DBAplus

DBAplus 数据连接未来 | IT大咖说 不止于技术

性能优化利器——
数据库审核平台(Themis)实践

韩锋
宜信技术研发中心数据库架构师

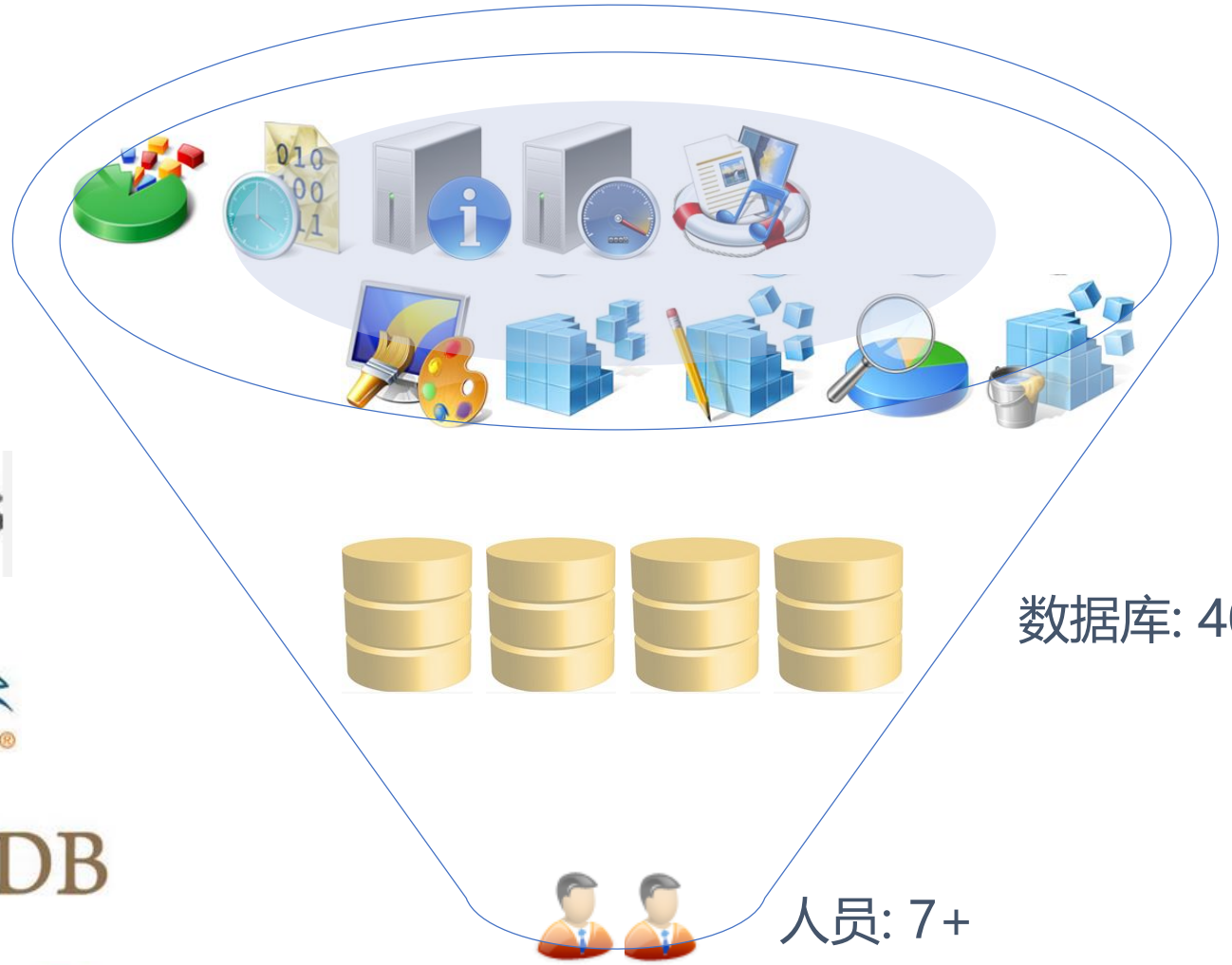
面临的挑战

审核平台选型

审核平台实践

不足及发展

面临的挑战



系统: 200+
开发: 1000+

数据库: 40+

人员: 7+

redis

MySQL

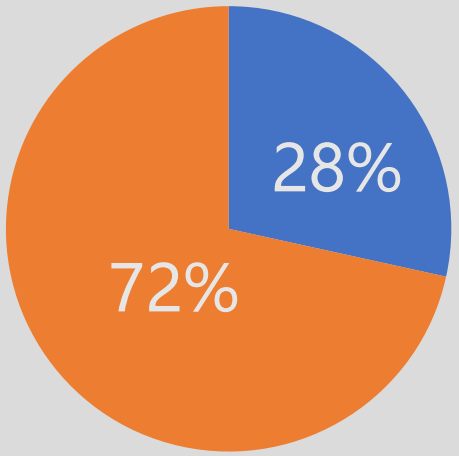
mongoDB

ORACLE

某核心系统核心表

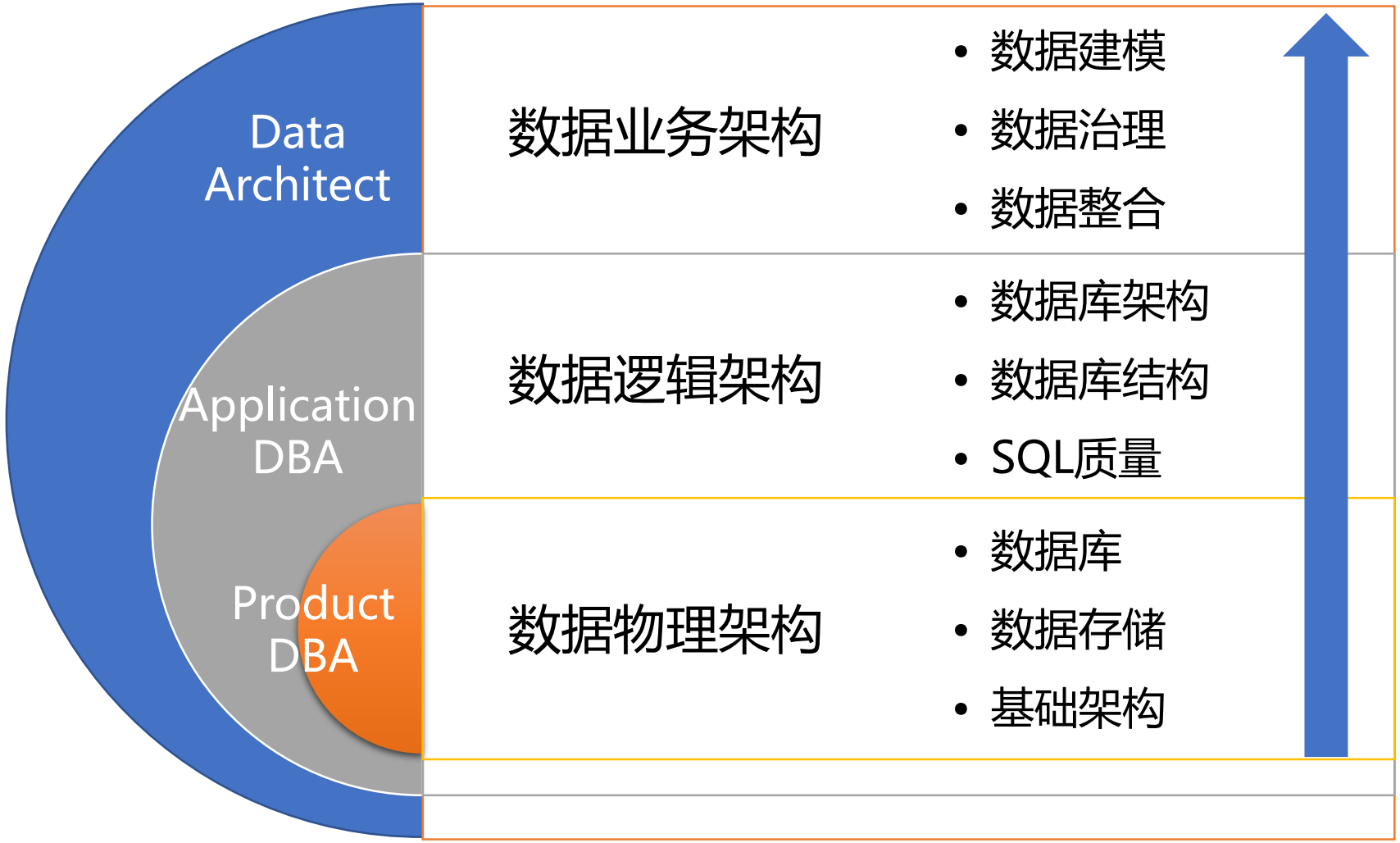
XXX使用SQL占比

1061 / 3730



```
SELECT /*+ INDEX (A1 xxxxx) */ SUM(A2.CRKSL),  UM(A2.CRKSL*A2.DJ) …
FROM xxxx A2, xxxx A1
WHERE A2.CRKFLAG=xxx AND A2.CDATE>=xxx AND A2.CDATE<xxx;
```

Id	Operation	Name	Rows	Bytes	Cost (%CPU)	Time	Pstart	Pstop
0	SELECT STATEMENT				9890G(100)			
1	SORT AGGREGATE		1	41				
2	MERGE JOIN CARTESIAN		3505T	127P	9890G (1)	999:59:59		
3	PARTITION RANGE ITERATOR		25M	1010M	170K (1)	00:34:12	153	243
4	TABLE ACCESS FULL	[redacted]	25M	1010M	170K (1)	00:34:12	153	243
5	BUFFER SORT		135M		9890G (1)	999:59:59		
6	INDEX FULL SCAN	[redacted]	135M		382K (1)	01:16:34		


Data Architect
Application DBA
Product DBA
数据业务架构
• 数据建模
• 数据治理
• 数据整合
数据逻辑架构
• 数据库架构
• 数据库结构
• SQL质量
数据物理架构
• 数据库
• 数据存储
• 基础架构

多种不平衡

- 重运维，轻架构、优化
- 重商业产品，轻开源产品
- 重手工，轻平台、工具
- 重初级，轻中高级

- Oracle结构设计规范
- Oracle开发规范
- MySQL结构设计规范
- MySQL开发规范

平台的选型

代表做法	特点	优点	缺点
智能分析引擎	自研SQL分析引擎，分析语句成本，并自动实现审核、分流、限流等操作。	• 可自动审核 • 扩展后可线上使用，实现分流等	• 难度大 • 效率不高
工具+人工审核	自研工具加后期人工审核，事后过滤、人工标记，跟踪全流程	• 对SQL精细粒度控制，灵活度大。 • 完成对SQL整个生命周期的管理。 • 技术难度较小	• 人工投入
商业产品	直接抽取SQL，自主分析，仍需人工介入	• 功能强大，有技术支持 • 周期短，见效快	• 费用较高 • 扩展性差

- 转变思想，全民动员，人人开发
- 知识沉淀，做好标准，方便落地
- 小步快跑，落地实施，不断修正
- 结合自身，定制目标，学做减法
- 他山之石可以攻玉，大胆引进

审核平台实践

提供能力

- 快速发现问题

操作方式

- WEB界面

审核力度

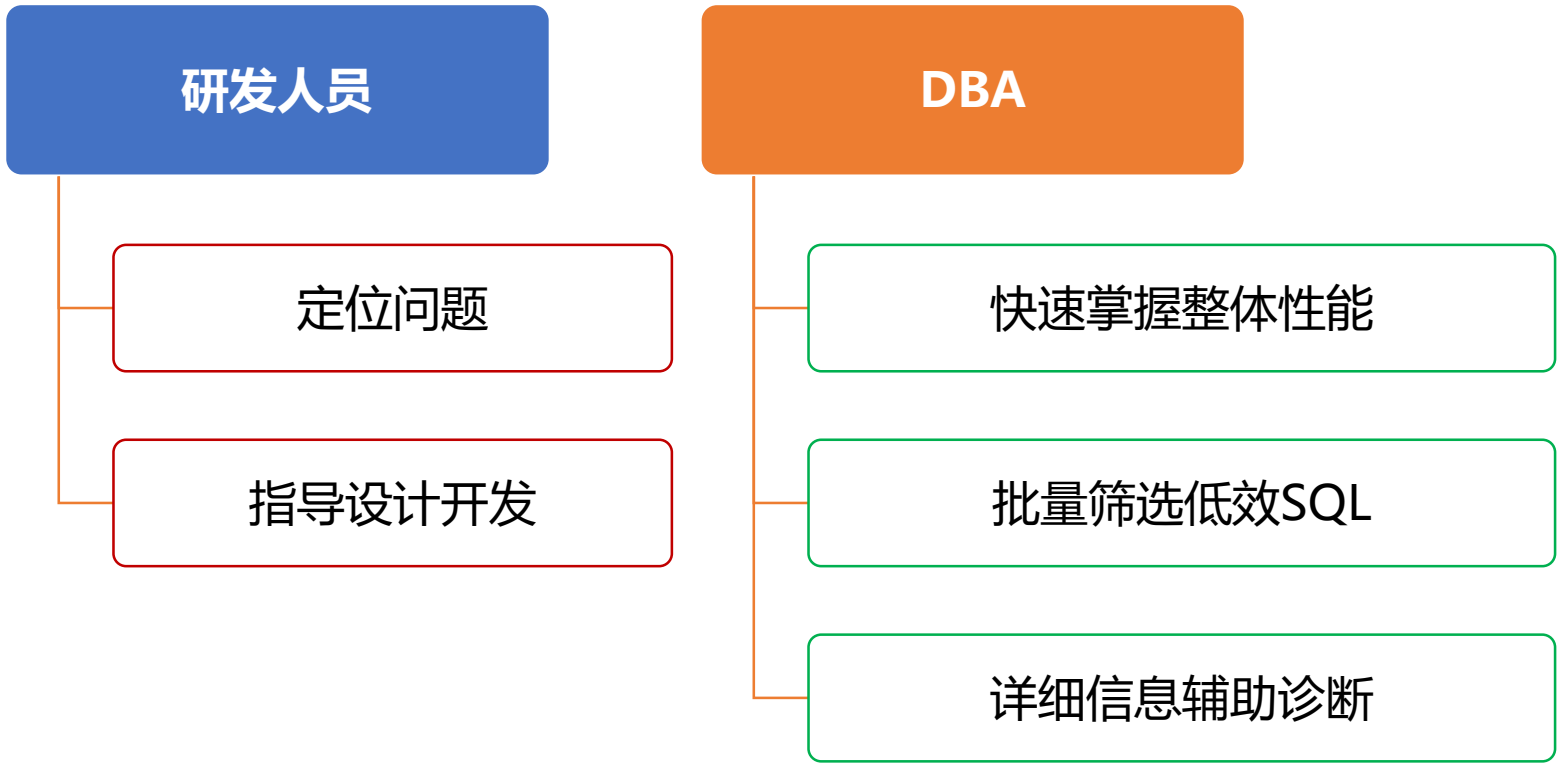
- Schema

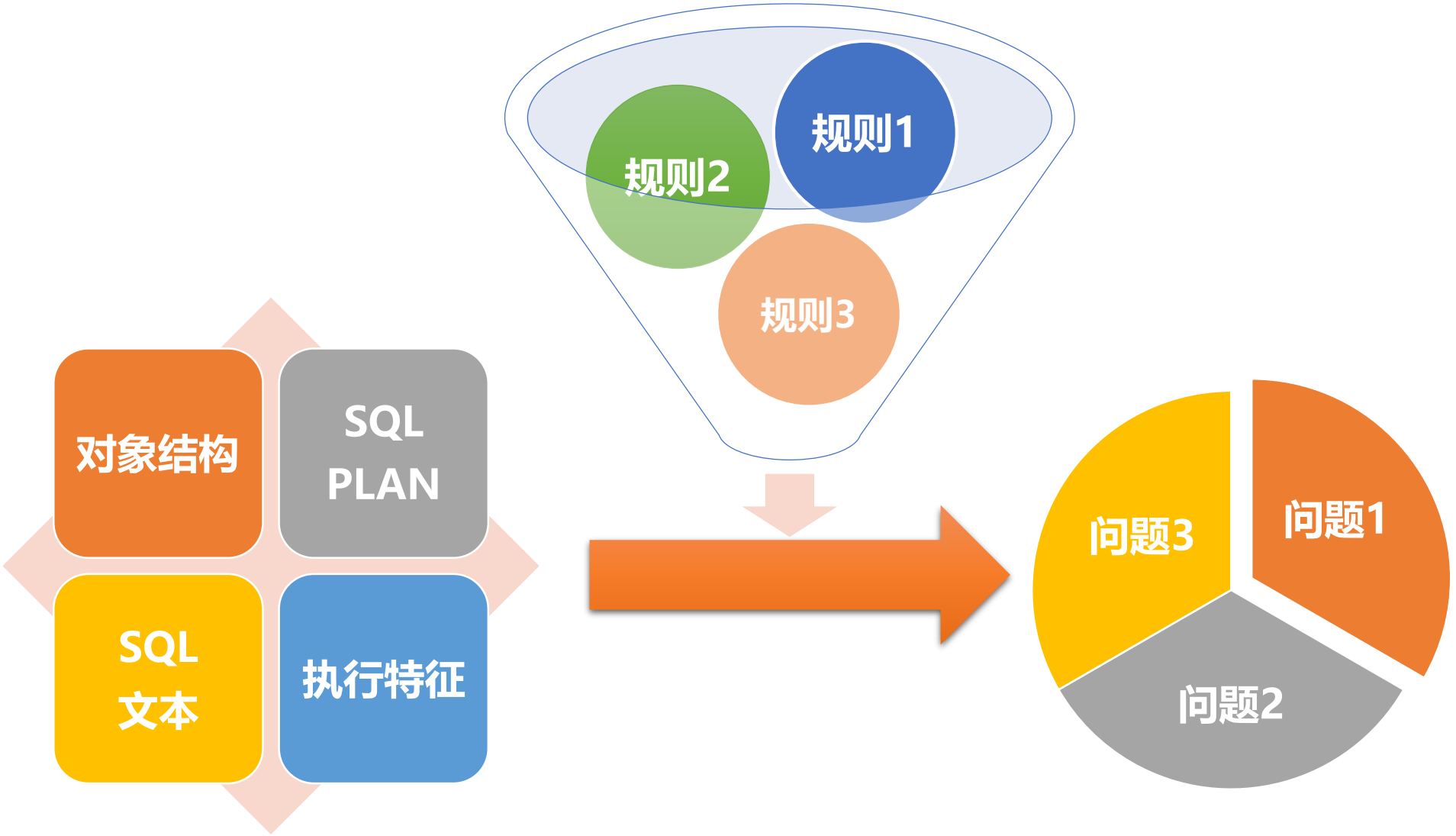
审核维度

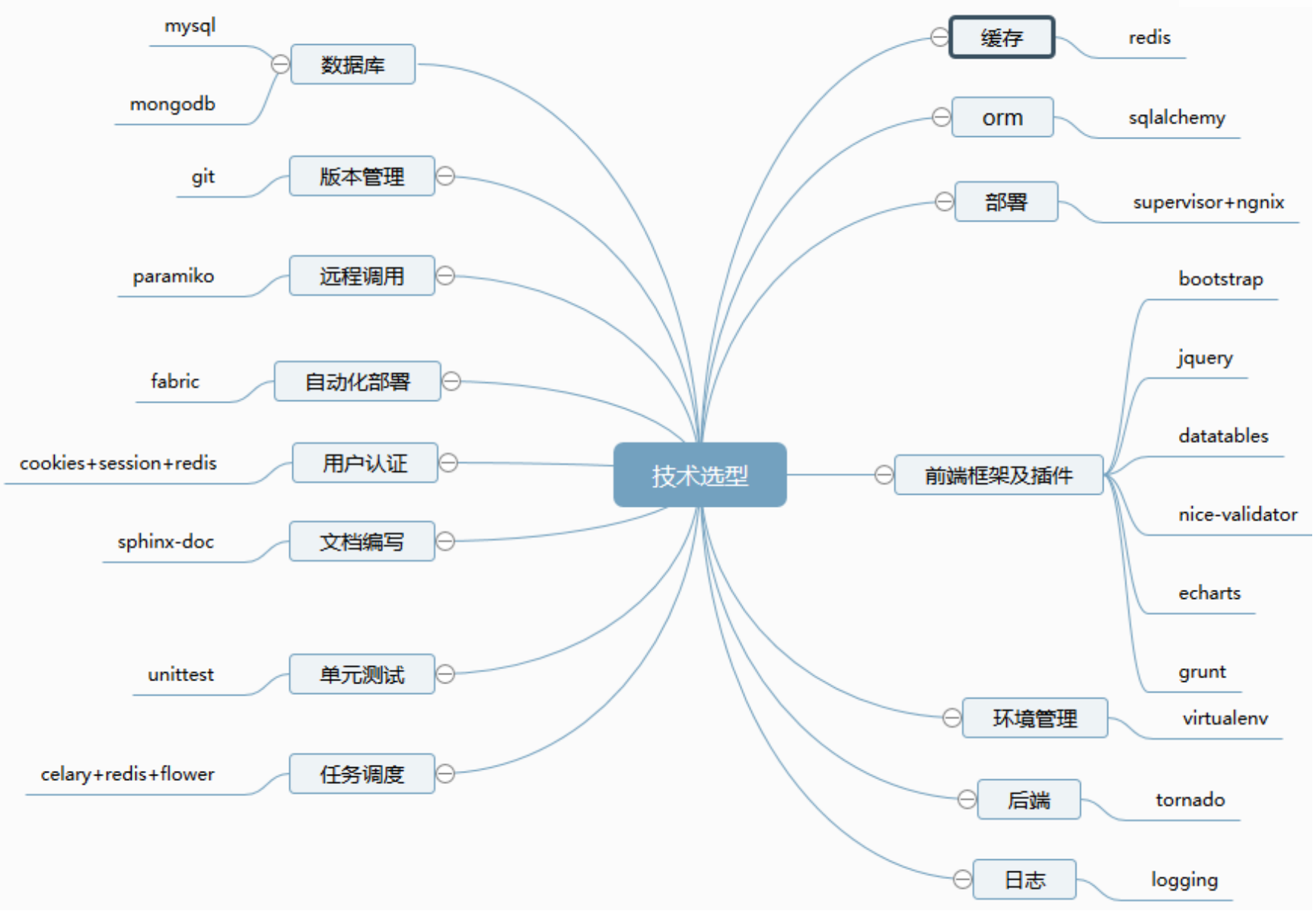
- 结构、语句、文本、执行计划、执行特征

审核结果

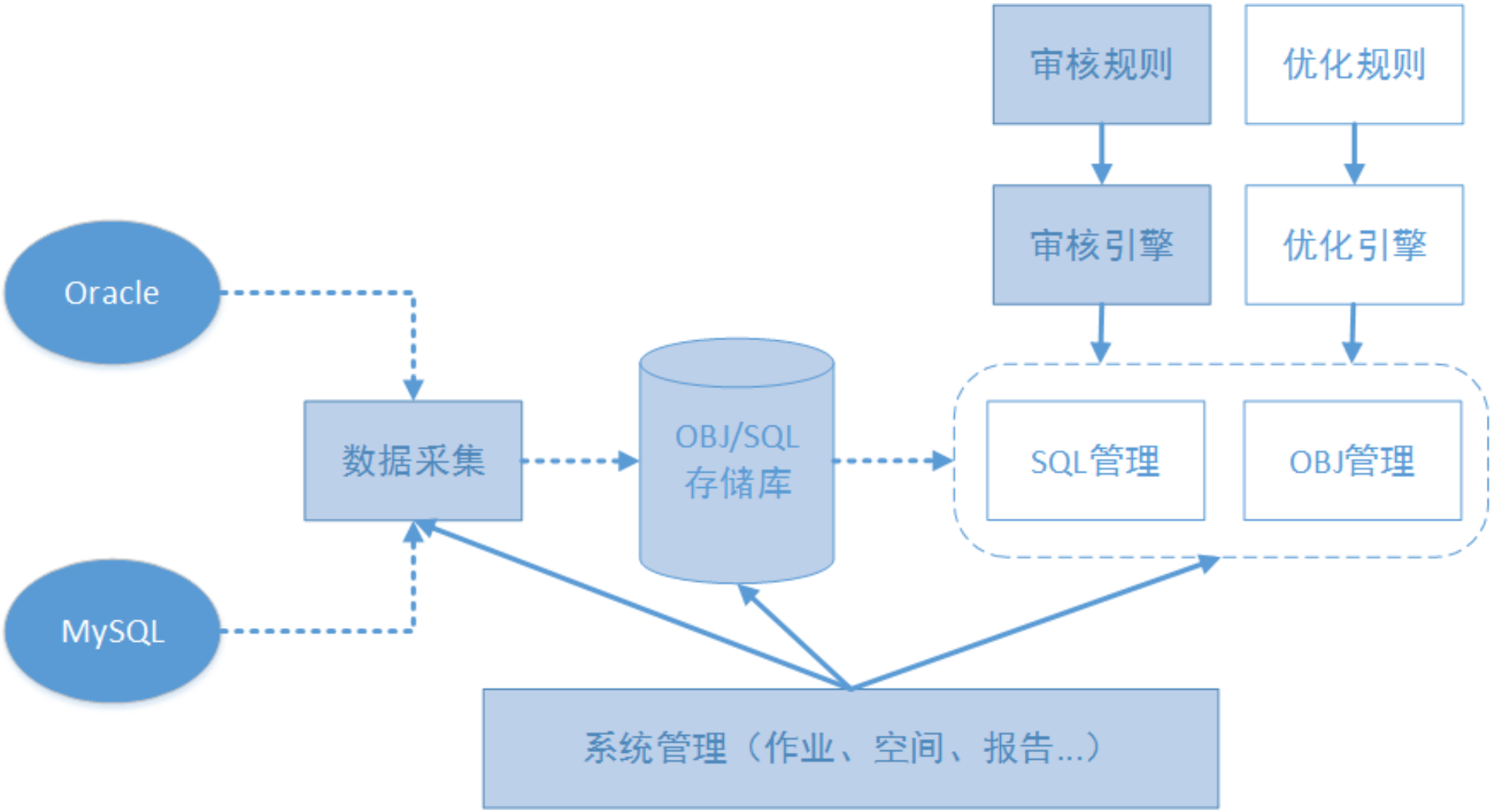
- 报告(WEB，EXCEL)

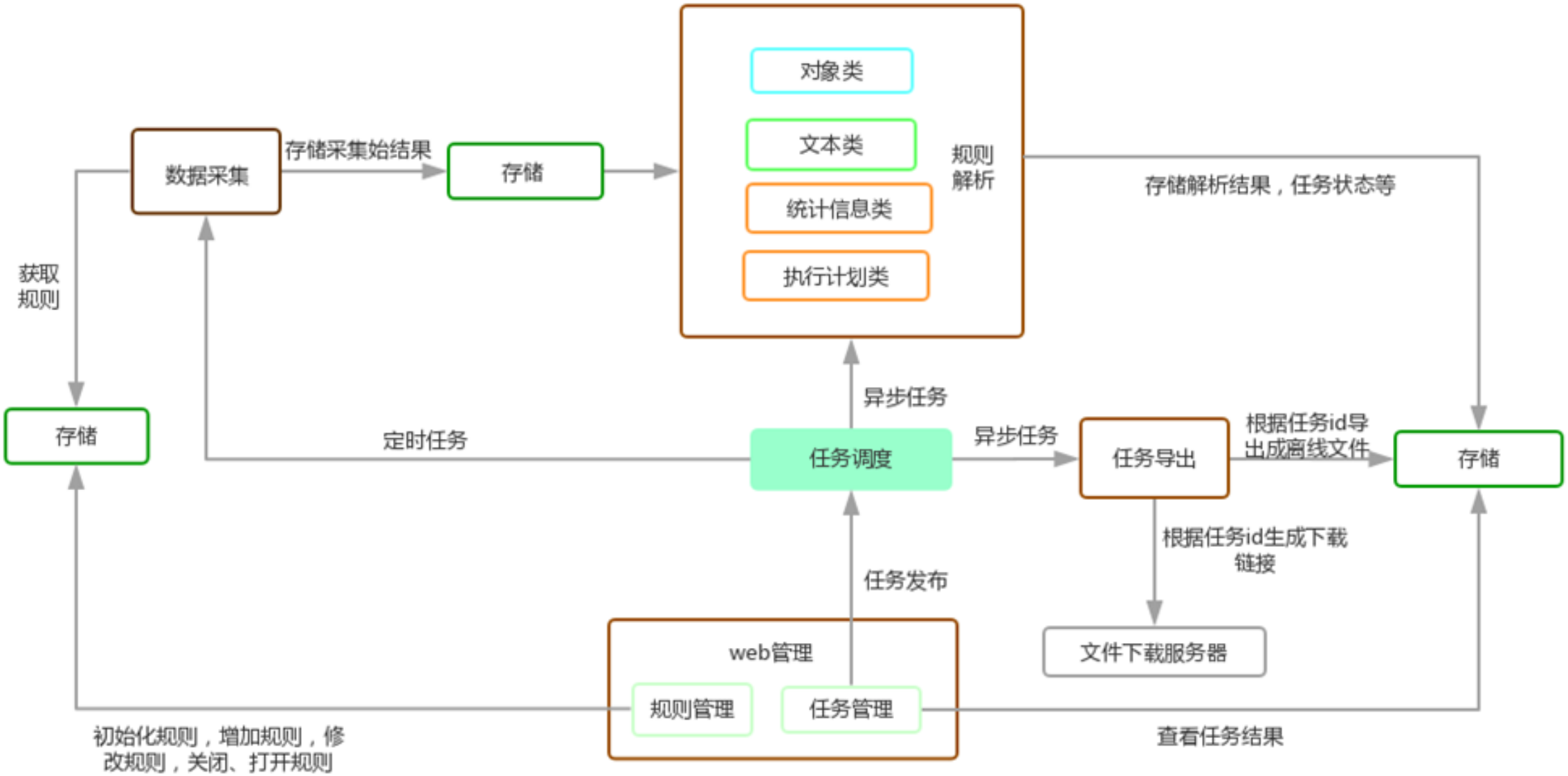



规则1
规则2
规则3
对象结构
SQL PLAN
SQL 文本
执行特征
问题1
问题2
问题3

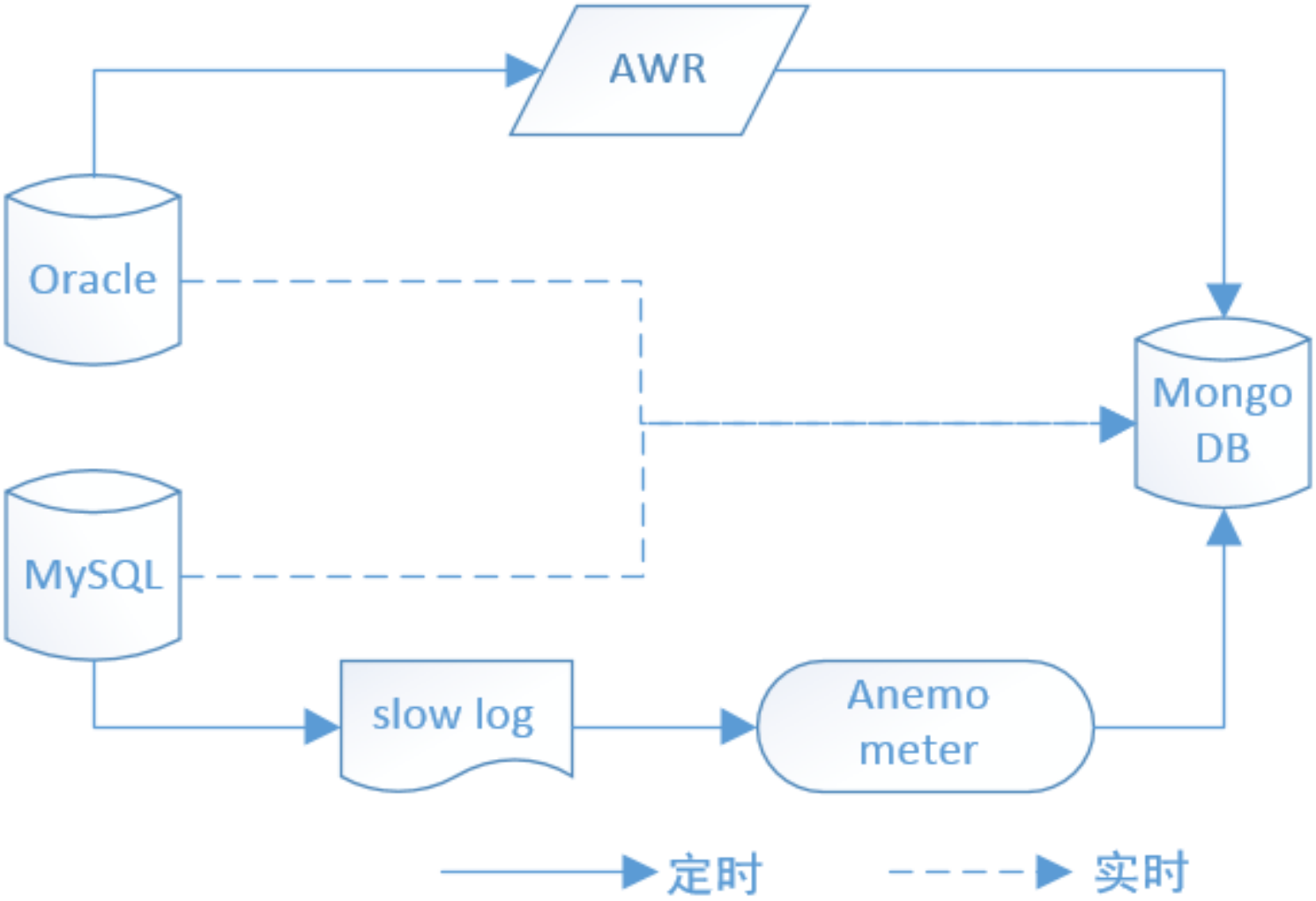

技术选型
数据库
mysql
mongodb
版本管理
git
远程调用
paramiko
自动化部署
fabric
用户认证
cookies+session+redis
文档编写
sphinx-doc
单元测试
unittest
任务调度
celary+redis+flower
缓存
redis
orm
sqlalchemy
部署
supervisor+ngnix
前端框架及插件
bootstrap
jquery
datatables
nice-validator
echarts
grunt
环境管理
virtualenv
后端
tornado
日志
logging

审核类别	示例规则
对象级	大表未分区
	未创建主键
语句级	多表关联
	标量子查询
执行计划级	大表全表扫描
	笛卡尔积
执行特征级	扫描块数与返回记录比例过低
	子游标数过多


审核规则
优化规则
审核引擎
优化引擎
Oracle
数据采集
OBJ/SQL
存储库
SQL管理
OBJ管理
MySQL
系统管理（作业、空间、报告...）


数据采集
存储采集始结果
存储
对象类
文本类
统计信息类
执行计划类
规则解析
存储解析结果，任务状态等
获取规则
存储
定时任务
异步任务
任务调度
异步任务
任务导出
根据任务id导出成离线文件
存储
根据任务id生成下载链接
任务发布
web管理
规则管理
任务管理
文件下载服务器
初始化规则，增加规则，修改规则，关闭、打开规则
查看任务结果

	采集内容	Oracle	MySQL
对象	统计信息	√	√*
	存储特征	√	√*
	结构信息	√	√*
	访问特征	√	
SQL	SQL文本	√	√
	执行计划	√	√*
	游标	√	
	绑定变量	√	
	执行特征	√	√


AWR
Oracle
MySQL
Mongo DB
slow log
Anemo meter
定时
实时

规则解析是系统的核心部分，主要包括规则判断、计分等。

规则部分可简单划分如下：

- **数据库类型**

  Oracle、MySQL

- **规则复杂度**

  简单、复杂规则

- **审核对象**

  对象类、文本类、执行计划类、执行特征类

```
{
    "db_type" : "mysql",
    "input_parms" : [],
    "max_score" : 20,
    "output_parms" : [],
    "rule_complexity": "simple",
    "rule_cmd": "like .\\%",
    "rule_desc" : "谓词条件使用like %xxx,无法使用索引",
    "rule_name" : "LIKE_UNINDEX",
    "rule_status" : "ON",
    "rule_summary" : "谓词条件使用like %xxx,无法使用索引",
    "rule_type" : "TEXT",
    "solution" : [
        "从业务角度出发，分析是否可使用精确运算符或类似like'xx%'"
    ],
    "weight" : 2
}
```

规则类别	规则说明
表、分区	大表过多
	超过指定规模没有分区
	单表或单分区数据量过多
	存在并行属性
	分区数量过多
索引	外键没有索引
	字段重复索引
	聚簇因子多大索引
	字段重复索引
字段	字段数量过多
	记录长度多长
	字段类型不匹配

```
# sql变量，返回传入用户的组合索引数量和所有索引数量
sql = """
SELECT 'COMBINEINDEX',
       COUNT(DISTINCT IC.INDEX_NAME) AS COMBINEINDEXNUMBER
FROM DBA_IND_COLUMNS IC
WHERE IC.INDEX_OWNER = '@username@'
  AND IC.COLUMN_POSITION > 1
  UNION ALL
  SELECT 'ALLINDEX',
         COUNT(1)
  FROM DBA_INDEXES I WHERE I.OWNER = '@username@'
"""
```

对象类规则解析比较简单，原理是从目标数据里查询数据字典信息，再根据结果进行分数的计算。

规则类别	规则说明
访问路径	大表扫描
	大索引扫描
	大索引快速全扫描
	索引跳跃扫描
	分区全扫描
	非连续分区扫描
	跨分区扫描
表间关联	笛卡尔积
	多表关联
	嵌套循环层次过多
类型转换	存在隐式类型转换
绑定变量	未使用绑定变量

```
mysql> explain format=json select * from film where film_id in
*************************** 1. row ***************************
EXPLAIN: {
  "query_block": {
    "select_id": 1,
    "nested_loop": [
      {
        "table": {
          "table_name": "film_actor",
          "access_type": "ref",
          "possible_keys": [
            "PRIMARY",
            "idx_fk_film_id"
          ],
          "key": "PRIMARY",
          "used_key_parts": [
            "actor_id"
          ],
          "key_length": "2",
          "ref": [
            "const"
          ],
          "rows": 19,
          "filtered": 100,
          "using_index": true
        }
      },
      {
        "table": {
          "table_name": "film",
```

schemaless

mongoDB

```
"USERNAME" : "CLIC111123",
"SQL_ID" : "9ckavqbv8dap8",
"DB_SID" : "CEDB",
"BYTES" : 12,
"OBJECT_TYPE" : "TABLE",
"ETL_DATE" : "2016-08-04",
"PARTITION_ID" : null,
"PARTITION_STOP" : null,
"DEPTH" : 2,
"COST" : 3,
"OTHER_TAG" : null,
"OBJECT_NODE" : null,
"OPERATION_DISPLAY" : "    TABLE ACCESS",
"IO_COST" : 3,
"PARTITION_START" : null,
"OPTIONS" : "BY INDEX ROWID",
"OPTIMIZER" : null,
"OBJECT_OWNER" : "CLIC111123",
"CPU_COST" : 30481,
"IPADDR" : "10.100.33.77",
"DISTRIBUTION" : null,
"ID" : 2,
"PARENT_ID" : 1,
"OBJECT_NAME" : "TC_BS_TRANSPORT",
"OTHER" : null,
"PLAN_HASH_VALUE" : NumberLong(3152128743),
"POSITION" : 1,
"OPERATION" : "TABLE ACCESS",
"CARDINALITY" : 1,
```


```
db.@collection_name@.find({
    "OPERATION":"PARTITION RANGE",
    "OPTIONS":"ALL",
    "USERNAME":"@username@",
    "ETL_DATE":"@etl_date@"
}).forEach(function(x){
    db.@sql@.find({
        "SQL_ID":x.SQL_ID,
        "PLAN_HASH_VALUE":x.PLAN_HASH_VALUE,
        "ID":{$eq:x.ID+1}
    }).forEach(function(y){
        db.@tmp@.save({
            "SQL_ID":y.SQL_ID,
            "PLAN_HASH_VALUE":y.PLAN_HASH_VALUE,
            "OBJECT_NAME":y.OBJECT_NAME,
            "ID":y.ID,
            "COST":x.COST,
            "COUNT":""})
        });
    })
```

左侧，采集执行计划数据样本。

右侧，规则实现样例（mongo语句）。

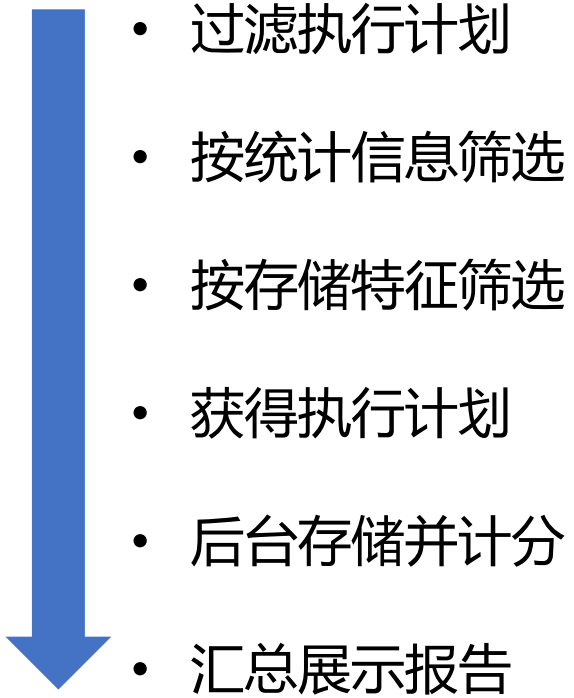
大表全表扫描规则 ➔

```
-----------------------------------------------------------------------------
| Id  | Operation          | Name    | Rows  | Bytes | Cost (%CPU)| Time     |
-----------------------------------------------------------------------------|
|   0 | SELECT STATEMENT   |         |     1 |     8 |   410   (1)| 00:00:05 |
|*  1 |  TABLE ACCESS FULL| T_TEST  |     1 |     8 |   410   (1)| 00:00:05 |
-----------------------------------------------------------------------------
```

db.sqlplan.find({SQL_ID:'fzzxntg1g9u6r'},
{OBJECT_TYPE:1,OBJECT_NAME:1,OPERATION_DISPLAY:1,OPTIONS:1,_id:0})

{ "O" : "SELECT STATEMENT", "OPTIONS" : null, "OBJECT_NAME" : null }
{ "O" : " TABLE ACCESS", "OPTIONS" : "FULL", "OBJECT_NAME" : "T_TEST" }

```
db.@sql@.find({"OPERATION":"TABLE ACCESS",
          "OPTIONS":"FULL",
           "USERNAME":"@username@",
           "ETL_DATE":"@etl_date@"}
 ).forEach(function(x)
 {
   if(db.obj_tab_info.findOne({
       "TABLE_NAME":x.OBJECT_NAME,
       $or:
       [{"NUM_ROWS":{$gt:@params1@}},
        {"PHY_SIZE(MB)":{$gt:@params0@}}
       ]})
 )db.@tmp@.save({
          "SQL_ID":x.SQL_ID,
          "PLAN_HASH_VALUE":x.PLAN_HASH_VALUE,
          "OBJECT_NAME":x.OBJECT_NAME});})"
```



- 过滤执行计划
- 按统计信息筛选
- 按存储特征筛选
- 获得执行计划
- 后台存储并计分
- 汇总展示报告

```
mysql> explain format=json select * from rbac_city;
+----------------------------------------------------------------
| EXPL
+-----
| {
  "que
    "s
    "t
    }
  }
} |
+-----
1 row

mysql>
```

```
if isinstance(arg, dict):
    level = level + 1
    for {
elif isi
    for
        }
        {
else:
    pass
```

```
"_id":ObjectId("57359bf4199f9c8ed0d84c53"),
"checksum": "XXXXXX",
"item_type": "query_block",
"item_level": "1",
"select_id": 1,
"citem_type": "table",
"citem" :[ObjectId("57359bf4199f9c8ed0d84c54")]
}
{
"_id":ObjectId("57359bf4199f9c8ed0d84c54"),
"checksum": "XXXXXX",
"item_type": "table",
"item_level": "1_1",
"table_name": "r_bac_city",
"rows": 3295,
"filtered": 100,
"access_type" : "ALL",
"citem" : [ObjectId("57359bf4199f9c8ed0d84c55")]
}
```

【规则解析】— 规则定义(文本级)

规则说明
select *
嵌套select子句
谓词中出现反向操作符
多个过滤条件通过or连接
存在子查询
存在三个以上的多表关联
存在全连接或外连接
delete中必须出现where
update中出现order by子句
inlist元素过多
重复查询子句
出现union集合操作

实现就是基于正则表达式，做模式匹配。

- **示例 — BAD_JOIN**

  “rule_cmd”：“(cross join)|(outer join)”

- **示例 — SUB QUERY**

```
left_bracket = []
sql_content = []
for k in sql_length:
    if sql[k] == "(":
        left_bracket.append(k)
    if sql[k] == ")":
        start = left_bracket.pop() + 1
        stop = k - 1
        sql_content.append(sql[start:stop])
```

【规则解析】— 规则定义(执行特征级)

规则说明
扫描块数与返回记录数比例过低
子游标过多
elapsed_time
cpu_time
buffer_gets
disk_reads
direct_writes
Executions

规则是平台核心，其丰富程度代表整体能力。为了满足不同需求，平台允许动态增加自有规则，只要遵守统一格式即可。

COUNT_RECORD_TAB	单表或单分区记录数量过大	ON	0.5	3	OBJ	Oracle	10000000	0	0	0	0	TABLE
COUNT_SUBPART_TAB	复合分区数量过多	ON	0.5	3	OBJ	Oracle	200	0	0	0	0	PART_TABLE
COUNT_SUMPART_FULL_TAB	分区表数量过多	ON	1	5	OBJ	Oracle	10	0	0	0	0	PART_TABLE
COUNT_SUMPART_SINGLE_TAB	分区数量过多	ON OK	0.5	3	OBJ	Oracle	200	0	0	0	0	PART_TABLE
DBLINKS_NUM	存在DBLINK	ON	10	10	OBJ	Oracle	0	0	0	0	0	DBLINK
DUPLICATE_INDEX	字段重复索引	ON	0.3	3	OBJ	Oracle	0	0	0	0	0	COLUMN

平台允许对规则动态关闭，打开，修改规则参数等。

上面为任务发布界面

下面为任务结果查看界面

导出报告 查看报告

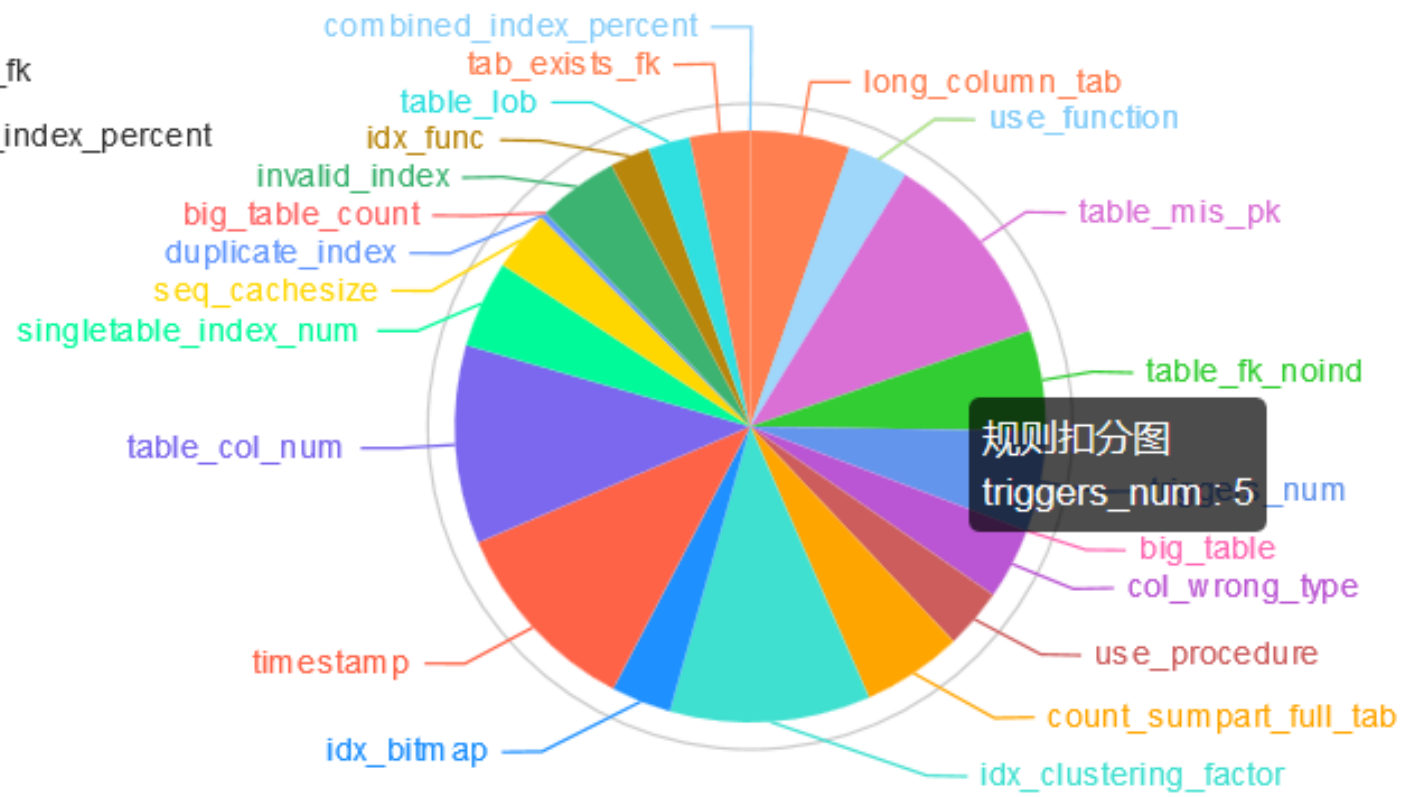
操作用户	用户名	创建时间	状态	类型	开始日期	结束日期	选择
system	NEWDX	2016-12-29 15:16:42	成功	TEXT	2016-12-20	2016-12-21	☑
system	NEWDX	2016-12-21 15:06:43	成功	SQLPLAN	2016-12-20	2016-12-20	☐

规则扣分

- long_column_tab
- use_function
- table_mis_pk
- table_fk_noind
- triggers_num
- big_table
- col_wrong_type
- use_procedure
- count_sumpart_full_tab
- idx_clustering_factor
- idx_bitmap
- timestamp
- table_col_num
- singletable_index_num
- seq_cachesize
- duplicate_index
- big_table_count
- invalid_index
- idx_func
- table_lob
- tab_exists_fk
- combined_index_percent

规则总分: 55.854

规则扣分详情



【结果展示】— 对象审核结果明细

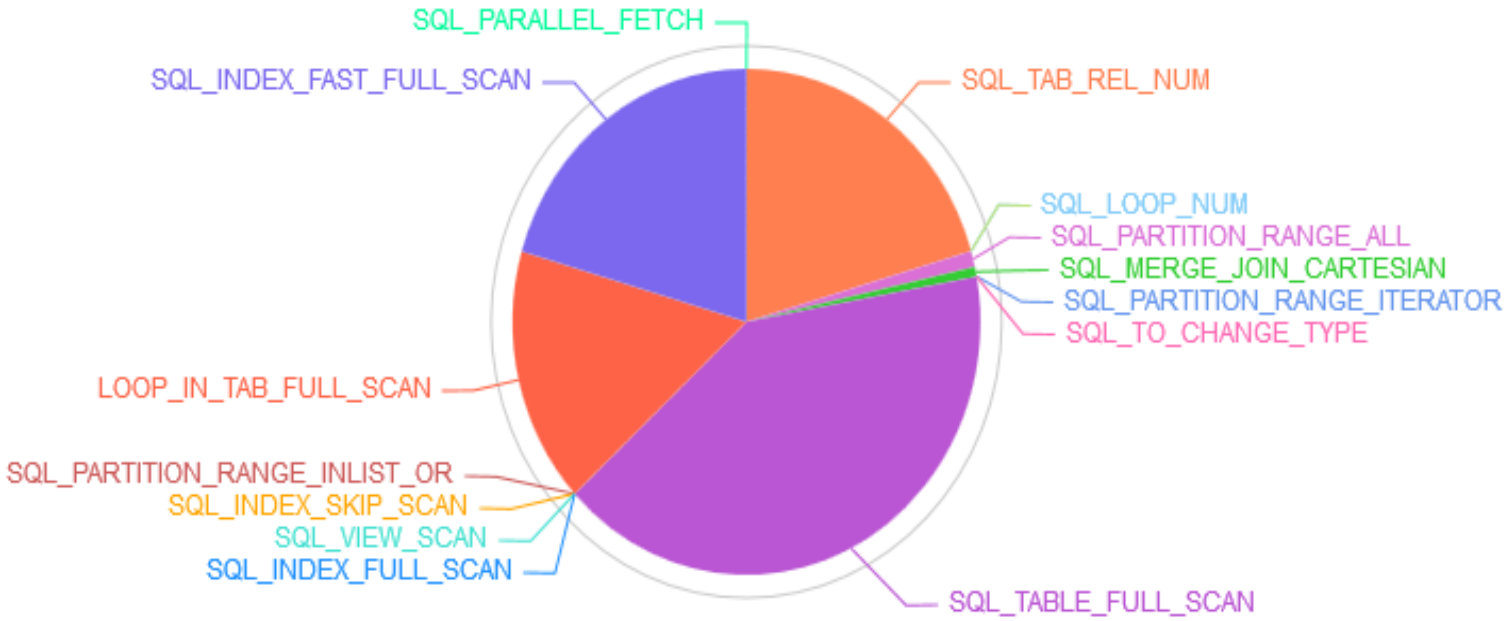
规则名称	规则描述	参数个数	违反次数	扣分
big_table	超过指定规模且没有分区的表	1	0	0
big_table_count	大表数量	1	1	0
col_wrong_type	表字段类型不匹配	3	153	3.558139534883721
combined_index_percent	组合索引数量过多或没有索引	1	13	0
count_sumpart_full_tab	分区表数量过多	1	11	5
duplicate_index	字段重复索引	0	1	0.3
idx_bitmap	是否使用位图索引	0	6	3
idx_clustering_factor	索引的聚簇因子	1	238	10

【结果展示】— 执行计划审核结果概览

- SQL_TAB_REL_NUM
- SQL_LOOP_NUM
- SQL_PARTITION_RANGE_ALL
- SQL_MERGE_JOIN_CARTESIAN
- SQL_PARTITION_RANGE_ITERATOR
- SQL_TO_CHANGE_TYPE
- SQL_TABLE_FULL_SCAN
- SQL_PARTITION_RANGE_INLIST_OR
- SQL_INDEX_SKIP_SCAN
- SQL_VIEW_SCAN
- SQL_INDEX_FULL_SCAN
- LOOP_IN_TAB_FULL_SCAN
- SQL_INDEX_FAST_FULL_SCAN
- SQL_PARALLEL_FETCH

规则总分: 68.516

规则扣分详情



规则名称	规则描述	违反次数	扣分
SQL_TABLE_FULL_SCAN	大表全表扫描	1213	20
SQL_TAB_REL_NUM	过多的表关联，影响性能	184	10
SQL_INDEX_FAST_FULL_SCAN	大索引快速全扫描	148	10
LOOP_IN_TAB_FULL_SCAN	嵌套循环内层表访问方式为全表扫描	12	8
SQL_PARTITION_RANGE_ALL	分区全扫描	1	0.5
SQL_MERGE_JOIN_CARTESIAN	笛卡尔积	3	0.3
SQL_LOOP_NUM	嵌套层次过深	0	0
SQL_PARTITION_RANGE_ITERATOR	跨分区扫描	0	0
SQL_TO_CHANGE_TYPE	隐式转换	0	0
SQL_PARTITION_RANGE_INLIST_OR	非连续分区扫描	0	0

SQL_TABLE_FULL_SCAN

解决方案

1.缺索引评估创建索引
2.取max、min值评估创建索引
3.索引失效重建索引，分区表维护记得维护索引
4.对条件字段使用函数或表达式a.函数、表达式放到等于号的右边b.创建函数索引(下策)
5.出现隐式转换a.不同类型的谓词匹配先显式转换b.表定义根据数据选择正确的数据类型
6.使用isNULL做查询条件a.不建议使用null值b.null值较少的情况可创建组合索引或者伪列索引(createindexidx_1ontab1(col1,0)c.将null定义一个普通变量
7.使用不等运算符<>!=做查询条件a.尽量少用不等判断；b.如果列值是连续，可把否定操作更改为两个区间；c.如果列值不多，可用inlist枚举其他所有值
8.模糊匹配'%a%''%a'建议精确匹配
9.sql逻辑，比如最大值，改用窗口函数
10.弱选择sql，返回结果集较大建议a.添加更多的谓词减少数据的访问，比如时间b.改造分区表c.使用覆盖索引
11.hintfull禁用hint1
2.统计信息不准确数据批量加载程序触发收集统计信息

搜索:

sqlid	sqltext	plan_hashvalue	pos	object_name	COST	COUNT
00akdkgu8tmys	SELECT COUNT(*) FROM (SELECT data_record	3398998570	17	ICP_BORROW_CONTRACT	12681	空
00akdkgu8tmys	SELECT COUNT(*) FROM (SELECT data_record	3398998570	13	ICP_CONTRACT_REMARK	1779	空

【结果展示】— 执行计划审核结果明细

SQL文本[sql_id:04qwkz1cjnsrc]

```
select l.lending_id lendingId,
    l.lender_id lenderId,
    l.type type,
        l.invest_amt investAmt,
        pti.match_irr_low irrYearMin,
        pti.match_irr_upper irrYearMax,
        i.reinvest reinvest,
        i.recommend_deadline recommendDeadline,
        l.recommend_deadline_end lastMatchingDate,
```

执行计划

sql	OPTIONS	OBJECT_OWNER	OBJECT_NAME
▪ SELECT STATEMENT	null	null	null
▪ NESTED LOOPS	SEMI	null	null
✚ NESTED LOOPS	null	null	null
▪ TABLE ACCESS	BY INDEX ROWID	PHENIX	TP_DIGITAL_CER
INDEX	RANGE SCAN	PHENIX	IDX_TP_DIGITAL_CER_LENDER_ID

执行特征

搜索：

PER_ELAPSED_TIME	DISK_READS_DELTA	PER_DISK_READS	PER_BUFFER_GETS	CPU_TIME_DELTA	BUFFER_GETS_DELTA	ELAPSED_TIME_D
32.423500000000004	649848	649848	1268174	11.4503	1268174	32.4235000000000

显示第 1 至 1 项结果，共 1 项

上页 1

对象信息

搜索：

LAST_ANALYZED	BLOCKS	COL_NUM	TABLE_TYPE	LAST_DDL_TIME	OBJECT_TYPE	OBJECT_NAME	TABLE_NAME	NUM_ROWS
2016-11-16 22:29:21	634035	24	NORMAL	2016-11-11 04:39:36	TABLE	TP_LENDING	TP_LENDING	32192022

显示第 1 至 1 项结果，共 1 项

上页 1

mysql在解析json格式执行计划中暴露出的问题...

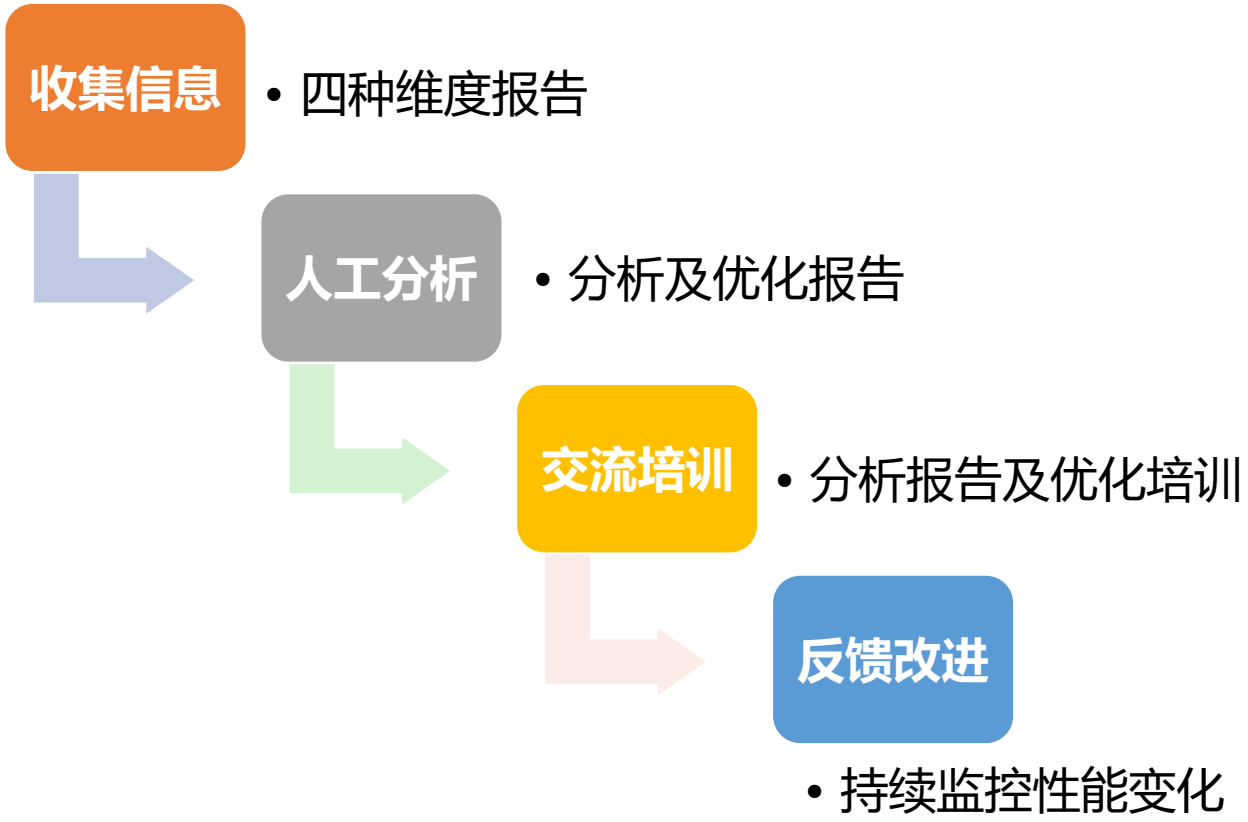
【会话进入sleep状态，假死】

解决方法执行会话之前设置wait_timtout=3,这个时间根据实际情况进行调整。

【数据量过大，长时间没有结果】

会话处于query状态，但是数据量很大或因为数据库对format=json支持不是很好，长时间解析不出来，会影响其他会话。解决方法使用pt-kill工具杀掉会话。为了防止误杀，可打个标识“eXplAin format=json”，然后使用pt-kill识别eXplAin关键字。

推进流程



DBAplus 数据连接未来 | IT大咖说 不止于技术

DBAplus

THANK YOU !

https://github.com/bjbean/Themis