



浙江林学院

2005年度大学生科研训练计划

S RTP

优秀科研创新成果集

浙江林学院教务处编印
二〇〇六年十二月

前 言

大学生科研训练计划 (Student Research Train Program,简称 SRTP) 是我校为提高人才质量、培养大学生创新能力采取的一项重要举措。旨在给大学生提供科研训练机会,使大学生尽早进入专业科研领域,接触学科前沿,明晰本学科发展动态;培养大学生的独立性、合作精神、创新意识、创新能力、科研能力、实际动手能力和严谨的科学态度,造就不同学科交叉复合的研究氛围;因材施教,充分利用教学资源,提高办学效益。

近三年,我校共立项 483 项,2249 名同学参与了项目,指导教师参与指导 769 人次,形成了规模大、范围广、队伍稳定、经验丰富、设施齐全、经费保障的良好发展势头,为我校大学生科研训练计划活动的进一步深入发展奠定了良好的基础。

2005 年度我校共立项 123 个项目,经专家评审,共确定 37 个项目为 2005 年度大学生科研训练计划校级优秀创新成果获奖项目,其中一等奖 10 项、二等奖 13 项、三等奖 14 项。

目 录

校级一等奖

05-004 基于 GIS 的森林空间结构特征可视化分析技术·····	宋秋颖	(1)
05-015 新一代设施栽培——双螺旋立体无土栽培系统·····	黄建洪	(10)
05-060 屋顶花园施工技术实践与探索·····	刘蕾蕾	(14)
05-075 手机支付——在电子商务方面的发展调查分析·····	梁 君	(30)
05-076 电子采购对企业价值链的影响分析·····	邱 静	(34)
05-077 大学生网上求职成功率的调查分析·····	钟胖青	(41)
05-099 现代广告中新女性形象研究·····	汤志亚	(49)
05-124 健康态与病态柳杉群落空气负离子浓度比较·····	张 芸	(57)
05-134 针孔摄影艺术·····	王棋永	(65)
05-140 药用植物福建观音座莲有效成份研究·····	沈燕萍	(69)

校级二等奖

05-016 夏水仙的快速繁殖技术研发·····	楼少卿	(71)
05-031 竹炭保健的应用现状和开发前景——在工业产品设计领域·····	胡慧英	(74)
05-035 稻草的液化及胶的制备·····	张爱华	(78)
05-040 临安市空气质量监测及评价·····	邱丹丹	(82)
05-048 垃圾筒的设计·····	陈明锋	(88)
05-061 海宁市尖山围垦区海边植物调查与研究·····	潘伟华	(90)
05-073 绿色会计研究·····	柘益香	(98)
05-097 对浙江省慈溪市农村环境污染状况的调研·····	胡云云	(110)
05-100 对“中国皮都”水头镇皮革企业兴起的城镇代价调查·····	洪珊珊	(117)
05-102 浅析两种民间参政形式·····	寇 桓	(124)
05-115 考务管理系统的分析设计与实施·····	林 瑜	(128)
05-127 校园室内空气环境质量检测与评价研究·····	范潮铸	(137)
05-144 天然竹笋酸奶的研制·····	于 翔	(142)

校级三等奖

05-007 月见草组培技术研究·····	俞 琳	(146)
05-011 山核桃青果皮中的成分提取和药理分析·····	黄佩龙	(151)
05-024 木材炭化工艺初步研究·····	唐荣强	(159)
05-025 竹材材色的均匀化处理·····	王 键	(164)
05-055 杭州地区保健树种应用现状与发展研究·····	崔慧萍	(168)
05-056 建筑施工安全管理探讨·····	冯晓君	(179)
05-057 高等院校休闲绿地规划与建设初探·····	黄丽达	(187)
05-072 临安市乡镇连锁超市发展的探讨·····	毕继云	(196)
05-078 台州民营企业履行社会责任调查·····	张红军	(203)
05-094 诚信制度的障碍及其消解——温州民营企业的信用状况调研·····	杨 英	(213)
05-096 杭州市城市环境行政执法现状研究·····	朱鑫莹	(220)
05-101 从寝室文化看大学生的群体意识·····	叶春茂	(227)
05-132 黑白涂质相纸在不同药液成分下的影调效果·····	季翼平	(231)
05-135 论品牌发展的设计理念在温州企业中的成功运用·····	谷窈窈	(235)

基于 GIS 的森林空间结构特征可视化分析技术

作者: 宋秋颖 地理信息 041 指导教师: 汤孟平 陈永刚

摘要: 本技术抓住森林空间结构这一关键问题, 对天目山常绿阔叶林的空间结构特征展开研究。研究目的是把 GIS 引入森林空间结构分析, 利用 GIS 强大的空间分析功能, 实现常绿阔叶林空间结构可视化分析。此项研究可为针叶林转型和次生林恢复与重建提供理论依据和技术支撑, 对浙江省森林可持续经营和生态省建设具有重要意义。

关键词: 常绿阔叶林; 空间结构; 可视化

Visualization Analysis Techniques of Forest Spatial Structure Characteristics Based on GIS

Abstract: Based on the essential problem of forest spatial structure, the research was held on the spatial structure of evergreen broad-leaved forest in Tianmu Mountain. The aim is to analysis the forest spatial structure by GIS, realizing the visualization analysis techniques of evergreen broad-leaved forest spatial structure with the powerful spatial analysis of GIS. For the sake of theory and skill aspects, the research can support the transformation of coniferous forest and the restore and rebuild of secondary forest. That means a lot to the forest sustainable management and the zoology building in Zhejiang.

Key Words: Forest Spatial Structure GIS Visualization

种群的空间格局分析是研究种群特征、种群间相互作用以及种群与环境关系的重要手段, 在生态学中一直是研究的热点之一^[1]。一般, 种群的空间分布格局包括随机分布、聚集分布和均匀分布3种形式。在森林空间格局分析中, 最近邻体分析和Ripley' $sK(d)$ 函数是分析种群空间分布格局的两种主要方法。由于Ripley所提出的 $K(d)$ 函数可以分析任意尺度的空间分布格局, 所以Ripley' $sK(d)$ 函数成为分析森林种群空间分布格局最常用的方法。

1.1 研究地区概况

浙江天目山国家级自然保护区位于浙江省西北部临安市境内的西天目山, 距省会杭州 94km, 地理坐标为东经 $119^{\circ} 23' 47'' \sim 119^{\circ} 28' 27''$, 北纬 $30^{\circ} 18' 30'' \sim 30^{\circ} 24' 55''$ 。年平均气温 $14.8 \sim 8.8^{\circ}\text{C}$; 大于或等于 10°C 积温 $5100 \sim 2500^{\circ}\text{C}$; 年降水量 $1390 \sim 1870\text{mm}$, 相对湿度 $76 \sim 81\%$ 。自然保护区受海洋暖湿气候影响较深, 具有中亚热带向北亚热带过渡特征, 森林植被十分茂盛。由于区内地势较为陡峭, 海拔上升快, 气候差异大, 植被的分布有着明显的垂直界限, 自山麓到山顶垂直带谱为: 海拔 850m 以下为常绿阔叶林, 主要乔木树种有青冈(*Cyclobalanopsis glauca*)、细叶青冈(*Cyclobalanopsis gracilis*)、苦槠(*Castanopsis sclerophylla*)、豹皮樟(*Litsea coreana*)、枫香(*Liquidambar formosana*)、榉树(*Zelkova schneideriana*)等, 灌木层有连蕊茶(*Camellia fraterna*)、檵木(*Loropetalum chinensis*)、紫楠(*Phoebe shearerii*)、山胡椒(*Lindera glauca*)、中国绣球(*Hydrangea chinensis*)等; $850 \sim 1100\text{m}$ 为常绿、落叶阔叶混交林, 主要乔木树种有小叶青冈(*Cyclobalanopsis myrsinifolia*)、石栎(*Lithocarpus glaber*)、天目木姜子(*Litsea auriculata*)、短柄枹(*Quercus glandulifera*)、交让木(*Daphniphyllum macropodum*)等, 灌木层有接骨木(*Sambucus williamsii*)、金缕梅(*Hamamelis mollis*)、马银花(*Rhododendron ovatum*)等; $1100 \sim 1380\text{m}$ 为落叶阔叶林, 主要乔木树种有小叶白辛树(*Pterotyrax psilophylla*)、白栎(*Quercus fabri*)、茅栗(*Castanea seguinii*)、灯台树(*Bothrocaryum*

controversum)、化香树 (*Platycarya strobilacea*)、天目槭 (*Acer sinopurpurascens*)、黄山松 (*Pinus taiwanensis*) 等, 灌木层有盐肤木 (*Rhus chinensis*)、野鸦椿 (*Euscaphis japonica*) 等; 1380~1500m 为落叶矮林, 主要树种有天目琼花 (*Viburnum sargentii*)、湖北海棠 (*Malus hupehensis*)、三桠乌药 (*Lindera obtusiloba*)、四照花 (*Dendrobenthamia japonica*) 等。

1.2 调查方法

选择保存较完好的常绿阔叶林设置样地, 样地大小 100m×100m。用相邻格子调查方法, 把样地划分为 100 个 10m×10m 的调查单元。在每个调查单元内, 对高度大于或等于 1.5m 的木本植物进行每木调查, 记录树木种类, 测定每株树木的胸径、树高、活枝下高、冠幅等因子; 对高度小于 1.5m 的木本植物同样进行每木调查, 调查因子中除地径取代胸径外, 其它调查因子相同。采用激光对中全站仪 (徕卡 TCR702Xrange) 测定每株树木基部三维坐标 (x, y, z), 其中: x, y 是平面直角坐标, z 是海拔高度。应当指出, 青冈种群的繁殖包括有性繁殖的实生和无性繁殖的萌生 (克隆生长) 两种形式^[3]。无论哪种形式, 所产生的个体都占居一定的生长空间, 因此在调查中均视为独立个体, 测定其基部坐标。

1.3 数据分析方法

1.3.1 种群大小级划分

由于常绿阔叶林的青冈等树种坚硬, 难于钻芯测定年龄。故均采用大小级结构代替年龄结构分析种群分布格局动态。根据地径或胸径对木本植物种群进行大小级划分^[3]。种群大小级共分 5 级:

幼苗: 树高 ≤ 1.5m, 地径 < 1cm;

幼树: 树高 ≤ 1.5m, 地径 ≥ 1cm;

小树: 树高 > 1.5m, 胸径 < 5cm;

中树: 树高 > 1.5m, 5cm ≤ 胸径 < 10cm;

大树: 树高 > 1.5m, 胸径 ≥ 10cm。

1.3.2 优势种确定

优势种是指对群落结构和群落环境的形成有明显控制作用的植物种。群落不同层次可以有各自的优势种。种群大小级划分相应地把群落木本植物分为 5 级, 每级的优势种就是优势树种。各级优势树种按优势度分析法确定^[11]。方法是首先计算某级每个种的相对断面面积 (%), 并作为优势度, 按优势度从大到小排序。然后, 通过下式确定该级优势种数

$$D = \frac{1}{N} \left[\sum_{i \in I'} (x_i - x)^2 + \sum_{j \in U} x_j^2 \right] \quad (1)$$

式中, x_i 为排序在前的上位种的相对断面面积, x 为优势种所占的理想百分比, x_j 为上位种以外的剩余种的相对断面面积, N 为总种数。如果某级只有一个优势树种, 则优势树种的理想百分比为 100%。如果有两个优势树种, 则它们的理想百分比为 50%, 如果有三个优势树种, 则理想百分比为 33.3%, 依次类推, 分别计算 D 值。当 D 为最小值时的上位种数为群落在该级的优势树种数。计算时, 断面面积可以是树干基部断面面积或胸高断面面积。分级确定优势树种后, 把群落在 2 个以上大小级都是优势树种的树种作为群落乔灌木层优势种, 分析其种内分布格局和种间关联关系。

1.3.3 种群空间分布格局

聚集指数 R ^[2] 是最早采用的与距离有关的空间格局指数。

聚集指数 R 是相邻最近单株距离的平均值与随机分布下期望的平均距离之比。聚集指数 R 的计算公式为:

$$R = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r_i}{\frac{1}{2} \sqrt{\frac{F}{N}}}$$

其中:

r_i =第 i 单株到其相邻最近单株的距离;

F =样地面积;

N =样地株数;

$R > 1$, 林木有均匀分布的趋势;

$R < 1$, 林木有聚集分布的趋势;

$R = 1$, 林木有随机分布的趋势。

聚集指数 R 与样方大小有关, 这就导致在不同取样尺度下可能得到不同林分空间格局的结论。传统的样方取样和分析方法不能全面反映一个林分的空间分布格局。

因此, 出现了点格局分析方法, 点格局分析就是记录林木个体在空间的坐标, 把每个个体都可看成二维空间的一个点, 以树木的点图为基础进行格局分析。点格局分析包括: $F(d)$ 函数法和 Ripley' s $K(d)$ 函数法。

点格局分析可以分析不同尺度下的格局, 被广泛用于描述林分空间结构特征。

种群空间分布格局采用 Ripley' s $K(d)$ 函数分析方法^[9]。考虑边缘效应的 Ripley' s $K(d)$ 函数形式为

$$\hat{K}(d) = A \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \frac{w_{ij}(d)}{N^2} \quad (i \neq j) \quad (2)$$

式中, N 样地树木株数; d 距离尺度; w_{ij} 以树木 i 为圆心、 d_{ij} 为半径的圆在样地中的周长部分与圆周长之比的倒数, d_{ij} 是树木 i 与 j 之间的距离, 且 $d_{ij} \leq d$; A 样地面积。

Besag 和 Diggle^[1]提出用 $\hat{L}(d)$ 取代 $\hat{K}(d)$, 并对 $\hat{K}(d)$ 作开平方的线性变换, 以保持方差稳定。在随机分布假设下, $\hat{L}(d)$ 的期望值等于 0。 $\hat{L}(d)$ 公式为

$$\hat{L}(d) = \sqrt{\frac{\hat{K}(d)}{\pi}} - d \quad (3)$$

$\hat{L}(d)$ 与 d 的关系图可用于检验依赖于尺度的分布格局类型。如果 $\hat{L}(d) = 0$, 表示随机分布; 如果 $\hat{L}(d) > 0$, 表示聚集分布; 如果 $\hat{L}(d) < 0$, 表示均匀分布。

Ripley' s $K(d)$ 函数可以推广到类间格局分析, 如不同树种之间的空间关联关系分析。类 1 和类 2 间的 $K_{12}(d)$ 估计值计算公式^[7]

$$\hat{K}_{12}(d) = \frac{N_2 \hat{K}_{12}^*(d) + N_1 \hat{K}_{21}^*(d)}{N_1 + N_2} \quad (4)$$

式中:

$$\hat{K}_{12}^*(d) = \frac{A}{N_1 N_2} \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} w_{ij}(d);$$

$$\hat{K}_{21}^*(d) = \frac{A}{N_1 N_2} \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^{N_2} w_{ji}(d);$$

N_1 和 N_2 分别是类 1 和类 2 的个体数; 其它符号同 (2) 式。

对于类间分析, 与 (3) 式类似, 有

$$\hat{L}_{12}(d) = \sqrt{\frac{\hat{K}_{12}(d)}{\pi}} - d \quad (5)$$

如果 $\hat{L}_{12}(d)=0$, 表示两类之间是相互独立的; 如果 $\hat{L}_{12}(d)>0$, 表示两类之间是聚集的, 即正关联; $\hat{L}_{12}(d)<0$, 表示两类之间是分散的, 即负关联。

实际观测分布的 $\hat{L}(d)$ 或 $\hat{L}_{12}(d)$ 偏离 0 的 95% 上下包迹线即置信区间采用 Monte Carlo 方法求得^[10]。若实际分布的 $\hat{L}(d)$ 或 $\hat{L}_{12}(d)$ 值落在包迹线内, 则符合随机分布或类间相互独立; 若在包迹线以上, 则呈显著聚集分布或类间显著正关联; 若在包迹线以下, 则呈显著均匀分布或类间显著负关联。本研究模拟次数均取 200 次^[10], 最大距离尺度取样地边长的一半 50m^[18]。

1. 3. 4 竞争分析

一般认为, 竞争是生物间相互作用的一个重要方面, 是指两个或多个植物体对同一环境资源和能量的争夺中所发生的相互作用。竞争资源包括: 光照、水分、矿物营养、生长空间等。

物种竞争与共存一直是生态学领域的核心问题。经典和有影响的思想是 1934 年 Gause 提出的“由于竞争的结果, 两个相似的物种不能占有相似生态位”。1960 年被 Hardin 正式命名为“竞争排斥法则”, 并重新表述为“完全的竞争者不能共存”^[12]。

20 世纪 60 年代以来, 一些学者为了定量描述林木之间的竞争关系, 以便准确地预测林木生长, 提出了许多单木竞争模型^[12], 即竞争指数。

竞争指数大体上可分为两类: 与距离有关的竞争指数和与距离无关的竞争指数。

与距离无关的竞争指数不需要林木的坐标^[12], 没有利用空间信息^[10], 如每公顷断面积、株数和林分密度指数等。这些指数比较容易计算。

与距离有关的竞争指数计算较复杂, 其目的是精确估测林木生长。从理论上讲, 包含空间信息的竞争指数应当有助于提高林木生长和发育的预估效果。但实际中仍存在争论^[10]。

根据关玉秀和张守攻^[4]的系统研究, 竞争指数优劣的衡量标准如下:

- (1) 竞争指数的构造具有一定的生理和生态学依据;
- (2) 对竞争状态的变化反应灵敏, 并具有适时可测性或可估性;
- (3) 能准确地说明生长的变差;
- (4) 构成因子容易测量;
- (5) 竞争指数的计算尽量简单。

根据上述标准, 综合考虑应用的对象、要求、投入及效果等多方面因素, 选择 Hegyi 的简单竞争指数作为竞争指数。Hegyi (1974)^[17-19]直接用树木间的距离和直径比建立的简单竞争指数为:

$$CI_i = \sum_{j=1}^n (D_j / D_i) \times (1 / L_{ij}) \quad (6)$$

式中, CI_i 为对象木 i 的简单竞争指数; D_i 为对象木 i 的胸径; D_j 为竞争木 j 的胸径; L_{ij} 为对象木 i 与竞争木 j 的距离; n 为竞争木的株数。简单竞争指数是与距离有关的竞争指数中较为简单的一种, 其理论依据是, 对象木与环境的竞争关系可以用对象木与其周围少数几株最邻近木间的关系来表示。其特点: 一是林木间距离及林木胸径都能精确实测; 二是胸径大小比可以反映冠幅大小比; 三是引用林木个体间的距离可以反映林木个体对空间的相对占有程度。基本上能满足上述竞争指数优劣的衡量标准, 而且在计算上比较简单, 表现形式也比较直观。

优势种群的竞争指数^[16]:

$$CI = \sum_{i=1}^n CI_i \quad (7)$$

式中, CI 为某优势种群的竞争指数 (也有人称之为竞争强度), 其值越大, 竞争越激烈; CI_i 为第 i 株对象木的竞争指数; n 为某优势种群的对象木株数。

1.3.5 混交度

混交度是 Gadow (1992) 提出的。混交度用来说明林分不同树种之间相互隔离的程度。混交度的公式为

式中:

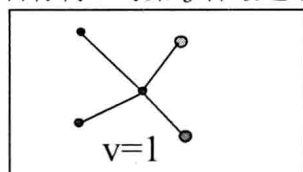
$$M_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n v_{ij}$$

M_i 目标树 i 的混交度;

n 目标树 i 的最近邻木株数;

$v_{ij}=1$, 目标树 i 与第 j 株最近邻木树种不相同;

$v_{ij}=0$, 目标树 i 与第 j 株最近邻木树种相同。



$$M_i = (1+1+1+0)/4 = 0.75$$

M_i 取值在 $[0, 1]$ 之间。

$M_i=0$, 表示目标树 i 与相邻的 n 株林木属同一树种;

$M_i=1$, 表示目标树 i 与相邻的 n 株林木属不同树种。

一般, 用单株树混交度的均值来表示林分混交度:

式中:

$$\bar{M} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N M_i$$

N 林分内林木总株数;

M_i 第 i 株树木的混交度。

林分混交度取值也在 $[0, 1]$ 之间;

取值为 0 表示零度混交, 如纯林;

取值为 1 表示极强度混交。

林分混交度是反映多树种林分空间结构的重要指标。一般认为, 林分混交度越大, 林分越稳定。

2 结果分析

2.1 导入数据

打开 ArcView, 在 View 工具栏下点击 AddEventTheme, 出现对话框, 调整如图 1 所示。导入点数据如图 2 所示。

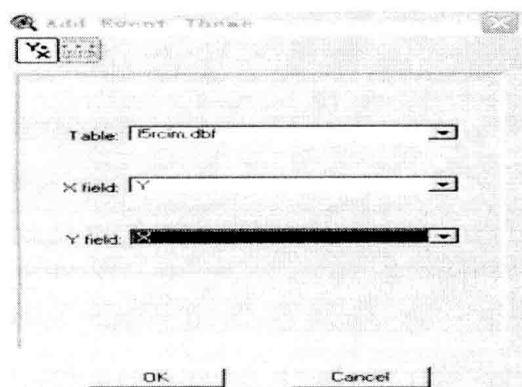


图 1 导入数据



图 2 导入点数据

2.2 创建等高线

激活 point theme, surface 工具栏中, 选择 create contours, 对话框调整如图 3。所得等高线如图 4。

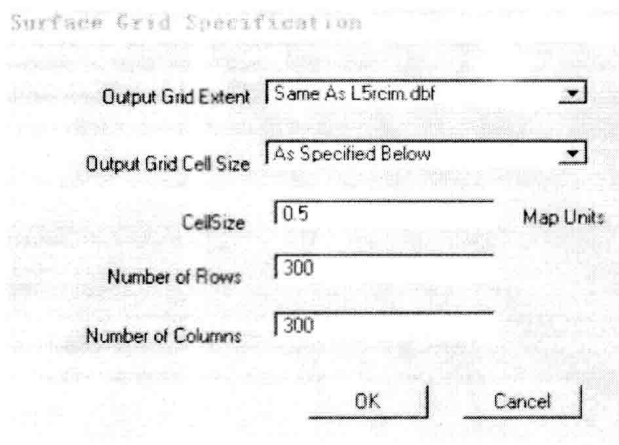


图 3 创建等高线

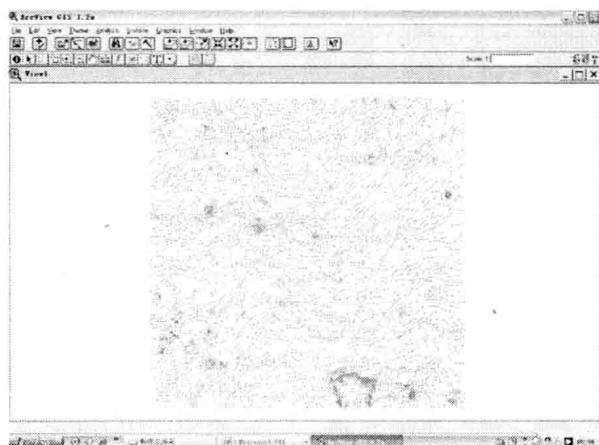


图 4 等高线

2.3 创建地形

通过实践得知, 直接创建的地形由于未经过插值, 效果很不理想, 所以利用插值过后的 DEM 模型。首先, 在 theme 工具栏里选择 convert Grid, 生成结果如图 5, 再在此基础上 create Grid to Tin, 设置最小系数 0.1, 得地形如图 6。

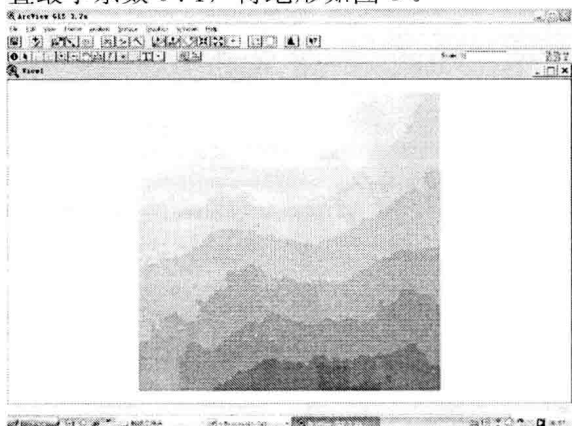


图 5 创建地形



图 6 地形

2.4 生成数据专题图

生成数据专题的一般步骤均为: 激活点层, 在 surface 工具栏中选择 interpolate Grid, 在 Output Grid Specification 对话框中设置好所需参数后单击 OK, 在 Interpolate Surface 中的 ZValue Field 选择所需专题数据的类型。

2.4.1 胸径

从此图可清晰地分辨出大树小树的分布情况, 从而为进一步研究作准备。

常绿阔叶优势种群虽在数量上占据绝对的优势, 但是非常绿阔叶优势种群在胸高断面面积占有一定的优势, 其对常绿阔叶优势种群的影响较大。总体来说, 常绿阔叶优势种群的植株个体普遍相对较小, 而非非常绿阔叶优势种群个体相对较大。因此, 常绿阔叶优势种群个体受外界的竞争压力相对较大。

2.4.2 简单混交度

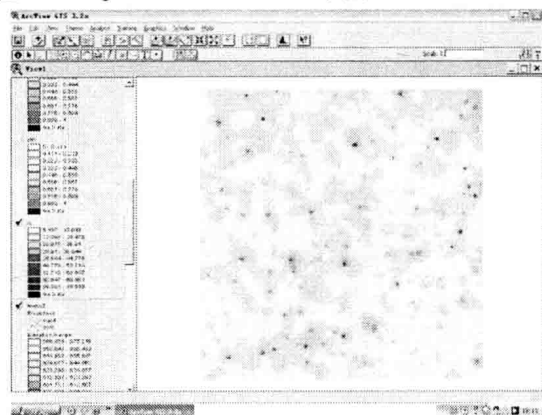


图 7 胸径专题图

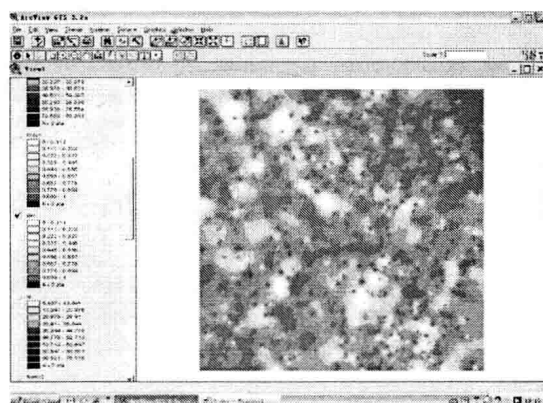


图 8 简单混交度专题图

2.4.3 树种多样性

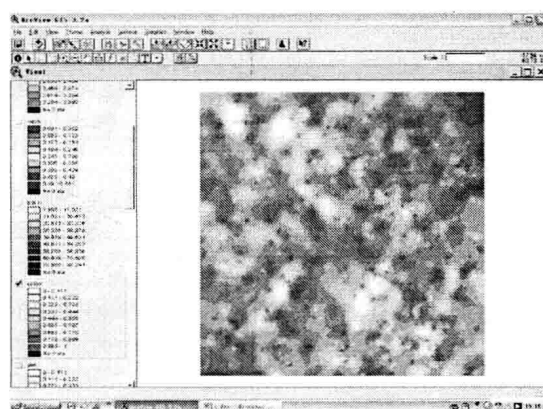


图 9 树种多样性专题图

此图清晰地反映出树种的多样混交情况，天目山自然保护区阔叶林地的混交度比较大，同时也看出林区的生物多样性及林区的林木构成的稳定性。

2.4.4 竞争指数 ci.

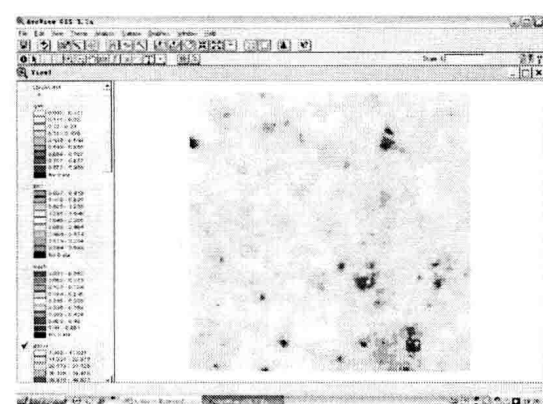


图 10 竞争指数 ci 专题图

此图的竞争激烈情况一目了然，颜色越深的地方竞争越激烈。

植物个体在发育阶段的初期，为了获取更多的生存空间，与周围竞争木发生剧烈的竞争。随着个体的增大，本身的竞争能力逐渐增强，并占据较大的营养空间。一般地，植物胸径越小，其受到总的竞争强度越大；反之，胸径越大，所受到总的竞争强度越小。这与实际情况相符合，通常在森林群落中，植物在生长发育初期：个体小，位于群落的下层，林冠处于被压状态，周围的竞争木对其发生剧烈的竞争。随着个体的生长、发育，胸径不断增大，本身的竞争能力也随着增大，林木因自疏过程而加大植株间的距离，由于种群的调节使得个体间对光、热、水、土等生态条件及资源的竞争强度降低，因此竞争木对

该种群的竞争关系逐渐减弱。因而，当对象木胸径增大到一定程度，竞争强度呈明显减小的趋势，林木种内、种间及与整个林分的竞争强度基本趋于稳定。

2.4.5 ci 归一化

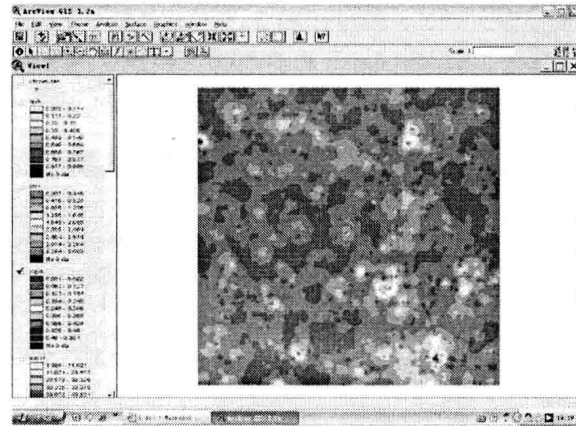


图 11 ci 归一化专题图

经过竞争指数归一化后，竞争区域越集中。

2.4.6 聚集指数 R

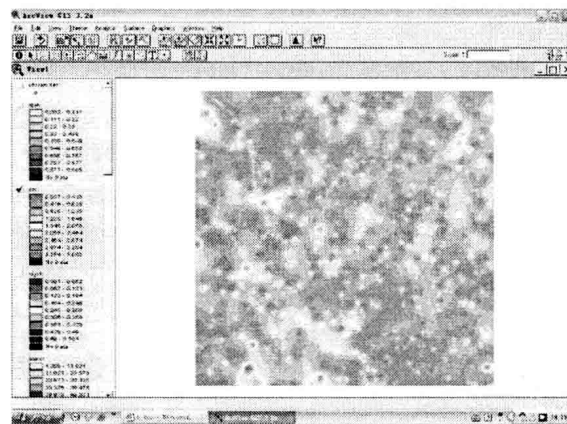


图 12 聚集指数 R 专题图

2.4.7 R 归一化

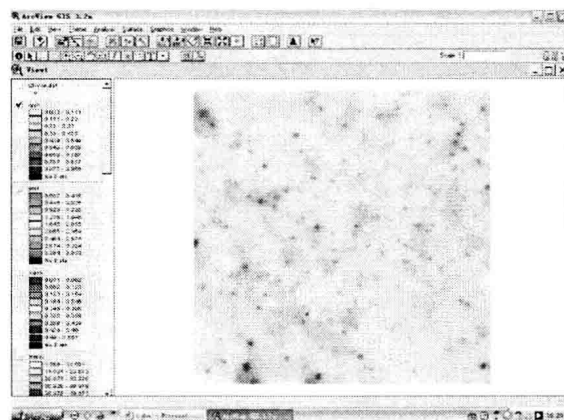


图 13 R 归一化专题图

3 结论

(1) 首次完整的利用 ArcView 进行林分空间分布格局分析，探索出从样地调查，坐标变换到利用 ArcView 实现林分空间分布格局的一整套分析技术。

(2) 林地的三维表现是林分可视化的重要内容之一，可以采用三种不同的方法：①直接法，直接在

ArcMap 中创建 TIN; ②插值法, 用 ArcMap 中的最近邻体插值法创建 TIN。通过三种方法的比较分析, 最近邻体插值法创建出的 TIN 符合地表实际, 效果最好。

(3) 利用 GIS 软件实现从属性数据到空间数据的转变, 从而方便科学研究, 为我国林地研究提供了更广阔的思维平台, 但中国在此类项目上的研究还有待进一步提高, 利用 GIS 的编程思路将会有进一步的扩展。

参考文献:

- [1] Besag JE, Diggle PJ (1977). Simple Monte Carlo tests for spatial pattern. *Appl. Stat.* 26, 327-333.
- [2] Clark, P. J., Evans, F. C. 1954. Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in population. *Ecology* 35:445-453.
- [3] Hu XB(胡小兵), Yu MJ(于明坚) (2003). Size structure and distribution pattern of *Cyclobalanopsis glauca* population in Evergreen Broad-leaved Forests. *Journal of Zhejiang University (Science Edition)(浙江大学学报, 理学版)*, 30, 374-579. (in Chinese with English abstract).
- [4] 关毓秀, 张守攻. 竞争指数的分类及评价[J]. 北京林业大学学报, 1992, 14(4):1-8.
闫淑君, 洪伟, 吴承祯, 毕晓丽, 蓝斌. 武夷山天然米槠林优势种群结构与分布空间格局[J]. 热带亚热带植物学报, 2002, 10(1):15-21.
- [5] 柳江, 洪伟, 吴承祯, 何东进, 毕晓丽, 闫淑君. 天然更新櫟木林竞争规律研究[J]. 江西农业大学学报, 2001, 23(2):240-243.
- [6] 李裕红, 严重玲. 福建省牛姆林自然保护区常绿针阔叶混交林主要种群空间格局研究[J]. 中国生态农业学报, 2002, 10(3):8-10.
- [7] Lotwick HW, Silverman BW (1982). Methods for analysing spatial processes of several types of points. *J. Roy. Stat. Soc. B*, 44, 406-413.
- [8] 金则新, 张文标. 濒危植物七子花种内与种间竞争的数量关系[J]. 植物研究, 2004, 24(1):53-58.
- [9] Ripley, B. D. 1977. Modelling spatial patterns (with discussion). *J. Ry. Stat. Soc. B* 39:172-212.
- [10] Moeur M (1993). Characterizing spatial patterns of trees using stem-mapped data. *For. Sci.* 39, 4, 756-775.
- [11] Ohsawa, M (1984). Difference of vegetation zones and species strategies in the subalpine region of M. Fuji. *Vegetatio*, 57, 15-52.
- [12] 汤孟平, 周国模, 施拥军, 等. 天目山常绿阔叶林优势种群及其空间分布格局研究[J]. 植物生态学报, 2006, 30(5):743-752.
- [13] 汤孟平, 唐守正, 雷相东, 等. Ripley's $K(d)$ 函数分析种群空间分布格局的边缘校正. 生态学报, 2003, 23(8):1533-1538.
- [14] 王新功, 洪伟, 吴承祯, 等. 武夷山米槠林群落优势种群空间格局的研究[J]. 河南农业大学学报, 2003, 37, (1):44-48.
- [15] 杨文化, 曹积服, 罗传文, 等. 天然林林木空间格局的随机性检验和调整[J]. 防护林科技, 2003, 8(3):6-15.
- [16] 詹步清. 乳源木莲混交林种内及种间竞争研究[J]. 福建林学院学报, 2002, 23(3):274-277.
- [17] 张思玉, 郑世群. 笔架山常绿阔叶林优势种群种内种间竞争的数量研究[J]. 林业科学, 2001, 37(1):185-188.
- [18] 张金屯. 植物种群空间分布的点格局分析[J]. 植物生态学报, 1998, 22(4):344-349.
张欣, 杨淑贞, 等. 天目山自然保护区柳杉种群种内和种间竞争[J]. 农村生态环境, 2004, 20(4):1-5.
- [19] 郑元润. 不同方法在沙地云杉种群分布格局分析中的适用性研究[J]. 植物生态学报, 1997, 21(5):480-484.

新一代设施栽培——双螺旋立体无土栽培系统

作者：黄建洪 园艺 031 指导教师：崔永一 温国胜

摘要：本文从我国的设施农业现状，尤其是其中的立体设施农业入手，阐述了双螺旋立柱有机栽培系统的设计初衷、构造、优点等，争取成为新一代的行之有效的立体栽培系统。

关键字：设施； 立体栽培； 双螺旋； 系统

1 背景

随着人口资源和环境关系的日益紧张，专家预计：中国人口将达到至少 15 亿，人均耕地将减少到 800 平方米，人均水资源将比现在下降 1/3，到那时，以水、土为中心的农业模式将达到承载力的临界线^[1]。设施农业中的立体无土栽培，有可能成为解决这一问题的一种有效尝试。

无土栽培技术是在二次大战以后才迅速发展的，它的形式很多，有有机生态型无土栽培、鲁 SC 型无土栽培、营养液膜（NFT）技术、深液流（DFT）系统、浮板毛管（FCH）系统以及其它基质栽培系统^[2]；由于该技术众多优点顺应了蔬菜设施生产发展的需要，尤其是其中的立柱无土栽培技术，进一步提高了土地利用效率，使设施的利用潜力得到更大的发挥^[3]。

设施农业具有大幅度提高土地资源、水资源利用率、提高劳动生产率，周年为社会提供优质、无公害产品生产和推动相关业发展，培育新的经济增长点等特点，这些特点正是我国实现农业现代化的基本要求^[4]。

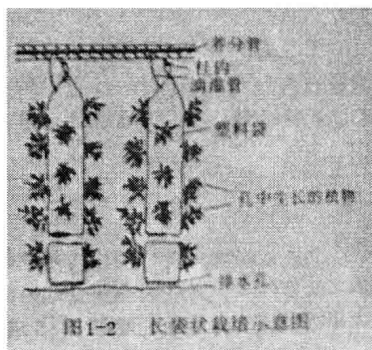
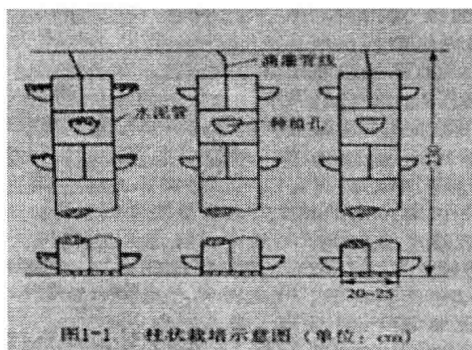
面对加入 WTO 带来的新机遇和新挑战，必须依靠科技进步，培育和发展优势产业、特色产业，稳定提高农业产业效益，实现由数量扩张型向质量效益型的改变^[5]。这个改变就有赖于设施农业。

2 现状

立体无土栽培在 20 世纪 60 年代由发达国家首先发展起来，各国研究开发了不同形式的立体无土栽培，如多层花，悬垂式，香肠式，单元叠加式，A 型喷雾培等^[3]。

我国自 20 世纪 90 年代开始研究推广立体无土栽培技术，国内开发了各种外形相似，实质差别较大的立柱设施。

例如，采用石棉水泥管成叠成柱（图 1-1），每个短管侧面突出部位栽培蔬菜的水泥立柱方式，基本上被淘汰了。还有吊带式栽培（图 1-2），用 0.15mm 厚的聚乙烯筒膜作成柱袋，直径 15cm，长度一般为 2m，底部扎紧，安装排液装置，从上端装入基质而后也扎紧，栽培袋成“香肠”状，此法很少有人使用^[1]。



但它们都是我国当前先进的立体栽培的雏形，为立体无土栽培形式的发展开创了先河。现在应用面积较大且行之有效的立体无土栽培方式是由上海植物生理研究所、北京市农林科学院蔬菜研究中心联合开发的盆钵立体无土栽培系统。

图 1：两种已基本被淘汰的立体无土栽培类型

叠盆式无土栽培柱系统（见图2），一根立柱由12只具溢水管，容积为1L的ABS工程塑料经中轴串联而成，柱下端有底座，柱上端是淋滴装置，总高度为220cm，柱直径为15cm，按柱间距80cm×80cm排列，然后再串联和并联成“树林”式栽培整体^[6]。每根栽种60棵，1200平方米可立1170根。

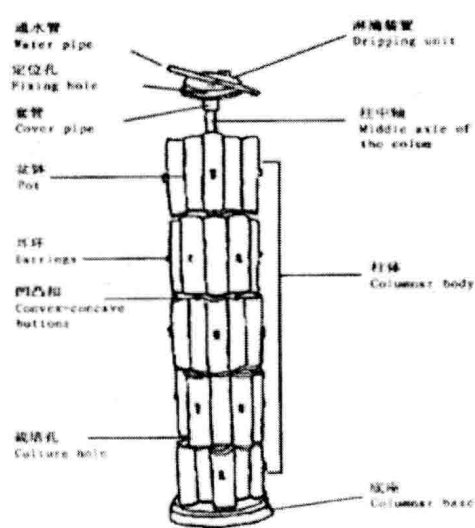


图 2：组成叠盆式无土栽培柱系统的单位和整个系统的全景

3 设计初衷

以 DNA 双螺旋结构为设计切入点，将栽培槽按照一定的螺距，以中心柱为螺旋中心，不仅外观流畅，而且将立体栽培的土地利用率向前推进了一步；再附加转动设计和反光材料，将立体栽培中普遍存在的光照不均、光照不足，有效降低差异性。

4 构造

4.1 系统局部视图

每栽培单元柱 1 由（图 4-1）：1-1 中心柱，1-2 链轮，1-3 调芯轴承，1-4 反光材料，1-5 栽培槽，1-6 滴灌带：浇水方式的升级，此外还有用于连接调芯轴承和中心柱的柱轴、固定栽培槽的固定条组成。（图 4-2）每列单元柱 1 由固定条 2、链条 3 将 1-2 链轮连成一体，由电机 4 提供旋转的动力。

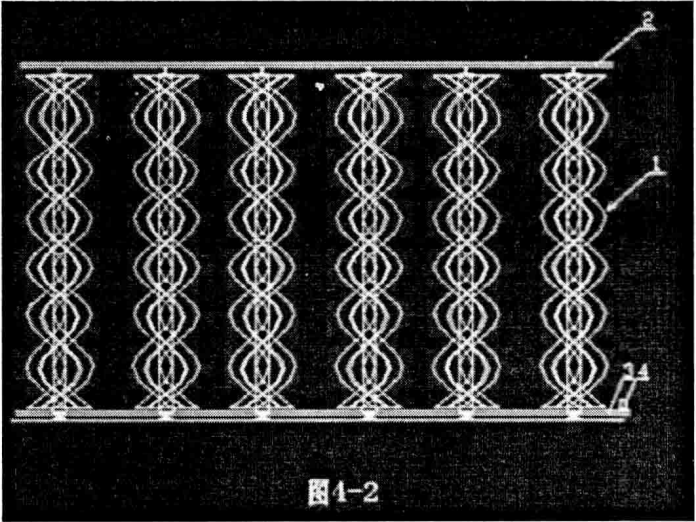
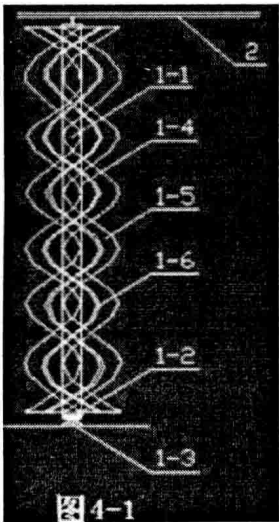


图 4：组成双螺旋立体无土栽培系统的设计平面图

如图 4-1、图 4-2 所示各单元柱通过其下端的链轮与由电机提供动力的链条啮合连成一体，实现周期性的转动，及单元柱镂空设计，再加上中心柱表面贴有一层反光材料，从而大大缩小了立柱上不同位置的园艺产品的光照强度差异，还提高了光能利用率，改善了通风条件，保证了整个立柱上植物的整齐度；

中心柱外侧改装为硬质的双螺旋形栽培槽，视觉更美观，使用更方便，适用于蔬菜、草花和草莓栽种，扦插繁殖等；栽培槽上铺设由抽水水泵供水的滴灌带，定时器控制启动时间，有利于实现浇水管理自动化，能明显降低温室因浇水而带来的高湿度和提高冬季槽内基质温度，利于植物生长。

4.2 该系统的温室生产分布图

如图 3 所示，本实施列柱中心距为 75cm，行柱中心距以 150cm、80cm 相间排列，串联和并联成“树林”式栽培整体。1200 平方米（列 30m*行 40m）可立 1360 根立体有机栽培单元柱 1。

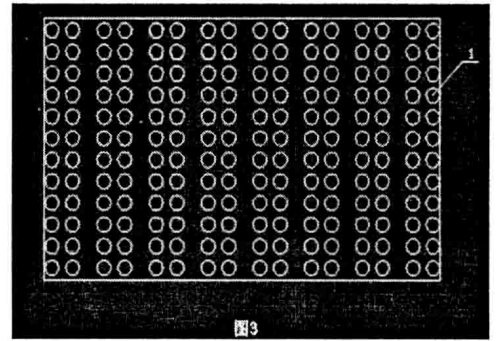


图3

5 系统技术领域

本实用新型涉及植物栽培系统，是一种立体栽培系统：双螺旋立柱有机栽培系统。

5.1 适用范围

适用于蔬菜、花卉等园艺植物的栽培。

5.1.1 家庭小型用

用于家庭阳台的绿化，占地又少；用于日常生活调料的栽培，如：小葱，大蒜，香菜等佐料；方便日常生活，为生活增添植物乐趣。

5.1.2 观光用

办公室绿化美化，调节情绪，提高工作效率，体现人文关怀和企业感情；典型公共场合的立体美化，营造一种良好氛围；生态餐厅、观光区域的整列整排应用。

5.1.3 生产大型用

可进行温室工厂化大规模、专业化、精准化生产。

5.2 本实用新型的有益效果是：

(1) 系统安装方便，类似进行平面生产，操作简单；

(2) 双螺旋栽培槽生产灵活，可进行间作，大大提高地面的利用率，同时增加了叶片伸展空间，并且植物在空间生长，通风良好，生长旺盛；

(3) 张贴在中心柱表面的反光资材，提高了光能利用率，缩小了不同层次的光照强度差异，保证了整个立柱上植物的整齐度；

(4) 栽培槽上铺设由水泵供水的滴灌带，定时器控制启动时间，有利于实现浇水管理自动化；

(5) 双螺旋栽培槽适用范围较广，适用于蔬菜，还适用于草花和草莓等，其连续性设计保证了生产的灵活性，各植株间的间距可以按实际情况而定；

(6) 双螺旋栽培单元柱的周期性转动设计大大缩小了立柱上不同朝向的园艺产品的光照强度差异，还提高了光能利用率，改善通风条件；

(7) 系统适用范围较广，在旅游观光和休闲农业方面存在较大潜力，可达到经济效益、社会效益、生态效益三丰收。

6 意义

设施农业是科技含量高、高投入、高产出、高效益的集约化生产方式，国外发展速度很快，世界设施面积已达 60 余万 ha^[12]。改革开放后，我国在研究开发符合国情国力的设施园艺技术的正确导向下，全国设施园艺高速发展至 86.67hm²，成为世界设施园艺栽培面积最大的国家^[7]。

我国设施面积虽居世界之首，但总体技术水平与先进国家相比仍有较大差距。目前我国设施蔬菜年均单产水平为 15-20kg/m²，仅为先进国家的 1/3，设施利用率，生产率也低。可以认为，我国设施栽培已进入从数量型向质量型，集约型过渡的转型期^[8]。

本课题组所设计的双螺旋立柱无土栽培系统优化方案,是在近几个月的栽培系统小试过程中发现,系统在已取得提高土地利用率和光能利用率的基础,可以通过将单元柱镂空优化,就可以将此栽培系统的优势进一步扩大,正在与有关单位商讨优化方案,争取更大力度的支持,争取在中试理想的情况下向社会推广。

通过双螺旋立柱无土栽培体系的最终建立,实现成为未来浙江乃至全中国所普遍认可和采用的设施农业栽培系统,对农业的标准化、产业化的实现出一份力。值得说明的是,农业标准化是农业和农村经济重要的基础性工作,直接关系到农业的市场化,产业化,集约化,现代化具有重要意义^[9]。

立柱栽培不仅能从产品的市场销售获得利润,而且在旅游观光方面具有较大的潜力,立柱无土栽培因具有科技新颖美观等特点而成为休闲农业的首选,达到经济效益,社会效益双丰收。可见,立柱式无土栽培符合现代农业发展趋势,前景广阔,显然进一步优化双螺旋立柱无土栽培系统意义深远。

参考文献:

- [1].《现代无土栽培技术》 王久兴 王子华 科学技术文献出版社 2005 年 2 月 P200.
- [2].《新型储气储液式无土栽培系统》 卜崇兴等 《华中农业大学学报》.
- [3].《高效立柱式无土栽培技术》 刘伟 等 《沈阳农业大学学报》 2002—02 31 (1) P137-139.
- [4].《工厂化高效农业示范工程项目执行报告》 www.cnsp.org.cn/ztbd/gchgxnvgc001.htm.
- [5].《蔬菜栽培科普知识》 2004 年 10 月 8 日 www.sungreen.net.cn/newsShow.asp?id=53.
- [6].《立柱和柱式无土栽培系统及其在生菜栽培上的应用》 李止正 龚颂福 《应用与环境生物学报》 2002 ,8 (2) :142~147.
- [7].《设施农业相关技术》 周素平等 中国农业科技出版社 1996 年 6 月 P3.
- [8].《中国设施园艺的现状和展望》 周素平李式军 中国农业科技出版社 1996 年 6 月.
- [9].《农业产业化》 国家标准化管理委员会编 中国计量出版社 2004 年 1 月第一版 P1.

屋顶花园设计施工的实践与探索

作者:刘蕾蕾 园艺设计 043 指导教师:斯震 王小德

摘要:随着城市化进程的继续,在我国的大中城市高楼林立,相对应的却是绿化植被的减少,空气污染,光化学污染、水污染、辐射污染等现象严重且有继续加重的趋势。在这种客观条件的限制下,发展屋顶花园,开拓新的绿化环境是改善这种由环境问题引起的城市发展困境的有效途径。所以屋顶花园的发展是和城市化的进程相辅相成的,只有在屋顶花园的设计理念、施工技术得到长足的进步,城市化的进程,和谐社会的建设才不会是无本之木,无源之水。我们课题小组的成员通过一年的实地观察、问卷调查、资料查阅、自主创新,完成了对屋顶花园概况、植物选择、景物配置、荷载计算、防水隔根以及国内国际新技术新工艺等方面的初步研究和探索,下文就是我们初步实践和探索的成果。

关键词:屋顶花园;施工;植物选择;荷载;防水隔根

1 绪论

1.1 屋顶花园的概述

随着人类科技不断进步和现代化城市的飞速发展,屋顶花园也在世界许多城市里迅猛发展起来。它是人类力图利用建筑物的顶部空间来扩大绿化,改善城市生态环境而进行的一个尝试,其目的是要创造一个使建筑、人和自然融为一体,协调发展的生存空间。屋顶花园的定义有许多的描述方式,可以广泛的理解为在各类古今建筑物、构筑物、桥梁(立交桥)等的屋顶、露台、天台上种植花草树木,建造各种游园的统称。

1.1.1 屋顶花园的特点^[31]

屋顶花园既有园林的普遍性,又有其特殊性。其特点大致有以下几个方面:

- (1) 面积狭小,形状规则,竖向地形变化小;
- (2) 种植土壤由人工合成,土层薄,不与自然土壤相连,水分来源受限制;
- (3) 植物的选择、土壤的深度和园林建筑小品的安排等园林工程的设计营造均受限于建筑物屋顶的承载力;
- (4) 视野开阔,环境较为清静,很少形成大量人流。

1.1.2 屋顶花园的分类^[26]

屋顶花园按功能和用途可分为以下三类:

(1) 游憩性屋顶花园 这种类型的屋顶花园,在国内外均为主要形式。其主要目的是为工作和生活在该楼的人们提供一处室外活动的花园。在设计上考虑到它服务对象的公共性,在出入口、园路、场地布局、植物配置等方面符合人们在屋顶上活动、休息等需要花园。

(2) 赢利性屋顶花园 多用于旅游宾馆、饭店。主要是为国内外游客提供夜生活的场所,开办露天歌会、冷饮茶座等,以达到多赢利的目的。一般场地窄小,又要摆放茶座,因此花园中的一切景物、花卉、小品等均以小巧精美为主。植物配置应考虑使用特点,选用傍晚开花的芳香品种。

(3) 家庭式屋顶花园 近年来,随着多层阶梯式住宅公寓的出现,这类屋顶小花园走入家庭。它一般面积较小,计算单位多为平方米,重点放在种草养花上,并且设置园林小品、假山、水体等。但可充分利用墙体和栏杆进行垂直绿化。

1.2 屋顶花园的作用

屋顶花园的功能作用主要表现在生态、观赏、经济等三方面,具体说来可以概括为以下几点。^[27]

- (1) 减少“城市热岛”效应;
- (2) 解决建筑与园林绿化争地的矛盾,增加城市绿化面积;
- (3) 净化城市高空空气,提高生态效应;
- (4) 改变城市空中景观;