

辽 宁 省 地 方 标 准

DB21/T 4172—2025

信息技术应用创新软件适配性能调优
技术指南

Technical guidelines for software adaptation performance tuning in
information technology application innovation

2025-08-30 发布

2025-09-30 实施

目 次

前言..... III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 缩略语..... 1

5 概述..... 1

 5.1 角色与职责..... 1

 5.2 性能调优工作任务..... 2

6 调优准备..... 2

 6.1 工作流程..... 2

 6.2 主要任务..... 2

7 性能测试..... 3

 7.1 工作流程..... 3

 7.2 主要任务..... 3

8 瓶颈分析..... 3

 8.1 工作流程..... 3

 8.2 主要任务..... 3

9 调优实施..... 4

 9.1 工作流程..... 4

 9.2 主要任务..... 4

10 调优结论..... 5

 10.1 工作流程..... 5

 10.2 主要任务..... 5

附录 A（资料性） 性能瓶颈反馈表..... 7

附录 B（资料性） 性能调优记录表..... 8

参 考 文 献..... 9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由辽宁省工业和信息化厅提出并归口。

本文件起草单位：北方实验室（沈阳）股份有限公司、辽宁鲲鹏生态创新中心有限公司、华为技术有限公司、海光信息技术股份有限公司、麒麟软件有限公司、统信软件技术有限公司、辽宁省数据中心、东北大学、沈阳航空航天大学、沈阳工业大学。

本文件主要起草人：张健楠、白杨、袁洪朋、李海涛、张建宇、黄涛、赵晓明、孙文龙、刘理宁、郝博、王海涛、段晓祥、李琳、李享、尧忠雍、张昊、刘兴华、何永建、闫丽杰、王启光、吕开宇、姚羽、范纯龙、张晓玲。

本文件发布实施后，任何单位和个人如有问题和意见建议，均可以通过来电和来函等方式进行反馈，我们将及时答复并认真处理，根据实际情况依法进行调优及复审。

归口管理部门通讯地址：辽宁省沈阳市皇姑区北陵大街45-2号，联系电话：024-86893258。

起草单位通讯地址：北方实验室（沈阳）股份有限公司（辽宁省沈阳市浑南区智慧三街199号），联系电话：400-664-5588。

信息技术应用创新软件适配性能调优技术指南

1 范围

本文件提供了信息技术应用创新环境下软件适配性能调优相关的术语和定义、缩略语以及软件适配性能调优过程的工作信息。

本文件适用于在信息技术应用创新环境下进行软件适配调优工作。

本文件若无特别说明，“软件”与“硬件”均指与信息技术应用创新环境相关的软件与硬件。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 11457 信息技术 软件工程术语

GB/T 25000.51—2016 系统与软件工程 系统与软件质量要求和评价（SQuaRE） 第51部分：就绪可用软件产品（RUSP）的质量要求和测试细则

3 术语和定义

GB/T 11457界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

软件适配 software adaption

针对不同的操作系统、设备、硬件或不同的环境修改和调整，以确保软件能够正常运行。

3.2

性能 performance

对计算机系统或子系统执行其功能的能力的表现。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

I/O：输入/输出（Input/Output）

NUMA：非一致性内存访问架构（Non-Uniform Memory Access）

PCIE：高速串行计算机扩展总线（Peripheral Component Interconnect Express）

SQL：具有数据操纵和数据定义等多种功能的数据库语言（Structured Query Language）

5 概述

5.1 角色与职责

软件适配性能调优工作参与的角色有委托方、软件开发方、适配验证方，职责包括：

- a) 委托方：发起性能调优工作委托，确认调优环境和性能指标；
- b) 软件开发方：提供软件的源代码或安装包，按照适配验证方调优建议完成代码改造、配置优化等工作；
- c) 适配验证方：编制调优方案，开展性能测试和瓶颈分析，辅助软件开发方进行性能调优实施，最终评估调优效果。

5.2 性能调优工作任务

软件适配性能调优流程包括五个阶段：调优准备、性能测试、瓶颈分析、调优实施、调优结论。委托方、软件开发方、适配验证方之间的沟通和配合应贯穿整个性能调优过程，每个阶段有相应的工作任务。

6 调优准备

6.1 工作流程

适配验证方接受委托方的委托，开展软件适配性能调优相关工作。委托方确认调优环境和性能指标，软件开发方提供软件相关信息，适配验证方编制性能调优方案。

6.2 主要任务

6.2.1 环境确认

适配验证方在收到委托方服务委托单或服务合同后，启动性能调优工作，记录并确认性能调优涉及的软、硬件环境信息，如图 1 所示：

- a) 软件信息：调优的软件源码/安装包、开发语言类型等；
- b) 软件环境信息：调优软件所部署的软件环境信息，包括操作系统、数据库、中间件等软件的品牌、型号、版本信息；软件中涉及的其它开源软件、商业软件信息等；
- c) 硬件环境信息：调优软件所部署的硬件环境信息，包括服务器、CPU、内存、磁盘、网卡等。

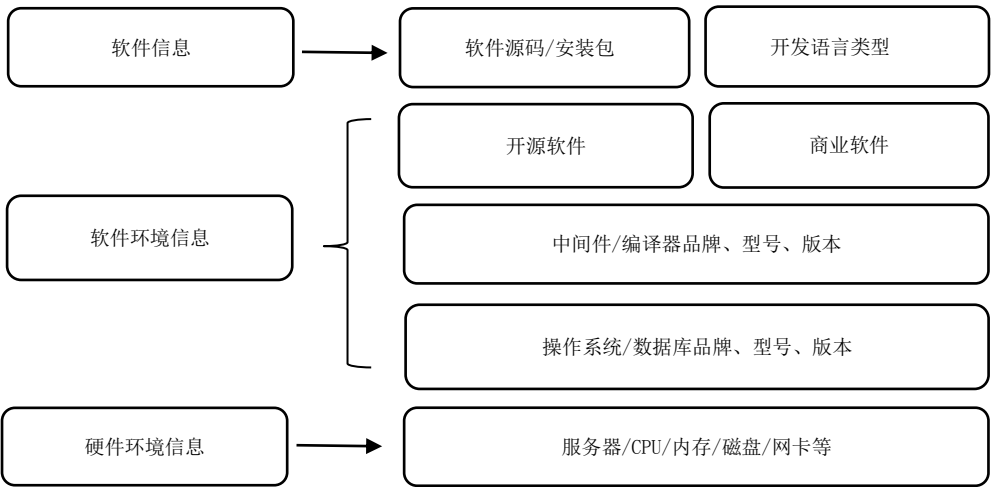


图1 需收集信息

6.2.2 方案编制

适配验证方编制性能调优方案，内容如下：

- a) 项目概述：包括委托方相关信息，软件开发方、适配验证方职责，软件业务和数据的重要程度等；
- b) 调优软件信息：包括适配软件的业务概述、设计框架图、网络拓扑图、软件源码/安装包类型、软件开发语言类型；
- c) 测试依据：包括适配验证参考标准和相关文档；
- d) 环境分析：包括软件环境信息、硬件环境信息相关内容；
- e) 工具介绍：包括调优工具相关内容；
- f) 性能测试方法：包括性能测试指标以及相应的性能测试方法相关内容；
- g) 瓶颈分析方法：包括瓶颈分析方法相关内容；
- h) 调优实施方法：包括不同类型缺陷对应的调优实施建议相关内容；
- i) 人员安排：包括项目组相关人员安排；
- j) 进度安排：包括各个阶段的相对时间安排节点和主要工作内容。

7 性能测试

7.1 工作流程

适配验证方设计测试场景、选择测试工具、执行性能测试并记录结果。

7.2 主要任务

7.2.1 测试场景确定

适配验证方设计测试场景，内容如下：

- a) 选择测试功能点；
- b) 针对功能点确定持续时间、并发用户数和负载量等。

7.2.2 测试工具选择

适配方选择合适的性能测试工具，工具应能够模拟真实用户行为，为后续性能测试做准备。

7.2.3 执行性能测试

适配验证方执行性能测试，内容如下：

- a) 按照 7.2.1 测试场景执行性能测试工作；
- b) 测试过程中记录 CPU、内存、磁盘 I/O、网络带宽等关键资源的使用情况。

8 瓶颈分析

8.1 工作流程

适配验证方分析性能测试中发现的性能瓶颈和异常，对软件开发商提供的源码、软件部署环境进行分析，形成反馈意见。

8.2 主要任务

8.2.1 源码瓶颈分析

适配验证方使用工具或人工方法，分析软件开发商提供的代码中的性能瓶颈点，内容如下：

- a) 不适当的函数调用;
- b) 不必要的循环或递归;
- c) 频繁的内存分配和释放;
- d) 其它源码瓶颈内容。

8.2.2 环境瓶颈分析

适配验证方使监测软件运行时软、硬件环境性能瓶颈和异常情况，内容如下：

- a) CPU/内存;
- b) 磁盘 I/O;
- c) 网络异常和网卡配置;
- d) 数据库调用;
- e) 其它环境瓶颈分析内容。

8.2.3 性能瓶颈反馈

适配验证方结合源码瓶颈分析、环境瓶颈分析结果，编制《性能瓶颈反馈表》（参见附录 A）。

9 调优实施

9.1 工作流程

软件开发方根据适配验证方提供的《性能瓶颈反馈表》对相应性能瓶颈执行对应的优化措施，其后适配方参考 7.2.3 要求重新执行性能测试。调优实施内容包括软件、CPU/内存、磁盘、网络和数据库等优化项，适配验证方记录优化过程，形成《性能调优记录表》（参见附录 B）。

9.2 主要任务

9.2.1 软件性能优化

结合芯片和服务器的特点优化代码性能，使硬件能力得到充分发挥。常见方法包括但不限于：

- a) 优化编译选项，提升程序性能;
- b) 根据业务特点，选择合适的文件读写方式;
- c) 执行结果缓存，在下次有相同的输入时，返回上次执行的结果;
- d) 减少内存拷贝，降低 CPU 使用率和内存带宽占用;
- e) 锁优化，分析占用 CPU 资源靠前的函数进行优化;
- f) 循环优化，对程序中使用到的循环部分进行代码优化;
- g) 其它软件优化方法。

9.2.2 CPU/内存性能优化

如 CPU 利用率不高，则资源没有充分利用；如 CPU 利用率过高，可优化硬件配置参数或通过优化软件来降低 CPU 占用率。常见方法包括但不限于：

- a) 优化 NUMA 配置，使 CPU 核访问临近的内存，降低时延;
- b) 修改 CPU 预取开关，提前将要访问的数据读到 CPU Cache 中;
- c) 调整定时器机制;
- d) 减少不必要的时钟中断和 CPU 调度;
- e) 调整内存的页大小，减少内存访问次数;

- f) 优化软件的线程并发数，充分利用多核能力；
- g) 其它 CPU/内存优化方法。

9.2.3 磁盘性能优化

磁盘优化使 Cache 获得更好的 I/O 性能。常见方法包括但不限于：

- a) 调整数据缓存到期时间，分散磁盘压力；
- b) 调整页面占用总内存最大的比例，增加 PageCache 命中率，避免缓冲机制失效；
- c) 调整磁盘文件预读参数，在读取磁盘数据时，多读一定量的数据缓存到内存；
- d) 根据业务处理数据的特点，选择合适的 I/O 调度器；
- e) 选用性能适合的文件系统以及文件系统相关的选项；
- f) 其它磁盘优化方法。

9.2.4 网络性能优化

网络优化围绕网卡性能和利用网卡分担 CPU 的压力来提升性能。常见方法包括但不限于：

- a) 调整 PCIE 总线每次数据传输的最大值；
- b) 设置网卡队列数；
- c) 将每个网卡中断分别绑定到距离最近的核上，减少跨 NUMA 访问内存；
- d) 调整中断聚合参数，减少网卡中断处理次数；
- e) 其它网络优化方法。

9.2.5 数据库优化

以集中式数据库为例，常见方法包括但不限于：

- a) 对慢查询进行 SQL 语句优化，包括重写查询逻辑、添加合适的索引、减少数据扫描范围等；
- b) 配置合理的数据库连接池大小，避免过多连接导致资源耗尽；
- c) 优化事务处理逻辑，减少长事务和锁竞争，提高事务并发处理能力；
- d) 根据业务需求调整数据库的配置参数，如缓存大小、日志文件大小、并发控制参数；
- e) 其它数据库优化方法。

10 调优结论

10.1 工作流程

适配验证方分析调优结果，编制性能调优报告。

10.2 主要任务

10.2.1 调优结果分析

适配验证方根据《性能调优记录表》分析本次调优工作结果。

10.2.2 编写调优报告

适配验证方编制性能调优报告，报告应通过适配验证方内部审核、批准后发布，提交委托方。适配验证报告应包括但不限于以下内容。

任务描述：

- a) 调优结论：包括调优指标项，性能提升比例等描述；

- b) 项目概述：应包括委托方相关信息，软件开发方、适配验证方职责，软件业务和数据的重要程度等；
- c) 测试依据：应包括适配验证参考标准和相关文档；
- d) 调优方法：应包括软件、CPU、内存、磁盘、网络、数据库等调优方法；
- e) 环境和工具：应包括软件测试环境、测试工具等；
- f) 调优内容：应包括软件、CPU/内存、磁盘、网络、数据库等调优方法、对应参数、回滚机制等内容。

附录 A
(资料性)
性能瓶颈反馈表

性能瓶颈反馈表用于记录调优过程中的性能瓶颈现象、截图、调优建议，参见图A. 1。

软件名称：		版本号：	
委托方：		项目编号：	
调优单位：		文档编号：	
调优人员：			
调优时间：	测评地点：		
性能瓶颈编号	性能瓶颈描述	调优建议	
	现象描述： 截图：		
	现象描述： 截图：		
	现象描述： 截图：		

图 A. 1 性能瓶颈反馈表

附 录 B
(资料性)
性能调优记录表

性能调优记录表用于记录调优过程中的瓶颈分析结果、调优实施内容、调优结果等，参见图B. 1。

环境信息	芯片：		操作系统：		数据库：		中间件：		
	磁盘：		内存：		带宽：		其它：		
序号	瓶颈分析结果			调优实施			调优结果		备注
	性能瓶颈		调优内容	调整前参数	调整后参数	是否回退	复测结果	是否优化	
1	示例： <u>cpu</u>	xx							
2	内存	xx							
3	磁盘	xx							
4	网卡	xx							
5	程序代码	xx							
6									

图 B. 1 性能调优记录表

参 考 文 献

- [1] 靳国杰, 张戈. CPU 通识课[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2022
 - [2] 沈立, 王苏峰. 肖晓强. 计算机组成原理[T]. 北京: 机械工业出版社, 2017
 - [3] 韩林, 高伟. 程序性能优化理论与方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2023
 - [4] 鲁强. 操作系统实验教程——Web 服务器性能优化[M]. 北京: 电子工业出版社, 2023
 - [5] 鲲鹏性能优化十板斧 5.0. 华为技术有限公司, 2021
-