

# 面向CockroachDB分布式数据库的 自动化参数调优工具

联系方式（方言歌，邹逸，许利杰，王伟）

软件工程技术研究开发中心

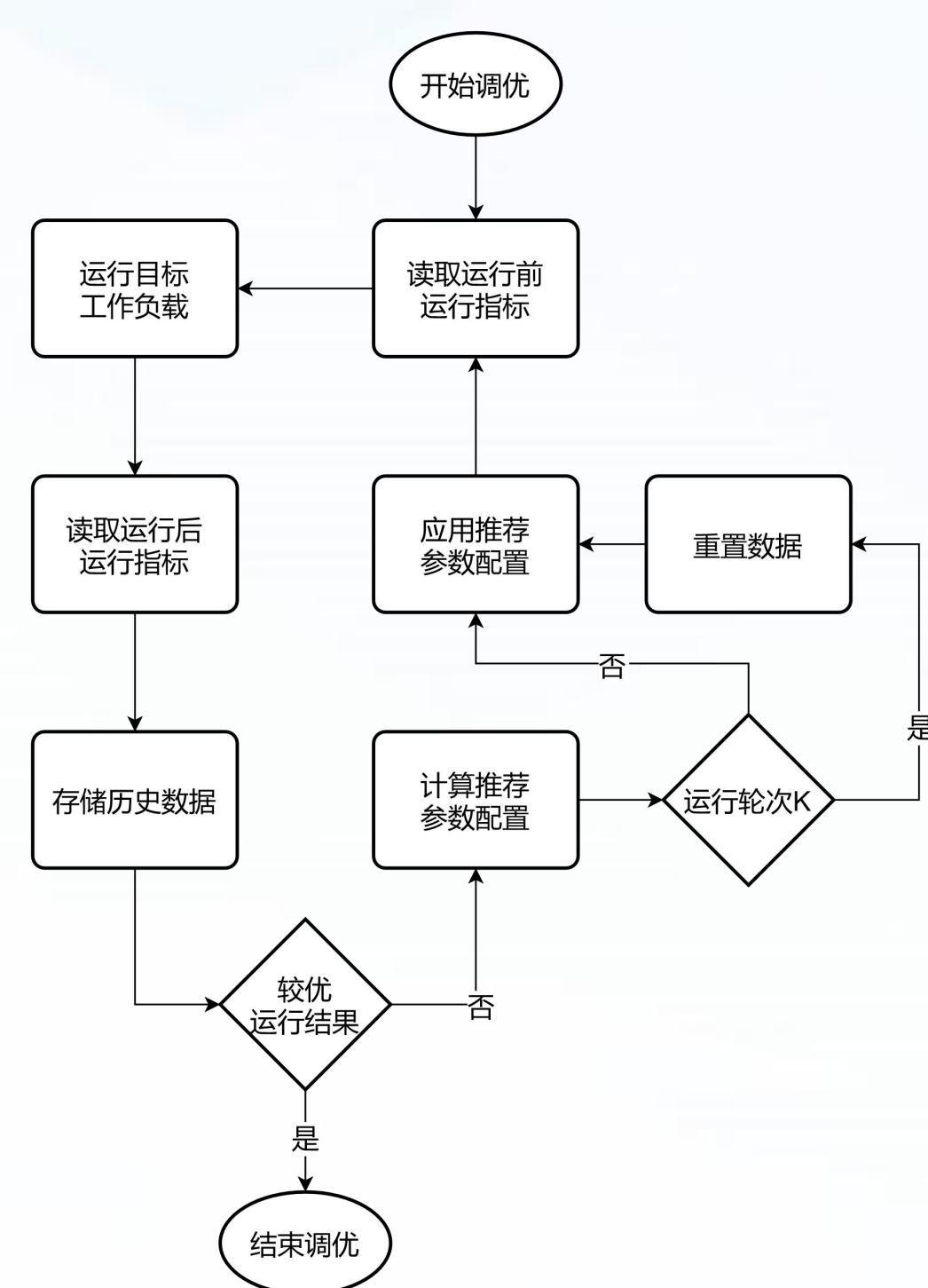
xulijie@otcaix.iscas.ac.cn wangwei@otcaix.iscas.ac.cn

## 工作介绍

**场景：**数据库系统中存在**成百上千个可调节参数**，深刻影响着数据库运行性能。长期以来，数据库中的参数调优依赖于富有经验的数据库管理员，调优周期长、效果差。近年来，将机器学习应用至数据库参数调优的方法得到了实践证明，其性能和易用性已超过了传统的调优方法。

**挑战：**现有的数据库参数调优工作普遍专注于传统的单机关系型数据库，**鲜有工作涉及分布式数据库，而分布式数据库有其独特架构。**

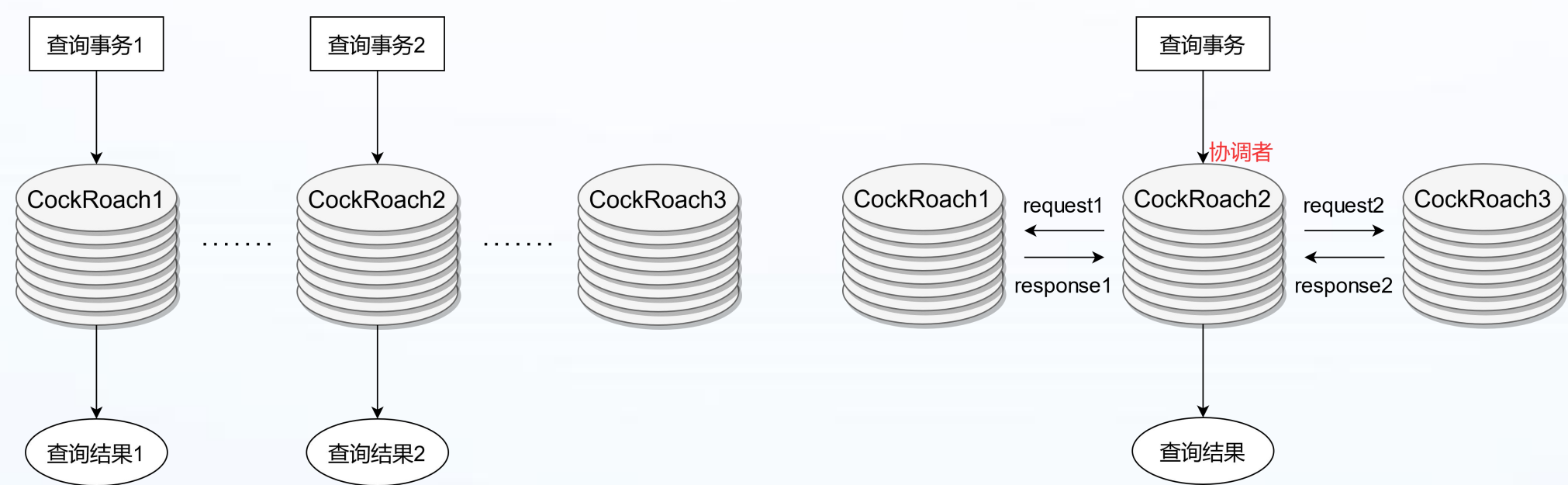
**工作内容：**本课题以CockroachDB作为目标数据库，分析分布式数据库特点，设计并实现了**面向CockroachDB分布式数据库的参数自动化调优工具**。实验表明，能够有效的提升吞吐率和时延，调优经验能够在不同负载间迁移。



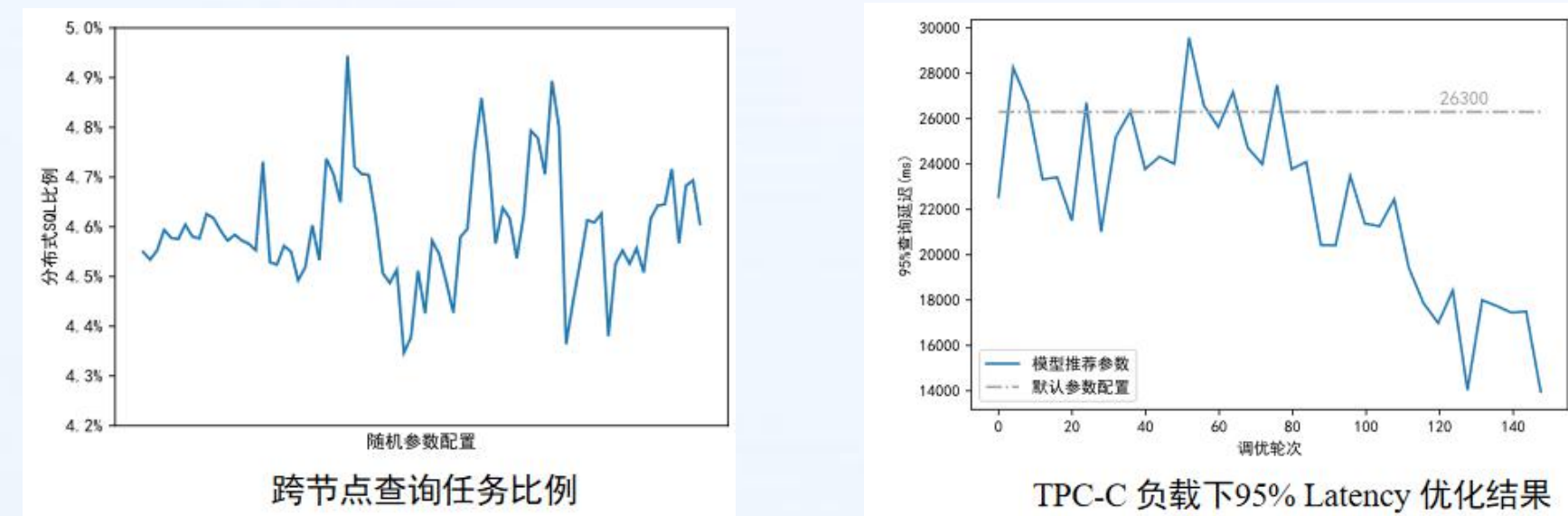
## 问题分析

分布式数据库底层有多个物理机，因此，相较于有工作，面向分布式数据库的参数调优工具需要解决分布式架构带来的问题。

**独特的参数和指标：**分布式数据库设置了多种独特的参数来应对节点间的消息同步、查询逻辑等部件。同时，分布式数据库每个节点都会产生指标数据，汇总后得到数据库整体的指标。这些信息较关系型数据库更为复杂。



**分布式查询任务：**传统的数据库查询任务只涉及一个节点上的数据，而分布式数据库下存在部分任务需要跨界点查询。尽管该部分任务数量较少，但极大地影响了数据库整体性能。



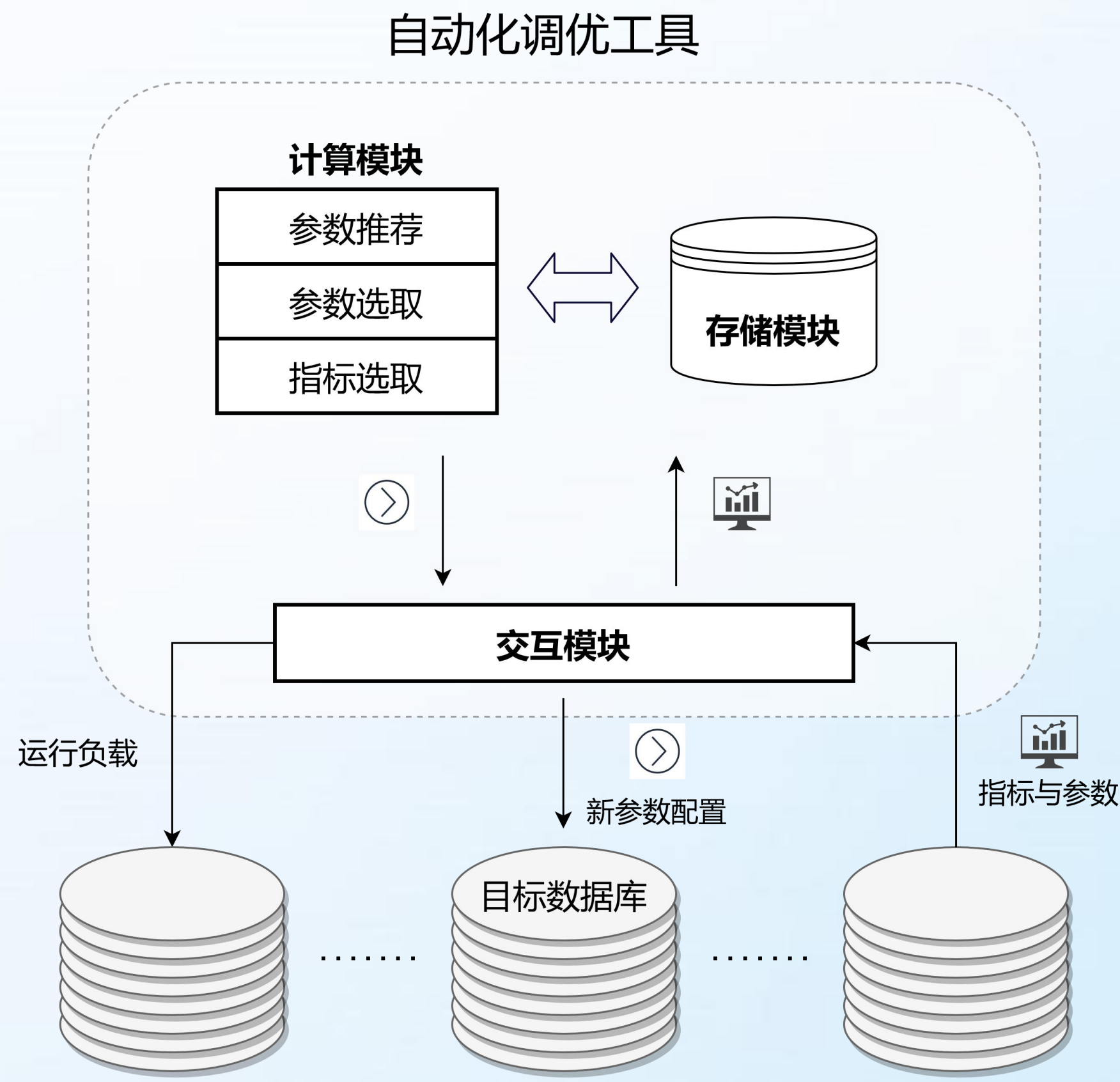
**多节点交互：**分布式数据库下每个节点都会产生运行数据，反应各自节点的运行状态。参数调优工具部署于整体分布式数据库之上，不仅需要控制、读取整体数据库，同时需要对各节点有更细致的操作。

## 工具设计

### 工具的总体架构

**交互模块：**交互模块在读取目标数据库系统信息之外还承担发送系统指令的任务，各项功能均设计为接口模式，以便于后续支持更多的分布式数据库。

**存储模块：**存储模块自身维护着一个数据库用以保存历史信息，参数和指标按照一定的模板格式存储于该数据库中。

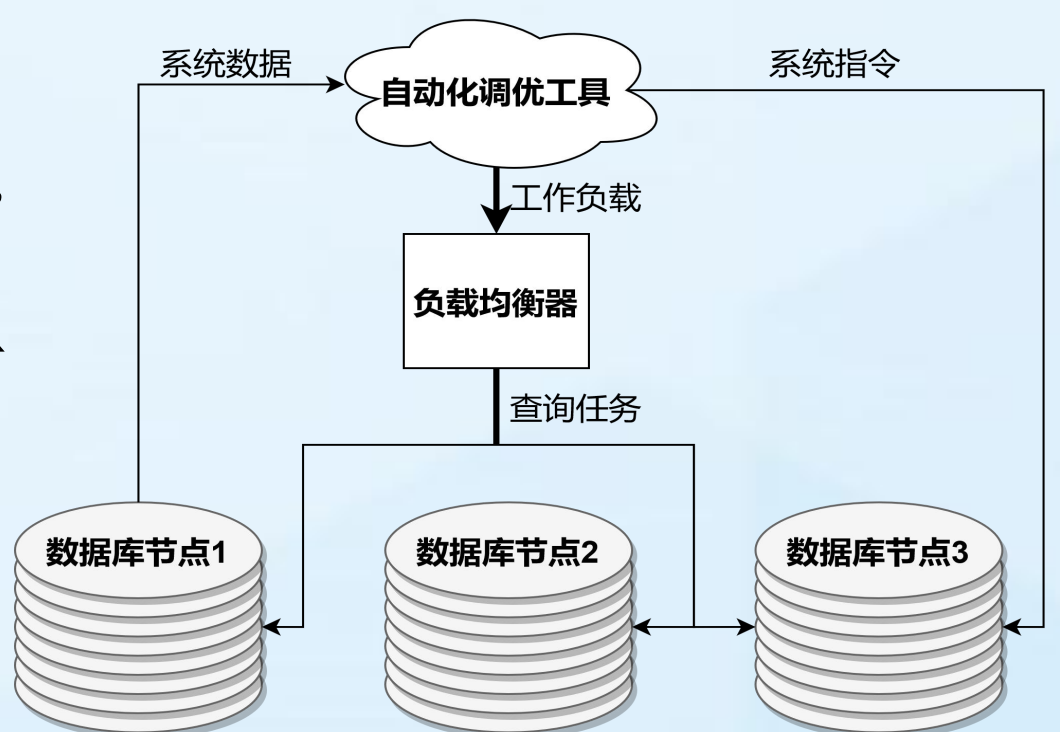


**计算模块：**计算模块负责调度调优算法，主要包括信息提取和参数推荐两部分算法，前者可分为选取指标和选取参数。工具运行中，各部分算法均有开关可控制是否采用，同时，工具支持用户添加新的算法。

## 系统评价

### 实验目标

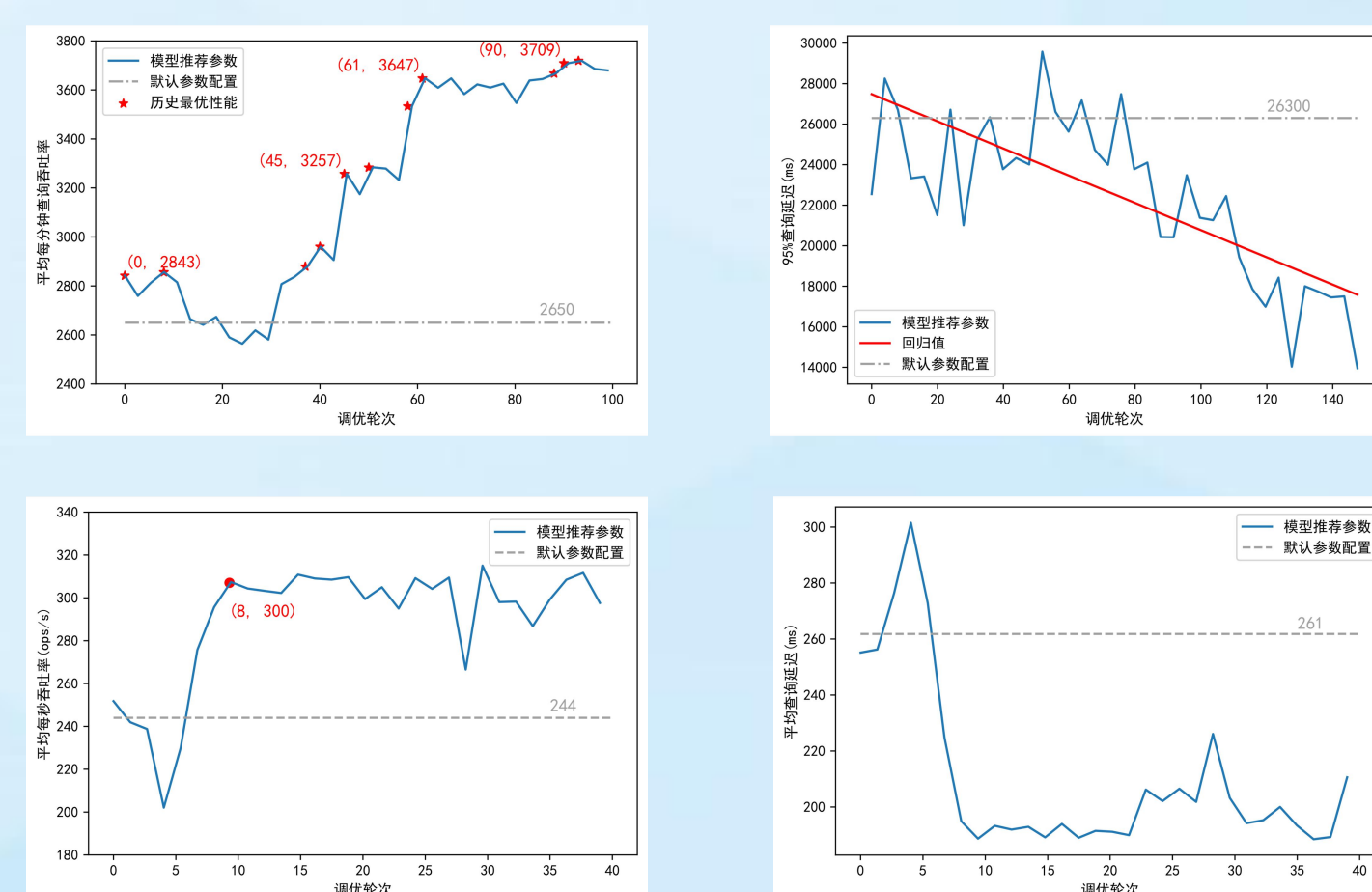
- 测试工具在调优经验较少时的调优效果。
  - 测试工具在充分调优后面对新负载的调优性能。
- 实验使用YCSB、TPCC测试集。



### 实验流程

- 在YCSB上采用随机数据来生成初始数据，得到简单的初始调优模型；用该模型重新运行YCSB负载，检查各项主要性能指标的提升情况。
- 将YCSB测试中得到的模型作为基础模型，用于TPCC测试集上，检查各项主要性能指标的提升情况，并重点关注主要性能指标跨越式提升所需要的调优轮次。

## 实验结果



上侧图展示了本工具初次运行时，能够达到**35%以上优化提升**。

下侧图展示了本工具在面对新负载时，能够短时间内达到**20%以上优化提升**。

### 实验结论：

- 本工具能够有效的提升分布式数据库的吞吐率和时延。
- 本工具得到的调优经验可在负载间得到有效迁移。