

# 2025年中国开发与测试探析

## 技术竞速白热化！

## 谁能笑傲新一轮产业升级？

概念标签：开发与测试、交换机、路由器

## AI变革行业创新发展

China Software Development and Testing Industry

中国ソフトウェア開発・テスト産業

# 研究目标

## 研究目的

了解中国开发与测试的发展演变、关键技术，分析中国开发与测试的应用领域以及未来发展趋势。

## 研究目标

- 分析中国头部企业的开发与测试的产品和技术布局
- 探析中国开发与测试行业规模情况

## 本报告的关键问题

- 技术情况：中国开发与测试由什么构成的？未来格局会如何演化？
- 核心产品技术：中国开发与测试产品和技术布局将如何发展？

# 观点摘要

## 开发与测试的头部企业分析

锐捷网络的开发与测试流程通过其独特的JDM（联合设计制造）模式，体现了与客户的深度合作与长期价值的共同创造。供应链方面，JDM模式使得锐捷与客户共同优化BOM（物料清单）成本、第二来源策略以及库存结构等，确保产品的按时交付和成本控制。这种协同效应不仅提升了产品的质量和交付能力，还增强了双方合作的黏性与长期稳定性。

## 开发与测试的未来发展趋势

当前，开发与测试已逐步形成集基础科研、工程研发、应用探索和产业培育为一体的发展格局。超导量子比特、离子阱、中性原子、光量子等多种技术路线呈现多元化开放态势，应用场景正在跨行业领域持续推进，产业生态逐步构建。开发与测试的优越性验证已完成，未来有望推动多个行业的变革。然而，开发与测试仍面临一系列挑战。

# 内容目录

|   |                 |         |
|---|-----------------|---------|
| 1 | 开发与测试行业综述       |         |
|   | • 华为的硬件开发与测试流程图 | -----6  |
|   | • 华为路由器产品线      | -----7  |
|   | • 华为的交换机产品线     | -----8  |
|   | • 华为的无线产品线      | -----9  |
|   | • 中兴通讯          | -----10 |
|   | • 中兴通讯的产品线分析    | -----11 |
|   | • 锐捷网络          | -----12 |
|   | • 锐捷网络的产品线分析    | -----13 |
|   | • 基于AI的流程分析     | -----14 |
|   | • 未来发展趋势        | -----15 |
|   | • 方法论与法律势       | -----16 |

# 名词解释

- ◆ **开发**：指的是将想法、资源或潜力转化为实际成果或应用的过程。它强调从无到有、从初步概念到成熟形态的演进，例如技术开发、产品开发、区域开发等。
- ◆ **测试**：是指通过特定手段或方法，对某一对象进行验证、检验和评价的过程，目的是确认其是否满足既定标准、需求或预期效果。
- ◆ **交换机**：是一种工作在数据链路层（第二层）的网络设备，主要作用是接收、处理并转发数据帧，实现多台设备之间的高效通信。它通过存储转发和基于MAC地址的学习功能，能够为不同端口间的数据传输提供独立的带宽。
- ◆ **以太网**：是一种计算机局域网（LAN）通信技术，最早由施乐公司（Xerox）提出，后由IEEE标准化为 IEEE 802.3 协议。它通过帧（Frame）的方式传输数据，是目前全球最普及的有线网络技术。

# Chapter 1

## 行业综述

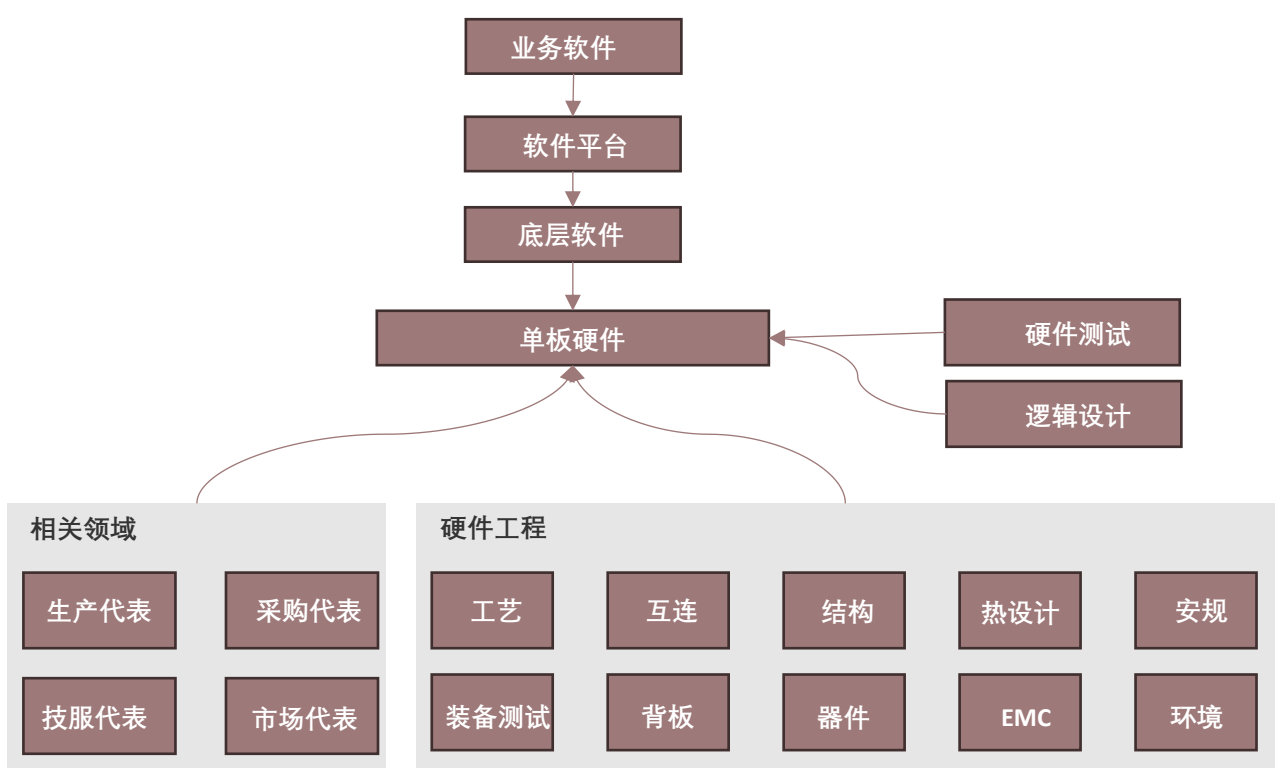
---

- ❑ 锐捷网络的开发与测试流程通过其独特的JDM（联合设计制造）模式，体现了与客户的深度合作与长期价值的共同创造。供应链方面，JDM模式使得锐捷与客户共同优化BOM（物料清单）成本、第二来源策略以及库存结构等，确保产品的按时交付和成本控制。这种协同效应不仅提升了产品的质量和交付能力，还增强了双方合作的黏性与长期稳定性。
- ❑ 当前，开发与测试已逐步形成集基础科研、工程研发、应用探索和产业培育为一体的发展格局。超导量子比特、离子阱、中性原子、光量子等多种技术路线呈现多元化开放态势，应用场景正在跨行业领域持续推进，产业生态逐步构建。开发与测试的优越性验证已完成，未来有望推动多个行业的变革。然而，开发与测试仍面临一系列挑战。

## 中国开发与测试行业探析——硬件开发与测试流程图

- 华为开发与测试以软硬件协同和跨部门合作为核心，覆盖全链条工程与外场验证，依托专家池与自动化测试，确保产品稳定交付与全球竞争力

华为的硬件领域的人员构成



### ■ 华为的开发与测试体系在硬件领域展现出完整而精细化的人员构成和流程闭环

其核心逻辑是通过软件与硬件的协同驱动产品研发，从上层的业务软件、软件平台、底层软件逐级下探到单板硬件，再由硬件测试和逻辑设计环节进行反哺，确保软硬件功能的高度一致性与可靠性。

在这个过程中，涉及的人员不仅限于硬件工程师，还包含生产、采购、市场、技术服务等跨领域代表，构成了全流程的闭环支持。

在硬件工程环节，涵盖工艺、互连、结构、热设计、安装、背板、器件、环境、EMC 等多个子领域，形成了从物理设计到装配测试的全链条覆盖。这种全维度分工，使得开发与测试可以快速定位并解决潜在问题，保障产品在不同应用环境下的稳定性和兼容性。

同时，硬件测试与逻辑设计并行推进，不仅保证了电路和结构的合理性，还通过验证阶段的反馈进一步优化设计质量。华为还通过大规模测试团队和专家池机制，为核心版本和不同频段的产品提供验证和快速适配，特别是在外场环境下进行大规模验证，确保产品在运营商复杂场景下的稳定性和高性能。

整体而言，华为的开发与测试体系以跨领域协作、全链条工程覆盖和双向反馈闭环为核心特征，形成了从研发到交付的系统化质量保障机制。这种模式不仅提升了研发效率与交付质量，也为产品在全球市场上的长期竞争力奠定了坚实基础。

来源：光子盒研究院，头豹研究院

中国开发与测试行业探析——华为的产品线分析

- 华为路由器产品线的开发与测试依托 VRP 平台和协议栈，覆盖硬件驱动、系统集成与验证，采取软件特性与硬件耦合并重的测试配比，强调协议一致性、可靠性与安全合规等，确保端到端高质量交付

| 华为路由器产品线开发与测试分析 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | <div><div><div><div><div></div><div>头豹</div><div>LeadLeo</div></div><div></div></div><div><div>报告完整版/高清图表或更多报告：请登录 <a href="http://www.leadleo.com">www.leadleo.com</a></div><div>如需进行品牌植入、数据商用、报告调研等商务需求，欢迎与我们联系</div><div>联系邮箱：<a href="mailto:Kay.mo@leadleo.com">Kay.mo@leadleo.com</a></div></div></div></div> |
| 职级划分原则          | 管理/专业双通道（领导力 vs 专业力），外部 HCIA/HCIP/HCIE 认证与专业线对接；内部等级未公开，晋升以成果与指标为主                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 岗位认定            | 开发：协议/平台/驱动/版本工程；测试：功能/协议、互通、性能/可靠性、安全自动化（SET）、PQA                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 效能评估指标          | 业务结果（缺陷率、按期率、Lead Time、客户满意度、投诉率、等待时长）；工程质量（变更率、逃逸率、IOT 通过率、堆叠/ISSU 成功率、性能容量达标、安全基线合规率）                                                                                                                                                                                                                             |
| 动态人员支持          | 版本快慢轨+灰度，专家池集中支持 DCN/VXLAN/EVPN/堆叠容灾；制造早期参与产测一致性                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 测试分类规则          | ISO 25010 → 协议一致性、性能/容量（背板带宽、表项容量）、可靠性（堆叠/集群）、互通/IOT、安全、可管可运维                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 职级划分原则          | 同样采用双通道，HCIA/HCIP/HCIE-DCN/数通认证支撑；强调大规模场景能力（DCN、集群）                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 岗位认定            | 协议/功能测试、性能/容量、堆叠/集群可靠性、互通/IOT、安全、测试开发（SET）、PQA                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 效能评估指标          | 业务结果：客户缺陷率、按期率、验收一次通过率流程效率：发布频率、CFR、MTTR、基线变更周期工程质量：自动化覆盖率、逃逸率、IOT 通过率、堆叠/ISSU 成功率、性能容量达标、安全基线合规率                                                                                                                                                                                                                   |

来源：光子盒研究院，头豹研究院

中国开发与测试行业探析——续上页

- 华为交换机产品线的开发与测试以协议一致性、性能与容量、堆叠/集群可靠性为核心，强调自动化与安全合规，结合 HCIE-DCN 能力支撑全场景交付，确保高效稳定和端到端质量

华为交换机产品线开发与测试分析

| 维度      | 关键内容                                                                                                      |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 团队组成    | VRP 协议栈（STP/VLAN/VXLAN/EVPN）、ASIC/驱动、系统集成、堆叠/集群验证、PQA                                                     |
| 开发：测试配比 | 协议/VRP 3-5:1；硬件/ASIC 2-3:1；大规模互通/性能回归阶段接近 1:1                                                             |
| 动态人员支持  | 版本快慢轨+灰度，专家池集中支持 DCN/VXLAN/EVPN/堆叠容灾；制造早期参与产测一致性                                                          |
| 测试分类规则  | ISO 25010 → 协议一致性、性能/容量（背板带宽、表项容量）、可靠性（堆叠/集群）、互通/IOT、安全、可管可运维                                             |
| 职级划分原则  | 同样采用双通道，HCIA/HCIP/HCIE-DCN/数通认证支撑；强调大规模场景能力（DCN、集群）                                                       |
| 岗位认定    | 协议/功能测试、性能/容量、堆叠/集群可靠性、互通/IOT、安全、测试开发（SET）、PQA                                                            |
| 效能评估指标  | 业务结果：客户缺陷率、按期率、验收一次通过率<br>流程效率：发布频率、CFR、MTTR、基线变更周期<br>工程质量：自动化覆盖率、逃逸率、IOT 通过率、堆叠/ISSU 成功率、性能容量达标、安全基线合规率 |

■ 华为三大产品线的开发与测试体系体现了其“标准化流程、平台化协同、专家化支撑与智能化验证”的核心特征

在交换机产品线上，华为以 VRP 协议栈（STP/VLAN/VXLAN/EVPN）为核心，构建基于 ASIC/驱动的多层验证体系，支持堆叠与集群验证。开发与测试配比为“协议3-5:1、硬件/ASIC2-3:1”，大规模互通和性能回归阶段接近1:1。动态人员机制由“版本快慢轨+灰度发布”结合专家集中支持模式组成，确保早期参与制造验证，保持生产一致性。测试体系遵循 ISO 25010 标准，重点验证 背板带宽、表项容量与堆叠可靠性，同时强化安全与可运维性。岗位认证体系与路由器一致，结合 HCIA/HCIP/HCIE-DCN 认证体系，评估跨场景能力。效能指标侧重客户缺陷率、验证周期和自动化覆盖率，强调回归效率和版本质量闭环。

无线产品线以 协议软件（L1-L3）、射频硬件（AAU/RRU/天线）、基带/BBU 系统集成 为核心，构建覆盖外场验证和PQA的全链路测试架构。开发与测试比例设为“协议3-5:1、硬件/射频2-3:1、外场验证1:1”，确保实验室验证与真实网络环境的高度一致。动态支持体系采用“版本快慢轨+灰度验证+专家池集中派驻”模式，提升多运营商场景适配度。测试标准同样遵循ISO 25010体系，覆盖性能、容量、互通、安全与可维护性。职级通道对接HCIA/HCIP/HCIE-RAN 认证，强化无线场景下的交付与运营能力。

路由器以控制面（BGP/OSPF/MPLS 等协议）、转发面（ASIC/硬件）与高可用特性为核心，构建从协议栈到大规模互联的分层验证流程，着力于路由稳定性、转发性能、策略一致性与安全性验证。

采用与交换机类似的动态版本与专家支撑机制，以保证互通质量与版本回归。测试关注点包括路由收敛、策略一致性、表项容量和性能回归，认证与岗位能力评价与交换机协同对接，强调跨场景交付能力。

来源：光子盒研究院，头豹研究院

# 中国开发与测试行业探析——中兴通讯

- 中兴通讯的开发与测试体系经历探索、强化、融合与发展四阶段，从标准化到敏捷化再到数字化升级，逐步形成覆盖全生命周期的闭环管理，支撑高质量交付与持续创新

## 中兴通讯项目管理发展分析

- 中兴通讯项目管理发展历程及项目管理体系
- 中兴通讯项目管理体系发展阶段



- 中兴通讯的开发与测试体系是在项目管理体系不断迭代中逐渐成熟起来的。其发展历程清晰体现了从规范化到敏捷化、再到融合化与数字化的过程

在探索阶段（2001—2006年），公司逐步引入国际先进方法，如PMBOK体系，并推动部门级PMP认证，使得项目管理在意识和工具层面初具雏形，为后续开发与测试的流程化奠定了基础。

在强化阶段（2007—2010年），中兴建立HPPD研发管理模式，并将项目一体化运作体系落地，确保开发与测试环节能协同推进，降低了产品迭代周期，同时通过敏捷转型，使开发与测试能够快速响应客户需求与市场变化。

进入融合阶段（2012—2015年），中兴不仅建立LTC管理模式，还引入精益思想与价值工程方法论，使开发与测试更紧密嵌入产品全生命周期，强调跨部门协同、效率提升与成本优化，实现了设计、测试与运维的深度融合。

在发展阶段（2017年至今），中兴通过管理变革将架构、流程与业绩全面挂钩，并借助数字化转型推动测试的自动化与智能化，实现了对开发进度、质量和交付结果的实时监控，形成了可持续改进的闭环。

整体来看，中兴的开发与测试已不仅是研发链条中的一个环节，而是与项目管理体系深度融合的战略能力，推动企业实现高质量交付与长期竞争优势。

来源：光子盒研究院，头豹研究院

## 中国开发与测试行业探析——中兴通讯产品线分析

- 中兴通讯在路由器、交换机和无线产品线上，从团队组织、动态人员支持、测试分类、职级划分到开发与测试岗位及效能评估均形成体系化管理，以保障功能、性能、可靠性、安全及项目交付质量

### 中兴通讯的产品开发与测试分析

| 维度     | 路由器产品线                                                                             | 交换机产品线                                                                             | 无线产品线                                                                                            |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 团队组成   | 协议/平台、硬件/驱动、系统集成、IOT、测试、PQA、安全                                                     | 协议/平台、ASIC/驱动、系统集成、堆叠/集群、测试、PQA、安全                                                 | 协议软件(L1-L3)、射频硬件(BBU/AAU/RRU)、系统集成、外场测试、PQA、安全                                                   |
| 动态人员支持 | HPPD流程+安全内嵌；版本列车+灰度；专家池支撑协议/性能/IOT                                                 | HPPD流程；快慢轨+灰度；专家池支撑DCN/堆叠容灾；制造团队早期介入                                               | HPPD流程+NESAS；外场团队大规模派驻；核心版本稳态+快速适配运营商                                                            |
| 测试分类规则 | 协议一致性、IOT、性能/容量、ISSU/高可用、安全、可管可运维                                                  | 协议一致性、性能/容量、堆叠/集群可靠性、IOT、安全、可管性                                                    | 3GPP一致性、容量/速率/切换时延、外场覆盖/掉话率、互通、安全、可管性                                                            |
| 职级划分原则 | 管理线+专业线；晋升看交付成果、质量改进、安全合规                                                          | 管理线+专业线；HCIE-DCN参考；晋升看交付与场景能力                                                      | 管理线+专业线；HCIE-RAN参考；晋升看外场/运营商交付                                                                   |
| 开发岗位   | 协议/特性、平台/驱动、ASIC/硬件、系统版本工程                                                         | 协议/特性、ASIC/驱动、系统版本工程                                                               | 协议软件(L1-L3)、射频/基带、系统/算法、Cloud-RAN                                                                |
| 测试岗位   | 功能/协议、性能/容量、互通/IOT、可靠性/ISSU、安全、SET、PQA                                             | 功能/协议、性能/容量、堆叠/集群、互通/IOT、安全、SET、PQA                                                | 协议一致性、性能/容量、互通/IOT、外场、自动化/SET、安全、PQA                                                             |
| 效能评估指标 | 业务结果：缺陷率、按期交付率、Lead Time<br>流程效率：DF、CFR、MTTR<br>工程质量：自动化覆盖、逃逸率、IOT通过率、ISSU成功率、安全基线 | 业务结果：缺陷率、按期交付、一次验收率<br>流程效率：发布频率、CFR、MTTR<br>工程质量：自动化覆盖、逃逸率、堆叠/ISSU成功率、性能容量达标、安全基线 | 业务结果：缺陷率、外场验收通过率、按期交付率<br>流程效率：版本频率、CFR、MTTR<br>外场缺陷闭环周期<br>工程质量：协议一致性覆盖率、性能容量达标率、掉话率/切换成功率、安全基线 |

来源：光子盒研究院，头豹研究院

## 中国开发与测试行业探析——锐捷网络

- 锐捷网络的开发与测试在JDM模式下强调与客户的紧密合作，从早期的需求对接到产品的定制化设计，再到供应链的共同优化和测试，确保了产品的高效生产和长期市场适应性



与传统的OEM或ODM模式相比，JDM模式的核心优势在于需求对接的早期同步与定制化设计，锐捷网络与客户紧密协作，从产品定义、架构设计到硬件选型、可制造性、可测试性等各个环节，确保最终产品能够高度契合特定的工作负载和使用场景，如高密度AI训练、冷却需求及功耗优化等，极大缩短了产品的开发周期（TTM），避免了后期返工的浪费。在测试阶段，锐捷与客户共同承担产品的可测试性与制造性测试，确保产品不仅在质量上达到标准，还能在高负载、高强度条件下长期稳定工作。供应链方面，JDM模式使得锐捷与客户共同优化BOM（物料清单）成本、第二来源策略以及库存结构等，确保产品的按时交付和成本控制。这种协同效应不仅提升了产品的质量和交付能力，还增强了双方合作的黏性与长期稳定性。

与Arista网络的OBM（自有品牌制造）模式不同，Arista通过自主研发核心技术形成生态系统和强大溢价能力，而锐捷的JDM模式主要通过产品定制与合作来锁定订单并获得制造环节的毛利和净利。尽管锐捷的技术溢价较低，但其通过JDM模式锁定了互联网行业的主要大客户（如阿里、腾讯、字节跳动等），并能在其资本开支周期中持续受益。随着技术迭代，锐捷能够基于之前的技术路径向更高性能的产品过渡，例如从800G到1.6T的升级，保持了技术持续性和市场稳定性。因此，锐捷网络通过JDM模式不仅确保了订单的长期稳定性，还能够与客户共同实现价值增长，成为互联网行业数据中心领域的重要玩家。

来源：，制造前沿，头豹研究院

中国开发与测试行业探析——锐捷网络产品线分析

- 锐捷网络的路由器、交换机和无线产品线在典型场景、团队组织、人员支持、测试分类、职级划分、岗位职责等方面存在差异，展示了各产品线从开发到测试在协议、性能、安全及管理路径上的全流程要求

锐捷网络产品线开发与测试分析

| 维度                          | 路由器产品线                                                                                                                                                              | 交换机产品线                                                                                                                                        | 无线产品线                                                                                                                                                  |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 典型产品/场景                     | 协议/平台、硬件/驱动、系统集成、IOT、测试、PQA、安全                                                                                                                                      | 协议/平台、ASIC/驱动、系统集成、堆叠/集群、测试、PQA、安全                                                                                                            | 协议软件(L1-L3)、射频硬件(BBU/AAU/RRU)、系统集成、外场测试、PQA、安全                                                                                                         |
| 团队组成                        | HPPD流程+安全内嵌；版本列车+灰度；专家池支撑协议/性能/IOT                                                                                                                                  | HPPD流程；快慢轨+灰度；专家池支撑DCN/堆叠容灾；制造团队早期介入                                                                                                          | HPPD流程+NESAS；外场团队大规模派驻；核心版本稳态+快速适配运营商                                                                                                                  |
| 动态人员支持                      | 协议一致性、IOT、性能/容量、ISSU/高可用、安全、可管可运维                                                                                                                                   | 协议一致性、性能/容量、堆叠/集群可靠性、IOT、安全、可管性                                                                                                               | 3GPP一致性、容量/速率/切换时延、外场覆盖/掉话率、互通、安全、可管性                                                                                                                  |
| 测试分类<br>(ISO/IEC 25010 场景化) | 管理线+专业线；晋升看交付成果、质量改进、安全合规                                                                                                                                           | 管理线+专业线；HCIE-DCN参考；晋升看交付与场景能力                                                                                                                 | 管理线+专业线；HCIE-RAN参考；晋升看外场/运营商交付                                                                                                                         |
| 职级划分原则                      | 采用管理线与专业线双通道：① 管理线：从项目经理（PM）到产品开发团队经理（PDT Manager），考核指标包括项目按期交付率、跨部门协同效率、客户问题闭环情况。② 专业线：覆盖协议、平台、驱动、测试、安全等序列，按技能等级（初级→中级→高级→专家→首席）晋升，考核指标包括协议特性迭代质量、IOT通过率、ISSU成功率等。 | 采用管理线与专业线双通道：① 管理线：强调数据中心/园区项目的端到端交付能力，考核包括大规模项目推进效率、堆叠/集群场景风险闭环、供应链协同。② 专业线：覆盖 ASIC/硬件、协议、驱动、测试、PQA 序列，按技能等级晋升，重点考核性能/容量达标率、堆叠/集群稳定度、自动化覆盖率。 | 采用管理线与专业线双通道：① 管理线：强调外场交付与运营商客户支撑，考核指标包括外场掉话率、切换成功率、覆盖率达标情况。② 专业线：覆盖 L1/L2/L3 协议、射频、基带、系统/算法、测试、PQA 序列，按技能等级晋升，重点考核 3GPP 协议一致性覆盖率、容量/峰值速率达标率、外场问题闭环周期。 |
| 开发岗位                        | 协议/特性、平台/驱动、ASIC/硬件、系统/版本工程                                                                                                                                         | 协议/特性、ASIC/驱动、系统/版本工程                                                                                                                         | 协议软件（L1-L3）、射频/基带、系统/算法、Cloud-RAN                                                                                                                      |
| 测试岗位                        | 协议/功能、性能/容量、互通/IOT、可靠性/ISSU、安全、自动化（SET）、PQA                                                                                                                         | 协议/功能、性能/容量、堆叠/集群、互通/IOT、安全、SET、PQA                                                                                                           | 协议一致性、性能/容量、互通/IOT、外场、自动化/SET、安全、PQA                                                                                                                   |

来源：光子盒研究院，头豹研究院

中国开发与测试行业探析——项目生命周期模型分析

- 对比六种主流软件开发模型（瀑布、迭代、螺旋、原型、敏捷、V模型）的核心理念、优缺点及适用场景，对比展示其在项目规划、团队管理与行业分布中的差异，为模型选型与项目管理提供系统参考

基于开发与测试的项目生命周期模型分析

| 维度     | 瀑布模型                     | 迭代模型                     | 螺旋模型                  | 原型模型                   | 敏捷模型                       | V模型                  |
|--------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|----------------------|
| 核心理念   | 线形顺序推进                   | 分阶段增量交付                  | 风险驱动迭代                | 快速验证需求                 | 快速响应变化                     | 开发与测试严格对应            |
| 阶段划分   | 需求分析→设计→开发→测试→部署（单向）     | 多个迭代周期(每个周期含需求、设计、开发、测试) | 螺旋周期循环(目标→风险评估→开发→规划) | 原型设计→用户反馈→修正/开发        | 短周期迭代(Sprint，含需求梳理、开发、评审)  | 开发阶段(左)与测试阶段(右)严格对应  |
| 关键特征   | -阶段严格划分<br>-文档驱动<br>-不可逆 | -迭代增量交付<br>-逐步细化需求       | -结合瀑布与迭代<br>-强调风险管理   | -快速原型构建<br>-用户深度参与     | -拥抱变化<br>-持续交付增量<br>-自组织团队 | -开发测试一一映射<br>-严苛验证体系 |
| 优点     | 流程清晰，交付可预测               | 早期发现缺陷，风险分散              | 风险可控，适应复杂项目           | 降低需求偏差，提升用户满意度         | 快速响应变化，客户参与度高              | 缺陷早期发现，高可靠性保障        |
| 缺点     | 需求变更成本高，风险后期暴露           | 迭代次数难控制，总成本较高            | 管理法复杂度高               | 原型易被误解，文档不完善           | 依赖团队自律，文档不完整               | 流程僵化，用户参与度低          |
| 适用场景   | 需求明确且稳定的合同项目（如政府工程）      | 需求不明确的大型系统（如ERP）         | 高风险长期项目（如国防系统）        | 需求模糊的界面密集型系统（如Web应用）   | 需求频繁变化的创意产品（如互联网应用）        | 高可靠性要求的系统（如医疗设备）     |
| 典型案例   | 航空航天系统                   | 微软Windows早期版本            | 美国导弹防御系统              | 电商平台需求验证               | Spotify音乐平台                | 空客A380航电系统           |
| 关键成功因素 | 需求冻结与严格计划                | 迭代范围控制欲用户协作              | 风险评估能力与资源投入           | 原型迭代速度与用户反馈效率          | 团队自组织能力与客户参与度              | 文档规范与测试覆盖率           |
| 行业分布   | 传统制造业（68%）、基础设施（82%）     | 金融核心系统（45%）、企业软件（60%）    | 国防军工（77%）、企业软件（60%）   | 互联网初创企业（89%）、消费电子（52%） | 互联网那个产（78%）、SaaS服务（91%）    | 汽车电子（62%）、医疗设备（58%）  |

来源：光子盒研究院，头豹研究院

中国开发与测试行业探析——基于AI的流程分析

- 中国开发与测试平台通过集成量子硬件、软件工具和开发环境，支持量子算法的设计与执行，推动开发与测试在通信、金融等领域的应用，重点发展自主可控的量子技术，致力打造领先的开发与测试应用生态

基于AI的开发与测试流程分析

Part 1 新开发流程 与 Vibe Coding实践

Vibe Coding崛起，人机协作的新开发流程：

- 从灵感驱动开发到快速MVP验证，门槛大幅降低；
- 人机协作中“人工过一遍”成为关键安全阀；

前端开发高频落地，后端复杂场景受限：

- UI生成、Demo展示效果显著，10分钟生成全栈应用成为可能；
- C++、芯片级开发等底层场景仍需人工主导；企业级应用80%精力在后端优化；

Vibe Coding 挑战

- 模型上下文窗口限制，难处理大型项目；
- 后端与Infra生成效果弱于前端；
- 企业用户对“概率性稳定”容忍度低，需引入验证机制；

Part 2 AI驱动测试体系

单元测试自动化突破：

- AI解决传统“要不要写单测”争议，规范化测试代码生成门槛大幅降低；

典型机制探索：

- 回归测试智能化；识别跨文件改动+映射相关测试，减少冗余计算；
- 用户行为模拟：Computer Use能力驱动端到端测试预警与控制；

挑战与限制：

- 多文件、大改动下用户难感知；
- 当前测试仍依赖执行层的稳定性和多模态模型基础能力

Part 3 数据闭环与正向飞轮构建

数据质量决定AI能力上线：

- 企业内部数据差异巨大，通用大模型难以适配；
- 高质量标注数据、历史脚本是核心资产；

飞轮关键路径：

- 错误用例也可转化为反例数据，用于微调；
- 用户行为与低信噪必输局难以直接驱动效果，需结构化数据体系支持；

AutoML与传统测试结合前景广阔：

- 大模型引导+自动执行引擎协作是未来方向；
- 图像理解能力将成为多模态测试落地的关键；

关键词：Vibe Coding、AI Coding、Computer USE、MCP集成、数据飞轮、回归测试、多模态大模型

典型公司或产品：Cursor、Trae、Figma、Lovable、Dragon Testing Inc、Omniflow.team、Dagger

来源：光子盒研究院，头豹研究院

# 中国开发与测试行业探析——未来发展趋势

- 开发与测试行业正迈向智能化、自动化与全生命周期闭环管理，结合数据驱动与安全合规，广泛渗透至IT、汽车、制造、医疗等领域，成为数字化时代产品可靠性与竞争力的核心保障

## 中国开发与测试未来发展趋势

### 智能化与自动化趋势

开发与测试逐步从“人工驱动”转向“自动化+智能化”。软件测试方面，AI 测试生成、自动化回归测试、代码质量检测平台逐渐普及；在硬件与系统开发领域，仿真环境与数字孪生测试成为标配。

### 全生命周期闭环验证

将在需求分析—设计—开发—运维—迭代流程测试。DevOps、CI/CD、测试左移（Test Shift-left）与右移（Test Shift-right）理念结合，使测试嵌入整个产品生命周期，形成持续反馈与优化。

### 数据驱动与预测性测试

开发与测试行业正在向数据化演进。通过大数据与机器学习，能够从历史缺陷、运行日志和用户反馈中建立预测模型，实现缺陷预测、自动定位与自愈。

### 安全与合规成为核心

随着行业数字化加深，网络安全、数据隐私、功能安全等成为测试必选项。未来测试不仅关注性能与功能，还会强调合规认证（如ISO、IEC、GDPR、行业安全标准），成为市场准入门槛。

### 行业融合与新场景扩展

开发与测试行业已从IT扩展到汽车（智能驾驶）、医疗设备、半导体、工业制造、航空航天等高风险高价值场景。跨行业融合推动了更多元的测试工具和标准体系发展。

## 开发与测试作为一项前沿技术，正处于快速发展的初期阶段，整体发展势头良好，未来潜力巨大

当前，开发与测试已逐步形成集基础科研、工程研发、应用探索和产业培育为一体的发展格局。超导量子比特、离子阱、中性原子、光量子等多种技术路线呈现多元化开放态势，应用场景正在跨行业领域持续推进，产业生态逐步构建。开发与测试的优越性验证已完成，未来有望推动多个行业的变革。然而，开发与测试仍面临一系列挑战。

基础研究方面，开发与测试的相关科学问题、技术方案、理论算法及基础材料等仍需深入探索。原型机研制方面，各技术路线的开发与测试原型机在研发水平、技术指标上距离实现大规模可容错开发与测试仍有较大差距。应用探索方面，现阶段尚未出现具备加速能力的实用化算法，技术成果的应用转化仍需进一步推进。产业培育方面，开发与测试产业生态建设进展稍显缓慢，未来的产业规划和培育亟待加强。中国在开发与测试领域的主要关注点包括推动基础科研攻关，加大科研投入，特别是在基础理论、量子算法等方面同步布局。加强原型机研制，提升量子比特的规模、质量和操控精度，推进主流技术路线的科学与工程研发。支持行业应用探索，促进央企、国企与开发与测试企业的深度合作，推动开发与测试在各行业中的应用。同时，推动产学研深度融合，提供公共基础设施，促进协同创新，助力开发与测试产业的快速发展。

总的来说，开发与测试的未来发展前景广阔，尽管面临挑战，但随着基础研究的深入，技术的不断突破及产业生态的逐步完善，开发与测试将在多个行业中发挥重要作用，推动社会生产力提升。

来源：专家访谈，头豹研究院

# 业务合作

## 会员账号

可阅读全部原创报告和百万数据，提供PC及移动端，方便触达平台内容

## 定制报告/词条

行企研究多模态搜索引擎及数据库，募投可研、尽调、IRPR等研究咨询

## 定制白皮书

对产业及细分行业进行现状梳理和趋势洞察，输出全局观深度研究报告

## 招股书引用

研究覆盖国民经济19+核心产业，内容可授权引用至上市文件、年报

## 市场地位确认

对客户竞争优势进行评估和证明，助力企业价值提升及品牌影响力传播

## 行研训练营

依托完善行业研究体系，帮助学生掌握行业研究能力，丰富简历履历

## 报告作者



袁栩聪  
首席分析师



莫舒棋  
行业分析师

• Kay.mo@leadleo.com

## 业务咨询

- 客服电话：400-072-5588
- 官方网站：www.leadleo.com



商务咨询与深度合作

### 深圳办公室

广东省深圳市南山区粤海街道华润置地大厦E座4105室

邮编：518057

### 上海办公室

上海市静安区南京西1717号会德丰国际广场 2701室

邮编：200040

### 南京办公室

江苏省南京市栖霞区经济开发区兴智科技园B栋401

邮编：210046



头豹  
LeadLeo

www.leadleo.com

400-072-5588



# 方法论

- ◆ 头豹研究院布局中国市场，深入研究19大行业，持续跟踪532个垂直行业的市场变化，已沉淀超过100万行业研究价值数据元素，完成超过1万个独立的研究咨询项目。
- ◆ 研究院依托中国活跃的经济环境，研究内容覆盖整个行业的发展周期，伴随着行业中企业的创立，发展，扩张，到企业走向上市及上市后的成熟期，研究院的各行业研究员探索和评估行业中多变的产业模式，企业的商业模式和运营模式，以专业的视野解读行业的沿革。
- ◆ 研究院融合传统与新型的研究方法，采用自主研发的算法，结合行业交叉的大数据，以多元化的调研方法，挖掘定量数据背后的逻辑，分析定性内容背后的观点，客观和真实地阐述行业的现状，前瞻性地预测行业未来的发展趋势，在研究院的每一份研究报告中，完整地呈现行业的过去，现在和未来。
- ◆ 研究院密切关注行业发展最新动向，报告内容及数据会随着行业发展、技术革新、竞争格局变化、政策法规颁布、市场调研深入，保持不断更新与优化。
- ◆ 研究院秉承匠心研究，砥砺前行的宗旨，从战略的角度分析行业，从执行的层面阅读行业，为每一个行业的报告阅读者提供值得品鉴的研究报告。

# 法律声明

- ◆ 本报告著作权归头豹所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复刻、发表或引用。若征得头豹同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“头豹研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节或修改。
- ◆ 本报告分析师具有专业研究能力，保证报告数据均来自合法合规渠道，观点产出及数据分析基于分析师对行业的客观理解，本报告不受任何第三方授意或影响。
- ◆ 本报告所涉及的观点或信息仅供参考，不构成任何投资建议。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。在法律许可的情况下，头豹可能会为报告中提及的企业提供或争取提供投融资或咨询等相关服务。本报告所指的公司或投资标的的价值、价格及投资收入可升可跌。
- ◆ 本报告的部分信息来源于公开资料，头豹对该等信息的准确性、完整性或可靠性不做任何保证。本文所载的资料、意见及推测仅反映头豹于发布本报告当日的判断，过往报告中的描述不应作为日后的表现依据。在不同时期，头豹可发出与本文所载资料、意见及推测不一致的报告和文章。头豹不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，头豹对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者应当自行关注相应的更新或修改。任何机构或个人应对其利用本报告的数据、分析、研究、部分或者全部内容所进行的一切活动负责并承担该等活动所导致的任何损失或伤害。

# 2026 福布斯中国行业发展领创者评选

2026 FORBES CHINA PIONEER INNOVATORS IN  
INDUSTRY DEVELOPMENT SELECTION

百年福布斯 权威标杆

行业最具影响力的荣誉殿堂



<覆盖核心赛道>

AI科技 | 新能源 | 医疗健康 | 大消费 | 制造业 | 服务业



<全球媒体矩阵传播>

赋能个人与品牌，提升市场影响力



<设立多重荣誉>

①主评选：行业发展领创者

②子评选：领军企业 / 创新品牌 / ESG标杆  
/ AI企服标杆 / 新锐分析师