

中国西部亚高山针叶林资源查询系统

宋孟强¹, 阳小成², 刘庆^{3*}

(1. 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041; 2. 华南师范大学生命科学学院, 广东 广州 510631;
3. 中国科学院成都生物研究所, 成都 610041)

摘 要:在搜集了中国西部亚高山针叶林主要分布区的行政区划信息及各针叶树种的分布信息的基础上,利用流行桌面 GIS 软件 ArcView V3.2 的 Avenue 开发出中国西部亚高山针叶林资源查询系统,该系统既可以查询任意一个属或种的分布情况,又可以查询多个属、种(同属的和不同属)的交叉分布情况,并且查询结果可以立即反映到电子地图上,图例也能立即更新。并且在查询单一种的分布情况时,还可以查询其相关图像、文本、视频等信息,大大丰富了种的查询内容。同时,该系统也可查询任意一个或多个省级行政区或县级行政区的属种分布及其组合情况,从而使得行政区和亚高山针叶林属、种的双向查询变得非常简单。另外,本系统具有很强的可扩展性,可以轻松实现亚高山针叶树种、行政区及图像、文本、视频的扩充,并且扩充的内容可以立即使用,达到随时扩充、随时使用的目的。

关键词:亚高山针叶林; GIS; 查询; 交叉分布; ArcView

中图分类号:X835、X81

文献标识码:A

1 中国西部亚高山针叶林资源概况

针叶林(coniferous forests)是指以针叶树为建群种的各种森林群落的总称。它包括各种纯针叶林、不同针叶树种的混交林以及以针叶树为主的针阔叶混交林。针叶林是中国分布最广的一大植被类型(植被型组),特别是在我国的东北和西南地区,针叶林的建群树种和植被类型尤为丰富^[1]。《中国植被》根据各类针叶林对水热条件(即各分布区的生态地理条件)的不同要求,将其划分为寒温性针叶林、温性针叶林、温性针阔叶混交林、暖温性针叶林和热性针叶林 5 种植被型。据统计,中国有针叶林面积约 $>5\,000 \times 10^8 \text{ m}^2$, 占全国有林地面积的 52.9%, 木材蓄积量约 $51.7 \times 10^8 \text{ m}^3$, 占有林地蓄积量的 57.3%。我国的针叶林天然蓄积主要集中在东北地

区、西南山地和南方丘陵地区^[2,3]。

亚高山针叶林、亚高山灌丛等植被类型中的“亚高山”(subalpine)一词源于自然地理学。综观国内有关文献,“亚高山针叶林”(subalpine coniferous forest)这一术语多指中国西部地区,特别是川西、藏东南和滇西北地区的山地植被垂直分带中处于高海拔地区(一般在海拔 2 500~4 500 m)的以针叶树种为优势种的特殊植被类型,它是西南山地植被的一个垂直自然带,是我国独特而重要的一类森林植被类型^[4,5]。因此,我国的亚高山针叶林主要分布于低纬度的高山地区,是我国西部地区天然林的重要组成部分。它主要分布于川西、滇西北等青藏高原东南一带的金沙江、澜沧江、怒江、雅砻江、大渡河、岷江等大江大河的上游和支流的源头地区;树种以云杉(*Picea*)、冷杉(*Abies*)、落叶松(*Larix*)以及圆柏(*Sabina*)等属的树木为建群种^[6]。我国西部

收稿日期(Received date):2003-09-12;改回日期(Accepted):2003-11-25。

基金项目(Foundation item):国家重点基础研究规划项目专题:“长江上游典型山地退化生态系统健康诊断与恢复技术”(G200046802-05)资助。[This Research was financially supported by the State Key Basic Research and Development Plan: "Health Diagnosis and Recovery Techniques on the Typical Degraded Mountain Ecosystem in the Upper Reaches of Yangtze River" (No. G200046802-05).]

作者简介(Biography):宋孟强(1968-),男,四川省井研县,现为中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所副研究员。主要研究方向:3S 技术研究及应用。Email: smq925@163.com [A brief introduction to author: Mengqing Song, male, born in Jingyan County, Sichuan Province in 1968. Now he is an associate Professor of the Institute of Mountain Hazards and Environment, The Chinese Academy of Sciences. His research interest is 3S and its application.]

* 通讯作者:liuqing@cib.ac.cn [Correspondence Author, liuqing@cib.ac.cn]

的亚高山针叶林,由于独特的地理、气候条件和复杂的历史原因,形成了树种组成丰富、分布规律独特、生物生产力巨大、群落结构和更新演替复杂等特点。而且随着纬度、经度和海拔高度的“三向地带性”因素的规律性变化,中国西部亚高山针叶林各群落类型在地域分布上表现出明显的种属地理替代现象,即在不同的地区分布着不同建群种(或优势种)的亚高山针叶林,其中西南山区是云杉林和冷杉林的分布中心^[7]。

2 建立亚高山针叶林资源查询系统的目的和意义

亚高山针叶林的生态作用与意义主要在于:①涵养水源,保持水土和减少滑坡、泥石流等自然灾害;②调节区域性气候和维持过渡地带植被相对稳定,防止高寒草原和高山草甸植被向森林地带扩张以及干旱河谷向上扩展等;③亚高山针叶林作为中国西部高海拔地区珍稀濒危动植物物种的保育基地,对于保护生物多样性有着极其重要的作用。因此,亚高山针叶林被誉为青藏高原东源和长江上游地区的重要“生态屏障”。西部亚高山针叶林是中国的第二大天然林区的主体,在其分布区域内,曾经形成了广袤浩瀚的森林植被,资源十分丰富。但是,经过长期的开发和毁林开荒,特别是近几十年的集中过量采伐,使亚高山针叶林资源大幅度锐减,而在其遭遇破坏后的各类迹地形成的是处于不同演替阶段的次生植被类型及人工林,它们的生态服务功能明显降低,亚高山针叶林生态系统的恢复与重建问题也显得日益重要和迫切^[6],及时准确的了解和掌握亚高山针叶林各属、种的分布情况及变化情况就尤为重要。然而现有的亚高山针叶林属、种的资料多为文献资料,其分布情况也是单个属、种的多,多个属、种的交叉分布少,并且交叉分布的资料也限于一些主要的属、种的介绍。传统的植物资源查询系统费时、费力,且直观性和准确性不高,急需改进。本文将 GIS 技术引入到生态学和资源地理学等传统学科中来,建立先进、快速的森林资源信息查询系统,可以大幅度提高相关工作的效率。

3 亚高山针叶林资源查询系统的建立

3.1 背景图形库的建立

首先将中国西部亚高山针叶林主要分布区所涉及的各省、市、自治区的行政区划图,经过扫描数字化、编码、编辑修改、建立拓扑关系,再经过坐标转换,将各省、市、自治区的行政区划图转换到统一的投影坐标系下^[8](本系统投影为等积圆锥投影,双标准纬线为 25°N 和 47°N,投影中央经线为 110°E),最后经过分层处理,形成本项目研究区域的行政区划(面)、行政界线、城镇(点)、铁路、公路、面状水系、线状水系等图层,然后再输入行政区划图层每个图斑(一个图斑即为一个县级行政区)的属性:省名,县名。行政区划图层是中国西部亚高山针叶林查询系统中最重要的图形数据,其图形和属性必须正确无误,否则会直接影响本查询系统的输出结果的正确性。

有了这些基本的图形库以后,还必须输入各级行政区、城镇、铁路、公路、水系(湖泊、河流)、山脉山峰的名称等各类注记,以方便电子地图的阅读,另外还要根据研究区域生成内外图廓,并且利用程序生成充满内图廓的经纬网及经纬度注记。这样,中国西部亚高山针叶林查询系统背景图形库就建立起来了。

3.2 亚高山针叶林属、种分布数据库的建立

中国西部亚高山针叶林属、种分布数据库为一 dBase 文件,其结构非常简单,只有四个字段,且都为字符型,它们分别是属名、种名、省名、县名。其中属名为亚高山针叶林各属的名称,种名为亚高山针叶林各种的名称,省名和县名则与行政区划图层中的省名和县名相同。属、种分布数据库实际上建立的就是亚高山针叶林属、种与行政区划的关系,亚高山针叶林属、种细化到每一个种,行政区划则细化到每一个县级行政区,二者之间是多对多的关系,即某个种可能分布在多个县级行政区,某个县级行政区也可能分布有多个种(同属或不同属的)。因此,在此数据库中,某个种分布在多少个县级行政区,就有多少个记录。

3.3 亚高山针叶林其他相关数据库的建立

其他相关数据库主要包括图像库、文本库、视频库。在中国西部亚高山针叶林查询系统的主目录下有三个子目录:图像文件、文本文件、视频文件目录,它们即是图像库、文本库、视频库所在目录。图像库主要存放中国西部亚高山针叶林各个种的相关图像,主要通过扫描相关资料上的图片、照片获得;文本库主要存放中国西部亚高山针叶林各个种的一些说明性资料,为文本格式,通过输入相关资料的文本

获得;视频库主要存放中国西部亚高山针叶林各个种的相关视频资料,可以是音频文件(*.Wav, *.mp3),也可以是动态的视频文件(*.Avi, *.Mpeg),主要通过解说录音、录像摄制获得。这三种库的内容都以文件的形式存储,只要按一定的规律命名即可,这个规律由具体负责建库的人制定,因为系统只需要这些文件名与树种图像文本视频表.dbf中各字段存储的文件名保持一致即可^[9]。

在建立了图像库、文本库、视频库之后,必须建立树种图像文本视频表(树种图像文本视频表.dbf)。它存储的是中国西部亚高山针叶林各个种与图像库、文本库、视频库的关系,它有五个字段:属名、种名、图像文件、文本文件、视频文件,其中,属名和种名与属、种分布数据库的相同,只是每个种只有一条记录,后面三个字段都是字符型,且足够长(200个字符),分别存储某具体种的图像文件、文本文件、视频文件的文件名。这些字段中的文件名必须带扩展名,但不写它的目录名。鉴于某个种可能有一或多个图像文件、文本文件、视频文件与之相关,这样

多个相关文件名之间用英文字符“:”分隔即可,如某个种的图像文件字段的内容可以这样填写:AA1.Jpg:AA2.Jpg:AA3.Jpg。如果某个种暂时还没有相关的图像文件、文本文件、视频文件,其相应字段为空即可^[10]。

3.4 亚高山针叶林查询系统的功能

当上述的各种数据都准备好以后,我们利用当今流行的桌面GIS系统ArcView V3.2为平台,利用其自带的开发语言Avenue进行编程,开发出中国西部亚高山针叶林资源查询系统^[11]。它主要可以实现亚高山针叶林属种与行政区的双向查询^[5],以及某单一树种的相关图像、文本、视频等信息的查询^[9]。下面就本查询系统的界面及功能作简单的介绍。

3.4.1 查询亚高山针叶林属种分布情况

打开中国西部亚高山针叶林查询系统后,从图形显示窗口的菜单上选择<查询亚高山针叶林属种分布情况>菜单项即可进入查询亚高山针叶林属种分布情况对话框。该对话框的初始界面如图1所示。

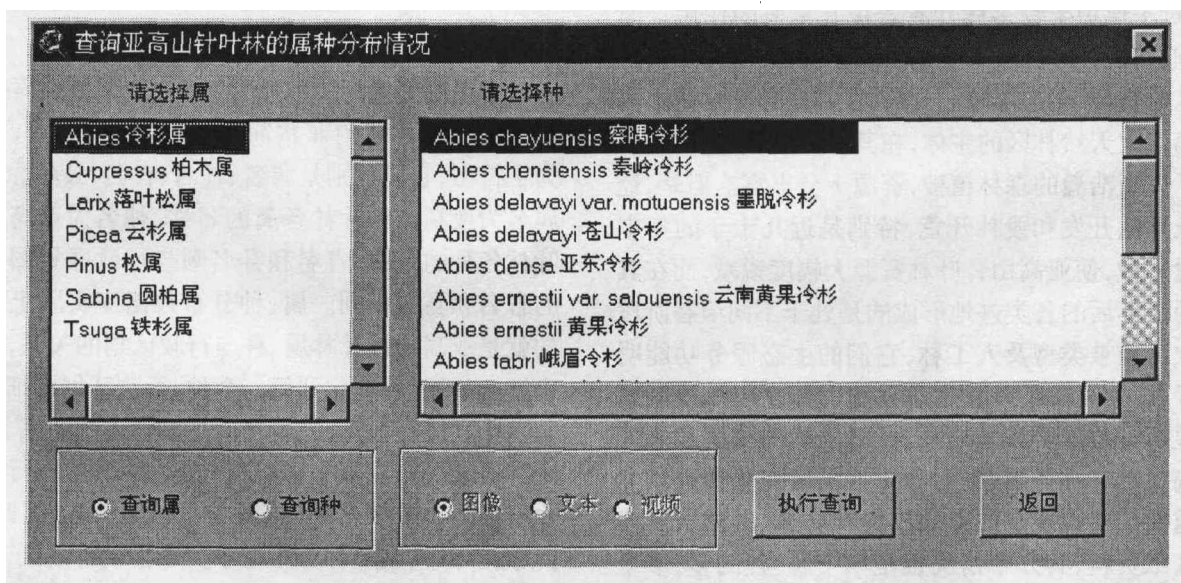


图1 查询亚高山针叶林属种分布情况对话框

Fig.1 Dialog of the distribution query of subalpine coniferous forest

在查询亚高山针叶林属种分布情况对话框中,用户可以在属列表框中选择一个或多个属,同时种列表框也及时更新并列出于这些属的所有种,这样用户在查询多个种的交叉分布情况时,就可以是同属或不同属的种。用户可以通过选中查询属或查询种的单选框来确定是查询属还是查询种的分布情况。并且,如果用户选择了查询种,且用户只选择了

一个种,则图像、文本、视频选择框会起作用,用户可以选择在查询该种的分布情况的同时,还能查询该种的相关图像、文本或视频。用户点击<执行查询>按钮后,系统会自动从属、种分布数据库中检索出用户当前选中的一个和多个属(种)的分布的省、县,然后将查询结果显示在图形显示窗口中,并自动更新相应的图例和行政区划图上的数字标注(详细的

表示方法请见下一段)。如果用户只选择了一个种,则系统还可以自动查询出该种的图像、文本、视频等信息。如果用户选中了图像选择框,则系统会打开图像查询窗口以显示与用户所选种相关的一个或多个图像,如果用户所选种只有一个相关图像,则系统会打开并显示它,如果用户所选种有多个相关图像,则系统会打开所有图像并显示第一个图像,用户可以对每个图像进行显示的控制,即用户可以控制显示其中的每一个图像;如果用户选中了文本选择框,则系统会打开一个或多个文本窗口来显示与用户所选种相关的一个或多个文本文件的内容;如果用户选中了视频选择框,则系统会调用 Windows 的媒体播放器来播放与用户所选种相关的一个或多个视频文件,如果有多个视频文件,是一个接一个地播放。

当用户查询的是多个属(种)的分布情况时,在行政区划图上的表示会比较困难,本系统采用如下

方法进行解决:首先由系统自动从中国西部亚高山针叶林属种分布数据库中查找出有哪些县级行政区分布有用户所选中的属或种,并且确定每个县级行政区具体分布有哪些具体的属或种,然后由系统自动对这些属或种的组合用数字进行表示,第一位表示有多少个属或种,后面的数字表示同样数目的属或种的组合(由系统随机生成)。这样,某个县级行政区有多少属和种分布,从该行政区的颜色和数字标注的第一位数字可以分辨出来,而同样颜色的县级行政区具体分布的是哪些属或种,只有对比该县级行政区的数字标注和图例,或者直接查询该县级行政区的属性才能分辨出来。用户执行查询之后,行政区划图层的县级行政区的颜色、数字标注及图例都会自动更新。图2所示即是冷杉属、落叶松属、云杉属的交叉分布查询结果及其表示方法。

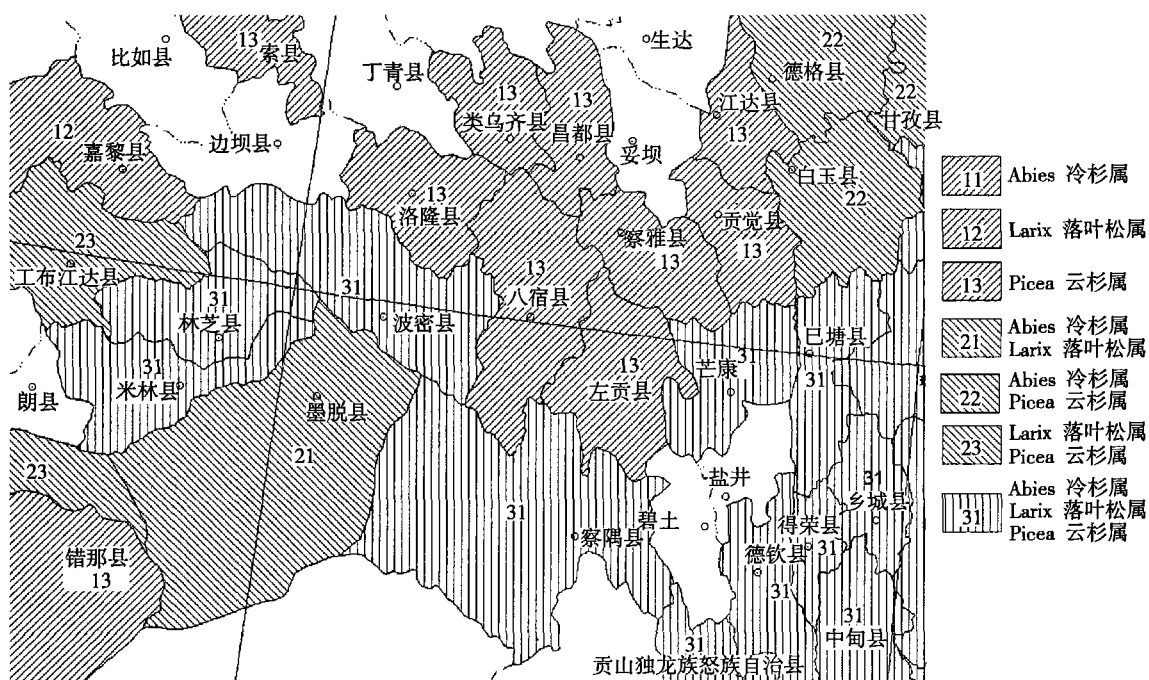


图2 亚高山针叶林交叉查询结果的表示方法

Fig.2 Expression of the Intersecting-Query result of subalpine coniferous forests

3.4.2 查询各省县的属种分布情况

打开中国西部亚高山针叶林查询系统后,从图形显示窗口的菜单上选择<查询各省县属种分布情况>菜单项即可进入查询各省县属种分布情况对话框。在该对话框中,省列表框列出了中国西部亚高山针叶林主要分布区行政区划图层中的所有省级行政区,县列表框列出了省列表框中当前选中的一个

或多个省级行政区的所有县级行政区,即用户如果选中了一个或多个省级行政区,则县列表框会自动列出它们所辖的所有的县级行政区,这意味着用户在查询多个县级行政区的属种分布情况是可以属于不同的省级行政区;在本对话框的左下角是查询省或查询县的选择框,如果用户选中了查询省,则当用户点击<执行查询>后查询的是用户当前所选的一

个或多个省级行政区的属种分布情况,如果用户选择了查询县,则当用户点击<执行查询>后查询的是用户当前所选的一个或多个县级行政区的属种分布情况。系统会弹出一文本窗口显示查询结果。下面是查询结果的一个例子(四川省阿坝县和重庆市巫山县的属种分布情况)。

四川省阿坝县分布有以下属:

Abies 冷杉属, *Larix* 落叶松属, *Picea* 云杉属, *Sabina* 圆柏属。

四川省阿坝县分布有以下种:

Abies ernestii 黄果冷杉, *Abies faxoniana* 岷江冷杉, *Abies squamata* 鳞皮冷杉, *Larix potaninii* 红杉, *Picea purpurea* 紫果云杉, *Picea retroflexa* 鳞皮云杉, *Sabina przewalskii* 祁连圆柏。

重庆市巫山县分布有以下属:

Pinus 松属, *Sabina* 圆柏属, *Tsuga* 铁杉属。

重庆市巫山县分布有以下种:

Pinus henryi 巴山松, *Sabina squamata* 高山柏, *Tsuga chinensis* 铁杉。

四川省阿坝县,重庆市巫山县分布有以下属:(并集)

Abies 冷杉属, *Larix* 落叶松属, *Picea* 云杉属, *Sabina* 圆柏属, *Pinus* 松属, *Tsuga* 铁杉属。

四川省阿坝县,重庆市巫山县分布有以下种:(并集)

Abies ernestii 黄果冷杉, *Abies faxoniana* 岷江冷杉, *Abies squamata* 鳞皮冷杉, *Larix potaninii* 红杉, *Picea purpurea* 紫果云杉, *Picea retroflexa* 鳞皮云杉, *Sabina przewalskii* 祁连圆柏, *Pinus henryi* 巴山松, *Sabina squamata* 高山柏, *Tsuga chinensis* 铁杉。

4 结语

作为我国西部高山林区的主体,亚高山针叶林既是我国重要的用材林基地,也是金沙江、岷江、雅砻江、澜沧江、怒江等多条大江大河上游和源头地区重要的“生态屏障”,具有重要的生态防护功能^[12]。在国家西部大开发和退耕还林的政策背景下,加强对西部地区亚高山针叶林的研究,对于维持我国西部地区、特别是经济发展水平相对较高的长江上游的区域生态安全、促进经济的可持续发展都具有十分重要的作用。

以往对亚高山针叶林资源信息的查询主要还停留在传统的技术方法上,基本上靠原始的平面手工制图提供研究资料等信息,不仅效率低下,而且准确性较差,已远远不能满足时代和经济发展的需要。而目前国际上已广泛开展了将“3S”技术引入生态学和资源地理学的信息查询研究中,丰富和优化了传统的研究手段,提高了科技含量,取得了不俗的成果。建立了中国西部亚高山针叶林资源查询系统后,可以使单一属(种)的分布情况查询和多个属(种)的交叉分布情况查询变得非常简单,查询结果也可以立即反映到电子地图上,图例也能立即更新,真正体现 GIS 技术直观、高效、快捷的优点。并且在查询单一种的分布情况时,还可以得到其相关图像、文本、视频等信息,大大丰富了种的查询内容。同时,本系统也可以查询一个或多个省级、县级行政区的属种分布及其组合情况,从而使得行政区和属、种的双向查询变得非常简单^[13]。本系统的另一特点是可扩展性很强,只需要修改中国西部亚高山针叶林属种分布数据库、行政区划图、树种图像文本视频表,即可轻松实现本系统中相关内容的扩充,扩充的内容也能立即使用,达到随时扩充、随时使用的目标。

参考文献(References):

- [1] Wu Zhengyi. The Vegetation of China [M]. Beijing: Science Press, 1980. [吴征镒. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社, 1980.]
- [2] Chinese Forests Editorial Committee. Chinese Forests (Vol. 2): Coniferous Forests [M]. Beijing, China: China Forestry Press, 1999. [《中国森林》编辑委员会. 中国森林(第二卷)[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999.]
- [3] Sichuan Forests Editorial Committee. 1992. Sichuan Forests [M]. Beijing: China Forestry Press, 1992. [《四川森林》编辑委员会. 四川森林[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992.]
- [4] The Editorial Team of The Vegetation of Sichuan. The Vegetation of Sichuan [M]. Chengdu: Sichuan People's Publishing House, 1980. [四川植被协作组. 四川植被[M]. 成都: 四川人民出版社, 1980.]
- [5] Jiang Shu. The mountain meadow and forests of West Sichuan. *Acta Botanica Sinica*, 1960, 9(2): 125~136. [姜恕. 四川省西部山地的草甸和森林[J]. 植物学报, 1960, 9(2): 125~136.]
- [6] Liu Qing. Ecological Research on Subalpine Coniferous Forests in China. Chengdu: Sichuan University Press, 2002. [刘庆. 亚高山针叶林生态学研究[M]. 成都: 四川大学出版社, 2002.]
- [7] Chen Lingzhi, Chen Qinglang and Liu Wenhua. The diversity and geographical distribution of China forests [M]. Beijing: Science Press, 1997. [陈灵芝, 陈清朗, 刘文华. 中国森林多样性及其地

- 理分布[M]. 北京:科学出版社,1997.]
- [8] Zang Zhongshu, Jiang Shuyi. The skill to adjust a map's scale and coordination in ArcView GIS[J]. *Geology and Prospecting*, 2003, 39(1): 58~61. [臧忠淑,蒋树一. ArcView GIS 中图件比例系数及坐标位置的设置技巧[J]. 地质与勘探,2003,1: 58~61.]
- [9] Du Shihong, Fan Hong. Making of ArcView-based multimedia electronic maps[J]. *Bulletin of Surveying and Mapping*, 2000, (9): 33~34. [杜世宏,樊红. 基于 ArcView 的多媒体电子地图的制作[J]. 测绘通报,2000,9: 33~34.]
- [10] Xie Rong. Designing and exploiting of urban GIS on ArcView platform[J]. *Bulletin of Surveying and Mapping*, 1999, (1): 20~26. [谢榕. ArcView 平台下城市地理信息系统的设计与开发[J]. 测绘通报,1999,1: 20~26.]
- [11] Xie Rong. Advance application of a target-oriented GIS software ArcView[J]. *Compute System and Application*, 1998, (11): 58~60. [谢榕. 面向对象地理信息系统软件 ArcView 的高级应用[J]. 计算机系统应用,1998,11: 58~60.]
- [12] Liu Qing, Wu Yan, He Hai. Ecological problems of subalpine coniferous forest in the southwest of China[J]. *World Sci-Tech R & D*, 2001. 23(2): 63~69. [刘庆,吴彦,何海. 中国西部亚高山针叶林的生态学问题[J]. 世界科技研究与发展,2001,23(2):63~69.]
- [13] Qiu Taorong, Huang Min. Realization of bidirectional query on ArcView GIS platform[J]. *The Computer Era*, 2000, (9): 39~40. [邱桃荣,黄敏. 地理信息系统 ArcView 信息双向查询的实现[J]. 计算机时代,2000,9: 39~40.]

A Query System of Subalpine Coniferous Forest Resources in West China

SONG Mengqiang¹, YANG Xiaocheng², LIU Qing³

(1. Chengdu Institute of Mountain Hazards and Environment, CAS, Chengdu 610041, China;

2. School of Life Science, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

3. Chengdu Institute of Biology, CAS, Chengdu 610041, China)

Abstract: On the basis of the information about the administrative division system and the distribution of main subalpine coniferous species in west China, A Query System of west China Subalpine Coniferous Forest Resources was developed by means of the popular desktop GIS software-ArcView V3.2 in terms of Avenue language. In the system, one can query not only the distribution information of one genus or species, but also the intersecting distribution information of multiple genera or species (belonging either to the same genus or to different genera). The query results can be reflected on the electronic maps and the legend for the results can be updated immediately. When one species' distribution was queried, the relative information on the species in terms of video, text and image could also be displayed at the same time, which enriches greatly the querying contents. The system allows one query the distribution status of all genera or species and their combination situation at any one or more provincial or county levels in terms of administration district, which makes it easy to query genus-species database bi-directionally between administration area and subalpine coniferous forest. Moreover, the system has a strong expandability. It's easy to extend subalpine coniferous genus or species, administration division, image, text, video. The extended information can be used as soon as it is extended.

Key words: Subalpine coniferous forests; GIS; Query; Intersecting Distribution; ArcView