

休眠方法及其相关设备

本申请要求于 2023 年 04 月 18 日提交中国专利局、申请号为 202310422540.8、发明名称为“休眠方法及其相关设备”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及计算机技术领域，特别是涉及休眠方法及其相关设备。

背景技术

本部分旨在为权利要求书中陈述的本申请实施例提供背景或上下文。不应以此处的描述包括在本部分中就承认是现有技术。

由于服务特点，或者用户使用习惯，云上虚拟机的使用在时间上不一定连续。在资源闲置时段，用户希望释放虚拟机；而在服务运行前，则希望快速创建虚拟机，拉起服务。从用户的角度，虚拟机的按需使用能大幅降低成本，而从云服务厂商角度，不同租户也因此可以时分复用计算资源，从而提高资源的利用率。

目前，有一种按需释放底层资源，同时保留计算状态的方法是虚拟机休眠。传统计算机系统的休眠操作已经标准化为高级配置和电源管理接口 ACPI（英文全称为 Advanced Configuration and Power management Interface），在 ACPI 规范中定义了 G1/S4 状态为 'Suspend-to-Disk'，即在休眠前，操作系统将内存/外设中的信息持久化到磁盘，并在唤醒前重新加载这些信息来初始化内存/外设，因此休眠前后计算系统状态得以延续。在虚拟机场景下，依然可以依赖此能力进行休眠，但虚拟机依赖此能力进行休眠时，会导致休眠失败，另外一种休眠方案是基于虚拟机监测器 Hypervisor 的休眠，也就是在休眠阶段，Hypervisor 停止虚拟机，但目前基于虚拟机监测器 Hypervisor 的休眠存在休眠时延较长的问题。

发明内容

本申请实施例提供的休眠方法及其相关设备，至少解决虚拟机的休眠时延较长的问题。

根据本申请的一个方面，提供了一种休眠方法，包括：

通过待休眠虚拟机所在的第一目标服务器的第一虚拟机监测器停止运行待休眠虚拟机时，确定所述待休眠虚拟机在所述第一目标服务器的内存中用于保存所述待休眠虚拟机的运行数据的内存页；

通过所述第一虚拟机监测器将所述内存页保存的所述运行数据进行压缩处理后，将所述运行数据转存至预定的存储对象，以在唤醒所述待休眠虚拟机时，利用从所述存储对象读取到的所述运行数据，来使唤醒后的所述待休眠虚拟机继承停止运行前的运行状态。

本申请实施例的有益效果：

本申请实施例提供的休眠方法，通过虚拟机监测器停止将待休眠虚拟机的虚拟处理

器，调度至第一目标服务器的物理处理器上运行，来停止运行所述待休眠虚拟机的过程中，确定第一目标服务器上的内存中用于保存待休眠虚拟机的运行数据的内存页，通过虚拟机监测器将内存页保存的运行数据进行压缩处理后存储至存储对象，从而降低存储对象的读写压力，进而降低了休眠时延以及唤醒时延，提升了休眠性能。

5 本申请的一个或多个实施例的细节在以下附图和描述中提出，以使本申请的其他特征、目的和优点更加简明易懂。

附图说明

10 在附图中，除非另外规定，否则贯穿多个附图相同的附图标记表示相同或相似的部件或元素。这些附图不一定是按照比例绘制的。应该理解，这些附图仅描绘了根据本申请公开的一些实施方式，而不应将其视为是对本申请范围的限制。

图 1 为本申请一实施例提供的休眠方法的流程示意图；

图 2 为本申请一实施例提供的目标虚拟机的创建流程示意图；

图 3 为本申请一实施例提供的第二目标服务器的选择流程示意图；

15 图 4 为本申请一实施例提供的第二目标服务器的选择流程示意图；

图 5 为本申请一实施例提供的休眠系统的示意图；

图 6 为本申请一实施例提供的基于轻负载服务器降低时延的示意图；

图 7 为本申请一实施例提供的将原始规格的待休眠虚拟机变配为目标规格进行唤醒的示意图；

20 图 8 为本申请一实施例提供的 Hypervisor 与存储对象之间进行并行传输运行数据的示意图。

图中：

11、云管控平台；12、存储对象；13、库存服务。

25 **具体实施方式**

下面将参照附图更详细地描述本实施例的实施例。虽然附图中显示了本实施例的某些实施例，然而应当理解的是，本实施例可以通过各种形式来实现，而且不应该被解释为限于这里阐述的实施例，相反提供这些实施例是为了更加透彻和完整地理解本实施例。应当理解的是，本实施例的附图及实施例仅用于示例性作用，并非用于限制本实施例的保护范围。

鉴于现有虚拟机的唤醒方式，依赖虚拟机操作系统的唤醒能力时，会导致休眠失败、休眠时延较长的问题，本申请第一个实施例提供了一种休眠方法，如图 1 所示，该方法包括如下步骤：

35 步骤 S11：通过待休眠虚拟机所在的第一目标服务器的第一虚拟机监测器停止运行待休眠虚拟机时，确定待休眠虚拟机在第一目标服务器的内存中用于保存待休眠虚拟机的运行数据的内存页。该虚拟机监测器 Hypervisor，英文全称为 virtual machine monitor，缩写为 VMM，具体为用来建立与执行虚拟机（外文名为 virtual machine，简称 VM）的软件、固件或硬件，Hypervisor 是虚拟机技术的核心，它是一层位于操作系统和计算机硬件之间

- 的代码，用来将硬件平台分割成多个虚拟机。Hypervisor 运行在特权模式，主要作用是隔离并且管理上层运行的多个虚拟机，仲裁它们对底层硬件的访问，并为每个客户操作系统虚拟一套独立于实际硬件的虚拟硬件环境(包括物理处理器、内存、I/O 读写设备)；Hypervisor 采用某种调度算法在各个虚拟机之间共享物理处理器（CPU），如采用时间片轮转调度算法，总言之，Hypervisor 是一种虚拟化管理组件，允许多个用户操作系统共享同一台物理主机（服务器）。通过 Hypervisor 可以对虚拟机进行生命周期管理，比如创建、暂停、释放虚拟机。本申请实施例在接收到用户针对待休眠虚拟机的休眠指令后，首先确定该待休眠虚拟机是由哪个虚拟机监测器构建的，在后续休眠过程中，通过该虚拟机监测器来停止相应待休眠虚拟机的运行。
- 5 步骤 S12：通过第一虚拟机监测器将内存页保存的运行数据进行压缩处理后，将运行数据转存至预定的存储对象 12，以在唤醒待休眠虚拟机时，利用从存储对象 12 读取到的运行数据，来使唤醒后的待休眠虚拟机继承停止运行前的运行状态。本申请实施例中的存储对象包括存储器、对象存储服务、文件存储服务、云盘服务等，可根据实际需求选择所需的存储对象。
- 10 具体地，对于第一目标服务器的内存中用于保存运行数据的为内存页，虚拟机通常不会消耗待休眠虚拟机在第一目标服务器上占用的内存中的所有内存页，所以在休眠时，在将运行数据进行压缩之前，可以从待休眠虚拟机中导出其实际占用的有效内存页，Hypervisor 只对有效内存页中保存的运行数据进行压缩以及持久化保存。有效内存页的导出方法，可在待休眠虚拟机中建立一个设备（比如 virtio balloon），通过该设备可以将待休眠虚拟机实际占用的有效内存页导出到 Hypervisor，Hypervisor 只针对这些有效内存页保存的运行数据进行压缩，以及持久化传输。在对压缩后的运行数据进行存储和读取时，将会降低存储对象的读写压力，进而降低休眠时延和唤醒时延，提升休眠性能。本申请实施例提到的 virtio balloon 是一种虚拟设备，它可以用来向 Hypervisor 透出虚拟机的内存使用状态，并允许 Hypervisor 识别以及释放虚拟机无效的内存。virtio balloon 通常应用于热迁移的加速，以及内存的超卖等场景。
- 15 由此，通过虚拟机监测器停止将待休眠虚拟机的虚拟处理器，调度至第一目标服务器的物理处理器上运行，来停止运行所述待休眠虚拟机的过程中，确定第一目标服务器上的内存中用于保存待休眠虚拟机的运行数据的内存页，通过虚拟机监测器将内存页保存的运行数据进行压缩处理后存储至存储对象，从而在无需依赖虚拟机操作系统的休眠能力即可实现虚拟机的休眠，确保了虚拟机的休眠成功率的同时，降低了存储对象的读写压力，进而降低了休眠时延以及唤醒时延，提升了休眠性能。
- 20 本申请实施例的运行数据包括虚拟机的内存数据，若虚拟机还挂载了比如图形处理设备（GPU）、加速器等虚拟外设，因此，该运行数据除了内存数据，还包括图形处理设备（GPU）、加速器等虚拟外设的设备上下文信息。对应地，在唤醒相应待休眠虚拟机时，第二虚拟机监测器除了使用内存数据来初始化虚拟机的内存外，还需要使用相应设备上下文信息进一步初始化虚拟外设，从而保证唤醒时虚拟机运行状态与休眠前运行状态的一致性。对此，本申请实施例需通过第一虚拟机监测器将运行数据中的内存数据和设备上下文信息，从第一目标服务器的内存转存至预定的存储对象 12。因唤醒后要重新调度服务器来
- 25
- 30
- 35

建立需要唤醒的待休眠虚拟机，为确保虚拟机运行状态在休眠前和唤醒后的一致性，本申请实施例将待休眠虚拟机的运行数据利用存储对象 12 进行持久化存储，存储对象 12 如对象存储对象 12、文件存储对象、或者云盘服务等，只要能确保运行数据的安全存储不丢失即可。则，如图 2 所示，本申请实施例提供的方法还包括：

5 步骤 S21：响应于针对待休眠虚拟机的唤醒指令，向第二目标服务器的第二虚拟机监测器发送用于指示重建待休眠虚拟机的创建指令。

步骤 S22：由第二虚拟机监测器响应于创建指令，利用第二目标服务器重建待休眠虚拟机获得目标虚拟机，并利用从存储对象 12 读取到的运行数据，来使目标虚拟机继承待休眠虚拟机停止运行前的运行状态。具体地，第二虚拟机监测器将从存储对象 12 读取到的运行数据写入第二目标服务器分配给目标虚拟机的内存，利用该运行数据（如内存数据和/或设备的上下文信息）来对目标虚拟机的内存进行初始化，从而确保唤醒建立的目标虚拟机与休眠前的待休眠虚拟机的运行状态的一致性。由此，本申请实施例在虚拟机的唤醒阶段，重新调度唤醒虚拟机所需的服务器，来确保虚拟机能被成功唤醒。

10

如图 3 所示，在步骤 S22 中，由所述第二虚拟机监测器响应于所述创建指令，利用第二目标服务器重建待休眠虚拟机获得目标虚拟机之前，本申请实施例提供的方法还包括：

15

步骤 S31：确定物理服务器池中，各个服务器的唤醒并发数，唤醒并发数为服务器上需唤醒的虚拟机的个数，其中，物理服务器池为多个服务器的集合，即物理服务器池用于为虚拟机监测器生产虚拟机提供所需的服务器。

步骤 S32：根据唤醒并发数从物理服务器池选取第二目标服务器，以由第二虚拟机监测器利用第二目标服务器重建获得目标虚拟机，并将运行数据写入第二目标服务器的内存中的预定内存页，来使目标虚拟机继承待休眠虚拟机停止运行前的运行状态。本申请实施例中的第二目标服务器可以为第一目标服务器，也可以为其他规格的服务器，即可实现待休眠虚拟机的原地重建，也可以在其他规格的服务器上进行重建唤醒。

20

具体地，本申请实施例可通过库存服务 13 根据唤醒并发数从物理服务器池选取第二目标服务器，库存服务 13 会跟踪物理服务器池中各个服务器未被占用的物理资源，并在第二虚拟机监测器建立虚拟机时，选择合适的服务器供第二虚拟机监测器进行待休眠虚拟机的唤醒。服务器未被占用的物理资源至少用于表明该服务器的物理资源是否虚拟机、物理资源剩余情况等。其中，第二目标服务器的唤醒并发数小于其他服务器的唤醒并发数。本申请实施例通过考虑服务器的唤醒并发数来选择唤醒并发数少的服务器来唤醒待休眠虚拟机，减轻各个服务器的负载的同时，减小了唤醒时延。

25

30

由此，本申请实施例选择唤醒并发数少的服务器，通过虚拟机监测器来创建目标虚拟机进行虚拟机的唤醒，减少单个服务器的唤醒并发数，从而减少单个服务器的唤醒排队延时，以及唤醒消耗的计算资源、从存储对象 12 获取运行数据的下载延时等。

本申请实施例提供的方法还包括：通过第一虚拟机监测器将待休眠虚拟机的运行数据转存至存储对象时，确定第一目标服务器上是否存在需要被唤醒的另一个虚拟机，若是，将另一个虚拟机的运行数据写入第一目标服务器后，将待休眠虚拟机的运行数据转存至存储对象。由此，本申请实施例通过第一虚拟机监测器对于休眠和唤醒相关的操作进行服务分级，在实际应用中，唤醒的延时更为重要，因此如果单个服务器同时存在休眠和唤醒任

35

务的排队，即单个服务器即有需要转存的运行数据也有唤醒所需的运行数据的写入操作时，唤醒所需的运行数据的写入操作优先，从而降低唤醒时延，提升用户体验。

如图4所示，在步骤S32中，由第二虚拟机监测器利用第二目标服务器重建获得目标虚拟机之前，本申请实施例提供的方法还包括：

5 步骤S41：获取预先保存的待休眠虚拟机的属性信息，属性信息包括待休眠虚拟机的原始规格，原始规格至少包括待休眠虚拟机的虚拟处理器的规格和虚拟内存的规格。区分虚拟处理器的规格一般是通过确定待休眠虚拟机占用的物理处理器的核数（即CPU核数）来进行区分，虚拟内存的规格通过待休眠虚拟机在相应第一目标服务器上的内存大小来区分。原始规格还可包括待休眠虚拟机是否挂载了虚拟外设、物理处理器的型号等的规格信息。

10 步骤S42：确定物理服务器池的库存信息，库存信息为用于反应物理服务器池中各个服务器未被占用的物理资源的信息。该库存信息由库存服务13进行管理，库存服务13根据各个虚拟机的创建和休眠销毁实时更新库存信息。根据服务器未被占用的物理资源（即物理处理器和内存资源）的信息即可确定该服务器当前具有物理资源是否具备唤醒待休眠虚拟机的能力。

步骤S43：根据属性信息和库存信息，判断物理服务器池中，是否存在满足建立具有原始规格的目标虚拟机的服务器，若否，则从物理服务器池中选择满足建立具有目标规格的目标虚拟机的第二目标服务器，其中，目标规格与原始规格不同。

20 则，步骤S32中，由第二虚拟机监测器利用第二目标服务器重建获得目标虚拟机的步骤包括：由第二虚拟机监测器响应于创建指令，利用第二目标服务器创建具有目标规格的目标虚拟机，并使创建的目标虚拟机与待休眠虚拟机具有相同规格的虚拟处理器和虚拟内存。由此，本申请实施例在唤醒阶段，由于物理服务器池中空闲服务器的库存不足可能导致虚拟机唤醒不成功，本申请实施例除了在唤醒时重新调度目标服务器，还通过上述步骤S41至步骤S43允许虚拟机热变配到其它规格，实现了待休眠虚拟机在其他规格的服务器上进行重建唤醒的目的，只需确保目标虚拟机与待休眠虚拟机具有相同规格的虚拟处理器和内存，即可实现虚拟机的成功唤醒，而是否挂载了虚拟外设、物理处理器的型号等规格可无需相同，这样，通过不同规格的并池，可以极大提升物理服务器池中服务器的库存容量，并降低唤醒失败的概率。

30 本申请实施例中，第二虚拟机监测器将运行数据写入第二目标服务器的内存中的预定内存页的步骤包括：第二虚拟机监测器从存储对象12读取运行数据，并将运行数据进行解压处理后，写入第二目标服务器的预定内存页。本申请实施例通过对待休眠虚拟机的内存数据等运行数据进行压缩，减少存储内容的大小，来降低存储对象12的读写压力，进而降低休眠和唤醒的时延。将从存储对象12得到的运行数据解压至第二目标服务器上的内存中的预定内存页，实现唤醒的目标虚拟机的内存初始化操作，从而确保目标虚拟机与待休眠虚拟机休眠前运行状态的一致性。

35 本申请实施例提供的方法还包括：通过第一虚拟机监测器采用并行传输的传输策略，将多个待休眠虚拟机的运行数据保存至存储对象12。其次，通过第二虚拟机监测器采用并行传输的传输策略，将从存储对象12读取的多个待休眠虚拟机的运行数据进行解压处理

后，写入第二目标服务器的预定内存页。并行传输是在传输中有多个数据位（本申请实施例为运行数据）同时在虚拟机监测器和存储对象 12 之间进行的传输，由此，本申请实施例通过虚拟机监测器采用多流并行传输的策略，提高了运行数据存储/读取的吞吐。

5 本申请实施例提供的方法还包括：将待休眠虚拟机停止运行前具有的带宽资源，分配给第二虚拟机监测器使用，以使第二虚拟机监测器利用带宽资源，向存储对象 12 读取和/或保存运行数据。由此，本申请实施例鉴于第二虚拟机监测器在存储和/或读取运行数据时，需要消耗一定的网络/存储带宽资源，由于在内存存储和/或读取过程中，待休眠虚拟机处于停机状态，因此，可以让第二虚拟机监测器复用待休眠虚拟机配给的全部网络/存储带宽资源，从而避免由额外资源消耗对休眠造成的干扰，确保休眠唤醒的成功率。

10 本申请实施例提供的方法还包括：由第一虚拟机监测器释放待休眠虚拟机在第一目标服务器上的物理资源，并使第二虚拟机监测器通过复用物理资源，来对运行数据进行压缩和/或解压处理，以及向存储对象 12 读取和/或保存运行数据。本申请实施例由第一虚拟机监测器释放待休眠虚拟机在第一目标服务器上的物理资源，降低资源消耗成本的同时，避免由额外资源消耗对休眠造成的干扰，确保休眠唤醒的成功率。

15 本申请实施例提供的方法还包括：将多个存储对象 12 通过分域部署的方式向第一虚拟机监测器和第二虚拟机监测器提供服务，分域部署为使存储对象 12 保存预定个数的待休眠虚拟机的运行数据的部署方式。本申请实施例对存储对象 12 进行分域部署，来减少单域内对接的休眠/唤醒虚拟机从而降低多个虚拟机并发休眠/唤醒时造成的突发 incast 读写流量压力。Incast 是指一种多对一的通信模式，常见于部署了大量的分布式存储或者计
20 算服务的数据中心中，本申请实施例主要是用来形容一个存储对象 12 对应超过预定个数的多个虚拟机的读写流量压力。

由于待休眠虚拟机在休眠时，可能会在内存中缓存云盘 I/O 数据，为进一步确保待休眠虚拟机能够被正常唤醒，本申请实施例提供的方法还包括：保存待休眠虚拟机原始挂载的云盘的云盘数据，以使第二虚拟机监测器利用第二目标服务器创建目标虚拟机后，将具
25 有云盘数据的目标云盘挂载在目标虚拟机上。由于保存待休眠虚拟机的云盘数据的方法包括不释放云盘、或者对云盘数据进行快照并释放云盘资源等，若以不释放云盘的方式保存云盘数据，本申请实施例中提到的目标云盘即为待休眠虚拟机原始挂载的云盘，否则为获取到该待休眠虚拟机的云盘数据的另一个云盘。

30 本申请第二个实施例还提供了一种休眠装置，其中，该装置用于执行休眠方法，该休眠方法的内容具体请参见本申请第一个实施例提供的内容，本申请实施例在此不再赘述。

本申请第三个实施例还提供了一种休眠系统，其中，该系统包括上述的休眠装置，该休眠装置的内容具体请参见本申请第一个实施例提供的内容，本申请实施例在此不再赘述。本申请实施例提供的休眠系统还包括存储对象 12 和库存服务 13，因唤醒后要重新调度服务器来建立需要唤醒的待休眠虚拟机，为确保虚拟机运行状态在休眠前和唤醒后的一致性，本申请实施例利用存储对象 12 对待休眠虚拟机的运行数据进行持久化存储，对此，
35 在对待休眠虚拟机进行休眠操作（即停止运行）时，休眠装置通过第一虚拟机监测器将运行数据，从第一目标服务器的内存转存至预定的存储对象 12，在唤醒待休眠虚拟机时，由第二虚拟机监测器从存储对象 12 处将读取到的运行数据重新写入唤醒所需的第二目标服

务器的预定内存页。由于库存服务 13 会跟踪物理服务器池中各个服务器未被占用的物理资源，本申请实施例提供的休眠装置响应于针对待休眠虚拟机的唤醒指令，休眠装置通过调用库存服务 13 从物理服务器池选取重建待休眠虚拟机所需的第二目标服务器后，向第二目标服务器的第二虚拟机监测器发送用于指示重建待休眠虚拟机的创建指令，本申请实
5 施例中的休眠装置通过库存服务 13 在第二虚拟机监测器建立虚拟机时，选择合适的服务器供虚拟机监测器进行待休眠虚拟机的唤醒。之后，由第二虚拟机监测器响应于创建指令，利用第二目标服务器重建待休眠虚拟机获得目标虚拟机，第二虚拟机监测器并将从存储对象 12 读取到的运行数据写入第二目标服务器的预定内存页，利用该运行数据（如内存数据
10 和/或设备的上下文信息）来对目标虚拟机的内存进行初始化，从而确保唤醒建立的目标虚拟机与休眠前的待休眠虚拟机的运行状态的一致性。

具体地，如图 5 所示，在虚拟机监测器为 Hypervisor、休眠装置为云管控平台 11（云管控平台 11 为提供全方位的云资源供给、运维和运营管理能力，具备一体化管控、自动化运维、智能化分析及个性化扩展等核心竞争力的平台）时，本申请实施例提供的休眠系统基于 Hypervisor 进行虚拟机的休眠处理时，主要包含两个流程：休眠操作流程以及唤醒
15 操作流程，详述如下：

休眠操作流程：当用户发出休眠指令后，云管控平台 11 向待休眠虚拟机所在的第一目标服务器的第一虚拟机监测器 Hypervisor 发送暂停指令“pouse VM”，通知第一虚拟机监测器 Hypervisor 暂停待休眠虚拟机，并通过第一虚拟机监测器将待休眠虚拟机的内存数据压缩处理后持久化存储到存储对象 12，然后释放待休眠虚拟机在第一目标服务器上占用的物理处理器 CPU 和内存资源。对内存数据进行压缩来减少存储内容的大小，降低存储对象 12 的读写压力。其中，存储对象 12 包括对象存储对象 12、文件存储对象、云盘服务。
20 为了保证待休眠虚拟机能够正常唤醒，云管控平台 11 层需要保留待休眠虚拟机的属性信息，该属性信息包括待休眠虚拟机的原始规格、虚拟机挂载的设备（网卡、云盘、虚拟图形处理器 vGPU 等）、虚拟机所在的地域/可用区等，同时由于在休眠期间，可能会在待休眠虚拟机的内存中缓存云盘数据，因此必须保留待休眠虚拟机所对应的云盘数据，并将相应待休眠虚拟机的云盘数据与内存数据一一对应。保留云盘数据的方法包括不释放云盘、或者对云盘数据进行快照并释放云盘资源等。

唤醒操作流程：当用户发出唤醒指令后，云管控平台 11 根据所存储的虚拟机的属性信息，调用库存服务 13 选择合适的第二目标服务器进行待休眠虚拟机的重新创建。库存服务 13 调度重建所需的服务器除了需要考虑物理服务器池的服务器库存、服务器规格等约束条件外，还需要考虑各服务器上的休眠并发数、唤醒并发数，以减轻服务器负载，降低休眠/唤醒的时延。当选择好第二目标服务器后，云管控平台 11 下发创建指令到第二目标服务器的第二虚拟机监测器 Hypervisor 创建目标虚拟机，创建指令为用于指示第二虚拟机监测器 Hypervisor 重建待休眠虚拟机的指令，此时第二虚拟机监测器 Hypervisor 将从存储对象 12 读取内存持久化信息（即休眠时保存的内存数据），并利用读取到的内存数据
30 初始化目标虚拟机内存。在第二虚拟机监测器 Hypervisor 重新挂载云盘后，启动目标虚拟机，从而完成待休眠虚拟机的重建。在重建唤醒待休眠虚拟机后，其持久化的内存数据可以从存储对象 12 删除，减轻存储对象 12 的读写压力。

时延是休眠/唤醒的核心指标，如图6所示，图6中的QoS指一个网络能够利用各种基础技术，为指定的网络通信提供更好的服务能力，是网络的一种安全机制，是用来解决网络延迟和阻塞等问题的一种技术，本申请实施例主要指降低休眠唤醒时延的方法，具体地，本申请实施例采用如下方法降低待休眠虚拟机的休眠或唤醒的时延：

5 1) 在进行待休眠虚拟机的唤醒操作时，通过库存服务选择唤醒并发数较少的服务器，减少单个服务器的唤醒并发数，从而减少单个服务器的休眠/唤醒排队延时、休眠/唤醒消耗的计算资源、以及内存数据的上传及下载延时等。

2) 第一虚拟监测器 Hypervisor 对于休眠操作和唤醒操作进行服务分级，在实际应用中，唤醒的延时可能更为重要，因此如果单个服务器同时存在休眠和唤醒任务的排队，即
10 单个服务器即有需要转存的运行数据也有唤醒所需的运行数据的写入操作时，唤醒所需的运行数据的写入操作优先，从而降低唤醒时延，提升用户体验。

3) 本申请实施例还对存储对象 12 进行分域部署，减少单域内对接的休眠/唤醒虚拟机数量，从而降低多个虚拟机并发休眠/唤醒时造成的突发 incast 读写流量压力。

4) 在休眠操作流程中对待休眠虚拟机的内存数据进行压缩，减少存储内容的大小，
15 降低存储对象 12 的读写压力。

本申请实施例针对唤醒成功率的优化方法如下：

由于休眠期间，虚拟机底层物理资源会释放掉，而在唤醒阶段，由于物理服务器池中服务器库存不足可能导致虚拟机唤醒不成功。为了解决这个问题，本申请实施例采用了唤醒时重新调度目标服务器进行虚拟机的重建唤醒，并允许虚拟机的原始规格热变配到目标规格。这样，通过不同规格的并池，可以极大提升物理服务器池的库存容量，并降低唤醒失败的概率。如图7所示，待休眠虚拟机原始规格为A，在唤醒阶段，由于满足创建原始规格A的虚拟机的服务器库存不足，库存服务13可以选择另外一种兼容创建目标规格B的目标虚拟机的服务器进行唤醒操作。云管控平台11根据库存服务13选择的目标服务器，进行必要的虚拟机实例属性的变配，并发送创建命令到第二虚拟机监测器 Hypervisor，由
20 第二虚拟机监测器创建目标规格B的目标虚拟机。一般来说，原始规格A与目标规格B有着相同规格的虚拟处理器和虚拟内存，而是否挂载了虚拟外设、物理处理器的型号等规格则可无需相同，从而通过不同规格的并池进行虚拟机的唤醒。

针对待休眠虚拟机的高并发休眠/唤醒，需要服务器预留足够的资源给第二虚拟机监测器 Hypervisor 进行内存数据的快速存储/读取，同时避免对同服务器上的其它虚拟机有计算
30 /I/O 性能干扰。对此，本申请实施例一方面采用压缩内存数据的方法来降低数据传输量，即用计算资源换取网络资源。另一方面，如图8所示，网络传输采用多流并行传输的策略，尽可能提高内存数据存储/读取的吞吐。

此外，本申请实施例能复用已经休眠的待休眠虚拟机的资源，避免由额外资源消耗造成的干扰，对此，第二虚拟机监测器 Hypervisor 在存储/读取内存数据时，需要消耗一定的
35 网络带宽。由于在内存存储/读取过程中，待休眠虚拟机处于停机状态，因此第二虚拟机监测器可以复用配给待休眠虚拟机的全部网络/存储带宽资源。第二虚拟机监测器 Hypervisor 在压缩和/或解压缩内存数据，以及存储和/或读取内存数据时，需要一定的物理资源。由于在唤醒操作流程中，待休眠虚拟机处于停机状态，因此第二虚拟机监测器可以复用待休

眠虚拟机的全部物理处理器 CPU 资源以及部分内存资源，来压缩和/或解压缩内存数据，以及存储和/或读取内存数据。

本申请实施例中待休眠虚拟机唤醒的过程实际上是创建新的目标虚拟机的过程，在本申请实施例中，目标虚拟机集成了源虚拟机（即休眠前的待休眠虚拟机）的所有物理属性、内存数据、以及云盘数据，因此目标虚拟机无需订正任何信息，即可以继休眠前状态运行。但是，由于虚拟机的长时间停机，会造成网络状态的过期，以及目标虚拟机时间与休眠前待休眠虚拟机的时间不一致（即时钟不正确、不同步）。在本申请实施例中，网络依赖应用自恢复，比如过期的 TCP 连接需要重新连接。而对于时间的校正，则通过目标虚拟机内置的时间同步服务（比如 NTP 服务），强制进行时钟的同步，来保证时间的一致性。

本申请上述休眠操作流程的内容只考虑了网络/存储外设，因此只对内存数据进行了持久化。事实上，待休眠虚拟机还可能挂载其它的虚拟外设，因此，重建目标虚拟机时还需要进行虚拟外设的重建，虚拟外设如图形处理设备 GPU 或者加速器等。在此场景下，除了需要持久化内存数据外，还需要持久化虚拟外设的设备上下文信息，即需要第一虚拟机监测器将设备上下文信息也存储至存储对象 12。对应地，在进行待休眠虚拟机的唤醒时，第二虚拟机监测器 Hypervisor 除了使用持久化的内存数据来初始化内存外，还需要利用从存储对象 12 读取到的设备上下文信息进一步初始化虚拟外设，来保证唤醒时目前虚拟机与源虚拟机运行状态的一致性。

可见，本申请实施例提出的基于 Hypervisor 的休眠系统，具有高并发、低延时、唤醒成功率高等优点，适合云上大规模部署。

本申请第四个实施例还提供了一种电子设备，包括：处理器，以及存储程序的存储器，其中，程序包括指令，指令在由处理器执行时使处理器执行上述的休眠方法，该休眠方法具体请参见本申请第一个实施例提供的内容，本申请实施例在此不再赘述。

本申请第五个实施例还提供了一种存储有计算机指令的非瞬态机器可读介质，其中，计算机指令用于使计算机执行上述的休眠方法，该休眠方法具体请参见本申请第一个实施例提供的内容，本申请实施例在此不再赘述。

本申请第六个实施例还提供一种计算机程序产品，包括计算机程序，其中，计算机程序在被计算机的处理器执行时用于使计算机执行上述的休眠方法，该休眠方法具体请参见本申请第一个实施例提供的内容，本申请实施例在此不再赘述。

用于实施本申请实施例的方法的计算机程序可以采用一个或多个编程语言的任何组合来编写。这些计算机程序可以提供给通用计算机、专用计算机或其他可编程数据处理装置的处理器或控制器，使得计算机程序当由处理器或控制器执行时使流程图和/或框图中所规定的功能/操作被实施。计算机程序可以完全在机器上执行、部分地在机器上执行，作为独立软件包部分地在机器上执行且部分地在远程机器上执行或完全在远程机器或服务服务器上执行。

在本申请实施例的上下文中，机器可读介质可以是有形的介质，其可以包含或存储以供指令执行系统、装置或设备使用或与指令执行系统、装置或设备结合地使用的程序。机器可读介质可以是机器可读信号介质或机器可读储存介质。机器可读信号介质可以包括但不限于电子的、磁性的、光学的、电磁的、红外的、或半导体系统、装置或设备，或者上

述内容的任何合适组合。机器可读存储介质的更具体示例会包括基于一个或多个线的电气连接、便携式计算机盘、硬盘、随机存取存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、可擦除可编程只读存储器（EPROM 或快闪存储器）、光纤、便捷式紧凑盘只读存储器（CD-ROM）、光学储存设备、磁储存设备、或上述内容的任何合适组合。

5 需要说明的是，本申请实施例使用的术语“包括”及其变形是开放性包括，即“包括但不限于”。术语“基于”是“至少部分地基于”。术语“一个实施例”表示“至少一个实施例”；术语“另一实施例”表示“至少一个另外的实施例”；术语“一些实施例”表示“至少一些实施例”。本申请实施例中提及的“一个”、“多个”的修饰是示意性而非限制性的，本领域技术人员应当理解，除非在上下文另有明确指出，否则应该理解为“一个或多个”。

10 本申请实施例所涉及的用户信息（包括但不限于用户设备信息、用户个人信息等）和数据（包括但不限于用于分析的数据、存储的数据、展示的数据等），均为经用户授权或者经过各方充分授权的信息和数据，并且相关数据的收集、使用和处理需要遵守相关国家和地区的相关法律法规和标准，并提供有相应的操作入口，供用户选择授权或者拒绝。

15 本申请实施例所提供的方法实施方式中记载的各个步骤可以按照不同的顺序执行，和/或并行执行。此外，方法实施方式可以包括附加的步骤和/或省略执行示出的步骤。本申请的保护范围在此方面不受限制。

20 “实施例”一词在本说明书中指的是结合实施例描述的具体特征、结构或特性可以包括在本申请的至少一个实施例中。该短语出现在说明书中的各个位置并不一定意味着相同的实施例，也不意味着与其它实施例相互排斥而具有独立性或可供选择。本说明书中的各个实施例均采用相关的方式描述，各个实施例之间相同相似的部分互相参见。尤其，对于装置、设备、系统实施例而言，由于其基本相似于方法实施例，所以描述的比较简单，相关之处参见方法实施例的部分说明。

25 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对专利保护范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本申请的保护范围。因此，本申请的保护范围应以所附权利要求为准。

权 利 要 求

1. 一种休眠方法，包括：
- 通过待休眠虚拟机所在的第一目标服务器的第一虚拟机监测器停止运行待休眠虚拟机时，确定所述待休眠虚拟机在所述第一目标服务器的内存中用于保存所述待休眠虚拟机的运行数据的内存页；
- 5 通过所述第一虚拟机监测器将所述内存页保存的所述运行数据进行压缩处理后，将所述运行数据转存至预定的存储对象，以在唤醒所述待休眠虚拟机时，利用从所述存储对象读取到的所述运行数据，来使唤醒后的所述待休眠虚拟机继承停止运行前的运行状态。
2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述方法还包括：
- 10 响应于针对所述待休眠虚拟机的唤醒指令，向第二目标服务器的第二虚拟机监测器发送用于指示重建所述待休眠虚拟机的创建指令；
- 由所述第二虚拟机监测器响应于所述创建指令，利用所述第二目标服务器重建所述待休眠虚拟机获得目标虚拟机，并利用从所述存储对象读取到的所述运行数据，来使所述目标虚拟机继承所述待休眠虚拟机停止运行前的运行状态。
- 15 3. 根据权利要求 2 所述的方法，其中，由所述第二虚拟机监测器响应于所述创建指令，利用所述第二目标服务器重建所述待休眠虚拟机获得目标虚拟机之前，所述方法还包括：
- 确定物理服务器池中，各个所述服务器的唤醒并发数，所述唤醒并发数为所述服务器上需唤醒的虚拟机的个数，其中，所述物理服务器池为多个所述服务器的集合；
- 根据所述唤醒并发数从所述物理服务器池选取所述第二目标服务器，以由所述第二虚拟机监测器利用所述第二目标服务器重建获得所述目标虚拟机，并将所述运行数据写入所述第二目标服务器的所述内存中的预定内存页，来使所述目标虚拟机继承所述待休眠虚拟机停止运行前的运行状态。
- 20 4. 根据权利要求 3 所述的方法，其中，所述第二目标服务器的所述唤醒并发数小于其他所述服务器的所述唤醒并发数。
5. 根据权利要求 3 所述的方法，其中，所述方法还包括：
- 通过所述第一虚拟机监测器将所述待休眠虚拟机的所述运行数据转存至所述存储对象时，确定所述第一目标服务器上是否存在需要被唤醒的另一个虚拟机，若是，将另一个虚拟机的所述运行数据写入所述第一目标服务器后，将所述待休眠虚拟机的所述运行数据转存至所述存储对象。
- 25 6. 根据权利要求 3 至 5 任一所述的方法，其中，由所述第二虚拟机监测器利用所述第二目标服务器重建获得所述目标虚拟机之前，所述方法还包括：
- 获取预先保存的所述待休眠虚拟机的属性信息，所述属性信息包括所述待休眠虚拟机的原始规格，所述原始规格至少包括所述待休眠虚拟机的所述虚拟处理器的规格和虚拟内存的规格；
- 30 确定所述物理服务器池的库存信息，所述库存信息为用于反应所述物理服务器池中各个所述服务器未被占用的物理资源的信息；
- 根据所述属性信息和所述库存信息，判断所述物理服务器池中，是否存在满足建立具有所述原始规格的所述目标虚拟机的所述服务器，若否，则从所述物理服务器池中选择满

足建立具有目标规格的所述目标虚拟机的所述第二目标服务器，其中，所述目标规格与所述原始规格不同；

则，由所述第二虚拟机监测器利用所述第二目标服务器重建获得所述目标虚拟机的步骤包括：

- 5 由所述第二虚拟机监测器响应于所述创建指令，利用所述第二目标服务器创建具有所述目标规格的所述目标虚拟机，并使创建的所述目标虚拟机与所述待休眠虚拟机具有相同规格的所述虚拟处理器和所述虚拟内存。

7.根据权利要求3所述的方法，其中，所述第二虚拟机监测器将所述运行数据写入所述第二目标服务器的所述内存中的预定内存页的步骤包括：

- 10 所述第二虚拟机监测器从所述存储对象读取所述运行数据，并将所述运行数据进行解压处理后，写入所述第二目标服务器的所述预定内存页。

8.根据权利要求7所述的方法，其中，所述方法还包括：

- 15 通过所述第一虚拟机监测器采用并行传输的传输策略，将多个所述待休眠虚拟机的所述运行数据保存至所述存储对象；和/或，通过所述第二虚拟机监测器采用并行传输的传输策略，将从所述存储对象读取的多个所述待休眠虚拟机的所述运行数据进行解压处理后，写入所述第二目标服务器的所述预定内存页。

9.根据权利要求8所述的方法，其中，所述方法还包括：

- 20 将所述待休眠虚拟机停止运行前具有的带宽资源，分配给所述第二虚拟机监测器使用，以使所述第二虚拟机监测器利用所述带宽资源，向所述存储对象读取和/或保存所述运行数据。

10.根据权利要求6所述的方法，其中，所述方法还包括：

由所述第一虚拟机监测器释放所述待休眠虚拟机在所述第一目标服务器上占用的所述物理资源，并使所述第二虚拟机监测器通过复用所述物理资源，来对所述运行数据进行压缩和/或解压处理，以及向所述存储对象读取和/或保存所述运行数据。

- 25 11.根据权利要求7至10任一所述的方法，其中，所述方法还包括：

将多个所述存储对象通过分域部署的方式向所述第一虚拟机监测器和所述第二虚拟机监测器提供服务，所述分域部署为使所述存储对象保存预定个数的所述待休眠虚拟机的所述运行数据的部署方式。

12.根据权利要求3所述的方法，其中，所述方法还包括：

- 30 保存所述待休眠虚拟机原始挂载的云盘的云盘数据，以使所述第二虚拟机监测器利用所述第二目标服务器创建目标虚拟机后，将具有所述云盘数据的目标云盘挂载在所述目标虚拟机上。

13.一种休眠装置，其中，所述装置用于执行权利要求1至12任一所述的休眠方法。

14.一种休眠系统，其中，所述系统包括权利要求13所述的休眠装置。

- 35 15.一种电子设备，包括：处理器，以及存储程序的存储器，其中，所述程序包括指令，所述指令在由所述处理器执行时使所述处理器执行根据权利要求1至12中任一所述的方法。

16.一种存储有计算机指令的非瞬态机器可读介质，其中，所述计算机指令用于使所

述计算机执行根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的方法。