

针对 DASSAULT SYSTÈMES CATIA 的 NVIDIA Quadro 虚拟数据中心工作站应用程序规模调整指南

应用程序指南

版本 2.0



执行摘要

本文档为 CATIA 用户提供了有关如何部署 NVIDIA® Quadro® 虚拟数据中心工作站 (Quadro vDWS) 软件的见解。本文提供的建议均基于实际的客户部署与基准数据，并涵盖以下三个常见问题：

我应该使用哪种 NVIDIA GPU 来满足我的业务需求？

我如何为将来拥有的用户类型选择合适的配置文件？

每台服务器可以支持多少用户（用户密度）？

由于用户行为各不相同，但该行为又是确定最佳 GPU 和配置文件大小的关键因素，因此本文针对三种用户类型提供了相应建议，并为每种用户类型提供了两个服务质量 (QoS) 级别：专用性能和典型客户部署。根据工作流程的类型以及使用的模型/数据的大小，用户类型分为轻度、中度或重度用户。例如，具有更高图形要求的用户和使用较大数据集的用户将归入重度用户。轻度和中度用户需要较少图形，并且通常使用较小尺寸的模型。下方显示了针对每个服务级别中的每个用户以及服务器配置的建议。

下方专用性能和典型客户部署表格中列出的 vGPU 配置文件是在事先了解 Quadro 工作站 GPU（例如 Quadro P2000）图形性能的前提下创建而成。然后，我们又使物理工作站卡的基准得分与为虚拟 GPU 输出的分数保持一致。务必要注意：专用性能表基于均等比例调度程序，并且不会超额认购 GPU 计算引擎，因此 GPU 性能始终相同。与 vCPU 对物理核心的超额认购类似，多个虚拟 GPU 也可利用相同的物理 GPU 计算引擎。尽力而为型 GPU 调度策略可在空闲和未充分利用的时段最有效地利用 GPU，您可选择此策略来超额认购 GPU 计算引擎。对于许多客户部署而言，通常不会出现 12 个用户同时执行渲染请求，甚至于在专用性能测试中进行复制的情况，因此选择尽力而为型调度程序通常会导致 GPU 计算引擎超额认购增加到原来的 2 到 3 倍，进而使用户数量实现同倍数增长。实现多高程度的可扩展性取决于用户的典型日常活动，例如会议次数、午餐或休息时间的长短、多任务处理等。建议测试并验证适当的 GPU 调度策略，以满足用户的需求。

专用性能

12 每台服务器的用户数量	6 每台服务器的用户数量	3 每台服务器的用户数量
T4-8Q 4vCPU 8GB RAM	T4-16Q 8vCPU 16GB RAM	P40-24Q 或 RTX 6000-24Q 12vCPU 8GB RAM
轻度用户	中度用户	重度用户

典型客户部署

16-24 每台服务器的用户数量	12-18 每台服务器的用户数量	6-9 每台服务器的用户数量
T4-2Q 4vCPU 8-16GB RAM	T4-2Q 或 T4-4Q 8vCPU 16-32GB RAM	P40-8Q/P40-12Q 或 RTX 6000-8Q/RTX6000-12Q 12vCPU+ >96GB RAM
轻度用户	中度用户	重度用户

参考服务器实验室的构建

6 块 NVIDIA T4 GPU	3 块 Tesla P40 GPU	3 块 Quadro RTX6000 GPU
2 颗英特尔至强金牌 6154 128-512-768 GB RAM 10GbE 网络 基于闪存的存储	2 颗英特尔至强金牌 6154 512-768+ GB RAM 10GbE 网络 基于闪存的存储	2 颗英特尔至强金牌 6154 512-768+ GB RAM 10GbE 网络 基于闪存的存储
轻度用户	中度用户	重度用户

表 1. CATIA VDI 部署配置示例

以上建议旨在为您提供一种向导指南。要想实现非常成功的客户部署，您需先从概念验证开始，并在整个部署生命周期中进行“调整”。从概念验证 (POC) 起步有助于客户了解用户的期望和行为，并在保持所需性能水平的同时优化部署以实现绝佳用户密度。持续维护很重要，因为用户行为会在项目过程中以及组织内个人角色发生变化时而相应改变。曾经是轻度图形用户的工程师可能会在更换团队或分配到其他项目时变成重度图形用户。借助管理和监控工具，管理员和 IT 人员可以确保针对每个用户优化其部署。

关于 DASSAULT SYSTÈMES CATIA

CATIA 提供一种独有功能，不仅可对任何产品建模，而且能在其实际使用过程中进行建模，协助用户在体验时代尽情设计。系统架构师、工程师、设计师和所有贡献者都可以定义、构想和塑造互联世界。

CATIA 由 Dassault Systèmes 3DEXPERIENCE 平台提供支持，具有以下功能：

- 基于单一事实来源构建的社交设计环境，可通过功能强大的 3D 控制面板进行访问，进而推动商业智能、实时并发设计以及包括移动工作者在内的所有利益相关者之间的协作。
- 直观的 3DEXPERIENCE，可为资深用户和临时用户提供一流的 3D 建模和模拟功能，帮助优化每个用户的效能。
- 包容式产品开发平台，可与现有流程和工具轻松集成。通过这种集成，许多领域均可在产品开发生命的各个阶段利用功能强大的集成式专业应用程序。

Dassault Systèmes 已与 NVIDIA 紧密合作，旨在通过 NVIDIA Quadro vDWS 软件并使用 VDI 认证 CATIA 在私有云中的部署。有了 VDI 认证，客户将无需在本地客户端安装 CATIA，这有助于减少 IT 支持和维护成本，并实现更大的移动性和协作性。该虚拟工作站部署方案增强了灵活性，并进一步扩展了可供 CATIA 客户选择的平台种类。

关于 NVIDIA Quadro 虚拟数据中心工作站

NVIDIA 虚拟 GPU (vGPU) 软件可以提供由 NVIDIA GPU 加速的图形密集型虚拟桌面和工作站。NVIDIA Quadro vDWS 软件基于 NVIDIA 虚拟 GPU 技术打造，并包含专业 3D 应用程序所需的 Quadro 图形驱动程序。Quadro vDWS 许可证允许跨多个运行任何应用程序的虚拟机共享同一个 NVIDIA GPU，因此每个虚拟化用户都有机会获得应用程序 ISV 所期望的体验；该许可证仅随 NVIDIA Quadro 提供。

NVIDIA Quadro 是全球卓越的视觉计算平台，数百万创意和技术专业人员都信赖该平台，并利用它来加速工作流程。Quadro vDWS 软件可助您从数据中心交付功能超强的虚拟工作站。借助该软件，富有创意的专业人士可以使用他们信任并熟知的工具在任何位置 and 任何设备上工作。Quadro vDWS 经过 140 多台服务器的认证，并已获得各大公有云供应商的支持，为虚拟化企业提供了行业标准。

要部署适用于 Dassault Systèmes CATIA 的 NVIDIA vGPU 解决方案，您将需要为每个用户提供 NVIDIA GPU 和 Quadro vDWS 软件许可证。

调查结果

为了确定适用于 CATIA 的绝佳 Quadro vDWS 配置，我们已基于行业基准数据及从客户最佳实践中获得的见解考量了用户性能和可扩展性。

1. 基于行业标准 SPECviewperf 13¹ 的基准测试。
2. 记录客户搭配使用 Dassault Systèmes CATIA 和 Quadro vDWS 的最佳实践

下表根据基准数据和客户最佳实践对建议的配置进行了概括。这些建议考虑了不同类型用户的性能要求以及服务器上用户规模或用户密度的优化，旨在降低总体拥有成本。此外，我们还衡量并分析了同等物理 Quadro 工作站卡的性能，并使用 10% 的阈值以使同等性能的物理 Quadro 工作站卡与报告的 VDI 性能得分保持一致。

专用性能表提供的建议是基于固定比例调度程序提出，因为该调度程序能够始终提供一致的专用性能。但大多数客户部署一般会选择尽力而为型 GPU 调度策略以更有效地利用 GPU，因为这通常可让每台服务器支持更多用户，并可降低每用户 TCO。在比较这两张表时，请务必牢记调度策略。

如需详细了解 GPU 调度选项，请参阅下文第 5 节“部署最佳实践”：[了解 GPU 调度程序](#)

¹ For more information about SPECviewperf 13 see www.spec.org

专用性能

用户类型	同等性能水平 +/-10%	每台服务器的用户数量	vCPU 数量	vGPU 配置文件	vMemory	CPU	GPU	显存	存储类型	网络
轻度	Quadro P1000	12	8	T4-8Q	8GB	2 颗英特尔至强金牌 6154	6 块 T4	128GB	基于闪存	10GbE
中度	Quadro P4000	6	8	T4-16Q	8GB	2 颗英特尔至强金牌 6154	6 块 T4	128GB	基于闪存	10GbE
重度	Quadro P5000	3	12	P40-24Q	8GB	2 颗英特尔至强金牌 6154	3 块 P40	128GB	基于闪存	10GbE
	Quadro RTX 6000	3	12	RTX6000-24Q	8GB	2 颗英特尔至强金牌 6154	3 块 RTX 6000	128GB	基于闪存	10GbE

典型客户部署

用户类型	同等性能水平 +/-10%	每台服务器的用户数量	vCPU 数量	vGPU 配置文件	vMemory	CPU	GPU	显存	存储类型	网络
轻度	Quadro P1000	16 - 24	4	T4-2Q	12 - 16GB	2 颗英特尔至强金牌 6154	6 块 T4	384GB	基于闪存	10GbE
中度	Quadro P4000	12 - 18	4	T4-4Q	16 - 32GB	2 颗英特尔至强金牌 6154	6 块 T4	384-512GB	基于闪存	10GbE
重度	Quadro P5000	6 - 9	8 - 12	P40-8Q P40-12Q	> 96GB	2 颗英特尔至强金牌 6154	3 块 P40	384-1TB	基于闪存	10GbE
	Quadro RTX 6000	6 - 9	8-12	RTX6000-8Q RTX6000-12Q	> 96GB	2 颗英特尔至强金牌 6154	3 块 RTX 6000	384-1TB	基于闪存	10GbE

表 2. 客户在 VDI 环境中部署 Dassault Systèmes CATIA 时的服务器配置。

轻度和中度用户：搭配使用 NVIDIA T4 和 Quadro vDWS

建议搭配使用 Quadro vDWS 和 NVIDIA T4 以对 Dassault Systèmes CATIA 进行虚拟化。T4 GPU 性能与常用 Quadro GPU 的性能相当，例如 Dassault Systèmes CATIA 专用物理工作站中所用的 Quadro P4000。与 P4 相比，T4 提供了双倍帧缓冲区，支持专业用户使用更大模型，性能约比上一代 P4 高出 25%。T4 新增了对 VP9 和 H.265 等可用于视频播放的新功能的支持。

T4 GPU 具有单宽、半高外形规格，比其他 GPU 所需的功率更小，因此可以通过标准 PCIe 总线获取电源。这就形成了一个高密度解决方案，并允许每台服务器最多容纳六块 T4 GPU。SPECviewperf 13 基准测试结果显示，在配备两颗英特尔至强金牌 6154 CPU 的服务器中采用六块 T4 GPU 能够为 Dassault Systèmes CATIA 提供一种均衡配置。

根据 SPECviewperf 13 基准测试结果，有足够的 CPU 资源可以支持在 24 个虚拟机上托管单台 2 机架单位 (RU) 双路服务器（运行 Dassault Systèmes CATIA）上的六块 T4 GPU。测试结果显示，与运行 4 个虚拟机（每块 GPU 4 个）相比，运行 24 个虚拟机（每块 GPU 4 个）并未导致性能降低，这说明 CPU 和 GPU 资源之间实现了一种良好平衡。

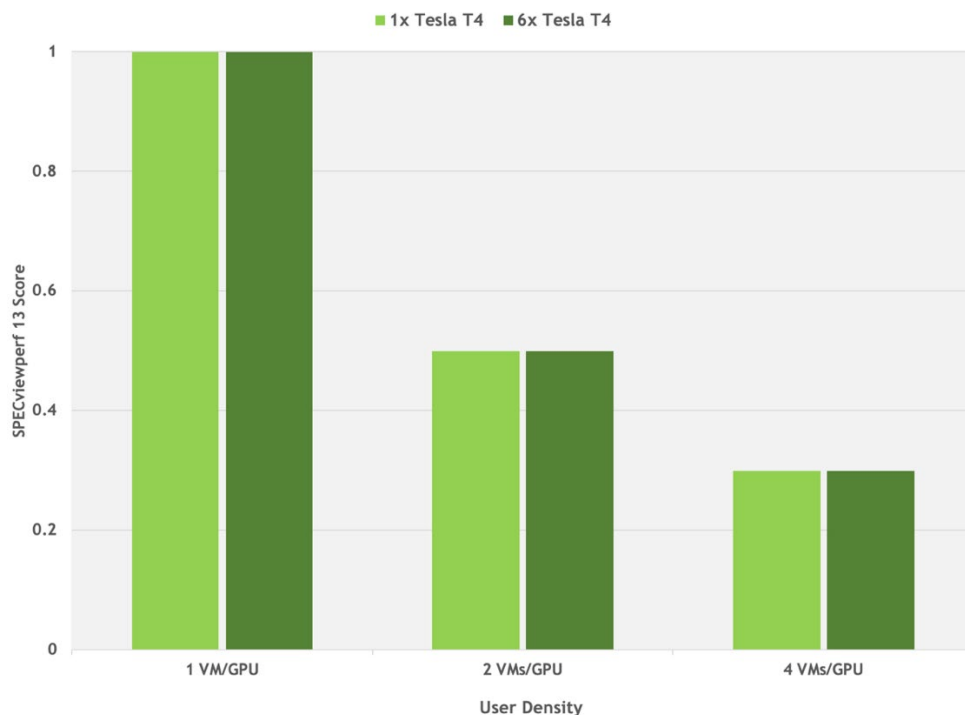


表 3.使用六块 T4 GPU 获得的理想 TCO

重度用户：搭配使用 Tesla P40 和 Quadro vDWS

对于需要使用 Tesla P40 以获得高于 T4 性能的重度用户，本文推荐 Quadro vDWS 与 NVIDIA Tesla® P40 的组合搭配。由于 Tesla P40 能够提供额外的性能和帧缓冲区，因此这款 GPU 对于需要更多图形和计算加速的用户而言不失为理想选择。Tesla P40 是双插槽卡，因此用户最多可在单台 2RU 双路服务器中安装三块。

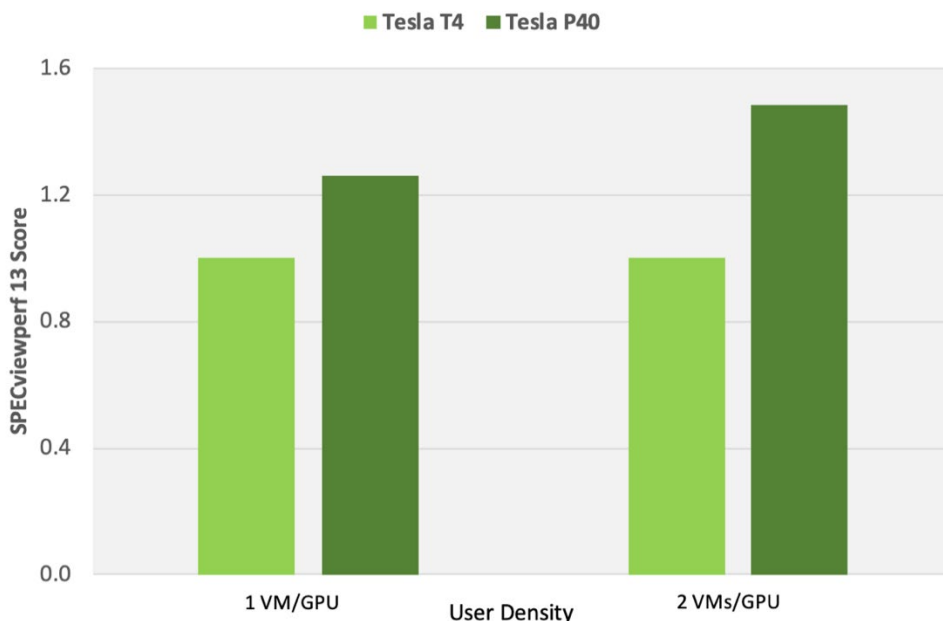


表 4. 在 Tesla P40 上可实现高达 T4 1.5 倍的性能

重度用户：搭配使用 Quadro RTX 6000 和 Quadro vDWS

对于需要 GPU 加速实时交互式渲染的重度用户，本文推荐 Quadro vDWS 与 Quadro RTX™ 6000 的组合搭配。Quadro RTX 6000 提供 Turing RT 核心，可加速光线追踪和 AI 降噪。RTX 6000 能够凭借对阴影、反射和折射物理属性的准确把握，渲染复杂的模型和场景，从而为用户提供即时见解。RTX 6000 是双插槽卡，因此用户最多可在多台 2RU 双路服务器中安装三块。

推荐服务器：双路 2U 机架服务器

建议使用配备两颗英特尔至强金牌 6154 处理器的 2 RU 双路服务器。此 CPU 具有 3.0 GHz 高频率和 18 个核心，非常适合为每个最终用户打造卓越性能，同时还支持最大用户规模，由此可为 Dassault Systèmes CATIA 提供经济高效的解决方案。

为个人用户提供足够的系统内存

对于每个虚拟机而言，虽然 SPECviewperf 13 在 8 GB 系统内存的情况下能够发挥卓越性能，但 Dassault Systèmes CATIA 客户通常会为中度用户分配 16 至 32 GB 的系统内存，以实现理想性能。即便转换到由 Quadro vDWS 提供支持的虚拟工作站，系统内存需求也不会发生变化，因此我们应将在物理工作站上使用的等量系统内存分配给 Quadro vDWS 加速的虚拟机。

使用基于闪存的存储以获取卓越性能

建议使用固态驱动器 (SSD) 等基于闪存的存储以获取卓越性能。基于闪存的存储是使用物理工作站的 Dassault Systèmes CATIA 用户的常见选择，使用此类存储也可以在具有类似配置的虚拟环境中实现相似性能。

非持久性虚拟机的一种典型配置是在采用 RAID 5 或 RAID 10 配置的服务器中使用直连式存储 (DAS)。而对于持久性虚拟机而言，高性能全闪存存储解决方案当为首选。

Quadro vDWS 的典型网络配置

在由 Quadro vDWS 提供支持的虚拟环境中，不存在典型的网络配置，因为此配置会根据多种因素而变化，具体包括 hypervisor 的选择、持久性与非持久性虚拟机以及存储解决方案的选择。大多数客户均使用 10 GbE 网络来实现卓越性能。

为提供专用服务质量而优化

为进行比较，我们还考虑了仅针对性能优化配置的要求。此配置选项未考虑还要针对用户规模或用户密度进行优化的需求。此外，此配置选项仅基于使用 SPECviewperf 基准测试得出的性能结果。

参考针对性能和用户密度进行优化的最佳实践建议，我们同样推荐轻度和中度用户使用 NVIDIA T4。对于重度用户，建议使用 Tesla P40。我们还建议使用更大的配置文件，具体而言：轻度用户可使用 T4-8Q，中度用户可使用 T4-16Q，重度用户可使用 P40-24Q。由此，每台服务器上可支持的用户会更少。如果只注重性能，建议使用固定比例调度程序。

此“仅限性能”配置基于在所有虚拟机上运行 SPECviewperf 基准测试后所得的结果，因为它能显示峰值工作负载对所有服务器资源（包括 CPU、内存、GPU 和网络）的影响，从而出色地设计解决方案。本应用程序规模调整指南中的专用性能数据显示 SPECviewperf 13 可大规模运行。

这些测试在所有虚拟机上同时执行，没有任何暂停或空闲期。此工作流程在真实的生产环境中并不常见，但它可以提供一种方法，让您在这些最不利的情况下评估专用性能。



表 5. 基于专用性能与尽力而为型配置的每 GPU VM 性能利用率对比表

部署最佳实践

1. 运行概念验证

成功的部署一般都能平衡用户密度（可扩展性）与性能。您只需在生产中使用由 Quadro vDWS 提供支持的虚拟机并收集最终用户的客观测量结果和主观反馈，即可实现这一目标。

我们强烈建议在进行完整部署之前先运行概念验证 (POC)，以便您更好地了解用户的工作方式以及他们真正需要的 GPU 资源量，并分析所有物理和虚拟资源的利用率。采用一致方式分析资源利用率并收集主观反馈有助您优化配置以满足最终用户的性能要求，同时实现理想的规模。

Objective Measurements	Subjective Feedback
Loading time of application	Overall user experience
Loading time of dataset	Application performance
Utilization (CPU, GPU, network)	Zooming and panning experience

表 6.成功进行 POC 需满足的指标示例

2. 利用管理和监控工具

NVIDIA GPU 上的 Quadro vDWS 软件提供了大量监控功能，便于 IT 部门更好地了解 NVIDIA GPU 各种引擎的利用率。计算引擎、帧缓冲区、编码器和解码器的利用率都可以通过名为 NVIDIA 系统管理接口 (nvidia-smi) 的命令行界面进行监控和记录，您可在 hypervisor 或虚拟机上访问该接口。此外，NVIDIA vGPU 指标已通过 VMware vRealize Operations 等管理包与 Windows 性能监视器 (PerfMon) 集成。

要确定单个最终用户或为多个最终用户服务的物理 GPU 的瓶颈，请在 hypervisor 上执行以下 nvidia-smi 命令。

虚拟机帧缓冲区利用率：

```
nvidia-smi vgpu -q -l 5 | grep -e "VM ID" -e "VM Name" -e "Total" -e "Used" -e "Free"
```

虚拟机 GPU、编码器和解码器利用率：

```
nvidia-smi vgpu -q -l 5 | grep -e "VM ID" -e "VM Name" -e "Utilization" -e "Gpu" -e "Encoder" -e "Decoder"
```

物理 GPU、编码器和解码器利用率：

```
nvidia-smi -q -d UTILIZATION -l 5 | grep -v -e "Duration" -e "Number" -e "Max" -e "Min" -e "Avg" -e "Memory" -e "ENC" -e "DEC" -e "Samples"
```

3. 了解您的用户

在部署之前执行 POC 的另一个好处是对每个虚拟工作站的用户行为和 GPU 要求进行更准确的分类。客户通常将每个应用程序的最终用户划分成不同的用户类型，并在每个主机上捆绑相似的用户类型。轻度用户可使用较小的 GPU 和较小的配置文件获得支持，而重度用户需要更多 GPU 资源、更大的配置文件，并且可能要使用更大的 GPU 才能得到良好支持。

User Classification	Description
Light	<ul style="list-style-type: none"> View-only and full application Accessing individual parts or small assemblies
Medium	<ul style="list-style-type: none"> View-only or full application Accessing medium assemblies
Heavy	<ul style="list-style-type: none"> Full application Accessing larger assemblies or full model

表 7. Dassault Systèmes CATIA 的常见用户类型

4. 使用行业标准基准测试

诸如 SPECviewperf 之类的基准测试可用于确定部署规模，但存在一些局限性。当所有虚拟机对 GPU 资源的需求达到最高时，SPECviewperf 基准测试可模拟峰值工作负载。但此基准不会考虑系统未得到充分利用的时段，也不会考虑应使用哪种 hypervisor 以及尽力而为型调度策略来实现更高用户密度和一致性能。

下表展示了最终用户处理的工作流程的典型交互方式，这意味着当用户只需从 hypervisor 和 NVIDIA vGPU 获取较少的性能和资源时，会出现多个短暂的空闲时段。

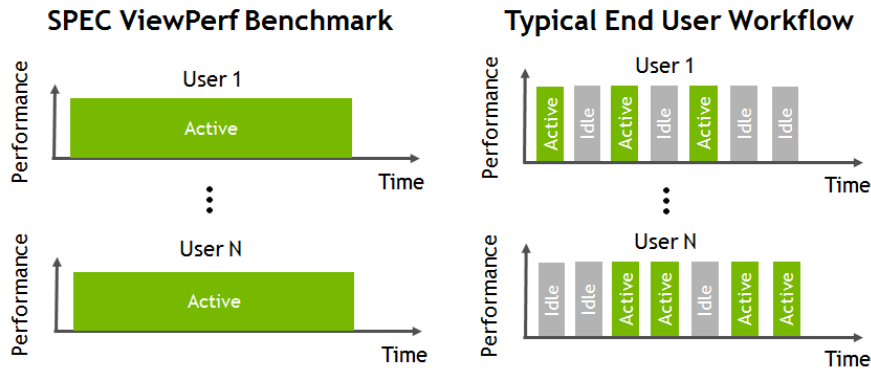


表 8. SPECviewperf 基准测试利用率与典型的最终用户工作流程对比表

NVIDIA 使用自定义设计的基准测试引擎进行了大规模 vGPU 测试。该基准测试引擎对所有虚拟机自动执行了整个测试流程，具体包括置备虚拟机、建立远程连接、执行 SPECviewperf 及进行结果分析。本应用程序指南中提及的专用性能得分基于 SPECviewperf 13 基准测试得出，我们在所有虚拟机中并行运行了该测试，并取三次运行的平均值作为其最终得分。

5. 了解 GPU 调度程序

NVIDIA Quadro vDWS 提供三种 GPU 调度选项，可满足客户的各种 QoS 要求。

- 1) **固定比例调度**可始终保证相同的专用服务质量。
- 2) **尽力而为型调度**²能为更大的用户规模提供一致性能，进而降低每用户 TCO。
- 3) **均等比例调度**可为每个正在运行的 VM 提供均等的 GPU 资源。添加或删除 vGPU 时，所分配的 GPU 处理周期的比例也会相应变化，这会导致性能在利用率较低时提高，而在利用率较高时下降。

组织通常选择尽力而为型 GPU 调度策略进行部署，以便更有效地利用 GPU，这通常可让其在每台服务器上以更低的的服务质量 (QoS) 支持更多用户，并降低每用户 TCO。

下方示例展示了通过 GPU 调度策略应用不同的 QoS 阈值可以在每台服务器上实现不同的用户数量。选择固定比例调度程序始终可以保证特定的 QoS。在此例中，T4 上的两个用户将能始终体验到与搭载 Quadro P1000 GPU 的工作站相似的性能。尽力而为型调度程序是企业最常选择的 GPU 调度选项，其不会提供同等 QoS 并能让更多用户体验 Quadro P1000 级别的性能，但用户性能会根据给定时间内同一 T4 上的其他用户负载而有所不同。T4 上的单个用户将能体验与 Quadro P4000 相似的性能，但随着密度增加到每 GPU 3 至 4 个用户，此时体验到的性能可能仅可比拟搭载 Quadro P620 卡的工作站。以下示例假定各个用户规模都具有足够的帧缓冲区，以便展示如何选择 GPU 调度策略才能影响用户规模。

	Dedicated Performance (Fixed Share scheduler)	Typical Customer Configuration (Best Effort Scheduler)
Users/Server Host (6 x NVIDIA T4)	12 (2 users per GPU with the performance of P1000 at all times)	16-24 (3 - 4 users per GPU with the performance of P620-P4000)

表 9. 使用固定比例调度程序与尽力而为型调度程序的 T4 用户密度对比表

固定比例调度策略可确保共享同一物理 GPU 的所有 vGPU 均获得同等 GPU 性能。专用服务质量简化了 POC，因为它允许使用用于测量物理工作站性能的通用基准测试（例如 SPECviewperf）来比较当前物理工作站与虚拟工作站的性能。

尽力而为型调度程序采用循环调度算法，该算法会根据实际需求共享 GPU 资源，从而实现资源的优化利用。此举可在优化用户密度的同时提供一致性能。尽力而为型调度策略可在空闲和未充分利用的时段充分利用 GPU，从而实现密度优化和良好的 QoS。

下表显示，当使用尽力而为型 GPU 调度策略时，如果其他最终用户未并行执行 GPU 密集型任务，则与其他用户共享 GPU 的单个用户即可获得与专用 GPU 相媲美的性能。

² Available since 2013 when NVIDIA virtual GPU technology was first introduced

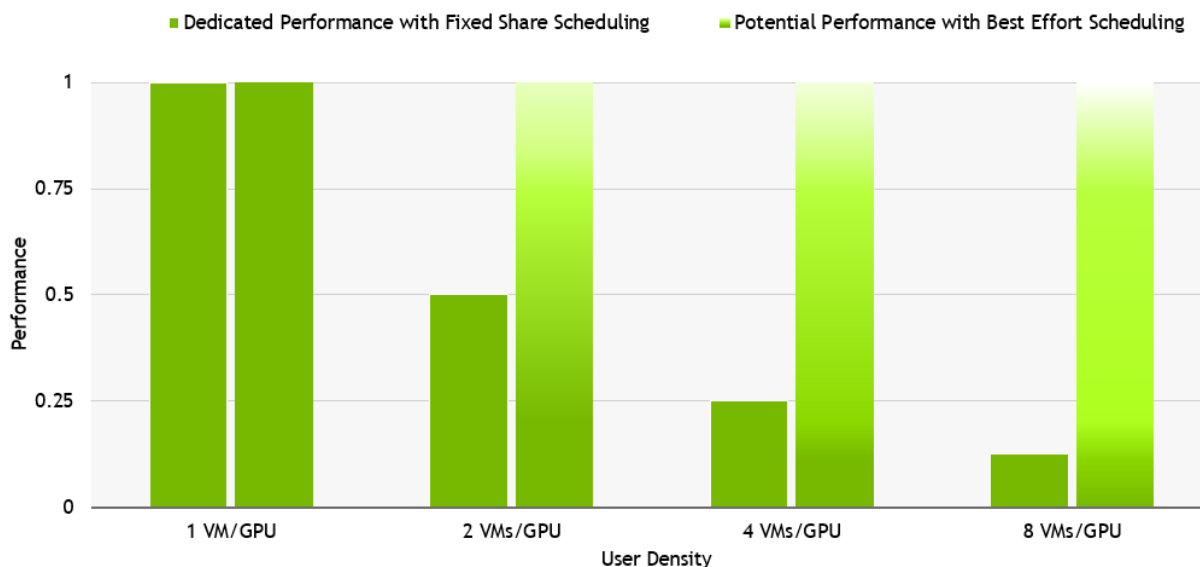


表 10. 专用性能和潜在性能对比表。

如需详细了解用于此报告的 NVIDIA 测试环境，请参阅附录部分。

摘要

在为 Dassault Systèmes CATIA 确定 Quadro vDWS 部署规模时，NVIDIA 建议执行 POC，并使用客观测量结果和主观反馈来全面分析资源利用率。建议企业部署时选择尽力而为型调度程序选项，并根据硬件配置和用户类型来确定用户密度。

如需了解如何使用 Quadro vDWS 软件对 Dassault Systèmes CATIA 进行虚拟化，[请免费试用此软件](#)。您也可详细了解 [Quadro vDWS 软件](#)。

附录

NVIDIA 测试环境

VM Configuration	
Operating system	Windows 10 RS4
vCPUs	8
vMemory	16 GB
Internal Storage	100 GB
vGPU Driver Version	NVIDIA Virtual GPU Software 8.0 (418.98)
vGPU Software Edition	Quadro vDWS
vSync	Default
Frame Rate Limiter	Disabled
VDA Version	7.6
Direct Connect Version	7.6
Number of Screens	1
Screen Resolution	1920 x 1080

表 11.虚拟机 (VM) 配置详情

Hypervisor Configuration	
Hypervisor	VMware vSphere 6.7.0
Remote Stack	VMware Horizon 7 with PCoIP
Remote Stack Version	7.16
VM Version	vmx-13
VM Tools	10336
GPU Allocation Policy	Depth-First
vGPU Manager Version	NVIDIA Virtual GPU Software 8.0 (418.40)

表 12.hypervisor 配置详情

Server Configuration	
CPU	2 x Intel Xeon Gold 6154 CPUs (3.0 GHz)
Memory	512 GB
Hyperthreading	Enabled
Power Setting	High Performance
Storage Type	All-Flash SAN (iSCSI)
Network	10 GbE

表 13.服务器配置详情