

文章编号: 1007-4619 (2001) 06-448-06

区域可持续发展评价信息系统研究

陈秀万, 王恩宙

(北京大学 遥感与地理信息系统研究所, 北京 100871)

摘 要: 自然科学、技术与社会科学的有机结合是可持续发展研究中非常重要而有效的途径之一。在研究区域可持续发展指标体系的基础上, 探讨基于利用地理信息系统(GIS)技术的可持续发展评价信息系统, 提出了系统的设计框架与实现方式。选择四川省攀枝花市作为研究区域, 建立该市可持续发展指标体系和可持续发展评价信息系统, 将可持续发展信息基础数据库、指标计算、指标的可视化表现、评价报告的自动生成及空间信息查询等集成为一体, 并实现了系统的开放性、网络化, 是规划方案制定、决策实现和公众参与的有效便捷工具, 可以为可持续发展规划、管理决策提供科学依据。

关键词: 可持续发展; 指标体系; 可持续发展评价信息系统; 地理信息系统

中图分类号: TP79 **文献标识码:** A

1 引 言

可持续发展是现代人地关系的一种规范, 也是各国、各地区在制定和实施发展战略时的准则。可持续发展战略的实施, 必须建立在科学决策的基础之上。科学决策要求掌握大量信息并随时获取最新信息, 因此建立可持续发展信息系统以存储、管理、分析、表现与可持续发展相关的各类信息并实现信息共享, 是实施可持续发展战略的重要步骤。许多国家和机构已经在这一方面开始行动, 如美国麻省理工学院(MIT)从1996年开始筹建基于因特网的全球可持续发展系统(GSSD), 其目的就在于通过互联网实现全球可持续发展研究和行动方面的信息共享。《中国21世纪议程》明确提出应该对中国现有可用来支持可持续发展的信息系统作出技术评价和比较, 找出存在的问题和改进的途径, 在此基础上, “逐步建立起可持续发展信息系统与统计监测系统”^[1]。

作为可持续发展信息系统的一个重要组成部分, 可持续发展评价信息系统(Sustainable Development Evaluation Information System, SDEIS)的建立, 不仅可利用制定的区域可持续发展指标体系对区域可持续发展状况进行定量分析和描述, 而且

可以利用文字、图表、专题图、遥感影像、多媒体演示等对本地区综合情况进行描述, 并通过因特网对外发布可持续发展评价信息。各部门及公众通过该系统可以方便及时地了解本地区及其他地区的可持续发展状况, 并实时反馈, 真正参与可持续发展决策过程。本文选择四川省攀枝花市作为研究区, 在研建该市可持续发展指标体系的基础上, 利用地理信息系统(GIS)和网络技术, 开发建立了可持续发展评价信息系统。

2 区域可持续发展评价信息系统的总体设计与开发

早在20世纪80年代末期, 陈述彭教授、刘光鼎教授等就提倡资源与环境系统的调控, 并提出了许多重要的理论性和方向性问题, 在我国开创了将空间信息技术应用于区域可持续发展研究的先河^[2]。在1995—1998年实施的北京大学与攀枝花市人民政府科技合作计划第一期项目(PUP-1)“空间信息系统促进攀枝花市资源持续利用与区域可持续发展研究”, 对可持续发展信息系统的总体设计进行了初步探索和有益尝试^[3]。国外也在研究如何更好地将信息技术应用于可持续发展决策与实践^[4,5]。

区域可持续发展评价信息系统可以为区域可持

收稿日期: 2000-08-08; 修订日期: 2001-02-08

作者简介: 陈秀万(1964—), 男, 1993年获武汉水电大学环境遥感专业工学博士学位, 1995年北京大学遥感与地理信息系统研究所博士后出站。现为北京大学遥感与地理信息系统研究所副教授, 科技部国家遥感中心业务发展与国际合作研究室主任。已出版专著1部、合著2部, 发表论文40余篇。

续发展决策与战略实施提供有效的解决方案,为研究人员、规划人员、决策者和公众了解本地区可持续发展状况提供支持。由于可持续发展决策大多数是跨学科跨领域的,因此决策者需要在不同部门的相互关联、相互冲突的目标之间寻求一种平衡。而包括 GIS 在内的信息技术不仅可以提供对多个部门的空间数据和属性数据的存储与分析,而且可以将不同部门的数据整合到一起,为跨学科的决策提供帮助。同时在可持续发展评价的过程中,可以不仅仅局限于有限的指标,而能够对区域的整体状况有所了解。因此,区域可持续发展评价信息系统的建立需要满足完备性、实用性、开放性、灵活性等要求。

SDEIS 系统的整体设计思路是以可持续发展评价为核心,以组件对象技术、WebGIS 技术、分布式数据库、分布计算技术等为工具,以数据为中心,使系统具有较强的获取、存储、处理、分析和应用区域社会、经济、自然各层面及各层面间相互联系的时空信息与知识的能力,并通过制定统一的共享政策和共享数据标准等手段对系统的建设和运行加以有效的组织、协调和监督,保证系统功能的顺利实现和良好运行。遥感、卫星定位系统和地面监测系统为重要的数据获取手段, GIS 则为重要的“数据管理器”和“知识挖掘器”。各种数据和所挖掘的深层知识以 Internet 为媒介传送到信息需求者手中。作为构筑在 Internet 之上的开放系统, SDEIS 由数据库、图形库、图像库和模型库等部分组成(图 1, 2)。模型库的核心是可持续发展指标体系及其计算方法。

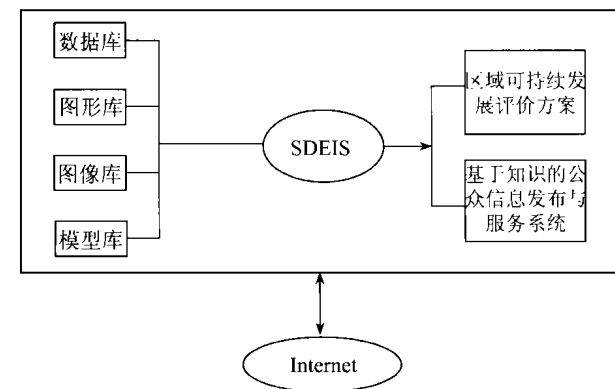


图 1 SDEIS 系统的构成
Fig. 1 SDEIS components

SDEIS 系统的开发以 Microsoft Office 办公套件为数据处理内核,通过现有的空间信息处理控件加入资源环境背景信息,利用 VB 及 VBA 进行编程实现。在原有的统计数据基础上,通过 Microsoft Access 建

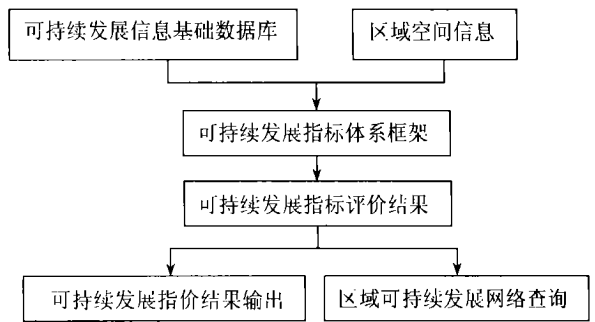


图 2 SDEIS 系统的数据流程
Fig. 2 SDEIS data flow

立可持续发展信息基础数据库,通过 OLE Automation 技术,利用 Excel 对指标进行计算,并能够自动生成图表对数据进行形象化的表示,利用 VBA 自动生成包含指标数据表与统计图表的 Word 报告文档,利用 VB 自动将指标结果生成网页,利用网络 GIS 技术加入区域资源与环境概况介绍,最终利用 Microsoft 的 ASP(Active Server Pages)对网页进行组织,并在因特网上进行发布。

3 攀枝花市可持续发展指标体系与评价信息系统的建立

3.1 攀枝花市市情概况

攀枝花市位于四川省西南角川滇交界处,现辖东区、西区、仁和区、米易县、盐边县,总面积 7434.4 km²。总人口 97.8 万人,其中城市人口 46.8 万人。攀枝花建市于 1965 年。建市以前,这里是中国最贫困的少数民族地区之一,人烟稀少,以农牧业生产为主,经济十分落后。经过 30 多年建设,如今这里是一座以冶金为主体包括多个行业的比较现代化的工业城市,全市历年累计完成总投资约 300 亿元,形成固定资产 167 亿元,例如 1995 年实现国民生产总值 83.1 亿元,人均 8647 亿元。攀枝花市蕴藏着极为丰富的矿产资源,其中以钒钛磁铁矿、晶质石墨矿为代表。复杂的地形条件和立体气候特征,为多种动植物的生长和繁衍创造了较为有利的环境,形成了丰富多彩的生物群落。该区环境状况堪忧,地表水水质有明显下降的趋势,大气环境质量较差,噪声污染改善不大,固体废弃物仍呈上升趋势。全市现有各类科研机构 29 个,有各类专业技术人员 6.5 万人,其中中、高级技术人才近 6000 名,有一定的科技开发实力。

3.2 攀枝花市可持续发展指标体系的建立

现有的可持续发展指标体系可以分为三类：单一型指标、综合型指标、系统型指标，实际中要建立的指标体系可以结合实际情况选择其中一种类型或几种类型的结合^[6]。攀枝花市可持续发展指标体系的建立应遵循科学性、可操作性、层次性、指示性、动态性等基本原则，需要从本地区的实际情况和需要出发综合多方面的信息。由于现有的基础数据与建立一个完善的可持续发展指标体系的要求相比往往差距较远，因此在选择指标时，可以先从现有的数据出发，以此为基础建立指标框架，然后在可持续发展评价信息系统的支持下，不断对指标体系进行完善。

攀枝花市可持续发展指标体系的建立分为两部分：核心指标与参考指标。核心指标力图通过少数指标对攀枝花市总体的可持续发展状况进行反映。由于衡量可持续发展不是对某一时刻的可持续发展状态进行评估，而应当是对某一发展阶段进行评价，因此在核心指标的选取中比较注重增长率及变化率，而较少采用单纯的数量指标。参考指标则是通过选取一系列指标来全面反映可持续发展各领域的状况。这样一方面满足了指标体系的指标性原则，可以清楚地反映可持续发展状况的总体变化趋势，同时又可以多方面地表现可持续发展各领域的情况。

由于可持续发展涉及的领域非常广泛，如果要提出一套指标来对各个地区的可持续发展状况进行比较就必须要求所比较的地区在经济发展阶段、产业结构、自然资源等方面有一定的可比性，所以这里所建立的攀枝花市可持续发展指标体系仅适用于类似的资源开发占主导地位的城市。在指标的建立过程中，由于以货币计量的指标要考虑通货膨胀的影响，因此在指标的设定时，尽量不采用直接的货币量指标，而是通过比率来反映变化。

攀枝花市可持续发展核心指标包括社会经济指标、资源指标、环境指标和人力资源指标。社会经济指标如表 1，其中人均真实储蓄率，在尚无公认的计算方法之前，暂时用人均国内生产总值代替。未来根据资料，尚需要增加反映贫困人口状况的指标。资源指标如表 2，其中采掘指数=采掘业产值/国内生产总值。由于在攀枝花地区生物多样性与森林的变化密切相关，所以以年木材生产量来反映人类活动对生态环境的影响。环境指标采用压力—状态—反应—限制模型，其中的限制指的是对该环境指标

的一些限定条件，包括国家的相关各项规定以及计划目标等，如表 3，其中三废支出指数=当年用于三废治理的支出/国内生产总值×100。人力资源指标包括专业技术人员指数、教育支出指数，其中专业技术人员指数=各类专业技术人员数/总人口数×100，教育支出指数=教育事业费支出/地方财政预算内支出×100。

表 1 核心指标—社会经济指标

Table 1 Social and economic indicators

指标名称	所针对的领域
人口增长率	人口
人均真实储蓄率	经济发展
基尼系数	社会公平

表 2 核心指标—资源指标

Table 2 Resources indicators

指标	所针对领域
采掘指数	矿产资源
年木材生产量	森林资源及生物多样性

表 3 核心指标—环境指标

Table 3 Environmental indicators

压力指标	状态指标	反应指标	限制指标
年工业固体废物产生量	年工业固体废物综合利用量	三废支出指数	国家有关固体废弃物的规定
年废气排放量	工业粉尘回收量	三废支出指数	国家有关空气污染的规定
年工业废水排放量	工业废水排放达标量	三废支出指数	国家有关工业废水的排放标准及规定

攀枝花市可持续发展指标体系中参考指标的选取遵从实用性原则，即所有的参考指标都可以从《攀枝花统计年鉴》中计算得到，暂不设立缺乏数据保证的新的指标。一方面采用这些指标比较容易得到，可信度较高；另一方面采用这些有多年积累的指标可以进行时间序列分析，分析长时期以来可持续发展的变化趋势。而任何新建指标要得到统计部门的认可还需要一个过程，无法保证能够持续稳定地获取数据。

参考指标包括经济指标、社会指标、自然资源指标、环境指标和人力资源指标。经济指标包括城市居民恩格尔系数、农村居民消费指数。其中农村居民消费指数=农村用户人平均生活消费支出/农民人平均总收入。社会指标包括自来水受益村比例、通电话村比例、通汽车村比例、全市人均卫生机构床位数、刑事案件发案数、城市住户家庭平均每人全年

消费卷烟数量。自然资源指标包括耕地抗御灾害指数、封山育林面积、原煤生产量、铁矿石原矿量。其中耕地抗御灾害指数=旱涝保收面积/耕地总面积。环境指标包括农用化肥施用量、农药施用量、垃圾粪便无害化处理率、人均公共绿地面积。人力资源指标包括7—12岁女童入学年龄、公共图书馆总藏量。

3.3 可持续发展评价信息系统的实现

攀枝花市可持续发展评价信息系统主界面的如图3所示。



图3 攀枝花市可持续发展评价信息系统主界面

Fig. 3 Main interface of PSDEIS

3.3.1 攀枝花市可持续发展基础信息数据库的建立

攀枝花市可持续发展基础信息数据库的建立基于 Access 数据库, 存储与攀枝花市可持续发展相关的各项资料, 主要以历年的《攀枝花统计年鉴》为基础, 可以根据需要进行扩展。作为研究性系统, 目前仅录入了1990、1995、1996年的数据。以后可以与攀枝花市统计局自身的数据库进行接口, 实时动态更新数据。为保持一致性, 数据库中数据的计量单位一律按照《攀枝花统计年鉴》中所采用的计量单位。具体建立的数据字段包括:

(1) 经济指标: 全市总面积、国内生产总值、地方财政预算内支出、粮食单产;

(2) 社会指标: 人口密度、总人口、户数、人口自然增长率、村民委员会个数、自来水受益村数、通电话村数、通汽车村数、全市卫生机构实有床位数、自来水用水人口、市区刑事案件发案数;

(3) 自然资源指标: 耕地面积、旱涝保收面积、当年造林面积、封山育林面积、村及村以下农民采伐木材量、采掘工业总产值(按当年价计算)、原煤生产量、铁矿石原矿量、原木生产量、木材及竹材采运业

总产值(按当年价计算);

(4) 环境数据: 农用化肥施用量(折纯量)、农药施用量、垃圾粪便无害化处理率、污水年排放量(全社会)、工业废水排放量、工业废水排放达标量、废气排放量、工业烟尘排放量、工业粉尘回收量、工业固体废物产生量、工业固体废物综合利用量、工业炉窑数、工业炉窑烟尘排放达标数、公共绿地面积、更新改造本年完成投资用途(节约能源)、更新改造本年完成投资用途(三废治理);

(5) 人力资源指标: 各类专业技术人员数、教育事业费支出、7—12岁女童入学年、公共图书馆总藏量、教育行业平均工资;

(6) 城市住户基本情况: 调查户数、最低收入户户数、最低收入户实际收入、低收入户户数、低收入户实际收入、中等偏下户户数、中等偏下户实际收入、中等收入户户数、中等收入户实际收入、中等偏上户户数、中等偏上户实际收入、高收入户户数、高收入户实际收入、最高收入户户数、最高收入户实际收入、居民人均消费性支出、居民人均食品支出、城市住户家庭平均每人全年消费卷烟数量、住户家庭年平均购买煤炭量;

(7) 农村居民基本情况: 人平全年总收入、人平全年种植收入、农村用户人平生活消费支出、农村用户人平购买衣着;

(8) 价格指数数据: 商品零售价格总指数。

3.3.2 空间信息的处理

采用 Visual Basic, 使用 MapObjects 控件来对空间数据进行处理。可以显示市情信息, 包括县乡概况、矿产资源、水资源及旅游资源概况; 城市规划信息, 包括总体规划、发展规划和炳草岗片区规划。系统的数据源为 ESRI 的 Shape 格式数据, 系统采用图层管理, 可以根据情况增减图层。用户可以进行放大、缩小、漫游、标识地物等操作, 可以根据地物的属性字段查找地物。用户还可以根据需要进行不同的专题图表现形式, 包括单一图例、数值图、分级显示、点密度图, 以及利用某一字段对地物进行标记。利用“提示”功能还可以在鼠标移过当前图层的地物时, 显示该地物的属性信息。

3.3.3 指标计算功能

通过 VBA 编程, 利用 Microsoft Excel 调入 Access 数据库中的数据, 统一单位, 然后编程计算指标, 将其作为 Excel 工作表进行存储。用户可以利用“指标更新”功能, 把基础数据库的更改反映到指标当中, 使指标随时有最新的数据支持。指标计算之后,

用户可以根据需要选定某列指标,利用“自动生成图表功能”自动生成该指标的年度变化趋势图。

3.3.4 评价结果的输出

通过 VBA 编程,利用 Microsoft Word 生成评价报告的框架,调入 Microsoft Excel 生成的指标数据表与相关图表,最终利用 Word 动态输出完整的评价报告。用户可以在自动生成的评价报告基础上,增删修改,生成符合本部门需要的可持续发展评价报告。

3.3.5 网上发布功能

利用 VB 自动将指标数据表及相应图表转换成 HTML 文本,并利用 Microsoft Frontpage⁹⁸ 建立攀枝花市可持续发展评价信息网站的架构。在使用过程中,用户首先需要下载所需的插件 Plug-In (用于 Netscape Navigator 浏览器) 或 ActiveX 控件 (用于 Internet Explorer 浏览器)。然后就可以对传送到浏览器上的地图进行操作,可以进行缩放、漫游、改变图层的显示状态、利用提示功能查看属性信息等。在用户浏览器上所显示的攀枝花市概况示意图,如图 4 所示。



图 4 网上攀枝花市概况示意图

Fig. 4 Sketch map of Panzhihua city survey

3.4 评价结果分析

由于目前所建立的攀枝花市可持续发展评价信息系统只录入了 1990, 1995, 1996 年的与指标相关的统计数据作为实验数据,尚属一个研究性的原型系统,因此要对攀枝花市整体的可持续发展状况作出系统的评价,还需要大量的基础数据支持,建立指标的年度时间序列;同时指标设置恰当与否,还需要研究者、决策者及普通公众的共同参与来对指标体系进行完善。

通过比较 1990 年和 1995 年的指标数据,只能对攀枝花市这一时期可持续发展中可能存在的问题

作一个简单分析:

(1) 社会公平程度下降,1990、1995 年基尼系数分别为 0.19、0.21;

(2) 环境治理力度仍需加强,1990、1995 年三废支出指数分别为 0.5、0.13;

(3) 教育投入尚显不足,1990、1995 年教育支出指数分别为 14、8.1。

从总体来看,攀枝花市资源潜力巨大,但由于产业结构单一、污染治理力度不足,导致生态环境呈恶化趋势,同时由于地处内陆,交通不便,使之对人才的吸引力不足,因此人力资源状况没有明显的改善。未来攀枝花市需要以优势资源为依托,加大科技投入,提高资源综合利用水平,同时加快发展旅游业、生态农业等产业,调整产业结构,并制定更优惠的政策吸引人才,最终才能使攀枝花走上良性的可持续发展之路。

4 结 语

现有的可持续发展指标体系可以分为 3 类:单一型指标、综合型指标、系统型指标。国外现在提出的指标体系多是单一型,国内多为综合型。单一型指标虽然简单明了,但往往指标数量过多;综合型指标多存在着理论缺陷;而系统型指标的应用前景较好,但尚需进一步完善其理论基础。在建立区域可持续发展指标体系的过程中,需要根据本地区所处的发展阶段,所要选择的可持续发展模式,以及可以利用的数据情况,建立适于本地区需要的可持续发展指标体系。可持续发展指标体系研究是一个复杂的系统工程,需要综合多个领域的研究成果,而信息技术可以更好地将这些研究成果集成为一个整体。

在可持续发展指标体系研究的基础上,通过建立区域可持续发展评价信息系统,可以更好地辅助决策者进行决策,并且使公众对于本地区的可持续发展状况有更深入的了解。利用 OLE Automation、组件对象技术(COM)及 WebGIS 技术,可以使可持续发展评价信息系统成为一个开放的系统,可以真正使可持续发展评价应用到实际中。

由于受基础数据的限制,所建立的攀枝花市可持续发展评价信息系统尚无法得出对整体的可持续发展状况全面准确的评价。同时如果有足够的统计数据,GIS 可以不仅仅是提供资源环境背景信息,而且可以计算区域均衡发展度、评价土地利用状况等,可以把攀枝花市可持续发展指标体系放在四川省乃

至全国的背景下进行比较,充分发挥空间信息的作用。这些方面,在以后的研究中还需要进一步深化。

参考文献 (References)

- [1] The People's Republic of China. 1994. China's Agenda 21—White Paper on China's Population, Environment, and Development in the 21st Century [R]. Beijing: Environmental Science Press, 1994. [中华人民共和国. 1994. 中国 21 世纪议程——中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书[R]. 北京: 中国环境科学出版社, 1994.]
- [2] Chen Shupeng, Liu Guangding. Natural Resources and Environment System Control [M]. Beijing: Science Press, 1992. [陈述彭, 刘光鼎. 自然资源与环境的系统调控[M]. 北京: 科学出版社, 1992.]
- [3] Chen Xiuwan *et al.* Spatial Information System (SIS) Applications for Sustainable Natural Resources Utilization and Regional Development in Parzhihua City, Sichuan Province, China [R]. Final Report on the First-Phase Project of the Program on Scientific and Technological Cooperation between Peking University and Parzhihua City (PUP-1). 1998, 304. [陈秀万等. 空间信息系统促进攀枝花市资源持续利用与区域可持续发展研究[R]. 北京大学、攀枝花市人民政府科技合作计划第一期项目(PUP-1)成果报告书, 1998, 304.]
- [4] Donella Meadows. Indicators and Information Systems for Sustainable Development [R]. The Sustainability Institute. 1996.
- [5] OECD. Environmental Information System and Indicators [R]. OCDE/GD(93)61. 1993.
- [6] Wang Enzhou. Research on Regional Sustainable Development Indicators and Evaluation Information System of Sustainable Development [D]. 1999, 66. [王恩宙. 区域可持续发展指标体系与评价信息系统研究[D]. 北京大学硕士研究生学位论文. 1999, 66.]

Study on Regional Sustainable Development Evaluation Information System

CHEN Xiu-wan, WANG En-zhou

(Institute of Remote Sensing and GIS, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: It is one of the most important and effective approaches in the researches on sustainable development to integrate social sciences with natural sciences and technology. In this paper, regional sustainable development indicators and spatial information technology applications in regional sustainable development management were discussed, and a Sustainable Development Evaluation Information System (SDEIS) was designed based on Geographical Information System (GIS). The SDEIS, with the integration of techniques such as object-oriented and component software, distributed database, Web GIS, etc., is composed of sustainable development evaluation models and knowledge- and Internet-based information sharing and service system. The system was developed by mainly using VB and VBA programming languages, in which sustainable development basic database was established based on Microsoft Access, indicators were calculated based on Excel and by using OLE Automation technique, regional resources and environmental situation were introduced through Web GIS, and Microsoft ASP (Active Server Pages) was used to produce homepages. With the capacity of managing large amount of data in attribute database, graphical database and image database and processing data by using models, the SDEIS system can be used to carry out regional sustainable development evaluation and implement information sharing.

A pilot study was initiated in Parzhihua City, Sichuan Province, China. The Parzhihua Sustainable Development Indicator System (PSDIS) and the Parzhihua SDEIS (PSDEIS) were established. The PSDIS includes core indicators (social and economic indicators, resources indicators and environmental indicators) and reference indicators, which were used to identify the sustainable development status in the region. The PSDEIS, characterized by open, Internet-based, and integrating the basic database development, indicators calculation and visualization, automatic report and spatial query, is a very useful and convenient tool for regional sustainable development evaluating, planning and decision making and public participating.

Key words: sustainable development; indicator system; Sustainable Development Evaluation Information System (SDEIS), Geographical Information System (GIS)