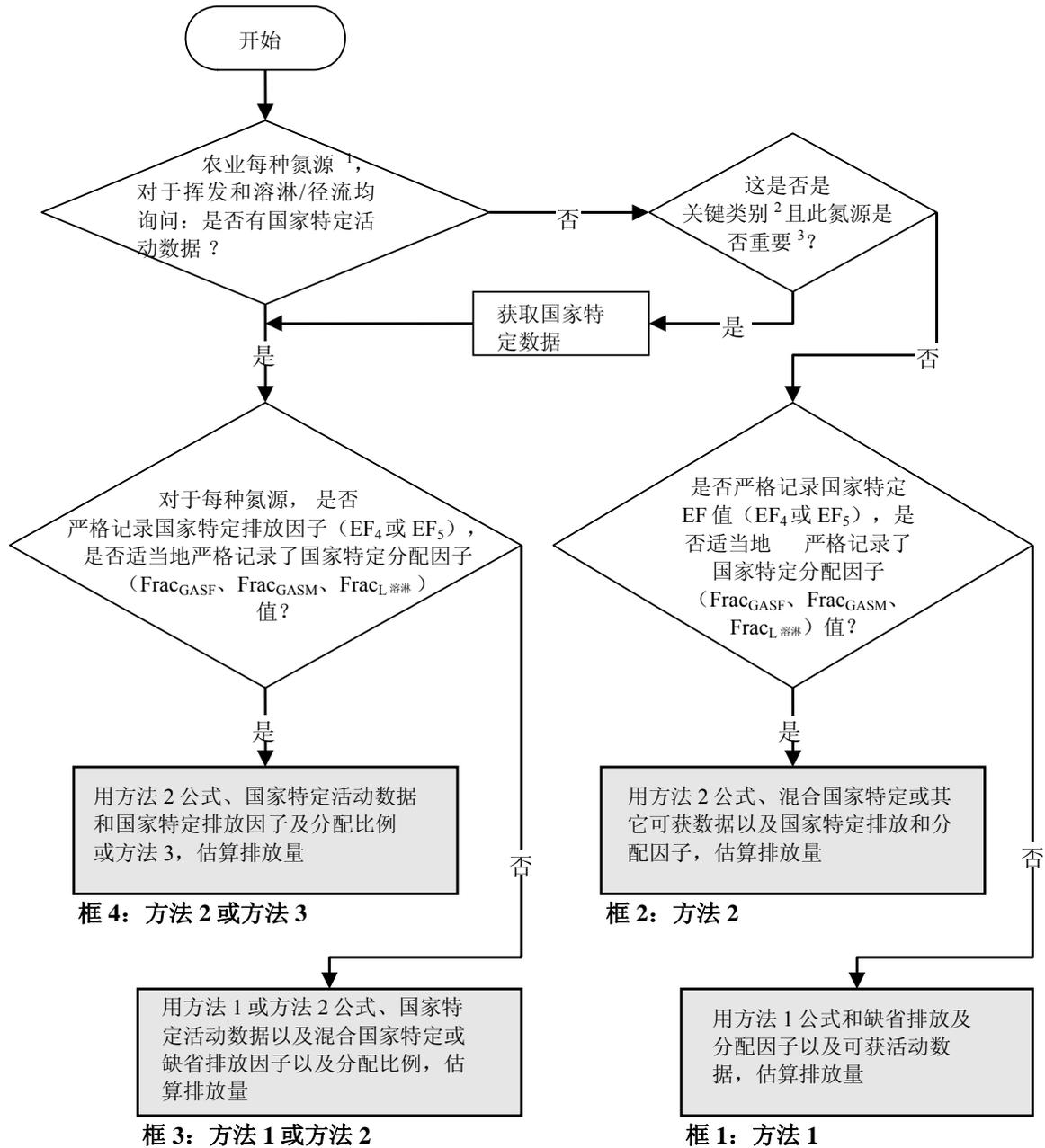
参阅图 11.3（N₂O 间接排放）中关于层级方法使用指南的决策树。

¹⁸ 纳入农业残余物作为溶淋和径流部分的氮投入，是相对于之前 IPCC 指南的一个改变。

¹⁹ 粪便管理系统中粪便中的氮挥发和随后的氮沉积涵盖在本卷粪便管理相关节中。

²⁰ 这些成分中的氮仅包括在 N₂O 间接排放的溶淋/径流中。

图 11.3 管理土壤中 N₂O 间接排放的决策树



注:

1. 氮排放源包括：化肥、有机氮添加、排泄出的尿液和粪便、作物残余物、土地利用变化或管理做法引起的、与矿质土壤中土壤碳损失/增加相关联的氮矿化/封固（仅在溶淋/径流中的 N₂O 间接排放中计算作物残余物和氮矿化/封固）。如果可以获得足够的信息，可以包括污水污泥或其它有机氮添加。
2. 参见卷 1 第 4 章，“方法选择和确认关键源类别”（注意关于有限资源的 4.1.2 节）的关于关键源类别讨论和决策树的使用。
3. 根据经验，如果牲畜种类占该排放源排放总量的 25%-30%，那么该子源类别非常重要。

方法 1挥发, N₂O_(ATD)用公式 11.9 估算管理土壤中挥发氮大气沉积中的 N₂O 排放:

<p>公式 11.9</p> <p>管理土壤中挥发氮大气沉积中的 N₂O 排放 (方法 1)</p> $N_2O_{(ATD)-N} = [(F_{SN} \cdot Frac_{GASF}) + ((F_{ON} + F_{PRP}) \cdot Frac_{GASM})] \cdot EF_4$

其中:

N₂O_{(ATD)-N} = 每年管理土壤中挥发氮大气沉积产生的 N₂O - N 的量, kgN₂O - N/年F_{SN} = 每年施用于土壤的化肥氮量, kg N/年Frac_{GASF} = 以 NH₃ 和 NO_x 形式挥发的化肥氮比例, kg 挥发 N/kg 施用氮 (表 11.3)F_{ON} = 每年施用于土壤的处理牲畜粪肥、堆肥、污水污泥和其它添加的有机氮量, 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)EF₄ = 土壤和水面氮大气沉积的 N₂O 排放的排放因子, N₂O - N/ (挥发的 kg NH₃ - N + NO_x - N) (表 11.3)为了便于报告, 用下列公式将 N₂O_{(ATD)-N} 排放量换算成 N₂O 排放量。

$$N_2O_{(ATD)} = N_2O_{(ATD)-N} \cdot 44/28$$

溶淋/径流, N₂O_(L)采用公式 11.10 估算溶淋和径流发生地区溶淋和径流中产生的 N₂O 排放:

<p>公式 11.10</p> <p>溶淋/径流发生地区管理土壤氮溶淋/径流产生的 N₂O 排放 (方法 1)</p> $N_2O_{(L)-N} = (F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR} + F_{SOM}) \cdot Frac_{LEACH-(H)} \cdot EF_5$
--

其中:

N₂O_{(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产生的 N₂O - N 的量, kg N₂O - N/年F_{SN} = 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} = 溶淋/径流发生地区每年施用到土壤中的处理牲畜粪肥、堆肥、污水污泥和添加的其它有机氮量, kg N/年F_{PRP} = 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 (来自公式 11.5)F_{CR} = 溶淋/径流发生地区每年返回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/牧草更新中的氮, kg N/年F_{SOM} = 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)Frac_{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)EF₅ = 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)

注: 如果一国能够估算有机土壤中的矿化氮量, 则将其作为一种附加投入纳入公式 11.10。

为了便于报告, 用下列公式将 N₂O_{(L)-N} 排放量换算成 N₂O 排放量。

$$N_2O_{(ATD)} = N_2O_{(L)-N} \cdot 44/28$$

方法 2

如果一国可以获得比表 11.3 中所列的更为详细的排放、挥发或溶淋因子，还可将公式各项进行进一步的分解。例如，如果不同条件 i 下化肥施用的特定挥发因子 (F_{SN}) 可获，公式 11.9 将被扩展为²¹：

$$\text{公式 11.11}$$

$$\text{管理土壤中挥发氮大气沉积产生的 } N_2O \text{ 排放 (方法 2)}$$

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

其中：

$N_2O_{(ATD)} - N$ = 每年管理土壤中挥发氮大气沉积产生的 $N_2O - N$ 的量，kg $N_2O - N$ /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 NH_3 和 NO_x 形式挥发的化肥氮比例，kg 挥发 N/kg 施用氮

F_{ON} = 每年施用到土壤中的处理牲畜粪肥、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 NH_3 和 NO_x 形式挥发的，施用的有机氮肥物质比例 (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 = 在土壤和水面，氮的大气沉积产生的 N_2O 排放的排放因子，kg $N-N_2O$ / (已挥发的 kg $NH_3 - N + NO_x - N$) (表 11.3)

注：如果一国能够估算有机土壤中的氮矿化量，则将矿化氮作为一种附加氮投入纳入修正公式 11.10 中方法 2

为了便于报告，用下列公式将 $N_2O_{(ATD)} - N$ 排放量换算成 $N_2O_{(ATD)}$ 排放量。

$$N_2O_{(ATD)} = N_2O_{(ATD)} - N \cdot 44/28$$

方法 3

方法 3 是建模或测量方法。模式是有用的，因为模式能将衡量 N_2O 排放的变量与排放量的大小联系起来。然后这些联系可用于预测整个国家或地区中不能用实验测量得出的那部分排放量。更多的信息参阅第 2 章 2.5 节，其中提供的指南为方法 3 基于模式核算系统的建立提供了坚实科学基础。

11.2.2.2 排放、挥发和溶淋因子的选择

估算 N_2O 间接排放的方法包括两种排放因子：一种是与挥发和再沉积氮相关的因子 (EF_4)，第二种是与通过溶淋/径流损失的氮相关的因子 (EF_5)。该方法还需要通过挥发 (Frac_{GASF} 和 Frac_{GASM}) 或溶淋/径流损失 ($\text{Frac}_{\text{淋-(H)}}$) 的氮比例的相关值。所有这些因子的缺省值均列在表 11.3 中。

注意，在对进行灌溉（除了滴灌）的潮湿地区或旱地地区所用的方法 1 中，缺省 $\text{Frac}_{\text{淋-(H)}}$ 为 0.30。对于干旱地区，全年大部分时间降水量小于蒸发量，且不可能发生溶淋，缺省 $\text{Frac}_{\text{淋}}$ 为零。是否应采用等于 0.30 的 $\text{Frac}_{\text{淋-(H)}}$ 的计算方法见表 11.3。

采用国家特定 EF_4 值应特别谨慎，因为跨界大气输送特别复杂。尽管清单编制者可以特别测量氮的沉积和相关的 N_2O 流量，但在许多情况下沉降的氮也许并非源于本国。同样，该国挥发的部分氮可能被输送和沉降在另一国家，其不同的条件影响 N_2O 排放的比例。基于这些原因， EF_4 值很难确定，且第 1 卷第 7 章 7.3 节所列的方法中，将管理土壤投入中产生的所有 N_2O 间接排放归入大气 NO_x 和 NH_3 的起源国，而不是大气氮可能输送到的那个国家。

²¹ 重要的是要注意，公式 11.11 仅是对公式 11.9 的许多可能修改中的一种，并且本公式还要说明当使用方法 2 时如何修改公式 11.10。公式 11.11 的最终形式将取决于土地利用和/或条件特定分配因子和/或排放因子的可获性和一国分解活动数据的能力。

11.2.2.3 活动数据的选择

为了估算管理土壤中各种氮投入引起的 N₂O 间接排放，需要估算参数 F_{SN} 、 F_{ON} 、 F_{PRP} 、 F_{CR} 、 F_{SOM} 。

施用的化肥 (F_{SN})

术语 F_{SN} 系指每年施用到土壤中的化学氮肥量。参阅活动数据节中关于管理土壤中 N₂O 直接排放（11.2.1.3 节）和获得 F_{SN} 值的部分。

施用的有机氮肥 (F_{ON})

术语 F_{ON} 系指最终施用到土壤中的有机氮肥物质量。参阅关于管理土壤中 N₂O 直接排放（11.2.1.3 节）和获得 F_{ON} 值的活动数据节。

放牧牲畜的尿液和粪便 (F_{PRP})

术语 F_{PRP} 系指放牧牲畜排泄在草场、牧场和围场土壤上的氮量。参阅关于管理土壤中 N₂O 直接排放（11.2.1.3 节）和获得 F_{PRP} 值的活动数据节。

返回土壤的作物残余物中的氮，包括固氮作物和饲草/牧草更新， (F_{CR})

术语 F_{CR} 系指每年返回土壤的作物残余物（地上部和地下部），包括固氮作物中的氮量。还包括饲草/牧草更新过程中矿化的固氮和非固氮牧草中的氮。参阅关于管理土壤中 N₂O 直接排放（11.2.1.3 节）和获得 F_{CR} 值的活动数据节。

矿质土壤中土壤有机碳库损失引起的氮的矿化 (F_{SOM})

术语 F_{SOM} 系指土地利用变化或管理做法引起的矿质土壤中土壤有机碳的损失所导致的氮矿化量。参阅关于管理土壤中 N₂O 直接排放（11.2.1.3 节）和获得 F_{SOM} 值活动数据章节。

表 11.3
土壤 N₂O 间接排放的缺省排放、挥发和溶淋因子

因子	缺省值	不确定性范围
EF ₄ [N 挥发和再沉降], $\text{kg N}_2\text{O} - \text{N} / (\text{kg NH}_3 - \text{N} + \text{挥发NO}_x - \text{N})^{22}$	0.010	0.002 - 0.05
EF ₅ [溶淋/径流], $\text{kg N}_2\text{O} - \text{N} / (\text{kg 溶淋/径流N})^{23}$	0.0075	0.0005 - 0.025
Frac _{GASF} [化肥挥发], $(\text{kg NH}_3 - \text{N} + \text{NO}_x - \text{N}) / (\text{kg 施用 N})$	0.10	0.03 - 0.3
Frac _{GASM} [所有施用有机氮肥中的挥发, 和放牧牲畜排泄的尿液和粪便], $(\text{kg NH}_3 - \text{N} + \text{NO}_x - \text{N}) / (\text{kg 施用或排泄 N})$	0.20	0.05 - 0.5
Frac _{LEACH-(H)} [Σ (雨季的降雨) - Σ (相同时期中的 PE) > 土壤持水能力, 或者进行灌溉 (除了滴灌) 的地区, 通过溶淋/径流的氮损失], $\text{kg N} / (\text{kg 施 N 或 放牧牲畜排泄氮})$	0.30	0.1 - 0.8
注: 已经修改了之前使用的 Frac _{溶淋} 项, 所以该项现在仅适用于降雨和/或灌溉 (除了滴灌) 引起的土壤持水能力被超出的地区, 并且会发生溶淋/径流现象, 以及将 Frac _{溶淋} 重新指定为 Frac _{溶淋-(H)} 。在上文关于 Frac _{溶淋-(H)} 的定义中, PE 为可能蒸发量以及雨季为降雨量 > 0.5 * 蒸发皿蒸发量的时期。(可能蒸发量和蒸发皿蒸发量可在标准气象和农业文中获得)。对于其它地区缺省 Frac _{溶淋} 为零。		

11.2.2.4 不确定性评估

引起管理土壤中 N₂O 间接排放估算中的不确定性的是, 与自然变化和排放、挥发及溶淋因子 (参见表 11.3 的不确定性范围)、活动数据和缺乏测量等有关的不确定性因素。当这些因子值并不代表整个国家的所有情况时, 清单中将产生附加不确定性。一般说来, 活动数据的可靠性将高于排放、挥发和溶淋因子的可靠性。如同直接排放, 如果对处理与使用化肥和牲畜粪肥以及农业管理作法变化相关的法律和法规的实施缺乏信息, 也可能导致进一步的不确定性。总的来说, 难于获得有关法律的实际遵守情况和可能达到的减排量, 以及农业作法的信息。不过, 排放因子中的不确定性可能很高, 不确定性范围见上文中的表格。关于不确定性评估的更详细指南, 见第 1 卷第 3 章。

²² 已经拓宽了不确定性范围, 由于结果表明: 部分环境特别是大气氮沉降率较高的落叶林中的排放量远大于之前报告的排放量 (例如 Butterbach-Bahl 等, 1997 年; Brumme 等, 1999 年; Denier van der Gon 和 Bleeker, 2005 年), 而且还有明确证据表明在低沉降的环境下 EF₅ 值非常低 (<< 0.01) (例如 Corre 等, 1999 年)。平均值为 0.01 得以保留, 因为该值与修订的管理土地中直接排放的排放因子 (参见上文中的表 11.1) 相吻合, 并且认识到在许多国家, 事实上大部分的间接排放将源于管理土地。

²³ 溶淋氮排放因子 (EF₅) 的总体估值从 0.025 变为 0.0075 kg N₂O - N/kg 溶淋/径流 N。该排放因子纳入三个组成部分: EF_{5g}、EF_{5r} 和 EF_{5c}, 分别为地下水和表层排水、河流和河口的排放因子。最新的结果表明, 之前使用的地下水和表层排水的排放因子 (0.015) 过高, 应减少到 0.0025 kg N₂O-N/kg 溶淋矿质氮 (主要为碳酸盐) (Hiscock 等, 2002 年, 2003 年; Reay 等, 2004 年, 2005 年; Sawamoto 等 2005 年)。河流的排放因子亦从 0.0075 kg N₂O-N/kg N 降到相同的值, 0.0025 kg N₂O-N/kg (水中) N。这已得到公认, 虽然对于相对较短的河流系统报告了更低的平均值 (0.0003 - 0.0005), 例如 Dong 等, (2004 年) 何 Clough 等 (2006 年), 仍然存在以下可能, 即高于这些作者所得值的值可应用于较长河流系统。河口的排放因子仍为 0.0025 kg N₂O - N / kg N。

11.2.3 完整性、时间序列、质量保证/质量控制

完整性

管理土地中 N₂O 直接和间接排放的完整性要求对所有（如果发生的）人为投入和活动（F_{SN}、F_{ON}、F_{CR}、F_{PRP}、F_{SOM} 和 F_{OS}）的排放量进行估算。虽然各国要获得所有子排放源类别的准确统计数据会很困难，特别是作物残余物通常返回土壤中的量（按作物类型）以及排水/管理有机土壤面积，但经验表明任何子排放源类别都不可能在清单中被忽略。

目前，IPCC 方法没有明确论述诸如使用塑料薄膜或温室水培系统等可能影响 N₂O 排放量的活动。如果情况需要，并且这些活动的国家活动数据已经收集，那么可以考虑这些附加活动。基于可获得信息，部分这些活动可以很容易地纳入国家排放清单。对于额外的商业和非商业有机肥，可使用氮肥施用的缺省排放因子。将需要进一步研究以确定园艺地区塑料薄膜和水培系统中使用的排放因子所需的流量数据。

建立一致的时间序列

理想的是，在整个时间序列中使用同样的方法。然而，对这种排放源类别排放量估值的详细度和分类，可能将随时间而改善。在一些历史数据缺失的情况下，可能需要使用其它的参考资料或数据集推导出所需数据。例如，每年的排水/管理有机土壤的面积数据的推导可能需要基于长期变化趋势的（如 20 或 30 年时间段内的每十年统计资料）较长时间序列。每年作物残余物还田的数量估值亦可能需要基于专家判断的推导。

预计 Frac_{GASF}、Frac_{GASM}、Frac_{粪#}、EF₄ 和 EF₅ 不会发生年际变化，除非采取减排措施。这些参数只有在有合理理由和详细记录时才可以改变。如果通过进一步的研究，任何这些变量有了更新的缺省值时，清单机构均可重新计算历史排放。

重要的是，对那些在减排中产生了良好效果的方法和结果进行详细的记载。如果活动数据受到政策措施贯彻执行直接影响（如肥料利用效率的提高导致肥料消费量下降），假设活动数据已经详细记载，政策措施对排放估算的影响将是透明的。在政策措施对排放因子或活动数据有间接影响的情况下（如牲畜种群饲养方法提高生产效率的变化导致每头牲畜排泄量的改变），清单输入数据应反映这些影响。清单文本应透彻解释政策对输入数据的影响。

清单质量保证/质量控制（QA/QC）

排放估算的方法 1 应由清单编制人员结合未参与清单编制程序的人员的专家评审进行核查。亦可能应用附加的方法 2 质量控制检查和质量保证程序，尤其是当采用较高级方法确定该排放源类别的 N₂O 直接和间接排放时更是如此。有关数据处理、管理和报告的一般质量保证和质量控制，可通过下述具体源类别程序加以补充。数据收集人员要负责评审数据收集方法，检查数据以保证对这些数据进行正确的收集和汇总或分类，并与以前的数据进行交叉检验以保证这些数据的合理性。估算的依据（无论是统计调查或“案头估计”），均必须作为质量控制过程的组成部分加以审查和说明。归档是审查过程一个至关重要的组分，因为它使审查人员能够发现错误并提出改进意见。

排放因子审核

清单编制者应评审缺省排放因子，并将特定值的选择理由成文归档。

如果使用国家特定排放因子，清单编制者应将它们与 IPCC 缺省排放因子进行比较。如果获得，还应与环境条件有可比的其它国家的国家特定排放因子相联系。应对国家特定因子与缺省或其它国家因子之间的差异进行解释并成文归档。

对任一直接测量的评审

如果利用基于直接测量的因子，清查编制者应审查测量结果，以确保它们代表环境和土壤管理条件及各年间气候变化的实际范围，并且是按照公认的标准制定的（IAEA，1992年）。

还应审查在各地执行的质量保证/质量控制规程，并将产生的估值在各地间与缺省估值进行比较。

活动数据核查

清单编制者应将国家特定化肥消耗量数据与 IFA 的肥料使用数据和 FAO 的化肥使用估值进行比较。

清单编制者应保证牲畜氮排泄数据与粪便管理系统源类别中使用的数据保持一致。

应将国家作物产量统计数据与 FAO 的作物产量统计数据进行比较。

由于数据在牲畜相关节中分享，清单编制者应确保对牲畜特征执行质量保证/质量控制。

各种参数的国家特定值应与 IPCC 缺省值进行比较，并且对任何明显的差异作出解释。

外部评审

当首次采用或修订此方法时，清单编制者应进行专家（同行）审评。鉴于用来计算这些类别的国家特定因子的参数的复杂性和独特性，应吸纳该领域专家参与此种审查。

报告及归档

N₂O直接和间接排放

将编制国家排放清单估值所需的所有信息成文并存档。管理土壤中的 N₂O 直接和间接排放报告在 IPCC “AFOLU” 类别下，按土地利用类别或其它亚类汇总或分类。完成报告所用的分解水平应与计算排放量时所用的相同。除了完成报告格式之外，下列补充信息对记录估算是必要的：

活动数据：计算中使用的所有活动数据的来源（即完整引用从中收集数据的统计数据库），如果不能直接从数据库中获得活动数据时，用于推导活动数据的信息和假设。此文件应该包括数据收集和估算的频率，以及准确性和精确性估值。

排放因子：使用的排放因子的来源（特定的 IPCC 缺省值或其它）。在排放清单中使用国家或地区特定的排放因子或使用新方法（非 IPCC 缺省的方法）时，应全面说明并纪录这些排放因子和方法的科学依据。这包括界定投入参数和说明求出这些排放因子和方法的过程，以及描述不确定性的根源和量值。

排放量结果：应解释各年间排放的重大波动。应区分各年间活动水平的变化与排放、挥发和溶淋因子的变化，并将这些变化的原因成文归档。如果不同的年份利用不同的因子，应解释这样做的理由并成文归档。

11.3 石灰施用中的二氧化碳排放

石灰用于降低土壤酸性并促进管理系统（特别是农业土地和管理森林）中植物的生长。以石灰的形式向土壤中添加碳酸盐[例如含钙石灰岩（CaCO₃）或白云岩（CaMg(CO₃)₂）]，随着碳酸盐石灰溶解和释放重碳酸盐（2HCO₃⁻），而演化为 CO₂ 和水（H₂O），导致 CO₂ 的排放。

可采用方法 1、2 或 3 建立清单，每一连续层需要获得比前一层更详细的资源。对各国而言，优良作法是如果石灰施用中的 CO₂ 排放为关键源类别，则采用较高层级方法。

11.3.1 方法的选择

图 11.4 中提供的决策树协助清单编制者选择适合的层级方法。

方法 1

可用公式 11.2 估算碳酸盐石灰施加到土壤中产生的 CO₂ 排放：

公式 11.12

石灰施用产生的年度 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：

CO₂ - 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

计算步骤

估算石灰施用产生的 CO₂-C 排放的步骤为：

步骤 1： 估算国家每年施用到土壤中的石灰所含的碳酸盐总量 (M)，区分石灰岩和白云岩（注：M 应包括施用到土壤中的所有石灰，甚至包括与肥料混合施用的石灰）。要注意，虽然碳酸盐石灰是用于管理系统的主要石灰物质，但石灰的氧化物（例如 CaO）和氢氧化物在有限的程度上用于土壤石灰施用。这些物质不含无机碳，不应将其纳入估算石灰施用到土壤中产生的 CO₂ 排放的计算中（CO₂ 是在它们的制造过程中产生，而不是在施用于土壤之后）。

步骤 2： 采用石灰岩的总排放因子 (EF) 为 0.12，而白云岩为 0.13。这些相当于物质的碳酸盐碳含量 [CaCO₃ 为 12%，CaMg (CO₃)₂ 为 13%]。不确定性为 -50%（基于近似值），这意味着排放量可能小于最大值（当前因子值）的一半（West 和 McBride, 2005 年）（注：不确定性不能超过排放因子，因为这些值代表了与石灰施用相关的最大绝对排放量）。

步骤 3： 将石灰岩和白云岩的总量乘以其各自的排放因子，并将得到的两个数值相加，以获得总 CO₂-C 排放量。

乘以 44/12 将 CO₂ - C 排放量换算成 CO₂ 排放量。

方法 2

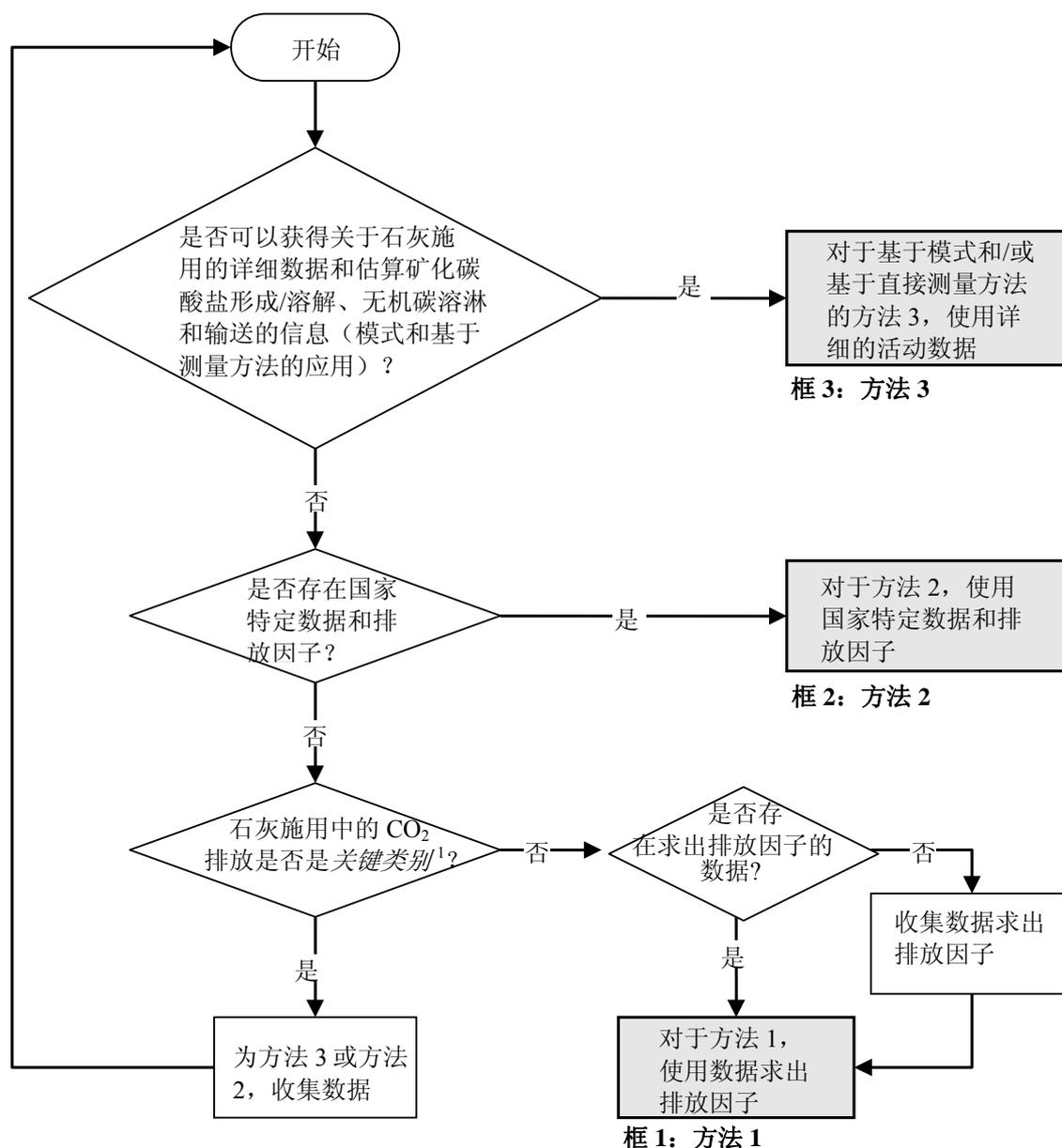
方法 2 清单亦使用方法 1 中提供的公式 11.12 和计算步骤，但纳入国家特定数据以求出排放因子 (EF)。

总之，预计石灰施用中的 CO₂ 排放量要小于采用方法 1 得出的结果，后者假设施用石灰中的所有碳在施用年里以 CO₂ 的形式释放。然而，排放量可能小于采用方法 1 得出的假设，因为石灰施用后释放的 CO₂ 的量将取决于特定地点的影响和溶解无机碳通过河流和湖泊向海洋的输送。方法 2 排放因子可用于更好地估计排放量。

方法 3

方法 2 使用更高级的模式或测量程序，计算步骤将取决于国家特定估算系统。此种分析将可能需要模拟与土壤中主要和次要碳酸盐矿物质形成和溶解相关的碳流量，以及溶解无机碳的溶淋和运送。要注意，石灰损失引起的土壤无机碳或溶解无机碳的增加不构成大气中 CO₂ 的净去除。相反，石灰施用不返回大气层的碳酸盐-碳被视为是与该做法相关的排放量的净减少。参见第 2 章中方法 3 节关于土壤无机碳的更多讨论 (2.3.3.1, 土壤碳库的变化)。

图 11.4 确定估算石灰施用中 CO₂ 排放的合适层级的决策树。



注：

1. 参见卷 1 第 4 章，“方法选择和确认关键源类别”（注意关于有限资源的 4.1.2 节）的关于关键源类别讨论和决策树的使用。

11.3.2 排放因子的选择

方法 1

石灰岩的缺省排放因子（EF）为 0.12，而白云岩为 0.13。

方法 2

用国家特定数据求导排放因子可能要按石灰的不同组分区分排放源；不同的碳酸盐石灰物质（石灰岩以及其它来源，如泥灰和贝壳沉积物）的碳含量和总纯度有所不同。每种物质都将具有基于碳含量的特有排放因子。

国家特定排放因子还可以计算石灰施用中以 CO₂ 形式释放大气层中的碳酸盐-C 的比例（例如，West 和 McBride, 2005 年）。土壤中的溶解无机碳可以形成次级矿物质，并与石灰施用过程中添加的 Ca 或 Mg 一起沉淀。此外，溶解无机碳（重碳酸盐）可随 Ca 和 Mg 一起输送，通过土壤进入深层地下水、湖泊，最终进入海洋（Robertson 和 Grace, 2004 年）。两种情况下，进入大气的 CO₂ 净排放小于作为石灰添加的原始碳量。如果有足够的数据和对无机碳转化的理解，以及关于水合 Ca、Mg 和无机碳输送的知识，可以求出国家特定排放因子。*优良作法*是将报告过程中求出国家特定值所用的信息来源和方法编写成文。

方法 3

方法 3 基于估算各年变化的排放量，这取决于多样的地点特定特征条件和环境原因。排放因子是直接估算的。

11.3.3 活动数据的选择

方法 1

最好，可获得国家碳酸盐石灰使用统计资料，来确定每年施用到土壤的石灰量（M）。这些数据可提供对石灰施用量最直接的推断。另外，碳酸盐石灰的年销量可用来推断每年施用到土壤中的量，基于以下假设，即所有石灰均在卖给农民、牧场主、林务员等人的那一年，施用于土壤。还可能基于每年石灰供应量粗略估计碳酸盐石灰的施用量。基于该年新供给的碳酸盐石灰量（国内年开采和出口记录）减去出口量和工业过程使用量，计算可获量。在最后一种方法中，假设所有可获的石灰在相关年中施用到土壤中。

使用量统计资料可能作为国家普查或企业记录的一部分进行收集，而银行和石灰企业应具有关于销售和国内产量的资料。进出口记录一般由海关或政府间类似机构保管。如果为了便于报告并非每年计算排放量，*优良作法*是记录三年的平均数据（当前年和最近两年）。

方法 2

除了方法 1 所描述的活动数据外，方法 2 可能纳入关于碳酸盐石灰纯度以及场地水平和水文特征的信息，用以估算施用石灰中释放大气的碳酸盐-C 的比例。

方法 3

对于基于模式和/或直接测量的方法 3 清单，很可能需要比方法 1 或方法 2 更详细的活动数据，但是确切要求将取决于模式或测量设计。

11.3.4 不确定性评估

对于石灰施用中产生的 CO₂ 排放，存在两种不确定性来源：（1）施用到土壤中的碳酸盐石灰的数量的不确定性；及（2）施用石灰中以 CO₂ 形式释放的碳酸盐-C 的净含量中的不确定性。活动数据的不确定性取决于肥料施用统计资料、销售量、进出口记录、开采记录，和/或使用数据的准确性。使用数据有着最小不确定性，因为销售量、进出口记录和开采记录有附加不确定性，这应归于未对施用量进行直接推断。清单编制者可使用保守的方法，并假设可用的或购买的石灰全部施用到土壤中。如果在特定年中可用或购买的石灰没有全部施用，此方法可能高估或低估各个年份的排放量。长期看来，应忽略这种偏差，但假设没有长期堆积的石灰。此外，清单编制者可处理特定清查年中可施用的石灰量和已施用的石灰量的不确定性。

石灰施用添加到土壤中并以 CO₂ 形式释放出的净碳量的不确定性取决于层级方法。采用方法 1 时，假设石灰中的所有碳均以 CO₂ 的形式释放到大气中。这是一种保守方法，并且这种假设中认定缺省排放因子是确定的。可是，实际上，至少在施用年中石灰中的部分碳可能以无机碳的形式滞留在土壤中，不以 CO₂ 的形式释放。因此，缺省排放因子会导致排放估算中的系统偏差。

因此，*优良作法*是确定国家特定排放因子或使用方法 2 或方法 3 建立高级估算方法，特别当石灰施用是关键源时。虽然较高级别的方法可能限制偏差的产生，然而可能产生与这些方法相关的附加不确定性，将需要加以解决。这些不确定性可以源自关于场地特征、水文和其它环境变量的不充分数据，这些会影响无机碳输送和向 CO₂ 转变。不确定性还可能由以下因素产生，即表述碳酸盐石灰中添加到土壤的碳演化的国家特定排放因子或高级估算系统的过程和/或性能的相关知识不充分。

11.3.5 完整性、时间序列、质量保证/质量控制

完整性

方法 1

如果排放量计算是基于施用到土壤中的所有石灰岩和白云岩的全面计算，则方法 1 清单是完整的。碳酸盐石灰使用统计资料为石灰施用于土壤情况提供最直接的推断。然而，销售记录或开采数据结合进出口和工业过程记录可提供足够的信息，以粗略估计施用到土壤中的石灰量。如果由于记录的不完整而不能获得足够的当前数据，*优良作法*是为未来清单报告收集附加数据，特别是当石灰施用碳排放是关键源类别时更应如此。

方法 2

方法 2 清单的完整性取决于活动数据是否充足（参见方法 1），但还将取决于用于改进排放因子的附加国家特定数据。这可能包括以下数据的可获性，即关于石灰纯度的数据和/或更好具体说明与碳酸盐石灰中添加到土壤中的每单位碳量的 CO₂ 排放量相关的排放因子的场地水平和水文数据。

方法 3

除了考虑方法 1 和方法 2，方法 3 清单的完整性还取决于测量设计和/或建模框架的数据需求和代表性。清单编制者应审核他们所用的方法，并确定高级估算系统是否足以处理施加到土壤中的碳酸盐石灰中的 CO₂ 的净释放。如果明确了漏缺或局限性，*优良作法*是收集附加数据，以便方法 3 可全面处理碳酸盐石灰施用中的演化。

时间序列一致性

方法 1

为了保持一致性，应在整个时间序列中采用相同的活动数据和排放因子。在方法 1 层级，采用了缺省排放因子，所以对于这个部分一致性不成问题。然而，如果收集了新数据，活动数据的基础可能改变，如统计调查编制关于石灰施用到土壤的信息与严格依赖于开采及进出口记录的较旧活动数据。虽然*优良作法*是在整个时间序列中应采用相同的数据方案和程序，但有时这种做法不可行，而清单编制者应确定数据源变化对趋势的影响。第 1 卷第 5 章列出了在这些情况下进行重新计算的指南。

方法 2

对于方法 2 清单，整个时间序列中保持活动数据记录的一致性很重要（参见方法 1）。此外，还应在整个时间序列中采用基于国家特定数据确定的新因子。在少数情况下，当这种做法不可行时，清单编制者应确定排放因子变化对趋势的影响；这些情况下进行重新计算的附加指南见第 1 卷第 5 章。

方法 3

与方法 2 相似，*优良作法*是在整个时间序列中应用国家特定估算系统；清查机构应该在整个清查期中使用相同的测量程序（抽样策略、方法等）和/或基于模式的系统。

质量保证和质量控制

方法 1

*优良作法*是对清单数据和结果实施质量保证/质量控制的内部和独立审查，以确保：（1）合适处理活动数据，以估算施用到土壤中地石灰量；（2）将活动数据适当输入工作表或清单计算软件；及（3）适当分配排放因子。

内部审查应由清单编制者进行，并可包括直观检查以及核查数据输入及结果的订入计划的检查功能。独立评审由没有直接涉足清单编制的其它机构、专家和组织进行。这些评审需要考虑清单方法的合理性、清单文件的完整性、方法说明和整体透明性。

方法 2

除了方法 1 下的质量保证/质量控制措施，清查编制者应评审方法 2 清单的国家特定排放因子。如果采用基于直接测量的因子，清查编制者应审查测量结果，以确保它们代表环境条件的实际范围。如果可获，*优良作法*是将国家特定因子与其它情况可比国家所用的方法 2 排放因子以及 IPCC 缺省值进行比较。鉴于无机碳形成的复杂性，应吸纳实地专家参与评审过程，以对排放因子进行独立评论。

方法 3

国家特定清单系统可能需要附加的质量保证/质量控制措施，但这将取决于所建立的系统。*优良作法*是建立国家高级估算系统的特定质量保证/质量控制程序，将报告存档，并将总合结果纳入报告文件。

报告和归档

方法 1

对于方法 1，清单编制者应将施用到土壤中的石灰碳的趋势和不确定性成文归档，并将这些格局与 CO₂ 排放趋势相联系。应解释整个时间序列中年排放量间的重大波动。

*优良作法*是将以下数据库存档，如开采记录或调查得出的使用统计资料和处理数据所用的程序（例如统计程序）。应当将为产生结果所制作的输入/输出文件与用于估算排放的工作表或清单软件一起存档。

当活动数据不能直接从数据库中获得或者组合多种数据集时，应该说明求出活动数据所用的信息、假设和程序。此文件中应该包括数据收集和估算的频率以及不确定性。专家知识的使用情况应该编写成文，其通信应进行存档。

方法 2

除了对方法 1 的考虑，清单编制者应记录国家特定排放因子的基础，以及将估算国家特定值所用的元数据和数据来源进行存档。报告文件应包括各新因子（即平均值和不确定性），*优良作法*是在清单报告中包括关于这些值与缺省因子或与来自报告国情况相似区域的国家特定因子的差别的讨论。

当讨论年际排放和去除趋势时，应逐年区分活动水平变化与方法变化（包括排放因子），并需要将这些变化的原因成文归档。

方法 3

方法 3 清单需要与较低层级方法相似的关于活动数据和排放/去除趋势的文件，但应纳入附加文件以解释国家特定估算系统的基本依据和框架。对于基于测量的清单，*优良作法*是将抽样设计、实验程序和数据分析技术成文归档。应将测量数据与数据分析结果一起存档。对于采用建模的方法 3，*优良作法*是记录模式版本并提供模式说明，以及所有模式输入文件、源编码和执行程序的副本进行永久存档。

11.4 尿素施用过程中的 CO₂ 排放

在施肥过程中向土壤中添加尿素会导致工业生产中所固定的 CO₂ 的损失。尿素[CO(NH₂)₂]在水分和尿酶的作用下转化为氨氮 (NH₄⁺)、氢氧离子 (OH⁻) 和碳酸氢根 (HCO₃⁻)。与添加石灰后土壤中的反应相似，形成的碳酸氢根转变为 CO₂ 和水。纳入该源类别是因为尿素制造过程中从大气层去除的 CO₂ 估算在工业过程和产品利用部门 (IPPU 部分)。

可采用方法 1、2 或 3 建立清单，每一连续层需要获得比前一层更详细的资源。对各国而言，*优良作法*是如果尿素施用中的 CO₂ 排放是关键源类别，采用较高层级方法。

11.4.1 方法的选择

图 11.5 中提供的决策树协助清单编制者选择适合的层级方法。

方法 1

可用公式 11.13 估算尿素施用过程中的 CO₂ 排放：

$$\text{公式 11.13}$$

$$\text{尿素施用产生的年度 CO}_2\text{ 排放}$$

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

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

计算步骤

估算尿素施用产生的 CO₂-C 排放的步骤为：

步骤 1： 估算一国每年施用到土壤中的尿素总量 (M)。

步骤 2： 尿素采用的总排放因子 (EF) 为 0.20，这相当于尿素原子量中的碳含量[CO(NH₂)₂ 的 20%]。可能采用的缺省不确定性为-50%（注：不确定性不可能超过缺省排放因子，因为此值代表了与尿素施用相关的最大绝对排放量。

步骤 3： 基于施用的尿素量和排放因子之积，估算总 CO₂-C 排放。

乘以 44/12 将 CO₂-C 排放量换算成 CO₂ 排放量。尿素通常与其它氮肥一起施用，特别是在溶液中，将必须为 M 而估算肥料溶液中尿素的比例。如果比例未知，可考虑的 *优良作法* 是假设整个溶液均为尿素，而不要可能低估此亚类中的排放量。

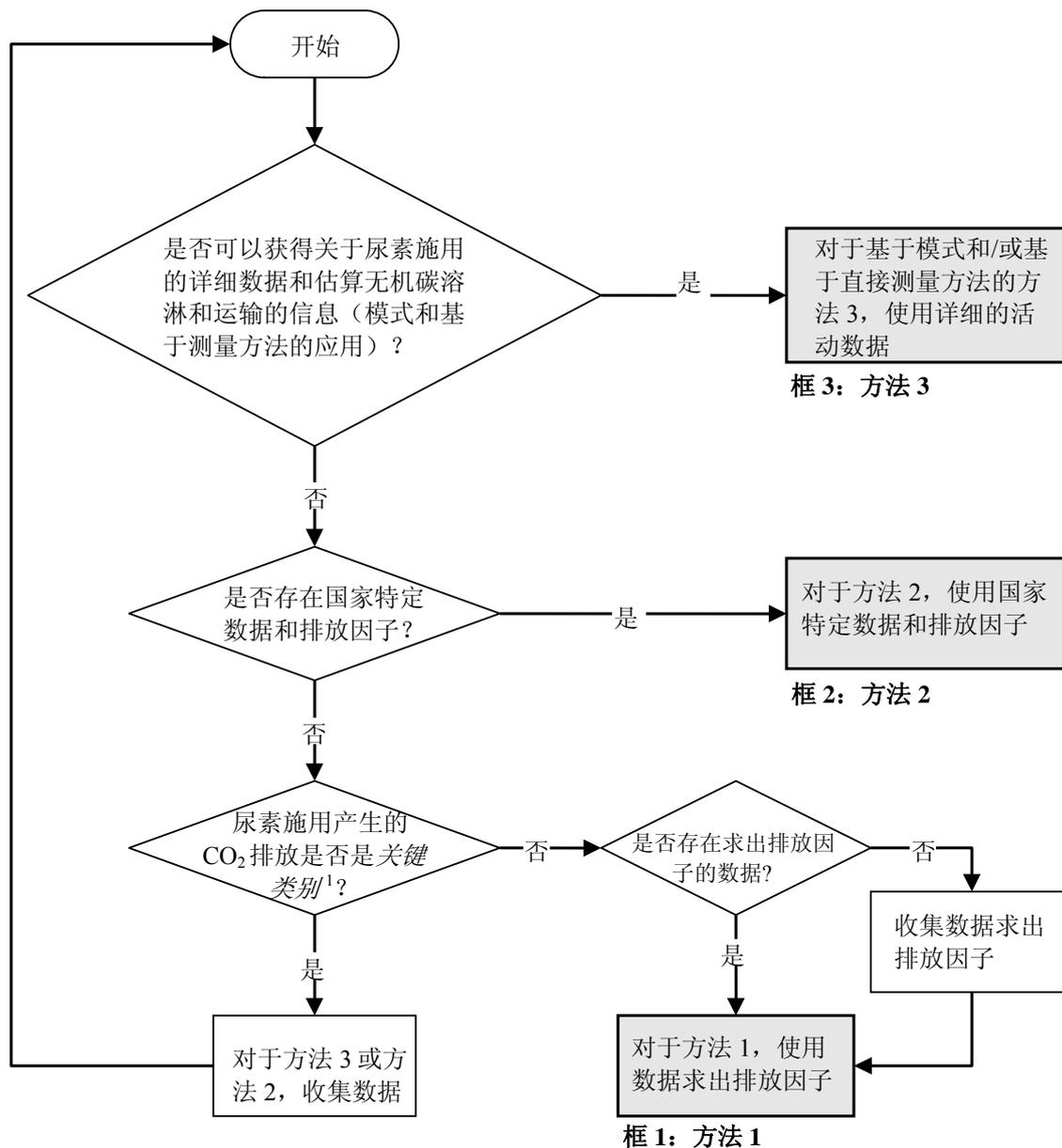
方法 2

方法 2 亦使用方法 1 中提供的公式 11.13 和计算步骤，但纳入国家特定信息以求出排放因子。

方法 3

可用更详细的模式或测量来估算尿素施用中产生的 CO₂ 排放，这些模式或测量考虑了以下的可能性，碳酸氢根溶淋进深层地下水、和/或湖泊和海洋中，因而不造成 CO₂ 排放（至少不立即造成）。注意，尿素施肥引起的土壤无机碳的增加不代表大气中 CO₂ 的净去除。在 IPPU 部门估算去除量（第 3 章），并且土壤计算仅提供与该做法相关的排放量估值。参见第 2 章中方法 3 节关于土壤无机碳的附加讨论（2.3.3 节，土壤碳库的变化）。

图 11.5 确定估算尿素施肥产生的 CO₂ 排放的合适层级的决策树。



注：

1. 参见卷 1 第 4 章，“方法选择和确认关键源类别”（注意关于有限资源的 4.1.2 节）的关于关键源类别讨论和决策树的使用。

11.4.2 排放因子的选择

方法 1

尿素施用中产生的碳排放的缺省排放因子（EF）为 0.20。

方法 2

与碳酸盐石灰相似，并非尿素中所有的碳可能在施用年中释放。如果可获得充分数据和对无机碳形成的理解，可以求出国家特定排放因子。*优良作法*是将用来求出国家特定值所用的信息和方法来源作为报告过程的一部分成文归档。

方法 3

方法 3 基于估算年际变化的排放量，这取决于各种地点特定特征条件和环境原因。排放因子并非直接估算的。

11.4.3 活动数据的选择

方法 1

尿素的国内生产记录和进出口数据可用来获得每年施用于土壤的尿素数量的粗略估值（M）。可假设每年生产或进口的全部尿素减去年出口量为每年施用到土壤中的尿素。然而，尿素销售和/或使用的补充数据可用于改进计算，以代替以下假设，即所有可用尿素在某一特定年中立即添加到土壤中。无论采用何种的方法，估算尿素中 CO₂ 排放与土壤中 N₂O 排放所用的尿素年施用估值应保持一致。

使用统计资料的收集可以作为国家普查或企业记录的一部分，而银行和肥料企业应有关于销售和国内产量的资料。进出口记录一般由海关或政府间其它类似机构保持。如果为了便于报告并非每年计算排放量，则*优良作法*是记录三年的平均数据（当前年和最近两年）。

方法 2

除了方法 1 所描述的活动数据外，方法 2 可能纳入场地水平和水文特征的附加信息，这些信息用于估算尿素施用中释放到大气层的 C 的比例。

方法 3

对于动态模式和/或基于直接测量的方法 3 清单的应用而言，很可能需要比方法 1 或方法 2 更详细的活动数据，但是确切要求取决于模式或测量设计。

11.4.4 不确定性评估

对于尿素施用中产生的 CO₂ 排放，存在两种不确定性来源：（1）施用到土壤中的尿素数量的不确定性；及（2）施用石灰中以 CO₂ 形式释放的尿素-C 的净含量中的不确定性。活动数据的不确定性将取决于生产、销售、进出口记录、和/或使用数据的准确性。使用和销售数据可能有最小的不确定性；进出口和生产数据有对施用情况推断所引起的附加不确定性。清单编制者可使用保守的方法，并假设可用的或购买的尿素全部施用到土壤中。如果在特定年中可用的或购买的尿素并非全部施用，此方法可能高估或低估个别年份的排放量。长期看来，应忽略这种偏差，但假设没有长期堆积的尿素。此外，清单编制者可处理特定清查年中可施用的尿素量和已施用的尿素量的不确定性。

尿素施肥添加到土壤中并以 CO₂ 形式释放出的净碳量的不确定性取决于层级方法。采用方法 1 时，假设尿素中的所有碳均以 CO₂ 的形式从大气中损失。这是一种保守方法，并且这种假设认为缺省排放因子是确定的。可是，实际上，至少在施用年中尿素中的部分碳可以以无机碳的形式滞留在土壤中，而不以 CO₂ 形式释放。因此，缺省排放因子会导致排放估算中的系统偏差。

因此，*优良作法*是确定国家特定排放因子，或分别用方法 2 或方法 3 建立高级估算方法，特别当尿素-碳是关键源时。虽然较高级别的方法可能限制偏差的产生，然而将存在需要处理的附加不确定性。这些不确定性可以源自以下数据的不充分：场地特征、水文和其它影响无机碳输送和向 CO₂ 转变的环境变量。不确定性还可能由以下因素产生，即关于表述尿素-碳演化的国家特定排放因子或估算系统的过程和/或性能的知识不充分。

11.4.5 完整性、时间序列一致性、质量保证/质量控制

完整性

方法 1

如果排放量计算基于施用到土壤中的所有尿素的全面核算，则方法 1 清单是完整的。尿素使用统计资料或销售提供了施用于土壤情况的最直接推断，然而生产和进出口记录足以粗略估算施用到土壤中的尿素量。如果由于记录不完整而不能获得足够的当前数据，*优良作法*是为未来清单报告收集附加数据，特别当尿素-碳排放是关键源类别时更应如此。

方法 2

方法 2 清单的完整性还取决于活动数据的准确性（参见方法 1），但还将取决于用于改进排放因子的附加国家特定数据。这可能包括以下数据的可获性，即更好具体说明与添加到土壤中的每单位尿素-碳量中 CO₂ 释放量相关的排放因子的场地水平和水文数据。

方法 3

除了考虑方法 1 和方法 2，方法 3 清单的完整性还取决于测量设计和/或建模框架的数据需求和代表性。清单编制者应审核他们所用的方法，并确定高级估算系统是否足以处理施加到土壤中的尿素的 CO₂ 净释放。如果明确了漏缺或局限性，*优良作法*是收集附加数据，以便方法 3 全面处理尿素-碳的演化。

时间序列一致性

方法 1

为了保持一致性，应对整个时间序列采用相同的活动数据和排放因子。在方法 1 一级，采用了缺省排放因子，所以这个部分的一致性不成问题。然而，如果收集了新数据，活动数据的基础可能改变，如统计资料调查编制关于尿素施用于土壤的信息与严格依赖于国内生产和进出口数据的较旧的活动数据。虽然*优良作法*是对整个时间序列将采用相同的数据方案和程序，但有时这种作法不可行，而清单编制者应确定数据源变化对趋势的影响。第 1 卷第 5 章列出了在这些情况下进行重新计算的指导意见。

方法 2

对于方法 2 清单，整个时间序列中保持活动数据记录的一致性很重要（参见方法 1）。此外，应对整个时间序列采用基于国家特定数据确定的新因子。在少数情况下，当这种做法不可行时，清单编制者应确定排放因子变化对趋势的影响；这些情况下进行重新计算的附加指南见第 1 卷第 5 章。

方法 3

与方法 2 相似，*优良作法*是对整个时间序列应用国家特定估算系统；清查机构应该对整个清查期使用相同的测量程序（抽样策略、方法等）和/或基于模式的系统。

质量保证和质量控制

方法 1

*优良作法*是对清单数据和结果实施质量保证/质量控制的内部和独立审查，确保：（1）适当处理了活动数据，以估算施用到土壤中的石灰量；（2）已将活动数据适当转入工作表或清单计算软件；3）已经适当分配了排放因子。

内部审查应由清单编制者进行，且可包括直观检查以及核查数据输入及结果的订入计划的检查功能。独立评审由没有直接涉足清单编制的其它机构、专家和组织进行。这些评审需要考虑清单方法的合理性、清单文件的完整性、方法说明和整体透明性。

方法 2

除了方法 1 的质量保证/质量控制措施，清查编制者应评审方法 2 清单的国家特定排放因子。如果采用基于直接测量的因子，清查编制者应审查测量结果，以确保它们代表环境条件的实际范围。如果可获，*优良作法*是将国家特定因子与其它情况可比国家所用的方法 2 排放因子以及 IPCC 缺省值进行比较。鉴于无机碳形成的复杂性，应吸纳实地专家参与评审过程，以独立评论排放因子。

方法 3

国家特定清单系统可能需要附加的质量保证/质量控制措施，但这将取决于所建立的系统。*优良作法*是建立国家高级估算系统的特定质量保证/质量控制程序，将报告存档，并将总合结果纳入报告文件。

报告和归档

方法 1

对于方法 1，清单编制者应将施用到土壤中的尿素的趋势和不确定性成文归档，并将这些方式与 CO₂ 排放趋势相联系。应解释整个时间序列中年排放量间的重大波动。

*优良作法*是将以下数据库存档，如国内生产、进出口记录或调查中的使用统计资料和数据产生所用的程序（例如统计程序）。应当将为产生结果所制作的输入/输入文件与用于估算排放的工作表或清单软件一起存档。

当活动数据不能直接从数据库中获得或者组合多种数据集时，应该说明求出活动数据所用的信息、假设和程序。此文件中应该包括数据收集和估算的频率以及不确定性。专家知识的使用情况应该编写成文，其通信应进行存档。

方法 2

除了考虑方法 1，清单编制者应该记录国家特定排放因子的基础，以及将估算国家特定值所用的元数据和数据来源进行存档。报告文件应包括新因子（即平均值和不确定性），*优良作法*是在清单报告中包括关于这些值与缺省因子或与来自报告国情况相似区域的国家特定因子的差别的讨论。

当讨论年际排放和去除趋势时，应区分活动水平变化与方法变化（包括排放因子），并需要将这些变化的原因成文归档。

方法 3

方法 3 需要与较低层级方法相似的关于活动数据和排放/去除趋势的文件，但应包括附加文件以解释国家特定估算系统的基本依据和框架。对于基于测量的清单，*优良作法*是将抽样设计、实验程序和数据分析技术成文归档。应将测量数据与数据分析结果一起存档。对于采用建模的方法 3，*优良作法*是记录模式版本并提供模式说明，以及将所有模式输入文件、源编码和执行程序的副本进行永久档案。

附件 11A.1 表 11.2 中作物残余物数据的参考文献

I. 收获产品的干物质比例

Lander, C.H., Moffitt, D., and Alt, K. (1998). Nutrients available from livestock manure relative to crop growth requirements. Resource Assessment and Strategic Planning Working paper 98-1. USDA Natural Resource Conservation Service. <http://www.nhq.nrcs.usda.gov/land/pubs/>.

II. 地上部残余物干物质

1. 玉米

Ames, J.W., and Simon, R.H. (1924). Soil potassium as affected by fertilizer treatment and cropping. Bulletin 379. Ohio Agricultural Experiment Station, Wooster, Ohio.

Anonymous (1924). Forty-third annual report for 1923-24. Ohio Agricultural Experiment Station Bull. 382. Wooster, OH.

Anonymous (1926). Forty-fourth annual report for 1924-25. Ohio Agricultural Experiment Station Bull. 392. Wooster, OH.

Bustillo, J. J. and Gallaher, R.N. (1989). Dry matter Partitioning in No-tillage Tropical Corn in Florida. p.40-42. In I. D. Teare, E. Brown, and C.A. Trimble (ed.) 1989 Southern Conservation Tillage Conference. SB 89-1. Tallahassee, FL. 12-13 July, 1989. Univ. of Fla., North Fla. Res. and Educ. Ctr., Quincy, FL 32351.

Buyanovsky, G.A. and Wagner, G.H. (1986). Post-harvest residue input to cropland. *Plant and Soil* **93**:57-65.

Donald, C.M. and Hamblin, J. (1976). The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Adv. Agron.*, **28**: 361-405.

Fisher, K.S. and Palmer, A.F.E. (1983). Maize. In: Symposium on Potential Productivity of Field Crops Under Different Environments. International Rice Research Institute, Manila, Philippines.

Graybill, J.S., Cox, W.J. and Otis, D.J. (1991). Yield and quality of forage maize as influenced by hybrid, planting date, and plant density. *Agronomy Journal*, **83**: 559-564.

Hutcheson, T.B., Hodgson, E.R., and Wolfe, T.K. (1917). Corn culture. Virginia Agricultural Experiment Station Bull. 214. Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg, VA.

Jones, J.N. Jr., Moody, J.E., and Lillard, J.H. (1969). Effects of tillage, no tillage, and mulch on soil water and plant growth. *Agron. J.* **61**:719-721.

Jones Jr., J.N., Moody, J.E., Shear, G.M., Moschler, W.W. and Lillard, J.H. (1968). The no-tillage system for corn (*Zea mays* L.). *Agron. J.* **60**:17-20.

Noll, C.F., Gardner, F.D. and Irvin, C.J (1930). A field test of different sources of phosphorous. *School of Agriculture and Experiment Station Bull.* 252. Pennsylvania State College

Noll, C.F., Gardner, F.D. and Irvin, C.J. (1931). Fiftieth anniversary of the General Fertilizer Tests 1881-1931. *School of Agriculture and Experiment Station Bull.* 264. Pennsylvania State College.

Ockerby, S.E. and Fukai, S. (2001). The management of rice grown on raised beds with continuous furrow irrigation. *Field Crops Res.* **69**:215-226.

Peters, S.E., Wander, M.M., Saporito, L.S., Harris, G.H. and Friedman, D.B. (1997). Management impacts on SOM and related soil properties in a long-term farming systems trial in Pennsylvania: 1981-1991. In: Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.

Peterson, G.A. and Westfall, D.G. (1997). Management of dryland agroecosystems in the Central Great Plains of Colorado. In: Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.

Peterson, G.A., Westfall, D.G. and Wood, W. (1989). Crop and soil management in dryland agroecosystems. Technical Bulletin TB89-3. Dept. of Agronomy, Colorado State University.

Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., Poss, D., Larson, K. and Thompson, D.L. (1997). Sustainable dryland agroecosystem management. Technical Bulletin TB97-3. Dept. of Agronomy, Colorado State University.

- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., McGee, E. and Kolberg, R. (1992). Crop and soil management in dryland agroecosystems. Technical Bulletin TB92-2. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., McGee, E. and Kolberg, R. (1991). Crop and soil management in dryland agroecosystems. Technical Bulletin TB91-1. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., Kolberg, R. and Rouppet, B. (1994). Sustainable dryland agroecosystem management. Technical Bulletin TB94-1. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., Kolberg, R. and Rouppet, B. (1993). Sustainable dryland agroecosystem management. Technical Bulletin TB93-4. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., Kolberg, R. and Poss, D. (1996). Sustainable dryland agroecosystem management. Technical Bulletin TB96-1. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., Kolberg, R. and Poss, D. (1995). Sustainable dryland agroecosystem management. Technical Bulletin TB95-1. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Wood, W. and Ross, S. (1988). Crop and soil management in dryland agroecosystems. Technical Bulletin LTB88-6. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., McGee, E., Westfall, D.G., Wood, C.W. and Sherrod, L. (1990). Crop and soil management in dryland agroecosystems. Technical Bulletin TB90-1. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Pierce, F.J. and Fortin, M.C. (1997). Long-term tillage and periodic plowing of a no-tilled soil in Michigan: Impacts, yield, and soil organic matter. In: Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.
- Russell, W.A. (1991). Genetic improvement of maize yields. *Advances in Agronomy* **46**:245-298.
- Sewell, M.C. and Call, L.E. (1925). Tillage investigations relating to wheat production. Tech. Bull. 18. Agricultural Experiment Station. Kansas State Agricultural College.
- Shear, G.M. and Moschler, W.W. (1969). Continuous corn by the no-tillage and conventional tillage methods: A six-year comparison. *Agron. J.* **61**:524-526.
- Tapper, D.C. (1983). Changes in physiological traits associated with grain yield improvement in single-cross maize hybrids from 1930 to 1970. Ph.D. Dissertation. Agronomy Department, Iowa State University, Ames, IA.
- Thorne, C.E. (1924). The maintenance of soil fertility. Bulletin 381. Ohio Agricultural Experiment Station.
- Throckmorton, R.I. and Duley, F.L. (1935). Twenty years of soil fertility investigations. Kansas. Agricultural Experiment Station Tech. Bull. 40. Kansas State College of Agriculture and Applied Science. Manhattan, KS.
- Vanotti, M.B., Bundy, L.G. and Peterson, A.E. (1997). Nitrogen fertilizer and legume-cereal rotation effects on soil productivity and organic matter dynamics in Wisconsin. In Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.
- Wianco, A.T. and Jones, S.C. (1918). The value of manure on Indiana soils. Purdue University Agricultural Experiment Station. Bull. No. 222. Lafayette, IN.
- Wianco, A.T., Conner, S.D. and Jones, S.C. (1919). The value of legumes on Indiana soils. Purdue University Agricultural Experiment Station. Bull. No. 226. Lafayette, IN.
- ## 2. 冬小麦
- Austin, R.B., Bingham, J., Blackwell, R.D., Evans, L.T., Ford, M.A., Morgan, C.L. and Taylor, M. (1980). Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes. *J. Agric. Sci., Camb.* **94**:675-689.
- Barraclough, P.B. and Leigh, R.A. (1984). The growth and activity of winter wheat roots in the field: the effect of sowing date and soil type on root growth of high yielding crops. *J. Agric. Sci., Camb.* **103**:59-74.
- Black, A.L. and Tanaka, D.L. (1997). A conservation tillage-cropping systems study in the Northern Great Plains of the United States. In: Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott and C.V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.
- Bolinder, M.A., Angers, D.A. and Dubuc, J.P. (1997). Estimating shoot to root ratios and annual carbon inputs in soils for cereal crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **63**:61-67.

- Bruce, R.R. and Langdale, G.W. (1997). Soil carbon level dependence upon crop culture variables in a thermic-udic region. In: *Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems*. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.
- Bruckner, P.L. and Morey, D.D. (1988). Nitrogen effects on soft red winter wheat yield, agronomic characteristics, and quality. *Crop Sci.* **28**:152-157.
- Buyanovsky, G.A. and Wagner, G.H. (1986). Post-harvest residue input to cropland. *Plant and Soil* **93**:57-65.
- Cox, T.S., Shroyer, J.P., Liu, B.-H., Sears, R.G. and Martin, T.J. (1988). Genetic improvements in agronomic traits of hard red winter wheat cultivars from 1919 to 1987. *Crop Science* **28**:756-760.
- Donald, C.M. and Hamblin, J. (1976). The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Adv. Agron.*, **28**: 361-405.
- Eck, H.V. (1986). Profile modification and irrigation effects on yield and water use of wheat. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **50**:724-729.
- Entz, M.H. and Fowler, D.B. (1991). Agronomic performance of winter versus spring wheat. *Agron. J.* **83**:527-532.
- Gent, M.P.N. and Kiyomoto, R.K. (1989). Assimilation and distribution of photosynthate in winter wheat cultivars differing in harvest index. *Crop Sci.* **29**:120-125.
- Halvorson, A.D., Vigil, M.F., Peterson, G.A. and Elliott, E.T. (1997). Long-term tillage and crop residue management study at Akron, Colorado. In: *Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems*. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.
- Ishaq, M., Ibrahim, M. and Lal, R. (2001). Tillage effect on nutrient uptake by wheat and cotton as influenced by fertilizer rate. *Soil and Tillage Res.* **62**:41-53.
- Jensen, M.E. and Sletten, W.H. (1965). Evapotranspiration and soil moisture-fertilizer interrelations with irrigated winter wheat in the Southern High Plains. USDA Agricultural Research Service. Conservation Research Report No. 4.
- Jones, O.R., Stewart, B.A. and Unger, P.W. (1997). Management of dry-farmed Southern Great Plains soils for sustained productivity. In: *Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems*. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.
- Lafever, H.N. (1976). Ohio performance trials of soft red winter wheats including 1976 results. Agronomy Dept. Series 203. Ohio Agricultural Research and Development Center. Wooster, OH.
- Lyon, D.J., Monz, C.A., Brown, R.E. and Metherell, A.K. (1997). Soil organic matter changes over two decades of winter wheat – fallow cropping in western Nebraska. In: *Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems*. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.
- Miller, C.M. (1939). A physiological study of the winter wheat plant at different stages of its development. Tech. Bull. 47. Agricultural Experiment Station. Kansas State College of Agriculture and Applied Science.
- Musick, J.T. and Dusek, D.A. (1980). Planting date and water deficit effects on development and yield of irrigated winter wheat. *Agron. J.* **72**: 45-52.
- Noll, C.F., Gardner, F.D. and Irvin, C.J. (1931). Fiftieth anniversary of the General Fertilizer Tests 1881-1931. Pennsylvania State College School of Agriculture and Experiment Station Bull. 264.
- Noll, C.F., Gardner, F.D. and Irvin, C.J. (1930). A field test of different sources of phosphorous. Pennsylvania State College School of Agriculture and Experiment Station Bull. 252.
- Peterson, G.A. and Westfall, D.G. (1997). Management of dryland agroecosystems in the Central Great Plains of Colorado. In: *Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems*. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G. and Wood, W. (1989). Crop and soil management in dryland agroecosystems. Technical Bulletin TB89-3. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., Poss, D., Larson, K. and Thompson, D.L. (1997). Sustainable dryland agroecosystem management. Technical Bulletin TB97-3. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., McGee, E. and Kolberg, R. (1992). Crop and soil management in dryland agroecosystems. Technical Bulletin TB92-2. Dept. of Agronomy, Colorado State University.

- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., McGee, E. and Kolberg, R. (1991). Crop and soil management in dryland agroecosystems. Technical Bulletin TB91-1. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., Kolberg, R. and Rouppet, B. (1994). Sustainable dryland agroecosystem management. Technical Bulletin TB94-1. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., Kolberg, R. and Rouppet, B. (1993). Sustainable dryland agroecosystem management. Technical Bulletin TB93-4. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., Kolberg, R. and Poss, D. (1996). Sustainable dryland agroecosystem management. Technical Bulletin TB96-1. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., Kolberg, R. and Poss, D. (1995). Sustainable dryland agroecosystem management. Technical Bulletin TB95-1. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Wood, W. and Ross, S. (1988). Crop and soil management in dryland agroecosystems. Technical Bulletin LTB88-6. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., McGee, E., Westfall, D.G., Wood, C.W. and Sherrod, L. (1990). Crop and soil management in dryland agroecosystems. Technical Bulletin TB90-1. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Rao, S.C., Coleman, S.W. and Volesky, J.D. (2000). Yield and quality of wheat, triticale, and elytricum forage in the Southern Plains. *Crop Sci.* **40**:1308-1312.
- Rasmussen, P.E. and Parton, W.J. (1994). Long-term effects of residue management in wheat-fallow: I. Inputs, yield, and soil organic matter. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **58**:523-530.
- Rasmussen, P.E., Smiley, R.W. and Albrecht, S.L. (1996). Long-term residue management experiment: Pendleton, Oregon, USA. IN: Evaluation of Soil Organic Matter Models Using Existing Long-term Datasets. D. S. Powlson, P. Smith, and J. U. Smith (eds.). Springer-Verlag, Germany.
- Sewell, M.C. and Call, L.E. (1925). Tillage investigations relating to wheat production. Tech. Bull. 18.
- Sharma, R.C. and Smith, E.L. (1986). Selection for high and low harvest index in three winter wheat populations. *Crop Sci.* **26**:1147-1150.
- Siddique, K.H.M., Belford, R.K., Perry, M.W. and Tennant, D. (1989). Growth, development and light interception of old and modern wheat cultivars in a Mediterranean-type environment. *Aust. J. Agric. Res.* **40**:473-487.
- Singh, I.D. and Stoskopf, N.C. (1971). Harvest index in cereals. *Agron. J.* **63**:224-226.
- Skidmore, E.L. and Siddoway, F.H. (1978). Crop residue requirements to control wind erosion. Chapter 2 in Crop Residue Management Systems. *Am. Soc. Agron. Spec. Pub. No. 31*.
- Ten Eyck, A. M. and Shoesmith, V. M. (1907). Small grain crops. Agricultural Experiment Station Bulletin 144. Kansas State Agricultural College. Manhattan, KS.
- Thorne, C.E. (1924). The maintenance of soil fertility. Ohio Agricultural Experiment Station Bull. 381.
- Throckmorton, R.I. and Duley, F.L. (1935). Twenty years of soil fertility investigations. Kansas. Agricultural Experiment Station Tech. Bull. 40. Kansas State College of Agriculture and Applied Science. Manhattan, KS.
- Unger, P.W. (1977). Tillage effects on winter wheat production where the irrigated and dryland crops are alternated. *Agronomy Journal*, **69**: 944 – 950.
- Weir, A.H. and Barraclough, P.B. (1986). The effect of drought on the root growth of winter wheat and on its uptake from deep loam. *Soil Use And Management* **2**:91-96.
- Wianco, A.T. and Jones, S.C. (1918). The value of manure on Indiana soils. Purdue University Agricultural Experiment Station. Bull. No. 222. Lafayette, IN.
- Wianco, A.T., Conner, S.D. and Jones, S.C. (1919). The value of legumes on Indiana soils. Purdue University Agricultural Experiment Station. Bull. No. 226. Lafayette, IN.
- ### 3. 春小麦
- Bauer, A. and Zubriski, J.C. (1978). Hard red spring wheat straw yields in relation to grain yields. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **42**:777-781.
- Black, A.L. and Tanaka, D.L. (1997). A conservation tillage-cropping systems study in the Northern Great Plains of the United States. In: Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.

- Campbell, C.A. and Zentner, R.P. (1993). Soil organic matter as influenced by crop rotations and fertilization. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **57**:1034-1040.
- Campbell, C.A., Davidson, H.R. and Warder, F.G. (1977). Effects of fertilizer N and soil moisture on yield, yield components, protein content and N accumulation in the above-ground parts of spring wheat. *Can. J. Soil Sci.* **57**:311-327.
- Cassman, K.G., Bryant, D.C., Fulton, A.E. and Jackson, L.F. (1992). Crop ecology, production and management. *Crop Sci.* **32**:1251-1258.
- Hucl, P. and Baker, R.J. (1987). A study of ancestral and modern Canadian spring wheats. *Can. J. Plant Sci.* **67**:87-97.
- Juma, N.G., Izaurrealde, R.C., Robertson, J.A. and McGill, W.B. (1997). Crop yield and soil organic matter trends over 60 years in a typical cryoboralf at Breton, Alberta. In: *Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems*. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.
- Loffler, C.M., Rauch, T.L. and Busch, R.H. (1985). Grain and plant protein relationships in hard red spring wheat. *Crop Sci.* **25**:521-524.
- Perry, M.W. and D'Antuono, M.F. (1989). Yield improvement and associated characteristics of some Australian spring wheat cultivars introduced between 1860 and 1982. *Aust. J. Agric. Res.* **40**:457-472.
- Skidmore, E.L. and Siddoway, F.H. (1978). Crop residue requirements to control wind erosion. In: *Crop Residue Management Systems*. *Am. Soc. Agron. Spec. Pub.* No. 31.
- van Delden, A. (2001). Yield and growth components of potato and wheat under organic nitrogen management. *Agron. J.* **93**:1370-1385.

4. 稻子

- Bainton, S.J., Plumb, V.E., Juliano, B.O., Perez, C.M., Roxas, D.B., Kush, G.S., de Jesus, J.C. and Gomez, K.A. (1991). Variation in the nutritional value of rice straw. *Animal Feed Science and Technology* **34**, 261-277.
- Cho, Y.S., Choe, Z.R. and Ockerby, S.E. (2001). Managing tillage, sowing rate and nitrogen top-dressing level to sustain rice yield in a low-input, direct-sown, rice-vetch cropping system. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, **41**:61-69.
- Donald, C.M. and Hamblin, J. (1976). The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Adv. Agron.*, **28**: 361-405.
- George, T., Magbanua, R., Roder, W., Van Keer, K., Trebil, G. and Reoma, V. (2001). Upland rice response to phosphorous fertilization in Asia. *Agron. J.* **93**:1362-1370.
- Kinery, J.R., McCauley, G., Xie, Y. and Arnold, J.G. (2001). Rice parameters describing crop performance of four U. S. cultivars. *Agron. J.* **93**:1354-1361.
- Ockerby, S.E. and Fukai, S. (2001). The management of rice grown on raised beds with continuous furrow irrigation. *Field Crops Research*. **69**:215-226.
- San-oh, Y., Mano, Y., Ookawa, T. and Hirasawa, T. (2004). Comparison of dry matter production and associated characteristics between direct-sown and transplanted rice plants in a submerged paddy field and relationships to planting patterns. *Field Crops Res.* **87**:43-58.
- Turner, F.T. and McCauley, G.N. (1983). Rice. In: *Crop – Water Relations*. I.D. Teare and M.M. Peet (eds.). John Wiley and Sons, New York, pp 308-350.
- Yang, J., Zhang, J., Wang, Z., Zhu, Q. and Wang, W. (2001). Remobilization of carbon reserves in response to water deficit during grain filling of rice. *Field Crops Res.* **71**:47-55.

5. 大麦

- Alston, A.M. (1980). Response of wheat to deep placement of nitrogen and phosphorous fertilizers on a soil high in phosphorous in the surface layer. *Aust. J. Agric. Res.* **31**:13-24.
- Boukerrou, L. and Rasmussen, D.D. (1990). Breeding for high biomass yield in spring barley. *Crop Sci.* **30**:31-35.
- Chery, J., Lefevre, B., Robin, P. and Salsac, L. (1981). Barley breeding for high protein content. Relationship with nitrate reductase and proteolytic activities. In: *Barley Genetics IV. Proceedings of the Fourth International Barley Genetics Symposium*. Edinburgh Univ. Press.
- Donald, C.M. and Hamblin, J. (1976). The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Adv. Agron.*, **28**: 361-405.

- Juma, N.G., Izaurre, R.C., Robertson, J.A. and McGill, W.B. (1997). Crop yield and soil organic matter trends over 60 years in a typical cryoboralf at Breton, Alberta. In: Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.
- Kirby, E.J.M. (1967). The effect of plant density upon the growth and yield of barley. *J. Agric. Sci., Camb.* **68**:317-324.
- Lekes, J. (1981). Results, main directions in using world collections and genetic resources of spring barley in European breeding. In: Barley Genetics IV. Proceedings of the Fourth International Barley Genetics Symposium. Edinburgh Univ. Press.
- Mahli, S.S., Grant, C.A., Johnston, A.M. and Gill, K.S. (2001). Nitrogen fertilization management for no-till cereal production in the Canadian Great Plains: a review. *Soil and Tillage Res.* **60**:101-122.
- Riggs, T.J., Hanson, P.R., Start, N.D., Miles, D.M., Morgan, C.L. and Ford, M.A. (1981). Comparison of spring barley varieties grown in England and Wales between 1880 and 1980. *J. Agric. Sci., Camb.* **97**:599-610.
- Siddique, K.H.M., Belford, R.K. and Tennant, D. (1990). Root:shoot ratios of old and modern, tall and semi-dwarf wheats in a mediterranean environment. *Plant and Soil* **121**:89-98.
- Siddique, K.H.M., Belford, R.K., Perry, M.W. and Tennant, D. (1989). Growth, development and light interception of old and modern wheat cultivars in a Mediterranean-type environment. *Aust. J. Agric. Res.* **40**:473-487.
- Skidmore, E.L. and Siddoway, F.H. (1978). Crop residue requirements to control wind erosion. In: Crop Residue Management Systems. *Am. Soc. Agron. Spec. Pub.* No. 31.
- Ten Eyck, A.M., and Shoesmith, V.M. (1907). Small grain crops. Agricultural Experiment Station Bulletin 144. Kansas State Agricultural College. Manhattan, KS.
- Watson, D.J., Thorne, G.N., and French, S.A.W. (1958). Physiological causes of differences in grain yield between varieties of barley. *Annals of Botany* **87**:321-352.
- Wych, R.D. and Rasmussen, D.C. (1983). Genetic improvement in malting barley cultivars since 1920. *Crop Sci.* **23**:1037-1040.

6. 燕麦

- Anonymous (1923). Forty-second annual report for 1922-23. Ohio Agricultural Experiment Station Bull. 373. Wooster, OH.
- Anonymous (1926). Forty-fourth annual report for 1924-25. Ohio Agricultural Experiment Station Bull. 392. Wooster, OH.
- Bolinder, M.A., Angers, D.A. and Dubuc, J.P. (1997). Estimating shoot to root ratios and annual carbon inputs in soils for cereal crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **63**:61-67.
- Brinkman, M.A. and Rho, Y.D. (1984). Response of three oat cultivars to N fertilizer. *Crop Science* **24**:973-977.
- Donald, C.M. and Hamblin, J. (1976). The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Adv. Agron.* **28**:361-405.
- Georgeson, C.C., Burtis, F.C. and Otis, D.H. (1893). Experiments with oats. Experiment Station Bull. No. 42. Kansas State Agricultural College.
- Georgeson, C.C., Burtis, F.C. and Otis, D.H. (1896). Experiments with oats. Experiment Station Bull. No. 63. Kansas State Agricultural College.
- Georgeson, C.C., Burtis, F.C. and Otis, D.H. (1897). Experiments with oats. Experiment Station Bull. No. 74. Kansas State Agricultural College.
- Georgeson, C.C., Cottrell, H.M. and Shelton, W. (1890). Experiments with oats. Experiment Station Bull. No. 13. Kansas State Agricultural College.
- Juma, N.G., Izaurre, R.C., Robertson, J.A. and McGill, W.B. (1997). Crop yield and soil organic matter trends over 60 years in a typical cryoboralf at Breton, Alberta. In: Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.
- Lawes, D.A. (1977). Yield improvement in spring oats. *J. Agric. Sci., Camb.* **89**:751-757.
- Meyers, K.B., Simmons, S.R. and Stuthman, D.D. (1985). Agronomic comparison of dwarf and conventional height oat genotypes. *Crop Sci.* **25**:964-966.

- Noll, C.F., Gardner, F.D. and Irvin, C.J. (1930). A field test of different sources of phosphorous. Pennsylvania State College School of Agriculture and Experiment Station Bull. 252.
- Noll, C.F., Gardner, F.D. and Irvin, C.J. (1931). Fiftieth anniversary of the General Fertilizer Tests 1881-1931. Pennsylvania State College School of Agriculture and Experiment Station Bull. 264.
- Rattunde, H.F. and Frey, K.J. (1986). Nitrogen harvest index in oats: Its repeatability and association with adaptation. *Crop Sci.* **26**:606-610.
- Sewell, M.C. and Call, L.E. (1925). Tillage investigations relating to wheat production. Tech. Bull. 18. Agricultural Experiment Station. Kansas State Agricultural College.
- Ten Eyck, A.M. and Shoesmith, V.M. (1907). Small grain crops. Agricultural Experiment Station Bulletin 144. Kansas State Agricultural College. Manhattan, KS.
- Thorne, C.E. (1924). The maintenance of soil fertility. Ohio Agricultural Experiment Station Bull. 381.
- Wianco, A.T. and Jones, S.C. (1918). The value of manure on Indiana soils. Purdue University Agricultural Experiment Station. Bull. No. 222. Lafayette, IN.
- Wianco, A.T., Conner, S.D. and Jones, S.C. (1919). The value of legumes on Indiana soils. Purdue University Agricultural Experiment Station. Bull. No. 226. Lafayette, IN.

7. 小米

- Peterson, G.A. and Westfall, D.G. (1997). Management of dryland agroecosystems in the Central Great Plains of Colorado. In: Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G. and Wood, W. (1989). Crop and soil management in dryland agroecosystems. Technical Bulletin TB89-3. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., McGee, E. and Kolberg, R. (1992). Crop and soil management in dryland agroecosystems. Technical Bulletin TB92-2. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., McGee, E. and Kolberg, R. (1991). Crop and soil management in dryland agroecosystems. Technical Bulletin TB91-1. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., Kolberg, R. and Rouppet, B. (1994). Sustainable dryland agroecosystem management. Technical Bulletin TB94-1. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., Kolberg, R. and Rouppet, B. (1993). Sustainable dryland agroecosystem management. Technical Bulletin TB93-4. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Wood, W. and Ross, S. (1988). Crop and soil management in dryland agroecosystems. Technical Bulletin LTB88-6. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., McGee, E., Westfall, D.G., Wood, C.W. and Sherrod, L. (1990). Crop and soil management in dryland agroecosystems. Technical Bulletin TB90-1. Dept. of Agronomy, Colorado State University.

8. 高粱

- Anonymous (1930). A report of the Tribune Branch Agricultural Experiment Station. Agricultural Experiment Station Bull. 250. Kansas State Agricultural College, Manhattan, KS.
- Arnon, I. and Blum, A. (1962). Factors responsible for yield superiority of hybrid sorghum. *Israel J. Agric. Res.* **12**: 95-105.
- Arnon, I. and Blum, A. (1964). Response of hybrid and self-pollinated sorghum varieties to moisture regime and intra-row competition. *Israel J. Agric. Res.* **14**: 45-53.
- Bond, J.J., Army, T.J. and Lehman, O.R. (1964). Row spacing, plant populations and moisture supply as factors in dryland grain sorghum production. *Agron. J.* **56**:3-6.
- Bruce, R.R. and Langdale, G.W. (1997). Soil carbon level dependence upon crop culture variables in a thermic-udic region. In: Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.
- Craufurd, P.Q. and Peacock, J.M. (1993). Effect of heat and drought stress on sorghum (*Sorghum bicolor*). II. Grain yield. *Expl. Agric.* **29**:77-86.
- Donald, C.M. and Hamblin, J. (1976). The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Adv. Agron.*, **28**: 361-405.

- Eastin, J.D. (1983). Sorghum. In Symposium on Potential Productivity of Field Crops Under Different Environments. International Rice Research Institute, Manila, Philippines.
- Eck, H.V. and Musick, J.T. (1979). Plant water stress effects on irrigated grain sorghum. I. Effects on yield. *Crop Sci.* **19**:589-592.
- Jones, O.R., Stewart, B.A. and Unger, P.W. (1997). Management of dry-farmed Southern Great Plains soils for sustained productivity. In: Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.
- Laryea, K.B. and Unger, P.W. (1995). Grassland converted to cropland: Soil conditions and sorghum yield. *Soil & Tillage res.* **33**:29-45.
- Peterson, G.A. and Westfall, D.G. (1997). Management of dryland agroecosystems in the Central Great Plains of Colorado. In: Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G. and Wood, W. (1989). Crop and soil management in dryland agroecosystems. Technical Bulletin TB89-3. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., Poss, D., Larson, K. and Thompson, D.L. (1997). Sustainable dryland agroecosystem management. Technical Bulletin TB97-3. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., McGee, E. and Kolberg, R. (1992). Crop and soil management in dryland agroecosystems. Technical Bulletin TB92-2. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., McGee, E. and Kolberg, R. (1991). Crop and soil management in dryland agroecosystems. Technical Bulletin TB91-1. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., Kolberg, R. and Rouppet, B. (1994). Sustainable dryland agroecosystem management. Technical Bulletin TB94-1. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., Kolberg, R. and Rouppet, B. (1993). Sustainable dryland agroecosystem management. Technical Bulletin TB93-4. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Sherrod, L., Kolberg, R. and Poss, D. (1995). Sustainable dryland agroecosystem management. Technical Bulletin TB95-1. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., Westfall, D.G., Wood, W. and Ross, S. (1988). Crop and soil management in dryland agroecosystems. Technical Bulletin LTB88-6. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Peterson, G.A., McGee, E., Westfall, D.G., Wood, C.W. and Sherrod, L. (1990). Crop and soil management in dryland agroecosystems. Technical Bulletin TB90-1. Dept. of Agronomy, Colorado State University.
- Prihar, S.S. and Stewart, B.A. (1991). Sorghum harvest index in relation to plant size, environment, and cultivar. *Agron. J.* **83**:603-608.
- Shinano, T., Osaka, M., Yamada, S. and Tadano, T. (1994). Comparison of root growth and nitrogen absorbing ability between Gramineae and Leguminosae during the vegetative stage. *Soil Sci. Plant Nutr.* **40**:485-495.
- Steiner, J.L. (1986). Dryland grain sorghum water use, light interception, and growth responses to plant geometry. *Agron. J.* **78**:720-726.
- Unger, P.W. and Jones, O.R. (1981). Effect of soil water content and a growing season straw mulch on grain sorghum. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **45**:129-134.
- Unger, P.W. and Wiese, A.F. (1979). Managing irrigated winter wheat residues for water storage and subsequent dryland grain sorghum production. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **43**:582-588.
- von Trebra, R.L. and Wagner, F.A. (1932). Tillage practices for south-western Kansas. Agricultural Experiment Station Bull. 262. Kansas State College of Agriculture and Applied Science. Manhattan, KS.

9. 黑麦

目前没有关于黑麦的数据。

10. 大豆

Anderson, L.R., and Vasilas, B.L. (1985). Effects of planting date on two soybean cultivars: Seasonal dry matter accumulation and seed yield. *Crop Sci.* **25**:999-1004.

- Bruce, R.R. and Langdale, G.W. (1997). Soil carbon level dependence upon crop culture variables in a thermic-udic region. In: *Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems*. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.
- Buyanovsky, G.A. and Wagner, G.H. (1986). Post-harvest residue input to cropland. *Plant and Soil* **93**:57-65.
- Buzzell, R.I. and Buttery, B.R. (1977). Soybean harvest index in hill-plots. *Crop Sci.* **17**:968-970.
- Frederick, J.R., Woolley, J.T., Hesketh, J.D. and Peters, D.B. (1991). Seed yield and agronomic traits of old and modern soybean cultivars under irrigation and soil water-deficit. *Field Crops research*, **27**: 71-82.
- Hanway, J.J. and Weber, C.R. (1971). Dry matter accumulation in eight soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) varieties. *Agron. J.* **63**:227-230.
- Hodgson, A.S., Holland, J.F. and Rayner, P. (1989). Effects of field slope and duration of furrow irrigation on growth and yield of six grain-legumes on a waterlogging-prone vertisol. *Field Crops research*, **22**: 165-180.
- Kumudini, S., Hume, D.J., and Chu, G. (2001). Genetic improvement in short season soybeans: I. Dry matter accumulation, partitioning, and leaf area duration. *Crop Sci.* **41**:391-398.
- Laing, D.R., Kretchmer, P.J., Zuluaga, S. and Jones, P.G. (1983). Field Bean. In *Symposium on Potential Productivity of Field Crops Under Different Environments*. International Rice Research Institute, Manila, Philippines.
- Liu, X., Jin, J., Herbert, S.J., Zhang, Q. and Wang, G. (2005). Yield components, dry matter, LAI and LAD of soybeans in Northeast China. *Field Crops Research*, **93**: 85-93.
- Peters, S.E., Edwards, W.M. and McCoy, E.L. (1997). Continuous application of no-tillage to Ohio soils: Changes in crop yields and organic matter-related soil properties. In: *Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems*. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.
- Sammons, D.J., Peters, D.B. and Hymowitz, T. (1981). Screening soybeans for tolerance to moisture stress: A field procedure. *Field Crops Research*, **3**: 321-335.
- Sinclair, T.R., Muchow, R.C., Ludlow, M.M., Leach, G.J., Lawn, R.J. and Foale, M.A. (1987). Field and model analysis of the effect of water deficits on carbon and nitrogen accumulation by soybean, cowpea, and black gram. *Field Crops Research*, **17**: 121-140.
- Sivakumar, M.V.K., Taylor, H.M. and Shaw, R.H. (1977). Top and root relations of field-grown soybeans. *Agron. J.* **69**:470-473.
- Thatcher, L.E. (1925). The soybean in Ohio. Ohio Agricultural Experiment Station. Bull. 384.
- Walker, A.K. and Fioritto, R.J. (1984). Effect of cultivar and planting pattern on yield and apparent harvest index in soybean. *Crop Sci.* **24**:154-155.

11. 干豆

- Ortega, P.F. (1988). Morphological characterization of six dry bean genotypes grown under non-irrigated conditions in Colorado. M.S. Thesis. Department of Agronomy, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.

12. 土豆

- Heard, J. (2004). Nutrient accumulation and partitioning by potatoes in Manitoba. Proc. of 47th Annual Manitoba Society of Soil Science Meeting. Online at: <http://www.gov.mb.ca/agriculture/msss/2004/mss600.pdf>.
- van Delden, A. (2001). Yield and growth components of potato and wheat under organic nitrogen management. *Agron. J.* **93**:1370-1385.
- Zvomuya, F., Rosen, C.J., Russelle, M.P. and Gupta, S.C. (2003). Nitrate leaching and nitrogen recovery following application of polyolefin-coated urea to potato. *Journal of Environmental Quality*, **32**: 480-489.

13. 花生

- Bell, M.J., Muchow, R.C. and Wilson, G.L. (1987). The effect of plant population on peanuts (*Arachis hypogaea*) in a monsoonal tropical environment. *Field Crops Research*, **17**: 91-107.
- Ghosh, P.K. (2004). Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. *Field Crops Research*, **88**: 227-237.

ICRISAT (2004). Increasing the effectiveness of research on agricultural resource management in the semi-arid tropics of southern India by combining cropping systems modeling with farming systems research: A rewarding experience for Tamil Nadu farmers. International Crops research Institute for the Semi-Arid Tropics. Online at: <http://www.icrisat.org/>.

Singh, P., Boote, K.J., Rao, A.Y., Iruthayaraj, M.R., Sheikh, A.M., Hundal, S.S., Narang, R.S. and Singh, P. (1994). Evaluation of the groundnut model PNUTGRO for crop response to water availability, sowing dates, and seasons. *Field Crops research*, **39**: 147-162.

Witzenberger, A., Williams, J.H. and Lenz, F. (1985). Yield, components of yield and quality responses of groundnut (*Arachis Hypogaea* L.) as influenced by photoperiod and a growth regulator. *Field Crops research*, **12**: 347-361.

14. 苜蓿

Paustian, K., Andren, O., Clarholm, M., Hansson, A.C., Johansson, G., Lagerlof, J., Lindberg, T., Pettersson, R., and Sohlenius, B. (1990). Carbon and nitrogen budgets of four agro-ecosystems with annual and perennial crops, with and without fertilization. *J. Appl. Ecol.* **27**:60-84.

Walley, F.L., Tomm, G.O., Matus, A., Slinkard, A.E. and van Kessel, C. (1996). Allocation and cycling of nitrogen in an alfalfa-bromegrass sward. *Agronomy Journal*, **88**: 834-843.

15. 非豆类干草

Paustian, K., Andren, O., Clarholm, M., Hansson, A.C., Johansson, G., Lagerlof, J., Lindberg, T., Pettersson, R., and Sohlenius, B. (1990). Carbon and nitrogen budgets of four agro-ecosystems with annual and perennial crops, with and without fertilization. *J. Appl. Ecol.* **27**:60-84.

III. 地上部残余物中的氮含量

1. 玉米

Burgess, M.S., Mehuys, G.R. and Madramootoo, C.A. (2002). Nitrogen dynamics of decomposing corn residue components under three tillage systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **66**:1350-1358.

Eghball, B. and Maranville, J.W. (1993). Root development and nitrogen influx of corn genotypes grown under combined drought and nitrogen stresses. *Agron. J.* **85**:147-152.

Heard, J. (2004). Nutrient accumulation and partitioning by grain corn in Manitoba. Proc. of 47th Annual Manitoba Society of Soil Science Meeting. Online at: <http://www.gov.mb.ca/agriculture/msss/2004/mss601.pdf>.

Janzen, H.H., Beauchemin, K.A., Bruinsma, Y., Campbell, C.A., Desjardins, R.L., Ellert, B.H. and Smith, E.G. (2003). The fate of nitrogen in agroecosystems: An illustration using Canadian estimates. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, **67**: 85-102.

Mgheni, D.M., Ndemanisho, E.E., Hvelplund, T. and Weisbjerg, M.R. (2001). Evaluation of the feeding value of two tropical cereal straws, maize stover, rice straw and their botanical fractions by nylon and mobile bag technique. *African Journal of Science and Technology*, **2**:65-71.

NRCS (2006). Plant nutrient content database. Natural Resources Conservation Service. U. S. Dept. of Agriculture. Online at: <http://www.nrcs.usda.gov/technical/ECS/nutrient/tbb1.html>.

Reisinger, K., Haslinger, C., Herger, M., Hofbauer, H. (1996). BIOBIB- a Database for Biofuels, THERMIE-Conference: Renewable Energy Databases, Harwell, United Kingdom. Online at: <http://www.vt.tuwien.ac.at/biobib/oxford.html>.

Subedi, K.D. and Ma, B.L. (2005). Nitrogen uptake and partitioning in stay-green and leafy-maize hybrids. *Crop Sci.* **45**:740-747.

2. 小麦

Austin, R.B., Ford, M.A. and Morgan, C.L. (1989). Genetic improvement in the yield of winter wheat: a further evaluation. *J. Agric. Sci., Camb.* **112**:295-301.

Campbell, C.A., Davidson, H.R. and Warder, F.G. (1977). Effects of fertilizer N and soil moisture on yield, yield components, protein content and N accumulation in the above-ground parts of spring wheat. *Can. J. Soil Sci.* **57**:311-327.

Campbell, C.A. and Zentner, R.P. (1993). Soil organic matter as influenced by crop rotations and fertilization. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **57**:1034-1040.

Cassman, K.G., Bryant, D.C., Fulton, A.E. and Jackson, L.F. (1992). Crop ecology, production and management. *Crop Sci.* **32**:1251-1258.

- NRCS (2006). Plant nutrient content database. Natural Resources Conservation Service. U. S. Dept. of Agriculture. Online at: <http://www.nrcs.usda.gov/technical/ECS/nutrient/tbb1.html>.
- Reisinger, K., Haslinger, C., Herger, M. and Hofbauer, H. (1996). BIOBIB- a Database for Biofuels, THERMIE-Conference: Renewable Energy Databases, Harwell, United Kingdom. Online at: <http://www.vt.tuwien.ac.at/biobib/oxford.html>.
- ### 3. 稻子
- Mgheni, D.M., Ndemanisho, E.E., Hvelplund, T. and Weisbjerg, M.R. (2001). Evaluation of the feeding value of two tropical cereal straws, maize stover, rice straw and their botanical fractions by nylon and mobile bag technique. *African Journal of Science and Technology*, **2**:65-71.
- NRCS (2006). Plant nutrient content database. Natural Resources Conservation Service. U. S. Dept. of Agriculture. Online at: <http://www.nrcs.usda.gov/technical/ECS/nutrient/tbb1.html>.
- Ockerby, S.E. and Fukai, S. (2001). The management of rice grown on raised beds with continuous furrow irrigation. *Field Crops Research*. **69**:215-226.
- Reisinger, K., Haslinger, C., Herger, M. and Hofbauer, H. (1996). BIOBIB- a Database for Biofuels, THERMIE-Conference: Renewable Energy Databases, Harwell, United Kingdom. Online at: <http://www.vt.tuwien.ac.at/biobib/oxford.html>.
- ### 4. 大麦
- Bulman, P. and Smith, D.L. (1993). Accumulation and redistribution of dry matter and nitrogen by spring barley. *Agron. J.* **85**:1114-1121.
- Janzen, H.H., Beauchemin, K.A., Bruinsma, Y., Campbell, C.A., Desjardins, R.L., Ellert, B.H. and Smith, E.G. (2003). The fate of nitrogen in agroecosystems: An illustration using Canadian estimates. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, **67**: 85-102.
- NRCS (2006). Plant nutrient content database. Natural Resources Conservation Service. U. S. Dept. of Agriculture. Online at: <http://www.nrcs.usda.gov/technical/ECS/nutrient/tbb1.html>.
- Reisinger, K., Haslinger, C., Herger, M. and Hofbauer, H. (1996). BIOBIB- a Database for Biofuels, THERMIE-Conference: Renewable Energy Databases, Harwell, United Kingdom. Online at: <http://www.vt.tuwien.ac.at/biobib/oxford.html>.
- ### 5. 燕麦
- Janzen, H.H., Beauchemin, K.A., Bruinsma, Y., Campbell, C.A., Desjardins, R.L., Ellert, B.H. and Smith, E.G. (2003). The fate of nitrogen in agroecosystems: An illustration using Canadian estimates. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, **67**: 85-102.
- NRCS (2006). Plant nutrient content database. Natural Resources Conservation Service. U. S. Dept. of Agriculture. Online at: <http://www.nrcs.usda.gov/technical/ECS/nutrient/tbb1.html>.
- Reisinger, K., Haslinger, C., Herger, M., Hofbauer, H. (1996). BIOBIB- a Database for Biofuels, THERMIE-Conference: Renewable Energy Databases, Harwell, United Kingdom. Online at: <http://www.vt.tuwien.ac.at/biobib/oxford.html>.
- Wych, R.D. and Stuthman, D.D. (1983). Genetic improvement in Minnesota-adapted oat cultivars released since 1923. *Crop Sci.* **23**:879-881.
- ### 6. 小米
- NRCS (2006). Plant nutrient content database. Natural Resources Conservation Service. U. S. Dept. of Agriculture. Online at: <http://www.nrcs.usda.gov/technical/ECS/nutrient/tbb1.html>.
- ### 7. 高粱
- NRCS (2006). Plant nutrient content database. Natural Resources Conservation Service. U. S. Dept. of Agriculture. Online at: <http://www.nrcs.usda.gov/technical/ECS/nutrient/tbb1.html>.
- ### 8. 黑麦
- Janzen, H.H., Beauchemin, K.A., Bruinsma, Y., Campbell, C.A., Desjardins, R.L., Ellert, B.H. and Smith, E.G. (2003). The fate of nitrogen in agroecosystems: An illustration using Canadian estimates. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, **67**: 85-102.
- NRCS (2006). Plant nutrient content database. Natural Resources Conservation Service. U. S. Dept. of Agriculture. Online at: <http://www.nrcs.usda.gov/technical/ECS/nutrient/tbb1.html>.

9. 大豆

NRCS (2006). Plant nutrient content database. Natural Resources Conservation Service. U. S. Dept. of Agriculture. Online at: <http://www.nrcs.usda.gov/technical/ECS/nutrient/tbb1.html>.

10. 干豆

Janzen, H.H., Beauchemin, K.A., Bruinsma, Y., Campbell, C.A., Desjardins, R.L., Ellert, B.H. and Smith, E.G. (2003). The fate of nitrogen in agroecosystems: An illustration using Canadian estimates. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, **67**: 85-102.

11. 土豆

Heard, J. (2004). Nutrient accumulation and partitioning by potatoes in Manitoba. Proc. of 47th Annual Manitoba Society of Soil Science Meeting. Online at: <http://www.gov.mb.ca/agriculture/msss/2004/mss600.pdf>.

Janzen, H.H., Beauchemin, K.A., Bruinsma, Y., Campbell, C.A., Desjardins, R.L., Ellert, B.H. and Smith, E.G. (2003). The fate of nitrogen in agroecosystems: An illustration using Canadian estimates. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, **67**: 85-102.

Thatcher, L.E. and Willard, C.J. (1962). Crop rotation and soil productivity. Ohio Agricultural Experiment Station Res. Bull. 907. Ohio State University.

Zvomuya, F., Rosen, C.J., Russelle, M.P. and Gupta, S.C. (2003). Nitrate leaching and nitrogen recovery following application of polyolefin-coated urea to potato. *Journal of Environmental Quality*, **32**: 480-489.

12. 花生

NRCS (2006). Plant nutrient content database. Natural Resources Conservation Service. U. S. Dept. of Agriculture. Online at: <http://www.nrcs.usda.gov/technical/ECS/nutrient/tbb1.html>.

13. 苜蓿

NRCS (2006). Plant nutrient content database. Natural Resources Conservation Service. U. S. Dept. of Agriculture. Online at: <http://www.nrcs.usda.gov/technical/ECS/nutrient/tbb1.html>.

Schmidt, W.H., Myers, D.K. and Van Keuren, R.W. (2001). Values of legumes for plowdown nitrogen. Extension Fact Sheet AGF-111-01. Ohio State University Extension. Online at: <http://ohioline.osu.edu/agf-fact/0111.html>.

Walley, F.L., Tomm, G.O., Matus, A., Slinkard, A.E. and van Kessel, C. (1996). Allocation and cycling of nitrogen in an alfalfa-bromegrass sward. *Agronomy Journal*, **88**: 834-843.

14. 非豆类干草

NRCS (2006). Plant nutrient content database. Natural Resources Conservation Service. U. S. Dept. of Agriculture. Online at: <http://www.nrcs.usda.gov/technical/ECS/nutrient/tbb1.html>.

IV. 地下部残余物与地上部生物量的比例

1. 玉米

Bray, J.R. (1963). Root production and the estimation of net productivity. *Can. J. Bot.* **41**:65-72.

Bolinder, M.A., Angers, D.A., Giroux, M. and Laverdiere, M.R. (1999). Estimating C inputs retained as soil organic matter from corn (*Zea Mays* L.). *Plant and Soil* **215**:85-91.

Buyanovsky, G.A. and Wagner, G.H. (1986). Post-harvest residue input to cropland. *Plant and Soil* **93**:57-65.

Eghball, B. and Maranville, J.W. (1993). Root development and nitrogen influx of corn genotypes grown under combined drought and nitrogen stresses. *Agron. J.* **85**:147-152.

Follett, R.F., Allmaras, R.R. and Reichman, G.A. (1974). Distribution of corn roots in sandy soil with a declining water table. *Agron. J.* **66**:288-292.

Huggins, D.R., and Fuchs, D.J. (1997). Long-term N management effects on corn yield and soil C of an aquatic haplustoll in Minnesota. In *Soil Organic Matter In Temperate Agroecosystems*. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott, and V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.

Liang, B.C., Wang, X.L. and Ma, B.L. (2002). Maize root-induced change to soil organic pool. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **66**:845-847.

Qian, J.H., Doran, J.W. and Walters, D.T. (1997). Maize plant contributions to root zone available carbon and microbial transformations of nitrogen. *Soil Biol. Biochem.* **29**:1451-1462.

Shank, D.B. (1943). Top-root ratios of inbred and hybrid maize. *J. Am. Soc. Agron.*, pp. 976-986.

- Tran, T.S. and Giroux, M. (1998). Fate of 15N-labelled fertilizer applied to corn grown on different soil types. *Canadian Journal of Soil Science*, **78**: 597-605.
- Triplett, G.B. Jr. and Mannering, J.V. (1978). Crop residue management in crop rotation and multiple cropping systems. Chapter 11 in *Crop Residue Management Systems*. *Am. Soc. Agron. Spec. Pub.* No. 31.
- Yiridoe, E.K., Voroney, R.P. and Weersink, A. (1997). Impact of alternative farm management practices on nitrogen pollution of groundwater: Evaluation and application of CENTURY Model. *J. Environ. Qual.* **26**:1255-1263.

2. 小麦

- Barracough, P.B. (1984). The growth and activity of winter wheat roots in the field: root growth of high yielding crops in relation to shoot growth. *J. Agric. Sci., Camb.* **103**:439-442.
- Barracough, P.B. and Leigh, R.A. (1984). The growth and activity of winter wheat roots in the field: the effect of sowing date and soil type on root growth of high yielding crops. *J. Agric. Sci., Camb.* **103**:59-74.
- Bolinder, M.A., Angers, D.A. and Dubuc, J.P. (1997). Estimating shoot to root ratios and annual carbon inputs in soils for cereal crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **63**:61-67.
- Bray, J.R. (1963). Root production and the estimation of net productivity. *Can. J. Bot.* **41**:65-72.
- Buyanovsky, G.A. and Wagner, G.H. (1986). Post-harvest residue input to cropland. *Plant and Soil* **93**:57-65.
- Campbell, C.A. and de Jong, R. (2001). Root-to-straw ratios – influence of moisture and rate of N fertilizer. *Can. J. Soil Sci.*, **81**: 39-43.
- Campbell, C.A. and Zentner, R.P. (1997). Crop production and soil organic matter in long-term crop rotations in the semi-arid Northern Great Plains of Canada. In: *Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems*. E.A. Paul, K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole (eds.). CRC Press, Inc.
- Gregory, P.J., McGowan, M., Biscoe, P.V. and Hunter, B. (1978). Water relations of winter wheat. 1. Growth of the root system. *J. Agric. Sci., Camb.* **91**:91-102.
- Pederson, G.A., Brink, G.E. and Fairbrother, T.E. (2002). Nutrient uptake in plant parts of sixteen forages fertilized with poultry litter: Nitrogen, phosphorous, potassium, copper, and zinc. *Agron. J.* **94**:895-904.
- Siddique, K.H.M., Belford, R.K. and Tennant, D. (1990). Root:shoot ratios of old and modern, tall and semi-dwarf wheats in a mediterranean environment. *Plant and Soil* **121**:89-98.
- Slobodian, N., Van Rees, K. and Pennock, D. (2002). Cultivation-induced effects on below-ground biomass and organic carbon. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **66**:924-930.
- Triplett Jr., G.B. and Mannering, J.V. (1978). Crop residue management in crop rotation and multiple cropping systems. Chapter 11 in *Crop Residue Management Systems*. *Am. Soc. Agron. Spec. Pub.* No. 31.
- Weir, A.H. and Barracough, P.B. (1986). The effect of drought on the root growth of winter wheat and on its uptake from deep loam. *Soil Use And Management* **2**:91-96.

3. 稻子

- Cassman, K. G. (personal communication 2002) Agron. Dept, U. NE.
- Khokhar, M.F.K. and Pandey, H.N. (1976). Biomass, productivity and growth analysis of two varieties of paddy. *Trop. Ecol.* **17**:125-131.
- Shinano, T., Osaka, M., Yamada, S. and Tadano, T. (1994). Comparison of root growth and nitrogen absorbing ability between Gramineae and Leguminosae during the vegetative stage. *Soil Sci. Plant Nutr.* **40**:485-495.
- Turner, F.T. and McCauley, G.N. (1983). Rice. In: *Crop – Water Relations*. I.D. Teare and M.M. Peet (eds.). John Wiley and Sons, New York, pp 308-350.

4. 大麦

- Bolinder, M.A., Angers, D.A. and Dubuc, J.P. (1997). Estimating shoot to root ratios and annual carbon inputs in soils for cereal crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **63**:61-67.
- Bray, J.R. (1963). Root production and the estimation of net productivity. *Can. J. Bot.* **41**:65-72.
- Gregory, P.J. and Atwell, B.J. (1991). The fate of carbon in pulse-labeled crops of barley and wheat. *Plant and Soil* **136**:205-213.
- Gregory, P.J., Palta, J.A. and Batts, G.R. (1997). Root systems and root:mass ratio – carbon allocation under current and projected atmospheric conditions in arable crops.

Hansson, A., Andren, O., Bostrom, U., Clarholm, M., Lagerlof, J., Lindberg, T., Paustian, K., Pettersson, R. and Sohlenius, B. (1989). Chapter 4. Structure of the agroecosystem. In: Andren O., Lindberg T., Paustian K., and Rosswall T. (eds.). Ecology of arable land – organisms, carbon and nitrogen cycling. *Ecol. Bull.* (Copenhagen) **40**:41-83.

Heen, A. (1981). Root growth, transpiration and leaf-firing during water stress in barley: Breeding implications for drought resistance. In: Barley Genetics IV. Proceedings of the Fourth International Barley Genetics Symposium. Edinburgh Univ. Press.

Shank, D.B. (1943). Top-root ratios of inbred and hybrid maize. *J. Am. Soc. Agron.*, pp. 976-986.

Siddique, K.H.M., Belford, R.K. and Tennant, D. (1990). Root:shoot ratios of old and modern, tall and semi-dwarf wheats in a mediterranean environment. *Plant and Soil* **121**:89-98.

Watson, D.J., Thorne, G.N. and French, S.A.W. (1958). Physiological causes of differences in grain yield between varieties of barley. *Annals of Botany* **87**:321-352.

Xu, J.G. and Juma, N.G. (1992). Above- and below-ground net primary production of four barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars in western Canada. *Can. J. Plant Sci.* **72**:1131-1140.

5. 燕麦

Bolinder, M.A., Angers, D.A. and Dubuc, J.P. (1997). Estimating shoot to root ratios and annual carbon inputs in soils for cereal crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **63**:61-67.

Pederson, G.A., Brink, G.E. and Fairbrother, T.E. (2002). Nutrient uptake in plant parts of sixteen forages fertilized with poultry litter: Nitrogen, phosphorous, potassium, copper, and zinc. *Agron. J.* **94**:895-904.

6. 小米

No data on millet available at this time.

7. 高粱

目前没有关于高粱的数据。

8. 黑麦

No data on rye available at this time.

9. 大豆

Allmaras, R.R., Nelson, W.W. and Voorhees, W.B. (1975). Soybean and corn rooting in Southwestern Minnesota: II. Root distributions and related water flow. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **39**:771-777.

Buyanovsky, G.A. and Wagner, G.H. (1986). Post-harvest residue input to cropland. *Plant and Soil* **93**:57-65.

Heatherly, L.G. (1980). Effect of upper-profile soil water potential on soybean root and shoot relationships. *Field Crops Research*, **3**:165-171.

Mayaki, W.C., Teare, I.D. and Stone, L.R. (1976). Top and root growth of irrigated and nonirrigated soybeans. *Crop Sci.* **16**:92-94.

Shinano, T., Osaki, M., Yamada, S. and Tadano, T. (1994). Comparison of root growth and nitrogen absorbing ability between Gramineae and Leguminosae during the vegetative stage. *Soil Sci. Plant Nutr.* **40**:485-495.

Taylor, H.M., Mason, W.K., Bennie, A.T.P. and House, H.R. (1982). Responses of soybeans to two row spacings and two soil water levels. I. An analysis of biomass accumulation, canopy development, solar radiation interception and components of seed yield. *Field Crops Research*, **5**: 1-14.

10. 干豆

目前没有关于干豆的数据。

11. 土豆

Vangessel, M.J. and Renner, K.A. (1990). Redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) interference in potatoes (*Solanum tuberosum*). *Weed Science* **38**:338-343.

12. 花生

No data on peanuts available at this time.

13. 苜蓿

Paustian, K., Andren, O., Clarholm, M., Hansson, A.C., Johansson, G., Lagerlof, J., Lindberg, T., Pettersson, R. and Sohlenius, B. (1990). Carbon and nitrogen budgets of four agro-ecosystems with annual and perennial crops, with and without fertilization. *J. Appl. Ecol.* **27**:60-84.

14. 非豆类干草

Paustian, K., Andren, O., Clarholm, M., Hansson, A.C., Johansson, G., Lagerlof, J., Lindberg, T., Pettersson, R. and Sohlenius, B. (1990). Carbon and nitrogen budgets of four agro-ecosystems with annual and perennial crops, with and without fertilization. *J. Appl. Ecol.* **27**:60-84.

V. 地下部残余物中的氮含量

1. 玉米

Sanchez, J.E., Paul, E.A., Willson, T.C., Smeenk, J. and Harwood, R.R. (2002). Corn root effects on the nitrogen-supplying capacity of a conditioned soil. *Agron. J.* **94**:391-396.

Subedi, K.D. and Ma, B.L. (2005). Nitrogen uptake and partitioning in stay-green and leafy-maize hybrids. *Crop Sci.* **45**:740-747.

Tran, T.S. and Giroux, M. (1998). Fate of 15N-labelled fertilizer applied to corn grown on different soil types. *Canadian Journal of Soil Science*, **78**: 597-605.

2. 小麦

Campbell, C.A., Cameron, D.R., Nicholaichuk, W. and Davidson, H.R. (1977). Effects of fertilizer N and soil moisture on growth, N content, and moisture use by spring wheat. *Can. J. Soil Sci.* **57**:289-310.

Pederson, G.A., Brink, G.E. and Fairbrother, T.E. (2002). Nutrient uptake in plant parts of sixteen forages fertilized with poultry litter: Nitrogen, phosphorous, potassium, copper, and zinc. *Agron. J.* **94**:895-904.

3. 水稻

目前没有关于水稻的数据。

4. 大麦

Dev, G. and Rennie, D.A. (1979). Isotope studies on the comparative efficiency of nitrogenous sources. *Aust. J. Soil Res.* **17**: 155-162.

Haugen-Kozyra, K., Juma, N.G. and Nyborg, M. (1993). Nitrogen partitioning and cycling in barley-soil systems under conventional and zero tillage in central Alberta. *Canadian Journal of Soil Science* **73**: 183-196.

5. 燕麦

Pederson, G.A., Brink, G.E. and Fairbrother, T.E. (2002). Nutrient uptake in plant parts of sixteen forages fertilized with poultry litter: Nitrogen, phosphorous, potassium, copper, and zinc. *Agron. J.* **94**:895-904.

6. 小米

目前没有关于小米的数据。

7. 高粱

Cueto-Wong, J.A., Guldan, S.J., Lindemann, W.C. and Remmenga, M.D. (2001). Nitrogen recovery from 15N-labeled green manures: I. Recovery by forage sorghum and soil one season after green manure incorporation. *Journal of Sustainable Agriculture*, **17**:27-42.

8. 黑麦

Pederson, G.A., Brink, G.E. and Fairbrother, T.E. (2002). Nutrient uptake in plant parts of sixteen forages fertilized with poultry litter: Nitrogen, phosphorous, potassium, copper, and zinc. *Agron. J.* **94**:895-904.

9. 大豆

Thatcher, L.E. (1925). The soybean in Ohio. Ohio Agricultural Experiment Station. Bull. 384.

10. 干豆

Janzen, H.H., Beauchemin, K.A., Bruinsma, Y., Campbell, C.A., Desjardins, R.L., Ellert, B.H. and Smith, E.G. (2003). The fate of nitrogen in agroecosystems: An illustration using Canadian estimates. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, **67**: 85-102.

11. 土豆

Lander, C.H., Moffitt, D. and Alt, K. (1998). Nutrients available from livestock manure relative to crop growth requirements. Resource Assessment and Strategic Planning Working paper 98-1. USDA Natural Resource Conservation Service. <http://www.nhq.nrcs.usda.gov/land/pubs/nlweb.html>

Zvomuya, F., Rosen, C.J., Russelle, M.P. and Gupta, S.C. (2003). Nitrate leaching and nitrogen recovery following application of polyolefin-coated urea to potato. *Journal of Environmental Quality*, **32**: 480-489.

12. 花生

目前没有关于花生的数据。

13. 苜蓿

- Baron, V., Young, D.Y. and Ullmann, C. (2001). Can pasture slow down global warming? Western Forage/Beef Group, 5: 3-6. Online at: [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/newslett.nsf/all/wfbg38](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/newslett.nsf/all/wfbg38).
- Bowren, K.E., Cooke, D.A. and Downey, R.K. (1969). Yield of dry matter and nitrogen from tops and roots of sweetclover, alfalfa, and red clover at five stages of growth. *Canadian Journal of Plant Science*, **49**: 61-69.
- Pederson, G.A., Brink, G.E. and Fairbrother, T.E. (2002). Nutrient uptake in plant parts of sixteen forages fertilized with poultry litter: Nitrogen, phosphorous, potassium, copper, and zinc. *Agron. J.* **94**:895-904.
- Schmidt, W.H., Myers, D.K. and Van Keuren, R.W. (2001). Values of legumes for plowdown nitrogen. Extension Fact Sheet AGF-111-01. Ohio State University Extension. Online at: <http://ohioline.osu.edu/agf-fact/0111.html>.
- Walley, F.L., Tomm, G.O., Matus, A., Slinkard, A.E. and van Kessel, C. (1996). Allocation and cycling of nitrogen in an alfalfa-bromegrass sward. *Agronomy Journal*, **88**: 834-843.

14. 非豆类干草

- Campbell, C.A., Biederbeck, V.O., Zentner, R.P. and Lafond, G.P. (1991). Effect of crop rotations and cultural practices on soil organic matter, microbial biomass and respiration in a thin Black Chernozemic soil. *Canadian Journal of Soil Science*, **71**: 363-376.
- Christian, J.M. and Wilson, S.D. (1999). Long-term ecosystem impacts of an introduced grass in the Northern Great Plains. *Ecology*, **80**: 2397-2407.
- Pederson, G.A., Brink, G.E. and Fairbrother, T.E. (2002). Nutrient uptake in plant parts of sixteen forages fertilized with poultry litter: Nitrogen, phosphorous, potassium, copper, and zinc. *Agron. J.* **94**:895-904.
- Schmidt, W.H., Myers, D.K. and Van Keuren, R.W. (2001). Values of legumes for plowdown nitrogen. Extension Fact Sheet AGF-111-01. Ohio State University Extension. Online at: <http://ohioline.osu.edu/agf-fact/0111.html>.
- Walley, F.L., Tomm, G.O., Matus, A., Slinkard, A.E. and van Kessel, C. (1996). Allocation and cycling of nitrogen in an alfalfa-bromegrass sward. *Agronomy Journal*, **88**: 834-843.

参考文献

- Aitkenhead-Peterson, J.A., Alexander, J.E. and Clair, T.A. (2005). Dissolved organic carbon and dissolved organic nitrogen export from forested watersheds in Nova Scotia: Identifying controlling factors. *Global Biogeochemical Cycles*, **19**, GB4016, doi:10.1029/2004GB002438.
- Akiyama, H., Yagi, K. and Yan, X. (2005). Direct N₂O emission from rice paddy fields: Summary of available data. *Glob. Biogeochem. Cycles*, **19**(1), art. no. GB1005.
- Alm, J., Saarnio, S., Nykanen, H., Silvola, J. and Martikainen, P.J. (1999). Winter CO₂, CH₄ and N₂O fluxes on some natural and drained boreal peatlands. *Biogeochem.* **44**, 163-186.
- Bouwman, A.F. (1996). Direct emissions of nitrous oxide from agricultural soils. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, **46**, 53-70.
- Bouwman, A.F., Boumans, L.J.M. and Batjes, N.H. (2002a). Emissions of N₂O and NO from fertilised fields: Summary of available measurement data. *Glob. Biogeochem. Cycles*, **16**(4), art. no. 1058.
- Bouwman, A.F., Boumans, L.J.M. and Batjes, N.H. (2002b). Modeling global annual N₂O and NO emissions from fertilised fields. *Glob. Biogeochem. Cycles*, **16**(4), art. no. 1080.
- Brumme, R., Borken, W. and Finke, S. (1999). Hierarchical control on nitrous oxide emission in forest ecosystems. *Global Biochem. Cycles* **13**, 1137-1148.
- Butterbach-Bahl, K., Gasche, R., Breuer, L. And Papen, H. (1997). Fluxes of NO and N₂O from temperate forest soils: impact of forest type, N deposition and of liming on the NO and N₂O emissions. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* **48**, 79-90.
- Clough, T., Bertram, J.E., Sherlock, R.R., Leonard, R.L. and Nowicki, B.L. (2006). Comparison of measured and EF5-r-derived N₂O fluxes from a spring-fed river. *Glob. Change Biol.* **12**, 477-488.
- Corre, M.D., Pennock, D.J., van Kessel, C., and Elliott, D.K. (1999). Estimation of annual nitrous oxide emissions from a transitional grassland-forest region in Saskatchewan, Canada. *Biogeochem.* **44**, 29-49.
- Davies, M.G., Smith, K.A. and Vinten, A.J.A. (2001). The mineralisation and fate of N following ploughing of grass and grass-clover swards. *Biol. Fertil. Soils*, **33**, 423-434.
- de Klein, C.A.M. (2004). Review of the N₂O emission factor for excreta deposited by grazing animals (EF_{3PRP}). Paper prepared as part of the 2006 Revised Guidelines for Greenhouse Gas Inventories of IPCC.
- Denier van der Gon, H. and Bleeker, A. (2005). Indirect N₂O emission due to atmospheric N deposition for the Netherlands. *Atmos. Environ.* **39**, 5827-5838.
- Dong, L.F., Nedwell, D.B., Colbeck, I. and Finch, J. (2004). Nitrous oxide emission from some English and Welsh rivers and estuaries. *Water Air Soil Pollution: Focus* **4**, 127-134.
- FAO (1998). World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Reports 84. FAO, Rome. 88pp. (ISBN 92-5-104141-5).
- Garten, C.T., Cooper, L.W., Post, W.M. and Hanson, P.J. (2000). Climate controls on forest soil C isotope ratios in the southern Appalachian mountains. *Ecology*, **81**, 1108-1119.
- Hiscock, K.M., Bateman, A.S., Fukada, T. and Dennis, P.F. (2002). The concentration and distribution of groundwater N₂O in the Chalk aquifer of eastern England. In: Van Ham, J., Baede, A.P.M., Guicherit, R. and Williams-Jacobse, J.G.F.M. (eds.), Proc. 3rd Internat. Symp. Non-CO₂ Greenhouse Gases, Maastricht, The Netherlands, 185-190.
- Hiscock, K.M., Bateman, A.S., Muhlerr, I.H., Fukada, T. and Dennis, P.F. (2003). Indirect emissions of nitrous oxide from regional aquifers in the United Kingdom. *Environ. Sci. Technol.* **37**, 3507-3512.
- IPCC (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories. Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Tréanton K., Mamaty I., Bonduki Y., Griggs D.J. Callander B.A. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
- IPCC (2000). Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., Tanabe K. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan.
- IPCC (2003). Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Penman J., Gytarsky M., Hiraishi T., Krug, T., Kruger D., Pipatti R., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K., Wagner F. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/IGES, Hayama, Japan.

- John, B., Yamashita, T., Ludwig, B. and Flessa, H. (2005). Storage of organic carbon in aggregate and density fractions of silty soils under different types of land use. *Geoderma*, **128**, 63-79.
- Klemedtsson, L., Kasimir Klemedtsson, A., Escala, M. and Kulmala, A. (1999). Inventory of N₂O emission from farmed European peatlands. In: Freibauer, A. and Kaltschmitt, M. (eds.), *Approaches to Greenhouse Gas Inventories of Biogenic Sources in Agriculture*, Proc. Workshop at Lökeberg, Sweden, 9-10 July 1998, pp. 79-91.
- Klemedtsson, L., Weslien, P., Arnold, K., Agren, G., Nilsson, M. and Hanell, B. (2002). Greenhouse gas emissions from drained forests in Sweden. In: Olsson M. (ed.) *Land-use strategies for reckoning net greenhouse gas emissions*. Mistra Programme: Progress report 1999 – 2002. Swedish Univ. Agric. Sciences, Uppsala: pp. 44-67.
- Lobe, I., Amelung, W. and Du Preez, C.C. (2001). Losses of carbon and nitrogen with prolonged arable cropping from sandy soils of the South African Highveld. *European Journal of Soil Science*, **52**, 93-101.
- Laine, J., Silvola, J., Tolonen, K., Alm, J., Nykanen, H., Vasander, H., Sallantausta, T., Savolainen, I., Sinisalo, J., and Martikainen, P.J. (1996). Effect of water-level drawdown on global climatic warming – northern peatlands. *Ambio* **25**, 179-184.
- Martikainen, P.J., Nykanen, H., Alm, J., and Silvola, J. (1995). Change in fluxes of carbon dioxide, methane and nitrous oxide due to forest drainage of mire sites of different trophy. *Plant Soil* **169**, 571-577.
- Minkkinen, K., Korhonen, K., Savolainen, I. and Laine, J. (2002). Carbon balance and radiative forcing of Finnish peatlands 1900-2100: the impact of forestry drainage. *Glob. Change Biol.* **8**, 785-799.
- Novoa, R. and Tejada, H.R. (2006) Evaluation of the N₂O emissions from N in plant residues as affected by environmental and management factors. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* (in press).
- Reay, D.S., Smith, K.A. and Edwards A.C. (2004). Nitrous oxide in agricultural drainage waters following field fertilisation. *Water Air Soil Pollution: Focus*, **4**, 437-451.
- Reay, D., Smith, K.A., Edwards, A.C., Hiscock, K.M., Dong, L.F. and Nedwell, D. (2005). Indirect nitrous oxide emissions: revised emission factors. *Environ. Sciences*, **2**, 153-158.
- Regina, K., Nykänen, H., Silvola, J. and Martikainen, P.J. (1996). Nitrous oxide production in boreal peatlands of different hydrology and nutrient status. In: *Northern peatlands in global climatic change*. Proc. Internat. Workshop, Academy of Finland, Hyytiälä: pp. 158-166.
- Robertson, G.P. and Grace, P.R. (2004). Greenhouse gas fluxes in tropical and temperate agriculture: the need for a full-cost accounting of global warming potentials. *Environ. Develop. Sustain.* **6**, 51-63.
- Rochette, P. and Janzen, H.H. (2005). Towards a revised coefficient for estimating N₂O emissions from legumes. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, **73**, 171-179.
- Snowdon, P., Ryan, P. and Raison, J. (2005). Review of C:N ratios in vegetation, litter and soil under Australian native forests and plantations. *National Carbon Accounting System Technical Report No. 45*, Australian Greenhouse Office, Canberra.
- Sawamoto, T., Nakajima, Y., Kasuya, M., Tsuruta, H. and Yagi, K. (2005). Evaluation of emission factors for indirect N₂O emission due to nitrogen leaching in agro-ecosystems. *Geophys. Res. Lett.* **32**(3), doi:10.1029/2004GL021625.
- Smith, K.A. and Conen, F. (2004). Impacts of land management on fluxes of trace greenhouse gases. *Soil Use Manage.*, **20**, 255-263.
- Stehfest, E. and Bouwman, L. (2006). N₂O and NO emission from agricultural fields and soils under natural vegetation: summarizing available measurement data and modeling of global annual emissions. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* **74**, 207-228.
- van der Weerden, T.J., Sherlock, R.R., Williams, P.H. and Cameron, K.C. (1999). Nitrous oxide emissions and methane oxidation by soil following cultivation of two different leguminous pastures. *Biol. Fertil. Soils*, **30**, 52-60.
- West, T.O. and McBride, A.C. (2005). The contribution of agricultural lime to carbon dioxide emission in the United States: dissolution, transport, and net emissions. *Agric. Ecosyst. Environ.* **108**, 145-154.