# 基于 GIS 的环境监测数据管理评价系统的设计与实现

傅为华　(义乌工商职业技术学院,浙江义乌 322000)

**摘要**　在系统分析环境监测数据模型、环境质量评价业务流程的基础上,设计了基于地理信息技术的环境监测数据管理与评价分析系统。系统可以根据不同主管部门的评价要求,对不同时间、空间尺度的环境质量进行实时的评价分析和形象表达。该系统在宁波市的应用实践表明,该系统能够根据环境保护部、浙江省、宁波市的要求,灵活、高效地进行大气、水、噪声环境质量的评价分析。

**关键词**　环境监测;数据管理;质量评价;地理信息系统
**中图分类号**　S127　　**文献标识码**　A　　**文章编号**　0517 - 6611(2016)01 - 328 - 04

**Design and Implementation of Environmental Monitoring Data Management and Evaluation System Based on GIS**

**FU Wei-hua**　(Yiwu Industrial & Commercial College, Yiwu, Zhejiang 322000)

**Abstract**　Based on systematical analysis of the environmental monitoring data model and the core process of environmental quality evaluation, environmental monitoring data management and evaluation system was designed and developed based on GIS (Geographic Information System). This system could carry out the real-time evaluation analysis and image expression of environmental quality in different spatiotemporal scale and extent according to the evaluation requirements of different competent departments. The application practice of Ningbo City showed that this system could flexibly and effectively access and analyze the quality of air, surface water and noise according to different evaluation criterions of Ningbo City, Zhejiang Province.

**Key words**　Environmental Monitoring, Data Management, Environmental quality evaluation, Geographic Information System

实时准确的环境监测数据是开展环境管理和科学研究活动的基础,全国环境监测总站以及各地环境监测中心已积累了大量的环境监测数据资源,包括国控、省控、市控等地表水、饮用水监测数据,大气质量和酸雨监测数据,功能区和道路噪声监测数据[1]。这些数据资源是环境管理、应急决策和生态文明建设的重要支撑数据,如何利用现代化信息技术,对这些数据资源进行科学的管理、挖掘分析和可视化表达,充分发挥它们在环境管理、环境应急决策中的作用,促进环境友好型社会,是各地环境保护的必然要求。与此同时,基于这些数据资源,结合 GIS 技术,通过一种灵活可定制的手段自动适应国家环保部、省、市对生态文明城市、生态省、生态城市环境质量评价分析的需求,提供环境监测数据的科学管理、高效查询、自适应与多维评价、监测数据空间化等功能,实现"一套数据、多种应用",减轻各地环境监测中心数据统计分析人员的负担,实现科学、高效和直观形象的环境质量评价分析,为环境管理和保护决策提供辅助支撑。

GIS 以其强大的数据处理、分析计算功能,在环境领域得到了广泛的应用[2]。21 世纪以来,国家环保部组织开发了国家环境监测信息系统(NESMIS)。随着 GIS 技术在环境领域的广泛结合使用,在监测数据审核分析与评价系统开发上也取得较大的发展[3]。目前环境监测信息化建设方面仍存在的主要问题有:①环境监测数据的审核及分析应用仍过多依赖工作人员的经验,监测数据分析系统的开发与应用仍较缺乏[4];②难以满足不同时空尺度的环境质量评价和成果的定制化展示;③难以灵活满足不同评价标准、评价部门对环境质量评价的需要;④监测数据和评价分析结果无法实时展现在 GIS 地图上等[3]。针对这些问题,为实现环境监测数据科学、高效、直观形象的环境质量评价分析,笔者开发设计了一种灵活的、可适应不同环境保护主管部门、不同评价标准和评价时空尺度的环境监测数据管理与分析系统。

## 1　环境监测数据模型分析

环境监测的对象通常包括污染源和环境质量状况两方面。环境监测包括水环境、大气环境、噪声环境 3 大类型,水环境又分地表水、饮用水、近岸海域;大气环境又分空气质量、大气降水质量;噪声环境又分区域、功能区、交通道路。地表水数据包括:河流地表水、湖库地表水、近海海域地表水监测数据,以及水期代码、水域功能类别、湖库类型、中国海区代码、重点海域代码、近岸海域水质标准分类、近岸海域水质标准限值等辅助数据。空气环境数据包括:大气监测点基本信息、大气质量监测数据、大气降水监测数据,以及行政区域代码、监测点级别类型、空气环境质量标准分类、空气监测项目标准限值、空气污染指数计算参数、空气污染指数分类、酸雨强度分级等辅助数据。噪声环境数据包括:噪声监测点基本情况、区域定期监测噪声、道路交通噪声、功能区噪声监测数据,以及噪声测点类型、噪声功能区类型、噪声声源类型等辅助数据等[5]。

环境监测数据库通常包含 4 个部分:共用的数据库表(系统运行,水环境、空气环境、噪声环境质量评价时都需要的数据库表)、水环境监测与评价数据库表、空气环境监测与评价数据库表以及噪声环境监测与评价数据库表。共用数据库主要存放系统运行所需要的基础字典表,以及水、空气、噪声环境质量评价时都需要的公共数据库表。地表水监测与质量评价数据库表主要由地表水水质监测原始表、地表水水质监测字典表及取值说明、地表水水质评价表和近海海域水质监测原始表、字典表及取值说明、评价数据库表构成。空气质量监测与评价数据库表主要由空气质量监测原始表、空气质量评价字典表及取值、空气质量评价表构成。噪声质量监测与评价数据库表主要由噪声环境监测原始数据表、噪声环境字典表及取值、噪声环境质量评价表构成。环境监测

**作者简介**　傅为华(1977 - ),男,浙江义乌人,讲师,硕士,从事地理信息系统研究。
**收稿日期**　2015-12-07

数据库构成见图 1。

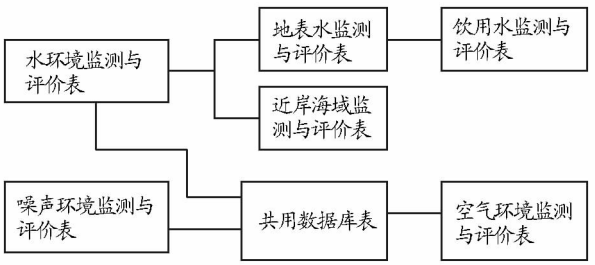


**图 1　环境监测数据库构成**

**Fig. 1　Structure diagram of environmental monitoring database**

## 2　环境监测数据管理与评价业务流程

环境监测数据管理与综合分析系统业务流程总体上分为以下 4 个阶段(图 2):

(1)数据导入管理阶段。该阶段系统管理员分配好系统操作的用户和权限后,数据管理员从已有的国家系统(或环境自动监测数据库)中导入环境监测数据。

(2)评价分析模板定制阶段。该阶段环境质量统计分析人员利用系统进行水环境质量、空气环境质量、噪声环境质量评价分析模板的定制,主要定制参与评价的环境指标、评价标准等。

(3)环境质量评价分析阶段。该阶段环境质量评价分析人员利用系统进行按月、季、年或任意时间的站位、区域等层次的水环境、空气环境、噪声环境质量评价和变化趋势分析。

(4)评价结果可视化输出阶段。评价结束后,通过表格、统计图表或地理空间图层,对评价结果进行可视化表达。基于环境监测数据和评价结果,根据隐含的监测点空间位置信息,利用 GIS 技术,对环境监测点及其评价分析结果进行空间化处理,动态生成空间图层,从而实现环境质量监测和评价分析结果的可视化。

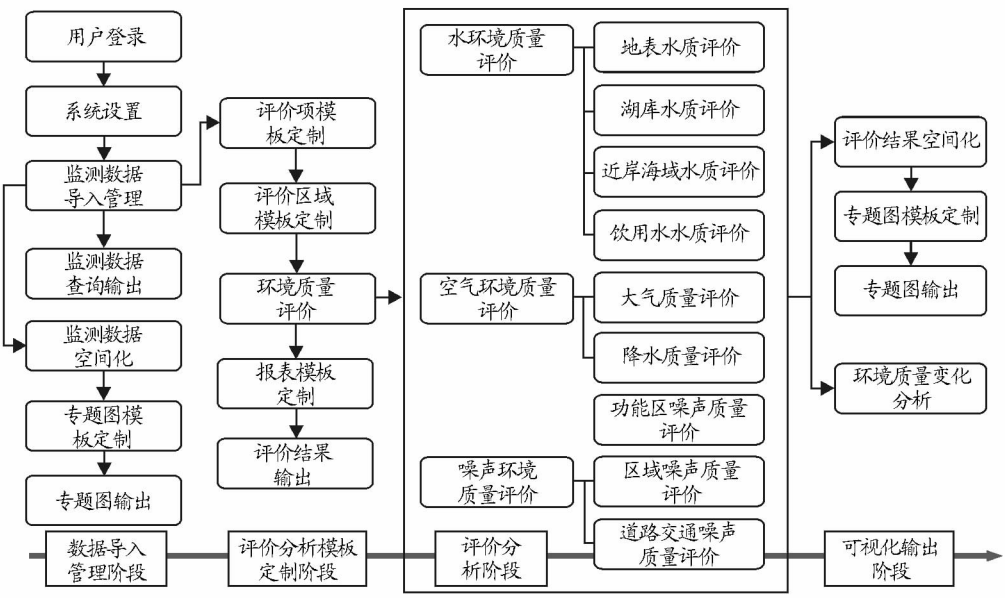


**图 2　环境监测数据管理与评价分析总体业务流程**

**Fig. 2　Overall business process of the environmental monitoring data management and evaluation**

## 3　环境监测数据管理与评价分析系统设计

**3.1　系统开发的核心业务分析**　系统开发的核心业务是对地表水环境质量、饮用水环境质量、空气环境质量、噪声环境质量等进行评价分析。

**3.1.1**　地表水分析评价。能够按月、季度、水期、年或任意期范围进行监测因子质量评价、站位水质评价、市控以上站位水质评价、水系水质评价、湖库水质评价、近岸海域监测因子水质评价、近岸海域站位水质评价、近岸海域功能区水质评价;可生成全市地表水水质类别分布图、地表水功能达标状况分布图、近岸海域水质状况图,能开展污染因子及综合污染指数趋势分析。具体需求评价因素较多,不一一赘述。如站位水质评价因素包括站位水质类别、水质达标率、水质达标否、达 III 类标准率、达 III 类标准否、综合污染指数、主要污染指标及最大超标倍数等。

**3.1.2**　饮用水水质评价。能够按月、季度、水期、年或任意期范围进行单个饮用水站位水质评价、水源地 100% 达标站位数及比例、污染因子及综合污染指数趋势分析等,除计算地表水通用因子外,还要计算饮用水专用指标。具体需求评价因素较多,不一一赘述。如单个饮用水站位水质评价因素包括 28 项指标达标率、16 项指标达标率、超标项目和频次、项次达标率、均值超标因子、水质类别等。

**3.1.3**　大气环境质量评价。能够按月、季度、年及任意时间进行评价;评价指标主要是二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒物、降尘,具体为能进行测点/区域空气质量评价、测点/区域空气日报、测点/区域降水质量评价,能生成全市降水酸雨强度分布图,能进行污染因子及综合污染指数趋势分析。

**3.1.4**　噪声质量评价。能够对功能区、区域和交通噪声进行评价;能开展功能区噪声质量评价、区域噪声质量评价,交通噪声质量评价;可生成市区区域噪声声级分布图、交通噪声声级分布图。

**3.2 系统逻辑结构** 系统以实用性、稳定安全性、灵活扩展性、易操作性为设计原则。系统的总体架构纵向上下至上依次为基础设施层、数据资源层、功能层和用户层。环境监测数据管理与评价分析系统逻辑结构见图 3。

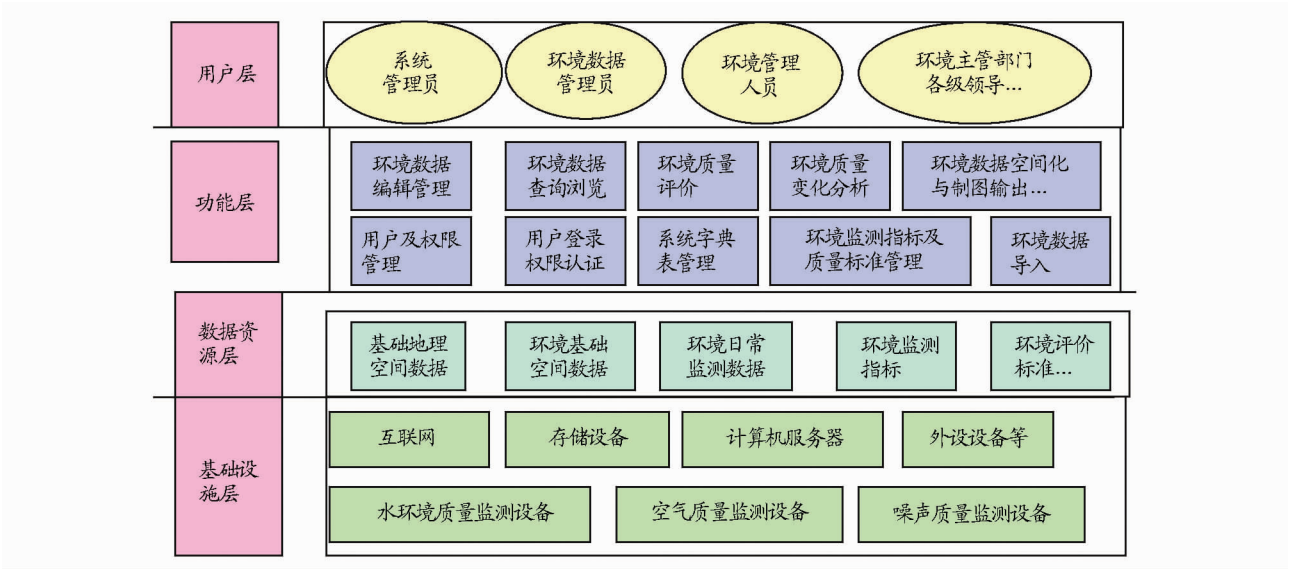


**图 3 环境监测数据管理与评价分析系统逻辑结构层次**

**Fig. 3 System logic hierarchical figure of the environmental monitoring data management and evaluation**

**3.3 系统功能体系** 为了实现系统总体目标,系统包括 5 大功能体系模块:系统定制模块、数据导入管理模块、环境质量评价模块、环境质量时空特征分析模块和统计输出模块。系统功能体系见图 4。

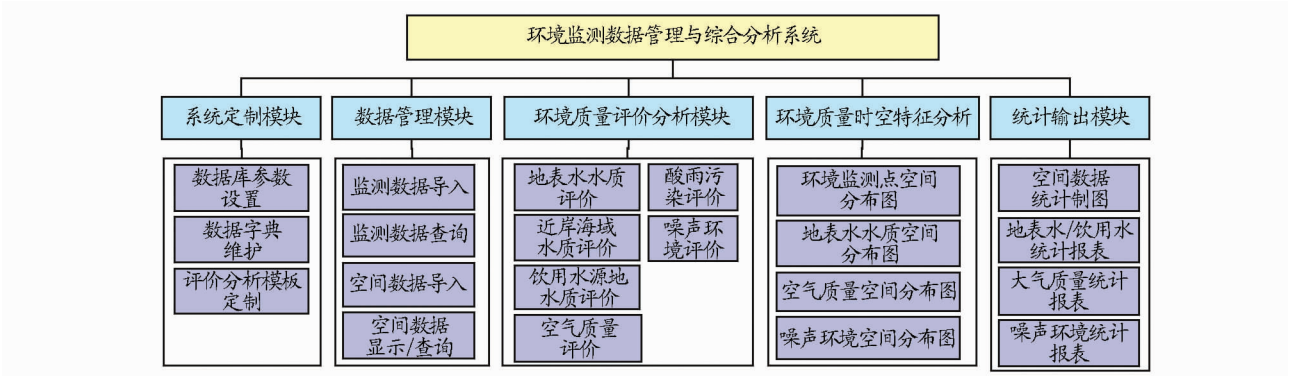


**图 4 环境监测数据管理与评价分析系统功能体系**

**Fig. 4 Function system of the environmental monitoring data management and evaluation**

## 4 宁波市环境监测数据管理与评价分析系统的实现

基于上述的分析设计,以宁波环境监测数据管理与分析为例,实现了宁波市环境监测数据管理与评价分析系统。该系统基于 C/S 结构,在. NET 环境下,采用 C#开发语言,ArcEngine 地理信息组件编程实现,后台数据库采用 SQL Server。运行环境:Windows 2003 Server 或 Windows 2000 professional/XP 等操作系统,ArcGIS Engine Developer Kit 等 GIS 软件,SQL Server 2000 或 SQL Server 2005 数据库系统及. Net Framwork2. 0。

宁波市环境监测数据管理与评价分析系统实现了环境质量评价分析定制、基于表格的评价分析结果定制、多年变化分析以及评价分析结果 GIS 表达。主要分为以下 7 种功能。

(1)基础功能。包括系统登录、用户管理、切换年份、修改密码、评价模板管理(增加、删除、编辑模板)、地表水站位评价模板、样式管理功能,如图 5。

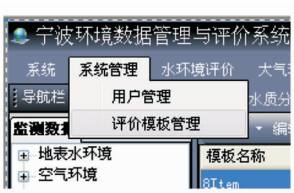


**图 5 评价分析模板定制示意**

**Fig. 5 Template customized chart of evaluation analysis**

(2)数据管理功能。包括监测数据导入、近岸海域数据导入、饮用水数据导入、数据编辑、监测数据浏览功能。

(3)水环境质量评价分析功能。包括饮用水质量评价分析(图 6)、地表水环境评价、湖库水环境评价、近岸水域水质评价分析功能。饮用水、地表水、湖库水环境评价主要实现了监测数据统计计算、水质评价功能,水质评价是指根据评

价模板及其他参数能完成饮用水、地表水、湖库水数据评价及评价结果查看功能,能实现评价结果的导出、打印功能。如图 7 所示,近岸海域水质评价功能主要完成监测数据统计计算、近岸海域数据的评价及评价结果查看功能;并可根据提供多年数据的比较分析进行地表水、湖库水水质变化分析功能,系统提供了表格、折线图、柱状图等多种分析方式。其他部分的变化分析功能与此相同。

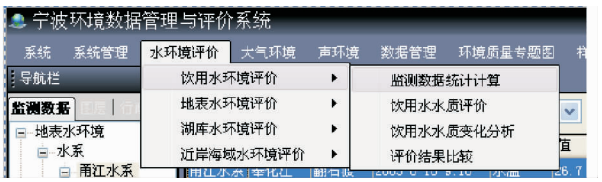


**图 6　饮用水质量评价分析示意**

**Fig. 6　Evaluation analysis of drinking water quality**

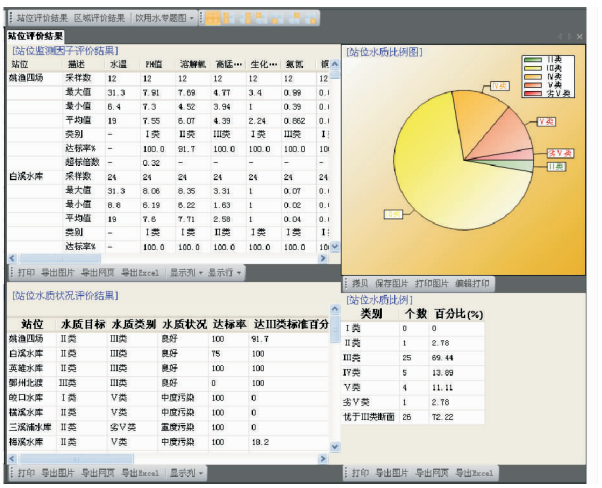

**图 7　饮用水站位评价结果示意**

**Fig. 7　The evaluation result of drinking water stance**

(4)大气环境质量评价分析功能。该模块实现了监测数据统计计算、空气质量评价、大气降水评价、空气质量变化分析功能,上述功能均能完成数据评价及评价结果查看功能,如图 8 所示。质量变化分析分析内容丰富,其中空气质量变化分析包括空气质量日报、空气质量日报综合统计、测站空气质量日报统计、监测因子浓度、监测因子百分位浓度值、综合污染指数、空气污染指数、大气降水内容。

(5)声环境质量评价分析功能。该模块实现了监测数据统计计算、功能区噪声和区域噪声及交通噪声质量评价功能。功能区噪声主要分析功能区噪声的监测数据,分析出噪声数据、昼夜等效声级图及功能区噪声趋势;区域噪声主要分析区域噪声数据及区域噪声趋势;交通噪声主要分析交通噪声数据及交通噪声趋势。

(6)GIS 地图功能。如图 9 所示,地图操作主界面主要分为 3 部分:地图显示区域、图层控制区域和地图工具条区域。也可实现图层符号设置、注记设置和图层属性表查看等图层控制操作,可实现地图保存、地图缩放、移动、视图、信息查看、增加图层、图片输出打印等地图基本操作。

(7)环境质量专题图功能。环境质量专题图主要是利用 GIS 的地图展现方式,将环境的日常监测数据以及分析汇总

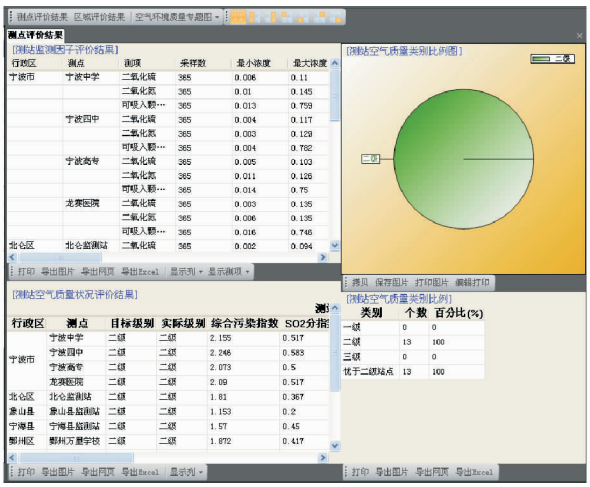

**图 8　大气测点评价结果示意**

**Fig. 8　The evaluation result of atmospheric monitoring station**

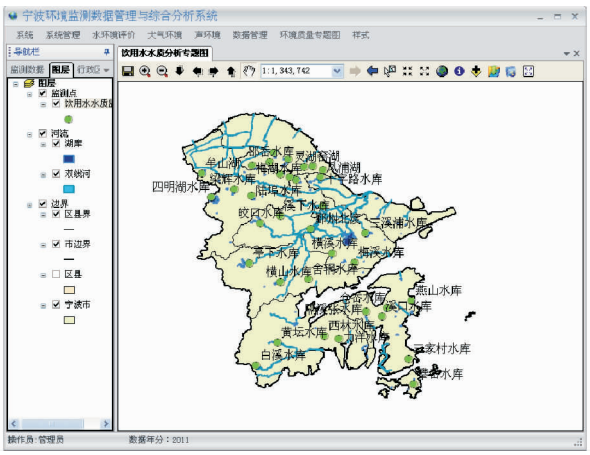

**图 9　宁波环境监测数据管理评价系统 GIS 操作主界面**

**Fig. 9　Operating main interface of GIS**

数据进行专题展示,从而让用户对监测数据和分析结果有更加直观的认识,便于领导进行宏观决策。环境质量专题图主要分为水环境质量专题图、空气环境质量专题图和噪声环境质量专题图 3 大部分。

## 5　结语

充分利用环境监测数据发挥其最大价值是环境保护管理、决策和预测预警的紧迫要求。该研究在系统分析环境监测数据模型、环境质量评价业务流程的基础上,研发了基于地理信息技术的环境监测数据管理与评价分析系统。该系统在宁波市环境监测数据管理与分析中的应用表明,系统基本实现了环境监测数据的科学管理、高效查询、自适应与多维评价的功能,实现了对不同时间、空间尺度的环境质量进行实时地评价分析和形象表达的功能。

## 参考文献

[1] 彭卫发. 基于 WEB 的区域环境监测管理系统设计与实现[D]. 成都:电子科技大学,2013.

[2] 唐华丽,王晓红. GIS 技术在环境评价领域的应用现状[J]. 山地农业生物学报,2008,27(6):534 -538.

[3] 易敏,吴健平,姚申君,等. GIS 在环境监测数据管理分析中的应用[J]. 环境科学与管理,2007,32(12):148 -153.

(下转第 335 页)

**表 1　4 种融合方法影像统计结果**

**Table 1　Image statistics of four fusion methods**

| 类别 Type | 波段 Wave band | 均值 Mean value | 标准差 Standard deviation | 信息熵 Comentropy | 与对应多光谱波段的相关系数 Correlation coefficient of corresponding multi-spectrum wave band | 扭曲度 Torsion resistance |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 原始影像 Original image | Band 1 | 76.431 | 23.610 | 5.329 | 1 | – |
| | Band 2 | 71.011 | 28.109 | 5.879 | 1 | – |
| | Band 3 | 55.248 | 31.460 | 5.933 | 1 | – |
| | Band 4 | 89.961 | 16.234 | 6.142 | 1 | – |
| Brovey 融合 Brovey fusion | Band 1 | 28.421 | 7.063 | 4.861 | 0.537 | 1.913 |
| | Band 2 | 22.226 | 9.517 | 4.777 | 0.654 | 2.256 |
| | Band 3 | 23.932 | 8.132 | 4.661 | 0.626 | 1.191 |
| PCA 融合 PCA fusion | Band 1 | 76.487 | 25.116 | 6.438 | 0.823 | 0.182 |
| | Band 2 | 71.075 | 30.302 | 6.708 | 0.824 | 0.309 |
| | Band 3 | 55.321 | 34.494 | 6.889 | 0.823 | 1.031 |
| | Band 4 | 89.966 | 17.719 | 6.184 | 0.831 | 0.082 |
| Gram – Schimdt Pan 融合 | Band 1 | 76.434 | 24.327 | 6.383 | 0.875 | 0.147 |
| Gram – Schimdt Pan fusion | Band 2 | 71.012 | 29.147 | 6.640 | 0.873 | 0.226 |
| | Band 3 | 55.247 | 33.312 | 6.830 | 0.873 | 0.958 |
| | Band 4 | 89.957 | 17.856 | 6.111 | 0.891 | 0.066 |
| KT 融合 KT fusion | Band 1 | 76.169 | 24.396 | 5.682 | 0.970 | 0.050 |
| | Band 2 | 70.741 | 28.644 | 6.084 | 0.954 | 0.091 |
| | Band 3 | 55.027 | 32.717 | 6.234 | 0.957 | 0.128 |
| | Band 4 | 89.548 | 21.971 | 6.455 | 0.882 | 0.125 |

## 4　结语

该研究以 IKONOS 影像为数据源,以缨帽变换的原理为指导,运用 IDL 交互式数据语言编写了基于缨帽变换的影像融合程序,并将其集成到 ENVI5.2SP1 中,实现了 IKONOS 影像的基于缨帽变换的影像融合,并将其与 ENVI 平台下几种常用的影像融合方法的融合影像进行了比较。结果表明,该程序执行快速稳定,可靠性高,获得的影像融合效果较好。但是,由于该程序是一次性读取所有数据,对计算机软硬件要求较高,大数据的融合不能实现,后续工作需要对数据进行分块读取,使程序更完善。

## 参考文献


[1] KAUTH R J,THOMAS G S. The Tasseled Cap – a graphic descriptionof the spectral – temporal development of agricultural crops asseen in landdat [C]//Proceedings of the symposium on machine processing of remotely sensed data. West Lafayette,Indiana,1976:41 – 51.

[2] 陈超,江涛,刘祥磊. 基于缨帽变换的遥感图像融合方法研究[J]. 测绘科学,2009,34(3):105 – 107.

[3] 费鲜芸,张志国,高祥伟. 基于缨帽变换的 IKONOS 数据融合[J]. 计算机工程与应用,2008,44(2):233 – 235.

[4] 钱志奇,朱晓雯,房莹莹,等. 基于 IDL 的资源一号 02C 星 HR 影像 RFM 几何校正[J]. 地质学刊,2015,39(1):55 – 60.

[5] 杨何群,周红妹,尹球,等. FY – 3 气象卫星 MERSI 数据快速预处理的 IDL 实现[J]. 遥感技术与应用,2012,27(4):567 – 574.

[6] 周刚,许德伟,杨燕明,等. 基于 IDL 语言与控制点影像数据库的图像自动配准技术研究[J]. 遥感技术与应用,2010,25(5):627 – 631.

[7] 陈超,杨树文,王亮,等. 基于 ENVI + IDL 的水体提取后处理实现研究[J]. 测绘与空间地理信息,2011,34(6):64 – 75.

[8] 徐昕,杨康,王静,等. 基于 ENVI/IDL 的 AVHRR1B 数据格式读取与预处理软件模块开发[J]. 测绘与空间地理信息,2013,36(10):53 – 59.

[9] 刘建,何政伟,杨斌,等. 遥感图像薄云去除方法及 IDL 实现研究[J]. 测绘科学,2010,35(5):77 – 79.

[10] HORNE J H. A Tasseled Cap transformation for IKONOS images[C]// Proceeding of ASPRS 2003 Annual Conference. Anchorage, Alas – ka, 2003.

[11] 李莹莹,洪金益,张建国,等. IKONOS 影像融合方法对比研究及应用效果评价[J]. 矿产勘查,2014,5(3):499 – 504.


(上接第 331 页)


[4] 马彦峰,张勇. 环境监测数据结果评价[J]. 环境保护科学,2010,36(1):61 – 63,68.

[5] 赵晓宏,李时蓓,诸云强. 加强基础库建设提高环评科学性[J]. 环境保护,2012(22):59 – 62.

[6] 环境信息元数据规范(征求意见稿)[A/OL]. [2015 – 08 – 10]. http://www.gov.cn/gkml/hbb/bgth/201011/w020101119385114857627.pdf.

[7] 中华人民共和国环境影响评价法[A]. 2003 – 09 – 01.

[8] 国家环境保护总局. 环境数据库设计与运行管理规范:HJ/T419 – 2007[S]. 北京:中国环境科学出版社,2008.

[9] EL-RAEY M,FOUDA Y,GAL P. GIS for environmental assessment of the impacts of urban encroachment on rosetta region,egypt [J]. Environmental monitoring and assessment,2000,60(2):217 – 233.

[10] DING L,LEBO T,ERICKSON J S,et al. TWC LOGD:A portal for linked open government data ecosystems[J]. Journal of web semantics,2011,9(3):325 – 333.