分布式存储空间的管理方法、计算设备及存储介质

本申请要求于 2022 年 01 月 20 日提交中国专利局、申请号为 202210068450.9、申请名称为“分布式存储空间的管理方法、计算设备及存储介质”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，尤其涉及一种分布式存储空间的管理方法、计算设备及存储介质。

背景技术

本地盘是 ECS（Elastic Compute Service，弹性计算服务）实例所在物理机上的本地硬盘设备。本地盘能够为 ECS 实例提供本地存储访问能力，具有低时延、高随机 IOPS（Input/Output Operations Per Second，每秒进行读写操作的次数）、高吞吐量和高性价比的优势。

但是本地盘由于存储空间受限于物理主机的本地盘设备资源，无法弹性扩容，而且存在空间利用率不高的问题。且当本地盘故障后，无法实现快速恢复。

发明内容

本申请的多个方面提供一种分布式存储空间的管理方法、计算设备及存储介质，使得有效解决了主机本地存储设备无法横向扩展的问题，减少了虚拟设备存储空间不足的情况，同时可以实现存储设备的快速恢复。

本申请实施例提供一种分布式存储空间的管理方法，应用于硬件智能卡，所述硬件智能卡作为本地硬件智能卡部署在本地主机上，所述本地主机部署有本地虚拟设备，所述方法包括：为本地虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间；将划分的存储空间模拟生成对应本地虚拟设备的模拟存储设备，以供所述本地虚拟设备使用；接收远程硬件智能卡的存储空间申请请求，根据存储空间申请请求，为远程虚拟设备从所述预置存储设备中划分对应存储空间，以使通过远程硬件智能卡，基于所述本地硬件智能卡划分出的存储空间，将划分的存储空间模拟生成对应远程虚拟设备的模拟存储设备，以供所述远程虚拟设备使用。

本申请实施例还提供一种计算设备，包括：存储器、处理器；所述存储器，用于存储计算机程序；所述处理器，执行所述计算机程序，以用于：为本地虚拟设备从预

置存储设备中划分对应存储空间；将划分的存储空间模拟生成对应本地虚拟设备的模拟存储设备，以供所述本地虚拟设备使用；接收远程硬件智能卡的存储空间申请请求，根据存储空间申请请求，为远程虚拟设备从所述预置存储设备中划分对应存储空间，以使通过远程硬件智能卡，基于所述本地硬件智能卡划分出的存储空间，将划分的存储空间模拟生成对应远程虚拟设备的模拟存储设备，以供所述远程虚拟设备使用。

本申请实施例还提供一种存储有计算机程序的计算机可读存储介质，计算机程序被一个或多个处理器执行时，致使所述一个或多个处理器实现上述方法中的步骤。

本申请实施例还提供一种计算机程序产品，包括计算机程序或指令，其中，当计算机程序被处理器执行时，致使处理器实现权利要求上述方法中的步骤。

在本申请实施例中，本申请实施例应用于硬件智能卡，硬件智能卡作为本地硬件智能卡部署在本地主机上，本地主机部署有本地虚拟设备，为本地虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间；将划分的存储空间模拟生成对应本地虚拟设备的模拟存储设备，以供本地虚拟设备使用；接收远程硬件智能卡的存储空间申请请求，根据存储空间申请请求，为远程虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间，以使通过远程硬件智能卡，基于本地硬件智能卡划分出的存储空间，将划分的存储空间模拟生成对应远程虚拟设备的模拟存储设备，以供远程虚拟设备使用。

其中，通过为本地虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间；将划分的存储空间模拟生成对应本地虚拟设备的模拟存储设备，以供本地虚拟设备使用，使得通过灵活划分存储空间，以及生成模拟存储设备来满足本地虚拟设备对存储设备的需求。

接收远程硬件智能卡的存储空间申请请求，根据存储空间申请请求，为远程虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间，以使通过远程硬件智能卡，基于本地硬件智能卡划分出的存储空间，将划分的存储空间模拟生成对应远程虚拟设备的模拟存储设备，以供远程虚拟设备使用。由此，可以通过灵活划分存储空间，并通过远程硬件智能卡，以及生成模拟存储设备来满足远程虚拟设备对存储设备的需求。

从而实现了对本地和远程的存储空间进行管理，并实现了有效解决了本地存储设备无法横向扩展的问题，减少了虚拟设备存储空间的不足情况。同时提高了存储资源的利用率，降低存储空间的浪费。同时当预置存储设备，即本地存储设备一旦发生故障，可以根据本申请实施例快速切换到远程存储设备上，实现存储设备的快速恢复。

附图说明

此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解，构成本申请的一部分，本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请，并不构成对本申请的不当限定。在附图中：

图 1 为本申请一示例性实施例的分布式存储空间的管理方法的流程示意图；

图 2 为本申请一示例性实施例的分布式存储空间的管理过程的示意图；

图 3 为本申请一示例性实施例的分布式存储空间的管理的结构示意图；

图 4 为本申请一示例性实施例提供的分布式存储空间的管理装置的结构示意图；

图 5 为本申请一示例性实施例提供的计算设备的结构示意图。

具体实施方式

为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请具体实施例及相应的附图对本申请技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

根据前文可知，本地盘的优势在于提供低时延、高随机 IOPS、高吞吐量的性能，并且提供低成本、高性价比。本地盘的劣势在于存储空间受限于物理主机的本地盘设备资源，无法弹性扩容，而且存在空间利用率不高的问题。且当本地盘故障后，无法实现快速恢复。

针对上述问题，本申请实施例提供了一种分布式存储空间的管理方法、计算设备及存储介质，从而有效解决了本地存储设备无法横向扩展的问题，减少了虚拟设备存储空间的不足情况。同时可以实现存储设备的快速恢复。

下面结合方法实施例，针对分布式存储空间的管理过程进行详细说明。

图 1 为本申请一示例性实施例的一种分布式存储空间的管理方法的流程示意图。本申请实施例提供的该方法 100 由计算设备执行，如，硬件智能卡等。硬件智能卡作为本地硬件智能卡部署在本地主机上，本地主机部署有本地虚拟设备。该方法 100 包括以下步骤：

101：为本地虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间。

102：将划分的存储空间模拟生成对应本地虚拟设备的模拟存储设备，以供本地虚拟设备使用。

103：接收远程硬件智能卡的存储空间申请请求，根据存储空间申请请求，为远程虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间，以使通过远程硬件智能卡，基于本地硬件智能卡划分出的存储空间，将划分的存储空间模拟生成对应远程虚拟设备的模拟存储设备，以供远程虚拟设备使用。

需要说明的是，对于硬件智能卡属于智能卡，具有对应的逻辑组件以及硬件组件。硬件智能卡除了可以作为本地硬件智能卡部署在本地主机（host，如服务器）上，也可以作为远程硬件智能卡部署在对应的远程主机上。远程主机和本地主机可以组成对应的主机集群。即该主机集群还可以对应硬件智能卡集群，具有本地硬件智能卡以及远程硬件智能卡。该硬件智能卡可以通过 PCIe 总线（Peripheral Component Interconnect Express）：是计算机总线的一个重要分支，它沿用现有的 PCI 编程概念及信号标准，

并且构建了更加高速的串行通信系统标准）的插槽部署到主机上。并通过 PCIe 总线进行与对应主机的通行。硬件智能卡可以为硬件卸载卡（Offload Card）、智能网卡，硬件加速卡，智能存储卡等。

其中，本地虚拟设备可以是虚拟机，其上部署有对应的应用程序 APP。

其中，如图 2 所示，示出了管理过程 200，其中，本地硬件智能卡，即硬件智能卡 A 204 通过 PCIe 总线的插槽部署到本地“主机 1”201 上。“主机 1”201 上部署有“虚拟机 1”2011 以及“虚拟机 2”2012。在“虚拟机 1”2011 上可以部署有“应用程序 APP A”2013 等。“虚拟机 2”2012 也可以部署同样的应用程序，或者不同的应用程序。

以下针对上述步骤进行详细地阐述：

101：为本地虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间。

其中，预置存储设备是指固态硬盘 SSD（Solid State Disk 或 Solid State Drive），具体的可以是 NVMe（NVMe 协议，Non-Volatile Memory Express）SSD。

存储空间是指针对预置存储设备的基础存储单元划分的存储空间。其中，基础存储单元可以是预置的存储单元空间 namespace，每个虚拟设备开始时可以被划分到一个 namespace。如，一个预置存储设备具有 10 个 namespace，可以为每个虚拟设备划分一个 namespace。

例如，根据前文所述，本地硬件智能卡在启动后，可以为本地主机上的一个虚拟机从本地 SSD 中划分对应的存储空间，如一个 namespace。

其中，如图 2 所示，本地硬件智能卡，即硬件智能卡 A 204 为“虚拟机 1”2011 划分一个 namespace。

为了能够更好地通过硬件智能卡来实现对应的功能，可以通过部署逻辑组件来实现上述划分。

具体的，硬件智能卡部署有存储空间管理组件；该方法 100 还包括：为本地虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间，包括：通过存储空间管理组件，为本地虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间。

例如，根据前文所述，硬件智能卡部署有逻辑组件：存储空间管理组件（Namespace Manager），负责管理本地和远程的预置存储设备 SSD 的空间，以 namespace 为粒度申请或释放磁盘空间。

于是，通过该存储空间管理组件为本地虚拟机从本地预置 SSD 中划分出对应存储空间，如一个 namespace。

其中，如图 2 所示，“主机 1”201 的本地硬件智能卡，即硬件智能卡 A 204 通过存储空间管理组件 2042（Namespace Manager）从本地的 SSD（即本地的存储设备 2031）上划分出一个 namespace 空间，给“虚拟机 1”2011。

102：将划分的存储空间模拟生成对应本地虚拟设备的模拟存储设备，以供本地虚

拟设备使用。

例如，根据前文所述，如图 2 所示，划分出一个 namespace 空间，给“虚拟机 1”2011 后，通过硬件模拟成模拟 SSD 设备，直通给“虚拟机 1”2011 使用，从而完成了“主机 1”201 为“虚拟机 1”2011 创建模拟 SSD 设备。

具体的，将划分的存储空间模拟生成对应本地虚拟设备的模拟存储设备，包括：通过本地硬件智能卡，将划分的存储空间生成满足预置接口协议的模拟存储设备，并通过本地主机的总线向本地虚拟设备提供对应的模拟存储设备。

其中，预置接口协议是指与预置存储设备支持的接口协议或接口规范，如 SSD 支持的 NVMe 协议（Non-Volatile Memory Express）：非易失性内存主机控制器接口规范），即为 NVMe SSD。

需要说明的是，也可以是 SATA（Serial Advanced Technology Attachment）协议，即 Serial ATA（串行 ATA），硬盘接口新规范。因为采用串行连接方式，所以使用 SATA 接口的硬盘又叫串口硬盘。对于 SATA SSD 而言，需要硬件智能卡的存储空间管理组件 namespace manager 实现一个类似针对该 SATA SSD 的存储空间划分的空间管理能力。

例如，根据前文所述，硬件智能卡通过 NVMe 驱动器接管了所有的本地 NVMe SSD 设备。硬件智能卡上部署的 Hypervisor 虚拟机监视器（virtual machine monitor，VMM）通过 NVMe 驱动器在 NVMe SSD 上划分多个 Namespace 存储空间。Hypervisor 虚拟机监视器将 namespace 存储空间模拟成 NVMe 设备，具体来说，包括 vhost-nvme backend 和 nvme frontend，即虚拟 NVMeSSD 设备的前后端组件；其中，namespace 作为 vhost-nvme backend，提供实际的物理存储空间和读写能力。同时，NVMe 实现了 nvme frontend，即 VF（Virutal Function 虚拟化） PCIe 设备直通呈现给虚拟机。这样就实现了从 namespace 到虚拟 NVMe 硬盘的转换。

其中，驱动器 Driver 是满足 NVMe 协议的驱动器，即利用该协议进行通信。如 NVMe Driver 驱动器，即 NVMe 驱动器。

由此，本地硬件智能卡可以为对应的虚拟机创建对应的模拟 NVMe SSD 设备，如图 2 所示，本地硬件智能卡，即硬件智能卡 A 204 可以根据上述方式为“虚拟机 1”2011 以及“虚拟机 2”2012 划分出对应的“存储空间 1”2045 和“存储空间 2”2044。由此生成对应的模拟 SSD。就不再赘述了。

在创建了模拟 SSD 后，本地虚拟设备可以进行数据读写。具体的方式如下：

具体的，硬件智能卡包括总线转换器；通过总线转换器将至少一个预置存储设备部署到本地硬件智能卡上，也就部署到了本地主机上；该方法 100 还包括：通过总线转换器，将封装的读写数据下发至预置存储设备，以实现在对应的存储空间进行数据读写。

其中，总线转换器（PCIe Switch，PCIe 总线转换器）是属于硬件智能卡的硬件组

件。其可以负责为本地主机和本地硬件智能卡连接多个本地的 SSD，如 NVMe SSD 设备。

例如，根据前文所述，通过该 PCIe Switch 可以为本地主机部署上多个 NVMe SSD 设备。并通过 PCIe Switch 支持的 PCIe 协议下发读写数据，来实现在模拟 SSD 中的对应 namespace 上进行数据读写。

具体的，可以是该方法 100 还包括：根据直接内存访问的方式，接收本地虚拟设备通过对应驱动器发送的读写数据，驱动器满足预置接口协议，并通过预置接口协议封装对应的读写数据进行发送；通过总线转换器，将根据预置接口协议封装的读写数据下发至预置存储设备，以实现在对应的存储空间进行数据读写。

其中，驱动器 Driver 是满足 NVMe 协议的驱动器，即利用该协议进行通信。如 NVMe Driver 驱动器，即 NVMe 驱动器。

直接内存访问的方式是指 DMA 访问方式，是一种内存访问方式。它允许某些计算设备内部的硬件子系统（计算设备外设），可以独立地直接读写系统内存，而不需中央处理器（CPU）介入处理 。在同等程度的处理器负担下，DMA 是一种快速的数据传送方式。

例如，根据前文所述，如图 2 所示，“虚拟机 1”2011 内部部署的“应用程序 APP A”2013 通过 NVMe 驱动器 2014 下发读写 IO，其携带有读写数据。NVMe 驱动器 2014 将读写数据封装成满足 NVMe 协议的 DMA 请求，通过访问 NVMe SSD 的 PCIe 设备的 bar 寄存器空间，以使其通知本地模拟的 NVMe SSD 做 DMA 请求的数据搬迁。即通知本地硬件智能卡做数据搬迁。由此，本地硬件智能卡获取到 NVMe 协议的读写数据。然后再通过 PCIe Switch，即 PCIe 总线转换器 2048，下发到本地模拟 SSD 对应的本地 NVMe SSD。如写入该 SSD 的 Flash 存储介质，完成写 IO 请求。

需要说明的是，在数据下发的过程中，如图 2 所示，利用 VFIO 虚拟 IO2016（Virtual Function Input Output，虚拟输入输出，即虚拟 IO，是一个可以安全的把设备 I/O、中断、DMA 等暴露到用户空间（userspace），从而可以在用户空间完成设备驱动的框架。用户空间直接设备访问，虚拟机可以获得更高的 IO 性能），将本地模拟 NVMe SSD 直通到虚拟机内部，作为本地块设备使用。VFIO 虚拟 IO2016 部署在 Qemu 虚拟化模拟器 2015 内部。

此外，在利用 PCIe 总线进行通信时，可以利用如图 2 所示的其 RC 模式 2017（PCIExpress root complex，根复合体，就是 PCIe 根控制器）来进行通信。

需要说明的是，对于支持其它协议的 SSD 而言，如 SATA SSD，其对应的驱动器也可以是支持 SATA 的驱动器，或者通过协议转换器，将如 NVMe 协议转换为 SATA 协议，然后再通过 DMA 的方式进行读写数据的下发。

由于通常每个实体 NVMe SSD 对应一个虚拟机，其不可被划分存储空间，所以是无法灵活被使用和划分的。但通过本申请实施例可以实现灵活划分实体 NVMe SSD。

为了能够更好地管理本地的存储空间，可以继续对存储空间管理组件进行逻辑上的划分，来支持本地和远程的存储空间管理。

具体的，存储空间管理组件包括本地存储空间单元以及远程存储空间单元，本地存储空间单元用于记录本地硬件智能卡对应的预置存储设备的使用状态，远程存储空间单元用于记录远程硬件智能卡对应的预置存储设备的使用状态。

其中，如图 2 所示，本地存储空间单元 2050（Local NS，即 Local namespace），是基于本地 NVMe SSD 构建 namespace 存储池。远程存储空间单元 2051（Remote NS，即 Remote namespace），是管理远程的 namespace 存储池。可以分别记录对应的存储空间 namespace 的使用状态，或者是划分状态。如一个对应的本地 SSD 划分了多少 namespace 给本地虚拟机，划分了多少 namespace 给远程虚拟机。以及还可以记录对应的虚拟机的信息，如 ID 等、远程硬件智能卡的信息等，以便后续可以为本地虚拟机或远程虚拟机提供对应的存储空间。

103：接收远程硬件智能卡的存储空间申请请求，根据存储空间申请请求，为远程虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间，以使通过远程硬件智能卡，基于本地硬件智能卡划分出的存储空间，将划分的存储空间模拟生成对应远程虚拟设备的模拟存储设备，以供远程虚拟设备使用。

其中，远程硬件智能卡根据前文可知，可以是指该集群中的远程主机上部署的远程硬件智能卡。

例如，根据前文所述，如图 2 所示，“主机 2”202 作为远程主机，其本地硬件智能卡，即硬件智能卡 B205 作为远程硬件智能卡，为“主机 2”202 上部署的“虚拟机 3”2021 创建对应的 NVMe SSD。根据前文所述的方式，其存储空间管理组件 2042（Namespace Manager）可以通过上述硬件智能卡 B205 部署的本地存储空间单元 2050 中记录的信息，发现本地 NVMe SSD 空间不足，如在根据本地存储空间创建请求创建一个完整的 namespace 空间以供使用，但硬件智能卡 B205 的本地 NVMe SSD 由于空间不足，无法根据该请求创建出对应的一个 namespace 空间。则可以从上述硬件智能卡 B205 的远程存储空间单元 2051，即远程 Remote NS 中查找其它远程硬件智能卡的可用存储空间，如作为硬件智能卡 B205 的远程硬件智能卡：“主机 1”201 的硬件智能卡 A 204，且发现“主机 1”201 的硬件智能卡 A 204 存在存储空间富余，则可以向“主机 1”201 的硬件智能卡 A 204 发起申请空间请求。“主机 1”201 的硬件智能卡 A 204 收到该请求，则可以根据该请求中请求的存储空间，从其本地 SSD 中划分出了对应的 namespace，如存储空间 n2052，即将对应的 namespace 所属的 Local NS 存储空间转成 Remote NS 存储空间。然后可以返回给“主机 2”202 的硬件智能卡 B205 的存储空间管理组件 2042 划分结果，如划分了多少 namespace 等以及对应 namespace 的信息，如 ID 等信息，由此存储空间管理组件 2042 可以基于该划分结果创建出对应的 Remote NS 空间，并进行该空间信息的记录，并通过硬件智能卡 B205 模拟成 NVMe SSD，

直通给“虚拟机 3”2021 使用，就不再赘述了。具体的模拟过程前文已经阐述过了，就不再赘述了。此外，“主机 2”202 中还具有其它虚拟机，如“虚拟机 4”2022。

对于本地硬件智能卡也是相似的，其可以在为本地主机部署的虚拟设备进行划分对应的存储空间，发现本地存储空间不足的情况下，向该集群中的其它远程硬件智能卡进行空间申请。

具体的，该方法 100 还包括：当本地硬件智能卡对应的预置存储设备中的存储空间小于阈值，则通过远程存储空间单元确定可满足当前存储空间需求的远程硬件智能卡，并向对应远程硬件智能卡发送存储空间申请请求，以为本地虚拟设备从远程硬件智能卡对应的预置存储设备中划分对应存储空间。

需要说明的是，具体的实施方式与上文相似，就不再赘述了。仅说明：当本地硬件智能卡对应的预置存储设备中的存储空间小于阈值，其中的阈值可以是指需要的存储空间量。如当前预置存储设备中的存储空间小于需要为虚拟机提供的存储空间量等。

对于远程硬件智能卡而言其也是相似的，该方法 100 还包括：当远程硬件智能卡对应的预置存储设备中的存储空间小于阈值，则通过远程存储空间单元确定可满足当前存储空间需求的其它远程硬件智能卡，并向对应其它远程硬件智能卡发送存储空间申请请求，以为对应远程虚拟设备从其它远程硬件智能卡对应的预置存储设备中划分对应存储空间。

此处就不再赘述了。

其中，根据前文可知，为远程虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间，包括：通过存储空间管理组件，为远程虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间。

通过该存储空间管理组件为远程虚拟机从本地预置 SSD 中划分出对应存储空间，如一个 namespace。

由于在进行存储空间申请的时候，可能对于一个硬件智能卡而言，会接收到多个请求，需要进行协调，或者，为某个请求划分了对应的存储空间后，为了防止该存储空间再被其它虚拟设备使用，需要进行协调。

由此，可以将远程的 NVMe SSD 管理起来，形成全局统一的 namespace 资源池，如图 2 所示，可以管理该集群对应的存储设备 2031 组成的存储资源池 203。为本地虚拟设备提供 NVMe 存储资源，有效解决了主机本地盘无法横向扩展问题，避免虚拟机存储空间不足。

具体地，硬件智能卡部署有一致性组件；其中，该方法 100 还包括：通过一致性组件，根据存储空间申请请求，为本地虚拟设备锁定对应存储空间，以使其它硬件智能卡无法占用对应存储空间。

其中，一致性组件（Coherence Manager）是负责维护 namespace 存储空间的全局一致性，为 Namespace Manager 提供 namespace 级别的互斥能力，如防止已划分的存储空间被其它硬件智能卡使用，或者对于并发请求进行调节。

例如，根据前文所述，当本地硬件智能卡或远程硬件智能卡在发送空间请求时，如图 2 所示，可以通过其部署的一致性组件 2043Coherence Manager 锁定划分到的存储空间的配额，如通过排它锁对其进行锁定，防止其它请求划分该配额。

此外，对于本地硬件智能卡或远程硬件智能卡在处理空间请求时，如接收到多个并发请求，则可以从中随机选择一个请求进行响应，或者根据优先级规则来选择。

除此以外，还可以对该集群中的各个硬件智能卡进行健康信息的监督和检测，以更好地以及更快地选择对应的硬件智能卡进行请求申请。

具体的，硬件智能卡部署集群管理组件，用于管理对应集群中的硬件智能卡；该方法 100 还包括：通过集群管理组件，获取对应集群中远程硬件智能卡的健康状态；当通过集群管理组件，获取到对应集群中存在健康状态为异常的远程硬件智能卡，则剔除异常的远程硬件智能卡；当通过集群管理组件，获取并记录对应集群中新增的远程硬件智能卡以及对应的健康状态；通过集群管理组件，获取远程硬件智能卡对应的预置存储设备的使用状态，以使远程存储空间单元进行记录。

其中，集群管理组件 Cluster Manager，也可以称为集群管理装置，用于每个硬件智能卡维护一个该集群中的全局硬件智能卡状态信息，如健康信息，以使得向远程硬件智能卡申请空间。同时，负责检测各个硬件智能卡的健康状态，实时检测新加入的硬件智能卡成员和剔除故障硬件智能卡成员。

健康状态是指远程硬件智能卡的运行状态是否正常，可以通过发送心跳包来表示自身的健康状态，如发送表示健康的信息，或指令等。

例如，根据前文所述，如图 2 所示，本地硬件智能卡，硬件智能卡 A 204 的集群管理组件 2041 可以定时向该集群中的其它硬件智能卡的集群管理组件 2041 发送心跳包，以表示自身是正常状态，即健康状态。同时，硬件智能卡 A 204 还可以接收到该集群中其它硬件智能卡发送的心跳包，从而通过集群管理组件 2041 来记录集群中的各个硬件智能卡的健康状态，如果未接收到心跳包，则可以确定该集群中对应的硬件智能卡存在故障，则可以从记录信息中剔除掉该硬件智能卡，直至再接收到该心跳包。

此外，对于集群中新增加的硬件智能卡，其启动后，可以根据上述方式发送心跳包给其它硬件智能卡，使得本地硬件智能卡可以接收到新增的硬件智能卡的健康状态，并进行记录。另外，对于新增的硬件智能卡，其在启动后为了更加快捷地进行心跳包的发送以及信息的同步，可以先从其它在线的硬件智能卡上同步集群信息，如可以通过集群管理组件 Cluster Manager 从该集群中某个硬件智能卡部署的管理组件获取到该集群其它硬件智能卡的健康状态。

根据前文可知，在进行使用状态的记录的时候，可以通过集群管理组件，获取远程硬件智能卡对应的预置存储设备的使用状态，以使远程存储空间单元进行记录，如通过集群管理组件发送使用状态。就不再赘述了。

在给本地硬件智能卡或远程硬件智能卡划分了对应的远程存储空间后，其读写数

据的下发可以通过下述方式来实现。

具体的，硬件智能卡包括网络协议芯片，该方法 100 还包括：通过本地硬件智能卡，接收远程硬件智能卡的网络协议芯片发送的读写数据，读写数据是基于网络协议芯片对应网络协议封装的；通过本地硬件智能卡的网络协议芯片，从封装的读取数据中获取读写数据，以使本地硬件智能卡基于读写数据，在对应的存储空间进行数据读写。

其中，网络协议芯片属于硬件智能卡的硬件组件，该芯片可以是支持 NVMe Over Fabric 协议（它是 NVM Express 工作组在发布的规范，通过网络将主机（如服务器）连接到存储）。其可以负责提供远程访问 NVMe SSD 设备的能力，利用其将 NVMe 协议封装成该网络协议，和远程硬件智能卡进行数据通信。

例如，根据前文所述，如图 2 所示，“虚拟机 3”2021 中的“应用程序 APP A”2013 下发读写 IO 中携带的读写数据到其“主机 2”202 所部署的 NVMe 驱动器 2014。并根据前文所述的方式，由 NVMe 驱动器 2014 通过 PCIe 设备实现 DMA 传输 IO 读写数据到硬件智能卡 B205，硬件智能卡 B205 通过其网络协议芯片 2047，如 NVMe Over Fabric 芯片，将读写数据封装成 NVMe Over Fabric 网络协议发送到“主机 1”201 的硬件智能卡 A 204。“主机 1”201 的硬件智能卡 A 204 通过其网络协议芯片 2047，如 NVMe Over Fabric 芯片，将 NVMe Over Fabric 网络协议解析，以获取到读写数据，通过 PCIe 总线转换器 2048，下发到本地模拟 SSD 对应的本地 NVMe SSD。如写入该 SSD 的 Flash 存储介质，完成写 IO 请求。

需要说明是，由于 NVMe Over Fabric 网络协议与 NVMe 接口协议相对应，对于其它接口协议而言，也可以选择对应的网络协议，或者根据前文的方式对其它接口协议进行协议转换，转换成 NVMe 接口协议。

根据前文可知，读写数据在下发的过程中会先封装成对应的 NVMe 协议，即 NVMe 接口协议。所以 NVMe Over Fabric 网络协议在封装的时候，是针对 NVMe 协议进行封装的。

具体的，预置存储设备属于满足预置接口协议的存储设备，网络协议芯片对应的网络协议与预置接口协议对应，读写数据是基于网络协议以及预置接口协议封装的；该方法 100 还包括：通过本地硬件智能卡，接收远程硬件智能卡的网络协议芯片发送的基于预置接口协议以及网络协议封装的读写数据；通过本地硬件智能卡的网络协议芯片，从封装的读取数据中获取基于预置接口协议封装的读写数据，以使基于预置接口协议封装的读写数据，在预置存储设备对应的存储空间进行数据读写。

由于前文已经阐述了过程，此处就不再重复赘述。仅说明：根据前文所述，通过 NVMe Over Fabric 芯片，将包含读写数据的 NVMe 协议封装成 NVMe Over Fabric 网络协议发送到本地主机的本地硬件智能卡。本地主机的本地硬件智能卡通过 NVMe Over Fabric 芯片将 NVMe Over Fabric 网络协议解析成 NVMe 协议，然后发送至对应

的存储空间，就不再赘述了。

此外，对于 NVMe Over Fabric 网络协议而言，硬件智能卡在接收到空间请求后，划分了对应的存储空间 namespace 后，该划分的划分出的存储空间就可以形成 NVMe Over Fabric Target 目的端。而申请空间的硬件智能卡基于划分到的空间创建 Remote NS 空间，形成 NVMe Over Fabric Initiator 起始端。从而进行网络协议的通信。

根据前文所述的方式，如图 2 所示，“主机 2”202 可以为“虚拟机 3”2021 从本地 NVMe SSD 划分了对应的“存储空间 3”2053，以及为“虚拟机 4”2022 从本地 NVMe SSD 划分了对应的“存储空间 4”2054。具体的读写数据的方式前文已经阐述过了，就不再赘述了。此外，对于读取数据而言，读取到的数据可以根据前文所述的方式反向返回至对应的主机的虚拟机，就不再赘述了。

在申请空间后，还可以对申请到的存储空间进行释放，以进行资源的弹性扩展和收缩，提升弹性能力。

具体的，该方法 100 还包括：接收远程硬件智能卡的存储空间释放请求，根据存储空间释放请求，释放远程虚拟设备从所述预置存储设备中划分到的对应存储空间，以使通过远程硬件智能卡，销毁对应的模拟存储设备。

例如，根据前文所述，远程主机的虚拟机在被销毁的情况下，远程硬件智能卡可以对对应的存储空间进行释放请求，远程硬件智能卡可以发送释放请求，至本地硬件智能卡，本地硬件智能卡接收到该释放请求后，可以通过存储空间管理组件将对应的 namespace 删除，其所占用的对应存储空间会被本地 NVMe SSD 自动收回，由本地存储空间单元来继续管理该释放的存储空间。返回释放结果至对应的远程硬件智能卡，以使远程硬件智能卡的销毁创建的 Remote NS，然后通过远程硬件智能卡销毁对应的模拟存储设备，即删除了对应的模拟存储设备。

对于本地硬件智能卡去发送释放请求也是相似的，就不再过度赘述了。

需要说明的是，硬件智能卡的硬件组件还可以具有中央处理器 CPU 以及 Memory 内存，如图 2 所示，中央处理器 CPU2046 以及内存 memory2049，用于负责为卡的上层的逻辑组件提供计算资源。

由此，本申请实施例可以实现全局统一的 namespace 资源池，并将富余的 NVMe SSD 资源充分利用起来，大幅提升存储资源利用率，避免局部空间浪费问题。同时基于本地 NVMe SSD 设备，利用硬件智能卡构建全局统一的 namespace 资源池，为上层应用屏蔽底层复杂的分布式空间管理能力，并且，利用硬件智能卡的加速能力，提供接近本地盘性能的远程盘访问能力，对上层应用保持一致的性能体验。

图 3 为本申请一示例性实施例提供的一种分布式存储空间的管理系统的结构示意图。如图 3 所示，该系统 300 可以包括：第一设备 301、第二设备 302、第三设备 303 以及第四设备 304。

其中，第一设备 301 是指可以在网络虚拟环境中提供计算处理服务的设备，可以

是指利用网络进行数据读写以及执行应用等的设备。在物理实现上，第一设备 301 可以是任何能够提供计算服务，响应服务请求，并进行数据读取的设备，例如可以是云服务器、云主机、常规服务器等等。第一设备 301 的构成主要包括处理器、硬盘、内存、系统总线等，和通用的计算机架构类似。

第二设备 302 是指可以在网络虚拟环境中提供计算处理服务的设备，可以是指利用网络进行数据读写以及执行应用等的设备。在物理实现上，第二设备 302 可以是任何能够提供计算服务，响应服务请求，并进行数据读取的设备，例如可以是云服务器、云主机、常规服务器等等。第二设备 302 的构成主要包括处理器、硬盘、内存、系统总线等，和通用的计算机架构类似。

第三设备 303 是智能硬件设备，如硬件智能卡，其可以具有 CPU 以及 memory 内存等。用于划分部署的预置存储设备为存储空间，并作为存储设备提供给第一设备 301 部署的虚拟机。第三设备 303 部署在第一设备 301 上。

第四设备 304 是智能硬件设备，如硬件智能卡，其可以具有 CPU 以及 memory 内存等。用于划分部署的预置存储设备为存储空间，并作为存储设备提供给第二设备 302 部署的虚拟机。第四设备 304 部署在第二设备 302 上。

其中，第二设备 302 以及第四设备 304 的个数可以为多个，即第二设备 302 与第四设备 304 配对出现多个。

其中，第一设备 301 以及第二设备 302 属于同一集群。

具体的，第三设备 303，为本地虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间；将划分的存储空间模拟生成对应本地虚拟设备的模拟存储设备，以供本地虚拟设备使用；接收第四设备 304 的存储空间申请请求，根据存储空间申请请求，为第四设备 304 的虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间，以使通过第四设备 304，基于第三设备 303 划分出的存储空间，将划分的存储空间模拟生成对应第四设备 304 的虚拟设备的模拟存储设备，以供第四设备 304 的虚拟设备使用。

具体的，第三设备 303 以及第四设备 304 部署有存储空间管理组件，第三设备 303 通过存储空间管理组件，为本地虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间；通过存储空间管理组件，为第四设备 304 的虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间。

具体的，第三设备 303 以及第四设备 304 包括网络协议芯片，第三设备 303，接收远程硬件智能卡的网络协议芯片发送的读写数据，读写数据是基于网络协议芯片对应网络协议封装的；通过第三设备 303 的网络协议芯片，从封装的读取数据中获取读写数据，以使本地硬件智能卡基于读写数据，在对应的存储空间进行数据读写。

此外，预置存储设备属于满足预置接口协议的存储设备，网络协议芯片对应的网络协议与预置接口协议对应，读写数据是基于网络协议以及预置接口协议封装的；第三设备 303，接收第四设备 304 的网络协议芯片发送的基于预置接口协议以及网络协议封装的读写数据；通过第三设备 303 的网络协议芯片，从封装的读取数据中获取基

于预置接口协议封装的读写数据，以使基于预置接口协议封装的读写数据，在预置存储设备对应的存储空间进行数据读写。

具体的，第三设备 303 以及第四设备 304 包括总线转换器；通过总线转换器将至少一个预置存储设备部署到第三设备 303；第三设备 303，通过总线转换器，将封装的读写数据下发至预置存储设备，以实现在对应的存储空间进行数据读写。

具体的，第三设备 303，将划分的存储空间生成满足预置接口协议的模拟存储设备，并通过第一设备 301 的总线向本地虚拟设备提供对应的模拟存储设备。

此外，第三设备 303，根据直接内存访问的方式，接收本地虚拟设备通过对应驱动器发送的读写数据，驱动器满足预置接口协议，并通过预置接口协议封装对应的读写数据进行发送；通过总线转换器，将根据预置接口协议封装的读写数据下发至预置存储设备，以实现在对应的存储空间进行数据读写。

具体的，存储空间管理组件包括本地存储空间单元以及远程存储空间单元，本地存储空间单元用于记录第三设备 303 对应的预置存储设备的使用状态，远程存储空间单元用于记录第四设备 304 对应的预置存储设备的使用状态；第三设备 303，当第三设备 303 对应的预置存储设备中的存储空间小于阈值，则通过远程存储空间单元确定可满足当前存储空间需求的第四设备 304，并向对应第四设备 304 发送存储空间申请请求，以为本地虚拟设备从第四设备 304 对应的预置存储设备中划分对应存储空间。

具体的，第三设备 303 以及第四设备 304 部署有一致性组件；第三设备 303，通过一致性组件，根据存储空间申请请求，为本地虚拟设备锁定对应存储空间，以使其它第四设备 304 或第三设备 303 无法占用对应存储空间。

具体的，第三设备 303 以及第四设备 304 部署集群管理组件，用于管理对应集群中的第三设备 303 以及第四设备 304；第三设备 303，通过集群管理组件，获取对应集群中第四设备 304 的健康状态，健康状态是指第四设备 304 的运行状态是否正常；当通过集群管理组件，获取到对应集群中存在健康状态为异常的第四设备 304，则剔除异常的第四设备 304；当通过集群管理组件，获取并记录对应集群中新增的第四设备 304 以及对应的健康状态；通过集群管理组件，获取第四设备 304 对应的预置存储设备的使用状态，以使远程存储空间单元进行记录。

此外，第三设备 303，接收第四设备 304 的存储空间释放请求，根据存储空间释放请求，释放第四设备 304 的虚拟设备从预置存储设备中划分到的对应存储空间，以使通过第四设备 304，销毁对应的模拟存储设备。

未能详尽的内容请参考前文所述，就不再赘述了。

在硬件智能卡上为本地主机部署的虚拟机划分存储空间并实现数据读取的场景中，在集群中第三设备 303，如本地硬件智能卡，部署到第一设备 301，如本地主机上。在集群中还有第四设备 304，如远程硬件智能卡，部署到第二设备 302，如远程主机上。本地硬件智能卡在启动后，通过存储空间管理组件可以为本地主机上的一个虚拟机从

本地 NVMe SSD 中划分对应的存储空间，如一个 namespace。通过本地硬件智能卡，将划分的存储空间生成满足 NVMe 协议的模拟存储设备，并通过本地主机的 PCIe 总线向本地虚拟机提供对应的模拟存储设备。

本地虚拟机内部部署的应用程序 APP 通过 NVMe 驱动器下发读写 IO，其携带有读写数据。NVMe 驱动器将读写数据封装成满足 NVMe 协议的 DMA 请求，通过访问 NVMe SSD 的 PCIe 设备的 bar 寄存器空间，以使其通知本地模拟的 NVMe SSD 做 DMA 请求的数据搬迁。即通知本地硬件智能卡做数据搬迁。由此，本地硬件智能卡获取到 NVMe 协议的读写数据。然后再通过 PCIe Switch，即 PCIe 总线转换器，下发到本地模拟 SSD 对应的本地 NVMe SSD。如写入该 SSD 的 Flash 存储介质，完成写 IO 请求。

远程主机，其本地硬件智能卡，即远程硬件智能卡，为远程主机上部署的虚拟机创建对应的 NVMe SSD。根据前文所述的方式，其存储空间管理组件（Namespace Manager）可以通过本地存储空间单元中记录的信息，发现本地 NVMe SSD 空间不足，即远程 Remote NS 中查找其它远程硬件智能卡的可用存储空间，并发现本地主机的本地硬件智能卡存在存储空间富余，则可以向本地主机的本地硬件智能卡发起申请空间请求，即执行步骤 311：发送存储空间申请请求。本地主机的本地硬件智能卡收到该请求，则可以根据该请求中请求的存储空间，从其本地 SSD 中划分出了对应的 namespace，如存储空间 n，即将对应的 namespace 所属的 Local NS 存储空间转成 Remote NS 存储空间。然后可以返回给远程主机的远程硬件智能卡的存储空间管理组件划分结果，如划分了多少 namespace 等以及对应 namespace 的信息，如 ID 等信息。即执行步骤 312：返回申请结果。由此存储空间管理组件可以基于该划分结果创建出对应的 Remote NS 空间，并进行该空间信息的记录，并通过远程硬件智能卡模拟成 NVMe SSD，直通给远程虚拟机使用。

远程虚拟机中的应用程序下发读写 IO 中携带的读写数据到其远程主机所部署的 NVMe 驱动器。并根据前文所述的方式，由 NVMe 驱动器通过 PCIe 设备实现 DMA 传输 IO 读写数据到远程硬件智能卡，远程硬件智能卡通过其 NVMe Over Fabric 芯片，将包含读写数据的 NVMe 协议封装成 NVMe Over Fabric 网络协议发送到本地主机的本地硬件智能卡。本地主机的本地硬件智能卡通过其 NVMe Over Fabric 芯片，将 NVMe Over Fabric 网络协议解析，以获取到 NVMe 协议，其中包括读写数据，通过 PCIe 总线转换器，下发到本地模拟 SSD 对应的本地 NVMe SSD。如写入该 SSD 的 Flash 存储介质，完成写 IO 请求。

此处未详细记载的内容可以参考前文所述的内容，就不再赘述。

在上述本实施例中，第三设备 303、第四设备 304 进行网络连接。若第三设备 303、第四设备 304 是通信连接，该移动网络的网络制式可以为 2G（GSM）、2.5G（GPRS）、3G（WCDMA、TD-SCDMA、CDMA2000、UTMS）、4G（LTE）、4G+（LTE+）、WiMax、5G 等中的任意一种。

图 4 为本申请一示例性实施例提供的一种分布式存储空间的管理装置的结构框架示意图。该装置 400 可以应用于计算设备，如硬件智能卡。该装置 400 包括：划分模块 401、模拟模块 402；以下针对各个模块的功能进行详细的阐述：

划分模块 401，用于为本地虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间。

模拟模块 402，用于将划分的存储空间模拟生成对应本地虚拟设备的模拟存储设备，以供本地虚拟设备使用。

划分模块 401，用于接收远程硬件智能卡的存储空间申请请求，根据存储空间申请请求，为远程虚拟设备从所述预置存储设备中划分对应存储空间，以使通过远程硬件智能卡，基于本地硬件智能卡划分出的存储空间，将划分的存储空间模拟生成对应远程虚拟设备的模拟存储设备，以供远程虚拟设备使用。

具体的，硬件智能卡部署有存储空间管理组件，存储空间管理组件，用于为本地虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间；存储空间管理组件，用于为远程虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间。

具体地，硬件智能卡包括网络协议芯片，该装置 400 还包括：接收模块，用于接收远程硬件智能卡的网络协议芯片发送的读写数据，读写数据是基于网络协议芯片对应网络协议封装的；本地硬件智能卡的网络协议芯片，用于从封装的读取数据中获取读写数据，以使本地硬件智能卡基于读写数据，在对应的存储空间进行数据读写。

具体的，预置存储设备属于满足预置接口协议的存储设备，网络协议芯片对应的网络协议与预置接口协议对应，读写数据是基于网络协议以及预置接口协议封装的；接收模块，用于接收远程硬件智能卡的网络协议芯片发送的基于预置接口协议以及网络协议封装的读写数据；本地硬件智能卡的网络协议芯片，用于从封装的读取数据中获取基于预置接口协议封装的读写数据，以使基于预置接口协议封装的读写数据，在预置存储设备对应的存储空间进行数据读写。

具体的，硬件智能卡包括总线转换器；通过总线转换器将至少一个预置存储设备部署到本地硬件智能卡；总线转换器，用于将封装的读写数据下发至预置存储设备，以实现在对应的存储空间进行数据读写。

具体的，模拟模块 402，用于将划分的存储空间生成满足预置接口协议的模拟存储设备，并通过本地主机的总线向本地虚拟设备提供对应的模拟存储设备。

此外，接收模块，用于根据直接内存访问的方式，接收本地虚拟设备通过对应驱动器发送的读写数据，驱动器满足预置接口协议，并通过预置接口协议封装对应的读写数据进行发送；总线转换器，用于将根据预置接口协议封装的读写数据下发至预置存储设备，以实现在对应的存储空间进行数据读写。

具体的，存储空间管理组件包括本地存储空间单元以及远程存储空间单元，本地存储空间单元用于记录本地硬件智能卡对应的预置存储设备的使用状态，远程存储空间单元用于记录远程硬件智能卡对应的预置存储设备的使用状态；当本地硬件智能卡

对应的预置存储设备中的存储空间小于阈值，则远程存储空间单元，用于确定可满足当前存储空间需求的远程硬件智能卡，并向对应远程硬件智能卡发送存储空间申请请求，以为本地虚拟设备从远程硬件智能卡对应的预置存储设备中划分对应存储空间。

具体的，硬件智能卡部署有一致性组件；一致性组件，用于根据存储空间申请请求，为本地虚拟设备锁定对应存储空间，以使其它硬件智能卡无法占用对应存储空间。

具体的，硬件智能卡部署集群管理组件，用于管理对应集群中的硬件智能卡；集群管理组件，用于获取对应集群中远程硬件智能卡的健康状态，健康状态是指远程硬件智能卡的运行状态是否正常；集群管理组件，用于当获取到对应集群中存在健康状态为异常的远程硬件智能卡，则剔除异常的远程硬件智能卡；集群管理组件，用于当获取并记录对应集群中新增的远程硬件智能卡以及对应的健康状态；集群管理组件，用于获取远程硬件智能卡对应的预置存储设备的使用状态，以使远程存储空间单元进行记录。

此外，接收模块，用于接收远程硬件智能卡的存储空间释放请求，根据存储空间释放请求，释放远程虚拟设备从预置存储设备中划分到的对应存储空间，以使通过远程硬件智能卡，销毁对应的模拟存储设备。

本装置 400 中未能详尽的内容请参考前文所述，就不再赘述。

以上描述了图 4 所示的装置 400 的内部功能和结构，在一个可能的设计中，图 4 所示的装置 400 的结构可实现为计算设备，如，硬件智能卡。如图 5 所示，该设备 500 可以包括：存储器 501、处理器 502；

存储器 501，用于存储计算机程序。

处理器 502，用于执行计算机程序，以用于：为本地虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间；将划分的存储空间模拟生成对应本地虚拟设备的模拟存储设备，以供本地虚拟设备使用；接收远程硬件智能卡的存储空间申请请求，根据存储空间申请请求，为远程虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间，以使通过远程硬件智能卡，基于本地硬件智能卡划分出的存储空间，将划分的存储空间模拟生成对应远程虚拟设备的模拟存储设备，以供远程虚拟设备使用。

具体的，处理器 502，具体用于为本地虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间；为远程虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间。

具体地，该设备 500 包括网络协议芯片，处理器 502，还用于接收远程硬件智能卡的网络协议芯片发送的读写数据，读写数据是基于网络协议芯片对应网络协议封装的；网络协议芯片，用于从封装的读取数据中获取读写数据，以使该设备 500 基于读写数据，在对应的存储空间进行数据读写。

具体的，预置存储设备属于满足预置接口协议的存储设备，网络协议芯片对应的网络协议与预置接口协议对应，读写数据是基于网络协议以及预置接口协议封装的；处理器 502，还用于接收远程硬件智能卡的网络协议芯片发送的基于预置接口协议以

及网络协议封装的读写数据；网络协议芯片，用于从封装的读取数据中获取基于预置接口协议封装的读写数据，以使基于预置接口协议封装的读写数据，在预置存储设备对应的存储空间进行数据读写。

具体的，该设备 500 包括总线转换器；通过总线转换器将至少一个预置存储设备部署到本地硬件智能卡；总线转换器，用于将封装的读写数据下发至预置存储设备，以实现在对应的存储空间进行数据读写。

具体的，处理器 502，具体用于将划分的存储空间生成满足预置接口协议的模拟存储设备，并通过本地主机的总线向本地虚拟设备提供对应的模拟存储设备。

此外，处理器 502，还用于根据直接内存访问的方式，接收本地虚拟设备通过对应驱动器发送的读写数据，驱动器满足预置接口协议，并通过预置接口协议封装对应的读写数据进行发送；总线转换器，用于将根据预置接口协议封装的读写数据下发至预置存储设备，以实现在对应的存储空间进行数据读写。

具体的，处理器 502，具体用于当该设备 500 对应的预置存储设备中的存储空间小于阈值，则确定可满足当前存储空间需求的远程硬件智能卡，并向对应远程硬件智能卡发送存储空间申请请求，以为本地虚拟设备从远程硬件智能卡对应的预置存储设备中划分对应存储空间。

具体的，处理器 502，具体用于根据存储空间申请请求，为本地虚拟设备锁定对应存储空间，以使其它硬件智能卡无法占用对应存储空间。

具体的，处理器 502，具体用于获取对应集群中远程硬件智能卡的健康状态，健康状态是指远程硬件智能卡的运行状态是否正常；当获取到对应集群中存在健康状态为异常的远程硬件智能卡，则剔除异常的远程硬件智能卡；当获取并记录对应集群中新增的远程硬件智能卡以及对应的健康状态；获取远程硬件智能卡对应的预置存储设备的使用状态，以使远程存储空间单元进行记录。

此外，处理器 502，还用于接收远程硬件智能卡的存储空间释放请求，根据存储空间释放请求，释放远程虚拟设备从预置存储设备中划分到的对应存储空间，以使通过远程硬件智能卡，销毁对应的模拟存储设备。

本设备 500 中未能详尽的内容请参考前文所述，就不再赘述。

本发明实施例提供了一种计算机存储介质，计算机程序被一个或多个处理器执行时，致使一个或多个处理器实现图 1-图 2 方法实施例中一种分布式存储空间的管理方法的步骤。就不再过多赘述了。

本发明实施例提供了一种计算机程序产品，包括计算机程序或指令，其中，当计算机程序被处理器执行时，致使处理器实现图 1-图 2 方法实施例中一种分布式存储空间的管理方法的步骤。

另外，在上述实施例及附图中的描述的一些流程中，包含了按照特定顺序出现的多个操作，但是应该清楚了解，这些操作可以不按照其在本文中出现的顺序来执行或

并行执行，操作的序号如 101、102、103 等，仅仅是用于区分开各个不同的操作，序号本身不代表任何的执行顺序。另外，这些流程可以包括更多或更少的操作，并且这些操作可以按顺序执行或并行执行。需要说明的是，本文中的“第一”、“第二”等描述，是用于区分不同的消息、设备、模块等，不代表先后顺序，也不限定“第一”和“第二”是不同的类型。

以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性的劳动的情况下，即可以理解并实施。

通过以上的实施方式的描述，本领域的技术人员可以清楚地了解到各实施方式可借助加必需的通用硬件平台的方式来实现，当然也可以通过硬件和软件结合的方式来实现。基于这样的理解，上述技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以计算机产品的形式体现出来，本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

本发明是参照根据本发明实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和／或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和／或方框图中的每一流程和／或方框、以及流程图和／或方框图中的流程和／或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程多媒体数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程多媒体数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和／或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程多媒体数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和／或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程多媒体数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和／或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

在一个典型的配置中，计算设备包括一个或多个处理器 (CPU)、输入/输出接口、网络接口和内存。

内存可能包括计算机可读介质中的非永久性存储器，随机存取存储器 (RAM) 和/或非易失性内存等形式，如只读存储器 (ROM) 或闪存(flash RAM)。内存是计算机可

读介质的示例。

计算机可读介质包括永久性和非永久性、可移动和非可移动媒体可以由任何方法或技术来实现信息存储。信息可以是计算机可读指令、数据结构、程序的模块或其他数据。计算机的存储介质的例子包括，但不限于相变内存 (PRAM)、静态随机存取存储器 (SRAM)、动态随机存取存储器 (DRAM)、其他类型的随机存取存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、电可擦除可编程只读存储器 (EEPROM)、快闪记忆体或其他内存技术、只读光盘只读存储器 (CD-ROM)、数字多功能光盘 (DVD) 或其他光学存储、磁盒式磁带，磁带磁磁盘存储或其他磁性存储设备或任何其他非传输介质，可用于存储可以被计算设备访问的信息。按照本文中的界定，计算机可读介质不包括暂存电脑可读媒体 (transitory media)，如调制的数据信号和载波。

最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

权 利 要 求 书

1、一种分布式存储空间的管理方法，应用于硬件智能卡，所述硬件智能卡作为本地硬件智能卡部署在本地主机上，所述本地主机部署有本地虚拟设备，所述方法包括：

为本地虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间；

将划分的存储空间模拟生成对应本地虚拟设备的模拟存储设备，以供所述本地虚拟设备使用；

接收远程硬件智能卡的存储空间申请请求，根据存储空间申请请求，为远程虚拟设备从所述预置存储设备中划分对应存储空间，以使通过远程硬件智能卡，基于所述本地硬件智能卡划分出的存储空间，将划分的存储空间模拟生成对应远程虚拟设备的模拟存储设备，以供所述远程虚拟设备使用。

2、根据权利要求 1 所述的方法，所述硬件智能卡部署有存储空间管理组件，所述方法还包括：

为本地虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间，包括：通过所述存储空间管理组件，为本地虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间；

为远程虚拟设备从所述预置存储设备中划分对应存储空间，包括：通过所述存储空间管理组件，为远程虚拟设备从所述预置存储设备中划分对应存储空间。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的方法，所述硬件智能卡包括网络协议芯片，所述方法还包括：

通过所述本地硬件智能卡，接收远程硬件智能卡的网络协议芯片发送的读写数据，所述读写数据是基于所述网络协议芯片对应网络协议封装的；

通过所述本地硬件智能卡的网络协议芯片，从封装的读取数据中获取读写数据，以使所述本地硬件智能卡基于读写数据，在对应的存储空间进行数据读写。

4、根据权利要求 3 所述的方法，所述预置存储设备属于满足预置接口协议的存储设备，所述网络协议芯片对应的网络协议与预置接口协议对应，所述读写数据是基于网络协议以及预置接口协议封装的；所述方法还包括：

通过所述本地硬件智能卡，接收远程硬件智能卡的网络协议芯片发送的基于预置接口协议以及网络协议封装的读写数据；

通过所述本地硬件智能卡的网络协议芯片，从封装的读取数据中获取基于预置接口协议封装的读写数据，以使基于预置接口协议封装的读写数据，在预置存储设备对应的存储空间进行数据读写。

5、根据权利要求 4 所述的方法，所述硬件智能卡包括总线转换器；通过总线转换器将至少一个预置存储设备部署到本地硬件智能卡；

所述方法还包括：通过总线转换器，将封装的读写数据下发至预置存储设备，以实现在对应的存储空间进行数据读写。

6、根据权利要求 1 所述的方法，所述将划分的存储空间模拟生成对应本地虚拟设

备的模拟存储设备，包括：

通过本地硬件智能卡，将划分的存储空间生成满足预置接口协议的模拟存储设备，并通过本地主机的总线向本地虚拟设备提供对应的模拟存储设备。

7、根据权利要求 1 或 6 所述的方法，所述方法还包括：

根据直接内存访问的方式，接收本地虚拟设备通过对应驱动器发送的读写数据，所述驱动器满足预置接口协议，并通过预置接口协议封装对应的读写数据进行发送；

通过总线转换器，将根据预置接口协议封装的读写数据下发至预置存储设备，以实现在对应的存储空间进行数据读写。

8、根据权利要求 2 所述的方法，所述存储空间管理组件包括本地存储空间单元以及远程存储空间单元，所述本地存储空间单元用于记录本地硬件智能卡对应的预置存储设备的使用状态，所述远程存储空间单元用于记录远程硬件智能卡对应的预置存储设备的使用状态；

所述方法还包括：

当本地硬件智能卡对应的预置存储设备中的存储空间小于阈值，则通过远程存储空间单元确定可满足当前存储空间需求的远程硬件智能卡，并向对应远程硬件智能卡发送存储空间申请请求，以为本地虚拟设备从远程硬件智能卡对应的预置存储设备中划分对应存储空间。

9、根据权利要求 8 所述的方法，所述硬件智能卡部署有一致性组件；所述方法还包括：通过所述一致性组件，根据存储空间申请请求，为本地虚拟设备锁定对应存储空间，以使其它硬件智能卡无法占用对应存储空间。

10、根据权利要求 1 所述的方法，所述硬件智能卡部署集群管理组件，用于管理对应集群中的硬件智能卡；

所述方法还包括：通过所述集群管理组件，获取对应集群中远程硬件智能卡的健康状态，所述健康状态是指远程硬件智能卡的运行状态是否正常；

当通过所述集群管理组件，获取到对应集群中存在健康状态为异常的远程硬件智能卡，则剔除异常的远程硬件智能卡；

当通过所述集群管理组件，获取并记录对应集群中新增的远程硬件智能卡以及对应的健康状态；

通过所述集群管理组件，获取远程硬件智能卡对应的预置存储设备的使用状态，以使远程存储空间单元进行记录。

11、根据权利要求 1 所述的方法，所述方法还包括：

接收远程硬件智能卡的存储空间释放请求，根据存储空间释放请求，释放远程虚拟设备从所述预置存储设备中划分到的对应存储空间，以使通过远程硬件智能卡，销毁对应的模拟存储设备。

12、一种计算设备，包括：存储器、处理器；

所述存储器，用于存储计算机程序；

所述处理器，执行所述计算机程序，以用于：

为本地虚拟设备从预置存储设备中划分对应存储空间；

将划分的存储空间模拟生成对应本地虚拟设备的模拟存储设备，以供所述本地虚拟设备使用；

接收远程硬件智能卡的存储空间申请请求，根据存储空间申请请求，为远程虚拟设备从所述预置存储设备中划分对应存储空间，以使通过远程硬件智能卡，基于本地硬件智能卡划分出的存储空间，将划分的存储空间模拟生成对应远程虚拟设备的模拟存储设备，以供所述远程虚拟设备使用。

13、一种存储有计算机程序的计算机可读存储介质，计算机程序被一个或多个处理器执行时，致使所述一个或多个处理器实现权利要求 1-11 任一项所述方法中的步骤。

14、一种计算机程序产品，包括计算机程序或指令，其中，当计算机程序被处理器执行时，致使处理器实现权利要求 1-11 任一项所述方法中的步骤。