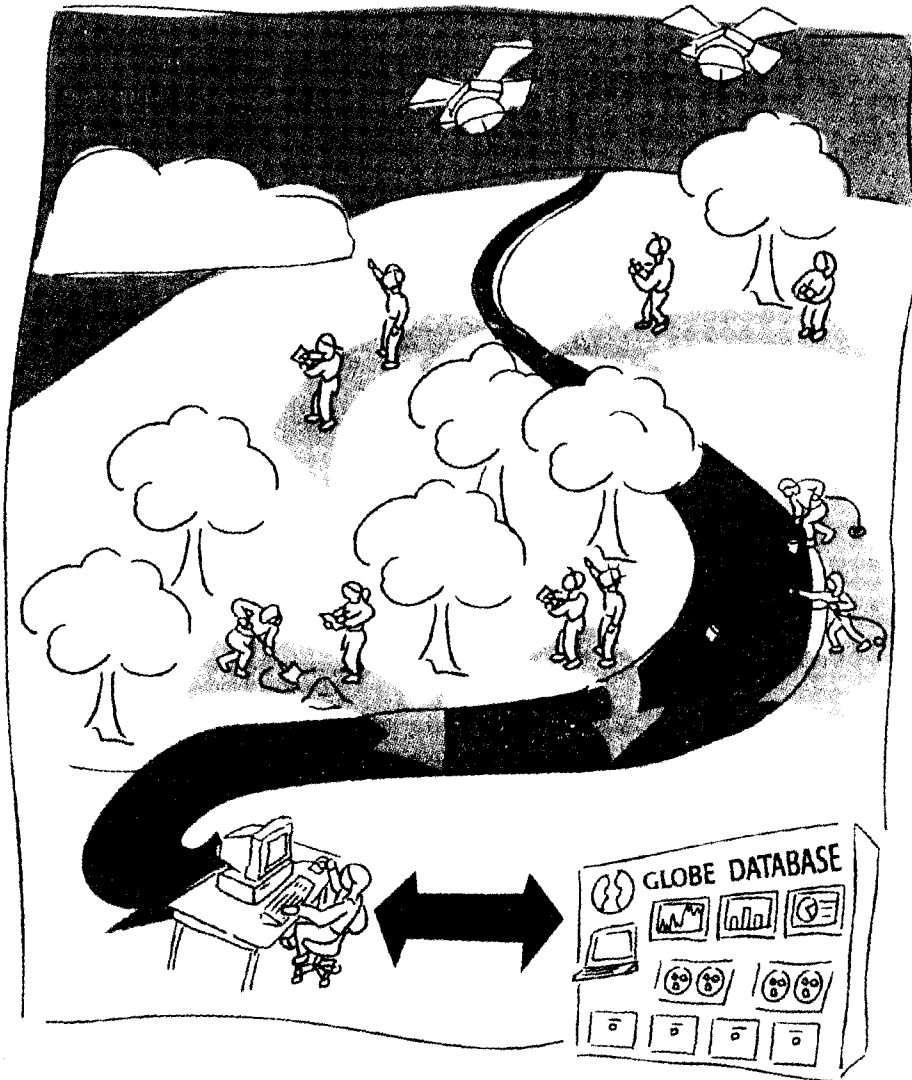


土地覆盖 / 生物学调查

# 土地覆盖/生物学调查



## 一项 GLOBE™ 学习调查



# 土地覆盖/生物学调查概览



## 规则

辨认普通的 MUC1 级的土地覆盖类型

定性土地覆盖样点的规则

收集每一个土地覆盖样品的数据

GPS 地点,样品的照片,确定 MUC 级别

定量土地覆盖样点规则

收集每一个土地覆盖样点的数据:

GPS 地点,样品照片,生物测量,确定 MUC 级别

生物统计规则

生物研究点每年采集 1 次或 2 次数据,定量土地覆盖采样点每年采集 1 次数据

确定占优势的和联合优势的作物类型

生物统计测量:树的高度和周长,草生物量,树冠覆盖和地表覆盖

MUC 体系规则

人工解译土地覆盖制图规则

自动聚类土地覆盖制图规则

准确度评估规则

建立误差矩阵,计算整体准确度并解释结果。

## 建议活动顺序

按照规则进行实践前,希望进行相应的学习实践活动

阅读“实施指南”中的“遥感”一节

阅读“科学的信”和“会见土地覆盖/生物学调查工作队”

选择一个采样点,并辨认普通的 MUC1 级的土地覆盖类型

实施定性的或定量的土地覆盖采样点规则

执行规则前的学习活动:观察研究点——介绍体系概念

实施生物统计规则:建立生物研究点

执行规则前的学习活动:通过树叶分类引入分类的概念

执行 MUC 体系规则

执行规则前的学习活动:眼中的奥得赛;介绍遥感的概念;热点问题介绍伪彩影像

指导:制图工具中的人工解译方法

指导:如果用计算机处理图像,向学生介绍 MULTISPEC 软件和自动聚类方法

执行人工解译土地覆盖制图规则或自动聚类的土地覆盖制图规则

规则后学习活动:发现地区——使用学生绘制的地图

规则前学习活动:介绍误差矩阵或什么是误差?

执行准确性评估规则

# 目 录

## · 欢 迎 ·

科学家的信 .....	欢迎 - 5
会见土地覆盖/生物学调查工作队 .....	欢迎 - 6

## · 引 言 ·

概述 .....	引言 - 2
作为模型输入的 GLOBE 学生数据 .....	引言 - 3
学生的学习目标 .....	引言 - 4

## · 规 则 ·

如何开展土地覆盖/生物学调查 .....	规则 - 2
定性土地覆盖样点调查规则 .....	规则 - 9
定量土地覆盖样点调查规则 .....	规则 - 13
生物统计规则 .....	规则 - 15
MUC 体系规则 .....	规则 - 23
人工解译土地覆盖制图规则 .....	规则 - 36
自动聚类土地覆盖制图规则 .....	规则 - 38
准确性评估规则 .....	规则 - 40

## · 学 习 活 动 ·

树叶分类 .....	学习活动 - 2
准确度如何? 介绍误差矩阵 .....	学习活动 - 5
什么是误差? .....	学习活动 - 17
眼中的奥得赛 .....	学习活动 - 31
热点 .....	学习活动 - 44
发现地区 .....	学习活动 - 52
现场考察 .....	学习活动 - 54
生物研究点的季节变化 .....	学习活动 - 61

## · 附 录 ·

高度计 .....	附录 - 2
正切表 .....	附录 - 3
优势/次优势植被数据工作表 .....	附录 - 4
土地数据工作表 .....	附录 - 6
MUC 分类工作表 .....	附录 - 8
联合国教科文组织分类方案(MUC)术语汇编 .....	附录 - 9
词汇表 .....	附录 - 28

欢  
迎



\* 科学家的信

\* 会见土地覆盖/生物学调查工作队

# 科 学 家 的 信

各位 GLOBE 教师：

你们好！欢迎阅读这份“土地覆盖和生物”研究材料。其实这也不是一份全新的材料。因为 GLOBE 教师和学生自 GLOBE 计划开始以来就一直在其研究样地的像素上进行生物统计方面的工作。有些班级已经在解译当地的卫星图像，虽然到目前为止，这种做法还不是按正式“规则”要求而进行的。我们在这套新材料里试图将生物



统计数据与一系列的对野外覆盖类型的观测结合在一起，并与利用 GLOBE 所提供给你们们的卫星图像所进行的土地覆盖制图结合起来。在这一过程中，我们已经增加了除树木以外的草地方面的生物统计规则和评估土地覆盖图准确性的程序——遥感科学和全球监测的重要内容。我们也采用并修定了一个新的土地分类系统，并希望该系统比以前使用的系统更加全面。我们的目的是使你的学生参与到人们在新罕布什尔大学开展的遥感和土地覆盖制图研究的各个阶段中去。请让我们知道我们如何做到这点以及你们对这套新材料的看法。

良好的祝愿！

土地覆盖/生物学主要联合调查人


*David S. Bartlett* 博士

*Russell G. Congalton* 博士    *Janet W. Campgell* 博士

*Eleanor Abrams* 博士    *Mimi L. Becker* 博士

# 会见土地覆盖/生物学调查工作队

复印并分  
发给学生



本节阐明了新罕布什尔大学生物统计工作队与准确性评估工作队共同努力完成土地覆盖调查的情况。在准确性评估工作队里, Russell Congalton(拉塞尔·康加顿)博士是主要的科学调查人, Mimi Becker(米米·贝克尔)博士是主要教育调查人。在生物统计工作队里, David Bartlett(戴维·巴特利特)是主要的科学调查人, Eleanor Abrams(埃利诺·艾布拉姆斯)是主要的教育调查人。Gary Lauten(加里·劳滕)先生是生物统计工作队里的一位项目科学家。下面的采访是与土地覆盖调查队成员之间进行的。

**Congalton 博士:**我从事全球范围内的卫星数据、航空照片和遥感制图方面的大量工作。我的学位是森林学。人们认为森林学不是一门科学。但是它确实是以科学为基础的并且是一门交叉科学。为了将这交叉学科融合在一起,你就需要物理学、计算机科学、生物学、统计学和数学方面的知识。

**GLOBE:**当我想到森林时,我就想到置身于森林之中——Congalton 博士(插话):——以及与斯莫基熊(注:指身穿营林员服装的熊的漫画形象,作为防止森林火灾的象征)下棋。

**GLOBE:**并且置身于观测塔上俯视野野生动物。现在你在大学里。那么你过去对森林学的印象是什么?

**Congalton 博士:**那不是斯莫基熊。我从未想到我会生活在偏远的地方并在溪流中洗衣服。我现在还常常到树林中去。当下雨的或下雪的时候,我喜欢呆在办公室。我喜欢摆弄计算机。

**GLOBE:**你在实验室中度过时光吗?

**Congalton 博士:**我的实验室就是这个计算机实验室。计算机使我能做统计分析并处理卫星数据、航空照片以达到我们的制图目的。

**GLOBE:**你们处理的大多数数据都来自天

空吗?

**Congalton 博士:**是的。但是我们需要结合地面的真实情况对卫星数据进行验证。有些事物根据卫星数据你无法辨认,比如一种植物,它太小了以致于卫星照片无法捕获它。我们想要对根据过去几年里基于遥感数据的制图进行证实以便我们能够了解地球上正在发生什么样的变化。对于许多地区来说我们从未确定卫星或照片的好处。我们需要了解这些卫星遥感数据是如何有利于验证我们基于这些数据而做的决策。

**GLOBE:**什么样的决策?

**Congalton 博士:**对亚马逊河地区的土地覆盖有许多的估算。但对此却从未有过真正准确的评估。人们发表的数字说:每天有多少树正被砍伐,但对此从未有过准确的评估来确定其是否真实。

**Bartlett 博士:**举个例子来说,为了模拟并最终预测生态系统的行为,我们正在利用计算机模型和我们的知识来了解植物如何利用阳光、水分和养分。对此,GLOBE 的学生们能够提供帮助。例如,为了重现一个特定地区的状况,你需要了解那里的植被类型和环境情况。而 GLOBE 数据正好提供这样的信息。对于验证来说,GLOBE 数据也是很重要的。验证模型是操作该模型并将其结果与实地得到的结果进行比较的过程。

**GLOBE:**说到建模,我们是否在说在给定参数的条件下预测未来?

**Bartlett 博士:**是预测变化。如果我改变年平均温度 5 摄氏度的话会是怎样的情形?或者在这一地区减少年降水量 50 厘米的话又会是怎样?把这些输入到模型里看看它如何预测。这便是建模的真正意义所在。但是建模依赖于将其结果与真实的数据进行比较,

而目前我们所仅有的数据来自于我们有限的资源和学生的数据。

**GLOBE:**什么是遥感数据?

**Becker 博士:**在 GLOBE 的范畴里来说,我们主要谈论卫星数据。卫星在收集长期数据方面有优势。而这正是全球环境监测所需要的。

**GLOBE:**卫星所能真正看到或测到的是什么?它能测到植被吗?它能这样告诉我们:嘿!那是绿色的,它一定是草?

**Lauten 先生:**卫星并不知道它究竟看到了什么。它所能看到的是部分土地上的光亮斑。资源卫星能看见可见光和近红外及中红外辐射。基本上它能看见你的眼睛所能看见的东西,以及近红外和中红外光。

**GLOBE:**是否学生们曾经帮助验证过卫星数据?

**Congalton 博士:**就我所知道还没有。至少在 GLOBE 范围内肯定没有。

**GLOBE:**人们对科学家的一个普遍感觉是他们是一群在其实验室工作到深夜的孤独者。但是这并不意味着在你们这里也是这样。这里是一种合作,为什么?

**Bartlett:** GLOBE 是一项在科学及科学教育之间的独特的合作计划。任何个人都无法提供世界水平上环境科学的各方面专业知识以及年轻学生们所需的科学概念。从事我们这项工作的人们与其它领域内的科学家合作在我们这里是常见的事。

**GLOBE:**你试图回答一些什么样的与 GLOBE 数据有关的问题?

**Bartlett:**地球作为一个完整的系统是如何工作的。但是地球本身又是非常复杂的。简化这个问题的一个方法是寻找那些与该系统多样化内容相关的过程。例如,有一些重要的材料、化合物物质和养分,它们是生物在其生命过程中以这样或那样的方式所需要或利用的。它们

包括水、碳、氮、硫和阳光。所有的植物,无论在干旱或热带环境下,都需要上述那些物质的某种组合而生存。因此,我们调查这些物质的循环以试图描绘出植被是如何起作用的一幅图画来。虽然遥感并不能做所有的事,但它的确在其中起了重要作用。

**Becker 博士:**作为一个研究政策的科学家,我关心的是人们与生态系统的关系如何,以及在日益增长的人类压力面前我们怎样才能维持区域和全球生态系统的健康。对生态系统我们对其什么部分做了严重的损害,我们用什么方法来遏制人类的行为以便基本的生态功能得以恢复。这其中涉及什么样的决策,以及我们需要什么样的信息来调整政策和教育人民。

**GLOBE:**你是研究政策的科学家?

**Becker 博士:**我是研究自然-资源和环境-政策的科学家,因此我感兴趣的是人类及其社会与其赖以生存的地球系统之间的相互关系。

**GLOBE:**作为一名妇女,你在中学和高中对科学家的态度是什么?

**Becker 博士:**这是一个逐步变化的过程。我经历一个这样的时期,那时人们不期望妇女从事科学和数学工作。我对数学目前仍有一种恐惧,虽然在不得不面对其时,我也能做数学工作。我父亲是个摄影师,因此我受各种化学药品的迷惑并在暗室里工作。

**GLOBE:**你将得到什么样的研究成果?

**Becker 博士:**举例来说,许多问题与水短缺和土地使用活动相关。解决这些问题的唯一方法是依靠基层。因此我将与存在问题的地区内的学生们紧密合作。我们也将试图了解当地所发生的事情以及它们与当地的政策和管理是如何相关的。我的兴趣是培训人们如何开展研究以便他们能够获取信息,解译信息并将其利用到解决人们所在地区或流



域内的问题中去。

**GLOBE:** 当你谈到当地行动时,你是否指要与当地科学家、政府和商界交流?

**Becker 博士:** 我们开始着手解决一些严重的问题的做法是与当地生物区域内关心其健康生活的科学家、立法者及污染者取得联系。GLOBE 的学生也正在与其社区的人们座谈,并会说:看,我们有个问题,我们怎么样一起来解决它?因此我关心的是该系统是如何工作的,人们所需了解的东西以及怎么样获得解决问题所需的信息。

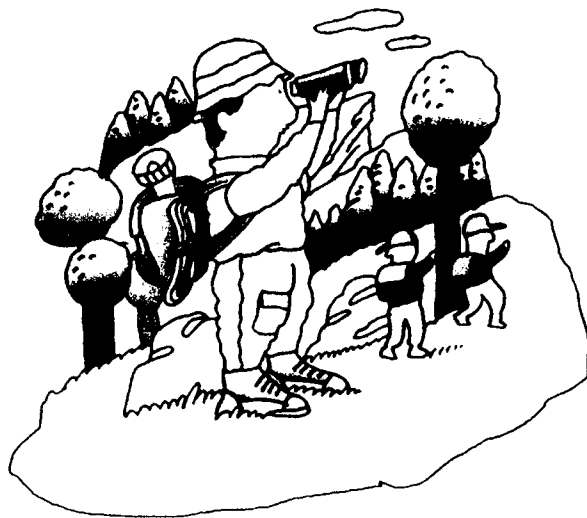
**GLOBE:** 科学是否也建立在这种变化的基础上?

**Becker 博士:** 绝对是这样。科学是我了解问题的出发点。你必须了解问题产生的原因和影响,然后来评估如何着手解决它。科学是获得信息和信息评估的主要系统工具。

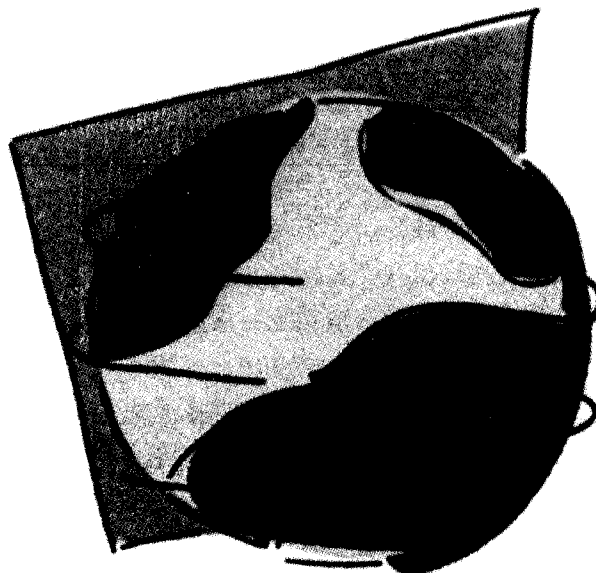
**GLOBE:** 科学如何获得这些信息?

**Bartlett 博士:** 一种方法是建立数据收集网络。回溯到 20 世纪 50 年代,当 David Keeling(戴维·基林)在夏威夷的 Mauna Loa(冒纳罗亚)设立大气层二氧化碳浓度监测站时,没人想到我们已经开始影响全球大气二氧化碳浓度了。仅仅经历了 15 或 20 年的数据收集后,人们开始看到了 CO<sub>2</sub> 水平增加的趋势。有了 GLOBE 样地,我们也许能更好地确认这种趋势。

**Bartlett 博士:** GLOBE 计划的一种影响将是教育那些今后某一天会成为决策者的学生们。他们将会成为政治家并很可能会作出比我们目前正在做的更好的显示出良好教育水平的决策。这是因为他们本人已经接触了科学,研究了其周围的环境,了解了环境数据信息并且他们知道这些数据是如何相关的。我认为他们比我们做孩子时对环境有更好的理解。



# 引言



- \* 概述
- \* 作为模型输入的 GLOBE 学生数据
- \* 学生的学习目标

## 概述

一个地区内的土地覆盖的类型和数量对于了解作为一个系统的地球来说是重要的特征,也是了解地球系统的出发点。这个系统包括能量、水、生命所必需的化学元素,例如碳、氮、硫和磷的循环。在能量循环中,土地覆盖影响来自地表的太阳辐射的反射。它反过来又影响大气层的增温及当地或区域气候格局。所导致的大气层温度格局可以影响生活在这一地区的植物的种类并在很大程度上决定了自然土地覆盖的类型。在水和生物化学循环中,土地覆盖类型及量上的变化影响土壤、植物和大气层中的水份、碳、氮和硫的循环。

自 80 年代中期以来,地球系统科学这一研究领域已经发展到研究和了解大气圈、水圈、生物圈、地质圈和低温圈内上述循环过程。GLOBE 计划的学生们将要绘制土地覆盖图并提供地面观测。这将促进他们对其周围景观和地球系统科学研究的了解。绘制这样的覆盖图涉及区分地表覆盖的类型或分类。

对土地使用的分类有许多种系统。在 GLOBE 计划中,我们使用经修改的联合国使用的国际系统,这就是我们称作为经修改的联合国教科文组织分类系统(MUC)。见图 LAND-P-3 和图 LAND-P-4 表。

确定某一区域里各种土地覆盖类型有许多方法。在研究大区域时,卫星数据是用来绘制土地覆盖图常用的地表特征图象数据源。但是,仅仅检查了这种图象而不具备对该区域的专门了解不能揭示实际上的土地覆盖内容。最好的和最准确的关于土地覆盖类型的信息来自对实地的调查访问以及开展详细的地表特征评估。你们的学生们从实地收集的数据构成了 GLOBE 研究样地 15×15 平方公里内重要的信息源。特别是从土地覆盖样点 90×90 平方米内获得的详细数据将更有

助于了解生物量、土地覆盖和发生在你周围世界里的光合作用发生量。

自然植被对地球系统科学家们所感兴趣的上述过程和循环是如此的重要,以致于你们将要在以植被为主的地点开展一些详细的观测。这些可以被称作是生物统计。它们将量化该地点上植物的大小和范围。这是个非常重要的信息,原因如下:

1. 虽然人类活动广泛地改变和取代了自然植被,但是地球表面的大部分仍然由天然植被生态系统所覆盖,而该生态系统的演化反映了当地地形和气候条件。因此,系统内出现的植被类型和性质可以告诉我们有关其它环境变量,如降雨或温度的大量信息。

2. 对于我们称作地球的大系统来说,陆生植被是一个主要的成份。植物吸收并循环养分——从大气层和土壤中吸取二氧化碳、氮、硫和磷。它们从土壤中吸收水分,并将其结合到自身的组织中,然后将一部分再蒸腾到大气层中去。植物也构成了食物链的基础,而食物链支持了其它的生命形式。

3. 植被可以作为当地或区域环境变化的敏感指标。气候或其它环境因子的微细变化会首先表现在当地植被的类型或生长的变化。

4. 由于人类活动引起的植被变化不仅影响植物本身,而且影响养分和水分的重要循环。而植被在该循环中起了重要的作用。为了了解地球系统内发生的变化,必须跟踪由人类引起的和自然产生的土地覆盖变化。

5. 由于植被的重要性,你们在制图中将要使用的针对陆地的卫星传感器(主题制图器)就是特别设计用来确认并区分各种植被类型的。另外,最近的研究表明卫星数据对许多类型植被的量和健康状况反映很敏感。但是还需要地面观测来对这种相关进行量化校正。

出于上述的原因,地球系统科学家迫切

需要你的制图以及你们对有自然植被的地面样点的详细生物统计观测数据。你们的数据将告诉我们地球系统内的重要因子在时间上是如何变化的；在环境改变的条件下生态系统的敏感性和可恢复性。你们的数据将提高我们解译卫星图像的能力，而依靠后者我们才能监测大区域里地球陆地表面。

你们的野外现场观测将填补科学家对星球了解的空白。这是因为，即使有你们的帮助，实际上要访问大量的野外现场并收集我们需要的所有数据也是不可能的。这不仅仅是因为缺少足够的时间、资金或精力去访问足够多的现场。因此，利用遥感数据（从航片和卫星图像得来的信息）对于我们获取了解作为一个系统的地球所需的所有知识就是至关重要的。遥感数据能迅速而有效地覆盖整个地球。作为一个 GLOBE 学校，你们会得到一幅相对你们学校来说面积很大的卫星图像。对你们来说要考察每个  $15 \times 15$  平方公里范围的 GLOBE 研究样地是非常耗时和困难的。因此用一幅陆地资源卫星主题制图图像就很容易地涵盖你们的地区以及另外 100 多个象你们那样的地区。利用在这份规则中所描述的方法，通过人工解译和一个叫作 MultiSpec 计算机程序，你将制出一幅 GLOBE 研究样地整个范围内的土地覆盖图。在这些土地覆盖图中利用前面提到的 MUC 分类系统，你和你的学生将学到许多有关你们学校周围区域的知识。

制作这样的土地覆盖图就可以取代对样地的现场考察吗？当然不是！野外现场数据的收集对有效利用遥感信息来说是至关重要的。为了能够用遥感数据制作土地覆盖图，就必须对一些样点进行野外现场考察。这样你才能准确地卫星图像上确定一定的样点位置。如果没有这类的现场数据，就不可能从卫星图像中制出一幅有效的土地覆盖图来。

现场数据的第二个用途就是用来验证土地覆盖图。每个科学家所考虑的关键就是她或他


对它人或由自动系统所收集的数据的置信程度。通常这种置信度基于一些统计方法，这种做法也适用于评估由遥感数据制成的土地覆盖图。为了使一幅土地覆盖图有可信度并且依据该图作某些决策，那么验证该图的好坏则是非常关键的。这个验证是通过将图上样本区域与实际样点的考察进行比较而实施的。然后将这种比较总结在一个表上，这就叫作偏差或误差矩阵。它表明土地覆盖图所能代表的实际样点状况的可靠程度。如果缺少了现场数据，就不可能从遥感数据中得到土地覆盖图，图制出后，我们也无法验证。

### 作为模型输入的 GLOBE 学生数据

从事研究的科学家将把 GLOBE 学生数据综合起来输入目前正在进行的研究项目中使用的模型中。这个研究项目的长期目标是了解地球这个星球的基本生物化学循环。这些被研究的基本循环包括碳、硫、氮和水。总体的思路是在自然系统和受干扰的系统中，用一系列的模型来研究这些循环的功能。在自然系统中，环境的干扰主要由气候的变化而导致，而在受干扰的系统中，主要由人类活动而产生。在 GLOBE 计划中，作为输入这样的模型中的监测参数是：

- 土地覆盖类型(用 MUC 分类系统)
- 整个生长季节的最高/最低温度
- 整个生长季节的降水
- 1.35 米处树的胸径及其随时间的变化
- 整个生长季节的土壤湿度

利用本资料提供的土地覆盖/生物学规则而收集数据，你和你的学生将成为地球系统科学研究的伙伴。这种伙伴关系的本质是每个参与者都将带来其独特的长处而使合作更加牢固。你的贡献就是你所拥有的以及你能获得的有关你所熟悉的那个地区的知识。地球系统科学家将把这些知识输入范围广泛的模型中并努力去了解整个的星球。只有共同合作我们才能



有希望看懂地球系统这一图画的详细的及整体的内容。

## 学生的学习目标

在这个调查中有两个支撑概念。第一个是系统，它们是通过样地抽样和生物统计规则来加以考察的。次级概念涉及生产力、界限、输入、输出和循环(季节、反馈环)。有些过程包括有代

表性的取样、直接和间接的监测、分类(综合与选择)和依据证据做出结论。

第二个支撑概念是模型。它对制图及准确性评估规则来说具有特别的重要意义。次级概念是现实的代表性、特殊意义的代表性、规模、前景、生境、土地利用变化和生境的分割。我们自己涉及的过程是制图、建模和验证。

### 为什么科学家使用模型

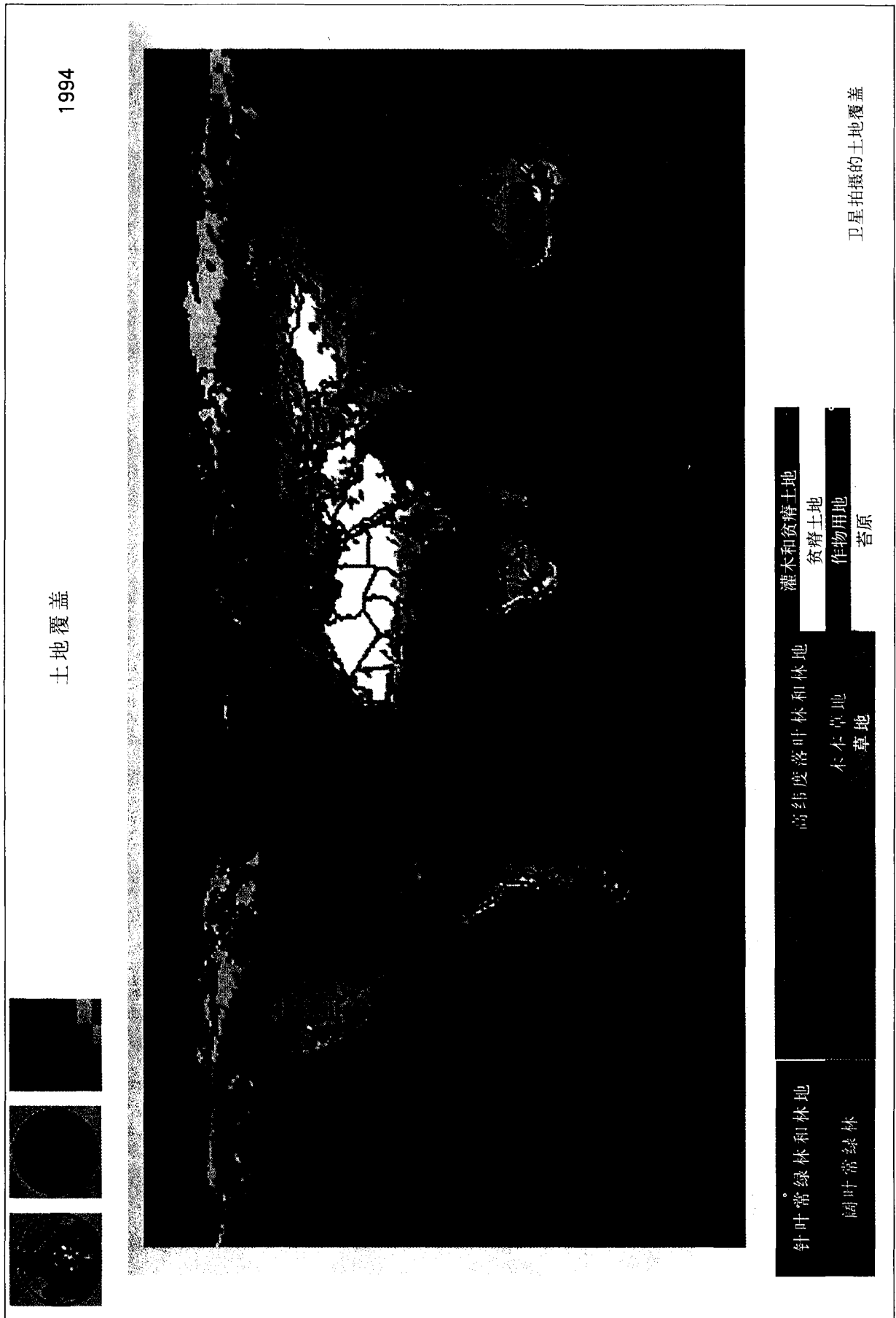
孩提时代,我们都玩过玩具。玩具是一般意义上的物理模型。它所代表的东西在成人世界里很重要,但儿童却不能享用。布娃娃、玩具小汽车、小卡车和填充动物等都是物理模型。这些模型可使我们利用我们的想象来探索和更好地了解我们的儿童世界。概念或数学模型是科学家用来探索和更好地了解现实世界中的过程或现象的工具。使用模型的原因有几个。

原因之一就是模型可使科学家来评估用其它的方法很难加以研究的过程或现象。例如,光合作用和蒸腾过程的研究。在这两个例子中,每个过程的速率取决于通过叶面气孔的空气交换。气孔张开可使二氧化碳、氧气和水蒸汽进行交换,而关闭气孔可以迅速地降低这类气体的交换。使用一种叫作近红外气体分析仪的仪器可能对单一叶片气体交换量进行监测。但是这很费时间并且仅能在一个时间内分析一个叶片。然而,如果在已知光照(完全光照使气孔张开,而多云彩的条件下导致许多植物的气孔关闭)、近期降水量(它控制气孔张开所需的水分)和最高温度(温度影响进出气孔的气体扩散率)的条件下,就可以开发一个模型来预测气体的交换率。如果已知叶子的总面积,那么整棵树/或森林的光合作用率和蒸腾率就可以通过建模而得出。

使用模型的另一个原因是,为了使用一个模型能更好地工作(将预测的结果与实际监测得到的结果进行比较),模型开发者必须完全了解建模的过程。开发模型迫使科学家考虑所有的输入变量(例如  $\text{CO}_2$ 、 $\text{O}_2$  和水蒸汽以及温度,可用的水,光照时间和强度等)和这些变量之间的相互关系。作为建模过程的一部分,它可以导致对建模过程更加全面的理解。

使用模型的第三个原因是,为了预测输出的实际变化,就需要能对输入的参数进行修改。当输入变量的实验运作既不实际也不可能的话,那么使用模型就有特别价值的一面。还拿光合作用和蒸腾作例子,模型可使科学家研究林地中增加大气  $\text{CO}_2$  和提高温度对光合活动(初级生产)和水蒸汽(蒸发)回送大气的影响。这类的实验在野外实地来做是不可能的。

图LAND-I-1: 全球土地覆盖



# 规则



## \* 如何开展土地覆盖/生物学调查

### \* 定性土地覆盖样点调查规则

由学生们在同质性的土地覆盖区域里 90 × 90 平方米样点内定位、拍照并确定 MUC 类型

### \* 定量土地覆盖样点调查规则

由学生们确定 90 × 90 平方米的森林、疏林或草地样点并拍照,调查植被的属性并确定 MUC 类型

### \* 生物统计规则

学生们调查植被的属性并确定物种

### \* MUC 体系规则

学生们使用 MUC 体系对土地覆盖进行分类

### \* 人工解译土地覆盖制图规则

由学生们在主题制图图像上划出土地覆盖的不同区域

### \* 自动聚类土地覆盖制图规则

由学生们使用 MultiSpec 计算机程序自动开展主题制图图像聚类并将每个图块聚类按 MUC 类型进行分类以得到一幅土地覆盖图

### \* 准确性评估规则

学生们使用土地覆盖样地上观测有效数据建立偏差/误差矩阵,以检查他们制作的土地覆盖图案的准确性

# 如何开展土地覆盖/生物学调查



土地覆盖/生物学调查的目的有以下三个方面：

1. 在全部 GLOBE 研究样地内对所选定的样点进行详细的观测。科学家用这些观测数据来研究植被的生长和变化并对依遥感数据而制得的图进行验证。

2. 在全部研究样地内对许多次级区域进行观测。这些观测数据可以为科学家所用，并且你本人也可以使用其来验证依遥感数据而制的土地覆盖图。

3. 绘制一幅你本人所在的研究地区的完整的土地覆盖图。这份图将有助于你通过对所选的样点进行观测和监测而对你周围的环境有更多的了解。在完成了这个调查后，你将会对学校周围的环境状况有更多的了解并能对发生的变化进行监测。

## 研究样地

土地覆盖/生物学调查需要两种不同的研究样地。第一种是 GLOBE 15 × 15 平方公里的样地，你们学校应靠近样地的中心。该样地的卫星图像由 GLOBE 提供。通过开展本规则和与调查相关的学习活动，你和你的学生们将更进一步地熟悉我们全球环境的这部分内容。你和学生们一起将绘制出一幅该区域完整的土地覆盖图，对许多次级区域进行观测并对一些地区进行详细的监测。

为进行详细的监测和观测，在 GLOBE 研究样地内选择适合的实地样点（称作土地覆盖抽样样点）很重要，如图 LAND-P-1（见彩插）。从指导观点出发，这些土地覆盖样点将使你的学生们感受陆地资源卫星主题制图图像中的像素（图像元素）的实际面积并为班级在 GLOBE 研究样地内开展观测活动提供一个适合及方便

的实验点。从科学的观点出发，本节后面将描述的一系列的野外实地观测将在所选定的样点上进行。这些样点将代表 15 × 15 平方公里的研究样地内的重要土地覆盖类型并且将有足够的面积以便能在卫星图像中将其准确地定位。

土地覆盖样点在面积上至少为 90 × 90 平方米，其土地覆盖为同质性的。如果同质性的区域大于 90 × 90 平方米，则该样点应取在该区域的中央。见图 LAND-P-3。为了准确地在实地和卫星图像上定位，90 × 90 平方米的样点面积是必需的。这样大的区域在陆地资源卫星主题制图图像上相当于 9 个像素点（3 × 3 像素方块）。参见“实施指南”中遥感一节。土地覆盖样点有两种类型：定性和定量类型。必须用全球定位系统（GPS）接受器确定土地覆盖样点的经度、纬度和海拔高度，必须用经修改的联合国教科文分类系统（MUC）来对土地覆盖进行分类，而且必须用从样点中心拍摄的照片为其存档。土地覆盖样点上的定性数据的收集比较简单而且仅需要一般的观测。土地覆盖样点的定量数据需要详细的样点植物监测数据，而这些数据只能从确定的土地覆盖类型中获得。定性及定量土地覆盖样点只需进行一次调查访问。但是，至少在一个定量土地覆盖样点内，每个学校应建立一个长期的生物学研究点。这些研究样点用来获得与植被生长相关的长期及周期性的数据。生物学研究样点应该位于定量土地覆盖样点的中央。只有同质性的森林、疏林和草本植被区域才能是定量土地样点。你将在下面的 MUC 体系规则一节中学到更多的有关内容。

下面的流程图（图 LAND-P-2）中表明了完成土地覆盖/生物学调查的各个步骤。第一步是确定土地覆盖的整体类型。本图中其它所有的步骤都有与各规则相关。

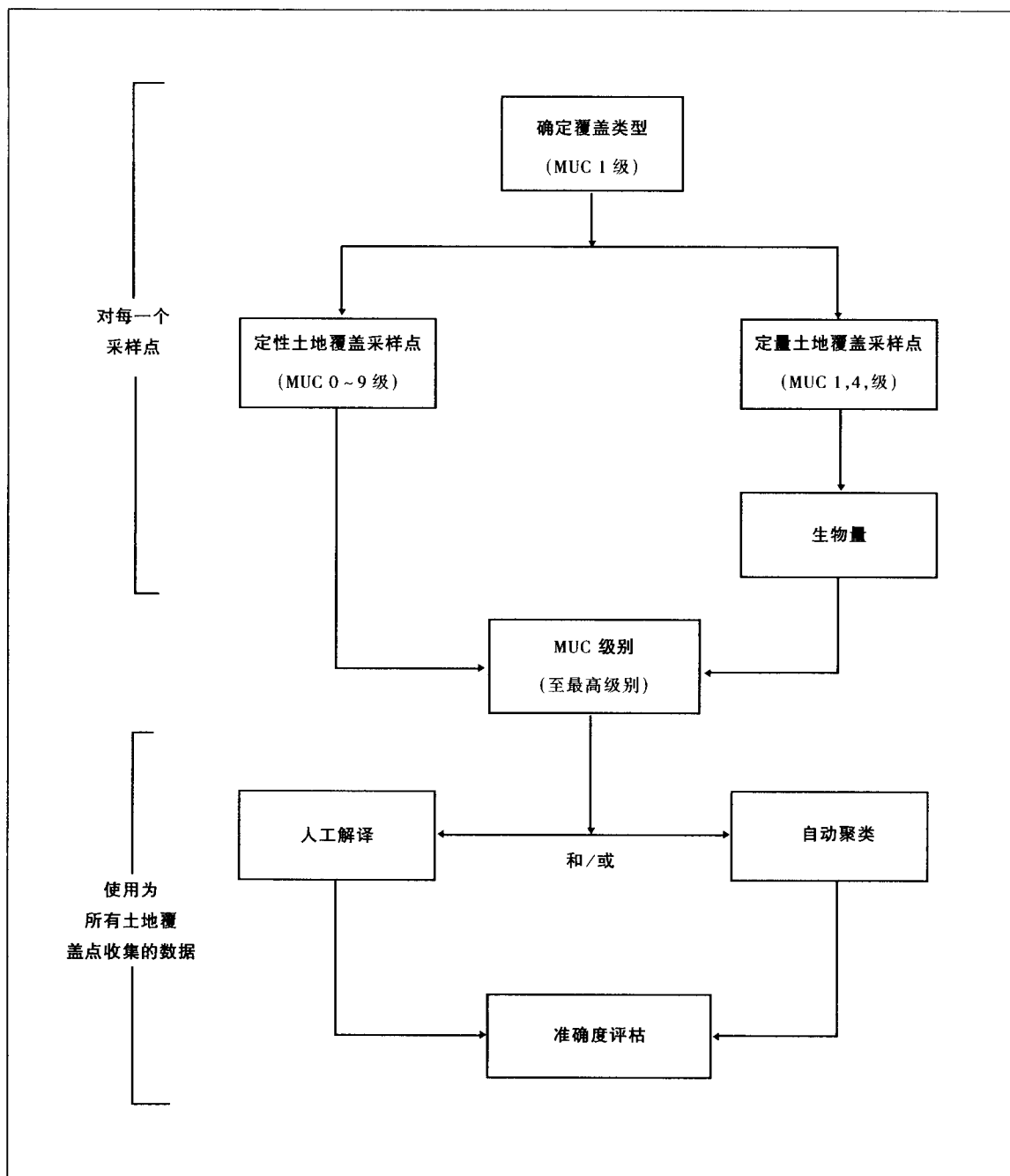


## 确定整体土地覆盖类型

GLOBE 土地覆盖样点的特征只能在特定的土地覆盖分类系统的范畴内进行。GLOBE 计划中使用的系统是经修改的联合国教科文组织

分类系统(MUC)。该分类系统是一个工具。它可将地球上每一类可能的土地覆盖都划分到独特的土地覆盖类型中。每一个 MUC 类型都是一个明显的土地覆盖类别，并且有名称和确认代码或称 MUC 编码。

图 - LAND - P - 2:流程图



## 关于 MUC 体系

GLOBE 计划使用 MUC 体系,这是一个生态分类系统。它按国际标准和生态术语来确定特殊的土地覆盖类型。使用这个标准的国际分类系统,所有的 GLOBE 数据需汇编成一个单一的区域或全球土地覆盖数据库。因此需要收集实地数据来验证依照全球范围同样的科学规则得到的遥感数据。这个分类系统能使不同的 GLOBE 的参与者使用同样的标准来精确地描述地球上任何一点的土地覆盖状况。

MUC 体系有两个组成部分。一部分是分类系统的纲要,包括针对每一类型的水平等级表。第二部分是一个词汇表,包括其作用和定义。在对任何土地覆盖类型进行分类之前,关键的一点是要针对你所认为是适合的每一特定的土地覆盖类型而与词汇表核实。即使你认为你知道某一森林,你也应该去核实其定义以确定你的样点。事实上一片森林与一片疏林是不同的。

MUC 是按等级划分的,按树木覆盖率或其结构在 1 级水平上分 10 个类型。这些类型是非常一般化的并且容易辨认。你必须从 MUC1 级开始在每一 MUC 级上选定一个特定的 MUC 类型来确定一种土地覆盖类型。在每个 1 级水平下,还有 2 至 6 个详细的 2 级类型。2 级类型仍是很一般化并且容易区分。3 级或 4 级水平涉及更多的群落或植被内容。MUC 体系的水平结构简化

了分类过程。在每一级水平上,你的选择仅限于你上次选择的水平下的类型之中。因此,虽然整个 MUC 分类系统有 150 多个类型,但你在每一步选择上只是限于 3 到 5 个土地覆盖类型。

为了实施土地覆盖/生物学调查,首先需要将每一土地覆盖样点确定其 MUC1 级类型。每个 1 级类型都是一般化的并且通过目测估计样点上所呈现的土地覆盖百分数而能够加以确定。表 LAND-1 显示了 10 个 MUC1 级类型。所有的 MUC1 级类型都是由样点上占主要地位的土地覆盖总面积而决定的。

### 确定 MUC1 级类型

1. 选定一块同质性的土地覆盖区域作为你的土地覆盖样点。

2. 目测估计占主导地位的土地覆盖的地面百分率。

3. 阅读 MUC1 级类型的定义使学生们理解其内容。

4. 按照“MUC 体系规则”中如何将土地覆盖样点分成 MUC1 级类型的步骤进行。

一旦你将土地覆盖样点确定成 MUC1 级的类型,你就可以开始实行“土地覆盖样点规则”。如果土地覆盖样点是一个森林或村地或是由草本植被覆盖(如在 MUC1 级类型中的 0, 1 或 4 类),学生们可以采用“定量土地覆盖样点”和“生物统计规则”中所描述的生物统计方法。

表 LAND-P-1: MUC1 级土地覆盖

MUC 编码	MUC1 级类型	需要的覆盖率
0	封闭森林	> 40% 的树木覆盖,树高 5 米,树冠交错
1	林地	> 40% 的树木覆盖,树高 5 米,树冠不交错
2	灌木丛	> 40% 的灌木覆盖,高度 0.5~5 米
3	矮灌木丛	> 40% 的灌木覆盖,高度低于 0.5 米
4	草本植被	> 60% 的草本植物、矮草和阔叶草本(非禾本科草本)植物
5	荒地	> 40% 的植被覆盖
6	湿地	> 40% 的植被覆盖,包括湿地灌丛,沼泽,泥沼
7	开阔水域	> 60% 的开阔水域
8	耕作地	> 60% 的非自然培育物种
9	城市	> 40% 的城市土地覆盖(建筑,铺压过的地表)

对其它的区域，GLOBE 目前还没有生物统计的规则或详细的土地覆盖数量评估。对这样的样点，学生们可采用“定性土地覆盖样点规则”中的观测方法。在有些情况下，你也可决定使用一个特殊的地点作为一个定性样点，并且不作生物统计的观测，即使是 MUC1 级类型中的样点允许其作为定量样点的情况下也是这样。

### 不同类型样点的建立

一般来说，GLOBE 学校只确立定量土地覆盖样点中的一个作为长期的生物学研究样点。但如果可能的话，也会多建几个点。我们的目的是在经过一定的时间后，为你的 15×15 平方公里的 GLOBE 研究样地中确定的每种主要土地覆盖类型建立一个或几个土地覆盖样点。从最常见的覆盖类型开始，然后继续增加样点数直到你在尽可能多的覆盖类型中将它们确立。如果你的学校有全球定位系统仪 (GPS)，测量并记录到当前为止所确立的所有土地覆盖样点中心的经度、纬度和高度。

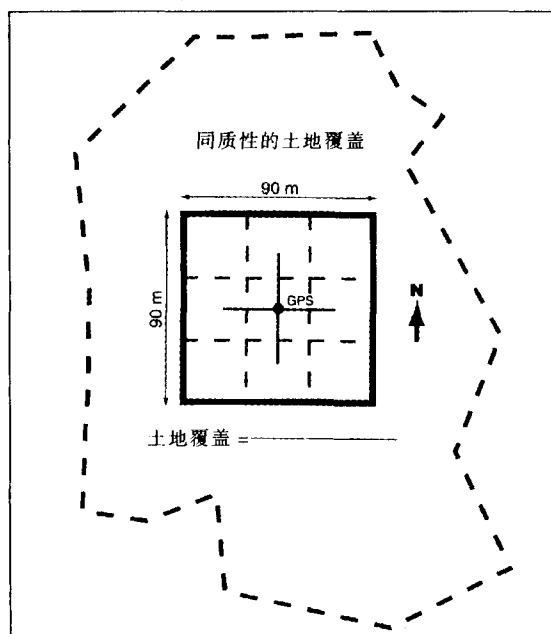
另外的土地覆盖样点对验证土地覆盖图的准确性也是很重要的，而验证又是 GLOBE 计划中的关键的科学目标。但是，我们得承认，这将是费时的的工作，也许需要连续几年来积累一套能代表你的 GLOBE 研究样地中每个重要覆盖类型的样点。你也许希望将一种覆盖分别划分到几个类型中去，这样在同类的覆盖中就不会有两个同级的类型，这样就可以尽可能地多收集数据。

### 定性和定量土地覆盖样点及其在土地覆盖制图中的应用

在 GLOBE 规则中，收集两种类型的土地覆盖数据——定性和定量数据。在你使用这些土地覆盖数据时也有两个目的：(1) 帮助你标记你的土地覆盖图(校准)；(2) 验证(或准确性评估)经分类的土地覆盖图(验证)。对使用遥感数据制图的任何项目，这两点都是至关重要的，并且它们类似于科学家或它人使用你的数据的作法。

上述的校准和验证数据通常是在你的 15×15 平方公里的 GLOBE 研究样地中在 90×90 平方米

图 LAND-P-3: 同质性的土地覆盖点



的样点上收集的。这些样地点都称为土地覆盖抽样样点。并且必须是在同质的土地覆盖区域内。见图-LAND-P-3。在这个调查中，同质性的土地覆盖意味着整个地点是某种在 MUC 体系规则中所定义的特定的土地覆盖类型的代表。

在了解收集的数据类型和数据收集方法之间的差异时，下面的定义会有帮助。

**校正数据：**在土地覆盖样点上收集的数据有助于确认或标记一些在自动的主题制图图像分类中的未知图斑或者有助于主题制图图像的人工解译。这些数据可以用定性或定量数据收集方法而加以收集。校正数据绝不能用来评估图象的准确性，因为它们已经被用在校正过程中。你不能用同样的数据既来校正又来验证你的结果。

**验证数据：**在土地覆盖样点上收集的数据，用来评估利用人工解译或自动分类当地主题制图得到图象的准确性。用定性或定量数据收集方法(在可能的情况下，优先使用数量数据)可以收集这些数据。就图像上出现的每个土地覆盖类型尽可能地多收集样本，因为在准确性评估过程中需要许多的数据样本。这些数据只能用在准确性评估上。

表 LAND - P - 2:定性和定量数据在土地覆盖制图中的使用

数据类型		
	定性土地覆盖样点	定量土地覆盖样点
校正数据	在制图过程中获得该地的地理位置;快速划分土地覆盖类型	得到对实地和图像中土地覆盖类型外貌的全面了解
验证数据	更加容易地获得在统计学上有效的图像准确性评估所需的足够的土地覆盖样点	最佳图像准确性评估;有关森林、疏林和草本植被样点的详细信息 帮助学生和科学家了解实地和图像上覆盖类型的外貌

**定性数据:** 在 GLOBE 计划中, 样点上的土地覆盖定性数据的观测只需三个内容: (1) 确定纬度, 用 GPS 确定海拔高度; (2) 利用学生对样点的观测数据确定 MUC 类型; (3) 从四个方向拍摄照片(北、南、西、东)。这组简化的土地覆盖数据可以用来校正或验证样点。定性数据很有用, 特别是开始学习认识你所在地区的土地覆盖类型以及如何把主题制图像上的内容与实地样点上情况对应起来时。

**定量数据:** 定量土地覆盖的观测只可能在目前有对应的 GLOBE 生物统计规则(例如自然发生的森林或疏林或草本植被)的土地覆盖类型样点上开展。除了在定性土地覆盖样点上要做的观测外, 学生们还要观测在生物统计规则中规定的内容。收集的这些数据用来验证由卫星图像制成的图。这些多做的观测为学生们和科学家们提供对森林、疏林和草本植被样点更加全面的了解。

### 制图及准确性评估过程

图 - LAND - P - 4 表明了制作土地覆盖图和评估其准确性的合理步骤。我们鼓励你们即使在制图之前就开始在土地覆盖样点上收集数据。学生们对每个样点的观测是很有价值的。因为科学家可以在他们自己的土地覆盖图中使用这些观测数据。

### 几点特别的考虑

在决定如何介绍和实施各种土地覆盖/生物学调查规则时, 应反复考虑管理、教育和后勤方面的问题。

- 定量土地覆盖信息非常重要, 因此让学生对土地覆盖评估过程有更加全面的考察的机会。

- 定量土地覆盖样点的观测涉及谨慎的生物统计观测。在学生们去研究点和样地之前, 练习这些观测会使他们普遍受益。

- 事实上, GLOBE 研究样地包括被开发了的土地覆盖, 在这些区域里只可能有定量土地覆盖样点。

- 如果有全球定位系统(GPS)接收器或照相机能很快进行定性土地覆盖样点的观测。

- 为了进行全部 GLOBE 研究样地的人工解译或者标记出由自动的 MultiSpec 程序分类结果产生的图斑, 来自多个土地覆盖样点上的数据是必须的。为了评估由人工或 MultiSpec 程序制成的土地覆盖图的准确性, 必须收集更多的验证样本。

- 学校应尽可能多地收集出现在土地覆盖图上的土地覆盖类型的样点, 因为他们在精确评估的过程中十分需要。不同年代、不同班级甚至是邻近学校收集的样点都可以用。

- 验证数据必须要独立于校正数据外; 校正和验证使用同样的数据是不合适的, 因为这将使结果出现偏差。因此只要收集的数据被用作校正后, 就必须将它置于一旁, 而只能用另外的样点数据来进行验证。

要明确注意自然植被样点和栽培样点的不同。定性土地覆盖样点收集的数据可用在所有的类型上。目前, 定量土地覆盖样点收集的数据只能用在 MUC 0, 1 和 4 类型上。

图 LAND - P - 4: 准确性评估过程示意图

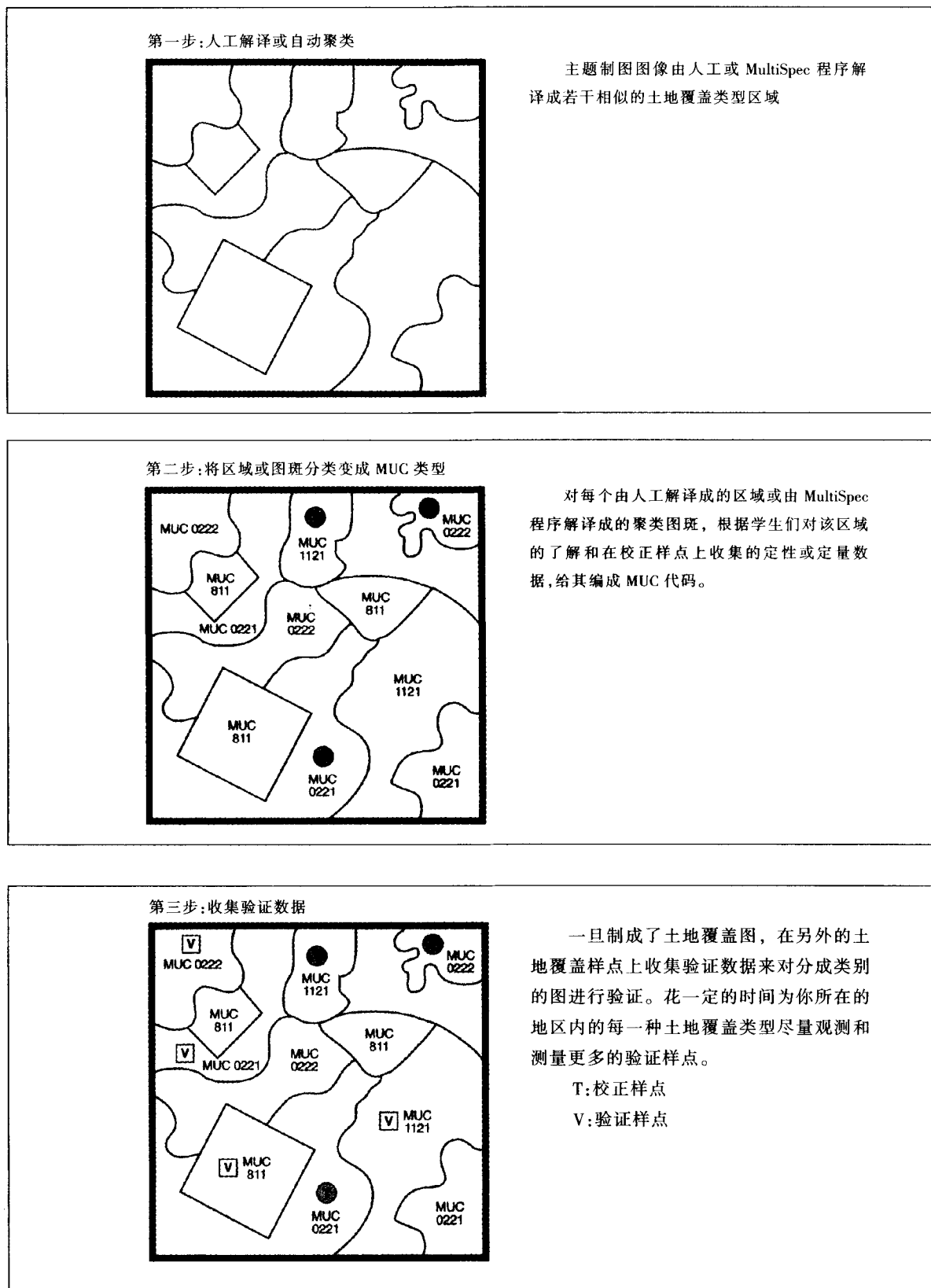


图 LAND - P - 4: 准确性评估过程示意图(续前图)

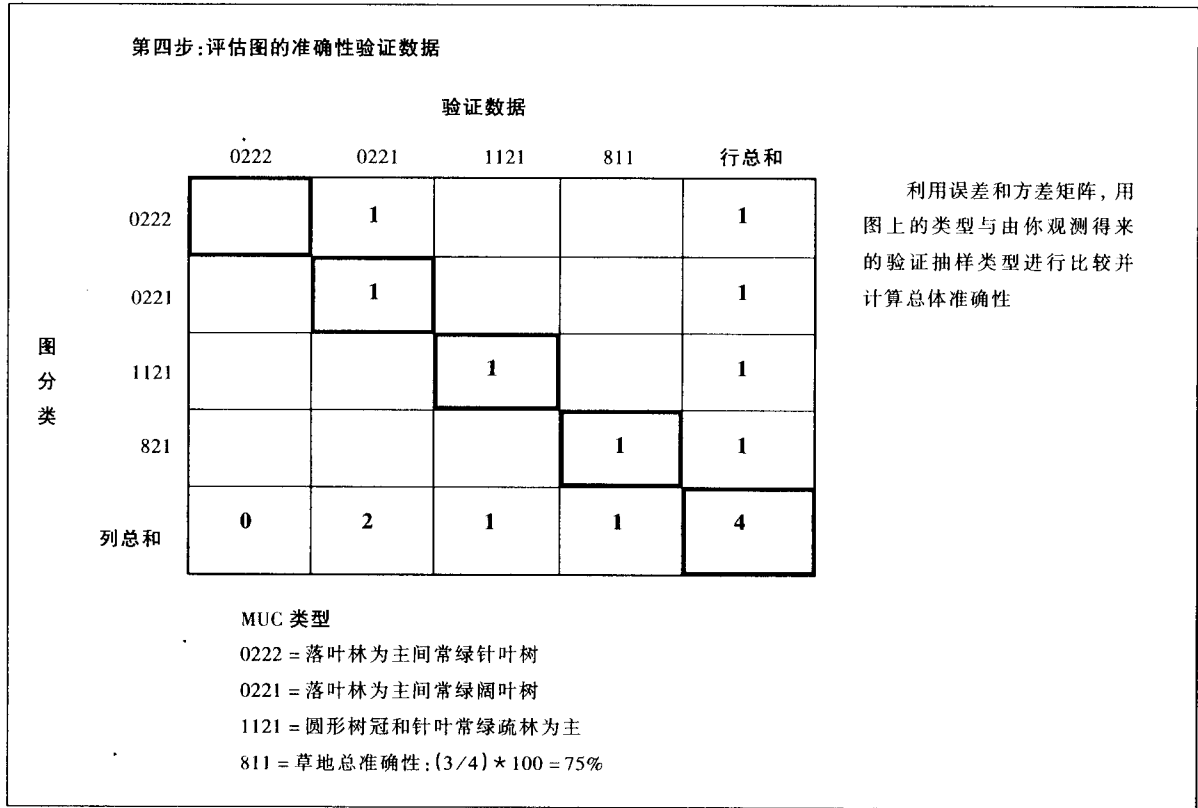
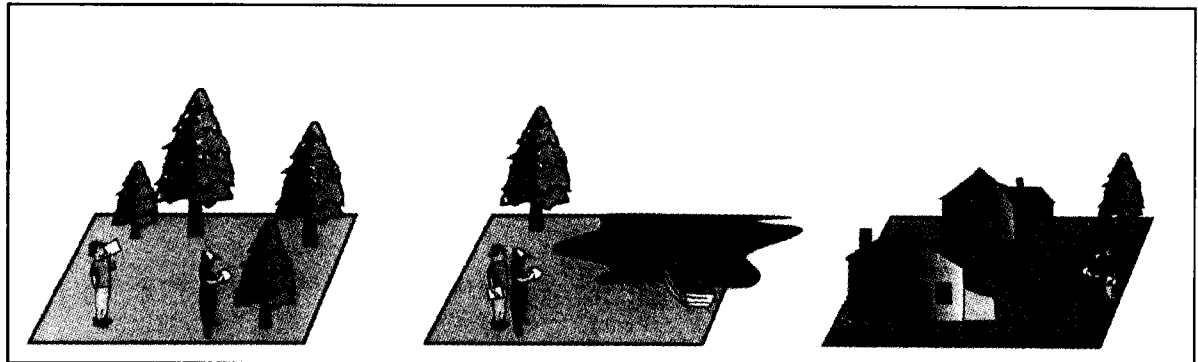


图 LAND - P - 5: 收集校正和验证土地覆盖样本



# 定性土地覆盖样点调查规则



## 目的

识别定性土地样点并收集相应的野外现场数据以便完成由人工解译或自动分类得出的图,同时验证或评估土地覆盖图的准确性。

## 概述

对 GLOBE 研究样地内没有收集定量野外实地数据的每一种土地覆盖类型,应最低限度收集一个定性土地覆盖样点的现场数据。

## 时间

20-45 分钟(路途时间除外)。

## 水平

全部。

## 材料

非照片土地覆盖样点只需收集一次数据;最好有多个土地覆盖样点。

## 主要概念

土地覆盖图;  
土地覆盖分类;  
GPS(全球定位系统);  
野外实地观测。

## 技能

确定野外实验地(土地覆盖样点);  
使用 GPS;  
使用室外仪器(罗盘,管状光密度计,测角仪);  
确定面积。

## 材料和工具

用自然色彩、硬拷贝主题制图图像,来表示 15×15 平方公里 GLOBE 研究样地;  
用彩色红外图、硬拷贝主题制图图像,来表示 15×15 平方公里 GLOBE 研究样地;  
罗盘;  
管状光密度计;  
测角仪;  
GPS 仪;  
野外取样框;  
照相机;  
MUC 分类系统和定义。

## 准备

无。

## 必备条件

树叶分类学习活动。

## 引言

收集定性校正和验证数据的目的是使学生们熟悉全部 GLOBE 研究样地并确定所出现的主要土地覆盖类型。通过照相,使用 GPS 接收仪来测量样地中心的位置并使用 MUC 体系对土地覆盖进行分类可以快速有效地收集这些数据。定性校正数据可以用来标记由自动分类划分出来的未知的图斑或者可以作为监督分类的校正区域。其它的定性土地覆盖样点的数据可以用来确定你的土地覆盖图的有效性。预计大

多数的学校将反复使用这个规则来提供充足的样本以便对他们的土地覆盖图进行有效的准确性评估。见“准确性评估规则”。

## 如何收集定性土地覆盖样点数据

### 第一步:选择定性土地覆盖样点

利用你的 GLOBE 研究样地主题制图图像或者你在野外的观测选择 90×90 平方米的同质土地覆盖区域作为你的土地覆盖样点。

利用主题制图图像为导向,仔细地在野

外确定并考察土地覆盖样点。

用临时性的记号来确定并仔细标记样点的中心位置。

### 第二步:GPS(全球定位系统)定位

得到一个全球定位系统装置(GPS)。当你建立土地覆盖样点时如果没有这个装置,那你就需要确信样点的中心是仔细地做了标记并可长期保留。然后,当你得到GPS装置时,再回访该样点中心来记录确定其坐标位置。

实施GPS或GPS补充规则来决定土地覆盖样点中心的纬度、经度和海拔高度。见“GPS调查”。

将这些数据记录在相应的GPS数据表中并注意将平均纬度、经度和高度计算后记在土地覆盖/生物学调查野外数据工作表中。

### 第三步:照片

在样点的中心位置从四个方向进行拍照(北、南、东、西)。

冲洗出二套照片或打印出你的数字照片。

贴上标签,注明土地覆盖样品点名称和方位。

为你的学校保留一份照片或一份数字照片的备份,并给GLOBE一套照片或一份数字照片的备份材料。

### 第四步:确定MUC类型

用MUC规则确定MUC类型。见“帮助性提示”:步测、罗盘。

在野外数据工作表中记录MUC类型

### 第五步:报告数据

检查数据工作表并将数据记录到学校的

永久性当地数据记录中去。

用定性土地覆盖样点数据报表将数据报给GLOBE。

送几张照片给GLOBE学生数据档案库。

## 帮助性提示:步测

科学家、林业工作者和其它人员使用步测和罗盘的读数并结合航空照片、地图或书面的指示来找出特定的地面位置。作为一个方便的方法,许多从事野外工作的人先确定在一个已知的距离内需要多少步才能走完。然后用它去测量较长的距离。

在MUC体系和定性及定量土地覆盖样点规则中特别使用了步测方法来确定取样点以便在该处观测地表覆盖和树冠覆盖。确定步长和步数的方法需要走一个已知的距离(单位),这将在下面讨论。

### 确定步长的方法

**第一步:**在空场(停车场、田野或马路更好)上展开30米或更长的测尺。

**第二步:**请记住步长是指左右脚各迈一次的长度。从你的脚趾对准测尺的零刻度开始,用正常的步伐量走出10步。按正常的舒适的步伐来走这点很重要,因为在野外会遇到各种各样的不同情况。

**第三步:**当你走到第10步时请注意测尺上的刻度。

**第四步:**将量出来的长度用10去除得出一个步长的长度。

**第五步:**将上述的测试重复三次计算其平均值,得出你的平均步长。

例子:

接受测试的次数	10个步长距离	一个步长的距离
1	17.0m	1.70m
2	17.5m	1.75m
3	16.8m	1.68m
平均步长 = 1.71m/每步长		



## 在野外条件下的做法

在树林或多山地形中做步长测量比你在平坦的学校操场或停车场做此事要困难得多。请记住下面的要点。

- 在最初测量你的步长时,确保用舒适的步伐。避免试图迈大步。因为这样会使你的步长在树林或山地地形下很自然地变短。

- 在做上坡或下坡步测时,你实际测出的水平距离比感觉的要短,并且由于地形的缘故,你的步长是不规则的。要注意你的步长并且在需要的时候稍稍加长或缩短步长以便补偿。

- 在步测的线路上遇到大障碍时(如大石头,大树等),先从一边侧绕过,继续向前走,然后再从另一侧绕过回到最初的罗盘指示的方位。如果在做侧边绕行或围绕障碍物测步时需要做观测,那么估计从侧行位置的读数。

如果一个障碍大到无法方便地进行侧行步测时,留下一个明显的记号以找回你的位置后一直绕行下去。然后在你做记号的地方从另一侧重新开始计数。

确定一个样方所需步数的方法在“MUC 定性和定量规则”中,学生们需要收集从土地覆盖样点中心位置开始一个单位(21.2米)距离上有关地表覆盖和树冠的数据。选择这样一个长度距离是因为它是  $30 \times 30$  平方米图象像素块对角线长度的一半。

**第一步:**在一块平地空场(停车场、田野或马路更好)上量出 21.2 米的距离。

**第二步:**请注意一个步长是指左右脚各迈一步的距离。从你的脚趾对准零刻度开始数出按正常步伐走完整个距离所需的步数。

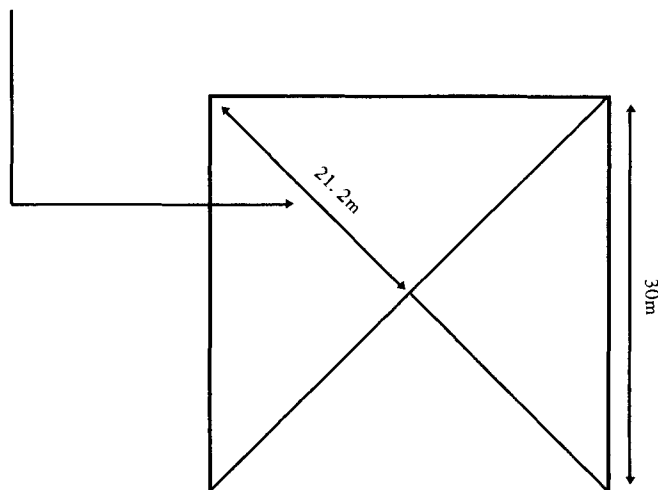
**第三步:**将上述的测试重复三次,计算出平均数以得出平均步数。

**第四步:**将步数取舍到最后的半步。

**第五步:**将每一步单独记录下来以便在土地覆盖样点上收集数据时可以做为参考。

图 LAND - P - 6: 步测例子

1 个单位 = 21.2 米 (30 × 30 平方米中像素块对角线长度的一半)



## 帮助性提示:罗盘

罗盘上的磁针受地球磁场的吸引,这就是它总是指向南北方的原因。但是,实际上地球上有两个北极。一个是真正的北极,它在地理上位于地球北极的顶点(北纬90度),另一个是磁北极,它是位于加拿大中部地下的一块具有高磁性的岩石区域。

地图和方向是基于真北极的,而罗盘指针是指向磁北极的。磁偏角是真北与磁北之间的角度。它的大小与方向依你所在地球不同的位置而不同。因此需要确定磁偏角以计算出罗盘上的方向。罗盘上要么用磁性来确定磁偏角或者用刻度来确定它。

因为罗盘受金属物体的吸引,所以如果使用者将其靠近如身上的手表、钥匙等金属物体时,它会指示不正确的读数。

### 罗盘的三个基本部件

1. 磁针(见图-LAND-P-7中A)受地球磁北极的吸引。有磁性的一端(黑色)总是指向磁北。

2. 刻度盘(B)是用来确定所要的方向。方向是由罗盘顶部的指示箭头(C)以度数显示的。刻度盘上的刻度以2度递增,从0度到360度。基本方位是0(或360),90,180和270度,分别代表北、东、南和西。

3. 表盘(D)上有一个取向箭头(E)和一个显示箭头(C)。有些型号的罗盘还有一个反光镜。这些部件在调整磁针指向“行走方向”时将被使用到。

### 设定罗盘方向

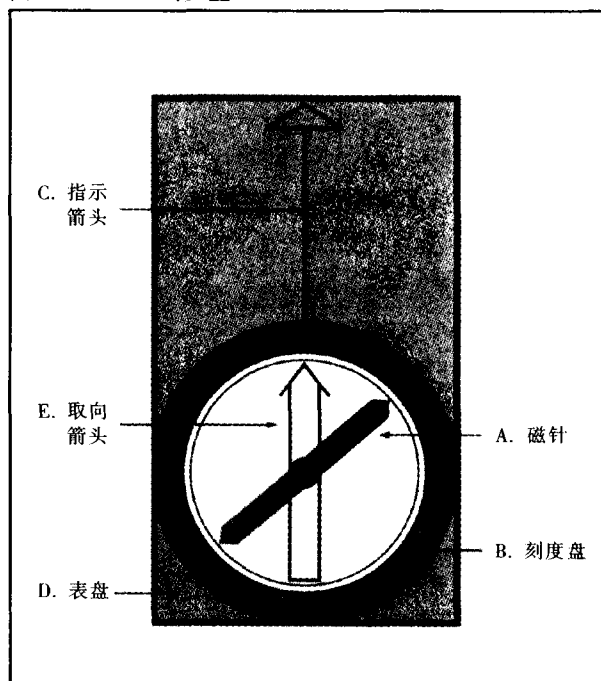
**第一步:** 将刻度盘(B)设定到所希望的读数上(即你希望行走的方向)使得罗盘方向与箭头(C)相一致。

**第二步:** 水平放置罗盘,转动你的身体直到红色的磁针(A)端头与红色的取向箭头(E)相一致。“红色归巢”是个具有帮助性能说法,它可帮助学生们记住怎样做。红色取向箭头可被视为“巢”。

**第三步:** 现在你的方向或者目标方向就是你手中罗盘所指示的方向(罗盘取向箭头的方向)。

确信选择你前方的一个目标并与你的罗盘方向相一致,并向目标走去。这将使你在行走过程中不用再看手中的罗盘。每走几步后停下来并核查你是否仍按罗盘指示的方向行走。

图 LAND-P-7:罗盘



# 定量土地覆盖样点调查规则



**目的**

探测定量土地覆盖样点并收集相应的现场数据以便之后由人工解释或自动计算机方法生成土地覆盖图。同时对验证评估土地覆盖图的准确性。

**用途**

定量野外现场数据的收集最低限度也应该从土地覆盖样点上进行。

**时间**

1-2小时(路途时间除外)

**地点**

任何一块土地覆盖样点至少收集一个数据。最好有多个土地覆盖样点。在实地过程中对 GLOBE 研究样地中的每个主要土地覆盖类型,即 MDC 第 1 类中的 0, 1 和 4 类型土地覆盖类型。

**设备**

土地覆盖图  
土地覆盖分类

**技能**

GPS;  
野外观测;  
生物统计。

**技能**

确定野外实验地(土地覆盖样地);  
使用 GPS;  
使用罗盘,筒状光密度计和测角仪;  
确定面积。

**材料和工具**

用自然色彩,硬拷贝的主题制图图像,表示 15 × 15 平方公里 GLOBE 研究样地;  
仿彩或野外,硬拷贝主题制图图像,表示 15 × 15 平方公里的 GLOBE 研究样地;  
罗盘;  
筒状光密度计;  
测角仪/测角器;  
GPS 仪,照相机;  
土地覆盖/生物学调查野外数据工作表;  
MDC 分类系统和定义。

**备注**

无。

**必备条件**

树叶分类学习活动。

## 引言

定量校正和验证数据提供最详细的地面参考数据。这些数据以量化的方式用来评估遥感图的准确性。希望每个学校至少在一个定量土地覆盖样点上收集数据,但是我们鼓励每个学校尽其所能在多个定量土地覆盖样点上收集数据。科学家拥有尽可能多的验证数据是很重要的。同样重要的是要有每个 GLOBE 样地中各种土地覆盖类型的验证数据。很明显在时间上这

种数据的收集工作应该继续下去,并能导致形成一个大的有价值的验证点数据库。

## 定量数据收集步骤

### 第一步:选择并给定量土地覆盖样点定位

用 GLOBE 研究样地主题制图图像或者你在野外的观察,选择一块 90 × 90 平方米的同质土地覆盖区域。

用该主题制图图像作导向,确定并考察该土地覆盖样点。

用临时性的记号标记该样点的中心位置。

### 第二步:GPS 定位

取一个全球定位系统仪 (GPS)。如果没有该 GPS 仪来建立一个土地覆盖样点,那么你就要把样点的中心点清楚地标记出来,然后等你得到 GPS 仪后再回访样点中心点并标记中心位置的坐标。

在该土地覆盖样点中心,记录 GPS 坐标位置:经度、纬度和海拔高度。参考“GPS 调查”一节。

在土地覆盖/生物学调查野外现场数据工作表上做记录。

### 第三步:拍照片

从土地覆盖样点的中心位置,在 4 个基本方位上拍照(北、东、南、西)。

洗印出两套所拍的照片,一套留在学校,另一套送 GLOBE。

为每张照片标上土地覆盖样点上的名字和方向。

### 第四步:确定 MUC 类型

按 MUC 体系规则确定土地覆盖类型。

将该 MUC 类型记录在土地覆盖/生物学调查野外数据工作表上。

### 第五步:生物统计

如果样点是密林或疏林(如 MUC 0 或 1 类型),按森林生物统计规则进行工作(高度、胸径、优势和亚优势物种的确定,树冠闭合度,地被物)。

如果样点由草本植被覆盖(MUC 4 级类型),按草地生物统计规则进行工作。

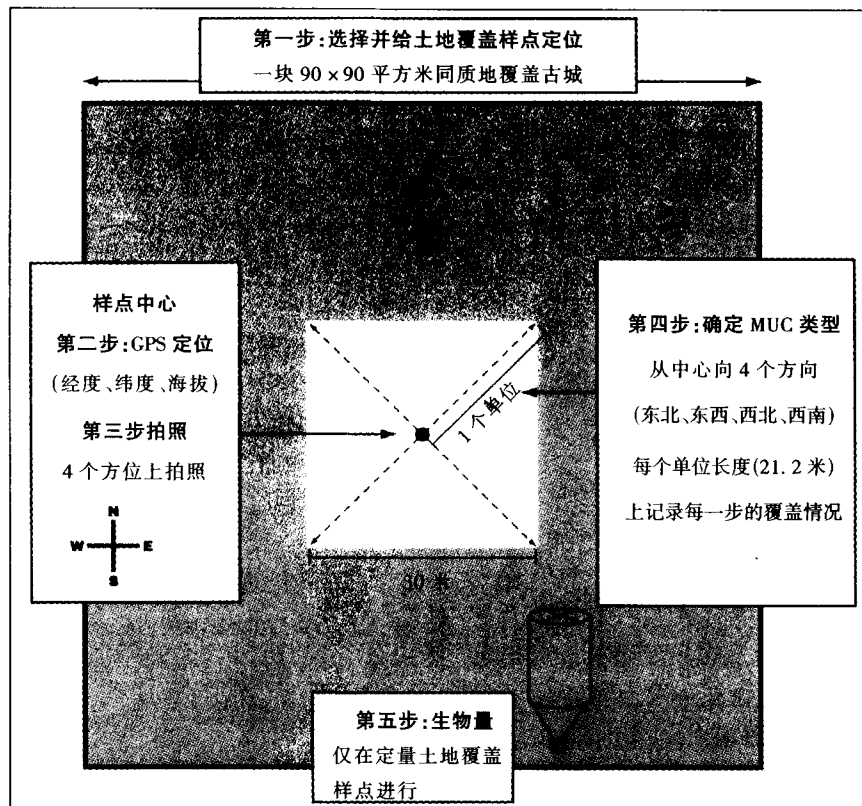
### 第六步:数据报告

检查数据表并将数据记录到学校的永久性当地数据档案中。

用定量土地覆盖样点数据报表将数据报给 GLOBE。

给 GLOBE 学生数据档案库送几张照片。

图 LAND - P - 8:典型的定量土地覆盖样点



# 生物统计规则



## 目的

为了确定定量土地覆盖样点的特征对土地覆盖进行定量化并将其记录下来;

为 GLOBE 科学家及其它人提供必需的土壤覆盖数据。

## 概述

学生们在定量土地覆盖样点中划出 30x30 平方米区域。在这些样地内, 学生们识别和记录土地覆盖和树冠覆盖, 确定优势种以及亚优势种, 测量树高和胸径或草本地面覆盖的生物量。他们将其中一块样方设计为生物学研究样点, 在那儿他们将每年开展实地一次或两次本规则。

## 时间

每次考察样地应花半天或一天时间。

## 水平

中级

## 频率

在你的生物学研究样地内每年一次或二次观测。

在其它定量土地覆盖样点, 只观测一次。

## 重要概念

图像中的像元面积与实地样点的关系;

树冠覆盖;

树高和胸径;

草本植被的生物量;

优势种和优势种;

土地覆盖分类。

## 技能

使用测量仪和光密度计;

利用罗盘定方向;

进行地面观测;

使用二叉式检索表。

## 材料和工具

50 米皮尺;

标记桩, 旗杆或其它永久性的标记物;

GPS 仪;

照相机;

筒状光密度仪 (4 厘米直径, 长 7.5 厘米的筒, 线, 金属螺母, 垫圈, 胶管);

二叉式检索表和/或其它的当地物种指南;

量角器 (量角仪纸, 硬纸板, 吸管, 金属螺母或垫圈);

正切函数表;

可卷的皮尺;

小袋子;

草剪子或大剪子;

小的牛皮纸袋子;

干燥箱;

天平或秤, 精确度到 0.1 克;

土地覆盖/生物学调查野外数据工作

表。

## 准备

选择样方;

练习测量技术。

## 必备条件

样点观察学习活动。

## 引言

定量土地覆盖样点规则为你展示了如何建立定量土地覆盖样点并总结了对其收集数据的步骤。本规则细化了在所有定量样点上开展生物统计的程序。本规则只能在有 MUC 1 级分类 0 类型(郁闭林), 1 类型(疏林)或 4 类型(草本植被)的样点上才能实施。你可将这些定量样点中的一个作为你的生物学研究样点。

### 怎样为生物统计而测量 一块 30 × 30 平方米的区域

#### 对生物学研究样点的特别考虑

注: 如果你已经按本规则前述部分建立了一个生物学样点, 那继续利用目前的样点按本规则后面的章节内容进行重复性的观测。

你的生物学研究样地和其它的 30 × 30 平方米定量土地覆盖样点的唯一不同是生物统计测量是定期重复进行的, 而在其它抽样样点上只进行一次观测。在确定了优势和次优势物种植被类型后, 你就可以长时间地开展一系列的统计测量了。

由于你的生物学研究样点是永久性的, 因此你需要用木桩, 旗帜或其它标记物标记出一块 30 × 30 平方米的中心区域。标记 30 × 30 平方米的区域遵从以下的步骤:

#### 第一步: 建立你的生物学研究样点

□ 遵从定量土地覆盖样点规则中 1~4 步骤。确保这个样点上的植被是 MUC1 级 0, 1 或 4 类型。

第二步: 建立并标记 30 × 30 平方米的生物学研究区域

□ 在你要建立的 30 × 30 平方米的样点方块的一角放上一个标记物。

□ 用罗盘和测尺朝一个基本方向(北、南、西或东)移动 30 米。在这个样地的端头放第二个标记物。这就形成了(样地)的一边。

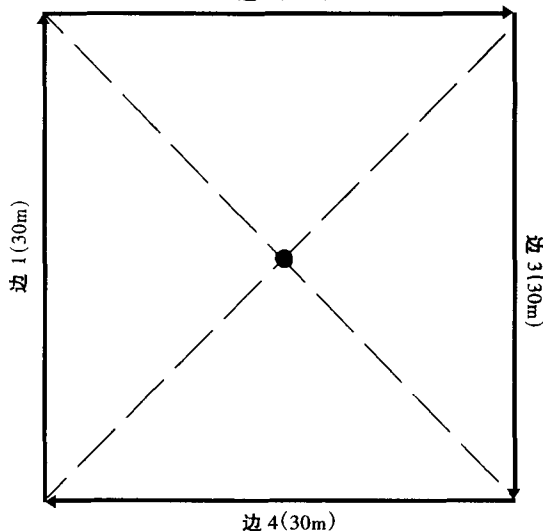
□ 从第二个标记物开始, 朝与第一个边垂直的方向移动 30 米。在这个样地的端头放第三个标记物。这样就形成了第二个边。

□ 从第三标记物开始, 朝与第二个边垂直并与第一个边平行的方向移动 30 米。在这个样地的端头放第四个标记物。这就形成了第三个边。

□ 从第四个标记物开始, 朝最初(第一个)标记物方向移动 30 米。如果这个标记的端点落在最初标记物 2~3 米之内, 那么你就成功了。如果这个端点落在最初标记物之外, 那就要检查你的罗盘, 检查每个边的长度, 再试一次。

□ 用步测对角线样地的方法来确立你的样地的中心点, 并在两条对角线交叉的相交的点(中心点)放上标记物。你也可以用线绳来做这两条对角线。

图 LAND-P-9: 生物学研究样点的设立  
边 2(30m)



#### 进行生物统计测量

根据你的样点上的植被类型, 你和你的学生将对树冠覆盖, 地表覆盖, 树高和胸径以及/或草地的生物量进行生物统计测量。

#### 何时开始进行生物统计测量

在你的生物学研究样点上: 每年开展两次生物统计测量, 一次在生长季节高峰期, 一次是在最后一次生长活动季节。如果你所在的地区温度和降雨没有季节性的变化, 那么每年只需测量一次。在所有其它定量土地覆盖样点: 只开展一次生物统计测量, 并尽量靠近生长季节的高峰期。

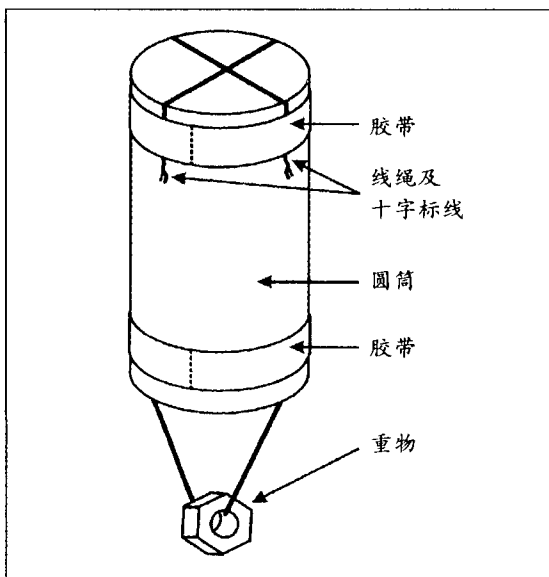
## 如何进行树冠覆盖和地表覆盖测量

### 第一步:光密度仪的制作

□取一个大约直径为4厘米,长7.5米的圆筒。取两段线绳通过圆筒的直径并以相互垂直的方式固定在圆筒的一端,形成一个十字标线。

□取18厘米的线绳,穿入一个螺母或垫圈,并将线的两端固定在圆筒的另一端,固定点在直径与筒壁的两个交点上。这样你就制成了一个光密度计。

图 LAND-P-10:自制光密度仪



### 第二步:使树冠覆盖和地表覆盖一致

□由一对或几对学生步测30×30平方米样方的两条对角线。

□在每一步长段上停下来,由一个学生通过光密度仪向上观测树冠,要使金属螺母或垫圈正好位于光密度计十字标线的交叉点下方。

注:如果个子矮的学生在四十步之内尚不能步测完成对角线的距离,那么他们可以接着在每个步长上观测。

□如果该学生通过十字标线看见了植被,枝条或树枝,就在优势/次优势植被野外数据工作表上记下“+”号。如果看不见植被,枝条或树枝(例如该学生通过十字标线只看见了天空)

就记下“-”号。最后的结果是该学生记录下了一系列的“+”和“-”号。

□现在,该学生往脚下看。

□如果植被是在脚下,或触及脚背或低于膝盖,由另一个学生记下“G”代表植被是绿色的,如果植被是棕色的,则记下“B”。如果脚下膝下没有植被(如地表是裸地),则记下“-”号。为了使观测更加准确,另一对学生应重复上述的观测。

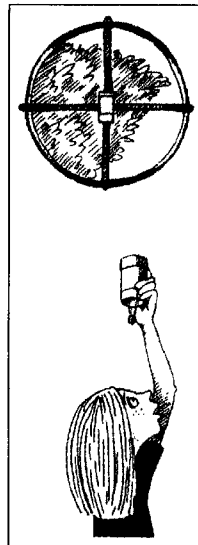
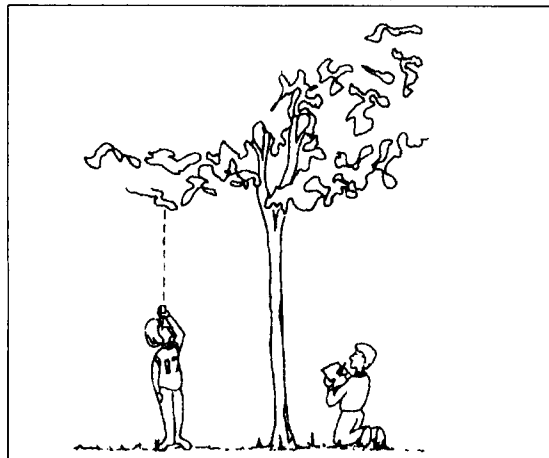


图 LAND-P-11:使用家庭制作的光密度仪



### 第三步:就树冠和地表覆盖情况进行报告

□对树冠覆盖来说,报告“+”或“-”号数目,对地表覆盖来说报告“G”或“B”的数目并将其它的生物统计数据汇总到GLOBE学生数据服务器。

注:如果由不同的学生调查队重复进行了上述的观测,那么只选取一个调查队的数据报告给GLOBE。

### 第四步:计算树冠和地表覆盖的百分率

□计算树冠覆盖率:把“+”号数加在一起,并除以“+”和“-”号数的和,再乘以100将其转成百分数。

□计算绿色地表覆盖百分率:把“G”数目加

在一起,并除以“G”,“B”和“-”号数目的总和,乘以100,将小数变成百分数。

□计算棕色地表覆盖百分率:把“B”数目加在一起,除以“G”,“B”和“-”号的数目总和,乘以100。

□将绿色地表覆盖百分率和棕色地表覆盖百分率加在一起便得到全部的地表覆盖百分率。

## 如何确定优势和次优势物种植被

当建立一个样点后,你对该样点上植被类型就有了一个整体的概念。你和你的学生现在就可以确定在你的生物学研究样点或其它的定量土地覆盖样点上的最常见(优势)和次常见(次优势)植被类型了。这个信息在你使用MUC分类规则MUC分类类型时会用得上。GLOBE科学家也需要这个信息来研究不同植被类型的生长。对密林和疏林样点(MUC 1级0和1类型)。对草本样点来说(MUC 1级4类型),要确认地表覆盖率最大的禾本科草本植物和非禾本科草本植物(阔叶)的名字。请参见附件中MUC词汇表来确定其定义。

### 第一步:确定植被类型

□重复进行上述树冠覆盖与地表覆盖的测量,但是本次测量中学生应当鉴别树冠植被的类型。同时他们应当确定脚下或他们能触摸到的植被类型。其他学生将占优势的或次优势的物种记录在植被数据工作表中。

注:如果你无法确定你所观察的树冠的种属,将你所知道的该种植物的俗名记录下来。如果不知道它的俗名,那么给它定义一个名字或将其特征描述并记录下来,总之方便于今后查找并确定它的种属。

### 第二步:计算优势种植物和次优势种植物

□将你得到的结果列表。

□如果树冠覆盖大于或等于40%,并且树冠高5米以上,则你的样点就是密林或疏林(MUC 1级0类或1类型)。优势种植物是那些在光密度计十字标线上最常见的树种。次优势种植物是那些次常见的树种。如果你的样点是密林或疏林,用二叉式检索表或咨询当地的专家来确定这些树种。见“帮助性提示:如何使用二

式检索表”。然后继续测量树高和树的胸径。

□如果树冠覆盖低于40%,并且地表覆盖超过60%,那么你的样点就是由草本植被占优势(MUC 1级4类型)。优势植被是部分地表覆盖中最常见的植物。次优势植被是在树冠或地表上次常见的植物。如果你的样点是草本植被,则要使用在附件中的定义确定土地覆盖是否为禾本科(草)或非禾本科草(阔叶)。如果草本土地覆盖为禾本科草,继续进行“如何测量草地的生物量”。如果植被为非禾本科的阔叶草,则不要进行任何进一步的测量和观测。

### 第三步:记录你的测量结果

□如果你的样点为密林和疏林,在你的优势/次优势植被野外数据工作表上的适当地方记下优势和次优势树种的属名和种名的前4个字母。

□如果你的样点是草本植被,在你的数据表上适当的位置上,用“GRAM”代表禾本科草地,或用“FORB”代表其它的阔叶草本植被。

注:如果你的样点的植被是多样性,那么也许很难确定优势和次优势植被。如果优势和次优势并不是明显的两种类型,则在你的优势/次优势植被野外数据工作表的注释栏上详细地描述植被类型。在优势/次优势处记下“混合”。

### 实例

为了使你对这些活动有更好的了解,这里举两个可能会发生的例子。

例1:实施树冠和地表覆盖的观测,记录通过光密度计所看到的植被的次数和天空的次数。每次你通过光密度计而观察树冠植被类型时,你记录并计数了树的种类。然后你计算得出树冠覆盖为70%并且注意到树冠层是相互交错的。这意味着你将你的样地分类成密林(MUC 1级0类型)。优势树种是那些最经常被计数的物种。次优势种是那些经常被计数的物种。

例2:实施树冠和地表覆盖观测,计算出树冠覆盖为20%并由单一的松树物种构成。地表覆盖为90%,并由80%的禾本科草和10%的阔叶草构成。这意味着将样点分类成草本植被(MUC 1级4类型)。优势植被为草地(数据表上



的“GRAM”)。因为该样点上松树的覆盖率只有20%，阔叶草地只占10%，所以你的次优势植被是松树类物种。

## 帮助性提示:如何使用二 叉式检索表(dichotomous keys)

“dichotomous”一字来自希腊文“dikha”——(两个)和“temnei”——(切)。这样,它的意思即为:分成两个相对的部分。“key”表示一个词汇表或编码表用来解码或解译之用。二叉式检索表是一个支状解码表。它分叉成大致相等和相对的两个部分。而只有其中一支能导致正确的结果。这有点象老鼠走迷宫。对于老鼠逃生来说,它必须在两个方向上(一个正确,一个不正确)做出一连串的正确选择。老鼠最终逃出迷宫只能依靠做出所有正确的选择。

在使用二叉式检索表中,我们也必须在一系列两种对立的选择中做出正确的判断。我们用自己的五种感觉(看、听、摸、尝和嗅)来做出正确的选择。这里举个例子来说明我们如何选

择确定你所穿着的是什么样的鞋子。

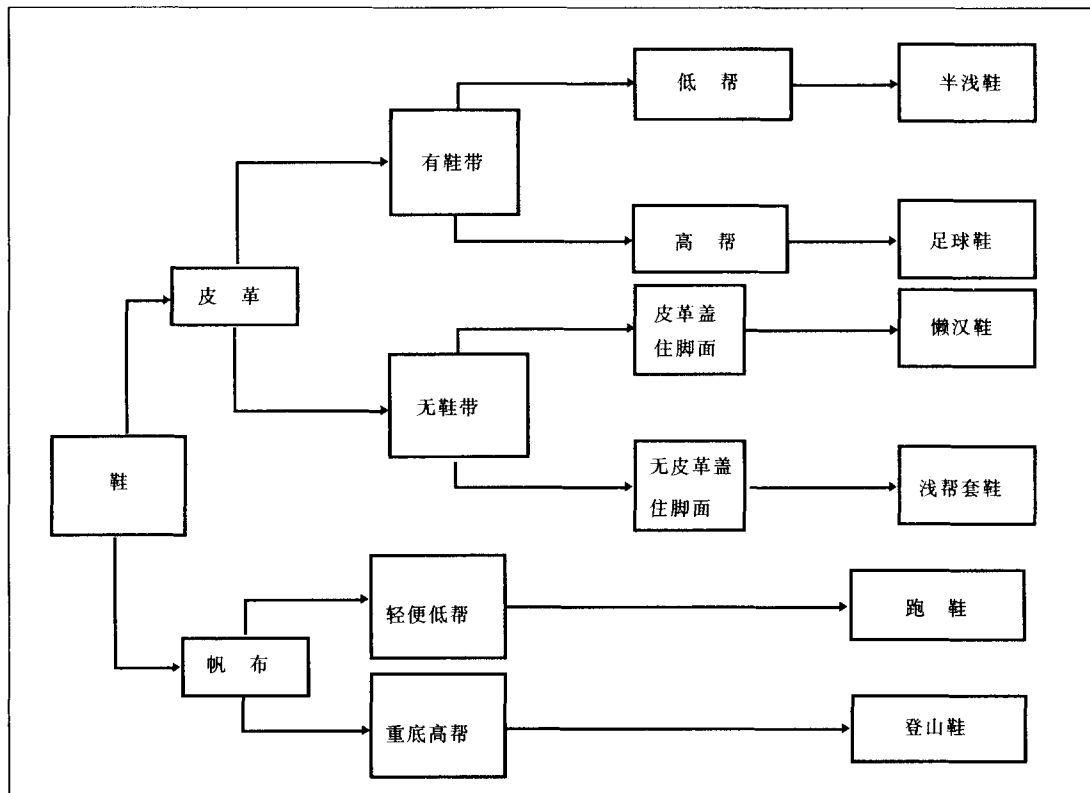
假设你所穿的是一双布鞋。表中的第一个选择是问这鞋是皮的还是布的。因为你的鞋是布的并非皮的,所以你跟着检索“路径”进入“布鞋”。这里又问你的鞋是否是轻便和低腰的,或者是否为厚底的和高腰的。因为你的鞋是轻便的和低腰的,所以已经可判定出你的鞋是布质跑鞋。

请注意,所有的二叉式检索表都有其内在的限制。这上面的例子中,只包括了六种类型的鞋。即使是内容详尽和技术性很强的检索表也会忽略一些可能的选择。特别是对检索外来植被物种(由外地引进)时就更是这样。

许多二叉式检索表只包括本地生物物种。如果你正试图确认的不是本地土生的物种或者你的二叉式检索表还不够完全,那你就要寻求专家的帮助。

许多二叉式检索表的第二种限制是使用一些不精确的名词术语(如:“低腰”,“轻便”)。有时,作者使用这些术语的意图也不是很清楚。最好的检索表应是那些使用客观的、基于观测结果的特征而不是使用主观的选择。

图 LAND-P-12: 二叉式检索表的使用



为了帮助你确认物种或找到一个当地的检索表,你应咨询林业工作人员,当地专家,大学的研究人员等。GLOBE 计划国家协调员也许会给你些帮助。

## 如何测量树高和胸径

### 如何选择测量的树

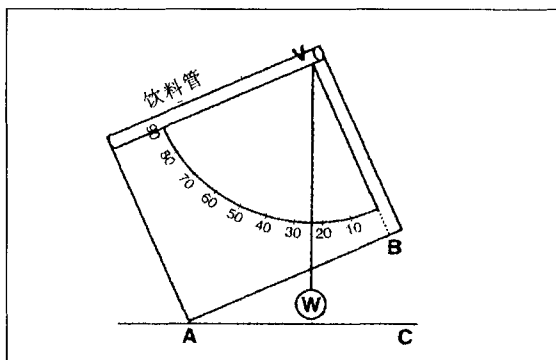
1. 如果你的样点内的优势物种是一种树,那么选择该种树的 5 个样本。其中包括最大的树,高度达到了树冠层的最小的树和其它三个中等大小的树。标记这些树为今后复查参考。

2. 对样点的次优势树种,重复上述的过程。如果次优势树种少于 5 种,将其它的树种包括在内构成 5 个样本。标记这些树为今后参考。

### 怎样用测角仪测量树高

测角仪通过测定角度来决定物体的高度而不用直接对物体进行测量。它是象限仪(一种古老的测量仪器)和六角仪(用来为船定位的仪器)的简化的版本。就象那些仪器一样,测角仪有一个带有 0 至 90 度刻度的弧。见图 LAND-P-13。当你通过测角仪上的吸管观察定位物体时,你可以从线绳与弧相交的地方读出 BVW 角的度数。BVW 角与 BAC 角是相等的,而后者则是测角仪的高度角。如果你知道了高度角和你与被测物体的距离,你就可以用一个简单的公式计算出物体的高度。

图 LAND-P-13: 自制量角器



#### 第一步: 制作一个测角仪

将附件中的一张印有量角器的纸粘到一个相同大小的硬纸板上。

在纸上标记有孔的地方打个孔并将一段

15 厘米长的线绳穿过该孔并系牢一端。

在线的另一端系上一个金属螺母或垫圈。

将一个吸管沿着画好线的地方用胶布粘住,用作一个观测点。

#### 第二步: 测量确定树高所需的距离和角度

从你所选中的一棵树开始向外移动事先定好的一段距离并记下这段距离。这是线 AC。见图 LAND-P-14。为了得到准确的结果,你应调整你与树的距离以便让 BVW 角度在 30 和 60 度之间。

测量并记录你的眼睛到地面的高度。

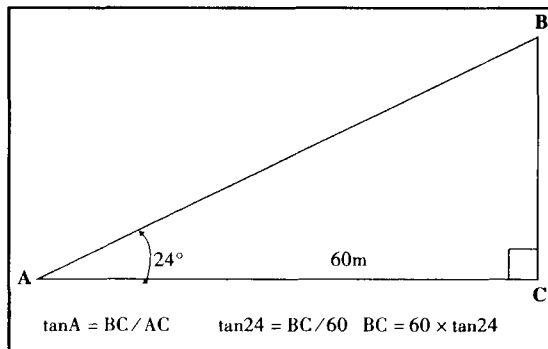
通过测角仪的吸管将树稍定位。

记录测角仪上 BVW 的角度数;它相等于角 BAC 的度数。在这个例子里(图 LAND-P-15)里,一个学生站在离被测树基 60 米远的地方,通过测角仪来定位树梢。他的眼睛离地 1.5 米。他用测角仪测出的角度是 24 度(该图未按比例绘制)。

#### 第三步: 在图上组织你的数据

参考图 LAND-P-14, 画出三角形并标出数据,这些三角形代表你所积累的所有信息。

图 LAND-P-14: 三角计算公式



#### 第四步: 计算树高

利用附件中的正切函数表和下列的公式计算出 BC 的高度:

$$\tan \angle A = BC / AC,$$

$$BC = 60 \times \tan 24,$$

$$BC = 60 \times 0.45 = 27 \text{ 米}$$

将 BC 的高度加上测角仪(你的眼睛)至地面的距离,得出树的总高度。在上述的例子中,树的高度是 27 米 + 1.5 米 = 28.5 米。

注:对于年幼学生来说,如果角 BVW 是 45 度,那么学生至树的距离等于学生眼睛水平线以上至树稍的高度,这样可以为学生画一个等腰三角形来表明而不需要进一步向学生解释所涉及的数学内容。

第五步:对所有选择的树重复上述过程

第六步:计算并记录平均树高

□将优势种的树高加在一起并用 5 除而得出其平均高度。

□如果你有 5 棵次优势树种,重复上述的方法。

□将平均树高记录在数据表。

注:如果在访问现场前你想练习高度测量,你可找一个较高的、已知高度或可以直接测出的室外物体(如旗杆或学校建筑物)。完成上述的过程后,将你得出的结果与你已知的物体高度进行比较。

### 如何测量胸径

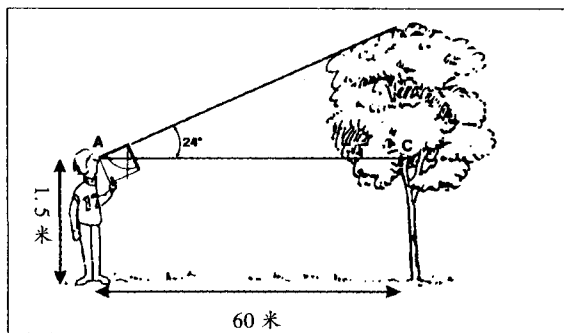
第一步:测量和记录树的胸径

□用一个软皮尺,测量从地面以上 1.35 米树高处树的周长。科学家称这个周长为胸径。

### 如何测量草地的生物量

如果你的样点上的优势或次优势种是草,你就将测量其生物量,即草本植被中活的(绿色)和衰老(棕色的)草的每平方米的生物量。这个数据将帮助它人记录土地覆盖并评估和模拟水分和养分的循环。除了草以外不要测量其它植被的生物量,即使它们是优势或次优势的物种。

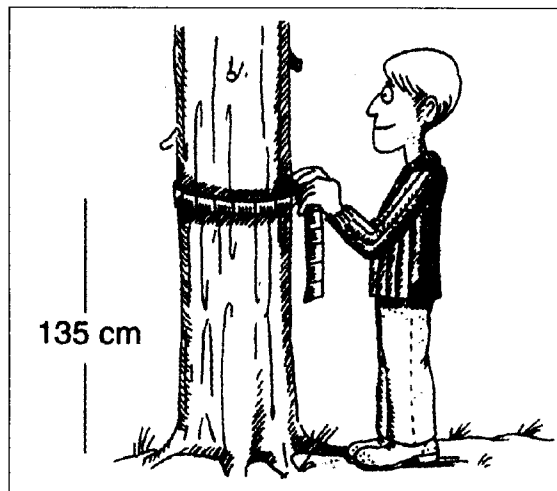
图 LAND - P - 15:用自制量角器测树高



第一步:随机选择并标记三块样地

□将一个学生的眼睛蒙上,让他或她在样地点的中心转几圈,然后让他/她扔出一个小豆袋子。小豆袋子落在的地方就是你的随机抽样点。

图 LAND - P - 16:测量树的胸径



□重复上述的做法二次以上。

□在每个抽样点上,用软尺量出一平方米的区域

第二步:收集并分类剪下的样本

□用花园剪子剪下样方内所有的草本植被。剪完后,该样方内除了短草茬处,应该没有任何草本植被了(植被意味它还有根部在土壤里。不要收集任何无关的树叶或弃物)。

□将剪下来的草分成活的和衰老的部分。即使带有一点绿色的剪切物也应被看成活的。只有是全部呈现棕色的剪切物才是衰老的。

□将活的和衰老的部分分别放置在牛皮纸袋(不要塑料的),并仔细地将每个袋子做标记。如果你的样方的草生长得非常茂盛,多用几个小袋子而不要只用两只大袋子。

第三步:准备并称重剪切的草样

□回到学校后,在干燥箱中以 50~70 摄氏度下将草样袋干燥几天。每天称袋一次。如果连续两天袋子的重量保持一致的话,那么草样就算完全干燥了。(注:不要用普通的烤箱,那会很危险的!)

□一次称一个袋子。然后取出袋中的草样再称空袋子的重量。从袋子的总重中减去空袋子的重量得出草样的重量(使用称重的称误差应在1克之内)。

#### 第四步:记录并报告数据

□对来自每个样方里的绿色和棕色的草样称重(以克为单位)。

□将三个样方内的绿色和棕色草样的重量报给 GLOBE 学生数据服务器。

□将三块样方里的绿色草样重量相加再除以3,计算得出绿色物质的平均重量(生物量)。在土地覆盖/生物学调查野外数据工作表中的生物统计小结位置上记录下该重量为日后参考和做比较。

□将三块样方里的棕色草样重量相加再除以3,计算得出棕色物质的平均重量(生物量)。在土地覆盖/生物学调查野外数据工作表中的生物统计小结位置上记录下该重量为日后参考和做比较。

#### 如何将你的观测结果记录到土地覆盖/生物学调查野外数据工作表中

在附件中,你将发现一个土地覆盖/生物学调查野外数据工作表,你将用它记录在样点上的观测和测量数据。你需要多少就复制多少空白。每次你的学生进行观测时,都使用单独的表。该表内有许多栏目来记录本规则中要求的每个可能的地面观测和测量数据。根据你所做的观测和测量,有些栏可能是空白的。

你的学生应该在土地覆盖/生物学调查野外数据工作表中记录如下的数据和信息。

1. **样点的确认:**确认你的土地覆盖样点。将对样地的访问设计成“校正”或“验证”和“定性”或“定量”的目的。

2. **样点的名字:**确认你和你们的学生给样地的命名。

3. **国家/州/市:**用这几个名字确定你的位置。

4. **GPS 位置:**记录你的样点中心位置的纬度和经度,它们是用 GPS 确定的。

5. **日期和时间:**记录野外观测和测量的日期和时间。

6. **做记录的人:**记录下填该表的你的学生或其它填表人的名字。

7. **MUC 土地覆盖类型 2、3 和 4:**用经修改的联合国教科文组织分类系统(MUC)确定样点上的覆盖类型,并记录能最好地与样点覆盖类型相对应的名字和代码。如果你的样点覆盖是城市或农业用地,你可以中止了。所有其它的观测和测量也是针对自然植被的。

#### 8. 优势和次优势种:

·如果你的优势和/次优势种是树木,则记录该树的属名和种名的前四个字母(如在二叉式检索表中标明的那样)。

·如果你的优势和/次优势种是基本植物,则填上“GRAM”(对草类),或“FORB”(对其它、阔叶植物)

·如果你的样点上的植被是多样性的并且有可能区分确定优势和次优势物种,那就在注释、照相的栏目(下述)中加以详细描述,并填上“混合”。

9. **树冠覆盖:**记下使用光密度仪观察时的“+”或“-”。

10. **地表覆盖:**记录地表观测时的“G”,“B”和“-”。

11. **树的数目,高度和胸径:**记下5个优势种样本和5个次优势种样本(如果可行的话)树的数目,高度和胸径。(如果草不是优势植被,则此处空白。)

12. **绿色/棕色生物量:**如果你的样点由草占优势,在学校将样本干燥后记下每块样地中样本的绿色和棕色的生物量。(如果草不是优势植被,则此处空白。)

13. **生物统计总结:**记录计算得出的树冠覆盖百分率,绿色和棕色地面覆盖百分率,平均树高和树径以及结合多重样本而得出的平均草本植被生物量。

**注:**在报送 GLOBE 学生数据服务器的数据表上将所有的项目打上星号。

14. **注释,照相:**记录相关的野外观测如气候条件,拍摄的照片数目及照片拍摄的方位等。

# MUC 体系规则



## 目的

利用经修改的联合国教科文组织的分类系统对土地覆盖进行分类。

## 概述

学生们将学习如何使用这个水平分类系统来为每个土地覆盖样点确定相应的 MUC 类型。

## 时间

用 15 至 45 分钟做野外现场观测并确定相应的 MUC 类型(路途时间除外)。

## 水平

全部。

## 频率

对土地覆盖样点：在叶子的全盛期进行一次确定 MUC 类型的工作。

## 主要概念

树冠覆盖；  
地表覆盖；  
水平土地覆盖分类系统。

## 技能

使用罗盘；  
步测距离；  
使用分类系统；  
根据定义和规则进行判定；  
确定树和地表覆盖类型；  
使用 MUC 体系确定土地覆盖样点上的土地覆盖类型。

## 材料和工具

MUC 体系和定义；  
罗盘；  
筒状光密度仪；  
生物统计数据工作表。

## 准备

复习 MUC 体系和分类例子；  
确定适用你地区的 MUC 类型。

## 必备条件

叶子分类学习活动；  
学习步测；  
学习使用罗盘和光密度仪。

## 引言

在 GLOBE 计划中,我们使用经修改的联合国教科文组织分类系统(MUC)来进行土地覆盖分类。MUC 具有生物学的基础并遵从国际标准。MUC 体系包括按水平排列的 4 个分类级。正如你在表 LAND-P-3 和图 LAND-P-4 中所看到的,每一个较高级类型是根据详细的土地覆盖属性而确定的。MUC 的分类编码由 4 位数字组成,每一数字对应一个 MUC 类型,数字由最低水平的类型开始。把某一 MUC 类型分类给予一个同质性的土地覆盖时,总是从最低一级

开始(如 MUC 编码中的第一个数字),然后一级一级向上分类。MUC 类型的定义见附件。当为一个区域确定 MUC 类型时,学生们应该经常参考 MUC 类型的定义而不要相信自己的记忆力或一般性的知识。

一个分类系统是一个综合的类别组,包括类别的名称和定义,并按特征排列成一个水平或分枝的结构。一个分类系统被用来排列一组数据,如土地覆盖类型清单,使之成为具有意义的组分。分类系统必须具有完全涵盖并相互排除的性质。全部涵盖分类包括为每一个可能的

表 LAND - P - 3: MUC 1 级和 2 级

	1 级	2 级
自然覆盖	0 封闭森林	01 常绿林为主的森林
		02 落叶树森林
		03 板旱性森林
	1 林地	11 常绿林地
		12 落叶林地
		13 极旱性林地
	2 灌木地丛	21 常绿灌木地
		22 落叶灌木地
		23 极旱性灌木地
	3 矮灌木地丛	31 常绿矮灌木地
		32 落叶灌木地
		33 极旱性灌木地
		34 苔原
	4 草木植被	41 高草原
42 中高度草原		
43 矮草草原		
44 非禾本草本植物		
5 荒地	51 干旱的盐碱地	
	52 沙地	
	53 岩石	
	54 终年积雪地区	
	55 冰河地区	
	56 其它荒瘠的地表	
6 湿地	61 河边湿地	
	62 沼泽湿地	
7 开放水体	71 淡水水体	
	72 海洋	
高级覆盖	8 耕作地	81 农业用地
		82 非农业用地
9 城市	91 居住地	
	92 商业/工业用地	
	93 交通用地	
	94 其他	

数据特征(如土地覆盖类型)确定一个适宜的类型。相互排除分类为每一个数据特征分配一个并且是唯一的一个相应类型。水平排列意味着类型有多个水平:第1级包括最普通的类型;系统中每一个较高级水平在分类上增加了详细类型,但多个详细类型可以压缩归入少数几个更普通的类型。例如:

MUC体系中有10个1级类型,其中包括密林、疏林和城市。见表LAND-P-3和LAND-P-4。在密林中的第2级里有“常绿林为主”,“落叶林为主”和“极度干旱林”类型。这些第2级的类型就包括了比第1级类型——密林更详细的内容,但它们可以都归入密林类型。换一句话说,第2级三个类型中的任何一个总是第1级密林类型中的一个成员。表LAND-P-3就是一个压缩了的MUC自版本,其中只显示了第1级的类型。

整个MUC分类系统在表LAND-P-4中进行了概述。注意,表中的概述只包括了每一

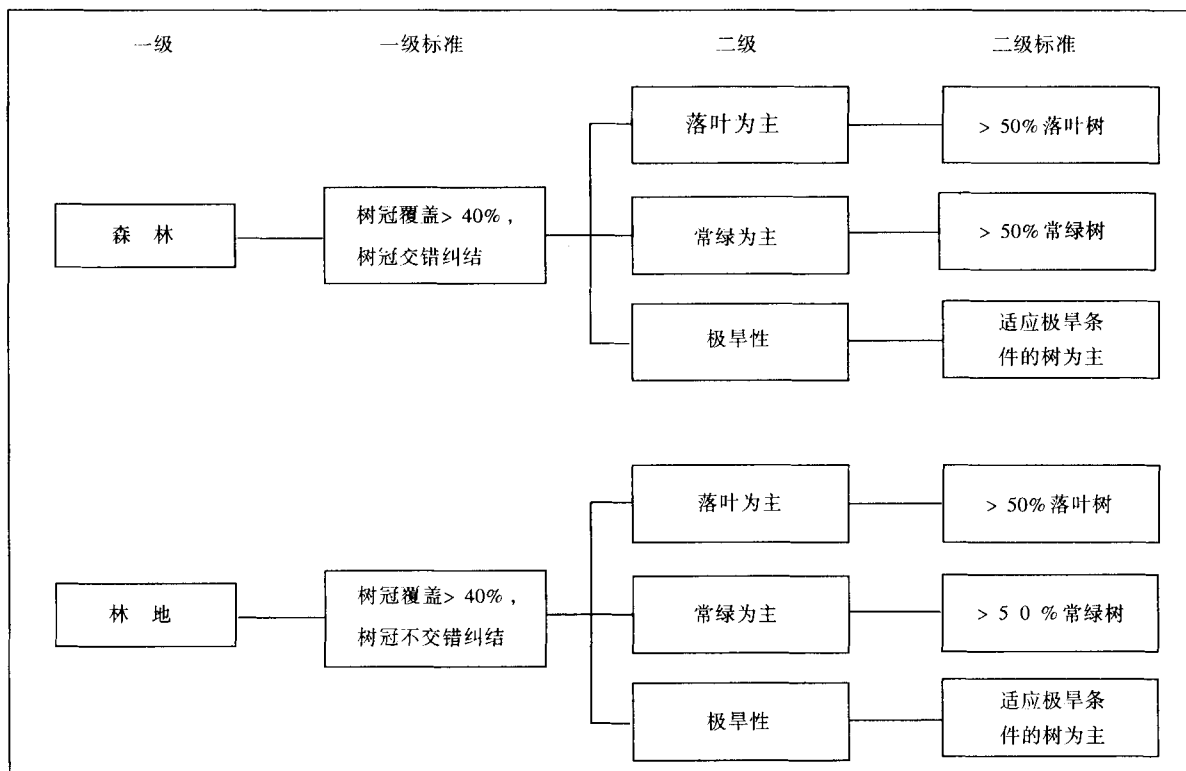
类型的名称和确认代码数。每一类型的完整定义和描述在“经修改的联合国教科文组织分类系统名词词汇”中进行了详细的说明。在附件中可以找到该词汇的汇编。其中每一类型都用明确的标准加以了严格的定义。

### 确定 MUC 第 2 级类型的一个例子

图 LAND-P-17 表明了 MUC1 级类型中区别密林和疏林的标准,以及在 2 级类型中区分“落叶为主”,“常绿为主”和“干旱为主”的类型的标准。

土地覆盖样点上 40% 的面积必须为树木所覆盖才能有资格被确认为密林或疏林。如果树冠是相互交错的(邻近树木的树枝与另一树的树枝相互接触),则该样点可以被视为密林。如果这些树木很分散并树枝相互不接触,那么该样点可被视为疏林。第 2 级中的类型完全依赖第 1 级中的类型比较。在这个例子中,第 2 级中对密林或疏林的划分由落叶和常绿树的树冠百分比决定。

图 LAND-P-17: 森林和林地中应用 MUC 效应



1级	2级	3级	4级	备注和举例
自然覆盖	01 常绿林为主的森林	011 热带湿(雨)林	0111 低地森林	哥斯达黎加的大洋沿岸极地 哥斯达黎加的Sierra de Talamanca地区  牙买加: 兰山
			0112 山麓森林	
			0113 山地森林	
			0114 亚高山带森林	
			0115 云雾森林	
		012 热带和亚热带常绿季雨林	0121 低地森林	
			0122 山麓森林	
			0123 山地森林	
			0124 亚高山带森林	
		013 热带亚热带丰落叶林	0131 低地森林	Ceiba spp
			0133 高山或云雾森林	
		014 亚热带湿林	0141 低地森林	昆士兰, 澳大利亚和台湾
			0142 山麓森林	
			0143 山地森林	
			0144 亚高山带森林	
			0145 云雾森林	
		015 温带和副极地常绿湿林	0151 温带常绿湿林	智利沿岸
			0152 副极地常绿湿林	
		0 封闭森林	016 温带常绿落叶阔叶林	0161 低地森林
0162 山麓森林				
0163 山地森林				
0164 “亚高山带”森林				
017 冬雨常绿阔叶硬叶林	0171 低地和山麓	澳大利亚桉树 美国: 加利福尼亚的禾叶林 洪都拉斯和尼加拉瓜的松树林 菲律宾和墨西哥南部的松树林 北美太平洋沿岸的红杉林		
	0172 低地和山麓 < 50米			
018 热带和副热带常绿针叶林	0181 低地和山麓	松属 去杉属和冷杉属, 美国加州红杉林 北方地区短枝		
	0182 山地和亚高山带			
019 温带和副极地常绿针叶林	0191 巨木森林			
	0192 圆形树冠			
	0193 圆锥形树冠			
	0194 圆柱形树冠			

表 LAND - P - 4: MUC 分类 1 ~ 4



1级	2级	3级	4级	备注和举例	
自然覆盖	0 封闭森林	02 主要为落叶树	021 热带和亚热带旱季落叶林	0211 低地和山麓阔叶落叶林	哥斯达黎加西北部 秘鲁北部
				0212 山地及云雾森林	
			022 有常绿树和灌木的冬季落叶林	0221 有常绿阔叶树和攀缘植物	西欧的冬青属和常春藤属; 北美: 木兰类植物 美国东北部: 枫树-铁杉林
			0222 有常绿针叶树		
		023 无常绿树的冬季落叶阔叶林	0231 温带低地和山麓落叶阔叶林	此类常被归为林地	
			0232 山地或北方落叶阔叶林		
		0233 副高山或副极地落叶阔叶林			
	03 极旱形森林	031 主要的硬叶树的极旱形森林	032 荆棘林	0321 混合型落叶常绿荆棘林	
				0322 纯落叶荆棘林	
			033 主要为肉质植物的森林		
	1 林地	11 常绿林地	111 常绿阔叶林地		松属植物 通常在副高山地区 北方地区云杉
			112 常绿针叶林地	1121 圆形树冠	
				1122 圆锥形树冠 1123 窄圆柱形树冠	
12 落叶林地		121 干旱落叶林地	1211 低林和山麓阔叶落叶林地		
				1212 山地和云雾林地	
			122 有常绿树的冬季落叶林地	1221 有常绿阔叶树和攀缘植物的林地	
			1222 有常绿针叶树的林地		
		123 无常绿树的冬季落叶林地	1231 阔叶落叶林地		
				1232 针叶落叶林地	
			1233 混合落叶林地		
13 极旱林地		131 硬叶极旱林地	132 荆棘林地	1321 混合常绿落叶林地	
				1322 纯落叶荆棘林地	
			133 肉质植物林地		

表 LAND - P - 4: MUC 分类 1 ~ 4 (续)

1级	2级	3级	4级	备注和举例			
自然覆盖	21 常绿灌木地	211 常绿阔叶灌木	2111 低矮竹类灌木丛	地中海矮棕榈灌木, 夏威夷树蕨灌木地和灌木丛 副高山杜鹃属灌木丛, 夏威夷芙蓉属灌木丛 查帕拉尔群落或马基群落 水库科石楠			
			2112 常绿簇生灌木				
			2113 叶半硬叶灌木				
			2114 阔叶硬叶灌木				
			2115 亚灌木状灌木丛				
		212 常绿针叶和硬叶灌木	2121 常绿针叶灌木	松属植物高山矮曲林 热带副高山地区			
	2122 常绿硬叶灌木						
	22 落叶灌木	221 混合常绿木本植物的旱季落叶灌木 222 无常绿植物的旱季落叶灌木丛 223 冬季落叶灌木	2231 温带落叶灌木				
			2232 副高山或副极地落叶灌木				
			23 副沙漠灌木地		231 副沙漠常绿灌木地 232 副沙漠落叶灌木地	2311 常绿副沙漠灌木地	澳大利亚, 北美
						2312 半落叶副沙漠灌木地	
	2321 无肉质植物的副沙漠落叶灌木地 2322 有肉质植物的副沙漠落叶灌木地	31 常绿矮灌木地	311 常绿矮灌木丛 312 常绿矮灌木地 313 常绿落叶混合型矮灌木地	3111 丛生矮灌木丛	帚石楠属 石楠群丛 东地中海山区: 紫云英属和针棘猪家石楠 甘松芽-帚石楠属 希腊: Phrygana石楠		
3112 爬行或纠结的矮灌木丛							
3121 常绿垫状矮灌木地							
3 矮灌木地	32 落叶矮灌木地	321 实用性旱季落叶灌木地 322 保留性旱季落叶灌木地	3221 保留性簇生旱季落叶灌木地				
			3222 旱季落叶爬行与纠结灌木地				
			3223 旱季落叶垫状灌木地				
	3224 旱季落叶混合性灌木地						
	323 冬季落叶矮灌木地	3231 冬季落叶丛生矮灌木地 3232 冬季落叶爬行与纠结灌木地 3233 冬季落叶垫形矮灌木地 3234 冬季落叶混合型矮灌木地	3231 冬季落叶丛生矮灌木地				
			3232 冬季落叶爬行与纠结灌木地				
3233 冬季落叶垫形矮灌木地							

表 LAND - P - 4: MUC 分类 1 ~ 4 (续)

1级	2级	3级	4级	备注和举例				
自然覆盖	3 矮灌木地	33 极旱性矮灌木地	331 极旱性常绿矮灌木地	3311 常绿副沙漠灌木地 3312 半落叶灌木地				
			332 落叶副沙漠灌木地	3321 无肉质植物的落叶副沙漠灌木地 3322 有肉质植物的落叶副沙漠灌木地				
4 草地覆盖	34 苔原	341 主要为苔藓植物的苔原	3411 丛生矮灌木	3412 爬行或纠结的矮灌木				
			342 主要为地衣的苔原					
	41 高草原	411 有10%至40%树木的高草原	4110 树木:常绿针叶林	4111 树木:常绿阔叶林 4112 树木:半常绿阔叶林 4113 树木:落叶阔叶林	蚁窝梯树大草原			
			412 树林超过10%的高草原			4120 树木:常绿针叶林 4121 树木:常绿阔叶林 4122 树木:半常绿阔叶林 4123 树木:落叶阔叶林 4124 热带/副热带丛生蚁窝树木/灌木		
			413 有灌木的高草原			4130 灌木:常绿针叶	4131 常绿阔叶林 4132 灌木:半常绿阔叶 4133 灌木:落叶阔叶 4134 热带/副热带丛生蚁窝树木/灌木	蚁窝稀树大草原
						414 有丛生植物的高草原		
	42 中等高度草原	415 无木本植物的高草原	4151 热带高草原	非洲纬度较低地区, 亚马逊河下游, 尼罗河上游				
			421 树木覆盖10%~40%	4210 树木:常绿针叶	4211 常绿阔叶林 4212 树木:半常绿阔叶林 4213 树木:落叶阔叶林			
		422 树木覆盖<10%		4220 树木:常绿针叶林		4221 常绿阔叶林 4222 树木:半常绿阔叶林 4223 树木:落叶阔叶林 4224 热带/副热带丛生蚁窝树木/灌木	蚁窝稀树大草原	

1级	2级	3级	4级	备注和举例	
自然覆盖	42 中等高度草原	423 有灌木的中等高度草原	4230 灌木:常绿针叶灌木	蚁窝稀树大草原	
			4231 常绿阔叶灌木		
			4232 灌木:半常绿阔叶灌木		
			4233 灌木:落叶阔叶灌木		
			4234 热带/副热带丛生蚁窝树木/灌木		
		4235 落叶多刺灌木木本群落			
		424 开放的从生植物群落	4241 副热带开放性棕榈树林		
		425 无木本植物的中等高度草原	4251 主要为草皮的中等高度草原	美国塔萨斯东部: 高草大草原	
			4252 主要为束状草类的中等高度草原	新西兰: 草丛草原	
		4 草本土覆盖	43 短草草原	431 树木覆盖为10%~40%的短草草原	4310 树木:常绿针叶林
	4311 常绿阔叶林				
	4312 树木:半常绿阔叶林				
	432 树木覆盖<10%的短草草原			4313 树木:落叶阔叶林	
				4320 树木:常绿针叶林	
				4321 常绿阔叶林	
				4322 树木:半常绿阔叶林	
	433 有灌木的短草草原			4323 树木:落叶阔叶林	蚁窝稀树大草原
4324 热带/副热带丛生蚁窝树木/灌木					
4330 灌木:常绿针叶灌木					
4331 常绿阔叶灌木					
4332 灌木:半常绿阔叶灌木					
434 有从生植物的短草草原	4333 灌木:落叶阔叶灌木		蚁窝稀树大草原		
	4334 热带/副热带丛生蚁窝树木/灌木				
	4335 木本落叶多刺灌木群落				
435 有木本群落的束状草原	4341 副热带开放性棕榈树林				
	4351 有从生植物的热带高山草原				
	4352 热带高山极开放性草原, 无从生植物				
	4353 热带或副热带高山束状草原, 有开放性常绿树				
436 短草原, 无木本群落	4354 有矮灌木的束状草原				
	4361 短草原群落				
437 短到中高中生植物群落	4362 束状草原群落	美国科罗拉多东部大草原			
	4371 草皮群落				
	4372 高山、副高山草甸		高纬地区		

1级	2级	3级	4级	备注和举例
自然覆盖				
4 草木土地覆盖	44 非禾本草本植物	441 非禾本草本高植物群落	4411 羊齿植物丛 4412 主要为一年生的非禾本草本高植物群落	
		442 非禾本草本低植物群落	4421 主要为多年生开 4422 主要为一年生的非禾本草本矮植物群落	
5 荒瘠的土地	51 干旱的盐碱地 52 沙地 53 岩石 54 终年积雪地区 55 冰河地区 56 其它			
6 湿地	61 河边 62 沼泽 63 河口 64 湖泊沼泽			
7 开放水体	71 淡水 72 海洋			
开发覆盖				
8 耕地	81 农业用地	811 种植庄稼和牧草的农田 812 种植果树和园艺作物的农田 813 圈空的放牧地 814 其它农用地		
	82 非农业用地	821 停车场和运动场 822 高尔夫球场 823 墓地 824 其它		
9 城市	91 居住地 92 商业/工业用地 93 交通用地 94 其他			

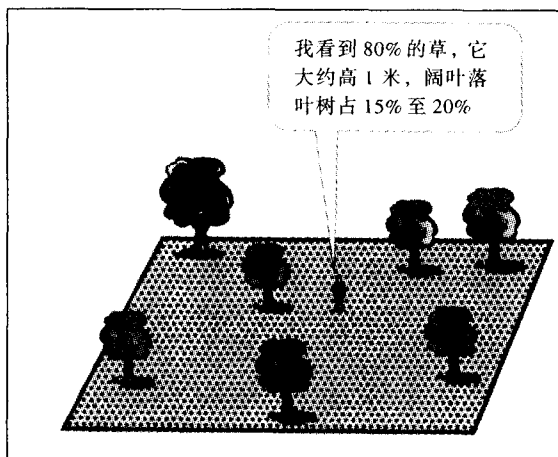
来源: UNESCO, 1973和GLOBE, 1996

## 如何使用 MUC 体系的另一个例子

下列的例子显示了如何分类的过程。当你阅读本节内容时,参考附件中的 MUC 概要(表 LAND-P-4)和 MUC 词汇汇编。

### 例 1

选择一块相对同质的草地作为你的土地覆盖样点(90×90 平方米)。该样点的 80% 由大约 1 米高的草及草本植物覆盖(达到 1 米高的比例分别为 75/25),大约 15%~20% 的样点由阔叶树覆盖。



**第 1 级:**你查看 MUC 分类系统类型 4,草本植被,可能是适宜的 1 级类型。在 MUC 的词汇中,你看到类型 4 要求整个研究样点上的草本植被覆盖超过 60%,这样便可以确认类型 4 是适宜的。

**第 2 级:**在 MUC 分类系统中,你现在看到在第 2 级上有 4 种选择(41~44)。在审核了 MUC 词汇中 4 种类型的定义后,由于优势覆盖类型(草本)超过了 50%,你就可以决定第 2 级的覆盖类型一定是禾草类。由于草的高度为 50 厘米至 2 米高,则你选择类型 42,即中等高度禾草类型。

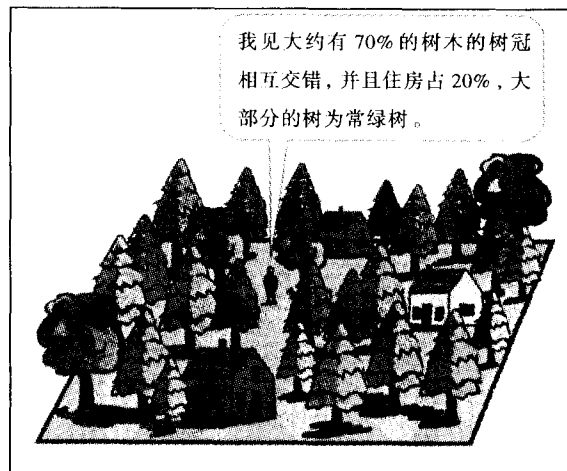
**第 3 级:**现在在 MUC 分类系统中,你在第 3 级上有 5 种选择(421~425)。由于研究样点上的树木覆盖是在 15%~20%,你选 421 类型,

即“树木覆盖在 10%~40% 之间”,对照 MUC 词汇定义,确认你的选择。

**第 4 级:**现在在第 4 级上,你有了 3 种选择(4211~4213),由于树木为阔叶类型,你选择 4213,这样你就完成了在 MUC 第 4 级上的分类。

### 例 2

你生活在温带低地地区。你选择的土地覆盖样点主要由森林覆盖,并且其树冠是相互交错的。但是大约 20% 的地表为住房。至于树,看起来常绿树多于落叶树,很可能的比例为 60/40。



**第 1 级:**在 MUC 分类系统中,你核查第 1 级的选择并且发现:由于树冠为相互交错的,且树冠覆盖整个样点的 40% 以上,所以在第 1 级上选择密林,类型 0。

**第 2 级:**在第 2 级上,你现在有 3 种选择(01~03)。由于达到树冠层 50% 的树木为常绿类型,你选择 01 类型,即第 2 级中的“常绿为主”的类型。

**第 3 级:**在第 3 级上,你现在有 9 种选择(011~019),但其中有 5 种选择为明显的热带和亚热带类型。第 6 种选择是冬雨类型,它也明显地不适宜。于是只剩下 3 种选择供你仔细考虑(015,016,019)。经核查 MUC 词汇后,你选择了 016,即温带常绿间落叶阔叶类型。

**第 4 级:**你现在在第 4 级上有 4 种选择

(0161~0164)。由于你生活在低地地区，0161 类型，即低地密林是最适宜的选择。

### 怎样用 MUC 体系对土地覆盖进行分类

当用 MUC 体系对土地覆盖进行分类时，总是从最普通的类型（第 1 级）开始，然后顺序地向较具体（较高级）类型深入。在 MUC 体系中，第 1 级有 10 个土地覆盖类型。其中 8 种供选择的类型是自然的土地覆盖类型，2 种是人工的类型。在 MUC 体系中其它水平是不会有 6 种供选择的类型，因此，在第 1 级中 10 种类型中做出选择最富有挑战意义。但是，由于这 10 种类型都是最普通的，其中的区别是明显的，因此在第 1 级中做出选择的决定并不困难。时刻核查每种土地覆盖类型的定义会有助于在每个水平上选择适宜的类型。

#### 怎样在 MUC 第 1 级上对土地覆盖进行分类

**第一步：尽可能地排除 MUC 第 1 级中的类型。**

将土地覆盖样点与 10 个 MUC 第 1 级类型的定义相对照。

通常只有几个 1 级类型可能与你的样点相适应。

**第二步：开展对决定 MUC 第 1 级类型所必需的测量**

观测对区分 MUC 第 1 级类型不同点所必需的树高、树冠覆盖或地表覆盖以及优势和等优势种。遵照“生物统计规则”中相关的内容要求来分类。在许多情况下，并不需要进行测量。

使用定量测量方法，解决存在的任何问题并将某一 MUC 类型确定给该样点。

#### 第三步：核查你的选择

就你选择的很可能代表你的样点的 MUC 第 1 级类型，阅读 MUC 第 2、3 和 4 级类型的定义。如果较高级的 MUC 类型中没有能适合你的样点的，那你就回到第二步上重新考虑你在 MUC 第 1 级上的选择。

### 如何对土地覆盖样点进行在 MUC 2、3 和 4 级上的分类

#### 第一步：确定 MUC 第 2 级类型

详细阅读所选择的你的样地 MUC 第 1 级类型下的第 2 级类型的定义。

选择适用你的样点的 MUC 第 2 级类型。

如果必要的话，使用“利用野外观测数据确定 MUC 类型”中的程序，对你的样点上植被进行测量以定量区分第 2 级类型。

#### 第二步：确定 MUC 第 3 级类型

详细阅读所选择的你的样点 MUC 第 2 级类型下的第 3 级类型定义。如果没有任何类型适应你的样点，那么记录你的 MUC 第 2 级类型（两位数），你就完成了有关该规则的工作。

选择适合你的样点的 MUC 第 3 级类型。

如果必要的话，使用“利用野外观测数据确定 MUC 类型”中的程序，对你的样点上的植被进行测量以定量区分 3 级类型。

#### 第三步：确定 MUC 第 4 级类型

详细阅读所选择的你的样点 MUC 第 3 级类型下的第 4 级类型定义。如果没有任何类型适应你的样点，那么记录你的 MUC 第 3 级（3 位数），你就完成了有关该规则的工作。

选择适合你的样点的 MUC 第 4 级类型。

如果必要的话，使用“利用野外观测数据确定 MUC 类型”中的程序，对你的样点上的植被进行测量以定量区分第 4 级类型。

记录你的 MUC 第 4 级类型。

### 使用野外观测来确定 MUC 类型

区分 MUC 类型需要对你的样点上所覆盖的不同植被覆盖类型进行定量测量。使用经修改的“生物统计规则中树冠和地表覆盖”可以做到这一点。通过观测土地覆盖样点而计算植被类型的百分率。你可以确定适宜的 MUC 类型。使用优势/等优势植被数据表来合计树冠



和/或地表覆盖观测数据。除了在“生物统计规则”中列出的树冠总覆盖和绿色、棕色以及地表总覆盖的测量数据外,你可以计算落叶和常绿树冠覆盖以及禾草和阔叶草的地表覆盖百分率。

### 确定常绿或落叶树覆盖的百分率

#### 第一步:进行经修改的树冠覆盖测量

□按“生物统计规则”重复树冠覆盖测量,但在每个测量位置,如果在十字标线上的树冠有一部分为常绿树,则标注“E”;如果十字标线上的树冠有一部分为落叶树,则标注“D”。

#### 第二步:计算常绿或落叶树冠覆盖的百分率

□将观测到的“E”(或观测到的“D”)数用“E”和“D”的总和去除,然后乘以100。如果常绿树种的百分率超过了50%,则该样点可被视为常绿为主。

### 确定草本覆盖的组成

#### 第一步:进行经修改的地表覆盖测量

□按“生物统计规则”重复地表覆盖测量,但是不标注植被是否为绿色或棕色,而是标注是否为禾本科或阔叶草本植被。如果脚下或触及脚踝或者膝盖以下的植被为禾本科类,则记录“GD”;而如果该植被为阔叶草本则记录“FB”。

**第二步:计算禾本科或阔叶草本地表覆盖百分率。**

□将测量到的“GD”(或“FB”)数用“GD”和“FB”的总和去除,然后乘以100而得出其百分率。如果禾本科的物种超过50%,则该样点可被视为禾本科草本植被。相反,如果阔叶草本植被超过50%,则该样点可被视为阔叶草本植被。

$$\text{常绿(\%)} = \frac{\text{E 数(观测到的数)}}{\text{E 数 + D 数(观测到的总树冠覆盖数)}} \times 100$$

$$\text{禾本科(\%)} = \frac{\text{GD 数(观测到的禾本科草本数)}}{\text{GD 数 + FB 数(草本地表观测总数)}} \times 100$$

### 确定灌丛总树冠层覆盖

如果你的样点或区域的优势土地覆盖类型是自然产生的灌丛或矮灌丛(装饰性或栽培的灌丛不计),你则应该稍稍修改一下开展工作的程序。树冠覆盖百分率的公式可做一些调整来确定灌丛冠层总覆盖以及常绿和落叶灌丛层百分率。

#### 第一步:确定灌丛覆盖量

□如果灌丛覆盖的冠层超过一人高,那么按“生物统计规则”进行冠层覆盖的测量。如果十字标线上的冠层覆盖是灌丛,则记录下“SB”;如果是落叶树则记录下“D”;如果是常绿树则记下“E”。如果该灌丛太矮而无法进太矮

而无法进行冠层测量(如矮得无法在其下行走),则将其与禾本和阔叶草地一道作为另外的土地覆盖类别来处理。按“生物统计规则”进行地表覆盖测量,如果角及观测者身体任何部位的植被是禾本科草本植物则记录下“GD”;如果是阔叶草本植物,则记录下“FB”;如果是灌丛则记录下“SB”。

#### 第二步:计算灌丛覆盖的百分率

□如果灌丛覆盖超过一人高,将观测到的“SB”数用观测到的“SB”,“D”和“E”数之和去除。如果该灌丛低于一人高,则将“SB”数用“SB”,“GD”和“FB”数之和去除。然后乘以100得出百分率。



### 参考文献

A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. J. R. Anderson, E. E. Hardy, J. T. Roach, and R. E. Witmer. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap., 1976.

Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States. L. M. Cowardin, V. Carter, F. C. Golet, and E. T. LaRoe. U. S. Fish and Wildl. Serv. FWS/OBS - 79/31, 1979.

International classification and mapping of vegetation. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Switzerland: UNESCO, 1973.

NOAA Coastal Change Analysis Program (C - CAP): Guidance for Regional Implementation. J. E. Dobson et al. NOAA Technical Report NMFS 123, 1995

$$\text{灌丛}(\%) = \frac{\text{SB 数(观测到的灌丛数)}}{\text{SB 数 + E 数 + O 数(观测的总树冠层覆盖数)}} \times 100$$

$$\text{灌丛}(\%) = \frac{\text{SB 数(观测到的灌丛数)}}{\text{SB 数 + GD 数 + FB 数(观测的总地表覆盖数)}} \times 100$$



# 人工解译土地覆盖制图规则



## 目的

制出你的 GLOBE 研究样地 15 × 15 平方公里的土地覆盖图。

## 概述

学生们对其 GLOBE 研究样地的陆地资源卫星主题制图图像上的自然色和假近红外色斑进行目视解译，以便制出一份人工绘制的该区域的土地覆盖图。图上的这些信息，包括 MUC 第 4 级的分类类型，将有助于科学家核对卫星得出的全世界的土地覆盖图的准确性。

## 时间

几堂课。

## 水平

全部。

## 频率

一次，但是在你对你的 GLOBE 研究样地更多的样方上进行调查的进程中还需要一些反复的过程。

## 主要概念

土地覆盖类型；  
MUC 分类体系。

## 技能

人工解译土地覆盖。

## 材料和工具

你的 GLOBE 研究样点的 512 × 512 伪近红外彩色图像(由 GLOBE 提供)；

你的 GLOBE 研究样点的 512 × 512 自然色彩图像(由 GLOBE 提供)；

你所在地区的地形图；

MUC 土地覆盖分类系统,表 LAND - P - 5 和在附件中的定义；

彩色复印机(如果可能)；

干净的塑料纸片或空白的投影图片；

胶带；

软头记号笔；

工具包中的人工分类指南。

## 准备

详细阅读 MUC 土地覆盖分类图，讨论并评估当地的土地覆盖的例子，详细阅读地形图并讨论分类。

## 必备条件

“眼中的奥得赛和热点”学习活动。

在本解译方法中，学生们将利用图像解译——目视解译他们在其当地的主题制图图像上的图斑。这个方法比其它的解译方法在准确性方面要差一些，这是因为人工解译是主观性的。学生们确认并标出土地覆盖图上不同的覆盖类型区域。虽然图上的暗斑有时反映的是湖泊和池塘，但是通常水体容易被确定。而其它的则较难加以区分。例如，硬木林在色谱上看起来会很像生长正旺的田野。伪近红外图像则

使水体和植被类型比较容易区分，而其它类型的土地覆盖则在自然色图像上比较容易加以区分。对图上你无法确认土地覆盖类型的区域，则需用“定性或定量土地覆盖样点规则”进行野外现场观测。用 MUC 体系对所有的土地覆盖类型进行分类。如需更多的信息，见工具包中的人工分类指南。

注：你使用的遥感图像也许是几年前的。从图像拍照的那时起土地覆盖也许会发生了

变化。你在陆地资源卫星主题制图像上确定的内容也许会与你在现场评估中所看到的不同。在这种情况下，学生们应该做进一步的工作来确定卫星图象拍摄时的样点覆盖情况。

### 第一步：绘制土地覆盖图

□ 给学生们一张 GLOBE 样点上的伪近红外陆地资源卫星主题图像。通常情况下，图上的不同颜色代表了不同的土地覆盖类型。红色代表正在生长、绿色植被（亮红色代表硬木林或田野，暗红色代表常绿植被）；黑色代表水；兰色代表城市区域和荒地。

□ 由于 GLOBE 提供的图像通常大约是 25 厘米 × 25 厘米大小的，你应该用彩色复印机把各个部分放大到原图的几倍。4 名或 4 名以上的同学为一组对不同的放大的原图进行工作。

□ 取一张可覆盖该图的透明塑料纸片，将其放在图像的上面并用胶带将其固定。将图像的四角做个标记在塑料片上以便在移动塑料片后还能将其放回原处。

□ 用软头记号笔仔细地描出相似土地覆盖类型的区域。用不同的颜色代表每一类型。用适宜的“MUC 土地覆盖分类表”中的数字来代表每一类型。见表 LAND-P-5: MUC 第 1 级至 4

级。如果某一组学生无法确定一块特殊的区域，其它组或全班来共同讨论以便确定该区域。同时要求一位住在该未确定区域附近的学生在上学或放学的路上，根据 MUC 体系对该区域附近的覆盖类型评估（随后学生们可以回访该区域并完成定性或定量土地覆盖评估）。在描绘图斑并对其分类时，学生们必须小心谨慎。从确定带有明显特征的图斑开始——通常水体和城市区域，然后逐步到较复杂类型，例如不同的自然植被覆盖类型。

□ 当每一组学生都完成其负责的图像制图工作后，将所有的图联系在一起并比较其结果以便确定存在问题的区域。例如，某一组的学生将某一区域确定为“1192 类型”（针叶常绿疏林），而另一组学生负责与该区域紧密相邻区域的学生却将其确定为“1222 类型”（混合的落叶和常绿疏林）。

### 第二步：报告你的结果

□ 一旦你确定了图上的所有类型区域，将所有的 MUC 确定类型转绘到一份原图上（Master copy）上并将其按“实施指南”中提供的地址寄给 GLOBE。

# 自动聚类土地覆盖制图规则



## 目的

制出一份你的 GLOBE 研究样地 15 × 15 平方公里的土地覆盖图。

## 概述

利用一个由 GLOBE 提供的 GLOBE 研究样地数字式的, 512 × 512 像素的陆地资源卫星主题制图数据库, 通过使用计算机来识别相似的光谱图形, 学生们可以绘出土地覆盖图。制出的这些分到 MUC 第 4 级类型的图将帮助科学家检验由卫星图像得来的全球范围的土地覆盖图的准确性。

## 时间

几堂课。

## 水平

中级和高级。

## 频率

一次, 但是在你对你的 GLOBE 研究样地逐步调查更多的样方进程中还需要一些反复的过程。

## 主要概念

土地覆盖类型;

MUC 分类方案;

使用光谱图形进行聚类。

## 技能

使用计算机和 MultiSpec 软件来绘制一幅土地覆盖。

## 材料和工具

计算机;

MultiSpec 计算机软件 (由 GLOBE 提供或从网上下载);

GLOBE 研究样地 15 × 15 平方公里 512 × 512 像素主题制图图像数据 (由 GLOBE 提供);

MUC 土地覆盖分类系统和定义。

## 准备

仔细阅读 MUC 土地覆盖分类图。讨论评估当地覆盖的例子, 仔细阅读地形图并讨论分类;

仔细阅读工具包中的“MultiSpec 图像处理和自动分类——聚类简介”。

## 必备条件

“眼中的奥得赛和热点”学习活动。

在本规则中, GLOBE 学校将使用 MultiSpec 软件来绘制土地覆盖图。利用计算机学生们尝试性地确认其区域内数字化的, 512 × 512 像素陆地资源卫星主题制图数据库中相似的光谱图斑。然后将这些区域再组成聚类图 (Clusters)。计算机确认卫星图像上具有最相似属性的象素并将其组合一起形成聚类图斑。计算机软件将每一聚类图斑赋予一个任意

的颜色。然后学生们利用 MUC 4 级分类系统确定每一图斑的土地覆盖类型。

### 第一步: 绘图

在计算机上运行 MultiSpec 程序。

打开 GLOBE 研究样地主题制图图像文件。

创建一个新的项目并从处理器 (Processor)

菜单上选择聚类(Cluster)。

□根据你希望分类的组份数(建议10个)选择适宜的聚类数。按“自动分类:聚类”中的MultiSpce指南一节的要求,提供该系统和其它的信息。

□一旦图像被分成聚类斑块,注意每一图斑包涵的区域。如果你知道一个区域的土地覆盖类型,利用该区域的土地覆盖样点上的数据,根据MUC体系为聚类图斑赋予一个分类类型。如果一个图斑聚类区域内没有土地覆盖样点,那么在该区域内选个样点实施定性或定量数据土地覆盖规则。如果一个区域内有多个样点,只选择其中的一个样点来进行土地覆盖类

型图斑聚类,而将其它的样点留做“准确性评估规则”之用。

□重新为每一聚类图斑命名以便与适宜的MUC 4级分类类型相对应。

### 第二步:保存图像并报告数据

□保存经过分类的聚类图斑图像。用项目(Project)菜单将其复制到一个软磁盘上作为TIFF文件。如果你有彩色打印机,可将你的学生制作的土地覆盖图打印出数份。

□寄送一份包括经分类的聚类图的TIFF备份文件,把数据报告给GLOBE学生数据档案库。地址见“实施指南”。



# 准确性评估规则



## 目的

定量评估一幅土地覆盖图的准确性。  
确定在土地覆盖图上出现的错误类型。

## 概述

学生们将对其制出的土地覆盖图进行准确性评估。该图可是通过人工解译或自动聚类解译 GLOBE 研究样地的陆地资源主题制图图像而得到的。在各种土地覆盖样点上收集的在制图过程中尚未被使用的验证数据将用来比较该土地覆盖图并得出偏差/误差矩阵。

## 时间

根据收集的验证样本数大约需要2个小时。

## 水平

全部。

## 频率

对每一土地覆盖图进行一次评估。当测量了较多的验证样点的情况下，准确性评估可以重复；准确性评估的统计上的可靠性随样本的增多而提高。只能对图的一部分进行准确性评估。

## 主要概念

准确性评估能评估我们绘制土地覆盖图的能力。

## 技能

为准确性评估建立并分析偏差/误差矩阵。

集体解决涉及准确性的问题。

## 材料和工具

GLOBE 研究样地 15×15 平方公里的自然色,硬拷贝主题制图图像。

GLOBE 研究样地 15×15 平方公里的假近红外色,硬拷贝主题制图图像。

MUC 分类表;

偏差/误差矩阵表。

## 准备

准备几份必需的 MUC 分类表以便学生们能快速地将土地覆盖样点与图上相应的位置进行比较并制出偏差/误差矩阵表。

## 必备条件

两种“土地覆盖制图规则”之一。

偏差/误差矩阵入门学习活动。

## 引言

本规则中学生们将对用遥感制成的土地覆盖图的准确性进行评估。见 LAND-P-18。这种评估可用于人工解译的图像或者是通过 MultiSpec 软件解译制成的聚类图像。但在上述的两种情况下,重要的是将土地覆盖图与土地覆盖样点的实地测量相比较。由此得出的偏差误差将作为一个基本的框架来分析陆地覆盖图上出现的误差。在由自动聚类制图方法得到的卫星图像土地覆盖图

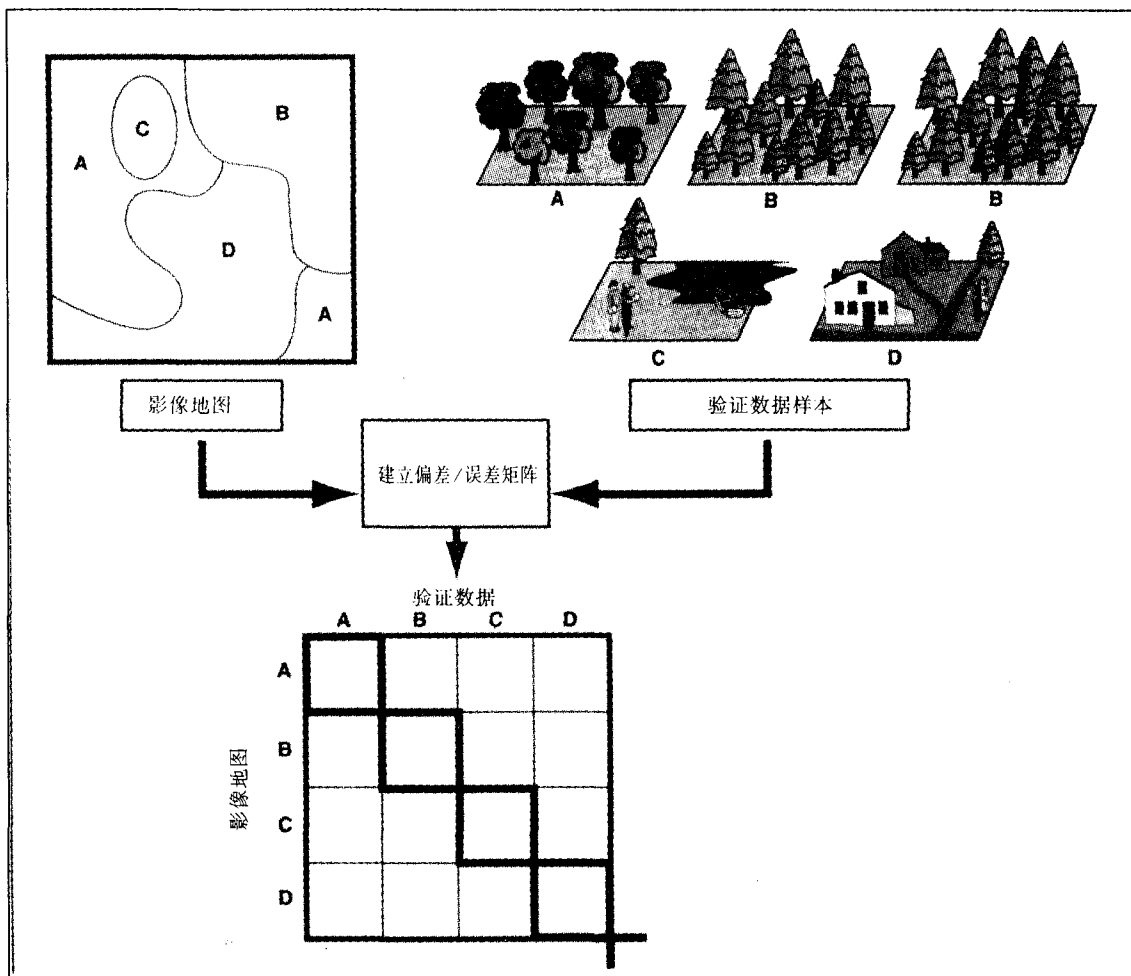
的情况下,一些误差也许与卫星图像数据作为土地覆盖类型区别工具的基本限制相关。

为了得到偏差/误差矩阵需要下列的信息。

- 由遥感数据制成的土地覆盖图
- 土地覆盖样点的验证。

为了制作一个偏差/误差矩阵,需要一套你希望评估的 GLOBE 样地上对每一土地覆盖类型所收集的验证数据(土地覆盖样点)。最好是有每一类型的土地覆盖的样本。也许对所有的样方收

图LAND - P - 18:准确性许可方法



集数据是不可能的，因此比较合情的是对3或5种最常见的类型制出矩阵。对每一土地覆盖样地采集的样越多，则矩阵在统计上就越具有效性。经过一段时间后，每个学校都应该能够收集足够的数来制成至少一个有限偏差/误差矩阵。

一旦根据“定性和定量土地覆盖样点规则”中概括的规则收集了验证数据，那么就可以开始列(偏差/误差)矩阵的工作了。这个差/误差矩阵应包括一个行和列来对应MUC分类数据表上的每一个MUC类型。(例如，出现在土地覆盖样点上的每MUC类型，或者那些标记了经验证的土地覆盖图上一部份区域的MUC类型。)见表LAND - P - 5。在本例中，有4种MUC类型：即编码为0222, 0221, 1121和811类型。在对应的偏差/误差矩阵中(见表LAND - P - 5)，有一列和

一行来对应4种类型的每一个类型。例如，对MUC分类数据表表中(表LAND - P - 5)样本1，你核查土地覆盖上该区域的“学生MUC分类”(表LAND - P - 5中A区域：冷落叶林为主间常绿针叶树，MUC编码为0222，第4级)。在表LAND - P - 6中，你在差/误差矩阵左列中找到其对应(第一行中MUC 0222类型)。对MUC分类表中(表LAND - P - 5)的样本1，你确定来自土地覆盖样点(表LAND - P - 5中B区域)的验证数据是冷落叶为主间常绿阔叶树，MUC编码为0221类型。在表LAND - P - 6偏差/误差矩阵中，从经学生分类MUC 0222开始，沿着行(从左向右)移动直到你找到与标有验证数据MUC 0221相对应的位置。在MUC 0222行和MUC 0221列之间的相交区域(B1区域)，记下一分记



号并移向下一个样本。按此方法,行代表图的区域而列代表验证数据。用表 LAND-P-6 中列出的程序就可以计算出总的准确性。

需要明白的是,收集验证数据(土地覆盖样点)是一个耗时的过程;它需要几堂课的时间来用足够的的数据汇集一起以制成一个验证矩阵。在 GLOBE 计划中,最可依靠的地方即一个学习的团体合作来完成实施一个规则。用定性土地覆盖样点将能极大地加速这一进程。但是科学的意义上,定量土地覆盖样点更有优先性。

表 LAND-P-5: MUC 分类数据工作表例子

样本数	样点位置	土地覆盖图上的学生分类	来自土地覆盖样点的验证数据	✓	×
1	BROWN' 森林	A: 冷落叶森林为主间一些常绿针叶树(MUC 编码 0222)	B: 冷落叶森林为主间常绿阔叶树(MUC 编码 0221)	✓	×
2	SMITH 国家公园	C: 常绿森林土地为主间圆形树冠和针叶树(MUC 编码 1121)	D: 常绿森林土地为主间圆形树冠和针叶树(MUC 编码 1121)	✓	
3	APPLEBY 农场	E: 草地(MUC 编码 811)	F: 草地(MUC 编码 811)	✓	
4	GREEN' 森林	G: 冷落叶森林为主间常绿阔叶树(MUC 编码 0221)	H: 冷落叶森林为主间常绿阔叶树(MUC 编码 0221)	✓	

据的收集应该收集到在“土地覆盖样点规则”中概括的“数据表”中,然后在数据被收集和记录后按表-LAND-P-5 的例子制成一个同样的表。表-LAND-P-5 可以被用来制成偏差/误差矩阵。表中打钩代表学生做的分类与验证数据之间的一致性,而×代表它们之间的误差。

### 第二步:创建空白偏差/误差矩阵

□制作一个空白方矩阵。该矩阵应该有一个行和一个列,分别对应出现在验证数据中或者在经验证的土地覆盖图中的每一个 MUC 类

## 如何在一个差/误差矩阵中记录验证数据并计算总的准确性

参考表 LAND-P-5 和表 LAND-P-6 来帮助你理解下列的步骤。

### 第一步:准备

□重要的是要牢记在对一个样点进行收集验证数据之前,不要去管你或你的学生对同样的地点所标注的土地类型。在收集验证数据之前如果事先知道了该块土地上的图像分类类型将会使你的数据收集工作产生偏差。因此,验证数

型。用这些 MUC 类型来标记矩阵中的列和行。要注意的是这些标记应该按同一顺序从左上角开始向下进行然后再横向进行。

□要确信右手的列和最下边的一行包括在该矩阵中以便计算总数。

### 第三步:确认样本 1 的学生分类图

为你的“MUC 分类工作表”上的样本而核查该样本取样所在区域的土地覆盖图上该区域上学生所做的 MUC 分类。



表 LAND - P - 6: 偏差/误差矩阵例子  
验证数据

	MUC0222	MUC0221	MUC1121	MUC811	列总和
MUC 0222	A1: 1	B1: 1	C1:	D1:	E1: 1
MUC 0221	A2:	B2: 1	C2:	D2:	E2: 1
MUC 1121	A3:	B3:	C3: 1	D3:	E3: 1
MUC 811	A4:	B4:	C4:	D4: 1	E4: 1
行总和	A5: 0	B5: 2	C5: 1	D5: 1	E5: 4

地图分类

$$E5 = A5 + B5 + C5 + D5 = E1 + E2 + E3 + E4$$

(列总和) = (行总和)

$$\text{总准确率} = \frac{A1 + B2 + C3 + D4}{E5} \times 100 = (3/4) \times 100 = 75\%$$

**第四步: 为矩阵中适当的行找出对应数据**

在你的矩阵中找出对应土地覆盖样点所在的图上区域的行。

**第五步: 为样点确定验证数据中的 MUC 类型**

在你的“MUC 分类表”中为该样点核查 MUC 分类验证数据。

**第六步: 在矩阵中找出数据所对应的适当的区域并计数**

沿上述的行从左向右移动至标记了上述的 MUC 类型所在的列, 该类型对应了上述的验证数据。在该行和列所在的方框中记下 1。

**第七步: 对每一样点重复第 3 至第 6 步骤**

对在你的“MUC 分类工作表”上的每样点重复这个过程。在你完成所有的样点的标记后, 计算每一行和每一列的总和。如果行的总和与列的总和不相等, 重新检查一遍你的计算。

**第八步: 计算总准确性**

计算矩阵中对角线上的所有方框内标记数的总和 (例如那些行和列的标记数相等的方框), 但右手最下边的方框除外。将该总和数除以样本数的总和, 而样本数的总和与右手最下边方框内的数值是相等的。再将该商数乘以 100 变成百分数。参考表 LAND - P - 6 中的例子。

**第九步: 解译结果**

正如沿矩阵主对角线的方格代表了所有正确的分类或者代表了学生们的图上分类与学生们在土地样点上收集的验证数据相一致一样, 矩阵主对角线以外的方格代表了不正确的分类或误差。这些信息可用来确定特别难以分类的 MUC 类型, 以及那些相互混乱在一起的 MUC 类型。

表 LAND - P - 7 代表了三种大致上一致的三种土地覆盖类型的差/误差矩阵。这个矩阵是一个简单的横向比较图上类型与验证数据。在两者相一致的地方, 沿着矩阵的主对角线做



标记。偏差或误差由矩阵的主对角线以外的成分来代表。另外除了可将矩阵描述成二维的表外，还可将其描述成三维的形式。在这种情况下，很容易发现：图的准确性越高，沿矩阵对角线的方框就越大。

### 报告数据

将所有的偏差/误差矩阵表报告给 GLOBE 学生数据中心。

表 LAND - P - 7: 应用在多种分类类型的偏差/误差矩阵

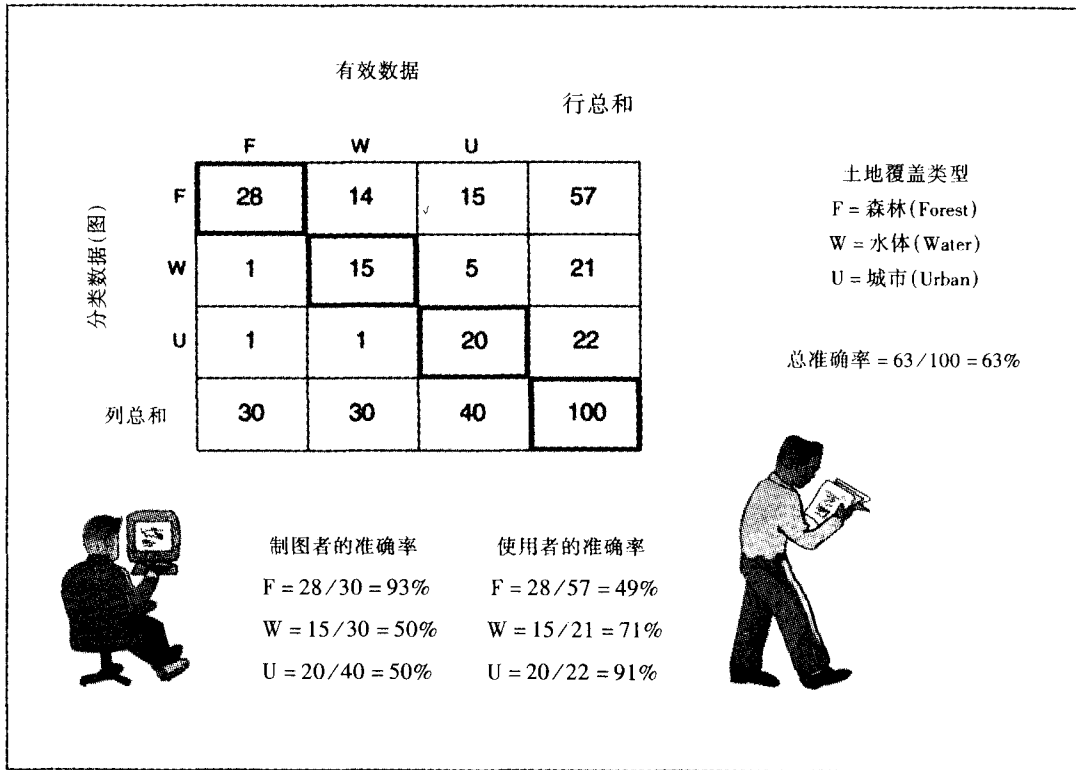
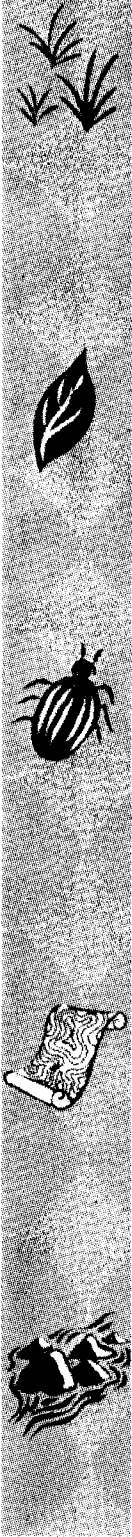
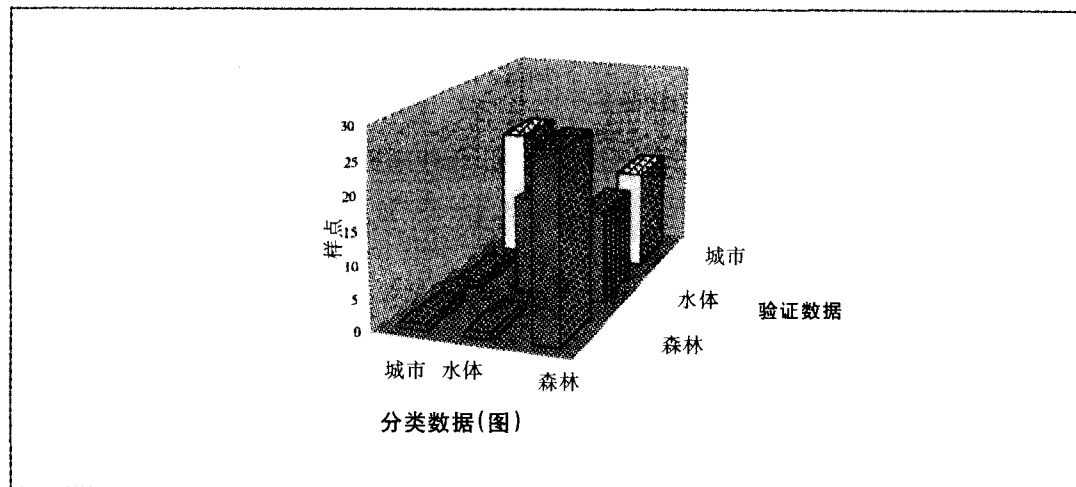


表 LAND - P - 8: 偏差/误差矩阵三维视图



# 学习活动



## \* 树叶分类

学生们收集一些树叶，根据一套由他们自己制定的分类名称和规则将树叶分类并编组，由此学习如何建立一个水平制的分类体系。

## \* 准确度如何？介绍误差矩阵

向学生传授评估分类体系准确程度的方法。

## \* 什么是误差

向学生传授评估分类体系准确程度的方法。

## \* 眼中的奥得赛

实践活动分三级：初级、中级和高级。这些活动可使学生们学习如何制作模型，因为模型制作与遥感部分的活动有关。

## \* 热点

向学生传授有关遥感、伪彩图像以及图像解析度方面的知识。该活动分为初级、中级和高级三个水平。

## \* 发现地区

中级实践活动有助于学生们加深对遥感和制图的认识。

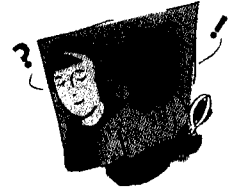
## \* 现场考察

初级和中级水平的实践活动主要向学生们介绍动态系统的概念。

## \* 生物研究点的季节变化

指导学生收集植物春天发芽和秋天衰老的资料，通过这些资料来了解季节变化。

# 树叶分类



## 目的

学生们将学习两方面的知识：把一组研究对象分类（整理）为不同的组别（类型），以及水平分类体系。这些基本概念有助于他们更好地理解和恰当地用和评价评价方案中所使用的 MUC 方案。

## 概述

学生们将在学校里学习一种树叶分类的方法。每一个小组的学生都将建立起自己的树叶分类体系，并使他们了解到对于同一组研究对象可以用不同的方法加以分类。这种活动表明那些看似“简单”的作业活动其实也很复杂，即事实上并没有唯一正确的答案。

## 时间

一个课时。

## 水平

所有水平。

## 主要概念

对事物进行分类有助于我们更好地认识

和管理自然。

分类体系是一套用于划分研究对象的标志和规则。

水平体系中划分越细，水平越高。

## 技能

制定分类体系用这个体系对树叶进行分类。

初级：将树叶分类、分组。

中级：使用各种类别和规则对树叶分类。

高级：使用更具体的类别和规则对树叶进行分类。

## 材料和工具

各种各样的树叶；

粉笔板或较大的纸张，用于制定分类体系大纲。

## 准备

收集大量不同种类的树叶。

## 必备条件

没有。

## 背景

对于我们生存环境中的许多事物，如云、土壤或森林，科学家都可将其进行分类。这些分类工作有助于我们更好地了解和自然。分类体系是指一套既定的体系，根据该方案可将研究对象划入一定的种类。分类体系包括两部分：类别和规则。类别是分类体系中不同种类的名称；分类规则是决定某一研究对象归属时所采用的标准。

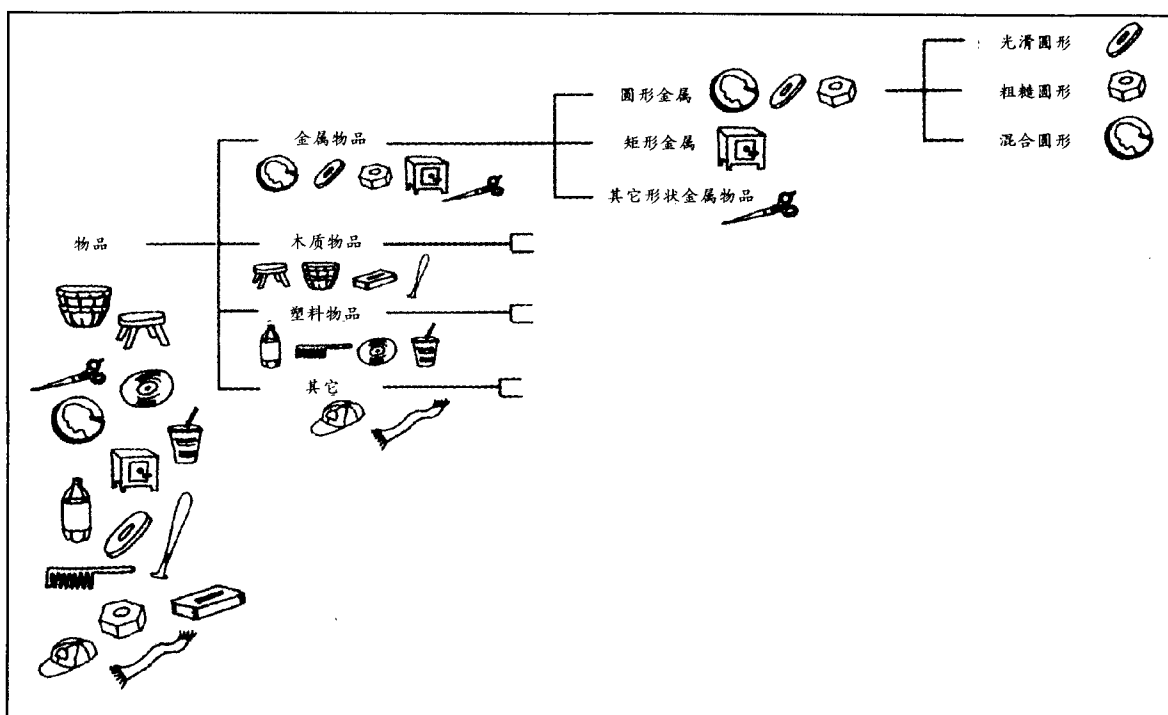
一套较完善的分类类别和分类规则可使科学家们得以始终如一地用它们来描述研究对象并为其分组。例如 GLOBE 方案中使用的是联合国教科文组织制定的分类体系修正版，使用这套分类体系可以使 GLOBE 计划的所有参加者使用一致的分类名称和规则来描述地球上任何地点的情况。

一套好的分类体系有以下几个基本特征：首先，各个类别之间应该是相互排斥的，即任何一个研究对象只能被列入一个合适的类别。如

果根据某一分类方案，可以把一片树叶同时列入两个种类，那么这两个类别就不是相互排斥的。其次，分类体系必须是非常详尽而且没有遗漏，即对于所有可能的研究对象都有可以列入的合适的类别。为满足这个要求，我们经常用“其它”这个类别来涵盖那些无法划分到其它体系的对象。如果你有一片没法找到合适类别的树叶，那么这种分类体系就没有做到完全地详尽无遗，必须修改。通常是增加至少一个类别。

最后，分类体系必须是等级制的。随着细节的增加，等级应该越来越多。在任何一个等级，所有不同的类别必须能够“落入”下一个等级（细节比较粗略的水平）。图 LAND-L-1 是等级分类体系的一个例子。第一级的类别有金属物品、木质物品、塑料物品和其它原料制造的物品；金属物品的第二级类别有圆形金属、矩形金属和其它形状的金属物品；矩形金属的第三级类别有光滑图面、粗糙图面和混合型图面等等。

图 LAND-L-1: 等级制分类体系样本



### 做什么? 如何去做?

1. 收集供分类用的树叶（以及大量针叶）——种类尽可能多。甚至可以试着收集棕色的（老叶）和绿色的树叶（新叶）。要确保所收集的树叶中包括多种针叶树树叶和落叶树树叶，以及多种乔木和灌木树叶。如果生活在草原上，你们可以收集草类和草本的地面植被。

2. 全班集中围坐成一个圆圈，把所有的树叶放在中间的地板上或桌子上。

3. 学生们把所有的树叶进行分类，分别列入相似类型的组别中。让学生们提出用来为树叶分类的各种特性，在粉笔板上列出这些建议。讨论类别和规则的区别。讲解哪种特性最为重要，或干脆让学生们投票表决对这些特性的重要性排序。他们应该注意到没有必要只有一种正确的方法。分类体系在某种程度上是主观的，仅仅因为我们主观上认为有意义而成立的。最后一步，你必须根据重要性排序和惯例排列提

出一些用于树叶分类的特性。

变化形式:将同学们分组,各组独立完成这步活动。然后比较他们的分类体系并讨论其结果。

4. 学生们解释这组有水平特征的各种特性就是一个分类体系。科学家们用分类体系将他们在自然界遇到的任何事物进行分类:动物、树木、云、土壤和植物种群。例如:森林、沙漠和草地。参阅准确度评估前期方案学习实践部分中的鸟和云的分类。

5. 学生用选定的类别和规则为树叶分类。学生分类时可能会发现他们的分类体系需要修改和完善。这种情况在科学研究中经常发生。如果时间允许的话,学生们可以使用好几种不同的分类体系来给树叶进行分类。

### 讨论问题

1. 为什么一个分类体系的完备性、相互排斥性和水平性非常重要?

2. 为什么“正确”的树叶分类体系不止一个是可能的?

3. 使用者的目的是否会影响他所采用的分类体系?

4. 采用更加细致的分类体系是否更好?

### 变更方法

这个练习你可以使用各种各样自然的或非自然的物体。有许多物体适合本练习。让年龄较小的学生练习树叶分类是有好处的,因此他们可以比较容易地区分针叶树和落叶树的树叶。

### 学生评估

假如用上面的讨论题让参加实践的学生“汇报”活动情况,他们必须达到以下要求:

1. 描述他们设计的分类体系,包括制定用于不同树叶类型的类别名称的依据。

2. 列举出将每一片树叶划入不同类别的规则或标准。

3. 说明他们是如何建立等级制的。

4. 已经用他们的体系将收集到的所有树叶进行了分类。

每个水平(初级、中级、高级)的学习者都能用越来越复杂和详尽的事实和标准来解释他们的分类方法。

评估学生们对建立和使用分类体系的理解程度的根本标准是学生们运用联合国教科文组织分类体系修正版的自如程度。

为了确定学生是否掌握了建立分类体系的概念,可以让他们通过回答以下问题来复习一下。

1. 什么是分类体系?

2. 你在确定树叶的不同类别时用的是什么样的分类名?

3. 你把每片树叶分类时所用的标准是什么?

4. 你的分类体系等级是什么?

5. 在使用了你的多级分类体系之后,是否所有的树叶都通过划入某一类别而得到了确认?

# 准确度如何? 介绍误差矩阵



## 目的

定量地评估分类的准确度。

## 概述

学生可根据鸟类的嘴形将它们分成三种可能的类型:肉食类(以其它动物为食)、植食类(以植物为食)和杂食类(既以动物又以植物为食)。接着,他们将他们的分类结果与准确性感知表格相对照,并由此导出误差矩阵。误差矩阵会显示出学生们所犯的具体错误。他们将讨论如何在判断这些错误的基础上提高准确度。

## 时间

一小时。

## 水平

中级和高级。

## 必备条件

学生应掌握分类的基本技能。  
学生应使用分数和百分数。

## 主要概念

对事物进行分类有助于我们更好地认识和管理自然界。  
为了建立适用的分类体系,我们必须定

量地确定分类体系的准确度。

通常采用一定的标准来判定准确程度。

## 技能

- 对各种鸟类进行分类。
- 评估分类的准确度。
- 在评估的基础上提高分类的准确度。
- 对资料进行分析,理解分类与其准确度之间的关系。
- 统一分类体系的定义标准。
- 收集并解释准确性感知表格。
- 建立并分析误差矩阵以评估准确度。
- 共同解决问题以合地准确度。

## 材料和工具

- 重要的鸟的图片。
- 准确性表格。
- 利用投影向学生举例鸟类分类工作表。
- 成套的鸟的图片。
- 准确性感知图。
- 分类与准确性感知表格。
- 误差矩阵工作表。

## 准备

复制鸟类的图片并除去背后的答案,给每个小组复制学生工作图。

## 背景

科学家对我们生存环境中的许多事物,如生命的种类、森林的类型、以及土壤的类型进行了分类。这些分类在帮助人类认识和管理自然界方面起到了基础性作用。对同一个感兴趣的研究对象可能会有不同的分类,对两个特定的对象分类结果可能不同,造成这种不同的原因可能是小组中的一个或两个分类者发生了错

误,或者仅仅是因为采用了不同的分类标准。在任何一种情况下,我们都必须了解在分类中发生了多少错误,以便在使用所获取的信息时对其准确程度有一定的把握。对遥感得到的资料进行分类,所获取的信息最终将被用于对诸如森林砍伐/全球变暖和环境恶化等全球性问题作出的决策中。所以必须防止根据不准确的息基础上作出决定,这是非常重要的。

评估遥感得到的资料时,误差矩阵是一个基本工具。它为我们提供了这样一种方法,用这种方法可以导出一个数字来评估一种分类或一张地图的总体准确程度,并指出错误产生的原因。这将使我们把注意力集中在那些需要被重视的地区或类别。我们可以利用这些信息来改进分类的标准,并提高我们区别那些错综复杂的类别的技巧。

### 参考文献

《野外鸟类指南》彼得森著

《野外指南》奥杜邦著

《鸟类插图百科全书》:世界鸟类权威参考,主编:C.帕瑞斯博士,纽约;布安坦斯出版社,1990年为取得当地的信息可查找当地的资料。

### 鸣谢

林达·伊萨克森为本章插图。

### 重要的术语和概念

**准确度:**一个标准和被认可的数值的符合程度。准确度是相对于精确度而言的。



左图靶上的射击结果准确度很高,而精确度却很低;



左图靶上的射击结果准确度和精确度都很高。

**分类:**根据特定的标准将一套或一组研究对象分门别类,列入明确界定的互不相同的子集中。例如,取一张地图,划出上面生长常绿树、落叶树、既有常绿树又有落叶树以及没有森林的区域。

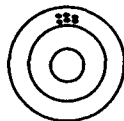
**分类标准:**指界定规则。例如,如果一片森林中覆盖着50%以上的常绿针叶林,这片森林

可以被列入常绿林。上述界定(如超过50%的常绿针叶树)就是一个分类标准,符合这个标准的种类或纲目就是常绿林。

**数据集合:**一组与所提问题有关的数值。这些数值将被当作一组数据来分析。例如,本班所有学生的身高就是一个数据集合。

**误差矩阵:**(见本练习最后工作图上的误差矩阵)误差矩阵是由按横竖排列的数值组成的表,将分类结果与准确性检测数据进行比较。列表示准确度检测数据,行表示学生的分类结果。误差矩阵是一个非常有效的显示准确度的方法。每个种类都可以对比正确和不正确的分类,以提高最初分类的准确程度。

**精确度:**几次测量结果的近似程度,或测量结果重复出现的程度。在任何科学研究中这是个非常重要的方面,精确度不同于准确度。



左图靶上的射击结果精确度很高,但准确度很低。

**准确度检测数据:**在假定准确度很高的情况下收集到的数据。对比研究对象(在本练习中是鸟)的分类结果和准确性检测数据的目的有:

1)改进分类的界定标准。2)更好地了解造成分类错误的原因。3)评估分类资料的准确度。

准确性检测数据通常被用来改进由某种形式的遥感(空中摄影或卫星图片)所导出的图像的分类。经常用“地面实际情况”一词来代替准确性检测数据。但是,许多科学家更喜欢定期的参考资料或准确性检测数据。在地面上收集到的数据往往有一定的误差,因此不能反映“真实情况”。

### 举例

下面是一个已经填好了的分类工作表、误差矩阵和关于总体准确度的计算。



表 LAND - L - 1 :鸟分类工作表的样本

鸟的号码	学生对鸟的分类	准确性检测数据	✓或×
1	食肉类	食肉类	✓
2	杂食类	食肉类	×
3	植食类	植食类	✓
4	食肉类	食肉类	✓
5	植食类	植食类	✓
6	植食类	杂食类	×
7	杂食类	杂食类	✓
8	食肉类	食肉类	✓
9	食肉类	植食类	×
10	杂食	食肉	×

注：行和列的总和相加必须相等。与同组的其他人核对一下，确保你矩阵中的每一个答案都正确无误。

$$D4 = (A4 + B4 + C4) = (D1 + D2 + D3)$$

(列总和)                  (行总和)

怎样理解这些信息

上例中的第一行(A1 ~ D1),学生们正确地把三只食肉的鸟列入了食肉类,错误地把一只植食类的鸟列入了食肉类,但没有把任何杂食类的鸟列入食肉类。

计算准确度:

$$\text{总体准确度} = \frac{\text{对角线的数值之和}(A1 + B2 + C3)}{\text{整个矩阵的总和}(D4)}$$

第一步:将表 LAND - L - 2 中主对角线上的格子(A1 + B2 + C3)里的数值相加。这个数值是正确分类的总数。本例中,10 个样本中里有 6 个被正确的进行了分类。

$$(3 + 2 + 1) = 6$$

第二步:将正确分类的总数除以标本总数(D4)

$$6 \div 10 = 0.6$$

表 LAND - L - 2 :误差矩阵工作表样本  
准确性检测数据

	食肉类	植食类	杂食类	总计 (行)
肉食类	A1. 3	B1. 1	C1. 0	D1. 4
植食类	A2. 0	B2. 2	C2. 1	D2. 3
杂食类	A3. 2	B3. 0	C3. 1	D3. 3
总计(列)	A4. 5	B4. 3	C4. 2	D4. 10

第三步:将该练习的总体准确度乘以 100

$$0.6 \times 100 = 60\% \text{ 的准确度}$$

对于所有的类别都可以进行这种计算(如在 5 个食肉类鸟中有 3 个分类正确)。主对角线以外的数值表示“不正确”的分类。误差的产生是由于遗漏了正确的分类和错误地归类(如将某一鸟类错误地归入了另一类别)。

如果你的结论介于

你的练习水平是

0% ~ 50%

初级

51% ~ 85%

中级

86% ~ 100%

高级

也可用分数(如:1/2,3/4,9/10 代表初级、中级、高级)代替百分数来评定水平。

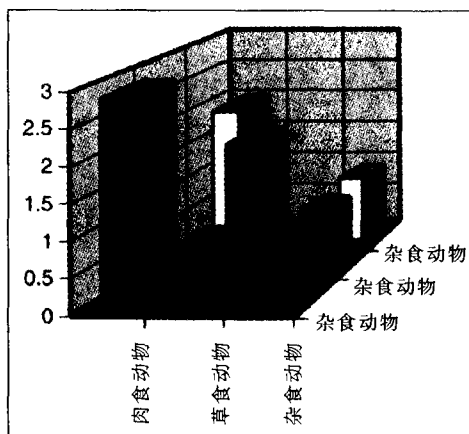
## 调整

1. 可以用直观解释的方法代替数学方法计算总体准确度。根据误差矩阵的模式,在纸上设计一个 3×3 的方格坐标。这个坐标方格可以通过图像或在格子中堆积方块形象地表示每个盒子中鸟的数量。最高的柱体必须在方格坐标的主对角线上。

2. 如果该班级有机会使用计算机空白表格程序,就可以建立一个三维图直观地显示结果。图 LAND-L-2 是一个三维的误差矩阵的例子。

3. 实践活动的方式可以有所变化。如可以带领整个小组进行实践,并在黑板上建立一个误差矩阵。

图 LAND-L-2:鸟分类资料的误差矩阵



## 做什么? 怎样去做?

1. 为了让你的学生做好准备,可以和他们的讨论以下问题。
  - 为什么我们要把各种事物分门别类?
  - 怎么样为它们分类?
  - 举三个通常会被分类的事物?
2. 将学生的工作图、鸟类的图片、鸟喙形的简图、分类工作表和误差矩阵工作表复制并分发。
3. 让学生们按工作图的要求完成以下步骤。
  - 将鸟类的图片分为三类
  - 将学生的结论与提供的参考资料进行比较
  - 用比较结果导出一个误差矩阵
4. 当你的学生完成这次活动之后,与他们讨论活动的成果,提出以下问题:
  - 为什么不同的学生做出的结果不一样?
  - 学生们认为这是为什么?
  - 与使用误差矩阵相比较可能出现什么样的分类?(例如,在某个特定地点反映地表覆盖的地图以及在同一进行实地勘察。)

## 概 述

对于我们周围的许多事物,如为生物、森林和岩石划分类型,科学家们对它们进行了分类。这些分类或称种类有助于我们更好地认识和管理自然界。为了使科学家能很好地利用这些分类,我们需要知道其准确程度。误差矩阵是评估一个分类过程准确程度的基本工具。这个误差矩阵同时也向我们指明在划分某些种类时在什么地方出现了混乱和困难。

在本次活动中,你将

- 把鸟类的图片分成三种类型
- 把分类结果与提供的参考资料进行比较
- 利用比较结果导出一个误差矩阵

当你完成这次活动后,你将能够:

- 根据给定的标准把鸟类划分为食肉类、植食类和杂食类
- 将结论与准确性检测数据对照,导出一个误差矩阵
- 指出错误出现最多的类别
- 评估鸟类分类的总体准确度
- 理解误差矩阵的重要性以及怎样利用误差矩阵提供的信息

## 资 料

1. 一套 10 张鸟的图片
2. 鸟喙类型简图
3. 分类工作表和误差矩阵工作表

## 做什么? 怎样去做?

在下面的活动中,你将把各种鸟划分为以下种类:

C:食肉类(以动物为食)

H:植食类(以植物为食)

O:杂食类(以动物和植物为食)

它们爱吃的食物举例:

食肉类:鱼、肉、昆虫、蠕虫、小的哺乳动物

植食类:蔬菜、种子、坚果和浆果

杂食类:所有上面提到的食物

鸟喙的大小和形状一般可以表明它们爱吃哪种食物。然而很多鸟是机会主义者,当缺少食物时,除了它们爱吃的食物之外,还会吃其它各种各样的食物。

## 活动中提供给学生的参考表

复印并分  
发给学生

### 植食类的鸟喙类型



**雀嘴型:** 厚重楔形嘴适于咬碎坚果和种子



**鹦鹉型:** 厚厚的上下嘴同样适于咬碎坚果或把水果咬开, 上喙有一个尖利的末梢, 且通常覆盖在下面的嘴上呈弯曲状。

### 食肉类的鸟喙类型



**食昆虫型:** 细长的略微弯曲的鸟喙适合在树茎和土壤里寻找小虫和蜘蛛



**食肉型:** 比食昆虫型的嘴短, 上喙有一个锐利的突出的末梢, 下面的嘴比较平直, 专门用于撕肉。

### 杂食类的鸟喙类型



**松鸦型:** 宽且长度适中的嘴, 适于吃昆虫、水果、种子甚至动物尸体的腐肉。



**歌鸫型:** 比松鸦型鸟嘴短且比较细长, 也适于吃肉、植物和昆虫。

# 鸟类分类工作表

复印并分  
发给学生

## 步骤

1. 观察卡片(1号到10号)上的每一只鸟,将它们分为食肉类、植食类和杂食类。在下面的鸟类分类工作表“学生分类”栏中记录下每一个结论。

2. 你的老师会提供需要记录在“准确性检测数据”栏里的有关信息。这一栏的数据一定要正确填写,制作误差矩阵时会用到这些资料。

3. 观察所有的10对记录,每对记录一致的打钩,不一致的打叉,填在第三栏里。

表 LAND-L-3 : 鸟类分类工作表

鸟的序号	学生对鸟的分类	准确性检测数据	✓或×
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

## 鸟类分类的误差工作表

复印并分  
发给学生

4. 按下面的提示填写误差矩阵的第一行

A. 算一算你的小组在“学生分类”栏中填入食肉类且“准确性检测数据”也是食肉类的情況出现了几次。将次数填入此处\_\_\_\_\_，现在把这个数字填入误差矩阵中的 A1 格。

B. 算一算你的小组在“学生分类”栏中填入植食类且“准确性检测数据”也是植食类的情況出现了几次。将次数填入此处\_\_\_\_\_，现在把这个数字填入误差矩阵中的 B1 格。

C. 算一算你的小组在“学生分类”栏中填入杂食类且“准确性检测数据”也是杂食类的情況出现了几次。将次数填入此处\_\_\_\_\_，现在把这个数字填入误差矩阵中的 C1 格。

在继续下去之前一定要检查你所做的是否符合老师的要求。

重复以上过程，在误差矩阵中剩下的两行中填入另外两个种类的情况。

表 LAND-L-4 : 鸟类分类误差矩阵

准确性检测数据

	食肉类	植食类	杂食类	总和(行)
食肉类	A1.	B1.	C1.	D1.
植食类	A2.	B2.	C2.	D2.
杂食类	A3.	B3.	C3.	D3.
总和(列)	A4.	B4.	C4.	D4.

5. 将行总和和列总和分别相加，得到 D4 格的值

$$D4 = A4 + B4 + C4 = D1 + D2 + D3$$

(行总和)          (列总和)

打了边框的格子里(主对角线)的数值是正确分类的次数，矩阵的其它格子里都可以找到不正确分类的次数。误差矩阵显示出哪些种类最难辨认。主对角线以外的数值图示“不正确”分类的次数。误差的产生是由于遗漏了正确的分类和错误地归类(如将某一鸟类错误地归入了另一类别)。

图 LAND-L-4: 计算误差矩阵

$$\text{总体准确度} = \frac{(A1 + B2 + C3)}{D4} \times 100$$
  

$$\text{总体准确度} = \frac{\boxed{A1} + \boxed{B2} + \boxed{C3}}{\boxed{D4}} \times 100 =$$

6. 计算上工作表中的总体准确度,

如果你的结论介于	你的鉴定水平是
0% ~ 50%	初级
51% ~ 85%	中级
86% ~ 100%	高级

### 进一步的讨论和活动

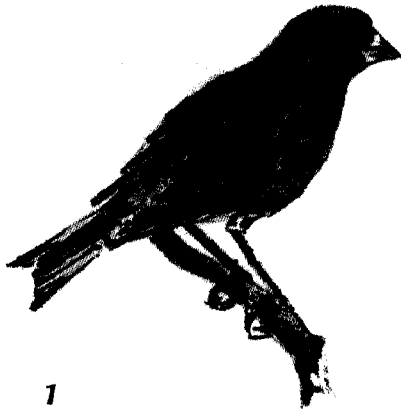
1. 在为某个特定的类别正确分类时你是否遇到过困难? 为什么?
2. 下次你将怎样减少错误?
3. 其它可以用来进行鸟类分类的方法是什么?
4. 在改进分类标准方面你有什么建议?
5. 不同学生的结论会发生什么样的差异? 比较你的误差矩阵与其他学生的误差矩阵, 看看谁的正确分类最多。其他小组在为同一个类别分类时, 是否也犯了错误? 原因何在?
6. 评估分类结果的质量(精度)时还可以用其它什么方法?

### 进一步调查

1. 综合全班所有的资料, 建立一个班级的误差矩阵, 计算全班的总体准确度。 在你自己的矩阵和全班综合的矩阵之间, 你认为哪一个更准确? 为什么?
2. 在为一组研究对象(如昆虫)分类时, 尝试建立你自己的分类标准。

表 LAND - L - 5: 鸟类分类准确性检测数据图

	鸟类名称	分类
1	西部绿雀	植食类
2	欧椋鸟	杂食类
3	鸬鹚	食肉类
4	长尾小鸊鹈	植食类
5	伯劳	食肉类
6	灰色鸫鹛	杂食类
7	松树锡嘴雀	植食类
8	欧亚松鸦	杂食类
9	旋木雀	食肉类
10	寄居歌鸲	杂食类

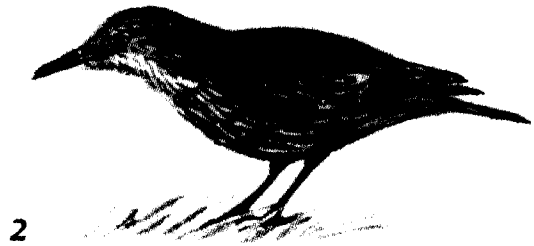


### 1. 西部绿雀

西部绿雀(身长 14.5 厘米)生活在欧洲、北非、小亚细亚、中东和中亚的空地、灌木丛和园林中。它的食物包括坚果、种子,特别是向日葵的种子和花生。

种类:

植食类

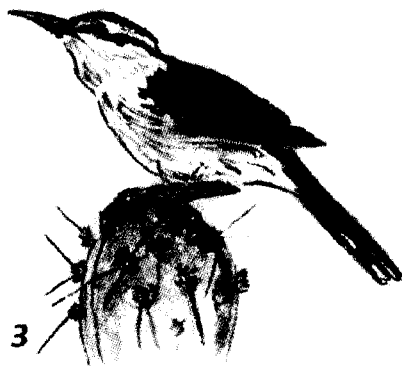


### 2. 欧棕鸟

欧棕鸟(身长 21 厘米)生活在欧洲和西亚的丛林、公园和花园里,并被引入北美、南美、澳大利亚南部和新西兰。它既吃植物又吃动物。

类别:

杂食类



### 3. 双色鹪鹩

双色鹪鹩(身长 22 厘米)生活在哥伦比亚、委内瑞拉、巴西北部和圭亚那干燥的热带草原、仙人掌灌木林和丛林中。它通过寻视地面上的缝隙并把嘴扎入这些缝隙来寻找昆虫和昆虫蛋。

种类:

食肉类



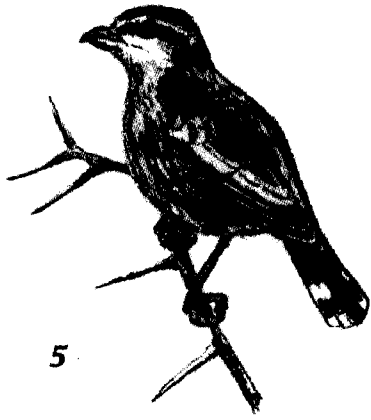
### 4. 长尾小鹦鹉

长尾小鹦鹉(身长 41 厘米)生活在乌干达以东的中非、印度、斯里兰卡,并已被引入中东和远东、北美、英格兰、荷兰、比利时和西德的丛林和农场里。它以谷物和成熟的水果为食。

种类:

植食类





5

### 5. 伯劳

伯劳（身长 15 厘米）生活在非洲赤道地区的热带干燥的丛林里，有时在丛林边缘也有。它吃昆虫，在飞行中捕捉食物。

种类：  
食肉类



6

### 6. 灰色欧鸫

灰色欧鸫（身长 23 到 24 厘米），一般生活在墨西哥东南部、中美洲、哥伦比亚沿海的靠近溪流的丛林边缘或开阔地。它以昆虫、蚯蚓、蛞蝓、蜥蜴和水果为食。

种类：  
杂食类

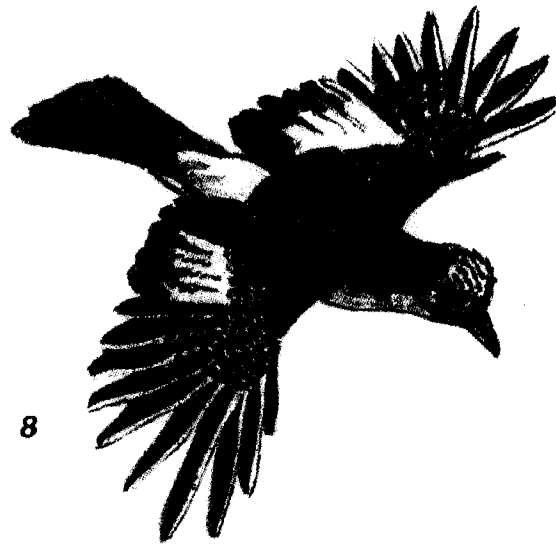


7

### 7. 松树锡嘴雀

松树锡嘴雀（身长 20 厘米）生活在北美的北部和西部、斯堪地那维亚北部和西伯利亚的针叶林和灌木林中。它以地面和树顶的浆果和嫩芽为食。

种类：  
植食类



8

### 8. 欧亚松鸦

欧亚松鸦生活在从西欧到日本的广大地区以及东南亚的栎树林和乡村地区。它吃昆虫、山毛榉坚果和橡树果。

种类：  
杂食类

9



9. 旋木雀

旋木雀（身长 12.4 厘米）生活在西欧和日本的丛林，特别是针叶林中，它以从树基里找到的昆虫和昆虫蛋为食。

种类：  
植食类

10



10. 歌鸫

歌鸫（身长 15 到 20 厘米）生活在美洲中部和北部的丛林和森林边缘。它以昆虫、蜘蛛、蜗牛、蚯蚓、蛴螬以及水果和种子为食。

种类：  
杂食类

参考书目：《鸟类插图百科全书》；世界鸟类权威参考 主编：C. 帕瑞斯博士，纽约；布安坦斯出版社，1990 年

# 什么是误差?



## 目的

了解分类的准确性并了解误差矩阵。

## 概述

学生们根据给定的识别方案把图片分为三类:森林、岩石和积雪。然后,让他们把自己的结论与给定的准确性检测数据进行比较并导出一个误差矩阵。误差矩阵告诉学生们所犯的具体错误。他们从误差矩阵得知如何提高准确性。

## 水平

中级至高级

## 时间

一个课时

## 主要概念

对事物进行分类有助于我们管理和认识自然。

为给定的分类体系所使用的数据,我们需要定量地判定它们的准确程度。

制定准确度水平的标准。

## 技能

分类数据

评估分类的准确度

在评估的基础上提高分类的准确度  
对资料进行分析并理解分类与准确性的关系。

## 材料和工具

彩色打印图片

答案键表(准确性检测数据表)

活动步骤

分类工作表

误差矩阵工作表

## 准备

将学生工作图复制,分发给每个学生。

## 必备条件


组织一次活动,活动内容包括学习分类基础,使学生了解 GLOBE 的分类方案,以及了解“准确度如何”。教师还要向学生介绍误差矩阵这个学习实践。

## 背景

科学家对我们生存环境中的许多事物,如生命的种类、森林的类型、以及土壤的类型进行了分类。这些分类在帮助人类认识和管理自然界方面起到了基础性作用。对同一个感兴趣的研究对象可能会有不同的分类,对两个特定的对象分类结果可能不同,造成这种不同的原因可能是小组中的一个或两个分类者发生了错误,或者仅仅是因为采用了不同的分类标准。在任何一种情况下,我们都必须了解在分类中发生了多少错误,以便在使用所获取的信息时

其准确程度有一定的把握。对遥感得到的资料进行分类,所获取的信息最终将被用于对诸如森林砍伐/全球变暖和环境恶化等全球性问题作出的决策中。所以必须防止根据不准确的信息基础上作出决定,这是非常重要的。

评估遥感得到的资料时,误差矩阵是一个基本工具。它为我们提供了这样一种方法,这种方法可以导出一个数字来评估一种分类或一张地图的总体准确程度,并指出错误产生的原因。这将使我们把注意力集中在那些需要被重视的地区或类别。我们可以利用这些信息来改



进分类的标准,并提高我们区别那些错综复杂的类别的技巧。这次学习实践以云的分类为基础,培养并提高学生根据 GLOBE 气候方案识别云的种类的技能。

### 主要术语和概念

见“准确度如何”一章中的主要术语和概念。介绍误差矩阵。

### 鸣谢

林达·伊萨克森为本章插图。

### 参考书目

《国家奥杜邦社会指南手册——云和风暴》  
纽约 阿尔弗雷德·克劳夫公司 1995《GLOBE  
云图》,1996

你可能希望先了解提前总体了解云分类工作表和误差矩阵。下面是一个简单的描述。

### 使步骤和总体准确度计算一致

下面的步骤可参考标有“举例”的一页

**第一步:**云分类工作表(表 LAND-L-6)的 1 号样本,确定学生所给出的云的种类(表 LAND-L-6,单元格 A - 卷云)

**第二步:**在表 LAND-L-7,即在误差矩阵的左边列中找到相应的学生所给出的云的分类(卷云)。

**第三步:**对云分类工作表(表 LAND-L-6)的 1 号标本,确定准确性检测数据中云的种类(表 LAND-L-7,单元格 B——层云)

**第四步:**在表 LAND-L-7,即在误差矩阵中,从已确认的学生所给出的云的种类(卷云)开始,沿该行移动(从左向右),直到你在第一行里找到与准确性检测数据一致的类型(层云)。在卷云行与层云列的交汇处单元格里记下 1,然后移到下一个标本。这样,行表示学生的分类,列表示准确性检测数据。

**第五步:**在看云分类工作表中的二号标本,继续这个过程,当你记录完所有的样本后,计算总体准确度。

**第六步:**标本总数(单元格 D4)等于行总和( $D1 + D2 + D3$ )也等于列总和( $A4 + B4 + C4$ )。正确分类总数等于  $A1 + B2 + C3$  (主对角线,加粗框的单元格)之和。将正确的总数 1 除标本总数 3,再乘以 100 就得到了百分数——33%。这个数值表示学生分类的总体准确度。

**第七步:**正如主对角线的单元格代表“正确”的分类,主对角线以外的单元格就代表“不正确”的分类或差异。于是该矩阵得名差异矩阵或错误矩阵。每一个误差的产生是由于漏划了正确的分类和多划了不正确的分类(例如错误的加入)。这些资料可以用来识别哪些云难以分类,哪些云容易与其它种类混淆。

表 LAND-L-6:云分类工作表举例

标本号	照片号	学生分类	准确性检测数据	✓	×
1	3a	A:卷云	B:层云		×
2	3c	C:层云	D:层云	✓	
3	3d	E:层云	E:积云		×

(见准确性检测答案,表 \_\_\_\_;和图 \_\_\_\_;云分类样本)

表 LAND-L-7:云分类误差矩阵

	积云	层云	卷云	总和(行)
积云	A1:	B1:0	C1:	D2:0
层云	A2:1	B2:1	C2:	D2:2
卷云	A3:	B3:1	C3:	D3:1
准确性检测数据	A4:1	B4:2	C4:0	D4:3

### 准确性检测数据

$$D4 = A4 + B4 + C4 = D1 + D2 + D3$$

(列总和) (行总和)

$$\text{总体准确度} = \frac{A1 + B2 + C3}{D4} \times 100 = (1/3) \times 100$$

### 做什么? 怎样去做?

1. 为使你的学生有所准备,可以他们讨论以下问题

- 分类类别和分类标准之间的误差指什么?
- 为什么分类是个重要的活动?
- 分类怎样与制图发生关系?
- 为什么地图必须是准确的?

2. 复印指导资料和有编号云图并分发给学生。

3. 让学生们根据工作表的指示完成以下步骤。

- 按云的类型给云分类
- 根据准确性检测数据判断分类准确与否,准确地打对号。
- 作出误差矩阵

4. 与学生讨论本次活动与准确度评估方案的相关程度?

## 概述

科学家对我们生存的环境中的许多事物进行分类。如为生物、森林和岩石划分类型。这些分类或称种类有助于我们更好地认识和管理自然界。为了使科学家能很地利用这些分类,我们需要知道它们的准确程度。误差矩阵是评估一个分类过程准确程度的基本工具。这个误差矩阵同时也向我们提示了在划分某些种类是在什么地方出现了混乱和困难。

本次实践活动根据给定的标准把云的图像划分为三个明确定义的种类。分类结果做成一幅图,并将图与准确性检测数据进行比较。在误差矩阵中记录这个以图来表示的分类结果的准确度。

当你完成这次活动,你将能够

- 根据一个精心设计的分类体系为一组对象(云的图片)分类
- 将分类结果与准确性检测数据进行比较,作出误差矩阵
- 理解评估准确度和精确度的含义
- 对科学测量中某些误差的产生有进一步的了解

## 材料和工具

一套 20 张云图

云种类简图和误差矩阵的活动程序的复印件

云分类工作表

## 做什么? 怎样去做?

1. 在教师的指导下,仔细摆好教师提供的带有编号的云图,本次练习将划分 20 张云图。
2. 利用云分类工作表,将上述云图中的云划分为三种:积云、层云和卷云。

**注:**并非所有的云都可以准确地划入这三个基本种类,但为了达到本次练习的目的,可以只使用简化的分类方案,即把所有的云均划分为三种。在分类过程中可能会出现一些难以辨认的情况。可以把“失真”当作这次实践中的不确定因素看待。这种不确定性是科学研究的特点之一。没有哪一种分类方案可以准确无误地与自然界出现的情况完全吻合。

分类标准如下：



**积云：**孤立的云团，一般比较浓密，轮廓分明，垂直形成，状如向上凸起的土丘、圆盖或宝塔，上面膨胀的部分看上去象花椰菜。



**层云：**一般是大小形状差不多的灰色云层。



**卷云：**孤立的云团，形状像白色的细丝，白色或接近白色的碎片或较窄的带子。这种云有时候看上去像马尾巴。

3. 把云图分为三堆或三列(积云、层云和卷云)，留下难以分类的云图。在为所有云图都分类之后，再回头并最后决定那些较难辨认云图的归属。如果在一张照片上有好几种云，你要按其中最主要的云的类型为照片分类。决定主要类型的标准是照片上占有天空面积的比例是否最大。检查你为这 20 幅云图的分类，把结论记录在云分类工作表中学生分类栏里。

4. 老师为班级提供云的准确性检测数据。你要在云分类工作表中准确性检测数据栏里记下每幅照片的准确性检测种类。

5. 对于每个学生分类中云的种类与准确性检测数据一致的，在(×或÷)栏中填入一个代表正确的符号(÷)，对每个不一致的分类，在(×或÷)栏中填入一个×。

6. 按下面的指示和例子在矩阵匹配(×或÷)栏中记录结果。

A. 利用云分类工作表,算一算你的小组在“学生分类”中填入积云且“准确性检测数据”也是积云的情况出现了几次。将次数填入此处 \_\_\_\_\_,现在把这个数字填入误差矩阵中的单元格 A1。

B. 现在数一数你的小组在“学生分类”中填入层云且“准确性检测数据”也是层云的情况出现了几次。将次数填入此处 \_\_\_\_\_,现在把这个数字填入下面的单元格 B1。

C. 在继续下去之前先与你的老师核对一下。

D. 按这个程序填写误差矩阵的剩余部分。

E. 检查云分类工作表中的每个标本是否都已经记录在误差矩阵中,检验两次。现在,根据本页正文的公式计算你的分类的总体准确度。

表 LAND - L - 8:云分类 - 误差矩阵工作表

	积云类	层云类	卷云类	总和(行)
积云类	A1	B1	C1	D1
层云类	A2	B2	C2	D2
卷云类	A3	B3	C3	D3
总和(列)	A4	B4	C4	D4

$$D4 = A4 + B4 + C4 = D1 + D2 + D3$$

$$(\text{列总和}) = (\text{行总和})$$

$$\text{总体误差} = \frac{A1 + B2 + C3}{D4} \times 100$$

$$\text{总体误差} = \frac{\quad}{\quad} \times 100 = \quad$$



表 LAND-L-9:云分类工作表

标本号	照片号	学生分类	准确性检测数据	✓	×
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

表 LAND-L-10:云分类——准确性检测数据表

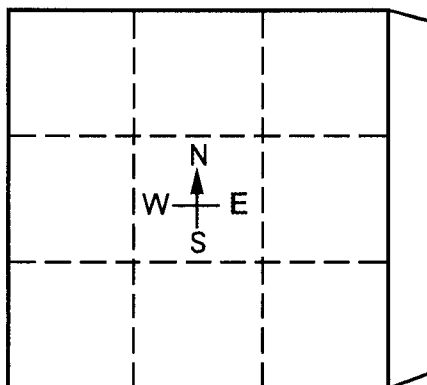
(答案要点)

照片标号	准确性检测数据
1	卷积云
2	卷层云
3	积云
4	层云
5	卷云
6	层积云
7	高积云
8	高层云
9	雨层云
10	积雨云
11	雨层云
12	积雨云
13	高积云
14	卷层云
15	层云
16	高积云
17	雨层云
18	积云
19	高积云
20	雨层云

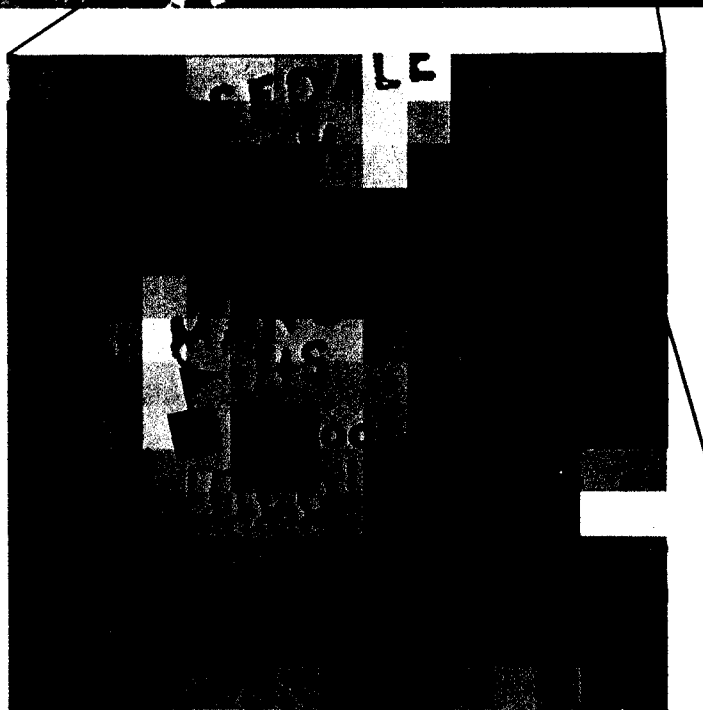
学生准确度评估水平

0% ~ 50%	初学
51% ~ 85%	中等
86% ~ 100%	高级

图LAND-P-1: 土地覆盖点, 美国, 麻省, Beverly



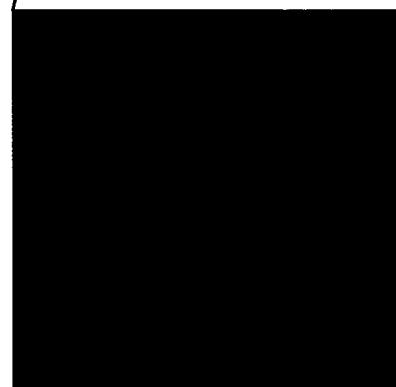
土地覆盖样点(90m × 90m)



(大约450m × 450m)

注意: 上图450m × 450m图像的像素中的颗粒不是实际的数据, 是人工复制的。每个像素实际是完全唯一的, 如放大图所示。

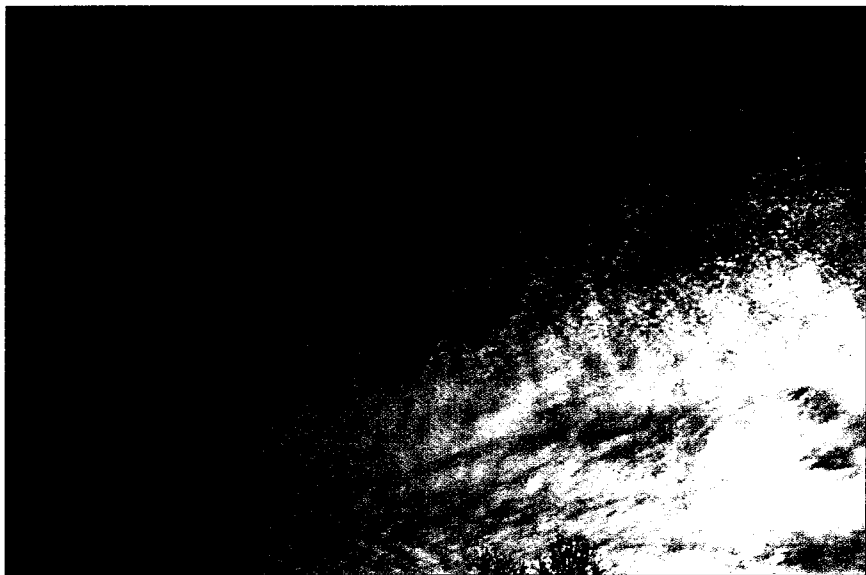
一个生物研究点位于右下方90m × 90m的定量土地覆盖样点中。其它土地覆盖样点应位于上方GLOBE研究点里所有的主要覆盖类型中。



一块生物研究点(30m × 30m)在(90m × 90m)定量土地覆盖样点中。

图LAND-L-5 (照片1)

卷积云: 这种云位于高空, 外表蓬松零碎, 云与云之间有小的空隙, 通常呈波浪状。



图LAND-L-7 (照片3)

积云: 这种云位于低空, 外表蓬松, 看上去像棉花树、爆米花或向日葵。



图LAND-L-6 (照片2)

卷层云: 这种云位于高空, 颜色为浅灰或白色, 一般可以透过卷层云看到太阳或月亮, 卷层云往往覆盖了天空的大部分。



图LAND-L-8 (照片4)

层云: 这种云位于低空, 颜色为淡灰或黑灰, 外表看上去差不多, 覆盖天空的绝大部分, 雾就是一种层云。



资料来源: 由国家气象数据中心 (NOAA) 的Wayne M. Faas 和 Grant Goodge提供。

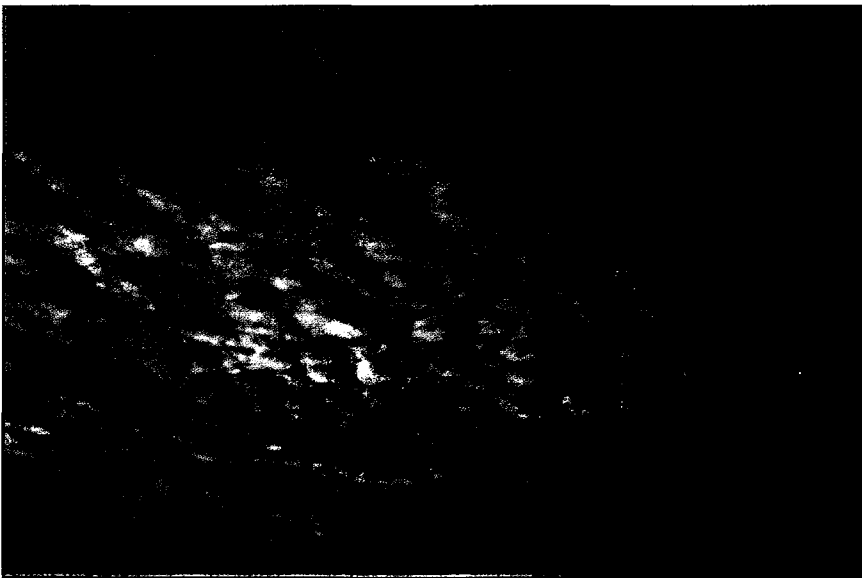
图LAND-L-9 (照片5)

卷云: 这种云位于高空, 稀薄模糊, 呈羽毛状, 由冰晶构成。



图LAND-L-11 (照片7)

高积云: 这种云位于半空, 外表蓬松零碎, 通常云与云之间有间隙。



图LAND-L-10 (照片6)

层积云: 这种云位于低空, 由不规则的云团组成, 看上去不断地膨胀翻滚, 有时云与云之间有间隙。



图LAND-L-12 (照片8)

高层云: 这种云位于半空中, 颜色为淡灰色, 外表相似, 一般覆盖了大部分天空。



资料来源: 由国家气象数据中心 (NOAA) 的Wayne M. Faas 和 Grant Goodge提供。

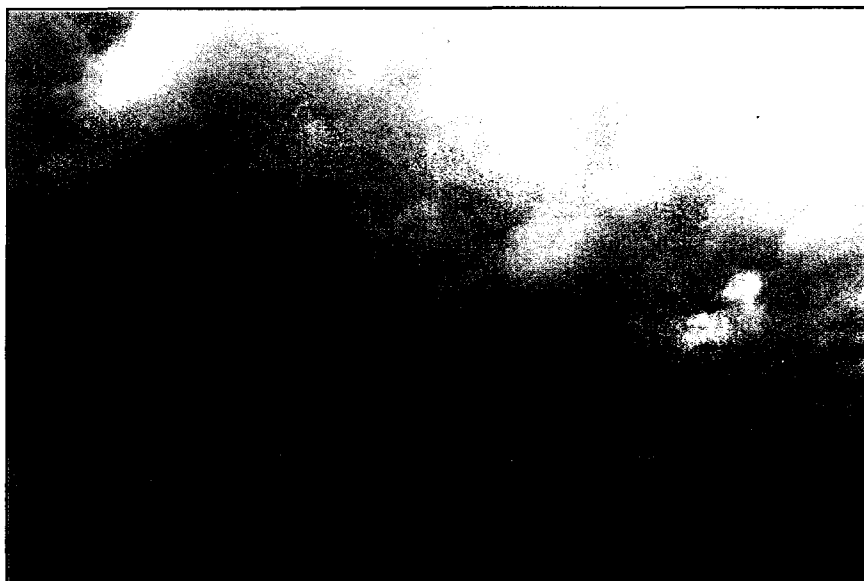
图LAND-L-13 (照片9)

雨层云: 这种云位于低空, 颜色为较浅的灰黑, 雨水从中降下。底部因为降雨而四周扩散, 难以辨认。



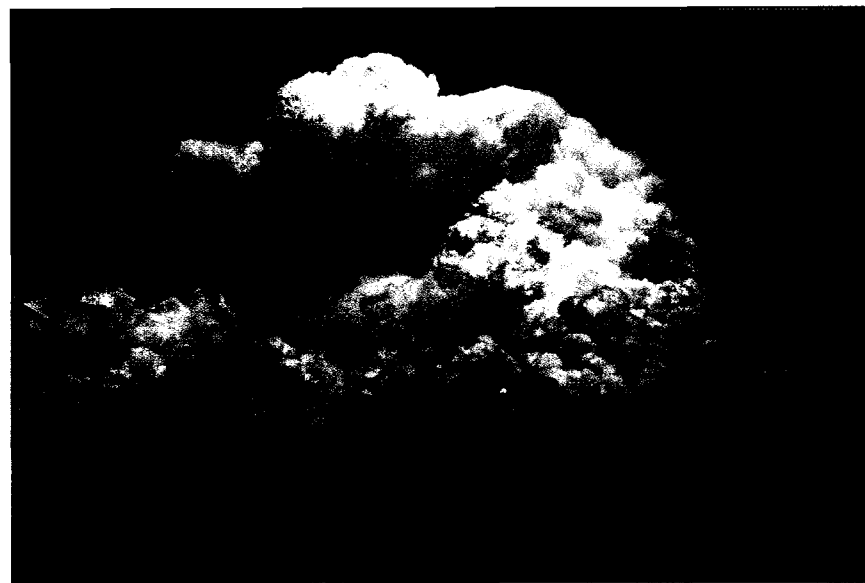
图LAND-L-15 (照片11)

雨层云: 这种云位于低空, 颜色为较浅的灰黑, 雨水从中降下。底部因为降雨而四周扩散, 难以辨认。



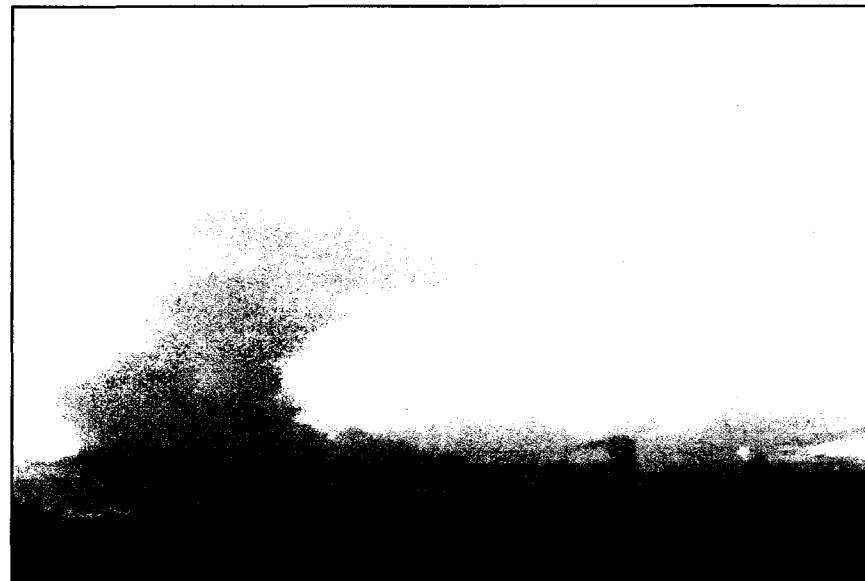
图LAND-L-14 (照片10)

积雨云: 这种云体积很大, 基部较黑, 顶部很高, 呈波浪状, 边缘轮廓分明, 顶部像铁砧。降雨时底部晦暗不明, 可能伴随雷电。



图LAND-L-16 (照片12)

积雨云: 这种云体积很大, 基部较黑, 顶部很高, 呈波浪状, 边缘轮廓分明, 顶部像铁砧。降雨时底部晦暗不明, 可能伴随雷电。



资料来源: 由国家气象数据中心 (NOAA) 的Wayne M. Faas 和 Grant Goode提供。

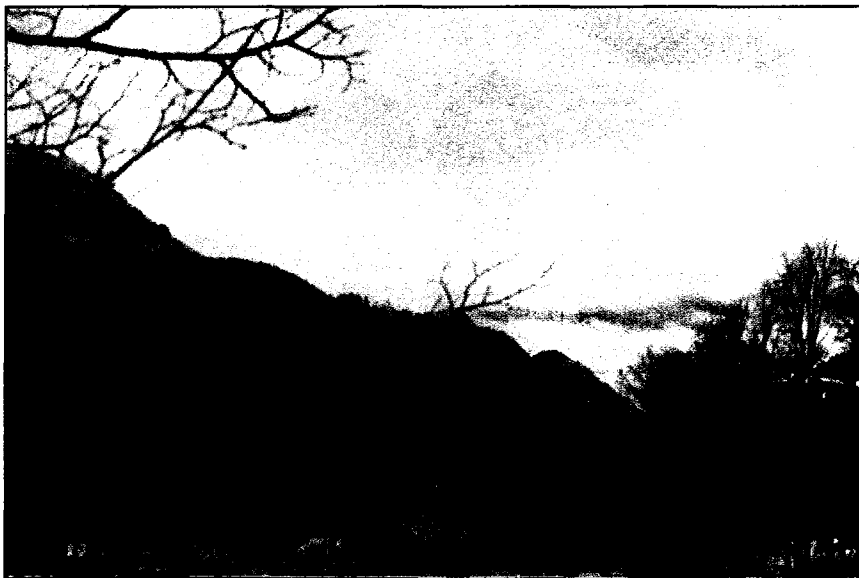
图LAND-L-17 (照片13)

高积云: 这种云位于半空, 外表蓬松零碎, 通常云与云之间有空隙。



图LAND-L-19 (照片15)

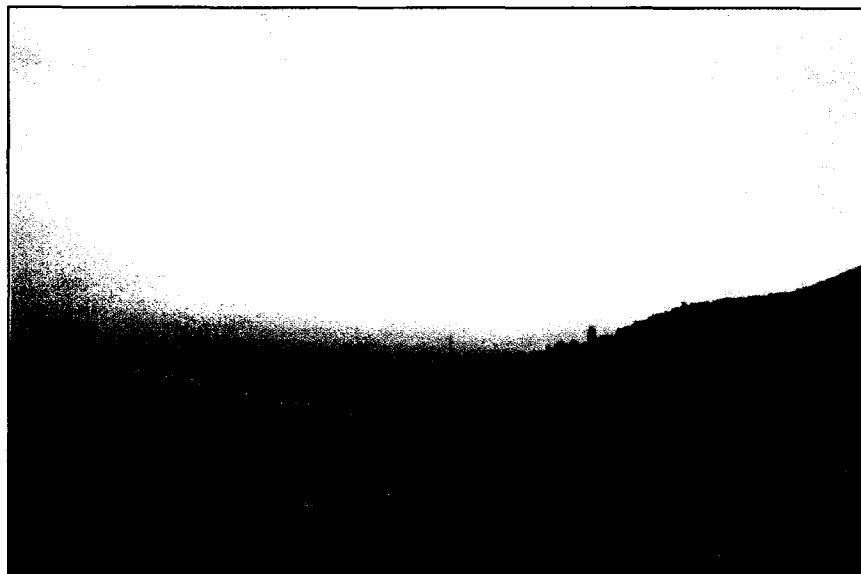
卷层云: 这种云位于高空, 颜色为浅灰或白色, 一般可以透过卷层云看到太阳或月亮, 往往覆盖了天空的大部分。



资料来源: 由国家气象数据中心 (NOAA) 的Wayne M. Faas 和 Grant Goodge提供。

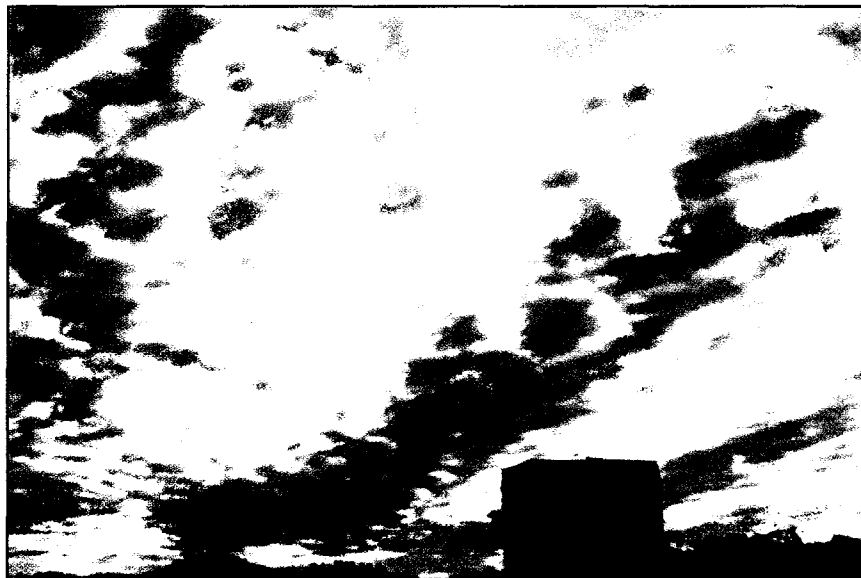
图LAND-L-18 (照片14)

卷层云: 这种云位于高空, 颜色为浅灰或白色, 一般可以透过卷层云看到太阳或月亮, 往往覆盖了天空的大部分。



图LAND-L-20 (照片16)

高积云: 这种云位于半空, 外表蓬松零碎, 通常云与云之间有空隙。



图LAND-L-21 (照片17)

雨层云: 这种云位于低空, 颜色为较浅的灰黑, 雨水从中降下。底部因为降雨而四周扩散, 难以辨认。



图LAND-L-23 (照片19)

高积云: 这种云位于半空, 外表蓬松零碎, 通常云与云之间有空隙。



图LAND-L-22 (照片18)

积云: 这种云位于低空, 外表蓬松, 看上去像棉花树、爆米花或向日葵。



图LAND-L-24 (照片20)

雨层云: 这种云位于低空, 颜色为较浅的灰黑, 雨水从中降下。底部因为降雨而四周扩散, 难以辨认。



资料来源: 由国家气象数据中心 (NOAA) 的Wayne M. Faas 和 Grant Goode 提供。



方面已经很有经验。每当他们在不触摸的情况下观察某种事物,其实就是在用他们的眼睛、耳朵、鼻子和皮肤表面从远处感知其观察对象。许许多多的仪器都被用于对事物进行遥感。你用的学生也许曾经照过像或使用过显微镜,这两种仪器都提供了有益的信息,这些信息如果仅用我们自己有限的感觉是无法获得的。

学生们将在活动中使用的卫星图像是由许多微小的方块组成的。每个方块都含有某个地区的具體信息。我们把这些照片称为“数点”。照片上的方块叫作“像元”。有些图像上的像元显示了较大的区域,其它的像元则显示了较小的

虽然学生也许不知道,但他们自己在遥感充当热辐射的传感器。

当卫星围绕地球运转时,从卫星上用传感器对地球拍照,这个传感器对各种波长都非常敏感。一种主要的传感器可以感受到的波长是热辐射。传感器能辨认出辐射的热量,并根据不同的数值制成图像。在本次实践中,学生自己将

在记录中见到的卫星图像就是利用卫星为地球和建立模型的概念是至关重要的。例如,学生们在模型中见到的卫星图像就是利用卫星为地球建立的模型。

## 背景

在描述地球表面形态时,地图是最常用到的

模型。为了使学理解解遥感的记录,绘制地图

和建立模型的概念是至关重要的。例如,学生们

在记录中见到的卫星图像就是利用卫星为地球

建立的模型。

当卫星围绕地球运转时,从卫星上用传感

器对地球拍照,这个传感器对各种波长都非常

敏感。一种主要的传感器可以感受到的波长是

热辐射。传感器能辨认出辐射的热量,并根据不

同的数值制成图像。在本次实践中,学生自己将

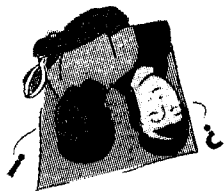
充当热辐射的传感器。

虽然学生也许不知道,但他们自己在遥感

目的	使学生熟悉与遥感有关的建模概念。
概述	在这个长期活动中,学生将为某个地区建立一个三维模型,并在模型中为地表的美丽建立一个分类体系。他们把自己的眼睛当作传感器,并从各个不同的高度来审视该模型。学生的肉眼将经历从近在咫尺到远隔天涯如类似于卫星的高度进行观测。对每次观测结果,他们都要绘制地图。在回答有关环境的问
时间	3~4个课时。
水平	初级。
主要概念	地图是对某个地域的符号性描述。 视野指你的眼睛或照相机镜头能感知的
技能	建立景观模型。 从不同的角度描绘景观。
材料和工具	纸巾或厕所里的纸管。 大量供建模用的研究对象(由教师和学生提供均可)。
准备	建立模型之前把所有资料收集完全。
必备条件	必须向学生简要介绍有关地图和模型组成的基本知识,如地图的图例和符号注:本活动介绍的概念与GPS调查“相对和绝对方向学习活动”中的第8、9、10步骤里的概念类似。

## 眼中的奥得赛

初级水平



区域。

科学家根据其研究目的使用各种各样的空中照片和卫星图像研究地表覆盖。GLOBE 科学家们感兴趣的是通过分析卫星照片来判定的地表覆盖类型以及随着时间的推移土地使用情况的变迁。

在遥感方案中,我们致力于建立一个 15 公里×15 公里地区的主题模型,你的学校位于该地区的中心附近。你所得到的有关图像信息是由卫星观测结果积累而成的。你的学生将用计算机来为地表覆盖类型分类,并对分类结论的图像进行地表检验。如果他们要理解这些信息的来源和重要意义,他们就必须理解用来建立模型的遥感的含义。

### 资料来源:(可任意选择)

Looking Down, Jenkins, Steve, Hutton Houghton Mifflin, NY, 1995, 0 - 395 - 72665 - 4

View from the Air, Lindberg, R., Viking, NY, 1995, 0 - 670 - 84660 - 0

Mouse Views, Mc Millan, Holiday House, NY, 1995, 0 - 8234 - 1132 - X

### 做什么? 怎样去做?

#### 第一部分:建立并观察模型

1. 学生们组成小组,为一个真实或想像中的地区制定建立模型的计划。许多人喜欢选择校园作为建模区域,不过模型必须是由学生自己建立的。他们要列出必要的资料清单,并画出拟议中的模型图,可参见眼中的奥德赛一章后面高级部分中的记录方式。

2. 学生们可能需要 2 到 3 课时来建立模型。

3. 现在,学生要利用纸巾管从四个不同的视角用肉眼观察他的模型。这使他们有机会观察分辨率和视界的变化。让学生记录下观察结果。(采用眼中的奥德赛一章后面高级部分中的记录方式)

a. 老鼠的角度——从旁边观察模型,绘制地图并标注符号。

b. 蜜蜂的角度——在 10 厘米的高度观察模型,绘制地图并标注符号

c. 小鸟的角度——从一张桌子的高度观察模型,绘制地图并标注符号

d. 卫星的角度——在二层楼的高度观察模型,绘制地图并标注符号

#### 讨论问题

1. 从蜜蜂和老鼠的角度进行观察有没有视觉上的差异? 差异是什么?

注:年龄较小的学生常常不容易理解“俯瞰”这个概念,需要多花些时间向他们作些解释。参见参考资料。

2. 比较你的四幅图,如果你\_\_\_\_\_的话,哪张图最有用?

a) 是一只寻找老鼠的鹰

b) 正在决定铺建林荫道的位置

c) 搜索动物的踪迹

d) 研究砍伐森林和重新造林的情况

e) 在树林中寻找丢失的孩子

f) 查看你所在的地区中,多少面积的森林由于被污染而遭到破坏

g) 寻找一个丢失的大头针

#### 第二部分:制作模型的符号地图

1. 让学生为模型中的每种地表(道路、岩石、操场上的设备、池塘、河流、草地、房屋等等)覆盖物选择一种符号来表示。将这些项目和符号列在“在眼中的奥德赛”符号地图资料表中,该表附在眼中的奥德赛:高级部分后面。

2. 利用这些符号绘制一张该地区的地图。将图画在眼中的奥德赛符号地图资料表上,该表附在眼中的奥德赛:高级部分后面。

3. 各组学生相互交换并辨认彼此的符号地图。虚构一个在该地区有可能发生的故事。

#### 讨论问题

1. 如果要求你绘制一张你家附近地区的地图,你愿意画一幅与真实生活一样的地图还是一张使用符号的地图呢? 论证你的观点。

2. 研究地图的种类以及每种地图的用途。

# 眼中的奥德赛

## 中级水平



### 目的

使学生们熟悉与遥感有关的建立模型的概念,并向他们介绍如何使图片数字化。这些数字化图片类似于从卫星上用遥感仪器拍摄的那种图片。

### 概述

在中等水平眼中的奥德赛?实践活动中,学生们将利用在初级实践中绘制的符号地图来制造数字化的图片。这种数字化图片类似于从卫星上用遥感仪器拍摄的图片。在进行这项实践的过程中他们会开始理解,为了建立准确的地球系统模型,为什么科学家们需要对卫星数据进行地面检验。

### 时间

3-4个课时。

### 水平

中级。

### 主要概念

对于远程遥感图像中的物体可以根据物体的反射热量的波段将其进行解释,并用代码将其数字化。

通过卫星天线把图像代码传输给计算机,以便保存和改进这些数据。

将存储的数据转化为使用者要求的有颜色代码的图像,图像就可以显示出来。

### 技能

- 观察图像;
- 解析图像;
- 将图像分类;
- 将图像数字化;
- 为图像着色;

注:本活动介绍的概念与GPS调查中“相对和绝对方向学习活动”中的第8、9、10步骤里的概念类似。

### 材料和工具

- 绘图纸;
- 铅笔;
- 罩着格子的塑料;
- 熊猫的图像;
- 彩色铅笔准备;
- 收集以上资料;

必须先向全班演示数字化的过程,然后再让学生分组活动。

### 必备条件

要向学生简单介绍卫星收集信息并将其传输给计算机的过程;

初级阶段的实践对完成本次实践非常重要。

## 做什么？怎样去做？

### 第一部分：数字化的图片是如何制作出来的？

学生将学习卫星和计算机是如何彼此联系的。一个学生当作卫星，另一个学生当作计算机。取一张黑白图片，卫星将扫描该图片并把它转化为数字代码。计算机再把数字代码还原为图像。

1. 学生两人一组，一个作卫星，另一个作计算机。卫星把塑料罩放在一张黑白的熊猫图片上，从图像左下脚看起，每次看一格，卫星将每个格子的数字代码传输给计算机。

2. 卫星将根据以下要求解析每个方格

· 如果方格是白色的，卫星就把这条信息称为“1”，计算机把这个数字当作代码记下。

· 如果方格是黑色的，卫星就把这条信息称为“2”，计算机把这个数字当作代码记下。

· 如果一个格子既非全白又非全黑，卫星要择优选择“1”或“2”。卫星把这个数字传输给计算机，计算机把它当作代码记下来。

· 卫星用“0”来表示每次观察行动的开始和结尾。

3. 代表计算机的学生用铅笔把数字代码解译到图上，绘制卫星图像。注：参见本活动高级部分的数字代码，并以此为例。另外，可以利用学生制出的彩色图片和不同规格的格子可以进行练习。

### 第二部分：绘制数字化地图

1. 发给每个小组一个塑料格罩子。让学生把它放在从初级实践得到的那张符号地图上。

现在他们要为地表覆盖的物体选择颜色和建立数字代码。并将数据填入眼中的奥德赛数字化数据表中（该表位于眼中的奥德赛：高级部分的末尾）。

2. 给符号地图上的每块土地分配一种颜色和一个数字，并记录在数字化资料表中。

例	建筑	1	蓝色
	树	2	绿色

3. 扫描符号地图上的所有线条，为每一个方块指定一个数字，在数据表中记录下这些数字。将每一条扫描线的开头和结尾记作“0”。复习本活动的第一部分以获得进一步帮助。你已经为你的符号地图建立了数字代码。

4. 利用数字化的代码选择匹配的颜色，在图纸上把地图作成为数字化的图像。

## 讨论问题

1. 与符号地图相比，数字化地图中各种地表覆盖所占的百分比有何不同？

2. 与原始模型相比，数字化地图中各种地表覆盖所占的百分比有何不同？

3. 对照比较各个小组绘制的地图：

你如何判断地图是否准确？

当你绘制一幅符号地图或数字化一幅图像时，那些在区域中显得较小的地表覆盖类型发生了什么变化？

这些改变如何影响你所见到的地表覆盖的类型和它们的数目？

注：地面检验就是你在一些方案中所做的一部分工作。地面检验是将地面的实际情况与卫星图像或模型显示的情况进行比较。

# 眼中的奥德赛

高级水平



## 总目的

让学生熟悉与遥感有关的概念。

## 高级实践的目的

高级实践活动的目的是，通过活动学生们可以与其他班级或学校的学生交换彼此的数字化地图，每组学生都还原出原始图像的覆盖类型。

## 概述

高级“眼中的奥德赛”活动表明卫星传感器是如何向计算机传输信息的。学生们将他们的地图转化为数字代码，交给在另一个教室的学生。另一个教室的学生再把这些数字代码转变为彩色地图。这个活动巩固了遥感、计算机制图和土地评估间的联系。

## 时间

3-4个课时。

## 水平

高级。

## 主要概念

对于遥感图像中的物体可以根据物体的反射能量的波段将其进行解译，并用代码将其数字化。

通过卫星天线把图像代码传输给计算机，以便保存和改进这些数据。

将存储的数据转化为使用者要求的有颜色代码的图像，图像就可以显示出来。

## 技能

观察图像；  
解析图像；  
将图像分类；  
解析图像的数字代码。

## 材料和工具

互联网(任意)；  
绘图纸；  
彩色铅笔；  
在“眼中的奥德赛”中级第二部分中制作的数字化的地图；  
计算机操作技能。

## 准备

收集资料  
希望与其他班级或学校的学生交换地图数字版的学生事先必须联系好。

## 必备条件

向学生简单介绍卫星收集信息并传输给计算机的过程。  
初级阶段对完成本次活动非常重要。  
学生必须完成中级的实践。

## 做什么？怎样去做？

1. 在上一个实践活动，即眼中的奥德赛：中级中，学生们把他们的地图模型转化为数字化代码，把这些代码输入文字处理器。用“0”作为地图上每个线条的开头和结尾。可以让这些数字在屏幕上“文字隐藏”，这样在这条信息中就看不到地表的图形。

例如

```
01111220011113300246434002464440025565500444444001111220011113300111133001
40024644400255655002464340024644400255655004444440011112200255655004444440011
1112200111133001111330024643400246444002556550044444400111122001111330024643
112200111133001111330011112200111133001111330024643400246444002556550044444400111122
```

2. 把从代码转化为颜色的图例包括在内（参见在中级实践活动中填写的“眼中的奥德赛”数字化数据表）

例如：

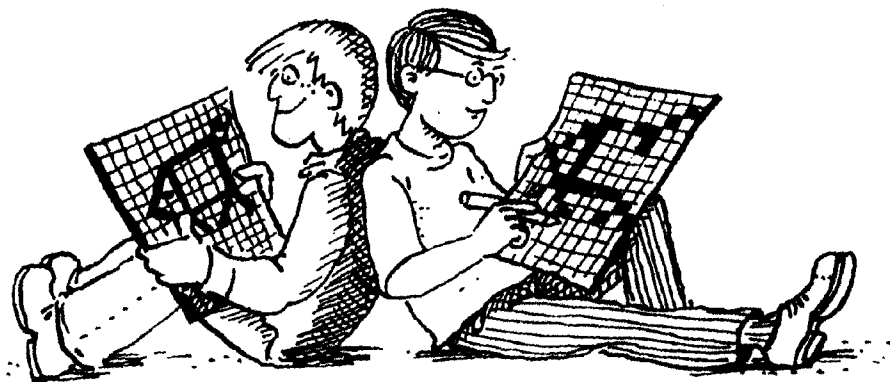
- 1 紫色
- 2 靛青
- 3 绿色
- 4 黄色
- 5 橙色
- 6 红色

3. 其他班组或学校的学生收到这些代码，将其转化为彩色地图，绘制出伪彩图像。地图制成后可以返回给送来代码的学校进行验证。

注：可以利用因特网进行这种交换，在学校或班级之间交换软盘或干脆交换复印文件。

## 讨论问题

1. 在伪彩地图上，什么是最主要的地表覆盖物？你认为该地区应属于哪种地形？
2. 你能再建立一个该地区的地图简图或模型吗？



资料来源：捷克共和国，环境教育协会，泰瑞扎 1996 年 简·斯摩福克

表 LAND - L - 11: 登记表——眼中的奥德赛

眼中的奥德赛

小组成员名单:

日期:

登记表

建议模型的描述和图解

所需资料

提供者

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

图 LAND - L - 25 :模型观察——眼中的奥德赛

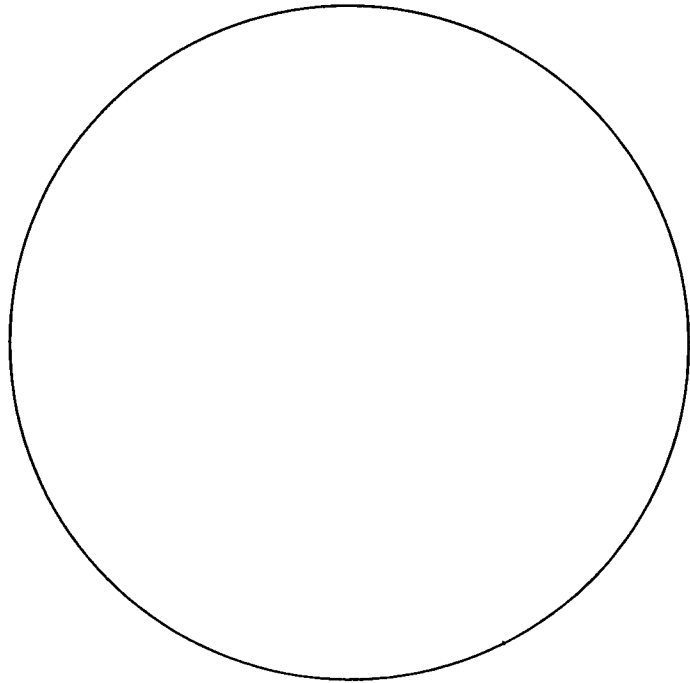
眼中的奥德赛

模型观察

姓名:

日期:

飞机的角度



卫星的角度

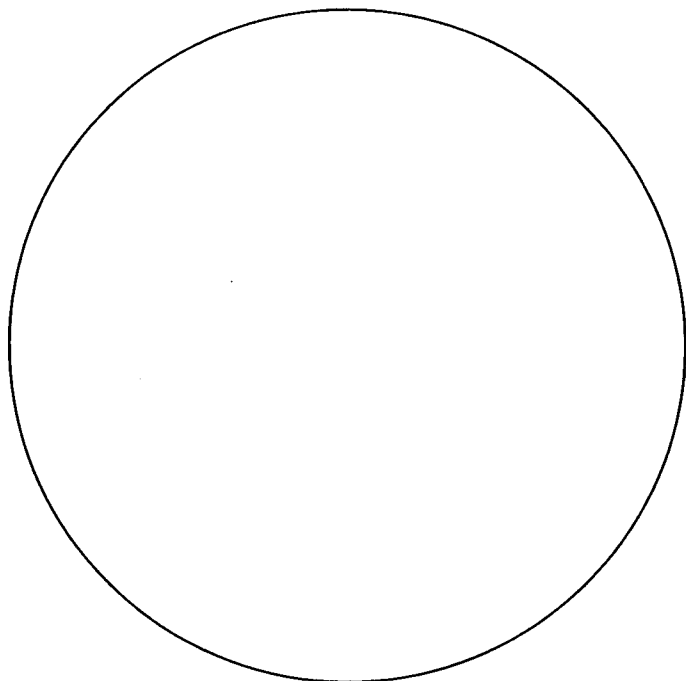




图 LAND - L - 26 :模型观察——眼中的奥德赛

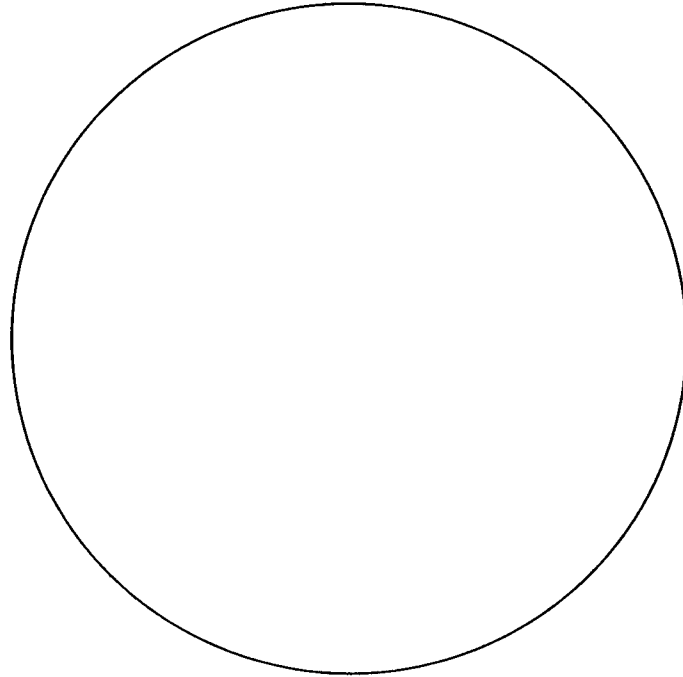
眼中的奥德赛

模型观察

姓名:

日期:

蜜蜂的角度



鸟的角度

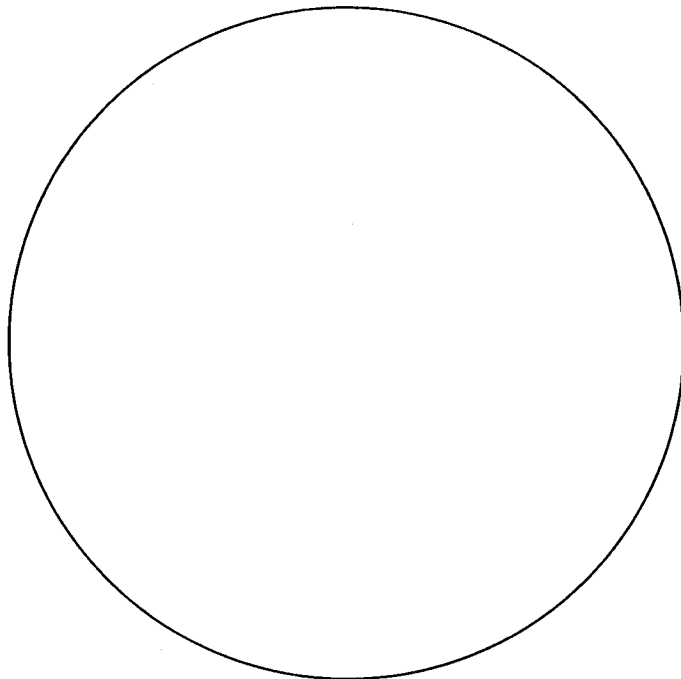


表 LAND - L - 12 符号地图数据表——眼中的奥德赛

眼中的奥德赛

姓名:

日期:

符号地图数据表

地表覆盖基本色调

地表覆盖物

符号

道路

打“√”的区域

树木

方块

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.

符号地图

包括模型的尺寸(长度和宽度),以厘米为计量单位

表 LAND - L - 13 数字化资料表——眼中的奥德赛

眼中的奥德赛

姓名：

日期：

数字化资料表

颜色和数字代码图例

地表覆盖物	符号	数字	数字化的颜色

数字化的代码

用“0”代表每个扫描线的开头和结尾

0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0
0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0
0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0
0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0
0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0
0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0
0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0
0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0

图 LAND-L-27: 格栅——眼中的奥德赛

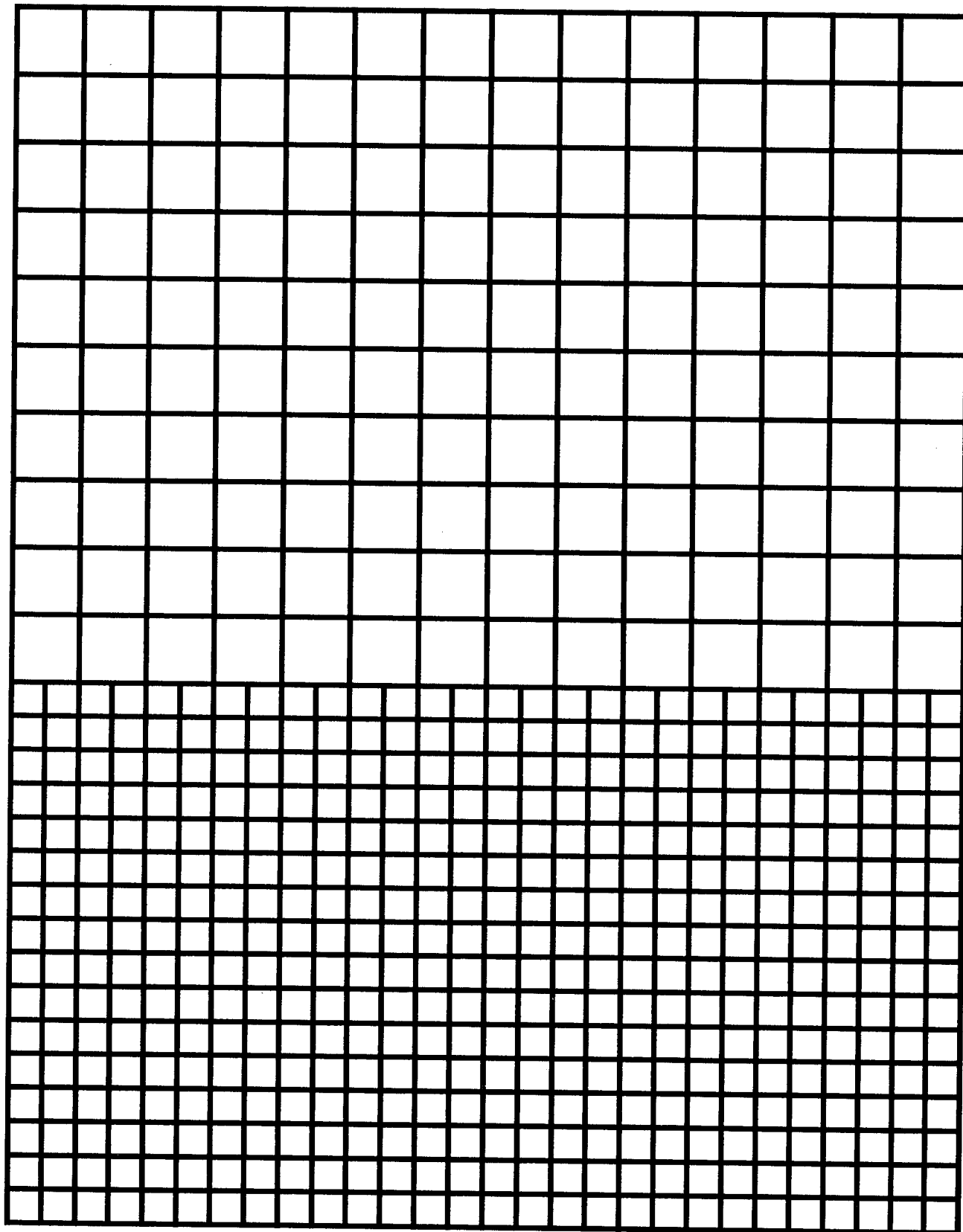
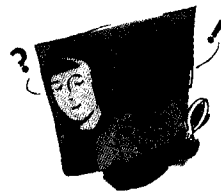


图 LAND - L - 28:玩具熊——眼中的奥德赛



# 热点

## 初始水平



### 目的

向学生介绍有关遥感和伪彩图像的概念。学生把自己的手当做传感器,根据温度绘制地图。本次实践对学生提出的挑战是在一个给定的区域里找到能使冰块最快融化的地点,以及能保存冰块最长的地点。

### 概述

当卫星围绕地球运转时,从卫星上用传感器对地球拍照。这个传感器对各种波长都非常敏感。传感器可以感受到的众多波长之一是热辐射。传感器能辨认出辐射的热量,并根据不同的数值制成图像。在本次实践中,学生自己将充当辐射的传感器。将各种不同的地表物质,如冰块、热水、热毛巾、瓷砖,把各种数值标式在绘地区的地图上。工作完成后,学生将寻找能使冰块最快融化的地点。

### 时间

### 水平

初级

### 必备条件

- 最好有绘制野外简图的经验;
- 天气晴朗。

### 主要概念

在轨道上运行的卫星使用照相机拍照。该照相机对各种波段都非常敏感。

能够被感知的波长主要是热辐射。传感器能辨认出辐射的热量并根据不同的数值拍摄照片。

当学生们在没有触摸某个事物的情况下观察它时,实际上他们是在使用眼睛、耳朵、鼻子和皮肤来感知这个事物。

### 技能

- 观察一个指定区域;
- 指出能使冰块最快融化的区域;
- 指出不同区域的热辐射;
- 绘制地图。

### 材料和工具

- 冰块
- 热水
- 热毛巾
- 瓷砖
- 地板面
- 温度计
- 纸
- 铅笔
- 橡皮
- 直尺
- 剪刀
- 在教室里准备各种地表物:冰块和毛巾;热水和热毛巾;瓷砖;地板面。
- 一块约5到10平方米,有各种地表物的区域(用绳子围起来)。地表物如柏油路面、草坪和空地。

### 做什么? 怎样去做?

1. 把学生分为两组,告诉他们几周后要把他们带到户外并发给一个冰块。可能要求他们找到一个他们认为能使冰块最快融化的地点,也可能要他们找到一个最能防止冰块融化的地点。
2. 在户外考察之前,教师在教室里向学生出示3到6个实例(一碗冰、热水、热毛巾、瓷砖

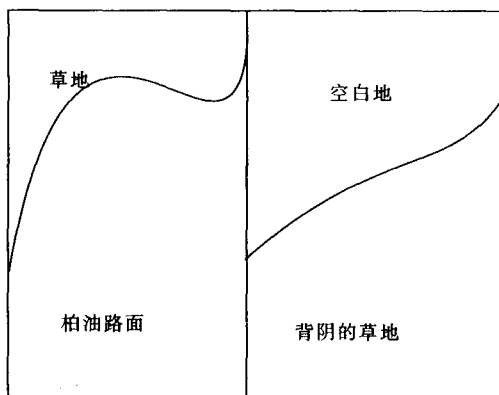
地板面)。学生把手握成杯状来确定其相对温度。(手不能接触物品,它们是遥感器)。闭上眼睛他们能否分辨出不同样本的区别?

3. 实践的这部分是在一个隔离的或用绳围起来的地点(约5到10平方米)进行的。学生要为这个地点画一个简图,并在另一张纸上记录现场观察到的地表物。他们还得画一个12"大小的矩形列在地表物种类的表中。教师要

求学生将他们观察到的不同地表物编列成表(或列表的形式绘制地图),记在该地的简图上,列出的地表物在6种以下(如岩石、沥青、砾石、修剪过草地、长得很高的草地、背阴的草地以及沙子),同时还要求学生记录项目的名称、日期、时间、位置、地图方向、天气情况以及组员的名字。

4. 第二天让学生带着他们的地表物列表回到观测地点。像在教室里练习过的那样,学生们用手来测量每种地表物的相对温度,把结果记在列表中每种地表物的旁边,使测量结果可以按从最热到最冷的顺序排列。

图 LAND - L - 29:记录表样本



6. 在本次活动的必备条件中,教师要做一些冰块,每个冰块用两茶匙的水。冰块用铝箔包起来放在冰箱里,用掷硬币的方法决定学生们要使冰块以最快的速度融化或是防止冰块融化。每个小组查看各自的地图,找到最能满足目的的地点。把全班带到户外,发给每个小组一个冰块(包在箔片里)。学生来到指定的位置,按教师的手势把冰块(除去箔片)放在地表物上。教师作出手势后开始计时。每当有学生喊“完成”时,教师就给出一个时间,学生在纸上记下这个时间以及他们选定的地点。

5. 回到教室后,学生们把图例中的彩色矩形划分成一格一格来表示他们在现场观察到并编列成表的地表物种类的数目(见记录表样本)。在教师的指导下展开班级讨论,讨论哪些颜色适于用来表示温度从高到低的各种地表覆盖类型。建议观察太阳光透射过棱镜时显出的光谱(如果可能的话),并以此作为决定颜色顺序的标准。老师记录这个顺序,学生根据这个顺序为矩阵里的颜色格着色(这些格子就是该伪彩图像的颜色图例)。利用这张表学生们根据所测量的地表物的不同温度为其着色,从而完成他们的伪彩地图。

图 例

地表物	颜色矩形
岩石	
砾石	
修剪过的草地	
背阴的草地	
沙子	
柏油路面	

7. 教师做一个与下面的表类似的表格,让学生们展示他们的实践成果。教师写下最少的时间,让所有用时介于比如 1:00 到 1:29 的学生把他们的结果填入表内。按这个过程进行下去,直到记录完所有的数据,全班可以讨论这些数据,并且根据这些数据绘制新的班级温度传感图,这幅图可以反映冰块活动的真实结果。

鸣谢:本实践活动是根据 1995 年罗·兰勃特为嘎亚交叉路设计的《做一个冰凉的决定》中的活动修改而设计的。

表 LAND - L - 30:热点——数据表

小组					
时间(分钟)	:00 - :29	:30 - :59	1:00 - 1:29	1:30 - 1:59	2:00 - 2:29

# 热点

## 中级水平



### 目的

向学生介绍有关遥感和伪彩图象的概念，并准确地演示传感器在卫星照片和计算机图景里如何显示热量传感信息。

### 概念

学生用温度计测量在初级实践中观测的那些地表物体的热量。他们利用一种颜色代码来描述热量变化，从而重新绘制一张热传感地图。

### 时间

20-30个课时（视学生而定）

### 水平

中级

### 主要概念

遥感卫星传感器使用照相机拍照，及照相机对各种温度都非常敏感。

传感器能测出辐射的强度并根据不同的数值拍摄照片。

当学生们在没有触摸某个物体的情况下观察它时，实际上他们是在使用眼睛、耳朵、鼻子、皮肤等从远处感知这个事物。

### 技能

观察一个指定区域；  
预先指出能使一个冰块最快融化的区域；  
比较不同区域的热辐射；  
绘制热图像。

### 材料和工具

尺子；  
白纸；  
绳子或带子；  
小型温度计；  
厚纸杯；  
金属长衣挂钩。

### 准备

将一个5到10平方米、有各种地表物的区域隔离开或用绳子围起来。地表物如柏油路面、草地和空地。

安装温度计。如果时间允许，让学生自己动手安装。

### 必备条件

必须参加于初级阶段实践活动；  
学生们应当知道如何去读温度计。

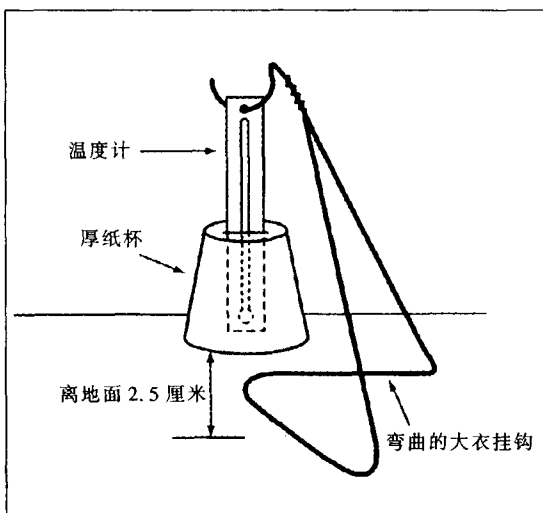
### 做什么？怎么做？

1. 按图 LAND-L-31: 温度仪器所示，安装红外线探测器。这个装置的用途是测量研究对象上方空气的热量，这些热量来自物体本身，而不是上方空气。把纸杯当做屏障围住热辐射，

观察温度计上的温度变化，为每个变化范围指定一种颜色。例如，0~5=紫色，6~10=淡蓝，11~15=蓝绿色等等，直到所有的温度（摄氏）都有颜色代表。记录结果，记录表格附在热点：高级部分之后。



图 LAND-L-31: 温度测量仪



2. 让学生用温度测量仪测量那些在初级实践中用手测量的物体所散发的热量。记录结果,记录表格附在热点:高级部分后。

3. 学生们两人一组,回到在初级实践中用绳子隔开的区域,测量每种地表物的热量并记录数据,按热点温度表中已完成的代码给每种地表物指定适当的颜色。

4. 绘制该区域的地图。给每种地表物的温度做标记,用适当的颜色为该区域着色。学生们必须在地图上记录日期、时间、地点和罗盘方向。把这张地图命名为温度传感图。

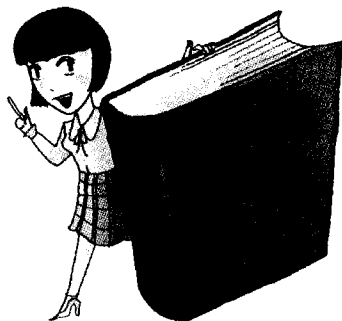
### 讨论问题

1. 比较初级实践和中级实践绘制的两幅地图?

2. 加上温度变化梯度后,表中颜色的数量发生了什么变化?增加了还是减少了?

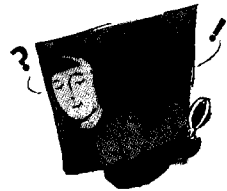
3. 有没有这样一种区域,在热传感图中颜色一致,而在温度传感图中颜色不一致?为什么会出现这种情况?如果这种情况在他们的图中没有出现,学生们要假设为什么会出现这种情况。

4. 学生们把手当做传感器时的测量结果与实际温度读数是否接近?初级实践中测量仪器的准确度是学生的手的准确度。是不是一些学生的手比其它学生的手更敏感?



# 热点

## 高级水平



### 目的

向学生介绍遥感和仿彩图象的概念。学生将自由选择一块区域并为其绘制仿彩地图。通过按两个不同的格栅比例绘制图像，他们会理解图像分辨率的差异。

### 概述

本设计热点的高级部分是为了向学生展示卫星传感器是怎样获取信息的。我们将制作一个表格，用它来测量表格所代表的区域里地表物的热反射。最终产品必须是一张以像素方式绘制的图像。

### 时间

1-4个课时

### 水平

高级

### 主要概念

本热点上运行的设备使用照相机拍照。该照相机对多种物体都非常敏感。传感器能发出波长主要是热辐射。传感器能辨认出辐射的数量并根据不同的数值拍摄照片。

当学生们在没有触摸某个物体的情况下观察它时，实际上他们是在使用眼睛、耳朵、鼻子和皮肤表面从远处感知这个物体。

### 技能

观察一个指定区域。

用温度计测量各种地表物的温度。

比较不同区域的热辐射。

在地图上绘制热图像。

### 材料和工具

有刻度的细棍。

带子。

磁笔。

中级实践中所使用的纸杯温度测量仪。

### 准备

最好事先做一个示范用的格栅。

准备热点中的热传感格栅表内的表格。

### 必备条件

开展了中级实践活动。

### 做什么？怎样去做？

1. 学生们三四个人一组做一个大的格栅。把4个标有刻度的棍子捆在一起作为外框。沿格栅的四周每隔20厘米捆一条带子，见下图。

2. 学生小组来到户外，找到一块面积1平方米，有许多种地表物的空地。例如在柏油路面的边缘地有草地和沙地，或岩石、冰面等等。学

生把这块空地画下来贴上标签。

3. 学生把格栅置于观测地之上。像在中级实践中做的那样用纸杯温度测量仪测量格栅中每个小格的温度，在活动结束后把记录测量结果，结果记录在中热点—热传感格栅表内（该表在本节后）。

4. 回到教室后，学生按中级实践做的颜色图例为格栅着色。这样就做成了热传感地图，这

种热传感地图就像他们使用的卫星图像一样。

## 第二部分

1. 做一个更精致的格栅，周围每隔 10 厘米绑一条带子，按以上步骤再做一遍。

2. 格栅尺寸的变化对地图产生了什么样的影响？科学家们把这种格栅尺寸的变化称为分辨率的变化。分辨率越细微，就能显示更多具体的信息。不同要求的研究需要不同的分辨率。

2a. 学生在小组内部比较这两种图像（20 厘米和 10 厘米）

- 哪个图像中可辨认的图片最多？
- 哪种图像更适于用来显示较大区域里的地表物？
- 哪种图像更适于用来显示较小区域里的地表物？

2b. 学生把本组做的图像与另一个小组交换

- 他们能分辨出那个小组观测地点在户外的位置吗？

- 那儿可能会有哪些地表物？
- 哪个图像提供的线索最多？

2c. 学生们在全班范围内比较各自的图像，讨论热传感对世界的意义。如果这个研究继续下去，他们还可以研究哪些领域可以利用热

传感技术。

## 下一步做什么？

### 预测雪融化的方式

学生利用温度传感地图来预测冬季结束时雪融化的方式

1. 向学生说明，他们已经提供了某地区地表物相对温度的信息，这有助于预测该地雪融化的方式。让学生估计春天什么地方雪融化得最快，并记录他们的观点和理由留给以后的讨论使用。

2. 把各队分成小组。给每个小队指定一个地表物，该地表物位于温度传感地图实践所研究的那个区域。春天临近时，学生每天到该地表物所在位置，记录观测结果。

3. 地表的雪融化之后，学生要报告地表物的观测情况，记录地表物随着雪融化而出现的先后次序。

4. 记录完所有的数据之后，把它们与在初始阶段冰块实践中收集的资料相比较，并由学生解释任何出现的异常情况。

可以把观测结果绘制在蜡纸或醋酸纤维上，然后将其铺在原先的热传感地图上，这样可以简化比较的过程。

热 点!

姓名:

日期:

温度资料

表 1

	范 围	颜 色		范 围	颜 色
1.			11.		
2.			12.		
3.			13.		
4.			14.		
5.			15.		
6.			16.		
7.			17.		
8.			18.		
9.			19.		
10.			20.		

表 2

	物 体	温 度	颜 色
1			
2			
3			
4			
5			
6			

表 3

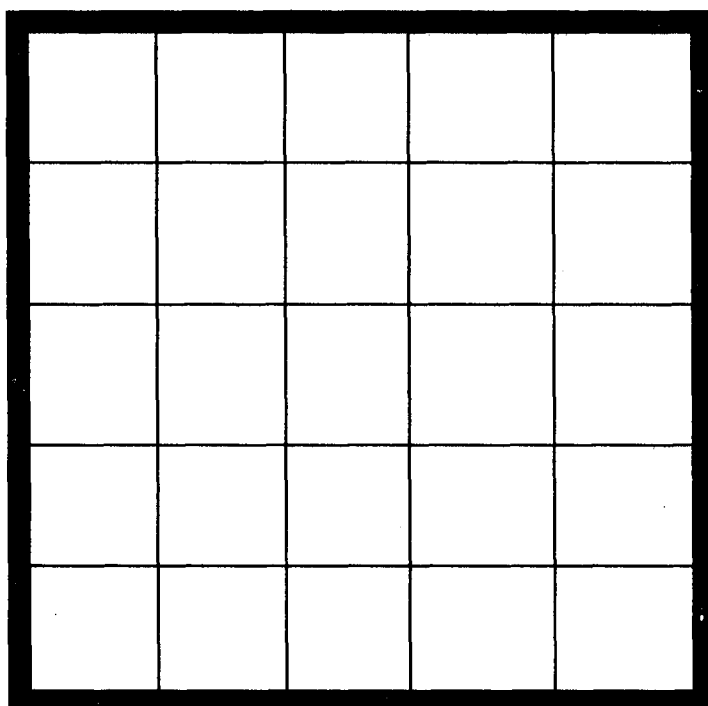
	土 地 覆 盖	温 度	颜 色
1			
2			
3			
4			
5			
6			

热 点

小组组名：

日 期：

### 热 传 感 格 栅



### 下一步做什么

#### 预测种子发芽的方式

学生们利用他们的温度传感地图来预测春天种子发芽的方式。

1. 向学生说明他们提供的有关地表相对温度的信息有助于预测春天种子会在哪里先发芽。复习一下他们在温度传感地图实践中用过的资料。让他们预测他们认为春天种子会在哪里先发芽，记录他们的观点和理由留给以后的讨论使用。

2. 把小队分为小组。给每个小组指定某个地表物，该地表物位于温度传感地图实践所研

究的区域之中。春天临近的时候，小组成员每天来到观测地点，记录观测结果。

3. 当地表的雪融化时，学生们要报告所见到的植被情况。记录下第一次发芽的位置。学生可以使用田野指南来帮助他们识别所报告的植被种类。

4. 记录完所有的数据之后，把它们与在初始阶段冰块实践中收集的资料相比较，并由学生解释任何出现的异常情况。

可以把观测结果绘制在蜡纸或醋酸纤维上，然后将其铺在原先的热传感地图上，这样可以简化比较的过程。

# 发现地区

中级水平



## 目的

利用土地覆盖图,解决实际问题。

## 概念

学员在讨论中,要确定其位置,同时,对周围环境和土地覆盖的影响。他们将使用从地图上找到的信息,来解释为什么某些土地覆盖类型在特定地区存在。他们将提出小组报告,并在全班作出汇报。

## 时间

一到两小时。

## 水平

中级。

## 主要概念

人类对土地覆盖类型的排布和改变。

当土地覆盖类型改变时,动物和植物等。

## 受到影响

人类必须意识到土地开发所带来的影响。

## 技能

通过改变他们在地图上的土地覆盖类型的不同方面的分析能力。  
对这些变化将如何影响依赖那种覆盖生物和植物的分析能力。  
对各种开发办法的分析能力。  
对组织小组汇报的能力。

## 材料和工具

以道路为边界的未受控制星状图,土地覆盖图。

## 前提条件

学员应完成过思考力和结构工作。  
要求具备有关优势,次优势,稀有,和隔绝的不同种类土地覆盖类型的知识。  
学员应具备阅读地图的技能。

## 做什么和怎样做

1. 将班级分成三到四个组,和你的学员讨论未受控制星状图上标注的土地覆盖种类。让学员把它们例进如下的一个表里:

a. 优势的	b. 次优势的	c. 稀少或灭绝的
1.	1.	1.
2.	2.	2.
3.	3.	3.
4.	4.	4.

2. 在班级内,详细讨论每一片土地覆盖区域。密切注意那里的有生命以及无生命的成分。让各组为新医院确定三个最理想的位置,其中包括停车场和道路。

3. 用这个表格,学员对土地覆盖区域作比较。问题是:拟议中的开发规划如何影响所列的动植物呢?。

4. 学员们同他们的小组讨论各种选择方案,随后把他们的意见归纳成一个。

5. 学员们设计一个提示板。其中,

· 他们把原先的分类图像放大,一便让人很容易看出土地覆盖的面积。

· 在图中放上医院,道路和停车场,它们将是未来分类图像上的开发规划的一部分,尺寸按图中已有的建筑物的规模定。

6. 学员为班级准备一份演示稿。演示采取

市政会议的形式。学员扮演当地市民的角色,投票选出最佳医院地点。每个演示都应力图说服学友,他们选择了最佳地点。

7. 全部演示稿评审完后,学员们将指出最喜欢哪个地点,理由是什么。

8. 投票表决之后,和班级的决定是否意见一致?为何是,为何不是?答案是否不只一个?

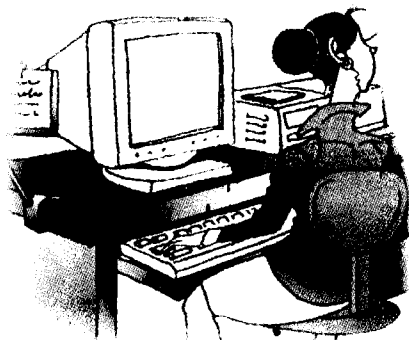


图 LAND - L - 32: 生物研究点工作表

日期:

姓名:

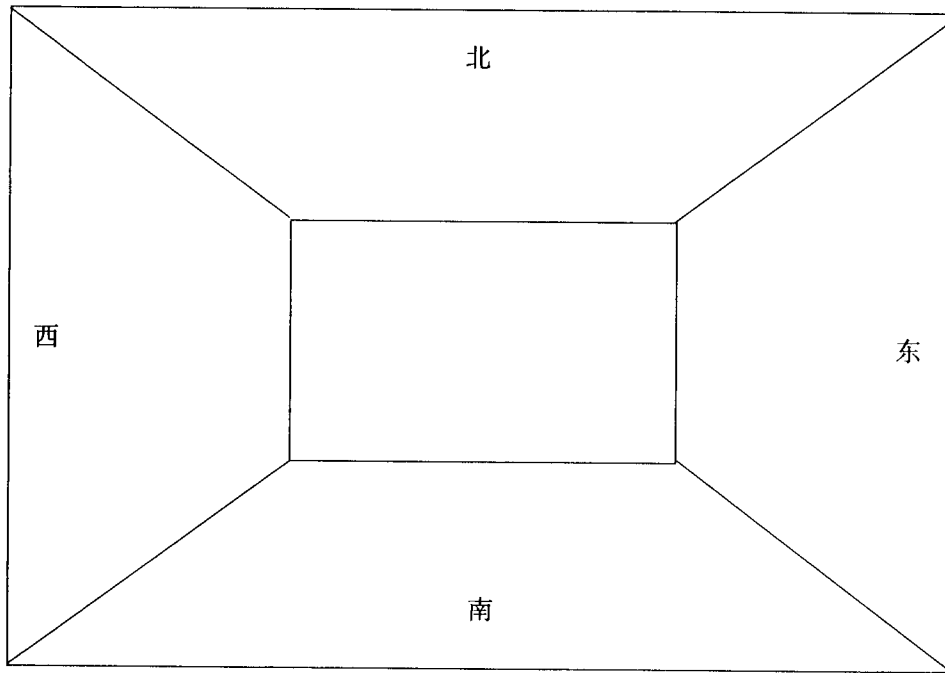


图 LAND - L - 33: 现场观察 - 生物研究现场工作表

现场观察  
生物研究现场工作表

日期:

姓名

研究地点类型(画圈): 湿地 田野 30米 × 30米生物研究点

温度(C): 0.5米标高处:

地面处:

2.5米深处:

生长季节的累计降雨量(毫米):

太阳光线:

风(蒲福等级):

动植物生命:



# 现场考察

## 初级水平



### 目的

这些预备方案活动的总目的，是引导学员们懂得系统的概念。另外，还要懂得像边界、输入、输出、反馈回路等辅助概念。系统的概念将有助于学员理解为什么他们要在30米×30米的生物研究点进行生态测量。

### 概述

学员们将调查研究他们的30米×30米生物研究点的周围环境。他们将采用简单的观察方法，对他们的观测结果进行定性描述和定量化。其宗旨是让幼儿对他们的系统产生兴趣。

### 目的

起步阶段的活动帮助学员明白，一个系统的边界的概念往往解决生态学家的回答的问题。

### 时间

两到四个课时

### 水平

初级

### 主要概念

30米×30米的生物研究点可以被看作

一个系统。

系统中会有确定的要素，比如树木、水、土壤、岩石和动物。

系统输入，像太阳能、水、二氧化碳、氧气、灰尘。

系统输出，像水、二氧化碳、氧气和热量。

### 技能

观察系统的能力；

描画系统的能力；

把图表作为一个数据源，加以解释的能力。

### 材料和工具

圆规；

彩色铅笔或画笔；

圆规；

30米×30米生物研究点草图；

相机。

### 准备工作

30米×30米的生物研究点应布置就绪。

### 前提条件

学员应懂得为什么要在这个研究点上实施生物统计规则。

学员应懂得怎样使用圆规。

## 背景

科学家们出于种种原因，对自然系统进行调查研究。系统是那些彼此互有影响，而看上去又构成一个统一的整体事物的集合。这些事物可以是任何东西，像物体，有机体，机器，思想，数字，或组织，等等。科学家想要回答的问题

往往决定了系统的边界。比如，生态学家也许想研究像湿地那样的整个生态系统，以便确定它在世界上现存的面积大小。或者研究的是某一特定的湿地植物的种群，以便实验不同的恢复方法。或者，某科学家想研究一种湿地植物的某种细胞，以确定该植物对某类污染的敏感程

度。这些研究也许会考虑完全不同的因素,具体要看研究的规模。

在生物统计规则里,我们要持续观察某一确定的系统(30米×30米生物研究点),看看在一段时间内发生的变化。这些变化包括树木的生长速度,发芽和叶落的次数。通过若干年不断收集这些数据,我们可以看到从时间上讲,数据是否是恒定的,或者是否有变化。为了解这些数据的含义,学员们有必要熟悉形形色色影响系统的因素,从而理解系统的变化。如果他们知道了什么进到了系统里,什么又离开了它,以及物质进入系统的基本过程,他们就能够把握那些有助于他们做出概括和预测的各种图像。比如,水以雨的形式进入树木成林的系统。有些水被储存在树木中,并被用于它们的生长。有些却被释放回到大气里,有些留在地表,另一些则渗透到地下而形成地下水位。

数据的起伏不定可能表明或者在输入和输出里发生了变化,或者在处理物质和能源的循环里发生了变化。比如,在连续干旱的年份里,由于缺水,滥砍乱伐,开采过度,或病虫害等原因,树木的生长受到阻滞。气温持续的上升会则导致树木生长的季节拉长,结果木材生产反而增加。这明显的表现在,在那些年份,树叶在树上的逗留时间延长,或者,正如从树的年轮或树高方面看到的那样,树的粗细以较大的速度在增长。你班级收集的数据将帮助你的学员和GLOBE科学工作者了解他们周围的系统。

### 做什么和怎样做

1. 让学员们坐下,每人前面放一张纸,一支铅笔。学员们要闭上眼睛,想像世界上对他们来说最美好的地方(例如,沙滩,森林,篝火,糖果商店)。留给他们几分钟,以便构思这样一幅图画。让他们把各自想好了的地方画到纸上。有多少学员想像,属于他们自己的地方是一片大自然?

2. 参观一下你们的30米×30米生物研究点的中心地。为什么班级选这么大小和这种形状的研究点?就你这块30米×30米的生物研究点,回答下列问题:

- 这个系统的自然边界是什么?
- 你看到,闻到,听到,或感觉到了什么?
- 那里潮湿/干燥么?,温暖/凉爽么?
- 有大量的阳光投射到地面上么?
- 有多少不同种类的植物和动物生长或生活在那里?
- 有多少物体是非生命的?它们是天然的,还是人造的?
- 夜晚,你们的系统看上去会是个什么样子?
- 你们的系统随着季节的不同会怎样变化呢?

3. 在你的研究点中心地逗留期间,要学员们站着画出北,南,西,东四方边界图。

这些图是侧视图。应鼓励学员们勤于观察,图要画得详细一些。让他们把这些草图保存在GLOBE科学笔记本里。

**注意:**可以让学员用30米×30米生物研究点工作草稿纸画现场图。图中央的方框留着作为第四步画微观草图用。

4. 为了获得对生物研究点的更进一步的认识,让学员们用绳子在地上摆一个 $1/3$ 米× $1/3$ 米的正方形。让他们把所观察到的东西画在正方形里。再让他们回答上面第2条中的问题a到h,哪些问题他们在30米×30米的生物研究点里不能研究,在这个正方形(或系统)里却可以研究?若改变边界使他们所看到的现象又发生了什么变化?

5. 让学员们用铲土的工具如取土钻头,小铲子,或铁锹,从他们自己那块儿土地带回点儿土壤样品。一定要试着在泥土下至少15厘米处取土,并把土装入一个带塑料夹层的口袋里。在教室里,让学员们通过肉眼和30倍的显微镜观

察土壤样品。现在，你看到了什么？这里有没有有生命的物体，或部分有生命的物体？

6. 从中心点开始，对着每个方向拍一张照片。照片冲洗出来后，让学员们把他们的草图和照片进行对照比较。他们草图画得是不是很详细，详细得足以判断出哪张照片和指南针的方向相符合？是不是存在系统的某些部分被遗漏了？

注意：你可以利用 30 米 × 30 米生物研究点工作草纸。纸中间的方框可供学员们画圈用。

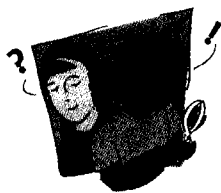
## 讨论问题

1. 当他们改变了他们系统的边界时，被问到了什么样的问题？
2. 你邻居方框里发生的事情是怎样影响你方框里发生的事情的？
3. 你方框的上面是什么？下面是什么？
4. 下面的和上面的东西无论如何影响到你方框了？
5. 通常是什么东西进入和离开你的系统？阳光？水？种子？坚果？动物？



# 现场考察

## 中级水平



### 目的

学员学习了系统的概念，还有辅助概念如反馈、输入、输出，以及反馈回路等。

系统的概念帮助学员理解，为什么在自然界中，如生物研究点进行生态研究。每个生物研究点是一个生态系统都有输入和输出的这一思想。系统的输入和输出是研究点的原因和结果。它们是：研究点的物理边界，如土壤、空气、水、能量、以及研究点的生物和化学组成。

系统的概念帮助学员理解，是建立在前面初级水平中所学出的概念上的。学员们将到几个不同的研究点，包括他们的 30 米 × 30 米生物研究点。在每一个点，他们将探索出各种各样的输入和输出。他们将使用重复的教授其数据和分析的方法。学员们将用来自各个点的表，来比较和对比他们的输入和输出。

### 时间

大约 1 小时。

### 地点

户外，生物研究点。

### 材料

系统的概念不同有差别，具体要看你们当地的生物研究点。生物研究点，可以是：森林、草地、农田、系统有输入，比如：能量、水、二氧化碳、氧气、以及土。系统有输出，比如：水、二氧化碳、氧气，以及热量。

### 技能

对系统的组成，系统的输入和输出的观察能力。  
对系统的输入和输出的测量能力。

从系统收集数据的能力。  
对所收集的，关系到各种被研究系统的数据的解释能力。

### 材料和工具

- 绳子；
- 30 米 × 30 米生物研究点；
- 温度计；
- 雨量计；
- 塑料夹层口袋；
- GLOBE 科学笔记本；
- 生物现场工作表；
- 蒲福风级工作表；
- 硬纸杯；
- 纸张。

### 准备工作

把绳子放在 30 米 × 30 米生物研究点的四边，作为边界的标记。在你的 GLOBE 研究点里面的三个不同地点，收集下面列出的数据。研究点是一个开放的地方，像田野，或者操场等，靠近开阔的水域，靠近你的生物研究点。作出计划：同一天，或不同日子里的大约相同的时间，去这三个地点。

若要选定的地点要取得必要的许可，并检查安全问题。可安排家长或其他自愿人员陪同学员们前往。你可以用现场观察生物研究点工作表，让学员们记录有关数据。将班级划分成一定规模的小组，布置他们收集上述材料和工具，带着自己的任务，前往下列三个地点。

### 必要条件

应该掌握进行生态因素测量的基本原理。在他们的 30 米 × 30 米生物研究点建议开展初级水平的活动。如不采纳此建议，学员们也应该理解系统边界的概念。

## 做什么和怎样做

1. 温度: 让各个小组测量各自地点的温度, 测量位置是: 地平面, 土壤下 2.5 厘米深, 和地上 0.5 米。测地下土壤的温度时, 应仔细地将温度计的头部插入土里。要测地平面或地平面以上的温度时, 应将温度计从一只口朝下, 底朝上的硬纸杯的底上的小孔穿进去。纸杯在温度计的四周起屏蔽的作用, 使得直射的阳光和其他外部热源不会导致测量读数不准。温度计在一个地方应待到 1~2 分钟内温度不变为止。

2. 降雨量: 上个生长季节, 雨量有多大? 如果你不用 GLOBE 的雨量计, 可以请教气象工作者。高级中学可以用 GLOBE 土壤湿度计。最近下过雨么? 有甚么证据? 湖泊, 溪流, 积水地, 水洼? 让学员把塑料夹层口袋套到某些生长着的绿树叶上。让口袋套着过夜。口袋里有多少水汽? 水汽从何而来? 去往何处?

3. 阳光: 当太阳正在照射着的时候, 从你的研究点四周, 看一看阳光照在树上和地上的迹象。有多少光线落到树顶? 有多少照到地面? 如果阳光被植物吸收了, 阳光会怎么了? 被反射了么? (这意味着, 树叶会是闪亮的, 会像铝箔一样有反射能力。)

注意: 学员们会认为植物从土壤中得到营养, 而不会想到太阳被用来通过光合作用制造营养。他们会认为太阳帮助植物生长, 但说不好怎样帮助, 或为什么帮助。向学员提问题: 植物在其生命的周期里怎么样利用太阳光?

4. 风: 在这些地点刮多大的风? 树叶在微风中摇动么? 风大得足以把小树枝刮弯么? 大树枝呢? 让学员们用一张纸作一个临时的风袋。对照看一看蒲福风级工作表。一个学员可以伸开手拿一张纸, 其他人观察一下纸是否垂直朝下挂着, 还是被风吹成一个角度。让学员们用圆规量一量风看上去是从哪个方向吹来的。

5. 动物: 让各小组注意每个地点的各种动物(昆虫, 鸟类, 爬行动物, 鱼, 青蛙, 或蝌蚪)。学员应记下证明动物存在的标记, 如叫声, 足迹, 洞穴, 或嚼过的叶子。估计一下, 每类动物的种群数量。哪一种是最占优势的?

6. 植物: 让他们观察每个地点的植物种类(大树, 小树, 灌木, 小型植物, 草)。建议他们记下每个地点最常见的植物。估计每种植物的种群数量。哪一种是最占优势的?

7. 各个小组在化了足够的时间调查了每个地点之后, 让他们报告他们的发现, 并让他们互相交换所学心得。在听完了彼此的报告以后, 整个班级可以画一张大的综合图。用这张综合图, 作为讨论地点之间的差异, 以及讨论观察到的要素之间相互影响的基础。

## 讨论问题

1. 在动植物物种的数量或多样性方面, 各个地点怎样彼此有差异? 差异是甚么?

2. 哪个地点空气温度最高? 哪个最低? 哪个刮风最多? 哪个最少?

3. 光线同空气的温度看上去有什么关系? 同土壤湿度呢?

4. 已研究的六个变量之中, 那一个对于决定每个地点的环境特征似乎是最重要的?

5. 各个系统的输入因素是什么? 哪些因素是输出? 六个要素中, 哪个处在系统中? 学员可以给他们的地点画一张图, 或一个流程表。

6. 让学员们画系统图, 或者以太阳在系统里的循环过程为线索, 编写一篇关于他们的系统的故事。

## 进一步调查

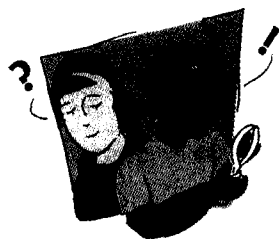
1. 在不同的季节, 再参观一下中级活动里选定的地点, 并反复地调查研究。各个不同因素发生了甚么变化? 什么因素影响了这个变化。甚么因素影响了一年当中叶长叶落的过程?

2. 让学员们设计小植物栽培盆。试着使它更像你的系统的地点。在其中添上风, 调节好温度, 水, 检查一下阳光, 加上植物, 模拟好动物的效果。根据从调查研究所得到的数据, 试试为你的系统做一个模型。试试表现出四季的变化。你做得到吗? 做这些模型存在什么限制? 你能否制作出大自然里有生命和无生命的物体之间存在着的那种循环吗?

表 LAND-L-16: 蒲福风级工作表

风 公里/小时	速 米/小时	蒲福级数	说明	在地上观察到的效果
<1	<1	0	无风	无风, 树叶不动
1-5	1-3	1	软风	树叶轻微摇动, 炊烟漂浮, 风欲动又止
6-11	4-7	2	轻风	树叶沙沙, 感觉有风, 风欲动又止
12-19	8-12	3	微风	树叶和嫩枝摇动, 小旗飘展细树枝 摇动, 吹起尘土, 纸片和干树枝
20-29	13-18	4	和风	小树枝摇动, 可吹动灰尘, 纸屑和干树叶
30-38	19-24	5	五级风	小树和树枝摇动, 内陆水面 起涟漪,
39-49	25-31	6	强风	大树枝摇动, 马路电线呼 呼响, 雨伞难以撑起
50-61	32-38	7	疾风	整棵树摇动, 难以在风中 行走
62-74	39-46	8	大风	小树枝折断, 难以行走, 行驶的车辆摇摆打转
75-87	47-54	9	烈风	屋瓦吹掉, 构筑物损坏, 断树枝满地
88-101	55-63	10	狂风	树木连根拔起, 折断, 构 筑物损坏
102-116	64-73	11	暴风	建筑物和树木普遍损坏, 罕见
> 117	> 74	12	飓风	严重灾难性损坏

# 生物研究点的季节变化



## 目的

通过收集有关春季发芽、秋季叶黄的有关数据,调查研究季节变化。

## 概述

春秋两季,学员们对绿色的树冠和/或草地进行季节变化的测量。春天,他们测量植物的发芽;秋天,测量叶子的变黄。他们每个星期做这些测量,秋天做六周,春天也做六周。然后,学员们根据收集来的数据,对这些变化的速度做调查研究。

## 时间

用两个课时介绍活动,并探索数据。

少量学员也需要去收集数据。可以一周一个课时,秋天做六周,春天也做六周。

## 水平

中级或高级。

## 主要概念

春天,植物有一个发芽期,这时,出现叶子发芽,生长。

秋天,植物有一个衰老期,这时,原先生长旺盛的植物现在开始死亡。

## 技能

测量树冠的大小。

对春、秋季随时间变化的数据分析能力。

## 材料和工具

管状比重计。

参看土地覆盖/生物规则(优势和次优势物种的鉴别)。

## 前提条件

学员们应该知道如何使用管状比重计。参看土地覆盖/生物规则(优势和次优势物种的鉴别)。

## 背景

这次学习活动主要集中在了解地球不同地方植物生长季节的变化长度。为了确定你那个地区的植物生长季节长度,研究人员,你和你的学员们可以监测一片绿色林冠和(或)草地,从春华到秋实(也就是植物的衰老)的发展过程。为此,可以利用卫星数据和图像,以便跟踪北半球从南到北春天里的“绿浪”变化,和跟踪南半球从北到南秋天的“黄浪”变化。利用卫星数据的缺点之一是它的空间分辨率可能不好。这意味着,地面上的许多特征,像单个的树木或树桩,不可能被直接地观察到。这样,和卫星图像技术打交道的研究人员需要更详细的信息,比如,被开垦过的土地覆盖类型的变化过程。因为

它对于用卫星监测到的数据有很大的影响。一年之中,两个最关键的时期是“春天”的叶出,和“秋天”的叶落,因为它们决定了地球上某特定地点的生长季节长度。你在此次活动中的学习所得,对你增加对那个地区这些关键时期的理解是十分重要的。视地区的不同,这里介绍的观察结果可能不适用于你那里的气候或植被类型。

## 做什么和怎样做

如果你的 GLOBE 生物研究点里生长着落叶树:

发芽:

1. 利用 30 米 × 30 米生物研究点,选择早春的一天,正当叶子开始萌发时,用管状密度计对林冠郁闭的百分数进行评估。参看土地覆盖/

物方案(优势和次优势物种的鉴别)。

2. 从这周开始,连续五周(总共六周),每周用同样的方法,进行一次同样的林冠郁闭评估。

3. 将数据记录下来并保存好,供研究发芽的逐年变化用。

#### 枯黄:

1. 用同样的30米×30米生物研究点,选择秋天植物叶子颜色刚刚有变化迹象的一天。开始做林冠郁闭百分数的评估(参看土地覆盖/生物规则《优势和次优势物种的鉴别》。),方法中做如下的变动:

2. 用管状密度计,测量林冠郁闭。但是,记录时做如下变动:如果看到绿色的叶子,就记录“g”,看到黄色或其他颜色,就记录“b”,看到无叶子,就记录(-),而不光是记“+”号数和“-”号数。这和测量黄色和绿色地面覆盖时用的方法一样。

3. 以与计算地表覆盖同样的方式,计算绿色林冠和黄色林冠的百分比。

4. 从本周开始,连续五周,每周重复一次这项观察。

5. 将数据记录下来并保存好,供研究发芽的逐年变化。

**草原地区:** 正像发芽、叶黄的早晚在森林里是重要的标志那样,草原里植被随时间的变化也是一项重要的指标。在草原,草实际生长的起止时间,草开花结果的出现,以及草的枯萎变黄,都是能反映生长季节的、重要而又可观察到的变化,因而,也是可以被你和你的学员们测量的。

**如果你的 GLOBE 生物研究点里生长着草地:**

#### 发芽:

1. 利用30米×30米生物研究点(此时,用其中草是优势或次优势植物的那个),选择早

春的某天,这时草刚好开始变绿。

2. 按地面覆盖方案里描述的同样的方式,测量绿色和黄色地面覆盖的百分数。

3. 从本周开始,连续五周,每周重复一次这项地面覆盖的观察。

#### 枯黄:

1. 当野草开始变黄时,重复上述地面覆盖测量。叶子变黄的时间和你那个地区的秋季也许相吻合,也许不吻合。不吻合的原因,比如说,雨水不足使得草过早地变黄了。你需要观察你的草原地区,以便决定何时开始这个测量。

### 进一步观察

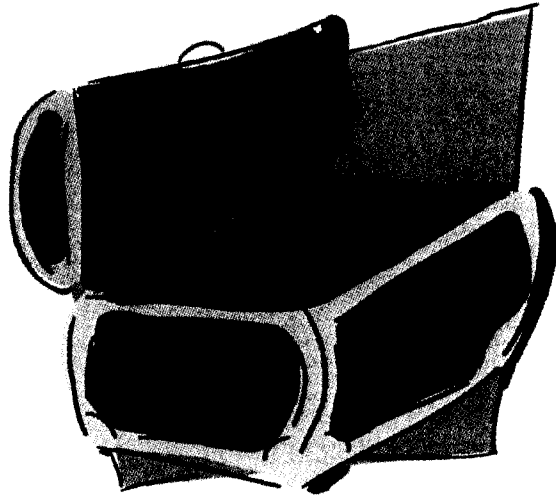
草原上发生的重大事件是花蕾和果实的形成。由于你和你的学员们也许难以分辨野草的花和它的果之间的差异,所以,只要注意到以下的野草变化就够了:先从长出叶子(草片)开始,到长出主茎,它不断长高,最后顶端长出花蕾和果实。一周内,观察这一事件,把结果记在你的数据本里。

这次实验观测到的,此类事件发生的时间和持续的长度的年复一年的变化,会给你和你的学员们提供一种方法,使得把在你们在其他 GLOBE 测量(温度,降雨量,等等)中的相应变化,和这些变化对当地环境的影响联系起来。

后面要介绍 GLOBE 教师指南《GLOBE Teacher's Guide》。为帮助你和你的学员们更好的评价这些季节性变化,可参看其中的建议。

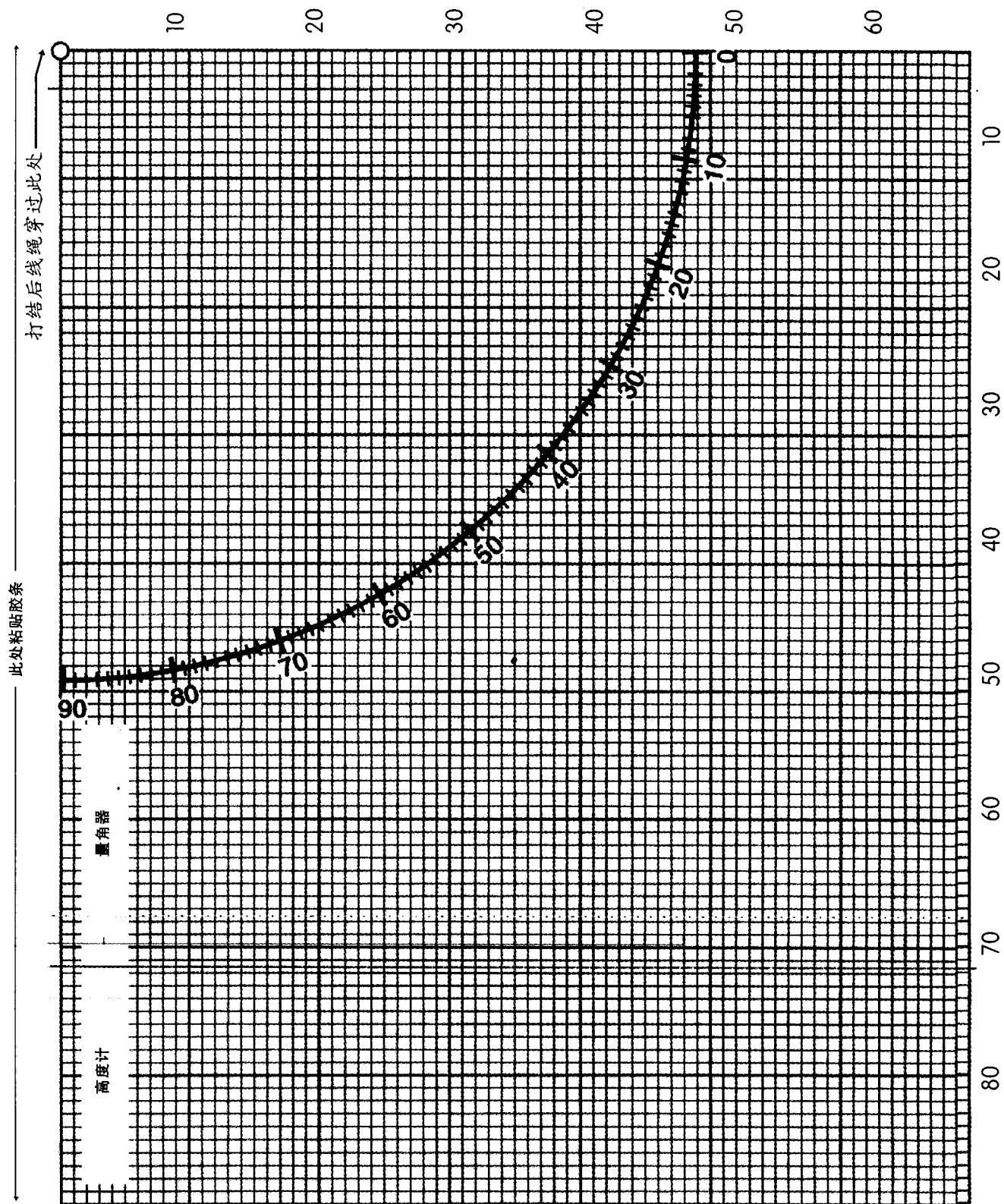


# 附录



- \* 高度计
- \* 正切表
- \* 优势/次优势土地覆盖数据工作表
- \* 土地数据工作表
- \* MUC 分类工作表
- \* 联合国教科文组织分类方案术语汇编(MUC)
- \* 词汇表

图 LAND - A - 1: 高度计



角度	正切	角度	正切	角度	正切	角度	正切	角度	正切
1°	.02	17	.31	33	.65	49	1.15	65	2.14
2	.03	18	.32	34	.67	50	1.19	66	2.25
3	.05	19	.34	35	.70	51	1.23	67	2.36
4	.07	20	.36	36	.73	52	1.28	68	2.48
5	.09	21	.38	37	.75	53	1.33	69	2.61
6	.11	22	.40	38	.78	54	1.38	70	2.75
7	.12	23	.42	39	.81	55	1.43	71	2.90
8	.14	24	.45	40	.84	56	1.48	72	3.08
9	.16	25	.47	41	.87	57	1.54	73	3.27
10	.18	26	.49	42	.90	58	1.60	74	3.49
11	.19	27	.51	43	.93	59	1.66	75	3.73
12	.21	28	.53	44	.97	60	1.73	76	4.01
13	.23	29	.55	45	1.00	61	1.80	77	4.33
14	.25	30	.58	46	1.04	62	1.88	78	4.70
15	.27	31	.60	47	1.07	63	1.96	79	5.14
16	.29	32	.62	48	1.11	64	2.05	80	5.67

例如：假设底线是你到树的距离，长度为60米，假设你测量到的结果是树顶角度为24°。从表中查出，24°的正切值为0.45，则树高为60米×0.45=27米，加上观测者眼睛到地面的距离(1.5米)，则总树高为28.5米。

表 LAND - A - 1 正切表

# 土地覆盖/生物学调查

## 优势/次优势植被数据工作表

用此列确定： 总体树冠覆盖率		用此列确定： 优势/次优势树冠覆盖 物种或地表植被类型		用此列推导出森林 或林地的 MUC 体系
树冠覆盖率观测 + = 树冠 - = 天空	地表观测 G = 绿色覆盖 B = 棕色覆盖 - = 没有覆盖	树冠物种/常用名	地表植被类型 禾本植物或非 禾本植物	树冠类型 E = 常绿乔木 D = 落叶乔木 S = 天空
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				

(见计算表)

树冠覆盖率 %	地表覆盖率 %	优势树冠覆盖物种或地表植被类型:
		次优势树冠覆盖物种或地表植被类型:

优势/次优势植被工作表(续)

优势树冠覆盖情况:

总 + 数 =

总 - 数 =

总观测量 =

树冠覆盖率%  
(+ 数/总观测量) =

报告此值!

地表覆盖情况:

总 G 数 =

总 B 数 =

总 - 数 =

总观测量 =

地表覆盖率%  
(G + B/总观测量) =

报告此值!

如果地表为森林或林地类型:

常绿树和落叶树的百分比:

总 E 数 =

总 D 数 =

总树冠量(E + D) =

常绿树所占百分比%  
(E 数/总树冠量) =

落叶树所占百分比%  
(D 数/总树冠量) =

用 MUC 步骤判断  
是森林还是林地类型

如果地表为草本植物:

草本或非草本植物的百分比%

总草量 =

总非禾本草本植物量 =

总观测量 =

草所占百分比%  
(草/总观测量) =

非禾本草本植物所占百分比%  
(非草类/总观测量) =

用 MUC 步骤判断  
是否为草本植物类型

# 土地覆盖/生物学调查

## 土地数据工作表

★ 观测点类型:

- 生物观测点  
 土地覆盖观测点

★ 只供土地覆盖观测点:

- 训练地点  
 有效地点

- 定性观测点  
 定量观测点

观测点名称: \_\_\_\_\_ ★ 国家/省(州)/城市: \_\_\_\_\_

★ GPS 定位: 纬度: \_\_\_\_\_ 经度: \_\_\_\_\_

★ 日期: \_\_\_\_\_ ★ 时间: \_\_\_\_\_ 记录人: \_\_\_\_\_

MUC 土地覆盖一级分类: 名称: \_\_\_\_\_ 代码: \_\_\_\_\_

如果是 2、3 或 5~9 类, 则停止。如果是定性观测点, 则停止。

优势和次优势土地覆盖(属/种)——见优势/次优势植被工作表

如果是森林和林地: ★ 优势土地覆盖: \_\_\_\_\_ ★ 次优势土地覆盖: \_\_\_\_\_

如果是禾本草植物:

★ 优势土地覆盖:  草类  非禾本草植物

★ 次优势土地覆盖:  草类  非禾本草植物  树木: 属: \_\_\_\_\_ 种: \_\_\_\_\_

## 生物统计情况

数据来自优势/次优势植被工作表

树冠覆盖情况:

总“+”数 \_\_\_\_\_ 总“-”数 \_\_\_\_\_ 总观测量 \_\_\_\_\_ 树冠覆盖百分比(%) \_\_\_\_\_

地表覆盖情况:

总“G”数 \_\_\_\_\_ 总“B”数 \_\_\_\_\_ 总“-”数 \_\_\_\_\_ 总观测量 \_\_\_\_\_ 地表覆盖率(%) \_\_\_\_\_

常绿树与落叶树百分比:

总“E”数 \_\_\_\_\_ 总“D”数 \_\_\_\_\_ 总树冠量(E+D) \_\_\_\_\_ 常绿树占(%) \_\_\_\_\_ 落叶树占(%) \_\_\_\_\_

草本植物与非草本植物百分比:

总草量 \_\_\_\_\_ 总草本植物量 \_\_\_\_\_ 总观测量 \_\_\_\_\_ 草本植物占(%) \_\_\_\_\_ 非草本植物占(%) \_\_\_\_\_

(续表)

优势树种: \_\_\_\_\_

次优势树种: \_\_\_\_\_

树高: \_\_ m \_\_ m \_\_ m \_\_ m \_\_ m

树高: \_\_ m \_\_ m \_\_ m \_\_ m \_\_ m

树的 DBH\*: \_\_ cm \_\_ cm \_\_ cm \_\_ cm \_\_ cm

树的 DBH: \_\_ cm \_\_ cm \_\_ cm \_\_ cm \_\_ cm

绿草生物量: \_\_ g/m<sup>2</sup> \_\_ g/m<sup>2</sup> \_\_ g/m<sup>2</sup>

绿草生物量: \_\_ g/m<sup>2</sup> \_\_ g/m<sup>2</sup> \_\_ g/m<sup>2</sup>

枯草生物量: \_\_ g/m<sup>2</sup> \_\_ g/m<sup>2</sup> \_\_ g/m<sup>2</sup>

枯草生物量: \_\_ g/m<sup>2</sup> \_\_ g/m<sup>2</sup> \_\_ g/m<sup>2</sup>

生物统计总结

★树冠覆盖率: \_\_ %

★地表覆盖率:

绿草: \_\_ %

枯草: \_\_ %

总计: \_\_ %

★平均树高: \_\_ %

★树木平均 DBH: \_\_ cm

★绿草生物量: \_\_ g/m<sup>2</sup>

★枯草生物量: \_\_ g/m<sup>2</sup>

★总生物量: \_\_ g/m<sup>2</sup>

MUC 土地覆盖分类:

★第二级 名称: \_\_\_\_\_  
                  代码: \_\_\_\_\_

★第三级 名称: \_\_\_\_\_  
                  代码: \_\_\_\_\_

★第四级 名称: \_\_\_\_\_  
                  代码: \_\_\_\_\_

附注: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

照片: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

物候学(自愿填写)

★季节(选一项):       开花期                       衰老期

(做树冠覆盖或地表覆盖测量)

★树冠覆盖率: \_\_ %

★树冠中绿色约占 \_\_ %

★地表覆盖: 绿草 \_\_ %

                  枯草 \_\_ %

                  总计: \_\_ %

\* 是 diameter at breast height 的缩写,中文意为胸[高直]径。





## 联合国教科文组织分类方案(MUC)术语汇编

该汇编提供了,将定义、联合国教科文组织分类方案(MUC)中的以及所有土地覆盖类型的举例。该汇编将用于土地覆盖测量步骤中确定地表类型的基本参考。

该汇编包括四项内容:

- 1、MUC 分类系统代码(用于在土地覆盖与准确性评估方案中报告土地覆盖类型)
- 2、土地覆盖类别名称
- 3、MUC 分类水平
- 4、定义、判断标准及举例

MUC 代码	土地覆盖类型名称	MUC 水平	定义、判断标准及举例
0	封闭的森林	1 级	由 5 米以上的树木组成,树冠纠结相连。总树冠覆盖率超过 40%。
01	常绿树占多数的森林	2 级	总是有绿色的叶子……
011	热带雨林	3 级	通常叫热带雨林,大多是阔叶常绿树……
0111	低地森林	4 级	由生长迅速的树木组成,树高超过 50 米,通常树冠参差……

各种土地覆盖类型根据数字,归成各类,在 MUC 分类系统中有序排列。各种混杂的种类根据 MUC 的解释,在汇编中也有序排列。

确定记录下土地覆盖(整个树冠覆盖地区)和各物种构成的差别。主要的树冠与地表植物将决定卫星图像上的特定地区主要土地覆盖的 1 级分类。由 1 级分类确定的主要土地覆盖类型中各物种的构成百分比将大体确定 2 级分类。汇编中的 3 级与 4 级分类则更具体地描述了植物的群体,可能由土地覆盖类型或者物种构成百分比确定。

例如,见汇编中以“混杂类型”为题的部分:利用 MUC 分类,覆盖率与物种构成百分比。

### 参考资料:

A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. J. R. Andersort, E. E. Hardy, J. T. Roach, and R. E. Witmer, U. S. Geol. Survey. Prof. Pap., 1976

Classification of wetlands and deep water, L. M. Cowardin, V. Carter, F. C. Golet, and E. T. LaRoe, U. S. Fish and Wildlife. Service. FWS/OBS - 79/31, 1979

《国际土地覆盖分类与地图》,联合国教科文组织,瑞士:UNESCO,1973

《NOAA 海岸沿线变化分析:地区实施指导》,J. E. Dobson et al. NOAA Technical Report, NMFS 123, 1995

MUC 代码	土地覆盖类型体系名称	等级水平	
0	封闭森林	1 级	由树高至少为 5 米的树组成,树冠交错纠结。总树冠覆盖率超过 40%。
01	常绿林为主的森林	2 级	总有绿色的树叶。至少树冠中的 50% 为常绿树。个别树落叶。
011	热带湿林	3 级	通常称为热带雨林。主要由阔叶常绿树组成,既不抗寒,也不耐旱。 真正的常绿林,例如森林常年保持绿色,只有个别树在几周内没有树叶。 许多树种的树叶有适宜滴水的叶尖。
0111	低地森林	4 级	由多数为 50 米高的快速生长树木组成,通常树冠参差。低层灌木稀疏,有地衣或绿色藻类,藤类植物少见。
0112	山麓森林	4 级	树木形成平均的树冠。低层灌木通常是非草本植物。脉管状的附生植物和藤类植物丰富,例如哥斯达黎加的大西洋沿岸坡地。
0113	山地森林	4 级	树高不超过 50 米,树皮粗糙,树冠围绕树干均匀伸展。通常低层灌木中有丰富的蕨类、草本植物、苔藓和小棕榈树等,例如哥斯达黎加的 Sierra de Talamanca 地区。
0114	亚高山带森林	4 级	比山地森林海拔更高的森林,根据纬度决定其独特的土地覆盖。
0115	云雾森林	4 级	树木多节瘤,树皮粗糙,树高一般不超过 20 米。树冠、树枝和树干上有很多附生植物和藤类植物,例如牙买加的蓝山。
012	热带和亚热带常绿季雨林	3 级	大都由阔叶落叶树组成,旱季树叶明显减少,通常为局部落叶。由热带雨林向热带、亚热带半落叶林过渡。
0121	低地森林	4 级	由速生树木组成,大多超过 50 米,通常形成参差的树冠。低层灌木稀少,有地衣、绿色藻类等,罕见藤类植物。
0122	山麓森林	4 级	树木形成均匀的树冠,下层植物中多见非草本植物。有丰富的脉管状的附生植物和藤类植物。
0123	山地森林	4 级	树高通常不超过 50 米,树皮粗糙,树冠均匀伸展。低层植物中常绿灌木比蕨类植物更为常见。

MUC 代码	土地覆盖类型体系名称	等级水平	
0124	亚高山带森林	4 级	此类森林通常高于常为云雾笼罩的森林,由常绿阔叶硬叶树组成。通常树高不超过 20 米,罕见或没有低层灌木,少有攀藤植物及附生植物。
013	热带亚热带半落叶林 (上层树冠旱季落叶)	3 级	大部分上层树冠旱季落叶,许多下层树木和灌木常绿,并或多或少为硬叶树。但是在同一层中常绿和落叶的树木与灌木混杂分布。几乎所有的树木都有幼芽保护,树叶没有滴水叶尖。除了部分可能有的澳洲梧桐树、猴面包树类树木以外,树木有粗糙的树皮。
0131	低地森林	4 级	较高的树木可能为澳洲梧桐树、猴面包树等。无附生植物。下层植物由灌木和籽生植物组成。肉质植物如细茎簇生仙人掌属植物也可能存在。藤类和稀疏的草本土覆盖层也可能存在。
0133	高山或云雾森林	4 级	该类森林类似半落叶低地森林,但是树冠较低,并覆盖着旱生附生植物。
014	亚热带湿林	3 级	只零星存在于小块地区,因为亚热带气候有明显的旱季。亚热带湿林(例如在澳大利亚的昆士兰省和中国台湾)通常被划归热带湿林。一些灌木可能在低层生长。夏季和冬季有季节性温差。
0141	低地森林	4 级	由速生树木组成,大多超过 50 米,通常形成参差的树冠。低层灌木稀少,有地衣、绿色藻类等,罕见藤类植物。
0142	山麓森林	4 级	树木形成均匀的树冠。下层多见草本植物。有丰富的脉管状的附生植物和藤类植物。
0143	山地森林	4 级	树高不超过 50 米,树皮粗糙,树冠均匀伸展。低层灌木中通常有丰富的蕨类、草本植物、苔藓和小棕榈树等。
0144	亚高山带森林	4 级	见于比山地森林海拔更高的地方,由纬度决定独特的土地覆盖。
0145	云雾森林	4 级	树木多节瘤,树皮粗糙,树高一般不超过 20 米。树冠、树枝和树干上有很多附生植物和藤类植物。
015	温带和副极地常绿湿林	3 级	只存在于极端海洋性、几乎无霜冻的南半球,主要在智利。主要由真正的常绿半硬叶树和灌木组成。有丰富的附生苔藓、叶苔、地衣附着在树木及草本蕨类上。
0151	温带常绿湿林	4 级	树高不超过 10 米,可能存在维管附生植物和藤类植物。
0152	副极地常绿湿林	4 级	树高超过 10 米,树叶较小。无脉管状附生植物及藤类植物。

MUC 代码	土地覆盖类型体系名称	等级水平	
016	温带常绿阔叶阔叶林	3 级	需要适当的夏季降雨。这是一种混合的常绿阔叶林类型。主要优势树种是常绿硬叶树(超过树冠的 50%)和灌木,次优势树木为落叶阔叶树和灌木(占超过树冠的 25%)。有丰富的多年生草本植物。极少或无维管附生植物和蕨类植物。
0161	低地森林	4 级	由速生树木组成,大多超过 50 米,通常形成参差的树冠。低层灌木稀少,有地衣、绿色藻类等,罕见蕨类植物。
0162	山麓森林	4 级	树木形成均匀的树冠。非草本植物在低层植物中很常见。有丰富的维管附生植物和蕨类植物。
0163	山地森林	4 级	树高不超过 50 米,树皮粗糙,树冠均匀伸展。低层灌木中通常有丰富的蕨类、草本植物、苔藓和小棕榈树等。
0164	亚高山带森林	4 级	见于比山地森林海拔更高的地方,由纬度决定独特的土地覆盖。
017	冬雨常绿阔叶硬叶林	3 级	通常成为地中海式气候,但也见于澳大利亚西南部、智利和其他一些地区。夏季气候干旱。树木多数为常绿硬叶树和灌木,大部分树皮粗糙。罕见草本低层植物。无脉管状的植物,少见附生的苔藓植物(叶苔和苔藓)和蕨类植物,但是存在常绿木本蕨类植物。
0171	低地和山麓 > 50 米	4 级	占优势的树木是超过 50 米高的大桉属植物,如澳大利亚的桉树等。
0172	低地和山麓 < 50 米	4 级	占优势的树木不超过 50 米高(占树冠的 50% 以上)。例如加利福尼亚的禾叶林。
018	热带和副热带常绿针叶林	3 级	主要由常绿针叶林和鳞叶林组成(超过 50%)。阔叶树亦有。脉管状的附生植物和蔓生植物少见。
0181	低地和山麓	4 级	例如洪都拉斯和尼加拉瓜的松树林。
0182	山地和亚高山带	4 级	例如菲律宾和墨西哥南部的松树林。
019	温带和副极地常绿针叶林	3 级	主要由常绿针叶林和鳞叶林组成(超过 50%)。阔叶树亦有。脉管状的附生植物和蔓生植物少见。
0191	巨木森林	4 级	主要由树高超过 50 米的树木组成(超过 50%),例如北美洲太平洋沿岸的红杉林。
0192	圆形树冠	4 级	主要由树高在 45 米至 50 米的树木组成(超过 50%),有宽阔、不规则的圆形树冠,例如松属。
0193	圆锥形树冠	4 级	主要由树高在 45 米至 50 米的树木组成(超过 50%),有圆锥形树冠,例如云杉、加州红杉林。
0194	圆柱形树冠	4 级	主要由树高在 45 米至 50 米的树木组成(超过 50%),有短枝形成的树冠,呈窄圆柱形。
02	主要为落叶树	2 级	树木大部分(超过 50%)因不利的季节变化(干旱或寒冷)而同时脱落树叶。
021	热带和亚热带旱季落叶林	3 级	主要在旱季落叶,常出现在冬季干旱的气候下。每年树叶有规律的脱落,大部分树木有厚而裂开的树皮。

MUC 代码	土地覆盖类型体系名称	等级水平	
0211	低地和山麓阔叶落叶林	4 级	除了部分肉质植物,各层基本无常绿土地覆盖。木本和草本藤类在低层出现,例如哥斯达黎加西北部的阔叶落叶林。
0212	山地及云雾森林	4 级	在低层可见一些常绿物种,耐旱附生植物亦存在,常呈须状(例如松萝等)。这种形成不常见,但很发达,例如在秘鲁南部地区。
022	有常绿树和灌木的冬季落叶林	3 级	主要因冬天霜降而落叶。主要由落叶阔叶树组成(超过 50%),但也有常绿树种(超过 25%)在下层的树冠中占主要地位。攀缘植物和脉管状的附生植物罕见或无。
0221	有常绿阔叶树和攀缘植物	4 级	有丰富的附生植物和苔藓。树层的底部可能有脉管状的附生植物。攀缘藤类可能在冲击平原常见,西欧的冬青属和常春藤属以及北美洲的玉兰类植物是此类的例子。
0222	有常绿针叶树	4 级	例如美国东北部的枫树——芹叶钩吻林和橡树——松树林。
023	无常绿树的冬季落叶阔叶林	3 级	落叶树占绝对主导地位(超过 75%),可能有常绿草本植物和一些常绿灌木(不超过 2 米高)。攀缘植物不显著,但在冲击平原可能常见;脉管状的附生植物罕见(除了偶见于低层树木中);苔藓、叶苔和地衣常见。
0231	温带低地和山麓落叶阔叶林	4 级	树高达 50 米。附生植物基本为藻类和壳状地衣。
0232	山地或北方落叶阔叶林	4 级	树高可达 50 米,但在山地或北方森林常高于 30 米。附生植物基本为地衣和苔藓类植物。此类也包括地处大气湿度较高地区的低地和山麓。
0233	副高山或副极地落叶阔叶林	4 级	树高不超过 20 米,树干多节瘤。附生植物为苔藓和地衣,该类植被中附生植物比山地(0232)的更为丰富。此类常被归为林地。
03	极旱形森林	2 级	因为干旱条件而生长稀疏的树木和灌木,如猴面包树,丛生肉质叶植物等。低层灌木适应干旱气候,为多年生肉质香草和一年生及多年生草本植物。常被归为林地。
031	主要为硬叶树的极旱形森林	3 级	与极旱形森林的土地覆盖相似,主要为硬叶树,其中很多有球状根深植于土壤中。
033	主要为肉质植物的森林	3 级	树形和灌木形的肉质植物很常见(超过 50%),但其它适应干旱气候条件的树和灌木叶常存在。
032	荆棘林	3 级	主要为带有荆棘的物种构成(超过 50%)。
0321	混合型落叶常绿荆棘林	4 级	落叶和常绿树种都超过 25%,见 01 和 02 对落叶和常绿林的描述。
0322	纯落叶荆棘林	4 级	落叶荆棘占绝对主导地位(超过 75%),见 02 的定义。

MUC 代码	土地覆盖类型体系名称	等级水平	
1	林地	1 级	由树高超过 5 米,开放形,树冠不相触及的树木构成。树荫对地面的覆盖率超过 40%。常绿林地、落叶林地和极旱林地的定义与森林类的定义相似,只有树种不同。
11	常绿林地	2 级	常年有树叶,树冠部 50% 是常绿的,个别树可能落叶。
111	常绿阔叶林地	3 级	树木主要为硬叶树和灌木,无附生植物。
112	常绿针叶林地	3 级	树木主要为针叶(占 50%)。很多树的树冠伸到茎干底部,或非常多枝。
1121	圆形树冠	4 级	例如松属植物。
1122	圆锥形树冠	4 级	通常在副高山地区。
1123	窄圆柱形树冠	4 级	例如北方地区的云杉。
121	干旱落叶林地	3 级	因干旱而落叶,通常是在冬季干旱的气候。树叶每年有规律落下。大部分树木有相当厚而开裂的树皮。
1211	低地和山麓阔叶落叶林地	4 级	除了部分肉质植物,各层基本无常绿土地覆盖。木本和草本藤类在低层出现,低层还有稀疏的草本植物。
1212	山地和云雾林地	4 级	在低层可见一些常绿物种,耐旱附生植物亦存在,常呈须状(例如松萝等)。这种形式不常见,但很发达,例如在秘鲁北部地区。
12	落叶林地	2 级	树木的大部分(超过 50%)因气候干旱或寒冷而落叶。
122	有常绿树的冬季落叶林地	3 级	主要因冬天霜降而落叶。主要由落叶阔叶树组成(超过 50%),但也有常绿树种(超过 25%) 在低层的树冠中占主要地位攀缘植物和维管附生植物罕见或无。
1221	有常绿阔叶树和攀缘植物的林地	4 级	有丰富的附生植物和苔藓。树层的底部可能有维管附生植物。攀缘藤类可能在冲击平原常见,西欧的冬青属和常青藤属以及北美洲的玉兰类植物是此类的例子。
1222	有常绿针叶树的林地	4 级	例如美国东北部的枫树——芹叶钩吻林和橡树——松树林。
123	无常绿树的冬季落叶林地	3 级	落叶树占绝对主导地位(75% 以上)。常绿草药与部分常绿灌木(不超过 2 米高)可能出现。攀缘植物不显著但在冲击平原常见;附生植物罕见(除了树的低层偶见);常有苔藓、地钱和地衣等。因寒冷而落叶的树种占主导地位(超过 75%)。大部分树木在亚北极地区,其它地区只见于沼泽。

MUC 代码	土地覆盖类型体系名称	等级水平	
1231	阔叶落叶林地	4 级	阔叶落叶树种占绝对的主导地位(占 75% 以上)
1232	针叶落叶林地	4 级	针叶落叶树种占绝对的主导地位(占 75% 以上)。1233 混合落叶林地 4 级阔叶和针叶落叶树种各占 25% 以上。
13	极旱林地	2 级	因为干旱条件而生长稀疏的树木和灌木,如猴面包树,丛生肉质叶植物等。低层灌木适应干旱气候,为多年生肉质香草和一年生及多年生草本植物。林地常被归为森林类。
131	硬叶极旱林地	3 级	与极旱形森林的土地覆盖相似,主要为硬叶树,其中很多有球状根深植于土壤中。
132	荆棘林地	3 级	主要是带荆棘的树种(占 50% 以上)。
1321	混合常绿落叶林地	4 级	常绿与落叶树种各占 25% 以上,见 01 和 02 的定义。
1322	纯落叶荆棘林地	4 级	落叶荆棘占主导地位(75% 以上),见 02 对落叶林地的定义。
133	肉质植物林地	3 级	树形和灌木形的肉质植物很常见(超过 50%),但其它适应干旱气候条件的树和灌木叶常存在。
2	灌木地与灌木丛	1 级	至少 40% 的地面覆盖着 0.5 米到 5 米高的纠结的、丛生或聚集的木本植物。灌木地:大部分独立的灌木不能互相触及,灌木间常有草。灌木丛:灌木交错覆盖。灌木地亦分为(像森林和林地一样)常绿阔叶、常绿针叶、落叶等。
21	常绿灌木地	2 级	总有树叶覆盖。至少 50% 的灌木是常绿的。个别灌木可能有落叶现象。
211	常绿阔叶灌木	3 级	常绿阔叶树种占主导地位(超过 50%)。
2111	低矮竹类灌木丛	4 级	有时竹子也形成灌木丛。见 2 级对灌木地和灌木丛的定义。
2112	常绿簇生灌木	4 级	由小树和木本灌木构成,例如地中海矮棕榈灌木和夏威夷树蕨灌木地和灌木丛。
2113	叶半硬叶灌木	4 级	有大而柔软的叶片,纠结或丛生的灌木和植物。例如夏威夷的山麓杜鹃属灌木丛或芙蓉属灌木丛。
2114	阔叶硬叶灌木	4 级	例如, chapparral 或 macchia。
2115	亚灌木状灌木丛	4 级	例如水犀科石楠。
212	常绿针叶和硬叶灌木	3 级	占主导地位的树种(超过 50%)为针叶或小叶。
2121	常绿针叶灌木	4 级	由爬行或寄生针叶灌木构成,例如松属植物高山矮曲林。

MUC 代码	土地覆盖类型体系名称	等级水平	
22	落叶灌木	2 级	灌木的大部分(50%以上)因旱季或冬季而同时落叶。
221	混合常绿木本植物的旱季落叶灌木	3 级	旱季落叶灌木占主导地位(超过 50%),另混合有超过 25%的常绿木本植物。
222	无常绿植物的旱季落叶灌木丛	3 级	旱季落叶灌木占绝对主导地位(超过 75%)。
223	冬季落叶灌木	3 级	主要因冬季霜降而落叶。落叶灌木占主导地位(超过 50%)。
2231	温带落叶灌木	4 级	由密集的矮小灌木形成,低层没有或很少草本植物。
2232	副高山或副极地落叶灌木	4 级	由垂直或寄生生长的灌木构成,有很强的植物再生能力,每年中至少半年被冰雪覆盖。
23	副沙漠灌木地	2 级	极开放性的灌木,有不同的适应干旱条件的能力,如:异常厚实坚硬的树叶、极少的树叶、没有树叶的绿色枝干、或肉质茎干,有的长有刺。
231	副沙漠常绿灌木地	3 级	树冠部分总有绿叶,并至少有 50%为常绿树种。在某些极干旱的年份,一些树叶和发芽部分也会脱落。
2311	常绿副沙漠灌木地	4 级	主要由硬叶阔叶灌木如澳大利亚的无脉相思树、绿色茎干的无叶植物和肉质植物构成。
2312	半落叶副沙漠灌木地	4 级	可能由实用落叶灌木组成,或由常绿灌木与落叶灌木混合而成(例如常绿灌木占主导地位,落叶灌木占 25%以上)。
232	副沙漠落叶灌木地	3 级	见 02 级对落叶森林的定义。
2321	无肉质植物的副沙漠落叶灌木地	4 级	肉质植物的地表覆盖率不超过 25%。
2322	有肉质植物的副沙漠落叶灌木地	4 级	肉质植物的地表覆盖率超过 25%。
3	矮灌木地	1 级	灌木极少超过 50 厘米高(有时被称为石楠或石楠状灌木丛)。灌木的地表覆盖率超过 40%。矮灌木的类型划分取决于覆盖的密度。矮灌木丛:树枝相互交错;矮灌木地:矮灌木独立生长或丛生;有密集的苔藓或地衣的灌木地;小丛生或独立的矮灌木。
31	常绿矮灌木地	2 级	总有绿叶。至少 50%的灌木为常绿。个别灌木可能落叶。
311	常绿矮灌木丛	3 级	地面上主要是密集的矮灌木丛。
3111	丛生矮灌木丛	4 级	灌木枝干向上,并常附着有青苔。垫形苔藓、地衣和其它草本植物常出现在地面,例如石楠。
3112	爬行或纠结的矮灌木丛	4 级	灌木的枝干在地面爬行。例如,Loiseleuria 石楠



MUC 代码	土地覆盖类型体系名称	等级水平	
312	常绿矮灌木地	3 级	矮灌木呈开放状态或疏松分布,灌木的树枝并不交错。草本植物的地表覆盖率不超过 25%。
3121	常绿垫状矮灌木地	4 级	灌木在树丛中形成疏松的垫状,常多刺。例如东地中海山区的紫云英属和针棘豪猪石楠。
313	常绿落叶混合型矮灌木	3 级	灌木的树冠不交错。常绿灌木与落叶灌木混合分布(各占地表覆盖率的 25% 以上)。
3131	真常绿落叶混合型矮灌木	4 级	例如 <i>Nardus Calluna</i> 石楠。
3132	部分常绿落叶混合型灌木	4 级	在旱季,许多树木因自身的发育系统而落叶,如希腊的 <i>Phrygana</i> 石楠。
32	落叶矮灌木地	2 级	灌木的大部分(50% 以上)因天气变化而落叶。
321	实用性旱季落叶灌木地	3 级	矮灌木在旱季落叶。
322	保留性旱季落叶灌木地	3 级	密集的封闭性灌木在旱季全部或部分脱落树叶。
3221	保留性簇生旱季落叶灌木地	4 级	灌木的枝干向上并附着有青苔。垫形苔藓、地衣和其它草本植物常在地面出现,例如 <i>Calluna</i> 石楠。
3222	旱季落叶爬行与纠结灌木地	4 级	灌木的枝干在地面爬行。
3223	旱季落叶垫状灌木地	4 级	灌木在孤立的丛簇中形成稀疏的垫状,并常多刺。
3224	旱季落叶混合性灌木地	4 级	混合有常绿矮灌木、丛生草本植物、多年生肉质植物以及其它植物。
323	冬季落叶矮灌木地	3 级	在冬季开始时落叶的密集型封闭灌木丛。有丰富的苔藓和蕨类,数量超过 322 类中苔藓和蕨类的数量。
3231	冬季落叶丛生矮灌木地	4 级	混合有落叶和常绿矮灌木丛、丛生草本植物、多年生肉质植物和其它生物形态。
3232	冬季落叶爬行与纠结矮灌木地	4 级	灌木的枝干在地面爬行。
3233	冬季落叶垫形矮灌木地	4 级	灌木形成独立的垫形丛簇并常多刺。
3234	冬季落叶混合型矮灌木地	4 级	混合有落叶和常绿矮灌木丛、丛生草本植物、多年生肉质植物和其它生物形态。
33	极旱性矮灌木地	3 级	由具有躲避漫长的旱季功能的开放性矮灌木、肉质植物和草本植物构成。多数是副沙漠性的。见 23 类。
331	极旱性常绿矮灌木地	3 级	总有绿叶覆盖。至少 50% 的灌木为常绿。在极为干旱的年份一些树叶和幼芽会脱落。
3311	常绿副沙漠灌木地	4 级	主要由硬叶阔叶灌木、绿色枝干无叶植物或肉质植物构成。
3312	半落叶灌木地	4 级	由实用性落叶灌木或常绿和落叶灌木混合组成(如常绿灌木占主导地位,落叶灌木所占比重超过 25%)。

MUC 代码	土地覆盖类型体系名称	等级水平	
332	落叶副沙漠灌木地	3 级	灌木的大多数(超过 50%)因为气候变化(旱季或冬季)而有落叶现象。
3321	无肉质植物的落叶副沙漠灌木地	4 级	肉质植物的地表覆盖率不超过 25%。
3322	有肉质植物的落叶副沙漠灌木地	4 级	肉质植物地表覆盖率超过 25%。
34	苔原	2 级	生长缓慢,形态低矮,主要由矮灌木、禾本科植物、苔藓、叶苔和地衣组成,在副极地树生长线以上。常体现土壤冰冻后的植物形态。除了北部地区,山地树木生长线以上的灌木形态不能被成为苔原,因他们有丰富的矮灌木和草类,并因低纬度地区强烈的辐射而生长得较高。这一点已形成了规则。
341	主要为苔藓植物的苔原	3 级	主要是垫形的苔藓占主导地位(占植物覆盖率的 50% 以上),矮灌木丛不规则分散分布,外表主要呈深绿色、橄榄绿或棕色。
3411	丛生矮灌木/苔藓类苔原	4 级	有丛生或丛簇状矮灌木出现。
3412	爬行或纠结的矮灌木/苔藓类苔原	4 级	有爬行或纠结的矮灌木出现。
342	主要为地衣的苔原	3 级	主要为丛簇的地衣(占土地覆盖覆盖率的 50% 以上),使外表呈明显的灰色。多数为常绿、爬行或呈垫状的矮灌木。
4	草本土覆盖	1 级	占主导地位的是草本植物和类似草的植物,例如莎草、灯心草、香蒲和一些阔叶植物例如苜蓿、向日葵、蕨类和乳草属植物。草本植物的总地表覆盖率应占地表覆盖率的 60% 以上。
41	高草原	2 级	植物群落由开花或成熟时高度超过 2 米的草类占主导地位(超过 50% 的草本植物)。非草本禾本植物也出现,但是不到草本土覆盖的 50%。
411	有 10% 至 40% 树木的草原	3 级	可能有灌木,也可能没有。有点像有连续的高草土地覆盖覆盖(60% 以上)的开放的树林。
4111	树木:常绿阔叶	4 级	常绿阔叶树占树木的 50% 以上。
4112	树木:半常绿阔叶树	4 级	阔叶常绿树和阔叶落叶树各占至少 25%。
4113	树木:落叶阔叶树	4 级	与 4112 类似,但是有季节性落叶现象,例如在玻利维亚东北部。
412	树木不超过 10% 的高草原	3 级	草原上树木覆盖率不超过 10%,可能有灌木,也可能没有。
4120	树木:常绿针叶林	4 级	常绿针叶林超过树木覆盖率的 50%。

MUC 代码	土地覆盖类型体系名称	等级水平	
4121	树木:常绿阔叶林	4 级	常绿阔叶树占树木的 50% 以上。
4122	树木:半常绿阔叶树	4 级	阔叶常绿树和阔叶落叶树各占至少 25%。
4123	树木:落叶阔叶树	4 级	阔叶常绿树和阔叶落叶树各占至少 25%。
4124	热带/副热带丛生蚁窝树木/灌木	4 级	又称热带/副热带蚁窝稀树大草原。
413	有灌木的高草原	3 级	灌木的覆盖率必须超过地面的 25%。
4131	灌木:常绿阔叶灌木	4 级	常绿阔叶灌木占灌木的 50% 以上。
4132	灌木:半常绿阔叶灌木	4 级	常绿落叶灌木和落叶阔叶灌木各占 25% 以上。
4133	灌木:落叶阔叶灌木	4 级	常绿落叶灌木和落叶阔叶灌木各占 25% 以上。地区有季节性水灾。
4134	热带/副热带丛生蚁窝树木/灌木	4 级	又称热带/副热带蚁窝稀树大草原。
414	有丛生植物的高草原	3 级	丛生植物(通常是棕榈树)的地表覆盖率必须超过 25%。
4141	有棕榈树的热带高草原	4 级	例如玻利维亚的 <i>Arocomia totai</i> 等地的棕榈稀树大草原。
415	无木本植物的高草原	3 级	没有树木或灌木的高草原。
4151	热带高草原	4 级	常发生季节性水灾,例如亚马逊地区较低的山谷,非洲纬度较低的地区,上尼罗河纸草沼泽等地区。
42	中等高度草原	2 级	主要的草类(占禾本类土地覆盖总量的 50% 以上)在开花期或成熟期高度在 50 厘米到 2 米之间,非禾本草本植物也有出现,但是不到禾本类土地覆盖总量的 50%。
4210	树木:针叶常绿林	4 级	针叶常绿树种占树木总量的 50% 以上。
4211	树木:阔叶常绿林	4 级	阔叶常绿树种占树木总量的 50% 以上。
4212	树木:阔叶半常绿林	4 级	阔叶常绿树种与阔叶落叶树种各占树木总量的 25% 以上。
4213	树木:阔叶落叶林	4 级	阔叶常绿树种与阔叶落叶树种各占树木总量的 25% 以上。
422	树木覆盖率低于 10% 的中等高度高草原	3 级	草原的地表树木覆盖率低于 10%,可能有也可能没有灌木。
4220	树木:针叶常绿林	4 级	针叶常绿树种占树木总量的 50% 以上。

MUC 代码	土地覆盖类型体系名称	等级水平	
4221	树木:阔叶常绿林	4 级	阔叶常绿树种占树木总量的 50% 以上。
4222	树木:阔叶半常绿林	4 级	阔叶常绿树种与阔叶落叶树种各占树木总量的 25% 以上。
4223	树木:阔叶落叶林	4 级	阔叶常绿树种与阔叶落叶树种各占树木总量的 25% 以上。
4224	热带/副热带丛生蚁窝树木/灌木	4 级	也叫做蚁窝热带/副热带稀树大草原。
423	有灌木的中等高度高草原	3 级	灌木的地表覆盖量必须占地表的 25% 以上
4230	灌木:针叶常绿灌木	4 级	50% 以上的灌木为针叶常绿灌木。
4231	灌木:阔叶常绿灌木	4 级	50% 以上的灌木为阔叶常绿灌木。
4232	灌木:阔叶半常绿灌木	4 级	阔叶常绿灌木和阔叶落叶灌木各占灌木总量的 25% 以上。
4233	灌木:阔叶落叶灌木	4 级	阔叶常绿灌木和阔叶落叶灌木各占灌木总量的 25% 以上。该地区常有季节性洪水。
4234	热带/副热带丛生蚁窝树木/灌木	4 级	也叫做蚁窝热带/副热带稀树大草原。
4235	落叶多刺灌木木本群落	4 级	例如非洲撒哈拉地区生长金合欢、森内加树及其他树种的热带多刺灌木稀树大草原。
424	开放的丛生植物群落	3 级	丛生植物(通常为棕榈树)土地覆盖必须覆盖地表的 25% 以上。
4241	副热带开放性棕榈树林	4 级	例如阿根廷的克里恩地区。有些地区有季节性洪水,例如哥伦比亚和委内瑞拉一些地区的棕榈小树林。
425	无木本植物的中等高度高草原	3 级	没有树木或灌木的中等高度高草原。
4251	主要为草皮的中等高度高草原	4 级	多年生,多贴地面生长的茎,与根系共同固定土壤或沙砾。例如堪萨斯东部的高草大草原圣·奥古斯丁草原,又如内不拉斯加沙砾山丘的安德罗泊巨山。草原的某些部分比较潮湿或一年中大部分时间有水灾,例如泰法沼泽。这种情况也被划分为湿地。见 6 级。
4252	主要为束状草类的中等高度高草原	4 级	草类主要成丛生长,形成不规则的粗糙表面。例如新西兰的草丛草原( <i>Festuca novae-zelandiae</i> )。
43	短草草原	1 级	占主要地位的草类(超过草本植物总量的 50%)开花或成熟期不超过 50 厘米高。存在非禾本草本植物,但少于草本土覆盖总量的 50%。
431	树木覆盖量为 10% ~ 40% 的短草草原	3 级	可能有也可能没有灌木。此种类型有点类似地表有连续的短草土地覆盖的开放性林地。

MUC 代码	土地覆盖类型体系名称	等级水平	
4310	树木:常绿针叶林	4 级	针叶常绿树种占树木总量的 50% 以上。
4311	树木:常绿阔叶林	4 级	阔叶常绿树种占树木总量的 50% 以上。
4312	树木:半常绿阔叶林	4 级	阔叶常绿树种与阔叶落叶树种各占树木总量的 25% 以上。
4313	树木:阔叶落叶林	4 级	阔叶常绿树种与阔叶落叶树种各占树木总量的 25% 以上。
432	树木覆盖率低于 10% 的短草草原	3 级	树木覆盖率低于 10% 的短草草原,可能有也可能没有灌木。
4320	树木:针叶常绿林	4 级	针叶常绿树种占树木总量的 50% 以上。
4321	树木:阔叶常绿林	4 级	阔叶常绿树种占树木总量的 50% 以上。
4322	树木:阔叶半常绿林	4 级	阔叶常绿树种与阔叶落叶树种各占树木总量的 25% 以上。
4323	树木:阔叶落叶林	4 级	阔叶常绿树种与阔叶落叶树种各占树木总量的 25% 以上。
4324	白蚁巢穴上的热带/副热带树木/灌木	4 级	也叫做蚁窝热带/副热带稀树大草原。
433	有灌木的短草草原	3 级	灌木的地表覆盖率必须多于 25%。
4330	灌木:针叶常绿灌木	4 级	50% 以上的灌木为针叶常绿灌木。
4331	灌木:阔叶常绿灌木	4 级	50% 以上的灌木为阔叶常绿灌木。
4332	灌木:阔叶半常绿灌木	4 级	阔叶常绿灌木和阔叶落叶灌木各占灌木总量的 25% 以上。
4333	灌木:阔叶落叶灌木	4 级	阔叶常绿灌木和阔叶落叶灌木各占灌木总量的 25% 以上。该地区常有季节性洪水。
4334	热带副热带丛生蚁窝树木和灌木	4 级	也称为热带副热带稀树大草原。
4335	木本落叶多刺灌木群落	4 级	占主要地位的草类(超过 50% 的草土地覆盖)在开花期或成熟期高度不超过 50 厘米。落叶多刺灌木必须覆盖地表的 25% 以上。
434	有丛生植物的短草草原	3 级	丛生植物(通常为棕榈)覆盖地表的 25% 以上。
4341	副热带开放性棕榈树林	4 级	占主导地位的草类(占地表土地覆盖的 50% 以上)在开花期或成熟期高度不超过 50 厘米。棕榈的树荫必须覆盖地表的 25% 以上。

MUC 代码	土地覆盖类型体系名称	等级水平	
435	有木本群落的束状草原	3 级	丛生草原, 散布着木本植物。
4351	有丛生植物的热带高山草原	4 级	该类草原中常见山藤梗属植物和小叶矮植物, 以及垫状植物, 常有木质叶片。在低纬度地区的肯尼亚、哥伦比亚、委内瑞拉等国的高山地区树带界线上出现。
4352	热带高山极开放性草原, 无丛生植物	4 级	在该类草原中, 常有夜间的降雪(尽管雪在次日早上九点前便会融化)。
4353	热带或副热带高山束状草原, 有开放性常绿树	4 级	该类草原也有可能落叶灌木和矮灌木, 例如玻利维亚的厄鲁罗地区南部。
4354	有矮灌木的束状草原	4 级	草原上也可能有垫状植物生长, 例如玻利维亚的厄鲁罗地区南部。
436	短草原, 无木本群落	3 级	没有树木和灌木的短草原。
4361	短草原群落	4 级	此类群落的结构有波动, 植物的成分很大程度上取决于半干旱气候的时间长短, 例如科罗拉多东部的大草原。
4362	束状草原群落	4 级	例如新西兰的蓝草丛群落, 智利北部和玻利维亚南部的高山干旱束状草原群落。
4371	草皮群落	4 级	该类草原常有丰富的非禾本草本植物, 存在于北美洲和欧亚大陆低纬度的凉爽潮湿的地区中。许多植物在冬季至少是部分呈绿色, 甚至在较高纬度地区的白雪覆盖下也如此。
4372	高山、副高山草甸	4 级	该类草甸常在夏季由于高山冰雪融水而湿润, 例如奥林匹克半岛、华盛顿州和科罗拉多州的落基山脉地区。
44	非禾本草本植物	2 级	植物群落的大部分是阔叶草本植物(草除外), 例如苜蓿、向日葵、羊齿植物、马利筋属植物等。非禾本草本植物覆盖草本植物地区的的 50% 以上。草类也有存在, 但覆盖率不到 50%。
441	非禾本草本高植物群落	3 级	发育完全的非禾本草本植物高度超过 1 米。
4411	羊齿植物丛	4 级	尤其在潮湿的气候中, 有时只生长羊齿植物丛, 例如 <i>Pteridium aquilinum</i> 。
4412	主要为一年生的非禾本草本植物群落	4 级	一年生非禾本草本植物, 每生长季节开始时发芽, 生长季节结束时死亡。该类植物占主导地位(覆盖率超 50%)。
442	非禾本草本矮植物群落	3 级	这类植物群落中主导植物为完全发育时高度不超过 1 米的非禾本草本植物。
4421	主要为多年生开花的非禾本草本植物和羊齿植物群落	4 级	植物的某些部分终年生长, 例如新西兰的塞尔米西亚草原和美国阿拉斯加的阿辽申草原。

MUC 代码	土地覆盖类型体系名称	等级水平	
4422	主要为一年生的非草本矮植物群落	4 级	一年生非禾本草植物,每生长季节开始时发芽,生长季节结束时死亡。该类植物占主导地位(覆盖率超过 50%)。一年生非禾本草植物分为几类。短生命的非禾本草植物群落生长在热带和亚热带地区;非禾本草植物在缺少降水的环境中生长,从秋天到春天,靠云使植物和土地有微湿,例如秘鲁和智利北部的海岸山脉。干旱季节呈现出沙漠景象。短生命或断续生长的非禾本草植物群落生长在干燥地区:所谓“鲜花盛开的沙漠”中主要是生长速度很快的非禾本草植物,集中在低气压地区。在该类地区,水分在灌木和矮灌木中蓄积起来,例如索罗冉沙漠。
5	荒瘠的土地	1 级	土地覆盖率少于 40% 的土地。荒瘠的土地没有足够的条件支持生命的存在,常由贫瘠的土壤、沙砾和岩石构成。
51	干旱的盐碱地	2 级	出现在内陆地区的干旱盆地底部。由于水分的高度蒸发,盐的浓度很高。
52	沙地	2 级	集中的沙子和沙砾,例如沙滩和沙丘。
53	岩石	2 级	暴露的岩床,戈壁滩,悬崖,斜坡,熔岩物质,冰河岩石和其它一些没有土地覆盖的岩石集中地区。
54	终年积雪地区	2 级	积累的冰雪终年不能完全融化,常出现在夏季最高日平均气温为零摄氏度(32 华氏度)的地区。
55	冰河地区	2 级	积雪聚集成冰原,经年积累。融化的雪水再次冰冻,进一步加大冰原的密度。在冰原中,历史遗留的遗迹可以经年保持不变呈现出来(例如冰碛,裂缝等)。
56	其它荒瘠的地表	2 级	尘土、沙砾和其它类型的松动的岩石等。
6	湿地	1 级	沼泽、泥沼和其他类型的湿地在生长季节断续或连续积蓄满水分。这种断续或连续的水分蓄积导致土壤具有特殊的化学特性,也导致适应潮湿环境的特殊土地覆盖的生长。该类地形中必须有 40% 以上的土地覆盖才能被认定为湿地。
61	河边湿地	2 级	淡水河道边的湿地(水滨湿地)。
62	沼泽湿地	2 级	主要生长着树木、灌木、持久植物、苔藓、地衣等植物的湿地。湿地周围的每片水面大小不应超过 1 公顷,没有流动的河道和潮汐,深度不超过 2 米,盐份浓度不高。周围的水绵也应视为湿地的一部分。

MUC 代码	土地覆盖类型体系名称	等级水平	
63	河口湿地	2 级	邻近有潮汐的河道的湿地和临近或位于有内部潮汐地区的湿地。河口指的是潮水遇到流动的水体的通道。深水潮汐地区和邻近潮汐的湿地通常是被陆地半封闭起来的,但是有开放的,部分被阻断或零星的与海水接触的通路(至少时而该处海水被来自陆地的淡水稀释)。
64	湖泊沼泽	2 级	周围被开放性水面(例如池塘和湖泊)围绕的湿地,水面的大小超过 1 公顷,深度在 2 米以上。
7	开放水体	1 级	湖泊、池塘、河流和海洋。陆地被连续的水体淹没,水深超过 2 米,至少面积超过 1 公顷。或者陆地持续被活跃流动的河道或潮汐地带覆盖的地区。水面应覆盖地表的 60% 以上。若树木和持久植物的地表覆盖率超过 40%,则见代码 6 的湿地目录。
71	淡水水体	2 级	低盐度的湖泊、池塘和河流。
72	海洋	2 级	大陆架上的开放海洋或活跃流动的潮汐地区。
8	耕地	1 级	地表的 60% 以上覆盖着并非原有生物的耕作物种(例如农作物、人工种植的草皮和草坪),通常有规则的几何形状。
81	农业用地	2 级	用来种植庄稼、果树、园艺作物、饲料和其它农作物的土地。
811	种植庄稼和牧草的农田	3 级	例如种植玉米、小麦、牧草的农田和休耕地以及种植某些果实的沼泽地。
812	种植果树和园艺作物的农田	3 级	例如苹果园、葡萄园和苗圃。
813	圈定的放牧用地	3 级	该类土地出现在大牧场中,用来饲养肉牛、奶牛(有圈定的牧场)、生猪和家禽等。
814	其它农用地	3 级	例如畜栏、马场的繁殖场和训练场等。
82	非农业用地	2 级	土地被用来做停车场、操场、墓地和高尔夫球场等。
821	停车场和操场	3 级	例如棒球场、足球场、操场和公园等。
822	高尔夫球场	3 级	
823	墓地	3 级	
824	其它非农业用地	3 级	不符合 821、822、823 的其它所有非农业用地。



MUC 代码	土地覆盖类型体系名称	等级水平	
9	城市	1 级	用做居住、商业用途、工业用途或交通的土地。必须有 40% 以上的土地被城市覆盖。
91	居住地	2 级	至少 50% 以上的土地被居住建筑覆盖(例如公寓、私人住所等)。
92	商业/工业用地	2 级	至少 50% 以上的土地被商业或工业建筑覆盖(例如商业用地、工厂、仓库等)。
93	交通用地	2 级	至少 50% 以上的土地被交通道路覆盖(例如道路、公路、铁路、机场跑道等)。
94	其他	2 级	至少 50% 以上的土地被除居住、商业、工业、交通用途的物体覆盖的城市土地。
混合定义	北方地区		也称寒冷地区,有凉爽湿润的夏季和超过 6 个月的寒冷的冬季。
	苔藓类植物		不开花的植物(苔藓和地钱等),长假根,不长真正的根。
	丛生植物		集中生长的密集的丛簇中,茎干低矮,形成稀松的草丛或成丛生长的草地。
	树冠		卫星传感器能探测到的土地覆盖最高一层。
	土地覆盖率和物种组成百分比		<p>一级分类主要由全部的树荫或地表土地覆盖决定。二级分类主要由占主要地位的地表类型在物种构成百分比中所占比率决定。三级和四级则更多由不同物种和植物群落之间的联系来决定。</p> <p>例如:某片地区由 80% 的草本植物(其中 45% 为非禾本草本植物,55% 为 2 米以上高的草)和 20% 阔叶常绿树构成。其分类代码如下:</p> <p>MUC1 级:4——草本土覆盖。很清楚知道这一点,因为草本植物占到 60% 以上。</p> <p>MUC2 级:41——占主导地位的物种是高度超过 2 米的草(它们在占主导地位的草本土覆盖中所占比例过了 50%)。</p> <p>MUC3 级:411——树在该地区的覆盖率超过了 20%。</p> <p>MUC4 级:4111——树种为常绿阔叶树。</p>
	美化过的土地覆盖		<p>美化过的庭院、游乐场所、墓地、高尔夫球场和其它一些耕作用地上如果 60% 以上的土地覆盖不是原有土地覆盖的话,应被视为耕作用地(MUC8)。如果楼房、道路和非自然的建筑(例如桥梁)的覆盖面积超过 40% 的话,该地区应被视为城市。</p> <p>如果居住区的树木覆盖率超过了 40%,该地区应被视为森林或树林(MUC1 或 0)。如果不容易通过单一地表类型来判断,应尝试确定卫星图像上看到的是什么。将学校所在地附近相似地区的图像拿来对比。</p>

MUC 代码	土地覆盖类型体系名称	等级水平	
	兼性植物		能在不止一种条件下生长的植物。
	因寒冷落叶的植物		在寒冷季节落叶的植物。
	落叶植物		在生长季节的结尾或不适应的条件下落叶的植物。
	尖叶植物		热带地区的植物,有细长的伸展开来的叶尖,使水从叶子的表面滑落。
	因干旱落叶的植物		在干旱季节落叶的植物。
	冰原		积雪被紧压成类似冰或冰河的物质。
	非禾本草本植物		阔叶草本植物,例如苜蓿、向日葵、蕨类植物和乳草属植物。
	禾本科植物		草类和类似草的植物。
	草本植物		植根于土壤中的脉管状的植物,有每年都枯萎的叶子。分裂组织在离地很近的部位。
	低地森林 山麓森林 山区森林 副高山森林		可能需要与当地有关部门进行咨询以确定这四种森林土地覆盖的类型。由于经纬度的不同土地覆盖有所不同。
	中生植物		在中等湿度条件下生长的植物。
	小叶植物		长小型叶片的植物(例如沙漠植物),叶子生长在一根不分岔的叶脉上。
	专性植物		只能在特定条件(生存的基本条件)下生长的植物。
	上层树冠		卫星传感器能探测到的最顶端土地覆盖层。
	极地		高纬度地区,在短暂湿润的夏季,有极昼。在寒冷漫长的冬季有极夜现象。
	硬叶植物		有厚厚的硬叶子的植物,以抵抗水分的丧失。
	副极地		介于寒带和极地之间的地带。

MUC 代码	土地覆盖类型体系名称	等级水平	
	副热带		从热带地区的边缘到极地附近的地区,在空气逐渐稀薄的地区,随之更加温暖而干燥。降雨很少,因为太阳高度照射而白天气温很高。但在冬季由于辐射热量的散失,夜间气温会降至零摄氏度以下。这是热带沙漠地区。
	温带		温带地区的气温季节性分明,可以分为以下几类: 暖温带:很少或没有冬季,夏季极为潮湿。 热温带:(例如欧洲中部和美国东北部地区)夏季凉爽(邻近海洋),动机寒冷短促,有时冬季无霜冻。 旱温带:冬季与夏季的温差很大,很少有降水。 寒温带:有凉爽湿润的夏季,冬季超过六个月。
	热带		赤道南北各 40 度的范围内。每日气温的季节性变化明显。夏季降雨达到最高点,在寒冷的季节里较为干旱。离赤道越远,寒冷季节越长,年降水量也随之减少。
	下层树冠 耐湿植物 耐旱植物 干燥地带植物		生长在上层树冠下的小树和灌木。 能在降水丰沛的条件下生长的植物。 能在降水极少的条件下生长的植物。 能在干燥地带生长的植物。

## 参考书目:

- A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. J. R. Anderson, E. E. Hardy, J. T. Roach, and R. E. Witmer. U. S. Geol. Surv. Prof. PaP., 1976.
- Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States. L. M. Cowardin, V. Carter, F. C. Golet, and E. T. LaRoe. U. S. Fish and Wildl. Serv. FWS/OBS - 79/31, 1979.
- International Classification and Mapping of Vegetation. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Switzerland: Unesco, 1973.
- NOAA Coastal Changes Analysis Program (C - CAP): Guidance for Regional Implementation. J. E. Dobson et al. NOAA Technical Report NMFS 123, 1995.

# 词汇表



## 大气(atmosphere)

地球系统的气体成分,包围在地球表面。

## AVHRR

先进的甚高分辨率的辐射计。这是美国国家海洋大气管理局极地卫星上携带的一种仪器,它通过红外线探测出地球表面大小为1.1公里见方的地表状况。

## 生物地球化学(biogeochemical)

指研究地球系统内介于生命(生物)与物理(地学)间的化学相互作用,例如碳、氮的生物地球化学循环等。

## 生物量(biomass)

在单位面积土地上的植被干重,常用克(干重)/平方米表示。

## 生物群系(biome)

主要生态群落类型(例如草原或沙漠)。

## 生物统计学(biometrics)

对生物数据进行统计研究的一门学科。

## 生物统计法(biometry)

进行生物测量统计的学科。

## 生物圈(biosphere)

地球系统的生命成分,与气体(大气)、液体(水)和固体(岩石圈)都有关。

## 树冠覆盖(canopy cover)

在已指定的地区土地上树冠叶子对地表的覆盖。这将决定该片土地获得阳光的多少。

## 分类(classification)

根据特定的标准将一组项目归入已经定义的条目中。

## 测角仪(clinometer)

测角仪是用来测量海拔或高度变化角度的仪器。

## 标准(criteria)

用来决定某一项目分类时该放进某一条目中的决定性规则。

## 光密度计(densimeter)

用来测量树林中树荫覆盖密度的一种仪器。

## 叉状分布(dichotomous)

指一棵树的枝干分成几乎相等的两个枝杈,但最后只有一枝结果。

## 偏差/误差矩阵(difference/error matrix)

通过比较两组数据用来进行确认的绘图方法。

## 土壤水分蒸散(蒸发蒸腾)损失总量(evapotranspiration)

通过蒸发(由于太阳能)和蒸腾(由于植物自身作用)返回到大气中的水分。

## 种类(genus, Genera pl.)

这是一种包含的目录,该种类中的物种与本种类中的其他物种更具有相似性特征。该目录中的物种都是关系很近的物种。

## 地圈、陆圈(geosphere)

地球系统的固体成分,例如岩石、土壤等。

## 梯度(gradient)

在不同时间和空间测量中数量比率的变化。

## 地表覆盖(ground cover)

在指定地区覆盖地面层的土地植被。(在GLOBE项目中,地面层指的是观测者的膝盖以

下。)地表覆盖状况通过百分比来表示,例如30%的地表覆盖表示地表的30%在地面层覆盖着土地植被。

### 水圈(hydrosphere)

地球系统的液体成分,例如海洋、湖泊和河流等。

### 多时间的(multitemporal)

从一个以上的时间点来看。

### NOAA

美国国家海洋大气管理局。

### 多年生器官(perennating organs)

植物多年生长的某些部位(例如块茎、根茎等)。

### 扰动(perturbations)

对正常系统功能的干扰。

### 物候学(phenology)

从环境角度研究生物与天气气候变化的学科。

### 图片解译(photointerpretation)

将卫星拍摄的航天图片转换成地表图或指认特定的物体。

### 光合作用潜能(photosynthetic potential)

一片土地上能生产的最大限量的生物数量。

### 生理学的(physiological)

器官的健康或正常功能的特征或适当表征。

### 基本生产力(primary productivity)

在指定地点能通过光合作用生产的有机物的比率。常用克(干净重)碳/年平方米来表示。

### 衰老(senescence)

植物从繁荣期到死亡的过程,在该过程中表现的特征是不断损失净重。

### 物种(species)

一组基本相似的独立的植物或动物。

### TM

主题绘图。利用6个像素为30米见方和120米见方的红外线像素对地表物体进行探测的仪器,它共有7个波段,携带4或5颗地球卫星进行观测。

### 有效数据(validation data)

用于鉴定通过人工或电子手段绘制的土地覆盖图的精确性所必要的的数据。

