

# 讲师介绍--专业来自专注和实力



**Darren老师**

曾供职于国内知名半导体公司（珠海扬智/深圳联发科），曾在某互联网公司担任音视频通话项目经理。主要从事音视频驱动、多媒体中间件、流媒体服务器的开发，开发过即时通讯+音视频通话的大型项目，在音视频、C/C++/GO Linux服务器领域有丰富的实战经验。

# 重点内容

- 1 块存储，文件存储，对象存储
  - 2 什么是ceph
  - 3 Ceph的三种存储接口(块设备、文件系统、对象存储)
  - 4 ceph的架构
  - 5 Ceph底层存储过程
  - 6 Ceph IO流程及数据分布
  - 7 Ceph HDFS Swift
  - 8 更多参考
- docker ceph集群，见独立的文档《ceph集群docker搭建v1.1.pdf》

# ■ 1 块存储，文件存储，对象存储

1.1 简介

1.2 对象存储

1.3 总结

# 1.1 块存储. 文件存储. 对象存储-简介1



**文件存储：**分层次存储，文件存储在文件夹中；访问文件时系统需要知道文件所在的路径。操作对象是文件和文件夹。存储协议是NFS、SAMBA（SMB）、POSIX等。

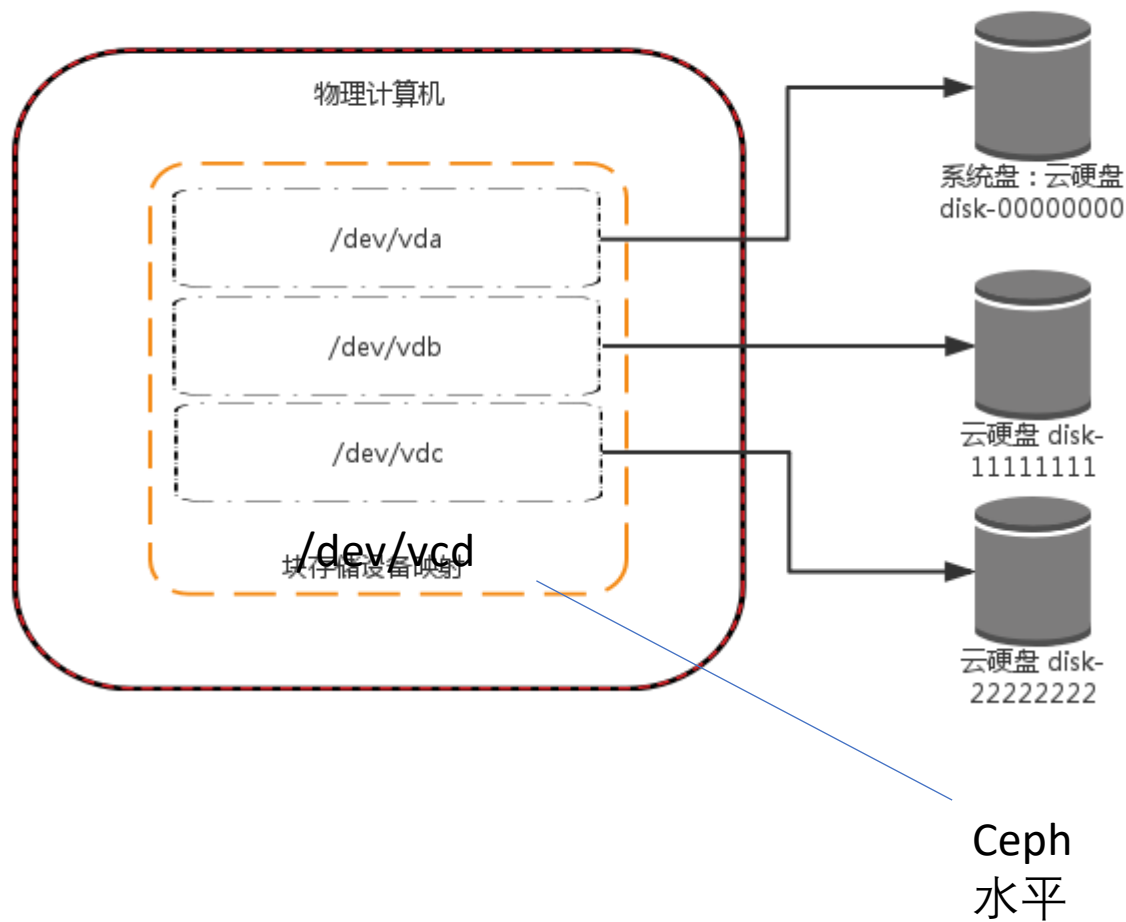
比如：企业部门之间运用网络存储器（NAS）进行文件共享。fastdfs

**块存储：**将数据拆分成块，并单独存储各个块，块是一段标准长度（块大小）的字节或比特。操作对象是磁盘。存储协议是SCSI、iSCSI、FC。以SCSI为例，主要接口命令有 Read/Write/等等。很少会有应用直接基于块存储，更多的是 mount 到虚拟机或物理机上，然后供应用软件需要的存储系统使用。

**对象存储：**扁平结构，数据会被分解为称为“对象”的离散单元，并保持在单个存储空间中；通过API接口供客户端使用。比如：AWS S3, 阿里云OSS

# 1.1 块存储，文件存储，对象存储-简介2

## 块存储设备映射



## 1.2 对象存储 (Object Storage) -1

对象存储，顾名思义，就是在云端，可以存放任意对象的存储服务。这里的“对象”指的是任意的二进制对象，保存到云上通常是以二进制文件的形式

AWS 著名的对象存储服务 S3 (Simple Storage Service) 发布于2006年。

对象存储，本质是一个**网络化的服务**，调用方通过高层的 API 和 SDK 来和它进行交互。不管是面向外部公开互联网服务，还是和内部应用程序对接，对象存储都是通过提供像 HTTP 这样的网络接口来实现的。http post/get put

对象存储内本身不存在一个真正的文件系统，而是接近一个键值 (Key-Value) 形式的存储服务。

对象存储的具有巨大容量的存储能力，并能不断水平扩展。对象存储能够轻松地容纳上 PB 的超大容量数据

更多对象存储相关的应用场景参考华为云：

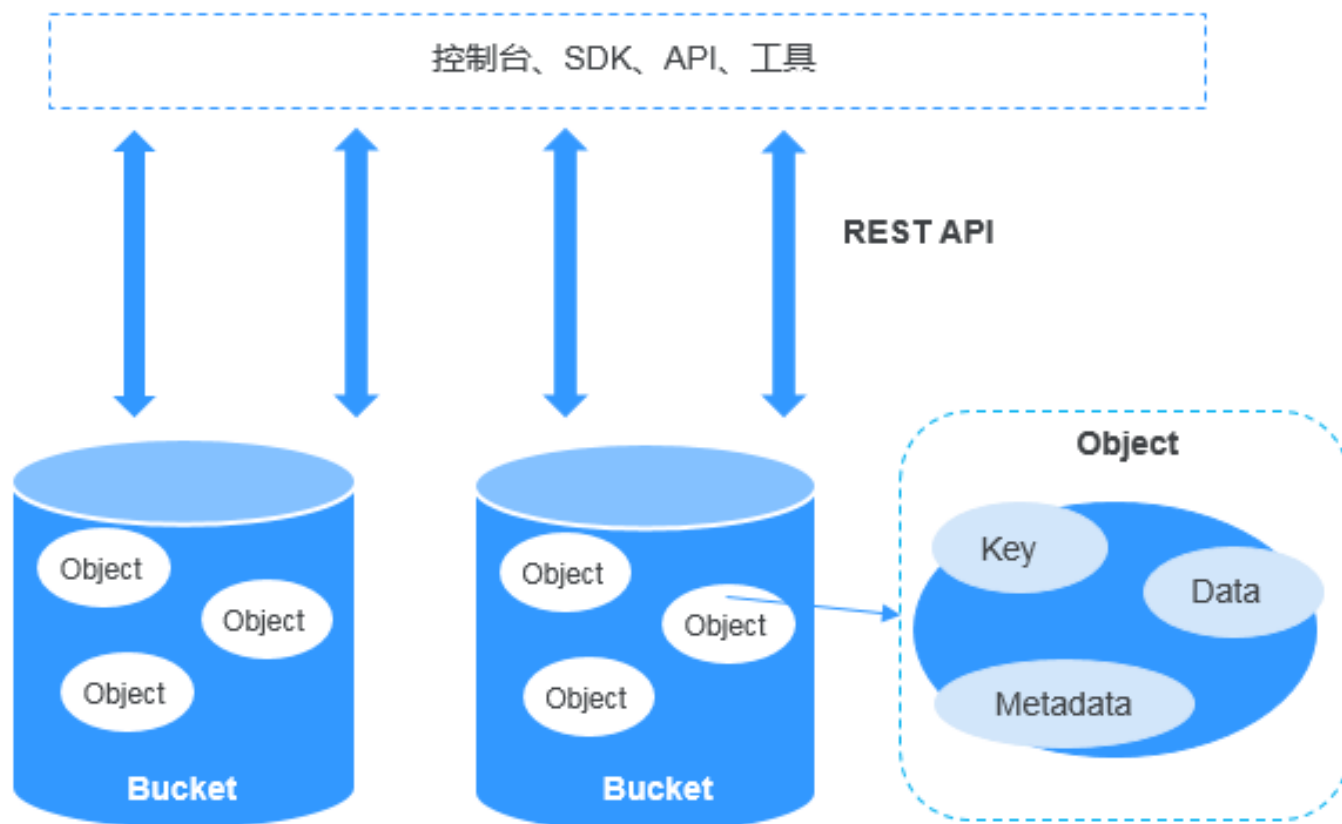
图解对象存储服务 对象存储服务 OBS 产品介绍 华为云 (huaweicloud.com)

应用场景 对象存储服务 OBS 产品介绍 华为云 (huaweicloud.com)

## 1.2 对象存储（Object Storage）-2

**对象存储中的数据组成** 对象存储呈现出来的是一个“桶”（bucket），你可以往“桶”里面放“对象（Object）”。这个对象包括三个部分：Key、Data、Metadata

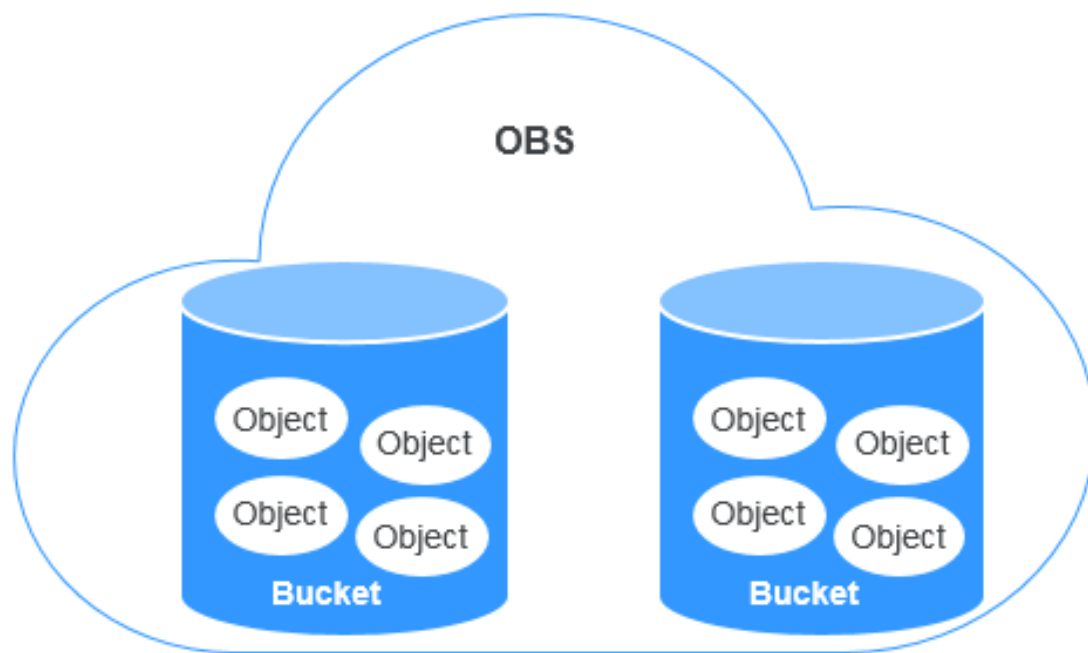
[http://192.168.1.27:7480/bucket\\_test/static/default/bucket\\_test/V1/go.sum?AWSAccessKeyId=YZLDI5I2CEM4PEENTX9V&Expires=1678367788&Signature=rZ04%2FWXoDXP0316IL7d0bDaiVA0%3D](http://192.168.1.27:7480/bucket_test/static/default/bucket_test/V1/go.sum?AWSAccessKeyId=YZLDI5I2CEM4PEENTX9V&Expires=1678367788&Signature=rZ04%2FWXoDXP0316IL7d0bDaiVA0%3D)



## 1.2 对象存储（Object Storage）-3

桶（Bucket）是OBS中存储对象的容器。对象存储提供了基于桶和对象的扁平化存储方式，桶中的所有对象都处于**同一逻辑层级**，去除了文件系统中的**多层级树形目录结构**。

每个桶都有自己的**存储类别、访问权限、所属区域**等属性，用户可以在不同区域创建不同存储类别和访问权限的桶，并配置更多高级属性来满足不同场景的存储诉求。





## 1.2 对象存储-key/Data/Metadata

### Key

可以理解文件名，是该对象的全局唯一标识符（UID）。

Key是用于检索对象，服务器和用户不需要知道数据的物理地址，也能通过它找到对象。这种方法极大地简化了数据存储。地址范例：

```
https://xiaozaojun.cos.ap-chengdu.myqcloud.com/Satomi_Ishihara.mp4
```

用户ID

云服务提供商

对象名

看上去就是一个URL网址。如果该对象被设置为“公开”，所有互联网用户都可以通过这个地址访问它。

### Data

也就是用户数据本体。

### Metadata

Metadata叫做**元数据**，它是对象存储一个非常独特的概念。

元数据有点类似数据的标签，标签的条目类型和数量是没有限制的，可以是对象的各种描述信息。

## 1.2 对象存储-key/Data/Metadata举例

-p 22785

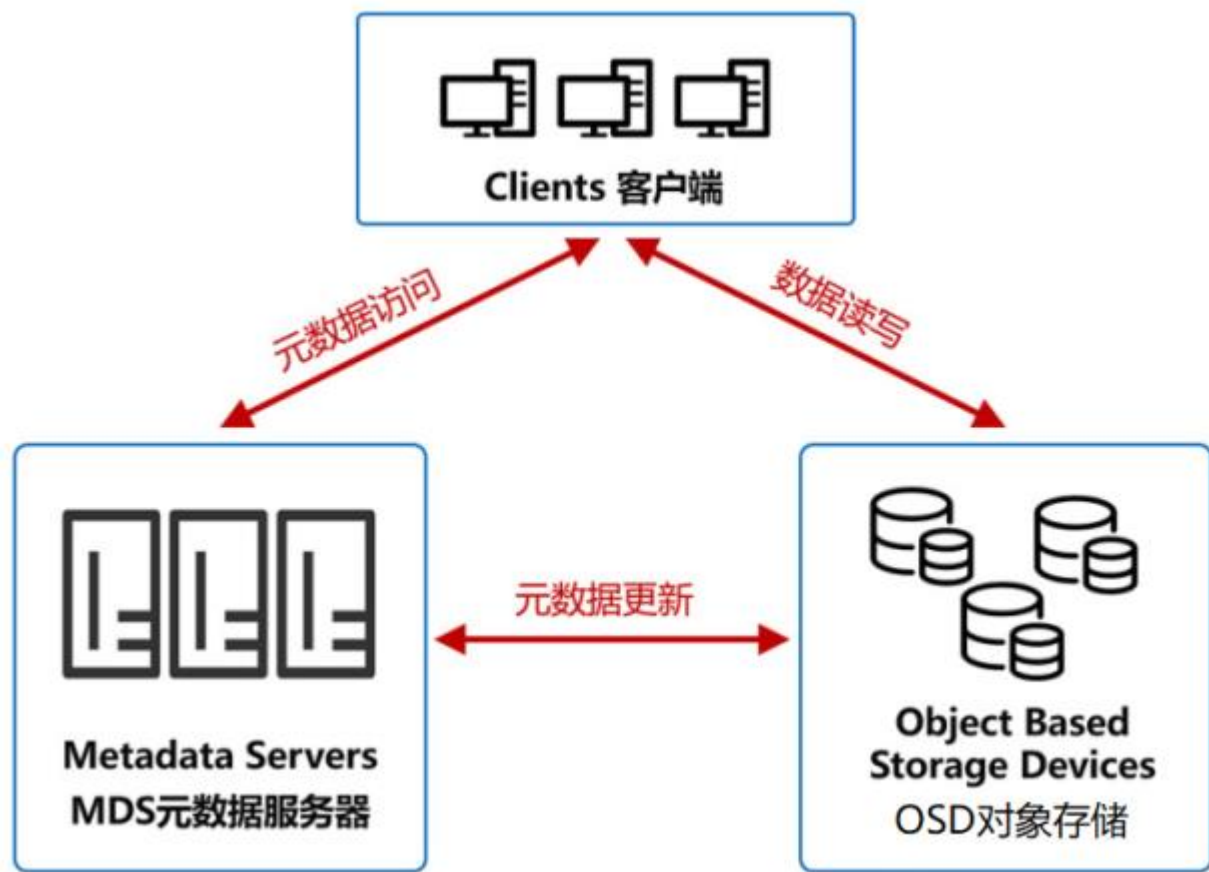


中文名	石原里美
外文名	石原さとみ、いしはらさとみ
别名	十元、石原聪美、石神国子
国籍	日本
民族	大和族
星座	摩羯座
血型	A型
身高	157cm
出生地	日本东京都

举个例子，如果对象是一张人物照片，那么元数据可以是姓名、性别、国籍、年龄、拍摄地点、拍摄时间等。

## 1.2 对象存储的架构

对象存储的架构是怎样的呢？如下图所示，分为3个主要部分：



### OSD 对象存储设备

- 这是对象存储的核心，具有自己的CPU、内存、网络和磁盘系统。它的主要功能当然是存储数据。同时，它还会利用自己的算力，优化数据分布，并且支持数据预读取，提升磁盘性能。

### MDS元数据服务器

- 它控制Client和OSD的交互，还会管理着限额控制、目录和文件的创建与删除，以及访问控制权限。

### Client客户端

- 提供文件系统接口，方便外部访问。

## 1.2 对象存储的优点

对象存储的优点很多，简单归纳如下：

### 容量无限大：

- 对象存储的容量可以是EB级以上。EB有多大？大家的硬盘普遍是TB级别。1EB约等于1TB的一百万倍
- 集群可以水平扩容

### 数据安全可靠

- 对象存储采用了分布式架构，对数据进行多设备冗余存储（至少三个以上节点），实现异地容灾和资源隔离
- 根据云服务商的承诺，**数据可靠性至少可以达到99.999999999%（11个9）（强一致性）**

### 对象存储的应用场景 **SSD固态硬盘 机械硬盘**

目前国内有大量的云服务提供商，他们把对象存储当作云存储在卖。通常会把存储业务分为3个等级，即标准型、低频型、归档型。对应的应用场景如下：

- **费用高-标准类型**：移动应用 | 大型网站 | 图片分享 | 热点音视频 **湖北汽车降价**
- **低频访问类型**：移动设备 | 应用与企业数据备份 | 监控数据 | 网盘应用
- **费用低-归档类型**：各种长期保存的档案数据 | 医疗影像 | 影视素材 **机械硬盘**

[对象存储 OSS \(aliyun.com\)](https://oss.aliyun.com)

# 1.3 总结

	块存储（大公司、腾讯、华为）	文件存储	对象存储
概念	用高速协议连接专业主机服务器的一种存储方式	使用文件系统，具有目录树结构	将数据和元数据当作一个对象
速度	低延迟(10ms)，热点突出	不同技术各有不同	100ms~1s，冷数据
可分布 性	异地不现实	可分布式，但有瓶颈	分布并发能力高
文件大小	大小都可以，热点突出	适合大文件	适合各种大小
接口	driver， kernel module	POSIX	Restful API
典型技术	SAN	GFS,FTP,NAS	Swift, Amazon S3
适合场景	银行	数据中心	网络媒体文件存储

对象存储与SAN存储和NAS存储相比较有什么优势？\_对象存储服务 OBS\_常见问题\_产品咨询\_华为云 (huaweicloud.com)

## 2 什么是ceph

ceph是一种分布式存储系统，项目诞生于2004年，在2006年基于开源协议开源了Ceph的源代码，在经过了数年的发展之后，已经成为了开源社区受关注较高的项目之一。

Ceph可以将多台服务器组成一个超大集群，把这些机器中的磁盘资源整合到一块儿，形成一个大的资源池（支持PB级别），然后按需分配给客户端应用使用。

ceph官网：<https://ceph.com/> ceph官方文档（英文）：<https://docs.ceph.com/>

ceph官方文档（中文）：<http://docs.ceph.org.cn/>



## 2 Ceph特点

- 1.支持三种 **对象存储，块存储，文件存储** 接口，称之为统一存储
- 2.采用**CRUSH**算法，数据分布均衡，并行度高，不需要维护固定的元数据结构
- 3.数据具有**强一致性**，确保所有副本写入完成后才返回确认，**适合读多写少的场景**
- 4.去中心化，没有固定的中心节点，集群扩展灵活

CRUSH需要集群的映射，并使用CRUSH映射在OSDs中伪随机存储和检索数据，数据在集群中均匀分布。

Crush(Controlled Replication Under Scalable Hashing)可扩展哈希下的受控复制

## 3 Ceph的三种存储接口

Ceph可以一套存储系统同时提供块设备存储、文件系统存储和对象存储三种存储功能。没有存储基础的用户则比较难理解Ceph的块存储、文件系统存储和对象存储接口。



## 3.1 Ceph的块设备存储接口-1

**首先，什么是块设备？** 块设备是i/o设备中的一类，比如磁盘。Linux系统下

```
root@nb:~$ ls /dev/  
/dev/sda/ dev/sda1 /dev/sda2 /dev/sdb /dev/sdb1 /dev/hda  
/dev/rbd1 /dev/rbd2 ...
```

当给计算机连接块设备（硬盘）后，系统检测的有新的块设备，该类型块设备的驱动程序就在/dev/下创建个对应的**块设备**设备文件，用户就可以通过设备文件使用该块设备了。

**它们怎么有的叫 sda？有的叫 sdb？有的叫 hda？硬盘接口的区别，比如sd开头的块设备文件对应的是SATA接口的硬盘。**

**rbd1 和 rbd2 呢？rbd(rados block devices)**

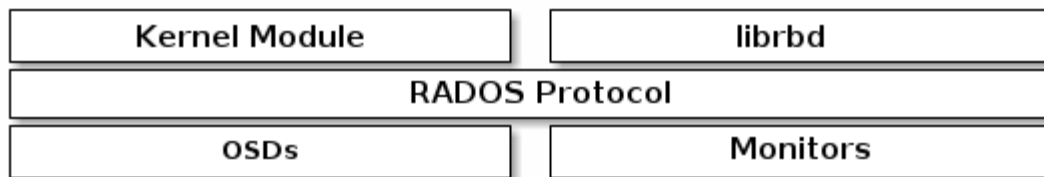
RADOS Reliable Autonomic Distributed Object Store，可靠的自主分布式对象存储

## 3.1 Ceph的块设备存储接口-2

rbd\*就是由Ceph集群提供出来的块设备。可以这样理解，sda和hda都是通过数据线连接到了真实的硬盘，而rbd是通过网络连接到了Ceph集群中的一块存储区域，往rbd设备文件写入数据，最终会被存储到Ceph集群的这块区域中。

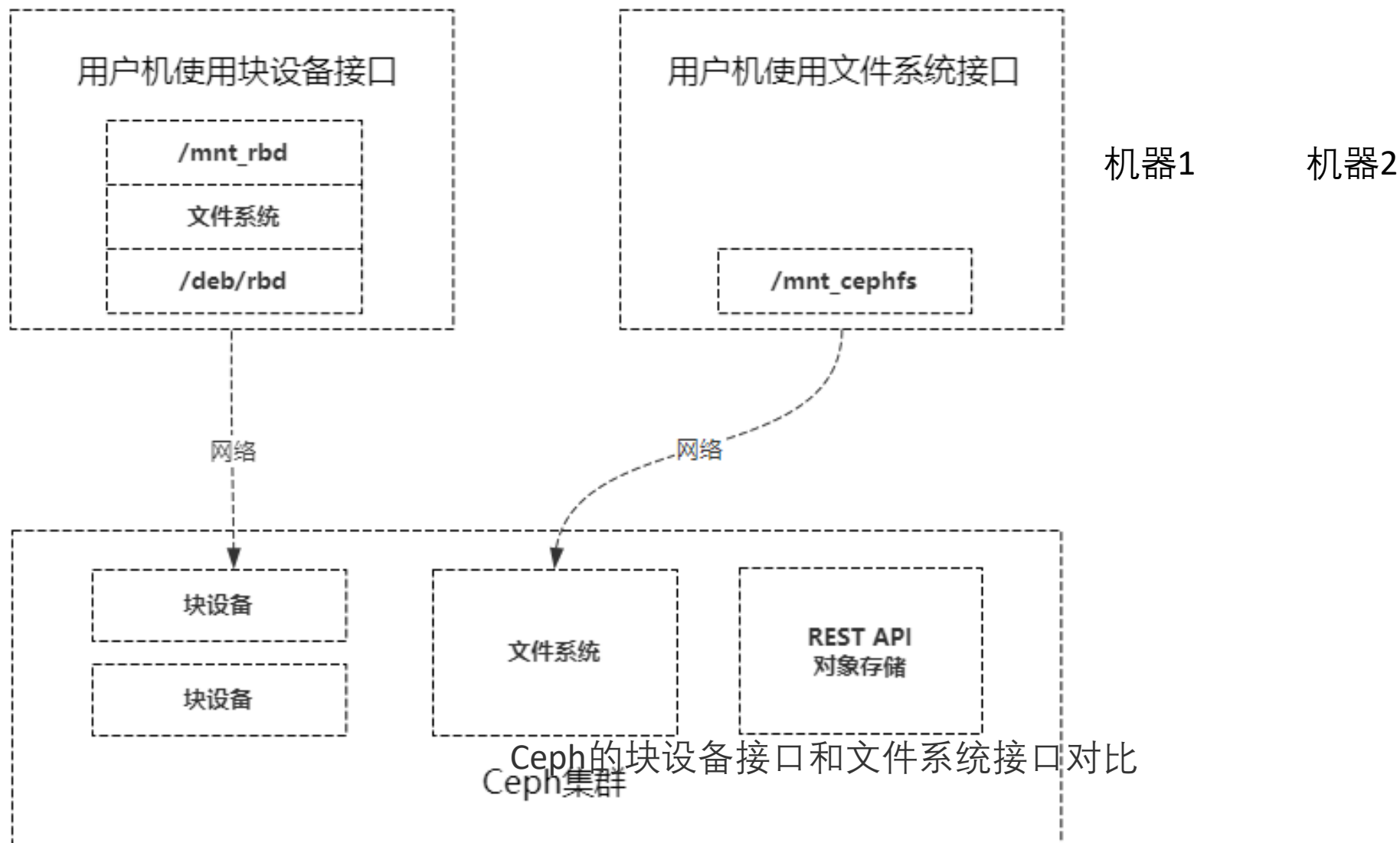
**块设备可理解成一块硬盘**，用户可以直接使用不含文件系统的块设备，也可以将其格式化成特定的文件系统，由文件系统来组织管理存储空间，从而为用户提供丰富而友好的数据操作支持。

Ceph 块设备是精简配置的、可调整大小的，并将数据分条存储在多个 OSD 上。Ceph 块设备利用 RADOS功能，包括[快照](#)、复制和强一致性。Ceph 块存储客户端通过内核模块或librbd库与 Ceph 集群通信。

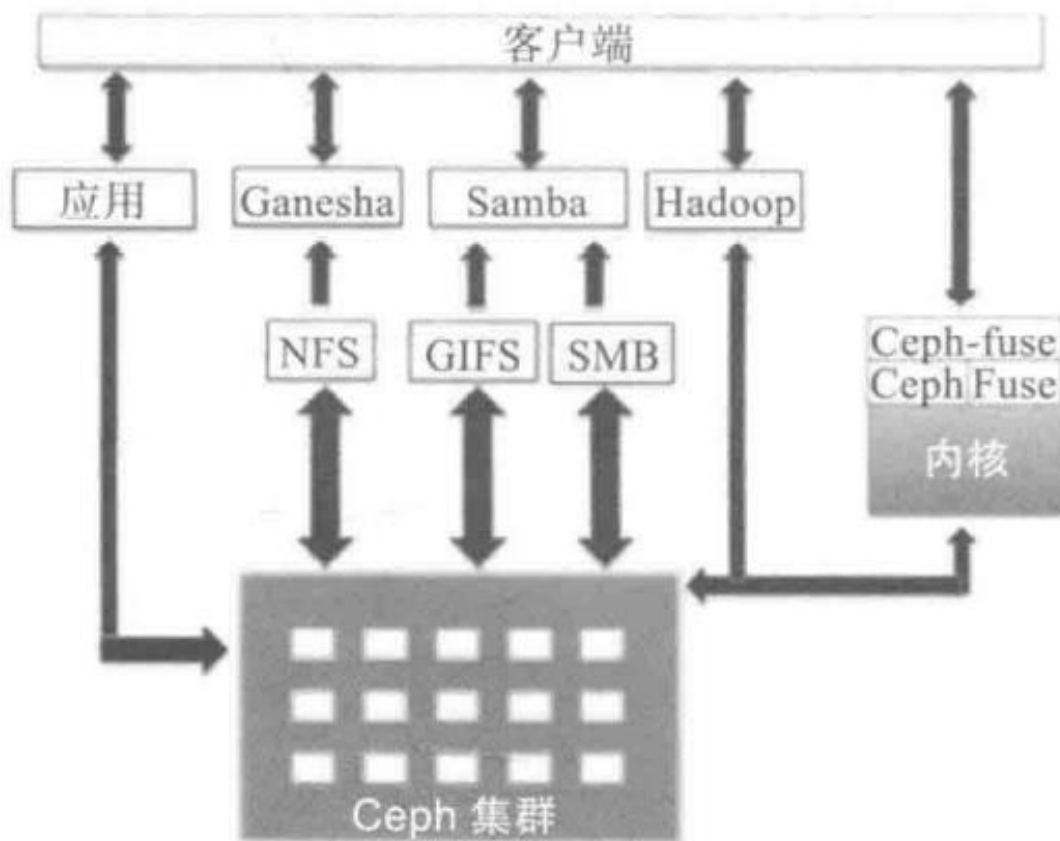


## 3.2 Ceph的文件系统存储接口

Ceph集群实现了自己的文件系统来组织管理集群的存储空间，用户可以直接将Ceph集群的文件系统挂载到用户机上使用。



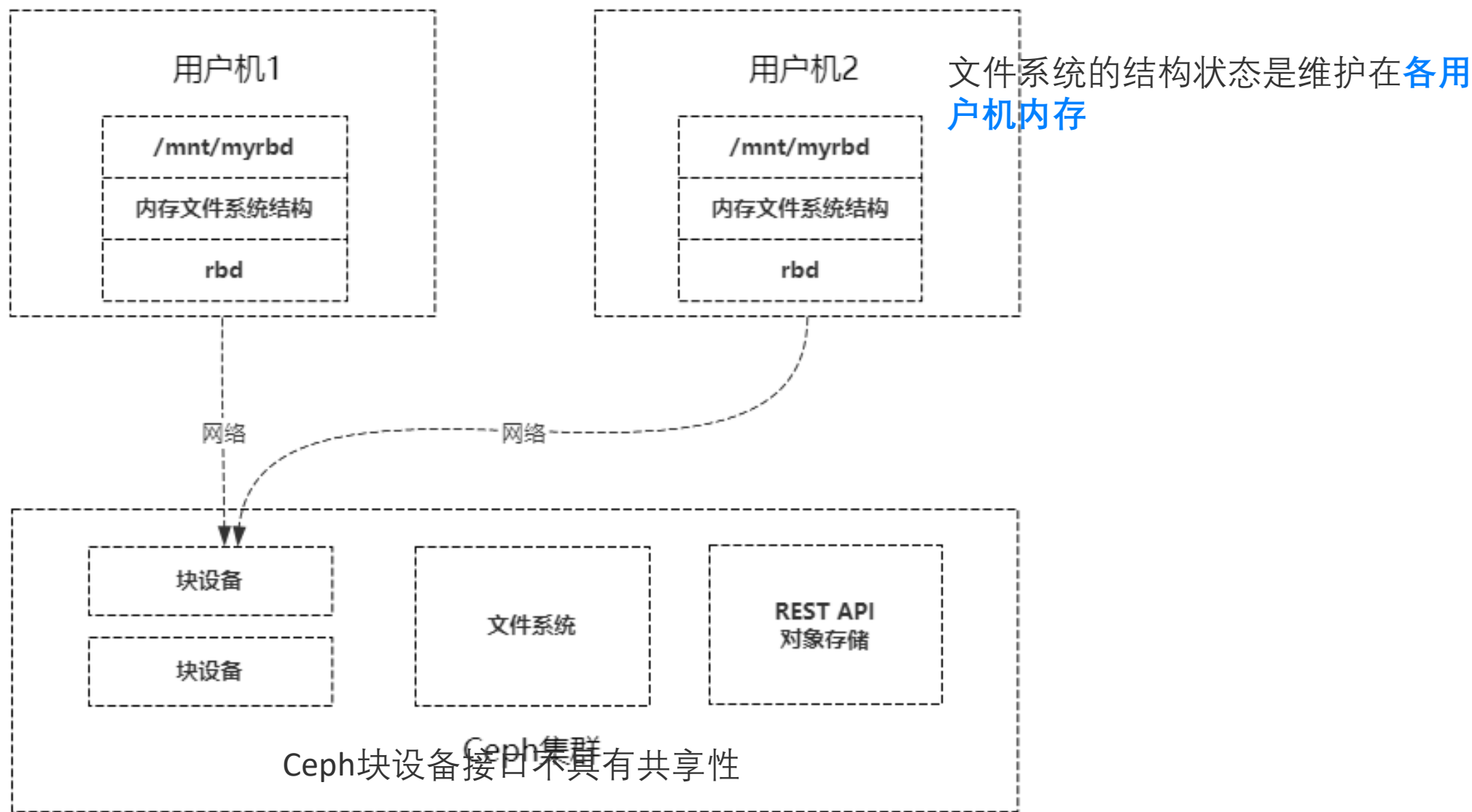
## 3.2 Ceph的文件系统存储接口



**Ceph有了块设备接口，在块设备上完全可以构建一个文件系统，那么Ceph为什么还需要文件系统接口呢？**

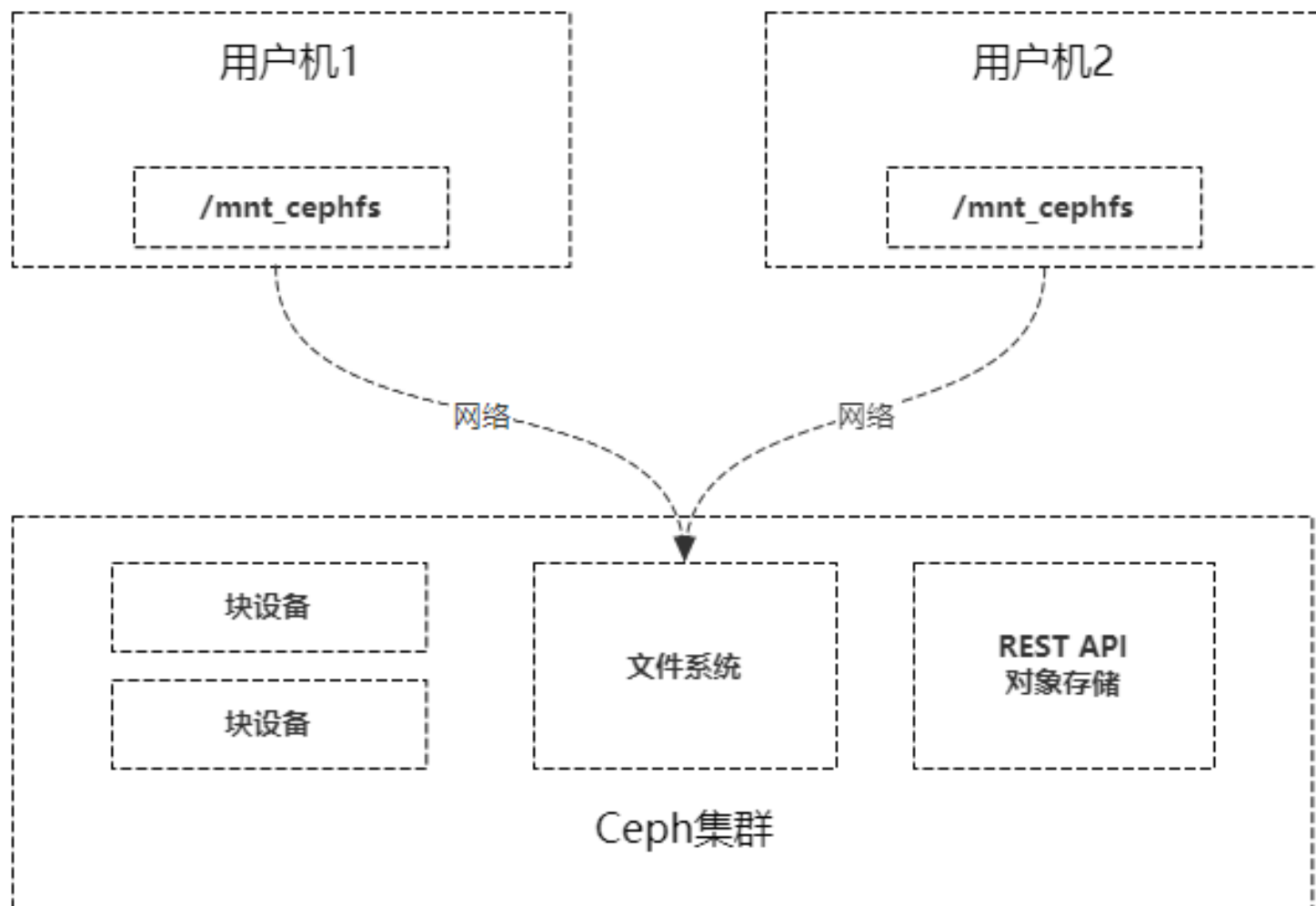
主要是因为应用场景的不同，Ceph的块设备具有优异的读写性能，但不能多处挂载同时读写，目前主要用在OpenStack上作为虚拟磁盘，而Ceph的文件系统接口读写性能较块设备接口差，但具有优异的共享性。

### 3. 2为什么Ceph的块设备接口不具有共享性，而Ceph的文件系统接口具有呢



### 3.2 为什么Ceph的块设备接口不具有共享性，而Ceph的文件系统接口具有呢

文件系统的结构状态是维护在Ceph集群中的



## 3.2 Ceph的文件系统接口使用方式?

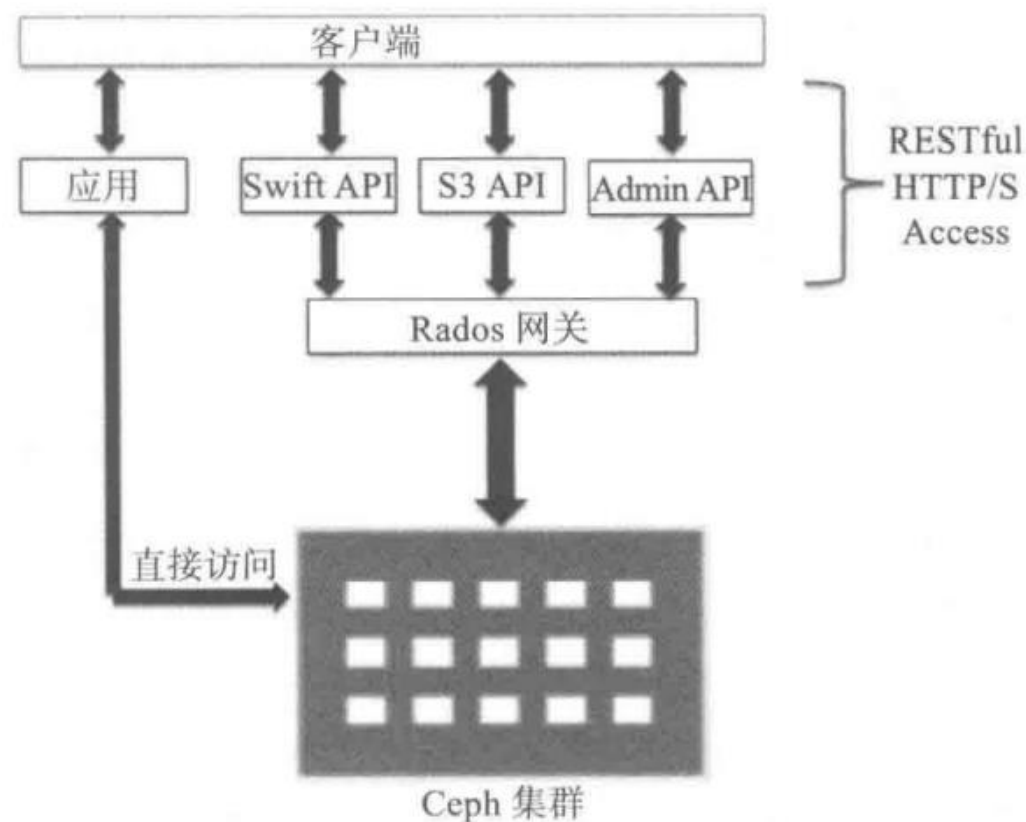
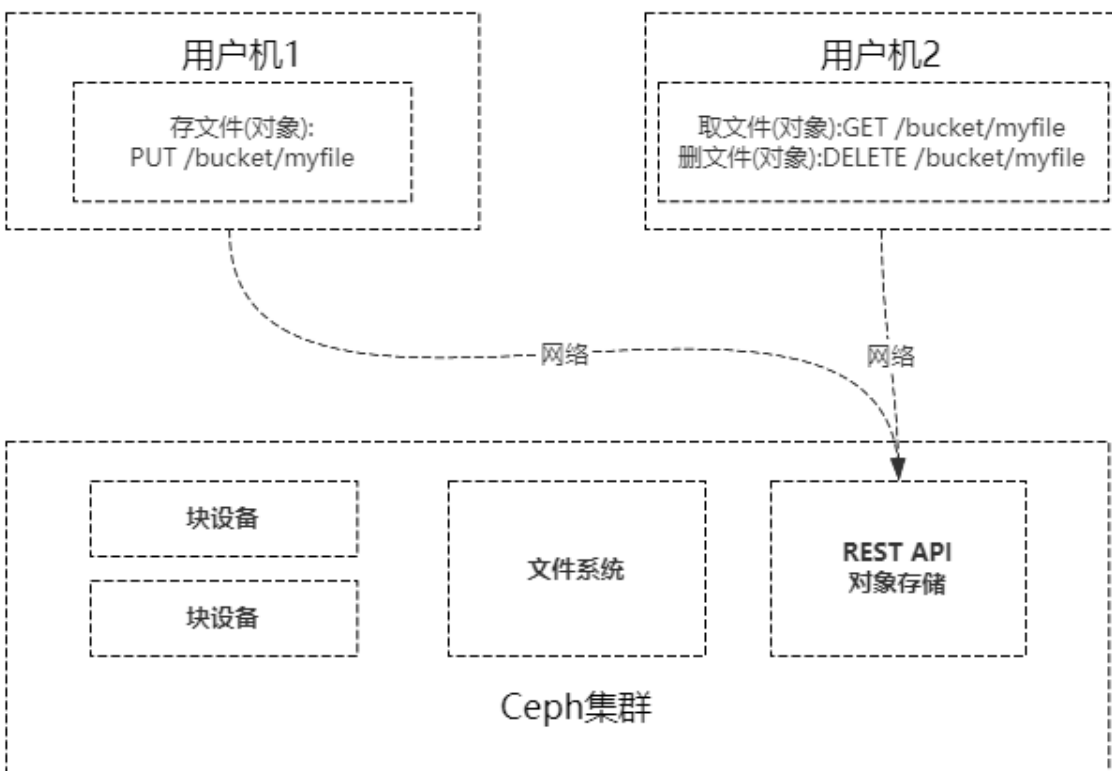
将Ceph的文件系统挂载到用户机目录

```
/* 保证/etc/ceph目录下有Ceph集群的配置文件ceph.conf和ceph.client.admin.keyring */
```

```
mkdir -p /mnt/ceph_fuse
```

```
ceph-fuse /mnt/ceph_fuse
```

### 3.3 Ceph的对象存储接口



对象存储接口的使用方式

```
SignedURL: http://192.168.1.27:7480/bucket_test/static/default/bucket_test/V1/go.sum?AWSAccessKeyId=YZ  
LDI5I2CEM4PEENTX9V&Expires=1678367788&Signature=rZ04%2FWXoDXP0316IL7d0bDaiVA0%3D  
bucket List: static/default/bucket_test/V1
```



## 3. 3为什么需要对象存储

有了块设备接口存储和文件系统接口存储，为什么还整个对象存储呢？

Ceph的块设备存储具有优异的存储性能但不具有共享性，而Ceph的文件系统具有共享性然而性能较块设备存储差，对象存储能权衡存储性能和**共享性**。

文件存储、对象存储的管理也是在ceph集群。 块设备的 客户机管理。

**对象存储为什么性能会比文件系统好？** 原因是多方面的，主要原因是：

- 对象存储组织数据的方式相对简单，只有**bucket**和**对象**两个层次（对象存储在bucket中），对对象的操作也相对简单。
- 而文件系统存储具有复杂的数据组织方式，目录和文件层次可具有无限深度，对目录和文件的操作也复杂的多，因此文件系统存储在维护文件系统的结构数据时会更加繁杂，从而导致文件系统的存储性能偏低。

## 3.3 Ceph的对象存储接口怎么用

Ceph的对象接口符合**亚马逊S3**接口标准和OpenStack的Swift接口标准，可以自行学习这两种接口。

总结：文件系统存储具有复杂的数据组织结构，能够提供给用户更加丰富的数据操作接口，而对象存储精简了数据组织结构，提供给用户有限的数据操作接口，以换取更好的存储性能。对象接口提供了REST API，非常适用于作为web应用的存储。

## 3.4 总结

- ❑ 块设备速度快，对存储的数据没有进行组织管理，但在大多数场景下，用户数据读写不方便（以块设备**位置offset + 数据的length**来记录数据位置，读写数据）。
- ❑ 而在块设备上构建了文件系统后，文件系统帮助块设备组织管理数据，数据存储对用户更加友好（以**文件名**来读写数据）。Ceph文件系统接口解决了“Ceph块设备+本地文件系统”不支持多客户端共享读写的问题，但由于文件系统结构的复杂性导致了存储性能较Ceph块设备差。
- ❑ 对象存储接口是一种折中，保证一定的存储性能，同时支持多客户端共享读写。

## 4 ceph的架构

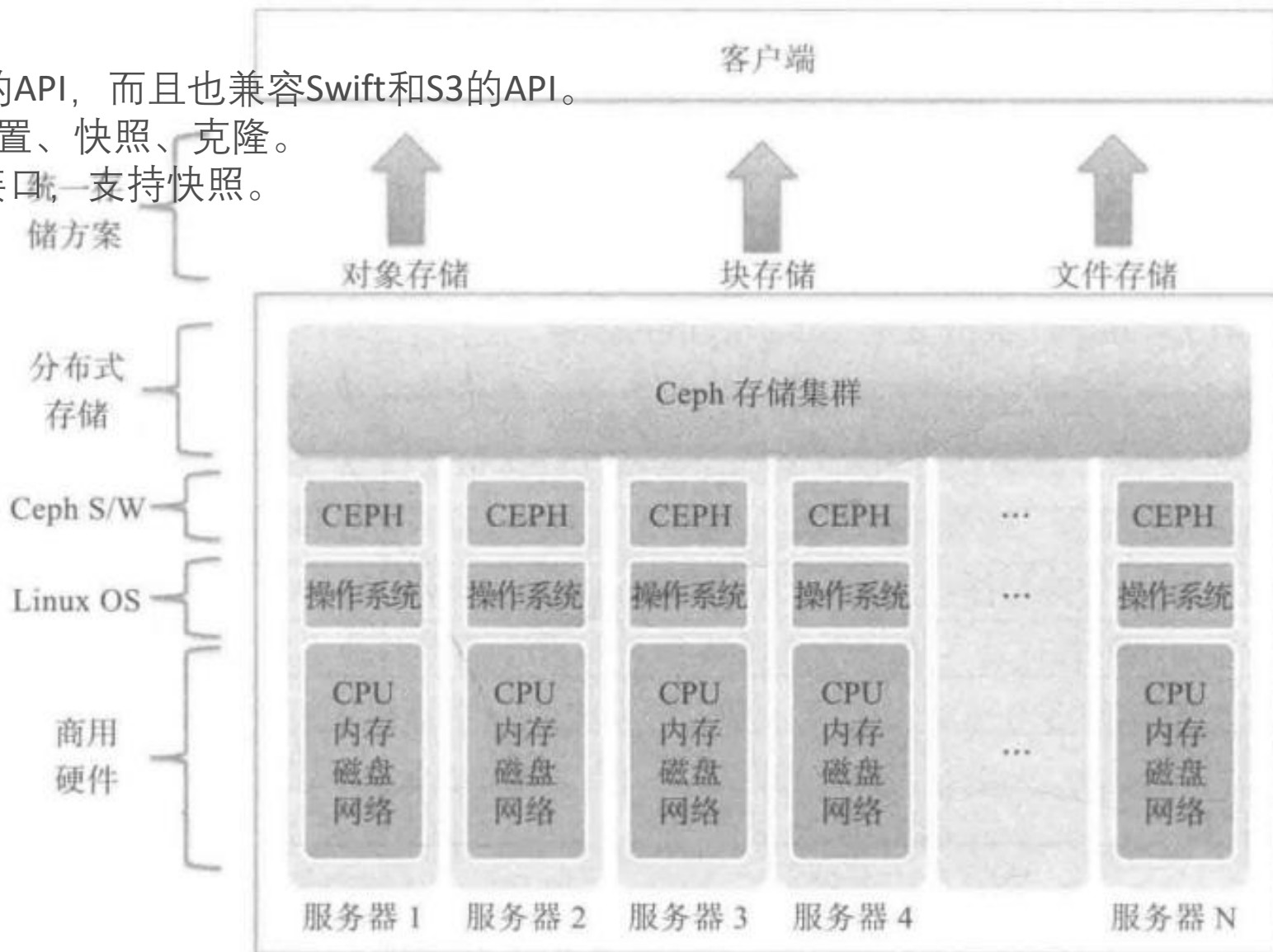
**4.1 ceph核心架构组件**

**4.2 Ceph核心组件讲解**

## 4.1 ceph核心架构组件

支持三种接口：

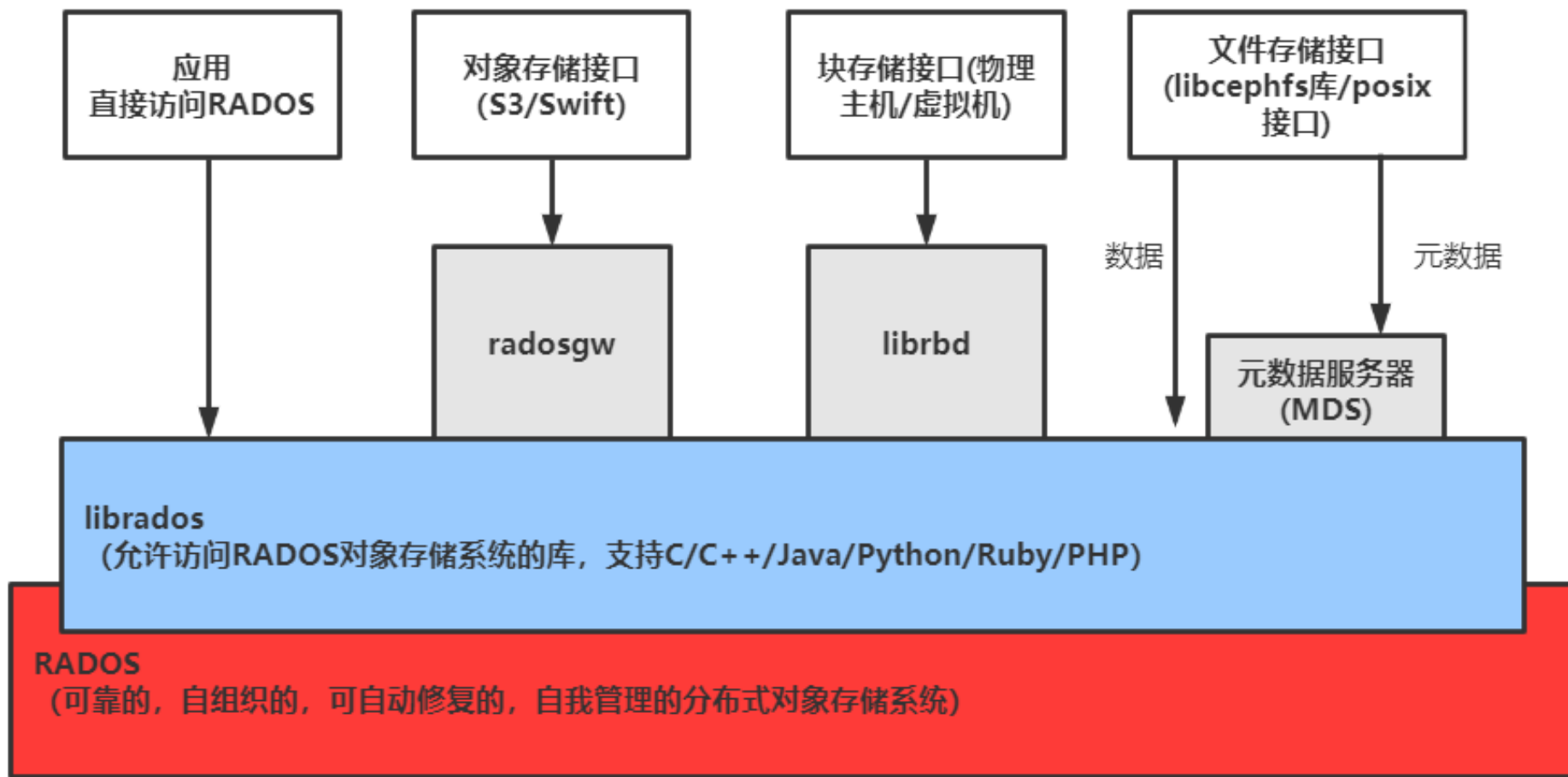
- Object对象：有原生的API，而且也兼容Swift和S3的API。
- Block块：支持精简配置、快照、克隆。
- File文件系统：Posix接口，支持快照。



## 4.1 ceph核心架构组件

由上图所示，自下往上，逻辑上可以分为以下层次：

- 基础存储系统RADOS(Reliable Autonomic Object Store, 可靠、自动、分布式对象存储)
- 基础库LIBRADOS
- 上层接口RADOSGW、RBD和CEPHFS



## 4.1.1 基础存储系统RADOS

**基础存储系统RADOS(Reliable Autonomic Object Store，可靠、自动、分布式对象存储)**  
RADOS是ceph存储集群的基础，这一层本身就是一个完整的对象存储系统。Ceph的高可靠、高可扩展、高性能、高自动化等等特性本质上也都是由这一层所提供的，在ceph中，所有数据都以对象的形式存储，并且无论什么数据类型，

**RADOS对象存储都将负责保存这些对象**，确保了数据一致性和可靠性。RADOS系统主要由两部分组成，分别是**OSD(对象存储设备)**和**Monitor（监控OSD）**。

Osd集群 依赖**Monitor**

## 4.1.2 基础库LIBRADOS

LIBRADOS基于RADOS之上，它允许应用程序通过访问该库来与RADOS系统进行交互，支持多种编程语言，比如C、C++、Python等。



## 4.1.3 上层接口RADOSGW、RBD和CEPHFS

基于LIBRADOS层开发的三个接口，其作用是在librados库的基础上提供抽象层次更高、更便于应用或客户端使用的上层接口。

- RADOS GW（简称**RGW**）提供**对象存储服务**，是一套基于RESTFUL协议的网关，支持对象存储，**兼容S3和Swift**
- RBD提供分布式的**块存储设备接口**，主要面向虚拟机提供虚拟磁盘，可以被映射、格式化，像磁盘一样挂载到服务器使用。
- CephFS是一个POSIX兼容的**分布式文件系统**，依赖MDS来跟踪文件层次结构，基于librados封装原生接口，它跟传统的文件系统如 Ext4 是一个类型的，但区别在于分布式存储提供了并行化的能力，像NFS等也是属于文件系统存储。

## 4.1.3 RGW接口

**PS:** 两个对象的区分，需要说明下，这里提到两个对象的概念。一个是**RGW**中的对象存储；一个是**Ceph** 的后端存储的对象，这两个需要区分：

- 第一个对象面向用户，是用户接口能访问到的对象；
- 第二个对象是ceph 服务端操作的对象

**eg:** 使用RGW接口，存放一个1G的文件，在用户接口看到的就是存放了一个对象；而后通过RGW分片成多个对象后最终存储到磁盘上；

**RGW**为RADOS Gateway的缩写，ceph通过RGW为互联网云服务提供商提供对象存储服务。RGW在librados之上向应用提供访问ceph集群的RestAPI，支持Amazon S3和openstack swift两种接口。对**RGW**最直接的理解就是一个协议转换层，把从上层应用符合**S3**或**Swift**协议的请求转换成rados的请求，将数据保存在rados集群中。

## 4.2 Ceph核心组件及概念介绍1

- **Monitor (ceph-mon)** 高可用 三个起

维护集群Cluster Map的状态，维护集群的Cluster MAP二进制表，**保证集群数据的一致性**。Cluster MAP描述了对对象块存储的物理位置，以及一个将设备聚合到物理位置的桶列表，map中包含monitor组件信息，manger 组件信息，osd 组件信息，mds 组件信息，crush 算法信息。**还负责ceph集群的身份验证功能**，client 在连接ceph集群时通过此组件进行验证。

- **OSD (ceph-osd)**

OSD全称**Object Storage Device**，用于集群中所有数据与对象的存储。ceph 管理物理硬盘时，引入了OSD概念，每一块盘都会针对的运行一个OSD进程。换句话说，ceph 集群通过管理 OSD 来管理物理硬盘。**负责处理集群数据的复制、恢复、回填、再均衡**，并向其他osd守护进程发送心跳，然后向Mon提供一些监控信息。当Ceph存储集群设定数据有两个副本时（一共存两份），则至少需要三个OSD守护进程即**三个OSD节点**，集群才能达到active+clean状态，实现冗余和高可用。

## 4.2 Ceph核心组件及概念介绍2

- **Manager (ceph-mgr)** : 用于 收集ceph集群状态、运行指标，比如存储利用率、当前性能指标和系统负载。对外提供 ceph dashboard (ceph ui, 网页访问ceph集群) 和 restful api。Manager组件开启高可用时，至少2个实现高可用性。
- **MDS (ceph-mds)** : Metadata server, 元数据服务。为ceph 文件系统提供元数据计算、缓存与同步服务 (ceph 对象存储和块存储不需要MDS) 。同样，**元数据也是存储在osd节点中的**，mds类似于元数据的 **代理缓存服务器**，为 posix 文件系统用户提供性能良好的基础命令 (ls, find等) 不过只是在需要使用CEPHFS时，才需要配置MDS节点。
- **Object**: Ceph最底层的存储单元是Object对象，每个Object包含元数据和原始数据

## 4.2 Ceph核心组件及概念介绍3

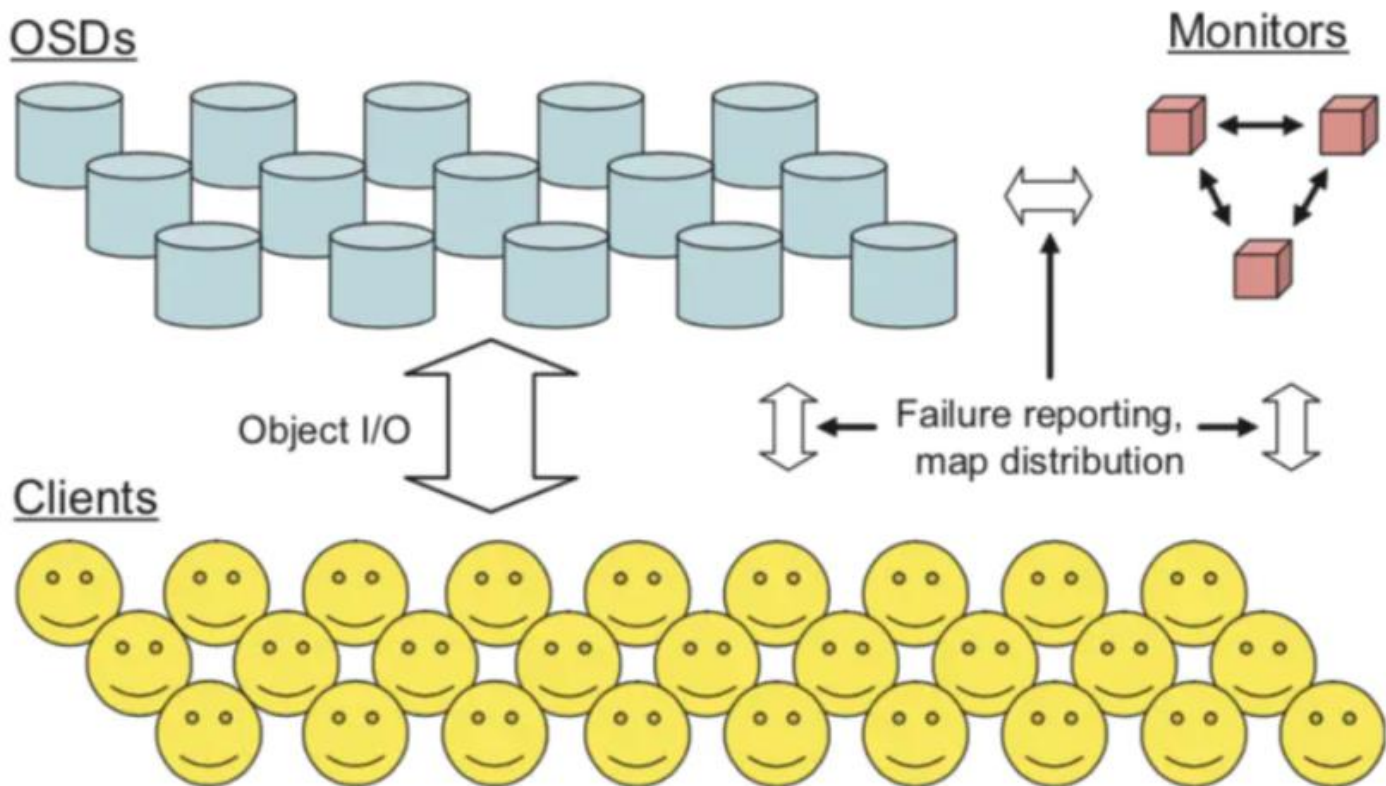
- **PG:** PG全称Placement Groups, 是一个逻辑的概念, 一个PG包含多个OSD。引入PG这一层其实是为了更好的分配数据和定位数据。
- **Librados驱动库:** Librados是Rados提供库, 因为RADOS是协议很难直接访问, 因此上层的RBD、RGW和CephFS都是通过librados访问的, 目前提供PHP、Ruby、Java、Python、C和C++支持。
- **CRUSH:** CRUSH是Ceph使用的数据分布算法, 类似一致性哈希, 让数据分配到预期的地方。
- **RBD:** RBD全称RADOS block device, 是Ceph对外提供的块设备服务。
- **CephFS:** CephFS全称Ceph File System, 是Ceph对外提供的文件系统服务。

## 4.2.1 RADOS的系统逻辑结构

RADOS能够在动态变化和异质结构的存储设备机群之上提供一种稳定、可扩展、高性能的单一逻辑对象(Object)存储接口和能够实现节点的自适应和自管理的存储系统。

服务端 RADOS 集群主要由两种节点组成：

- 一种是为数众多的、负责完成数据存储和维护功能的OSD（Object Storage Device）；
- 另一种则是若干个负责完成系统状态检测和维护的monitor（至少一个，推荐3个起）。



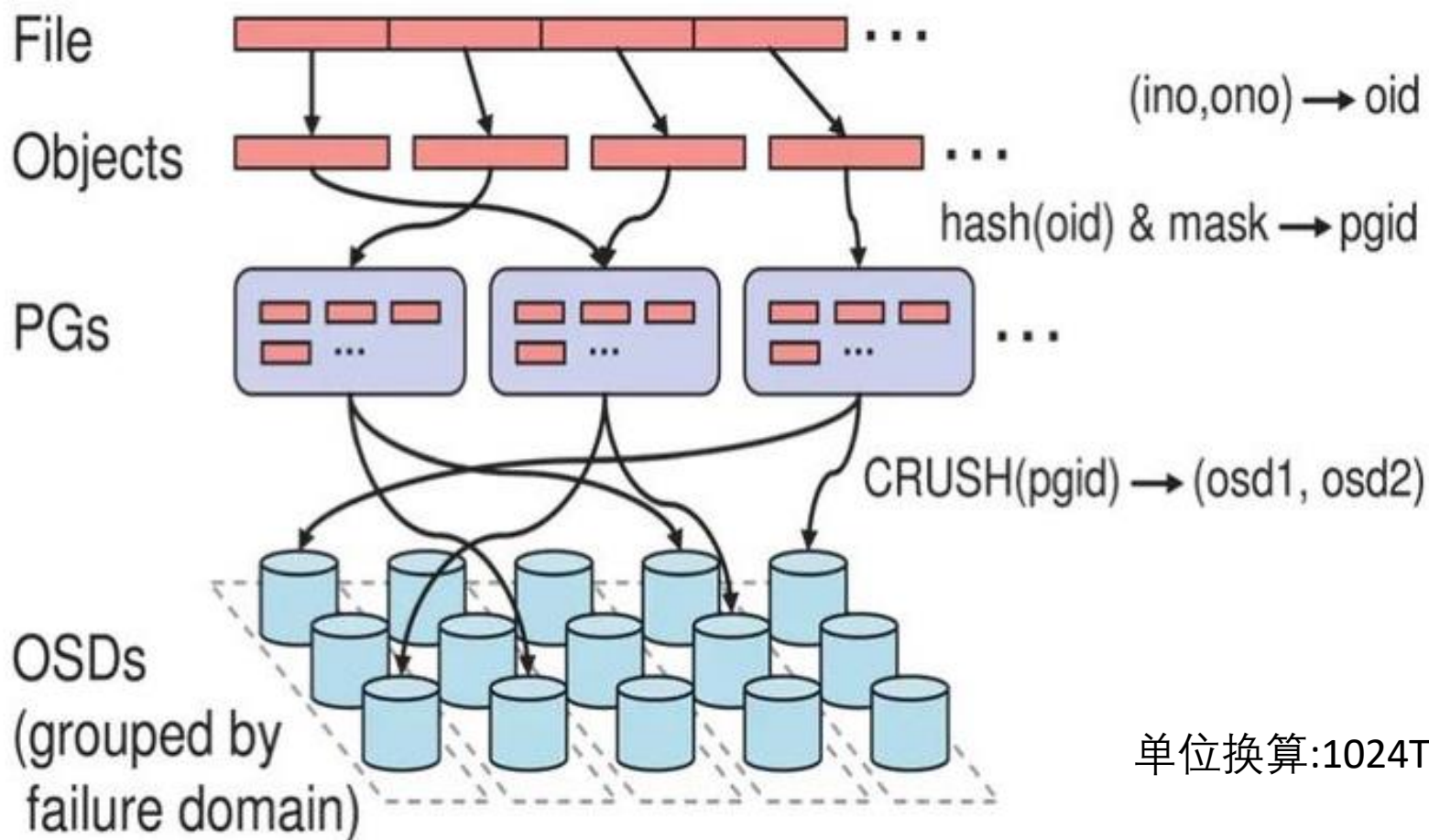
## 4.2.2 Cluster Map使用

- ❑ 集群通过monitor集群操作cluster map来实现集群成员的管理。cluster map 描述了哪些OSD被包含进存储集群以及所有数据在存储集群中的分布。**cluster map不仅存储在monitor节点**，它被复制到集群中的每一个存储节点，以及和集群交互的client。当因为一些原因，比如设备崩溃、数据迁移等，cluster map的内容需要改变时，cluster map的版本号被增加，map的版本号可以使通信的双方确认自己的map是否是最新的，版本旧的一方会先将map更新成对方的map，然后才会进行后续操作。
- ❑ 而RADOS也通过 cluster map来实现这些存储半自动化的功能，cluster map会被复制到集群中的所有部分（存储节点、控制节点，甚至是客户端），并且通过怠惰地传播小增量更新而更新。Cluster map中存储了整个集群的数据的分布以及成员。通过在每个存储节点存储完整的Cluster map，存储设备可以表现的半自动化，通过peer-to-peer的方式（比如定义协议）来进行数据备份、更新，错误检测、数据迁移等等操作。这无疑减轻了占少数的monitor cluster（管理节点组成的集群）的负担。



## 5 Ceph底层存储过程 (Data Placement)

无论使用哪种存储方式（对象，块，文件），存储的数据当底层保存时，都会被切分成一个个大小固定的对象（Objects），对象大小可以由管理员自定义调整，RADOS中基本的存储单位就是Objects，一般为2MB或4MB（最后一个对象大小有可能不同）（比如文件9M, 4M 4M 1M）。



单位换算: 1024TB  $\rightarrow$  PB, 1024PB  $\rightarrow$  EB



## 5 Ceph底层存储过程（Data Placement）-2

如上图，一个个文件（File）被切割成大小固定的Objects后，将这些对象分配到一个**PG（Placement Group）**中，然后PG会通过多副本的方式复制几份，随机分派给不同的存储节点（也可指定）。

当新的存储节点（OSD）被加入集群后，会在已有数据中随机抽取一部分数据迁移到新节点，这种概率平衡的分布方式可以保证设备在潜在的高负载下正常工作，更重要的事，数据的分布过程仅需要做几次随机映射，不需要大型的集中式分配表，方便且快速，不会对集群产生大的影响。

- ❑ **oid** 每个object都会有一个唯一的OID，由ino和ono生成。ino即文件的File ID，用于在全球唯一标识每一个文件，ono则是分片编号（对象编号）。例如：一个文件FileID为A，被切割为对象编号是A0,A1的两个对象。
- ❑ **pgid** 使用静态hash函数对OID做hash去除特征码，用特征码与PG的数量去模，得到的序号即是PGID，由于这种设计方式，所以PG数量的多少会直接决定了数据分布的均匀性，所以需要合理设置PG的数量可以很好的提升CEPH集群的性能并使数据均匀分布。

## 5.1 存储过程中各层次之间的映射关系

### □ file -> object

object的最大size是由RADOS配置的，当用户要存储一个file，需要将file切分成若干个object。

### □ object -> PG

每个object都会被映射到一个PG中，然后以PG为单位进行副本备份以及进一步映射到具体的OSD上。

### □ PG -> OSD

通过CRUSH算法来实现，根据用户设置的冗余存储的个数r，PG会最终存储到r个OSD上。

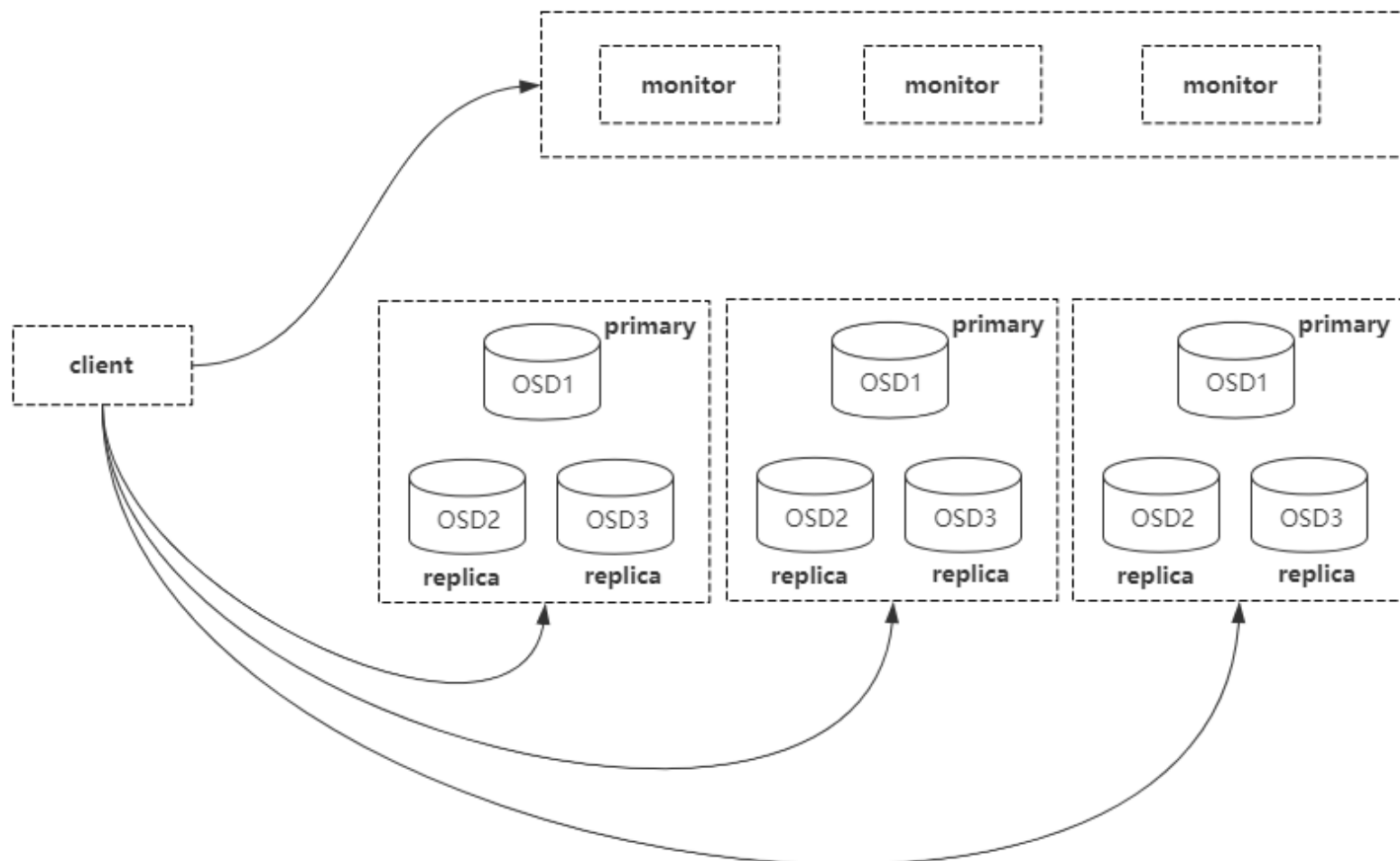
## 5.2 存储过程具体说明

- ❑ 用户通过客户端存储一个文件时，在RAODS中，该File（文件）会被分割为多个2MB/4MB大小的 **Objects（对象）**。而每个文件都会有一个文件ID，例如A，那么这些对象的ID就是A0,A1,A2等等。然而在分布式存储系统中，有成千上万个对象，只是遍历就要花很久时间，所以对象会先通过hash-取模运算，存放到一个PG中。
- ❑ **PG相当于数据库的索引**（PG的数量是固定的，不会随着OSD的增加或者删除而改变），这样只需要首先定位到PG位置，然后在PG中查询对象即可。之后PG中的对象又会根据设置的副本数量进行复制，**并根据CRUSH算法存储到OSD节点上。**

## 5.3 为什么引入PG概念？

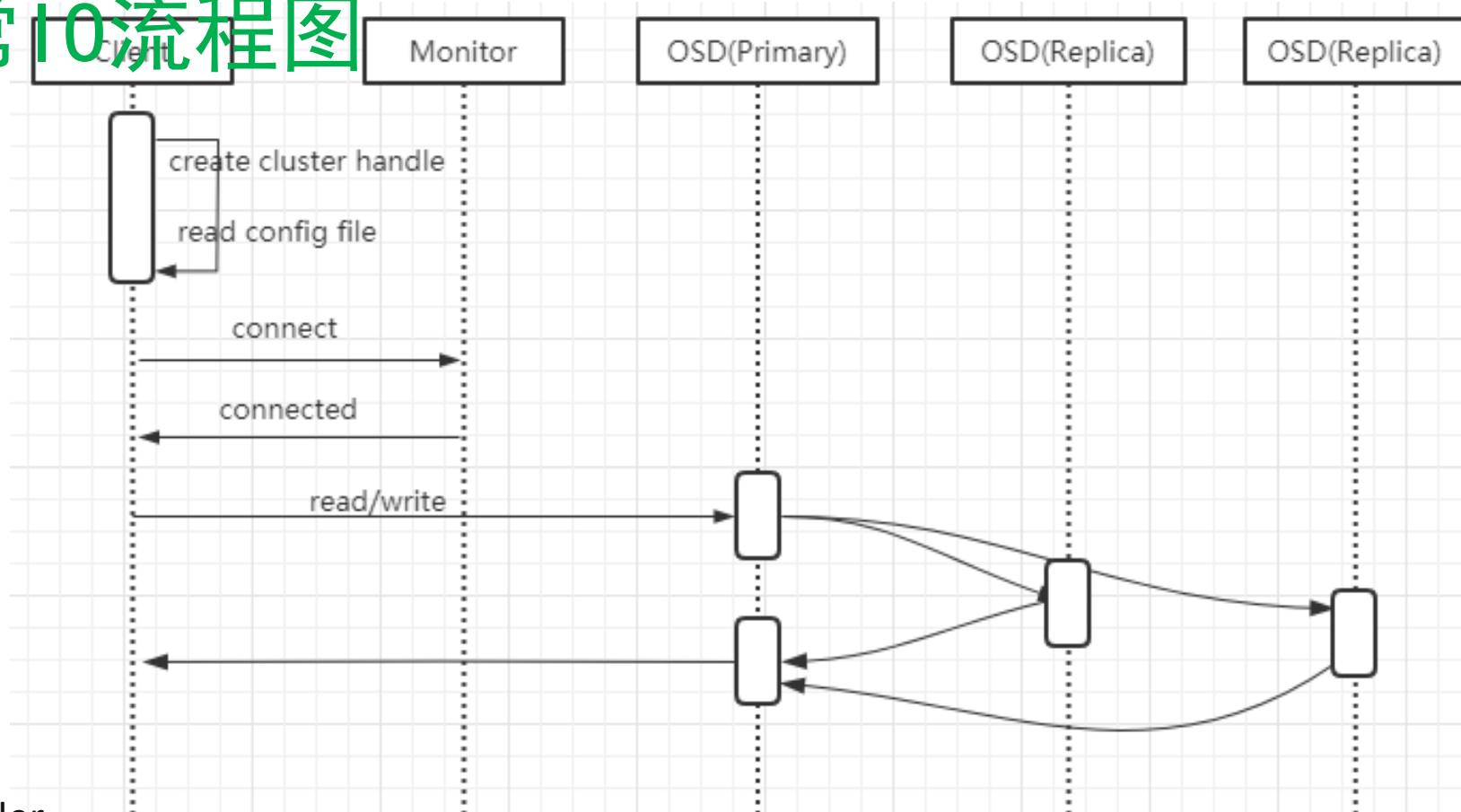
1. 因为Object对象的size很小，并不会直接存储进OSD中，在一个大规模的集群中可能会存在几百到几千万个对象，这么多对象如果遍历寻址，那速度是很缓慢的。
2. 并且如果将对象直接通过某种固定映射的哈希算法映射到osd上，那么当这个osd损坏时，对象就无法自动迁移到其他osd上（因为映射函数不允许）。为了解决这些问题，ceph便引入了归置组的概念，即PG。
3. 最后PG会根据管理设置的副本数量进行副本级别的复制，然后通过CRUSH算法存储到不同的osd上（其实是把PG中的所有对象存储到节点上），第一个osd节点即为主节点，其余均为从节点。

## 6 Ceph IO流程及数据分布



线上应用，分布式文件系统，建议3个存储，存3份。

## 6.1 正常IO流程图

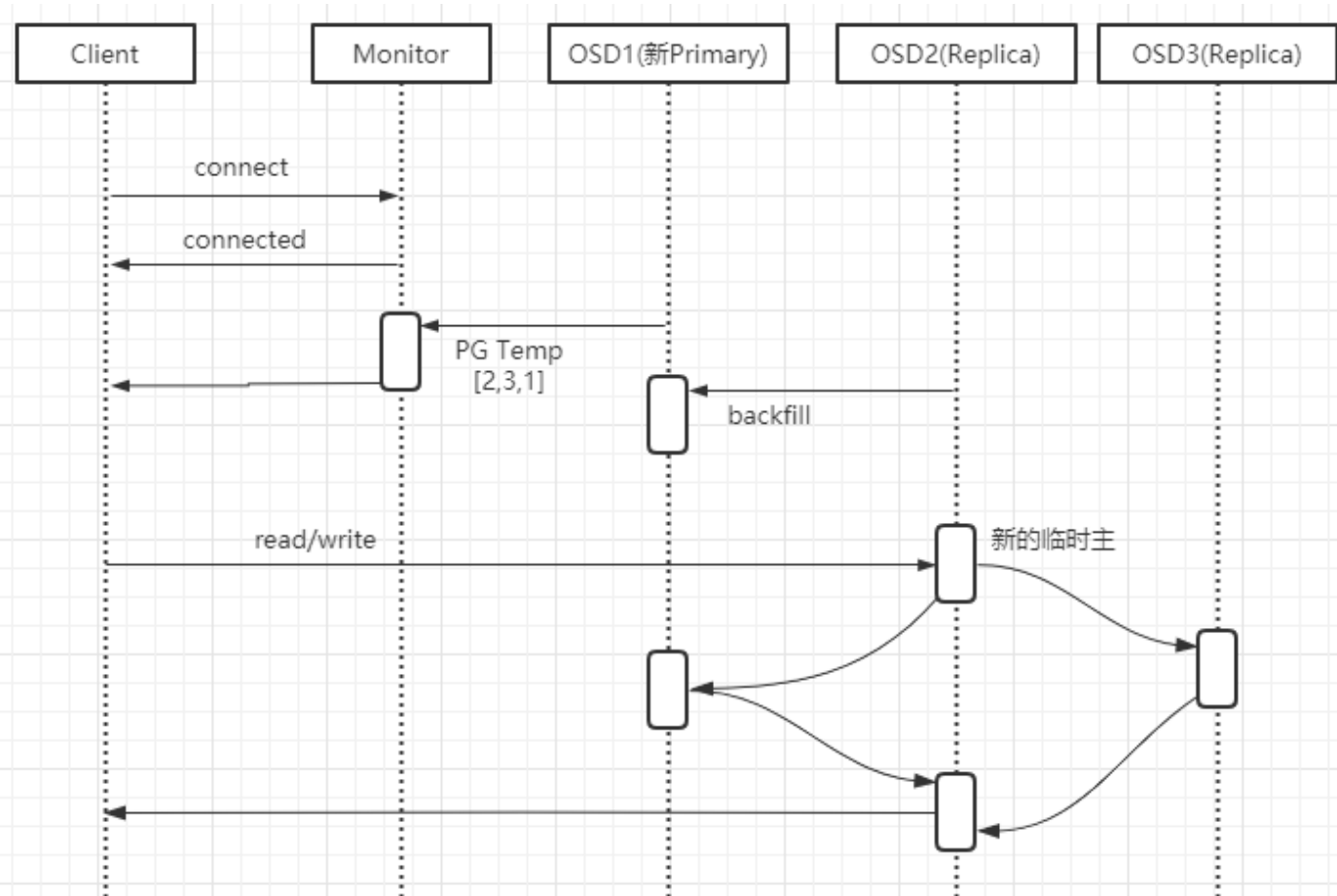


### 步骤:

- 1.client 创建cluster handler。
- 2.client 读取配置文件。
- 3.client 连接上monitor，获取集群map信息。
- 4.client 读写io 根据crshmap 算法请求对应的主osd数据节点。
- 5.主osd数据节点同时写入另外两个副本节点数据。
- 6.等待主节点以及另外两个副本节点写完数据状态。
- 7.主节点及副本节点写入状态都成功后，返回给client，io写入完成。

## 6.2 新主IO流程图

如果新加入的OSD1取代了原有的 OSD成为 Primary OSD, 由于 OSD1 上未创建 PG, 不存在数据, 那么 PG 上的 I/O 无法进行, 怎样工作的呢?

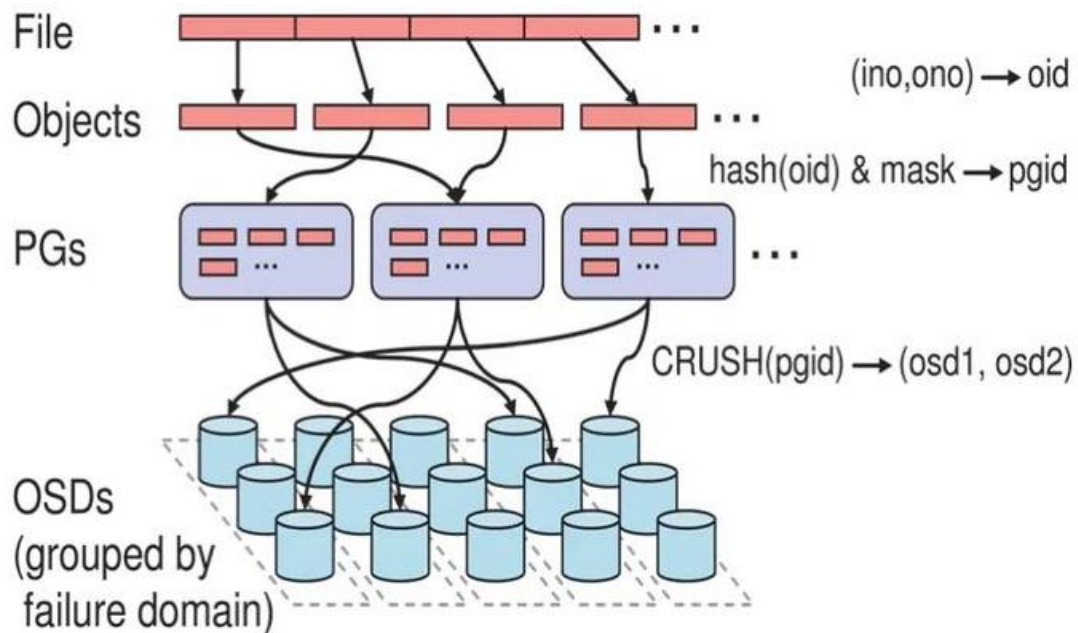


1. client连接monitor获取集群map信息。
2. 同时新主osd1由于没有**PG数据**会主动上报monitor告知让osd2临时接替为主。
3. 临时主osd2会把数据全量同步给新主osd1。
4. client IO读写直接连接临时主osd2进行读写。
5. osd2收到读写io, 同时写入另外两副本节点。
6. 等待osd2以及另外两副本写入成功。
7. osd2三份数据都写入成功返回给client, 此时client io读写完毕。
8. 如果osd1数据同步完毕, 临时主osd2会交出主角色。
9. osd1成为主节点, osd2变成副本。

## 6.3 Ceph IO算法流程

对象存储  
Key-val  
url-文件

1. 文件拆分多个对象
2. 对象分布不同的PG
3. PG把对象放到不同osd (有副本)  
Object0 osd1 osd2 osd3



1. File用户需要读写的文件。File->Object映射:

a. ino (File的元数据, File的唯一id)。

b. onno(File切分产生的某个object的序号, 默认以4M切分一个块大小)。

c. oid(object id: ino + onno)。

2. Object是RADOS需要的对象。Ceph指定一个静态hash函数计算oid的值, 将oid映射成一个近似均匀分布的伪随机值, 然后和mask按位相与, 得到pgid。

**Object->PG映射:**

a.  $hash(oid) \& mask \rightarrow pgid$ 。

b.  $mask = PG总数m(m为2的整数幂)-1$ 。

3. PG(Placement Group),用途是对object的存储进行组织和位置映射, (类似于redis cluster里面的slot的概念) 一个PG里面会有很多object。采用CRUSH算法, 将pgid代入其中, 然后得到一组OSD。PG->OSD映射

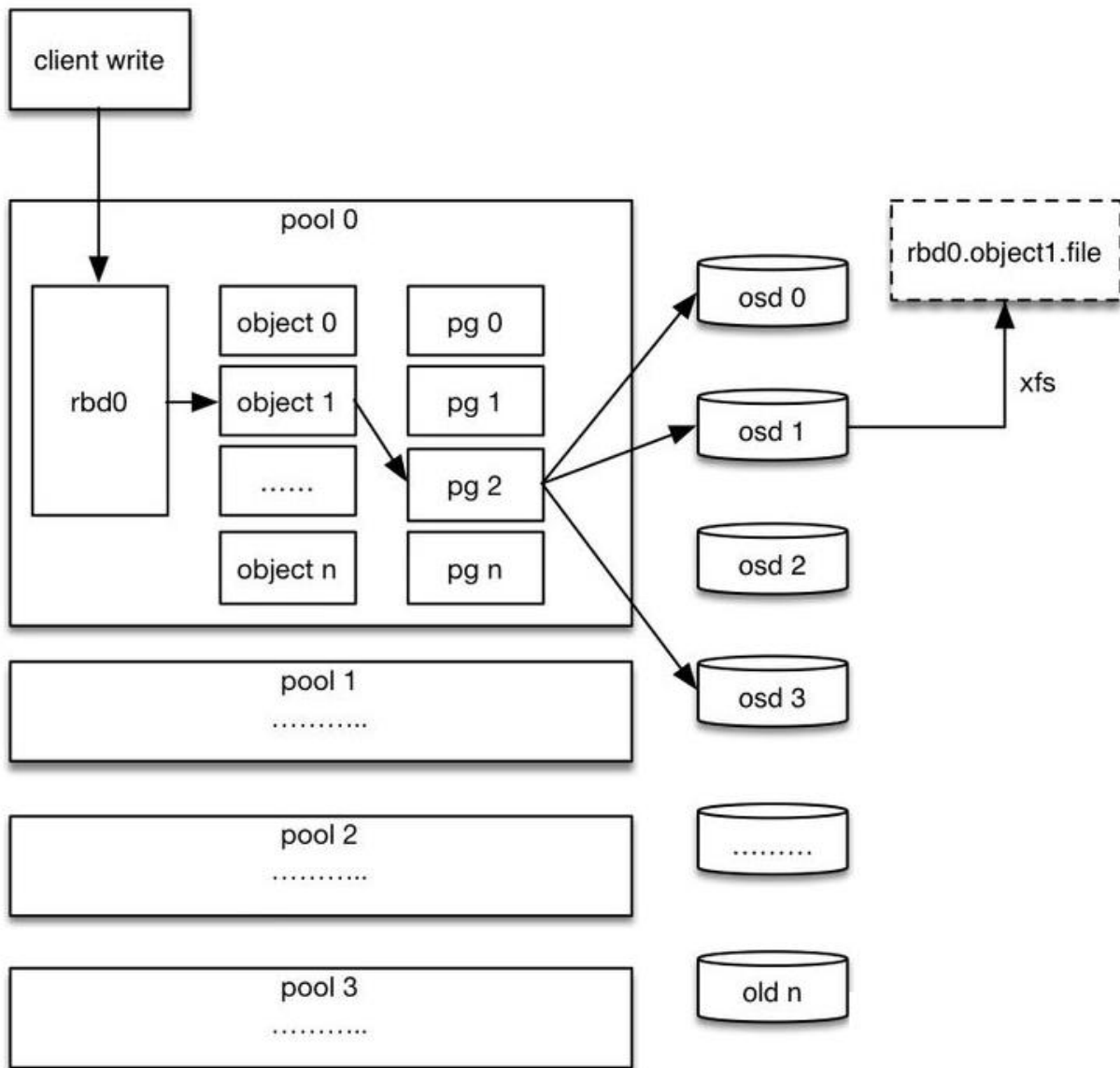
a.  $CRUSH(pgid) \rightarrow (osd1, osd2, osd3)$ 。



## 6.4 Ceph IO伪代码流程

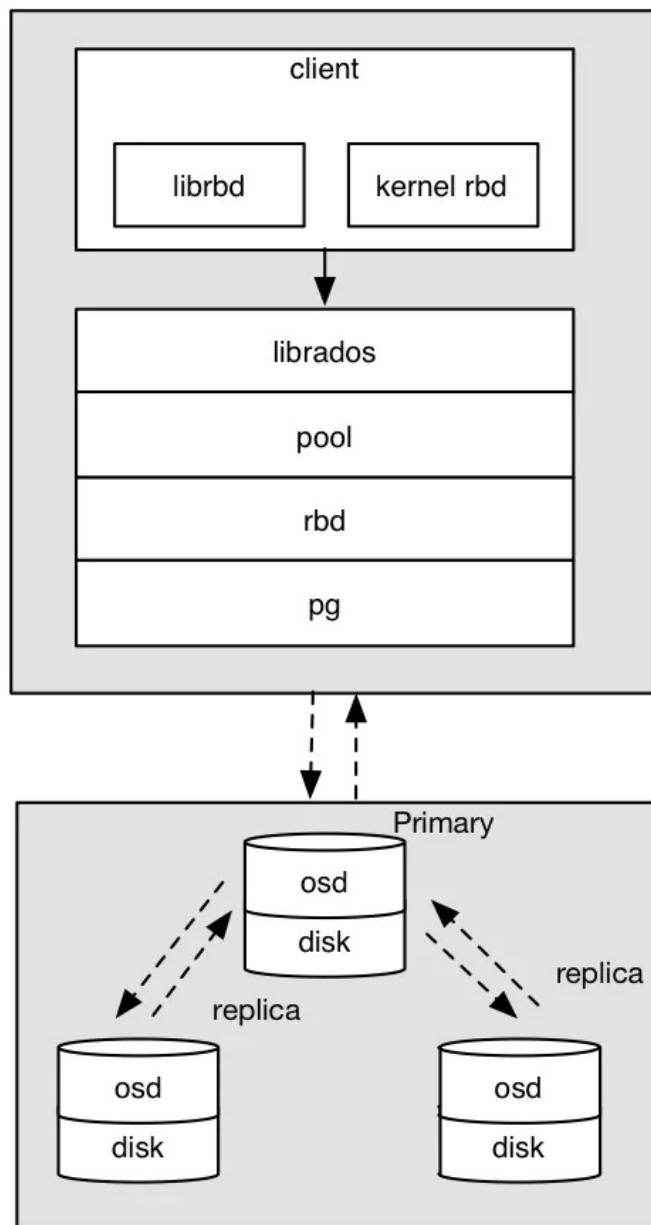
```
locator = object_name  
obj_hash = hash(locator)  
pg = obj_hash % num_pg  
osds_for_pg = crush(pg) # returns a list of osds  
primary = osds_for_pg[0]  
replicas = osds_for_pg[1]
```

## 6.5 Ceph RBD IO流程



- 1.客户端创建一个pool，需要为这个pool指定pg的数量。
- 2.创建pool/image rbd设备进行挂载。
- 3.用户写入的数据进行切块，每个块的大小默认为4M，并且每个块都有一个名字，名字就是object+序号。
- 4.将每个object通过pg进行副本位置的分配。
- 5.pg根据cursh算法会寻找3个osd，把这个object分别保存在这三个osd上。
- 6.osd上实际是把底层的disk进行了格式化操作，一般部署工具会将它格式化为xfs文件系统。
- 7.object的存储就变成了存储一个文  
rbd0.object1.file。

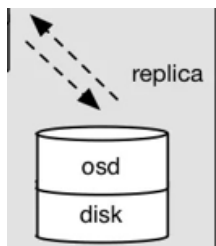
## 6.6 Ceph RBD IO框架图



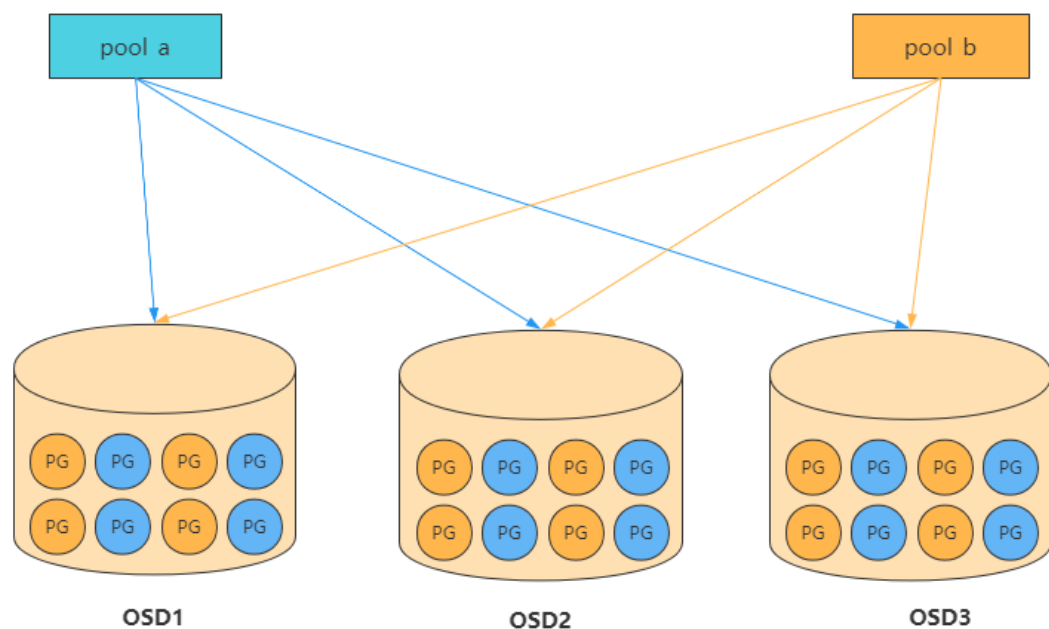
### 客户端写数据osd过程:

- 1.采用的是librbd的形式，使用librbd创建一个块设备，向这个块设备中写入数据。
- 2.在客户端本地通过调用librados接口，然后经过pool, rbd, object、pg进行层层映射,在PG这一层中，可以知道数据保存在哪3个OSD上，这3个OSD分为主从的关系。
- 3.客户端与primary OSD建立SOCKET 通信，将要写入的数据传给primary OSD，由primary OSD再将数据发送给其他 replica OSD数据节点。

- 4.如果我们配置副本 1主3从



## 6.7 Ceph Pool和PG分布情况



1. **pool**是ceph存储数据时的逻辑分区，它起到namespace的作用。
2. 每个pool包含一定数量(可配置)的PG。
3. PG里的对象被映射到不同的Object上。
4. pool是分布到整个集群的。
5. pool可以做故障隔离域，根据不同的用户场景不一进行隔离。

## 6.8 Ceph 数据扩容PG分布

每个PG对应一个主分区和两个备份分区。

场景数据迁移流程：

- 现状3个OSD, 4个PG
- 扩容到4个OSD, 4个PG

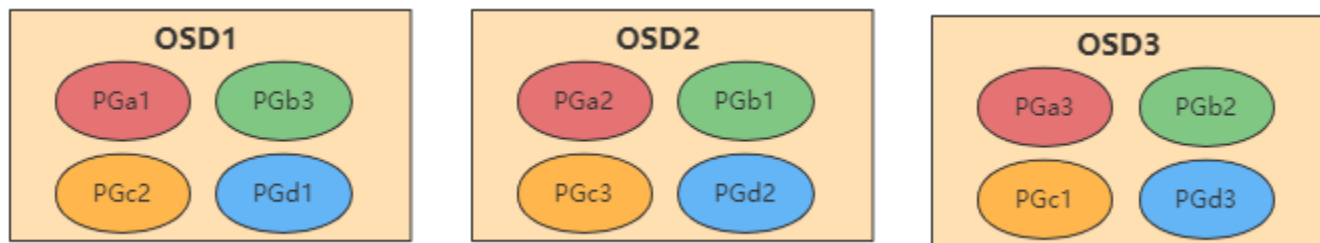
现状：

PGa -> osd1 2 3

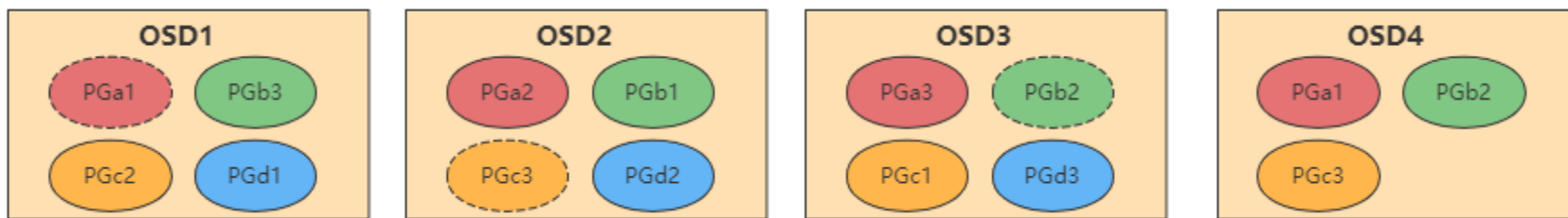
PGb -> osd1 2 3

PBc -> osd1 2 3

PBd -> osd1 2 3



扩容后：



PGa -> osd 2 3 4

PGb -> osd 1 2 4

PBc -> osd 1 3 4

PBd -> osd 1 2 3

说明

每个OSD上分布很多PG, 并且每个PG会自动散落在不同的OSD上。如果扩容那么相应的PG会进行迁移到新的OSD上, 保证PG数量的均衡。



# 7 Ceph, TFS, FastDFS, MogileFS, MooseFS, GlusterFS 对比

对比说明 /文件系统	TFS	FastDFS	MogileFS	MooseFS	GlusterFS	Ceph /HDFS
开发语言	C++	C	Perl	C	C	C++
开源协议	GPL V2	GPL V3	GPL	GPL V3	GPL V3	LGPL
数据存储方式	块	文件/Trunk	文件	块	文件/块	对象/文件/块
集群节点通信协议	私有协议 (TCP)	私有协议 (TCP)	HTTP	私有协议 (TCP)	私有协议 (TCP) / RDAM(远程直接访问内存)	私有协议 (TCP)
专用元数据存储点	占用NS	无	占用DB	占用MFS	无	占用MDS (元数据服务)
在线扩容	支持	支持	支持	支持	支持	支持
冗余备份	支持	支持	-	支持	支持	支持
单点故障	存在	存在	存在	存在	存在	存在
跨集群同步	支持	部分支持	-	-	支持	不适用
易用性	安装复杂, 官方文档少	安装简单, 社区相对活跃	-	安装简单, 官方文档多	安装简单, 官方文档专业化	安装简单, 官方文档专业化
适用场景	跨集群的小文件	单集群的中小文件	-	单集群的大中文件	跨集群云存储	单集群的大中小文件

## 7 Ceph HDFS Swift

- ❑ HDFS, 是Hadoop Distributed File System的简称。Hadoop的核心, 说白了, 就是HDFS和MapReduce。HDFS为海量数据提供了存储, 而MapReduce为海量数据提供了计算框架。存算 – 存储计算
- ❑ Swift是OpenStack中提供高可用分布式对象存储的服务 - Swift。
- ❑ Ceph 对比 HDFS 优势在于易扩展, 无单点。HDFS 是专门为 Hadoop这样的云计算而生, 在离线批量处理大数据上有先天的优势, 而 Ceph 是一个通用的实时存储系统。
- ❑ Swift专注于对象存储, 作为OpenStack组件之一经过大量生产实践的验证, 与OpenStack结合很好, 目前不少人使用Ceph为OpenStack提供块存储, 但仍旧使用Swift提供对象存储。

AWS S3 全名是 Simple Storage Service, 简便的存储服务

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/522409413>

## 8 更多参考

Ceph分布式存储性能调优（六） <https://zhuanlan.zhihu.com/p/522409413>

Ceph 文档中文译本 <https://github.com/drun kard/ceph-readable-doc>