 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v6i11.8119

Research and Application of Dam Safety Multi-source Monitoring Data Governance

Tianyang Li Yaling Tian

Changjiang River Scientific Research Institute, Wuhan, Hubei, 430010, China

Abstract

Dam safety monitoring data is crucial for ensuring the safe operation, scheduling, and overall performance of water conservancy projects. However, the current management and use of such data lack a standardized governance framework. Isolated data collection across different monitoring projects has led to severe data silos, low governance expertise, and difficulty in obtaining a comprehensive data overview. To address these issues, this paper proposes an integrated process for data governance and application, covering collection, aggregation, storage, and management. Successfully applied in practice, the method improves data governance capability and shows strong potential for wider use.

Keywords

Dam Safety Monitoring; Multi-source Data Governance; Water Resources Informatization

大坝安全监测多源数据治理研究及应用

李天旸 田亚岭

长江科学院工程安全与灾害防治研究所，中国 · 湖北 武汉 430010

摘 要

大坝安全监测数据作为保障水利工程安全运行的重要参考依据，支撑工程安全监测应用，支持工程安全调度运行，保障工程综合效益充分发挥，在大坝安全监测工作中起到了至关重要的作用。然而，目前大坝安全监测数据的管理和应用中缺乏标准的数据治理体系，各个监测项目独自采集处理数据，数据孤岛现象严重，数据治理专业化程度较低，用户难以获得大坝安全监测数据的整体画像。针对当前大坝安全监测数据治理需求，本文设计了一套大坝安全监测数据治理和应用的流程方法，实现了对安全监测数据采集汇聚、存储管理和治理，并在工程中成功应用，有效提高了安全监测数据的数据治理水平，具有良好的推广应用前景。

关键词

大坝安全监测；多源数据治理；水利信息化

1 引言

当前，各水利工程的大坝安全监测系统普遍采用独立建设、分散管理的模式，各工程安全监测项目往往由多家单位分头实施、分别运维，形成了数据来源广泛、结构格式各异、存储位置分散的数据现状。同时，由于缺乏统一的技术标准体系以及对数据资产的规范化管理与控制手段，导致监测数据难以实现有效整合与高效共享，严重制约了水利工程安全监测数据的深度调用与业务应用的系统集成，不利于大坝安全运行管理能力的整体提升，亟需构建统一、规范、协同的数据管理与应用体系。[1]

2 安全监测数据治理需求

水利工程安全监测存在监测范围广、监测对象多、监测传感器种类复杂和建设周期长的特点。随着以物联网、云计算技术为基础的水利工程安全监测自动化体系逐步完善，安全监测数据的结构也从基本的结构化数据发展为包括三维数据、多媒体数据在内的多源异构数据集合 [2]，同时由于数据采集时间频率的提高，安全监测数据在量级上也将逐步超越传统数据处理方式所支持的数量。因此，开展安全监测数据治理尤为重要。

3 多源数据治理基础设施

安全监测多源数据治理基础设施包括数据中台、结构化数据库和非结构化数据库。数据中台对集成接入的数据进行整合处理，对系统内数据进行统一管理，并为除安全监测专题外的其它水利信息化应用提供数据服务；结构化和非结构化数据库作为数据存储的实体保存数据信息。

3.1 数据中台

数据中台是一套集数据采集、治理、建库、数据分析

【作者简介】李天旸（1990–），男，中国湖北武汉人，硕士，工程师，从事大坝安全监测信息化应用研究。

于一体的数据资源管理平台，实现安全监测数据从采集、治理，到建库、分析的闭环管理。数据中台汇集来自各个数据源的安全监测数据，形成相关的专题数据库，实现对多源监测数据的一体化管理；并通过对多种数据源的配置，实现不同类型数据的定制化接入和统一输出。[3]

数据中台集成安全监测知识库，结合安全监测业务应用为管理决策层提供工程安全与调度运行所需的数据指标和数据分析结果，为安全监测分析、预警提供支撑。

3.2 结构化数据库

根据安全监测结构化数据的特点，按基础数据，监测数据，地理数据等进行数据分类管理，将水工建筑物、设备设施、测点仪器、观测数据和文档视频报告等多媒体数据的基本信息按照位置关系、归属关系建立关系模型，实现数据之间的互联互通。

3.3 非结构化数据库

非结构化数据库为安全监测知识库数据、地理资源数据和包括规程规范、图纸报告、技术文档等的多媒体数据提供可扩展的高性能数据存储解决方案，并与数据中台集成，实现数据的统一管理。

4 数据治理功能应用

4.1 安全监测数据汇聚

安全监测数据汇聚主要包括安全监测感知和外部数据集成。其中安全监测信息的感知通过专业传感器采集、视频监控、巡视巡查等方式实现；外部数据集成通过专业数据接口和数据中台的数据汇聚功能实现。

4.2 安全监测数据底板

通过整合多数据源接入、自动化数据萃取、分布数据存储等技术，构建安全监测数据底板，为安全监测数据治理提供数据资源基础。安全监测数据底板主要包括安全监测知识库和安全监测数据资源池。[4]

4.2.1 安全监测知识库

梳理具体水利工程的相关知识对象，通过对水利知识的建模、抽取、存储和融合等技术进行构建，为工程安全和生产运营等业务应用提供智能化基础支撑。

4.2.2 安全监测数据资源池

汇聚工程基础数据、地理空间数据、监测数据、业务管理数据和外部共享数据等水利全要素信息，为安全监测数据提供了共享平台，并构建针对水利工程的数据资源目录，实现数据的综合利用。打通了各个业务应用间的数据壁垒，避免了数据孤岛的存在，提升业务质量和对系统数据利用的效率。[5]

4.3 安全监测数据应用

在安全监测数据底板的基础上，安全监测数据应用实现了监测数据清洗、模型分析和数据共享等功能。

4.3.1 安全监测通用业务应用

对安全监测数据底板所汇集到的多源数据进行统一、规范管理，依据水利数据对象标准，梳理数据对象间的逻辑关系，构建安全监测数据通用应用，提升数字孪生平台中安全监测数据的规范性、可用性，避免数据冗余和重复，规避数据烟囱和不一致性。

4.3.2 安全监测数据清洗

如图 1 所示，对安全监测数据的智能评判，基于逻辑判别法、时空判别法、统计判别法等多种数理判别方法进行安全监测数据粗差识别及处理，同时支持通过深度学习算法对接入到安全监测数据资源池中的数据实时判断，并及时将数据清洗结果反馈给相关的责任人员审定。

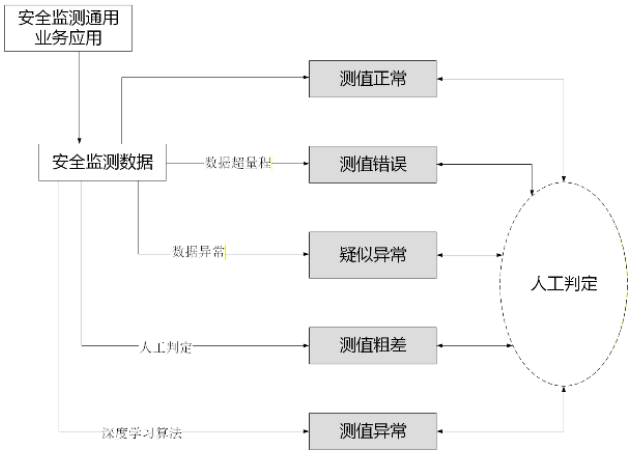


图 1 安全监测数据清洗

4.3.3 安全监测数据共享

通过建设标准化的服务接口，为其它共建合作系统提供可靠稳定的数据支撑，或为上级主管单位提供数据。

5 应用案例

在某水库大坝安全监测管理平台建设项目中，构建了安全监测数据底板，实现大坝安全监测多源数据治理。安全监测数据从数据采集、数据治理、数据存储、数据服务逐级流转，系统数据构架图如图 2 所示。

目前，通过已建成的大坝安全监测管理平台完成了该工程安全监测数据及相关数据的集中汇聚和治理，累计接入安全监测测点 700 余个，监测数据 690 余万条，实现了安全监测、水雨情、水质等数据的统一存储管理和融合共享应用。

通过开展大坝安全监测多源数据治理，提高了安全监测数据利用率和使用效率，为大坝安全监测智慧应用提供了坚实的数据基座，也为该工程的其他业务系统和接受数据共享的外部系统平台提供了可靠的安全监测数据以及专业的数据服务和应用。

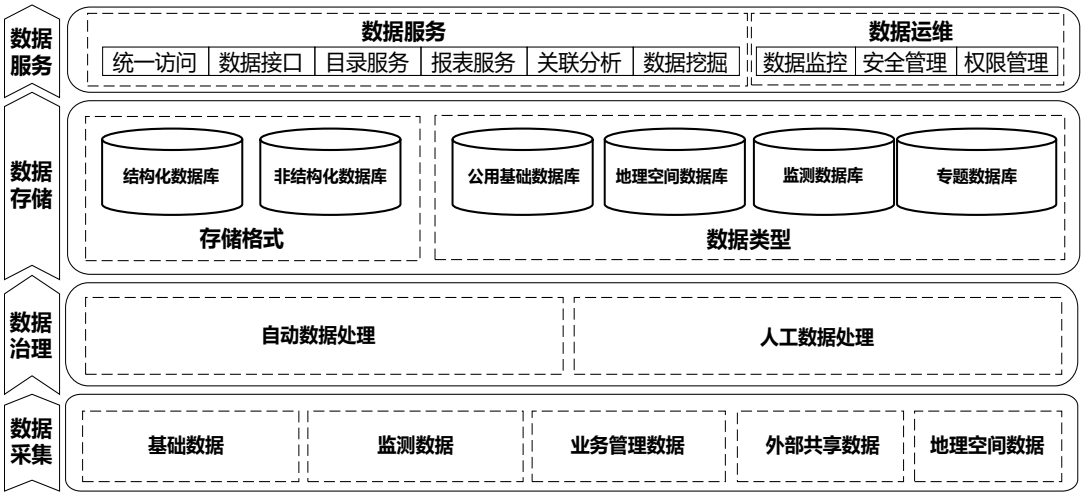


图 2 大坝安全监测管理平台数据架构图



图 3 工程安全分析预警示例图

6 结语

本文从大坝安全监测多源数据治理需求出发，详细阐述了安全监测数据治理框架和功能应用，包括数据治理基础设施、数据集成汇聚、数据底板建设、数据应用等方面。并介绍了以此数据治理框架为指导开发建设的某水库大坝安全监测管理平台，其应用结果说明了本文所涉及的数据治理框架技术先进，贴合实际，可为其它水利工程安全监测数据治理能力提升建设提供参考，能够有效提升安全监测数据治理的效率与水平，为智慧水利的建设提供可靠的数据基础。

参考文献

[1] 黄跃文,牛广利,李端有,韩笑,周华艳.大坝安全监测智能感知与智慧管理技术研究及应用[J].长江科学院院报,2021,38(10):180-185+198.

[2] 裘明华.数据挖掘技术在水利工程安全监测管理中的应用研究[J].水利科技与经济,2021,27(11):127-130.

[3] 张社荣,姜佩奇,吴正桥.水电工程设计施工一体化精益建造技术研究进展——数字孪生应用模式探索[J].水力发电学报,2021,40(01):1-12.

[4] 刘业森,刘昌军,郝苗.面向防洪“四预”的数字孪生流域数据底板建设[J].中国防汛抗旱，2022，32（6）：6-14.

[5] 成建国,冯钧,杨鹏,唐志贤.水利数据资源目录服务关键技术研究[J].水利信息化,2014(06):18-21+35.