

拓展移动行业愿景

如何通过开源得到更多选择、提升创新与生产力

2025年8月

戈登·格雷厄姆

前言：迈克·沃斯特，Linux基金会

拓展移动行业愿景

EXPANDING THE VISION FOR THE MOBILE INDUSTRY

Android with GMS & iOS dominate the mobile market. But platforms like Fire OS, Harmony OS, and Horizon OS, have 1.75+ billion installs with great potential.



EXPANDING THE VISION FOR THE MOBILE INDUSTRY

Every mobile platform supports default services. Any competing service struggles to gain traction, which limits innovation & choice.



EXPANDING THE VISION FOR THE MOBILE INDUSTRY



The number of mobile platforms keeps growing. But building a native version for each one costs more, delays releases, adds risk, & slows time to market.

EXPANDING THE VISION FOR THE MOBILE INDUSTRY



The key is to **stop building the same thing twice**—by using a cross-platform framework like **Flutter** or **React Native**.

EXPANDING THE VISION FOR THE MOBILE INDUSTRY

Cost-effective dev teams are mostly cross-platform, with a few native specialists. That way, 80% of the codebase can be shared & 20% can stay native where needed.



EXPANDING THE VISION FOR THE MOBILE INDUSTRY

There is an estimated **30%+ productivity gain** for a mobile development team that switches to a cross-platform framework.



EXPANDING THE VISION FOR THE MOBILE INDUSTRY



Cross-platform frameworks aren't new—and they've been maturing for years.

- 2015: React Native (Meta)
- 2017: Flutter (Google) and KMP (JetBrains)

EXPANDING THE VISION FOR THE MOBILE INDUSTRY

Cross-platform development delivers clear wins: Faster onboarding, faster updates, less time spent testing & debugging, and lower costs across the board.



EXPANDING THE VISION FOR THE MOBILE INDUSTRY



Many major companies use cross-platform frameworks, such as Alibaba, Amazon, BMW, Duolingo, eBay, Google, Meta, Microsoft, Shopify, Tencent & more.

EXPANDING THE VISION FOR THE MOBILE INDUSTRY



All major cross-platform frameworks are open source. Each is backed by a global community that contributes libraries, plug-ins, and fixes to fill in the gaps.

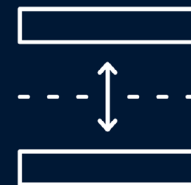
EXPANDING THE VISION FOR THE MOBILE INDUSTRY

Cross-platform frameworks still have gaps. They mainly support Android with GMS and iOS, but not emerging platforms & rarely support alternatives to default services.



EXPANDING THE VISION FOR THE MOBILE INDUSTRY

The Open Mobile Hub aims to fill the gaps in today's frameworks with open source to support more choice in key mobile services.



目录

前言	4
执行摘要	5
旧模式已不可持续	5
对未来方向的清晰愿景	5
移动开发者面临诸多挑战	6
挑战 1: 片面的视角与现实无法匹配	6
挑战 2: 新平台正在浮现	7
挑战 3: 默认服务限制了选择	8
挑战 4: 原生开发效率低下	10
挑战 5: 监管带来意外后果	12
挑战 6: 不同地区需要不同策略	13
人工智能迫使我们重新思考一切	14
在移动安全领域, 更多渠道意味着更多风险	15
跨平台开发让未来触手可及	16
经过验证的生产力	16
缩减应用开发预算	17
一举六得	17
整合团队, 聚焦核心	18
何时使用跨平台开发	19
何时不应使用跨平台开发	20
跨平台框架一览	21
更多框架即将出现	23
开源拓展可能性	24
跨平台框架仍存在不足	25
对新平台支持有限	25
默认服务锁定	26
一个繁荣的生态可以帮助填补空白	26
来自生态中的一些贡献	27
一个雄心勃勃的项目: Open Mobile Hub	28
结论: 拓展移动愿景	31
下一步取决于你的角色	31
致谢	32
关于作者	32
附录 A: 其他平台的安装基数	33
附录 B: 如何选择合适的跨平台框架	34
参考文献	36

前言

移动行业正处于转折点。多年来，开发者一直受限于少数几个主导平台——遵循其 API，按照其规范进行开发，并且在不同生态之间重复同样的工作。

尽管 Android（搭载 Google 移动服务 [GMS]）和 iOS 定义了大部分移动体验，但它们并非是唯一在被使用的平台。新一代移动环境已然到来，超过 20 亿台设备正在为创新提供真实的机遇。阻碍我们前进的并非是设备不足，而是缺乏开放灵活的工具，能够在这些环境间无缝衔接、又不将开发者锁定在单一生态系统或默认服务堆栈里的。这正是开源可以改变游戏规则的关键所在。

这份报告——基于对10个国家移动开发者和利益相关者的24次访谈——及时为全球移动行业的对话提供了最新的论点。它揭示了开发者在不同平台上重复编写相同功能所耗费的时间，并展示了跨平台框架（如Flutter、Kotlin Multiplatform（KMP）和React Native）是如何着手解决这些低效问题的。

然而，报告也指出现有框架的不足之处——尤其体现在支持非GMS Android设备上或提供地图、支付、认证等内置服务替代方案方面。

OMH 作为一个开源倡议，正致力于解决这一挑战。通过构建一套能够检测设备运行的平台并动态切换服务智能 API，OMH为真正的互操作性开启了大门——随之而来的，将是真正的市场竞争和用户的选择自由。

我们相信移动的未来是开放的，而凭借OMH，这一未来比以往任何时候都更加触手可及。

Mike Woster

首席营收官

Linux基金会

执行摘要

表面看来，常规的Android和iOS似乎是移动领域唯一的两大平台。然而，深入分析显示，已有超过20亿台设备运行在其他平台上。其中包括基于Android开源项目（AOSP）的设备，如Fire OS和Meta Horizon OS，以及HarmonyOS等新兴平台。

部分平台因成本、功能或地缘政治因素而在特定地区占据主导地位。与此同时，监管机构正逐步开放一度封闭的应用商店。替代服务正在挑战平台默认的服务设置。

平台、渠道、服务和工作流程的多云化选择，督促着我们重新审视移动生态领域。

旧模式已不可持续

长期以来，移动开发遵循一种高成本模式：为每个目标平台构建原生应用程序，接受平台的默认服务，并通过平台的应用商店进行分发。这种模式导致成本增加，上市时间延迟，并限制了开发者和消费者的选择空间。

跨平台开发提供了一种更聚焦的解决方案。Flutter、Kotlin Multiplatform（KMP）和React Native等框架使开发者能在不同平台复用80%以上的代码。采用这些框架的团队反馈其生产力提升了30%至50%。这些框架加速了开发者入门、功能开发、更新发布及 bug 修复流程。

这就是为什么从阿里巴巴到谷歌再到沃尔玛等企业都依赖跨平台框架来开发其关键业务应用。许多初创企业和小型公司也是如此。不断发展的生态系统提供了强大的代码库、插件和工具，可以满足大多数常见需求。

对未来发展的清晰愿景

然而，现有的移动开发仍存在许多缺口。大多数框架适配搭载GMS的Android和iOS系统，对非GMS Android、新兴平台以及认证、云存储、地图、支付等领域的替代服务支持有限。

OMH（Linux基金会项目之一）旨在通过统一API和开放标准，帮助各类框架支持更多平台和服务，从而弥补这些差距。

对于移动领域的决策者而言，现在正是拓展视野的时机。行业格局正在发生变化。一种能够提供更低成本、更具创新性、和更多选择的开发和部署应用程序的方式正在浮现。

移动开发者面临诸多挑战

Android和iOS似乎是移动领域的唯一玩家。而事实上，新平台和设备层出不穷。为每个平台开发原生应用会持续消耗宝贵的资源。初衷良好的监管措施往往带来意想不到的后果。地域差异的影响，可能让一款在硅谷成功的应用程序，在尼日利亚的索科托却难以立足。

所有这些挑战交织在一起，重塑了我们的认知。然而，本报告可帮助决策者以不同视角审视移动领域的发展，并洞察到其中一些令人兴奋的新机遇。

挑战1：片面的视角与现实无法匹配

当大多数人审视移动领域时，只看到Android和iOS。但当我们统计全球移动设备安装基数时，Android的普及率远高于iOS，如图1所示。然而，这种视角是过时和片面的。

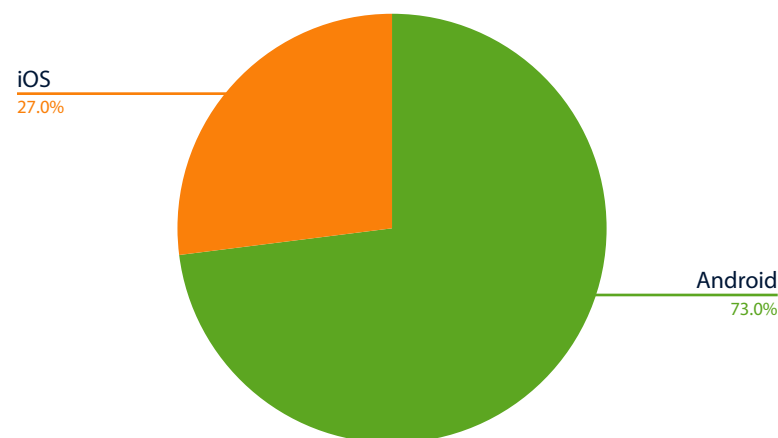
ANDROID的两个版本

Android分为两个截然不同的版本

- **标准Android**：三星、小米、vivo等厂商的手机采用此版本
- **AOSP**：不包含GMS的开源版本。GMS是提供认证、云存储、地图和购买等核心功能的专有层。正如Gmail、Google Maps和Google Drive等应用依赖于GMS，大多数第三方Android应用也依赖于GMS。

大多数关于 Android 的统计数据都会将这两个版本合并在一起。因此我们的饼图实际上应该为AOSP 单独划分一个区块，分析师普遍估计 AOSP 占有所有 Android 设备出货量的约 7%。[2]

FIGURE 1: ANDROID AND IOS GLOBAL MARKET SHARES, 2025



Source: Statcounter, May 2025 ^[1]

AOSP 的多种不同版本

任何原始设备制造商（OEM）都可以基于AOSP创建自己的Android版本。然而，由于没有GMS的访问权限，他们还需要替换GMS提供的核心服务，包括应用登录、位置服务、推送通知和安全功能。大多数Android应用都依赖这些服务。

替换GMS不仅仅是更换几个应用而已，而是要重新构建整个生态系统依赖的服务层。目前已有数十个 AOSP 的分支问世，并取得了不同程度的成功。

“过去有 50 家不同的 Android OEM 厂商。我估计现在只剩下 10 家大型厂商了，” 谷歌高级软件工程师 David Zeuthen 表示。这意味着某些功能在不同手机上的展示和体验可能有所不同。**“即使在 iPhone 上，也存在着屏幕尺寸和功能的差异。”** 作为应用程序开发人员，你必须掌握所有这些细节，工作量十分庞大，” 他指出。[3]

新设备不断涌现

除了智能手机，开发人员还面临着不断扩大的设备形态：

- 人工智能设备，如眼镜和吊坠
- 翻盖手机，作为复古或极简主义设备重新流行
- Meta (Horizon OS) 和苹果 (Vision Pro) 的头显设备
- 智能手表和其他可穿戴设备，如智能戒指

此外，数以亿计的联网汽车正驶上高速公路，每辆车都是一台搭载多达200个物联网（IoT）传感器的带轮子的计算机，可以持续生成数据流。[4] 图1中的简单饼图并不能全面反映以上所述的实际情况。

挑战2：新平台正在浮现

事实上，已有超过20亿台设备在未搭载标准Android或iOS系统的情况下售出。我们的研究（详见附录A）显示，至少有5亿台AOSP设备已出货。

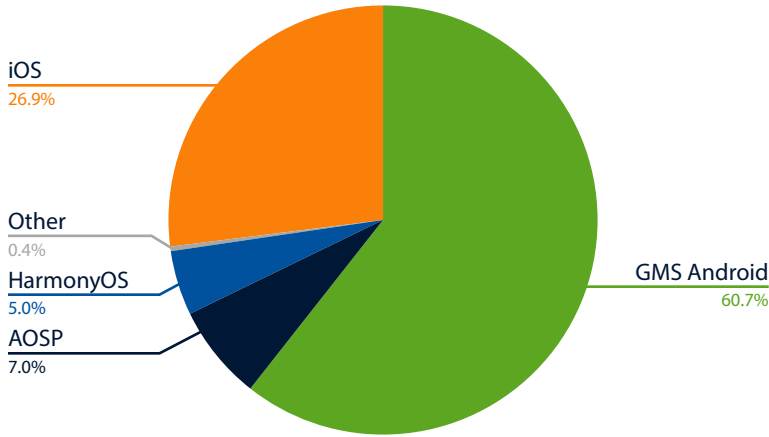
此外，第三大全球平台已崭露头角：HarmonyOS。华为于2019年推出该平台，并迅速发展。其中，版本1和2基于Android，版本3和4基于Linux，而HarmonyOS NEXT（即版本5）则是完全自主研发的版本。OpenHarmony为其开源版本。

Harmony和OpenHarmony目前估计运行在11亿台设备上。自2024年初以来，中国市场HarmonyOS智能手机销量已超越iOS。 [5] 华为即将向非洲和欧洲推出该平台。

如图2所示，更准确的饼图需要包含AOSP（非GMS Android）和HarmonyOS的切片，并加入其他平台的细分。这三项新增内容目前已占全球移动设备市场份额超过12%，而且该比例仍在持续增长。

“我认为这对开发者来说是一个重大机遇，” 移动安全服务提供商Approov的首席执行官Ted Miracco表示。**“如果你面向欧洲、中东、拉美、印度或中国消费者销售产品，就必须从全球视角考虑这个问题。”** [7]

FIGURE 2: AN EXPANDED VIEW OF THE WORLD MOBILE MARKET, 2025



Sources: See note 6 in the References section.

挑战3：默认服务限制了选择

每个移动平台都预装了一系列应用程序，如Apple Maps、Apple Pay、Apple iCloud、Google Maps、Google Pay和Google Drive。这些应用程序会直接呈现在新设备的主屏幕上。

它们内置于操作系统中并紧密集成。因此，这些应用程序具备即开即用的优势，从第一天起就开始塑造用户的期望和使用习惯。

在这些应用程序之下的是平台服务，如身份验证、云存储、地图和支付。开发者依赖默认服务来构建从Airbnb到Uber的第三方应用程序。这些服务被深度集成到操作系统SDK中，使得它们使用起来非常方便，也更难以被替代。

于是形成了这样一个自我强化循环：用户依赖默认服务是因为它们始终存在，而开发者围绕这些服务进行开发则是因为这是最省力的路径。

这就使得替代应用或服务难以获得青睐——即使它们在适配性、隐私、安全或区域相关性方面更优。

从移动支付到休闲游戏

这一困境影响着每一个应用，从移动支付到休闲游戏。

“谷歌和苹果提供的支付系统已集成到操作系统中，”波兰软件开发公司Software Mansion的工程总监克日什托夫·马杰拉（Krzysztof Magiera）指出。**“当用户使用其他支付方式时，消费者需要执行额外步骤来完成支付，”**他说。**“因此，消费者更有意愿去选择默认选项，因为这样对他们来说更容易。”** [8]

西班牙移动游戏发行商Curro Alvarez也观察到开发者在选择服务时存在相同趋势。

“所有人都会使用Firebase进行分析和云存储，因为谷歌提供免费服务，”他说，**“一旦用户使用Firebase，若想将其迁移到微软的PlayFab，将是一项巨大工程。”** [9]

这种状况为开发者带来了高昂的切换成本，并使得任何替代服务难以获得关注。结果不言而喻 - 开发者和消费者都面临更少的选择。

在移动服务之间切换并非易事

开发者可能有充分理由不使用应用中的默认服务。Google Maps可能不是某些地区的最佳地图。Apple Pay在某些国家可能无法使用。此外，如果任何服务出现故障，开发者可能需要在短时间内切换到备用服务。

然而，进行这种切换绝非易事。

每个服务都依赖于一个API，而服务提供商可以按自己的方式编写代码和文档。API可能采用独特的身份验证、数据格式和错误处理方式。 [10] API可能暴露敏感信息并带来安全风险。当API更新时，使用旧版本的任何应用都可能出现故障。

要将任何新服务集成到应用中，开发者必须搞清楚所有这些细节。

与多个API协作极具挑战性

当前平均每个应用会使用25至50个第三方API。 [11] 此外，Android系统自带数十个平台默认API，用于云同步、推送消息、支付等功能。每个API都会暴露自己的接口。

每个开发者可能需要管理100个或更多不同的API：这是一项令人头疼的差事。

整合大量API **“会是一项复杂、耗时的工程，并增加了出错、延迟、停机、数据丢失、安全和性能风险等问题出现的可能性，”** Hackmamba博客确认道。[12]

难怪移动开发者将处理大量 API 视为最大的痛点之一。[13]

挑战 4：原生开发效率低下

曾经，每家软件公司都有两个团队，分别维护两个代码库，来支持 Android 和 iOS 的原生应用。这些团队各自为政，使用不同语言，几乎不交流。

然而，使用独立团队支持两个平台就意味着每个功能都需要开发两次、修复两次、发布两次。这种巨大的重复工作会带来明显的成本增加和延迟。此外，如果公司希望开发非GMS Android版本，还需额外开发第三个版本。

本地开发增加了成本和延迟

为每个平台使用独立团队会在应用生命周期中增加成本和延迟：

- 新开发人员学习平台特定工具会延缓上手速度。
- 功能在不同平台上滞后。
- 功能或行为不一致会引发大量客服电话。

独立的设备池和测试平台会导致测试成本飙升。

“我认为平台专属团队正在浪费资金和效率，” 谷歌KMP产品经理马特·迪尔（Matt Dyor）表示。[14]

“我看不出维护独立团队的意义，” 谷歌Flutter跨平台框架联合创始人伊恩·希克森（Ian Hickson）表示。 **“为什么不让整个团队专注于一件事？这样会更高效。”** [15]

部分额外成本隐藏得更深

亚马逊支持一个令人惊叹的生态系统，数千名工程师在内部及为不同合作伙伴、供应商和客户处工作。一年内，亚马逊可能有100或200人参与单个应用的开发，其中部分人毫无移动端经验。此外，该公司还识别出了一种“协调成本”，即保持如此多人协同工作的开销。

“协调团队之间的工作需要投入大量精力，并且随着团队规模扩大而呈指数级增长，” 亚马逊负责Prime Video应用的主工程师Erin Brasch指出，**“如果团队有10人，你能得到10名开发者的产出。但如果团队有100人，你可能只能得到30名开发者的产出。”** [16]

软件开发并非以线性方式扩展。参与的人越多，在沟通、场景切换和会议中带来的阻力就越大。

从《人月神话》[17] 的弗雷德·布鲁克斯 (Fred Brooks)，到亚马逊创始人杰夫·贝索斯 (Jeff Bezos)，都阐述过这一观点。后者提出，任何团队都应保持足够小，小到可以用两份披萨喂饱全团队。[18]

战略隐患

高成本的原生开发也会对战略决策产生负面影响。企业可能因在多个代码库中实现新功能的成本过高，而推迟进入新市场或搁置新功能。他们可能避免采用能带来优质用户的全新平台。

这种保守策略限制了创新并缩小了消费者选择范围。简而言之，原生开发拖慢一切进程、束缚人才，并使组织陷入不必要的过度谨慎。



案例研究：为何一家初创公司永远不会开发原生应用

Devicethread 是一家致力于数字智能的酒店业初创公司。

创始人桑迪普·巴特 (Sandeep Bhat) 面临艰巨任务：抽象化智能设备（如门锁、冰箱、灯光和恒温器）的复杂性。每个设备都有自己的API和协议。有些易于集成，有些则不透明。

他的目标是为运营商提供 **“一个统一界面来控制酒店内的一切”**。[19] 目前，Devicethread 采用基于网页的应用程序。若未来需要为客人提供移动应用，Bhat 态度明确：必须实现跨平台兼容。原生开发绝非选项。

“既然已经在硬件 API 上吃了苦头，为何还要在移动端重复同样的痛苦？” 他说，**“我们无法承担重复建设同一系统的成本。你会有两个应用，它们会逐渐出现差异。现在你需要两支团队、两名测试人员、两套专有知识。这简直是噩梦。”**

在过去的项目中，Bhat曾成功使用Flutter。**“跨平台是初创企业的唯一理性选择，”** 他说，**“我希望一次开发，全球部署。”**

他对招聘同样务实。**“你拥有庞大的网页开发人才池。为什么要把自己局限于那个做原生开发的狭小群体？”**

对于devicethread而言，跨平台开发是保持精简和理性的最佳策略。

挑战5：法规带来意想不到的后果

移动技术对全球数十亿人至关重要，它将我们与工作、娱乐、朋友和家人紧密连接。我们随身携带设备，并每天会使用数小时

当两大平台主导市场

尽管移动市场至关重要，但它目前主要由两大平台主导。开发者面临高昂的迁移成本、受限的分发渠道，且对平台发展路线图几乎没有影响力。

这些结构性低效缺陷抑制了开发者和消费者的创新、竞争以及获得真正意义上的选择权利。

政府正通过立法干预来开放市场。欧盟的《数字市场法案》（DMA）以及其他司法管辖区的类似举措，正迫使苹果和谷歌允许第三方应用商店入驻他们构建的移动生态。

“DMA只是开始，”一位欧洲汽车行业高管表示，“类似立法很可能在全球范围内出现，迫使平台提供商开放应用分发和API。这将改善开发者访问权限，并赋予设备制造商更多创新自由。” [20]

善益的监管可能适得其反

然而，这里存在一个悖论：立法者为帮助开发者而制定的监管措施，最终可能使他们的处境更加艰难。尽管新规则促进了竞争，但同时也带来了更多的复杂性和风险：

- 需应对多个应用商店
- 需集成替代支付系统
- 不同司法管辖区有不同合规规则
- 跨渠道需采用多种安全模型

这些意想不到的后果给开发者，尤其是小型开发者，带来了额外负担。几乎所有受访者都认为监管将持续加强。然而，并非所有人都认为这会是一个明确的利好。

“监管永远不会停止，”Flutter联合创始人Hickson表示，“但监管的问题在于，你无法通过监管让竞争对手凭空出现。” [21]

政府可能扩大监管范围，但开发者仍需要有人来示范可能性。有时候，社区主导的替代方案会来承担这个角色。

挑战6：不同地区需要不同策略

不同地区的人们往往偏好不同设备，这通常与成本有关。这些区域差异为应用开发者增添了又一层复杂性

在撒哈拉以南非洲，移动应用并不流行

市场顾问博拉·阿福耶指出，在非洲复制美国模式无法成功。阿福耶最初来自尼日利亚，现在在伦敦附近运营 Perform Africa Partnerships，帮助金融科技和电信公司在撒哈拉以南国家开展业务。该地区目前有超过10亿人口，预计到2050年将达到20亿。[23]

阿福耶指出，对于该地区许多人来说，非GMS安卓手机是唯一负担得起的选择。这些设备存储空间极为有限，有时仅有16GB。这甚至不足以安装除几个预装应用之外的其他应用。因此，与其通过删除邮件、照片或其他应用的方式来为新应用腾出空间，大多数人会选择使用网页版应用。



案例研究：地图服务的替代方案

开放地图基金会（OMF）正在构建开源地图数据，为开发者提供创建自有地图应用的另一种选择。下一阶段的挑战是帮助开发者明确如何将该方案融入其产品开发路线图。

OMF执行总监马克·普里奥勒（Marc Prioleau）认为，开放地图是开发者重新掌控自有数据的途径。

“人们对地图服务有强烈的偏好，且容忍度极低。他们希望获得无缝衔接并连贯的体验，”他说，“如果我为你规划的路线完美无缺，你会想，‘这是你的工作。’**如果我规划得稍微有误，你一辈子都会记得。”** [22]

这就意味着开发者必须持续获取高质量、实时更新的地图数据。

苹果和谷歌已投入数十亿美元发展地图服务。这些平台还会收集开发者的位置搜索数据，并将其用于自身的商业化广告和服务（如Waymo无人驾驶出租车）。这种模式可能限制独立开发者的发展机会。

普里奥勒指出：“**如果你为开发者提供高质量的开放地图，就能帮助他们自主构建产品并掌控自己的命运，**”

类似OMF等项目可以帮助开发者突破平台守门人的限制。法规可能重塑格局，但开发者仍需开放服务才能看到不同的前进路径。

“一些开发者认为他们绝对需要一个应用程序才能进入市场，但我告诉他们这是愚蠢的，”阿福耶说。“我见过基于URL的网络服务积累了数百万用户，却难以达到应用程序1万次的下载量。最明智的做法是打造一个移动兼容的网站。” [24]

地缘政治可能成为障碍

自俄乌战争爆发以来，俄罗斯对西方公司关闭了大门。随着世界分裂为不同的阵营，并非所有应用程序都能在另一方阵营里受到欢迎。

对于外来企业而言，在中国销售移动应用并不容易。西班牙游戏发行商Curro Alvarez在上海开设办公室以推广其游戏。然而，他指出该地区的商业环境很不一样。

“你需要向合作伙伴提供源代码，以便他们编译并以自有品牌发布游戏，”他说，**“在当地每产生1美元收入，我们可能仅获得不到10美分。”** [25]

尽管如此，阿尔瓦雷斯在其他地区仍取得成功。在南美洲，他发现不到10%的消费者拥有信用卡。因此，他设计了一种通过移动运营商支付的方案。如今，他正探索将游戏引入汽车和飞机的途径。

关键在于开发者要认识到区域差异，并以全新的视角探索两大平台之外的机遇。

AI让我们重新思考一切

除了开发者面临的其他挑战，还有AI。

“编写代码的门槛正在以惊人的速度降低，”Y Combinator毕业生、初创企业顾问安德鲁·登塔(Andrew Denta)表示，**“过去需要一天完成的工作，现在只需一小时。”** [27]

AI不仅能帮助开发者更快编写代码，更迫使团队重新审视从工具、团队到软件开发本质的方方面面。

- **“人工智能正迫使企业彻底重新思考软件开发的方式，”**移动工作室Freeplay的首席执行官伊恩·凯尔斯(Ian Cairns)表示。 [27]
- **“软件开发的未来正被由注重效率、智能和适应性的趋势塑造，”**软件公司Intersog的首席执行官伊戈尔·费杜洛夫(Igor Fedulov)表示。 [28]
- **“有一种新的编程方式，我称之为‘氛围编程’，即完全沉浸于氛围中，拥抱指数级增长，甚至忘记代码的存在，”**OpenAI联合创始人安德烈·卡帕西(Andrej Karpathy)表示。 [29]

所有人都关注人工智能，但无论是对移动开发者还是其他人，没有人能清晰预见其发展方向。

在移动安全领域，更多渠道意味着更多风险。

迄今为止，两大应用商店仍是主要的分发渠道，并向用户承诺提供一定基础安全保障。然而，面对数百万应用的监测压力，部分恶意行为者仍有机会钻空子。

“应用商店通过精选列表、用户评价和自动化扫描，让用户相信应用是‘安全的’，”移动安全公司Approov的首席执行官特德·米拉科（Ted Miracco）表示。**“但许多检查只是表面文章，无法阻止更强大的攻击者。”** [30]

如今，就连这一模糊的安全基线也在消失。欧盟的《数字市场法案》（DMA）及全球类似政策正迫使苹果和谷歌允许第三方应用商店和替代支付方式的入驻。然而，更多渠道同时也意味着更多风险。

“哪里有复杂性，哪里就给了黑客机会，”米拉科指出，**“移动应用处于高度暴露状态，而设备端缺乏控制。”**

他警告称，黑客可以克隆或修改移动应用，或编写模拟真实应用的脚本，以干扰设备或安装恶意软件。每增加一个新的应用商店、渠道或支付系统，就意味着需要增加一个安全保护层。

开发者必须保护自己的签名密钥，验证更新机制，并确保用户不会安装被篡改的版本。

传统防御措施，如混淆机密信息，已不再有效。人们可以通过下载、反编译和爬取应用程序以获取API密钥、加密凭证和其他嵌入式机密信息。

“那么，您应该将安全预算重点放在哪里？是尝试在移动应用周围筑起高墙？那里的数据才是有价值的？”米拉科问道。**“不，有价值的数据在云端。”**他指出，要保护这些数据，必须持续监控并验证每台设备、每个应用和每笔交易。

跨平台开发并不能消除所有安全风险。然而，它确实能降低管理多个代码库的成本，从而释放多余的资源用于加强防御。

随着应用分发变得更加开放，开发者不能再依赖他人来处理安全问题。这项工作现在完全落在他们自己肩上。

跨平台开发让未来更加清晰

经过多年与孤岛式平台团队合作，许多移动行业领军者如今已看到更优的解决方案。通过采用跨平台框架（如Flutter或React Native），开发者可节省时间和成本、整合团队，最重要的是实现“一次开发，多端部署”。

这种方法曾被视为一种妥协，会导致应用性能较差且用户界面（UI）怪异。然而，在过去十年中，这些框架不断演进和成熟。如今，与时俱进的企业正在利用它们超越仍固守传统原生开发模式的竞争对手。

经过验证的生产力

从新开发者的入门到修复 bug，跨平台开发在软件生命周期的每个阶段都能提升生产力。具体体现在：

- **更高效的人员上手：**新开发人员只需学习一个代码库，通常使用他们已熟悉的编程语言。
- **更快捷的新功能落地：**核心业务逻辑只需编写一次，即可在所有平台共享。
- **更简化的发布流程：**更新和 bug 修复可同时部署到所有平台。
- **版本同步：**不同平台的发布保持兼容并同步更新。
- **测试成本降低：**共享代码意味着减少测试场景和边缘案例。

由于时间就是金钱，所有这些优势最终将降低开发成本。事实上，专家和公开资料的共识指出，开发成本可以节省30%至50%。^[31]

部分人认为这一数字偏低。毕竟，若一家公司从两个完全独立的代码库迁移到一个80%共享的代码库，生产力提升难道不应更接近80%而非30%？一位开发者估算提升幅度可以到2倍；另一人则基于经验表示3倍更接近现实。^[32]

“你们提到的30%左右的估计是可信的，”谷歌KMP产品经理Dyor表示。^[33]不过，他指出衡量开发人员的生产力并非精确科学，并希望看到该领域能开展更多研究。我们也希望如此。

缩减应用开发预算

开发一款具备地理位置、支付功能和集成社交媒体的基本应用，预计成本在\$20K至\$50K之间，软件高管伊格诺·特鲁诺夫 (Ignor Trunov) 估计。他指出，支持音视频、多语言及与多屏幕实时同步的复杂应用，成本可能在\$75K至\$250K之间。[34] 当然，这些只是大致估算。

任何移动应用的精确预算取决于多个因素，包括复杂性、合规要求、目标平台数量、测试需求、用户界面/用户体验 (UI/UX) 以及手机硬件的使用，如摄像头或近场通信 (NFC)。

无论具体数字如何，将总预算削减三分之一对所有人都具有吸引力

一举六得

跨平台开发被称为“2合1”方案，因为团队可以从同一代码库中获得Android和iOS应用。[35]如果支持另一个平台（如Web或Windows），则可实现“3合1”方案。最终，如果支持Android、iOS、Linux、macOS、Web和Windows的完整平台组合，这一比例可提升至“6合1”。

“我在业余时间参与的一个项目是一款面向桌面、移动设备，可能还包括网页的2D游戏，” Flutter联合创始人 Hickson表示，“因此我的目标是覆盖六个平台，且完全不使用原生代码。” [36]

面对当前平台数量，开发者未来或许能通过跨平台方案进一步提升效率。想象一下，通过支持AOSP、Fire OS、HarmonyOS、Meta Horizon OS、watchOS和Wear OS，开发者可以实现12合1的开发方案。

没有一家公司愿意为12个独立的原生团队付费，并觉得这是合理的。支持如此多的平台只有通过跨平台方法才能实现成本效益。

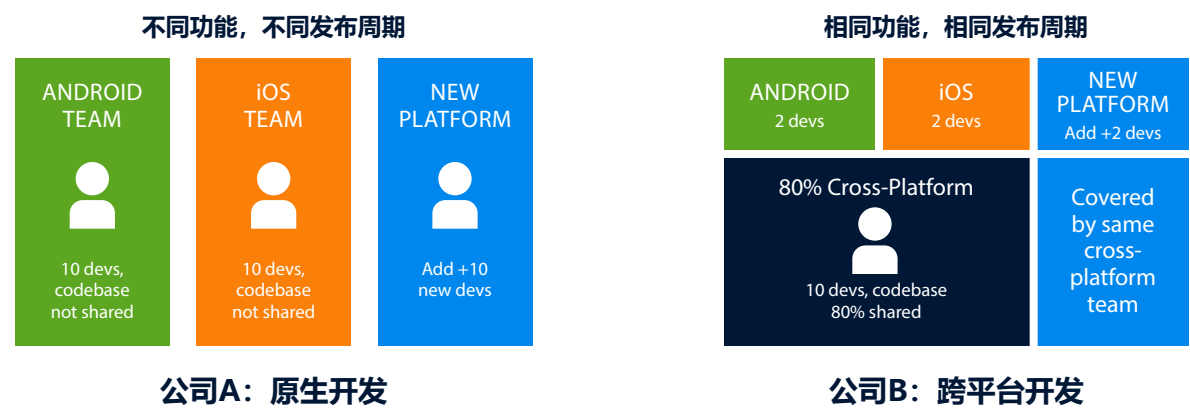
整合团队，聚焦核心

Adopting a cross-platform framework changes how companies structure development teams and allocate 采用跨平台框架会改变公司构建开发团队和分配预算的方式。IT团队经常被要求用更少的资源做更多事情，而这正是实现这一目标的一种方式。

图3展示了两家拥有Android和iOS版本应用的典型公司。如今两者都在制定预算来支持第三个平台。请注意：

- 公司A需要新增一个10人的原生开发团队，总人数达到30人，来支持三个平台。
- 公司B可以继续使用原有的14人跨平台开发团队，仅新增2名原生开发人员，总人数为16人，人员规模缩减46%。

图3：跨平台开发带来的生产力提升



Source: The Linux Foundation, courtesy of Gordon Graham

然而，公司B能够在所有平台上交付相同的功能，共享发布周期并且重复工作大幅减少。同时，公司B可在需要时访问各平台的独特功能。这些成本的节省符合行业资料中记载的30%至50%的生产力提升范围。

以这种方式构建团队可带来效率、灵活性和响应速度的显著提升。同时还降低了风险；如果新平台未能获得市场认可，公司B仅需承担两名新员工的成本，而公司A则需承担10名员工的成本。这意味着公司B在第三个平台上达到盈亏平衡点所需的销售额远低于公司A。无论从哪个角度来看，这些实用和经济的优势都表明，传统的Android和iOS独立团队模式正被跨平台开发模式所取代。

“我对这些框架产生兴趣是因为我想更快地支持更多平台，” 流行应用内支付库 React Native IAP 的创建者 Hyo Jang 表示。

“如今大多数商业应用更受益于快速迭代和 A/B 测试，而非原生性能，” 他补充道，**“重复编写相同的 UI 和业务逻辑会拖慢团队进度——因此对大多数团队而言，跨平台是更合适的选择。”** [37]

何时使用跨平台开发

某些应用天然适合跨平台开发。当使用场景简单且速度至关重要时，这种方法能让应用更快、更经济地进入市场。

跨平台的四个案例

某些应用程序非常适合进行跨平台开发：

- 最小可行产品（MVP）或早期原型
- 界面简洁的应用程序
- 对原生功能需求较少的应用
- 同时支持Android和iOS系统的应用

案例研究：SHOPIFY 凭借跨平台战略取得成功

2020年，作为领先的电子商务平台，Shopify做出了一个关键决策：将所有移动应用迁移至跨平台框架 React Native。该公司希望通过将 **“iOS 和 Android 开发整合到单一技术栈”** 来 **“提升团队效率”**。[38]

工程领导层并未强行规定时间表，而是让各团队自行决定迁移的时间和代码量。迁移过程稳步推进。到2024年底，迁移工作完成：86%的代码库实现跨平台共享，仅剩14%为原生代码。

在此过程中，Shopify删除了180万行过时代码。应用程序仍保持快速运行，屏幕加载时间低于500毫秒（P75），并且Android和iOS版本现已实现了功能完全一致。[39]

Shopify工程总监穆斯塔法·阿里（Mustapha Alli）表示，这种方法对所有人都有益：包括现有工程师、新员工以及整个公司。

“这种灵活性不仅为工程师开辟了更多增长机会，” 他说，**“还提高了人员配置灵活性，使团队能够用相同数量的开发人员完成更多工作。”** [40]

对于全球最受尊敬的电子商务平台之一而言，转向跨平台开发是生产力、性能和人才方面的战略胜利。

“对于快速发展的初创公司而言，以可用的产品快速进入市场是首要任务，”一篇关于 React Native 优缺点的近期文章指出。使用框架构建最小可行产品（MVP）**“能在最短时间内以最低成本验证想法的可行性。”** [41]

部分应用的用户群体分布在Android和iOS平台上。对于这种情况，跨平台开发可生成在两个平台上外观和功能基本一致的应用。这确保了两个版本在功能和更新上的同步，同时减轻了技术支持和 bug 修复的负担，并消除了用户对缺失功能的投诉。

跨平台框架仍存在一些局限性。然而，对于许多团队而言，这仍是实现“一次开发、多平台部署”的最合理方案。

何时不应使用跨平台开发

尽管跨平台开发具有诸多优势，但并非适用于所有开发者。某些组织，如OMF，从不开发移动应用。还有一些组织则专注于核心基础设施、后端服务或位于UI层之下的代码库，他们因此可以规避大多数平台问题。

如果应用需要大量动画、音视频功能，或频繁调用硬件原生API（如摄像头、GPS、NFC等），原生开发目前仍能提供更优性能。

遗留应用的困境

部分团队一开始并没有考虑跨平台开发。他们可能先开发Android应用，积累一定用户基础后再考虑添加iOS版本。

“在这种情况下，为新平台定制开发可能更简单，” Open Infra Asia顾问、曾任职于Square和微软的Richard Sikang Bian表示。**“如果你用跨平台框架开发新应用，最终还是会得到两个技术栈。”** [43]

在这种情况下，Bian建议保持原生开发并针对每个平台优化应用。这一原则也适用于拥有遗留应用的任何企业。将这些应用转换为跨平台需要前期投入大量精力，因此节省成本的效果不会立即显现。

部分公司无需跨平台

部分企业无需移动应用，或无需支持多个平台。

例如，西门子数字工业软件（Siemens Digital Industries Software）的一条产品线是数学模型，主要用于建筑渲染应用。没有GMS？屏幕不兼容？这些模型并不关心，它们位于应用层之下。

该公司唯一的跨平台挑战是测试，因为所有模型必须在Android、iOS、Linux、macOS和Windows上顺畅运行。另一个例子：远程控制的Louma起重机帮助电影和电视制作获取挑战性镜头。该奥斯卡奖获奖系统包含硬件和软件，通过eFoundation开发的无Google版本的Android系统集成。

该系统运行在特定的三星平板电脑上，通过私有网络连接，不依赖互联网，也不使用地图或支付等服务。由于整个系统仅基于单一平台，Louma无需进行跨平台开发。

因此，跨平台框架对这类非主流移动产品毫无意义。

跨平台框架概述

目前移动开发中常用的四种跨平台框架是 Flutter、KMP、NativeScript 和 React Native。这四种框架均为开源并且免费，各自拥有忠实的用户群体。

Flutter（由 Google 开发）、KMP（由 JetBrains 开发）和 React Native（由 Meta 开发）是大型科技公司为培养用户对特定平台、生态系统或工具集的忠诚度而进行的战略投资。NativeScript 是由 OpenJS 基金会（及 Linux 基金会）支持的社区驱动项目，没有单一的商业所有者。

下表从发布日期、赞助方、主要用户、原生语言和工具链等关键维度对比了这四个框架。所有框架均可输出在 Android（带或不带 GMS）、iOS 和 Web 平台运行的应用。对新兴平台（如 HarmonyOS 或 Fire OS）的支持情况各不相同。

主要跨平台框架, 2025

	Flutter	KMP	NativeScript	React Native
Launched	2017	2017	2015	2015
IP holder	Google	JetBrains	OpenJS Foundation / Linux Foundation	Meta
Ecosystem	Backed by Google, strong tooling, large plug-in library	Backed by JetBrains, fast-growing, strong IDE integration	Backed by OpenJS, smaller but active community	Backed by Meta, mature, broad npm ecosystem
Major users	• Alibaba • BMW • eBay • Google Pay • The New York Times • TikTok	• Autodesk • Forbes • Google Docs • McDonald's • Netflix • Philips Hue	• Debeka • eLichens Air • FanFiktion.de • Globe Telecom • SAP Enterprise • Vocal Image	• Bloomberg • Instagram • Pinterest • Shopify • Uber Eats • Walmart
Native language	Dart	Kotlin	JavaScript / TypeScript	JavaScript / TypeScript
Tooling / IDE	VS Code, Android Studio	IntelliJ, Android Studio	VS Code, Chrome DevTools, JetBrains	VS Code, Chrome DevTools (via Expo)
More info	https://flutter.dev/	https://kotlinlang.org/docs/multiplatform.html	https://nativescript.org	https://reactnative.dev/

来源: 见注释 44

更多框架即将出现

尽管现有框架目前广受欢迎，但更多开源、跨平台框架正蓄势待发。以下三个新兴框架值得关注：Godot 游戏引擎、TikTok 母公司推出的 Lynx，以及 Tauri。

GODOT，新兴游戏引擎

Named after the celebrated play “Waiting for Godot,” this free, open source game engine can create 2D and 3D games for 该引擎以著名戏剧《等待戈多》命名，是一款免费开源游戏引擎，可创建适用于 Android、iOS、Linux、macOS、网页、Windows 及 AR/VR 头显的 2D 和 3D 游戏。它采用自有脚本语言（GDScript）以及 C#、C++ 和可视化脚本。Godot 基金会总部位于荷兰。

2023年，Godot迎来重大发展机遇。当时，Unity宣布推出备受争议的运行时费用政策。作为抗议，游戏开发者纷纷转向 Godot，引发广泛关注。此次风波迫使Unity撤回政策、解雇CEO并取该消费用。^[45]

此后，Godot获得多家科技巨头和工作室的投资，这些企业对更透明、社区驱动的开发工具表现出浓厚兴趣。

如需更多信息，请访问 <https://godotengine.org/>

LYNX 来自 TIKTOK 的母公司

字节跳动于 2024 年推出 开源框架Lynx，旨在性能、灵活性和跨平台支持方面与 React Native 竞争。该框架采用 Rust 语言开发，并使用 Skia 进行渲染。

Lynx致力于为开发者提供统一的工具集，用于开发高性能应用程序，支持Android、iOS、Web、Windows 和 macOS 平台。Lynx 没有使用 JavaScript 桥接，采用零桥接架构，将布局和逻辑编译为原生代码。这既减少了运行时开销，同时又允许开发者使用JSX（一种类似JavaScript的UI构建语法）编写UI，能在不同平台间复用业务逻辑。

字节跳动已经在生产环境中使用 Lynx，来支撑 TikTok 的搜索面板、Studio 应用、应用内商店及主要直播页面。这验证了 Lynx 在高流量功能中的性能表现。该公司正积极招募贡献者以扩展其开源生态系统。2025 年路线图包括全面支持 VS Code 插件、扩展文档及社区治理。

如需更多信息，请访问 <https://lynxjs.org/>

TAURI 助力安全、可持续性能

Tauri 于 2022 年首次发布，是一个面向注重安全、尊重隐私和环境保护的软件工程师的开源框架。截至 2025 年，稳定的 V2 版本已支持 Android 和 iOS，对 Linux、macOS 和 Windows 的支持也即将推出。

Tauri 使开发者能够使用任何可编译为 HTML、JavaScript 和 CSS 的前端框架开发轻量级、安全的应用程序。对于后端逻辑，开发者可以使用 Kotlin、Rust 或 Swift 编程语言。

该项目强调小型的可执行文件、低内存以及最小化的系统访问权限。这些特性对关注可持续性和性能的团队具有吸引力。

如需更多信息，请访问 <https://tauri.app/>

开源拓展可能性

跨平台框架（如 Flutter、React Native 和 KMP）的核心是开源的。它们的成功离不开全球那些充满活力的社区每天对这些工具的维护和扩展。

开源开发催生了日益壮大的生态系统，包含各类代码库、插件及软件开发工具包（SDK）。这些工具降低了复杂性、消除了平台差异，并为开发者提供了从身份验证到支付等各类预构建组件。

“这一代的程序员并非在专有软件环境中成长，” 专注于 React Native 跨平台开发的 Callstack 首席工程师 Michal Pierzchala 表示。

“当我们开始编程时，所有工具都是开源的。有Linux，有GitHub，有版本控制。这就是为什么我们把很多工作成果放到开源池里。我们知道这可以帮助到我们自身，也可以帮助他人，同时也是对Callstack专业能力和社会认可。” [46]

这种共享创新加速了进步。开发者无需等待路线图，可直接贡献代码或选择社区维护的替代方案来解决常见问题同样重要的是，开源提供了战略独立性。

团队无需受制于专有供应商的定价、优先级或权限。他们可以将一个工具进行分叉、修改，或在业务需求变化时完全替换。通过这种方式，开源拓展了当今框架的潜力。它让开发者能够支持更多环境、更快地采用新技术，并在移动生态系统演进中保持韧性。

这种灵活性是长期成功的关键。随着市场多元化发展和新平台的不断涌现，开源工具及其背后的社区将成为推动生产力和选择的引擎。

然而，即使拥有强大的社区和成熟的框架，开发人员仍会遇到缺口，尤其是在支持新平台和替代服务方面。

跨平台框架仍存在差距

尽管已经被广泛使用，今天的跨平台框架仍未能实现“写一次，到处运行”的愿景。大多数框架仅对新兴平台和平台默认服务替代方案提供有限的支持。

对新平台支持不足

大多数框架聚焦在Android（搭配GMS）和iOS。结果留下了重大盲区：

- 非GMS Android手机（在非洲、中国和印度等地区很普遍）
- 新兴平台，如Fire OS、HarmonyOS 和 Meta Horizon OS
- 其他专用设备平台，如车载系统、智能电视和 AR/VR 头显

对于希望触达数百万新用户或拓展至 AR/VR 头显、联网汽车、智能电视等新领域的开发者而言，这些缺口难以忽视。

例如，智能电视并非移动设备，但用户在观看电视时经常会同时使用手机或平板电脑。虽然在常规 Android 和 iOS 设备上屏幕共享可以无缝实现，但在非 GMS 设备上该功能往往不可用。将移动应用分享到大屏幕是很自然的用户需求，但并非所有平台都提供原生支持。

默认服务锁定

跨平台框架通常假设所有开发者都倾向于使用平台默认服务，例如：

- 身份验证
- 云存储
- 支付
- 地图

这个假设限制了开发者和消费者的选择。开发者团队经常面临供应商锁定、服务与地区不匹配，或需额外工作集成第三方替代方案等问题。

即使是流行功能，如替代支付或地区特定地图，也经常需要定制原生模块。这一切都打破了单一代码库共享的承诺。

一个繁荣的生态系统可以帮助填补空白

幸运的是，开源社区和商业供应商正在积极行动。他们创建了一个充满活力的生态系统，提供工具、插件和模块，以帮助弥补平台和服务覆盖范围的差距。

这些解决方案展示了共享接口和模块化插件的强大功能。有的会提供跨平台工作的核心服务统一API。另一些则提供符合合规性或安全要求的强化解决方案。

例如，Approov 的移动应用安全工具可以快速集成到多个框架中，包括 HarmonyOS。这仅是侧边栏中提到的生态系统的四个有用贡献之一。

一个雄心勃勃的开源项目旨在走得更远。OMH 项目力求超越零散的修复工作，旨在为跨平台和服务提供一致的开发者体验。其目标是节省开发者时间并为消费者提供更多选择。

来自生态中的一些贡献

以下是移动生态系统中四个有用的贡献，它们提供了身份验证、强大的安全性、应用内支付和应用内消息传递。

这四个示例展示了抽象层的强大功能，这些层隐藏了平台复杂性并为开发者提供一致的API。它们的受欢迎程度证明了跨平台和服务提供商解决方案的必要性。

APPAUTH FOR ANDROID

- 用例：OAuth 2.0 和 OpenID Connect 认证流程
- 为何值得关注：开发者可通过使用标准接口避免依赖供应商特定的 SDK
- 抽象化对象：任何符合标准的 OAuth2/OpenID 提供商，包括 Auth0、Google、Microsoft 和 Okta
- 文档：[AppAuth GitHub](#)

APPROOV 移动安全 SDK

- 应用场景：运行时移动应用保护和 API 验证
- 为何值得关注：提供统一的安全层，与后端提供商无关
- 摘要：集成多个 API 网关和移动后端
- 文档：[Approov Docs](#)

REACT NATIVE IAP

- 应用场景：应用内购买
- 为何值得关注：提供统一的 API，抽象化 Android、Fire OS 和 iOS 平台上的应用内购买机制
- 摘要：Amazon Appstore、Apple App Store 和 Google Play Store
- 文档 <https://react-native-iap.hyo.dev/docs/get-started/>

MULTIPAZ

- 应用场景：数字身份，尤其适用于钱包
- 为何值得关注：提供 API 简化数字身份的创建
- 抽象层：Android、AOSP 和 iOS
- 文档：[Link](#)

一个雄心勃勃的项目：Open Mobile Hub

OMH 是一个雄心勃勃的开源项目，旨在赋能开发者“一次开发，随处运行”。

OMH 的核心使命是开发一套全面的 SDK，可在所有移动环境中无缝运行，包括 iOS 和所有版本的 Android（无论是否包含 GMS）。OMH 计划未来扩展至新兴平台，如 Fire OS 和 HarmonyOS。

与现有框架集成

OMH 架构基于一个模块化且透明的层，连接跨所有平台的各种移动服务。与创建另一个开发框架不同，OMH 提供模块化 API，可与现有跨平台框架集成。

这意味着开发者可以继续使用其选择的框架，无需学习曲线，同时可访问更广泛的平台和服务。这保留了团队在 Flutter、KMP 或 React Native 上的投资，并通过支持熟悉的工作流程降低协作摩擦。

支持更广泛的服务选择

这种创新设计使开发者能够以极低的成本切换不同的移动服务。即使在服务中断期间，开发者也能实时切换服务以避免收入损失。

例如，若开发者希望使用 Google Maps 的替代方案，OMH 可让开发者选择其他地图服务，如 Azure Maps、Mapbox 或 OpenStreetMap。这种即插即用的能力还扩展至其他关键服务，如身份验证（支持 Google、Microsoft、Facebook 和 Dropbox 等提供商）和云存储（包括 Google Drive、OneDrive 和 Dropbox）。

这种方法允许按服务进行细粒度选择，并确保无论后端提供商如何，行为一致。OMH 会阻止任何混淆的错误或故障，并将这些调用转发给正确的服务提供商。

经过验证的社区和治理

作为Linux基金会下的开源项目，OMH受益于一个经过验证的治理模型，该模型已成功管理了许多其他多供应商倡议。为最大化地覆盖开发者范围，OMH计划向跨平台开发框架（如Flutter、KMP 和 React Native）贡献SDK。

通过降低开发成本、扩大移动服务选择范围并培育真正开放协作的环境，OMH正持续推动创新并赋能一个更加互联、易于访问的全球移动生态系统。

移动行业专家的认可

“我认为这是一个绝佳的主意！” 咨询顾问Bola Afuye表示，非洲开发者经常抱怨应用开发成本过高。**“如果能一次性开发并确保完美运行，这将消除额外成本，对开发者而言显然很有意义。”** [47]

“如果它运行良好且看起来原生，我认为这将非常有用，” OpenWallet 基金会 Multipaz 数字身份功能的项目负责人 David Zeuthen 表示。**“而且它必须是私密的，必须是安全的。这些将是开发者的主要关注点。”** [48]

“通过提供一致、统一的常见服务API，OMH承诺为开发者降低成本和复杂性，” 某欧洲汽车公司工程副总裁表示。**“对于OEM厂商，OMH将释放资源，使我们能够专注于打造差异化体验，而非重复构建标准API。”** [49]

“我们完全认同这一愿景，” 谷歌KMP团队的马特·迪尔（Matt Dyor）指出。**“这使得服务提供商如Firebase 只需在 KMP 中编写一次代码库，KMP 开发者即可在 Android 和 iOS 上使用。随后，任何 iOS 或 Android 开发者均可使用该代码库。”** [50]

全球峰会亮点

OMH 于 2025 年 7 月在日内瓦举行的首届全球数字协作大会上亮相。此次活动吸引了来自政府、行业和开源社区的超过 1,000 名参与者，共同探讨数字身份（ID）、凭证系统和可验证数据的未来。

OMH与Google Multipaz团队共同演示了这两个开源项目如何帮助解决跨平台互操作性和数字身份认证的关键挑战。

Multipaz提供了一套完整的开源构建模块，涵盖从凭证钱包到可验证数据流的数字身份认证全流程。这使企业、政府和项目能够在不从头开始的情况下，创建强大的身份认证解决方案。

这两个项目互补性极强。Multipaz 负责身份层，而 OMH 提供核心移动服务（如身份验证、云存储、地图和支付）的统一 API。两者结合将为开发者提供模块化、互操作的基础架构，支持跨平台无缝运行的安全移动应用。

多方共赢

该项目对互操作性的承诺解决了行业中每个角色面临的关键挑战：应用开发者、服务提供商和原始设备制造商（OEM）。

对于应用开发者，OMH 降低了处理多个 API 的学习曲线，并提供了更广泛的服务提供商选择。

对于服务提供商，OMH为替代服务打开了通向数亿设备的分发渠道。

对于OEM厂商，OMH支持开发运行替代操作系统和服务的同时，仍能提供兼容的开发体验，从而吸引开发者。

OMH正遵循由实际反馈持续演进的动态路线图，致力于帮助移动开发者在所有平台上节省时间并获得更多选择

结论：拓展移动设备的愿景

大多数人只看到两个移动平台：Android 和 iOS。然而，已有超过 20 亿台设备搭载其他系统出货，例如非 GMS Android、Fire OS、HarmonyOS 和 Meta Horizon OS。

世界已经改变，但许多团队仍按传统模式逐个平台开发原生应用。这种模式无法规模化。随着开发者面临更多平台、渠道、服务和工作流程，跨平台开发的需求愈发迫切。

Flutter、KMP 和 React Native 等框架已证明能在生产力、成本节约和覆盖范围方面带来显著优势。从阿里巴巴到沃尔玛等大型企业已将其用于关键业务应用。凭借蓬勃发展的生态系统，“一次编写，随处部署”的愿景比以往任何时候都更接近现实。

然而，当前的框架并未原生支持所有平台或服务。在身份验证、云存储、地图和支付等领域仍存在缺口。幸运的是，开源社区正通过工具、插件和雄心勃勃的项目（如 OMH）来填补这些空白。

接下来会发生什么取决于你的角色

- 开发者可以探索新平台、采用跨平台框架并为开源生态系统做出贡献
- 服务提供商可以投资跨平台 SDK、支持开放 API 并减少开发者在集成时遇到的阻力。
- OEM 厂商可以支持超越主流平台的框架和 API，以扩大其设备访问范围。
- 平台供应商可以拥抱开放标准，减少锁定，并在创新和开发者体验方面展开竞争。

移动开发未来必将是跨平台的、开源的，和以选择为驱动的。

技术已然就绪。社区正在持续壮大。商业案例也已得到验证。我们无需再费力去想象移动的未来。它已经清晰可见。

致谢

本报告基于对10个国家24位移动行业专家的访谈，以及对分析师报告、文章、博客、播客和新闻稿的广泛研究。特别感谢Bola Afuye (Perform Africa Partnership)、Curro Alvarez (Viva Games)、Sandeep Bhat (devicethread)、Richard Sikang Bian (OIF Asia Advisory Board)、Erin Brasch (Amazon)、约翰·达尔曼 (Siemens Software)、安德鲁·登塔 (Mangrove Technology)、马特·迪尔 (Google)、丹尼尔·戈尔德舍德 (OpenWallet Foundation)、伊恩·希克森 (Ian Hickson Consulting)、马克·霍奇基斯 (Louma)、张孝 (React Native IAP 创建者)、雷蒙德·赖 (Amaze 应用贡献者)、克日什托夫·马杰拉 (Software Mansion)、乔治·麦格雷戈 (Approov)、特德·米拉科 (Approov)、米哈尔·皮尔兹查拉 (Callstack)、安德鲁·平库斯 (亚马逊)、马克·普里奥勒 (Overture Maps 基金会)、奥斯卡·瓦伦苏埃拉 (亚马逊) 和大卫·泽滕 (谷歌) 接受了本次项目的采访。

还有一些人分享了他们的观点，但要求不具名

特别感谢 Open Mobile Hub 团队——包括 Ravi Belwal、Sunny Cheng、Saurabh Goyal、Daniel Ljunggren、David Lu、Kevin Niu、Dr. June Wang 和 Diego Zuluaga——他们为本报告提供了宝贵的意见，并为我们引荐了许多专家。

特别感谢 Linux Foundation 团队，包括 Mike Woster 的鼓舞人心的领导力、Hilary Carter 的专业编辑建议，以及 Anna Hermansen 的极具帮助的协调工作。

关于作者

Gordon Graham (又称“那份白皮书的作者”) 是一位屡获殊荣的作家，曾为来自瑞士到硅谷的客户撰写了324份白皮书。Gordon的写作涵盖了从选择企业软件到为儿童设计虚拟世界等广泛主题，服务对象包括从初创公司到3M、Google和Verizon等大型企业。自2018年以来，他为Linux基金会撰写了约20份白皮书和案例研究。

附录A：其他平台的安装基数

本附录概述了我们对全球移动平台（除标准 Android 和 iOS 外）安装基数估计的研究依据。这些估计值较为保守，基于所有可用的市场研究数据以及使用 ChatGPT 和 Gemini 进行的多轮深度调研。在所有情况下，我们均将数据向下取整以保持估值的严谨性。

2025年其他移动平台全球安装基数

Devices	Platform	Notes on OS and Devices Counted
1 billion (a)	HarmonyOS (Huawei)	All versions in cars, laptops, tablets, and watches in China
500 million (b)	AOSP	Non-GMS Android smartphones, tablets, and watches
270 million (c)	Samsung Tizen OS	Watches and fitness devices (no TVs)
200 million (d)	Fire OS (Amazon)	E-readers and tablets (no FireTV or Echo)
175 million (e)	KaiOS	Feature phones, mainly in India
120 million (f)	watchOS	Apple Watches only
100 million (g)	OpenHarmony	Open source version of HarmonyOS in China
50 million (h)	Wear OS	Watches from Samsung and others
30 million (i)	Meta Horizon OS	VR/XR headsets and devices
TOTAL: ~2.4 billion mobile devices sold without standard Android or iOS		

a. "Huawei steps up overseas push for HarmonyOS with Grab, Emirates apps," Nikkei Asia, 22 Oct 2024. <https://asia.nikkei.com/business/technology/huawei-steps-up-overseas-push-for-harmonyos-with-grab-emirates-apps>

b. Sales reports and analyst data for non-GMS Android device shipments plus known volumes for AOSP forks such as LineageOS yields conservative guesstimate of 500 million active smartphones, tablets, and watches.

c. "Tizen OS 270m Devices Run on Samsung Platform," Invidis, 23 June 2024. <https://invidis.com/news/2024/06/tizen-os-270m-devices-run-on-samsung-platform>

d. "Worldwide Tablet Shipments Increase by 20.4% in Q3 2024," IDC, 1 Nov 2024. <https://my.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS52695624> and Shehraj Singh, "Kindle Users and Usage Statistics", 18 July 2023. <https://ereader.blog/kindle-statistics>

e. "Our Story," Kaiostech.com, 2024. <https://www.kaiostech.com/company/our-story>

f. 24% Apple Watch share of 155M units with 3-year lifecycle. "Wearables Market Continues to Grow Amid Shifts in Consumer Preferences," IDC, 28 Apr 2025. <https://www.idc.com/promo/wearablevendor>

g. “Chinese tech companies supported open-source project OpenHarmony...”, ijiwei.com, 27 Apr 2024. <https://jw.ijiwei.com/n/816275>

h. 27% Wear OS share of 155M units outside China plus modest sales in China with 3-year lifecycle. “Wear OS, HarmonyOS to Register Strong Growth in Global Smartwatch Market in 2024,” Counterpoint Research, 29 Apr 2024. <https://www.counterpointresearch.com/insights/global-smartwatch-market-2024> and “Wearables Market Continues to Grow Amid Shifts in Consumer Preferences”, IDC, 28 Apr 2025. <https://www.idc.com/promo/wearablevendor>

i. 20 million in early 2023 plus sales of 10 million over past two years. “Meta Has Sold Nearly 20 Million Quest Headsets,” UploadVR, 1 Mar 2023. <https://www.uploadvr.com/meta-sold-20-million-quests>

附录B：如何选择合适的跨平台框架

在选择框架时，大多数移动开发者和团队负责人会考虑五个关键因素：熟悉度、成熟度、库、文档和社区。

熟悉度

“一旦开发者选择了一个生态系统，他们通常不会计划采用其他技术或工具集，” JetBrains基于对超过23,000名开发者的调查发布的《2024年开发者生态系统报告》得出结论。**“人们倾向于选择自己喜欢并熟悉的工具。”** [51]

大多数开发者强烈偏好支持其现有技能和知识的框架。这解释了为什么 React Native 吸引已经熟悉 JavaScript 和 React 的网页开发者，而 KMP 则吸引已经了解 Kotlin 的 Android 开发者。

成熟度

一个框架必须展示稳定性和实际应用验证。开发者希望看到该技术在生产环境中多年的使用记录以及高知名度的应用程序。React Native 的 10 年历史（其他三个框架分别为 8 年）证明了其可靠的业绩记录。

大型企业现在依赖这些框架来创建关键业务应用程序。Google 使用 Flutter 构建 Google Pay，使用 KMP 构建 Google Docs。React Native 驱动 Instagram、Pinterest、Shopify、Uber Eats 和 Walmart。

这些不是小众应用或副项目。它们是数十亿人使用的庞大平台，这是跨平台框架已准备好进入主流的有力证明。

库资源

一个强大的框架需要丰富的第三方库生态系统。开发者特别关注分析、认证、云存储、网络 and 支付等领域的支持。缺乏这些支持，团队必须自行开发，这将耗费大量成本。

React Native 受益于整个 npm 生态系统，而 Flutter 的包仓库也在快速增长。处理与原生 SDK 集成平台特定模块尤为重要。

文档

从 GitHub 下载代码是一回事，但配套的文档呢？作为一条经验法则，文档越详尽越好。开发者可能不会每天查看文档——但当他们查看时，期望一切都清晰明了。

“我们非常重视文档质量，” Flutter 联合创始人 Hickson 表示，他曾担任 HTML 标准的编辑。他回忆称，在早期阶段，Flutter 项目负责人 Adam Barth 曾花数月时间全职撰写并打磨文档。**“我不知道还有哪个项目做过这样的情，”** 他补充道。[52]

社区

活跃的社区会贡献库、提供支持并推动框架的演进。开发者通常通过查看 Stack Overflow 上的活动、GitHub 上的贡献以及框架在行业活动和会议上的存在来评估社区健康状况。

最终，每位决策者都需要根据自己的应用、团队和公司选择合适的方案。然而，决策进程不应延迟。

正如某科技简报所言：**“移动应用领域竞争激烈，唯有快速行动者才能生存。跨平台框架通过整合速度、可扩展性和成本效益，可提供关键优势。现在正是更新移动战略的时机。”** [53]

参考文献

1. “Mobile Operating System Market Share Worldwide”, Statcounter, May 2025. <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide>
2. AOSP market share includes all uncertified variants, regional builds, and devices using forks such as Fire OS and LineageOS.
3. David Zeuthen, interviews by author, Zoom, 16 May 2025 and 6 June 2025.
4. Chris Dickert and Sabrina Fortin, “Network Overload? Adding Up the Data Produced By Connected Cars”, VisualCapitalist.com, 15 March 2023. <https://www.visualcapitalist.com/network-overload>
5. “Global Smartphone Sales Share by Operating System”, Counterpoint Research, 2 June 2025. <https://www.counterpointresearch.com/insights/global-smartphone-os-market-share>
6. In Figure 2, Fire OS is counted under AOSP. The 7% allocated to AOSP is consistent with analyst estimates suggesting AOSP is 8% to 10% of total Android shipments. Figure 2 is assembled from numerous sources, including:
 - “Android Market Share,” SOAX.com, January 2025. <https://soax.com/research/android-market-share>
 - “Android vs iOS Statistics,” Tekrevol.com, 2025. <https://www.tekrevol.com/blogs/android-vs-ios-statistics>
 - “Global Smartphone Operating System (OS) Market,” Maximize Market Research, 2025. <https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-smartphone-operating-system-os-market/66436>
 - “Global Smartphone Sales Share by Operating System,” Counterpoint, 12 March 2025. <https://www.counterpointresearch.com/insights/global-smartphone-os-market-share>
 - “HarmonyOS,” Wikipedia, March 2025. <https://en.wikipedia.org/wiki/HarmonyOS>
 - “Mobile Operating System Market Share Worldwide,” Statcounter, May 2025.
 - “Usage share of operating systems,” Wikipedia, March 2025. https://en.wikipedia.org/wiki/Usage_share_of_operating_systems
 - “Wear OS, HarmonyOS to Register Strong Growth in Global Smartwatch Market in 2024,” Counterpoint Research, 29 April 2024. <https://www.counterpointresearch.com/insights/global-smartwatch-market-2024>
 - “Worldwide Tablet Shipments Increase by 20.4% in Q3 2024,” IDC, 1 November 2024. <https://my.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS52695624>
7. Ted Miracco, interview by author, Zoom, 22 May 2025.
8. Krzysztof Magiera, interview by author, Zoom, 20 May 2025.

- 9.** Curro Alvarez, interview by author, Zoom, 29 April 2025.
- 10.** Ashraf Farid, “The Overview Role of APIs in Mobile & Web Development”, Upstack Studio blog, 18 December 2024.
<https://upstackstudio.com/blog/api-mobile-web-development>
- 11.** “2024 State of the API Report”, Postman, 2024. <https://voyager.postman.com/doc/postman-state-of-the-api-report-2024.pdf>
- 12.** Akshat Virmani, “Common API Integration Challenges and How to Overcome Them”, Hackmamba blog, 9 August 2024.
<https://hackmamba.io/blog/2024/08/common-api-integration-challenges-and-how-to-overcome-them>
- 13.** Unreleased survey of mobile app developers by the Linux Foundation, April 2025.
- 14.** Matt Dyor, interview by author, Zoom, 2 June 2025.
- 15.** Ian Hickson, interview by author, Zoom, 10 June 2025.
- 16.** Erin Brasch, interview by author, Zoom, 16 April 2025.
- 17.** Frederick P. Brooks Jr., “The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering”, anniversary ed. (Boston: Addison-Wesley, 1995, pp25–27.
- 18.** “Powering Innovation and Speed with Amazon’s Two-Pizza Teams”, AWS Executive Insights, Amazon Web Services, 2023. pp 6-7.
https://d1.awsstatic.com/executive-insights/en_US/two_pizza_teams_eBook.pdf?utm_source=chatgpt.com
- 19.** Sandeep Bhat, interview by author, Zoom, 23 May 2025.
- 20.** Name withheld by request, interview by author, email, 29 March 2025.
- 21.** Hickson interview.
- 22.** Marc Prioleau, interview by author, Zoom, 31 March 2025.
- 23.** Perform Africa blog. <https://performafrica.co/blog/>
- 24.** Bola Afuye, interview by author, Zoom, 13 May 2025.
- 25.** Alvarez interview.
- 26.** Andrew Denta, interview by author, Zoom, 2 April 2025.
- 27.** Ian Cairns, “Generative AI forces rethink of software development process”, Deloitte Insights, 1 July 2024.
<https://www.deloitte.com/us/en/insights/topics/technology-management/tech-trends/2024/freeplay-ceo-discusses-process-change-ai-software-development.html>

- 28.** Igor Fedulov, “How AI Is Redefining The Way Software Is Built In 2025”, Forbes, 31 January 2025.
<https://www.forbes.com/councils/forbestechcouncil/2025/01/30/how-ai-is-redefining-the-way-software-is-built-in-2025>
- 29.** Andrej Karpathy, “There’s a new kind of coding I call “vibe coding”, where you fully give in to the vibes, embrace exponentials, and forget that the code even exists...” X, 2 February 2025. <https://x.com/karpathy/status/1886192184808149383?lang=en>
- 30.** All quotes from Miracco interview.
- 31.** Many published sources estimate the time savings from cross-platform development at between 30% and 50%:
- “How Much Does It Cost To Make a Mobile App in 2025?”, Mobisoft Infotech, 27 March 2025.
<https://dev.to/mobisoftinfotech/how-much-does-it-cost-to-make-a-mobile-app-in-2025-3j99>
 - Sandy, “Top Cross-Platform App Development Strategies”, Data Science Society, 8 August 2024.
<https://www.datasciencesociety.net/top-cross-platform-app-development-strategies>
 - Buddhika Ranaweera, “React Native vs Flutter: Which Saves More Development Time in 2025?”, Blott blog, 8 January 2025.
<https://www.blott.studio/blog/post/react-native-vs-flutter-which-saves-more-development-time>
 - George McGregor, “Using Cross-Platform Development? You Need Cross-Platform Security Too”, Approov blog, 8 October 2024.
<https://approov.io/blog/using-cross-platform-development-you-need-cross-platform-security-too>
 - “Pros and Cons of React Native for Cross-Platform App Development”, MindK, not dated.
<https://www.mindk.com/blog/react-native-pros-and-cons>
 - “The Future of Mobile Apps: How Cross-Platform Frameworks Drive Agility?”, GMTA Software Solutions, LinkedIn newsletter, 22 May 2025.
<https://www.linkedin.com/pulse/future-mobile-apps-how-cross-platform-ct5ec>
 - “How Does Cross-Platform App Development Accelerate Time-to-Market?”, AppVin Technologies, LinkedIn newsletter, 13 September 2024.
<https://www.linkedin.com/pulse/how-does-cross-platform-app-development-accelerate-time-to-market-iy6c>
- 32.** Hyo Jang, interview by author, Zoom, 28 May 2025.
- 33.** Dyor interview.
- 34.** Ignor Trunov, “How to Save on Mobile App Development”, Forbes. 30 January 2024.
<https://www.forbes.com/councils/forbesbusinesscouncil/2024/01/30/how-to-save-on-mobile-app-development>
- 35.** Oleksandr Kruglyak, “How Hybrid Apps Development Save Time and Money for Businesses in 2025?”, Triare.net, 2 April 2025.
<https://triare.net/insights/hybrid-apps-development-2025>
- 36.** Hickson interview.
- 37.** Jang interview.

- 38.** Farhan Thawar, “React Native is the Future of Mobile at Shopify” blog post, Shopify.com, 29 January 2020.
<https://shopify.engineering/react-native-future-mobile-shopify>
- 39.** “Lessons from Shopify’s Migration to React Native with Mustafa Ali”, React Native at Scale podcast, Callstack, 13 January 2025.
<https://www.callstack.com/podcasts/lessons-from-shopifys-migration-to-react-native-with-mustafa-ali>
- 40.** Mustafa Ali, “Five Years of React Native at Shopify” blog post, Shopify.com, 13 January 2025.
<https://shopify.engineering/five-years-of-react-native-at-shopify>
- 41.** Maksym Churylov, “Pros and Cons of React Native for Cross-Platform App Development”, MindK.com, not dated.
<https://www.mindk.com/blog/react-native-pros-and-cons>
- 42.** Alvarez interview.
- 43.** Richard Bian, interview by author, Zoom, 30 April 2025.
- 44.** Cross-platform framework summaries assembled from many sources including framework websites and product showcases, interview sources, and Wikipedia entries.
- 45.** Dean Takahashi, “Unity cancels its much-hated Runtime fees, opting for traditional price increases instead”, VentureBeat.com, 12 September 2024.
<https://venturebeat.com/games/unity-cancels-its-much-hated-runtime-fee>
- 46.** “Unity announces leadership transition”, press release, Unity, 9 October 2023.
https://s205.q4cdn.com/200788659/files/doc_news/Unity-Announces-Leadership-Transition-2023.pdf
- 47.** Michal Pierzchala, interview by author, Zoom, 23 May 2025.
- 48.** Afuye interview.
- 49.** Zeuthen interview.
- 50.** Name withheld, interview by author, email, 29 March 2025.
- 51.** Dyor interview.
- 52.** “The State of the Developer Ecosystem Report 2024”, JetBrains, 2025. <https://www.jetbrains.com/lp/devecosystem-2024>
- 53.** Hickson interview.
- 54.** “The Future of Mobile Apps: How Cross-Platform Frameworks Drive Agility”, Tech Notes-Technology Insights newsletter on LinkedIn, GMTA Software Solutions, 22 May 2025. <https://www.linkedin.com/pulse/future-mobile-apps-how-cross-platform-ct5ec>



Open Mobile Hub (OMH) 是由 Linux 基金会托管的开源项目，旨在为移动应用开发提供统一的框架。OMH作为一个抽象层，位于各种软件开发工具包（SDK）之上，标准化并简化了应用程序与底层服务之间的交互方式，无论服务提供商是谁。OMH和Linux基金会促进创新、消除壁垒的使命保持一致，在快速演变的移动和网络服务领域中，OMH利用开源的力量来降低复杂性、鼓励灵活性，并推动技术进步。

www.openmobilehub.org



成立于2021年的Linux基金会研究部门，致力于探索开源协作规模的不断扩大，提供新兴技术趋势、最佳实践以及开源项目全球影响力的洞察。通过利用项目数据库和网络，并坚持定量与定性研究方法的最佳实践，Linux基金会研究部门正打造全球组织信赖的开源洞察资源库。



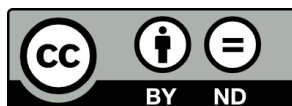
[facebook.com/
TheLinuxFoundation](https://facebook.com/TheLinuxFoundation)



x.com/linuxfoundation



[linkedin.com/company/
TheLinuxFoundation](https://linkedin.com/company/TheLinuxFoundation)



版权 © 2025 Linux 基金会

本报告遵循知识共享署名-禁止演绎 4.0 国际公共许可协议。

如需引用本作品，请按以下格式注明：Gordon Graham，《拓展移动行业愿景：如何通过开源实现更高生产力、创新与选择》，前言由 Mike Woster 撰写，Linux 基金会，2025 年 8 月。