

# Design and Implementation of Three-Dimensional System for Estuarine Wetland Ecological Environment Assessment in Dayang River Basin

Baoquan Wei<sup>1</sup>, Yi Wu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National Marine Environmental Monitoring Center, Dalian Liaoning

<sup>2</sup>College of Urban and Environmental Sciences, Liaoning Normal University, Dalian Liaoning  
Email: bqwei2000@163.com

Received: Apr. 20<sup>th</sup>, 2017; accepted: May 14<sup>th</sup>, 2017; published: May 18<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

Three-dimensional visualization system of estuarine eco-environment system evaluation in Dayang River Basin was developed in the C# environment with Skyline as the 3D GIS platform and SuperMap and 3DMAX softwares. The system realizes the integrated management of basic geographic information data, remote sensing data, field investigation data and text data of the watershed estuary area, and establishes the 3D scene of estuaries in the Dayang River Basin. Based on the estuarine wetland landscape pattern index, habitat quality index and estuarine environmental factors inversion method, the eco-environmental evaluation methods and model integration of Dayang River Basin were analyzed from three aspects: land-basin risk, the ecological health of estuary wetland and the ecological security of estuarine watershed. Finally, the system displays the results in 2D and 3D platform.

## Keywords

Skyline, Ecological Environment Assessment, Three-Dimensional Visualization

---

# 大洋河流域河口湿地生态环境评价三维系统的设计与实现

卫宝泉<sup>1</sup>, 武艺<sup>2</sup>

<sup>1</sup>国家海洋环境监测中心, 辽宁 大连

<sup>2</sup>辽宁师范大学城市与环境学院, 辽宁 大连

Email: bqwei2000@163.com

收稿日期: 2017年4月20日; 录用日期: 2017年5月14日; 发布日期: 2017年5月18日

## 摘要

以Skyline为三维GIS平台, 借助SuperMap、3DMAX等软件, 在C#环境中开发了大洋河流域河口生态环境评价三维可视化系统。该系统实现了对流域河口区的基础地理信息数据、遥感数据、外业调查数据及文本资料数据的整合管理, 建立了大洋河流域河口的三维场景。并基于河口湿地景观格局指数、生境质量指数, 河口区环境要素反演方法, 从流域陆源风险、河口湿地生态健康、河口流域生态安全三个方面对大洋河流域河口的生态环境评价方法和模型集成进行了分析, 并对成果进行二三维一体化展现。

## 关键词

Skyline; 生态环境评估; 三维可视化

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

河口三角洲湿地位于河、海、陆、气、和人类社会五大介质作用的交集点上, 既是气候变化敏感区, 也是生态环境的脆弱区。由于乱砍滥伐、开矿采石、不合理的耕作方式等导致了土壤侵蚀、水土流失频繁发生, 除此之外, 很多工业污水、生活污水的随意排放等产生了很多污染源, 这些情况对流域河口生态环境的健康构成了严重的威胁。为此进行流域河口的生态环境现状调查及分析、实现生态安全评价系统的搭建, 对于流域河口的生态环境可持续发展来说十分必要。

目前, 地理信息系统技术已经广泛应用于国土、资源、环境、规划、海洋等多个领域。大多 GIS 软件对二维空间信息表达已趋于成熟和完美, 但对于现实世界的三维地物表示不够直观且分析功能有限, 因而具有很大的局限性。真实的展示流域、山体地形等需要强有力的三维技术支持, 在三维 GIS 基础软件功能还不够完善的情况下, 一般采用了二维 GIS 平台和三维 GIS 平台相结合的方式应用系统开发。二维 GIS 提供数据编辑、管理能力, 三维可视化软件具有良好的可视化效果, 把二者结合进行应用系统开发, 这在一定程度上实现了二三维系统的整合。不同领域研究人员结合二三维平台开发二三维联动 GIS 系统, 充分管理、分析和显示数据, 取得了较大的成果。

美国 Skyline 公司研发的 Skyline 系列三维软件具有强大的三维空间信息展示功能, 可加载大量三维模型数据, 还支持 GIS 通用数据格式, 并且提供完善的二次开发组件嵌入到其他系统或与其他组件协调使用开发。陈鹏等利用 Skyline 软件开发了“广州规划三维数字平台”和“二三维一体地理信息平台”, 得出了 Skyline 在三维可视化运行效率高的结论[1]。刘洋等对流行三维系统开发模式进行比较和分析, 并用案例证明了基于 Skyline 的二三维联动技术可行性[2]。本系统在充分调研基础上, 选择 Skyline、SuperMap、3DMAX 软件平台开展大洋河流域系统研发, 通过 3Dmax 制作逼真的河流、山体场景模型, 利用 SuperMap 二维平台管理矢量、栅格数据, 利用 Skyline 平台展示三维地形数据。

## 2. 数据采集及平台介绍

### 2.1. 数据采集

系统建立的数据准备主要包括基础地理信息数据、遥感数据、自然资源数据、社会经济数据、污染源数据及地表水环境调查数据。收集到的基础地理信息数据包括河口区的地形数据及全流域的 1:5 万数字高程模型; 遥感数据包括 1958 年至 2012 年间多期的航片和卫片; 自然条件数据包括水文数据、气象数据、土壤数据; 社会经济数据包括以乡为单位的人口、经济指标; 污染源数据即 267 个排污口的地理信息; 地表水环境调查数据即现场水质调查数据及分析结果, 包括 COD、PH、DO、氨氮等。

### 2.2. 系统开发平台

该系统以 Skyline 为主要开发平台, 采用 Visual Studio2010 为开发环境, 结合 SuperMap 开发并实现系统的主要功能[3]。选择 Skyline 作为三维 GIS 平台是因为其应用起点低, 操作简单、快捷, 便于编辑、修改, 能够实现多级分辨率影像的无缝显示, 并且该软件的二次开发简单, 可直接读取大多数类型的数字文件, 实现空间数据与属性数据的绑定、GIS 图形编辑、注释、查询、以及空间分析等功能[4]。二维 GIS 平台选择了北京超图信息技术有限公司的 SuperMap, 其适用领域广、易于开发、功能强大, 并提供了大量的开发空间, 是大型全组件式 GIS 软件[5]。此外, 为了优化该系统的三维效果及功能, 选用 Photoshop 用于纹理图像的加工与处理、3dsMAX 用于建筑物真实感模型的建立。

## 3. 系统总体设计

### 3.1. 系统建设目标

全面地收集和管理大洋河流域河口的地理数据和生态安全评价的相关数据, 严格遵循系统的设计的原则与要求, 研发出一套既具有地理信息系统基本功能又包含生态环境评价相关专业功能的三维可视化系统。便于使用者快速地掌握大洋河流域河口的地理环境及生态环境状况, 辅助决策者对该区域的生态环境进行综合评估和管理。

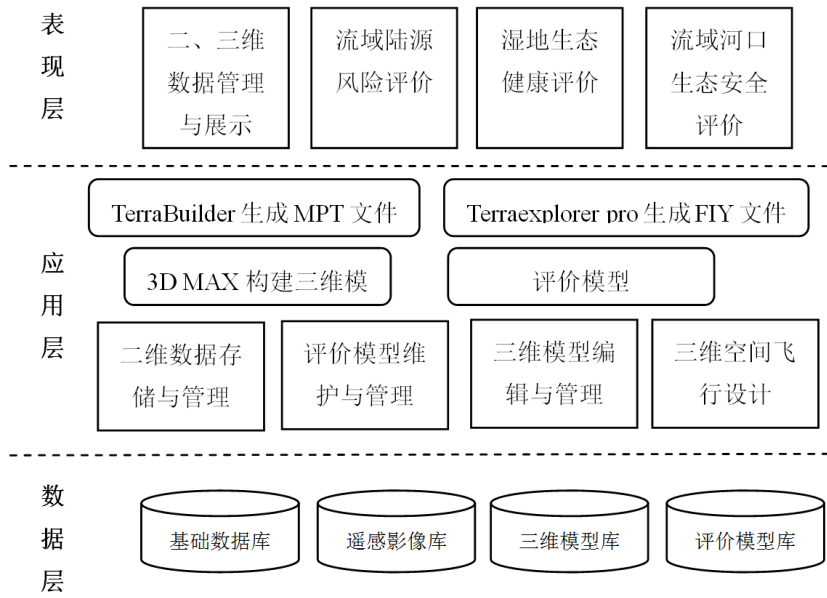
### 3.2. 系统结构框架

系统框架分为三个层次, 从下往上依次为数据层、应用层、表现层。数据层定义了本系统运行所需的基础数据和应用数据, 包括基础地理信息库、遥感数据库、三维模型库、专题评价模型库, 应用层是调用数据层中的数据和表现层的业务请求, 应用层通过系统工具保障数据层中数据维护管理, 通过二维空间引擎和三维空间引擎向表现层提供二次开发支撑。表现层指用户和系统界面互动实现, 包括二维数据管理、三维数据展示、专题模块评价等, 各个模块间通过不同平台松散耦合展现模块特色。本系统通过二三维平台实现二三维数据一体化显示。系统结构框架如图 1 所示。

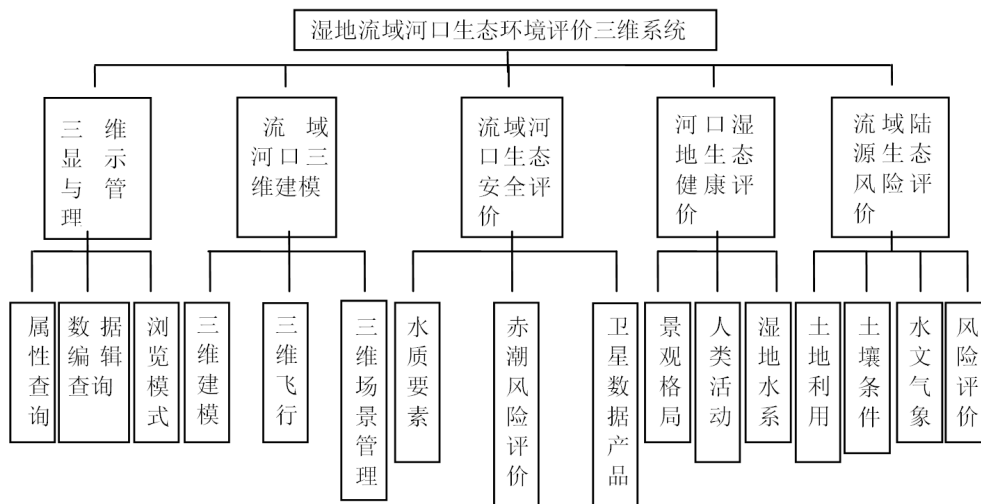
### 3.3. 功能模块设计

流域河口生态环境评价系统包括数据显示与管理模块、流域河口区三维建模模块、河口湿地生态健康评价模块、流域河口生态安全评价模块、流域陆源生态风险评价模块等几个部分组成。根据系统目标和系统模块组成, 将本系统模块分解为更为详细的子功能, 系统功能结构如图 2 所示。

数据显现与管理模块提供数据浏览工具操作, 对空间数据查询、编辑, 对数据属性信息查询, 实现距离、面积、高程量算功能等功能。流域河口区三维建模模块可在三维场景中加载地形、建筑、水体等模型数据, 同时支持创建建筑、地形三维模型, 支持用户添加点、线、面三维模型。河口湿地生态健康评价模块根据通过景观格局、人类活动、湿地-水系变迁数据进行河口区评价。流域河口生态安全评价模



**Figure 1.** System architecture framework  
**图 1.** 系统结构框架



**Figure 2.** Design of function module  
**图 2.** 功能模块设计

块根据站位水质数据计算海表温度、黄色物质、叶绿素浓度、总悬浮物浓度等卫星产品，集成风险评估模型进行风险评价。流域陆源生态风险评价将现场调查水文气象、土壤条件数据及通过遥感影像得到的土地利用数据通过风险评价模型生成该流域陆源生态风险状况成果。

#### 4. 系统功能的实现

本系统是在 C#环境中集成 Skyline 的 TE3Dwindow (三维窗口控件)、TEInformationWindow (信息树窗口控件)、TENavigationMap (导航窗口控件) [6]，及 SuperMap 的 SuperMap (地图控件)、SuperLegend(图例控件)进行开发[7]，实现了包括导航、缩放、漫游、空间定位、属性信息查询、二三位联动等功能在内的基本地理信息系统功能。并以三维可视化的地理空间环境为依托，从流域陆源生态风险、河口湿地生态健康、流域河口生态安全三个方面对大洋河流域河口的生态健康状况做出了综合的评价。

#### 4.1. 三维可视化

通过对大洋河流域的地形数据和遥感数据进行预处理, 利用 Skyline 的 TerraBuilder 产品完成该流域的地表建模, 达到真实反应当地地形地貌情况的效果。并导入利用 3dsMAX 建立的复杂建筑物模型, 与 Skyline 的 TerraExplorer 产品中与地表模型融合, 生成真实感强的三维场景[8]。最后在 C#环境中, 实现三维场景中的空间定位、漫游、缩放、平移、旋转、二三位联动等功能。效果如图 3 所示。

#### 4.2. 河口湿地生态健康评价

河口湿地生态健康评价方面, 主要结合遥感技术、地面调查和社会经济发展构建河口湿地生态健康评价指标体系。系统中以河口三角洲景观格局分布的演变、河口湿地水系分布及变化、河流与芦苇湿地分布及变化、海域使用与天然湿地分布及变化四个方面展示了大洋河河口三角洲湿地的生态健康状况。大洋河河口湿地类型分布如图 4 所示。



Figure 3. Terrain scene of river basin area

图 3. 流域河口区地形场景

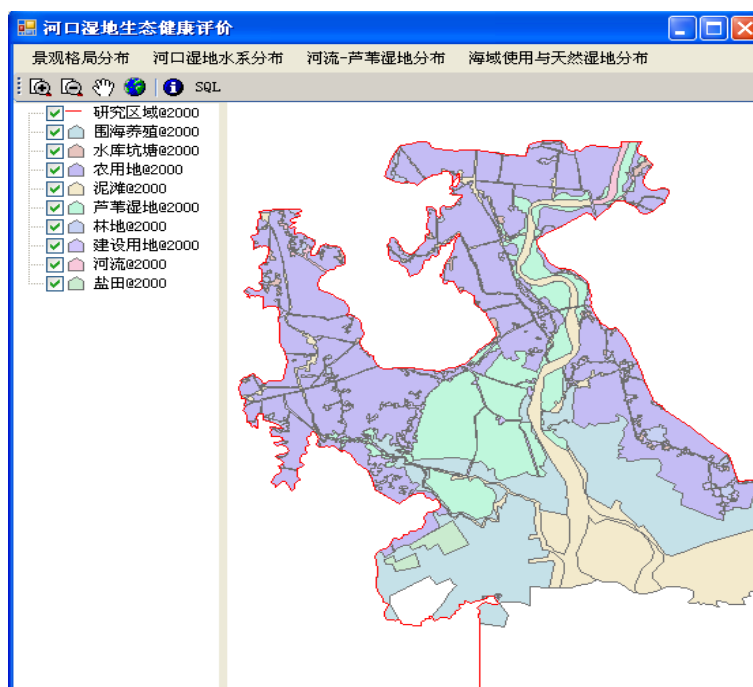


Figure 4. Distribution of estuarine wetland types

图 4. 河口湿地类型分布

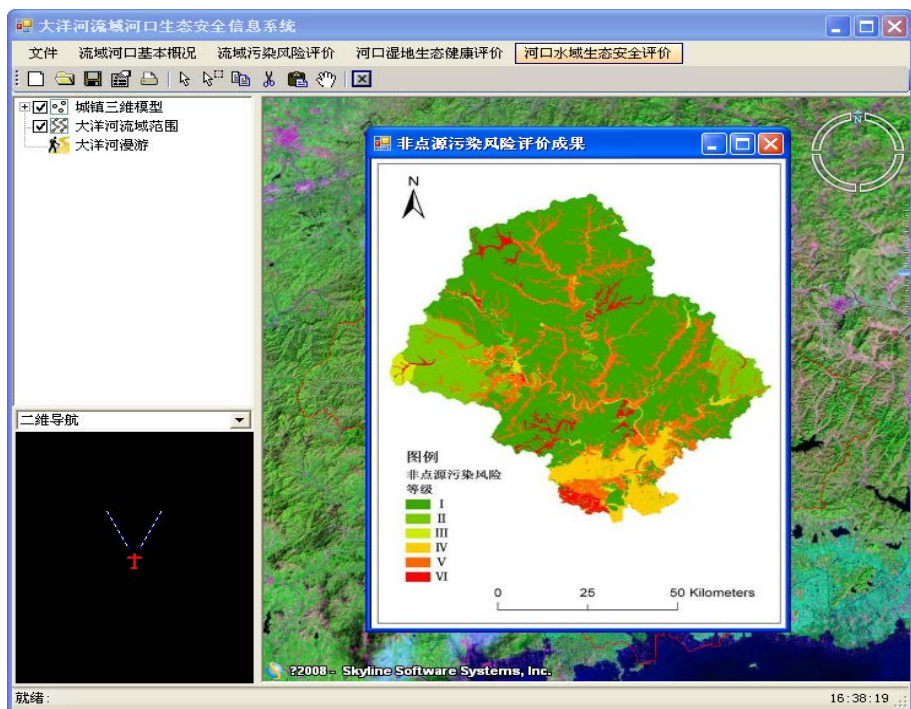


Figure 5. Distribution of land pollution types  
图 5. 陆源污染类型分布

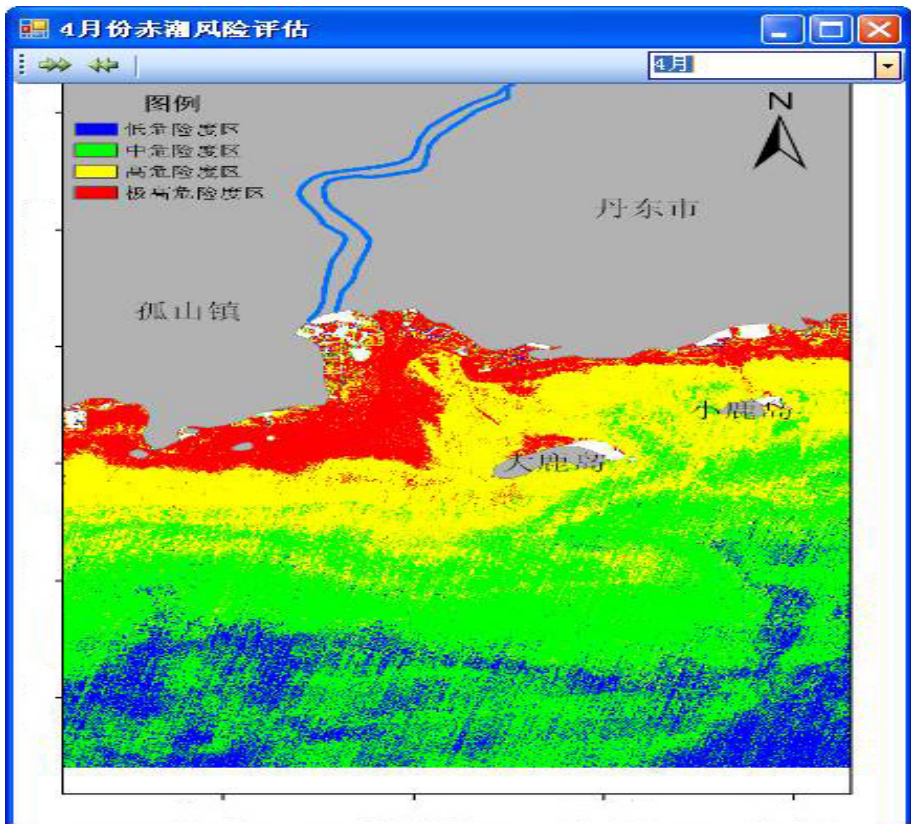


Figure 6. Risk assessment of red tide hazard  
图 6. 赤潮风险评估

### 4.3. 流域陆源风险评价

通过对大洋河流域径流指数、泥沙流失指数、农田营养盐流失指数三个栅格数据依据流域非点源污染发生风险指数进行空间叠加运算, 得到大洋河流域非点源污染风险评价的空间分布图。为了将污染风险评价结果更好地表达出来, 系统从流域水系、坡度、坡向、污染源类型、径流深度、土地利用等方面逐一进行展示。陆源污染类型分布如图 5 所示。

### 4.4. 河口流域生态安全评价

河口水域生态安全受河流物质输入的影响, 将不同航次的水色遥感监测站点的布局加载到三维场景中, 同时提供各监测站点的信息查询, 包括航次、序号、经纬度、水质成分分析。将现场调查的悬浮物浓度、色素浓度、营养盐浓度及水体成分吸收系数以各航次为单位, 采用表格和专题图两种方式表现。赤潮风险评估如图 6 所示。

## 5. 结论

本文通过选择 Skyline 作为三维平台、SuperMap 作为二维 GIS 平台, 借助 3DMAX、Photoshop 等相关专业软件, 建立了大洋河流域河口湿地生态环境评价三维可视化系统。该系统提供了便捷的空间操作功能, 有效地结合了二、三维空间环境, 从流域陆源信息、河口湿地、水色遥感监测三方面直观地展示了对大洋河流域河口的生态环境评价结果。但目前该系统仅作为三维可视化系统展示了生态环境评价的结果, 在今后的研究中还应将更多的生态专业模型与 GIS 结合、建立多元化的数据库管理机制, 更好地为生态安全评价提供辅助支持。

## 参考文献 (References)

- [1] 吴涛. 基于遥感技术的河口三角洲湿地景观生态健康评价[D]: [博士学位论文]. 上海: 上海师范大学, 2010.
- [2] 郑建平, 王芳大. 洋河河流生态需水研究[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2006, 34(5): 502-504.
- [3] 洪安龙, 许大璐, 梁剑芳. 基于 Skyline 的三维地理信息系统应用的实践[J]. 浙江国土资源, 2009(3): 49-50.
- [4] 黎刚, 徐洁, 陈踊. 基于 Skyline 的太湖流域水环境三维 GIS 系统设计与实现研究[J]. 现代商贸工业, 2009, 21(23): 305-306.
- [5] 卫宝泉, 吴磊, 赵冬至, 等. 基于 SuperMap 的长海海域生态环境评估信息系统设计与实现[J]. 海洋环境科学, 2010, 29(2): 259-261.
- [6] 郭皓. 基于 Skyline 的 3D GIS 二次开发技术研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 东南大学, 2009.
- [7] 北京超图地理信息技术有限公司. SuperMap Objects 开发教程(中级篇) [Z]. 北京: 北京超图地理信息技术有限公司, 2004.
- [8] 邓洁, 夏春林, 王润. 基于 Skyline Terrasuite 的城市三维景观的建立[J]. 遥感技术与应用, 2008, 23(5): 529-532.

**期刊投稿者将享受如下服务：**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[gser@hanspub.org](mailto:gser@hanspub.org)