

中国ICT人才生态 白皮书



HUAWEI

 EY 安永

Building a better
working world

序言

随着新一代信息技术的不断突破，全球各国将数字经济作为当今经济发展重点，并通过不断强化数字技术创新以寻求在国际竞争中的优势。数字技术已深刻改变了社会的生产生活方式，极大推动了经济发展的质量变革、效率变革和动力变革，ICT人才的重要性越发凸显。各行各业对于ICT人才的需求正在急剧增长，人才培养已经成为制约数字经济发展的的重要因素。

中国政府在《2021年政府工作报告》中提出，加快数字化发展，打造数字经济新优势，协同推进数字产业化和产业数字化转型，加快数字社会建设步伐，提高数字政府建设水平，营造良好数字生态，建设数字中国。这不仅反映了数字经济的重要性，同时也意味着中国社会对ICT人才需求有了更高的标准。

在ICT人才发展方面，中国面临独特的机遇与挑战。一方面，中国拥有全球最庞大的劳动者队伍之一，这也是中国持续高速发展的基础。面对急剧增长的ICT人才需求，除了不断培养新生人才，如何推动大规模传统劳动力的ICT技能转型也成为了中国亟需解决的挑战。另一方面，中国领先的信息技术基础设施建设孵化了极为丰富的数字化业务场景。消费场景的数字化已相对成熟，产业侧的数字化也迈入深水区。产业侧的数字化转型对企业的ICT人才队伍建设和领导力培养提出了极高的要求，而大部分企业在奔跑发展的过程中，管理经验的沉淀尚不足以平稳推进这一转型。



联合国教科文组织高等教育创新中心坚信加速高质量ICT人才培养与发展，需要依赖政府、企业与高校等生态各方的合作。对这一话题的统一认知，以及相互的理解是协同合作的前提。此次，由安永（中国）企业咨询有限公司与华为技术有限公司共同调研撰写的新版《中国ICT人才生态白皮书》，不仅展示了中国产业数字化和数字产业化发展进程中ICT人才的需求变化，也通过实际调研呈现了ICT人才生态各利益相关方的积极尝试及挑战。

ICT人才培养不仅是中国的政府、企业与高校共同面临的问题，更是全球高等教育工作者共同面临的挑战。在发展中国家，数字人才的培养是实现数字化转型、推动可持续发展的重要环节，中国在近年来ICT人才生态领域跨越式发展可以为处于不同发展阶段的国家提供重要的经验参考。因此，这本《中国ICT人才生态白皮书》所呈现的中国经验与中国道路，具有非常重要的全球参考价值。

李铭 主任

联合国教科文组织高等教育创新中心（中国深圳）

核心观点

- 1) 数字经济已成为中国经济的支柱，其发展需要大量的信息与通信技术（Information and Communication Technologies, 简称“ICT”，下同）¹人才。ICT技能及人才的培养不仅关乎ICT行业发展，更关乎我国劳动力技能结构转型的整体布局，对我国实现技术突破及可持续发展至关重要。
- 2) 我国ICT人才供不应求，整体供需缺口呈持续扩大的趋势，云计算、大数据、物联网、人工智能、5G等新兴技术的人才供给不足情况突出。
- 3) 在人才区域分布层面，一、二线城市人才竞争相对激烈，且行业内正逐步形成“以一线城市为核心，辐射城市群内周边区域”的人才吸引效应。随着成熟的数字化服务向三、四线城市拓展，未来三、四线城市将涌现更多ICT人才需求。
- 4) 在人才梯队结构层面，梯队两端人才的供给不足已成为影响企业数字化转型的核心掣肘。相关的调研表明，超过50%的ICT相关岗位需求缺口为基层技术人才，55%的受访企业表示自身数字化领导者储备不足。
- 5) 从行业调研与数据分析看，由于定位、生产力要素以及数字化发展阶段的不同，各行业在ICT人才需求方面呈现特异性的同时也存在明显共性。随着各行业数字化转型进入深水区，兼备ICT技能和行业知识的复合型人才最为紧缺。
- 6) 从企业调研与数据分析看，ICT人才储备明显不足，仅10%左右的受访企业认为当前ICT人才储备能够满足企业发展需求。相关的调研显示，为应对该挑战，超过50%的受访企业已经开展ICT人才的培养行动，但由于缺乏相应的培养经验、资源及方法，人才培养投入产出效益不及预期。
- 7) 从高校调研与数据分析看，各类高校正积极探索创新性培养举措，部分高校已有成功的实践经验，但由于这些经验未能规模化普及，仍有大量毕业生未能满足企业的用人预期。相关调研显示，大部分企业认为应届毕业生需经历6~12个月的在岗“重塑”培养才能达到任职标准。
- 8) 社会各方均在积极探索解决方案以应对ICT人才供给不足的挑战，但存在各自为营的情况，未形成体系化和规模化效应。我们建议，ICT人才生态伙伴在政府的监督与指引下，共同开发人才技能框架，衔接评价认证体系，适配培训教育服务，改革人才发展机制，协同目标，互补能力，加速ICT人才培养。

¹ Information and Communication Technologies指信息与通信技术，本白皮书中的ICT包含所有通信设备及相关的应用软件与服务

研究方法

本白皮书是由华为技术有限公司与安永（中国）企业咨询有限公司共同研究整理完成。白皮书首先梳理了中国整体ICT人才供需现状、分布流动情况、数量与技能缺口、人才发展趋势，从而引入了ICT人才微观画像；然后，从新兴技术领域与行业的维度切片分析洞察了ICT人才的供需现状与趋势；最后从政府、企业、高校个人的视角总结了各方在实施人才强国战略、推动数字经济发展过程中所面临的挑战，并提出“以需求为导向”加速人才培养的思路与行动建议。我们²在此抛砖引玉，期望更多组织和专家加入中国ICT人才生态发展的讨论和行动。

本白皮书采用公开政策与数据分析、第三方报告案头研究、深度访谈调研等方法，研究对象涉及政府、企业、高校及个人，力求客观、科学、系统、多视角地呈现事实，并在此基础上展开深度分析洞察。现将本报告所用的一手调研方法总结如下：

- ▶ 汇集超2,300万条头部公开招聘平台的ICT岗位信息，涉及66个子行业、198个职位类别，从ICT人才供需视角全面、科学地分析其现状及趋势；
- ▶ 对10位来自不同类型高校的ICT相关专业负责人进行深度访谈，从ICT人才培养方视角了解ICT人才培养现状、实践及未来发展方向等；
- ▶ 对近120家企业的专家及管理者进行问卷调研，并对部分企业受访者进行深度访谈（行业覆盖金融、制造、交通、能源等），分析洞察其ICT人才的供需现状、趋势，以及在人才管理与培养方面的相关实践与面临的挑战。

² 本白皮书中的“我们”均代表安永（中国）企业咨询有限公司

目录

中国ICT人才生态白皮书-序言	1
核心观点	3
研究方法	4
第一章 宏观背景	6
1. 数字经济现状与“十四五”相关政策解读	6
2. 数字经济发展进程正重新定义ICT人才需求	11
第二章 ICT人才整体发展的现状与趋势	13
1. 技能重塑紧迫：人才需求持续上升，人效提升任务艰巨，技能重塑迫在眉睫	13
2. 人才缺口扩大：2025年ICT人才数量缺口将超2,000万，技能缺口形势严峻	14
3. 人才分布不均：两类人才结构性问题制约进一步发展	16
4. 工作机会增多：新兴技术催生了职业转换机会，人才精准匹配成为关键	17
第三章 新兴技术方向的ICT人才需求趋势	20
1. 云计算：需要软硬件一体化综合解决方案专家	21
2. 人工智能：需要高层次、跨领域的领军人才	23
3. 大数据：需要既理解顶层架构、又了解应用场景的“承上启下”型技术骨干	25
4. 物联网：需要大量技能复合型人才及设备运维类专业人才	27
第四章 ICT人才的微观画像	29
1. ICT人才技能框架将凝聚关于人才画像的共识	30
2. ICT人才技能框架将加速需求导向的人才培养	36
第五章 ICT人才生态伙伴面临的挑战	37
1. 行业：ICT人才供给效率与质量严重限制了数字化转型进程	37
2. 企业：ICT人才管理经验有限，数字化领导者储备不足	46
3. 高校：信息技术提供的发展机会未被充分利用，生态协同缺乏支撑机制	51
4. 个人：学习规划及职业发展难获有效指导，缺乏持续学习的动力	55
第六章 发展建议	56
1. 行业：聚集生态各方，有效预测ICT人才技能需求，促成信息的共享与协作	56
2. 企业：将ICT技能的有效利用与人才培养列为战略优先事项	57
3. 高校：参与行业未来人才技能框架的制定，链接更多符合规范的教育资源	58
4. 政府：定方向、定规则，牵引ICT人才培养、技能认证与人才需求的高效衔接	60
5. 总结：直面数字经济发展中的人才挑战，积极共建繁荣普惠的ICT人才生态	61
参考文献	63



1. 数字经济现状与“十四五”相关政策解读

信息技术科学的高速发展，让数据成为了新时代最为丰富又至关重要的生产要素，并持续推动着生产、生活方式的巨变。

面向2030，中国将数字化技术作为战略布局的重点，希望汇聚广泛人群的智慧和创新能力，以开放、包容、协同创新的机制实现跨越式发展。《十四五规划纲要和2035远景目标》（简称“十四五”规划，下同）中提出，加强人工智能、量子信息、集成电路、生命健康、脑科学、生物育种、空天科技、深地深海等科技前沿领域，实施一批具有前瞻性、战略性的国家重大科技项目，强化战略科技力量。充分激活数据要素潜能，推进网络强国建设，加快数字化发展，建设数字中国。聚焦高端芯片、操作系统、人工智能关键算法、传感器等关键领域，加快推进基础理论、基础算法、装备材料等研发突破与迭代应用。加强通用处理器、云计算系统和软件核心技术一体化研发。加快布局量子计算、量子通信、神经芯片、DNA存储等前沿技术，加强信息科学与生命科学、材料等基础学科的交叉创新，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。培育壮大人工智能、大数据、区块链、云计算、网络安全等新兴数字产业，提升通信设备、核心电子元器件、关键软件等产业水平。构建基于5G的应用场景和产业生态，加快推动产业数字化。实施“上云用数赋智”行动，推动数据赋能全产业链协同转型。

中国的中长期发展战略充分体现了数字经济的重要性。数字经济是指以使用数字化的知识和信息作为关键生产要素、以现代信息网络作为重要载体、以信息通信技术的有效使用作为效率提升和经济结构优化的重要推动力的一系列经济活动。³

2021年，我国数字经济规模超45万亿元人民币，数字经济占国内生产总值比重达39.8%。⁴我国信息基础设施全球领先，产业数字化转型稳步推进，数字政府建设成效显著，新业态、新模式竞相发展，国际合作不断深化，数字经济触发生产方式、生活方式和治理方式深刻变革，并成为重组要素资源、重塑经济结构、改变竞争格局的关键力量。

³ 《二十国集团数字经济发展和合作倡议》，G20杭州峰会，2016年（检索来源：http://www.g20chn.org/hywj/dncgwj/201609/t20160920_3474.html，2016年9月20日）

⁴ “我国数字经济规模超45万亿元（新数据 新看点）”，人民网，<http://jx.people.com.cn/n2/2022/0703/c186330-40021752.html>，2022年7月

1. 数字经济现状与“十四五”相关政策解读

近期，各部委分别出台了各自领域的“十四五”发展规划。为提供更为清晰的产业发展洞察，本白皮书结合“十四五”规划以及对国家重点数字经济产业有关键指导作用的行动计划及其他重要文件（见表1），梳理出部分重点数字经济产业的部分关键发展指标（见表2）。在数字经济重点产业⁵中，物联网、人工智能、大数据在产业规模上有相对明确的目标，且保持超高增长预期。工业互联网通过明确企业内网改造、工业平台搭建、5G工业企业渗透率等目标提示了未来解决方案的辐射度以及需求量。同时，软件和信息技术服务业作为数字经济的核心组成部分，也有着稳定持续的产业规模增长预期。

表1：“十四五”规划以及数字经济产业发展相关指导文件梳理⁶

类别	文件	发布时间
“十四五”规划	《“十四五”数字经济发展规划》	2022年
	《“十四五”国家政务信息化规划》	2022年
	《“十四五”智能制造发展规划》	2021年
	《“十四五”软件和信息技术服务业发展规划》	2021年
	《“十四五”国家信息化规划》	2021年
	《“十四五”信息化和工业化深度融合发展规划》	2021年
	《“十四五”信息通信行业发展规划》	2021年
	《“十四五”促进中小企业发展规划》	2021年
	《“十四五”电子商务发展规划》	2021年
	《“十四五”机器人产业发展规划》	2021年
	《数字交通“十四五”发展规划》	2021年
	《“十四五”民政信息化规划》	2021年
	《“十四五”大数据产业发展规划》	2021年
部分数字经济产业指导文件	《物联网新型基础设施建设三年行动计划（2021-2023年）》	2021年
	《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023年）》	2021年
	《5G应用“扬帆”行动计划（2021-2023年）》	2021年
	《关于加快推动区块链技术应用和产业发展的指导意见》	2021年
	《关于推进“上云用数赋智”行动 培育新经济发展实施方案》	2020年
	《工业互联网创新发展行动计划（2021-2023年）》	2020年
	《关于加快推进虚拟现实产业发展的指导意见》	2018年
	《新一代人工智能发展规划》	2017年

⁵ 数字经济重点产业包括云计算、大数据、物联网、工业互联网、区块链、人工智能、虚拟现实和增强现实；信息来源：“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”，新华社，http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm，2021年3月13日

⁶ 信息来源：国务院公开政策，<http://www.gov.cn/zhengce/index.htm>，检索于2022年；安永整理

1. 数字经济现状与“十四五”相关政策解读

表2：中国未来3-5年数字经济重点产业部分发展目标⁶

方向	产业关键目标
云计算	<p>加快云操作系统迭代升级，推动超大规模分布式存储、弹性计算、数据虚拟隔离等技术创新，提高云安全水平。以混合云为重点培育行业解决方案、系统集成、运维管理等云服务产业。</p> <p>云计算是引领ICT产业创新发展的关键技术和手段。自国家出台多项支持与促进云计算产业发展政策后，各地政府纷纷推出了基于本地市场导向，匹配其发展进程的差异化目标、行动计划及实施方案。</p>
大数据	<p>推动大数据采集、清洗、存储、挖掘、分析、可视化算法等技术创新，培育数据采集、标注、存储、传输、管理、应用等全生命周期产业体系，完善大数据标准体系。</p> <p>到2025年，大数据产业测算规模突破3万亿元人民币，年均复合增长率保持在25%左右，创新力强、附加值高、自主可控的现代化大数据产业体系基本形成。</p>
物联网	<p>推动传感器、网络切片、高精度定位等技术创新，协同发展云服务与边缘计算服务，培育车联网、医疗物联网、家居物联网产业。</p> <p>到2023年，推动10家物联网企业成长为产值过百亿元人民币、能带动中小企业融通发展的龙头企业；支持发展一批专精特新“小巨人”企业；物联网连接数突破20亿个。</p>
工业互联网	<p>打造自主可控的标识解析体系、标准体系、安全管理体系，加强工业软件研发应用，培育形成具有国际影响力的工业互联网平台，推进“工业互联网+智能制造”产业生态建设。</p> <p>到2023年，打造50个企业内网改造建设标杆，高质量外网基本覆盖主营业务收入2,000万元人民币及以上规模的工业企业，建成8个“5G+工业互联网”公共服务平台。每个重点行业打造100个以上5G应用标杆。大型工业企业的5G应用渗透率超过35%，电力、采矿等领域5G应用实现规模化复制推广，5G+车联网试点范围进一步扩大，促进农业水利等传统行业数字化转型升级。</p> <p>到2025年，工业APP突破100万个，长板优势持续巩固，产业链供应链韧性不断提升。</p>
区块链	<p>推动智能合约、共识算法、加密算法、分布式系统等区块链技术创新，以联盟链为重点发展区块链服务平台和金融科技、供应链管理、政务服务等领域应用方案，完善监管机制。</p> <p>到2025年，区块链产业综合实力达到世界先进水平，产业初具规模。区块链应用渗透到经济社会多个领域，在产品溯源、数据流通、供应链管理等领域培育一批知名产品，形成场景化示范应用。培育3~5家具有国际竞争力的骨干企业和一批创新引领型企业，打造3~5个区块链产业发展集聚区。区块链标准体系初步建立。形成支撑产业发展的专业队伍，区块链产业生态基本完善。</p>

1. 数字经济现状与“十四五”相关政策解读

表2：中国未来3-5年数字经济重点产业部分发展目标⁶

方向	产业关键目标
人工智能	建设重点行业人工智能数据集，发展算法推理训练场景，推进智能医疗装备、智能运载工具、智能识别系统等智能产品设计与制造，推动通用化和行业性人工智能开放平台建设。 到2025年，新一代人工智能在智能制造、智能医疗、智慧城市、智能农业、国防建设等领域得到广泛应用，人工智能核心产业规模超过4,000亿元人民币，带动相关产业规模超过5万亿元人民币。
虚拟现实和增强现实	推动三维图形生成、动态环境建模、实时动作捕捉、快速渲染处理等技术创新，发展虚拟现实整机、感知交互、内容采集制作等设备和开发工具软件、行业解决方案。 到2025年，我国虚拟现实（含增强现实、混合现实）产业整体实力进入全球前列，掌握虚拟现实关键核心专利和标准，形成若干具有较强国际竞争力的虚拟现实骨干企业，创新能力显著增强，应用服务供给水平大幅提升，产业综合发展实力实现跃升，虚拟现实应用能力显著提升，推动经济社会各领域发展质量和效益显著提高。

除数字经济重点产业外，“十四五”规划也多次提出深入推进现代化基础设施体系建设，加快5G网络规模化部署，加强软件和信息服务技术的研发、创新及应用，以加快数字化发展，打造数字经济新优势。本白皮书结合“十四五”规划与相关政策梳理了其他数字经济产业的部分关键发展指标（见表3）。

表3：其他数字经济产业关键发展目标⁶

方向	产业量化关键目标
5G	到2023年，5G个人用户普及率超过40%，用户数超过5.6亿。5G网络接入流量占比超50%，5G网络使用效率明显提高。5G物联网终端用户数年均增长率超200%。每个重点行业打造100个以上5G应用标杆。培育一批具有广泛影响力的5G应用解决方案供应商，形成100种以上的5G应用解决方案。完成基础共性和重点行业5G应用标准体系框架，研制30项以上重点行业标准。
软件和信息 技术服务	到2023年，培育一批具有广泛影响力的5G应用解决方案供应商，形成100种以上的5G应用解决方案。 到2025年，建设2-3个有国际影响力的开源社区，培育超过10个优质开源项目。到2025年，主营业务收入2,000万元人民币及以上规模企业软件业务收入突破14万亿元人民币，年均增长12%以上。

1. 数字经济现状与“十四五”相关政策解读

总览上述政策，国家对于“十四五”期间数字经济发展的布局与指导体现如下特点：

- 1) **“信息化、数字化、智能化”贯穿规划，数字经济转向深化应用。**“十四五”规划涉及数字经济、信息通信、交通、政务、企业发展等领域的115项重大工程，而“信息化、数字化、智能化、绿色”等关键词贯穿始终。⁷在信息技术作为新一代基础建设核心的背景下，一方面需要完善数字经济治理体系与安全体系，另一方面，要结合实体经济发展，明确应用落地场景，充分发挥数据要素作用，共创创新性解决方案。
- 2) **强调生态建设与普惠共享。**在“十四五”数字经济相关领域的规划中均提到“平台”与“生态”概念，通过培养骨干企业、建设标杆项目、构建数字化的产业园区及产业集群、建设开源社区、打造有影响力的工业互联网平台、研发基础共性解决方案等方式，倡导领军企业发挥积极作用，协同多方，通过提供可复制、可推广的解决方案加速数字经济发展。
- 3) **关注关键技术的自主研发以及前瞻布局。**“十四五”时期，国家要求关键核心技术实现重大突破，增加关键技术创新能力，进入创新型国家前列，在人工智能、量子信息与集成电路方面有着明确的突破方向以及前瞻布局要求，并重点关注信息技术与其他基础学科的交叉创新。
- 4) **加快实施人才强国战略。**在“十四五”规划中，产学研深度融合被提到了新的高度，它与高质量制造业和数字经济作为三个关键支柱，助力中国成为世界科技创新强国。同时，国家将通过系列改革措施，培养更多顶级人才，为中国科技发展做出贡献。这些措施包括健全以创新能力、质量、实效、贡献为导向的科技人才评价体系，加快科研院所改革，支持发展高水平研究型大学，加强基础研究人才培养。

系列政策的实施提供了明确而有力的战略指引，引导资金投入，开放更多机会，让有潜力的新技术获得开发方面的支持进而得以推广应用。同时，社会各方也深刻意识到高层次人才的匮乏和人才创新能力的欠缺正严重制约着我国经济和科技的国际竞争力，影响着数字经济的长期可持续发展。在这样的背景下，2021年9月中央人才工作会议在北京召开，提出了“加快建设世界重要人才中心和创新高地”的人才强国战略。“人能尽其才则百事兴”，培养核心技术领域的高质量人才、建设适应高质量发展的人才制度体系已成为当前经济与社会发展的重要议题。

⁷ “国家多部委发布！13份“十四五”规划，115项重大工程”，中国大数据产业观察，http://www.cbdi.com/BigData/2022-01/18/content_6167642.htm，2022年1月8日

2. 数字经济发展进程正重新定义ICT人才需求

ICT产业的发展以及生态的进化离不开人才。随着高质量数字化智能社会的建设步伐加快，中国正在走向世界科技前沿。供给端的数字化转型将更多地依赖于高层次创新、创业人才。习近平在中央人才工作会议中指出，要大力培养使用长期奋战在科研第一线，视野开阔、具备前瞻性判断力、跨学科理解能力、大兵团作战组织领导能力强的科学家，要造就规模宏大的青年科技人才队伍，要培养大批卓越工程师，努力建设一支爱党报国、敬业奉献、具有突出技术创新能力、善于解决复杂工程问题的工程师队伍。⁸ 相应地，随着ICT产业生态化发展，人才角色的丰富与多元也体现在岗位（角色）、技能要求与企业用工方式的变化上。

从岗位及技能维度看，由于各类ICT技术的应用，岗位需求发生了巨大的变化。同时，在人才技能要求方面，各类岗位不仅对于专业技能水平有了更高要求，也提升了技能多元化程度方面的招募标准。根据世界经济论坛《2020年未来就业报告》的分析，到2025年，15%的劳动力面临被机器取代的威胁；而随着机器在人机协同中的占比将进一步提高，到2025年人机工作投入比例将提升至52%：48%，大量新岗位应运而生。从2020年全球岗位需求变化排名中可以看到，增速最快的新兴岗位中，排名前20的岗位均为ICT技能相关岗位，而需求骤减的前20个岗位均为典型的事务型操作类岗位（见图1）⁹。大量中高级职位都要求具备不同程度的ICT技术技能，而技术应用场景的构建与行业数字化解决方案的开发与应用，需要相关人才既能熟练掌握ICT技术又理解行业知识。随着岗位角色更加多元、丰富，创造性思维、洞察与意义创造、合作共融、持续学习等关键词频繁出现在相关岗位的要求中。

⁸ “习近平出席中央人才工作会议并发表重要讲话”，新华社，http://www.gov.cn/xinwen/2021-09/28/content_5639868.htm，2021年9月28日

⁹ 《2020年未来就业报告》，2020年10月，世界经济论坛，2020

2. 数字经济发展进程正重新定义ICT人才需求

从用工模式角度看，灵活用工被越来越多的企业接受并采纳。受自动化进程加速、外包服务被更广泛地接受等因素影响，企业可能会通过远程办公、外包等更灵活的方式来实现业务的敏捷与高效。同时，面对快速变化的商业环境，企业将更加依赖组织外部的资源禀赋，从雇佣关系演变过渡到更广泛的战略联盟、外包合作、生态伙伴关系来支持业务与商业模式的快速创新和管理提升。

在数字经济重新定义ICT人才的背景下，如何精准、便利、按图索骥地寻找和吸引人才，如何加速ICT人才的供给与培养，如何提高ICT技能的使用效率是数字经济发展背景下的重大挑战，也是值得人才生态伙伴共同探讨的关键问题。

图1：2020年全球岗位需求变化排名（前20名）

需求增长		需求下降	
1	数据分析师及数据科学家	1	数据录入员
2	人工智能及机器学习专家	2	行政秘书
3	大数据专家	3	记账员
4	数字营销及战略专家	4	会计及审计员
5	流程自动化专家	5	装配及生产工人
6	商务拓展专家	6	企业行政及服务经理
7	数字化转型专家	7	客户信息及客户服务专员
8	信息安全分析师	8	运营经理
9	软件及应用开发	9	机械修理工
10	物联网专家	10	库存管理员
11	项目经理	11	财务分析师
12	业务服务经理	12	邮政文员
13	数据库及网络专家	13	销售代表
14	机器人工程师	14	客户经理
15	战略顾问	15	银行柜员及相关文员
16	管理和组织咨询顾问	16	上门销售员及街头小贩
17	金融科技工程师	17	电信安装和维修人员
18	机械工程师及维修员	18	人力资源专家
19	组织发展专家	19	培训和发展专家
20	风险管理专家	20	建筑工人

信息来源：“Figure 22: Top 20 job roles in increasing and decreasing demand across industries”，《2020年未来就业报告》，2020年10月，世界经济论坛，2020



ICT人才整体发展的现状与趋势

1. 技能重塑¹⁰紧迫：人才需求持续上升，人效提升任务艰巨，技能重塑迫在眉睫

如前文所述，由于数字经济及ICT产业的迅猛发展，我国ICT人才需求持续上升。ICT人才的供给仅依赖于高校每年培养的专业人才是远远不够的，还需要关注存量就业人群的ICT技能提升和转型，而有效推动大规模的ICT技能提升及转型，不仅关系到ICT产业自身的发展，更是国家经济升级和高质量可持续发展的重要支撑。

我国当前面临着较大的人均生产效率提升压力。结合国家统计局的数据及联合国的测算，未来30年内，我国60岁以上的人口占比将快速上升至35%，而适龄就业人口将快速减少。¹¹经济总量需持续增长，而适龄就业人口数量不断降低，因此提高人均生产效率势在必行，且任务艰巨。然而，近年数据表明，全民劳动生产效率增速已呈放缓态势。

ICT等新兴技术的应用是提升人均生产效率的有效方式，但是目前我国大量就业群体的ICT技能水平极为有限。相关数据显示，半数以上的就业人口在40岁以上，其中大部分从业者不具备ICT相关教育经历或充足的ICT技能储备。随着数字化推动产业互联网进程的持续深化，社会大规模技能重塑以及终身学习正在推进中，如何做好就业群体的ICT技能重塑，是工业经济向数字经济过渡的关键议题。

就业人群技能结构的重塑，需要大量的社会成本投入。自20世纪末我国已进入人口老龄化社会，一方面数字技术推动经济增长释放红利的速度在放缓，另一方面社会可能会面临高失业率与高昂社会保障支出的困境，而落入困境后技能重塑将变得更加举步维艰。因此，技能结构转型的窗口期正在缩短，需充分认识其紧迫性，并致力于生态协同，加快推动ICT人才技能结构转型的进程。

¹⁰ 此处“技能重塑”指在原有技能基础上做出调整，包括技能提升和技能转型双重含义。“技能提升”是指个体提高了已掌握技能的水平；“技能转型”通常指个体掌握一项或多项新技能，以从事与以前不同的工作，通常伴随职业转换一并发生。

¹¹ 《2019年世界人口展望》，2019年，联合国经济和社会事务部；《2020年第七次全国人口普查主要数据》，2021年，国务院第七次全国人口普查领导小组办公室

2. 人才缺口扩大：

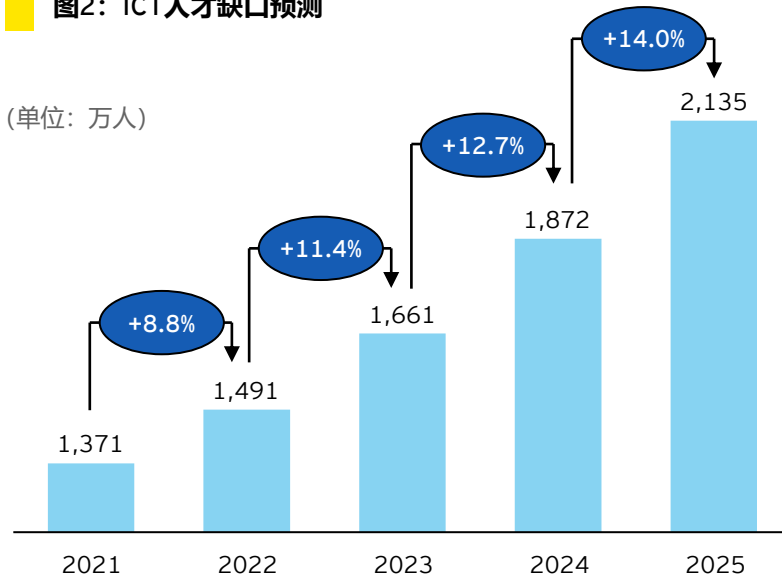
2025年ICT人才缺口将超2,000万，技能缺口形势严峻

2.1) 数量缺口：2025年ICT人才缺口预计将超2,000万

ICT技术的研发创新是典型的高智力密度领域，需要高水平的ICT技术技能。ICT技术的应用创新则需要依赖广泛的商业技能和行业经验，通过重塑商业模式、分析最小可行性产品和验证微循环等方式，拆解价值链、引导资源的动态配置，通过生产要素的“新组合”满足快速变化的用户需求，提出切实可行的解决方案，从而创造新价值。无论是技术创新还是应用创新落地，人才都是最重要的驱动力。在“十四五”规划中，国家各部门已为ICT产业制定了相关业务指标，包含产业总规模增长、企业规模增长、深化应用普及与赋能等预期目标，这要求更多的ICT人才投入。相关的市场数据表明，ICT岗位呈现明显的人才供给不足态势。有数据显示，2021年ICT相关职位数量与2020年同期相比增长34%，应聘人数则呈现大幅下降趋势。¹²这表明ICT岗位需求持续增长的同时人才供应数量不足。从供给侧看，虽然高校积极规划并落实ICT专业建设和人才培养，但结合教育部相关数据估算，每年ICT相关专业的毕业人数增速未见显著提升，因此，预计ICT人才缺口将不断扩大。¹³

我们测算¹⁴，到2025年ICT人才缺口将达到2,135万人（见图2）。与2018年华为《中国ICT人才生态白皮书》中2020年人才缺口的预测数据（1,246万）相比，2025年的人才缺口将扩大近1倍，形势严峻。¹⁵

图2：ICT人才缺口预测



年复合增长率 = 11.7%

信息来源：IDC、欧洲委员会联合研究中心、国家统计局、教育部、高校招生文件、安永调研分析

¹² 公开市场招聘信息，检索于2021年；安永分析整理

¹³ 教育统计数据，教育部，http://www.moe.gov.cn/jyb_sjzl/moe_560/2020/，检索于2022年

¹⁴ 说明：前瞻性预测基于产业规模、人均生产效率、从业人数、行业流动人数等公开数据，通过模型测算展开，是基于一定的风险、不确定性或预测作出的，这些风险和不确定性可能导致实际结果与明示或默示的预期结果不同。本说明适用于本白皮书中的全部前瞻性预测。

¹⁵ 《2018中国ICT人才生态白皮书》，2018年，华为技术有限公司，计世资讯

2. 人才缺口扩大：

2025年ICT人才缺口将超2,000万，技能缺口形势严峻

2.2) 技能缺口：人才技能缺口形势更加严峻

根据世界经济论坛《2020年未来就业报告》的调研，55%的受访企业认为，利用新技术的首要挑战来自于“现有人才的技能水平不足”。如前文所述，就业市场上涌现了大量需要应用人工智能、大数据技术的岗位，而《2020年未来就业报告》数据表明，在过去的五年间，成功应聘人工智能与大数据领域岗位的人才中，有相当比例的人才在就职初期个人技能水平与岗位要求存在明显的差距，尤其是在新兴技术领域，如人工智能、自然语言处理、数据科学、信号处理等。

与此同时，伴随着ICT技术的快速发展，ICT技能的迭代速度远远超过传统知识技能。根据世界经济论坛《2020年未来就业报告》的分析统计，到2025年，未被淘汰的岗位中平均约44%的技能要求会发生改变，这意味着存量就业群体现在所掌握应用的近一半技能，在三年内将被逐步淘汰。因此，在职人员需要不断学习和应用全新的技能，这些技能大部分与ICT技术相关。

从全球技术发展趋势可以看出，社会在常规性事务和体力劳动方面的人才技能需求将逐步下降，而ICT专业技术和解决复杂问题的技能需求不断上涨。这种人才技能需求趋势的变化，在中国尤其显著。在全球化发展趋势下，中国产业链布局向高附加值环节延伸，对于人才技能的水平及复合性提出了更高要求。随着中国市场进一步开放，国内外投资已将部分中高价值创造环节布局于中国。在这个过程中，我国产品、服务及商业模式不断拓展并创新，相应地，对人才技能的需求也在不断提高。具备复合的专业技术技能与行业洞察力，能在持续变革中实践融合再造，是从事高端制造业务和提供服务的基本条件。未来ICT人才技能重塑应主要聚焦在两大方向：综合变革能力与ICT专业技术技能。

3. 人才分布不均：两类人才结构性问题制约进一步发展

3.1) 地域分布：三、四线城市ICT人才缺口显著，或限制未来数字化进程

随着ICT企业在一、二线城市的快速扩张和行业竞争的加剧，大量ICT企业开始将业务拓展至三、四线城市。然而，企业下沉的最大阻力就是人才供应不足。目前，我国ICT人才区域聚集效应明显，尤其是高端青年人才大量聚集在一线城市。而ICT商业市场的逐渐下沉必将带来ICT人才需求的下沉，大量工作机会向三、四线城市转移，这些城市人才储备和供给不足的问题愈加突显。这对地方政府的经济发展规划和ICT人才吸引政策提出了新要求，大量非一线城市连续出台一系列优惠政策鼓励企业实施本地化发展，大力吸引人才。地方院校着力探索本地化人才培养模式，根据本地区产业发展战略精准制定人才培养计划，提高人才使用率，降低人才区域错配带来的资源浪费。一线城市的很多高校也开始尝试推出与二、三线城市特色产业对接的联合培养模式，鼓励相关人才向需求端输入。

整体来看，目前我国开始出现“人才下沉”的趋势，随着一线城市毕业生队伍扩张和交通的不断便捷化，一线城市人才正逐渐向周边地区渗透。国家不断推进粤港澳大湾区、长三角、京津冀一体化协同，也加速了核心城市向周边区域市场的拓展。相关的数据分析显示，目前京津冀、长三角、大湾区三大城市群汇聚了招聘平台上80%的ICT相关岗位需求。其中，非一线核心城市的ICT相关岗位需求占比约为50%，由城市群、经济带拉动区域人才发展的局面已经形成。¹⁷在人才供需方面，2021年一线城市与新一线城市的差距较2020年有显著缩小，区域中心城市对周边城市的ICT产业发展与人才吸引的辐射与带动作用显著，这将为经济发展提供更充足、更持久的动力。

3.2) 梯队分布：数字化领导者和基层技术人才储备不足

对企业ICT人才储备情况的调研发现，有55%的受访企业表示缺少数字化领导者，这是企业推进数字化转型、实现可持续发展的瓶颈。企业的数字化转型需要一批了解技术领域的发展与机遇、能突破固化的思维模式与成长路径依赖、能将业务与技术深度结合、兼具战略理解力和执行力的探索者、排头兵与生态连接者。许多企业都乐于采纳新的技术，通过技术驱动业务实现价值创造，但是，随着需求的快速变化，在技术敏捷迭代、平台功能构建及企业技术战略规划等方面，企业的的能力还有所欠缺。数字化转型需要稳定的扩展与平滑的演进，是不断积累和传承的过程。数字化领导者的缺失，将导致数字化转型缺乏整体性、协同性以及可持续性，导致资源的重复投入或投入不足，甚至导致数字化转型的失败。

此外，ICT基层技术人才也存在较大缺口。对公开招聘信息中岗位要求要求的分析发现，目前人才市场中，ICT相关岗位对工作经验的要求集中在3-5年(占比超过50%)。¹⁸这也进一步说明通过学校培养的人才供给模式无法持续满足现阶段行业基层技术人才的需求。此外，在相关的调研中，企业高管普遍表示基层技术人才职业准备度较低，一般难以满足“具备行业认知、熟悉产业价值创造全流程、能够‘理解业务场景’和‘掌握ICT技术技能’”的复合性要求。基层专业人才晋升为中层骨干的过程漫长，再加上大量基层专业人才的流失，企业中层技术骨干的缺乏成为普遍现象。

¹⁶ 数据来源：公开招聘招聘信息，检索于2021年；安永分析整理

¹⁷ 公开招聘招聘信息，检索于2021年；安永分析整理

¹⁸ 公开招聘招聘信息，检索于2021年；安永分析整理

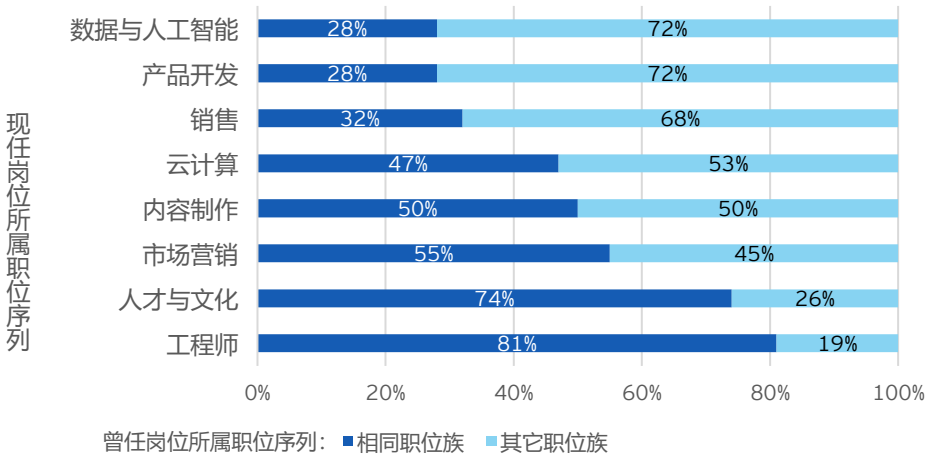
4. 工作机会增多：

新兴技术催生了职业转换机会，人才精准匹配成为关键

4.1) 人才流动：工作转换机会和职业发展通道进一步打开，将加速孕育跨领域人才

世界经济论坛《2020年未来就业报告》在对全球多个国家的研究中，分析了新兴岗位的人才来源。前置流入岗位与现任岗位的技能重合度对比结果显示，新兴岗位正在由两类人群补充，一类是技能重合度高的相同职位族人才，另一类是技能重合度低于50%的不同职位族人才。补充人群中超过半数的技能重合度小于50%，这意味着职业转换正在新兴岗位中发生。

图3：职位转换情况调研结果



信息来源：“Figure 24 C: Job pivots by job family of source occupation”，《2020年未来就业报告》，2020年10月，世界经济论坛，2020

图3显示，新兴岗位集群均对ICT技术及其场景化应用有不同程度的需求。数据与人工智能、产品开发这几类新兴岗位有72%的补充人群来自于技能相似度较低的非同类职位族。这突显出一个重要趋势，即新兴岗位给职业转换提供了大量机会，具备多元背景的人才更受欢迎。因此，有关院校也开始更加重视跨领域人才的培养，为人才未来的职业发展和转换提供更广的视角和基础必备技能。同时，在员工频繁进行职业转换的当下，很多企业面临人才流失的难题，单纯的纵向发展晋升已经难以满足人才发展的需求。提供跨职能历练机会，打破横向人才发展壁垒是企业吸引和留住人才的重要途径。

相比之下，工程师职位集群的补充人群构成中，仅19%的人才来自于技能相似度较低的其他职位族。这反映了工程师这类岗位仍然遵循传统模式，基于学历、专业和工作年限来搜索匹配人才，在某种程度上对跨领域求职者是一种限制。这类岗位集群是否能够更开放地践行多元化与包容性，借助技能的微观颗粒度去科学识别、搜索、吸纳背景更广泛的人才，让有兴趣与好奇心、能够敏捷学习并适应持续变化的人才在多重领域里实践发展，是值得思考与关注的事。职业转换与跨职业通道发展已成为一项全球发展趋势，可用以应对复合型人才需求剧增、技术快速变革和市场不确定性等问题。

4. 工作机会增多：

新兴技术催生了职业转换机会，人才精准匹配成为关键

4.2) 人才匹配：缺乏人才标准共识，基于技能的人岗匹配成为发展趋势

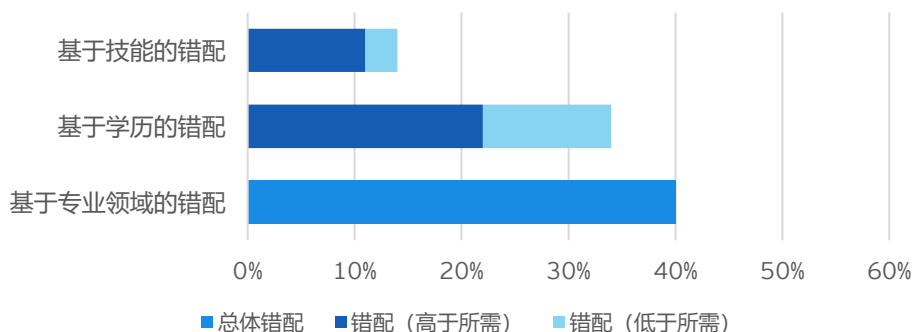
如前文所述，缺乏基层人才和数字化领导者已经成为一个跨行业的共性问题，然而，从社会层面看，关于“基层人才”和“数字化领导者”的人才分层定义仍缺乏共识。人才分层标准将有助于提升招聘效率，引导技能重塑与职业发展。无论是教育体系的分层次人才培养，还是企业的员工晋升与职业规划，都需要对人才进行分类分层的管理。针对各层次人才的特点与定位形成体系化的评价模式，能够帮助人才发展生命周期的各参与方明确目标，理解彼此差异化的定位及预期。

有关调研发现，高等院校已基本形成了多层次的人才培养体系。例如，技能型取向的职业教育注重与社会产业结合，关注培养动手操作能力强、可无缝衔接初级技术岗位的人才；实践型取向的高校注重理论与实践的综合运用能力，培养了企业中层骨干的生力军；理论型取向的高校则更注重思维能力、分析能力的训练，为未来的领导者打下了坚实的基础。而在企业侧，大部分企业均有自己的人才分层分类管理框架，但企业之间的分层标准及差异化指标存在较大的差别。标准的不统一导致企业招聘难度加大、应聘者不了解自己技能所适配的岗位，造成招聘效率低下与资源浪费。同时，由于缺乏科学而专业的分层标准和指标，企业在人才的培养、晋升、资格认证等管理环节缺乏抓手，导致关键人才缺口持续扩大；高校也难以通过恰当的人才标准去评估人才教育的结果，以更好地满足企业的用人需求。

在人才流动频繁的当下，企业如何实现人才精准匹配尤为重要。在招聘人才时，企业通常基于学历、毕业院校、专业领域、工作经历、过往工作职衔、技能等一系列因素来搜寻与评估人才。世界经合组织（OECD）持续实施多年的全球成人技能评估项目显示，人才与岗位/工作的错配主要表现为两种形式：技能不足的错配与技能过剩的人才错配。在对错配原因进行深入研究后，世界经合组织的报告指出，基于技能进行人才匹配的错配程度要远远低于基于学历和基于专业领域的人才匹配（见图4）。这个调研结果也进一步证实了技能与业绩之间的关联要远大于学历、专业与业绩之间的关联。基于技能的人才管理已经成为各国企业的领先实践。

4. 工作机会增多： 新兴技术催生了职业转换机会，人才精准匹配成为关键

图4：人才与岗位/工作错配情况调研结果



*专业领域不存在高于/低于所需的错配，因此仅显示总体错配情况

信息来源：“Figure 5.5: Mismatches in qualifications, numeracy and fields of study”，《成人技能调查额外结果》，2019年11月15日，经合组织，2019

全球领先企业已纷纷开始梳理数字化转型背景下关键、新兴岗位（角色）的人才技能画像及人才分层标准，并根据技能进行人才与工作的匹配。例如，通过内部人才技能库，对每个个体的技能进行标签化存档，提供学习平台辅助个人技能的提升及认证。在组织出现新岗位或岗位出现新的技能需求时，这种方式能够让组织根据人才的技能认证情况快速在内部匹配到适合岗位的人才。通过技能与岗位（角色）的精准匹配，企业可以更充分地运用技能，为求职者提供更多发展机会，盘活组织内部人才。同时，这也鼓励企业在招聘过程中保持开放的心态，吸纳各类背景的人才。随着技术复杂性的提高和创新技术的广泛应用，跨学科领域技能和知识变得愈发重要，而基于专业和文凭的人才匹配方式无疑将制约跨学科研究、交流与实践。



3 新兴技术方向的ICT人才需求趋势

“十三五”时期，我国信息基础设施建设不断完善，数字经济产业成熟度不断提升。随着5G商用部署的规模化应用，云计算、人工智能、大数据、物联网等新兴技术在经济社会各领域的普及度将加速提升。2020年，我国云计算¹⁹、大数据、物联网业务收入较上年分别增长了86%、35%和18%。²⁰“十四五”规划下，作为数字经济重点产业，云计算、大数据、人工智能、物联网将持续推动技术创新与产业建设。

ICT与新兴技术的协同发展亟需创新与应用型人才的支撑，持续扩大的人才缺口将严重影响ICT行业的持续发展与传统行业的转型升级。华为与中国信通院于2020年联合发布了《5G人才发展新思想白皮书》，对5G行业的发展趋势、5G对企业运营模式的颠覆式变革以及5G人才需求提供了前瞻性洞察，为生态伙伴提供了5G人才发展及管理举措优化建议。本白皮书将借鉴这一思路，聚焦于云计算、人工智能、大数据和物联网这四个极具代表性的新一代信息技术领域，洞察新兴技术浪潮下的ICT人才需求。在本章节中，四类新兴技术的核心岗位信息均来自对于公开市场招聘信息进行的总结与分析。

¹⁹ 云计算，包含云计算技术及云服务管理；信息来源：“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”，新华社，http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm，2021年3月13日

²⁰ 《数字中国发展报告（2020年）》，2021年，国家互联网信息办公室

1. 云计算：需要软硬件一体化综合解决方案专家

1.1) 云计算在规模持续增长中步入新拐点

作为数字化浪潮的重要推动力之一，云计算不仅被视为企业和机构数字化转型的重要基础设施，而且日益成为企业应对不断提升的客户期望、快速变化的竞争格局以及市场不确定性的关键业务引擎。随着云计算技术在各行业不断地深入运用，私有云、公有云以及混合多云、云边协同等逐渐成为企业的核心基础设施，云计算的发展步入了新拐点。

云原生技术将支持更丰富的业务场景。云原生技术蓬勃发展，并在多个行业和业务场景得到应用，进一步加速了基础设施的升级。通过赋能业务创新，加速企业核心业务上云。云计算技术进一步释放红利，成为新基建的重要组成部分。中国作为全球云计算市场中增长最快的区域，2020年整体市场规模达到2,091亿元人民币。²¹随着数字化转型的不断深入，云作为推动数字技术应用与创新的重要基础设施，将呈现快速发展态势。根据白皮书的相关调研，超过80%的受访企业将在未来五年内部署云计算。预计“十四五”末，支撑云供应链的硬件、软件和云服务，以及云相关的专业和管理服务市场机会有望超过万亿元人民币。²¹

云安全问题凸显，数据保护与云边协同解决方案将是未来趋势。考虑到云计算的灵活、开源和虚拟等特点，各方应关注云端存储信息安全，确保数据可控与灾备。根据测算，到2025年，50%的组织将完成数据保护系统上云；到2026年，50%的首席信息官（Chief Information Officer）将需要与云服务商和电信运营商合作提供安全的云边协同解决方案。²¹

1.2) 云领域技术演进下需要更多可提供软硬一体综合性解决方案的专家

随着云原生技术的发展，企业期望获得软硬件一体化的云原生解决方案，打造混合多云与异构架构一体化平台构建能力和异构硬件持续协同创新能力，因此将需要大量解决方案专家提供对不同容器运行环境下的计算支持、容器集群管理和云原生应用的生命周期管理。此外，云原生平台与其他新兴技术融合所需的技能缺口凸显，如DevOps实践经验，数据库、机器学习（TensorFlow、PyTorch、Caffe等主流机器学习框架）、大数据框架（Hadoop、Spark等）及大数据服务能力、区块链相关技术（例如Hyperledger Fabric、Hyperledger Sawtooth等），以及集成原有的OpenStack为虚拟网络功能提供支持等。

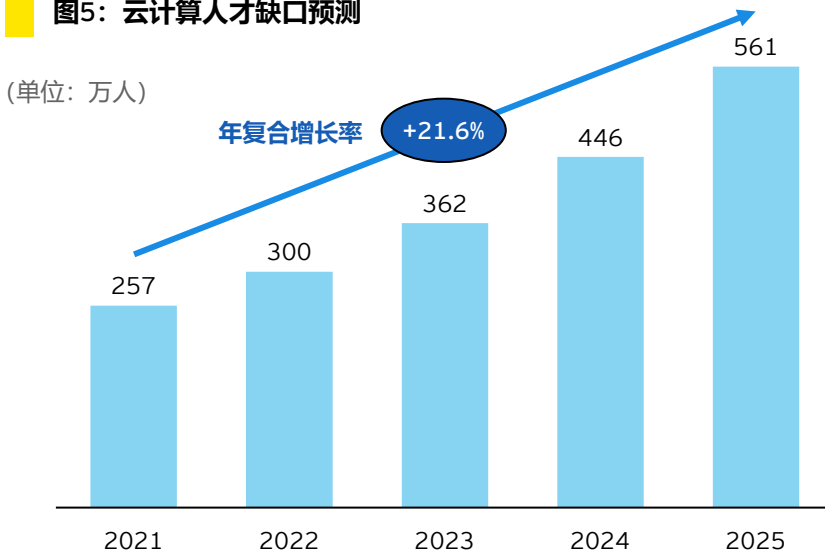
²¹ 《IDC FutureScape: 2022年中国云计算市场十大预测》，国际数据公司（IDC），<https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prCHC48766922>, 2022年

1. 云计算：需要软硬件一体化综合解决方案专家

1.3) 2025年我国云计算产业人才缺口将达561万

在云计算市场规模持续增长的背景下，云计算领域的招聘需求在持续上升，2021年前三季度同比增长101%。²²云计算工程技术人员已成为人社部公布的新职业之一，主要从事云计算技术研究，云系统构建、部署、运维，云资源管理、应用和服务。然而，从人才供需数量上看，云计算领域仍面临较大的人才缺口。有关统计显示，2018年，国内云计算人才在互联网岗位占比不到5%。²³根据我们的测算，到2025年，我国云计算产业面临高达561万的人才缺口（见图5）。

图5：云计算人才缺口预测



注释：云计算产业包含：IaaS、SaaS、PaaS、云相关IT/业务/电信通讯服务、云相关基础设施
信息来源：IDC、国家统计局、教育部、高校招生文件、安永调研分析

1.4) 云计算核心岗位

- ▶ 云计算架构师：解决云计算关键架构问题，部署云计算系统
- ▶ 云计算运维工程师：管理、维护并保障云计算系统的稳定运行
- ▶ 云计算产品经理：云计算产品的规划与设计
- ▶ 云计算安全专家：信息安全管理体的建立与维护，信息安全风险评估

²² 公开市场招聘信息，检索于2021年；安永分析整理

²³ “新职业——云计算工程技术人员就业景气现状分析报告”，人社部，

http://www.mohrss.gov.cn/SYrlzyhshbzb/dongtaixinwen/buneyiaowen/202004/t20200430_367109.html，2020年4月30日

2. 人工智能：需要高层次、跨领域的领军人才

2.1) 人工智能技术致力于解决前沿问题，或遇发展瓶颈期

人工智能将广泛地渗透和应用于诸多垂直领域，底层核心技术仍需突破。随着人工智能与产业深度融合，预计到2025年，人工智能核心产业规模将超过4,000亿元人民币，年复合增长率将达到27%。²⁴其他产业预计也将在其带动下快速扩大产能。据相关调研，人工智能可以撬动的产业规模是自身产业规模的六倍以上。目前我国人工智能在ICT产业、医疗健康产业和金融服务业的应用成熟度较高，但占比不到40%。²⁵此外，我国人工智能领域的底层基础硬件核心环节和基础理论体系尚不成熟，仍需持续大量的投入。未来，人工智能在我国各行各业的应用与落地仍有较大发展空间。

人工智能将从感知智能逐步走向认知智能。感知智能是利用深度学习和大数据分析，让机器在视觉、听觉、触觉等方面执行确定任务的能力接近人类。认知智能则是人工智能技术发展的高级阶段，它将赋予机器数据理解、知识表达、逻辑推理、自主学习等能力，成为人类认知世界和改造世界的有力工具。当前的深度学习技术主要以数据驱动，严重依赖大量的标签数据和超强算力。未来人工智能将更多地向类脑智能方向发展，并逐步实现自适应、调整和学习。

随着人工智能应用的深化普及，特别是在自动驾驶、医疗等重点领域，人工智能模型本身的脆弱性凸显，模型被攻击及误判，模型与训练数据的生命周期安全风险，人工智能伦理及取证难度等因素，均成为人工智能安全与信任方面的新挑战。针对用户场景的（密码学）隐私计算技术、适应云化而出现的安全问题，人工智能与在网计算架构、人工智能的可解释性等方面的需求，都将持续对ICT人才提出更高、更复合的技能要求。

2.2) 人工智能与行业的深度融合发展催生了高层次、跨领域的领军人才需求

随着人工智能技术与行业的深度融合，人工智能的未来应用场景构建将更多依赖跨学科领域专家进行知识抽象，并结合场景做出有效的综合性决策。为促成应用场景的落地，在硬件方面，需要研发类人脑神经形态硬件；在算法方面，需要突破海量稀疏信息检索能力限制、深化知识图谱研究；在认知智能训练方面，需要突破高频知识检索、跨领域综合知识抽取；在计算方面，需要解决高速数据通路，例如随机漫步、结构采样的图式计算问题。这些问题都催生了跨领域的高层次人才需求。人工智能/数据科学家对于人脑学习机制、认知心理学、神经科学等领域的创新研究，让人类神经元与硅基电路的关系日渐紧密。同时，由于目前我国人工智能的底层核心技术仍需突破，需要大量的人工智能科学家担任数字化领导者，引领关键方向的科研创新与突破。

²⁴ IDC Blackbook 3rd Platform Edition, 2021年11月, 国际数据公司 (IDC), 2021

²⁵ 《2020年大中华区人工智能成熟度调研报告》, 2020年, 安永

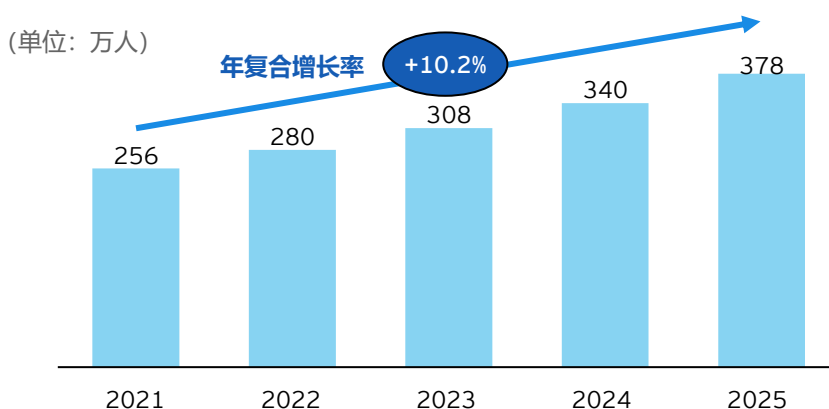
2. 人工智能：需要高层次、跨领域的领军人才

2.3) 2025年，人工智能领域人才缺口将达378万人

随着人工智能产业规模不断扩大，人工智能领域的人才需求呈大幅增长趋势，2021年前三季度的招聘总量同比增长102%²⁶。人工智能工程技术人员被人社部认定为新职业之一，主要从事与人工智能相关算法、深度学习等多种技术的分析、研究、开发，并对人工智能系统进行设计、优化、运维、管理和应用。²⁷

国务院在《新一代人工智能发展规划》中指出，人工智能尖端人才远远不能满足需求，且把加快培养聚集人工智能高端人才作为重点工作布局。据预测，2025年人工智能相关领域人才缺口将达到378万人（见图6）。

图6：人工智能人才缺口预测



注释：人工智能产业包含：人工智能软件平台、应用软件、相关IT/业务服务
信息来源：IDC、国家统计局、教育部、高校招生文件、安永调研分析

2.4) 人工智能核心岗位

- ▶ 人工智能架构师：主导人工智能的应用及开发，负责整体规划、平台架构设计、技术方案设计，参与深度学习、人工智能框架的研究与搭建，实现人工智能在实际场景中应用落地
- ▶ 人工智能科学家：结合学术领域人工智能技术发展的最新动态，结合行业应用场景，进行架构技术、算法模型的创新研究与项目论证，指导、参与平台应用和技术架构核心设计
- ▶ 人工智能算法工程师：负责算法模型的设计、开发与实施，并对算法进行持续优化
- ▶ 人工智能训练师：进行人工智能模型训练部署，负责核心指标的实时监控与分析，并提供模型优化升级方案
- ▶ 数据标注工程师：负责数据采集、整理、标注与监控，更新并维护数据仓库

²⁶ 公开招聘招聘信息，检索于2021年；安永分析整理

²⁷ “新职业——人工智能工程技术人员就业景气现状分析报告”，人社部，

http://www.mohrss.gov.cn/SYrlzyhshbzb/dongtaixinwen/buneyiaowen/202004/t20200430_367110.html，2020年4月30日

3. 大数据：需要既理解顶层架构、又了解应用场景的“承上启下”型技术骨干

3.1) 大数据从探索性实践向跨领域应用和技术纵深突破

2020年新冠疫情爆发后，大数据技术、产品和解决方案被广泛应用于疫情防控，包括疫情监测、资源调配、行程追踪等。随着人工智能的逐渐成熟和广泛应用，涌现出大量的大数据应用需求。工信部早前发布的《“十四五”大数据产业发展规划》中提出到2025年，我国大数据产业测算规模突破3万亿元人民币，年均复合增长率保持25%左右，基本形成创新力强、附加值高、自主可控的现代化大数据产业体系，并通过“数据-网络-人工智能”的尖端化来加速推动数字经济发展。²⁸

聚焦数据顶层规划，努力夯实底层技术。数据处理的本质是算法施加算力于数据，但云技术的应用导致算法、算力以及数据要素分离，大数据面临存、算、管等多方面的数据共享流通以及信任与安全挑战。在企业对数据与未来发展战略的统筹规划过程中，数据治理、数据架构、数据标准、数据安全、数据应用等顶层规划将受到更多的重视。同时，在基础平台搭建、多样性数据采集、多模态数据管理、数据集成、建模分析、边缘计算、分布式数据库、图计算引擎等关键环节，仍需推动底层技术攻关与自主研发。

3.2) 大数据技术步入关键突围期，需要更多承上启下的技术骨干人才

大数据人才的发展方向主要分为大数据开发、大数据分析、大数据运维等。未来人才需求将趋于集中，向上承接产业大数据发展的顶层规划、数据平台建立、流通机制与安全信任环境维护，向下结合其他前沿技术（例如人工智能、多样性计算、边缘计算、区块链等），呈现创新突破的新计算态势。大数据人才不仅仅需要有技术和产业背景，还需要加强学科的交叉融合，以支持日渐多元、复杂的大数据融合需求。

3.3) 2025年我国大数据人才缺口将达到464万人

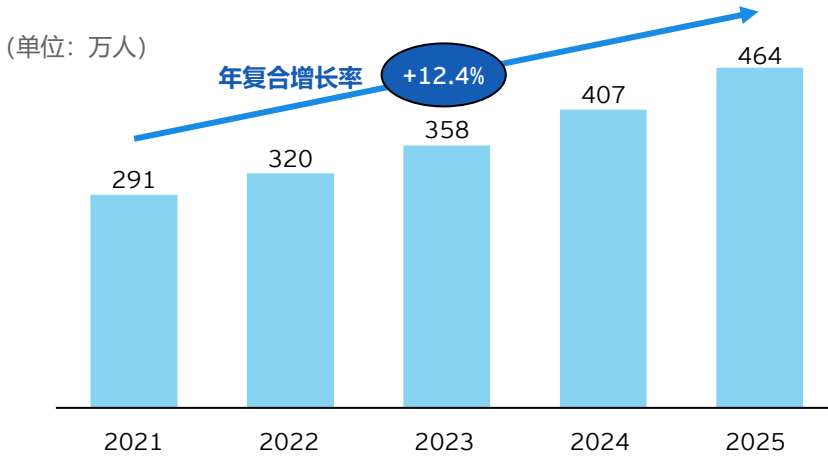
在国家大数据战略下，大数据工程技术人员已成为新兴职业，主要从事大数据采集、清洗、分析、治理、挖掘等技术研究，并加以利用、管理、维护和服务。²⁹我们预测到2025年我国大数据核心人才缺口将达到464万人（见图7）。

²⁸ 工信部规〔2021〕179号，《工业和信息化部关于印发“十四五”大数据产业发展规划的通知》，工业和信息化部，2021（检索来源：http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-11/30/content_5655089.htm，2021年11月15日）

²⁹ “新职业——大数据工程技术人员就业景气现状分析报告”，人社部，http://www.mohrss.gov.cn/SYrlzyhshbzb/dongtaixinwen/buneyaowen/202004/t20200430_367120.html，2020年4月30日

3. 大数据：需要既理解顶层架构、又了解应用场景的“承上启下”型技术骨干

图7：大数据人才缺口预测



注释：大数据产业包含：相关基础设施、大数据及分析软件、相关IT/业务服务
信息来源：IDC、国家统计局、教育部、高校招生文件、安永调研分析

3.4) 大数据核心岗位

- ▶ 大数据平台架构师：负责数据平台的规划与搭建，开展数据挖掘、分析和建模
- ▶ 数据分析师：负责信息管理工作，如业务数据统计及分析、监管，从业务和产品角度提供线索数据支持，构建精准营销指标、模型体系、用户画像等，普遍要求具备海量数字挖掘能力，可作为数据挖掘师的职业发展选择之一
- ▶ 运维工程师：负责协助进行数据系统环境的安全体系构建、设计、管理与控制

4. 物联网：需要大量技能复合型人才和设备运维类专业人才

4.1) 多种技术联合推动物联网的产业融合与多元化发展

物联网将持续深入地与产业融合。物联网作为中国新一代信息技术自主创新突破重点，目前仍处于产业深度融合的成长期，面临巨大的发展与创新空间。IDC预测，在政策、经济、社会、技术等因素的推动下，2021-2025年，物联网市场规模将超过3万亿元人民币，年复合增长率超过8%。³⁰据世界经济论坛《2020年未来就业报告》分析，在汽车、制造、金融、能源等数字化经济体系重点建设产业中，物联网计划应用程度均超过80%。当前我国物联网产业链较为完善，作为数字经济时代的重要基础设施，物联网将与传统产业紧密融合，并赋能传统产业转型升级。

物联网多元化的发展背景下，标准制定与数据安全问题引发关注。目前尚未出台统一的物联网行业标准，未来可能出现由少数厂商主导市场的局面。5G、人工智能、边缘计算、泛在连接和大数据等新兴技术将推动不同行业中物联网的多元化发展。物联网数据隐私合规与数据安全将得到更多的重视并接受更严格的监管。

4.2) 物联网的应用将催生各行各业对于技能复合型及设备运维类专业人才的大量需求

物联网人才的技能需求跨度较大。在偏软件方向，从操作系统到计算机语言、软件开发、大数据与数据库、容器技术、网络、协议、工具、云平台相关技术领域都有所涉及，因此需要软件工程师通过研究、应用物联网技术，实现对系统、物联网解决方案的规划、设计与开发；在偏硬件方向，则涉及硬件件的选型、原理图设计、电路分析、PCB layout设计、嵌入式电子装置、嵌入式底层驱动与应用程序、无线通讯模组、射频技术、射频信号处理、通讯等专业领域，大量人才需求集中在能支持实现万物互联的嵌入式硬件工程师上。

物联网技术应用需要设备运维类专业人才。随着规模的持续扩大与应用的逐渐深入，物联网的业务场景日益丰富。除需要更多能胜任体系性规划、设计、开发软硬件系统和物联网解决方案的人才（如，解决方案架构师、产品开发软硬件工程师和售前工程师等），还亟需能深入现场实施运维的专业技术人才，由其负责安装、测试与维护，全面保障物联网系统正常运行。

³⁰ IDC Blackbook 3rd Platform Edition, 2021年11月, 国际数据公司 (IDC), 2021

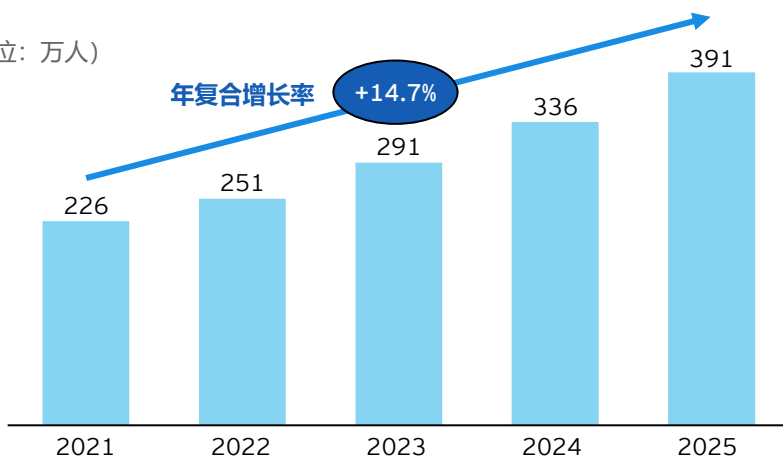
4. 物联网：需要大量技能复合型人才和设备运维类专业人才

4.3) 2025年物联网人才需求缺口将达到391万人

随着市场规模的快速增长，物联网总体岗位需求量近年呈现爆发式增长态势，结合公开招聘信息进行分析，2021年前三季度物联网相关岗位的招聘量同比增长254%。作为人社部公布的新职业之一，物联网工程技术人员从业人数超过200万，遍布在全国的各线城市，从事物联网相关的技术研究、系统开发、规划实施及运维管理等工作。³¹我们预测，到2025年，物联网行业人才需求缺口将达到391万（见图8），这类人才将拥有非常广阔的职业发展空间。

图8：物联网人才缺口预测

（单位：万人）



注释：物联网产业包含：物联网设备相关通讯、相关模块/传感器、物联网相关其它硬件、物联网相关服务、物联网相关软件

信息来源：IDC、国家统计局、教育部、高校招生文件、安永调研分析

4.4) 物联网核心岗位

- ▶ 物联网架构师：负责物联网平台架构的设计和优化，以及端到端解决方案的设计
- ▶ 物联网嵌入式硬件研发工程师：负责物联网相关产品嵌入式软件的开发设计及测试，配合硬件工程师完成整体调试工作
- ▶ 物联网应用软件研发工程师：负责基于物联网新技术，进行系统设计与开发
- ▶ 物联网产品经理：通过市场调研，与技术团队紧密配合，负责物联网智能产品的软件功能设计与优化
- ▶ 物联网售前/售后技术支持：根据客户需求提供技术解决方案，配合与客户进行技术交流、需求分析和解决方案介绍
- ▶ 物联网安装调试员：利用检测仪器和专用工具，安装、配置、调试物联网产品与设备

³¹ “新职业——物联网工程技术人员就业景气现状分析报告”，人社部，http://www.mohrss.gov.cn/SYrlzyhshbzb/dongtaixinwen/buneyiaowen/202004/t20200430_367113.html，2020年4月30日

4

ICT人才的微观画像

当前，人才正处于一个充满易变性（Volatility）、不确定性（Uncertainty）、复杂性（Complexity）和模糊性（Ambiguity）的时代（VUCA）。岗位要求与人才自身的诉求都在快速变化，技能³²将成为匹配人才与岗位的最小精确单元。从岗位的变化看，如前文所述，技术发展导致岗位迭代加速，大量新兴岗位涌现的同时，现存岗位的内涵也发生了很大变化。从人才的视角看，由于技能折旧速度加快，终身学习意识正在逐步普及，越来越多的个人开始自主规划学习并掌握与目前所从事工作不直接相关的技能。在人才招聘与选拔的过程中，候选人的专业、毕业院校、学历、过往从业经验、职衔越来越难以提供全面精确的参考，通过这些宏观要素进行人岗匹配的效率显著下降。组织需要基于技能进行人才招聘、选拔以及灵活的工作编排，以跟上时代的步伐。

大部分的研究报告都将ICT专业人才定义为拥有ICT专业技能的人，但对于技能内涵、要求标准和技能组合并没有形成基于共同语言的理解与共识。ICT专业人才需要具备哪些技能？未来可以从事哪些岗位？岗位之间技能要求的差别在哪里？个人如何保持ICT专业技能与行业、新兴技术的同步升级？ICT行业的职业发展通道和转换空间在哪里？如何在工作中持续学习以满足岗位技能要求与内涵的不断变化？这些问题的答案将有助于加速ICT人才培养，为ICT人才生态的持久繁荣奠定基础，对深化数字化转型和实现数字经济可持续发展具有重要意义。

³² 此处“技能”的概念涵盖了胜任各类岗位所需要的知识、能力、态度等要素，本白皮书中将该类人力资源专业术语统称为“技能”

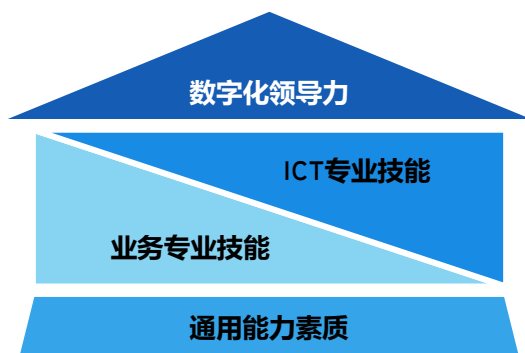
我们在对人才生态伙伴的一系列访谈中发现，院校并不清楚ICT岗位的具体技能要求，特别是行业快速发展背景下，传统ICT技术与新兴技术融合方向的岗位技能要求。在对公开招聘信息进行分析后，我们发现，企业招聘需求中的岗位描述五花八门，技能要求模糊，或者描述颗粒度不一致。我们通过自然语言处理分析发现，岗位名称一致的工作所要求的技能组合，在不同的企业招聘里呈现较大差异。例如“数据工程师”这一岗位，一些企业要求能够设计与开发数据库管理系统和应用软件系统，侧重于软件研发，属于开发和运维类的工作；而另一些企业则要求该岗位从业人员能够进行数据挖掘、算法与模型训练，实际偏重于数据分析与商业分析。智联招聘的数据显示近年来ICT岗位简历投递录用比（收到的简历数：拟招聘的岗位数）持续上升，在ICT人才缺口如此严重的当下，这一方面说明了ICT岗位竞争激烈，另一方面更揭示了人才匹配效率低下。不准确的岗位描述导致简历投递量增加，而真正需要的技能组合未能得到高效精准匹配。我们在与智联招聘的专家访谈中了解到，企业在平台发布岗位招聘需求的时候经常出现岗位分类错误或者不填写分类信息的情况，这也从一个侧面反映了许多的企业对于行业、岗位（职位）分类把握不准，基于技能进行人才搜寻与人才管理的能力不足。

1. ICT人才技能框架将凝聚关于人才画像的共识

5G技术使能下的泛行业互联正在打破组织边界，影响着业务的生态系统。在利用新兴技术的过程中，企业不断通过系统和平台能力进行垂直集成（组织内价值创造各个环节的集成）和水平集成（其他企业主体以外的利益相关方如供应商、分销商等通过系统、网络平台实现信息交流、共享，通过相互协调、调用以直达客户，按需量产）。ICT人才的工作结构也发生了重大变化，他们需要注入新的能力，以适应业务生态的多样性，胜任组织、团队、生态中的新角色。新的业务模式与运营模式会形成新的工作组合，生产流程被数据驱动，组织的部分工作被机器自动化取代，留给人的工作更多地面向服务，更具解释性，涉及解决问题、客户服务、沟通交流与团队协作等。

我们通过对行业、企业的调研发现，新型的ICT人才所需的技能组合可以划分为顶层的数字化领导力、中间层的ICT专业技能与业务专业技能，以及底层核心的通用能力素质三个层次（见图9）。

图9：ICT人才能力组合



1. ICT人才技能框架将凝聚关于人才画像的共识

我们根据新兴岗位的不同技能组合和技能水平的不同要求，结合上述ICT行业人才技能组合来思考人才分层问题，以直观的方式呈现对于ICT人才梯队、发展路径的理解。ICT人才可大致分为以下三个层次（见图10）。

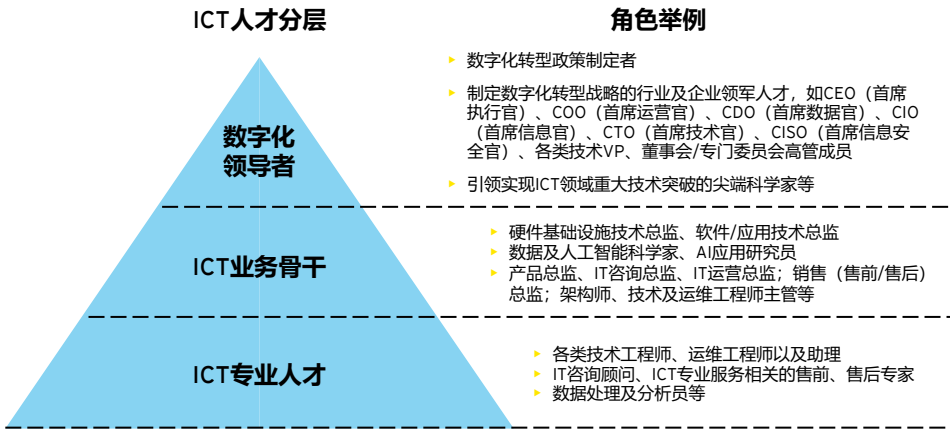
数字化领导者通常是指企业首席高管（CXO），他们具备前瞻性洞察与战略规划能力，承担协同与交流职责，组建跨职能团队，参与组织内外的活动。作为行业生态中的协调者和导航人，他们赋能组织，推动组织变革，持续促进业务与技术能力的深度融合。我们也看到在技术引领型企业中，当企业增长主要由科技驱动时，战略科学家和（或）技术VP（Vice President，指副总裁）们也频繁扮演着数字化领导者的角色，推动市场导向性的技术研发与商业应用。他们能够将业务与技术深度融合思考，技能掌握面较宽。在软性技能方面，除了核心通用能力素质，愿景构建、前瞻引领与生态协同的数字化领导力更为关键。

ICT业务骨干：主要由承担解决方案设计工作的资深、权威工程师群体构成，深度参与设计与开发、集成与部署、安装与调测等工作。他们的业务与技术知识、技能通常横跨两个或以上领域，在专业精深的同时，还需要熟练操作与应用这些专业技能，基于业务场景解决问题。随着企业的业务运营越来越多地嵌入行业生态，对ICT业务骨干核心通用能力素质（软性能力）的要求也不断提高，特别是跨领域知识迁移、多元思维、沟通影响和协作等能力。

ICT专业人才：主要由融合传统ICT技术与新兴技术的各类顾问、分析师、工程师等人群组成。他们需要将大数据、人工智能等新兴技术融入传统的ICT岗位，通过创新、自动化、智能化实现人机结合，以更高效的方式工作。这要求他们能融合ICT专业技能与业务专业技能，也要求他们在专业细分领域有更为精深的渗透。核心通用能力素质（软性能力）方面，他们需具备敏捷学习、计算与分析思维、沟通影响和协作等能力，从而能快速组建团队开展业务。

1. ICT人才技能框架将凝聚关于人才画像的共识

图10: ICT人才分层模型



信息来源：安永整理分析

ICT人才分层，一方面可以帮助企业更加高效地盘点人才需求，规划ICT人才技能发展，另一方面也可以帮助高校基于差异化发展定位进行人才培养，缓解ICT人才供需过程中的技能错配问题。

1.1) ICT人才技能框架之数字化领导力

数字化技术的开发和应用是组织战略的重要组成部分。在数字化转型过程中，数字化领导力需要不断演进并发挥引领作用，成为生态构建与丰富旅程的灯塔，带动组织实现根本性、典范式转变。严谨、鼓舞人心、以身作则的数字化领导者将深刻影响组织的各种能力构建，推动数字化转型进程。

数字化领导力有三大关键领域，包括：商业洞察、组织协同与战略执行。这要求领导者承担三大类责任：1) 在前瞻性产业洞察的指引下，敏捷学习，充分理解数字化技术发展趋势，经由战略思考，制定相应的数字化转型策略，构建业务与服务的新组合，重塑收入和变现渠道。2) 理解与评估组织战略，制定发展目标与执行计划，持续提升客户体验，识别出新兴的模式并将其带入组织内部。在专注执行的过程中，审视和挑战现有的实践、流程和制度，并由此带来组织结构、运作机制、流程、报告协同关系的具体转变。3) 践行开放、创新、包容、试错的组织文化与价值观，授权团队建立自驱式的各种价值创造纽带。通过高效的人才管理，提升员工的技能准备度，构建愿景、共识，激励集体智慧，促成快速应变的组织内外协作。

1. ICT人才技能框架将凝聚关于人才画像的共识

数字化领导力影响着组织的各项数字化转型活动，也是支撑组织各个方面的锚点。没有正确的领导，大多数的目标、计划和策略将无法实现。数字化领导力具体包括哪些细分能力素质项？组织如何发展和持续提升数字化领导力？我们从三大关键领域，推导出数字化领导者的责任，然后推导出与责任相对应的能力素质项，明确其要求与详细释义（见图11），以帮助生态伙伴更好地理解数字化领导力，进而打造并提升这一关键能力。

图11：数字化领导力模型



1.2) ICT 人才技能框架之技术专业技能

随着新兴技术与传统ICT技术的结合和技术在各行业内的加速渗透，许多新型工作岗位（角色）应运而生。这些新的岗位（角色）需要以新的方式来思考和设计其工作，需要考虑如何将人的特长与机器、平台、生态运作能力等结合起来，这对人才的ICT专业技术技能提出了差异化要求。经理、分析师、设计师和架构师等传统ICT岗位正在演变为复合型岗位（角色）。我们从ICT技术相关岗位（角色）对应的工作活动内容、职责与业绩要求出发，梳理了ICT技术技能分布对应图（见图12）：

1. ICT人才技能框架将凝聚关于人才画像的共识

图12：新兴技术领域工作岗位ICT专业技能

领域	岗位	ICT专业技能					
云计算	1. 云解决方案架构师 2. 云平台开发工程师 3. 云计算站点可靠性(SRE)工程师 4. 云交付与运维工程师 5. 云安全解决方案工程师 6. 云计算产品经理	7. 云计算售前工程师 8. 云计算技术服务工程师 9. 边缘计算研究工程师 10. 云资源管理专家 11. 计算虚拟化技术专家 12. 云网络控制技术工程师	云解决方案架构与设计；硬件，数据通信及网络的开发、部署及运维；系统及中间件开发、部署及运维；敏捷软件开发；持续集成持续部署；云应用产品开发与支持；自动化工程；前沿技术应用；数据工程；数据库管理；计算机建模；自学习与自优化；应用支持与优化；安全架构；网络安全；安全评估与测试等				
	大数据	1. 数据应用架构师 2. 数据平台架构师 3. 数据开发工程师 4. 数据运维工程师 5. 数据建模工程师 6. 数据分析工程师	7. 数据可视化工程师 8. 数据安全工程师 9. 数据售前咨询顾问 10. 数据治理专家 11. 数据库技术工程师 12. 数据中心站点经理	大数据平台架构、设计与部署；数据设计；主流数据采集工具的配置及使用；计算机建模；计算机视觉技术；边缘调度算法；数据工程；数据治理；数据迁移；数据挖掘；数据可视化应用；数据库管理；边缘计算系统集成；敏捷软件开发；前沿技术应用（云原生技术等）；安全架构；网络安全；安全管理；安全评估与测试；数据中心设施管理等			
		人工智能	1. AI智能架构师 2. AI产品交付工程师 3. AI运维工程师 4. AI与数据科学家 5. 自然语言处理工程师(NLP) 6. 计算机视觉技术工程师(OCR)	7. 机器/深度学习工程师 8. AI算法工程师 9. 边缘调度算法工程师 10. 图计算开发工程师 11. AI技术应用工程师 12. AI技术咨询顾问	AI应用场景的架构与设计；AI平台的设计、架构与部署；数据设计；计算机建模；计算机视觉技术；数据工程；数据治理；数据库管理；边缘调度算法；数据迁移；数据挖掘；图计算；模式识别系统；智能推理；模型训练与拓路路由；算法选型与调优；自学习与自优化系统；软件开发与部署；系统集成；前沿技术应用；自然语言及语音处理；机器学习与深度学习(ANN/RNN/CNN)；安全架构；安全管理(数据泄露与模型篡改)等		
			物联网	1. IOT解决方案架构师 2. IOT系统安全工程师 3. IOT嵌入式硬件开发工程师 4. IOT嵌入式软件研发工程师 5. 应用软件开发工程师 6. IOT应用协议开发工程师	7. IOT系统开发工程师 8. IOT系统测试工程师 9. IOT系统服务工程师 10. IOT产品经理 11. IOT售前/后技术支持 12. IOT安装调试员	物联网平台架构与设计；感知控制层的嵌入式开发；物联网应用协议；组网通信的开发、部署与运维；物联网设备的安装调试与运维；物联网软件系统的开发、部署与运维；物联网应用开发、部署与运维；应用支持与优化；边缘计算系统部署；交互感知设计；系统集成；数据工程；数据迁移；前沿技术应用；网络安全；安全管理等	
				网络安全	1. 安全体系架构师 2. 安全产品开发工程师 3. 安全测试与实施工程师 4. 安全运营工程师 5. 数据安全工程师 6. 网络安全监测工程师	7. 漏洞分析挖掘工程师 8. 取证与溯源分析工程师 9. 威胁情报分析工程师 10. 安全产品售前咨询师 11. 安全合规风险咨询师 12. 应急响应工程师	安全规划；安全架构；安全防护体系的开发、部署与运维；安全产品运维；网络风险管理；网络安全；安全评估与测试；安全技术集成；安全治理(法律标准与规范)；安全管理；隐私保护与数据安全；加密技术；数据库管理；数据工程；安全代码审计；安全鉴证；安全与数据泄露事件管理；威胁情报与检测；漏洞扫描与渗透测试管理；网络攻击与防御；前沿技术应用等
					5G	1. 5G解决方案架构师 2. 5G网络/系统架构师 3. 5G核心网开发工程师 4. 5G基站软件开发工程师 5. 5G网络规划工程师 6. 5G承载软件开发工程师	7. 5G网络维护工程师 8. 5G微服务开发工程师 9. 5G产品经理 10. 5G产品售前咨询顾问 11. 5G解决方案销售经理 12. 5G工程技术支持

信息来源：公开招聘信息、《国家职业技术技能标准 云计算工程技术人员（2021年版）》、《中华人民共和国电子行业标准：大数据从业人员能力要求（征求意见稿）》、《中华人民共和国电子行业标准：人工智能从业人员能力要求（报批稿）》、《中华人民共和国电子行业标准：物联网从业人员能力要求（报批稿）》、工信部《网络安全产业人才岗位能力要求》、华为《5G人才发展新思想白皮书》，安永分析整理

1. ICT人才技能框架将凝聚关于人才画像的共识

为了快速弥补不断扩大的ICT人才供需缺口，需要构建一个面向未来、基于共同语言表达的ICT人才技能框架。技能框架的开发将以行业、技术发展趋势为起点，基于新的业务运作模式、流程与工作场景，重新梳理工作岗位（角色），明确其内涵与意义，定义任务、活动与业绩预期，形成相对应的技能组合与要求标准。这需要ICT人才生态伙伴充分沟通、理解、探寻、商讨后在共识基础上以通用的语言来表达。我们希望利用图12所展示的ICT人才技能框架快照，启发人才生态伙伴针对ICT人才的加速培养和精准匹配以及ICT技能的高效利用和持续升级的相关思考。

1.3) ICT 人才技能框架之核心通用能力素质

ICT人才技能框架中还包括业务专业技能和核心通用能力素质。

业务专业技能：通常是指与企业价值创造直接相关的一系列专业技能，如：商业环境分析、需求分析、项目管理、合同管理、业务拓展与开发、谈判、品牌管理、客户管理、企业通用管理等技能。业务专业技能与ICT专业技能是ICT人才画像的两大支柱。如果说ICT专业技能可以带来发明和研发上的成功，那业务专业技能将引导创新能力，让研发对准市场机会，让企业获得快速成长。有的时候，工程师并不能很好地理解，他们为什么需要业务专业技能，或者与商业伙伴深度合作，协调利用互补性资源，从创新中获利。我们看到，随着ICT技术行业应用的逐步深入，ICT专业技术人员不仅需要理解更多的技术框架、协议、融合通信等，还需要对业务场景、环境与商业本质有更深刻的认识，让需求引导研发与创新实践，灵活运用需求感知、可行性分析、内容策略、项目与合同管理等技能，提升产品服务交付水平与客户满意度。

通用能力素质：通用能力素质通常指的是系统性思考、跨学科知识迁移、多元化思维沟通与影响力、同理心、适应能力等软性能力。它是ICT专业技术技能在特定环境下能够得到发挥并产出预期业绩的使能因素。通用能力素质的关键作用在于促进专业技能快速平滑转化为工作成果。它促使个人能够在复杂多变的环境、场景中（结合态度与价值观）应用相关专业技能，完成工作任务，达成业绩目标。个人在任何的职业通道或专业方向上发展都需要具备通用能力素质。当下复合型人才已成为大趋势，通用能力素质这类软性能力已经越来越多地受到企业的关注。相关企业调研结果显示：72%的受访企业在任用数字化人才时，都会将通用能力素质作为主要考量因素。

2. ICT人才技能框架将加速需求导向的人才培养

如上所说，技能框架的开发将基于对行业的发展趋势、技术布局、市场需求多样性与业务运作生态化等的理解与洞察，通过分析组织的岗位（角色）的工作场景、活动内容、业绩预期等梳理出胜任该岗位（角色）的技能组合（包括ICT专业技术技能、业务专业技能和通用能力素质）。然后，企业通过工作岗位（角色）的技能相似度分类设计个人的职业发展通道，以及跨职业通道之间的转换路径。它在技能结构、技能识别、加工、组合、标准认定方面都将进一步细化，向上衔接商业环境、技术、企业战略、业务运作需求，向下衔接岗位（角色）、技能组合要求和教育培养资源（包括高校和社会培训机构的课程），实现ICT人才的按需培养，促进从技能到工作的精准高效匹配，快速提升劳动力市场的配置效率。

企业通过应用技能框架，可以更加精准地识别人才，提升企业招聘效率，构建人才发展路径。与此同时，技能框架可以作为人才管理的基础，促进企业形成基于能力的人才管理实践。中小企业是ICT生态中的创新生力军，将在很大程度上影响数字经济发展的整体进程。但他们很难吸引ICT人才，也缺乏培养和利用ICT人才技能的能力。技能框架将给中小企业的人才管理赋能，帮助它们构建基于人才的核心竞争力。企业迫切需要的复合型人才在实际工作场景和项目中所承担的角色通常是多变的，对其技能的要求也是多样化的。技能框架将指导组织将岗位（角色）按最佳颗粒度进行细化，定义每个细化颗粒岗位（角色）的技能组合与水平要求，从而快速形成技能的组合和编排能力，找到培育复合型人才的路径，在复合型人才储备不足时，通过敏捷团队的形式释放绩效。院校可基于技能框架，以需求为导向培养人才，探索更广泛的产教融合方案，促成教育体系内部以及更广泛社会培训机构间的资源共享与合作，优势互补，加速落地ICT与前沿技术发展相关教育内容的开发及师资培养。与此同时，以技能框架为基础开展面向学生的职业引导服务将是ICT行业人才生态可持续繁荣的重要举措。对于个人而言，技能框架可以清晰地呈现职业发展通道以及职业转换路径，指引职业生涯的规划与持续敏捷学习，促进跨领域的工作实践交流与信息互通。随着ICT行业及技术的迭代变迁，技能框架的职业通道分类、技能组合要求、评估标准等都应定期做回顾与适应性调整，这需要国家、行业组织、企业、高校等共同参与建设，并且持续迭代优化。



5 ICT人才生态伙伴面临的挑战

1. 行业：ICT人才供给效率与质量严重限制了数字化转型进程

1.1) ICT行业：三类人才缺乏，制约ICT生态持续发展

1.1.1. 数字化转型浪潮下，需要更多可以提供端到端解决方案的ICT咨询专家

在全面推进数字化的趋势下，越来越多传统行业中的企业开始探索数字化转型，但受制于传统行业内人才ICT技能储备不足等因素，大部分企业难以仅仅凭借自身力量规划并实施数字化转型。更多企业通过与ICT生态厂商及ICT专业人才合作，获得从顶层架构设计到技术落地应用的全面赋能和支持。

一方面，市场亟需兼备顶层架构能力、实施经验及行业理解的数字化转型咨询专家。很多企业在决定启动数字化转型计划后，却不知道从何处开始，需要数字化转型咨询专家提供端到端的顶层设计和路径规划。这类人才要能够基于对技术和商业本质的理解，设计企业架构、IT架构、数据架构、云平台解决方案等顶层框架；他们需要熟悉云计算、大数据、人工智能等新兴技术发展趋势，熟悉主流厂商的PaaS层³³服务产品和解决方案，为客户构思最合适的实施路径。同时，架构的顶层设计要匹配业务战略，这对数字化转型咨询专家在行业洞察、知识积累和经验沉淀方面都提出了一定要求。

另一方面，能够协助企业用好数据、释放价值的业务咨询专家尤为紧缺。企业数字化的核心目的仍是能够获取明确的业绩增量，在如何创造、识别、衡量数字化转型期间以及转型后的业务价值方面，传统企业的经验不足，需要业务咨询专家提供赋能。业务咨询专家需要在了解ICT技术及其发展趋势的同时，具备业务专业技能（业务需求分析、企业现状诊断、业界实践对标等），还应结合行业认知发现转型的业务价值，从而找准突破口。他们需要对特定行业有着深刻的洞察，能够协助客户快速形成基于数字化精益运营需求的场景化解决方案，如搭建业务指标体系、制定数据分析策略等，并基于数据分析需求，协同交付团队进一步优化数字化产品及服务。

³³ PaaS是Platform as a Service的缩写，意思是“平台即服务”，是云计算服务模式之一

1. 行业：ICT人才供给效率与质量严重限制了数字化转型进程

1.1.2. 国产信创产业³⁴蓬勃发展，需要更多致力于ICT基础技术国产化的高层次人才

在国家信息化产业安全与发展的双重需求下，ICT全产业链国产化建设迫在眉睫，ICT行业需全力聚焦于关键核心技术，解决现存的“卡脖子”问题。目前，国家通过相关政策与资源大力扶持以芯片、操作系统等为代表的ICT高精尖产业，以强化科技创新，构建韧性产业供应链。

然而，目前我国急缺充分理解CPU³⁵、操作系统、数据库等计算机系统底层软硬件核心技术的高层次人才。数字经济的快速发展对底层基础设施提出了极高的要求（如可靠性、稳定性和算力保障）。过去，深刻理解和掌握CPU、操作系统、中间件、数据库等计算机系统底层软硬件核心技术的高层次人才队伍未能充分建立，这已成为制约数字经济发展的重大挑战之一。要想实现该领域的创新研发，需要相关人才不仅具备开阔的视野，而且具备深厚的科学素养、前瞻的判断力和跨学科理解能力，可以长期奋战在科研一线。而这种类型人才的培养往往周期较长、难度较高，需要企业长期的坚持，并保持长期发展的战略定力。

1.1.3. 全面上云正当时，ICT运维服务专家及网络信息安全专家供不应求

当前，企业正在加速上云，运维服务的市场需求持续增长，持有顶级云厂商专业认证的人才供不应求。公有云的服务商各不相同，随着企业上云和数字化进程的不断深入，越来越多的客户希望能够从第三方得到云IaaS³⁶实施层面的帮助，第三方云运维服务的业务机会初步涌现。而第三方服务不再等同于提供一次性云集成类项目服务，而是升级为提供具有持续性运营动作的管理服务。因此，充分了解国内外主流云厂商的IaaS、PaaS架构和技术就显得极为关键，持有顶级云厂商专业认证的人才在就业市场极受欢迎。

另一方面，信息安全问题受到全社会普遍关注，网络信息安全专家人才需求量激增。网络信息安全体系是数字经济发展的基础，企业期待享受数字化技术带来的红利，但也会担忧自身网络安全、数据安全的能力建设不够充分。在上云过程中，企业高度关注安全性与稳定性。因此，正在推进数字化转型的企业需要更多网络安全、信息安全专家来协助企业研判、预防和解决各类网络安全、数据安全及系统安全风险相关问题。云厂商尤其需要关注网络安全与信息安全相关人才储备，以帮助客户监控上云过程中的网络信息安全风险，持续健全云安全体系架构。

³⁴ “信创”为“信息技术应用创新”的简称，“信创产业”的范围包括IT基础设施、基础软件、信息安全及应用软件等

³⁵ CPU是central processing unit的缩写，意思是“中央处理器”，是计算机系统的运算和控制核心

³⁶ IaaS是Infrastructure as a Service的缩写，意思是“基础设施即服务”，是云计算的服务模式之一

1. 行业：ICT人才供给效率与质量严重限制了数字化转型进程

1.2) 传统行业的数字化：ICT人才及技能的短缺成为数字化转型的掣肘

得益于5G技术的发展，互联网的变革真正拓展到了供给端，传统千行百业的数字化转型驶入“快车道”。一方面，行业应用场景对于网络服务质量提出更高的要求，如工业控制、智能电网、车联网等场景要求毫秒级的时延和接近100%的可靠性，而5G的超高速可靠及低时延通信等用例和技术特性，为此提供了可行路径。另一方面，我国已形成对于5G行业专网的共识，发展出适合企业应用的多种网络部署方式，可以切实解决5G网络部署和使用过程中多样性的业务需求。随着5G标准的不断演进，5G支持垂直行业应用的能力将得到进一步深化。

新一代基础设施对实体经济的数字赋能已成气候，它可以助力传统行业利用综合性ICT解决方案，创造更高价值。目前国民经济中已经有40个行业应用5G技术。³⁷随着5G、云计算、大数据、人工智能、物联网、区块链等技术基于行业场景不断地融合创新，金融、制造、能源和交通等先导行业正在不断地打造应用标杆，并逐步探索规模化推广。

5G使能数字化转型将更快地把企业带入泛行业互联的数字化生态环境。这个环境的变化速度较传统的环境来得更快，不确定性更多，而且更加不可预测。这将影响组织整体的运作模式，让组织重新定义战略、营销、销售、研发、职能等岗位（角色）和身份。与此同时，各传统行业数字化转型各具有特异性，与其行业属性、数字化基础资本等要素禀赋息息相关。在技术带来的快速冲击下，ICT人才是组织价值创造过程中的关键要素，然而，组织如何在短时间内培养和整合员工技能面临重大考验。本节将聚焦金融、制造、能源、交通四大行业，结合其数字化发展背景及趋势，解析行业未来的ICT人才需求，提炼具有跨行业共性的挑战，为设计ICT人才培养的行业解决方案提供参考。

1.2.1. 缺乏兼具ICT技能与行业理解的人才

虽说各行业的数字化转型进程存在着差异，但各方已经就数字化转型的意义与必要性形成了共识，从“信息线上化”转向对“海量终端、万物互联、云边协同、智能分析、生态互通”的探索，随之涌现的是大量有明确ICT技能需求的岗位。综合对各个行业的分析发现，三类人才的需求增量显著：智能联网设备的调试运维人才、能够结合行业特点对ICT基础设施架构进行合理布局的人才、利用数据及人工智能对相关业务有深刻洞察的人才。不难看出，新涌现的人才需求包括行业经验与ICT技术的应用能力。对相关招聘趋势的观察显示，这类岗位需求增速较快，而人才供给显著不足。

³⁷ “工信部：5G应用已覆盖国民经济97个大类中的40个”，中国网，<http://sl.china.com.cn/2022/0607/144748.shtml>，2022年6月7日

1. 行业：ICT人才供给效率与质量严重限制了数字化转型进程

1.2.2. 部分岗位面临淘汰，对应人员缺乏ICT技能，难持续发挥价值

“流程结构化、人际交互低、操作风险高”的岗位面临逐步淘汰，ICT技能培养亟待布局。对ICT技术发展趋势的分析发现，流程操作结构化、无特别人际交往需求的事务性工作在不久的将来可以实现全面自动化。同时，各类专家正在致力于结合物联网、自动化、机器人以及人工智能等技术，实现以远程操控的方式让机器完成具有较高操作风险的工作，从而为人类创造更安全、更有尊严的工作环境及作业方式。诚然，通过ICT技术的应用，人才的价值与精力得以进一步释放，但同时需要考虑原有岗位消失或岗位内涵发生变化的情况下，存量就业人群的技能如何重新开发利用。

1.2.3. 高校对ICT复合型人才的供应速度不及预期

传统行业数字化转型的一大挑战，是如何利用颠覆性的ICT技术重塑行业的发展蓝图。为应对这一挑战，组织需要具备以下技能的人才：充分理解行业、理解全球产业发展的差序格局，同时对中国产业发展的纵深有深入理解，能够创建应用场景，能够提供行业解决方案与转型路径。行业期待高校能够培养更多的ICT复合型人才，他们应该更加关注和了解如何创新性地利用ICT技术，以推动传统行业的发展。2017年开始，我国启动了“新工科”建设，鼓励高校以优势特色学科为基础，面向行业需求，优化学科和专业布局。大量高校开设智慧交通、智能制造、智慧采矿工程等专业，探索ICT复合型人才的培养。目前，第一批ICT复合型人才刚刚迈入职场，其培养效果将接受市场检验。而随着数字化转型的进一步加速，传统行业对于高校ICT复合型人才培养的速度与质量有着更高的期待。

金融行业：金融业务数据中台的构建及应用需要大量ICT人才，业务创新呼唤更多“金融科技”复合型人才

► 数字化转型发展背景

- 构建数据中台，以优化运营效率，建设核心业务能力。以大数据、人工智能为核心的金融中台是大多数金融机构的战略发展方向。90%的金融机构认为，未来2-3年将建设金融中台。³⁸在良好数据中台的基础上，一方面，利用RPA（Robotic Process Automation机器人流程自动化）等技术不断优化业务流程，替代重复性人工环节，提高运营效率；另一方面，结合丰富场景收集海量数据，将业务经验与金融科技手段结合，形成业务能力护城河，如智能风控产品的研发、客户精细化管理体系搭建等。
- 多家金融机构布局区块链技术，以进一步探索金融创新。区块链对金融基础设施以及信用体系的重构，将对行业产生颠覆性影响。区块链技术应用虽然尚未成熟，但处于快速发展阶段。截至2021年底，全球的区块链金融专利申请数量已超过2775件，其中中国申请量排名第一，申请数量约为全球数量的63%。³⁹

³⁸ 信息来源：《2020年中国金融科技生态白皮书》，2020年9月，中国信通院

³⁹ 信息来源：《2021全球区块链及中国区块链金融专利创新及科创力报告》，智慧芽

1. 行业：ICT人才供给效率与质量严重限制了数字化转型进程

► ICT人才需求趋势⁴⁰

- 数据中台的构建，需要ICT技术人才提供支撑。相关数据显示，数据开发、数据运营等方向的职位已成为金融行业最为热门的岗位。金融行业发展过程中伴随着大量的信息收集、存储和流转，信息化体系建设有着明显的先发优势。当数字化转型发展到智能化的阶段，组织需要进一步发挥大数据、人工智能等新一代信息技术的价值，而将数据信息变成可用的数据资产是关键的前置条件，因此需要储备和发展一批技术人才，以支撑数据中台构建与数据资产建设、维护、运营等专业工作。

热门招聘岗位⁴¹：架构师、数据开发岗、数据运营岗

- 数据中台的应用落地，亟需熟悉业务场景、掌握ICT技术的复合型人才。金融行业迫切需要将ICT技术赋能日常业务，从而实现场景的变革，因此大量相关岗位的职责体现出对行业内业务场景理解及ICT技术能力的双重要求。以金融风控岗为例，金融机构借助新兴技术手段，推行风险管理方式与风险控制体系的变革，需要的人才不仅要熟知金融风险体系，还需要具备应用算法以支持运营风险模型设计、开发、监测及调优的技能。其次，诸如前端开发、测试工程师、运维工程师等职位的需求也发生了变化，相关人才需要具备金融行业的知识并理解业务逻辑，同时具备开发、测试、运维业务系统的技能，以保障数据中台的应用落地。

热门招聘岗位：金融风控岗、网络与信息安全工程师、算法工程师、前端开发岗、测试工程师、运维工程师

- 需要更多的“金融+ICT技术”创新型人才，以突破发展瓶颈，创造新价值。受限于早期的单一学科培养模式与体系，现有的人才储备难以满足金融行业的创新型复合人才需求。目前，已有部分高校开设“互联网金融”、“金融科技”等专业，旨在以金融场景需求为原点，培养能提供智能化创新金融业务解决方案的人才，以满足金融行业对业务与技术的双重人才需求。

⁴⁰ 热门招聘岗位信息来源：公开招聘招聘信息，检索于2021年；《2020年未来就业报告》，2020年10月，世界经济论坛，2020；安永分析整理

⁴¹ 由于招聘市场中暂无有关于岗位名称及内涵的共识理解及统一标准，热门招聘岗位处所列举的岗位名称指的是技能要求高度相似的某一类型岗位，下同

1. 行业：ICT人才供给效率与质量严重限制了数字化转型进程

制造业：ICT人才的引入，是制造业升级转型的前置条件，智能化对制造业工程师的ICT技能提出了更高要求

► 数字化转型发展背景

- 构建工业平台与软件是制造业发展的重要方向。利用5G、大数据等新一代信息技术，推进工业软件、工业互联网平台的构建和应用，实现数据信息实时采集，已成为制造业发展趋势。一方面，工业软件和工业互联网平台可以帮助提升制造业的内部运营效率，让生产制造及时响应市场需求；另一方面，通过联动上下游供应链，可以培育共享制造、共享设计和共享数据平台，从而推动制造业整体的资源利用效率提升。
- 智能化技术在产品研发、质量改善、资源管理、预防性生产设备维护方面表现突出。制造业正在充分利用数字孪生、物联网、3D打印、视觉算法等新一代信息技术，强化制造各环节运营管理，提升研发效率，优化制造流程，全面降低运营成本。
- 利用ICT技术，升级高端智能装备制造能力。装备制造业面临着自主技术的挑战，这一挑战进一步影响了整个制造能力的提升。利用ICT技术实现高端装备⁴²制造能力的突破，是我国制造行业未来的攻坚方向。

► ICT人才需求趋势⁴³

- 工业平台与软件建设是产业共同发展的基石，亟需ICT技术人才支持。在智能制造趋势下，为实现全产业链的信息共享，制造行业迫切需要嵌入式软件开发、软件工程师、算法工程师、前端开发等方向的ICT人才参与工业平台搭建与软件的开发。同时，随着企业对于工业系统部署和维护的需求增加，运维工程师的需求数量呈现增长态势。

热门招聘岗位：软件开发、软件工程师、算法工程师、前端开发、运维工程师

- 产业链信息化将释放供-产-销全链条数据价值，但制造业面临ICT人才吸引力弱的严峻挑战。制造业可以通过数据信息的汇集，实现供产销一体化，推动柔性生产。数据分析师、数据架构师等数据类岗位需求量将出现持续增长，但由于制造业中大部分的企业为中小规模，目前人才构成还处于从基础的体力劳动者向高技能技师升级的阶段，对于工业4.0场景下所需的ICT人才，中小企业既缺乏培养资源，也不具备人才吸引竞争力，因此面临着严峻的挑战。

热门招聘岗位：数据分析师、数据架构师

⁴² 高端装备产业主要包含航空产业、卫星及应用产业、轨道交通装备业、海洋工程装备以及智能制造装备；信息来源：国发〔2010〕32号，《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》，国务院，2010年（检索来源：http://www.gov.cn/jzwgk/2010-10/18/content_1724848.htm，2022年4月19日）

⁴³ 热门招聘岗位信息来源：公开招聘招聘信息，检索于2021年；《2020年未来就业报告》，2020年10月，世界经济论坛，2020；安永分析整理

1. 行业：ICT人才供给效率与质量严重限制了数字化转型进程

- ▶ 随着生产智能化的不断深入，生产制造环节中各类工程师的岗位内涵发生了变化，这催生了大量ICT技能需求。制造业领先企业正在利用工业机器人、协作机器人提升业务效率，而这一种类型的应用，将促使更多工程师学习掌握ICT技术。相关数据显示，电气工程师、硬件工程师、自动化工程师等职位的需求量显著增长，这些职位要求应聘者不仅要掌握自动化控制和工业制图等工业系统和制造专业领域技能，还应掌握ICT技术的应用。

热门招聘岗位：电气工程师、硬件工程师、自动化工程师

- ▶ 打造我国高端智能装备的自主制造能力需要更多智能制造复合型人才。部分高校已经开设“智能制造工程”、“工业智能”、“智能感知工程”、“智能装备与系统”等专业，旨在通过将人工智能技术与智能机器人、无人系统、工业物联网等新兴技术结合，培养能对高端智能制造装备、系统、产品进行设计、运维与管理的复合型人才，进一步弥补我国在这一领域的能力短板。

能源行业：智慧物联设备部署及应用需要各类型ICT人才，在部分成熟应用场景中ICT人才需求将率先爆发

▶ 数字化转型发展背景

- ▶ 能源智慧物联设备是推动产业协同的关键。能源物联网需要覆盖供能、用能设备，采集和挖掘全链条的能源数据。
- ▶ 数据资产作为重要的生产要素，推动能源行业业务模式、形态与运营管理的创新。大量能源数据分析模型及信息可封装为数据产品，作用于能源的生产、储存、运输、交易、管理、消费等全链条环节，促进能源体系的资源配置优化。
- ▶ 传统能源开采方式已经有突破性创新。我国一次能源生产量的67%和能源消费量的56%仍是煤炭，煤炭在相当长一段时间内仍然是我国主要的能源来源，其现实情况无法避免。⁴⁴在全球绿色发展共识的背景下，采矿业迎来了重大的变革机会。相对于其它细分行业，采矿业有污染较高、生产安全问题严峻、低碳转型起步晚等特点，通过应用ICT技术，引入智能开采工艺、高效数字化选矿技术及无人矿山建设管理等创新方式，保障了采矿业绿色、持续的发展。目前我国已有超过175个矿山实现了5G应用商用落地⁴⁵。

⁴⁴ 《2021年国民经济和社会发展统计公报》，国家统计局，http://www.stats.gov.cn/xxgk/sjfb/zxfb2020/202202/t20220228_1827971.html，检索于2022年

⁴⁵ 《中国5G发展和经济社会影响白皮书（2021）》，2021年12月，中国信息通信研究院

1. 行业：ICT人才供给效率与质量严重限制了数字化转型进程

► ICT人才需求趋势⁴⁶

- 对于各种类型的ICT人才均有旺盛的需求。物联网设备的功能开发和运行，离不开各类软、硬件工程师及运维工程师。各类设备上数据采集、挖掘、实时分析的需求，让算法工程师、数据分析师等方向的人才成为行业发展的关键动能；对应能源行业极高的安全要求，网络与信息安全工程师的稀缺情况尤为显著。与此同时，能源行业是装备密集型行业，设备维护与管理难度大，作业场所安全性要求高。随着智慧能源的发展，物联网设备在供能、传能、用能全产业链的应用不断增加，导致智能设备设施运维人员的需求量不断加大。

热门招聘岗位：嵌入式软件开发、运维工程师、前端开发、算法工程师、数据分析师、网络与信息安全工程师、智能设施装配员、光伏电站设备运维人员

- 部分场景中，兼具ICT技能及能源专业知识的复合型人才需求已率先爆发。以采矿业为例，由于整体技术发展较为成熟，智能采矿工程师的需求率先爆发，其所需的知识技能复合性要求较高，包括智能采矿工程领域的规划设计、技术开发、科学研究、工程施工和生产管理等方面技能，以及计算机语言、自动控制技术、人工智能、数据算法、矿山物联网等技能。同样，新能源工程人才需求也呈现快速增长的态势，需要应用ICT技术在风力发电、光伏发电、绿色电源等领域进行跨领域科学研究、产品研发、系统设计、规划管理的能力。

热门招聘岗位：采矿工程师、光伏系统工程师

交通行业：智慧交通仍处于基础建设阶段，在硬件、软件、数据方面均需要大量ICT人才，能构建跨产业解决方案的ICT人才尤为稀缺

► 数字化转型发展背景

- 构建全面实时感知体系，不断提升决策智能化水平和应用覆盖范围。随着物联网、车联网技术将全面覆盖运输设备与泛在交通基础设施，交通将实现实时感知。通信将与信息交互，结合新兴技术进行智能分析研判与决策，协同运行以实现车辆主动安全和交通协同管理，降低拥堵、提升效率、安全以及出行体验。交通行业将向高度智能化、自学习、自判断、自组织、自决策过渡，实现分析表达、自主应对与闭环优化。
- 有效结合新旧两类基础设施，开发跨产业的解决方案。作为传统基础设施，交通运输是实物流转的底层脉络。在ICT等新兴技术的赋能下，全面联网的交通工具和道路设备将采集多样性数据，对提升能源利用、环境保护、公共服务和政务服务等起到关键作用。

⁴⁶ 热门招聘岗位信息来源：公开招聘招聘信息，检索于2021年；《2020年未来就业报告》，2020年10月，世界经济论坛，2020；安永分析整理

1. 行业：ICT人才供给效率与质量严重限制了数字化转型进程

▶ ICT人才需求趋势⁴⁷

- ▶ 智慧交通仍处于基础建设阶段，在硬件、软件、数据方面均需要大量的ICT人才。智慧交通解决方案的开发依托于各类交通载体的物联感知体系，而目前智慧物联设施设备的安装、操作、维护相关的人才显著不足。同时，为保障在各类交通场景中汇集数据的有效性，物联网数据采集、存储、提取和处理的标准化管理尤为重要，因此，对于数据开发、数据运营类的人才需求应运而生。为形成数据驱动下的决策，对数据进行准确解读，需要“技术+业务”复合型人才作为桥梁，连接技术、数据及业务，并通过充分利用人工智能，进一步释放数据价值，以实现向自动决策、持续提升效率的方向演进。

热门招聘岗位：运维工程师、交通设施维护员、数据开发岗、数据运营岗、数据分析师、算法工程师、软件工程师、产品经理

- ▶ 跨产业解决方案的开发需要掌握ICT专业技术及多元行业理解的人才，而该类人才供应显著不足。目前，已有部分高校开设“智慧交通”等专业，旨在培养交通领域的ICT复合型人才。一方面，该类型人才培养虽然将ICT专业技术与交通行业进行有机融合，但在多元行业的理解方面存在缺失；另一方面，交通行业的整体存在人才吸引力不足的情况，对高校毕业生选择到交通行业就业情况的统计结果显示，四大交通类院校毕业生中只有不到20%选择了交通行业，而ICT相关专业毕业生中这一比例更低⁴⁸。

⁴⁷ 热门招聘岗位信息来源：公开招聘招聘信息，检索于2021年；《2020年未来就业报告》，2020年10月，世界经济论坛，2020；安永分析整理

⁴⁸ 根据上海交通大学、北京交通大学、西安交通大学和西南交通大学2020年相关公开信息整理

2. 企业：ICT人才管理经验有限，数字化领导者储备不足

2.1) 面对跨行业的人才竞争，企业ICT人才规划及多元化管理成为关键话题

面对愈演愈烈的ICT人才竞争，如何在企业中识别、激活、培养人才，如何高效运用人才技能，成为一个值得关注的话题。根据相关的调研，仅10%左右的受访企业认为目前ICT人才储备较为充足。过去大多数技能体系的研究和改革都侧重于人才供给侧（如高校的人才培养）。然而，就企业本身而言，人才的充足供应未必一定能转化为绩效的提高和业务的增長，更重要的是如何保障企业内部现有人才技能的有效开发与利用，通过行之有效的人才管理机制，保障人才发展匹配业务发展的需要。

“人才不是竞争力，
对人才的管理才是。”
任正非⁴⁹

通过观察与相关访谈发现，大量企业（尤其是中小企业）缺乏对战略性人力资源进行规划的能力。在ICT技术高速发展的背景下，这一挑战更为凸显。由于技术发展和用工模式丰富度的提升，人力资源的供给方式变得更为多元（见图13，未来三年企业将考虑的用工策略）。

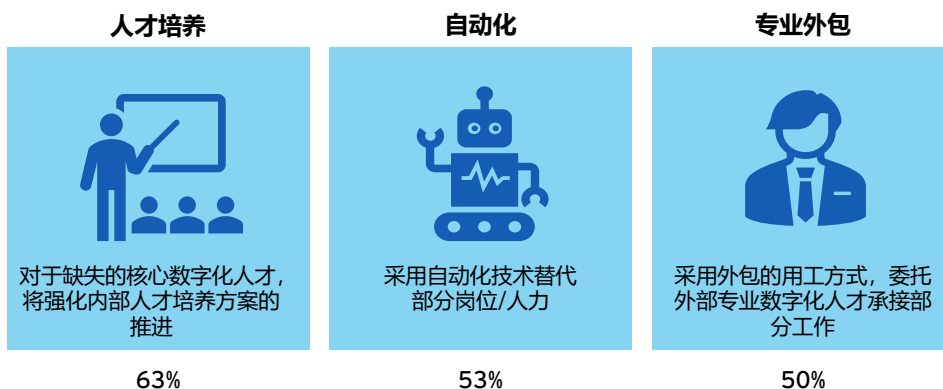
当下，面对快速变化的环境，企业发展更加需要追求合作与融合，强调灵活与变化。大量的生产要素无法自我搭建，须依靠更多的外部资源。如何串联起各种角色与技能并找到契合点尤为关键。企业人才管理需要评判哪些技能是企业的核心竞争力，哪些技能能够借助专业外包机构，哪些技能需要通过内部岗位承接，对应岗位应该使用怎样的用工策略。同时，企业需要思考如何充分理解组织内部技能储备以及潜力，如何建立超越雇佣关系的新型合作伙伴关系，如何对技能利用和技能重塑进一步投资，以支持流程和产品创新。对这些方面理解的不足，都可能会导致较低的技能利用效率。以企业全面上云为例，部分传统企业的IT部门将走向轻量化发展，企业内部原有的大量IT运营将转交给外包服务供应商，何时以及如何重构公司内部IT团队的人才规划与技能重塑，是需要前置思考的关键问题。而进行人才规划需要了解业务发展战略、竞争环境、ICT技术的变化趋势、基于数字化转型所需的能力分层和角色分工，方可在实现关键技术自主研发（核心能力）的同时，发现生态合作资源与机会，在平台化架构下推动合作落地，保持合作发展。

⁴⁹ 邓斌，《华为管理之道：任正非的36个管理高频词》（人民邮电出版社，2019年）

2. 企业：ICT人才管理方面的经验有限，数字化领导者储备不足

图13：企业用工策略调研结果

问题：未来三年内，您所在的企业将采用哪些用工策略？（多选）



信息来源：企业调研问卷，安永，2021年；安永分析

另一方面，“人才多元性”相关的管理经验缺乏，也将进一步影响高绩效团队的打造。为了有效推进数字化转型，企业必须同时进行组织管理的变革，推动包括岗位、角色、流程、工作内容、工作方式等一系列变化。我们对企业高管的相关调研显示，企业普遍缺乏能够将新技术与业务结合起来的跨领域人才。这类人才通常也是推动变革深化的关键人群。如何通过一系列人力资源政策与实践，使组织内部技术人才与业务人才突破“舒适区”，在缺乏经验的未知领域探索，通过营造适当的企业文化，引领他们在矛盾与自我突破中快速成长、协同作战，是企业的重大挑战。观察发现，对于如何营造积极向上的能量场，如何通过使命感与价值观牵引打造学习型组织，很多组织并未给予足够的重视。在企业推进数字化转型的过程中，很多技术和业务人才逐渐地丧失内驱力。组织的既有文化与行为习惯不但不能为成长型思维和变革提供土壤，甚至产生了负面影响，使得人才逐渐缺乏成就感与归属感，在试错与失败后选择离开。另外，组织文化对于多元背景与人才丰富性的不兼容，也将导致不同技能背景的人才难以构建高绩效团队，这进一步加剧了人才保留的难度。

2. 企业：ICT人才管理方面的经验有限，数字化领导者储备不足

2.2) 认可ICT技能培养的价值，但实施培养计划的能力不足

相关调研发现，79%的受访企业认可终身学习的理念，并认为在终身学习这一话题下，企业应该承担人才培养的主体责任。⁵⁰工作本身就是人才最好的学习机会，同时在持续学习与技能重塑过程中，人才可以打开更宽广的职业发展通道与职业转换机会。

相关调研显示，超过50%的受访企业已经开展了ICT人才的培养行动，但挑战重重，具体表现在如下四个方面⁵¹：

- ▶ 缺乏培养规划的前端输入。如前文所述，在数字化转型过程中，ICT人才及技能需求迭代速度较快；同时，结合自动化趋势与专业外包的出现，企业在进行人才培养顶层设计时，首先要明确需要储备和发展的人才类型与技能方向。企业应注意，ICT人才培养的着力点不是形成人力资源和IT部门的年度规划，而是对于数字化业务战略落地的具体场景、业务目标、关键活动与人员能力的拆解。同时，由于ICT技术存在较高的专业壁垒，企业目前也缺乏对现有ICT人才技能进行全面审视的系统性方法与工具。
- ▶ 难以衡量和跟踪产出价值。企业对于人才培养的意识在逐渐改变，大部分受访企业都承认团队技能的提升不会一蹴而就。然而，企业在人才培养方面最关注的仍然是投入产出比，即培养的人才和技能是否能够带来期望的业务价值。而ICT人才培养不仅包括如何培养数字化领导者和ICT专业人才，还涉及如何赋能尚未掌握ICT技能的其他人才。这对于任何企业来说都将会是一笔不小的投资。50%的受访企业表示不知道如何制定数字化技能重塑计划与排列优先级事项，这也进一步印证了，基于人才差异构建模块化课程体系，实现员工ICT技能的分层提升，平衡速赢需求和前瞻布局，是一个体系性难题。
- ▶ 企业自身的ICT人才培养资源不足。资源不足问题对于不同规模的企业，有不同的内涵。对于传统行业的头部企业，他们缺乏的是结合业务场景的ICT技术培养资源和数字化文化与氛围。对于大型传统企业来说，如何利用ICT技术发现价值突破点，解决业务问题，形成数字化文化仍在实践摸索的阶段，难以形成可以推广并规模化的赋能体系。而对于中小企业来说，由于资金、资源方面存在天然的禀赋不足，利用生态伙伴的力量丰富自身的ICT培养资源，是一个可持续探索的方向。
- ▶ 初出茅庐的毕业生工作能力与企业用人需求存在差距，需要较长的“重塑”周期。校园的人才输送是企业ICT人才补给的重要方式，然而大部分毕业生在进入企业后，均需经历至少6-12个月的工作技能建设期，才能够满足企业的用人需求。其间重点构建的是对行业的理解和核心通用能力素质。一方面，ICT专业人才在院校教育阶段对于各类行业、企业实际情况了解不足，进入职场后需要较多时间学习行业知识及业务实践，才可以利用专业技能解决业务场景问题。另一方面，团队合作能力、沟通协同能力等软性技能同样重要，毕业生需完成对于自我社会定位的意识层面的转变。调研中发现，部分企业与高校积极实践产教融合，开展实训，以前置工作技能建设期，但由于院校与企业对人才的标准未完全统一，从效果层面看仍有提升空间。

⁵⁰ 信息来源：企业调研问卷，安永，2021年；安永分析整理

⁵¹ 信息来源：企业调研问卷，安永，2021年；企业访谈研究，安永，2021年；安永分析整理

2. 企业：ICT人才管理方面的经验有限，数字化领导者储备不足

2.3) 数字化领导者数量不足成为普遍现象

数字化转型是一个企业发展和战略变革课题，需要自上而下统筹规划，因此是典型的“一把手”工程，而数字化领导者对于数字化转型的成功起着决定性作用。值得关注的是，数字化领导者的缺乏是企业的普遍现象。在相关调研中，55%的受访企业表示，企业的数字化领导者储备不足，而对于非ICT行业的受访企业来说，这一比例超过了60%。⁵²相比于ICT专业人才储备不足，领导力的缺乏程度更为凸显，并成为企业数字化转型最主要的挑战之一。

随着数字经济对各行各业的渗透，企业对于外部的预判及内部的决策都需要数字化领导者的引领。传统以ICT技术见长的领导者往往缺乏战略、业务视角的洞察；而以往以企业管理为核心的领导者，可能缺乏对数字技术的深入理解。

针对数字化领导者的缺乏，企业主要的应对举措为“社会招募”和“内部培养”。根据我们的调研，61%的受访企业选择以社会招聘的方式补足，而这一方式更多是企业内部领导者培养质量与速度不及预期的无奈之举。

以社会招聘形式补充及储备数字化领导者，可能对企业经营带来更难控制的挑战及风险。数字化领导者的定位是什么，如何有效衡量候选人的各方面技能等问题，均需企业根据自身发展阶段、业务战略、管理基础、企业文化等维度进行全面考虑。外聘人员的过程将产生不菲的成本，而外聘领导者是否能够度过适应期，带领团队走向成功，往往难以准确估量。若外聘领导者对于企业愿景和文化的认可程度不及预期，将对企业发展带来难以规避的震荡。

大部分企业的培养资源及模式有限，难以搭建完整有效的数字化领导者培养体系。在培养内容方面，需要覆盖“数字化”（即对于ICT技术发展趋势和应用的理解）和“领导力”（即明确目标、带领团队执行落地的能力）两方面。内容的定制化设计、复合度、迭代要求极高。在培养方式方面，数字化领导力的培养已经超越了靠个人力量独自学习的时代，体验定制化、集体共享、以团队为中心的学习培养模式经验证更为有效。在培养资源方面，调研发现，数字化领导者更青睐基于经过验证的实例所总结的方法。企业既有的领导者培养内容、培养模式及培养资源往往难以充分满足这一系列的需求，导致内部数字化领导者及储备人才的发展质量和速度成为企业发展的瓶颈。

⁵² 信息来源：企业调研问卷，安永，2021年；安永分析整理

2. 企业：ICT人才管理方面的经验有限，数字化领导者储备不足

案例：山西焦煤集团的数字化领导力培养⁵³

山西焦煤集团有限责任公司（以下简称“山西焦煤”）组建于2001年，是具有国际影响力的炼焦煤生产加工企业和市场供应商，炼焦煤产销量居于世界前列，位居2021年世界500强企业第403位。

数字化转型困境下，领导层内部培养是破局关键

山西焦煤集团作为行业标杆企业，率先推进新焦煤全面变革，利用数字化转型促进新焦煤高质量发展，打造世界一流智能矿山。华为作为山西焦煤的战略合作伙伴，帮助山西焦煤的数字化转型树立目标、搭建架构、指导建设，并利用5G、云计算、大数据、物联网、人工智能等新兴ICT技术，解决企业在数字化转型中面临的技术与业务挑战。更为重要的是，在数字化转型的组织能力建设方面，山西焦煤领导层迫切需要先进的变革管理理念输入与经验分享，以此提升数字化领导力，高质量、高效、安全、可持续地推动集团的数字化变革与发展。华为针对山西焦煤的数字化领导人才培养需求制定了针对性、定制化的内部培养方案，为山西焦煤的数字化领导者队伍建设提供可行路径。

开展管理变革培训，实现从思想到行动的统一

为深度赋能新焦煤集团高质量发展，打造高素质领导者队伍，华为向山西焦煤分享建立企业大学经验，助力山西焦煤通过自主的培训平台为焦煤集团领导层和高潜人才提供管理变革培训，协助焦煤集团落实对数字化领导者的内部培养。

管理变革培训是针对山西焦煤数字化变革转型而制定的数字化领导者能力培养方案。一方面，管理变革培训可拓展领导者视野、增强数字化变革意识。高层领导者通过学习优秀的数字化变革思维方式与管理理念，进一步深入思考变革的方式，理解与重视数字化转型。本次培训极大提升了管理层的创新思维，驱动管理层深度参与企业变革，帮助山西焦煤打造了强有力的数字化领导者团队，全力推进数字化变革与业务转型。另一方面，培训课程的实用性强，侧重于帮助解决山西焦煤在数字化变革中存在的主要矛盾。课程推行实战化教学方案，结合战略规划与业务实践，为山西焦煤定制化开发应用型课程，辅以实战派师资和定制化教学内容，促使数字化领导者开阔视野、转变思路、推进变革，将吸收到的知识切实融入变革转型工作与管理实践，实现思维与行为方式的统一，从而支撑山西焦煤管理变革与能力建设。

培训采取小班教学、集中面授的模式，并通过红蓝军辩论营、世界咖啡研讨、案例分享等多元化方式，提升受训人员的积极性。

内部人才培养效果显著，是建立高质量领导者团队的关键举措

截至2020年底，焦煤大学共举办四期管理变革专题研讨班，3000余名优秀管理干部参加了学习培训。⁵⁴参加培训的管理人员表示，得益于管理变革专题研讨班等内部培养方式，通过在焦煤大学学到的知识技能有效促进了公司收益增长、提升了安全生产能力等业务目标，切实做到了学以致用、知行并进。在山西焦煤与华为携手打造的内部人才培养模式下，未来将会有更多数字化领导者作为中坚力量，平稳、高效推进山西焦煤的转型变革。

⁵³ 信息来源：山西焦煤集团，<https://www.sxcc.com.cn/>；安永分析整理

⁵⁴ 焦煤大学：培养适用型人才 赋能高质量发展，山西焦煤集团，<https://www.sjhx.com.cn/news/2180.html>，2022年4月22日

3. 高校：信息技术提供的发展机会未被充分利用，生态协同缺乏支撑机制

请你闭上眼睛，想象自己在2030年1月1日醒来，世界上有90亿人口，智能机器人与人一起工作，汽车在自动驾驶，能源种类丰富而清洁。此外，全球最大的科技公司也正在从事教育服务。在学习与生活不断变化的今天，知识的获取和传播方式也在发生相应的变化。高等教育机构如何在全球范围内经受住竞争压力，持续作为吸引人才的最大磁场，通过链接多方资源进行价值创新及输出，保持国家及产业的人才竞争优势，这是高校在数字化变革时代需要思考的重大课题。

安永《未来大学2030研究报告-“今天的大学能否引领明天的学习”》通过对全球50多所高校校长的访谈，以及对政策制定者、行业专家和超过3,000名学生及雇主的问卷调研，试图勾勒高校发展的未来图景。本节援引报告中的高校运营框架（见图14）来展示中国高校目前面临的挑战。

图14：高校运营框架



变革机会点

从高校服务对象及其产品和服务所提供的价值来看，我国的高等院校已经形成了分层次的人才培养体系（见图15）。职业技能型高校聚焦地方ICT产业布局，培养掌握先进技术的技能型人才；应用型高校关注学校知识与产业需求的结合应用，培养具有扎实理论基础的应用型人才；研究型高校结合国家ICT战略方向，侧重基础研究方向的人才培育，关注ICT方向的前瞻性科研与跨领域的广泛交叉应用。

3. 高校：信息技术提供的发展机会未被充分利用，生态协同缺乏支撑机制

图15：多层次人才培养体系

	职业技能型高校	应用型高校	研究型高校
 培养目标	▶ 培养从事生产管理服务一线的技术技能人才	▶ 培养从事服务经济社会发展的应用型人才	▶ 以培养学术研究创新型人才为主，侧重理论研究与创新
 提供价值	▶ 关注学生就业与实践能力 ▶ 与地方经济产业战略紧密结合	▶ 关注知识的应用及与产业结合 ▶ 先进技术在校企间的交流转化	▶ 科研驱动 ▶ 培养复合型基础研究主力军
 体系特点	▶ “n”型课程结构： ▶ 基于职业导向，注重实践占比，强调与企业协同育人，实践教学学时占比原则高于50%	▶ 大“T”型课程结构： ▶ 相对研究型，理论基础要求较低，专业课程和实践教学占比显著增加	▶ “A”型课程结构： ▶ 强调宽口径、厚基础的课程体系，搭配学科尖端课程

信息来源：中发〔2020〕19号，《深化新时代教育评价改革总体方案》，国务院，（检索来源：http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/moe_1777/moe_1778/202010/t20201013_494381.html，2020年10月13日）；公开信息；安永分析整理

目前我国高校主要教育对象仍是18-25岁年龄段的学生，并且在政策的指引下开始逐步覆盖终身学习人群。随着时代的发展，服务对象范围的变化和需求的演进促使高校提供的价值、产品和服务不断变化。而作为构建教育产品与服务的基础，高校教育服务交付模式、教研开发和所需的支持资源正面临更大的挑战。

3.1) 教育服务交付模式：思考如何利用ICT技术为教育赋能，如何通过机制保障企业参与合作教学

教育交付模式与科技的融合为高校带来了挑战。新技术与传统交付模式的结合能够更好地满足受教育者的需求，使得教育交付更加便捷、生动、易于理解。如何利用虚拟现实和人工智能等ICT新技术赋能教育交付，已成为一大热点话题。新兴技术领域的课程开发及新工作方式等都对教职人员的综合素质提出了更高的要求。

此外，企业和高校合作教学需要完善的配套机制，以保障发展的可持续性。合作教学在我国的实践已经非常丰富。企业和高校通过合作建立实训基地、实验室等场地辅助课程的输出；通过开办精英班、联合定向培养、订单培养等方式进行定向、定点的ICT人才培养和输出；通过共同举办专项ICT大赛，鼓励人才技能发展；通过与高校举办招聘双选会，匹配产业链需求与高校人才供给。高校将企业视为未来重要的服务对象之一，启动了一系列针对企业的培训服务的探索，但相关的调研发现，院校在合作教学方面仍然面临部分挑战，尤其是在合作机制方面。部分企业参与合作教学的投入不足，目的和目标与院校人才培养方向不匹配，在教师双向聘用合作机制、考核体系设置方面，没有形成统一完备的机制和方法。

3. 高校：信息技术提供的发展机会未被充分利用，生态协同缺乏支撑机制

3.2) 教研活动开发：产教融合仍有提升空间

在课程开发及输出方面，专业和课程设置、教学内容和资源的开发等，需要依托企业和行业的输入。我国高校在专业设置上具有一定的自主灵活性，尤其是职业技能型及应用型高校，一般会根据对于地方经济产业布局的理解以及技术发展对于产业应用的影响，进行专业设置的调整。在这个过程中，企业对于发展的理解及趋势的判断是关键输入，教学内容和资源的开发需要紧跟时代需求。目前，企业已经开始探索协助高校进行课程开发，提供专业内容、实际案例及前沿科技应用等输入。然而，ICT新技术和技术应用的快速更迭，给课程开发带来了新的挑战。在ICT与新兴技术结合的领域，例如物联网、智能计算、应用开发等方面，通过高校与企业的互动，在课程嵌入的过程中面临着教学内容二次开发的瓶颈。教师从企业获取前沿技术发展与应用的认识，再结合本校学生的现有知识水平进行教学内容的开发。在实践中，课程开发的质量和速度以及资源的投入参差不齐。与此同时，市场对于教育服务的需求也在发生变化，更多人开始渴望灵活的、短周期的学习方式，希望能够获取模块化的技能课程组合，和以技能全面提升与应用为目的的在职学习资源等。从高校认识到课程改革的必要性，到实施落地之间，仍存在较长的时间周期。

在认证拉通方面，政府已在逐步探索通过技能认证链接高校及企业的人才需求，但仍存在标准不一致的问题。通过国家相关职业标准和各类职业技能等级证书，对相关岗位的任职技能标准进行了一定程度上的拉齐，但具体实操上存在一些挑战。政府推动1+X证书在职业院校和应用型本科院校试点，与部分企业认证对接，受到职业院校学生的广泛认可，但在调研中也发现，在招聘过程中，与职业技能认证相比，企业更加关注人才综合素质和学历学位情况，反映出学校与企业尚未就岗位（角色）的技能组合要求及标准形成共识。

在师资培养方面，教师可以通过与企业的实践交流，快速迭代知识体系。对于某些新兴技术，部分企业可以通过委任内部ICT专业人才作为兼任教师的形式，进行垂范教学。然而，作为高校最宝贵的资源，教师人才持续大规模短缺。数量方面，我国高校师资短缺的问题较为严峻，尤其是职业学院，普遍存在教师数量不足、一人身兼数门教学任务等问题。在“新工科”相关专业的教学实践中，高校在非ICT专业增设了部分ICT相关课程，这对于学校的教师资源提出了更高要求。同时，部分临时聘用和企业员工兼职的教师存在教学技能不足、专业知识体系缺乏的情况，而院校固定教师由于大部分时间投身于教学活动，难免存在与企业或行业最新技术发展动态链接不足的问题。

3. 高校：信息技术提供的发展机会未被充分利用，生态协同缺乏支撑机制

3.3) 资源支持：企业/行业的人才需求传导效率偏低，高校之间缺乏常态化资源共享机制

企业/行业作为新兴技术应用和创新者，以及高校人才的需求方，可能更加及时地传递有效信息，为教育产品、服务注入新价值。企业/行业可利用资源禀赋不断向高校传递其对新技术、新技能以及人才的需求，高校将企业/行业需求转化为新知识进行人才培养，聚焦行业的前沿发现和解决问题。然而，我们从调研中了解到，高校在招生设置和专业规划时，主要还是通过参考国家与地方的政策规划、单点的企业交流分析以及往届毕业生就业情况等碎片化信息辅助决策。整体人才质量、数量的评估缺乏统一标准的统计、跟踪、分析与共享机制，难以有效把握行业人才的需求与各类技能标签下人才的就业情况、职业后期发展情况等。此外，高校在创新孵化上也需要企业、行业资本的有效输入，以支持学生创新创业，推动联合创新机制，促成技术转移与商业应用。

总体而言，在高校资源联动、互补与共享方面，尚未形成常态化的多层次对话机制，存在着信息交流壁垒。在与其他高校的资源交流过程中，尽管目前高校之间已经形成如高校联盟、高校合作、学科联盟等对话形式，但总体仍存在信息交流壁垒。这是因为类似的会议与活动更多地高层的视角进行，而在高校中层、教师、学生间的对话与互动机会较少。一方面，由于院校之间尚未形成良好的信息互通交换与共享机制，教师们难以取长补短、快速提升课程开发与输出的准备度，造成教研活动效率难以有效提升。另一方面，其他学校的教育交付领先实践缺乏共享平台，信息缺乏公开透明，导致高校之间的领先实践难以被学习借鉴。在我国推进教育改革的当下，尤其需要顺应ICT技能发展，以区域、学校性质为划分标准，鼓励同类型高校间协作，共同探索新路径。

4. 个人：学习规划和职业发展难获有效指导，缺乏持续学习的动力

4.1) 在更青睐灵活与定制化教学方式的趋势下，个人难选择适合自己的学习资源

因为个人的学习与精力有限，而且对于知识和技能的需求具有差异性，所以当下的个体更加青睐灵活的学习方式和定制化的技能培养体系，这意味着个人可以通过快速判断、锁定并组合所需要的知识，从而高效分配学习时间和精力。虽然ICT的相关学习资源和渠道日益丰富，学习资源的获取不再是难题，但从哪里开始、如何选择，以及学习成果是否真的可以有效利用，并不容易判断。ICT知识快速迭代，令学习资源的遴选及组合具备一定的认知门槛，建立“学习-技能-职业”之间的对应关系对个人来说是极具挑战的事情。

4.2) 面对日趋丰富的岗位与更灵活的职责内容，不清楚个人学习成果如何联动职业发展

在教育阶段，个体对于教育方式、内容上有各自的偏好和追求，其中很大部分不能完全被学历教育的内容所满足，因此在校生对非学历教育的需求依然旺盛，但是由于目前学校普遍存在对于就业辅导的重视度和投入资源不足，学生对行业趋势与岗位需求缺乏深入了解，很难形成对未来就业方向与发展路径的确切规划，难以借助非学历教育提升职业发展竞争力。在职业发展阶段，企业缺乏对个人技能的了解，非学历教育获取的证书、学习证明等资料尚未获得企业的广泛认同，导致个人学习成果难以被企业认证，从而无法追求更好的职业发展。由此可见，个人的学习成果与职业发展的有效结合，是需要思考的问题。

4.3) 终身学习的趋势下，个人难保证持续的学习热情和投入

在ICT相关领域，技术和行业发展迅猛，因此更加强调终身学习，以实现技能的与时俱进。目前的传统教育仍然以被动学习为主，但终身学习更依赖学习的主动性，这就要求个人对新知识、新技能保持好奇、探究的心态。然而，终身学习是一个长期的过程，需要不断调整方向，最后找到深耕的领域。目前缺少专业的规划指导对个体学习发展进行牵引，导致个人在持续学习中需要付出较大的时间和试错成本，不利于激发个人保持长期学习的持续性动力。

6

发展建议

1. 行业：聚集生态各方，有效预测ICT人才技能需求，促成信息的共享与协作

开展ICT人才及技能的现状评估与预测。随着科技变革与产业的发展，ICT技能需求与就业格局的变化速度正在加快，预计到2025年将有50%的员工需要进行技能重塑。⁵⁵技能缺口的现状与未来需要技能的种类、水平及数量等信息可以及时反映出人才队伍建设的情况，促进行业内的人才流动与缺口补充，让产业资源得到最大程度的利用。然而，技能的供给与需求受人口结构、产业、技术创新、商业模式等多重因素的综合影响，难以准确评估与判断，需要行业发挥自身优势，积极主动地开展ICT人才及技能的现状评估与预测。一方面，行业有能力全面整合行业内的信息以确保评估和预测结果的可靠性与准确性；另一方面，行业可以结合行业特性提炼、总结关键信息，为行业内人才培养提供具有针对性的指导方向。

促成个人、企业、高校与政策制定者共享信息。仅凭借行业的力量无法高效地推进人才发展。在以市场需求为导向的人才培养模式下，生态内各参与方都需要充分了解人才及技能的现状与对未来的预测。因此，行业进行信息共享，将实现生态共赢。个人能够利用信息进行职业发展路径规划，实现高质量就业；企业能够及时调整人才布局与培养策略，保障企业的可持续发展；高校能够将相关技能需求有针对性地渗透进人才培养规划中，从供给侧有效填补人才缺口；公共就业服务和职业指导服务也能够充分利用需求分析与预测，提供政策和行动上的支持。此外，随着ICT技术的持续革新，信息共享的方式也可以结合新兴信息技术，实现流程的精简化、高效化与透明化。目前，在全球范围内，将人才技能作为量化标准进行匹配、预测与分析，已经有领先的实践。例如，欧盟长期聘请大数据分析公司专门开发技能与劳动力市场分析工具，并通过共享平台实时发布，实现生态内的人才技能信息资源价值最大化。

⁵⁵ Future workforce planning, 2021年, 安永

1. 行业：聚集生态各方，有效预测ICT人才技能需求，促成信息的共享与协作

设立相关组织，明确治理机制。对ICT人才技能需求进行评估与预测，不仅要甄选相关数据、方法和工具以保障信息的准确与时效性，更需要建立常态化的管理治理机制，保证ICT人才和技能评估行动的一致性、有效性与持续性。因此，行业内应通过设立技能委员会等公共机构，在充分考虑到数据搜集对企业战略及个人隐私影响的前提下，以系统的、可持续的方式，对行业技能供需现状与未来技能需求进行常规性的统计与预测，并结合行业特性进行数据分析及指标发布。

2. 企业：将ICT技能的有效利用与人才培养列为战略优先事项

重视人才技能的有效利用，并深入理解企业内部的人才技能掌握程度。更高效的技能利用，无疑是提高生产效率、拉动业绩的关键。此外，企业有效利用员工技能意味着人才可以获得更多的机会与授权，从而提升员工的积极性与主动性，促使他们主动参与培训，实现技能重塑，进而帮助更多员工获得流动与晋升机会，拓宽职业发展路径。为了提高企业内部的技能利用水平，企业首先需要及时、准确地掌握员工的技能现状。因此，企业可以考虑通过定期的内部技能评估、人才盘点等方式，深入了解现有人才的技能掌握程度，为每位员工匹配并及时更新技能标签，从而推进基于技能的人岗匹配和具有针对性的员工培训。

根据业务战略明确技能需求，为员工提供有针对性的、可规模化的技能重塑培训。为实现员工技能的高效利用，企业应该链接业务战略与人才技能体系。一方面，企业在进行人岗匹配时，要通过比对业务技能需求与候选人的技能组合和掌握程度，实现人岗匹配，减少技能错配情况的发生，以提升技能有效利用率。另一方面，员工的技能培养应该与企业发展和创新战略保持一致性与动态平衡。企业应基于业务增长的实际需要，通过提供基于技能的针对性培训与教育，使现有人才向ICT短缺技能岗位过渡，实现人才的可持续发展。

积极探索与技能培养资源提供方的合作。企业自身的培养资源有限，为弥补自身不足、保证内部人才获得充分培养，企业应该积极主动地与教育资源提供商展开合作。高校与龙头企业的ICT教育资源已较为成熟，企业通过与高校的产教融合，可以向高校传递更加精准的、基于市场发展需求的人才培养要求，为教育体系发展提供切实有效的一手信息，以进一步缩短高校毕业生转型成为成熟职员的时间周期。另一方面，产教融合能够帮助企业利用高校已有的新兴ICT技术培养方案，覆盖企业内部在职人才，进行ICT技能重塑。此外，龙头企业往往在行业的发展布局和ICT技术应用趋势方面具有引领和标杆作用，并且在人才培养方面有能力外溢的基础，即可以通过输出培训体系、认证证书、对接资源等方式，帮助整个行业实现人才技能提升和转型。因此，企业可以充分了解行业龙头企业可提供的人才技能发展资源，并根据需求进行选择性的合作，在保证人才培养效率的前提下，有效降低培养成本。

完善人才管理机制。企业需要配合激励政策，在组织内部激活和运用技能，同时关注组织思维转变与技能重塑的投资。通过提升数字化文化建设与全面激励手段，不仅可以全面培养企业的数字化意识、提升对ICT人才的重视，同时也可以最大限度激发ICT人才价值，实现ICT人才保留。

3. 高校：参与行业未来人才技能框架的制定，连接更多符合规范的教育资源

技能是技术进步和技术创新的加速器。当社会逐渐形成对ICT“技能鸿沟”的共识，面对一系列数字化转型与技能成熟度的错配，高校需要重新思考高等教育和培训体系应该如何真正培养劳动力市场所需的技能，完成从技能到工作的衔接，而不仅仅是授予毕业生学历文凭。

高校应积极参与行业未来ICT技能模型的构建，以指导教研活动的开发以及全面技能的培养。通过行业趋势、技术前沿、技术应用、商业模式的信息互通，企业与高校之间可以形成对ICT短缺技能以及未来ICT技能的共识，用以指导教研活动的开发，实现基于需求导向的ICT人才培养。以前，高校教育的评判标准更多地聚焦于专业技能的掌握情况，而当今社会对人才的评估已经不再局限于特定维度。高校应从全人的角度出发，从专业技能和数字化领导力两个维度制定人才技能培养目标。其中，数字化领导力涉及到人才潜力与将来在工作中成长的韧性，相较于专业技能，更难以在课堂式教育中习得，高校与行业需要不断碰撞对于人才掌握数字化领导力情况的预期，并共创可行的培养方式。

聚焦发展自身的禀赋优势，构建高校与其他相关方协作发展的基础。教育的改革与创新意味着高昂的时间成本与经济成本，教育体系和其他社会组织需要更为高效的协作模式，以尽量降低这种变革成本。我国已经形成了针对不同类型人才的教育体系，倡导内涵式发展模式，在该体系下的各类高校应基于自身的禀赋，思考未来办学的优化方向。在自身价值方面，高校可以考虑更大程度地发挥育人方面的经验优势，解构教育价值链，夯实招生、成长指导、资源筛选、能力认证、学生成长路径及课程编排等核心教育环节的运营，在其他模块（如设施管理、课程开发等）则与市场化专业机构充分合作，与社会各方更高效地实现协作育人的目标。在定位方面，高校应围绕自身所承担的社会责任，专注能力长板发展，开展重大科研课题研究、应用型成长体系开发、地方经济发展所需人才培养规划等核心能力的建设，从而形成高校间互补协作的基础。

3. 高校：参与行业未来人才技能框架的制定，连接更多符合规范的教育资源

产教合作模式需要持续探索。从当前的合作模式看，高校和企业已通过不同方式形成了伙伴关系，例如实验室共建、课程嵌入、交叉融合师资培养、协同育人精英班等。然而，ICT技能与职位更迭速度的加快，技能开发与交付灵活敏捷性需求的提升，对产教融合提出了更高的要求，未来应重点关注：

1. 与行业结合、与区域发展结合。产教融合需要关注地方、行业特色，探索出更多创新的模式，吸引更多社会伙伴关注及参与。
2. 聚焦于实际问题和需求的解决。可以考虑通过设立研究中心、博士后工作站，举办学科竞赛、应用创新竞赛等协作方式，推广聚焦于解决实际需求的主题式或项目式学习。
3. 积极探索跨学科培养主题下的产教融合。产教融合需要进行更多的跨学科培养方案与协作学习探索。以制造业为例，高校可以考虑与企业合作，在高校中定向培养高级制造业技术与管理的复合ICT人才，如开设计算机+工业设计、数据分析+工业工程、通讯+供应链管理等复合课程，通过开展多学科联合培养的方式培育复合型制造ICT人才，以适应我国新兴高技术制造业的发展与传统制造业的智能化、数字化、绿色化改造升级。而这不仅需要高校作教育改革调整，同时也需要制造企业的辅助配合。

据我们观察，在数字化蓬勃发展的背景下，出于其基础建设的定位，ICT技术已成为跨学科融合培养的基础内容。而ICT行业龙头由于技术领先性以及对于行业发展趋势、市场需求的深刻洞察，在产教融合的进一步深化中发挥着积极作用。高校与龙头企业可以通过探索，逐步形成常态化的协同机制，并进一步总结推广，在更大范围里规模化产教融合的实践。

以学习者为中心，整合市场化优质教育资源，提供敏捷灵活高效的教育服务。随着新一代学习者学习偏好的变化，高校可以提高教育管理的精细化水平，提供以学习者为中心的教育服务，从而保证教育效率与质量，缩短人才成长到履职工作的时间周期。高校通过对学生现有水平进行评估，结合学生的发展诉求，匹配和组合理论、案例、实践等教育环节，构建个性化的技能成长体系与路径，还可以审慎识别并引入市场优质资源，作为自有教育资源的补充。当前成人教育市场日趋成熟，涌现了各类课程平台，教育内容与交付模式几乎都是旨在灵活敏捷地匹配个人工作技能重塑或职业转换的需求。高校可以在充分考虑市场资源与自有资源的兼容性后，通过两者的有机结合和自由资源积累，洞悉未来技能需求，积极尝试技能开发与教育服务模式的创新，如外部教育资源的学分认证、课时置换以及考试证书互认等。这样一来，高等院校一方面可以更为灵活敏捷地开发和提升学生的技能，另一方面，可以缓解精细化教育下自身教研资源压力。随着终身学习理念的普及，高等院校在专业培养方面的服务对象也必将从学生延展覆盖到持续学习的社会人群，而市场化优质教育资源的整合应用，可能是高校将优质教育资源与专业能力赋能到更广泛社会的关键。

4. 政府：定方向、定规则，引导ICT人才培养、技能认证与人才需求的高效衔接

在数字化转型的背景下，人才技能需求不断变化，需要借助规范、统一且全面的ICT人才技能认证体系，及时引导劳动力市场客观、合理地挑选人才。我国正在进一步规范和引导职业资格认证体系改革，科学规范地完善劳动者技能鉴定及职业资格证书制度，以健全技能人才评价体系。

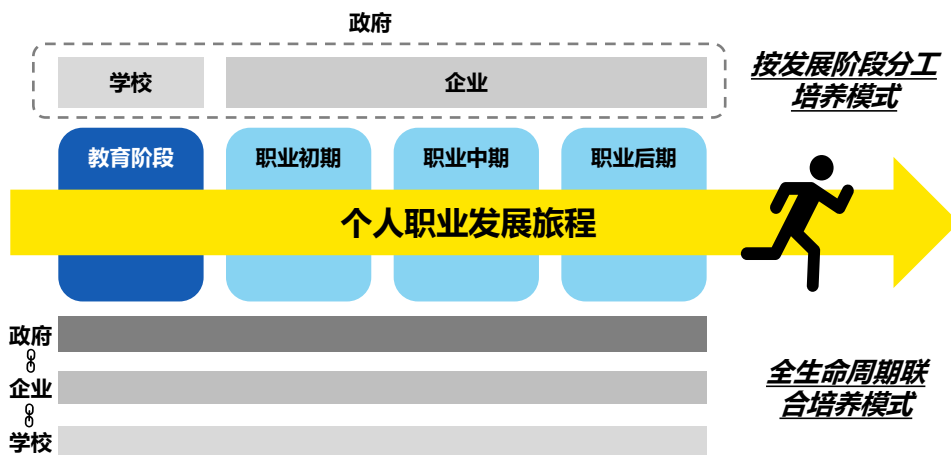
推动人才供需预测和相关数据的分享。为保证技能水平评价与认证的持续有效性，生态圈内人才的供需双方均应参与技能水平评价与认证体系的建立、管理与维护等各个环节。政府作为连接人才供给方与需求方的桥梁，应发挥引领与监督作用，通过促进信息共享，帮助实现合作共赢。目前，《中华人民共和国职业分类大典》的修订工作已经启动，力求准确、科学、客观地反应社会职业的发展变化。在此过程中，政府可以结合社会层面，通过大数据分析的形式，全面推进各行业、各关键技术领域的劳动力需求预测与规划，为引导职业教育与培训、开展就业指导等提供基础性依据。国际上已有类似的领先实践。例如，欧盟专门将技能与劳动力市场分析结果共享给各成员国，以帮助各国更好地了解欧洲的相关规划，并对应发展国内的学习资源系统。目前，工信部已开始着手建立人才大数据中心，旨在形成良好的人才数据共享基础，为生态内各参与方提供可靠的人才信息。

发展多元化ICT人才技能评价认证体系。完善的人才技能评价认证体系需要保障全面性与统一性，以支持人才评价的客观性与合理性，它是连接人才供给与人才需求市场的桥梁。正规学校学历文凭不应成为对个人过往学习经历与技能评价的唯一标准，专业认证、职业认证、非学历培训等多种技能表现形式都需要融入评价体系。目前，典型的ICT人才技能认证评价体系包括国家专业认证、各大厂商认证、院校专业认证等，均以相对独立的方式设置评定标准，尚未得到互认与标准水平拉齐。这将在很大程度上使学习资源配置不均，影响技能认证体系的综合评判。因此，政府应协调生态各方进行沟通，实现认证证书的互认与互换，通过充分打通证书互换渠道，让ICT人才技能评价认证体系贯穿人才的教育与职业发展全阶段，使人才可以通过教育机构对技能进行持续升级并获得相应的认证，使企业能够通过认证敏捷地辨识ICT短缺技能人才。此外，部分企业已经通过“微证书”和“数字徽章”等方式进行人才培养，政府未来可以考虑根据行业、技术发展趋势与企业用人需求变化，适配调整技能认证体系。未来ICT人才可以经由评价认证体系，在行业技能框架的指导下，实现敏捷持续的技能重塑，进而获得普遍认可的职业发展机会。

5. 总结：面对数字经济发展中的人才挑战，共建繁荣普惠的ICT人才生态

在传统的个人职业发展旅程中，院校是人才培养方，企业是人才需求方，各方相对独立地对应个体职业发展旅程的部分阶段（见图16）。这种模式导致企业用人需求未能及时、有效地引导院校的人才培养。同时，当前企业与院校在人才生态中的定位都有了较大变化，部分企业由于在产业一线的长期投入，已经具备了输出人才培养体系的能力，他们不再是单纯的人才需求方；而院校在快速迭代课程体系、开发培养资源的同时，也逐渐成为人才需求方。

图16：个人职业发展旅程及不同阶段主要的人才培养伙伴



传统模式已不再适用。从现在的市场情况看，ICT技能的培养和开发体现出碎片化与零散化的特点，缺乏连贯与协同的战略。现有ICT人才培养方面的创新实践主要由个别高校和培训机构、个别领先企业在尝试和推动，难以对市场的实际需求进行全方位覆盖，因此具有很大的局限性。在ICT技术与各行业加速深度融合的背景下，这种零散、碎片式的探索实践很难弥补持续扩大的ICT人才缺口，进而限制了数字经济的发展。

生态伙伴协同互助，有助于应对ICT人才不足的挑战，促进各方高效发展。从目前市场表现来看，生态参与各方均有不同层面的问题亟需解决，但解决的方式不应为单点的迭代，而应该协同互助，发挥优势资源的互补效用，尤其在当前社会存在ICT人才结构性失衡、资源不均衡等现象，更需要生态伙伴携手共建行业未来的技能模型，通过协商技能行动培养规划，将参与方的效益最大化，从而实现生态内的优势资源互补，提升教育交付质量，促进行业、产业链上各参与者的均衡、高效发展。如果生态相关参与方有机会以协同共建的方式彼此连接，形成系统性解决方案，将会在很大程度上突破目前的局限状态。基于此，本白皮书从各方的视角，提出了人才生态共建的相关建议，以帮助各参与方实现短期的快赢机会与长期的利益保障。

5. 总结：面对数字经济发展中的人才挑战，共建繁荣普惠的ICT人才生态

在推进ICT人才生态共建的一系列行动建议中，打造数字化领导力至关重要。这些面向未来、面向变化的高层次综合性技能将牵引各方的积极主动性、提高相互信任度及共同目标感，并将其转化为实际行动。

生态导航与生态链接要求更敏捷的工作方式与更多的内外协同。面对技术的发展及外部商业环境的迅速变化，组织需要快速适应环境并调整工作方式，推动组织内外的无边界协作，生态导航，一方面，拥抱颠覆、持续学习，通过快速预判和理解，果断决策，创造竞争优势；另一方面，通过自我管理与调节，有效协调生态各方之间的利益与矛盾，在共同发展中解决问题，走出困境。数字化领导力将使组织保持战略聚焦，不断学习，适应变化，更快速地开发原型，通过协作形成资源互补，创造新价值，促进企业更强劲、更包容的生态友好式发展。

前瞻性洞察与战略判断需要系统性思考并强化责任意识。创新的一个重要来源就是跨学科、跨领域的探索与知识迁移。领导者思维中所能容纳的学科视角边界决定着他对客观世界的理解维度和复合程度。数字化领导力要求理解科技驱动的内涵，发现和应用ICT技术与其他新兴技术，创造性地解决复杂问题。同时，数字化领导力也将引导对责任、规范、价值、意义与限制等问题的思考，平衡行动的短期、中长期影响，评估风险与回报，并主动承担责任。

数字化领导力的各项能力素质彼此联系，需要通过“学习-认知-实践-反思-认知调整-再学习”的正向循环在工作生活中以成长的心态来习得，即通过批判性思维了解认知局限，通过设置目标进行规划，通过实践探索创新价值。

为了推动ICT人才生态的前沿探索，需要将以上思考和建议转化为具体的行动，共创共赢；需要数字化领导者在充满不确定的情境中，坚守ICT人才生态共建的信念；需要打造“我知道，我先行”的数字化领导力。

参考文献

- 1) IDC Blackbook 3rd Platform Edition, 2021年11月, 国际数据公司 (IDC), 2021
- 2) "The 2021 PREDICT Key Facts Report", Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021年, MasFernández De Guevara Radoselovics, J., Robledo, J.C., Cardona, M., Samoili, S., Vazquez-Prada Baillet, M.M.
- 3) "ICT Skills and Employment.", 经济合作与发展组织, <https://www.oecd.org/digital/ieconomy/ictskillsandemployment.htm#:~:text=ICT%20Skills%20and%20Employment%20The%20OECD%27s%20Working%20Party,skills%20and%20ICT%20Users%20across%20the%20whole%20economy,> 2004年
- 4) "Can the universities of today lead learning for tomorrow?", The University of the Future 2030, 2018年, EYGM Limited.
- 5) "Skills Framework for Infocomm Technology", Skills Future, <https://www.skillsfuture.gov.sg/skills-framework/ict>, 2019年12月
- 6) 《2020年未来就业报告》, 2020年10月, 世界经济论坛, 2020
- 7) 发改社会〔2019〕1558号, 《关于印发国家产教融合建设试点实施方案的通知》, 国家发展改革委、教育部、工业和信息化部、财政部、人力资源社会保障部、国资委, 2019年 (检索来源: https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/201910/t20191009_1181933.html?code=&state=123, 2019年9月25日)
- 8) 《能源数字化转型白皮书 (2021) 》, 2021年11月, 国网能源研究院
- 9) 国发〔2021〕29号, 《国务院关于印发“十四五”数字经济发展规划的通知》, 国务院, 2022年 (检索来源: http://www.gov.cn/zhengce/content/2022-01/12/content_5667817.htm, 2022年1月12日)
- 10) “华为重磅发布数字能源未来十大趋势”, 华为, <https://www.huawei.com/cn/news/2020/12/carbon-neutralization-future-trends-digital-power>, 2020年12月29日
- 11) “能源产业加速拥抱数字时代”, 经济日报, http://www.nea.gov.cn/2021-09/18/c_1310196329.htm, 2021年9月18日
- 12) 《中国的技能转型——推动全球规模最大的劳动者队伍成为终身学习者》, 2021年, 麦肯锡全球研究院
- 13) “国家互联网信息办公室发布《数字中国发展报告 (2020年) 》”, 新华社, http://www.gov.cn/xinwen/2021-07/03/content_5622668.htm, 2021年7月3日
- 14) “中共中央办公厅 国务院办公厅印发《关于推动现代职业教育高质量发展的意见》”, 新华社, http://www.gov.cn/zhengce/2021-10/12/content_5642120.htm, 2021年10月12日
- 15) “‘工业4.0之父’孔翰宁: 需更加注重数字孪生的利用”, 中国机械工程学会, https://m.thepaper.cn/baijiahao_15253021, 2021年11月5日
- 16) 2021年第8号, 《国家综合立体交通网规划纲要》, 中共中央国务院, http://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content_5593440.htm, 2021年2月24日

安永 | 建设更美好的商业世界

安永的宗旨是建设更美好的商业世界。我们致力帮助客户、员工及社会各界创造长期价值，同时在资本市场建立信任。

在数据及科技赋能下，安永的多元化团队通过鉴证服务，于150多个国家及地区构建信任，并协助企业成长、转型和运营。

在审计、咨询、法律、战略、税务与交易的专业服务领域，安永团队对当前最复杂迫切的挑战，提出更好的问题，从而发掘创新的解决方案。

安永是指 Ernst & Young Global Limited 的全球组织，加盟该全球组织的各成员机构均为独立的法律实体，各成员机构可单独简称为“安永”。Ernst & Young Global Limited 是注册于英国的一家保证（责任）有限公司，不对外提供任何服务，不拥有其成员机构的任何股权或控制权，亦不担任任何成员机构的总部。请登录 ey.com/privacy，了解安永如何收集及使用个人信息，以及在个人信息法规保护下个人所拥有权利的描述。安永成员机构不从事当地法律禁止的法律业务。如欲进一步了解安永，请浏览 ey.com。

© 2022 安永（中国）企业咨询有限公司
版权所有。

APAC no. 03014132
ED None

版权声明

本报告版权属于安永（中国）企业咨询有限公司与华为技术有限公司共同所有。转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的，应注明来源。违反上述声明者，将追究其相关责任。本白皮书的信息搜集、研究与编撰的过程不涉及转让或应用任何美国出口管制条例规管的软件和技术。

出品方

安永（中国）企业咨询有限公司
华为技术有限公司

ey.com/china

关注安永微信公众号
扫描二维码，获取最新资讯。



关于华为

华为创立于1987年，是全球领先的ICT（信息与通信）基础设施和智能终端提供商。目前华为约有19.5万员工，业务遍及170多个国家和地区，服务全球30多亿人口。

华为致力于把数字世界带入每个人、每个家庭、每个组织，构建万物互联的智能世界：让无处不在的连接，成为人人平等的权利，成为智能世界的前提和基础；为世界提供多样性算力，让云无处不在，让智能无所不及；所有的行业和组织，因强大的数字平台而变得敏捷、高效、生机勃勃；通过AI重新定义体验，让消费者在家居、出行、办公、影音娱乐、运动健康等全场景获得极致的个性化智慧体验。欲了解更多详情，请参阅华为官网：www.huawei.com

