

## 土地面积一致表述的基础

## 作者和评审编辑

### 主要作者协调人

Ronnie Milne（英国）和 Bubu Pateh Jallow（冈比亚）

### 主要作者

Dominique Arrouays（法国）、Peter Beets（新西兰）、Paul Driichi（乌干达）、Ismail Bin Harun（马来西亚）、James Hrubovcak（美国）、Ted Huffman（加拿大）、William Irving（美国）、Michael Koehl（德国）、Erda Lin（中国）、Lennart Olsson（瑞典）、Jim Penman（英国）、Ryosuke Shibasaki（日本）、Brian Turner（澳大利亚）、Julio C.Vargas（厄瓜多尔）和 Ernesto F. Viglizzo（阿根廷）

### 撰稿人

Ralph Alig（美国）

### 评审编辑

Mike Apps（加拿大）和 Jose Domingo Miguez（巴西）

## 目 录

<b>2.1</b>	<b>导言</b> .....	<b>2.5</b>
<b>2.2</b>	<b>土地利用的类别</b> .....	<b>2.5</b>
<b>2.3</b>	<b>土地面积的表述</b> .....	<b>2.7</b>
2.3.1	导言 .....	2.7
2.3.2	三种方法 .....	2.7
2.3.2.1	方法一：基本的土地利用数据 .....	2.7
2.3.2.2	方法二：土地利用和土地利用变化的调查 .....	2.9
2.3.2.3	方法三：地理划分明确的土地利用数据 .....	2.12
2.3.3	方法的使用 .....	2.14
2.3.4	与方法相关的不确定性 .....	2.17
<b>2.4</b>	<b>建立土地利用数据库</b> .....	<b>2.18</b>
2.4.1	采用为其它目的编制的数据库 .....	2.18
2.4.2	采用抽样方法收集新的数据 .....	2.19
2.4.3	收集完整清单中的新数据 .....	2.19
2.4.4	收集数据的工具 .....	2.19
2.4.4.1	遥感技术 .....	2.19
2.4.4.2	基于地面的调查 .....	2.21
<b>附件 2A.1</b>	<b>一些国家的方法示例</b> .....	<b>2.23</b>
<b>附件 2A.2</b>	<b>国际土地覆盖层数据集示例</b> .....	<b>2.27</b>
<b>参考文献</b>	.....	<b>2.29</b>

## 图

图 2.3.1	方法三概述：对全面空间覆盖的土地利用的直接和反复评估.....	2.12
图 2.3.2	在土地面积方法中使用现有数据的决策树.....	2.15
图 2.3.3	缺乏现有数据的国家选择土地面积方法的决策树.....	2.16
图 2A.1.1	建立新西兰土地覆盖层数据库的步骤.....	2.25

## 表

表 2.3.1	方法一示例：领土覆盖面完整的可获土地利用数据.....	2.8
表 2.3.2	方法一数据细分说明性例子.....	2.9
表 2.3.3	方法二汇总所有转变情况的说明性例子，包括各国定义的子类.....	2.10
表 2.3.4	类别细分的土地利用变化矩阵中方法二数据说明性例子.....	2.11
表 2.3.5	方法二示例简化的土地利用变化矩阵.....	2.11
表 2.3.6	方法一至方法三下的不确定性概述.....	2.17
表 2A.1.1	美国土地利用和土地利用变化矩阵.....	2.23
表 2A.1.2	1984 至 1990 年间苏格兰土地利用变化矩阵.....	2.24

## 2.1 导言

与土地利用、土地利用变化和林业活动相关联的碳储量及温室气体排放量和清除量的估计需要有土地面积方面的信息。本章力图就此提供相关的指导，以选择适当的方法在清单计算中尽可能以一致的方式确定和表述土地面积。

实际上，各国为获得面积数据使用了各种方法，包括年度普查、定期调查和遥感技术。从这一点出发，第二章将就表述土地面积的三种方法提供“*优良做法指南*”。这些方法旨在提供第三和第四章中明确指出的用于估计和报告不同土地类别温室气体清单的面积数据。这些方法还旨在充分利用可获得数据和模型，尽可能地减少在报告土地面积时可能出现的重叠和遗漏。这里描述的方法应该最大限度地降低以下可能性：某些土地面积出现在一种以上的活动中，而另一些土地面积却被遗漏了。这里所介绍的方法和指南允许由编制温室气体清单的那些人对这些事项做出有资料根据的决定，但无意成为最终的或详尽的方法和指南。用于表述面积的“*优良做法*”方法应该具备以下的一般特点：

- 第一，方法应该是适当的，即能表述碳储量的变化和温室气体的排放和清除以及它们与土地利用和土地利用的变化之间的关系。
- 第二，方法应该是一致的，即能自始至终一致地表述经营和土地利用的变化，既不受时间序列数据人为间断的不当影响，也不受由抽样数据与土地利用的轮换模式或循环模式（如林业中的采伐—再生循环，或农田中的耕作密度的有控制循环）相抵触产生的结果的不当影响。
- 第三，方法应该是全面的，这意味着应将一国的全部土地面积包括在内，一些面积的增加通过另一些面积的减少达到平衡（如果确实发生这种情况的话），还应该承认用于根据《京都议定书》缔约方《马拉喀什协议》中商定的定义进行估计和报告的土地子集。
- 最后，方法应该是透明的，即应该对数据源、定义、整套方法和假设加以明确说明。

## 2.2 土地利用的类别

本节对六大类土地作了描述<sup>1</sup>。这类土地可能被认为是表述一国土地面积的最高一级的类别。这些类别与《IPCC 指南》和《京都议定书》第三条第 3 和第 4 款的要求是一致的，并可像本报告第三、四章中所描述的那样作进一步细分。它们涵盖的范围极广，足以对大多数国家的所有土地面积加以分类，并调节国家分类系统中存在的差异。应该自始至终一致地使用这些国家分类系统。这些类别是为结合本章随后各节中描述的方法一起使用准备的，目的在于为自始至终对土地利用做出一致估计提供方便。这并不意味着，对于面积，如果《IPCC 指南》未作要求的话，或者对于某些国家《马拉喀什协议》未作要求的话，仍需要对碳储量变化或温室气体排放量或清除量进行估计或报告。<sup>2</sup>

目前公认，这些土地类别的名称是各类土地覆盖层（如林地、草地、湿地等）和土地利用（如农田、定居地等）的混合物。为方便起见，这里通称其为土地利用类别。这些特定的类别是经过选择的，因为它们：

- 与《IPCC 指南》合理地保持了一致；
- 作为估计碳的基础是牢固的；

<sup>1</sup> 基本类别总的说来与正在进行的定义统一工作是一致的，目前正准备将粮农组织、IPCC、国际林业研究组织联合会和国际林业研究中心的与森林有关的定义（粮农组织，2002 年）与 IPCC（2000 年）描述的美国地质勘探局（勘探局（2001 年）、粮农组织（1986 年,1995 年）的林业和其他土地利用类型定义及《京都议定书》和《马拉喀什协议》中的土地利用定义(文件 FCCC/CP/2001/13/Add.1, 第 58 页)统一起来。

<sup>2</sup> 《IPCC 指南》中不要求报告非经营土地的碳储量变化和温室气体排放量，不过当非经营土地需要转变为土地利用时则要求报告。

- 可通过遥感技术合理地绘制地图；
- 十分全面，因为所有土地面积可在一种或另一种类别中集中反映出来。

从这些类别推断土地利用需要十分小心。例如，在某些国家，属于林地类的大片面积可能用作了放牧地，可从分散在草地类土地上的树上收集薪柴。这些具有不同用途的面积可能很大，足以使国家对它们单独加以考虑，在这种情况下使这些额外的种类成为建议的高级类别中的子类以确保所有土地都能加以说明，这不失为一种“优良做法”。

对于这些类别，各国将会使用自己的定义，当然，它们也可能参考国际上认可的定义，诸如粮农组织、拉姆萨尔湿地公约等确定的定义。为此，这里除了泛泛的描述之外，没有给出任何定义。对于经营的土地和非经营的土地，即可以通过生产也可以通过实现生态和社会功能来予以区分。应该以透明的方式描述详细的定义和用于区分经营的土地和非经营的土地的国家做法。

用于温室气体清单报告的最高一级土地类别是：

#### (1) 林地

这一类别包括带有木本植被的与用于定义国家温室气体清单中的林地的阈值相一致的所有土地，它们被分成经营的和非经营的两类，并且还按《IPCC 指南》中明确指出的生态系统类型划分<sup>3</sup>。它还包括当前植被在林地类阈值以下的（但预计会超过）系统。

#### (2) 农田

这一类别包括可耕地和耕地，以及植被在林地类阈值以下的与国家定义的选择一致的农林系统。

#### (3) 草地

这一类别包括牧场和不认为是农田的牧草地。它还包括植被在林地类别阈值以下的，没有人类干预不会超过林地类阈值的系统。另外还包括所有由荒地改造成的用于消遣的草地以及与国家定义一致的农业和森林牧场系统，后者又分为经营的和非经营两种。

#### (4) 湿地

这一类别包括一年中全年或部分时间被水覆盖或充满水的，但不属于林地、农田、草地或定居地这些类别的土地（如泥炭地）。该类可根据国家定义再分为经营的和非经营两种。它包括作为经营子类的水库和作为非经营经营子类的天然河流和湖泊。

#### (5) 定居地

这一类别包括所有开发的土地，包括交通基础设施和任何规模的人类定居点，除非它们已经列入其它类别。这应该与国家定义的选择保持一致。

#### (6) 其它土地<sup>4</sup>

这一类别包括裸地、岩石、冰和所有不属于其它五大类中任何一类的非经营土地面积。在能获得数据的情况下，它允许经过认定的土地面积的总和与国家面积相一致。

当应用这些类别时，清单编制机构应该将土地只列在一种类别下，以防重复计算。如果一个国家的土地分类系统与上述（1）至（6）项不一致，那么把这一土地利用分类系统中的现有土地分类组合在一起或加以分解，以便

<sup>3</sup> 在《马拉喀什协议》中森林经营有着特定的含义，它可能要求像第四章中所说的对经营林作进一步细分。

<sup>4</sup> 对于这一类别，毋需对碳库进行评估，但为核查土地面积的总体一致性将它也包括了进来。

使用本文中介绍的类别，并报告所采用的程序，将不失为一种“优良做法”。为清单中使用的所有类别专门制订定义并报告定义中使用的任何阈值或参数值，这就是一种“优良做法”。如果国家土地分类系统正在修改或首次制定，确保它们与土地利用的（1）至（6）项相兼容，这也是一种“优良做法”。

上面所述的大类为按活动、经营制度、气候区和生态系统类型作进一步的必要的细分提供了框架，可满足第三章（土地利用的变化和林业部门*优良做法指南*）和第四章（补充方法和来自《京都议定书》的*优良做法指南*）中描述的评估碳储量变化和温室气体排放量和清除量的方法的需要，并允许与《IPCC 指南》5A 至 5E 的类别加以比较。第 3.1.2 节和表 3.1.1（《IPCC 指南》第五章与本报告第三章各节之间的映射）描述了如何将本报告中描述的方法结构与《IPCC 指南》中的方法结构联系起来的方法。

## 2.3 土地面积的表述

### 2.3.1 引言

本节使用上节中定义的大类描述表述土地面积的三种方法。为增加信息内容，下面将对它们作一一介绍。方法一确定每一个土地利用类别的总面积，但不提供有关各类间面积变化的详细信息，除了在国家或地区一级，它在空间上并不明晰。方法二是对各类间土地利用变化予以跟踪。方法三是方法二的延伸，允许在空间基础上跟踪土地利用的变化。

这些方法不是作为分等级的层提出的；它们相互之间并不排斥，清单编制机构选择的混合方法应该反映计算需要和国情。在一个国家内，可能所有的面积和土地利用类别统一应用一种方法，或者对不同的地区或类别，或在不同的时间间隔中应用不同的方法。在所有情况下，描绘一国所有相关土地面积的特点并加以说明，都是一种“优良做法”。在应用这些方法中任何一个时采用“优良做法”，就清单而言，将会提高面积估计的准确性和精确性。2.3.3 节（方法的使用）给出了协助选择一种合适的方法或混合方法的决策树。

所有方法都要求收集用于估计土地利用历史趋势的数据，对于《IPCC 指南》和本报告第三和第四章中描述的清单编制方法来说它们是十分必要的。所需的历史数据量将以储存的碳达到均衡所需要的时间量为基础（在 IPCC 缺省方法中往往为 20 年，但对于温带和北方系统时间则要长一些）。如果能获得独立的数据，采用本报告第五章第 7 节中阐述的方法核实一下基于插补或推断的估计，不失为一种“优良做法”。所有的方法都能对第五章（交叉问题）中的不确定性计算产生影响。

下面提供每一种方法的假设示例，同时加以说明，现实的例子将在附件 2A.1 中提供。

### 2.3.2 三种方法

#### 2.3.2.1 方法一：基本的土地利用数据

方法一或许是当前根据《IPCC 指南》5A 至 5E 类制定排放和清除估计值的最常见的方法。它采用可能是为另外的目的——诸如林业或农业统计——准备的面积数据集。为了涵盖一国的所有土地分类和所有地区，经常是把多个数据集组合在一起。缺少统一的数据系统可能会导致重复计算或遗漏，因为有关机构为了建立它们的数据库有可能对具体的土地利用采用不同的定义。本报告就处理这一问题的方式提出了建议。显然，覆盖必须是全面的，足以包括受《IPCC 指南》第五章中阐述的活动影响的所有土地面积，但是不能扩大到像非经营的生态系统、湿地或定居地等类别。

在执行方法一时，以下做法是一种“优良做法”：

- 统一现有独立数据库之间的和与 2.2 节（土地利用类别）中土地利用大类之间的定义，最大限度地减少缺口和重叠。例如，如果农场的林地已列入林业和农业的数据集，那么就会出现重叠现象。为了统一数据，林地的计算应该仅用于温室气体清单，并且只计算一次，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那里获取。定义的统一并不意味着机构须放弃对它们有用的定

义。在以消除重复计算和遗漏为目的确定所用的定义之间建立关系，与“优良做法”是一致的。为维护时间序列的一致性，应该在整個数据集中做这项工作。

- 确保使用的土地利用类别能确定所有相关活动。例如，如果一国需要跟踪如森林经营等土地利用活动，则分类系统应该能区分经营林面积和非经营林面积。
- 确保获取数据的方法是可靠的，从方法论上讲是经过充分论证的、及时的，其尺度是适当的，并且来源是可信的。可靠性可通过利用能与统一的定义联系在一起的调查来实现。如果能提供独立的数据源，就可对地面调查进行复核，核对遥感数据（如果使用的话）的准确性需要做地面调查（见第五章第 7 节——核实）。另外还可以为复核提供国际数据集（见附件 2A.2）。
- 确保时段之间类别定义的应用相一致。例如，各国应该核对这样一点：在森林覆盖和其它阈值方面，森林定义是否已随着时间的推移发生了变化。如果认定发生了变化，使用本报告第五章描述的后向估计方法矫正数据，确保整个时间序列的一致性并报告所采取的行动，这是一种“优良做法”。
- 为那些用于估计碳储量变化、排放量和清除量的土地类别的面积和面积变化建立不确定性评估值（见第五章 5.3.4.1 节）。
- 考虑到数据不确定性的程度，评估土地分类数据库中各种面积之和是否会与领土总面积一致。如果覆盖是全面的，那么两个时间段之间的所有变化的净和应该为零，不超过所涉的不确定性范围。在覆盖不全面的情况下，覆盖面积与领土面积之间的差异通常应该是稳定的，或者在时间上变化缓慢，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）和数是不相等的，那么“优良做法”就是进行调查、解释和做出任何必要的矫正。对总面积的这些核对，应该考虑在所涉及的年度调查或定期调查或普查中所预计到的不确定性。与预计的不确定性有关的信息应该从负责调查的机构那里获取。通常，在用可获得的数据加以说明的面积之和与国家面积之间将存在剩余差异。继续跟踪这些差异并对造成这种情况的可能原因做出解释也是一种“优良做法”。这些差异在整个过程中发生的变化所涉及到的碳储量变化及温室气体排放量和清除量，可能应归因于土地利用的变化，因此或许需要像第三和第四章中阐述的方法所要求的在温室气体清单中加以说明。

表 2.3.1 和 2.3.2 显示了一个假设国大体的土地面积数据（总面积为 1.4 亿公顷），采用了与当地相关的土地分类。表 2.3.1 是按类别（1）至（6）编制的，而表 2.3.2 描绘了与细分例子同样的情况，以便使用第三章中的方法估计各种活动的影响。表 2.3.2 还指出了在第三章中能找到清单编制方法的地方。编制类似于表 2.3.1 或 2.3.2 的表，将其作为第五章中阐述的质量保证和质量控制程序的一部分，是一种“优良做法”。

时间 1	时间 2	时间 1 与时间 2 之间的 土地利用的变化
F = 18	F = 19	森林 = +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	定居地 = +3
O = 2	O = 2	其它土地 = 0
和数 = 140	和数 = 140	和数 = 0

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

表 2.3.2  
方法一数据细分说明性例子

土地利用类别 土地利用子类	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	本报告第三章中的 “优良做法指南” 方法节号	按活动分列的细分意见 (仅供说明)
<b>林地总数</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>1</b>		
林地 (非经营)	5	5	0		不包括在清单估计值内
林地 A 区 (含毁林)	7	4	-3	3.2.1/3.4.2/3.6	
林地 B 区	6	6	0	3.2.1	无任何土地利用的变化。可要求对不同的经营制度等进行细分。
造林	0	4	4	3.2.2	可要求进行细分, 如按生态系统类型。
<b>草地总数</b>	<b>84</b>	<b>82</b>	<b>-2</b>		
未改良的草地	65	63	-2	3.4.1/3.2.2/3.6	面积下降表明土地利用的变化。可要求对不同的经营制度等进行细分。
改良的草地	19	19	0	3.4.1	无任何土地利用的变化。可要求对不同的经营制度等进行细分。
<b>农田总数</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>-2</b>		
所有农田	31	29	-2	3.3.1/3.2.2/3.6	面积下降表明土地利用的变化。可要求对不同的经营制度等进行细分。
<b>湿地总数</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		
<b>定居地总数</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>3</b>		
现有定居地	5	5	0	3.6	
新定居地	0	3	3	3.6	
<b>其它土地总数</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	3.7.1	非经营—不在清单估计值之列。
<b>平衡项</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		
<b>合计</b>	<b>140</b>	<b>140</b>	<b>0</b>		

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应通过对适当的土地类别作进一步细分加以确定。

确定每一类别中土地利用变化面积是以面积在两个时间点上的差异为依据的, 不论土地面积覆盖是部分的还是全面的。在方法一下, 不可能对类别间的变化作任何专门的说明, 除非能获得补充数据 (这当然会导致与方法二混用)。土地利用的分布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), 但是在使用的形式方面或许缺乏空间上的明晰性<sup>5</sup>。所有土地利用类别之和有可能与审议中的国家或地区的总面积不相等, 土地利用变化的净结果可能不等于零。这一方法的最后结果是在特定的时间点上列出的一个土地利用表。

### 2.3.2.2 方法二：土地利用和土地利用变化的调查

方法二的基本特征是, 它不仅提供国家或地区范围的具体土地类别面积损益评估, 而且提供对这些变化所代表的那些东西 (即来自一种类别的或对一个类别造成的变化) 的评估。因此, 方法二包括了有关类别之间变化的更多信息。以这种明确的方式跟踪土地利用的变化, 通常要求按类别对最初土地利用类别和最后土地利用类别以及未变化土地的总面积进行估计。这一方法的最后结果可能表现为一个在空间上不够明晰的土地利用变化矩阵。矩阵形式

<sup>5</sup> 当考虑采用方法二或方法三的可能性时, 向数据收集机构调查一下原始数据源是否包含了空间明晰的数据是很有好处的。例如, 森林清单通常来自于空间明晰的数据源。

是用于表述出现在所有可能的土地利用类别间的不同转变下的各种面积的一种简洁格式。对这一方法来说，现有的土地利用数据库可能已经足够翔实，或者通过抽样获取数据可能是必要的。输入数据有可能最初在空间上是明晰的，也有可能是不明晰的（即已在地图上标明的，或以其它方式从地理角度提及的）。样本数据将使用推断法，采用对相关总面积或相关总人口的比率。数据将要求对在统计上和空间上有效的地点样本做定期复查，地点根据第五章第 5.3 节（抽样）中阐述的原则选定。

尽管方法二需要的数据量要大于方法一，但它能解释所有土地利用的转变情况。这意味着能选择排放和清除因子或碳变化率参数来反映在任何两个类别之间对向转变中碳变化率的差异，并能使与不同的土地利用相关联的最初碳储量中的差异也能考虑在内。例如，在耕地过程中，如果随之放弃种植的话，土壤中的有机碳损失率通常要大大高于再积累率，对于来自农田的转变来说，最初的碳储量有可能要低于来自草地的转变。

针对方法一描述的“优良做法”各点也适用于方法二，不过更加详细，因为可提供土地利用变化的模式，而不仅是每一土地类别或子类的净变化或出于这类别或子类的净变化。

表 2.3.3 对方法二加以了说明，使用了方法一例子（表 2.3.2）中的数据，增加了与所发生的一切转变有关的信息。此类数据可以一种更简洁的矩阵形式来表达，表 2.3.4 显示了这种情况。为了说明方法二的增加值和这类土地利用的变化矩阵格式，在表 2.3.5 中给出的是表 2.3.4 的数据，不过未对土地利用类别作进一步细分，这可以与来自表 2.3.1 中的方法一的较有限的信息加以比较。在表 2.3.5 中，可以跟踪土地类别发生的种种变化，而在表 2.3.1 中，只可以发现大类中的净变化。当采用方法二时，制作一个类似于表 2.3.4 或表 2.3.5 的表，将其作为第五章阐述的质量保证/质量控制程序的一部分，可以说是一种“优良做法”。

最初土地利用	最后土地利用	土地面积 (百万公顷)	“优良做法”指南方法 本报告第三章 n 节
林地（非经营）	林地（非经营）	5	从温室气体清单中排除
林地（经营）	林地（经营）	10	3.2.1
	（森林 A 区表 2.3.2）	4	
	（森林 B 区表 2.3.2）	6	
林地（经营）	草地（粗放牧）	2	3.4.2
林地（经营）	定居地	1	3.6
草地（粗放牧）	草地（粗放牧）	56	3.4.1
草地（粗放牧）	草地（经过改良）	2	3.4.1
草地（粗放牧）	林地（经营）	1	3.2.2
草地（粗放牧）	定居地	1	3.6
草地（经过改良）	草地（经过改良）	22	3.4.1
草地（经过改良）	林地（经营）	2	3.2.2
农田	农田	29	3.3.1
农田	林地（经营）	1	3.2.2
农田	定居地	1	3.6
湿地	湿地	0	
定居地	定居地	5	3.6
其它土地	其它土地	2	从温室气体清单中排除
<b>合计</b>		<b>140</b>	

注：数据是经过细分的表 2.3.2 中的数据。子类是由各国定义的，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 2.3.4  
类别细分的土地利用变化矩阵中方法二数据说明性例子

最后 \ 最初	林地（非经营）	林地（经营）	草地（粗放牧）	草地（经过改良）	农田	湿地	定居地	其它土地	最后面积
林地（非经营）	5								5
林地（经营）		10	1	2	1				14
草地（粗放牧）		2	56						58
草地（经过改良）			2	22					24
农田					29				29
湿地						0			0
定居地		1	1		1		5		8
其它土地								2	2
最初面积	5	13	60	24	31	0	5	2	140
净变化	0	+1	-2	0	-2	0	+3	0	0

注：列和行的总数显示了表 2.3.2 中介绍的土地利用净变化，不过分成了表 2.3.3 中的国家子类。“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（子）类来说，净变化（底行）就是减去各（子）类别最初面积的最后面积。空白处表示对于这种转变来说不存在土地利用的变化。

表 2.3.5  
方法二示例简化的土地利用变化矩阵

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

注：  
F = 林地， G = 草地， C = 农田， W = 湿地，  
S = 定居地， O = 其它土地  
数字代表单位（本例中为百万公顷）。  
本例中无湿地。空白处表示不存在任何土地利用的变化。

许多国家在执行这一方法时有可能会要求作进一步分类，比如说按森林物种或物种组合和土壤类型分类，为的是根据第三章中的指导提供估计碳储量变化所需的土地面积数据。表 2.3.3 对可能的细分加以了说明，并指出了在第三章的什么地方能找到关于特定土地利用或转变的方法指导。

### 2.3.2.3 方法三：地理划分明确的土地利用数据

方法三（图 2.3.1 作了概括）要求对土地利用和土地利用的变化作空间明晰的观察。数据的获取既可以通过对地理上确定的点进行抽样——一种全面的记录（全域绘图），也可通过二者的结合。

方法三是综合性的，从概念上讲实施起来相对简单，但需要的数据量很大。目标区分成适用于土地利用变化范围及抽样或全面列举所要求的单位规模，如格网单元或多边形等空间单位。使用空间单位必须自始至终保持一致，否则会使抽样出现偏差。空间单位应该使用预先存在的地图数据（通常在一个地理信息系统内）和（或）就地抽样，土地利用应该按第三或第四章的方法所要求的时间间隔进行观察或推定，并将它们记录在案。如果采用全域绘图，可以使用等同于格网方法的基于多边形的方法（见图 2.3.1）。观察可来自遥感、现场访问、面谈或问卷。抽样单位可以是点，也可以是面，从 0.1 公顷到一平方公里或以上均可，具体取决于抽样的设计。单位可以从统计角度进行抽样，间隔要小于用于全面覆盖的间隔，按一定的或不定的间隔选择，它们可集中于预计会发生土地利用变化的区域。每次，记录的土地利用数据可能是某一点上的或抽样单位内的，但是它们也可能包括各抽样年份之间的一个抽样单位内的土地利用变化数据。

为了有效地执行方法三，抽样必须足以允许采用空间内插法，从而产生一张土地利用图。在第五章的抽样一节（5.3 节）中将论述抽样方法和相关联的不确定性。从而自始至终（定期的，但不一定是每年的）跟踪每一空间单位或一批单位的所有土地利用、土地利用变化和林业活动，并作单个记录，而这些通常是在一个地理信息系统内。由于方法三与方法二类似，因此应该为这一方法编制方法二中描述的概括性的表 2.3.4 或表 2.3.5，将它作为第五章中阐述的质量保证/质量控制程序的一部分。

图 2.3.1 方法三概述：对全面空间覆盖的土地利用的直接和反复评估

#### 说明

在方法三下，国家分成诸如格网单元或小多边形的空间单位。在本例中，格网单元用于面积的细分。格网单元通过遥感和地面调查进行抽样，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，遥感方面能全面覆盖所有的格网单元（图 2.3.1A）在格网单元的样本中将采用地面调查，地面调查可用于直接确定土地利用，以及帮助解释遥感数据。格网单元样本可规则分布（图 2.3.1B），也可不规则分布（图 2.3.1C），例如，在更可能发生土地利用变化的情况下给予更大的覆盖。可使用格网单元制图，它们也可以合并成多边形（图 2.3.1D）。该方法的最后结果是列出一个空间明晰的土地利用变化矩阵。

时间 1

时间 2

图 2.3.1A

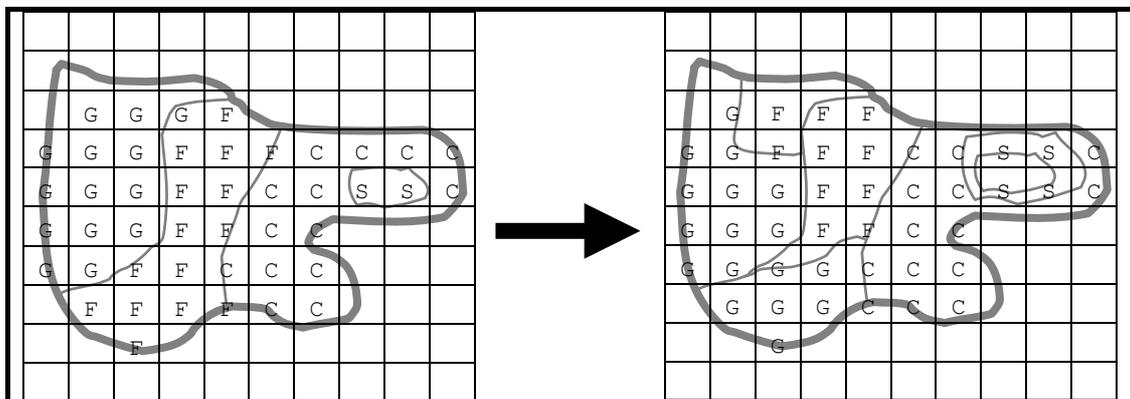


图 2.3.1.B

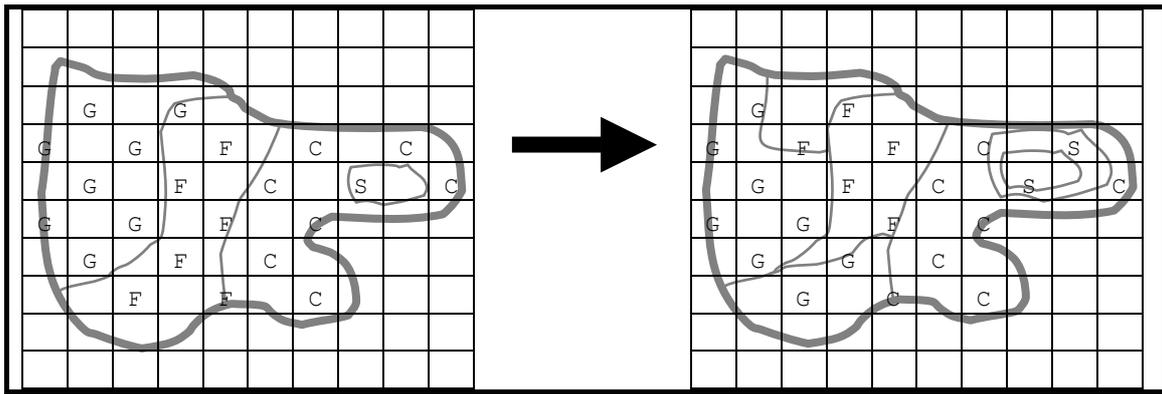


图 2.3.1C

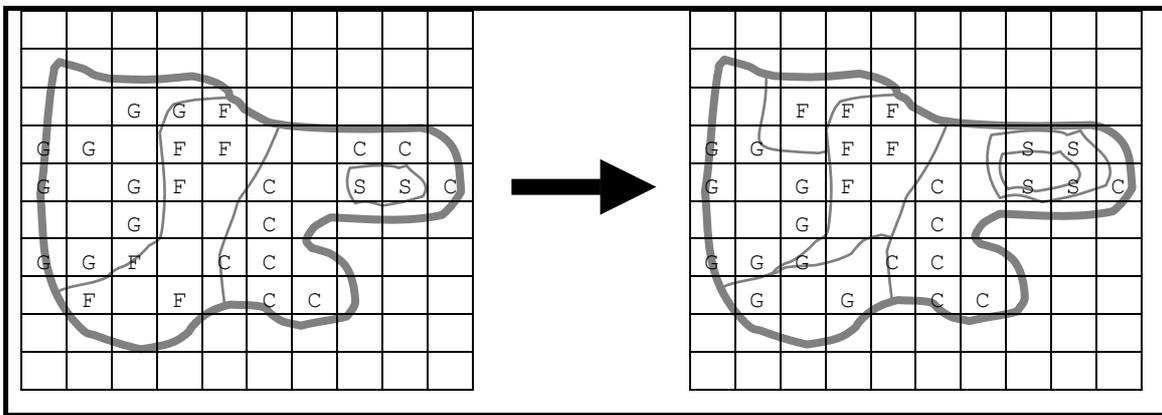
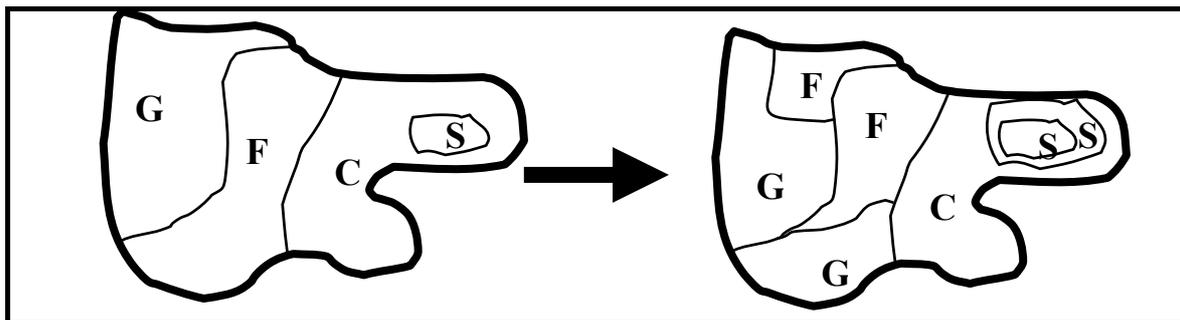


图 2.3.1D



注： F = 林地， G = 草地， C = 农田， W = 湿地， S = 定居地， O = 其它土地。

数据，不论是采用格网还是多边形，在小范围内都可根据第 3.3 条直接解释发生造林、再造林和采伐森林事件的土地单位。格网数据可以从遥感获得，通常与绘制成图的辅助数据（如森林清单或土壤图）结合在一起，用于提高土地利用分类的准确性。建立将遥感与地面实测数据联系在一起的模型是一个技术要求很高的过程，这一问题将在 2.4.4.1 节（遥感技术）作更详细的论述。

在采用方法三时，以下做法都属于“优良做法”：

- 采用与 2.4.2 节和第五章 5.3 节中提供的方法和和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。第五章 5.3.3 节（抽样设计）给出了有关时间演变的建议。
- 在使用遥感数据的情况下，可使用 2.4.4.1 节（遥感技术）中阐述的地面参考数据制定一种用土地类别来予以说明的方法。常规的森林清单或其它调查数据可用于这一方面。避免分错土地类型的类别是十分必要的，例如，仅用遥感数据可能很难将湿地与林地区分开来，这就需要有诸如土壤类型或地形等辅助数据。因此，可通过该节中概述的地面参考数据确定地图的准确性。常规做法是建立这样一个矩阵<sup>6</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一些候选分类中的一种几率。
- 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（见第五章 5.3.4.1 节）。
- 衍生概括性的属于不同的土地利用变化的各种国家面积表（类似于针对方法二描述的用于质量保证/质量控制目的的那些表）。

### 2.3.3 方法的使用

图 2.3.2 和 2.3.3 是用于协助选择适当方法或混合方法确定土地利用面积的决策树。如果执行情况与第三至第五章中的要求相一致，所有这三种方法可用于产生与“优良做法”一致的温室气体排放和清除的估计值。一般说来，方法三将考虑到作为（第三章中描述的）以空间为基础的碳模型的一种输入信息所要求的空间表述。

一个国家采用一种方法还是一种以上的方法，除了其它因素之外，主要取决于偏远地区空间的可变性、规模和可及性、生物地理数据收集的历史、利用遥测人员和资源的可能性（必要时外购）及获得空间明晰的碳数据和（或）模型的可能性。大多数国家将拥有某些现有的土地利用数据，图 2.3.2 中的决策树是为了帮助各国以符合本章中的指南的方法使用这一数据。需要采取的关键决定有三个：要求用于《京都议定书》报告的数据在空间上是否明晰，数据是否涵盖了整个国家，它们是否提供了足够的时间序列。

对于缺乏现有数据的少数国家，图 2.3.3 中的决策树可帮助它们选择一种适当的方法或混合的方法。从广义上讲，所有土地面积和（或）有限的遥感资源的良好可及性，是更多强调用实地调查方法编制土地利用数据库的指标。较难进入某些位置但能取得良好的遥感数据的国家应该考虑使用将重点放在遥感上的方法三。有些国家土地面积很大，但缺乏处理方法三所要求的大量高分辨数据的资源，因此方法二可能更适合于它们。可及性差而且遥感资源有限的国家不可能有能力编制适合于方法二或方法三的数据库，但应该能使用方法一，它既可以来自粮农组织的数据库（关于土地利用和土地覆盖层的数据库），也可以来自国际上可提供的其它数据库（例如：见附件 2A.2）。

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。第五章提供了使不同阶段之间或可能是必要的不同使用之间的时间序列保持一致的方法。

<sup>6</sup> 有时称为“混乱矩阵”。

图 2.3.2 在土地面积方法中使用现有数据的决策树

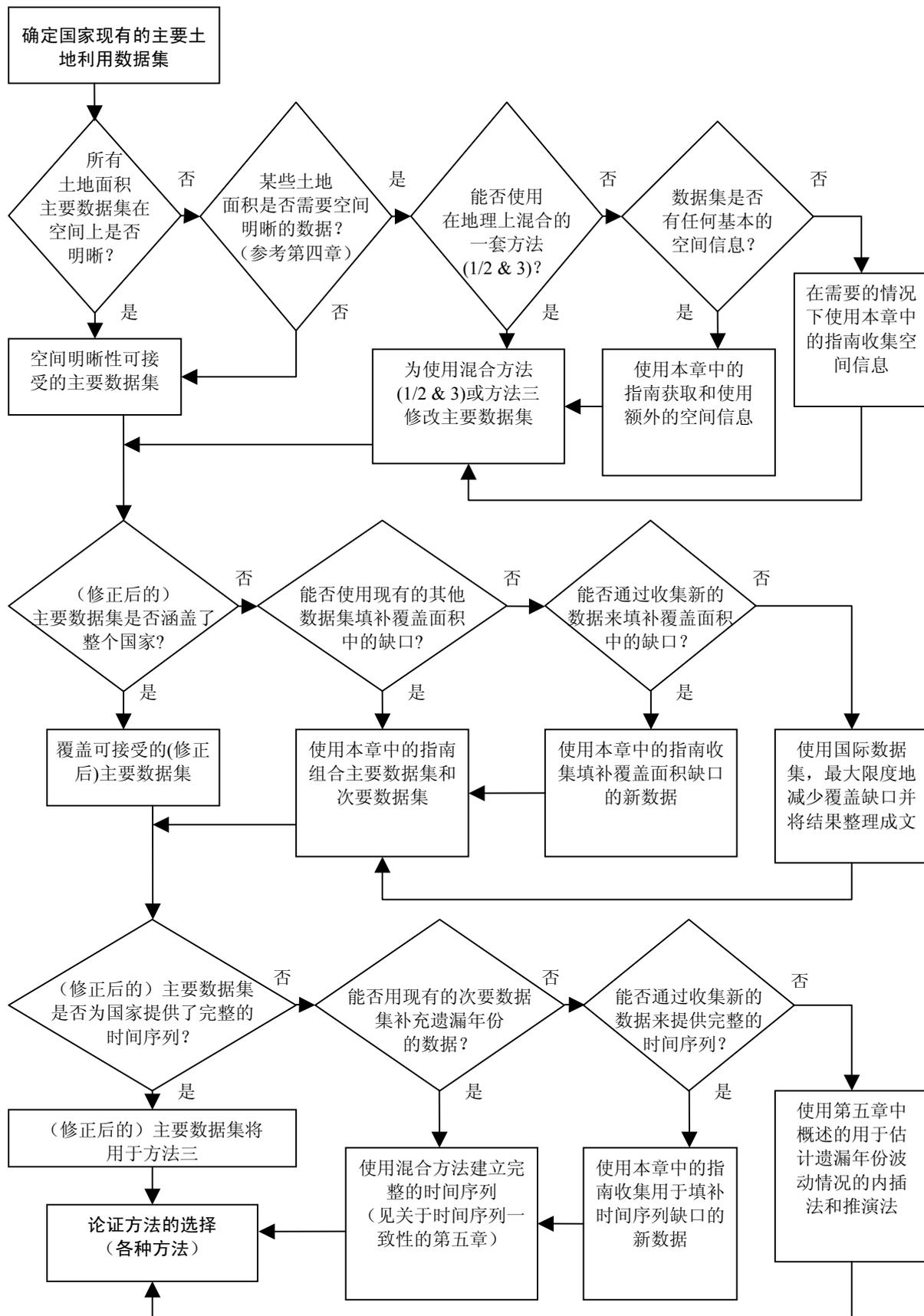
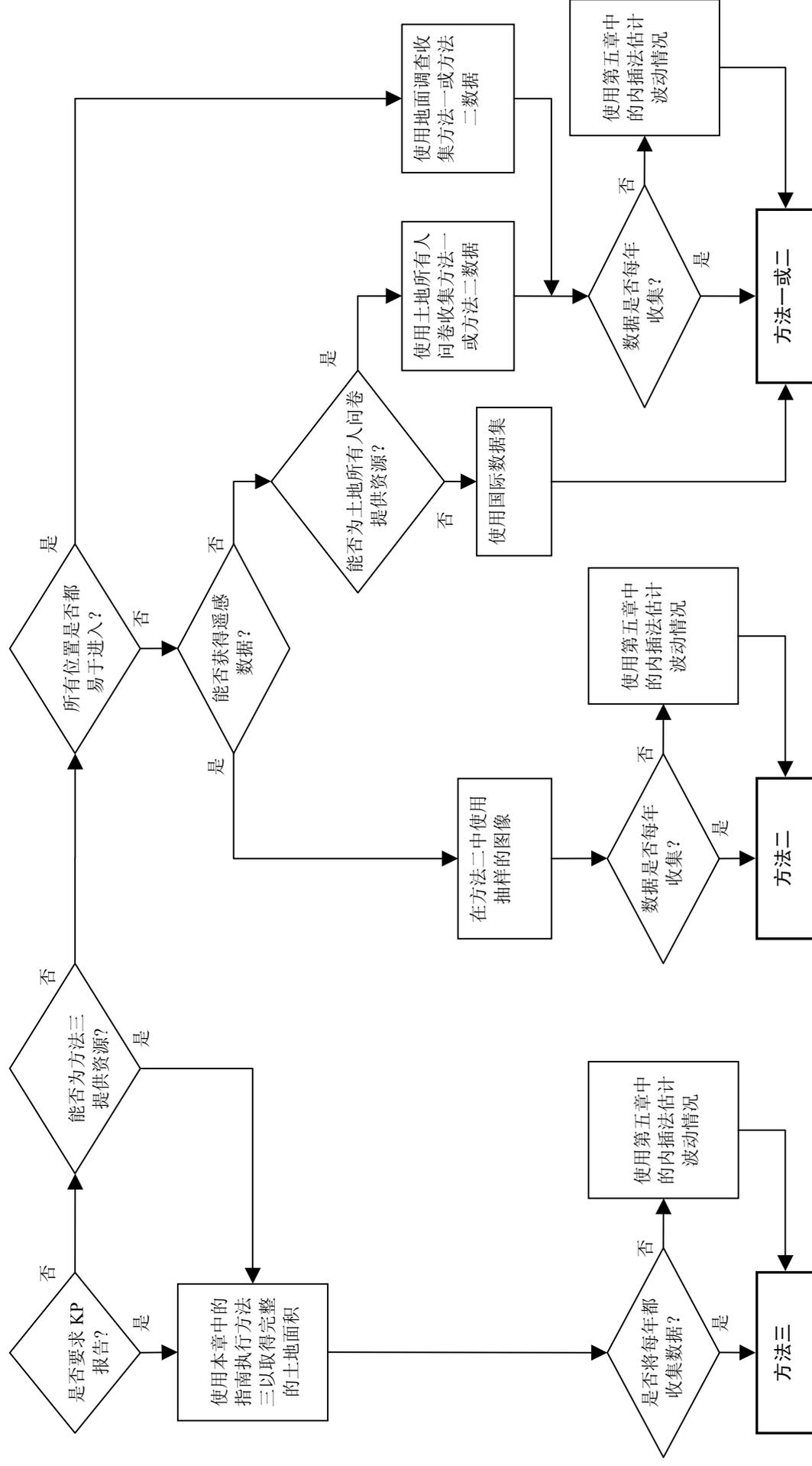


图 2.3.3 缺乏现有数据的国家选择土地面积方法的决策树



### 2.3.4 与方法相关的不确定性

“优良做法”要求尽可能减少不确定性，第五章 5.2 节（不确定性的识别和量化）阐述了量化的方法。这些方法要求将面积的不确定性评估作为一种输入信息。尽管与方法一至方法三相关联的不确定性显然取决于执行这些方法的方式及可获得的数据的质量，但是指出实际上能够实现的东西也是可能的。表 2.3.6 列出了所涉及的不确定性的来源、减少不确定性的基础以及在实际上会遇到的条件下不确定性所具有的指示程度。

面积的不确定性来源通常从方法一到方法三依次递增，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，因为新的数据使额外的复核有了可能，另外由于统计中常见错误的消除，不确定性一般会减少。方法一、方法二和方法三之间的主要差别在于：从比例上讲，土地面积变化的不确定性有可能在方法一中更高。这是因为在方法一中土地利用的变化来自于总面积中的差别。在方法一下，差别中的不确定性为所比较的面积中的不确定性的 1 至 1.4 倍，具体取决于各次调查之间的相互联系程度。方法三产生空间明晰的详细信息，这类信息可能是，例如，是某些建模方法或报告《京都议定书》活动所需要的。在这些情况下，如果用方法一或方法二来确定面积，则需要额外的空间信息。第四章 4.2.2 节确认了《京都议定书》的要求。

表 2.3.6  
方法一至方法三下的不确定性概述

	不确定性的来源	减少不确定性的方法	核查后的指示性不确定性
方法一	不确定性的来源可能包括以下情况中的某些或全部，具体取决于数据来源的性质： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 普查统计表中的错误</li> <li>• 机构间定义的不同</li> <li>• 抽样设计</li> <li>• 对样本的解释</li> </ul> 此外： 对类别之间面积变化的复核在方法一下不能进行，这通常会增加不确定性。	<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>• 就所涉及到的可能的不确定性咨询统计部门</li> <li>• 与国际数据集进行比较</li> </ul>	对于每一类别土地总面积，从很小的百分比到 10%。  对于来自连续调查的面积变化，不确定性的百分比更高。  当使用为其它目的编制的的数据时，系统性错误可能更大。
方法二	同方法一，有能力进行复核。	同上，加上矩阵内类别间变化之间的一致性核查。	对于每一类别土地总面积，从很小的百分比到 10%；对于面积中的变化则更大，因为它们是直接衍生的。
方法三	同方法二，加上与遥感数据（如果使用的话）的解释相联系的不确定性。	同方法二，加上使用第五章中阐述的原则对不确定性进行的正式分析。	同方法二，但可从地理上确定所涉面积。然而，使用方法三确定不确定性的数量可能比方法二更准确。

## 2.4 建立土地利用数据库

编制温室气体清单所需的土地利用数据库有三大途径：

- 使用现有的为其它目的编制的数据库；
- 使用抽样；
- 使用完整的土地清单。

以下各节提供了有关使用这三种类型数据的一般“优良做法”建议，以供清单编制机构考虑，同时应征求一下国家一级负责提供统计数据的其它机构的意见。清单的编制者不应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。

### 2.4.1 采用为其它目的编制的数据库

可使用两种类型的可用数据库来给土地分类。在许多国家，可提供下面论述的那种类型的国家数据集。另外，清单编制机构可使用国际数据集。下面分别对这两种类型的数据库做出说明。

#### 国家数据库

方法一和方法二通常以现有的数据为基础，它们每年或定期加以更新。典型的数据来源包括森林清单、农业普查和其它调查、城市土地和自然人口普查、土地登记数据和地图。附件 2A.1 的例子“各个国家采用方法示例”对这类信息的使用做出了说明。2.3.2.1 节阐述了使用这类数据的“优良做法”。

#### 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层数据集（附件 2A.2 列出了其中的某些数据集）。所有这些数据几乎都作为栅格数据<sup>7</sup>储存了起来，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资料/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：

- 估计土地利用的空间分布。常规的清单通常只提供按级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层数据加以重建，如果无法获得国家数据的话，那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做出比较可指出存在的明显差异，对这些差异的了解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，考虑一下以下情况不失为一种“优良做法”：

- 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它们的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 2.2 节（土地利用类别）中描述的系统之间的等价关系。
- 空间分辨率（名义上一般为多公里，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合并，以改善可比性。
- 尽管多种准确性测试通常是在样本点上进行的，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信息。

<sup>7</sup> 栅格数据意指存储在规则的栅格上的信息，与多边形数据相对，后者是作为具有共同属性的一个轮廓区的坐标值存储的信息。

- 至于国家数据，或许需要采用内插法或推演法来确定各时间段的估计值，以便与所要求的向《联合国气候变化框架公约》报告的时间或《京都议定书》中规定的时间相一致。

## 2.4.2 采用抽样方法收集新的数据

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。一种“优良做法”是，应用以第五章第 3 节中阐述的抽样为基础的抽样概念，从而将一致的和无偏差的估计程序考虑在内，最后得出准确的估计。

正如在第五章第 3 节中所论述的，有关抽样的“优良做法”通常涉及到一套抽样单位，它们位于清单面积内的规则的格网上。于是，给每一抽样单位指定一个土地利用级别。可利用抽样单位产生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的面积估计值。如果总面积不详，则假定每一抽样单位代表一个具体的面积。随后可通过属于这一类别的抽样单位数对土地利用类别的面积做出估计。

在连续反复对面积进行抽样的情况下，可产生出用于建立土地利用变化矩阵的不时的面积变化。

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，后者对每一类别中面积估计值的可靠性进行量化。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，这也是一种“优良做法”。

## 2.4.3 收集完整清单中的新数据

一个国家要编制其所有区域完整的土地利用清单，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。正如方法三下（2.3.2.3 节）所概述的，数据将很容易用在以一套得到地面实测数据佐证的格网单元或多边形为基础的地理信息系统中，而地面实测数据是实现无偏差的解释所必需的。如果这些数据的分辨率足够高的话，它们可允许直接用于《京都议定书》的相关活动报告。较粗的比例数据可用来为整个国家或适当地区建立方法一或方法二数据。

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。

## 2.4.4 数据收集的工具

### 2.4.4.1 遥感技术

这里所论述的遥感数据是指通过卫星上的遥感器（光学遥感器或雷达），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，以便提供土地覆盖层情况及相应面积的估计值，它们通常需要地面调查数据来提供一个分类准确性的估计值。分类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）数字方法来进行。遥感的好处在于它可提供空间明晰的信息和反复进行探测的能力，包括覆盖大片地区及采用其它方式难以进入的偏远地区的可能性。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层和土地利用时间序列。遥感遇到的挑战与解译方面的问题有关：图像需要转换成有意义的土地利用和土地经营信息。数据的取得取决于卫星遥感器，它可能会受到大气中云霾的影响。还有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。遥感主要对以下情况有用，即获取土地覆盖层/使用类别的面积估计值，以及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。有关遥感和空间统计的补充情况可见 Cressie（1993 年）和 Lillesand 等人（1999 年）的文章。

#### 遥感数据的类型

遥感数据最重要的类型有：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（见显示主要遥感平台特征的表 5.7.2）。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）可以充分用于评估不同的土地利用类别或地区。一个完整的用于跟踪土地利用变化的遥感系统可包括许多具有各种分辨率的传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：

- 适当的土地利用分类方案；
- 合适的空间分辨率（《京都议定书》中用于评估土地利用变化的最小空间单位为 0.05 公顷）；
- 用于估计土地利用和碳储量变化的合适的时间分辨率；
- 提供准确性评估的可能性；
- 适用于数据获取和处理的透明方法；
- 一致性和随时获得的可能性。

### 1. 航空摄影

对航摄照片的分析可揭示森林的树种和森林的结构，可以从中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照片的类型，但是对于标准产品来说，它往往像一平方公里那么小。

### 2. 可视波长和近红外波长的卫星图像

大面积的（国家的或地区的）全面土地利用或土地覆盖层，如果无法用其它方式获得数据的话，可以使用卫星图像来提供方便。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层/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所谓的合成孔径雷达（SAR）系统，这种系统是在微波频率上运行的。此类系统的一个主要好处是，它们能穿透云霾，在夜间取得数据。因此，在世界许多几乎经常被云雾笼罩的地区，它们可能是唯一可靠的遥感数据源。通过使用光谱的不同部分和不同的极化，合成孔径雷达系统能区分土地覆盖层类别（如森林和非森林等）或植被的生物量内容，尽管由于信号饱和和目前在高生物量上存在着某些限制。

## 地面参考数据

为了将遥感数据用于清单，特别是将土地覆盖层与土地利用联系在一起，“优良做法”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。这只能通过使用独立收集的地面参考数据来做，这些数据最好来自实际的地面调查，但高分辨率照片或许也是有用的。

## 遥感与地理信息系统的整合

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合为一体，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来实现，这样做成本较低，但效益却很好。

## 使用遥感数据对土地覆盖层进行分类

使用遥感数据对土地覆盖层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（诸如树的直径、高度、底面积、生物量等）。此外，数字分析考虑到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，尽管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。

## 使用遥感探测土地利用的变化

遥感可用于探测与土地利用、土地的变化和林业有关的变化位置。探测土地利用变化的方法可分成以下两类 [Singh (1989年)]:

**后分类变化探测：**这是指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层/土地利用分类的和通常通过减少数据集来探测变化的技术。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 inconsistency 则极为敏感。

**预分类变化探测：**这是指探测变化的那些较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响应数据之间存在的差异，这些差异用于提供土地覆盖层/土地利用变化方面的信息。这种方法对解译的一致性敏感性较差，可探测比后分类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。

## 制图准确性评价

不论在什么时间使用土地覆盖层/土地利用图，“优良做法”是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。某些类别可以很容易加以区分，而且结果是惟一的，而有一些则易与其它类别相混淆。例如，在分类中，针叶林往往比落叶林更为准确，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经营做法的变化往往比较困难。例如，可能很难探测具体土地面积上从常规耕作转为保护性耕作的变化。

因此，按类别逐个估计土地利用/土地覆盖层图的准确性是一种“优良做法”。图上的许多样本点及相应的现实界类别将用于建立带有以下元素的混乱矩阵（见方法三，脚注 6）：显示正确确定概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概率的非对角线元素。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，可以产生出许多准确性指数（Congalton, 1991 年）。按类别逐个做出土地利用/覆盖图准确性估计不失为一种“优良做法”，在使用遥感的情况下，一种混乱矩阵可用于这一目的。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。

### 2.4.4.2 基于地面的调查

基于地面的调查有可能被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手段。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被用于制作硬拷贝的现场记录和地理信息系统中有用的历史地图。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的使用情况相联系的。

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。全球定位系统的发展意味着位置信息可使用便携式计算机装置就地直接记入电子格式中。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。

可采取与土地所有人面谈和发放问卷的方式来收集社会经济和土地经营方面的信息，不过它们也可能提供有关土地利用和土地利用的变化方面的数据。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）提供可靠数据的知识和记录。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）。土地使用者调查可在整个人口中进行或采用规模适当的样本。在现代应用时采用一整套正确性确认和准确性评估技术。调查可通过个人走访、电话访谈（往往带有计算机辅助提示）或邮寄问卷的方式进行。对土地使用者的调查首先从以下方面着手，即将数据和信息需要归纳为一系列简单而明了的问题，这些问题要求给予简明扼要和明晰的回答。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、木浆对木材等等）对整个研究区域在空间上加以分层。对于涉及土地面积和经营做法的答复，应该要求应答者提供某种地理位置（不管坐标值是否精确）、土地清册说明，或至少是生态单位或行政单位。再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 2A.1 一些国家的方法示例

### 2A.1.1 美国现有资源清单的利用（方法一、方法二和方法三）

在美国，“国家资源清单”（NRI）专门用于评估非联邦土地上的土壤、水和相关环境资源（Nusser 和 Goebel, 1997 年; Fuller, 1999 年）<sup>8</sup>。“国家资源清单”使用多个来源的数据核实估计值。美国的地理信息系统用于保存清单，它包括全部地面面积、水面积和联邦土地。由其它来源（例如土壤数据库）和其它清单（如“森林清单和分析”等）提供的数据可与“国家资源清单”相链接<sup>9</sup>。尽管“国家资源清单”和“森林清单和分析”的抽样技术相类似，但是不同的目标要求不同的抽样格网，从两个在统计上独立的清单中得出估计值。不过，粗略的抽样数据可用作方法三的基础。

数据（见表 2A.1.1）足以提供一个土地利用变化矩阵（方法二），可说明美国多个土地利用和土地利用变化的重要特点。首先是比较每一土地利用大类 1997 年和 1992 年总量，以描述土地利用的净变化。例如，从 1992 年至 1997 年农田数量由 1.547 亿公顷下降到了 1.526 亿公顷，减少了 210 万公顷，而非联邦所有的牧场和森林的总量则保持着相对的稳定。土地利用的这些方面也可从方法一数据库中看到。此外，美国的总面积从 1992 年至 1997 年仍然固定在 8 亿公顷上，因此，一个土地利用类别中面积的任何增加必然会被另一个类别中面积的下降所抵消，如在方法二一个结构中可能已提供的那样。

不过，数据也能使用其方法二结构描述土地利用变化的动态。表 2A.1.1 中的对角线元素和非对角线元素显示了一种土地类别中还有多少土地，又有多少土地の利用分别发生了变化。土地利用中变化的综合度量（非对角线元素）对碳的估计和报告可能是极其重要的。例如，非联邦林地的总量从 1992 年至 1997 年一直保持着相对的稳定，约增加了 40 万公顷。然而，土地利用变化元素显示，190 万公顷的非联邦林地已转变为定居地，同时有 250 万公顷的草地变成了林地。因此，如果个别的土地利用动态（如林地转变为定居地，草地转变为森林）规模相对较大，那么根据总的土地利用中变化很小来推定碳储量的变化也很小就是不正确的。

最后 最初	作物	保护区方 案土地 (CRP)	草地	牧场 (NF)	森林 (NF)	其它 农业	定居地	水和联邦 土地	1997 年 合计
作物	146.8	0.9	3.5	0.8	0.3	0.3	--	--	152.6
保护保护区方案土地 (CRP)	0.8	12.3	--	--	--	--	--	--	13.2
草地	3.7	0.3	43.2	0.3	0.8	0.3	--	--	48.6
牧场(NF)	0.6	0.1	0.6	162.3	0.5	0.2	--	--	164.4
森林 (NF)	0.8	--	2.5	0.6	160.1	0.6	--	--	164.5
其它农业	0.7	--	0.4	0.3	0.4	18.9	--	--	20.7
定居地	1.2	--	0.8	0.5	1.9	0.2	35.2	--	39.8
水和联邦土地	0.1	--	--	0.1	0.2	--	--	182.6	183.1
1992 合计	154.7	13.8	51.0	165	164.1	20.5	35.2	182.8	787.4

注：(1) 来自 1997 年的国家资源清单的数据，不包括阿拉斯加。(2) NF 为非联邦。面积为百万公顷。(3) CRP 代表保护区方案中登记的土地。(4) 由于舍入误差，某些行与列的总数未加起来。

<sup>8</sup> “国家资源清单”是由美国农业部自然资源局在衣阿华州大学的合作下制定的。有关“国家资源清单”的更多情况可在以下网址上查阅：<http://www.nhq.nrcs.usda.gov/technical/NRI/1997/>。

<sup>9</sup> “森林清单和分析”由美国农业部森林局中的研究与发展组织在州和私人林业及国家森林系统的合作下进行经营。有关“森林清单和分析”的更多情况可在以下网址上查阅：<http://fia.fs.fed.us/>。

## 2A.1.2 阿根廷大草原农业数据的利用（方法一和方法二）

自 1881 年以来，阿根廷曾开展过各种各样的国家农业普查，它涉及到阿根廷大草原上百分之百的农场。有关土地利用的数据是在每个省的政区中组织的，阿根廷共有 24 个省。最近公布了对一个世纪来农业变革中草原土地利用变化的特别研究（Viglizzo 等人, 2001 年）。结果显示阿根廷大草原，作为对天然草地转变为牧场和农田的回应，在许多时候成为温室气体的净排放源。然而，自 1960 年以来，由于采取了保护性土壤经营技术，主要是减耕和免耕方法，排放量逐年下降（Bernardos 等人, 2001 年）。这些数据可用于执行方法一或方法二。

## 2A.1.3 中国土地登记数据的利用（方法一）

中国使用方法一和方法二处理土地利用变化方面的数据，包括每 5 年的森林清单、农业普查和其它调查。尤其是，中国正在推行退耕还林的住户合同制。目前正在推行个人合同制，给住户分配任务发放补贴，住户同时拥有自己种植的树木和其它植被。该方案的目标是从 2000 年至 2010 年植树约 500 万公顷。现已使用用于这一方案的合同来编制具体土地利用变化的数据库。

## 2A.1.4 英国的土地利用矩阵（方法一、方法二和方法三）

在英国，土地利用变化矩阵是由实地调查数据构筑的（Barr 等人, 1993 年；Haines-Young, 2000 年）。目前已经完成了三次调查，时间分别是 1984 年、1990 年和 1998 年。每一样本为一平方公里面积，1984 年使用其中的 384 个样本提供 32 个生态气候区的分层抽样。1990 年和 1998 年重访了这些样本区，1990 年为这项运动另外增加了约 140 个样本，1998 年另增加了 50 个，以扩大生态气候区的覆盖面。最初制定了仅用于调查的土地利用/土地覆盖类别，但在 1998 年使用了与英国其它机构共用的可供选择的类型。1984 年和 1990 年的保存数据现已重新分成了新的类别。调查者考察了每个一平方公里的样本，他们从现有 560 张 1:10 比例地图着手，画出不同的土地覆盖层/利用块的轮廓，计算块数并将每一块的一系列信息记录下来。接着将地图数字化，用数字数据来计算每一块的面积。当几年后再重访一个区时，那些带有老的块界的数字化地图成了记录每块变化的起始点。从而，不仅逐步建立起了每一抽样年的各类土地覆盖层/利用的面积数据，而且建立起了每一类别之间发生转变的数据。随后，针对不同的生态气候区发生的情况，通过样本的加权平均得出地区和国家土地覆盖层/土地利用和变化的估计值。

英国为一套经过简化的土地利用类别（农场、自然、城市、森林、其它）建立了 1984 年至 1990 年间英格兰、苏格兰和威尔士的土地利用变化矩阵，这套矩阵被用于估计英国温室气体清单 5D 类的排放和清除情况（由土地利用的变化和经营造成的二氧化碳排放和土壤的二氧化碳摄入）。例子见表 2A.1.2。

1990 年 \ 1984 年	农场	自然	城市	森林	其它	1990 年合计
农场	1 967	81	6	6	0	2 060
自然	113	4 779	5	32	0	4 929
城市	14	4	276	1	0	2 95
森林	9	77	1	981	0	1 068
其它	0	0	0	0	141	141
1984 合计	2 103	4 941	288	1 020	141	8 493

注：面积为千公顷

Barr 等人（1993 年）描述了使用这种抽样方法来估计地区土地利用和土地利用的变化所存在的不确定性。如果知道一个地区在土地利用或变化方面的变化情况，或者它们可以通过近似值加以估计，那么对于那种土地利用和土地变化，达到明确规定的地区总面积中的置信水平所需要的样本数量，可根据统计理论做出估计（Cochran, 1977 年）。

## 2A.1.5 新西兰建立来自遥感的土地利用/土地覆盖数据库示例（方法三）

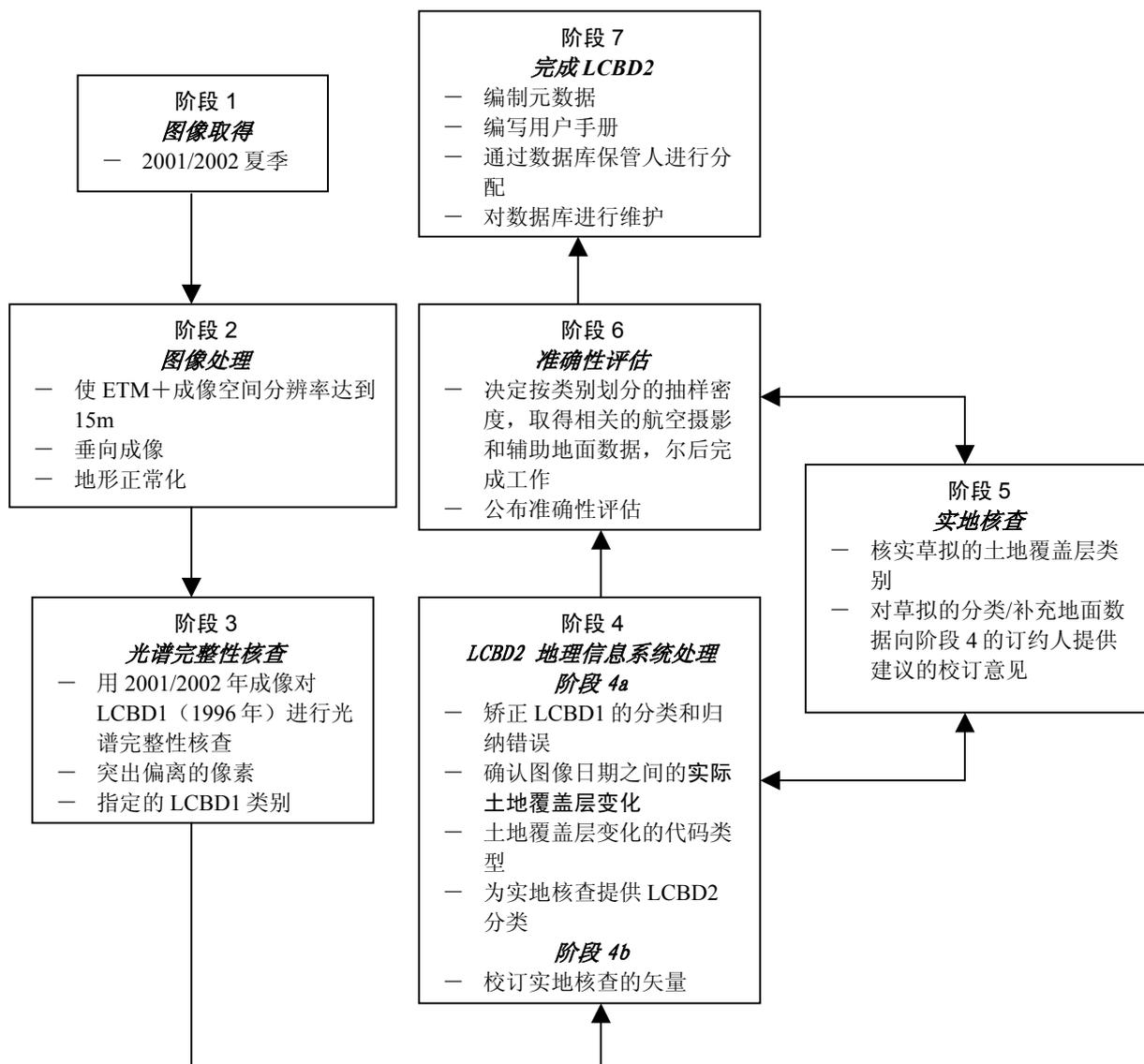
新西兰的第一个土地利用/土地覆盖数据库(NZLCDB)完成于 2000 年 6 月，数据主要来自在 1996/1997 年夏天取得的卫星图像。对于新西兰来说，它认为探测重要的土地覆盖层变化的合适时间段应为 5 年。地球资源卫星增强型专题制图仪(7 ETM+)是一个最受人喜爱的遥感器，必要时由地球观测实验系统 (SPOT) 填补空隙。图像获取和分析工作开始于 2001/2002 年。它将一直延续到 2003/2004 年，以便在采取下面概述的步骤后造出 NZLCDB2 数据库。

土地覆盖层数据库 2 号(NZLCDB2)的费用为 27 万平方公里 150 万美元，即每平方公里约 5.6 美元，它将提供：

- 覆盖新西兰的整套多光谱的和经过垂向校正的卫星成像，空间分辨率达到 15 米；
- 经过修改的 NZLCDB1 数字地理信息系统土地覆盖层分类地图，确定的分类和归纳错误得到矫正；
- 新的与 NZLCDB1 “母类”兼容的 NZLCDB2 数字地理信息系统土地覆盖层分类地图；
- 记录新西兰土地覆盖层中确定的变化的数字地理信息系统地图，最小制图单位为一公顷；以及
- NZLCDB2 的准确性评估，包括一个误差矩阵，以从空间角度和按类估计数据质量。

对新西兰土地覆盖层数据库 (LCDB) 项目的详细描述可在以下网址上查阅：<http://www.mfe.govt.nz/issues/land/land-cover-dbase/index.html>，它将在项目进展过程中不断加以更新。完成数据库的各个阶段见图 2A.1.1。

图 2A.1.1 建立新西兰土地覆盖层数据库的步骤



## 2A.1.6 澳大利亚多时地球资源卫星碳计算数据库（方法三）

澳大利亚温室局通过其国家碳核算制度(NCAS)推出了国家级多时遥感计划，该计划是方法三的一个例子，即使它的主要目的是确定受森林覆盖变化影响的土地面积，而不是全面绘制土地利用图。在 1972 年至 2002 年间，地球资源卫星曾在国家上空进行了 12 次探测，澳大利亚自始至终使用卫星提供的数据监测土地单位的森林覆盖状况，其分辨率高于一公顷。最初为整个大陆（369 像幅）建立了 2000 年像幅镶嵌图，作为登记其它时间序列的基础数据集。

一致的地理分辨率和卫星数据的光谱校准考虑了在整个过程中对单一土地单位（像素）的客观统计分析。在解译澳大利亚植被情况方面富有经验的遥感专家制定了分析方法（Furby, 2002 年），这些方法经过两轮小规模试验获得了改善（Furby 和 Woodgate, 2002 年）。小规模试验还用在了培训私营部门服务提供者上，随后他们以很强的竞争力参与了此项工作的投标。

除了高度规范的方法和工作标准外，为确保输出标准一致还推行了独立的质量保证计划。一个“不断矫正和核实计划”还负责监测结果的质量，并为今后的改进提供指导。由于该方法使用了一种有条件的概率方法，一旦确定需要加以改进，整个时间序列需随时加以矫正。

为该计划制定的方法处理效率增强，使得国家能给时间序列增加新的卫星探测，费用约为 50 万美元。

森林覆盖变化数据被纳入了碳/氮循环过程模型，该模型在空间上是从一个地理信息系统内部加以操作的。这样一来，这一领域的碳核算随时可以完成。

进一步的情况可查阅澳大利亚温室局网站上提供的国家碳系统技术报告，网址：  
<http://www.greenhouse.gov.au/ncas>。

## 附件 2A.2 国际土地覆盖层数据集示例

国际土地覆盖层数据集示例					
数据集名称	亚洲遥感协会全球 4 分土地覆盖层	IGBP-DIS 全球一公里土地覆盖层数据集	全球土地覆盖层数据集	全球土地覆盖层数据集	全球土地覆盖层数据集
作者	千叶大学环境遥感中心	国际地圈-生物圈方案/发展信息系统	美国地质勘探局, 美国	GLCF (全球土地覆盖融资)	
内容简述	通过国家海洋和大气经营署的高级甚高分辨率辐射计月数据的群集确定土地覆盖层类别。	这一分类来自于高级甚高分辨率辐射计一公里数据和辅助数据。	数据集来自灵活的数据基础结构和季节性土地覆盖层地区概念。	为取得使用决策树分类器的土地覆盖层分类产品, 将描述植被时间动态的衡量标准用于 1984 年的 PAL 数据, 分辨率为 8 公里。	
分类方案	应用原始分类方案。与 GBP/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层类别的土地覆盖层类型。	分类是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。	
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	
空间分辨率或 网大小	4min x 4min.	1km x 1km	1km x 1km	8km x 8km	
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。	高分辨率卫星成像用以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 年)。	无说明	
联系地址和参考 URL 地址	tateishi@rsirc.cr.chiba-u.ac.jp http://ceres.cr.chiba-u.ac.jp:8080/usr-dir/you/ICHP/index.html	alan.belward@jrc.it http://www.ngdc.noaa.gov/paleo/igbp-dis/frame/coreprojects/index.html	icac@usgs.gov/http://edcdaac.usgs.gov/glc/globe_int.html.	<a href="http://glcf.umiacs.umd.edu/data.html">http://glcf.umiacs.umd.edu/data.html</a>	

国际土地覆盖层数据集示例（续）			
数据集名称	来自 AVHRR 的一号土地覆盖层图	环境信息协调土地覆盖(CLIC) 数据库	世界数字图
作者	美国科勒吉帕克马里兰州大学 Ruth Defries 博士	欧洲环境局	环境系统研究所产品
内容简述	数据集描述基于 NDVI 年之间变化的 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层清单。CORINE 土地覆盖层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、土地覆盖层的基本地图。包含安排在 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。
分类方案	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。
数据格式 ( 矢量/栅格)	栅格	栅格	矢量多边形
空间覆盖面	全球	澳大利亚、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、摩洛哥部分领土和突尼斯。	全球覆盖
取得数据年份	1987 年	取决于国家 (总时间长度约为 1985—1995 年)	基于美国国防测绘局的作战领航图。期限 1970-1980 年。参阅编制日期层。
空间分辨率或格网大小	1 x 1 度	宽 250m 长 250m 网格数据库, 它由原始的矢量数据聚合而成, 比例为 1:100 000。	比例: 1:1 000 000
修正区间 (对时间序列数据集)	不适用	2000 年 CLC 更新项目, 用于更新 90 年代数据。	不适用
质量说明	无说明	无可提供的具体信息。有关国家信息, 见: <a href="http://dataservice.eea.eu.int/dataservice/other/land_cover/icsource.asp">http://dataservice.eea.eu.int/dataservice/other/land_cover/icsource.asp</a> for country wise information.	在数据库内的三个层次上存在数据质量信息, 即特征、层和源。
联系地址和参考 URL 地址	landcov@geog.umd.edu <a href="http://www.geog.umd.edu/landcover/1d-map.html">http://www.geog.umd.edu/landcover/1d-map.html</a>	dataservice@eea.eu.int <a href="http://dataservice.eea.eu.int/dataservice/metadata/details.asp?table=landcover and i=1">http://dataservice.eea.eu.int/dataservice/metadata/details.asp?table=landcover and i=1</a>	<a href="http://www.esri.com/data/index.html">http://www.esri.com/data/index.html</a>
			全球图 由国家测绘组织生产, 全球测绘国际指导委员会编制。 一公里分辨率的数字地理信息, 涵盖整个土地, 附有标准化的说明, 可以以低成本向每人提供。 参阅: <a href="http://www.iscgm.org/gm-specifications11.pdf">http://www.iscgm.org/gm-specifications11.pdf</a> 栅格和矢量 参加国 (数量 90 个)
			取决于参加国。 格网 1km x 1km 间隔约为 5 年。 查阅: <a href="http://www.iscgm.org/gm-specifications11.pdf">http://www.iscgm.org/gm-specifications11.pdf</a> sec@iscgm.org <a href="http://www.iscgm.org/">http://www.iscgm.org/</a>

## 参考文献

- Barr C.J., Bunce R.G.H., Clarke R.T., Furse M.T., Gillespie M.K., Groom G.G., Hallam C.J., Hornung M., Howard D.C. and Ness M.J. (1993). Countryside Survey 1990, Main Report. Department of the Environment, London.
- Bernardos J.N., Viglizzo E.F., Jouvét V., Lértora F.A., Pordomingo S.J., and Aid F.D. (2001). The use of EPIC model to study the agroecological change during 93 years of farming transformation in the Argentine pampas. *Agricultural Systems*, 69: pp. 215-234.
- Cochran W.G. (1977). Sampling Techniques. J. Wiley and Sons, New York, 428 p 9.
- Congalton R.G. (1991). A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, Vol 37: No 1, pp. 35-46.
- Cressie N.A.C. (1993). Statistics for Spatial Data. John Wiley and Sons, New York.
- Darby H.C. (1970). Doomsday Book – The first land utilization survey. *The Geographical Magazine*, Vol. 42: No.6, pp. 416 – 423.
- FAO (1986). Programme for the 1990 World Census of Agriculture. FAO Statistical Development Series 2, Food and Agriculture Organisation, Rome Italy, 90 pp.
- FAO (1995). Planning for Sustainable use of Land Resources: Towards a New Approach. Land and Water Bulletin 2, Food and Agriculture Organisation, Rome Italy, 60 pp.
- FAO (2002) Proceedings of Expert Meeting on Harmonizing forest-related definitions for use by various stakeholders. Food and Agriculture Organisation, Rome Italy. Available at: <http://www.fao.org/forestry/fop/fopw/Climate/doc/Y3431E.pdf>.
- Fuller W.A. (1999). Estimation procedures for the United States National Resources Inventory, 1999. Proceedings of the Survey Methods Section, Statistical Society of Canada. Available at: [http://www.nhq.nrcs.usda.gov/NRI/1997/stat\\_estimate.htm](http://www.nhq.nrcs.usda.gov/NRI/1997/stat_estimate.htm).
- Furby S. (2002). Land Cover Change: Specification for Remote Sensing Analysis. National Carbon Accounting System Technical Report No. 9, Australian Greenhouse Office, Canberra, Australia (402pp).
- Furby S. and Woodgate P. (2002). Remote Sensing Analysis of Land Cover Change – Pilot Testing of Techniques (Furby and Woodgate ed.) National Carbon Accounting System Technical Report No. 16, Australian Greenhouse Office, Canberra, Australia (354pp).
- Haines-Young R.H. and 23 others (2000). Accounting for nature: assessing habitats in the UK countryside. Department of the Environment, Transport and the Regions, London. ISBN 1 85112 460 8.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2000). Watson R., Noble I.R., Bolin B., Ravindranath N.H., Verardo D.J. and Dokken D.J. (Eds) Land use, Land-use Change, and Forestry: A Special Report. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Lillesand T.M. and Kiefer R. W., (1999). Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley and Sons, New York.
- Nusser S. M., and Goebel J.J. (1997). The National Resources Inventory: A Long-Term Multi-Resource Monitoring Programme. Environmental and Ecological Statistics. Vol. 4, pp. 181-204.
- Singh A., (1989). Digital change detection techniques using remotely sensed data. *Int. J. Remote Sensing*, 10 no. 6: 989 – 1003.
- Swanson B.E., R.P. Bentz and A.J., Sofranco (Eds.). (1997). *Improving agricultural extension. A reference manual*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- USGS (2001) [http://edcdaac.usgs.gov/glcc/globe\\_int.html](http://edcdaac.usgs.gov/glcc/globe_int.html)
- Viglizzo E.F., Lértora F., Pordomingo S.J., Bernardos J.N., Roberto Z.E. and Del Valle H. (2001). Ecological lessons and applications from one century of low external-input farming in the pampas of Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 83: 65-81.