

T/SDSW

山东水土保持学会团体标准

T/SDSW 002—2025

智慧水土保持监督管理系统建设标准

Construction Standards for Smart Soil and Water
Conservation Monitoring System

2025 - 06 - 06 发布

2025 - 06 - 06 实施

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 基本要求	3
6 系统架构	3
7 信息化基础设施	4
8 数字孪生平台	5
9 业务应用	7
10 安全体系	8
11 保障体系	9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由山东水土保持学会提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：山东省水利科学研究院、济南崇道智能科技有限公司。

本文件主要起草人：马良、樊冰、宋琪、高群、刘海涛、曾庆飞、吕洋、王松岳、武佳枚、傅会、侯雨泽。

本文件为首次发布。

全国团体标准信息平台

智慧水土保持监督管理系统建设标准

1 范围

本文件规定智慧水土保持监督管理系统的建设原则、系统架构、业务功能、数据资源、技术要求等，适用于省、市、县级的水土保持监管系统建设。

本文件适用于省、市、县等各级智慧水土保持监督管理信息系统的规划设计、建设部署、改造升级和运行维护，也适用于业务系统模块的接口对接。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 17941.1 数字测绘产品质量要求
- GB 22021 国家大地测量基本技术规定
- GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- GB/T 22240 信息安全技术 网络安全等级保护定级指南
- GB/T 25000.51 系统与软件工程 系统与软件质量要求和评价（SQuaRE）
- GB/T 25058 信息安全技术 信息系统安全等级保护实施指南
- GB/T 28827.1 信息技术服务 运行维护 第1部分：通用要求
- GB/T 28827.2 信息技术服务 运行维护 第2部分：交付规范
- GB/T 28827.3 信息技术服务 运行维护 第3部分：应急响应规范
- GB/T 39786 信息安全技术 信息系统密码应用基本要求
- GB 50433 生产建设项目水土保持技术规范
- GB/T 50434 生产建设项目水土流失防治标准
- GB/T 51240 生产建设项目水土保持监测与评价标准
- SL/T 277 水土保持监测技术规范
- SL 323 实时雨水情数据库表结构与标识符
- SL/T 341 水土保持信息管理技术规程
- SL 380 水资源监控管理数据库表结构及标识符标准
- SL 513 水土保持数据库表结构及标识符
- SL 592 水土保持遥感监测技术规范
- SL/T 803 水利网络安全保护技术规范
- CH/Z 3003 低空数字航空摄影测量内业规范
- CH/Z 3004 低空数字航空摄影测量外业规范
- CH/T 9015 三维地理信息模型数据产品规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水土保持监督管理 supervision and management of soil and water conservation

县级以上人民政府水行政主管部门及其所属监督管理机构，根据法律、法规、规章、规范性文件或政府授权，对所辖区域内各类生产建设活动及其水土流失防治工作，进行监督检查、督促指导，以有效控制新增认为水土流失的各项工作的总称。

3.2

数字孪生平台 digital twin platform

用于表达和管理人为生产建设活动全要素和水土流失防治全过程的数据、模型和知识等信息资源，具备数字映射、交互模拟、智能预警、信用评价和决策支持等通用功能，能够为水土保持监督管理业务应用提供信息资源与服务支撑的基础应用体系，由数据底板、模型平台和知识平台组成。

3.3

数据底板 data foundation

对人为生产建设活动全要素和水土流失防治全过程实现数据一体化应用服务的数据要素、数据组织及软件工具的总称，由数据资源、数据模型和数据引擎等构成。

3.4

模型平台 model platform

对人为生产建设活动全要素和水土流失防治全过程实现模型一体化应用服务的模型组件及管理软件的总称，由模型库和模拟仿真引擎等构成。

3.5

知识平台 knowledge platform

对人为生产建设活动全要素和水土流失防治全过程实现知识一体化应用服务的知识内容和知识工具的总称，由知识库、智能模型和人工智能引擎等构成。

3.6

防治责任范围智能识别 intelligent recognition of disturbances

自动使用 GIS 软件空间叠加分析工具，对人为生产建设活动的实际扰动图斑范围与水土流失防治责任范围进行叠加分析，判定“合规”“疑似超出防治责任范围”“疑似未批先建”“疑似地点变更”结果的过程。

3.7

可解释人工智能预警模型 explainable artificial intelligent warning model

基于一种能够提供决策过程透明度和可理解性的XAI系统，分析人为生产建设活动历史与实时数据，识别水土流失危害，判定高风险因素，进行管理预警和防治预警，并提供整改措施及防治预案的模型。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BIM: 建筑信息模型 (Building Information Modeling)

DEM: 数字高程模型 (Digital Elevation Model)

DOM: 数字正射影像图 (Digital Orthophoto Map)

DSM: 数字表面模型 (Digital Surface Model)

GIS: 地理信息系统 (Geographic Information System)

GNSS: 全球导航卫星系统 (Global Navigation Satellite System)

GPS: 全球定位系统 (Global Positioning System)

InSAR: 干涉合成孔径雷达 (Interferometric Synthetic Aperture Radar)

LiDAR: 激光雷达 (Light Detection and Ranging)

LoRa: 远距离无线电 (Long Range)

LSTM: 长短期记忆人工神经网络 (Long Short-term Memory)

NB-IoT: 窄带物联网 (Narrow Band Internet of Things)

RFID: 射频识别 (Radio Frequency Identification)

RuBee Ruby: 增强型双向无线协议 (Ruby Enhanced Bidirectional Wireless Protocol)

SDK: 软件开发工具包 (Software Development Kit)

VPN: 虚拟专用网络 (Virtual Private Network)

Web API: 网络应用程序接口 (Web Application Programming Interface)

XAI: 可解释人工智能 (Explainable Artificial Intelligent)

ZigBee: 紫蜂协议 (Igbec Protocol)

5 基本要求

智慧水土保持监督管理系统应符合以下要求:

a) 遵循“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”要求,按照“整合已建、统筹在建、规范新建”要求,利用已有信息化基础设施及国家新型基础设施,与相关智慧城市、智慧水利、智慧水土保持、数字孪生系统建设成果资源整合、共建共用,实现各类资源的集约节约利用和互通共享,避免重复建设。

b) 建设范围应覆盖行政区划全域。同一市应建设统一的智慧水土保持监督管理系统。如上级无建设条件,县级系统建设应结合实际需求和当地特点,整合已有资源和先进技术,确保与上级数据和模型的一致性和兼容性,提高建设效率和效果。

c) 应强化算据、算法、算力建设,实现人为生产建设活动全要素和水土流失防治全过程的数字化映射、智能化模拟、前瞻性预演,支撑水土保持监督管理业务功能全流程,保障决策的安全性、科学性、有效性,提高监督管理精准化、智能化水平。

d) 应具有一定前瞻性,需紧密围绕水土保持监督管理功能与新一代信息技术融合创新,强化云计算、大数据、数字孪生、物联网、人工智能、5G、区块链等信息技术应用,赋能业务流程监管、天地一体化遥感监管、表土保护和弃渣监管等主要业务。

e) 应采用灵活可扩展的技术架构,不断进行数据更新、功能迭代和优化系统。

f) 应按照相关法律法规和标准规范要求,构建安全可靠的网络安全体系,保障网络基础设施、数据和信息系统的安全,应优先采用自主可控软硬件产品。

6 系统架构

6.1 总体框架

智慧水土保持监督管理系统应包括信息化基础设施、数字孪生平台、业务应用、安全体系、保障体系。

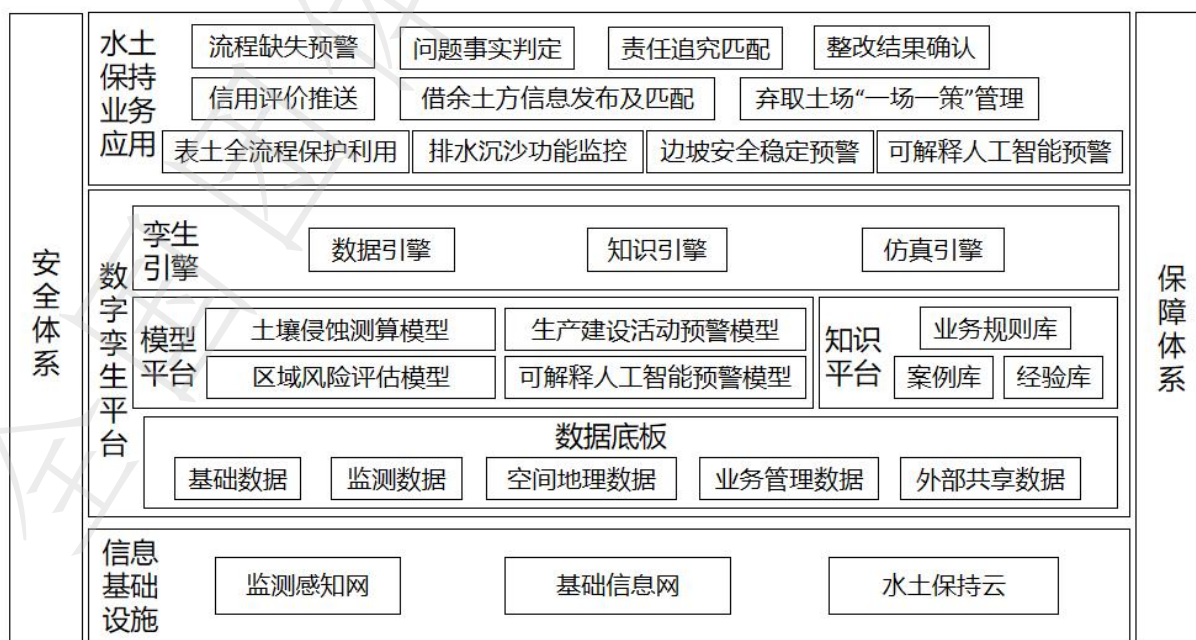


图1 智慧水土保持总体框架

6.2 组成

6.2.1 信息化基础设施主要包括监测感知网、水土保持信息网、水土保持云等。

6.2.2 数字孪生平台主要包括数据底板、模型平台、知识平台等，数据底板为模型平台、知识平台提供算据，模型平台为业务应用提供算法，知识平台为业务应用提供智能分析服务，共同支撑水土保持监督管理业务应用。

6.2.3 业务应用主要包括基础应用（流程缺失预警、问题事实判定、责任追究匹配、整改结果确认、信用评价推送）、扩展应用（借余土方信息发布及匹配、弃取土方“一场一策”管理、表土全流程保护利用、边坡安全稳定预警、排水沉沙功能监控、可解释人工智能预警等）。

6.2.4 安全体系包括网络安全、数据安全等。

6.2.5 保障体系包括组织机制、科技攻关、标准规范等。

7 信息化基础设施

7.1 基础信息网

7.1.1 基础信息网是系统运行的通信骨架，负责连接各级监管节点（省、市、县）、设备终端及外部平台，保障数据实时互通。按功能分为业务网、工控网等不同网络。

7.1.2 业务网应接入上级单位水利业务网，实现与各级水利部门业务网的互联互通。应依托现有水利网络资源，充分利用国家电子政务外网，通过租赁专线、自建光纤、网络 VPN、卫星通信等多种方式，扩展网络覆盖范围，提高网络带宽，实现系统内各单位之间的全面互联，支持日常通信传输和应急通信服务保障。

7.1.3 完善信息网通信能力提升建设，优化调整省与市、市与县之间地区网网络结构，进行 IPv6 适配改造。扩大互联网连接带宽，支撑与社会公众、企业的信息交互与服务。

7.1.4 充分考虑面向下一代网络和扩容需求，积极利用网络新技术优化网络结构、增强资源动态调配能力。在实现互联互通的基础上，按照水土保持监督管理需求对网络流量进行自适应引导和质量保证，提高业务灵活调度能力。

7.1.5 工控网应与业务网物理隔离，分为实时控制区和过程监控区。采用防火墙等网络安全措施进行隔离，并采取加密措施进行数据传输加密。

7.1.6 工控网应建设工程自动化控制系统，对水土保持监督用径流小区、径流场、卡口站等进行自动化控制。并具备运行监控功能，可通过数据外发、传感器检测、视频识别、声纹监测等方式实现对设备运转状态的实时监测。工程自动化控制系统可采用现地控制和远程控制。

7.2 监测感知网

7.2.1 监测感知网应充分共享智慧水利和数字孪生流域的监测感知数据，按照应设尽设、应测尽测、应在线尽在线的原则，构建覆盖各监督管理对象的“天空地”一体化监测感知体系。

7.2.2 应利用传感、定位、视频、遥感等监测技术，完善监测要素类型和数据内容。宜采用有线、无线等网络为主，北斗短报文、5G、窄带物联网（NB-IoT）、紫蜂协议（ZigBee）、远距离无线电（LoRa）、智能电力、电子标识（RFID、RuBee 等）为辅的通信方式，建立安全连接。

7.2.3 可构建基于星载平台（北斗卫星、InSAR 卫星等）、航空平台（无人机等）、地面平台（高精度三维激光扫描仪等）的多源立体监测系统，实现对重大监督管理风险目标的重点监测。

7.2.4 对涉及安全的弃渣场监测项目应包括变形监测、渗流监测、应力应变及温度监测、环境量监测、运行状态监测、险情监测、工程专项监测与巡视检查等。拦渣坝工程内部变形和外部变形开展监测，可根据工程实际选择水平位移与挠度、垂直位移与倾斜、裂缝及接缝变形、净空收敛等监测项目，开展内部及外部变形监测。应在 SL 551、SL 601、SL 725、SL 766、SL 768 等工程安全监测相关规范基础上，进行工程安全风险分析、安全监测系统评价鉴定，确定监测项目、监测点位布置、精度与监测频次等，更新完善监测设施，建设或提档升级工程安全监测自动化系统，提升工程安全在线监测感知能力。

7.3 水土保持云

7.3.1 水土保持云应实现计算、存储资源按需弹性分配和软件定义网络，提供云主机、云存储、

云网络、云安全服务、容器服务，以及大数据处理和微服务支撑等。

7.3.2 应根据智慧水土保持监督管理业务需求，考虑计算资源的复用性和不同精度的计算需求，确定计算资源规模，可采用自建、租用、共享政务云等方式部署高性能计算资源，并结合智能模型计算需求，配备必要的人工智能算力资源。

7.3.3 应结合智慧水土保持监督管理业务应用、模型平台、知识平台等数据存储需求，采用块存储、对象存储、文件存储等方式存储结构化和非结构化数据，并预留适当冗余和发展空间，满足后续功能扩展升级需要。宜考虑本地备份及异地灾备存储设施。

8 数字孪生平台

数据底板（基础数据、地理空间数据、遥感数据、监测数据、业务管理数据、跨行业共享数据）、模型平台（土壤侵蚀测算模型、生产建设活动预警模型、区域风险评估模型、可解释人工智能XAI预警模型、模拟仿真引擎）、知识平台（业务规则库、案例库、经验库）

8.1 数据底板

8.1.1 一般要求

- 应包括基础数据、监测数据、业务管理数据、跨行业共享数据、地理空间数据等内容。
- 宜在“水土保持一张图”“水利一张图”基础升级扩展，包括扩充数据类型、明确数据范围、规范数据组织、提升数据质量。
- 应运用数据治理等技术保障数据的真实性、唯一性、完整性、关联性、实时性。
- 空间基准要求：大地基准宜采用 2000 国家大地坐标系（CGCS2000），确有必要时可采用依法批准的独立坐标系并与 2000 国家大地坐标系建立联系。高程基准宜采用 1985 国家高程基准，确有必要时可采用与 1985 国家高程基准建立关联的独立高程系。
- 时间基准要求：日期应采用公历纪元；时间应采用北京时间。

8.1.2 基础数据

- 应根据业务需求，广泛获取各类水土保持监督管理对象的主要属性数据和空间数据，宜包含生产建设项目及活动的基本信息、水土保持方案及后续设计、水土保持补偿费信息、水土流失防治责任范围、区域评估等。
- 数据库表结构应执行 SL/T 809，应对所有对象进行统一编码，并根据业务需要实时或定期更新。

8.1.3 地理空间数据

- 宜包括 DOM、DEM/DSM、倾斜摄影模型、激光点云模型、BIM 等数据，按照数据精度和适用范围分为 L1、L2、L3 三级。
- L1 级适用于全省范围的中低精度地理空间数据，宜包括 DOM 和 DEM/DSM 等数据。
- L2 级适用于全省各级水土保持重点预防区和治理区、大江大河及主要支流重要河段（含堤防）、重要湖泊，以及省级重大项目、线型建设工程，弃渣场（取土场）、风险图斑等监督管理业务重点关注区域的中高精度地理空间数据，宜包括 DOM、DEM/DSM、倾斜摄影模型、激光点云模型等数据。
- L3 级适用于各类生产建设项目和活动的高精度地理空间数据，宜包括 DOM、DEM/DSM、倾斜摄影模型、激光点云模型、BIM 等数据。

8.1.4 遥感数据

a) 数据类型与指标

数据类型	指标要求
历史遥感影像	2010年至今逐年覆盖，分辨率 $\leq 2\text{m}$
实时遥感影像	季度更新，平面精度 $\leq 1\text{m}$
倾斜摄影模型	重点区域季度更新，分辨率 $\leq 3\text{cm}$
数字高程模型	LiDAR点云密度 $\geq 8\text{点}/\text{m}^2$

- 遥感影像的成像时间，同一地区多景遥感影像的时相应相同或者相近。山东省境内宜选择 3

月下旬至4月下旬或7月至9月。影像质量应没有坏行、缺带、条带、斑点噪声和耀斑，云量少（优先采用晴空影像，总云量不超过5%）。影像清晰，地物层次分明，色调均一，尽可能保证数据源单一。影像头文件齐全，包含拍摄时间、传感器类型、太阳高度角、太阳辐照度、中心点经纬度等技术参数。宜优先选用包含蓝光、绿光、红光、近红外波段的遥感影像。

8.1.5 监测数据

a) 应根据监督管理需求,通过各类监测感知手段获取各类监管对象状态属性,主要包括降雨气象、扰动地表、损毁植被、土方挖填、表土剥离、弃方去向、借方来源、临时措施布设、工程及植物措施施工等。

b) 数据库表结构应执行 SL 323、SL 380、SL 513 等,并根据业务需要实时或定期更新。

8.1.6 业务管理数据

a) 应获取水土保持监督管理业务管理中产生的有关数据,主要包括方案审批、活动备案、监测季报(年报)、监理报告、验收报备、补偿费缴纳、现场检查、上级督查等业务数据。

b) 业务管理数据应根据业务需要同步更新。

8.1.7 跨行业共享数据

a) 宜从自然资源、生态环境、城建、市政、气象、农业等相关部门共享获取人为建设活动的规划预审、用地审批、生态红线论证、海绵专题论证、弃渣场(取土场)设置、砂石资源拍卖、基础设施规划、降雨气象、农林开发规划等数据。

b) 应根据业务需要及时更新。

8.2 模型平台

8.2.1 模型平台包括土壤侵蚀测算模型、生产建设活动预警模型、区域风险评估模型、可解释人工智能预警模型等模型库,对不同尺度人为水土流失发生机理、因素、特征、规律、演变、影响等进行计算分析,同时宜借助新一代人工智能,提高模型可解释性,拓展模型模拟边界,探寻前沿未知领域认识过程。

8.2.2 应根据水土保持监督管理业务应用场景,综合运用数理统计模型、物理机理模型、混合模型和数据驱动大模型等。同时平台应支持参数在线率定、仿真计算结果验证及实时校正,迭代优化模型及参数,提升模型的精度和性能。

8.2.3 模型平台宜按照“组件化、模块化、标准化”的原则构建,应统一模型的调用、共享和接口等技术标准;

8.2.4 模型平台应具备良好的扩展能力、迭代能力和模型管理能力。

8.3 知识平台

8.3.1 知识平台建设目标是打造集水土保持信息智能处理、知识资源高效运营、场景化智慧应用为一体的综合性智能体系,通过孪生引擎向业务应用提供知识依据,支撑水土保持监督管理业务的智能管理、精准研判和科学决策。

8.3.2 应充分应用知识图谱和机器学习等技术实现对水土保持相关知识的抽取、管理和组合应用,为监督管理提供智能内核,支撑正向智能推理和反向溯因分析。

8.3.3 应在共享水利部、流域管理机构等部门相关知识库的基础上,构建水土保持监督管理的业务规则库、案例库和经验库,并不断积累更新和动态优化。

8.3.4 业务规则库用于描述一系列可组合应用的结构化规则集。将水土保持监督管理相关法律法规、规章制度、技术标准、管理办法、规范规程等文档内容进行结构化处理,通过对业务规则的抽取、表示和管理,支撑新业务场景的规则适配,规范和约束水土保持监督管理业务管理行为。规则信息结构化率 $\geq 90\%$ 。

8.3.5 案例库应存储管理水土保持监督管理历史案例的场景特征、事件描述、检查结果、整改要求、处置效果及经验等内容,应能对典型案例场景的关键过程及针对性措施进行复盘,对场景进行过程重建、特征标注,支撑相似场景的快速查找,为同类事件的模拟和决策提供依据。

8.3.6 经验库用于描述特定业务场景决策时的专家经验。通过文字、公式、图形图像等形式固化

专家经验，进行抽取、融合、挖掘和结构化处理等，支撑专家经验的有效复用和持续积累。

8.4 孪生引擎

8.4.1 根据功能区分，应构建包含数据引擎、知识引擎、仿真引擎等功能的孪生引擎，支撑各类业务应用。

8.4.2 孪生引擎应满足数据加载、模型计算、实时渲染等大容量、低时延、高性能等要求，应兼容国产软硬件环境；

8.4.3 应提供丰富的开发接口或开发工具包，支撑上层业务应用，开发接口应以网络应用程序接口（Web API）或软件开发工具包（SDK）等形式提供。

8.4.4 数据引擎应提供多维多时空尺度数据汇聚、清洗、转换、共享、展示、计算、更新等服务能力，具备多类型多层次数据仓库。可使用结果稳定可靠的人工智能数据处理模型。应支持 DEM、TIFF 等主流 DEM 数据格式，OSGB、OBJ、FBX、STL、3DS 等主流倾斜摄影数据格式，PCD、PLY、TXT、LAS、STL 等主流激光点云数据格式，DWG、DXF、DWF、DGN、PLN、RVT、STEP 等主流 BIM 数据格式。

8.4.5 知识引擎应提供知识语义提取、知识推理、知识更新、集成应用等服务能力，提升水土保持监督管理全流程智能化、精准化水平。应采用流程编排等方式实现告警信息组合降噪，沉淀一线专家知识，并在演进过程中不断优化。应利用生成式人工智能、自然语言交互等技术构建知识引擎。

8.4.6 仿真引擎宜依托数据底板地理空间数据、遥感数据、监测数据和水土保持专业模型等，构建监督管理对象的自然背景演变、时空三维动态的可视化模型，满足仿真模拟和综合展示等需要。应提供模型版本管理、参数配置、组合装配、加载调用、计算跟踪、训练优化、模型迭代等服务能力，实现面向不同业务、不同场景、不同目标模型灵活配置和调用。应提供数据底板数据加载、场景管理、仿真建模、空间分析、仿真计算、三维渲染、特效处理、模型轻量化等服务能力，实现监督管理对象物理同步直观表达、全过程高保真模拟，支撑数字孪生体与物理体的交互分析。

9 业务应用

9.1 一般要求

- a) 应考虑实际业务功能需求、不同用户的工作重点等，开展业务应用功能设计。
- b) 应根据具体业务需求，归集多源数据资源，有序组合调用模型平台中的模型库和知识平台中的知识库，为水土保持精准监管和全过程监管等提供支撑。
- c) 应充分应用云计算、大数据、物联网、人工智能、卫星遥感、5G、区块链、BIM等信息技术，提升智能化服务水平。

9.2 基础应用

a) 根据人为建设活动水土流失监督管理对象，确定流程缺失预警、问题事实判定、责任追究匹配、整改结果确认、信用评价推送等基础应用。

b) 流程缺失预警。结合多源空间地理数据，通过孪生引擎驱动业务规则库等知识平台，交叉对比数据底板与基础信息网项目库，自动识别异常状态（如水保方案未批先建、弃渣场未批先用、开工后未落实监测监理等），提出整改对策，并触发预警推送至责任主体和监督管理部门，确保问题及时发现，避免脱离监管范围。

c) 问题事实判定。应用监测数据和外部共享数据，利用深度机器学习、数据驱动大模型等人工智能对违法违规问题进行精准定位和智能分析，借助《生产建设项目水土保持问题分类和责任追究标准》等水土保持法律法规和技术标准等业务规则库，自动判定问题性质和严重程度。

d) 责任追究匹配。建立智能化的责任追溯功能模块，如空间关联、时序验证、措施符合性分析等，实现违法违规问题责任主体的智能判定、证据固化、分级处置，根据案例库和经验库，提供推荐整改或处罚方案，推送建设单位、方案编制单位、技术评审单位、施工单位、水土保持监测单位、水土保持监理单位、水土保持验收报告编制单位等责任主体和监督管理部门。

e) 整改结果确认。实现水土保持问题整改的动态跟踪、效果评估与结果认定。责任单位实时上传文字、影像等整改进度后，系统依期限自动判定是否超期，利用算法对比整改前后遥感影像与监测数据，

结合监管人员移动端现场复核（含 GPS 定位影像）综合判定达标情况。具备问题销号的，经责任单位自查、监理审核、监管复核多方确认后销号，系统自动生成确认书并建立电子台账。

f) 信用评价推送。实时采集被评价主体的信用级别，并与全国信用平台及税务、金融等部门实现跨部门共享，实现信用评价结果的动态更新、精准推送与分级监管。同时为失信主体提供修复申请通道，经审核后修复信用。

9.3 扩展应用

a) 根据各地需求，研发布设借余土方信息发布及匹配、弃取土方“一场一策”管理、表土全流程保护利用、边坡安全稳定预警、排水沉沙功能监控、可解释人工智能预警等扩展应用。

b) 借余土方信息发布及匹配。生产建设单位在线提交土石方借余方类型、数量、位置等信息，经监管部门合规审核后公示；系统利用空间信息数据和引擎平台，分析空间距离、运输成本及类型匹配度，结合信用评价生成优先排序的推荐方案；供需双方线上协商运输、价格等细节后签订电子合同，合同自动备案至监管部门；系统实时跟踪运输进度、在线验收质量，交易完成后双方互评，评价结果纳入信用档案影响后续匹配优先级。

c) 弃取土方“一场一策”管理。实现弃渣场、取土方全生命周期动态监管与水土流失风险精细化管理，应涵盖：①基础信息管理，采集地理、土壤、水文等数据建立空间数据库，借助 GIS 矢量化表达边界、坡度等空间要素；②风险评估，接入降雨、遥感等动态监测数据，划分风险区并生成分布图；③方案制定，针对不同风险等级自动匹配工程（如挡渣墙、截水沟）或植物措施，模拟优化布局；④措施实施跟踪，通过物联网和BIM模型，监测施工进度与质量，利用北斗定位和 GIS 地图可视化呈现施工动态；⑤运行维护预警，对挡渣墙等安装传感器实时监测应力位移，建立极端天气应急预案并自动推送预警；⑥效果评估反馈，基于长期监测数据评估水土流失控制效果，动态调整方案形成闭环管理。

d) 表土全流程保护利用。依托大数据实现从剥离到再利用的全过程精准监管，应包括：①表土资源调查与评估，通过遥感、无人机及地面调查采集分布、厚度、养分等数据，构建空间数据库关联属性与位置；②剥离与存储管理，按工程进度制定剥离计划，规划配备临时存储场地，建立记录剥离量、存储位置等信息化台账；③运输与调配管理，利用 GIS 规划经济运距，实时监控运输状态，自动匹配最优表土来源和利用方式；④再利用与监测，监管回填施工质量，通过土壤检测、植被监测评估生态恢复效果。

e) 边坡安全稳定预警。通过 GNSS 位移计、含水率传感器、雨量计等设备及高清摄像头，实时采集位移、倾斜、裂缝、土壤湿度、降雨、视频影像等多维度数据，全面感知边坡变形及环境参数等实时状态，为边坡灾害风险监测与应急响应提供决策方案。

f) 排水沉沙功能监控。通过水位计、集沙仪、视频采集终端等设备，实时采集排水含沙量、大气扬尘含量，作为项目区水土保持措施落实反馈的直接证据，为实现过程监管提供依据。

g) 可解释人工智能预警。提取人为水土流失关键特征，采用决策树、随机森林、长短期记忆人工神经网络（LSTM）等可解释深度学习算法构建预警模型，通过多源数据融合提升监管决策的科学性和透明度。

10 安全体系

10.1 网络安全

a) 应根据GB/T 22239、GB/T 22240、SL/T 803等标准规范，确定系统安全保护等级，构建完善的网络安全组织管理体系、安全技术体系、安全运营体系，强化数据安全防护，全面保障智慧水土保持建设的网络安全。

b) 系统网络安全等级保护等级原则上应不低于第三级，应按照相应等级要求开展定级、备案、建设、整改、测评。

c) 如列入关键信息基础设施，系统应在等级保护基础上按照GB/T 39204落实关键信息基础设施保护要求，从分析识别、安全防护、检测评估、监测预警、主动防御、事件处置六个方面进行重点保护。

d) 应按照GB/T 39786等标准规范，同步开展密码应用，并进行密码应用安全性评估。

e) 应建立供应链安全管理制度，严格软硬件供应商、开发单位、设计单位、集成单位、运行维护单位和人员的管理；

f) 应落实网络安全管理机构和人员，建立网络安全责任制，明确网络安全管理机构、落实安全责任。

10.2 数据安全

- a) 数据使用应严格遵照国家有关保密规定。
- b) 涉及国家秘密的地理空间数据，在非涉密环境中应用前应依法使用经有关主管部门认定的保密处理技术进行处理。
- c) 对于一般、重要、核心业务等不同类别数据，应严格控制权限资源。
- d) 应采用身份鉴别、访问控制、安全传输、操作抗抵赖、过程追溯等技术确保数据交换共享过程安全。
- e) 应规定数据最小化访问原则，不同网络区域之间的数据共享应采取安全交换措施。
- f) 应严格重要数据的访问范围，采用数据库审计对数据库操作行为进行记录分析研判。
- g) 应定期对关键业务数据进行备份，实现重要数据备份与恢复。
- h) 宜开展数据安全风险监控，全面监控数据收集、存储、使用、加工、传输、提供、公开等数据处理安全。
- i) 重要数据的处理者应定期开展数据安全风险评估。
- j) 宜采用隐私计算等技术开展数据安全保护。

11 保障体系

11.1 组织机制

- a) 应围绕智慧水土保持监督管理核心业务需求，衔接物理对象、信息化基础设施、数字孪生平台、网络安全和数据安全体系、保障体系等相关组织机构、人员，建立健智慧水土保持监督管理信息共享、业务协同等机制，充分发挥综合效能；
- b) 应围绕智慧水土保持监督管理建设，建立数据、设施、运维、应用等方面的管理制度。

11.2 科技攻关

- a) 应加强新技术应用，围绕智慧水土保持监督管理建设，利用“天空地”一体化智能监测感知体系，提供全要素实时感知数据；
- b) 宜开展水土保持相关模型研发，开展基于机器学习和人工智能等技术的水土保持知识库构建、可解释人工智能预警等重大课题研究。

11.3 标准规范

应遵循国家、水利及相关行业标准规范，制定硬件集成、数据集成、软件集成等标准规范，实现规划、设计、建设、运行管理等各阶段的协调统一。
