数据库性能优化文档

情况描述:

平台信息：ZStack 云平台 4.1.6，物理机系统 CentOS7.6，分布式存储计算存储部署。

物理机信息：Intel 6258R，单颗 CPU 二十八核心，2 颗 48 个核心，96 个线程，该节点只运行一个 96 核 512G 的数据库云主机。

存储信息：存储万兆网络，采用纯 SSD 作为存储介质。

网络信息：业务使用双千兆网络。建议使用双万兆网络

数据库业务：Windows 2016 云主机运行 SQL server。

一：业务卡顿的具体表现:

数据库业务高峰期 CPU 利用率在 100%运行，云主机互 ping 网络延迟会高，会存在丢包，丢包比例达 0.3%。导致业务卡顿，影响生产业务。

二：性能分析:

1.数据库业务高峰期的 CPU 利用率持续在 100%高位运行，物理机的 CPU 利用率也同时会提升到 98%。

2.而当时分布式存储 IO 写的延迟最高在 2ms，存储网络写带宽最高在 116MB/s。云主机业务网络的带宽峰值在 65MB/s。可见存储层面不是整体的瓶颈。网络带宽也不是业务的瓶颈。但 CPU 利用率高后，导致 CPU 处理网络相关中断出现异常，存在丢包和延迟问题。瓶颈本身整体还是在 CPU 和内存层面。

3.数据库业务存在全表查询，会大量占用资源。

三.云平台层面相关的优化配置：

1：Virtio 平台类型：

Windows 云主机系统支持使用 Virtio 来优化磁盘 IO 性能；
在云主机的详情页的云盘界面进行 virtioscsi 的开启和关闭，需要安装性能优化工具，重启虚机开启 vitio 的功能，然后更改磁盘的模式。

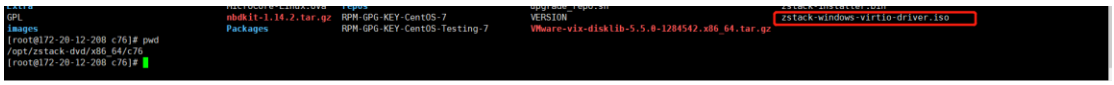
2：Virtio blk：

Windows 云主机云平台使用 Virtio blk 类型，不使用 Virtio scsi，Virtio blk 类型云盘在效率和性能较 Virtio scsi 略高；

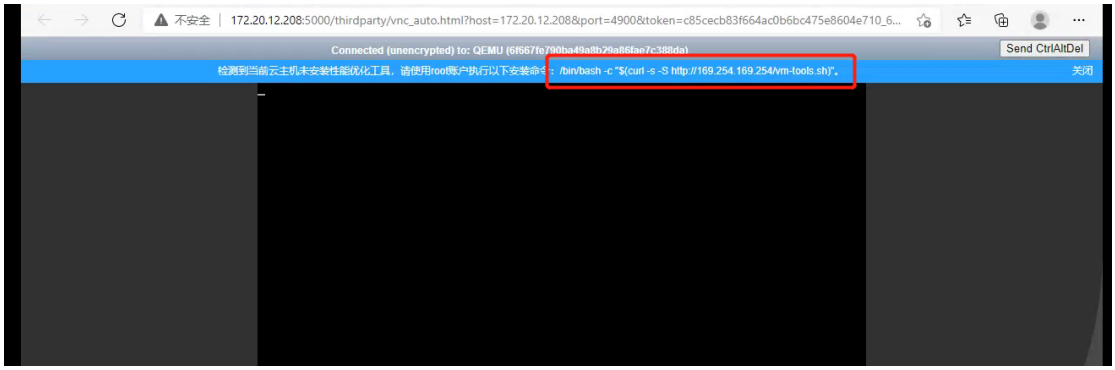
根据需要进行数据盘和系统盘的调整，系统盘将这个 virtioscsi 进行关闭，数据盘进行开启。

3：Virtio 驱动：

使用最新的 Windows Virtio 驱动，以提升 IO 性能，Windows virtio 底层对应的位置。



在 ui 界面上，打开 linux 的云主机的 vnc 界面会有提示安装性能优化工具，linux 需要输入命令行进行性能优化工具的安装

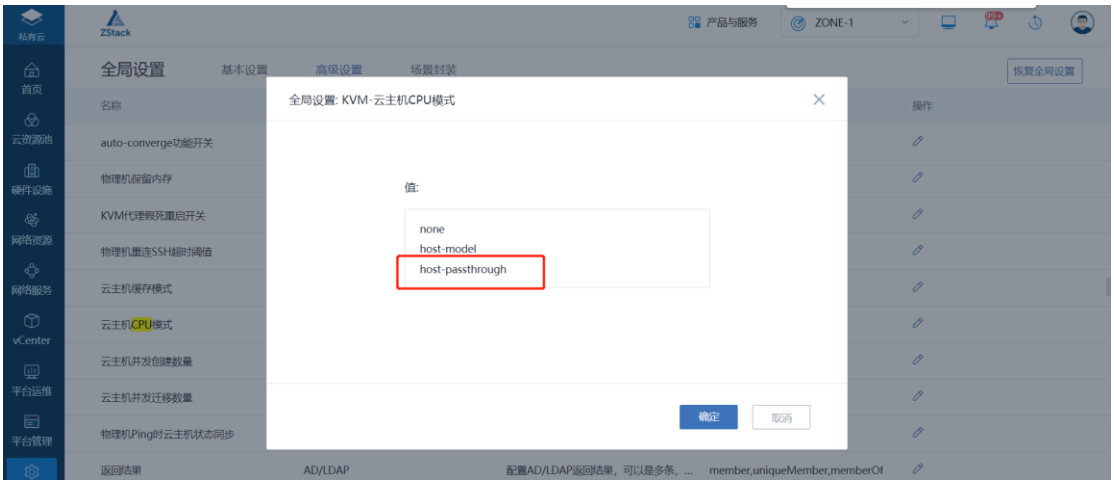


Windows 虚机点击安装性能优化工具，然后在虚机的此电脑里面进行驱动的安装，安装完以后重启物理机。

4：CPU 模式：

云主机开启 CPU 模式设置为 host-passthrough，以支持数据库业务对特殊指令集的要求；

全局设置里面根据需要选择 cpu 的模式，一共支持三种模式，host-passthrough host-model none 模式，对于性能优化采用 host-passthrough 模式，或者 host-model 模式

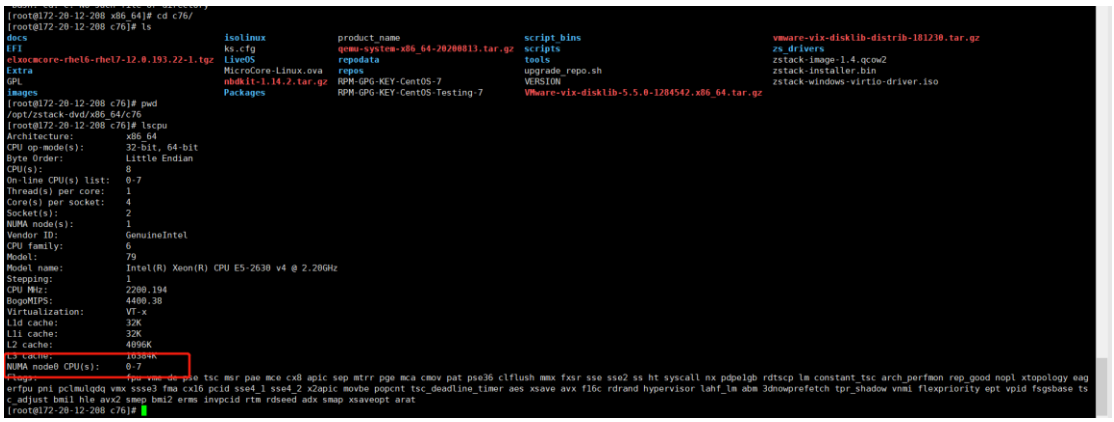


5:CPU 数量：

云主机的 CPU 数量并非越高越好，数量不合理会导致 CPU 异常使用率高。最佳实践：

关闭物理机超线程，单个云主机的 CPU 上限不超过单个 NUMA 节点 CPU 的数量；

Cpu 数量建议是根据单个 numa 节点的数量进行对虚机的优化和更改。

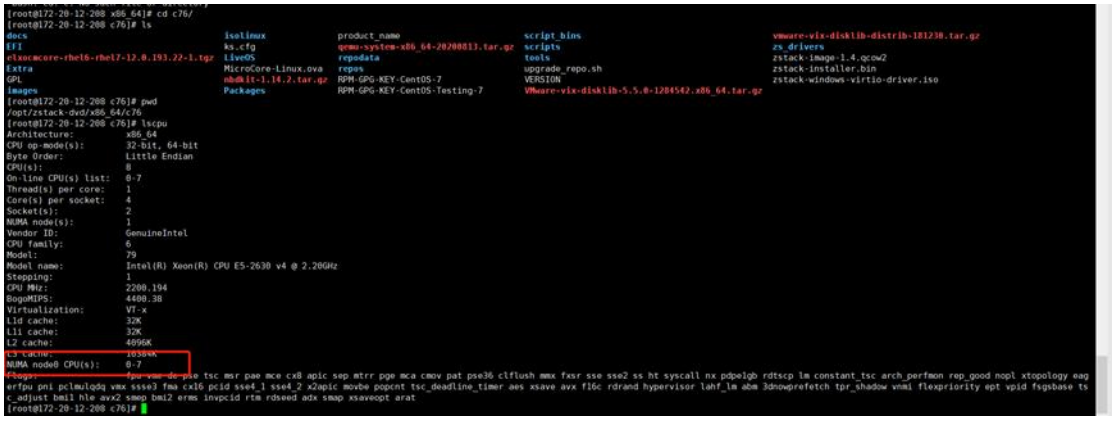


这个例子中通过 lscpu 的数量看到单个 numa 的 cpu 数量是 8，因此建议虚机的时候可以根据 numa 的数量进行合理的创建虚机。将虚机使用的 cpu 数量和底层的 numa 的 cpu 可以进行一对一绑定，不出现跨 numa 的现象。

6：CPU Pin 绑定：

云主机的 VCPU 绑定到物理的 CPU，减少中断在 CPU 之间的切换调度，注意：物理机的 CPU 0 一般处理中断、虚拟化等任务，不建议将其 Pin 到云主机上；

Cpu 的绑定，根据底层物理机 numa 结构进行绑定。比如我底层一个 numa 有 8 个 cpu，可以将其中 7 个 cpu 进行和虚机的 cpu 绑定，物理机 cpu 从 1 开始进行绑定，虚机 cpu 从 0 开始进行绑定，直到整个 numa 用完。



7：VNUMA 配置：

NUMA 架构下，多路 CPU 的跨 CPU 访问内存效率会降低，配置 VNUMA 结构后，使云主机在 CPU 访问内存时不跨物理 CPU；

1，获取 xml 文件

使用的虚机是一个 8C16G 的虚拟机，底层的物理机的 numa 结构是 4 个 numa 结构。在 sqlserver 所在的物理机上执行（需要在云主机启动状态下才能 dumpxml）

virsh dumpxml 9a1cb866f3e4401e8acc93e9922a333e >> 9a1cb866f3e4401e8acc93e9922a333e.xml

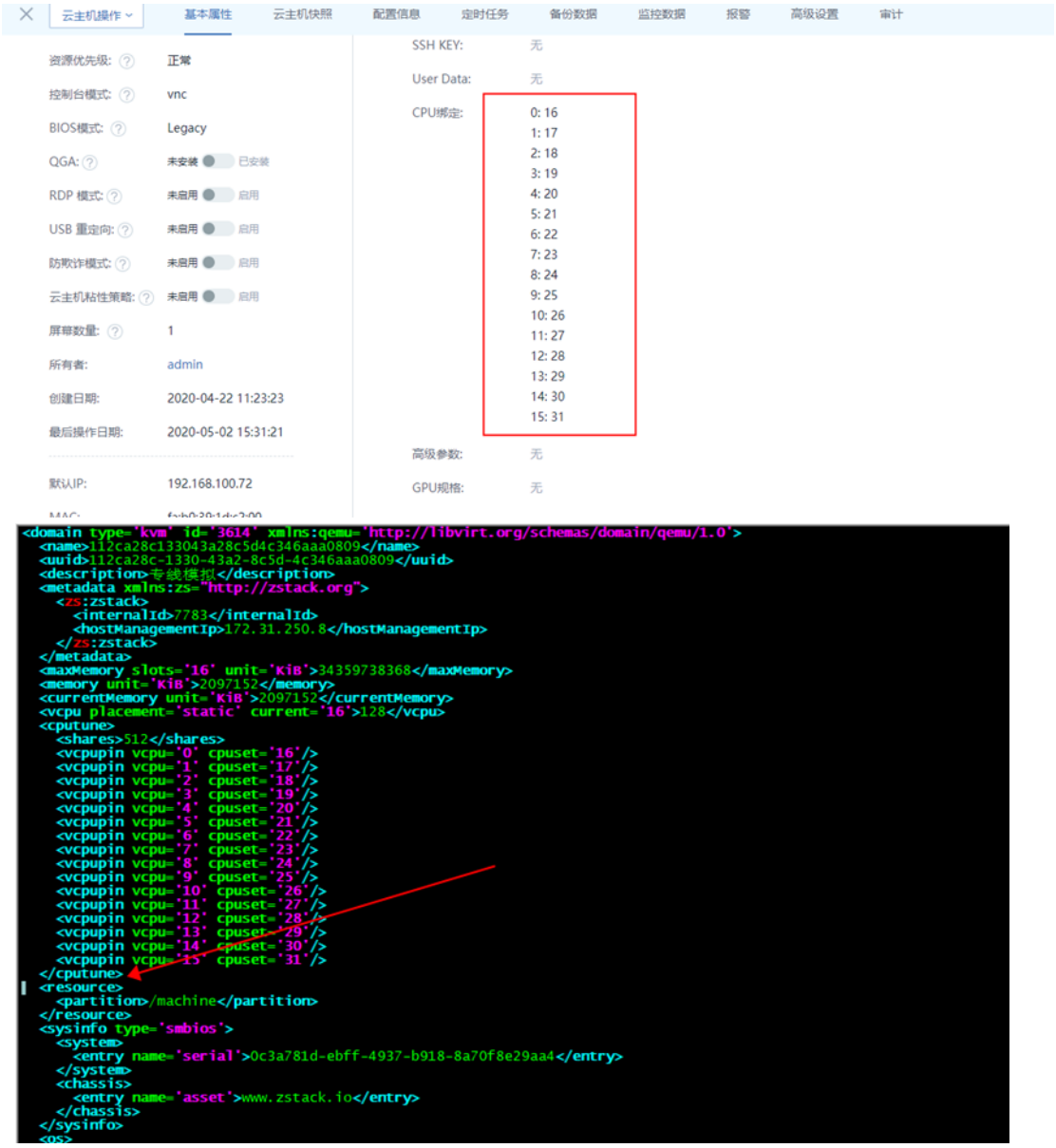
```
[root@duruimn-3 ~]# virsh list
 Id    Name                           State
----------------------------------------------------
 4     9a1cb866f3e4401e8acc93e9922a333e running

[root@duruimn-3 ~]#
[root@duruimn-3 ~]# virsh dumpxml 9a1cb866f3e4401e8acc93e9922a333e >> 9a1cb866f3e4401e8acc93e9922a333e.xml
[root@duruimn-3 ~]#
```

2，编辑 xml 文件

```
[root@duruimn-3 ~]# vim  9a1cb866f3e4401e8acc93e9922a333e.xml
```

打开的 xml 文件如图所示，

再云平台进行 cpu 的绑定，之后底层的 xml 文件会有 cpu 绑定的内容。

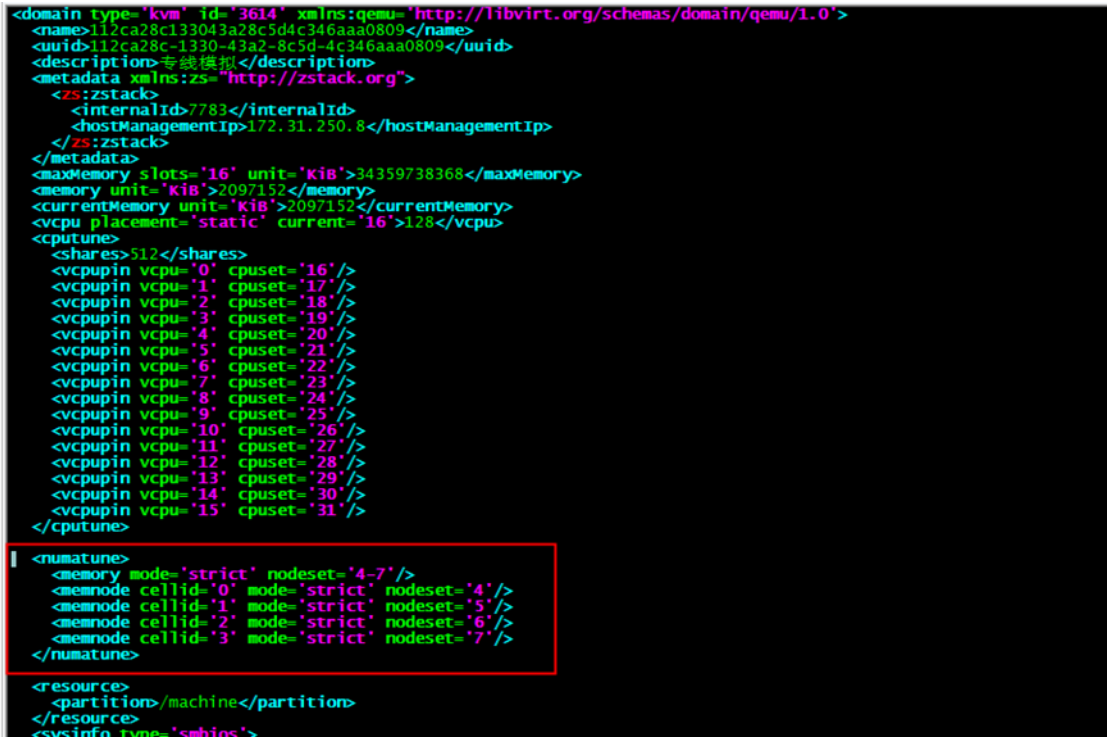


3.在箭头处编辑加入如下参数将 numa 结构透传给虚拟机

加入参数后,如下图所示

底层物理机是有 4 个 numa，因此 vnuma 建议和物理机底层 numa 结构保持一致。如果只有一个 numa 结构，不用设置 vnuma 结构

```
<numatune>
  <memory mode='strict' nodeset='4-7'/>
  <memnode cellid='0' mode='strict' nodeset='4'/>
  <memnode cellid='1' mode='strict' nodeset='5'/>
  <memnode cellid='2' mode='strict' nodeset='6'/>
  <memnode cellid='3' mode='strict' nodeset='7'/>
</numatune>
```

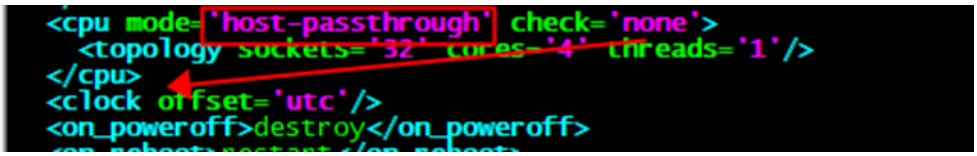


4,在红圈处将 mode=""""host-passthrough"改为 mode=""host-model",箭头处加入 numa 内存绑定

这个地方根据上面绑定的设置的 vnuma 的个数进行配置，16C，120G 的内存，每个 vnuma4 个 cpu，内存是 30G 的容量。

<numa>
<cell id='0' cpus='0-3' memory='30' unit='GiB' />
<cell id='1' cpus='4-7' memory='30' unit='GiB' />
<cell id='2' cpus='8-11' memory='30' unit='GiB' />
<cell id='3' cpus='12-15' memory='30' unit='GiB' />
</numa>

修改 cpu mode 并加入参数后,如下图所示



```
<cpu mode='host-model' check='none'>
  <topology sockets='2' cores='8' threads='1'/>
  <numa>
      <cell id='0' cpus='0-3' memory='30' unit='GiB' />
      <cell id='1' cpus='4-7' memory='30' unit='GiB' />
      <cell id='2' cpus='8-11' memory='30' unit='GiB' />
      <cell id='3' cpus='12-15' memory='30' unit='GiB' />
  </numa>
```

5：ssh 登陆到 sqlsever 云主机所在的物理机上，使用 virsh create 9a1cb866f3e4401e8acc93e9922a333e.xml 即可完成调优。

8：物理机设置 isolcpus：

将运行业务云主机的相关物理 CPU 预留，将其隔离出来，底层物理机操作系统不可使用，单独配置给业务云主机使用；

在需要优化的云主机所在物理机 shell 中操作，修改 grub 隔离 cpu，（需重启物理机生效）

```
[root@build ~]# cat /etc/default/grub
GRUB_TIMEOUT=5
GRUB_DISTRIBUTOR="$(sed 's, release .*$,,g' /etc/system-release)"
GRUB_DEFAULT=saved
GRUB_DISABLE_SUBMENU=true
GRUB_TERMINAL_OUTPUT="console"
GRUB_CMDLINE_LINUX="crashkernel=auto rd.lvm.lv=zstack/root rd.lvm.lv=zstack/swap rhgb quiet"
GRUB_DISABLE_RECOVERY="true"
```

vim /etc/default/grub，比如在 quiet 后面添加 isolcpus=16-31

修改后如图所示

```
GRUB_TIMEOUT=5
GRUB_DISTRIBUTOR="$(sed 's, release .*$,,g' /etc/system-release)"
GRUB_DEFAULT=saved
GRUB_DISABLE_SUBMENU=true
GRUB_TERMINAL_OUTPUT="console"
GRUB_CMDLINE_LINUX="crashkernel=auto rd.lvm.lv=zstack/root rhgb quiet isolcpus=16-31"
GRUB_DISABLE_RECOVERY="true"
```

然后执行：grub2-mkconfig -o /boot/grub2/grub.cfg

重启物理机，等待物理机启动完成，查看 cpu 隔离生效，cat /proc/cmdline

9：大页内存

使用 2M 的大页内存，替换默认的 4K 页面，减少云主机页面缓存和缺页中断的切换，提高运行性能。注意：大页内存需配合物理机的保留内存使用，为操作系统相关的基础业务保留必要的内存；

本地存储和 san 存储保留 16g 的内存给物理机使用。保证系统运行服务正常。

超融合环境，内存的分配根据 top 展示的内存的分配进行容量保留，一个 osd 要保留 5G 的内存，因此保留内存是 16G+5G*osd 的数量。

10：网卡多队列

支持 Virtio 类型的网卡流量分配给多个 CPU，并行处理中断，虚机网卡多队列，减轻虚机 cpu0 的压力，减少网络的延迟。可以再集群的的高级设置里面进行多队列数目的调整。调整 4C 8C 16C 即可。

11：关闭内存 KSM：关闭物理机内存同页合并技术，避免相同内存页面被共用

使用 systemctl stop ksm.service
Systemctl disable ksm.service
进行 ksm 的关闭

12：关闭 CPU 节能模式：

物理机在 BIOS 层面关闭 CPU 节能模式，以性能模式运行，这个再物理机的 bios 界面找到 advance 高级设置里面 cpu 的选项将 cpu c state 进行关闭。

13：升级物理机内核：

更高的内核在系统层面性能会提升，对云主机相关性能有一定提升，内核版本使用的是以下内核，有需要可以联系我们进行获取。新的内核版本优化了网络相关的一些内容。
https://kernel-uek-5.4.17-2011.4.6.el7uek.x86_64.rpm

四：针对此数据库场景做的优化：

针对以上可配置的优化，基于便捷及高效的原则，逐步优化，针对上述业务进行了以下变更：

1.Virtio 平台类型、Virtio blk 云盘、Virtio 驱动配置；

2.CPU 模式配置为 host-passthrough；

3.整体 CPU 数量配置为 84 个，CPU 配置了 VNUMA 模式，并配置了 CPU Pin 绑定；

4.物理机配置了大页内存，云主机使用大页内存；

4.云主机网卡开启多队列模式；

6.物理机在 BIOS 关闭了节能模式，更新了内核版本；

7.物理机 grub 设置了 isolcpus 的 CPU 隔离；

8.物理机关闭了 KSM，避免后续云主机的内存同页合并。

配置完毕，云主机的 CPU 在业务高峰期使用平均下降到 40%左右，云主机 ping 延迟已恢复正常，网络不再丢包。

上述的云平台在数据库层面的优化实践，可以在相关 CPU 压力较大的业务场景可借鉴参考优化。针对优化的效率，一般而言，

Virtio 对性能的优化最高，其次是 VNUMA 的正确调度，接着是大页内存，再次是关闭 KSM、物理机更新内核、CPU Pin 影响效果差不多，最后是 isolcpus 的 CPU 隔离及其他相关优化。