



GOTC 2023

全球开源技术峰会

THE GLOBAL OPENSOURCE TECHNOLOGY CONFERENCE

OPEN SOURCE, INTO THE FUTURE

「Cloud Native Summit」专场

本期议题：云原生助力数据中心节能减排

世纪互联
清华大学能源互联网创新研究院能源链网研究中心

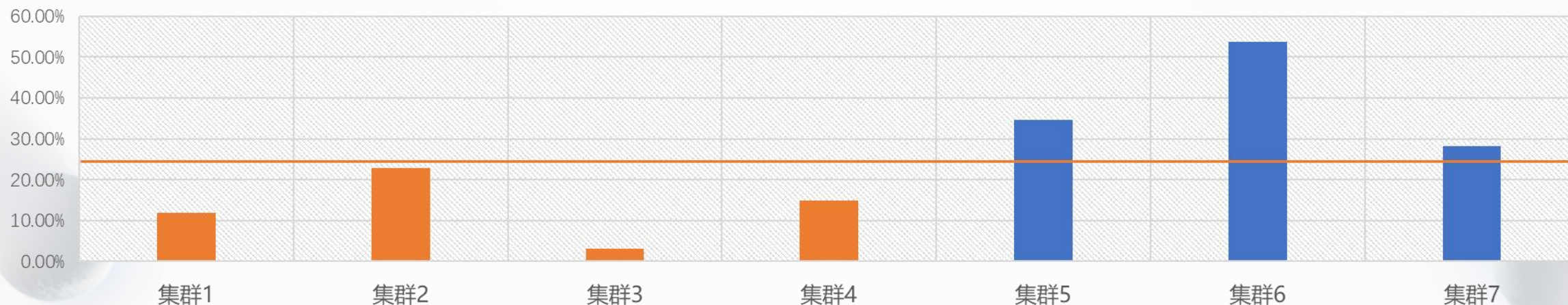
华勇 2023年05月08日

私有云运营中发现的问题

云原生私有云平台负载高于传统的私有云平台

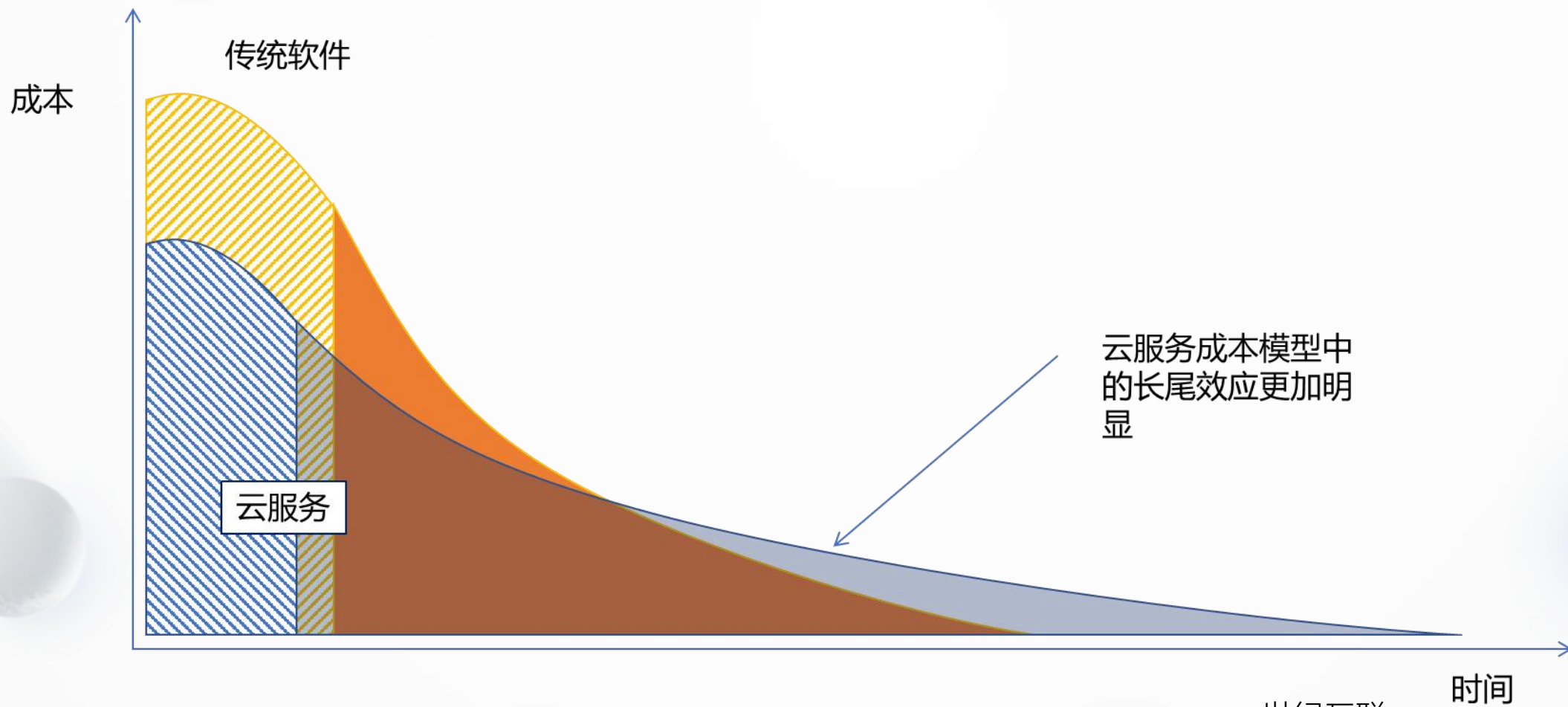
集群1	集群2	集群3	集群4	集群5	集群6	集群7
研发测试虚拟机集群	研发测试测试虚拟机集群	生产虚拟机集群	生产虚拟机集群	测试云原生集群	生产云原生集群	生产云原生集群
11.86%	22.88%	3.19%	14.80%	34.57%	53.74%	28.12%

私有云集群资源使用率



运营数据背后的含义

云服务成本的长尾效应



寻求答案——我们的研究方法

通过多维度的比较来获得客观的研究数据：

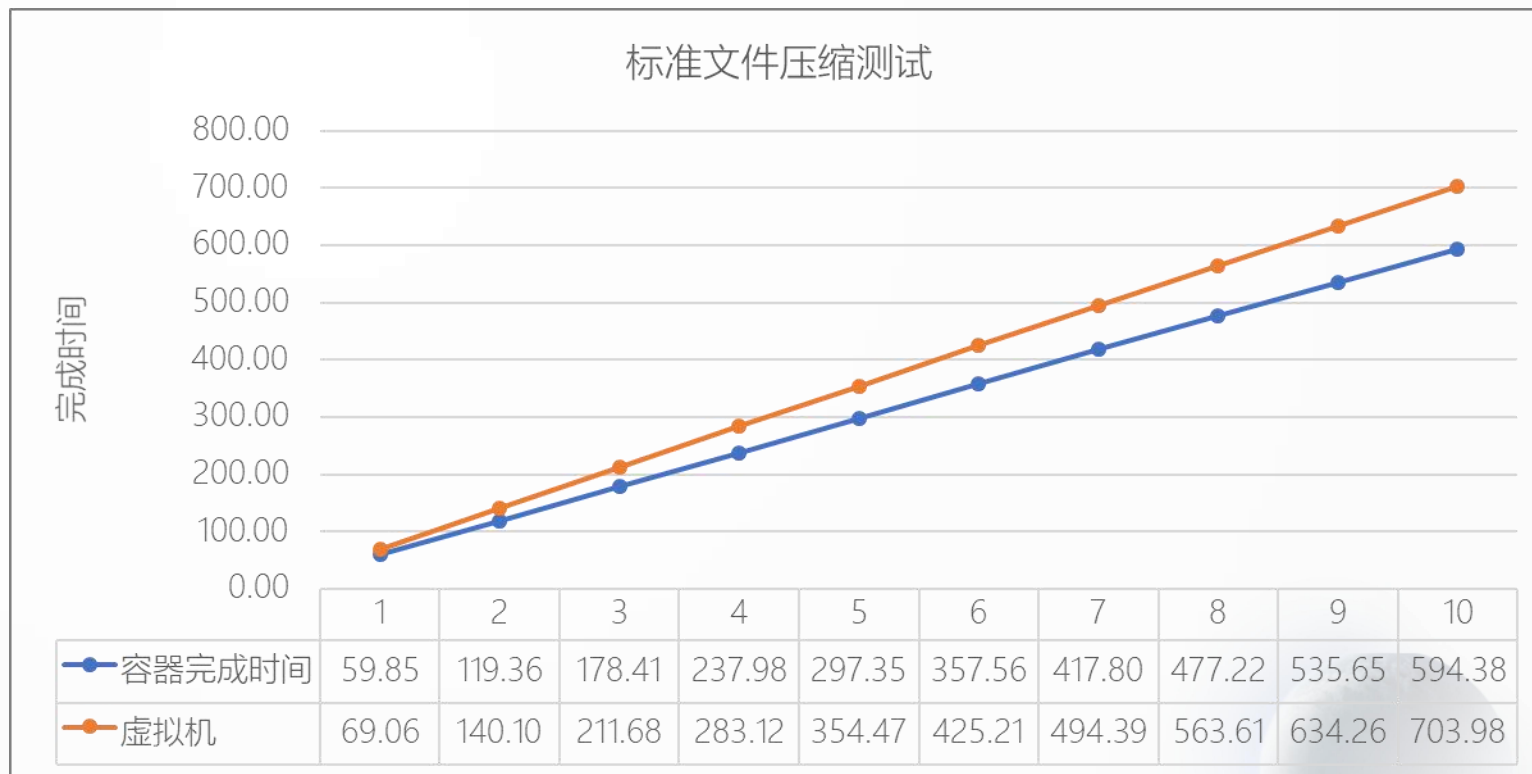
	项目	内容	方法
1	静态服务消耗比较	同种服务分别采用云原生和虚拟机部署资源消耗	定量分析
2	微服务框架能耗比较	同等服务分别采用云原生微服务框架和传统微服务框架资源消耗和服务能力	定量分析
3	运行时资源能耗比较	比较云原生平台和传统虚拟机资源能耗	定量分析
4	云管理平台能耗比较	比较云原生和传统管理平台资源调度，灾难恢复，监控，链路追踪等能能耗	定量分析+定性分析
5	研发服务节能分析	分析云原生开发和传统开发的效率，开发语言效率能耗等...	定性分析
6	云原生生态相关技术节能分析	云原生场景下网络、存储、大数据、DevOps/GitOps/AIOps ...能耗	定性分析
7	其它非显性节能关键点比较	服务网格，不可变基础设施、标准化服务（生态），边缘计算，操作系统，硬件的适配能力等的能耗比较	定性分析

静态服务节能比较



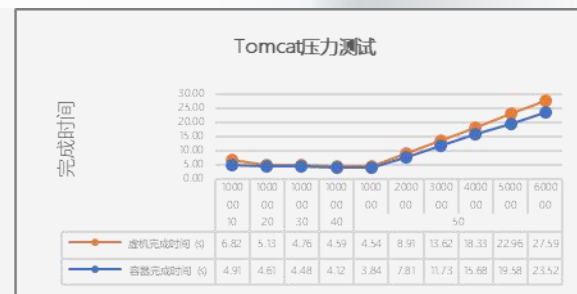
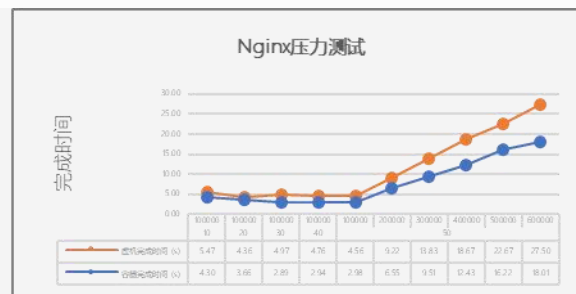
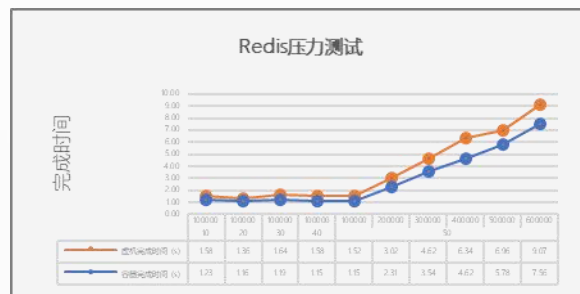
这部分主要比较在传统云虚拟机环境和云原生容器环境下应用服务的完成同样任务时的效率和资源消耗。

	静态存储占用		执行效率/能耗 容器比虚拟机
	虚拟机	容器	
标准压缩	1.5G	359M	快18%
Redis内存数据库	2.0G	117M	快29%
Nginx代理服务	4.5G	142M	快46%
Tomcat Web服务	3.3G	142M	快14%



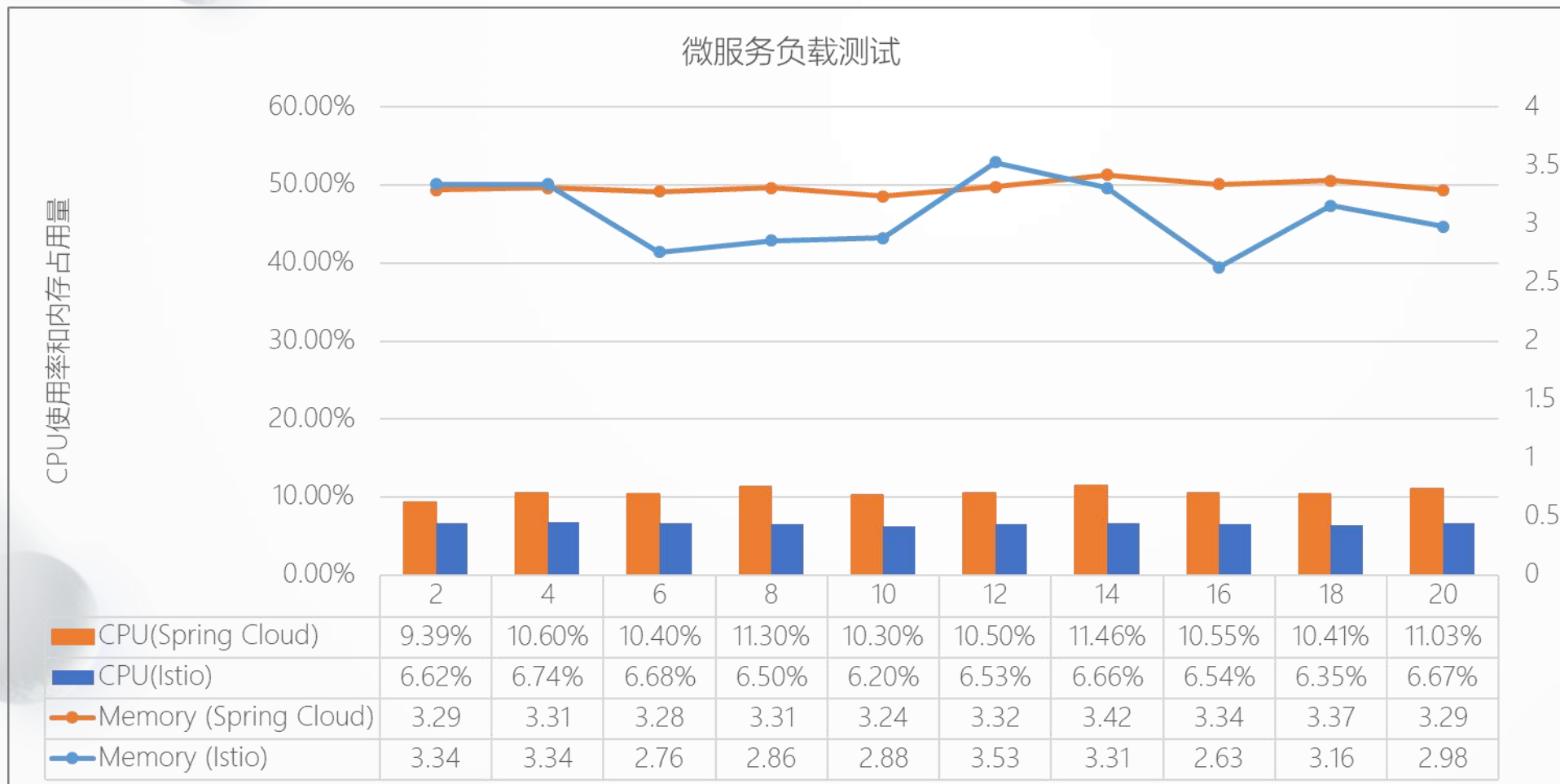
全球开源技术峰会

THE GLOBAL OPENSOURCE TECHNOLOGY CONFERENCE



微服务节能比较

从测试结果看CPU负载在云原生场景 (Istio) 下平均节省38%的CPU资源，内存低约7%。



	虚拟机镜像	容器镜像
静态大小	200G (占用78G)	642M
内存/CPU限制	16G/4 core	16G/4 core

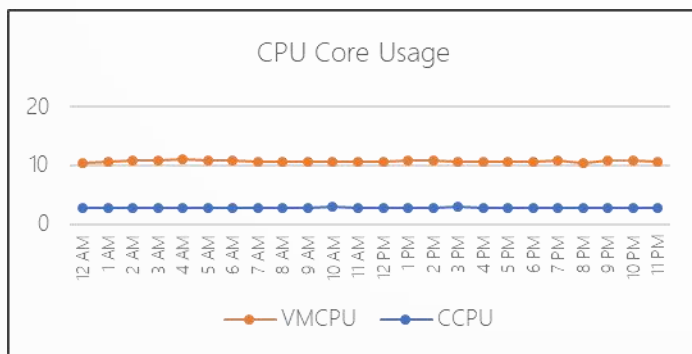
云平台运营效率比较



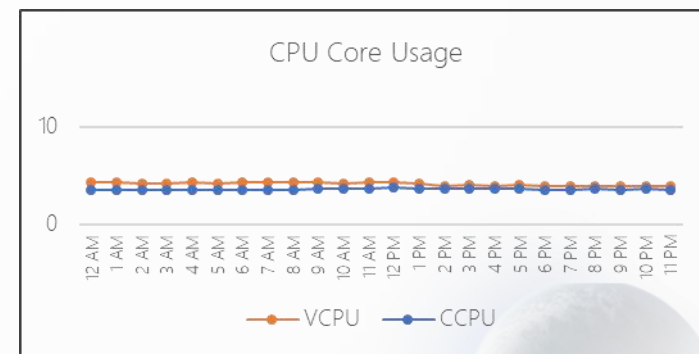
通过比较在相同的集群规模（40节点）下控制节点所占用的CPU核数和RAM使用情况，不论在高可用集群还是单控制节点集群中云原生集群表现都要好于虚拟机集群。

	高可用集群		单节点控制集群	
	虚拟机	云原生	虚拟机	云原生
平均CPU核数	10.8 core	2.9 core	4.2 core	3.6 core
节能比例	100%	27%	100%	87%
平均RAM	490 G	92 G	127.1G	28 G
节能比例	100%	19%	100%	29%

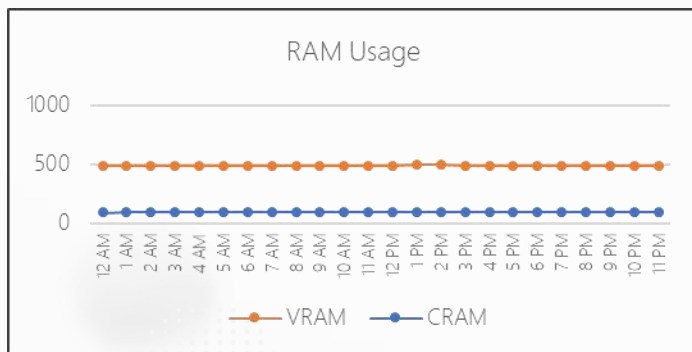
高可用集群控制节点（3节点）CPU核数使用比较：



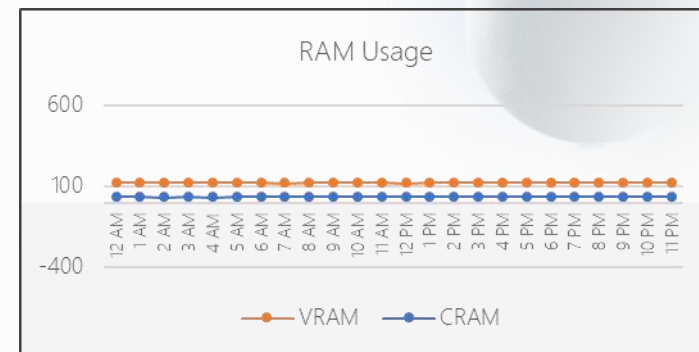
单控制节点集群CPU核数使用比较：



高可用集群控制节点（3节点）RAM使用比较：



单控制节点集群RAM使用比较：



定性分析 — 研发服务节能分析

- 采用了云原生技术带来了以下方面的效率提升和能耗的降低：

	传统方式	云原生	能耗水平
业务响应	发布周期较长	持续集成部署交付	降低
软件架构	单体或者类单体服务	微服务	降低
测试方法	批量、按版本提测	按需求、持续测试	持平
交付形态	产成品	容器镜像	降低（研发部署一致性差会带来额外的资源消耗）
交付周期	月或年	天甚至小时或更短	降低
部署方式	手工安装为主	自动化安装	降低（自动化方式会有效降低能耗）
运维方式	命令式	声明式	降低（声明式自动化能力更强）

- 研发阶段对开发语言的选择也对服务运营的能耗造成非常大的影响（效率和经济方面）：

	Java	Go	优势
最低运行内存	70M	20M	Java面向对象语言就注定一个实例的内存消耗大于GO
打包大小	70M	28M	流水线持续部署时省下的能耗非常可观
接口性能	100%	110%	Golang轻量级框架，快于Spring

WebAssembly!

全球开源技术峰会

THE GLOBAL OPENSOURCE TECHNOLOGY CONFERENCE

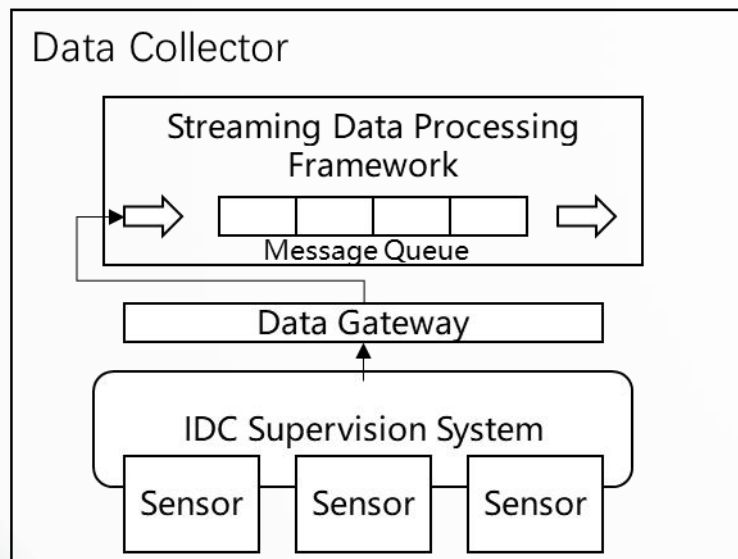
世纪互联
清华大学能源互联网创新研究院
能源链网研究中心

定性分析 — 云原生相关技术节能分析

- 自动化
- 不可变基础设施
- (计算) / 存储 / 网络
- 服务网格
- DevOps/GitOps/AIOps...
- 边缘计算
- 异构硬件节能
- 云原生操作系统
- ...

一个例子：Kafka vs Pulsar

在IDC的场景中，40个数据中心每天3~4T的数据流队列处理：



从这个例子的成本来看云原生服务节省**55%**的成本和碳排放。

全球开源技术峰会

THE GLOBAL OPENSOURCE TECHNOLOGY CONFERENCE

	节点数量	CPU	RAM	磁盘
Apache Kafka	5	8 core	64G	Local SATA 1T
Apache Pulsar	3	4 core	64G	Ceph (SATA)

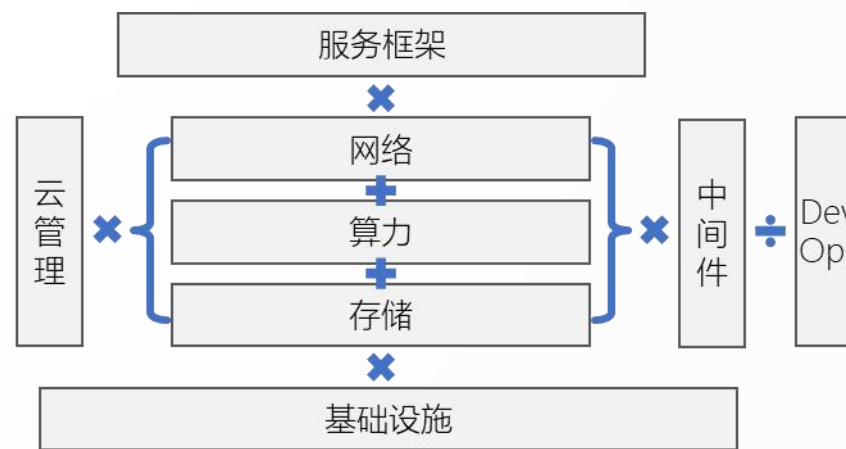
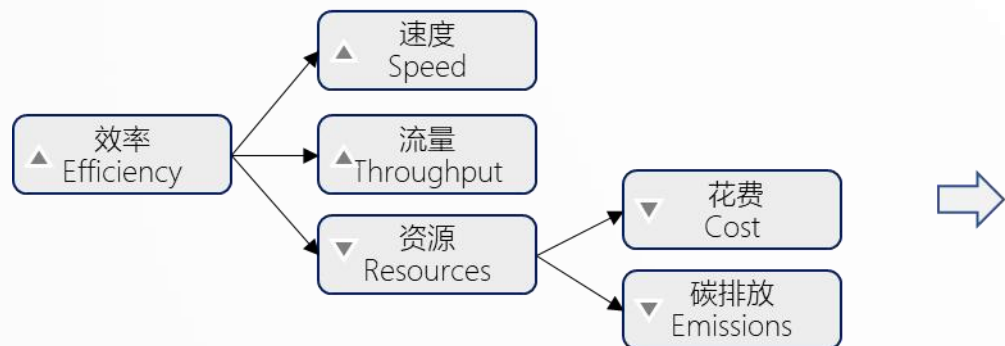
	CPU	RAM	磁盘使用
Apache Kafka	12 core	163 G	1.5 T
Apache Pulsar	4.6 core	122 G	1.03 T

	成本 (元)	碳排放
Apache Kafka (8c, 64G)	204,949	3,482,475 gCO ₂ eq
Apache Pulsar (8c, 64G)	122,969	2,089,485 gCO ₂ eq
Apache Pulsar (4c, 32G)	61,484	1,046,022 gCO ₂ eq
Apache Pulsar中间值估算	92,226	1,567,753 gCO ₂ eq

- <https://aws.amazon.com/ec2/pricing/on-demand/> Amazon EC2 On-Demand Pricing, Amazon Web Services, Inc., 2023
- <https://engineering.teads.com/sustainability/carbon-footprint-estimator-for-aws-instances/> Carbon footprint estimator for AWS instances, Teads Engineering, 2023

研究成果和下一步的方向

- <https://github.com/21vianet/GreenDC>
- 云原生节能指数



- CSPUE (Cloud Service Power Usage Effectiveness)

$$\text{CSPUE} = \sum P / P_{\text{Cloud Service}}$$

THANKS

全球开源技术峰会

THE GLOBAL OPENSOURCE TECHNOLOGY CONFERENCE

世纪互联
清华大学能源互联网创新研究院
能源链网研究中心