

# 可观测性技术发展研究报告

(2023 年)

中国信息通信研究院云计算与大数据研究所

2023年12月

---

## 版权声明

---

本报告版权属于中国信息通信研究院，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的，应注明“来源：中国信息通信研究院”。违反上述声明者，编者将追究其相关法律责任。

## 前言

现代信息系统往往呈现规模巨大、结构复杂和分布式架构等特点，使得传统的系统监控和调试方法难以满足全面观测和管理的需求，这给故障排查、性能优化和数据分析等任务带来巨大困难。在此背景下，可观测性技术应运而生。

可观测性技术通过引入实时日志记录、指标监控、分布式追踪等先进工具和技术，为企业提供全面、精确和实时的系统观测能力，从而帮助企业深入了解系统的运行状况、行为模式和性能指标。可观测性技术不仅仅是简单地监控系统状态，还可以提供对系统内部进行深度洞察的能力，有助于快速发现问题、定位故障，并采取相应措施进行故障修复和性能优化。

本报告探讨和解释了可观测性技术的概念、关键技术、落地路径和发展趋势，并深入分析了可观测性技术在故障排查、成本优化、数据分析等方面的应用和实践价值，旨在为读者提供有价值的指导和深入的理解。

最后，我们衷心感谢所有为本报告贡献宝贵意见和专业知识的专家、学者和行业从业者。我们热切期待与业界专家和用户共同探索可观测性技术的前沿发展趋势和应用场景，共同塑造一个更加可靠、高效和创新的技术世界。同时，我们也真诚地邀请各方专家和读者不吝指正，如报告中有不足之处，我们愿意倾听和改进，以提供更加优质的内容和观点。

# 目 录

一、 可观测性概述.....	1
(一) 可观测性定义.....	1
(二) 可观测性不是监控，是监控演进的下一阶段.....	1
(三) 可观测性应用场景广泛，多样价值获得认可.....	1
二、 可观测性起源.....	2
(一) 可观测性起源.....	2
(二) IT 技术持续发展为系统稳定运行带来巨大挑战.....	3
(三) 云时代到来，加速可观测性需求涌现.....	5
三、 可观测性价值总体视图.....	5
四、 可观测性的内核剖析.....	8
(一) 可观测性“三大支柱”.....	8
(二) 更多样的观测数据，持续丰富可观测性内核.....	9
五、 可观测平台能力构建.....	10
(一) 统一构建方式.....	10
(二) 统一数据模型.....	11
(三) 统一信息处理.....	12
(四) 统一查询分析.....	13
(五) 统一内容消费.....	14
(六) 环境适配能力.....	15
(七) 行业标准参考.....	16
六、 可观测性应用场景.....	17
(一) 系统实验与测试.....	17
(二) 站点可靠性工程（SRE）.....	18
(三) 数据可观测.....	20
(四) 故障根因分析.....	21
(五) 云成本可观测.....	22
(六) 安全可观测.....	23

七、 可观测性落地效果.....	24
(一) 提升基础设施全面控制能力.....	24
(二) 实时洞察应用性能优化需求.....	26
(三) 理解用户需求和优化体验.....	28
(四) 精准控制变更并优化发布效果.....	29
(五) 洞悉业务状况并提升决策能力.....	31
八、 可观测性发展趋势.....	32
(一) 可观测技术发展趋势.....	32
(二) 可观测产业生态趋势.....	33
附件 1.....	35



## 图目录

图 1 可观测性价值总体视图 .....	6
图 2 链路追踪示意图 .....	9
图 3 可观测性平台架构 .....	17

## 表目录

表 1 可观测性开源项目或协议 .....	35
-----------------------	----



## 一、可观测性概述

### （一）可观测性定义

在信息系统及云计算领域中，可观测性指的是通过系统的外部输出来度量系统内部运行状态的能力。可观测性工具的工作原理是通过不断进行探索性调查的迭代过程，确定系统问题可能出现的位置和原因。它的目标是使我们能够主动地识别任何故障模式，无论是已知的还是未知的。

### （二）可观测性不是监控，是监控演进的下一阶段

从概念内涵上来说，监控和可观测性是相互依赖的不同概念，“监控”是为提高系统的可观测性而执行的操作，“可观测性”是该系统的一个属性，如功能性或可测试性。从覆盖范围来说，监控是从系统出发，关注系统本身的健康情况；可观测是从业务出发，关注业务的健康情况，因此范围更广更大。从应用目的来说，使用监控是用来判断系统是否可用，通过可观测性可以实际指出问题位置和具体原因。从操作性上来说，传统的监控工具通过对照已知阈值检测系统条件来工作，这些阈值将提示是否存在已经设定条件的错误。这是一种非常被动的方式，因为只能发现已知的问题或错误。可观测性工具基于指标收集、日志分析、事件追踪、机器学习等技术和方法，可以提供更全面、更主动、自适应的监控和分析能力。

### （三）可观测性应用场景广泛，多样价值获得认可

**保障系统稳定。**实时观测系统和应用程序的各种指标和日志，及时发现和解决问题，降低系统故障和安全漏洞的风险，保障系统的稳

定性和安全性。**提高用户体验。**观测产品在不同环境下的性能和稳定性，及时发现和解决问题，提高产品质量和用户体验，增强用户忠诚度和口碑。**加强安全性。**及时发现和应对安全漏洞和攻击，提高系统和数据的安全性和可靠性，增强用户信任和品牌价值。**提高服务水平。**通过对用户行为和反馈的监控和分析，及时发现和解决用户问题和需求，提高服务水平和用户满意度，增强市场竞争力和盈利能力。**优化资源利用。**观测和分析资源的使用情况，发现资源浪费和瓶颈，及时进行优化和调整，降低成本和提升资源利用率。

## 二、可观测性起源

### （一）可观测性起源

可观测性起源于 20 世纪 60 年代，最早是由匈牙利裔工程师鲁道夫·卡尔曼（Rudolf Kálmán）在电气工程领域中提出的概念<sup>1</sup>，根源于控制理论（应用数学的一个分支，指使用反馈来影响系统的行为以实现预期的目标）。

电气工程从 19 世纪末开始，经过近百年的发展，在各个细分领域中取得了长足的进展。尤其在 20 世纪 50 年代中发展迅速的航空航天领域，对系统的复杂程度、多部门开发协同、系统运行环境、研发速度等都产生了巨大的挑战，同时对于系统的稳定性要求变的更高。在此背景下可观测性的概念被提出，其核心目标是用来快速判断系统的工作状态并定位缺陷的根因。

随着计算机科学及软件工程的不断发展与实践，软件与信息系统的工

---

<sup>1</sup> R. Kalman, "On the general theory of control systems," IRE Transactions on Automatic Control, vol. 4, no. 3, pp. 110–110, 1959.



作状态也需要从系统外部进行度量。通过仿照电气系统输出信号进行观测的方式，我们可以利用计算机和软件输出的运行日志来实现软件和信息系统的可观测性。

## （二）IT 技术持续发展为系统稳定运行带来巨大挑战

随着信息化时代的到来，数字化已经渗透到各个行业，IT 技术也在快速发展。在此过程中，IT 系统在系统架构、开发方式、部署方式、运行环境等方面经历了多次技术变革。**系统架构方面**，经历了从整体式、分层式、分布式到云原生的变化；**开发方式方面**，经历了从瀑布模式、螺旋模式、敏捷模式到 DevOps 的变迁；**部署方式方面**，由物理机、虚拟机、容器化到 Serverless；**运行环境方面**，由自建机房、托管机房、私有云、公共云到混合云。

IT 系统的技术升级在迭代效率、部署灵活性、性能和成本等方面带来了巨大的收益。然而，随着系统的不断演进，其本身的复杂性也不断增加，从而给稳定性、故障发现和问题定位等方面带来了巨大的挑战。包括：**系统更加复杂**，架构的升级带来了开发效率、发布效率、系统灵活性、鲁棒性等优势，但随之而来的是系统的复杂度将更高，一次调用可能会涉及数十个应用组件，问题的定位将更加困难；**场景更加多样**，随着 5G、移动互联网、物联网（IoT）、大数据、人工智能、VR/AR、边缘计算等技术的快速发展及融合应用，触网、联网、用网的实体越来越多，应用越来越广泛，需要观测的对象种类、应用场景、数据规模、用户行为模式等也都发生了巨大的变化；**协同开销变大**，公司内的 IT 系统组成往往涉及多个不同部门的不同角色，例

如研发、测试、运维（应用运维、中间件运维、系统运维、网络运维等）和 SRE 等，一个新的问题往往需要多个部门协同定位；**环境动态性增强**，无论是微服务架构还是容器化部署模式，带来的一个特性是环境的动态性增强，每个实例的生命周期会更短，出现问题后往往现场已经销毁；**服务依赖增加**，在微服务、云、Kubernetes 的环境中，服务的依赖变的更多，包括各类其他业务应用、各种中间件、云上使用的各类产品、容器运行时、虚拟机等，问题排查需要涉及更多的组件；**缺少有效手段进行日志分析**，基于容器或者虚拟机部署，微服务节点多，大部分情况采用终端命令查看，在集群、分布式、微服务模式，日志查找麻烦而且耗时，日志需要统一查询和分析。

传统的监控工具，如 ITIM、APM、NPMD 等相对只关注 IT 系统中的部分场景，往往无法解决上述变革带来的稳定性、故障发现、问题定位等挑战，因此需要一个更加全面、有效、快速的手段来帮助开发和运维人员发现和定位系统中的问题。可观测性工具可以帮助开发和运维人员监测系统的各个组件和交互关系，收集和分析关键指标和日志数据，进行故障排查、问题定位和性能优化。可观测性工具还可以提供更细粒度的数据和指标，帮助识别和解决复杂系统的问题，例如分布式追踪、日志分析、指标监测和事件处理等。稳定性保障和可观测性工具是相辅相成的，稳定性保障依赖于可观测性工具提供的数据和洞察，而可观测性工具则需要稳定性保障体系确保系统正常运行并提供可靠的数据。

### （三）云时代到来，加速可观测性需求涌现

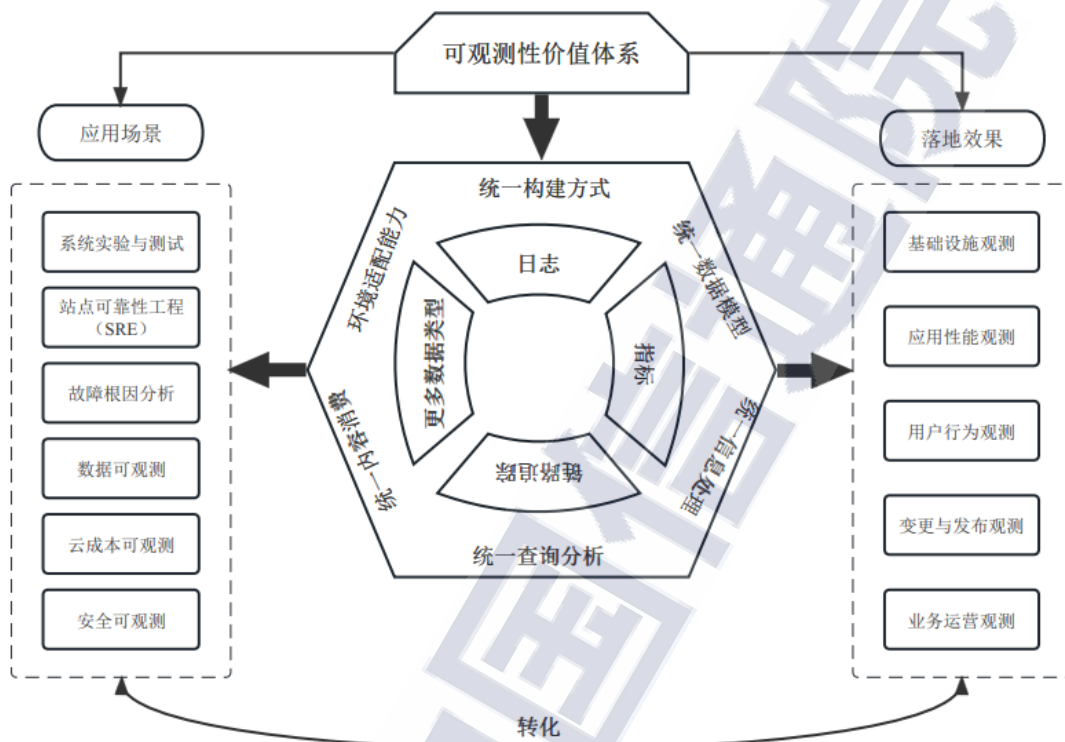
云时代的系统更复杂。随着云时代的到来，应用从单体化的程序逐步演变成微服务化，甚至引入了更多的云厂商，包括第三方 PaaS、SaaS 提供商的技术和服务，此时此刻，传统的面向单一的指标、日志、追踪的单一化的监控产品，诸如监控、CMDB、日志系统、APM、RUM 等已经无法独立完成有效的进行问题追踪定位。同时，随着更多的可变基础设施、第三方技术服务、DevOps 技术被引入，如 Service Mesh、Feature Flags、混沌工程，如果无法有效的构建系统的可观测性，将无法有效地利用好这些技术。此外，伴随着发布体系 CI/CD 技术的普及和微服务的引入，工程师们不得不进一步面对生产系统进行调试和分析，可观测性将被视为一种代码调优和架构优化的基石。我们不仅仅将可观测性定位成一种运维的手段，更将可观测性定位成对于整个技术栈的可视化、可分析、可探索的工具。这种定位不仅是因为可观测性的重要性，更是因为它是提升云时代研发效能的必然选择。

**可观测性是云时代 IT 工作的基础。**云时代构建可观测性不仅仅是解决系统可靠性的问题，更是整个 DevOps 团队每天工作的基础，是软件系统升级迭代的基础，是进一步建立自动化的基础，是系统进步的基础，是引入新的技术栈的基础，是为最终用户提供可信 SLA 的基础。

### 三、可观测性价值总体视图

可观测性是现代系统架构中不可或缺的核心要素，它通过提供全面的数据和信息来支持系统的监测、分析和优化。本章将围绕可观测

性的内核，结合可观测性平台能力，给出可观测性在不同领域的落地效果和场景，并提出图 1 所示的可观测性价值总体视图。



来源：中国信息通信研究院

图 1 可观测性价值总体视图

**可观测性内核：**可观测性的内核包括日志、指标、链路追踪“三大支柱”，叠加更多应的观测数据，共同构成了系统监测和分析的基础。通过全面记录和收集系统的运行状态、行为和性能数据，可观测性内核为问题排查、性能优化和安全审计等提供了关键的数据支持。

**可观测性平台能力：**云时代对于可观测性的要求就是统一。参考中国通信行业标准《云上软件系统稳定性 可观测性平台技术要求》指标要求，总结归纳出构建可观测性平台需要具备统一构建方式、统一数据模型、统一信息处理、统一查询分析、统一内容消费和环境适配能力六方面能力：统一构建方式能够简化部署和管理过程，提高平

台的易用性和可扩展性；统一数据模型使得不同数据源的格式和结构标准化，提高数据的一致性和可用性；统一信息处理能力使用户能够快速提取关键信息，进行进一步的分析和决策；统一查询分析能力提供一致的方式进行数据查询和分析，帮助用户快速定位和解决问题；统一内容消费能力提供一致的用户体验，简化用户对数据的访问和利用；环境适配能力使平台能够适应不同的操作系统、云平台、应用框架和技术堆栈等环境，满足不同用户和应用场景的需求。这六方面的能力共同构建了一个全面、集成和高效的可观测性平台，帮助开发和运维人员更好地发现、定位和解决系统中的问题，提升系统的稳定性、可靠性和用户体验。

**可观测性应用场景：**可观测性在各个领域都有广泛的应用场景。如，在云计算和分布式系统中，可观测性可以帮助跟踪和分析请求路径、优化资源分配和定位性能问题；在大数据分析中，可观测性可以提供实时数据流监测和异常检测；在网络安全领域，可观测性可以用于实时监测和响应威胁事件。广泛的应用场景佐证了可观测性在现代系统管理和优化中的重要性，它提供了实时、全面、可视化的数据和洞察，帮助各个领域的专业人员实现更好的系统性能、可靠性和安全性。

**可观测性落地成效：**可观测性的实际落地效果是显著的。多个领域的实施案例，证明了可观测性对于组织来说具有重要意义。它不仅可以提高基础设施的可靠性和稳定性，精准控制变更并优化发布效果，减少故障时间和成本，还可以优化系统的性能和资源利用率，提高用

用户体验和满意度，并增强组织的洞察力和决策能力。这些优势共同促进了组织的效率、创新和竞争力的提升。

## 四、可观测性的内核剖析

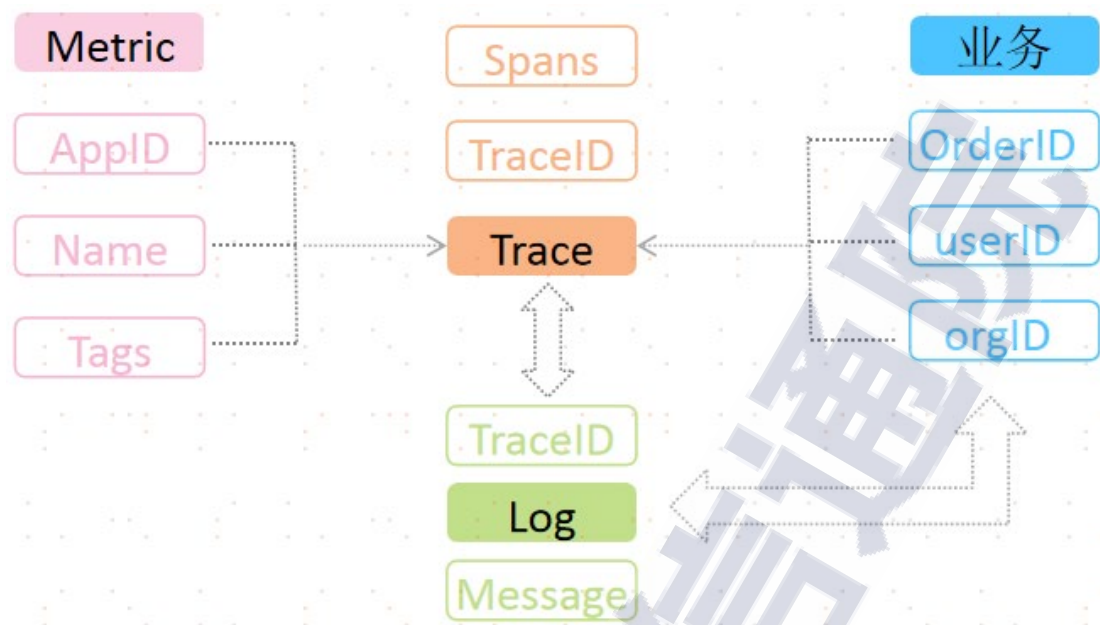
### （一）可观测性“三大支柱”

日志、指标和链路追踪被称为可观测性的“三大支柱”。

**日志**，是揭示系统行为的关键元素。日志是系统运行过程中的输出文本数据。一条日志的内容通常包含系统对指定对象执行的操作、操作的结果以及操作的时间。日志记录通常用于记录离散的事件，包含程序执行到某一点或某一阶段的详细信息。

**指标**，可量化系统状态和性能。指标数据是某个被测量的主体在一个时间范围内的各个时间点上的测量值。每一个指标数据以度量内容、度量数值与度量时间点组成，多个指标数据点按时间顺序排列，组成指标图像，通常以散点图或折线图的形式展示。

**链路追踪**，深入了解请求路径和性能瓶颈。链路追踪是一个系统请求在分布式系统中的执行过程记录。当一条请求进入系统进行处理时，处理过程中经过不同组件的每一段处理情况数据被称为一个 Span，多个 Span 通过请求 ID 进行串联，组成一条链路追踪。因此，一条链路追踪可以认为是由多个 Span 组成的有向无环图，代表一次完整的分布式请求所经过的路径。如图 2 所示。



来源：中国信息通信研究院

图 2 链路追踪示意图

## (二) 更多样的观测数据，持续丰富可观测性内核

除了最基础的三大支柱以外，为了更好的观测信息系统，人们不断通过新兴技术产生新型数据，补充和丰富当前的可观测性数据。

性能剖析（profiling）数据是当前接受度最高的新型可观测性数据。性能剖析数据是指程序运行时的 CPU、内存、线程方法等的使用情况或快照数据，并通过专属的火焰图分析方法，可以用来建立程序代码和性能瓶颈之间的关联性，辅助程序员优化代码。过去，性能剖析方法的额外开销较高，程序员通常只在万不得已时才临时使用。随着 Java Flight Recorder、Async Profiler 等编程语言层面，systemTap、eBPF 等操作系统层面的低开销剖析方法的普及，常态化运行的持续性能剖析（continuous profiling）将辅助程序员精准的抓取一些偶发故障的现场快照。

**核心转储（core dump）**是较为重要的新型可观测性数据。核心转储主要指的是在系统运行错误或崩溃时储存的系统内存快照。当系统由于运行错误导致进程终止时，核心转储信息可以提供关于错误发生时程序的内存状态，帮助进行故障复现和解决。

**事件（event）**数据是基于可观测性原始数据形成的一类重要的通知数据。事件指的是在被观测对象在状态发生变化时，主动发出的变更通知内容。根因分析过程中，时间相关性较高的事件数据通常是有力的分析依据。与传统意义上的日志数据相比，事件数据更偏向结构化数据格式，并可能不以文本形式存在，而通过 API 接口方式采集或消费。常见的事件数据例如：告警事件，云平台、Kubernetes 平台变更事件，CI/CD 版本变更事件等。

从广义的日志、指标、链路跟踪中独立抽象出来的更多可观测性数据。这类可观测性数据，因分析场景特殊、重要性较高等原因，也逐渐独立抽象出来。比如反应代码逻辑问题的堆栈数据、分析业务行为的真实用户埋点数据、针对应用死活的健康检查拨测数据等。随着观测技术与理念的发展，可观测性的数据内容也将持续丰富。

## 五、可观测平台能力构建

### （一）统一构建方式

可观测性需要统一的建设方式。如果使用多种传统监控工具进行可观测性建设，即使可以采集到完整的观测信息，也仍存在信息之间割裂的现象。多个监控工具之间的观测信息难以直接互通并建立联系，无法进行多种观测数据的组合分析。同时，当用户进行可观测性信息



查询时，需要跳转多个不同的工具，效率远远无法比拟一站式的数据搜索与跳转，因此难以实现高效便捷的故障排查与根因定位。

成功的可观测性需要将传统的各种指标、链路、追踪、用户行为、事件、安全等数据统一收集，并在业务需求的基础上建立多维度的直接关系。这种关系不仅仅是简单的数据关联，而是一种能够实现数据联动的能力。同时，这种可观测性应该赋予开发工程师、运维工程师和测试工程师统一的技术数据分析能力，使他们能够自由地分析和定位任何已知或未知的问题，并通过基于数据的协同合作产生有意义的结果。只有在这样的情况下，我们才能称之为成功的可观测性。

## （二）统一数据模型

建设统一的可观测性首先需要统一的数据模型，统一的数据模型是数据统一处理、相互建联与转化的基础。数据模型应该涵盖各种基础设施、技术栈中收集的全量数据，全量数据不仅仅包含指标，也需要支持相关的日志以及链路等数据。同时，所有的指标、日志数据均需要进行结构化处理，以达成数据模型的统一。最后，最重要的是统一相关的数据标签命名，方便后续在使用数据时有效的进行数据关联。

云原生环境对统一的数据模型提出了更高的要求。数据模型需要对云原生环境进行特别的支持，具体包括：通过默认配置自动同步容器相关的指标、日志、对象等数据；对所有收集的数据均默认标记所需的相关数据标签以便进行数据定位，如 `container_name`、`pod_name` 等。

### （三）统一信息处理

在统一数据模型的基础上，可以便捷地完成统一的观测信息处理。信息的处理过程包含采集、整理、储存等，是统一查询、统一展示的基础。

统一信息处理的第一步是统一信息采集。可观测性的目标是完整的用数据描述整个系统，因此就需要有效汇聚所有的可观测性数据。从数据类型角度来说这些可观测性数据分为指标、日志、链路追踪。从系统的数据来源角度，一般需要收集系统以下几个维度的数据：基础资源（云、主机、容器、网络等），中间件（消息队列等），后端组件（系统后端代码），前端组件（网页、移动 APP、小程序等），边缘设备/IoT 设备等。

统一信息处理的第二步是关联整理。在信息采集后，需要通过统一数据模型中的数据标签将所采集的观测信息进行关联和整理。数据标签通常以对象的形式进行表达。举个例子，当我们看到任何数据带有“host”这个标签时，我们可以将其与一个对应该主机的状态仪表盘进行关联。这样，在分析日志信息、安全信息、用户访问信息等时，我们可以直接指向与数据相关的主机状态仪表盘，从而获得更详细的相关信息。这种方式使得无论在哪个领域，我们都能够通过数据标签与对应主机的相关状态仪表盘进行关联。

统一信息处理的第三步是信息储存。信息关联之后，需要对收集上来的信息进行储存，必须根据收集上来的数据自身特点，选择经济且合适的存储方式。在进行可观测性数据储存时，通常会用到冷热数

据分离的储存策略: 可观测性场景下, 热数据通常指近期的观测数据, 时效性强、查询率高, 通常以细粒度储存在高速介质中, 以实现高效准确的查询, 例如将一个月之内的数据以小时为单位储存在内存中; 冷数据指的是一段较旧的时间之前的观测数据, 查询率较低、精确度要求不高, 通常储存在普通介质中, 甚至对数据进行降采样后再储存, 以达到降低存储成本的效果, 例如将一个月之前的数据以周或月为单位储存在硬盘中。最后, 为了进一步优化储存成本, 通常会设置数据过期策略来删除过旧的观测信息, 例如定期删除三年以前的过期观测数据。但与此同时, 对于部分重要的观测数据来说, 即使数据变得老旧, 也有可能极具代表性、学习意义重大, 因此也需要支持这些重要数据的永久储存功能。

#### (四) 统一查询分析

为了高效分析可观测性信息, 需要将不同的可观测性数据联系起来, 并使用分析引擎进行统一的数据分析。可观测性数据处理分析引擎通常是基于行级数据处理的指令集, 它内置了各种处理函数, 可以在数据上报之前对数据进行进一步的处理。其中包括对日志文本文件进行结构化处理, 并提供了一系列函数, 如日期处理、正则表达式匹配、JSON 解析、IP 地址处理、URL 解码、脱敏等功能。这些函数可以帮助用户快速处理和转换数据, 以满足各种分析和查询需求。

可观测性信息查询语言应简单且功能强大。可观测性信息查询方面, 一般要求可观测平台具备一类语法简单并且功能强大的查询语言, 一般为类 SQL 语言。该查询语言应支持灵活的数据查询, 既支持单

一数据类型查询也支持汇总查询，且最好可以在数据采集器中内置查询语言终端，当数据采集完成后，无需打开可观测性平台，可直接通过终端查询数据，排查问题，降低最终用户的整体使用成本。

由于可观测性信息已经经过统一处理，实现了统一储存与数据建联，因此在信息查询时，应做到通过统一终端或入口查询到所有种类的可观测性数据，同时可根据数据间联系进行便捷的数据跳转，或通过链路追踪信息进行链路上下文信息查询，进一步提升查询效率，加快故障排查与解决的速度。

### **(五) 统一内容消费**

**统一内容消费**指的是将各种类型的可观测性数据以统一的方式进行消费和处理。它强调将不同来源、不同格式的可观测性数据整合在一起，通过共享、标准化的方式进行访问和分析。通过统一内容消费，可以降低数据处理的复杂性，提高数据的可用性和可操作性，从而更有效地进行故障排查、性能优化和决策制定。可观测性信息的消费，通常包含可观测性数据的图像展示、系统的健康度报表、观测数据中风险事件告警通知、业务 BI 信息分享、通过 API 进行数据开放等形式。

**可观测性信息展示。**通过优秀的图表展示，可以传达更丰富的信息，缩短故障发现时间，减少故障解决时间。优秀的数据展示应包括数据列表、图表和可自定义的数据大盘与时间显示粒度。同时，基于数据处理和数据关联，实现数据图像之间的跳转，例如将监控指标跳转到对应时间的日志列表或日志列表跳转至相应请求的链路追踪拓

扑图，以提高数据图表的查询效率。

**可观测性报表。**可观测性报表将系统运行情况进行定期汇总与展示，使关键指标和趋势一目了然，帮助决策者快速了解系统的健康状况。

**可观测性与 BI。**商业智能系统与可观测工具对接，将可观测性数据与业务数据结合，进行深入的业务分析和洞察，可以为组织提供更全面的数据驱动决策支持，发现潜在的商机和改进机会。

**可观测性信息订阅与发放。**通过与其他团队或部门进行对接，可以订阅关键性能指标和事件，将相关信息推送给相关人员，实现实时的监控和警报通知，及时发现异常情况，采取相应的措施，从而提高系统的可靠性和稳定性。

**开放 API。**通过开放 API 接口将可观测性数据对外开放，可以让开发者和第三方应用程序灵活地消费这些数据。这种开放性可以促进创新和扩展，使更多的应用场景和工具能够利用可观测性数据。

## （六）环境适配能力

可观测性平台需要具备适应不同环境的数据编排能力。除了可观测性平台已内置了广泛的技术栈数据采集能力外，还存在着未支持的技术栈和用户自定义的数据需求。为了实现可观测性平台与被观测系统的高效协同，达到更好的观测效果，通常需要可观测性平台具备自定义集成更多被观测系统的业务信息的能力，也称为数据编排能力或数据驱动编程能力。这种能力允许可观测性平台灵活地集成额外的数据，并根据需求进行数据处理和分析，以满足特定业务场景的观测需

求。

为了达成数据编排能力，需要一款具备函数开发、管理、执行的可观测性平台。该平台应具备如下三个特性：

**易用性。**一个优秀的可观测性平台要具备低门槛的接入能力，做到开箱即用，也需要具备足够的灵活性，通过低代码的方式接入自定义数据，实现更多环境数据的统一可观测。

**适用性。**可观测性平台需要对用户的环境进行适配，不仅要支持传统的单体环境的部署，还应该支持云原生环境，以提高资源的利用率以及方便后期的维护。对多种环境进行的适配一般包括如下内容：适配多种操作系统，如 Linux、MacOS、Windows、Debian、AIX；适配多种硬件环境，如 x86、amd64、arm、arm64、risc、PowerPC；适配容器环境，如 Docker、Kubernetes、Openshift；适配多种存储介质，如 MySQL、Redis、InfluxDB、SQL Server、Oracle、Elasticsearch 等多种类型数据库；适配多云或混合云环境。

**稳定性。**在适配云原生环境的基础上，可观测性平台还可以实现一些非功能的、优化可观测性平台自身可靠性的特性，以资源的弹性伸缩与平台的高可用为主。平台具备动态资源扩缩容的能力，可以根据自身的负载情况进行自动调整。同时，平台应具备容灾能力，系统内任何单实例故障不影响系统核心功能和体验。

## （七）行业标准参考

中国信通院于 2021 年牵头编写《云上软件系统稳定性 可观测性平台技术要求》中国通信行业标准，该标准对数据采集（对应数据模

型)、数据处理(对应信息处理、查询分析)和数据使用(对应内容消费)等三个核心能力进行规范,为技术发展和行业应用提供了权威指南。



来源：中国信息通信研究院

图 3 可观测性平台架构

## 六、可观测性应用场景

### (一) 系统实验与测试

通过深度应用可观测性技术,可以优化混沌工程实践。在混沌实验前,需要选择目标系统的稳态指标,依赖于可观测技术提供的指标、链路追踪和日志等详细的稳态指标数据,可以更全面和精确地评估实验影响。实验过程中的实验观测是检验混沌实验效果的重要手段,注入故障后,分析可观测性数据判断应用系统对故障的容错能力,据此做出系统稳定性改进计划。此外,基于可观测性技术能有效提高强弱依赖分析的效率,分析链路追踪数据获得服务间调用关系,运用混沌

工程给被调服务注入故障，观察主调服务的观测指标表现，可以得出服务间的强弱依赖关系。进一步根据业务场景进行依赖治理，优化关键路径，实现低耦合架构，避免非核心服务故障导致服务整体不可用。

**运用可观测性技术能有效提升全链路压测性能瓶颈定位和容量评估的效率。**基于可观测性数据，将压测请求的全链路调用链关系串联，据此计算出服务间的调用拓扑图，统计出每一层调用的黄金监控指标（如 QPS、耗时、成功率等），以及微服务间的放大倍数等观测数据。结合压测染色技术，把被压服务从黑盒变白盒，在全链路压测过程中实时观测全链路微服务的可观测数据，快速做出性能瓶颈点的定位和容量水位判断。如当压测延迟增大时，从链路统计视图能快速定位到导致入口延迟增大的具体微服务，结合可观测性数据下钻分析，能够定位到导致延迟增大的具体方法，快速定位出性能问题根因。

**运用可观测性技术能有效提升自动化测试可靠性和稳定性，降低自动化测试成本。**基于可观测性数据，在开发阶段可以在尽量不考虑运行环境因素前提下通过自动化测试用例验证代码运行正确性，更容易的控制程序的行为、输入、输出，从而指导开发人员编写出可观测性更强，高内聚、低耦合的函数模块。

## **(二) 站点可靠性工程 (SRE)**

可观测性为 SRE 基于数据驱动的运维提供基础支撑。SRE 理论认为，系统风险是难以避免的，因此针对系统风险进行的管理和容错是第一要务，其中风险管理及容错设计的核心是 SLO。由于系统风险难以避免，因此 SRE 的目标并不是达到 100% 的可用性，而是选择



合理的可用性目标后，建立 SLO 标准，以 SLO 来驱动 SRE 的日常任务和项目，尽可能减少技术性低、重复性高的人工操作。

**可观测性产品在定义 SLI 方面具有持续采集性能数据的优势。** SLI 的制定、了解和分析过程离不开可观测性产品的支持。通过可观测性产品持续采集性能数据，并对这些数据进行分析，我们可以了解当前 IT 系统的状态，从而制定合理的 SLO。此外，这些可观测性数据还可以为商业化产品的 SLA 提供可测量的指标和特征。

**可观测性可有效提升操作自动化水平。**可观测性产品可以依据所收集到的观测信息，自动生成带有响应时间、吞吐量、错误率等性能指标及数据展示的仪表盘。同时还可以设置警报规则，以便在指标接近或者超过设定的阈值时触发警报通知，从而提醒 SRE 人员立即执行某种操作，解决已经或者即将发生的问题。随着观测信息采集质量的提高与告警规则的配置优化，能进一步提升告警的精确度，减少低质量的人工操作，提升 SRE 运转效率。

**利用可观测性产品可持续提高系统抗风险水平。**可观测性产品可以帮助 SRE 人员通过应用日志、性能数据和业务指标等用户体验相关的信息了解数据之间的关联性，将业务、调用链路、系统和设备运行状态的数据链路打通，实现以用户体验为中心的运维目标。同时，可观测性产品可以自动分析真实用户行为，通过链路追踪来跟踪用户请求涉及的多个服务和组件，可以发现性能表现欠佳的服务或代码级的问题，使得问题出现时更容易调查其根因并分析，持续优化系统的抗风险能力。

**可观测性产品能有效提升 SRE 团队工作成效。**作为 SRE 人员，熟悉和掌握可观测性产品的功能和特性对于他们有效地监控、分析和优化生产系统至关重要。通过使用可观测性产品，他们能够实时监测系统的运行情况，及时发现异常行为，并利用各类信息追踪问题的根本原因。这种高度的可观测性能力使得 SRE 人员能够快速而准确地解决问题，提高系统的稳定性和可靠性。因此，对于 SRE 团队和系统稳定性而言，投资于一个优秀的可观测性产品非常重要。同时，研究和制定有效的可观测性策略也至关重要，它能够指导团队在监控、分析和优化方面的工作，从而提升系统的稳定性和可维护性，降低风险和故障对业务的影响。

### **(三) 数据可观测**

**数据可观测是海量数据价值变现的关键因素。**在全球数字经济的浪潮中，进行数字化转型已成为企业适应数字经济、谋求生存发展的必然选择。然而，在数字化转型背后，如何实现海量数据的价值变现成为企业面临的一大难题。数据可观测性成为解决这一难题的关键因素，它提供了实时、全面的数据洞察能力。通过有效的数据收集、分析和可视化，企业能够基于数据做出战略决策，从而实现更高的效率和竞争力。

**数据质量监测与改进。**可观测性提供了监测数据质量的能力，帮助企业确保数据的准确性、完整性、及时性和一致性。例如，在金融行业，银行可以通过可观测性系统监测交易数据的质量，及时发现异常和错误，以保证金融交易的准确性和可信度。

**数据即时性保障。**可观测性对特定作业环境观测、实时性要求高的系统观测，提供巨大的价值，为这些系统的稳定性和可靠性带来非常大的帮助，提高企业在各自领域内的核心竞争力。

**异常检测和故障预测。**可观测性帮助企业识别和监测数据中的异常和趋势，从而发现潜在的问题。例如，在制造业中，通过可观测性分析生产线的实时数据，企业可以快速检测到设备故障、产线停机等异常情况，并采取相应的措施以避免生产延误和损失。

**业务监控与运营分析。**可观测性使得企业能够实时监测关键业务指标，以及追踪业务运营的实时情况。例如，在电子商务行业，企业可以利用可观测性系统监测网站流量、用户行为和购买转化率等指标，从而实时了解营销活动的效果，及时调整营销策略优化用户体验。

**用户画像和个性化推荐。**可观测性帮助企业了解用户的行为模式和偏好，以及对产品和服务的反馈。例如，在社交媒体行业，可观测性可以帮助企业分析用户在视频平台上的观看习惯和偏好，从而提供个性化的推荐内容，增加用户的满意度和忠诚度。

#### **(四) 故障根因分析**

**高质量的根因分析强烈依赖于可观测性。**可观测性解决了数据采集、传输、存储和展示等方面的问题，为产生高质量的根因分析所需的数据提供了基础。系统故障的根因分析是一种高级技能，其核心是识别和解决问题的根本原因，以防止问题的再次发生。通过有效利用可观测性数据，用户能够深入了解系统的行为和性能，并从中找出问题的源头，从而更好地改进和优化系统的稳定性。

**可观测性支持问题溯源和依赖关系分析。**通过可观测性数据可以有效收敛对问题上下文的描述信息，根据调用链路和运行时监控生成依赖关系因果图，结合知识图谱或图神经网络等智能算法，从而快速判断故障影响的系统范围和根因类型，并以告警形式将故障根因结果和推荐解决方案通知到运维人员，进而最大幅度提升问题定位效率，缩短 MTTR。

**可观测性支持提供历史数据回放和分析。**通过可观测能力以流量录制方式针对故障现场进行自动化保存，通过回放现场数据在沙箱环境自动播放故障前后演变数据和传播链路图等，便于事后更全面的发现系统问题和瓶颈，有效提升系统可靠性和稳定性。

**可观测性支持构建知识库和经验积累。**通过将可观测性数据与故障根因结果和解决方案进行标注，创建问题知识库，用于描述焦点事件发生后采取的建议行动和专家经验，同时可以提高知识图谱推理分析结果的准确性和真实性。

## **(五) 云成本可观测**

**云上资源利用率不足，用云成本亟需优化。**随着全球云计算的普及和云原生技术的发展，云成本管理成为企业关注的焦点。虽然云原生架构提高了资源利用率，但仍需要有效管理云成本。根据研究数据，全球数据中心利用率仍然不足，资源浪费严重。中国信息通信研究院的调查显示，提升资源利用率以节约成本是云原生技术带来的主要价值之一。同时，随着 FinOps 理念的渗透，企业的云成本优化关注点从资源浪费减少扩展到云成本分账、预测、计费等多个方面。因此，

实现资源的有效利用和成本优化需要重视云成本的可观测性。

**利用可观测性相关能力实现资源利用率的可视化。**通过可观测能力，企业可以采集和展示 CPU 使用率、内存使用率、磁盘使用率、进出带宽使用率等资源指标的数据。借助可观测能力，企业能够观察集群、业务线、产品线、应用等多个层面的每日资源消耗情况，并建立每日对账机制。根据资源消耗的变化规律，企业可以发现异常点并进行弹性的扩缩容操作。

**可观测能力促进人力成本优化。**人力是除 IT 资源成本以外云上成本对重要支出项，为了让核心工作人员聚焦在核心工作上，需要权衡研发工作和稳定性保障工作，可以结合可观测性在 SRE 上的应用场景，通过深思熟虑的 SLO 来做关键决策，确定工作优先级和对用户更有价值的工作。

## （六）安全可观测

**安全挑战加剧，用户需要更全面的安全可观测工具。**随着 IT 基础设施的架构和部署日趋复杂，管理员很难保障 IT 系统、数据、应用程序和网络免受攻击。传统的安全监控工具需要管理员花费大量时间手动追踪问题，随着基础设施架构越来越复杂，监控的性能数据越来越多，这个问题变得更加困难。此外，安全事件的告警通常会来自多个安全监控工具的海量警报，这些碎片化、重复和海量的警报可能会导致管理员疲于奔命且无法识别真正的安全问题。

**可观测性在安全领域有重要应用价值。实时威胁检测和响应。**通过可观测性工具收集和分析实时的安全数据，可以帮助安全团队快速

发现潜在的威胁和安全漏洞，并采取及时有效的响应措施，防止安全事件的发展和扩散。**异常检测和行为分析。**通过对系统和网络的可观测性监测，可以建立基于正常行为的模型，并检测出异常行为和恶意活动，这有助于及早发现和阻止潜在的攻击，提高系统的安全性。**安全事件追溯和溯源。**可观测性工具可以记录和追踪安全事件的发生过程，包括攻击路径、攻击者的行为等。这对于安全团队来说是宝贵的信息，可以帮助他们了解攻击方式和手段，进一步改进安全策略和措施。**安全日志和审计。**通过对安全日志的收集和分析，可观测性工具可以提供全面的安全审计能力，帮助企业满足合规性要求，并对安全事件的发生和处理过程进行溯源和分析。**智能预测和预防。**结合可观测性和人工智能技术，可以建立智能预测模型，识别潜在的威胁和漏洞，并采取预防措施，提前阻止安全事件的发生。

## 七、可观测性落地效果

### （一）提升基础设施全面控制能力

现代基础设施特征多样，可观测性技术是理解和管理复杂基础设施的关键工具。随着云计算、容器化和微服务架构等技术的广泛应用，现代基础设施呈现典型的多样性特征，并且变得愈加复杂和难以把控，可观测性技术成为理解和管理这些复杂环境的关键工具。通过实时监测和收集关键指标数据，可观测性技术可以显著改善企业对基础设施的监控、管理和治理能力，进而提高系统的可用性和弹性。

基础设施可观测通过实时数据采集和监控，提供对基础设施的全面可见性。企业可以通过监测基础设施的关键指标，如工作负载、网

络性能、资源利用率等，及时了解基础设施的运行状态，并作出相应的决策。通过可视化展示，运维人员可以直观地查看基础设施的拓扑关系、组件依赖关系以及资源分配情况，从而更好地理解基础设施的整体架构和运行情况。

**基础设施可观测在故障排查和故障恢复方面发挥了重要作用。**当基础设施出现故障或异常情况时，可观测性技术可以迅速定位问题的根本原因。通过实时监测和分析基础设施的指标、日志和事件数据，可以追踪故障发生的时间、位置和原因，并提供详细的诊断信息。这样的信息使运维团队能够快速做出响应和决策，缩短故障修复的时间，提高系统的可用性和可靠性。

**基础设施可观测对于容量规划和资源优化也起到关键作用。**通过对基础设施的性能指标进行实时监测和分析，企业可以了解资源的利用率和瓶颈，辅助一些算法还可以预测未来的需求。这种洞察力有助于优化资源配置，提高基础设施的利用效率，降低成本，为业务的持续增长提供支持。

基础设施观测的落地过程，不仅限于单一技术或工具的应用，而是通过整合多个观测源和数据分析方法，构建起一个全面的基础设施观测体系。这个体系以实时数据采集、多维度指标分析和可视化展示为核心，为企业提供对基础设施的深入洞察和全面控制能力，从而更好的管理和优化基础设施。

从落地效果来看，某企业通过可观测性能力，实现监控告警功能覆盖服务器、云主机、网络设备、安全设备等多类设备，对相关性能

指标进行监控并视图展示，同时展示设备配置、性能、告警相关动态信息。通过标准化处理和统一规则配置实现统一监报告警，将 IaaS 层的性能指标和业务流量指标相结合，打通了业务系统和 IaaS 层资源的关系，实现了从业务到 IaaS 层端到端监控。

## （二）实时洞察应用性能优化需求

应用服务架构愈加复杂，应用服务观测可以提供全面的洞察和优化机会，改进应用程序的性能、可靠性和用户体验。新一代 IT 应用，通常由很多服务共同构建而成，在 SOA、微服务等技术趋势下，应用架构复杂度明显上升。任意一笔业务交易，都会流经十几个乃至上百个应用。应用可能由企业自身研发，也可能是采用外部商业产品，或者开源产品构建。可观测性技术不仅可以跟踪业务交易在应用服务之间的流转和调用，还可以跟踪应用服务内部代码执行、采集应用性能指标和应用运行日志，剖析应用进程或线程内函数调用的资源消耗。通过数据处理和分析能力，建立应用性能基线，发现性能异常，并辅助应用开发人员探索、解决性能瓶颈。

**应用性能可观测强调通过多种手段采集和构建应用拓扑关系。**应用拓扑关系是交易跟踪、异常定位中最有力的数据。常见的拓扑数据来源包括应用代码手动注入、虚拟机自动注入、网络报文捕获等。

**应用性能可观测强调从更多维度提供、采集和分析应用性能指标。**常见的性能指标划分维度属性包括：服务、任务、环境、集群、实例、版本、接口、交易类型等。基于不同维度之间的指标对比分析，是应用性能观测的重要手段之一。应用性能指标数据可以来自应用程序自



身输出、应用日志定时统计、外部监控系统等方式，相比传统的黑盒监控方式，现代化的应用程序偏好主动对外暴露更多更详细的指标，提供更好的可观测性。

**应用性能可观测强调对应用日志进行多维度输出、采集和分析。**对于有调用链路的应用程序，可以在日志代码中注入链路相关变量，如环境、版本、交易 ID、链路 ID 等。并在采集处理时，解析提取这些变量，以关联相同维度的其他应用性能数据。应用日志输出时，还需要注意选择合理准确的严重程度和优先级。此外，根据软件学报刊登综述显示，分布式系统的缺陷修复速度，有日志比没有日志快数倍到数十倍，应用程序中日志代码的更新频率比其他代码还高。因此，编写和维护正确反馈应用状态的日志代码，同样是应用性能可观测的重要手段。

**应用性能可观测结合基础设施可观测等，可以发挥更完整的作用。**应用性能数据，通常都会包含一部分基础设施属性，如实例、进程号等，一部分应用性能数据，也可能包含用户行为属性，如交易类型、用户账号等。通过属性关联不同场景的可观测数据，将有效提升分析定位的效率。

从落地效果看，某厂商通过实施可观测性方案，实现通过可观测能针对任意时段的历史观测数据进行聚合分析，即使故障出现后回滚业务仍能留存故障现场，辅助研发人员进行故障根因寻址修复故障问题，持续改善业务异常。此外，针对并发流量负载过大引发的系统卡顿、系统雪崩问题，提供分层性能下钻分析视图，有效发现性能瓶颈

盲点，持续性能调优。

### （三）理解用户需求和优化体验

将可观测性技术应用于实时用户行为观测，可以深入理解和洞察用户行为模式，从而支持决策制定、用户体验优化和业务增长。用户行为数据是企业获取竞争优势的关键资源。通过对用户行为的观测和分析，企业可以更好地了解用户需求，优化产品设计，提升用户体验，从而实现业务增长。然而，传统的用户行为观测方法往往无法满足大规模、实时和多维度的数据分析需求。因此，可观测性技术如何在用户行为观测方面高效应用尤为重要。

**用户行为分析。**通过观测用户行为数据，可以深入了解用户在使用应用或平台上的行为模式，如前端页面访问、点击事件、滚动行为等。并将其对应后台服务链路信息关联呈现，这有助于了解用户偏好、需求和行为路径，从而进行用户行为分析，发现用户行为的趋势和模式，为业务决策提供数据支持。

**用户体验优化。**可观测的用户行为数据可以揭示用户在使用应用或平台时的痛点和障碍，例如页面加载时间过长、复杂的导航结构等。通过分析用户行为数据，可以及时发现潜在的用户体验问题，如性能瓶颈、功能异常等，并采取相应的优化措施，识别和改善用户体验问题，提升用户满意度和留存率。

**个性化推荐和营销。**通过采集到用户行为的可观测性数据，可以帮助企业对其行为进行深入分析，挖掘用户的使用习惯、偏好和需求。例如，通过对用户在不同时间、地点和设备上的行为数据进行分析，

企业可以发现用户的活跃时段、地域分布和设备偏好等信息，从而为产品优化和营销策略制定提供依据。

**A/B 测试和优化。**可观测的用户行为数据可以用于进行 A/B 测试和优化实验。通过对比不同版本或策略对用户行为和指标的影响，可以确定最佳实践和策略，优化产品功能、界面设计和营销策略，提高用户参与度和业务绩效。

从落地效果看，某企业基于可观测性前哨用户真实体验分析能够有效度量产品功能易用性，基于用户行为数据清晰勾勒用户操作路径分析各阶段耗时进行优化改善；同时，通过分析页面卡顿、报错、白屏等异常明细辅助研发人员定位修复，持续改善前端体验感知，围绕产品可用、好用、易用目标提升客户满意度，增加产品粘性。

#### **(四) 精准控制变更并优化发布效果**

变更与发布环节风险巨大，实时可见性和洞察力尤为重要，有效利用可观测性，能精准控制变更并优化发布效果。随着核心业务从稳态 IT 架构向敏捷 IT 架构的大规模迁移，微服务等技术将应用系统划分为小而灵活的部分，并通过紧密的相互联系和反馈将整个系统紧密串联起来，持续集成和持续部署（CI/CD）已成为现代软件开发的核心理念。在这种背景下，应用发布导致的变更、例行维护的配置修改以及资源配额的调整等部署发布行为都带来未知的风险，因此，变更与发布环节的可观测性显得尤为重要。

变更与发布的可观测性通过技术手段收集和感知系统运行中的各种变更，实时反馈变更状态，以便及时发现和解决问题，提高部署

**效率和成功率。**变更与发布可观测主要分为三个环节，应用系统启动前、运行过程中、计划内变更后。

**应用系统启动前**，变更可观测主要关注基础环境的资源变化、配额变化、网络环境和操作系统参数，以及应用层面的启动文件、配置文件（如 yml、xml 等）和数据库层面的字段变化和配置文件变化。这样的可观测性能够在应用系统启动及投产前，帮助运维人员提前了解启动环境，评估部署风险，并制定相应的风险控制策略。

**应用系统运行环节**，可以实时收集、分析和呈现部署过程中的关键指标，可关注应用运行态的变化，例如：应用集群中单实例的负载分发和挂载状态，容器中是否有个别 pod 状态挂起等，还可通过对运行中热生效的应用配置文件、数据库配置开关表状态位的变化、应用开关流程情况，以便可随时观测应用系统运行状态和风险点，以及应用系统自愈能力执行进度、结果等观测，了解和管理系统整体的高可用性。这有助于企业及时发现部署过程中的问题，如部署失败、性能下降等，并采取相应的优化措施。

**计划内变更后**，根据变更需求方场景，选取特定的业务指标、应用层包括中间件、节点流量、灰度分发等，进行计划内变更前后的可观测数据对照观测，能够辅助运维提升分析定位的效率，了解变更前后的系统反应状态，从而提前采取措施降低风险。当部署过程中出现问题时，可观测性技术可以帮助企业快速制定回滚策略，恢复到上一个稳定版本。

从落地效果看，某企业将可观测性深度集成到变更环节中，用户

将业务层、应用层以及基础架构层面的监控信息进行汇聚，关注故障切换或变更环节，业务的关键指标没有明显波动，应用层和基础层对应服务的能力是否满足对应的 SLA 要求。

### （五）洞悉业务状况并提升决策能力

业务运营观测是对企业核心业务运营状态和相关指标进行监测、分析和评估的过程。它涉及不同的业务指标和业务流程，并呈现出多样化的展示方式，因此在标准化落地方面存在一定挑战。然而，总体而言，业务运营观测可从三个主要方向展开，即业务形态、财务安全和体验反馈。

首先，业务形态观测是企业所开展的核心业务场景以及支持核心业务开展的周边服务的运营状态的数据采集、汇总计算和输出展示。企业可通过多种观测指标，了解和掌握当前业务形态的运营情况，如：时序化业务流量、交易量、转化率、增长/下跌率等，同时业务形态也是承接上游客户使用及反馈情况和下游财务数据的扭力点，对业务运营观测整体能力起到核心作用。

其次，财务安全观测是以一致性为基础的观测能力，应覆盖对不同类型流水数据的一致性校验观测能力，例如：时序数据、文件数据等，支持的一致性规则例如：业务财务、财务账务、账务实缴等观测规则。

然后是体验反馈观测，随着可观测技术能力和范畴逐步扩大，除了格式化数据的反馈结果以外，人与人之间的对话也可通过自然语言处理等技术进行多维度的观测展示，包括：反馈风险、满意度、服务

质量、热点词汇等。

最终，运维人员可通过业务运营观测大盘，通过实时业务状态串联基础设施、应用服务、用户行为等观测数据综合把控，从再深一层次来看，通过一定程度的观测数据积累，结合大数据分析技术，帮助决策层掌握企业业务运营中的风险动态，为决策分析提供有力支持。

从落地效果看，某企业利用可观测性实现业务全路径追踪分析能力，以业务访问拓扑和性能指标数据构建业务访问全景图，以上帝视角对业务访问质量进行观测，通过单笔交易追踪能力在全网观察节点进行追踪分析，直观呈现故障发生位置。

## 八、可观测性发展趋势

### （一）可观测技术发展趋势

**融合更丰富人工智能与机器学习能力。**随着大量数据的产生，人工智能和机器学习技术将在可观测性系统中发挥越来越重要的作用。通过对数据进行智能分析，可以实现故障预测、自动诊断和自动修复，结合人工智能大模型，指导知识库和专家系统进行更多维度分析预测，从而提高系统的稳定性和可靠性。

**端到端的可观测性。**系统和软件的核心并不是其本身，核心在于业务，未来的可观测性系统将覆盖整个应用生命周期，从开发、测试、部署到运维，实现端到端的监控和管理。这将有助于更好地理解系统的性能瓶颈，优化资源分配，提高服务质量，最终和业务深度结合，做到“始于业务，终于业务”。

**实时性和动态性。**随着实时计算和流处理技术的发展，可观测性

系统将能够实时地收集、分析和呈现数据，帮助开发者和运维人员快速发现和解决问题。此外，可观测性系统将具备更强的动态性，能够根据系统的实际运行情况自动调整监控策略和告警阈值，实现系统运行时的故障自愈。

**安全性和隐私保护。**随着网络安全和数据隐私问题日益严重，可观测性系统将更加注重安全性和隐私保护，安全和可观测性的合并，已在全球范围内形成一种趋势。这包括对数据的加密存储和传输，以及对敏感信息的脱敏处理等。可观测性是通过检查其输出来衡量系统内部状态的能力，收集了系统的方方面面，通过这些数据可以分析出系统的故障，自然也就能够分析出系统有没有被入侵。

## （二）可观测产业生态趋势

**人才需求快速增长，技能要求更综合。**随着可观测性技术的广泛应用和重要性的提升，对于具备相关技能和知识的人才的需求也在不断增长。可观测性技术涵盖了多个领域，包括监控、日志管理、性能分析等。因此，从业人员需要具备综合的技能和知识，能够熟练应用各种监控和分析工具，并具备故障排查和问题解决的能力。跨学科的综合技能将成为未来可观测性领域人才的重要能力要求。

**多方合作，促进生态建设。**研究机构、行业用户和解决方案提供商之间的合作和协作将变得更加紧密。共同推动标准化、技术创新和最佳实践的共享，进一步发展可观测性技术的生态系统。合作将有助于加速技术的进步和应用的推广，形成更加健康和繁荣的可观测性产业生态。

**开源项目丰富，推动生态繁荣。**可观测性领域的开源项目和工具正在不断涌现，为行业提供了丰富的选择和技术支持，如附件 1 所示。这些开源项目和工具为用户提供了灵活、可定制的可观测性解决方案，促进了行业内的创新和技术发展。





## 附件 1

表 1 可观测性开源项目

项目名称	项目/协议描述	开源时间	开源机构
Prometheus	开源的监控和报警工具，广泛应用于云原生环境中。它具有强大的数据收集、查询和报警功能，可以监控各种应用程序、系统组件和服务的性能指标。	2012 年	SoundCloud
Grafana	开源的数据可视化工具，支持多种数据源，包括 Prometheus、InfluxDB、Elasticsearch 等。它提供了灵活的仪表盘和图表功能，可以直观地展示监控数据和指标。	2014 年	Grafana Labs
Jaeger	开源的分布式追踪系统，用于跟踪和分析分布式应用程序中的请求链路。它提供了详细的请求追踪和性能分析功能，帮助用户理解分布式系统中的请求流程和性能瓶颈。	2015 年	Uber
ELK Stack	一个包括 Elasticsearch、Logstash 和 Kibana 的开源日志管理和分析平台。它可以处理大量的日志数据，并提供强大的搜索、	2010-2013 年	

	过滤和可视化功能。		
Pinpoint	分布式应用程序性能监控工具。它提供了实时的性能数据收集和可视化，帮助用户了解应用程序的性能瓶颈和优化方向。	2013 年	Naver
OpenFalcon	开源监控系统。它提供了全面的分布式监控能力，可用于监控系统的各个层面，包括主机、网络、应用程序等。	2014 年	Xiaomi
OpenTelemetry	一个开源的观测性工具包，用于生成、收集和导出应用程序的追踪、指标和日志数据。它提供了统一的 API 和 SDK，支持多种编程语言和框架，帮助用户实现应用程序的可观测性。	OpenCensus 最早于 2016 年发布， OpenTracing 在 2015 年发布。 两者于在 2019 年合并为 OpenTelemetry	CNCF
SkyWalking	应用性能监控和分布式追踪系统。它提供了全面的应用程序性能监控和分析能力，帮助用户追踪和诊断分布式系统中的性能问题。	2015 年	Apache SkyWalki ng
Arthas	Arthas 是一款线上监控诊断产品，通过全局视角实时查看应用 load、内存、gc、线程的状态信息，并能	2017 年	Alibaba

	在不修改应用代码的情况下，对业务问题进行诊断，包括查看方法调用的出入参、异常，监测方法执行耗时，类加载信息等		
DolphinScheduler	分布式任务调度系统。它支持复杂的任务调度和依赖管理，提供了可观测性的监控和告警功能，帮助用户实现任务的可靠执行和故障排查。	2019 年	Analysys
夜莺 Nightingale	夜莺采用 All-in-One 的设计理念，集数据采集、可视化、监控告警、数据分析于一体，与云原生生态紧密集成，融入了顶级互联网公司可观测性最佳实践，沉淀了众多社区专家经验，开箱即用。	2020 年	滴滴
DeepFlow	DeepFlow 基于 eBPF 实现了零插桩（Zero Code）、全覆盖（Full Stack）的指标、追踪、日志采集，并通过智能标签技术实现了所有观测数据的全关联（Universal Tagging）和高效存取。	2022 年	云杉网络
HoloInsight	云原生时代的轻量化、全功能的智能可观测性技术	2023 年	蚂蚁集团

	<p>平台。HoloInsight 作为集数据采集、洞察分析、智能告警的一站式可观测综合解决方案，可帮助用户清晰观测整个软件技术栈与业务的状态。</p>		
--	--	--	--

CAICT 中国信通院

## 缩略语

DevOps	Development and Operations	研发运维
VR	Virtual Reality	虚拟现实
AR	Augmented Reality	增强现实
ITIM	IT Infrastructure Monitoring	IT 基础架构监控
APM	Application Performance Monitoring	应用性能监控
NPMD	Network Performance Monitoring and Diagnostics	网络性能监控和诊断
PaaS	Platform as a Service	平台即服务
SaaS	Software as a Service	软件即服务
CMDB	Configuration Management Database	配置管理数据库
RUM	Real User Monitoring	真实用户监控
CI	Continuous Integration	持续集成
CD	Continuous Delivery	持续交付
API	Application Programming Interface	应用程序编程接口
BI	Business Intelligence	商业智能
SRE	Site Reliability Engineering	站点可靠性工程
SLO	Service Level Objectives	服务等级目标
SLI	Service Level Indicators	服务等级指标
SLA	Service Level Agreement	服务等级协议
MTTR	Mean Time To Repair	平均故障修复时间

## 编制说明

本研究报告自 2022 年 11 月启动编制，在前期研究、框架设计、文稿起草、征求意见和修改完善等五个重要阶段，均面向可观测性的技术研究方、产品服务方、行业应用方开展了深度访谈和内容研讨等工作。参与编制的单位说明如下：

牵头单位：中国信息通信研究院云计算与大数据研究所；

联合单位：腾讯科技（深圳）有限公司、阿里云计算有限公司、华为云计算有限公司、上海观测未来信息技术有限公司、浩鲸云计算科技股份有限公司、招商银行股份有限公司、中国银行、中国农业银行、北京优特捷信息技术有限公司、天翼云科技有限公司、中移动信息技术有限公司、京东科技信息技术有限公司、北京基调网络股份有限公司、北京抖音信息服务有限公司、中国人寿财产保险股份有限公司、中兴通讯股份有限公司、中国移动通信集团浙江有限公司，中国移动通信集团有限公司网络事业部、兴业数字金融服务股份有限公司、北京美图之家科技有限公司、恒生电子股份有限公司、杭州笨马网络科技有限公司、广州青莲网络科技有限公司、北京快猫星云科技有限公司、科来网络技术股份有限公司、杭州乘云数字技术有限公司、北京云杉世纪网络科技有限公司、上海爱数信息技术股份有限公司、中国移动通信集团设计院有限公司。

中国信息通信研究院 云计算与大数据研究所

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮编：100191

电话：010-62300072

传真：010-62304980

网址：[www.caict.ac.cn](http://www.caict.ac.cn)

