

小流域可持续发展能力评价系统研究与开发*

喻权刚¹, 朱小勇², 殷宝库¹

(1. 黄河上中游管理局, 西安 710021; 2. 黄河水利委员会, 郑州 450003)

摘 要: 阐述了黄河小流域可持续发展能力评价系统的研究与开发, 包括对水土保持相关情况调研、系统总体设计、数据结构设计以及系统功能等。系统构建了国内权威的創新小流域综合评价指标体系, 不仅能够对水保监测数据进行分析, 更能迅速做出专业的可持续发展能力评价, 提供多种数据录入输出接口, 图文并茂的结果模式直观帮助领导做出科学的决策。

关键词: 小流域; 小流域综合治理; 可持续发展; 水土保持

中图分类号: F323; S157 **文献标识码:** A **文章编号:** 100523409(2008)050201704

Research and Development of M & E System for Sustainable
Watershed Development Capacity AUTHOR

YU Quan2gang¹, ZH U Xiao2yong², YIN Bao2ku¹

(1. Upper2Middle Reaches Bureau, Xi an 710021, China; 2. Yellow River Conservancy Commission, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: This paper addresses research and development of evaluation system for sustainable development capacity of Yellow River Watershed, including soil and water conservation surveys, general system design, data structure and system function de2sign. The system sets up the authoritative and innovative comprehensive evaluation indicator system at the domestic level, which can not only analyze the soil and water conservation monitoring data, but also evaluate the sustainable development ca2pacity rapidly and specializedly, provide multiple accesses to data input and output and visually assist in scient ific decision2mak2ing with the means of illustrated outcomes.

Key words: small watershed; comprehensive watershed management; sustainable development; soil and water conservation

黄河流域是我国水土流失治理的重点地区。经政府多年系统、科学、有效的治理, 当地水土流失得到一定的控制, 生态环境逐步改善。为全面总结完善黄土高原监测评价体系, 提高中国流域治理和生态环境建设工作的管理水平, 英国国际发展部提供总额 494. 8 万英镑的赠款在甘肃省黄土高原水土保持世行贷款项目区的环县、华池、崆峒、静宁 4 县(区) 实施中国小流域治理管理项目。黄河水土保持生态环境监测评价能力建设是其活动的重要组成部分, 主要包括建立小流域监测评价数据交换与共享机制、小流域监测与评价方法和指南研究、小流域监测评价系统建设、技术培训和研讨 4 项内容, 其中小流域可持续发展能力评价系统建设又是核心部分。

由于黄河流域地貌复杂, 水土保持信息量大, 影响因素多, 流域监测与评价难度较大, 多年来一直缺乏可操作的、针对性较强的黄河流域的小流域监测与评价方法与模型。因此, 开展小流域综合评价系统建设, 通过引进先进的流域综合管理理念, 结合目前水利及相关行业监测评价系统的建设经验, 为黄河水土保持生态环境监测中心构建面向小流域监测评价方法和模型,

为小流域监测数据的整合、分析和评价提供平台, 对检测小流域水保监测实施成效, 提高小流域监测评价的科学性和效率, 优化各级政府的正确决策具有非常重要的意义。

该文从水保现状调研情况、系统总体设计、数据结构设计以及系统功能等方面详细阐述黄河小流域可持续发展能力评价系统的研究与开发。

1 水保调研

1.1 调研内容

(1) 水土保持现状。水保建设的急迫性和水保建设的普遍性。(2) 相关水保政策法规调研。包括国家水保政策、黄委及上中游局水保相关法律法规及技术指导性文件、其他相关部门水保法规。(3) 国内外小流域综合评价研究。包括国内外流域综合评价发展、国内外流域系统评价异同点、常用的小流域综合评价方法与模型、重要科学文献的小流域综合评价研究成果。(4) 水保系统调研。主要是相关水土保持系统建设情况。(5) 数据调研。包括监测数据和评价数据。

* 收稿日期: 20080624
基金项目: 英国赠款小流域治理管理项目/ 小流域综合评价系统建设
作者简介: 喻权刚(1965-), 男, 汉族, 陕西商洛市人, 硕士, 教授级高级工程师, 从事水土保持监测及/ 3S 技术应用等研究。E2mail: yu2qg@163. com

1.2 调研方式

(1)网络资料搜集。全方面利用各种信息渠道,如互联网和公开的资料,收集和整理国内外小流域综合评价研究,常用评价方法与模型,水利部和黄委相关信息,相关项目组的调研报告,以及承建公司的水利、水保项目资料等。

(2)实地调查。基于世行贷款和英国赠款项目区的示范小流域(甲积峪)展开实地调查,搜集数据,走访农户,并与数据共享机制研究的研究小组共同对涉及流域综合评价的政府机构调研;对水利及相关行业已建的评价系统和黄河流域现有应用系统的开发及运行情况进行实地调研。

(3)调研成果分析。根据收集到的各方面调研结果,分类整编,探讨已有常规评价方法和模型的优缺点,从实际情况和需要提出小流域综合评价体系,并对小流域监测评价系统建设的技术可行性进行分析。

1.3 调研成果

通过互联网下载相关文献 100 多份,诸如/数字黄土高原)))高科技在黄河水土保持中大显身手0、/GPS 在淤地应用0等权威研究成果;整理各级水保部门最新相关法规措施,包括国家颁布水保法规政策 15 份(如5中华人民共和国水土保持法6等)、黄委及上中游局水保相关法律法规及技术指导性文件 13 份(如 数字黄河0工程规划等)以及其他部门相关水保法规 6 份;多角度、多尺度、多渠道研究分析国内外各种综合评价方法、理论框架、模型特点等,总结出 3 种国外主要的流域评价模型,4 种国内主要小流域的综合评价模型框架以及 16 种指标体系及评价方法;取得各流域监测部门公开监测资料和数据,世行投资主管部门的相关资料,拷贝电子文档资料数十份;深入调查全国重点水土保持生态建设项目 10 多个,其中黄河水保相关项目占 7 个,收集项目技术文档,成果报告 10 来篇。

2 系统总体设计

2.1 系统总体框架

按照黄河水利委员会制定的5黄河水土保持生态环境监测评价能力建设项目6一文要求,在中国科学院生态环境研究中心提交的/小流域监测与评价方法和指南研究0得到的小流域综合评价方法和模型的基础上,由航天量子数码科技有限公司承办/小流域可持续发展能力评价系统0的开发,提供监测数据的输入、存储;评价数据的关联和计算;评价模型的数据输入和输出;评估结果数据的存储和转发。

在系统建设中,遵从统一性、实用性、分步实施原则,将信息系统大致划分为项目评估、模型;管理、数据维护、系统配置 4 大类应用系统,如图 1 所示。

(1)流域项目管理。流域设定:用户选取模型标准,创建评估的基础监测数据表(时间、名称、ID、评估模型);环境设置:定制评估系统的基本项目参数。如:系统用户,网络数据库,本地数据库,本地工作目录,当前模型,当前项目,评估数据的导入、导出;可视化查询:能够在空间尺度下,查询各流域的项目基本情况、评估结果和准则及指标。

(2)项目评估。基础数据:完成指标计算所需的基础监测数据的录入、计算和统计,在权衡公式计算和采集数据方

便的前提下,提供基础数据采集的工具;指标修订:建立一套评估模型需要的基本监测表、评价表、准则表和目 标,并调整和输入调测值、计算公式和参变量;准则计算:输入和编辑监测数据内容,并可进行计算和数据的直接计算和手动修订;目标数据:结果查看和显示对比;可视化:针对评价指标和准则,做横向各指标对比和纵向时向对比。

(3)数据管理。评估项目数据导入导出。(导出数据到本地或其它数据库,导入上传数据);计算模型数据导入导出。(导出数据到本地或其它数据库,导入上传数据)。

(4)模型配置。定义模型指标。包括指标分类、加权、描述、公式和统计方法进行描述和设定;定制模型准则和目标;为模型计算定义输入和输出接口及调用方式;模版数据包括模型评估法所使用的参数种类、名称、有效方式、范围、基准值、评价方式。

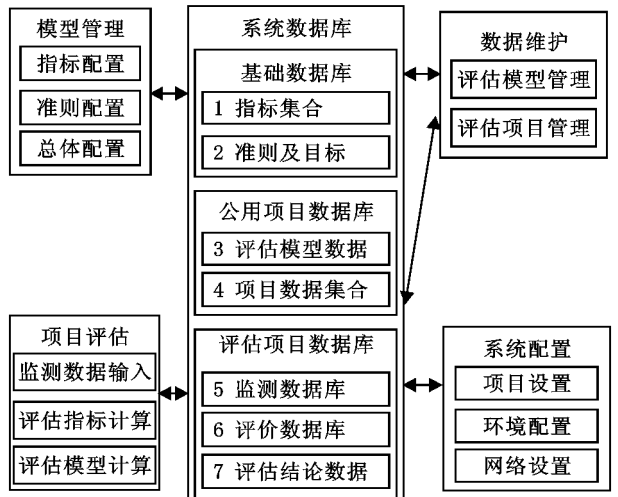


图 1 评价系统功能模块关系图

2.2 系统技术实现

2.2.1 小流域综合评价指标体系确定

(1)创新提出整合生态支持、水土保持、环境保护、社会进步、经济发展和管理调控为内容的小流域综合评价框架;

(2)确定单指标与多指标相结合、大尺度与小尺度指标相结合、绝对指标与相对指标相结合、客观指标与主观指标相结合、实测指标与统计指标相结合的适宜于本项目区全新的小流域综合评价与模型研究方法。

(3)全面实施甲积峪案例的测试、分析与总结,便于与后续开发工作实现良好的对接。

2.2.2 模型算法评估及论证

(1)指标整理:枚举中国科学院提供的各级指标清单,技术含义及相关基础数据指标值。

(2)指标验算:描述各指标的基准、算法、分级分段基础值,标准化值、公式及验算方法。

(3)缺陷及缺省预处理:对无法直接获取的监测指标的数据来源及估算方法。

2.2.3 界面和流程处理

(1)界面的友好性和可靠性。对基础数据操作,提供可参考的公式选择和直接输入两种方式;评估计算可随时生成最新数据并进行验算和结果导出。

(2) 可视化的表现方式和形象化的展现手段, 可以实现多指标的对比和显示。

2.2.2.4 数据库建库

系统利用业主单位已有的 Oracle 数据库管理系统进行地理信息和统计监测数据的存储管理, 同时考虑使用本地数据库的进行存储和运行; 系统建立多个数据表空间来存储有关的基础数据和监测分析效益评价数据; 建立网络数据库和本地数据; 建立相关的部署脚本和安装程序; 提供完整的程序安装指南和部署流程文档。

2.2.2.5 系统开发

系统基于 .net 架构开发, 采用 2 层架构实现 C/S 平台, C# 桌面端对数据库实施分布式访问。前台数据库为 Access, 后台数据库为 Oracle, 有效的管理监测和评价数据, 同时, 方便地为模型计算模块生成所需评价数据、结果, 并快速的整合模型计算处理模块, 完成评价结果的保存和统计报表等展示功能。

2.2.2.6 系统测试和运行

(1) 内部测试。模拟用户的软硬件和网络环境配置, 安装系统软件, 加载真实数据或模拟数据, 模拟多模型的访问模式, 对系统的功能和性能进行模拟测试。

(2) 系统测试。在用户已配置的软硬件系统和网络环境下, 安装系统软件, 加载真实数据或模拟数据, 进行多用户访问操作, 对系统的功能和性能进行现场测试。

3 数据结构设计

3.1 数据库设计

根据数据的不同来源、用途和特性, 数据库设计包含 3 张模型表, 3 张项目表共计 6 张表。

(1) 模型库表。基础模型数据是在特定的评估模型中, 对不同范围的数据做评估时, 都需依照数据不同的标准部分和使用的通用数据结构定义部分的数据。包括基础模型元数据、模型使用范围、统计方法、主管部门、模型指标层次关系等属性。(2) 模型评价数据表。能够根据用户对评估模型和评估对象的设定, 自动创建用于保存监测内容的数据库表。包含索引表、字段表和综合数据表。包含评价指标数据集、评价数据描述、统计方法描述、参数定义、标准化方式等主要字段。(3) 模型基础数据表。用于保留计算评价数据的基础数据表结构, 用于保留最基础的采集监测数据和手工数据。包含监测指标数据集, 数据单位、数据来源、数据采集时间等字段。(4) 项目数据库表。特定地区时间下的项目数据库。存储该项目的项目名称、流域编号、模型方法、评估时间和评估人员等基本信息。(5) 项目评价数据。在特定的项目下, 依据选定模型监测指标和评价准则, 得到的分析计算结果。采用分类指标数据库和评价模版的方式, 保存数据基本内容以及监测数据的关联关系。形成模型需要的指标参数, 传送模型计算。将计算结果保留指定数据库。数据库主要包括评价指标数据库和计算方法运行库 2 个部分。(6) 项目基础数据。保留项目评价的基础监测数据, 来自采集的第一手资料。

3.2 指标体系描述

经过多次论证会、专家咨询会、内部讨论等方式的基础

上, 最终形成了面向黄河流域的小流域综合评价指标体系框架, 这一理论框架具有完整性、综合性和耦合性以及较强的目的性。它以小流域综合治理活动为线索, 以小流域综合治理效益为目标, 注重英国赠款项目的提高可持续发展能力、关注农户生计等特色见图 2。

本研究构建的小流域综合治理效益评价指标体系包含有 3 层体系结构: 上层为目标层))) 小流域综合治理效益; 中层为 6 个准则层))) 分别为生态支持、蓄水保土、环境保护、社会进步、经济发展和管理调控; 底层为指标层))) 含 24 个关键指标和 13 个备选指标, 如图 3 所示。

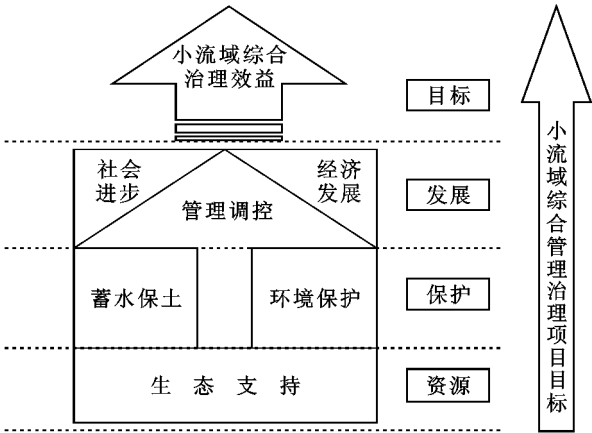


图 2 基于小流域综合管理理念的综合评价指标框架图

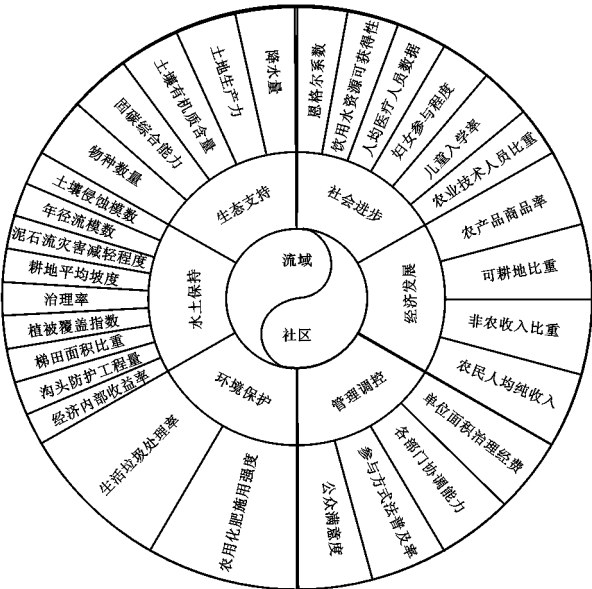


图 3 小流域综合评价指标体系结构图

3.3 模型方法简述

系统提供 9 种基本模型方法, 包括单指标评价方法, 综合评分、层次分析及 6 种以单准则为目标的综合评价方法。

(1) 单项指标评价模型。通过小流域综合治理效益评价指标体系中单个指标评价的结果及统计分析, 可以从不同侧面衡量小流域的状况。

(2) 综合评分模型。在各指标绝对值计算的基础上, 对照评分标准, 给出单项指标的得分, 并对所有指标的得分进行求和加总。再根据总得分情况判断分析小流域综合质量的优劣及存在问题。

(3) 层次分析模型。对小流域综合治理效益的评价层次分为 3 个层次, 分别是目标层(A, 一级指标)、准则层(B, 二级指标)和指标层(C, 三级指标), 对单项指标进行标准值化及权重计算。这是该系统基于黄河小流域综合治理能力评价的重点算法。

(4) 生态支持、蓄水保土、环境保护、社会进步、经济发展和管理调控 6 个模型。以单准则为目标, 套用层次分析法思路及权重, 方便得出各准则面的治理情况。

3.4 案例测算

以甲积峪小流域作为案例, 对其 1999 年、2003 年、2006 年 3 个年度的监测数据 9 种模型对应建立的 9 个项目进行测试性评价, 并对评价结果进行统计分析, 从而验证小流域可持续发展能力评价系统的科学性、实用性和可操作性。

4 系统功能

4.1 用户操作流程

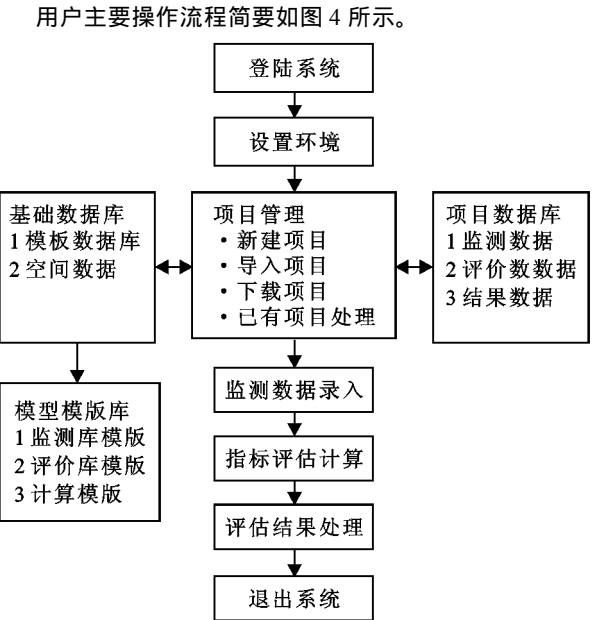


图 4 用户操作流程

4.2 系统界面介绍

启动系统, 进入系统欢迎界面, 如图 5 所示:



图 5 系统欢迎界面

打开某个项目或模型, 系统进入系统主界面, 如图 6 所示: 主界面分为八大功能区, 依次为: 标题栏; 主菜单栏; 快

捷工具栏; 项目及模型数据上传下载操作区; 当前状态信息说明: 如用户名、登录数据库、登录时间、当前所选项目、当前所选模型等; 详细信息列表, 可通过窗口最下方的栏目名进行切换, 显示不同信息; 根据详细信息列表所选择的不同项目显示相关补充信息; 结果显示区: 单击右键可以选择清空结果信息或复制结果信息。



图 6 系统主界面

4.3 系统基本功能介绍

4.3.1 项目管理

评价系统以项目为依托单位, 通过项目建立管理实现数据存储测算。提供项目的新建、打开、修改、删除等操作。图 7 展示了新建项目之设置属性参数步骤。



图 7 设置单年度新建项目相关参数

4.3.2 模型管理

类似项目管理, 我们对高级用户提供模型的新建、打开及删除功能的权限。新建模型时注意保证模型指标总权值为 1。

4.3.3 数据管理

数据是整个评价系统的基础, 数据处理是系统建设中最繁杂的部分。根据工作中各种可能需求, 提供了多种数据录入及导出接口, 实现项目导入、快速录入、文件录入, 项目导出、报表导出、文档导出多种模式。图 8 为快速录入窗口。

4.3.4 评价体系

用户输入了基础监测数据, 可选择单指标计算或全部指标计算模式, 同时计算结果返回数据库, 如果用户在途中自己修改了参数数据, 可以先用结果试算功能来查看计算结果, 这时结果不写入数据库。

/ 数字水土保持0 专题规划报告[R]. 郑州: 2002.

[14] 水利部. 水土保持公告[Z]. 北京: 2002.

[15] 陈国建, 李锐, 杨勤科, 等. 大规模生态退耕对陕北丘陵沟壑区农村社会经济的影响: 以县南沟和燕沟小流域为例[J]. 中国水土保持科学, 2004, 2(4): 482-52.

[16] 彭文英, 张科利, 陈瑶, 等. 黄土坡耕地退耕还林后土壤性质变化研究[J]. 自然资源学报, 2005, 20(2): 272-278.

[17] 杨勤科, 李锐. 我国区域土壤侵蚀与环境研究述评[J]. 中国人口# 资源与环境, 2006, 16(6): 92-94.

[18] 高健翎. 新技术在黄河流域水土保持监测中的应用[J]. 中国水土保持, 2005(12): 22-21.

[19] 王占礼, 杨勤科. 全国土壤侵蚀小区监测指标体系与观测方法研究[J]. 水土保持通报, 2000, 20(7): 78-79.

[20] 杨勤科, 李锐, 徐涛, 等. 区域水土流失过程及其定量描述的初步研究[J]. 亚热带水土保持, 2006, 18(2): 22-31.

[21] 杨勤科, 李锐, 王占礼. 区域水土流失监测与评价指标体系研究[J]. 水土保持通报, 2000, 20(2): 74-77.

[22] Meyer L D. Evolution of the universal soil loss equation[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1984, 39: 92-104.

[23] Ingram J L, Valentin J C. The GCTE Soil Erosion Network: A multi-participatory research program[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1996, 51: 372-380.

[24] 许国华. 罗德民与中国的水土保持事业[J]. 中国水土保持, 1984(3): 32-42.

[25] 唐克丽. 中国水土保持[M]. 北京: 科学出版社, 2004.

[26] Favis2Mortlock D Q, JN Dickinson V W T. The GCTE validation of soil erosion models for global change studies[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1996, 51(5): 392-403.

[27] de Graaff J, Cameron J, Sombatpanit S, et al. Monitoring and Evaluation of Soil Conservation and Watershed Development Projects[J]. Environmental Science, 2007,

[28] 李壁成. 小流域土壤侵蚀与综合治理遥感监测[M]. 北京: 科学出版社, 1992.

[29] 卜兆宏, 唐万龙, 杨林章, 等. 水土流失定量遥感方法新进展及其在太湖流域的应用[J]. 土壤学报, 2003, 41(1): 29.

[30] 李锐. 试区航空遥感监测试验研究[M] // 杨文治, 余存祖. 黄土高原区域综合治理与评价北京: 科学出版社, 1992: 342-398.

[31] 何兴照, 喻权刚. 黄土高原小流域坝系水土保持监测技术探讨[J]. 中国水土保持, 2006(10): 112-13.

[32] 姜永清, 武春龙. 晋陕蒙黄河峡谷区土壤侵蚀遥感制图方法研究[J]. 水土保持学报, 1994, 8(3): 82-16.

[33] 石辉, 田均良, 利用 REE 示踪法研究小流域泥沙来源[J]. 中国科学: (E 辑), 1996, 26(5): 474-480.

(上接第 220 页)



图 8 批量数据录入对话框

4.3.5 结果分析

孤立数据评价结果往往不够直观看出其内在意义, 系统采用统计图表的形式来清晰表现单年度或多年度数据之间的联系及意义。报表类型包含柱状图、饼状图、线型图等, 图表可进行放大缩小, 打印等基本操作。

4.3.6 上传下载

为充分利用互联网资源, 使用网络管理, 系统对项目及

模型提供上传及下载功能, 以实现本地计算机及网络数据库之间的数据传递和存储。

4.4 系统角色功能定义

根据用户不同角色, 设置了不同权限。(1)模型管理员。主要任务: 完成对模型数据的上传、下载和更新操作。操作对象: 模块指标模版数据表和计算涉及基本数据。身份和权力: 模块表的管理员、本地数据库的管理员。(2)业务评估人员。主要任务: 完成对评估项目数据的上传、下载和更新操作。操作对象: 评估计算模型数据表和模型库。身份和权力: 项目表的管理员、系统及模型库的读者。

5 结 语

小流域可持续发展能力评价系统建设项目于 2007 年 7 月开始招标, 中国科学院生态环境研究中心历时 2007 年 8 月至 2008 年 10 月 3 个月的面向黄河小流域的创新综合评价方法和模型研究和构建, 航天量子数码科技有限公司 2007 年 10 月至 2008 年 3 月 6 个月的系统建设并测试, 现已顺利完成交付验收。此系统的投入使用, 将会大大提高水土保持监测工作效率, 对我国水土流失治理有着重大的意义。