

新质生产力数字人才白皮书

发展新质生产力 培育未来数字人才



院士寄语

我谨祝贺《新质生产力数字人才白皮书》的发布，这份重要报告在数字经济蓬勃发展的今天，为我们系统认识中国数字人才的现状与未来趋势提供了宝贵的指导。数字人才已成为国家竞争力的核心，白皮书的发布正当其时。

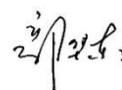
当前，全球数字经济竞争激烈，新科技革命加速演进，这对我国数字人才发展提出更高要求。培养更多复合型、创新型、国际化数字人才至关重要。联合国未来峰会通过的《全球数字契约》，强调了数字能力建设和人才培养对于构建包容性数字未来的重要性，呼吁各国加强投入，弥合数字鸿沟。

《新质生产力数字人才白皮书》与《全球数字契约》精神高度契合，展现了中国积极参与全球数字治理的决心。我相信，白皮书提出的政策建议和发展规划，将成推动我国培养数字经济高质量人才队伍的战略力量。

我希望这份白皮书能得到各界广泛关注和积极响应。让我们以此为契机，加大数字人才培养投入，创新模式，完善评价体系，优化发展环境，激发创新活力，为建设数字中国做出积极贡献。

白皮书的问世和发布具有重要意义，有望为我国乃至全球数字人才建设与发展发挥重要作用。

郭华东 院士



编委会

名誉主编：郭华东（中国科学院院士）

主 编：李 阳（中国工程院院士），顾军营（中兴通讯高级副总裁）

副 主 编：刘 伟（中国高技术产业发展促进会新质生产力促进工作委员会副主任）

李 普（科技部人才中心原主任、中国人才研究会副会长、中国高技术产业发展促进会新质生产力促进工作委员会专家顾问委员会副主任）

丁 颖（中国科学院原科学传播办公室主任、中国高技术产业发展促进会理事、新质生产力促进工作委员会执行主任）

王 宇（中兴通讯副总裁）

编委会：（排名不分先后）

中国高技术产业发展促进会新质生产力促进工作委员会：马丁、孙哲、李琳、张颖、林涛、倪晓伟、熊友才、蔡蔚

中兴通讯：王岱、芦晓飞、封镭、陈俊明、李鑫、朱惠、陈俊媚、朱晓光、闫林、孟晶晶、吴晓庆、吴承南、沈炯、陆勇、魏贤强、丁江鹏、邓志容、蒋军、王江峰、王磊

中国科学院：王伟、刘杰、刘蕴、武成岗、黄向生、董玉荣

北京工业大学：田野、李经冶、袁彤彤

中国实验室产学研创新平台：谭翔

江苏电子信息职业学院：张有东、刘东风、徐义晗

辽宁向日葵教育科技有限公司：李宏伟、李艳飞

顾问：（排名不分先后）

王晓鸿（江西省科学院原院长、中国高技术产业发展促进会新质生产力促进工作委员会专家顾问委员会副主任）

许智宏（中国科学院院士、北京大学原校长，中国高技术产业发展促进会新质生产力促进工作委员会专家顾问委员会）

张景安（国际欧亚科学院院士、科技部原秘书长、科技日报社原社长、中国科技体制改革研究会理事长、中国高促会新质力工委专家顾问委员会副主任）

解源（中国高技术产业发展促进会新质生产力促进工作委员会主任）

康乐（中国科学院院士、河北大学原校长）

韩腾（中国科学院软件研究所研究员）

赵震声（中国科学院理化技术研究所原副所长、中国高技术产业发展促进会理事长）

王纪安（河北石油职业技术大学二级教授、原承德石油高专校长、党委书记）

田秀萍（中国职业技术教育学会常务理事，原唐山工业职业技术学院书记）

赵志勇（中兴通讯副总裁）

李明（中兴通讯副总裁）

尹刚（中兴通讯副总裁）

段向阳（中兴通讯副总裁）

王如明（中兴通讯副总裁）

版权声明:

本白皮书版权属于中国高技术产业发展促进会、中兴通讯等共同所有。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明来源。违反上述声明者，著作权方将追究其相关法律责任。

目录

摘要	7
第一章 战略交汇点：数字经济、新质生产力与人才	8
1.1 中国数字经济发展与新质生产力的提出	8
1.2 数据要素：驱动创新与增长的核心引擎	9
1.3 数字技术的范畴与核心内涵	11
1.4 数字人才：支撑持续发展的关键要素	14
第二章 塑造数字人才的政策框架与宏观趋势	14
2.1 国家数字人才培养战略与行动规划	15
2.2 将“数据要素×新质生产力”融入人才政策	16
2.3 行业领域的政策侧重	16
2.4 国际化趋势与政策导向：全球竞争与中国策略	17
第三章 中国数字人才供需格局深度解析	20
3.1 总体格局：规模、结构与预测	20
3.2 关键技术领域的需求分析	21
3.3 行业特定的人才需求	23
3.4 区域动态：分布、热点与政策协同	24
3.5 人才画像：层级与经验结构	27
3.6 价值链分析：研发与应用人才需求	28
第四章 数字人才能力图谱构建	30
4.1 多维度能力框架	30
4.2 重点技术领域的能力侧重	31
4.3 关键岗位能力深度剖析	34
4.4 数据要素相关能力的核心地位	42
第五章 弥合差距：当前挑战与未来技能演进	43
5.1 人才差距综合分析：数量、质量与结构	43
5.2 新兴技术对未来技能需求的变革性影响	43
5.3 演变的岗位角色与混合技能集的兴起	44
5.4 数字素养与数据驱动决策：普适性基础能力	45
第六章 提升人才供给质量：创新策略与最佳实践	47
6.1 人才能力提升的整体策略	47
6.2 人才培养提质增效典型案例分析	47

第七章 构筑数字人才高地，赋能新质生产力腾飞.....	56
7.1 对行业的建议：明确需求，搭建桥梁，引领规范.....	56
7.2 对企业的建议：变被动为主动，深度融合，激发潜能.....	58
7.3 对学校的建议：精准定位，特色发展，夯实基础.....	59
第八章 总结：乘势而上，笃行致远，共塑数字人才未来.....	65
8.1 时代呼唤，挑战严峻，协同破局.....	65
8.2 展望：机遇与挑战并存，信心与行动同行.....	66
参考文献.....	69

摘要

数字人才是驱动中国数字经济高质量发展、塑造国家竞争新优势的核心战略资源。随着“数字中国”建设的深入推进和“新质生产力”概念的提出，特别是将数据确立为关键生产要素，对数字人才的数量、质量、结构和能力都提出了前所未有的新要求。本白皮书旨在系统分析中国数字技术人才发展的宏观背景、政策导向、供需现状、能力要求及未来趋势，重点探讨数据要素如何驱动新质生产力发展，并对数字人才培养模式产生深刻影响。

中国数字经济的规模持续扩大，已成为经济增长的重要引擎^{1,2}。在此背景下，“新质生产力”的提出标志着中国经济发展模式向创新驱动、高科技、高效能、高质量的战略转型³。数据作为新型生产要素，其价值释放被置于国家战略高度，国家数据局的成立及一系列配套政策的出台，旨在构建完善的数据基础制度，促进数据要素市场化配置⁴。

然而，数字人才的供需矛盾依然突出。总量缺口巨大，且结构性失衡问题严峻。高端研发人才、复合型人才以及具备数据要素驾驭能力的专业人才尤为稀缺⁵。人才地域分布高度集中于东部发达城市群²，导致不同区域间的发展差距持续拉大。

面向未来，人工智能等新兴技术将持续重塑岗位技能需求，对人才的复合能力、创新能力和终身学习能力提出更高要求⁶。本白皮书构建了数字人才能力图谱，剖析了关键岗位所需的核心技能，并评估了当前人才培养体系存在的差距。通过分析中兴通讯、浙江大学、德国双元制以及各类产教联合体等典型案例^{7,8,9,10}，报告提炼了深化产教融合、强化实践教学、构建开放协同生态等人才培养提质增效的关键路径。

最后，报告分别针对行业组织、企业及不同类型的高等院校，提出了具体的、可操作的政策建议，旨在协同各方力量，优化数字人才“育、引、留、用”全链条，构建适应数据要素驱动新质生产力发展要求的人才支撑体系，为中国数字经济的持续繁荣和中国式现代化建设奠定坚实的人才基础。

第一章 战略交汇点：数字经济、新质生产力与人才

1.1 中国数字经济发展与新质生产力的提出

中国正经历一场深刻的数字化转型。数字经济已成为推动国民经济增长的核心引擎之一。数据显示，2022 年中国数字经济规模达到 50.2 万亿元，占 GDP 比重为 41.5%¹¹，2023 年进一步增至 56.1 万亿元，占 GDP 比重超过 44%¹¹。这一快速增长的背后，是中国经济发展阶段的战略性转变。中国经济发展重心已从高速增长转向高质量发展³。在这一宏观背景下，“数字中国”建设被提升至国家战略高度，旨在通过系统布局数字基础设施、畅通数据资源循环、全面赋能经济社会发展，构筑国家竞争新优势¹¹。

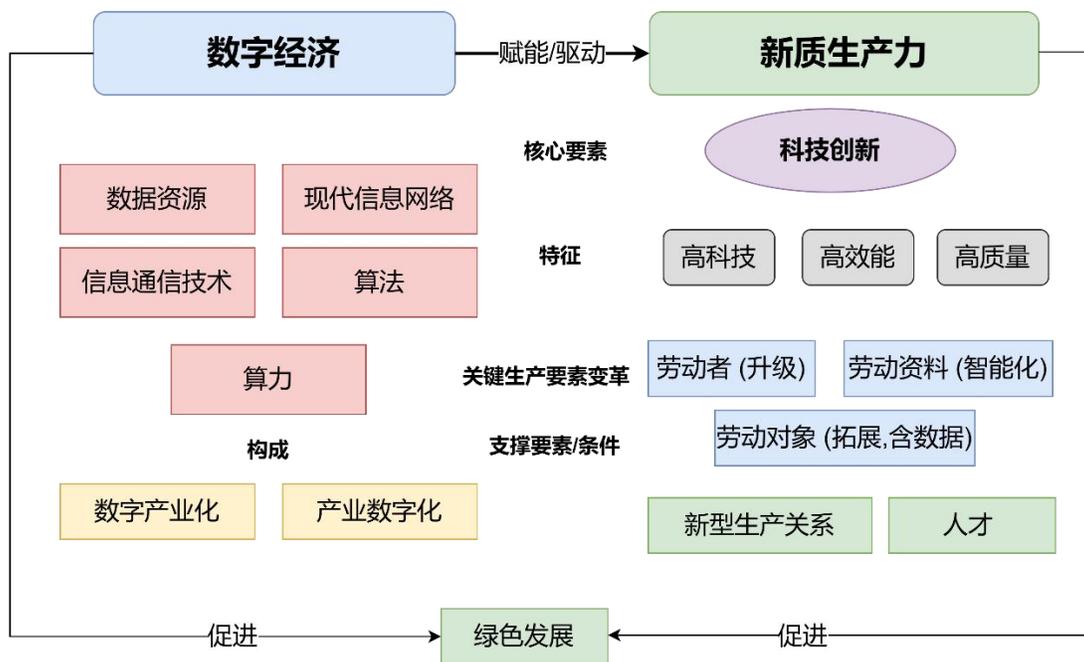


图 1：新质生产力与数字经济

2023 年，习近平总书记首次提出“新质生产力”这一重大概念，并进行系统阐释³。新质生产力被定义为“创新起主导作用，摆脱传统经济增长方式、生产力发展路径，具有高科技、高效能、高质量特征，符合新发展理念的先进生产力质态”⁵。这一概念的提出，

不仅是对马克思主义生产力理论的创新发展，更是为中国经济实现高质量发展提供了新的理论指引和实践方向³。新质生产力强调以科技创新为核心要素³，通过技术革命性突破、生产要素创新性配置、产业深度转型升级而催生¹²。其内涵包括科技创新、未来产业发展（涵盖传统产业升级、新兴产业壮大、未来产业布局）和产业链优化布局三个层面，并以人才、绿色发展、体制机制改革为关键支撑要素³。

数字技术，特别是人工智能、大数据、云计算、5G/6G 通信等，是形成和发展新质生产力的关键驱动力^{13,14}。它们不仅能够催生新产业、新模式、新动能，更是改造提升传统产业（制造业数字化、智能化转型⁴）、培育壮大新兴产业（人工智能、数字能源⁴）、布局建设未来产业（量子信息、空天科技³）的核心技术支撑。

“新质生产力”概念的提出，并非仅仅是对现有政策的简单重述或包装，而是标志着中国经济发展战略的深刻转型，这种战略转向对人才提出了根本性的新要求。发展新质生产力所需要的，不仅仅是数量庞大的数字劳动力，更是能够引领科技创新、驾驭复杂数字系统、适应新型生产关系的高素质人才队伍¹⁵。新质生产力以“创新”为主导³，强调“高科技、高效能、高质量”特征，这必然要求劳动者具备更高的知识水平、更强的创新能力和更快的适应能力，能够创造和应用颠覆性技术，推动产业实现质的飞跃³。

1.2 数据要素：驱动创新与增长的核心引擎

在数字经济时代，数据已不再是信息技术的副产品，而被提升到与劳动、资本、土地、技术、管理并列的关键生产要素的高度¹⁶。数据要素具有可复制、非消耗、边际成本低等独特属性，能够通过与其他要素的融合，倍增地提升生产效率，优化资源配置，创造新的价值¹⁶。

围绕数据要素市场化，一系列关键政策相继出台。例如，《“数据要素×”三年行动计划（2024-2026年）》旨在通过推动数据在多场景应用，提高资源配置效率，创造新

产业、新模式，培育发展新动能¹⁶。各地也积极探索实践，如安徽争创国家要素市场化配置综合改革试点，探索构建数据基础制度，并在金融、交通等领域开展公共数据授权运营试点；广东出台数据要素市场化配置改革行动方案和地方性法规¹⁷，健全公共数据管理与运营机制；重庆则探索数据资产登记，推动公共数据与社会数据融合应用¹⁸。此外，国家层面还就公共数据资源登记、授权运营及定价机制出台了细则，旨在规范市场行为，促进公共数据资源的有序开发利用¹⁹。

数据要素与新质生产力的发展紧密相连，是驱动其形成和发展的核心引擎²⁰。首先，数据本身成为新型劳动对象，极大地拓展了生产的可能性边界^{16,21}。其次，数据赋能科技创新，例如通过海量数据训练人工智能模型，加速技术突破²²。再次，数据要素的创新性配置能够优化生产流程，提升全要素生产率，例如通过分析供应链数据优化物流，通过用户数据实现精准营销和定制化生产。最后，数据驱动产业深度转型升级，催生智能制造、智慧医疗、数字金融等新业态、新模式³。

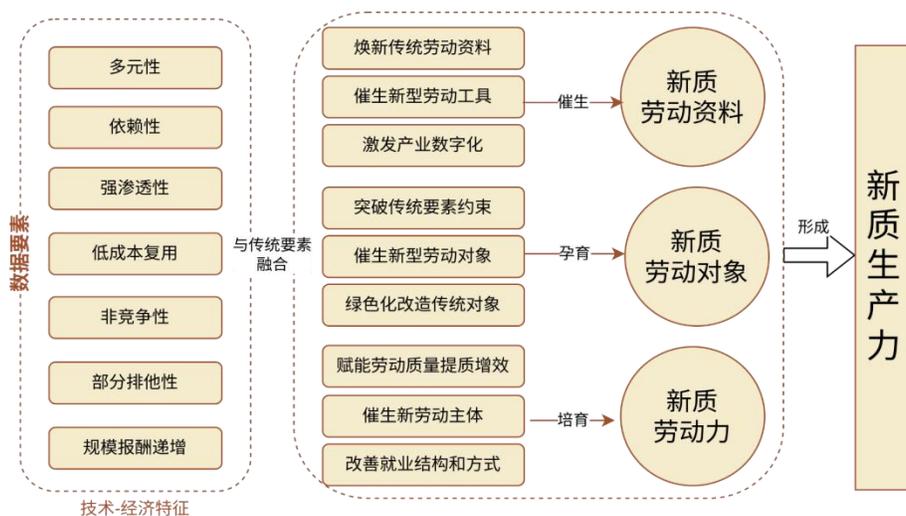


图 2：数据要素与新质生产力

“数据要素×”行动计划的提出¹⁶，相较于之前的“互联网+”，体现了认识上的深

化和战略上的跃迁²²。“数据要素×”强调发挥数据作为核心要素的“乘数效应”，通过数据的深度融合、复用增效和协同优化，不仅提升现有产业的效率，更要催生全新的产业形态和价值创造模式⁶。这与新质生产力所追求的生产力“跃升”和“质变”的目标高度契合³。

1.3 数字技术的范畴与核心内涵

本白皮书所探讨的数字技术人才，其范畴涵盖了当前及未来一段时期内支撑数字经济发展和新质生产力形成的关键技术领域。根据用户需求和行业发展现状，主要包括以下方面：

表 1：数字经济的范畴

技术领域 (Technology Area)	关键技术/内容 (Key Technologies/Content)
通信技术	5G 演进 (5G-A) 与 6G、光通信、分组通信等下一代网络基础设施
集成电路	高性能计算芯片、存储芯片、传感器、模拟芯片等
物联网 (IoT)	传感器技术、边缘计算、设备互联与管理平台
云计算	IaaS、PaaS、SaaS 服务、云原生技术、边缘计算云平台
数据智能技术	大数据处理与分析、人工智能 (包括机器学习、深度学习、生成式 AI 等)
网络与数据安全	网络攻防、数据加密、隐私保护、安全态势感知、合规审计

数字化转型	企业资源规划（ERP）、客户关系管理（CRM）、供应链管理（SCM）等系统的数字化升级与整合，以及相关的咨询服务
智能制造	工业互联网、机器人、自动化控制系统、数字孪生等
汽车电子	智能网联汽车（ICV）、自动驾驶技术、车载信息娱乐系统、新能源汽车电控系统
数字能源	智能电网、新能源接入与管理、能源物联网、碳排放监测与管理
新兴领域	低空经济（无人机管理、空中交通）、虚拟现实（VR/AR/MR）、先进计算与存储技术、智能手机及家庭终端

这些技术领域并非孤立存在，而是相互关联、深度融合。例如，5G/6G 的高速率、低延迟特性为物联网、车联网和 XR 应用提供了基础；云计算为大数据处理和人工智能模型训练提供了算力支撑；人工智能技术则广泛赋能智能制造、自动驾驶、数字能源等各个领域。理解这些技术之间的协同关系，对于把握数字人才的综合能力要求至关重要。这些技术共同构成了新质生产力的技术底座，通过赋能传统产业升级、催生新兴产业、布局未来产业，推动经济社会的高质量发展。

数字技术的核心内涵远不止于技术本身，更在于其赋能、连接、重塑的变革力量，其内涵主要体现在：

- **赋能提效：** 通过自动化、智能化手段，大幅提升生产、管理和服务的效率，优化资源配置。
- **泛在连接：** 打破时空限制，实现人与人、人与物、物与物的广泛连接，促进信息、知识和价值的流动。

- **数据驱动：** 使大规模数据的采集、存储、处理、分析和应用成为可能，将数据转化为洞察力、决策力和新的价值来源。
- **创新引擎：** 不断催生新技术、新产品、新模式、新业态，是孕育新质生产力的关键动力源。

在认识数字技术内涵的同时，必须关注其健康、可持续发展。2024 年联合国未来峰会通过的“全球数字契约”（Global Digital Compact）凝聚了国际社会对于构建开放、安全和以人为本的数字未来的共识。其核心原则对于我们理解和发展数字技术具有重要借鉴意义：

- **弥合数字鸿沟，实现普遍连接：** 数字技术的发展应致力于让所有人受益，特别是确保发展中国家和弱势群体能够平等接入和使用数字技术，共享数字红利。这与我国推动数字基础设施建设、提升全民数字素养的目标一致。
- **促进开放、自由、安全的数字未来：** 强调维护互联网的开放性、互操作性和安全性，保障数据的跨境安全流动，同时打击网络犯罪和滥用行为。这要求我们在发展通信、网络安全等技术时，兼顾效率与安全。
- **促进数据治理与保护：** 强调个人数据的保护、数据资源的合理利用和公平分配。这与我国将数据确立为生产要素，并同步强调数据安全、数据治理、隐私保护的战略方向高度契合。
- **规范人工智能发展：** 倡导建立国际认可的 AI 治理框架，确保 AI 技术的发展符合伦理规范，公平、透明、可问责，并服务于人类共同利益。
- **建立数字信任与安全：** 呼吁加强网络平台责任，打击虚假信息和网络暴力，营造可信、安全的网络环境。

- **加强数字领域国际合作：** 鼓励各国在数字技术研发、标准制定、数字治理等方面加强对话与合作，共同应对全球性挑战。

数字技术不仅是生产力工具，也深刻影响社会结构、伦理规范和全球治理。负责任地发展和应用数字技术，使其更好地服务于经济高质量发展和人类福祉，是新时代赋予我们的重要使命。这些技术与原则共同构成了发展新质生产力的技术底座和价值导向，通过赋能传统产业升级、催生新兴产业、布局未来产业，推动经济社会实现可持续、包容性的高质量发展。

1.4 数字人才：支撑持续发展的关键要素

无论是建设“数字中国”的宏伟蓝图，还是释放“数据要素”的巨大潜能，抑或是发展“新质生产力”的战略目标，其最终的实现都高度依赖于一支规模宏大、素质优良、结构优化、能够适应快速变化的数字人才队伍¹。

马克思主义理论认为，人（劳动者）是生产力中最活跃、最具决定性的因素³。在新质生产力的语境下，对劳动者的要求发生了质的变化。发展新质生产力，需要能够创造新技术的战略人才，也需要能够熟练掌握和应用新质生产资料（新型生产工具）的应用型人才³。数字技术人才正是这支队伍的核心组成部分。他们不仅是技术的开发者和应用者，更是创新的推动者和价值的创造者。

因此，全面、深入地分析中国数字人才的供给现状、需求结构、能力特征、培养模式以及面临的挑战，并提出科学有效的发展策略，对于保障数字经济持续健康发展、成功培育新质生产力、最终实现中国式现代化具有至关重要的战略意义。本白皮书后续章节将围绕这一核心议题展开详细论述。

第二章 塑造数字人才的政策框架与宏观趋势

2.1 国家数字人才培养战略与行动规划

中国政府高度重视数字人才的培养与发展，将其视为支撑数字经济和国家创新体系建设的关键环节。近年来，国家层面出台了一系列战略规划和政策文件，旨在系统性地构建数字人才培养、引进、使用和激励的全链条体系。

人社部于2024年印发的《加快数字人才培养支撑数字经济发展行动方案》（以下简称《行动方案》）是当前数字人才工作的指导文件²⁰。该方案明确提出，力争用三年左右时间，通过实施一系列专项行动，显著提升数字人才自主创新能力，激发创新创业活力，增加有效供给，形成集聚效应，打造一支规模壮大、素质优良、结构优化、分布合理的高水平数字人才队伍，为数字经济高质量发展提供坚实支撑²⁰。

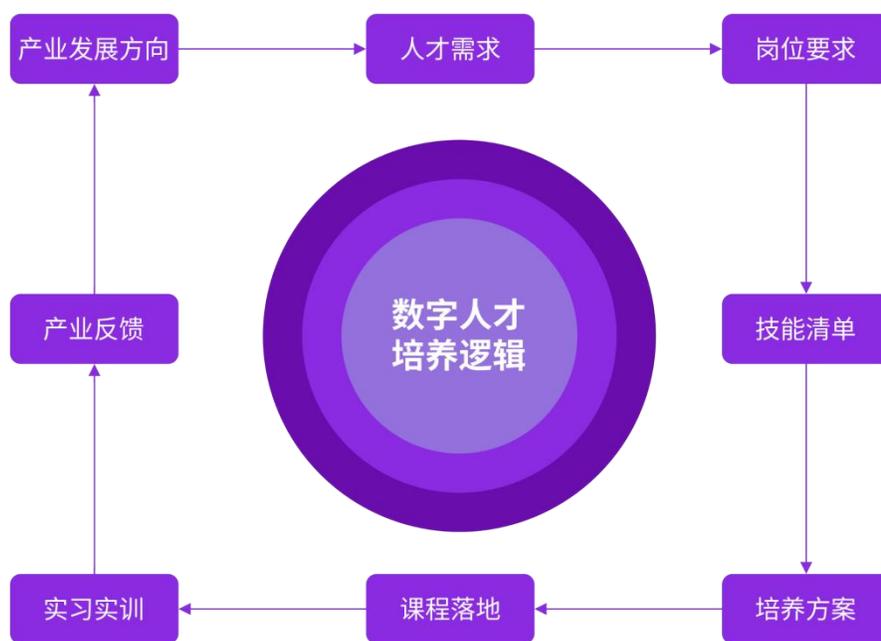


图3：数字人才培养逻辑

《行动方案》部署了六大重点项目，系统性地勾画了未来数字人才的“成长地图”和

培育体系²⁰。为保障这些项目的顺利实施,《行动方案》还提出了优化培养政策、健全评价体系、完善分配制度、提高投入水平、畅通流动渠道、强化激励引导等六个方面的政策支持措施²⁰。此外,更宏观的《数字中国建设整体布局规划》也强调要强化人才支撑,统筹布局数字领域学科专业点,培养创新型、应用型、复合型人才,并构建覆盖全民、城乡融合的数字素养与技能发展培育体系²¹。

2.2 将“数据要素×新质生产力”融入人才政策

发展新质生产力和激活数据要素潜能,对人才培养提出了新的要求,这在近期的国家人才政策中已有所体现。从《行动方案》等现有政策来看,其代表了将“新质生产力”和“数据要素”等宏观战略转化为具体人才培养行动的关键一步。它清晰地指明了重点发展的数字技术领域,并通过标准制定、认证评价、产教融合等具体措施,为构建支撑未来发展所需的高质量人才队伍奠定了基础。

值得注意的是,《行动方案》将“数据安全”与大数据、人工智能等并列为重点培育领域²⁰。这反映出决策层深刻认识到,数据要素价值的有效释放必须以安全可控为前提。随着数据在经济社会活动中日益渗透,数据安全和治理的风险也随之增加。

2.3 行业领域的政策侧重

国家层面的数字人才战略往往通过地方和行业的具体政策落地实施,体现出不同的侧重点。例如,安徽省在其数字经济发展规划中,明确提出要大力发展电子信息制造业(集成电路、新型显示、人工智能)、软件和信息服务业,并特别强调培育壮大数据要素产业,包括争创国家试点、建设数据交易机构、建设数据训练基地等。这直接催生了对半导体、人工智能算法、软件开发、数据治理、数据交易、数据标注等领域专业人才的迫切需求。广东省在其数据要素市场化配置改革方案中,强调要释放公共数据价值、激发社会数据活力,并加快推动制造业等重点产业的数字化转型²³。这要求人才不仅具备通用数字技能,

还需要深入理解特定行业的业务流程和数据应用场景，如智慧农业、智慧金融、智慧医疗以及工业互联网等⁴¹。

工业和信息化领域，政策强调以科技创新推动产业创新，特别是围绕新型工业化和制造强国、网络强国、数字中国等战略任务，推动数字经济与实体经济深度融合⁴。针对工业互联网人才的培养，已有具体部署，包括开展工程技术人员评价、支持专业建设、深化产教融合（如结合城市试点项目进行订单式培养）、组织国际交流培训等⁴¹。

这些案例表明，数字人才的需求是与特定区域的产业结构和发展战略紧密相关。因此，在制定和实施人才政策时，需要充分考虑地方和行业的具体情况，实现宏观规划与微观需求的有效对接，确保人才培养能够精准服务于区域经济和产业发展的目标。

2.4 国际化趋势与政策导向：全球竞争与中国策略

在全球化与数字化深度交织的时代背景下，数字技术人才已成为各国竞相争夺的核心战略资源。人才的跨国流动、知识的跨境传播以及围绕顶尖智力的全球竞争，共同塑造了数字人才国际化的复杂图景。

数字人才短缺是一个全球性的普遍现象，世界经济论坛（WEF）等多项国际研究指出，人工智能、大数据分析、云计算、网络安全等关键数字技术领域的人才缺口在全球范围内普遍存在且日益扩大⁶。发达国家面临着现有劳动力技能老化、新兴技能人才培养速度不足的挑战；而许多发展中国家则在人才培养体系、基础设施和产业应用场景方面存在短板。

这种短缺导致了全球范围内对数字人才，尤其是高端人才的激烈争夺。主要发达国家和地区，如美国（特别是硅谷等创新中心）、欧盟（通过“数字欧洲计划”等）、加拿大、澳大利亚、新加坡、英国等，都在积极实施各种战略以吸引和留住全球顶尖数字人才。与

此同时，中国等一些新兴经济体的数字经济也在快速发展，对人才的需求和吸引力也在不断增强。

在此全球竞争背景下，中国的数字人才国际化战略呈现出鲜明的“引进来”与“走出去”相结合的双向导⁶。“引进来”方面，积极延揽全球智力资源，体现了国家在全球范围内招揽顶尖人才，特别是能够引领科技突破、弥补关键领域短板的战略科学家的决心。加强留学人员创业园、引才引智示范基地等平台建设，为海外人才回国发展提供载体²⁰。

“走出去”方面，支持本土人才拓展国际视野，培养国际化能力。随着企业国际业务的拓展，对熟悉目标市场文化、法律法规、商业环境，具备跨文化沟通协作能力和国际项目管理能力的本土人才需求日益迫切。

当前的数字人才国际化也呈现出一些新的动态和挑战。

远程工作与人才流动新模式：这在一定程度上打破了地域限制，企业可以更广泛地接触全球人才，加剧了对顶尖人才的“无国界”竞争。同时，新型工作生活方式也对传统的人才管理和签证政策提出了挑战。

地缘政治与科技竞争的影响：主要国家间的科技竞争和地缘政治紧张局势，对国际科研合作、人才交流甚至签证政策产生直接影响。部分国家可能收紧对特定国家科技人才的准入，或限制关键技术领域的合作，这为人才的自由流动和知识共享带来了障碍。

数据跨境流动与合规复杂性：各国日益加强数据主权和个人隐私保护，出台了如欧盟 GDPR、中国《数据安全法》《个人信息保护法》等法律法规。这不仅对企业“出海”提出了严格的合规要求¹⁹，也催生了对熟悉国际数据合规、网络安全法律的专门人才的巨大需求。

综合来看，无论是“引进来”的海外人才，还是“走出去”的本土人才，要在国际化

的舞台上取得成功，除了顶尖技术硬实力外，还需要具备一系列关键的软实力和复合能力：

- **国际视野与全局观：** 理解全球数字经济发展趋势、不同市场的特点和国际通行规则。
- **跨文化沟通与协作能力：** 多元文化环境中沟通、建立信任、协同工作的能力。
- **法律合规与风险意识：** 熟悉相关国际法律法规，特别是数据隐私、知识产权、网络安全、ESG 等方面的合规要求¹⁹。
- **快速学习与适应能力：** 能够快速适应不同国家的技术标准、工作方式和市场环境。
- **人工智能与数字素养：** 能够利用 AI 和数据分析工具理解海外市场、优化决策，并关注跨境数据应用带来的安全和伦理挑战²⁵。

中国的数字人才国际化战略是在全球人才激烈竞争和复杂多变的国际环境下展开的。一方面积极参与全球人才竞争，用更开放的政策、更优越的环境吸引全球顶尖人才“为我所用”；另一方面，着力培养本土人才的国际化能力，使其能够支撑中国企业走向世界、参与全球数字治理。尽管现有政策已开始布局，但在将数据要素战略更深度融入人才培养方面仍有提升空间。例如将数据治理知识（如 DCMM 数据管理能力成熟度模型²⁶）、数据伦理、数据资产评估与价值实现等内容纳入相关专业的课程体系和职业培训中，培养能够全面理解和运用数据要素的人才。

第三章 中国数字人才供需格局深度解析

3.1 总体格局：规模、结构与预测

中国数字人才队伍的规模伴随着数字经济的蓬勃发展而持续壮大。根据不同统计口径，估算存在差异。报告显示，截至 2023 年底，中国数字经济人才总量达到 3144 万人¹。而基于统计年鉴中信息传输、软件和信息技术服务业（ICT）从业人员的口径，2022 年我国数字人才规模约为 529.2 万人^{1,47}。尽管定义和范围不同导致具体数字有别，但增长趋势是明确的。

然而，与快速扩张的需求相比，供给端的增长明显滞后，导致了巨大的、持续扩大的供需缺口。有报告认为 2025 年，随着数字经济规模预计超过 60 万亿元，人才需求总量将超过 7500 万人，缺口将进一步扩大至近 3000 万人¹。特定领域缺口同样惊人，例如智能制造领域预计到 2025 年需要 900 万人才，缺口达 450 万⁶³；网络安全领域到 2027 年人员缺口预计达 327 万⁶⁴。

表 2：中国部分领域数字人才供需缺口估算

领域	供给/需求/缺口估算	年份	主要来源
总体数字人才	需求： >7500 万; 缺口：近 3000 万 (预测)	2025 年	1,11,30
智能制造人才	需求： 900 万; 缺口：450 万 (预测)	2025 年	27
网络安全人才	缺口： 327 万 (预测)	2027 年	28
AI - 算法研究岗	供需比： 0.13 (严重短缺)	2024	29 2024 年中国本科生就业报告

AI - 应用开发岗	供需比: 0.17 (严重短缺)	2024	²⁹ 2024 年中国本科生就业报告
云计算人才	供需比: 0.27 (严重短缺)	2024 (1-10 月)	^{13,31} 2024 年度人才迁徙报告
集成电路	需求: 79 万; 缺口: 20 万	2024	³³ 中国集成电路产业人才白皮书
新经济行业总体	供需比: 2.06 (人才供给大于需求)	2024 (1-10 月)	³¹ 2024 年度人才迁徙报告

注: 不同来源的统计口径和年份可能存在差异, 数据仅供参考。供需比小于 1 表示人才短缺, 大于 1 表示人才相对饱和。

这些数据高度一致地指向了一个核心问题: 中国数字人才的供给速度远未能跟上数字经济发展的步伐, 形成了巨大的总量缺口。然而, 问题并非仅仅在于数量不足。更深层次的挑战在于结构性失衡和质量错配¹。一方面, 高端领军型、创新型人才严重短缺, 特别是在人工智能算法、云计算架构、集成电路设计等前沿领域⁹。另一方面, 大量初级或技能单一的人才, 难以满足产业升级和企业数字化转型的需求¹。这种局面, 清晰地勾勒出中国数字人才供需的金字塔结构——塔基相对庞大甚至过剩, 而塔尖则严重短缺, 制约了技术创新和新质生产力的发展潜力。

3.2 关键技术领域的需求分析

不同数字技术领域的人才需求热度和缺口程度存在显著差异:

- **人工智能与大数据:** 需求持续高涨, 是人才缺口最为严重的领域之一。特别是算法研究岗 (供需比 0.13) 和应用开发岗 (供需比 0.17), 高层次人才供需失衡问题突出⁹。企业对 AI 人才的需求仍在快速增长²⁹, 尤其是在大模型技术突破后²⁹。高薪是吸引 AI 人才的重要手段, 深度学习、AI 工程师等岗位平均月薪已超过

5 万元人民币¹⁰。大数据相关的数据分析、数据管理等核心岗位人才依然较为紧缺，尤其是在金融、游戏等数据密集型行业³⁰。大数据技能仍被视为数字化人才的核心能力之一³⁰。

- **集成电路**：行业报告³³显示，未来十年全球半导体行业预计需要新增超过一百万名熟练工程师，以满足产业发展需求。这一缺口遍及整个产业链，从尖端的研发、设计工程师，到负责精密制造、设备维护和工艺优化的技术人才。
- **5G/6G**：5G 规模应用与 6G 前瞻研发持续推高数字人才需求热度。网络优化、云网融合、AI 赋能及前沿技术研发等岗位需求旺盛，但具备跨学科能力的高端和复合型人才储备严重不足，供需失衡导致人才缺口显著。
- **物联网（IoT）**：作为连接物理世界和数字世界的关键技术，物联网在智慧城市、工业互联网⁴¹、智能家居等领域应用广泛¹²，必然带动对嵌入式开发、传感器技术、无线通信、平台运维等方面人才的需求³¹。
- **云计算**：人才缺口极为严峻，随着企业“上云用云”的深化以及 AI 大模型对算力的需求激增，云计算市场保持高速增长³¹，对云架构师、云运维、云安全等专业人才的需求将持续旺盛。
- **网络与数据安全**：人才缺口巨大且持续扩大，预计到 2027 年达 327 万⁶⁴。网络安全运营岗位的招聘数量占比最高（29.4%）⁶⁴。随着数据要素战略的推进和 AI 技术的应用，数据安全⁶⁴和 AI 安全⁶⁷成为新的需求热点。全球范围内都面临人才和技能的双重短缺⁶⁷。企业越来越重视应聘者的实战技能和经验⁶⁷。
- **机器人**：机器人领域人才需求持续增长，而具身智能（Embodied AI）的兴起正引爆新一轮空前热潮，成为全球科技竞争焦点。能深度融合尖端 AI（大模型、感知、决策）与机器人技术（硬件、控制、交互）的复合型人才培养难度大、周期长，供给严重滞后于爆发式需求，导致高端研发与工程岗位“人才荒”极为突出，缺口巨大，竞争激烈。

- **智能制造：** 随着中国制造业加速向数字化、智能化转型，人才需求巨大，预计到 2025 年缺口达 450 万⁶³。企业越来越认识到智能制造是提升核心竞争力的关键⁶³，需要大量既懂制造工艺又懂数字技术的复合型人才。
- **数字能源：** 随着光伏、风电等新能源装机容量的快速增长以及智能电网建设的推进，对具备能源专业知识和数字化技能（如数据分析、物联网应用、系统控制）的复合型人才需求将日益增加。

3.3 行业特定的人才需求

数字技术人才的需求已不再局限于传统的 ICT（信息通信技术）行业，而是广泛渗透到国民经济的各个领域，呈现出明显的“泛行业化”趋势^{21,47}。不同行业在数字化转型进程和重点上存在差异，导致对数字人才的需求也各有侧重：

- **制造业：** 是产业数字化转型的主战场³¹。对智能制造工程师、工业互联网专家、数据分析师、自动化控制人才的需求尤为突出⁶³。企业急需能够将数字技术与生产工艺深度融合，实现降本增效和模式创新的复合型人才⁶⁵。
- **低空经济：** 低空经济作为战略新兴产业，对数字人才的需求呈现多元化和紧迫性。核心需求集中在无人机/eVTOL 的研发设计、自主飞行控制算法、高精度导航与感知技术、低空通信网络及无人机交通管理（UTM）系统的构建与运维。
- **金融业：** 数字化转型起步早，程度深³⁹，尤其在人工智能、大数据分析、云计算、区块链以及网络安全等领域³⁹需求广泛，数据类人才（如数据分析师、数据科学家）紧缺。
- **能源行业：** 数字化转型聚焦于提升效率、优化调度和发展新能源。需要熟悉智能电网、能源物联网、数据分析、新能源发电与储能技术的数字人才。
- **医疗健康行业：** 数字化应用潜力巨大，如智慧医疗、远程诊断、AI 辅助诊疗、健康大数据管理等¹⁵。需要医学背景与信息技术相结合的复合型人才，如健康信

息分析师、医疗 AI 工程师等。

- **农业：** 智慧农业是发展方向，涉及物联网传感器应用、农业大数据分析、精准种养殖、农产品溯源等³¹。需要懂农业技术又懂信息技术的人才。
- **交通运输业：** 智能交通系统、车联网、自动驾驶、智慧物流等是数字化重点。需要交通工程、汽车工程与 AI、大数据、通信技术结合的人才。
- **电子商务与零售业：** 数字化程度高，持续需要数据分析师、AI 算法工程师（用于精准推荐、用户画像³⁵）、数字营销专家、平台开发与运维人才⁴⁵。

数字人才跨行业流动的趋势日益明显^{21,47}，人才竞争不再局限于公司内部，传统行业的数字化转型也加入了对有限人才资源的争夺。

3.4 区域动态：分布、热点与政策协同

中国数字人才的地理分布呈现出高度集中的特点，与区域经济发展水平和产业结构密切相关。各地区的数字人才发展与其政策导向和产业重点紧密相连。例如，广东省大力推动数据要素市场化配置改革²³，浙江省聚焦数字经济创新发展试验区建设⁴⁰，重庆市则重点围绕智能网联新能源汽车、新一代电子信息制造业等产业集群组建产教联合体¹⁸。北京市则出台了详细的数字人才培育实施方案，聚焦战略科学家、领军人才、工程师和技能人才的梯队建设³⁴。这些地方性政策旨在结合本地优势，吸引和培养符合区域发展战略所需的特定类型数字人才。下面是几个典型区域的动态与政策分析：

- **高度集中于三大城市群：** 长江三角洲（YRD）、京津冀（BTH）和粤港澳大湾区（GBA）是数字人才最主要的聚集地，合计拥有全国约 70% 的数字人才²。其中长三角地区人才储量最为丰富，占比达到三成²。北京作为首都和科技创新中心，在 ICT 人才数量上占据领先地位（约占全国 19%）^{21,47}。总体而言，东部地区在创新人才发展指数上领跑全国⁷⁰。
- **新兴增长极涌现：** 成渝地区双城经济圈正迅速崛起为中国数字经济人才发展的

“第四极”，长江中游城市群也展现出强劲的增长势头²。武汉、成都、南京等新一线城市在数字经济活力和人才吸引力方面表现突出。

- **东盟区域中心：**广西定位为中国—东盟数字门户，以南宁及中国—东盟信息港（CAIH）为核心枢纽，汇聚数字人才。人才需求旺盛的热点产业包括跨境电商与数字贸易、数字基础设施互联互通、人工智能（AI）创新合作、工业互联网赋能以及面向东盟的电子信息制造等。广西依托 CAIH 强力推进“数字丝绸之路”建设，全力打造面向东盟的数字经济合作高地与人才集聚中心。
- **贵州地区产业政策：**贵州作为国家大数据综合试验区，其数字人才政策特征为：战略导向强（服务大数据、“东数西算”国家工程），支持力度大（项目资助、产业基金等多维激励），引才目标标准（聚焦大数据核心技术、数据应用、算力运维、数据安全等关键领域人才），体系覆盖广（涵盖顶尖专家、青年博士、技术骨干等多层次），并设立人才引进绿色通道等创新机制，全力构建与国家级大数据枢纽地位相匹配的人才生态高地。
- **新疆能源数字化需求牵引：**新疆作为国家能源基地，其能源行业数字化（提效增安、智慧矿山、智能电网、新能源并网）需求迫切，强烈牵引着对数字人才的需求。行业急需掌握工业互联网、大数据、AI、自动化、网络安全等技能，并熟悉能源业务的复合型人才，但整体缺口显著。相关政策紧随国家战略，聚焦能源等“八大产业集群”，以应用场景为导向，通过支持产教融合、加强职业培训、落实人才引进计划等方式，着力为这一关键支柱产业的数字化转型提供人才支撑。
- **东北地区传统产业数字化升级导向：**东北地区振兴以传统产业（装备制造、石化、农业等）数字化升级为导向，催生对复合型数字人才的迫切需求。亟需掌握工业互联网、智能制造、大数据、AI 且懂行业流程的人才，以推动企业提质增效。相关政策紧扣“东北振兴”战略，大力支持产业数字化应用平台建设和企业智能化改造。人才政策特征表现为：既注重吸引外部高层次数字人才，也强调通过产教

融合、职业技能提升行动等方式，对现有产业人才进行数字化赋能，着力培养和留住满足转型需求的适用人才。

人才的高度集中也意味着显著的区域发展不平衡。中西部以及东北地区在吸引和留住数字人才方面面临更大挑战⁶⁹，数字素养与技能水平也相对落后⁶⁸。这种人才分布的“马太效应”可能进一步拉大区域间的数字鸿沟，制约欠发达地区的数字化转型进程。

表 3：中国主要区域/城市群数字人才分布特点

区域/城市群	预估人才份额/地位	主要城市/节点	政策/产业侧重 (部分示例)	主要来源
京津冀 (BTH)	约 20-25% (前三)	北京, 天津	科技创新中心, ICT 人才高地 ^{21,47} , AI, 大数据, 金融科技, 软件信息服务, 人才市场建设 ³⁶ , 国际交流 ⁴² , 专项人才计划 ⁴⁴	²
粤港澳大湾区 (GBA)	约 20-25% (前三)	深圳, 广州, 香港	硬件制造, 互联网, 金融科技, 5G, AI, 数据要素市场化改革 (广东 ³¹ , 数字贸易, 人才市场建设 ¹⁷)	²
长江三角洲 (YRD)	约 30% (领先)	上海, 杭州, 南京, 苏州, 合肥	数字经济核心区, 金融科技, 集成电路, AI, 生物医药, 新能源 (常州), 数据要素 (安徽 ³⁰), 产教融合 (无锡 ⁶⁸ , 杭州 ⁶⁸)	²
长江中游城市群	增长势头强劲	武汉, 长沙, 南昌	光电子信息 (武汉光谷 ⁵), 智能制造, 数字经济活力	²
成渝地区双城经济圈	快速增长 (第四极)	成都, 重庆	电子信息, 汽车制造 (NEV), 软件, 游戏动漫, 数据要素改革 (重庆 ¹⁸), 产教联合体 (重庆 ¹⁸), AI 发展潜力 ²⁹	²
其他东部/中部/西部	相对落后存在数字鸿沟	(各省会及重点城市)	区域发展不平衡, 数字素养差距 ⁶⁸	⁶⁹

国家层面的战略规划，如支持在北京、上海、粤港澳大湾区建设数字人才孵化器和市

场¹⁷，以及推动区域一体化发展，旨在一定程度上引导人才的合理布局。然而，要真正缩小区域差距，还需要更大力度的政策倾斜和资源投入，并结合地方产业特色，探索差异化的数字人才发展路径。

3.5 人才画像：层级与经验结构

数字人才队伍不仅在总量和地域分布上存在结构性问题，其内部的层级和经验结构也呈现出明显的不平衡。

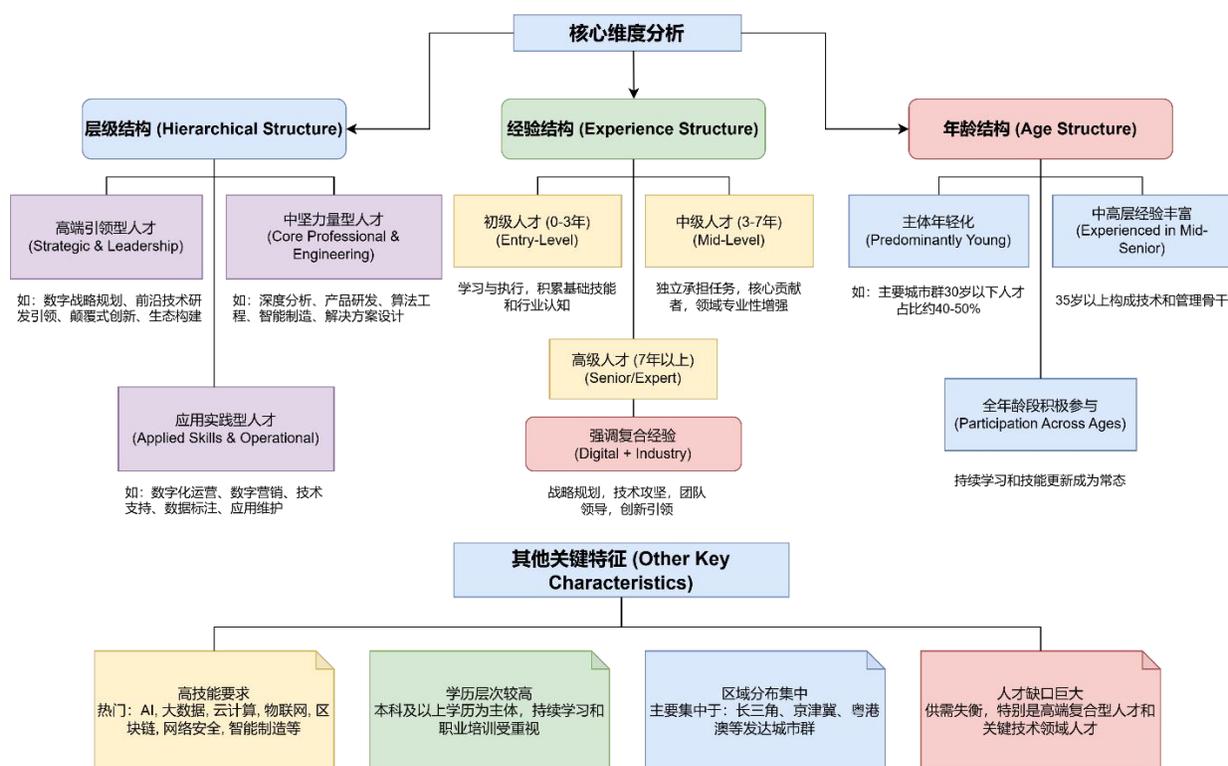


图 4：中国数字人才画像

- 层级结构：** 新质生产力需要战略型、应用型、技能型等不同层次的人才²⁴。然而，现实情况是高端人才严重匮乏。虽然超过六成的成年人具备初级及以上数字素养与技能，但具备高级水平的仅占 16.26%⁶⁸。这表明，具备基础数字能力的群体相对庞大，但能够引领创新、解决复杂问题的高层次人才比例偏低，呈现出典型的“金字塔”结构，塔尖人才的稀缺构成了发展的瓶颈。

- **经验结构：**市场对经验丰富的数字人才需求尤为迫切¹¹。然而，供给端是以初级人才为主。例如，福建省人才市场数据显示，拥有0-3年工作经验的求职者占比高达83.17%。另有报告指出，数字化管理人才年龄多集中在31-45岁，而数字化应用人才和专业人才则更年轻，21-30岁占比过半^{21,47}。这表明，虽然年轻人才不断涌入市场，但能够胜任中高级职位、具备5-10年甚至更长工作经验的成熟人才相对短缺。
- **年龄结构：**数字人才队伍整体呈现年轻化特征^{32,47}。在京津冀、长三角、粤港澳三大经济区，近一半的数字经济人才年龄在30岁以下。年轻化意味着队伍充满活力和潜力，但也可能伴随着整体经验不足的问题。

综合来看，当前中国数字人才队伍的主要结构性矛盾在于：经验丰富的、能够担当领军和攻坚任务的高层次人才严重不足，而市场上相对充裕的是工作经验较浅的初中级人才。

3.6 价值链分析：研发与应用人才需求

数字经济的发展和新质生产力的形成，既需要前端的原始创新和技术突破，也需要后端的技术应用和产业赋能，这对应着价值链不同环节的人才需求。

- **研发端（上游）：**需求集中在基础研究、核心技术攻关和前沿探索。国家战略层面高度强调科技创新，特别是原创性、颠覆性科技创新³。这需要大量具备深厚理论基础和强大研发能力的科学家、高级工程师和研究人员，尤其是在人工智能算法⁹、集成电路设计与制造³⁰、新材料等前沿领域。政策层面也着力培养数字战略科学家和领军人才²⁴。
- **应用端（中下游）：**需求重点在于将成熟的数字技术应用于具体产业和场景，推动传统产业转型升级和新业态发展⁴。这需要大量“数字化应用人才”³⁰，他们不仅要掌握数字技术，还要熟悉特定行业的业务流程、痛点和需求，能够进行系统集成、方案实施、运维管理和场景创新。例如，智能制造就需要懂生产工艺的工

程师，智慧医疗需要懂医学的 IT 人才¹⁵。

新质生产力的发展逻辑本身就要求研发与应用的紧密结合⁴——科技创新成果需要及时应用到具体产业和产业链上。因此，人才培养策略需要同时关注这两个方面，既要加强基础研究和前沿探索人才的培养，也要大力发展能够将技术转化为现实生产力的应用型和复合型人才。

第四章 数字人才能力图谱构建

4.1 多维度能力框架

随着数字技术的快速演进和深度应用，对数字人才的要求日益复杂化和多元化。本白皮书提出一个多维度的能力框架，旨在更全面、更精细地刻画数字人才的核心素养。该框架包含四个相互关联的维度：

1. **通用能力 (General Competencies)**: 是数字人才适应快速变化环境、实现可持续发展的基础。主要包括批判性思维、复杂问题解决能力、学习敏捷性（终身学习能力¹）、沟通协作能力、团队合作精神⁵¹、创新思维⁵²以及基本的数字素养（理解和应用数字技术的能力⁶⁸）。
2. **专业硬技能 (Professional Hard Skills)**: 指与特定数字技术领域直接相关的、可衡量的专业知识和操作技能。这是数字人才履行其核心技术职责的基础，例如编程语言掌握、算法设计、特定平台的操作与管理（如云平台、数据库）、开发工具使用、网络配置、安全攻防技术等。
3. **业务软实力 (Business Soft Skills)**: 指将技术能力与实际业务场景相结合，创造商业价值的能力。包括对所在行业或业务领域的理解、客户需求洞察、项目管理能力、业务分析能力³⁰、跨文化沟通能力（尤其对于国际化人才⁶²）以及将技术解决方案转化为商业解决方案的能力。
4. **管理素养 (Management Literacy)**: 主要针对中高级人才、技术负责人或管理岗位。包括战略思维、决策能力、团队领导与激励、资源协调、风险管理⁶⁵以及一定的财务和法务知识。

这四个维度并非相互独立，而是相互支撑、相互融合。一个优秀的数字人才，往往需要在具备扎实硬技能的基础上，兼具良好的通用能力、业务软实力，并在职业发展过程中

逐步培养管理素养，形成所谓的“T型”甚至“π型”人才结构，即既有深度专业知识，又有广阔的跨界整合能力。

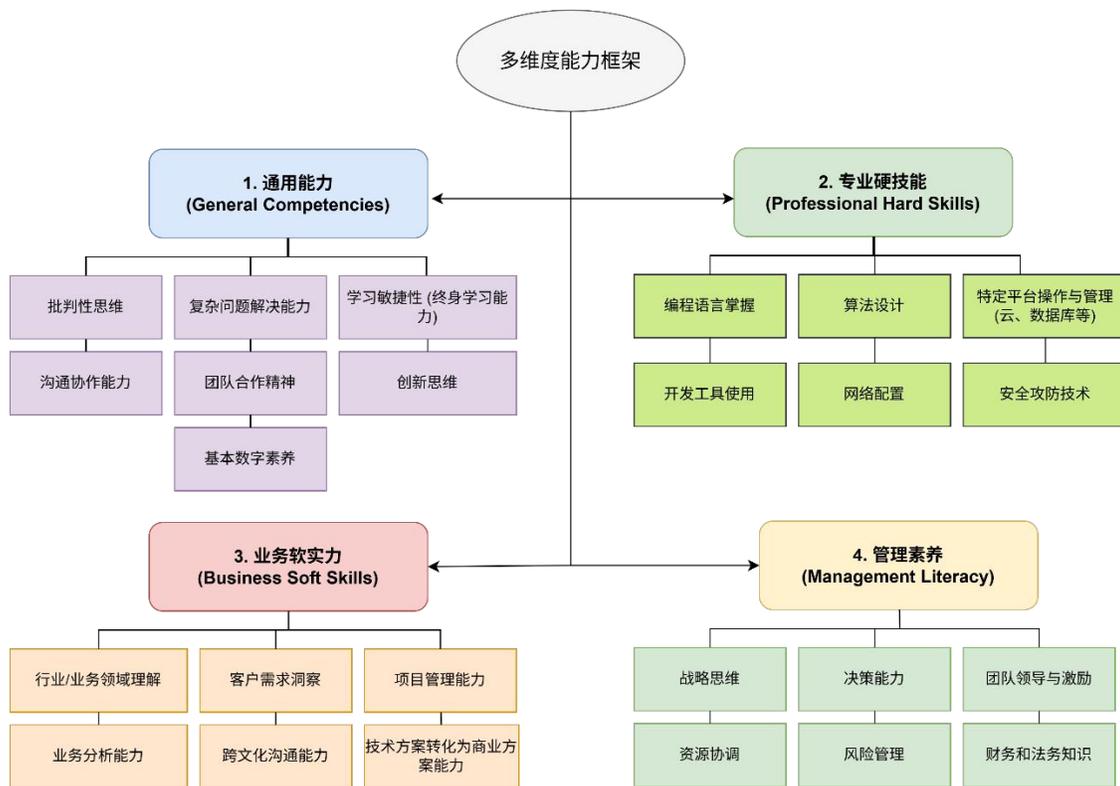


图 5：中国数字经济人才能力图谱

4.2 重点技术领域的的能力侧重

不同的数字技术赛道，对专业硬技能的要求各有侧重，并与价值链环节紧密相关：

- **人工智能/大数据：**

- **硬技能侧重：** 强大的数学与统计学基础、精通 Python/R 等编程语言⁴¹、熟练掌握机器学习/深度学习算法与框架（TensorFlow, PyTorch⁴¹）、大数据处理技术（Spark, Hadoop）、自然语言处理（NLP）、计算机视觉（CV）等细分领域知识⁵⁶、数据建模与分析能力。
- **价值链相关：** 研发端需要顶尖的算法设计与理论突破能力；应用端则需要将

模型部署到实际场景、结合业务进行调优的能力，包括高效的模型工程化能力，如将训练好的模型封装、上线到生产环境，确保其稳定性、可扩展性和实时性，并集成到现有的业务流程或产品中。

- **云计算：**

- 硬技能侧重： 深入理解虚拟化、容器化（ Docker, Kubernetes ）、网络协议、存储技术、数据库管理；精通至少一个主流公有云平台（ AWS, Azure, 阿里云 ）；掌握自动化运维、云安全策略、成本优化方法³¹。
- 价值链相关： 架构设计端需要全局规划能力；实施运维端需要部署、监控、故障排除能力⁵⁶。

- **物联网（ IoT ）：**

- 硬技能侧重： 嵌入式系统开发（ C/C++⁵⁸ ）、传感器技术与数据采集⁵⁸、无线通信协议（ 如 MQTT, CoAP, LoRaWAN, Zigbee ）、边缘计算、物联网平台应用与开发、设备管理与维护⁶⁶。
- 价值链相关： 硬件端需要设备集成与调试能力；平台与应用端需要软件开发与数据处理能力，数据处理能力需要涵盖用于即时决策的边缘实时分析（边缘计算）以及在云端进行的复杂事件处理，以识别趋势、异常情况和可操作的洞察。

- **网络与数据安全：**

- 硬技能侧重： 深入理解网络协议（ TCP/IP⁶⁴ ）、操作系统、密码学；掌握防火墙、入侵检测/防御系统（ IDS/IPS ）、安全和事件管理（ SIEM ）等工具；具备渗透测试、漏洞挖掘、应急响应、取证分析、安全审计能力；熟悉相关法律法规和合规要求；对云安全、AI 安全、数据安全等新兴领域有了解⁶⁷。
- 价值链相关： 防御端需要体系构建与运维能力，具备从顶层设计出发，结合业务风险评估，规划和部署多层次、联动的安全架构的能力；攻击端（红队/

渗透测试) 需要漏洞利用能力, 能够构建完整的攻击链 (Attack Chain), 模拟从信息收集、初始入侵、权限提升、横向移动到最终目标达成的全过程; 治理端需要策略制定与合规管理能力。

- **智能制造:**

- 硬技能侧重: 掌握工业控制系统 (PLC, SCADA)、机器人编程与集成、工业互联网协议、制造执行系统 (MES)、数字孪生技术、工业大数据分析、自动化设备维护。
- 价值链相关: 设计端不仅需要仿真与建模能力, 还需要延伸到可制造性、可装配性以及全生命周期成本的早期评估; 生产端需要过程控制与优化能力, 基于数据的决策与智能算法的应用; 运维端需要设备维护与故障诊断能力, 具备快速、精准的故障诊断与定位能力。

- **5G/6G 通讯:**

- 硬技能侧重: 掌握无线通信原理、射频 (RF) 与微波技术、高级天线设计 (如 MIMO, 波束赋形)、网络协议栈 (如 TCP/IP, 5G NR 协议)、移动边缘计算 (MEC)、网络功能虚拟化 (NFV) 与软件定义网络 (SDN)、网络切片技术、网络安全与加密技术、AI/ML 在网络优化与管理中的应用、太赫兹 (THz) 通信技术以及未来 6G 使能技术。
- 价值链相关: 部署与集成端需要基站规划与部署能力、核心网元集成与测试能力、网络性能优化与故障排除能力; 运营与维护端需要网络监控与智能运维能力、频谱管理与干扰分析能力、用户体验保障与业务创新能力。

4.3 关键岗位能力深度剖析

以下针对几个关键数字技术岗位，结合研究资料中的具体要求，对其所需能力进行更详细的分解：

1. 人工智能工程师 (AI Engineer)

- 核心职责：设计、开发、训练、评估和部署人工智能模型，解决特定问题。
- 通用能力：逻辑思维能力强，不仅能清晰地辨析问题，更能将复杂、抽象的 AI 挑战分解为可管理、可执行的模块。学习能力突出⁶¹，能够主动追踪前沿动态，快速吸收并掌握新兴技术知识，并将其灵活应用于实际项目中，持续提升个人及团队的技术竞争力。

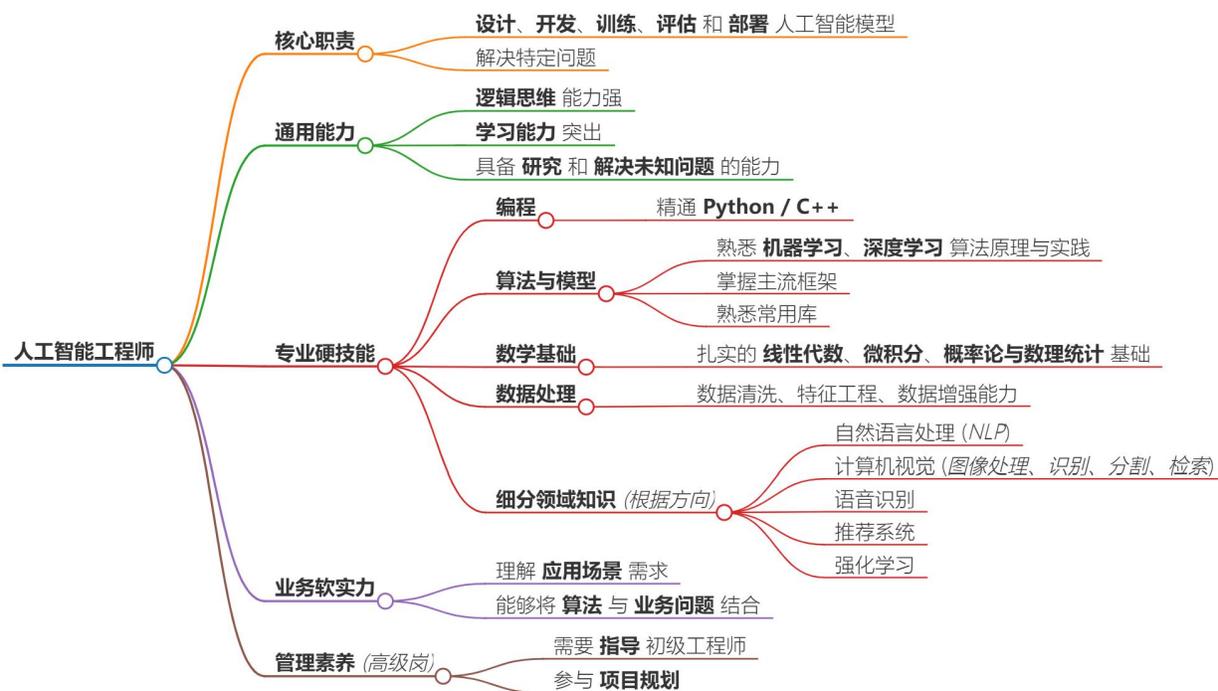


图 6: 人工智能工程师能力图谱

2. 数据科学家(Data Scientist)

- 核心职责：从数据中提取洞见，支持业务决策，进行数据可视化和报告。
- 通用能力：优秀的分析思维和问题解决能力，具备高度的商业敏感度和数据直觉，能够从海量、复杂甚至不完整的数据中敏锐地识别潜在的模式、趋势与异常点。良好的沟通表达能力，擅长将复杂的技术概念、分析过程和模型结果，通过清晰、简洁且富有吸引力的方式（例如，生动的数据故事、直观的可视化图表、结构化的报告和演示）传递给不同技术背景的团队成員、业务方乃至高层决策者。

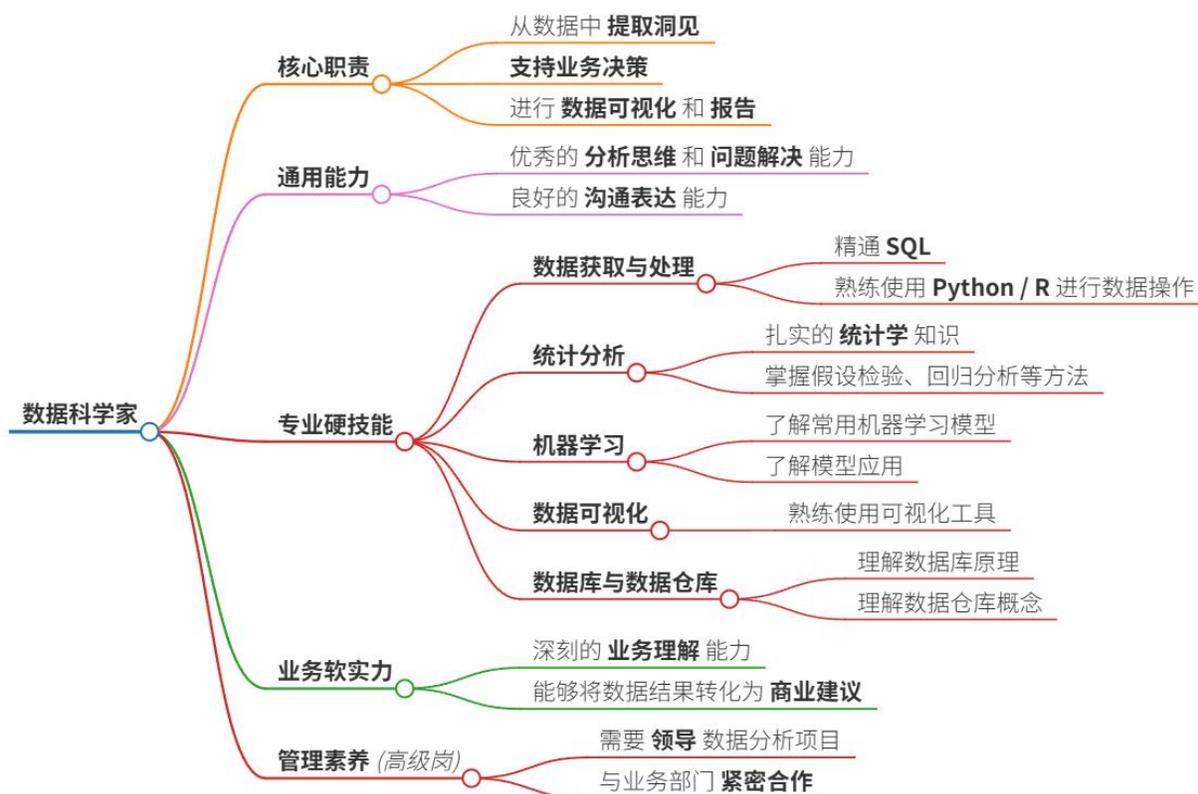


图 7：数据科学家能力图谱

3. 云计算架构师 (Cloud Architect)

- 核心职责：设计、规划、实施和治理企业的云计算战略和解决方案。
- 通用能力：具备系统性思维，能够从企业整体战略、业务流程、现有 IT 架构及未来发展等多个维度出发，系统性地思考和规划云计算蓝图。能够洞察复杂系统中各组件间的相互依赖关系、潜在风险点以及长期的演进路径，确保设计的云解决方案具有高度的整合性、前瞻性和整体最优性。具备良好的沟通协调能力，能够平衡技术选型与业务需求、成本。深入理解各项云技术的优劣势、适用场景及其演进趋势，更要深刻洞察业务的核心需求、发展瓶颈、市场机遇与价值驱动点。

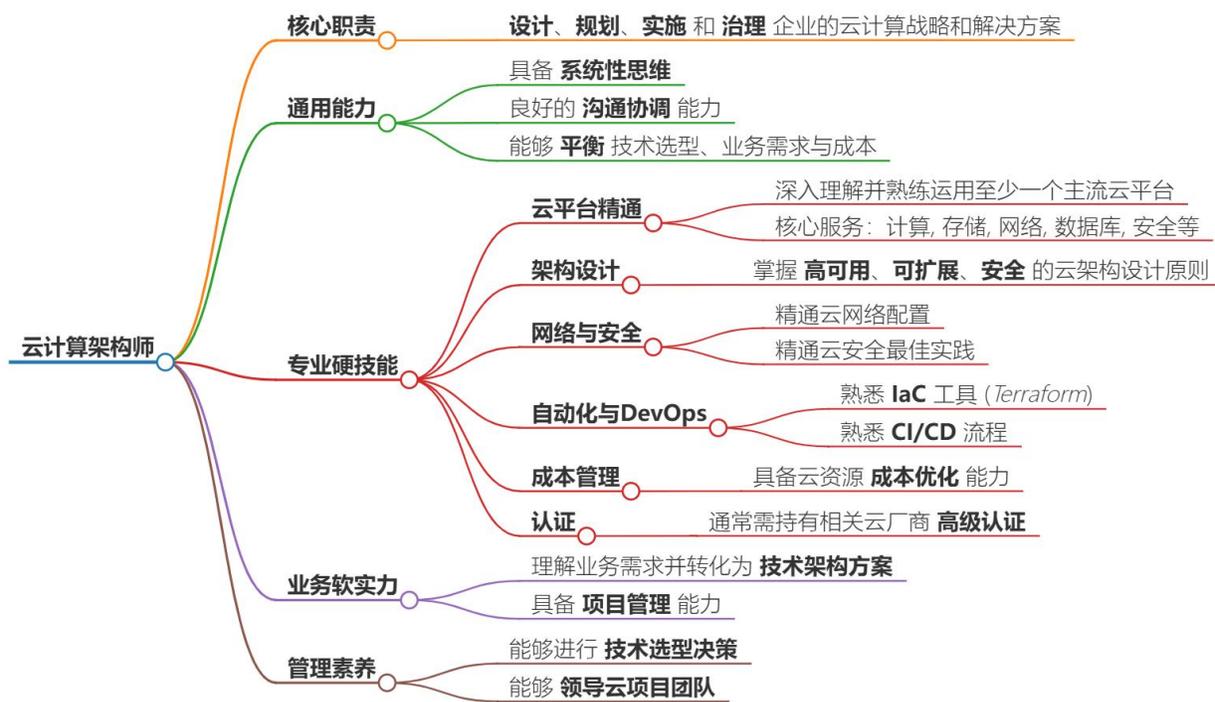


图 8: 云计算架构师能力图谱

4. 网络安全工程师 (Cybersecurity Engineer)

- 核心职责：保护组织的信息系统和数据免受网络威胁。
- 通用能力：细致严谨，对潜在的风险点保持高度警惕，以“零信任”和“纵深防御”的理念构建安全体系，并对所负责系统的安全性怀有强烈的责任感，视守护数字资产为己任。具备扎实的理论基础和丰富的实战经验，在安全事件发生时（如数据泄露、勒索软件攻击、DDoS 攻击等），他们能够迅速启动应急预案，精准定位问题根源，果断采取遏制措施，有效地控制事态蔓延，并协同各方力量快速恢复系统正常运行，同时在事后进行深入复盘，持续优化防御策略和应急流程，将损失降至最低。

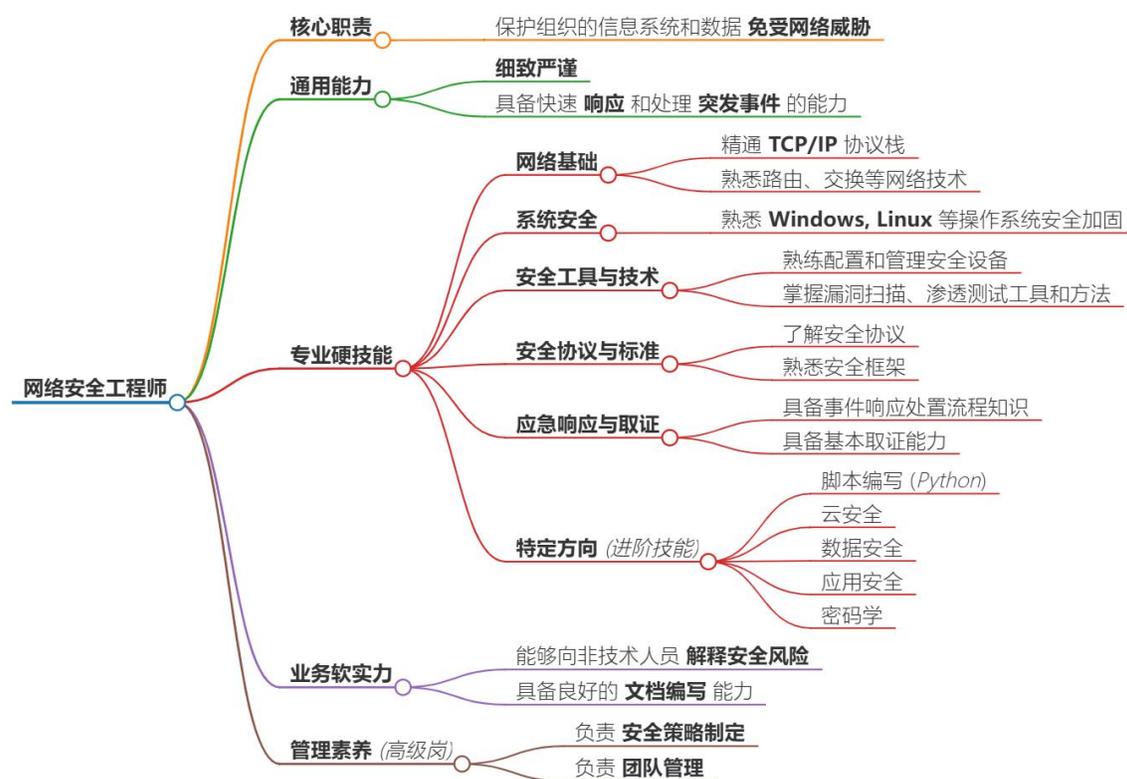


图 9：网络安全工程师能力图谱

5. 物联网工程师 (IoT Developer/Engineer)

- 核心职责：开发、部署和维护物联网设备、网络和应用。
- 通用能力：动手能力强，物联网开发往往涉及从原型制作到实际部署的全过程，这要求工程师不仅能在图纸或模拟器上设计，更能亲自动手焊接电路、调试传感器、配置网关、编写固件，并解决在真实物理环境中出现的各种意想不到的问题。具备跨越软件与硬件边界的综合性思维，既要理解底层硬件（如微控制器、传感器、通信模块）的工作原理、性能限制和功耗特性，又要精通上层软件（如嵌入式操作系统、驱动程序、通信协议栈、云平台接口和应用逻辑）的开发与优化。

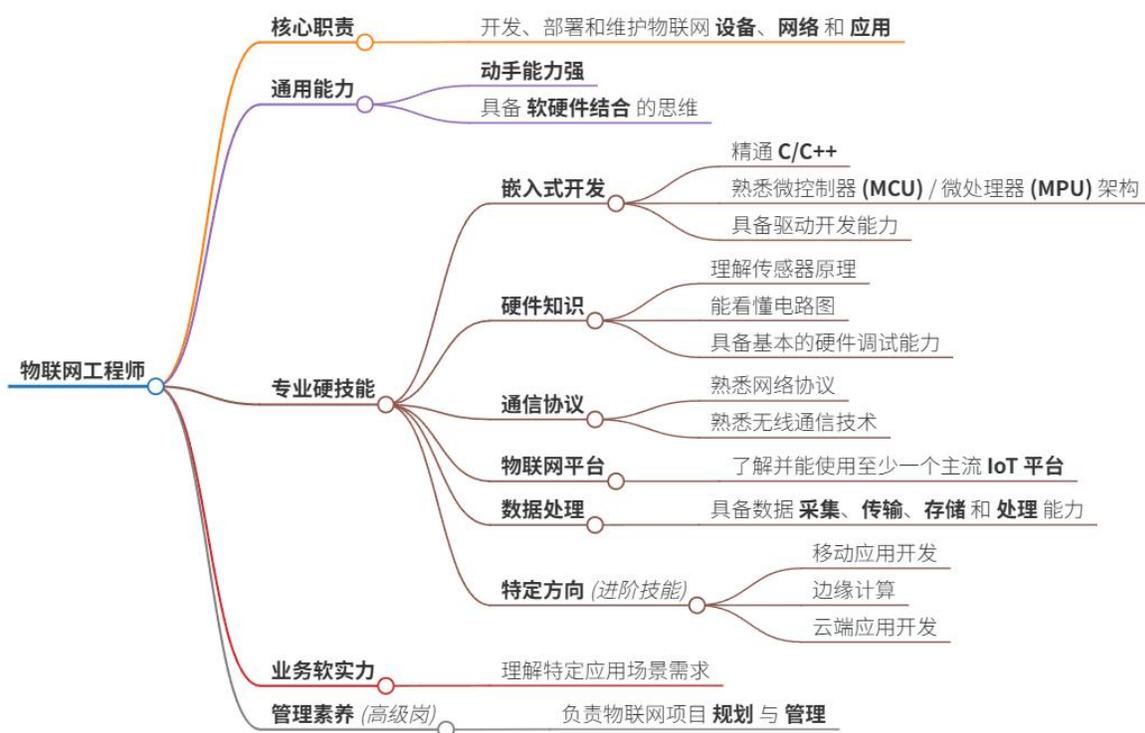


图 10：物联网工程师能力图谱

6. 数据治理专家 (Data Governance Specialist)

- **核心职责：**制定和实施数据管理政策、标准和流程，确保数据的质量、安全、合规和价值。
- **通用能力：**具有卓越的组织协调与跨部门协作能力，具备出色的组织能力，能够梳理复杂的数据流转路径和权责关系，规划清晰的治理框架和实施路线图。具备精准有效的多层次沟通与影响力，需要能够向技术团队清晰阐释数据架构标准和治理工具的应用，向业务用户耐心解释数据质量的重要性及其对业务的影响，向管理层精准汇报数据治理的进展、成效与潜在风险。



图 11：数据治理专家能力图谱

7. 数据工程师 (Data Engineer)

- 核心职责：设计、构建、测试和维护可扩展的数据处理系统和数据管道。
- 通用能力：数据工程师日常面对的是复杂的数据孤岛、异构的数据源、海量的数据流以及多变的业务需求。他们必须具备侦探般的敏锐洞察力，能够从纷繁复杂的系统日志、性能指标和数据异常中快速定位问题的根源。

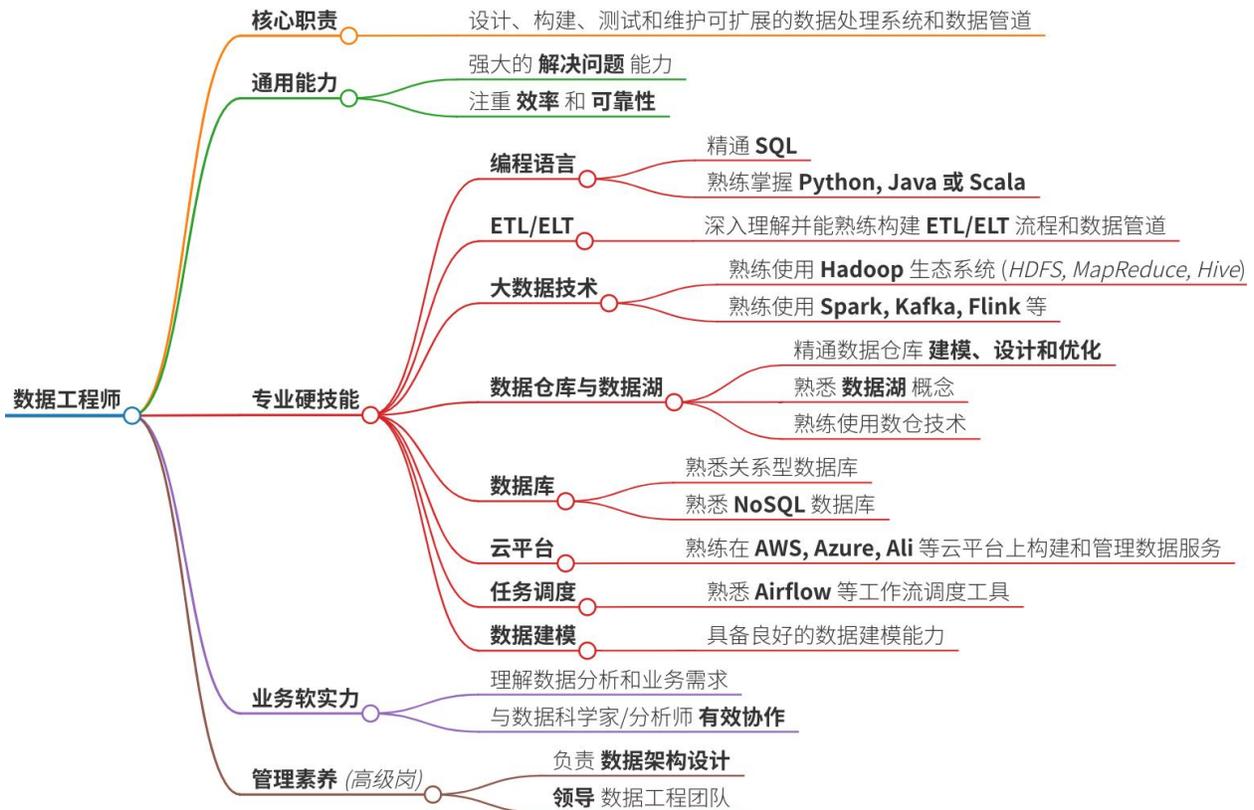


图 12: 数据工程师能力图谱

通过对不同岗位的技能要求进行梳理，可以发现一些共性基础。扎实的编程能力（尤其是 Python 和 SQL）、对主流云平台的熟悉程度以及数据处理和管理的基本技能，构成了当前数字人才能力版图的通用技术底座。这表明，无论专攻哪个细分领域，掌握这些核心技能对于进入和发展数字技术职业生涯至关重要。

表 4: 关键数字人才岗位能力矩阵 (核心技能)

岗位	通用能力 (示例)	专业硬技能 - 核心技术 (示例)	专业硬技能 - 岗位特定 (示例)	业务软实力 (示例)	管理素养 (示例)
人工智能工程师	学习能力 ⁶⁷	Python/C++ ⁶⁷ , SQL, 云平台基础	ML/DL 框架 (PyTorch/TF 等 ⁶⁷), 特定 AI 算法 (CV/NLP ⁶⁷), 数学基础	业务场景理解	指导低级别工程师、沟通协作
数据科学家	分析思维, 沟通能力	Python/R ⁶⁵ , SQL (核心), 统计学, BI 工具	机器学习应用, 数据可视化, A/B 测试	业务洞察	项目领导
云计算架构师	系统思维, 沟通	云平台精通 (AWS/Azure/Alibaba), 网络, 安全, 数据库, 自动化	架构设计, 高可用/容灾规划, 成本优化 ³¹ , 认证 (如 AWS SAA ⁵⁴)	需求转化, 项目管理	技术选型, 团队领导
网络安全工程师	细致严谨, 应急响应	网络协议 (TCP/IP ⁶⁴), 操作系统, 云平台基础	安全工具 (防火墙/IDS/SIEM), 渗透测试 ⁶⁴ , 漏洞分析, 合规知识	风险沟通, 文档编写	策略制定
物联网工程师	动手能力, 软硬结合	C/C++ ⁶⁵ , Python, 网络基础	嵌入式系统 ⁶⁵ , 传感器 ⁶⁵ , 无线协议, IoT 平台, 边缘计算	特定场景理解	项目规划 ⁶⁶
数据治理专家	组织协调, 沟通能力	SQL, 数据管理知识体系 (DAMA/DCMM ⁵⁰), 数据建模基础	数据质量管理, 元数据管理, 隐私法规 (GDPR/国内法), 治理工具 (Collibra/Informatica)	跨部门协调, 政策推动	数据战略 ⁵³
数据工程师	问题解决, 注重效率	Python/Java, SQL (核心), 云平台 (AWS/Azure/Alibaba), Linux	大数据技术, 数据仓库 (Snowflake), 数据建模, 任务调度 (Airflow)	与分析师协作	数据架构设计

4.4 数据要素相关能力的核心地位

在中国大力推动数据要素市场化、将数据视为新质生产力核心引擎的背景下⁶，与数据要素直接相关的能力，其重要性日益凸显，并逐渐渗透到众多数字技术岗位中。这些核心数据能力包括：

- **数据采集与处理能力：** 构建高效、可靠的数据管道是数据工程师的核心职责，也是数据分析和 AI 应用的基础。
- **数据存储与管理能力：** 掌握各类数据库（SQL, NoSQL）、数据仓库（如 Snowflake）、数据湖技术，以及云存储服务，是数据工程师和云计算架构师⁵⁴的必备技能。
- **数据分析与建模能力：** 利用统计学、人工智能技术从数据中提取价值，是数据科学家⁶⁵和 AI 工程师⁶⁷的核心竞争力。
- **数据治理与质量能力：** 理解并实施数据标准、元数据管理、主数据管理、数据质量监控与改进是数据治理专家的职责，也日益成为与数据打交道的其他岗位（如数据工程师、数据分析师）需要具备的素养。
- **数据安全和隐私保护能力：** 掌握数据加密、脱敏、访问控制等技术，理解并遵守《网络安全法》、《数据安全法》、《个人信息保护法》等法规要求，是网络安全工程师⁶⁴、数据治理专家⁵⁰、云计算架构师⁵⁴等多个岗位的关键要求。
- **数据价值实现能力：** 将数据分析结果与业务场景结合，推动数据驱动的决策和业务创新，是数据分析师⁶⁵和所有面向业务的数字人才需要具备的软实力。

随着数据在各行各业的流通和应用日益广泛，相关法规政策的不断完善³³，对数据进行合规、安全、高质量的管理和应用，成为所有接触和使用数据人员的基本要求。围绕着数据全生命周期的相关能力，从过去的“加分项”转变为数字岗位的“必修课”，构成了支撑数据要素价值释放的关键能力基础。

第五章 弥合差距：当前挑战与未来技能演进

5.1 人才差距综合分析：数量、质量与结构

中国数字人才发展面临的挑战是多维度的，远不止总量上的缺口。综合前述分析，当前的差距主要体现在以下几个层面：

- **数量差距：** 如第 3.1 节所述，数千万级别的总量缺口是基本事实，反映了人才供给增长速度远不及数字经济扩张速度²。
- **质量差距：** 人才培养质量与产业实际需求之间存在脱节¹。许多毕业生缺乏必要的实践经验和解决实际问题的能力¹¹。
- **结构差距：** 这是最为突出的问题之一。
 - 层级失衡： 高端引领型人才（战略科学家、顶尖架构师、资深算法专家）极度稀缺，而初级应用型人才相对过剩。
 - 地域失衡： 人才资源过度集中于东部少数发达城市群²，中西部及欠发达地区人才匮乏，加剧数字鸿沟⁶⁸。
 - 复合型人才短缺： 兼具深厚技术功底和行业领域知识的复合型人才（“π”型人才）供给不足，难以满足产业深度融合的需求¹。

这些差距相互交织，共同构成了中国数字人才发展的核心挑战，制约着数字经济的潜能释放和新质生产力的培育。

5.2 新兴技术对未来技能需求的变革性影响

以人工智能为代表的新兴技术正在以前所未有的速度和广度重塑就业市场和技能需求格局。

- **人工智能的双重效应：** AI 技术的发展能替代部分重复性、流程化的工作岗位¹⁴，世界经济论坛（WEF）预测全球范围内可能有 8500 万个岗位因此消失³⁷。同时

AI 也将创造大量新的就业机会，如 AI 训练师、AI 伦理师、AI 系统维护工程师、数据标注师等¹⁵，WEF 同时预测将新增 9700 万个新岗位³⁷。

- **技能需求的结构性转变：** AI 的应用将显著提升对特定技术技能的需求，如机器学习、深度学习、数据分析、AI 模型开发与部署等²⁹。随着 AI 接管越来越多的常规任务，那些 AI 难以复制的能力，如批判性思维、分析性思维、创造力、解决复杂问题的能力、情商、领导力、沟通协作能力、韧性、好奇心和终身学习能力等，将成为未来人才的核心竞争力¹³。
- **技能更新速度加快：** 技术的快速迭代¹⁴，也加速着技能的更新。WEF 报告指出，未来五年，约 42% 的核心工作技能将发生改变³⁶，近六成员工需要接受再培训或技能提升¹³。这使得持续学习和适应变化的能力本身，成为一项至关重要的元技能。

综合来看，未来的数字人才不仅需要掌握尖端的硬技能，也需要具备以高阶认知能力和自我管理能力为核心的“软技能”。技术与人文素养的结合，以及持续学习的意愿和能力，将是决定个人和组织在未来数字经济中竞争力的关键。

5.3 演变的岗位角色与混合技能集的兴起

技术的演进和产业的融合正在推动传统岗位边界的模糊化，催生新的职业角色，并日益强调混合技能（Hybrid Skills）的重要性。

- **新兴岗位的涌现：** 随着数字化深入，一些全新的岗位应运而生，例如数字化转型顾问、数据治理专员、首席数据官（CDO）⁴⁶、AI 伦理师¹⁵、提示工程师（Prompt Engineer⁶⁷、AIGC（人工智能生成内容）产品经理/创作者/培训师⁶⁷等。这些岗位往往要求从业者具备跨领域的知识和能力。
- **技能的“混合化”：** 最显著的趋势是技术技能与行业领域知识的加速融合。企业越来越需要那些不仅懂技术，更能将技术有效应用于特定业务场景的人才，即所

谓的“复合型人才”¹。例如，在智能制造领域，需要既懂生产工艺又懂工业互联网和数据分析的工程师；在金融科技领域，需要既懂金融业务逻辑又懂 AI 风控模型或区块链技术的人才；在智慧医疗领域，需要兼具医学背景和信息技术能力的专业人员。

- **“紫领人才”的崛起：**在智能制造领域，出现了一个值得关注的新概念——“紫领人才” (Purple Collar)³⁵。这类人才介于传统的蓝领（操作技能）和白领（管理/知识技能）之间，通常指工作在一线、既掌握先进设备操作维护技能，又具备一定数字化知识、创新能力和解决复杂问题能力的技能型人才，如高级技工、班组长、技术员等。他们是新质生产力在制造业落地应用的关键承接者和推动者，对于推动制造业转型升级至关重要³⁵。

这种岗位角色的演变和混合技能需求的上升，清晰地表明传统的、基于单一学科或职能划分的人才培养模式已难以适应未来的需求。技术与业务的边界正在消融，人才需要具备跨界思考和整合应用的能力，才能有效地将数字技术转化为实际的生产力和商业价值。这要求教育体系和企业培训更加注重跨学科知识的传授和综合应用能力的培养。

5.4 数字素养与数据驱动决策：普适性基础能力

在数据成为关键生产要素、国家大力推动数据价值释放的时代背景下⁶，数字素养 (Data Literacy) 正从少数专业人士的技能，转变为数字经济时代所有从业人员都应具备的基础能力。

- **数字素养是 AI 素养的最佳体现：**数字素养并非仅仅停留在对数据指标的解读或对 AI 工具的浅层操作，而在于个体或组织能够将数据视为驱动决策的战略资产，将 AI 视为增强智慧的赋能伙伴。
- **数字素养的内涵：**数字素养不仅仅指处理和分析数据的能力，更是一种理解数据、解读数据、基于数据进行沟通和决策的思维方式和能力。它包括了解数据的来源

和质量、能够读懂数据图表和报告、具备基本的数据伦理和隐私保护意识、能够利用数据证据进行判断和推理等。

- **普适性需求：** 随着数据在各行各业的广泛应用，从企业高管到一线员工，都需要具备一定的数字素养，才能更好地理解业务状况、发现问题、优化流程、做出明智决策。国家层面也在推动全民数字素养与技能的提升¹。
- **支撑数据要素战略：** “数据要素×”行动计划的成功实施，依赖于更广泛的社会主体能够认识数据价值、参与数据应用。提升全民和全员的数字素养，是激活数据要素潜能、实现数据价值最大化的社会基础。
- **赋能决策：** 在日益复杂的商业环境中，基于直觉或经验的决策风险越来越高。数据驱动的决策能够提供更客观、更精准的依据，提升决策的科学性和有效性。培养各级人员的数据分析和解读能力，是企业提升整体竞争力的关键。

将数字素养和数据驱动决策能力的培养，纳入教育体系、职业培训以及企业内部培训中，使其成为与读写能力、计算能力并列的基础技能，对于建设数字中国、发展新质生产力具有基础性和战略性意义。

第六章 提升人才供给质量：创新策略与最佳实践

面对数字人才的巨大缺口和结构性失衡，提升人才供给的数量和质量成为当务之急。这需要政府、教育机构、企业和社会各界协同努力，在人才培养模式、内容和机制上进行系统性创新。本章将探讨提升人才供给质量的整体策略，并结合国内外典型案例进行分析。

6.1 人才能力提升的整体策略

综合政策导向¹和实践需求，提升数字人才供给质量应采取以下整体策略：

- 1. 培养方案与时俱进 (Curriculum Reform):** 高校和职业院校需要建立动态调整机制，紧跟技术发展和产业需求，及时更新课程内容，增设新兴领域专业（如数字经济、人工智能、数据科学等¹），淘汰落后内容。课程设计应更加注重跨学科知识的融合，培养复合型人才⁵⁸。
- 2. 强化实训实操链接 (Practical Training):** 大幅增加实践教学比重，通过项目式学习、案例教学、仿真实训（如VR/数字孪生⁵³）、企业真实项目参与等方式，提升学生的动手能力和解决实际问题的能力³⁶。建设高水平的校内实训基地和校外实践基地是关键²⁴。
- 3. 培养资源生态开放 (Open Ecosystem):** 鼓励利用和共享优质在线教育资源、开源平台和社区资源³⁶。推动高校、企业、研究机构之间的资源共享，如共享实验室、数据资源、课程模块等，构建开放协同的育人生态。
- 4. 因材施教差异培养 (Personalized Learning):** 针对不同层次（职业教育、应用本科、研究型大学）、不同专业背景、不同兴趣方向的学生，提供更加个性化和差异化的培养路径和学习资源，满足多样化的人才需求。例如，微专业、辅修项目等可以提供灵活的学习选择⁵⁸。

6.2 人才培养提质增效典型案例分析

以下案例展示了不同主体在数字人才培养方面的创新实践和成功经验：

案例一：中兴通讯（ZTE）——业务驱动的综合人才发展体系及产学研实践

中兴通讯在数字人才培养领域通过学习型组织建设创新、关键人才培养策略、AI 类课程体系建设和兼职讲师培养，构建了一套高效的综合人才发展体系。

● 模式特点：

- **以能力中心为运作单元的网状学习型组织建设：**中兴通讯的学习型组织建设以能力中心为组织保障，匹配员工的职业生涯发展和学习成长路径，通过关键学习项目支撑员工成长。底层通过平台、专业、资源、管理四大支撑体系，构建业务部门、学习部门和员工的学习共同体，以快速适应外部变化和挑战。
- **业务主战，专业主建的运作模式：**中兴通讯学习发展中心作为公司零级能力中心，负责整体学习战略、规划及标准的制定；26 个领域的一级能力中心作为虚拟组织形态，负责某一专业领域的学习发展工作，强调穿透行政界限，强化专业贯通，业务部门必须深度参与学习的策划和实施过程，业务部门、学习部门和员工自始至终共同参与、共担责任^{38,43}。
- **从岗位驱动到业务驱动的学习范式变革：**近 6 年以来，中兴通讯率先打破传统培训的路径依赖，实现从“岗位驱动学习”到“业务驱动学习”的学习范式跃迁，从传统的以岗位为中心到业务为中心，以绩效结果为导向。这种“从战场来，到战场去”的闭环，促使学习必须解决业务问题。
- **关键人才培养，聚焦人才成长的关键时刻：**新员工项目通过三级培养机制（公司级文化铸造 - 体系级专业锻造 - 部门级以师带徒）实现文化融入、场景化学习和实践，近三年成功培养 1 万+新员工；蓝剑项目针对高潜人才设计国际化晋升通道，通过与高校合作（如清华、西电等）定向输送未来领袖，形成校企联合培养生态；青年领军人才项目以双导师制、挑战性项目以战促

训方式加速人才成长，迄今发展了 155 位青年领军人才，加速高潜人才实战成长。

- **AI 专项能力培养，形成全链条 AI 人才引擎：**将研发人员分为四类角色（AI 专业人员、应用教练、应用人员、管理人员），构建差异化课程体系和培养模式，例如 AI 算法专家需掌握模型调优技能，而管理人员需制定 AI 战略路径⁹。
- **AI 类课程体系建设，沉淀专家智慧，精品学习内容：**聚焦 AI/智算 等战略市场，通过精品课程建设为切入点，激活公司高岗级专家的知识产能，通过 BOOM 模型（内容、运营、迭代、衡量），实现 70%课程视频化，AI 技术课程更新速度行业领先，并利用数据分析优化学习路径，精准匹配岗位需求。打造员工主动学习、持续学习的学习型组织文化。
- **兼职讲师体系，用最优秀的人培养更优秀的人：**从选、育、用三大环节把控，动作形成闭环，助力学习型组织的建设。6700+位讲师全部来自业务一线，高岗级专家和干部，占讲师队伍 62%。
- **产学研实践：**
 - **中兴通讯与教育部高等学校科学研究发展中心联合设立“中国高校产学研创新基金-数字新兴技术专项”**，支持高校在数字新兴技术研究、数字新兴技术服务人才培养、数字新兴技术赋能校园信息化建设等领域的科学研究与创新应用。
 - **中兴通讯与教育部职业教育发展中心联合发布职业教育专业领域垂类模型建设项目**，基于中兴星云大模型底座，在高职等院校进行教育专业领域垂类模型开发和推广。
 - **前沿技术突破：**中兴通讯围绕 AI、无线通讯、网络及光传输、芯片设计、数字能源等多领域，与北京大学、复旦大学、上海交通大学等多家单位成立了

联合实验室，产学良性互动取得了一系列成果。

- **校企联合培养人才：**校企数字产业学院、卓越工程师、现场工程师以及订单班等多种合作形式联合培养。中兴通讯提供多领域的专业技术认证（ZCDA、ZCDP、ZCDE），面向行业用户、合作伙伴和院校，涵盖 5G、PON、承载、智算、智能制造等，助力学生掌握就业核心技能。同时，每年举办“中兴捧月全球精英挑战赛”，培养学生的建模编程、创新、方案策划和团队协作能力，吸引海内外众多高校师生参与，已成为知名赛事品牌。
- **智海 AI 教育一体机：**由浙江大学上海高等研究院、一募科技、壁仞科技、中兴通讯联合打造的智海 AI 教育一体机，快速实现了国产算力与 DeepSeek 的适配及知识课程、实训课题、智能体等教学工具的设计开发，形成了包含 AI 通识课、专业课、实践实训在内的一体化解决方案，让学校能以更低成本、更高效率利用 AI 技术，加速人工智能教育的普及与实现。
- **启示：**大型科技企业可以通过建立完善的内部培养体系，结合外部合作，系统性地培养符合自身发展战略所需的各层次人才。强调实践应用、提供多元发展路径、营造良好文化是其成功的关键要素。

案例二：浙江大学等高校“AI+X”微专业——跨校跨学科的 AI 普及与融合创新

● 模式特点：

- **跨校合作：**由浙江大学牵头，联合复旦大学、上海交通大学、南京大学、中国科学技术大学、同济大学等国内顶尖高校共同建设，整合各校在人工智能、计算机科学及相关学科的优质师资与科研资源。合作高校通过联合教研、课程设计和资源共享，形成高水平的教学联盟，确保课程内容的权威性与前沿性⁵⁸。
- **面向非专业学生：**主要培养对象为非人工智能、非计算机科学、非软件工程

专业的本科生和研究生，例如文科、理工科、医学、艺术等专业的学生。通过提供通识性 AI 教育，降低学习门槛，帮助非专业学生快速掌握 AI 基础知识与应用技能⁵⁸。

- **交叉融合定位：**“X”代表跨学科融合，涵盖经济、医疗、法律、城市规划、环境科学、教育、艺术等多个领域。课程设计强调 AI 与其他学科的结合，培养学生运用 AI 工具解决实际问题的能力，如利用机器学习优化供应链管理、通过自然语言处理分析法律文本、或结合计算机视觉进行艺术创作。
- **模块化课程体系：**前置基础课包括数学基础（线性代数、概率论）、编程基础（Python、R 等），为零基础学生提供入门准备。AI 基础课涵盖人工智能核心知识，如机器学习（监督学习、无监督学习）、深度学习、常用框架（TensorFlow、PyTorch）、以及生成式 AI、强化学习等前沿技术。专业模块课提供多样化方向选择，包括智能感知（计算机视觉、语音识别）、智能系统（嵌入式 AI、边缘计算）、智能设计（生成式设计、AI 辅助创作）、智能决策（推荐系统、博弈论）、智慧城市（交通优化、能源管理）、机器人（自动驾驶、工业机器人）等。产业实践课与企业合作，提供真实案例分析、项目开发和数据竞赛等实践机会，增强学生解决实际问题的能力⁵⁸。
- **灵活学习方式：**采用线上为主、线下为辅的混合教学模式。线上课程通过录播视频、直播授课、在线讨论和实时答疑实现灵活学习；线上作业与测验结合智能化评估系统，实时反馈学习效果。学生需修满 12 学分方可获得微专业证书，学分可通过核心课程与选修课程灵活组合获得。此外，部分课程提供线下实训营、实验室实践或企业实习机会，强化动手能力。
- **注重实践平台：**依托浙江大学“智海”科教平台和“浙大先生”智能体平台，提供交互式学习体验。学生可通过平台进行在线实验、模型训练和项目开发，体验沉浸式 AI 应用场景（如虚拟实验室、数字孪生城市模拟）。平台还支

持个性化学习路径推荐，根据学生背景和兴趣定制课程内容。

- **资源共享：**通过开放课程资源、教学案例和实践平台，面向中西部高校、职业院校及行业从业者共享 AI 教育资源。部分课程以 MOOC 形式免费开放，助力教育公平。此外，与地方政府和企业合作，开发区域性 AI 应用案例，促进产学研联动。
- **认证与激励机制：**完成微专业学习的优秀学生可获得由多校联合颁发的“AI+X 微专业证书”，证书在高校间互认，并受到部分企业认可。优秀学员还有机会参与高校联合组织的 AI 创新挑战赛或推荐至合作企业实习。
- **启示：**顶尖高校可以通过跨校、跨学科合作，利用线上平台，推出灵活的微专业项目，有效扩大高质量 AI 教育的覆盖面，培养具备“AI+”能力的复合型人才，适应人工智能赋能千行百业的需求。这种模式体现了未来教育形态的开放、融合和个性化趋势。

案例三：德国“双元制”——深度产教融合的职业教育典范

德国“双元制”职业教育模式被广泛认为是全球职业教育领域的典范，结合了学校理论教育和企业实践培训，成功实现了教育与产业的无缝对接。

● 模式特点：

- **双重学习场所：**德国“双元制”要求学生同时在职业学校（Berufsschule）和企业接受培训。通常每周学生会职业学校学习 1-2 天，其余时间在企业工作，直到 18 岁。这种模式确保学生既掌握理论知识，又具备实际操作技能，培养出符合市场需求的复合型人才。例如，学生可以学习机电一体化工程的理论知识，同时在企业中实际操作设备。
- **公私合作：**该系统依赖于公共职业学校和私营企业之间的紧密合作，合作关系受法律监管，具体由《职业培训法》（Vocational Training Act, VTA）

规定。联邦政府负责企业内的职业培训，而联邦州（Länder）则管理职业学校。这种分工确保了培训的协调性和一致性。

- **标准化培训：**全国范围内有 329 个官方认可的培训职业，每个职业都有统一的标准和课程，确保培训质量的一致性。培训质量得到严格把控，涉及课程设置、考试标准和职业认证，确保学生在不同地区和企业接受的培训具有公平性和可比性。例如，银行职员的培训内容在全国范围内标准化。
- **学徒制模式：**学生在培训期间与企业签订合同，成为学徒，获得薪酬，培训通常持续 2 至 3.5 年，具体取决于职业。许多学徒在培训结束后被培训企业录用，实现教育到就业的无缝过渡。
- **广泛的职业选择：**培训职业涵盖工业、商业、公共管理等多个领域，学生可以根据兴趣和能力选择适合的职业方向。例如，机电一体化工程师、银行职员、食品店助理等职业都提供双元制培训。249 个职业的培训周期为 3 年，确保学生获得广泛的职业竞争力。
- **就业过渡：**该系统帮助学生顺利从教育过渡到就业，显示出极高的完成率。德国的青年失业率远低于欧盟平均水平，2025 年 3 月德国青年失业率为 6.5%，而欧盟为 14.5%（根据 German Federal Statistical Office 数据）。这表明双元制在减少青年失业方面的显著效果。
- **适应性和演进：**系统能够快速响应经济和社会变化，持续更新培训内容以适应新技术和发展。例如，随着数字化和绿色经济的推进，培训内容增加了智能制造和可持续发展的相关课程。
- **启示：**双元制为解决理论教学与实践应用脱节问题提供了有效范式。其核心在于企业作为人才培养主体的深度参与和责任共担。对中国而言，尤其对于职业院校和应用型本科院校，借鉴双元制理念，强化校企合作的深度和广度，建立权责清晰、利益共享的合作机制，是提升人才培养质量和就业匹配度的重要途径。

案例四：中国特色产教联合体/共同体——区域性、行业性系统化协作平台

● 模式特点：

- **多方参与**：产教联合体由地方政府、产业园区或行业主管部门牵头，联合区域内或行业内的多方主体，包括高等院校、职业院校、龙头企业、科研院所、行业协会、中小企业以及社会组织等，形成跨界协同生态。各方根据自身优势分工协作，如高校提供学术支持和课程开发，企业提供实践场景和就业渠道，科研机构推动技术创新，行业协会制定标准与规范。
- **聚焦产业/区域**：联合体以区域经济或行业发展需求为导向，精准服务地方特色产业集群或国家战略性新兴产业。例如，重庆聚焦智能网联汽车和电子信息产业，常州深耕新能源产业，无锡布局集成电路产业，广东深圳推进人工智能与高端制造业。此外，部分联合体围绕特定行业领域，如信息技术创新（信创）、扩展现实（XR）与农业融合、数字技术教学应用等，开展定制化人才培养和技术服务。
- **功能综合**：产教联合体不仅是人才培养的平台，还承担多重功能。提供从职业教育到高等教育的全链条培养，涵盖技能培训、本科教育、研究生培养及继续教育。联合高校与企业共建实验室、工程研究中心，攻关产业关键技术。搭建技术转移平台，促进科研成果向产业应用的快速转化。举办区域性或行业性职业技能大赛，提升从业者竞争力。联合制定行业技术标准、职业资格标准和课程标准，推动规范化发展。
- **实体化运营**：部分联合体注册为独立法人实体，具备稳定的资金来源和运营团队，确保长期可持续发展。设立理事会、专家委员会或产业联盟，明确各方权责，定期协商战略规划与资源分配。建设信息共享与协作平台，集成课程资源、项目案例、人才需求和就业信息，实现数据驱动的精准匹配。联合建设产业学院、实训基地、技术创新中心等实体设施，打造产教融合的实践

场景。校企联合开发适应产业需求的课程体系和教材，融入前沿技术和实际案例。

- **政策支持：**产教联合体是国家深化现代职业教育体系改革、推动产教融合的战略举措。教育部、工业和信息化部、发展改革委等部门联合推动，遴选国家级市域产教联合体和行业产教融合共同体，支持试点建设。此外，部分联合体与“一带一路”倡议对接，输出职业教育模式，服务国际产能合作。
- **资源共享与辐射带动：**联合体通过开放课程资源、实训基地和技术服务平台，面向区域内中小微企业、职业院校及欠发达地区提供支持，促进教育与产业资源均衡化。例如，重庆智能网联汽车产教联合体通过数字化平台共享课程与案例，助力中西部地区职业院校提升教学质量。部分联合体还与行业协会合作，推广职业标准和认证体系，辐射全国甚至全球相关产业。
- **国际化合作：**部分产教联合体积极融入全球产业生态，与国际知名企业、高校和行业组织合作。例如，上海的集成电路产教联合体与英特尔、台积电等跨国企业共建实训中心，引入国际先进技术课程；深圳的人工智能产教联合体与海外高校开展联合培养项目，培养具有全球视野的复合型人才。
- **启示：**这种模式的核心在于“系统化协作”和“多方联动”，打破了传统教育与产业的壁垒。它揭示了面向未来发展，人才培养和技术创新必须深度融入产业一线需求的必然性。通过政府引导、企业主导、院校和科研机构协同，构建了一个要素齐全、功能复合的生态圈。这不仅能精准地对接产业人才需求，缓解结构性矛盾，更能加速技术研发和成果转化，提升区域和行业的整体竞争力。其实体化运营和多元功能探索，为解决产教融合“形而不实”的问题提供了有效路径，是推动教育链、人才链、产业链、创新链深度融合，实现高质量发展的关键一招。

第七章 构筑数字人才高地，赋能新质生产力腾飞

数字技术的浪潮正以前所未有的力量重塑全球经济格局与社会形态。在中国，数字经济已成为推动高质量发展、培育新质生产力的核心引擎，而驱动这一引擎高效运转的关键燃料，正是规模宏大、结构优化、素质优良的数字技术人才队伍。然而，正如本白皮书前文所述，我国当前面临着严峻的数字技术人才供需失衡挑战，总量缺口巨大，结构性矛盾突出，高层次创新型、复合型人才尤为稀缺。这已然成为制约数字经济潜能充分释放、阻碍新质生产力加速形成的关键瓶颈。

破解数字人才困局，非一日之功，亦非单一主体能够独立完成。它是一项复杂且紧迫的系统工程，需要行业组织、各类企业以及高校/科研院所以前瞻性的视野、改革的勇气和务实的行动，各司其职、各尽其能，更需要打破壁垒、协同联动、形成合力。本章旨在基于前文的分析，为各相关方提出具体、可操作的后续建议，以期共同构建一个充满活力、高效协同的数字人才培养、引进、评价、使用和发展生态系统，为中国数字经济的持续繁荣和新质生产力的蓬勃发展奠定坚实的人才基石。

7.1 对行业的建议：明确需求，搭建桥梁，引领规范

行业协会等组织在连接产业需求与人才供给、促进行业内部协作、推动行业自律等方面具有独特优势，是数字人才生态建设中不可或缺的重要力量。

定期调研发布行业人才需求报告

- ★ **报告内容：** 报告应详细分析本行业未来 3-5 年内对各类数字人才（如 AI 算法工程师、数据分析师、云计算架构师、网络安全专家、数字化转型顾问等）的数量需求、技能要求（硬技能、软技能、业务理解力）、知识结构、经验背景、薪酬水平等，并揭示人才需求的结构性特点和地域分布差异。

- ★ **发布与应用：** 定期向社会、政府、高校、企业公开发布报告，使其成为高校专业设置、课程改革、学生职业规划、政府制定人才政策的重要参考依据。

牵头或参与制定行业认可的数字技能人才评价标准

- ★ **职业技能等级标准：** 针对具体数字技术岗位（如大数据运维、Web 前端开发、信息安全测试等），联合龙头企业、教育机构，依据国家职业技能标准框架，开发细化的职业技能等级标准，明确不同等级的能力要求、考核方式。
- ★ **能力要求细则：** 针对更宏观的数字能力（如数据分析能力、数字化项目管理能力、AI 应用能力等），制定通用的能力要求框架和评估指南，供企业招聘、内部评价和高校教学参考。
- ★ **认证体系：** 探索建立或认可行业性的数字技能认证体系，提升标准的公信力和应用范围。

推动技术标准与人才培养联动：让教学紧跟技术前沿

- ★ **信息通道：** 建立行业技术标准委员会与高校相关院系、职业教育专业指导委员会之间的常态化沟通机制。
- ★ **内容传递：** 将行业内最新发布或正在制定的技术标准、操作规范、协议框架等信息，及时、准确地传递给教育界，供其更新教学内容、调整实训要求。
- ★ **过程参与：** 推动行业内的资深工程师、技术高管、优秀企业家等专家，深度参与高校和职业院校的教材编写、课程体系设计、专业建设论证。
- ★ **结果评价：** 邀请行业专家参与学生的毕业设计评审、技能竞赛裁判、人才评价认定等工作，确保评价的实践性和专业性。

7.2 对企业的建议：变被动为主动，深度融合，激发潜能

企业是吸纳数字人才的主体，也是最了解市场需求的“用户”。企业不能仅仅扮演被动的招聘者角色，而应更加积极主动地参与到人才培养的全链条中，并优化内部管理，为人才成长和价值实现提供沃土。

深度参与人才培养：从“选育用留”到“育选用留”

- ★ **理念转变：**认识到高质量数字人才是“等不来”的，必须将人才战略前置，从源头上介入人才培养过程，将“选人”的关口前移到“育人”阶段。
- ★ **建立长期稳定合作关系：**与目标高校、职业院校建立战略合作伙伴关系，而非短期、项目式的合作，共同制定长期人才培养规划。
- ★ **共建产业学院：**与高校共建产业学院，实现企业需求、管理模式、文化理念深度融合学院运行，共同开发课程、组建师资、管理学生、考核评价。
- ★ **实验室/研发中心：**共建面向前沿技术或特定应用场景的联合实验室、研发中心，将共建企业的真实项目、数据、设备引入教学科研，学生在“真刀真枪”的环境中学习成长。
- ★ **实习/实训基地：**建立稳定、规范、高质量的实习实训基地，提供实习岗位，将实习作为人才筛选和培养的重要环节。
- ★ **联合开发课程与教材：**将企业的最新技术、项目案例、工具平台、开发流程等，融入高校课程体系，联合编写具有行业特色的教材或教学案例。
- ★ **提供企业导师资源：**选派经验丰富的工程师、项目经理担任学生的校外导师或企业导师，提供实践指导、职业规划建议。

建立健全内部培养体系：赋能员工，激活存量

- ★ **战略重视：**将员工培训视为人力资本投资，而非成本支出。制定年度培训预算，

并确保投入强度。

- ★ **聚焦新技术：**重点加强对员工在人工智能、大数据、云计算、物联网、区块链等前沿数字技术方面的在职培训和知识更新。
- ★ **多元化培训方式：**结合线上学习平台（如购买 MOOC 课程、自建 E-learning 系统）、线下工作坊、技术沙龙、外部培训、认证考试、在岗学习等多种方式，满足不同员工的学习需求和习惯。
- ★ **技能认证体系：**建立企业内部的技术等级认证或岗位资格认证体系，将技能水平与薪酬、晋升挂钩，激励员工持续学习和提升技能。
- ★ **畅通职业发展通道：**设计清晰、多元的职业发展路径。例如，借鉴中兴通讯的“三条跑道”（专业、管理、项目），让员工可以根据自身特长和意愿选择发展方向，避免“千军万马挤独木桥”的单一晋升模式。
- ★ **项目驱动学习：**围绕重要项目组建学习型团队，边干边学边复盘，快速提升团队整体能力。

7.3 对学校的建议：精准定位，特色发展，夯实基础

不同类型的学校在数字人才培养体系中承担着不同的使命和责任。应根据自身定位和优势，实施差异化的发展策略，同时夯实所有类型学校都应具备的共同基础。

无论是研究型大学、应用型本科还是职业院校，在培养各类数字人才时，都应关注以下共通的基础性要求：

- **将数字素养、数据思维、网络安全、法律合规、职业道德纳入人才培养要求：**

培养学生有效、批判性地使用数字技术进行信息获取、评估、交流、创造和解决问题的能力，使其成为负责任的数字公民。培养学生理解数据价值、运用数据分析方法进行决策和创新的意识与能力。强化网络安全教育，提升学生防范网络风险、保护个人信息和维护国家网络安全的意识与基本技能。加强相关法律法规（如《网络安全法》、《数

据安全法》、《个人信息保护法》)和职业伦理规范(如AI伦理、工程伦理)教育,引导学生树立敬畏之心,坚守底线。可通过开设通识必修课、选修课,或将相关内容有机融入专业课程、实践环节、校园文化活动中。

- **加强创新创业教育:**

开设创新创业类课程,举办创新创业大赛、训练营,建设创客空间、孵化器,鼓励学生将所学知识与市场需求结合,尝试创新实践和创业探索。注重培养学生的创新思维、批判性思维、团队协作、沟通表达、风险承担和商业意识等创业所需的核心能力。

- **完善就业指导服务体系:**

加强对数字经济发展趋势、行业企业用人需求的研究,为学生提供精准的职业生涯规划指导、就业信息服务、求职技能培训。积极拓展就业市场,组织线上线下招聘活动,加强与用人单位的联系,提高人才培养与社会需求的匹配度。

- **积极利用线上教育资源和平台:**

充分利用国内外优质的慕课(MOOC)平台、在线学习资源库、虚拟实验室等,引进优质课程资源,丰富教学内容,扩大优质教育资源的覆盖面,促进教育公平。探索线上线下相结合的混合式教学模式,提高教学效率和学习灵活性。学校的优质在线资源也可面向毕业生和社会学习者开放,服务于终身学习体系建设。

7.3.1 研究型大学:培养原始创新策源者与行业引领者

作为国家科技创新的重要策源地,研究型大学的核心使命是培养能够在数字领域做出颠覆性、原创性贡献的战略科学家、顶尖工程师,以及具备国际视野和领导力的行业领袖。他们是引领科技前沿、突破关键核心技术、塑造未来产业格局的关键少数。

- **加强基础学科建设:** 厚植数理根基,持续加大对数学、物理、计算机科学、统计学等基础学科的投入,这些是数字技术发展的基石。鼓励开设高水平、有深度的基础理论课程。

- **聚焦前沿领域布局:** 紧盯全球科技发展趋势,在人工智能(特别是基础模型、可

信 AI、AI 伦理）、6G 通信、量子信息、高端芯片设计与制造、先进计算、生物信息学等战略性前沿领域，集中资源建设高水平研究中心、国家重点实验室或前沿科学中心。

- **鼓励学科交叉融合：**打破学院和学科壁垒，设立跨学科研究机构和学位项目（如计算社会科学、数字人文、智能医学工程等）。开设高阶跨学科课程和项目式学习（PBL），培养学生的交叉思维和解决复杂问题的能力。
- **深化博士生培养机制改革：**强化博士生作为科研生力军的定位。改革招生选拔方式，注重选拔具有浓厚科研兴趣和创新潜质的学生。强化学术训练，提升独立从事高水平研究的能力，探索更加灵活的学制和培养方案。
- **加强国际顶尖学术交流与合作：**积极引进国际顶尖学者，鼓励师生参与高水平国际学术会议和合作研究项目，与世界一流大学和研究机构建立实质性合作关系，提升国际视野和学术影响力。
- **与龙头企业共建联合实验室：**与数字经济领域的龙头企业深度合作，共建面向产业重大挑战的联合实验室或研究中心，共同开展前瞻性技术研究，推动高水平科研成果向现实生产力转化，同时也为学生提供接触产业前沿的机会。

7.3.2 应用型本科院校：培养产业中坚力量与高级工程师

应用型本科院校是培养适应区域经济和产业发展需求、具备扎实理论基础、较强工程实践能力和应用创新能力的高级应用型人才的主力军。毕业生主要是面向产业一线的工程师、架构师、数据分析师、项目经理等，是推动技术应用和产业升级的中坚力量。

- **紧密对接区域产业需求：**主动对接所在区域的支柱产业、战略性新兴产业（特别是数字经济相关产业集群）的人才需求，动态优化专业布局，及时调整人才培养方案和课程体系，确保人才培养与区域发展同频共振。
- **大幅强化实践教学环节：**

- **增加实践学时比重：** 显著提高实验、实习、实训、课程设计、毕业设计等实践性教学环节的学时比例。
- **建设高水平实训平台：** 投入建设与行业先进水平同步的实验室、工程训练中心、虚拟仿真实训平台等，为学生提供充足的动手实践机会。引入企业的真实设备、软件和项目案例。
- **改革教学模式：** 广泛采用项目式学习（PBL）、案例教学、翻转课堂等教学方法，强调“做中学”。
- **深入开展校企合作：**
 - **共建产业学院：** 与地方骨干企业深度合作，共建产业学院，实现“学院建在产业链上”。
 - **引入企业课程与项目：** 将企业的技术、标准、项目、案例、工具等引入课堂教学和实践环节。邀请企业工程师参与授课或担任课程设计指导教师。
 - **强化实习实训：** 建立稳定合作的企业实习基地网络，确保学生有足够时长、高质量的顶岗实习机会。
- **鼓励学生考取行业认可的技术认证：** 将行业广泛认可的专业技术认证的要求或内容融入教学计划，鼓励并支持学生考取相关证书，提升就业竞争力。
- **加强“双师型”教师队伍建设：** 大力引进具有企业工作经验的教师，鼓励专业教师到企业实践锻炼或挂职，建立企业工程师担任兼职教师的常态化机制，提升教师队伍的工程实践能力和行业视野。
- **注重培养系统思维和解决复杂工程问题的能力：** 通过跨学科课程、综合性项目设计等方式，培养学生运用多学科知识、系统性分析和解决产业实际遇到的复杂工程技术问题的能力。

7.3.3 职业院校（含高职、中职）：培养高素质技术技能人才与数字工匠

职业院校（包括高等职业学校和中等职业学校）是培养掌握数字技术基本原理、能够熟练操作相关软硬件工具和设备、适应生产、建设、管理、服务一线需要的，具有良好职业素养的高素质技术技能人才（如技术员、程序员、网络管理员、数据标注员、智能设备运维人员、高级技工等）的主渠道⁷⁰。他们是数字经济运行的基石，“数字大厦”的建设者和维护者。

- **深入实施中国特色学徒制、现场工程师培养计划：**与企业深度合作，推行“招生即招工、入校即入企、校企双师联合培养”的现代学徒制。积极参与教育部等部门推动的现场工程师专项培养计划，培养具备工匠精神，能解决复杂现场问题的技术人才。
- **专业设置紧跟技术发展和岗位需求：**建立专业动态调整机制，紧密跟踪数字技术发展和产业岗位变化，及时淘汰落后专业，增设市场急需的新专业（如人工智能技术应用、大数据技术、云计算技术应用、虚拟现实技术应用、工业互联网技术等）。同时，推进现有专业的数字化改造升级。
- **课程内容突出操作技能训练和职业素养养成：**课程体系应以岗位核心能力需求为导向，大幅增加实操类课程比重，强化学生动手能力的训练。同时，将职业道德、工匠精神、质量意识、安全规范、沟通协作、法律合规等职业素养教育贯穿人才培养全过程。
- **校企共建实训基地，实现教学过程与生产过程对接：**与企业共建“引厂入校”的生产性实训基地，或“引校入厂”的校中厂、厂中校，让学生在真实的生产环境中学习技能，实现教学场景与工作场景的零距离对接。
- **全面推行“岗课赛证”综合育人模式：**将国家职业技能标准（岗）、岗位实际工作任务（课）、职业技能竞赛内容（赛）、职业技能等级证书或专项能力证书（证）的要求有机融入专业人才培养方案和课程教学内容中，实现四者相互促进、

融会贯通，提升人才培养质量和就业竞争力。

- **利用 VR/AR 等数字技术创新教学模式：** 积极应用虚拟现实（VR）、增强现实（AR）、模拟仿真等现代信息技术手段，改造教学模式，解决实训成本高、危险性大、场景难复现等问题，提高教学效果和学习兴趣。
- **畅通“中职-高职-本科”衔接通道：** 完善职业教育体系内部的升学通道，为优秀的中职毕业生提供进入高职学习的机会，为优秀的高职毕业生提供接受职业本科教育或应用型本科教育的机会，构建技术技能人才的多元成长路径。

第八章 总结：乘势而上，笃行致远，共塑数字人才未来

8.1 时代呼唤，挑战严峻，协同破局

本白皮书围绕数据要素驱动新质生产力发展的宏大背景，系统梳理了我国数字技术人才队伍建设的现状特征、面临的严峻挑战以及蕴含的战略机遇。通过深入分析，我们得出以下核心结论：

- **战略地位空前凸显：** 数字技术人才已不再仅仅是产业发展的支撑要素，而是上升为驱动数字经济高质量发展、培育壮大新质生产力、建设网络强国和数字中国的战略基石。尤其在数据成为新型生产要素的时代，其巨大潜能的挖掘和价值的有效释放，高度依赖于一支能够驾驭、理解、应用并创新数据的高素质人才队伍。人才战略意义被提升到前所未有的高度。
- **供需矛盾异常严峻：** 我国数字技术人才领域面临着“总量严重不足”与“结构性失衡”的双重困境。一方面，据多方测算，人才缺口高达千万量级，覆盖从高端研发到基础运维的各个层面；另一方面，结构性问题尤为突出，具备原始创新能力的高端研究型人才、既懂技术又懂业务的复合型人才、特定核心技术领域的专精人才极度短缺，同时人才资源在区域、城乡、行业间的分布也存在显著不均衡。这一矛盾已成为制约产业智能化升级、关键核心技术突破和数字经济整体效能提升的关键瓶颈。
- **能力要求趋向复合：** 面向未来，社会对数字人才的要求不再局限于单一的技术“硬技能”。成功的数字人才需要构建一个多元化的能力体系，既要掌握特定领域的深度专业知识和技能，更要具备扎实的通用能力（如持续学习能力、批判性思维、有效沟通与协作能力）、深刻的行业/业务理解力（能够将技术与业务场景深度融合）、良好的数字素养（理解数据、分析数据、基于数据决策）、坚定的职业道德

与法律合规意识（尤其在数据安全和 AI 伦理方面），以及强大的环境适应能力和人机协同工作能力，以应对快速变化的技术和工作模式。

- **培养体系亟待升级：** 现有的人才培养体系，无论是高等教育还是职业教育，在响应产业快速发展需求方面存在明显滞后。学科专业设置的灵活性不足、课程内容更新缓慢、教学模式偏重理论轻视实践、实践教学环节薄弱、产教融合深度和广度不够等问题普遍存在。人才供给侧的改革和提质增效已刻不容缓，必须加快构建与数字时代发展相适应的现代化人才培养体系。
- **未来趋势清晰可见：** 展望未来，几大趋势将持续塑造数字人才的需求格局：人工智能与大数据技术的深度融合与广泛渗透将催生更多智能化岗位；产业数字化转型的全面加速将要求各行各业从业人员具备基本的数字技能；网络安全、数据安全与可信 AI 的重要性日益提升，相关人才需求激增；市场对既懂技术又懂管理、既懂数据又懂业务的复合型、创新型人才的需求将持续增长；技术的快速迭代使得终身学习成为数字时代人才保持竞争力的必然选择。
- **多方协同是破局关键：** 解决数字人才这一复杂系统性问题，绝非政府、行业、企业、学校中任何一方能够独立完成。必须打破孤岛思维，凝聚社会共识，构建一个开放、协同、高效的数字人才发展生态系统。政府需要做好顶层设计和环境营造，行业需要明确需求和搭建平台，企业需要深度参与培养和优化管理，学校需要深化改革和提升质量，社会各界也应积极参与，共同为数字人才的成长和发展贡献力量。

8.2 展望：机遇与挑战并存，信心与行动同行

展望未来，中国数字技术人才的发展道路充满希望，也伴随着挑战。我们正站在一个历史性的交汇点上。

- **巨大机遇：新时代赋予的广阔舞台**

我国拥有相对完整的工业体系和日益完善的数字基础设施（如 5G 网络、数据中心、

算力设施)，为数字技术与实体经济的深度融合奠定了坚实基础。国家将数字经济发展置于战略高度，持续出台了各项支持政策、规划纲要，为数字人才发展提供了强有力的政策引导和资源保障。日益活跃的风险投资、蓬勃发展的科技企业、不断优化的营商环境，共同构成了鼓励创新创业的良好生态，为数字人才施展才华、实现价值提供了沃土。

加速发展新质生产力，必然会持续催生对高素质数字人才的巨大需求，并带来前所未有的职业发展机遇和时代红利。数据要素市场化配置改革的深化，也将进一步激发数据人才的创新活力。

● 严峻挑战：前行道路上的重重考验

人才培养体系的深刻变革非一蹴而就，教育理念的转变、课程体系的重构、师资队伍的建设、评价机制的改革都需要时间和持续的努力，人才供给的规模扩张和质量提升是一个长期而艰巨的任务。深化产教融合面临着校企双方目标不一致、信息不对称、合作机制不健全、法律法规保障不足等诸多体制机制性障碍，要实现深度协同、互利共赢，仍需克服重重困难。

数字技术发展速度快、迭代周期短，如何在快速变化的技术环境中，确保人才培养内容和方向始终保持前瞻性、科学性和适应性，避免“培养即落后”的窘境，是一个持续的挑战。解决高端人才短缺、复合型人才不足的结构性问题，以及缩小东西部、城乡间数字人才资源鸿沟的区域性问题，涉及资源配置、政策引导、产业布局等多个层面，需要长期不懈的努力。

● 前路可期，惟有笃行：迈向数字人才强国的坚定步伐

面对挑战，我们更应保持战略定力，坚定不移地实施科教兴国战略、人才强国战略和创新驱动发展战略。历史经验表明，危中有机，压力之下往往能催生更深刻的变革和更快的进步。通过持续深化改革、加大战略投入、秉持开放合作、鼓励协同创新，我们有信心、有能力逐步破解数字人才瓶颈。

可以预见，未来我国各级各类学校将更加主动地适应数字时代要求，在调整学科专业

布局、更新课程内容体系、创新教育教学方法、强化实践能力培养、注重跨界复合能力塑造等方面迈出更大步伐。以学生为中心、以能力为导向、与产业紧密结合的教育新范式将逐渐形成。在政策的强力引导和市场的内在驱动下，校企合作将从形式走向实质，从松散走向紧密，从点状试点走向系统推进。产教融合联合体/共同体等新型组织模式将不断探索和完善运行机制，有望成为整合资源、协同育人的重要载体。

最终，我们亟需构建一支规模宏大、结构合理、素质优良、充满创新活力的数字技术人才队伍。这支队伍不仅是支撑中国数字经济高质量发展、加速形成新质生产力的核心力量，是实现中国式现代化的关键支撑，也将以其智慧和创造力，为全球数字文明的繁荣发展贡献不可或缺的中国力量。这是一项功在当代、利在千秋的系统工程，需要全社会凝聚共识，保持战略耐心，持续投入资源，以“功成不必在我，功成必定有我”的决心和韧性，久久为功，砥砺前行。中国的数字人才未来，值得期待，更需要我们共同创造！

参考文献

1. 中国数字经济人才发展报告（2024），社会科学文献出版社，2024.11
2. 刘燕斌，培养聚集数字人才推动数字经济蓬勃发展，人力资源和社会保障部，2024.7
3. 新质生产力的理论贡献和实践价值，新华社研究院，2024.6
4. 职能配置与内设机构，国家数据局，2025
5. 温才妃、刘逸飞，数据显示人工智能这两类人才严重缺失，中国科学报，2024.8
6. 2025 年未来就业报告，世界经济论坛，2025.1
7. 徐理勤、王兆义，德国应用科学大学二元制培养模式的内涵特征与动因分析-中国高教研究，2023.5
8. 褚怡，德国职业教育努力向数字化转型，新华社柏林，2024.11
9. 中兴通讯股份有限公司，2023 可持续发展报告，2023.9
10. 2022-2023 年产教融合优秀实践案例，全国工信行指委电子信息分委会，2023.8
11. 中国数字经济发展研究报告，中国信通院，2024
12. 完善人才培养与经济社会发展需要适配机制，中国教育报，2025.4
13. 董静怡，AI 人才供需失衡，出海成新出路？21 经济报道，2024.12
14. 支撑数字经济高质量发展——数字人才“养成记”，人民日报海外版，2024.5
15. 张一凡、许宪春，数字经济相关指数和指标体系研究，财贸经济，2024.4
16. “数据要素×”三年行动计划（2024—2026 年），国家数据局，2024.1
17. 广东省数据要素市场化配置改革行动方案，广东省人民政府，2021.7
18. 重庆市数据要素市场化配置改革行动方案，重庆市人民政府，2023.12
19. 公共数据资源登记管理暂行办法，国家发展改革委、国家数据局，2025.1
20. 加快数字人才培育支撑数字经济发展行动方案，人社部，2024.4

- 21.数字中国建设整体布局规划，中国国务院，2023.12
- 22.欧阳日辉，“数据要素×”驱动新质生产力加快发展：理论逻辑，电子科技大学学报，2024.10
- 23.广东省数据要素市场化配置改革白皮书，广东省政务服务数据管理局，2022
- 24.建设产教融合实训基地增强职业教育适应性，教育部学校规划建设发展中心，2023.9
- 25.聚焦“一带一路”战略培养国际化 ICT 行业人才，中兴通讯，中国教育报，2016.5
- 26.数据管理能力成熟度评估模型，国家标准，GB/T36073—2018
- 27.中国智能制造产业发展报告，中国高科技产业化研究会，2024.4
- 28.2022 网络安全人才实战能力白皮书，北京航空航天大学等，2022.9
- 29.2024 年中国本科生就业报告，麦可思研究院，2024
- 30.2024 数字化人才指数报告，CDA 数据科学研究院，2024.5
- 31.2024 年度人才迁徙报告，脉脉，2024
- 32.2019 数字经济人才城市指数报告，猎聘，2019.11
- 33.中国集成电路产业人才白皮书，中国电子信息产业发展研究院，2021
- 34.北京发布“硬核”措施着力培养四类数字人才，中国青年报，2024.7
- 35.新质生产力“人才坐标”“紫领人才”概念出圈，证券时报，2025.1
- 36.中国企业数字化转型指数，埃森哲，2023
- 37.产业数字人才研究与发展报告（2023），Deloitte，2023
- 38.中兴通讯三度荣获人才发展领域“奥斯卡”——ATD“卓越实践奖”，中兴通讯，2022.1
- 39.中国金融科技企业首席洞察报告，毕马威，2024

- 40.吴飞、陈为、孙凌云、肖俊，以知识点为中心建设 AI+X 微专业，浙江大学上海高等研究院，2023.4
- 41.王宝友、李紫阳，打出数字人才培养政策“组合拳”，中国工业互联网研究院，2024.6
- 42.5G 人才赋能及数字化转型人才培养，中兴通讯全球学习发展中心，2025
- 43.中兴通讯与菲律宾两所顶尖高校开启战略合作共助人才培养，中兴通讯，2022.7
- 44.数字乡村发展实践白皮书，中国信通院，2024
- 45.数字中国发展报告（2023），数字中国建设峰会，2023
- 46.五大资源助力职业发展，中兴通讯，2025
- 47.桐欣，我国数字人才规模超 500 万，北京广东上海江苏占比过半，第一财经，2023.12
- 48.Key Functional Skills for Data Engineer: A Complete Guide, AI Talent Flow, 2025.2
- 49.新质生产力研究报告，中国信通院，2024.9
- 50.为新质生产力注入数据要素澎湃动能，经济日报，2025.2
- 51.中国数字经济发展研究报告（2024 年），中国信通院，2024
- 52.王燕、彭泽平，数字化助力市域产教联合体建设的四个维度，重庆日报，2025.2
- 53.魏晓冉，数字技术赋能国际职业教育，光明日报，2025.4
- 54.钱立功，着眼“育引留用”加快数字人才培养 - 中国城市报，2024.4
- 55.G. Suma, Data Engineering: Key Skills, Tools, and Future Trends for Success, Acceldata, 2024.10
- 56.重庆“三步走”搭建数字人才“成长阶梯”，科技日报，2024.10
- 57.数字中国发展战略工作委员会布局规划数字经济人才战略，新华网，2024.11
- 58.AI + X 微专业培养方案，浙江大学本科生院，2021

- 59.王鹏，加快培育数字人才赋能数字经济发展，中国日报网，2024.4
- 60.北京出台16条措施为建设全球数字经济标杆城市提供有力人才保障，北京日报，2024.7
- 61.Joleen Bothma, 5 Essential Data Engineering Skills For 2025, DataCamp, 2025.7
- 62.善用人工智能护航“数字出海”，光明日报，2025.1
- 63.邵明华，我国数字文化出海的历史机遇与发展方向，人民论坛，2024.7
- 64.AWS Certified Cloud Practitioner Certification, AWS, 2025
- 65.Data Governance Framework: 4 Pillars for Success, Informatica, 2025
- 66.陈高华，完善机制提升数实融合成色-经济日报，2025.1
- 67.2024年网络安全产业人才发展报告，工业和信息化部教育与考试中心，2024
- 68.全民数字素养与技能发展水平调查报告（2024），中央网信办，2024
- 69.2024年政府工作报告，中国国务院，2024
- 70.人才蓝皮书：中国创新人才发展报告（2024），社会科学文献出版社，2025.1