



项目批准号	62472214
申请代码	F0202
归口管理部门	
依托单位代码	21009308A0684-1238



624722141006513

国家自然科学基金 资助项目计划书 (预算制项目)

资助类别: 面上项目

亚类说明:

附注说明:

项目名称: 事务型数据库系统执行历史高效验证问题研究

直接费用: 50万元 执行年限: 2025.01-2028.12

负责人: 魏恒峰 BRID: 06259.00.38028

通讯地址: 江苏省南京市汉口路22号 南京大学鼓楼校区

邮政编码: 210093 电 话: 83621362-926

电子邮件: hfwei@nju.edu.cn

依托单位: 南京大学

联系人: 朱伟伟 电 话: 025-89683827

填表日期: 2024年08月26日

国家自然科学基金委员会制



项目批准号	62472214
申请代码	F0202
归口管理部门	
依托单位代码	21009308A0684-1238



国家自然科学基金 资助项目计划书 (预算制项目)

资助类别: 面上项目

亚类说明:

附注说明:

项目名称: 事务型数据库系统执行历史高效验证问题研究

直接费用: 50万元 执行年限: 2025. 01-2028. 12

负责人: 魏恒峰 BRID: 06259. 00. 38028

通讯地址: 江苏省南京市汉口路22号 南京大学鼓楼校区

邮政编码: 210093 电 话: 83621362-926

电子邮件: hfwei@nju.edu.cn

依托单位: 南京大学

联系人: 朱伟伟 电 话: 025-89683827

填表日期: 2024年08月26日

国家自然科学基金委员会制



国家自然科学基金资助项目计划书填报说明 (预算制项目)

- 一、项目负责人收到《国家自然科学基金资助项目批准通知》(以下简称《批准通知》)后,请认真阅读本填报说明,参照国家自然科学基金相关项目管理办法和新修订的《国家自然科学基金资助项目资金管理办法》(以下简称《资金管理办法》),请查阅国家自然科学基金委员会官方网站首页“政策法规”栏目),按《批准通知》的要求认真填写和提交《国家自然科学基金资助项目计划书》(以下简称《计划书》)。
- 二、填写《计划书》时要科学严谨、实事求是、表述清晰、准确。《计划书》经国家自然科学基金委员会相关项目管理部门审核批准后,将作为项目研究计划执行、检查和验收的依据。
- 三、《计划书》各部分填写要求如下:
- (一) 简表:由系统自动生成。
 - (二) 摘要及关键词:各类获资助项目都应当填写中、英文摘要及关键词。
 - (三) 项目组主要成员:计划书中列出姓名的项目组主要成员由系统自动生成,与申请书原成员保持一致,不可随意调整。如果《批准通知》所附“项目评审意见及修改意见表”中“修改意见”栏目有调整项目组成员相关要求的,待项目开始执行后,按照项目成员变更程序另行办理。
 - (四) 资金预算表:根据批准的项目资助额度,按规定调整项目预算,并按照《国家自然科学基金项目计划书预算表编制说明》填报资金预算表和预算说明书。
 - (五) 正文:
 1. 面上项目、地区科学基金项目:如果《批准通知》所附“项目评审意见及修改意见表”中“修改意见”栏目没有修改要求的,只需选择“研究内容和研究目标按照申请书执行”即可;如果《批准通知》中上述栏目明确要求调整研究期限或研究内容等的,须选择“根据研究方案修改意见更改”并填报相关修改内容。
 2. 重点项目、重点国际(地区)合作研究项目、重大项目、重大研究计划重点支持项目、重大研究计划集成项目、国家重大科研仪器研制项目、联合基金项目、原创探索计划项目:须选择“根据研究方案修改意见更改”,根据《批准通知》的要求填写研究(研制)内容,不得自行降低、更改研究目标(或仪器研制的技术性能与主要技术指标、验收技术指标等)或缩减研究(研制)内容。此外,还要突出以下几点:(1)研究的难点和在实施过程中可能遇到的问题(或仪器研制风险),拟采用的研究(研制)方案和技术路线;(2)项目主要参与者分工,合作研究单位(如有)之间的关系与分工,重大项目还需说明课题之间的关联;(3)详细的年度研究(研制)计划。
 3. 创新研究群体项目:须选择“根据研究方案修改意见更改”,按下列提纲撰写:



- (1) 研究方向；
 - (2) 结合国内外研究现状，说明研究工作的学术思想和科学意义（限两个页面）；
 - (3) 研究内容、研究方案及预期目标（限两个页面）；
 - (4) 年度研究计划；
 - (5) 研究队伍的组成情况。
4. 基础科学中心项目：须选择“根据研究方案修改意见更改”，根据《批准通知》的要求和现场考察专家组的意见和建议，进一步完善并细化研究计划，按下列提纲撰写：
 - (1) 五年拟开展的研究工作（包括主要研究方向、关键科学问题与研究内容）；
 - (2) 研究方案（包括骨干成员之间的分工及合作方式、学科交叉融合研究计划等）；
 - (3) 年度研究计划；
 - (4) 五年预期目标和可能取得的重大突破等；
 - (5) 研究队伍的组成情况。
 5. 数学天元基金项目：天元前沿重点项目和数学与其他学科交叉联合资助项目，参照重点项目的方式进行选择和填写；其他类型项目，参照面上项目的方式进行选择和填写。
 6. 对于其他类型项目，参照面上项目的方式进行选择和填写。



简表

项 目 负 责 人 信 息	姓 名	魏恒峰	性 别	男	出生年月	1986年09月	民 族	汉族	
	学 位	博士			职 称	副研究员			
	是否在站博士后	否		电子 邮件	hfwei@nju.edu.cn				
	电 话	83621362-926		个人 网页	https://hengxin.github.io/				
	工作 单位	南京大学							
	所在院系所	软件学院							
依 托 单 位 信 息	名 称	南京大学				代 码	21009308A06 84		
	联 系 人	朱伟伟		电子 邮件	nsfc@nju.edu.cn				
	电 话	025-89683827		网站 地址	scit.nju.edu.cn				
合 作 单 位 信 息	单位名称								
	腾讯科技(深圳)有限公司								
项 目 基 本 信 息	项 目 名 称	事务型数据库系统执行历史高效验证问题研究							
	资 助 类 别	面上项目			亚类说明				
	附 注 说 明								
	申 请 代 码	F0202:系统软件、数据库与工业软件			F0203:软件理论、软件工程与服务				
	基 地 类 别	计算机软件新技术国家重点实验室							
	执 行 年 限	2025.01-2028.12							
	直 接 费 用	50万元							



项目摘要

中文摘要：

串行化 (SER) 与快照隔离 (SI) 是数据库系统常用的两种事务一致性模型。然而，许多数据库并未正确实现SER或SI事务一致性。数据库系统执行历史验证问题要求验证给定的执行历史是否满足某事务一致性。

已有理论证明，对于无特定结构的一般执行历史，SER与SI验证问题均是NP-完全的。为了突破该问题固有的难度限制、克服当前验证算法在性能上的缺陷，本项目将从两个角度开展研究：

首先，针对一般执行历史，将基于领域知识制导的搜索策略与SAT/SMT求解器中的CDCL搜索框架或并发程序分析领域中的SMC&DPOR搜索框架进行深度整合，设计时间与空间上更为高效的验证算法。

其次，针对具有特定结构或信息的执行历史，设计多项式时间的验证算法。为此，将研究小事务执行历史与带时间戳执行历史验证问题的问题复杂度与高效验证算法。

本项目研究工作有助于加强执行历史验证工具的实用性与可扩展性，推进数据库系统测试领域的发展。

Abstract:

Serializability (SER) and Snapshot Isolation (SI) are two commonly employed transactional consistency models in database systems. However, numerous database systems have failed to implement SER or SI correctly. The problem of verifying the histories of database systems asks whether a given history satisfies a specified transactional consistency model.

It has been proven that for general histories without specific structures, both SER and SI verification problems are NP-complete. To overcome the inherent difficulty in these verification problems and address the performance deficiencies of existing SER and SI verification algorithms, this project plans to conduct research from two perspectives:

Firstly, targeting general histories, we will deeply integrate search strategies guided by domain knowledge with the CDCL (Conflict Driven Clause Learning) search framework in SAT/SMT solvers or with the SMC&DPOR (Stateless Model Checking & Dynamic Partial Order Reduction) search framework developed in the field of concurrent program analysis. This integration aims to design verification algorithms that are more efficient in both time and space.

Secondly, for histories with specific structures or information, we will design polynomial-time verification algorithms. Specifically, we will explore the complexity of the verification problems for mini-transaction histories and histories with timestamps, leading to the development of efficient verification algorithms.

The research conducted in this project will significantly contribute to enhancing the practicality and scalability of tools for history verification, thereby advancing the field of database system testing.

关键词(用分号分开): 事务处理；执行历史验证；数据库测试；事务一致性模型；搜索框架

Keywords(用分号分开): Transactional Processing; History Verification; Database Testing; Transactional Consistency Models; Search Framework

项目组主要成员

编号	姓名	出生年月	性别	职称	学位	单位名称	电话	证件号码	项目分工	每年工作时间(月)
1	魏恒峰	1986.09	男	副研究员	博士	南京大学	83621362-926	320322198609180810	项目负责人	9
2	陈育兴	1991.12	男	高级工程师	博士	腾讯科技(深圳)有限公司		441481199112090017	工具开发与实验设计	6
总人数		高级		中级	初级	博士后	博士生		硕士生	
10		2		0	0	0	2		6	



国家自然科学基金预算制项目预算表

项目批准号：62472214

项目负责人：魏恒峰

金额单位：万元

序号	科目名称	金额
1	一、科学基金资助项目直接费用合计	50.0000
2	1、设备费	5.0000
3	其中：设备购置费	2.0000
4	2、业务费	26.0000
5	3、劳务费	19.0000
6	二、其他来源资金	0.0000
7	三、合计	50.0000

注：请按照项目研究实际需要合理填写各科目预算金额。



预算说明书

一、科学基金资助项目直接费用

请按照《国家自然科学基金项目计划书预算编制说明》等有关要求，按照政策相符性、目标相关性和经济合理性原则，实事求是编制项目预算。填报时，直接费用应按设备费、业务费、劳务费三个科目填报，每个科目结合科研任务按支出用途进行说明。

1. 设备费（预算 5.00 万元）

本项目涉及大量计算密集型任务，需购置 1 台高性能服务器。另需租赁云服务器，用于数据库系统分布式部署与测试。

- 购置高性能服务器：20000 元/台 × 1 台 = 2.00 万元
- 租赁云服务器：7500 元/年 × 4 年 = 3.00 万元

2. 业务费（预算 26.00 万元）

2.1 材料费 4.00 万元：用于购置服务器配件、低值仪器和耗材，另有少量设备维保费用。按 10000 元/年计，4 年预计 4.00 万元。

2.2 差旅/会议/国际合作 16.50 万元：用于参加在国内召开的学术会议，赴各高校和科研机构学习、交流和调研等学术活动，邀请国内外同行专家来访交流以及赴国外参加学术会议。

- 国内差旅：2000 元/次 × 15 人次 = 3.00 万元
- 国际合作交流：25000 元/次 × 5 人次 = 12.50 万元
- 邀请专家来访市内交通：2500 元/年 × 4 年 = 1.00 万元

2.3 出版/文献/信息传播/知识产权事务费 5.50 万元：

- 论文版面费：5000 元/篇 × 4 篇 = 2.00 万元
- 专利申请费：4000 元/项 × 4 项 = 1.60 万元
- 图书资料费：2500 元/年 × 4 年 = 1.00 万元
- 专业软件及网络使用费：1500 元/年 × 4 年 = 0.60 万元
- 文献查新费：750 元/年 × 4 年 = 0.30 万元

3. 劳务费（预算 19.00 万元）

3.1 研究生劳务费预算 18.00 万元：用于参与课题任务的研究生助研费。按 1200 元/月，8 名研究生预计共投入 150 个工作月计，劳务费预算如下：1200 元/月 × 150 人月 = 18.00 万元。

3.2 专家咨询费预算 1.00 万元：用于邀请国内外专家来访的咨询和学术报告费用。按邀请 5 人次计算，标准为 2000 元/次，预计专家咨询费支出 1.00 万元。

二、其他来源资金

对其他来源资金的经费来源、主要用途、支出预算做简要说明。

无其他来源资金。

三、合作研究外拨资金

对合作研究单位承担研究任务及资金外拨情况等进行必要说明。如存在多个合作研究单位，请逐一说明。如存在资金外拨的情况，还需对外拨资金的金额进行重点说明。

经与合作研究单位参与者协商，合作研究单位主要承担原型系统开发与产业数据库实际测试工作，并约定不外拨资金。



报告正文

研究内容和研究目标按照申请书执行。



国家自然科学基金项目负责人、依托单位承诺书

国家自然科学基金项目负责人承诺书

本人郑重承诺：我接受国家自然科学基金的资助，严格遵守中共中央办公厅、国务院办公厅《关于进一步加强科研诚信建设的若干意见》《关于进一步弘扬科学家精神加强作风和学风建设的意见》《关于加强科技伦理治理的意见》《科技伦理审查办法（试行）》等规定，和国家自然科学基金委员会关于资助项目管理、项目资金管理等各项规章，在《计划书》填写及项目执行过程中：

- 按照《批准通知》《国家自然科学基金资助项目计划书填报说明》的要求填写《计划书》，未自行降低、更改目标任务或约定要求，或缩减研究（研制）内容；
- 树立“红线”意识，严格履行科研合同义务，按照《计划书》负责实施本项目（批准号：62472214），切实保证研究工作时间，按时报送有关材料，及时报告重大情况变动，不违规将科研任务转包、分包他人，不以项目实施周期外或不相关成果充抵交差；
- 遵守科研诚信、科技伦理规范和学术道德，认真开展研究工作，对资助项目发表的论著和取得的研究成果按规定进行标注，不在非本项目资助的成果或其他无关成果上标注本项目批准号，反对无实质学术贡献者“挂名”，不在成果署名、知识产权归属等方面侵占他人合法权益，并如实报告本人及项目组成员发生的违背科研诚信要求的任何行为；
- 尊重科研规律，弘扬科学家精神，严谨求实，追求卓越，反对浮夸浮躁、投机取巧，不人为夸大学术或技术价值，不传播未经科学验证的现象和观点；
- 将项目资金全部用于与本项目研究工作相关的支出，并结合科研活动需要，科学合理安排项目资金支出进度；
- 做好项目组成员的教育和管理，确保遵守以上相关要求。

如违背上述承诺，本人愿接受国家自然科学基金委员会和相关部门做出的各项处理决定。

依托单位科研管理部门： 	依托单位财务管理部門：
负责人（签章）： 年 月 日	负责人（签章）： 年 月 日

国家自然科学基金项目依托单位承诺书

我单位同意承担上述国家自然科学基金项目，将保证项目负责人及其研究队伍的稳定和研究项目实施所需的条件，严格遵守中共中央办公厅、国务院办公厅《关于进一步加强科研诚信建设的若干意见》《关于进一步弘扬科学家精神加强作风和学风建设的意见》《关于加强科技伦理治理的意见》《科技伦理审查办法（试行）》等规定，和国家自然科学基金委员会有关资助项目管理、项目资金管理、科研诚信管理和科技伦理管理等各项规定，并督促实施。

依托单位（公章）

国家自然科学基金资助项目签批审核表

科学处审查意见：

同意按照计划执行

负责人（签章）：
年 月 日
吴国政

2024-10-21

本栏目由
自然科
学基
金委
填写

科学部审查意见：



同意



负责人（签章）：
年 月 日
吴国政

2024-10-21

项目名称：事务型数据库系统执行历史高效验证问题研究

资助类型：面上项目

申请代码：F0202. 系统软件、数据库与工业软件

国家自然科学基金项目申请人和参与者承诺书

为了维护国家自然科学基金项目评审公平、公正，共同营造风清气正的科研生态，本人在此郑重承诺：严格遵守《中华人民共和国科学技术进步法》《国家自然科学基金条例》《关于进一步加强科研诚信建设的若干意见》《关于进一步弘扬科学家精神加强作风和学风建设的意见》《关于加强科技伦理治理的意见》以及科技部、自然科学基金委关于科研诚信建设有关规定和要求；申请材料信息真实准确，不含任何涉密信息或敏感信息，不含任何违反法律法规或违反科研伦理规范的内容；在国家自然科学基金项目申请、评审和执行全过程中，恪守职业规范和科学道德，遵守评审规则和工作纪律，杜绝以下行为：

- (一) 抄袭、剽窃他人申请书、论文等科研成果或者伪造、篡改研究数据、研究结论；
- (二) 购买、代写申请书；购买、代写、代投论文，虚构同行评议专家及评议意见；购买实验数据；
- (三) 违反成果发表规范、署名规范、引用规范，擅自标注或虚假标注获得科技计划等资助；
- (四) 在项目申请书中以高指标通过评审，在项目计划书中故意篡改降低相应指标；
- (五) 以任何形式探听或散布尚未公布的评审专家名单及其他评审过程中的保密信息；
- (六) 本人或委托他人通过各种方式和途径联系有关专家进行请托、游说、“打招呼”，违规到评审会议驻地窥探、游说、询问等干扰评审或可能影响评审公正性的行为；
- (七) 向工作人员、评审专家等提供任何形式的礼品、礼金、有价证券、支付凭证、商业预付卡、电子红包，或提供宴请、旅游、娱乐健身等任何可能影响评审公正性的活动；
- (八) 违反财经纪律和相关管理规定的行为；
- (九) 其他弄虚作假行为。

如违背上述承诺，本人愿接受国家自然科学基金委员会和相关部门做出的各项处理决定，包括但不限于撤销科学基金资助项目，追回项目资助经费，向社会通报违规情况，取消一定期限国家自然科学基金项目申请资格，记入科研诚信严重失信行为数据库以及接受相应的党纪政务处分等。

申请人签字:

编号	参与者姓名 / 工作单位名称（应与加盖公章一致）/ 证件号码	签字
1	陈育兴 / 腾讯科技(深圳)有限公司 / 4*****7	陈育兴
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		



附件信息

序号	附件名称	备注	附件类型
1	2023-PVLDB-PolySI.pdf		代表性论著
2	2024-SIGMOD-NOC-NOC.pdf		代表性论著
3	2021-ATC-UniStore.pdf		代表性论著
4	2020-SRDS-Specs.pdf		代表性论著
5	2017-TC-PA2AM.pdf		代表性论著
6	2017年CCF优秀博士学位论文奖.pdf		其他



项目名称：事务型数据库系统执行历史高效验证问题研究
资助类型：面上项目
申请代码：F0202. 系统软件、数据库与工业软件

国家自然科学基金项目申请单位承诺书

为了维护国家自然科学基金项目评审公平、公正，共同营造风清气正的科研生态，**本单位郑重承诺：**申请材料中不存在违背《中华人民共和国科学技术进步法》《国家自然科学基金条例》《关于进一步加强科研诚信建设的若干意见》《关于进一步弘扬科学家精神加强作风和学风建设的意见》《关于加强科技伦理治理的意见》以及科技部、自然科学基金委关于科研诚信建设有关规定和要求的情况；申请材料符合《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等有关法律法规和规章制度要求，不含任何涉密信息或敏感信息；申请材料不含任何违反法律法规或违反科研伦理规范的内容；申请人符合相应项目的申请资格；依托单位、合作研究单位、申请人及主要参与者不在限制申报、承担或参与财政性资金支持的科技活动的期限内；在项目申请和评审活动全过程中，遵守有关评审规则和工作纪律，杜绝以下行为：

- (一) 以任何形式探听或公布未公开的项目评审信息、评审专家信息及其他评审过程中的保密信息，干扰评审专家的评审工作；
- (二) 组织或协助申请人/参与者向工作人员、评审专家等给予任何形式的礼品、礼金、有价证券、支付凭证、商业预付卡、电子红包等；宴请工作人员、评审专家，或组织任何可能影响科学基金评审公正性的活动；
- (三) 支持、放任或对申请人/参与者抄袭、剽窃、重复申报、提供虚假信息（含身份和学术信息）等不当手段申报国家自然科学基金项目疏于管理；
- (四) 支持或协助申请人/参与者采取“打招呼”“围会”等方式影响科学基金项目评审；
- (五) 其他违反财经纪律和相关规定的行为。

如违背上述承诺，本单位愿接受自然科学基金委和相关部门做出的各项处理决定，包括但不限于停拨或核减经费、追回项目已拨经费、取消本单位一定期限国家自然科学基金项目申请资格、记入科研诚信严重失信行为数据库以及主要责任人接受相应党纪政务处分等。

依托单位公章：

日期： 年 月 日



合作研究单位公章：

日期：2024年 9月 11日



合作研究单位公章：

日期： 年 月 日

