

# 衍界

测试  
专刊

3月

2025

月刊 总第156期

主办：证券期货业信息技术测试中心（大连）

## 垂类大模型在行业测试 数据生成中的应用研究 P.11

领域驱动设计在股票交易系统中的应用探索 P.31

持续测试效能体系进阶与应用 P.57



2025年3月 总第156期 【测试专刊】

主管:  大连商品交易所  
DALIAN COMMODITY EXCHANGE

主办: 证券期货业信息技术测试中心  
(大连)

地址: 大连市沙河口区会展路129号  
期货大厦

电话: 0411-8480 6897

传真: 0411-8480 6566



扫码获取本刊电子版



大连商品交易所  
官方公众号



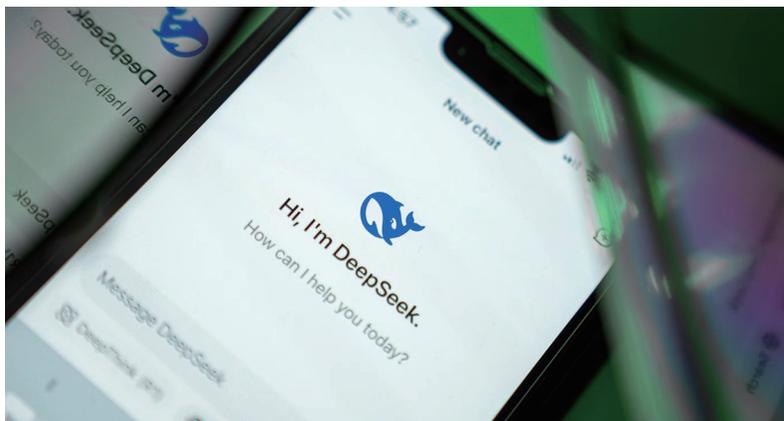
证券期货业信息技术测试中心  
官方公众号

### 版权声明

证券期货业《测试技术与质量管理》季刊自2015年12月创刊以来,受到证券、基金、期货公司和研究机构等广大读者的欢迎。为更好的传递先进的行业测试技术、分享宝贵的质量管理经验,证券期货业信息技术测试中心(大连)决定自本期开始与大连商品交易所《衍界》合刊,并于每季度(3月、6月、9月、12月)定期刊发,特此声明。

2024年12月31日

内部资料 妥善保存



### 专家视角

## 垂类大模型在行业测试数据生成中的应用研究

随着生成式人工智能(AIGC)技术的快速发展,证券期货行业测试正加速向智能化转型。本文聚焦证券期货行业测试数据构造中的核心挑战,提出基于垂类大模型智能化解决方案。通过结合模型微调与提示词工程,构建了适用于行业特性的数据构造垂类大模型,显著提升了测试数据生成的效率与精度。实践表明,该技术在降低开发成本、缩短周期、增强数据多样性方面成效显著,为行业测试智能化提供了新思路。

### 热点文章



P31

### 领域驱动设计在 股票交易系统中的应用探索



P57

### 持续测试效能体系 进阶与应用

# CONTENTS 目录

---

## ■ 资讯聚焦 Information Focus

- 01 行业动态汇编
- 05 质量技术前沿
- 07 国际热点追踪

## ■ 专家视角 Expert Perspective

- 11 垂类大模型在行业测试数据生成中的应用研究 / 大商所飞泰测试技术有限公司 苏均超、吴世杰、司徒宇、王瑞霖

## ■ 探索应用 Explore Applications

- 18 基于大模型的测试用例自动生成服务探索 / 广发证券股份有限公司 李立峰、杜瑞罡、李娟、黄丛珊
- 21 基于有向图搜索算法的工作流切片测试方法研究 / 中信建投证券股份有限公司 杨文勇、刘正新、樊添、党登峰
- 31 领域驱动设计在股票交易系统中的应用探索 / 上交所技术有限责任公司 陈洪炎、关海盛、王蕊蕊、徐子祺
- 38 数字化业务运营应用成熟度建设探索及实践 / 郑州易盛信息技术有限公司 王浩然
- 44 基于知识库与自研工具的接口测试提质增效实践 / 中信建投证券股份有限公司 刘镭、刘正新、杨楠、张子涛
- 49 IT基础设施资源的成本管理及数据治理 / 国信证券股份有限公司 邴昊天
- 52 数字化运营建设整体解决方案探索 / 郑州易盛信息技术有限公司 路畏
- 57 持续测试效能体系进阶与应用 / 申万宏源证券有限公司 王佳华、卞凤杰
- 61 创新API测试技术 筑牢信息系统之门 / 广州期货交易所股份有限公司 谭嘉俊、吴赫

## ■ 我们 We

- 67 拥抱AI浪潮，开启测试新篇
  - 67 19人通过商用密码应用安全性评估考核，以测评能力筑牢安全防线
  - 67 金融客户端测评实验室加快推进行业App安全检测工作
-

# 行业动态 汇编

## 中国证监会召开2025年系统工作会议

1月13日，中国证监会召开2025年系统工作会议，总结2024年工作，深入推进巡视整改，研究部署2025年重点工作。中国证监会党委书记、主席吴清出席会议并讲话。会议要求，证监会系统要全面贯彻党的二十大和二十届二中、三中全会精神，落实中央经济工作会议、全国金融系统工作会议部署，坚持稳中求进、以进促稳，紧扣防风险、强监管、促高质量发展的工作主线，统筹把握好稳与进、总量与结构、整体与局部、监管与活力、开放与安全等五方面关系，持续推动资本市场新“国九条”和“1+N”政策体系落地见效，努力实现支持经济回升向好与推动自身高质量发展的良性互动。

## 证监会明确资本市场高质量发展六方面工作

《求是》杂志2月1日刊发了中国证监会主席吴清题为《奋力开创资本市场高质量发展新局面》的署名文章。文章详细分析了新形势下推动资本市场高质量发展的意义、我国资本市场高质量发展的基础和条件、对资本市场高质量发展运行规律的认识，并明确了当前和今后一个时期资本市场六方面工作。一是坚持稳字当头，全力形成并巩固市场回稳向好势头。二是加快改革开放，深化资本市场投融资综合改革。三是聚焦主责主业，着力提升监管执法效能和投资者保护水平。四是强化功能发挥，有力支持经济回升向好。五是注重固本强基，培育更多体现高质量发展要

求的上市公司。六是突出刀刃向内，纵深推进证监会系统全面从严治党。

## 证监会强化对期货市场程序化交易的全过程监管

证监会1月17日发布《期货市场程序化交易管理规定（试行）（征求意见稿）》，向社会公开征求意见。管理规定强化了对期货市场程序化交易的全过程监管。管理规定主要内容包括七个方面：一是明确程序化交易的定义和总体要求；二是明确程序化交易报告要求；三是加强系统接入管理；四是加强主机托管与席位管理；五是明确交易监测与风险管理要求；六是明确监督管理安排；七是明确对相关主体的适用安排。

## 吴清主席会见英国金融行为监管局首席执行官亚迪



2025年1月10日，中国证监会主席吴清在京会见了英国金融行为监管局首席执行官亚迪（Nikhil Rathi）。双方就资本市场互联互通、可持续金融、投资者保护等议题进行了交流。

## 证监会发布

### 《促进资本市场指数化投资高质量发展行动方案》

1月26日，证监会发布《促进资本市场指数化投资高质量发展行动方案》（以下简称《行动方案》），从持续丰富指数基金产品体系，加快优化指数化投资发展生态，加强监管，防范风险等方面提出了相关措施。《行动方案》坚持目标导向、问题导向，持续加强优质指数供给，不断丰富指数产品体系，强化全链条监管和风险防范安排，着力推动资本市场指数与指数化投资高质量发展。

## 中国证监会就《期货市场程序化交易管理规定（试行）（征求意见稿）》公开征求意见

为落实《期货和衍生品法》《关于加强监管防范风险促进期货市场高质量发展的意见》（国办发〔2024〕47号）要求，加强期货市场程序化交易监管，规范程序化交易行为，维护期货交易秩序和市场公平，中国证监会起草了《期货市场程序化交易管理规定（试行）（征求意见稿）》（以下简称《管理规定》），向社会公开征求意见。《管理规定》紧紧围绕强监管、防风险、促高质量发展的主线，强化对期货市场程序化交易的全过程监管。一是明确程序化交易的定义和总体要求。二是明确程序化交易报告要求。三是加强系统接入管理。四是加强主机托管与席位管理。五是明确交易监测与风险管理要求。六是明确监督管理安排。七是明确对相关主体的适用安排。

## 证监会主席吴清：

### 加快推进新一轮资本市场改革开放 不断筑牢股市健康发展的根基

3月6日，中国证券监督管理委员会主席吴清主

席在十四届全国人大三次会议经济主题记者会上答记者问时表示，我们将坚决贯彻落实党中央、国务院决策部署，持续推动新“国九条”和“1+N”政策体系落地见效，以深化资本市场投融资综合改革为牵引，加快推进新一轮资本市场改革开放，不断筑牢股市健康发展的根基。下一步，一是要进一步增强多层次市场体系的包容性。二是要进一步增强投融资发展的协同性。三是要进一步增强监管执法的有效性。

## 《新一代证券交易白皮书》 揭示技术突破及未来趋势

近日，《新一代证券交易白皮书》的发布引起了广泛关注。这份由中国证监会科技监管司及多个顶尖金融机构共同编写的白皮书，展示了证券行业在技术革新和业务整合方面的重要进展，契合了当前证券市场的快速发展与数字化转型需求。在这个背景下，深度解析该白皮书所揭示的技术突破将为行业参与者提供前瞻性的指导及参考。技术参数方面，白皮书强调了分布式低时延架构的重要性。这种架构的应用，不仅使证券交易系统具备了更高的交易速率，还显著提升了用户体验。以低延迟通信技术为基础的系统，能够在毫秒级别内完成指令传递，大幅度提升市场参与者的交易效率。具体而言，传统系统在高流量交易日可能会出现延迟，但新技术引入后，可以将延迟时间减少20%至30%。除了提升交易速度外，新一代交易系统的架构还必须满足以客户为中心的财富管理需求。在当今环境中，用户不仅希望快速完成交易，还渴望个性化服务和账户管理。因此，交易系统的设计需要兼顾高效与灵活，确保能够支持多样的业务场景。例如，全市场全业务的支持，使得用户可以在一个平台上处理不同类型的金融产品，进一步降低操作复杂度。

## 证监会发布《证券期货法律适用意见第19号—〈上市公司收购管理办法〉第十三条、第十四条的适用意见》

为统一投资者权益变动标准，正确理解与适用《上市公司收购管理办法》第十三条、第十四条，证监会制定《证券期货法律适用意见第19号——〈上市公司收购管理办法〉第十三条、第十四条的适用意见》，自发布之日起实施。《法律适用意见》对《上市公司收购管理办法》第十三条、第十四条进行解释，一是明确投资者权益变动的刻度标准，针对《上市公司收购管理办法》第十三条、第十四条涉及的“每增加或者减少5%”、“每增加或者减少1%”，明确为触及5%或1%的整数倍；二是明确投资者持股比例被动触及刻度时无需履行披露和限售义务，由上市公司就因股本变化导致的投资者持股变动进行公告；三是新老划断，明确新规自发布之日起实施，新规施行后新发现的过去违规行为，按照“从旧兼从轻”原则执行。

## 中国互金协会：防范通过仿冒金融App实施诈骗

1月21日，中国互联网金融协会发布关于防范通过仿冒金融App实施诈骗的风险提示称，近期，中国互联网金融协会关注到不法分子通过仿冒金融App实施诈骗行为的情况，造成金融消费者财产损失。协会向金融消费者提示，一是选择正规渠道下载应用，二是谨慎操作敏感信息，三是定期查看金融App中的账户交易记录和余额变动，及时发现异常情况。

## 国家密码管理局公告（第50号） 19项密码行业标准发布

国家密码管理局公告(第50号) 发布19项密码行业标准，现发布GM/T0001.4-2024《祖冲之序列密码算法第4部分:鉴别式加密机制》等19项密码行业标准，自2025年7月1日起实施，具体标准编号及名称如下：

GM/T0001.4-2024祖冲之序列密码算法第4部分:鉴别式加密机制、GM/T0028-2024密码模块安全要求、GM/T0039-2024密码模块安全检测要求、GM/T0040-2024射频识别标签模块密码检测规范、GM/T0041-2024智能IC卡密码检测规范、GM/T0043-2024数字证书互操作检测规范、GM/T0046-2024金融数据密码机检测规范、GM/T0047-2024安全电子签章密码检测规范、GM/T0133-2024关键信息基础设施密码应用要求、GM/T0134-2024密码模块安全设计指南、GM/T0135-2024多方安全计算技术框架、GM/T0136-2024密码应用HTTP接口规范、GM/T0137-2024密码卡技术规范、GM/T0138-2024C-V2X车联网证书策略与认证业务声明框架、GM/T0139-2024信息系统密码应用安全管理体系、GM/T0140-2024支付系统个人可信确认密码应用技术规范、GM/T0141-2024V2X证书认证系统检测规范、GM/T0142-2024云服务器密码机检测规范、GM/T0143-2024对称密钥管理系统检测规范。

## 大连商品交易所设立首批4个焦煤品牌

大连商品交易所（下称“大商所”）14日发布公告，将设立“平煤主焦一号”“山焦日照1号”“乡焦1号”和“凯嘉一号”为首批焦煤品牌，此举旨在进一步保障焦煤期货平稳运行、支持龙头企业参与期货市场。



## 《促进资本市场指数化投资高质量发展行动方案》 发布满月 多项举措高效落地 指数化投资生态持续优化

2月26日，中国证监会正式发布的《促进资本市场指数化投资高质量发展行动方案》（以下简称《行动方案》）满月。在过去一个月里，《行动方案》多项举措落地有声：基准做市信用债ETF成功上市，拓展了债券ETF产品类型；成熟宽基指数产品ETF及其联接基金统筹注册安排落成，进一步优化指数化投资发展生态；机构积极参与ETF集合申购，加速推动ETF运作机制持续完善；交易所召开主题交流座谈会，为资本市场指数化投资的高质量发展凝聚共识……一系列举措协同发力，推动资本市场指数化投资加快迈向高质量发展新阶段。

## 国家公共数据资源登记平台3月1日上线运行

2月18日，国家数据局举行新闻发布会，介绍公共数据开发利用的最新情况。国家公共数据资源登记平台将于3月1日正式上线试运行，“国家公共数据资源登记平台不仅是公共数据资源的管理系统，也是信息披露和资源发现窗口，全社会都可以来这里找数据、找产品。”

## CNNIC报告：2.49亿人表示使用过生成式人工智能产品

1月17日，中国互联网络信息中心（CNNIC）发布第55次《中国互联网络发展状况统计报告》（以下称：《报告》）。《报告》显示，截至2024年12月，我国有3.31亿人表示自己听说过生成式人工智能产品，占整体人口的23.5%；有2.49亿人表示自己使用过生成式人工智能产品，占整体人口的17.7%。在生成式人工智能用户中，利用生成式人工智能产品回答问题的用户最为广泛，占比达77.6%；将生成式人工智能产品作为办公助手的用户占比达45.5%。

## 中央金融办、中国证监会、财政部、人力资源社会保障部、中国人民银行、金融监管总局联合印发 《关于推动中长期资金入市工作的实施方案》

为贯彻落实中央经济工作会议、中央金融工作会议“稳住股市、打通中长期资金入市卡点堵点”、“推动专业机构投资者建立三年以上长周期考核机制，提高权益投资比重”的重要决策部署，近日，经中央金融委员会审议同意，中央金融办、中国证监会、财政部、人力资源社会保障部、中国人民银行、金融监管总局联合印发《关于推动中长期资金入市工作的实施方案》（以下简称《方案》）。《方案》以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻落实党中央、国务院决策部署，坚持党对资本市场工作的全面领导，坚持目标导向、问题导向，加强顶层设计、形成工作合力，既立足当下、更着眼长远，重点引导商业保险资金、全国社会保障基金、基本养老保险基金、企（职）业年金基金、公募基金等中长期资金进一步加大入市力度。

## 2024年全国期货公司实现净利润94.71亿元

1月22日，中国期货业协会发布2024年12月期货公司总体经营情况：截至2024年12月末，全国共有151家期货公司，分布在29个辖区，2024年12月交易额57.34万亿元，交易量6.86亿手，营业收入48.02亿元，净利润7.04亿元。统计显示，2024年全年，全国期货公司合计实现营业收入412.93亿元，超过2023年水平（400.90亿元），增幅约3%；合计实现净利润94.71亿元，与2023年（99.03亿元）相比略有下降，降幅约4%。

## 香港证监会发布香港虚拟资产市场监管路线图

香港证监会发布香港虚拟资产市场的“A-S-P-

I-Re”路线图。监管路线图以五大支柱作为基础，即“A-S-P-I-Re”（连接（Access）、保障（Safe-guards）、产品（Products）、基建（Infrastructure）和联系（Relationships）），旨在引领香港虚拟资产生态系统迈向未来。该路线图的12项具体措施包括促进市场参与，实施适应性合规和产品框架，以及结合传统金融的可靠性与区块链技术效能进行基础建设升级。

## 国泰君安拟更名为“国泰海通证券”， 换股新增股份3月17日上市流通

3月16日，国泰君安发布系列公告，宣布拟变更公司名称为国泰海通证券股份有限公司，并同步披露了合并后公司董事候选人以及吸收合并交割后客户及业务迁移合并安排等重大事项。这是新“国九条”实施以来首例头部券商合并重组。



## 国家发展改革委等三部门印发 《国家数据基础设施建设指引》

为贯彻落实党的二十届三中全会关于建设和运营国家数据基础设施，促进数据共享的部署要求，国家发展改革委、国家数据局、工业和信息化部组织制定了《国家数据基础设施建设指引》。在推进路径方面，《指引》提出，2024年至2026年，利用2至3年时间，围绕重要行业领域和典型应用场景，开展数据基础设施技术路线试点试验，支持部分地方、行业、领域先行先试，丰富解决方案供给。制定统一目录标识、统一身份登记、统一接口要求的标准规范，夯实数据基础设施互联互通技术基础。完成国家数据基础设施建设顶层设计，明确国家数据基础设施建设的技术路线和实践路径。

## 《网络数据安全条例》2025年1月1日施行

2024年9月24日国务院总理李强签署国务院令，公布《网络数据安全条例》（以下简称《条例》），自2025年1月1日起施行。作为《数据安全法》和《个人信息保护法》出台后最重要的配套规定，《条例》进一步细化了网络数据保护的合规要求。

## 国家标准《项目风险管理 应用指南》正式发布

2024年12月31日，由TC310（全国风险管理标准化技术委员会）归口，国家标准委正式发布GB/T 20032-2024《项目风险管理 应用指南》国家标准。该标准修改采用IEC国际标准：IEC 62198:2013，采标中文名称：项目风险管理应用指南，该标准发布后，原有标准《项目风险管理应用指南》（GB/T 20032-2005）废止。

## IPv6网络安全设备技术要求等 一批重要国家标准开始实施

2月1日起, IPv6网络安全设备技术要求等一批重要国家标准开始实施, 《IPv6网络安全设备技术要求 第1部分: 防火墙》(GB/T 44810.1—2024)、《IPv6网络安全设备技术要求 第2部分: Web应用防护系统(WAF)》(GB/T 44810.2—2024)、《IPv6网络安全设备技术要求 第3部分: 入侵防御系统(IPS)》(GB/T 44810.3—2024)推荐性国家标准, 规定了支持IPv6的防火墙设备、Web应用防护系统(WAF)和入侵防御系统的相关要求。标准的实施有助于指导产品厂商IPv6网络安全设备的设计、开发、部署、使用、维护与测试, 保障安全产品在IPv6网络中的部署和应用, 为提高电信网和互联网领域技术防护能力提供技术支撑。

## 上海数据交易所接入DeepSeek

近日, 上海数据交易所正式接入DeepSeek大模型, 构建多维数据交易知识体系的领域模型, 提升数据交易服务智能化水平, 优化交易撮合效率, 促进数据要素合规高效流通利用, 释放数据价值。

## 不止T0算法, 券商还推这些智能交易工具! 帮助投资“反脆弱”, 效果如何

随着金融科技与量化投资的深度融合, 券商智能交易工具正迅速成为投资者优化交易策略、提升收益效率的好帮手。从基础条件单到网格交易, 再到高频T0算法工具, 这些工具的多样性与智能化程度不断刷新市场认知。在部分工具已成为行业标配的背景下, 券商正通过算法赋能、场景扩展和服务升级打造智能交易工具的技术护城河。智能工具的核心价值是消除人性弱点, 通过纪律性执行帮助投资者“反脆弱”。这一转变背后, 是券商对金融科技的持续加码。

## 地方证监局调研机构大模型技术使用情况 聚焦DeepSeek应用与痛点

有地方证监局开始对辖区内机构大模型技术使用情况展开调研, 调研的内容共有六项, 关注机构AI大模型技术的研发或应用重点情况, 例如应用场景、技术实现方式、成果等等。机构还需反馈公司近三年AI大模型相关投入规模金额。本次调研特别聚焦了DeepSeek, 涉及对行业及公司带来的机遇和挑战, 例如机构接入DeepSeek的具体业务应用场景及所处阶段; DeepSeek等新型大模型对证券行业现有AI技术应用的影响程度; DeepSeek的出现对公司的模型技术路线的挑战; 对监管规则机制的建议等等。地方证监局还结合当地详情, 邀请机构对地方政府在DeepSeek类大模型助力行业、资本市场发展方面等需求方面进行献策。

## 恒生大模型系列应用全面接入DeepSeek主流模型

恒生大模型系列应用全面接入DeepSeek主流模型(DeepSeek-V3/DeepSeek-R1), 覆盖金融投研、投顾、合规、运营、投行等核心业务场景。依托自主研发的光子AI中间件平台, 恒生构建起“国产算力底座+顶尖大模型+金融行业专属应用”的三位一体智能生态, 进一步助力金融机构数智化转型提速。本次全面接入DeepSeek系列模型, 是恒生AI战略的关键节点。恒生将充分发挥DeepSeek“低成本+高性能+高开放度”的应用优势, 实现大模型系列应用能力的全面跃升, 为金融机构提供更智能、更高效、更低成本的智能解决方案。

## GLEIF 确认中国金融认证中心 成为第一家中国的合格VLEI发放机构

全球法人识别编码基金会(GLEIF)宣布, 中国金融认证中心(CFCA)成为可验证法人机构识别编码

(vLEI)生态系统中第一家中国合格的vLEI发放机构(OVI)。CFCA是由中国人民银行设立并经国家信息安全总局批准的权威电子认证机构。vLEI是由GLEIF开创并由国际标准化组织(ISO)推动的一种新型数字化身份识别编码。作为QVI,CFCA将利用vLEI来补充现有的面向企业和个人的中国身份验证工具,使与法人机构有关联的个人能够得到可信的披露和认可,帮助

企业降低身份欺诈风险,并提高贸易和支付交易等领域的风险控制和合规识别的效率和质量。CFCA表示,在获得资格后将探索各种支持vLEI的数字身份方案。其中包括实时账户注册验证、防篡改数字签名、可验证的中小企业信用记录、基于ESG的认证、简化的跨境支付、安全的司法数据验证和人工智能驱动的海关监督等。



**中英金融机构可持续信息披露工作组  
2025年第一次专题研讨会成功举办**

2025年1月16日下午,中英金融机构可持续信息披露工作组(以下简称“工作组”)在京举办2025年第一次专题研讨会,围绕生物多样性及自然相关信息披露进行了专题研讨和交流。中国人民银行研究局副局长张蓓,中国金融学会绿色金融专业委员会主任马骏,英国驻华大使馆金融与专业服务参赞贺维尹(Michael Harvey),出席会议并致辞。联合国开发计划署(UNDP)驻华代表处冷斐,自然相关财务信息披露工作组(TNFD)联合主席David Craig,全球环境信息研究中心(CDP)可持续金融高级经理Manveer Gill,围绕生物多样性及自然相关信息披露发表了主题演讲。

**纳斯达克计划在其股票交易所提供24小时交易**



纳斯达克计划在其股票交易所提供24小时交易。作为美国第二大交易所运营商,纳斯达克计划在获得监管批准和行业协调的情况下,每周五天提供延长交易,预计将在2026年下半年启动。Cboe全球市场公司上个月宣布将在其股票交易所延长交易

时间至每周五天的24小时，待监管批准。纽约证券交易所则在10月份提交了自己的申请，计划在工作日提供22小时的交易。

### 香港交易所启动提升交易后服务计划

香港交易所宣布，自2025年中起，将在领航星综合现货平台（OCP）上逐步引入新的交易后功能，包括自动化报告下载和信息交换，实时传输及处理交易数据、相关持仓及参考数据，以及实时交收指令配对等。此外，香港交易所会确保其系统于2025年底前在技术上能兼容T+1结算周期，但未来是否采用T+1结算周期将经由市场讨论后再作决定。这些举措旨在提升市场的流动性和透明度，增强香港作为国际金融中心的竞争力。

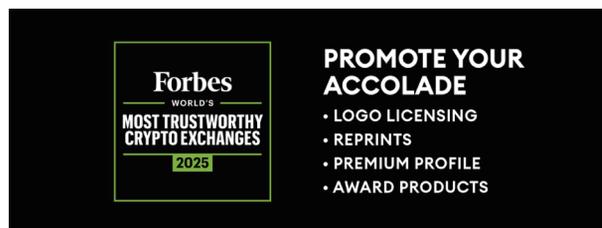
### 新加坡交易所2025财年 上半年净利同比增长27.3%创新高

《联合早报》2月7日报道：新交所2月6日早上公布截至2024年12月31日的2025财年上半年业绩。剔除某些非现金和非经常性项目后，新交所的净利达3亿2010万元，比上个财年同期增长27.3%。新加坡兴业银行股票研究主管瑟卡（Shekhar Jaiswal）接受《联合早报》的访问时说，新交所2025财年上半年的业绩符合预期，市场预期会维持动荡，投资者在观望特朗普政策对经济增长和利率的影响之际，也在探索投资方向，这可能支持新交所下半年运营取得增长。新交所全球业务发起和拓展部主管保得胜（Pol de Win）说，有意上市的公司来自广泛的领域，较多为新经济企业（一般指科技经济型公司），反映出这类企业在本区域终于崭露头角，同时也有房地产投资信托（REIT）有意上市。

### 国际投行对2025年市场展望

华尔街各大投行对于美股2025年走向普遍乐观，十大投行对标普500指数2025年平均预期点位约为6626.6点，预计较美股当前水平上涨约10%。国内券商对2025年A股市场也较为乐观，中信建投证券策略研究首席分析师陈果认为，2025年A股市场将迎来“信心重估牛”，流动性是牛市的基础，宽松仍将持续。外资投行对中国经济和A股市场的观点相对谨慎，大摩预计2025年中国实际GDP增速为4%，名义GDP增速为3%，将中国从中性调整为低配，A股将优于离岸市场，沪深300指数目标为4200点。

### 《福布斯》发布2025年全球加密交易所排名，多款交易所获认可



1月30日，《福布斯》杂志最近公布了2025年全球加密交易所的排名。该排名依据包括安全性、透明度、合规性以及交易成本在内的多个指标，对全球200多家交易所进行了综合评估。其中，CME Group脱颖而出，荣登榜首，而Coinbase、Bitstamp、Binance和Robinhood则紧随其后，位列第二至第五。此外，Kraken、Gemini、Crypto.com、Fidelity、Bitget、OKX、HTX和Bybit等知名交易所也成功上榜。这些交易所的服务遍布全球，覆盖了美国、欧洲、亚洲以及拉丁美洲等主要市场，并管理着约1.2万亿美元的客户资产。报告还特别指出，交易费用和点差是投资者在选择交易所时所重点考虑的因素。

## 香港黄金交易所于2025年1月1日正式营运， 推动建立国际黄金交易中心



香港黄金交易所于2025年1月1日正式营运，正式接替金银业贸易场，负责黄金、白银及贵金属的交易业务。金荣中国作为金银业贸易场AA类084号行员，将被直接委任为香港黄金交易所成员。金荣中国将积极与香港黄金交易所合作，凭借丰富的行业经验，为推动香港成为国际黄金交易中心地位发挥积极而重要的作用。

## 2025年起国际银行 将使用Swift试点实时数字资产交易

环球银行金融电信协会（SWIFT）消息显示，2025年开始，国际银行将使用Swift试点实时数字资产交易。据了解，启动这些试点之前，Swift与数十家金融机构进行了系列突破性实验，证明了Swift连接多个数字网络、技术和资产类别的能力。此次大规模扩展试点旨在证明Swift在200个国家和地区超过40亿账户之间支持各种资产流动的能力。

## 澳洲Time Exchange Pty Ltd宣布 在澳洲推出timeEX加密货币交易所

澳洲TimeExchange Pty Ltd(以下简称“TimeExchange”)，作为澳大利亚政府正式批准的加密货币服务提供商，宣布将于2025年中下旬正式推出其全新加密货币交易所—timeEX澳洲站。随着全球加密货币

市场的快速发展和美国特朗普政府对加密货币支持力度不断增加，TimeExchange坚信，未来3-4年将是加密货币行业的高速发展期，timeEX将致力于为用户提供安全、合规、创新的数字资产交易服务。

## Bybit平台15亿美元以太币被盗



加密货币交易平台Bybit近日遭遇重大安全事件，该平台在2月23日通过法新社发布消息，透露约有15亿美元的加密货币在2月21日周五被盗。这一事件创下了加密货币行业历史上最大的盗窃案记录。Bybit的联合创始人兼首席执行官周本（音译）在社交网站X上发表声明，指出被盗的加密货币为以太币，总计约40万枚，价值相当于15亿美元。这一数字震惊了整个加密货币社区。此次被盗事件导致Bybit平台面临严重的资金短缺问题。然而，周本表示，Bybit正在积极寻求与合作伙伴的过渡性贷款，以解决当前的资金困境。同时，他也向客户保证，他们的资金在平台上是安全的，这一声明旨在稳定客户的情绪。尽管目前尚未确定盗窃者的身份，但此次被盗金额已经远远超过了之前的记录。在2022年，浪人网络也曾发生一起重大的加密货币失窃案，涉案金额达到6.2亿美元，但相比之下，此次Bybit的失窃案规模更为庞大。

## IOSCO发布关于有效市场监管的技术挑战的专题审查

国际证监会组织(IOSCO)发布了一份关于其2013年发布的《有效市场监管的技术挑战》建议的实施情况的专题审查,评估了34个IOSCO成员司法管辖区的市场主管局的实施情况。审查发现,一些监管机构缺乏必要的组织和技术能力,无法在技术快速发展的情况下对其市场进行有效监控。特别是对于一些拥有多个交易场所的市场,收集和比较数据仍然存在困难。鉴于日益全球化的金融环境存在风险,许多监管机构无法提升其跨境监控能力也被认为是一个令人担忧的问题。

## 美关税政策制造巨大不确定性

美国政府拿关税当谈判武器,反复横跳的操作对全球经济方方面面产生负面影响。此前,特朗普宣布对加拿大和墨西哥加征25%关税,已于3月4日生效。3月6日,特朗普又宣布调整对加拿大和墨西哥加征关税措施,对符合美墨加协定优惠条件的进口商品免征

关税,直至4月2日。3月11日,特朗普表示,他将对从加拿大进口的钢铝产品加征25%关税,令其总税率提升至50%,以回应加拿大安大略省政府对出口电力征收25%的附加费。但几个小时后,特朗普又推翻了额外关税计划。英国《金融时报》首席经济评论员马丁·沃尔夫指出,这些政策制造了巨大不确定性和混乱的环境,阻碍商业规划,扰乱国际贸易。

## 美国衰退担忧叠加中东局势再度紧张,黄金攀升至3000美元上方,刷新历史新高

美国最新公布的零售销售数据令人失望。周一(3月17日),美国商务部公布的数据显示,美国2月零售销售环比0.2%,远不及预期的0.6%,前值由-0.9%下修至-1.2%,引发了人们对消费者支出放缓的担忧。除了令人不安的经济数据,地缘政治风险也黄金的走势火上浇油。以色列周二表示,已对加沙的哈马斯目标发动了军事打击,这有可能破坏脆弱的停火协议。巴勒斯坦居民报告说,加沙地带多个地区遭到以色列多次空袭。地缘政治紧张局势的升级,无疑增加了黄金作为避险资产的吸引力。

(以上资讯来自互联网)

# 垂类大模型在行业测试数据生成中的应用研究

苏均超、吴世杰、司佳宇、王瑞霖 / 大商所飞泰测试技术有限公司

随着生成式人工智能 (AIGC) 的迅猛发展, 证券期货行业正加速其智能化转型, 积极探索AIGC技术在实际场景的应用。本文聚焦于行业自动化测试中数据构造环节的挑战, 探讨了垂类大模型在这一过程中的应用。通过将垂类大模型与传统自动化测试技术相结合, 初步探索出一套适用于证券期货行业的智能化数据构造方法, 为行业测试提供了创新性的解决方案。

## 一、引言

证券期货行业测试数据构造长期面临业务复杂度高、实效性要求严苛的双重挑战, 其中清算、交割等核心业务场景的数据构造成本占测试总成本40%以上, 成为制约行业测试质效提升的关键瓶颈。

当前, 以DeepSeek为代表的大语言模型展现出突破性的逻辑推理与场景建模能力, 其对金融领域知识的精准理解及对复杂业务流程的解构能力, 为重构智能化测试数据生成体系提供了技术基础, 推动行业测试工艺从传统自动化向智能自动化方向演进。

### 1.1 行业数据构造向智能化转型的挑战

在智能化领域, 行业数据构造应用不同于推荐问答类应用, AI需要完成人机协作而不是做辅助推荐。因此在语意理解和代码精度都有更为严苛的标准。尤其是在证券期货行业中, 任何微小的数据偏差都可能导致测试结果的严重失真, 进而影响到系统测试的可靠性和安全性。

虽然通用的大语言模型已经展示了在理解和生成复杂文本方面的卓越性能。然而, 直接将通用的大语言模型应用于证券期货行业的数据构造仍存在局限性, 主要体现在领域知识的专业性和项目代码生成精确度上。

为此, 需要构建专门针对证券期货行业的数据构造垂类大模型, 通过对行业特定数据进行精细调优, 使其能够在保证高精度的前提下, 有效地模拟各种复

杂的业务场景, 从而降低数据构造成本, 提升测试效率和质量。

## 二、构建行业数据构造垂类大模型

构建垂直领域大模型 (Vertical Large Model), 主流技术路径采用“模型训练+领域适配”的双轮驱动模式。具体而言, 通过参数微调 (Fine-tuning) 实现模型参数层面的领域知识迁移, 同时借助提示词工程 (Prompt Engineering) 在推理阶段强化领域语义表达。最后, 还要在实践中不断平衡领域知识深度适配与模型建设运维成本。

通过微调, 可以将行业自动化测试相关的领域知识以训练方式注入到大模型中, 使其更擅长处理测试代码生成任务。但微调在周期和成本上都有劣势, 难以跟上行业业务场景的频繁变动。

相比于微调, 提示词工程不需要重新训练模型, 通过设计自然语言提示引导模型输出, 快速适配任务需求。但由于大模型推理时存在token数量上限, 限制了提示词最大长度, 这意味着提示词设计必须既简洁且具体, 如表1所示。

我们可以利用两者的优势实现优势互补: 微调适用于静态知识 (如自动化测试框架接口、业务基础知识、自动化代码开发约定等), 不占用大模型输入输出上限, 理论上也可以生成更高质量代码; 提示词适用于动态知识 (自动化测试业务接口、业务应用知识、测试用例数据构造需求等), 不需要

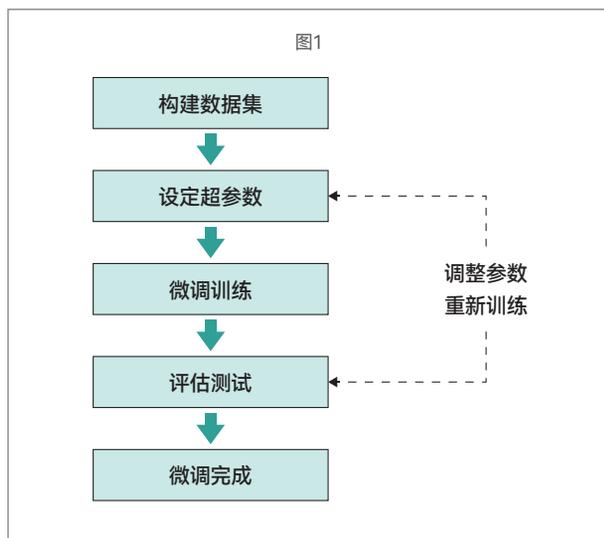
表1

维度	微调	提示词
知识时效性	自动化测试基础知识 (相对稳定)	自动化测试应用 (动态变化)
计算上限	不影响计算上限	占用计算上限
计算成本	高(需GPU集群训练)	低(推理时动态调整)
错误修正	需重新训练	即时调整提示模板
可解释性	黑盒(参数隐含知识)	白盒(显式控制逻辑)

重新训练模型，可以充分利用模型泛化能力，扩大模型适用场景。

## 2.1 垂类大模型微调

垂类大模型微调首先引入行业业务背景和特定任务的数据集，为大模型注入领域特有的知识，并对大模型进行初步测试以评估其当前性能，基于此设定或调整超参数，如学习率和批量大小等，以优化后续的训练效果。进入微调阶段后，大模型利用新设定的超参数和特定领域的数据进行训练，逐步适应新的任务需求。训练完成后，通过评估和测试来检验大模型的性能是否达到预期目标。最后，将此次训练的结果与之前的版本对比，分析性能改进情况，并决定是否需要进行进一步调整超参数以继续优化大模型。这一系列



步骤形成了一个闭环的优化流程，确保大模型能够有效地学习到领域特定的知识，并实现高性能的任务处理能力。微调流程如图1所示：

### 2.1.1 构建数据集

基于原有的自动化测试储备，对原有数据构造脚本进行预处理，去除低质量或重复的代码，并进行人工标注。将数据构造需求描述与测试脚本进行关联，建立起需求与代码的映射关系，格式如图2所示：

相较于其他微调格式，这种优化增强了大模型在处理复杂任务时的精确性、一致性和灵活性。对于大模型而言，明确的角色可以帮助它更好地理解指令的意图。例如，在自动化数据构造脚本生成的上下文中，user提供的需求描述能够更准确地被识别为需要解决的问题，从而使得assistant可以基于此生成更为精准的回答或代码。

### 2.1.2 设定超参数

超参数的设定是大模型训练与优化的核心环节。超参数不仅决定了大模型的学习能力和性能表现，还直接影响到生成结果的质量和效率。因此，科学合理地设定超参数，对于提升AIGC技术在行业中的应用效果具有重要意义。

在微调阶段，可以根据已有行业经验和实践，为超参数提供一个合理的初始值。主要参数值如图3所示：

图2

```

{
  "messages": [
    {
      "role": "system",
      "content": "假设你是一名测试工程师，将自然语言描述转化为测试脚本。"
    },
    {
      "role": "user",
      "content": "第一天，在系统30状态下，获取仓库A，获取品种M，在M品种下仓库A为厂库，获取仓库A的担保品账号Q"
    },
    {
      "role": "assistant",
      "content": "VarietyID_M = step('get_VarietyID', {}, '1', '30', '品种M') StorageID_A = step('getStorageID', {'MainStorageID': '', 'GroupID': ''}, '1', '30', '仓库A') step('setFactoryStorage', {'StorageID': StorageID_A, 'VarietyID': VarietyID_M, 'IsGroup': False, 'IsFactoryStorage': True}, '1', '30') SecurityID_Q = step('getSecurityID', {'StorageID': StorageID_A, 'GroupID': ''}, '1', '30', '担保账号Q') "
    }
  ]
}
  
```

相较于其他微调格式,这种优化增强了大模型在处理复杂任务时的精确性、一致性和灵活性。对于大模型而言,明确的角色可以帮助它更好地理解指令的意图。例如,在自动化数据构造脚本生成的上下文中,user提供的需求描述能够更准确地被识别为需要解决的问题,从而使得assistant可以基于此生成更为精准的回答或代码。

### 2.1.2 设定超参数

超参数的设定是大模型训练与优化的核心环节。超参数不仅决定了大模型的学习能力和性能表现,还直接影响到生成结果的质量和效率。因此,科学合理地设定超参数,对于提升AIGC技术在行业中的应用效果具有重要意义。

在微调阶段,可以根据已有行业经验和实践,为超参数提供一个合理的初始值。主要参数值如图3所示:

图3

```

### model
model_name_or_path: /workspace/Qwen2-72B-Instruct

### method
stage: sft
do_train: true
finetuning_type: lora
lora_target: q_proj, k_proj, v_proj, o_proj, gate_proj, up_proj, down_proj

### ddp
ddp_timeout: 180000000
deepspeed: examples/deepspeed/ds_z3_config.json

### dataset
dataset: dashangsuo_origin
template: qwen
cutoff_len: 2048
max_samples: 4000
overwrite_cache: true
preprocessing_num_workers: 16

### output
output_dir: saves/qwen/lora/sft
logging_steps: 1
save_steps: 500
plot_loss: true
overwrite_output_dir: true

### train
per_device_train_batch_size: 1
gradient_accumulation_steps: 1
learning_rate: 0.00005
num_train_epochs: 3.0
lr_scheduler_type: cosine
warmup_steps: 0.1
fp16: true

### eval
val_size: 0.1
per_device_eval_batch_size: 1
evaluation_strategy: steps
eval_steps: 500

```

学习率(learning\_rate):通常设置为0.00005左右,适用于大多数深度学习任务。对于小样本场景(如生成交易类数据构造),可采用 One Cycle Policy:先提升学习率至0.001,再迅速衰减,加速收敛。

训练轮数(num\_train\_epochs):根据数据集规模和复杂度设定,证券期货行业场景一般可设为3-5个epoch,对精度要求高的场景,可设置为5-10个epoch。

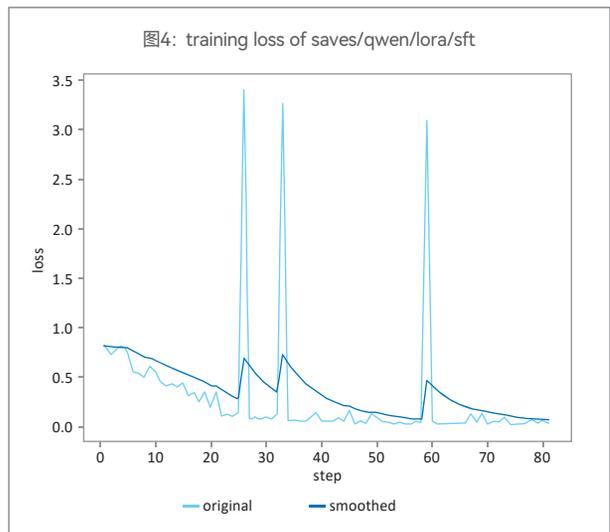
由于数据构造历史数据可能具有噪声和非平稳性,过多的epoch可能导致大模型过拟合历史噪声,当验证指标连续3-5个epoch无提升时终止训练。

此外,针对不同业务接口的需求,还可以灵活调整提示词工程中的超参数,如prompt\_length(提示词长度)和temperature(生成多样性)。较低的温度值有助于生成更加稳定和一致的结果,而较高的值则能激发大模型的创造性,适用于探索性测试数据生成任务,以增强数据多样性。

### 2.1.3 微调训练和评估测试

训练结束后,可以看到如图4的收敛曲线:

判断收敛曲线是否达成训练目标是大数据训练过程中非常重要的一步。以下是目前我们使用的方法和指标:



训练损失 (Training Loss)，训练损失应该随着训练的进行逐渐下降。如果损失值突然上升或剧烈波动，可能是学习率过高、数据分布异常或大模型不稳定。

验证损失 (Validation Loss)，验证损失反映了大模型在未见过的数据上的表现。理想情况下，验证损失应与训练损失接近，并且两者都趋于稳定。

收敛的标志: 损失曲线平坦化, 当训练损失和验证损失的变化幅度变得非常小, 通过学习率调度器 (cosine 或 warmup), 观察学习率是否已降低到接近零。

确认大模型收敛后, 需进一步验证训练目标是否达成。首先, 在验证集和测试集上评估大模型, 使用准确率、F1分数等指标量化表现。检查训练与验证损失差距, 判断是否存在过拟合或欠拟合。

部署后持续监控大模型表现并定期更新, 以适应数据变化和业务需求。

## 2.2 垂类大模型提示词工程

提示词工程 (Prompt Engineering) 是一种基于人工智能, 特别是自然语言处理 (NLP) 模型的技术。它的核心思想是通过设计和优化输入给AI模型的提示词, 以引导大模型生成更准确、更实用或者更符合特定需求的回答。

### 2.2.1 提示词构建

有效的提示词对优化大模型表现至关重要。经过长期实践, 我们发现数据构造提示词应至少具备两个特点: 零样本/少样本学习 (Zero-shot/Low-shot Learning), 通过少量示例提升大模型泛化能力; 链式思维提示 (Chain-of-Thought Prompting), 鼓励大模型逐步解析问题而非直接给出答案, 适用于构造持仓等复杂任务。

以构建持仓为例, 我们增加代码示例以提升大模型泛化能力, 并在编写持仓代码时加入获取客户、品种、合约的流程, 通过思维链方式帮助大模型理解实体间关系。如下图5所示:

图5

函数行为: 构造持仓

```
step('CreatePosition', {'MemberID': MemberID, 'ClientID': ClientID, 'ContractID': ContractID, 'BsFlag': BsFlag, 'ShFlag': ShFlag, 'Qty': Qty, 'Price': Price}, date, time);
```

该函数用于构造交易系统中的持仓信息, 参数说明如下:

MemberID: 会员号, 表示操作的会员。

ClientID: 客户号, 表示操作的客户。

ContractID: 合约号, 表示目标合约。

BsFlag: 持仓方向, 枚举值为 {"买方向", "卖方向", "买卖双向"}。

ShFlag: 投机/套保标志, 枚举值为 {"投机", "套保"}。

Qty: 合约数量, 单位为“手”。

Price: 价格类型, 枚举值为 {"昨结算", "涨停板", "跌停板"}, 默认为“昨结算”。

示例1: 构造20手套保买持仓

获取自营会员A下的单位客户A1, 并在品种L下的期货合约L1上构造20手套保买持仓。

```
Python
# 获取会员A
MemberID_A = step('selectMember', {'Type': '自营'}, date, time, '会员A')

# 获取客户A1
ClientID_A1 = step('get_CustID', {'会员': MemberID_A, '客户性质': '单位'}, date, time, '客户A1')

# 获取品种L
VarietyID_L = step('get_VarietyID', {}, date, time, '品种L')

# 获取期货合约L1
PtrContract_L1 = step('getPtrContract', {'MonthType': MonthType, 'VarietyID': VarietyID_L}, date, time, '合约L1')

# 构造20手套保买持仓
step('CreatePosition', {
    'MemberID': MemberID_A,
    'ClientID': ClientID_A1,
    'ContractID': PtrContract_L1,
    'BsFlag': '买',
    'ShFlag': '套保',
    'Qty': 20,
    'Price': '涨停板'
}, date, time)
```

### 2.2.2 提示词管理与检索

采用少样本学习和思维链等方法确实能显著提升大模型的性能表现, 但是这中方法往往伴随着提示词数量的增加, 如果针对每个问题都向大模型提供完整的提示词集, 很可能会超出大模型的处理能力上限。为了解决这个问题, 我们采用检索增强生成 (RAG) 技术构建提示词检索系统, 引入文档片段和稠密向量编码技术。

文档片段: 将原始的长文档切割成更小的、易于管理的片段。每个片段都包含一部分关键信息, 如特定业务场景下的规则描述或示例代码。这样做有助于减少单次查询的数据量, 提高检索效率, 并允许系统针对具体问题提供更为精准的回答。

稠密向量编码: 每个片段通过大模型转化为稠密向量表示。这种方法能够捕捉文本中的深层语义信息, 使得基于内容相似度的检索更加准确有效。

例如当用户输入“生成一条滚动交割数据, 要求买方守约、卖方违约, 质检机构和交易所都录入复检

不合格，且录入不合格手数不相同"时，系统可自动检索出包含"滚动交割"、"违约判定规则"、"质检录入"等关联提示片段。基于解析后的关键信息，系统将其转化为稠密向量表示，并在向量数据库中执行近似最近邻搜索，快速找到与用户问题语义最接近的提示词切片。检索到的内容可能包括“滚动交割的基本规则”、“违约判定逻辑示例”、“质检录入规则及异常处理”等。系统从检索到的提示词片段中筛选出最适合当前问题的内容，并按照一定的逻辑顺序进行组装。组装完成后，系统会对最终提示进行优化，确保其简洁性和完整性。优化后的提示不仅包含必要的规则说明和示例，还会加入引导性语言帮助大模型更好地完成任务。提示词库中文档分片如图6所示：

### 三、行业数据构造垂类大模型应用

行业数据构造大致分为三个环节，数据需求分析、执行步骤设计、步骤执行。需求分析是数据构造的基础，它要求对业务逻辑有深刻的理解，确保生成的数据能够准确反映实际业务场景；步骤设计环节则侧重于如何根据需求分析的结果来构建有效

的测试数据模型；步骤执行是将设计好的数据模型通过手工或者自动化的方式执行构造过程。

目前通过垂类大模型我们已经完成数据步数据构造骤设计和自动化脚本生成两个环节的智能化升级，显著提升数据构造环节质效。

#### 3.1 智能化执行步骤设计

传统执行步骤设计主要依赖人工完成，对分析人员的专业知识水平有较高要求。基于垂类大模型，测试人员通过自然语言将简明扼要的数据需求直接转化为详尽且多样的执行步骤。并可通过多轮对话的形式，实现对最终步骤设计的校准和优化。

如图7所示，用户提交数据生成需求，大模型生成了步骤设计，用户可以根据生成结果与大模型讨论如何进行修改和优化，实现从人工经验驱动到智能算法驱动的范式革新，构建了“需求-设计-验证”闭环。

#### 3.2 智能化自动化脚本生成

传统自动化脚本的生成高度依赖高技术水平的

图6

业务名称	函数名称	业务文档	函数文档	操作
担保账号设置风险阈值	ResetRiskRatio	SecurityID表示担保账号,SecurityID="全部"表示该设置影响所有担保账号,level1表示一级风险阈值,默认为50%,level2表示二级风险阈值,默认为40%,level3表示三级风险阈值,默认为20%,levelmargin表示追保阈值,默认为55%.	step('ResetRiskRatio', {'SecurityID':SecurityID,'level1':level1,'level2':level2,'level3':level3,'levelmargin':levelmargin},date,time);	编辑 删除
设置品种厂库客户担保比例	SetGuaranteeRatio	StorageID必填,表示厂库ID,StorageID="全部"表示该设置影响所有厂库,ClientID必填,表示客户ID,ClientID="全部"表示该设置影响该厂库下的所有客户,GuaranteeRatio必填,表示担保比例,VarietyID必填,表示品种,当VarietyID="全部"时,表示所有品种都受到该设置的影响.	step('SetGuaranteeRatio', {'StorageID':StorageID,'ClientID':ClientID,'GuaranteeRatio':GuaranteeRatio,'VarietyID':VarietyID},date,time);	编辑 删除
触发担保账号风险警示	TigerRiskWarning	SecurityID,表示担保账号;level1Compare表示缺口占比跟一级风险阈值的大小关系,枚举值["大于","小于","等于","不关注"],如果一级风险阈值<缺口占比,则为"大于",没提到则为"不关注";level2Compare表示缺口占比跟二级风险阈值的大小关系,枚举值["大于","小于","等于","不关注"],如果二级风险阈值<缺口占比,则为"大于",没提到则为"不关注";level3Compare表示缺口占比跟三级风险阈值的大小关系,枚举值["大于","小于","等于","不关注"],如果三级风险阈值<缺口占比,则为"大于",没提到则为"不关注";MarginCompare表示缺口占比跟追保警示阈值的大小关系,枚举值["大于","小于","等于","不关注"],如果追保警示阈值<缺口占比,则为"大于",没提到则为"不关注";	step('TriggerRiskWarning',{'SecurityID':SecurityID,'level1Compare':level1Compare,'level2Compare':level2Compare,'level3Compare':level3Compare,'MarginCompare':MarginCompare},date,time);	编辑 删除
仓单注册	RegisterWarrant	StorageID表示厂库ID,ClientID表示客户ID,VarietyID表示品种,Qty表示仓单数量,仓单数量为自然数Amount表示注册金额,该字段与QTY冲突,仓单要么以数量注册,要么以金额注册,Type表示注册类型(枚举值一般为比例,特殊比例),如果没有描述,默认为一般比例.	step('RegisterWarrant', {'StorageID':StorageID,'ClientID':ClientID,'VarietyID':VarietyID,'Qty':Qty,'Amount':Amount,'Type':Type},date,time);	编辑 删除
仓单注销	UnRegisterWarrant	StorageID表示厂库ID,ClientID表示客户ID,VarietyID表示品种,type表示注销方式,枚举值为"部分注销"和"全部注销",默认全部注销.	step('UnRegisterWarrant', {'StorageID':StorageID,'ClientID':ClientID,'VarietyID':VarietyID,'type':type},date,time);	编辑 删除
仓单出库	OutRegisterWarrant	StorageID表示厂库ID,ClientID表示客户ID,VarietyID表示品种,枚举值为"部分出库"和"全部出库",默认全部出库.	step('OutRegisterWarrant', {'StorageID':StorageID,'ClientID':ClientID,'VarietyID':VarietyID,'type':type},date,time);	编辑 删除
设置客户与仓库关联关系	SetAssociation	status是状态,枚举值是"未审批","审批通过","审批拒绝",默认是"审批通过"	step('SetAssociation', {'StorageID':StorageID,'ClientID':ClientID,'status':	编辑 删除

图7



专业人员。这些专家不仅要掌握编程语言，还需深入了解被测系统的业务逻辑和架构，自动化测试难以大规模推广。

垂类大模型具备强大的自然语言理解能力和代码生成能力，在微调数据和提示词的，能够按自动

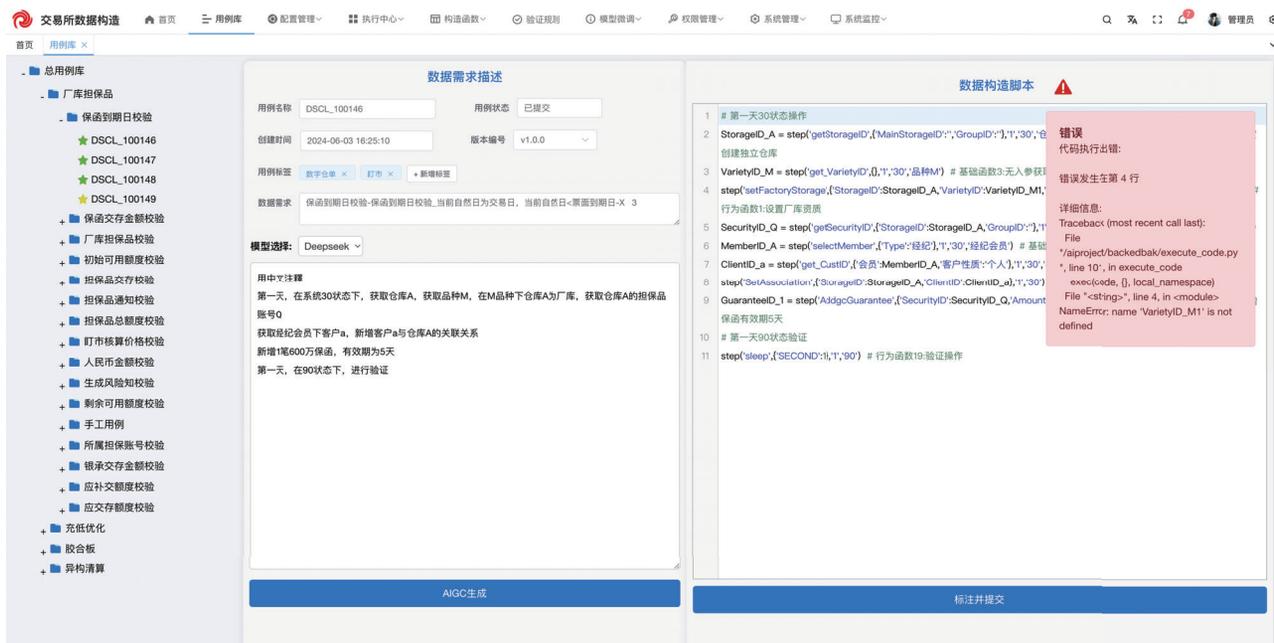
化测试系统要求生成数据构造脚本。业务人员通过自然语言即可驱动大模型将步骤设计转化为自动化脚本，在降低构建门坎的同时保证了脚本的准确性和可扩展性。

图8展示了利用垂类大模型将滚动交割的执行步

图8



图9



骤转化为自动化脚本。数据构造系统可以将已复核的步骤设计转化为自动化脚本。

图9展示系统通过程序进行预编译检查，避免因大模型幻觉导致的潜在错误，提高人工复核过程中的错误检出率，并可将报错提交大模型，重新生成正确代码。

### 3.3 数据构造垂类大模型应用情况

截止目前，垂类大模型已在大商所清算、交割等多个业务系统项目中测试环节应用，生成数据构造脚本1500余个，支持约8000条用例执行的数据准备工作，应用效果良好。以胶合板交割项目复杂场景构造为例，因该业务涉及多环节连锁操作需连续执行40个交易日，原有工艺模式需7天完成，现通过垂类大模型可在2天即可完成。整体测试效率提升20%以上。

## 四、未来与展望

未来，飞泰公司将继续深化垂类大语言模型的研发，致力于打造一个更加智能、高效、自适应的数据构造平台。随着AI技术的不断进步，平台将集成更先进的机器学习算法，使垂类大模型能够更深入地理解复杂业务需求，并根据业务需求和市场变化自动调整和优化数据构造策略，精准生成高质量的测试数据。后续可利用大模型广泛枚举不同等效流程和不同等效参数，这种模式不仅实现了执行步骤生成的自动化与智能化，充分利用硬件资源替代人力资源，也在多个维度上重塑了测试流程的质效边界。

相信通过实践应用的不断拓展与持续创新，基于垂类大模型的测试将成为行业的标杆案例，成为引领行业智能化发展的新趋势。

责任编辑：王孟

#### 参考资料

- [1]Jiang, K., & Xu, Y. (2024). Enhancing Test Automation with AI-driven Test Script Generation.
- [2]Hu, X., & Zhou, Y. (2024). From User Stories to Automated Tests: A Case Study on Test Script Generation.
- [3]Zhao, Y., et al. (2023). Leveraging Knowledge Graphs for Automated Test Case Generation.

# 基于大模型的测试用例自动生成服务探索

李立峰、杜瑞罡、李娴、黄丛珊 / 广发证券股份有限公司

软件测试是软件开发生命周期中的重要节点，功能测试作为确保软件满足其规定功能的核心方法，长期以来一直依赖于测试人员的专业知识和经验，随着软件系统规模的扩大和功能的日益复杂化，传统的功能测试方法正面临着巨大挑战。首先，手动创建测试用例的过程撰写较为耗时，其次，受限于测试人员的个人经验和偏见，可能导致测试用例的覆盖面不够广泛，难以触及所有潜在的边缘情况和异常流程。而近两年，大模型通过其强大的数据处理能力，在各种应用场景中发挥出巨大的价值。在这种背景下，利用人工智能技术，生成更全面和高质量的测试用例的研究应运而生。

## 大模型生成测试用例研究方向

在开展调研前，我们分析了测试用例的生成过程，测试人员拿到业务需求后，首先对需求文档解读，结合业务背景和对需求理解，按照等价类划分法、边界值分析法用例设计方法设计用例。在用例产出过程中，比较耗时且容易遗漏的是根据需求拆分功能点及结合功能点撰写测试用例这两个部分，针对上述两点，我们希望利用大模型的强大的文字分析和语言输出能力，突破瓶颈，实现更高效的需求拆分和更全面的测试用例生成。

### （1）规范业务需求描述，便于大模型理解需求

在人工智能领域，尤其是涉及到自然语言处理的大模型，对输入数据的质量有着较高的要求。业务需求描述着用户需求、功能描述及业务规则等关键信息，是大模型理解业务需求并生成测试用例的基础。详细、准确的文字描述能让大模型有效地捕捉需求的核心要点和细节，能够更加精准地输出测试人员想要的信息，规范业务需求描述通常包含以下几点：

1、需求背景说明，有助于大模型了解需求的背景。

2、功能说明，为了让大模型进行更精准的解析，功能说明应详细描述，包括输入、处理过程和预期输出。语言描述方面，描述逻辑清晰，避免歧义和模糊表述，可读性强，避免使用图片截图等不可直接解析和理解的文件格式。

3、交互设计说明。即对业务流程中交互方面的说明，便于大模型设计测试用例。

（2）需求原子化拆分，大模型基于测试要点生成测试用例

提示词prompt是我们跟大模型沟通的有效途径，精心设计输入给大模型的提示语句，可以引导大模型进行更完整，更准确的输出。为了让大模型设计的测试用例更精准，大模型根据提示词要求，对业务需求进行理解，自动识别和提取需求文档中的关键信息，如功能描述、业务规则等，对需求逻辑点划分，将复杂需求分解为更小的、不可再分的测试要点。接着大模型基于提示词的要求和用例样例，根据测试要点生成测试用例集。

## 大模型生成测试用例实现思路

广发证券已私有化部署开源大语言模型通义千问Qwen2，大模型通过HTTP API提供访问服务。大

模型生成用例服务部署在广发证券质量团队自研的一站式自动化测试平台上，一站式通过http接口调用大模型的能力生成测试用例。

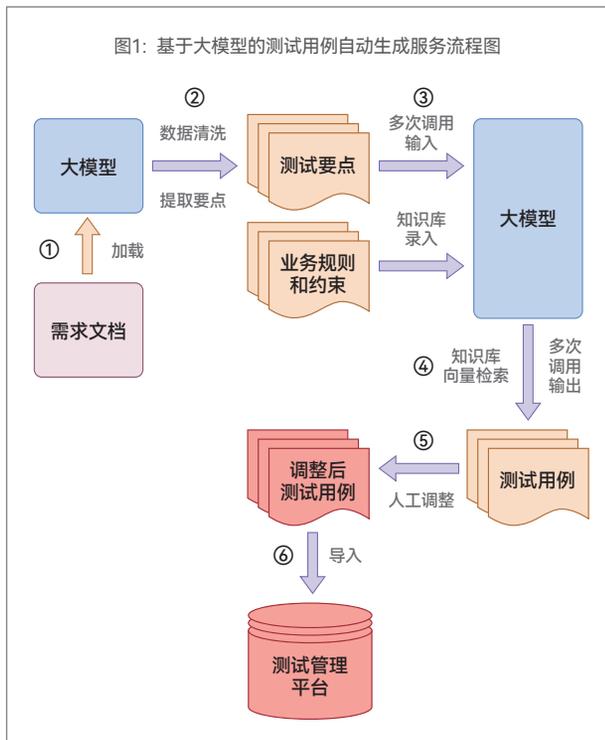
以下是利用大模型实现自动生成测试用例的流程图以及一些关键节点说明：

**需求导入：**测试输入需求描述，或导入需求文档，加载到自动化测试平台；

**测试要点生成：**大模型接收业务需求描述，并对需求进行理解、数据清洗、提取需求中的测试要点；

**测试要点调整：**测试人员对大模型梳理的测试要点进行初审和调整，防止提取的测试要点缺失，导致生成测试用例覆盖范围不全；

**测试用例生成：**大模型基于测试要点和业务规则生成测试用例，测试人员通过一站式前端输入业务规则后，业务规则加载到大模型向量知识库，大模型生成用例时会进行向量知识库检索，匹配到与需求相关的业务规则，生成的用例会更贴近业务场景。



**集成测试管理平台：**大模型生成测试用例后，测试人员可对用例进行优化调整，以此确保用例的准确性和适用性，最终形成一份适用于该业务需求的测试用例集，可集成到测试管理平台，实现与现有的测试管理工具和自动化测试框架无缝对接。

### 大模型生成测试用例举例展示

为了详细的描述我们如何利用大模型生成测试用例，我们以一个具体的业务需求为例来进行演示。

**第一步：**用户登录一站式自动化测试平台，录入业务需求，内容为：公募基金持仓详情页、个人养老金持仓详情页、跨境理财通北向通基金持仓详情页、理财产品持仓详情页、私募产品持仓详情页的持有收益率计算公式少了个百分号%，需要补上(平均成本法、摊薄成本法的持有收益率弹窗都需修改)请帮我生成测试用例。

**第二步：**录入业务规则：持有收益率是一个计算公式说明，不是指当前产品的持有收益率;持有收益率=(最新净值/成本价-1)\*100%



**第三步：**大模型基于需求描述和和Prompt，理解需求并生成测试要点，展示在平台前端界面上，测试人员可以对测试要点进行调整；

**大模型理解需求和拆分测试要点的Prompt：**当我输入产品经理关于需求的描述后，需要您帮助将其分解为原子化的要点。这些要点将是非常具体和明确的，便于我基于它们生成测试用例。我把需求描述发送给你，请严格按照模板，生成测试要点，不要多余解释，测试要点模板：

功能点：功能点1

测试要点：（1）测试要点描述1

（2）测试要点描述2

图3: 测试要点梳理

序号	测试要点	测试用例	操作
1	测试要点描述1	(1) 测试要点描述1	编辑
2	测试要点描述1	(2) 测试要点描述2	编辑
3	测试要点描述1	(3) 测试要点描述3	编辑
4	测试要点描述1	(4) 测试要点描述4	编辑
5	测试要点描述1	(5) 测试要点描述5	编辑
6	测试要点描述1	(6) 测试要点描述6	编辑
7	测试要点描述1	(7) 测试要点描述7	编辑

第四步：基于第四步大模型生成的测试要点、业务规则和Prompt，多次调用大模型，生成测试用例，展示到平台前端界面上，测试人员可以对测试用例进行调整；

大模型基于测试要点生成测试用例的Prompt：  
作为测试用例生成专家，我希望我给你输入一个测试要点，你基于用户在知识库里的业务规则生成测试用例，测试用例生成方法可以是：等价类、边界值等方法。

你需要输出测试用例概述，测试步骤，以及预期结果，测试用例格式请按照如下模板输出：

测试概述：验证客户年龄小于18岁，提示需临柜办理业务

前置条件：客户已开户

操作步骤：step1:客户登录成功，

step2:可以办理该业务

预期结果：提示客户年龄小于18岁，需临柜办理

图4: 大模型生成测试用例

序号	测试要点	测试用例	操作
1	测试要点描述1	测试用例描述1	编辑
2	测试要点描述1	测试用例描述2	编辑
3	测试要点描述1	测试用例描述3	编辑
4	测试要点描述1	测试用例描述4	编辑
5	测试要点描述1	测试用例描述5	编辑
6	测试要点描述1	测试用例描述6	编辑
7	测试要点描述1	测试用例描述7	编辑

最后，用例调整完成后可导出并集成至测试管理平台。整个用例生成过程形成需求录入，需求解读、测试要点拆分、测试用例生成、执行、导入测试管理平台一个完整的测试用例生命周期的闭环。

### 大模型生成测试用例效果总结及展望

通过上述示例，我们展示了大模型理解业务需求，识别测试要点并生成测试用例的过程。在需求文档比较详细的前提下，单个测试要点可以生成约3-5个测试用例，平均每个测试用例生成时间约5s左右（根据功能点的复杂度以及用例生成方法的不同而有所差异）。经过人工对多个需求的大模型生成的测试用例与手工撰写的测试用例进行对比测试，发现两者的用例相似度、匹配度较高，且大模型生成的用例可以基本覆盖业务重点流程和异常业务场景。也就是说大模型生成测试用例在一定程度上可以简化测试人员的工作，允许测试团队将更多的精力投入到更高层次的测试策略和质量保证活动中。当然我们在实践过程中也发现大模型存在以下不足：

首先，大模型对输入数据的质量比较高的要求。模棱两可或者过于简单的需求描述有可能让大模型理解业务存在偏差，导致无法输出测试人员想要的信息。

其次，大模型可能无法准确地理解某个领域的专业知识和术语，即使我们输入一些业务规则和约束辅助大模型理解用户需求和意图，但在进行向量知识库搜索时，也有可能匹配到低质量文本，导致输出的测试用例和用户的意图有所偏差。这种情况下需要我们在调用大模型进行交互时对提示词和大模型生成的数据进行微调。

总之，大模型还有比较长的进化之路，自动生成用例只是测试提效的一小部分，未来我们还会继续尝试更多的大模型应用，将大模型与日常测试过程更加紧密的结合起来。

责任编辑：邱月明

# 基于有向图搜索算法的工作流切片测试方法研究

杨文勇、刘正新、樊添、党登峰 / 中信建投证券股份有限公司

随着信息技术的快速发展与数字化转型的深化, workflow 技术已成为金融行业实现流程自动化与标准化运作的核心支撑, 在OA系统、投行系统等关键业务场景中发挥重要作用。金融行业对业务流程的合规性的严格要求, 驱动了复杂 workflow 系统的大规模部署。然而, 业务流程复杂度的指数级增长导致测试路径数量呈现组合爆炸态势, 使得传统测试方法面临两大严峻挑战: 其一, 路径覆盖完整性难以保障; 其二, 跨角色审批与多节点操作显著降低测试效率。为了解决上述问题, 本文提出了一种 workflow 切片测试方法。该方法通过有向图建模 workflow, 并基于有向图搜索算法的思想提出 workflow 切片的概念, 简化测试过程, 提高测试效率和覆盖率。实验结果表明, 该方法在满足全路径覆盖要求的同时, 可使测试效率获得较大提升, 为金融行业 workflow 系统提供了一种兼顾质量保障与测试效能的解决方案, 对防范操作风险、满足监管要求具有重要实践价值。

## 一、引言

随着信息技术的飞速发展与数字化转型的深入推进, workflow 技术作为企业级应用的核心支撑, 在金融行业展现出显著的行业适配性。在OA系统、投行系统等关键业务场景中, 基于 workflow 的流程自动化已成为金融机构提升运营效率、保障业务连续性的重要技术手段。以 workflow 为核心的系统通过定义、执行和监控与业务流程相关联的任务序列, 实现了金融业务流程的标准化运作。金融行业对业务流程的合规性的严格要求, 驱动着复杂 workflow 系统的大规模部署应用。然而, 随着业务流程复杂度的指数级增长, 测试人员所需测试的 workflow 路径数量急剧增加。这不仅使得测试操作变得复杂且效率低下, 还难以实现全路径覆盖, 带来了潜在的质量风险。当前, workflow 测试面临的主要问题包括:

1、复杂 workflow 难以覆盖完整: 传统测试方法<sup>[1]</sup>往往需要遍历每条可能的路径, 以确保所有功能点被覆盖。然而, 越复杂的 workflow, 其中路径的数量越多, 尤

其是当 workflow 包含多个分支和循环节点时。这种路径的复杂性使得全面覆盖所有可能路径变得几乎不可能, 因为每增加一个决策节点, 可能的路径数量就会增加, 可能会导致测试时漏测部分路径, 提高了遗漏潜在问题的风险。

2、测试操作复杂导致效率低下: 对于复杂的 workflow, 传统的测试方法往往需要测试人员需要频繁切换用户, 逐节点进行审批, 这种操作容易拉长测试执行时间, 显著降低测试效率。

当前 workflow 相关领域研究主要集中于 workflow 的建模与优化等方面, 如基于Petri网的工作流模式研究<sup>[2]</sup>, 这些研究主要关注 workflow 的执行效率和流程优化, 但在 workflow 测试尤其是切片测试方面的研究相对较少。对于 workflow 切片相关的研究如面向云 workflow 的切片与调度方法研究<sup>[3]</sup>, 其通过动态调度算法提升资源利用率, 但核心关注点仍是执行效率而非测试验证。当前的研究对于复杂 workflow 的全面测试覆盖及效率提升关注较少。

为了解决上述问题, 本文提出了一种 workflow 切片测试方法, 通过有向图建模 workflow, 引入 workflow 切片的概念, 并论证了基于 workflow 切片进行测试的完整性, 最后结合实践说明了本方法能够在保证测试覆盖率的同时有效提高测试效率。通过本文的研究, 我们期望为以 workflow 为核心的系统提供一种高效的测试方法, 从而帮助企业更好地管理和优化其业务流程。

## 二、workflow 切片测试方法相关理论

workflow 切片测试方法通过将业务流程分解为独立节点及其后续路径的切片单元, 基于有向图模型构建用户和切片的映射关系。测试时, 我们采用所研发的工作流数据自动预置工具批量在系统中导入切片数据, 依据映射关系实现单用户登录下的多切片并发执行, 避免了传统方法中频繁起草流程与切换用户的操作冗余。该方法借鉴了广度优先搜索算法进行切片划分, 从图论层面论证了测试覆盖完整性, 确保每个节点功能及流转逻辑的验证, 在提升测试效率的同时保障路径的完整覆盖。

### 2.1 workflow 的有向图建模

随着 workflow 技术在企业中的广泛应用, workflow 建模成为业务流程自动化的关键。企业通常采用 BPMN 业务流程图对 workflow 进行描述, 这是一种基

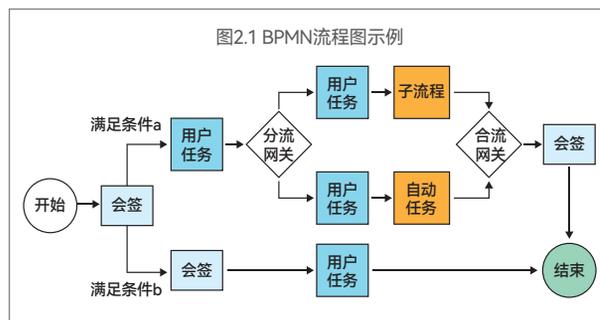
表 2.1 BPMN 元素符号

主要元素	描述	
事件	流程中的事件, 主要包括开始事件、结束事件, 开始事件为 workflow 的入口, 结束事件为 workflow 的出口。	
活动	表示业务过程中的具体任务或操作, 包括用户任务、子流程、会签以及自动任务等。	
网关	用于控制并行流程路径的分支和汇聚, 无条件限制, 常见的网关类型包括合流网关、分流网关。	
流程线	表示业务流程的流转方向, 可能有流转条件限制。	

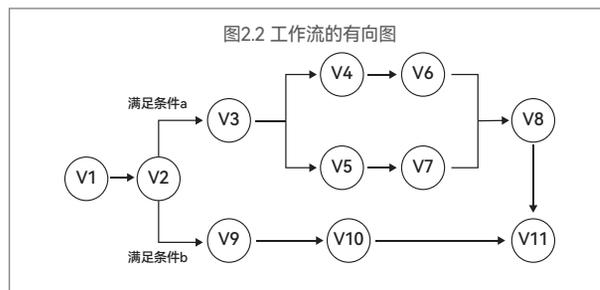
于统一符号和标记的图形化标准, 用于表示各类流程元素, 具体分类如表 2.1 所示。

以上元素共同描述了业务流程中的各个步骤、决策和流程之间的关系, 示例如图 2.1。

BPMN 流程图和有向图具有相似性, 二者都能够通过点和边的结构表达流程的逻辑关系<sup>[4][5]</sup>。具体而言, BPMN 流程图中的每个事件和活动都类似于有向图中的顶点, 而这些顶点之间不同方式的流转路径 (包含网关方式和普通流转方式) 则类似于有向图中的有向边, 这样的结构确保了流程的有序性和执行的依赖性。



我们将上述 BPMN 流程图抽象成一个有向图, 如下图 2.2 所示。有向图中通过顶点和边的简单结构清晰地表达了活动之间的逻辑关系。

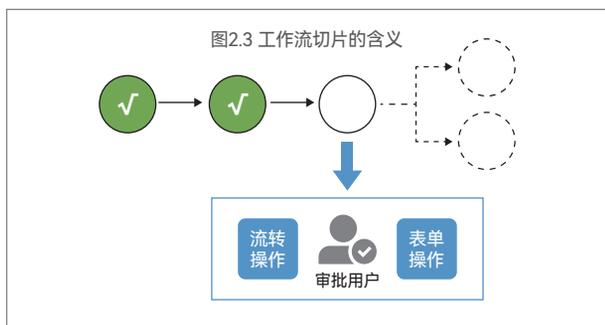


### 2.2 workflow 切片的定义

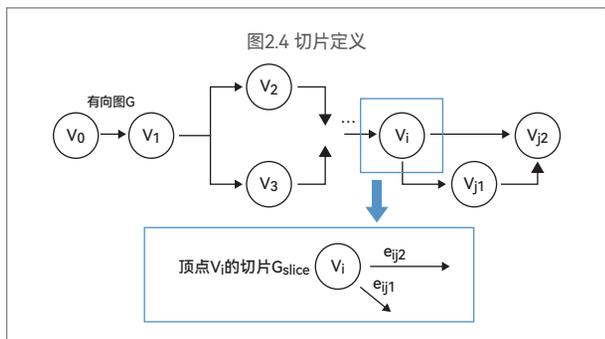
对于 workflow, 我们创造性地将其按活动元素划分, 并针对每个活动元素建立切片。对于某一活动元素, 完整的测试覆盖主要分为两类: 一是测试活动元素的功能点, 即表单操作; 二是测试活动元素

在不同逻辑下的流转路径，即流转操作。按活动元素的切片测试如图2.3所示。工作流的切片不仅包含活动元素本身，还包括其后不同的逻辑流转路径。

因此，工作流的切片不仅包含活动元素本身，还应包括其后不同的逻辑流转路径。



根据2.1节，工作流可映射为有向图，工作流切片则可抽象为该有向图中某一顶点及其出边构成的子图。具体定义如下：



如图2.4，给定一个工作流有向图 $G=(V,E)$ ，其中， $V$ 表示顶点的集合，每个顶点代表一个活动， $E$ 表示边的集合，每条边 $e=(v_i,v_j)$ 表示从活动 $v_i$ 到活动 $v_j$ 的执行顺序。假设当前待测试顶点为 $v_i \in V$ ，则该顶点的工作流切片为一个子图 $G_{slice}=(v_i,E_{out})$ ，其中：

- $v_i$ 是当前切片中唯一的顶点，
- $E_{out}$ 是从顶点 $v_i$ 出发的所有出边组成的边的集合，即 $E_{out} = \{(v_i,v_j) \in E \mid v_j \in V\}$ ，其中 $v_j$ 为当前顶点的后继顶点。

通过上述工作流切片的定义，在对工作流切片测试时，测试人员只需要关注当前顶点 $v_i$ 以及从 $v_i$ 出发的路径，集中在某一个活动元素上验证其表单操作和流转操作。

### 2.3 工作流切片测试的完整性

基于前面的论述，工作流的有向图建模和切片建模已明确，因此可借鉴有向图覆盖理论确保切片测试覆盖完整。实现完整覆盖主要依赖深度优先搜索（Depth-First Search, DFS）和广度优先搜索（Breadth-First Search, BFS）等图遍历算法，下文简要介绍这两种算法并论证本方法的完整性。

#### （1）深度优先搜索算法

DFS是一种从起始顶点出发，沿图边尽可能深入访问未访问顶点，当无法继续深入时回溯至上一顶点，继续访问其他未访问顶点的遍历方法。该过程递归重复，直至遍历完图中所有顶点和边。

#### （2）广度优先搜索算法

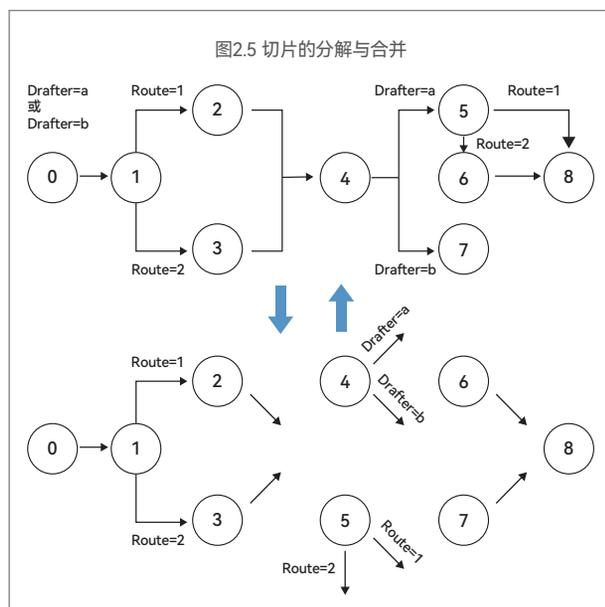
BFS是一种从起始顶点出发，依次访问其邻接顶点，再逐层扩展至邻接顶点的邻接顶点，直至遍历完所有顶点和边的算法。

（3）结合广度优先搜索算法的工作流切片测试方法完整性论证

本文提出的工作流切片测试方法，受到了BFS的启发，对于工作流图 $G=(V,E)$ ，逐层将其分解为切片。假设其有 $n$ 个顶点 $v_0,v_1,\dots,v_n$ ，那么我们对所有顶点的工作流切片测试可以抽象为 $n$ 个切片 $G_{slice}(v_1,E_{out}),G_{slice}(v_2,E_{out}),\dots,G_{slice}(v_n,E_{out})$ 。如果我们能够对一个工作流的所有切片覆盖测试，那么我们就能够确保对工作流图中的所有顶点及其直接流转路径进行验证，从而达到对工作流整体逻辑的全面覆盖<sup>[5]</sup>。

在测试的过程中，随着我们不断完成切片的测试，实际上我们是在不断地合并切片。在测试顶点 $v_0$ 的切片时， $v_0$ 本身所有与 $v_0$ 直接相连的出边会被验

证。在测试完所有顶点的切片后，我们已经对图G中的每一个顶点以及每一条边都进行了测试，也就完成了整个工作流的测试，即 $G_{slice}(v_0, E_{out}) \cup G_{slice}(v_1, E_{out}) \cup \dots \cup G_{slice}(v_n, E_{out}) = G$ ，如图2.5。因此，工作流切片测试方法是能够保障工作流测试的完整性的。



基于BFS的思想，工作流切片测试可将盲目测试转化为对工作流图的完整遍历，显著降低漏测率。本文未采用DFS，因其需不断深入和回溯，与传统测试方式类似，易漏测。而BFS逐层展开，无需回溯，更易于覆盖完全。

### 三、工作流切片测试方法的实现

企业级系统通常包含多个工作流，每个工作流可通过广度优先搜索按层次顺序获取切片。如图3.1所示，审批用户可能同时处于多个切片中，是多个切片的处理人。测试时，可整合同一用户的切片，减少频繁切换用户的需求，提高测试效率。

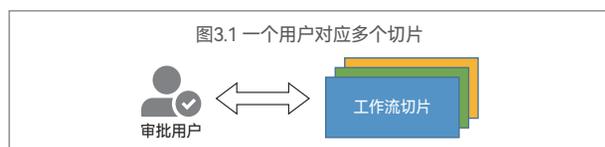
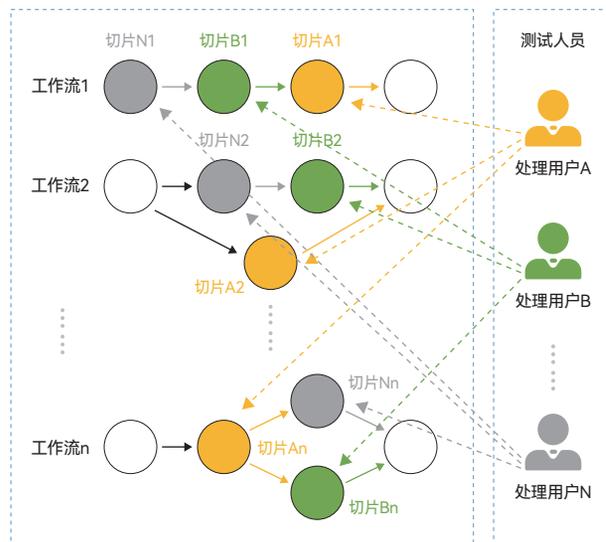


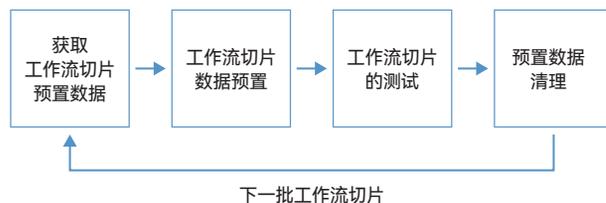
图3.2展示了工作流切片测试方法的核心思想。在确定待测节点的处理用户后，测试人员依次登录用户，批量完成一个用户的节点测试，再进行下一用户的测试。这与传统按路径测试相比，该方法节省了切换用户的时间和资源。

图3.2 工作流切片测试方法核心思想示意图



基于上述核心思想，在本章中给出了工作流切片测试方法的具体实施步骤如图3.3所示。

图3.3 工作流切片测试方法实施步骤

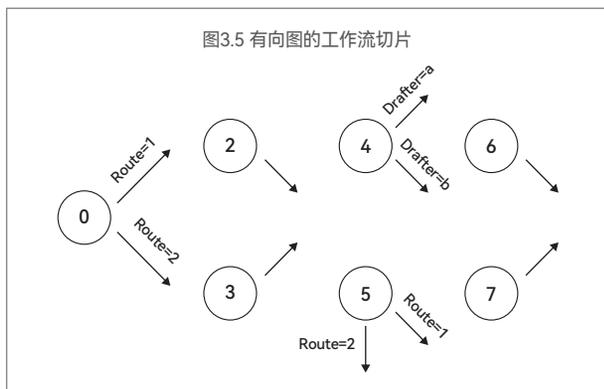
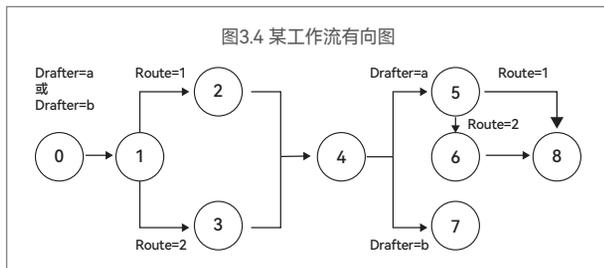


#### 3.1 获取工作流切片预置数据

为了实施工作流切片测试，需构造切片，关键在于数据预置，将工作流置于不同节点状态以生成切片。预置前，测试人员需从系统接口获取工作流数据，解析并整理数据以备后续使用。数据整理后，使用预置工具将数据放入测试环境作为切片基础。

### 3.2 workflow 切片数据预置

获取数据文件后，通过预置工具解析节点信息执行数据预置。对于图3.4所示的工作流有向图，其切片如图3.5所示，仅包含中间活动节点及其出边。开始节点无需预置即可直接测试，结束节点因无流转功能也无需预置。



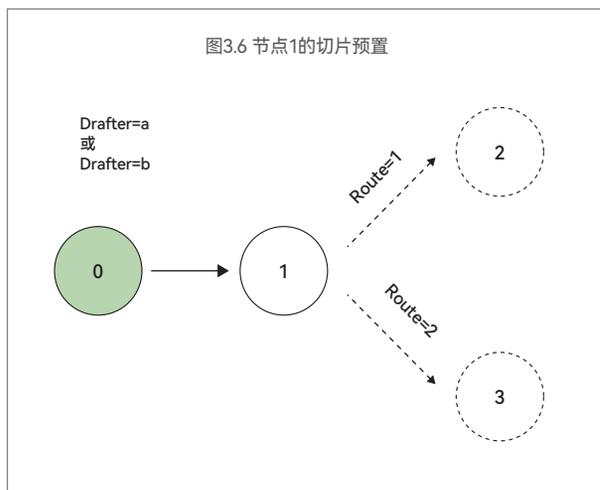
工作流切片预置需根据节点类型制定策略，具体分类如下：

- 条件选择节点：节点在自身进行条件判断，并根据不同条件流向不同的后续节点。
- 条件受控节点：节点本身不进行条件判断，而是在节点的前序节点中进行条件判断，根据前序节点中的不同条件流向不同的后续节点。
- 普通节点：节点后续流转路径固定，不受任何条件影响。

基于上述分类，本文以图3.5为例，分析工作流切片的预置策略。

#### (1) 条件选择节点的切片预置策略

对于条件选择类节点，因节点自身的条件选择决定后续的流转路径，只需预置一个切片即可。例如节点1（如图3.6），当在节点1中选择Route=1时，可验证从节点1流转到节点2；在撤回提交后，可重新在节点1中选择Route=2时，可验证从节点1流转到节点3。



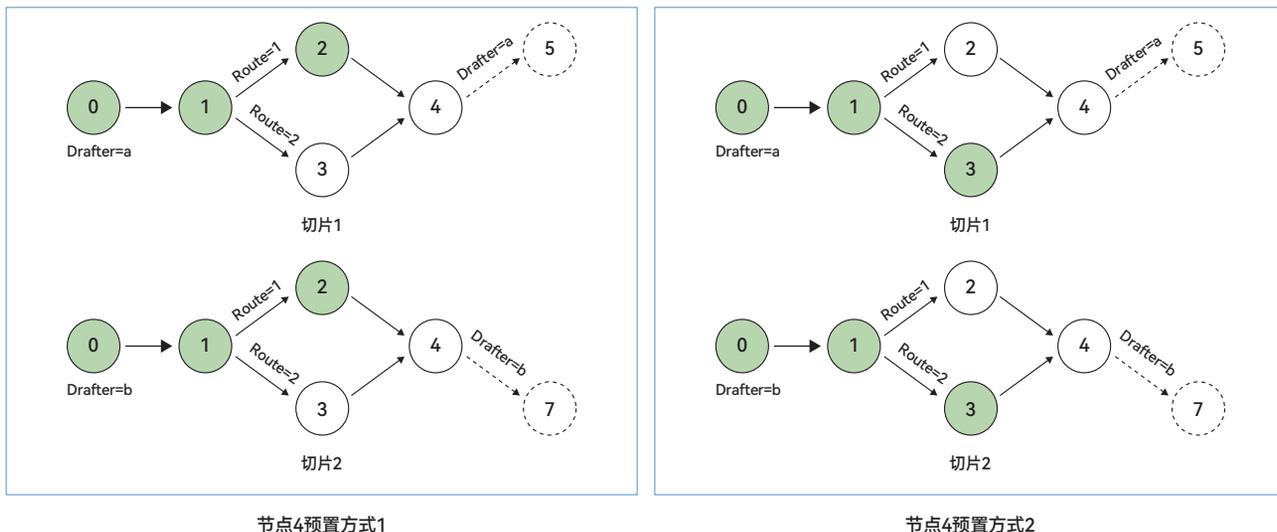
#### (2) 条件受控节点的切片预置策略

对于条件受控类节点，其后有多少流转路径，就需要预置多少个不同的切片。

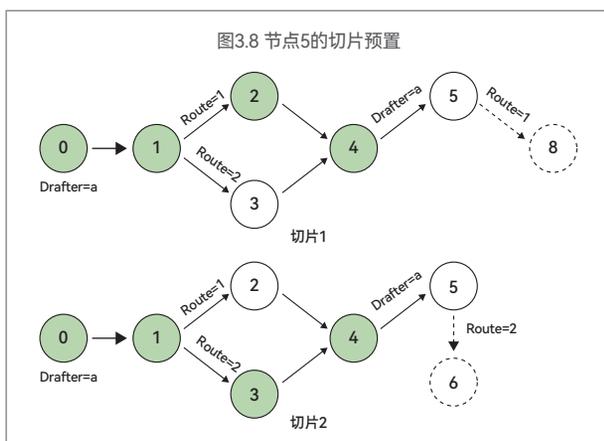
例如节点4，为了确保测试覆盖所有路径，对不同的a、b两类起草人（Drafter），需要预置两个不同的切片。其流转路径由起草人（Drafter）决定：当用户a启动工作流时，可验证节点4流转到节点5；当用户b启动工作流时，可验证从节点4流转至节点7。

此外，节点4的切片预置还需根据节点1的流转情况进行区分，存在两种预置方式（如图3.7）。分别为满足Route=1和Route=2两种情况，测试人员可以选择其中一种并指定不同的起草人进行预置。

图3.7 节点4的切片预置



同理，节点5的切片预置如图3.8所示。



对于其它没有条件限制的普通节点，如节点2、3、6、7，可找到任一切片进行预置即可，如图3.9所示。

### 3.3 工作流切片的测试

#### (1) 表单页面测试

表单页面测试主要验证界面功能、表单字段验证及用户交互，主要测试点见表3.1。

#### (2) 工作流流转测试

工作流流转测试侧重于验证工作流中节点间的流转逻辑，包括通用流转功能和流转条件。流转测试的要点如下表3.2所示。

图3.9 普通节点的切片预置

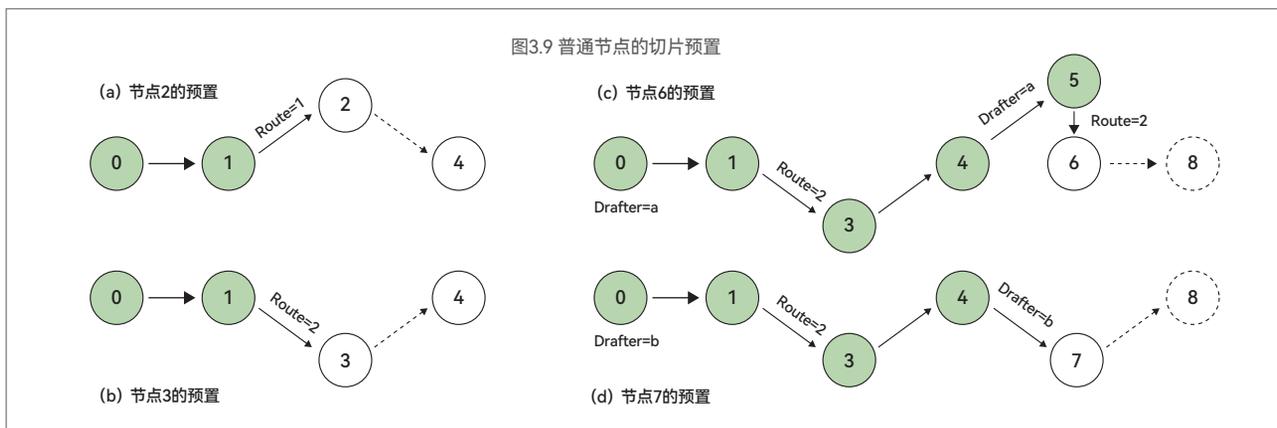


表3.1 工作流表单页面测试点

测试点	测试说明
表单字段限制	验证表单中各字段的必填性、格式、长度限制等。确保用户填写的数据符合预期格式，如手机号、邮箱、日期等字段的输入限制。
表单字段默认值	验证表单字段的默认值是否符合业务需求。例如，某些字段可能应当默认填充某些值，或者显示特定的选项。
数据提交验证	验证表单提交前的字段数据是否有效。例如，当字段未填写或填写不正确时，提交操作应当被阻止并显示错误提示信息。
表单字段交互	验证表单字段之间的交互性。例如，选择某个选项时，某些字段会根据选择显示或隐藏，或其他字段的内容会自动改变。确保这些交互功能按预期工作。
按钮状态验证	验证表单上的按钮功能是否正常。
表单校验提示信息	验证表单校验提示信息的准确性、清晰性和可见性。错误提示信息应明确指出问题所在，并且应当能够清晰引导用户进行修正。
文件上传功能	验证文件上传功能是否正常，确保支持的文件类型和大小符合要求，同时上传后的文件能够正确显示和存储。
表单UI布局	验证表单的布局是否符合设计要求，确保在不同屏幕尺寸下（如PC、平板、手机等）表单能够自适应显示，保持良好的用户体验。

表3.2 工作流流转测试点

测试点	测试说明
通用流转功能	验证常见流转功能（如同意、撤回、驳回等）是否按预期正常工作，确保不同用户操作在各种场景下能够正确触发流转。
流转条件正确性	验证条件节点是否根据设定的条件正确流转，确保每个条件路径（特别是多个后继节点）都能够根据条件正确执行。

### (3) 切片测试执行

工作流切片测试执行需明确用户与切片的映射关系。每个用户在系统中承担不同节点的操作，建立用户与切片的映射关系是测试覆盖的重要前提。完成用例编写后，根据节点的流转类用例数量设置切片预置数量。预置完成后，预置工具会按用户分组生成映射表，列出每个用户的切片信息（如表3.3），确保覆盖节点及其流转路径。

得到用户与切片的映射关系后，测试人员按用户顺序登录系统，找到对应的切片单据编号，根据测试用例验证切片的表单页面和流转功能是否符合预期。

#### 3.4 预置数据清理

在测试的过程中，预置数据的清理至关重要。每次测试完成后，测试人员通过预置工具对工具所预置的工作流切片数据进行清理（工具通过数据中的特殊标记进行识别并清理，不会清理掉系统中的历史数据），以避免系统中积累过多冗余数据，确保测试环

表3.3 用户与切片映射表示例

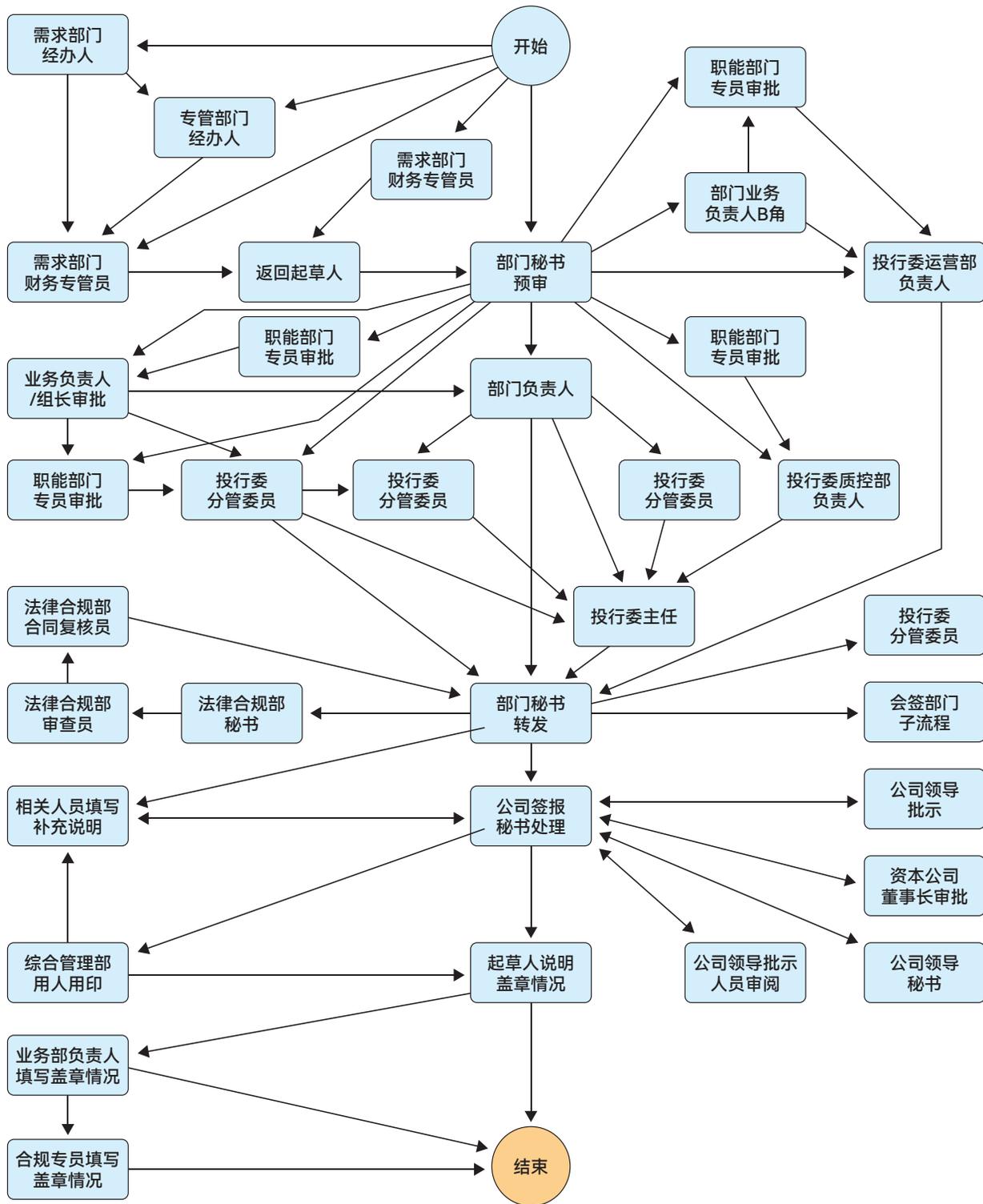
用户ID	切片单据编号	待测节点名称	工作流名称
用户1	单据编号A1、单据编号A2	节点Aa	工作流A
	单据编号A5	节点Ab	
	单据编号B1、单据编号B2、单据编号B5	节点Ba	工作流B
用户2	单据编号A3、单据编号A4	节点Ac	工作流A
	单据编号B3、单据编号B4	节点Bb	工作流B
	单据编号C1、单据编号C2	节点Ca	工作流C
	单据编号C3	节点Cb	
	单据编号C4、单据编号C5	节点Cc	
用户N	单据编号N	节点Nn	工作流N

境的清洁与数据一致性，不对后续测试造成干扰。

## 四、工作流切片测试方法实践

为了验证工作流切片测试方法在实际系统中的有效性，本文选取了某真实系统中的复杂工作流进行实践，包括用印审批单、合同审查表、签报和外部发文。其中的签报工作流图如图4.1所示。

图4.1 签报工作流图示例



## 1、 workflow数据自动预置工具输入

图4.2展示了预置工具所输入的工作流切片预置数据部分，主要为经过整理后的工作流接口的请求数据。工具会读取所有输入的预置数据，自动进行批量数据预置。

图4.2 工作流切片预置数据

```

{
  "createTime": 1732175358320,
  "creatorId": " ",
  "creatorName": " ",
  "creatorOrgName": " 证券",
  "creatorOrgCode": " ",
  "receiptNumber": null,
  "businessKey": "sign_approval_form",
  "wardVersion": null,
  "adduceVersion": null,
  "childVersionJson": "{\"FORM_DATA\":\"1\",\"FORM_PARTICIPANT\":\"1\"}",
  "webPageId": " ",
  "adduces": null,
  "id": " ",
  "workflowState": "7",
  "instanceId": null,
  "flowFormVersion": 20,
  "examineEndTime": null,
  "formParticipantActivity": null,
  "currentApprovalReviewert": null,
  "workflowApprovalOpinionList": [],
  "formParticipantList": [],
  "currentApprovalReviewertList": [],
  "participantId": null,
  "reviewLogVersion": null,
  "formDataVersion": null,
  "signTypeCode": "1",
  "signType": "签报",
}

```

## 2、 workflow数据自动预置工具输出

图4.3 用户与切片映射表

用户ID	切片单据编号	待测节点名称	工作流名称
C	2024-641, 2024-648, 2024-655, 2024-660	部门秘书预审	sign_approval
C	2024-642, 2024-649, 2024-651	业务负责人审批	sign_approval
C	2024-643, 2024-649, 2024-651	投行委员会主任	sign_approval
C	2024-644, 2024-650, 2024-659	部门秘书转发	sign_approval
C	2024-645, 2024-653, 2024-658, 2024-663	公司签报秘书处理	sign_approval
C	2024-647, 2024-654	综合管理部用印人用印	sign_approval
C	2024-662	起草人说明盖章情况	sign_approval

图4.4 系统单据列表示例

签报编号	起草人	起草单位	起草日期	事由描述
2024-648		证券	2024-11-22	预置: 流程结束
2024-647		证券	2024-11-22	预置: 起草人说明盖章情况
2024-646		证券	2024-11-22	预置: 公司签报秘书处理
2024-645		证券	2024-11-22	预置: 部门秘书转发
2024-644		证券	2024-11-22	预置: 投行委主任
2024-643		证券	2024-11-22	预置: 投行委分管委员
2024-642		证券	2024-11-22	预置: 部门负责人
2024-641		证券	2024-11-22	预置: 部门秘书预审

图4.3为预置工具完成工作流切片的批量预置后所生成的用户与切片映射表，该表根据节点审批用户进行分组，给出测试人员登录一个用户后的应该测试的单据编号。图4.4为系统中的流程单列表，其中已经生成了被预置好的工作流切片。

## 3、 测试执行

根据用户切片映射表逐个登录用户，并根据单据编号在系统中找到对应的工作流单据，结合待测节点名称在测试用例中找到相应的用例以执行测试。部分测试用例示例如下表4.1所示。

## 4、 预置数据清理

工作流预置工具会在切片预置的过程中记录已经预置的工作流的信息，生成记录文件。在测试人员完成对当前批次的工作流切片的测试后，可通过工具对所预置的数据进行清理。后续可继续进行下一批工作流的测试，直至完成测试目标。

## 5、 测试效果对比

本文在实际系统中对四条工作流进行实践，将工作流切片测试方法与传统测试方法的效率进行对比，得到的结果记录如表4.2所示。工作流切片测试方法相较于传统方法平均测试执行效率提升了53.18%。越复杂的工作流，应用工作流切片测试方法的效率提升越显著。

另外，我们统计了历史传统测试方法下的测试用例对应的工作流覆盖度（通过统计历史测试用例中所涉及到的工作流中的节点数量计算其覆盖率），将传统方法与工作流切片测试方法的测试覆盖率进行了对比，得到的结果记录如表4.3所示，工作流切片测试方法的覆盖率平均提升了40.8%，保障了测试的完整覆盖。

## 五、 总结与展望

本文提出了一种基于工作流切片的测试方法，旨在提高测试效率和覆盖率。通过将工作流建模为有向图并引入切片概念，测试人员可集中于当前节

表4.1 部分测试用例示例

用例名称	执行说明	用例详情		
		前置条件	用例步骤	预期结果
法律合规部审核员补充审核	执行节点：签报-综合管理部用印用印	流程走到综合管理部用印用印环节时选择“法律合规部审核员补充审核”	查看审批按钮	“同意并发表意见”变为“发表意见”
			点击发表意见	弹出“综合管理部用印”和“合同起草人补充说明”选项
			点击“合同起草人补充说明”后填写意见为“-azAZ09_”	到合同起草人环节可以看到意见
法律合规部审查员审核环节选择复审员	执行节点：签报-法律合规部审查员审核	审批单据到“法律合规部审查员审核”环节	查看复审员选择项	复审员仅显示投行对应的复审员
部门负责人审核意见回写	执行节点：签报-部门负责人	部门负责人审批通过单据	打开单据，查看审核员意见	审核意见回写到“部门负责人”
生成合同编号	执行节点：签报-法律合规部审查员审核	综合管理部用印人审批通过单据	勾选一个合同点击“生成合同编号”	生成成功
			勾选多个合同点击“生成合同编号”	生成成功
多人审核意见回写	执行节点：合同审查表-综合管理部用印人	法律合规部审核员审批通过单据	打开单据，查看审核员意见	审核意见回写到“审核员意见”，多条意见均在一个文本域内换行展示
起草人说明盖章情况去掉驳回、作废操作按钮	执行节点：签报-起草人说明盖章情况	单据审批至起草人说明盖章情况	打开单据，查看单据操作按钮	只有保留提交按钮（同意、同意并发表意见、保存、新增读者、打印）

表4.2 测试效率对比

业务流程	节点数	传统测试方法耗时(分钟)	工作流切片测试方法耗时(分钟)	测试效率提升百分比
用印审批单	26	100	47	53.00%
合同审查表	21	78	35	47.78%
签报	35	156	60	61.53%
外部发文	9	45	26	42.22%

表4.3 测试覆盖率对比

业务流程	节点数	传统测试方法覆盖率	工作流切片测试方法覆盖率	测试覆盖率提升百分比
用印审批单	26	65%	100%	53.84%
合同审查表	21	76%	100%	31.58%
签报	35	60%	100%	66.67%
外部发文	9	90%	100%	11.11%

点及其出边，简化测试过程。结合广度优先搜索（BFS）算法，该方法确保了工作流的完整覆盖，且相比深度优先搜索（DFS），BFS更高效，避免了冗余路径的回溯。实际应用中，该方法在企业系统中验证了其有效性和提升测试效率的能力。

尽管工作流切片测试方法已取得初步成果，但仍需进一步优化。首先，该方法在面对具有高度动态性和不确定性的复杂工作流时，切片的准确性和完整性可能受到一定影响。其次，当前方法在处理包含大量循环和分支节点的工作流时，可能会出现切片路径过多的问题，从而增加测试的复杂度。

针对这些局限性，未来的研究将着重于以下几个方向。一方面，进一步优化切片测试方法，使其能够更好地适应各种类型的工作流，包括那些具有高度动态性和复杂结构的工作流。例如，可以探索更智能的切片算法，以提高切片的准确性和效率。另一方面，开发更强大的工作流数据自动预置工具，以支持更多类型的工作流，提高通用性。此外，还可以研究如何将该方法与其他测试技术相结合，形成更全面的测试策略，从而更好地应对复杂工作流的测试挑战。

责任编辑：张雨

#### 参考文献

- 【1】石森. 基于工作流软件测试方法的研究[J]. 科技创新导报, 2014, 11(10): 7-10. 【2】张亮, 姚淑珍. 基于 Petri 网的工作流模式研究[J]. 计算机集成制造系统, 2006, 12(01): 0.
- 【3】李佳. 面向云工作流的切片与调度方法[D]. 大连理工大学, 2015. 【4】丁大伟, 李长云, 刘小飞. 一种基于有向图的工作流测试方法[J]. 微计算机信息, 2010, 26(12): 212-214.
- 【5】王振华. 复杂工作流软件自动化测试方法的研究[D]. 复旦大学, 2009.

# 领域驱动设计在股票交易系统中的应用探索

陈洪炎、关海盛、王蕊蕊、徐子祺 / 上交所技术有限责任公司

随着中国资本市场的快速发展和创新,市场上涌现出了众多新型金融产品,如交易所交易基金(ETFs)、债券、金融期货和期权等衍生品。这些产品不仅业务规则复杂,而且经常发生变化。在这样的背景下,设计一个内聚性强、耦合度低的证券交易系统显得尤为重要,这有助于提高系统的可扩展性和可维护性,同时降低开发成本。领域驱动设计(DDD)以其独特的优势,能够有效应对这些挑战,提升软件系统的整体质量。DDD通过一系列核心概念,如领域、限界上下文、统一语言等,为构建复杂业务系统的软件设计提供了有效的工具。本文首先介绍了DDD的核心技术理念,并探讨了这些理念如何应用于股票交易系统的设计中。文章详细阐述了DDD在股票交易系统设计中的应用过程,包括股票交易系统关键特性、架构设计思路、业务场景的分析、DDD实施的关键概念的实践应用。通过DDD的应用,可以构建出既灵活又易于维护和扩展的股票交易系统,从而更好地适应资本市场的快速变化和复杂需求。

## 1. 软件设计面临的复杂性

在软件开发实践中,系统架构的复杂性往往不必要地超越了业务需求的复杂度,这一现象普遍归咎于开发者在未充分掌握业务需求的前提下,构建了与业务需求不匹配的系统架构。从业务领域知识的抽象化,到产品需求的转化,再到概要设计与详细设计的迭代过程中,系统复杂性呈指数级增长,主要由于业务与技术的复杂性未能得到有效解耦和控制。

在传统软件开发项目中,领域专家与开发团队之间的沟通依赖于需求文档,但双方术语的不一致性导致了业务理解的失真。即便这些理解被文档化,仍需额外的翻译工作以确保双方理解的一致性。在需求文档向架构设计的转换过程中,架构师倾向于将业务架构与技术架构分离,以维护技术的纯粹性,导致技术架构与业务架构之间的联系极为松散。实际编码阶段,需求文档和设计架构常被忽视,程序员往往基于个人理解重新设计并学习业务知识,进而完成编码任务。

因此,亟需一种设计方法论,以实现系统复杂度的最小化,确保系统复杂度与业务复杂度的一致性,避免不必要的复杂性增加。随着互联网技术的发展和电子商务的普及,股票交易系统等复杂性日益增长,传统软件开发方法已难以适应。领域驱动设计(Domain-Driven Design, DDD)是以业务为核心,通过领域模型指导系统设计和实现,旨在提升系统的灵活性与可维护性。

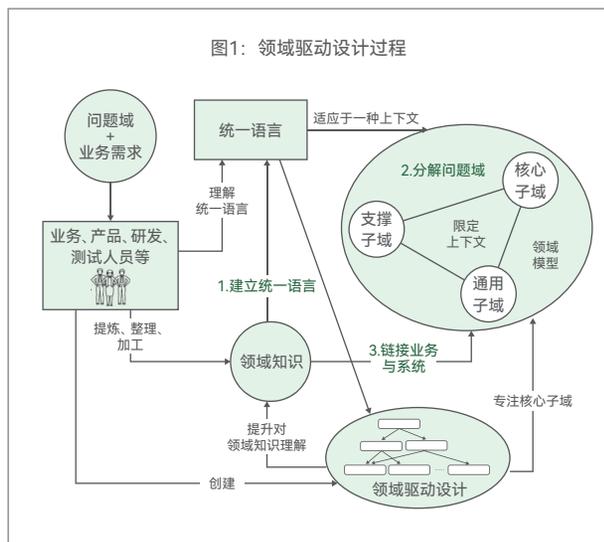
## 2. 领域驱动设计

领域驱动设计是一种设计思想,倡导通过建立领域模型来驱动软件设计,从业务知识出发设计业务人员和技术人员都能理解的模型。统一语言是领域驱动设计的关键概念之一,域建模的核心难点就在于业务人员和技术人员使用了不同的概念来描述他们对软件的理解,跨越业务领域作为问题空间和软件解决方案空间的桥梁。如果能使用同样的语言交流,那么复杂软件的设计就变得更加容易。

领域驱动设计也是一种软件设计方法论，其核心在于将业务领域问题域与软件实现分离，以领域模型为驱动力，指导软件的设计和开发。该方法论可细分为三个关键组成部分：领域、驱动和设计。DDD专注于创建一个丰富的领域模型，以解决业务问题的复杂性。DDD强调领域模型应该随着业务需求的演变而持续集成和演化。DDD是一个跨学科的协作过程，涉及业务专家、产品经理、研发工程师及测试人员。此过程要求各方基于对问题域和业务需求的深入理解，通过彻底的讨论达成共识，并在此过程中提炼出领域知识，进而发展出一套统一的语言体系。

软件设计归根结底是要解决问题拆解，在领域知识的基础上问题域被细分为核心子域、支撑子域和通用子域。核心子域是业务价值的主要源泉，支撑子域为业务提供辅助功能，而通用子域则包含普遍适用的业务功能。

采用模型驱动设计的方法，构建领域模型以连接业务概念和系统实现。领域模型作为业务和系统之间的桥梁，确保系统的设计与业务需求保持一致。在模型驱动设计的过程中，团队对领域的理解会不断演进，产生新的认知。



这些新的认知将反馈到统一语言中，进一步丰富和完善领域模型。因此，领域知识的发展是一个动态的、迭代的、螺旋式上升的过程，它随着项目进展和团队对业务理解的深化而不断进化（图1）。

### 3. 股票交易系统的特性

股票交易系统在高并发场景下面临一系列技术和业务上的挑战。这些挑战对股票交易系统的可用性、性能和交易安全性构成了直接影响。

#### 3.1 系统性能挑战

**交易请求处理压力:** 根据国信证券的研究，随着证券业务的日益复杂化和交易品种的增加，集中交易系统上集成的业务逻辑越来越多，导致系统变得臃肿，难以适应业务的快速发展。例如，新一代交易系统能够容纳的投资者账户数超过3亿个，证券数量从原有系统的5千只扩大至5万只，容量扩大了10倍。在高并发场景下，股票交易系统需要处理数百万计的交易请求，尤其在市场波动或交易高峰时段，交易量激增，对系统性能造成巨大压力。

**低延迟需求:** 招商证券利用FPGA技术实现沪深行情加速，推出了硬件行情系统，实现了纳秒级处理时延，得到了客户的高度认可。这展示了即使是毫秒或微秒级的延迟也可能对交易结果产生显著影响，系统必须在处理大量并发请求时，保持低延迟响应。

#### 3.2 数据一致性

**数据一致性保障:** 在高并发环境下，确保交易数据如用户订单、交易状态和成交信息的一致性至关重要，尤其是在多笔交易同时操作同一股票订单时，数据不一致问题尤为突出。量化交易系统在处理回测中的数据一致性问题是一个关键挑战，包括数据来源的选择、CAP理论的应用、历史数据的准确性和一致性、回测与实盘的一致性问题以及数据清洗等。这些挑战需要通过综合的技术手段和策略来解决，以确保量化交易系统的稳定性和可靠性。

### 3.3 订单管理和撮合效率

**订单撮合效率:** 股票交易所的核心功能之一是撮合买卖订单。面对大量同时涌入的交易请求,撮合引擎必须迅速处理订单,按照时间优先、价格优先规则快速撮合,这对算法效率和系统并发处理能力提出了高要求。例如,在2012年8月1日,KCG美国证券交易公司由于交易系统中的一个软件缺陷,导致了一个被称为“Knightmare”的交易事故。该公司的交易系统在开盘后不久错误地发送了大量的交易指令,这些指令没有遵循正确的撮合规则,导致了大量的非预期交易。这个错误在大约45分钟内造成了近4.4亿美元的损失,严重影响了公司的财务状况和声誉。

### 3.4 系统可靠性和高可用性

**防止宕机和服务中断:** 在高并发环境下,交易系统的稳定性至关重要。任何宕机或服务中断都可能导致交易暂停,甚至引发市场混乱。新一代交易系统将平均委托处理时延降低至约1.1毫秒,仅为原有系统的百分之一,而五年总体成本仅为原有系统的1/3。这强调了在高并发环境下,交易系统的稳定性至关重要,任何宕机或服务中断都可能导致交易暂停,甚至引发市场混乱。

### 3.5 网络与安全问题

**网络带宽和流量管理:** 在高并发环境下,网络带宽可能成为瓶颈。股票交易所系统需处理海量实时数据,包括订单、行情、市场消息等。2023年,东方财富证券、东兴证券、中信证券等券商出现了登录异常、交易系统故障等网络安全舆情事件,涉及原因包括信息系统升级论证测试不充分、普通交易系统延时增大等技术性问题。

**身份验证与授权:** 在高并发环境下,系统需快速处理大量用户身份验证和授权请求,同时确保安全性,防止恶意用户或攻击者利用系统漏洞进行非法交易。

### 3.6 弹性扩展能力

**自动扩展与负载均衡:** 在高并发环境下,系统必须能根据流量变化自动扩展,动态增加服务器实例,确保系统具备足够的处理能力。国投证券为了应对高并发环境下的网络挑战,自研并部署了一套网络自动化平台,该平台通过自动化配置、部署和管理防火墙和路由交换设备,提高了资源利用率并降低了人力成本,实现了快速部署和灵活响应需求的能力。

### 3.7 合规与监管要求

**合规与监管:** 股票交易所面临严格的合规和审计要求。在高并发环境下,确保每笔交易记录的完整性、准确性和可追溯性至关重要,尤其在系统故障或异常时,系统仍需具备数据恢复和审计追踪能力。监管部门对证券投资基金经营机构提出了五方面监管要求,包括提升系统运维保障能力、强化内部控制和合规管理、定期开展系统健壮性评估、完善技术安全保障措施以及加强容量管理与灾备能力建设。

## 4. 股票交易系统的设计思路

股票交易系统主要负责接收投资者的交易指令,并执行这些指令或将它们路由至相应的交易所进行撮合和清算。基于第三章中分析的股票交易系统的关键特性和要求。一般地,股票交易系统通常涉及三种数据流(参见图2),每种数据流对时延的要求各不相同。这三种数据流包括交易数据流、报告数据流和市场数据流。为了确保交易的实时性,交易数据流处于关键路径上,该路径上不包含数据库以减少潜在的时延。其中交易数据在关键路径上,为保证交易的实时性,因此关键路径上没有数据库,以减少时延。

#### 交易数据流:

**步骤1:** 普通投资者通过券商的网页客户端或移动客户端进行下订单操作,通过交易平台输入买卖订单,包括股票代码、买卖方向、价格、数量等信息。

步骤2: 券商将订单发送到股票交易所。

步骤3: 交易数据经过客户网关执行身份验证、速率限制、规范化等操作, 并将订单发送给订单管理模块。

步骤4: 订单管理模块将订单发送到风险管理模块, 根据风险管理模块设定的规则进行风险检测, 风险管理模块一般用于监控和控制交易风险。

步骤5: 将风险检测结果返回给订单管理模块。

步骤6: 订单管理模块验证资金是否充足。

步骤7: 订单被放到订单定序器中进行排序。

步骤8-9: 订单进入撮合引擎, 如果结果匹配则会进行撮合, 并返回成交回报数据。撮合引擎交易系统核心部分, 它维护着买卖盘的列表, 并根据价格优先、时间优先的原则对订单进行撮合。撮合引擎会不断匹配买卖双方的价格和数量, 一旦匹配成功, 交易即告成交。

步骤10: 成交回报数据进入定序器中进行排序, 保证匹配的确定性。

步骤11-14: 成交回报数据返回给客户端, 成交后清算系统会介入, 负责处理交易后的结算和交割工作, 包括资金的划转和证券的转移。

市场数据流:

步骤M1: 将市场数据发送到市场数据整合模块进行整合。

步骤M2: 绘制K线图, 订单簿, 并进行数据整合。

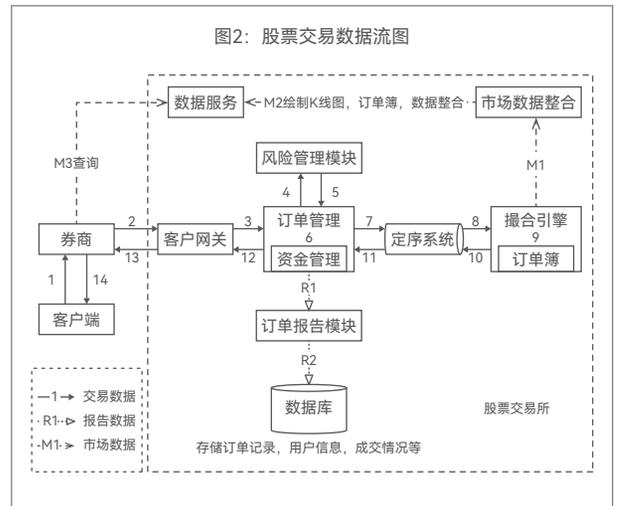
步骤M3: 券商发接口查询数据服务, 获取股票市场数据。

报告数据流:

步骤R1: 订单报告模块手机所有必要报告字段并进行数据结构化整理(如: 客户信息, 订单价格, 订单数量, 订单类型, 成交数据量等), 交易完成后, 系

统会向投资者提供交易确认和报告, 包括成交价格、数量、时间等信息。

步骤R2: 将整理够的结构化报告数据存入数据库, 所有的交易记录和订单状态都会存储在数据库中, 以便于监管和审计。



## 5.DDD应用于股票交易系统设计

将DDD应用于股票交易系统设计一般是通过与领域专家合作, 深入领域知识研究, 将业务需求转化为领域模型。根据领域模型进行软件设计和开发, 实现业务逻辑和功能。在整个过程中, 需要保持与业务专家的紧密合作, 不断迭代和验证领域模型的准确性和有效性, DDD中有两种设计方式, 即战略设计和战术设计。战略设计指的是从业务视角里面, 去划定领域边界和限界上下文, 战术设计是从技术的视角, 去做实体、值对象、领域服务、领域事件等的设计。

DDD流程一般分为几个步骤(图3):

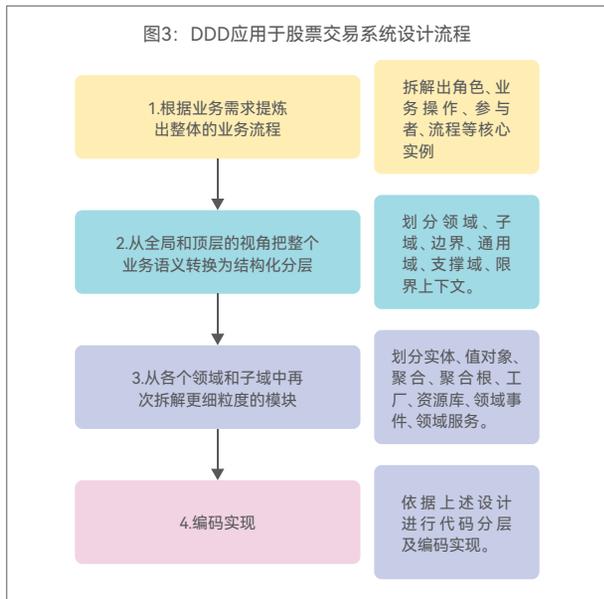
1.根据业务需求提炼出整体的业务流程, 同时拆解出里面的关键事件, 角色, 参与者等核心实例。

2.从全局和顶层的视角把整个业务语义转换为结构化分层。通过领域和子域的划分, 同时结合通用域、支撑域、限界上下文等设计分解业务问题的复杂

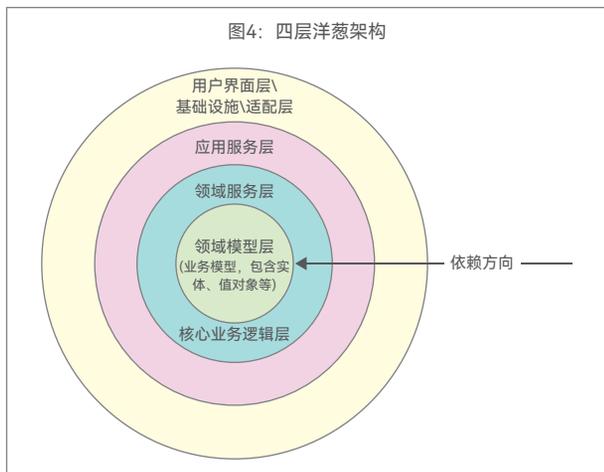
度,达到分而治之的目的。

3. 从各个领域和子域中再次拆解更细粒度的模块,去指导最终的编码实现,这些更细粒度的模块包括实体、聚合、聚合根等。

4. 根据前面三步骤进行编码。DDD提倡“设计即实现”,通过前面步骤的合理分层可以得到代码的分层结构。



股票交易系统的DDD设计思路主要使用的是基于洋葱架构(图4),并同时应用了CQRS、事件驱动架



构设计。洋葱架构是由多个同心层构成,它们相互连接并朝向代表领域的核心,关注实际的领域模型。越是中间层抽象级别越高,越外层更多的是具体细节。

股票交易系统的DDD分层设计具体实现可分成展示层、网络层、用户接口层、应用层、领域层和基础层(图5)。

展示层:负责接收请求,并将请求路由给应用层执行,并返回视图模型。

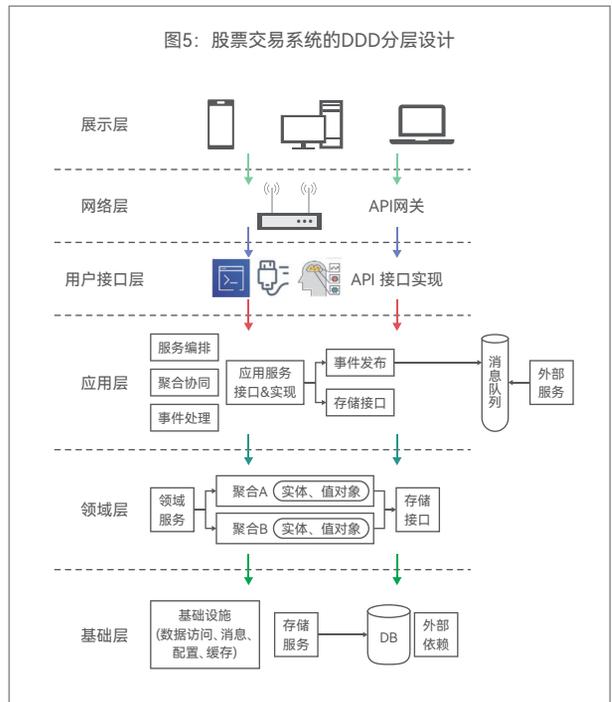
网络层:负责网络传输与安全防护等。

用户接口层:实现接口及数据传输。

应用层:负责与用户交互,包括图形界面、校验、组装上下文、调用领域层做业务处理,当需要时发送消息通知。

领域层:封装了核心的业务逻辑,通过领域服务和领域模型对外提供服务。

基础层:主要包括数据访问、配置、缓存、存储及外部依赖。



DDD (领域驱动设计) 的优势在于其将业务领域与应用逻辑进行了明确的分离。在领域层, 它包含了实体、值对象和聚合根, 这些组件负责封装核心业务逻辑, 通常是那些较为稳定且变化不大的部分。从面向对象的视角来看, 每个领域实体都封装了其数据和关键业务操作, 这样做有助于明确界定业务功能的范围。而应用层则主要负责处理业务流程、协调不同接口间的数据交换、组装和格式化输出结果、管理事务、以及执行安全认证和权限验证等任务。

DDD通过架构分层和领域建模, 使得系统架构更加规范和清晰。这种分层方法有助于团队成员深入理解系统的各个组成部分及其功能, 提升开发效率, 增强系统的可维护性, 同时减少层与层之间的依赖和耦合, 提升系统的灵活性, 便于后续对交易系统的升级和迭代。DDD还促进了标准化, 增加了各层的可复用性, 减少了代码的冗余。

对比传统架构设计方法和基于DDD (领域驱动设计) 的架构设计方法在股票交易系统设计上各有各的优缺点(表1)。

以上表格总结了传统架构设计方法和基于DDD

的架构设计方法在股票交易系统设计上的优缺点。DDD方法在处理复杂业务逻辑、系统扩展性和维护性方面具有明显优势, 但同时也带来了更高的学习成本和可能的性能优化挑战。传统架构设计方法在简单系统中的应用可能更为直接和高效, 但在面对复杂业务时可能不够灵活。

DDD在股票交易系统中应用旨在将业务逻辑和技术实现分离, 注重领域模型的设计和演化, 通过定义领域模型确定业务和应用的边界, 保证业务模型与代码模型的一致性, 帮助设计出清晰的股票交易业务领域和技术实现的边界。股票交易系统业务逻辑复杂度较高, DDD模式可以使技术人员更好地理解股票交易系统的核心业务。DDD的面向对象设计原则也有助于实现模块的高内聚和低耦合, 解决业务逻辑分散的问题, 加快对业务变化的响应速度。

总体而言, DDD在股票交易系统中的应用展现了多方面的优势, 包括清晰的架构、聚焦业务、降低依赖、标准化和复用、业务抽象、业务语义的明确表达、高内聚和低耦合、领域知识的共享、提高系统的可维护性和代码的可读性, 以及中台化等。

表1: 传统的架构设计方法与基于DDD的架构设计方法比较

特性	传统架构设计方法	基于DDD的架构设计方法
架构分层	通常采用三层架构(表现层、业务逻辑层、数据访问层), 层次间职责不够明确。	采用六层架构(展示层、网络层、用户接口层、应用层、领域层、基础层), 层次间职责清晰, 更易于维护和扩展。
业务逻辑处理	业务逻辑可能分散在多个层中, 导致逻辑难以追踪和维护。	业务逻辑集中在领域层, 有利于业务逻辑的集中管理和优化。
系统复杂性	对于简单的系统, 可能过于简单, 没有充分利用架构的灵活性。	适合复杂系统, 通过提前确定好各个层的职责及边界, 能让系统架构更加规范和清晰。
代码维护和扩展	随着业务逻辑的增加, 服务代码可能会变得臃肿, 难以维护和扩展。	通过限界上下文和聚合根等概念, 使得系统更易于扩展和维护。
学习成本	相对较低, 开发者容易理解和上手。	相对较高, 需要理解DDD的概念和实践, 如实体、值对象、聚合等。
对复杂业务的适应性	对于复杂业务逻辑和场景, 可能难以应对, 导致系统难以维护。	通过领域模型来适应复杂业务, 使得系统更加灵活和可适应。
性能优化	可能需要更多的优化工作来提升系统性能, 尤其是在高并发场景下。	通过领域模型和事件驱动等技术, 可以更好地优化性能, 尤其是在高并发场景下。
数据一致性	数据一致性可能难以保证, 尤其是在高并发和分布式环境下。	通过领域事件和聚合根等技术, 可以更好地保证数据一致性。
系统恢复能力	遭遇系统故障时, 可能需要复杂的数据恢复流程。	通过事件溯源等技术, 可以更可靠地恢复系统状态。

DDD除了上述优点之外，同样适用于那些业务专业性高、复杂性大的软件设计环境。它特别适合于大规模软件项目中的团队协作，尤其是涉及多个团队，甚至是跨国团队合作的情况。在这些场景下，DDD能够帮助团队成员建立统一的业务理解，降低沟通成本，提升协作效率。DDD天生具备界定服务边界的能力，每个限界上下文都可以对应一个微服务，这有助于实现服务的独立性和松散耦合。对于需要进行重构的系统，DDD能够协助团队识别关键业务领域，并逐步对旧代码和架构进行替换或优化，从而增强系统的可维护性和可扩展性。对于需要根据客户特定需求定制的系统，DDD使团队能够深入理解业务领域，进而提供更加个性化的解决方案。然而，DDD并非适合所有情况，在一些业务逻辑简单、项目不复杂的场景中，采用DDD可能会导致设计过

于复杂，增加不必要的开发成本。因此，在实际应用DDD时，需要根据具体情况，分析业务场景和项目特点，灵活调整应用策略。

## 6. 结论

领域驱动设计（DDD）在股票交易系统中的应用显著提升了传统架构的性能，提高了系统的可维护性和可扩展性。通过策略性地分离业务和技术的复杂性、构建领域模型以及采用微服务架构，DDD有效地解决了传统软件开发方法在面对复杂业务系统时所遭遇的挑战。展望未来，随着业务需求的不断增长和演变，DDD预计将持续在股票交易系统以及其他复杂业务系统的演进中发挥核心作用。🔗

责任编辑：张叙睿



DOMAIN-DRIVEN  
DESIGN

# 数字化业务运营应用成熟度建设探索及实践

王浩然 / 郑州易盛信息技术有限公司

近三年的建设，数字化业务运营穿越了从概念到实践，从实践到最佳解决方案的丛林。然而，随着数字化运营建设广度、深度的增加，曾经的“痒点”问题逐渐演化成了“痛点”，在应用过程中的一些组织、资源等问题变得尤为突出。基于此，以问题为导向，找最好的葫芦，画最好的瓢，借鉴CMMI、数字化转型等成熟度评估思想，进行数字化业务运营应用成熟度建设的探索与实践。

## 一、数字化业务运营管控现状

如今，数字化业务运营平台已承接包含结算业务在内的交易闭环后全部业务任务（近400个），涉及到所有的场内业务服务。各方干系人已从“各自为战”的局部视角，转向“俯瞰全局”的整体掌控，基本形成了全业务生命周期的“运营虹吸效应”。

首先，在用户侧。需求模式已从段到段模式，转变为以用户为中心，围绕业务运营从价值流视角、能力视角来开展业务端到端闭环思维模式。

其次，在研发侧。形成了以业务运营为主线的跨团队复杂项目集研发模式，改变了以往纵向割据到横向一体化转变。将相关项目团队合在一起形成流程型群体，既保持了团队职能分工的专业性，也通过流同之殇。

再者，在测试侧。各业务测试团队已把运营平台作为基础服务，熟练应用运营平台作为必修课，必练基本功。

最后，在运维侧。实现了运维制度线上化，建立了全局统一指挥调度模式。从局部、碎片化的制度，变为全局、统一的流程计划；从主观、模糊、多义的制度描述，变为客观、精准的流程可视化展示；从单一、静

态、手动的工作机制，变为可扩展性、可容错性、可决策性的管控体系集成模式。

这种“运营虹吸效应”不仅体现在运营行为上，更反映了文化意识的转变。运营推动了各方干系人的行为变化、共识达成，共同促成了企业文化的演变。然而，当组织模式、意识水平、辅助能力等与研发协同未能完全契合时，虹吸效应也可能放大问题，带来潜在的负面影响，值得重点关注。

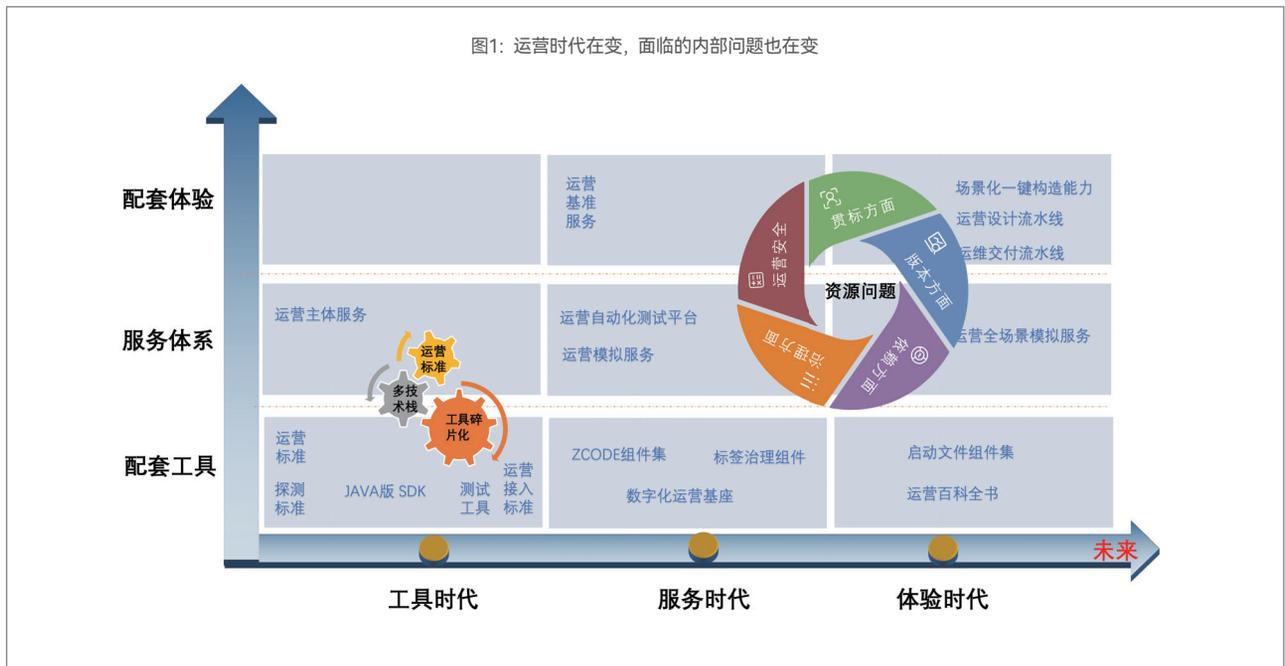
## 二、逐渐凸显的问题

随着数字化业务运营平台能力的增强，承接的业务增多，面临的内部问题、内部矛盾在不断的转移、转化、涌现。现在看来，面临的问题已从工具时代最基本的标准、工具等单维度诉求，转变为体验时代多维度，多方面诉求。未来业务运营朝着生态模式发展，面临的问题自然也是复杂的生态难题。

首先，运营安全方面。正所谓大道至简，演化至繁，现在业务运营平台全局运营计划已承接近400个业务任务，在流程场景、业务异常场景，场景构造等方面是有一定的门槛的。

其次，贯标方面。一线对对接指南，对接规范、对接流程的重要性的意识不够，另外规范性、标准性的

1.国家标准GB/T 43439-2023《信息技术服务数字化转型成熟度模型与评估》



东西用文档这种模式来约束很弱, 很容易打破。

再者, 版本方面。当前, 平台基本上一周发布两个版本, 最多的时候能够达到一周七个版本在并行。版本之间的依赖问题、上线时间变更、技术与业务版本的冲突等都增加了管理复杂度。

第四, 任务、流程依赖方面。随着业务场景的增多, 执行模式的增加, 任务、流程间依赖繁杂, 在进行运营计划变更时, 需要重点考虑依赖性, 不然很容易导致依赖循环, 依赖倒置等问题。

第五, 治理方面。随着业务对接的越来越多, 一线人员对运营理解层次不一致, 元数据采集不准确, 缺失, 导致在统计、决策时问题越来越凸显。

最后, 资源方面。现在的研发模式正朝着沉淀基础服务、公共服务, 逐渐形成业务+运营, 业务+基础服务的小网状模式方向前进。然而, 在团队内部基本上就是建一个项目, 搭几个维护者, 人员也仅能在团队内部流转, 很少能够跨团队流转, 在资源使用灵活性上有待优化。

### 三、数字化业务运营应用成熟度模型

针对数字化业务运营应用过程中面临的内部与外部问题, 其本质在于缺乏有效的应用维度成熟度量体系。这一度量体系的缺失导致难以准确评估应用人员在业务运营对接时各方面的掌握能力, 进而无法提前发现并解决问题。围绕业务运营应用成熟度等级, 能力域, 等级判定以及成熟度量平台进行模型化建设, 是提升业务运营质效, 提供精准改进方向, 推动持续优化与改进的有效途径。

#### 1. 数字化业务运营应用成熟度等级

数字化业务运营应用成熟度等级可分为入门级、基础级、教裁级(教练、裁判)与产研级, 并且这些等级有着各自明确的特点和目标。各级具体定义如下:

**入门级:** 自身对业务运营有浅显认识, 对接流程不熟悉; 在相关运营人员指导、协助下能够完成对接模板编写, 执行业务对接流程。

**基础级:** 对数字化业务运营产品核心应用能力有所了解(配置项、能力清单、功能作用); 能够独自进行

业务对接模板编写,自行完成业务对接流程与应急流程;能落实简单的业务端到端治理。

**教裁级:**对产品应用能力较为熟悉,能将复杂场景拆分到相应平台能力上;能够基于平台扩展点、标准、规范进行特殊场景实现以及业务插件编写;具有较好的业务治理,主线治理,全局治理意识。

**产研级:**掌握运营现有整体解决方案;参与主导运营产品整体解决方案(平台、工具、标准、体系等),推进全局运营治理、主线运营治理以及运营文化布道。

前两级围绕提高对接规范、标准、效率,衡量其是否知其然知其所以然。后两级围绕其推广性、评判能力、能力提升以及更大范围内进行资源动态调配的效果。在教裁级,业务运营应用已经具备了一定的成熟度和稳定性,此时的重点开始转向应用的推广和评判,指导他人更好的应用对接,优化业务运营流程,提高整体运营效率。在教裁级往上发展,要求能够从更宏观的角度审视业务运营应用,理解其背后的逻辑和原理,并根据业务需求进行业务运营产品

的迭代和优化。正所谓“学而优则仕”,运营应用人员从教裁级能够突破领域,进入到运营产品规划,研发领域。

## 2.数字化业务运营应用成熟度能力域

数字化业务运营应用成熟度评测由业务对接能力域、平台能力掌握能力域、业务治理能力域、解决方案能力域等四方面构成,每个能力域又进一步细分为具体的能力项,它们共同形成了一个全面、细致的评估框架,为业务运营应用的改进和优化提供了有力的支持。

**业务对接能力域:**围绕业务场景运营的生命周期,从识别、拆解、对接、应急以及验证等方面进行评测。由5个能力项组成,包括运营对接流程、运营对接标准、复杂场景拆解、业务应急场景以及场景制造及验证。

**平台能力掌握能力域:**围绕业务运营技术能力,从对运营平台能力以及衍生组件能力的掌握方面进行评测。由5个能力项组成,包含流程编排、SDK、启动文件工程、流程PVM、扩展能力。

图2:业务对接能力域各能力项等级矩阵

能力项	入门级	基础级	教裁级	产研级
运营对接流程	了解业务运营对接流程,在关指导下能够组织评审会,成对接流程。	掌握业务运营对接流程;知晓对接模板相关配置项背后含义。	基于业务场景识别对接流程;解释对接规范的意义。	演进、优化、制定对接标准、对接规范。
运营对接标准	不太关注对接标准,只关注任务能被调度。	关注标准协议使用方式;有意识推进任务深探测以及探测指标上报;规范依赖资源(机器,DB管控,任务及流程依赖)标准。	形成相关领域运营任务开发最佳实践(深探测、指标上报、聚合实时响应);解释运营对接标准制定的意义,以及指导评审业务运营对接工作。	运营对接标准体系化建设完善运营标准“百科全书建设;落实标准执行自动化检测平台建设;
复杂场景拆解	单任务、单流程对接。	跨阶段、多流程、多场景节点,内外部依赖条件等综合应用。	掌握复杂场景拆解套路;提供、汇集最佳案例;	定义场景节点(子流程旁路、聚合)使用方式提供条件依赖画像。
业务应急场景	未考虑应急。	满足业务重做;考虑影响范围;半结构化应急指导。	场景化、流程化业务应急;提供最佳应急案例;指导业务应急建设。	应急辅助能力建设(场景一键切换)
场景制造及验证	依靠运营研发完成场景构造。	基于给定运营计划,自行构造以及利用模拟服务运行场景。	利用平台及工具能力快速构造验证场景以及结果响应(含业务及探测指标、依赖条件、应急场景构造)	场景构造能力建设,工具验证能力建设,形成工具验证能力体系。

图3：平台能力掌握能力域各能力项等级矩阵

能力项	入门级	基础级	教裁级	产研级
流程编排	简单场景流程编排。	熟悉流程全生命周期管控；流程预设机制转换；流程运行机制转换；定时流程机制。	掌握业务运营平台流程相关能力；指导业务场景流程编排。	优化流程管控体系，增强运行安全。
SDK	按接入规范能够引入SDK，简单响应场景使用。	能解锁SDK高级能力使用，配合具体领域业务任务形成在可用性探测探测指标、业务指标、聚合实时响应及指标方面深层次使用。	结合SDK形成相关领域业务运营任务开发最佳案例，能够指导运营任务标准化开发。	增强SDK能力及规范，落实接入安全。
启动文件工程	相关运营任务未使用启动文件、运营状态模式。	熟悉启动文件、运营状态对接模式；能够对接启动文件组件。	相关领域业务形成启动文件、运营状态标准模式；基于启动文件组件进行业务场景增强。	补全参数在业务任务内部使用管控，可观测性。完善业务服务内部参数单元化使用、管控。
流程PVM	停留在概念层面或者名词层面。	了解PVM逻辑模型；知道分层结构。	掌握PVM逻辑模型，能够结合业务场景提出场景式节点诉求。	基于逻辑模型以及场景化规则落地场景化节点建设以及周边能力适配。
扩展能力	了解基本能力、常用扩展点。	熟悉协议参数扩展、指标扩展、执行条件扩展等核心能力。	掌握流程运行全生命周期中预设的扩展机制以及应用场景。	基于相应扩展机制落地业务场景插件建设；基于标准协议扩展建设。

图4：业务治理能力域各能力项等级矩阵

能力项	入门级	基础级	教裁级	产研级
业务端到端治理	较少考虑业务治理，只专注自身任务方面。	结合场景，实现业务端到端编排模式。熟悉主线运营计划、全局运营计划通用治理原则。	复杂场景结合平台治理规范，依赖治理画像，指导及评审对接方案；会用全局、主线治理画像能力。	沉淀业务端到端治理资产，落实场景化治理赋能建设。
元数据治理	机械式对接模板配置，元数据填写。	理解每一项元数据采集的意义，以及结合系统运行动态指标，业务指标进行元数据修订。	结合各业务领域，规划通用元数据维度、标准制定；打造场景化业务元数据扩展体系。	元数据度量能力规划、建设。
治理场景化	较少考虑按领域，按业务进行场景化治理。	对接时满足平台任务全局依赖画像主线任务画像、系统级任务依赖画像等场景化治理规范。	掌握已有治理场景化使用场景以及作用；建立了场景化治理意识；能够按扩展开发治理场景化组件。	具有较好的治理场景化理念，促进治理场景化标准落地。

图5：业务运营应用成熟度能力域与能力项矩阵

能力项	入门级	基础级	教裁级	产研级
平台能力掌控	简单了解平台能力概念，相关能力简单使用。	了解平台核心能力，场景支撑能力，满足一般业务对接诉求。	对平台能力、规范、标准形成体系化掌控度；能够解决运营对接问题；	沉淀平台底座能力；构建应用原子能力集；组装场景能力
平台整体规划	很少关注过运营建设方向，能力、标准、规范演进关注度低。	结合各领域诉求，能够提出运营平台能力改进、加强方向。	推进运营平台在标准、能力、治理、支撑等方面的改进。	推动整体解决方案落地。
运营文化建设	聚焦自身，缺乏从业务、研发、测试、运维整体的协作。	掌握运营对接流程、标准、规范；关注业务-研发-测试整个交付流程。	开展业务运营贯标、考核、最佳实践分享活动；组织识别各业务领域运营痛点、难点、痒点；推动业务、研发、测试运维业务运营统一语言建设。	支撑考核自动化能力建设；降低运营平台使用门槛；发挥运营虹吸效应，探索运营文化建设抓手。

**业务治理能力域:**以运营治理视角对应用人员进行评测,包含业务端到端治理、元数据治理以及治理场景化三个能力。

**解决方案能力域:**以业务运营建设过程中的整体性、规划、软实力等更高一级方面进行评测。

### 3.数字化业务运营应用成熟度等级判定方法

数字化业务运营对接人员应完全达到某能力等级的具体要求,方可取得对应级别分数。应用成熟度指标表中各能力项对应的1至4级可对应得到1-4分,如该能力项完全未满足,得0分。各能力域权重之和、相应能力域下各能力项权重之和均为1。

能力域得分为其下各能力项得分加权之和,业务运营应用能力成熟度综合得分为各能力域得分加权之和。

$$\text{Total Score} = 4 \times \sum_{i=1}^4 w_i \times \left( \sum_{k=1}^{n_i} C_{ik} \times S_{ik} \right)$$

在这个公式中:

Total Score 表示总分。

$w_i$ 是第*i*个能力域的权重。

$n_i$ 是第*i*个能力域下的能力项数量。

$C_{ik}$ 是第*i*个能力域下第*k*个能力项的权重

$S_{ik}$ 是第*i*个能力域下第*k*个能力项的得分

## 四、数字化业务运营应用成熟度度量平台

开展数字化业务运营应用成熟度评估,必须要有应用工程体系化支撑,这是评估工作不可或缺的基础。评估本身具有复杂性和系统性,而应用工程体系化建设则能有效应对这一挑战。更重要的是,它能够具体的待评估能力项内置到工具平台中,实现评估的动态化与实时性,而非仅仅依赖于静态的评估规范文档。

整个度量平台的应用工程由评审、对接、治理三部分组成,让研发人员在业务运营对接时,能够把从需求评审,到开发、上线各对接环节以及后续业务运营场景治理等过程数据均沉淀在平台能力上,进行自动评估。

另外,结合应用成熟度模型各能力域的特点形成了一套考题,研发人员按照考题描述在度量平台上进行实战,然后平台基于操作结果会自动进行结果核对。

图6: 等级评估标准以及能力项权重

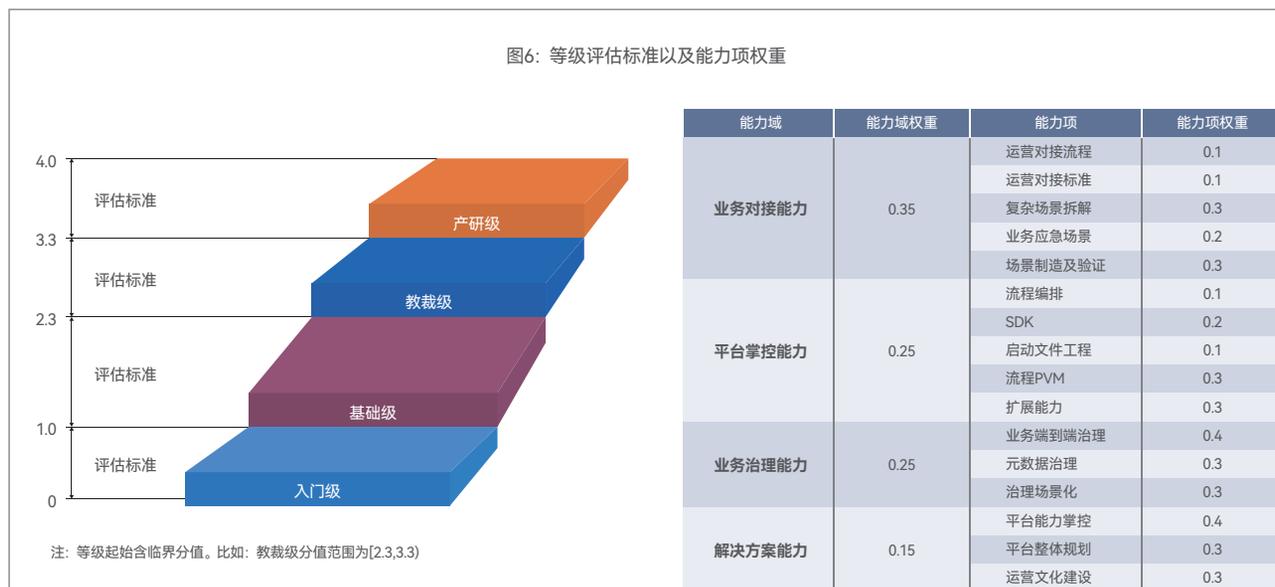
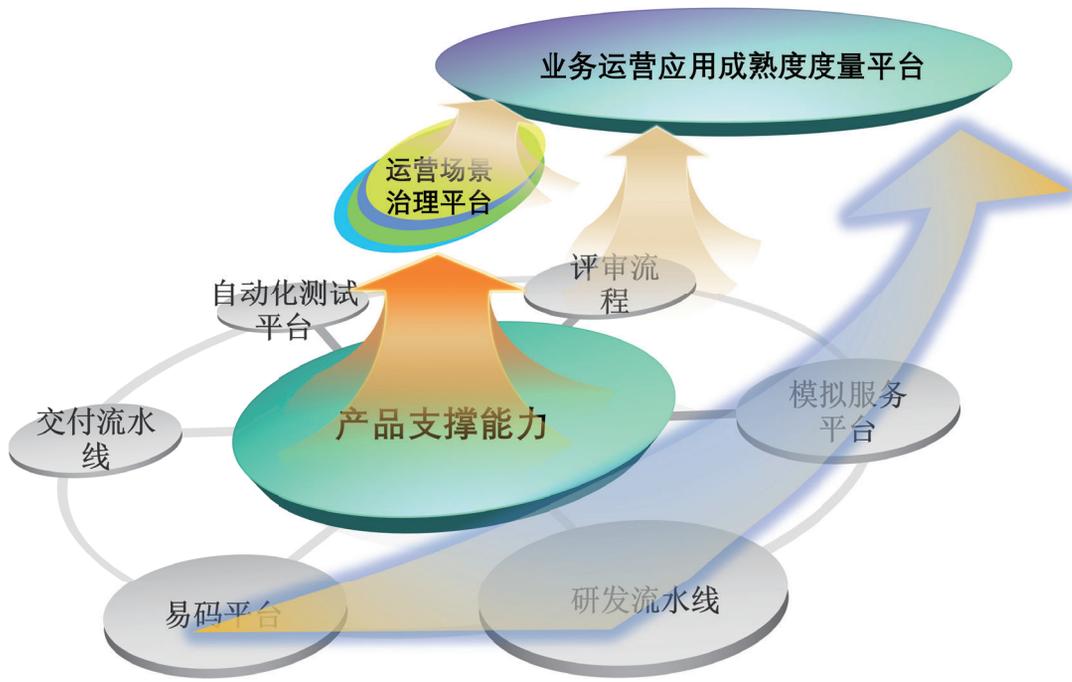


图7: 成熟度评估应用工程体系



比如，平台能力域场景考题：编排两个流程，A流程包含两个串行任务（A1和A2），B流程包含两个并行任务（B1和B2）。其中B2执行依赖两个执行条件，一个条件是A1节点状态为完成（正常完成、跳过完成、运行时跳过完成），另一个条件是依赖C系统的C1接口调用结果成功。期望：①B流程能够正常执行完成；②B2节点从开始条件判断到执行完成耗时控制在15s~16s。

此考题涉及到平台能力域的各能力项考核点为：一是使用研发流水线的流程编排能力，二是在模拟服务平台配置模拟C系统接口能力，三是在易码平台上实际开发运营扩展插件的标准、体系，四是运营执行条件责任链机制的掌握能力，五是复杂场景拆解以及任务耗时控制模拟能力。

## 五、写在最后

以发展的眼光看问题，不仅要看到“存量”问题，更要看到“增量”问题，探索打造数字化业务运营应用成熟度模型，进行度量，增加辅助驱动力，打通业务运营应用与产品质量的底层逻辑，给出精准的改进方向，进行持续改进与优化，形成良性循环，才能更好地推进数字化业务运营建设。

责任编辑：赵玉琳

# 基于知识库与自研工具的接口测试提质增效实践

刘镭、刘正新、杨楠、张子涛 / 中信建投证券股份有限公司

随着软件系统日益复杂，测试技术的全面性与高效性需求日益迫切。其中，接口测试在系统测试中占据重要地位。本文围绕“助力测试降本增效”的主题，针对接口测试过程中依赖测试经验导致测试点遗漏与测试用例编写、结果分析阶段耗时问题，提出了一种结合知识库与自研工具的提质增效方案。通过总结接口测试设计知识库，提升测试点覆盖精准性与全面性；通过自研工具集成用例辅助生成、SQL执行解析、结果自动比对等功能，提升测试效率。实践表明，上述方案有效提升了接口测试质量与执行效率，为系统测试领域提供了有益的案例参考与经验借鉴。

## 一、引言

接口测试是软件系统测试的重要环节，随着系统复杂度和规模的增加，其重要性愈发凸显。在系统测试中，接口测试通常占据30%-50%的工作量，在大型微服务架构中甚至超过60%<sup>[1]</sup>。接口测试不仅验证了模块间的交互逻辑，还确保了接口在各种边界条件下能够稳定运行，相比用户界面的功能测试，其具有覆盖范围广、执行速度快、问题定位精准等优势，尤其是在现代分布式架构和微服务体系中，其对系统稳定性、性能及安全性的保障尤为关键。

## 二、接口测试的发展与挑战

近年来，接口自动化测试技术显著发展，以Postman、JMeter为代表的工具已演进为支持RESTful、WebSocket等多协议、多场景的综合性测试平台。与此同时，数据驱动测试逐步成为接口测试的主要方法，通过参数化技术，可以高效生成多样化测试场景，提升了覆盖全面性<sup>[2]</sup>；流程集成方面，接口自动化测试逐步融入DevOps体系，与CI/CD流水线深度结合，实现了测试的全自动化执行<sup>[3]</sup>，缩短了开发与测试的反馈周期。

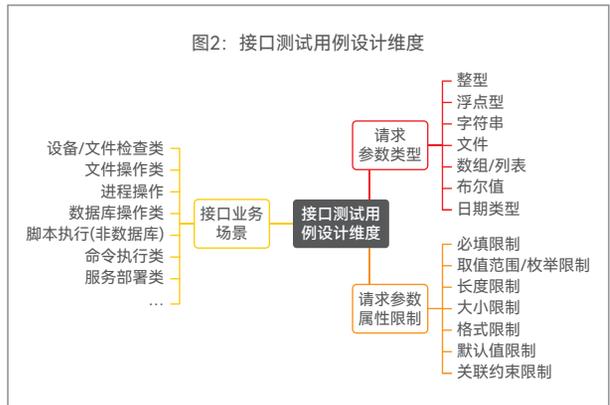
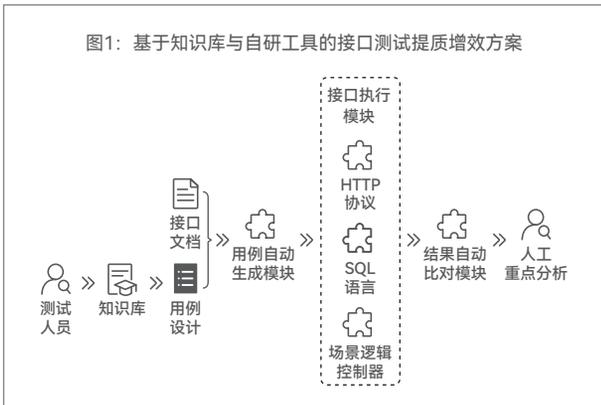
然而，实际测试中仍然面临诸多挑战。其中，接口

功能测试一般包含参数测试及逻辑测试，进行测试设计时需考虑请求方式、参数类型、参数限制及接口使用场景等多类因素，大部分测试人员存在由于经验不足导致的测试点遗漏问题；此外，随着系统的敏捷迭代，版本接口数及回归测试体量不断增加，版本接口用例编写及结果分析过程耗时较长。这些问题制约了接口自动化测试在大规模、高频次系统测试中的质量与效率。

## 三、接口测试提质增效方案

系统接口测试流程涵盖接口分析、用例设计、用例编写、测试执行以及结果分析等阶段。其中，测试用例设计、编写及结果分析是流程中的关键环节，同时也是耗时较高的部分。

针对上述过程中存在的测试点遗漏及执行耗时问题，本文提出了一种基于知识库与自研工具的优化方案，如下图1所示。知识库构建方面，通过总结接口测试设计知识库，以模版化的方法指导测试人员设计测试用例，提升测试点覆盖完整性与精准性；同时，基于自研测试工实现用例辅助生成、SQL执行解析及结果自动比对等功能，扩展接口测试场景，有效提升用例编写与结果分析效率。



(一) 知识库驱动测试质量提升

接口测试中, 为确保测试用例设计的精准性与全面性, 避免因测试人员经验不足导致的测试遗漏, 团队采用了基于知识库的用例设计策略。该策略通过总结并构建测试设计知识库, 实现了模版化的接口测试用例设计。

具体而言, 我们将测试设计分为三个核心维度, 包括根据请求参数类型、请求参数属性限制及接口业务场景进行设计, 如图2所示。这一方式不仅确保了接口参数测试及逻辑测试的全面性, 还提升了测试设计的效率。

在构建的测试设计知识库中, 各维度具体场景均包含以下三项内容, 样例如下表1所示:

- 测试维度: 包含正例、反例两项。正例侧重于正常参数设计, 反例则聚焦于非法参数设计, 其可根据接口测试目的进行划分;
- 验证点设计: 针对每个验证维度, 列出了主要测试点及具体实例, 辅助测试人员把握测试重点, 提升测试精准性;
- 优先级: 包含高、中、低三个等级, 优先级越高代表测试点越重要, 这一指标为测试方案制定提供参考依据;

表1: 接口测试设计知识库--根据请求参数类型设计

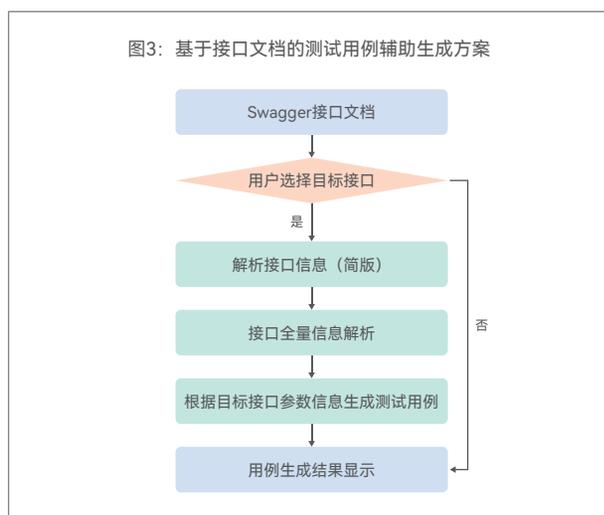
参数类型	测试维度	验证点设计	优先级
整形	正例	有效等价类验证	高
		边界值验证 (无边界则覆盖类型的边界值)	中
	反例	其他参数类型 (字符串、浮点型等)	低
		超出类型边界的值 (如涉及取值范围)	中
浮点型	正例	有效等价类验证	高
	反例	其他参数类型	低
		超出类型边界的值 (如涉及取值范围)	中
		文件名称、格式, 大小有效等价类	高
文件	正例	允许的格式类型覆盖验证 (如涉及类型范围限制)	高
		允许的文件大小边界值验证 (如涉及大小范围限制)	中
		文件名称长度超长	低
	反例	超大小限制文件验证 (如涉及大小范围限制)	中
		业务场景中较大文件覆盖 (如无文件大小范围限制)	中
		.....	

## (二) 自研工具驱动测试效率提升

针对接口测试过程中用例编写及结果分析耗时问题，团队基于自研工具实现如下功能项，有效提升测试效率：

### 1. 基于接口文档的测试用例辅助生成

为提升接口测试用例编写效率，本工具通过对接并解析Swagger接口文档，实现根据用户自定义选择范围，自动生成接口测试用例。生成的用例遵循标准测试用例模板，针对每个接口生成一条不含业务参数值的测试用例，包括用例目录、名称、等级、请求信息及响应断言等，具体方案如图3所示。通过此功能，用户可降低测试用例编写过程耗时，更专注于测试场景设计，提升测试效率。

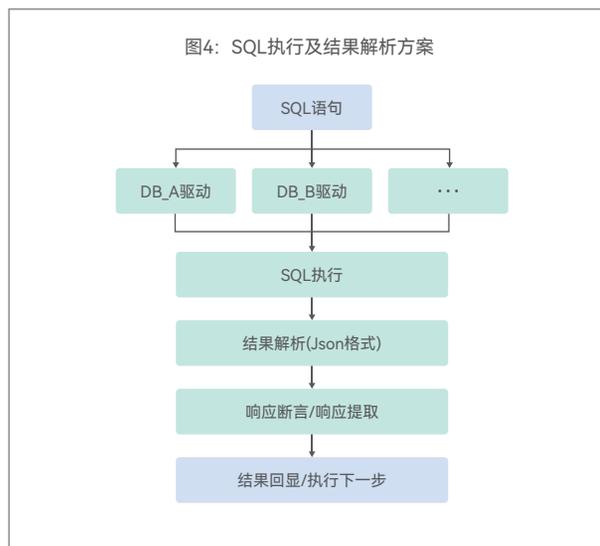


### 2. 基于多场景组合的接口用例执行

为应对接口测试过程中复杂测试场景，本工具在接口协议及执行逻辑方面进行了功能扩展。

接口协议支持方面，除HTTP接口外，还支持对接多种数据库，实现SQL语句的执行及结果解析映射，方案如图4所示；同时，考虑被测系统信创化改造需求，除兼容主流数据库如MySQL、PostgreSQL、Oracle、SQLServer外，还支持多类国产信创数据库，

如TDSQL、达梦DB、OuShuDB等；执行逻辑方面，工具支持多类逻辑控制器以构造多种组合场景，如条件控制器、循环控制器、参数化控制器等。



### 3. 基于版本比对的测试结果辅助分析

随着系统版本的快速迭代，高效的接口自动化回归测试变得尤为重要，其中，测试结果分析耗时问题亟待优化。一般来说，接口测试用例运行失败原因通常包括测试数据异常、历史缺陷遗留及新增缺陷影响等，测试人员通过比对历史测试结果，可快速定位差异点，提升分析效率，但历史版本结果的对比查找过程往往耗费人力。针对此问题，本工具支持一键对比两版本测试报告中用例差异及结果差异信息，实现了下述场景的自动化对比展示，具体方案如图5所示：

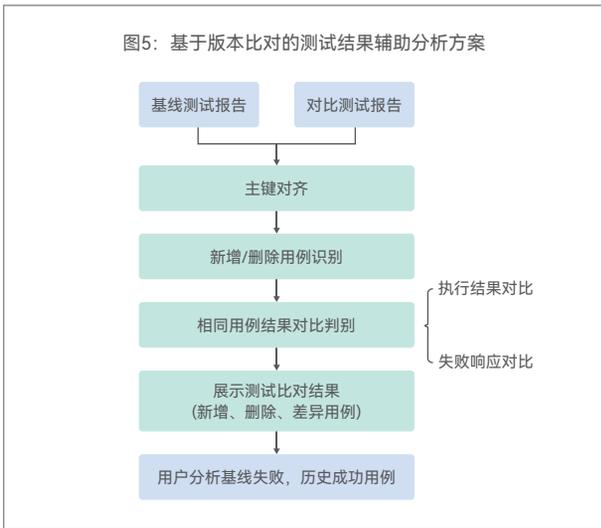
- 比对两版本测试结果中新增及删除用例，识别版本用例变更，避免漏测；

- 识别版本间内容相同但执行结果差异的用例，如本版本失败，其余版本成功用例，协助测试人员快速定位差异点，提升分析效率。

## 四、实践效果

### (一) 接口测试设计知识库构建

图5: 基于版本比对的测试结果辅助分析方案



为提升接口测试点覆盖全面性与精准性,团队总结了接口测试设计知识库,该知识库涵盖接口测试中参数测试与逻辑测试常见测试点,如图6所示。

图6: 接口测试设计知识库

### (二) 接口测试自研工具

基于3.2节各功能项方案,自研接口测试工具实现如下:

#### 1. 基于接口文档的测试用例辅助生成

工具允许用户通过输入Swagger文档地址及预设的鉴权方式,自动获取接口列表,并根据用户自定义的目标接口范围,批量生成测试用例,实现界面如图7所示。实测结果显示,自研工具生成1000条接口用例耗时约130秒,相较传统手工方式,显著提升了用例编写效率。

图7: 接口测试用例辅助生成实现



#### 2. 基于多场景组合的接口用例执行

工具支持场景接口用例中嵌入SQL语句及多类逻辑控制器,目前,平台已对接多类信创及非信创数据库,并能依据Json数据格式对SQL执行结果进行解析映射,如图8所示。这一功能丰富了数据预置、数据清理、数据计算等复杂场景需求,拓展了接口自动化用例的应用范围。

图8: SQL语句执行及结果解析实现



#### 3. 基于测试结果比对的失败用例辅助分析

工具具备测试结果自动比对功能,能够识别并展示版本测试用例增、删减及结果差异数据,如下图9所示,同时支持用户自定义配置比对规则,降低了手工比对成本,提升测试结果分析效率。

图9: SQL语句执行及结果解析实现



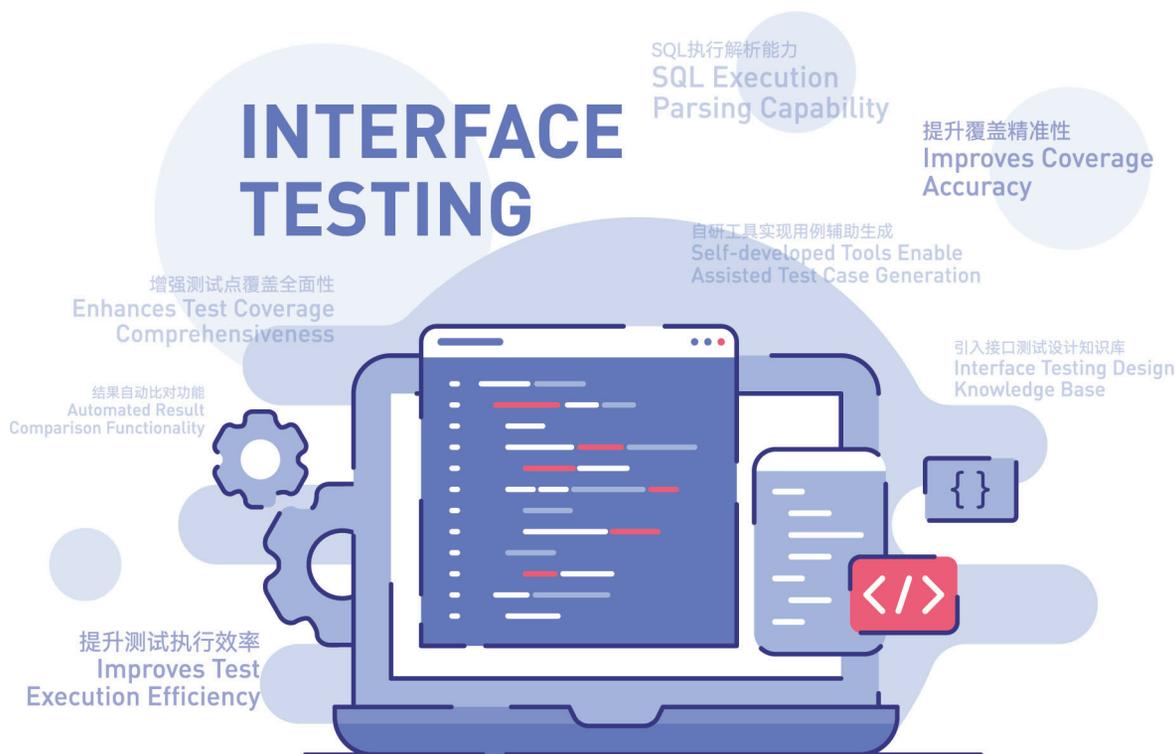
## 五、总结与展望

本文围绕接口自动化测试质量与效率提升诉求，提出了一种结合知识库与自研工具的解决方案。测试设计方面，通过引入接口测试设计知识库，增强测试点覆盖全面性和精准性；测试用例编写、执行及结果分析方面，通过自研工具实现用例辅助生成、SQL执行解析、结果自动比对等功能，提升测试执行效率。该方案有效解决了传统接口测试中因经验不足导致

的测试点遗漏及测试用例编写、结果分析阶段耗时的问题，为接口测试规范化、智能化提供了新思路。

未来，随着大模型技术的发展，有望实现从接口文档中自动提取参数信息并识别测试设计场景，优化自动生成的接口测试用例正确性及全面性；同时，基于历史测试数据，可智能化分析测试结果，进一步提升测试质量与效率。🔄

责任编辑：梁晓燕



### 参考文献

- [1] 孙晨,郑思露. 基于鲸鱼优化算法的接口测试用例自动生成算法[J]. 信息技术与信息化,2022(4):199-202.
- [2] 任红彬. 基于HTTP协议的接口自动化测试框架的研究与实现[D]. 北华航天工业学院,2023.
- [3] 浪潮云信息技术股份公司. 一种基于DevOps的接口自动化测试方法:CN202311647692.4[P]. 2024-03-12.
- [4] 姚邦国. 基于依赖模型的REST接口测试用例生成方法研究[D]. 四川:四川大学,2022.

# IT基础设施资源的成本管理及数据治理

郝昊天 / 国信证券股份有限公司

随着业务的不断发展,企业所使用的IT基础设施资源的种类和规模也随之不断扩大,IT基础设施资源的数据量大、种类多、数据分散且数据质量差准确性低。目前对IT基础设施资源数据成本定价的方法中,对于存储、网络等公共IT基础设施资源的成本分摊方式难以准确定量及计算,因此难以对各种IT基础设施资源进行准确的成本分摊处理,成本分摊处理效率低并且计算出的成本数据准确性差。面向IT基础设施资源,我们设计精细化成本管理制度与算法模型,并建设落地了对应平台,针对不同类型海量IT基础资源数据,适配精准的成本分摊计算模型,并按照计算系统、部门等维度标签分摊成本,实时、准确的计算及可视化展示。同时,针对海量基础数据进行定期数据巡检校准,对数据进行分类与清洗,通过成本呈现提升基础数据质量,从而保证成本数据的真实可信。通过不同类型数据的实时组合、对比展示,实现自助、实时获取成本数据,极大程度缩短获取成本数据的时间周期和人力统计成本,通过数据的运营和分析,为管理者提供数据依据,辅助管理决策,实现企业降本增效的目标。

## 一、背景

随着业务的不断发展,证券行业内企业所采购使用的IT基础资源的种类和规模也随之不断扩大,其中包括但不限于计算资源、存储、网络资源、安全设备、数据库、机房资源、办公协作资源、软件资源等。与此同时,针对繁杂且类型多样的IT基础资源进行精准、实时的成本计算存在难度,原因如下:

1、IT基础资源数量大、种类过多,针对IT基础资源的数据采集及精准实时统计存在困难;

2、多种IT基础资源非上云管理,成本数据分散或缺失,周期性统计数据准确性差,时间成本高,统计效率低;

3、IT基础资源采购方式不同,存在一次性付费、周期付费、维保续费等多种采购付费方式,因此对多种类型IT基础资源进行统一周期性定价存在困难;存储、网络、机房等公共IT基础资源的所属使用人及用量难以界定,因此难以精准按照使用系统、使用部门

等不同维度和标签进行精准的成本计算及分摊,分摊成本准确性低。

## 二、资源成本管理及计算

IT基础资源及成本管理主要分为三个部分,第一部分是建设IT基础资源数据处理引擎,对海量IT基础资源进行数据采集、数据清洗及预处理计算,提升数据质量。第二部分是实现精细化算法对多维度多标签的成本数据进行实时、准确的数据计算,根据资源类型,设计实现成本分摊算法,按照业务维度、标签进行成本数据的实时计算和组合汇聚,精准输出成本分摊结果。第三部分实现按照不同维度标签进行成本可视化展示,通过数据实时展示、对比,为管理者提供数据依据,辅助管理决策,实现企业降本增效的目标。

1、建设IT基础资源数据处理引擎,对海量数据进行数据采集、清洗、预处理

统计的IT基础资源模型包括计算资源、存储资源、网络资源、安全资源、机房资源、办公协作资源、

软件资源等几大类。其中计算资源又包括物理机、虚拟机、容器，资源总类繁多且数据来源及数据结构复杂，数据规模海量，在百万数据规模以上，因此需要统一对各类资源的基础元数据进行集中整合和持久化存储。同时利用数据处理引擎能力进行数据清洗、预处理计算，极大程度提升数据采集的效率，节省时间成本。

1) 建设实现数据采集器从CMDB、云管理平台、容器平台等基础资源平台每日定时进行海量数据采集，包含计算资源、存储资源、网络资源、安全资源、机房资源、办公协作资源、软件资源等资源类型，处理的数据类型包含资源元数据、成本单价数据、容量监控数据等，数据量级为百万级别，集成流处理等大数据处理方式对采集的数据经过数据整合，全自动数据采集处理极大提升了数据处理效率，也通过自动化的手段将百万级别的数据统计实现秒级处理，代替人工采集统计工作，节省了人工和时间成本。

2) 针对采集的元数据进行数据清洗和预处理计算，将数据中缺少必要字段和数据格式错误的数据进行清洗，结合资源元数据及成本单价数据进行数据预处理计算，将处理后的数据进行分类存储，极大程度节省多维度成本实时计算的时间，为多维度成本可视化展示提供数据基础，提升了数据计算的效率。

2、精细化算法实现多维度、多标签成本数据实时计算

1) 多模型成本算法设计实现：按照计算资源、存储资源、网络资源、安全资源、机房资源、办公协作资源、软件资源分别进行成本算法建模与数据统计，并根据计算系统在单个机房的计算资源规模加总，获取成本单价得出该系统在机房中计算资源的成本总和。计算该机房内全部计算资源总体成本，用系统的计算资源成本除以计算资源总成本得出该系统在单机房的基础分摊比，按照计算资源的所属业务系统、所属

部门等数据，获取各个维度下聚合的资源总数进行成本计算。

2) 实现实时高效的计算程序，对经过预处理的批量数据按照不同维度、不同标签进行聚合计算，采用多模型成本算法将数据进行计算并整合，秒级实时计算出结果并呈现，将过去繁杂、手工的周期性统计工作提升了一个台阶，从计算准确性、完整性、实时性均有极大程度的提升。同时、自动化的计算实现替代人工统计，节省了人工成本和时间，提升整体效率，助力降本增效。

3、实现不同维度标签进行成本可视化实时展示，辅助管理决策，实现企业降本增效的目标

建设可视化看板，按照资源类型、业务维度、归属标签进行实时展示，建设多维度图表与指标，实现资源、成本、容量数据实时获取，实现多维度数据组合展示，实时数据获取，同时极大提升获取成本数据周期时间，提升整体效率与体验，辅助管理者进行数据分析和资源管理决策，降低资源与成本管理风险，实现降本增效目标。



### 三、基础资源数据治理

通过IT基础资源数据的收集、统计、计算、实时展示，反向推动底层数据平台的数据准确性治理，其中包括CMDB、云管理平台、容器平台等。其中CMDB针对物理机、虚拟机、网络设备、存储设备、安全设备等



重点模型与数据进行了数据治理,以数据为入口推出数据准确性巡检机制,对存量不准确的数据进行修订。同时建设和优化对应的配套管理流程,维护新增数据的准确性,从而对重点模型的全量数据进行治理,保证数据准确性,从而保证上层资源数据的计算和成本统计结果的质量。

## 总结

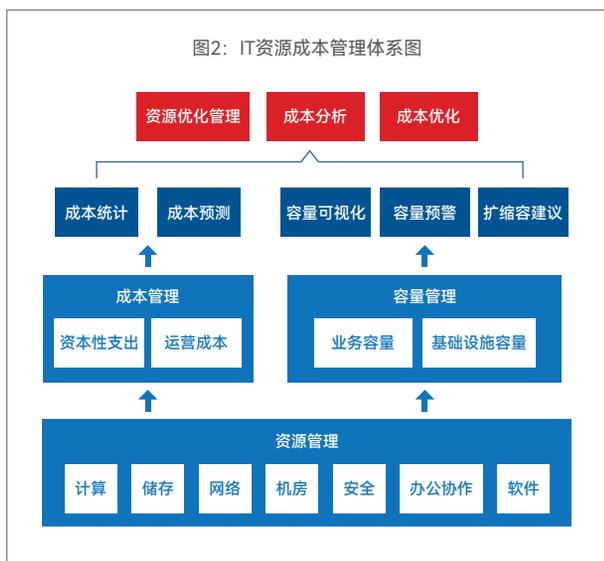
面向IT基础设施资源的成本管理平台,针对不同类型的大量IT基础资源数据,适配精准的成本分摊计算模型,并根据资源所属的业务系统、所属部门进行成本分摊,实现成本实时、准确地计算及可视化展示。具备如下收益:

1、通过数据引擎针对计算资源、存储、网络不同类型的海量资源进行精准采集与汇总,解决基础资源数据量大、分散难统计的问题,平台化降低了人工处理数据的成本,极大程度提升了数据处理及计算的效率;

2、针对海量的基础资源元数据及单价数据按照不同模型维度进行持久化,解决了由于数据分散、基础数据缺失或不准确、海量多维度资源数据采购成本或单价数据缺失等原因导致无法计算基础资源成本的问题;

3、极大提升成本的计算效率及准确性,设计细化的成本分摊模型,按照不同资源类型进行实时精准统计计算,解决了以往无法精准快速统计各维度成本的问题,提升了统计效率和准确性的同时,也释放之前通过人工不定时统计各类资源成本的人力资源,实现降本增效的目标。

4、支持按照不同资源类型、业务维度、归属标签进行资源成本数据可视化,通过不同类型数据的实时组合、对比展示,实现自助、实时获取成本数据,极大程度缩短获取成本数据的时间周期和人力统计成本,通过数据的运营和分析,为管理者提供数据依据,辅助管理决策,实现企业降本增效的目标。



责任编辑:王德鹏

# 数字化运营建设整体解决方案探索

路畏 / 郑州易盛信息技术有限公司

在过去两年多的时间里，深入探索并实践了参数运营、业务运营双运营体系化建设，落实了生产安全高效运行，加快了业务创新速度，增强了扛风险能力，筑牢了安全堤坝，确保了业务稳健发展。随着运营建设的深入，岗位职责边界不清、岗位业务操作入口分散、跨岗位线上线下协同等岗位运营问题逐渐凸显出来。本文将从双运营机制探索、初步效果，岗位运营识别以及数字化运营整体解决方案的形成进行详细阐述。

## 抓主要矛盾，构建“双运营”

表面上数字化转型围绕组织、业务、数据、技术等核心能力要素，形成了以点带面的明线。但是实际上存在一条执牛耳的暗线（运营）能够把各能力要素串联起来，使各领域要素不至于只有“结构”而无“合力”。考虑到集团当时主要问题和主要矛盾集中在参数安全管理、参数统一发布、参数调整协同、业务流程对接标准、业务执行顺序、业务可视化以及业务线

上线下协同等方面。故考虑以参数运营、业务运营为突破口进行数字化转型建设，能够盘活全局。

为确保双运营平台能够按规划方向有形、有态、有效、有序地开展，在规划前期，参与人员进行了大量相关理论体系知识学习，以及业务运营相关产品以及技术的试用、调研，包括开源及商业类产品。进行统筹顶层设计，明确了以下要求及目标。

首先，在理论框架体系支撑方面。以参数运营、业

图1：运营基座

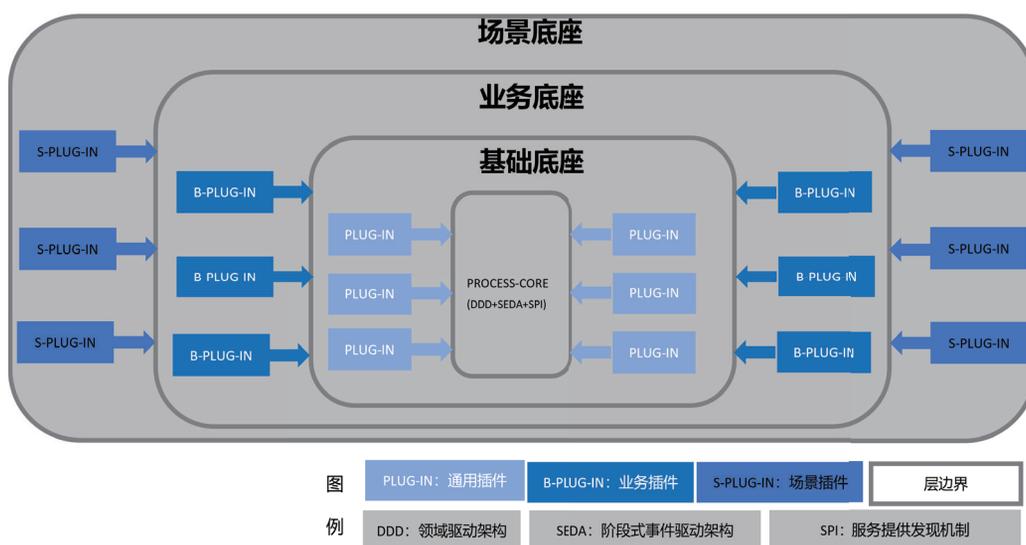
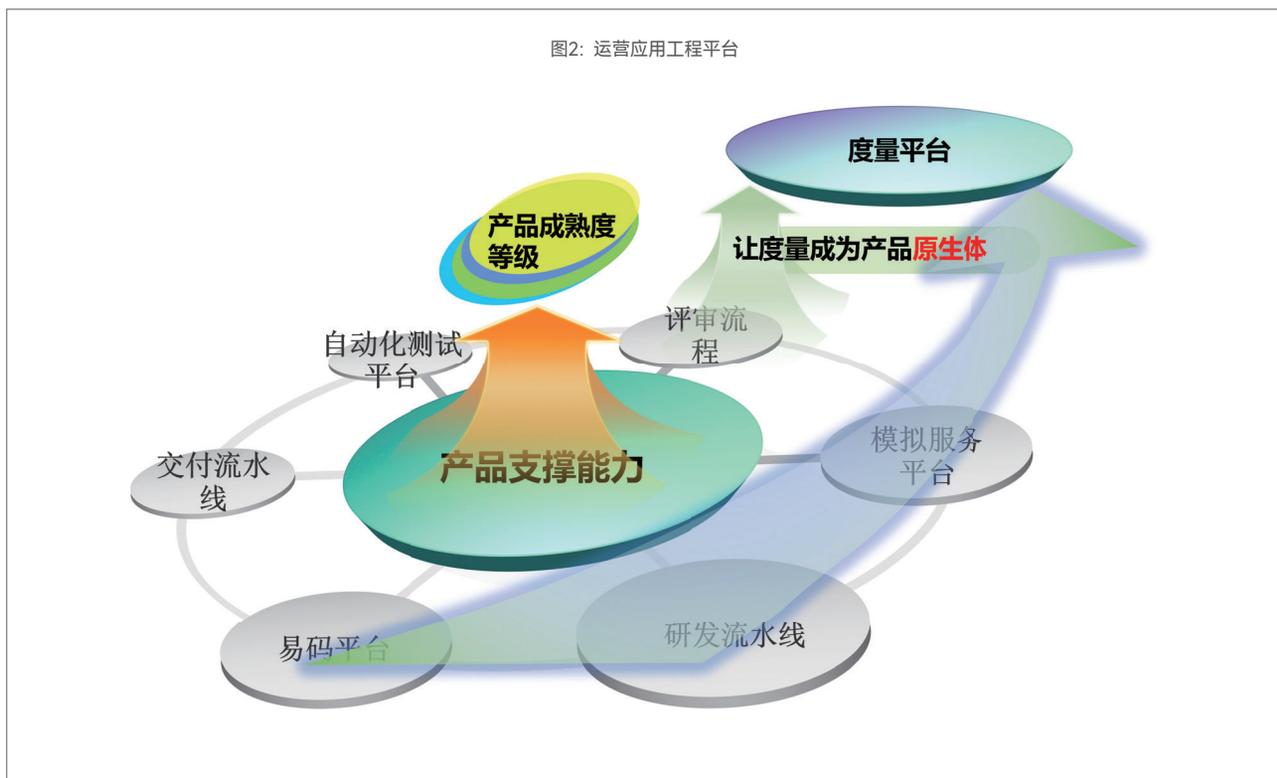


图2: 运营应用工程平台



务运营为建设方向,在方案层面提出,打造产品化平台并尝试进行统一数字化运营文化探索;在支撑层面提出,构建应用工程支撑与校验平台。通过“矛与盾”相互碰撞模式来支撑整个平台在业务架构、技术架构、数据架构、应用架构、物理架构方面的落地与演进。

其次,在业务运营方面。通过流程编排方式,将行业传统的分领域、隔离式、分散式运营,提升为全业务领域统一、精益运营。规范接入业务标准,实现业务的可达性、可用性探测,多通道接入,业务画像等能力。

再者,在参数运营方面。从行业传统操作模式、参数管理模式、人员协作模式、技术方案模式的问题点(繁琐、质效低、无标准、隔离等)出发,结合参数业务单元化、操作场景化、变更标准化等治理理念,打造出参数基础技术能力层、参数治理层、参数场景层三层能力。让业务人员进行参数调整协同时能够

“看得见”、“摸得着”、“管得住”。在底层技术能力方面打造出多录多核+动态表单+一键比对+自助式API+历史追溯等为核心的零代码开发平台。

第四,在核心技术建设方面。技术选型时就意识到用开源是先甜后苦,走自研这条路是先苦后甜。摒弃开源以及外采的模式,全力打造符合期货行业特点的5大引擎(流程引擎,规则引擎,调度引擎、集成引擎,画像引擎),支撑全业务领域以及治理域的统一运营、业务创新,夯实数字化转型基座。

最后,在应用工程建设方面。为保证数字化运营基座平稳演进,方便运营能力推广,以及运营应用成熟度评估及度量,规划并构建了运营应用工程。

#### 初步形成运营“虹吸效应”

通过两年多的探索实践以及推广,初步形成了数字化运营“虹吸效应”。借助双运营平台各方干系人已从“各自为战”的局部视角,转向“俯瞰全局”的整

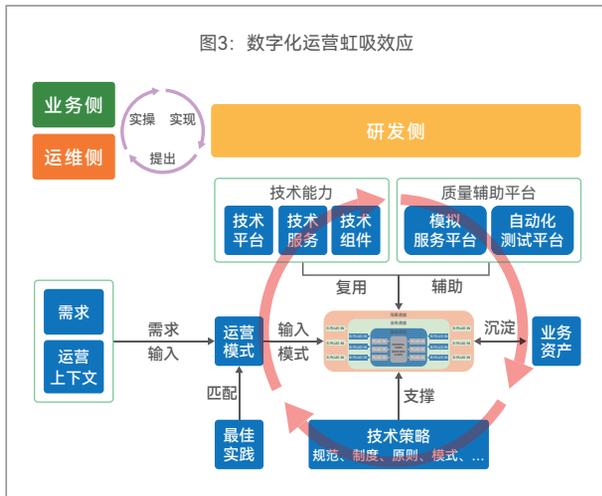
体掌控，基本形成了围绕业务价值交付全生命周期的“虹吸效应”。

1.在用户侧。业务需求从“段到段”隔离模式，转变为以用户运营价值交付为中心的“端到端”闭环思维模式。

2.在研发侧。形成了以业务运营为主线的多项目集成研发模式，将纵向割据的团队拧成一股绳，既保持了团队职能分工的专业性，又通过流程、标准等弥补了协同之殇。

3.在测试侧。各业务测试团队已把运营平台作为基础服务，熟练应用运营平台作为必修课，必练基本功。

4.在运维侧。实现了运维制度线上化，建立了全局统一指挥调度模式。从局部、碎片化的制度，变为全局、统一的流程计划；从主观、模糊、多义的制度描述，变为客观、精准的流程可视化展示；从单一、静态、手动的工作机制，变为可扩展性、可容错性、可决策性的管控体系集成模式。



### 逐渐凸显的岗位职责问题

在进行参数运营、业务运营建设时，就是本着解决参数管理安全问题、参数统一发布、业务流程对接标准、整体业务视图等主要问题和主要矛盾，解决关

键问题和明确主要方向的思路。现在双运营建设有了一定的成效，原有的次要矛盾（岗位运营）逐渐凸显出来，成了主要矛盾。

1.岗位职责边界模糊。随着数字化转型的深入和业务创新的加速，职责边界的模糊性给岗位人员带来一些焦虑。不确定感是焦虑的源头，清晰的边界、方向和明确的下一步，能帮助岗位人员关注重点，走出焦虑。

2.管理侧“家底”管控视角不完整。通过参数运营和业务运营建设，部门管理者能够查看本部门所负责的参数以及业务画像，但缺少对部门内各岗位常规任务、预登记任务及每日执行情况的全面掌握。缺乏支撑管理者对自身“家底”一键盘查的能力。

3.“碎片化”供给。今天问题的产生，源自于昨天的解决方案。一些岗位的人员识别到局部业务领域的边界诉求，给业务服务提需求，消除此岗位此业务领域的模糊感。但是带来的负面影响很大，系统能力重复建设、缺乏扩展性、缺乏治理，逐渐演化成了“岗位系统”烟囱模式。

4.缺乏“以事找人，以事定人”的抓手。随着业务创新加快，一个业务端到端的落地，不仅仅局限在部门单一岗位内部，需要业务上下游相关部门以及同部门不同岗位之间的配合、协作。通过业务上下游关联刻画岗位间亲密度，更加有助于岗位间日常协作，以及轮岗人员选择，安全、高效上岗。

5.事项传递“缺失”。事项的流动是价值创造的关键。然而，一些需要线上线下协同的事项，在跨岗位传递（包括登记、提醒、办理、记录、统计、归档）过程中，常常因某个环节的缺失而无法串联，导致潜在隐患。

6.待办事项入口“多且深”。不同的业务待办事项由不同的业务系统承载，虽然实现了单点登录以及统

一门户集成，为岗位人员带来了一定的便捷性，但是缺乏统一集中的展示，导致业务办理起来，需要挨个去查找，慢且容易遗漏。

总之，“不能被量化的，就无法管理”，结合岗位运营问题，现已开启岗位工作台建设探索，通过刻画部门、岗位职责画像，让管理者观棋，心有全局，让岗位执行者落子，精准高效。

### 数字化运营整体解决方案探索

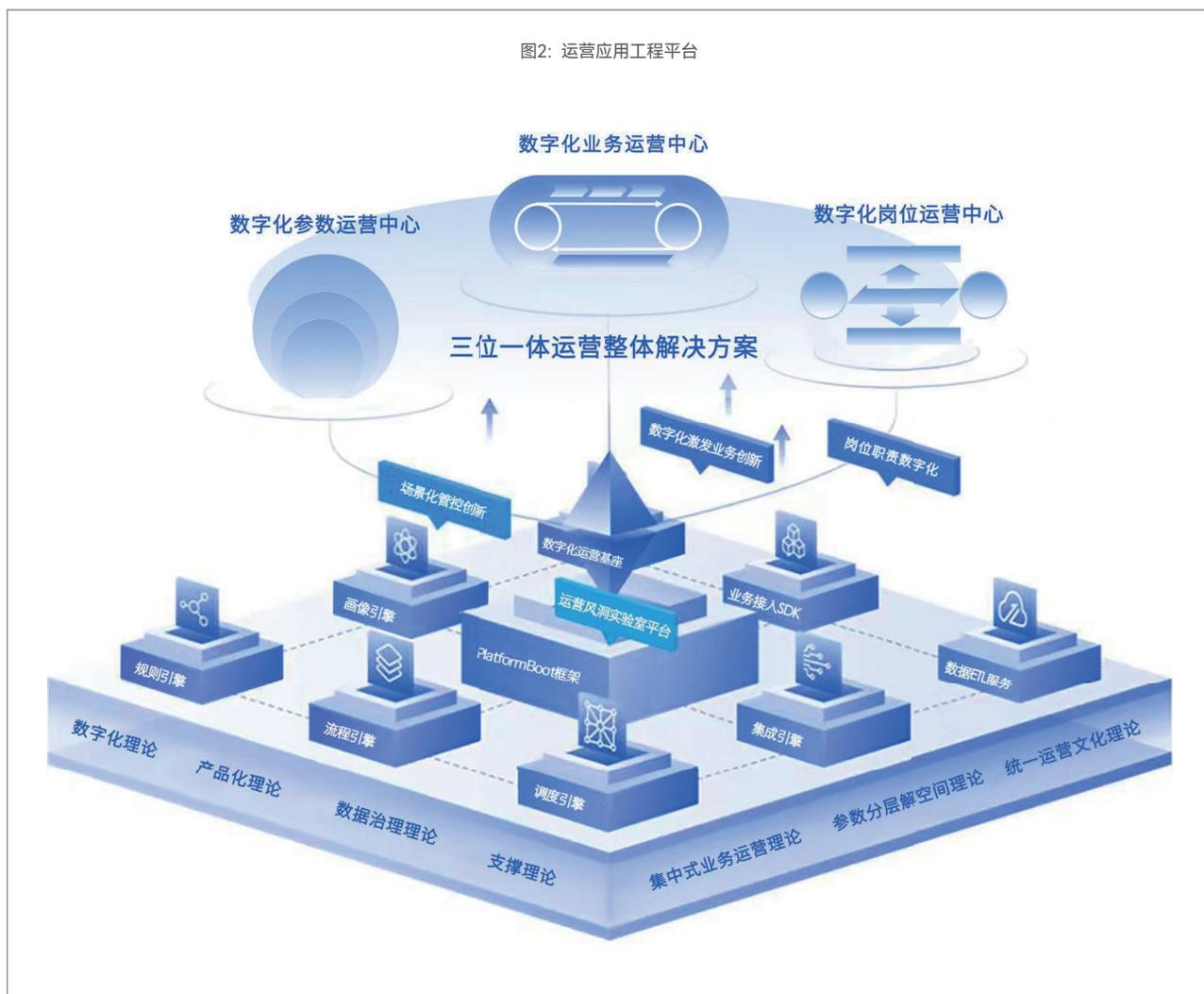
破局从来不是巧妙的偶然，而是高度清晰的必然。结合近两年的沉淀、不断的聚焦以及对数字化运

营认知的不断求真、求实、求是，在建设方向上提出了参数、业务、岗位三位一体运营整体解决方案。

首先，参数运营设计。在期货行业参数管控是一切业务开展的前提，参数运营是以参数安全、高效管控为出发点，构建科学的参数风险管控闭环，为业务价值交付插上了“数字之翼”。

其次，业务运营设计。主要以单业务端到端运营及治理为抓手，形成全局业务安全运营体系，解决业务运行的“通路”以及协作问题，以确保“价值创造”过程的稳定、可靠以及持续。

图2: 运营应用工程平台



再者，岗位运营设计。“上面千条线，下面一根针”，每一个蓝图和战略都需要在岗位上抓落实。它是参数运营设计、业务运营设计的最终“落地”点，直接决定整体的运营质量、成本和效率，以及最终的业务价值交付。

最后，组织结构设计。组织结构是运营建设的基础，是解决及明确各层级职责分工以及协作的问题。从“康威定律”角度来看，组织结构也在一定程度上影响着技术架构。

在运营建设初期，基于当时的背景，选择了“六便士”——运营产品化，现在参数运营，业务运营也都产品化对外推广落地。但也逐渐的凸显了一些问题，比如：过度关注产品本身能力，容易忽视用户的实际业务诉求；很多情况下为单纯的需求-功能“一次性”的行为，难以形成持续的价值创造；由于关注点比较局限，用户粘性很容易达到一个瓶颈点。

但内心的“月亮”——打造行业运营整体解决方案，依然照耀在运营整体解决方案探索的道路上，从未被埋没。随着认识的深入，产品模式与解决方案模式的转换也有一些自身的认识。

1.从产品模式到解决方案模式的转变。本质上是一种思维方式的转变，要求我们不再局限于在产品功能内卷的仓鼠之轮中不可自拔，而是要站在用户的角度，思考如何为用户创造真正的价值。这种转变虽然充满挑战，但也蕴含着巨大的机遇。

2.运营整体解决方案不是简单的运营产品组合。使用解决方案思维和运作方法时，在保持各运营产品边界的同时，更要形成犄角之势，互相增强。应对VUCA时代，形成结构化进攻，结构化防守的力量。

3.真正的做到“以用户为中心”。在进行业务价值交付过程中持续的进行全局资产价值、情绪价值、表征价值的创造。同时也进行团队协作和跨部门合作，



建立一个开放的沟通环境，这样能够促进更深入的合作和创新。

4.打造行业全领域运营地图。一个新业务加入进来，对整个组织架构、业务架构、技术架构以及协同方式的影响能够快速给出清晰的画像。毕竟不管多急，都不能不看“地图”就冲向战场。

5.助力运营文化的塑造。从端到端业务流程的构建到价值交付的后续衍生，让用户深度沉浸在参数、业务、岗位运营体系氛围中。

#### 写在最后

毕竟短跑与长跑是两种技能，双运营建设和数字化运营整体解决方案建设也是不同的，在加强“顶层设计”的同时，更需要“摸着石头过河”适应各种挑战。

当前国家宏观调控举措接连出台，临时性政策频繁发布，新品种上市节奏加快，业务创新持续提速，市场竞争愈发激烈。在进行数字化运营整体解决方案探索建设时需要坚持“稳字当头、稳中求进”的总基调，才有助于我们在复杂多变的环境中保持清醒的头脑和稳健的步伐，探索建设才能取得更加显著的成效。🔗

责任编辑：孙广旭

# 持续测试效能体系进阶与应用

王佳华、卞凤杰 / 申万宏源证券有限公司

在金融科技数字化转型的关键阶段, 我司积极响应国家号召, 大胆尝试, 勇于创新, 引领金融科技测试领域数字化转型新浪潮。作为行业第一家通过信通院研发运营一体化(DevOps)能力成熟度模型持续测试3级认证的公司, 近一年, 我们更加积极探索持续测试理念并实践推广, 被应用到了公司多个项目中, 在提升测试质量和效率方面发挥了巨大价值, 为保持公司金融科技领域的先进性上海金融科技中心的建设提供了有力的支撑。

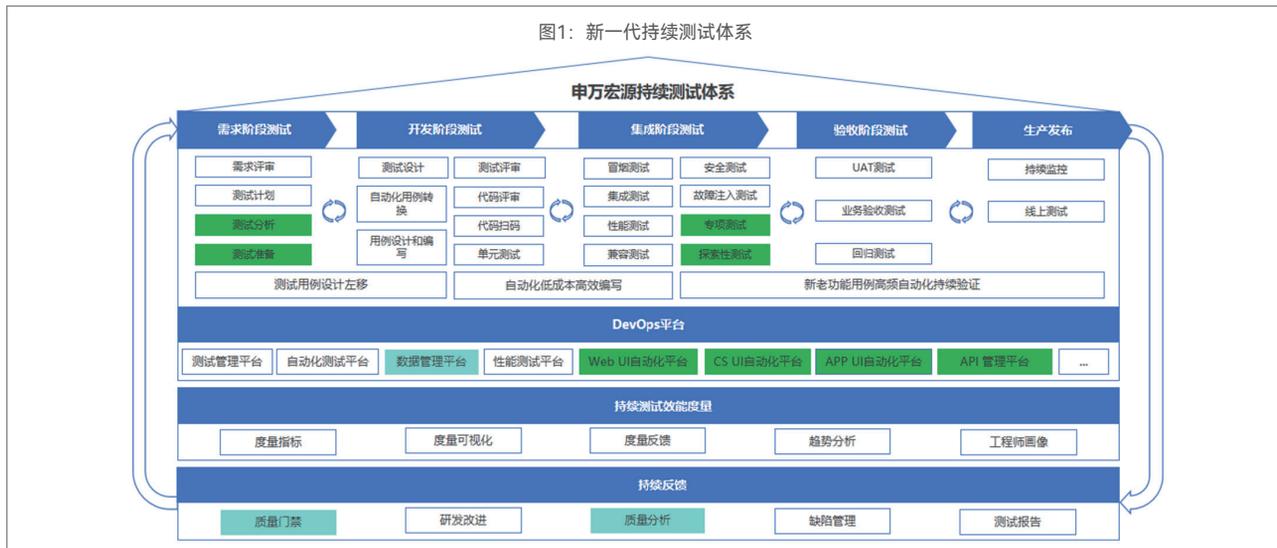
聚焦持续测试体系, 经过近2年的实践和发展, 秉承“持续”理念, 持续深入, 持续优化、持续推广, 赋能中台研发测试, 顶住了高风险、大工作量、高频版本的压力, 圆满完成中台安全加固工作。申万有道项目根据持续测试理念改进研发测试流程, 同样实现了效率和质量的飞速提升。公司级的持续测试标准, 在各个业务条线进行推广, 也取得了良好的效果。所以本文也是分两个部分, 首先会介绍新一代持续测试体系, 第二部分是该体系是如何在整个公司范围内进行推广的。

## 一、新一代持续测试体系

2023年我们基于DevOps思想和持续测试理念搭

建了申万宏源持续测试体系, 形成一套符合公司生态的覆盖软件全生命周期的持续测试效能体系。经过一年的探索和实践, 我司的持续测试体系进一步完善, 持续测试体系基础能力扩展了测试分析、测试准备以及专项测试能力; 持续测试体系核心能力是通过DevOps流水线将DevOps平台和自动化等各个工具平台打通, 各类工具平台通过插件的形式集成到了流水线中, 近一年我司新建设了多个工具平台, 同时数据管理平台 and 持续测试体系的持续反馈能力进行了进阶升级。新一代持续测试体系如图1所示, 下面主要从以下几方面:

图1: 新一代持续测试体系



## 1、丰富各类测试工具平台并持续优化

### 1) UI自动化平台建设和优化

工具研发团队建设并推广的Web UI自动化平台和CS UI自动化平台弥补了Web UI自动化和CS UI领域的空白，同时优化了Testin APPUI自动化平台。UI自动化平台和接口自动化平台一起给公司自动化扩展提供工具基础。

### 2) 推广测试数据自动构造平台

近一年，测试数据自动构造平台提供给各项目造数脚本数量达到700+，满足了测试团队各类测试类型的造数需求，提高测试人员的测试效率。通过和自动化平台对接，提高自动化通过率，其中业务中台项目通过改造，接口自动化的通过率提升到98%左右。

## 2、完善质量门禁体系

测试准入准出体系是持续测试体系的重要组成部分，制品通过质量门禁体系层层把关，保证产品质量，降低管理成本。测试准入准出体系，由9个质量门禁构成分布在研发测试的各个阶段，其中代码扫描、安全扫描、单元测试都是对代码层面的门禁控制，不

符合门禁要求代码无法部署到对应的环境，冒烟测试主要控制版本准入，集成测试、回归测试、验收测试等质量门禁主要控制版本准出。各个自动化平台和DevOps平台打通，通过流水线自动调用冒烟、集成、回归自动化脚本集，通过质量门禁设置对应的通过率来控制制品是否可以流转到下个环节。制品通过质量门禁体系层层把关，保证了产品的质量也降低了研发测试管理的成本。

### 3、规范自动化流程

基于中台项目接口自动化流程形成组织级自动化流程，将测试左右移、持续自动化、持续回归、冒烟测试、集成测试、专项测试等高效测试方法融入到研发测试的全生命周期中，各个项目可按照项目实际执行即可。

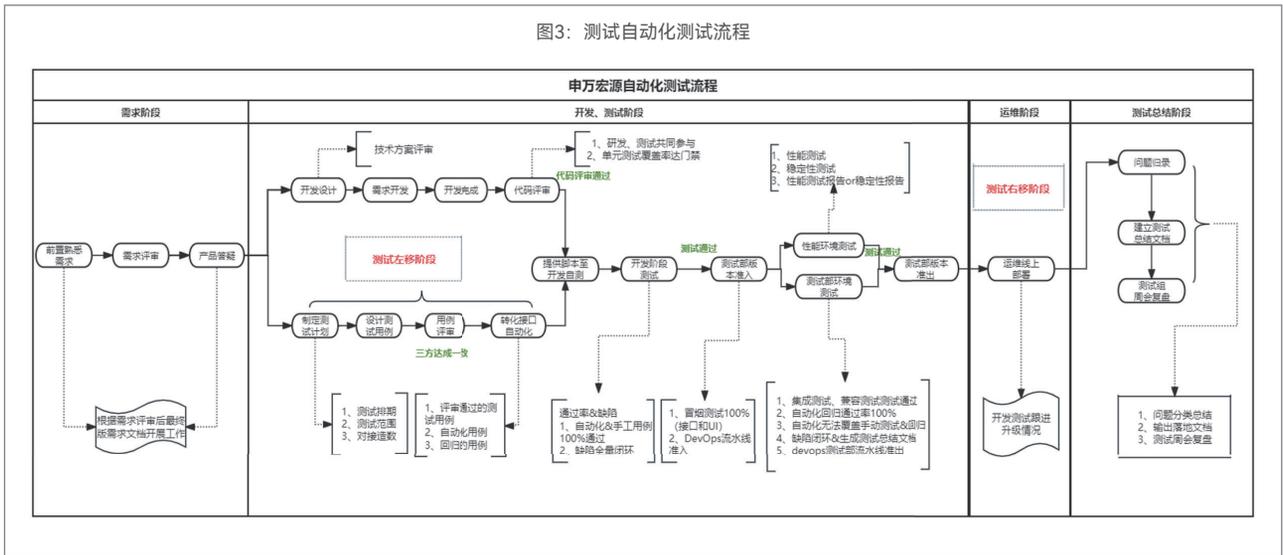
## 二、持续测试的推广

基于持续测试在业务中台项目的探索和实践，结合公司实际情况梳理形成符合公司生态的持续测试标准。同时，根据“教练分层”的理念组建了5个人的内部教练团队，并在实施推进中，在目标团队中挖掘

图2：测试准入准出门禁体系

质量门禁	门禁说明	门禁设置	放行机制
代码扫描	增量扫描策略，对代码的规范进行扫描	代码规范问题>1 代码缺陷问题>1	紧急版本可以适当放行，后续以技术栈的形式修复
安全扫描	CI阶段对代码进行安全扫描，统计风险等级和风险数量	超危、高危漏洞<10 中危漏洞<=500 低危漏洞<=100	紧急版本可以适当放行，后续以技术栈的形式修复
单元测试	CI阶段对代码进行单元测试覆盖率扫描	行覆盖率达>=55% 分支覆盖率 >=40%	紧急版本或者修复生产紧急问题可跳过单元测试
冒烟测试	SIT或开发环境执行，用例范围测试人员在开发编码阶段针对新功能编写的接口自动化脚本的集合，主要覆盖核心功能和主链路	100%	紧急版本或者参数版本可跳过冒烟测试
代码覆盖率	UAT阶段功能测试完成后执行	增量覆盖率>=80%	紧急版本或者参数版本可跳过冒烟测试
集成测试	UAT阶段执行，冒烟测试用例的基础上继续扩展测试范围，充分覆盖基本功能和核心功能等	100%	参数版本可跳过
回归测试	UAT阶段执行，回归线上已有场景	95%	参数版本可跳过
验收测试	UAT环境执行，业务方提供验收文档	无验收报告版本无法准出	参数版本可跳过
性能测试	性能环境执行	测试结论PASS版本方可准出	参数版本或者版本无性能测试需求可跳过

图3: 测试自动化测试流程



和培养团队教练。基于上面两点，持续测试开始在公司范围内推广，因为自研项目适配度高，先在自研项目中推广，同时对标准进行剪裁，在非自研项目推广。目前在中台、申财有道、基金、衍生品等20余个自研项目中实施推广。这些项目在质量和效率方面均有明显的提升。

### 1、持续测试体系赋能业务中台安全加固

我司业务中台的建设是为了解决公司各个系统林立、业务协同困难的问题，公司根据中台化的业务架构设计理念进行了业务中台建设。业务中台目前具备140余个微服务，整合近30个后台系统的资源，面向115个系统提供一站式的综合接口服务，已经形成了公司级的中台生态。

因为近两年金融行业对信息安全要求的提高以及证券公司网络和信息安全三年提升计划的要求，业务中台今年第二季度开展了中台安全加固工作。团队梳理出需对900个接口进行整改，其中80%的接口为重点业务接口，风险高；涉及整改项3000+项，期间发版200多个，工作量大时间紧张。安全加固期间，测试充分左移，开发测试共同设计方案；并通过接口自动化和造数平台赋能研发自测和联调；研发测试更加紧密协作，按工作趋同性分批处理，结合各自经验，信

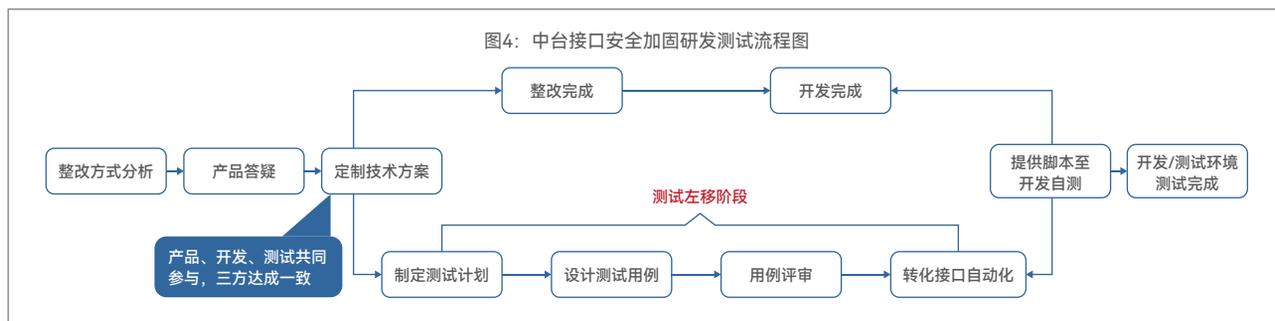
息共享，提前预判各类异常场景，测试人员通过自动化来落地具体测试

目前中台已经有自动化脚本6000+，100%覆盖；安全改造测试过程中对现有脚本进行变更跟踪，无需从0到1地构建自动化测试用例，而是从1到1.1。目前中台已有全流程回归用例300+，基本覆盖了线上已有的业务场景，这些脚本基本可以在10分钟内执行完毕，基本完全替代了人工测试，如果人工回归需要2人日左右；整个安全加固过程中，研发效率提升近50%，证明了持续测试在紧急项目中举足轻重的作用。

### 2、持续测试体系在申财有道项目中的推广和应用

申财有道APP为公司自研的新一代智能化财富管理平台，是典型的项目集，共有APP、微服务、运营中台等30个子产品，技术领域广，子产品形态多，测试要求和方法各异。

申财有道项目组根据公司级持续测试规范，从六个方面进行整改：所有需求通过DevOps进行规范化管理，需求、研发测试任务、缺陷等建议关联关系方便追溯管理；团队管理方面，研发测试人员严格遵循研发测试工作流程规范，各类文档通过知识库统一管理；开发阶段项目组不仅建立标准统一的代码分支规范并通过流水线进行CI、CD，还建立了代码质量规

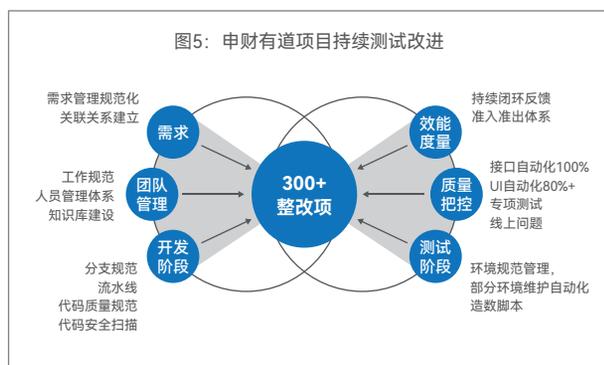


范和安全扫描规范, 预防和减少技术债; 测试阶段, 建设了自动化、性能等专用测试环境, 对各个测试环境进行规范化管理, 环境维护通过流水线实现了部分自动化, 项目专用的测试造数脚本也基本满足了各类型测试的需求;

质量把控, 申财有道接口自动化覆盖率100%, UI自动化覆盖重点业务场景, 还开展性能、探索性测试、稳定性测试等, 全方位提升项目质量, 线上问题进行规范治理, 目前下降了5成; 效能度量, 通过度量系统, 项目组研发测试过程可以实现闭环管理, 接入准入准出体系, 降低项目测试管理成本提升了质量。

经过近一年的整改, 申财有道项目组已完成300+个整改项, 加速研发测试流程, 提升产品质量, 整体项目效率提升30%, 人效提升20%。

我们的持续测试体系经过一年多的实践, 更加成熟, 并被应用到了公司多个项目中, 在提升测试质量和效率方面发挥了巨大价值, 为保持公司金融科技领域的先进性、及上海金融科技中心的建设提供了有力的支撑。主要实现了以下收益:



### 1、项目收益

多个项目的接口自动化已经实现100%覆盖, UI自动化也基本覆盖核心业务场景, 自动化能力提升迅速。接口自动化回归10min以内, UI 30min左右, 回归效率提升明显。很多自研项目通过测试左移, 2/3的缺陷在开发阶段闭环, 提升研发效率; 通过准入准出门禁拦截了90%的问题版本, 降低管理成本; 公司多个项目线上问题率降低到0.1%一下; 需求交付时长显著降低, 部分项目提升3.5倍, 紧急版本可以当天修复上线, 可以更快速响应业务需求; 测试效率整体提升了40%左右, 测试人员成本下降三成。

### 2、公司收益

持续测试体系推进了公司质量体系的进步和发展, 助力公司快速响应新的或不断变化的业务需求、跟上甚至超越竞争对手。

### 3、行业影响

经过多次行业大会分享和同行经验交流, 得到了同行业的广泛认可, 助力持续测试在金融行业内, 电照风行势不可挡。

我们的持续测试体系后续还会持续扩展, 探索新的测试技术, 比如: 代码覆盖率、Mock技术、大模型相关、单元测试等, 同时会继续在公司全面推广持续测试系统, 组建由工程教练和团队教练组成的教练团队。申万宏源持续测试体系会与时俱进、持续优化、持续领先。

责任编辑: 赵玉琳

# 创新API测试技术 筑牢信息系统之门

## ——广期所提出一种非侵入式API延迟测试技术

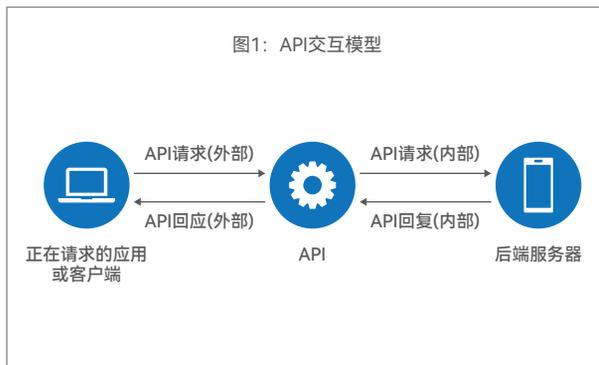
谭嘉俊、吴赫 / 广州期货交易所股份有限公司

现代资本市场中,信息系统安全稳定运行对于市场健康发展具有重要作用。其中,信息系统应用程序编程接口(Application Programming Interface,简称API)作为信息系统间连接和交互数据的桥梁,其性能、稳定性和安全性对于技术系统的平稳运行又起到了关键作用。作为证券期货行业信息系统生态中的网络通道,API承载着实时交易处理、资金流转结算、用户账户管理等关键功能的无缝对接,任何性能瓶颈或安全漏洞都可能导致严重的经济后果。然而,当前针对复杂API中单一序列的精准测试研究尚显不足,主要是因为实际业务场景中一次信息交互触发的API序列数量多、复杂度高且耦合度高,使达到精确测试具有挑战。而往往网络黑客就是针对于某一网络接口序列进行安全攻击,或者某一网络接口序列出现性能瓶颈而导致API业务处理出现异常。为解决以上问题,广州期货交易所(以下简称为“广期所”)提出了一种面向证券期货行业信息系统的非侵入式API延迟测试技术。该技术突破了传统API测试技术的局限性,可以在不修改API代码的前提下,灵活地对API序列中的每个请求独立施加延迟模拟,以此还原网络异常环境下的真实响应场景,在确保源码安全情况下实现精准测试。

### 一、引言

随着信息技术的飞速发展,API在证券期货行业信息系统中扮演着越来越重要的角色,其交互模型如图1所示。API作为系统、服务和应用程序之间交互的桥梁,使得不同平台、不同语言的组件能够方便快捷地实现数据交换和功能调用。API的广泛应用不仅提升了系统的集成能力和可扩展性,也极大地推动了微服务架构、云计算、移动应用等技术的发展[1]。在这样的背景下,API的性能、稳定性和安全性直接关系到整个系统的可靠性和用户体验。因此,对API的测试变得尤为重要。

API测试不同于传统的系统功能测试,API测试更关注数据层的交互,通过验证API的请求和响应来



判断其行为是否符合预期。API测试涵盖了功能测试、性能测试、安全性测试和可靠性测试等多个维度。功能测试主要检查API是否能够按照预期提供正确的功能;性能测试则评估API在高并发和大流量情况下的响应时间和吞吐量;安全性测试旨在发现API

中可能存在的漏洞，例如身份验证和访问控制的缺失；而可靠性测试则关注API在极端情况下的稳定性。通过全面的API测试，能够有效提高系统的健壮性，并减少因接口故障而引发的生产事故。

在实际应用场景中，API并不是孤立存在的，而是以API序列的形式进行工作。API序列是指一组按特定顺序依次调用的API集合，通常用于完成某个特定业务逻辑或功能。例如，在电子商务平台中，用户下单的操作可能涉及用户信息获取、库存检查、订单生成、支付处理等多个API的依次调用。在API序列中，每个API的执行结果可能会影响后续API的行为，因此，API序列测试比单个API测试更加复杂，需要考虑API间的依赖关系、数据传递和异常处理等多个因素。然而，当前对于API序列的研究和应用实践还不够充分，尤其是在网络延迟方面的测试。

网络延迟是指在网络中传输数据包时，从发送端到接收端所消耗的时间。网络延迟对于API的性能影响至关重要，尤其是在跨地域、跨数据中心的分布式系统中，更加容易因为网络延迟导致系统性能下降<sup>[2]</sup>。虽然目前已有的一些研究和工具能够对API的响应时间进行测试，但大多是针对单个API的性能测试，对于API序列中每个API节点的网络延迟缺乏系统化的分析和测试方法。单个API的网络延迟在API序列中可能被放大，导致整体系统性能出现瓶颈，影响业务流程的顺畅执行。例如，在某些业务场景中，如果一个API的网络延迟超过预期，将导致整个API序列的执行时间大幅增加，从而影响用户体验。因此，深入分析API序列中各个API的网络延迟，并针对性地进行优化，具有重要的理论意义和实践价值。

综上所述，API测试是保障证券期货行业信息系统可靠性的重要手段，API序列中单个API的网络延迟测试是提升系统性能的新兴研究方向。深入研究这一领域，有助于解决API序列中潜在的性能瓶颈问题，

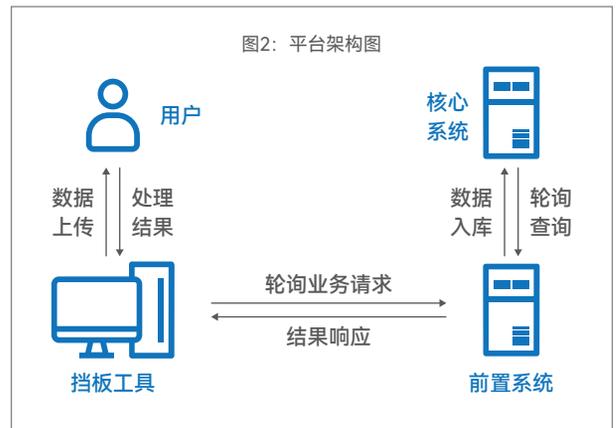
提升系统的整体效能和用户体验。

## 二、研究背景

### （一）研究对象

近年来，随着资本市场标准化工作的深入推进，证券期货行业信息系统之间的互联互通成为了保障业务顺畅运行的重要基础。为了适应中国期货市场监控中心的最新接口规范的要求，广期所开户系统在API请求验证方面进行了升级改造，新增了30秒的超时异常处理机制，以提高系统在长时间请求场景下的稳定性和鲁棒性。为了确保该机制的有效性和稳定性，广期所计划对新增的异常处理机制进行全面测试。

该系统架构如图2所示，其中主要分为三个模块：挡板工具、前置系统和核心系统。其系统调用和业务流程为：挡板工具收到来自用户的数据，调用前置系统的API，将数据分片传送给前置系统，前置系统在接收文件后，会向挡板工具返回接收成功消息，同时会在对数据进行处理后，传递信息给核心系统。



在实际测试任务中，由于系统架构设计的特殊性，常规的API测试手段难以直接满足测试需求，主要原因在于系统采用了分布式、异步处理的架构设计，涉及多个模块和组件的复杂交互。在每一次业务场景中，挡板工具与前置模块之间往往需要进行多次API请求交互。这些交互涉及业务请求的发送、业务

信息的分片上传、状态轮询等多个环节，每个环节密切耦合，具有较高的时序性和依赖性。由于每个业务流程中的API请求都需要依赖前置模块和挡板工具模块的紧密配合，任何一个节点的超时处理都可能影响整体业务的顺利完成。

## （二）研究难点

在实际实践过程中，主要存在两个难点。一是在API序列中进行单独API测试时，存在测试场景难以独立构建的问题。一般的API测试是仅针对单个接口，即测试工具发起请求后，等待结果返回并进行验证。然而，在复杂业务系统中，一次完整的业务操作通常涉及多个API调用，这样的API序列中间的API无法通过单一接口测试来验证。如果按照传统方法进行测试，只会阻塞在API序列的第一个接口，而在测试序列中间或后续API时，无法单独模拟前序API已经发生后的数据场景和系统状态。因此，这样的测试无法满足业务场景的需求，也无法得到正确的响应结果，从而无法有效地验证后续API的正确性。

二是在API序列中单独构造某个API的网络延迟异常也存在很大难度。一次业务操作中通常会触发多

个API请求，而为了验证每个API是否能够正确触发超时异常处理机制，需要对每个API接口进行网络延迟的模拟。现有工具（如Traffic Control和Chaosblade）虽然可以实现服务器的网络延迟，但其作用范围只能精确到服务器端口级别，而不能具体到单个API。在广期所被测系统中，所有API请求都是通过同一个端口交互的，因此现有工具只能对端口整体进行延迟设置，这样只能导致序列中第一个API的延迟，而后续API都会因为前序API的延迟而受到影响。由于后续API所在的业务场景和系统状态依赖于前序API的执行结果，此时的延迟对于这些API来说毫无意义。同时，第一个API的延迟会造成整个序列中多个API同时触发异常处理，从而无法精准定位到底是哪一个API出现了问题，导致异常测试的效果大打折扣。

总体而言，传统的API测试方式由于测试工具只能处理单一接口请求，且在所有API请求均通过同一端口交互的情况下，无法单独模拟前序API已经发生后的数据场景和系统状态，因此难以实现API序列中各API的单独测试与验证。此外，现有的网络延迟工具（如Traffic Control和Chaosblade）仅能针对服务器



端口施加延迟控制,无法精确到每个API级别进行延迟设置,导致测试过程中只能对序列中的第一个API施加延迟,而后续API均会受到前序API延迟的影响,从而无法有效测试各API的超时处理能力。

### 三、方案设计与验证

#### (一) 方案设计

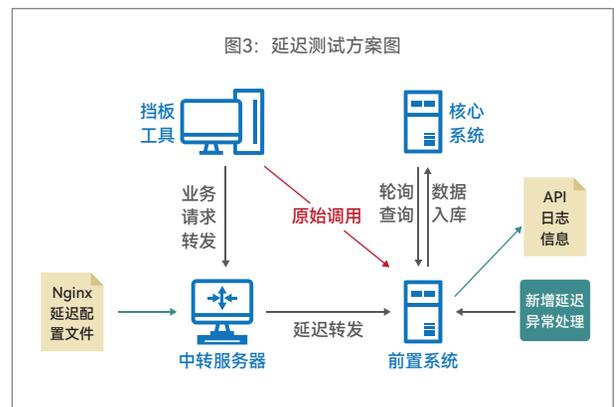
本方案旨在解决API序列中单独API测试场景和网络延迟异常难以构建的问题,重点是通过API请求端口的重新分配和精细化延迟控制来实现对每个API的独立测试和异常模拟。

本方案提出采用中转服务器,在中转服务器中安装Nginx,通过Nginx实现转发代理,将所有API请求通过不同的端口进行发送,从而可以实现在不更改API调用顺序和代码的情况下开展测试。在转发过程中选择目标API进行配置,而该API的前序调用将不会受到影响,其被调用时的数据场景和系统状态也能保持与正常业务场景下的一致,从而能够有效解决测试难点一。

其次,通过Nginx配置多个监听端口,将每个端口与对应的API请求绑定,使用Traffic Control或Chaosblade对端口实施延迟控制,并将这些请求转发至目标服务器。这样,尽管所有API仍然指向同一目标服务器,但每个API的请求端口不同,使得我们能够单独对每个端口施加延迟,从而实现对每个API的独立延迟控制,解决测试难点二。这种方式突破了现有工具只能对整个服务器端口进行延迟的限制,使得各API之间的延迟不再相互干扰,测试人员可以根据需要设置不同API的延迟时间,验证各API在不同网络条件下的响应情况和超时处理能力。

此外,本方案在延迟控制上进一步优化,通过引入Nginx的第三方模块echo-nginx-module来实现更精细的延迟处理。该模块能够直接在Nginx内部根据

API的完整请求路径对请求和响应进行延迟设置,从而不再需要额外依赖外部工具(如Chaosblade)来实现端口延迟。这种方式不仅能够精确地控制每个API的延迟时间,而且避免了对每个端口单独进行Chaosblade延迟配置的复杂性,极大地简化了测试环境的搭建与维护。通过Nginx配置文件,可以快速对不同端口设置不同的延迟时间,并通过模块控制将延迟应用于特定请求,从而实现API级别的精确延迟控制,整个方案的设计如图3所示。



本方案设计具备高灵活性和易操作性。通过Nginx的端口映射及转发机制,将复杂业务场景中的多个API请求分配至不同端口,并结合Nginx的模块化延迟控制能力,可以高效地模拟复杂场景中的网络异常情况。最终,本方案通过单一Nginx组件即可完成API测试场景的构建和网络延迟控制,实现了对复杂业务系统API序列中单独API测试的支持,提供了便捷而有效的测试方法和工具。

#### (二) 方案验证

为了验证方案的有效性,已在广期所系统进行了有效实验,具体验证步骤如图4所示。

第一步,需要布置一台服务器作为中转服务器,在中转服务器中安装Nginx并且添加echo-nginx-module配置,进行编译和启动。同时,为了适配不

图4: 验证流程图



同系统间的网络协议, 需要在Nginx中配置对应的访问请求格式, 例如HTTP/HTTPS、gRPC、UDP和WebSocket。

第二步, 在挡板工具服务器上, 将指向前置模块服务器的请求IP更改为Nginx转发服务器的IP。然后在Nginx转发服务器上设置请求转发, 将gRPC请求转发到前置模块服务器并重启Nginx。

第三步, 确认中转服务器IP、服务器之间的通信方式、API请求路径和相关参数, 根据这些信息对API的请求路径进行拼接, 得到完整API路径。

第四步, 在挡板工具上发起一次正常的业务请求, 检查前置服务器目标API的正常交互日志信息并且记录。

第五步, 在Nginx配置文件中将该API的请求路径写入location配置下, 设置延迟(echo\_sleep 60s)并重启Nginx, 确保该API请求延迟60秒再转发, 其配置信

图5: Nginx参数配置图

```

server {
    #设置端口和协议类型
    listen port HTTP2;
    #设置服务器
    server_name sys_server_name;

    #设置被测API路径
    location /your-api-path {
        # 设置延迟60秒
        echo_sleep 60s;

        # 之后将请求转发给前置系统服务器
        proxy_pass http://backend-server-address;

        # 可选的其他 proxy 配置
        proxy_set_header Host $host;
        proxy_set_header X-Real-IP $remote_addr;
        proxy_set_header X-Forwarded-For $proxy_add_x_forwarded_for;
        proxy_set_header X-Forwarded-Proto $scheme;
    }
}
  
```

息如图5所示:

第六步, 确认配置文件添加延迟配置无误后, 再次在挡板工具上发起一次与第四步相同的业务请求, 检查前置模块服务器目标API请求延迟后的日志信息, 并且与第四步产生的日志信息进行对比, 验证接口延迟是否触发超时异常。

验证结果显示, 在进行API延迟配置后, 对目标API的请求成功触发了超时处理异常, 显示了错误日志信息。我们将两次请求的日志进行对比, 确认了异常来自被指定延迟的API请求, 说明延迟验证成功。同时, 为了确保方案的有效性, 我们在多种类型的API上都进行了验证, 验证结果显示目标API均触发了超时异常处理机制, 证明了本方案的有效性。

#### 四、总结与展望

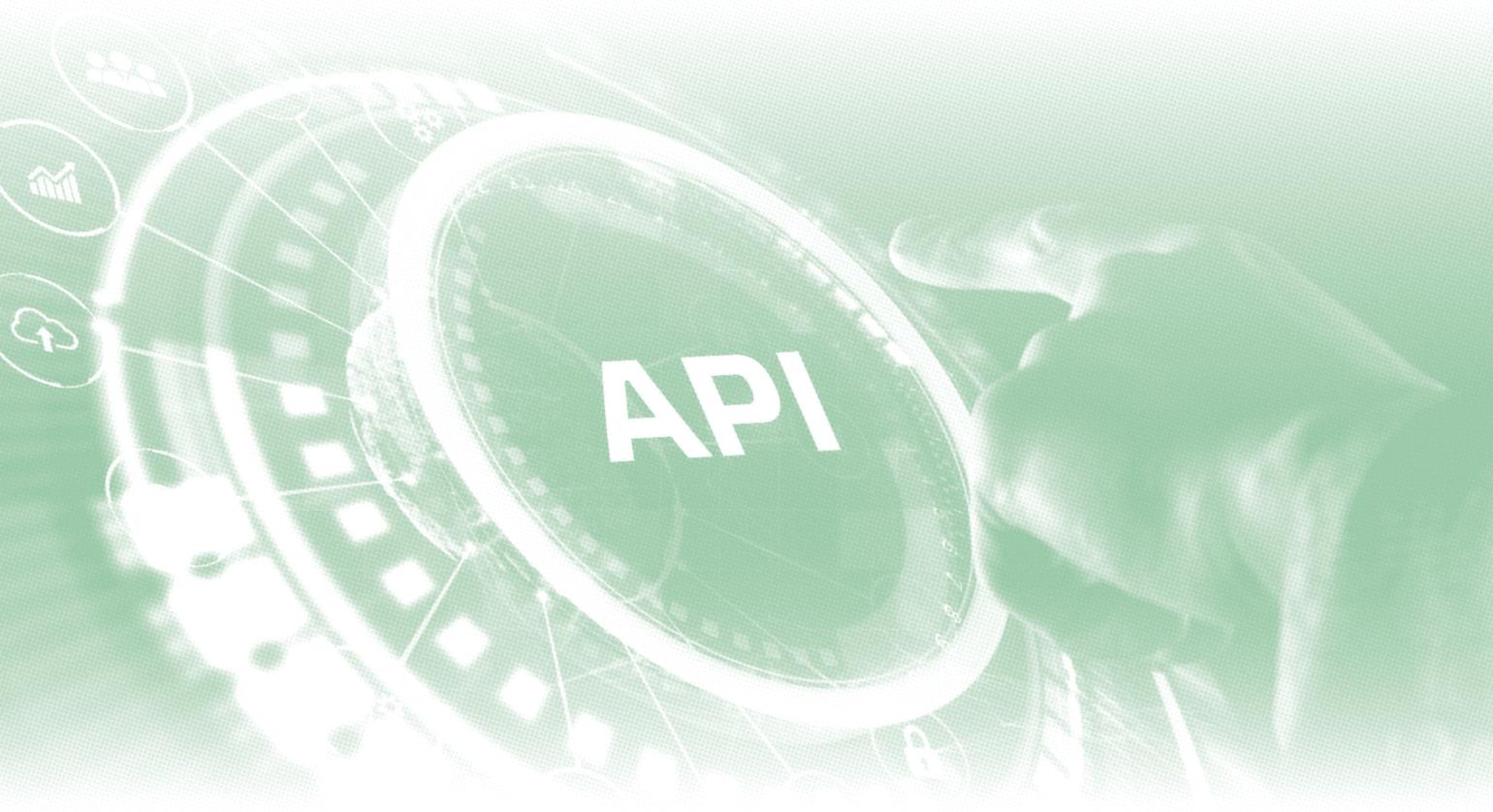
本文提出了一种面向证券期货行业信息系统的非侵入式API延迟测试技术, 成功解决了传统API测试工具难以在复杂业务场景中对API序列中的单个API进行独立网络延迟测试的难题。通过Nginx的端口转发和精细化延迟控制, 能够灵活、高效地模拟复杂的网络异常情况, 从而验证每个API的超时处理机制。实验结果表明, 该方案具备良好的可操作性和实用

用性,能够为证券期货行业的高耦合业务场景中的API测试提供有力支持。

行百里者半九十。对于非侵入式API延迟测试技术还有更深入的研究空间:一是可以将该技术与自动化测试技术相结合,进一步提高测试效率和精准度,尤其是在大规模API序列的测试场景中,实现更高效的批量API延迟模拟、API故障模拟与验证。二是随着微服务和分布式架构的广泛应用,API序列中的网络延迟问题将更加复杂,未来可通过机器学习和AI

算法自动识别和优化关键节点,与精准测试技术相结合,提升测试的精准度和智能化水平。三是与混沌工程技术相结合,扩展适用范围,使其不仅能测试网络延迟异常,还能够覆盖其他类型的网络故障,如数据包丢失、带宽限制等,从而为API序列可靠性测试提供更加全面的支持。通过进一步的研究和实践,本技术方案有望在更多复杂的业务系统中得到广泛应用。🔗

责任编辑:肖昱



#### 参考文献

[1]王毅,蔡建平.基于API测试的分布式测试框架的研究与实现[J].计算机工程与设计,2004,25(8):1299-1301.

[2]许庆华,肖刚.一种基于移动代理的网络延迟测试方法[J].计算机工程与科学,2008,(01):22-24+48.

## 拥抱AI浪潮，开启测试新篇

在科技飞速发展的时代，AI浪潮正以汹涌之势席卷而来。身处测试领域前沿的我们，敏锐捕捉到了向智能化测试迈进的历史机遇，我们积极探索AIGC与清算自动化测试结合应用，在项目中成功落地，实现测试数据的快速生成从而大幅提升测试效率。

厂库担保品项目成为我们首个引入AIGC技术的“试验田”，通过业务与技术深度融合，成功论证了AIGC在数据构造领域应用的可行性。完成了5000+测试数据的自动化构造，并初步构建“AI助手”，旨在

为每个测试人员配备“执行秘书”辅助测试，大幅提升测试效率。乘胜追击，在胶合板项目中，我们持续发力，完成AI模型训练，显著提升了数据构造脚本的精度，实现了脚本生成“零”人工干预，确保数据构造快速、准确。

展望未来，我们将继续深化AI技术在测试领域的应用研究与实践探索，不断推动测试环节的智能化升级。我们相信，在AI技术的赋能下，我们一定会实现测试新飞跃。

## 19人通过商用密码应用安全性评估考核，以测评能力筑牢安全防线

2024年12月，飞泰公司19人通过国家密码管理局组织的商用密码应用安全性评估从业人员考核，通过率居全国前列。

佳绩的取得，彰显了飞泰公司深厚的技术功底及

积极向上的学习氛围，也标志着飞泰公司在商用密码测评领域迈出坚实的一步。未来，公司将持续提升商用密码应用测评能力，扎实助力行业商用密码应用改造。

## 金融客户端测评实验室加快推进行业App安全检测工作

为切实防范化解证券期货业移动应用软件安全和个人信息保护等风险隐患，金融客户端测评实验室紧密围绕证监会赋予的职能定位，依托智能动态扫描引擎+国家级专家团队，为行业机构提供“全量风险识别-精准漏洞定位-合规整改建议”全链条APP安全检测服务，协助监管做好行业App风险排查。通过一对一材料要点讲解和示例分享，助力送检机构完成材料编写，缩短审核周期，降低检测启动门槛。

技术赋能安全，专业守护信任！实验室现已承接300余款行业APP安全检测服务，若您希望进一步了解APP安全检测细节，欢迎与我们联系！



# 衍界

测试  
专刊

证券期货业 | 测试技术与质量管理

Securities & Futures Industry Testing Technology and Quality Management

## 征稿启事

本刊旨在提供最新鲜的行业热点、最及时的质量动态、最先进的行业测试技术、最宝贵的质量管理专家经验,让更多的人了解行业动态、学习专业测试技术、探讨质量管理改善,从而促进行业测试技术发展与行业质量建设。

也许您的身边还有很多值得分享的题材,也许您的见解能够给大家带来更多的启发和借鉴,欢迎各界人士积极供稿,这里需要您的参与!

✉ 投稿邮箱: [quality@dce.com.cn](mailto:quality@dce.com.cn)

☎ 联系电话: 0411-8480 6897

# 衍界

证券期货业 | 测试技术与质量管理  
Securities & Futures Industry Testing Technology and Quality Management

[www.dce.com.cn](http://www.dce.com.cn)

地址：中国 辽宁省大连市沙河口区会展路129号 邮编：116023

电话：(86) 400 861 8888 传真：(86) 411-8480 8588