

阿里云委托Forrester Consulting撰写的
定制化思想领导力研究

2021年8月

时代呼唤云原生 人人应作开发者

云原生开发者洞察白皮书

FORRESTER®

Table Of Contents

- 1 执行摘要
- 2 开发者的历史变迁与云原生的黄金时代
- 3 开发者面临的挑战与破局之道
- 5 三维度云原生能力成就开发者的美好未来
- 7 结束语
- 9 附件

项目总监:

谷丰
咨询顾问

项目研究团队:

Forrester企业架构研究团队

FORRESTER CONSULTING简介

Forrester Consulting提供独立、客观、并且基于研究的咨询服务，帮助企业领导者取得成功。Forrester Consulting为您提供一个与研究分析师直接沟通的平台。这些分析师将针对您的商业问题提供专业咨询。我们的业务包括从短期战略制定到定制化咨询项目。如果您需要了解更多信息，请访问forrester.com/consulting。

Forrester Research, Inc. 保留所有权利。未经授权，严禁复制。本文所含信息是基于可获取的最佳资源。其中的观点仅反映当时的判断，如有更改，恕不另行通知。Forrester®、Technographics®、Forrester Wave、RoleView、TechRadar以及 Total Economic Impact 是 Forrester Research, Inc. 的商标。其他所有商标均为其各自公司的财产。如需了解更多信息，请访问forrester.com。[O-00064350]

执行摘要

对开发者而言，这似乎是一个最好的时代。传统产业数字化转型如火如荼，数字产业高歌猛进蓬勃发展；传统云计算产业走向成熟，大数据、物联网、人工智能、区块链各种新兴技术百花齐放，大有用武之地。

对开发者而言，这似乎也是一个最坏的时代。年龄的增长带来的不只是经验的成长，更是看待这个世界目光变得更加深沉。同时，技术的涌现带来的不只是在看过几篇公众号文章后的人云亦云，更是对现有技术能力与专长领域的焦虑、跳出舒适圈的踌躇，以及面临未来道路选择的困惑。

这是一个怎样的时代？一千个开发者，有一千种不同的答案。但在这样一个不确定的时代里，我是谁？我要向何处去？我该怎样做才能到达彼岸？这是每一个开发者都需要思考的问题。

为了得到答案，2021年3月阿里云委托Forrester咨询公司对中国开发者群体进行调研，通过线上问卷方式调研了422名包括企业内部应用开发、测试、运维等在内的不同角色人员，以及独立开发者在内的广泛开发者群体。同时为了充分揭示云原生时代对开发者群体的所带来的价值、机遇以及需要关注的重点云原生技术，Forrester还访谈了企业CTO、高校教授、开源社区专家以及开发者社区意见领袖（KOL）在内的9位专家。

我们希望这份研究可以像一束微光，照亮奋斗着的开发者群体，让广大中国企业的决策者看到他们的价值。

我们希望用这份研究，致敬、并帮助广大的中国开发者，让他们看到自己所处的现在，了解他们应当达到的未来，并以这份研究如下所列的研究成果为基础，在努力迈向未来的旅程上，找到属于自己的、关于如何成长的答案。

研究成果摘要

› **我是谁：从战略执行到技术引领，人人都应成为开发者。**伴随着企业由信息化阶段逐步进入数字化时代，开发者的地位及角色也在发生变化：开发者的构成从最初以传统开发者为代表的群体，到逐渐兴起的云上开发者群体，再到日渐壮大的云原生开发者群体；开发者自身的使命也从曾经的企业信息化战略执行者，转变为如今的数字化转型业务赋能者，未来将进一步成为数字创新的技术引领者。时代呼唤人人都应成为开发者，而云原生技术的发展也为人人成为开发者奠定了基础。

中国开发者群体应当在技术架构设计、技术栈覆盖、平台框架运用、生命周期管理、开发语言使用和技术领域支持六大维度发展云原生能力。

目前在六大维度均具备的较强云原生技术能力的开发者比例，不到30%。

Forrester Consulting

- **传统开发者**涌现于信息化时代，通过各种信息系统应用的开发与实施，帮助企业构建信息基础设施与业务平台。结合各个行业信息系统发展现状，这部分开发群体仍是现有开发者群体中的重要组成。虽然早期的开发者实践基本与云计算无关，但通过对API的有效开发，基于从早期的企业服务总线、消息队列、B2B网关等企业应用集成技术，让部门与部门之间的协作，企业与企业之间的贸易，直接推动了中国信息化发展的浪潮。
- **云上开发者**成长在中国云计算市场风起云涌的十年间，不仅帮助企业应用系统上云，而且通过云计算技术所体现的基础设施弹性、应用架构伸缩以及业务的快速上线能力，帮助企业迎接了移动互联网时代爆发式的增长。基于云上开发的一体化协同环境还可以有效支持团队的协同开发、资源共享与技术讨论，而且可以通过多种云化的协同工具提升技术交流活跃度，确保沟通效率和沟通带宽。
- **云原生开发者**则不仅仅体现对Docker，K8s等新兴技术的掌握与运用，更是通过云原生技术对底层技术复杂性的屏蔽、更好的应用集成与交付等加速了企业的创新。不仅如此，云原生技术的快速演进和平台化发展不仅使得开发者的使命从业务赋能向数字化创新引领转换，并呼唤运维、业务等人员加速向开发者转型，而且为人人成为云原生开发者提供了可能。通过低代码技术的赋能，73%的开发者认为可以使得更多企业内部人员成为开发者。

在云原生技术奠基下，全云实践不仅是企业应用构建的终极目标，也是应用开发者的必由之路。Forrester认为，全云实践的内涵包含三个维度：第一维度是云上全生命周期开发流程管理能力；第二个维度是云上全栈服务化应用开发与部署能力；第三维度是云上全领域开发覆盖能力。随着云原生技术的进一步发展以及云原生开发者的实践，这三个维度的内涵也将不断丰富，并引领开发者以及有志转型为开发者的广大群体最终向全云实践迈进。

› **我要向何处去：基于云原生的全云实践引领个人发展和企业创新。**随着企业对基础架构的不断翻新、对新兴技术更加激进的采用、对开发者综合能力需求的变迁，广大的开发者同样面临着技术能力发展、职业生涯选择等多重挑战。基于云原生技术的全云实践可以帮助开发者实现技能现代化和领域多样化，从而获得更加广泛的个人发展空间以及更加多样化的职业生涯选择。

- **开发者面临的挑战。**在开发者个人成长与职业发展的过程中，面临着多方面的挑战：一方面，开发者感受着日新月异的技术发展所带来技术能力提升的焦虑；另一方面，随着企业基础设施与平台工具的标准化、自动化和智能化，开发者还面临着岗位竞争不断加剧甚至逐渐内卷；最后，开发者群体还需要不断思考自身的定位以及未来职业发展的方向。

- **开发者的破局之道。**开发者必须勇敢地跳出舒适区，勇于打破自身在技术格局、技术能力、业务经验和专业素质等方面的局限。首先，借助云原生技术及云原生开发模式更新自身的技术体系及综合素质能力来提升自身的适应性以应对挑战。不仅如此，通过拥抱云原生技术开发者还可以实现职业生涯的突破，向其它领域转型，例如在云原生时代，平台自动化运维能力的提升使得传统运维工作逐步边缘化，广大运维人员亟需通过技能的更新向开发者转型。最后，开发者也应当清醒地意识到，云原生技术的演进为开发者提供了更加“聪明的方式”工作，即充分利用云原生平台的组件及工具链，屏蔽底层技术并节省不必要的时间花费，更加专注地聚焦业务价值创造以及创新，成为数字创新的引领者。

Forrester认为，云原生技术将为开发者带来三个层面的价值，首先帮助开发者实现能力的现代化，获得在专业垂直领域发展；其次，降低开发者选择自己感兴趣的跨领域发展门槛，帮助开发者实现自身的转型；最后就是为开发者降低应用开发与构建的复杂性，让开发者可以更加专注业务价值创造与创新，成为数字化创新的引领者。

› **我该怎样做：以全局视角加速构建三维度云原生能力。**越来越多的开发者越来越迫切地需要一种从全局出发的系统化观点，帮助自身尽早地拓展自身的格局，为个人的职业生涯发展把握方向。基于本次研究，开发者应当建立技术、业务、素质三维度发展视角：第一个维度是技术能力维度，包括技术架构设计、技术栈覆盖、平台框架运用、生命周期管理、开发语言使用、技术领域支持六个子维度的技术能力；第二个维度是业务能力维度，包括行业业务知识，行业解决方案经验以及客户体验知识等七个子维度方面的能力；第三个维度是素质能力维度，包括学习能力、交流能力、管理能力、协作能力、分析能力以及坚韧品质等方面。

开发者的自我发展与实现转型的过程中，还需要注重解决实际问题、业务创造价值以及更广层面的协作，才能加速自身的成长并迎来更加广阔的发展空间。在数字时代的大潮中，得开发者得天下！

开发者的历史变迁与云原生的黄金时代

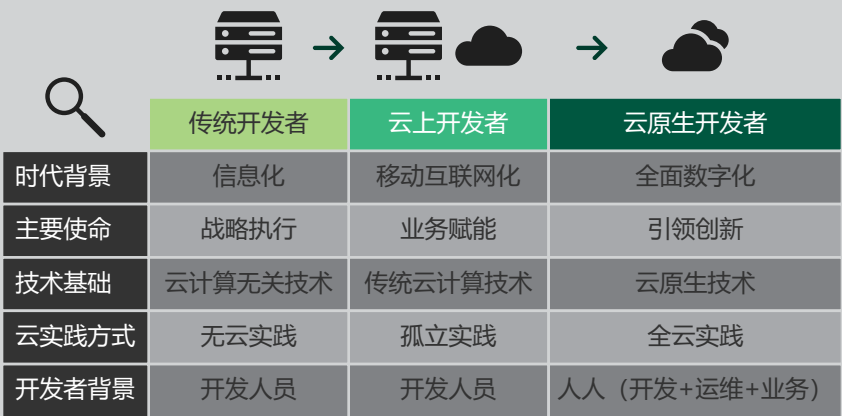
自二十世纪九十年代中国第一代开发者在改革开放的磅礴风雷之中如星星之火开始点亮神州大地起，一代代中国开发者历经三十年漫漫征途，薪火相传奋斗不息，在信息化的春风细雨中埋头苦干，在互联网的大江大河里击水中流，在全面数字化的澎湃浪潮中迎难而上，不仅为国家的飞速发展做出了巨大贡献，而且开发者群体自身也在砥砺前行的奋斗中不断发展壮大。

开发者的时代变迁

纵观三十年的发展历程，一方面广大中国开发者持续发挥着巨大的经济和社会价值，另一方面社会经济的发展也在改变着全社会创造价值和实现价值的方式，并持续带来软件和应用研发交付模式的变革，从而为开发者提供一个更加广阔的空间，让开发者充分释放想象力和创造力。Forrester将这样一种技术与人类彼此之间的相互促进关系定义为“**技术/人类共生闭环**”。

Forrester认为，在这种共生闭环的作用下，中国开发者的构成也在逐渐变迁：从最初涌现的传统开发者群体，到随着云计算发展崛起的云上开发者群体，再到正向着云原生开发者的黄金年代不断迈进（如图1）。

图1：中国开发者三大历史发展阶段



资料来源：Forrester Consulting

› **传统开发者。**传统开发者是企业信息化的关键战略执行力量。开发者正是这样的群体，在1990至2010年的二十年间，聚光灯下的掌声与赞美往往与他们无关，但也正是他们，切实执行着企业决策者们的业务战略。

- **开发者通过应用开发交付客户价值、通过有效迭代适应市场变化以及通过API开发构建商业生态。**在信息化时代，开发者通过各种信息系统应用的开发与实施，帮助企业构建信息基础设施与业务平台，实现内部用户与外部客户所需的业务功能和客户交付价值，帮助企业应对快速变化的市场环境并不断开拓新的业务领域和新的商业模式。

- **传统开发模式面临局限。**虽然当前各行业的数字化转型如火如荼，应当理性地看到，很多的传统行业仍以传统的应用构建和开发模式为主。例如瀑布式开发模式，整个软件按循序展开，交付件单通道线性流动，一方面要进行功能设计、开发和测试；另一方面要进行技术选型、资源准备、组件调试、持续构建和版本部署等，整个过程周期长、技术复杂、开发团队也是要求最齐全的。

› **云上开发者。**群雄逐鹿的中国云计算市场在过去十年已经发生了翻天覆地的变化，随着传统云计算技术的发展成熟，传统的开发模式已经不能满足时代的发展需要。开发者开始借助云平台的力量，在移动终端和互联网的加持下，为企业构建数字化转型的核心引擎，云上开发者是中国数字化转型的核心业务赋能者。具体而言：

- **云上开发者通过云平台的技术优势提升业务价值，也为开发者带来显著收益。**云上开发可以有效确保研发与运维团队的平台现代化水平，从平台工具层面推动研发与运维技术能力的不断提升。云上开发带来的技术能力标准化大幅提升了开发者的工作效率，包括开发与测试环境的配置效率，原子服务、复合服务、功能组件、业务系统的软硬件开发效率，以及服务化、组件化、灰度化的发布与部署效率等。另外，基于云上开发的一体化协同环境大幅改进开发团队的协同水平，包括有效支持团队的协同开发、资源共享与技术讨论，而且可以通过多种云化的协同工具提升技术交流活跃度，确保沟通效率和沟通带宽的改进（见图2）。

云提供了选择权。

云具备了环境的能力，可以基于资源租用，多套环境验证，按需付费，随时加速质量的交付。

云上看到的是流动式的版本发布。以前传统软件开发是一年甚至一年半发布一个版本，迭代非常慢；现在交付速度越来越快，每次更新的版本小，速度快，而且每次更新都是稳定的，失败会快速回滚。这是最大的变化。

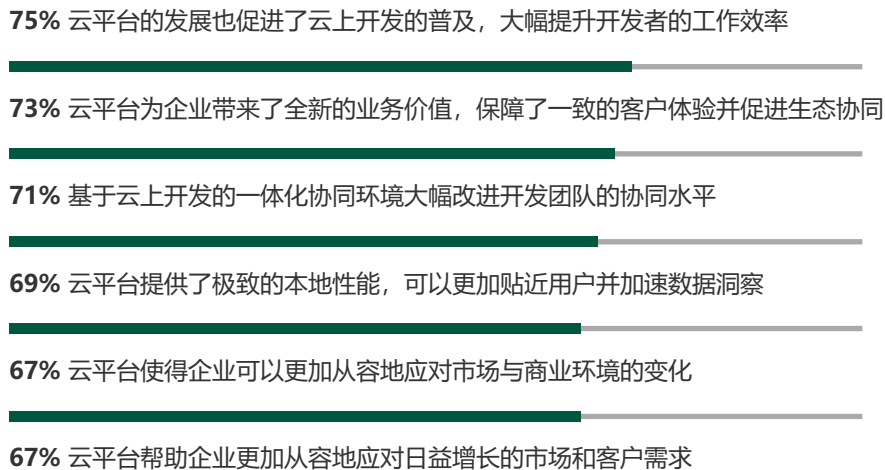
王青

JFrog中国首席架构师
信通院DevOps标准制定委员会评委

- **云上开发模式面对多种应用构建及交付模式仍存在一定的局限性。**从多数实现应用上云的企业来讲，其本身的应用开发模式并未实现基础性转变。在这些企业中，开发者对云计算的使用依然是局限于孤立场景，诸如基础设施层面或者特定业务应用。同时，云平台本身在开发工具链、集成服务方面的不完善也影响了云上开发模式被更多的开发者群体接纳。

图2: 传统云计算平台帮助云上开发者实现业务赋能

“作为数字化转型的重要驱动力，云计算不仅助力企业实现全新的商业价值还为企业的应用开发带来了全新的视角，您的认同程度如何？”（显示了“认同”和“非常认同”的百分比）



调研样本：422名中国企业内部开发人员以及独立开发者
数据来源：2021年3月阿里云委托Forrester Consulting进行的调研

› **云原生开发者。**从以 Docker 为代表的容器技术兴起，再到 Kubernetes (K8s) 厚积薄发，在开发者对性能、效率、可迁移性、可管理性和便捷性永无止境的追求中，云原生技术应运而生，使得云上开发模式拥有了更加强大的工具以及新的应用构建与创新思维。云原生技术的快速演进和平台化发展不仅使得开发者的使命从业务赋能向数字化创新引领转换，呼唤运维、业务等人员加速向开发者转型，而且为人人成为云原生开发者提供了可能。

2021年经常使用无服务器框架的开发者将增长31.6%，经常使用容器的增长27.3%。

Predictions 2021: Cloud Computing, Forrester Report

• **如果云是一种信仰，那么云原生是一种态度。**基于CNCF的定义，Forrester将云原生技术定义为：以容器、服务网格、微服务、不可变基础设施和声明式API为代表技术，有利于各组织在公有云、私有云和混合云等新型动态环境中，构建和运行可弹性扩展、容错性好、易于管理和便于观察的松耦合应用与系统的技术。Forrester认为，云原生能力构建包含技术、文化与组织三大维度。除了在文化维度上企业文化从产品为核心向客户为核心加速转型，以及在组织维度上企业组织架构向敏捷与DevOps协同加速转型之外，技术维度的云原生能力构建至关重要。根据Forrester的研究，云原生平台技术能力模型包含平台基础架构、平台运营、容器运行时与注册表、云原生应用开发和平台体验五大层次，涵盖新兴技术使能、云边协同、兼容传统技术栈、跨多云环境、DevOps自动化等具体技术领域¹。云原生已经成为构建自适应企业的下一代云平台的核心²。

• **人人能做开发者的时代。**云平台相关技术的快速发展，极大地简化了企业在基础架构、应用交付与系统运维领域的投入，为业务及运维人员的角色转变提供了可能。一方面，在Forrester于2014年定义的轻量代码/低代码（Low-code）技术的再次兴起和技术赋能下，66%的开发者认为越来越多的业务人员可以尝试并通过便捷的自助式开发工具，在整个开发流程上从业务需求设计阶段右移，成为具备业务洞察的业务导向应用开发者。另一方面，随着DevOps自动化技术的持续演进，传统运维工作逐渐边缘化，运维人员将在整个开发流程上从上线运维阶段左移，更多地参与应用的设计与开发，成为具备一线用户需求洞察的运营导向应用开发者，加速需求反馈与迭代，提升客户满意度，71%的受访开发者对此表示认同（见图3）。

随着云原生的到来，软件本身的形态正在发生改变，一个软件第一天就诞生在云上，而不是线下开发好再上云。

张磊

阿里云容器平台高级技术专家

CNCF技术监督委员会 (TOC) 委员

在市场及技术发展的驱动下企业应用及软件的开发与构建将走向云原生，同时云原生开发平台的成熟也将反过来驱动更多的企业转变为云原生企业。因此，云原生开发模式也必将成为企业应用开发的必然选择。

图3：人人能做开发者

“随着技术的进步以及各种开发平台及工具的完善，企业内外更多的角色可以参与到应用开发中，您的认同程度如何？”（显示了“认同”和“非常认同”的百分比）



调研样本：422名中国企业内部开发人员以及独立开发者
数据来源：2020年3月阿里云委托Forrester Consulting进行的调研

云原生开发加速全云实践的到来

致力于云上实践的广大开发者一方面感受到云平台从资源、能力到价值层面的流动性为应用开发和系统运维带来的重要价值；另一方面也曾饱受云上云下异构的开发技术、琐碎的开发工具与割裂的协作过程的困扰，无法完全在云端进行技术实践。随着云原生发展与成熟，其中：容器镜像的一致封装使开发者得以实现不同环境下的应用可迁移性；代码和配置的分离有效简化了开发人员的开发测试流程；无服务器计算能够帮助开发者快速开通开发和测试集群而无需复杂配置；CI/CD跨云构建部署能力让开发与运维人员确保异构环境下复杂应用的快速稳定迭代；而领先云厂商提供的公有云与私有云/专有云一致的技术架构进一步加速企业创造价值。

Forrester认为，在云原生技术奠基下，全云实践终将实现，而全云实践的丰富内涵也将在三个维度持续完善（见图4）：第一维度是云上全生命周期开发流程管理能力，包括云上开发，云上部署，云上测试与云上协作等不同领域，并且通过DevOps自动化能力实现自动化构建、测试和部署。调研中，67%的受访开发者认为云上全生命周期管理是全云实践的重要内涵之一。第二维度是云上全栈服务化应用开发与部署能力，涵盖基础设施服务/IaaS、开发与平台服务/PaaS，以及应用服务/SaaS。72%的开发者认为涵盖全栈的应用开发与部署是全云实践的显著标志。第三维度是云上全领域开发覆盖能力，涉及前端开发、后端开发等不同领域，网页开发、移动端开发和小程序开发等不同形态，以及业务逻辑开发、数据模型开发、公共组件开发等不同方向。对此68%的开发者认为覆盖全领域的应用与组件开发是全云实践的必由之路。

“全云实践”是一件很好的事情，开发平台云化，很多数据的沉淀也是云化。很多开发工作不再是个人行为，而是组织行为，可以充分打通。

可以基于云平台快速搭建，包括特殊的如机器人的开发环境。云上的虚拟环境可以和现实相结合，非常重要。

彭鑫

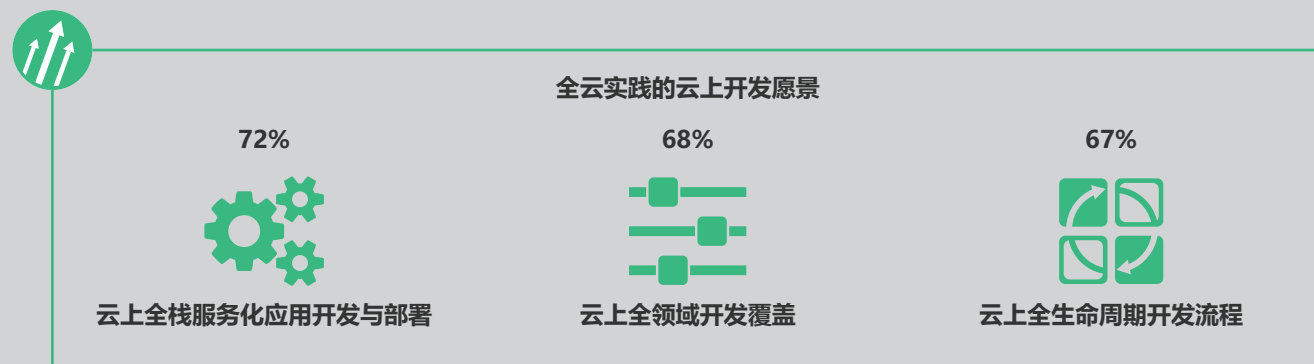
复旦大学教授

CCF软件工程专业委员会副主任

在市场及技术发展的驱动下企业应用及软件的开发与构建将走向云原生，同时云原生开发平台的成熟也将反过来驱动更多的企业转变为云原生企业。因此，云原生开发模式也必将成为企业应用开发的必然选择。

图4：云原生技术为开发者实现全云实践的美好愿景

“云原生技术为开发者带来全新的发展愿景，您的认同程度如何？”（显示了“认同”和“非常认同”的百分比）



调研样本：422名中国企业内部开发人员以及独立开发者
数据来源：2020年3月阿里云委托Forrester Consulting进行的调研

开发者面临的挑战与破局之道

在这样一个快速变化的时代，每一位开发者以及希望转型成为开发者的个人，都需要敏锐地把握到时代发展的脉搏、企业数字化转型需求的变化以及技术发展的走向。同时更为重要的是，在自己所习惯的模式下、舒适的区域内以及既有的思维下，能够看到各种挑战的同时发现自身进一步成长的机遇。

开发者面临多方面的挑战

无论是刚刚步入职场的年轻人，还是即将步入中年的资深工程师，每个开发者都会遇到成长过程中特有的挑战，诸如：

- › **职业生涯挑战。**面对着高负荷的工作以及家庭的负担，无法再和刚毕业年轻人比拼熬夜加班，而连续加班时的工作效率也越来越难以保证；想要提升自己的技能，但面对着汹涌而来的技术浪潮，无法再有足够的精力去分辨哪些是珍珠哪些是泡沫；
- › **岗位竞争挑战。**随着企业纷纷上云，底层基础设施与平台工具不断标准化、自动化和智能化，只掌握传统技术技能的工作岗位例如运维等，日益面临同质化与边缘化的困境，职业发展的焦虑和年龄一同与日俱增；
- › **技能发展挑战。**当抬起头来放眼外部的世界，却发现很难找到自己的定位；或者好不容易找到期待的机会，却又发现自己的技术经验又会显得狭窄而陈旧。

此外，72%受访者还反馈面对快速变化的市场环境需要掌握更多的业务与行业知识，70%的受访者认为随着企业愈来愈注重客户体验需要开发者掌握相关的客户体验知识。不仅如此，各种内外部因素均对开发者的技能及素质提出了更高的要求，迫切要求开发者加速自我转型（图5）。

图5：开发者迫切需要实现自我转型

“为了帮助企业应对快速变化的市场环境以及客户需求的变化，开发者迫切需要实现自我转型，您的认同程度如何？”（显示了“认同”和“非常认同”的百分比）

72% 面对快速变化的市场环境需要开发者掌握更多的业务与行业知识

70% 企业注重更加注重提升客户体验需要开发者掌握更多的相关知识

67% 企业应用发展的趋势需要开发者敏锐关注技术发展掌握新的技能

67% 敏捷型、扁平化组织需要开发者具备更加全面的素质能力

66% 企业技术架构的变化驱动开发者需要具备更加全面的技能

65% 企业开发流程的要求需要开发者掌握现代化的应用开发与交付模式

调研样本：422名中国企业内部开发人员以及独立开发者

数据来源：2020年3月阿里云委托Forrester Consulting进行的调研

云原生的破局之道

开发者必须勇敢地跳出舒适区，打破自身由于年龄、分工、公司背景等方面带来的在技术格局、技术能力、业务经验和专业素质方面的局限，敏锐地把握常态化不确定性对自身技术自适应性在多个层面上的迫切需要，提升自身的自适应性以应对挑战。

› **云原生技术的演进为开发者人生困境带来了破局之道。**云原生技术发展推动了云原生开发模式、将成为未来应用开发的主流模式，并帮助开发者实现如下的提升与发展：

- **赋能开发者前沿云计算技术，差异化个人技术竞争力。**从容器/K8s、微服务、服务网格到事件驱动的函数即服务与无服务器计算应用，从应用目录、服务目录与镜像仓库的管理到公有云、私有云、边缘网络的部署，不断发展的云原生全栈技术带给开发者全新的资源、资产与架构视角，使得开发者更加全面掌握对云计算技术栈进行现代化的技术方法、工具与最佳实践，实现自身技术能力的纵向提升与革新（见图6）。

在职业发展过程中，每个人都会希望改变得慢些，有较长的安全区舒适区。但开发者也需要深知，如果不积极拥抱变化，安于现状，不精于优化，是没有机会的。

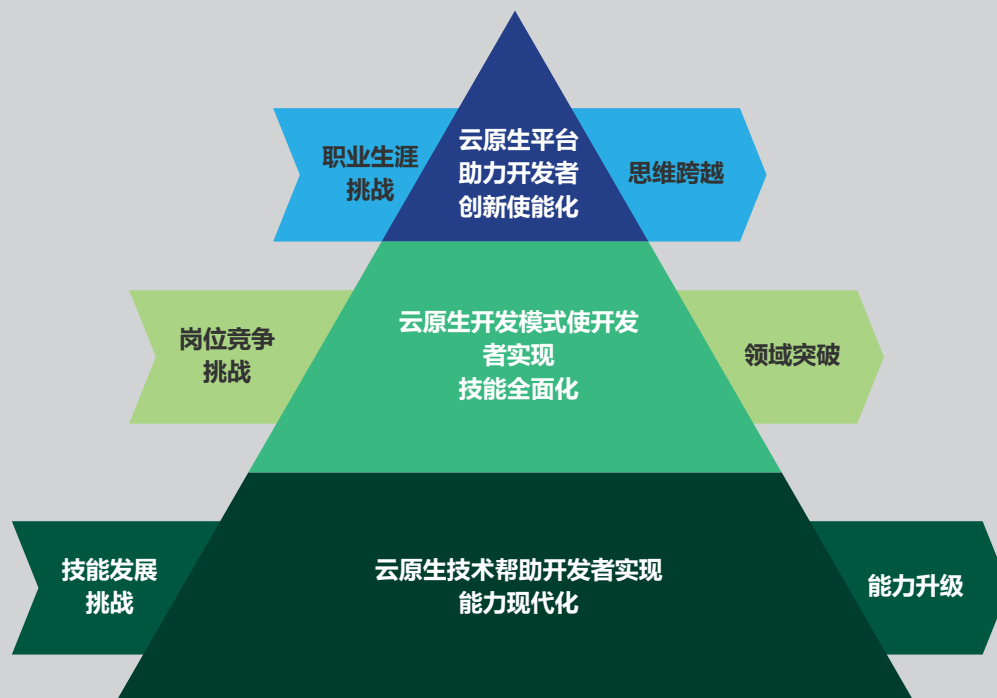
陈霁

上海霁晦信息科技有限公司
CTO

全栈测试、TestOps测试运维推动者

- 拓展开发者技术视野，增强个人技术适应能力，实现跨领域发展。**包括容器与微服务在内的各种云原生技术的影响不仅仅局限于云计算本身，分布式数据库、交易分析融合式的数据库、机器学习与人工智能、物联网甚至区块链等技术领域都在其影响下持续推陈出新；而基于K8s的平台化赋能能力，开发者在历史上第一次有机会将多种曾经彼此割裂的新兴技术领域协同起来，实现自身技术能力的横向扩展。借助云原生开发平台：开发者以更加从容地应对分布式应用架构设计、开发、运维和测试；运维及测试等岗位人员则以更加广阔的视角思索业务需求、探索应用与架构设计。云原生帮助不同领域的人员开拓技术视野、丰富开发经验并持续提升自身的竞争力与适应能力。
- 提升开发者开发协作效能，促进全面个人价值提升。**在包括容器和K8s在内的云原生技术的加持下，已经发展多年的持续集成/持续交付（CI/CD）以及敏捷开发运维（DevOps）实践迎来了又一次跃升机遇。应用开发流程的简化、自动化与一体化不仅使得开发者可以更加聚焦于对业务需求与客户价值的深入理解，更加快速有效地满足客户需求。通过注重解决业务问题，实现业务价值创造，探索业务创新，从而获得更加广阔的个人上升空间。

图6：云原生技术给开发者带来职业生涯的破局之道



资料来源：Forrester Consulting

› **云原生引领开发者群体彰显价值。**随着应用开发与构建成为企业数字化转型的关键，以及包括AIOps、RPA等自动化相关技术对重复性工作的替代，自身也必须更多具备应用开发视角，投身云原生应用开发实践。对于广大开发者群体而言，云原生技术将在各个不同领域建立起技术与业务的价值链接，而开发、运维与业务人员构成的广大云原生开发者群体，将共同描绘数字创新的美好画卷（见图7）：

- 容器技术将显著增强基础设施的性能与伸缩性，有效应对迅猛增长的互联网业务的动态需求；
- CI/CD与自动化技术将简化开发、构建、测试、部署等应用开发全过程，促进研发与运维的敏捷协作，快速交付客户价值；
- 微服务架构将通过有效治理、平台化复用和DevOps自动化的快速迭代，灵活封装高质量的软件产品，动态适配业务需求；
- 分布式架构与无服务计算将推动云端大数据能力获得全新的弹性、成本与可管理性，有效应对海量异构高频数据的挑战；

图7：云原生开发者将引领数字创新

“对于云原生开发者将引领数字创新，您的认同程度如何？”（显示了“认同”和“非常认同”的百分比）

76% 基于K8s的大规模分布式机器学习自动化加速人工智能业务创新

71% 容器技术显著增强性能与伸缩性，有效应对互联网业务的动态需求

69% 容器化区块链技术有效提升价值生态系统分布式数字信任

68% 无服务计算推动云端大数据能力获得全新的弹性、成本与可管理性

66% 微服务架构通过平台化复用和快速迭代灵活适配业务需求

65% 边缘计算与云边协同使能泛在负载，贴近用户加速洞察获取与决策

64% CI/CD与自动化技术促进研发与运维的敏捷协作，快速交付客户价值

调研样本：422名中国企业内部开发人员以及独立开发者
数据来源：2021年3月阿里云委托Forrester Consulting进行的调研

- 基于K8s的大规模分布式机器学习自动化将有效简化从数据准备、模型构建到模型训练、上线推理的开发流程，加速各行各业的人工智能业务创新；
- 边缘计算与云边协同将使能泛在负载，贴近用户数据，加速洞察获取，有效提升决策时效性与准确性；
- 容器化的区块链技术将有效推动混合环境下的多方协作实践，提升价值生态系统内分布式数字信任体系的建立。

三维度云原生能力成就开发者的美好未来

云原生技术为开发者实现全云实践的美好愿景提供了可能，但是开发者也要清醒地认识到，引领新十年数字创新的使命，绝非一朝一夕之功。开发者不仅需要以系统观点把握个人的未来发展方向，在脚踏实地的同时，也要仰望星空，避免一叶障目不见泰山；而且应当以前瞻视角聚焦云原生开发者技术能力要求，这样才能在把握方向的同时因地制宜，规划切实可行的个人发展策略。

以系统观点把握开发者个人发展方向

初出茅庐的开发者踌躇满志，渴望用代码改变世界；三十而立的开发者“拍拍身上的灰尘，振作疲惫的精神”，在工作与家庭的压力下努力向前；年届不惑的开发者希望再一次抓住技术发展的红利，充分发挥自身积累的经验与视野。越来越多的开发者越来越迫切地需要一种从全局出发的系统化观点，帮助自身尽早可能广泛地拓展自身的格局，为个人的职业生涯发展把握方向。

Forrester认为，开发者在确立个人发展系统观的过程中，应当把握好以下四个关键举措：

› **建立三维度发展视角。**许久以来，开发者用自己的技术成果让这个世界变得更美好。但同时，很多开发者也容易对技术工作产生过高的自我定位，认为只有技术才能创造价值，而对非技术领域的业务工作，从业务分析到管理运营，从客户洞察到产品设计，没有足够的重视，甚至过于轻视。此外，往往更容易被开发者所忽视的是个人素质的培养与发展，无论是沟通交流与人协作，还是思行合一独善其身，个人素质都在人生的长跑中潜移默化地影响着每一个十字路口的选择，决定着每一个看似偶然的必然。Forrester认为，开发者应当建立全面的系统发展视角，从技术、业务、素质三个维度，全面拓展自身的能力：

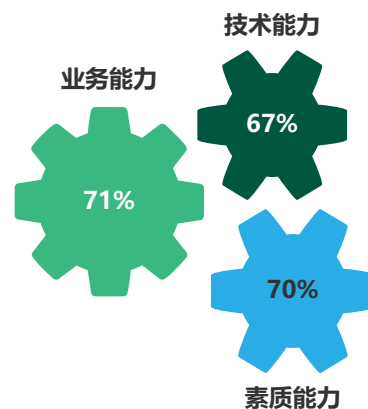
- **技术能力：**包括技术架构设计、技术栈覆盖、平台框架运用、生命周期管理、开发语言使用、技术领域支持等方面；
- **业务能力：**包括行业业务知识，行业解决方案经验以及客户体验知识等方面；
- **素质能力：**包括学习能力、交流能力、管理能力、协作能力、分析能力以及坚韧品质等方面。

在本次调研中，相对于技术能力（67%）及素质能力（70%），71%的受访者认为业务能力对于开发者的综合素质则更加重要（见右图）。

› **构筑云原生能力核心。**在通过三维度发展视角建立广阔视野的基础上，Forrester认为广大开发者应当聚焦代表着云计算领域创新趋势的云原生技术，依据包括以下六大维度在内的云原生技术能力子模型，把握其中的核心特点，有意识、有规划地切实提升自身的业务能力（见图8）：

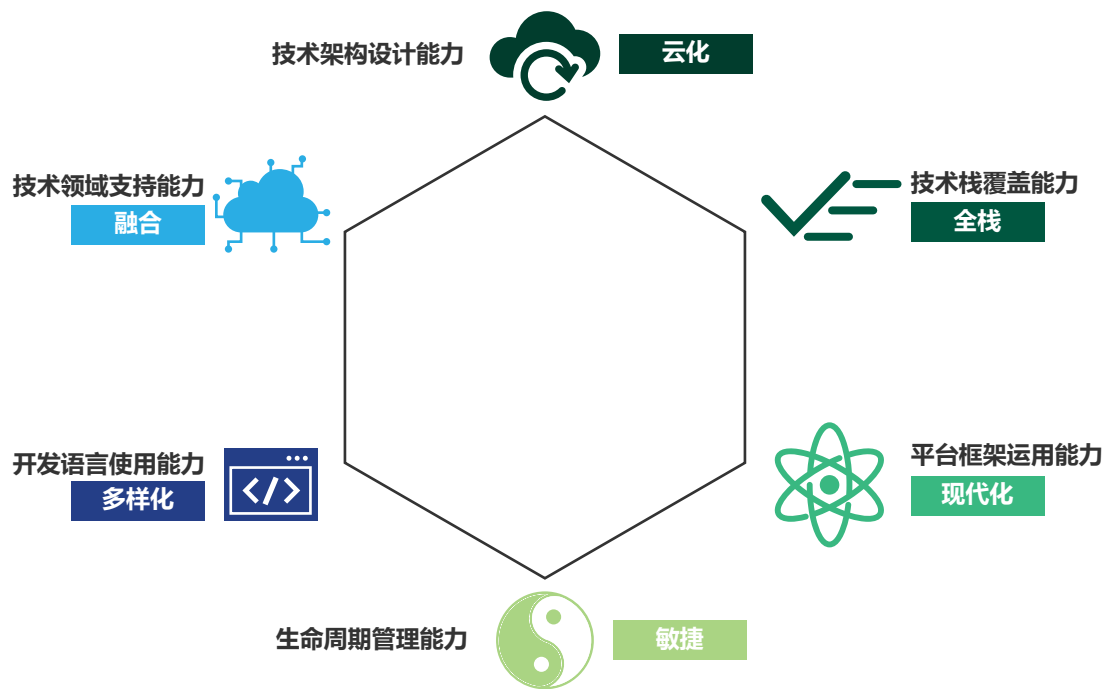
- **技术架构设计能力：**此部分主要包括基础架构、应用架构和部署架构三部分。与传统架构设计对开发者的要求相比，“云化”，也即基于多云、混合云平台进行架构设计，是技术架构设计能力的关键差异，也是开发者全云实践中技术架构设计维度进行能力提升的核心。

“将开发者所需的综合能力分为如下三个维度，您如何看待各个能力对云上开发人员的重要性？”（显示了“重要”和“非常重要”的百分比）



调研样本：422名中国企业内部开发人员以及独立开发者
数据来源：2021年3月阿里云委托Forrester Consulting进行的调研

图8：云原生能力模型 – 技术能力子模型



资料来源：Forrester Consulting

- **技术栈覆盖能力：**在云化的技术架构基础上，技术栈能力的呈现形态将以服务化为主。此部分主要包括基础设施服务、开发服务、平台服务和应用服务四个领域，而“**全栈**”，也即尽可能全面覆盖各个领域，将成为开发者在云上技术栈维度进行能力培养的重点。
- **平台框架运用能力：**开发者在云上实践的过程中，无论是云计算、大数据、人工智能、中间件，还是存储、数据库或其它新兴技术平台，都会遇到各种类型的框架，避免重新造轮子，加速开发进程。“**现代化**”，也即使用具备技术先进性、代表未来发展方向的技术/框架改进或替代传统框架，是开发者在云上平台框架维度需要重点培养的能力。
- **生命周期管理能力：**云上的软硬开发生命周期管理不仅涉及开发环境的协同与包括各类开发资源在内的开发要素纳管，而且需要对流程各个环节、各类工具、各式操作与各种环境的有效赋能，同时对不同的技术场景与业务场景有机适配。“**敏捷**”这一自2001年《敏捷宣言》发布之日起历经不同技术浪潮洗礼的关键词，在云原生引领的数字创新时代也再一次被赋予了全新的含义，也成为开发者在生命周期管理维度最需要关注的特性。

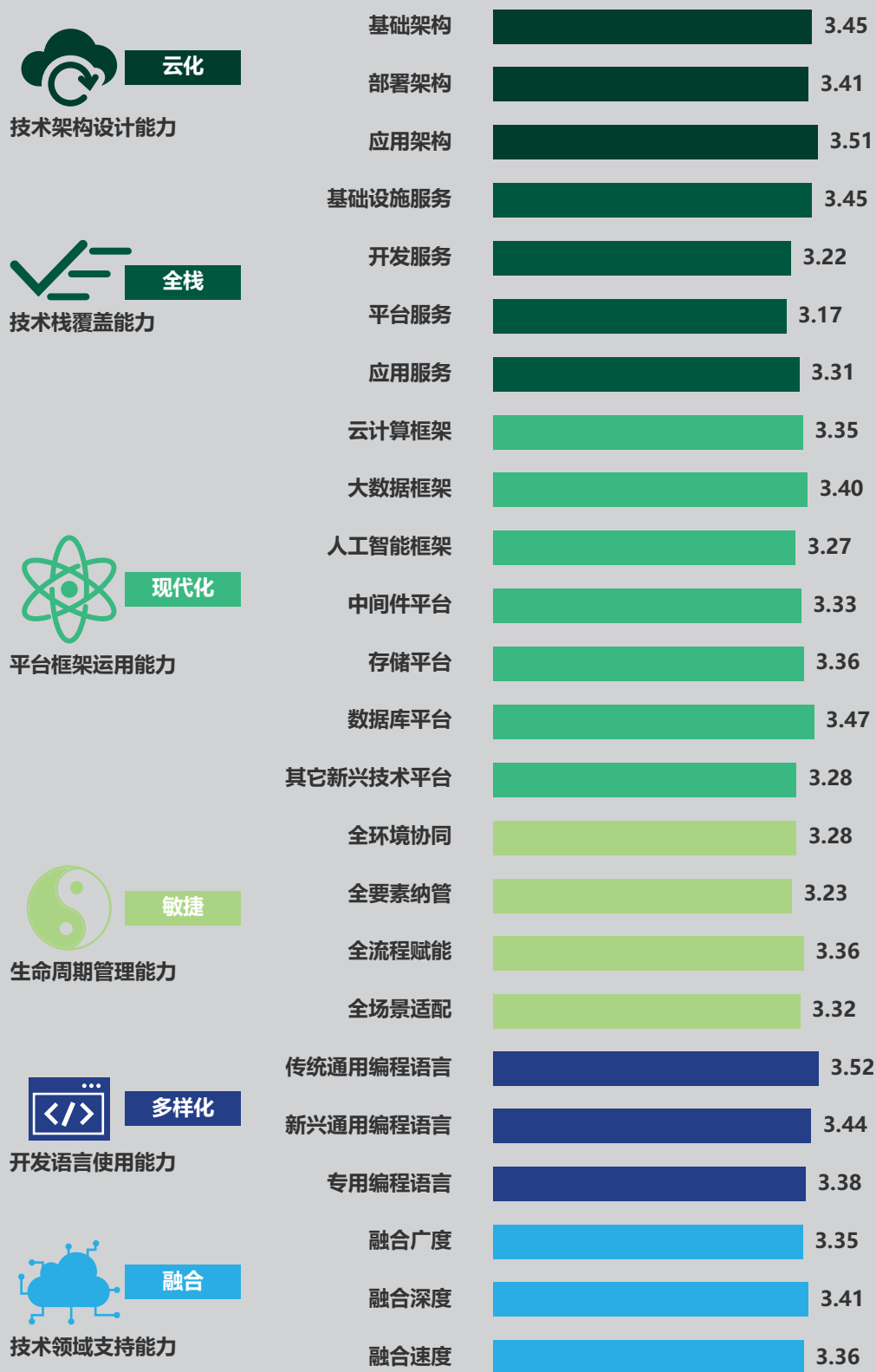
- **开发语言使用能力：**在开发者群体中，“什么开发语言是最好的语言”早已超越了“我是谁？我从哪里来？我到哪里去？” ，成为兄弟成仇、情侣反目的终极问题。随着云上实践的深入，开发者将有越来越多的机会在不同技术领域进行相关工作，而适应相关领域要求的不同开发语言的使用能力，包括传统的通用编程语言、新兴的通用编程语言以及特定领域的专用语言，也将成为开发者的优势甚至必须技能，因此“**多样化**”将成为开发者在开发语言使用维度最需要把握的重点。
- **技术领域支持能力：**云原生对不同新兴技术领域的协同支持，为云平台对不同业务领域技术驱动的平台化创新奠定了基础，而不同新兴技术相关的业务领域对于开发技能、开发方式和开发速度也都有着不同的要求。与此相适应，开发者也应当把握“**融合**”的思想，在广度、深度和速度三方面有计划地提升自身的技术能力。
- **制定个性化发展策略。**曾经发明并完善了二进制的德国哲学家、数学家莱布尼兹曾经说过：“世上没有两片完全相同的树叶”。尽管确立共同的大局观对每个开发者至关重要，但开发者也应当清晰地意识到，由于个人的成长过程、教育背景、工作经验乃至企业环境都各不相同，每个开发者面向云原生技术能力的起点各不相同。而本次调研结果也反映出，从平均水平来看，当前中国开发者在技术架构设计和平台框架运用方面对自己掌握运用的认同程度相对较为满意，而在技术领域支持和开发语言方面则需要较大提升（见图9）。总体而言，目前在六大维度均具备的较强（自我满意度达到3.5分）云原生技术能力的开发者比例，不到40%。

因此，强求所有开发者采取完全相同的个人发展策略，既不现实，也没有必要。开发者应当将所在企业的发展目标和针对特定岗位的职业要求与市场技术发展趋势以及个人的兴趣爱好和发展方向有机结合起来，参考开发者群体的平均水准，为自己制定个性化的职业发展策略，并充分利用领先厂商的成熟平台工具，加速成长过程。

开发者也应当看到，在新兴技术的演进过程中，存在着自身的阶段性和不确定性。在纷繁喧嚣鱼龙混杂的市场炒作中保持自身清醒的判断，在千头万绪、千变万化的技术迭代中洞悉适合自己的发展方向，这对于开发者个人发展策略的有效制定而言同等重要。“学而不思则罔，思而不学则殆”，保持思行合一的发展之道，是个性化发展策略得以切实执行的根本保证。

图9：开发者群体云原生开发能力现状

“当前中国开发者对六个维度云原生技术的掌握运用能力进行自评（1为非常不满意，5为非常满意）”



调研样本：422名中国企业内部开发人员以及独立开发者

数据来源：2020年3月阿里云委托Forrester Consulting进行的调研

› **采取渐进式发展过程。**云原生技术能力的发展是一个旅程，而不是一蹴而就的终点；云原生技术的采用更是在继承的基础上不断发展，而不是完全抛弃原有的能力。如同软件开发过程中的增量迭代，开发者应当在个人的发展过程中采取渐进式的发展过程，帮助自己根据阶段性发展目标与实践成果的对照，及时回顾初心，调整方法，把握方向。

虽然在开发者的个人发展道路上，并没有适合每一个人的详细阶段划分，甚至是同一公司的不同岗位也会有不同的侧重，但Forrester结合自身的全球研究基础与本次专向研究的本土调研成果，对开发者技术能力子模型的各个方面提出初级、中级、高级三个层级的大致划分，力求高屋建瓴，为开发者提供战略层面的宏观参考，从而为每一个开发者进行个性化发展策略的制定奠定基础。各层级总体定义如下，具体建议参加后续章节的详细说明：

- **初级云原生开发者：**一般具有一至三年特定领域（如开发、测试、运维、质量保证等）的初步技术实践经验，主要关注传统技术的运用，对容器、微服务、服务网格、DevOps等云原生相关技术有基本概念，在组件层面对自身工作的特定领域的云原生技术有简单运用。
- **中级云原生开发者：**一般具有五至八年特定领域的较为丰富技术实践经验，可以将云原生相关技术与传统技术融合运用，在系统层面对自身工作的特定领域的云原生技术的使用熟练掌握，对工作相关的其它领域的云原生技术的运用有所了解。
- **高级云原生开发者：**一般具有十年以上特定领域的全面技术实践经验，在融合运用云原生技术和传统技术的基础上，能够针对特定企业和/或客户需求，对相关开源技术进行增强，能够熟练地与工作相关的其它领域协同配合，有效完成企业的全云实践。

以前瞻视角聚焦云原生开发者技术能力要求

开发者需要以开放的心态面向未来，关注主流技术的发展，聚焦核心技术能力的提升。开发者应当深入了解各个维度的具体内涵，认真比对自身的能力差异，审慎制定个人云原生技术能力发展规划。

刘晓国

Elastic 社区资深布道师

开发者应结合自己的兴趣以及职业生涯发展规划，选一些主流、知名的开源项目去学习。开源项目的影响很大，不会因为一个公司的变动而失去自我提升和发展的机会。

- › **聚焦云化，塑造技术架构设计能力。**技术架构设计维度包含基础架构、应用架构和部署架构三个子维度，以及相应的子领域（见图10）。技术架构设计子维度的发展建议如下表：

技术架构设计重点关注子领域	初级开发者	中级开发者	高级开发者
基础架构子维度	虚拟化架构 容器架构	无服务器架构	混合架构
应用架构子维度	层次化单体架构 模块化单体架构	微服务架构	混合架构
部署架构子维度	混合云架构	多云架构 边缘计算架构	分布式架构 混合架构

- › **聚焦全栈，拓展技术栈覆盖能力。**技术栈覆盖维度包含基础设施服务、开发服务、平台服务和应用服务四个子维度，各子维度所包含的子领域侧重服务侧能力，也即开发者可以通过服务化的方式使用的平台技术栈能力（见图10）。技术栈覆盖能力的总体发展战略建议如下表：

技术栈覆盖重点关注子领域	初级开发者	中级开发者	高级开发者
基础设施服务子维度	计算服务	存储服务	网络服务
开发服务子维度	容器/K8s服务 数据库服务	微服务框架 服务网格 少数几种关联技术服务	无服务器计算服务 多种关联技术服务
平台服务子维度	日志服务 告警服务	身份认证服务 权限管理服务	API管理服务
应用服务子维度	用户界面开发服务 移动应用开发服务 小程序应用开发服务	集成与中间件服务 业务流程开发服务	自动化服务

- › **聚焦现代化，革新平台框架运用能力。**平台框架运用维度包含云计算框架、大数据框架、人工智能框架、中间件平台、存储平台、数据库平台和其他新兴技术平台七个子维度，各子维度所包含的子领域侧重工具侧能力，也即侧重开发者应当熟练运用的各类工具（见图10）。平台框架运用能力的总体发展战略建议如下表：

平台框架运用重点 关注子领域	初级开发者	中级开发者	高级开发者
云计算框架	容器编排	微服务开发	服务网格
大数据框架	一种框架	少数几种框架	多种框架
人工智能框架	一种框架	少数几种框架	多种框架
中间件平台	传统中间件平台	API网关 分布式中间件平台	多种平台
存储平台	一种存储	少数几种存储	多种存储
数据库平台	传统关系型数据库	NoSQL数据库	融合数据库 分布式关系型数据库
其它新兴技术平台	一种平台	少数几种平台	多种平台

- › **聚焦敏捷，构建生命周期管理能力。**生命周期管理维度包含全环境协同、全要素纳管、全流程赋能、全场景适配四个子维度（见图10）。生命周期管理能力的总体发展战略建议如下表：

生命周期管理重点 关注子领域	初级开发者	中级开发者	高级开发者
全环境协同子维度	单一环境	少数环境	多个环境
全要素纳管子维度	代码仓库 配置仓库	容器镜像仓库 制品仓库	服务目录 应用目录 应用市场
全流程赋能子维度	CI/CD工具链 集成开发环境、插件 单一流程环节	多个流程环节 部分DevOps能力 少数自动化支持能力	全面DevOps能力 端到端流程 API管理 全部自动化支持能力
全场景适配子维度	单一技术场景 单一业务场景	少数技术场景 少数业务场景	全面技术场景 丰富业务场景

› **聚焦多样化，锤炼开发语言使用能力。**开发语言使用维度包含传统通用编程语言、新兴通用编程语言和专用编程语言三个子维度（见图10）。开发语言的使用是应用与软件开发的基础，不仅包括语言本身的特定编写和使用方式，也包括语言所适用的开发场景、算法实现、开发工具和调试方法等相关能力的锤炼。而开发语言的生命力，也与社区生态运营、标准化组织支撑、关键应用采纳、学习难度高低、技术厂商支持等多种因素密切相关。开发语言子维度的总体发展战略建议如下表：

开发语言使用重点 关注子领域	初级开发者	中级开发者	高级开发者
传统通用编程语言子维度	熟悉一种语言	精通一至两种语言 熟悉另外一至两种语言	精通两种及以上语言 熟悉多种语言
新兴通用编程语言子维度	熟悉一种语言	精通一至两种语言 熟悉另外一至两种语言	精通两种及以上语言 熟悉多种语言
专用编程语言子维度	熟悉一种语言	精通一至两种语言 熟悉另外一至两种语言	精通两种及以上语言 熟悉多种语言

› **聚焦融合，丰富技术领域支持能力。**技术领域支持维度包含融合广度、融合深度和融合速度三个子维度（见图10）。技术领域支持能力的总体发展战略建议如下表：

技术领域支持重点 关注子领域	初级开发者	中级开发者	高级开发者
融合广度	熟悉一个子领域	精通一个子领域 熟悉多个子领域	精通多个子领域
融合深度	熟悉少数几个领域	精通少数几个子领域 熟悉全部子领域	精通全部子领域
融合速度	配置化开发 应用与代码模板	自动化开发	智能化开发

图10：云原生技术领域支持能力子模型重要性

“您如何看待各个领域技术能力对云上开发人员的重要性？”（颜色越深代表重要程度越高）



调研样本：422名中国企业内部开发人员以及独立开发者

数据来源：2020年3月阿里云委托Forrester Consulting进行的调研

图10：云原生技术领域支持能力子模型重要性 (Cont.)

“您如何看待各个领域技术能力对云上开发人员的重要性？”（颜色越深代表重要程度越高）



调研样本：422名中国企业内部开发人员以及独立开发者
数据来源：2020年3月阿里云委托Forrester Consulting进行的调研

以平衡态度兼顾业务与素质能力要求

许多开发者曾经认为只要有着超人的技术能力就可以改变世界，但却往往忽视了了解业务知识的重要性，或者在奋力奔跑的路上忘记了为客户交付价值的初心，甚至忘记了《礼记》中的古训早已为我们阐明的“心正而后身修，身修而后家齐，家齐而后国治，国治而后天下平”的朴素道理。结果轻则遇到个人发展的瓶颈，重则让团队、部门乃至企业误入歧途，甚至导致“面向监狱编程”的严重后果。Forrester认为，要想“跨过山和大海”，看到远方的风景，开发者必须要以平衡的态度，兼顾业务能力与素质能力两方面的要求。

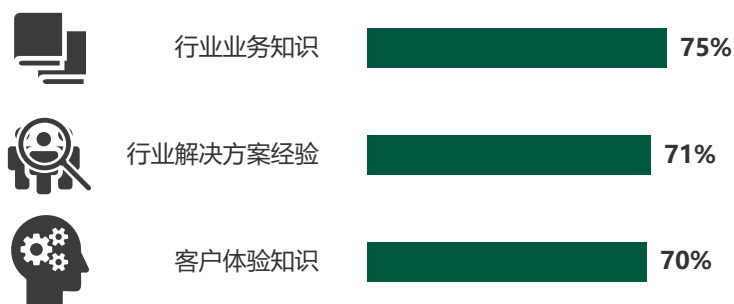
› **锻炼业务能力，加速价值实现。**技术可以推动转型，技术可以引领创新，但技术不是目的，技术要为业务目标服务。要想切实有效地服务好业务目标，Forrester认为开发者应当在行业业务知识、客户体验知识和行业解决方案经验三个领域进行锻炼和提升（见图11）。

- **分析需求。**首先，开发者在日常技术实践工作中，应当积极了解技术实现背后的具体业务需求，熟悉业务人员沟通语言背后的业务概念，并尽可能进一步挖掘业务需求背后的客户目标。此外，在本职工作之外，开发人员还应当主动了解与自己所在企业或机构所属行业的一般业务知识和特定领域的业务洞察，这样才能举一反三，有效积累。
- **客户导向。**其次，开发者也要摒弃常见的定势思维，比如客户体验就是漂亮的界面设计，体验只和美工有关与技术人员无关等诸如此类的错误想法，深刻理解Forrester提出的“客户至上（Customer Obsession）”的理念，掌握客户旅程映射、客户旅程编排、客户旅程分析、客户体验度量、客户体验交付等各种客户体验相关的知识与技能，更好地帮助自己换位思考，让客户价值的思想融入自身的技术实践过程。
- **关注价值。**最后，在运用企业现有在技术产品基础上封装而成的行业解决方案或开发新业务解决方案时，开发者也应当不满足于掌握方案的技术本身，而是要勤于思考，比如所要解决的核心业务问题是什么？这些问题的业务成因是什么？有哪些业务痛点或痒点没有考虑到，还可以做进一步增强。这样才可以真正从业务与客户视角出发，由外而内地进一步推动自身技术能力的提升。

在本次调研中，70%以上的受访者对相关领域的重要性都表示认同（见图11）。

图11：云原生业务能力子模型相关定义重要性

“您如何看待以下领域的业务能力对云上开发人员的重要性？”（显示了“重要”和“非常重要”的百分比）



调研样本：422名中国企业内部开发人员以及独立开发者
数据来源：2020年3月阿里云委托Forrester Consulting进行的调研

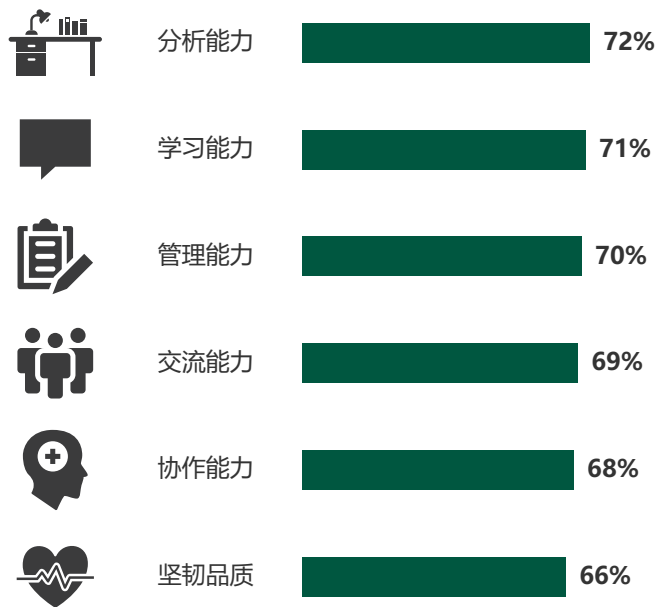
› **培养素质能力，实现持续成长。**西点军校也有句名言：“态度决定一切”，而态度是个人素质的综合体现。因此，对开发者而言，知行合一的养成不只依靠技术能力，更需要个人素质的土壤。Forrester认为，开发者应当重点关注学习能力、交流能力、管理能力、协作能力、分析能力以及坚韧品质等六个领域，进行个人素质的综合发展（见图12）。

- **学习能力：**庄子有云“吾生也有涯，而知也无涯”。在新技术层出不穷的时代，唯有保持谦逊好学的态度和格物致知的精神，才能把握时代脉搏，保持自身的竞争力。
- **交流能力：**俄国文学家托尔斯泰曾说“与人交谈一次，往往比多年闭门劳作更能启发心智”。开发者不仅应当敏于实践，而且应当努力打破自身往往不善交流的局限，与管理层、协作者以及团队成员进行有效的沟通交流，提升自我，把握方向，消除隔阂，促进协作。
- **管理能力：**彼得·德鲁克指出“管理工作是使利用资源的收益最优”。管理能力不是管理层独有的能力，开发者需要在多个层面加强自身的管理能力：管理时间可以提高工作效率，管理沟通可以降低沟通成本，管理期望可以促进双向了解，管理质量可以充分交付价值，管理情绪可以保持积极心态，管理范围可以避免无谓付出。

- **协作能力：“团结就是力量”**。在社会分工精细化、技术开发平台化的年代，类似“全栈工程师”的全面个人能力提升固然重要，但良好的团队协作更是达成客户承诺的必要保证。
- **分析能力：“博学之，审问之，慎思之，明辨之，笃行之”**。在信息大爆炸的年代，唯有保持清醒的头脑、思辨的意识、逻辑的方法，才能在泡沫面前不盲从，在难题面前不慌乱，在偏见面前不浮躁，在净言面前不抵触。而系统观对于良好分析能力的形成至关重要。
- **坚韧品质：“生活不止眼前的苟且，还有远方的苟且”**。开发者从事着繁重的脑力劳动，只有坚韧不拔，才能攻坚克难，化险为夷，在不负所托的同时也成就自我。

图12：云原生素质能力子模型相关定义重要性

“您如何看待以下领域的素质能力对云上开发人员的重要性？”（显示了“重要”和“非常重要”的百分比）



调研样本：422名中国企业内部开发人员以及独立开发者
数据来源：2020年3月阿里云委托Forrester Consulting进行的调研

结束语

科技的发展在不断推动人类社会的进步和时代的跨越，在这个发展进程中，迅速壮大的开发者群体，正在用一行行的代码改变着世界。从最初的以互联网为代表的信息化技术，到以云计算、大数据为代表的数字化技术，再到以人工智能为代表的智能化技术在不断催生新的生产方式变革的同时，也在影响着开发者群体本身的变化发展。云原生技术使得开发者拥有了更加强大的工具以及新的应用构建与创新思维，体现出了巨大的价值，不断推动着传统开发者、云上开发者向云原生开发者转型，也使得全云实践成为现实和开发者的必然之路。拥抱云原生开发，将为开发者能力的现代化、全面化以及实现更加广阔的职业发展提供了无限的空间。

Forrester建议，开发者应当建立全面的系统发展视角，从技术、业务、素质三个维度，全面拓展自身的能力，并结合自己的兴趣、爱好以及现状选择个性化的发展道路。

在本次研究过程中，复旦大学彭鑫教授，北京大学谢涛教授，上海霁晦信息科技有限公司CTO陈霁，杰蛙科技CTO王青，Strikingly技术副总裁龚凌晖，Elastic社区布道师刘征、Elastic社区布道师刘晓国，阿里云张磊、阿里云北纬（罗毅）（排名不分先后），在云原生开发实践以及开发者洞察方面给予了充分的指导以及为开发者的能力发展提供了宝贵的建议，在此表示感谢。同时，我们希望这份研究可以像一束微光，照亮奋斗着的开发者群体，唤醒每一位开发者心中的梦想，并让广大中国企业的决策者看到他们的价值。

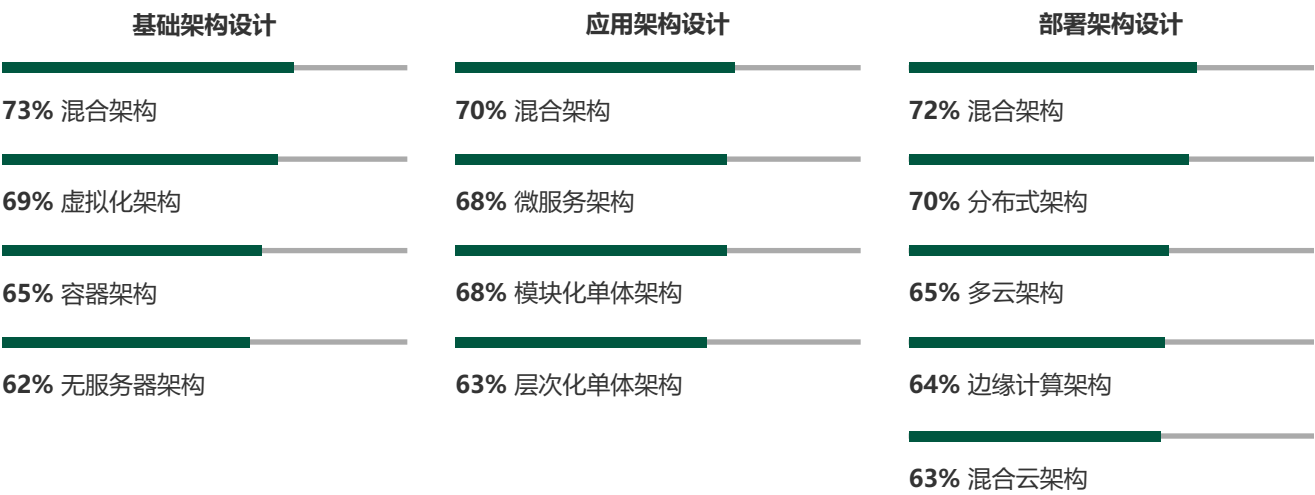
附件A：云原生技术能力子模型定义及洞察

云原生技术能力子模型：

- 聚焦云化，塑造技术架构设计能力。技术架构设计维度包含基础架构、应用架构和部署架构三个子维度。当前中国开发者对于应用架构子维度的掌握和运用程度的评估水平相对较高，而对于部署架构子维度的评估水平则相对较低（见图9）。通过调研发现开发者对各个技术架构子领域中的混合架构设计非常重视，体现出在云计算推动下各行业基础架构、应用架构以及部署架构的发展趋势。
 - 基础架构子维度主要包含容器架构、无服务器架构、虚拟化架构和混合架构四个主要子领域；
 - 应用架构子维度主要包含微服务架构、模块化单体架构、层次化单体架构和混合架构四个子领域；
 - 部署架构主要包含多云架构、混合云架构、边缘计算架构、分布式架构、混合架构五个子领域。

附图1：云原生技术架构设计能力子模型相关定义重要性

“您如何看待以下领域的架构设计能力对云上开发人员的重要性？”（显示了“重要”和“非常重要”的百分比）



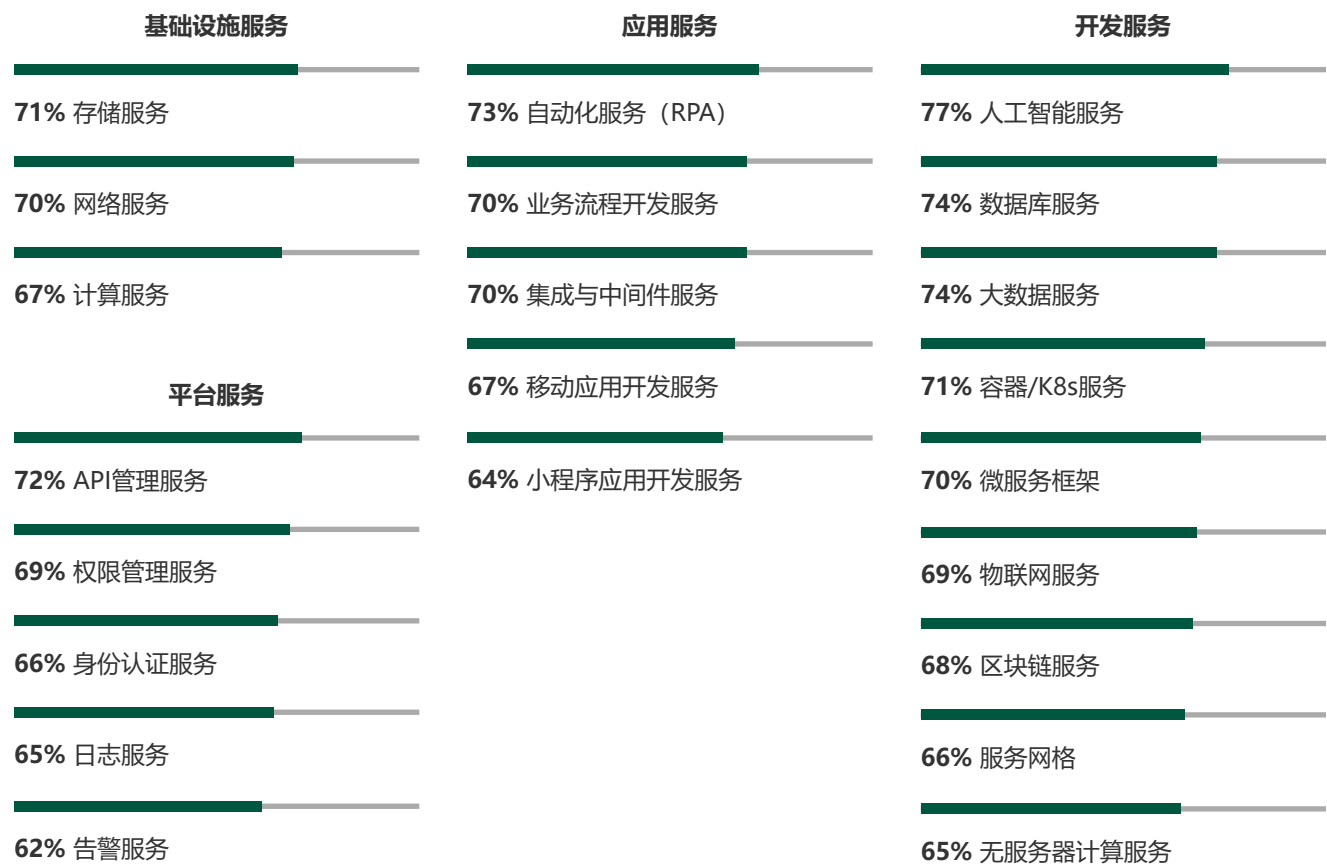
调研样本：422名中国企业内部开发人员以及独立开发者
数据来源：2020年3月阿里云委托Forrester Consulting进行的调研

- 聚焦全栈，拓展技术栈覆盖能力。技术栈覆盖维度包含基础设施服务、开发服务、平台服务和应用服务四个子维度，各子维度所包含的子领域侧重服务侧能力，也即开发者可以通过服务化的方式使用的平台技术栈能力（见附图2）。当前中国开发者对于基础设施服务子维度的掌握和运用程度的评估水平相对较高，而对于平台服务子维度的评估水平则相对较低（见图9）。在四个子领域中，存储服务、自动化服务、人工智能服务以及API管理服务则是开发者非常重视的技术栈（见附图2）。
 - 基础设施服务子维度主要包含计算服务、存储服务和网络服务三个主要子领域；

- 开发服务子维度较为丰富，主要涉及两大类子领域：云原生核心服务类子领域包含容器/K8s服务、无服务器计算服务、微服务框架和服务网格四个子领域；关联技术服务类子领域包含数据库服务、大数据服务（数据湖、数据仓库、流处理、数据集成、商业智能以及数据治理等）、人工智能服务（包括机器学习/深度学习、计算机视觉、语音识别/合成、自然语言处理等）、物联网服务和区块链服务五个子领域；
- 平台服务子维度主要包含身份认证服务、权限管理服务、API管理服务、日志服务、告警服务五个子领域；
- 应用服务子维度主要包含移动应用开发服务、小程序应用开发服务、业务流程开发服务、集成与中间件服务、自动化服务（RPA）五个子领域。

附图2：云原生技术栈覆盖能力子模型相关定义重要性

“您如何看待以下领域的服务能力对云上开发人员的重要性？”（显示了“重要”和“非常重要”的百分比）



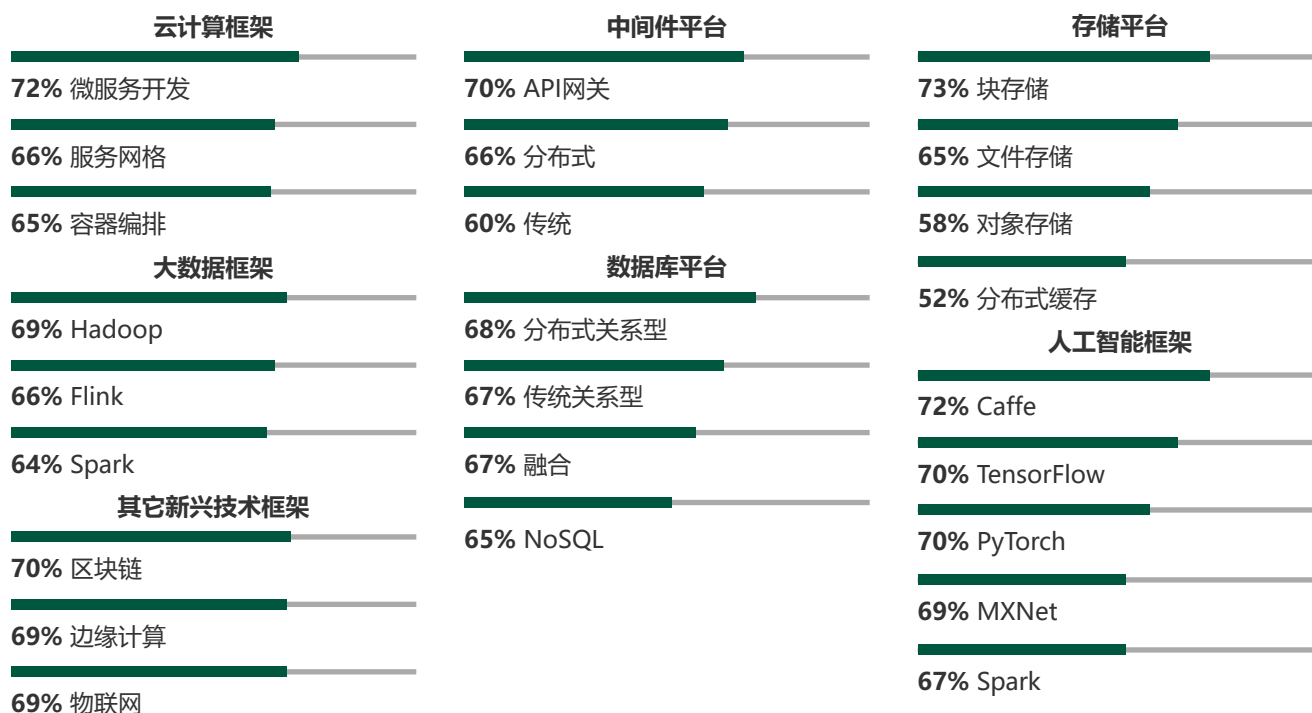
调研样本：422名中国企业内部开发人员以及独立开发者
数据来源：2020年3月阿里云委托Forrester Consulting进行的调研

聚焦现代化，革新平台框架运用能力。平台框架运用维度包含云计算框架、大数据框架、人工智能框架、中间件平台、存储平台、数据库平台和其他新兴技术平台七个子维度，各子维度所包含的子领域侧重工具侧能力，也即侧重开发者应当熟练运用的各类工具（见附图2）。对于数据库子维度的掌握和运用程度的评估水平相对较高，而对于人工智能框架子维度的评估水平则相对较低（见图9）。

- 云计算框架子维度主要包含容器编排、微服务开发、服务网格等子领域；
- 大数据框架与人工智能框架两个子维度均为单一领域，主要包含各自领域的相关框架，如大数据框架子维度的Hadoop、Spark、Flink等，以及人工智能框架子维度的TensorFlow、Caffe、PyTorch、MXNet、Spark等；
- 中间件平台子维度主要包含API网关、分布式中间件平台（如Kafka、RocketMQ等）和传统中间件平台（如传统消息队列，企业服务总线，业务流程中间件等）三个子领域；
- 存储平台子维度主要包含对象存储、分布式缓存（Redis等）、块存储、文件存储四个子领域；
- 数据库平台子维度主要包含分布式关系型数据库、NoSQL/New SQL数据库、融合（Translytical/HTAP）数据库、传统关系型数据库四个子领域；
- 其它新兴技术平台子维度主要包含边缘计算（OpenYurt、StarlingX、Akraino、KubeEdge等）、物联网（AliOS Things、EdgeX Foundry、StarlingX等）、区块链（Hyperledger Fabric、Quorum、Ant Chain、FiMAX等）三个子领域。

附图3：云原生平台框架运用能力子模型相关定义重要性

“您如何看待以下领域的平台框架运用能力对云上开发人员的重要性？”（显示了“重要”和“非常重要”的百分比）



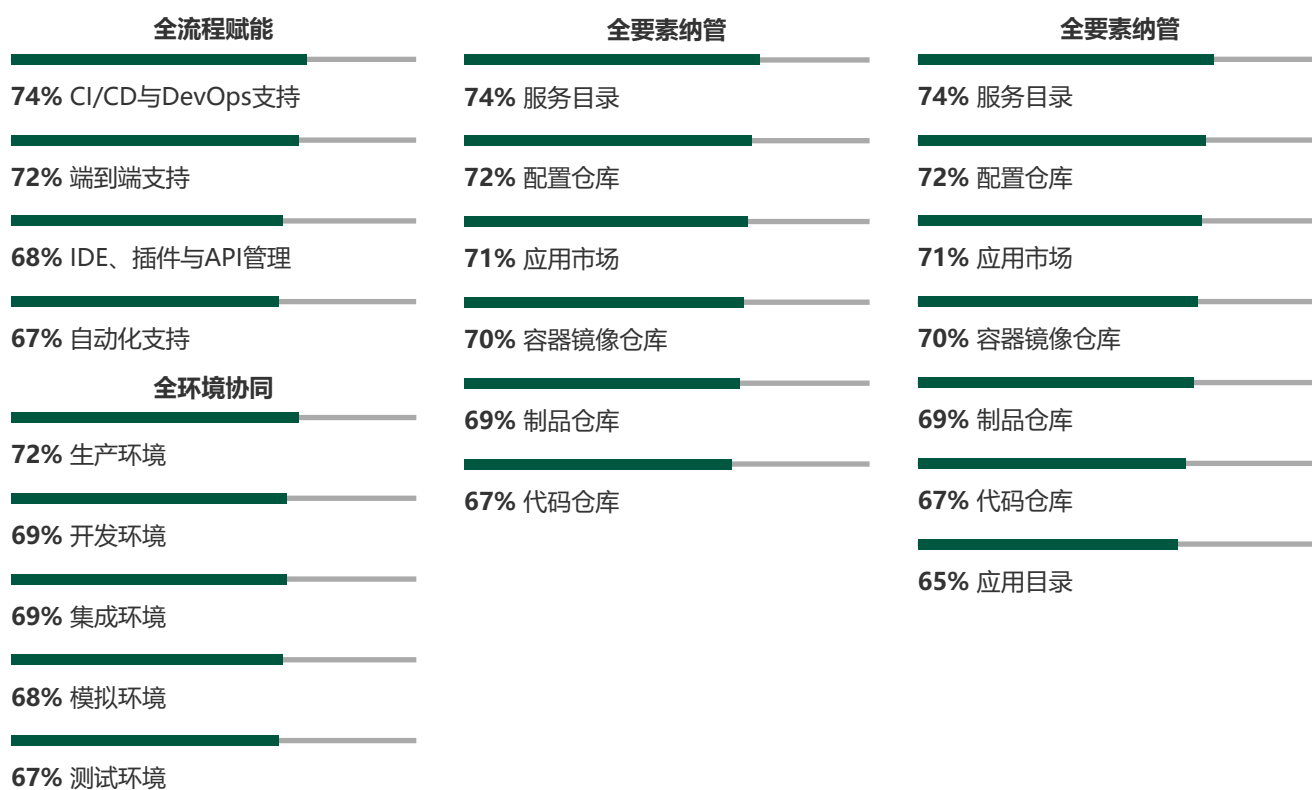
调研样本：422名中国企业内部开发人员以及独立开发者
数据来源：2020年3月阿里云委托Forrester Consulting进行的调研

› **聚焦敏捷，构建生命周期管理能力。**生命周期管理维度包含全环境协同、全要素纳管、全流程赋能、全场景适配四个子维度。当前中国开发者对于全流程赋能的掌握和运用程度的评估水平相对较高，而对于全环境协同子维度的评估水平则相对较低（见图9）。受访开发者非常重视生产环境、CI/CD与DevOps支持、服务目录以及轻量代码开发子领域（见附图4）。

- 全环境协同子维度主要包含对开发环境、集成环境、测试环境、模拟（Staging）环境和生产环境五个子领域的安装/开通、配置、使用和运维，以及环境间的资源隔离、调度、版本管理与服务协同等能力；
- 全要素纳管子维度对从传统到云原生的各类开发要素进行纳管，主要包含代码仓库、配置仓库、容器镜像仓库、制品仓库、服务目录、应用目录和应用市场七个子领域；
- 全流程赋能子维度对开发流程涉及的各个环节、各类工具与各式操作进行赋能，主要包含CI/CD工具链与DevOps支持、端到端支持、集成开发环境、插件与API管理，以及自动化支持四个子领域；
- 全场景适配子维度对不同开发方式的技术场景与不同开发导向的业务场景的有机适配，其中技术场景主要包含常规代码开发、轻量代码开发和零代码开发三个子领域，业务场景主要包含行业解决方案、功能解决方案与合作伙伴解决方案三个子领域。

附图4：云原生生命周期管理能力子模型相关定义重要性

“您如何看待以下领域的生命周期管理能力对云上开发人员的重要性？”（显示了“重要”和“非常重要”的百分比）

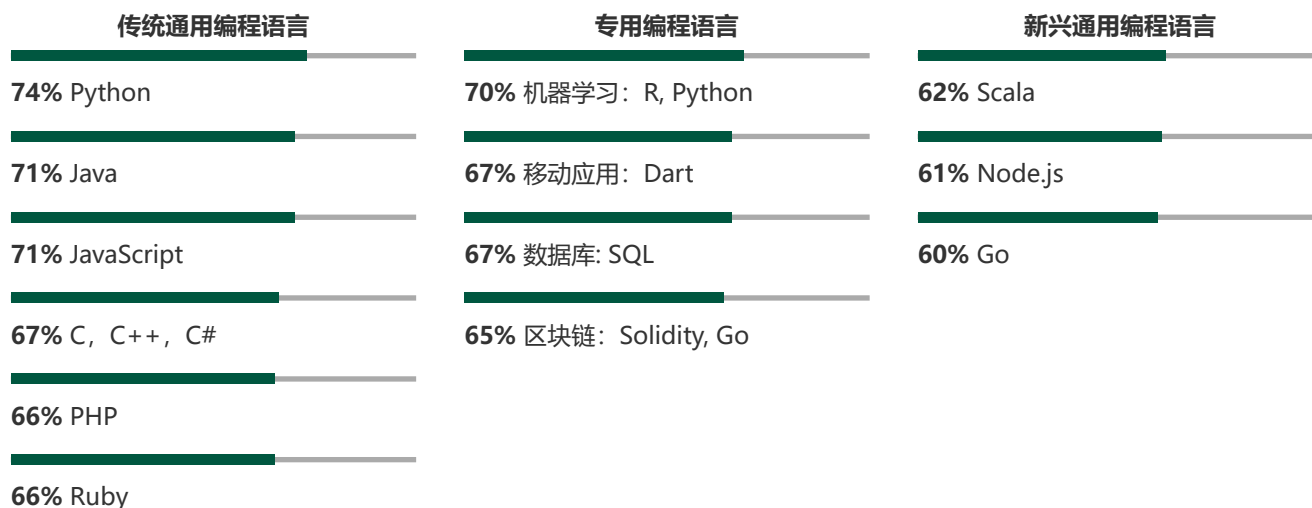


调研样本：422名中国企业内部开发人员以及独立开发者
数据来源：2020年3月阿里云委托Forrester Consulting进行的调研

- 聚焦多样化，锤炼开发语言使用能力。**开发语言使用维度包含传统通用编程语言、新兴通用编程语言和专用编程语言三个子维度（见附图5）。开发语言的使用是应用与软件开发的基础，不仅包括语言本身的特定编写和使用方式，也包括语言所适用的开发场景、算法实现、开发工具和调试方法等相关能力的锤炼。而开发语言的生命力，也与社区生态运营、标准化组织支撑、关键应用采纳、学习难度高低、技术厂商支持等多种因素密切相关。当前中国开发者对于传统通用编程语言子维度的掌握和运用程度的评估水平相对较高，而对于专用编程语言子维度的评估水平则相对较低（见图9）。在具体的子领域，开发者比较重视Python、Scala以及机器学习相关语言的掌握能力（见附图5）。
- 传统通用编程语言和新兴通用编程语言均为单一领域，分别包括相关的开发语言，比如传统通用编程语言包括C、C++、C#、Java、JavaScript、PHP、Python、Ruby等，以及包括Node.js、Go、Scala等在内的新兴通用编程语言。特别是Go语言，凭借在Kubernetes、Serverless、Blockchain等不同领域的广泛应用，近年间得到了长足发展；
- 专用编程语言主要包括移动应用开发、机器学习、数据库、区块链等四个子领域，分别涉及Dart、R/Python、SQL和Solidity/Go等专用语言。

附图5：云原生开发语言使用能力子模型相关定义重要性

“您如何看待以下领域的开发语言使用能力对云上开发人员的重要性？”（显示了“重要”和“非常重要”的百分比）



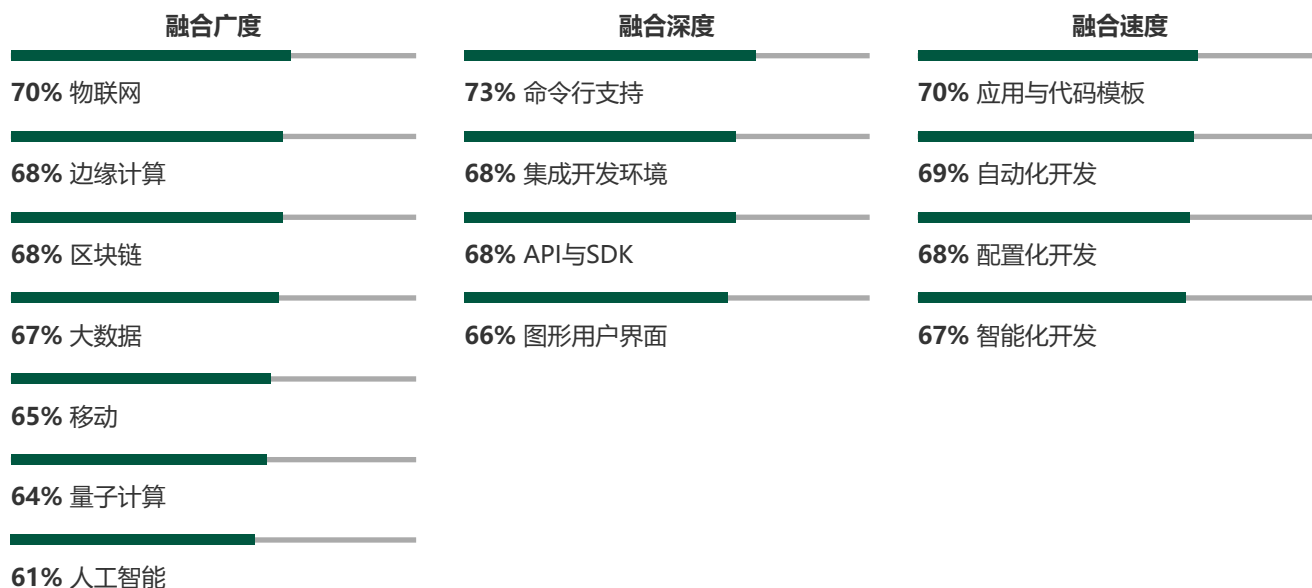
调研样本：422名中国企业内部开发人员以及独立开发者
 数据来源：2020年3月阿里云委托Forrester Consulting进行的调研

› **聚焦融合，丰富技术领域支持能力。**技术领域支持维度包含融合广度、融合深度和融合速度三个子维度（见附图6）。通过调研发现开发者对各个技术架构子领域中的混合架构设计非常重视，体现出在云计算推动下各行业基础架构、应用架构以及部署架构的发展趋势。当前中国开发者对自身技术领域支持维度不同子维度的掌握和运用程度的评估水平各有不同，对于融合深度子维度的掌握和运用程度的评估水平相对较高，而对于融合广度子维度的评估水平则相对较低（见图9）。受访者对融合物联网服务、命令行支持以及应用与代码模板的技术能力掌握非常重视（见附图6）。

- 融合广度主要包括大数据、人工智能、移动、边缘计算、物联网、区块链、量子计算七个子领域；
- 融合深度主要包括图形用户界面、集成开发环境、命令行支持、API与SDK四个子领域；
- 融合速度主要包括智能化开发、自动化开发、配置化开发和应用与代码模板四个子领域。

附图6：云原生技术领域支持能力子模型相关定义重要性

“您如何看待以下领域的技术领域支持能力对云上开发人员的重要性？”（显示了“重要”和“非常重要”的百分比）

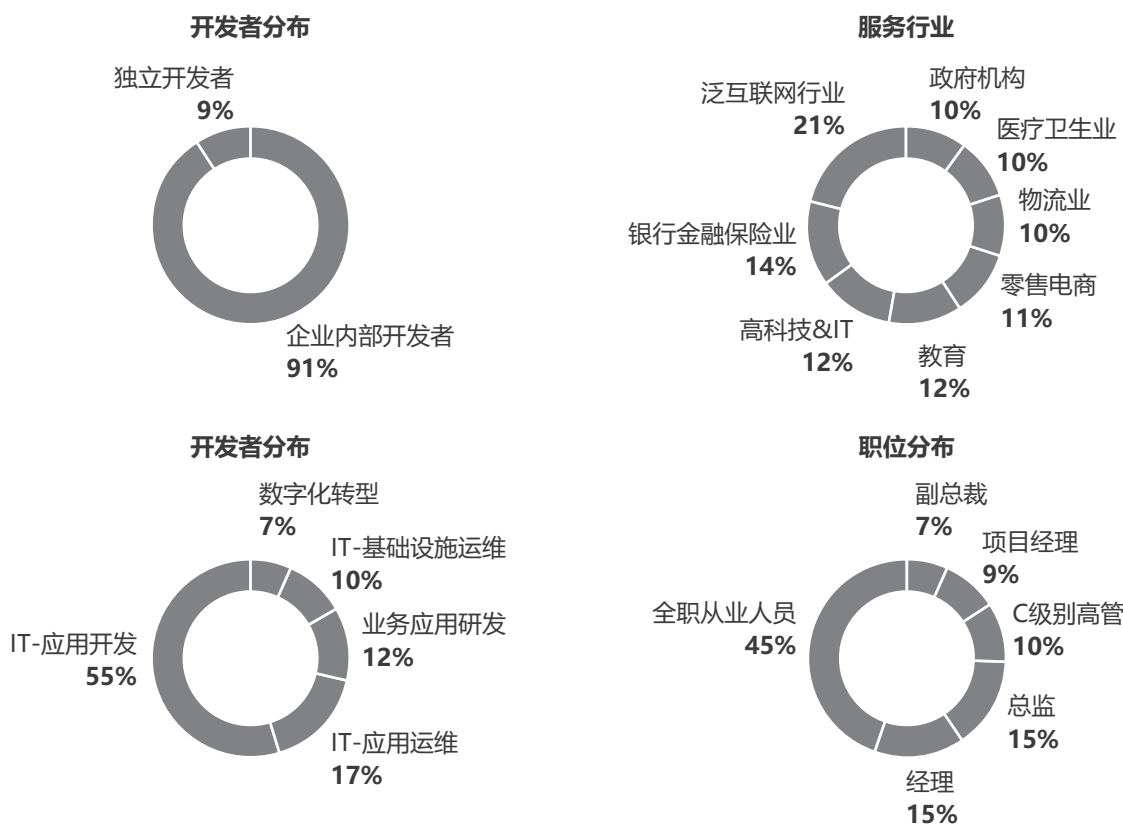


调研样本：422名中国企业内部开发人员以及独立开发者
数据来源：2020年3月阿里云委托Forrester Consulting进行的调研

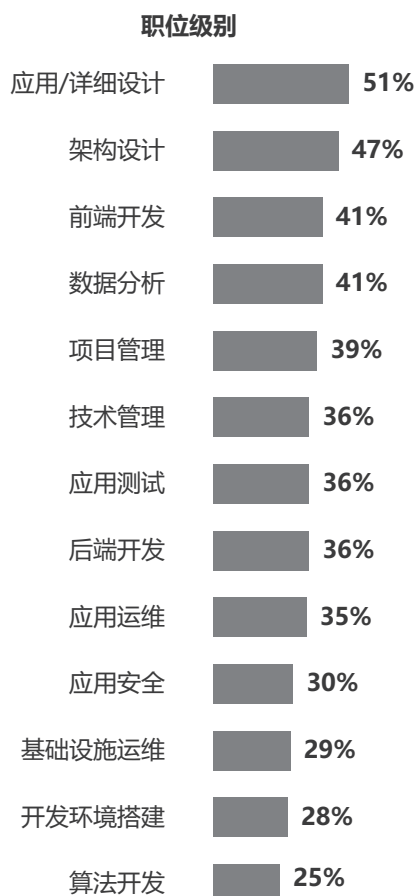
附件B：研究方案

2021年3月阿里云委托Forrester咨询公司对中国开发者群体开展了广泛而深入的研究，通过线上问卷方式调研了422名包括企业内部应用开发、测试、运维等在内的不同角色人员，以及独立开发者在内的广泛开发者群体。同时为了充分揭示云原生时代对开发者群体的所带来的价值、机遇以及需要关注的重点云原生技术，还访谈了企业CTO、高校教授、开源社区专家以及开发者社区意见领袖（KOL）在内的9位专家，并提出相应的能力发展建议。这项研究开始于2021年3月，完成于2021年5月。

附件C：统计资料/数据



调研样本：422名中国企业内部开发人员以及独立开发者
数据来源：2020年3月阿里云委托Forrester Consulting进行的调研



调研样本：422名中国企业内部开发人员以及独立开发者
数据来源：2020年3月阿里云委托Forrester Consulting进行的调研

附件D：相关研究

RELATED FORRESTER RESEARCH

“Digital Rewrites The Rules Of Business,” Forrester Research, Inc., February 26, 2018.

“Beyond Agility — Adaptive Enterprises Hold The Winning Hand,” Forrester Research, Inc., May 7, 2019.

“Cloud Powers The Modern Adaptive Enterprise,” Forrester Research, Inc., October 11, 2019.

“The Forrester Wave™: Multicloud Container Development Platforms, Q3 2020,” Forrester Research, Inc., September 15, 2020.

附件E：尾注

¹ 资料来源：The Forrester Wave™: Multicloud Container Development Platforms, Q3 2020” Forrester报告

² 资料来源：Cloud Powers The Modern Adaptive Enterprise” Forrester 报告