



TRQuant量化系统白皮书（初版）

1. 系统愿景与价值定位

愿景：TRQuant旨在打造一个高效、统一的内部量化投研平台，服务专业投资团队在A股、港股、美股市场的研究与交易需求。通过一体化的架构设计，TRQuant将数据、模型、策略和交易执行紧密联结，缩短从投资想法到实际交易的路径，提高投研效率与策略执行的一致性。

价值定位：作为投研中台，TRQuant承载了现代量化投资对基础设施的要求¹。平台通过统一的数据体系和策略开发接口，实现研究与实盘无缝衔接，避免“纸上谈兵”式的脱节。这使得投资团队能够专注于Alpha创造与风险控制，而不必为底层技术搭建耗费大量精力。此外，平台内嵌AI能力，辅助研究员从海量信息中提炼洞见，自动化常規分析任务，并提高协作效率。总之，TRQuant定位于“**高效的研究工厂+稳健的执行引擎**”，在降低量化研究门槛的同时，为机构投资提供可控、可扩展的专属解决方案²。

2. 架构总览

TRQuant采用**分层模块化架构**设计，将数据、策略模型、回测、执行、风控、监控等核心要素有机融合。架构各层次职责明确、松耦合，既方便各模块独立演进，又确保策略从研究到交易的全流程顺畅衔接³⁴。

- **用户界面层**：提供统一的使用入口，包括交互式笔记本、命令行工具和API接口等。研究人员可通过Notebook完成策略编写和分析，也可利用Python SDK/REST API将平台功能嵌入自有应用，实现无缝对接。
- **应用服务层**：平台的“大脑”，涵盖策略开发与执行的核心引擎：
 - **策略引擎**：支持事件驱动的策略编程模型（如`before_trading_start`、`handle_data`等），兼容主流量化框架语法以降低学习曲线⁵。策略引擎允许多频率（日内分钟级到日线）和多标的资产（股票池、指数、期货等）同时运行，保证复杂策略的灵活实现。
 - **模型模块**：提供因子与AI模型研发环境。内置常用因子库和机器学习算法库，支持从因子提取、特征工程到模型训练、预测的一站式流程⁶。研究员可以利用此模块快速试验多因子模型或深度学习模型，并将训练结果登记版本以供回测和实盘调用。
 - **回测引擎**：高精度模拟历史交易过程的核心组件⁷。回测引擎精细还原市场微观结构，支持成交撮合（如VWAP加权成交价）、滑点模型和手续费模拟，自动处理企业行为（分红、配股）影响，并输出详细业绩指标（收益曲线、夏普比率、最大回撤等）⁸。通过严格的历史回放，保证策略在历史数据上的表现具有参考价值和可重复性。
 - **交易执行网关**：连接实盘交易通道的模块，统一封装A股券商交易接口、港美股券商API等。执行网关支持策略一键部署托管，实现7×24小时不间断运行，自动完成订单下单、撤单、成交回报处理，以及持仓资金查询等功能⁹。内置安全机制确保交易API密钥加密和权限隔离，保障实盘交易安全。
 - **风控系统**：实时监控策略运行和账户风险状况。支持预设风控规则（如持仓集中度、杠杆比率、交易流速限制等）和实时风控检查。一旦策略触发风控阈值，系统可自动告警或强制减仓。风控系统还提供回溯监控，支持对策略历史风险表现的评估和事后分析。

• 监控与调度：包含任务调度、日志与告警模块。调度模块按设定频率触发策略运行（如每日收盘后回测，实时信号监听等），支持多策略的运行编排。日志系统集中记录策略运行细节，便于事后审计；告警模块通过邮件或IM（如钉钉/企业微信）推送异常事件通知，实现7×24小时的自动监控¹⁰。

• **数据层**：作为整个系统的基石，数据层统一管理各类投研数据资产¹¹。涵盖：

- 市场行情数据：覆盖A股、港股、美股的多频率行情，包含日线、分钟线甚至Tick级别数据，以及衍生指标（涨停停、成交量额等）。数据层对不同市场的行情进行了标准化处理，如统一股票代码标识、调整时区与交易日历等，以方便跨市场策略开发。
- 财务基本面数据：收录上市公司的财务报表、业绩快报、行业指标等基本面信息，支持横截面因子研究。数据更新与官方披露同步，并提供前瞻指标（如一致预期、市值等）以丰富选股因子库。
- 资讯与舆情数据：集成新闻公告、研报摘要、社交媒体舆情等非结构化数据源。平台通过文本解析和情感分析，将这些资讯转化为定量指标（如新闻情绪得分、关注度热度），供策略引用，从而将市场预期和情绪纳入量化决策。
- 因子库：保存团队自主研发或外部引入的因子数据。每个因子按约定的命名和频率存储，可被策略方便地调用。因子库统一管理因子元数据，包括因子描述、计算逻辑、适用范围等，形成可复用的知识沉淀。
- 数据存储与检索：底层采用高性能时序数据库和分布式文件系统相结合的方式，以应对海量行情数据的存储和快速检索。同时，引入内存缓存（如Redis）优化热频数据的读取性能¹¹。数据层还实现了严格的权限控制和数据质量校验流程，确保数据的**准确性、一致性、及时性**。

• **基础设施层**：这是系统可靠运行的技术保障，包括计算与部署架构。TRQuant充分利用容器化与云原生技术，实现弹性的计算资源管理和环境隔离¹²。关键基础设施组件如下：

- 计算资源：构建私有的计算集群，灵活调度CPU/GPU算力以满足不同策略的需求。支持横向扩展，可根据策略数量和计算要求动态扩容，保障高峰期回测和多策略并行运行的性能。
- 容器部署：通过Docker容器和Kubernetes编排，实现应用服务的模块化部署和快速迭代。每个策略策略容器独立运行，互不影响，同时方便进行灰度发布和版本回滚。
- 消息队列：利用Kafka/RabbitMQ等消息系统，在模块间传递实时数据和指令，解耦数据推送、交易执行等异步流程，提升系统的可靠性与可伸缩性。
- CI/CD与监控：建立持续集成/部署流水线，自动化测试和发布新功能；部署监控系统（Prometheus/Grafana等）收集各模块性能指标，并通过警报系统及时发现故障，保证系统7×24稳定运行¹⁰。

以上架构设计使得TRQuant成为一个**层次清晰、功能完备**的一站式量化平台。从数据接入、策略研究到实盘交易，各环节无缝连接，形成闭环。例如，研究员可以在同一环境中完成因子提取、模型训练和策略回测¹³，一旦验证通过即可一键部署上线实盘，系统自动监控策略表现与风险¹⁴。这种架构总览如图1所示：

【图1：TRQuant系统架构分层示意图】¹⁵ ¹⁶

(图1：架构示意图展示了TRQuant的四层结构，自上而下依次为用户界面层、应用服务层、数据层和基础设施层，以及各层包含的主要模块。箭头表示数据流和指令流在层间的传递。)

3. 策略开发与运行框架

TRQuant提供统一的策略开发与运行框架，使研究员能够一次编写，既可用于回测也可直接用于实盘。这一框架通过标准化接口和事件驱动机制，保证策略在模拟和实盘环境下行为一致，大幅减少“环境切换”导致的误差和维护成本。

统一接口与事件驱动：策略开发采用类似Zipline的事件驱动式API设计¹⁷。用户定义初始化函数、定时调度函数（如开盘前执行的 `before_trading_start`）和核心交易逻辑函数（如基于每笔行情的 `handle_data`）。框架在回测和实盘中都会以相同的顺序和逻辑调用这些函数，从而确保策略逻辑的一致性。研究员可以调用平台统一提供的API函数获取行情和其他数据（如 `get_price` 获取历史行情，`get_fundamentals` 获取财务数据¹⁸），下达交易指令（如 `order_target` 调整仓位），以及设置风险控制参数等。所有接口的行为在回测和实盘模式下保持一致，只是数据来源或指令的实际执行位置有所不同。

回测与实盘一体：在回测模式下，框架会从历史数据库读取行情和交易数据，按时间推进事件循环，驱动策略函数执行，从而模拟策略在过去某段时期内的表现。而在实盘模式下，框架则监听实时行情推送，驱动策略实时运行，并通过交易网关执行实际下单¹⁴。由于两种模式共享同一套代码和接口，策略无需因为环境改变而修改。这种回测-实盘一体化设计确保“所见即所得”，即回测结果与实盘表现尽可能接近¹⁹。例如，一个策略在历史上触发了某信号并下单，到了真实交易时遇到相似情况将同样触发下单——除非市场规则差异或流动性等不可避免因素引起偏差，否则策略行为具有高度可重复性。

高效执行与调试：策略框架针对研究与实盘的不同需求做了性能优化和平衡。在回测中，支持向量化运算和并行回测等功能，以便研究员快速迭代测试多个策略或参数组合；在实盘中，则注重低延迟和稳定性，通过异步IO和本地化部署减少下单延迟。框架还提供仿真交易模式（模拟盘），让策略先在接近实盘的环境中跑一段时间，以发现潜在问题，然后再切换为真实资金交易²⁰。调试方面，平台允许研究员订阅策略运行的详细日志和事件，支持断点调试和逐日回测分析，帮助精准定位策略逻辑问题。总之，在TRQuant的统一框架下，策略开发实现了“一次开发，全程适用”：既满足了研究阶段快速试错的需要，又平滑过渡到实盘执行，做到研投一致。

4. 数据体系设计

数据是量化投研的基石。TRQuant的数据体系围绕**全面性、统一性和及时性**三个原则进行设计，覆盖从传统行情到新兴另类数据的广泛范畴，并通过统一的数据标准为策略开发提供可靠支撑。

数据类别与来源：
- 市场行情数据：包括A股、港股、美股的历史行情和实时行情。为了支持多市场，平台整合了不同来源的数据Feed，例如A股数据来自交易所或权威第三方、港美股数据来自彭博/IB等接口。所有行情数据按照统一格式存储，关键字段（开盘价、收盘价、最高、最低、成交量额等）保持一致命名，并处理了市场差异（如A股的涨跌停价格计算、美股的盘前盘后时段等）。此外，平台提供前复权和后复权两种价格系列，用户可按需求自由切换⁸。
- 财务与基本面数据：涵盖上市公司的财务报表（资产负债表、利润表、现金流量表）、财务指标（PE、PB、ROE等）、行业分类、宏观经济指标等。数据定期从专业数据供应商处获取（例如万得、彭博、Quandl等），并经过清洗校验后入库。基本面数据与行情数据通过统一的证券代码和日期键相关联，支持跨数据类型的联合查询，例如方便地获取某股票在某日对应的财务指标，用于构造选股因子。
- 资讯与舆情数据：TRQuant将**非结构化数据**也纳入投研视野，包括新闻资讯、公告研报、社交媒体舆情等。例如，平台连接主流财经新闻源，抓取上市公司公告与新闻文本；接入券商研报数据库，提取分析师评级变化；监控社交媒体和论坛的情绪热度。这些文本数据通过NLP技术转化为可量化指标，如情感得分、关键词提及频率、关注度指数等，为策略提供额外的Alpha来源。举例来说，策略可以利用新闻情绪指标构建事件驱动型策略，或在风险控制时根据舆情监测结果调整仓位。
- 交易衍生数据：包括资金流、成交分布、期权隐含波动率等交易层面的深度数据。例如A股市场的北向资金流入流出、港股

通资金数据，美股的Level II盘口队列、暗池交易量，或期权Greeks指标等。这些数据往往对专业机构投资者非常重要。TRQuant通过对接交易所或经纪商提供的专业数据接口，获取并储存此类数据，使高阶策略（如量价分析、期权对冲策略）有据可依。

- 因子库与模型输出：平台鼓励研究团队持续沉淀自己的研究成果。因此专门设立因子库，用于存储历史计算的因子值。例如动量、反转、成长、价值等各类因子时序都可存在库中，并保持最新更新。在策略开发时，用户可以直接引用因子库而无需重复计算，提升效率。同样地，机器学习模型的预测结果（如alpha信号、风险预测值）也可以作为时序数据存档，供回测和实时策略使用。这使得数据体系不仅涵盖外部原始数据，也包含内部生产的衍生数据，形成数据→信息→知识的累积闭环。

数据平台与治理： TRQuant的数据体系采用集中式的数据平台架构，以保证数据的一致性和可管理性¹¹。所有数据接入后统一存储在数据平台中，由数据平台提供访问接口和权限管理。通过元数据管理，详细记录各数据集的来源、频率、更新时间和质量信息。数据平台还实现了**数据权限隔离**：不同团队或用户只能访问其授权的数据范围，敏感数据（如未公开信息）受到严格控制。与此同时，平台实施多层次的数据质量控制：包括源头校验、日间完整性检查、异常值检测和人工spot check等流程，确保进入策略分析的数据可靠可信。

多市场适配： 考虑到A股、港股、美股在交易制度和数据特征上的差异，TRQuant在数据设计上做了充分适配：

- 时间维度上，引入**多时区与交易日历管理**。平台内置各市场的交易日历，确保在回测或实时运行时，系统能自动识别节假日、交易时段。例如，策略跨市场调仓时，系统根据交易日历判断哪个市场今日休市。时区转换也自动处理，例如美股数据存储和展示以纽约时间为基准，而策略在北京时间环境下运行时，界面会转换为北京时区方便查看。
- 交易规则上，不同市场的特有机制（如A股T+1交收、涨跌停限制，港股通额度限制，美股做市商制度等）都会在回测引擎和交易网关中有所体现。数据层面也存储了这些规则的参数，比如各市场的交易费用标准、A股的每只股票涨跌停幅度，方便策略或风控模块随时查询应用。
- 资产类别扩展上，虽然目前聚焦股票，但架构已经考虑**全品种交易**的扩展能力²¹。数据体系预留了期货、外汇、加密资产等类别的数据接入接口。这意味着未来如果团队拓展到新市场或品种，数据层可以无缝扩充，保持架构的一致性和连续性。

总的来说，TRQuant的数据体系以**广度覆盖**（多市场多类型数据）和**深度整合**（统一标准与接口）为特色。这保证了研究员无论进行基本面选股、技术面交易，还是AI预测模型，都能在同一平台上方便地获取所需数据。同时严谨的数据治理和质量管理流程确保“垃圾进，垃圾出”被杜绝——只有高质量的数据才能支撑高质量的策略研究。

5. AI能力嵌入

在量化投资的竞争中，引入人工智能（AI）技术已成为提升投研效率和发现Alpha的重要途径。TRQuant从设计之初就考虑了AI能力的深度嵌入，为用户提供**智能化的策略辅助**。平台当前内置多项AI功能，并为未来接入更先进的大语言模型（LLM）预留了接口和架构支持。

策略生成辅助： 借助自然语言处理和生成模型，TRQuant能够根据用户的策略思路或历史表现，给出策略改进建议甚至生成策略草稿。例如，研究员可以以日常语言描述一个想法——“我想要一个动量+基本面的多因子选股策略”——平台的AI助手能够解析需求，并建议可能的因子组合或伪代码框架。这种辅助极大降低了策略开发的门槛，让经验尚浅的研究人员也能快速搭建原型。在未来，随着更强大的LLM接入，平台有望实现**“用对话定制策略”**的能力，即AI根据用户的自然语言描述直接生成可运行的策略代码²²。行业已有探索表明，将LLM用于策略生成是很有前景的方向²³（例如允许用户一句话“帮我做一个动量反转策略”，系统即可产出初步策略框架²⁴）。

模型推荐与调参： 对于使用机器学习模型的量化策略，TRQuant内置AI助手可以根据数据特征和任务需求，推荐合适的模型类型或参数设置。例如，当用户在训练stock ranking模型时，AI助手会综合考虑样本量、特征维度和计算成本，建议使用XGBoost还是神经网络，并给出初始的超参数设定。这部分功能相当于AutoML的雏形，帮助研究员

节省繁琐的试错时间。平台未来计划引入更完整的AutoML引擎，实现自动搜索最优因子组合与模型参数²⁵，让模型调优过程实现一定程度的自动化。

决策支持与风险分析：AI的引入还体现在**辅助决策**层面。TRQuant利用机器学习构建了风险监控和业绩归因的智能模块。例如，基于历史数据训练的异常检测模型，可以在策略出现非典型交易行为时（如收益分布突然偏离历史范围、某些特征失效等）提醒研究员注意²⁶。再如，平台引入自然语言生成（NLG）技术，将复杂的绩效统计转换为易读的文字报告——策略运行一段时间后，AI会自动生成一份“**策略体检报告**”，用中文描述过去月度的收益波动、胜率、主要贡献因子和存在的问题，帮助团队快速把握策略健康状况。此外，AI还用于整合消化外部信息：例如对每日海量新闻资讯，智能地筛选出可能影响本团队持仓策略的关键信息并提示给研究员，从而避免错过重要市场信号。

架构支持LLM接入：为了顺应AI技术的快速发展，TRQuant在设计时就预留了与外部AI服务对接的接口。例如，平台可以通过API调用业界主流的LLM服务（如OpenAI、百度文心大模型等），将其能力注入投研流程。这种架构是解耦的——AI功能模块通过标准API与核心系统通信，不依赖于某个特定模型的本地部署。这意味着当更先进的AI出现时，TRQuant可以无缝对接升级。例如，当调用LLM产生策略代码建议时，平台会将用户的需求（经过脱敏处理）发送至AI服务，并接收生成的代码，然后在本地沙盒测试其有效性，最后呈现给用户。这种方式保证**安全**（不会将敏感数据直接暴露给AI服务）和**灵活**（方便替换不同模型服务）。总之，TRQuant将持续拥抱最新AI进展，为量化研究赋能——正如业内所期待的，AI深度融入投研流程，将实现从假设生成到策略回测的全链条智能化²⁶。

需要强调的是，AI能力是对人的辅助而非替代。平台坚持“人机协同”的理念，在关键决策点（如策略最终下单、重大参数修改）仍由人类把关，但把繁琐重复、海量的信息处理交给AI。这**三人+AI**的模式（详见下一章）将是TRQuant团队工作的新常态，也代表了量化投研的发展趋势¹⁴。

6. 投研流程与工作方式（三人+AI模式）

TRQuant不仅是一个技术平台，更是一套优化团队协作的工作方法论。我们采用“**三人+AI**”的投研分工模式，将投研团队划分为三个核心角色，并引入AI助手作为第四成员，协同完成投资研究的全流程。此模式下，各司其职又相互配合，在平台的支持下形成高效闭环。

- **外联（信息联络员）**：负责对接外部信息与资源的人物。外联深入市场一线，跟踪宏观政策、行业动态、上市公司资讯以及卖方研报等。他们通过TRQuant的平台接口，将获取的关键信息引入系统，比如上传研报要点、录入行业观察，或标记突发事件。这些信息会进入平台的资讯与舆情数据库，供策略团队使用。外联还与数据供应商沟通，确保新的数据源及时接入平台（例如新财务数据字段、Alternative Data等）。在“三人”中，外联起到了**信息桥梁**的作用，把外部洞见转化为内部可用的研究素材。
- **研究（策略研究员）**：专注于策略开发和投资研究的核心人员。研究员利用TRQuant的强大数据和工具，负责提出投资假设、设计交易策略并加以验证。他们会充分调用平台的数据（行情、财务、新闻等）和模型模块来寻找Alpha因子，使用回测引擎评估策略历史表现，并不断调试优化策略参数。研究员与外联紧密合作：当外联带来新的投资主题（例如某新兴行业景气度提升），研究员会据此构思量化策略，用数据验证观点。另外，研究员还与FinTech工程师协同，提出对平台功能的新需求（比如需要某指标的计算支持），共同完善工具。总体而言，研究员是**策略生产的主导者**，借助平台最大化个人专业能力，并通过AI助手加速分析过程（如自动化特征选取、报告生成等）。
- **FinTech（金融科技工程师）**：扮演平台构建者和维护者的角色。FinTech工程师负责TRQuant系统的开发运维，保障平台稳健运行并根据团队需求升级功能。他们的日常工作包括：管理数据ETL流程，编写代码接

入新的数据源；优化回测和交易引擎性能，降低计算延迟；开发定制化工具（例如衍生品定价模块或复杂风险指标计算模块）以满足研究员的特殊需求；维护用户权限、版本控制等协作功能，确保团队多人并行作业不冲突。此外，当研究员部署策略实盘运行后，FinTech也负责监控策略进程资源占用、异常故障处理等，使研究员可以专注策略本身而无需操心技术细节。可以说，FinTech工程师让**工具契合业务**：他们熟悉量化业务又掌握IT能力，站在投研与技术的交汇点为团队赋能。

• **AI助手**：隐形却无处不在的团队成员。AI助手并非一个具体的人，而是TRQuant平台内各种智能功能的总和，对团队的每个角色提供支持。对于外联，AI可以自动从海量资讯中筛选与本团队策略相关的内容，减少信息噪音；对于研究员，AI可以提供策略思路、代码模版，甚至充当“陪练”帮忙测试假设²⁷；对于FinTech工程师，AI可以辅助进行代码检查、系统日志异常检测，提出优化建议等。AI助手能够工作在幕后，也可以通过聊天交互界面为团队解答问题（例如“调用某数据接口的用法”这种技术文档问题，AI可立即给出答案）。尽管AI当前还不能完全替代人的创造力和判断力，但它就像团队的智囊和加速器，在整个投研流程中润物细无声地提升效率²⁸。

协作流程：在“三人+AI”模式下，一个典型的投研项目流程可能如下：1. 选题与信息准备：外联关注到某市场现象或政策变化，提出投资主题并搜集相关资料，通过平台分享给团队。AI助手从中整理出关键数据和情绪分析报告供研究员参考。2. 策略研究与开发：研究员据此提出策略思路，并使用TRQuant进行数据分析和模型开发。AI助手此时提供辅助，如根据类似策略历史向研究员建议可能的因子或模型²³。FinTech工程师确保所需数据和算力充足，如有需要还会临时开发额外工具支持该研究。3. 回测验证：研究员运行策略回测，平台快速给出结果和详尽分析报表。若性能不佳，研究员迭代改进策略。AI助手可自动生成回测结果的文字总结，提示风险和改进方向。4. 策略审核：当策略通过历史验证后，团队集体评审。外联从基本面和当前市况角度审视策略适用性，FinTech评估策略技术实现和资源消耗，AI助手则对策略稳健性指标进行分析（如不同市场环境下的表现）。综合各方意见，决定是否实盘部署。5. 实盘执行与监控：FinTech协助将策略一键部署到实盘运行。执行过程中，风控系统和AI助手持续监控。外联关注外部是否有新信息影响策略，研究员定期检视策略绩效。若出现异常（如策略失效迹象），系统告警并由团队协作处理——必要时暂停策略运行分析原因。6. 复盘与知识积累：策略运行一段时期后，团队复盘总结。研究员沉淀有效因子到因子库，外联更新策略对应的研究报告，FinTech将有共性价值的工具集成到平台功能中。AI助手汇总这次项目的数据和结论，丰富平台的知识库，供未来检索。

通过上述模式，TRQuant将团队中不同专长的人用流程和平台紧密联系起来，实现**1+1+1+AI > 3**的协同效应。外联、研究、FinTech三位一体，再辅以AI助手的加持，使投研流程既分工明确又高度联动。例如，研究员在Notebook中编写策略时，外联可同时在资讯界面标注出当天相关的重要新闻，AI助手实时把这些新闻的情绪评分呈现在研究员的Notebook侧边栏，供其决策参考——这些协作在传统分散工具下是难以实现的。可以预见，“三人+AI”模式将大幅提升投研产出效率和质量，为专业机构在激烈的市场竞争中赢得先机。

7. 市场适配（支持A股、港股、美股）

TRQuant专为多市场投资研究而设计，能够适配中国内地、香港、美国三大市场的环境。**跨市场支持**不仅意味着获取不同市场的数据，更体现为对各市场交易机制、监管要求的深度理解和融合。平台通过抽象统一的接口屏蔽了市场差异，使策略开发者可以“**一套策略，多市场复用**”，同时在执行层面又能针对每个市场的特点进行优化控制²¹。

统一的策略接口：在策略代码层面，TRQuant为A股、港股、美股提供了一致的API。例如，获取历史数据的`get_price`函数，对于不同市场股票的调用方式相同，区别仅在于股票代码符号的命名（平台对A股、港股、美股的证券代码使用不同后缀或前缀加以区分，如`000001.SZ`表示深市平安银行，`00700.HK`表示港股腾讯控股，`AAPL.US`表示美股苹果公司）。下单接口`order(security, amount)`无论交易沪深股票还是美股，都

采用等价的参数语义。这样，研究员在编写策略时可以专注于逻辑本身，而无需为每种市场写不同版本的代码。当需要在多市场执行类似策略时，只需更换目标列表即可。例如，一个动量策略可以通过一段代码同时应用于A股沪深300成分股、恒生指数成分股以及标普500成分股，上层逻辑完全复用。

市场特性适配：尽管接口统一，但不同市场存在诸多交易细则差异，TRQuant在框架底层做了适配： - 交易时间与时区：平台内置不同市场的交易时段，如A股的连续竞价时段和集合竞价时段、港股的早市/午市、美股的常规交易时段和盘前盘后等。策略在实时运行时，系统会根据证券所属市场选择正确的交易时段进行撮合或下单。在回测时，也严格遵循各自市场的交易日历和时间。例如，回测跨越圣诞节时，美股市场那些天将被视为休市而跳过，而A股可能正常开市。同样地，时间戳的记录和显示也根据市场调整，防止因为时区不同导致数据错位。 - 交易规则：各市场的规则差异在交易网关和回测引擎中均有体现。例如： - **涨跌停/价格限制**：A股普遍有日内涨跌幅限制，港股部分股票有价格波幅限制，美股大多数无涨跌停但有熔断机制。平台回测会检查A股策略下单价格是否在涨跌停范围内，超出则自动调整或记录无法成交。同样，实盘交易时，A股下单如果触及涨跌停，券商API会拒单，交易网关捕获后通知策略。港股美股则无需此处理，但港股存在**假期前后没有午市**等特殊日，会影响交易时段，平台也做了考虑。 - **T+N交收**：A股股票T+1卖出、当日买入不可卖出，港股股票也是T+0回转，但与沪深通业务相关的结算机制不同；美股T+2结算但交易为T+0。当策略涉及当日买卖频繁操作时，平台回测会模拟A股T+1制度（限制日内反转交易），而美股允许日内多次买卖。但需注意美股可能有自由额度限制（自由现金模式下T+2交收影响）。这些均在模拟和实盘时纳入，以防策略在不同市场执行时出现违背规则的情况。 - **订单类型与撮合**：A股默认撮合规则为集中竞价撮合，平台回测采用撮合引擎在每分钟Bar内按成交量加权价格近似撮合⁸。港股和美股有多种订单类型和盘前盘后交易，平台提供参数让策略指定使用何种订单类型（如限价、市价、暗盘等），并在回测时模拟对应规则。例如，美股盘前交易流动性低，回测将引入额外冲击成本假设。交易网关针对不同市场API也进行了适配封装，比如通过IB接口交易美股，通过恒生OMS交易港股，通过券商CTP柜台交易A股期货等，尽管底层不同，但在TRQuant上表现为一致的调用。 - **货币与汇率**：多市场意味着多种计价货币。平台在账户系统中为每个市场设立独立的现金账户和持仓子账户。例如，美股账户以USD计价，港股账户以HKD计价，A股账户以CNY计价。策略在跨市场运行时，如果涉及组合投资，需要考虑汇率风险。TRQuant的数据层提供历史汇率数据（如美元兑人民币中间价、港币兑人民币等），并允许策略调用实时汇率进行换算。未来版本中，平台计划支持**统一币种视图**的组合分析：即根据当前汇率，将多币种资产折算为基准货币进行组合层面的风险收益统计。这对于全球配置策略尤为重要。

性能与基础设施：为支撑多市场海量数据和全天候运行需求，TRQuant在基础设施上也相应布局： - A股交易集中在北京时间白天，港股接近A股时段，美股则在北京时间夜间。因此平台需要**7x24小时运行**能力，分时段调度计算资源以匹配各市场开盘时间。夜间美股运行时，系统自动切换使用晚间服务器资源，白天空闲的资源可用于夜间任务，做到资源复用。 - 数据存储上，不同市场的数据量差异较大（美股股票上千只，A股几千只，港股也有上千只），平台采用分区存储和分布式缓存策略，保证调取任何市场数据都足够快。 - 网络连接上，实盘交易需要与各市场券商通道保持高速可靠通信。平台在部署上考虑了网络延迟因素，比如将美股交易网关部署在北美云端或本地机房以贴近IB服务器，A股交易网关部署在靠近券商托管机房的位置，尽量减少网络延迟，保证下单迅速。

通过以上设计，TRQuant实现了对A股、港股、美股的全面支持，真正成为一个**跨市场的一体化投研平台**。这种全市场适应性使得策略开发者能够在同一框架下探索全球机会。例如，一个全球行业轮动策略，可以利用TRQuant同时筛选美股和A股的行业龙头，根据统一的因子指标进行比较；又如对冲基金可以在平台上构建A-H股跨市场套利策略，系统将自动获取两边市场的数据并执行交易。正如业内某专业框架所追求的，专业量化平台应当“**适应全市场全品种，高效率、高可用**”²¹ ——TRQuant正是朝这个方向构建，确保我们的投研能力不受市场疆界限制。

8. 对比传统平台的优势

当前市面上已有不少量化平台供研究者使用，如聚宽(JoinQuant)、PandaAI等。与这些第三方平台相比，TRQuant作为内部自研系统，围绕**可控性、扩展性、效率**三大方面展现出显著优势，能够更好地满足专业机构投研的需求。

可控性：TRQuant完全由内部团队主导设计和开发，平台行为和策略代码均**透明可控**。相比之下，第三方平台通常是封闭的云服务，底层实现细节不可见。例如，在聚宽等云平台上，策略被托管运行，交易撮合和数据更新由平台控制，用户难以及时获知底层变更。而TRQuant的策略引擎与撮合逻辑均由我们自行实现，我们可以根据自身理解去调整优化。此外，内部平台能够保证数据和策略**安全私密**：所有数据留存在公司内网，不会因调用第三方服务而有外泄风险；策略逻辑也不会上传到外部云端，避免了Alpha泄露的可能。这种自主可控在机构业务中至关重要，特别是当策略涉及敏感信息或差异化数据时。换言之，TRQuant提供了**机构级的策略保密性和IT治理**，这是通用平台无法提供的。

扩展性：内部开发的平台可以根据团队需求不断演进扩充，没有功能边界限制。传统量化平台功能是预先定义好的，用户只能在已有框架内操作，超出范围的需求往往无能为力。例如，聚宽等平台虽内置大量因子和数据，但如果需要接入一个小众的另类数据源，或实现一个定制的交易算法，往往无法做到。而TRQuant因为源代码可改，架构又是模块化微服务设计，因而**非常易于扩展**²⁹。当我们需要新功能时，FinTech工程师可以直接在平台中开发集成。例如引入新的衍生品定价模型、增加对加密货币交易的支持、嵌入专有的风控算法等，都可以自主实现。再如AI方面，TRQuant已经深度集成AI模型中心，而一般平台若无此功能，用户自己很难嫁接³⁰。此外，TRQuant支持与公司内部其他系统对接，例如与投资决策流程、订单管理系统(OMS)、风险管理系统集成，形成一个更大的生态。第三方平台显然无法针对一家机构去做如此定制开发。综上，TRQuant的扩展性确保了平台能与业务**共同成长**：当投资策略演变或业务版图拓展时，我们的平台也能快速跟上，避免瓶颈。

效率：这里的效率包括策略开发效率和执行效率两个层面。首先，在开发效率上，内部平台可针对团队协作进行优化，比如内置了**版本控制和项目共享**功能，团队成员可以方便地共享代码和数据，避免重复劳动³¹。聚宽等公共平台也提供一定协作功能，但出于安全考虑往往有所限制。更重要的是，TRQuant将很多我们常用的流程进行了自动化与整合。例如数据获取-清洗-回测-报告生成一条龙，使得一个完整研究流程能够在数小时内跑通。而一些传统平台可能在数据准备或报告环节并不完善，需要研究员手工衔接多个工具，效率低下。其次，在执行效率上，TRQuant由于专为本团队量身打造，可以对策略运行做针对性优化。譬如我们调优了数据库索引，令常用因子查询速度比通用平台快几倍；交易执行上，我们的下单链路更短、更贴近交易所，比普通API调用速度快。此外，内部平台资源独享，不像公共平台有资源配置或排队问题。举例来说，在聚宽上同时启动大量回测可能会等待或受限，而在TRQuant上我们有自己的计算集群，可弹性扩展，**批量回测和多策略实时运行都能高效完成**。综合来看，TRQuant让团队的研究和交易效率实现了最大化，这种优势在竞争激烈的市场中将转化为实实在在的收益。

对比举例：下表从关键维度比较了TRQuant与典型第三方平台的差异：

比较维度	TRQuant 内部平台	第三方平台 (如聚宽/PandaAI)
数据掌控	内部全量数据，自主更新校验；数据私密不外泄	提供平台内置数据，但细节不可控；策略数据存云端有泄露风险
功能定制	模块可插拔，支持新数据、新交易品种和算法扩展	功能由平台提供，不支持超出预设范围的自定义开发

比较维度	TRQuant 内部平台	第三方平台 (如聚宽/PandaAI)
AI集成	深度内生集成AI助手与模型，贴合团队场景 ②⁸	有的提供基础AI功能（如代码生成），但难以定制训练专有模型
交易连接	多券商直连，实盘接入简便，可自建低延时通道	部分支持券商接口，但延迟和品种支持度受限，一些需额外开发
协作支持	内置权限管理、版本控制和项目共享，团队协同高效	一般支持多人共享项目，但细粒度权限和版本管理较弱
计算资源	独享集群，弹性扩容；高峰期策略运行不受他人影响	公共云资源，遇高并发可能排队；资源配额固定
安全合规	符合内部IT合规要求，可审计可追踪	平台为公有云架构，在金融机构眼中可能存在合规隐忧
成本	一次投入持续利用（人力+设备成本），长期成本可控	按服务收费或限制使用量，策略多时费用高且受制于人

(表格：TRQuant与第三方量化平台的比较)

可以看到，第三方平台侧重于**通用易用**，如PandaAI主打免代码拖拽和大模型辅助，让小白用户也能上手^{②⁷}。这降低了量化入门门槛，但对于专业机构而言，一些关键需求无法满足。而TRQuant发挥了“**自研**”的威力，在专业性和灵活性上远超通用平台。例如，PandaAI强调“像搭乐高一样构建策略”，背后是一套固定的模块库^{②⁷}；但我们的团队往往需要不落窠臼的创新策略，自由编程更适合发挥创造力。因此TRQuant依然以代码开发为主，但同时融合AI提升效率，并不会牺牲策略表达的自由度。这种取舍使TRQuant更贴近专业量化基金的工作方式。

总之，TRQuant**集成了外部平台的长处又避免了其短板**^{③²}：我们拥有类似BigQuant/聚宽的一站式流程和数据支持^{③³}，^{④⁴}但进一步在可控性、扩展性上做了极致加强。这正契合了机构用户对投研平台的期望。随着我们持续打磨，TRQuant将成为团队的核心竞争工具，相比依赖外部平台能够带来难以复制的优势。

9. 未来发展方向

面向未来，TRQuant将围绕**深度、智能、规模**三个关键词演进，不断升级为更强大的下一代投研平台。具体发展方向包括：

(1) 因子体系扩展：未来我们将持续丰富和拓展因子库。一方面，纳入更多元的数据源以提取新因子——例如宏观经济指标、商品期货价格、卫星影像数据、网页搜索趋势等，以捕捉传统价量之外的Alpha信号。另一方面，在方法上引入自动化的因子挖掘工具，如遗传算法、强化学习Agent等，让系统可以从海量候选变量中自动筛选有效因子组合^{⑤⁵}。同时，加强因子管理功能：针对数百上千个因子的存储计算需求，我们计划开发**因子工程平台**，支持因子的批量计算、指标监控、因子相关性和风格漂移分析等。这将帮助研究员应对Alpha稀释和风格周期轮动的挑战，保持策略迭代创新的生命力。

(2) 智能风控与交易优化：风控和交易执行将更加智能化。我们打算引入实时风控AI模块，利用机器学习模型从历史数据中学习风险特征，实现**预测性的风险管理**——例如在市场发生剧烈波动前，通过模型预测可能的风险敞口变

化，主动提醒或自动降低仓位。此外，在交易执行上，开发算法交易模块，例如冰山单、TWAP、VWAP算法，以优化大单交易对市场冲击和滑点的控制。算法交易的参数调整也可借助AI，根据市场流动性状况动态优化。智能风控还包括**压力测试和情景分析工具**，结合AI生成的极端情景（如类似2008金融危机的合成情景）来测试策略稳健性。最终目标是构建一个“**自适应”的风控体系**：系统能根据环境变化和策略表现，自动调整风控参数和交易节奏，在风险与收益间取得最佳平衡。

(3) AutoResearch自动化策略生成：这是TRQuant迈向全自动量化投研的重要一步。我们计划开发“AutoResearch”模块，借鉴微软亚洲研究院提出的R&D-Agent概念以及业内最新LLM+多智能体技术，将部分研究流程自动化。AutoResearch可以被视作一个智能研究员，当给定一个投资目标（例如“寻找沪深300成分股中的Alpha因子”），它能够自动执行一系列步骤：查阅相关文献和资料形成假设、从数据中测试假设、生成候选策略并回测评估，然后产出研究报告和策略代码。这个过程中，多个AI子模块各司其职（信息提取、策略生成、结果分析），彼此协作完成任务³⁴。当然，AutoResearch不会完全取代人，而是为研究员提供一个高效的“**研究机器人**”助手。人在关键环节进行指导和审核，AI负责繁杂劳动。例如夜间让AutoResearch尝试生成10个新策略想法，第二天研究员来审阅筛选。这将极大扩充我们的策略研发广度，加速策略创新迭代的速度。

(4) 机构级部署方案：随着平台功能日趋完善，我们也考虑对更大规模的机构应用进行优化，使TRQuant从团队工具升级为**公司级的量化平台**。其中包括：
- **多租户与权限体系**：支持一个机构内部多团队共用同一平台但相互隔离。实现更精细的权限管理（数据级、策略级）、策略成果在团队间的分享和隔离策略。这样TRQuant可以服务于整个投资部门，而不仅限于单一小组。
- **性能与稳定性**：针对更高的并发和更大量的策略运行需求，进一步优化架构。例如引入内存交易沙箱提高实时策略响应速度，使用分布式计算引擎（Spark/Flink）加速批量回测和参数扫面，部署容灾备份保证7×24持续运行。
- **对接交易基础设施**：在机构环境下，通常接入自有OMS和风险系统。TRQuant未来将提供标准化接口，方便对接券商PB系统、基金公司的组合管理系统等。实现从研究策略直接生成交易指令流供后台系统处理，真正做到前中后台一体贯通。
- **云端/本地混合部署**：提供灵活的部署模式，以适应不同行业机构的合规要求。有些券商或公募可能希望内部部署，我们可以提供本地化安装方案；也可以采用云服务形式部署在专有云上，提供**SaaS化的量化中台服务**。

(5) 社区和生态：虽然TRQuant是内部系统，但我们展望未来不排除建立**策略生态**，内部类似小范围的“因子/策略市场”。例如在公司内部不同组合经理之间共享某些经过验证的Alpha因子，或者内部分层使用——量化研究部门开发策略，投资决策部门挑选订阅策略用于实盘资金。这种生态需要平台支持策略上架、授权使用、绩效跟踪等功能³⁵。在更广层面，如果条件成熟，TRQuant也可能开放接口给外部合作伙伴，形成行业生态。但这一切以确保公司核心资产安全为前提，会谨慎评估。

综上，TRQuant的未来蓝图是“**更智能、更全面、更开放**”。我们预见量化投研将在未来几年因为AI和大数据技术的融入而发生范式转变²³。TRQuant将紧跟这股浪潮，不断自我进化。例如，当LLM技术进一步成熟，我们设想交易员可以直接问TRQuant：“当前策略组合在宏观Regime切换时的表现如何？有什么建议调整？”平台即可结合数据和知识给出回答，甚至自动调整策略参数，真正成为投资团队的大脑中枢。

我们也清醒认识到，每一项新功能的实现都需要扎实的工作和验证。白皮书所描绘的方向，有些已在开发中（如因子扩展、智能风控雏形），有些还在调研论证（如AutoResearch）。但可以肯定的是，**TRQuant的发展没有终点**。正如业内领先平台所倡导的，将复杂的量化系统封装成易用、可扩展的平台是大势所趋²。TRQuant将以此为指引，不断打磨，力争在未来将其升级为业内一流的AI驱动量化投研平台，为公司的投资业绩持续提供源源不断的动力。

1 量化策略专题研究：量化策略开发与探索方向 - BigQuant AI量化

<https://bigquant.com/square/paper/8bb565d5-0cc7-4ea4-a69c-a1fb2ed29636>

2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 22 23 24 25 28 29 30 31 32 35 《投资-383》量化交易 - BigQuant - 软件系统架构-CSDN博客

<https://blog.csdn.net/hiwangwenbing/article/details/155316361>

18 20 33 聚宽量化平台是干嘛的？聚宽量化平台使用教程_私募排排网

<https://www.simuwang.com/news/280023.html>

19 直播预告 | 量化工具箱升级：更快、更准、品类更全的回测框架来了！

<https://dolphindb.cn/news/detail/317>

21 GitHub - wondertrader/wondertrader: WonderTrader——量化研发交易一站式框架

<https://github.com/wondertrader/wondertrader>

26 34 R&D-Agent-Quant : 面向量化投研的多智能体框架 - Microsoft Research

<https://www.microsoft.com/en-us/research/articles/rd-agent-quant/>

27 A 股新玩法？不用一行代码，AI 就能打造专业级量化交易系统~_腾讯新闻

https://news.qq.com/rain/a/20250729A0215S00?uid=&media_id=