SQL优化

一、MySQL版本

1、版本

1、5.x:
2、5.0-5.1:早期产品的延续，升级维护
3、5.4 - 5.x： MySQL整合了三方公司的新存储引擎 （推荐5.5）

2、安装方式

```
#安装：
rpm -ivh  软件名
#如果安装时 与某个软件  xxx冲突，则需要将冲突的软件卸载掉：
yun -y remove xxx
#安装时 有日志提示我们可以修改密码：
/usr/bin/mysqladmin -u root password 'new-password'

#注意：
#如果提示“GPG keys...”安装失败，解决方案：
rpm -ivh rpm软件名  --force --nodoeps

#验证：
mysqladmin --version

#启动mysql应用：
service mysql start

#关闭：
service mysql stop

#重启：
service mysql restart

#在计算机reboot后 登陆MySQL ：
mysql
#可能会报错：    "/var/lib/mysql/mysql.sock不存在"
#--原因：是Mysql服务没有启动
#解决：启动服务
#1.每次使用前 手动启动服务
/etc/init.d/mysql start
#2.开机自启
chkconfig mysql on ,chkconfig mysql off
#检查开机是否自动启动：
ntsysv
```

给mysql 的超级管理员root 增加密码：

```
/usr/bin/mysqladmin -u root password root
```

登陆:

```
mysql -u root -p
```

数据库存放目录:

```
#可以看到：数据库目录：
datadir=/var/lib/mysql
#pid文件目录：
--pid-file=/var/lib/mysql/bigdata01.pid
```

MySQL核心目录:

```
/var/lib/mysql :mysql #安装目录
/usr/share/mysql:  #配置文件
/usr/bin：#命令目录（mysqladmin、mysqldump等）
/etc/init.d/mysql #启停脚本
```

MySQL配置文件

```
my-huge.cnf #高端服务器  1-2G内存
my-large.cnf   #中等规模
my-medium.cnf  #一般
my-small.cnf   #较小
#但是，以上配置文件mysql默认不能识别，默认只能识别 /etc/my.cnf,采用 my-huge.cnf ：
cp /usr/share/mysql/my-huge.cnf /etc/my.cnf
#注意：mysql5.5默认配置文件/etc/my.cnf;
```

Mysql5.6 默认配置文件

```
/etc/mysql-default.cnf
```

默认端口3306

mysql字符编码

```
#sql
show variables like '%char%' ;
#可以发现部分编码是 latin,需要统一设置为utf-8
#设置编码：
vi /etc/my.cnf:
[mysql]
default-character-set=utf8
[client]
default-character-set=utf8

[mysqld]
character_set_server=utf8
character_set_client=utf8
collation_server=utf8_general_ci
```

重启Mysql

```
service mysql restart
```

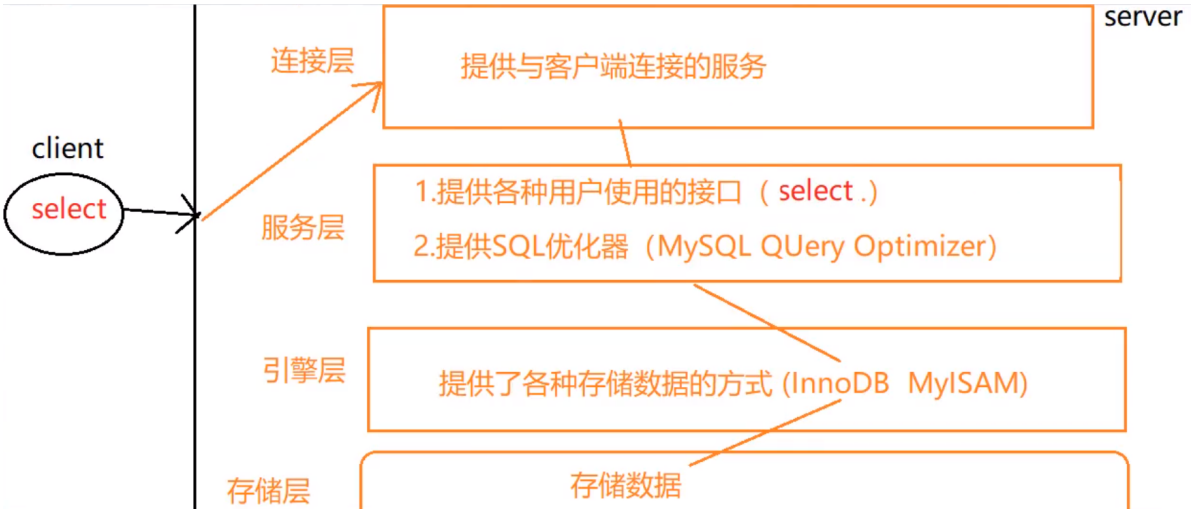
注意事项：修改编码 只对“之后”创建的数据库生效，因此 我们建议 在mysql安装完毕后，第一时间 统一编码。

mysql:清屏　ctrl+L　, system clear

二、原理

1、MYSQL逻辑分层

- 连接层：提供与客户端连接的服务。
- 服务层：
  - 提供各种用户使用的接口（CRUD）
  - 提供SQL优化器（MySQL Query Optimizer）
- 引擎层：提供了各种存储数据的方式（InnoDB、MyISAM）
  - InnoDB(默认)：事务优先 （适合高并发操作；行锁）
  - MyISAM：性能优先（表锁）
- 存储层：存储数据



查询数据库引擎：支持哪些引擎

```
show engines \g; #不同的数据库换行符号不一样，看提示。
#查看当前使用的引擎
 show variables like '%storage_engine%' ;
```

指定数据库对象的引擎

```
create table tb(
    id int(4) auto_increment ,
    name varchar(5),
    dept varchar(5) ,
    primary key(id)
)ENGINE=MyISAM AUTO_INCREMENT=1
DEFAULT CHARSET=utf8   ;
```

三、SQL优化

原因：性能低、执行时间太长、等待时间太长、SQL语句欠佳（连接查询）、索引失效、服务器参数设置不合理（缓冲、线程数）

1、a.SQL 编写

```
#编写过程：
select dinstinct  ..from  ..join ..on ..where ..group by ...having ..order by ..limit ..
#解析过程：
from .. on.. join ..where ..group by ....having ...select dinstinct ..order by limit ...
```

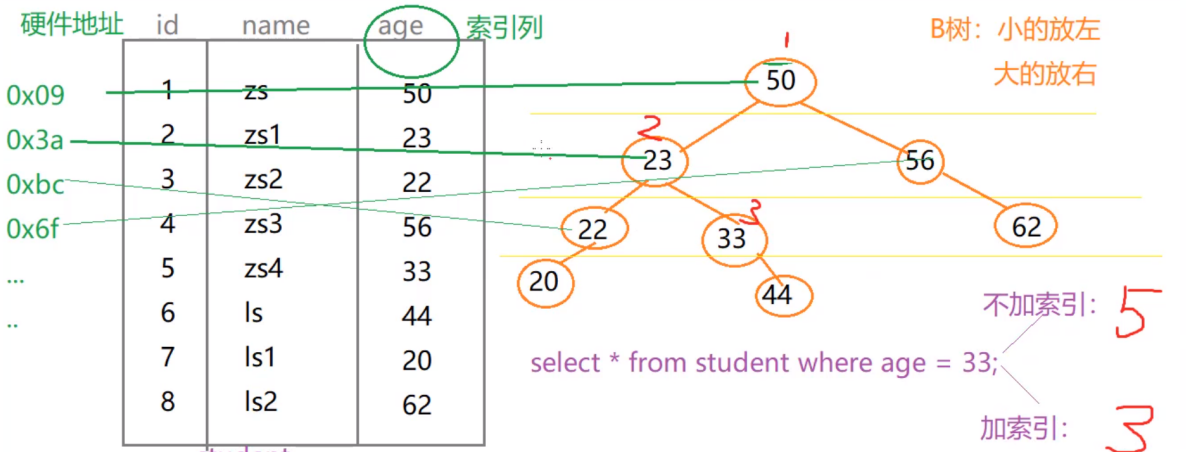
2、b.SQL优化

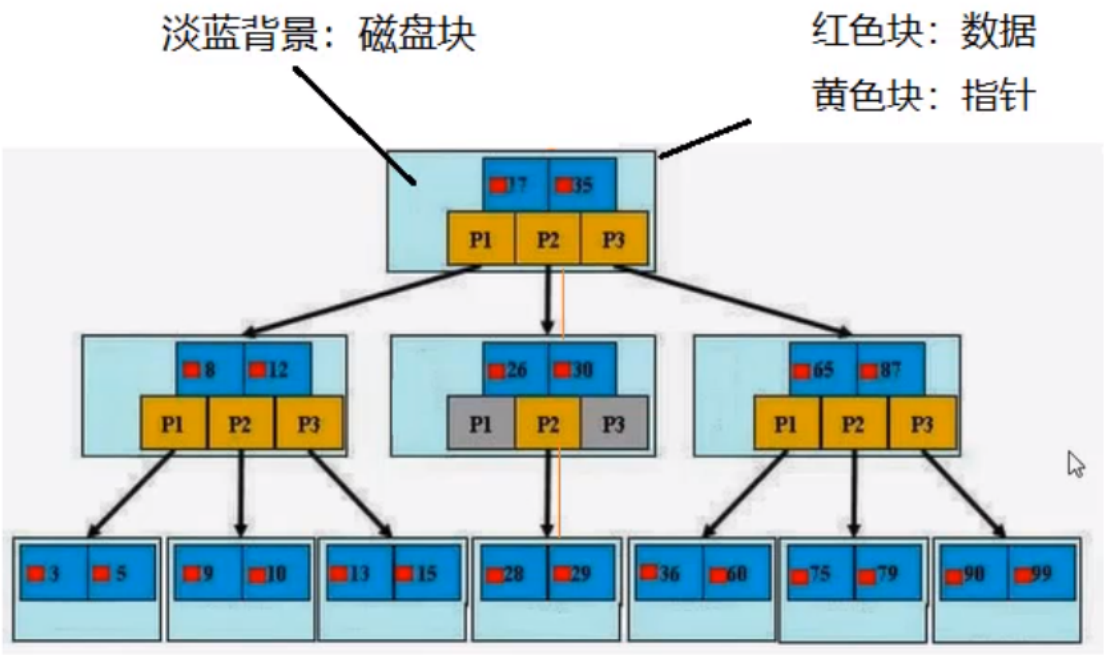
主要就是 在优化索引

> 索引：

- 相当于书的目录
- index是帮助MYSQL高效获取数据的数据结构。索引是数据结构（树：B树(默认)、Hash树...）

例子





3层Btree可以存放 上百万条数据

Btree：一般都是指B+，数据全部存放在叶节点中。

B+数中查询任意的数据次数：n次（B+数的高度）

> 索引的弊端：

- 索引本身很大， 可以存放在内存/硬盘（通常为 硬盘）
- 索引不是所有情况均适用： a.少量数据 b.频繁更新的字段 c.很少使用的字段
- 索引会降低增删改的效率（增删改查）

> 优势：

- 提高查询效率（降低IO使用率）
- 降低CPU使用率 （...order by age desc,因为 B树索引 本身就是一个 好排序的结构，因此在排序时可以直接使用）

https://www.cnblogs.com/annsshadow/p/5037667.html

四、索引

1、分类

- 主键索引： 不能重复。id 不能是null
- 唯一索引 ： 不能重复。id 可以是null
- 单值索引 ： 单列， age ;一个表可以多个单值索引,name。
- 复合索引 ： 多个列构成的索引 （相当于 二级目录： z: zhao） (name,age) (a,b,c,d,...,n)

2、创建索引

方式一：

```
create 索引类型 索引名 on 表(字段)
```

> 单值：

```
create index   dept_index on  tb(dept);
```

> 唯一：

```
create unique index  name_index on tb(name) ;
```

> 复合索引

```
create index dept_name_index on tb(dept,name);
```

方式二：

```
alter table 表名 索引类型  索引名（字段）
```

> 单值：

```
alter table tb add index dept_index(dept) ;
```

> 唯一：

```
alter table tb add unique index name_index(name);
```

> 复合索引

```
alter table tb add index dept_name_index(dept,name);
```

注意：如果一个字段是primary key，则改字段默认就是 主键索引

3、删除索引

```
drop index 索引名 on 表名 ;
drop index name_index on tb ;
```

4、查询索引

```
show index from 表名 ;
show index from 表名 \G
```

五、SQL性能

- 分析SQL的执行计划 ：explain ， 可以模拟SQL优化器执行SQL语句，从而让开发人员 知道自己编写的SQL状况。
- MySQL查询优化其会干扰我们的优化。

优化方法，官网：

```
https://dev.mysql.com/doc/refman/5.5/en/optimization.html
```

> 查询执行计划： explain +SQL语句

```
explain  select  * from tb ;
```

> 参数

id	编号
select_type	查询类型
table	表
type	类型
possible_keys	预测用到的索引
key	实际使用的索引
key_len	实际使用索引的长度
ref	表之间的引用
rows	通过索引查询到的数据量
Extra	额外的信息

1、准备数据：

```
create table course
(
cid int(3),
cname varchar(20),
tid int(3)
);
create table teacher
(
tid int(3),
tname varchar(20),
tcid int(3)
);

create table teacherCard
(
tcid int(3),
tcdesc varchar(200)
);

```

```
insert into course values(1,'java',1);
insert into course values(2,'html',1);
insert into course values(3,'sql',2);
insert into course values(4,'web',3);

insert into teacher values(1,'tz',1);
insert into teacher values(2,'tw',2);
insert into teacher values(3,'tl',3);

insert into teacherCard values(1,'tzdesc') ;
insert into teacherCard values(2,'twdesc') ;
insert into teacherCard values(3,'tldesc') ;
```

2、例子

1、查询课程编号为2 或 教师证编号为3 的老师信息

```
EXPLAIN SELECT t.tname FROM teacher t,course c ,teachercard tc WHERE t.tcid = tc.tcid AND c.tid = t.tid
AND (c.cid = 2 OR t.tcid = 3);
```

explain + sql:

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	t	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	3	100	(Null)
1	SIMPLE	tc	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	3	33.33	Using where; Using join buffer (Block Nested Loop)
1	SIMPLE	c	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	4	25	Using where; Using join buffer (Block Nested Loop)

3、索引参数

3.1、id值相同

从上往下顺序执行。 t3-tc3-c4

```
tc3-c4-t6
```

表的执行顺序 因数量的个数改变而改变的原因： 笛卡儿积

```
a     b      c
4     3      2        =     2 * 3 = 6 * 4 = 24
3 * 4 = 12 * 2 = 24
```

数据小的表 优先查询

3.2、id值不同

id值越大越优先查询**（本质：在嵌套子查询时，先查内层 再查外层）**

> 查询教授SQL课程的老师的描述（desc）

```
explain select tc.tcdesc from teacherCard tc,course c,teacher t where c.tid =
t.tid
and t.tcid = tc.tcid and c.cname = 'sql';
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	c	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	4	25	Using where
1	SIMPLE	t	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	3	33.33	Using where; Using join buffer (Block Nested Loop)
1	SIMPLE	tc	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	3	33.33	Using where; Using join buffer (Block Nested Loop)

> 将以上多表查询转为子查询形式：

```
EXPLAIN SELECT * from teachercard tc WHERE tc.tcid = (
        SELECT t.tcid FROM teacher t WHERE t.tid = (
             SELECT c.tid FROM course c WHERE c.cname = 'sql'
        )
);
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	PRIMARY	tc	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	3	33.33	Using where
2	SUBQUERY	t	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	3	33.33	Using where
3	SUBQUERY	c	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	4	25	Using where

> 子查询+多表：

```
explain select t.tname ,tc.tcdesc from teacher t,teacherCard tc where t.tcid=
tc.tcid
and t.tid = (select c.tid from course c where cname = 'sql') ;
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	PRIMARY	t	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	3	33.33	Using where
1	PRIMARY	tc	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	3	33.33	Using where; Using join buffer (Block Nested Loop)
2	SUBQUERY	c	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	4	25	Using where

id值有相同，又有不同： id值越大越优先；id值相同，从上往下 顺序执行。

3.3、select_type:查询类型

- PRIMARY:包含子查询SQL中的 主查询 （最外层）
- SUBQUERY：包含子查询SQL中的 子查询 （非最外层）
- simple:简单查询（不包含子查询、union）
- derived:衍生查询 （使用到了临时表）
  - a.在from子查询中只有一张表

```
explain select  cr.cname    from ( select * from course where tid in
(1,2) ) cr ;
```

  - b.在from子查询中， 如果有table1 union table2 ， 则table1 就是derived,table2就是union

```
explain  select  cr.cname  from ( select * from course where tid = 1
 union select * from course where tid = 2 ) cr ;
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	PRIMARY	<derived2>	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	4	100	(Null)
2	DERIVED	course	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	4	25	Using where
3	UNION	course	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	4	25	Using where
(Null)	UNION RESULT	<union2,3>	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	Using temporary

- union:上例
  union result :告知开发人员，那些表之间存在union查询

system > const > eq_ref > ref > fulltext > ref_or_null > index_merge > unique_subquery > index_subquery > range > index > ALL

3.4、type:索引类型、类型

> 顺序

```
system>const>eq_ref>ref>range>index>all
```

要对type进行优化的前提：**有索引**

其中：system,const只是理想情况；实际能达到 ref>range

system（忽略）：只有一条数据的系统表； 或衍生表只有一条数据的主查询，几乎达不到。

3.4.1、const

```
create table test01
(
    tid int(3),
    tname varchar(20)
);
insert into test01 values(1,'a') ;
commit;
```

> 增加索引

```
alter table test01 add constraint tid_pk primary key(tid) ;
```

> 执行

```
explain select * from (select * from test01 )t where tid =1 ;
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test01	(Null)	const	PRIMARY	PRIMAR	4	const	1	100	(Null)

const:仅仅能查到一条数据的SQL ,用于Primary key 或unique索引 （类型与索引类型有关）

```
explain select tid from test01 where tid =1 ;
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test01	(Null)	const	PRIMARY	PRIMAR	4	const	1	100	Using index

3.4.2、eq_ref

> 删除主键索引

```
alter table test01 drop primary key ;
```

> 创建单值索引

```
create index test01_index on test01(tid) ;
```

eq_ref:唯一性索引：对于每个索引键的查询，返回匹配唯一行数据（有且只有1个，不能多 、不能0）

select ... from ..where name = ... 常见于唯一索引 和主键索引。

```
alter table teacherCard add constraint pk_tcid primary key(tcid);
alter table teacher add constraint uk_tcid unique index(tcid) ;
explain select t.tcid from teacher t,teacherCard tc where t.tcid = tc.tcid;
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	t	(Null)	index	uk_tcid	uk_tcid	5	(Null)	3	100	Using where; Using index
1	SIMPLE	tc	(Null)	eq_ref	PRIMARY	PRIMAR	4	test.t.tci	1	100	Using index

以上SQL，用到的索引是 t.tcid，即teacher表中的tcid字段；
如果teacher表的**数据个数和连接查询的数据个数**一致（都是3条数据），则有可能满足eq_ref级别；否则无法满足。

3.4.3、ref

ref：非唯一性索引，对于每个索引键的查询，返回匹配的所有行（0,多）
准备数据：

```
 insert into teacher values(4,'tz',4) ;
 insert into teacherCard values(4,'tz222');
```

测试：

```
alter table teacher add index index_name (tname) ;
explain select * from teacher where tname = 'tz';
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	teacher	(Null)	ref	index_name	index_na	83	const	2	100	(Null)

3.4.4、range

range：检索指定范围的行 ,where后面是一个范围查询(between ,> < >=, 特殊:in有时候会失效， 从而转为无索引all)

```
alter table teacher add index tid_index (tid) ;
explain select t.* from teacher t where t.tid in (1,2) ;
explain select t.* from teacher t where t.tid <3 ;
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	t	(Null)	range	tid_index	tid_index	5	(Null)	2	100	Using index condition

3.4.5、index

查询全部索引中的数据

```
explain select tid from teacher ;
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	teacher	(Null)	index	(Null)	tid_index	5	(Null)	4	100	Using index

tid 是索引， **只需要扫描索引表**，不需要所有表中的所有数据

3.4.6、all

查询全部表中的数据

```
explain select cid from course ;
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	course	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	4	100	(Null)

--cid不是索引，**需要全表所有**，即需要所有表中的所有数据

> system/const: 结果只有一条数据
> eq_ref:结果多条；但是每条数据是唯一的；
> ref：结果多条；但是每条数据是是0或多条；

3.5、possible_keys

可能用到的索引，是一种预测，不准。

```
alter table course add index cname_index (cname);
```

```
explain select t.tname ,tc.tcdesc from teacher t,teacherCard tc where t.tcid=
tc.tcid
and t.tid = (select c.tid from course c where cname = 'sql') ;
```

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	PRIMARY	t	(Null)	ref	uk_tcid,tid_index	tid_index	5	const	1	100	Using where
1	PRIMARY	tc	(Null)	eq_ref	PRIMARY	PRIMARY	4	test.t.tcid	1	100	(Null)
2	SUBQUERY	c	(Null)	ref	cname_index	cname_index	83	const	1	100	(Null)

如果 possible_key/key是NULL，则说明没用索引。

```
explain select tc.tcdesc from teacherCard tc,course c,teacher t where c.tid = t.tid
and t.tcid = tc.tcid and c.cname = 'sql' ;
```

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	c	(Null)	ref	cname_index	cname_index	83	const	1	100	Using where
1	SIMPLE	t	(Null)	ref	uk_tcid,tid_index	tid_index	5	test.c.tid	1	100	Using where
1	SIMPLE	tc	(Null)	eq_ref	PRIMARY	PRIMARY	4	test.t.tcid	1	100	(Null)

3.6、key

key： 实际使用到的索引。

3.7、key_len

索引的长度；
作用：用于判断**复合索引是否被完全使用** （a,b,c）。

```
create table test_kl
(
    name char(20) not null default ''
);
alter table test_kl add index index_name(name) ;
```

```
explain select * from test_kl where name ='' ;   -- key_len :60
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test_kl	(Null)	ref	index_name	index_name	80	const	1	100	Using where; Using index

在utf8：1个字符站3个字节 。

```
alter table test_kl add column name11 char(20);  --name1可以为null
alter table test_kl add index index_name1(name11);
```

```
explain select * from test_kl where name11 ='' ;
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test_kl	(Null)	ref	index_name1	index_name1	81	const	1	100	Using index condition

--如果索引字段可以为Null,则会使用1个字节用于标识。

> 删除单值索引，增加一个复合索引

```
drop index index_name on test_kl ;
drop index index_name1 on test_kl ;
alter table test_kl add index name_name1_index (name,name1) ;
```

```
explain select * from test_kl where name11 = '' ; --121
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test_kl	(Null)	index	name_name1_index	name_name1_in	161	(Null)	1	100	Using where; Using index

```
explain select * from test_kl where name = '' ; --60
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test_kl	(Null)	ref	name_name1_index	name_name1_in	80	const	1	100	Using where; Using index

varchar(20)

```
alter table test_kl add column name22 varchar(20) ; --可以为Null
alter table test_kl add index name22_index (name2) ;
```

```
explain select * from test_kl where name2 = '' ;  --63
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test_kl	(Null)	ref	name2_index	name2_index	83	const	1	100	(Null)

20*3=60 + 1(null) +2(用2个字节 标识可变长度) =63

为什么是80而不是60

> utf8:1个字符3个字节
> gbk:1个字符2个字节
> latin:1个字 符1个字节

3.8、ref

注意与type中的ref值区分。
作用： 指明当前表所参照的字段。
select ....where a.c = b.x ； (其中b.x可以是常量，const)

```
alter table course  add index tid_index (tid) ;
```

```
explain select * from course c,teacher t where c.tid = t.tid  and t.tname
='tw' ;
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	t	(Null)	ref	index_name,tid_index	index_name	83	const	1	100	Using where
1	SIMPLE	c	(Null)	ref	tid_index	tid_index	5	test.t.tid	1	100	(Null)

3.9、rows

rows：被索引优化查询的数据个数 (实际通过索引而查询到的数据个数)

```
explain select * from course c,teacher t  where c.tid = t.tid and t.tname = 'tz' ;
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	t	(Null)	ref	index_name,tid_index	index_name	83	const	2	100	Using where
1	SIMPLE	c	(Null)	ref	tid_index	tid_index	5	test.t.tid	1	100	(Null)

3.10、Extra

3.10.1、using filesort

using filesort性能消耗大；需要“额外”的一次排序（查询)。常见于 order by 语句中。
排序：先查询

> 单值索引

```
create table test02
(
    a1 char(3),
    a2 char(3),
    a3 char(3),
    index idx_a1(a1),
    index idx_a2(a2),
    index idx_a3(a3)
);
```

```
explain select * from test02 where a1 ='' order by a1 ;
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test02	(Null)	ref	idx_a1	idx_a1	13	const	1	100	Using index condition

> a1:姓名 a2：年龄

```
explain s
elect * from test02 where a1 ='' order by a2 ; --using filesort
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test02	(Null)	ref	idx_a1	idx_a1	13	const	1	100	Using index condition; Using filesort

小结：对于单索引， 如果排序和查找是同一个字段，则不会出现using filesort；如果排序和查找不是同一个字段，则会出现using filesort

避免： where哪些字段，就order by那些字段

> 复合索引：不能跨列（最佳左前缀）

```
drop index idx_a1 on test02;
drop index idx_a2 on test02;
drop index idx_a3 on test02;
```

创建索引

```
alter table test02 add index idx_a1_a2_a3 (a1,a2,a3)
```

```
explain select *from test02 where a1='' order by a3 ;  --using filesort
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test02	(Null)	ref	idx_a1_a2_a3	idx_a1_a	13	const	1	100	Using where; Using index; Using filesort

```
explain select *from test02 where a2='' order by a3 ; --using filesort
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test02	(Null)	index	idx_a1_a2_a3	idx_a1_a	39	(Null)	1	100	Using where; Using index; Using filesort

```
explain select *from test02 where a1='' order by a2 ;
```

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test02	(Null)	ref	idx_a1_a2_a3	idx_a1_a	13	const	1	100	Using where; Using index

```
explain select *from test02 where a2='' order by a1 ; --using filesort
```

小结： where和order by 按照复合索引的顺序使用，不要跨列或无序使用。

3.10.2、using temporary

using temporary:性能损耗大， 用到了临时表。一般出现在group by 语句中。

```
explain select a1 from test02 where a1 in ('1','2','3') group by a1 ;
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test02	(Null)	index	idx_a1_a2_a3	idx_a1_a	39	(Null)	1	100	Using where; Using index

```
explain select a1 from test02 where a1 in ('1','2','3') group by a2 ; --using
temporary
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test02	(Null)	index	idx_a1_a2_a3	idx_a1_a	39	(Null)	1	100	Using where; Using index; Using temporary

避免：查询那些列，就根据那些列 group by

3.10.3、using index

using index :性能提升; 索引覆盖（覆盖索引）。原因：不读取原文件，只从索引文件中获取数据 （不需要回表查询）只要使用到的列全部都在索引中，就是索引覆盖using index。

例如：test02表中有一个复合索引(a1,a2,a3)

```
explain select a1,a2 from test02 where a1='' or a2= '' ; --using index
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test02	(Null)	index	idx_a1_a2_a3	idx_a1_a	39	(Null)	1	100	Using where; Using index

修改索引

```
drop index idx_a1_a2_a3 on test02;
alter table test02 add index idx_a1_a2(a1,a2) ;
```

```
explain select a1,a3 from test02 where a1='' or a3= '' ;
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test02	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	1	100	Using where

如果用到了索引覆盖(using index时)，会对 possible_keys和key造成影响：
a.如果没有where，则索引只出现在key中；
b.如果有where，则索引 出现在key和possible_keys中。

```
explain select a1,a2 from test02 where a1='' or a2= '' ;
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test02	(Null)	index	idx_a1_a2	idx_a1_a	26	(Null)	1	100	Using where; Using index

```
explain select a1,a2 from test02  ;
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test02	(Null)	index	(Null)	idx_a1_a	26	(Null)	1	100	Using index

3.10.4、using where

using where （需要回表查询）
假设age是索引列
但查询语句select age,name from ...where age =...,此语句中必须回原表查Name，因此会显示using where.

```
explain select a1,a3 from test02 where a3 = '' ; --a3需要回原表查询
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test02	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	1	100	Using where

3.10.5、impossible where

impossible where： where子句永远为false

```
explain select * from test02 where a1='x' and a1='y'  ;
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	Impossible WHERE

4、优化案例

> 单表优化、两表优化、三表优化

4.1、单表优化

```
create table book
(
    bid int(4) primary key,
    name varchar(20) not null,
    authorid int(4) not null,
    publicid int(4) not null,
    typeid int(4) not null
);
insert into book values(1,'tjava',1,1,2) ;
insert into book values(2,'tc',2,1,2) ;
insert into book values(3,'wx',3,2,1) ;
insert into book values(4,'math',4,2,3) ;
commit;
```

查询authorid=1且 typeid为2或3的bid

```
explain select bid from book where typeid in(2,3) and authorid=1  order by typeid desc ;
#(a,b,c)
#(a,b)
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	book	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	4	25	Using where; Using filesort

优化：加索引

```
alter table book add index idx_bta (bid,typeid,authorid);
```

索引一旦进行 升级优化，需要将之前废弃的索引删掉，防止干扰。

```
drop index idx_bta on book;
```

优化后结果：

```
explain select bid from book where typeid in(2,3) and authorid=1  order by
typeid desc ;
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	book	(Null)	index	(Null)	idx_bta	12	(Null)	4	25	Using where; Using index; Using filesort

根据SQL实际解析的顺序，调整索引的顺序：

```
alter table book add index idx_tab (typeid,authorid,bid);
```

优化后结果：

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	book	(Null)	range	idx_tab	idx_tab	8	(Null)	2	100	Using where; Backward index scan; Using index

虽然可以回表查询bid，但是将bid放到索引中 可以提升使用using index ;

再次优化（之前是index级别）：

思路。因为范围查询in有时会实现，因此交换 索引的顺序，将typeid in(2,3) 放到最后。

```
drop index idx_tab on book;
alter table book add index idx_atb (authorid,typeid,bid);
```

```
explain select bid from book where  authorid=1 and  typeid in(2,3) order by
typeid desc ;
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	book	(Null)	range	idx_atb	idx_atb	8	(Null)	2	100	Using where; Backward index scan; Using index

小结：

- 最佳做前缀，保持索引的定义和使用的顺序一致性
- 索引需要逐步优化
- 将含In的范围查询 放到where条件的最后，防止失效。

本例中同时出现了Using where（需要回原表）；Using index（不需要回原表

原因：where authorid=1 and typeid in(2,3)中authorid在索引(authorid,typeid,bid)中，因此不需要回原表（直接在索引表中能查到）；而typeid虽然也在索引(authorid,typeid,bid)中，但是**含in的范围查询已经使该typeid索引失效**，因此相当于没有typeid这个索引，所以需要回原表（using where）；
例如以下没有了In，则不会出现using where

```
explain select bid from book where  authorid=1 and  typeid =3 order by typeid desc ;
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	book	(Null)	ref	idx_bta,idx_atb	idx_atb	8	const,cc	1	100	Using index

还可以通过key_len证明In可以使索引失效。

4.2、两表优化

```
create table teacher2
(
    tid int(4) primary key,
    cid int(4) not null
);

insert into teacher2 values(1,2);
insert into teacher2 values(2,1);
insert into teacher2 values(3,3);

create table course2
(
    cid int(4) ,
    cname varchar(20)
);

insert into course2 values(1,'java');
insert into course2 values(2,'python');
insert into course2 values(3,'kotlin');
commit;
```

> 左连接：

```
explain select *from teacher2 t left outer join course2 c on t.cid=c.cid where c.cname='java';
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	c	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	2	50	Using where
1	SIMPLE	t	(Null)	ALL	(Null)	(Null)	(Null)	(Null)	2	50	Using where; Using join buffer (Block Nested Loop)

索引往哪张表加?

- 小表驱动大表，索引建立经常使用的字段上 （本题 t.cid=c.cid可知，t.cid字段使用频繁，因此给该字段加索引） [一般情况对于左外连接，给左表加索引；右外连接，给右表加索引]
    - 小表：10
      大表：300

where 小表.x 10 = 大表.y 300; --循环了几次？10
大表.y 300=小表.x 10 --循环了300次

```
//小表:10
//大表:300
//select ...where 小表.x10=大表.x300 ;
//第一种
for(int i=0;i<小表.length10;i++)
{
    for(int j=0;j<大表.length300;j++)
    {
        ...
    }
}
//select ...where 大表.x300=小表.x10 ;
//第二种
for(int i=0;i<大表.length300;i++)
{
    for(int j=0;j<小表.length10;j++)
    {
        ...
    }
}
```

--以上2个FOR循环，最终都会循环3000次；但是 对于双层循环来说：

一般建议 将数据小的循环 放外层；数据大的循环放内存。

当编写 ..on t.cid=c.cid 时，将数据量小的表 放左边（假设此时t表数据量小）

```
alter table teacher2 add index index_teacher2_cid(cid) ;
alter table course2 add index index_course2_cname(cname);
```

```
explain select *from teacher2 t left outer join course2 c on t.cid=c.cid
where c.cname='java';
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	c	(Null)	ref	index_course2_cname	index_course2_cname	83	const	1	100	Using where
1	SIMPLE	t	(Null)	ref	index_teacher2_cid	index_teacher2_cid	4	test.c.ci	1	100	Using index

Using join buffer:extra中的一个选项，作用：Mysql引擎使用了 连接缓存。

4.3、三张表优化

A B C

- 小表驱动大表
- 索引建立在经常查询的字段上

> 示例：

```
create table test03
(
  a1 int(4) not null,
  a2 int(4) not null,
  a3 int(4) not null,
  a4 int(4) not null
);
alter table test03 add index idx_a1_a2_a3_4(a1,a2,a3,a4) ;
```

```
--推荐写法，因为索引的使用顺序（where后面的顺序） 和 复合索引的顺序一致
explain select a1,a2,a3,a4 from test03 where a1=1 and a2=2 and a3=3 and a4=4 ;

--虽然编写的顺序 和索引顺序不一致，但是 sql在真正执行前 经过了SQL优化器的调整，结果与上条SQL是一致的。以上2个SQL，使用了全部的复合索引
explain select a1,a2,a3,a4 from test03 where a4=1 and a3=2 and a2=3 and a1=4 ; --

--以上SQL用到了a1 a2两个索引，该两个字段不需要回表查询using index;而a4因为跨列使用，造成了该索引失效，需要回表查询 因此是using where；以上可以通过 key_len进行验证
explain select a1,a2,a3,a4 from test03 where a1=1 and a2=2 and a4=4 order by a3;

--以上SQL出现了 using filesort(文件内排序，“多了一次额外的查找/排序”) ：不要跨列使用(where和order by 拼起来，不要跨列使用)
explain select a1,a2,a3,a4 from test03 where a1=1 and a4=4 order by a3;
```

```
explain select a1,a2,a3,a4 from test03 where a1=1 and a4=4 order by a2 , a3;
--不会using filesort
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test03	(Null)	ref	idx_a1_a2_a3_4	idx_a1_a2_a3_4	4	const	1	100	Using where; Using index

总结：

1、如果 (a,b,c,d)复合索引 和使用的顺序全部一致(且不跨列使用)，则复合索引全部使用。如果部分一致(且不跨列使用)，则使用部分索引。

```
select a,c where  a = and b= and d= ......
```

2、where和order by 拼起来，不要跨列使用

using temporary:需要额外再多使用一张表. 一般出现在group by语句中；已经有表了，但不适用，必须再来一张表。
解析过程：

```
from .. on.. join ..where ..group by ....having ...select dinstinct ..order by limit ...
```

```
explain select * from test03 where a2=2 and a4=4 group by a2,a4 ;--没有using temporary
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test03	(Null)	index	idx_a1_a2_a3_4	idx_a1_a2_a3_4	16	(Null)	1	100	Using where; Using index

```
explain select * from test03 where a2=2 and a4=4 group by a3 ;
```

信息 结果1 概况 状态

id	select_type	table	partitions	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	filtered	Extra
1	SIMPLE	test03	(Null)	index	idx_a1_a2_a3_4	idx_a1_a2_a3_4	16	(Null)	1	100	Using where; Using index; Using temporary

4.4、避免索引失效

> 复合索引

a.复合索引，不要跨列或无序使用（最佳左前缀） (a,b,c)
b.复合索引，尽量使用全索引匹配 (a,b,c)

> 不要在索引上进行任何操作（计算、函数、类型转换），否则索引失效

```
select .. where A.x = .. ;  --假设A.x是索引 不要：select ..where A.x*3 = .. ;
--用到了at2个索引
explain select * from book where authorid = 1 and typeid = 2 ;
--用到了a1个索引
explain select * from book where authorid = 1 and typeid*2 = 2 ;
--用到了0个索引
explain select * from book where authorid*2 = 1 and typeid*2 = 2 ;
--用到了0个索引,原因：对于复合索引，如果左边失效，右侧全部失效。(a,b,c)，例如如果 b失效，则b c同时失效。
explain select * from book where authorid*2 = 1 and typeid = 2 ;

drop index idx_atb on book ;
alter table book add index idx_authroid (authorid) ;
alter table book add index idx_typeid (typeid) ;
explain select * from book where authorid*2 = 1 and typeid = 2 ;
```

> 复合索引不能使用不等于（!= <>）或is null (is not null)，否则自身以及右侧所有全部失效。
> 复合索引中如果有>，则自身和右侧索引全部失效。

```
explain select * from book where authorid = 1 and typeid =2 ;

-- SQL优化，是一种概率层面的优化。至于是否实际使用了我们的优化，需要通过explain进行推测。
explain select * from book where authorid != 1 and typeid =2 ;
explain select * from book where authorid != 1 and typeid !=2 ;
```

体验概率情况(< > =)：原因是服务层中有SQL优化器，可能会影响我们的优化。

```
drop index idx_typeid on book;
drop index idx_authroid on book;
alter table book add index idx_book_at (authorid,typeid);
--复合索引at全部使用
explain select * from book where authorid = 1 and typeid =2 ;
 --复合索引中如果有>，则自身和右侧索引全部失效。
explain select * from book where authorid > 1 and typeid =2 ;
--复合索引at全部使用
explain select * from book where authorid = 1 and typeid >2 ;
```

明显的概率问题

```
--复合索引at只用到了1个索引
explain select * from book where authorid < 1 and typeid =2 ;
--复合索引全部失效
explain select * from book where authorid < 4 and typeid =2 ;
```

我们学习索引优化，是一个大部分情况适用的结论，但由于SQL优化器等原因 该结论不是100%正确。一般而言， 范围查询（> < in），之后的索引失效。

> 补救。尽量使用索引覆盖（using index） (a,b,c)

```
select a,b,c from xx..where a=  .. and b =.. ;
```

> like尽量以“常量”开头，不要以'%'开头，否则索引失效

```
select * from xx where name like '%x%' ; --name索引失效
--tname索引失效
explain select * from teacher  where tname like '%x%';
explain select * from teacher  where tname like 'x%';
--如果必须使用like '%x%'进行模糊查询，可以使用索引覆盖 挽救一部分。
explain select tname from teacher  where tname like '%x%';
```

> 尽量不要使用类型转换（显示、隐式），否则索引失效

```
explain select * from teacher where tname = 'abc' ;
-- 程序底层将 123 -> '123'，即进行了类型转换，因此索引失效
explain select * from teacher where tname = 123 ;
```

> 尽量不要使用or，否则索引失效

```
--将or左侧的tname 失效。
explain select * from teacher where tname ='' or tcid >1 ;
```

> 一些其他的优化方法

1、exist和in

> select ..from table where exist (子查询) ;
> select ..from table where 字段 in (子查询) ;

如果主查询的数据集大，则使用In,效率高。如果子查询的数据集大，则使用exist,效率高。

exist语法： 将主查询的结果，放到子查需结果中进行条件校验（看子查询是否有数据，如果有数据 则校验成功） ，

如果复合校验，则保留数据；

```
select tname from teacher where exists (select * from teacher) ;
--等价于
select tname from teacher
select tname from teacher where exists (select * from teacher where tid
=9999) ;  --返回空
```

in: select ..from table where tid in (1,3,5) ;

2、order by 优化

> using filesort 有两种算法：

- 双路排序
- 单路排序 （根据IO的次数）

MySQL4.1之前默认使用双路排序；

双路：扫描2次磁盘（1：从磁盘读取排序字段 ,对排序字段进行排序（在buffer中进行的排序） 2：扫描其他字段 ）--IO较消耗性能

MySQL4.1之后 默认使用 单路排序 ：只读取一次（全部字段），在buffer中进行排序。

但种单路排序 会有一定的隐患 （不一定真的是"单路|1次IO"，有可能多次IO）。

原因：如果数据量特别大，则无法 将所有字段的数据 一次性读取完毕，因此 会进行"分片读取、多次读取"。
注意：单路排序比双路排序 会占用更多的buffer。
　　单路排序在使用时，如果数据大，可以考虑调大buffer的容量大小：set max_length_for_sort_data = 1024 【单位byte】

如果max_length_for_sort_data值太低，则mysql会自动从 单路->双路 （太低：需要排序的列的总大小超过了max_length_for_sort_data定义的字节数）

提高order by查询的策略：
a.选择使用单路、双路 ； 调整buffer的容量大小；
b.避免select * .....
c.复合索引 不要跨列使用，避免using filesort
d.保证全部的排序字段、排序的一致性（都是升序 或 降序）

六、SQL排查

慢查询日志：MySQL提供的一种日志记录，用于记录MySQL种响应时间超过阀值的SQL语句（long_query_time，默认10秒）
慢查询日志默认是关闭的；建议：开发调优是打开，而最终部署时关闭。

> 检查是否开启了慢查询日志：

```
show variables like '%slow_query_log%' ;
```

> 临时开启:

```
set global slow_query_log = 1 ;  --在内存种开启
exit
service mysql restart
```

> 永久开启:

```
--/etc/my.cnf 中追加配置:
vi /etc/my.cnf
[mysqld]
slow_query_log=1
slow_query_log_file=/var/lib/mysql/localhost-slow.log
```

> 慢查询阀值:

```
show variables like '%long_query_time%' ;
```

信息 | 结果1 | 概况 | 状态

Variable_name	Value
long_query_time	10.000000

> 临时设置阀值:

```
set global long_query_time = 5 ; --设置完毕后，重新登陆后起效 （不需要重启服务）
```

> 永久设置阀值:

```
-- /etc/my.cnf 中追加配置:
vi /etc/my.cnf
[mysqld]
long_query_time=3
```

添加sql

```
select sleep(4);
select sleep(5);
select sleep(3);
select sleep(3);
```

> 查询超过阀值的SQL：

```
show global status like '%slow_queries%' ;
```

> 慢查询的sql被记录在了日志中，因此可以通过日志 查看具体的慢SQL。

```
cat /var/lib/mysql/localhost-slow.log
```

> 通过mysqldumpslow工具查看慢SQL,可以通过一些过滤条件 快速查找出需要定位的慢SQL

查看指令：mysqldumpslow --help

```
s：排序方式
r:逆序
l:锁定时间
g:正则匹配模式
```

> 获取返回记录最多的3个SQL

```
mysqldumpslow -s r -t 3  /var/lib/mysql/localhost-slow.log
```

> 获取访问次数最多的3个SQL

```
mysqldumpslow -s c -t 3 /var/lib/mysql/localhost-slow.log
```

> 按照时间排序，前10条包含left join查询语句的SQL

```
mysqldumpslow -s t -t 10 -g "left join" /var/lib/mysql/localhost-slow.log
```

语法：mysqldumpslow 各种参数 慢查询日志的文件

七、分析海量数据

1、模拟海量数据

存储过程（无return）/存储函数（有return）

```
create database testdata ;
use testdata
create table dept
(
dno int(5) primary key default 0,
dname varchar(20) not null default '',
loc varchar(30) default ''
)engine=innodb default charset=utf8;

create table emp
(
eid int(5) primary key,
ename varchar(20) not null default '',
job varchar(20) not null default '',
deptno int(5) not null default 0
)engine=innodb default charset=utf8;
```

> 通过存储函数 插入海量数据：

创建存储函数：randstring(6) ->aXiayx 用于模拟员工名称

```
delimiter $
create function randstring(n int)   returns varchar(255)
begin
    declare  all_str varchar(100) default
'abcdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ' ;
    declare return_str varchar(255) default '' ;
    declare i int default 0 ;
    while i<n
    do
        set return_str = concat(return_str,
substring(all_str,FLOOR(1+rand()*52),1));
        set i=i+1 ;
    end while ;
    return return_str;

end $
```

如果报错：`You have an error in your SQL syntax`，说明SQL语句语法有错，需要修改SQL语句；

如果报错`This function has none of DETERMINISTIC, NO SQL, or READS SQL DATA in its declaration and binary logging is enabled (you *might* want to use the less safe log_bin_trust_function_creators variable)`
是因为 存储过程/存储函数在创建时 与之前的 开启慢查询日志冲突了
解决冲突：

- 临时解决(开启log_bin_trust_function_creators)

```
show variables like '%log_bin_trust_function_creators%';
set global log_bin_trust_function_creators = 1;
```

- 永久解决:

```
--/etc/my.cnf
[mysqld]
log_bin_trust_function_creators = 1
```

> 产生随机整数

```
create function ran_num() returns int(5)
begin
    declare i int default 0;
    set i = floor( rand()*100 ) ;
    return i ;
end $
```

> 通过存储过程插入海量数据：emp表中 ， 10000, 100000

```
create procedure insert_emp( in eid_start int(10),in data_times int(10))
begin
    declare i int default 0;
    set autocommit = 0 ;

    repeat

        insert into emp values(eid_start + i, randstring(5) ,'other'
,ran_num()) ;
        set i=i+1 ;
        until i=data_times
    end repeat ;
    commit ;
end $
```

> 通过存储过程插入海量数据：dept表中

```
create procedure insert_dept(in dno_start int(10) ,in data_times int(10))
begin
    declare i int default 0;
    set autocommit = 0 ;
    repeat
    insert into dept values(dno_start+i ,randstring(6),randstring(8)) ;
    set i=i+1 ;
    until i=data_times
    end repeat ;
commit ;
end$
```

> 插入数据

```
delimiter ;
call insert_emp(1000,800000) ;
call insert_dept(10,30) ;
```

2、分析海量数据

2.1、profiles

```
show profiles ; --默认关闭
show variables like '%profiling%';
set profiling = on ;
```

show profiles ： 会记录所有profiling打开之后的全部SQL查询语句所花费的时间。

缺点：不够精确，只能看到总共消费的时间，不能看到各个硬件消费的时间（cpu io ）

2.2、精确分析（sql诊断）

```
show profile all for query  47  -- 上一步查询的的Query_Id
show profile cpu,block io for query  47  -- 上一步查询的的Query_Id
```

2.3、全局查询日志

记录开启之后的全部SQL语句。（这次全局的记录操作仅仅在调优、开发过程中打开即可，在最终的部署实施时 一定关闭）

```
show variables like '%general_log%';
```

> 执行的所有SQL记录在表中

```
set global general_log = 1 ;--开启全局日志
set global log_output='table' ; --设置 将全部的SQL 记录在表中
```

开启后，会记录所有SQL，会被记录 mysql.general_log表中。

```
select * from  mysql.general_log ;
```

> 执行的所有SQL记录在文件中

```
set global log_output='file' ;
set global general_log = on ;
set global general_log_file='/tmp/general.log' ;
```

八、锁机制

锁机制： 解决因资源共享，而造成的并发问题。
示例：买最后一件衣服X
A:　X 买： X加锁 ->试衣服...下单..付款..打包 ->X解锁
B:　　X　买：发现X已被加锁，等待X解锁，　X已售空

1、分类

> 操作类型

a.读锁（共享锁）： 对同一个数据（衣服），多个读操作可以同时进行，互不干扰。
b.写锁（互斥锁）： 如果当前写操作没有完毕（买衣服的一系列操作），则无法进行其他的读操作、写操作

> 操作范围

- 表锁： 一次性对一张表整体加锁。如MyISAM存储引擎使用表锁，开销小、加锁快；无死锁；但锁的范围大，容易发生锁冲突、并发度低。
- 行锁： 一次性对一条数据加锁。如InnoDB存储引擎使用行锁，开销大，加锁慢；容易出现死锁；锁的范围较小，不易发生锁冲突，并发度高（很小概率 发生高并发问题：脏读、幻读、不可重复度、丢失更新等问题）。
- 页锁

2、示例

表锁： 自增操作 MYSQL/SQLSERVER 支持；oracle需要借助于序列来实现自增

```
create table tablelock
(
    id int primary key auto_increment ,
    name varchar(20)
)engine myisam;
insert into tablelock(name) values('a1');
insert into tablelock(name) values('a2');
insert into tablelock(name) values('a3');
insert into tablelock(name) values('a4');
insert into tablelock(name) values('a5');
commit;
```

> 增加锁【读/写】

```
lock table 表1 read/write, 表2  read/write   ,...
```

> 查看加锁的表：

```
show open tables ;
```

会话：session :每一个访问数据的dos命令行、数据库客户端工具 都是一个会话

2.1、读锁

```
--加读锁：
会话0：
lock table  tablelock read ;
select * from tablelock; --读（查），可以
delete from tablelock where id =1 ; --写（增删改），不可以

select * from emp ; --读，不可以
delete from emp where eid = 1; --写，不可以
--结论1：
--如果某一个会话对A表加了read锁，则该会话可以对A表进行读操作、不能进行写操作；且该会话不能对其他表进行读、写操作。
--即如果给A表加了读锁，则当前会话只能对A表进行读操作。

--会话1（其他会话）：
select * from tablelock;    --读（查），可以
delete from tablelock where id =1 ; --写，会“等待”会话0将锁释放

--会话1（其他会话）：
select * from emp ;  --读（查），可以
delete from emp where eno = 1; --写，可以
--结论2：
会话0给A表加了锁；其他会话的操作：a.可以对其他表（A表以外的表）进行读、写操作
                                  b.对A表：读-可以；    写-需要等待释放锁。

```

> 释放锁

```
unlock tables ;
```

2.2、写锁

```
-- 加写锁：
--会话0：
lock table tablelock write ;
--当前会话（会话0） 可以对加了写锁的表  进行任何操作（增删改查）；但是不能操作（增删改查）其他表
--其他会话：对会话0中加写锁的表【可以进行增删改查的前提是：等待会话0释放写锁】
```

3、表级锁

> MySQL表级锁的锁模式
> MyISAM在执行查询语句（SELECT）前，会自动给涉及的所有表加读锁，在执行更新操作（DML）前，自动给涉及的表加写锁。
> 所以对MyISAM表进行操作，会有以下情况：

- 对MyISAM表的读操作（加读锁），不会阻塞其他进程（会话）对同一表的读请求，但会阻塞对同一表的写请求。只有当读锁释放后，才会执行其它进程的写操作。
- 对MyISAM表的写操作（加写锁），会阻塞其他进程（会话）对同一表的读和写操作，只有当写锁释放后，才会执行其它进程的读写操作。

> 分析表锁定：
>
> 查看哪些表加了锁

```
show open tables ;  --1代表被加了锁
```

> 分析表锁定的严重程度：

```
show status like 'table%' ;
Table_locks_immediate   --即可能获取到的锁数
Table_locks_waited      --需要等待的表锁数(如果该值越大，说明存在越大的锁竞争)
--一般建议：
Table_locks_immediate/Table_locks_waited > 5000 --建议采用InnoDB引擎，否则MyISAM引擎
```

4、行级锁

行表（InnoDB）

```
create table linelock(
    id int(5) primary key auto_increment,
    name varchar(20)
)engine=innodb ;
insert into linelock(name) values('1')  ;
insert into linelock(name) values('2')  ;
insert into linelock(name) values('3')  ;
insert into linelock(name) values('4')  ;
insert into linelock(name) values('5')  ;
```

mysql默认自动commit; oracle默认不会自动commit ;

为了研究行锁，暂时将自动commit关闭;

```
set autocommit =0 ; --以后需要通过commit
```

4.1、写数据

操作同一条数据冲突

```
--会话0： 写操作
insert into linelock values(    'a6') ;
--会话1： 写操作 同样的数据
update linelock set name='ax' where id = 6;
--对行锁情况：
--1.如果会话x对某条数据a进行DML操作（研究时：关闭了自动commit的情况下），则其他会话必须等待会话x结束事务(commit/rollback)后  才能对数据a进行操作。
--2.表锁是通过unlock tables，也可以通过事务解锁; 行锁是通过事务解锁。
```

无索引转为表锁

```
--行锁，操作不同数据：
--会话0： 写操作
insert into linelock values(8,'a8') ;
--会话1： 写操作， 不同的数据
update linelock set name='ax' where id = 5;
--行锁，一次锁一行数据；因此 如果操作的是不同数据，则不干扰。

--行锁的注意事项：
--a.如果没有索引，则行锁会转为表锁
show index from linelock ;
alter table linelock add index idx_linelock_name(name);
```

索引失效转为表锁

```
-- 会话0： 写操作
update linelock set name = 'ai' where name = '3' ;
-- 会话1： 写操作， 不同的数据
update linelock set name = 'aiX' where name = '4' ;
--会话0： 写操作
update linelock set name = 'ai' where name = 3 ;
--会话1： 写操作， 不同的数据
update linelock set name = 'aiX' where name = 4 ;
--可以发现，数据被阻塞了（加锁）
-- 原因：如果索引类发生了类型转换，则索引失效。因此此次操作，会从行锁转为表锁。
```

4.2、间隙锁

行锁的一种特殊情况：间隙锁：值在范围内，但却不存在
此时linelock表中 没有id=7的数据

```
update linelock set name ='x' where id >1 and id<9 ;   --即在此where范围中，没有id=7的数据，则id=7的数据成为间隙。
```

间隙：Mysql会自动给 间隙 加索 ->间隙锁。即 本题会自动给id=7的数据加间隙锁（行锁）。

行锁：如果有where，则实际加索的范围 就是where后面的范围（不是实际的值）

如何仅仅是查询数据，能否加锁？ 可以 `for update`

研究学习时，将自动提交关闭：3种方式

```
set autocommit =0 ;
start transaction ;
begin ;
```

```
--通过for update对query语句进行加锁。
select * from linelock where id =2 for update ;
```

行锁:

InnoDB默认采用行锁;
缺点： 比表锁性能损耗大。
优点：并发能力强，效率高。
因此建议，高并发用InnoDB，否则用MyISAM。

```
-- 行锁分析：
show status like '%innodb_row_lock%' ;
Innodb_row_lock_current_waits  --当前正在等待锁的数量
Innodb_row_lock_time:          --等待总时长。从系统启到现在 一共等待的时间
Innodb_row_lock_time_avg       --平均等待时长。从系统启到现在平均等待的时间
Innodb_row_lock_time_max       --最大等待时长。从系统启到现在最大一次等待的时间
Innodb_row_lock_waits :        --等待次数。从系统启到现在一共等待的次数
```

九、主从复制

主从复制 （集群在数据库的一种实现）
windows:mysql 主
linux:mysql从

```
安装windows版mysql:
    如果之前计算机中安装过Mysql，要重新再安装  则需要：先卸载 再安装
    先卸载：
        通过电脑自带卸载工具卸载Mysql (电脑管家也可以)
        删除一个mysql缓存文件C:\ProgramData\MySQL
        删除注册表regedit中所有mysql相关配置
        --重启计算机

    安装MYSQL：
        安装时，如果出现未响应：  则重新打开D:\MySQL\MySQL Server 5.5\bin\MySQLInstanceConfig.exe

    图形化客户端： SQLyog, Navicat
```

```
    如果要远程连接数据库，则需要授权远程访问。
    授权远程访问 :(A->B,则再B计算机的Mysql中执行以下命令)
    GRANT ALL PRIVILEGES ON *.* TO 'root'@'%' IDENTIFIED BY 'root' WITH GRANT OPTION;
    FLUSH PRIVILEGES;

    如果仍然报错：可能是防火墙没关闭 :  在B关闭防火墙  service iptables stop
```

```
实现主从同步（主从复制）：图
    1.master将改变的数 记录在本地的 二进制日志中（binary log） ；该过程 称之为：二进制日志件事
    2.slave将master的binary log拷贝到自己的 relay log（中继日志文件）中
    3.中继日志事件，将数据读取到自己的数据库之中
MYSQL主从复制 是异步的，串行化的， 有延迟

master:slave = 1:n

配置：
windows(mysql: my.ini)
  linux(mysql: my.cnf)

配置前，为了无误，先将权限(远程访问)、防火墙等处理：
    关闭windows/linux防火墙： windows：右键“网络”  ,linux: service iptables stop
    Mysql允许远程连接(windowos/linux)：
        GRANT ALL PRIVILEGES ON *.* TO 'root'@'%' IDENTIFIED BY 'root' WITH GRANT OPTION;
        FLUSH PRIVILEGES;
```

主机（以下代码和操作 全部在主机windows中操作）：

my.ini

[mysqld]

#id

server-id=1

#二进制日志文件（注意是/ 不是\）

log-bin="D:/MySQL/MySQL Server 5.5/data/mysql-bin"

#错误记录文件

log-error="D:/MySQL/MySQL Server 5.5/data/mysql-error"

#主从同步时 忽略的数据库
binlog-ignore-db=mysql
#(可选)指定主从同步时，同步哪些数据库
binlog-do-db=test

windows中的数据库 授权哪台计算机中的数据库 是自己的从数据库：
GRANT REPLICATION slave,reload,super ON . TO 'root'@'192.168.2.%' IDENTIFIED BY 'root';
flush privileges ;

```
查看主数据库的状态（每次在左主从同步前，需要观察 主机状态的最新值）
    show master status;  （mysql-bin.000001、 107）
```

从机（以下代码和操作 全部在从机linux中操作）：

my.cnf
[mysqld]
server-id=2
log-bin=mysql-bin
replicate-do-db=test

linux中的数据 授权哪台计算机中的数控 是自己的主计算机
CHANGE MASTER TO
MASTER_HOST = '192.168.2.2',
MASTER_USER = 'root',
MASTER_PASSWORD = 'root',
MASTER_PORT = 3306,
master_log_file='mysql-bin.000001',
master_log_pos=107;
如果报错：This operation cannot be performed with a running slave; run STOP SLAVE first
解决：STOP SLAVE ;再次执行上条授权语句

开启主从同步：
从机linux:
start slave ;
检验 show slave status \G 主要观察： Slave_IO_Running和 Slave_SQL_Running，确保二者都是yes；如果不都是yes，则看下方的 Last_IO_Error。
本次 通过 Last_IO_Error发现错误的原因是 主从使用了相同的server-id， 检查:在主从中分别查看serverid: show variables like 'server_id' ;
可以发现，在Linux中的my.cnf中设置了server-id=2，但实际执行时 确实server-id=1，原因：可能是linux版Mysql的一个bug，也可能是 windows和Linux版本不一致造成的兼容性问题。
解决改bug： set global server_id =2 ;

```
stop slave ;
 set global server_id =2 ;
start slave ;
 show slave status \G

演示：
主windows =>从

windows:
将表，插入数据
观察从数据库中该表的数据
```

数据库+后端

```
spring boot（企业级框架,目前使用较多）
```