

测试研究：在 AWS 中的 PostgreSQL 上实现电力公共设施的网络信息管理系统

Last generated: October 01, 2025



内容列表

- 测试研究
 - 简介和概览 0
 - 已测试工作流 0
 - 物理架构 0
 - 设计选择和注意事项 0
 - 测试方法和结果 0
 - 使用此测试研究 0

网络信息管理系统：电力公用设施 (PostgreSQL)

该测试研究于 2024 年 11 月进行，评估了网络信息管理系统[的参考架构](#)：

- 电力公共设施的[代表性工作流](#)
- 配置了 PostgreSQL 的[企业级地理数据库](#)
- Amazon Web Services (AWS) [云基础设施](#)

本测试研究中介绍的系统是在物理层面设计的，并包含[详细描述](#)的几种[设计选择](#)。该系统针对性能和最终用户体验方面进行了部署和测试，目标设计负载为 15 个 ArcGIS Pro 编辑者和 200 个 ArcGIS Web 用户（常规用户角色）。了解[有关测试研究](#)的详细信息以获得重要的背景信息。
注：

在测试研究之前，您必须熟悉[参考架构](#)，因为此处不再重复其中的重要信息和资源。

功能概览

基础网络信息管理系统提供[数据编辑](#)和[管理系统模式](#)中定义的以下功能：

- 基于服务的关系数据编辑，包括几何和属性。
- 使用表单和/或地图的数据采集工作流。
- 使用 ArcGIS Utility Network 作为高级数据模型进行的复杂的公共设施网络信息管理。
- 通过 Web 应用程序查看和查询网络资产。
- 执行上游和下游追踪分析。

软件列表

系统功能通过以下软件提供，并应用了所有可用修补程序：

- [ArcGIS Pro 3.3](#)（[此处](#)提供最新版本）
- [ArcGIS Enterprise 11.3](#)（[此处](#)提供最新版本）
- [ArcGIS Monitor 2023](#)（[此处](#)提供最新版本）
- [ArcGIS License Manager 2024](#)（[此处](#)提供最新版本）
- [ArcGIS Online](#)

该设计部署在基于 Microsoft Windows 操作系统的虚拟机上。
注:

上面列出的软件版本是部署和测试此系统测试研究时可用的最新版本。 Esri 强烈建议尽可能使用最新的可用软件版本。

数据特征

该测试研究测试了一个 100 GB 的电力公共设施数据集，其地理范围约为 275,000 平方英里。 它包含大约 2000 万个要素、2,000 个子网和客户位置处的 650,000 个电表。

测试的工作流

为了确保工作流对系统设计有用，它们需要表示真实的用户体验，以及用户在与系统交互时将采取的实际步骤。这些工作流代表了创建、访问和维护电力网络所需的一些基础活动。工作流的内容是通过与经验丰富的员工合作并结合 Esri 客户的反馈共同定义的，旨在明确每个工作流中涉及的具体步骤、顺序及活动类型。

将工作流开发为一组详细的独立步骤可以重复、迭代以微调操作，或进行调整以提高性能或用户体验。明确定义每个工作流后，将在测试的其余部分一致地使用该定义，以建立性能基准并执行负载测试。如果您的组织没有明确记录的定义了各个步骤的标准工作流，请考虑使用这些工作流作为起点，并根据您的需要进行调整。

这一网络信息管理系统参考架构实施针对以下九 (9) 个天然气公共设施工作流进行了负载测试：

- [负载管理](#)
- [具有现有要素的新服务](#)
- [具有新要素的新服务](#)
- [更新资产](#)
- [电力追踪](#)
- [相位管理](#)
- [查询资产](#)
- [查看资产](#)
- [汇总资产](#)

这些工作流支持编辑者和常规用户[用户角色](#)。

编辑者工作流

编辑者对数据执行编辑作，编辑单个记录上的属性和几何，或批量编辑属性。编辑者的专业知识和对技术的整体适应程度各不相同，也可能在办公室或现场进行编辑。

负载管理

此工作流表示编辑者角色为将负载从一个电路重定向到另一个电路而执行的一组任务。

1. 登录到 ArcGIS Pro 并打开工程
2. 定位 (MVC-1)
3. 缩放至所选项
4. 创建和更改版本
5. 编辑属性
6. 定位 (MVC-2)
7. 验证拓扑 (版本)
8. 保存
9. 运行追踪
10. 定位 (用于追踪的 MVC-1)
11. 运行追踪
12. 更新子网 (网络 1)
13. 更新子网 (网络 2)
14. 协调
15. 提交
16. 将版本更改为默认
17. 验证拓扑 (默认)
18. 更新子网 (默认为网络 1)
19. 更新子网 (默认为网络 1)

具有现有要素的新服务

此工作流表示编辑者角色为从现有变压器添加新的客户服务连接而执行的一组任务。

1. 登录到 ArcGIS Pro 并打开工程
2. 登录并打开工程
3. 定位

4. 缩放至所选项
5. 创建和更改版本
6. 创建服务仪表
7. 进入包含模式
8. 创建连接对象
9. 退出包含模式
10. 修改关联
11. 验证拓扑（版本）
12. 保存
13. 追踪
14. 协调
15. 提交
16. 将版本更改为默认
17. 验证拓扑（默认）

具有新要素的新服务

此工作流表示编辑者角色为添加与新电线杆、变压器等要素的新客户服务连接而执行的一组任务。

1. 登录到 ArcGIS Pro 并打开工程
2. 定位
3. 缩放至所选项
4. 创建和更改版本
5. 创建配电 FE（自有）
6. 创建配电杆（其他）
7. 分割
8. 创建电气附件
9. 创建架空单相导线
10. 创建电气附件

11. 创建架空单相变压器
12. 进入包含模式
13. 创建架空
14. 退出包含模式
15. 创建服务仪表
16. 进入包含模式
17. 创建连接对象
18. 退出包含模式
19. 修改关联
20. 验证拓扑（版本）
21. 保存
22. 追踪
23. 协调
24. 提交
25. 将版本更改为默认
26. 验证拓扑（默认）

更新资产

此工作流表示编辑者角色为移动资产或更新资产属性而执行的一组任务。

1. 登录到 ArcGIS Pro 并打开工程
2. 定位
3. 缩放至所选项
4. 创建和更改版本
5. 修改要素
6. 更新属性
7. 验证拓扑（版本）
8. 保存

9. 协调
10. 提交
11. 将版本更改为默认
12. 验证拓扑

电力追踪

此工作流表示编辑者角色为执行上游保护追踪和下游客户追踪而执行的一组任务。

1. 登录到 ArcGIS Pro 并打开工程
2. 定位
3. 缩放至所选项
4. 运行上游追踪
5. 运行下游追踪

相位管理

此工作流表示编辑者角色为将服务切换到其他相位而执行的一组任务。

1. 登录到 ArcGIS Pro 并打开工程
2. 定位
3. 缩放至所选项
4. 创建和更改版本
5. 编辑属性
6. 验证拓扑（版本）
7. 更新子网（版本）
8. 协调
9. 提交
10. 将版本更改为默认
11. 验证拓扑（默认）
12. 更新子网（默认）

常规用户 workflow

常规用户通常被视为系统内的“查看者”，主要发现和使用组织内其他用户创建的内容。

查询资产

此 workflow 表示常规用户角色在 Web 应用程序中执行的一组任务，用于识别和查看特定类型的资产或按一组属性查看资产。

1. 登录到 ArcGIS Enterprise
2. 打开 Web 应用程序
3. 打开查询构建器
4. 输入查询条件
5. 运行查询
6. 缩放至结果

查看资产

此 workflow 表示常规用户角色为了查看和搜索网络内特定设备而在 Web 应用程序中执行的一组任务。

1. 登录到 ArcGIS Enterprise
2. 打开 Web 应用程序
3. 在搜索框中输入设备 ID
4. 从建议中选择结果
5. 缩放至设备

汇总资产

以下步骤表示 ArcGIS Dashboard 在屏幕上打开并且每 30 秒刷新一次的用例。

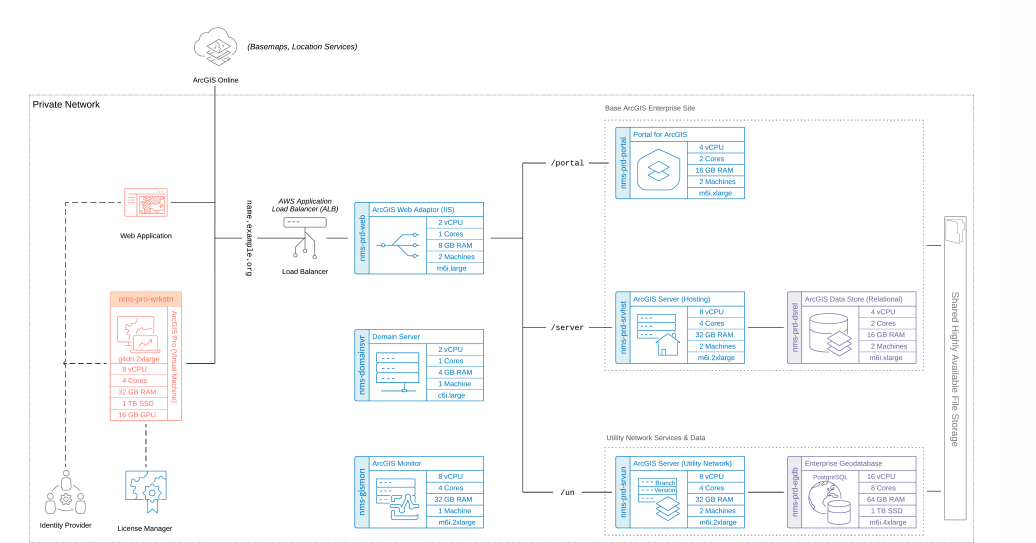
1. 登录到 ArcGIS Enterprise
2. 打开仪表盘
 - 持续访问仪表盘
 - 图层设置为每 30 秒刷新一次

物理架构

此架构于 2023 年 1 月进行了评估，如下所示：

- 考虑中小型电力公共设施
- 支持目标设计负载为 15 个 ArcGIS Pro 编辑者和 200 个 ArcGIS Web 用户（常规用户角色）的[电力公共设施 workflows](#)
- 配置了 PostgreSQL 的企业级地理数据库
- AWS 云基础架构

该系统专为指定的 workflow 而设计并针对其进行了测试，已基于测试结果根据需要调整了计算机类型和规格。



下载此架构的 [Microsoft Visio 文件](#)。
了解有关 ArcGIS 系统[绘图资源](#)的详细信息。
注:

有关此架构中软件组件和关键交互的详细信息，请参阅网络信息管理系统[参考架构](#)。

为架构提供资源

这些是为本测试研究选择和验证的计算机规格。我们仍然强烈建议您自行完成设计过程，以考虑您的业务和技术要求。

计算机类型和规格

以下是为本测试研究的范围和目的选择和验证的计算机规格。但是，强烈建议遵循完整的设计流程，以考虑您的业务和技术要求。

如您在确定组织的物理架构设计相关因素（例如网络、存储、系统环境和资源规格）时需要帮助，可考虑使用 Esri 提供的[系统架构设计服务](#)。[在线文档](#)中列出了每个组件的最低系统要求。

桌面 (ArcGIS Pro 和 Web 浏览器)

- 3 用于[测试](#)的计算机
- G4DN.2xlarge
- 4 个 CPU (8 个 vCPU)
- 32 GB RAM
- 16 GB GPU
- 1 TB 磁盘

Portal for ArcGIS

- 2 台计算机
- M6i.xlarge
- 2 个 CPU (4 个 vCPU)
- 16 GB RAM
- 128 GB 磁盘

ArcGIS GIS Server

- 2 台计算机
- M6i.2xlarge
- 4 个 CPU (8 个 vCPU)

- 32 GB RAM
- 128 GB 磁盘

ArcGIS Server (托管服务器)

- 2 台计算机
- M6i.2xlarge
- 4 个 CPU (8 个 vCPU)
- 32 GB RAM
- 128 GB 磁盘

ArcGIS Data Store (关系存储)

- 2 台计算机
- M6i.xlarge
- 2 个 CPU (4 个 vCPU)
- 16 GB RAM
- 128 GB 磁盘

ArcGIS Web Adaptor

- 2 台计算机
- M6i.large
- 1 个 CPU (2 个 vCPU)
- 8 GB RAM
- 128 GB 磁盘

ArcGIS Monitor

- 1 台计算机
- M6i.2xlarge
- 4 个 CPU (8 个 vCPU)
- 32 GB RAM

- 128 GB 磁盘

文件存储

- 1 个实例
- C6i.xlarge
- 2 个 CPU (4 个 vCPU)
- 8 GB RAM
- 128 GB 磁盘

数据库

- 1 台计算机
- M6i.4xlarge
- 8 个 CPU (16 个 vCPU)
- 64 GB RAM
- 1 TB 磁盘

域服务器

- 1 台计算机
- C6i.large
- 1 个 CPU (2 个 vCPU)
- 4 GB RAM
- 128 GB 磁盘

其他基础设施注意事项

以下是设计网络信息管理系统时需要考虑的其他方面，以及针对本测试研究的一些基础设施选择的解释。

应用程序负载均衡器 (ALB)

在高可用性 ArcGIS Enterprise 部署中，至少需要一个第三方负载均衡器，以处理到门户和服务器站点的客户端流量以及软件组件之间的内部流量。尽管 ArcGIS Web Adaptor 被视为负载均衡器，但它本身不足以在**高可用性**配置中用作负载均衡器。因此，在本测试研究中使用了 Amazon Web Services (AWS) 应用程序负载均衡器。

共享存储

要成功实施高可用性 ArcGIS Enterprise 部署，必须将配置存储存储在高可用性的共享位置。这可确保即使一台服务器发生故障，这些数据仍可访问，从而为最终用户提供不间断的服务。此外，共享存储简化了多机部署中的数据管理，并通过集中数据存储并允许根据需要进行扩展来提高可扩展性。

示意图中未包含系统组件

虽然此示意图中没有说明防病毒软件和 AWS 联网组件，但它们存在于测试研究中。

设计选择和注意事项

以下注意事项围绕 [ArcGIS 优化架构框架](#) 的 [架构支柱](#) 进行组织。在这些技术领域适当应用最佳实践和架构方法，对成功设计和实施架构良好的系统有很大帮助。

性能和可扩展性

工作负载分离

选择 [工作负载分离](#) 设计是为了帮助在整个系统中实现计算资源的最佳分配。在测试研究中，编辑请求的处理时间通常比标准地图请求长，因此选择以单独的 ArcGIS GIS Server 站点的形式使用专用计算资源隔离编辑工作负载。此外，将系统组件本身隔离到不同的机器上有助于确保它们不会争夺系统资源，并允许根据每个组件的系统要求定制机器类型和规格。

启用 GPU 的台式计算机

选择合适的 GPU（图形处理单元）对于确保 ArcGIS Pro 在虚拟化环境中的性能至关重要。测试表明，在考虑运营费用（劳动力成本）时，向 ArcGIS Pro 虚拟机添加专用 GPU 可显著提高最终用户的工作效率，并导致成本净降低。在 ArcGIS 架构中心中了解有关 GPU 硬件选择和 [ArcGIS Pro 虚拟化](#) 的详细信息。

监视 vCPU：云中的 CPU

在做出设计决策时，了解虚拟 CPU (vCPU) 与物理 CPU 的比率非常重要，这样才能为系统组件分配适当的资源。示意图中所有计算机的 vCPU:CPU 比率为 2:1，但某些虚拟化选项可能具有不同的比率，例如 1:1。这些决定也可能影响 [Esri 许可](#)。公有云比率的一些示例包括 [AWS](#)、[Azure](#) 和 [GCP](#)。

GIS 服务配置

正确配置 GIS 服务对于系统性能和用户体验满意度至关重要，GIS 服务实例的错误配置可能会给系统带来问题或可靠性挑战。例如，如果地图或要素服务的实例数设置得太少，则可能导致客户端等待时间过长和超时错误。

但是，将实例计数设置得太高可能会消耗过多的计算机资源，从而限制可在固定硬件配置上部署的服务数量。当最大实例设置高于最小实例设置时，系统可以根据需求自动添加新实例，但这也可能出现

问题，因为传入请求必须等待实例启动。对于任何系统，了解服务使用情况都很重要，这样才能调整实例数量和服务器资源以提供最佳性能。

在本测试研究中，每个相关服务的服务实例与物理 CPU 内核的比率设置为 2:1，最小和最大实例设置配置为相同的值。测试监控了实例使用情况以确定系统何时过载。例如，在 8 倍设计负载下，托管服务器上服务的实例在测试时间段内 99% 的时间被观察到处于活动状态，这导致只读服务的等待时间较长。此测试中的服务是为专用实例配置的。了解有关[配置服务实例设置](#)的详细信息。

在本测试研究中，公共设施网络服务的配置如下：

- 每个服务的最小实例数：8
- 每个服务的最大实例数：8

可用实例的总数为 16 个，因为站点中有两个 ArcGIS GIS Server。

托管服务器的配置如下：

- 每个服务的最小实例数：6
- 每个服务的最大实例数：6

可用实例的总数为 12 个，因为站点中有两个 ArcGIS GIS Server。

指定的服务超时配置如下：

- 客户端可以使用服务的最长时间：600 秒
- 客户端等待获取服务的最长时间：600 秒
- 空闲实例可保持运行的最长时间：1800 秒

注：

超时配置进行了迭代调整，以解决测试过程中遇到的超时问题。由于这些设置可能会根据具体要求而有所不同，因此建议自行执行测试以确定最佳配置。

可靠性

备份

备份对于网络信息管理系统而言至关重要。请参阅[参考架构](#)以了解详细信息。虽然测试的设计不是生产系统，但在每次测试运行时，在对系统进行任何更改之前，都会捕获机器快照和数据库备份。虚拟

机快照在环境发生任何更改（例如调整计算机大小、安装修补程序或更新 Windows）之前和之后捕获。然后，快照会进行编目以支持以下任一功能：

- 将特定计算机回滚到特定时间点
- 将整个环境回滚到特定时间点

高可用性

选择使用 ArcGIS Enterprise 组件的[高可用性](#)配置设计此系统是基于业务和技术系统要求，以及其他组织目标（例如实现不间断运营和最大限度地减少停机时间）做出的决定。设计中说明了这种配置，其中包含冗余系统组件和用于文件存储的云原生、高可用性文件存储。本测试研究没有配置高可用性数据库用于测试，尽管关系数据库供应商有多种方法来实现高可用性（包括云原生服务）。
注：

请记住，高可用性配置会显著增加系统的基础设施和运营成本，并且需要专业技能才能成功。了解有关网络信息管理系统高可用性的[设计选择和注意事项](#)的详细信息。

可观测性

为了成功执行系统验证并提供有意义的结果，[系统监控和遥测捕获](#)是测试研究的关键方面。

测试使用了 ArcGIS Monitor 和企业 IT 监控工具（例如 Windows 性能监视器）监控系统性能并捕获有关其在特定条件下行为的遥测数据。跨不同系统组件收集了日志，包括：

- IIS Web 服务器
- ArcGIS 软件组件
- Windows 事件
- ArcGIS Pro

在环境中的所有计算机上捕获计算机级别的指标，例如 CPU 使用率、RAM 消耗、磁盘活动和网络活动。有关详细信息，请查看[测试结果](#)。

此外，还捕获了已执行工作流的屏幕录像，以观察和评估最终用户体验和工作效率。

自动化

因为测试研究的范围主要集中在负载测试上，所以大多数推荐用于生产系统的自动化类型（如编写管理任务脚本）都没有采用。但是，在您的环境中，管理脚本对工作流程和操作可能具有重要价值。在部署到生产环境之前，所有自动化脚本都应在较低的环境中进行测试。

在本测试研究中，自动化的主要应用是模拟负载测试期间的请求。如[测试结果](#)所示，多个工作流在大规模虚拟用户环境下运行，并可应用于不同规模的负载。

Python 脚本用于对服务等待时间、ArcSOC 利用率、响应时间和失败请求执行分析并识别模式，从而为系统所需调整提供信息。Python、PowerShell 和 SQL 脚本还用于在完成负载测试后将数据库恢复到原始状态。

安全性

虽然安全性不是测试研究的重点，但在任何生产系统设计过程的早期考虑[安全性](#)要求至关重要。ArcGIS 软件专门用于在安全网络中有效工作，包括与 Internet 完全断开连接的环境。测试研究设计确实包括使用身份提供商来提供适当的身份验证和授权。

相关资源：

- [ArcGIS 身份验证模型和提供程序](#)
- [授权和访问模型](#)
- [安全的网络设计](#)

集成

虽然集成不在测试研究的范围内，但网络信息管理系统通常需要与其他企业系统集成，如企业资产管理 (EAM)、客户关系管理 (CRM) 和高级分销管理 (ADMS) 系统。除了使用 ArcGIS 的[标准集成注意事项](#)外，ArcGIS Utility Network 功能还需要考虑其他要求。根据集成要求，可能支持不同的 API 和/或 SDK。有关详细信息，请参阅 [Utility Network 旅程：集成概览](#)。

测试方法和结果

测试的目的是验证设计是否按预期执行并能够支持工作流、用户和预期负载。系统测试提供了在较低环境中的系统部署期间发现和纠正问题的机会，理想情况是在问题出现在生产环境之前进行修正。对于这项测试研究，测试方法的重点是系统性能和最终用户体验。

在针对不同的负载场景执行工作流时，每个组件都受到监控。测试完成后，对结果进行了汇总和分析，以确定系统的瓶颈和资源过多的组件。此信息用于识别在重复进一步测试之前需要扩展、缩减或缩小的系统组件。

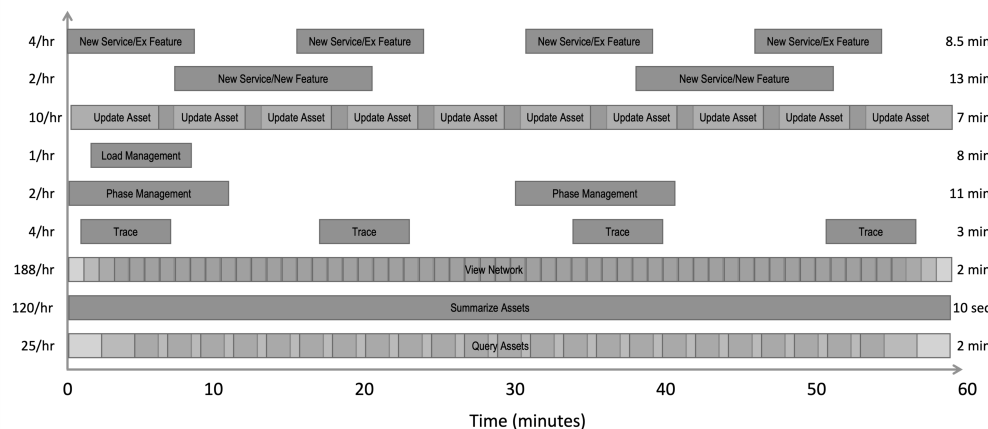
通过捕获工作流测试人员的屏幕记录来执行手动用户体验测试，以确保系统用户能够高效地完成其工作流。

有关详细信息，请参阅[如何设计有效的测试策略](#)。

工作流节奏

该测试研究将节奏模型应用于[测试的工作流](#)。节奏模型显示了测试打算如何模拟公共设施公司的工作流，其中的工作流为员工资源团队每小时执行一定数量的操作。此方法基于 Esri 客户输入，旨在匹配数据所基于的中小型电力公司客户场景。

各种工作流在一小时的测试时间段内分散开来，并交错进行以避免同时开始，并且像实际工作流一样相互重叠。工作流节奏的总体细分被视为系统承受的“设计负载”。负载随后通过倍增工作流的方式持续增加，直到系统无法再提供可接受的响应或支持成功的工作流。请注意，本次测试研究中采用的工作流节奏模型可能与贵组织的日常使用情况有所不同。



性能测试工具

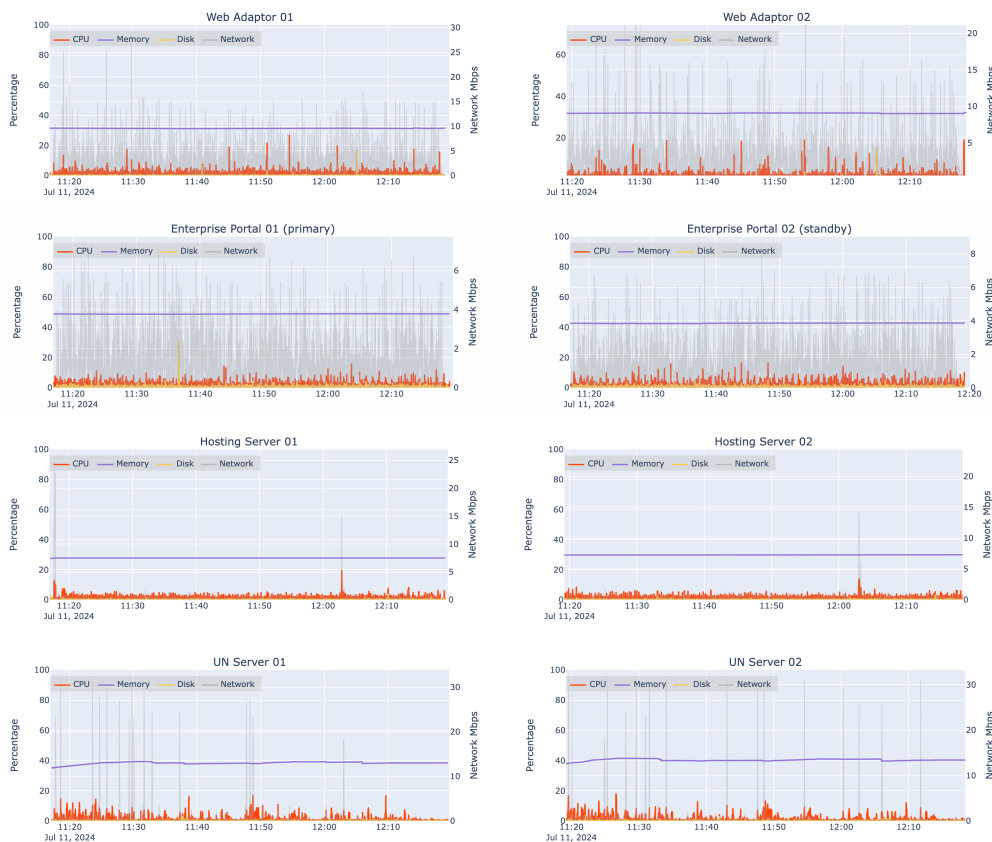
由于 ArcGIS 是一个多层系统，因此跨客户端、服务和数据存储层以及底层基础架构本身进行了性能测试。在本测试研究中，使用了 [JMeter](#) 模拟用户 workflows 并测量不同负载下的系统性能。除了为评估最终用户体验而执行的手动 workflows 外，还记录并重现了 ArcGIS Pro 请求以模拟负载。还使用了 Windows 性能监视器和 ArcGIS Monitor 来监控不同组件之间的资源利用率。

有关详细信息，请参阅[性能测试工具](#)。

测试结果

此体系结构已在四种方案下通过自动负载测试和手动用户操作进行了验证，您可以在下面看到每种方案的结果。高层面来看，测试结果表明，按当前实施情况，系统配备了充足的资源，能够支持从设计负载到 8 倍设计负载的使用量。测试还进一步验证了正确进行应用和系统配置对性能的重要性。在各个测试方案中，系统资源利用率均随负载成比例增长。

测试方案：设计负载

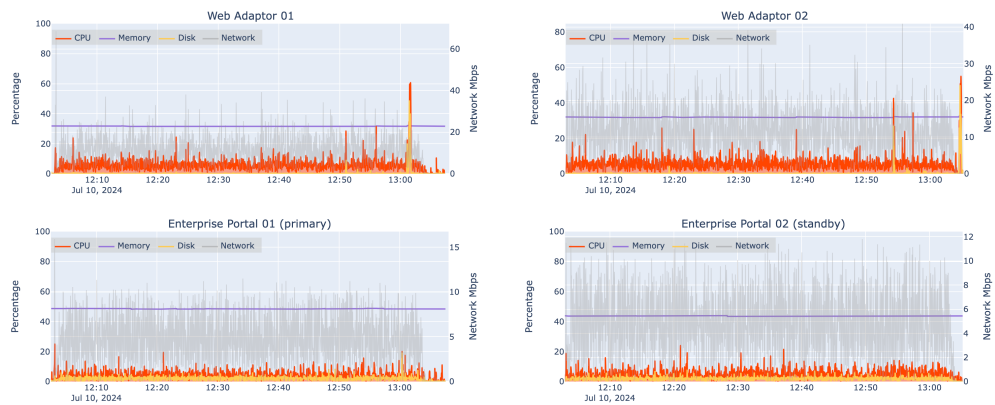


测试结果

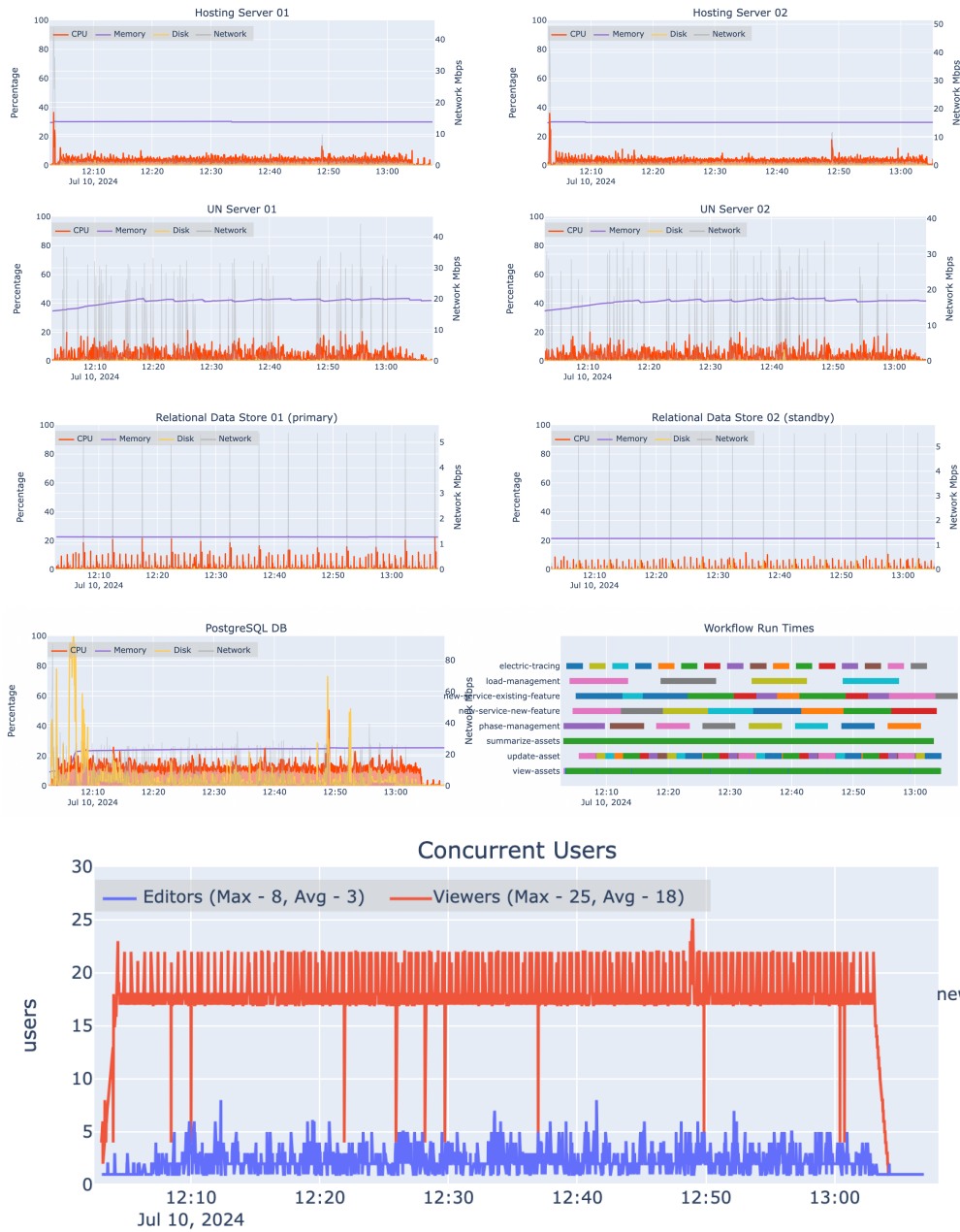


- 系统以较低的整体资源使用率支持负载
- 未使用 ArcGIS Data Store（关系）- 底图作为矢量切片服务访问

测试方案：4 倍设计负载

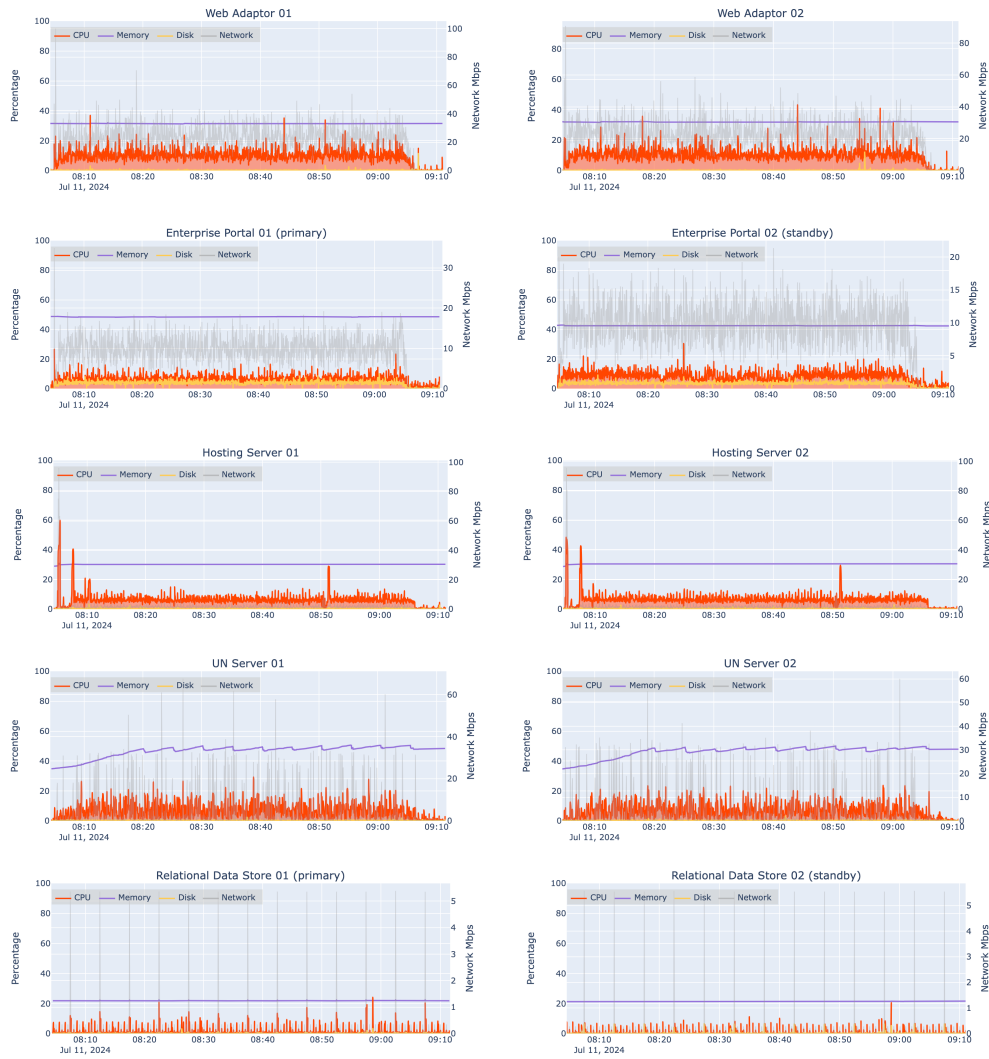


测试结果

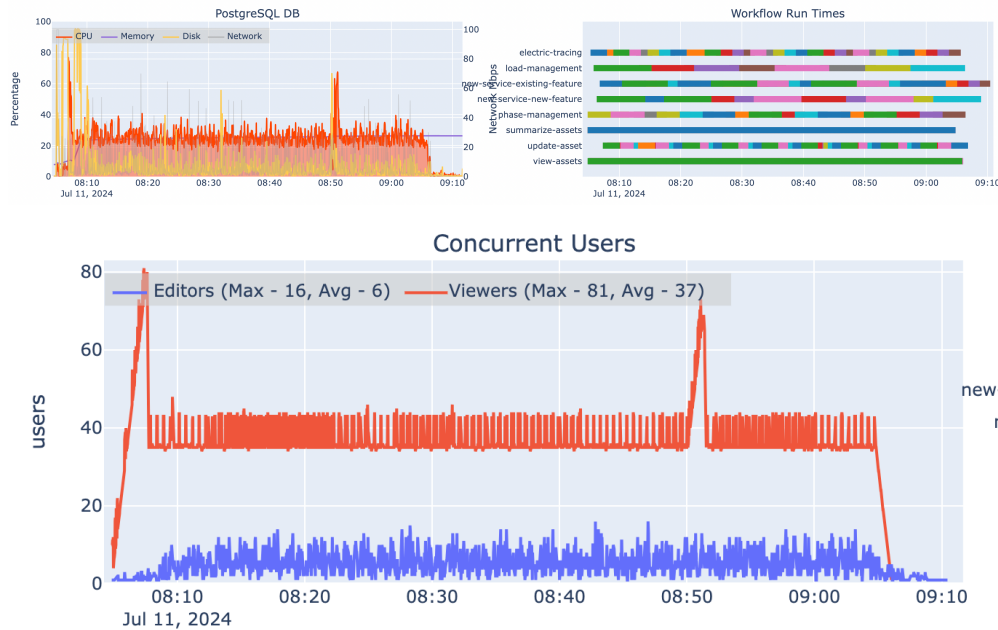


- 系统支持负载
- 托管服务器的 CPU 利用率通常低于 10%
- GIS 服务器的 CPU 运行率通常低于 20%
- PostgreSQL CPU 利用率保持在 20% 以下

测试方案：8 倍设计负载



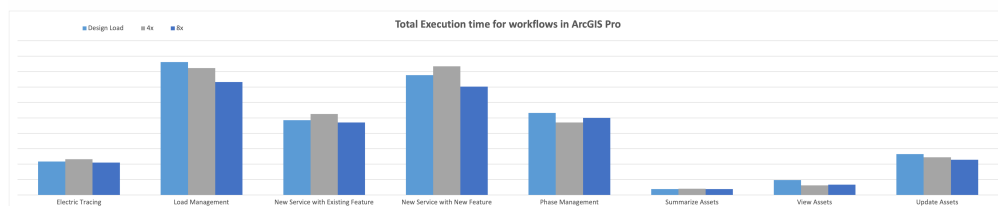
测试结果



- 系统支持负载
- 托管服务器的 CPU 利用率通常低于 20%
- GIS 服务器的 CPU 运行率通常低于 35%
- PostgreSQL CPU 利用率保持在 40% 以下，有几次负载高峰在 65% 左右

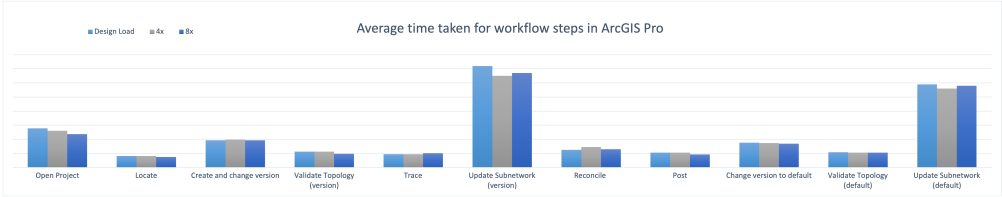
用户体验 - workflow 执行时间

当系统处于负载状态时，捕获了用户体验的 workflow 执行时间。这表示完成 workflow 中列出的所有步骤所花费的时间。在系统负载达到设计负载的 10 倍之前，workflow 执行时间保持一致。



用户体验 - workflow 步骤执行时间

当系统处于负载状态时，捕获了所有 8 个工作负载中关键步骤的 workflow 执行时间。这表示完成给定步骤所花费的平均时间。



如何使用此测试研究

此测试研究作为 ArcGIS 架构中心的一部分编写并发布，旨在帮助组织了解如何在特定物理基础设施上设计和部署特定[参考架构](#)，以及它在负载下测试时表现出的性能。为了最好地利用这项测试研究，建议采用以下方法：

1. 首先了解[参考架构](#)。它包含测试研究中未重复提供的重要信息和资源。
2. 评估测试研究中使用的工作流和数据，确认它们与您的系统支持内容是否一致。系统可能支持附加的或不同的工作负载，但对系统、工作流和/或负载进行调整会带来风险。
3. 使用测试研究作为实施网络信息管理系统的指南。如果您的工作流和/或要求不同，我们提供您可以遵循的[设计流程](#)。
4. 通过考虑测试研究中所做的设计选择，确定当前实施中可能改进的方面。
5. 根据您的自己的测试方法评估所使用的测试方法，并寻找可改进的方面。
6. 了解有关 [ArcGIS 架构中心](#) 参考架构中说明的架构实践的详细信息。

其他相关资源

这些资源引用了一些关键概念和实践，虽然可能未在测试研究中明确说明，但在设计、实施和运营一个成功的网络信息管理系统的过程中，它们可能是至关重要的因素。

- [构建和管理 GIS 程序](#)
- [IT 治理](#)
- [升级和修补](#)
- [备份和灾难恢复](#)
- [安全的网络设计](#)