

草业科学研究方法

任继周 主编

中国农业出版社

主 编 任继周
副主编 张自和 符义坤
编 者 (以姓氏笔画为序)
王彦荣 孙吉雄 朱兴运 刘荣堂 任继周 牟新待
张自和 陈全功 陈宝书 胡自治 胡延凯 南志标
曹致中 符义坤 葛文华 鲁 挺

草业科学研究方法

任继周 主编

* * *

责任编辑 李锦明

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号 100026)

新华书店北京发行所发行 北京科技印刷厂印刷

787mm×1092mm16开本 28.25印张 660千字

1998年2月第1版 1998年2月北京第1次印刷

印数 1~2000册 定价: 68.50元

ISBN 7-109-04950-7/S·3089

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

中华农业科教基金会简介

中华农业科教基金会经中国人民银行批准，民政部注册登记，于1995年12月20日成立。基金会得到国家科委、中国人民银行、民政部、农业部等部委的大力支持；得到国内外企业界、知名人士的积极响应。基金会归口农业部管理，接受中国人民银行和民政部监督。

中华农业科教基金会的宗旨是：通过广泛吸收国内外和社会各方面的资金，用以支持中国农业科教事业，补充国家主渠道对农业科技的投入，以加快实施“科教兴农”战略。

中华农业科教基金会的任务是：发展农业科教事业，推动农业科技进步，提高农业劳动者素质，促进中国农业发展和农村经济繁荣。基金会资助农业基础研究、应用研究、试验示范、成果推广和农业科教前沿重大课题的研究；资助有突出贡献和有发展潜力的中青年农业科技人才；资助优秀农业科技著作的出版；奖励在中国农业科教事业中做出重要贡献的个人。

中华农业科教基金会将根据政府制订的农村经济发展规划，定期公布资助方向。资助项目的遴选实行“公开申请，~~专家~~评审，民主公正，择优资助”原则。基金会建立严格的~~筹资~~管理和使用制度，公正、合理、规范、科学、有效地使用~~农业~~科教基金，向捐赠者公开收支帐目，接受监督。

中华农业科教基金会热忱欢迎国内外企业、社团、各界人士向本基金会捐赠资金，本基金会可根据捐赠者的意愿，设立名人基金、专项基金等。

序 言

《草业科学研究方法》是在草原科学研究方法的基础上发展起来的。它具有较为深厚的科学背景。但是作为独立的，草业科学的方法论的体现，却是与草业科学同样年轻，还不够成熟，更说不上完善。尽管如此，从本质上说，仍然如其他科学与它们各自的方法论专著一样，蕴含着草业科学的特色与精华。

草业作为农业的一个新的分支，从 20 世纪 80 年代开始，正在古老的华夏大地萌动孳生。它作为一种新兴的产业，包含了草业生产的全部生产流程。

草业科学，发源于草业并以草业为归宿。草业科学当然也应该覆盖草业生产全过程。它以生态系统的理论为基础，对草地农业系统加以整体调控与监测。

草业科学的研究方法，必须在草业科学的目标与方法论的指导下，满足草业科学和草业生产的要求。亦即满足对于草业生产整体的调控与监测的需要。同时，正确的方法论和与之相适应的研究方法，又给草业科学与草业生产以促进。

由于草业科学是一个跨越前植物生产层，植物生产层，动物生产层和外生物生产层的漫长生产系统，它的层次多，涉及非生物的、生物的和外生物的（如加工、流通等）众多方面，其中包含了十分丰富的组分，各个组分及组分集团之间的关系更是纷繁万端，不易梳理。对于这样一个庞大复杂的体系加以监测，如何使其简明扼要，不疏不蔓，关于信息的选项，加工，解译，反馈都能准确、及时，难度极大。这实际上是要建立，或更确切地说，把握一个已经存在的或即将存在的草业运行的信息系统。多年以来，我们试图解决这一难题，但屡作屡废，终无成就。

现在，呈现在读者面前的这本《草业科学研究方法》，是根据上述设想作出的初步尝试。大体上分为几个部分：本底资料监测与评价部分；有关植物、动物生产资料的监测与评价部分；有关加工流通的监测与评价部分。

为了达到上述目的，本书编者制订了几项编写原则：

(1) 精选研究项目。草业生产既然包含了四个生产层，它比任何其他农业生产部门的生产流程都长，涉及的项目甚多，在众多的有关项目中，如何选取必要的研究、监测项目，摒除不必要的项目，既使工作简练易行，又能保持研究监测的系统完整，这是我们考虑的首要问题。监测项目的抉择依据，就是从草业生产系统的整体构架着眼，选择必不可少者，作为本书的研究监测项目。可有可无者，尽管表面看来颇为重要，也只好割爱。

(2) 掌握本书容量。由于草业系统涉及的生产层次多，项目多，如将有关研究项目遍加论述，将使本书篇幅过分冗长而庞杂。因此，有关植物、土壤、动物及畜产品的化学分析方法，植物、动物生理参数监测等，因为都已有专著，一概从略。凡与草业生产直接有关的研究方法，则根据草业生产的实际需要，参考有关文献，结合笔者等自己的工作经验，给以简明论述，力求不使缺漏。

(3) 选定监测精度。根据目前生产水平和使用工具的要求, 选定适宜的监测精度, 精度过粗固然不宜, 过细也不利于监测任务的完成。

(4) 厘定研究方法。同一监测项目, 可以有多种不同的研究方法, 本书选择其较为简易可靠, 国际上较为通行, 易于推广的方法一二种, 不求完备, 不多罗列。其中少部分方法是笔者等借鉴国际文献, 改进或始创, 而在我们及有关单位行之有效的新方法。

(5) 慎重项目解译。每一研究项目及其监测结果, 力求给以科学、明确地解译。目的不明, 释义含混者, 一律不取。

我们希望通过上述努力, 能够为读者提供一个便于目前使用, 符合研究和生产需要的研究系统, 和在此系统要求下的具体研究方法。

本书共分 19 章。它们的执笔人分别是 (依姓氏笔画为序): 王彦荣 (5 章), 孙吉雄 (2 章、17 章), 朱兴运 (8 章), 刘荣堂 (12 章、15 章), 任继周 (6 章), 牟新待 (9 章), 牟新待、陈全功 (16 章), 张自和 (19 章), 陈宝书、胡延凯 (3 章), 胡自治 (1 章、10 章), 南志标 (11 章、14 章), 曹致中 (4 章), 符义坤 (7 章), 葛文华 (18 章), 鲁挺 (13 章)。任继周拟定框架统编。

各位撰稿人尽管在我们规定的原则下努力求索, 但是现在看来这本《草业科学研究方法》与既定目标之间, 显然还有很大的差距。这主要是笔者的水平所限, 也与草业科学和草业生产本身发展水平有关。对于一个刚刚肇始的新兴产业和植根于这一产业的新兴学科, 当然还难于希望很快建立一个完整的监测系统和与之相适应的研究方法。这样的系统和这样的方法, 只能随着生产的发展而逐步完善。这是我们今后的责任。

当然我们并不想以此为借口, 推卸我们在工作中的疏忽和错误, 希望热心的读者能够给以指正和帮助, 我们将十分感谢。

任继周序于北京

1996 年 6 月

目 录

第一章 草地植被特征的研究	1
一、草地植被分析的取样.....	1
二、草地植被的数量特征.....	11
三、草地植被的空间结构特征.....	16
四、草地植被的时间结构特征.....	19
五、草地植被的综合特征.....	24
第二章 草地改良利用	30
一、草地水分平衡的研究方法.....	30
二、草地植物群落生产结构的研究方法.....	35
三、草地植物对家畜适口性评定的研究方法.....	37
四、草地放牧演替的研究方法.....	42
五、草地灌溉试验.....	49
六、草地施肥试验.....	51
第三章 人工草地、轮作	55
一、混播草地的设计.....	55
二、草地饲料轮作.....	70
第四章 牧草育种	74
一、牧草育种技术.....	74
二、主要育种方法和规程.....	90
三、生理生态特性的鉴定.....	93
第五章 牧草种子质量评定	97
一、种子常项质量评定.....	97
二、品种纯度测定.....	107
三、种子活力测定.....	112
第六章 牧草品质评定	122
一、牧草的生物学评价.....	122
二、植物—动物生产的相关性评价.....	129
第七章 家畜放牧与轮牧设计试验	137
一、放牧试验规划.....	137
二、测定项目与方法.....	142
三、划区轮牧设计.....	145
四、草地放牧系统模拟.....	148
五、放牧家畜的行为观测.....	152

第八章 放牧牛羊采食量研究	160
一、模拟法.....	160
二、“三结合法”（即食道瘻管采样、离体消化法测牧草消化率、三氧化二铬指示剂测排粪量）.....	162
三、离体消化率的测定与使用三氧化二铬指示剂结合法.....	169
四、内外指示剂结合法.....	171
五、差额法.....	173
六、根据家畜生产性能估测牧草干物质采食量.....	177
七、放牧牛羊采食量测定方法讨论及总结.....	183
第九章 草地牧草可消化营养物质和消化能的估算	189
一、草地牧草消化率的意义.....	189
二、影响草地牧草消化率的因素.....	191
三、用消化率评价草地生产力的综合指标.....	197
第十章 草原生产能力的估测	201
一、概念.....	201
二、牧草经济产量的估测.....	201
三、草地生物学产量的估测.....	203
四、载牧量（载畜量）的估测.....	207
五、草原畜产品单位的估算.....	211
第十一章 牧草病害的调查与评定	214
一、病害调查.....	214
二、病害的测定与统计.....	218
三、评定病害损失的试验方法.....	228
四、病害损失估计模型.....	232
第十二章 鼠害调查防治方法	237
一、啮齿动物外形与头骨测量法.....	237
二、灭鼠试验方法.....	238
三、灭鼠效果检查.....	242
四、鼠类数量调查方法.....	244
五、害鼠的预测预报.....	246
六、测报实例（新疆地区小家鼠种群数量测报方案）.....	247
第十三章 虫害	253
一、害虫调查的一般原理.....	253
二、害虫危害程度预测及产量损失估计.....	256
三、害虫的预测预报.....	260
四、人工草地昆虫群落的研究方法.....	267
五、害虫防治的经济阈值研究.....	272
第十四章 杂草调查与评定	276
一、杂草普查.....	276
二、杂草防除效果调查.....	282

三、草害损失评定·····	291
四、草害损失估计模型·····	293
第十五章 狩猎 ·····	297
一、猎区规划·····	297
二、猎场区划·····	298
三、猎场评价及猎地级、猎期、猎取量的确定·····	299
四、数量调查·····	303
五、猎犬训练原理和方法·····	308
六、用火箭牵拉网活捕野生动物·····	310
七、狩猎的射击方法·····	312
八、狩猎动物的麻醉·····	313
第十六章 草地遥感技术 ·····	319
一、草地资源遥感调查·····	319
二、草地资源动态遥感监测·····	322
三、草原牧区自然灾害实时调查·····	334
四、草地管理信息系统·····	337
第十七章 草坪研究方法 ·····	339
一、草坪床上性状的研究·····	339
二、草坪植物群落特征的研究方法·····	347
三、草坪草引种数量化决策研究·····	353
四、播种种子在床土分布位置的研究方法·····	365
五、营养期草坪草的识别研究·····	366
六、草坪的供水系统设计·····	369
七、草皮性状的研究方法·····	375
八、草坪品质评价的研究方法·····	382
第十八章 草业技术经济分析方法 ·····	390
一、草业技术经济分析方法概述·····	390
二、一般分析方法及其应用·····	390
三、生产函数模型在草业技术经济分析中的应用·····	401
四、草业技术经济效果的边际分析方法·····	409
五、线性规划模型在草业技术经济分析中的应用·····	417
第十九章 草业科研项目的申请立项与管理 ·····	426
一、科研项目的类别与特点·····	426
二、国家自然科学基金项目·····	427
三、国家攻关项目申请与管理·····	430
四、国际合作项目·····	432
五、项目的可行性研究·····	436
六、项目管理概述·····	439

第一章 草地植被特征的研究

一、草地植被分析的取样

(一) 样地的建立

为了研究和分析草地植被必须建立试验样地，在样地中取样进行分析。样地应当能提供关于该群落（草地型）的充分而完整的概念，因此样地应有一定的面积。草本植被样地的面积至少应为 $100\sim 400\text{m}^2$ ，个别特殊的群落如其总面积很小，则可将全部面积作为样地使用。对于灌丛，面积应更大一些，一般为 $400\sim 1000\text{m}^2$ 。在平原地区，样地面积可适当扩大，在山区，由于生态条件复杂和在空间上变化迅速，群落的变化也很快，因此样地可适当缩小。

样地是代表一个群落整体的地段，因此样地应选在群落的典型地段，尽量排除人的主观因素，使其能充分反映群落的真实情况，代表群落的完整特征，因此样地应注意不要选在被人、畜和啮齿动物过度干扰和破坏的地段，也不要选在两个群落的过渡地段。陆地上的样地应位于最平坦的地段，山地上的群落应位于高度、坡度和坡向适中的地段；具有灌丛的样地，除了其他条件外，灌丛的郁蔽度应是中等的地段。

样地的轮廓可以是定形的，如正方形、长方形；也可以是不定形的，如对平地 and 山地的小面积群落，可沿其自然边界建立样地。样地四周应当用围栏加保护，以免人、畜破坏。为了精确的研究，尤其是产量动态的研究，样地需用网眼为 $5\text{cm}\times 5\text{cm}$ 以下的网围栏保护，防止野兔等采食。

(二) 取样和取样单位的布局

为了某一项草地植被特征的研究，需要在样地内抽取一系列的取样单位进行“解剖麻雀”式的研究。如果植被具有完全均匀的组成和分布，那么在什么地方抽取一个取样单位——样本就可以了，但这种情况在自然界的草地中并不存在，因此就不得不抽取一系列的样本并对其布局作出合适的安排，以便从取样单位获得的信息与数据能代表样地，进而能代表整个草地群落。有下列几种取样方法可根据实际情况进行选用。

1. 随机取样 随机取样也称客观取样，其目的在于使样地中的任何一点都有同等的机会被抽作取样单位，这样就可以用统计的方法表示取样的完善程度。例如，利用随机表上的随机数字，或扔出一些硬币或洗好的牌以决定取样的位置。但是这种方法常使取样单位集中在一起，或者两个取样单位紧密相邻，而另外的草地被遗漏，损失十分珍贵的科学信息。为了避免这个缺点，可采用改进的随机步程法，即在样地内互相垂直的两个轴上，利用成对的随机数字作距离以确定取样的地点，即先从一个方向以随机步数进行取样，取完后改变方向并重复这一程序。

2. 系统取样 这种方法是将取样单位尽可能地等距、均匀而广泛地散布在样地中，以

避免随机取样时取样单位分布不规则，某些地方取样单位过多，而另外一些地方又太少的缺点。系统取样的具体方法如图 1-1 所示。在按这些方法取样和等距布局时，如果其中有的取样单位正好碰到裸地、岩石、鼠洞、蚁塔、石块等处而无草地的代表意义时，可以稍为偏移。对于超过 15 的坡地，取样单位应照顾到坡的上、中、下等部位。

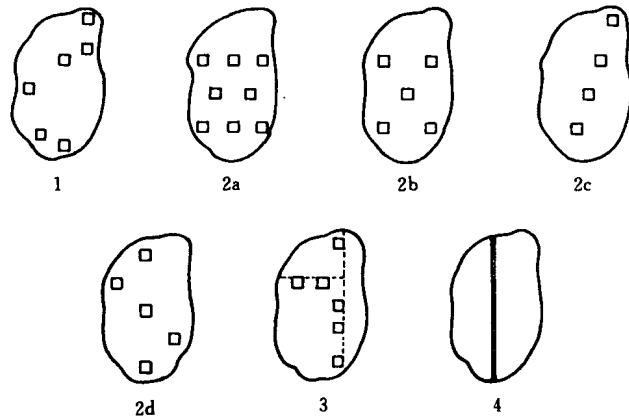


图 1-1 取样和取样单位布局示意图

1. 随机取样 2a~2d. 系统取样
3. 限定随机取样 4. 样带

3. 限定随机取样 这是随机取样和系统取样的有机结合，它体现了二者的优点。具体做法是将样地进一步划分为较小单位，在每个单位中采用随机取样，这样作可使样地内每个点都有成为样本的更大机会，而且数据适于统计分析。限定随机取样和其基础方法比较费时，因为样地面积须用网格画出，以便决定较小单位的取样数及其随机点的位置。

4. 分层取样 这种方法适用于具有明显的镶嵌分布的草地群落，或由较小的异质群落构成的群落复合体等。取样时先将样地划分为相对同质的各个部分，然后在每部分内按其面积或其他参数使用随机或系统取样。在非镶嵌的灌丛草地，可在同一面积上对灌丛和草本植被分别取样，然后对获得的数据进行计算以得到统一的结果。

(三) 有面积取样

1. 样方法 样方就是面积为正方形或长宽比小于 4:1 的矩形取样单位。使用样方作为取样单位就是样方法，它是有面积取样中最常用的方法。

(1) 样方的大小和最小面积：从统计学的要求出发，取样的面积越大，所获的结果越准确，但所费的人力和时间相应增大。取样的目的是为了减少劳动，因此要使用尽可能小的样方，但同时又要保证试验的准确和达到统计学的要求，样方面积不可能无限制地减少，因而就出现了统计学上的最小面积的概念。

最小面积就是能够提供足够的环境空间，能保证体现群落类型的种类组成和结构真实特征的最小地段。不同类型的群落其最小面积是不一样的。最小面积可以用不同的方法求得，最常用的是种—面积曲线法，用种数和面积大小的函数关系确定最小面积。

具体方法是开始使用小样方，随后用一组逐渐把面积加倍的样方（巢式样方），逐一登记每个样方中的植物种的总数。以种的数目为纵轴，以样方面积为横轴，绘制种—面积曲

线。曲线最初急剧上升，而后近水平延伸，并且有时再度上升，好像进入了群落的另一发展阶段。曲线开始平伸的一点就是最小面积，这一点可以从曲线上用肉眼判定，这样的最小面积可以作为样方大小的初步标准。另外也可用作图法求出最小面积在曲线上的点。在图 1-2 上，设曲线的末端为 P，P 与原点相联得 PO，作平行于 PO 而切曲线的直线，得切点 Q，从 Q 引垂线与横轴相交于 R，R 即为最小面积。此外也可更简便地根据法国 CEPE 的规定，把上述巢式样方系列中达到含有样地总种数 84% 的面积作为群落的最小面积。

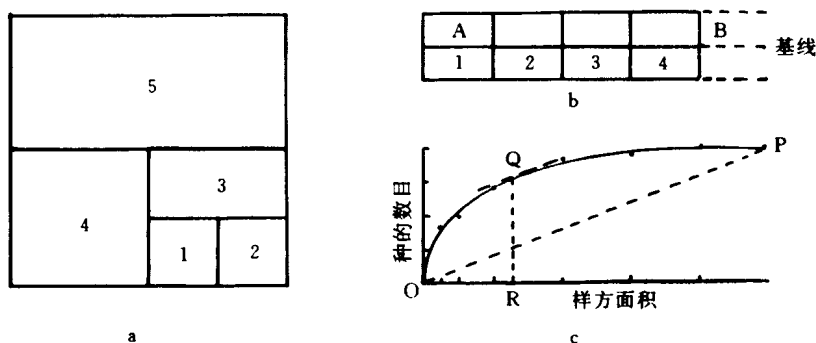


图 1-2 两种巢式样方排列方式及种-面积曲线图

a. 样方式巢式样方排列 b. 样带式巢式样方排列 c. 种-面积曲线，R 为最小面积

(2) 取样数目：根据种-面积曲线确定了取样面积之后，还应确定取样数目，即样方的重复数问题。取样误差与取样数目的平方成反比，如要减少 1/3 的误差，就要增加 9 倍的取样数目，这种关系可用图 1-3 说明。在 a 点之前，估计误差下降很快；当取样数 N 大于 a 之后，估计误差显著变缓；而当 $N \geq b$ 时，估计误差的变化不大。因此，为了减少误差，必须增加取样数目，但当 N 值达到一定数目之后，再增加取样数对减少误差的作用就很小了。绘制滑行平均值或滑行方差值对样方数目的相关曲线，可以获得确定采用最少样方数目的标准，振幅趋于平缓的一点的样方数就是最少样方数。图 1-4 是估算用 3.5cm 直径的土钻，取线叶嵩草 (*Kobresia capillifolia*) 草地根样所需最少取样数的小试验的结果，它表明滑行平均曲线表明最少取样数是 8 钻，而滑行方差曲线是 15 钻，建议取 10~15 钻。另外也可根据种-面积曲线的方法，制作种-样方数目曲线，求得最少样方数（参看图 1-2）。

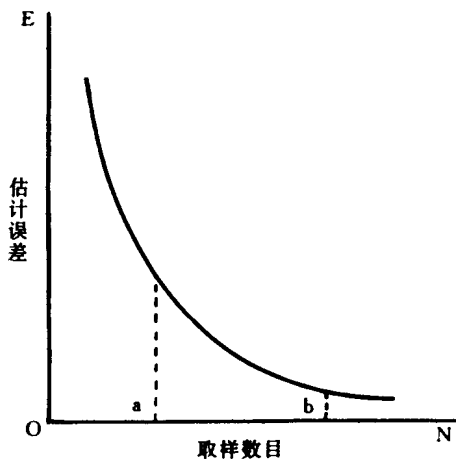


图 1-3 取样数目 (N) 与估计误差 (E) 的关系 (李博, 1986)

此外还可利用统计学的方法求算最少取样数目。在统计学中用方差 S^2 来表示样本变异的大小，一个样本方差很小，取样数目就可以减少，如方差很大，则取样数目要增加。当样本的平均值 \bar{x} 已知，则总体期望值 95% 的置信

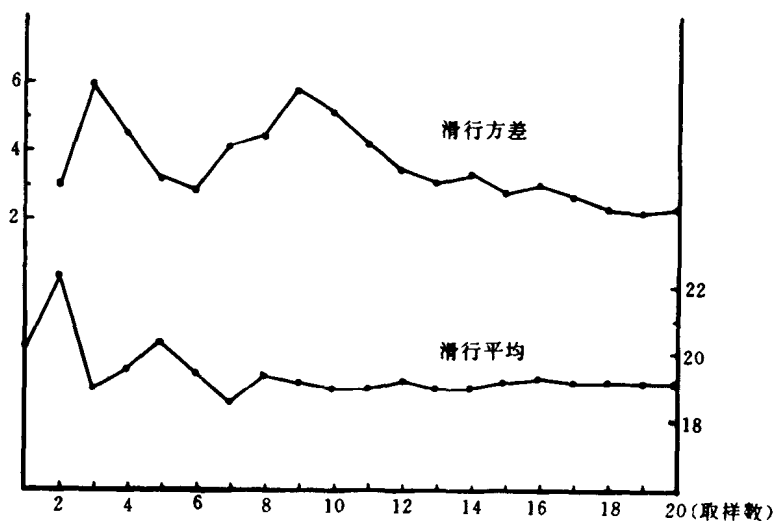


图 1-4 用滑曲线确定最少样方数的方法示例

区间为：

$$\bar{x} \pm 1.96 \frac{S_x}{\sqrt{N}} \quad (1)$$

如将 1.96 简化为 2，则为 $\bar{x} \pm 2 \frac{S_x}{\sqrt{N}}$ 。

如果规定了符合精度要求的容许误差范围 D，则 $2 \frac{S_x}{\sqrt{N}}$ 的最大摆幅不得超过 $\bar{x}D$ ，即：

$$2 \frac{S_x}{\sqrt{N}} = \bar{x}D \quad (2)$$

$$N = \frac{\Delta S_x^2}{\bar{x}^2 D^2} \quad (3)$$

式中 N 即为在上述条件下的最少取样数目。 ΔS_x^2 可以根据小样本的试验求得，即通过小样本的种数或重量定量值，找出其最大值和最小值的变异幅度，再查表 1-1，根据取样数的 an 和变异幅度，得到一个估计的 ΔS_x ，再平方得到 ΔS_x^2 。例某草地群落最小面积为 $0.5m^2$ ，小样本 3 次重复的各重量值分别为 50g，60g，和 70g，求容许误差为 10% 的最少取样数。

这里样本平均数 $\bar{x} = (50 + 60 + 70) \div 3 = 60$ ，容许误差 D 为 10% 即 0.1，数据最大值与最小值的变异幅度为 20，查表 1-1， $\Delta S_x = an \times \text{变异幅度} = 0.5908 \times 20$ ， $\Delta S_x^2 = (0.5908 \times 20)^2$ ，这样，取样数 N 为：

$$N = \frac{(0.5908 \times 20)^2}{60^2 \times 0.1^2} = 3.87 \approx 4$$

即在这个特定的群落上， $0.5m^2$ 的取样重复至少 4 次。

由于草地植被的差异性及对精度的不同要求，不能提出通用的取样重复数，下列数据供不能进行实际试验以确定样方数目时的参考。典型草原： $0.5m^2$ 的样方重复 6 次， $1m^2$ 的样方重复 4 次；高山草甸： $0.25m^2$ 的样方重复 5 次； $0.5m^2$ 的样方重复 3 次；荒漠草原和草原化荒漠： $2m^2$ 的样方重复 3 次；蒿属荒漠和半荒漠： $1m^2$ 的样方重复 3 次；人工草地测

产时割草机割幅×10m的样方重复3次。

表 1-1 根据数据变异幅度估计标准差和标准误差表

取 样 数 目	an	an/√N
2	0.8862	0.6263
3	0.5908	0.3411
4	0.4857	0.2428
5	0.4299	0.1922
6	0.3946	0.1611
7	0.3698	0.1397
8	0.3512	0.1241
9	0.3367	0.1122
10	0.3249	0.1027
11	0.3152	0.0951
12	0.3069	0.0886
13	0.2998	0.0832
14	0.2935	0.0789
15	0.2880	0.0744
16	0.2831	0.0708
17	0.2787	0.0676
18	0.2747	0.0647
19	0.2711	0.0623
20	0.2677	0.0598
30	0.245	---
40	0.231	---
50	0.222	---

注：标准差 $S_x = an \times$ 变异幅度；

标准误差 $S_x = (an / \sqrt{N}) \times$ 变异幅度。

(3) 样方的形状：一般使用正方形的样方。由于边际影响是形成误差的原因之一，从这一点出发，同样的面积正方形边线短，因此正方形的样方优于长方形。但是长方形比同样面积的正方形在体现地段的变化上更为有效，在面积较大时长方形的样方人工作时方便一些，因此长方形的样方也有其优越性。根据试验，使用两种样方其所得结果差异不显著，因此可视具体情况任选一种形状。

样方法常用于测定种属组成、种的饱和度、多度、密度；在测定重量时最好面积加大1倍，或重复数增加1倍；在用于测定盖度时，除可目测外也可在样方内使用点样法。

2. 样条法 样条是样方的变形，即长宽比超过10:1，取样单位呈条状的样方。样条因在一定面积的基础上长度延伸很大，在取样中可更多地体现草地在样条长度延伸方向上的变化，因此适用于研究稀疏、或呈带状变化的植被。在植物个体大小相差较大时，样条的准确性超过样方。在半荒漠和荒漠，视灌木成分的多少和均匀程度，可用1m宽、20~100m长的样条，重复2~3次测定重量及其他数量特征。

3. 样带法 样带是由一系列样方连续、直线排列而构成的带形样地，因此是系统取样的一种形式。样带的长短取决于样方的多少，而样方的多少又取决于研究的对象和重复的多少。样带最适用于生态序列，即植被和生态因子在某一方向上的梯度变化及其相互关系

表 1-2 草地植被样方测定登记表

取样地点:

样方号:

草地类型:

登记时间:

样方大小: $m \times m = m^2$

登记人:

植物种名	生活型	层次	株数	苗数	多度	高度 (cm)		盖度 (%)		物候期	生活力	产量 (g)			备注
						生殖枝	营养枝	总盖度	分盖度						
1.															
2.															
3.															
4.															
5.															
6.															
7.															
8.															
9.															
10.															
总计或平均															

的研究,例如河谷草地的水分和植被变化,畜圈、饮水点周围的土壤和植被变化,丘间低地到沙丘的水分、盐分和植被变化,两个群落过渡地带的植被及其生境条件的变化等。

样条和样带的区别是一个样条只是一个取样单位,而一个样带包含了许多取样单位(样方)。

4. 样圆法 这是使用圆形取样面积进行植被分析的方法。同等的面积,圆的边线最短,边际效应最小,理应是最好的取样形状,但是由于在测定重量时它的边界不易严格遵循,而样方却方便得多,因此除了测定频度外,一般不使用样圆。测定草本植物频度的样圆面积规定为 $0.1m^2$ (直径 35.6cm),重复 50 次。

(四) 无面积取样

1. 样线法 样线法是以长度代替面积的取样方法,在株丛高大且不郁蔽的草地上用以测定盖度和频度较样方法更方便、准确。样线法的具体方法是在样地的一侧设一侧线,然后在基线上用随机或系统取样法定出几个测点,以作为样线重复的起点;也可不作基线,直接使用两条平行的或互相垂直的足够长的样线,例两条 50~100m 的样线。样线最好用 20~50m 的钢卷尺或皮圈尺,因其有刻度,测定方便,如无卷尺可使用测绳。在灌丛草地或荒漠,视株丛的大小,每 2~5m 为一测定线段;草本植物每 1~2m 为一线段。从样线一端开始测定,以线段为单位测定并登记垂直投影在样线上的植物种名,种的个体所占线段长度(表 1-3)。登记完后整理资料,得样线长度 L,总线段数 N,样线上出现的植物种数,出现的种的个体数 M,种在样线上的总长度 B,所有种在样线上的总长度 ΣB (如有上下重叠,

登记时应注明，整理和计算时应减去)，种以线段为单位出现的次数 F (表 1-4)。此外，另行在样线上按种测定 10~20 株的株丛平均直径 R，所有种的加权平均直径 \bar{R} ，这样就可按下列公式计算出一些有用的数量指标。

表 1-3 草地群落样线法测定结果登记表

样线地点: _____ 登记时间: _____
 草地类型: _____ 登记人: _____
 样线号: № _____ 样线长度: m _____ 线段长度: m _____

植物种名	线段№1 出现的		线段№2 出现的		线段№3 出现的		备 注
	次 数	长度 (cm)	次 数	长度 (cm)	次 数	长度 (cm)	

表 1-4 草地群落样线法测定结果汇总表

样线地点: _____ 登记时间: _____
 草地类型: _____ 登记人: _____
 样线号: № _____ 样线总长: m _____ 线段总数: m _____

植物种名	个体数	总长度 (m)	出现的线段数	株丛的平均直径 (m)	备 注
总计或平均					

$$\text{分盖度 (\%)} = \frac{B}{L} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{总盖度 (\%)} = \frac{\sum B}{L} \times 100 \quad (5)$$

$$\text{频度 (\%)} = \frac{F}{N} \times 100 \quad (6)$$

$$\text{种的个体平均面积 (m}^2\text{)} = \pi \left(\frac{1}{2} R \right)^2 \quad (7)$$

$$\text{种的密度 (株/m}^2\text{)} = 1/\pi \left(\frac{1}{2} R \right)^2 \quad (8)$$

$$\text{所有种的个体平均面积 (m}^2\text{)} = \pi \left(\frac{1}{2} \bar{R} \right)^2 \quad (9)$$

$$\text{所有种的总密度 (株/m}^2\text{)} = 1/\pi \left(\frac{1}{2}R \right)^2 \quad (10)$$

为了节省人力和时间并能达到一定的测定精度，可按种—面积曲线法的原理求出最短样线。样线可按 1、2、4、8、16、30、40、50、60、70、80、90、100m 的依次长度，制作种—长度曲线，求出最短样线。再制作种—最短样线数曲线，求出最少样线重复数。不同类型草地的最短样线和最少样线重复数需分别求出。

2. 样点法 样点法也叫点测法，是草地植被定量分析的传统技术之一。样点法是将细而长的针垂直或成一角度穿过草层，针所接触到的植物体部分称为样点样本；针本身就是样点，实际上是极端缩小了的取样单位。样点法的一个基本假定是取样单位是几何学含意的点，没有面积。但是实际使用的针不可避免地有一定的粗细，结果是不应接触的植株部分却接触了，因而估计过大，针越粗，估计值越大，误差越大。误差还取决于被测植物叶片的大小和形状，小叶和周长与面积比例很大的那种形状的叶误差更大。椭圆形的叶其误差——表现为真正叶片面积的百分数——可通过下式计算：

$$E = \frac{100d}{1b} (d+l+b) \quad (11)$$

式中：E——误差；

d——样针直径 (mm)；

b——叶宽 (mm)；

l——叶长 (mm)。

使用较细的针可以减少误差。一般使用的是直径 2mm 左右的针，它可以保证针的坚挺和正确使用。图 1-5 的点测器细针装于刻度杆的末端，刻度杆可在能转动的台槽中呈倾斜、垂直或水平地滑动。图 1-6 是点测架，架上有并排等距的 10 根针，间距为 5 或 10cm，针能自由上下移动。使用时将样点架放在样地上，从一侧开始，将针从上向下插下，记录测针所接触的植物名称及每种植物的次数。一次测定后向前移 5cm 或 10cm 进行下一次测定。

样点法的测定次数视草地状况和精度要求测 300~1000 点。测完后统计针刺总次数 M，每种植物与针接触总次数 h，全部种与针接触总次数 H (如有重叠应减去)，种以测架长 1m 长测线为单位的出现次数 N，测架总测定次数或测线总长度 B (m)，再按下列公式计算盖度和频度：

$$\text{分盖度 (\%)} = \frac{h}{M} \times 100 \quad (12)$$

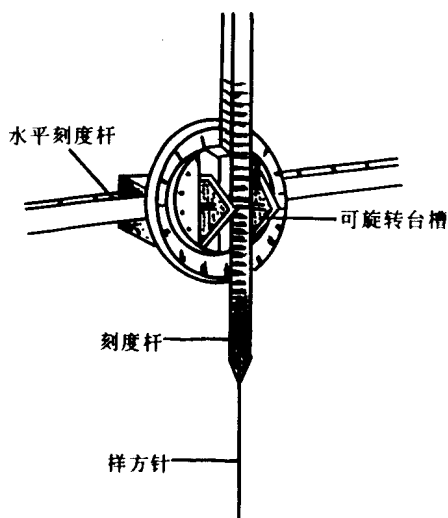


图 1-5 点测样方器

测针装于刻度杆的末端，刻度杆可在能转动的台槽中呈倾斜地、垂直地或水平地转动，游动圆盘可按一定距离左右滑动 (任继周, 1973)

$$\text{总盖度 (\%)} = \frac{H}{M} \times 100 \quad (13)$$

$$\text{频度 (\%)} = \frac{N}{B} \times 100 \quad (14)$$

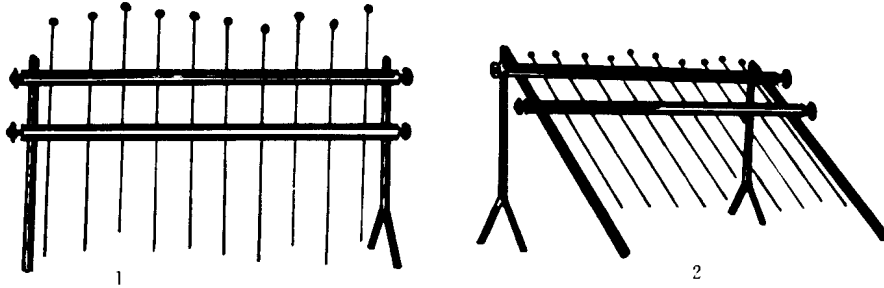


图 1-6 点测器

1. 具垂直针 2. 具倾斜针

(Tinney, Aamodt, and Ahlgren, 1937)

3. 距离法 这是在样地内随机取定一些样点或样株，然后测量每个随机点或随机样株与其最近的同种个体的距离，以计算密度、盖度和频度等的取样方法。距离法主要适合于不便使用样方法和样点法取样的灌丛，同时对草本群落也有一定的使用价值。目前有四种不同的距离取样方法（图 1-7）。

表 1-5 草地群落样点法测定结果登记表

测定地点：

登记时间：

草地类型：

登记人：

植物种名	测定次数																									小计		
	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			
1.																												
2.																												
3.																												
4.																												
5.																												
6.																												
7.																												
8.																												
9.																												
10.																												
11.																												
12.																												
13.																												
⋮																												
⋮																												