

基于 GIS 和 GSM 的水文信息远程采集系统

张泽中, 赵盼舒, 杨智领, 齐青青, 薛小杰, 丁海涛 (1. 西安理工大学西北水资源与环境生态教育部重点实验室, 陕西西安 710048; 2. 南京邮电大学, 江苏南京 210046; 3. 河北工程大学, 河北邯郸 056021; 4. 长安大学, 陕西西安 710054)

摘要 介绍了现代高新技术 GIS 及 GSM 无线传输方式的特点, 设计了基于 GIS 为平台, GSM 为信息传输方式的水文信息远程采集系统。该系统充分利用 GIS 和 GSM 的优点, 及时准确的信息流使得水库实时调度的水文预报精度和效率更高、速度更快, 是数字化流域的重要组成部分。

关键词 水文信息; 远程采集; 实时调度; 采集点布设; GIS; GSM

中图分类号 S127 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)15-06585-03

System of the Hydrology Information Remote Collection Based on GIS and GSM

ZHANG Ze-zhong et al (Key Lab of Northwest Water Resources and Environment Ecology of MOE, Xian University of Technology, Xian, Shaanxi 710048)

Abstract The character of the advanced technology of GIS and GSM wireless transmission was introduced and a system of the hydrology information remote collection, which based GIS as the operation system and GSM as the mode of information transmission was developed. The system with information in time including the most of the strongpoint of GIS and GSM improved the precision and efficiency, and the forecasting speed in the hydrology for the real-time dispatching of reservoir decision support. Therefore, it was the important component of the digital drainage basin.

Key words Hydrology Information; Remote collection; Real-time dispatching; Distribution of collection points; GIS; GSM

及时准确的水文预报是水库实时调度决策的基础, 而水文预报又依赖于相关水文信息的采集, 如流域内降水强度、历时、降水量(雨雪源类河流包括融雪量)、流域内蒸发强度、汇流区地形地貌、下垫面、上游水库放水流量、水库上游各取水点取水量等信息的采集。信息采集主要有基于采样方法获取离散的信息和基于航空、航天遥感技术获取空间上连续的信息两种方式。对于信息的采集, 虽然航空航天遥感技术在精度上要优于定点采样方式, 但航空航天遥感在方便性和费用上还存在很大的局限性, 特别是像我国这样流域地形复杂, 地块面积小而分散, 高分辨率卫星影像成本高、获取周期较长。与其相比, 定点采样和非定点采样的获取方式更适合我国当前实际情况。随着信息技术和传感器技术的发展, 基于传感器技术的野外实时信息获取设备研发取得巨大进展和广泛应用, 获取流域实时水文信息成本已经比较廉价, 且更为方便。以往固定采样点主要服务于定点观测, 通过人工读取报送或有线、无线传送定点观测信息等传统方式, 这些传统方式多适合于短距离传输, 对于分散的远距离固定点的信息采集已不能满足要求, 特别在实时性方面, 人工报送的差距就更大了。第三代移动通信技术各种业务的不断拓展升级, 特别是其低廉、可靠的短消息业务 SMS 为水文相关信息远程采集提供了一条有效途径。笔者以实现远程水文信息采集为目标, 研究了结合 GIS 和 GSM 技术的水文相关的降水量、蒸发强度等固定观测点的信息采集、传输、管理与分析, 为水库实时调度决策提供了必要的技术支持。

1 GIS 和 GSM

1.1 WebGIS 的特点及应用 自 20 世纪 60 年代加拿大人开发使用第一个地理信息系统(Geographic Information System, GIS) 以来, GIS 在各种信息处理、统计分析、决策支持系统中得到了广泛应用。GIS 是一种空间信息表现力很强的技术。

在信息技术和网络通讯高速发展的今天, 把海量数据直观高效地表现给用户、方便快捷地应用于生产及管理是 GIS 应用的重要方向。随着分布式计算技术、面向对象的构件技术、网络技术的迅速发展以及 Internet 的日益广泛普及, 出现了与 WWW 相结合的 GIS——WebGIS, 并迅速成为目前 GIS 发展的最重要方向之一。与传统的地理信息系统相比, 基于 Internet 的 WebGIS 具有以下几个方面的特点^[1]: 基于网络的客户/服务器应用; 客户端平台独立性; 更广泛的访问范围; 大规模地降低了成本。WebGIS 已受到越来越多的人的关注和研究, WebGIS 也被越来越多地应用到各行各业中。目前, 在我国 WebGIS 已被成功地应用于水利、农业、环境保护及灾害调查统计等方面^[2-5]。随着 Internet 技术的发展, WebGIS 逐渐进入各个领域, 成为与人们生活密不可分的一种技术^[6-7]。

1.2 GSM 的特点 GSM 是欧洲标准化委员会统一推出的全球移动通信系统(Global System for Mobile Communications) 的缩写, 它是在蜂窝移动通讯技术的基础上发展起来的, 采用数字通信技术、统一的网络标准, 使通信质量得到了保证。全球移动通信系统是目前发展最为成熟的移动通信系统, 它具有技术先进、通信方式多、通信质量好、安全保密性能强、抗干扰能力强、网络覆盖面广、可实现国际自动漫游等诸多优点, 目前全世界已有近百个国家和地区建立了数字 GSM 移动电话通信网络^[8]。随着移动通信网络的迅速普及和竞争的日益激烈, GSM 短信息服务 SMS (Short Message Service) 作为 GSM 网络的一种基本业务已得到很多的系统运营商和系统开发商的重视, 基于这种业务的各种应用也蓬勃发展起来。

SMS 具有以下几方面的优势和特点: SMS 是 GSM 中唯一不要求建立端对端业务路径的一种业务, 它不会占用话务信道, 借助 GSM 网信息传递间隙进行传输, 即使在移动台完全处于电路通讯的情况下仍然能够进行短消息传输; 系统容量较大, 可传输的数据量大, 一条短信息所能容纳的数据量可达 140 字节; 从收费方面看, SMS 是一种比较廉价的通

基金项目 国家自然科学基金资助(40501011 和 50679070)。

作者简介 张泽中(1978-), 男, 满族, 河北遵化人, 博士研究生, 研究方向: 水资源系统工程。

收稿日期 2008-03-21

讯方式,被大多数用户所接受,随着移动通信的快速发展,其费用还会越来越低;以 GSM 作为通信媒介降低了地面设施的复杂性和建设投资,GSM 终端设备体积小、重量轻、功耗低,只有特别偏僻之处需要架设室外天线,安装方便,使得一次性建设投资少,维护管理简单,运行费用低;SMS 业务的可靠性高,发送出的短消息在未被接收前都存储在短消息服务中心的信箱中,直到用户接受到信息。上述优点使得 SMS 发展速度非常快,现在,SMS 的应用已涉及各个领域和许多与人们生活密切相关的活动中^[9]。

1.3 基于 GIS 和 GSM 的信息远程采集及决策系统特性

水文信息属于中尺度范围,由于中尺度自动信息站分布范围广、数量多、分布地点分散且无人值守等特点,非常适合采用 GSM 短信息平台作为通信载体。GSM 通讯既可以省去许多繁杂的劳动,也可保证数据的通讯质量,是一种很好的选择。GSM 短信平台以其成熟可靠、方便快捷、价格低廉广泛地为人们所接受,这为解决 WebGIS 应用系统中需要无线通讯和实时地数据采集、传输提供了比较好的方法。基于 GIS 和 GSM 的信息远程采集及决策系统作为一种成熟可靠的工作系统在水文预报和水库实时调度工作中将有着广泛的应用。

2 系统设计

2.1 系统构成 根据水库实时调度管理和技术研究的需要,系统以实现水文信息的远程快速获取、传输与管理决策为目标,系统由数据采集端和服务中心构成,通过 GSM 公网相联系(图1)。其中,数据采集端由信息采集传感器和 GSM 通信模块组成,负责信息采集,GSM 通信模块负责信息传输与交换;服务中心主要由 GSM 通信模块和计算机组成,其中包含一个以 WebGIS 为核心的软件系统,主要完成发送信息、采集请求消息、接收采集信息、信息管理、可视化和决策分析功能。

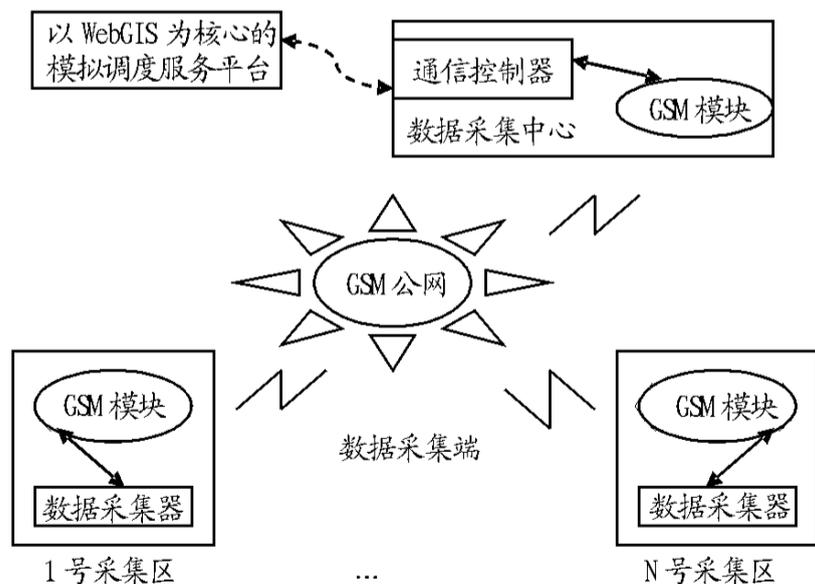


图1 水文信息采集系统体系结构

Fig.1 The framework of the hydrological information collection system

2.2 系统功能 根据系统构成,其功能可分为数据采集端和服务中心端两部分功能(图2)。数据采集端主要由信息采集、信息编码与解译、信息发送与接收三部分构成,利用传感器技术采集水文相关的信息,并把采集的数据通过 GSM 通信模块发送到服务中心。首先接收服务中心发来的信息采集请求,通过信息解译转换为信息采集指令到传感器,传感器完成采集信息后,由信息编码模块对信息进行编码,并最

终通过通信模块将采集的信息发送到服务中心。

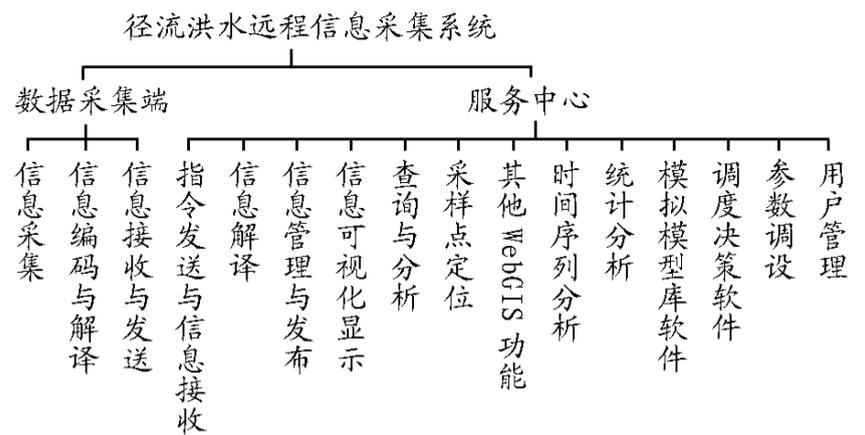


图2 水文信息采集系统功能

Fig.2 The function of the hydrological information collection system

服务中心是整个系统的核心,主要由通信、GIS 功能、统计分析、水文模拟模块和调度决策等模块构成。数据通信模块完成信息采集、请求信息发送和远程采集的信息接收与解译。信息采集请求包含定时采集和随机采集两种方式,定时采集是通过设定定时采集的时间,系统将定时发送请求;随机采集是通过选取要采集的采样点发送采集请求,这种选择可以在地图上直接选取或是通过条件选取。GIS 功能包括地图显示、查询定位等通用 GIS 功能,如:地图显示。利用地理信息系统软件将梯级水电站群各站的所控流域、各采集点及采集设备以及开关控制站设备等图形化分层表示出来,并定义各图层属性。图形的操作与查询。图形的操作包括图形的全图显示、放大、缩小、平移、图形平滑漫游、鹰眼、图形信息疏密效果协同校正等功能,并可对 GIS 系统中的图形信息和属性信息(数据库信息)进行灵活多样的双向空间查询。地理位置的查询。包括水电站群各站、各采集点及采集设备以及控制站等的地理空间位置查询并显示其相应的属性信息。设备及其属性的查询、统计。输入各种设备的名称或设备编码,能在地图上准确定位到该设备,查看其属性信息;对某类设备,根据用户需要统计各种数据,根据需要采用专题图的方式将数据图形化,使数据以更直观的形式在地图上体现出来。调度任务可视化。地理信息的可视化表达是 WebGIS 的最基本功能,在线可视化动态显示预报、调度成果,为实时调度决策提供良好的支持^[1]。时序分析是分析采样点在时间序列方向上的动态变化,并预报未来变化趋势。通过远程采集的信息是离散的点状信息,不能直观反映区域内的空间分布规律,而统计分析能较好实现所采集的指标的空间分布特征,并能插值生成连续分布的信息供决策分析使用。根据实时采集的信息及相关模型和知识进行管理分析,为调度决策是该系统的最终目标,并将根据具体应用以用户自定义方式挂接相应的水文模拟模块和调度决策模块。

2.3 多时相数据组织 由于采集数据具有多时相、多种类和空间分布性等特点,根据数据管理的可行性和空间分析的需要,把采集信息数据存储在关系数据库中,其中,为了分析采集信息的日变化和不同日期的变化情况,把采集时间和采集日期在数据库表中作为两个字段分开存储,这些信息通过 ID 和其空间位置信息相关联。空间位置数据的组织方式采用了面向对象的数据模型,这种数据模型把空间数据以坐标的形式存储在二进制索引文件中,使得显示和访问最优化,属性数据存储在关系数据库中,属性数据和空间数据通过同

—ID 连接。

3 实现系统的关键技术

3.1 设计采集点布置 采集点的多少和布置直接关系到采集信息的代表性和合理性,一般采集点越多,所采集信息越合理,而增加采集点数目受到系统成本的限制,所以采集点布置设计的合理与否显得非常重要,采集点的布置设计是该系统有效运行的关键之一。采集点的分布具有空间信息特征,利用GIS技术空间分析功能可以实现采样点的空间布置设计。采样点布置设计的最终目标是利用最少的采集点获得最能合理反映整个采集区情况的信息。以径流信息采集为例,首先要求对整个采集区进行汇流区特性分区,每一类分区内部汇流区基本一致。汇流分区可以是单一指标和多指标分区,对于单指标分区的方法一般以数值分段法实现,包括等间隔法、分位数法、对数、指数和自然断点法,而对于多指标分区实现一般采用聚类法,包括K均值聚类算法、小波分析和人工神经网络等方法^[10]。以上几种分类方法都是根据空间单元属性数据的相似性程度,将空间单元划分为不同类型或区域,没有考虑单元的空间位置相互依赖关系。而基于空间连续性聚类算法是在传统的K均值算法的基础上,引入地理事物的空间自相关性,其核心思想是利用地理事物的空间相关性对地理事物的属性值进行加权修改,然后利用K均值算法进行分类。

采样点布置设计步骤: 确定影响水文流量的影响因子,不同的汇流区域其影响因子不尽相同; 依据能够反映各影响因子空间分布状况的数据源易获取性和易处理性选取相应的数据源,如雨强、历时、下垫面、植被覆盖率、坡度等数据; 依据影响因子状况和数据源特性,选择合适的分区方法实现汇流区分区,将整个采集区分成若干类别的汇流区分区; 以分区多边形的形状为依据,确定每个分区中的采集点数目及位置,对于相对规则的分区多边形可以布置一个采集点,对于不规则的分区多边形可以布置若干个采集点,该区的采集信息为多个采集点采集信息的平均值。

3.2 GIS 功能与专业应用分析模型集成 根据实时采集的信息及相关模型和知识进行管理决策分析是该系统的最终目标,因此,应用不同,其决策分析的内容及实现也不尽相同,如何实现GIS功能与专业应用分析模型、调度模型之间的集成是系统先进性和实用性的前提之一。有关系统集成的软件结构可分为以下4种不同的混合策略: 独立模型。即GIS功能模块与应用模型系统是两个独立系统,它们之间通过数据转换建立联系; 松耦合模型。两系统之间通过标准中间件联系; 紧耦合模型。即两个系统通过参数传递的方式进行信息交换; 完全集成模型。两个系统实现无缝连接,这种无缝集成包括在GIS中嵌入集成应用模型功能和在应用模型中嵌入GIS功能。图3为以GIS为核心完全集成模型的系统模型结构图。

4 实现系统

该系统利用GSM实现数据通信,计算机和GSM模块的通信通过RS232串口进行^[10]。中心计算机的通信由VB6的MSComm控件来完成。该系统采用控件提供的事件驱动式通信方式。在系统开始运行时,就打开串口并完成初始化设

置。当中心计算机发出指令或接收到信息采集终端发出的数据时,都会触发OnComm事件,并由两个重要的方法conReceive和conEvSend去处理,从而完成系统的通信功能。水文信息编码是远程信息采集的一项重要内容,主要是将多种汇流区各类采集信息进行格式设置,并转换为某一种短消息模式。系统对SMS的控制采用基于AT命令的PDU Mode。PDU是发送或接收手机SMS消息的一种方法,消息正文经过十六进制编码后进行传送。水文短消息编码为信息接收端对信息进行解码和解析提供协议。为保证数据接收中心和数据采集终端通信的有效性,以及对多种汇流区各类信息的正确解析,通信数据报文格式约定如下:DD+数据长度+数据本身+累加和+99,其中累加和是所有数据的和,多种汇流区各类信息之间用逗号隔开。假设采集的降雨量和历时的数据分别为42.8和56,则表示为“42.8,56”,格式化后的数据报文是:“\xDD742.8,56\xFF\x99”,最后形成AT命令的格式为:AT+CMGS=“13819780818\r\xxDD742.8,56\xFF\x99\x1A”,其中控制中心的号码为13819780818,“\x1A”是确认控制字符。当SIM卡中有短信,通过读命令AT+CMGR=1将短信数据读到缓冲区内,然后定位数据报文的位置,并分解判断数据报文的正确性。该指令发出后,则从UART接口返回如下信息: +CMGR:“REC UNREAD”,“+8613819780818”,“06/07/12,12:36:15+32”\xDD742.8,56\xFF\x99。

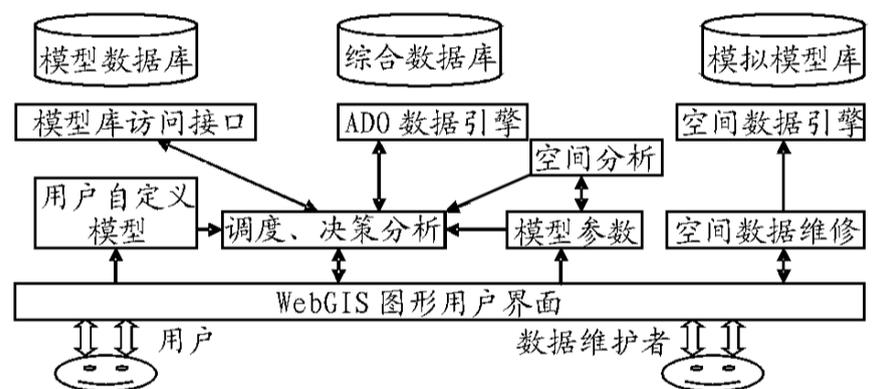


图3 以GIS为核心的系统模型结构

Fig.3 Framework of the system model with GIS as kernel

5 结论

基于流域固定观测点的水文信息采集是流域信息采集的一种重要方式,这类采集方式具有采集点分散、采集间隔短、数据量较大、通信速率要求高、通信距离远并且无人值守等特点。GSM技术能够实现基于固定观测点采集的水文信息的实时传输,固定采样点布设对采集信息的精确性和成本具有重要影响,利用GIS空间分析技术进行汇流区分区,并基于汇流区分区进行采集点布设是一种切实可行的方法。虽然GSM短信通信技术采集数据发送到接收的时间延迟为5~8s,甚至更长一些,但对水文预报和水库实时调度决策分析与应用不会产生较大的影响。因此,它可以有效地解决远距离低速数据传输的问题,从而为水文信息的智能监测、数据采集、远距离控制和水库实时调度等实现提供了良好的途径。该测报系统具有采集及时、数据准确、传输速度快的优点,正常运行情况下无需人工干预就能实现数据采集、传输、处理、存贮等一系列操作,是数字化流域的重要组成部分。

(下转第6595页)

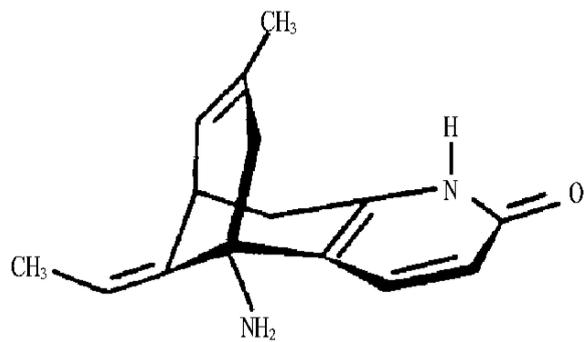


图1 石杉碱甲的分子结构

3.3 千层塔组织内脯氨酸、丙二醛含量 植物体内脯氨酸含量在一定程度上反映了植物的抗逆性。在逆境条件下(干旱、盐碱、热、冷、冻),植物体内脯氨酸(PN)的含量显著增加。抗旱性强的品种往往积累较多的脯氨酸,因此,脯氨酸含量可作为抗旱育种的生理指标。另外,由于脯氨酸亲水性极强,能稳定原生质胶体及组织内的代谢过程,降低冰点,有防止细胞脱水的作用。在低温条件下,植物组织中脯氨酸增加,可提高植物的抗寒性,因此,亦可作为抗寒育种的生理指标。千层塔植物组织中脯氨酸含量叶片中最高,根系中最少,两者相差近4倍。

4 千层塔的繁殖研究

千层塔植株顶端具有生殖芽,落地可生根成新苗,长有孢子囊,成肾形,淡黄色,横生叶腋,成熟时撒出孢子粉^[8],野生条件下通过孢子和生殖芽繁殖,但由于孢子萌发周期长^[9],萌发后属地下生配子体,需6~15年才能成熟。野外观察发现,千层塔通过生殖芽繁殖的现象极少,因此极大地限制了千层塔野生资源的再生。野生资源不能满足市场需求。千层塔含有内生菌,这给组织培养带来了很大困难。但通过对千层塔的扦插研究,已经找到一条能提早使千层塔插条生根,并提高生根率的繁殖途径,达到大量快速繁殖的目的。

4.1 药剂处理对千层塔插条生根的影响 萘乙酸处理的各项数据(除死亡率外)表明,萘乙酸促进发根的效果很差,这可能是因为萘乙酸抑制千层塔扦插生根的作用或浓度太高。扦插效果最好的为2000 ng/L 吲哚丁酸,其次为1000 ng/kg 生根粉。高浓度的吲哚丁酸可提早发根,促进根的生长发育,增加根的分叉率,有利于千层塔插条的生长发育。吲哚丁酸促进生根可能是由于经处理后插条的呼吸率上升,使基部的氨基酸提高,并且在基部积累含氮物质,调动上部物质向下运输,形成愈伤组织,促进根的生长发育。

4.2 不同基质对插条生根的影响 腐殖土与河沙的混和土壤作扦插基质比腐殖土或河沙单独作为基质效果要好。最佳的生根基质需多孔、通气和排水良好,能保持湿润^[9]。河沙虽然通气性好,但保水性极差,水分极容易从河沙中跑掉,

不利于千层塔根生长;腐殖土的通气性较差,单独使用腐殖土容易积水,也不能满足生根对氧气的需求。两者混和弥补了腐殖土不透气和河沙保水性差的不足。这种温和土壤能满足插条生根对水气的需求,因此腐殖土、河沙混和土壤作为基质均优于它们单独作为基质。

4.3 萌芽与否对插条生根的影响 萌芽的插条比不萌芽的插条扦插效果好,可能是由于萌芽的插条比不萌芽的插条发育程度高。导管和韧皮部发育较好,运输物质的能力就强,因此可及时提供营养供给根的生长发育。叶子的光合作用稍强,能积累更多的碳水化合物供发根的需要,或使萌芽的插条内存在根原细胞。此外,萌芽的插条比不萌芽的插条抵抗病菌的能力强,使根在发育过程中免受感染。病毒会降低生根率和生根数。

5 千层塔的研究展望

千层塔含有的石杉碱甲素是一种高效胆碱酯酶抑制剂,对重症肌无力症的治疗有效率高达99.2%,且还能提高脑内乙酰胆碱的含量。由于石杉碱甲在全草中含量甚微,结构复杂,人工合成十分困难。因此,无论是结构改造还是直接作为药品,石杉碱甲的主要来源还是对少数石杉科植物的提取,由于石杉碱甲的作用持续时间长,毒副作用少,受到世界各国同行的瞩目。该类植物是最古老的蕨类植物群,大多数现已灭绝,现存的该类植物大多生长缓慢,对环境要求苛刻,且只有千层塔(*Huperzia serrata*)、小杉兰(*Lycopodium selago*)等少数种类含有石杉碱甲素,故资源极其有限。目前,药品生产完全依赖野生资源,价格昂贵,长期采挖势必破坏千层塔天然资源的保存与可持续开发。因此,研究千层塔中石杉碱甲资源的新来源显得尤为重要。

参考文献

- [1] 吴其漫.植物名实图考M.北京:中华书局,1963:418.
 - [2] 王月娥,岳冬贤,唐希灿.石杉碱甲的抗胆碱酯酶作用J.中国药理学报,1996(7):110-113.
 - [3] 唐希灿,韩怡凡,陈小萍,等.石杉碱甲对大鼠辨别学习和再现过程的影响J.中国药理学报,1996(7):507-511.
 - [4] 陆维华,寿江.石杉碱甲改善老龄大鼠及实验性识别损害大鼠的明暗分辨行为J.中国药理学报,1988(9):11-15.
 - [5] 朱晓东,唐希灿.石杉碱甲和乙对小鼠记忆损害的改善作用J.中国药理学报,1988(9):492-497.
 - [6] 刘铁薇.石杉碱甲的药理作用与临床研究进展J.中药材,2001(10):775-776.
 - [7] 熊志奇,唐希灿.石杉碱甲对基底核大细胞部损毁所致工作记忆障碍的影响J.中国药理学报,1998,3(2):128-132.
 - [8] 江苏新医学院中药大辞典M.上海:上海科技出版社,1985:215-216.
 - [9] 中山大学生物系,南京大学生物系.植物学M.北京:人民教育出版社,1979:137.
 - [10] 哈待曼凯斯特,郑开文,吴应祥,等.植物繁殖原理和技术M.北京:中国林业出版社,1985:295,298,310.
- (上接第6587页)
- 参考文献
- [1] 贾嵘,褚丽娜,李辉.WebGIS在梯级电站群管理信息系统中的应用J.水利水电技术,2004,35(9):133-135.
 - [2] 江南,于雪英.地理信息系统及其展望J.电力系统自动化,2003,27(18):69-72.
 - [3] 程雄,吴争研,刘艳芳.GIS技术在基本农田保护工作中的应用J.国土资源信息化,2002(4):37-39.
 - [4] 盛辉,殷守敬.遥感与地理信息系统技术在湿地研究中的应用J.遥感信息,2006(2):46-50.
 - [5] 李纪人.GIS在洪涝灾害监测评估中的应用J.地理信息世界,2005,3(3):26-29.
 - [6] 龚健雅.当代地理信息系统进展综述J.测绘与空间地理信息,2004(2):5-11.
 - [7] 宋关福,钟耳顺,王尔琪.WebGIS——基于Internet的地理信息系统J.中国图形图像学报,1998(3):251-254.
 - [8] 宋国锋.GSM短信技术在电力变压器监测系统中的应用J.电气化铁道,2006(3):43-45.
 - [9] 朱健,何凤翩.GSM短信息原理和应用J.浙江气象,2005,27(1):23-28.
 - [10] 马景宇,潘瑜春,李翔,等.基于GSM和GIS的土壤水分信心远程采集与决策系统J.节水灌溉,2006(2):8-10.