

开源生态白皮书



中国信息通信研究院
2021年9月

版权声明

本白皮书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白皮书文字或者观点的，应注明“来源：中国信息通信研究院”。违反上述声明者，本院将追究其相关法律责任。



编制说明

本白皮书由中国信息通信研究院撰写，限于撰写组时间、知识局限等因素，内容恐有疏漏，烦请各位读者不吝指正。

在编写过程中得到多家单位的大力支持，在此特别致谢开放原子开源基金会、腾讯、中兴、百度、阿里巴巴、华为、京东集团、小米、浦发银行、建设银行、工商银行、平安银行、光大银行、广发银行、上交所、江苏农信、微众银行、中移软件、中移信息、中国移动研究院、联通软件研究院、IBM、博云、麒麟软件、悬镜、开源网安、新思科技、国浩律师事务所、一流科技、开源社、开源之道、PingCAP、滴滴开源、东软集团、云思畅想、字节跳动、网易数帆、浩鲸云、奇科厚德、红帽、奇安信、青云、优麒麟、华云数据、新华三、极狐（Gitlab）、安恒信息、富麦科技、宝兰德（排名不分先后）等单位的各位专家，感谢各位秉承开源精神，协同共创，从多个视角提出了对于开源的理解，最终完成本白皮书的撰写工作。

前 言

近年来，开源生态发展势头迅猛，在推动技术创新、促进产业协作、加快各行业数字化进程方面发挥的作用日益凸显。过去一年，开源生态进一步发展成熟，并呈现全新态势。从全球看，各国纷纷制定政策法规推动开源发展，依托开源建立广泛协作，形成开放产业模式，开源产业也日益成为资本市场的新风口。从我国看，国家高度重视开源产业发展，“十四五”规划首次把开源纳入顶层设计，华为、腾讯、阿里等大型科技公司均将开源纳入公司整体战略，开源生态呈现产业化发展趋势。开源生态从个人参与到企业参与，从开源技术交流到开源生态协同，逐步形成产业供应关系。自上而下体系化构建方式与自下而上竞争式发展相结合，不断推动开源生态繁荣。

白皮书结合中国信通院开源研究工作，分析总结过去一年开源生态发展特点，重点围绕开源项目、开源贡献者、开源社区、行业开源者、开源使用者五大要素，以及商业模式、社区运营、风险治理三大环节展开研究，总结开源生态发展趋势，为推动开源生态建设提供参考。

目 录

一、开源生态发展现状.....	2
（一）开源项目：全球开源项目规模超 2 亿，我国爆发式增长.....	2
（二）开源贡献者：全球贡献者持续增长，我国年增长 37%.....	5
（三）开源社区：参与者分布广泛，活跃度空前，开源组织精细化发展.....	6
（四）行业开源者：从个人到企业，从科技巨头到传统行业.....	10
（五）开源使用者：开源在重点行业使用率近 90%，关注点从技术开源到科技开放.....	13
二、开源社区运营：用户场景是解决社区发展断层问题的关键因素，需要基金会等多元化开源组织协作推动.....	14
（一）开源社区发展断层现象较为普遍.....	14
（二）多元化组织协作运营推动开源社区跨越断层.....	18
三、开源商业模式：科技公司实现技术引领和差异化服务的价值，传统行业看重生态开放和协同创新的价值.....	19
（一）科技公司开源的商业模式逐渐清晰.....	20
（二）传统行业企业通过开源协作探索创新发展.....	22
四、开源风险治理：开源风险判定规则逐渐明确，开源治理规模化落地.....	25
（一）开源风险点逐渐明晰.....	25
（二）开源治理落地进入实操层面.....	28
五、我国开源生态发展趋势.....	32
附录一：企业开源治理案例.....	34
附录二：全球开源项目列表.....	37

图 目 录

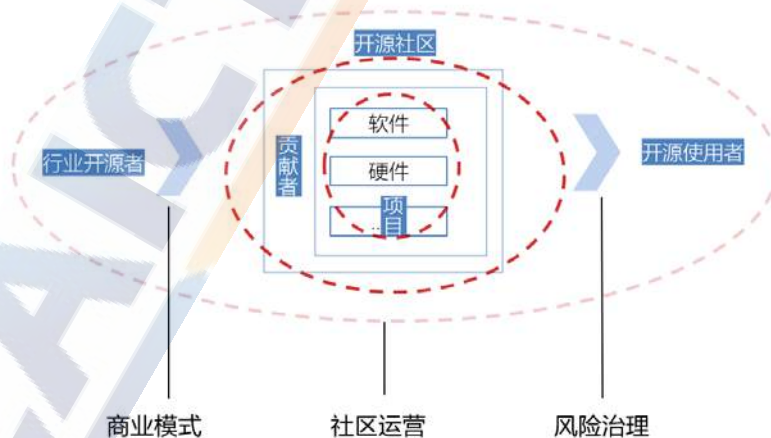
图 1 开源生态架构图.....	1
图 2 GitHub 近四年开源项目数量及增长率.....	3
图 3 全球开源项目分布地图.....	4
图 4 Gitee 近四年开源项目数量及增长率.....	5
图 5 GitHub 近四年开源贡献者数量.....	5
图 6 Gitee 近四年开源贡献者数量.....	6
图 7 VS Code 开发者社区时区分布图.....	7
图 8 GitHub 活跃开发者人均贡献增长率.....	8
图 9 国内外开源社区 Issue、PR 等指标对比.....	9
图 10 Gitee 近四年开源企业数量.....	11
图 11 开源代码在不同行业代码库中的占比.....	13
图 12 我国开源软件应用比例.....	14
图 13 开源社区成熟度曲线.....	16
图 14 全球上市开源企业.....	21
图 15 谷歌每季度广告收入图.....	22
图 16 热门开源项目开源漏洞数量及等级.....	25
图 17 2019 年与 2020 年我国企业使用开源技术面临的风险情况.....	28
图 18 我国企业管理开源软件情况.....	30
图 19 中国信通院开源治理体系框图.....	31

表 目 录

表 1 全球科技企业 2020 年开源贡献情况.....	12
表 2 企业开源治理案例.....	34
表 3 全球开源项目列表.....	37

近年来，开源生态快速发展，生态组成要素逐渐明晰，如图 1 所示。开源生态以**开源项目**为中心构建，包括了**贡献者**组成的**开源社区**，**各行业开源者**，以及**各行业使用者**这五类产业链要素，其中**开源商业模式**、**开源社区运营**和**开源风险治理**是生态发展关注的三大环节。**开源项目**涉及软件、硬件、数据等多种形态；**贡献者**通过多种形式参与到开源项目建设中；**开源社区**是一个由贡献者和共同目标联合起来的群体，包括项目社区、开源基金会、在线代码协作平台社区、产业联盟等多种形态，在此环节**社区运营**关系到开源项目的成败；**各行业开源者**是开源项目的主要发起者，推动行业数字化进程，在此环节，企业侧长期投入开源需要形成闭环**开源商业模式**；**开源使用者**包括了各行业使用开源项目源代码或者商业化解解决方案的客户，在此环节，企业使用过程中涉及信息安全、知识产权、供应链等方面开源风险，需要积极推动**开源治理**。

开源生态组成要素（2021年新版本，五要素，三环节）



来源：中国信息通信研究院

图 1 开源生态架构图

开源的重要价值愈发凸显。首先，**开源激发技术创新。**开源通过公开透明的方式降低边际成本，更易于参与者获取项目现有信息及发展轨迹，以及充分调动个人主观能动性，通过社区协作机制进行思想碰撞，激发技术创新，引领新一代通用技术发展。其次，**开源构建可信的协作模式。**开源通过代码公开、规则公开、过程公开建立公平公正的社区环境，有效打消企业及个人参加的顾虑，建立信任机制。同时开源代码在合并过程中，通过代码检查，可自动形成安全前置。再次，**开源加速行业数字化进程。**行业数字化转型过程中开源技术应用广泛，同时行业用户自发将通用技术平台开源，推动以行业协作的方式解决共性问题。在开源技术愈发重要的背景下，本白皮书将从开源生态架构出发，深度挖掘图中各元素发展现状，并逐一展开分析。

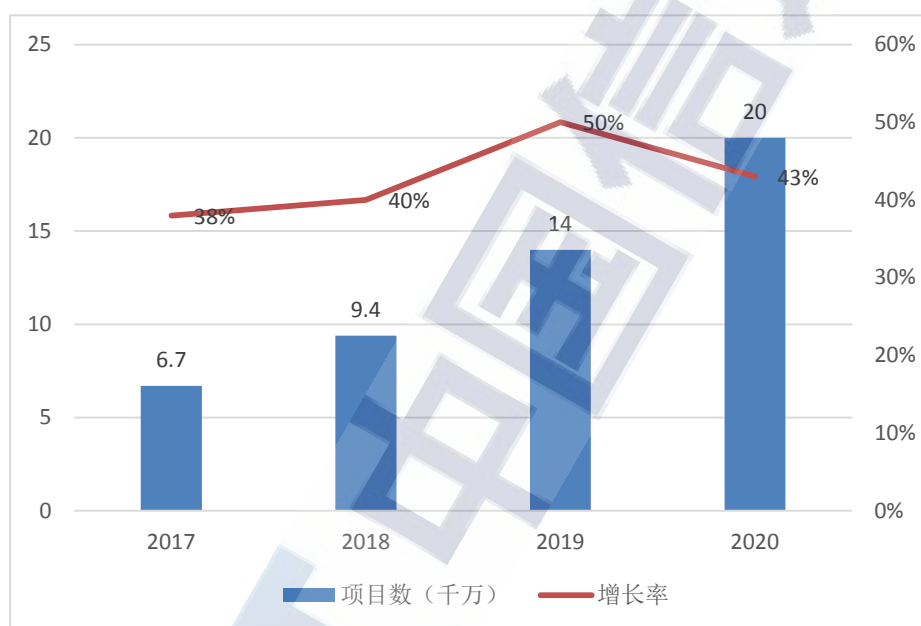
一、开源生态发展现状

本章将从国内外开源项目、开源贡献者、开源社区、行业开源者以及开源使用者五要素分析开源生态发展现状。

（一）开源项目：全球开源项目规模超2亿，我国爆发式增长

全球开源项目数量稳中有升，项目集中在开发框架、人工智能以及文档类项目。全球开源项目数量持续提升，连续三年增长率超过40%。根据全球最大开源代码托管平台GitHub 2020年度报告数据显

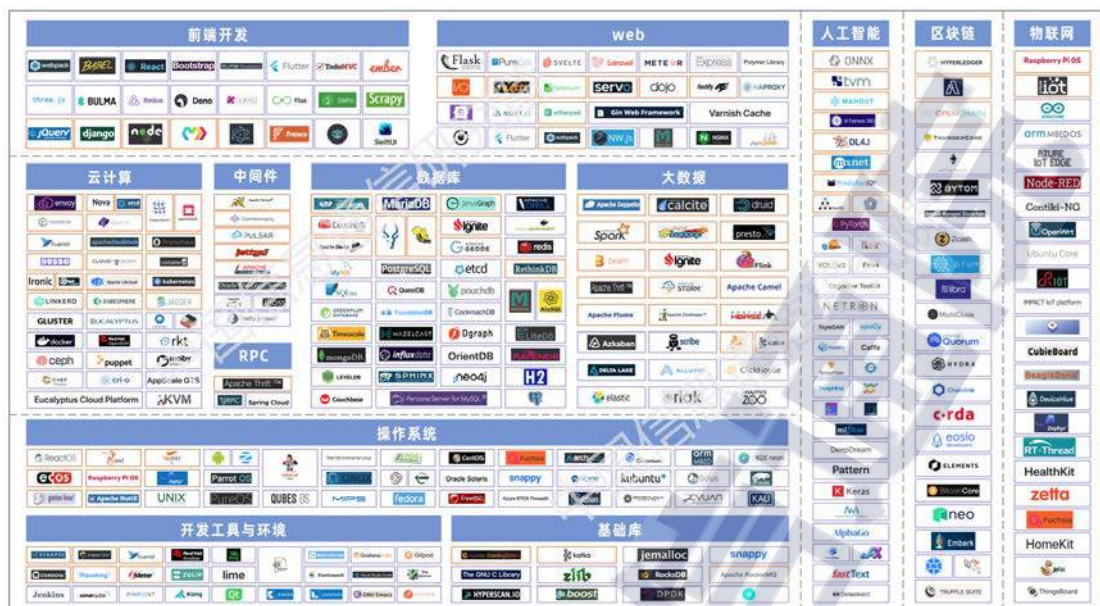
示¹，截至2020年GitHub托管仓库已超过2亿个，2020年新增仓库6000万个。全球开源项目紧跟技术更迭趋势，在新兴领域占据绝对优势，比例高达60%。据GitHub年度报告指出，开发框架领域的开源项目占比25%，人工智能领域的开源项目占比15%，文档类开源项目占比15%，云原生和编程语言领域的开源项目占比也较高，均为10%。全球开源项目基本覆盖当前主流的技术领域。



来源：GitHub，2020年11月

图 2 GitHub 近四年开源项目数量及增长率

¹ 《The 2020 State of the OCTOVERSE》,github,2020



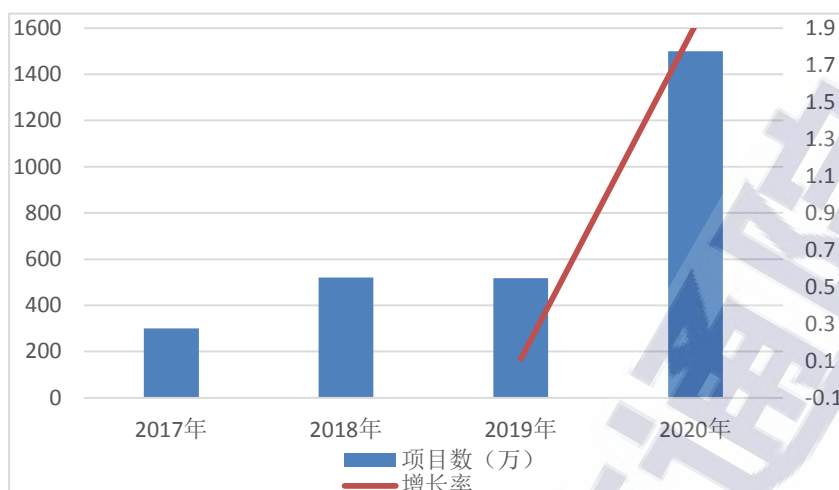
来源：中国信息通信研究院，2021年9月

图3 全球开源项目分布地图²

我国开源项目爆发式增长，集中在程序开发与Web开发领域。虽然我国开源发展时间较短，开源项目集中于特定领域，但呈现爆发性增长态势。Gitee2020年度报告数据指出³，2020年Gitee平台上开源项目增长率达192%，达到了1500万，是2013年至2018年Gitee平台开源项目的总和。开源项目分布数量前三的领域分别为程序开发（占比24.29%）、Web应用开发（占比17.75%）与移动开发（占比10.15%）。随着我国开源生态快速发展，我国企业在操作系统、数据库、中间件等领域积极投入开源，涌现出一批优质开源项目，如openEuler、TiDB、TDengine等。

² 红框框体为捐赠到基金会的开源项目

³ <https://gitee.com/gitee-2020-report/>

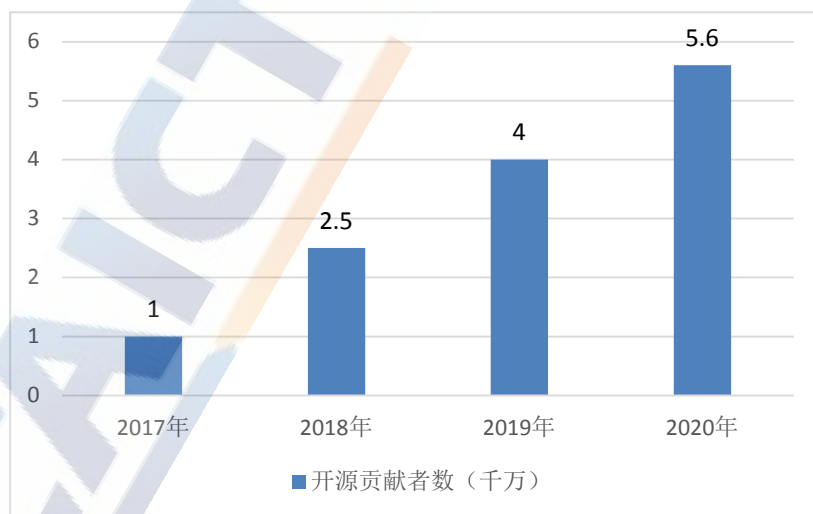


来源：Gitee，2020年9月

图 4 Gitee 近四年开源项目数量及增长率

（二）开源贡献者：全球贡献者持续增长，我国年增长 37%

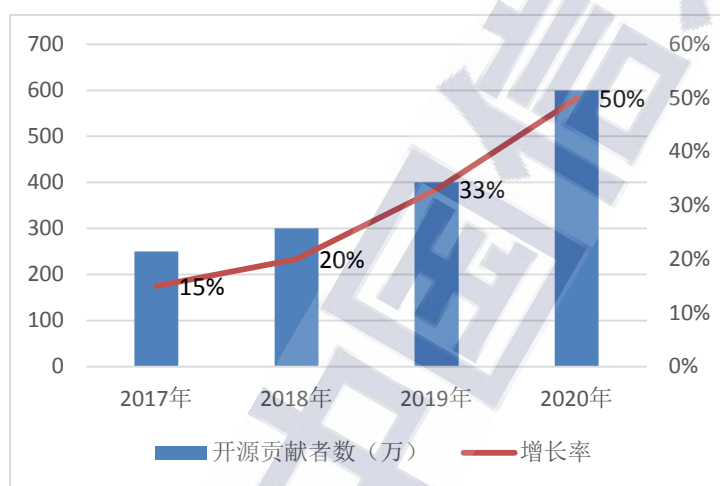
全球开源贡献者数量持续增长。2020 年，开源贡献者依旧保持高度热情。GitHub 平台上有 5600 万贡献者，相较 2019 年增长达到 40%，预计到 2025 年平台上的贡献者将超过一亿。



来源：Github，2020年11月

图 5 GitHub 近四年开源贡献者数量

我国开源贡献者规模快速崛起。我国开源贡献者数量快速增长，在全球贡献者占比不断攀升。根据 GitHub 2020 年调研报告，中国在 GitHub 的贡献者数量增长迅速，目前仅次于美国，数量位居第二，并占据 GitHub 活跃贡献者中的 14%。在过去一年，GitHub 平台中国贡献者数量增长 37%，增长速度为全球最快。另外，2020 年在 Gitee 平台上参与开源的贡献者增长了 50%，达到了 600 万。



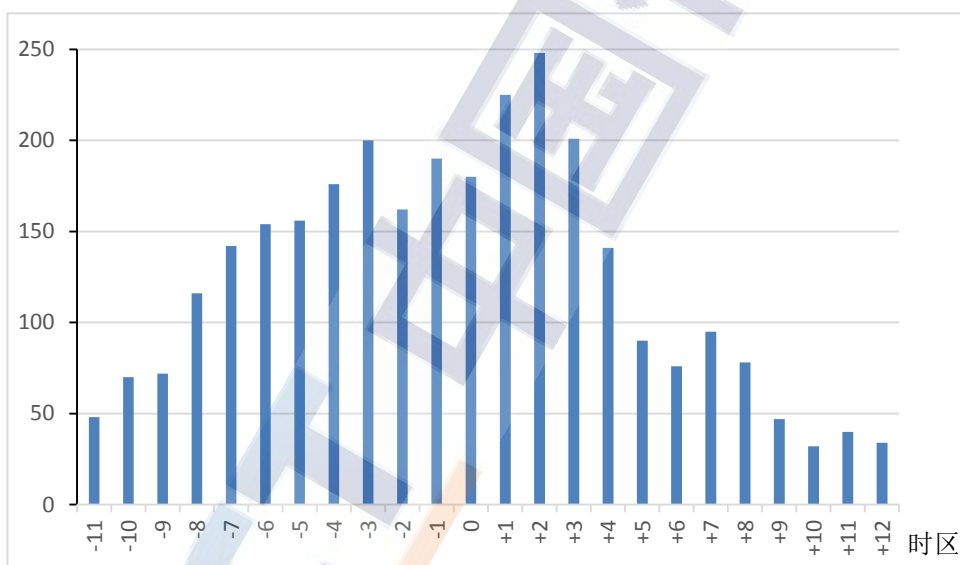
来源：Gitee，2020

图 6 Gitee 近四年开源贡献者数量

（三）开源社区：参与者分布广泛，活跃度空前，开源组织精细化发展

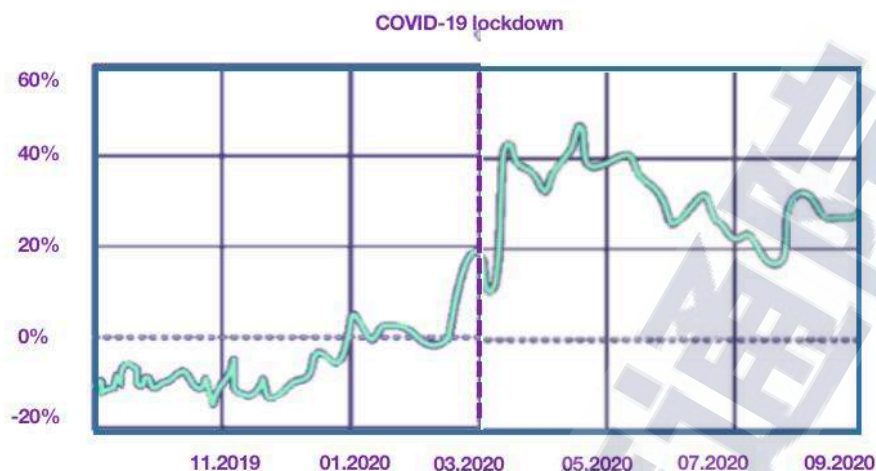
全球开源社区参与者分布广泛，活跃度空前。开源社区的参与者最初组成来源较为单一，开源社区通过不断运营吸纳各类型、各地域参与者加入，形成多元化社区。以开源工具 VS Code 开发者社区和区块链领域的 Hyperledger Fabric 开源社区为例：VS Code 开发者社区经过多年发展贡献者组成分布均匀，属于全球化协作项目。

活跃开发者在 UTC+1 到 UTC+3 达到高峰，说明项目贡献者以欧洲为主，其次是北美，亚洲地区以约 15% 的占比位列第 3。Hyperledger Fabric 项目最初由 IBM 开源，当前总代码提交数超过 2 万次，总贡献者 706 人。该项目拥有来自全球 23 个国家的约 351 位个人贡献者。同时，全球开源社区活跃度空前。受新冠疫情影响，疫情期间程序员与往年相比创建了更多的代码库。根据 GitHub 年度报告数据显示，软件开发者对开源项目的贡献增加了 25%，PR 平均合并时间（从递交代码到合并到项目的时间间隔）减少了 7.5 小时。



来源：2020 年 GitHub 数字洞察报告

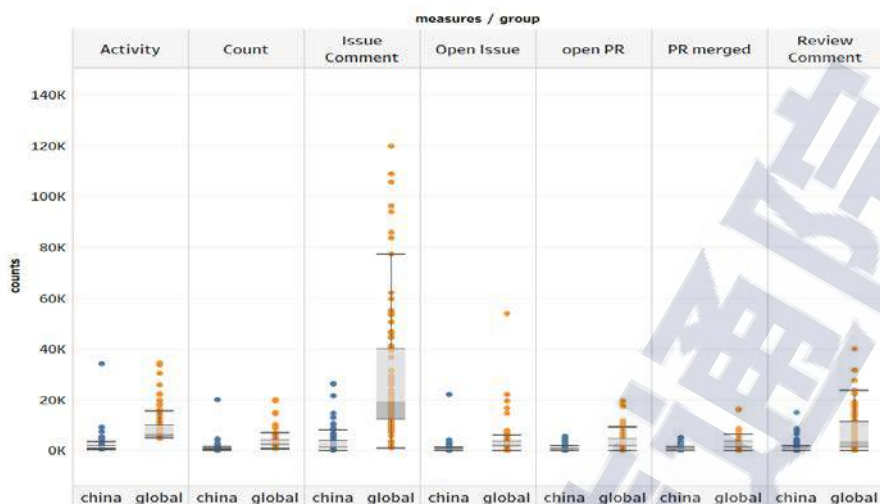
图 7 VS Code 开发者社区时区分布图



来源：Github, 2020

图 8 GitHub 活跃开发者人均贡献增长率

我国部分开源社区活跃度跨越式提升，但整体仍与全球先进水平存在差距。开源项目的 PR 数、Issue 数是开源项目活跃度的重要体现。根据 Gitee 平台数据，2020 年 GVP 中排名第一的开源项目 PR 数为 684，Issue 数为 1684，而 2019 年 GVP 中第一名开源项目的 PR 数为 89，Issue 数为 341，项目活跃度发展大幅提速。但我国开源社区活跃度整体与全球仍存在差距，尤其在 Issue、PR 指标等方面存在较大差距。



来源：公开资料整理，2020

图 9 国内外开源社区 Issue、PR 等指标对比

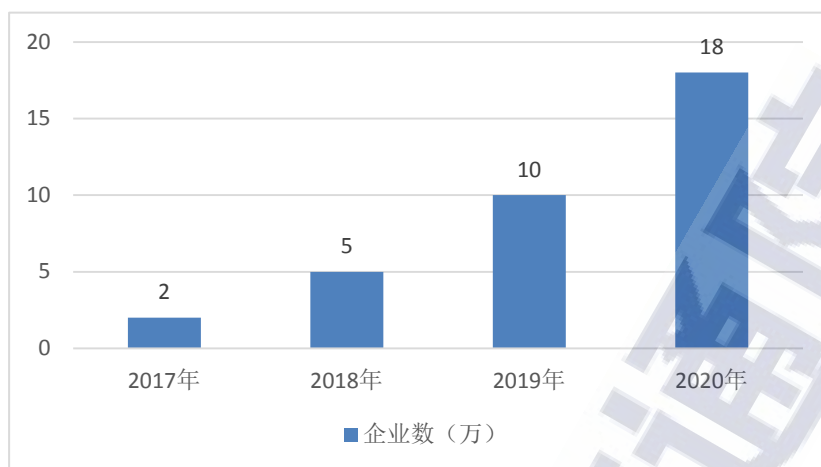
开源基金会逐渐向精细化发展。开源基金会主要进行开源项目第三方知识产权托管，同时提供配套服务。全球活跃度前 100 的开源项目中有超过 6% 隶属于开源基金会，项目范围涉及到编程语言、编译器平台、数据分析工具包等方面。2020 年 Linux 基金会已有超过 150 个子基金会，并保持每年 30% 的增长率。2021 年以来各领域基金会不断涌现。例如，2021 年 7 月 Linux 基金会宣布成立开放 3D 基金会，支持与 3D 图形、渲染、创作和开发相关的开源项目，以加速 3D 游戏和模拟技术的发展；2021 年 3 月移动原生基金会（Mobile Native Foundation, MNF）成立，MNF 把开发者聚集在一起，改进支持大规模 Android 和 iOS 应用程序的流程和技术。

我国开源基金会与各类开源组织协同发展。开放原子开源基金会是我国首家开源基金会，于 2020 年 6 月经国务院批准，该基金会

在民政部登记注册，是致力于开源公益事业的全球性非营利机构，享有公益性捐赠税前扣除资格的慈善组织。发起人包括阿里巴巴、百度、华为、浪潮、腾讯、360、招商银行等多家龙头科技企业。其业务涵盖开源软件、开源硬件、开源芯片及开源内容等领域，为各类开源项目提供中立的知识产权托管服务，以及开源战略咨询、法务咨询、项目运营、品牌营销、培训教育等服务。截至 2021 年 6 月，基金会共有 10 个开源项目。除开源基金会外，我国联盟社区组织通过行业社区不断推动开源项目建立生态。中国信通院重点依托云计算开源产业联盟、金融行业开源技术应用社区、人工智能产业发展联盟等行业及新技术领域产业资源，帮助企业运营开源项目。

（四）行业开源者：从个人到企业，从科技巨头到传统行业

企业深度参与开源生态建设。开源主体逐步从个人向企业转变，越来越多的企业和组织积极参与开源生态建设。2020 年财富 50 强中共有 72% 的企业在使用 GitHub 平台托管代码。GitHub 企业账号超过 300 万。同时据 Gitee2020 年度报告显示，2020 年 Gitee 企业用户达到 18 万，相较于 2019 年的 10 万家企业，增长率达到 80%。



来源：Gitee，2020

图 10 Gitee 近四年开源企业数量

科技巨头重视对外开源生态建设。巨头科技企业均投入大量人力进行开源生态建设。根据 Open Source Contributor Index 公布的 2020 全球开源厂商 GitHub 开源贡献排名⁴，谷歌和微软两大互联网巨头排在榜单前二位，二者参与开源贡献的活跃贡献者人数都超过了 5 千人，参与的开源社区超过 1 万个。微软、谷歌、IBM、Oracle、Facebook 五家科技巨头企业开源项目数超过 2 万个。华为公司是唯一进入榜单前十位的中国企业，比 2019 年上升 17 位。2020 年华为公司在 Github 上的贡献者数量为 1683 人，数量比去年增加了 55.3%。我国除华为进入榜单前十外，阿里、腾讯等互联网企业也投入开源。截至 2021 年 9 月，阿里巴巴对外开源项目数超过 2700 个。其中 2020 年阿里巴巴新增开源项目就达到 732 个，开源项目数年增长率达到

⁴ <https://opensourceindex.io/#:%7E:text=OSCI%20measures%20the%20Active%20Contributors>

27.1%。

表 1 全球科技企业 2020 年开源贡献情况

排名	公司	活跃开发者数	总开发者数
1	谷歌	5709	11361
2	微软	5051	10095
3	Red Hat	3127	5003
4	IBM	2382	5039
5	Intel	2233	5175
6	亚马逊	1231	3145
7	Facebook	1203	3411
8	GitHub	987	2356
9	SAP	901	1790
10	华为	699	1683

来源：OSCI, 2021

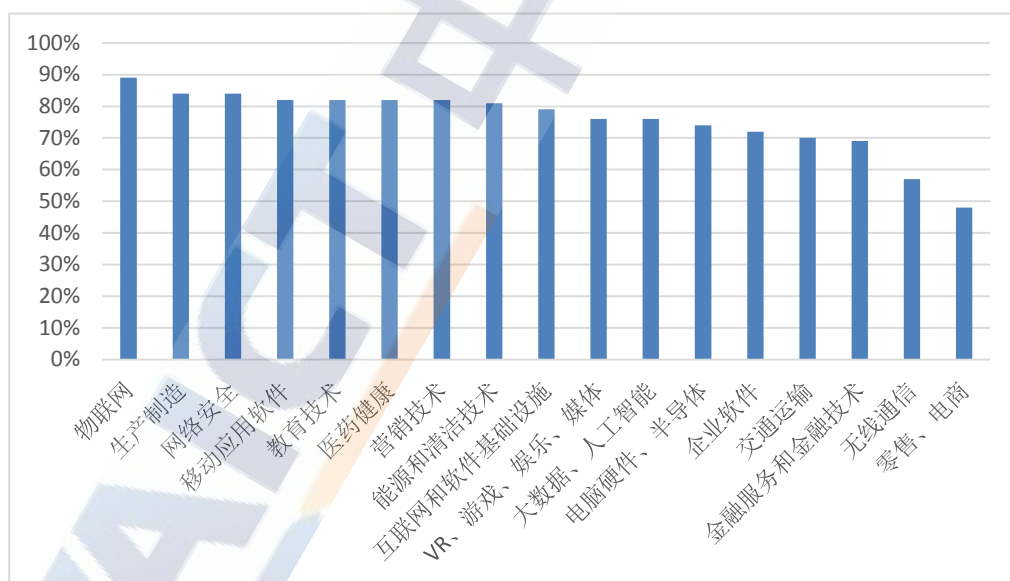
各行业积极跟进开源进程，已形成行业特色开源社区。开源逐步成为各行业通用的协作模式，金融、电信、能源、航天、生物信息等多个行业逐步探索开源。AT&T、摩根大通、西门子等行业用户积极参与开源贡献。电信行业，Linux 合并的六个项目（ONAP、OPNFV、OpenDaylight、FD.io、PDNA 和 SNAS）成立 LFN 工作组，白金会员中覆盖全球 60% 运营商；金融行业，2016 年金融行业开源基金会（FINOS）成立，2020 年成为 Linux 基金会的子基金会。

我国开源项目集中于互联网企业。我国开源主体仍以互联网科技公司为主，电信、金融等行业企业目前处于探索阶段。根据公开

数据统计，我国活跃度较高的开源项目超过半数来自阿里巴巴、华为、腾讯、百度等国内互联网科技企业。其中三十余个开源项目捐赠给基金会。

（五）开源使用者：开源在重点行业使用率近 90%，关注点从技术开源到科技开放

全球各行业开源应用均占据较高比例。开源在各行业的应用逐渐加深，开源软件成为各行业信息系统的重要组成。根据新思科技发布的《2020 开源安全与风险分析报告》调查显示，物联网行业 89% 的代码库中包含开源代码；生产制造和网络安全领域开源代码占比均为 84%；移动应用软件、教育技术、医药健康以及营销技术行业开源代码占比均为 82%；移动应用软件、教育技术、医药健康以及营销技术行业开源代码占比均为 82%。

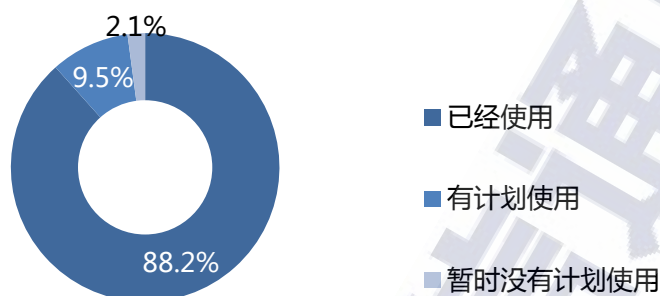


来源：新思科技，2021 年 5 月

图 11 开源代码在不同行业代码库中的占比

我国开源软件应用比例逐年提升。近年来我国企业对开源技术

的接受程度越来越高，使用开源技术已成主流。根据中国信通院调查显示,2020年我国已经使用开源技术的企业占比为88.2%，比2018年增长6.8%，暂未计划使用开源技术的企业占比为2.1%。



来源：中国信息通信研究院

图 12 我国开源软件应用比例

开源使用者关注点从技术开源到科技开放。各行业开源使用者不仅使用开源软件、开源硬件等开源技术，同时逐步应用开源协作模式，建立行业开放平台，推动行业生态建设。西门子建立 MindSphere 开放平台，广泛吸纳开发者参与。海尔卡奥斯推出 COSMOPlat 平台，有效推动工业互联网开放生态建设。

二、开源社区运营：用户场景是解决社区发展断层问题的关键因素，需要基金会等多元化开源组织协作推动

本章梳理开源社区发展生命周期，给出开源社区运营的关键要素，同时分析开源组织对开源社区运营的重要作用。

（一）开源社区发展断层现象较为普遍

开源社区具有自身的生命周期曲线，如果社区成熟度落后于炒

作热度会导致社区出现断层。主要原因是社区不注重治理与运营，导致没有充足的人力资源与商业资源来支撑项目的优化迭代。开源项目发展路径与实际用户需求出现偏差，造成用户大量流失，导致社区渐渐“死亡”。所以社区维护者需要度量开源社区所处阶段与成熟度，针对性的发现不足之处，并加以改进，以保证社区健康可持续性发展。

开源社区发展分为五个关键阶段。为了对开源社区常见发展模式与发展阶段进行形象化的描述，帮助社区跟踪自身动态发展趋势，中国信通院提出开源社区成熟度曲线（见图 13）。成熟度曲线的横轴为“时间”，表示某个社区随时间发展经历各个阶段。

- **触发期为正式开源，吸引用户使用。**本阶段开源社区的核心是吸纳外部用户使用，在此之前开源主体需要明确整体的开源发展战略，对开源的投入及产出做出清晰规划。
- **宣传期为引导参与者反馈。**社区发展第二阶段需要引导外部使用者结合自身使用场景，对开源社区进行反馈。
- **协作期为形成共同体，促进贡献。**本阶段开源社区需要具备丰富的用户场景。用户企业将开源项目应用于内部业务场景，不断提出场景使用需求，促进用户企业的技术人员持对开源社区进行贡献，逐步形成开源共同体，并且通过丰富的用户实践，吸引更多的用户参与开源社区。
- **结晶期为社区完成场景闭环，与商业化形成良性互动。**本阶

段开源社区已经具备充足的用户案例,以及完善的贡献机制,社区内部开源治理与运营体系形成场景闭环,具备可持续性发展的特点。

- **流行期形成完整生态体系。**本阶段开源社区可以协调全世界拥有不同文化背景的开发者与用户之间的关系,同时能够疏通产业的上下游关系,打造全产业链共享的开源社区。在上游与下游厂商、社区、开发者到用户的全产业链之间,形成产业正循环,打造商业可闭环的良性生态系统。

社区“断层”往往出现在宣传期与协作期中间。在经历宣传期的快速增长后,社区大部分精力需要投入到“解决用户实际生产问题”中去。如果能跨越这一阶段,开源项目会变得越来越稳定与聚焦,迎来一个快速增长阶段。



来源: 中国信息通信研究院

图 13 开源社区成熟度曲线

开源社区运营涉及用户、社区、商业模式三个关键要素。吸引用户才能扩大贡献者规模。一个开源社区人数越多，人们参与的兴趣就越大，对项目的贡献量也越大，社区即可呈现多样化发展趋势，往往多样性和包容性是社区创新和可持续发展的重要助力。贡献者参与开源均为获得价值，价值可能是经济效益和行业影响力，也可能是个人成就的满足。所以社区需要找到贡献者参与社区的“外在动机”与“内在动机”，不断吸引参与者贡献项目。

建立广泛社区。国际化社区虽不是构建开源社区的必备因素，但在开源社区建设之初就将国际化纳入考虑，会有利于推动广泛协作。社区需提供本地化服务。在国际化的开源社区上，进行交流的主要语言为英语，对于英语非母语的用户和贡献者来说，社区需要提供本地化的语言支持。项目可以采取一些行动来帮助那些英语不是第一语言的人，更有效地使用和参与项目。寻求本地化志愿者参与，寻求帮助的一个关键领域是文档资源的本地化，不管参与者在软件开发实践方面的技能水平如何，社区成员都可以通过翻译文档，来积极地发展项目并加以改进，从而使更多潜在的贡献者能够更容易地访问项目。

建立良性商业循环。在推动开源项目应用的过程中，基于开源的商业企业应该充分考虑将来可能会商业化的功能，并将商业版功能与社区功能进行清晰划分，明确产品商业模式。通过关注自身项目的开源用户，了解哪些行业、组织与个人正在使用项目，项目中哪些功能具备更高的吸引力，针对已收集的信息，进行定量与定性分析，考

虑是否针对特定细分领域进行重点关注与定制化服务。

（二）多元化组织协作运营推动开源社区跨越断层

各类开源基金会、开源委员会等多元化组织可利用自身优势，充分推动开源社区发展，带动产业用户应用，助力开源社区发展跨越断层。

开源基金会为开源社区运营提供专业化服务。开源基金会通过对开源项目提供中立的知识产权托管，吸引大量用户参与社区。知识产权托管是开源基金会的核心工作。当一个项目把知识产权捐献给第三方开源基金会后，该项目更容易保持中立立场，在用户群体中建立信任，从而推动社区快速发展。**开源基金会规范社区治理。**一般情况下，开源基金会并不参与开源社区治理，但开源基金会提供一套体系化的社区治理规范，指导托管开源项目的社区治理。新晋项目需遵循基金会治理规范，在完成孵化前确保组织架构及日常治理运营符合基金会统一要求。基金会对开源社区要求包括：一是明确沟通机制，沟通形式包括邮件列表等；二是统一行为准则，主流的开源基金会均建立行为准则，要求托管的开源项目遵守；三是明确成为贡献者的机制，可以基于贡献度（PR 数等），也可以基于开发者投票情况；四是明确开发过程管理，对外公开如何对项目进行贡献，对内明确如何接受贡献。**开源基金会提供法律及资金支持。**基金会为每个项目在法律资金方面提供强有力的支撑，这样可以确保开源项目的合规及持续性问题。

开源联盟组织为开源社区运营搭建产业沟通平台。用户联盟组织推动用户需求尽早进入开源社区。中国信通院于 2018 年牵头成立金融行业开源技术应用社区（FINOC），又于 2021 年牵头成立通信开源社区（ICTOSC）与科技制造开源社区（TMOSC）。一方面推动行业用户开源软件应用，另一方面将用户需求与上游社区进行有效联动。开发者联盟组织推动开源社区间互通，形成广泛合作。中国信通院牵头成立值得信赖开源社区共同体（TWOS），旨在搭建开源社区间交流平台，邀请成熟开源社区的运营团队分享社区运营经验，形成社区带动效应，推动社区间形成广泛合作。同时值得信赖开源社区共同体会定期举办高校行等活动，在推广开源的同时，吸纳新鲜血液，持续不断的为社区输送优秀人才。摸清用户需求，找准商业化机遇。值得信赖开源共同体与金融等用户社区进行端对端连接，帮助基于社区的商业公司摸清企业级需求，找到合适的商业产品方向。同时值得信赖开源共同体将与投资机构建立合作，形成推荐关系。

三、开源商业模式：科技公司实现技术引领和差异化服务的价值，传统行业看重生态开放和协同创新的价值








本章梳理科技公司与传统行业的开源商业化模式，给出发展开源的动机与背后逻辑，重点分析电信、生物信息、能源、车联网等领域开源生态发展路径。

（一）科技公司开源的商业模式逐渐清晰

开源形成新的商业模式，重新定义起跑线。开源与商业化并不冲突，而是一种创新的商业模式。与传统的商业软件相比，开源软件采用了开放源代码、自由分发等形式，减少了营销和销售的成本，更容易向外传播。同时，开源通过放弃部分信息不对称产生的潜在利润，换取一定的传播和场景触及率，以达到引领生态流量和技术路径的目标。

中小企业基于开源构建差异化服务。提供企业发行版，扩展差异化能力获取利益。这种收费模式是目前企业最常见的开源商业模式，即基于社区版开源软件进行功能扩充，进行一系列适配、封装、测试后产出闭源产品后再供应的方式。红帽等企业已建立成熟的发行版模式。**提供开源服务，帮助用户落地开源应用。**第三方开源供应商以落地开源软件应用为目标，提供高质量部署、安装、运维、安全等开源支持服务，以按年收费形式提供用户服务获取收益。IBM等企业均提供开源支持服务。**基于开源提供云服务，顺应信息技术发展新趋势。**云计算已经成为国家信息基础设施的重要环节，“企业上云”趋势日益明显。企业客户可直接付费使用构架在云端基于开源的软件服务，无需自己搭建软件使用环境，使得技术能力不强的中小型企业也能以较低成本享受开源技术。国外的亚马逊云、微软云，国内的阿里云、华为云、腾讯云等云厂商均提供主流开源软件的云服务，涵盖操作系统、中间件、数据库等领域。**发行版的商业**

模式最早成熟，已进入资本市场。据 COSS MEDIA 统计，1999 年-2020 年共 16 家商业开源公司进行 IPO 成功上市，公司主要盈利模式是建立开源发行版。截至 2021 年 3 月，拿到投资的开源企业为 130 家，融资金额超过 50 亿美元，IPO 总额高达 35 亿美元。根据 COSSchina 统计，国内开源融资金额约为 10 亿美元，这些融资企业集中于数据库、云计算等领域。

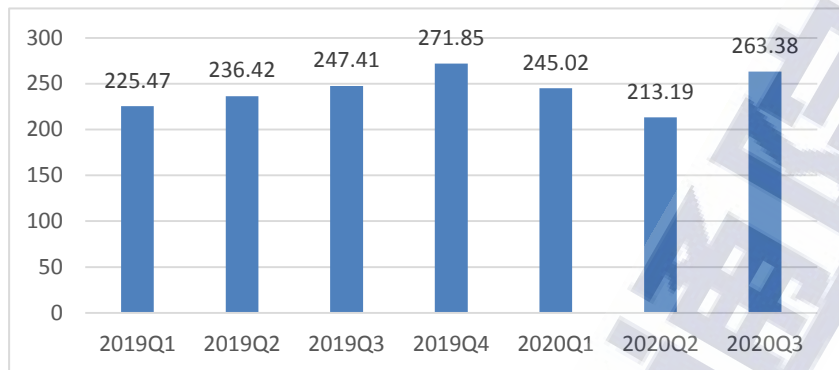
COSS Company	FOSS Core	Tick er	Current/ Last Valuation (B)	IPO raise (M)	IPO Date	Status	Listed Price	Age of company at IPO (years)	Age of FOSS core at IPO (years)	Empl ees at IPO	Current Employees	Reven ue at IPO (M)
	Artifactory	FROG	\$8	\$509	9/16/20	Public	64.78	12	11	590	270	127
	ElasticSearch	ESTC	\$10	\$252	9/5/18	Public	70	6	8	994	1,442	171
	Varnish	FSLY	\$8	\$180	5/16/19	Public	23.99	8	13	449	660	79
	Hadoop	CLDR	\$3	\$225	4/27/17	Public	18.1	9	12	1470	3,000	261
	Hadoop	HDP	\$2	\$100	10/10/14	M&A	26.38	3	9	524	3,000	--
	OpenStack	RXT	\$3	\$703	8/4/20	Public	21	22	10	6,800	6,500	3
	Metasploit	RPD	\$4	\$103	7/17/15	Public	25.28	15	12	554	2,000	84
	MongoDB	MDB	\$15	\$192	10/19/17	Public	30.68	10	8	820	2,000	124
	Canvas LMS	INST	\$2	\$81	11/13/15	M&A	18.07	7	7	651	1,291	--
	Linux	RHT	\$32	\$84	8/11/99	M&A	43.43	6	8	140	13,000	--
	Linux	LNIX	\$1	\$132	12/9/99	M&A	30	4	8	153	30	--
	Cloud Foundry	PVLT	\$2	\$555	4/20/18	M&A	15	5	9	2518	24,000	--
	MuleESB	MULE	\$8	\$225	3/17/17	M&A	17	11	11	841	1,250	188
	Talend CE	TLND	\$2	\$95	7/29/16	Public	25.5	11	11	566	1,500	82
	Snort	FIRE	\$3	\$86	3/2007	M&A	15	6	9	174	76,000	--
	Qt	QTC	\$1	\$77	5/26/16	Public	3.7	8	22	209	340	28.5
			\$102	\$3,599				8.9	10.5	17,453	136,283	115

来源：COSS MEDIA，2021 年 4 月

图 14 全球上市开源企业

科技巨头通过开源进行战略布局，引领生态流量。巨头企业开源看重生态流量，取得生态流量入口。全球活跃度前 100 的开源项目，巨头企业开源项目占比 14%。谷歌开源安卓，通过售卖广告资源获取利润，每季度谷歌获得的广告收入均在 200 亿美元以上；阿里开源 OpenYurt，保留云原生的标准管控能力和接口，实现了阿里

云生态的融合，推动了阿里云业务的发展。



来源：美股研究社，2020

图 15 谷歌每季度广告收入图

开源的商业模式与互联网的商业模式本质相同。开源的商业化本质与互联网的商业化本质类似，都是通过对个人的传播形成流量，通过流量转化为企业侧商业行为。因此，开源的商业成功和互联网的商业成功类似，只有少数到达流量爆发临界点的项目，才有可能带来成功的商业转化。

（二）传统行业企业通过开源协作探索创新发展

随着各行业数字化进程加速，企业均面临技术融合与海量数据的问题，仅靠单个企业和个人经验很难突破创新。通过项目的开源与开放，可以有效进行行业内协作，解决通用问题。尤其涉及大规模计算场景的行业，开源的优势更为突出，比如生物信息、航空航天等领域。

电信行业开源探索开源形态的标准。5G 时代，电信运营商认识到云计算、互联网、信息技术领域里开源开放的重要价值，从而纷

纷拥抱开源，依托标准领域的技术储备迅速探索开源生态建设。从全球来看，Linux 网络基金会、Linux 边缘基金会、O-RAN 开源软件社区和云原生基金会都在积极探索，集中在电信核心网和无线接入网系统。OpenDayLight 项目成立于 2012 年，开启了 SDN/NFV 开源的先河，2014 年成立的 OPNFV 项目，由中国移动、AT&T、法国电信等多个运营商联合发起。ONAP 项目，是全球最大的网络自动化编排开源项目，致力于实现自动化电信网元编排并探索网络智能化，该项目最早是由中国移动、华为、中兴等中国企业发起的 OPEN-O 和 AT&T 发起的 ECOMP 项目合并而成。2018 年 1 月，Linux 基金会整合旗下多个网络开源项目成立 Linux 网络基金会，从而凝聚更大的合力推进网络领域开源开放，该网络开源项目基金会目前已覆盖占全球用户数 70% 的运营商。O-RAN 联盟与 Linux 基金会合作，2019 年成立 O-RAN 开源软件社区，借助 Linux 开源社区巨大开发者力量与运营商在标准领域的技术储备，共同探索开放无线接入网络系统的实现。我国的三大运营商中国移动、中国电信、中国联通都积极参与到全球电信行业开源实践。2014 年，聚焦电信级云平台，中国移动联合 AT&T、Orange 等主流运营商以及爱立信、华为等主流设备商发起 OPNFV。2016 年 7 月，中国电信推出“CTNet2025”计划，计划到 2025 年实现网络的简单、开放、云化和敏捷化。与此同时，中国移动、中国电信和中国联通都是 O-RAN 联盟成员，三大运营商还共同成立了开放无线网络测试与集成中心

(OTIC)。2020 年中国移动在 Linux 网络开源社区发起 XGVela 项目，迈出了探索电信云原生平台实践的重要一步。

生物领域与能源领域开源聚焦数据分析。生物领域，哈佛大学的计算生物学科 Carpenter 团队发布开源软件 CellProfiler，可以测定生物个体特征，进行深度学习分析，将细胞图像转化为与疾病相关的数据找到潜在信息；欧洲分子生物学实验室开源 EMBOSS，可以自动处理各类数据。能源领域，石油加工服务商斯伦贝谢将勘探环境的数字平台系统开源，制造推动行业共同打造一个可扩展的数字化生态系统。

航天领域开源助力系统质量提升。航天领域软件安全性要求较高，通过开源探索系统质量提升，进一步降低风险。美国 NASA 在 Github 上托管 261 个开源项目，同时建立了自己的开源代码托管平台，托管 1072 个开源项目（源码、开放数据、开放 API 等），涵盖项目管理、数据和图像处理、电源系统、航天器设计与集成工具、自主系统等 15 个方面，其中 Livingstone2 项目由 NASA Ames 中心开源，是故障诊断和恢复引擎的模拟系统，制造提升系统质量。

车联网领域开源打造新一代技术生态。苹果携手本田、沃尔沃、奔驰等十余家车企启动“CarPlay”项目，同时谷歌将 Android 生态系统扩展至汽车领域，成立了“开放汽车联盟”；Linux 基金会联合 Intel、Toyota、三星、英伟达等十多家合作伙伴，推出了汽车端的开源车联网系统 Automotive Grade Linux (AGL)，旨在为车联网提供一个

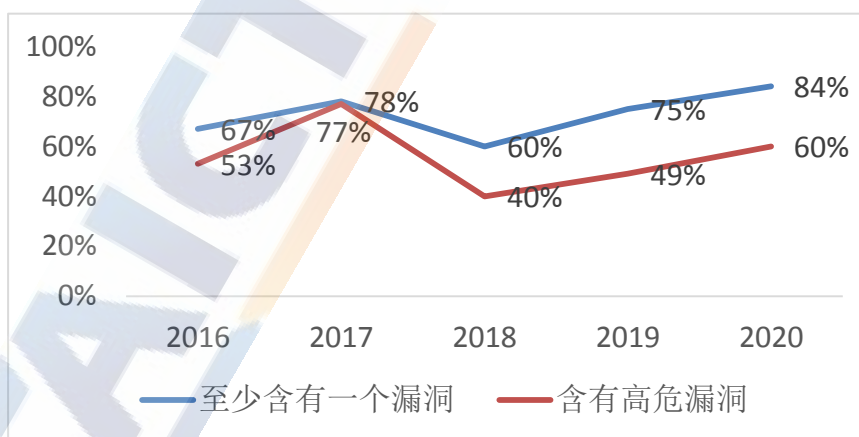
坚实的开源基础。国内互联网企业也开始布局车联网开源。百度依托 Apollo 自动驾驶开放平台，集成了车辆平台、硬件平台、软件平台和云端数据服务。

四、开源风险治理：开源风险判定规则逐渐明确，开源治理规模化落地

本章梳理开源应用存在的信息安全、知识产权以及供应链等风险，给出企业开源治理落地方式。

（一）开源风险点逐渐明晰

开源安全漏洞风险显著。根据新思科技《2021 开源安全与风险分析报告》显示，84%的代码库至少含有一个漏洞，近三年漏洞比例逐年增高，60%的已审核代码库包含高风险漏洞。根据开源网安 Source Check 工具对热门开源项目的扫描结果看，53.8%的项目存在超危风险。



来源：Black Duck，2020 年

图 16 热门开源项目开源漏洞数量及等级

开源需特别关注数据安全。开源软件涉及源代码共享，很多配置信息中会涉及账号密码等敏感信息，如果不对代码进行审核检查，可能会造成大量敏感信息与数据随着代码的共享而泄露。同时开源软件公开的源代码，如果包含对企业数据库的访问代码，则可能导致整个数据库面临数据泄露的危险，同时也可能导致企业内部文件与用户信息的泄露。

开源知识产权风险问题相对隐蔽。根据新思科技《2021 开源安全与风险分析报告》统计，2020 年审计的代码库中，65%的代码库包含存在许可证冲突的开源组件，通常涉及“GNU 通用公共许可证”。版权侵犯风险与商标侵权风险较易规避，而专利侵权风险与许可证冲突则较难规避。开源知识产区风险主要集中在四个方面，一是版权侵权风险，不遵守开源许可协议，导致版权侵权；二是专利侵权风险，开源软件中包含诸多软件专利，使用开源软件未得到软件专利权人的专利许可，从而导致专利侵权；三是商标侵权风险，未经许可使用开源软件的商标；四是许可证冲突。开源许可证治理复杂度高。开源许可证治理首先需要明确各类许可证试用场景。开源许可证可细分为开放型、弱传染型、传染型、强传染型四类，每类许可证对于使用者的权利义务均有不同规定。开源许可证治理需要判断各类代码之间的引用方式。应用程序一般由三部分组成：私有代码、开源代码和第三方组件。针对开源代码的引用方式，一般划归为动态链接、静态链接、源码、单独、近汇总、标准实现、前

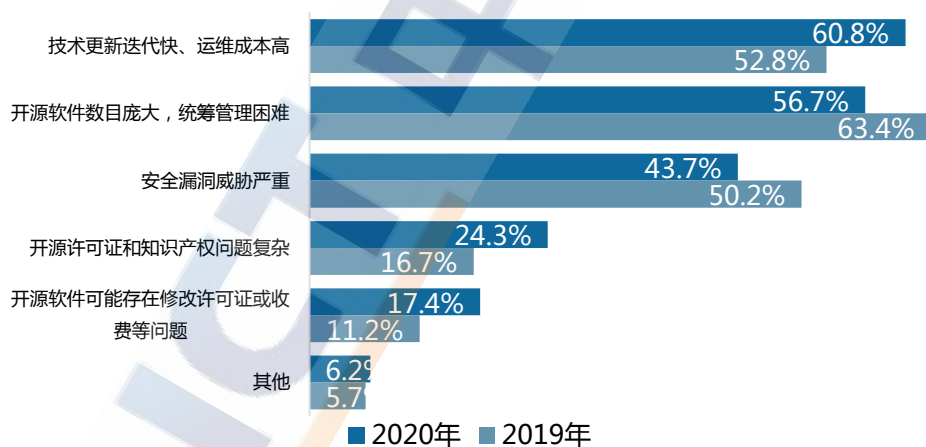
提条件、开发工具、不确定等方式，在应用程序使用过程中需要动态梳理与判断许可证风险。

开源知识产权相关法律判例逐渐增多。美国 Jacobsen 诉 Katzer 案件为涉及开源许可证维权成功的典范。Katzer 在自身的专用产品中使用了 Jacobsen 的开源代码，虽 Jacobsen 的开源代码采用的宽松许可证 (Artistic License)，但使用过程中需要保留版权和许可通知。由于 Katzer 删除了这些通知，Jacobsen 申请法律诉讼，主张 Katzer 违反了开源许可证。最终 Jacobsen 获得胜利并与 Katzer 达成和解，Jacobsen 诉 Katzer 案的判决是美国法院第一份关于开源许可证的书面意见，本案的判决强调了开源软件可以依据许可证成功维权。“不乱买”案件确认了开源许可证在我国具备法律效力。原告不乱买电子商务（北京）开发的网站“不乱买”于 2014 年 8 月上线，被告北京闪亮时尚信息技术有限公司旗下网站“闪亮时刻”自 2016 年 7 月上线，原告认为被告未经许可使用了与原告网站相同的设计、布局，采用相同源代码，牟取利益，损害了原告依法享有的署名权、修改权、复制权等，故诉至法院。本案中和开源许可证相关的争议点在于原告网站的前端代码中使用了 GPL 许可协议下的开源代码，该 GPL 许可协议是否约束后端代码。本案在最高法院知识产权庭终审，详尽分析了本案中 GPL 协议约束的代码范围。

开源可能面临商业产品组件协议冲突风险。开源软件涉及层层依赖关系，商业产品在使用开源过程中不断加入新的开源组件，可

能涉及不同或冲突协议。因此使用开源软件需要关注开源软件所依赖的其它开源软件/组件。以操作系统为例，其依赖的软件包上万，涉及源码、二进制包等多种形态，产业产品任何一个环节出现问题，都可能影响最终产品的使用。

运维成本高、统筹管理困难和安全漏洞威胁严重成为我国用户企业关注的三大挑战。根据中国信通院调研数据显示，2020 年我国企业用户认为技术更新迭代快、运维成本高为开源使用风险的比例最高，约为 60.8%，比 2019 年数据增加 8%；开源软件数目庞大、统筹管理困难风险占比排名第二，达到 56.7%，与 2019 年数据相比降低 6.7%；安全漏洞威胁严重风险占比排名第三，达到 43.7%，与 2019 年相比降低 6.5%。



来源：中国信息通信研究院，2021 年，6 月

图 17 2019 年与 2020 年我国企业使用开源技术面临的风险情况

（二）开源治理落地进入实操层面

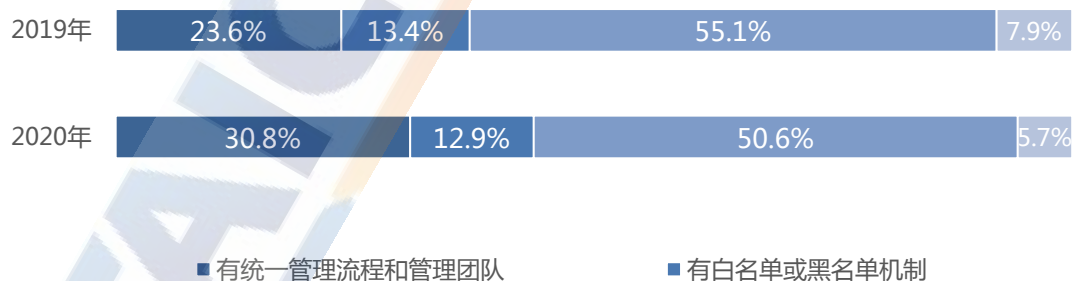
国家层面治理，各国看重开源带来的经济价值。2016 年美国联

邦政府推出联邦源代码政策，规定美国政府各部门每年采购的软件中 20% 的代码需开源，以提高政府代码复用率，降低政府采购成本。2020 年 10 月欧盟委员会批准了《开源软件战略 2020-2023》，特别强调软件解决方案和专业知识的共享和重用，以及在信息技术和其他战略领域增加开源使用，秉持开放、转型、共享、贡献、安全等原则提高欧洲数字化建设和公共服务能力。德国、西班牙等多个国家建立国家层面开源软件管理办公室。欧盟看重开源带来的经济效应，同时开源产业的快速增长也可以极大的促进 GDP 增长。开源非营利组织 OpenUK 于 2021 年三月发布的《State of Open: The UK in 2021》第一阶段的报告中显示，2017 至 2018 年，欧洲 26 万开源开发者相较于前一年提升了 10% 的开源贡献度，为欧洲带来了 0.4% GDP 总量的提升（约为 630 亿欧元）。同一模型下，12.6 万的开源工程师在 2019 年为英国提升了 295.2 亿到 432 亿英镑的经济增长。2021 年 9 月，欧盟发布《开源软硬件对欧盟经济的技术独立性、竞争力和创新的影响研究报告》详细阐述了开源对经济的影响。我国发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》中，开源首次被明确列入国民经济和社会发展五年规划纲要。纲要提到“支持数字技术开源社区等创新联合体发展，完善开源知识产权和法律体系，鼓励企业开放软件源代码、硬件设计和应用服务”。

企业层面治理 我国涉及海外业务企业最早关注开源风险治理

我国头部科技企业以及金融行业重视开源治理。2020 年 OPPO 宣布以白金会员加入 OpenChain，也是国内首家加入该项目的白金会员；2021 年华为以白金会员身份加入 OpenChain 项目，与高通、谷歌、西门子、丰田等 20 多个全球企业共同打造安全的开源软件供应链。

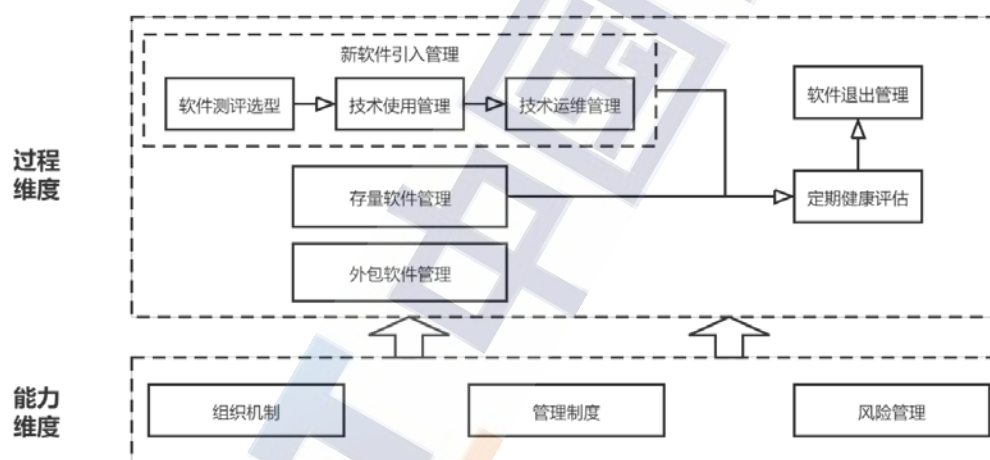
我国开源统一管理比例逐年提高。随着开源应用加深，我国企业逐步关注开源使用治理。中国信通院调查数据显示，2020 年 30.8% 的企业具备针对开源软件统一管理流程和管理团队，比 2019 年高 7.2%；2020 年 12.9% 的企业具备开源软件白名单或黑名单机制，与 2019 年基本相同；2020 年 50.6% 的企业处于分散管理的状态，与 2019 年相比降低 4.5%；未进行开源软件管理的企业占比从 2019 年的 7.9% 下降至 2020 年的 5.7%。我国金融用户企业率先探索开源治理道路。中国信通院 2020 年《金融行业开源软件使用情况调查》数据显示，46.88% 的金融用户企业具备统一的开源管理流程和团队，高于全行业用户调研数据中的 30.8%。



来源：中国信息通信研究院，2021 年，6 月

图 18 我国企业管理开源软件情况

开源治理标准体系逐步构建。中国信通院《开源软件治理能力成熟度模型》标准提出了企业开源软件治理能力框架，规定了开源用户企业在使用开源软件时应遵循的流程及规范，以及企业开源软件治理能力成熟度的评价方法。标准规范了企业在组织机制、管理制度、风险管理、软件测评选型、技术使用管理、技术运维管理、定期健康评估和软件退出管理、存量软件管理、外包软件管理等方面应具备的能力，适用于企业规范开源软件管理策略，帮助企业构建和提升开源软件治理能力。



来源：中国信息通信研究院

图 19 中国信通院开源治理体系框图

工具加快开源治理体系自动化落地。企业在使用开源软件时面临有一定挑战：一是引入的开源软件数量往往难以准确统计；二是开源软件存在潜在的安全漏洞风险，缺少相应预警及应急响应措施；三是许可证缺失或违规使用。为解决上述痛点，开源治理工具应运

而生。开源治理工具集成多种安全验证工具和管理工具，向企业提供便捷的交互式安全管理。通过开源治理工具的开源组成分析能力和安全性分析能力，识别出开源软件的漏洞、许可证和隐私安全等方面的威胁，帮助企业安全合规的使用开源软件。

五、我国开源生态发展趋势

开源生态规模将持续保持高速扩展态势。未来 3-5 年，我国开源生态发展都将处于快速膨胀期，国内企业对开源的认知逐渐加深。我国自发开源项目数量持续保持增长态势，开源使用场景更加透明和广泛，超过 90% 的企业在信息化建设过程中使用开源。开源项目类型进一步丰富，开源最终成熟形态不仅停留在开源软件，开源硬件、开放数据、开源书籍、开源电影等形态逐步兴起。**开源逐步成为各行业数字创新发展的关键模式。**开源在技术创新、效率提升、成本降低等方面的优势进一步凸显，成为各领域的技术底座。随着我国数字化场景爆发，信息技术栈将出现巨大的需求缺口。开源作为技术创新引擎，将不断推动各领域技术发展，满足各类企业级用户对“创新技术+敏态迭代”的需求。同时，各行业开源重视程度逐渐加深，进一步积极探索开源协同发展模式，推动行业间互通，带动行业数字化发展。

开源社区将运用规范的运营机制跨过断层进入协作期。当前大批开源社区停留着宣传期，开源运营重要性愈发凸显。未来运营主体不断丰富，逐步形成稳定运营机制。国内各类开源基金会、开源

委员会、开源协会、开源社区百花齐放，借助各自优势推动更广泛的开源社区发展，吸纳用户场景进入社区，解决跨越断层的关键问题，推动开源社区度过宣传期，尽快迈入协作期，形成良性循环。

开源协同模式逐步在传统行业显现价值，新的商业模式将不断涌现。当前开源技术路径引领和差异化服务的开源商业模式基本成熟，各行业开放协同的商业转化模式仍将处于探索期。未来，随着开放创新的模式不断深入发展，各行业将逐步应用开源协作模式创造商业价值。与此同时，开源平台、开源协作机制的公共需求不断扩充，进而带动新的开源商业模式涌现。

企业开源治理将上升至战略层面，治理力度进一步加大。开源风险问题始终存在，随着开源使用加深及开源理念普及，我国企业更加重视开源风险，将开源治理纳入企业科技风险治理范畴。积极建立开源治理体系规避开源风险。当前开源治理企业集中在具有海外业务的科技公司以及安全要求较高的金融机构，未来电信、能源、汽车等诸多行业都将逐步落地开源治理体系。

附录一：企业开源治理案例⁵

表 2 企业开源治理案例

企业	概述	企业开源治理体系	治理成效
微众银行	微众银行是一家依靠科技作为核心发展引擎的金融机构，在立行之初就坚定不移选择拥抱开源，并逐渐完善形成微众银行的开源发展路径以及开源治理策略。	成立了公司级别的开源治理组织架构；发布了一系列跟开源相关的管理办法和指导手册等；通过具体工具平台和标准化流程进行实施落地。	基于各种开源技术构建了分布式的银行核心系统，并在日常研发过程中高度依赖上万开源组件；企业内部已经达成“上游优先”的共识策略，充分利用社区已有成果，积极参与并推动上游项目发展。
中兴通讯	制定了一整套的开源软件合规&安全治理机制，并在全公司进行推广与落地，在原有 IT 研发工具系统上进行了优化和补充，逐步形成了完善的开源软件全生命周期管理和治理机制。	“官网同源”：管控开源软件的引入，确保产品项目尽量使用主流的、相对成熟的、风险相对较小的开源软件。 “内源同源”：公司内使用的同一个开源软件的同一个版本的源码和制品的来源相同。“版本同源”：优化公司开源软件库，确保一个开源组件在公司开源库中	通过一个开源软件引入流程来完成引入一个产品项目需要增加某种功能组件。开源软件在进入开源软件库后，可以供公司内所有产品项目使用。引入了第三方安全漏洞扫描工具，对产品进行定期扫描以及发布前的扫描。开源软件合规使用和分发。

⁵ 详细企业治理案例请查看《企业治理与开源项目最佳实践白皮书》

		的有效版本数量有限。	
小米集团	小米基于开源软件的特点，结合业务实际情况，建立了贴合业务场景的开源合规治理体系，为小米集团高效、安全地使用开源技术保驾护航。	设立开源委员会，下设主席、秘书长，以及若干个工作组，其中包括开源合规工作组，主要由法务部牵头，负责开源合规、治理工作。小米开源委员会牵头制定了《开源合规与风险管理制度》作为开源项目合规治理的指导性文件。在开源治理实践中融合开源合规培训，及开源文化、理念宣贯。	参与多个国际重大的开源项目，比如 Hadoop 、 Spark 、 Kubernetes 、 TensorFlow 等，作出了很多重要贡献；将自研的、具有通用性的软件系统回报开源社区，推出了 Pegasus （分布式 KV 存储系统）、 SOAR （SQL 优化和改进工具）、 MACE （移动端深度学习框架）等一系列优秀的开源项目。
中国移动软件	负责移动云工作，特别重视云计算、大数据基础技术的研发，在开源软件使用的基础上一致致力于开源社区的贡献。根据自身特点建设了围绕产品全生命周期管理的开源治理体系，维护开源生态，保障用户利益。	内部设有公司级领导直接分管的跨部门跨条线的开源治理虚拟团队，该团队由技术部牵头技术、运维、综合、市场等条线部门的专业人员组成，并在各产品部门分别设有开源接口人协助管理。团队主要包括法务小组，知产小组，安全小组，技术专家小组以及其他支撑组。	已经建立了较为完善的开源治理体系，企业内部研发人员也都接受了专业培训。持续保持社区贡献，维护开源生态建设，引领行业技术的创新和发展，为客户提供高质量的云服务。
腾讯	腾讯开源向“自下	组织保障，腾讯在技术	为开发者们提供与国内外开

讯	而上”与“自上而下”相结合的协同式开发演进。在内部协同共建的基础上，推动更底层、更重磅的技术对外开放，不断完善开源治理，打造开发者共建的生态。与腾讯云紧密结合，为开发者提供更多便利的基础服务、工具和开源项目。	委员会之下成立了对外开源管理办公室，下设开源管理组、腾讯开源联盟和开源合规组三大组织。系统支持，腾讯在内部建立和完善了代码开源所需的平台和工具，协助业务团队进行规范的开源审核。文化宣导，注重建设腾讯新代码文化和内部开源文化，鼓励腾讯项目首先在腾讯内部流动，并对有价值的项目引导和帮助对外开源。	源基金会和开源社区合作交流的机会，将优秀的项目有效回馈给社区，建立起以开源为核心的技术生态圈。已经形成了“代码开源协同作基础，产品社区商业促进步，打通内外开源‘双循环’”的开源战略模式。通过开源内循环，孵化出的新秀项目以及毕业优秀的开源项目，然后可以输送至外部开源社区。通过开源外循环，引入外部优秀的开源项目，通过外部的新鲜血液促进内部技术持续的创新。
---	--	--	--

来源：公开资料整理

附录二：全球开源项目列表

全球开源技术发展周期长，每个时期都有众多开源软件涌现，现今开源项目基本覆盖目前主要技术领域，并占据主流地位，本图展示全球各领域热门开源项目。

表 3 全球开源项目列表

领域	开源项目
Web 前端	Webpack、jQuery、node.js、Marko、Electron、three.js、BABEL、BULMA、Deno、ZURB Foundation、Bootstrap、aurelia、TodoMVC、Fresco、Stetho、Redux、Flux、Flutter、Ember.js、SwiftUI、React、Scrapy、Yoga、VUE、AngularJS、JSP、ASP
Web 框架	I/O、Nutch、Selenium、etherpad、webpack、servo、dojo、fastify、Flask、Django、Svelte、Flutter、Gin Web Framework、Laravel、Nuxt.js、Meteor、Haproxy、Varnish Cache、Express、Pure.CSS、Polymer Library、phpMyAdmin、Ruby on Rails
云计算	Envoy、Harbor、etcd、OpenStack、CoreDNS、Prometheus、fluentd、Apache cloudstack、containerd、Cloud Foundry、Kubernetes、Ironic、Apache Libcloud、Xen、Linkerd、Kubesphere、Jaeger、K8S、OpenStack、Gluster、Eucalyptus、Docker、KubeEdge、rkt、Ceph、OpenShift-OKD、moby、CHEF、ansible、Saltstack、puppet、Eucalyptus、AppScale GTS、KVM、cri-o、Rancher
中间件	Apache Tomcat、Apereo CAS、Apache RocketMQ、RabbitMQ、OpenMessaging、Pulsar、jetty、Apache HTTP Server、Netty、JBoss、GlassFish、Nginx、IIS、OpenResty
RPC	Apache Thrift、gRPC、Dubbo
数据库	Apache Cassandra、MariaDB、JanusGraph、CouchDB、Apache Derby、Impala、Apache Drill、Apache Jackrabbit、RethinkDB、Apache Geode、Apache Hive、MySQL、redis、etcd、LiteDB、PostgreSQL、pouchdb、Memcached、SQLite、QuestDB、FoundationDB、AlaSQL、Greenplum、CockroachDB、H2、Timescale、Hazelcast、MongoDB、influxdata、RavenDB、Dgraph、LevelDB、Sphinx、OrientDB、Couchbase、Neo4j、ArangoDB、Percona、Riak、CouchDB、OpenLDAP

大数据	Apache Zeppelin、Apache calcite、Apache Druid、Apache Spark、Apache Hadoop、Presto、Beam、Apache Ignite、Apache Flink、Apache Thrift、Apache Storm、Apache Camel、Apache Flume、Apache ZooKeeper、Apache HBase、Apache Kylin、Kafka、Azkaban、scribe、Delta Lake、Alluxio、ClickHouse、elastic、Analytics Zoo、ElasticSearch
操作系统	ReactOS、ecos、gentoo Linux、Apache mynewt、NetBSD、Anolis OS、Raspberry Pi OS、Apache NuttX、Zephyr、UNIX、MeeGo、Android、Parrot OS、PureOS、Oracle Linux、RHEL、Debian、Linux、Qubes OS、MIPS、alpine Linux、Fedora、FreeRTOS、Oracle Solaris、Kubuntu、Azure RTOS ThreadX、CentOS、snappy、FreeBSD、KDE neno、GNU Hurd、Zorin OS、Fuchsia、VOID、Arch Linux、Chromium、Solus、Sparky Linux、ARM MBED、openSUSE、Xvuan、Tizen、TinyOS、Kali、Ubuntu
开发工具 与环境	Synapse、Cordova、Eclipse Che、Skywalking、Fluentd、Apache JMeter、Jenkins、Gerrit、GitLab-CE、SonarQube、Pinpoint、Ansible、Zulip、Kong、JFrog、lime、Qt、Notepad++、Kibana、NativeScript、Logstash、Grafana Labs、VS Code、GNU Emacs、Gitpod、Vim、Postman、eclipse、Eclipse Theia
基础库	Apache ShardingSphere、Kafka、Apache RocketMQ、The GNU C Library、Hyperscan.IO、Boost、RocksDB、DPDK、Zlib、Jemalloc、snappy、zstd
人工智能	ONNX、Tvm、Mahout、AI Fairness 360、DL4J、mxnet、PredictionIO、NuPIC、OpenCog、PyTorch、Scikit-learn、Flair、Yolov3、Faiss、Cognitive Toolkit、Netron、StyleGAN、spaCy、NumPy、Caffe、TensorFlow、Horovod、DeepMind、Dopamine、OpenCV、Magenta、Mlflow、DeepDream、Pattern、Keras、NNI、AlphaGo、Kubeflow、FastText、Detectron2、DeepMind
区块链	Hyperledger、Accord Project、OpenChain、ThunderCore、ethereum、Bytom、Amazon Managed Blockchain、Zcash、QTUM、Libra、MultiChain、Quorum、Hydra、Chainlink、Corda、EOS、Elements、Bitcoin、NEO、Embark、web3.js、Truffle Suite、Storj
微服务	Istio、Service Mesh、Spring Cloud、Spring Boot
物联网	Raspberry Pi OS、Eclipse IoT、Arduino、arm Mbdos、Azure IoT Edge、Node-RED、Contiki-NG、OpenWrt、Ubuntu Core、RIOT OS、IMPACT、HealthKit、CubieBoard、BeagleBone、DeviceHive、

Zephyr、RT-Thread、CareKit、HealthKit、Zetta、Fuchsia、HomeKit、Kaa、ThingsBoard、EMQ

来源：公开资料整理

CAICT 中国信通院

中国信息通信研究院

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮编：100191

电话：010-62300557

传真：010-62304980

网址：www.caict.ac.cn

