

Oracle SPA and RAT

公益讲座11: 00分准时开始, 请大家先浏览云技术微信公众号技术文章资料会在各群同步发布, 已入群客户请勿重复入群!



20-18

数据库和云讲座群



甲骨文云技术公众号



ORACLE

Oracle SPA and RAT

我们来给数据库做个SPA

王健

2022年8月26日



困扰我们的实际问题

系统更新（如硬件和软件升级、配置更改等）对于企业保持竞争优势以及合规性、安全性至关重要。

如何在生产环境中部署变更之前，全面评估数据库侧更新对业务的影响？

- 在测试期间无法模拟真实的工作负载是验证系统更改时面临的最大挑战之一

如何控制系统更新所带来的不确定性风险？

RAT: Real Application Test

Oracle 产品的每个功能都是为实现客户的具体需求



- Database Replay
- SQL Performance Analyzer (SPA)

Oracle Real Application Testing 由两个功能组成：数据库重播和 SQL 性能分析器。它们一起使企业快速采用新技术，这可以在增加业务价值的同时最小化风险。

数据库性能选项: Real Application Testing (RAT)



- 安全、快速地将工作负载迁移到 Oracle 云
- 准确估算云迁移所需的云计算的算力
- 确保云上的数据库性能符合 SLA
- 使用数据库云服务测试本地数据库修补和升级

在生产系统上（无论是云上还是本地）上发生性能问题之前，主动识别并修复它们

通过更快、无风险的新技术采用（数据库升级、Exadata、ExaCC、多租户、In-Memory等）提高业务敏捷性



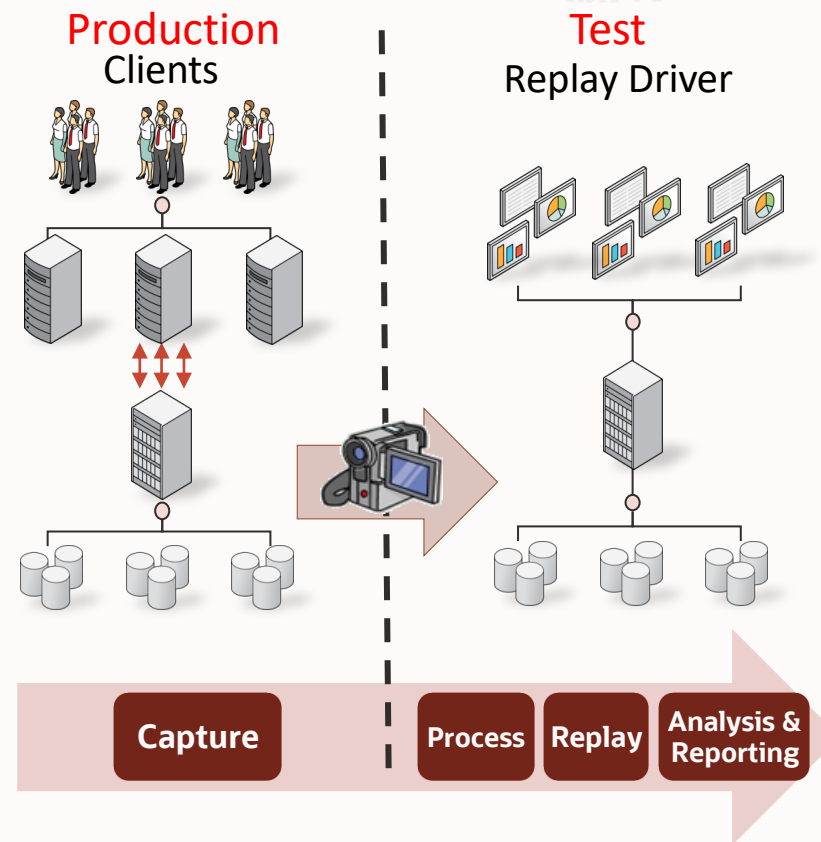
议程

- 1 RAT 概览
- 2 SPA 概览
- 3 最佳实践
- 4 案例分享

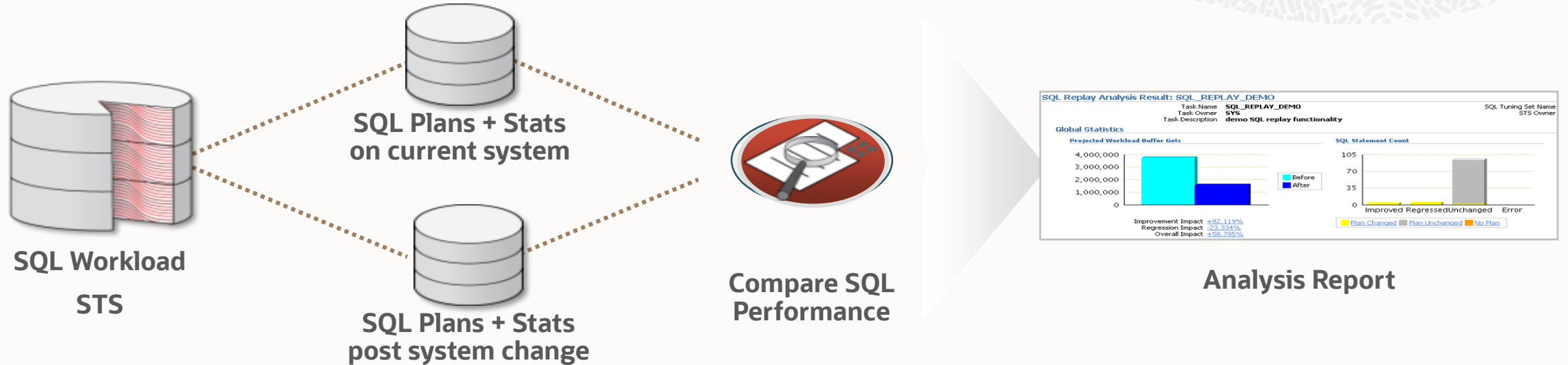


Database Replay

- 使用实际生产环境的工作负载进行性能测试
 - 生产工作负载特征如并发、事务依赖性、响应时间等
- 测试和度量事务吞吐量的提升
- 确定应用程序的可伸缩性和并发性问题
- 在生产前修复问题以实现无风险迁移
- 可用于任何数据库基础架构设施更改及系统（服务器或操作系统等）整合
 - 捕获单个工作负载
 - 并发重放工作负载

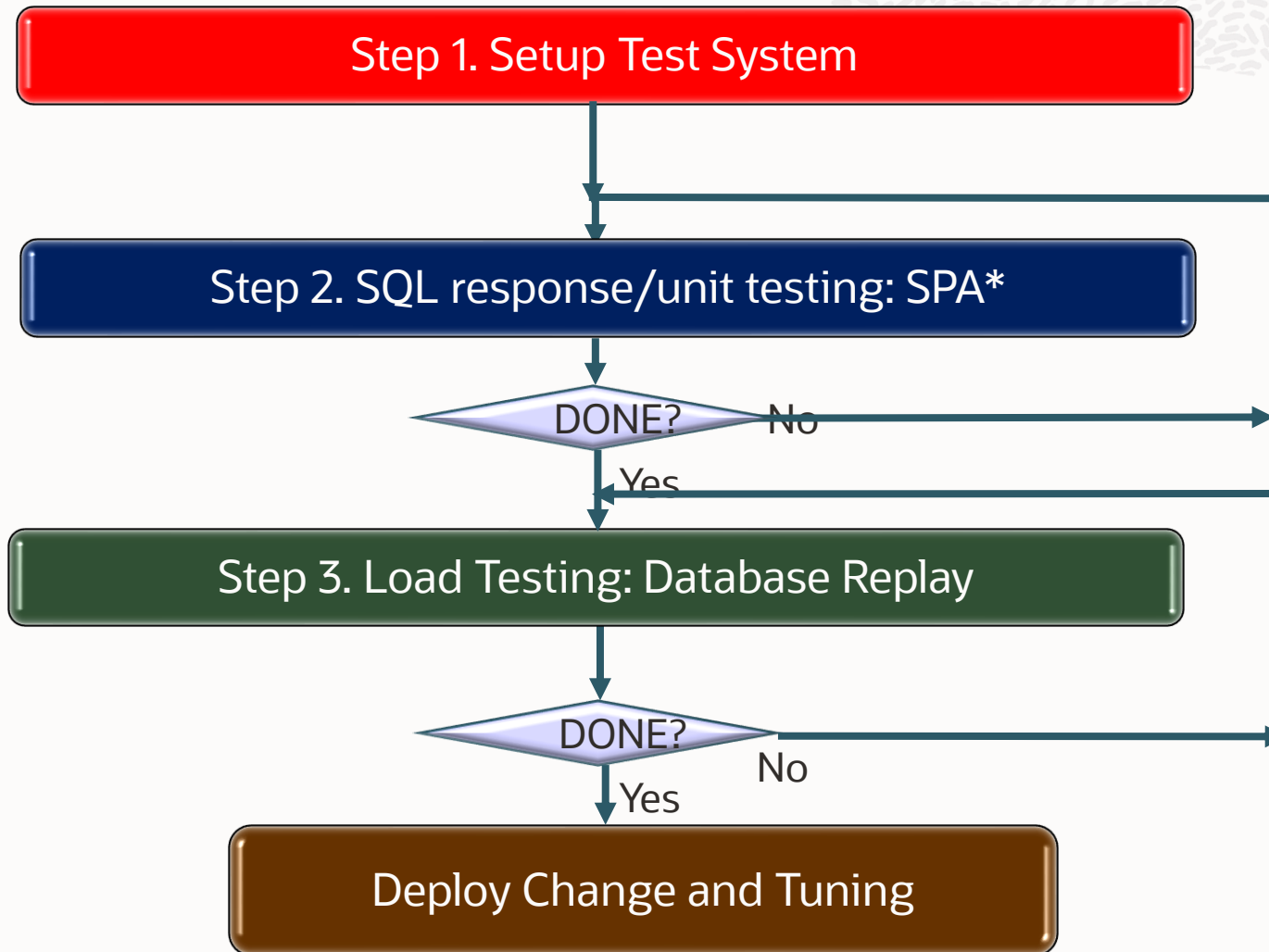


SQL Performance Analyzer



- 帮助用户预测系统更改对 SQL 工作负载的影响
- 在生产系统上以低开销捕获 SQL 工作负载到 SQL 优化集 (STS)
- 测试和衡量对实际生产 SQL 语句响应时间的影响
- 识别所有执行计划改变和 (或) 回归
- 与 STS、SQL Plan Baselines 和 SQL Tuning Advisor 集成, 形成端到端解决方案

Real Application Testing : 推荐方法



Best Practice
Please Do not do a
Database Replay
without first doing SPA trials



Step 1: Setup Test System

应用推荐的补丁，并在测试和生产中使用最新软件

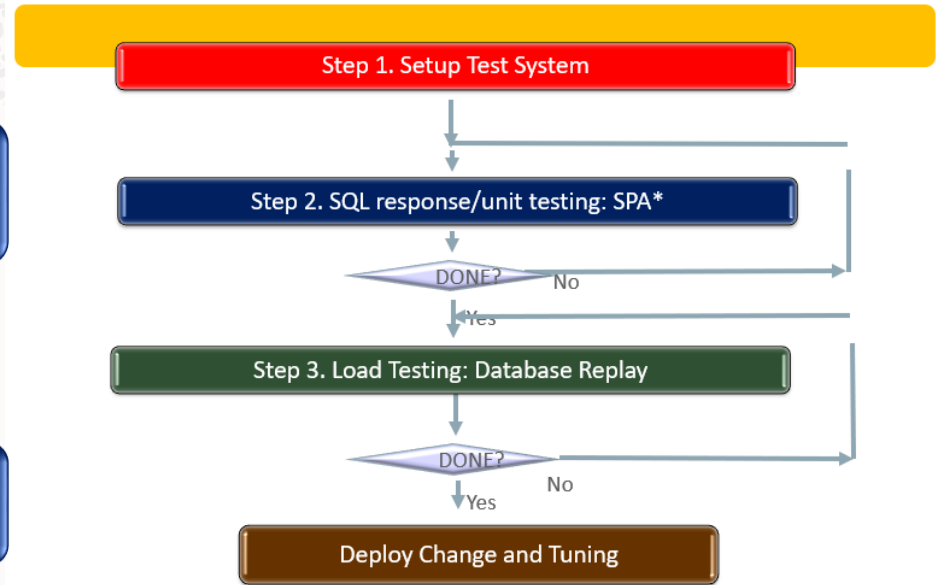
- MOS Note: 560977.1

测试系统应尽可能接近生产环境

- 完整数据集 – 应与生产数据接近或相同，以避免误差

在测试系统上验证有无丢失的方案对象（索引、视图等）

- 使用 Oracle Enterprise Manager -- Change and Configuration Management Packs 了解测试和生产之间的偏移



Step 1: Setup Test System

使用数据库闪回、闪存恢复区域及保障还原点

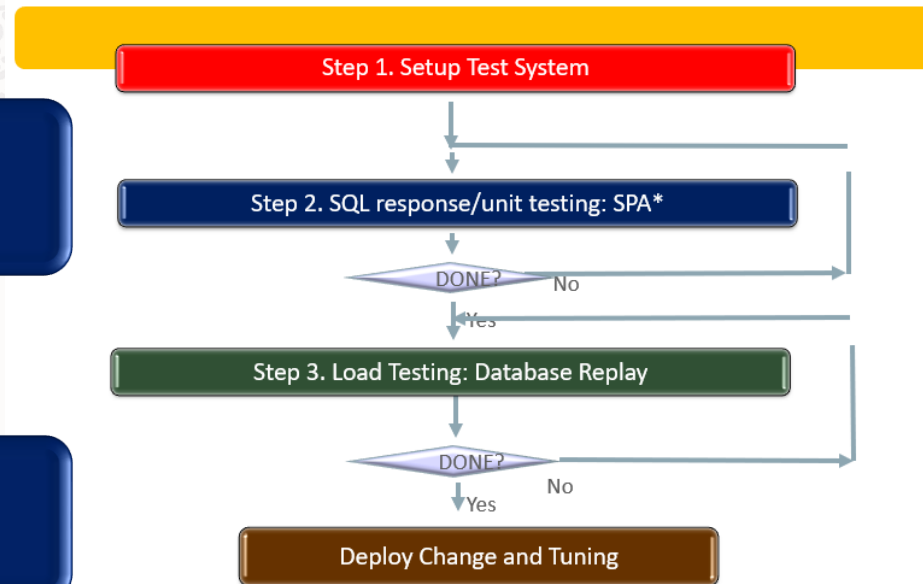
- 帮助将数据库重置回重放起点

使用 Oracle Enterprise Manager Grid Control Releases 13C

- 支持端到端工作流程，包括创建和克隆测试系统
- 基于工作流程的最佳实践

禁用维护窗口和后台作业

- 避免工作负载干扰，测试系统上可能已经存在后台作业



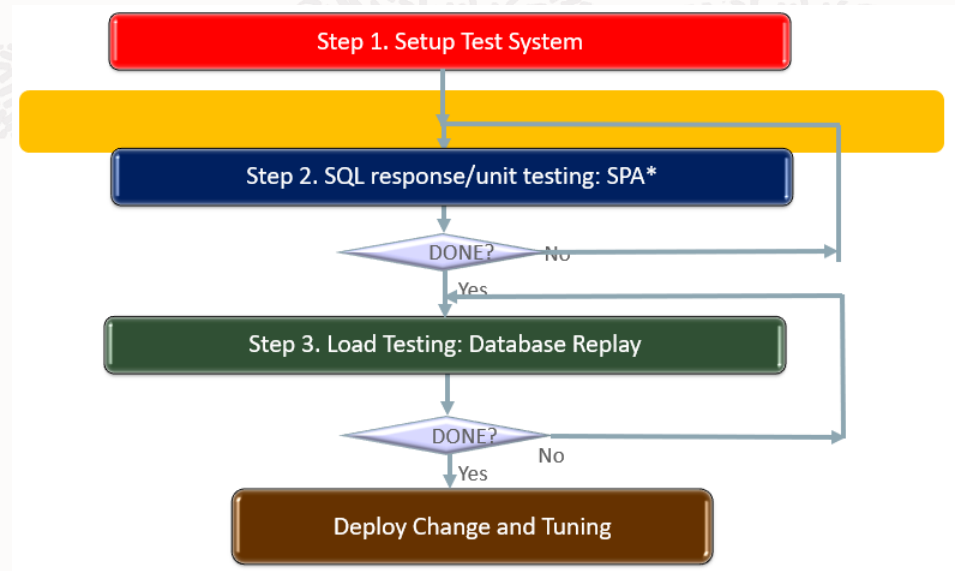
Step 2 : SQL response/unit test

始终在数据库重播之前使用 SPA，以帮助缩短测试周期

- 大多数变更（如版本升级）可能会导致执行计划的更改
- SPA 是执行以 SQL 为中心的最佳分析工具
- 相对于数据库重放，SPA 试验可以快速完成
- 可重复执行 SPA 试验而无需恢复数据库

使用 SPA 识别性能降低的 SQL 并对其进行修正

- 为您提供一种机制，如果旧计划更好，则可以将其恢复到原执行计划



SQL Performance Analyzer Task Result: SYS.UPGRADE_10G11G

Task Name	UPGRADE_10G11G	SQL Tuning Set Name	OOW_54G	Replay Trial 1	10g_data
Task Owner	SYS	STS Owner	SYS	Replay Trial 2	11g_data
Task Description	test upgrade to 11g	Total SQL Statements	54	Comparison Metric	Buffer Gets
		SQL Statements With Errors	0		

Global Statistics

Projected Workload Buffer Gets

Improvement Impact **24%** ↑
Regression Impact **-2%** ↓
Overall Impact **22%** ↑

SQL Statement Count

Recommendations
Oracle offers two options to fix regressed SQL resulting from plan changes:
Use the better execution plan from SQL Trial 1 by creating SQL Plan Baselines.
[Create SQL Plan Baselines](#)
Explore alternate execution plans using SQL Tuning Advisor.
[Run SQL Tuning Advisor](#)

Top 10 SQL Statements Based on Impact on Workload

SQL ID	Net Impact on Workload (%)	Buffer Gets		Net Impact on SQL (%)	% of Workload		Plan Changed
		10g_data	11g_data		10g_data	11g_data	
g4dzf4ak4rus2	12.000	20,318,458.000	13,502,097.000	33.550	35.780	30.670	Y
gfacm5jr3rz9j	11.990	6,990,541.000	180,401.000	97.420	12.310	0.410	Y
2ny751aat2vd9	-0.820	12,973,052.000	13,440,825.000	-3.610	22.850	30.530	Y
c2fb0uq5p7d4p	-0.750	12,740,524.000	13,165,998.000	-3.340	22.440	29.910	Y
2wtqxbjz6u2by	0.050	244,678.000	218,533.000	10.690	0.430	0.500	Y



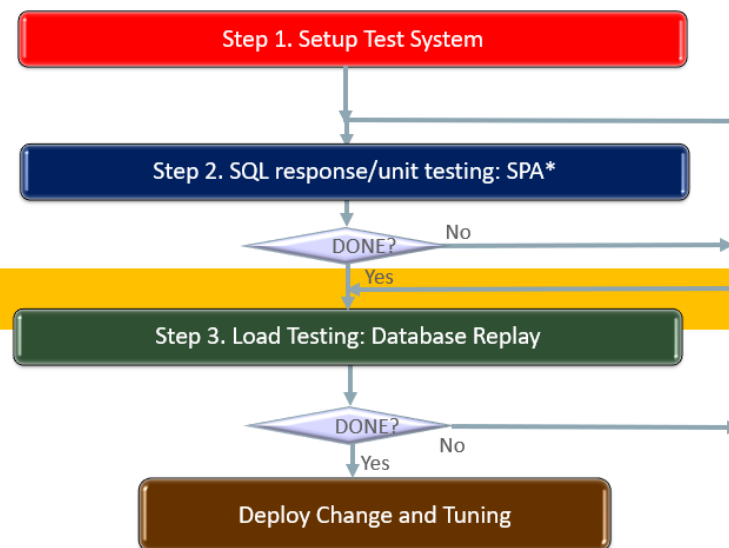
Step 3 : Load Test

根据实际的工作负载确定最佳重放策略

执行至少 2 次工作负载重放以确定最佳策略

如何确定最佳重放参数设置？

- 以默认参数(A)重放工作负载
- 以参数 `commit-order synchronization=false` (B) 重放
- 如果与 B 的背离度较低，请使用非同步重放



议程

1 RAT 概览

2 SPA 概览

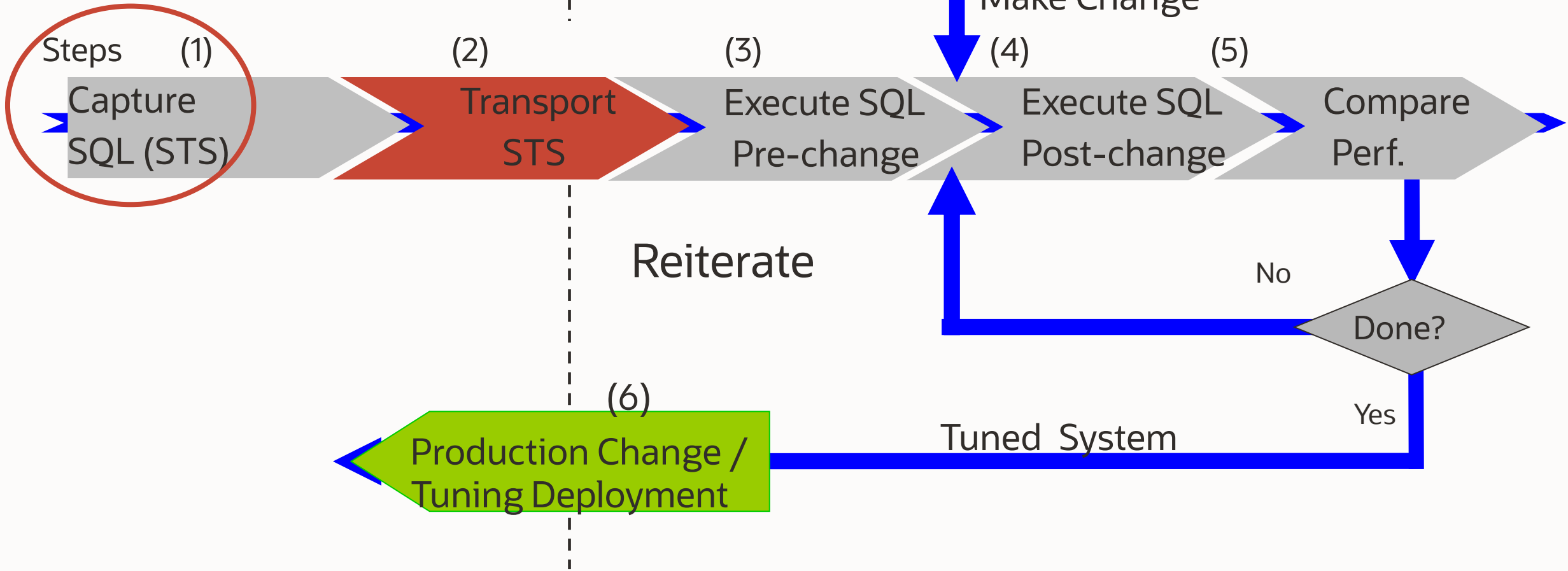
3 最佳实践

4 案例分享

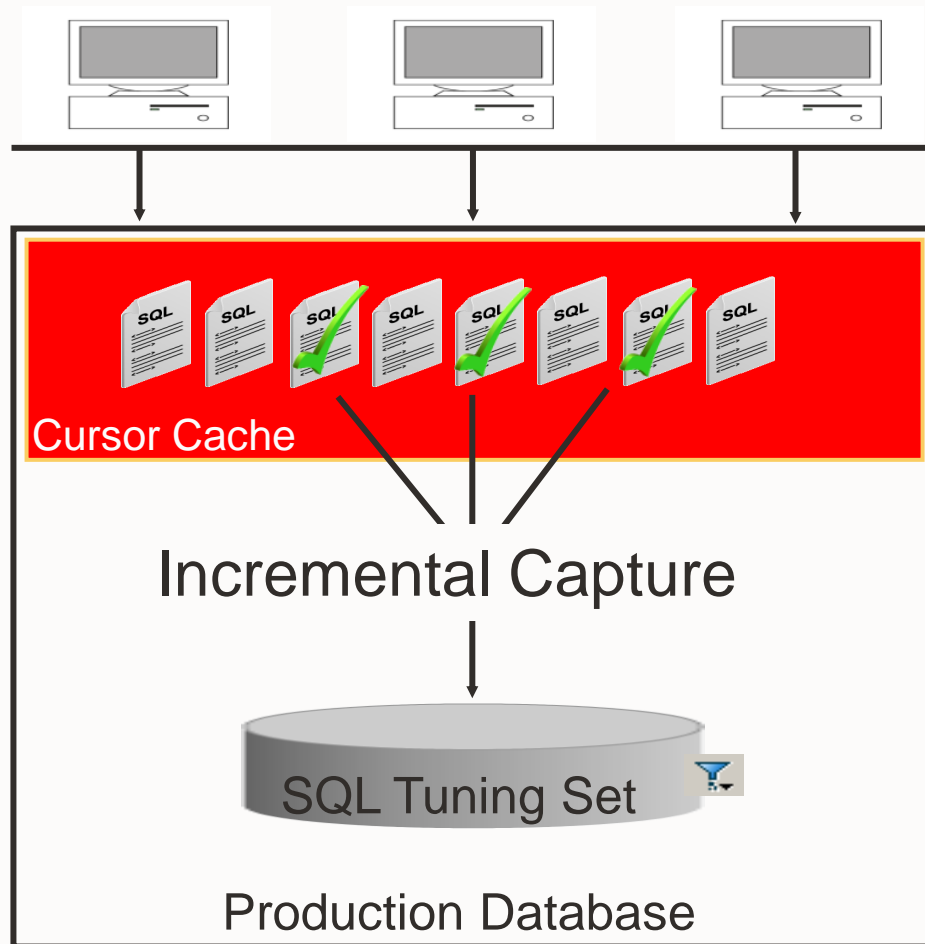


Production

Test



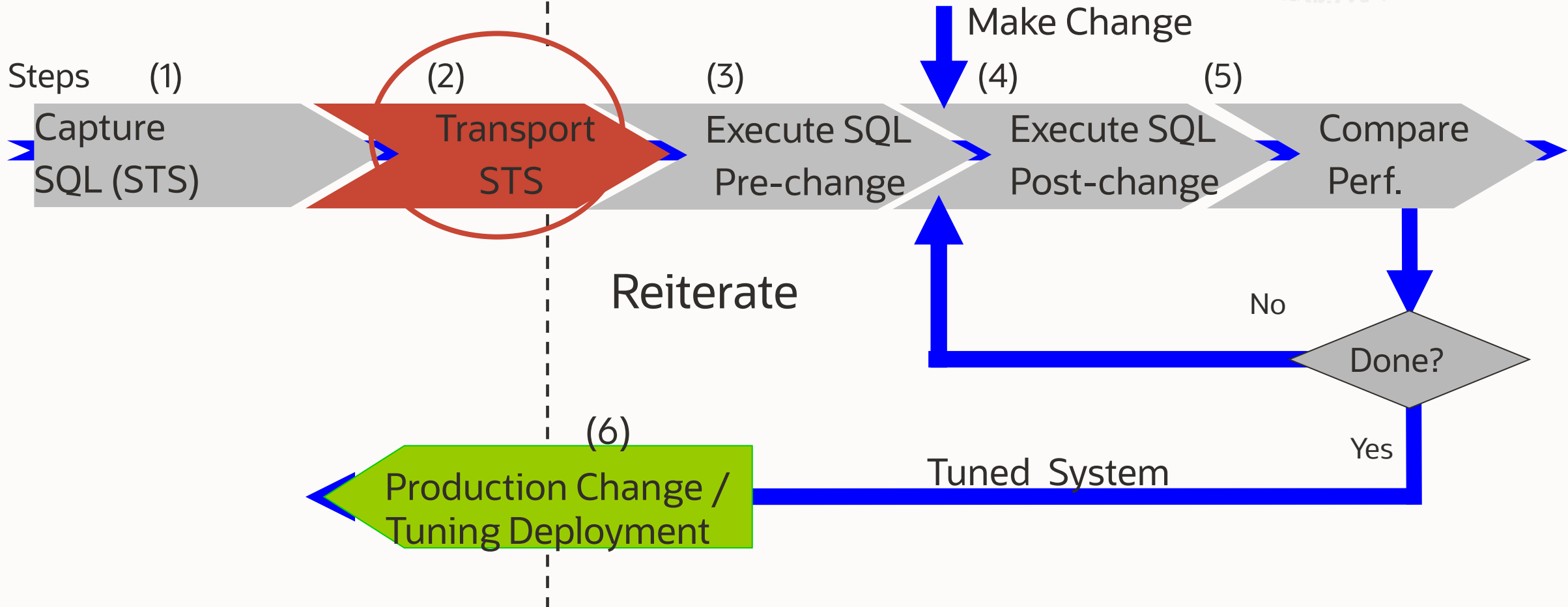
Step 1: 捕获 SQL 工作负载



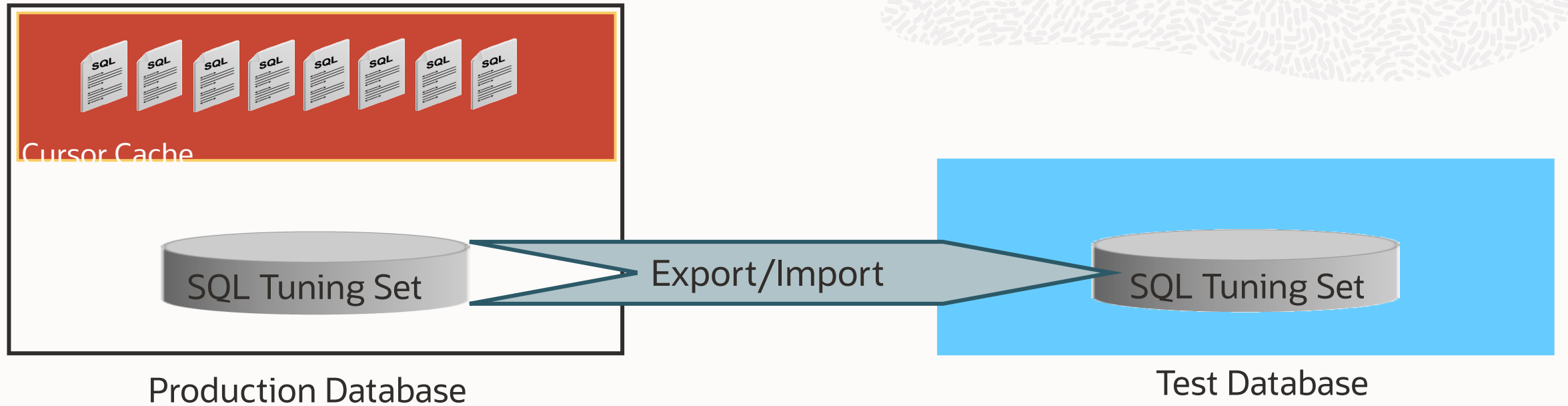
- SQL Tuning Set (STS)用于存储 SQL 工作负载
- STS包括:
 - SQL 文本
 - 绑定变量
 - 执行计划
 - 执行统计信息
- 用于在一段时间内从游标缓存填充 STS 的增量捕获
- 性能开销 (1-2%) , 可忽略不计
- 可通过EM 和 API 调用

Production

Test



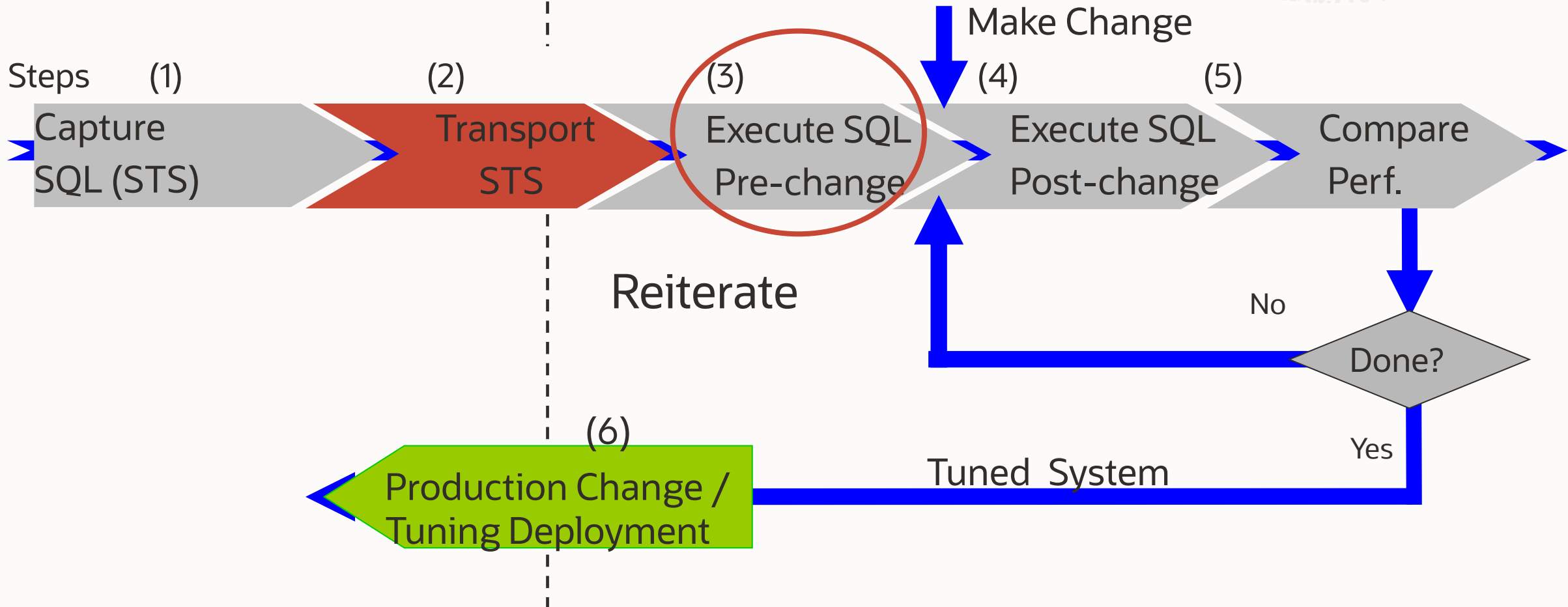
Step 2: 传输 SQL 工作负载到测试系统



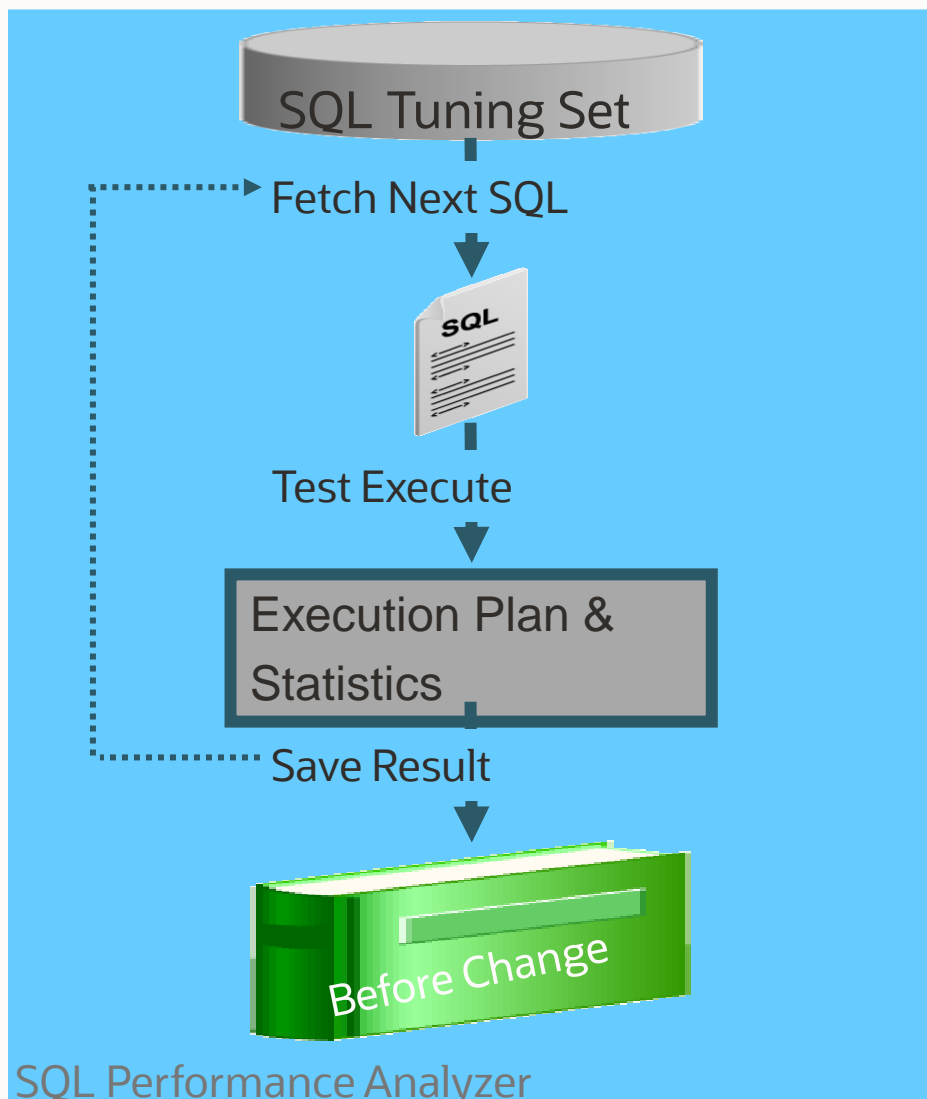
- 对于 Oracle 数据库 10g 或更高版本，导出 STS 到测试系统
- 将暂存表传输到测试系统（数据泵、db link等）
- 从暂存表复制 SQL 优化集（“解包”）

Production

Test



Step 3: 在变更前执行 SQL



- 建立 SQL 工作负载性能基线(Pre-Change Trial)
- 用生产环境一致的上下文，以隔离方式串行化地执行测试每一条SQL
- DML 的选择和查询部分执行测试， DDL将被跳过。以下是不支持的SQL类型：
 - DDLs
 - Parallel DMLs
 - DMLs without query portion ,eg: insert into XXX values('XXX');
 - PL/SQL Anonymous Blocks
- SQL的执行计划和统计信息被捕获

Full DML Test Execution

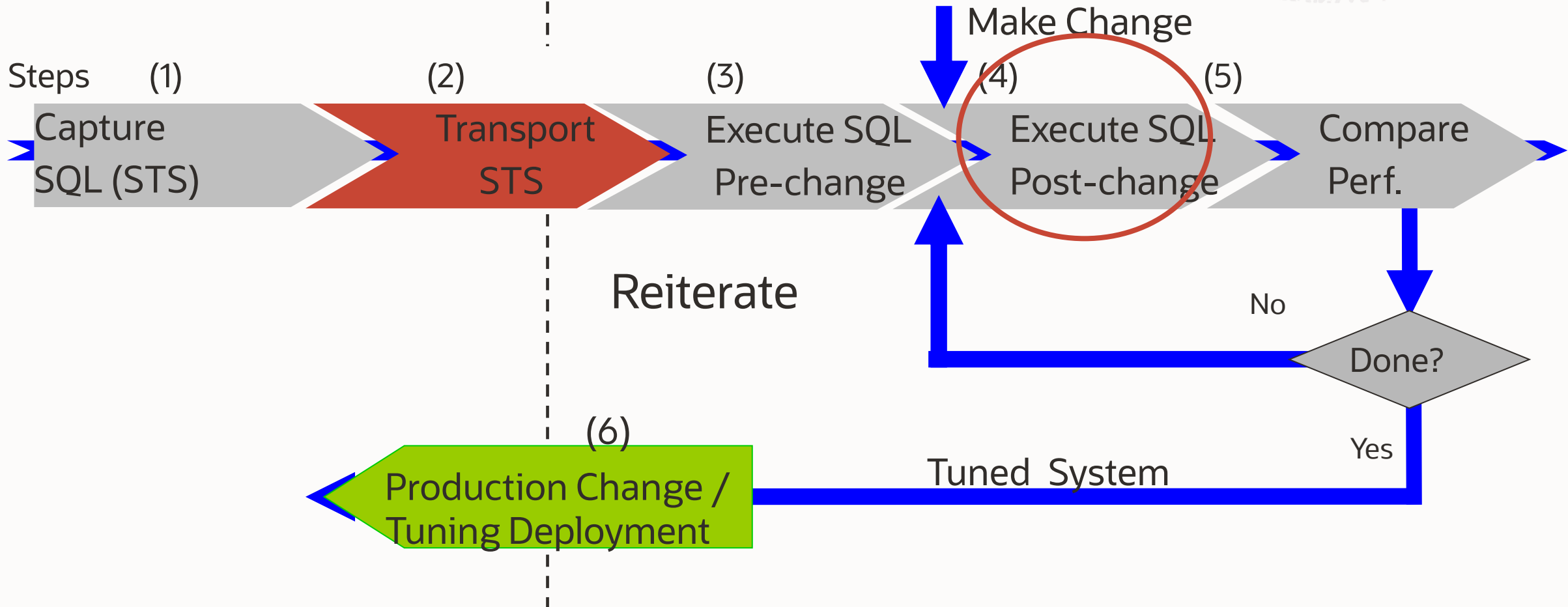
支持测试完全执行 DML 语句，而无需保留关联的更改

SPA 任务参数 “EXECUTE_FULLLDML” 控制测试执行行为

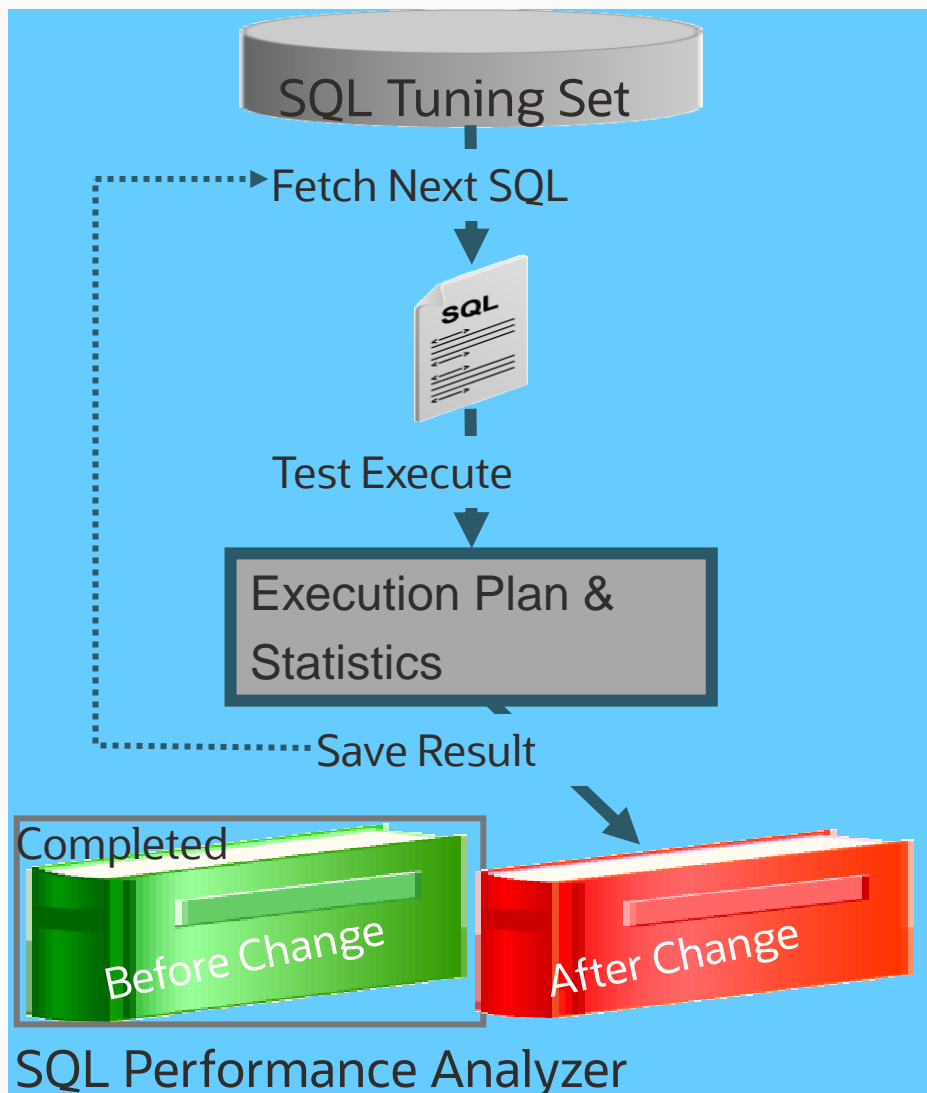
- TRUE: 完全执行 DML 语句，包括获取行锁和修改行。如果为 TRUE，则在 DML 之后发出回滚，以防止对数据库进行持久更改
- FALSE (默认值) 以仅执行 DML 的查询部分而不修改数据。

Production

Test



Step 4: 变更后执行 SQL



• 手动实施计划的变更

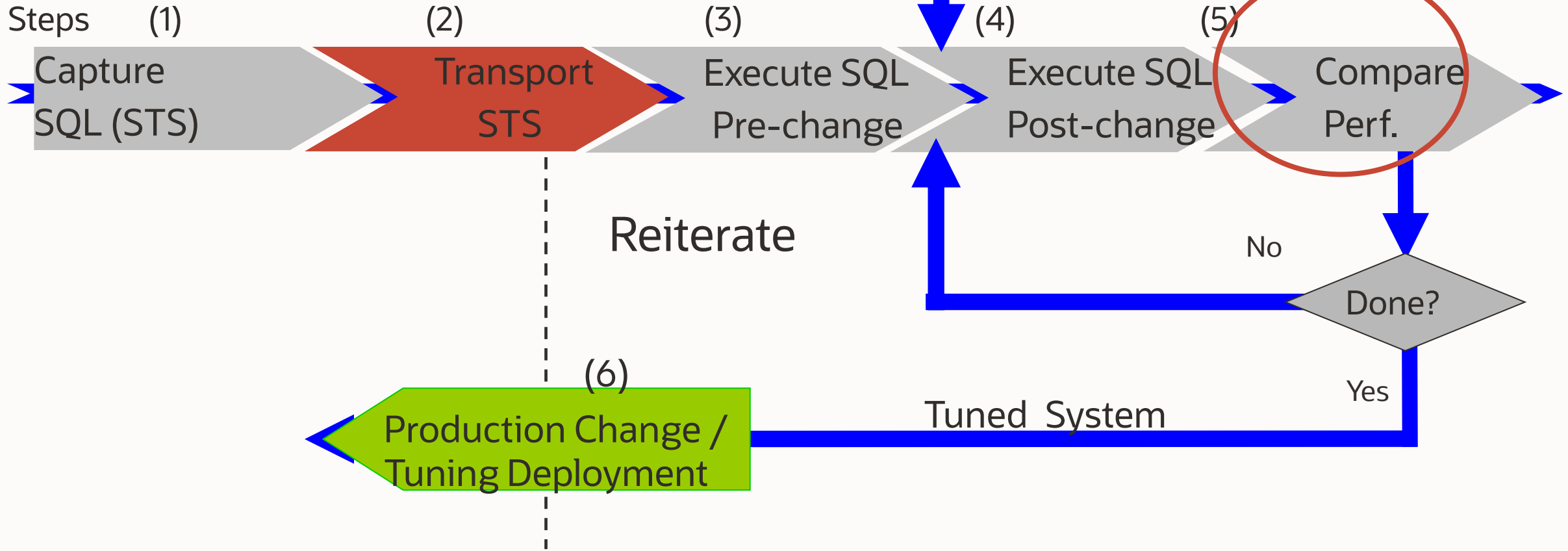
- 数据库升级, 补丁
- 优化器统计信息刷新
- 架构变更
- 数据库参数变更
- 优化操作, 例如, SQL 配置文件创建

• 更新后重新执行 SQL

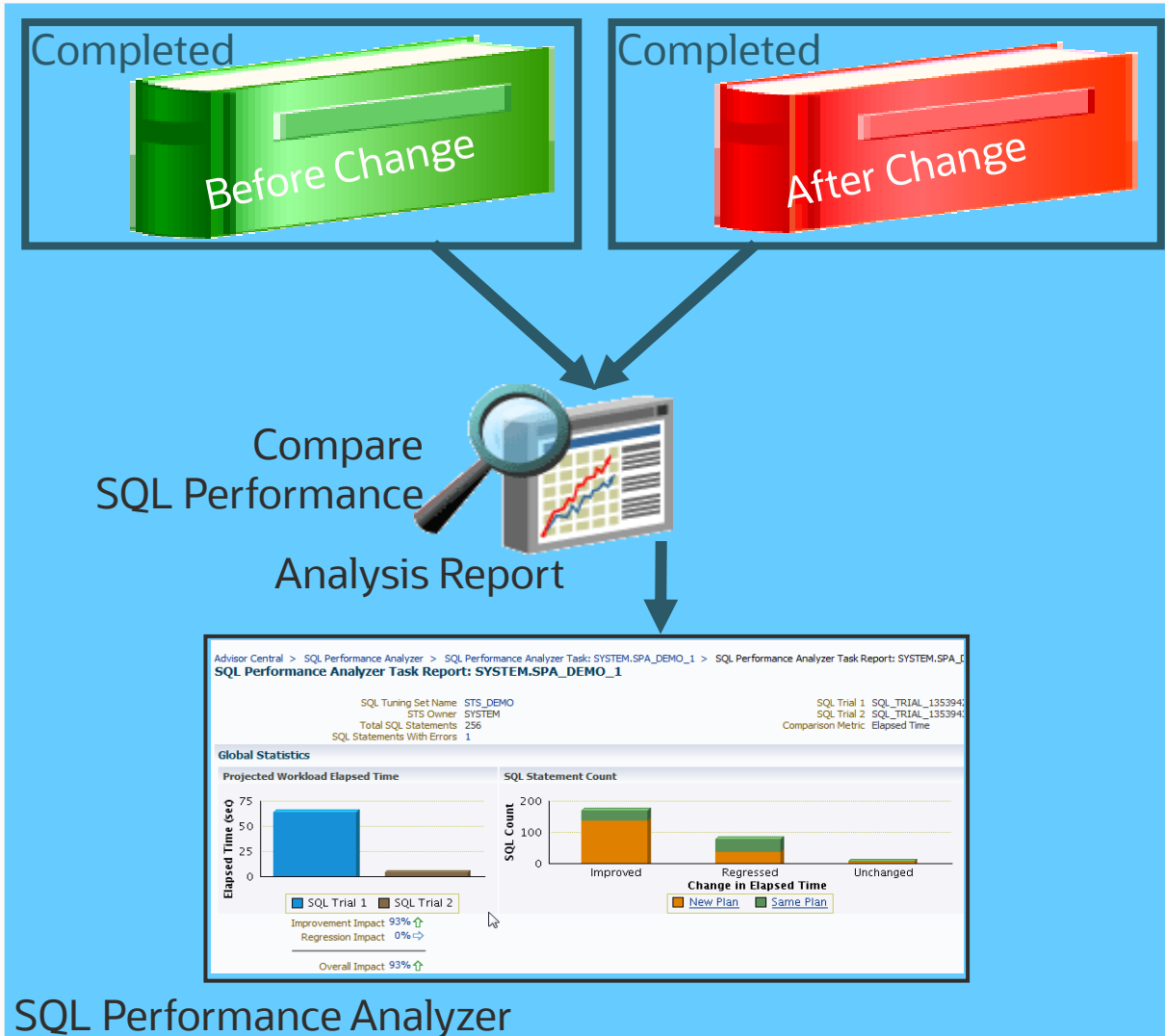
- 收集新的 SQL 执行计划和统计信息

Production

Test



Step 5: 比较&分析性能



- 使用不同的指标比较性能，例如：

- Elapsed Time
- CPU Time
- Optimizer Cost
- Buffer Gets

- SPA 报告展示变更对于每条SQL的影响

- Improved SQL
- Regressed SQL
- Unchanged SQL

- 使用SQL Tuning Advisor 或者 SQL Plan Baselines修复性能降低的语句



SPA Report

SQL Performance Analyzer Task Report: SYSTEM.SPA_DEMO_1 Save Mail

SQL Tuning Set Name: STS_DEMO
 STS Owner: SYSTEM
 Total SQL Statements: 256
 SQL Statements With Errors: 1

SQL Trial 1: SQL_TRIAL_1353942463446
 SQL Trial 2: SQL_TRIAL_1353943762936
 Comparison Metric: Buffer Gets

Global Statistics

Projected Workload Buffer Gets

Improvement Impact: 98% ↑ (1)
 Regression Impact: 0% ↔
 Overall Impact: 97% ↑ (4)

SQL Statement Count

Change in Buffer Gets: New Plan (orange), Same Plan (green)

Recommendations

Oracle offers two options to fix regressed SQL resulting from plan changes:

Use the better execution plan from SQL Trial 1 by creating SQL Plan Baselines. (5)

[Create SQL Plan Baselines](#)

Explore alternate execution plans using SQL Tuning Advisor.

[Run SQL Tuning Advisor](#)

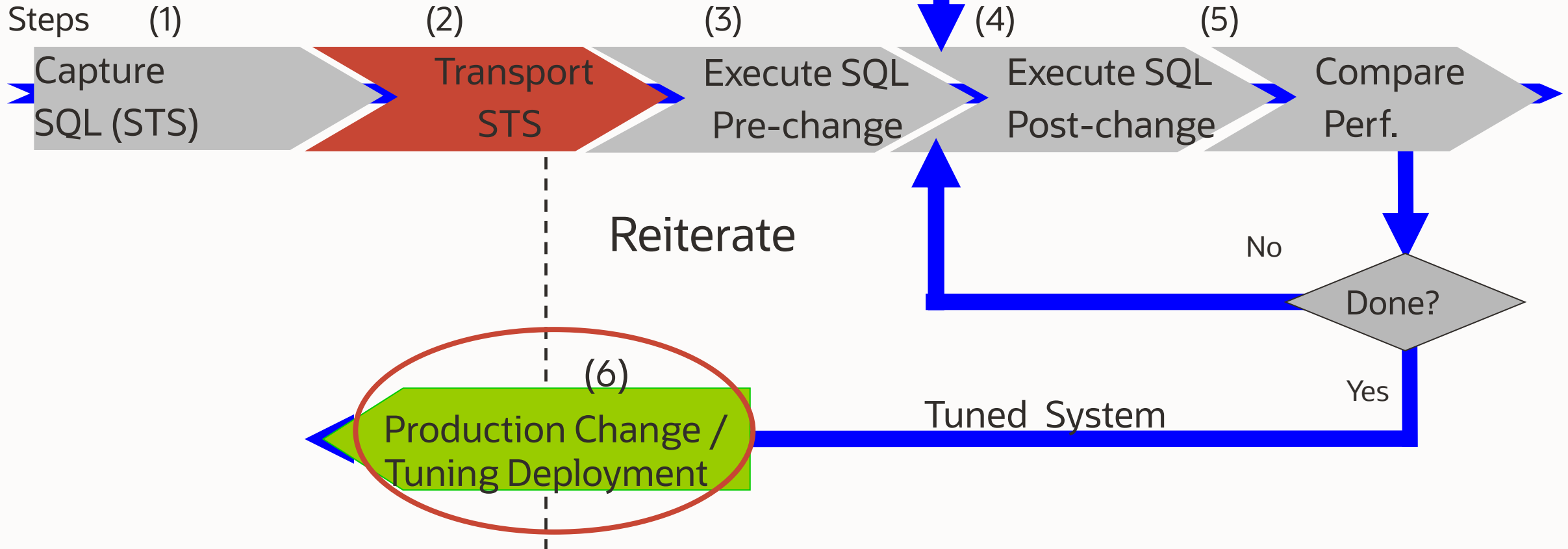
Top 10 SQL Statements Based on Impact on Workload

SQL ID	Net Impact on Workload (%)	Buffer Gets		Net Impact on SQL (%)	New Plan
		SQL Trial 1	SQL Trial 2		
↑ 10zxdmnu5rm	73.130	1,624,594	29,573	98.180	Y
↑ 18vqp8vhja9b3	24.360	1,621,531	27,868	98.280	Y
↓ 3fv28gfu9y0aq	-0.050	26,504	29,573	-11.580	Y
↑ 5ss5q1tpt3aaf	0.030	2,768	902	67.410	Y
↓ czzzubf8fjz96	-0.030	1,410	1,981	-40.500	Y



Production

Test



Step 6: 生产变更和调优部署



在生产环境中永久实施经过验证的更新

将任何调优解决方案传输到生产环境

- Export/Import SQL Plan Baselines
- Export/Import SQL Profiles
- 进行方案/架构更改 (e.g., use DBMS_REDEFINITION)
- 收集新的优化器统计信息
- 更新数据库参数



议程

1 RAT 概览

2 SPA 概览

3 最佳实践

4 案例分享



最佳实践概述：成功的POC必须具备：

1. 规划您的项目
2. 了解您的应用
3. 捕获工作负载
4. 首先使用 SPA
5. 配置重放环境
6. 克隆数据库
7. 在途会话
8. 同步模式
9. 重新映射连接
10. 从短时间回放开始
11. 仅重放查询
12. 重放读/写操作

1. 规划您的项目

- 确保您约有 8 周左右的交付时间
- 确定是否需要为 replay database 安装补丁 (参考 MOS Note 560977.1)
- 明确测试目标
- 明确成功标准
- 指定详细的时间表及部署计划
 - 搭建测试环境
 - 何时开始捕获 STS (*SQL tuning set*)
 - 何时开始捕获 Database Replay
 - 克隆数据库
- 一次测试一个更新

2. 了解您的应用

这里不需要了解应用细节，但您需要知道：

- 要捕获的不同工作负载
- 高峰时段
- 登录期间的优化器更改（对于 DB 20c 之前的版本），例如：
 - `alter session set optimizer_mode=FIRST_ROWS_10`
- 工作负载捕获限制，例如：
 - 两段式提交(*XA transaction*)
 - 分布式事务
 - 更多请参考 19c Testing Guide ([10.4 Workload Capture Restrictions](#))
- 何时执行数据库备份或何时启动批处理作业时
- 定时任务 (*DBMS_SCHEDULER jobs*)

3. 捕获工作负载

SPA

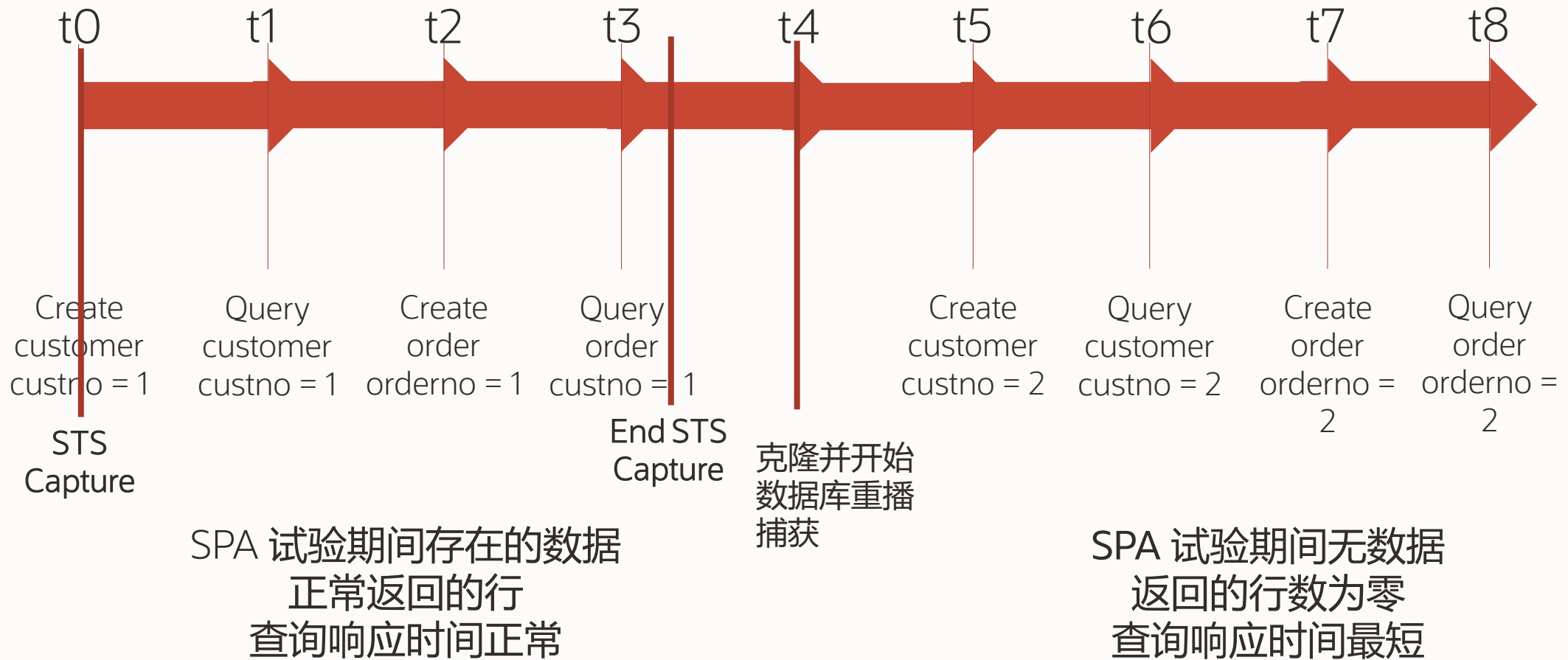
- 将不同的工作负载捕获到单独的 SQL 优化集中
- 从克隆数据库之前的某个时间段捕获 STS

Database Replay

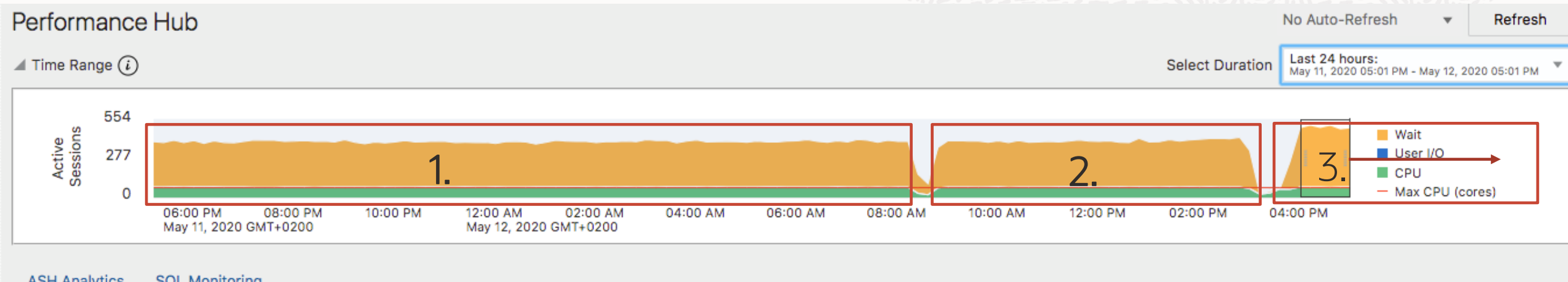
- 确定具有关键工作负载的时间段
 - 高峰时段
 - 批处理作业
 - 时间关键型活动
- 在系统相对空闲时段开始捕获，这样便于后期负载爬坡
- 确保您有足够的磁盘空间存放重放文件
 - 捕获大小估计，取下列两项中的最大值
 - $2 * \text{Bytes received via SQL*Net from client}$ 统计信息 (from AWR report)
 - 从更小持续时间捕获推断出的大小(10-30min)

3. 捕获工作负载：在首次试验之前克隆数据库

如果不同时使用 SPA 和 DB 重播，请在第一次试验之前克隆数据库，以避免在第二次试验中不存在数据



3. 捕获工作负载:



捕获批处理工作负载从下午 4 点开始，到上午 8 点结束.

- 识别不同的工作负载
 1. Batch
 2. OLTP
- 分别捕获批处理和 OLTP 的 STS
- 克隆数据库并开始 database replay 捕获以
 3. 在相对空闲的时间段内开始捕获

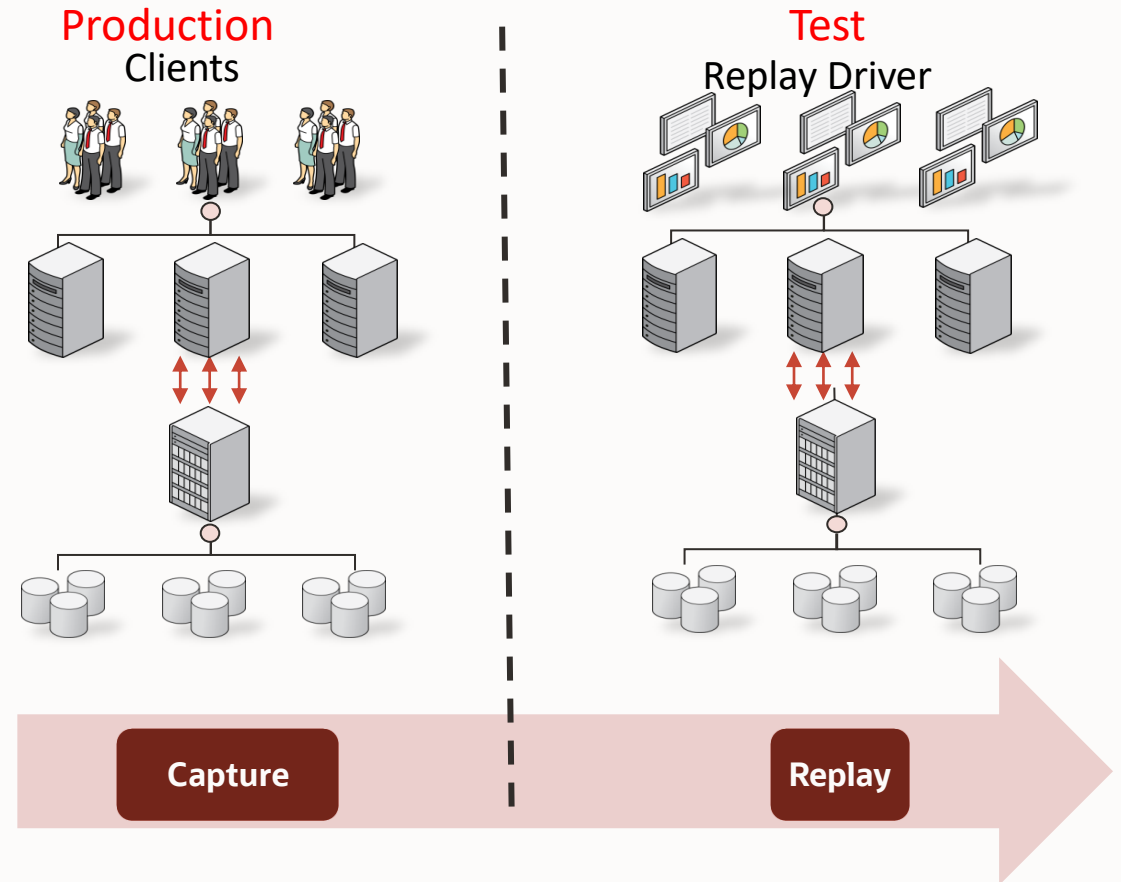


4. 在数据库重放之前先做SPA

- SPA对于任何将有优化器改变的RAT项目都是必不可少的.
- SPA 将检测由于硬件更改而导致的性能下降或提升.
- 如果先使用 SPA定位性能下降的语句，则大多数情况下可避免重播缓慢或挂起的情况
- 可使用下列组件定位和修正性能下降的语句:
 - SQL Tuning Advisor
 - SQL Plan Base lines
- 在实际的 POC 中，我们发现，如果在数据库重放之前未进行 SPA，DBA 将花费 5 到 10 倍以上的精力！

5. 配置重放环境

- 数据库服务器配置
 - CPU
 - Memory
 - Storage
- Replay clients
 - 专用服务器 (独立于数据库服务器)
 - CPU
 - Memory
 - Storage
- Network
 - 在带宽方面与生产环境相同



6. 克隆数据库

- 不需要是数据库的精确副本.
- 但应尽可能靠近开始捕获的SCN
 - 某些应用程序 (如 Siebel) 对数据集中的偏移很敏感
- 克隆方法
 - RMAN copy.
 - Use point in time recovery until Capture SCN
 - Standby Database
 - Can use Snapshot Standby or by breaking the standby database
 - Use recovery until capture SCN
 - Data pump
 - Incremental
 - Flashback time
 - Test master and Snap clone

7. 在途会话

是否需要重新启动数据库?

- 在途会话通常不是问题，但应注意:

- 登入时优化器模式改变
- 批处理作业
- 长时间运行的事务
- 维护窗口/后台定时任务的干扰

- 如何避免

- 在相对空闲的时间段内开始捕获
- 使用捕获子集 (从12c起)

从持续时间较长的捕获中提取较短的工作负载

- `DBMS_WORKLOAD_REPLAY.GENERATE_CAPTURE_SUBSET`
 - `begin_include_incomplete`
 - `end_include_incomplete`

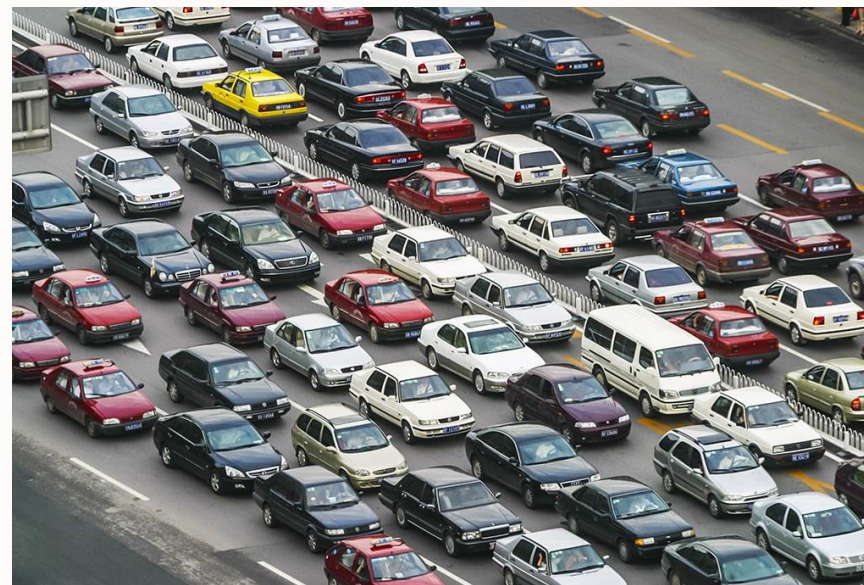
8. 同步模式

Synchronization = SCN, TIME, OBJECT_ID ?

- TIME
 - 推荐的默认首选项 (DB 12.2 及更高版本)
 - 如果差异度低, 请使用此同步类型
 - 此外, 对于降低think_time_scale, connect_time_scale的压力测试, 这是唯一选项
- SCN
 - 在事务依赖性较高时使用
 - 确保在重放之前优化所有语句
 - 如果语句性能下降, 请注意重放将花费更长的时间
- OBJECT_ID已弃用, 已合并到 SCN 中, 请不要使用它

8. 同步模式

基于时间：建议用于大多数的应用



8. 同步模式

基于 SCN：适用于某些应用程序，重放基于 SCN 的工作负载序列（这可能是由于实际的事务依赖性或由于同一块中的数据共存）



9. 重新映射连接



何时需要重新映射连接?

- 当连接字符串与生产连接字符串不同时
 - 检查连接字符串(*dba_workload_connection_map*)
 - 重新映射所有连接

如何重新映射?

- 连接覆盖
 - 使用与 WRC 客户端相同的连接字符串.
 - 不能在多租户 12c R1 -19c 中使用, 因为它连接到根容器
 - 完整连接描述符 ((DESCRIPTION=(ADDRESS.....
- TNS条目
 - RAC的首选

10. 从短时间回放开始



总会有一些问题!

- 从30分钟的重放开始。这将对您有所帮助:
 - 发现问题
 - 识别性能下降
 - 在短时间内多次迭代
- 使用捕获子集
 - 无需多次捕获
 - 无需多次备份
 - 可以使用相同的起始点
- 梯次增加重放时间 30 分钟，接下来 2 小时.....

11. 重放读/写操作

- 分析您的回放

Functional Analysis

调查错误、数据背离 - 是否只占总体调用的一小部分?

用户调用目标成功重放率 80-90%

数据背离是否仅限于几个对象、模式?

数据背离能否被忽略?

- 后台任务
- 属于非关键业务流程

高数据背离通常表明测试系统设置不正确 (缺少对象)

使用应用程序指标进行验证

Performance Analysis

仅在执行重放功能分析之后

使用重放周期性比较, 如AWR、ADDM、报告等。

议程

1 RAT 概览

2 SPA 概览

3 最佳实践

4 案例分享



DirecTV

升级数据库并将 SQL 响应时间提升 25%



公司简介

DIRECTV为家庭和企业中的1900多万美国客户提供基于卫星的电视服务。

挑战/机遇

将 Siebel 呼叫中心应用程序升级到较新的数据库版本
业务关键型应用程序，停机时间成本超过 100 万美元/小时，停机时间约为 6.9 小时。

重工作负载：109K 不同的 SQL 语句

产品

Oracle Real Application Testing

解决方案

SQL Performance Analyzer 来识别性能下降的SQL

使用SQL Profiles 透明地优化 SQL

此外，定期将 SPA 用于其他与数据库相关的更改 – 优化器统计信息刷新、添加新索引

效益

提高 SLA、员工工作效率、客户满意度

业务时段SQL响应时间提升25%

升级后无 SQL 故障事件

Allied Irish Banks

已更少的硬件资源完成平台迁移



公司简介

联合爱尔兰银行（AIB）是爱尔兰“四大”商业银行之一。AIB提供全方位的个人和企业银行服务。

挑战/机遇

复杂的传统架构带来了运营和成本挑战

传统架构即将结束其生命周期

目标:

- 整合和标准化 Oracle 数据库环境
- 大大缩短环境调配交付周期
- 减少故障率的同时，显著提高运营支持效率

产品

Oracle Real Application Testing

解决方案

SQL Performance Analyzer, SPA Quick Check

Database Replay

效益

使用SPA快速检查进行无风险的日常管理

可预测的应用程序性能

在 Oracle 平台上整合并标准化为 Oracle数据库



Resources



- Oracle Testing Guide
 - <https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/19/ratug/index.html>
- Bugs
 - [BUG 27984028](#) – *Replay hang caused by two commits that both have same post commit scn*
 - [BUG 28831750](#) – *Replay divergence appears as top SQL during a RAC replay*



Thank you

Questions and Discussion



ORACLE
甲骨文

如何解读执行计划

RWP系列(一)

Oracle RWP团队，业界公认的数据库性能优化的顶尖团队，旨在充分发挥软件和硬件的能力，在真实世界中实现系统的最佳性能



周宇文

- Oracle RWP 资深解决方案工程师
- Oracle 10g/11g/12c OCM

内容简介

- 剖析执行计划的方方面面
- 深入解读如何定位不合理执行计划的根因以及应对策略



直播时间: 9月2日 11:00 - 12:00

扫描二维码注册并安装手机Zoom进入直播

Zoom ID: 976 6962 5763 密码: 98039717



20-18

数据库和云讲座群



甲骨文云技术公众号



技术专家1V1深入交流

