

MySQL数据库设计规范

1. 规范背景与目的

MySQL数据库与 Oracle、SQL Server 等数据库相比，有其内核上的优势与劣势。我们在使用MySQL数据库的时候需要遵循一定规范，扬长避短。本规范旨在帮助或指导RD、QA、OP等技术人员做出适合线上业务的数据库设计。在数据库变更和处理流程、数据库表设计、SQL编写等方面予以规范，从而为公司业务系统稳定、健康地运行提供保障。

2. 设计规范

2.1 数据库设计

以下所有规范会按照【高危】、【强制】、【建议】三个级别进行标注，遵守优先级从高到低。

对于不满足【高危】和【强制】两个级别的设计，DBA会强制打回要求修改。

2.1.1 库名

1. 【强制】库的名称必须控制在32个字符以内，相关模块的表名与表名之间尽量提现join的关系，如user表和user_login表。
2. 【强制】库的名称格式：业务系统名称_子系统名，同一模块使用的表名尽量使用统一前缀。
3. 【强制】一般分库名称命名格式是 库通配名_编号，编号从0开始递增，比如 wenda_001 以时间进行分库的名称格式是“库通配名_时间”
4. 【强制】创建数据库时必须显式指定字符集，并且字符集只能是utf8或者utf8mb4。创建数据库SQL举例：`create database db1 default character set utf8;`。

2.1.2 表结构

1. 【强制】表和列的名称必须控制在32个字符以内，表名只能使用字母、数字和下划线，一律小写。
2. 【强制】表名要求模块名强相关，如师资系统采用”sz”作为前缀，渠道系统采用”qd”作为前缀等。
3. 【强制】创建表时必须显式指定字符集为utf8或utf8mb4。
4. 【强制】创建表时必须显式指定表存储引擎类型，如无特殊需求，一律为InnoDB。当需要使用除InnoDB/MyISAM/Memory以外的存储引擎时，必须通过DBA审核才能在生产环境中使用。因为InnoDB表支持事务、行锁、宕机恢复、MVCC等关系型数据库重要特性，为业界使用最多的MySQL存储引擎。而这是其他大多数存储引擎不具备的，因此首推InnoDB。
5. 【强制】建表必须有comment
6. 【建议】建表时关于主键：(1)强制要求主键为id，类型为int或bigint，且为 `auto_increment(2)` 标识表里每一行主体的字段不要设为主键，建议设为其他字段如 `user_id`，`order_id` 等，并建立unique key索引（可参考 `cdb.teacher` 表设计）。因为如果设为主键且主键值为随机插入，则会导致innodb内部page分裂和大量随机I/O，性能下降。
7. 【建议】核心表（如用户表，金钱相关的表）必须有行数据的创建时间字段 `create_time` 和最后更新时间字段 `update_time`，便于查问题。

8. 【建议】表中所有字段必须都是 `NOT NULL` 属性，业务可以根据需要定义 `DEFAULT` 值。因为使用NULL值会存在每一行都会占用额外存储空间、数据迁移容易出错、聚合函数计算结果偏差等问题。
9. 【建议】建议对表里的 `blob`、`text` 等大字段，垂直拆分到其他表里，仅在需要读这些对象的时候才去select。
10. 【建议】反范式设计：把经常需要join查询的字段，在其他表里冗余一份。如 `user_name` 属性在 `user_account`，`user_login_log` 等表里冗余一份，减少join查询。
11. 【强制】中间表用于保留中间结果集，名称必须以 `tmp_` 开头。备份表用于备份或抓取源表快照，名称必须以 `bak_` 开头。中间表和备份表定期清理。
12. 【强制】对于超过100W行的大表进行 `alter table`，必须经过DBA审核，并在业务低峰期执行。因为 `alter table` 会产生表锁，期间阻塞对于该表的所有写入，对于业务可能会产生极大影响。

2.1.3 列数据类型优化

1. 【建议】表中的自增列（`auto_increment` 属性），推荐使用 `bigint` 类型。因为无符号 `int` 存储范围为 `-2147483648~2147483647`（大约21亿左右），溢出后会导致报错。
2. 【建议】业务中选择性很少的状态 `status`、类型 `type` 等字段推荐使用 `tinyint` 或者 `smallint` 类型节省存储空间。
3. 【建议】业务中IP地址字段推荐使用 `int` 类型，不推荐用 `char(15)`。因为 `int` 只占4字节，可以用如下函数相互转换，而 `char(15)` 占用至少15字节。一旦表数据行数到了1亿，那么要多用1.1G存储空间。SQL: `select inet_aton('192.168.2.12');` `select inet_ntoa(3232236044);` PHP: `ip2long('192.168.2.12');` `long2ip(3530427185);`
4. 【建议】不推荐使用 `enum`，`set`。因为它们浪费空间，且枚举值写死了，变更不方便。推荐使用 `tinyint` 或 `smallint`。
5. 【建议】不推荐使用 `blob`，`text` 等类型。它们都比较浪费硬盘和内存空间。在加载表数据时，会读取大字段到内存里从而浪费内存空间，影响系统性能。建议和PM、RD沟通，是否真的需要这么大字段。Innodb中当一行记录超过8098字节时，会将该记录中选取最长的一个字段将其768字节放在原始page里，该字段余下内容放在 `overflow-page` 里。不幸的是在 `compact` 行格式下，原始 `page` 和 `overflow-page` 都会加载。
6. 【建议】存储金钱的字段，建议用 `int`，程序端乘以100和除以100进行存取。因为 `int` 占用4字节，而 `double` 占用8字节，空间浪费。
7. 【建议】文本数据尽量用 `varchar` 存储。因为 `varchar` 是变长存储，比 `char` 更省空间。MySQL server层规定一行所有文本最多存65535字节，因此在utf8字符集下最多存21844个字符，超过会自动转换为 `mediumtext` 字段。而 `text` 在utf8字符集下最多存21844个字符，`mediumtext` 最多存 $2^{24}/3$ 个字符，`longtext` 最多存 2^{32} 个字符。一般建议用 `varchar` 类型，字符数不要超过2700。
8. 【建议】时间类型尽量选取 `timestamp`。因为 `datetime` 占用8字节，`timestamp` 仅占用4字节，但是范围为 `1970-01-01 00:00:01` 到 `2038-01-01 00:00:00`。更为高阶的方法，选用 `int` 来存储时间，使用SQL函数 `unix_timestamp()` 和 `from_unixtime()` 来进行转换。

详细存储大小参加下图：

类型（同义词）	存储长度	最小值（无符号）	最大值（无符号）
整型数字			
TINYINT	1	－128（0）	127（255）
SMALLINT	2	－32768（0）	32767（65535）
MEDIUMINT	3	－8388608（0）	8388607（16777215）
INT（INTEGER）	4	－2147483648（0）	2147483647（4294967295）
BIGINT	8	－9223372036854775808（0）	9223372036854775807（18446744073709551615）
小数支持			
FLOAT〔M〔,D〕〕	4 or 8	－3.402823466E+38~1.175494351E-38 0 1.175494351E-38~3.402823466E+38	
DOUBLE〔M〔,D〕〕（REAL, DOUBLE PRECISION）	8	－1.7976931348623157E+308~－2.2250738585072014E-308; 0 2.2250738585072014E-308~ 1.7976931348623157E+308	
时间类型			
DATETIME	8	1001-01-01 00:00:00	9999-12-31 23:59:59
DATE	3	1001-01-01	9999-12-31
TIME	3	00:00:00	23:59:59
YEAR	1	1001	9999
TIMESTAMP	4	1970-01-01 00:00:00	

2.1.4 索引设计

1. 【强制】InnoDB表必须主键为 `id int/bigint auto_increment` ,且主键值禁止被更新。
2. 【建议】主键的名称以“ `pk_` ”开头，唯一键以“ `uk_` ”或“ `uq_` ”开头，普通索引以“ `idx_` ”开头，一律使用小写格式，以表名/字段的名称或缩写作为后缀。
3. 【强制】InnoDB和MyISAM存储引擎表，索引类型必须为 `BTREE` ；MEMORY表可以根据需要选择 `HASH` 或者 `BTREE` 类型索引。
4. 【强制】单个索引中每个索引记录的长度不能超过64KB。
5. 【建议】单个表上的索引个数不能超过7个。
6. 【建议】在建立索引时，多考虑建立联合索引，并把区分度最高的字段放在最前面。如列 `userid` 的区分度可由 `select count(distinct userid)` 计算出来。
7. 【建议】在多表join的SQL里，保证被驱动表的连接列上有索引，这样join执行效率最高。
8. 【建议】建表或加索引时，保证表里互相不存在冗余索引。对于MySQL来说，如果表里已经存在 `key(a,b)` ，则 `key(a)` 为冗余索引，需要删除。

2.1.5 分库分表、分区表

1. 【强制】分区表的分区字段（ `partition-key` ）必须有索引，或者是组合索引的首列。
2. 【强制】单个分区表中的分区（包括子分区）个数不能超过1024。
3. 【强制】上线前RD或者DBA必须指定分区表的创建、清理策略。
4. 【强制】访问分区表的SQL必须包含分区键。
5. 【建议】单个分区文件不超过2G，总大小不超过50G。建议总分区数不超过20个。
6. 【强制】对于分区表执行 `alter table` 操作，必须在业务低峰期执行。
7. 【强制】采用分库策略的，库的数量不能超过1024
8. 【强制】采用分表策略的，表的数量不能超过4096
9. 【建议】单个分表不超过500W行，ibd文件大小不超过2G，这样才能让数据分布式变得性能更佳。
10. 【建议】水平分表尽量用取模方式，日志、报表类数据建议采用日期进行分表。

2.1.6 字符集

- 1. 【强制】数据库本身库、表、列所有字符集必须保持一致，为 `utf8` 或 `utf8mb4` 。
- 2. 【强制】前端程序字符集或者环境变量中的字符集，与数据库、表的字符集必须一致，统一为 `utf8` 。

2.1.7 程序层DAO设计建议

- 1. 【建议】新的代码不要用model，推荐使用手动拼SQL+绑定变量传入参数的方式。因为model虽然可以使用面向对象的方式操作db，但是其使用不当很容易造成生成的SQL非常复杂，且model层自己做的强制类型转换性能较差，最终导致数据库性能下降。
- 2. 【建议】前端程序连接MySQL或者redis，必须要有连接超时和失败重连机制，且失败重试必须有间隔时间。
- 3. 【建议】前端程序报错里尽量能够提示MySQL或redis原生态的报错信息，便于排查错误。
- 4. 【建议】对于有连接池的前端程序，必须根据业务需要配置初始、最小、最大连接数，超时时间以及连接回收机制，否则会耗尽数据库连接资源，造成线上事故。
- 5. 【建议】对于log或history类型的表，随时间增长容易越来越大，因此上线前RD或者DBA必须建立表数据清理或归档方案。
- 6. 【建议】在应用程序设计阶段，RD必须考虑并规避数据库中主从延迟对于业务的影响。尽量避免从库短时延迟（20秒以内）对业务造成影响，建议强制一致性的读开启事务走主库，或更新后过一段时间再去读从库。
- 7. 【建议】多个并发业务逻辑访问同一块数据（innodb表）时，会在数据库端产生行锁甚至表锁导致并发下降，因此建议更新类SQL尽量基于主键去更新。
- 8. 【建议】业务逻辑之间加锁顺序尽量保持一致，否则会导致死锁。
- 9. 【建议】对于单表读写比大于10:1的数据行或单个列，可以将热点数据放在缓存里（如mecache或redis），加快访问速度，降低MySQL压力。
- 10. 【建议】简单的CRUD命名规则

操作	例子	备注
增加	add	添加记录
获取	get	获取单条记录
删除	delete	删除记录
更新	update	更新存在的记录
保存	save	更新，不存在则新增
查询	query	根据id等简单条件查询
搜索	search	根据时间范围或模糊搜索
分页	page	根据条件分页查询数据

2.1.8 一个规范的建表语句示例

一个较为规范的建表语句为：

```
CREATE TABLE user (  
  `id` bigint(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,  
  `user_id` bigint(11) NOT NULL COMMENT '用户id'  
  `username` varchar(45) NOT NULL COMMENT '真实姓名',  
  `email` varchar(30) NOT NULL COMMENT '用户邮箱',
```

```

`nickname` varchar(45) NOT NULL COMMENT '昵称',
`avatar` int(11) NOT NULL COMMENT '头像',
`birthday` date NOT NULL COMMENT '生日',
`sex` tinyint(4) DEFAULT '0' COMMENT '性别',
`short_introduce` varchar(150) DEFAULT NULL COMMENT '一句话介绍自己, 最多50个汉字',
`user_resume` varchar(300) NOT NULL COMMENT '用户提交的简历存放地址',
`user_register_ip` int NOT NULL COMMENT '用户注册时的源ip',
`create_time` timestamp NOT NULL COMMENT '用户记录创建的时间',
`update_time` timestamp NOT NULL COMMENT '用户资料修改的时间',
`user_review_status` tinyint NOT NULL COMMENT '用户资料审核状态, 1为通过, 2为审核中, 3为未通过, 4为还未提交审核',
PRIMARY KEY (`id`),
UNIQUE KEY `idx_user_id` (`user_id`),
KEY `idx_username` (`username`),
KEY `idx_create_time` (`create_time`, `user_review_status`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8 COMMENT='网站用户基本信息';

```

2.2 SQL编写

2.2.1 DML语句

1. 【强制】SELECT语句必须指定具体字段名称, 禁止写成 `*`。因为 `select *` 会将不该读的数据也从MySQL里读出来, 造成网卡压力。且表字段一旦更新, 但model层没有来得及更新的话, 系统会报错。
2. 【强制】insert语句指定具体字段名称, 不要写成 `insert into t1 values(...)`, 道理同上。
3. 【建议】`insert into...values(XX),(XX),(XX)...`。这里XX的值不要超过5000个。值过多虽然上线很很快, 但会引起主从同步延迟。
4. 【建议】SELECT语句不要使用 `UNION`, 推荐使用 `UNION ALL`, 并且 `UNION` 子句个数限制在5个以内。因为 `union all` 不需要去重, 节省数据库资源, 提高性能。
5. 【建议】in值列表限制在500以内。例如 `select... where userid in(...500个以内...)`, 这么做是为了减少底层扫描, 减轻数据库压力从而加速查询。
6. 【建议】事务里批量更新数据需要控制数量, 进行必要的sleep, 做到少量多次。
7. 【强制】事务涉及的表必须全部是innodb表。否则一旦失败不会全部回滚, 且易造成主从库同步终端。
8. 【强制】写入和事务发往主库, 只读SQL发往从库。
9. 【强制】除静态表或小表 (100行以内), DML语句必须有where条件, 且使用索引查找。
10. 【强制】生产环境禁止使用 `hint`, 如 `sql_no_cache`, `force index`, `ignore key`, `straight join` 等。因为 `hint` 是用来强制SQL按照某个执行计划来执行, 但随着数据量变化我们无法保证自己当初的预判是正确的, 因此我们要相信MySQL优化器!
11. 【强制】where条件里等号左右字段类型必须一致, 否则无法利用索引。
12. 【建议】`SELECT|UPDATE|DELETE|REPLACE` 要有WHERE子句, 且WHERE子句的条件必需使用索引查找。
13. 【强制】生产数据库中强烈不推荐大表上发生全表扫描, 但对于100行以下的静态表可以全表扫描。查询数据量不要超过表行数的25%, 否则不会利用索引。
14. 【强制】WHERE子句中禁止只使用全模糊的LIKE条件进行查找, 必须有其他等值或范围查询条件, 否则无法利用索引。
15. 【建议】索引列不要使用函数或表达式, 否则无法利用索引。如 `where length(name)='Admin'` 或 `where user_id+2=10023`。
16. 【建议】减少使用or语句, 可将or语句优化为union, 然后在各个where条件上建立索引。如 `where a=1 or b=2` 优化为 `where a=1... union ...where b=2, key(a),key(b)`。

17. 【建议】分页查询，当limit起点较高时，可先用过滤条件进行过滤。如 `select a,b,c from t1 limit 10000,20;` 优化为: `select a,b,c from t1 where id>10000 limit 20;`。

2.2.2 多表连接

1. 【强制】禁止跨db的join语句。因为这样可以减少模块间耦合，为数据库拆分奠定坚实基础。
2. 【强制】禁止在业务的更新类SQL语句中使用join，比如 `update t1 join t2...`。
3. 【建议】不建议使用子查询，建议将子查询SQL拆开结合程序多次查询，或使用join来代替子查询。
4. 【建议】线上环境，多表join不要超过3个表。
5. 【建议】多表连接查询推荐使用别名，且SELECT列表中要用别名引用字段，数据库.表格式，如 `select a from db1.table1 alias1 where ...`。
6. 【建议】在多表join中，尽量选取结果集较小的表作为驱动表，来join其他表。

2.2.3 事务

1. 【建议】事务中 `INSERT|UPDATE|DELETE|REPLACE` 语句操作的行数控制在2000以内，以及WHERE子句中IN列表的传参个数控制在500以内。
2. 【建议】批量操作数据时，需要控制事务处理间隔时间，进行必要的sleep，一般建议值5-10秒。
3. 【建议】对于有 `auto_increment` 属性字段的表的插入操作，并发需要控制在200以内。
4. 【强制】程序设计必须考虑“数据库事务隔离级别”带来的影响，包括脏读、不可重复读和幻读。线上建议事务隔离级别为 `repeatable-read`。
5. 【建议】事务里包含SQL不超过5个（支付业务除外）。因为过长的事务会导致锁数据较久，MySQL内部缓存、连接消耗过多等雪崩问题。
6. 【建议】事务里更新语句尽量基于主键或 `unique key`，如 `update ... where id=XX`；否则会产生间隙锁，内部扩大锁定范围，导致系统性能下降，产生死锁。
7. 【建议】尽量把一些典型外部调用移出事务，如调用webservice，访问文件存储等，从而避免事务过长。
8. 【建议】对于MySQL主从延迟严格敏感的select语句，请开启事务强制访问主库。

2.2.4 排序和分组

1. 【建议】减少使用 `order by`，和业务沟通能不排序就不排序，或将排序放到程序端去做。`order by`、`group by`、`distinct` 这些语句较为耗费CPU，数据库的CPU资源是极其宝贵的。
2. 【建议】`order by`、`group by`、`distinct` 这些SQL尽量利用索引直接检索出排序好的数据。如 `where a=1 order by` 可以利用 `key(a,b)`。
3. 【建议】包含了 `order by`、`group by`、`distinct` 这些查询的语句，where条件过滤出来的结果集请保持在1000行以内，否则SQL会很慢。

2.2.5 线上禁止使用的SQL语句

1. 【高危】禁用 `update|delete t1 ... where a=XX limit XX;` 这种带limit的更新语句。因为会导致主从不一致，导致数据错乱。建议加上 `order by PK`。
2. 【高危】禁止使用关联子查询，如 `update t1 set ... where name in(select name from user where...);` 效率极其低下。
3. 【强制】禁用procedure、function、trigger、views、event、外键约束。因为他们消耗数据库资源，降低数据库实例可扩展性。推荐都在程序端实现。
4. 【强制】禁用 `insert into ...on duplicate key update...` 在高并发环境下，会造成主从不一致。
5. 【强制】禁止联表更新语句，如 `update t1,t2 where t1.id=t2.id...`。