

# Research and Application of Sand Mining Intelligent Supervision System

Yuchuan Yan\*, Xiaohua Xu

Jiangxi Provincial Institute of Water Sciences, Nanchang Jiangxi  
Email: \*254507411@qq.com

Received: Jul. 31<sup>st</sup>, 2019; accepted: Aug. 28<sup>th</sup>, 2019; published: Sep. 16<sup>th</sup>, 2019

## Abstract

The artificial intelligence image recognition technology is applied to the field of sand mining supervision, and it is an irresistible trend to realize the powerful transformation of traditional supervision methods. According to the actual needs of sand mining supervision business, we design and implement a sand mining intelligent supervision information system integrating video surveillance, data acquisition, transmission and storage, and intelligent analysis including artificial intelligence image recognition technology. The system has been applied in the main mining area of Poyang Lake, which provides effective technical support for real-time monitoring of sand mining area and maintenance of mining area management order.

## Keywords

Artificial Intelligence, Image Recognition Technology, Intelligent Supervision of Sand Mining

# 采砂智能监管系统研究与应用

鄢煜川\*, 许小华

江西省水利科学研究院, 江西 南昌  
Email: \*254507411@qq.com

收稿日期: 2019年7月31日; 录用日期: 2019年8月28日; 发布日期: 2019年9月16日

## 摘要

随着人工智能图像识别技术的蓬勃兴起, 应用领域日益拓宽, 将其应用到采砂监管领域, 实现对传统监管方式的有力改造是大势所趋。本文根据采砂监管业务的实际需要, 研究并设计实现了包含人工智能图像识别技术的视频监控、数据采集、传输存储、智能分析一体化的采砂智能监管信息系统, 并应用到鄱阳湖主要采区, 为实时监测采区动态数据、维护采区管理秩序提供了有效的技术支撑。

作者简介: 鄢煜川(1989-), 籍贯: 江西南昌, 男, 硕士研究生, 职称: 工程师, 研究方向: 智慧水利。  
\*通讯作者。

## 关键词

人工智能, 图像识别技术, 采砂智能监管

Copyright © 2019 by author(s) and Wuhan University.

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

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



Open Access

## 1. 前言

鄱阳湖是我国最大的淡水湖, 砂石资源丰富, 近年来, 随着经济的快速发展, 砂石需求量不断增长, 在利益的驱使下无证开采、超采滥挖等非法采砂现象也日趋严重, 给湖区防洪安全、航行安全、生态安全及社会稳定带来诸多不良影响。但由于鄱阳湖采区的采砂监管执法工作存在水域面积广、涉砂船只多、调查取证难、人力不足等现实难题, 造成监管技术手段与业务需求尚不匹配。另一方面, 以人工智能为代表的信息技术是引领新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力, 深刻改变着人们的生产生活方式, 有力地提高了经济发展和社会管理水平, 也为采砂监管工作带来了新的解决方案, 因此, 利用人工智能、图像识别技术、3S、移动互联等新一代信息技术来丰富监管技术手段, 提升监管与执法工作水平势在必行。

综上, 为提升河道采砂监管工作的技术水平, 本文从河道采砂监管业务中对船只进行监控, 对采量进行监测的实际需求出发, 提出一套基于人工智能图像识别技术的智能监管系统, 为河道采砂监管工作提供准确可靠的技术手段。

## 2. 采砂监管现状研究

采砂监管工作主要围绕如何监管采砂者是否在批准的时间段、区域和采砂量进行采砂, 以及如何及时发现打击非法采砂行为等问题来开展[1]。目前国内针对采砂进行监管的手段主要有: 1) 执法船只或车辆巡逻, 人力资源有限, 监测时段及区域有限; 2) 岸基视频监控[2], 监测范围有限, 对网络要求高, 运行维护难; 3) 船载视频监控[3], 一般安装在执法船只上, 作为实时执法取证的辅助手段; 4) 激光及脉冲雷达监测[4] [5], 仅能作用于静态目标, 且造价较高。虽然部分省市、各级流域开展了不同手段的监管信息化试点工作, 但普遍智能化程度不高, 现代化水平不足, 尚无法完全满足河道采砂执法中的综合监管、决策科学的功能需求[6]。

## 3. 人工智能图像识别技术

人工智能作为计算机科学的分支, 是一种能以人类智能相似的方式做出反应的智能设备或系统, 其中图像识别技术是人工智能领域中的一项重要技术, 可广泛应用于社会的多个领域, 包括医疗、金融、社会治理、农业及工业等, 随着信息技术和科学技术的发展, 图像识别正日益完善和改进, 必然会成为科技研究的重点, 并得到更广阔的应用[7]。将其充分运用到水利行业中, 解决监管人力紧缺、技术手段不足等现实难题, 是水利行业实现新发展的必然趋势。

在采砂监管业务中, 以人工智能技术为基础的船只图像智能识别过程为: 一是通过前端监控, 采集获取信息数据, 建立数据库。二是预处理信息数据, 进行去噪、平滑及变换等图像处理操作, 突出图像中的重要信息及特征。三是提取不同图形中的特殊特征并进行选择存储, 使计算机建立该特征数据库, 具有可记忆性。四是制定识别规则约束, 基于此对规律进行识别突显类似特征种类, 通过对特殊特征的辨析, 实现确认识别图像的目标。

#### 4. 系统总体设计

本文是在调研鄱阳湖采砂区的实际情况和水政执法监管模式的基础上,重点针对可采区和采砂船只的监管,以监测监控为数据依托,提出一套基于人工智能图像识别、红外监控、智能传感等技术,并包含前端监测数据采集、传输存储、分析预警一体化的采砂智能监管信息系统。系统包括表现层、业务应用层、数据存储层、数据传输层、数据采集层五个逻辑层,如图1所示。

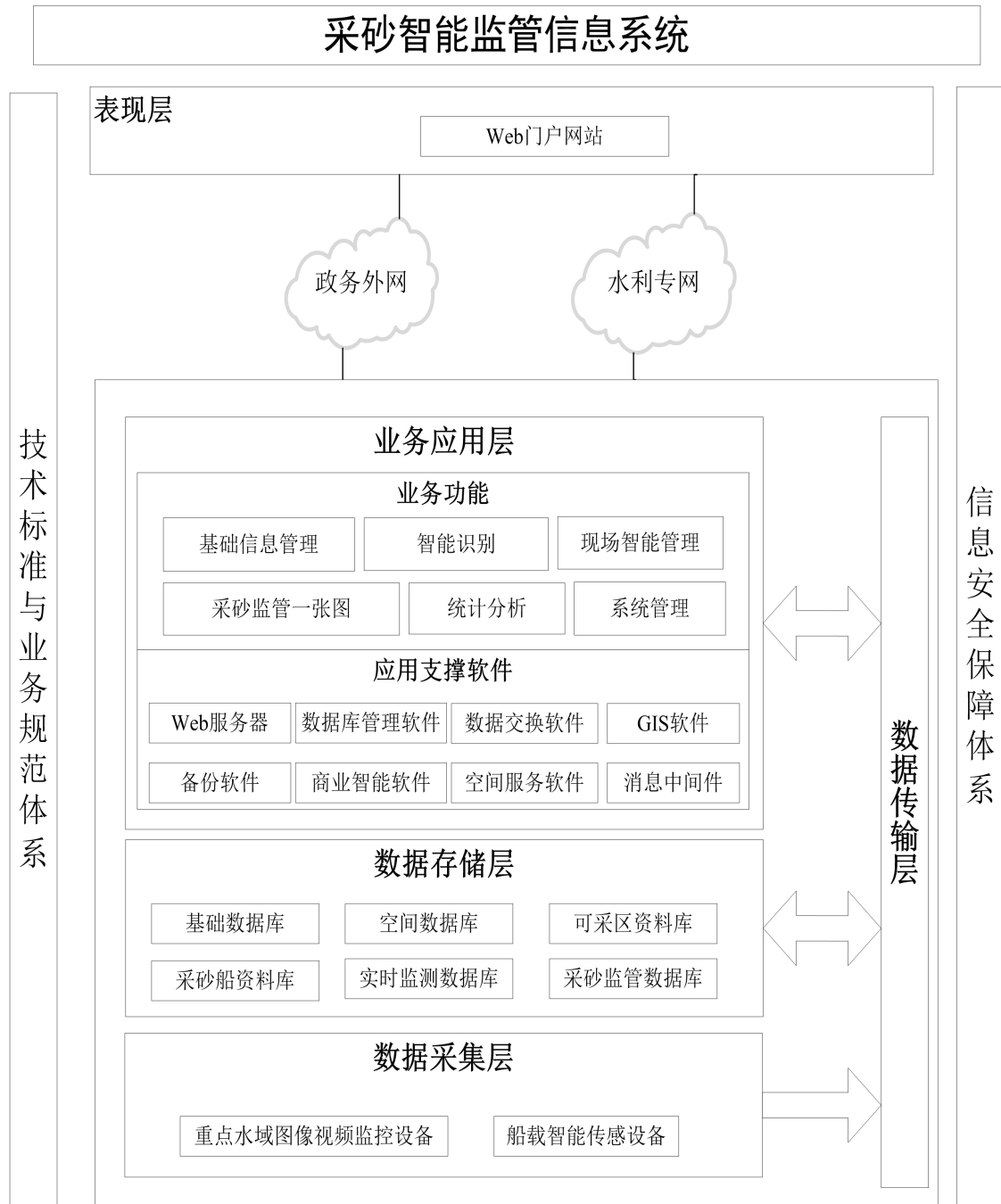


Figure 1. Overall architecture of the system

图 1. 系统总体架构图

#### 4.1. 数据采集层

通过在重点水域布设红外热成像监控设备、在采砂船只布设船载智能传感设备等手段，对采区进出船只、采砂作业船只进行实时的监控监测数据采集。

#### 4.2. 数据传输层

将采集层数据通过运营商网络或水利专网进行传输、校验、分类、整理，并保存到数据库中或直接提供给业务应用层。

#### 4.3. 数据存储层

数据存储层是应用系统的支撑，由综合数据库、空间数据库等组成，主要存储基础信息、空间数据、可采区资料库、采砂船资料库、实时采砂监控数据和采砂量统计信息等。数据存储层对数据进行转换、加工、提取和过滤，向业务应用层提供数据服务。

#### 4.4. 业务应用层

业务应用层包括业务功能和应用支撑软件，主要包括：基础信息管理、采砂监管一张图、采砂现场智能管理、船只智能识别、智能统计分析、系统管理等功能。

#### 4.5. 系统表现层

系统表现层是系统用户与应用软件之间的接口，通过使用水利专网及互联网与应用软件之间进行衔接。其功能是建立系统各部分之间的联系，控制应用层各功能模块的协调运行、控制参数的输入和运行结果的显示等。包括提供给水政执法部门使用的 Web 网址等。

### 5. 数据采集前端设计

数据采集的目的是满足采砂监管业务的数据需求，依据监管目标，主要对涉砂船只信息、采砂作业状态等进行监测监控相关的数据采集。本系统主要是通过红外热成像监控和船载智能传感设备进行数据采集。

#### 5.1. 红外热成像监控

红外热成像技术与传统的摄像机监控和微光夜视技术相比，具有全天候、远距离、图像清晰、抗气象干扰等显著优势。在采区重要水域布设红外热成像视频监控，对违法采砂、运砂等行为进行侦查和取证，并将采集到的数据传输保存至系统后台数据服务器。

#### 5.2. 船载智能传感设备

在具有采砂许可证的船只上安装嵌入式架构的无线船载智能传感设备，包括设备管理模块、船只身份识别模块、采砂量监测模块、工作状态采集模块、卫星信号接收模块、视频监控模块，对采砂船生产过程进行全方位监管。可获取采砂船工作状态，记录行驶轨迹、有效控制采砂船超时段、超区域、超限量开采，对船只身份进行识别判断，规范采砂秩序。

采砂量监测模块作为采砂量监管的核心功能，其工作原理：船载设备在工作时，根据安装在采砂船上的感应设备及智能传感器，自动获取采砂船开采数据，并通过对电机转速、链斗核定装载量、出砂皮带电机运行时长以及其他关联数据来核定开采时间及相应的开采量，并可根据不同地方砂石资源的优劣，在安装前实地进行产量预测和评估，合理调整系数来达到对采量的准确控制。

## 6. 业务功能设计

系统业务功能主要包括：基础信息管理、采砂监管一张图、采砂现场智能管理、船只智能识别、统计分析、系统管理等功能。功能界面示意图 2。



Figure 2. System interface

图 2. 系统界面

### 6.1. 基础信息管理

为用户提供采砂区的基本情况，对可采区信息、采砂许可证信息、采砂船等基础信息进行增加、查询、修改、和删除等管理功能。

### 6.2. 采砂监管一张图

以江西省电子地图为基础，依据采区控制规划图在基础地理图层上叠加每年度的可采区和禁采区信息及坐标；基于地理信息系统(GIS)实时可视化地展示采区正在进行采砂、运砂作业的所有船只，将这些船只的数量、状态、运动轨迹图形化地展现在电子地图上方查看和操作；借助电子围栏技术，通过设定时间段、划定界限和选定船舶、设定采量等条件，对船舶异常行为如越界采砂行为提供参数和判定规则的设置，在图上提供可视化的告警信息。

### 6.3. 采砂现场智能管理

通过将船载智能传感设备采集的数据进行智能化的预处理，实时掌握采砂船的工作状态，对船只采砂状态和采砂量进行智能化判定。

#### 1) 越界采砂、无证采砂智能化判定模块

将采砂船作业的定位信息、运砂或采砂船只身份、图像信息、采砂船的工作状态、时间等信息进行采集，并通过装置内的多通路传输模块 3G/GPRS 无线传输到后台的应用服务器，依据许可证上的采区位置、允许时间等要素进行判定，判定流程如图 3。

#### 2) 超量采砂智能化判定模块

通过船载智能监测设备的采砂量监测模块，收集采砂船只的采量监测数据、配载信息等，通过对数据进行智能分析和处理，统计出某艘采砂船在某段时间内的采砂总量，并按照设定的采砂限制进行告警或提醒，判定流程如图 4。

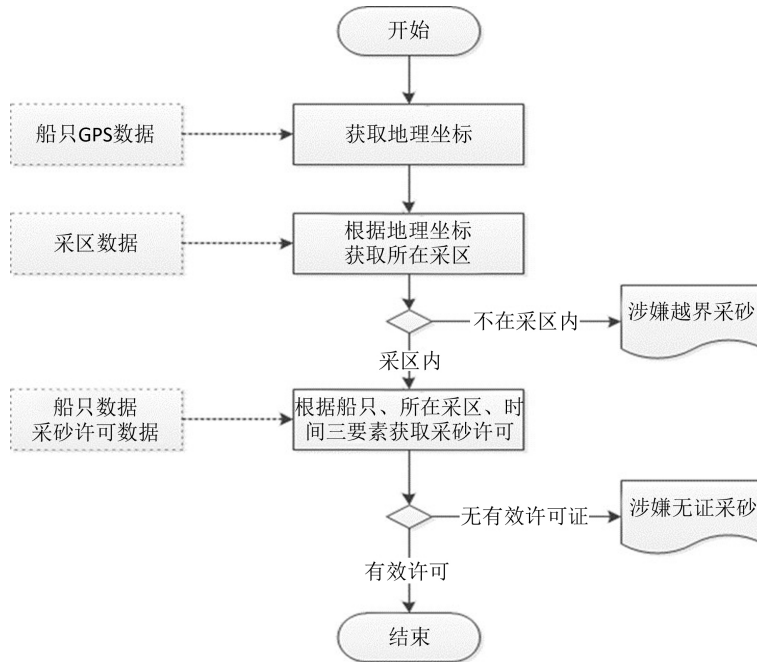


Figure 3. Cross-border/Unlicensed sand mining decision flow chart  
图 3. 越界/无证采砂判定流程图

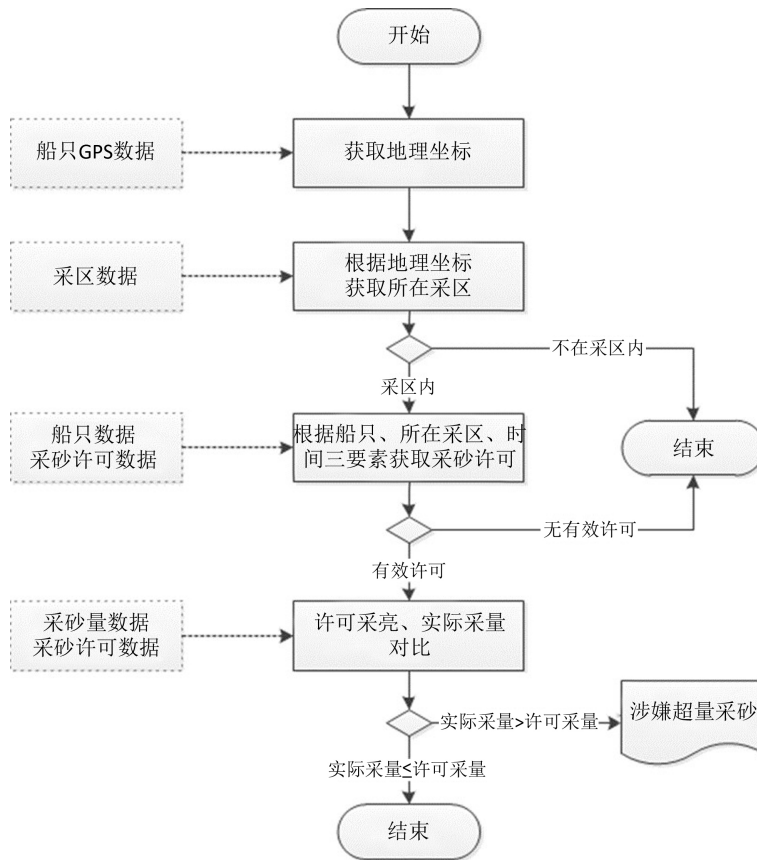
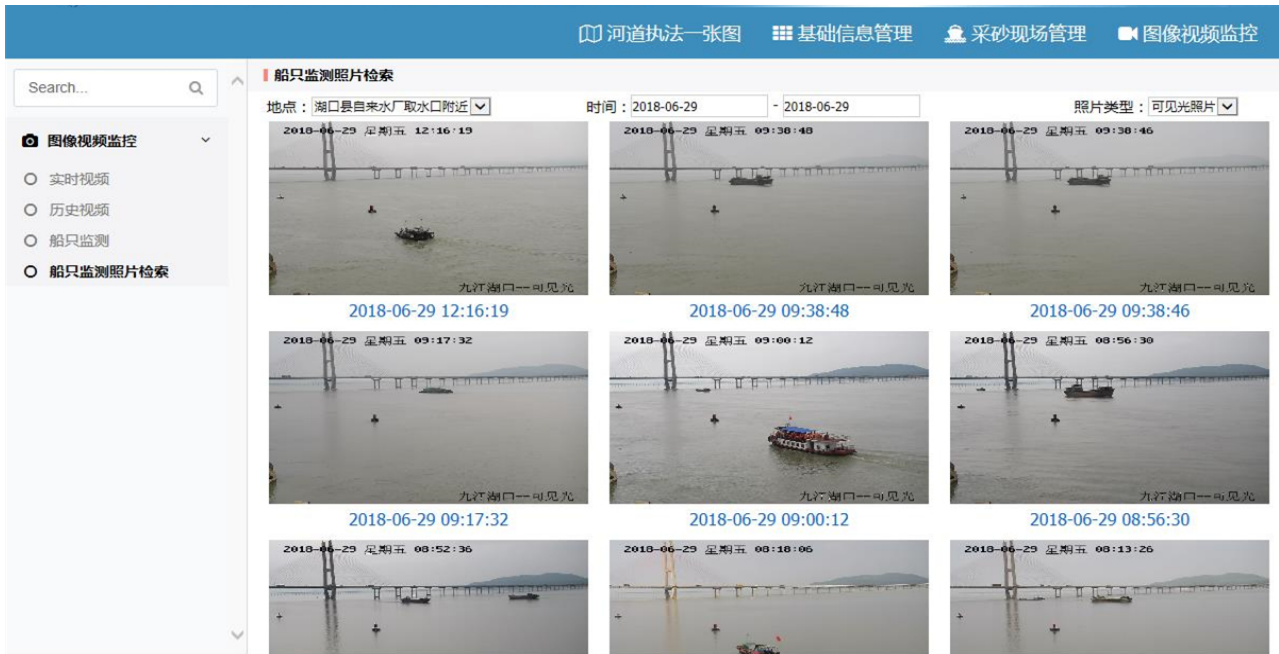


Figure 4. Excessive sand mining intelligent decision flow chart  
图 4. 超量采砂智能化判定流程图

## 6.4. 船只智能识别

针对可能出现的偷采偷运涉砂船只，利用布设的红外热成像监控设备，自动检测过往船只，获取船只图像并提取重要外形特征形成船只数据库；结合先进人工智能算法对船只进行智能识别，对疑似非法涉砂船只实行自动拍摄保留证据。见图 5(a)、图 5(b)。



(a)



(b)

**Figure 5.** (a) Vessel intelligent identification monitoring effect (visible light); (b) Vessel intelligent identification monitoring effect (infrared)  
**图 5.** (a) 船只智能识别监测效果(可见光); (b) 船只智能识别监测效果(红外热成像)

## 6.5. 统计分析

包括采区采量信息统计报表、涉砂船只信息统计报表、告警信息统计报表。统计报表信息采用饼图或柱状图的形式进行显示。

## 6.6. 系统管理

对本系统的用户、角色及权限、监测设备状态进行管理，辅助系统的运行。

## 7. 应用效果

本系统通过对红外热成像视频监控、船载智能监测设备进行复杂的软硬件系统集成，利用人工智能、移动互联网、数据分析等信息技术，实现图像识别、采量率定、监测预警的智能化、自动化。

目前，该系统已运用于江西省鄱阳湖采区的采砂监管工作，系统上线 1 年来运行稳定，有效识别涉砂船只约 1 万余艘，协助水政执法部门处理涉砂违法案件 13 起。有效加强了湖区采砂动态监管能力，减轻了一线执法人员压力，积累了可靠的监测数据。

## 基金项目

江西省水利厅水利政策研究课题(2018-005)。

## 参考文献

- [1] 高月明, 黄志旺, 文涛. 河道采砂实时监测系统设计与实现. 人民珠江, 2014(6): 146-149.  
GAO Yueming, HUANG Zhiwang and WEN Tao. Design and implementation of real-time monitoring system for river sand mining. Pearl River, 2014(6): 146-149. (in Chinese)
- [2] 毛贵臻, 工雅伟, 温广兴. 漳河采砂视频监控系统简析. 海河水利, 2011(3): 69-70.  
MAO Guizhen, GONG Yawei and WEN Guangxing. Brief analysis of video monitoring system for sand mining in Weihe River. Haihe Water Resources, 2011(3): 69-70. (in Chinese)
- [3] 孙琦. 长江河道采砂监测系统的设计与实现. 大连: 大连理工大学, 2008.  
SUN Qi. Design and implementation of sand monitoring system in the Yangtze River. Dalian: Dalian University of Technology, 2008. (in Chinese)
- [4] 高健, 陈先桥, 初秀明, 等. 内河航道采砂监测系统设计与应用. 武汉理工大学学报: 信息与管理工程版, 2013(8): 524-527.  
GAO Jian, CHEN Xianqiao, CHU Xiuming, et al. Design and application of sand mining monitoring system for inland waterway. Journal of Wuhan University of Technology, 2013(8): 524-527. (in Chinese)
- [5] 马水山, 黄万林, 刘前隆, 等. 长江河道采砂管理远程可视化实时监控系統. 人民长江, 2006, 37(10): 50-51.  
MA Shuishan, HUANG Wanlin, LIU Qianlong, et al. Long-distance visual real-time monitoring system for sand mining management in the Yangtze River. Yangtze River, 2006, 37(10): 50-51. (in Chinese)
- [6] 叶小云, 何勇, 甘莉. 长江采砂作业监测系统研究. 人民长江, 2010, 41(17): 104-106.  
YE Xiaoyun, HE Yong and GAN Li. Research on monitoring system of sand mining operation in the Yangtze River. Yangtze River, 2010, 41(17): 104-106. (in Chinese)
- [7] 陈银萍. 基于人工职能中的图像识别技术的分析. 信息与电脑, 2019(1): 165-166.  
CHEN Yiping. Analysis of image recognition technology based on artificial intelligence. China Computer & Communication, 2019(1): 165-166. (in Chinese)