

OCEANBASE

OceanBase 存储引擎高级技术



目录

第一章/ OB 分布式架构高级技术

第二章 / OB 存储引擎高级技术

第三章 / OB SQL 引擎高级技术

第四章/ OB SQL调优

第五章 / OB 分布式事务高级技术

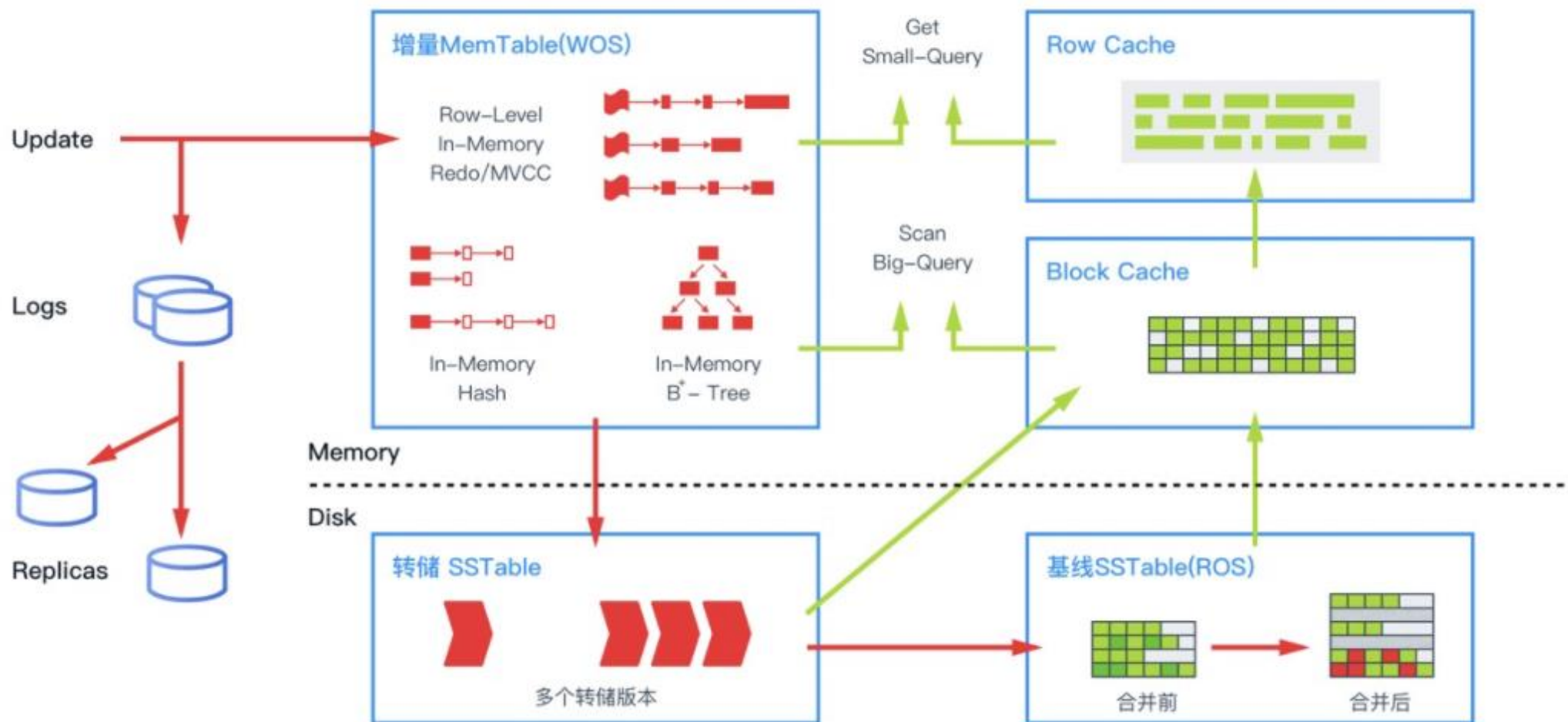
第六章/ OBProxy 路由与使用运维

第七章 / OB 备份与恢复

第八章 / OB 运维、 监控与异常处理

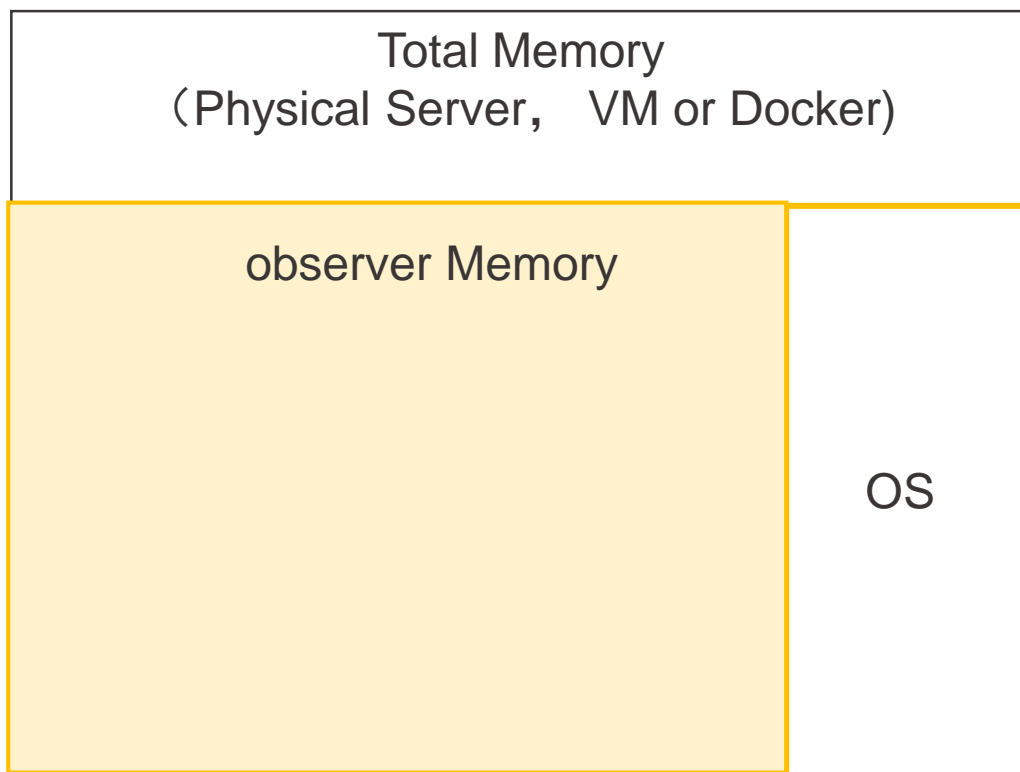
2.1 内存管理

2.1 系统架构概念图



2.1 内存结构（一）

- OceanBase是支持多租户架构的准内存分布式数据库，对大容量内存的管理和使用提出了很高要求。
- OceanBase会占据物理服务器的大部分内存并进行统一管理。



通过参数设定observer占用的内存上限

- memory_limit_percentage
- memory_limit

2.1 内存结构（二）

OceanBase提供两种方式设置observer内存上限

- 按照物理机器总内存的百分比计算observer内存上限：由memory_limit_percentage参数配置。
- 直接设置observer内存上限：由memory_limit参数配置。

memory_limit=0时，memory_limit_percentage决定observer内存大小；否则由memory_limit决定observer内存大小。

以100GB物理内存的机器为例，下述表格展示了不同配置下机器上的observer内存上限：

	memory_limit_percentage	memory_limit	observer内存上限
场景1	80	0	80GB
场景2	80	90GB	90GB

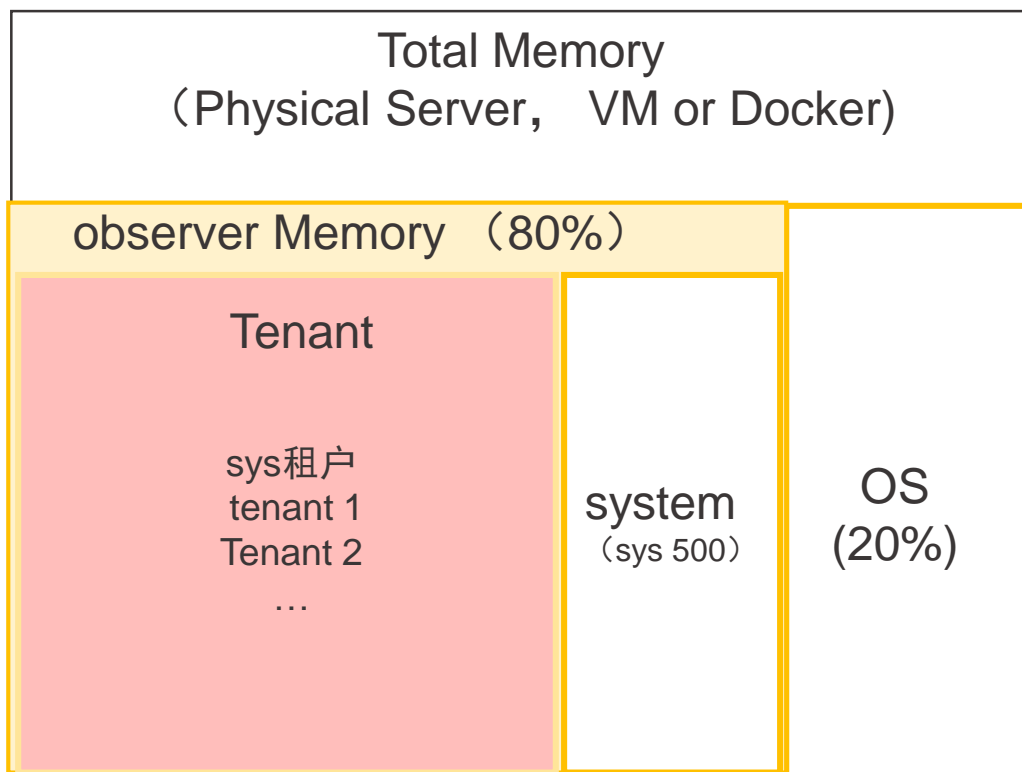
场景1：memory_limit=0，因此由memory_limit_percentage确定observer内存大小，即100GB*80% = 80GB。

场景2：memory_limit='90GB'，因此observer内存上限就是90GB，memory_limit_percentage参数失效。

2.1 内存结构（三）

OB系统内部内存

- 每一个observer都包含多个租户（sys租户 & 非sys租户）的数据，但observer的内存并不是全部分配给租户。
- observer中有些内存不属于任何租户，属于所有租户共享的资源，称为“系统内部内存”。



通过参数设定“系统内部内存”上限

- system_memory

租户可用的总内存

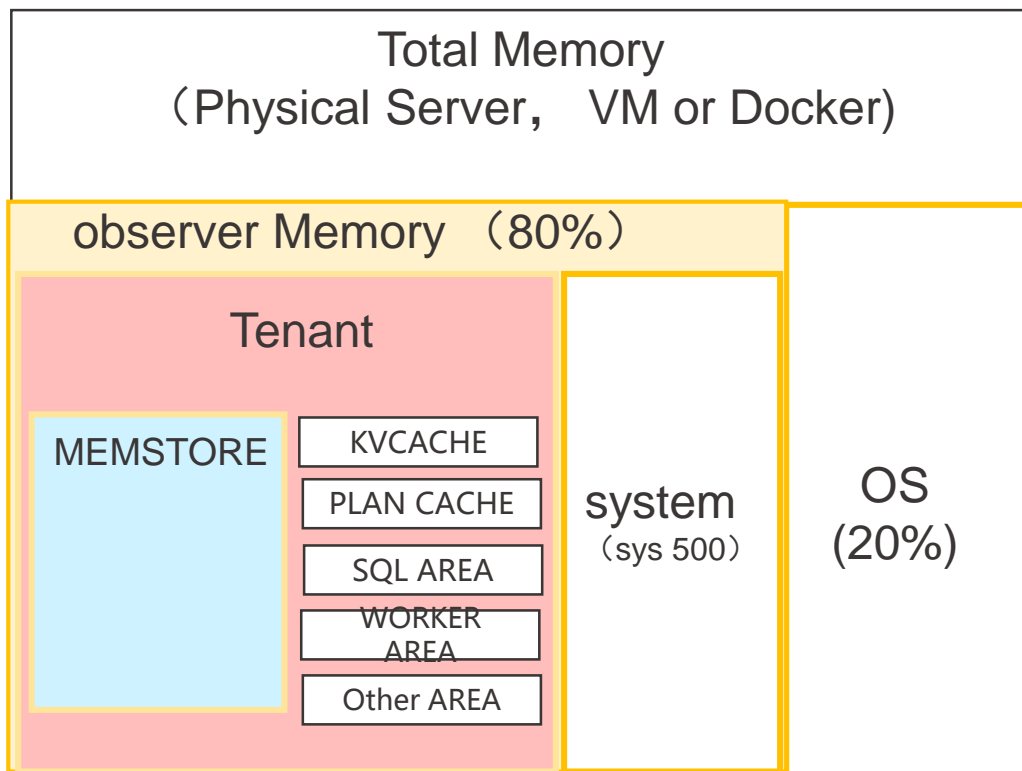
- “observer内存上限” - “系统内部内存”

2.1 内存结构（四）

每个租户内部的内存总体上分为两个部分

- 不可动态伸缩的内存：MemStore。
- 可动态伸缩的内存：KVCache

MemStore用来保存DML产生的增量数据，空间不可被占用；KVCache空间会被其它众多内存模块复用。



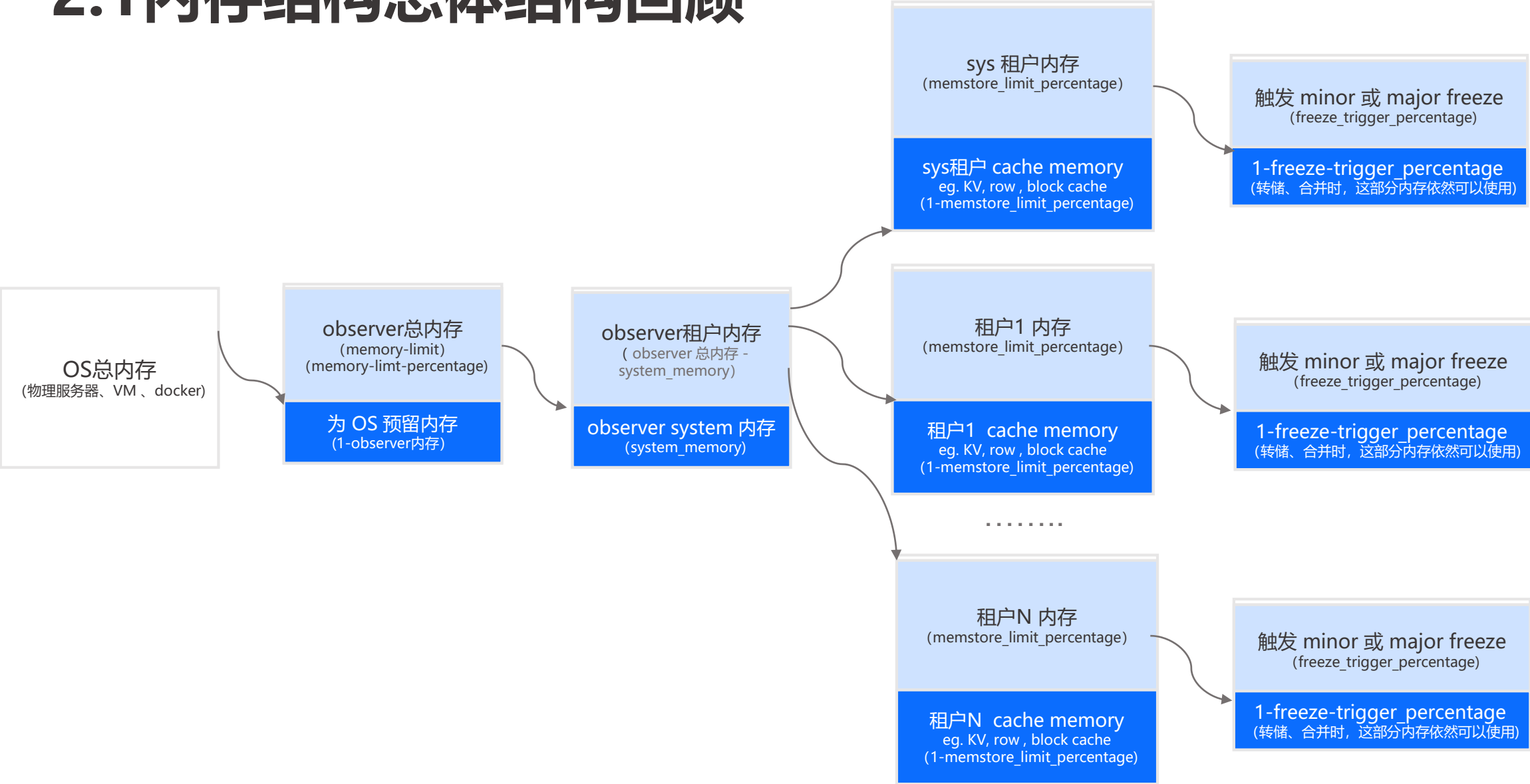
MemStore

- 大小由参数 memstore_limit_percentage 决定，表示租户的 MemStore 部分占租户总内存的百分比。
- 默认值为50，即占用租户内存的50%。
- 当MemStore内存使用超过freeze_trigger_percentage定义的百分比时（默认70%），触发冻结及后续的转储/合并等行为。

KVCache

- 保存来自SSTable的热数据，提高查询速度。
- 大小可动态伸缩，会被其它各种Cache挤占。

2.1 内存结构总体结构回顾



2.1 常见内存问题处理：外部客户常见报错处理

ERROR 4030 (HY000): OB-4030:Over tenant memory limits

- 判断MemStore是否超过上限

```
select /*+ READ_CONSISTENCY(WEAK),query_timeout(100000000) */ TENANT_ID,IP,  
      round(ACTIVE/1024/1024/1024,2)ACTIVE_GB,  
      round(TOTAL/1024/1024/1024,2) TOTAL_GB,  
      round(FREEZE_TRIGGER/1024/1024/1024,2) FREEZE_TRIGGER_GB,  
      round(TOTAL/FREEZE_TRIGGER*100,2) percent_trigger,  
      round(MEM_LIMIT/1024/1024/1024,2) MEM_LIMIT_GB  
from gv$memstore  
where tenant_id >1000 or TENANT_ID=1  
order by tenant_id,TOTAL_GB desc;
```

查看TOTAL_GB是否已经达到MEM_LIMIT_GB，即已经将MemStore全部写满。

2.1 常见内存问题处理：外部客户常见报错处理

ERROR 4030 (HY000): OB-4030:Over tenant memory limits

- 如MemStore内存未超限，判断是MemStore之外的哪个module占用内存空间最高

```
select tenant_id, svr_ip, mod_name, sum(hold) module_sum
from all_virtual_memory_info
where tenant_id>1000 and hold<>0 and
      mod_name not in ('OB_KVSTORE_CACHE', 'OB_MEMSTORE')
group by tenant_id,svr_ip, mod_name
order by module_sum desc;
```

查看排名靠前的内存模块。

2.1 常见内存问题处理：外部客户常见报错处理

ERROR 4030 (HY000): OB-4030:Over tenant memory limits

- 除去MemStore和KVCache, 查看使用超过一定大小（比如10GB）的内存模块

```
select *  
from gv$memory  
where used > 1024*1024*1024*10  
       and CONTEXT not in ('OB_MEMSTORE','OB_KVSTORE_CACHE')  
order by used desc;
```

查看排名靠前的内存模块。

2.1 常见内存问题处理：外部客户常见报错处理

500租户内存超限

- tenant_id=500的租户是OB内部租户，简称500租户。
- 500租户的内存使用量没有被v\$memory和gv\$memory统计，需要单独查询__all_virtual_memory_info表

```
select svr_ip,mod_name,sum(hold) system_memory_sum
from __all_virtual_memory_info
where tenant_id=500 and hold<>0
group by svr_ip,mod_name
order by system_memory_sum desc;
```

查看排名靠前的内存模块。

2.1 常见内存问题处理：外部客户常见报错处理

`alloc memory`或`allocate memory`相关的报错

- observer日志报错信息举例

- ❑ `..... alloc memory failed(ret=-4013, size=65536, mem=NULL, label_="OB_SQL_HASH_SET", ctx_id_=9.....`
- ❑ `..... oops, alloc failed, tenant_id=1001 ctx_id=9 hold=266338304 limit=268435455`
- ❑ `..... allocate memory failed(nbyte=213552, operator type="PHY_MULTI_PART_INSERT")`
- ❑ `ERROR [LIB] ob_malloc (ob_malloc.h:49) [41618][YB420BC07F46-0005827EE15391DA] [lt=10] allocate memory fail(attr=tenant_id=1159, mod_id=389, ctx_id=14, prio=0) BACKTRACE:0x30cd679 0x305bda7 0xfb62b5 0x25ce0aa 0x25cf11d 0xfed33d 0xe31274 0x25d4cfb 0x25aaf50 0x25a1550`

报错的原因，通常是系统内存耗尽，或者已经达到了内存使用的上限。

2.1 常见内存问题处理：外部客户常见报错处理

PLANCACHE命中率低于90%

-- 跑批除外，如果是OLTP系统PLANCACHE 命中率应不低于 90%，运行下述语句查看 PLANCACHE 命中率：

```
select hit_count,executions,(hit_count/executions) as hit_ratio  
from v$plan_cache_plan_stat  
where (hit_count/executions) < 0.9;
```

```
select hit_count,executions,(hit_count/executions) as hit_ratio  
from v$plan_cache_plan_stat  
where (hit_count/executions) < 0.9 and executions > 1000;
```

2.1 参数相关总览

名称	含义	计算公式
Max_memory	租户最大可用的内存	租户创建过程中用户设定的
Sys Memory	500租户内存上限	默认配置30G
WORK_AREA	租户工作区内存	默认是租户内存的5% ob_sql_work_area_percentage
Active Memstore Used	活跃memtable占用的内存	实时统计
Total Memstore Used	Memstore整体占用的内存	active + frozen memstore内存
memstore_limit_percentage	租户内存最大可以给memsotore使用的比例	默认50%
freeze_trigger_percentage	基于memstore_limit, memstore触发冻结的百分比	默认70%

```
mysql> select * from oceanbase.v$memstore;
+-----+-----+-----+-----+-----+
| TENANT_ID | ACTIVE      | TOTAL      | FREEZE_TRIGGER | MEM_LIMIT |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 1 | 849175576 | 855385112 | 12025908370 | 17179869150 |
| 500 | 0 | 0 | 3228180212899171530 | 4611686018427387900 |
| 1010 | 66379344 | 104234576 | 751619260 | 1073741800 |
| 1013 | 381563184 | 489353520 | 751619260 | 1073741800 |
| 1016 | 0 | 37691392 | 375809630 | 536870900 |
| 1025 | 610066512 | 642424912 | 7516192740 | 10737418200 |
| 1034 | 0 | 532480 | 7516192740 | 10737418200 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
```

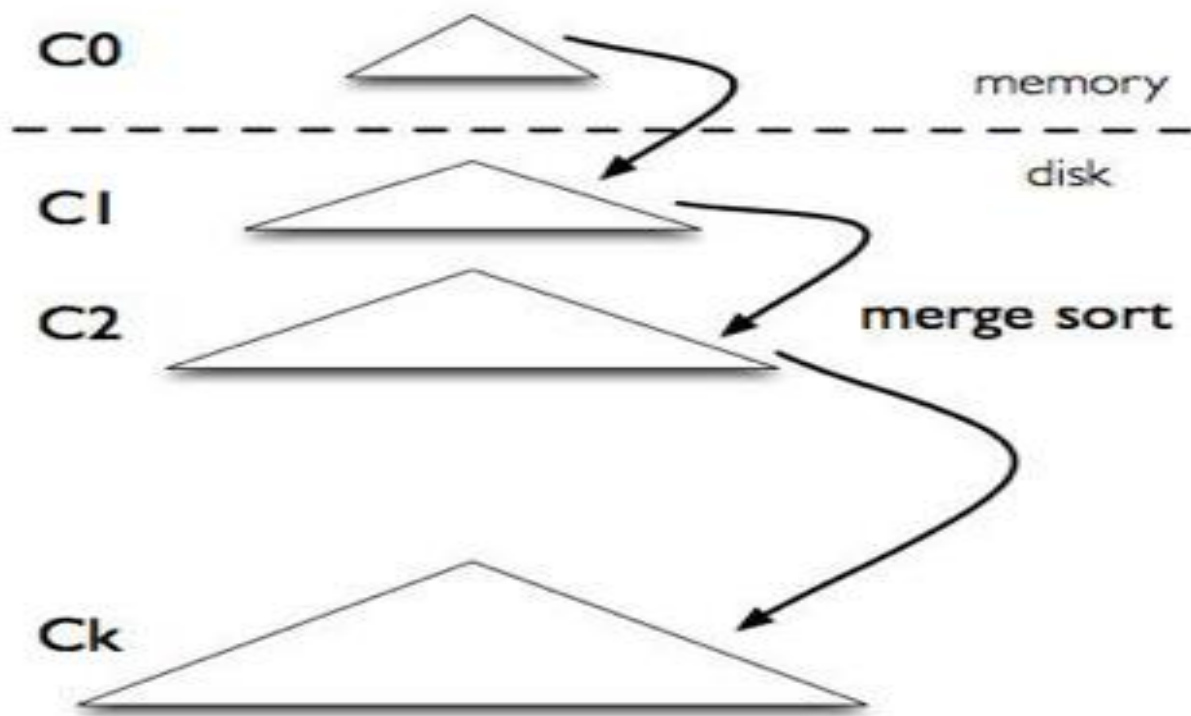

2.2 内存数据落盘策略

- 2.2.1 转储与合并
- 2.2.2 合并操作策略
- 2.2.3 转储操作策略

2.2.1 LSM Tree 技术简介

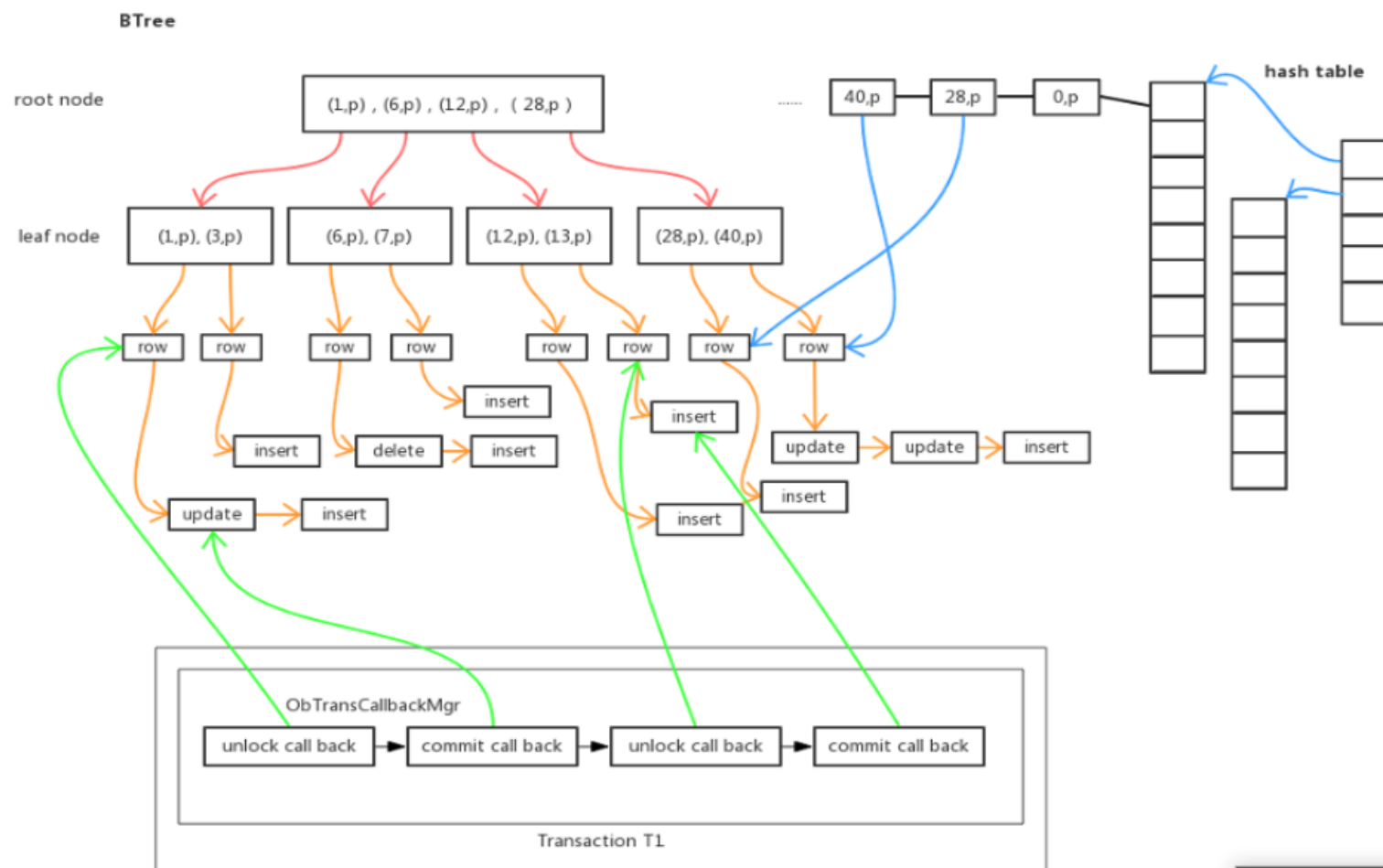
LSM Tree (The Log-Structured Merge-Tree) 简介

- 将某个对象 (Partition) 中的数据按照 “key-value” 形式在磁盘上有序存储 (SSTable) ;
- 数据更新先记录在MemStore中的MemTable里, 然后再合并 (Merge) 到底层的ssTable里;
- SSTable和MemTable之间可以有多级中间数据, 同样以key-value形式保存在磁盘上, 逐级向下合并。



2.2.1 memtable内存结构

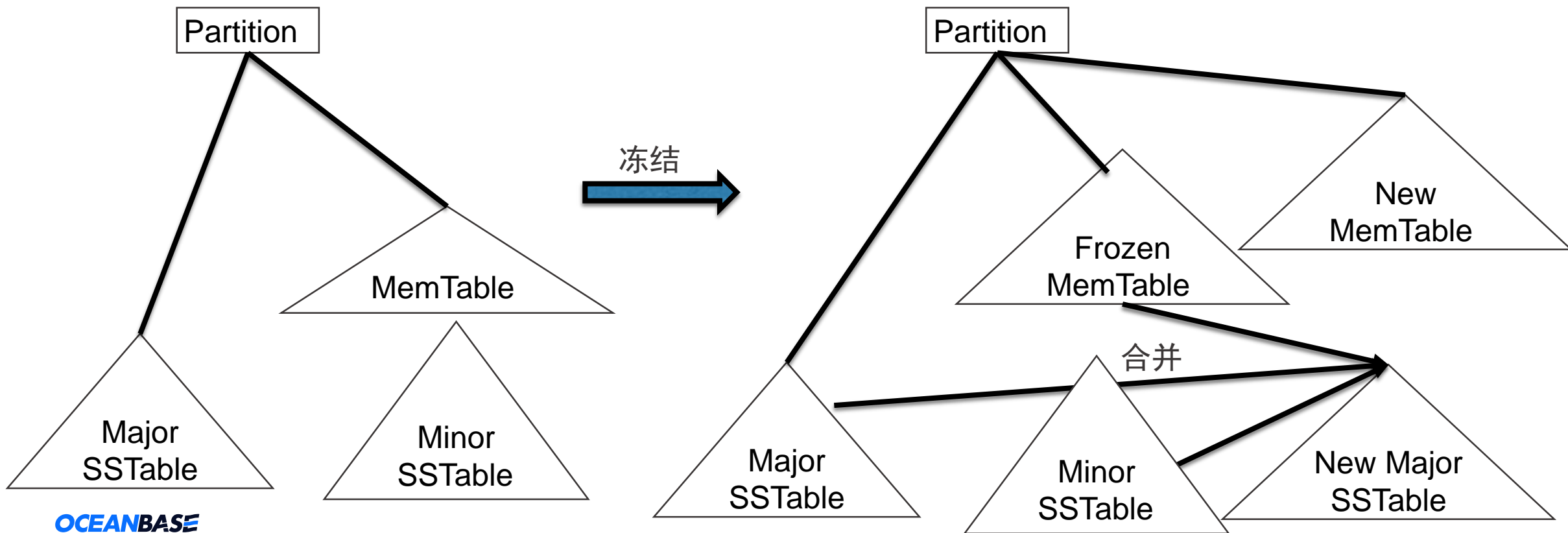
- 双索引结构：B+树索引以及哈希索引
- Undo流程



2.2.1 基于 LSM Tree 的实践：合并

OceanBase中最简单的LSM Tree只有C0层 (MemTable) 和C1层 (SSTable) 。两层数据的合并过程如下:

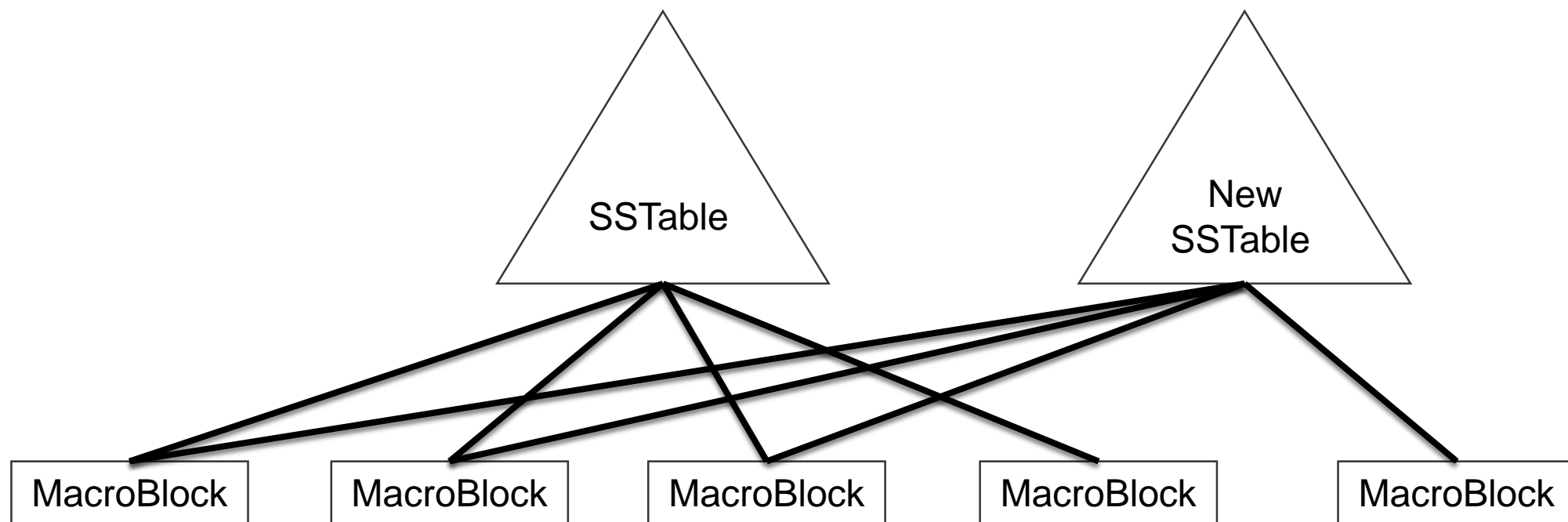
- 将所有observer上的MemTable数据做大版本冻结 (Major Freeze) , 其余内存作为新的MemTable继续使用;
- 将冻结后的MemTable数据合并 (Merge) 到SSTable中, 形成新的SSTable, 并覆盖旧的SSTable;
- 合并完成后, 冻结的MemTable内存才可以被清空并重新使用。



2.2.1 合并的细化

1. 细化：全量合并、增量合并，渐进合并、轮转合并

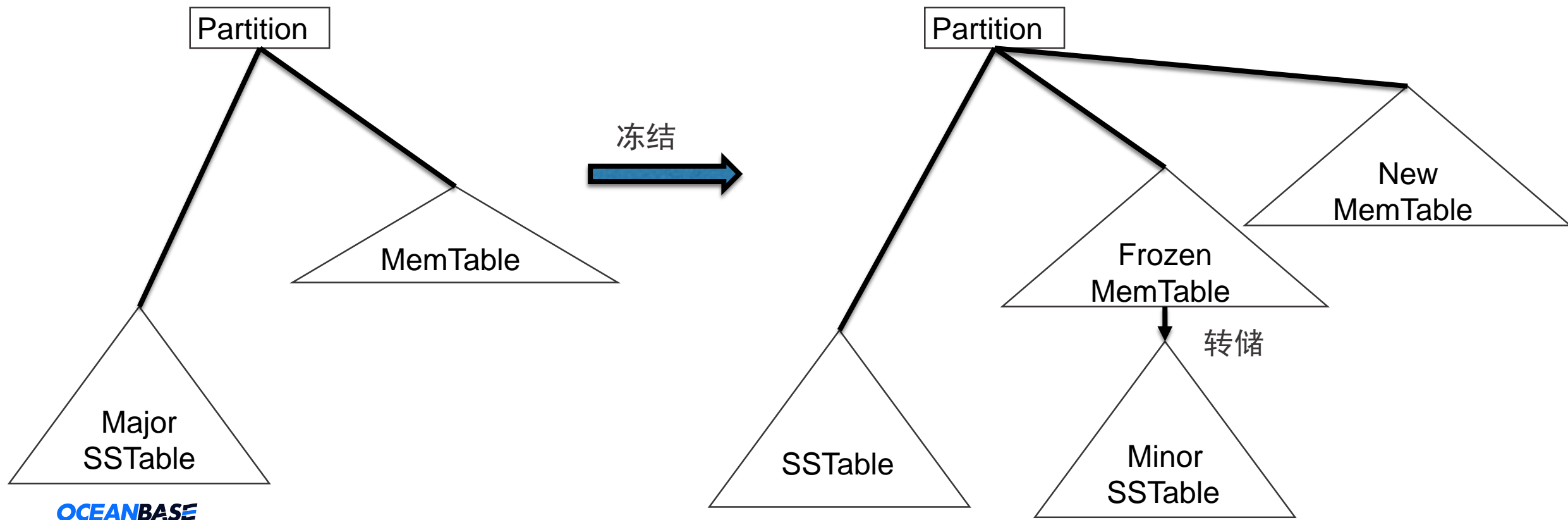
2. 引入了转储，当转储产生的增量数据积累到一定程度时，通过Major Freeze实现大版本的合并。这样就推迟了合并的时机。



2.2.1 基于 LSM Tree 的实践：转储

为了解决2层LSM Tree合并时引发的问题（资源消耗大，内存释放速度慢等），引入了“转储”机制：

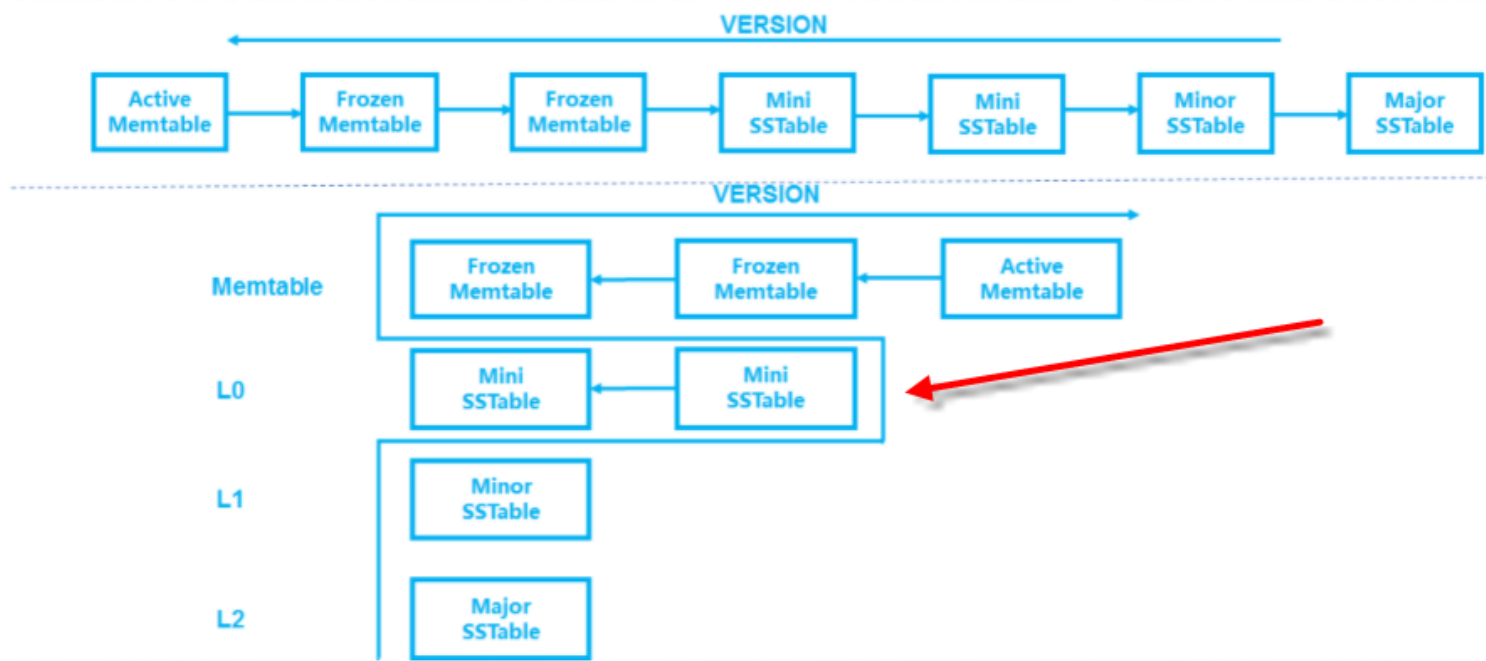
1. 将MemTable数据做小版本冻结（Minor Freeze）后写到磁盘上单独的转储文件里，不与SSTable数据做合并；
2. 转储文件写完之后，冻结的MemTable内存被清空并重新使用；
3. 每次转储会将MemTable数据与前一次转储的数据合并（Merge），转储文件最终会合并到SSTable中。



2.2.1 基于 LSM Tree 的实践：分层转储

- 为了优化转储越来越慢的问题，引入了“**分层转储**”机制：

- 多层compaction策略**：新增 L0 层：被冻结的 MemTable 会直接 flush 为 Mini SSTable，可同时存在多个Mini SSTable。
- 架构变化：3层 Vs 4层
 - 3层架构：memtable + minor sstable(L1) + major sstable (L2)
 - 4层架构：memtable + mini sstable(L0) + minor sstable(L1) + major sstable (L2)
- 参数 minor_compact_trigger 控制L0层Mini SSTable 总数
- 参数 major_compact_trigger 控制memtable dump flush次数达到时触发major compaction



2.2.1 转储的基本概念

转储功能的引入，是为了解决合并操作引发的一系列问题：

1. 资源消耗高，对在线业务性能影响较大。
2. 单个租户MemStore使用率高会触发集群级合并，其它租户成为受害者。
3. 合并耗时长，MemStore内存释放不及时，容易造成MemStore满而数据写入失败的情况。

转储的基本设计思路

1. 每个MemStore触发单独的冻结（freeze_trigger_percentage）及数据合并，不影响其它租户；
2. 也可以通过命令为指定租户、指定observer、指定分区做转储。
3. 只和上一次转储的数据做合并，不和SSTable的数据做合并。

2.2.1 转储带来的影响

转储的优势

1. 每个租户的转储不影响observer上其它的租户，也不会触发集群级转储，避免关联影响。
2. 资源消耗小，对在线业务性能影响较低。
3. 耗时相对较短，MemStore更快释放，降低发生MemStore写满的概率。

转储的副作用

1. 数据层级增多，查询链路变长，查询性能下降。
2. 冗余数据增多，占用更多磁盘空间。

2.2.1 转储&合并对比

转储和合并的最大区别在于，合并是集群上所有的Partition在一个统一的快照点和全局静态数据进行合并的行为，是一个全局的操作，最终形成一个全局快照。转储和合并的对比如下表所示：

转储（Minor freeze）	合并（Major freeze）
<u>Partition级别，只是MemTable的物化。</u>	<u>全局级别，产生一个全局快照。</u>
<u>每个Partition独立决定自己MemTable的冻结操作，主备Partition无需保持一致。</u>	<u>全局Partition一起做MemTable的冻结操作，要求主备Partition保持一致。</u>
<u>转储只与相同大版本的Minor SSTable合并，产生新的Minor SSTable，所以只包含增量数据，最终被删除的行需要特殊标记。</u>	<u>合并会把当前大版本的SSTable和MemTable与前一个大版本的全量静态数据进行合并，产生新的全量数据</u>

2.2 内存数据落盘策略

- 2.2.1 转储与合并
- 2.2.2 合并操作策略
- 2.2.3 转储操作策略

2.2.2 OB合并触发方式

三种合并触发方式

1. 定时合并
2. MemStore使用率达到阈值自动合并
3. 手动合并

2.2.2 OB合并方式：定时合并

- 由major_freeze_duty_time参数控制定时合并时间，可以修改参数控制合并时间：
alter system set major_freeze_duty_time='02:00'

```
mysql> show parameters like '%major_freeze_duty_time%' \G;
***** 1. row *****
      zone: ET15SQA_1
    svr_type: observer
      svr_ip: 100.81.166.54
    svr_port: 2882
      name: major_freeze_duty_time
    data_type: NULL
      value: 02:00
value_strict: NULL
      info: the start time of system daily merge procedure. Range: [00:00, 24:00)
need_reboot: 0
    section: daily_merge
visible_level:
```

2.2.2 OB合并方式：MemStore使用率达到阈值自动合并

当租户的 MemStore内存使用率达到freeze_trigger_percentage参数的值，并且转储的次数已经达到了minor_freeze_times参数的值，会自动触发合并。

- 1. 通过查询(g)v\$memstore视图来查看各租户的memstore内存使用情况。
- 2. 查转储次数：gv\$memstore, __all_virtual_tenant_memstore_info 中 freeze_cnt 列

```
mysql> select * from oceanbase.v$memstore;
```

TENANT_ID	ACTIVE	TOTAL	FREEZE_TRIGGER	MEM_LIMIT
1	849175576	855385112	12025908370	17179869150
500	0	0	3228180212899171530	4611686018427387900
1010	66379344	104234576	751619260	1073741800
1013	381563184	489353520	751619260	1073741800
1016	0	37691392	375809630	536870900
1025	610066512	642424912	7516192740	10737418200
1034	0	532480	7516192740	10737418200

2.2.2 OB合并方式：手动合并

- 可以在"root@sys"用户下，通过以下命令发起手动合并（忽略当前MemStore的使用率）：

```
alter system major freeze;
```

- 合并发起以后，可以在"oceanbase"数据库里用以下命令查看合并状态：

```
select * from __all_zone; 或者 select * from __all_zone where name = 'merge_status';
```

```
mysql> select * from __all_zone where zone='ET15SQA_3';
```

gmt_create	gmt_modified	zone	name	value	info
2016-04-29 14:55:53.378903	2017-06-26 02:04:14.325282	ET15SQA_3	all_merged_version	1249	
2016-04-29 14:55:53.378402	2017-06-26 02:00:06.590930	ET15SQA_3	broadcast_version	1249	
2016-04-29 14:55:53.379224	2017-06-26 02:04:14.324942	ET15SQA_3	is_merge_timeout	0	
2016-04-29 14:55:53.378242	2017-06-26 02:04:14.323853	ET15SQA_3	is_merging	0	
2016-04-29 14:55:53.378723	2017-06-26 02:04:14.324597	ET15SQA_3	last_merged_time	1498413854323150	
2016-04-29 14:55:53.378562	2017-06-26 02:04:14.324284	ET15SQA_3	last_merged_version	1249	
2016-04-29 14:55:53.379064	2017-06-26 02:00:06.591288	ET15SQA_3	merge_start_time	1498413606590133	
2016-04-29 14:55:53.379596	2017-06-26 02:04:14.325831	ET15SQA_3	merge_status	0	IDLE
2017-01-03 14:47:29.144475	2017-01-03 14:47:29.144475	ET15SQA_3	region	0	default_region
2016-04-29 14:55:53.378083	2017-06-10 20:11:38.874648	ET15SQA_3	status	2	ACTIVE
2016-04-29 14:55:53.379436	2016-04-29 14:55:53.379436	ET15SQA_3	suspend_merging	0	

```
11 rows in set (0.05 sec)
```

2.2.2 查看 OB 集群合并和冻结状态 __all_zone

全局信息：

- frozen_time 表示冻结时间
- frozen_version 表示版本号，从1开始。
- global_broadcast_version 表示这个版本已经通过各ObServer进行合并。
- is_merge_error 表示合并过程中是否出现错误。
- last_merged_version 表示上次合并完成的版本。
- try_frozen_version 表示正在进行哪个版本的冻结，如果try_frozen_version和frozne_version相等，则表示该版本已经完成冻结。
- merge_list 表示ZONE的合并顺序。

zone相关信息：

- all_merged_version 表示本zone最近一次已经合并完成的版本。
- broadcast_version 表示本zone收到的可以进行合并的版本。
- is_merge_timeout 如果在一段时间还没有合并完成，则将此字段置为1，表示合并时间太长，具体时间可以通过参数zone_merge_timeout来控制。
- merge_start_time / last_merged_time 分别表示合并开始、结束时间。
- last_merged_version 表示本zone最近一次合并完成的版本。
- merge_status 表示本zone的合并状态

合并状态：

- IDLE：未合并
- MERGING:正在合并
- TIMEOUT:合并超时
- ERROR:合并出错

Suspend_merging

2.2.2 轮转合并

借助自身天然具备的多副本分布式架构，OceanBase引入了轮转合并机制：

- 一般情况下，OceanBase会有3份（或更多）数据副本；可以轮流为每份副本单独做合并。
- 当一个副本在合并时，这个副本上的业务流量可以暂时切到其它没有合并的副本上。
- 某个副本合并完成后，将流量切回这个副本，然后以类似的方式为下一个副本做合并，直至所有副本完成合并。

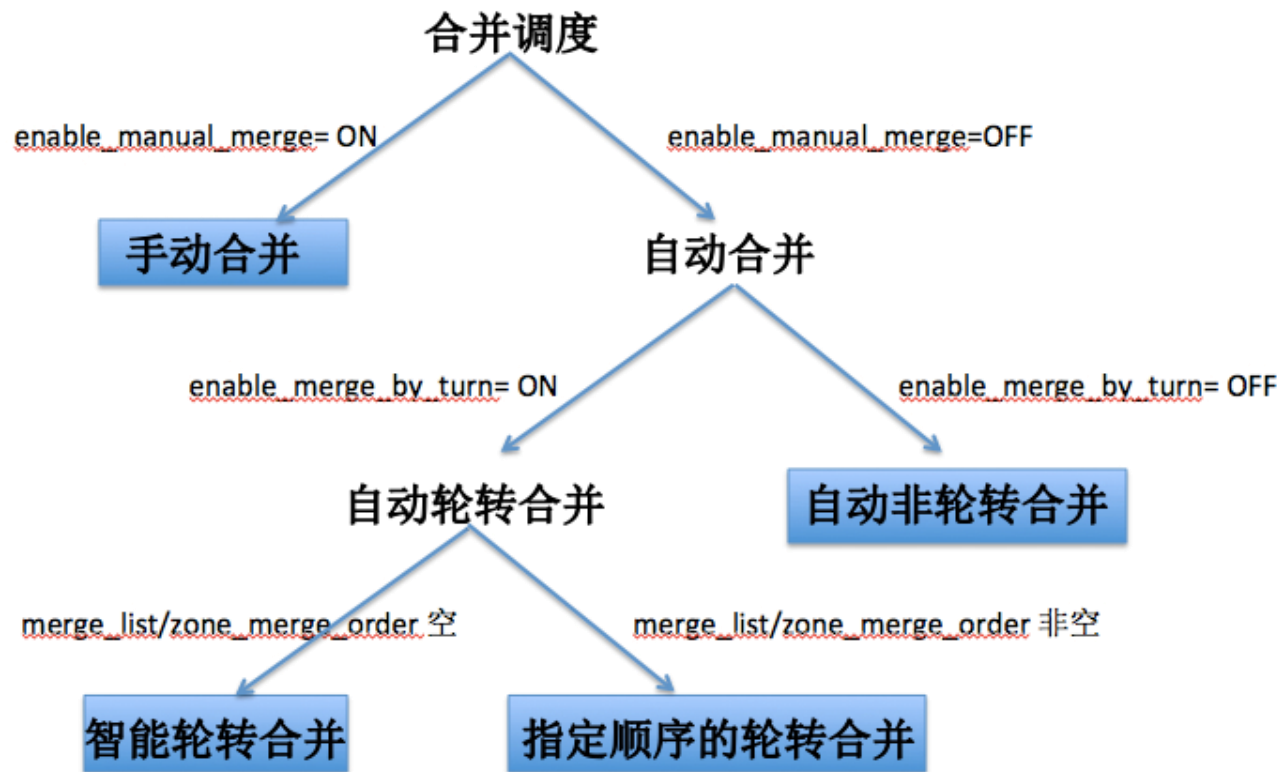
关于轮转合并的更多说明：

- 通过参数enable_merge_by_turn开启或者关闭轮转合并。
- 以ZONE为单位轮转合并，只有一个ZONE合并完成后才开始下一个ZONE的合并；合并整体时间变长。
- 某一个ZONE的合并开始之前，会将这个ZONE上的Leader服务切换到其它ZONE；切换动作对长事务有影响。
- 由于正在合并的ZONE上没有Leader，避免了合并对在线服务带来的性能影响。

2.2.2 OB 每日合并策略

可通过以下几项控制每日合并的策略：

- `enable_manual_merge`: OB的配置项, 指示是否开启手动合并;
- `enable_merge_by_turn`: OB的配置项, 指示是否开启自动轮转合并;
- `zone_merge_order`: 指定自动轮转合并的合并顺序;



2.2.2 设置轮转合并顺序

- 合并开始前，通过参数zone_merge_order设置合并顺序；只对轮转合并有效。
- 场景举例

假设集群中有三个zone，分别是z1,z2,z3，想设置轮转合并的顺序为"z1 -> z2 -> z3"，步骤如下：

```
alter system set enable_manual_merge = false;  -- 关闭手动合并
```

```
alter system set enable_merge_by_turn = true;  -- 开启轮转合并
```

```
alter system set zone_merge_order = 'z1,z2,z3';  -- 设置合并顺序
```

- 取消自定义的合并顺序

```
alter system set zone_merge_order = '';  -- 取消自定义合并顺序
```

2.2.2 OB轮转合并示例

假设集群中的设置是`zone_merge_order = 'z1,z2,z3,z4,z5'`, `zone_merge_concurrency = 3`, 一次轮转合并的大概过程如下:

事件	调度	并发合并的ZONE	合并完成的ZONE
1. 开始合并。	z1,z2,z3发起合并	z1,z2,z3	
2. 一段时间后, z2完成合并。	z4发起合并	z1,z3,z4	z2
3. 一段时间后, z3完成合并。	z5发起合并	z1,z4,z5	z2,z3
4. 一段时间后, 全部ZONE完成合并。			z1,z2,z3,z4,z5

2.2.2 合并策略对比

合并策略	调度策略	如何开启	使用场景	注释
手动合并	用户通过sql命令指定zone开始合并，需要用户自己控制并发度	1. 开启手动合并 <code>alter system set enable_manual_merge = true;</code> 2. 用户自主决定合并顺序和并发度，通过SQL命令调度zone合并，比如调度z1开始合并： <code>alter system start merge zone = 'z1';</code>	纯手工操作，一般在业务每日合并出现问题、需要人工介入的情况下启用	一旦开启，每次合并都需要用户主动调度，除非关掉手动合并，开启自动合并；
自动非轮转合并	所有zone一起开始合并，没有并发度控制	1. 关闭手动合并 <code>alter system set enable_manual_merge = false;</code> 2. 关闭轮转合并 <code>alter system set enable_merge_by_turn = false;</code>	当业务量比较小的情况下，合并中的zone也能支持业务流量时，则可以开启自动非轮转合并，这样做能够避免用户跨表join请求变成分布式跨机查询	每日合并会对业务请求产生一定的性能影响，需要跟业务进行确认
自动指定顺序的轮转合并	用户直接指定轮转的顺序，RS只负责并发度控制；	各个版本实现有不同，具体看相关版本介绍	一种特殊的轮转合并策略，一般不会使用，只有当智能轮转合并不满足业务需求的情况下，才需要为集群定制特殊的合并调度策略；	在zone成员发生变更的情况下，自动指定顺序的轮转合并会失效，退化成智能轮转合并
智能轮转合并	RS根据一定策略依次调度zone合并,并进行并发度控制；	1. 关闭手动合并 <code>alter system set enable_manual_merge = false;</code> 2. 开启轮转合并 <code>alter system set enable_merge_by_turn = true;</code>	线上部署最常用的合并调度方案，轮转合并的过程中，RS会保证尽量不影响业务的请求，通过切leader的方式，将用户读写路由到不在合并的zone中；	

2.2.2 合并注意事项

合并超时时间

- 由参数`zone_merge_timeout`定义超时阈值；默认值为'3h'（3个小时）。
- 如果某个ZONE的合并执行超过阈值，合并状态被设置为TIMEOUT。

空间警告水位

- 由参数`data_disk_usage_limit_percentage`定义数据盘空间使用阈值，默认值90。
- 当数据盘空间使用量超过阈值后，合并任务打印ERROR警告日志，合并任务失败；需要尽快扩大数据盘物理空间，并调大`data_disk_usage_limit_percentage`参数的值。
- 当数据盘空间使用量超过阈值后，禁止数据迁入。

2.2.2 合并控制

- 合并线程数，由参数merge_thread_count控制
- 控制可以同时执行合并的分区个数；单分区暂不支持拆分合并，分区表可以加快合并速度。
- 默认值为0：表示自适应，实际取值为 $\min(10, \text{cpu_cnt} * 0.3)$ 。
- 最大取值不要超过48：值太大会占用太多CPU和IO资源，对observer的性能影响较大；
- 而且容易触发系统报警，比如CPU使用率超过90%可能会触发主机报警。
- 如对合并速度没有特殊要求，建议使用默认值0。

2.2.2 合并控制

设置SSTable中保留的数据合并版本个数

- 由参数`max_kept_major_version_number`控制，默认值为2。
- 调大参数值可以保留更多历史数据，但同时占用更多的存储空间。
- 在hint中利用`frozen_version(<major_version>)`指定历史版本。

实际用例

```
MySQL [oceanbase]> select zone, svr_ip, major_version
-> from __all_virtual_partition_sstable_image_info
-> order by 1,2,3;
+-----+-----+-----+
| zone  | svr_ip      | major_version |
+-----+-----+-----+
| zone1 | [REDACTED] | 29            |
| zone1 | [REDACTED] | 30            |
| zone2 | [REDACTED] | 29            |
| zone2 | [REDACTED] | 30            |
| zone3 | [REDACTED] | 29            |
| zone3 | [REDACTED] | 30            |
+-----+-----+-----+
6 rows in set (0.17 sec)
```

```
mysql> select /*+ frozen_version(29) */ * from tmp1;
+----+-----+
| c1 | c2    |
+----+-----+
| 1  | 1      |
| 2  | 2      |
| 3  | 3      |
+----+-----+
3 rows in set (0.01 sec)

mysql> select /*+ frozen_version(30) */ * from tmp1;
+----+-----+
| c1 | c2    |
+----+-----+
| 1  | 101   |
| 2  | 202   |
| 3  | 303   |
+----+-----+
3 rows in set (0.01 sec)
```

```
mysql> select * from tmp1;
+----+-----+
| c1 | c2    |
+----+-----+
| 1  | 101   |
| 2  | 202   |
| 3  | 303   |
+----+-----+
3 rows in set (0.01 sec)
```


2.2.2 查看合并记录 and 状态

__all_rootservice_event_history表，查看合并记录：

version	zone	start_time	finish_time	merge_time_minute	module	event
215		2019-07-15 02:00:00.578840	2019-07-15 02:38:59.361596	38	daily_merge	start_merge
215		2019-07-15 02:00:00.581834	2019-07-15 02:38:59.364602	38	daily_merge	start_merge
215		2019-07-15 02:00:00.584847	2019-07-15 02:38:55.337379	38	daily_merge	start_merge
216		2019-07-16 02:00:00.714304	2019-07-16 02:28:58.388486	28	daily_merge	start_merge
216		2019-07-16 02:00:00.717919	2019-07-16 02:28:58.391507	28	daily_merge	start_merge
216		2019-07-16 02:00:00.721122	2019-07-16 02:28:54.423908	28	daily_merge	start_merge

__all_zone表，查看当前合并状态：

最近一次合并的版本号

zone	name	value
	frozen_version	216
	last_merged_version	216
	last_merged_version	216
	last_merged_version	216
	last_merged_version	216

当前未在合并

zone	name	value	info
	merge_status	0	IDLE
	merge_status	0	IDLE
	merge_status	0	IDLE
	merge_status	0	IDLE

2.2.2 问答

- freeze_trigger_percentage 这个参数的主要目的是什么？ 它的取值需要考虑哪些因素？
- 轮转合并主要解决了什么问题？ 又引入了什么新问题？



2.2 内存数据落盘策略

2.2.1 转储与合并

2.2.2 合并操作策略

2.2.3 转储操作策略

2.2.3 转储相关参数

minor_freeze_times

- 控制两次合并之间的转储次数，达到此次数则自动触发合并（Major Freeze）。
- 设置为 0 表示关闭转储，即每次租户MemStore使用率达到冻结阈值（freeze_trigger_percentage）都直接触发集群合并。

minor_merge_concurrency

- 并发做转储的分区个数；单个分区暂时不支持拆分转储，分区表可加快速度。
- 并发转储的分区过少，会影响转储的性能和效果（比如MemStore内存释放不够快）。
- 并发转储的分区过多，同样会消耗过多资源，影响在线交易的性能。

2.2.3 手动触发转储

`ALTER SYSTEM MINOR FREEZE`

```
[{TENANT[=] ('tt1' [, 'tt2'...]) | PARTITION_ID [=] 'partidx%partcount@tableid'}]  
[SERVER [=] ('ip:port' [, 'ip:port'...])];
```

几个可选的控制参数

- tenant : 指定要执行minor freeze的租户
- partition_id : 指定要执行minor freeze的partition
- server : 指定要执行minor freeze的observer

当什么选项都不指定时，默认对所有observer上的所有租户执行转储。

手动触发的转储次数不受参数minor_freeze_times的限制，即手动触发的转储次数即使超过设置的次数，也不会触发合并（Major Freeze）。

2.2.3 如何查看转储的记录

MemStore使用率达到freeze_trigger_percentage而触发的租户级转储，在_all_server_event_history表中查询：

```
MySQL [oceanbase]> select
-> *
-> from
-> _all_server_event_history
-> where
-> (event like '%merge%' or event like '%minor%')
-> order by
-> gmt_create desc limit 50
-> ;
```

gmt_create	svr_ip	svr_port	module	event	name1	value1
2020-12-15 00:03:27.326387		25882	freeze	do minor freeze success	tenant_id	1001
2020-12-15 00:03:27.325064		25882	minor_merge	minor merge start	tenant_id	1001
2020-12-15 00:03:27.289327		25882	freeze	do minor freeze	tenant_id	1001
2020-12-15 00:03:25.774260		25882	freeze	do minor freeze success	tenant_id	1001
2020-12-15 00:03:25.774196		25882	minor_merge	minor merge start	tenant_id	1001
2020-12-15 00:03:25.742751		25882	freeze	do minor freeze	tenant_id	1001
2020-12-15 00:03:25.573175		25882	freeze	do minor freeze success	tenant_id	1001
2020-12-15 00:03:25.573120		25882	minor_merge	minor merge start	tenant_id	1001
2020-12-15 00:03:25.547458		25882	freeze	do minor freeze	tenant_id	1001
2020-12-15 00:02:53.230877		25882	minor_merge	minor merge finish	tenant_id	1001
2020-12-15 00:02:53.099860		25882	minor_merge	minor merge finish	tenant_id	1001
2020-12-15 00:02:44.032599		25882	minor_merge	minor merge finish	tenant_id	1001
2020-12-15 00:02:16.485040		25882	freeze	do minor freeze success	tenant_id	1001
2020-12-15 00:02:16.483594		25882	minor_merge	minor merge start	tenant_id	1001
2020-12-15 00:02:16.431847		25882	freeze	do minor freeze	tenant_id	1001
2020-12-15 00:02:15.235066		25882	freeze	do minor freeze success	tenant_id	1001
2020-12-15 00:02:15.234964		25882	minor_merge	minor merge start	tenant_id	1001
2020-12-15 00:02:15.200344		25882	freeze	do minor freeze	tenant_id	1001
2020-12-15 00:02:14.987789		25882	freeze	do minor freeze success	tenant_id	1001
2020-12-15 00:02:14.987735		25882	minor_merge	minor merge start	tenant_id	1001
2020-12-15 00:02:14.962074	11.166.24	25882	freeze	do minor freeze	tenant_id	1001

手工发起的转储，在_all_rootservice_event_history表中可以查到具体的选项：

```
MySQL [oceanbase]> select
-> gmt_create,
-> module,
-> event,
-> name1,
-> value1,
-> name2,
-> value2,
-> name3,
-> value3,
-> extra_info
-> from
-> _all_rootservice_event_history
-> where
-> event like '%minor%'
-> order by
-> gmt_create desc
-> limit 50 \G
```

```
***** 1. row *****
gmt_create: 2020-12-15 00:11:17.736441
module: root_service
event: root_minor_freeze
name1: ret
value1: 0
name2: ora
value2: [tenant_ids:[], partition_key:[tid:1100611139453887, partition_id:1, part_cnt:0], server_list:[{"svr_ip": "11.166.24:25882", "svr_ip_port": "11.166.24:25882"}, zone:""]
name3:
value3:
extra_info:
***** 2. row *****
gmt_create: 2020-12-15 00:11:02.730996
module: root_service
event: root_minor_freeze
name1: ret
value1: 0
name2: ora
value2: [tenant_ids:[1001, 1002], partition_key:[tid:18446744073709551615, partition_id:-1, part_idx:268435455, subpart_idx:268435455], server_list:[{"svr_ip": "11.166.24:25882", "svr_ip_port": "11.166.24:25882"}, zone:""]
name3:
value3:
extra_info:
***** 3. row *****
gmt_create: 2020-12-15 00:10:21.745924
module: root_service
event: root_minor_freeze
name1: ret
value1: 0
name2: ora
value2: [tenant_ids:[], partition_key:[tid:18446744073709551615, partition_id:-1, part_idx:268435455, subpart_idx:268435455], server_list:[{"svr_ip": "11.166.24:25882", "svr_ip_port": "11.166.24:25882"}, zone:""]
name3:
value3:
extra_info:
***** 4. row *****
gmt_create: 2020-12-15 00:10:03.902636
```

2.2.3 转储适用场景

转储功能比较适用于以下场景

1. 批处理、大量数据导入等场景，写MemStore的速度很快，需要MemStore内存尽快释放。
2. 业务峰值交易量大，写入MemStore的数据很多，但又不想在峰值时段触发合并（Major Freeze），希望能将合并延后。

转储场景的常用配置方法

1. 减小freeze_trigger_percentage的值（比如40），使MemStore尽早释放，进一步降低MemStore写满的概率。
2. 增大minor_freeze_times的值，尽量避免峰值交易时段触发合并（Major Freeze），将合并的时机延后到交易低谷时段的每日合并（major_freeze_duty_time）。

2.2.3 转储&合并对比

合并与转储都能将MemStore内存中的数据冻结并写到磁盘上，数据写盘完成后也都能释放MemStore内存，但二者还是有很多不同之处：

合并（Major freeze）	转储（Minor freeze）
集群级行为，所有observer上所有租户的MemStore统一冻结。	以“租户+observer”为维度，每个MemStore独立触发冻结；也可以通过手工命令，为特定的分区单独执行。
MemTable数据和转储数据全部合并到SSTable中，完成后数据只剩一层。	只会和前一次的转储数据做合并，不涉及SSTable数据，完成后有转储和SSTable两层数据。
更新的数据量大（全部租户、全部observer、含SSTable），消耗较多的CPU和IO资源，MemStore内存释放较慢。	更新的数据量小（单独租户、单独observer、不含SSTable），消耗的资源更少，可加快MemStore内存的释放。
触发条件：单个租户的MemStore使用率达到freeze_trigger_precentage，并且转储已经达到指定次数；手工触发；定时触发。	触发条件：单个租户的MemStore使用率达到freeze_trigger_precentage；手工触发。

感谢学习