

团 体 标 准

T/DGAG XXX-2026

基于信创环境的自然资源领域地理信息 应用性能评估规范

Specification for the assessment of information and innovation computing power
resource requirements for geographic information platform software in the natural
resources field

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

广东省数字政务协会 发布

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	1
5 测试目的	1
6 测试要求	2
6.1 测试环境	2
6.2 测试用例	2
6.3 测试指标	2
6.4 测试内容	2
7 测试实施	3
7.1 测试策划	3
7.2 测试设计	3
7.3 测试执行	3
8 测试结果	3
8.1 测试结论	3
8.2 测试评审	3
8.3 测试报告	3
附 录 A (规范性) 测试环境要求	5
A.1 硬件要求	5
A.2 软件要求	5
A.3 网络要求	5
A.4 测试数据	6
附 录 B (资料性) 测试用例	7
附 录 C (规范性) 测试指标及计算公式要求	8
C.1 测试指标	8
C.2 指标计算公式	8
附 录 D (规范性) 测试工作开展及记录要求	11
D.1 预测试	11
D.2 基准性能测试	11
D.3 稳定性测试	11
D.4 一致性测试	12
D.5 并发性能测试	13
D.6 压力测试	13
附 录 E (资料性) 测试指标判定方式参考	15

E.1 指标阈值参考	15
E.2 单项判定规则	15
E.3 综合判定	15
参 考 文 献	16

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。

本文件由广州市基础地理信息中心提出。

本文件由广东省数字政务协会归口。

本文件起草单位：广州市基础地理信息中心、易智瑞信息技术有限公司、广州市城市规划勘测设计研究院有限公司、北明软件有限公司、广州数据集团有限公司、广东省数字政务协会。

本文件主要起草人：

基于信创环境的自然资源领域地理信息应用性能评估规范

1 范围

本文件规定了信息技术应用创新环境下，自然资源领域地理信息应用性能的测试目的、测试要求、测试实施和测试结果等。

本文件适用于自然资源领域地理信息应用的应用单位、开发机构、第三方测试机构及各类自然资源领域信息化组织，对完成信息技术应用创新适配改造的非涉密地理信息应用开展性能测试。

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 33447-2016 地理信息系统软件测试规范

T/DGAG 035—2025 自然资源领域地理信息底座软件信创算力资源需求评估规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

信息技术应用创新环境

简称信创环境，指采用国产化硬件、基础软件、应用软件、安全产品构建的信息技术基础设施与运行环境，核心组件均通过国家信创适配验证，满足政务领域国产化替代与安全可控要求。

3.2

自然资源领域地理信息应用

面向自然资源管理全业务流程，以地理空间数据为核心要素，具备空间数据采集、存储、管理、查询、分析、可视化、共享服务等能力的软件系统，包括 Web 端、桌面端、移动端地理信息应用及后台地理信息服务。

3.3

95 分位响应时间

将所有请求的响应时间按从小到大排序，处于 95%位置的响应时间值，用于排除极端异常值，更客观反映系统绝大多数请求的性能表现。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

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

QPS: 每秒查询率 (Queries Per Second)

TPS: 每秒事务数 (Transactions Per Second)

CPU: 中央处理器 (Central Processing Unit)

K8S: 容器编排系统 (Kubernetes)

5 测试目的

对完成信息技术应用创新适配改造的地理信息应用开展性能测试目的包括但不限于：

- a) 验证能否达到技术规范书等规定的性能需求；
- b) 确认地理信息应用能处理系统要求的负载；

- c) 检测地理信息应用的潜在缺陷。

6 测试要求

6.1 测试环境

测试环境应独立隔离以避免测试结果受到干扰，配置应与生产环境保持一致或等效缩放，测试数据应可复现和追溯。

测试环境包括硬件、软件、网络和测试数据四部分，具体要求见附录 A。

6.2 测试用例

测试用例应覆盖自然资源领域所使用的地理信息功能，每个用例应明确测试业务场景、测试类型、测试目的、前置条件、测试步骤、压力模型、预期指标、判定标准，详见附录 B。

6.3 测试指标

测试内容包括系统可靠性、系统运行效能情况和系统资源利用情况，具体测试指标和涉及的测试数值见附录 C.1。

6.4 测试内容

6.4.1 地图加载

地图加载的测试内容包括但不限于：

- a) 单一图层加载，测试不同比例尺下的加载时间，分别测试点、线、面、栅格图层；
- b) 多图层叠加加载，测试不同图层数量对加载时间的影响，完成 5 - 10 个图层叠加加载；
- c) 栅格影像加载，测试大文件影像的加载性能，完成高于 5m 分辨率和 2GB 以上单幅影像加载测试；
- d) 3D 场景加载，测试 3D 渲染性能，至少完成建筑模型和地形数据两种测试；

6.4.2 空间查询

空间查询的测试内容包括但不限于：

- a) 范围查询，查询与多边形相交的空间数据，测试不同范围大小，不同数量下的响应性能，如框定矩形、圆形或者不规则多边形；
- b) 属性查询，根据数据指定属性字段，查询符合属性要求的内容，并在空间上高亮显示；
- c) 空间查询，查询指定坐标点附近指定范围内空间数据情况，如指定坐标附近的酒店、地铁站等；
- d) 组合查询，空间条件和属性条件的组合，如某个空间范围内的高标准农田的总面积。
- e) 计数查询，基于上述查询方式，只查询符合条件的结果数量。

6.4.3 空间分析

空间分析的测试内容包括但不限于：

- a) 缓冲区分析，测试不同缓冲区半径、不同数据量下的响应时间，如对道路、河流创建不同半径的缓冲区；
- b) 叠加分析，测试不同数据量下的分析效率，如地块与行政区划叠加，计算地块所属行政区；
- c) 网络分析，测试不同节点数量下的响应时间，如最短路径查询、路径规划；
- d) 批量分析，测试系统批量处理能力，如对多个要素同时进行空间分析。

6.4.4 数据编辑

数据编辑的测试内容包括但不限于：

- a) 单条数据编辑，测试单条编辑的响应时间，如新增、修改、删除点/线/面要素等操作；
- b) 批量数据编辑，测试批量编辑的效率，如批量新增 100 条、500 条要素，批量修改、删除要素等操作；

- c) 并发编辑，测试并发编辑的稳定性和冲突处理能力，如多个用户同时编辑同一区域的要素等操作。

6.4.5 数据转换测试

数据转换测试的测试内容包括但不限于：

- a) 测试导入速度：按不同批量数据导入，如将 10 万条、50 万条、100 万条矢量数据导入空间数据库；
- b) 测试导出速度：按不同格式批量数据导出，如将数据库中的数据导出为 Shapefile、CSV 格式；
- c) 测试转换效率：开展数据转换，将 Shapefile 格式转换为 Geodatabase 格式。

7 测试实施

7.1 测试策划

依据测试对象的技术规范书和测试场景提出测试需求，制定测试计划。

7.2 测试设计

依据测试需求和计划进行测试设计，内容包括但不限于：

- a) 分析并选用已有的测试用例或设计新的测试用例；
- b) 获取测试资源，测试软件；
- c) 确定测试用例执行顺序；
- d) 建立和校准测试环境；
- e) 评审测试计划的合理性和测试用例的正确性、有效性和覆盖充分性，评审测试组织、环境和设备工具是否齐备并符合要求。

7.3 测试执行

执行测试用例，获取测试结果，对结果执行以下步骤：

- a) 测试分析：按附录 D 开展测试工作并进行数据记录，按附录 C.2 测试指标计算公式开展计算，并得出对应的结果；
- b) 结果判定：可参考附录 E 分析并判定测试结果是否合格；
- c) 整改复测：针对测试中发现的性能问题，应在完成优化整改后开展复测，复测环境、用例、方法应与原测试条件保持一致，验证优化效果；
- d) 资料归档：所有测试项完成后，整理全量测试资料，归档留存。

8 测试结果

8.1 测试结论

评价测试效果和被测软件项，并给出是否通过测试评审的结论：

- a) 描述测试效果，如实际测试与测试计划和测试说明的差异、测试充分性分析、未能解决的测试事件等；
- b) 描述被测项的状态，如被测软件与需求的差异、发现的软件差错等；

8.2 测试评审

在测试完成后，评审测试过程和测试结果的有效性，确定是否达到测试目的。应按 GB/T 33447-2016 第 8.2 的要求对测试记录、测试报告进行评审。

8.3 测试报告

测试报告应包括但不限于以下内容：

- a) 基本信息：报告编号、被测系统名称、版本号、测试单位、测试时间、测试人员、审批信息；
- b) 测试概述：测试目标、测试范围、测试依据、测试环境说明；

- c) 测试环境详情：硬件、软件、网络、测试数据，附环境配置清单；
- d) 测试执行情况：测试用例执行统计、测试场景覆盖情况、测试过程说明；
- e) 测试结果详情：各测试场景的测试数据、指标统计、监控分析、单项指标判定结果；
- f) 综合判定结论：被测系统综合性能合格/不合格明确判定结论；
- g) 问题与风险分析：测试中发现的性能问题、风险点，按致命、严重、一般、提示分级说明，分析问题根因；
- h) 改进建议：针对性能问题与风险点，提出可落地的优化建议；
- i) 附件：测试用例、测试脚本、环境配置文件、监控截图、测试日志、复测记录等支撑材料。

附录 A (规范性) 测试环境要求

A.1 硬件要求

A.1.1 硬件架构要求

测试硬件应采用国产化主流信创架构,所选芯片应采用中国信息安全测评中心安全可靠测评结果公告中的硬件,优先选用与生产环境一致的硬件平台。

A.1.2 节点配置要求

测试环境应至少包含被测应用服务器、数据库服务器、GIS 服务服务器、负载生成器、监控服务器五类节点,基准配置应不低于表 A.1 要求,可根据被测系统规模进行等效扩容。

表 A.1 应用场景推荐 CPX 值表

节点类型	最低配置要求	基准配置要求
被测应用服务器	32 核 256GB 内存, 2TB SSD 硬盘	96 核 512GB 内存, 4TB SSD 硬盘
数据库服务器	32 核 256GB 内存, 4TB SSD 硬盘 (RAID5)	96 核 512GB 内存, 8TB SSD 硬盘 (RAID5)
GIS 服务服务器	32 核 256GB 内存, 4TB SSD 硬盘	96 核 512GB 内存, 8TB SSD 硬盘
负载生成器	16 核 128GB 内存, 1TB SSD 硬盘	32 核 256GB 内存, 2TB SSD 硬盘
监控服务器	16 核 128GB 内存, 2TB SSD 硬盘	32 核 256GB 内存, 4TB SSD 硬盘

A.1.3 部署模式适配

应分别覆盖物理机部署、K8S 容器化部署两种主流信创部署模式,容器化环境需配置与生产环境一致的容器资源配额、调度策略、存储卷配置。

A.2 软件要求

A.2.1 基础软件要求

测试环境所用基础软件应为信创适配版本,并与生产环境版本保持一致,核心组件要求如下:

- a) 操作系统: 银河麒麟、统信 UOS 等国产化服务器操作系统;
- b) 数据库: 人大金仓、达梦、南大通用等国产化关系型数据库,及国产化空间数据库引擎;
- c) 中间件: 东方通、金蝶天燕、宝兰德等国产化应用中间件;
- d) GIS 平台: 国产化信创适配版 GIS 平台软件,包括 GeoScene、SuperMap 等;
- e) 测试工具: 信创环境兼容的性能测试工具、系统监控工具,优先选用国产化测试工具。

A.2.2 环境配置要求

测试环境的配置要求如下:

- a) 操作系统、数据库、中间件、GIS 平台的参数配置应与生产环境保持一致,关闭非必要的系统服务与后台进程;
- b) 应完成全栈软硬件的信创适配验证,确保无兼容性问题,测试前出具适配验证报告;
- c) 容器化环境需配置与生产环境一致的镜像版本、网络插件、存储插件,禁用调试模式与非必要容器权限。

A.3 网络要求

测试环境的网络要求如下:

- a) 网络架构应与生产环境保持一致，模拟政务内网、政务外网、互联网等真实网络场景，明确网络带宽、时延、丢包率等参数；
- b) 基准测试网络环境应满足：千兆及以上以太网带宽，端到端网络时延 $\leq 1\text{ms}$ ，网络丢包率 $\leq 0.01\%$ ，无网络限流与防火墙拦截；
- c) 应根据业务实际场景，模拟跨网访问、VPN接入、低带宽高时延等特殊网络环境的性能测试；
- d) 网络环境应符合 GB/T 22239-2019 中对应等级的网络安全要求，确保测试数据安全。

A.4 测试数据

A.4.1 数据合规性

测试数据应采用脱敏后的属地自然资源真实业务数据，或与真实数据规模、结构、精度一致的模拟数据，符合自然资源数据管理相关规范，无涉密信息。

A.4.2 数据类型与规格

测试数据集应覆盖自然资源地理信息应用常用数据类型，基准规格应符合属地自然资源数据规模，具体要求如下：

- a) 基础地理数据：包括矢量地形数据、卫星影像数据、数字高程模型、实景三维模型等，比例尺、坐标系与生产环境基础地理数据一致；
- b) 业务专题数据：包括国土空间规划数据、耕地保护数据、不动产登记数据、自然资源确权数据、执法监察数据等，要素量级与业务数据一致；
- c) 服务数据：包括地图瓦片服务、要素服务、空间分析服务、地理编码服务等，与生产环境服务发布规格一致。

A.4.3 数据预处理

测试前应完成数据的入库、索引构建、缓存预热，确保数据状态与生产环境一致；测试过程中应保证数据环境的一致性，每次测试前恢复数据初始状态，避免数据变更影响测试结果。

附录 B
(资料性)
测试用例

测试用例模板

表 B.1 地理信息性能测试使用方模板

用例 ID (用户填写)	测试场景 (用户填写)	测试类型 (测评机构填写)	测试目的 (用户填写)	前置条件 (用户填写)	测试步骤 (用户填写)	压力模型 (测评机构填写)	预期指标 (用户填写)	判定标准 (用户填写)	测试结果 (测评机构填写)

附录 C
(规范性)
测试指标及计算公式要求

C.1 测试指标

测试内容大纲包括系统可靠性、系统运行效能情况和系统资源利用情况，测试内容框架见表 C.1。

表 C.1 测试指标

大类	指标名称	涉及测试数值	测试类型
系统可靠性	系统可用性	<ul style="list-style-type: none"> ● 系统正常运行时间 ● 测试总时长 	稳定性测试
	业务错误率	<ul style="list-style-type: none"> ● 核心业务请求失败数 ● 核心业务总请求数 	稳定性测试
	业务数据一致性	<ul style="list-style-type: none"> ● 测试前后业务数据的一致性校验通过率 	一致性测试
	空间数据一致性	<ul style="list-style-type: none"> ● 测试前后空间数据的一致性校验通过率 	一致性测试
系统运行效能情况	地图瓦片加载平均响应时间	<ul style="list-style-type: none"> ● 瓦片加载总耗时 ● 成功加载瓦片总数 	并发测试
	空间数据查询 95 分位响应时间	<ul style="list-style-type: none"> ● 按升序排列的查询响应时间中 95% 位置的数值 	并发测试
	业务操作 95 分位响应时间	<ul style="list-style-type: none"> ● 按升序排列的业务操作响应时间中 95% 位置的数值 	并发测试
	空间叠加分析运算耗时	<ul style="list-style-type: none"> ● 单批次空间叠加分析从发起请求到返回结果的总耗时 	并发测试
	稳定性测试性能衰减率	<ul style="list-style-type: none"> ● 稳定测试末期平均响应时间 ● 初期平均响应时间 ● 初期平均响应时间 	稳定性测试
系统资源利用情况	CPU 平均利用率	<ul style="list-style-type: none"> ● 测试周期内 CPU 使用率平均值 	压力测试
	内存平均利用率	<ul style="list-style-type: none"> ● 测试周期内内存使用率平均值 	压力测试
	磁盘 IO 平均使用率	<ul style="list-style-type: none"> ● 测试周期内磁盘 IO 使用率平均值 	压力测试

C.2 指标计算公式

C.2.1 系统可用性

系统可用性测算方式见公式 (1)。

$$P = Q/Z * 100\% \dots \dots \dots (1)$$

式中：

P——测试用例通过率；

Q——执行合格的测试用例数；

Z——本次执行的测试用例总数。

C.2.2 核心业务错误率

核心业务错误率测算方式见公式 (2)。

$$C = D/T * 100\% \dots \dots \dots (2)$$

式中：

C——核心业务错误率；

D——核心业务请求失败数；

T——核心业务总请求数。

C.2.3 业务数据一致性

业务数据一致性测算方式见公式（3）。

$$F=G/H*100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

F——业务数据一致率；

G——业务数据一致的数据数量；

H——本次测试提交的业务数据总数量。

C.2.4 空间数据一致性

空间数据一致性测算方式见公式（4）。

$$R=Y/X*100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

R——空间数据一致率；

Y——空间数据一致的数据数量；

X——本次测试提交的数据总数量。

C.2.5 地图瓦片加载平均响应时间

地图瓦片加载平均响应时间测算方式见公式（5）。

$$T_a = \sum T_i/n \dots\dots\dots (5)$$

式中：

T_a ——平均响应时间；

$\sum T_i$ ——接口响应时间总和；

n——请求地图瓦片的次数

C.2.6 空间要素查询 95 分位响应时间

空间要素查询 95 分位响应时间测算方式见公式（6）。

$$T_{95}=T[n \times 95\%] \dots\dots\dots (6)$$

式中：

T_{95} —— 空间要素查询 95 分位响应时间（单位：ms）；

n——本次测试中空间要素查询请求的总次数；

$T[n \times 95\%]$ ——将所有请求响应时间升序排列后，第 $[n \times 95\%]$ 位的响应时间值。

C.2.7 业务操作 95 分位响应时间

业务操作 95 分位响应时间测算方式见公式（7）。

$$T_{95}=T[n \times 95\%] \dots\dots\dots (7)$$

式中：

T_{95} —— 业务操作 95 分位响应时间（单位：ms）；

n——本次测试中核心业务查询请求的总次数；

$T[n \times 95\%]$ ——将所有请求响应时间升序排列后，第 $[n \times 95\%]$ 位的响应时间值。

C.2.8 空间叠加分析运算耗时

空间叠加分析运算耗时测算方式见公式（8）。

$$T_s = T_b - T_e \dots\dots\dots (8)$$

式中：

T_b ——单次空间叠加分析结束时间；

T_e ——单次空间叠加分析开始时间；

T_s ——空间叠加分析运算耗时（单位：ms）。

C.2.9 稳定性测试性能衰减率

稳定性测试性能衰减率测算方式见公式（9）。

$$D_p = (P_o - P_t) / P * 100\% \dots\dots\dots (9)$$

式中：

- D_p ——稳定性测试性能衰减率；
- P_o ——稳定性测试初始性能指标值；
- P_t ——稳定性测试结束时性能指标值。

C.2.10 CPU 平均利用率

CPU 平均利用率测算方式见公式（10）。

$$C_p = \Sigma C_i / n * 100\% \dots\dots\dots (10)$$

式中：

- C_p ——CPU 平均利用率；
- ΣC_i ——测试期间各采集点 CPU 利用率总和；
- n ——CPU 利用率采集总次数。

C.2.11 内存平均利用率

内存平均利用率测算方式见公式（11）。

$$M_p = \Sigma M_i / n * 100\% \dots\dots\dots (11)$$

式中：

- M_p ——内存平均利用率；
- ΣM_i ——测试期间各采集点内存利用率总和；
- n ——内存利用率采集总次数。

C.2.12 磁盘 IO 平均使用率

磁盘 IO 平均使用率测算方式见公式（12）。

$$I_p = \Sigma I_i / n * 100\% \dots\dots\dots (12)$$

式中：

- I_p ——磁盘 IO 平均使用率；
- ΣI_i ——测试期间各采集点磁盘 IO 使用率总和；
- n ——磁盘 IO 使用率采集总次数。

附录 D (规范性) 测试工作开展及记录要求

D.1 预测试

测试前应先排查测试环境、脚本和数据的问题，具体包括：

- a) 采用低并发压力执行测试脚本，验证测试脚本的正确性、测试环境的稳定性、监控体系的有效性；
- b) 完成单场景基准测试，获取单用户无压力下的核心业务响应时间，作为性能基准值；
- c) 排查测试环境、脚本、数据中的问题，优化调整后，方可开展正式测试。

D.2 基准性能测试

D.2.1 测试工作

系统空载环境下，单用户、单业务依次执行核心业务、地图加载、空间查询、叠加分析等测试内容关键流程。

D.2.2 测试记录

记录包括以下数据：

- a) 核心业务请求失败数；
- b) 核心业务总请求数；
- c) 瓦片加载总耗时；
- d) 成功加载瓦片总数；
- e) 按升序排列的查询响应时间中 95% 位置的数值；
- f) 按升序排列的业务操作响应时间中 95% 位置的数值；
- g) 单批次空间叠加分析从发起请求到返回结果的总耗时；
- h) 稳定测试末期平均响应时间；
- i) 初期平均响应时间；
- j) 非核心业务操作总耗时；
- k) 成功操作总数。

D.2.3 注意事项

注意事项包括但不限于：

- a) 环境稳定、纯净：测试前需重启服务、清空缓存，关闭无关进程和定时任务，避免其他业务抢占资源影响基线数据；
- b) 多次重复取平均：每项业务需重复执行 ≥ 3 次，取稳定的平均值作为基准，避免单次波动影响基线判断；
- c) 明确测试条件：需记录服务器配置、网络带宽、数据库版本、数据量大小、缓存策略等所有影响性能的参数，确保基线可复现；
- d) 排除用户侧干扰：测试客户端与服务端网络需稳定，避免跨网、VPN、网络抖动导致的响应时间失真。

D.3 稳定性测试

D.3.1 测试工作

测试工作包括以下内容：

- a) 模拟常规业务并发量，模拟生产环境 7*24 小时连续运行场景，循环执行核心业务查询、地图浏览、要素编辑、空间分析等混合场景；

- b) 观测系统长时间运行是否出现内存泄漏、连接不释放、响应变慢、服务宕机、数据库卡死等问题；
- c) 监测服务进程、数据库连接、缓存状态是否正常。

D.3.2 测试记录

记录包括以下数据：

- a) 测试持续时长；
- b) 并发用户数；
- c) CPU 平均利用率和峰值；
- d) 内存平均利用率和峰值；
- e) 磁盘 IO 平均值和最大值；
- f) GIS 引擎进程数量；
- g) 空间数据库连接数；
- h) GIS 引擎运行日志；
- i) 空间数据库运行日志；
- j) 异常时间（卡顿、重启、连接中断等）。

D.3.3 注意事项

注意事项包括但不限于：

- a) 测试时长与负载合理：需覆盖业务高峰场景，持续时间建议 ≥ 24 小时，负载控制在日常峰值的60%—70%，避免压垮系统；
- b) 关注隐性性能衰减：重点关注响应时间缓慢上升、内存持续上涨、数据库连接数不释放等“慢问题”，而非仅关注服务是否宕机；
- c) 避免数据膨胀影响：测试过程中产生的日志、临时数据需定期清理，避免磁盘空间占满或数据库数据量过大导致性能下降；
- d) 异常场景需记录完整：出现超时、报错、服务重启等异常时，需同步记录时间点、上下文日志、当时的系统负载，便于定位根因。

D.4 一致性测试

D.4.1 测试工作

测试工作包括以下内容：

- a) 执行数据编辑、导入导出、同步复制等操作后，校验数据完整性；
- b) 同步检验空间数据、入库前数据、地图前端渲染结果是否一致，包括数据条目、属性内容、坐标系、拓扑关系一致性。

D.4.2 测试记录

记录包括以下数据：

- a) 校验数据总量；
- b) 抽样校验条数；
- c) 抽样校验字段值；
- d) 抽样校验属性域；
- e) 抽样校验关联关系；
- f) 抽样校验坐标范围；
- g) 抽样空间索引；
- h) 抽样拓扑关系；
- i) 数据不一致条数、差异详情；
- j) 异常数据清单、修复处理结果。

D.4.3 注意事项

注意事项包括但不限于：

- a) 校验范围需全覆盖：需同时覆盖业务数据与空间数据，包含增删改查全流程、主从库、多副本、前后端渲染结果；
- b) 抽样与全量结合：大数据量场景下，可采用“全量统计 + 关键业务抽样校验”的方式，既保证效率又不遗漏问题；
- c) 校验标准需明确：需提前定义数据一致性判断规则，如坐标精度、属性字段、拓扑关系、瓦片渲染结果的比对标准；
- d) 注重跨环节校验：需校验数据从采集、入库、同步、渲染到前端展示的全链路一致性，避免中间环节数据丢失或篡改。

D.5 并发性能测试

D.5.1 测试工作

测试工作包括以下内容：

- a) 模拟多用户同时在线，并发执行相同核心业务操作，如同时浏览地图、查询要素、新增编辑、空间查询、业务提交等；
- b) 检验系统在并发下是否存在锁冲突、事务超时、请求排队、数据脏读、页面卡死，然后逐步增加并发用户数，观测系统正常承载能力。

D.5.2 测试记录

记录包括以下数据：

- a) 并发用户数量；
- b) 并发业务场景组合；
- c) 平均响应时间；
- d) 95 分位响应时间；
- e) 请求成功率；
- f) 错误率；
- g) 并发期间 CPU 平均值和峰值；
- h) 并发期间 内存平均值和峰值；
- i) 并发期间 磁盘 IO 平均值和峰值；
- j) 失败请求明细；
- k) GIS 平台进程数量；
- l) 数据库连接数。

D.5.3 注意事项

注意事项包括但不限于：

- a) 并发场景需贴近真实业务：需按实际业务比例设计并发场景，如地图浏览、要素查询、业务提交等操作的并发占比需与线上一致；
- b) 加压需阶梯式递增：避免一次性加压到最大并发，应按梯度逐步提升并发数，观察不同负载下的性能变化；
- c) 服务端与客户端指标结合分析：不仅看客户端响应时间，还需关注服务端进程数、数据库连接池等待情况；
- d) 并发下的数据一致性校验：并发执行增删改操作后，需校验最终数据状态是否正确，避免出现数据错乱、丢失或重复提交。

D.6 压力测试

D.6.1 测试工作

测试工作包括以下内容：

- a) 在并发测试基础上不断加压，超出常规业务负载，逐步加大并发量、请求频率；
- b) 持续加压直到系统性能拐点（如，响应急剧变慢、错误率飙升、CPU / 内存打满、服务崩溃）；

- c) 找出系统最大极限承载能力和瓶颈点。

D. 6.2 测试记录

记录包括以下数据：

- a) 每轮加压并发数；
- b) 阶梯加压步长；
- c) 业务各压力梯度下的平均响应时间；
- d) P95 响应时间；
- e) 错误率；
- f) 系统性能拐点临界并发数；
- g) 瓶颈定位结论；
- h) 系统过载后的表现；
- i) 压力释放后的表现；
- j) 压力释放后的恢复方式和难度。

D. 6.3 注意事项

注意事项包括但不限于：

- a) 加压需循序渐进，设置合理梯度：需根据系统承载能力逐步加压，每轮加压后稳定运行一段时间，再进行下一轮，避免一次性压垮系统；
- b) 明确测试终止条件：需提前定义终止标准，如错误率超过 5%、响应时间翻倍、CPU / 内存利用率超过 90% 等，避免无意义加压；
- c) 重点定位性能瓶颈：加压过程中需同步监控各环节性能指标，定位瓶颈点（CPU / 内存 / 数据库 / 网络 / 代码逻辑），而非仅关注最大并发数；
- d) 关注系统过载后的表现：需测试系统在极限负载下是否能优雅降级，是否出现数据丢失、服务不可恢复等严重问题。

附录 E
(资料性)
测试指标判定方式参考

E.1 指标阈值参考

单项指标分为一票否决项、核心指标、一般指标三类，具体分类、计算方法要求见表 E.1。

表 E.1 性能测试单项指标判定参考表

指标名称	指标类别	基准值参考
系统可用性	一票否决项	$\geq 99.99\%$
业务错误率	一票否决项	$\leq 0.01\%$
业务数据一致性	一票否决项	100%
空间数据一致性	一票否决项	100%
地图瓦片加载平均响应时间	核心指标	$\leq 150\text{ms}$
空间数据查询 95 分位响应时间	核心指标	$\leq 500\text{ms}$
业务操作 95 分位响应时间	核心指标	$\leq 1000\text{ms}$
空间叠加分析运算耗时	核心指标	$\leq 2000\text{ms}$
稳定性测试性能衰减率	核心指标	$\leq 5\%$
CPU 平均利用率	一般指标	$\leq 60\%$
内存平均利用率	一般指标	$\leq 70\%$
磁盘 IO 平均使用率	一般指标	$\leq 60\%$

E.2 单项判定规则

单项指标判定规则如下：

- a) 一票否决项：所有指标全部满足最低阈值要求，判定为合格；任意一项不满足，判定为不合格；
- b) 核心指标：所有指标全部满足最低阈值要求，判定为合格；任意一项不满足，判定为不合格；
- c) 一般指标：满足最低阈值要求的指标占比 $\geq 90\%$ ，判定为合格；占比 $< 90\%$ ，判定为不合格。

E.3 综合判定

被测系统综合性能判定分为合格、不合格两个等级，判定规则如下：

- a) 合格：一票否决项全部合格，核心指标全部合格，一般指标判定合格，无未解决的致命、严重级性能问题；
- b) 不合格：出现任意一项一票否决项不合格，或核心指标不合格，或一般指标判定不合格，或存在未解决的致命、严重级性能问题。

参 考 文 献

- [1] GB/T 17694—2023 地理信息 术语
 - [2] GB/T 39623—2020 基础地理信息数据库系统质量测试与评价
 - [3] T/EGAG 019—2023 信息技术应用创新项目验收规范
-