南京理工大学泰州科技学院

毕业设计（论文）外文资料翻译

**学院 （系）：** 环境与制药工程学院

**专 业：** 环境工程

**姓 名：** 杨孜素

**学 号：** 1913900130

**外文出处：** Ecology，1973，54(2):127～132

**附 件：** 1.外文资料翻译译文；2.外文原文。

|  |
| --- |
| 指导教师评语：  该同学外文资料翻译译文语句较通顺、表达清晰、专业用语基本准确，能够直译结合意译。说明该同学有一定的外文阅读、翻译能力，达到了本科毕业设计要求。  签名：  2023年2月26日 |

**附件1：外文资料翻译译文**

**多样性与均匀度：一种统一的符号及其结果**

摘要

三种常用的多样性度量指数：辛普森指数、香农指数和物种总数，都与Rényi对广义熵的定义有关。一个统一的多样性概念提出后，根据这个概念，有一系列可行的多样性度量方法。从某种意义上说，这些方法可以估算存在的有效物种数量，不同之处在于它们倾向于包括或忽略相对罕见的物种。研究了群落多样性与样本多样性的概念，并将其与物种丰富度曲线的渐近形式联系起来，对均匀度提出了一个新的、合理的定义。

正文

当我们提及潮湿的热带地区比苔原地区更多样化时，意思是那里有更多的物种。更确切地说，湿润热带地区的物种的平均比例丰度比苔原地区的低--这一事实是肉眼完全可以看到的，而且可以用任何我们设计的衡量多样性的方法来证明。但是，仅仅证实显而易见的事实是没有什么意义的；用数字指数来确定多样性的目的，更确切地说是提供一种比较不太明确的情况的手段。不幸的是，当我们寻找一个合适的数值定义时，我们发现没有一个特定的公式具有突出优势，不同的作者提出了不同的指数。在随之而来的困惑中，赫尔伯特已经绝望了，他宣布多样性是一个非概念。幸运的是，他的绝望为时过早，当根据适当的符号仔细定义时，多样性可以像任何其他生态参数一样明确。

所提出的许多指数只适用于个体的数量，而不适用于连续的数量度量，没有明显的直观的原因能解释为什么会这样。Goodall观察到，在植物群落中，对个体的计数往往是不可能的。事实上，在理想情况下，我们应该计算干重或生产力样本的多样性，以及个体计数样本的多样性。另一个经常被提及却一再被忽视的点是，尽管定义适用于特定样本的多样性度量是很容易的，但通常当其应用于整个群落时就没有意义了。例如，用一个样本中物种的数量来衡量的多样性，随着样本数量的增加，“多样性”也会随之无上限的增加。在此基础上，MacArthur和Wilson提出了一个物种-区域关系定律：遇到的物种数量与采样面积的幂成正比。引入符号：

S∝Aｚ

其中S为遇到的物种数量，A为采样面积，ｚ为实验常数，通常在0.1到0.4之间。因此，如果我们希望使用多样性指数来表征假定的无限群落的某些特征，而不是特定样本的特征，那么我们必须面对极大数量的物种数。

不同的指数衡量物种间丰富度分配的不同方面。例如，辛普森指数只对样本中优势物种的丰富度敏感，因此被视为“优势种”的衡量标准。其他统计数据，如物种总数，则受到稀有物种存在的强烈影响。惠特克认为，丰富度的划分不能用一个统计数字来充分概括，而应该用“优势种”和物种总数来描述。其他作者(例如，Lloyd和Ghelardi，1964)更进一步，他们定义了“均匀度”的概念，它实际上是用物种总数来衡量的多样性和用其他统计数据来衡量的多样性之间的比较。

在发展出适当的符号后，我们将会看到惠特克所提倡的统计数据与香农指数密切相关，并且从某种意义上说，这三种度量指数都是对样本中存在的物种数量的评估。它们的不同之处在于它们倾向于包括或排除相对稀有的物种。然后，均匀度被重新定义为任意两个这样评价指数的比率，经过证明，这一定义满足一个重要的直观标准。

符号

用，，···，表示样本中n个物种的比例丰富度。如果我们处理的是干质量，那么是该物种的质量与样品总质量的比值。如果我们处理的是个体的数量，那么是物种的数量与样本中个体的总数之比。以此类推。

很明显,

++···+

不考虑有限样本，辛普森指数为

这个公式可以改写为

在式中

(i=1，…，n)

由此可知，р是比例丰富度的加权平均值。现在，当只有一个物种有任何合适的丰富度

当所有n个物种数量丰富度相等时

其他情况包括其中。由此可见，随之，数量

是多优势程度的度量。(这是对所衡量的东西的一种松散描述，但它确实传达了一种直观的印象。)

更一般地说，我们可以定义

也就是n个物种的比例丰富度的(-1)次方的加权平均值的(-1)次方的倒数。出于与特殊情况=2类似的原因，n可以被视为样本中存在的有效物种数的估计值。我们称其为阶的多样性数。记住，权重ｗ等于比例丰富度р，我们可以将定义改写为

可以被替换为样品中物种的总数n。仍未被定义。然而，与导数在处的所有阶是连续的。(证明见附录。)

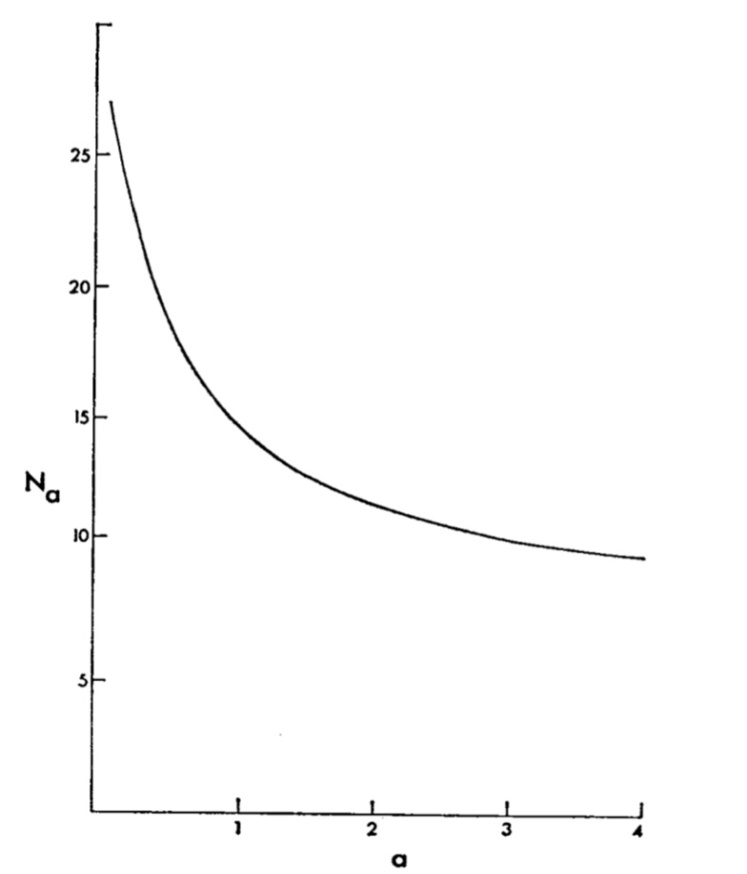
定义

我们发现

其中为香农指数，

因此，我们的符号涵盖了多样性的三个最重要的度量，辛普森指数()，物种总数(=)和香农指数()）。它源于Rényi(1961)，他定义

是阶的广义熵，并证明了量满足某些公理，这些公理使它们有资格被视为“信息”的度量。在目前的情况下，信息论的类比并不能说明问题;多样性更好地被描述为平均比例丰富度的倒数。特别是，是比例丰富度的算术平均值，是比例丰富度的几何平均值，是比例的谐波平均值。



图一

图一所示，一个特定的30cm×30cm的草场干重样品的多样性指数与其阶数之间的关系。(正如我们所看到的，所讨论的平均值是由比例丰富度本身加权的。)众所周知，几何平均值总是假设一个介于算术平均值和调和平均值之间的值，因此总是夹在物种总数和辛普森指数倒数之间。因此，惠特克(1965)断言，即辛普森指数和物种总数之间适合于描述样本中丰富度的划分，得到了很好的证实。香农指数本质上是中间值，传递的额外信息很少。

图1给出了特定情况下与的曲线图，应该注意两点：是的严格递减函数，在趋势中没有任何突出之处。虽然它与香农指数有特殊的关系，但作为一个多样性数，它只是中的一个。

我们可以将我们的结果总结如下。

=最稀有物种的比例丰富度的倒数

=物种总数

=exp()

=辛普森指数的倒数;即

=最常见物种的比例丰富度的倒数。

一个重要的结果是，为了描述群落，我们应该用统一的尺度来表达多样性的度量。也就是说，我们应该使用辛普森指数的倒数，或者可以想象的广义熵

但不是

这是Whittaker(1965)和Pielou(1969)青睐的衡量标准。

我们有充分的理由支持多样性数而不是熵。如果我们在样本的稀有物种中对样本进行一定深度的检查，那么多样性数就象征性地衡量了存在多少物种。如果我们从表面上考察(例如，用)，我们将只看到比较丰富的物种。如果我们深入观察(例如，用)，我们将看到所有存在的物种。因此，多样性数字有一个自然的直观解释，尽管相当模糊。对应的广义熵是对数的，很难可视化。

信息论符号如今在描述生态学和系统学中已经很好地建立起来了。Sibson(1969)利用Rényi’s的广义信息论构建了令人满意的分类学测度距离。他定义了“信息半径”的概念，其中MacArthur、Recher和Cody的“鸟类物种差异”是阶1的特例。MacArthur和Wilson认为，在未来的研究中，可以分别使用多样性数和另一个类似于相关系数的指标来衡量多样性和重叠。在西布森之后，它们的重叠索引应该用2阶的信息半径来代替。但是，尽管西布森的测量方法是可信的，研究者还是被建议要谨慎使用。强烈建议不要使用“特殊”订单的多样性数，如或。在多样性和分类学差异的度量方面，数学上的通用性几乎是无限的。应该使用简单易懂的指数。

均匀度

均匀度的概念现在可以被更清晰地理解了。对于任何特定的比例丰度集合我们有一个可能的多样性数的连续统。由于从变化到，因此多样性数越来越依赖于常见物种，而越来越少依赖于稀有物种。在“完全偶”的情况下，

所有阶的多样性数都等于；一般来说，比例越均匀，在范围内，的变量就越小。

我们可以定义偶数度的双连续体

（1）

对应于所有可能的值对。通常的定义是

根据式(1)，它不是衡量均匀性的标准。然而，至少有一些在文献中被考虑过。例如，谢尔登(1969)简要地评论说，将非常适合于这个目的。

使用统计数字是对标准做法的背离，必须加以证明。考虑一个物种-丰度关系，它具有这样的性质，即每个物种都有相同丰度的“加倍”。(例如，我们可以以雌雄异株生物的两性为例。)直观上，这与对应的物种-丰度关系具有相同的均匀性，在这种关系中，每个物种和它的“双生体”结合在一起，形成一个超级物种。测度满足这一标准，而J则不满足。因此，让我们的物种丰度关系是

和

然后

和

由此可以得出

换句话说，的多样性是的两倍，因此对于的所有值，均匀度和是相等的。

因此，我们证明统计优先于既定的衡量标准J，但是J在这一标准上失败了，替代

物种丰富度的关系

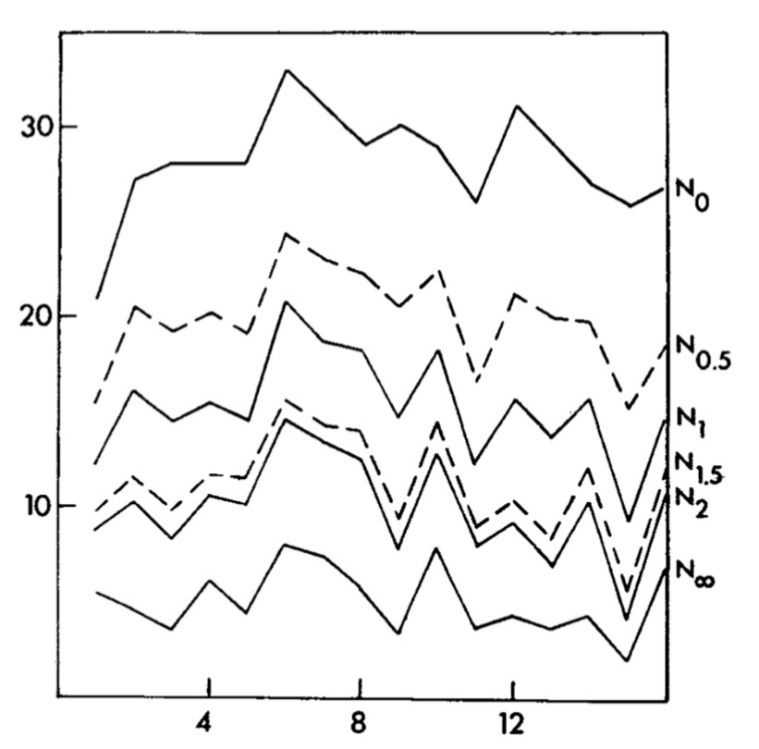
如果我们考虑一个无限物种的假设群落，那么是无限的，不是合适的定义。

因此，我们必须避免考虑像这样的偶数统计量作为衡量群体的一种属性：依赖于它们太依赖于样本量。然而，如果证明的条件适用—特别是我们可以获得一个社区的随机样本—那么随着样本规模的增加，替代统计量应该稳定到一个真正的社区值。但是对于非随机抽样(例如，从一个小区域开始并向外工作)，所有阶的多样性通常会显示出对样本量的依赖。

在实践中，多样性就像从样方抽样中获得的频率一样，必须被认为与样本量有本质的依赖关系。因此，没有理由认为自然统计量的可信度低于或。然而，通常比更稳定，并且在很大的样本量范围内可以假设一个相当恒定的值。

例子

作为这些不同的多样性度量之间可能存在的关系的一个例子，我们可以考虑为北威尔士牧场的干重数据计算的多样性数。牧场是一个物种丰富的群落，主要由草和小莎草组成，没有任何明确定义的优势。



沿横断面的位置（米）

图2.沿横断面间隔计算的不同阶数的多样性数

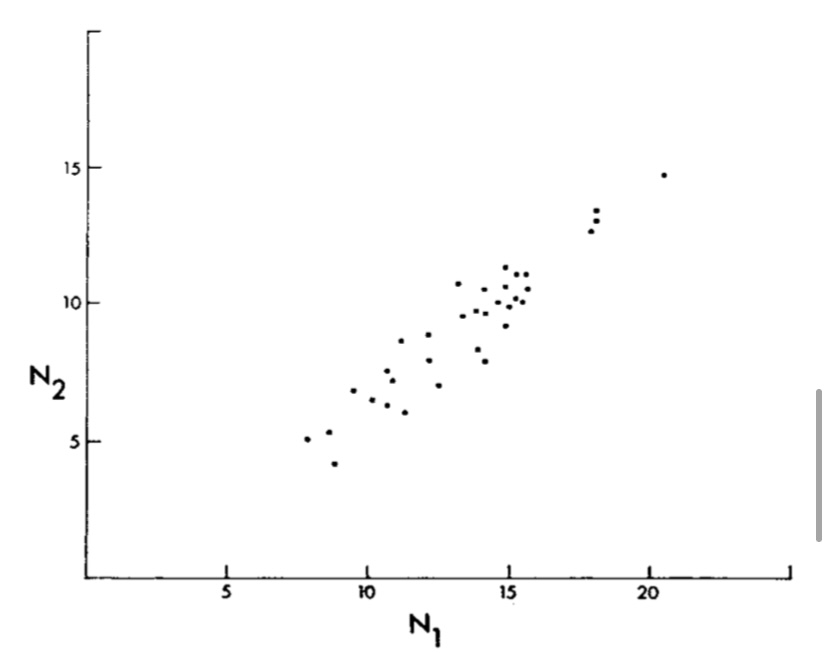


图3.与的散点图，在北威尔士的牧场中为30cm30cm的干重样本计算

结果如图2所示，显示出一个相当显著的特征。这表明，尽管不同顺序的多样性显示了总体差异，但它们的峰值在算术上大致相同。换句话说，是一个很好的近似等于加一个常数，而不是乘以一个常数。因此，-的差异可能比/的均匀性更具有社区特征性，只有广泛的实证调查才能确定这是否如此。很明显，无论怎样，均匀度都应该被视为次要的，在常规分析中，原始多样性数字和，或和是首选。这些可以方便地以散点二克的形式呈现，如图3。

讨论和结论

我们可以总结我们的论点，即多样性的概念只不过是现有有效物种数量的概念。将多样性数定义为平均比例丰度的倒数，我们遵循了Rényi采用一种符号，根据这些数字在枚举中包括或排除稀有物种的倾向对这些数字进行分级。不同的手段-和谐、几何和算术-对应于不同的既定多样性衡量标准。Entropies是多样性数的对数，是等价的，但不太容易可视化，因此不太适合一般使用。

鉴于Goodall的断言，物种多样性理论的未来发展将基于市场定位概念，令人尴尬的是，到目前为止，我们尚未提及的市场定位。但是，我们的论点是适当的符号的介绍，与其说是对物种多样性理论的贡献，不如说是命名论文。它使我们能够自然地说话，而不对热力学和熵的明显失误感到困惑；它使我们能够避开因使用不适当的均匀度措施而导致的概念混乱；它使我们能够对干重和计数一样自信地应用多样性措施。

但任何术语的选择都涉及某些通常未说明的理论承诺；声称符号在不同作者的观点之间是中立的，这是虚伪的。因此，马尔加勒夫指出，“生态学家在任何程度的多样性中都表达了在给定的物种组合中构建反馈系统或任何类型的链接的可能性。”Margalef并不总是一个让人容易理解的作家；但在这种情况下，他清楚地表明，多样性本质上是一个结构概念，它不能与社区组织理论分开。

现在，多样性具有理论意义，因为它可能与稳定性、成熟度、生产力、进化时间、捕食压力和空间异质性有关。它不一定与反馈有关。相反，它应该被视为一个可测量的参数，其观察到的值可以用各种理论来解释。甚至控制论理论和香农指数之间的联系在某种程度上也是历史生态学不是热力学。Rényi的广义熵将Shannon减少到一个特殊情况；他们得出的结论是，作为多样性的衡量标准，它绝不例外。多样性只是数字，应该与它们所支持的理论区分开来。

正如引理的证明所表明的那样，推论基本上取决于以下假设，即任何特定大小的样本中的物种都可以分为两类：稀有和普通。常见的物种肯定会被发现，而稀有物种有机会被发现，这与它们的真实丰度乘以样本的大小成正比。

**附件2：外文原文（复印件）**