

T/ACCEM

团 体 标 准

T/ACCEM XXXX—2025

水利数字孪生系统平台技术要求

Technical requirements for digital twin system platform of water conservancy

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2025 – XX – XX 发布

2025 – XX – XX 实施

中国商业企业管理协会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 3

4 缩略语 4

5 一般要求 4

6 技术架构 4

7 应用功能 8

8 性能 9

9 安全与运维 10

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由安徽丹凤缘科技有限公司提出。

本文件由中国商业企业管理协会归口。

本文件起草单位：安徽丹凤缘科技有限公司、北京科创智慧软件技术开发有限公司、中科京仪电子信息科技（安徽）股份有限公司、合肥市科兴智能科技有限公司、纵坐标（江苏）标准技术服务有限公司。

本文件主要起草人：汪冬松、张丹丹、柴雍、汪康博、陈川、沈冬冬。

水利数字孪生系统平台技术要求

1 范围

本文件规定了水利数字孪生系统平台的一般要求、技术架构、应用功能、性能、安全与运维。
本文件适用于水利数字孪生系统平台的建设和运营。

注：在不引起混淆的情况下，“水利数字孪生系统平台”以下简称“平台”。

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 20273 信息安全技术 数据库管理系统安全技术要求
- GB/T 22482-2008 水文情报预报规范
- GB/T 30319 基础地理信息数据库基本规定
- GB/T 31916.1 信息技术 云数据存储和管理 第1部分：总则
- GB/T 35273 信息安全技术 个人信息安全规范
- GB/T 35637 城市测绘基本技术要求
- GB/T 36092 信息技术 备份存储 备份技术应用要求
- GB/T 36478.2 物联网 信息交换和共享 第2部分：通用技术要求
- GB/T 36625.3 智慧城市 数据融合 第3部分：数据采集规范
- GB/T 37025 信息安全技术 物联网数据传输安全技术要求
- GB 37300 公共安全重点区域视频图像信息采集规范
- GB/T 51212 建筑信息模型应用统一标准
- GA/T 1347 信息安全技术 云存储系统安全技术要求
- SL/T 701 水利信息分类与编码总则
- SL/T 809 水利对象基础数据库表结构及标识符
- YD/T 1821 通信局（站）机房环境条件要求与检测方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数字孪生 digital twin

基于物理对象的五维模型和多源异构数据融合驱动，通过虚实交互和状态映射同步，实现对物理对象的监测、仿真、评估、预测、优化和控制，进而支持物理对象的自感知、自决策和自优化等功能的实现。

注：五维模型由物理实体、虚拟对象、孪生数据、服务及交互连接五部分组成。

3.2

物理水网 physical water network

自然水系及不同时期治水实践过程中形成的水利工程体系，以江河湖库、堤防、水闸、泵站等为表现形式的物理实体。

3.3

数字孪生水网 digital twin water network

物理水网的时空映射、智能模拟、虚实交互、迭代优化的数字系统。

3.4

水利数字孪生系统平台 digital twin system platform of water conservancy

基于数字孪生技术，对物理水网进行时空映射、智能模拟、虚实交互、迭代优化，实现物理水网数据底板、模型平台、知识平台等数字资产融合、治理、挖掘和服务的平台。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

5G：第五代移动通信技术（5th Generation Mobile Communication Technology）

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

IPv6：互联网协议第6版（Internet Protocol Version 6）

SDN：软件定义网络（Software Defined Network）

5 一般要求

5.1 平台建设应实现数据集成，提供资源共享。

5.2 平台建设宜优先使用国产技术与软硬件产品，与主流软硬件适配，迭代优化。

5.3 数据底板、模型平台、知识平台库宜建立动态更新机制，保障物理水网与数字孪生水网的实时映射，应具备数据回溯功能。

5.4 模型平台模拟计算、渲染效率宜满足实时辅助决策与流畅运行的需求。

6 技术架构

6.1 总体架构

平台技术架构应围绕物理水网数字空间的实现、应用服务等进行构建，由智能基础设施、数据底板、模型平台、知识平台、安全保障体系和运行保障体系构成。平台技术架构具体如下：

- a) 智能基础设施：为平台建设和发展提供感知、网络、存储、计算等能力的总称；
- b) 数据底板：物理水网及所在区域自然地理、社会经济、水利管理活动的涉水信息全要素数字映射；
- c) 模型平台：集成水利专业模型、智能模型、可视化模型等，统一提供定制组装、定向开发、标准服务的核心组件；
- d) 知识平台：集成水利知识库、知识模型和水利知识引擎等，统一提供各类知识服务的核心组件；
- e) 安全保障体系：平台稳定运行的安全保障措施；
- f) 运维保障体系：平台长效运行的管理和维护机制。

6.2 智能基础设施

6.2.1 感知基础设施

感知基础设施应包括传感器、传感设备设施以及空天地测量测绘设施等，应符合下列要求：

- a) 应通过感知设施或感知设施组合进行水利数字孪生数据的采集；
- b) 应具备物与物、物与人泛在联接能力，对物理水网进行智能化识别、感知与控制；
- c) 应支持设置数据采集频率、时间间隔、采集精度，在安全的前提下满足应用在空间尺度、事件频次、精度等方面的数据采集需求；
- d) 应具备终端设备侧的感知数据智能化分析处理能力；
- e) 应具备发涉水事件应急处置的现场信息感知能力。

6.2.2 网络基础设施

网络基础设施包括计算机网络、全光网络、移动通信网、窄带物联网、卫星通信网等有线、无线的网络连接设备、设施以及系统,应符合下列要求:

- a) 根据业务需求和空间要求的变化,应具备及时优化和调整网络结构的能力;
- b) 面向下一代连接和扩容需求,应具备网络资源监控、动态编排和配置能力;
- c) 应满足数据传输的实时性、传输速率和质量的要求;
- d) 应支持 5G 及以上、IPv6 等网络技术,支持基于 SDN 资源动态调配;
- e) 宜采用切片技术构建虚拟专用网络,满足定制组网、资源弹性分配、网络调度和故障隔离等要求;
- f) 宜具备设备与设备间自连接、自组网的能力。

6.2.3 存储基础设施

存储基础设施主要指多级数据存储中心以及云数据中心,包括块存储、文件存储、对象存储、列式存储、云存储、分布式存储等,应符合下列要求:

- a) 支持多源异构数据的统一归集;
- b) 按需弹性分配存储资源,支持软件定义存储;
- c) 根据数据读取性能,优化存储架构、存储方式和检索方法等;
- d) 具备高吞吐数据读取能力。

6.2.4 计算基础设施

计算基础设施是以各类数据中心为载体,提供水利数字孪生数据计算能力的基础设施,包括通用计算、超级计算、智能计算及边缘计算等能力,应符合下列要求:

- a) 支持建立虚拟一体化计算资源池,支持异构算力的调度与管控;
- b) 支持计算资源的灵活部署,支持视频图像全时段调阅、多要素一次解析比对、多方位智能关联和多维度预测分析功能实现;
- c) 支持二维和三维的数据渲染、仿真计算,保障应用的流畅运行;
- d) 具备边缘计算能力,支持数据清洗、目标检测、数据同步功能,支持高速率、高可靠和低时延的应用场景。

6.3 数据底板

6.3.1 数据资源

6.3.1.1 基础信息应包括但不限于下列内容:

- a) 江、河、湖等河网水系及水域空间数据;
- b) 水库、闸、泵、堰、涵洞、堤防、圩区、蓄滞洪区等水利工程数据;
- c) 供水、排水等管网工程数据;
- d) 雨情、水情、工情、水质、水资源、水生态、视频监控等水利监测站网数据。

6.3.1.2 监测数据应包括但不限于雨情、水情、工情、水质、取用水、泥沙、地下水、墒情、河势、积淹、灾情、水利工程安全监测、视频、舆情等感知数据。

6.3.1.3 业务数据应包括水利治理管理活动中产生的数据,涉及的水利治理管理活动包括但不限于:

- a) 水旱灾害防御;
- b) 水资源管理与调配;
- c) 生态河湖监管;
- d) 水利工程建设与运行管理;
- e) 水土保持;
- f) 农村水利水电;
- g) 节水管理与服务;
- h) 水行政执法;
- i) 水利监督;
- j) 水文管理;
- k) 水利行政;

1) 水利公共服务。

6.3.1.4 跨行业共享数据应包括但不限于公安、自然资源、生态环境、住建、交通、农业农村、气象、大数据管理和统计等部门的跨行业数据。

6.3.1.5 地理空间数据应包括但不限于面向水利数字孪生业务的数字正射影像图、数字高程模型、数字线划图、数字表面模型、实景三维、地理实体、倾斜摄影、激光点云、水下地形、城市信息模型、水利构筑物建筑信息模型等数据。

6.3.2 数据获取

宜从以下几种方式中获取数据：

- a) 基础数据主要依据水利普查、水旱灾害风险普查成果或通过调查与测量方式获取；
- b) 监测数据主要通过对接水利部门水雨情、水质、工情、水资源等数据库及视频平台获取；
- c) 业务管理数据通过整理对接行业日常管理过程中和业务系统运行过程中产生的数据获取；
- d) 跨行业共享数据通过政务外网共享获取；
- e) 地理空间数据通过高分遥感影像解译、无人机倾斜摄影、工程设计文件提取等方式获取。

6.3.3 数据模型

6.3.3.1 水利数据模型

应按SL/T 701的规定，通过关联分析、聚类分析、回归分析等数据挖掘技术，构建空间对象属性、关系特征和其他语义一体化组织的数据模型，形成描述水利信息全貌的模型体系。

6.3.3.2 水利网格模型

应根据行政区划、自然流域、排水分区、水资源分区、集水单元、圩区单元、河段和数值计算等需求构建网格化管理模型，形成一套多元化、精细化、个性化的水利网格化体系。

6.3.4 数据引擎

6.3.4.1 数据融合

应按GB/T 36625.3的规定，对多源异构涉水数据，进行数据清洗、格式与类型转换、数据归一化、数据简化等规范化处理。

6.3.4.2 数据治理

应结合应用场景，综合考虑模型与底板构建和信息展示的数据需求，采用数据标准、元数据管理、数据质量、数据模型管理、数据标签等方法，按照GB/T 30319、GB/T 35637、GB/T 51212、SL/T 809 的规定，对基础数据、监测数据、业务数据、跨行业共享数据和地理空间数据进行比对、质检、关联、标识等治理工作。

6.3.4.3 数据挖掘

应运用统计分析、机器学习、模式识别等方法从数据资源中发现物理水网全要素之间存在的关系、水利治理管理活动全过程的规律，通过图形、图像、地图、动画等方式展现，包括描述性、诊断性、预测性和因果性分析等。

6.3.4.4 数据服务

数据服务主要包含以下方面。

- a) 水利数据查询服务，提供水利知识库全文检索、全域检索功能；
- b) 水利专业服务，提供基础属性信息类、统计分析类、水文信息类、模型结果类、业务信息类等数据服务，定期更新发布数据目录。

6.4 模型平台

6.4.1 专业模型

6.4.1.1 专业模型应包括但不限于以下内容：

- a) 水利机理模型主要涉及水文模型、水资源模型、水质模型、水生态模型、泥沙动力学模型、水土保持模型、水利工程安全模型等，模型宜具有水旱灾害预测预报、洪水演进、水资源优化调度、水环境预测预报、水利工程调度等模拟功能等；
- b) 水利大数据模型宜基于历史同步监测数据，利用水利专业模型产生数据，补充相似或历史数据不足，基于大数据智能分析技术，加强机理模型与人工智能模型的技术融合，对水文、水动力、水质等过程进行模拟与预测；
- c) 水利优化决策模型采用智能算法搜索调度目标最优解，实现水利工程多目标优化调度与智能决策。

6.4.1.2 专业模型宜符合以下技术要求：

- a) 专业模型的构建宜充分整合利用已有模型相关研究成果。模型尺度宜根据业务需求确定，确保模型边界封闭，宜从流域、区域、城市、圩区、湖泊、水库等尺度构建模型；
- b) 机理和大数据模型模拟精度宜达到 GB/T 22482-2008 乙级及以上水平；
- c) 水利专业模型可基于自研代码或第三方的水利专业模型构建，满足可封装、可部署、可上架、可订阅等要求；
- d) 模型支持在线率的验证，满足实时滚动运行的需求；
- e) 计算效率宜满足实时辅助决策的需求；
- f) 模型宜支持模拟计算结果与实况进行对比、分析与校正。

6.4.2 智能模型

6.4.2.1 智能模型应包括但不限于以下内容：

- a) 遥感解译采用机器学习算法训练图像语义分割与提取模型，实现遥感图像中地表水体、岸线、土地利用等特征的提取和自动识别；
- b) 视频识别基于深度学习等技术构建对象识别、行为识别、状态识别等模型，实现岸线突变、水尺读数、闸门启闭状态、周界入侵、漂浮物、垃圾堆放、水体颜色等结构化信息提取和自动识别。
- c) 语音交互基于自然语言理解等技术，实现信息查询、情景分析、决策建议等多种应用场景中人机智能交互功能。

6.4.2.2 智能模型应基于通用框架的微服务架构搭建，采用主流编程语言开发，基于标准接口对外提供智能模型服务，能够与其他平台或业务系统相互耦合衔接，完成秒级数据交互。

6.4.3 可视化模型

6.4.3.1 水利可视化模型应包括但不限于以下内容：

- a) 自然背景：水域、耕地、植被、构筑物、道路等地理实体，以及天气和光照系统；
- b) 流场动态：水流、污染物运移、水生生物生长变化、潮汐、风场、泥沙运动等；
- c) 水利工程：水库、堤防、水闸、泵站、涵洞、圩区、灌区、蓄滞洪区、水电站等；
- d) 机电设备：水泵、电机、启闭机、闸门等主要设备、辅助设备及二次系统设备。

6.4.3.2 可视化模型宜符合以下技术要求：

- a) 数据格式要求：
 - 1) 地理信息系统数据方面宜支持 DEM、TIF 等格式高程数据，JPEG、TIF 格式影像数据，SHP 格式矢量数据；
 - 2) 人工建模数据方面宜支持 FBX、OBJ 等格式三维模型数据；
 - 3) 建筑物信息模型数据方面宜支持 DWG、DXF、DWF、DGN、PLN、RVT、STEP 等格式数据；
 - 4) 倾斜摄影数据方面宜支持 OSGB、FBX、STL、3DS 等格式数据；
 - 5) 激光点云数据方面宜支持 PCD、PLY、TXT、LAS、STL 等格式数据。
- b) 渲染性能技术要求：
 - 1) 可视化模型：可运用 GIS 和游戏引擎渲染展示，且渲染效率流畅不卡顿；
 - 2) 自然背景：全场景初始渲染、单个或多个对象场景切换、场景缩放过程宜达到秒级响应；
 - 3) 流场动态：一维流场渲染宜实现秒级加载，二维流场、三维流场百万级网格单一时刻场景渲染不超过 30 s；

- 4) 水利工程：单一场景渲染宜实现秒级加载，监测运管类感知数据驱动信息场景渲染宜实时响应；
 - 5) 机电设备：单一场景渲染宜实现秒级加载，监测运管类感知数据驱动信息场景渲染宜实时响应。
- c) 业务交互技术要求：
- 1) 具备标绘业务数据，触发水体运动等特征、工程运行等场景交互与控制等功能；
 - 2) 渲染引擎接口宜支持在浏览器或者桌面应用中加载显示，支持流渲染及端渲染模式。

6.5 知识平台

6.5.1 知识库

知识库应包括但不限于水利对象关联关系、方案预案库、历史场景库、业务规则库，其中：

- a) 水利对象关联关系图谱：
- 1) 水利物理对象关系图谱，以水利一张图、水利普查和自然灾害风险普查等数据库存储的河湖水系、水利设施等物理对象及空间关系，水利业务应用系统数据库中存储的组织机构、人员等涉水社会对象与关系，以及河湖水系、水利设施、组织结构与人员之间的非空间关系等信息为主要数据来源，在建立物理对象-关联知识模型的基础上，进行抽取转换、对齐融合等处理后形成图谱；
 - 2) 水利学科知识图谱，宜以汉语主题词表水利卷、水利百科类图书、水利各专业领域术语规范、业务规程等书籍和文件为主要数据来源，在建立水利学科概念-关系知识模型的基础上，进行抽取转换、对齐融合等处理后形成图谱。
- b) 案预案库：以各类预报方案、工程调度方案、生态流量保障方案、应急预案以及专家经验等为主要数据源，构建方案预案图谱，支撑水旱灾害防御、水资源调配与管理、河湖管理、工程建设管理等业务工作；
- c) 历史场景库：以历史洪涝、干旱、突发水事件等为主要数据源，在挖掘典型时空属性及特征指标的基础上，构建历史场景图谱，支撑洪涝、干旱、突发水事件等场景的应对；
- d) 业务规则库：以相关法律法规、规章制度、技术标准、管理办法、规范规程等为主要数据源，构建业务规则图谱，支撑业务场景的规则适配，规范和约束水利业务管理行为。

6.5.2 知识模型

应面向水旱灾害防御和水资源管理与调配等业务主题，确定水利对象集，通过业务属性挖掘出对象之间的关联关系，构建实体关系、水利概念、专家经验、规则预案、历史场景、模型方案等知识模型。

6.5.3 知识引擎

知识引擎应包括但不限于知识抽取、知识融合、知识推理、知识更新、知识应用，其中：

- a) 知识抽取：通过主题挖掘、远程监督、事理因果关系提取等多种手段，从海量异构数据资源中抽取实体及其关联关系，将知识模型进行实例化；
- b) 知识融合：消除已抽取知识的歧义和重复实体，解决知识重复、语义指向不明等问题，包括本体匹配与实体匹配。本体匹配主要采用本体映射、本体集成等方法，实体匹配主要采用相似度计算、基于规则和基于学习的实体匹配等方法；
- c) 知识推理：通过基于演绎的推理法、基于归纳的推理法和基于图挖掘的算法等，对图谱已有的知识进行推理以获得新的知识，对知识图谱进行补全和质量检测等；
- d) 知识更新：在水利实体关系、属性、活动和规律等发生变化时，对知识进行扩充或删改等操作；
- e) 知识应用：宜提供主流开发语言 Java、Python 的图引擎，支撑业务应用系统开发对接集成。

7 应用功能

7.1 可视化展示

场景可视化展示是指根据业务需求和场景条件,提供丰富多样的可视化效果,在自然地形、水上模型、水下模型、建筑物模型等方面都最大可能地还原真实世界中的景观,提供多种可视化渲染特效。该项功能相关要求包括:

- a) 提供直观、清晰的可视化界面,能够以二维、三维等多种形式展示水利系统的各类数据和模型信息;
- b) 支持多维度的数据可视化分析,如时间序列分析、空间分布分析等,可视化效果应满足业务人员的操作和分析需求;
- c) 应支持不同天气与光照下的场景可视化,包括但不限于雨、雪、风、雷电、四季、24 h 光影。

7.2 业务应用

业务应用功能包括但不限于:

- a) 防汛抗旱指挥:具备实时监测、预警发布、预案管理、调度决策等功能,能够为防汛抗旱指挥提供科学有效的支持;
- b) 水资源管理:实现水资源的动态监测、评价、调配等功能,满足水资源合理利用和保护的要求;
- c) 河湖管理:水域及其岸线保护管理、河湖治理、河湖健康评价、水生态修复;
- d) 水利工程建设管理:规划设计、建设管理;
- e) 水利工程运行管理:对水利工程的运行状态进行实时监控,提供故障诊断、维修养护等管理功能,保障工程安全运行;
- f) 安全监测:水利工程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。

8 性能

8.1 算力支撑

应能根据平台的实际负载情况,动态调整计算资源的分配,确保能在需求高峰期和低谷期均保持稳定运行。

8.2 响应效率

- 8.2.1 运行最小帧率应不低于 30 FPS。
- 8.2.2 模型加载响应时间应不大于 3 s。
- 8.2.3 界面用户访问平均响应时间应不大于 3 s。
- 8.2.4 应支持多路视频实时播放。
- 8.2.5 观感和操作体验上应运行流畅,无明显的顿挫感。

8.3 精确度

8.3.1 数据对接精确度

平台应具备高精度的数据对接和集成能力,确保不同数据源之间的无缝连接和数据传输的准确性。包括对各种格式和类型的数据进行准确解析和转换,保障数据的完整性和一致性。

8.3.2 模型还原精确度

平台应能够实现高精度的三维模型还原,即在数字孪生模型中准确呈现实际场景的比例、尺寸和形态。

8.3.3 场景演绎精确度

平台应能够精确演绎和模拟不同场景下的行为和事件。

8.4 智能化

- 8.4.1 平台应支持实时孪生,数据驱动仿真,实现数字孪生水网完全和物理水网同步。

8.4.2 平台应支持自动孪生,通过图像、激光雷达三维重建、有限模型联想扩展等方式自动生成孪生场景。

8.4.3 平台应支持模拟孪生,通过海量现实数据的学习和分析,基于仿真环境和知识库,准确模拟物理水网发生的变化,预测变化趋势,提供优化建议。

8.4.4 平台宜结合自然语言处理大模型、计算机视觉大模型、预测大模型等模型,提升平台的智能化水平和应用价值。

8.5 可靠性

8.5.1 平台应实现 7×24 h 的连续运行,平均年故障时间(MTBE)应小于 5 d,平均故障修复时间(MTTR)应不大于 24 h,年可用率应不低于 99%。

8.5.2 平台具备容错能力,在部分硬件或软件出现故障时,能够自动切换或恢复,不影响平台的正常运行。

8.5.3 应确保水文资料能够真实反映实际的水文过程,为平台的构建提供可靠的数据基础。

8.6 兼容性

8.6.1 平台对于未来可能增添的新的系统、新的数据库、新的功能、新的用户应留有接口,并符合相关技术标准,平台可随形势的发展而不断成长扩大。

8.6.2 平台应兼容主流的操作系统、数据库管理系统、浏览器等软件环境,确保在不同环境下能够正常运行。

8.6.3 平台能够与现有水利系统中的其他业务系统进行有效对接和数据共享,接口规范应符合行业标准。

8.7 扩展性

8.7.1 平台架构设计应具备良好的扩展性,能方便地添加新的功能模块、数据采集源和业务应用,满足水利业务不断发展的需求。

8.7.2 应具备对未来新技术、新设备的兼容性,能够及时引入和应用新技术,提升平台的性能和功能。

9 安全与运维

9.1 物理安全

9.1.1 信息基础设施应安置在专用的机房,具有良好的电磁兼容工作环境,包括防磁、防尘、防水、防火、防静电、防雷保护,抑制和防止电磁泄漏。

9.1.2 机房环境应符合 YD/T 1821 等相关标准的规定,关键设备应有冗余后备系统;具有足够容量的 UPS 后备电源;电源要有良好的接地。

9.2 数据安全

9.2.1 数据接入与处理安全

9.2.1.1 数据库安全应符合 GB/T 20273 的规定。

9.2.1.2 数据采集安全应符合 GB/T 35273、GB 37300 的规定。

9.2.1.3 数据传输和交换安全应符合 GB/T 36478.2、GB/T 37025 的规定。

9.2.1.4 数据存储和备份安全应符合 GB/T 31916.1、GB/T 36092、GA/T 1347 的规定

9.3 网络安全

9.3.1 网络加密安全

9.3.1.1 应对要在网络中传输的数据进行安全等级划分和提供相应等级的加密功能。

9.3.1.2 应支持密钥安全管理,对密钥的生成、分发、验证、更新、存储、备份、有效期、销毁等进行管理。

9.3.1.3 应支持网络传输数据的可逆加密和不可逆加密,其中可逆加密支持对称加密和非对称加密。

9.3.1.4 应使用符合相关国家标准、行业标准的密码算法、口令长度及密钥管理，加密算法符合相应强度要求，确保原始数据和模型参数不被篡改或泄露，并且当攻击者捕捉到传输数据时不能进行推导或还原。

9.3.2 网络传输安全

9.3.2.1 应采用数字签名、时间戳等技术保证网络传输内容防篡改。

9.3.2.2 应采用安全传输协议保证数据传输通道安全性。

9.3.2.3 应采用入侵检测系统检测网络攻击，保证网络传输通道具有防攻击的能力。

9.3.2.4 应配合监管机构对数据传输进行必要的安全测试，测试内容包括但不限于渗透测试库漏洞查找等，应定期检查评估传输的安全可靠性。

9.3.2.5 应建立实时监测和异常检测机制，及时发现网络异常和安全事件，迅速作出反应和处理。

9.3.3 网络防火墙安全

9.3.3.1 应限制平台防火墙入站与出站流量，采用强密码配置选项，关闭不必要端口与服务，保证配置安全性。

9.3.3.2 应支持防火墙的定期更新和升级，对防火墙进行漏洞扫描和安全评估，修复已知漏洞。

9.3.3.3 应支持配置防火墙规则设定访问控制列表，确保只有经过授权的用户可以访问数字孪生平台受保护的资源。

9.3.3.4 对于管理防火墙的用户，应实施严格的身份认证和授权管理，限制其权限，避免未授权的访问和配置更改。

9.3.3.5 应开启防火墙的日志功能，监控数字孪生平台流量和事件，便于后续审计和安全事件调查。

9.3.3.6 应支持网络分段，并设置不同安全等级的防火墙策略，以隔离不同信任级别的网络。

9.4 交互安全

为保护用户的隐私和安全，交互终端应具备安全措施，如加密、身份验证等。

9.5 维护

平台维护按GB/T 28827.1的规定执行，应支持通过数字模型和软硬件系统，定期检查和维护各类智能设施和设备，同时应通过监控平台性能，实现设备和系统的运行、维护和运营。