

数字经济背景下工业 4.0 技术对人力资源需求与技能结构的影响

路 阳^{1*}, 刘 涵¹

(1.河南省黄河高速公路有限公司, 河南省郑州市, 451450; * 通讯作者, 691147377@qq.com)

摘 要: 在数字经济的迅速发展背景下, 工业 4.0 技术作为推动现代企业变革的核心动力, 正不断重塑企业的生产方式、结构以及市场需求。企业的运营模式正在从传统的劳动密集型向技术密集型转变, 这一变化显著影响了企业对人力资源的需求和技能结构。本文通过详细研究工业 4.0 技术对人力资源需求和技能结构的影响, 探讨了数字化劳动力的优势及其在企业中的应用, 并提出了基于工业 4.0 技术的企业人力资源管理举措。研究内容包括分析工业 4.0 技术的主要特征和应用场景, 探讨企业在招聘、培训、绩效管理和员工关系管理等方面的变化, 以及数字化劳动力的兴起对传统用工模式的冲击。通过对劳动力需求结构、效能提升和学习型组织建设分析, 本文揭示了企业人力资源管理面临的新挑战和机遇。本文的研究成果表明, 工业 4.0 技术显著提高了企业的生产效率和管理效能, 推动了劳动力需求结构的深刻变革。通过引入大数据分析、人工智能和云计算技术, 企业能够实现精细化管理和精准决策。同时, 建立学习型组织成为企业应对快速变化技术环境的必然选择。本文提出了转变人力资源观念、强化人才激励体系、注重技术人才建设和营造特色企业文化等具体举措, 为企业在数字经济时代实现高质量发展提供了理论支持和实践指导。这些研究成果具有重要的理论意义和实际应用价值, 能够帮助企业在激烈的市场竞争中保持竞争力, 实现可持续发展。

关键词: 数字经济; 工业 4.0; 人力资源管理; 技能结构; 学习型组织

引言

在数字经济的迅速发展中, 工业 4.0 技术已成为推动现代企业变革的核心动力。这一技术浪潮以智能制造、物联网、人工智能、大数据等为代表, 不断重塑着生产方式、企业结构以及市场需求。随着技术的持续进步, 企业的运营模式正在从传统的劳动密集型向技术密集型转变, 这种转变在很大程度上改变了人力资源的需求和技能配置。全球多个国家和地区已将工业 4.0 技术的推广和应用作为国家战略, 以增强其制造业的国际竞争力[1]。在此背景下, 企业对于能够操作和管理新技术的高技能劳动力的需求日益增长, 同时, 对于传统技能的需求则出现了相对下降。此外, 随着对可持续发展和绿色制造的重视, 工业 4.0 技术也被视为推动环保和资源效率的关键手段。这些变化对人力资源管理提出了新的挑战, 特别是在技能培训、员工招聘、绩效管理以及员工保留策略等方面[2]。

研究工业 4.0 技术对人力资源需求与技能结构的影响具有实际和紧迫的意义。首先, 它可以帮助企业理解在数字经济环境下, 如何通过优化人力资源配置来提高生产效率和创新能力。其次, 此研究能够为企业决策提供支持, 帮助他们在人才培养和技能提升方面做出更具前瞻性的规划。最后, 这项研究也将为政策制定者提供数据支持, 使他们能够更好地理解工业 4.0 环境下的劳动市场动态, 从而制定更有效的教育政策和就业策略。

1 工业 4.0 技术与企业人力资源

1.1 工业 4.0 技术

工业 4.0, 亦称为第四次工业革命, 是一个以数字化和智能化为核心的工业变革概念, 最早由德国在其国家战略中提出。工业 4.0 的目标是通过新兴技术的融合, 打造一个高度智能化的制造系统, 使得生产过程更加灵活、高效和定制化。在工业 4.0 中, 物联网 (IoT) 是关键技术之一, 通过将工厂设备、产品和系统互联, 实现实时信息交换。这种互联互通提高了生产过程的透明度和效率, 并且使设备维护更加预测性, 远程监控和管

理成为可能。与此同时，大数据分析技术能够处理和分析来自各类传感器和设备的大量数据，从中洞察生产趋势，优化操作流程，预测市场变化，使企业能够做出更精准和快速的决策[3]。

人工智能（AI）和机器学习在工业 4.0 中发挥着重要作用，它们使得机器能够进行自主决策和自我优化。这些技术不仅提高了生产的智能化水平，还能在质量控制、设计周期缩短和减少人为错误方面提供显著优势。智能制造系统是工业 4.0 的另一个核心组成部分，包括自动化机器人和智能生产线在内的系统，可以实现高度自动化和灵活化的生产，提高生产效率和产品质量，同时降低生产成本和人力需求。

云计算技术为工业 4.0 提供了强大的数据处理和存储能力，企业可以通过云平台实现全球范围内的生产监控和资源优化配置，增强跨地域的协作效率。而随着生产系统和设备的高度网络化，网络安全技术也变得至关重要。它们保护企业免受数据泄露和网络攻击的威胁，确保生产和数据传输的安全性。增材制造技术（3D 打印）在工业 4.0 中也占有一席之地，它支持快速原型制作和定制化生产，允许更快的产品迭代和复杂部件的生产。这些技术的综合应用，推动了生产模式和工业组织方式的彻底变革。

1.2 企业人力资源

企业人力资源是指企业在经营管理过程中所拥有和使用的人力资本，包括员工的知识、技能、能力和工作态度等方面的综合体现。传统的人力资源管理主要涵盖招聘与选拔、培训与发展、绩效管理、薪酬与福利管理以及员工关系管理等内容。在工业 4.0 和数字经济的背景下，企业人力资源管理面临着新的挑战和变革需求。

在招聘与选拔方面，企业不仅需要评估候选人的学历和工作经验，还要关注其技术能力和创新思维。随着工业 4.0 技术的普及，对高技能人才的需求显著增加，特别是那些具备数据分析、编程、网络安全、智能制造等技能的专业人才。企业需要采用更加科学和多元化的招聘方法，如在线招聘平台、大数据分析和人工智能筛选，以便高效地发现和吸引适合的人才[4]。

培训与发展的重要性在工业 4.0 背景下更加凸显。由于技术的快速迭代，员工必须不断更新和提升自己的技能。企业需要制定系统的培训计划，利用在线学习平台、虚拟现实（VR）和增强现实（AR）等新兴技术，提供灵活、多样化的学习机会，帮助员工掌握最新的技术和知识。同时，鼓励员工自主学习和终身学习，促进学习型组织的建立。绩效管理也随之发生变化。传统的绩效考核方法可能无法全面反映员工在智能化和数字化工作环境中的表现。企业需要开发新的绩效评估体系，将员工的创新能力、团队协作和技术应用能力纳入考核范围。通过大数据分析，企业可以更加准确地评估员工的绩效，并提供个性化的反馈和发展建议。

在薪酬与福利管理方面，企业需要考虑如何设计有竞争力的薪酬体系，以吸引和留住高技能人才。除了基本薪资，企业还可以通过股票期权、绩效奖金、创新奖励等多种激励措施，提高员工的工作积极性和归属感。此外，随着工作与生活界限的模糊，企业应关注员工的身心健康，提供灵活的工作时间和良好的工作环境，增加员工的幸福感和满意度。员工关系管理在工业 4.0 背景下也面临新的挑战。企业需要建立良好的沟通机制，确保员工在变革过程中能够理解和接受新的技术和工作模式。通过透明和开放的沟通，减少员工的抵触情绪，增强团队的凝聚力。同时，企业应重视员工的职业发展规划，提供明确的晋升通道和发展机会，激发员工的潜力和创造力。

2 工业 4.0 技术对人力资源需求与技能结构的影响

2.1 劳动力需求结构的变化成为新动向

工业 4.0 技术的兴起，标志着制造业进入了一个以智能化和自动化为核心的全新时代。这一转变对企业的劳动力需求结构产生了深远的影响，带来了显著的变化和挑战。

传统制造业中以体力劳动和简单操作为主的岗位正在迅速减少。自动化生产线、智能机器人和自动控制系统等技术的普及，使得许多重复性和低技术含量的工作被机器所取代。这一趋势不仅提高了生产效率和产品质量，也大幅减少了对低技能劳动力的需求。例如，在汽车制造和电子产品装配等行业，大量的装配和检测工作如今都可以由机器人完成，这种转变使得企业对体力劳动者的需求逐渐减少[5]。

与此相对应的是，对高技能劳动力的需求显著增加。工业 4.0 技术的应用要求企业具备一支能够操作、管理和维护新技术的高素质员工队伍。这些高技能人才需要掌握复杂的技术知识和实际操作技能，能够对自动化

设备进行编程、调试和维护。同时，随着物联网、大数据和人工智能等技术在制造业中的广泛应用，企业还需要大量的数据分析师、系统集成工程师和人工智能专家。这些专业人才能够从海量数据中提取有价值的信息，优化生产流程，提升产品的市场竞争力。

跨学科和复合型人才在工业 4.0 时代显得尤为重要。工业 4.0 不仅仅是制造技术的革新，还涉及到信息技术、通信技术和新材料技术等多个领域的深度融合。因此，企业需要具备跨学科知识背景的复合型人才，他们能够在多学科交叉的环境中工作，理解和应用不同领域的技术，推动企业的创新和发展。例如，具备机械工程和计算机科学双重背景的工程师，能够更好地设计和优化智能制造系统[6]。

同时，软技能在劳动力需求中的重要性日益凸显。在高度自动化和智能化的生产环境中，员工不仅需要具备专业的技术能力，还需要具备良好的沟通能力、团队协作能力和创新能力。这些软技能有助于员工在复杂多变的工作环境中快速适应，解决问题，并有效地与团队成员合作，实现共同的目标。尤其是在项目管理、技术研发和产品设计等领域，软技能的作用更加明显。随着工业 4.0 技术的广泛应用，工作岗位的职业稳定性和工作内容的多样性也发生了变化。高技能人才通常具有更高的职业稳定性和更好的职业发展前景，而低技能岗位则面临更大的被淘汰风险。同时，由于技术的快速迭代，员工需要不断学习和更新自己的知识，以保持竞争力。

2.2 效能提升成为人力资源管理的新核心

工业 4.0 技术的应用不仅改变了企业的生产方式，也深刻影响了人力资源管理的核心目标。随着自动化、智能化和数字化技术的深入发展，企业对人力资源效能提升的需求日益增加，这不仅体现在生产效率上，也体现在管理效能和员工个人发展上。工业 4.0 技术的引入显著提高了生产效率。自动化生产线和智能机器人能够完成大量繁重的重复性工作，不仅减少了人为操作的误差，还大幅提高了生产速度和精确度。例如，智能机器人可以 24 小时不停运转，无需休息，这种持续稳定的生产能力大大超过了人类工人的极限。这种生产效能的提升，使得企业能够在短时间内完成更多的生产任务，从而增加产量和利润[7]。

工业 4.0 技术对管理效能的提升也具有深远影响。通过物联网、大数据和云计算技术，企业可以实现对生产过程的全面监控和精细化管理。传感器和数据采集系统能够实时监控生产设备的状态和生产过程中的各种参数，管理者可以通过数据分析及时发现问题并进行调整。大数据分析还可以帮助企业预测市场需求，优化生产计划，减少资源浪费，提高整体运营效率。例如，通过对生产数据的分析，企业可以优化生产流程，减少设备的空转时间和能耗，从而降低生产成本。

工业 4.0 技术还推动了员工个人效能的提升。现代企业需要员工具备更高的技术能力和创新能力，以适应快速变化的技术环境。这促使员工不断学习和提升自身技能，保持竞争力。企业通过引入在线学习平台、虚拟现实（VR）培训和增强现实（AR）应用等新兴技术，为员工提供灵活多样的学习机会，帮助他们掌握最新的技术和知识。这种持续学习和技能提升不仅有助于员工个人发展，也为企业带来了更高的生产效能和创新能力。

工业 4.0 技术的应用还促进了企业内部协作和信息共享的效能提升。智能制造系统和信息化管理平台使得企业内部的各个部门和环节能够实现高效协同和信息互通。例如，生产部门可以实时获取市场销售数据，及时调整生产计划；研发部门可以通过共享的数据库获取生产过程中的反馈信息，改进产品设计；人力资源部门可以通过数据分析了解员工的技能水平和培训需求，制定更有针对性的培训计划。这种高效的内部协作和信息共享，不仅提高了企业的运营效率，也增强了企业的应变能力和市场竞争力[8]。

同时，工业 4.0 技术还对员工的工作方式和工作环境带来了深刻影响。智能办公系统和远程工作技术使得员工可以更加灵活地安排工作时间和工作地点，提高了工作效率和工作满意度。例如，员工可以通过移动设备随时随地访问公司的内部系统，处理工作事务；通过视频会议和协同办公软件，员工可以跨地域、跨时区与同事进行沟通和合作。这种灵活高效的工作方式，不仅提高了员工的工作效能，也有助于平衡工作与生活，提升员工的幸福感和归属感。

2.3 学习型组织的建立成为新要求

随着工业 4.0 技术的快速发展，企业面临的技术环境变得越来越复杂和动态化。这种变化不仅要求企业在技术上进行革新，还要求企业在人力资源管理方面进行深层次的变革。建立学习型组织成为适应这一新环境的

必然要求。工业 4.0 技术的迅速迭代和更新，要求企业具备持续学习和快速适应的能力。在传统的工业时代，企业可能只需要定期对员工进行培训即可应对技术的变化。然而，在工业 4.0 时代，技术变化的速度和频率都大幅增加，单靠定期培训已无法满足需求[9]。学习型组织的建立，通过营造持续学习的氛围和机制，使员工能够及时获取最新的知识和技能，保持竞争力。

工业 4.0 技术的跨学科特性，使得员工需要具备多方面的知识和技能。学习型组织通过提供多元化的学习机会，鼓励员工跨部门、跨专业进行学习和交流，提升他们的综合素质和创新能力。例如，企业可以通过内部讲座、知识分享会和跨部门项目等形式，促进员工之间的知识流动和协作，从而增强企业整体的创新能力和应变能力。工业 4.0 技术强调数据驱动和智能决策，这要求员工具备较强的数据分析能力和问题解决能力。学习型组织通过系统的学习计划和培训课程，帮助员工掌握数据分析工具和方法，提高他们的分析能力和决策能力。例如，企业可以引入大数据分析和人工智能技术的培训课程，让员工学习如何利用这些技术进行业务分析和决策支持，从而提升企业的管理效能和市场竞争能力。

建立学习型组织还能够增强员工的归属感和工作满意度。在工业 4.0 时代，员工的职业发展不再是单一的线性路径，而是多元化和个性化的发展。学习型组织通过提供灵活多样的学习和发展机会，满足员工的个性化需求，帮助他们实现职业发展目标。例如，企业可以提供在线学习平台，让员工自主选择学习内容和学习进度，满足他们的个性化学习需求，从而增强员工的归属感和工作满意度。学习型组织的建立有助于企业形成良好的组织文化和创新氛围。工业 4.0 技术的应用，需要企业具备开放、包容和创新的文化。学习型组织通过鼓励知识分享、合作创新和持续改进，形成一种积极向上的组织文化，激发员工的创造力和创新精神。例如，企业可以设立创新奖励机制，鼓励员工提出新想法和新方案，推动企业的技术创新和业务发展。

学习型组织的建立可以提高企业的整体竞争力和可持续发展能力。在工业 4.0 时代，技术变革和市场竞争日益激烈，企业只有通过持续学习和不断创新，才能在竞争中立于不败之地。学习型组织通过系统的学习和创新机制，提升企业的知识管理和创新能力，增强企业的市场竞争力和可持续发展能力。

3 数字经济背景企业人力资源现状

3.1 劳动力趋势与挑战

在中国，人口红利的逐渐消失对企业的人力资源管理提出了新的挑战。《力激活人效，助力企业行稳致远》白皮书指出，中国的劳动力绝对数量已连续五年下降，劳动力短缺问题日益严重（见图 1）。传统劳动力供应减少，加上用工成本不断上升，特别是劳动力密集型企业，面临的挑战尤为严峻[11]。面对这些问题，企业必须寻求创新的解决方案，以数字化技术为核心，推动用工模式的深刻转型。

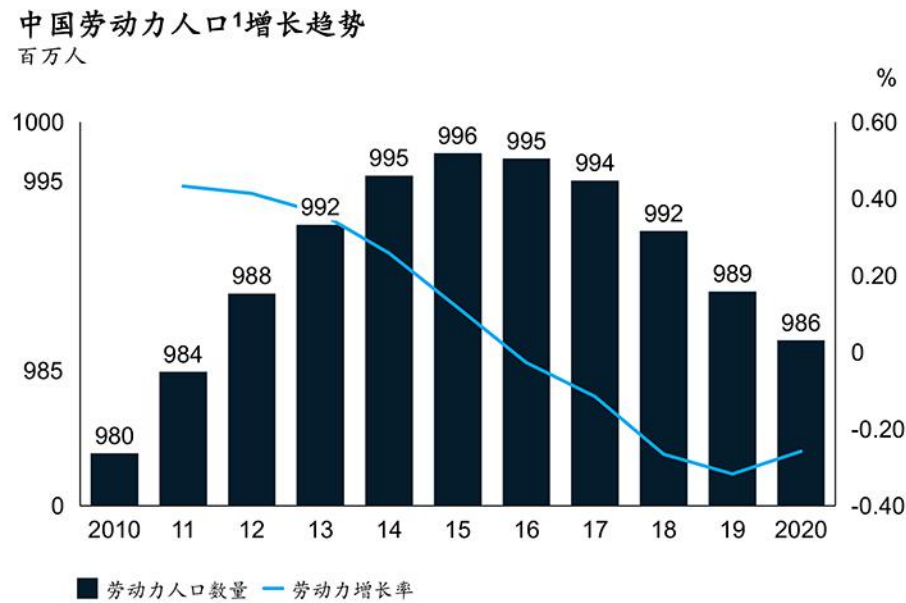


图 1 中国劳动力的绝对数量呈“五连降”

白皮书还提到，企业正积极采用数字化技术，打破人机边界，推动新的用工模式——数字化劳动力的兴起。这种“人机耦合”的新型用工模式，通过人与机器的交互与融合，激活了劳动力的潜能，提高了生产效能。在这种模式下，企业可以更好地应对劳动力短缺和成本上升的挑战，推动业务的可持续发展。

3.2 数字化劳动力的优势与应用

数字化劳动力，即“数字员工”，通过技术手段完成企业前端、中后台的多项任务，大幅提升了企业的运营效率和效能。根据白皮书的数据，到 2030 年，数字化劳动力将创造出约 1.73 万亿元的经济增值空间（见图 2）。具体而言，数字化劳动力在提高生产效率、降低运营成本和提升用户体验方面表现突出。数字化劳动力大幅提高了生产效率。通过自动化技术，企业能够减少人为错误，提升管理效率，降低人力成本[12]。白皮书提到，企业通过应用各类机器人和软件服务，将传统劳动力从重复性劳动中解放出来，专注于更具战略价值的创新活动。

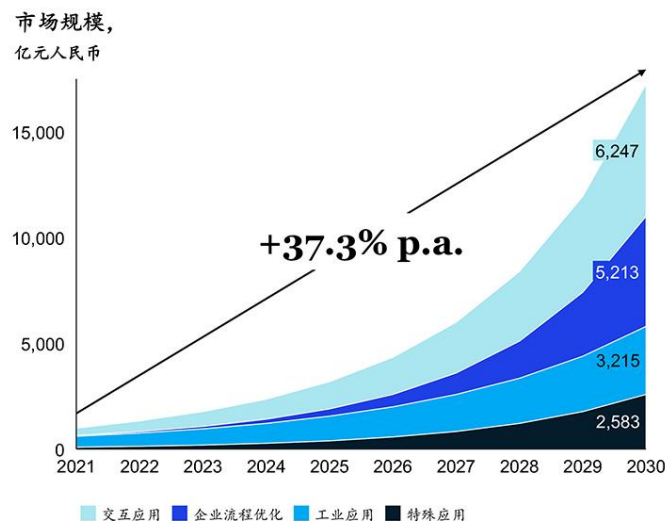


图 2 到 2030 年，数字化劳动力的市场规模将达 1.7 万亿元

数字化劳动力能够有效降低运营成本。通过优化工作流程和提升跨部门沟通效率，企业实现了更高效的资源配置，减少了资源浪费。企业通过智能物流软件系统和无人叉车等数字化工具，显著降低了物流成本和人力投入。数字化劳动力显著提升了用户体验。通过智能化和人性化的服务，企业能够更好地满足用户需求，提升用户满意度。例如，在服务行业，智能客服系统可以提供高效的客户服务，缩短响应时间，提高客户满意度。

3.3 用工模式变革与数字化劳动力的崛起

在数字经济时代，企业的用工模式正在快速演变，传统的全职员工、外包员工和兼职员工三大用工形式，逐步被数字化劳动力所补充和替代。数字化劳动力通过技术手段，完成了许多传统劳动力难以胜任的任务，并在多种工作场景中展现出显著优势。

白皮书分析了企业面临的三大典型用工场景：“不想干”的重复性工作、“不好干”的交互性工作和“干不好”的高精度、高危性工作。在这些场景中，数字化劳动力提供了高效、安全、精准的解决方案。例如，企业后台的文档处理岗位，由于工作量大和准确率要求高，容易削弱员工士气，导致人员流失。数字化劳动力通过自动化文档处理系统，提高了工作效率和准确性，解决了这一问题。随着人工智能和人机交互技术的不断成熟，数字化劳动力在各行业的应用场景也在不断扩展。例如，在制造行业，数字化劳动力通过机器人和自动化系统填补劳动力缺口，提高生产效率，减少成本浪费。在文旅行业，景区内外运营人力与数字化劳动力深度融合，为游客提供主动管理和服务，提升游客体验。

4 数字经济背景下基于工业 4.0 技术的企业人力资源管理举措

4.1 转变人力资源观念

在数字经济和工业 4.0 技术背景下，企业必须转变传统的人力资源管理观念，适应新技术和新环境的需求。首先，企业需要从“人力成本”向“人力资本”转变，认识到员工不仅是成本中心，更是价值创造的核心。企业应重视员工的技能提升和职业发展，将其视为长期投资，而非短期支出。企业应从被动管理向主动管理转变。人力资源部门不再仅仅是处理招聘、薪酬等事务性工作的职能部门，而应成为企业战略的重要组成部分。通过数据分析和预测，企业可以更好地了解员工需求，制定更加科学的人员配置和发展计划。企业应从单一功能向综合管理转变。人力资源管理不仅包括招聘、培训、绩效管理等传统职能，还应整合技术应用、数据分析和员工体验管理等方面，形成一个综合性的人力资源管理体系。通过利用大数据和人工智能技术，企业可以实现精细化管理，提升管理效能和员工满意度。

4.2 强化人才激励体系

在数字经济和工业 4.0 背景下，强化人才激励体系是企业吸引和留住高技能人才的关键。首先，企业应设计多元化的激励机制，除了传统的薪酬和奖金外，还应包括股权激励、绩效奖励和创新奖励等。通过这种多样化的激励方式，企业可以更好地满足不同员工的需求，提升他们的工作积极性和归属感。企业应注重员工的职业发展和成长。通过提供系统的培训和发展机会，企业可以帮助员工提升技能，增强职业竞争力。例如，企业可以设立内部培训学院，提供线上和线下结合的学习平台，帮助员工不断学习和提升。同时，企业应提供明确的职业发展路径，让员工看到自己的未来发展方向和晋升机会。企业应建立科学的绩效评估体系，通过数据驱动的绩效管理，客观公正地评价员工的工作表现。企业应定期与员工进行绩效沟通，了解他们的工作需求和困难，及时提供支持和帮助。通过这种方式，企业可以激发员工的工作热情，提升整体工作效率。

4.3 注重技术人才建设

在工业 4.0 时代，技术人才是企业实现技术创新和发展的核心力量。因此，企业必须高度重视技术人才的建设。首先，企业应加大对技术人才的招聘力度，通过多种渠道吸引高水平的技术人才。例如，企业可以与高校和科研机构合作，建立人才培养和引进机制，确保技术人才的来源和质量。企业应重视技术人才的培训和发展。通过提供专业的技术培训和职业发展机会，企业可以帮助技术人才不断提升技能，保持技术的领先地位。例如，企业可以组织技术研讨会、培训班和技术交流活动，促进技术人才之间的交流和合作。企业应建立技术

创新激励机制，鼓励技术人才积极参与技术研发和创新工作。企业可以设立技术创新奖项和项目奖励，激励技术人才在技术研发和创新方面做出贡献。通过这种方式，企业可以不断提升技术水平，保持技术优势，实现可持续发展。

4.4 营造特色企业文化

在数字经济和工业 4.0 背景下，营造特色企业文化对于企业的可持续发展至关重要。首先，企业应倡导创新和学习的文化，鼓励员工勇于尝试和创新。通过建立宽容失败的机制，企业可以激发员工的创新精神，推动企业的技术进步和业务发展。企业应注重员工的参与和沟通，营造开放和包容的文化氛围。企业可以通过多种渠道，如员工座谈会、内部交流平台和意见箱等，听取员工的意见和建议，增强员工的参与感和归属感。同时，企业应加强内部沟通，及时传达企业的发展战略和目标，确保员工与企业的步调一致。

企业应注重社会责任和可持续发展，营造积极向上的企业文化。通过开展公益活动、环保行动和员工志愿者服务等，企业可以增强员工的社会责任感和荣誉感，提升企业的社会形象和声誉。总之，通过营造特色企业文化，企业可以凝聚员工的力量，提升整体竞争力，实现可持续发展。

5 结语

在数字经济迅速发展的背景下，工业 4.0 技术的应用为企业带来了巨大的变革和机遇。这一技术革命不仅推动了生产模式的智能化和自动化，还深刻影响了企业人力资源的需求和技能结构。本文通过对工业 4.0 技术及其对企业人力资源管理影响的详细分析，揭示了当前企业在面对劳动力需求变化、效能提升以及学习型组织建设等方面的挑战和机遇。工业 4.0 技术的兴起，使得传统以体力劳动为主的岗位逐渐减少，高技能劳动力的需求显著增加。企业必须适应这种劳动力需求结构的变化，着重培养和吸引具备复杂技术知识和实际操作技能的高素质员工。同时，跨学科和复合型人才以及具备良好软技能的员工也变得愈发重要，成为企业在激烈市场竞争中保持优势的关键因素。

效能提升已成为现代人力资源管理的新核心。通过工业 4.0 技术的应用，企业在生产效率、管理效能和员工个人发展方面都取得了显著提升。自动化和智能化生产系统使得企业能够更高效地完成生产任务，大数据和云计算技术则帮助企业实现精细化管理和精准决策。此外，工业 4.0 技术还推动了企业内部协作和信息共享的效能提升，使得企业能够更灵活地应对市场变化和竞争压力。建立学习型组织已成为企业适应工业 4.0 技术环境的必然要求。通过持续学习和创新，企业能够保持技术领先和市场竞争能力。学习型组织不仅提供多元化的学习机会，提升员工的综合素质和创新能力，还能够增强员工的归属感和工作满意度。企业通过系统的学习和创新机制，提升知识管理和创新能力，确保在快速变化的市场环境中立于不败之地。面对数字经济背景下的复杂环境，企业必须转变人力资源观念，强化人才激励体系，注重技术人才建设，并营造特色企业文化。通过这些举措，企业不仅能够有效应对劳动力市场的变化，还能够提升整体竞争力，实现可持续发展。

参考文献

- [1] 刘亚西. 印度尼西亚职业教育系统的治理结构与实践样态 [J]. 职业技术教育, 2020, 41 (27): 5.
- [2] 王闪闪. 工业 4.0 对制造业人力资源管理的影响与对策研究 [J]. 2020.
- [3] 江红. 工业 4.0 背景下的应用型人才培养分析 [J]. 时代教育: 下旬, 2021 (3): 0184-0185.
- [4] 宁高平, 王丽娟. 基于打造适应产业发展的“技能人才大军”的路径探讨 [J]. 企业改革与管理, 2020.
- [5] 杨进. 工业 4.0 对工作世界的影响和教育变革的呼唤 [J]. 教育研究, 2020, 41 (2): 9.
- [6] 杨斌, 魏亚欣, 田凡. 技术进步与劳动技能的动态适配——基于生产系统“硬件—软件—人件”互补演化机制的分析 [J]. 南开管理评论, 2020, 23 (3): 10.
- [7] 扎希德·哈桑, 切明·阿克特·优尔米, 李文远. 大力增强人员的技能审视在工业 4.0 智能化机器时代对高质量人力资源的同步需求 [J]. 中国认证认可, 2022 (1): 12-18.

- [8] 王秋艳. 人工智能对人力资源管理的影响及策略研讨 [J]. 科技创新导报, 2022 (007): 019.
- [9] 李霞. 人工智能对企业人力资源管理的影响研究 [J]. 企业改革与管理, 2022 (3): 3.
- [10] 孟杰. 论现代机械加工中数控技术的应用 [J]. 2020.
- [11] 吕美丽. 中小企业制造业一线员工压力管理研究 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 经济管理, 2021 (11): 3.
- [12] 江红. 工业 4.0 背景下的应用型人才培养分析 [J]. 时代教育: 下旬, 2021 (3): 0184-0185.
- [13] 宁高平, 王丽娟. 基于打造适应产业发展的“技能人才大军”的路径探讨 [J]. 企业改革与管理, 2020 (1): 3.
- [14] FLORES E, XU X, LU Y. Human Capital 4.0: a workforce competence typology for Industry 4.0 [J]. Journal of Manufacturing Technology Management, 2020, 31 (4): 687-703.
- [15] FARERI S, FANTONI G, CHIARELLO F, et al. Estimating Industry 4.0 impact on job profiles and skills using text mining [J]. Computers in industry, 2020, 118: 103222.
- [16] SIMA V, GHEORGHE I G, SUBIĆ J, et al. Influences of the industry 4.0 revolution on the human capital development and consumer behavior: A systematic review [J]. Sustainability, 2020, 12 (10): 4035.