

2021年 云原生行业研究短报告(六)：混沌工程

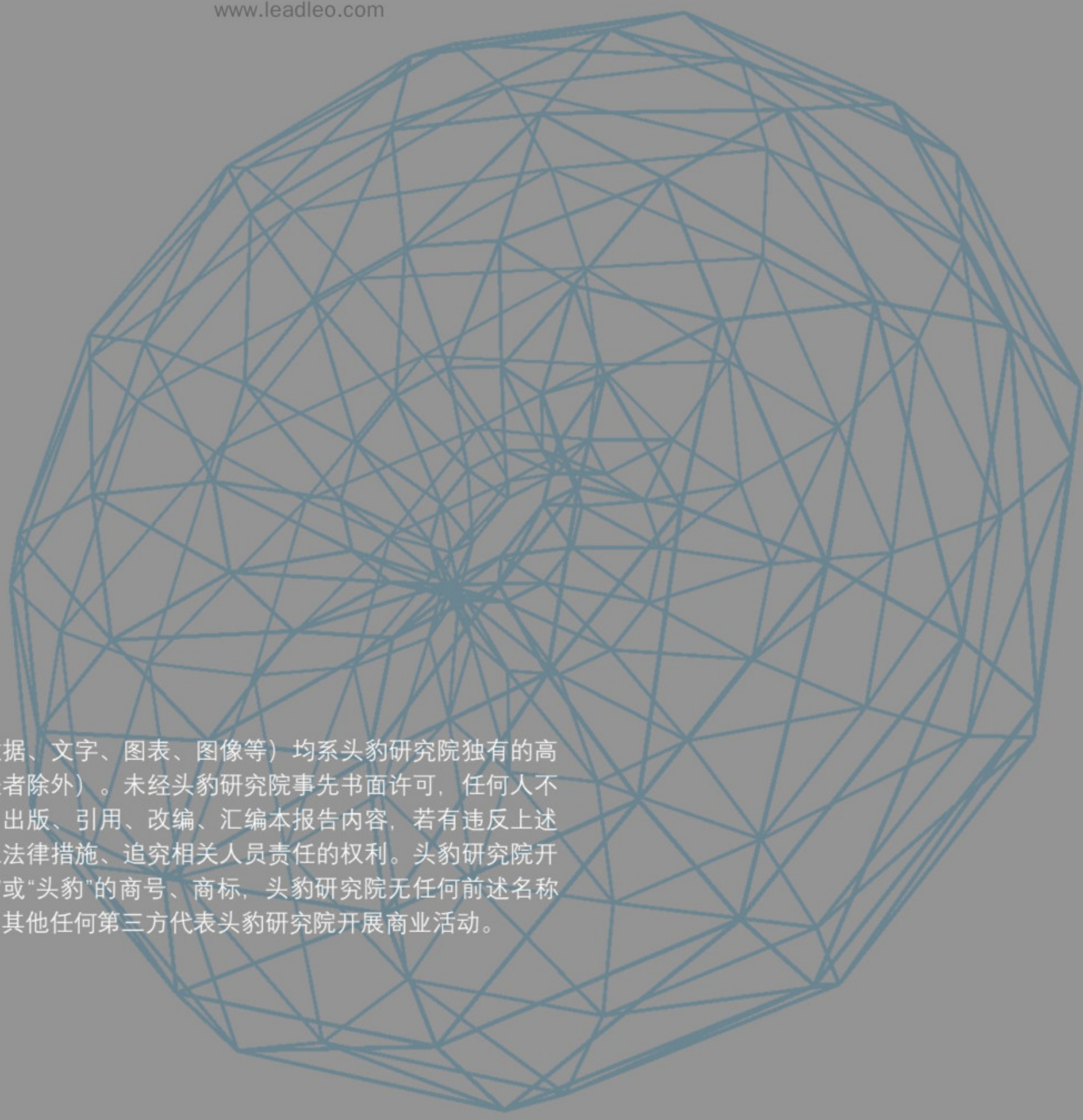
2021 Cloud Native Industry Research Short Report (6):
Chaos Engineering
2021年雲原生業界研究レポート（六）：カオスエンジニアリング

报告标签：可用性、鲁棒性、东方财富可监测运维

www.leadleo.com

主笔人：胡俊杰

报告提供的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等）均系头豹研究院独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经头豹研究院事先书面许可，任何人不得以任何方式擅自复制、再造、传播、出版、引用、改编、汇编本报告内容，若有违反上述约定的行为发生，头豹研究院保留采取法律措施、追究相关人员责任的权利。头豹研究院开展的所有商业活动均使用“头豹研究院”或“头豹”的商号、商标，头豹研究院无任何前述名称之外的其他分支机构，也未授权或聘用其他任何第三方代表头豹研究院开展商业活动。



研究目的

本报告为2021年云原生行业研究短报告（六）：混沌工程，将从核心技术、实践思路、市场驱动因素、工具平台选型等方面梳理云原生混沌工程行业的现状。

研究区域范围：中国

研究周期：2021年

研究对象：混沌工程

此研究将会回答的关键问题：

- ① 混沌工程是什么？
- ② 实施混沌工程的必要性如何？
- ③ 混沌工程应用的充分性怎样？

报告摘要

混沌工程在目前的整体应用情况处于快速发展阶段。不同行业在数字化转型的进程下，其核心业务系统对可用性的要求正在加强；未来市场对混沌工程的需求将衍生出更多成熟、专业且可信的混沌工程工具、平台与实践咨询服务，降低使用门槛，增强企业用户对混沌工程应用于生产的信心。随着混沌工程的行业普及度、企业内部应用渗透率和成熟度的提升，甚至成为未来的生产环节中不可或缺的一部分，混沌工程的市场空间将迎来质变的拐点。

01 混沌工程技术概述

混沌工程在分布式系统上进行由经验指导的受控实验，观察系统行为并发现系统缺陷，通过所找到的系统缺陷来引导系统提高弹性，帮助工程师团队建立对系统抵御生产环境中失控条件的能力以及信心。

完整的混沌工程实验是一个持续性迭代的闭环体系，系统的弹性是锤炼出来的，而不仅是设计出来的。将实验场景自动化，并入流水线，定期执行，不断开始增加新的实验范围，持续迭代和有序改进。

02 混沌工程市场概述

混沌工程经过十余年的技术发展和生产应用的积累，与业务应用对架构迭代效率、高可用性和正投资回报的需求契合，混沌工程将在云原生的浪潮下向产业端快速普及。

2021年中国混沌工程调查显示样本企业普遍监控体系和可用性较差，发生事故的原因大多为系统内部原因；而云化程度及混沌工程使用频率的提高可以显著提升可用性水平。

目前混沌工程实践存在普及率较低、企业内部渗透率较低、应用成熟度较低的状况，但随着需求进程的推进与供给侧服务的完善，未来的混沌工程或将成为生产中不可或缺的一环。

东方财富
www.leadleo.com

■ 目录

◆ 混沌工程技术概述	-----	06
• 混沌工程的定义	-----	07
• 混沌工程的实践思路	-----	08
◆ 混沌工程市场概述	-----	10
• 混沌工程市场驱动因素分析	-----	11
• 混沌工程实践的必要性分析	-----	12
• 混沌工程实践的充分性分析	-----	13
• 混沌工程实践工具与平台	-----	14
◆ 名词解释	-----	15
◆ 方法论	-----	16
◆ 法律声明	-----	17

东方财富

www.leadleo.com

CONTENTS

◆ Chaos Engineering Technology Overview	-----	06
• Definition of Chaos Engineering	-----	07
• Practice Process of Chaos Engineering	-----	08
◆ Chaos Engineering Market Overview	-----	10
• Analysis of Driving Factors of chaos engineering market	-----	11
• Analysis of the Necessity of chaos engineering practice	-----	12
• Analysis of the Adaquacy of chaos engineering practice	-----	13
• Chaos Engineering Tools and Platforms	-----	14
◆ Terms	-----	15
◆ Methodology	-----	16
◆ Legal Statement	-----	17

东方财富
www.leadleo.com

■ 图表目录

■ 故障场景画像	-----	07
■ 工程师团队画像	-----	07
■ 实施混沌工程的先决条件	-----	08
■ 混沌工程五大高级原则	-----	08
■ 混沌工程持续性迭代闭环体系	-----	09
■ 混沌工程的生产模式	-----	11
• 混沌工程的投资回报率计算公式	-----	11
■ 故障发现与故障修复平均时长	-----	12
■ 重大事故来源分布	-----	12
■ 产品可用性在云化程度上的分布	-----	12
■ 产品可用性在不同混沌工程使用频率上的分布	-----	12
■ 混沌工程的应用频率分布	-----	13
■ 混沌工程应用的业务范围比例	-----	13
■ 开展混沌工程演练的环境分布	-----	13
■ 混沌工程使用工具/平台的供需分布	-----	14
■ 混沌工程工具/平台选型分类	-----	14

东方财富
www.leadleo.com

01

混沌工程技术概述

- 混沌工程的定义
- 混沌工程的实施思路

混沌工程的定义

- 混沌工程在分布式系统上进行由经验指导的受控实验，观察系统行为并发现系统缺陷，建立对系统抵御生产环境中失控条件的能力以及信心

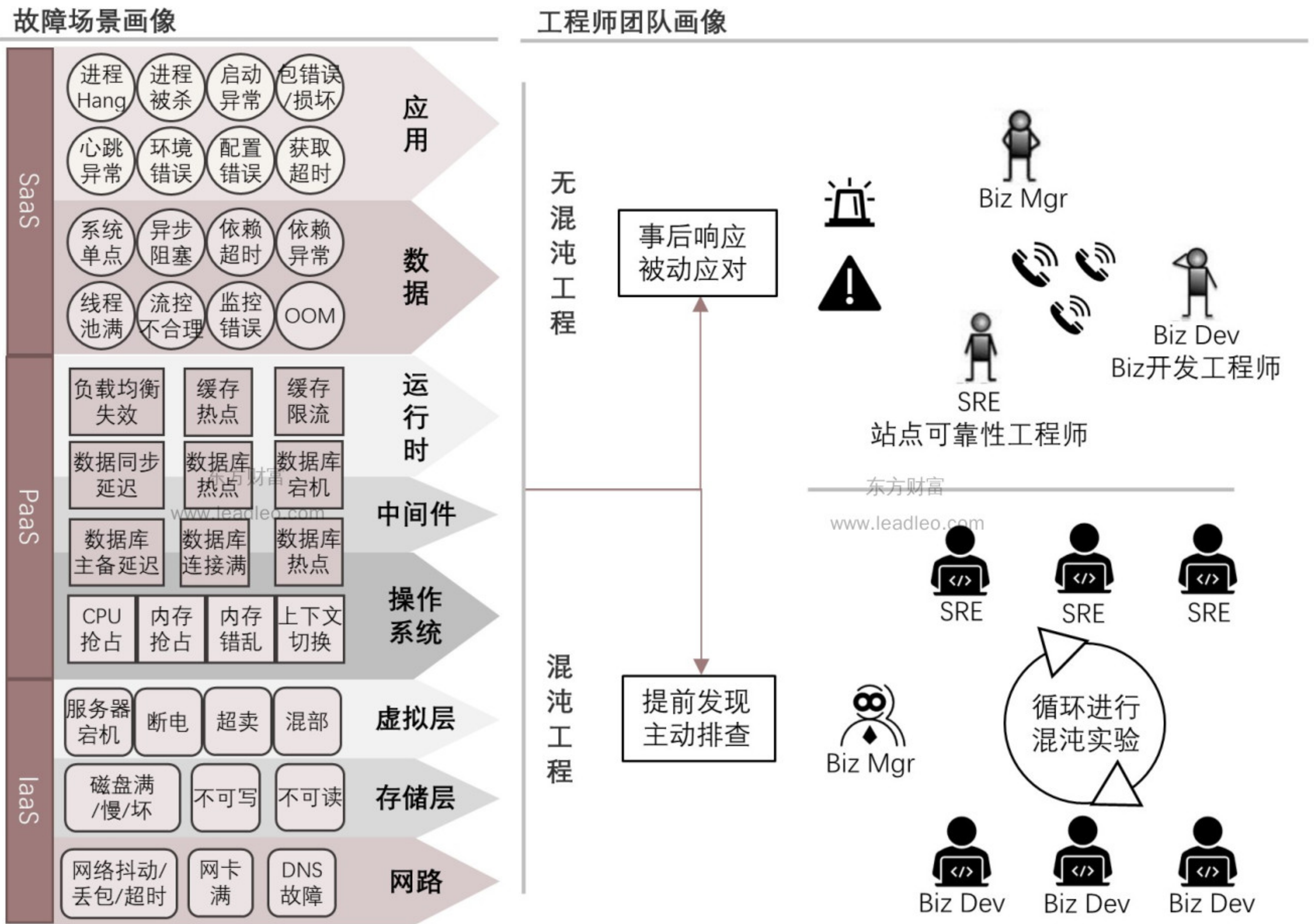
混沌工程（Chaos Engineering）的定义

混沌工程在分布式系统上进行由经验指导的受控实验，观察系统行为并发现系统缺陷，通过所找到的系统缺陷来引导系统提高弹性，帮助工程师团队建立对系统抵御生产环境中失控条件的能力以及信心。

混沌工程团队

东方财富
www.leadleo.com

随着系统迁移到基于微服务运行的新型分布式架构，复杂性类型的增加使系统的可靠性和容错性变得极为关键。为了排查复杂系统的缺陷以免使系统陷入故障和服务终端，需要在监控告警和故障处理之前，事先发现潜在的系统漏洞，降低遭遇技术事故的几率，无须加班加点焦头烂额。



来源：阿里巴巴、ITPUB，头豹研究院

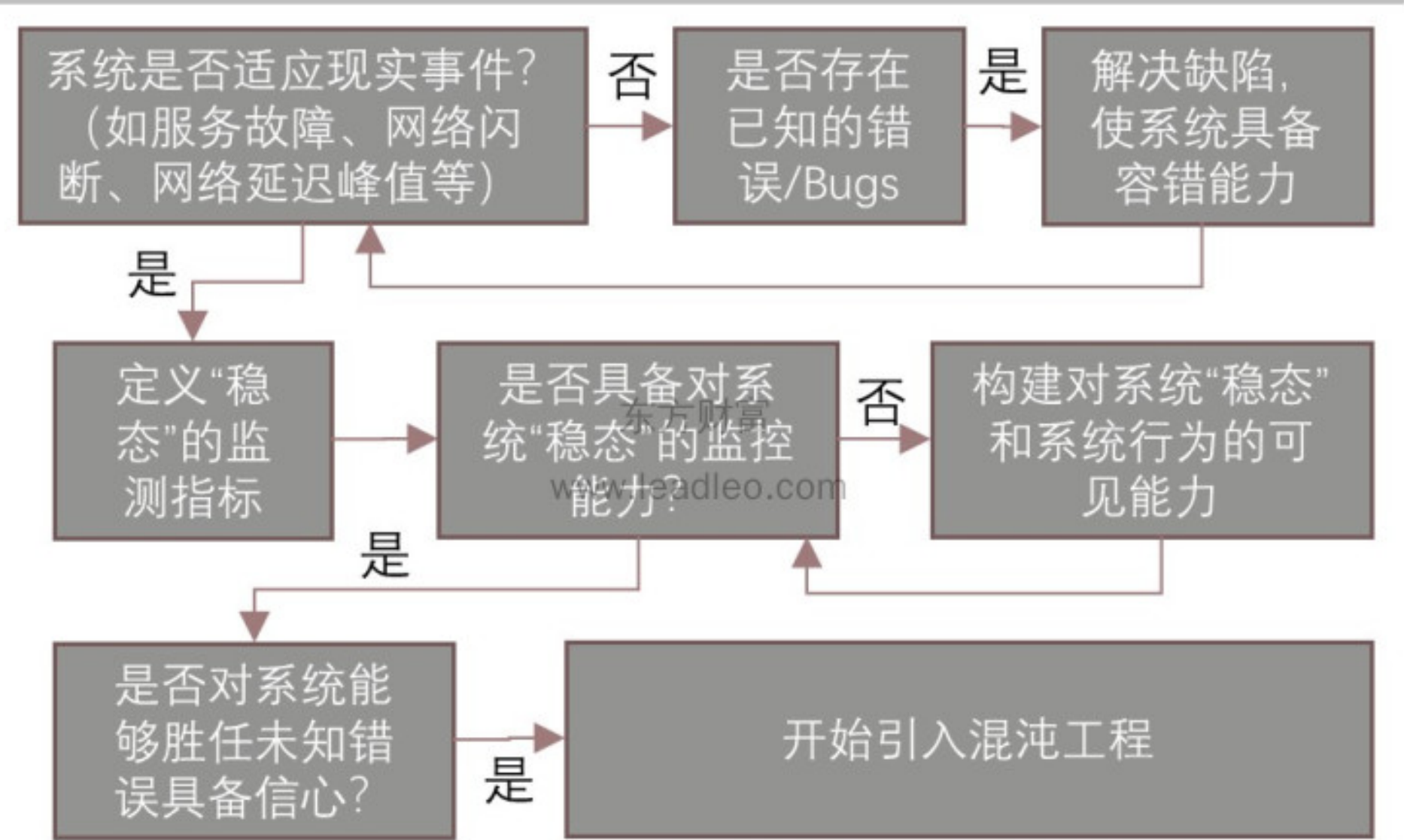
混沌工程的实施思路

- 混沌工程是为了揭示系统弱点而进行的实验，当破坏系统稳态的难度越大，则对系统行为的信心越强，从而避免弱点在系统规模化后被放大

混沌工程与传统测试的区别

- 混沌工程 and 传统测试(单元测试、功能测试、集成测试、故障注入)在关注点和工具集上都有很大的重叠。但两者主要区别在于：
- 混沌工程是根据不同的分布式系统架构和不同的核心业务价值发现未知信息的实践过程。
 - 而故障注入则是对一个特定的已知的条件、变量的验证方法。

实施混沌工程的先决条件



引入混沌工程的先决条件

- 系统的弹性水平也即容错能力：通过传统测试验证系统基本的容错性，若系统无法通过测试则优先解决缺陷。
- 对“稳态”指标的监控能力：需要判断系统当前的各项指标状态，如果没有对系统行为的可见能力，那么在混沌实验中难以得出有效的结论。

混沌工程五大高级原则

- #### 建立一个围绕稳定状态行为的假说
- 关注可测量的输出，而不是系统内部属性
 - 短时间内的度量结果，代表了系统的稳定状态
 - 验证系统是否工作，而不是如何工作

- #### 多样化真实世界的事件
- 混沌变量反映了现实世界中的事件
 - 通过潜在影响或预估频率排定事件的优先级
 - 任何能够破坏稳态的事件都是混沌实验中的一个潜在变量

- #### 在生产环境中运行实验
- 系统的行为会根据环境和流量模式有所不同
 - 为了保证系统执行方式的真实性与当前部署系统的相关性，混沌工程强烈推荐直接采用生产环境流量进行实验

- #### 持续自动化运行实验
- 手动运行实验是劳动密集型的，最终是不可持续的，所以要把实验自动化并持续运行
 - 混沌工程要在系统中构建自动化的编排和分析

- #### 最小化爆炸半径
- 在生产中进行试验可能会造成不必要的客户投诉，但混沌工程师的责任和义务是确保这些后续影响最小化且被考虑

来源：Benjamin Wilms, Chaos Community, 头豹研究院

混沌工程的实施原则

五大实施原则描述了应用混沌工程的理想方式，对应原则的匹配程度能够增强对大规模分布式系统的容错信心。

但是在践行混沌工程时没有特定的万能公式可以遵循。混沌工程的效率也不是以找出弱点的个数为指标，而是以系统的稳定性和可用性为结论，需要混沌工程时站在全局的角度去思考，而不需要特定的模板。

混沌工程的持续性迭代

完整的混沌工程实验是一个持续性迭代的闭环体系，系统的弹性是锤炼出来的，而不仅是设计出来的。将实验场景自动化，并入流水线，定期执行，不断开始增加新的实验范围，持续迭代和有序改进。

混沌工程持续性迭代闭环体系



<https://www.leadleo.com/ill/details?id=61a9a641366f4603f977a3d7&core=61c26a93577deb04d3c183be>

来源：CNCf、ITPUB，头豹研究院

东方财富
www.leadleo.com

02

混沌工程市场概述

- 混沌工程市场驱动因素分析
- 混沌工程实践的必要性分析
- 混沌工程实践的充分性分析
- 混沌工程实践工具与平台

混沌工程市场驱动因素分析

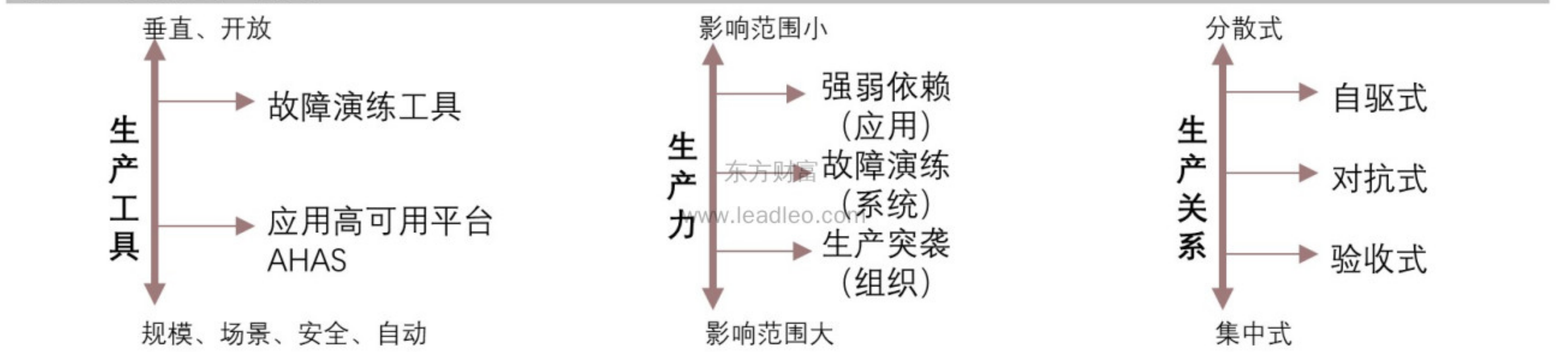
- 混沌工程经过十余年的技术发展和生产应用的积累，与业务应用对架构迭代效率、高可用性和正投资回报的需求契合，混沌工程将在云原生的浪潮下向产业端快速普及

技术发展驱动

混沌工程的发展不是一蹴而就的，从2010年由Netflix公司内部开发的用于扰动基础设施的Chaos Monkey开始，到利用应用网关控制爆炸半径的故障注入测试（FIT），再到精细化流量配比且引入断路器实现真正无人值守的混沌实验自动平台（ChAP）。

混沌工程的思想由浅入深，生产工具从基础设施演进到应用架构，而不同的生产力和生产关系的实施也驱动了混沌工程的效率的提升。

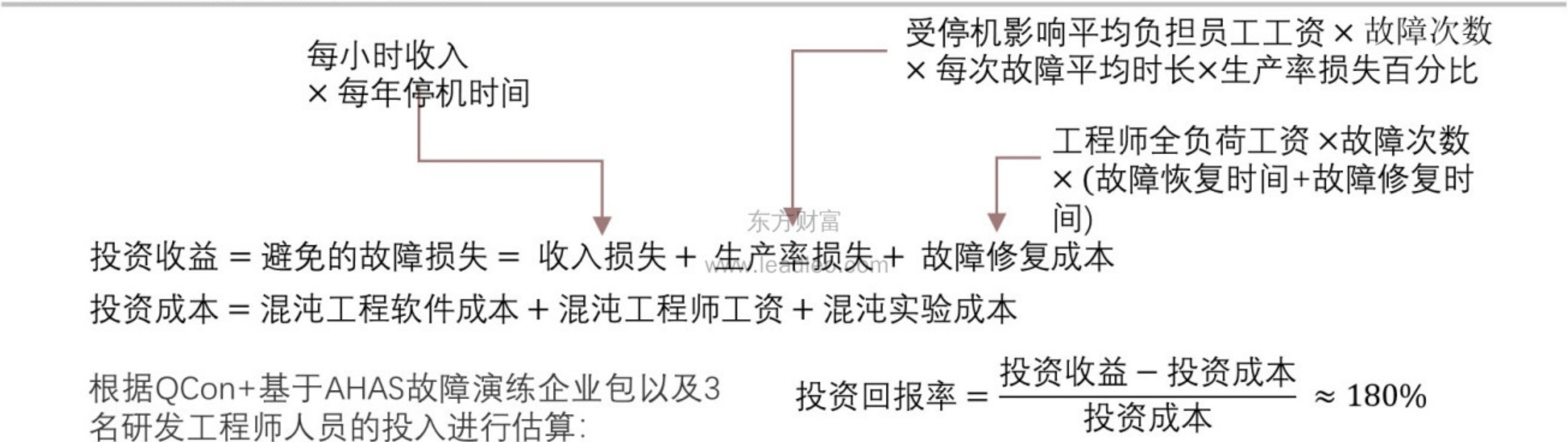
混沌工程的生产模式



应用驱动因素

- 云原生架构迭代效率：随着持续交付CI/CD、DevOps开发运维实践、微服务架构和治理的加速落地应用，业务敏捷化和技术迭代化后大大缩短了业务上市的周期，而混沌工程能比传统的灾备方式更好地应对生产节奏。
- 高可用性和稳定性：分布式系统相较传统的单活、多活容灾架构有着更高的复杂度和稳定性要求，需求更灵活且更具探索性的方案来验证系统可用性的边界，并打造业务系统的韧性。
- 投资回报：在混沌工程的长期投入能够有效降低业务系统发生故障的概率，通过提高系统韧性避免损失。

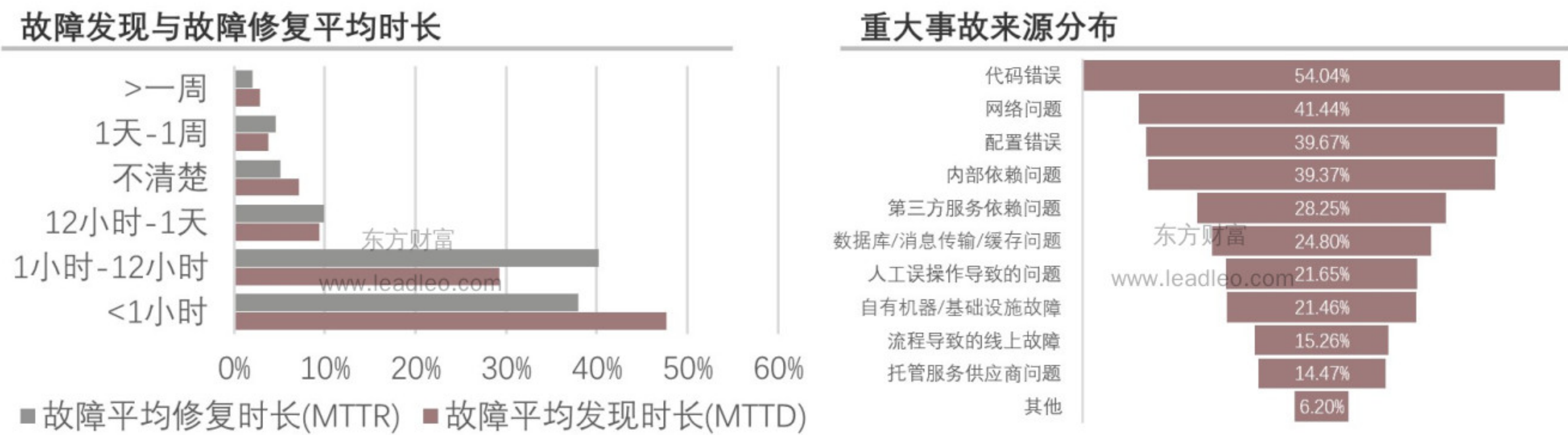
混沌工程的投资回报率计算公式



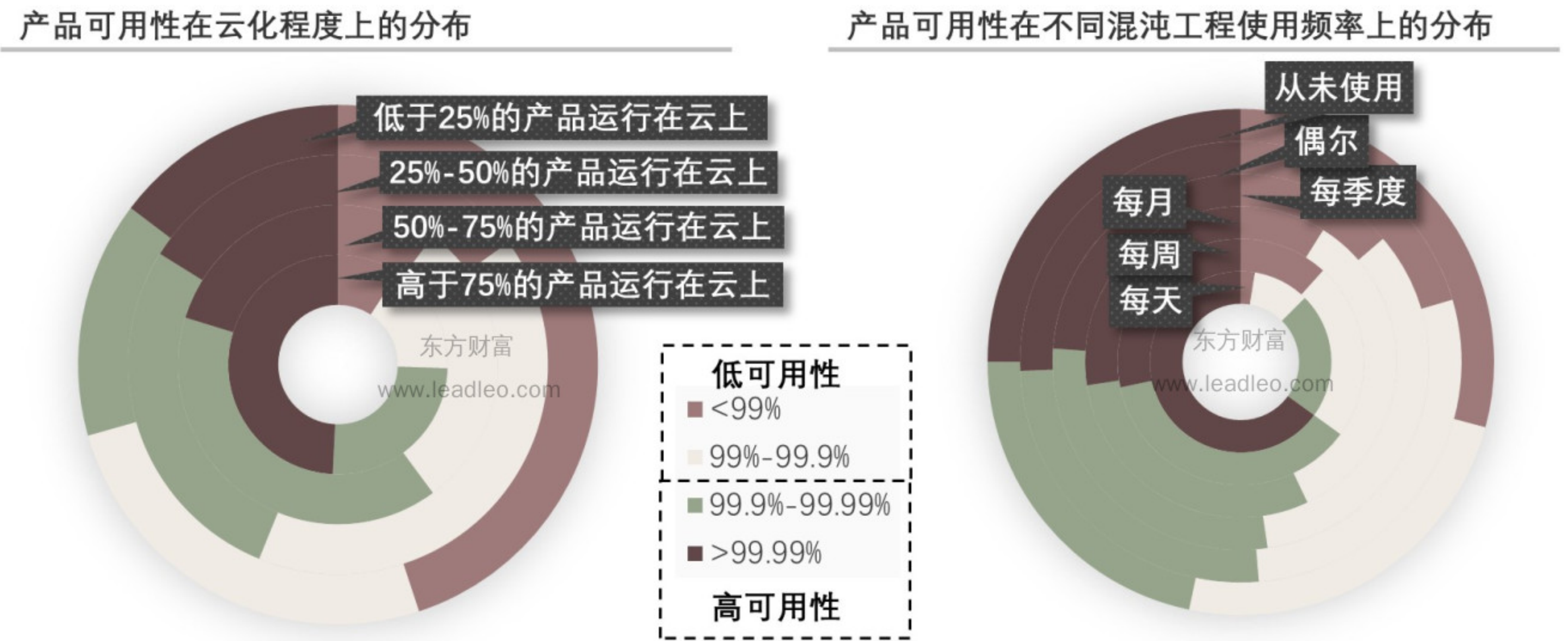
来源：QCon+、阿里巴巴、头豹研究院

混沌工程实践的必要性分析

- 2021年中国混沌工程调查显示样本企业普遍监控体系和可用性较差，发生事故的原因大多为系统内部原因；而云化程度及混沌工程使用频率的提高可以显著提升可用性水平



- 超过半数的产品故障的平均发现时长大于一小时，超过60%的故障需要高于1小时的修复时间。过高的MTTR和MTTD将反映了较差的监控体系和可用性，并导致用户体验的下降。
- 代码错误、网络问题、配置错误、内部依赖等是导致系统发生重大事故的主要原因，系统外部原因导致的事故占比较小，而应用混沌工程则可有效避免。

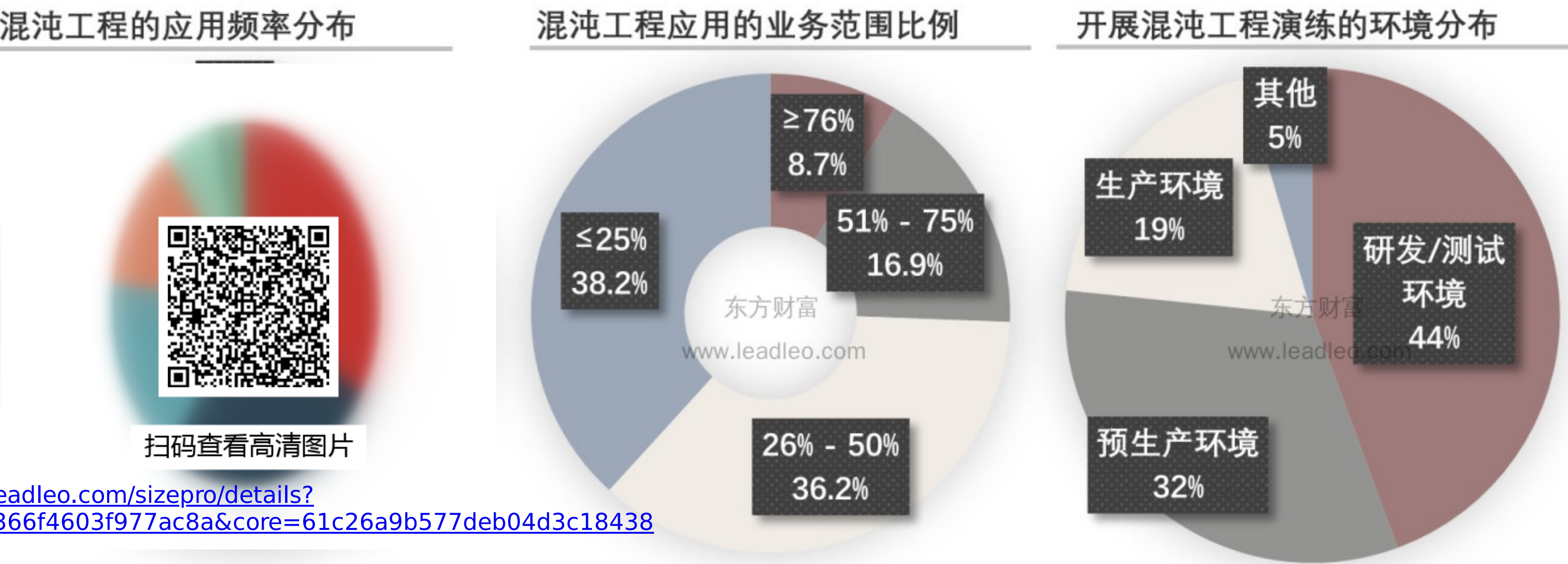


- 云化程度越高的公司，其产品可用性越高，应用的云化程度提升至75%以上后，高可用性产品比例达到75%，相对于云化比例低于25%的高可用产品比例是30%。云化程度对产品可用性的影响相当显著。
- 从未使用过混沌工程的企业其低可用性产品比例超过53%。而随着混沌工程使用频率的提升，每天都进行混沌工程演练的企业中低可用性产品比例仅为13%。混沌工程的使用频率对产品可用性的影响相当显著。

来源：混沌工程实验室、中国信通院、头豹研究院

混沌工程实践的充分性分析

- 目前混沌工程实践存在普及率较低、企业内部渗透率较低、应用成熟度较低的状况，但随着需求进程的推进与供给侧服务的完善，未来的混沌工程或将成为生产中不可或缺的一环



- 混沌工程行业普及率较低：在调查中约1/3的企业从未使用过混沌工程，不到4%的企业做到至少每天进行混沌工程演练。提供软件及服务的互联网公司是目前在系统容灾方案中加入混沌工程比例最大的领域，以提高系统的可用性和业务连续性为战略，构成核心产品竞争力。而金融领域对系统可用性和数据安全性的严苛要求，也使面向业务和流量侧的金融系统趋于应用混沌工程。但其他行业中，混沌工程的普及率很低。
- 混沌工程的企业内部渗透率低：而在应用混沌工程的企业内部中，仅有8.7%的企业将混沌工程大规模应用于超过3/4的业务系统中，在企业内部的渗透率低。
- 混沌工程的在企业内部的应用成熟度低：仅有19%的企业在生产环境中进行混沌工程演练，44%的企业的混沌工程演练停留在研发/测试环境，反映了企业在混沌工程实践中的接纳度与成熟度不高。

混沌工程的未来空间

混沌工程在目前的整体应用情况处于快速发展阶段。

不同行业在数字化转型的进程下，其核心业务系统对可用性的要求正在加强；未来市场对混沌工程的需求将衍生出更多成熟、专业且可信的混沌工程工具、平台与实践咨询服务，降低使用门槛，增强企业用户对混沌工程应用于生产的信心。

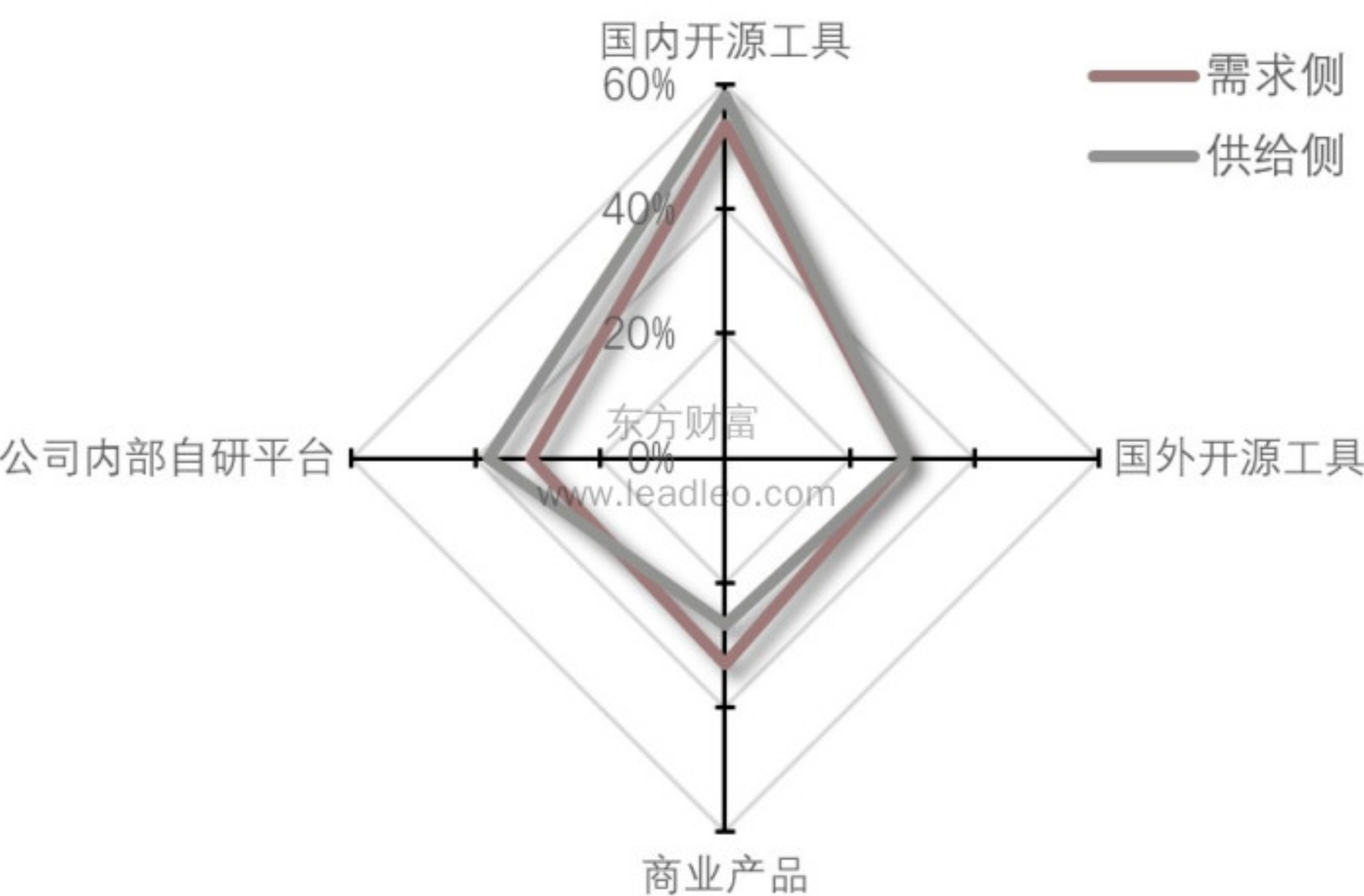
随着混沌工程的行业普及度、企业内部应用渗透率和成熟度的提升，甚至成为未来的生产环节中不可或缺的一部分，混沌工程的市场空间将迎来质变的拐点。

来源：混沌工程实验室、中国信通院，头豹研究院

混沌工程实践工具与平台

- 混沌工程实践所需的工具或平台可分类为国外开源项目、国内开源项目、商业产品和公司内部自研平台，市场中以国内开源工具为主

混沌工程使用工具/平台的供需分布



- 混沌工程实践中，供需以国内开源工具为主，但服务需求侧更倾向于采用商业产品为辅，而服务供给侧倾向于内部自研平台为辅。根据混沌工程实验室的调查：
- 33%的服务需求侧倾向于采用成熟的商业产品作为辅助，以实现混沌工程快速落地、避开实施陷阱。

服务供给侧认为自研平台的吸引力(38%) 大于自研平台(27%)及国外开源工具(29%)，以最大化贴合业务可用性的优化需求。

来源：混沌工程实验室、中国信通院，头豹研究院

混沌工程工具/平台选型分类

混沌工程选型	国外开源项目	ChaosToolkit steadybit chaoskube Gremlin Litmus Chaos Monkey ChAP Powerful Seal
	国内开源项目	Chaos Mesh Chaos Mesh是PingCap研发的一款面向 Kubernetes 的云原生混沌工程平台，覆盖网络、磁盘、文件系统、操作系统等故障场景，并提供了交互友好的 Dashboard 让用户轻松进行故障注入和稳态指标观测。 ChaosBlade ChaosBlade 是阿里巴巴开源的一款遵循混沌工程原理和混沌实验模型的实验注入工具，帮助企业提升分布式系统的容错能力，并且在企业上云或往云原生系统迁移过程中业务连续性保障。
	商业产品	同创永益 CNBR产品通过对演练环境的基础设施、平台、中间件、业务系统、监控运维体系进行故障注入，模拟在生产环境下的异常场景，发现诸多的关键性问题，并自动记录演练数据用于演练总结，形成全方位的系统稳定性改善方案。 阿里云 应用高可用服务AHAS是一款专注于提高应用高可用能力的SaaS产品，提供应用架构自动探测、故障注入式高可用能力演练、一键应用防护和增加功能开关等功能，可以快速低成本地提升应用可用性。
	公司内部自研平台	amazon web services SSMChaosRunner in Project Waterbear twitter Python Library ByteDance 字节跳动 API Server/Controller ...

来源：CNCF、InfoQ，头豹研究院

■ 名词解释

- ◆ **混沌工程:** 在分布式系统上进行的有经验指导的受控实验，目的是观察系统行为、响应并发现系统缺陷，以建立对系统承受生产环境中湍流条件的能力和信心注 1。
- ◆ **产品可用性:** 产品可用性计算方法: $(1 - \text{产品不可用时间} / \text{年度总时间}) \times 100\%$ 。
- ◆ **MTTR:** 平均修复时间(Mean time to repair, MTTR)，是描述产品由故障状态转为工作状态时修理时间的平均值。
- ◆ **MTTD:** 平均检测时间(Mean time to detect, MTTD)，用于描述故障平均发现时长。
- ◆ **容器技术:** 有效的将单个操作系统的资源划分到孤立的组中，以便更好的在孤立的组之间平衡有冲突的资源使用需求，这种技术就是容器技术。
- ◆ **Kubernetes:** K8s, Google于2014年开源容器编排调度管理平台。相比与Swarm、Mesos, K8S引入 Pod、Replica、Label、Service等机制简化了容器调度与管理，提供可靠性，增加了功能特性。

东方财富

www.leadleo.com

■ 方法论

- ◆ 头豹研究院布局中国市场，深入研究10大行业，54个垂直行业的市场变化，已经积累了近50万行业研究样本，完成近10,000多个独立的研究咨询项目。
- ◆ 研究院依托中国活跃的经济环境，从社会保险、人工智能、大数据等领域着手，研究内容覆盖整个行业的发展周期，伴随着行业中企业的创立，发展，扩张，到企业走向上市及上市后的成熟期，研究院的各行业研究员探索和评估行业中多变的产业模式，企业的商业模式和运营模式，以专业的视野解读行业的沿革。
- ◆ 研究院融合传统与新型的研究方法，采用自主研发的算法，结合行业交叉的大数据，以多元化的调研方法，挖掘定量数据背后的逻辑，分析定性内容背后的观点，客观和真实地阐述行业的现状，前瞻性地预测行业未来的发展趋势，在研究院的每一份研究报告中，完整地呈现行业的过去，现在和未来。
东方财富
www.leadleo.com
- ◆ 研究院密切关注行业发展最新动向，报告内容及数据会随着行业发展、技术革新、竞争格局变化、政策法规颁布、市场调研深入，保持不断更新与优化。
- ◆ 研究院秉承匠心研究，砥砺前行的宗旨，从战略的角度分析行业，从执行的层面阅读行业，为每一个行业的报告阅读者提供值得品鉴的研究报告。

法律声明

- ◆ 本报告著作权归头豹所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复刻、发表或引用。若征得头豹同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“头豹研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节或修改。
- ◆ 本报告分析师具有专业研究能力，保证报告数据均来自合法合规渠道，观点产出及数据分析基于分析师对行业的客观理解，本报告不受任何第三方授意或影响。
- ◆ 本报告所涉及的观点或信息仅供参考，不构成任何证券或基金投资建议。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告或证券研究报告。在法律许可的情况下，头豹可能会为报告中提及的企业提供或争取提供投融资或咨询等相关服务。
- ◆ 本报告的部分信息来源于公开资料，东方财富头豹对~~该等信息~~的准确性、完整性或可靠性不做任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映头豹于发布本报告当日的判断，过往报告中的描述不应作为日后的表现依据。在不同时期，头豹可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告或文章。头豹均不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，头豹对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者应当自行关注相应的更新或修改。任何机构或个人应对其利用本报告的数据、分析、研究、部分或者全部内容所进行的一切活动负责并承担该等活动所导致的任何损失或伤害。



推广

“拒绝苟活 瞬间精彩”

我不想在北上广苟活，我要的是生活。
每一天工资在活期里真的活起来，
我感觉我活着！

—— 发财宝（货币基金）

过往业绩不预示未来表现，市场有风险，投资需谨慎



中正达广基金
ZHONGZHENG DAGUANG FUND

价值 | 平衡 | 快乐 | 爱❤️

证监会核准的独立基金销售机构（沪证监许可[2015]85号）



让专业 更专业

头豹定制报告

东方财富
www.leadleo.com

- 轻量化咨询：低价（5万起） 高质（深度） 高效（2周起）
- 对口行业资深分析师执笔
- 满足企业及机构：品宣、业务发展、信息获取等诉求

详情咨询



助力企业价值最大化

共建报告——合作招募

头豹诚邀企业参与报告共建

- 传播企业品牌价值、共塑行业标杆
- 全网渠道发布、多方触达
- 高效 高品质 打造精品报告

详情咨询



“我不想阅读完整的报告, 只想引用里面的数据呀,
有没有相关的工具可以推荐?”

头豹给你答案!



头豹目前收录了400,000+行业数据
涵盖各类图片、表格、数据图等

众多数据 如何才能运用到工作文档里面, 并且一键导入PPT、WORD、EXCEL?
今天, 就安利给你一款解决数据引用难题的**“神器”**

头豹助手Office插件

头豹助手功能强大, 使用便捷
内置头豹官网的最新图、表等数据
并支持一键使用, 自动匹配导入文档
再也不用Ctrl C+Ctrl V循环了!



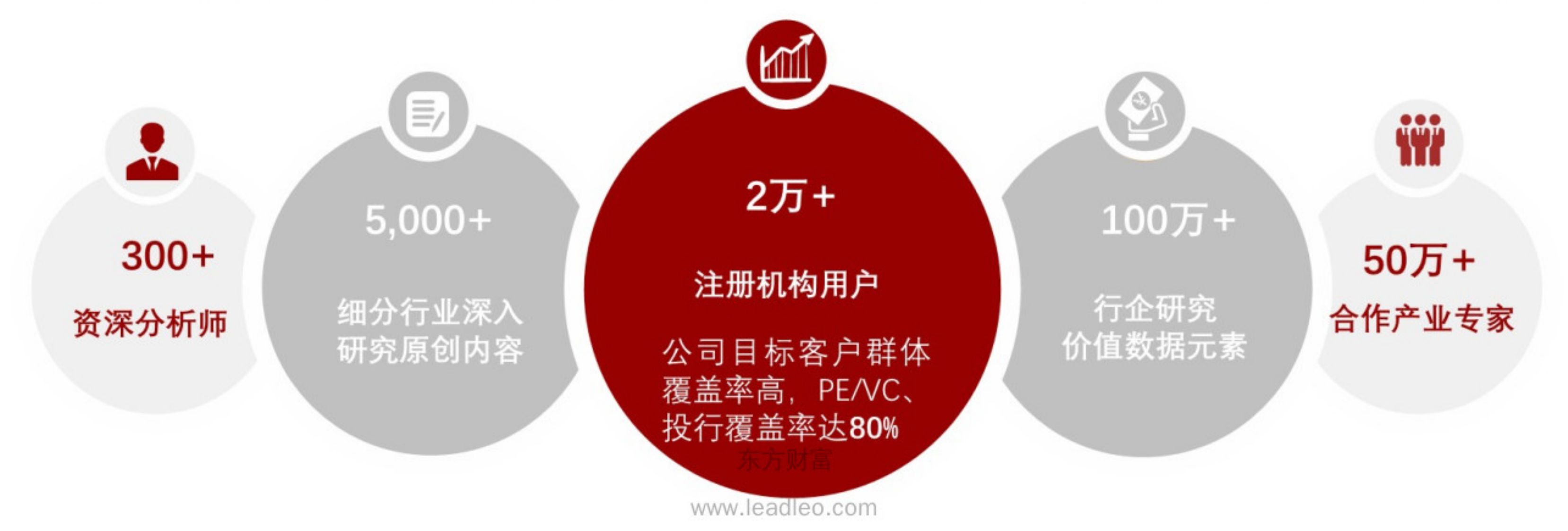
如何“解锁神器”?

只需1分钟 即可上手使用!
扫描左侧二维码 查看教程

LeadLeo

头豹研究院简介

- ◆ 头豹是中国领先的原创行企研究内容平台和新型企业服务提供商。围绕“协助企业加速资本价值的挖掘、提升、传播”这一核心目标，头豹打造了一系列产品及解决方案，包括：**报告/数据库服务、行企研报服务、微估值及微尽调自动化产品、财务顾问服务、PR及IR服务**，以及其他企业为基础，利用大数据、区块链和人工智能等技术，围绕产业焦点、热点问题，基于丰富案例和海量数据，通过开放合作的增长咨询服务等
- ◆ 头豹致力于以优质商业资源共享研究平台，汇集各界智慧，推动产业健康、有序、可持续发展



四大核心服务

研究咨询服务

为企业提供**定制化报告服务、管理咨询、战略调整**等服务

行业排名、展会宣传

行业峰会策划、**奖项评选**、行业**白皮书**等服务

企业价值增长服务

为处于不同发展阶段的企业，提供与之推广需求相对应的“**内容+渠道投放**”一站式服务

园区规划、产业规划

地方**产业规划**，**园区企业孵化**服务

报告阅读渠道

头豹官网 —— www.leadleo.com 阅读更多报告

头豹小程序 —— 微信小程序搜索“头豹”、手机扫上方二维码阅读研报



添加右侧头豹分析师微信，身份认证后邀您进入行研报告分享交流微信群



详情咨询



客服电话

www.leadleo.com

400-072-5588



上海

王先生： 13611634866

李女士： 13061967127



深圳

李先生： 18916233114

李女士： 18049912451



南京

杨先生： 13120628075

唐先生： 18014813521



www.leadleo.com
400-072-5588

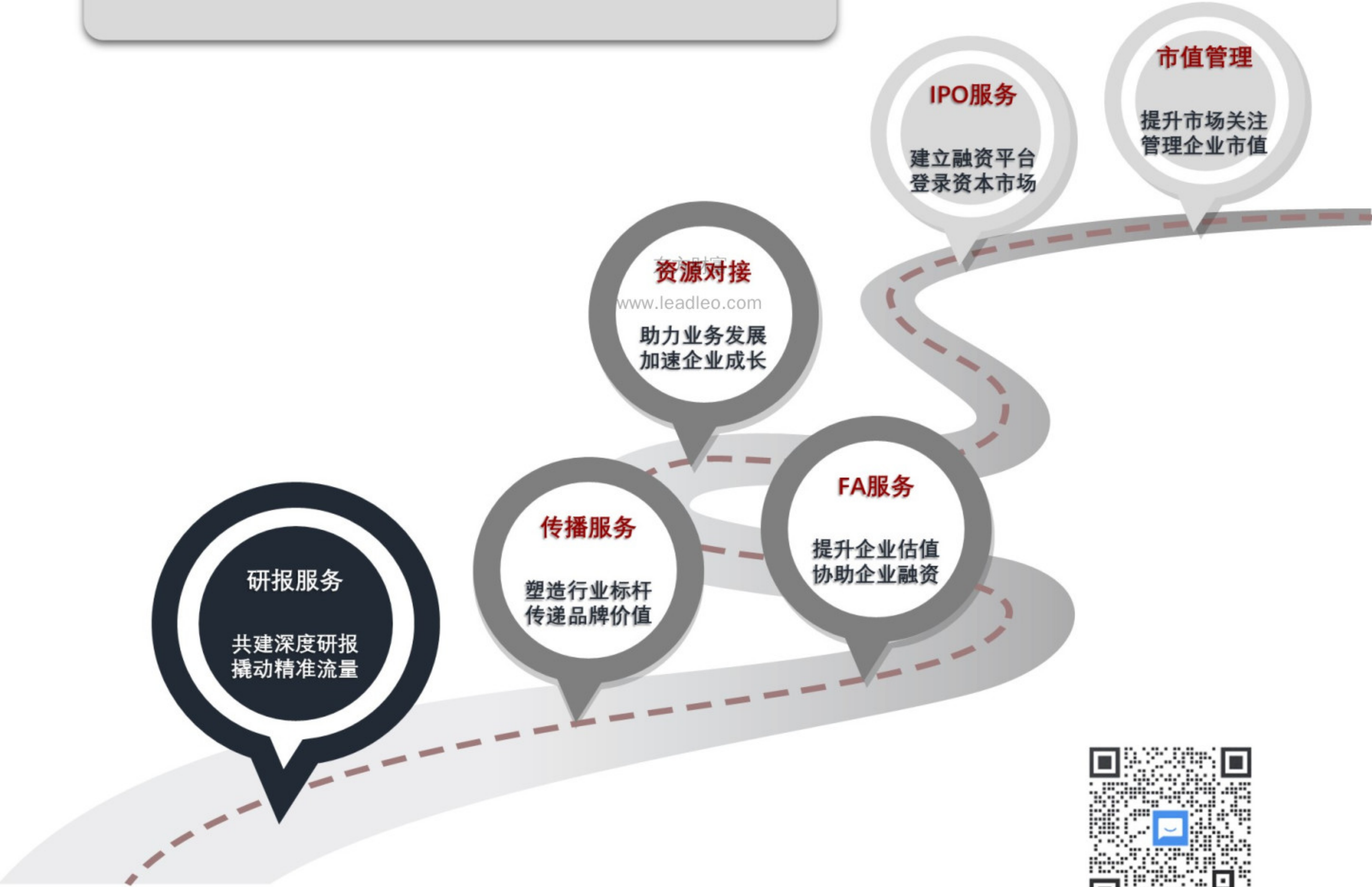
头豹 Project Navigator 领航者计划介绍



备注：活动解释权均归头豹所有，活动细则将根据实际情况作出调整。

头豹 Project Navigator 领航者计划与商业服务

- 头豹以**研报服务**为切入点，根据企业不同发展阶段的资本价值需求，以**传播服务**、**FA服务**、**资源对接**、**IPO服务**、**市值管理**为基础，提供适合的**商业管家服务解决方案**



扫描上方二维码
联系客服报名加入

备注：活动解释权均归头豹所有，活动细则将根据实际情况作出调整。

读完报告有问题？

快，问头豹！你的智能随身专家



扫码二维码
即刻联系你的智能随身专家

千元预算的
高效率轻咨询服务

东方财富
www.leadleo.com



STEP04 专业高效解答
书面反馈、分析师专访、
专家专访等多元化反馈方式



STEP03 解答方案生成
大数据×定制调研
迅速生成解答方案



STEP02 云研究院后援
云研究院7×24待命
随时评估解答方案



STEP01 智能拆解提问
人工智能NLP技术
精准拆解用户提问

