

## 第 3 章

---

### 土地的一致表述

## 作者

Kathryn Bickel（美国）和 Gary Richards（澳大利亚）

Michael Köhl（德国）和 Ricardo Leonardo Vianna Rodrigues（巴西）

## 参加作者

Goran Stahl（瑞典）

## 目录

3 土地的一致表述.....	3.5
3.1   导言.....	3.5
3.2   土地利用类别.....	3.5
3.3   表述土地利用面积 .....	3.8
3.3.1   三种方法 .....	3.10
方法 1：  土地利用总面积，无土地利用间转化的数据.....	3.10
方法 2：  土地利用总面积，包括类别间的变化.....	3.12
方法 3：  空间明晰的土地利用转化数据 .....	3.13
3.3.2   数据的使用 .....	3.13
3.3.2.1   土地利用数据的分层 .....	3.16
3.3.2.2   为估算排放量和清除量编制面积数据.....	3.18
3.4   为了估算温室气体排放和清除将土地面积与因子匹配.....	3.18
3.5   与各方法相关的不确定性 .....	3.19
附件 3A.1   国际土地覆盖数据集的示例 .....	3.21
附件 3A.2   建立土地利用数据库.....	3.25
附件 3A.3   抽样 .....	3.30
附件 3A.4   建立方法 3 数据集的可能方法概论.....	3.35
附件 3A.5   缺省气候和土地分类.....	3.37
参考文献.....	3.42

## 图

图 3.1	编制土地利用面积数据的决策树.....	3.17
图 3A.3.1	抽样原理 .....	3.30
图 3A.3.2	简单的随机地块布局（左）和系统布局（右） .....	3.32
图 3A.3.3	利用不同的永久和临时抽样单位的配置来估计变化.....	3.32
图 3A.4.1	方法 3 概论：对全面空间覆盖的土地利用的直接和反复评估 .....	3.35
图 3A.5.1	划定主要气候带，更新自《1996 年 IPCC 指南》 .....	3.38
图 3A.5.2	缺省气候带的分类方案分类基于海拔高度、年平均温度（MAT）、年平均降水量（MAP）、年平均降水量与可能蒸发量的比例（MAP:PET）和霜冻发生量.....	3.39
图 3A.5.3	基于美国农业部分类学的矿质土壤分类方案.....	3.40
图 3A.5.4	基于世界土壤资源参比基础（WRB）分类的矿质土壤类型的分类方案 .....	3.41

## 表

表 3.1	用于方法 1 排放估算方法含支持数据的分层样例 .....	3.8
表 3.2	方法 1 示例完整覆盖全国的现有土地利用数据 .....	3.11
表 3.3	方法 1 数据层分说明性示例 .....	3.12
表 3.4	方法 2 汇总所有土地利用转化的说明性示例 包括国家定义的层次 .....	3.14
表 3.5	类别分层的土地利用转化矩阵中方法 2 数据的说明性示例 .....	3.15
表 3.6	方法 2 示例简化的的土地利用转化矩阵 .....	3.15
表 3.7	方法 1-3 下的不确定性总结.....	3.20
表 3A.1.1	国际土地覆盖数据集的示例 .....	3.21
表 3A.3.1	根据比例估算面积的示例 .....	3.33

## 3 土地的一致表述

### 3.1 引言

与农业、林业和其他土地利用（AFOLU）活动相关联的碳库及温室气体排放量和清除量的估算，需要分类、面积数据和抽样方面的信息，这些信息要代表多种土地利用类别。本章对使用代表土地利用类别和土地利用类别间转化的不同类型数据提供了指导，以使它们尽可能以适当和一致的方式应用在清单计算中。

各国使用多种方法获得数据，包括年度普查、定期调查和遥感技术。每种数据收集方法都将产生不同类型的信息（例如，地图或表格），有着不同的报告频度及不同的属性。提供使用三种通用方法的指南。

方法 1 确定一个国家内各个土地利用类别的总面积，但不提供有关土地利用间转换性质的详细信息。方法 2 对土地利用类别间的转换予以跟踪。方法 3 允许在空间明晰基础上跟踪土地利用的转化，从而扩展了方法 2 中的可用信息。各国可以长期对不同地区使用混合方法。

这里列出的指南旨在协助各国充分利用已有数据，从实际操作角度上尽可能地减少报告中可能出现的重叠和遗漏。指南允许温室气体清单编制者对不同类型数据的适当使用做出知情决定，但并不旨在规范可以如何收集数据。一般而言，所有的数据应该是：

- 适当的，即能表述土地利用类别和土地利用类别间的转化，是估算碳库变化以及温室气体的排放和清除所需的；
- 一致的，即能长期一致地表述土地利用类别，不受时间序列数据人为间断的过分影响；
- 完整的，这意味着应当包括一国的所有土地，一些面积的增加为另一些面积的减少所平衡，如果需要（并能用数据支持），可识别土地的生物物理层次，以估算和报告温室气体的排放和清除；以及
- 透明的，即应当对数据源、定义、方法论和假设加以明确说明。

土地利用描述遵循的框架：

- 土地利用类别 – 是为土地利用大类（下文描述的六种土地利用类别的一种），报告为利用类别不变的土地（即在整个清单时间序列保持相同的利用）或转化为新利用类别的土地（表述土地利用的一种变化）。
- 亚类 – 是指单独估算和报告的特定情况（如林地内的放牧面积），但在土地利用大类类别中不重复的土地。
- 土地利用类别和亚类可以根据土地利用做法和生物物理特征进一步分层，以创建可以用作排放估算的更加同质的空间单位（参见表 3.1 的示例）。

### 3.2 土地利用类别

下文描述的六种土地利用大类，构成了估算和报告土地利用及土地利用转化中温室气体排放和清除的基础。土地利用可视为表述所有土地利用面积最高一级的类别，在数据已知的情况下，亚类描述对排放估算很重要的一些特定情况。类别涵盖的范围广泛，足以对大多数国家的所有土地面积进行分类，并可容纳国家土地利用分类系统中存在的差异，而且类别可易于分层（例如按气候或生态区域）。类别（及亚类）旨在通过土地利用面积数据的表述方式使用加以确定，随后各节描述了这些方法。

土地利用类别的定义可以纳入土地覆盖类型、基于土地利用或是这两种的结合。从土地覆盖特征推断土地利用需要特别小心，反之亦然。例如，在某些国家，大片面积林地类别可能用来放牧，燃木可能收集于草地类别的分散树木。这些具有不同用途的面积可能很大，足以使国家将它们作为额外亚类单独考虑。国家应该确保土地只列在一种类别或亚类下，以防止土地面积的重复计算

为方便起见，这里类别称为土地利用类别。选择这些特定类别是因为它们：

- 完善的，可作为排放和清除估算的基础；

- 可执行的；以及
- 完整的，一国内所有土地面积均可按这些类别划分，不会有重复。

各国将会使用自己对于这些类别的定义，可能参考或不参考国际上认可的定义，如粮农组织、拉姆萨尔公约<sup>1</sup>等确定的定义。对于管理和未管理土地的土地利用类别，仅提供宽泛而非规定的定义。国家对国内土地面积定义的描述和应用应当长期保持一致。

国家应当说明用于确定管理和未管理土地面积的方法和定义。管理土地是指应用人类干预和做法实现生产、生态或社会功能的土地。所有的土地定义和分类应当具体到国家一级，以透明的方式描述，并且长期一致使用。对于未管理土地不需要报告温室气体排放/清除。然而，*优良作法*是各国可长期量化并跟踪未管理土地的面积，以便在土地利用改变发生时可以保持面积计算的一致性。

对于国家土地利用的解决方案，绘图可能比土地利用类别定义的描述更粗略（例如，如果一国采用的森林定义包括的最小面积，以1公顷为例，那么现有土地利用制图的最小单位大小为5公顷），一种土地利用类别的面积报告在另一类别下可能会变小（未确定）。若这些小面积保留在相同类别中，可以报告在绘制成图的土地利用项下。如果它们转化为另一土地利用类别（例如，在原先绘为农田的区域中，确认小面积的林地已转化为其他用途），并得到确认（例如，通过活动应用许可），那么它们应当报告在适当的土地利用转化下（例如，林地转化为另一特定土地利用），并从原来（之前分错了类别）的土地利用（保留）面积中减去。

用于温室气体清单报告的土地利用类别是：

#### **(1) 林地**

这一类别包括带有符合用于定义国家温室气体清单林地阈值的木本植被的所有土地。它还包括这样的系统，其植被结构当前在减少，但在原地有可能达到国家定义林地类别的阈值。

#### **(2) 农田**

这一类别包括农业用地，含稻田和植被结构低于林地类阈值的农林系统。

#### **(3) 草地**

这一类别包括不被视为农田的牧场和牧草地。它还包括阈值低于林地类阈值的木本植被和其他无草植被系统，诸如草本和灌木。此类别还包括所有由荒地改造成用于消遣的草地以及符合国家定义的农业和森林牧场系统。

#### **(4) 湿地**

这一类别包括泥炭采掘地区和全年或部分时间被水覆盖或充满水的土地（如泥炭地），但不属于林地、农田、草地或聚居地类别。它包括作为管理子类的水库和作为未管理子类的天然河流和湖泊。

#### **(5) 聚居地**

这一类别包括所有已开发的土地，包括交通基础设施和任何规模的人类聚居地，除非它们已经列入其他类别。这应当与国家定义一致。

#### **(6) 其他土地**

这一类别包括裸土、岩石、冰川和不属于其他五个类别任意一种的所有土地面积。在可以获得数据时，它允许经过确定的土地总面积与国家面积相一致。如果能够获得数据，鼓励国家按上文所述的土地利用类别对未管理土地进行分类（如分为未管理林地、未管理草地和未管理湿地）。这将提高透明性和加强追踪土地利用从特定未管理土地类别转化为上述类别的能力。

<sup>1</sup> 指拉姆萨尔湿地公约。1971年在伊朗拉姆萨尔签定的《湿地公约》是一个政府间的条约，为保护和合理利用湿地及其资源提供国家行动和国际合作框架。

## 土地利用转化

指南的充分应用需要对发生在数据收集时间间隔里土地利用的转化进行估算，特别是当不同碳库估算以及不同排放和清除因子与转移前后的土地相关时。适用的土地利用和土地利用转化如下所示：

FF	=	仍为林地的林地	LF	=	转化为林地的土地
GG	=	仍为草地的草地	LG	=	转化为草地的土地
CC	=	仍为农田的农田	LC	=	转化为农田的土地
WW	=	仍为湿地的湿地	LW	=	转化为湿地的土地
SS	=	仍为聚居地的聚居地	LS	=	转化为聚居地的土地
OO	=	仍为其他土地的其他土地	LO	=	转化为其他土地的土地

如果能获得关于原始土地转化为某个类别的详细数据（这将取决于一国已知表述土地利用面积的方法），各国便能细述土地利用的转化。例如，转化为农田的土地（LC）能被进一步分为转化为农田的林地（FC）和转化为农田的草地（GC）。当这两种土地面积结束于农田类别时，只要有可能，就应该表述和报告因原始土地不同而引起的其在温室气体排放和清除方面的不同。当应用这些土地利用类别转化时，国家应当将土地只列在一种（最终土地利用）类别下，以防重复计算。因此报告的类别是最终利用类别，而非土地利用转化前的原始类别。

如果一个国家的国内土地利用分类系统与上述（1）至（6）项类别不一致，那么应该将土地利用分类组合或分解，以便表述本文中所介绍的方法。国家应该报告重新分配所采用的程序。对于清单中使用的所有类别和定义中使用的任何阈值或参数值的国家的定义应当具体说明。如果国家土地分类系统正被修改或首次制定，应当寻求与上述土地利用（1）至（6）项的兼容性。

以上所列出的土地利用大类类别可以按气候或生态区域、土壤和植被类型等作进一步的必要分层（如 3.32 节所描述），以与本卷第 2 章和第 4 到 9 章所描述的评定碳库变化和温室气体排放及清除的方法中所用的土地面积相一致。附录 3A.5 中提供了缺省气候和土壤分类方案，表 3.1 总结了用于方法 1 排放和清除估算的分层示例。特定分层系统因土地利用和碳汇而不同，并用在本卷稍后的估算方法中。本章 3.3.2 节提供了土地利用面积分层的指南，以符合估算排放量和清除量的数据需求。

**表 3.1**  
**用于方法 1 排放估算方法含支持数据的分层样例**

因子	层
气候 (参见附录 3A.5)	北半球温度带 冷温带, 干 冷温带, 湿 暖温带, 干 暖温带, 湿润 热带, 干 热带, 湿润 热带, 湿
土壤 (参见附录 3A.5)	高活性粘土 低活性粘土 沙质 灰化 火山 湿地 有机
生物量 (生态区域) (参见第 4 章“林地”, 图 4.1)	热带雨林 热带湿润落叶林 热带干旱林 热带灌丛 热带沙漠 热带山系 亚热带潮湿林 亚热带干旱林 亚热带草原 亚热带沙漠 亚热带山系 温带海洋林 温带大陆林 温带草原 温带沙漠 温带山系 北温带针叶林 北温带苔原林地 北温带山系 极地
管理做法 (应用于任一土地面积的管理做法可能不止一种)	密集型耕作/减少耕作/未耕作 长期耕作 多年生树种 石灰施用 高/低/中投入种植系统 已改良草地 未改良草地

### 3.3 表述土地利用面积

本节使用上节中定义类别, 描述了可用于表述土地利用面积的三种方法。为增加信息内容, 这些方法介绍如下。方法 1 确定一个国家内各单个土地利用类别面积的总变化, 但不提供有关土地利用间转化性质和面积的信息。方法 2 对各类别间土地利用转化予以跟踪 (但不是空间明晰的)。方法 3 可在空间明晰基础上跟踪土地利用的转化, 是方法 2 的扩展。

这些方法不是作为等级分层提出的, 而且并不意味着准确性的提升或下降, 但却反映了收集方法和属性, 从而反映使用这些数据的适当方式。准确性受方法应用质量的影响远大于受方法本身的影响。各

方法并不相互排斥，一国选择的混合方法应该反映排放估算需要和具体国情。在一个国家，所有的面积和土地利用类别可能统一应用一种方法，或者对不同的地区或类别、不同的时间间隔应用不同的方法。在所有情况下，国家应当一致地，并尽可能透明地，描绘和说明一国所有相关土地面积的特征。

所有数据都应当反映土地利用面积的历史趋势，这是本卷第 2 章和第 4 - 9 章描述的清单方法所必需的。所需历史数据的开始时间是基于死的有机物质和土壤碳库在土地利用转化后达到平衡所需的时间量（推荐用 20 年作为缺省值，但可以更长，如对于温带和北方系统）。达到平衡的时段过去后，被加入到某个土地利用转化类别的土地需要转为“保持土地利用类别不变的土地”。因此，土地利用转化的时间序列数据还用来确定，每年从“转化成类别的土地”类别变为“保持土地利用类别不变的土地”的土地转换面积。

### 时间序列

清单需要土地利用面积的数据，至少有两个与清查年份相关的时间点。对于方法 1（仅确定每种土地利用类别面积的全国净变化，而不确定类别间转换的面积），历史土地利用仍然可能未知。在这种情况下，国家应当推断之前的土地利用（参见下文 3.3.2.2 节），并假设在土地利用转化之前，土地一直保持为土地利用类别。当土地利用转化为碳含量较高时，这种假设可能会低估清除量，或者在相反的情况下可能低估排放量。

重要的是土地利用类别和转化数据的建立中有一致的时间序列，从而方法改变的人为影响不算作实际的土地利用转化。还应当认真确保管理和未管理土地的面积都被一致地定义并估算。下一小节详细说明了当使用库变化方法估算排放时，如何处理管理土地面积的变化（及碳库随后的变化）。

### 碳库估算中土地面积的一致使用

在国家清单的时间序列中，随着未管理土地转化为管理土地，管理土地的总面积很可能将增加。在这种情况下，当用土地面积估算碳库（当使用库-差异方法估算排放时）时，额外土地编入清单（通过从未管理状态变为管理状态）可能会错误地表现为碳库增加。这可能错误地被推断为从大气中清除，而实际上，它仅是由在清查时间序列时土地面积扩展而引起的增加。为了区分面积变化引起的碳库增加于真实的碳库变化，每当年度清查中管理土地总面积发生变化时，为完整的清单时间序列面积应当重新计算碳库估值。

时间序列中任一时间点的最大土地面积（及相关碳库）应当用作整个清单时间序列里估算排放量和清除量的基础。可以假设未管理土地上的碳库保持恒定（因而，碳库变化可以为零），直到土地被归为管理利用那年为止。因此，重新计算将改变土地进入清单那年的初始碳库估值，但在清查时间序列内将不影响碳库变化的估值，除非相关土地变成被管理的。

### 数据的可获性

对许多国家来说，执行这些清单指南可能需要新的数据收集。附录 3A.3 提供了关于取样技术的一般指南，附录 3A.4 提供了关于空间明晰（方法 3）数据集。当土地利用应用这些清单指南所需的数据在国内不能获取时，土地类别的数据可能衍生自全球数据集（附录 3A.1 提供了样例，但一般只报告土地覆盖的数据，而不含土地利用数据）最好是使用的数据应当能够输入不确定性计算。

当使用土地利用数据时，清单编制者应当：

- 统一现有独立数据库之间以及土地利用类别之间的定义，最大限度的减少空缺和重叠。例如，如果农场的林地被包含在森林和农业两个数据集里，那么就可能出现重叠现象。
- 为了统一数据，林地应该仅计算一次用于温室气体清单，同时考虑国家采用的森林定义。
- 就统一而言，有可能出现重叠的信息应该从负责调查的机构获取。定义的统一并不意味着机构应当放弃对它们有用的定义，而应该在使用的定义间建立关系，目的是消除重复计算和遗漏。应该在整个数据集中这样做，以保持时间序列的一致性。
- 确保所用的土地利用类别能确定所有相关的活动。例如，如果一国需要跟踪诸如林地的管理土地利用类别，则分类系统必须区分管理林地与未管理林地。
- 确保获取数据的方法是：可靠的，经过方法学充分纪录归档，及时的，规模是适当的，其来源是可靠的。
- 确保时段之间类别定义的应用一致。

- 例如，国家应当核查：在树冠覆盖和其他参数方面，森林的定义是否随时间发生变化。如果确定改变了，使用修正后的数据保证整个时间序列重新计算的一致性，并报告所采取的行动。关于重新计算的指南见卷1第5章。
- 拟定土地利用面积和面积转化的不确定性估值，以用于估算碳库变化、温室气体排放量和清除量。
- 确保国家土地面积在整个清单时间序列内保持一致；否则，在使用库变化排放估算方法时，库变化会反映由计算的总土地面积发生变化而引起的不真实的碳增加或减少。
- 已知数据不确定性的程度，评估土地分类数据库中面积之和是否与国家领土总面积一致。如果覆盖是完整的，那么在不超过所定的不确定性范围内，两个时间段之间所有土地面积变化的净和应该为零。在覆盖不完整的情况下，覆盖面积与国家领土面积之间的差异通常应该是稳定的，或者在时间上变化是缓慢的，也不超过数据中预计的不确定性范围。如果平衡项迅速变化，或者（在全面覆盖的情况下）和数是不等的，清单编制者应该进行调查、解释和做出任何必要的修正。对总面积的这些核对，应该考虑所涉及的年度或定期调查或普查中的不确定性。不确定性信息应该从负责调查的机构那里获取。可获得的数据加以说明的面积之和和国家领土面积之间的剩余差异，应该不超过用于面积估算所预计的不确定性。

对于报告的部分活动，如氮肥的施用、石灰施用和采伐的木材产品等，仅能获得国家累计数据。当在国家一级应用排放和清除估算方法时，使用这些没有按土地利用划分的数据是合适的。

### 3.3.1 三种方法

#### 方法 1： 土地利用总面积，无土地利用间转化的数据

方法 1 表示了被定义的空间单位内土地利用的总面积，通常用政治边界定空间单位，如国家、省或自治区。方法 1 数据的另一个特征是，仅能追踪整个过程中土地利用面积的净变化。因此，并不知道空间单位内土地利用的确切位置或格局，此外亦不能弄清土地利用类别中的确切变化。数据集很可能是为诸如林业或农业统计等其它目的所准备的。为了涵盖一国的所有国家土地和地区，经常要将多种数据集组合在一起。在这种情况下，缺少统一数据系统可能会导致重复计算和遗漏，因为有关机构为了建立其数据库可能对具体的土地利用采用不同的定义。下文中就处理这一问题提出了各种方法。

表 3.2 和 3.3 显示了一个假定国家大体的土地利用面积数据（国家土地面积为 1.4 亿公顷），采用了与当地相关的土地分类。表 3.2 是按土地利用大类别编制的。表 3.3 描绘了与细分示例同样的情况，以便使用本卷中所描述的排放估算方法估计各种活动的影响。

每一类别中土地利用转化面积的确定是基于两个时间点上的面积差异，不论土地面积覆盖是部分的还是全面的。在方法 1 下，不可能对类别间的转化（即“保持土地利用类别不变的土地”和“转化为新土地利用类别的土地”）作任何具体说明，除非能获得补充数据（这当然会导致与方法 2 混用）。

土地利用面积数据可能最初来自抽样调查数据、地图或普查（如土地所有者调查等），但是可能并非空间明晰的。所有土地利用类别的面积之和可能等于或不等于审议中的国家或地区的总面积，并且土地利用转化的净结果可能等于或不等于零，这取决于每一土地利用类别清单数据收集和应用的—致性。这一方法的最后结果是在给定时间点的土地利用表。因为每年报告的所有土地利用类别的总土地基础应该保持恒定，应该建立类似于表 3.3 的表格，作为一种 QA/QC 方法。如果发现不一致，*优良作法*是为未来清单确定有关问题并予以纠正。这可能需各个土地利用类别的清查队伍间的密切合作（如果进行单独分析），或者可能进行新调查或其它类型的数据收集。

本卷其它部分需要将关于每一土地利用类别（如表 3.3 所述）中土地面积的信息分解为“保持土地利用类别不变的土地”类别和“转化为新土地利用类别的土地”类别。这取决于本卷其它章节中的方法要求。如果土地利用数据不足以支持方法 2（参见下文），其中可以量化土地转化总（毛）面积，排放量和清除量可以报告在“保持土地利用类别不变的土地”中。这是因为数据可能仅够确定每一土地利用类别中面积的净变化，而不是所有土地转化的总效应。可是，一般说来土壤和生物量相关排放的估算方法需要将土地面积数据按“土地保持不变”和“转化”类别分类，因而，如果可能的话，最好这样做，即便已经使用了专家判断。

请注意，若仅在“土地保持不变”类别中报告，排放和清查将包括，但并不明晰反映一个土地利用类别（不同的面积，例如，通过转入和转出林地类别面积的净转移）的长期土地基础变化。这可能高估

或低估针对该特定“土地保持不变”类别的排放。可是，完整的清单将往往以清单中另一种“土地保持不变”类别的排放和清除来抵消平衡这个误差。

如果不参考各种土地利用（例如，来自土壤的 N<sub>2</sub>O 排放），而基于国家统计资料估算排放量，那么按不归因于土地利用的源类别报告非 CO<sub>2</sub> 排放是可接受的。本卷列出的方法，经常以这种方式使用国家统计资料估算排放量。

**表 3.2**  
方法 1 示例完整覆盖全国的现有土地利用数据

时间 1	时间 2	时间 1 和时间 2 之间的净土地利用的转化
F = 18	F = 19	林地 = +1
G = 84	G = 82	草地 = -2
C = 31	C = 29	农田 = -2
W = 0	W = 0	湿地 = 0
S = 5	S = 8	聚居地 = +3
O = 2	O = 2	其他土地 = 0
总计 = 140	总计 = 140	总计 = 0

注：F = 林地，G = 草地，C = 农田，W = 湿地，S = 聚居地，O = 其他土地。数字代表面积单位（在本例中为百万公顷）。

表 3.3  
方法 1 数据层分说明性示例

土地利用类别/层	最初土地面积(百万公顷)	最后土地面积(百万公顷)	面积的净变化(百万公顷)	状况
<b>林地总数</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>1</b>	
林地(未管理)	5	5	0	不包括在清单估值内
林地(温带大陆森林, 转化为另一土地利用类别)	7	8	1	估算应建立在 8 百万公顷上
林地(北方针叶林)	6	6	0	无任何土地利用转化可要求对不同的经营制度等进行分层
<b>草地总数</b>	<b>84</b>	<b>82</b>	<b>-2</b>	
草地(未改良的)	65	63	-2	面积减少表示土地利用转化可要求对不同的经营制度等进行分层
草地(改良的)	19	19	0	无任何土地利用转化可要求对不同的经营制度等进行分层
<b>农田总数</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>-2</b>	面积减少表示土地利用转化可要求对不同的经营制度等进行分层
<b>湿地总数</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
<b>聚居地总数</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	
<b>其他土地总数</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	未管理 - 不在清单估算值中
<b>总计</b>	<b>140</b>	<b>140</b>	<b>0</b>	注: 不能调整面积

注: “最初”表示评估日期前某一时间的类别, “最后”表示在评估日期的类别。无法得到位置数据的活动的确定应通过对适当的土地类别作进一步细分。

## 方法 2: 土地利用总面积, 包括类别间的变化

方法 2 的基本特征是, 提供特定土地利用类别面积净损益评估, 以及对这些变化所代表的结果(即来自一种类别的或对一个类别造成的变化)的评估。因而, 方法 2 与方法 1 的不同在于, 方法 2 包括有关类别间转化的信息, 但它仍然仅能追踪那些变化, 但未使用空间明晰位置数据, 而是常常基于政治边界(即, 具体土地利用和土地利用转化的位置未知)。以这种方式追踪土地利用转化, 通常要求估算所有转化类别的最初和最后土地利用类别以及以类别划分未变化土地的总面积。这个方法的最后结果可以表现为一个在空间上不太明晰的土地利用转化矩阵。矩阵形式是一种简洁格式, 可表述所有可能的土地利用类别间的不同转化的各种面积。对这一方法来说, 现有的土地利用数据库已经可能足够翔实, 或许需要通过抽样或其他方法获得数据。输入数据可能最初在空间上是明晰的也可能不是明晰的(即已在地图上表明或以其他方式从地理角度提及)。

对于方法 2，可以选择排放和清除因子来反应根据任何两个类别间转化的碳变化率的差异，并能考虑与不同土地利用相关联的最初碳库的差异。例如，种植引起的土壤有机碳损失率通常要大于放牧引起的。

表 3.4 对方法 2 加以了说明，使用了方法 1 示例中的数据（表 3.3），增加了与所发生的一切转化相关的信息。此类数据可以用更简洁的矩阵形式来表达，表 3.5 显示了这种情况。为了说明方法 2 的增加值和这类土地转化的矩阵格式，表 3.6 给出了表 3.5 的数据，不过未对土地利用类别分层。这可以与表 3.2 方法 1 的更有限的信息进行比较。在表 3.6 中可以追踪土地类别发生的种种转化，但在表 3.2 中仅可以发现土地利用大类类别中的净变化。

在表 3.5 和 3.6 中，斜线格代表每个土地利用类别中不受清查年份的土地利用转化所影响的面积。在编制中本卷其他地方所描述的温室气体排放和清除估算时，这一面积应该进一步细分为保持土地利用类别不变的面积和在之前 Y 年[即其中 Y 是时间段，其间碳汇预期达到平衡(IPCC 缺省值是 20 年，基于土壤碳汇在土地利用转化后达到平衡的典型时间)]受土地利用转化（即转化为不同土地利用类别的土地）所影响的面积。

因此，在每个清查年的缺省假设下，转化为土地利用类别的面积应该加入“转化的土地”类别中，并且同样的面积应从保持土地利用类别不变的土地中除掉。21 年前进入“转化的土地”类别的土地面积（如果采用缺省的 20 年期间）应该被去掉而加入“保持不变的土地”类别。例如，在表 3.5 中，如果数据表明 5600 万公顷草地类别中的 400 公顷是在 21 年前由林地转化而来的，那么在这次年度清单中 400 万公顷应该从*转化为草地的土地*类别移到*仍为草地的草地*类别。

### 方法 3： 空间明晰的土地利用转化数据

方法 3 的特征是，对土地利用类别和土地利用转化做空间明晰的观察，常常追踪具体点的分布和/或用网格地图产品（如从遥感技术成像中得到）。数据的获取可以通过多种抽样，全域绘图技术，或通过两者的结合。附件 3A.4 概述了建立方法 3 数据集的可能方法。

方法 3 数据可以概述在与表 3.5 和表 3.6 相似的表格中。空间明晰数据的主要优点是，诸如地理信息系统之类的分析工具能用来将多种空间明晰数据集（如用来分层的数据集）结合起来，并且详细描述特定地块在土地利用转化前后的情况。这种分析能力能改进排放估值，以在图上标明分层表示碳库分类和按土壤类型、植被类型的排放因子，更好调整土地利用类别（及转化）。这可能特别适合于方法 3 排放估算方法。然而，需要考虑有关空间分辨率的兼容性和可比性的问题。

### 3.3.2 数据的使用

图 3.1 是用于协助描述和/或获取土地利用面积数据的决策树。如果能适宜地并一致地执行，所有这三种方法均可用来产生完善的温室气体排放和清除估值。可是，应该注意方法 1 可能无法探测生物量中的变化，如单独土地面积上全面毁林和再造林引起的变化，但是这些只涉及土地面积从森林到非森林利用净转化。一般说来，仅有方法 3 可考虑以空间为基础的碳模型输入所要求的空间表述。

在不同的时段采用不同的方法可能更为有效，或者不同的报告目的可能要求采用不同的方法。应该采用使不同阶段或不同使用之间的时间序列保持匹配的方法。

**表 3.4**  
方法 2 汇总所有土地利用转化的说明性示例  
包括国家定义的层次

最初土地利用	最后土地利用	土地面积, 百万公顷	包含/排除
林地 (未管理)	林地 (未管理)	5	从温室气体清单中排除
林地 (管理的, 温带大陆)	林地 (管理的, 温带大陆)	4	包含在温室气体清单中
林地 (管理的, 温带大陆)	草地 (未改良)	2	包含在温室气体清单中
林地 (管理的, 温带大陆)	聚居地	1	包含在温室气体清单中
林地 (管理的, 北方针叶林)	林地 (管理的, 北方针叶林)	6	包含在温室气体清单中
草地 (未改良)	草地 (未改良)	61	包含在温室气体清单中
草地 (未改良)	草地 (改良的)	2	包含在温室气体清单中
草地 (未改良)	林地 (管理的, 温带大陆)	1	包含在温室气体清单中
草地 (未改良)	聚居地	1	包含在温室气体清单中
草地 (改良的)	草地 (改良的)	17	包含在温室气体清单中
草地 (改良的)	林地 (管理的, 温带大陆)	2	包含在温室气体清单中
农田	农田	29	包含在温室气体清单中
农田	林地 (管理的, 温带大陆)	1	包含在温室气体清单中
农田	聚居地	1	包含在温室气体清单中
湿地	湿地	0	包含在温室气体清单中
聚居地	聚居地	5	包含在温室气体清单中
其他土地	其他土地	2	从温室气体清单中排除
<b>总计</b>		<b>140</b>	

注：数据是经过细分的表 3.3 中的数据。亚类是由各国定义的，仅供说明“最初”表示评估日期前某一时间的类别，“最后”表示在评估日期的类别。

表 3.5  
类别分层的土地利用转化矩阵中方法 2 数据的说明性示例

最初 \ 最后	林地 (未管理)	林地 (管理的, 温带大陆)	林地 (管理 的, 北方 针叶林)	草地 (未改良)	草地 (改良)	农田	湿地	聚居地	其他 土地	最后 面积
林地 (未管理)	5									5
林地 (管理的, 温带大陆)		4		1	2	1				8
林地 (管理的, 北方针叶 林)			6							6
草地 (未改良)		2		61						63
草地 (改良的)				2	17					19
农田						29				29
湿地							0			0
聚居地		1		1		1		5		8
其他土地									2	2
最初面积	5	7	6	65	19	31	0	5	2	140
净变化	0	1	0	-2	0	-2	0	+3	0	0

注：列和行的总数显示了表 3.3 中介绍的土地利用的净转化。“最初”表示评估日期前某一时间的类别，“最后”表示在评估日期的类别。对于在相应列的头上显示的每一（转化）类别来说，净变化（底行）就是减去最初面积的最后面积。空格处表示对于这种转变来说不存在土地利用转化。

表 3.6  
方法 2 示例简化的土地利用转化矩阵

净土地利用转化矩阵							
最初 \ 最后	F	G	C	W	S	O	最后的和
F	15	3	1				19
G	2	80					82
C			29				29
W				0			0
S	1	1	1		5		8
O						2	2
最初的和	18	84	31	0	5	2	140

注：  
F = 林地， G = 草地， C = 农田， W = 湿地 S = 聚居地， O = 其他土地数字代表单位（本例中为百万公顷）

### 3.3.2.1 土地利用数据的分层

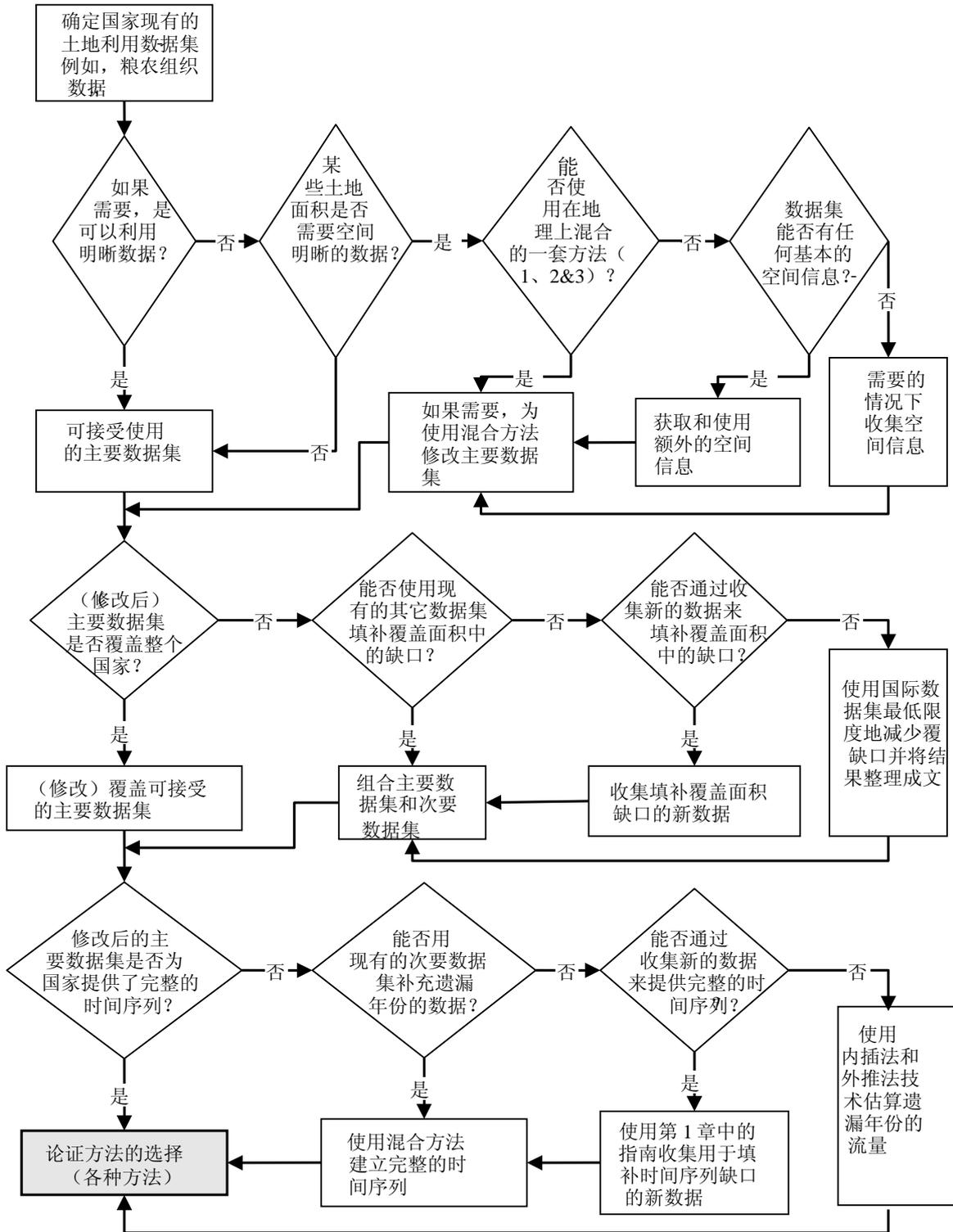
一旦土地利用和土地利用转化已经确定，必须考虑进一步分层的能力和需要。这可能需要从随后的章节中找出排放因子、碳库等的相关数据。表 3.1 显示了典型的分层，其中可以获得应用方法 1 排放和清除估算的数据。在整个默认各表（用于构成计算方法 1 清单的方程）中，特别说明具体数据单位，代表应用于方法 1 清单的定义前的分层。这就是，方法 1 缺省数据（各表）符合一致分层，因而在适当选择充实方程的缺省数据中没有进一步计算或含混不清。当各国编制方法 2 和方法 3 清单时，分层方案很可能会因基于国家特定信息而有所不同，并且可能需要选择、操作或补充缺省数据。

除非所有的土地利用面积和分层数据都是空间明晰的（方法 3），否则可能需要为分配层建立规则。例如，按气候和土壤类型将用于估算土壤碳库变化的方法 1 土地利用数据进行分层。最理想的作法是，土地利用数据可以向下扩展，用辅助信息和专家知识来捕捉在每种气候或土壤类别中的土地利用比例。如果不能进行再扩展，清单估算仍能进行，但排放和清除估值应该反映排放/库变化因子（及相关参数）分配中的不确定性，这些因子随着气候和/或土壤的变化而变化。

即使可以获得关于土地利用类别的方法 2 或方法 3 数据，管理数据可能仅能以方法 1 的形式获得（例如，专家知识或对不同土地拥有者的定期调查）。在这种情况下，可以在每个“土地保持不变”和“转化的土地”土地利用类别中，将管理概述为管理做法的比例（例如，免耕、精耕和减耕的百分比）。如果因为管理对排放或清除的影响取决于土地利用类别而使管理类别未均匀分配，这将是一个限定性假设。

方法 2 和方法 3 还可以评价影响排放/库变化因子的各种管理做法间的相互作用。确定合适的管理组合是另一个需要慎重考虑的问题。方法 1 一般不涉及排放/库变化因子的时间趋势（假设一种线性变化）或也不捕捉特定土地利用的管理做法间的相互作用，而呈现平均效应。因此，采用高层级方法，排放/库变化因子的分配可能变得更为复杂，并且需要小心解释用于描绘气候、土壤、生态区域和/或管理系统的适当组合的扩展过程。

图 3.1 编制土地利用面积数据的决策树



### 3.3.2.2 为估算排放量和清除量编制面积数据

编制农业、林业和其它土地利用的温室气体清单，要求合并土地利用面积与土地管理和生物量、死有机物质及土壤碳库池的数据，以估算与土地利用相关的碳库变化和 CO<sub>2</sub> 及非 CO<sub>2</sub> 排放和清除。取决于现有数据的类型（方法 1、方法 2 或方法 3），会影响随后使用数据，依据各报告表格中列出的土地利用转化框架，编制排放和清除的估值。

仅能获得方法 1 数据的国家有两种方法可报告土地利用类别的转化。“保持土地利用不变的土地”类别的总面积可能包括上个清查后转化为该类土地利用的部分土地。就确定合适的碳库和排放因子估值而言，各国应该尽可能求出一段时间内土地利用面积的变化以推断土地利用转化类别。例如，一个国家有 100 万公顷的森林，1000 公顷的毁林和 1000 公顷的再造林，林地面积的净变化为零（假定这些变化曾经发生在管理土地上），但是森林生物量碳库将会降低，至少在有足够再生长之前。随后需要决定将这些土地利用类别间推断的面积转化与适当的土地管理、生物量及土壤碳库和排放因子相联系。当这一决定完成时，各国应该报告这些决定的基础和已经采用的对估值进行核查或交叉检验的任何方法以及对清单不确定性的影响。如果这一分摊没有进行，那么各国应该对此说明，并报告与此相关的对不确定性产生的影响。

对于存在方法 2 数据的国家，如已知每一土地利用转化面积的信息，但这些信息并非空间明晰的，这些面积估值仍然需要与适合的初始碳库、排放因子等相联系。在部分情况下，这可能需要将土地利用转化数据分配到气候和/或植被类型，土壤和管理层。再次，其完成可以通过某种形式的抽样、扩展或专家判断。各国应该报告这些决定的基础和已经采用的对估值进行核查或交叉检验的任何方法。

对于使用方法 3 数据的国家，可以将数据与其它空间数据进行空间交叉，分摊土地利用转化面积，如关于气候和/或植被类型、土壤和管理层的数据。可是，很可能需要用推断（例如基于调查数据和专家判断的）按管理做法分摊土地利用转化和生物物理数据，因为关于空间明晰形式的管理做法数据很少。

## 3.4 为了估算温室气体排放和清除将土地面积与因子匹配

本节提供了简要指南，可将土地利用面积与碳库、排放因子和其它相关数据（例如，森林生物量库，年均净增量）相匹配，以估算温室气体排放和清除。编制国家清单估值的初始步骤是，汇集所需的活数据（即，土地利用面积），并将它们与适合的碳库、排放及清除因子和其它相关数据相匹配。

本卷提供所需的缺省数据（具体标记），可依据具体气候和生态区域层对有所农业、林业和其它土地利用进行方法 1 估算。此外，各国可建立国家特定碳库、排放及清除因子和其它相关数据（方法 1 和方法 2 清单方法）。下文总结了将活数据与碳库、排放及清除因子和其它相关数据匹配时应遵循的原则：

- 将国家土地利用面积分类与尽可能多的土地利用类别匹配；
- 当国家土地利用分类与这些指南的土地利用类别不一致时，记录分类系统间的联系；
- 长期一致使用分类，必要时记录对分类系统所做的任何修改；
- 记录土地类别的定义、土地利用面积估值以及它们怎样对应排放和清除因子；以及
- 将每一土地利用类别或亚类与最适合的碳库估值、排放和清除因子和其它相关数据匹配。

下文是将土地面积与排放和清除因子进行匹配的推荐步骤：

1. 从最细分的土地利用面积层以及进行估算所需的最详细的现有排放和清除因子开始。例如，本卷第 4 章描述的林地方法学，提供了用于人工森林中地上部生物量库的缺省因子，分层最为详细，相对于其它因子（即森林类型、区域、物种群、年龄类别和气候）。这些层次将被用作初始基准层。
2. 仅包括那些在贵国家适用的层次并将之当作基准层。
3. 在尽可能最细分的级别将土地利用面积估值与基准层匹配。各国可能需要采用专家判断将最适合的土地利用面积估值与基准层结合。

4. 通过将它们尽可能与分层类别紧密匹配，从而将排放和清除因子绘入基准层。要注意的是，方法 1（缺省）方程中的许多缺省库变化及排放因子和其它参数已经从统计学上求导出专门定义的层（例如，气候类型，土壤类型），这样，对于这些排放和清除想使用方法 1 的各国应该采用方法 1 变化因子和参数规定的定义将土地利用类别分层。

如果国家土地利用分类拟合入土地类别（和亚类），这会便利同一分类中排放和清除因子的匹配。例如，用于林地、农田和草地的缺省土壤碳因子按相同的气候带分类（参见附件 3A.5）。因此，可以采用相同的土地面积分类来估算每一土地利用类别中的土壤碳变化，可以一致追踪土地和来自土地利用类别转化的土地上的碳流量。

各国可能发现，国家土地分类长期随着国家情况的变化和可获得的更详细的活动数据及排放/清除因子而变化。在部分情况下，更详细排放和清除因子的添加将详尽阐述分层。在其它情况下，当国家执行新森林清单或遥感取样设计时，新的分层系统将建立。当改变分层系统时，如果可能应采用新的分层重新计算整个估算的时间序列。

### 3.5 与各方法相关的不确定性

应该量化和尽可能减少不确定性。需要将土地面积的不确定性估值作为整个不确定性分析的输入信息。尽管与方法（1 - 3）相关联的不确定性显然取决于执行这些方法的方式，但是可以表明实际上能够实现的结果。表 3.7 列出了不同方法的不确定性来源（而非重要性）。这为不确定性来源，可能遇到的某些条件下不确定性的指示程度和减少不确定性的基础，提供了指导。

关于面积估值的不确定性可能来源的数量往往从方法 1 到方法 3 依次递增，因为需要相继给评估增加数据。然而，这并不意味着不确定性一定会增加，因为新的数据使进行额外的交叉检验有了可能，另外由于统计中常见错误的消除，不确定性一般会减少。方法 1、方法 2 和方法 3 之间的主要差别在于：土地面积转化的百分比不确定性有可能在方法 1 中更高（如果确实知道）。这是因为在方法 1 中土地利用的变化来自总面积中的差别（净变化）。方法 1 不确定性对转化产生的排放和清除的影响取决于国家中按占总土地面积比例来算的土地转化的相对量。方法 3 产生详细的空间明晰信息，例如排放估算的部分空间建模方法可能用需要这些信息。

**表 3.7**  
**方法 1-3 下的不确定性总结**

	<b>不确定性的来源</b>	<b>减少不确定性的方法</b>	<b>核查后的指示性不确定性</b>
<b>方法 1</b>	<p>不确定性来源可能包括以下情况中部分或全部，这取决于数据来源的性质：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 普查统计中的错误</li> <li>• 机构间定义的不同</li> <li>• 抽样设计</li> <li>• 抽样误差</li> <li>• 对样本的解释</li> <li>• 仅知道面积的净变化</li> </ul> <p>此外： 对类别间面积变化的交叉检验在方法 1 下不能进行，这会增加不确定性。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 核查与国家面积的一致关系</li> <li>• 纠正定义上的差异</li> <li>• 就所涉及到的可能不确定性咨询统计部门</li> <li>• 与国际数据集进行比较</li> </ul>	<p>对每一类别的土地总面积，从数个百分点到 10%。</p> <p>对于来自连续调查的面积变化，不确定性的百分比更高。</p> <p>当使用为其他目的编制的的数据时，系统误差可能更大。</p>
<b>方法 2</b>	<p>同方法 1，但知道面积的总变化，有能力进行交叉检验</p>	<p>同上，加上矩阵内类别间的一致性核查</p>	<p>对于每一类别土地总面积，从数个百分点到 10%，对于面积中的变化来说则更大，因为它们是直接衍生的。</p>
<b>方法 3</b>	<p>同方法 2，加上与遥感数据（如果使用的话）的解释相关联的不确定性，并减去任何抽样的不确定性</p>	<p>同方法 2，加上使用卷 1 第 3 章中阐述的原则对不确定性进行的正式分析</p>	<p>同方法 2，但可从地理上确定所涉面积。可是，方法 3 估算的不确定性的量比方法 2 更加准确，因为在方法 3 中错误标在地图上并且能用单独数据/实地进行核查。</p>

附件 3A.1 国际土地覆盖数据集的示例<sup>2</sup>

表 3A.1.1 国际土地覆盖数据集的示例				
	(A)	(B)	(C)	(D)
数据集名称	亚洲遥感协会 (AARS) 全球 4 分土地覆盖层	国际地圈生物圈计划—数据与信息系 统 (IGBP-DIS) 全球 1 公里土地覆盖 层数据集	全球土地覆盖数据集	全球土地覆盖数据集
作者	千叶大学环境遥感中心	国际地圈-生物圈计划—数据与信息系 统	美国地质勘探局 (USGS), 美国	GLCF (全球土地覆盖基金)
内容简介	通过美国国家海洋及大气管理局 (NOAA) 的高分辨辐射仪 (AVHRR) 计月数据的群集确定土地覆盖类别。	这一分类来自 AVHRR 1 公里数据和 辅助数据。	数据集来自灵活的数据库结构和季节 性土地覆盖区域的概念。	为取得使用决策树分类器的全球土地 覆盖分类产品, 将描述植被动态时间 的衡量标准用于 1984 年的 PAL 数 据, 分辨率为 8 公里。
分类方案	采用原始分类方案与 IGBP/DIS 分类方 案兼容。	由 17 类构成。	使用证据会聚方法来确定每一季节性 土地覆盖类别的土地覆盖类型。	通过测试多个描述以年为周期的植被 时间动态的衡量标准得到的分类。
数据格式 (矢 量/栅格)	栅格	栅格	栅格	栅格
空间覆盖面	全球	全球	全球	全球
取得数据年份	1990 年	1992-1993 年	1992 年 4 月-1993 年 3 月	1987 年

<sup>2</sup> 这些数据集主要关于土地覆盖和/或土地覆盖变化。少量涉及真实土地利用。

表 3A.1.1 (续)  
国际土地覆盖数据集的示例

	(A)	(B)	(C)	(D)
空间分辨率或 网格大小	4 分 x 4 分	1 千米 x 1 千米	1 千米 x 1 千米	8 千米 x 8 千米
修正区间 (对 时间序列数据 集)	不适用	不适用	不适用	不适用
质量说明	地面实测数据与数据集比较。	高分辨率卫星图像用于从统计角度确认数据集。	抽样点准确性: 59.4%。面积加权准确性: 66.9% (Scepan, 1999).	无说明
联系地址和参 考 URL 地址	<a href="http://ceres.cr.chiba-u.ac.jp:8080/usr-dir/">http://ceres.cr.chiba-u.ac.jp:8080/usr-dir/</a>	<a href="http://www.ngdc.noaa.gov/paleo/">http://www.ngdc.noaa.gov/paleo/</a>	<a href="http://edcdaac.usgs.gov/glcc/">http://edcdaac.usgs.gov/glcc/</a>	<a href="http://glcf.umiacs.umd.edu/">http://glcf.umiacs.umd.edu/</a>

表 3A.1.1 (续)  
国际土地覆盖数据集的示例

	E:	F	G	H	i
数据集名称	遥感图像	来自 AVHRR 的一号土地覆盖图	环境信息协调土地覆盖 (CLC2000) 数据库	世界数字图	全球图
作者	MacDonald Dettwiler & Associates	美国科勒吉帕克马里兰州大学 Ruth De Fries 博士	欧洲环境局	环境系统研究所产品	由国家测绘组织生产，全球测绘国际指导委员会编制。
内容简介	来自垂直地球资源卫星 (Landsat) 专题绘图仪影像的中分辨率土地覆盖数据集	数据集描述基于 NDVI 年度间变化的 11 个主要覆盖类型的地理分布。	提供泛欧生物物理土地覆盖清单。CORINE 土地覆盖是用于综合环境评估的主要数据库。	它是全世界海岸线、边界、土地覆盖等的基本地图。包含安排 17 个主题层的 200 多种属性，主题层附有地理特征的正文注释。	1 公里分辨率的数字地理信息，涵盖整个陆土，附有标准化说明，可以边际成本提供给每个人。
分类方案	13 个类别地图	由 13 个类别的数字地图构成	使用 44 类术语	8 种农业/ 提取特征和 7 种地面覆盖特征。	参阅 <a href="http://www.iscgm.org/">http://www.iscgm.org/</a>
数据形式 (矢量/栅格)	栅格和矢量	栅格	栅格	矢量多边形	栅格和矢量
空间覆盖面	全球	全球	奥地利、比利时、保加利亚、捷克共和国、丹麦、芬兰、法国、德国、希腊、匈牙利、爱尔兰、意大利、卢森堡、荷兰、波兰、葡萄牙、罗马尼亚、斯洛伐克、西班牙、英国、摩洛哥部分和突尼斯。	全球覆盖	参加国 (数量为 90 个)

表 3A.1.1 (续)  
国际土地覆盖数据集的示例

	E:	F	G	H	i
数据获取年	多个	1987 年	取决于国家 (总时间跨度约为 1985—1995 年)	基于美国国防测绘局的作战领航图。期限为 1970—1980 年。参阅编制日期层。	取决于参加国。
空间分辨率或网格大小	网格 30 米 x 30 米	1 x 1 度	宽 250 米长 250 米的网格数据库, 它由原始矢量数据累积而成, 比例为 1: 1 000 000。	比例: 1: 1 000 000	网格 1 千米 x 1 千米
修正区间 (对时间序列数据集)	不适用	不适用	2000 年 CLC 更新项目, 用于更新 20 世纪 90 年代的数据	不适用	间隔约为 5 年
质量说明	无说明	无说明	无可用的具体信息。有关国家信息, 参阅 <a href="http://dataservice.eea.eu.int/dataservice/">http://dataservice.eea.eu.int/dataservice/</a>	在数据库的三个层次上存在数据质量信息, 即特征、层和来源。	参阅 <a href="http://www.iscgm.org/">http://www.iscgm.org/</a>
联系地址和参考 URL 地址	<a href="http://www.mdafederal.com/geocover/project">http://www.mdafederal.com/geocover/project</a>	<a href="mailto:landcov@geog.umd.edu">landcov@geog.umd.edu</a> <a href="http://www.geog.umd.edu/landcover/">http://www.geog.umd.edu/landcover/</a>	<a href="mailto:dataservice@eea.eu.int">dataservice@eea.eu.int</a> <a href="http://www.terrestrial.eionet.eu.int/">http://www.terrestrial.eionet.eu.int/</a>	<a href="http://www.mdafederal.com/geocover/project">http://www.mdafederal.com/geocover/project</a>	<a href="mailto:sec@iscgm.org">sec@iscgm.org</a> <a href="http://www.mdafederal.com/geocover/project">http://www.mdafederal.com/geocover/project</a>

## 附件 3A.2 建立土地利用数据库

温室气体清单所需的土地利用数据库有三大来源：

- 为其他目的编制的数据库；
- 通过抽样收集；以及
- 完整的土地清单。

以下各节提供关于使用这些类型数据的一般建议。温室气体清单编制者可能未参与遥感数据或地面调查数据的详细收集工作，但可使用这里提供的指南以协助规划改善清单的工作并同这些方面的专家进行交流。

### 3A.2.1 采用为其他目的编制的数据库

可使用两种类型的现有数据库来进行土地分类。在许多国家，将可获得下面论述的类型的国家数据集。另外，清单编制者可使用国际数据集。下文描述了这两种类型的数据库。

#### 国家数据库

这些通常基于现有数据，它们每年或定期加以更新。典型的数据来源包括森林清单、农业普查和其他调查、城市土地和自然土地普查、土地登记数据和地图。

#### 国际数据库

现已实施了多个项目，以编制地区到全球范围的国际土地利用和土地覆盖数据集（附件 3A.1 列出了部分数据集）。所有这些数据集几乎都作为栅格数据储存起来，这些栅格数据是利用各种卫星遥感成像产生的，并得到了通过实地调查或与现有统计数据/地图进行比较得到的地面参考数据的补充。这些数据集可用于：

- 估算土地利用类别的空间分布。常规清单通常仅提供按类别划分的土地利用面积的总和。空间分布可使用国际土地利用和土地覆盖数据加以重建，如果无法获得国家数据，该类数据可作为一种辅助数据。
- 现有土地利用数据集的可靠性评估。在独立的国家和国际数据集之间的比较可指出存在的明显差异，了解这些差异可能会提高对国家数据的置信度，并且/或者在需要时为推演等目的改善国际数据的可用性。
- 当使用国际数据集时，清单编制者应考虑以下几点：
  - (i) 分类方案（例如：土地利用类别的定义及它们的关系）可能不同于国家系统中的分类方案。因此需要通过与国际机构接触并将其定义与国内使用的定义加以比较，来建立国家使用的分类系统与 3.2 节（土地利用类别）中描述的系统之间的等价关系。
  - (ii) 空间分辨率（名义上一般为 1 公里，但实际上有时要多一个数量级）或许较差，所以国家数据可能需要加以汇总，以改善可比性
  - (iii) 尽管通常在样本点上进行多种准确性测试，但在地理参照中可能存在分类准确性和误差问题。主管机构应该掌握有关分类问题和所做测试的详细情况
  - (iv) 至于国家数据，或许需要采用内插法或外推法来确定各时间段的估值，以便与报告中规定的时间相匹配。

### 3A.2.2 采用抽样方法收集新数据

用于估计面积和面积变化的抽样方法将应用于以下情况：通过直接的实地测量得到的总记录或通过遥感技术做出的评估不可行，或给出的结果不准确。应该使用可考虑一致的和无偏差的估计程序抽样概念，最后得出准确的估值。

抽样通常涉及到一套抽样单位，它们位于清单面积内规则的网格上。给每一抽样单位指定一个土地利用级别。可利用抽样单位得出土地利用类别在清单面积内的比例。这个比例乘以总面积就能提供每一土地利用类别面积的估值。如果总面积不祥，则假设每一个抽样单位代表一个特定的面积。随后可通过属于这一类别的抽样单位数估算土地利用类别的面积。

在连续反复对面积进行抽样的情况下，可产生用于建立土地利用变化矩阵的长期面积变化。

应用基于样本的面积评估方法能计算抽样误差和置信区间，则可对每一类别中面积估值的可靠性进行量化。可使用置信区间来核实所观察的类别面积变化是否具有统计方面的意义并反映有意义的变化

附件 3A.3 提供了关于抽样的更多信息。

### 3A.2.3 收集完整清单中的新数据

一个国家要编制其所有区域的完整土地利用清单，需要每隔一定时间就得到整个国家的土地利用图。这可以采用遥感技术来实现。正如方法 3 所述，数据将很容易用在基于一套得到地面实测数据佐证的格网单位或多边形的地理信息系统（GIS）中，而地面实测数据是实现无偏差的解释所必需的。粗比例数据可用来为整个国家或适当地区建立数据。

要获得一个完整的清单，还可采用对所有土地所有人进行调查的方法。如果他们拥有许多不同的地块，每个人都需提供适当的数据。方法中存在的固有问题包括以下两个方面：获得的数据范围小于土地所有人的土地规模；很难做到既确保全面覆盖又不出现重叠。

### 3A.2.4 数据收集的工具

#### 遥感（RS）技术

这里所论述的遥感数据是指通过卫星上的遥感器（光学遥感器，雷达或激光雷达），或装在飞机上的配有光学胶片或红外胶片的摄影机获得的数据。这些数据通常要进行分类，以便提供土地覆盖情况及相应面积的估值，它们通常需要地面调查数据来提供分类准确性的估值。分类的进行既可通过对图像或照片的目视分析，也可通过（基于计算机的）数字方法。遥感的优势在于它可提供空间明晰的信息和反复进行探测的能力，包括可以覆盖大片地区和/或采用其它方式难以进入的偏远地区。以往的遥感数据档案也跨越了好几十年，因此可用于重建过去的土地覆盖和土地利用时间序列。遥感遇到与解译有关的挑战问题有：图像需要转换成有意义的土地覆盖和土地利用信息。数据的获得取决于卫星遥感器，它可能会受到大气中云霾的影响。另一个令人关注的问题是，特别当比较长时段的数据时，遥感系统有可能发生变化。遥感特别对以下方面有用：获取土地覆盖/使用类别的面积估值；帮助确定能指导抽样方案选择的相对同质的面积和需收集的样本数量。

#### 遥感（RS）数据的类型

遥感（RS）数据最通常的类型为：1）航空摄影；2）使用可视波段和/或近红外波段的卫星成像；3）卫星或机载雷达成像，及 4）激光雷达。不同类型的遥感数据的组合（如可视/红外、雷达、不同的空间或光谱分辨率）完全可以用于评估不同的土地利用类别或地区。用于跟踪土地利用转化的一个完整遥感系统可包括具有各种分辨率的许多遥感器和数据类型的组合。

选择遥感数据和产品的重要标准是：

- 适合的土地利用分类方案；
- 合适的空间分辨率；
- 用于估算土地利用变化的合适的时间分辨率；

- 准确性评估的可行性；
- 应用于数据获取和处理的透明方法；以及
- 长期一致性和可获性。

### 1. 航空摄影

对航摄影像的分析可揭示森林的树种和森林的结构，从中可以推断出相对的树龄分布和树的健康状况（例如：针叶林中的针叶脱落、落叶林中的树叶脱落和病虫害）。在农业分析中，遥感能显示农作物的物种、作物病虫害和农林系统中的树木覆盖。用于评估的可能的最小空间单位取决于所使用的航摄影像的类型，但是对于标准产品来说，它往往小到一平方公里。

### 2. 可视波长和近红外波长的卫星图像

使用卫星图像可便于提供大面积的（国家的或地区的）全面土地利用或土地覆盖。从所希望的区域获得长时间序列的数据的可能性是存在的，因为卫星不断定期地从上面飞过。图像通常能产生不同类别的详细的镶嵌图，但是要想标明适当的土地覆盖和土地利用类别，则通常需要有来自地图或实地调查的地面参考数据。需认定的最小单位取决于遥感器的空间分辨率和工作范围。最常见的遥感系统，其空间分辨率在 20 至 30 米之间。例如，在 30 米的空间分辨率上，可确定小到一公顷的单位。也可以获得由分辨率更高的卫星提供的数据。

### 3. 雷达成像

最常见的雷达数据类型来自于被称为合成孔径雷达（SAR）的系统，这种系统是在微波频率上运作的。此类系统的一个主要优势是，它们能穿透云霾，在夜间取得数据。因此，在世界许多几乎总被云雾笼罩的地区，它们可能是惟一可靠的遥感数据源。通过使用不同波长和不同的极化，合成孔径雷达系统能区分土地覆盖类别（例如森林和非森林）或植被的生物量内容，不过由于信号饱和和目前在高生物量上存在着某些限制。

### 4. 激光雷达

激光探测和量距系统（激光雷达）使用与雷达相同的原理。激光雷达设备发出的光束射向目标射出的光束与目标相互作用并被改变。部分光束反射/散射回设备，在设备中进行分析。光束的特征的改变使之可以确定目标的部分特征。光束来回目标和激光雷达间的时间可用于确定目标的距离。激光雷达的基本类型有以下三种：测距仪、差分吸收激光雷达和多普勒雷达。

### 地面参考数据

为了将遥感数据用于清单，特别是将土地覆盖与土地利用联系在一起，*优良作法*是用地面参考数据（通常称为地面实测数据）来补充遥感数据。地面参考数据既可以独立收集，也可以从森林或农业清单中获取。对在估计阶段变化迅速的或认定其植被容易分错类别的土地利用，应该比其它区域更密集地进行地面实测。其方法只能是使用独立收集的地面参考数据，最好来自实际的地面调查。高分辨率照片或许也是有用的。

### 遥感与地理信息系统（GIS）的整合

图像的目视解译经常用于确定林业清单的抽样点这种方法既简单又可靠。然而，它属于劳动密集型工作，因此只限于有限的区域，它还可能受到不同操作人员主观解译的影响。

充分利用遥感，一般要求将遥感可能提供的广泛覆盖与基于地面的点测量或地图数据结合，以表述在时空上与特定的土地利用相关联的面积。这一般使用地理信息系统（GIS）来实现，这样成本效益最佳。

### 使用遥感数据对土地覆盖进行分类

使用遥感数据对土地覆盖进行分类可通过目视分析或（基于计算机的）数字分析来进行。每一种方法都各有利弊。对成像的目视分析在评价情景总特点的过程中（图像背景方面的分析）考虑到了人的推断。另一方面，数字分类允许用数据进行多种操作，如合并不同的光谱数据等，它能利用遥感数据改善生物物理地面数据的建模（如树的直径、高度、底面积、生物量等）。此外，数字分析考虑了与不同土地类别相关联的面积的即时计算。它在过去十年里与相关联的计算机的技术开发一起得到了迅速发展，

使得在大多数国家中，硬件、软件，还有卫星数据，随时都能以低廉的费用获得，不过使用这些数据和设施的能力还需从外部引进，特别是国家一级的制图方面。

## 使用遥感（RS）探测土地利用的转化

遥感可用来探测变化的位置。探测土地利用变化的方法可分成以下两类（Singh, 1989年）：

**分类后变化探测：**这种技术中存在来自不同时间点的两个或两个以上预定义的土地覆盖/土地利用分类和通常通过减少数据集探测的变化。这项技术并不复杂，但对在土地类别的解译和分类中存在的非一致性则极为敏感。

**分类前变化探测：**这是指探测变化的更先进的生物物理方法。它采用统计方法比较来自两个或两个以上时间点的光谱反应数据之间存在的差异，这些差异用于提供土地覆盖/土地利用变化方面的信息。这种方法对解译一致性的敏感性较差，但可探测比分类后方法难以捉摸得多的变化，但是它相对要复杂一些，要求得到原始的遥感数据。

还有其他可行的方法。例如，一种方法可以使用变化加强和目视解释。通过展示不同波段组合、波段差别或派生的指数（例如，植被指数）突出显示变化的面积。这可集中关注土地利用可能转化的地点，然后通过手工或自动技术界定和归属这些地点。这些方法易受人类解译不一致的影响，但能够探测微小变化和更好地探测土地利用转化并绘制成图，其中需要土地覆盖、背景和辅助信息来确定土地利用变化。

## 评价制图准确性

只要使用土地覆盖或土地利用图，清单编制者就应该取得有关地图可靠性的信息。当此类地图产生于遥感数据分类时，应该认识到地图的可靠性在不同的土地类别之间可能是不同的。某些类别是可以单独区分，而有一些则易与其它类别相混淆。例如，针叶林往往比落叶林分类更为准确，因为它的反射系数特点比较明显，而落叶林可能易与其它类别混淆，比如说草地或农田。同样，通过遥感来弄清土地管理做法的变化往往比较困难。例如，可能很难探测特定土地面积上从精耕转为减耕的变化。

清单编制者应该按类别逐个估计土地利用/土地覆盖图的准确性。图上的许多样本点及相应的现实世界类别将用于建立带有以下元素的混乱矩阵（见附件 3A.4，脚注 5）：显示正确确定比率的对角线和显示将一种土地类别错分成其它可能的类别的相对比率的非对角线元素。这种混乱矩阵不仅能表达地图的准确性，而且可以确定哪些类别相互之间易于混淆。以混乱矩阵为基础，可以衍生出许多准确性指数（Congalton, 1991年）。多时分析（在不同时间为确定土地利用分类所作的图像分析）也可用于提高分类的准确性，特别是在地面实测数据受到限制的情况下。

## 基于地面的调查

基于地面的调查可以用来收集和记录有关土地利用的信息，并作为独立的地面实测数据用于遥感分类。在航空摄影和卫星成像等遥感技术出现以前，基于地面的调查是产生地图的惟一方法。这一过程基本上是一个以制图为目的访问研究区域及记录地形地貌可视属性和/或其它物理属性的过程。界限数字化和属性符号化用于制作硬拷贝的现场记录和地理信息系统(GIS)中有用的历史地图。这是通过土地面积的最低限度划界和属性分类协议来进行的，而土地面积的划界和属性分类是与由此产生的地图的规模及其拟议用途相联系的。

可结合使用经纬仪、卷尺、测距轮和电子测距装置等调查设备，对面积和位置进行极为精确的测量。全球定位系统(GPS)的发展意味着，使用便携式计算机装置可将位置信息直接记入电子格式。为进行登记和与用于空间分析的其它信息层进行协调，可将数据下载到办公室的计算机上。

可采访土地所有人和发放问卷来收集社会经济和土地经营信息，不过它们也可能提供关于土地利用和土地利用转化方面的数据。采用这种普查方法，数据收集机构依赖于土地所有人（或使用者）的知识和记录来提供可靠数据。一般由收集机构的代表走访居民并与他们面谈，数据以事先确定的格式加以记录，或者向土地使用者发放问卷，请他们填写。通常鼓励应答者使用他们可能掌握的相关记录或地图，但问卷也可直接用于获取信息（Swanson 等人，1997年）。

普查或许是最古老的一种数据收集形式（Darby, 1970年），土地使用者调查可按整个人口或规模适当的取样进行。在现代应用时采用一整套确认和准确性评估技术。调查方式可通过个人走访、电话访谈（往往带有计算机辅助提示）或邮寄问卷。对土地使用者的调查首先从将数据和信息需要归纳为一系

列简单而明了的问题，寻求简要和明晰的回答。为了确保问题易于理解并确定当地技术术语的变化形式，应该先在一人口样本上对问题进行检验。对于样本的应用，应按适当的生态的和（或）行政的土地单位并根据人口内重大的类别差异（例如私人对法人、大对小、木浆对木材等）对整个研究区域加以空间分层。对于涉及土地面积和管理做法的答复，应该要求应答者提供某种地理位置，不管精确坐标、土地清册说明，或至少是生态单位或行政单位。通过对统计异常的搜索、与独立数据源的比较、对后续核实问卷样本的处理或对就地核实调查样本的处理，对结果作调查后的正确性确认。最后，提出结果必须依据最初的分层参数。

## 附件 3A.3 抽样

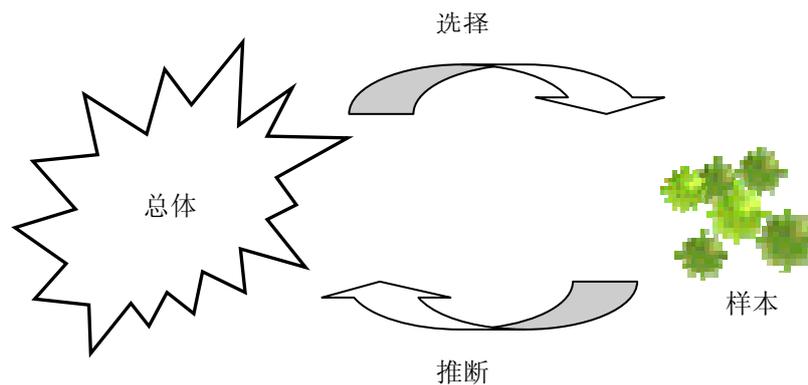
### 3A.3.1 引言

关于土地利用的数据往往从抽样调查中获取，而且一般用于估算土地利用或碳库的变化。国家森林清单是采用的调查类型的一个重要示例。本节提供指南，说明如何将来自抽样调查的数据用于报告温室气体的排放和清除，以及用于规划抽样调查以便获得有关数据。

### 3A.2.1 关于抽样原则的概述

抽样通过观察某个总体的一部分来推断关于整个总体的信息即样本（参见 3A.3.1）。例如，区域或国家两级树木生物量中碳的变化，可根据有限数目抽样地块上树木的生长、死亡和砍伐情况来估计。然后抽样理论可提供关于将来自抽样地块的信息按比例扩展到选定的地理级别的手段。如果抽样设计恰当，能够大幅提高清查资源利用的效率。此外，一般需要实地抽样来编制清单，因为即使遥感数据能提供完整的领土覆盖，还将需要来自抽样点的地面数据来进行解释和核查。

图 3A.3.1 抽样原理



标准的抽样理论依靠对来自总体的样本的随机选择；总体的每个单位具有被包括在样本中的特定概率。如果样地完全随机地分布在一个面积之内，或如果地块分布在一个系统的网格体系内而只要网格的定位是随机的，就属于这种情况。随机抽样可减少偏差的风险并能够客观地评估估值的不确定性。因此，在可获得的情况下或在设定新的调查时，一般应利用随机抽样的数据。

样本也可在主观选定的地点提取，假定它可代表总体。这叫做主观（或目的）抽样而且此种调查的数据经常用于温空气体清单（即来自非随机选定的调查地点的观察结果被用来代表整个土地类别或层）。在这些条件下，例如关于森林类型的观察结果可外推到它们不代表的面积。不过，由于资源有限，温室气体清单可能需要利用还来自主观选定地点或研究地块的数据。在这种情况下，*优良作法*是与负责该地点或地块的机构协商，以认定可将主观样本视为具有代表性的土地面积。

### 3A.3.1 抽样设计

抽样设计确定如何从总体选择抽样单位（地点或地块），从而确定应适用何种统计估计程序以便根据样本作出推断。可将随机抽样设计分为两大组，依据总体是否利用辅助信息分层（即在抽样前细分）而定。从一定的成本能够实现的准确性而言，分层调查一般效率比较高。另一方面，它们往往略微复杂，这会提高所收集数据利用不当引起的非抽样误差的风险。抽样设计的目标应是恰当地兼顾简便和效率二者，可通过遵循下面阐述的三个方面促进这个目标：

- 利用辅助数据和分层；
- 系统抽样；
- 永久样地和时间序列数据。

#### 利用辅助数据和分层

纳入辅助信息的最重要的抽样设计之一是分层，即根据辅助数据将总体划分为分总体。这些数据可包括法律、行政边界的知识或森林管理边界的知识，它们对于分开抽样或对于区分高地与低地以及区分不同生态系统类型的地图或遥感数据将是有效的。由于分层的意图是提高效率，因此*优良作法*是在辅助数据可以利用或可以少量额外成本获得时利用它们。

分层以两种主要方式提高抽样效率：（1）提高整个总体估值的准确性；和（2）确保为某些分总体例如某些行政区域获取适当的结果。

关于第一个问题，如果对总体进行细分以使一个层次内各单位间的变率与整个总体内的变率相比有所降低，分层就能提高抽样的效率。例如，可将一国划分为低地区域（具有有关土地利用类别的某些特性）与高地区域（具有相应类别的不同特性）。如果每层同质，只要利用每层有限的样本就能取得精确的总体估值。第二个问题对于为所有有关的行政区域提供特定准确度结果的目的来说至关重要，但在需将抽样的数据与其它现有数据集一起合用的情况下亦很重要，后者是利用具有相同行政或法律边界的不同议定书收集的。

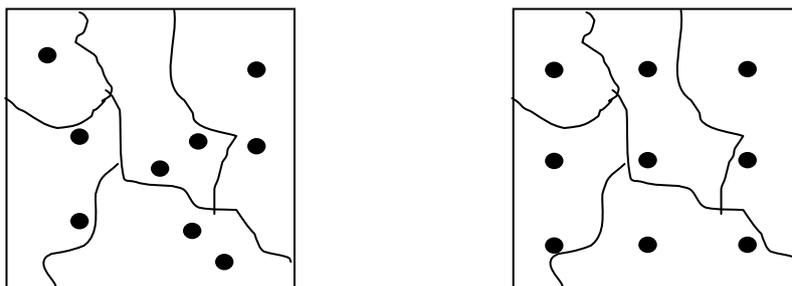
利用遥感数据或地图数据认定各层（土地利用类别细分纳入抽样调查）的界线，在下述情况下会导致误差：有些面积可能被错误地归类同时又把确实应属于该特定类别的其它面积遗漏了。此种误差可能导致最后估值出现重大偏差，因为为抽样而认定的面积届时将不会对应于目标总体。只要存在可能发生这类误差的明显风险，*优良作法*是利用地面实际数据来评估此类误差的潜在影响。

在报告温室气体排放或清除的数据取自现有的大规模清单如国家森林清单时，方便的做法是适用该项清单的标准估计程序，只要它们是基于可靠的统计原则。此外，*分层后*（即在进行实地调查后根据遥感或地图辅助数据界定各层）意味着有可能利用新的辅助数据来提高效率而无须改变基本的实地设计（Dees 等人，1998 年）。利用这种估计原则，上段指出的偏差风险亦能降低。

#### 系统抽样

基于抽样的森林或土地用途调查一般利用样点或样地，其有关特点被记录下来。这里一个重要的问题是关于这些地点或地块的布局。合适的做法往往是将地块分配在小集群中，以便在一次基于抽样的调查覆盖大面积时最大限度地减少差旅费。采用集群抽样，（就森林抽样而言）考虑到林分的规模，地块间的距离应大到足以避免重大的地块间相关性。一个重要的问题是地块（或地块集群）是应完全随机布局还是利用一个正规的格网系统地布局，该格网系统被随机置于有关的面积上（见图 3A.3.2）。一般来说，有效的做法是利用系统抽样，因为在多数情况下，这将提高估值的精确度。系统抽样还简化实地工作。

图 3A.3.2 简单的随机地块布局（左）和系统布局（右）



简单地说，系统随机抽样一般优于简单随机抽样，原因是，抽样地块将均匀地分布到目标面积的所有部分<sup>3</sup>。如采用简单随机抽样，一个面积的有些部分可能有许多地块而其他部分却可能没有任何地块。

### 永久样地和时间序列数据

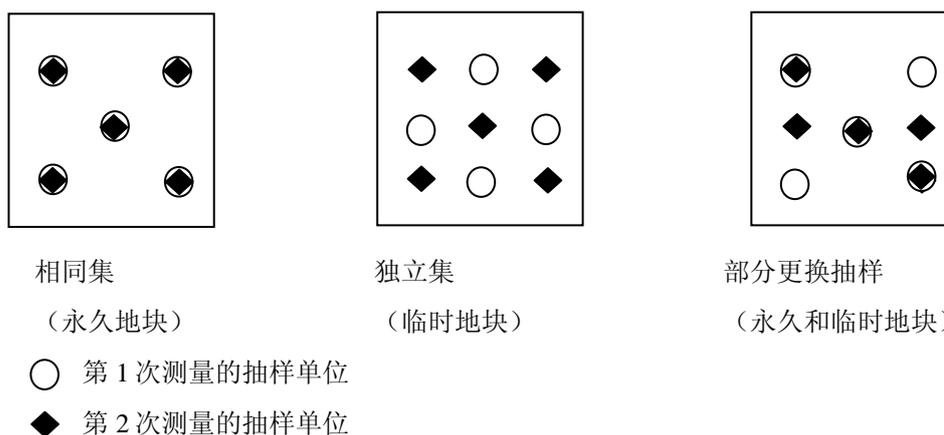
温室气体清单必须对现状和随时间发生的变化（例如在土地利用类型和碳库方面）均作评估。对变化的评估最为重要，并且它涉及长期重复抽样。测量之间的时间间隔应根据导致变化的事件的频率并根据报告的要求而确定。一般说来，5-10年的取样间隔就已足够，但在许多国家，业已可获得关于数十年来自精心设计的调查数据，特别是在林业部门。尽管如此，由于要求每年报告估值，将需要应用内插和外推法。如果没有足够长的时间序列可加利用，或许需要在时间上进行倒推以捕捉碳储量变化的动态情况。

在进行重复抽样时，每次都要评估所需的关于这些面积或碳储量现状的数据。然后通过计算时间 $t+1$ 时的状况与时间 $t$ 时的状况之差异来估计变化。有3种通用的抽样设计可用于变化估计：

- 两次抽样都利用相同的抽样单位（永久抽样单位）；
- 两次抽样都利用不同的、独立的抽样单位（临时抽样单位）；
- 抽样之间可更换部分抽样单位而其它单位保持不变（部分更换抽样）。

图 3A.3.3 显示了这三种方法。

图 3A.3.3 利用不同的永久和临时抽样单位的配置来估计变化



永久样地估计变化的效率一般高于临时地块，因为较易区分实际趋势与只是变更地块选择引起的差别。但是，利用永久样地亦有某些风险。如果永久样地的位置为土地管理者所知（例如通过对地块作出明显标志），就有对永久地块的管理将不同于其它面积管理的风险。如果出现这种情况，该地块将不再

<sup>3</sup> 在不寻常的情况下，当该地带有有一个正规的分布模式与系统的网格体系可能吻合时，系统抽样导出的估计数可能不如简单随机抽样精确。不过，通过朝另一方向确定网格体系的走向，一般可以解决此类潜在的问题。

具有代表性，而将有产生偏差结果的明显风险。如果认为可能出现上述类型的风险，*优良作法*是将某些临时地块作为对照样本进行评估，以确定这些地块上的条件是否偏离永久地块上的条件。

利用部分更换的抽样法可以解决依靠永久地块的部分潜在问题，因为能够更换那些据信受到了不同待遇的地点。部分更换抽样法可以利用，不过估计程序变得复杂了（Scott 和 Köhl, 1994 年；Köhl 等人, 1995 年）。

在只利用临时地块时，总体变化仍可估计，但将不再可能研究不同类别间的土地用途转化，除非可将一个时间量纲引入抽样。通过利用辅助数据例如关于过去土地状况的地图、遥感或行政记录，就能做到这一点。这将把额外的不确定性引入评估，除了凭专家判断外可能难以对其量化。

### 3A.4.1 估算面积的取样方法

评估土地利用类别面积或面积变化方法取决于抽样。利用抽样可以两种不同的方法估计面积或面积变化：

- 利用比例进行估计；
- 直接估计面积。

第一种办法要求调查区域的总面积已知，而且抽样调查只提供不同土地利用类别的比例。第 2 种办法不要求总面积已知。

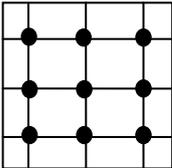
两种办法均要求评估位于清查面积内给定数目的抽样单位。抽样单位的选择可采用简单的随机抽样或系统抽样（参见图 3A.3.2）。系统抽样一般提高面积估值的精度，尤其是在大片土地上出现不同土地利用类别时。还可采用分层方法来提高面积估计的效率；在这种情况下，*优良作法*是在每层独立执行下文说明的程序。

在估计比例时，假定抽样单位是无量纲的点，不过在确定土地利用类别时必须考虑每个点周围的小区域。样地亦可用于面积估计，不过该原则在这里不再进一步阐述。

### 3A.5.1 根据比例估算面积

一个清查区域的总面积一般已知。在这种情况下，不同土地利用类别的面积可根据面积比例来评估。在采用这一办法时，清查面积被一个确定数目的样点所覆盖，并为每个点确定土地用途。然后通过用样点总数去除位于特定类别中的样点数来计算每个土地利用类别的比例。通过用总面积乘以每个类别的比例来获得每个土地利用类别的面积估值。

表 3A.3.1 举例说明这种程序。求得一个面积估值的标准误差的计算方法是： $A\sqrt{(p_i \cdot (1-p_i))/(n-1)}$ ，其中  $p_i$  是特定土地利用类别中样点的比例， $A$  是已知总面积，而  $n$  是样点总数。<sup>4</sup> 关于  $A_i$ ，即土地利用类别  $i$  的估算面积的置信区间是 95%，以  $\pm 2$  倍于标准误差粗略给出。

抽样程序	比例估计	估算的土地利用类别面积	标准误差
	$p_i = n_i / n$	$A_i = p_i \cdot A$	$s(A_i)$
	$p_1 = 3/9 \cong 0.333$	$A_1 = 300$ 公顷	$s(A_1) = 150.0$ 公顷
	$p_2 = 2/9 \cong .222$	$A_2 = 200$ 公顷	$s(A_2) = 132.2$ 公顷
	$p_3 = 4/9 \cong .444$	$A_3 = 400$ 公顷	$s(A_3) = 158.1$ 公顷
	合计 = 1.0	总计 = 900 公顷	

<sup>4</sup> 要注意的是，在适用系统抽样时，本公式只是近似的。

其中：

$A$  = 总面积 (= 示例中 900 公顷)

$A_i$  = 估算的土地利用类别  $i$  的面积

$n_i$  = 位于土地利用类别  $i$  中的样点数

$n$  = 样点总数

在连续调查间土地用途从类别  $i$  变为类别  $j$  的情况下，土地用途变化所涉的面积，可通过引入类别  $A_{ij}$  来作出估计。

### 3A.3.6 直接估算面积

只要清查总面积已知，有效的做法是通过评估比例来估计面积和面积变化，因为这种程序将导致最高的准确度。在清查总面积未知或其不确定性不可接受的情况下，可采用另外一种涉及直接评估不同土地利用类别面积的程序。只有进行系统抽样时这种办法才能采用；每个样点将代表对应于抽样布局网格单位大小的一个面积。

例如，在样点选自点间距离为 1000 米的平方系统格网时，每个样点将代表一个面积 1 千米·1 千米 = 100 公顷。这样，如果有 15 个地块属于有关的特定土地利用类别之内，面积估值将是 15·100 公顷 = 1500 公顷。

## 附件 3A.4 建立方法 3 数据集的可能方法概论

图 3A.4.1 方法 3 概论：对全面空间覆盖的土地利用的直接和反复评估

### 说明

在方法 3 下，国家分成诸如格网单位或小多边形的空间单位。在本例中，网格单位用于面积的细分。网格单位通过遥感和/或地面调查进行抽样，以确定土地利用面积，其估计范围用网格下的灰线显示。在解释土地利用中，遥感还能全面覆盖所有的网格单位（图 3A.4.1A）。可用网格单位的样本进行地面调查，地面调查可用来直接确定土地利用，以及帮助解释遥感数据。网格单位样本可规则分布（图 3A.4.1B），亦可不规则分布（图 3A.4.1C），例如在更可能发生土地转化的情况下给予更大的覆盖。可使用网格单位制作概述图，它们亦可以合并为多边形（图 3A.4.1D）。这个方法的最后结果可以表现为一个在空间明晰的土地利用转化矩阵。

时间 1

时间 2

图 3A.4.1A 遥感技术能覆盖所有网格单位

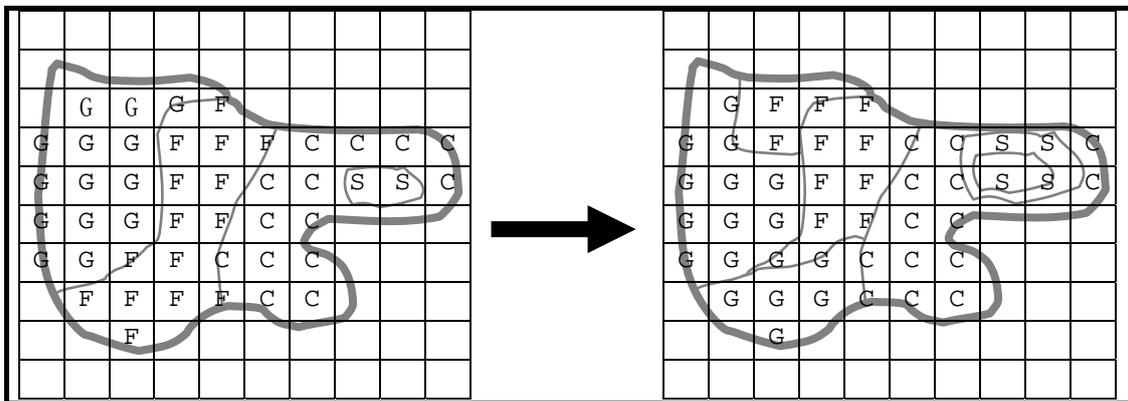
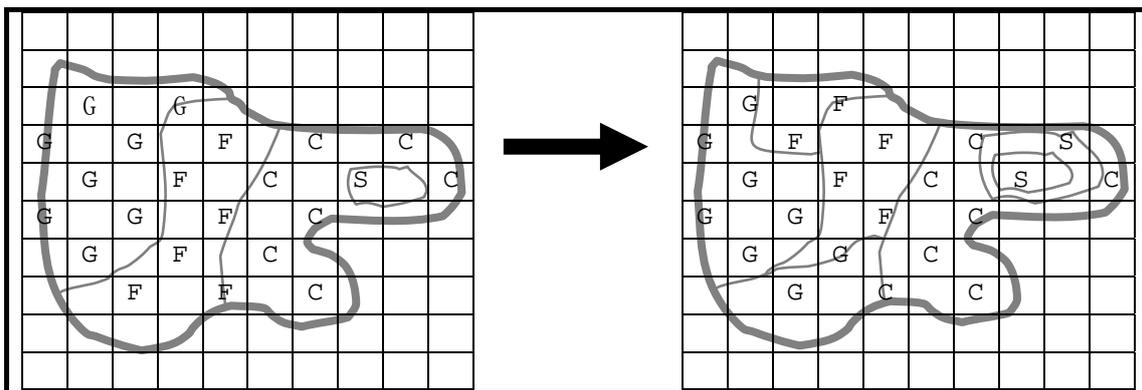


图 3A.4.1B 网格单位规则分布



时间 1

时间 2

图 3A.4.1C 网格单位不规则分布

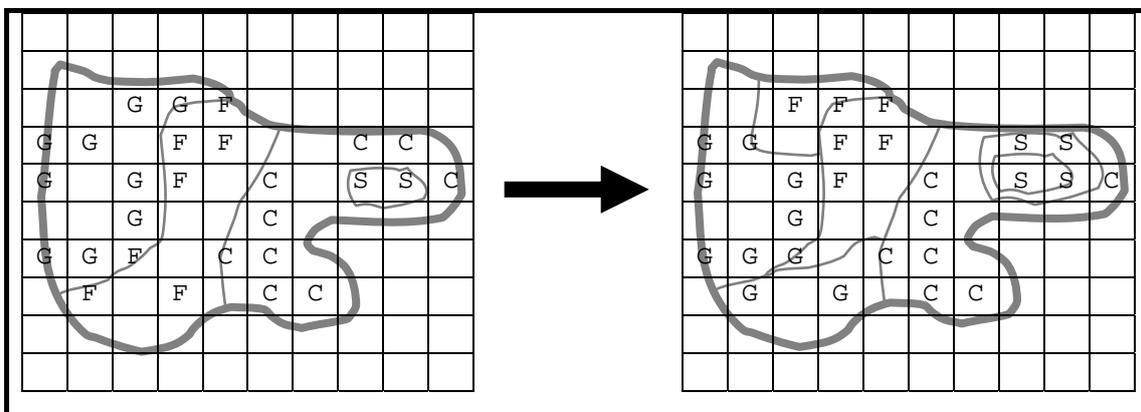
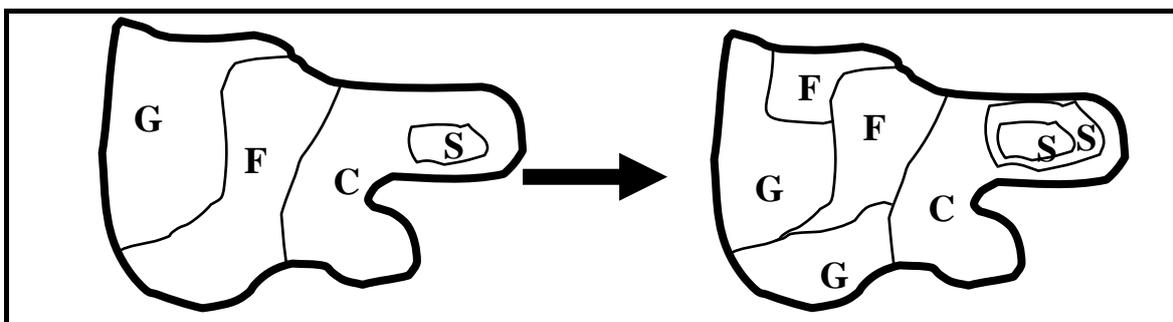


图 3A.4.1D 可使用网格单位制作概述图，它们亦可以合并为多边形。



注：F = 林地，G = 草地，C = 农田，W = 湿地，S = 聚居地，O = 其他土地。

当采用方法 3 时，清单编制者应该：

- 采用与本章提供的建议一致的抽样策略。这一策略应确保数据无偏差，必要时还能得到相应增加。抽样单位的数量和位置或许需要不时变化，以便始终具有代表性。
- 在使用遥感数据的情况下，可使用本章（遥感技术）中阐述的地面参考数据制定一种将其解释纳入土地类别的方法。需要非常小心，要通过成像获得的土地覆盖信息准确分配到土地利用类别中。常规的森林清单或其它调查数据可用于这一目的。必须避免分错土地类型的类别和通过地面调查或分辨率非常高的遥感数据建立地图准确性。常规做法是建立这样一个矩阵<sup>5</sup>即对于任何特定的土地分类来说，它将显示错误分类成为另外一些候选分类中的比例。
- 建立将用于估计碳储量变化、排放和清除的那些土地类别面积和面积变化的置信区间
- 衍生属于不同土地利用转化的各种国家面积概况表

<sup>5</sup> 有时称为混乱矩阵。

## 附件 3A.5 缺省气候和土地分类

将气候带进行分类，以采用排放和库变化因子估算生物量、死有机物质和土壤碳库的变化。图 3A.5.1 提供了缺省气候分类，并且可以采用图 3A.5.2 中的分类方案获取分类。这个分类应该用于方法 1，因为缺省因子和库变化因子是用这个方案获得的。要注意的是，气候带进一步细分为生态区域，以采用方法 1 估算生物量碳库变化（参见第 4 章，表 4.1）。如果采用方法 2 和方法 3，清单编制者可以选择与国家特定排放和库变化因子一起建立国家特定气候分类。*优良作法*是在所有土地利用类型，采用相同的分类，不论是缺省还是国家特定的。因而，在国家清单中采用统一的气候分类，将库变化和排放因子分配给每个池。

将土壤进行分类，以采用参考碳库和库变化因子估算土壤碳库变化和土壤  $N_2O$  排放（即估算排水后的有机土壤的  $N_2O$  排放必须将有机土壤进行分类）。有机土壤存在于湿地中或已经进行了排水并转化为其它土地利用类型（如，林地、农田、草地、聚居地）。有机土壤的确定依据下文所列的标准 1 和 2 或标准 1 和 3（粮农组织，1998 年）：

5. 1. 有机层的厚度大于或等于 10cm。当混合土壤达到 20cm 深度时，小于 20cm 的一个层必须含 12% 或更多的有机碳。
6. 2. 从未被水浸透几天以上的土壤必须含超过 20% 的有机碳重量（即约 35% 的有机质）。
7. 3. 土壤会被水浸透，并：
  - a. 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
  - b. 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
  - c. 对于含中等量粘土的土壤，含中等比例量的有机碳。

其它类型的土壤被归为矿质土。缺省矿质土壤分类见：图 3A.5.3 “基于美国农业部（USDA）分类学的土壤类型分类”（美国农业部，1999 年）和图 3A.5.4 “世界土壤资源参比基础分类”（粮农组织，1998 年）（注：两种分类产生相同的 IPCC 缺省土壤类型）。缺省矿质土壤分类应该与方法 1 一起使用，因为缺省参考碳库和库变化因子是依据这些土壤类别得出的。如果采用方法 2 和方法 3，清单编制者可以选择与建立国家特定参考碳库和库变化因子（或在有机土壤的情况下建立排放因子）一起，建立用于矿质和/或有机土壤的国家特定分类。*优良作法*是在所有土地利用类型中使用相同的分类。

图 3A.5.1 划定主要气候带，更新自《1996 年 IPCC 指南》

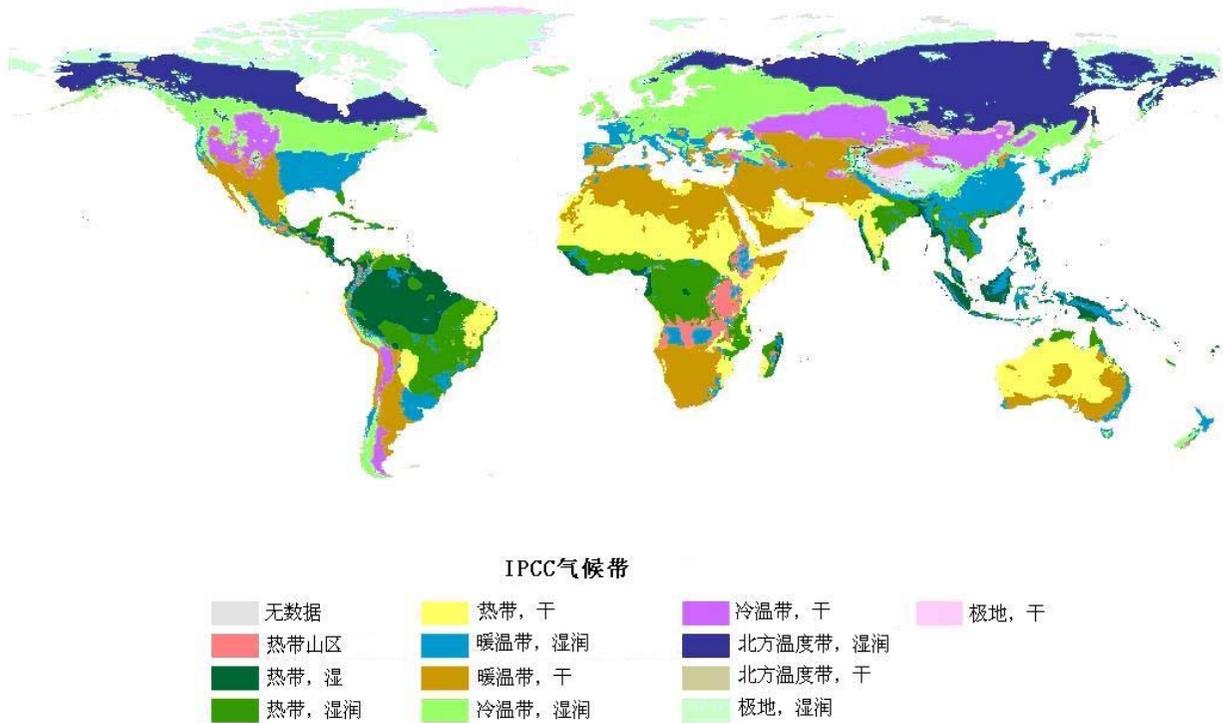


图 3A.5.2 缺省气候带的分类方案分类基于海拔高度、年平均温度（MAT）、年平均降水量（MAP）、年平均降水量与可能蒸发量的比例（MAP:PET）和霜冻发生量

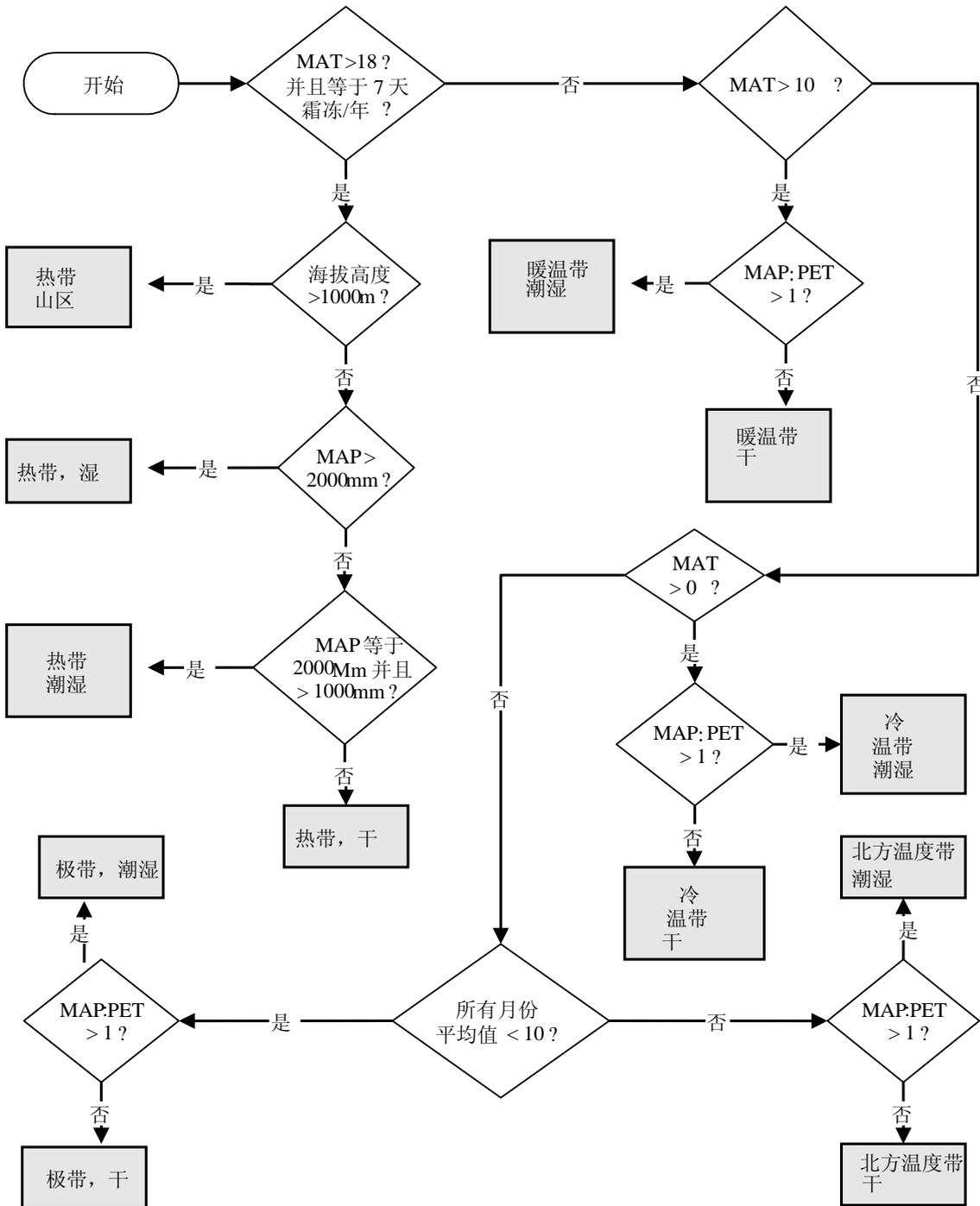


图 3A.5.3 基于美国农业部分类学的矿质土壤分类方案

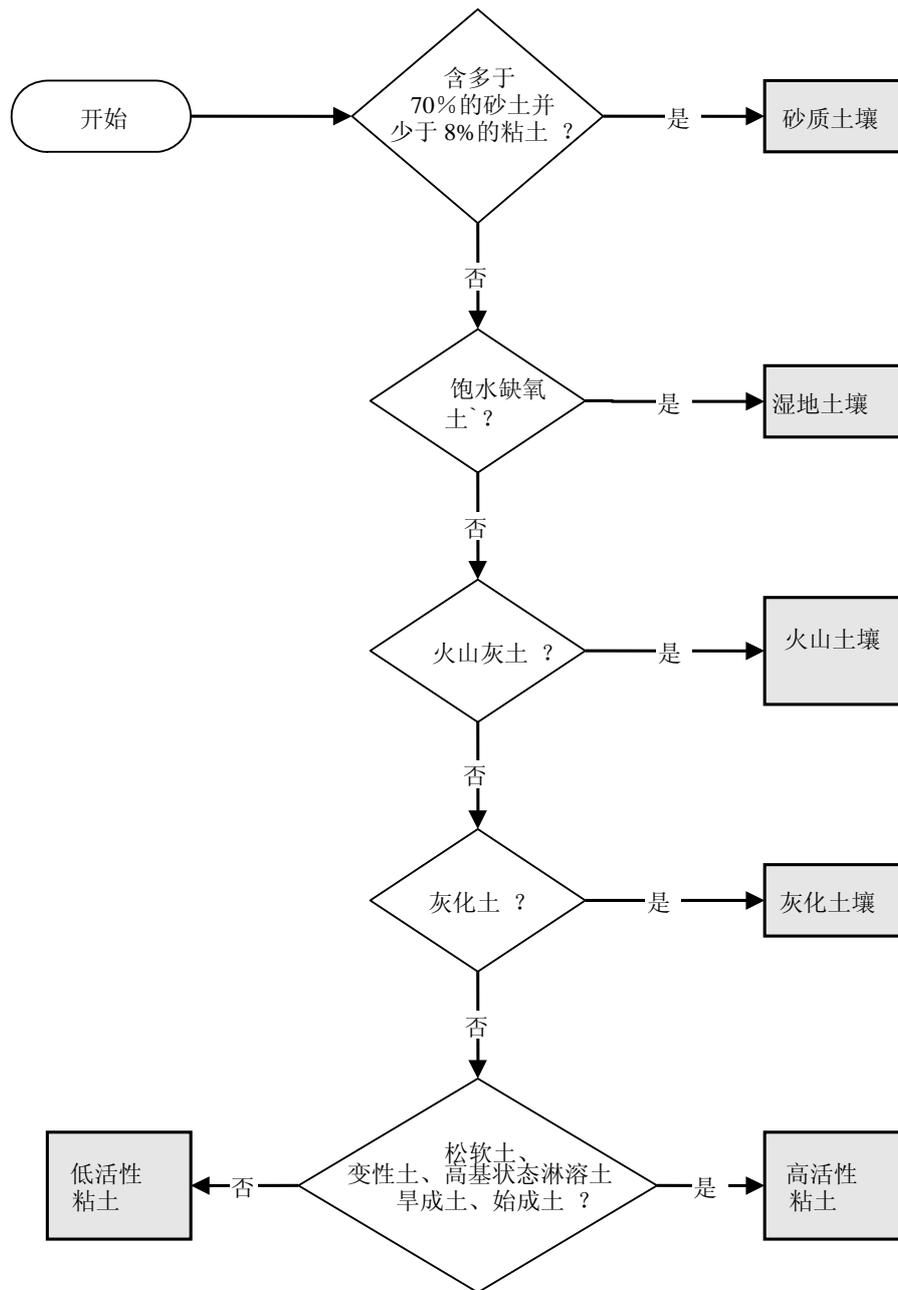
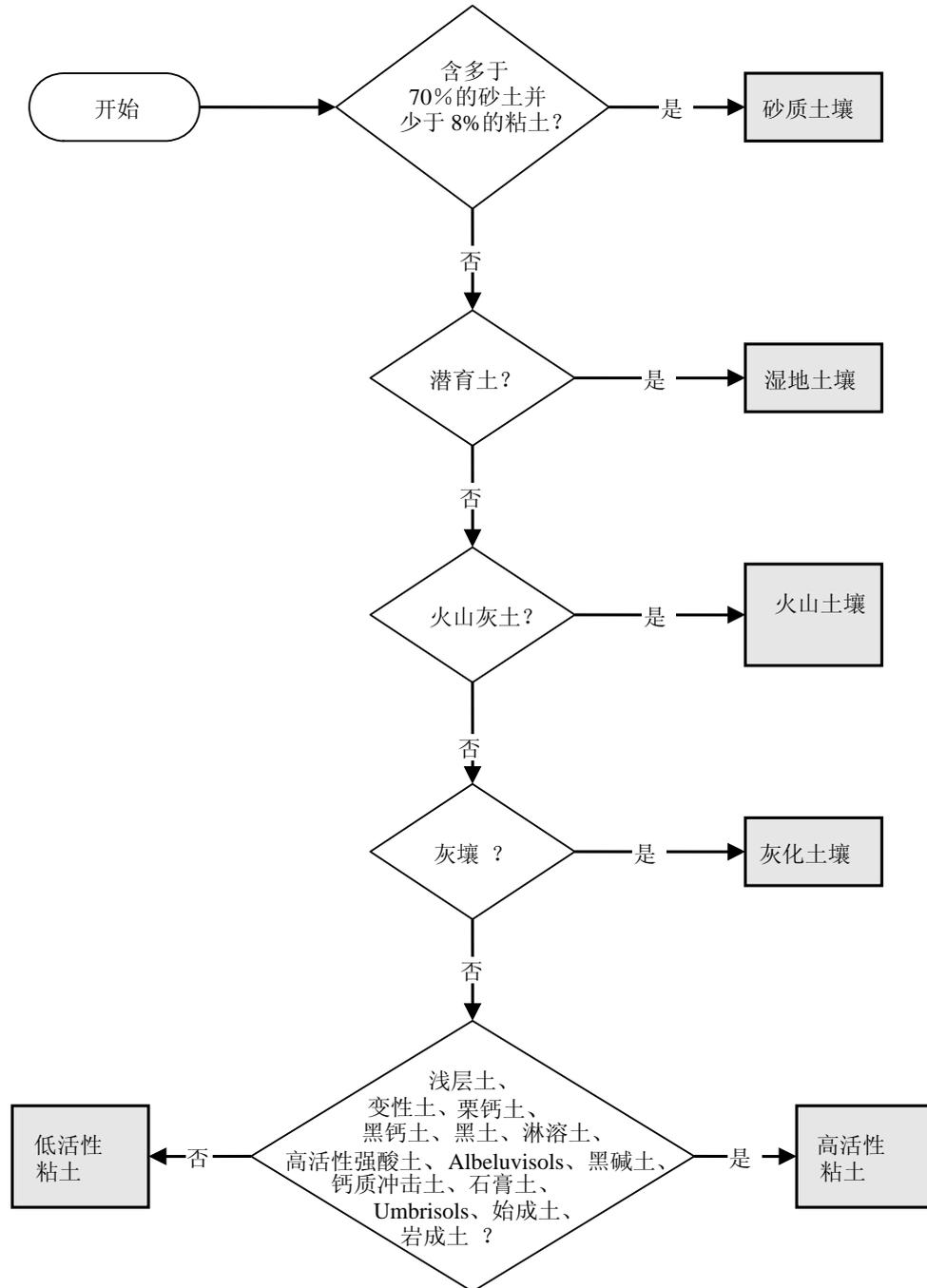


图 3A.5.4 基于世界土壤资源参比基础（WRB）分类的矿质土壤类型的分类方案



## 参考文献

- Congalton, R.G. (1991). A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment* **37**(1), pp. 35-46.
- Darby, H.C. (1970). Doomsday Book – The first land utilization survey. *The Geographical Magazine* **42**(6), pp. 416 – 423.
- FAO (1995). Planning for Sustainable use of Land Resources: Towards a New Type. Land and Water Bulletin 2, Food and Agriculture Organisation, Rome Italy, 60 pp.
- 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.
- Scott, C.T. and Kohl, M. (1994). Sampling with partial replacement and stratification. *Forest Science* **40** (1):30-46.
- Singh, A. (1989). Digital change detection techniques using remotely sensed data. *Int. J. Remote Sensing* **10**(6), pp. 989 – 1003.
- Swanson, B.E., Bentz, R.P. and Sofranco, A.J. (Eds.). (1997). Improving agricultural extension. A reference manual. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- USGS (2001). <http://edcdaac.usgs.gov/glcc/>