引文格式：陈明娥,魏利萍,张赟鑫. 基于时序数据库的海洋观测预报平台研发[J]. 地理空间信息, 2024, 22(5): 85-87. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2024.05.018

基于时序数据库的海洋观测预报平台研发

陈明娥[1]，魏利萍[1]，张赟鑫[1]
（1. 深圳市中地软件工程有限公司，广东 深圳 518057）

摘　要：为满足信息化时代海洋观测预报和防灾减灾工作需求，利用实时数据采集、时序数据库、三维可视化等技术研发了海洋观测预报预警三维可视化平台。该平台可实时掌握潮位、海浪、海流等观测和预报信息，实现海洋数据的三维动态渲染，并利用可视化技术进行展示。将发布的风暴潮、海浪专报和预警报与台风等海洋自然灾害历史数据进行对比分析，为海洋风险分析与灾害预警提供决策依据。该平台已在深圳市成功落地，实时接入和管理海洋观测预报数据近20亿条，为深圳市水文、气象、应急等部门提供了海洋预警报与灾害防治信息化支撑。

关键词：观测预报；三维可视化；时序数据库；风险分析；灾害预警
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2024）05-0085-03

Development of Ocean Observation and Prediction Platform Based on Time Series Database

CHEN Ming'e[1], WEI Liping[1], ZHANG Yunxin[1]
(1. Shenzhen Zhongdi Software Engineering Co., Ltd., Shenzhen 518057, China)

Abstract: In order to meet the needs of ocean observation and prediction and disaster prevention and reduction in the informatization age, we used key technologies such as real-time data acquisition, time series database and 3D visualization to develop a 3D visualization platform for ocean observation, forecast and early warning. The platform can grasp the observation and forecast information of tide level, ocean wave and ocean current in real time, and realize 3D dynamic rendering of ocean data, which can be displayed by visualization technology. Comparing the issued special reports and early warnings of storm surges and waves with the historical data of marine natural disasters such as typhoons, can provide decision-making basis for ocean risk analysis and disaster early warning. The platform had successfully landed in Shenzhen, accessing and managing nearly 2 billion ocean observation and forecast data in real time, which could provide ocean early warning and disaster prevention information support for Shenzhen hydrology, meteorology, emergency response and other departments.

Key words: observation and forecast, 3D visualization, time series database, risk analysis, disaster early warning

海洋观测是人类认知海洋、经略海洋，进而合理开发利用海洋的基本手段[1]。我国沿海地区已初步建成一批以海洋站、浮标、志愿船和地波雷达为主体的海洋观测设施，构成了海洋观测网，在已有海洋观测能力的基础上，陆续建设了海洋观测预报系统[2-3]，为海洋经济发展、海洋防灾减灾、人民财产安全提供了基础保障[4-6]。目前市场上的海洋观测预报信息化系统采用传统技术手段进行数据采集、存储和展示[7]，该方式存在一定的缺陷：①传感器数据获取方面，传感器设备以短文件的形式传输服务，从文件到服务器观测数据大多采用手动、定时获取的策略，信息获取具有延时性，导致相应的观测预报业务延迟滞后；②数据存储、查询方面，由于海洋观测预报数据具有时间序列特点，随着时间变化，观测预报数据大量增长且需持续高并发写入，关系型数据库已无法满足其高效存储、处理、查询的需求，亟需引入时序数据库，优化数据存储性能，提高查询速度，保障数据库运行的高效、稳定，提供安全可靠的数据服务；③数据表达方面，传统业务系统表格或二维地图的表达方式无法准确表达海洋要素动态、三维、强时空性的特点，无法给用户直观、清晰明了的内容表达，引入三维可视化的技术可动态模拟海浪、海流、海风的流动方向和大小。鉴于此，本文基于时序数据库搭建了一个集海洋观测、海洋预报和防灾减灾为一体的三维可视

收稿日期：2023-02-28。
第一作者简介：陈明娥（1968—），硕士，高级工程师，注册测绘师，主要从事测绘、数据普查、地理信息系统研发工作，E-mail：chenminge@mapgis.com。

化平台，方便工作人员实时掌握潮位、海浪的观测和预报数据；并借助GIS空间引擎的三维可视化能力，以动态地图的形式模拟风场、流场、浪场等海洋环境动力要素变化情况，为台风和风暴潮等灾害天气提供预报预警信息。

1 平台技术架构

本文研发的海洋观测预报预警三维可视化平台主要包括5层。①数据采集层通过Flume为大批量不同数据源提供文件采集和汇总工具，并监控传感器回传原始文件的变化，实时将文件变化数据写入Kafka中。②数据存储层。海洋实时观测和预报数据具有时序数据的特点，而时序数据库则是存储和管理时间序列数据的专业化数据库[8]。时序大数据技术采用特殊的数据存储方式，能极大提高时间相关数据的处理能力，存储空间是关系型数据库的1/2，查询速度大大提高。平台选取Elasticsearch作为时序数据库。③数据处理层利用Flink新一代大数据分布式架构支撑大数据计算引擎[9]，同步进行数据质检和数据入库，从而降低进程等待时间，达到秒级入库的目标。④消息分发层利用Kafka高吞吐量、分布式的特点[10]，将其作为消息分发平台。⑤数据展示层利用三维GIS空间引擎进行海洋环境动力矢量场三维动态模拟与分析。

2 平台研发内容

2.1 海洋观测预报时序数据库

将海洋观测预报数据存储在ES时，是未经加工的原始数据，数据量巨大、查询困难，因此需在原始数据的基础上进行预聚合处理。通过离线服务，降低时间维度的精度，保留粗粒度历史数据，可提高时间跨度的查询性能、降低历史数据存储成本。同时，按照索引规则，设置保留策略，数据超出过期时间后自动清理。清理任务会在每天0点根据数据策略检查索引是否存在7 d前的索引，若存在，则根据策略决定是删除还是分配到冷数据存储的服务器上。

2.2 实时数据采集模块

针对数据延时获取的问题，本文采用大数据处理技术，利用Flume实时监控和解析海洋传感器回传文件数据，再交由Kafka进行消息分发，最后利用Flink技术进行数据标准化、质检和入库，达到秒级数据入库的目标。

2.3 数据监控管理模块

针对海洋观测设备在数据观测与传输过程中存在的中断、延迟、异常等问题，平台设计了相应的数据监控功能，辅助用户处理仪器故障。对各仪器数据的观测频率进行监控（图1），设置相应的数据接收容错时间，超过时间范围平台将显示异常状态并帮助用户准确定位问题，从而辅助用户处理仪器异常，缩短用户处理问题的时间。

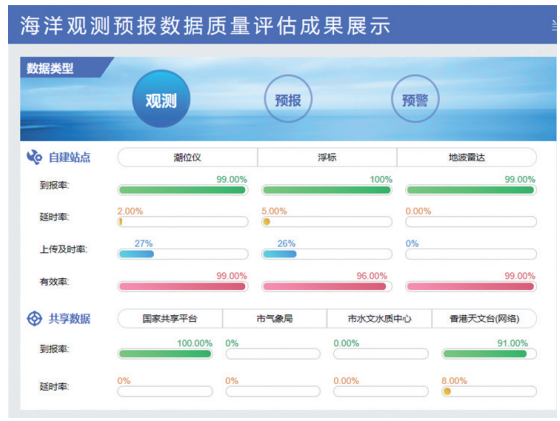


图1 数据监控成果界面

2.4 观测预报数据实时展现模块

在三维场景中可查询展示实时、历史海浪、海流、潮位监测数值与曲线情况，以及未来3 d内海浪、海流、潮位预测数值与曲线情况；并参考观测站点周边摄像头传回的实时画面，检验监测数据是否正常（图2）。



图2 潮位数据实时展示

2.5 海洋动力环境三维可视化

利用三维可视化渲染技术对海洋海流场、海风场预报数据进行实时动态渲染（图3），通过粒子动效技术以动态的形式表达数据，还原了海洋水动力环境信息强时空关联的特点，并通过大屏直观、清晰、准确地展示在用户面前。对数值预报产品数据进行可视化渲染可为海洋观测预报部门领导宏观分析决策提供技术依据。

2.6 风险分析与灾害预警

平台提供风险分析和历史灾情分析功能，并在

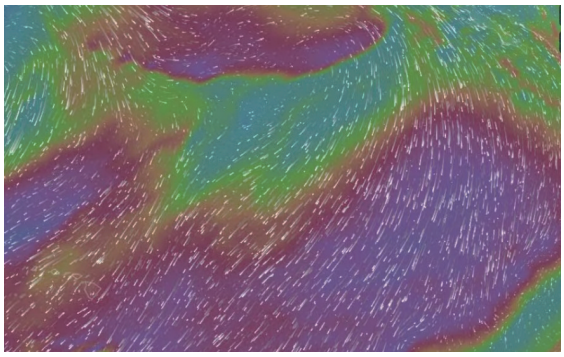


图3　海洋风场动态模拟

统计分析各类台风的基础上，发布风暴潮和海浪的专报和预警报。以台风为例，平台可展示当前台风的路径，并可按照倒序列出历史列表，在地图上回溯每个台风的路径以及路径节点的详情信息。通过相似台风分析，找出与当前台风级别、路径和登陆点相似的台风，并地图上呈现其发生时波浪和潮位的变化情况（图4）。根据相似台风对海域的危害程度，平台将发出相应的灾害预警，帮助海洋观测预报人员进行分析并做出相关预警判断，提供预警报辅助决策支撑，提醒应急部门以及相关地区做好灾害防护。



图4　相似台风分析

3　应用效果与推广

该平台已在深圳市落地，目前已实时接入和管理海洋观测预报数据近20亿条，传感器回传数据入库时间小于5 s，为深圳市海洋观测预报业务人员提供了实时的潮位、海浪、海流观测预报服务。结合海域、港口、承灾体、海岸线、交通路线等海洋地理数据信息进行综合查询和空间叠加分析，利用三维GIS技术优化海洋观测预报的数字化、可视化表达方式，方便业务人员实时掌握深圳市海洋观测预报预警信息的变化情况。通过历史台风和相似台风数据，分析历史台风期间深圳市海域的潮位变化情况和海浪变化情况，为各部门台风灾害预警报提供数据依据。通过统计各类历史受灾点、受灾情况、风暴潮和海浪的专报和预警报，为水文、气象、应急、三防等相关部门提供了海洋预警报与灾害防治数据支撑，辅助海洋防灾减灾工作的顺利进行。

平台围绕海洋防灾减灾业务管理和海岸带安全保障新要求建设，相较于其他同类应用具有以下优势：①实时掌握潮位、海浪、海流等观测和预报信息；②通过数据实时三维动态渲染，优化了海洋矢量场可视化效果；③加强台风等自然灾害对海岸带区域的影响分析，进一步增强了海洋防灾减灾业务工作基础信息的支撑能力。

该平台具有丰富、成熟的功能和稳定的性能，具有极强的推广价值。据调查，目前我国以海洋水动力环境信息为对象的相关海洋观测预报产品还较少，其他海洋数据应用场景也不是很多，因此该平台在智慧海洋大数据中心建设、海洋大数据应用等相关平台或系统建设项目中具有很大的市场。平台具有长效更新升级机制，未来将纳入更多的海洋数据，提供更完善的数据分析、数据服务以及预警决策支撑能力，应用前景十分广阔。

参考文献

[1]　吴向荣，李郅明. 海洋观测预报集成服务系统建设及其应用[J]. 海洋信息，2013，28(2):1-8

[2]　马荣华，杨巧玲，黄云峰. 广州市海洋防灾减灾信息化建设成果及其应用[J]. 海洋信息，2018，33(1):61-70

[3]　张建东，董肇伟，高廷，等. 面向市级和县级海洋防灾减灾的综合管理系统设计和应用[J]. 海洋开发与管理，2018，35(4):81-85

[4]　王其松，房树林，尹丹妮，等. 海洋站自动观测数据在线质控系统开发与应用[J]. 海洋信息，2021，36(3):26-30

[5]　海洋站建设规范: HY/T 0316-2021[S].

[6]　张兴林. 区域性海洋灾害监测预警系统研究进展[J]. 中国新通信，2022，24(2):52-53

[7]　王军，张呈，贝竹园. 关于上海海洋防灾减灾体系建设的思考[J]. 海洋开发与管理，2020，37(4):23-28

[8]　李明，张靖，吴尚，等. 基于时序数据库的自动化运维技术研究[J]. 信息技术，2021(6):102-107

[9]　鲁蔚征. Flink 原理与实践[M]. 北京:人民邮电出版社，2021:50

[10]　胡夕. Apache Kafka 实战[M]. 北京:电子工业出版社，2018:27-30