

华中农业大学

HUAZHONG AGRICULTURAL UNIVERSITY

硕士学位论文

MASTER'S DEGREE DISSERTATION

基于 Web 的全国园林植物区划信息系统的构建

CONSTRUCTION OF REGIONAL PLAN OF NATIONAL
LANDSCAPE PLANTS WEB INFORMATION SYSTEM

研 究 生: 游宏凯

CANDIDATE: YOU HONGKAI

导 师: 陈龙清 教授

SUPERVISOR: PROFESSOR CHEN LONGQING

专 业: 园林植物与观赏园艺

MAJOR: LANDSCAPE PLANTS AND
ORNAMENTAL HORTICULTURE

研究方向: 园林植物种质资源及利用

FIELD: LANDSCAPE PLANTS GERMPLASM
RESOURCES UTILIZATION

中国 武汉
WUHAN, CHINA

二〇〇九年六月

JUNE, 2009

分类号

密级

华中农业大学硕士学位论文

基于 Web 的全国园林植物区划信息系统的构建

Construction of Regional Planning of National Landscape

Plants Web Information System

研 究 生：游宏凯

指 导 教 师：陈龙清 教授

专业：园林植物与观赏园艺 研究方向：园林植物种质资源及利用

获得学位名称：农学硕士 获得学位时间：2009 年 6 月 26 日

华中农业大学园艺林学学院

二〇〇九年六月

目录

目录	1
摘要	1
Abstract	2
缩略语表	3
1 前言	5
1.1 园林植物景观设计现状与问题分析	5
1.1.1 园林植物的定义	5
1.1.2 园林植物景观涵义	5
1.1.3 园林植物在景观中的重要性	6
1.1.4 我国园林植物景观发展现状	6
1.1.4.1 景观设计人员植物水平不高	7
1.1.4.2 苗木行业发展阶段比较低级	8
1.2 国内外植物信息系统研究应用现状	9
1.2.1 信息系统的概念与发展	9
1.2.2 国外植物类信息系统研究、建立现状	9
1.2.2 我国植物类信息系统研究应用现状	10
2 本课题的立论依据	12
2.1 建立全国园林植物区划信息系统的理论依据	12
2.1.1 中国植被地理分布的规律性	12
2.1.2 植被区划的意义	12
2.1.3 陈有民的园林植物区域规划所解决的问题及未尽事宜	13
2.1.3.1 陈有民的《中国园林绿化树种区域规划》所解决的问题 ...	13
2.1.3.2 问题 1 — 每个分区内部都存在高山区域	14
2.1.3.3 问题 2 — 植被分区存在边缘效应	15
2.1.4 本系统植被区划方案的立论依据	16
2.2 研制本系统的目的及意义	18
2.2.1 为设计者选择植物提供便利	18
2.2.2 为苗木生产者提供引种参考	18
2.3 市场前景分析与需求分析	18
3 系统总体设计与计算机实现	19
3.1 系统搭建环境与运行环境	19
3.1.1 系统搭建工具	19
3.1.2 Web 服务器运行环境	19
3.1.3 数据库服务器运行环境	19
3.1.4 客户端需求	20
3.2 系统知识库的构建	20
3.2.1 知识库的结构与计算机实现	20
3.3 知识的采集与处理	24
3.3.1 知识的来源	24
3.3.2 知识的处理	24
3.4 系统的总体设计	25
3.4.1 系统总体结构设计	26

3.4.2 系统功能设计及辅助决策主要过程	27
4 系统关键技术与实现细节	28
4.1 系统逻辑实现 — .NET 框架和 C#语言的使用	28
4.2 系统前台表现 — HTML/JavaScript/Ajax 技术/CSS 样式表的应用	30
4.3 检索逻辑 — LINQ 技术的应用	32
5 系统运行实例及维护	35
5.1 运行实例 — 以武汉市地被植物的筛选为例	35
5.1.1 武汉市气候概况	35
5.1.2 本系统所采用的地被植物概念	36
5.1.3 地被筛选运行结果	36
5.2 系统管理、维护页面	41
6 结论与展望	43
6.1 结论	43
6.2 进一步发展建议	43
致 谢	48

摘要

园林植物是园林景观中的最重要元素。可谓有了植物才有了园林景观，离开了植物，园林本身也就不复存在，而变为纯粹的人工建筑。营造合理的植物景观，以取得良好的景观效果和环境效益，是园林建设的关键。但是由于植物景观的营造需要熟练掌握大量的植物材料以及美学设计技巧，再加上我国气候类型复杂，植物种类繁多，这些因素导致了我国园林植物景观往往不尽如人意。主要体现在植物材料的引种、选择应用不当，乡土植物的利用率低，植物景观营造的科学性与艺术性结合不够。

近年来国内关于植物信息系统的研究成果大量发表，但由于开发技术落后、总体规划不合理等原因导致许多系统应用范围狭小。在互联网高度发达的今天，国内互联网上甚至找不到一款直接服务于植物造景的程序。

通过对上述问题的分析，我们确定了本系统提供的主要功能直接为植物造景服务，系统的服务对象主要为园林行业从业人员，包括设计人员和苗木生产者。植被分区系统在采用了陈有民的《中国园林绿化树种区域规划》基础上，融入了城镇植物名录作为补充，结合城镇海拔数据，可实现分区内部引种参考。

在对比了目前主流开发环境和数据库的优缺点之后，决定采用 C# 作为编程语言，Visual Web Developer 2008 作为开发环境，SQL Server 2005 作为后台数据库，建立基于 Web 的信息系统，并按照需求划分了功能模块，同时融入了 AJAX、LINQ 等先进技术。利用便捷的开发环境及强大的 LINQ 语句，有效地实现了按城镇、系统分类、观赏特性、生态习性等进行综合检索。

在参照前人植物素材知识库结构的基础上，建立了植物素材知识库。该素材库囊括了植物造景所需大部分知识，包括生长特性、观赏特性、生态习性、功能用途这几个方面。

经过两年多的积累，拍摄了 5000 多张各个季节的植物照片，包括植物的形态识别、观赏效果及设计应用图片。目前已按恩格勒系统鉴定、归类 3000 多张，同时通过查阅各类文献及调查数据，录入武汉市区内植物 700 余种，初步建立了武汉市植物知识库。

关键词：园林植物；观赏植物；植物造景；区域规划；Web 信息系统；数据库

Abstract

Landscape plants are the most important element in landscape architectural. It could even be said that gardening landscape exist only with plants. Without plants, landscape architecture will no longer be itself but pure man-made architecture. Construction of rational flora landscape in order to get well landscape effects and environmental benefits is the key point of landscape architecture. But planting design need grasp plenty of plants and aesthetics design tactics skillfully. And in additional, there are complex climate conditions and huge variety of plants in China. These factors lead to planting design usually undesirable in China which mainly reflects in improperly introduction or selection of plants, low-frequency usage of indigenous plants and combination of scientific and artistic was not enough.

Plenty of researches about plants information systems were reported these several years. But due to backwardness of develop technology and irrational overall planning, many systems were only used in limited area. In China, Internet was highly developed nowadays. But still, we can even hardly find software through internet which serves to planting design directly.

Through analysis of these problems above, we establish that the main function of this system was for planting design. And target clients of this system were peoples who work in landscape architecture, which including designers and seedlings provider. Our plants regional planning was based on Chen Youmin's *The Regional Planning of Landscape Architecture Woody Plants in China*, and also used cities and towns' plants list as a supplementary part. Combination of cities' elevation data, this system also provided a suggestion for plants introduction in current region.

After comparison of mainstream development environments and databases, we decided to use C# as programming language and SQL Server 2005 as back-end database to construct Web Information System. This system was divided into several models by function. At the same time, we used some advanced technologies like AJAX and LINQ. Depend on powerful LINQ sentences and convenient development environment, we achieve complex search by cities, classification, ornamental type, ecologic habit and so on.

Referred to previous plants knowledgebase made by other researchers, we build our plants knowledgebase. It's contains most knowledge which mainly used for flora landscape such as growing habits, ornamental type, ecologic habit, usage and functions.

We have shot more than 5000 plant photos about morphological identification, ornamental effects and applications through two years' accumulation. By now, more than 3000 photos were identified and arranged by using Engler's taxonomic system. At the same time, through look up plenty of literature and survey records, we inserted more than 700 records about plants which within Wuhan city's urban area. And build Wuhan city's plant knowledgebase preliminary.

Keywords: Landscape Plants; Ornamental Plants; Planting Design; Regional Planning; Web Information System; Database

缩略语表

缩写符号	英文名称	中文名称
Abbreviations	English appellation	Chinese appellation
SQL	Structured Query Language	结构化查询语言
IDE	Integrated Development Environment	集成开发环境
XML	Extensive Makeup Language	可扩展标记语言
AJAX	Asynchronous JavaScript and XML	非同步 JavaScript 和 XML
LINQ	Language Integrated Query	语言集成查询
ASP	Active Server Pages	动态服务器网页
HTML	Hypertext Markup Language	超文本标记语言
CSS	Cascading Style Sheets	层叠样式表
W3C	The World Wide Web Consortium	国际互联网协会
B/S	Browser/Server	浏览器/服务器模式
IE	Internet Explorer	微软公司出品的互联网 浏览器
int	Integer	整型
smallint	Small Integer	短整型
bit	Bit	比特型、逻辑型
varchar	Variable Character	可变字符型
nvarchar	Variable Unicode Character	可变 Unicode 字符型
USDA	United States Department of Agriculture	美国国家农业部
IPNI	The International Plant Names Index	世界植物名称索引数据 库
RHS	Royal Horticultural Society	英国皇家园艺学会
CVH	Chinese Virtual Herbarium	中国数字植物标本馆

1 前言

当今世界，信息技术飞速发展，互联网四通八达，各个学科都在加紧信息化步伐。计算机辅助决策支持系统在农林业上得到了广泛的应用，包括数据库系统、地理信息系统、计算机建模、知识系统或专家系统等[56]。本研究尝试利用先进的信息技术，帮助园林工作者解决当前园林植物引种、种植设计、栽培管理上存在的一些问题。

1.1 园林植物景观设计现状与问题分析

1.1.1 园林植物的定义

按照《中国农业百科全书·观赏园艺卷》中的定义，园林植物（landscape plants）乃观赏植物（ornamental plants）之泛称，并简称或统称为花卉（广义，ornamental plants, garden flowers），即具有一定观赏价值，使用于室内外布置以美化环境并丰富人们生活的植物[4, 5]。而按照《中国百科大辞典》中的定义，园林植物是适宜栽种于园林中的一切植物，包括树木、花卉、草坪和地被植物等[6]。

园林植物是园林景观中重要的景观元素，与园林中的地形、水体、建筑等要素共同构成丰富多彩的景观形式。随着生态、环境意识的提高，在园林景观设计中越来越多地关注和重视园林植物景观的营建，植物景观成为了景观表达的最主要手段，正演变成一种满足“回归自然”情感诉求的自然精灵[7]。

1.1.2 园林植物景观涵义

现代植物景观的概念有多种表述和内涵，国内主要有植物造景、植物配置、植物配植、种植设计等提法。造景强调的是美感。“植物配置”是指园林中植物与园林中水、土、建筑、道路的搭配位置，或是指各种植物之间的搭配关系等。西方国家多采用“Planting Design”的概念[8]。

在建设部发布《园林基本术语标准》（CJJ/T91-2002）的行业标准中，植物种植设计定义为“是按植物生态习性和园林规划设计的要求，合理配置各种植物，以发挥它们的园林功能和观赏特性的设计活动。”[9]

苏雪痕的《植物造景》专著中，提出了植物造景的概念：“植物造景就是应用乔木植物造景就是应用乔木、灌木、藤本及草本植物来创造景观，充分发挥植物本身形体、线条、色彩等自然美，配植成一幅幅美丽动人的画面，供人们观赏”。作者明确提出完美的植物景观设计必须具备科学性与艺术性的高度统一，即满足植物与环境在生态适应性上的统一，又要通过艺术构图的原理，体现出植物个体与群体的形式美及观赏过程中所升华的意境美[8]。

在 2004 年，北京林业大学教授朱建宁提出现代植物景观设计不应该是大量植物品种的堆积，也不应再局限于展示植物形体、姿态、花果、色彩等个体美。而是要

追求植物形成的空间尺度、反映出具有地域景观特征的植物群落和整体景观效果。

我国园林植物景观的研究与认识大致经历了从 20 世纪 50 年代的“绿化与园林植物景观等同”到 20 世纪 60 年代的“表现植物景观的画意组合和意境的表达”，再从 20 世纪 90 年代苏雪痕开创的“植物造景必须具备科学性与艺术性的高度统一”以及“生态园林”思潮到“追求植物形成的空间尺度、反映出具有地域景观特征的植物群落和整体景观效果”几个阶段[10]。大体上就是一个从艺术构图到科学与艺术结合，从局部造景到整体把握，从单纯注重美学到兼顾生态功能与美学效果的过程。

由此可见随着学科的发展与人民群众审美需求的提高，对植物景观设计的要求也越来越高。在国外，植物景观设计师已成为一门独立的职业。

1.1.3 园林植物在景观中的重要性

园林植物不仅具有改善生态环境、提供生活空间、营造视觉景观、构筑审美意境等基本作用，其姿态、色彩会随着时间更替不断变化，在人与植物界长期的共存中，双方都留下了深刻的被对方影响的痕迹。其中，人所受到的影响不仅是感官的，而且有相当的一部分已经变成了心灵的印记。许多现代园林种植设计研究人已经不仅把植物及其种植体看成是有生态和生活价值的景观，而且习惯于把它作为体验人生、表达思想、思辩问题的媒介。这样的事例在中外园林里都可见到，如在中国文化中，竹子总是和高雅、虚心的意蕴连在一起，松、竹、梅习惯于被称作“岁寒三友”；西方社会经常把雪松看成是真诚之爱，苹果是青春、婚姻的象征，而百合常代表着纯洁和优雅等[7]。

可以说，有了植物，才会有地球上的动物和人类，才会有和谐、舒适的园林生态环境。由于植物的这种特性是任何其它园林要素所不具备的，因此，植物在园林中的地位具有不可替代性。离开了植物，园林本身也就不复存在，而变为纯粹的人工建筑。营造合理的植物景观，以取得良好的景观效果和环境效益，是园林建设的关键。

植物景观设计是风景园林行业与建筑行业、规划行业的最主要区别，从生态角度上和某种程度上是行业存在的最主要原因。因此，植物景观设计是风景园林学科和行业的重要工作。

1.1.4 我国园林植物景观发展现状

国家建设部自 1999 年开始以创建国家园林城市为抓手，积极推进我国园林绿化工作，使其驰入了快速发展的轨道。至 2006 年，全国城市建成区绿地率达到 28.51%，绿化覆盖率达到 32.54%，人均公共绿地达到 7.89m²。2006 年 1 月份，我国进入国家园林城市行列的已达 87 个城市，这些城市的建成区内平均绿地率达到 35.58%，平均绿化覆盖率达到 39.36%，人均公共绿地面积超过全国平均 3.11m² [11]。

虽然园林绿化取得了长足发展，但在植物景观方面仍有许多不足之处：

(1) 科学性与艺术性的结合上不足，把植物景观当成硬质景观的附属或以为植物景观就是种树植草，近年来又流行纯生态景观。

(2) 园林植物种类少导致了植物景观单调乏味。

(3) 跟风严重，各地常用植物雷同，城市的地带性与文化底蕴被忽视。

(4) 对植物的生态习性、体量大小等把握不足, 导致植物应用场合选择上出现种种问题, 空间的营造也以失败告终。

笔者认为, 造成当前我国园林植物景观设计水平总体不尽如人意的根源在于两方面: 1、从业人员总体素质不高, 对园林行业的本质认识不清。2、苗木行业发展阶段还比较低级。

1.1.4.1 景观设计人员植物水平不高

追随时尚的或理想化的景观形式, 使得植物景观设计科学的内涵和独特的自然属性淹没在照搬照抄、千篇一律的建设模式之中, 无形中降低了风景园林行业的从业门槛。各行各业从业人员争相涌入, 导致了现在的从业人员大多不懂植物, 乱用、滥用植物, 把植物当成了陪衬或点缀, 或用人工气息浓厚的栽培植物形成多层次的植物群落。追求平面图案效果, 热衷于人工修剪, 忽略了植物景观自然美的最根本原则。国内长期以来, 存在着追求观赏效果而忽视生态功能的倾向, 认为只有将原来的环境全部改造, 让人“眼前一亮”才算设计。片面强调文化, 园艺化手法广泛运用使得植物的自然功能丧失。一味强调视觉效果而造成形式主义盛行, 不仅养护成本高昂, 几年一翻新, 而且园林的综合效益难以发挥 (图 1)。



图 1 通过盆花摆出来的花境 —— 摄于武汉解放公园

Figure 1 - Flower border which made from potted flowers, shooting from Wuhan Liberation Park

以往由于对自然和生态原则的重视程度不够, 导致“草坪风”刮遍全国, 各地的植被区仿佛都变成了稀树草原。由于我国气候与欧美国家的差异, 夏天全国大部

分城市是急需遮荫的，目前的情况是许多该遮荫的没遮，不该遮荫的地方却又过于荫蔽。景观单一且不说，单纯的草坪结构还导致了生态位缺失，每年大量的费用花在了用于控制野生植物、入侵植物的生长上，这与我国建设节约型园林的目标背道而驰。目前这种情况有所好转，一些设计师开始认识到以多年生草本植物替代草坪，不仅可以产生具有地方特色的植物景观，更能降低养护成本。近年来生态优先、建设节约型绿地等先进科学的理念正逐步渗透到园林建设和管理的各个环节中。如何更好地管理、利用目前园林上适应性强、管理粗放的野生植物和草本植物，甚至是外来入侵植物，成为了当前亟待解决的问题之一。

园林植物景观设计应该在对场地现状调查分析的基础上完成。调查包括现状立地条件和现状植物构成两个层面，通过现状植物的调查来确定乡土植物的分布种类、空间特征。在此基础上，提出的植物景观设计方案具有较好的科学性，符合场所自身的特点。然而，正是由于对城市地域性、植物生态习性的忽视，常常导致这项工作被忽略，各种植物被当成装饰材料填充进景观中。

一味追求新、奇、特，盲目引种，忽视驯化，导致引种失败或养护成本高昂。比如适当的“南棕北引”是可行的，但引种范围过大，或只引种不驯化，必然导致苗木死亡。

值得关注的是，随着生态主义的思潮渐热，又有兴起纯自然式植物景观，这又造成了生态有余，艺术性与人文不足的情况，也是不可取的。

以上总总，都是设计人员的植物水平低下以及对风景园林的概念认识不清导致。风景园林的本质特征在于对有生命的、不断生长变化的自然领土景观的保护与利用，确保其完整性与典型性。并非是追求理想景观模式[8]。

1.1.4.2 苗木行业发展阶段比较低级

由于园林苗木行业是个高风险、高回报的行业，引种驯化、新品种选育等都具有相当的风险，需要有强大的资金支持方可开展。而我国的苗木行业发展仍处于初级阶段，以个体生产者为主，多数未形成公司或种植者合作社的结构，生产技术水平普遍较低，抗风险能力和自主创新能力差。此外再加上信息交流不够，知识产权意识淡薄，导致苗木种植跟风现象十分严重。往往都是看到某种苗木有利可图之后，大家一哄而上，导致最后产品积压。由于风险高，资金少，再加上市场诱导，优良的乡土植物往往废弃不敢用，只敢栽培适宜区域广的种（或品种）、或新奇的外来种（或品种），比如银杏、红叶石楠、美国红枫等。

这种情况造成纵使设计人员想用乡土植物也无苗可用的恶性循环。于是就出现了国外公园中常用的观赏植物种类近千种，而我国即使植物应用种类较多的城市如广州、上海也只有几百种，而苗圃中有的种类更少。贫乏的植物材料造成单调乏味的植物景观，北方城市应用植物种类更为有限，有些地区仍以杨、柳、榆、槐、椿老五样为主，习惯于引栽现成的种类（含从国外引种的种类），未能重视就地取材，开发选育本地区的绿化物种[12]。

随着苗木种类的增多，大众审美心理的变化，如何管理好众多植物且不违背设计师的设计意图，这势必对苗木养护人员的养护水平也提出了更高的要求。

1.2 国内外植物信息系统研究应用现状

1.2.1 信息系统的概念与发展

信息系统的概念是由系统的概念引申而来,用于对各类数据进行加工、处理、分析、组合,从而生成针对某些问题的有用数据和信息。信息系统一般泛指收集、存储、处理和传播各种信息的具有完整功能的集合体。而从技术角度来讲,信息系统是为产生决策信息而按照一定要求设计的一套有组织的应用程序系统。随着信息采集、处理和传播技术的发展,特别是网络技术的突飞猛进和 Internet 的迅速扩张,信息系统已经从过去简单的数据处理系统发展成包括多媒体数据库、人工智能系统、网页和公告板等多种形式的数据库综合处理和发布系统。现代信息系统指以计算机为信息处理工具,以网络为信息传输手段的系统。现代信息系统查询功能的实现需要客户端和服务端进行信息的动态交互过程,而非普通的静态网页[13]。随着现代网络编程语言的发展,实现信息系统的主要技术有.NET、ASP、PHP、Java 等。

本文中所述信息系统属于植物多样性信息系统的范畴,其运作离不开植物信息数据库的建立。而任何领域中数据库的应用与数据库技术发展历程密切相关,数据库技术从开始出现到现在的 30 年间,已经历了 3 个发展阶段:第 1 代是网状和层次数据库系统;第 2 代是关系型数据库系统;第 3 代是以面向对象数据模型为特征的数据库系统。关系型数据库能有效解决数据库数据冗余,兼有数据库功能强大、具有良好可扩展性等性能而得到广泛应用。

目前,植物信息系统中使用最多的是关系型数据库,其主要特点为数据结构较为简单,易于掌握;表达能力较强,能处理多种复杂的数据;具有较为完善的数学理论作为支撑基础;用户界面均为非过程化语言,使用方便。最早的系统主要采用 Dbase、Foxbase、Foxpro、Access 或专用软件包(如 CMASS)等小型关系型数据库开发。小型关系型数据库一般为单机版,数据不便共享,主要应用于各部门内部管理。随着数据量的不断增大,对于数量庞大的科技文献,人们开始采用 Sybase、Oracle、SQL Server 等大型关系数据库开发,并和互联网完美结合,提供了远程网络支持,在较大范围内实现数据共享[14]。

借助于互联网络时效性强、影响面广、信息量大等特点设计开发基于 Internet 的应用系统成为当今国内外生物多样性信息系统建设的发展方向 and 必然趋势。信息系统作为一种重要的信息资源与集成处理体系,可为植物资源的保护、管理、利用提供迅速准确的重要信息,并及时掌握生物多样性的动态变化,为生物多样性保护的网络化和全球化提供重要的科学支撑[15]。

1.2.2 国外植物类信息系统研究、建立现状

信息系统作为一种重要的信息资源与集成处理体系,可为植物的保护、利用和管理提供迅速准确的重要信息,并及时掌握生物多样性的动态变化,为生物多样性保护的网络化和全球化提供重要的科学支撑。

如今,世界上许多国家已经建立了植物数据查询系统,不胜枚举。如为了实现全球植物资源共享,促进信息交流与国际合作,动用了 20 多位专家学者建成的美国国家植物数据中心(<http://plants.usda.gov>) [57] 是现今世界上植物数据库

系统的典范。该数据库系统提供美国境内分布的维管植物、苔藓、地衣、藻类植物的标准化信息,包括学名、异名、分类等级、相关植物、各州分布情况、彩色照片,并可按科属、分类、分布、生活习性、生长期等字段进行检索 40000 多张彩色植物图片的检索,此外还提供了植物全部信息的 pdf 或 doc 文件以及植物名录数据库的下载服务。这无疑对美国植物资源的研究利用具有巨大的推动作用。

世界植物名称索引数据库 IPNI (The International Plant Names Index, <http://www.ipni.org/>), 提供了全球范围内所有种子植物名称及其相关的基本参考文献信息的检索。该系统有植物学界维护和动态更新,其数据有三个来源:邱园索引、格雷卡片索引和澳大利亚植物种名索引。目前,已在英国和美国建立了镜像服务器,用户通过对镜像的访问,可以得到和原数据库完全相同并同步更新的服务 [16]。

Efloras.org 网站 (<http://www.efloras.org>) 提供了中国植物志英文版 [58]、智利植物志、厄瓜多尔植物志、多个国家和地区的植物名录等的在线检索,在编中的中国植物志英文版,还提供了按全部植物形态特征字段进行交互检索 (Interactive Key) 的功能。

此外还有康涅狄格州立大学的植物数据库 (<http://www.hort.uconn.edu/Plants/index.html>) [59]、美国东北部外来植物数据库系统、德国裸子植物数据库、美国印地安民族植物学数据库、野花数据库、兰花数据库、棕榈数据库、医用植物和有毒植物数据库、加州植物信息系统 (SMASCH)、植物模式标本信息库、密苏里植物园植物名称数据库、美国东南地区标本馆联网数据库 (SERFIS) 等等 [17, 60-62]。以及为数众多的生物多样性信息系统中的植物部分。

现有国外植物数据库总体特征:

(1) 数据量大,资料来源广泛,可靠度高,如东南亚国家联盟植物差异性数据库的信息共享系统。

(2) 网络化程度高。

(3) 与其他相关信息技术得以较好结合,数据结构比较完善。

(4) 与相关植物学科相互渗透,扩大了用户面。

(5) 拥有比较多的大型数据库,关于植物科属数据库研究较深入 [18]。

1.2.2 我国植物类信息系统研究应用现状

我国植物类信息系统的起步相对于欧美发达国家起步较晚,但发展迅速,特别是近年来随着信息技术的进步,各类植物信息系统的研究论文海量发表。近年来,我国各植物研究机构也纷纷意识到把现有植物材料整合起来,建成方便使用的数据库的重要性。

如南京中山植物园与南航计算机中心合作开发的“南京中山园活植物收集圃信息系统” [19], 广西植物研究所建立的“广西主要经济植物的多媒体信息系统” [20], 新疆大学等建立的“中国西北荒漠植物区系信息系统” [21], 中国科学院武汉植物研究所建立的“猕猴桃种质资源管理信息系统” [22], 山西省生物研究所建立的“山西高等植物数据库信息系统” [23], 宁夏农学院建立的“宁夏野生经济植物信息系统” [24], 云南省生物多样性保护信息中心建立的“云南生物多样性保护信息系统” [25], 南京大学建立的“江苏植物资源信息系统” [26], 南京林业大学建立的“松科植物形态信息系统” [27], 复旦大学建立的“上海市生

物多样性信息管理系统”[28]，南京农业大学杂草研究室建立的“中国杂草信息系统”[29]，以及“东北园林树木信息系统”[30]等。在以上这些生物多样性信息系统中，有些已经与 Internet 联网，实现了网上资源共享，如上海市生物多样性信息管理系统(<http://www.ibsfu.fudan.edu.cn>)、贵州省珍稀濒危植物信息系统(<http://www.cyber.swnu.edu.cn/infsys>)、湖北湿地自然保护区数据库系统等[16]。

特别值得一提的是，吴征镒的《中国种子植物》数据库的建立，乃是集我国种子植物之大成，极大便利了中国乃至世界的植物学、生态学、植物地理学等研究以及植物资源的利用。该系统容纳了中国境内分布的全部种子植物（除野生外，还包括逸生和广泛栽培的种），共计 363 科（野生 350 科，外来引进 13 科），3427 属（包括 3180 个野生属，247 个引进栽培属），32308 种（包括 31470 个野生种，838 个引进栽培种）及其种下等级的名称和它们的分布、生境、海拔、以及分布的经纬度。但可惜的是光盘版未出网络版，且软件授权费高昂，目前基本上一些科研院所才会购买安装。由于该系统是针对野生植物的自然分布，对园林植物的引种驯化指导意义巨大，如何进一步开发网络版本，并寻找合理的商业模式，做到为多数人所用，并做到数据库之间的共享与动态更新，笔者认为，这将是下一步的工作重点。

近几年在科技部“国家科技基础条件平台”项目资助和中科院“生物标本馆建设项目网络信息系统”课题支持下建立的 CVH 中国数字植物标本馆(<http://www.cvh.org.cn>)，整合了多个数据库，主要包括标本信息、《中国植物志》数据库、彩色图库以及其他相关数据库，数据量达 3T 多。特别是其植物彩色照片共计五万余张，属于 269 科 5700 种，为近年来众多志愿者自野外拍摄所得，范围涉及在全国 34 个省（区、市）的野生植物，但由于工作量巨大以及通过照片鉴定的局限性，其图片准确度还有待提高。CVH 网络化、多媒体化的情况很好，还有网络社区源源不断的支持与充实，笔者认为这是我国新一代植物数据库的典范。

现有国内植物数据库总体特征：

(1) 系统多采用关系数据库类型，基于 Windows 环境下可独立运行，多为光盘版，逐渐实现与 Internet 的连接。

(2) 多数只有中文版本，单用文字进行描述，没有采集图像信息。多为中小型规模，大型数据库数量少，数据库字段无统一规范，基本未见数据库间共享[18]。

(3) 信息来源单一，与其他学科交叉渗透不够，用户面窄。

(4) 已建立的数据库多应用于教学、科研部门，商业化程度低。甚至还有许多只见论文，不见实体库。

(5) 对最新技术的应用不够，比如 2008 年发表的多数植物信息系统论文仍采用 Visual FoxPro 6.0、VB 6.0 等老掉牙的编程环境，注定了其开发出的数据库只能是功能简单的单机版小规模应用。

2 本课题的立论依据

2.1 建立全国园林植物区划信息系统的理论依据

2.1.1 中国植被地理分布的规律性

决定植被地理分布的两个主要因素是热量和水分。在地球表面，热量随所在纬度位置而变化；水分随距海洋远近以及大气环流和洋流特点而变化。水热结合，导致气候、植被、土壤等的地理分布一方面沿纬度方向成带状发生有规律的更替；另一方面从沿海向内陆方向成带状发生有规律的更替。前者称为纬度地带性，后者称为经度地带性[31]。纬度地带性、经度地带性和垂直地带性三者结合起来决定一个地区的基本特点。而我国自然植被分布除了受三向地带性控制之外，还受到寒潮、东南季风和青藏高原的重大影响。

巨大的青藏高原高度超过对流层一半以上，迫使高空西风环流向南北两侧分流，促使我国北纬 35-50° 之间形成了广阔的温带荒漠。而南上西南季风和北下寒潮被青藏高原所阻隔，促使藏南和云南南部发育了全球分布最北的热带雨林。并且青藏高原上的地带性又呈现出与一般的水平地带性和山地垂直带性不同的“高原地带性”，又可以分为多种新的高原植被类型。

蒙古-西伯利亚高压反气旋首先迫使我国草原南移、森林北限向东南方向退缩，其次由于我国东部缺乏高大山系阻隔，冬半年受寒潮（蒙古-西伯利亚反气旋的冷空气）影响，使亚热带常绿阔叶林和季雨林出现落叶成分，热带植被的北界也向南推移至南海沿岸一线。

我国夏季在强盛东南季风影响下，炎热多雨，发育了广阔的湿润亚热带常绿阔叶林，并且其北限还沿着河谷，如甘南白龙江、陕南汉水等向西北伸展得很远。

以上三个因素再加上我国多山，共同导致了我国植被分布丰富多彩、复杂多变，同时也为植被区划带来了不便。

2.1.2 植被区划的意义

植被区划是指将陆地上的植被按种类组成、群落结构以及对环境的适应关系等进行系统的分类，划分为各种植被类型，并在植被类型的基础上，进一步按照这些植被类型的空间分布及其组合，划分为若干植被区域或植被地带[31]。

植被区划是关于地区植被地理规律性的总结，是在研究植被区系、植被与环境间的生态关系、植被的历史和动态，以及植被分类的基础上，对植被空间结构和地理特征的进一步提炼与概括。植被区划不仅可以提供植被资源空间分布及其生产潜力的基本资料，并且为合理利用自然资源、发展农业、改造自然、保护环境提供科学依据[3]。

2.1.3 陈有民的园林植物区域规划所解决的问题及未尽事宜

2.1.3.1 陈有民的《中国园林绿化树种区域规划》所解决的问题

在自然条件下植被要在一个地区分区，除了必须完全适应该地区气候、土壤，可以完成完整的生长繁育周期外，还必须在与当地植物的竞争中不会处于劣势。严格意义上的植物学区划认为，一种植物在某一地区引种成功的标志是“从种子到种子”，也就是被引植物可以在当地完成完整的生长繁育周期。虽然在陈有民之前有许多专家学者提出过完整的中国植被区划，但大多从天然植被群落结构出发。而园林上应用的植物，归属于人工植被或半人工植被。人工植被的分布在相当程度上已摆脱了自然条件的影响，比如通过土壤改良、灌溉、人工繁殖、人工除去竞争物种等措施，可以极大地改变植被的原有分布范围。

结合园林绿化应用的实际，陈有民提出适合园林应用的引种标准，即只要引种植物能够在当地存活，并能够产生一定绿化效果，就可以将其划入该区。比如，有些高大的乔木树种在引种地只能长成灌木，但仍旧具有相当的观赏性和功能性，能够起到绿化美化的作用，就完全可以将其列入引种地的植物名单中。

《中国园林绿化树种区域规划》以温度和降雨量作为两大主导因子，同时参考土壤、植被及其他气候因子进行区域划分。通过详细查阅和整理全国 600 余个气象台站 1951 年至 1980 年 30 年间的气象观测记录以及课题组长达数年的论证，结合近千种园林植物的耐寒性特征，最终确定以平均极端最低气温 -40°C 等温线、 -30°C 等温线、 -20°C 等温线、 -15°C 等温线、 -10°C 等温线、 -5°C 等温线、 0°C 等温线、 5°C 等温线为我国园林植物主要耐寒性温度界限。

同时，从植物生长呈乔木生活型的自然分布出发，以年降雨量 400mm 等雨线为水分分界线，将全国分为东南湿润地区和西北干旱地区两大地域。等雨线以东地区，乔木树种在自然状态下可长成乔木；400mm 等雨线以西，除个别极耐旱树种可以长成乔木外，绝大多数乔木树种需要进行灌溉才能长成。各条等温线和 400mm 等雨线相结合，共将全国划分为寒温带绿化区、温带绿化区等 10 个大区，各大区内又依各地理状况分异划分为相应的分区。值得一提的是青藏高原具有十分独特的大陆性高原气候及高原地带性植被和物种，故单独划分成 1 个大区，并分为 4 个分区（见图 2）[32, 33]。

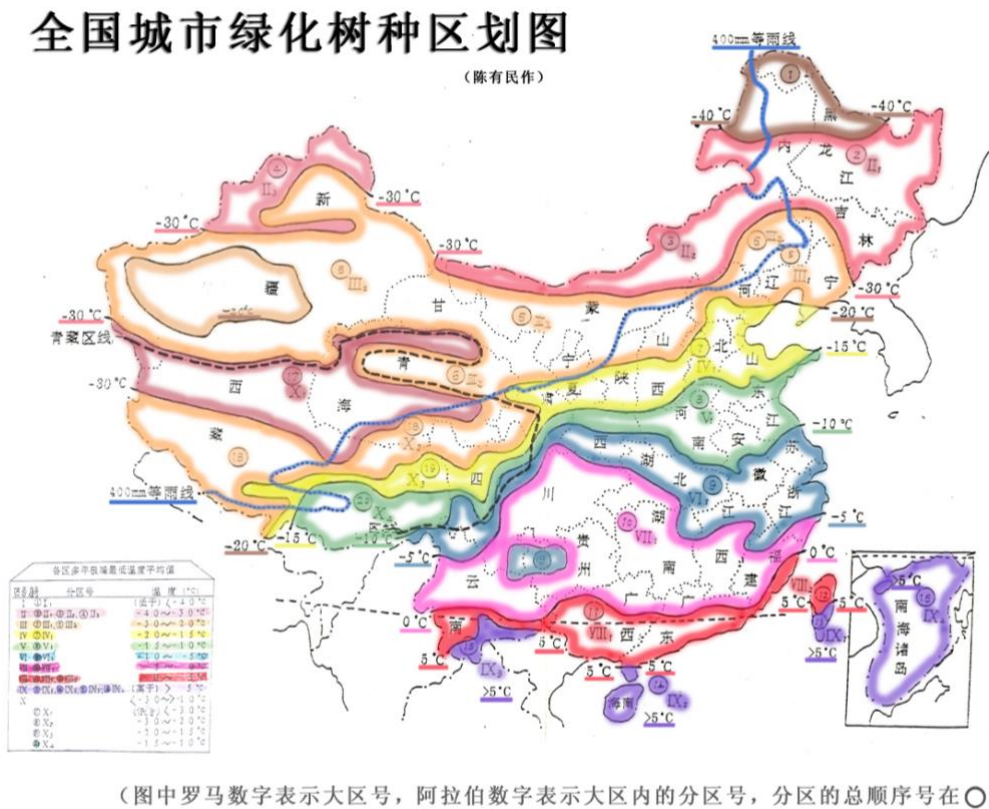


图 2 — 全国园林绿化树种区域规划图 (陈有民作)

Figure 2 - Regional planning map of national landscape trees (Made by Chen Youmin)

尽管我国拥有 7000 至 8000 多种木本植物, 但是长期以来, 对常规树种以外的乡土植物材料应用却非常保守, 城市绿化树种异常单调。同时, 每年都有大量的植物因为盲目引种而夭折, 造成巨大的经济损失。将全面、科学的全国园林树种区域规划作为园林绿化的指导, 植物引种驯化工作才能最终彻底走出盲目与保守这两大误区。

虽然陈有民的园林树种区划较好地解决了我国树木引种区划问题, 但实际操作起来还存在一些不便之处, 主要体现在下面两点。

2. 1. 3. 2 问题 1 — 每个分区内部都存在高山区域

由于垂直带中每个植被带的海拔高度随纬度升高而逐渐降低, 森林带分布上限高度也有近似规律。垂直带中每个植被带的宽度互不相同, 并且随气候差异而变化 (表 1) [3]。也就是说, 高山树种只能在这个区内的大约同等海拔 (受地形影响, 分布海拔会有所出入) 或高纬度的分区中使用。但是对于跨分区分布的植物或已被跨分区引种成功的植物, 上述规则就会失效。因为植物在高纬度的分区中分布海拔势必比其在低纬度分区中分布的海拔低, 而目前所有资料都未将海拔按分区分别记载, 将高纬度的分布海拔套用在低纬度分区中应用, 必然出错。因此在陈有民的植被区划系统中, 每个分区内的植物的自然分布海拔若不结合分布地所在的植被分区, 对植物引种将不具有指导作用, 甚至会误导植物引种。

表 1 — 亚洲东部山地植被垂直带谱的南北变化
Table 1 - Vertical zone spectrum of mountainous region from south to north in East Asia

水平地带	喜马拉雅山(南坡) (28° N) 热带季雨林带	峨眉山 (29° N) 常绿阔叶林带	太白山(南坡) (34° N) 常绿阔叶落叶混交林带	小五台山 (40° N) 夏绿阔叶林带	长白山 (42° N) 针叶阔叶混交林带
垂直地带					
山地苔原带					>2100
高山草甸带	4000~5000		3400~3767		
高山灌丛带	3200~4000				
亚高山草甸带				>2500	
高山亚高山矮林带					岳桦林 1800~2100
亚高山针叶林带		2200~3060	2650~3400	1600~2500	1100~1800
山地针阔叶混交林带	铁杉 — 槭或高山 栎林 2200~3200	2000~2200	1300~2650	1400~1600	<1100
山地夏绿阔叶林带			1000~1300	<1400	
山地常绿、夏绿阔叶混交林带		1000~2000	<1000		
山地常绿阔叶林带	1000~2200	<1000			
山地雨林、季雨林带	600~1100				
低山雨林、季雨林带	<600				

注：表内数字为各植被带的海拔高度（m）。可以看出垂直带中每个植被带的海拔高度随纬度升高而逐渐降低。

故陈有民也在该书中指出：“每个分区内均有高山区域，对此高山区域的树种应当按照地带相对高度每升高 1000m 需要降低一个大区号的原则来确定其应用范围[32]。”但这条规则用于引种参考较为不便且容易使非专业人员出错，因为首先引种者无从得知该分区的“地带高度”（分区的代表高度），水平地带性并不能机械地认为任何情况下都是指地形最低处[1]；其次还要查阅资料确定野生分布地，再用该分布地的海拔推断出可以引种的分区，若是简单地根据植物记录上的分布海拔进行推算可引种分区就会出错；更何况每个分区内部也存在海拔梯度，并不能机械地认为全区范围内皆可引种。

2.1.3.3 问题 2 — 植被分区存在边缘效应

陈有民的植被分区主要是依照平均极端最低气温-40℃等温线、-30℃等温线、

-20℃等温线、-15℃等温线、-10℃等温线、-5℃等温线、0℃等温线、5℃等温线以及 400mm 等雨线划分。这些等温线为我国园林植物主要耐寒性温度界限，但并不是所有植物都按这些等温线分布，故每个分区的边缘不可避免地会出现一些本该在另一个分区才有的植物，暂且称之为超分区植物。

超分区植物的存在致使分区植物名录的维护和更新比较困难。当分区中出现一种新植物时，为了确定其是否可在整个分区中使用，需要联合检索多个城市的最新植物名录才可确定。而且在不考虑海拔因素的情况下，由于极端温度的限制，不是所有的植物都可在整个分区中使用，可能在某个边缘城镇不宜采用。这就需要有一个统一的信息维护和发布的平台，实时更新分区名录，并指出哪些植物在哪些城镇不宜采用。

2.1.4 本系统植被区划方案的立论依据

在本系统中，植被分区方案采用陈有民的《中国园林绿化树种区域规划》。草本植物的分布制约因子和树木稍有不同，但在目前尚无一个较好的针对园林用草本植物的植被区划方案，故仍采用陈有民的园林绿化树种区域规划较为合适。

如 2.1.3.2 小节所述，由于每个分区内部都存在高山区域，为了使得植被的应用不至于出错，系统必须实现分区内部引种参考。具体就是将每种植物目前已知分布地的海拔与引种目的地的海拔进行比较，只要海拔相差小于一定数值，即判断为可引种。

但是，在三向地带性之外，制约植物分布地因素还包括地形因素：“严格来说，每个山体都有自己特有的植被垂直带谱，因为山地植被垂直带谱的结构和每一垂直带的群落组合，一方面受该山所在的水平地带的制约（山地植被垂直带从属于植被水平地带原则）；另一方面也受山体高度、山脉走向、坡向、山坡在山地中的位置、地形、基质和局部气候（如逆温层的存在）等的影响。但是，位于同一水平植被地带中的山地，其垂直带结构还是比较近似的，可以将它们列入同一类型。[31]”而植被类型是植被区划的主要依据，同个植被分区内同一海拔区域的植被可以列入同一类型，再加上植物具有可塑性，故同个分区内部海拔相似即可以互相引种。

在本系统中，具体实现引种参考的流程设计如下：

1、每条植物记录有“已知分布分区”和“已知分布城镇”字段，同时参照“分区-城镇-海拔”数据表。当某个分区中的“已知分布城镇”大于等于参数 count 时，即认为该植物不是超分区植物，可在整个分区分布。由于目前系统只有武汉市数据，为了演示方便，count 暂定为 1。当用户插入或更新记录时，会根据“已知分布城镇”字段及对照“城镇-海拔”表生成“已知分布分区”字段。以上由系统自动完成，用户在插入或更新记录时只需勾选分布城镇即可（如图 3 所示）。

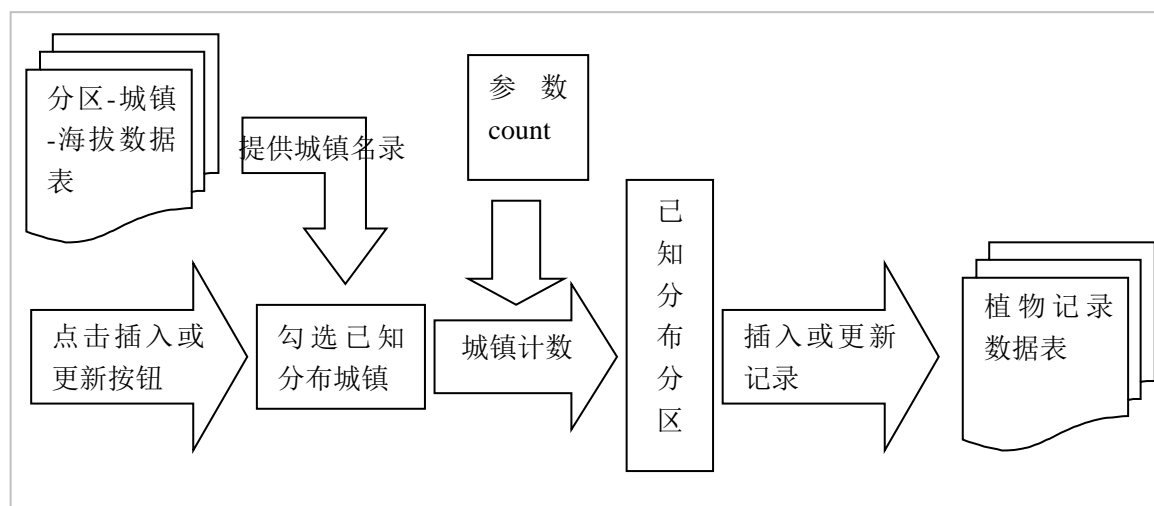


图 3 — 插入、更新记录流程图

Figure 3 - Flowchart of inserting or update record

2、当用户依据分区-城镇检索时，系统首先会确定整个分区内植物名录，然后遍历该名录的所有植物记录。每条植物记录根据“已知分布城镇”字段对照“分区-城镇”表生成“已知最低海拔”与“已知最高海拔”，只要引种目的地的海拔与极端海拔相差在一定阈值之内，即可认为该植物可引种至引种目的地。设阈值为 ele_range （目前将 ele_range 暂定为 200m），“已知最低海拔”为 min_ele ，“已知最高海拔”为 max_ele ，引种目的地的海拔为 $elevation$ 。可引种的植物应满足如下条件：

$$(min_ele - ele_range) \leq elevation \leq (max_ele + ele_range)$$

用户检索数据的流程如图 4 所示。

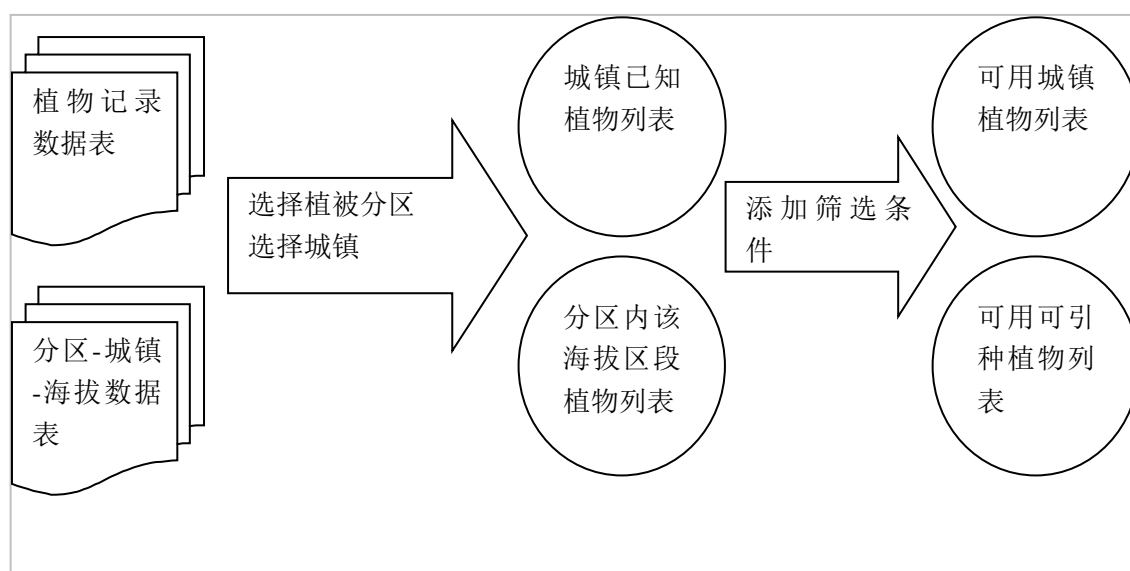


图 4 — 检索流程图

Figure 4 – Flowchart of searching

通过以上步骤，解决了分区内部存在高山区域及分区存在边缘效应这两个问题。

但是目前本系统暂未提供跨分区引种参考, 因为“地带高度”(分区代表高度)的不确定以及“地带相对高度每升高 1000m 需要降低一个大区号”的规则在南海诸岛至青藏高原的 5 个分区中不能简单套用, 还需进一步请教专家后再做完善。

2.2 研制本系统的目的及意义

2.2.1 为设计者选择植物提供便利

如前言所述, 我国目前园林植物景观的总体不竟如人意的很大一部分原因是由于从业者的植物修养不够导致的。但是在信息化高度发达的今天, 我国园林工作者手头能用的关于植物景观的电子资料又非常稀少, 而且多为民间爱好者所办, 专业性、准确度很差, 传统的纸质资料又存在获取困难、检索费时等缺点。相比之下, 欧美国家可用的园林植物信息系统多且专业, 比如英国皇家园艺学会的植物筛选者 (RHS Plant Selector, <http://www.rhs.org.uk/rhsplantselector/index.aspx>), 提供了生长习性、体量、观赏期、耐性、用途等 20 多个条件的组合检索, 对检索到的结果出了列出以上字段外, 还提供了植物彩图、栽培养护资料、目前苗木供应商资料等。

我国疆域辽阔, 东西南北跨度大, 气候带多, 地理地貌差异大, 导致植物类型丰富、种类繁多、生态习性各不相同。虽然有的植物可通过驯化在新的环境中生长, 但适应能力有限。还有许多的乡土植物长在深山不为人知, 其体量、观赏特性、习性等信息更是一片空白。故很多设计师只敢用常见的分布广泛的植物, 这也是导致目前植物景观异常单调的一个原因。建立该系统后可针对全国不同地域提供物种名录, 还可利用 Web 技术让全国各地的用户参与交流讨论。

因此, 针对园林行业建立园林植物 Web 信息系统对推进我国植物景观大有好处。

2.2.2 为苗木生产者提供引种参考

现代植被在空间的分布表现于地带性和非地带性两个方面的地理分布规律, 并受制于它们的综合作用和历史因素的影响[31]。

由于我国气候各地差异巨大, 同一纬度, 可能由于地形、海拔高度、土壤条件、降水条件的不同, 植物类型也迥异, 而植物的适应能力又有限。因此, 绝大多数情况下, 我们应该遵循乡土树种的原则。

该系统通过植被分区, 在同个分区内部的已知分布地点的基础上, 判断引入地的海拔与已知分布地的海拔是否在容许范围内, 从而实现为引种提供参考。

2.3 市场前景分析与需求分析

关于园林植物信息系统, 我国近年文章发表很多, 但多大多数都是只见论文, 不见系统。究其原因, 固然与产学研不能有效转化、有关部门未重视此类系统的建设有关, 但根本原因之一在于多数系统都未能有效解决植被区划的问题, 数据仅限于某个区域, 还在于很多系统本身就是功能较弱的单机版, 不具备联网动态更新功能, 推广、更新、维护困难, 不仅难于找到合适的商业模式, 还存在盗版的威胁。

这些因素都导致了这些系统研制出后或被束之高阁，或只在小范围内使用。目前计算机已成为园林从业人员的重要工具，但是市面上却难以找到一款针对植物景观营造的软件。随着植物景观的越来越受重视，此种软件的市场潜力巨大。

如前言所述，目前园林苗木行业存在着供求信息不畅，苗木种植跟风严重，引种盲目等现象，每年造成了大量的经济损失。采用本系统后，将会给引种者提供指导作用。

因此，建立一个基于 Web 的全国范围内的植物信息系统，并在此基础上提供苗木供求信息的发布是很有必要的。

3 系统总体设计与计算机实现

3.1 系统搭建环境与运行环境

3.1.1 系统搭建工具

编程环境：Microsoft Visual Web Developer 2008 Express Edition、Microsoft SQL Server 2005 Developer Edition

编程语言：C#、Html+CSS、JavaScript

测试环境：Microsoft Windows Server 2003 R2 Standard Edition (32bit) + IIS 6.0、Internet Explorer 6.0 SP2、Internet Explorer 7.0、Internet Explorer 8.0、Firefox 3.0 (含 Firebug)、Opera 9

3.1.2 Web 服务器运行环境

硬件需求：能够运行 Windows Server 2003 及以上版本的任何服务器，推荐至少 Pentium III 兼容处理器，128M 内存，磁盘至少有 10G 剩余空间，10/100M 网卡，随着访问人数的增加以及图片库的扩充，需要进一步升级硬件环境。

软件需求：Windows Server 2003、Windows Server 2008、.Net Framework 3.5、IIS 6.0/7.0。Windows XP/Vista 等个人版操作系统因为有连接数限制，不推荐使用。

3.1.3 数据库服务器运行环境

硬件需求：能够运行 Windows Server 2000 SP4 及以上版本的任何服务器，推荐至少 Pentium III 兼容处理器，128M 内存，磁盘至少有 10G 剩余空间，10/100M 网卡，随着访问人数的增加以及图片库的扩充，需要进一步升级硬件环境。

软件需求：Windows Server 2000 SP4、Windows Server 2003、Windows Server 2008、Microsoft SQL Server 2005 Express Edition 及以上。Windows XP/Vista 等个人版操作系统因为有连接数限制，不推荐使用。SQL Server Express Edition 免费且没有用户数限制，但由于 CPU/RAM 等的限制，因此建议访问量较多时升级至标

准版。

其中 Web 服务器和数据库服务器可以合并为一台服务器，也可以各自一台。

3.1.4 客户端需求

对客户端操作系统无要求，只要可以运行 Internet Explorer 6.0+、Firefox 3.0、Opera 9、Safari 等浏览器中任意一个即可，可以说是基本上目前所有连上互联网的电脑都可访问，甚至还包括一些大屏幕智能设备。

3.2 系统知识库的构建

知识库中存储的是系统用以检索、推理的素材，是将书籍知识、专家知识数字化、符号化的结果，可谓是信息系统的基础与核心。

而数据库是建立知识库的先决条件，负责整个系统的所有数据（包括用户资料、知识库）的管理和维护工作。在本系统中，知识库的存储与检索用数据库管理软件 Microsoft SQL Server 2005 实现，SQL Server 2005 是一种可缩放的高性能关系数据库管理系统，它不仅是一个巨大的数据容器，更是一个非常强大的数据处理工具，对数据的处理主要包括查询、添加、删除、修改、分析等，提供了强大的支撑功能。

3.2.1 知识库的结构与计算机实现

建立数据库的原则是每个逻辑上的对象一个表。但由于许多对象并非简单的二维关系，且考虑到 xml 数据类型编程的复杂性，最终决定对有多个选项的字段仍采用 varchar 类型，并且用半角逗号将每个选项隔开，如 cities 字段可为：“武汉市，黄石市，鄂州市”。在下列表格中，半角逗号表示该字段可以多选，各选项用半角逗号隔开，顿号表示该字段只能单选。

城镇数据表用来存储全国各地城镇名，以及所属的分区，城镇中心的海拔（见表 2）。其中城镇名及所属分区来源于《中国园林绿化树种区域规划》，海拔数据来源于《建筑结构荷载规范》[34]，但目前海拔数据尚不全。

由于树木和草花的形态特性、观赏特性等方面多有不同，故将树木（见表 3）和草花分开建表，以减少闲置字段。树木包括所有木本植物与竹亚科的植物。草花是指草本植物，含水生植物、蕨类植物（除了桫欏科），不包括木本花卉。

表 2 — 城镇数据表

Table2 – Datasheet of cities and towns

列名	数据类型	允许空/默认值	说明	举例
c_name	int	主键 非空/自增	为每个城市分配一个数字 ID	1、2、3、4、5...
c_name	nvarchar(30)	非空	城镇中文名	北京、武汉
region	varchar(8)	非空	该城镇所属分区	region1、region2
city_elevation	smallint	可空	城镇中心海拔	15、2690、84

表 3 — 树木数据表
Table 3 - Datasheet of trees

列名	数据类型	允许空/默认值	说明	举例
p_id	int	主键 非空/自增	为每个植物分 配一个数字 ID	1、2、3、4、5...
type	varchar(50)	非空	该植物所属类 别	tree、flower
l_species	nvarchar(50)	非空	拉丁学名	Populus alba
family	nvarchar(50)	非空	科名	杨柳科、鼠李科
genus	nvarchar(50)	非空	属名	杨属、李属
species	nvarchar(50)	非空	中文名	杨、桃
regions	nvarchar(180)	非空/空字符	所在分区名	region9,region11
cities	nvarchar(MAX)	非空/空字符	已知分布城镇	武汉市, 黄石市
max_high	smallint	非空/0	最大高度	35、20
growth_type	nvarchar(20)	非空/空字符	生长类型	伟乔 (>30M)、缠绕类藤 蔓
life_habit	nvarchar(50)	非空/空字符	生活习性	落叶树种、常绿树种
age	int	非空/0	最大年龄	1000、200
growing_race	nvarchar(50)	非空/空字符	生长速度	快>1M/年、中 0.3-1M/ 年
width	varchar(50)	非空/空字符	冠幅	6-10M、>10M
tree_form	nvarchar(50)	非空/空字符	树形	圆柱形、展开型
leaf_ornamental	nvarchar(50)	非空/空字符	叶片观赏价值	高、中、低
leaf_color	nvarchar(50)	非空/空字符	叶色	叶色常绿、春叶红色
flower_sense	nvarchar(50)	非空/空字符	花感	弱、中、强
fw_type	nvarchar(50)	非空/空字符	开花类型	先花后叶、花叶同放
fw_color	nvarchar(50)	非空/空字符	花色	红色系, 紫色系, 花色可 变
florescence	nvarchar(50)	非空/空字符	花期	十二月, 一月, 二月
fragrance	nvarchar(50)	非空/空字符	花香	有微香、香味较浓
is_fu_ornamental	bit	非空/0	果实可否观赏	0、1
fu_color	nvarchar(50)	非空/空字符	成熟时果色	蓝紫色、白色、杂色
fu_period	nvarchar(50)	非空/空字符	果期	十二月, 一月, 二月
brh_ornamental	nvarchar(50)	非空/空字符	观干类型	可观形、可观皮、可观 附属物
brh_color	nvarchar(50)	非空/空字符	枝干颜色	灰白色, 红色, 斑驳色
water	nvarchar(50)	非空/空字符	水分需求	湿生, 耐涝, 耐旱
light	nvarchar(50)	非空/空字符	光强需求	阳性植物, 稍耐荫
soil	nvarchar(50)	非空/空字符	土壤类型	酸性土, 石灰质土
cold	nvarchar(50)	非空/空字符	抗寒性	低于-10、-10、-5
protective	nvarchar(50)	非空/空字符	防护功能	防风固沙, 防火
res	nvarchar(50)	非空/空字符	抗污染能力	二氧化硫, 硫化氢

表 3 — 树木数据 (续)
Table 3 - Datasheet of trees (Continued)

列名	数据类型	允许空/默认值	说明	举例
application	nvarchar(50)	非空/空字符	园林用途	独赏树, 行道树
remark	nvarchar(MAX)	非空/空字符	备注	
从 pic1 到 pic6	nvarchar(300)	非空/空字符	图片相对地址	~/img/flora/杨.jpg

树木表中设置“花感”选项,并分为“弱”、“中”、“强”,这是考虑到花感是花朵大小、花序大小、花相、开花类型等多个性状综合影响的结果,如果分开设置显得非常琐碎,用户也不易把握,故就只设置“花感”一项。比如有些植物花朵小,但花序聚生且先花后叶,如紫荆,导致花感很强;有些植物单个花朵大,色艳,如月季,花感很强;有些植物花藏于叶下,花也稍小,如白花龙,故花感稍弱。

水分需求分为“湿生植物”、“耐涝植物”、“中生植物”、“耐旱植物”、“旱生植物”,并可多选。其中湿生植物是指需生长在潮湿的环境中,干燥或中生的环境常导致死亡或生长不良,如池杉、海芋。耐涝植物是指耐湿力较强的中生植物,但仍以中生条件生长最佳,如旱柳、乌桕。中生植物是指不能忍受过干和过湿的条件,大多数植物属此类型。耐旱植物:耐旱力较强的中生植物,但仍以中生条件生长最佳,如油松、侧柏。旱生植物:在干旱的环境中能长期忍受干旱而正常生长发育的植物类型,如多浆植物、冷生植物。因为有些植物即可耐旱,又可耐涝,如垂柳,故设置可多选。

光强分为“阳性植物”、“较耐荫”、“稍耐荫”、“喜阴植物”,并可多选。阳性植物:在全光照下生长良好而不能忍受荫蔽的植物,如松属、桉属。稍耐荫是指在充足的阳光下生长最好,稍耐荫,如,如槭属。较耐荫是指在充足的阳光下生长最好,较耐荫,如杜鹃类。阴性植物是指在较弱光照条件下比在全光照下生长良好,如人参、三七,木本植物中很少。设置可多选也是因为许多阳性树种是稍耐荫的。

考虑到树形分得过细不好把握,且许多树的树形都只有大致的记载。故参考《风景园林设计要素》,将树形分为“圆柱形”、“展开形”、“圆球形”、“尖塔形”、“垂枝形”、“纺锤形”、“特殊形”这六个基本树形[35]。

草花的数据表与树木数据表大体相似,在树木表的基础上增删了几个字段,其数据表如下(表4)。

表 4 — 草花数据表
Table 4 – Datasheet of herbaceous plants

列名	数据类型	允许空/默认值	说明	举例
p_id	int	主键 非空/自增	为每个植物分配一个数字 ID	1、2、3、4、5...
type	varchar(50)	非空	该植物所属类别	tree、flower
l_species	nvarchar(50)	非空	拉丁学名	Bletilla striata
family	nvarchar(50)	非空	科名	千屈菜科、兰科
genus	nvarchar(50)	非空	属名	兰属、葱属
species	nvarchar(50)	非空	中文名	白及、大花葱
regions	nvarchar(180)	非空/空字符	所在分区名	region9,region11
cities	nvarchar(MAX)	非空/空字符	已知分布城镇	武汉市,黄石市
max_high	smallint	非空/0	最大高度	35、20
growth_type	nvarchar(20)	非空/空字符	生长类型	一年生花卉、宿根花卉
width	varchar(50)	非空/空字符	冠幅	10-30CM、60-100CM
ornamental_type	nvarchar(50)	非空/空字符	观赏类型	观叶, 观花, 观果, 观形
leaf_color	nvarchar(50)	非空/空字符	叶色	叶色常绿、叶表背二色
fw_color	nvarchar(50)	非空/空字符	花色	红色系, 花色可变
florescence	nvarchar(50)	非空/空字符	花期	十二月, 一月, 二月
fragrance	nvarchar(50)	非空/空字符	花香	有微香、香味较浓
fu_color	nvarchar(50)	非空/空字符	成熟时果色	蓝紫色、白色、杂色
fu_period	nvarchar(50)	非空/空字符	果期	十二月, 一月, 二月
water	nvarchar(50)	非空/空字符	水分需求	湿生, 耐涝, 耐旱
velocity	nvarchar(50)	非空/空字符	对流速要求	需流水、需静水或缓流
water_depth	smallint	非空/0	水深要求	10、30
light	nvarchar(50)	非空/空字符	光强需求	阳性植物, 稍耐荫
soil	nvarchar(50)	非空/空字符	土壤类型	酸性土, 石灰质土
cold	nvarchar(50)	非空/空字符	抗寒性	耐寒花卉(耐低于-10度)
res	nvarchar(50)	非空/空字符	抗污染能力	二氧化硫, 硫化氢
application	nvarchar(50)	非空/空字符	园林用途	花境, 花台, 岩石园
remark	nvarchar(MAX)	非空/空字符	备注	
从 pic1 到 pic6	nvarchar(300)	非空/空字符	图片相对地址	~/img/flora/玉簪.jpg

草花中水分需求字段与树木不同, 分为“沉水植物”、“漂浮植物”、“浮水植物”、“挺水植物”、“湿生植物”、“中生植物”、“旱生植物”。沉水植物是指整株全沉没水中, 根入泥或不入, 如苦草、金鱼藻。漂浮植物是指根不入土, 全株漂浮水面, 如凤眼莲、大藻。浮水植物是指根生于水下泥中, 叶片浮生于水面, 如王莲、睡莲。挺水植物是指根生于水下泥中, 但叶与花高挺出水面, 如荷花、黄菖蒲。湿生植物是指根部生于潮湿或积有浅水的土中, 不能适应深水淹没, 土壤干燥时死亡或生长不良。中生植物是指不能忍受过干和过湿的条件, 大多数植物属此类型。旱生植物

是指在干旱的环境中能长期忍受干旱而正常生长发育的植物类型，如多浆植物、冷生植物。

针对草花中的水生植物，单独设置水生选项。其中流速要求字段有“需流水”、“需静水或缓流”、“两者皆可”，这是根据水深植物根系对水体需氧量需求，以及根系的固定能力设置的。还有水深字段，可设置范围 0-3000cm。

温度要求字段分为“耐寒花卉（耐低于-10℃）”、“喜凉花卉（耐-5℃左右）”、“中温花卉（耐短期霜冻）”、“喜温花卉（需 5℃以上）”、“耐热花卉（需 10℃以上）”。耐寒花卉是指耐寒不耐热，冬季能忍受-10℃或更低的气温而不受害，如荷兰菊、芍药等宿根花卉。喜凉花卉：冷凉气候下生长良好，不耐严寒和高温，-5℃左右不受冻害，如菊花、紫罗兰。中温花卉是指耐轻微短期霜冻，长江以南大部地区安全露地过冬，如矢车菊、报春花。喜温花卉是指喜温暖绝不耐霜冻，如大多数一年生花卉。耐热花卉是指喜温暖，耐 40℃以上高温，10℃甚至 15℃以下已不能适应，如竹芋科、胡椒科的多数植物。

3.3 知识的采集与处理

3.3.1 知识的来源

目前知识的来源主要有以下四个方面：

1、各类文献，包括各地市的植物调查资料、《中国树木志》、《中国花经》、《园林树木学》、《花卉学》、《花卉园艺手册》、《中国经济树木原色图鉴》、《农田杂草识别与防除原色图谱》等文献资料[36-42]。

2、各类权威的在线数据库，主要用来查找科属、拉丁学名。比如《中国植物志》在线版（http://cvh.ac.cn/gallery/zwz_list.asp）、IPNI 国际植物名称索引、英国皇家园艺学会的植物筛选器（RHS Plant Selector，<http://www.rhs.org.uk/rhsplantselector/index.aspx>）等。

3、专家知识。目前专家主要有本系中的花卉学、树木学老师，以及一些博士研究生。一些在书籍上难以找到或者主观因素比较大的知识，则集中请教专家。比如“叶片观赏价值”属于主观因素较大的知识，“观干类型”属于比较难以从文献中获取的知识。

4、图片部分，主要通过笔者的实地拍摄，目前已拍摄整理武汉地区 3500 多张图片，其余地区 1500 多张图片。今后还计划与其他图片作者达成照片使用协议后采用其图片。图片的鉴定工作主要由笔者本人进行，疑难之处请教专家。

3.3.2 知识的处理

在管理员从各种渠道获取知识之后，通过本系统的数据录入页面，将获取的知识进行标准化以提交入数据库，而这一切用户一般只需点鼠标进行选择即可。不符合规范的数据格式系统会给出提示并阻止用户提交到数据库，直到所有知识都符合规范为止。比如当“学名”字段已与数据库中记录重复，系统会在焦点离开录入的文本框时提示：“此记录已存在！”；或者当“科名”、“属名”、“学名”、“种名”等字段未填，用户尝试提交页面时，系统就会在未填字段处设置焦点，并提示“请填写”。

写某某名称”。知识标准化页面如图 5 所示。

科名	芭蕉科 *		属名	芭蕉属 *		学名	Musa basjoo * (拉丁名)	
种名	芭蕉 *		类别	树木 *				
分布城镇	请选择分区: <input type="text"/> 从此下拉框选择城镇列表。 <input type="button" value="全选"/>							
已知分布城镇: (直接修改数据容易出错, 如非必要, 请勿直接改动下面的文本框) 武汉市								
高度	可达 500 CM		冠幅	<input type="text"/>		树龄	可达 5 年以上	
生长类型	<input type="text"/>		生活习性	半常绿树种		生长速度	<input type="text"/>	
树形	<input type="text"/>		观叶特性	叶片观赏价值: 高 叶色: 叶色常绿		观干特性	枝干类型: <input type="text"/> 枝条颜色: 绿色	
观花特性	花感: <input type="text"/> 开花类型: <input type="text"/> 花香: <input type="text"/>		花色	<input type="checkbox"/> 红色系 <input type="checkbox"/> 黄色系 <input type="checkbox"/> 橙色系 <input type="checkbox"/> 蓝色系 <input type="checkbox"/> 紫色系 <input type="checkbox"/> 白色系 <input type="checkbox"/> 多色系 <input type="checkbox"/> 花色可变 多选: 该种有各色品种。 多色系: 一株上有多种颜色。		花期	<input type="checkbox"/> 一月 <input type="checkbox"/> 二月 <input type="checkbox"/> 三月 <input type="checkbox"/> 四月 <input type="checkbox"/> 五月 <input type="checkbox"/> 六月 <input type="checkbox"/> 七月 <input type="checkbox"/> 八月 <input type="checkbox"/> 九月 <input type="checkbox"/> 十月 <input type="checkbox"/> 十一月 <input type="checkbox"/> 十二月	
观果特性	可观果 <input type="checkbox"/> 成熟时果色: <input type="text"/>		果期	<input type="checkbox"/> 一月 <input type="checkbox"/> 二月 <input type="checkbox"/> 三月 <input type="checkbox"/> 四月 <input type="checkbox"/> 五月 <input type="checkbox"/> 六月 <input type="checkbox"/> 七月 <input type="checkbox"/> 八月 <input type="checkbox"/> 九月 <input type="checkbox"/> 十月 <input type="checkbox"/> 十一月 <input type="checkbox"/> 十二月		园林用途	<input checked="" type="checkbox"/> 独赏树 <input checked="" type="checkbox"/> 庭荫树 <input type="checkbox"/> 行道树 <input type="checkbox"/> 防护林 <input type="checkbox"/> 花灌木 <input type="checkbox"/> 造型、绿篱 <input type="checkbox"/> 垂直绿化 <input type="checkbox"/> 地被 <input type="checkbox"/> 盆景 <input type="checkbox"/> 室内装饰	
水分	<input type="checkbox"/> 湿生植物 <input checked="" type="checkbox"/> 耐涝植物 <input checked="" type="checkbox"/> 中生植物 <input type="checkbox"/> 耐旱植物 <input type="checkbox"/> 旱生植物		光强	<input checked="" type="checkbox"/> 阳性植物 <input checked="" type="checkbox"/> 耐耐荫 <input type="checkbox"/> 稍耐荫 <input type="checkbox"/> 喜阴植物		土壤	<input type="checkbox"/> 酸性土 <input type="checkbox"/> 耐瘠薄土壤 <input type="checkbox"/> 石灰质土 <input type="checkbox"/> 耐粘重土 <input type="checkbox"/> 耐盐碱地	
耐寒性	能耐 <input type="text"/> °C 低温		防护功能	<input type="checkbox"/> 防风固沙 <input type="checkbox"/> 防火 <input type="checkbox"/> 抗雪压		抗污染	<input type="checkbox"/> 氯气及氯化物 <input type="checkbox"/> 硫化氢 <input type="checkbox"/> 氨气 <input type="checkbox"/> 光化学烟雾 <input type="checkbox"/> 氟化氢 <input type="checkbox"/> 粉尘 <input type="checkbox"/> 二氧化硫 <input type="checkbox"/> 臭氧	
备注 <input type="text"/>								
图片一	<input type="checkbox"/> 删除这张图片 <input type="text"/> <input type="button" value="浏览..."/>							
图片二	<input type="checkbox"/> 删除这张图片 <input type="text"/> <input type="button" value="浏览..."/>							
图片三	<input type="checkbox"/> 删除这张图片 <input type="text"/> <input type="button" value="浏览..."/>							
图片四	<input type="checkbox"/> 删除这张图片 <input type="text"/> <input type="button" value="浏览..."/>							
图片五	<input type="checkbox"/> 删除这张图片 <input type="text"/> <input type="button" value="浏览..."/>							
图片六	<input type="checkbox"/> 删除这张图片 <input type="text"/> <input type="button" value="浏览..."/>							
<input type="button" value="更新"/> <input type="button" value="取消"/>								

图 5 — 知识标准化、数据提交页面（树木部分）

Figure 5 - Knowledge standardization and data submit page (trees part)

3.4 系统的总体设计

系统设计的优劣直接影响到系统的质量及经济效益。从用户的角度，系统应能

及时快速地传递信息，提供准确的信息，数据能实现共享。从设计人员的角度，系统应该具有友好的界面，较高的可靠性、运行效率以及较强的可变性，即系统易于维护和修改，以适应用户新的业务要求变化。本系统的设计是在保证实现系统功能基础上，尽可能地提高系统的可变性、可靠性及工作效率，将系统逻辑与知识库分离，字段采用尽可能一致的表示方式。

3.4.1 系统总体结构设计

本系统采用 B/S 模式，为使本系统具有较好的扩展性和便于维护，系统采用三层分布式体系结构来构建：用户界面层(UI)、业务逻辑层和数据访问层，其结构模型如图 6 所示。

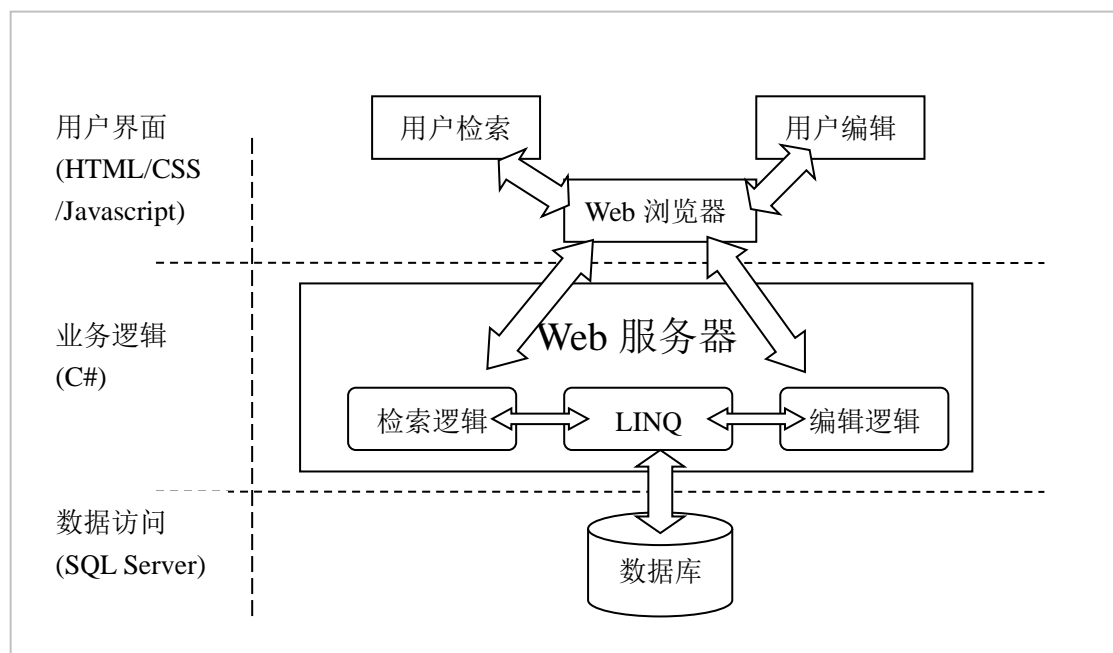


图 6 — 系统总体结构

Figure 6 - System general structure

UI 层实现客户通过浏览器显示用户界面，提供了一个可视化的接口，由 Web 程序自动生成。主要作用包括：读取用户的输入；确保业务逻辑层能够提供所需的业务处理能力，使用户与应用程序紧密结合起来。领域专家或系统管理员通过它输入知识，更新、完善知识库，一般用户通过它输入欲检索的信息、设置检索条件。

业务逻辑层是联系用户和数据的桥梁，由在 IIS Web 服务器支持下运行的 Web 程序实现。在服务器接收到用户请求和所输入的相关数据后，调用业务逻辑层进行构造检索式，连接数据库服务器进行检索，处理检索返回的结果，生成 html 文件后把结果传回客户端显示。出于安全性的考虑还设计了基本的身份校验功能，同一个对于不同类别的用户(如咨询人员和系统管理员)提供了不同的用户界面，这点由 .NET 框架集成的身份认证功能实现。业务逻辑层是系统的功能核心部分，它的作用是在接收用户界面层的请求后调用数据访问层提供的服务，从知识数据库读取相关数据，对用户输入的数据进行分析，处理完成后把结果传回用户界面层，若是管理员更改或插入了数据，它还能访问数据库并作出相应的更改。

数据访问层由 SQL Server 实现，接收 Web 程序传入的检索式，将处理后的结果传送给 Web 程序，提供存储、检索、插入、更新数据的服务。

3.4.2 系统功能设计及辅助决策主要过程

本系统从实际需要出发，针对园林植物景观营造、园林植物引种驯化的特点，对专家咨询进行了模块化划分。主要分检索筛选系统和详细知识浏览系统、系统管理三部分，如图 7。

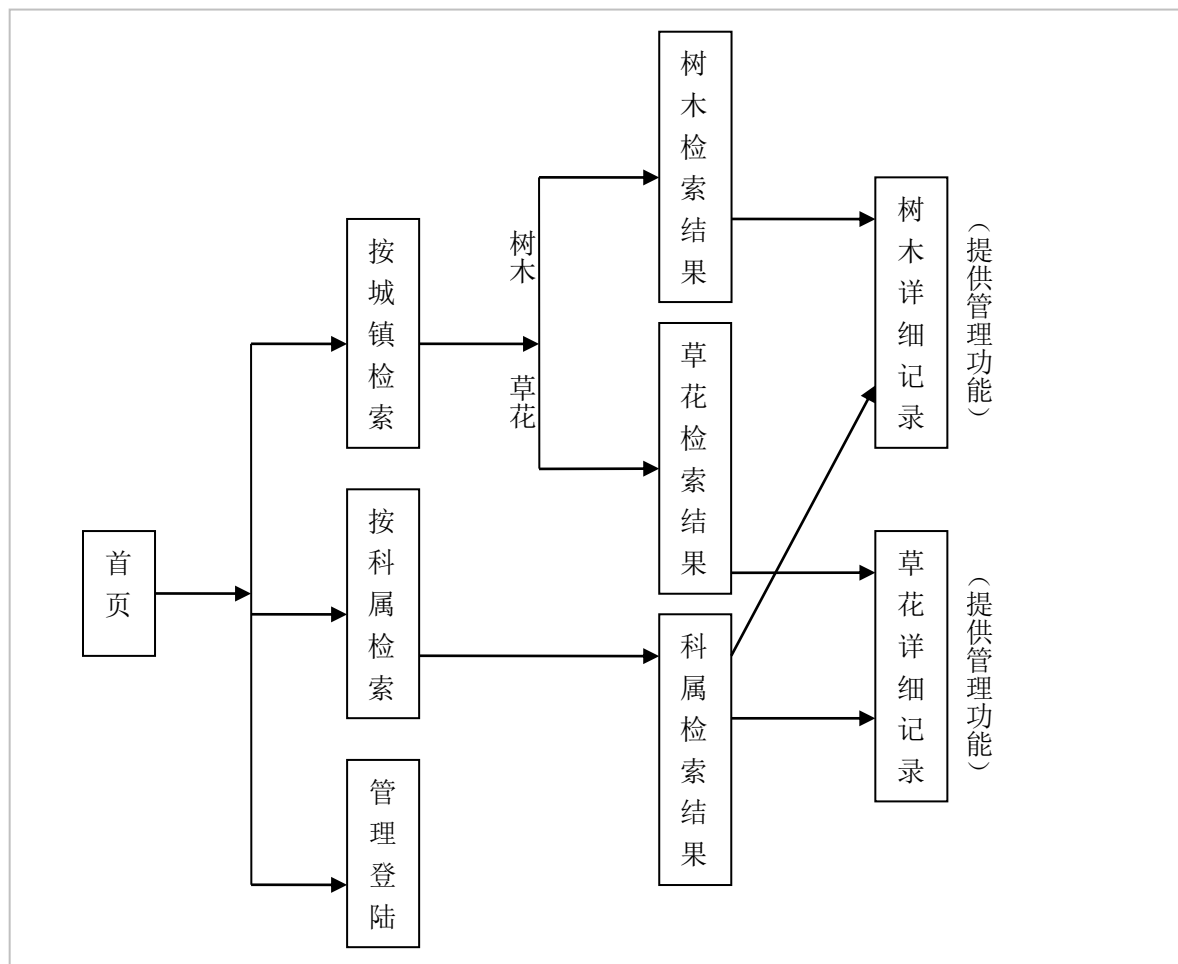


图 7 — 系统功能设计与流程

Figure 7 – System process and function design

首页是网站的门户，是网站所有信息的汇总，用户从这里可访问本网站所有资源。依托 .NET 框架的身份认证技术，用户登陆后，同一个页面可针对不同用户提供不同的功能和外观，大大节省了代码量。若是用户未登录，以匿名身份浏览网站，则不会提供网站管理的功能。

所有用户都能按科属或按所在城镇检索资源。按科属检索是依据用户输入的学名、中文名、科属名等分类信息，提供精确检索和模糊检索的功能。按所在城镇检索是让用户先行选择所在分区、城镇、检索类别，筛选出该城镇目前可用植物，再在该可用植物列表基础上根据用户指定的生态习性、观赏特性、功能用途进行综合

检索，最终选出需要的植物。

点击检索结果列表中某种植物，会转到该植物的详细资料页面，该页面显示了这种植物目前所有已知信息，包括分布、形态、观赏特征、生态习性、功能用途等方面内容，同时提供形态特征、应用场合方面的图片，以加深用户感性认识。如果是管理员登陆后浏览此页面，还会提供编辑、删除、插入资料这三个功能，并且是在同一个页面中完成的。

4 系统关键技术与实现细节

4.1 系统逻辑实现 — .NET 框架和 C#语言的使用

对于开发人员来说，把 C#语言及其相关环境 .NET Framework 描述为多年来最重要的新技术一点都不夸张。.NET 提供了一种新环境，在这个环境中，可以开发出运行在 Windows 上的几乎所有应用程序，而 C#是专门用于 .NET 的新编程语言。例如，使用 C#可以编写出动态 Web 页面、XML Web 服务、分布式应用程序的组件、数据库访问组件或传统的 Windows 桌面应用程序[43]。

与之前的 ASP 技术相比，.NET 增强了对 Web 页面的支持。ASP 具有很大的灵活性，但效率不是很高，这是因为它使用了解释性的脚本语言，且缺乏面向对象的设计，从而导致 ASP 代码比较凌乱。.NET 为 Web 页面提供了一种集成式的支持。使用 ASP.NET 可以编译页面中的代码，这些代码可以使用如 C#、J#、VB.NET 这些高级语言来编写。目前 .NET Framework 仍在进化中，不断将若干技术领域中的大量新功能融入其中，比如激动人心的 AJAX 和 LINQ。

借助 .NET Framework 的强大功能与 Visual Web Developer 的高度集成，本系统中各种复杂功能得以轻松实现。比如数据表现控件（FormView、GridView 等控件）与数据访问控件（LinqDataSource、SQLDataSource）的结合使用，只需拖拉相应控件并配置几个选项即可使用数据库中数据，整个过程不到几分钟。而这在 ASP 语言中，这需要编写大量的代码才可实现。

C#在某种程度上可以看作是 .NET 面向 Windows 环境的一种编程语言，相比 VB.NET 和 C++.NET 等扩展语言，它是专用于 .NET 的一门全新语言。Microsoft 把 C#描述为一种简单、现代、面向对象、类型非常安全、派生于 C 和 C++的编程语言，多数独立评论员对其说法是“派生于 C、C++和 Java”。C#的设计与现代开发工具的适应性要比其他语言更高，它同时具有 Visual Basic 的易用性、高性能以及 C++的低级内存访问性。C#从一开始就使用 .NET，对 .NET 特性的支持不仅是完整的，而且提供了比其他语言更合适的语法。

本系统中比如自定义控件 myCheckboxlist，就是在 .NET 强大的 CheckBoxList 控件基础上，修改了其 get 访问器和 set 访问器，使之能够采用用半角逗号分隔的字符串作为输入输出值，以支持多选操作，这样就省去了自己构造一个控件，节省了工作量。具体代码如下。

```
public class myCheckboxlist : CheckBoxList
{
    public override string SelectedValue
```

```

{
get //返回值为已选项组合成的string，用“,”分隔
{
    string _returnValue = "";
    this.EnsureChildControls();
    for (int i = 0; i < this.Items.Count; i++)
    {
        if (this.Items[i].Selected)
        {
            _returnValue += this.Items[i].Value + ",";
        }
    }
    if (!string.IsNullOrEmpty(_returnValue)) //返回值非空，则去掉末尾的“,”
    { _returnValue=_returnValue.TrimEnd(','); }
    else { return string.Empty; }
    return _returnValue;
}

set //设置是否选取
{
    if (value == null)
    {
        value = string.Empty;
    }
    string _returnValue = "";
    this.EnsureChildControls(); _returnValue = value;
    for (int i = 0; i < this.Items.Count; i++) //遍历items子控件，全部取消选择
    { this.Items[i].Selected = false; }
    if (_returnValue.ToString().Trim().Length != 0)
    {
        string[] returnValue1 = _returnValue.Split(','); //建立临时数组，用来存储逗号分隔后
        的SelectValue
        for (int items = 0; items < returnValue1.Length; items++) //遍历临时数组
        {
            for (int i = 0; i < this.Items.Count; i++) //遍历items集合
            {
                if (returnValue1[items] == this.Items[i].Value) //如果临时数组中元素与
                items控件值相同，选中该控件
                {
                    this.Items[i].Selected = true;
                    break; //终止最近的封闭循环,也就是跳出items遍历，继续临时数组遍历
                }
            }
        }
    }
}
} } } } }

```

4.2 系统前台表现 — HTML/JavaScript/Ajax 技术/CSS 样式表的应用

网页设计，首先必须掌握 HTML 语法，它是制作网页所应掌握的最基础的技术。HTML 并不是一种程序，它只是一种控制网页中资料显示的标识语言，易学易懂，非常简单。HTML 的版本已经由 HTML1.0 发展到 HTML4.0。HTML4.0 是一个适应性强兼容性高的新版本。它支持丰富的样式表、脚本、框架、表格和表单。

HTML 中定义了一系列标签。这些标签用于控制网页出版的文档格式、字符格式及段落格式等，还包括为达到网页的交互效果而对脚本语言、Java 小程序及 CGI 程序等的支持和调用规则。HTML 文件是用特定元素作为标识且可识别的 ASCII 组成的文本文件。HTML 文件中的元素标识只含有字母、数字、标点符号及其他可打印的字符。在浏览器中，可以显示出 Web 页中各种文字、字形、标题及表格等内容。但是，HTML 并不是一个图文混排的排版软件。在一个用 HTML 编写的 Web 页中，可以链接图形、图像及声音等多媒体文件，并且可通过超链接与 Internet 上的其他计算机和服务器中的信息相连接[44]。

样式表 (Style Sheets) 技术诞生于 1996 年，全称是层叠样式表 (Cascading Style Sheets)。样式就是格式，对网页来说，例如文字大小、颜色及图片的位置等，都是网页显示信息的样式。层叠是当在 HTML 文件中引用多个定义样式文件 (CSS 文件) 时，若多个样式文件间所定义的样式发生冲突，则将依据层次处理。样式表的宗旨就是将结构和格式分离，HTML 用于实现网页结构，CSS 用于定义网页样式，这样只需修改 CSS 文件即可在不修改 HTML 的情况下更改网页的外观，甚至改变网站上所有网页的显示，大大提高了工作效率。

由于目前国内的 IE6.0 用户仍占大多数，而 IE6.0 却是一款不符合 W3C 国际标准的浏览器，为了照顾到国内用户，页面的显示上使用了一些 CSS Hack。CSS Hack 是在标准 CSS 没办法兼容各浏览器显示效果时才会用上的补救方法，在各浏览器厂商解析 CSS 没有达成一致前，我们只能用这样的方法来完成最大兼容性的任务。比如植物照片的显示，就为了兼容 IE6 单独写了兼容语句，具体如下：

```
.picShow /*让图片自适应长宽*/
{
/*ie5-6 可用只要宽比高不超过4/3，都可以正常显示，若超过则裁去多出来的横边*/
    height:expression("~540px");

/*w3c标准 ie5-6不支持*/
    max-width:720px;
    max-height:540px;
    overflow:hidden;
}
```

最早的 JavaScript 由 Netscape 公司发起，一开始叫做 LiveScript，后来受到 Java 语言的启发更名为 JavaScript，但其实这种语言与 Java 没有任何关系。1996

年, 有关 JavaScript 的研发成果被提交为国际标准, 并被称为 ECMAScript[45]。目前普遍应用的版本为 ECMA-262, 但由于习惯, 人们仍将之称为 JavaScript。JavaScript 通常被作为一种 Web 浏览器语言使用, 在浏览器中, JavaScript 代码被解释并被执行, 这点和服务端语言截然不同。JavaScript 能够根据客户端信息来做一些判断或操作, 例如鼠标位置、元素的尺寸、动态修改 HTML 与 CSS 等, 而这些都是服务器端语言无能为力的。JavaScript 在本系统中具体应用如判断输入文字是否符合要求、点击按钮切换图片、通过城镇多选框实时更新城镇列表文本框(见图 8)。

图 8 — JavaScript 的应用
Figure 8 – Usage of JavaScript

在图 8 中, 用户只需勾选相应的城镇, JavaScript 即可自动填写分布城镇的文本, 这样即避免用户手动编辑文本, 提高了工作效率, 又避免了出错。

Ajax 是 Asynchronous JavaScript and XML (异步 JavaScript 和 XML) 的缩写, 由 JavaScript、XML、XSLT、CSS、DOM 和 XMLHttpRequest 等多种技术组成的。其中 XMLHttpRequest 对象是 Ajax 的核心, 该对象由浏览器中的 JavaScript 创建, 负责在后台以异步的方式让客户端链接到服务器。这样, 开发者通过使用这个强大的 XMLHttpRequest 对象, 即可让一些需要服务器端参与的验证能够在用户不知不觉中进行。由于 Ajax 不是一项新的技术, 它的各个组成部件均以出现了多年并非常成熟, 只是在这几年才形成一个技术体系, Ajax 同样也不是一个精确定义的概念, 而是一种 Web 设计的方式和态度。随着 Web2.0 概念的深入人心, 作为其最重要的技术基础, Ajax 目前正成为 Web 上最热门的技术之一。

在 Ajax 技术之前, Web 应用与普通的 Windows 应用有很大的不同。比如, 任何一个与服务端端的交互都需要页面整体的刷新, 根据客户端提交的内容, 在服务器端进行一系列的运算, 然后再发送回浏览器端, 将最终结果呈现出来。无形中, 这个过程加大了最终用户的等待时间, 提供了糟糕的用户体验。Ajax 的出现使得 Web 应用的用户体验得到了极大的改善, 让 Web 应用也可以具有类似于 Windows 应用的用户体验[46]。

ASP.NET 提出的服务器端页面模型是 Web 开发中的一次革命, 它将 HTML 代码依照逻辑从属关系用服务器端控件封装起来, 极大地提高了 Web 开发的效率。通过这种基于控件和组件的封装, 开发者可以容易地使用流行且更加合理的面向对象方式来设计 Web 应用程序。加之强大的 Visual Studio 支持, 哪怕开发者不书写, 甚至不懂得 JavaScript, 都能够创建出无以伦比的客户端 Ajax 应用程序。而且 ASP.NET AJAX 提供了对大部分流行的和常用的浏览器的支持, 其中包括 Microsoft Internet

Explorer、Mozilla Firefox 和 Apple Safari [47]。ASP.NET AJAX 客户端和服务端结构如图 9 所示。



图 9 — ASP.NET AJAX 客户端和服务端结构

Figure 9 – Client and Server structure of ASP.NET AJAX

在本系统中，有几个部分使用了 Ajax，避免了整个页面的刷新，从而改善了用户体验。比如更改分区后城镇列表的动态更新，勾选观赏类型后自动显示出相应的选项框等。

4.3 检索逻辑 — LINQ 技术的应用

LINQ (Language-Integrated Query, 语言集成查询) 是微软公司提供的一项新技术，它能够将查询功能直接引入 .NET Framework 3.5 所支持的编程语言（如 C#、Visual Basic.NET 等）中。运用 LINQ，查询操作可以通过编程语言自身来传达，而不需要将字符串嵌入到应用程序代码中。使用 LINQ 可以大量减少查询及操作数据库或数据源中的数据使用的代码，并在一定程度上避免了 SQL 语句注入，从而提高了应用程序的安全性[48]。对于编写查询的开发人员来说，LINQ 最明显的“语言集成”部分是查询表达式。查询表达式是使用 C# 3.0 中引入的声明性查询语法编写的。通过使用查询语法，甚至可以使用最少的代码对数据源执行复杂的筛选、排序和分组操作，并使用相同的基本查询表达式模式来查询和转换 SQL 数据库、ADO.NET 数据集、XML 文档和流以及 .NET 集合中的数据[49]。

LINQ 查询表达式的构建可谓是本系统检索部分的核心，可以说如果没有 LINQ，十几个数据类型不同的字段综合检索的 SQL 表达式拼接将是个非常头痛的问题，因为只要更改其中一个字段，整个检索式就得重新构建和调试，而嵌入式 SQL 语句本身是无法提供调试支持的，自能凭输出结果判断表达式是否正确。LINQ 与 C# 语言的无缝结合使得这个问题迎刃而解。由于 LINQ 就是 C# 的一部分，IDE 会给出智能

提示，还可以对 LINQ 语句进行调试。下面将给出树木检索页面的 LINQ 代码并作出注释。

```

/// <summary>
/// 计算contain是否为container的子集
/// </summary>
/// <param name="contain"></param>
/// <param name="container"></param>
/// <returns>是则返回true</returns>
bool isContain(string[] contain,string[] container)
{
    if (container == null) return false; //如果任一项为空，直接返回false
    foreach (string x in contain)
    {
        if (!container.Contains(x)) //假如容器里面不包含（逐项进行==比较）当前项，返回false
        { return false; }
    }
    return true; //遍历contain数组后，若contain中的项都被container包含，返回true
}

FloraDataContext myDataContext = new FloraDataContext(); //实例化LINQ实例
var city_elevation_list = from x in myDataContext.cities //获取当前分区的城镇-海拔集
    where region == x.region
    select x;
var cityPlants = (from plant in myDataContext.tree
let isInRegion = (plant.regions.IndexOf(region + ",") >= 0 || plant.regions.EndsWith(region))
let isInCity = (plant.cities.IndexOf(city + ",") >= 0 || plant.cities.EndsWith(city))
let eleList = from x in city_elevation_list
    where (isInRegion) && (plant.cities.IndexOf(x.c_name + ",") >= 0 ||
SqlMethods.Like(plant.cities, x.c_name + "%"))
    select x.city_elevation //获取该植物在该地区分布的海拔列表
let max_ele = eleList.Max(x => x) + ele_range //取得该植物在该地区可用的最大海拔和最小海拔
let min_ele = eleList.Min(x => x) - ele_range
let isInEle = (elevation <= max_ele && elevation >= min_ele) //当前城镇海拔必须介于该植物在当前分区分布的最大海拔和最小海拔之间才可采用该植物
where (isInEle || isInCity)
//如果条件为空，则跳过该条件的筛选，否则根据提供值进行筛选。
&& (max_high == -1 ? true : plant.max_high >= max_high * 100) //最大高度,选取数据库中比该值大的记录。注意：这里的单位m，所以要乘以100
&& (groth_type == string.Empty ? true : groth_type == plant.growth_type) //生长类型,下拉框单选
..... //中间步骤类似，省略
select plant).ToList(); //查询结果转至内存，因为Linq to Sql不支持string.Split()
var result = (from plant in cityPlants

```

```

let isInRegion = (plant.regions.IndexOf(region + ",") >= 0 || plant.regions.EndsWith(region))
let isInCity = (plant.cities.IndexOf(city + ",") >= 0 || plant.cities.EndsWith(city))
where (leaf_color==string.Empty?true:isContain(leaf_color.Split(','),plant.leaf_color.Split(',')))//叶色,
下拉框单选, 单数据库中多个选项。调用isContain方法检查elevation是否为plant.elevation的子集
&& (florescence == string.Empty ? true : isContain(florescence.Split(','), plant.florescence.Split(','))) //
花期, 多选框。
..... //中间步骤类似, 省略
select new
{
    ID = plant.p_id, 学名 = plant.l_species, 科 = plant.family, 属 = plant.genus,
    种名 = plant.species, 在该分区记录中 = (isInRegion ? "有记录" : "无记录"),
    在该城镇记录中 = (isInCity ? "有记录" : "无记录")
}).OrderBy(g=>g.科).ThenBy(g=>g.属).ToList();
Session["treeResult"] = result; //查询结果保存至session, 以备翻页
GridView1.DataSource = result; //绑定检索结果到数据控件
GridView1.DataBind();

```

又如, 当更新或插入表单的时候, 系统会根据所填写的城镇列表以及预先设定的参数自动生成分区列表。这样既可以避免空有分区列表而无分布城镇的情况, 又可在改动城镇列表或者修改预定义参数后自动生成分区列表。代码如下。

```

/// <summary>
/// 根据输入的城市自动生成分区列表
/// </summary>
/// <param name="cities">城市字符串</param>
/// <param name="count">至少要有几个城镇有分布</param>
/// <returns></returns>
string generateRegionByCities(string cities, int count) //返回字符串regions
{
    if (cities == string.Empty) { return ""; } //如果城镇列表空, 将清除所有分区, 并返回
    string[] cityArr = cities.Trim(',').Split(',');
    string regions = "";
    FloraDataContext datacontext = new FloraDataContext();
    var cityTable = (from x in datacontext.cities
                    select x).ToList();
    for (int i = 0; i < 20; i++) //遍历20个分区
    {
        string region = "region" + (i + 1).ToString();
        var cityList = (from x in cityTable
                        where region == x.region.Trim()
                        select x.c_name).ToArray();
        IEnumerable<string> finalList = cityList.Intersect(cityArr); //取得城镇列表与数据库中该分区
        城镇列表的并集
        if (finalList.Count() >= count) { regions = regions + region + ","; } //如果结果大等于count, 则
    }
}

```



```

加入该分区
}
return regions.Trim(',');
}

protected void FormView1_ItemUpdating(object sender, FormViewUpdateEventArgs e)
{
    if (e.NewValues["l_species"].ToString() != e.OldValues["l_species"].ToString()) //当拉丁名改动
    时，检测是否有与数据库内的重复
    {
        using (FloraDataContext datacontext = new FloraDataContext())
        {
            var latinName = from x in datacontext.tree
                            where x.l_species == e.NewValues["l_species"].ToString()
                            select x.l_species;
            if (latinName.FirstOrDefault() != null)
            {
                e.Cancel = true;
                Response.Write(@"<script language='javascript'>alert('已存在该学名，更新失
                败！');history.go(-1);</script>");
            }
        }
    }
    if (e.NewValues["max_high"].ToString() == "") { e.NewValues["max_high"] = "0"; }
    if (e.NewValues["age"].ToString() == "") { e.NewValues["age"] = "0"; }
    e.NewValues["regions"] = generateRegionByCities(e.NewValues["cities"].ToString(), 1); //根
    据城镇字段自动生成分区字段
}

```

5 系统运行实例及维护

5.1 运行实例 — 以武汉市地被植物的筛选为例

5.1.1 武汉市气候概况

截止目前本系统已录入武汉市内的园林植物 700 多种，来源于本实验室各项目调查积累以及武汉市园林科学研究所 2006 年的《武汉市植物多样性资源调查及分析》[50]，下面就以武汉市作为示例，演示本系统的使用。

武汉市位于江汉平原东部，长江中游与长江、汉水交汇处。武汉市属北亚热带季风性(湿润)气候，具有常年雨量丰沛、热量充足、四季分明等特点。年平均气温

15.8–17.5℃, 极端最高气温 41.3℃ (1934 年 8 月 10 日), 极端最低气温 -18.1℃ (1977 年 1 月 30 日)。年无霜期一般为 211–272 天, 年日照总时数 1810–2100 小时, 年总辐射 104–113 千卡/平方厘米, 年降水量 1150–1450mm; 降雨集中在每年 6—8 月, 约占全年降雨量的 40%左右[2]。

5.1.2 本系统所采用的地被植物概念

地被植物指具有一定观赏价值、铺置于空地、树下或林间空隙, 覆盖地面的多年生草本及低矮丛生灌木。从广义上讲, 地被植物包括一二年生草花、宿根花卉、观叶草坪植物、低矮灌木及藤本植物等[51]。顾丽[52]在参考了国内外的地被植物概念后, 总结认为: 地被植物是指生长高度在 1m 以下、枝叶密集、成片种植, 具较强扩展能力, 能迅速覆盖地面且抗污染能力强, 易于粗放管理, 种植后不需经常更换, 对地面起着很好的保护作用, 具有良好的观赏价值和生态效益的植物, 包括一、二年生和多年生草本植物, 还包括一些适应性较强的苔藓、蕨类植物、常绿和落叶木本地被、攀援藤本植物和宿根花卉等。国内的地被植物从广义上来说, 通过密植能达到覆盖地表面的植物均可当作地被来应用, 因而也包括草坪植物; 狭义的地被植物是指除草坪植物以外的符合上述定义的植物。国外的地被植物概念, 明确将草坪植物排除在外。

本系统中所称的“地被”采用张玲慧、夏宜平[53]的概念, 具体是: 自然生长高度或者是修剪后高度在 1m 以下, 最下分枝较贴近地面, 成片种植后枝叶密集, 能较好地覆盖地面, 形成一定的景观效果, 并具较强扩展能力的植物, 包括木本、草本、藤本及多肉植物, 不包括草坪植物。

为了改变目前草坪植物耗水费工、景观单调的局面, 我们筛选地被植物的原则是适应性强、观赏价值高、省时省工的乡土植物[54, 55]。适应性强反映在本系统中就是耐旱、耐涝、抗寒、耐盐碱、较耐荫或阴性植物、抗污染等方面, 用户可根据不同的立地条件进行勾选。需注意的是, 一般选取 2–3 个条件, 条件设置越多, 符合要求的植物就越少。观赏价值高反映在本系统中就是叶片观赏价值、花感、枝干观赏类型、可否观果等字段, 在此我们选择花感“强”作为演示。

5.1.3 地被筛选运行结果

打开网站首页, 选择分区为“华中北部(平原、丘陵及秦巴地区)分区”, 城镇列表自动更新后, 选择城镇为“武汉”, 选择检索类别为:“树木”(如图 10)后, 页面会自动跳转到武汉市所有可用木本植物页面(如图 11)。



图 10 — 系统首页
Figure 10 – System home page



图 11 — 武汉市所有可用木本植物页面
Figure 11 – Page of all woody plants which can use in Wuhan

在图 9 中,“在分区中有记录”表示与武汉市海拔相差在 a 米以内的城镇若有该植物分布,这种城镇若超过 b 个,则该植物在此分区中有分布,也就是说武汉市可以引种这种植物。其中, a 和 b 为程序内部参数,可以自定义。目前为了方便演示,将 a 设为 200, b 设为 1。



用户名:
 密码:
☐ 下次记住我。
[注册](#) [找回密码](#)

高度可达: 米以上

冠幅:

树形:

生长类型:

生活习性:

树龄: 可达 年以上

生长速度:

叶片观赏价值:

叶色:

开花类型:

花感: 花香:

花期:

☐ 一月 ☐ 二月 ☐ 三月 ☐ 四月
☐ 五月 ☐ 六月 ☐ 七月 ☐ 八月
☐ 九月 ☐ 十月 ☐ 十一月 ☐ 十二月

☐ 可观果 成熟时果色:

果期:

☐ 一月 ☐ 二月 ☐ 三月 ☐ 四月
☐ 五月 ☐ 六月 ☐ 七月 ☐ 八月
☐ 九月 ☐ 十月 ☐ 十一月 ☐ 十二月

枝干观赏类型:

枝条颜色:

水分:

☐ 湿生植物 ☐ 耐涝植物 ☐ 中生植物
☐ 耐旱植物 ☐ 旱生植物

光强:

☐ 阳性植物 ☐ 稍耐阴
☐ 较耐阴 ☐ 喜阴植物

土壤:

☐ 酸性土 ☐ 石灰质土
☐ 耐盐碱地 ☐ 耐瘠薄土壤
☐ 耐粘重土

耐寒性: 可耐 °C 低温

防护功能:

☐ 防风固沙 ☐ 防火 ☐ 抗雪压

抗污染:

☐ 氯气及氯化物 ☐ 硫化氢 ☐ 氟化氢
☐ 光化学烟雾 ☐ 氟化氢 ☐ 粉尘
☐ 二氧化硫 ☐ 臭氧

园林用途:

☐ 独赏树 ☐ 庭荫树 ☐ 行道树
☐ 防护林 ☐ 花灌木 ☐ 造型、绿篱
☐ 垂直绿化 ☒ 地被 ☐ 盆景
☐ 室内装饰

说明: 指定的各个条件间关系为逻辑与, 未指定的条件不会参与查询。

在华中北部(平原、丘陵及秦巴地区)分区 武汉市的树木筛选结果:

学名	科	属	种名	在该分区记录中	在该城镇记录中	详细信息
<i>Yucca smalliana</i>	百合科	丝兰属	丝兰	有记录	有记录	点击查看
<i>Wisteria sinensis</i>	豆科	紫藤属	紫藤	有记录	有记录	点击查看
<i>Rhododendron simsii</i>	杜鹃花科	杜鹃属	杜鹃	有记录	有记录	点击查看
<i>Hydrangea macrophylla</i>	虎耳草科	八仙花属	八仙花	有记录	有记录	点击查看
<i>Loropetalum chinense</i>	金缕梅科	榧木属	红榧木	有记录	有记录	点击查看
<i>Hypericum chinensis</i>	金丝桃科	金丝桃属	金丝桃	有记录	有记录	点击查看
<i>Akebia longeracemosa</i>	木通科	木通属	长序木通	有记录	有记录	点击查看
<i>Forsythia viridissima</i>	木犀科	连翘属	金钟花	有记录	有记录	点击查看
<i>Jasminum floridum</i>	木犀科	茉莉属	探春花	有记录	有记录	点击查看
<i>Ligustrum quihoui</i>	木犀科	女贞属	小叶女贞	有记录	有记录	点击查看
<i>Serissa japonica</i>	茜草科	六月雪属	六月雪	有记录	有记录	点击查看
<i>Gardenia jasminoides</i>	茜草科	栀子属	栀子	有记录	有记录	点击查看
<i>Gardenia stenophylla</i>	茜草科	栀子属	狭叶栀子	有记录	有记录	点击查看
<i>Kerria japonica</i>	蔷薇科	棣棠属	棣棠花	有记录	有记录	点击查看
<i>Kerria japonica f. pleniflora</i>	蔷薇科	棣棠属	重瓣棣棠	有记录	有记录	点击查看
<i>Weigela florida</i>	忍冬科	锦带花属	锦带花	有记录	有记录	点击查看
<i>Hypericum monogynum</i>	藤黄科	金丝桃属	金丝桃	有记录	有记录	点击查看
<i>Campsis radicans</i>	紫葳科	凌霄属	美国凌霄	有记录	有记录	点击查看

[网站地图](#) [使用说明](#) [关于我们](#) [管理登录](#)

图 12 — 花感强烈的木本地被植物筛选结果

Figure 12 – Selection result of woody ground cover plants which have strong flowering sense

接着为了筛选地被植物, 指定了两个条件, 花感选择“强”, 园林用途选择“地被”, 如图 12。指定的检索条件间关系为逻辑与, 未指定的条件不参与检索。目前本数据库内容仍然较少, 且各个字段录入不完全, 这导致可用结果很少。点击每种植物右侧的“详细信息”栏, 可以进入每种植物的详细情况页面(见图 13), 该页面包含了这种植物所有已知信息, 点击图片底下的按钮还可切换图片。



图 13 — 植物详细信息页面
Figure 13 – Page of plant detail information

由于木本植物和草本植物性状有诸多不同，故无论在数据库层面还是在用户界面上都分开存储与检索。以上演示的是武汉市地被木本植物的筛选，地被草本植物的筛选过程类似，不再赘述。

用户还可按学名、种名、科属来检索植物，点击首页右侧的“按科属检索”链接，可进入按系统分类检索页面。在此提供了“模糊检索”和“精确检索”两项选择，检索条件间仍为逻辑与。在科名文本框中输入“百合科”，检索结果如下（见图 14）。同理，点击每种植物右侧的“详细信息”栏，可以进入每种植物的详细情况页面进行浏览。



学名 (拉丁名):

种名:

科名:

属名:

☒ 模糊查询 ☐ 精确查询

说明: 指定的各个条件间关系为逻辑与, 未指定的条件不会参与查询。

[添加树木](#) [添加草花](#)

学名	科	属	种名	类别	详细信息
<i>Smilax china</i>	百合科	菝葜属	菝葜	草花	点击查看
<i>Smilax china</i>	百合科	菝葜属	菝葜	树木	点击查看
<i>Smilax megalantha</i>	百合科	菝葜属	金姜豆藤	树木	点击查看
<i>Smilax microphylla</i>	百合科	菝葜属	地茯苓藤	树木	点击查看
<i>Reineckea carnea</i>	百合科	吉祥草属	吉祥草	草花	点击查看
<i>Ruscus aculeata</i>	百合科	假叶树属	假叶树	树木	点击查看
<i>Yucca gloriosa</i>	百合科	丝兰属	凤尾兰	树木	点击查看
<i>Yucca smalliana</i>	百合科	丝兰属	丝兰	树木	点击查看
<i>Heterosmilax yunnanensis</i>	百合科	肖菝葜属	短柱肖菝葜	草花	点击查看
<i>Hemerocallis fulva</i>	百合科	萱草属	萱草	草花	点击查看
<i>Liriope spicata</i>	百合科	沿阶草属	麦冬	草花	点击查看
<i>Ophiopogon japonicus</i>	百合科	沿阶草属	麦冬	草花	点击查看
<i>Hosta plantaginea</i>	百合科	玉簪属	玉簪	草花	点击查看
<i>Aspidistra elatior</i>	百合科	蜘蛛抱蛋属	蜘蛛抱蛋	草花	点击查看

[网站地图](#) [使用说明](#) [关于我们](#) [管理登录](#)

图 14 — 按系统分类检索 (百合科)

Figure 14 – Search by plant taxonomic system (*Liliaceae*)

5.2 系统管理、维护页面

在系统的任意一个页面, 右上角都有登录框, 管理员在此登陆后, 页面会自动刷新, 登录框变成“admin, 您好!”的字样, 并提供“注销”链接。此时在科属检索页面正上方会出现“添加树木”和“添加草花”的链接 (如图 14), 同时在每种植物的详细资料页面左下角也会出现“编辑”、“删除”、“新建”三个链接 (如图 13), 点击相应链接可进入新建植物页面 (如图 15)。除了科属名、学名、种名用户需要手动录入外, 其余字段全都通过鼠标选择即可实现, 极大方便了用户。当学名重复或高度、寿命等字段格式不符合要求时, 系统将自动给出提示, 并阻止不符合要求的数据插入。

编辑植物页面与新建页面相同, 在此就不详述。

Figure 15 – Page of plant data edit or insert

6 结论与展望

6.1 结论

本系统采用先进的软件技术,利用计算机将有关园林植物应用的专业知识和专家经验规则化、系统化,使之变为计算机可以推导、检索的知识。在数据充实完善的基础上,结合本系统引种判断和强大的检索功能,可以在相当程度上代替专业文献和专家,起到指导园林植物选择应用的作用。本项目创新之处如下:

(1)通过采用全国植物区划,结合先进的信息技术,建立了全国园林植物区划信息系统,可以统一国内目前各个城市的植物信息系统,达到信息复用的目的,避免了重复劳动。并且可以通过分区内部城镇植物的对比,实现引种参考。

(2)通过便捷的操作,用户可迅速定位需要的植物,一站式的信息平台包含植物景观营造所需的各类信息,提高了用户的劳动效率,尤其适合植物基础较差的用户。即使是植物经验丰富的用户,本系统也可节省用户的脑力劳动。

(3)通过构筑在网络平台上,使系统可以实时更新,并解决盗版问题,有利于商业化推广。由于本系统数据量大,用户分布全国各地,传统的桌面应用程序不仅有操作系统的限制,而且将数据全都交给用户必然导致盗版猖獗,而通过网络则将来可以实现以嵌入广告、苗木供应商链接等来实现商业化运作,使本系统实现可持续发展。这点乃是本系统能否推广应用,以服务社会的关键。

(4)拍摄了 5000 多张各个时期的植物图片,涉及形态识别、应用效果、植物配植等几个方面。目前已按恩格勒系统鉴定、归类整理 3000 多张。并且通过查阅资料,录入武汉市植物 700 余种,初步建立了武汉市园林植物数据库。

6.2 进一步发展建议

本系统目前还存在许多不足,体现在检索字段的科学性与实用性兼顾不够全面,人性化程度、自动化程度、容错能力、可扩展性、安全性、运行效率等都有待提高。此外,如何寻找合适的商业化模式,尽快使本系统的发展走上可持续之路,还需不断尝试。建议进一步发展步骤如下:

(1)请教计算机方面专家,在兼顾程序复杂性与运行效率的情况下,对程序总体构架、数据库结构的合理性进行论证,并就网络上运营可能面临的风险逐一进行修补和优化。

(2)进一步完善草本植物分区方案和检索字段设置。组织专家对草本植物分区方案的科学性进行论证,并设置“适宜栽培季节”字段。针对植物造景,就检索字段的设置进行详细讨论,比如是否要设置“入侵植物”、“有毒植物”等字段。

(3)开发出高级检索功能,使高级用户可以通过任意字段进行组合或编制检索式进行自定义检索,并可保存检索结果。在此基础上,预制一些常用检索式,以方便用户。

(4)在争取到项目支持的情况下,组织专业人员进行相关培训后,进行数据的录入工作,并请专家审核录入结果。或者还可利用 Wiki 原理,让用户参与部分内容的编辑、上传,充分发挥社区优势,内容经专家鉴定合格后定为正式版本。

(5) 进行页面美化、优化, 提高用户体验, 提供用户反馈途径, 进行商业化运作尝试。

(6) 本系统目前主要致力于解决园林植物引种、选择的问题, 下一步可整合入园林植物裁培养护、病虫害防治、效益估算等信息, 并考虑是否有必要采用 GIS 和人工智能。

参考文献

1. 侯学煜. 再论中国植被分区的原则和方案[J]. 植物生态学报. 1981(04): 290-301.
2. 刘志澄. 气候变化与武汉城市圈可持续发展[J]. 湖北气象. 2005(03): 3-6.
3. 武吉华. 植物地理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 382.
4. 主编陈俊愉, 中国农业百科全书总编辑委员会观赏园艺卷编辑委员会, 中国农业百科全书编辑部编. 中国农业百科全书·观赏园艺卷[M]. 北京: 农业出版社, 1996.
5. 程金水. 园林植物遗传育种学[Z]. 北京: 中国林业出版社, 2000.
6. 总辑委员会中国百科大辞典. 中国百科大辞典[M]. 中国大百科全书出版社, 2005: 8000.
7. 周武忠. 寻求伊甸园——中国古典园林艺术比较[Z]. 南京: 东南大学出版社, 2002: 111, 183-184.
8. 王春沐. 论植物景观设计的发展趋势[D]. 北京林业大学, 2008.
9. 马军山. 现代园林种植设计研究[D]. 北京林业大学, 2005.
10. 李雄. 园林植物景观的空间意象与结构解析研究[D]. 北京林业大学, 2006.
11. 胡运骅. 我国城市园林绿化工作的现状和展望[Z]. 江苏无锡: 2007.
12. 卓丽环. 城市园林绿化植物应用指南, 北方本[M]. 北京: 中国林业出版社, 2003: 468.
13. 邹新慧. 云南省珍稀濒危植物信息系统[D]. 西南师范大学, 2003.
14. 鞠瑞亭, 严巍, 池杏珍, 徐颖, 李跃忠. 数据库技术在园林植保中的应用现状及趋势[J]. 中国森林病虫. 2005: 31-34.
15. 李大民. 江苏省珍稀濒危植物信息系统的构建与应用[D]. 南京林业大学, 2005.
16. 付小沫. 梁子湖湿地生物多样性信息系统[D]. 华中师范大学, 2008.
17. 林全业, 丁修堂, 杜明芸, 强薇. 植物信息系统研究进展[J]. 山东农业教育. 2008: 43-47.
18. 王国良, 谢秋兰. 植物数据库构建研究进展综述[J]. 江苏林业科技. 2007, 34(6): 37-40.
19. 高秀梅, 贺善安, 顾姻, 凌萍萍. 南京中山植物园活植物信息管理子系统[J]. 植物资源与环境学报. 1996(01): 43-47.
20. 刘演, 廖宏. 广西主要经济植物的多媒体信息系统[J]. 广西植物. 2000, 20(1): 94-96.
21. 魏英, 沈观冕, 潘晓玲. 中国西北荒漠植物区系信息系统[J]. 干旱区资源与环境. 1999(03): 65-68.
22. 雷一东, 黄宏文, 张忠慧. 一个猕猴桃种质资源管理信息系统的初步建立[J]. 武汉植物学研究. 2000, 18(03): 217-223.
23. 岳建英, 关芳玲, 等. 山西高等植物数据库信息系统结构与功能[J]. 山西大学学报: 自然科学版. 2001, 24(4): 377-378.
24. 章英才, 侯子宁. 宁夏野生经济植物信息系统的结构和功能[J]. 植物学通报. 1999, 16(6): 705-707.
25. 彭明春, 杨树华. 云南生物多样性保护信息系统(YBCIS)设计研究[J]. 云南大学学报: 自然科学版. 1999, 21(2): 90-93.
26. 田兴军, 张慧仁, 等. 江苏植物资源信息系统[J]. 植物研究. 2002, 22(1): 125-128.
27. 周坚, 庾庐山. 松科植物形态信息系统的建立与应用[J]. 江苏林业科技. 1994,

- 21(3): 7-10.
28. 赵斌, 唐礼俊. 上海市生物多样性信息管理系统的建立和应用[J]. 生物多样性. 2000, 8(2): 233-237.
29. 郭海滨. 中国杂草信息系统 (CWIS) 访问量突破70万人次[J]. 南京农业大学学报. 2007, 30(3): 99.
30. 沈光, 佟斌, 孙波. 东北园林树木信息系统的研究开发[J]. 国土与自然资源研究. 2007(02): 87-88.
31. 吴征镒. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社, 1980: 1373.
32. 主编陈有民. 中国园林绿化树种区域规划[M]. 中国建筑工业出版社, 2005.
33. 十余年攻关划定全国绿化树种分区[N]. 中国花卉报, 2007-01-04
34. 建筑结构荷载规范 GB 50009-2001[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005: 206.
35. Booth Norman K. 风景园林设计要素[M]. 北京: 中国林业出版社, 1989: 288.
36. 包满珠. 花卉学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 11510.
37. 北京林业大学园林系花卉教研组. 花卉学[M]. 中国林业出版社, 1990: 624.
38. 陈有民. 园林树木学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997: 16750.
39. 卓丽环, 陈龙清. 园林树木学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 386.
40. 马奇祥. 农田杂草识别与防除原色图谱[M]. 北京: 金盾出版社, 2004: 315.
41. 李祖清. 花卉园艺手册[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2003: 101638.
42. 王志刚. 中国经济树木原色图鉴[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2005: 209.
43. Nagel Christian. C# 高级编程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008: 271557.
44. 于鹏. 网页设计语言教程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003: 194.
45. Edwards, Adams, 高铁军. JavaScript精粹[M]. 人民邮电出版社, 2007: 404.
46. 陈黎夫. ASP.NET AJAX程序设计. 第I卷, 服务器端ASP.NET 2.0 AJAX Extensions 与 ASP.NET AJAX Control Toolkit[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2007: 397.
47. Microsoft. ASP.NET AJAX 概述2007,
<http://msdn.microsoft.com/zh-cn/library/bb398874.aspx>.
48. 侯利军. 精通LINQ数据访问技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2008: 322.
49. Microsoft. LINQ 查询表达式 (C# 编程指南) 2007,
<http://msdn.microsoft.com/zh-cn/library/bb397676.aspx>.
50. 黄祖国, 丁昭全, 姚军, 潘利, 潘宜平, 蒋太平, 武慧贞, 施国威. 武汉市植物多样性资源调查及分析[J]. 园林科技. 2006: 32-38.
51. 彭行梅, 郭尔祥, 等. 地被植物及其在武钢生态园林建设中的应用[J]. 湖北林业科技. 2001: 38-40.
52. 顾丽. 地被植物在城市园林绿地中的应用探析[D]. 西南大学, 2008.
53. 张玲慧, 夏宜平. 地被植物在园林中的应用及研究现状[J]. 中国园林. 2003(09): 54-57.
54. 刘艳玲, 倪学明, 徐立铭, 赵家荣. 3种野生耐荫地被植物的调查与评价[J]. 草业科学. 2004, 21(9): 77-79.
55. 伍世平, 于志熙. 11种地被植物的耐荫性研究[J]. 武汉植物学研究. 1994, 12(4): 360-364.
56. Ellis E A, Bentrup G, Schoeneberger M M. Computer-based tools for decision support in agroforestry-Current state and future needs[J]. Agroforestry Systems. 2004(61):

- 401-421.
57. Usda, Nrcs. National Plant Data Center. The PLANTS Database (<http://plants.usda.gov>, 29 May 2009)
58. Brach A R, Song H. eFloras: New directions for online floras exemplified by the flora of China project[J]. TAXON. 2006, 55(1): 188-192.
59. Lehrer J M, Brand N H. An interactive online database for the selection of woody ornamental plants[J]. HORTTECHNOLOGY. 2003, 13(3): 562-568.
60. Olsen L M, Dale V H, Foster T. Landscape patterns as indicators of ecological change at Fort Benning, Georgia, USA[J]. Landscape and Urban Planning. 2007, 79(2): 137-149.
61. Schaminee J, Hennekens S M, Ozinga W A. Use of the ecological information system SynBioSys for the analysis of large datasets[J]. JOURNAL OF VEGETATION SCIENCE. 2007, 18(4): 463-470.
62. Johnson O. Venezeulan project establishes indigenous plant database[J]. British Medical journal(International Edition). 2002, 325(7357): 183.

致 谢

本课题是在导师陈龙清教授的悉心指导下完成的，黄卫老师、刘秀群老师、赵凯歌老师、杨琴军老师、季华老师也对本课题提出了许多宝贵的建议与无私的帮助。

陈龙清老师因材施教的教学态度、深厚的学术造诣、严谨的治学态度、正直宽厚的为人品质、为人师表的高尚风范，始终影响和激励着我，让我受益匪浅，并永远铭记在心。论文从选题、开题、撰写都得到老师们的认真指导和精心帮助，值此论文撰写结束之际，特向恩师们致以深深的敬意和衷心的感谢！

在本课题的完成过程中，先后得到了许多同学的热情帮助。首先要感谢唐艳平、陈丹维、郑伟、庞宏东、刘涛、邵丽、张其生等同学在植物分类方面给予的帮助，还要谢谢戴双、杨靖、王文颖、刘兰、刘佳等师妹对数据录入工作的大力支持！此外，徐珊同学为武汉市植物数据的录入工作付出大量辛勤劳动，在此要特别感谢！

在三年的研究生生活中，在学习上、生活上得到了本实验室以及周围各位老师同学的帮助和照顾，在此一并致谢！

最后谢谢我的家人和朋友，正是他们多年来的真诚理解、无私关怀和热情鼓励，才能使我能够顺利完成学业。

游宏凯

2009年6月于华中农业大学