基于ORACLE数据库性能优化的研究

卞荣兵　张迎春　赵远东（南京气象学院系统分析与集成实验室 210044）

摘要：通过探讨和研究Oracle的文件系统、服务器环境及SQL语句的特点和原理，阐述了提高调整Oracle应用系统性能的一些原则和方法。

关键词：Oracle　物理设计　性能优化　系统全局区　碎片　回滚段

1 文件系统

1.1 ORACLE数据库的物理文件系统结构

Oracle数据库的对象均存储在表空间中。表空间是多个操作系统物理文件的结合，其中任何逻辑存储结构(如表、索引等)均以段的形式表示。段由一个或多个区组成，区是数据库空间分配的逻辑单位。多个Oracle数据块构成一个区，每个Oracle数据块由一个或多个操作系统数据块组成，它是Oracle系统磁盘I/O的最小单位。

1.2 表空间的物理设计和优化

表空间物理设计和优化的目标，是尽量减少各表空间之间磁盘I/O的竞争，因此需要把不同的表空间分布到不同的物理磁盘上。在进行数据库物理规划时应考虑：

(1) 采用Oracle推荐的表空间优化结构(OFA)。

(2) 独立的表、索引和回滚段。表及其索引使用的数据文件应存放在独立的磁盘上，以避免数据查询期间的竞争。而在数据处理事务时，回滚段在存放数据的表和索引被处理时使用。

(3) 独立的回滚段和在线重写日志文件。与事务相关数据被写入回滚段一样，事务的记录被写入在线重写日志文件。

(4) 独立的在线重写日志文件和归档重写日志文件。若数据库运行在归档日志模式(ARCHIVELOG)，在线重写日志文件将会被归档。在活动的高峰期，联机和归档日志文件会引起I/O冲突，除非它们位于独立的磁盘上。

(5) 与表和索引分离的临时表空间。临时段在大的查询和排序时使用，所以它们应远离临时段存放。

(6) 与数据库其他部分相独立的系统表空间。访问数据字典及存储对象(过程、包函数和触发器)会引起系统表空间被读，所以应远离数据库其他部分存放系统表空间。

(7) 在创建用户时，应为每个用户指定一缺省表空间和临时表空间，否则用户的缺省表空间为SYSTEM。

若遵循了以上规则，仍发现有I/O冲突，可使用RAID技术和一些裸设备在操作系统级实现。

在数据库运行阶段，重新创建或回收数据库对象的操作会使一些较小的自由空间散布在表空间中，形成表空间碎片。大量碎片会影响磁盘I/O操作，因此管理员应在系统运行一阶段后，通过alter tablespace tablespacename coalesces语句消除表空间碎片，亦可利用EXPORT和IMPORT程序，使用先导出、后导入数据库的方法清除之。

1.3 段和区空间的物理设计及优化

段和区空间物理设计及优化的目标，是尽量减少存储结构的动态扩展。动态扩展一方面将运行复杂费时的SQL语句存取数据字典来发现并分配空闲空间；另一方面亦可导致数据文件及表空间的增长。这些I/O操作使得系统在线反应缓慢，因此在物理设计阶段应考虑：

(1) 创建局部管理表空间。局部管理表空间使用位图来管理和跟踪数据块在表空间中的使用情况。当空间分配或回收时，只是简单地修改位图表中的位值来反映数据块的新状态。这些改变相对于全局管理表空间而言开销很小：它无须存取数据字典，也不产生回滚信息。

(2) 将数据库对象段分成大小和增长性质相似的组。若将它们的扩展区定为相同大小，那么相同对象段就可分享通过删除对象而重新分配或获得的扩展区，这样可避免表空间碎片，又能提高区分配的速度。

(3) 合理设置段和区的大小。在每个数据对象段中尽量只设置一个或尽可能少的大区间来容纳所有数据。在设置区间大小时，应先估测数据对象的大小，同时考虑区间尺寸应为db-file-multiblock-read-count的整数倍，因为Oracle以5的倍数分配区空间。

1.4 ORACLE数据块的物理设计及优化

Oracle数据块的大小由db-block-size参数在创建数据库时决定，一旦数据库生成则无法修改。选择时要充分考虑操作环境的许可状况，同时尽量减少行链接碎片和行迁移碎片。前者的产生是由于一行数据太大，无法存储在一个空白块中，而在多个块中形成链接存储；后者的产生是由于在进行UPDATE操作时，新数据在原数据块中无法找到足够的

存储空间，而将原数据迁移到另一数据块中，二者的存在使I/O效率降低，故在物理设计阶段应考虑：

(1) 选择适当大小的数据块，使它有足够的空间存储每一行记录。这是消除行链接碎片的唯一方法。

(2) 对于时常更新的库表，应适当增加pct tree的值，以留下足够的空间进行更新；对于只读的库表可将pct tree设为零。pct tree和pct used不能等于100%，只要使pct free和pct used的值相差20%，即可轻易避免由数据库引擎处理所引起的开销。

(3) 对于存在大量随机存取操作的DLTP系统，应使用小的数据块。小数据块存储的数据记录较少，从而能减少各进程对数据块的竞争冲突，同时可提高缓冲区的使用效率。

(4) 对于存在大量顺序存取操作的DSS系统，应使用较大的数据块。大数据块能存储更多的数据记录和索引项，从而提高磁盘顺序I/O的效率。

2 数据库服务器

2.1 调整内存分配

Oracle数据库服务器保留三个基本的内存高速缓存，对应三种不同类型的数据：库高速缓存、字典高速缓存和缓冲区高速缓存。库高速缓存和字典高速缓存构成共享池，共享池连同缓冲区高速缓存便构成了系统全局区(SGA)。SGA是对数据库数据进行快速访问的一个系统全局区。若SGA本身需进行频繁的释放、分配，就不能达到快速访问数据的目的，因此要把SGA放到主存中，内存的调整主要是指调整组成SGA的内存结构的大小以提高系统性能。

2.1.1 库缓冲区的调整

库缓冲区中包含私用和共享的SQL和PL/SQL区，通过比较库缓冲区的命中率决定其大小。库缓冲区的活动统计信息保留在动态性能表v$librarycache数据字典中，可通过查询该表了解其活动情况，以决定如何调整：

```
Select sum (pins), sum (reloads) from
v$librarycache;
```

Pins列给出SQL语句、PL/SQL块及被访问的对象定义的总次数；Reloads列给出SQL和PL/ SQL块的隐式分析或对象定义重装载时在库程序缓冲区中发生的错误。若sum (pins)/sum (reloads)≈0，则库缓冲区的命中率合适；若值大于1，则需调整初始化参数shared_pool_size来重新调整分配给共享池的内存量。

2.1.2 数据字典缓冲区的调整

数据字典缓冲区包含有关数据库的结构、用户及实体信息。数据字典的命中率对系统性能影响极大。数据字典缓冲区的使用情况记录在动态性能表v$librarycache中，可通过查询该表 来了解其活动情况，以决定如何调整：

```
Select sum (gets) , sum (getmisses) from
v$rowcache;
```

Gets列是对相应项请求次数的统计；Getmisses列是引起缓冲区出错的数据的请求次数。对于频繁访问的数据字典缓冲区，有sum (getmisses) /sum (gets) <10%～15%。若大于此百分数，则应增加数据字典缓冲区的容量，即需调整初始化参数shared_pool_size来重新调整分配 给共享池的内存量。

2.1.3 缓冲区高速缓存的调整

用户进程的所有数据都是经过缓冲区高速缓存来存取的，所以该部分的命中率对性能至关重 要。缓冲区高速缓存的使用情况记录在动态性能表v$sysstat中，可通过查询该表来了解其 活动情况，以决定如何调整：

```
Select name, value from v$sysstat where
name in ('dbblock gets', 'consistent gets',
'physical reads');
```

dbblock gets和consistent gets的值是请求数据缓冲区中读的总次数；physical reads的值是请求数据时引起从盘中读文件的次数，从缓冲区高速缓存中读的可能性大小称为缓冲区的命中率，计算公式：

Hit Ratio=1-(physical reads/(dbblock gets+consistent gets))

若Hit Ratio<60%～70%，则应增大db-block-buffers的参数值。此参数可调整分配给缓冲区高速缓存的内存量，即可设置分配缓冲区高速缓存的数据块的个数。缓冲区高速缓存的总字节数=db-block-buffers的值×db-block-size的值。db-block-size的值表示数据块大小的字节数，可查询v$parameter表：

```
Select name, value fromv$parameter where
name = 'db-block-size';
```

注：修改了上述初始化参数后，须先关闭数据库，在重新启动后才能使新的设置生效。

2.1.4 调整LOG-BUFFER (注册缓冲区)

log-buffer参数按字节设置SGA里的重写日志缓冲器的大小。在多用户执行的OLTP应用里，应设置此参数值为大于它们的缺省值。若v$sysstat里的redo log space requests (重写日志空间要求) 统计值非零，则应增大log-buffer的设置值以支持加载事务，避免事务被迫等待访问重写日志缓冲区。

2.1.5 调整SORT-AREA-SIZE (排序区大小) 和SORT-AREA-RETAINED-SIZE (排序保留区大小)

sort-area-size参数按字节指定了提供给用户用于排序的内存总数的最大值，sort-area- retained-size按字节设置了用来排序的

内存总数的最大值。可通过检测v$sysstat的sorts (memory)(内存排序)和sorts (disk)(磁盘排序)的统计值来确定与月排序有关的参数是否设置得足够大。若排序要求的临时段比基于内存排序的百分比多5%~10%，即可考虑增大这两个参数。在理想状况下，sorts (disk)的值为0，所有排序均在内存里进行。

2.1.6 调整ROLLBACK_SEGMENTS (回滚段)

回滚段是一个存储区域，数据库使用该区域存放曾经由一个事务更新或删除的行的原始数据值。若用户要回滚一个事务所做的改变，那么数据库就从回滚段中读回改变前的数据并使该事务影响的行改变为其原状态。回滚段控制着数据库处理事务的能力，因而对数据库的成功起关键作用。对于一些联机事务的处理，应遵循以下规则：

(1) 使所有回滚段大小相同。Oracle将以循环的方式分配回滚段，故产生不同大小的回滚段将不能改善事务处理的能力。

(2) 使initial和next相等。在删除回滚段的事件中，希望删除的区间被另外的回滚段重用的机会最大。不能规定pctincrease的值，该值应总为零。

(3)产生足够大的区间以防止反绕。理想情况是，每个事务应存储在它自己的回滚段中。

(4) 将optimal设置为足够大，以避免回滚段的动态扩展。若回滚段必须经常扩展至超过其optimal设置，后又缩回至此设置，那么它要进行大量不必要的空间管理工作。

3 应用程序

3.1 SQL语句的优化

SQL语句的执行速度受诸多因素影响。其主要因素是：驱动表、执行操作的先后顺序、语句的书写和索引的运用。故在应用中，应考虑以下几方面：

3.1.1 避免无计划的全表扫描

这是因为全表扫无选择性，同时通过全表扫描读取的数据很快从SGA的缓冲区移去。基于规则优化的情况，在SGA语句中出现下列任何条件都将导致全表扫描：

(1) 该表无索引。

(2) 对返回的行无任何限定条件，即查询时返回所有的行。

(3) 对数据表与任何索引主列相对应的行无限定条件。如在某表city列上有索引，则限定条件where city='城市名称'，可使用索引。若限定条件为where upper (city)='城市名称'，则不会使用city列上的索引，因为city列在upper函数里。若将city列与文本字符串联结在一起，也不会使用索引，如where city‖'x' like '城市名称%'，也不会使用索引。

(4) 对索引主列的行有限定条件，但当条件使用的是null、不等于、like操作以%开头和值为一个赋值变量时，不会使用索引。

另外，若表没有被分析、表小、索引列无选择性(索引的选择性是指索引列里不同值的数目与表中记录数的比，一般来说越高越好)或优化目标被设置为all-rows时,基于开销的优化器将决定使用全表扫描。

3.1.2 进行多表连接查询时应遵循的优化原则

(1)用于连接的子句的列表被索引。在Where子句中应尽量利用(而非避开)索引。

(2) 连接操作应从返回较少行上驱动。

(3) 若所连接的表A远大于表B，建议从较大的表A驱动。

(4) 若Where子句中含选择性条件，则应将最具选择性部分置于表达式最后。

(5) 若只有一表有索引，而另一表无索引，则通常将后者作为驱动表。如表A的N0列被索引，而表B的N0列未被索引，则表B应作为驱动表，表A为被驱动表。

(6) 若用于连接的列和Where子句中其他选择条件列均有索引，则按各索引对查询的有效性和选择性分别定级。结合表中具体数据构成情况，从中选择出优化路径，一般需考虑：子句中哪些列可使用索引，哪些索引具有唯一性及被查询表行数目等。

3.1.3 创建和使用索引应遵循的优化原则

(1) 索引所有的主关键字列和外部关键字列。

(2) 安排好复合索引中列的次序。相对均衡索引列的次序有两点须注意：第一，在限定条件里最频繁使用的列应为主列；第二，最具选择性的列即值最清晰的列应是主列。

(3) 该表常用来在索引列上查询；该表不常进行更新、插入、删除等操作；查询出的结果记录数应控制在原表的2%~4%。

3.2 建立和使用存储过程、函数、视图等对象

利用视图可将基表中的列或行进行裁减，隐藏一部分数据，并能将涉及到多表的复杂查询以视图方式给出，使应用程序开发简洁快速。使用存储过程、函数和包可使一些要统计查询的工作在服务器端执行，如此可提高效率，同时也减少了网络流量。

参考文献

1 Kevin Loney Noorali Sonawalla，李逸波，王华驹，马赛红，曲宁等译，Oracle 8性能优化和管理手册，机械工业出版社，2000。

2 Corey MJ，刘晓霞译，Oracle优化技术，机械工业出版社，1999。

3 Loney k，李晓军译，Oracle数据库管理员手册，机械工业出版社，1999。

4 www.Oracle.com.