

生态学基础讲习班

植物群落的数量特征

阳含熙

甘肃省植物学会
兰州大学生物系 印发

一九八三年、五、

生态学讲习班教材

植物群落 的数量特征

阳含熙

植物群落 的数量特征，是植物群落学研究的一项重要工作，植物群落学和其他学科一样，在定性的基础上逐渐开始数量的研究，到五十年代后期，已经有植物数量生态的专著了（Greig-smith 1957）。本来事物的发展有量变和质变的二个阶段。变化的初期是零星、个别的数量变化，不易察觉，必须察微识渐，才能预测事物发展的趋势。同时数量是一个客观的尺度，明确又具体，易于理解和比较，可以避免许多概念上的混淆和由此引起的争论。正如我们说20米和5米比较，与仅说长和短比较，所传达的信息的准确程度是很不相同的。当然并不是所有事物和现象都需用数量指标的，例如我们对于植物花朵的颜色，用红或紫，或不同深浅程度的红或紫来衡量，而不用波长来表示。

但是，数量的测定是费时费力的，这样就引起两个问题，一是在多数情况下，不可能对于全部研究的对象进行数量实测，而有取样问题，取样不当，所得数据，会引起貌似精确而实际谬误的结论，如何做到样本有代表性，这是一个需要专门讨论的问题，留待他处讨论。还有一个问题就是数量工作所费的劳动和代价，就其增加的准确度来讲，是否值得也是一个必须权衡的问题。例如Ellenbug就曾认为Good all采用的数量方法费五天时间调查640 m²，如用比较观察的方法，短短几小时就可得出同样的结论。这个例子本身此刻我们不作判断，但是可以说明数量调查是很费时的。现在有了电子计算机的工具，处理大量数据问题不大，而在野外取样收集数据还是有不少困难的。而这就更增

加这一问题的权衡分量了。

为了减轻数量特征实测的困难，有时采用估量方法，但是估量方面有以下几个主要来源引起误差：

1. 个人的误差：在工作疲倦时，稀少或形态不引人注意的植物易于被忽略。不太熟悉的植物也常易于忽略，而熟悉的植物则易于估计偏高。甚至二次调查的时间相隔很近时，前一次调查的记忆也会影响后一次调查的结果。就同一个人来讲，在相对意义上来讲，个人的误差不大，但集体工作时则误差很大，为了避免这种误差起见，工作开始和过程中必需经常进行校正。

2. 植物生长型 *Growth form* 引起的错觉，也是估计误差的一个原因。引人注目的植物易于估计偏高，而苔藓、叶片狭小的禾本科，或其他形态不显著的植物易于偏低。同一植物开花比不开花时估计也容易不同。禾本科或莎草科在不开花时很容易被忽略或低估。

3. 季节、年度的差异：草本植物的季节变化非常明显，只有在同一季节去调查，这种误差才可以避免。由于气候因素（例如雨量的多寡）的变异，草本植物的年变化也很大，要避免这种误差，不仅在同一地点需要连续进行多年调查，而且还要注意物候的迟早，同一物候的时期去调查。在不同地点同一时期调查也需注意这个问题。

4. 种群格局分布问题：集中分布的植物易于引起估计偏高，而随机分布则易于偏低，分布格局是群落数量研究的一个重要问题，我们以后还要专门讨论。

5. 在应用综合概念估计时，如同常用的法瑞学派的总估计，综合了盖度和密度两个概念，在调查时孰轻孰重全凭个人的经验而定，就很容易引起个人的误差，况且在一个群落所得的经验并不能完全应用于其他群落。我们举一个实例即可说明这点。在一片草场上，生长大量的

早熟禾 *Poa annua* , 其密度大而每个萌条的盖度小, 其中却混生了车前草 *Plantago major* , 其数量少而每个植株盖度大, 如果应用布氏的总估计来调查, 上面所说的孰轻孰重的问题就不易掌握。

总之, 以上所说的误差来源, 有些是可以小心地避免的, 有些是难以完全避免的。如果在标准地内进行估计, 不同地点不同时间选择的标准地, 无论怎样总会有些出入, 这也是一个不可避免的误差来源。

在应用估计方法时, 准确程度显然与调查者的熟悉程度很有关系, 一个地区或一个群落所得的经验在不同地区或不同群落就不能完全通用。关于估计方法的误差大小也有一些研究: Ellison 用点样方法 (一共 2400 个点) 估计禾本科的盖度, 不同人的估计差异达 12—20%。Goodall 也用点样方, 他认为在移动铁杆时最易引起误差, 而采用铁杆不动的方法, 由三个人分别估计, 结果发现其中一人的结果总比其他二人偏高, 误差的原因显然是由于各人判断植物是否接触铁杆时看法不同。Smith 指出八个有经验的人用英国的估计方法调查, 在同一地点同一群落, 误差达平均值的 25% (调查结果是 $71.24 \pm 139.81\%$), 而且偏高与偏低并不一致。我们在野外工作也会发现, 决定一个植物是否在样方之内, 以及决定一个萌发的芽是否正经算是一个萌条, 诸如此类的问题在很大程度上都由主观判断, 但必须明确定出标准, 并且加以说明。

我们还可以注意, 有些数量特征是绝对的数值, 不受样方大小的影响, 例如密度、断面积、盖度、郁闭度等等。而总频度则是由样方大小所决定的, 是相对于所有样方来讲的。

一、多度 Abundance

多度是指群落内每种植物的个体数量, 其解释和调查方法很不一致。大体可分两类, 有些人专指在观察工作中对于地段内每种植物个体

的相对数量，如英国学派常用分级制，美国奥斯汀的S级制，苏联和我国通用的德鲁特7级制。另一方面，Clements的S级制则未指样方内每种植物数量的估计。法瑞学派的S级制采用折衷方法，在样方（代表性的样地）内估计，并且还参考样方以外群落内的样况。

另一些人（如Wilford与Melean & Cook）认为多度是样方内每种植物的实测株数，可以

$$\text{多度} = \frac{\text{全部样方内某种植物的株数}}{\text{某种植物出现的样方数目}}$$

还有人把多度和盖度结合在一起，称作总估计，用得最多的是法瑞学派布氏的5级制，其次如Domin的10级制在北欧也常应用。其他如Meiges Drees的9级制，Donig Kraft的9级制，都可与布氏的5级制换算。此外还有一些特殊的用法，Vestel和Ashby等人把多度用作密度的同义语，还有人把多度解释作相对株数，即某种植物的个体数目与样方所有种全部数目的百分比。

总之，多度的解释与调查，有人以群落为范围，有人以样方为范围有人估计，有人实测，而分级又有5级7级、9级与10级的不同并未统一。Vestel建议如全部种数在40种以上，则应用10级制，才能比较正确反映差别。日本沼田真也建议在日本用自己的10级制。

多度的计数对象，一般指个体，有时也指萌条（如灌木、莎草科、灯心草科和禾本科等）。有人建议密丛禾本科每个具3条以上细根的萌条即算一株（在实验室内计算），葡萄植物则以每8公分一段并具有根根算一株。

在我看来，多度应限于用作植物个体数量多少的估计指标，它的优点是迅速，但不受样方大小的限制，宜于概查之用，如果进行样方内的计算，实际上就是密度，最好不称为多度。

二、密度 (Density)

密度是指单位面积(严格说应指空间)的株数(整个植株或其一部分),多数学者都是这样用法,用公式表示就是:

$$D(\text{密度}) = \frac{\text{样方内某种植物个体的全部数目}}{\text{样方面积}} = \frac{N}{A}$$

可是布氏(Braun-Blanquet)把密度解释成每株植物所占的单位面积,换言之,即是通常所说密度的倒数。Kylin建议用平均面积一词,其含义即布氏的“密度”定义,其公式表示则为:

$$m.a.(\text{平均面积}) = 1/D$$

Nordhagen用最小面积(minimal Area)一词,意指能找某一种植物的最小面积(注意不要与后面所讲的群落最小面积相混),在植物规则分布的情况下,此值为密度的倒数,也就是Kylin的平均面积,事实上Kylin和Du Rietz都曾把平均面积与最小面积混为一谈。植物成随机分布时,那么不管多大的面积也不一定包含此种植物。因而建议用90%概率时的面积,具体作的时候,先用1 m²样方找出频度和最小面积的关系,然后加以计算。

草场学者有人把密度与盖度的同义语,这是一种不正确的用法。

密度的解释也各不同,很明显的一点,就是它是一个实测的数值,因而只限于一定面积的样方内才能计算。它又是一个平均数值,所以就不同群落用来作为比较对应说明样方的大小,不能单纯用每公顷多少株数来比较,这个数值受到分布格局的影响,所以同一密度并不总是同一数量。

美国Wisconsin学派开始用相对密度一词,其公式是

$$\text{相对密度} = \frac{\text{某种植物的个体数目}}{\text{全部植物的个体数目}} \times 100$$

相对密度反映群落内各种植物数目之间的比例关系，以资比较。

此外种数密度 (Species density) 一词是指单位面积内的平均种数。

沼田真用密度比例 (density ratio) 一词，以密度最大植物的株数为100，而计算其它每种植物分别占有株数的%。

三、距离 (Distance)

密度和距离的平方可存在一定的关系，很早就有人想到这一点，建议用平均株距来估计密度，而省去采用样方的麻烦 (König 185, Hult 1881)。五十年代许多学者进行这一研究 (Cottam 1949)，用了四种方法，最近邻株法，最近个体法，随机成对法和四分法。主要用于林木调查。

1、最近个体法 (Closest individual method)

用罗盘作一基线 (直线或折线均可)，在线上可以按随机表而决定点的位置，或者用规则取样方法，每隔一定距离 (距离须大于个体的大小，使不致重复测同一株) 而取一点。然后测定此一点至最近一株林木的距离。

2、最近邻株法 (Nearest neighbour method)

与上一方法相同，但选择一株林木，而测定其最近一株林木的距离。

理论上，上述二法的平均距离 $r = \frac{1}{2} \sqrt{m}$ (m = 平均面积)，但是经验数字则为1.67左右。

3、随机成对法 (random pair method)

在找到点后，选择距离最近一株，然后面向林木，用两手伸成180度 (此系一经验数字，对于竹林研究，沼田真认为90度最宜，可是应对树种而存不同) 而找出背后离身最近的一株，测定二株的距离，胸径和记载树种，并计算以下项目：

$$\text{平均株距} = \frac{\text{全部株距之和}}{\text{林木的成对数目}}$$

$$\text{相对密度} = \frac{\text{每个种的株数}}{\text{全部种的株数}} \times 100$$

$$\text{相对优势度} = \frac{\text{每个种的胸高断面积之和}}{\text{全部种的胸高断面积之和}} \times 100$$

$$\text{相对频度} = \frac{\text{每个种出现的点数}}{\text{全部种出现的点数}} \times 100$$

$$\text{相对密度} + \text{相对优势度} + \text{相对频度} = \text{重要值}$$

$$\text{每公顷株数} = \frac{10000}{(0.8)(\text{平均株距})^2}$$

$$\text{全部种的总密度} = \frac{\text{单位面积}}{(0.8 \times \text{平均株距})^2}$$

$$\text{密度} = \frac{\text{每个种的相对密度}}{100} \times \text{全部种的总密度}$$

$$\text{优势度} = \text{种的密度} \times \text{种的平均优势度}$$

$$\text{频度} = \frac{\text{每个种出现的点数}}{\text{全部点数}}$$

4、四分法 (Quarter method)

每一点作为中心，在其周围的四个象限内每一象限选择离点最近的一株，测出距离，并记载树种，胸径。四株平均距离即平均株距。计算项目如随机成对法，但不用 0.8 的修正系数。

四种方法应用的结果，其可靠程度依次增加，而以四分法为最佳。四种方法都以林木随机分布为基础，因而树种分布愈偏离随机分布，则结果误差愈大，对于胸径、树种、相对密度的误差不大，而频率则不仅

受到自己分布格局的影响，还受到其它种分布格局的影响。

(可以参照植物生态学的方法一书第四章)

四、盖度 (Cover 或 Coverage)

盖度指植物个体地上部分垂直投影的面积，Post (1867)最早提出这个概念。这是一个重要的数量指标，反映了地面上的生存空间。在用绝对数值表示时，不受样方大小的影响，比较客观和容易估计或实测。

盖度通常分层计算，由于植物枝叶互相重叠，故各层盖度之和可能大于总盖度。盖度测定在苏联和北欧将枝叶空隙部分略而不计，而英美学派则常将枝叶间空隙包括在内。森林常用郁闭度或胸高断面积（树干离地面 1.3 米高处）。牧场以成丛草本植物离地面 2—3 公分（牲畜吃草的高度）高度的断面积计算，因而基部断面积比较稳定，不随逐年雨量变化而变动。总之生活型不同，需用不同标准，才能互相比。草本植物用点样方来测定盖度，原理也很简单，任何一个有限小的面积，只可能有三种情况，全部复盖、部分复盖和全部未复盖，当标地无穷小，接近一个点时，就只有完全复盖和完全不复盖两种情况，可以根据点的接触情况，即可计算盖度。此外，还有人用样线法，根据植物地上部与线的接触高度，分别计算百分率。此法不能反映枝叶互相交错的情况。树木还可以做树冠水平投影图，草本植物还可用放大仪实测作图。

盖度估计也有许多方法，目前通用的有下面几种。北欧常用 Hult-Sesnancler 的五级制，其中 50% 以下的有 4 级，对于 $4 \times 4 \text{ m}^2$ 的样方较宜。布氏与奥斯汀的 5 级制都是在 50% 以上的分成 3 级，对于 $10 \times 10 \text{ m}^2$ 的样方较宜。

草场调查在欧洲常用 Klapp 法，先将牧草分为禾本科、莎草科、豆科与其他草本植物四种，分别估计，用 % 表示，小于 1% 的用 + 号表

示。然后再用实测或有经验的人加以检查，此法缺点是多，对于样方来讲，不同大小的样方不能比较。

草场调查还有人用 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 的塑料透明板，分别估计牧草和毒草二类植物的盖度，然后加以实例校正。

五、优势度与优势种 (Dominance and Dominants)

优势度与优势种的概念至少有以下三种解释：

1、优势种对于群落中其它种有很大的影响，而本身受其他种的影响最小。按照这一定义除单种或二种组成优势的群落外，在很多情况下，必须通过群落内全部或至少大部分种的个体生态学研究，才能决定优势种，否则难免有不同程度的臆测。苏卡乔夫建议用建群种一词，作以上的解释，此词更确切一些，但是上面提的问题仍然存在。

2、另一种解释是指具有最大密度、盖度和生物量的种，很多学者认为最大的密度、盖度和生物量，即意味在群落中具有最大的影响，事实上二者并不完全一致。苏卡乔夫和理查德都建议优势种只限于指最大的密度和盖度的种。

3、在森林学上优势种又具有另一种解释，根据林木分化结果，林木分成四或五级，其中优势种是指较大的林木，树冠充分发育，有时间侧密挤，形成最高一层的林冠，上方受到充分光照，侧方部分受光。

在热带生态学中还常遇到超越种 Emergent Species 一词，意思是指热带雨林中形成超出一般林冠之上的少数树木，它于演替早期即出现，而在演替后期相对稳定的阶段仍然“鹤立鸡群”似的高高存在。

此外优势度有时还用作盖度的同义语。五十年代以来，相对优势度又较普遍应用。

六、频度 (Frequency)

频度是指样方中某植物出现的样方的百分率。早期文献 (Durv-

ille 1825, Brquet 1893, Jaccard 1902)中即有此概念。嗣后 Jaccard 1908, Raunkiaer 1909, Stapleder 1910 先后独立地创造了用样方频度的方法,其中以 Raunkiaer 的影响最大。他认为重量和个体株数都有缺点:重量的季节变化比较大,而且在很多情况下不实用;个体又大小不一,因而提出用频度来估计植被的均匀程度和季节变化(丹麦文 frekvens = 英文 attendance 出现)。他调查草地用 10×10 cm 的样方,最先用“随机”的方形样方,后改用规则分布的圆形样方,当时他认为频度可以表示密度,而比密度测定要简单得多。现在我们知道,事情并不像他所想的那样简单,频度是密度的函数,但在多数情况下二者不成直线相关(只有最大规则分布与每样方中 1 株时才成直线相关)。在随机分布情况下,密度和频度的关系可以用以下公式计算

$$m = -\ln \left(1 - \frac{F}{100} \right)$$

m = 样方中平均株数; F = 频度

在此种情况下,一种大小的样方的密度可以用来推算其它大小样方的密度。例如 F_1 是样方大小为 a_1 时某个种的频度, F_2 是样方大小为 a_2 时某个种的频度,则

$$F_1 = 100 (1 - e^{-a_1 x})$$

$$F_2 = 100 (1 - e^{-a_2 x})$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{1 - e^{-a_1 x}}{1 - e^{-a_2 x}}$$

或者,更简单一些,用不出现的百分率表示

$$100 - F_1 = 100 e^{-a_1 x}$$

$$100 - F_2 = 100 e^{-a_2 x}$$

$$\frac{100 - F_1}{100 - F_2} = \frac{e^{-a_1 x}}{e^{-a_2 x}}$$

$$\ln \left(\frac{100 - F_1}{100 - F_2} \right) = (a_2 - a_1) x$$

$$\text{或 } \lg \left(\frac{100 - F_1}{100 - F_2} \right) = 0.4343(a_2 - a_1) x$$

植物呈随机分布的情况极少，因而这些计算的应用不大，其唯一用处较多的情况是将同一地点不同时期不同的频度数据，经过经验公式可以推算密度。例如有人就计算过松树频度的概率转换数据是密度对数的线性函数（Lynch 和 Schumacher 1941）。

总之，频度是一个综合概念，与盖度密度不同，它受到密度、分布格局、个体大小、与样方数目和大小的影响。同一频度的种，分布格局可能大不相同，但是频度的测定非常简单，能够综合反映密度和分布格局，所以在植被研究中得到了广泛应用。

根据全球 8000 种有花植物的研究，Raun-Klaer 归纳得到以下的频度定律：

$$A > B > C \geq D < E \quad (\text{参阅图})$$

其中，

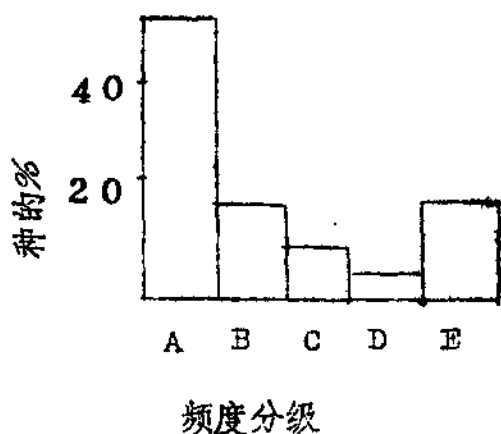
A = 0 - 20% 频度

B = 21 - 40% 频度

C = 41 - 60% 频度

D = 61 - 80% 频度

E = 81 - 100% 频度



这一现象被后来许多人证实，前面几级依次下降是符合偶见种数比常见种数多的一般现象，但是D小于E的现象，过去许多解释是不正确的。事实是，组内包含了最大的密度范围，从而抵消了数目减少趋势的影响，从下面这种计算可以看得很清楚：

频度中所包含密度范围（在随机分布时）

频度	密度	密度范围
0	0	0.223
20	0.223	0.288
40	0.511	0.405
60	0.916	0.693
80	1.609	(1.609 达最大值)
100	∞	

所以频度分布曲线不但反映了各频度级的种数，而且受到种的分布格局、个体大小，也许还有样方数目的影响。

频度可分根着频度和叶枝频度二种，Raunkiaer 的本来用法是指根着频度（有时包括一部分地上过冬芽），一般都采取这种用法，但也有人如 Durletz 则指叶枝频度，后者比前者要大。

在用样线法时，有人（Gater 1949）将样条上某个种的个体数目对样条上全部种的个体数目的百分率叫做频度。

在用随机成对法等类方法时，有人把某一种出现的点数占全部点数

的百分率算做频度。

在用点样方时，有人把标杆中某种植物所碰到的杆数的百分率算为频度。

事实上这些涵义并不完全相同，严格说来，频度限于指样方内计算的频度，即

$$\text{频度} = \frac{\text{某一种出现的样方数目}}{\text{全部样方数目}} \times 100$$

此外，有人（如 Stapledon, 1913）把频度用做多度的同义语，这种用法是不正确的。

前面提到将相对频度、相对优势度、相对密度相加由下式计算，得到重要值（importance value），借以表示各个种在群落中的重要程度

$$\text{重要值} = \frac{\text{相对密度} + \text{相对频度} + \text{相对优势度}}{300}$$

七、高度 Height

植株高度指示生长情况、生长势、以及竞争和适应的能力，在林业还常用优势木平均树高作为地位级。最近 Specht (1981) 将澳洲森林按高度分为 $> 30\text{m}$ ， $10-30\text{m}$ ， $< 10\text{m}$ 三个等级，以资比较。在草场学方面，放牧季节开始与草的高度有关，具体高度各种牧草不同，（一般 $5-25\text{cm}$ ），而牧草最后高度又可作为放牧是否过度的指标。有人研究得知草本植物高度与根深成正相关，六种禾本科植物地上第三片叶的高度与根的直径有关，还有人研究高度与重量的相关，找出每 25厘米 高生长的重量作为放牧指标的参考。

高度通常分为最高、最低与平均三项，可以实测，也可以估计。对于草本植物还有两种实测方法，一种是测定其自然状态的高度，一种是

• 13 •

把植株拉直来量。在用点样方时，还有人从接触点开始，测定垂直高度。林木的高度测定则有多种方法，在测树学中讨论。

八、重量 Weight

重量指单位面积的干重或鲜重，自从IBP计划以来，无论关于草场或森林都有很多专著，兹不赘述。

九、体积 Volume

在林业研究上非常重要，测树学进行专门讨论。对于体积较小的灌木，草本植物可以用排水方法。

十、种—面积曲线与最小面积（或代表面积）

Species-area curve and minimal area

样方的面积扩大，样方内的种数也随之增加，最初增加很快，以后逐渐缓慢，形成一条曲线。对于这条曲线的形状以及其最适当的拟合公式，已经进行很多的研究，希望能找出一条曲线能代表群落的特点，从而把类似的曲线分类。

分布格局对于这条曲线的影响常被忽略或考虑不足。在同样大小的样方中，集中分布时种的数目一定比随机分布时为少，除非样方大到超过了集中分布的小块之间距离，否则从随机分布情况所得的曲线自然不会符合于集中分布的情况。

另一个原因则是研究方法上的缺点。研究面积和种数的关系采用三种方法：（1）随机分布大小不一的样方。（2）逐渐扩大面积的样方。（3）将一定数目的随机分布的小样方的结果相加。其中第一种方法最佳，第二种方法大样方中套小样方，将使小样方中出现的罕见种也必然在大样方中出现，而有夸大种数的缺点，第三种方法不仅有此缺点，还有忽视集中分布的缺点，因小样方数目多，就使集中分布的种也能出现。

关于曲线的形式进行了许多数学的探讨，对于曲线的上部为直线或

S形不能确定。多数人认为是接近直线的，从而可以从线的坡度大体指示种的数目的变化。

最小面积（或代表面积）是一个和种数—面积曲线密切有关的问题。

所谓最小面积是最小的能将表现群落全部特点的面积。关于最小面积也有三种研究方法：即根据种属组成、种属组成的均匀度、和种的频度等三种方法。前面曾提到种数—面积曲线渐趋于水平的现象。许多学者认为此时的面积即是最小面积，法瑞学派也是用此法确定最小面积的。Cain 指出种数—面积曲线上有一个转折点“Break”，在此以后曲线即趋水平。他发现转折与二轴 x/y 的比例大小有关，因而建议面积增加 $1/10$ ，种数也增加 $1/10$ 的方法。可是这个方法也有一个很大缺点，就是这比例由最大样方所决定。它愈大则种数和面积的比例愈小，而最小面积愈大。

Vestal 和 Hellsmans 建议恒有种的频度达 60—80% 时的样方面积，Arnhild 认为最多数量种的频度达 95% 时的最小面积。

北欧学派认为恒有度达 90% 的算为恒有种当恒有种的数目不再增加时的样方面积就是最小面积。这种方法的缺点是只采用了十个主观选择的样方，而非随机选择。

分布格局的大小和强度也影响到最小面积，如果分布格局的范围小，则用小样方也将出现。如果分布格局的范围大，则决定于强度（单位面积的株数）。分布面积密集的小块，而小块之间的距离大，则只在大样方中才能出现。反之许多密或稀的小块形成很大的分布范围，那末在较小的样方中出现。因为最小面积和分布格局的关系很不简单，分布格局相差很大形成结构很不相似的群体，但是可能具有同一最小面积。所以最小面积的概念实际意义不大。Goodall 建议用均匀度来表示。最小面积应是“不同样地之间的种属组成的差异与距离无关的最小标准地”

这种说法实际上是找出最大的集中分布的范围。

总之，种属——面积曲线与最小面积（或代表面积）都有许多问题未澄清，但是多数情况下，特别是种数丰富的热带，我们用这样一种方法来指示是否大多数种已经包括在内，还是一个实际可行的办法，而把许多个别种出现的样方认为代表性不行，加以淘汰。

我们还需区别上面所说的群落最小面积，和研究任何数量特征所需的最宜样方面积大小不是一回事。后者由于边际影响，记载难易，变异大小，分布曲线形式所决定。

此外，Nordhage 建议用样方内平均种数达90%，而不再增加时的面积即为最小面积。

West 用基部面积调查草原，发现样方增大时，分布曲线的偏倚或多或少，而达一定大小时，不再变化即为最小面积（在他研究的例子是25平方分米）。

同时最小面积与样方形状有关，长方形变异较小，故用长方形，则最小面积小。

甘肃省植物学会
兰州大学生物系
一九八三、五。