



人形机器人的崛起

从科幻照进现实：如何投身即将到来的革命？

人工智能产业链联盟

Roland
Berger

2025 五月



人工智能产业链联盟

星主： AI产业链盟主

知识星球

微信扫描预览星球详情



人工智能产业链联盟

摘要

人形机器人是人类一直梦寐以求的技术突破，正逐步从科幻走向现实。近年来，人工智能和硬件技术的突破或许能补上实现梦想的最后一块拼图。随着人形机器人距离走进日常生活仅有一步之遥，其应用有望给全社会和各行各业带来新的生产力变革，同时也将不可避免地面临诸多挑战。

比人形机器人出现更早的是工业机器人，但人形机器人的外观和举止行为更像人，能够模仿人类完成各种任务，甚至能边干边学。在这份报告中，罗兰贝格分析了推动人形机器人发展的各种驱动因素，描绘了该行业的两个未来场景，还列举了可能会遭遇的潜在挑战。在报告的最后，我们还预测了这一蓬勃发展行业的竞争格局走向，为各类有意参与的玩家提出了战略建议。

驱动因素1: 市场需求拉力

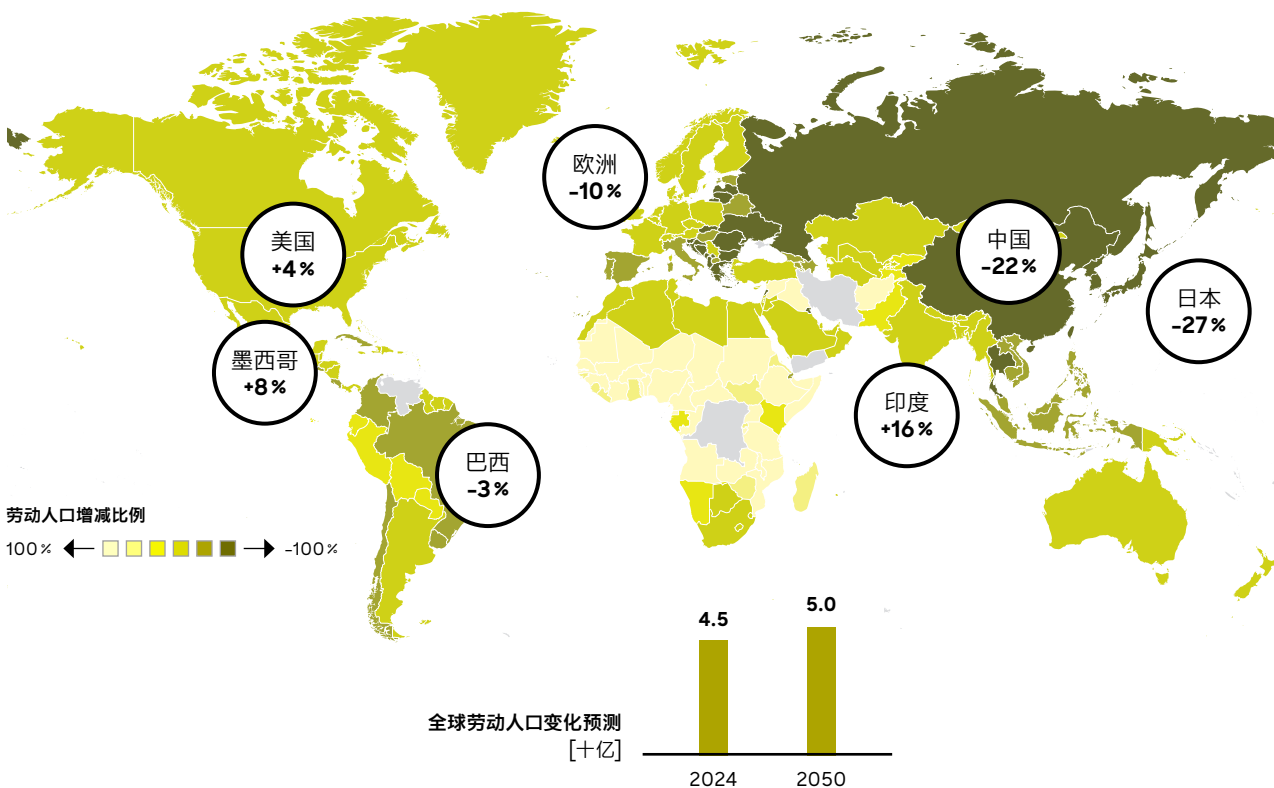
人口老龄化程度加深, 合格劳动力日益减少, 市场向机器人劳工敞开大门

人形机器人最能大显身手的地方就是解决人口下降带来的劳动力短缺, 这在许多地区已经成为重大危机。据联合国统计, 15-64岁的劳动力人口占全球人口的比例将从2020年的65%下降至2050年的58%。有些国家的局面更为严峻: 日本的劳动力人口将下降27%, 中国下降22%, 德国下降6%。

人口老龄化程度加深将会显著扩大劳动力市场上的供求差距, 尤其是制造业、医疗健康业和建筑业等高度依赖人工劳动的行业。人形机器人有望成为灵活、可靠和高效的劳动大军, 能够在各种各样的环境和条件下完成工作。他们也可以与人类同事分工合作, 负责执行枯燥重复、有危险性或是对体力要求高的任务; 而人类则可以专注于更需要创意、复杂和/或需要社交技能的工作。有了人形机器人的加入, 生产力、质量和安全性都可以提高, 劳动力成本得以降低, 公司也可以减少对外国劳工的依赖。

有鉴于此, 人形机器人公司正处在需求大涨的风口之上, 这也在激励它们加快开发, 全速生产和部署产品, 应对正在浮现的全球劳动力短缺危机。

劳动人口 (15-64岁) 发展趋势
[% , 2022年-2050年]



欧洲将成为最老的大陆, 年龄中位数将超过48岁

独生子女政策导致中国劳动人口不断减少

美国受益于移民增加, 与墨西哥和印度一样成为了劳动人口增长的国家, 竞争力有所提高

印度已经超过中国, 成为全球人口最多的国家, 劳动适龄人口也最多

驱动因素2: 技术突破推力

在生成式人工智能、软件和硬件创新的共同推动下, 人形机器人行业不断取得进步

研究机构和企业竞相发布突破性创新成果, 不断打破人工智能 (AI) 和硬件技术的边界。技术突破推力与市场需求拉力互相配合, 共同推动人形机器人的发展和普及。

人形机器人浑身遍布先进的硬件部件, 例如骨骼、关节执行器、传感器和电池, 通过它们做出与人类相似的动力学和运动学动作, 行走在各类地形上, 熟练使用和人类相同的工具, 高效完成工作任务。除了硬件之外, 机器人也需要半导体芯片和先进软件模型, 包括AI训练、跨软件模型协作和边缘计算实现低延迟高带宽通信, 并且帮助它们应对无法预见的情况识别声音和人脸, 解读人的姿势, 猜测用户的意图, 快速回答做出反应等等。近些年来, 这些领域的突破如雨后春笋一般涌现。生成式人工智能和大语言模型方面的进步尤其明显, 让人形机器人能以更自然和聪明的方式与人类和周围环境互动。

机器人的进化

时间线	1980年代	2010年代	2020年代+
静态机器人	工业机器人无需人类干预即可完成事先设计好的任务	协作机器人 (Cobot) ¹ 打开了安全围栏, 能与人类安全近距离协同工作	人形机器人 - 结合了静态和移动机器人的能力, 并且青出于蓝而胜于蓝 - 注入最新AI技术, 自动导航, 自动完成所有任务
移动式机器人	智能搬运机器人 (AGV) ² : 根据地面磁条行进的自动搬运车辆	自主移动机器人 (AMR) ³ : 借助先进传感器和定位软件, 能够自主移动完成预定任务的机器人	 人工智能的重要性

1 协作机器人
2 智能搬运机器人
3 自主移动机器人

资料来源: 罗兰贝格

适用所有行业的万金油？还是垂直领域的小众高手？

人形机器人的两种走向

人形机器人的技术开发一直存在着不确定性，这也让该行业走到了关键性的十字路口：要么赢者通吃，要么血本无归：在不久的将来，我们可能看到重大技术创新引爆一个巨型市场，也可能受制于始终无法突破的瓶颈，导致人形机器人的产业规模无法做大。我们通过下面的两种假设场景来对照分析行业的不同走势。

积极乐观场景：

假设到了2030年，人形机器人技术已经达到了普遍通用的程度，并且成为了广泛场景下的可靠选择。如果能做到这两点，几乎所有适合人类工作的环境和场景下都可以看到人形机器人的身影。基于这种假设，到2050年时，由于许多地区的劳动力人口不断下降，全球人形机器人的需求持续上升，年产量将达到5000万台左右，整个行业有望实现1.5万亿美元的年收入。人形机器人将提高生产力，改善产品质量，与人类同事无缝合作，有效缓解全球劳动力危机。机器人的广泛使用还有可能给制造业、医疗保健、教育和娱乐等许多行业带来革命性的改变，创造出新的价值定位和商业模式，催生一批新的企业甚至行业。

保守谨慎场景：

如果软硬件的技术瓶颈始终无法突破，人形机器人的使用将被局限在小众领域里，只能在受到严格控制的场景下工作，或是在危险的环境中完成特定任务。在这一假设下，2050年时，全球人形机器人的年产量将不会超过200万台，全行业收入规模也会止步于2000亿美元。人形机器人生产商不得不艰难应对沉重的开发成本、复杂的技术挑

战和充满不确定性的监管环境。开发投入不足也会导致机器人之间的互通性有限，用户界面难用，它们只会被用于

研究、探险和搜索营救工作，或是完成高度专业化的生产任务。

全球市场发展潜力¹

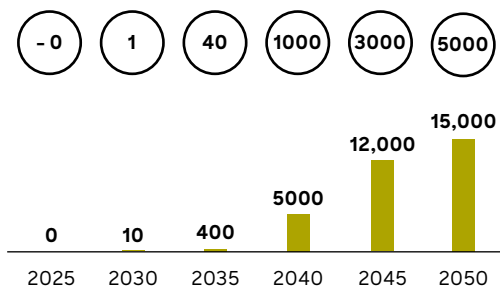
[单位：万台，亿美元，2025年-2040年]

积极乐观场景

通用型人形机器人快速普及

[万台]

[亿美元]



“再过几年，人形机器人就会直接面向大众发售。”

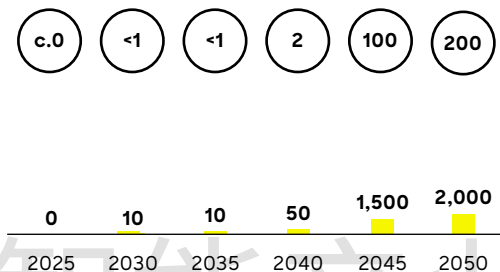
美国某汽车主机厂CEO

保守谨慎场景

研发进度延迟，并且仅聚焦于专用机器人

[万台]

[亿美元]



“今天的情况距离那种场景还很遥远。”

美国某机器人创业公司CEO

¹ 预测中不包括军事机器人

⊗ 预计人形机器人的年销售台数 (单位：万台)

数据来源：联合国、世界银行；罗兰贝格，案头研究

会行走的人工智能？

目前的局限与技术瓶颈 (1/2)

应该没有人会反驳人形机器人产业的发展高度依赖整体技术体系的支撑。不过，核心技术的突破性进展也是推动产业质变的关键：攻克“卡脖子”的技术瓶颈不仅能提升机器人的性能与适应性，更能优化人机交互体验。

人形机器人不仅是机械装置，更是具身智能的物理载体。从这个意义上来说，它们不仅应当具备精密协同的硬件架构与软件系统；还需要拥有持续进化的智能内核，既能通过自主学习优化性能，又能自主应对复杂多变的现实场景。

现有的人形机器人已经能完成一些花哨的表演动作，例如跳舞、跑步和跳跃，但是它们在工业领域的应用场景还十分有限。研发人员仍然需要突破硬件和软件上的重大挑战，实现精准可靠的运动控制、实时响应机制等，让机器人具有快速反应和清晰沟通能力。

硬件挑战：

从硬件方面来看，人形机器人的核心挑战在于模仿人的动作。要让它们在不同环境下都能精准流畅地复制人类动作，还有许多技术难关需要攻克。当前的解决方案是安装一系列液压、电动、气动、人工肌肉和各种关节执行器，模拟人类的动力学和运动学行为。然而，现有的关节执行器在能量密度、能源效率、噪音水平、耐用性和安全性方面尚存许多不足。此外，仅仅众多关节执行器就需要复杂的控制系统支撑，这就要求机器人具备充沛的算力来操控系统。因此，人形机器人想要在复杂场景下完成流畅、可靠和灵活的动作，就必须期待关节执行器技术实现重大创新突破。

先进硬件组件

硬件	 骨骼	 关节执行器	 传感器	 电池
描述	人工机器人的钢制骨架上密布着精密关节，帮助它完成各种动作	机械“肌肉”让机器人完成设计好的动作	传感器让机器人获得“感知能力”：高精度的力矩与力量数据确保机器人丝滑完成动作	机器人通过电池获得“食物”，有力量完成目标动作
现状 ¹	10-83个自由度 vs 人手的27个自由度	液压和电动、线性和旋转关节执行器	各类摄像头，如2-8个镜头、LIDAR摄像头，和用来沟通的声呐和显示器	1-16小时混合作模式；充电时间：15-120分钟
目标状态	设计优化后的身体能充分发挥所有硬件组件的潜力	更高能量密度，更低能耗	更精细还原的感知能力，让机器人能更快、更精准地分析周围环境。	更高能量密度，更短充电时间

市场接受度：



1 当前全行业水平

资料来源：罗兰贝格，案头研究

会行走的人工智能？ 目前的局限与技术瓶颈 (2/2)

软件挑战：

在软件方面，人形机器人需要将人工智能和机器学习技术深度融合，才能获得接近人类的认知与交流能力。虽然现有机器人已经可以独立完成自主导航、人脸识别、语音合成以及理解人类动作等任务，但在信息归纳、动态调整和主动交互方面依然存在明显短板，往往需要依赖预设程序或人工遥控才能完成任务。这种局限性严重影响了机器人的通用性和普遍适用性。人形机器人的未来发展有待多个领域的软件技术取得重大突破，例如生成式人工智能、大语言模型、强化学习和计算机视觉等。它们将帮助人形机器人变得更加智能，更有创意，也能更好完成协同性工作。

先进软件与半导体

软件	 人工智能训练	 跨软件模块协作	 边缘计算
描述	人工智能是人形机器人的“大脑”。持续学习能力和灵活适用性是提升机器人表现的关键因素	人形机器人身上安装了各种电子元件和先进软件模块，软硬件系统之间必须深度融合、无缝协作	人形机器人上的本地算力都与边缘计算设备相连，具备低延迟高带宽的数据连接
现状 ¹	AI算法得到普遍应用，并针对某些特定场景定制开发算法	每个软件模块只负责完成自己的工作 - 各软件系统间的沟通十分有限	现有机器人的算力延迟可以接受，能够实现基础功能
目标状态	实现通用人工智能，无需完成高强度定制化训练，人形机器人即可在所有领域投入使用	电子系统和软件模块之间通过标准的统一接口保持顺畅连接	必须（借助低延迟高带宽的数据连接）提升机器人的算力，使其能够快速做出反应

市场接受度：

● 高 ● 中 ● 低

¹ 当前全行业水平

资料来源：罗兰贝格，案头研究

竞争格局现状与展望

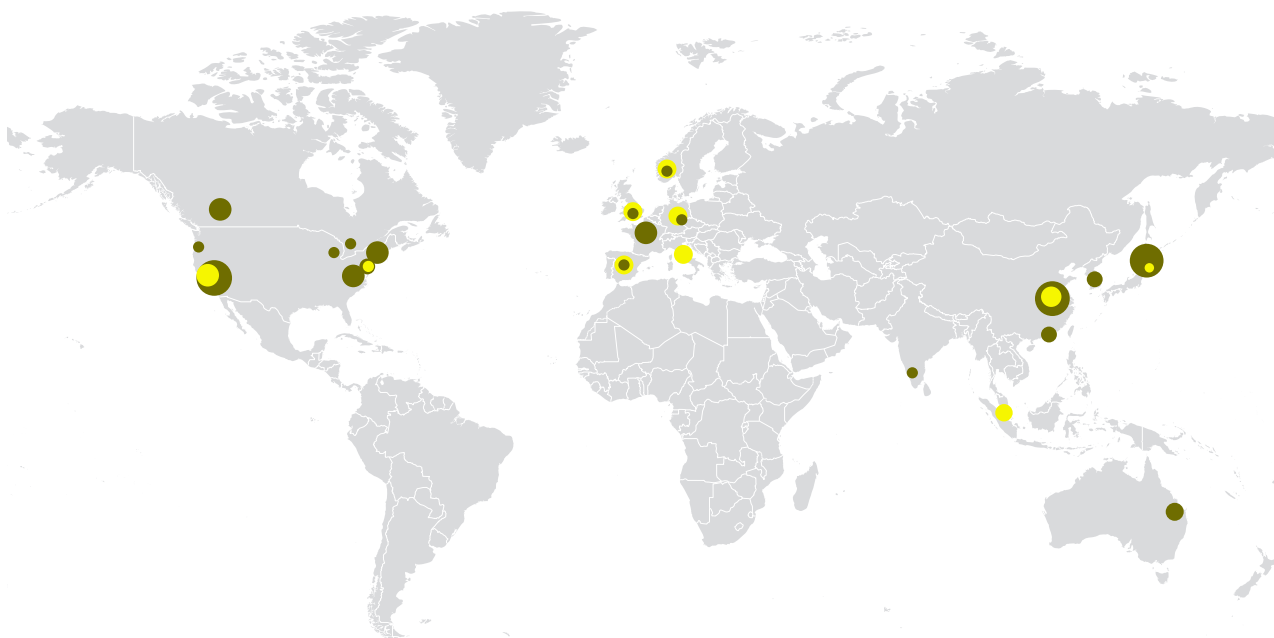
一个垂直整合的行业正在浮现

到目前为止，大多数人形机器人公司的总部都位于中国和美国，欧洲则出现了许多研发机构。日本和韩国是产业发展的另一片热土，同样涌现了大量学术机构和产业公司，为行业发展做出了重要贡献。各地区的监管环境有所不同，有些国家更加倾向自由主义立场，愿意为企业提供更多支持政策；另一些国家则出台了较为严格的管控要求。事实上，这些因素对于行业的发展同样重要：除了纯粹的技术突破之外，人形机器人的未来也取决于社会的接受程度，以及法律框架和伦理标准的完备水平。

全速冲向垂直整合模式？或是另有其它选项？

人形机器人的竞争格局中包括了各种各样的私营企业和研究机构，群雄并起，逐鹿天下。大多数行业参与者是垂直整合的创业公司：它们生产自己的硬件和软件，开发私有云计算和边缘计算基础设施。然而随着行业不断发展，技术日益成熟，新的行业生态开始浮现。价值链上的主体会变得更加专业化，彼此之间建立起紧密的合作关系。有些工业企业可能以零件供应商或委托制造商的身份加入市场，充分发挥自己的核心优势，开放现有产能给客户所用。也有一些公司可能会寻求与人形机器人主机厂建立战略合作关系，提供开发服务、资金支持和/或数据与客户资源。

目前的产业核心区域



■ 私营企业

■ 研究机构

代表公司/研究机构数量

● 1-2

● 3-4

● >5



北美：最大的人形机器人市场，较早在全有主要场景中使用机器人



欧洲：主要以研究驱动，一些研究机构与大学处在人形机器人技术开发的前沿



亚太地区：人形机器人发展的热土，这里的研究机构和产业公司为行业发展做出了重大贡献

战略机遇

工业企业应当在何处落子？

或早或晚，人形机器人主机厂会需要扩大产能，建立新的采购网络。这将为工业企业创造机会，以零件供应商或委托制造商的身份进入这个市场。

工业机器人等工业企业可以借助自己在硬件设计和生产运营方面的核心竞争力加入人形机器人产业。这种进入策略对于运动控制系统制造企业尤其重要，因为如果技术发展顺利的话，人形机器人最终会占领它们的现有市场。一旦这些企业未能在人形机器人行业的早期阶段就参与进入，它们就会错过赢得未来的重大机遇。

人无远虑，必有近忧。所有工业企业都应当仔细审视行业趋势，评估人形机器人的发展对自己业务的影响力和重要性。每家企业都要坦率地询问自己，在这个新兴行业里准备扮演什么样的角色：我们是不是应该投资开发自己的人形机器人？应该与领先企业合作？和/或收购势头强劲的初创企业？还是稳妥起见，安心成为人形机器人的零件供应商或生产商？

事实上，即使人形机器人主机厂想仅靠一己之力，独立发展出一个上万亿美元的零部件产业，它们也不一定有能做到这一点。它们也不得不考虑与运动控制系统制造商和工业机器人企业结盟。

虽然双方阵营里的企业都需要三思而行，但是行动一定要快。罗兰贝格愿意与您深入探讨人形机器人产业的未来，梳理您的企业可能会面临的机遇和挑战。

潜在行业格局

人形机器人组成部件	人形机器人主机厂	第三方供应商
软件	软件模块 人形机器人主机厂自行开发软件系统，可以轻松完成大规模应用和部署	软件是企业成功的核心要素和差异化因素，企业对外部伙伴的需求有限
	边缘计算 人形机器人主机厂负责硬件设计，但不会自己生产相关电子元器件	外部的半导体和电子产业负责生产硬件组件
	云计算 领先的主机厂可能会搭建或扩建自己的云计算系统，用以实现AI训练等功能。	一些超大规模企业会向较小的人形机器人企业提供专属服务
制造	零部件供应 目前，人形机器人主机厂都靠自己生产零部件，以缩短开发周期	在产量爬坡阶段，主机厂可以将零件生产外包给信赖的合作伙伴
	最终组装 在原型生产和产量爬坡阶段，人形机器人主机厂需要直接控制装配环节，以控制产品质量	产量完成爬坡后，外包制造商可以承担部分工作

工业化企业的参与程度：



这是工业企业的难得机会；但是需要调整自己的开发速度和灵活性，跟上初创企业的节奏。

我们随时准备向您提供帮助!

罗兰贝格在高科技和工业机器、设备域拥有丰富的咨询经验和专业研究实力, 也深刻了解人形机器人行业崛起过程中的市场走向和技术趋势。我们可以提供战略洞察、运营支持和创新指引, 帮助您的企业在这一令人激动、快速迭变的行业中稳健前行。

我们可以帮助您回答的问题包括:

- 人形机器人行业的发展对我的业务有哪些重大影响?
- 我如何充分挖掘人形机器人创造的市场机会?
- 我如何与领先的人形机器人企业合作或成为伙伴?

如果您有兴趣了解关于人形机器人行业的更多研究报告, 或希望罗兰贝格帮助您克服挑战, 抓住机遇, 请联系我们。

我们期待早日收到您的消息!

人工智能产业链联盟

AI人工智能产业链联盟

#每日为你摘取最重要的商业新闻#

更新 · 更快 · 更精彩



Zero

AI音乐创作人

水墨动漫联盟创始人

百脑共创联合创始人

人工智能产业链联盟创始人

中关村人才协会秘书长助理

河北北大企业家分会秘书长

墨攻星辰智能科技有限公司CEO

河北清华发展研究院智能机器人中心线上负责人

中关村人才协会数字体育与电子竞技专委会秘书长助理



主要业务:AI商业化答疑及课程应用场景探索, 各类AI产品学习手册, 答疑及课程



欢迎扫码交流

提供: 学习手册/工具/资源链接/商业化案例/
行业报告/行业最新资讯及动态



人工智能产业链联盟创始人

邀请你加入星球, 一起学习

人工智能产业链联盟报 告库



星主: 人工智能产业链联盟创始人

每天仅需0.5元, 即可拥有以下福利!

每周更新各类机构的最新研究成果。立志将人工智能产业链联盟打造成市面上最全的AI研究资料库, 覆盖券商、产业公司、研究院所等...

知识星球

微信扫码加入星球 ▶



人工智能产业链联盟

作者

朱涛

全球合伙人

david.zhu@rolandberger.com

王星

全球合伙人

xing.wang@rolandberger.com

杨炯

合伙人

jiong.yang@rolandberger.com

关于我们

罗兰贝格管理咨询公司成立于1967年，是全球顶级咨询公司中唯一源于欧洲的公司。当前，罗兰贝格在全球33个国家的主要商业中心设有52家分支机构，拥有3,500余名员工，服务超过1,000家国际客户，并在过去五年中为超过40%的财富500强企业提供服务。罗兰贝格一直将中国视为公司国际化道路中最重要的市场之一。自1983年在中国开展首个项目以来，罗兰贝格已深耕中国市场40余年，先后在上海、北京、香港、台北和广州开设办事处。作为公认的全球意见领袖，罗兰贝格在主流咨询机构排名中屡获佳绩：在“2025年度VAULT亚太地区20佳咨询公司排行榜”中位列前三，并多次荣登福布斯“全球最佳管理咨询公司”榜单。凭借多元化的欧洲背景和丰富的本土经验，罗兰贝格致力于为企业提供全面的管理解决方案与专业咨询服务。

欢迎您提出问题、评论与建议

ROLANDBERGER.COM

出版方

罗兰贝格亚太总部

中国上海市山西北路99号

苏河湾中心办公楼23层，200085

+86 21 5298-6677

www.rolandberger.com

WORLD'S BEST
MANAGEMENT
CONSULTING FIRMS

Forbes
2024

POWERED BY STATISTA

本报告仅为一般性建议参考。
读者不应在缺乏具体的专业建议的情况下，擅自根据报告中的任何信息采取行动。罗兰贝格管理咨询公司将对任何因采用报告信息而导致的损失负责。

© 2025 罗兰贝格管理咨询公司版权所有。