



中国制造业精益数字化发展报告
China Manufacturing Lean Digitalization Development Report

2024 中国制造业 精益数字化发展报告

天津爱波瑞科技发展有限公司
中国电子技术标准化研究院
天津财经大学

2024 年 9 月

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

■ 编写单位：

天津爱波瑞科技发展有限公司

中国电子技术标准化研究院

天津财经大学

■ 共同编写单位：

中国企业改革与发展研究会企业管理分会

中国机械工业企业管理协会

中国中车股份有限公司

西安西电开关电气有限公司

沈鼓集团股份有限公司

中国船舶集团有限公司第七一二研究所

大连华锐重工集团股份有限公司通用减速机厂

鞍钢股份有限公司质检计量中心

中国核工业华兴建设有限公司

哈尔滨汽轮机厂有限责任公司

攀钢集团西昌钢钒有限公司

中车南京浦镇车辆有限公司

中车株洲电力机车有限公司

中车株洲车辆有限公司

中车大连机车车辆有限公司

中车齐齐哈尔车辆有限公司

中车永济电机有限公司

弗兰德传动系统有限公司

隆鑫通用动力股份有限公司

攀钢集团矿业有限公司选矿分公司

丹佛斯（天津）有限公司

北汽福田汽车股份有限公司

星源电子科技（深圳）有限公司

深圳市拜特科技股份有限公司

■ 编委会顾问：

李培根 朱森第 曲永义 刘明忠 范科峰 王洪艳 丁亚军 高海军

■ 编委会：

许立红 卓 兰 张建宇 韩 丽 程雨航 李 佳 张 然 程 江
焦国涛 杜玉琳 高 辉 王 寅 高 楠 秦 鹤 姜广省 高 雪
杨 旭 何宏宏 闫理跃 左 鹏 马雪琰 爱波瑞顾问组

■ 参编人：

李建春 薛海峰 夏廷君 谭茜茜 党茹婧 马 颖 董 昊 张小军
张先胜 王晓元 伍 岩 徐 鹏 庞 庆 经 楠 陈熙睿 孟庆龙
王 军 苏新顺 冯东亮 孙 宇 张春涛 黄军亮 邹遵莲 喻 杨
孔祥卓 郝玉明 张永丰 付兴海 王志峰 王 强 李振明 潘 娜
何文英 周家同 英 宇 刘仁华 罗 刚 刘彩红 王洪业 刘广志
黄海涛 张世鹏 王玉庭 程 亮 张 领 曾旭焱 晋志斌 周嘉琦
吉志伟 戈 璞 赵竹英 潘 成 徐广兵 张征雨 邱志勇 杨 旭
秦 龙 龚晓陵 胡 蕊 曹东旭 王 伟 李 金 袁亚博 林 欢
金群昊

■ 感谢以下单位配合完成报告的调研工作：

智能制造系统解决方案供应商联盟
中国铁建重工集团股份有限公司
大连华锐重工集团股份有限公司
中国核电工程有限公司
河南平高电气股份有限公司
特变电工股份有限公司新疆变压器
中煤科工集团沈阳研究院有限公司
中煤科工集团常州研究院有限公司
天地（常州）自动化股份有限公司
安徽叉车集团有限责任公司
安徽全柴集团有限公司
鞍山钢铁集团朝阳钢铁有限公司
鞍山钢铁集团鲅鱼圈分公司

鞍山集团矿业有限公司齐大山分公司
本溪钢铁集团有限公司
本溪北营钢铁（集团）股份有限公司
东北轻合金有限责任公司
天津市天锻压力机有限公司
中车长江车辆有限公司
中车大连机车车辆有限公司
大连船用推进器
中国船舶集团第七〇九研究所
山东电工电气集团
湖南伍子醉实业集团
国机重型装备集团股份有限公司
日出东方控股股份有限公司

等 100 余家企业对报告调研工作的大力支持

目录

CATALOGUE

序言	01
----	----

前言	06
----	----

第一部分 发展综述	08
-----------	----

1. 制造业精益数字化相关政策趋势	09
1.1 世界主要经济体高度重视制造业精益管理与数字化转型	09
1.2 我国在制造业精益发展和数字化转型方面的相关政策	11
1.3 精益数字化已成为制造业转型升级的必由之路	15
2. 制造业精益数字化发展现状	17
2.1 达到精益数字化基础水平的制造企业逐年增多	17
2.2 技术与资本密集型行业先行探索实践精益数字化	18
2.3 精益数字化对业务指标提升显著	19
2.4 精益数字化场景日趋多元化	20
2.5 先进制造技术与精益数字化融合速度加快	22
2.6 企业精益数字化投入实现逐年增长	23
2.7 精益数字化人才培养逐步得到重视	24
3. 典型行业精益数字化探索	25
3.1 轨道交通装备行业	25
3.2 通用设备行业	27
3.3 电力装备行业	30
3.4 钢铁行业	33
3.5 石油化工行业	35
4. 制造业精益数字化发展趋势	39

4.1 中小企业精益数字化转型步伐加快	39
4.2 精益数字化工具正在加速向智能化、平台化演进	39
4.3 基于精益数字化的数据治理将激发企业数据要素潜力， 释放数据价值乘数效应	39
4.4 精益数字化从生产环节向价值链延伸，加速推进产业链协同	40
4.5 可持续发展成为精益数字化的重要发展方向	40
5. 精益数字化发展的现存问题	41
5.1 区域间发展不平衡	41
5.2 行业间发展不平衡	41
5.3 对于精益数字化的战略定位不高、基础薄弱， 推动面临较大阻力	42
5.4 缺乏具备精益数字化复合型能力人才与组织， 难以实现可持续发展	42
6. 精益数字化发展建议	43
6.1 夯实政策基础，加强顶层设计与标准引导	43
6.2 加强研发投入，推动精益数字化技术创新	43
6.3 促进数据治理与资源共享，提高精益数字化价值创造水平	43
6.4 加强精益数字化人才培养与引进，推动可持续发展	44
6.5 持续推动产学研用服深度合作，建立精益数字化创新生态	44
6.6 分类实施精益数字化，促进大中小企业协同发展	44

第二部分 实践认知

45

中国制造业精益数字化理论内涵与实践分析	
——曲永义 中国社会科学院工业经济研究所党委书记	46
精益数字化赋能新质生产力：数据驱动创新、资源优化重塑与产业转型升级	
——刘明忠 中国企业改革与发展研究会副会长	52
以“精益+数智”转型深度融入新一轮工业革命浪潮	
——丁亚军 中国中车集团有限公司运营部副部长	56

第三部分 典型案例

60

案例 1：中国中车股份有限公司	
——贯穿全价值链的精益数字化运营管理体系	61
案例 2：大连华锐重工集团股份有限公司通用减速机厂	
——精益数字化助力打造节拍化、自动化生产线	67
案例 3：弗兰德传动系统有限公司	
——精益数字化提升产线生产效率	69
案例 4：中国核工业华兴建设有限公司	
——精益数字化强化核级钢衬里加工能力	71
案例 5：攀钢集团矿业有限公司	
——精益数字化提升钛精矿金属回收率	74
案例 6：攀钢集团西昌钢钒有限公司	
——精益数字化构建敏捷交付模式	76
案例 7：鞍钢股份质检计量中心	
——精益数字化驱动工厂布局优化	78
案例 8：重庆隆鑫发动机有限公司	
——精益数字化提高研发项目管理能力	80
案例 9：重庆长安汽车股份有限公司	
——精益数字化提升全价值链运营能力	82
案例 10：哈电集团哈尔滨汽轮机厂有限责任公司	
——精益数字化赋能关键零部件制造全过程	84
案例 11：西安西电开关电气有限公司	
——制造 BOM 中的精益数字化建设	87
案例 12：沈鼓集团股份有限公司	
——全价值链精益数字化成本管理	89

案例 13：中国船舶集团有限公司第七一二研究所
——精益数字化打造研究所目标管理新模式

93

序 言

李培根 中国工程院院士

精益并不是一个新的话题，虽然已被一些企业几十年的实践所证明是行之有效的，但依然还有很多企业对之缺乏足够的认识。也许，多年来数字技术（如物联网、大数据、虚拟现实、人工智能等）的飞速进展，使得由此而产生的一些新的制造模式（如数字化制造、智能制造等）更受青睐，从而冲淡了对精益制造的关注。

我一直关注精益理念在制造业中的应用。最近学习了《2024 中国制造业精益数字化发展报告》（以下简称《报告》），感觉对精益及精益数字化有了新的体会。

任何一家企业都有其目标，如质量、效率、低碳、成本等。数字化制造、智能制造等是达成目标的重要手段，但是手段很难说是达成目标的最关键因素，更不是唯一的因素。影响目标最直接的是企业的一些内在因素，如流程、产线、组织等内在问题。有的企业人士或许质疑，难道我们自己不清楚自身的问题？应该说清楚的是那些惯常的、显而易见的问题，诸多隐性的、非常规的问题还有待进一步梳理。埃隆·马斯克常常运用第一性原理思考问题。他心中有航天商业化、火星移民的目标，进而考虑影响火箭发射成本的最基本的问题，最终成功地实现了火箭回收，大大降低了火箭发射成本。其中有些基本问题对于很多火箭专家而言，并非高深，只是视而不见。也有一些因素平常根本没意识到。

影响企业目标的内在因素及因素关联其实是非常复杂的，如果对某些内在因素无视或无意识时，即便有先进的数字化和智能化手段，企业一样会显得臃肿、无序、低效。如果回归到制造的本源去解决一些基础性问题，使得企业保持在“Lean”（精益）形态，从而达到高效、高质量、低成本、无浪费的境界。这正是精益制造所要追求的。由是观之，应该把“精益”上升到推进企业数字化、智能化的第一性原理。也就是说，在探索企业数字化的过程中需要不断追寻那些未意识到或被忽略的、却影响企业目标的本源问题。企业需要打破常规思维的藩篱，全面检视各项业务、流程、活动及其资源配置中，精益理念是否缺位。精益面对

的是企业中问题的成因，数字 - 智能技术是解决问题的手段。洞察成因，加之以手段，此乃精益数字化之所追求也。

精益不仅要面对制造中的基础性问题，也要面对数字化与智能化中的基础问题，即数据。精益的理念用之于数据，即需要“精益数据”。意指是经过清洗、治理过的数据；是尽量避免扭曲样本的数据集；是解决问题、优化目标所需的最小数据集（因为采集和处理数据是需要成本的）；是尽可能减少“暗数据”（dark data，各种缺失的数据）影响的数据集合……

精益应该是制造企业的核心理念，且永远在路上。企业不断的发展过程中，需要自身持续保持“精益”形态，也是企业得以持续发展的保证。

近些年来，天津爱波瑞科技发展有限公司携手中国电子技术标准化研究院和天津财大商学院，不断探究精益数字化的内涵和方法，并在若干企业实施，取得很好的成效。他们联手推出的最新《报告》，包括对精益数字化现状的分析，其中不乏应用的新进展，如企业精益数字化应用场景的多元化；《报告》详细讨论了制造业精益数字化发展趋势，很多内容（如层级化目标分解与执行策略、数据整合共享、数据清理等）都是今后推进精益数字化需要重点关注的问题。

作者基于他们与一些企业的共同实践，在《报告》中介绍了精益数字化在典型行业的探索，如轨道交通、钢铁、石化、电气机械等。《报告中》还专门录入了一些重要企业的案例，如沈鼓、哈电汽轮机、西开电气、中车永济等。这些企业都是推行精益数字化的标杆企业，他们的宝贵经验值得所有企业借鉴。

无论是深化数字化转型还是进行智能化升级的企业，都需要“精益+”，需要“精益数字化”。

于企业而言，“精益”是一坛美酒，历久弥新。

于我而言，每年读精益数字化的报告，如品老牌佳酿，总能尝出新的滋味！

序 言

朱森第 国家智能制造专家委员会荣誉主任

制造是人类社会的基本经济活动。世间的万物万品，除了自然生长的以外，几乎都是制造出来的。制造系统是制造活动赖以进行的物化载体，是由劳动者和劳动资料构成的。

有史以来，人们始终在追求制造系统变得更加高效、更加完美。制造系统的不断演进，是人类文明进步的标志。

近几十年来，电子信息技术、通信技术、计算机技术、大数据、物联网、人工智能以人们难以想象的速度发展。人们希望制造系统能够具有智能，能够像人一样自主地进行制造活动，现在有了现实可能。智能制造应运而生。智能制造是制造业的发展方向，是从事制造业的人们不懈追求的目标。

智能制造是基于新一代信息通信技术与先进制造技术深度融合，贯穿于设计、生产、管理、服务等制造活动的各个环节，具有自感知、自决策、自执行、自适应、自学习等特征和功能的新型生产方式。智能制造带来了制造业的革命性变革。制造业的精益化和数字化成为首要任务。

当今，我们已沉浸在数字世界之中。数字经济、数字政府、数字社会、数字中国，正以前所未有的速度和力度加快建设和发展。产品数字化、业务数字化、流程数字化、管理数字化，一句话，数字化已成为不可逆转的潮流、趋势、发展方向。

智能制造系统的构建是制造业在这一大潮中的重要事项和关键任务，是智能制造得以进行和实现的物化基础。智能制造系统的构建，以智能化为过程，以智能制造为目标，基本要义为：精益为基、工艺为魂、网络为根、数据为本、集成为要。

精益是制造业的哲学和重要理念。精益生产、精益管理是制造企业的管理基础，也是数字化转型进而实现智能制造的基础。精益化与数字化的结合，为智能制造系统的构建提供了现实的、有效的途径和手段。制造智能化的实践表明，没有精益数字化的基础，实现智能制造事倍功半；有了精益数字化的基础，实现智能制造事半功倍。

精益数字化在我国制造业的现状、进展、问题、前景，一直是人们所关心的；

加快精益数字化的发展，提升制造业效率、效益和智能化程度，促进智能制造的推进，又是人们所急切期望的。

我非常高兴看到《中国制造业精益数字化发展报告》的持续撰写和发布。《2024中国制造业精益数字化发展报告》，在以往几年的基础上，做了进一步改进和提高。

希望通过这一报告的发布和报告中的分析、观点、论述、典型，业界更加清晰地看到，在全球经济格局巨变、技术进步加快、国内外市场需求升级的情势下，单纯依靠规模扩张、成本竞争的传统模式已难以为继；更加紧迫地认识到，制造企业需要通过精益数字化，优化资源配置、提高生产效率、降低运营成本，从而增强自身的市场竞争力和抗风险能力。

还希望，制造企业从报告所提供的实践和案例中，增强对精益数字化在提升企业效益、促进降本增效作用的认识。从成功案例中得到启示，实施精益数字化，可以构建更具弹性和韧性的经营模式，更好地应对市场波动和外部环境变化，抓住发展机遇，实现持续增长。

随着技术进步和社会发展，精益在与时俱进，其内涵在扩展，从精益生产到精益管理到精益思维，再到精益数字化。精益数字化不是一朝一夕的事，不是一蹴而就的，要做到坚持不懈、持续改进。

制造业“八个更”的永恒主题：生产效率更高、单件成本更低、产品品质更好、市场响应更快、资源消耗更少、环境影响更小、持续发展更强、员工生活更美，也正是精益数字化不断追求的目标。

精益数字化永无止境，《发展报告》精益求精。

序 言

王洪艳 天津爱波瑞科技发展有限公司董事长

在全球经济格局不断变化、技术飞速发展的背景下，中国制造业正处于一个关键的转型时期。《2024 中国制造业精益数字化发展报告》（以下简称“报告”）的发布恰逢其时，在引发中国制造业深入思考的同时也为这一重要历史节点上的中国制造业提供了宝贵指引。

过去几十年里，中国制造业经历了从规模扩张到质量提升的转变，逐步迈向高质量发展的新阶段。在这一过程中，精益管理思想和体系为制造企业带来了强大的竞争优势。在数字技术浪潮的牵引下，如何将精益管理与数字化深度融合，成为提升企业效率、降低成本、增强创新能力的关键。可以说，精益数字化已成为中国制造企业应对全球竞争、实现可持续发展的重要战略选择。

本报告尝试梳理了当前中国制造业在精益数字化方面的进展和成果，展现了精益数字化的最新动态，深入探讨了企业通过组织变革、流程优化以及全价值链协同来实现价值创造和持续增长的路径，这对制造业各级从业者都具有重要的参考价值。报告中呈现的最佳实践向我们展示了，精益数字化不仅是一种技术手段，更应成为企业文化的一部分，将精益理念植入每位员工的日常工作中，成为企业在复杂多变的市场中破浪前行的关键力量。

报告特别强调了各行业在精益数字化实施过程中的差异化路径和最佳实践。不同的行业由于其市场周期性波动和特定需求，对精益数字化的应用重点各有不同。例如，钢铁、装备制造等行业在精益数字化的实施上各具特色：钢铁行业通过精益数字化实现了极致运营与降本增效，帮助企业打赢了关乎生存的必赢之战；轨道交通装备行业通过流程优化和供应链协同，保持了稳健的增长；而船舶和电力装备等行业则借助精益数字化推动了产能扩张，抓住了市场机遇，实现了规模的快速增长。

站在产业发展的高度，我们必须认识到，精益数字化不仅是企业层面的技术和管理工具，更是支撑制造业产业链优化升级、推动智能制造的重要基础。精益数字化的深度应用，不仅可以提升链上企业的管理能力，还能够促进产业链上下

游的协同创新，推动整个产业生态的健康、可持续发展。

报告中的内容并非来源于某本书籍或某些西方管理体系，而是基于中国制造业多年来不断解决实际问题 and 深度思考所积累的智慧结晶。这些内容展现了具有中国特色的管理实践方法论与模式，填补了企业全价值链乃至产业链协同的理论空白。报告展现了中国制造企业在全球市场波动和地缘政治等诸多压力下，依然勇于突破、不断创新的勇气与智慧。我衷心希望，未来每年我们都能见到报告对精益数字化最佳实践的总结、提炼和归纳。当 10 年后回顾这些内容时，我们可以总结出一套具有中国特色、可复制和推广的制造业管理方法论和模式，为企业、产业，乃至全球制造业管理理论贡献中国智慧。

前言

当前，全球正经历着百年未有的大变局，新一轮科技革命与产业变革逐步深化，制造业正加速向高端化、智能化、绿色化的方向迈进，智能制造已然成为世界各主要制造业大国战略博弈的焦点。

回顾全球制造业发展历史，发达国家均将制造业发展置于国家战略的高度，积极探索技术创新和管理变革驱动产业升级的发展模式，巩固领先优势。近年来，我国也明确提出了以中国式现代化全面推进强国建设、民族复兴伟业的中心任务，强调以智能制造为主攻方向推进制造业数字化转型，加快发展新质生产力、推进新型工业化。党的二十届三中全会指出，要加快推进新型工业化，培育壮大先进制造业集群，推动制造业高端化、智能化、绿色化发展。

精益管理是制造业高质量发展的关键要素。在人工智能等前沿科技的推动下，制造业精益管理与数字化的融合发展步伐显著加快，为智能制造系统的深入发展奠定了坚实基础。这一进程不仅驱动了制造业产业模式与企业形态的根本性转变，更助力我国制造业向全球价值链的中高端迈进。

在此背景下，天津爱波瑞科技发展有限公司、中国电子技术标准化研究院、天津财经大学商学院，连续三年开展“制造业精益数字化发展研究”，共同发布了三版《中国制造业精益数字化发展报告》。2024 版报告系统分析了我国制造业精益数字化发展的现状与趋势，梳理了轨道交通制造业、通用装备制造、钢铁等典型行业发展精益数字化典型案例，汇总了行业专家对精益数字化的实践认知，系统研判了当前面临的挑战并提出了切实可行的建议，旨在为业内研究与推进精益数字化提供参考与借鉴。本报告仍存在不足之处，望各界批评指正。

第一部分

发展综述

1. 制造业精益数字化相关政策趋势

在资源禀赋与力量对比深度调整、国际产业链供应链规则重构、新技术革命与产业变革深度融合等诸多因素交织影响下，全球制造业生态面临前所未有的冲击、调整与变革，竞争态势发生变化。在此背景下，世界主要经济体纷纷将智能制造作为提升制造业核心竞争力的战略举措。我国也明确提出了以中国式现代化全面推进强国建设、民族复兴伟业的中心任务，强调以智能制造为主攻方向推进制造业数字化转型，加快发展新质生产力、推进新型工业化。精益是制造企业管理的基础与核心，精益管理与数字化技术的深度融合为智能制造打下了坚实的基础，提供了切实可行的路径和手段，助力加快形成高科技、高效能、高质量的生产力，有力支撑了新型工业化的发展和制造强国的建设。

1.1 世界主要经济体高度重视制造业精益管理与数字化转型

世界各国均高度重视制造业数字化转型、智能化升级，纷纷出台相关政策进行引导支持（表 1-1 所示），以期增强本国制造业核心竞争力。

表 1-1 世界主要经济体 2023-2024 年间推出的促进制造业数字化转型的相关政策

时间	国家	政策	相关主张
2024 年 1 月	美国	2024 年国家教育技术计划	在教育中引入数字技术，以促进数字化人才的培养。
2023 年 8 月	德国	研发项目资助指南	为“制造 -X”计划的研发项目指供支持。
2024 年	日本	中小企业数字治理准则实务指南 2.0	中小企业实施数据治理的指导手册，提供了数字化转型认定的评价标准。
2024 年 6 月		令和 6 年税制修正案	通过一系列税收优惠政策，支持电动汽车、绿色钢铁、半导体等战略领域的制造业发展及其数字化转型。
2024 年 5 月		制造业白皮书	推动制造业技术创新、促进数字化转型、应对全球供应链变化、推动绿色制造和可持续发展、加强国际合作以及关注人才培养和创新能力等。

时间	国家	政策	相关主张
2024 年 5 月	澳大利亚	澳大利亚未来制造计划	通过大规模投资，支持清洁能源、关键矿产、绿色金属等行业的发展，推动澳大利亚经济向高附加值、低碳环保的未来制造转型；同时推动产业现代化和数字化进程，提升澳大利亚制造业的智能化水平。
2024 年 5 月		国家电池战略	通过资金投入、政策支持和产业发展方向的明确，实现澳大利亚电池制造业的全球领先地位和清洁能源转型的目标。
2023 年 9 月	韩国	新数字制造革新推进 2027 战略	通过政府、民间、地方三方协作，加快数字化转型，实现制造业创新发展，到 2027 年培养 25000 家数字制造革新企业。
2024 年 3 月	英国	2024-2030 数字发展战略	针对数字基础设施、数字技能、数字经济、数字政府、数字安全五个重点领域提出具体措施，以推动英国全面迈向数字化新时代，鼓励企业开展数字化转型和技术创新。
2023 年 5 月	法国	“再工业化”计划	提出一系列扶持绿色产业及欧洲汽车、电池制造业的措施。
2024 年 1 月	巴西	“巴西新工业”计划	设定未来十年工业发展目标，通过政策和资金、组织保障，推动巴西迈向新工业化道路，计划中将推动各行业数字化转型和绿色发展作为重点任务。
2024 年 4 月	印度	生产关联激励（PLI）计划	推动印度制造业的发展，通过财政激励和其他支持措施，扩大国内生产能力，鼓励企业采用先进技术，提高产品质量和生产效率。
2024 年 7 月	俄罗斯	“生产工具和自动化”国家项目	推动工业自动化和智能化升级，提升制造业竞争力，促进技术创新和产业升级，加强国内产业链建设，推动俄罗斯经济的持续健康发展。

资料来源：根据网络信息整理

美国通过立法和补贴，强势推行“制造业回流”，不断加大对美国本土制造业支持力度。2022 年 10 月提出《先进制造业国家战略》，为制造业发展和数字化转型提供资金支持和税收激励，鼓励企业开发先进技术，推动智能制造和工业互联网的发展。此外，美国推出了精益生产认证计划，提供精益生产改造补贴，

鼓励企业采用精益生产方法，优化生产流程、减少资源浪费、提高生产效率。

德国于 2013 年提出“工业 4.0”战略，着力推动制造业智能化转型。2019 年推出《国家工业战略 2030》，通过扶持重点工业领域的智能制造发展，推动德国工业全方位升级。2020 年 9 月，德国政府推出第五版《数字化实施战略》并启动了“数字·现在”（Digital Now）项目，该项目通过在 16 个联邦州共设立 27 家中小企业 4.0 能力中心机构，对约 6.5 万家德国中小企业提供数字化转型支持。

日本陆续发布了《综合数据战略（2021 年）》、《半导体数字产业战略（2021 年）》、《人工智能战略（2022 年）》等战略促进数字技术和产业的发展。2022 年提出的《“技能重塑”计划》宣布投资 1 万亿日元用于人才技能重塑，以支持数字化转型、绿色转型等新兴产业的快速发展。此外，还通过设立数字化技术创新基金和企业创新税收优惠等方式，支持企业开展数字化技术研发和应用。

欧盟委员会 2023 年 1 月发布《2030 数字十年政策方案》，成为协调和推动欧盟数字化转型的战略工具，《方案》提出了数字化转型的具体目标和指标以及实现手段，对欧盟争取数字时代领导地位具有重要意义。2024 年 4 月欧盟通过了“地平线欧洲”2023-2024 年工作计划的修正案，增加预算用来支持数字化转型关键领域的创新活动。

世界新兴市场国家也逐渐认识到，数字经济与实体经济融合发展是推动国家高速发展的核心引擎。2024 年 7 月中非数字合作论坛期间，中国与非洲国家共同发布了《中非数字合作发展行动计划》，旨在通过加强数字领域的合作与交流，促进双方制造业、矿业等传统产业领域的数字化转型升级。2022 年 5 月金砖国家工业互联网与数字制造发展论坛期间发布的《金砖国家制造业数字化转型合作倡议》提出，金砖国家需要推动制造业数字化转型，深化合作，分享实践经验，实现优势互补。

1.2 我国在制造业精益发展和数字化转型方面的相关政策

当前，我国制造业企业正面临需求紧缩、竞争加剧等压力。数据显示，2023 年我国出口额同比下降 4.6%，其中对美国、欧盟的出口额分别下降 13.1%、10.2%。面对这一现状，我国政府相继提出制造业高质量发展、新质生产力和中

国式现代化等新理念，从国家层面为制造业的发展指明了方向。

2024 年 1 月 31 日，习近平总书记在中共中央政治局第十一次集体学习时强调高质量发展需要新的生产力理论来指导，要求中国企业摆脱传统的经济增长方式与生产力发展路径，发展以高科技、高效能、高质量为主要特征，以劳动者、劳动资料、劳动对象及其优化组合的跃升为基本内涵，以全要素生产率大幅提升为核心标志的新质生产力。

中国共产党二十届三中全会通过的《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》指出：“加快新一代信息技术全方位全链条普及应用，发展工业互联网，打造具有国际竞争力的数字产业集群”，“健全促进实体经济和数字经济深度融合制度。加快推进新型工业化，培育壮大先进制造业集群，推动制造业高端化、智能化、绿色化发展”，“健全因地制宜发展新质生产力体制机制”，从顶层设计上为制造业转型发展指明了方向和路径。

2024 年 5 月 11 日，国务院常务会议审议通过了《制造业数字化转型行动方案》，强调“制造业数字化转型是推进新型工业化、建设现代化产业体系的重要举措”。该方案通过分行业分领域推进、加快核心技术攻关与推广应用、加强标准引领与质量支撑、完善数字化转型生态等多项措施，全面推动我国制造业数字化转型。

2024 年 7 月 31 日，国务院发布的《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》明确强调要“推动传统产业绿色低碳改造升级”“大力发展绿色低碳产业，建设绿色制造体系”，提出支持企业运用数智技术、绿色技术改造提升传统产业，并通过科技创新与商业模式创新等方式，实现传统制造业的可持续发展。

2023 年下半年以来，中央相关部委与若干省市推出了大量促进制造业数字化转型的政策（表 1-2、表 1-3）。

表 1-2 2023 年下半年以来中央相关部委推出的促进制造业数字化转型的政策

时间	发布单位	政策名称	相关主张
2023.12.28	工信部等	关于加快传统制造业转型升级的指导意见	加快我国传统制造业转型升级，通过创新驱动、数字技术赋能、绿色化转型、产业融合互促等措施，实现高质量发展。
2024.1.16	工信部 国家发改委	制造业中试创新发展实施意见	提出推进我国制造业中试数字化、网络化、智能化、高端化及绿色化发展的具体发展方向和具体措施，并提供相应保障，以全面推动制造业高质量发展。
2024.2.5	工信部、国家发展改革委等七部门	关于加快推动制造业绿色化发展的指导意见	提出包括推进传统产业绿色低碳优化重构、着力锻造绿色低碳产业长板优势、推动数字化和绿色化深度融合、构建绿色低碳技术创新体系等一系列具体措施，以确保制造业绿色化发展目标的顺利实现。
2024.5.7	工信部、交通运输部等三部门	制造业企业供应链管理水平提升指南（试行）	通过推动供应链管理的数字化、智能化转型以及数据驱动决策等方面措施，提升我国制造业企业的供应链管理水平，推动制造业向高质量发展迈进。
2024.5.13	国家发展改革委、工业和信息化部等四部门	关于做好 2024 年降成本重点工作的通知	通过优化税费优惠政策、引导金融机构加大投资力度、优化外商投资环境、支持企业建设智能工厂等具体措施和政策支持，推进制造业数字化、智能化、绿色化转型。
2024.8.24	中央网信办秘书局、国家发展改革委办公厅等十部门	数字化绿色化协同转型发展实施指南	全面推动数字化与绿色化的协同转型发展，明确推进双化协同的基本原则、总体框架和实施主体，为推动数字产业绿色低碳发展、加快数字技术赋能行业绿色化转型这两大发力方向提供指引和参考。

资料来源：根据网络信息整理

表 1-3 2023 年下半年以来若干省市推出的制造业精益发展或数字化转型相关政策

时间	省市	政策名称	政策内容
2024.2.28	北京市	北京市制造业数字化转型实施方案（2024-2026 年）	通过转型评估、示范推广等具体措施和政策支持，全面推动北京市制造业的数字化转型和智能化升级。
2024.4.7	上海市	上海市推动制造业数字化和绿色化协同转型发展行动方案（2024-2027 年）	明确上海市制造业数字化和绿色化协同转型发展的主要目标，提出重点领域转型、生产方式转型、技术创新赋能等重点任务以及相关的保障措施。
2023.4.11	天津市	天津市推动制造业高质量发展若干政策措施	通过推动产业高质量发展，提高产业能级，促进制造业转型升级，提升制造业创新能力，强化制造业要素保障，加大资金保障力度等措施与政策，大力实施制造业高质量发展行动，打造全国先进制造研发基地。
2024.5.1	重庆市	重庆市中小企业数字化转型工作方案（2024-2027 年）	明确重庆市中小企业数字化转型在 2024 年和 2027 年的阶段性目标，部署树立中小企业数字化转型标杆、优化中小企业数字化转型模式、构建中小企业数字化转型普惠体系这三项重点任务以及相应的保障政策机制。
2023.12.22	黑龙江	黑龙江省加快推动制造业和中小企业数字化网络化智能化发展若干政策措施	加快推动制造业和中小企业向数字化、网络化、智能化转型，以构建“4567”现代产业体系为目标，全面提升黑龙江省制造业和中小企业的竞争力和创新能力。
2024.7.2	河北省	河北省加快制造业技术改造升级行动方案	明确河北省制造业技术改造升级的总体目标，确定先进设备更新、数字化转型、优质产品供给提升等重点行动以及相应的保障政策机制。
2024.4.2	山西省	山西省制造业高质量发展促进条例	通过立法手段推进新型工业化进程，促进山西省制造业高质量发展、构建现代化产业体系，鼓励制造业实施设计、生产、管理、服务等全流程数字化改造升级。
2024.3.4	河南省	河南省加快制造业“六新”突破实施方案	发展新基建、新技术、新材料、新装备、新产品、新业态，推动河南省制造业高质量发展，方案中明确提出深化制造业数字化管理并提升精益制造能力。
2024.6.22	江苏省	关于深入推进制造业“智改数转网联”情况报告的审议意见	围绕江苏省制造业在智能化改造、数字化转型、网络化联接方面的进展、成效、存在的问题及下一步工作打算。

时间	省市	政策名称	政策内容
2023.9.7	浙江省	浙江省推动新能源制造业高质量发展实施意见(2023-2025年)	明确浙江省新能源制造业的发展目标、重点发展领域与主要举措以及关键保障措施,全面推动浙江省新能源制造业规模化、高端化、智能化、绿色化、国际化发展水平。
2023.12.16	湖北省	湖北省数字化赋能中小企业转型行动方案(2023-2025年)	通过数字化培训、转型诊断、城市试点等具体举措和政策支持,全面推动湖北省中小企业的数字化转型。
2024.8.13	安徽省	落实加快推动制造业绿色化发展指导意见的实施意见	明确安徽省绿色化发展的阶段性目标,确定制造业绿色融合新业态等重点行动以及相应的保障政策机制,推动制造业数字化绿色化协同发展。
2024.3.6	江西省	江西省制造业数字化转型行动计划(2024-2025年)	提出“数智化工厂”改造示范引领、产业链数字化能力提升等重点任务及相应政策支持,全面推动江西省制造业的数字化转型。
2024.1.20	广东省	广东省制造业高质量发展促进条例	通过立法保障、明确发展目标、推动技术创新、促进数字化转型和智能化升级、加强绿色低碳转型以及优化营商环境等多方面措施,全面推动广东省制造业的高质量发展。
2023.9.6	贵州省	贵州省工业领域数字化转型实施方案(2023-2025年)	以新一代信息技术与工业深度融合为主线,以数字化改造为主攻方向,以工业互联网创新发展为着力点,结合贵州省工业领域发展水平和能力条件,充分挖掘和释放数字化转型对新型工业化的赋能作用。

资料来源：根据网络信息整理

全国各地地方政府纷纷出台政策，表明全社会支持和推动制造业数字化转型的良好氛围正在逐渐形成，政策环境持续优化，新旧动能持续转换的步伐明显加快。

1.3 精益数字化已成为制造业转型升级的必由之路

在推动新型工业与构建现代化产业体系的宏伟蓝图中，制造业数字化转型是

推进新型工业化、建设现代化产业体系的重要举措。对制造企业而言，数字化转型已成为关乎生存和长远发展的“必修课”，但是转型的过程仍然充满挑战。

精益数字化管理模式是企业高效实施数字化转型的重要基础与手段。精益数字化的核心思想是将精益的思维与数字化技术进行深度融合，用于支撑企业全价值链活动中。企业首先需要通过精益管理来得到业务生产与运营管理的最佳实践方式，再利用数字化的手段将这些最佳实践固化到业务全生命周期中，达到缩短交货周期、减低成本、提高效率、提升质量等成效，实现全价值链经营管理数字化转型成效最大化。精益数字化的实施既能为企业带来效率提升、利润增长的显性收益，也能带来管理能力升级、实现长远发展的隐性收益。此外，精益数字化对于打造供需对接、全链协同、价值驱动的产业数字化转型生态具有至关重要的作用。

面对市场环境带来的严峻挑战，越来越多的企业深刻认识到精益数字化对于提升企业提升竞争力的关键作用，积极加入到精益数字化的实施行列中，经过不断探索与实践取得了显著成效。这些宝贵的实践经验也为形成中国制造业数字化转型模式提供了参考与依据。

2. 制造业精益数字化发展现状

为摸底我国制造业精益数字化发展情况，编写组采用访谈和问卷调查的方式面向钢铁、有色金属、食品、纺织服装、石油化工、汽车及零部件、交通运输设备、通用设备、电力等 12 个行业的 100 余家企业开展了广泛调研。问卷调研采取分层抽样的方式，从每个行业选取 9 家左右代表性企业作为样本，包括 3 家左右大型企业（规模大于 500 人）、3 家左右中型企业（规模在 100-500 人之间）和 3 家左右微型企业（规模小于 100 人）。同时，参考了全国 10 万余家制造业企业智能制造能力成熟度自评估数据，采用多属性决策法与专家打分法，分析了 2023 年至 2024 年上半年我国制造业精益数字化的发展现状。

总体来看，2023 年以来，中国制造业的精益数字化发展呈现出稳步推进和逐步深化的趋势，企业重视程度不断提升，发展前景广阔。从企业应用角度看，精益数字化在提升生产效率、降低成本、优化资源配置等方面的突出作用基本在企业间形成共识，调研企业在精益数字化方面的资金投入逐年增加，部分企业更是将精益数字化上升到公司战略高度；企业应用精益数字化的场景呈现多元化，已深入渗透到企业全价值链的各个环节，并呈现出鲜明的行业特色。从技术角度来看，越来越多的先进数字化技术与精益管理深度融合，不仅推动了精益管理理念的落地实施，也助力企业在数字化转型过程中加快实现高效、可持续的发展。

2.1 达到精益数字化基础水平的制造企业逐年增多

根据国家标准《智能制造能力成熟度模型》2 级及以上能力域的有关要求，企业在组织、生产作业、设备管理、计划调度及质量与合规性管理等方面使用数字化技术优化流程、提升效率降低成本，可以认为成熟度二级的企业基本达到精益数字化基础水平。这部分企业往往具备了基础的精益理念，急需更多更好的精益数字化工具引导其进行下一阶段的智能制造探索。

智能制造能力成熟度自评估数据分析结果显示（图 2-1 所示），近年来，我国规上制造业企业中达到成熟度二级及以上企业比例正逐年攀升，截至 2023 年底，智能工厂（ $\geq L2$ ）普及率达 39%，较 2021 年提升了 8 个百分点。这标志着

越来越多的企业不断探索和深化精益数字化应用的广度与深度，但仍存在大量的制造企业（仍处于二级以下）需要通过补足基础精益方法和数字化工具应用，不断改进业务流程，提升生产运营效率。

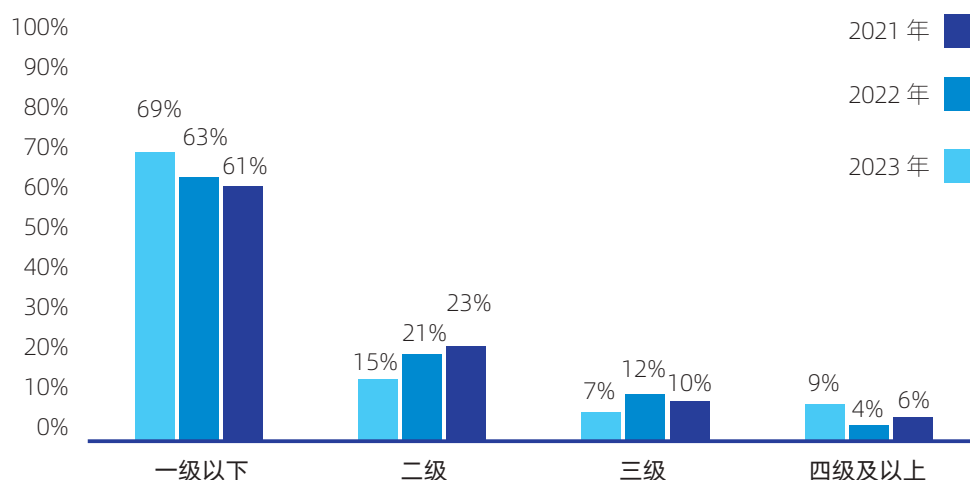


图 2-1 2021-2023 年规上制造企业智能制造能力成熟度自评估级别分布情况

值得注意的是，到成熟度三级及以上，企业将在设计、生产、物流、销售、服务全价值链环节的管理能力在技术的数据双重驱动下得到显著提升，在数据分析与决策支持、持续改进与创新能力以及供应链协同等方面能力卓越，实现数据驱动的经营管理，探索企业级全价值链精益数字化实践。其产品研制周期、生产效率、运营成本、产品不良品率、能源利用率等关键指标大幅领先行业平均水平。

2.2 技术与资本密集型行业先行探索实践精益数字化

通过分析智能制造成熟度二级以上企业的行业分布情况（图 2-2 所示），计算机、通信及其他电子设备制造业、汽车制造业与通用设备制造业二级以上企业数量位居前列。这些行业具有技术密集与资本密集的特点，其生产方式决定它们有更迫切的精益数字化转型需求。同时，二级以上企业在各行业间的分布存在显著差异，有超过三分之二的行业中二级以上企业数量低于平均值，众多传统制造业及技术水平相对滞后的行业尚处于精益数字化实践的初级阶段，面临着技术壁垒高筑、资源调配难度大等多重挑战。

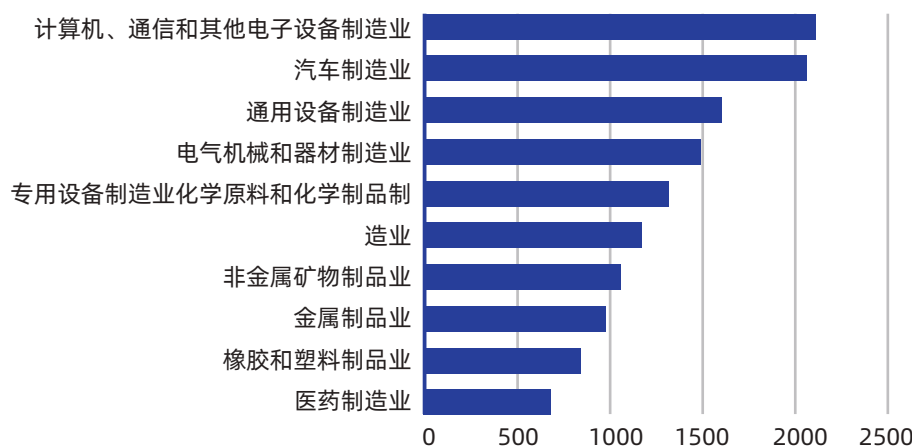


图 2-2 智能制成熟度 2 级及以上企业数量前 10 大重点行业

2.3 精益数字化对业务指标提升显著

根据调查结果，超过 70% 的受访企业认为精益数字化是一个系统性的工程，需要制定清晰的精益数字化战略，体系化推进精益数字化建设。（图 2-3 所示）

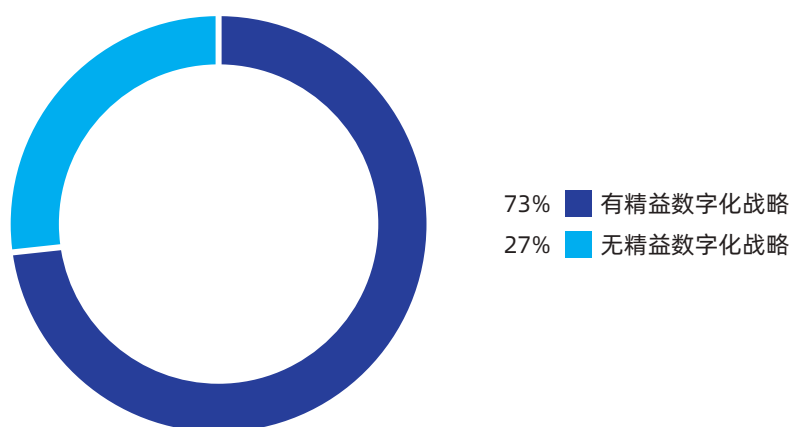


图 2-3 2023-2024 年精益数字化战略制定情况分布

调研发现，企业对精益数字化的应用有明确的目标，而且有意识地跟踪目标完成情况，从而确保转型之路既具策略性又不失灵活性，为持续优化与升级奠定了坚实基础。如图 2-4 所示，有超过 95% 的企业把提高生产效率与降低生产成本作为精益数字化实践的首要目标。同时，也分别有 83% 和 72% 的企业希望通过精益数字化实践提升产品质量、缩短交货周期。根据对企业精益数字化达成效果的跟踪与统计，有 85% 和 72% 的企业在生产效率提高和生产成本削减方面完成了当年设定的精益数字化目标，而在产品质量提升和交货周期缩短方面，也分别有 52% 和 45% 的企业取得了成效

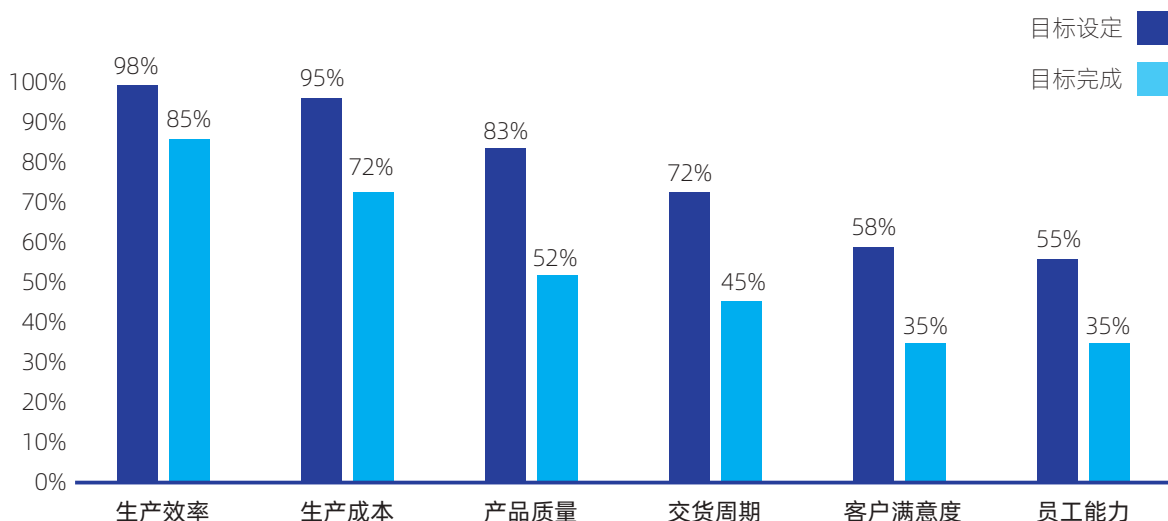


图 2-4 2024 年制造业企业精益数字化目标设定与目标完成情况

这些目标与业务领域紧密关联，旨在短期内快速提升企业的生产效能与成本控制能力。然而，在客户满意度提升与员工能力培养等长期价值创造方面的关注尚显不足，仅有 58% 和 55% 的企业把客户满意度提升与员工能力培养作为当年精益数字化实践的目标，也仅有 35% 的企业认为自身通过精益数字化实践达到了上述目标。反映出部分企业在推进精益数字化过程中，未能充分平衡短期利益与长期可持续发展之间的关系。

2.4 精益数字化场景日趋多元化

当前企业积极探索精益数字化的实践场景，从生产现场向全价值链两端延伸。其中，少数行业领军企业已率先在多元化的业务场景中进行精益数字化实践。如图 2-5 所示，生产仍然是精益数字化应用最集中的场景，此外企业还在设备管理、质量管理、安全管理及班组管理等直接关联生产的核心领域应用精益数字化，实现了生产流程的全方位优化。同时，精益数字化也逐渐被应用至仓储与物流管理、成本管理以及采购与供应商管理等生产支持性场景，为全价值链协同的高效生产打下了关键基础。值得关注的是，已有远见卓识的企业率先将人才育成与文化建设、战略制定与方针管理、研发管理、新工厂规划与建设、营销与客户管理以及 ESG 等更为宽泛且深远的企业运营领域纳入精益数字化实践版图，但精益数字化在这些领域的应用尚处于探索阶段。

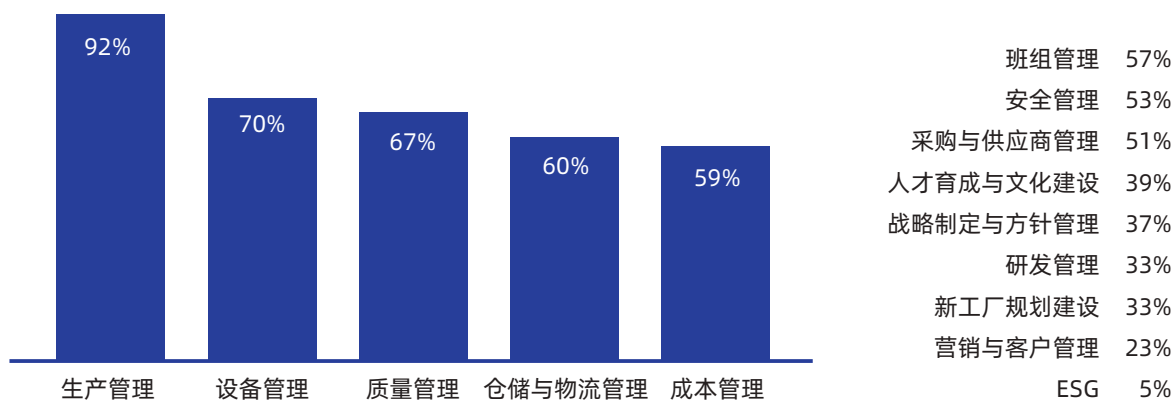


图 2-5 2024 年制造业企业精益数字化应用场景情况

从价值链各环节的应用程度来看，精益数字化尚未达到广度与深度的均衡。如图 2-6 所示，制造业企业在生产环节（92%）的精益数字化应用显著领先，在采购（67%）、供应链（63%）及物流管理（58%）等业务领域亦展现出较高水平的精益数字化应用。然而，服务（16%）领域的精益数字化应用却普遍滞后，这反映出当前企业精益数字化实践过于聚焦于内部流程优化，而忽视了基于市场需求进行持续改善的核心理念。此外，精益数字化在人力资源管理（33%）、营销管理（30%）以及投资管理（13%）领域的相对缺乏应用，进一步凸显了企业在深入理解与充分应用精益数字化工具方面尚存不足。

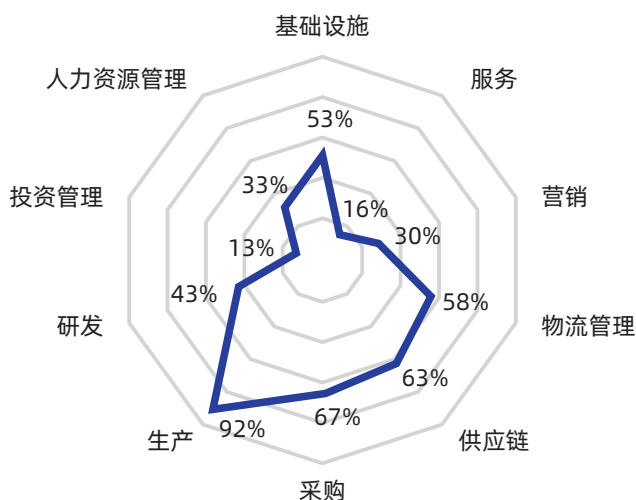


图 2-6 2024 年制造业企业不同价值链环节精益数字化应用情况

2.5 先进制造技术与精益数字化融合速度加快

当前，制造业企业在推进精益数字化的过程当中，会采用更加多样化的数字工具。如图 2-7 所示，企业资源计划系统（ERP）、生产执行系统（MES）以及 CAD 等工业设计软件，是企业精益数字化实践中最为依赖的技术。这些成熟的技术方案通过优化生产流程、提高资源利用率，持续为企业带来运营效率的显著提升。企业还通过引入自动化智能化设备实现柔性生产，提高产品质量稳定性。此外，异常管理软件这类更具针对性的应用也被企业广泛认可，标志着制造业企业在精益数字化实践中正逐步加强对于生产和管理过程中异常问题的应对与预防能力。尽管人工智能、数字孪生等前沿技术尚未在企业精益数字化实践中实现普及，但已有具备前瞻视野的企业率先尝试部署这些技术。随着技术迭代加速与实施经验的累积，这些前沿技术在未来将逐步获得更广泛的认可与应用，为制造业的精益数字化实践提供更强大的动力。

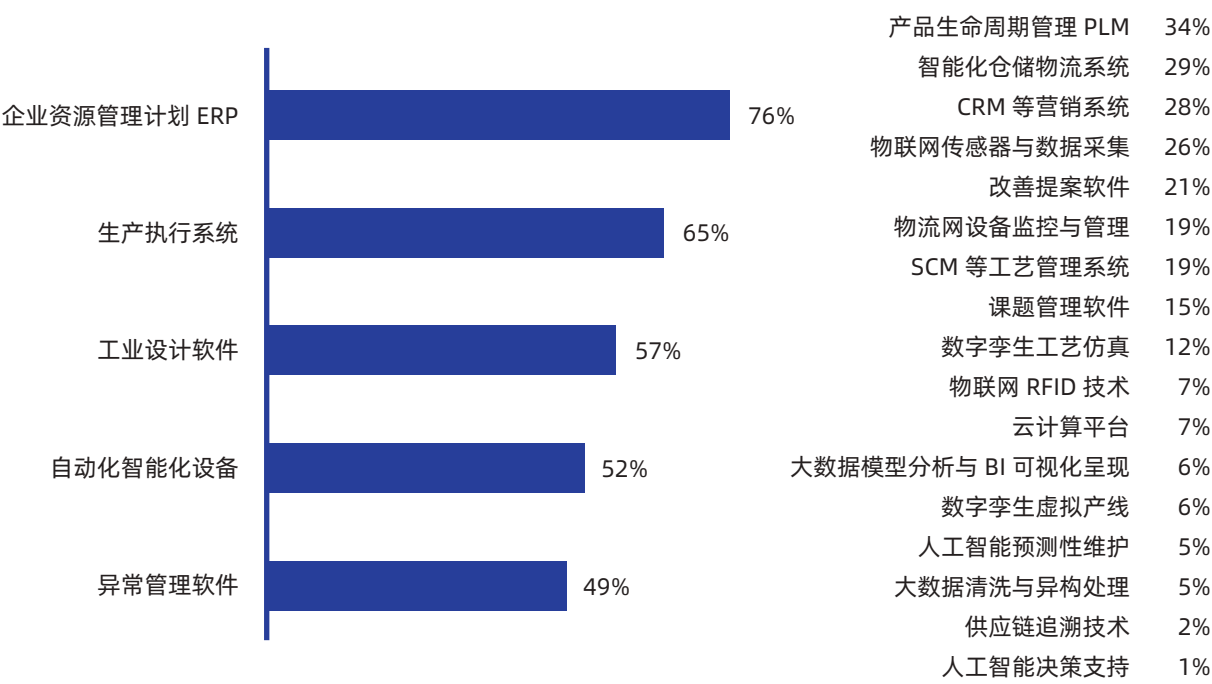


图 2-7 2024 年制造业企业精益数字化技术应用情况

2.6 企业精益数字化投入实现逐年增长

调查数据揭示，制造企业对精益数字化实践正日益重视。如图 2-8 所示，精益数字化投资占企业年营业收入低于 1% 的企业数量逐年递减，从 2022 年的 56% 大幅降至 2023 年的 41%，再到 2024 年的 35%，这一降幅凸显了企业对精益数字化价值的深刻认识与投入意愿的增强。与此同时，精益数字化投资比例高于 1% 的企业群体则呈现出蓬勃的增长态势，其占比从 2022 年的 44% 跃升至 2023 年的 59%，并在 2024 年进一步攀升至 65%。鉴于当前精益数字化的应用普遍处于初期探索阶段，增加精益数字化投资的边际效益远超边际成本，为企业带来了显著的运营优化与效率提升。值得注意的是，尽管投资趋势积极，但当前仅有少数企业实现了 5% 以上的精益数字化投资比例，未来精益数字化投入的上限仍有巨大的探索与提升空间。

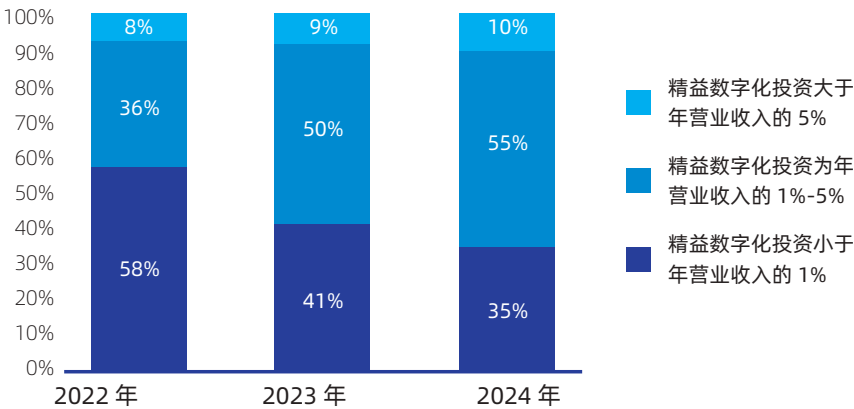


图 2-8 2022-2024 年制造业企业在精益数字化投资占年收入比例情况

企业在精益数字化领域的投资布局主要集中在咨询服务、技术研发、设备更新、数据治理与安全以及员工培训五个方面（图 2-9 所示）。其中，超过 75% 的企业将投资重心放在咨询服务上，充分反映了精益数字化实施过程中的技术复杂性与对专业能力的高要求。通过与专业服务商合作，企业能够获得成熟且高度定制化的精益数字化转型方案，从而在最小化资金和时间投入下，实现精益数字化转型的快速落地。

技术研发是企业精益数字化投资的另一个重点。通过持续的技术研发与创新，企业不仅可以优化产品性能、增强市场竞争力，还能够为未来的发展与转型升级提供坚实的技术支撑。当前精益数字化的投资结构也表明企业注重技术创新与实

际应用的有机结合，以技术驱动为引领，推动企业迈向更高层次的发展目标。

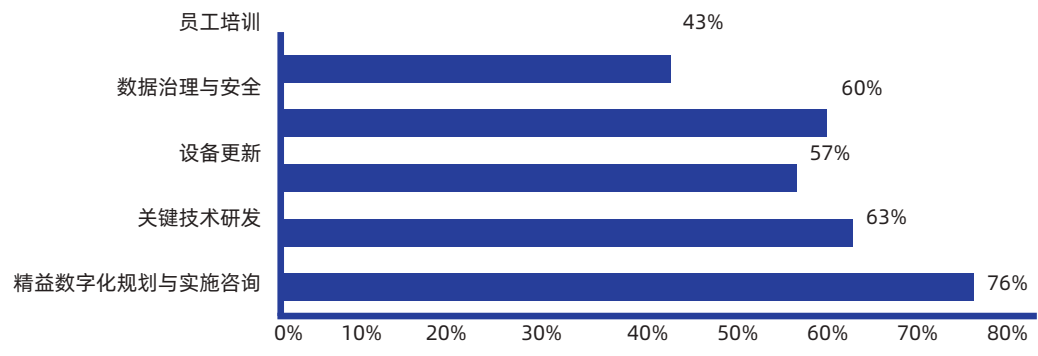


图 2-9 制造业企业精益数字化投资优先级分析

2.7 精益数字化人才培养逐步得到重视

调查结果显示，尽管在整体企业投资布局中，人才培养的优先级相对较低，但针对精益数字化人才培养的资金投入却呈现出显著的增长态势。如图 2-10 所示，从每年在精益数字化人才培养上投入的金额来看，投入 50 万以上企业占比从 2022 年的 36%，增长至 2024 年的 58%。这不仅反映了企业对精益数字化人才培养重要性的认识不断加深，也表明了企业在积极构建面向未来的人才储备和能力基础。这种投资增长的趋势是企业应对未来挑战、实现长期发展的关键策略之一。

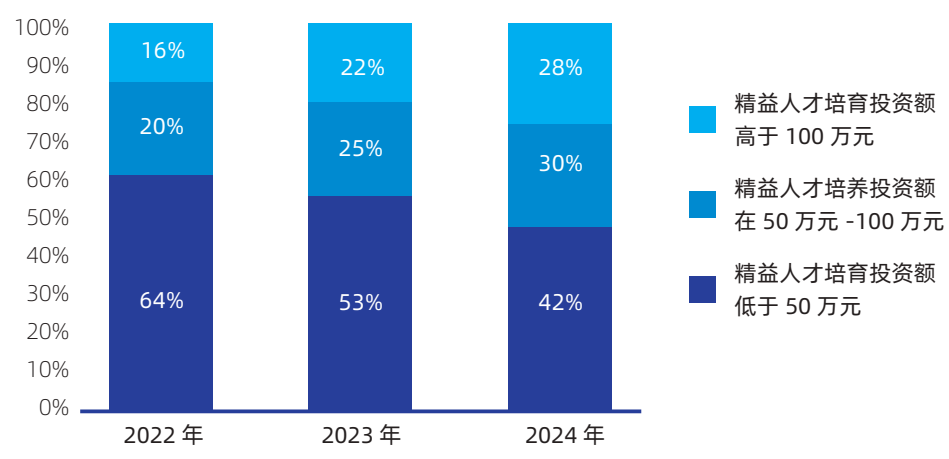


图 2-10 2022-2024 年制造业企业在精益数字化人才培养投入情况

尽管精益数字化人才培养的投资逐步提高，但投资力度仍显不足，导致专业人才短缺，且企业各级人员对精益数字化认知不足，使企业在面对复杂管理变革与先进技术应用所带来的挑战时，往往显得力不从心，严重限制了企业在构建精益数字化体系及实现全价值链高效执行上的能力。

3. 典型行业精益数字化探索

为进一步挖掘制造业精益数字化应用成效，编制组走访调研了十余家来自不同行业的重点企业。我们选取装备制造、钢铁、石油化工等行业给出了其精益数字化实践路径。这些行业的共同点是在点、线、面、体、链五个层级上全面实施精益数字化，从而满足市场需求并实现经营目标。他们的精益数字化应用不仅具备先进性和典型性，也为其他企业在应对发展困境时提供了明确的方向与实践路径。

3.1 轨道交通装备行业

面向轨道交通行业的精益数字化实践



图 3-1 轨道交通装备行业精益数字化实践

我国轨道交通装备制造业是最早实施精益生产的行业之一，经过多年以来的持续探索与实践，逐渐形成了具有行业特色的精益运营管理体系与模式，为行业的飞速发展打下了坚实的基础。近年来，轨道交通装备制造企业积极探索数字化技术与现行精益运营管理体系的融合发展之道，以实现进一步降低成本、提升交付能力的目标。在“点”层级，数据和自动化设备不仅提高了焊接、喷涂等标准工位的效率与质量水平，还实现了节拍化生产流程的快速搭建与精准运行；在“线”层级，将精益管理与 MES 系统、大数据技术结合，实现了车辆装配等产线的合理布局、高效调度与资源优化；在“面”层级，精益运营数字化平台的建设实现了全价值链环节的透明化管理与高效化协同；在“体”层级，精益数字化提升了企业异常管理、项目管理等经营管理能力，并在精益、物联网、AI、大数据等技术的共同加持下驱动数据支撑决策；在“链”层级，通过精益管理制度与数字化供应链平台的共同作用下，实现了供应商、制造商与物流服务商的实时协同和全价值链的可视化管理，增强了供应链的响应能力和整体效率。（图 3-1）

3.1.1 典型场景 1: 基于精益数字化的车辆零部件生产过程优化

市场定制化需求持续增长，轨道交通装备制造企业通过带入精益数字化优化生产流程，确保订单准时交付。一是以试点生产线为基础，导入 5S 和质量过程控制等精益生产理念，构建并实施基于最小作业单元的“三三制”组织模式，形成工位制节拍化流水线，提升生产协同效能。二是结合实际作业场景和标准实践，分析转向架、城轨构架等项目的工序关系，通过应用山积图、工序流程图等精益工具，优化瓶颈工序，重新划分和整合部分流程，确保工位平衡。三是引入焊接机器人等自动化设备，结合工序时间与人力制定节拍排程，实现高效生产与管理。四是通过构建业务场景指标体系，在数字化平台实现指标状态的可视化，提升了生产计划的均衡性和关键质量项的在线监控能力。利用数字孪生技术，建立虚拟生产线和配送线，通过数据分析持续优化设计与生产流程。

3.1.2 典型场景 2: 精益化数据治理支撑企业经营管理

轨道交通装备行业具有数据多元化、多样化、多量化的特征，需要以精益思

维为基础加强数据要素的治理与价值创造。一是对数据流进行价值流分析，识别数据从产生到价值呈现全生命周期数中的非增值环节，优化数据治理流程；以数据标准化为基础，利用精益方法对数字资产进行分类管理，实现数据资产有效沉淀、快速调用与定向赋能；三是利用大数据、AI 等技术监控数据变化趋势，用数据驱动经营管理与决策。例如，中车四方股份基于人、机、料、法、环、测六大维度，规划 17 个板块对数据资产进行分类管理，形成了企业精益数字化运营管理平台的数据仓库，并以数据为基础构建 175 张反映生产与管理指标的数据图表，提升了数据应用效率。公司还建立了生产指挥、项目全生命周期、经营管理三级数据驾驶舱，实现过程数据与指标数据的可视化呈现与智能化分析，为决策提供了有力支持。

3.1.3 典型场景 3: 准时化、套餐化的精益数字化物流管理

为满足车辆定制化生产对配套零件物流准时化、套餐化的高要求，轨道交通装备行业建立了工位制、节拍化的智能物流供应系统。一是通过异常自动识别与智能化根因分析拉动发现改善源，持续优化物流流程。二是利用数字化供应链管理系统实现与供应商无缝对接的同时，通过与 ERP 打通实现对外部物流、内部“微库”物流、仓储及“套餐”式无人值守的全方位管理，极大提高了物料齐套的效率。三是应用数字化系统与生产组织、物资采购、节拍化制造过程实现联动，通过精益数字化运营管理平台与循环取料平台、精益物流 MES、精益制造 MES、SLP 生产流水线、供应链协同平台等信息化工具整合形成工位“定点配餐”物流供应模式，大幅提升生产组织效率和企业经济效益。

总体而言，轨道交通装备行业的精益数字化应用从试点工位到产线再到车间不断深化扩展，目前已逐步形成了标准化、协同化、平台化的精益数字化运营体系，赋能企业制造能力、交付能力、经营能力的持续提升。

3.2 通用设备行业

全球化竞争加剧以及客户个性化需求的不断提升，对通用设备行业在产品质量、交付周期、成本控制等方面提出了更高要求。该行业通过精益管理与数字化

技术的深度融合，逐步实现了生产效率提升、成本优化、质量稳定以及柔性制造的目标。在“点”层级，以精密加工、装配、测试等关键工序为突破口，通过“标准作业+自动化设备+数据驱动”的方式优化单个工序的效率和质量控制；在“线”层级，关注生产流程的连贯性与协同，一方面通过价值流分析建立多品种、多规格生产流程的节拍化、模块化设计，另一方面通过打通工艺流程中的数据孤岛实现精准调度；在“面”层级，进行精密加工、装配等车间的精益数字化改造，实现车间设备的合理化部署与互联互通，提高了设备利用率和车间生产效率；在“体”层级，企业逐步构建起涵盖全价值链的精益数字化管理体系，实现精益管理的透明化和智能化；在“链”层级，通过供应链的数字化协同，加强了与上游企业的实时数据共享，提高供应的准时化，减少因缺料停机产生的浪费。（图 3-2）

面向通用设备行业的精益数字化实践



图 3-2 通用设备行业精益数字化实践

3.2.1 典型场景 1: 复杂设备装配线的柔性生产

为了应对市场的定制化需求，一是在数据支持下对定制化产品的装配流程进行价值流分析，实现模块化、节拍化的流程设计，在快速换产方法的指导下让装配线能够根据不同的产品规格进行快速切换，实现了多种产品自动化混线装配。二是引入自动化设备和智能机器人，根据生产指令自动完成多品种、多规格的精密加工、重型物料搬运与安装、复杂装配、成品检测等任务，提高了装配效率、成品质量和产线灵活性。三是利用 MES 系统进行生产计划和生产业务的协同管理，实现了生产过程的透明化和可控化。

3.2.2 典型场景 2: 精细加工环节的质量管控

通用设备行业有大量的精细化加工工序，随着产品规格与技术的不断升级，对成品的精度与质量要求更加严格。为了提升精加工产品的质量，一是通过将工艺文件与操作文件进行标准化、数字化，进一步规范了人的动作；二是引入自动化设备和机器人，通过“人机协同”提高产品的制造精度和生产效率，确保了产品质量的稳定性和一致性；三是采用视觉系统进行原材料识别、定位检查、产品角度检测、不规则物料取放等动作的辅助，减少了人为失误；四是建设质量管理体系，通过标识解析等技术，采集从原材料入库到最终交付的产品全生命周期质量数据，实现了质量精准追溯；五是通过内部宣传、质量月活动、质量标兵评选等方式，营造全员关注质量、追求卓越的企业文化。

3.2.3 典型场景 3: 配件的精益数字化仓储与物流管理

为了满足产品生产的灵活性需求，降低库存成本，提升库存周转率和加快响应速度，通用设备行业首先根据配件特性和使用频率，对仓库进行精益化布局，将物料分类存放在线边，便于快速取用和减少搬运距离，同时采用多层货架、密集存储系统等方式提高仓库空间利用率和存储密度。其次，引入 LES 和 WMS 系统实时监控库存状态并进行预测分析，实现多厂区、多仓库、多货主、多业务模式的高效管理。此外，智能料架和电子标签的配合使用，实现物料的快速定位、上架和下架，提高了作业效率。堆垛机、AGV 机器人等设备的引入，实现物料的

自动搬运和配送，减少了人工劳动强度，降低了物流成本。

3.2.4 典型场景 4: 基于 TPM 的装配设备预测性维护

随着通用设备制造业向着高端化迈进，对装配设备管理与维护的要求也随之提高。一是以全面生产维护 TPM 为基础规划装配设备维护策略，该策略要从系统思维的角度出发，注重设备与其他生产元素之间的协同运作；二是利用传感器采集设备运行数据并进行实时监控，建立预测算法模型对运行数据展开分析，预测未来设备的运行状况，动态调整维修计划，减少设备停机造成的损失。

通用设备行业通过推动精益数字化转型，实现了柔性生产、智能质量管控、智能物流与仓储以及设备预测性维护等创新应用，提升了生产效率和市场响应速度，降低了成本，优化了资源使用，最终增强了产品个性化和定制化能力并提高了产能，满足了市场多样化需求。

3.3 电力装备行业

当前，电力装备制造业处于新旧动能转换的关键期，面临着市场需求旺盛、产品个性化和全球竞争加剧等挑战，通过精益数字化的实施，实现了生产交付率提升、成本降低以及产品质量的提高。在“点”层级，建设断路器等产品的精益数字化试点产线，在试点产线中进行工位制节拍化生产与数字化管理的测试并形成最佳实践方案。在“线”层级，一方面将试点方案提炼成为精益数字化产线建设的模式在更多产线中进行复制，另一方面与仓储物流进行联动，提高生产全流程的一体联动。在“面”层级，建立从研发到服务全价值链的拉动式计划体系，应用数据驱动订单履约率的大幅提升。在“体”层级，通过成本目标分解、成本数据分析等方式建立企业全面成本管理体系，利用数据实现企业极致降本。在“链”层级，精益数字化不仅能够实现供应商、物流商以及客户的信息共享与高效协同，还能基于工业互联网平台与上下游企业展开协同研发、业务模式创新等，增强产业链整体竞争力。（图 3-3）

面向电力装备行业的精益数字化实践



图 3-3 电力装备制造行业精益数字化实践

3.3.1 典型场景 1: 断路器、隔离开关等产品的精益化、自动化、智能化生产

在生产过程中应用精益工具、自动化设备和智能化技术提升产能、保障交付。首先应用工位制节拍化、精益布局、物料齐套管理、内物流配送等精益数字化工具，结合生产数据和场地布局，重新规划断路器、隔离开关等产品的生产流程、工序节拍与现场布局，建立精益化连续流产线。其次，广泛采用滚筒线、悬臂吊等自动化设备实现生产过程的自动化与智能化，利用制造执行系统（MES）将生产过程和管理过程数字化，通过物联网（IOT）、人工智能（AI）和大数据实现自动质检、智能排产和设备预测性维护，优化生产流程，降低运营成本。在此基础上，精益数字化运营平台促进企业资源计划、产品生命周期管理等系统的数据集成，实现

信息系统互通互联，不仅有助于提高生产效率，推动数据驱动业务发展，提升产品质量，还能够为用户提供全域触达、服务闭环的全周期数字化服务。

3.3.2 典型场景 2: 全链条计划协同转变生产模式

电力装备行业逐步从单一品种、大批量的“刚性生产”转向多样化、小规模、周期可控的“柔性生产”。一是应用精益数字化全面梳理了从需求确认到销售接单、设计出图、采购到货、生产制造以及最终发运安装的全链条交付履约流程，实现环节的周期标准化与职责明确化，并在数字化系统加持下实现信息的动态更新和实时共享，确保流程的无缝衔接与高效运转。二是采用了跨部门的联动计划，依托强大的数据分析能力，从交付日期倒排各环节的计划完工日期，以数据驱动的方式拉动各环节的工作进度。为确保交付履约率的提升，企业设置了针对各环节的具体目标，并运用数字化工具进行周期性和日常跟踪管理，一旦发现偏差，系统会立即提示并纠正，大大减少了人为错误的可能性。三是建立了拉动式三级计划体系，借助数字化平台实现了生产计划的统一协调，不仅提升了工作效率，还确保了订单能够按时交付履约。

3.3.3 典型场景 3: 精益数字化实现企业极致成本控制

面对市场的激烈竞争和同质化售价，实施全面降本成为提高效益的关键路径。一是加快业财融合步伐，确保达到毛利率提升与成本降低的双重目标，通过应用精益数字化成本管理方法和工具，逐步建立全面的成本管理体系。二是开展对成本数据的治理与核算，建立成本管理模型和仪表盘，实现数据驱动的成本分析与决策。管理过程中需要定期召开成本分析会议，确保全价值链成员都参与到成本分析与管控中来。例如，企业搭建毛利率仪表盘和费用目标红绿灯系统，不仅提高了成本管控的透明度和响应速度，还加强了跨部门间的协作效率。

3.3.4 典型场景 4: 精益数字化降低供应链运营成本与运转效率

一是采用 WMS（仓库管理系统）和智物流系统自动采集各环节作业数据，确保仓储数据的准确性、实时性，降低仓储管理成本。二是通过建立拉动式物流

网络，实现智能校料、精准配送和自动报工等功能，提高供应链的整体效率和响应速度。三是将 AGV（自动引导车）与 MES、智物流系统等信息无缝对接，实现物料配送的实时化、自动化，减少人为错误和等待时间，提高物料流转效率。

总体而言，电力装备制造业应用精益数字化优化了生产流程，转变生产模式，建立以成本为核心的运营管理体系，提高了供应链的效率，实现了产能快速提升、交付履约能力改善、企业盈利能力大幅提高。

3.4 钢铁行业

面对近年来全球市场竞争加剧、环保政策愈加严格、市场需求紧缩、原材料价格上涨等多重压力，钢铁企业亟需通过精益数字化实现极致运营。在“点”层级，以冷、热轧等典型工艺为试点，通过价值流程的数据分析，识别工艺短板与改善机会，并通过自动拆包机器人、皮带自动清理等自动化设备的引入减少了工位的用人成本，并通过培训提高了人机协同的效率。在“线”层级，建立精益数字化运营管理组织，推动对高炉等生产流程的优化，并通过质量、效率、成本三项指标数据的连通，拉动各职能部门协同推进，初步形成精益思想与数字化应用的统一。在“面”层级，推进全价值链精益运营体系的建立，应用方针管理、KPI 指标分解、异常管理、课题管理、改善提案、项目管理等精益数字化工具，实现企业质量、成本、存货周转率等经营指标的全面提升。在“体”层级，通过推进要点流程优化与组织变革以及质量、设备、成本的全生命周期数据管理，使企业具备自主诊断、评价、改善能力。在“链”层级，构建供应链运营管理体系和数字化管理平台，推进供应商精益数字化能力建设、供应链资源整合与优化等活动，实现全链条敏捷性提升，建立技术、人才、数据三大共享平台，支撑行业的高质量发展。（图 3-4）

面向钢铁行业的精益数字化实践



图 3-4 面向钢铁行业的精益数字化实践

3.4.1 典型场景 1: 精益数字化赋能冷、热轧等关键工艺流程优化

一是通过动作分析、作业测定、生产线平衡等方法，识别工艺流程中的浪费。二是通过实时数据监测、智能分析和自动化控制，进一步推动了工艺流程的精准管理和动态调整。例如某钢铁企业对冷轧工艺流程展开价值流分析，发现连退作业区针对钢卷拆捆工作存在人工生产效率低下的问题。企业首先对该工艺流程进行优化，再通过引入自动拆包机器人等设备，实现了从拆捆、废捆带收集与运输直至废料斗全流程的自动化，降低了现场人员安全风险，减轻了工作强度，确保了每次作业的准确性和标准化，提升了产品质量。

3.4.2 典型场景 2: 高炉运作的精益数字化改善

钢铁企业的诸多工序涉及大量数据参数，需要通过建立数据模型对工艺控制过程进行精细化操作，提升产出的稳定性。以高炉工艺为例，精益数字化的实施首先对高炉的生产、操作和管理进行了全要素的价值流分析，识别出工艺的关键因素并将其固化成为精细化操作与管理标准。其次，采集和分析工艺流程数据，通过 3D 建模、数字孪生等技术形成炉身镜像模型，在数字空间完成工艺参数的调整并应用到实际操作中，极大提高了产出效率与稳定性，减少过程中的浪费。

3.4.3 典型场景 3: 精益数字化驱动智能决策

精益数字化成为钢铁行业管理者进行战略规划和管理决策的主要支撑手段。以精益全价值链运营管理体系为基础，通过建立大数据集中控制单元，将炼铁、炼钢、轧钢、能源管控等环节的数据进行整合并加以分析，形成企业运营管理“驾驶舱”，实现项目全生命周期可视化管理。此外，大数据与人工智能技术的应用进一步挖掘了数据的价值，为决策提供了强有力的支撑。以全面降本为例，管理者利用运营数据分析报告能够精准识别出各工序中影响成本的关键要素，并针对这些要素制定相应的改善课题，最终通过平台监督课题的实施进展，有效管理成本控制执行度。

总体而言，钢铁行业不仅应用精益数字化提升单项工艺的管控能力，还实现全流程的贯通与优化，在此基础上形成的全流程精益数字化平台为企业实现全面降本打下了坚实的基础。

3.5 石油化工行业

精益数字化转型是石油化工行业筑牢绿色安全底线的重要手段，也是提高全要素生产率、打造竞争新优势的必然选择。在“点”层级，在人员岗位、环保设备与生产设备、工艺流程等方面实施精益数字化，实现了人员、设备、流程的精益化、数据化、可视化。在“线”层级，针对原煤粉燃烧、气化等制程应用精益数字化进行异常管理与专项改善，提高生产过程的效率并减少浪费。在“面”层级，建立全员改善的精益数字化管理体系，通过平台进行生产全过程的数据监控与经

营管理指标的可视化呈现。在“体”层级，将精益数字化上升到经营管理高度，用于管理战略方针、整合业务流程、优化组织架构、实施绩效评价等方面。在“链”层级，将精益数字化的应用向供应链两端延伸，一方面通过市场端数据收集与分析对市场需求进行预测，提高计划排产效率；另一方面通过精益数字化供应链管理平台提高原材料交付能力与库存周转率。（图 3-5）



图 3-5 石油化工行业精益数字化实践

3.5.1 典型场景 1: 催化、裂化等关键流程的精益数字化管控

在诸如加氢裂化、催化裂化等生产过程中，采用了数字化生产管控平台与价值流分析结合的方式快速识别如过度生产、等待、运输和加工不当等浪费环节，在制造执行系统 MES 与先进过程控制系统 APC 的加持下，实现了生产调度和工

艺控制优化。通过引入数字孪生技术建立炼油厂的虚拟产线，实时模拟不同生产工况下的工艺变化，帮助操作人员快速调整参数，工艺过程的稳定性显著增强。

3.5.2 典型场景 2：精益数字化实现炼化装置的高效利用

通过应用 TPM 与大数据分析相结合的方式，对炼化装置中的核心设备进行预测性维护，提高设备利用率。首先基于 TPM 建立设备维护的数字化管理系统，对设备全生命周期的运行状态、维护计划和备件状态进行实时跟踪。其次，在压缩机、反应器、蒸馏塔等关键设备上安装传感器，实时监测振动、温度和压力等参数，通过大数据分析及人工智能算法，预判设备可能发生的故障，进行预测性维护，提高设备运行周期。在巡检环节，采用智能巡检机器人和无人机，对反应器和管道等高风险区域进行自动化检测，减少人工巡检的频次并提高检测的准确性。这一方式要与 5S 管理和定置管理相结合，确保设备及场地处于最佳状态。精益数字化的实施让炼化装置的设备故障率大幅降低，特别是压缩机的意外停机次数显著减少。设备的平均可用性提升且维修成本下降。此外，自动化巡检与 5S 管理的结合，提升了现场的整洁度和操作人员的工作效率，事故率显著降低。

3.5.3 典型场景 3：精益数字化提高原油、化工产品等原材料的采购与运输管理能力

在原油、化工产品等采购与运输管理中，精益数字化供应链平台实现了端到端的供应链协同。在原油储罐管理中，以精益的“拉动式”生产模式为前提，通过物联网传感器对原油库存进行实时监控，优化库存水平，减少过剩原材料的积压。在成品油和化工产品的运输过程中，通过区块链技术确保物流信息的透明和可追溯，减少信息不对称导致的供应链波动。通过供应链协同平台，整合了上下游供应商、生产商和客户的实时数据，确保每个环节的物料流动无缝衔接，减少等待和浪费。精益数字化的应用提高了库存周转率，库存资金占用大幅减少。同时，供应链响应速度显著提升，物流成本下降。供应链的透明度和安全性显著提升，供应链风险得到了有效控制。

石油化工行业通过精益管理与数字化技术的深度融合，实现了运营效率的全层级提升。在设备维护方层级，应用物联网、人工智能和大数据技术实现了预测性维护与智能巡检，显著减少了设备故障与停机时间；在生产过程优化中，结合

价值流分析与数字孪生技术，对核心工艺进行动态优化，提升了生产效率并降低了能耗；在供应链管理中，依托智能供应链系统与区块链技术，优化了库存管理并降低了物流成本。这些应用帮助石油化工行业实现了高效生产与运营，可持续发展能力大大提升，全球竞争力显著加强。

4. 制造业精益数字化发展趋势

制造业精益数字化实施在诸多方面产生巨大价值，包括全价值链优化、智能制造与工业互联网、可持续发展与绿色制造、客户服务与个性化定制、人才培养与知识管理、质量和设备管理等。精益数字化的发展趋势呈现出以下几个显著特点。

4.1 中小企业精益数字化转型步伐加快

中小企业在实施精益数字化转型的过程中，尽管面临资金、技术、人才等多重挑战，但在政策推动和市场需求的驱动下，转型步伐显著加快。政策方面，政府通过出台多项扶持措施，尤其是系统培训、专业咨询和资金支持，帮助“专精特新”中小企业解决转型瓶颈。市场方面，成功案例逐渐增多，精益数字化带来的显著优势已使中小企业意识到，转型不再是选择题，而是必答题。观念的转变促使企业更加积极地探索精益数字化的实施路径，寻求高效、实用的解决方案。这一趋势显示，中小企业未来将在精益数字化转型领域获得更多机会，加速响应市场变化，实现质的飞跃。

4.2 精益数字化工具正在加速向智能化、平台化演进

依托 5G、云计算、大数据和人工智能等新一代信息技术，精益数字化工具正加速向智能化和平台化发展。平台作为核心载体，实现了生产设备互联互通、数据实时采集和高效分析，从而显著提高了生产效率和产品质量。大模型的应用使智能调度和优化决策成为现实，使生产线更具灵活性，快速响应市场变化，满足多样化客户需求。与此同时，数字化设计、仿真验证、智能检测等技术广泛应用于制造业，增强了设计精度和生产过程控制能力，提升了产品质量的稳定性和可靠性。这一趋势表明，技术进步正在持续推动制造业精益数字化水平提升，为制造企业在全球市场中占据竞争优势提供了坚实基础。

4.3 基于精益数字化的数据治理将激发企业数据要素潜力，释放数据价值乘数效应

数据作为制造业的重要战略资源，在精益数字化的框架下，数据治理被重新定义和优化。精益数字化的数据治理强调数据作为企业业务活动的核心要素，对实际业务需求进行科学规划，通过流程梳理、数据采集、分析、应用进行精益化管理和完善，构建高效、简洁、灵活的数据治理体系，避免盲目追求“大而全”的数据收集，减少数据冗余，提升数据对运营管理的支持效果。核心目标是价值创造，关注能提高运营效率、降低成本、增强客户满意度、洞察市场变化的数据资源。在大模型和数字孪生等技术的赋能下，数据治理进一步激发数据潜力，释放数据价值乘数效应，为企业提升核心竞争力提供新动能。这一趋势表明，精益数字化的数据治理将在未来成为企业重要的竞争力来源。

4.4 精益数字化从生产环节向价值链延伸, 加速推进产业链协同

精益数字化不仅局限于生产环节，还向研发、供应、销售及服务等价值链环节全面延伸，促进全价值链优化与协同，提升整体运营效率及市场竞争力。特别是在供应链环节，精益数字化改变了传统的供应模式，推动企业与供应商从单向被动供货转向紧密互动协同与灵活合作模式。未来，中国制造业将更加注重产业链上下游的协同合作，通过精益数字化供应链平台实现信息共享，提高供应链各环节的协同效率。在“链长制”政策的引导下，“链主”企业的精益数字化转型将发挥示范效应，提升整个产业链的精益数字化水平。这一趋势显示，产业链协同将在未来成为精益数字化的重要方向，推动产业整体竞争力的提升。

4.5 可持续发展成为精益数字化的重要发展方向

随着国家“绿色制造体系建设”政策推进，精益数字化逐步将可持续发展作为核心发展方向之一，实现经济效益与环境保护的双赢。精益数字化不仅关注生产效率和成本控制，更将节能减排技术纳入考虑，通过精益化、自动化、智能化的生产管理和数据分析，更精准地控制资源消耗与环境污染，降低能耗和排放。从绿色设计理念到绿色制造技术，再到产品使用后的回收与再利用，精益数字化为全链条的绿色化提供有效管理支持。这表明，精益数字化的价值创造、消除浪费的持续发展理念与科学的管理方法正在渗透制造业各环节，未来将成为精益数字化的重要趋势，为企业在实现经济效益的同时，履行社会责任和环保义务提供新路径。

5. 精益数字化发展的现存问题

5.1 区域间发展不平衡

从经济发展水平的差异来看，东部沿海地区由于具备较好的经济基础、信息技术产业发达且政策支持力度较大，精益数字化进程相对较快。这些地区的企业能够更早地接触到先进的数字化技术和管理理念，有能力进行大规模的投资与改造。相比之下，中西部地区因经济基础薄弱、数字基础设施普及度低，精益数字化进程滞后，企业在转型过程中更易遭遇资金、技术和人才瓶颈。

从政策引导支持与扶持投入角度来看，政府在推动制造业精益数字化过程中作用显著，但不同地区政策支持力度和资金投入存在差距。一些地方政府出台具体政策措施和资金支持方案，积极引导和扶持企业开展数字化转型。而其他地区可能缺乏相应的政策和投入，导致企业转型动力不足。此外，产业集群效应也导致区域间不平衡明显。在产业集群内部，企业可以共享资源、技术和市场信息，形成协同效应和竞争优势。因此，具有发达产业集群的地区往往能更快推动制造业精益数字化进程。

5.2 行业间发展不平衡

我国制造业品类繁多，各行业的精益数字化实施水平差异显著。一是行业特性差异。行业之间的生产流程、产品特性和市场需求各不相同，导致数字化转型的难易程度和优先级存在区别。汽车、电子等高科技行业因产品更新快、竞争激烈，更倾向于进行数字化转型以提升生产效率和产品质量；而纺织、建材等传统行业因技术门槛低、市场需求稳定，转型动力不足。二是技术基础和人才储备差异。高科技行业长期技术积累和创新实践，形成了完善的技术体系和人才梯队；而传统行业可能面临技术落后、人才短缺问题，阻碍数字化转型进程。三是政策引导和市场需求差异。政府根据国家战略和产业发展规划，优先支持某些行业的数字化转型。市场需求变化也影响行业的精益数字化效果。例如，随着消费者对个性化、定制化产品需求增加，部分行业更加注重数字化转型以提升设计和生产能力。

5.3 对于精益数字化的战略定位不高、基础薄弱，推动面临较大阻力

一是许多企业对精益数字化的颠覆程度与重要性认知不够，未上升到企业战略层面，导致精益数字化的顶层规划不足，而是界定成单纯的信息技术问题。二是部分企业将精益数字化业务外包，缺乏企业内部各级人员的深度参与和紧密配合，导致精益数字化转型仅停留在表面，未实现精益运营管理和数智化技术的“双轮驱动”。三是囿于精益管理能力不足、信息化程度低、数据共享壁垒高、异构网络集成难、数据分散等不利因素，企业开展精益数字化的基础仍较为薄弱，推进面临较大阻力。

5.4 缺乏具备精益数字化复合型能力人才与组织，难以实现可持续发展

精益数字化是将精益思想与数字化技术相结合的新型管理模式，要求人才既具备精益管理知识，也掌握数字化技术，能够将业务价值流分解为可数字化操作单元，并通过算法和模型优化。跨专业综合能力的高要求导致具备此类素养的人才匮乏。一是传统行业员工在数字化转型过程中面临技能升级挑战，新进入人才难以同时具备精益管理和数字化技术的双重能力。二是区域间经济发展水平差异导致精益数字化人才分布不均。东部沿海地区因经济基础和发展环境好，吸引大量优秀人才；中西部地区在吸引和留住人才方面面临较大挑战。三是企业缺乏完善的内部培训机制，现有员工难以通过有效培训提升技能，导致技能断层现象。这不仅影响企业精益数字化转型进程，也加剧了市场上精益数字化人才的短缺。

这一系列问题表明，在推动精益数字化发展的过程中，区域、行业和企业层面都需要从战略高度重视，并采取多维度措施解决现存障碍，确保精益数字化的全面深入推进。

6. 精益数字化发展建议

6.1 夯实政策基础，加强顶层设计与标准引导

建议各级政府部门在制造业数字化转型、智能制造等相关政策文件中将发展精益数字化作为重点任务予以支持，针对制造业亟需的领域，出台专项支持政策，包括财政补贴、税收优惠等，引导激励企业推进精益数字化。建议制造业企业、行业协会、科研机构、供应商等各方合力制定涵盖精益数字化管理原则、应用工具、评估评价等方向的标准体系，加快实施指南、评价规范等核心标准的制修订。

6.2 加强研发投入，推动精益数字化技术创新

一是实施关键技术攻关计划。针对制造业精益数字化中的核心技术难题，组织产学研用联合攻关团队，制定详细的攻关计划和时间表，提供必要的研发资金、实验条件和政策支持，突破关键技术瓶颈。二是建设创新平台与示范基地。在重点区域或产业集群内，建设制造业精益数字化创新平台，集聚创新资源，提供一站式技术研发、测试验证和成果转化服务。选择代表性企业作为精益数字化示范基地，展示先进技术和模式，带动行业整体发展。三是加速创新成果应用。通过创新成果展示会、技术交流会等活动，加强精益数字化创新成果的宣传，提高行业认知度和接受度，推动创新产品和技术快速进入市场，形成良性循环。

6.3 促进数据治理与资源共享，提高精益数字化价值创造水平

制定制造业精益数字化数据治理国家标准或行业标准，明确数据采集、处理、存储、共享等环节的要求和规范。推动建立数据质量评估体系和数据共享激励机制，提高数据质量和共享效率。依托行业龙头企业或第三方服务机构建设精益数字化行业数据资源库与共享平台，提供数据整合与共享、算法模型、商务对接等服务，赋能上下游企业高效协同。加强数据安全保护与管理，制定数据安全保护法规和政策措施，明确数据安全责任主体和监管要求。加强数据加密、访问控制、安全审计等技术手段的应用，提高数据安全防护能力。

6.4 加强精益数字化人才培养与引进, 推动可持续发展

一是在高等教育和职业教育中增加精益管理和数字化技术课程, 培养具备跨学科能力的复合型人才。二是开展多层次、多形式的精益数字化岗位能力培训, 提供定制化培训方案。三是制定人才引进与激励政策, 通过提供有竞争力的薪酬待遇、工作环境和机会吸引国内外高端人才, 并实施股权激励和成果奖励政策, 激发人才创新活力。四是合作建立实训基地或实践教学中心, 提供真实的工作环境和项目实践机会, 定期举办交流会和经验分享会, 有助于促进人才互动和合作。

6.5 持续推动产学研用服深度合作, 建立精益数字化创新生态

建立产学研用合作机制, 鼓励企业、高校、科研机构与服务机构建立长期稳定的合作关系, 共同开展精益数字化领域的技术研发、标准制定和市场推广等工作。加强资源共享和协同创新, 加速推进制造业精益数字化发展进程。加强产学研用信息交流与合作, 定期举办产学研用交流会、技术研讨会等活动促进信息交流与合作, 加快推动精益数字化技术创新和产业升级。建立产学研用信息共享平台或数据库, 提供政策信息、市场需求、技术动态等方面的资讯服务, 为各方合作提供有力支持。

6.6 分类实施精益数字化, 促进大中小企业协同发展

对于大型企业, 应明确精益数字化发展战略, 在高层领导的推进下, 构建统一的企业级数字化平台, 实现数据共享与业务协同, 提升运营效率和管理水平; 利用数据分析驱动决策, 优化业务流程, 提高决策效率, 通过建设精益数字化文化与机制, 确保战略与经营目标的实现。对于中小企业, 因资源有限, 应明确短期和中长期目标, 将精益数字化工具应用到实际需求中, 降低初期投入成本; 应特别注重成本控制和效益评估, 确保投入带来实际回报; 可以通过内部培训和外部合作提升员工的精益数字化能力。此外, 政府还可支持中小企业建立共享平台和合作机制, 共同推动精益数字化的持续发展。

第二部分

实践认知

中国制造业精益数字化理论内涵与实践分析

曲永义 中国社会科学院工业经济研究所党委书记

在全球化和信息化的大背景下，制造业作为国民经济的支柱产业，其转型升级和创新发展对提升国家竞争力意义重大。精益数字化通过先进的数智化技术手段，实现生产流程的精细化管理和优化，对企业降本增效、提升新质生产力、构建可持续发展的绿色生产模式至关重要。同时，精益数字化还有助于促进大中小企业、国有与民营企业的融通发展，更好地发挥产业链链主企业的示范效应。中国制造业走精益数字化道路，已成为推动我国经济社会高质量发展的必然要求。鉴于此，本文遵循“理论内涵—实践分析—未来展望”的逻辑思路，对中国制造业精益数字化发展的相关问题进行了理论探讨。

一、中国制造业精益数字化的理论内涵

党的二十届三中全会审议通过的《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》对中国制造业高质量发展提出了新的要求。《决定》强调“要加快推进新型工业化，培育壮大先进制造业集群；推动制造业高端化、智能化、绿色化发展；健全促进实体经济和数字经济深度融合制度。”这意味着中国制造业需不断提升自主创新能力，加强技术研发，推动产业升级和转型。同时，要在生产过程中引入更多的智能化技术，提高效率和质量，并且注重环保和可持续发展，推动绿色制造，降低能耗和减少污染。更重要的是，数字技术的快速发展和应用为制造业提供了新的发展机遇，制造业企业应积极拥抱数字化，加强数字化转型，充分利用数字技术提升管理水平、增加产品技术含量，进而推动产业转型升级，实现制造业技术赶超。

精益数字化是一种基于精益思想，利用数字技术和管理方法对企业内部流程和业务进行优化，最大化地降低成本并提高效率的新型管理技术模式。首先，精益数字化通过数据分析，可以帮助集群内企业精准识别资源需求与供给，促进企业间的协同合作，形成资源共享、优势互补的集群生态，加速先进制造业集群的培育壮大。精益数字化还通过建立行业共性技术平台，促进科技成果在集群内的

快速传播和应用，提升了集群创新能力。其次，精益数字化通过持续的技术改造和产品升级，有助于提升产品技术含量和附加值。同时，通过数字化手段有助于优化生产流程，及时监测环境变化，减少人为错误和能源浪费，从而提升智能制造水平，推动制造业向绿色化方向发展。最后，精益数字化通过搭建工业数据集成与共享平台，有助于促进数据共享与流通，实现信息共享、资源互补和利益共赢，加强产业链上下游企业之间的协同合作，最终提升整个产业链竞争力。总之，精益数字化为落实二十届三中全会对制造业高质量发展的要求明确了新的方向。

更进一步，《决定》中还强调“加快形成同新质生产力更相适应的生产关系，促进各类生产要素向发展新质生产力集聚，大幅提升全要素生产率。”精益数字化与新质生产力提升之间存在着密切的联系。具体表现在如下几个方面：

1. 目标契合

新质生产力强调通过技术、管理和组织等方面的创新，提升生产效率和经济增长潜力，注重质量、效率和创新。而精益数字化则是以精益思想为基础，结合数字化技术，对生产经营活动进行全价值链优化，旨在避免浪费、提升效率。因此，两者在理念上均追求高效、优质和持续改进，不仅有助于企业自身的发展壮大，也有助于推动整个行业的优化升级和经济的持续健康发展。

2. 相互促进

新质生产力的发展为精益数字化提供了广阔的应用场景和市场需求。随着技术进步和产业结构升级，企业对降本增效和产品质量提升的需求日益迫切，这为精益数字化的实施提供了内在动力。与此同时，精益数字化的落地又促进了新质生产力的形成和发展，通过优化生产流程、提高资源配置效率等方式，不断提升企业的生产效率和竞争力。

3. 融合共生

新质生产力与精益数字化的结合，离不开先进技术的支持。云计算、大数据、人工智能等前沿技术的广泛应用，为新质生产力的提升提供了有力支撑。同时，这些技术也与精益管理理念深度融合，推动了精益数字化的快速发展。例如，通过大数据分析，企业可以更加精准地识别生产过程中的浪费环节，并采取相应的措施进行改进；抑或通过应用人工智能技术，企业可以实现生产过程的智能化控制，提高生产效率和产品质量。在实际应用中，新质生产力与精益数字化的结合

体现在多个方面。例如，在制造业领域，企业可以通过引入智能制造系统、优化生产流程等手段，实现生产过程的自动化、数字化和智能化；在服务业领域，企业可以通过数字化服务平台、客户关系管理系统等工具，提升服务质量和客户满意度。这些应用实践不仅提升了企业的运营效率和竞争力，也为整个行业的转型升级提供了有益借鉴。

4. 共同推动经济高质量发展

新质生产力与精益数字化的结合，推动了传统产业转型升级和新兴产业创新发展。通过引入先进技术和管理模式，企业可以打破传统产业的束缚和限制，实现生产方式的变革和生产效率的提升，加快新兴产业创新体系建设，促进自主创新。这种转型升级和创新发展不仅促使企业发展壮大，也有助于推动整个产业优化升级和经济持续健康发展。总之，新质生产力与精益数字化之间存在着理念契合、相互促进、融合共生的密切关系，它们共同构成了推动经济转型升级的重要力量，为企业和社会的发展注入了新活力和新动力。

二、中国制造业精益数字化实践分析

中国制造业企业正积极拥抱数字化技术，通过引入精益管理理念，结合数字化手段，优化生产流程，提高生产效率，降低成本，提升产品质量。这一转型趋势不仅体现在大型企业上，越来越多的中小企业也开始重视并投入精益数字化建设。与此同时，政府在推动制造业精益数字化方面发挥了重要作用，出台了一系列重要政策文件，比如《制造业数字化转型行动方案》、《“十四五”智能制造发展规划》等，为制造业数字化转型提供了政策支持和引导。地方政府也结合当地产业特色，发布了一系列支持政策，如山东省实施的“工赋山东”行动计划、江苏省施行的“智改数转三年行动计划”等，这些有力地推动了区域制造业的精益数字化进程。

精益数字化主要在多个关键场景中实施，这些场景覆盖了企业运营的全价值链，旨在通过数字化手段优化流程、提高效率、降低成本并提升质量。以下是精益数字化主要实施的场景：

1. 优化生产过程

通过精益数字化，实时监控设备运行状态，预测维护需求，减少停机时间，

提高生产效率。引入自动化设备和智能系统,优化生产流程和布局,减少人工干预,提高生产精度和稳定性。结合精益管理理念,对生产过程进行持续改进,消除浪费,提高整体运营效率。例如,北京钢研高纳科技股份有限公司是我国高温合金领域技术水平最为先进、生产种类最为齐全的企业之一。钢研高纳的数智化工厂包含了大数据中心、工业控制互联网、研发管理(PLM)系统、生产运营(ERP)系统、生产管理(MES)系统等,全面提升了企业设备物联能力、业务管控能力、生产运营能力和研发管理能力,实现了精准、高效、优质、低耗、安全、环保的生产模式。宁波中大力德智能传动股份有限公司的精益数字化车间,借助德沃克智造5G数字化车间解决方案,贯穿精益思想,应用精益思维和专业知识进行布局规划,整体连通各车间的生产环节,提升了工厂运营效率,已成为精益化、数字化与智能化融合的电机行业转型标杆。

2. 赋能供应链管理

供应链可视化方面,利用数字化技术追踪原材料和成品的流动,实现供应链全程可视化,提高调度和计划的准确性。智能采购与库存管理方面,通过数字化平台实现供应商管理、采购订单生成、库存监控等功能,降低库存成本,提高供应链响应速度。协同供应链方面,精益数字化有助于加强供应链各环节的协同工作,促进信息共享,提高整体供应链的效率和灵活性。亚马逊公司利用大数据和人工智能技术预测和调整库存,实现更精准的供应链管理。同时,通过自动化技术和机器人实现快速的订单处理和物流配送,提升了客户满意度和运营效率,确保供应链的连续性和高效性。

3. 助力研发与创新

精益数字化导向下,制造业企业利用虚拟仿真和数字孪生技术对产品的设计、研发、生产和测试进行实时监控和优化,通过创建物理产品的数字模型,有助于减少创新产品的试错成本,缩短科技成果转化时间。与此同时,精益数字化还促进了研发部门与其他部门之间的协同作业,提高了产品设计的效率和质量,进而确保产品满足市场需求。例如,北京钢研高纳科技股份有限公司利用虚拟仿真技术进行产品开发和测试,并且建立了数字孪生系统,能够实时反映实际产品的研发状态,生产成本显著降低,创新产出效率和创新质量大幅提高。

4. 支持运营管理与决策

一方面，企业的精益数字化战略应用于数据集成与分析，整合企业各环节的数据资源，并对其进行深度分析和挖掘，形成自用型数据资产，为管理层提供了更科学、更准确的决策依据，有助于减少主观判断和个人经验的影响。另一方面，精益数字化还有助于赋能智能决策支持系统，结合人工智能算法和机器学习技术，建立智能决策支持系统，帮助企业快速响应市场变化，制定科学的决策方案。同时，对产品质量问题进行快速追踪和定位，及时提供科学合理的解决方案。例如，深圳市腾讯计算机系统有限公司通过大数据分析和智能化决策系统，优化产品开发和运营流程。此外，公司还利用云计算和虚拟化技术实现灵活的资源调配和成本控制，提高了企业运营效率和市场响应速度，进而增强了企业竞争力和可持续发展能力。

三、中国制造业精益数字化未来展望

首先，强化数据驱动决策。企业应建立完善的数据采集、处理和分析体系，确保数据的准确性和实时性。通过大数据分析，深入挖掘生产过程中的潜在问题和机会，为决策提供有力支持。强化数据驱动决策能力，使企业在市场竞争中更具敏锐度和灵活性。

其次，推动智能制造与工业互联网融合。智能制造和工业互联网是推动制造业精益数字化的重要手段。企业应积极推动两者的深度融合，利用工业互联网平台实现设备互联、数据互通和资源共享。通过智能制造技术的应用，提高生产自动化和智能化水平，降低人力成本，提高生产效率和灵活性。

再次，注重信息安全与隐私保护。在推进精益数字化的过程中，企业应高度重视信息安全和隐私保护。建立完善的信息安全管理体系，加强对敏感数据的保护和控制。同时，加强员工的信息安全培训，提高全员的信息安全意识，确保企业数据资产的安全和合规使用。

最后，促进绿色低碳发展。随着全球对环境保护意识的增强，绿色低碳已成为制造业发展的重要趋势。企业应积极响应国家号召，将绿色低碳理念融入精益数字化发展中。通过采用节能环保技术、优化生产流程等方式降低能耗和排放，实现经济效益与环境效益的双赢。

通过精益数字化的发展，中国能够涌现出一批具有国际竞争力的制造业领军企业。这些企业在技术创新、市场开拓、品牌建设等方面具备显著优势，能够在全球市场中占据领先地位，为中国制造业赢得更多话语权。此外，通过加强产业链上下游企业的合作与沟通，实现资源优化配置和共享共赢。推动产业链向高端化、智能化、绿色化方向发展，提高整个产业链的竞争力和可持续发展能力。更重要的是，随着数字化技术的不断发展，制造业与服务业的边界日益模糊，期望精益数字化的发展能够促进制造业与服务业的融合发展。通过提供定制化、智能化、网络化的产品和服务，满足消费者多元化、个性化的需求。同时，推动制造业向服务型制造转变，拓展新的增长点和市场空间，共同推动中国制造业向更高水平发展。

精益数字化赋能新质生产力: 数据驱动创新、资源优化重塑与产业转型升级

刘明忠 中国企业改革与发展研究会副会长

党的二十届三中全会提出,“加快推进新型工业化,培育壮大先进制造业集群,推动制造业高端化、智能化、绿色化发展。”这为我国新型工业化进一步向纵深推进指明了前进方向。新型工业化是以信息化、数字化、智能化为主要特征,以提高产业技术水平和附加值、增加产业竞争力和可持续发展能力为主要目的,以技术创新和管理创新为动力,以培育新质生产力为重点的工业化进程。新型工业化是发展新质生产力的主阵地,是制造强国建设的必由之路。长期以来,精益数字化作为实现制造业高质量发展的关键驱动力量,在推进新型工业化建设过程中发挥着十分重要的作用。精益数字化不仅仅是一种技术或管理手段,它更是一种战略选择,贯穿于企业的全价值链,旨在通过数据驱动创新、资源优化重塑、产业转型升级,全面赋能新质生产力发展。

一、精益数字化借助数据驱动企业提升创新效率

创新是推动产业变革和提升生产力的重要引擎。精益数字化管理思想、用户诉求和数字技术深度融合,能够推动企业技术能力和创新能力实现质的飞跃。加快建设世界一流企业,更需要在精益数字化的指引下,持续优化创新流程,提升研发效率,推动创新解决方案的快速落地。做强做优做大企业,亟需加强数据投入,建设高水平的研发中心和技术平台,集聚创新资源和数据资源,通过持续改进和数字技术不断打造核心优势,推动科研成果的快速转化,为产业链的高端化发展提供强有力的支持。

精益数字化的实施使得企业将研、产、供、销、服串联成统一的整体,从而更加精准地把握市场需求,缩短产品研发周期,提升产品质量,增强市场竞争力。通过一系列综合举措,推动企业不仅能够实现自身技术能力的提升,还能够在新发展格局构建中占据技术领先地位,成为产业链“链长”,引领产业链上下游企业共同发展,形成一个健康、可持续的产业生态系统。

二、精益数字化不断驱动资源优化重塑

在生产力的各要素中，资源的高效配置和利用是提升企业整体效益的关键。精益数字化通过数据驱动的决策和智能化的资源管理，能够有效打破阻碍要素自由流动的体制机制，推动各类要素在市场机制作用下实现便捷化流动、网络化共享、系统化整合、协作化开发和高效化利用，从而提高企业的运营效率和经济效益。

1. 数据驱动的资源优化配置

精益数字化的核心在于数据的获取、分析和利用的有效性。通过对生产过程中的数据进行实时采集和分析，企业能够更加精准地了解生产中的瓶颈和资源的使用情况，进而做出科学的资源配置决策。例如，通过对生产设备的运行数据进行监控和分析，企业可以及时发现设备的故障隐患，进行预防性维护，从而减少停机时间，提升设备利用率。此外，数据驱动的生产计划可以根据市场需求的变化，灵活调整生产安排，避免资源浪费，提升生产效率。数据的采集与治理也要“精益化”，过多的、冗余的数据采集与管理也会产生大量的浪费，数据的采集与管理也需要降本增效。

2. 智能化的供应链管理

供应链管理是企业资源配置的重要环节。精益数字化通过智能化的供应链管理系统，能够实现供应链上下游企业之间的信息共享和资源协同，从而优化供应链的整体效率。例如，通过区块链技术和物联网的结合，企业可以实现供应链的全程追溯和透明管理，确保供应链的安全性和可靠性。此外，精益数字化还可以通过人工智能技术，对供应链进行预测性分析，提前识别潜在的风险和机会，做出相应的调整，提升供应链的应变能力。

3. 生产力要素的协同利用

精益数字化不仅仅关注单个企业内部的资源优化配置，更强调生产力要素在产业链上的协同利用。通过数字化平台和工具，企业可以与上下游企业实现资源的共享和协同开发，从而形成一个高效的产业链生态系统。例如，企业可以通过共享的云平台，将生产过程中闲置的设备资源和技术能力开放给其他企业使用，从而提高资源的利用率。同时，企业还可以通过与产业链合作伙伴的协同开发，集聚创新资源，推动技术的共同进步，实现更高效的资源配置和更好的经济效益。

4. 推动生产要素自由流动

精益数字化通过克服传统“烟囱式”管理模式的弊端，推动生产要素尤其是数据要素的自由流动。在传统的管理模式下，生产要素的流动常常受到组织结构和流程的限制，导致资源配置的效率低下。而精益数字化通过精益的优化与信息化手段的结合，打破了这些限制，使得生产要素能够在企业内部和产业链上下游之间实现快速流动，从而提升资源配置的效率。

通过精益数字化的推动，企业不仅能够实现资源的高效利用和经济效益的提升，还能够在全球化竞争中占据优势地位，推动产业链的整体优化和升级。

三、精益数字化推动产业升级与赋能企业成长

目前，精益数字化在我国制造业尚处于起步阶段，众多企业还在摸索精益数字化的实践经验，未来精益数字化不仅要作用于企业高质量发展，更要赋能产业转型升级，推动企业向高端化、智能化、绿色化、集群化发展，从而实现产业的可持续发展和竞争力的提升。

1. 推动产业高端化发展

未来，企业能够通过精益数字化技术的应用，加速向高端制造转型，提升产品的附加值和技术含量，生产出更具竞争力的高端产品，满足市场对个性化、定制化产品的需求，使得企业能够在全球供应链中占据更高的位置，获取更大的市场份额，成为推动产业链重塑和升级重要力量。

2. 推动产业智能化发展

智能化是产业转型升级的重要方向。精益数字化通过不断优化企业全价值链的管理基础，实现生产过程的实时监控和动态调整，减少人工干预和错误，提升生产的稳定性和一致性，促进企业实现生产过程的智能化，从而提升生产效率和产品质量，更加精准的应对市场变化。

3. 推动产业绿色化发展

绿色化发展是产业转型升级的必然要求。精益数字化能够通过推动资源的高效利用和生产过程的优化，能够有效减少能源消耗和环境污染，实现能源的智能化管理和优化配置，从而加快现有产业的绿色化转型、战略性新兴产业快速发展。

4. 推动产业集群化发展

产业集群化是推动区域经济发展的重要路径。精益数字化通过促进企业与产业链上下游企业实现信息的共享和资源的协同，形成一个高效的产业生态系统，推动产业集群内部的技术创新和升级，提升整体竞争力和创新能力，加快产业集群形成发展。

5. 推动新动能培育发展

新动能是产业转型升级的重要驱动力。精益数字化通过通过数字技术的应用，促进企业加快探索新产业、新业态和新模式，实现商业模式创新，推动企业从传统制造向服务型制造转型，拓展新的增长空间和盈利模式，为企业培育和发展新动能。

精益数字化为中国制造业的新质生产力发展提供了强有力的支持和保障。通过数据驱动创新、资源优化重塑与产业转型升级，精益数字化将持续提升企业的核心竞争力，推动产业的整体升级和发展。在未来的发展中，企业应当继续深化精益数字化的应用，推动自身向高端化、智能化、绿色化、集群化方向发展，培育和发展新的生产力动能，打造具有全球竞争力的中国制造品牌。通过精益数字化的赋能，中国制造业必将在全球竞争中占据更加重要的地位，实现从“制造大国”向“制造强国”的转变。

以“精益 + 数智”转型深度融入新一轮工业革命浪潮

丁亚军 中国中车集团有限公司运营部副部长

当前，新一轮科技革命和产业变革深入发展，数字经济成为重组要素资源、重塑经济结构、改变竞争格局的关键力量，数字化转型成为引领产业变革和行业发展的重要引擎。由此引发的新一轮工业革命正加速推进，并催生经济组织、生产要素、生产关系等发生深刻变革，激发了新技术、新模式、新业态涌现，以适应新生产力、新经济发展的要求。企业在加速变革的时代背景下，及时建立和发展出适应新技术发展的新型管理模式是企业立于不败之地的关键。

在宏观层面，工业革命不断塑造社会经济系统，为 global 经济发展带来新的增长和变化。在微观层面，工业革命倒逼企业组织管理的持续变革，推动企业发展和增长。纵观四次工业革命发展过程，催生了企业生产方式、管理模式的变革，形成了创新管理经验和新的管理模式。从“技术特征 - 组织方式 - 管理模式”三个维度回看工业革命脉络，第一次工业革命典型特征可具化为“蒸汽机技术 - 工厂制组织 - 经验管理”，生产方式由手工生产转变为单件小批量机械化生产；第二次工业革命典型特征可具化为“电力技术 - 科层制组织 - 科学管理”，生产方式由单件小批量机械化生产转变为大批量流水线生产，典型模式是“福特制”；第三次工业革命典型特征可具化为“计算机技术 - 网络制组织 - 信息管理”，形成了强调人的知识和能动性的精益生产方式，典型模式是“TPS”；以人工智能、区块链、物联网等新一代数字技术为驱动力的第四次工业革命正以前所未有的发展态势席卷世界，逐步呈现出“数字技术 - 平台制组织 - 智能管理”趋势特征，特斯拉模式作为典型代表倍受企业学习和推崇。伴随着工业革命进程，开始将市场机制嵌入企业内部，与外部主体相互竞争、合作和融合，共同构建商业生态系统。技术的进步驱动了工业革命的进程，带来了组织、环境、技术、管理等各领域的复杂性，倒逼管理技术和管理科学发生了进步和演进。

第四次工业革命发展过程中，技术创新推动企业生产方式和组织形态等全面

变革，离不开企业管理模式的创新和迭代。从“福特制”到“TPS”到“特斯拉模式”的演进中不难发现，对效率、质量的极致追求，是管理迭代的主要需求和挑战。中国企业在融入新一轮变革浪潮中如何担当作为，已经成为一个时代命题。党的二十届三中全会上，习近平总书记发表了重要讲话，科学回答了一系列方向性、根本性、全局性重大问题。全会强调，要加快形成同新质生产力相适应的生产关系，这体现了进一步深化改革的时代特征。全会鲜明标定了国资国企在新征程上深化改革的方位和工作的重点，对国资央企而言，坚持高质量发展是总基调，做强做优做大是总要求，核心目标就是建设“产品卓越、品牌卓著、创新领先、治理现代”的世界一流企业。建设世界一流企业，必须坚持创新驱动、迈向全面现代化，推动管理体系和能力现代化建设，是提升企业核心竞争力的重要内容。结合企业管理实际和实践历程，我认为管理的现代化要聚焦两个方面，一是管理科学，关键是建立科学的业务逻辑。精益思想对企业在企业架构、组织、流程的变革能提供系统科学的方法论，必须长期坚持，持续深化突破。二是方法现代，关键考量维度是效率和有效性。当前我们已经迈入数字经济时代，社会发展正在由电力驱动向数字驱动深刻转变，电力和算力构成了物理世界和数字世界的“双引擎”，驱动效率提升发生了指数级的提升。持续深化精益管理，大力推进数智化转型升级相辅相成、非常重要。要在管理逻辑和管理技术上不断升级，不断提高经营的质量和效率，为业务增长和经营高质量提供有力支撑，这是大力推进精益和数智化的核心要义。精益解决的是管理和业务流程的问题，数智能化能赋予流程更具效率。没有高质量的精益管理，就没有高质量的数智化；没有深度融合精益和数智化，就没有极致的高效率和质量；不在这两个方面深化融合和突破，就难以成为具有全球竞争力的一流企业，甚至会影响企业现在的生存和未来的发展。

拥抱变革，勇立潮头，中国式现代化离不开中国企业现代化。企业成功的现代化转型，要不断在模式变革、体系构建和实践路径上突破，核心是要不断认识事物的发展规律，在深度实践中去深化认知，在创新行动中探索范式，形成全面的系统管理解决方案。要不断创新拓展精益思想和方法论，由局部走向全面，由实践积淀模式，以创新、开放心态深度融合数智化，推动管理体系和能力现代化建设，是企业打造新质生产力、推动高质量发展的有效途径。期待更多的企业、学界和组织共同去探索和实践。

精益永远在路上

高海军 原中航机载系统股份有限公司副总经理

随着时代的发展，科技的进步，新技术不断涌现，特别是数字化时代的到来，让精益与数字化不期而遇，引发了学术界、管理界热议，甚至产生一些争议。其中一个最大的争议：精益在数字化时代是不是过时了？

到底怎么认识这个问题，仁者见仁智者见智，个人有如下理解：

首先：精益起源于丰田生产方式，是丰田经营哲学和方法，也是丰田连续多少年能够在全球汽车行业领先并创造出优异业绩的核心竞争力，丰田依靠其独特的经营战略和模式，改变了汽车行业的故事，也颠覆了对技术是可以改变行业历史的唯一途径的普遍认识。所以精益远不止大家熟悉的精益生产工具、方法那么简单。

数字化是将信息转换为数字（即计算机可读）格式的过程，是将许多复杂多变的信息转变为可以度量的数字、数据，再以这些数字、数据建立起适当的数字化模型。从而帮助企业实现信息的高效处理和共享，提高管理效率和决策水平；从这个角度理解，数字化是一种先进、高效的技术和管理工具。打一个不恰当比喻：之前用铁锹挖沟的话，数字化就是用挖掘机挖沟，其能够发挥的作用天壤之别。

而精益与数字化结合，形成相辅相成，相互促进的作用。精益数字化以精益思想为基础，将企业价值创造过程逐级分解为可数字化表示的操作单元，通过数字化技术对企业经营活动进行全价值链进行优化。它旨在通过数字技术和精益管理方法的结合来优化企业内部流程和业务，去除不必要的浪费，降低成本并提高效率。

综上所述，个人认为在数字化时代精益并不过时，而且不管企业发展到什么阶段，高质量经营永远是要面临的课题，这也正是精益管理能够发挥作用之所在。同时嫁接数字化技术，可以让精益如虎添翼般成为企业核心竞争力。同时在实践中也会不断丰富、创造出更多适应数字化时代的精益工具和方法。

回顾自己工作、成长过程中，一路走来，精益伴随着解决公司不同发展阶段面临的问题。

恰逢《精益思想》一书 1996 年在中国出版发行并传播之时，我在这一年调任负责中日合资公司组建工作的。日方捷太格特（之前的 KOYO）是丰田汽车重要的零部件供应商，丰田作为第一大股东全方位帮助其导入丰田生产方式（精益生产方式）。所以合资公司从成立之日起，就按照丰田生产方式组建、运营，从生产线建设、生产管理、乃至企业经营都有精益生产方式的影子。在合资公司 8 年工作中，潜移默化地受到精益的熏陶和影响。一路走来，不管在多次岗位、职务的调整，都是精益实践者、推广者、受益者。下面通过几个案例来阐述精益在企业经营中发挥的作用。

1. 在本世纪二十年代初，中国汽车工业开始呈现快速增长之势，汽车零部件企业也迎来高速增长期。我所在的豫北转向器公司面临的产能不足成为企业发展的制约因素。大量投资购买设备，又受制于资金和时间所限。从合资公司生产线受到启发，公司开启了精益管理的探索之路，首先将机群式布局的生产设备，按照精益生产方式调整为按照生产流程组建生产线，再加上持续改善，产生了“搬一搬、翻一番”奇迹。

2. 随着市场不断增长，关键零部件壳体产能成为瓶颈，生产线员工加班加点成为常态，员工能休息一个礼拜天成为奢想。于是豫北公司与精益数字化管理咨询公司开展专项合作，对生产线进行全方位改善，仅用几个月时间，产能和质量得到极大提升，该生产线员工在满足产量增长的前提下，实现了双休。

3. 2013 年，随着岗位调整，担任新航集团董事长，恰逢航空产品任务激增，同时又面临主机均衡生产要求，保按时交付成为主要问题，新航开始在航空产品领域导入精益管理，有效解决及时交付问题，公司在集团连年评为金牌供应商。

4. 2019 年偶然机会结识原丰田汽车公司生产管理部长田中正知先生，在聆听其独创的《丰田生产的会计思维》---J 成本论课程后，聘请田中老先生开展 J 成本专项合作，通过几年实践，新航集团生产效率、两金压降取得明显成效。

以上案例说明精益远不是几个精益工具、方法那么简单，它就是一种独特的企业经营管理思维和方法，运用这些思维能够解决企业发展过程中面临的各种问题。相信在未来企业追求高质量发展中，还会遇到方方面面的问题，运用精益思维再嫁接数字化技术的应用，一定会打造出企业未来核心能力。

精益永远在路上！

第三部分

典型案例

案例 1: 中国中车股份有限公司

——贯穿全价值链的精益数字化运营管理体系

应用场景:

生产管理、全价值链贯穿

实施背景:

中国中车股份有限公司是全球规模领先、品种齐全、技术一流的轨道交通装备央企集团。随着高铁与城市轨道交通的快速发展,市场对于产品多样化、小批量、高品质、定制化及快速交货的需求已成为常态,行业竞争愈发激烈,企业面临前所未有的生产与交付压力。为实现智能制造与产业转型升级的战略目标,中国中车在早期就以精益管理为基础,构建了 6621 运营体系与平台,并在全集团范围内积极推广。随后,下属公司便结合自身的业务特点和运营模式,对精益数字化进行了更具针对性和创新性的应用。

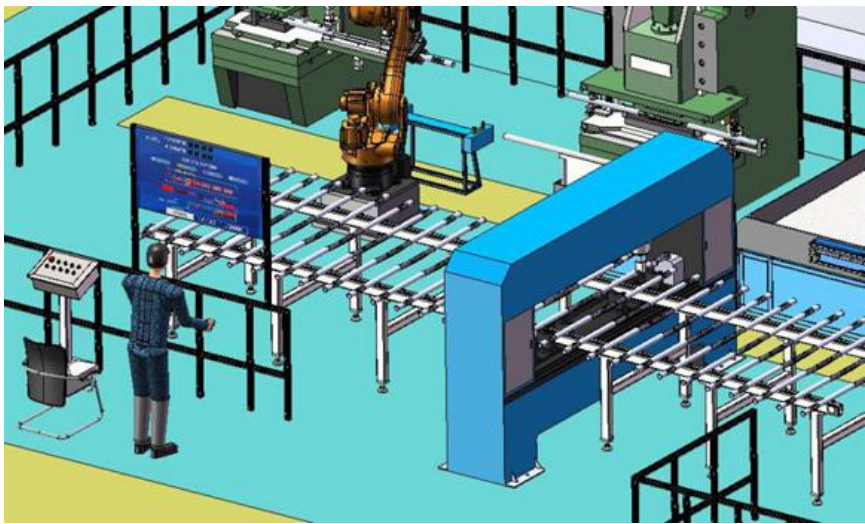
解决方案与应用成效:

(1) 全面实施精益数字化生产,持续强基壮能

制造环节是全价值链精益数字化的起点与重中之重。中车集团致力于打造低成本、高效率、高收益的精益数字化制造系统,以生产制造模式变革拉动全价值链运营管理体系的提升。

中车齐齐哈尔车辆有限公司将精益数字化用于铁路货车交叉杆的生产制造,一是在流程设计上,重构交叉杆的生产流程,减少后续工序的等待时间;二是产线布局上,采用“U”型产线布局和“一个流”生产方式,结合自动化设备的应用,实现产线自动化;三是在工位设计上,采用坐立结合的工作方式,提高操作人员的工作舒适度;四是在看板设计上,通过布置生产监控看板,实现信息数据的自动采集和智能辅助作业。

改善后的产线平衡率增加了约 23.4%,生产效率提升了 50%,减少了库存浪费、等待浪费、运输浪费、加工浪费及失败浪费,作业面积相比之前减少了约 200 平方米,生产操作人员也由原来的 12 人减少至 2 人。



附图 1 中车齐车公司工位设计展示

中车大连机车车辆有限公司通过变革生产组织模式、建设精益制造平台、强化生产数据应用，打造准时柔性精益制造能力，实现平准化生产。在城市轨道交通车辆的生产成精，一是建立以产品交付为导向、以节拍达标为准则、以标准作业为基础的精益生产模式；二是构建针对备料、机加、焊接、装配、涂装等场景定制的精益制造平台，实现新造业务全要素数字化管理；三是建立“生产指挥数据驾驶舱”，实现作业现场全场景、全要素、全过程的可视化管理，提升动态感知、预测预警、自主决策与精准执行能力。

改善后，内燃机车总装生产效率提升 1 倍，城铁新造日综合生产周期缩短 67%，主要加工产线工序间在制品减少 40% 以上，公司直接生产人员减少 14%，地铁新造项目工时最高缩减 10% 以上，平均毛利率提升 5%。



附图 2 中车大连机车精益数字化系统

中车株洲电力机车有限公司对空气管道加工产线的改造升级。一是通过分析生产节拍、运用三维虚拟仿真技术及自动化技术，实现了从原材料到成品的全过程自动化加工。二是利用 MBD 技术打通了从研发到制造的数据链，实现了设计数据直接驱动产线，大幅提高了生产效率。三是建设了智能存储立库，实现了管道材料的智能存储与追溯管理，保证了生产过程的质量可控性。四是在管道加工工艺引入了无屑切割技术、自动化倒角处理、全自动清洁装置等先进技术，提高了加工精度与效率，降低了原材料消耗，提升了资源利用率。

升级后的产线原材料利用率提升 5%，产品设计、工艺到产线周期减少 25 天，单根管道加工周期减少 53 秒。产线自动化率达 100%，人员减少 33%。此外，每一根管道通过二维码都有唯一的身份信息，从订单推送、下料、加工、装配、质检到运维，实现了管道全寿命质量信息追溯 100% 质量追溯。



附图 3 中车株机业务数据架构

中车株洲车辆有限公司形成了从精益管理、自动化改造到信息化集成的全面升级路径。首先在“精益化”方面，遵循“6621”精益管理理念，优化资源配置与流程，建设标准工位“六标”（工位管理、作业指导、标准化培训、配送、操作、监督）管理模式。其次在“自动化”方面，通过机械手、RGV 和输送线等技术实现生产线自动化，如车轴节拍化生产线利用机械手连接数控设备，实现多规格车轴共线生产和“一人双机”模式。最后在“信息化”方面，注重数据的治理、整合与应用，利用数据驱动生产，通过构建轨道车辆节拍化生产运营管理平台，增强生产与管理的互联互通，实现数据一体化与管控精准化。

精益数字化的实施让车轴生产线生产效率提升 14.3%，减少各类用工 16 人；铁路货车典型部件冲 - 剪 - 焊智能产线上下侧门板生产效率相比改造前，提高

450%，减少用工 12 人；节拍化流水车体生产线实现 X70 平车、C70EH 敞车、FMG 矿石敞车等多种车型的批量生产，减员 46 人，柔性化工装的使用减少转产费用投入 181 万 / 年，通过 RGV 传输小车传输代替天车吊运，减少天车使用率 87.5 %。



附图 4 中车株辆公司三化管理模式

中车株洲车辆有限公司形成了从精益管理、自动化改造到信息化集成的全面升级路径。首先在“精益化”方面，遵循“6621”精益管理理念，优化资源配置与流程，建设标准工位“六标”（工位管理、作业指导、标准化培训、配送、操作、监督）管理模式。其次在“自动化”方面，通过机械手、RGV 和输送线等技术实现生产线自动化，如车轴节拍化生产线利用机械手连接数控设备，实现多规格车轴共线生产和“一人双机”模式。最后在“信息化”方面，注重数据的治理、整合与应用，利用数据驱动生产，通过构建轨道车辆节拍化生产运营管理平台，增强生产与管理的互联互通，实现数据一体化与管控精准化。

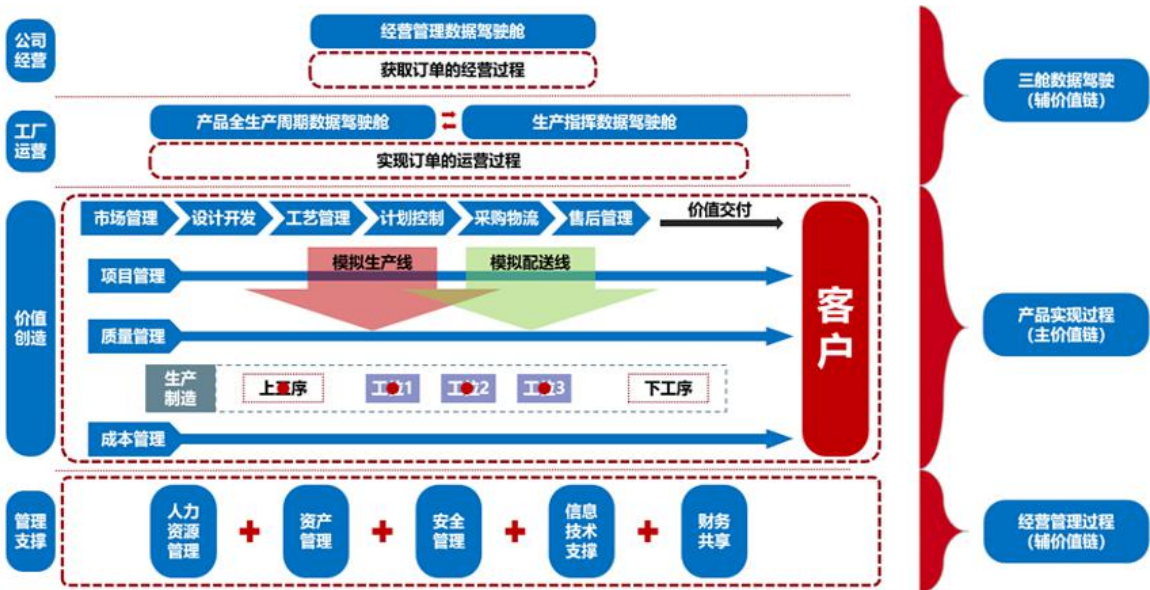
精益数字化的实施让车轴生产线生产效率提升 14.3%，减少各类用工 16 人；铁路货车典型部件冲 - 剪 - 焊智能产线上下侧门板生产效率相比改造前，提高 450%，减少用工 12 人；节拍化流水车体生产线实现 X70 平车、C70EH 敞车、FMG 矿石敞车等多种车型的批量生产，减员 46 人，柔性化工装的使用减少转产费用投入 181 万 / 年，通过 RGV 传输小车传输代替天车吊运，减少天车使用率 87.5 %。

(2) 构建全价值链精益数字化管理体系，驱动效能跃升

中国中车在全价值链上深入推进精益数字化建设，通过构建精益制造数字化平台、优化生产计划与调度、改善运营管理效率等举措，实现从信息化到数字化、从单一职能到全价值链的生态贯通。

中车永济电机有限公司以中车“6621 运营管理平台”为指引，以项目拉动端到端的价值创造过程，构建以工位制为基础、以工位信息化为核心的精益制造数字化平台。通过市场到工位，工位再到市场的全过程业务标准化、可视化管理，纵向打通营销、设计、工艺、采购、生产、售后业务价值流，实现 PLM、QMS、WMS 等系统集成；横向以生产计划、现场作业、车间物流、设备工装、质量管理等单元为载体贯穿部门壁垒，保障业务高效运转。在实现“工位六要素”标准化化管理的基础上，实现要素联动，确保标准统一，节点协同，提升生产运营数字化能力。

公司业务域综合一次通过水平提升了 34.7%，产品制造直通率提升 6.3%，产品实现的年度总成本优化比率提升了 13.6%；技术革新带来的年度总成本优化比率先之前提升了 28.3%。准时交付率（达到第一次承诺的交付时间）提升了 25.6%；准时交付率（达到最终客户要求交付时间）提升了 35.2%。通过体系的运行，在同等产出的情况下，资源消耗降低 4.32%。企业综合客户满意度水平提升了 7.3%。



附图 5 中车永济“6621”核心逻辑的精益数字化转型架构

中车南京浦镇车辆有限公司从“全产线”、“全流程”和“全项目”三个方面开展精益数字化探索实践。在“全产线”方面，公司运用数字化智能制造技术，推进作业现场全要素的可视化、透明化和在线化管理，构建了包括城轨总装、转向架组装在内的六条数字化生产线，显著提升了生产效率并减少了人员依赖。在“全项目”层面，通过搭建数字化管理平台，实现了跨部门的高效协同工作，并引入“三新”项点管理模块，确保项目风险管理的闭环运行，促进了信息共享与流程优化。在“全流程”管理上，根据业务实施逻辑，细分场景、动作与要素，推进市场、设计、工艺、采购、质量、资产及安全管理的标准化与数字化。公司梳理出了 228 项一级管理动作，并明确了各项动作的标准执行时间和相关属性，实现了全价值链项目数字化运营语言的统一。

精益数字化的实施让平台产品图纸借用率提高至 90%，产品设计周期缩短近 2 个月，工艺设计周期缩短近 1 个月；新造城轨项目的车体焊接产线节拍时间由 3 小时优化至 2 小时，日产能由 7 辆提升至 10 辆；总装产线节拍时间由 3.5 小时优化至 2.5 小时，日产能 5.5 辆提升至 7.5 辆；城轨车辆的生产制造周期和人员投入也不断缩短：分厂人员投入减少 220 人，制造周期由 58 天缩短至 47 天，节拍兑现率稳定在 90% 以上。



附图 4 中车株辆公司三化管理模式

案例 2: 大连华锐重工集团股份有限公司通用减速机厂

—— 精益数字化助力打造节拍化、自动化生产线

应用场景:

产线管理

实施背景:

大连华锐重工集团股份有限公司通用减速机厂是中国齿轮传动领域的重点骨干企业，主要以齿轮传动技术为核心，为全球电力、起重、冶金等领域用户提供产品和服务。作为一家以传统批量作业模式为主的制造企业，大重减速机厂在产线管理上存在运行不畅、异常问题频发、生产交付难以保障以及工位物料未完全实现裸包上线等问题，严重影响了生产节拍的稳定性。面对严峻的竞争压力，大重减速机厂希望通过导入精益管理理念和数字化技术，加强产线管理，持续优化和改进生产运营过程。

解决方案:

(1) 调整生产模式：应用流线化生产模式，构建全链的产线网络，提高效率，强化协同，减少断点，缩短周期。

(2) 推行标准工位：加强人、机、料、法、环等要素配置，明确管理标准，支撑制造运营管理平台 MOM。如在人方面，要求：员工持证上岗，上岗证与岗位作业内容一致，上岗证在有效期内；操作者经过岗前培训及生产前工艺技术交底；操作者本岗位工艺要求一口清，能口述操作要领；每个生产线工位有车间、职能部室对应，并能及时联系。在机方面，要求：建立设备清扫、润滑、点检标准，操作者熟练掌握设备、工装；工具、检测器具的操作要领，正确使用操作，熟悉点检要求，并规范填写记录；关键设备在开工前得到验证，并有记录；检测类工装、器具在验证周期范围内，无超期使用；设备、工装、工具有责任人，无带病作业现象；按规定填写设备交接班记录。

(3) 建立产线管理模式：一是优化产线管理岗位职责，明确各级人员的工作任务。二是优化产线管理指标，制定科学的产线评价标准。三是输出产线管理

手册，涵盖工作流程、星级精益产线建设、产线管理制度及精益应用技术和工具等多个方面，为产线管理提供实用指南。

(4) 改善异常问题：对产线异常问题进行梳理分析，通过周期别统计异常数据。首先，每日召开产线日例会，记录当日车间异常问题；其次，对每周异常问题汇总，跟踪问题解决进度；最后，进行月度异常问题分析，查找重点问题。



附图 7 减速机厂标准工位的要素配置

应用成效:

经过精益数字化项目的实施，大重减速机厂建立了连续流产线，减速机产线管理标准模式和异常问题快速响应机制，结合数字化技术固化了改善成果。这些措施使得计划达成率提升了 15%，产能提升了 40%，产线平衡率提升了 10%，齿轮箱生产周期缩短了 22.4%，整个生产过程单个项目的制造成本降低了 15% 以上。同时，标准化作业和流程化管理的推行与固化，提高了产品的一致性和稳定性，增强了品牌的竞争力。

案例 3: 弗兰德传动系统有限公司

——精益数字化提升产线生产效率

应用场景:

产线管理

实施背景:

弗兰德传动系统有限公司是一家全球风电和工业领域齿轮及传动技术的领军企业，其产品线涵盖了工业齿轮箱、风能齿轮箱、风力发电机等多个领域。在全球地缘政治不确定性增加、价格竞争加剧、供应链波动、环保法规日益严格以及客户需求多样化的背景下，弗兰德在产品交付周期、成本效益和产品质量等方面面临诸多挑战。为此，弗兰德选择在生产现场全面推行精益数字化，以帮助企业消除浪费，加强生产效率。

解决方案:

弗兰德在风机驱动链产线落地项目运用了精益数字化的多种方法，包括准时化生产，模拟仿真，物料流规划，打通信息接口，线平衡，现地现物，敏捷项目管理等。

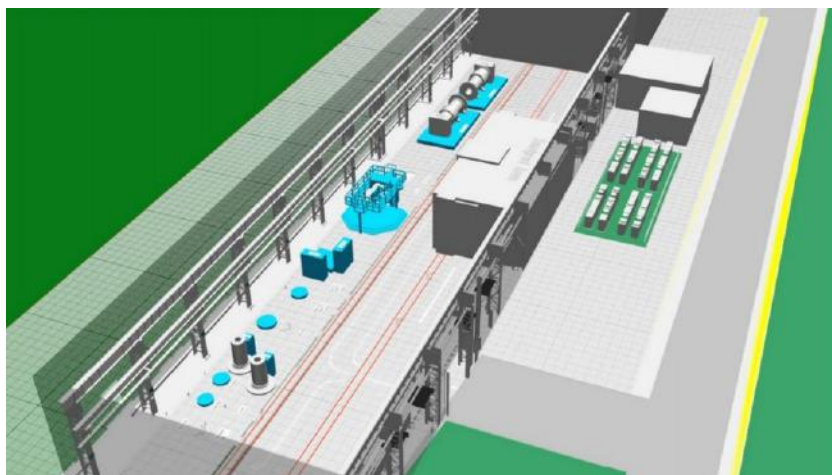
(1) 在项目管理上。以供应链价值流为导向建立项目团队，将从原材料到成品的各个环节紧密地串联起来，时刻关注如何更快速实现价值流动、更快速响应客户需求；同时采用子项目进度管理信息板，里程碑时间表，定期会议子项目一页汇报模板，现场实物模拟等精益数字化的工具和理念来实施生产计划管理。



附图 8 弗兰德驱动链产线落地项目计划

（2）在供应链搭建上。坚持准时化理念，借鉴按小时配送物料的经验，为产线设计准时且准确的物料供应方案。通过为每种物料制定详细的配送计划，确保物料运输各环节的顺畅衔接和高效运转。对于成品运输，弗兰德与客户共同探讨的“快乐流动”（即零库存及准时化发运）理念，实现了弗兰德与客户资源管理系统的接口对接，确保生产进度数据能够实时传输。

（3）在生产制造上。运用数字化仿真技术，在新产品导入的资源准备阶段构建与现实相匹配的虚拟产线布局。通过对人员、机器、物料、方法等要素的参数化设定，在仿真软件中模拟实际生产过程及关键资源利用率分析，提高项目计划阶段的准确性。此外，在产线规划过程中，充分利用线平衡、动线规则和布局模拟等工具，对产线进行详尽而细致的设计研究，为样品试制和批量生产做好了充分准备。进入实施阶段后，负责生产、计划和物流的团队成员通过对节拍、提前期等数据的实际调整，进一步优化生产线的平衡，从而使生产过程更加高效，缩短了交付周期。



附图 9 弗兰德现场布局模拟

应用成效:

弗兰德风机驱动链产线落地项目通过精益数字化最终实现项目投资比计划降低 10%，人员投入比计划降低 57%，产线增值区域面积占比超 80%，产线实现从生产到成品全过程零库存。仅风机驱动链这一个产线就为弗兰德带来年营收超两亿元人民币。此外，弗兰德通过实施系统性的精益数字化战略，给工厂和员工带来了巨大的提升，从人均产出、生产流、物料流和信息流的流动率等数据统计来看，均实现了三倍以上的增长。

案例 4: 中国核工业华兴建设有限公司

——精益数字化强化核级钢衬里加工能力

应用场景:

产线管理

实施背景:

中国核工业华兴建设有限公司隶属于中央直属的中国核工业集团有限公司，是国内外核电建造的龙头企业之一。目前，中核华兴的核电钢结构施工仍以传统手工及半自动加工模式为主，工作强度大，需要更多人员投入和更大的场地，已无法满足当前核电建造需求，而且随着核电行业发展趋势的加快和新增项目的增多，目标产能需求也在扩大，迫切需要对现有加工方式进行技术升级和改造提升，以达到工期更短、造价更低、质量更优的目的。

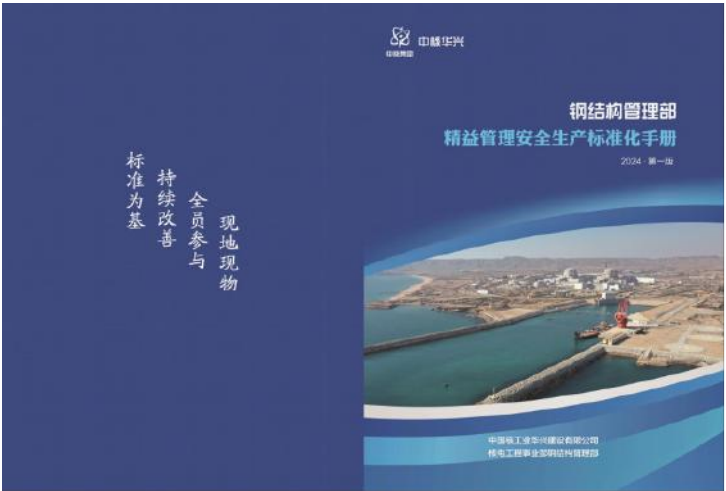
解决方案:

中核华兴运用精益数字化管理工具，根据“PDCA”四个阶段十大步骤制定了改善计划。通过逐级分解目标，聚焦核心业务——核电工程“工期更短、造价更低、质量更优”的发展目标，践行钢结构施工板块“主动优化、持续改善”的理念，从“员工管理、生产组织、工艺设备”三个维度对瓶颈工序进行透彻性分析，量化研究，找出针对这些主要问题的改进优化方案，将其打造成一条精益化程度较高的生产线。

(1) 工艺设备。一是引入先进设备机具提升施工工效。如将坡口加工工序的半自动火焰切割机更新为成型好、速度快的移动式坡口机，使坡口加工一次成型；将焊缝打磨的角磨机更新为质量高、清理速度快的气动磨光机，提高打磨效率。二是改进施工工艺。如增加焊钉定位图，使焊钉放线定位标准化，减少质量缺陷；改善环向角钢组对工艺，对关键工序提前备料，缩减角钢组对使用人工和时间，形成流水化施工模式。

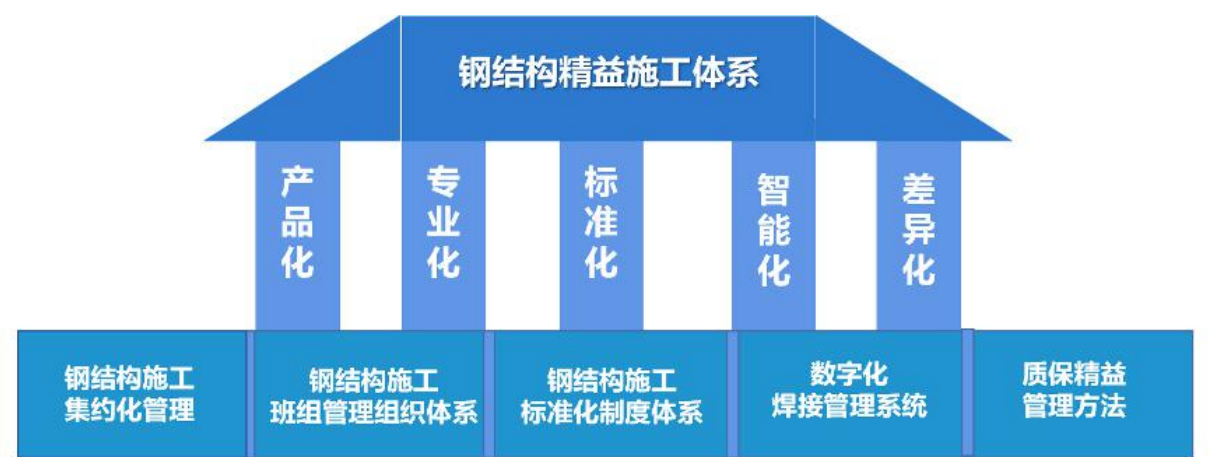
(2) 员工管理。一是优化激励制度。按照项目重要程度及施工分项工艺难度，设置双向增补制度，提高核级焊工施工积极性。同时，对各班组质量、安全、进

度水平进行月度监控, 选拔优异的铆焊工, 进行专项增补补充。二是优化班组管理。设计并制作可视化手册, 更直观地解释相关规程序。



附图 10 中核华兴精益管理安全生产标准化手册

(3) 生产组织。一是工效管理。以施工任务为目标的全要素链接焊接生产数据, 包括人、机、料、工艺等数据, 可实时统计分析在线数据。实现铆工和焊工当日工作量线上实时统计并线上可视化展示以提升工作积极性。二是施工记录自动生成。实现焊接记录系统自动生成, 提升竣工资料质量和效率; 结合不同检测时机, 以焊缝为主线实现无损委托自动生成。三是设备监控与工艺预警。实现焊接设备电流、电压、焊工上机、设备状态实时监控及数据采集, 改变人工数据统计方式; 以焊缝为主线, 自动采集焊接电流电压等参数, 比对焊接工艺参数, 实现焊接工艺超规范预警。



附图 11 中核华兴核电钢结构精益建造管理模型

应用成效:

中核华兴的核级钢衬里加工业务实施精益数字化改善后，生产节拍提升 20%，铆工施工工效提升 48%，焊工施工工效提升 42%，直接为钢衬里加工节约 560 万元人工成本，提升 2100 万元 / 年产值，间接为钢结构提升约 2 亿 / 年产值。同时，通过不断推进精益数字化建立了钢结构精益生产新模式，提升了施工的精度和效率，加速行业向智能制造的转型。

案例 5: 攀钢集团矿业有限公司

——精益数字化提升钛精矿金属回收率

应用场景:

产线管理

实施背景:

攀钢集团矿业有限公司隶属于攀钢集团，是一家集破碎、磨矿、选别于一体的攀西钒钛磁铁矿资源综合利用企业。2023 年以来，由于作业区生产管理较为粗放，导致钛精矿的金属回收率波动较大，全年平均回收率降至 36.77%，低于设计值 2.23%，进而引发了全年钛精矿减产 3.72 万吨。按照钛精矿的边际利润 1394 元 / 吨计算，这直接影响了 5184.84 万元的利润。为提升企业利润，更好地完成分公司的生产经营目标，公司决定对产线进行精益数字化改造。

解决方案:

(1) 制订《粗选作业生产组织(计划与考核)管理办法》，对生产过程控制指标、产品组织指标进行细化，确保有针对性对钛精矿生产过程进行管控，衡量班组生产稳定情况，强化交接班管理，降低交接班生产波动，保证生产平稳运行。

(2) 结合钛精矿生产过程难点及作业区的生产目标，确定“钛精矿班产量、浮选精矿品位、一段强磁作业率、一段强磁回收率、浮选加收率、捕收剂用量、总实际回收率”等指标的“运行控制图”，生产班组负责异常值进行原因分析，并采取相应的改进措施。

(3) 在具体的生产工序，强化高梯度磁选机维护保养，形成规范化操作指导书，并定期清洗卸矿水管及磁介质，实施双人验收确认机制；安装高频细筛溢流装置，加强筛网定期清洗及破损筛网更换，推广自动冲洗装置，并确保给矿量均匀；开展磨矿球配比试验，合理控制球磨机运转台数，并根据原矿粒度及球磨机循环负荷调整生产组织；推行药剂配比自动化，采购并安装硫酸自动配制系统，实施药剂数字化添加，优化药剂管理制度。

(4) 将班组间的评比纳入月度绩效考核体系，通过绩效的方式，促进班组

间良性竞争。

应用成效:

经过对钛精矿作业区生产管理的精益数字化建设，攀钢矿业钛精矿的生产效率得到幅度提升，回收率由改善前的 36.77% 提升至 41.9%-42.2%，创造经济效益 5165 万元。



附图 12 攀钢矿业钛精矿回收率改善前后对比

案例 6: 攀钢集团西昌钢钒有限公司

——精益数字化构建敏捷交付模式

应用场景:

订单交付

实施背景:

攀钢集团西昌钢钒公司是攀钢集团全资子公司，长期致力于精品汽车用钢、高端家电用钢、高级别管线钢等钢产品的高端研发和制造。面对国际国内宏观经济下行、市场需求疲软及钢铁行业竞争加剧的外部环境，加上内部订单交付周期长、准时交付率低和拖期交付损失严重等问题，公司的盈利能力和市场竞争力受到严重影响。因此，西昌钢钒决定推行精益数字化转型，以提升整体运营效率。

解决方案:

西昌钢钒在第三方机构的帮助下开展针对订单交付问题的对策分析，最终决定从“流程优化”、“管理提升”和“方法创新”三个方面开展精益数字化建设。



附图 13 西昌钢钒基于 5M1E 梳理改善源头

(1) 在流程优化上。优化冷轧料入库封闭流程：取消“冷轧 MES 自动封闭，人工测量后解封”流程，由产销系统根据入库时间自动判断材料是否冷却。优化

成品单重不合解封流程：取消成品单重不合材料人工中间传递流程，由产销系统内将单重不合材料信息直接传递销售人员，销售人员与用户沟通后确定材料是否解封放行，系统据此操作。优化尾料变更流程：取消了“脱合同”“质量设计”“合同计划”“转用充当”等4个非增值流程。

（2）在管理提升上。推进极致库存管理：以极致库存引导前工序生产组织，满足拉式生产要求，实现生产组织模式的推拉结合，提升界面运行效率。推进铸轧一体化计划管控：炼钢、热轧计划两个岗位合并为一个铸轧计划岗位，实现上下工序串联，满足板材轧制工序的冷、热兼顾。

（3）在方法创新上。优化订单排产方法：一方面建立订单排产优先级规则，从12个维度对订单进行打分；另一方面根据订单优先级、结合工序生产状况，按计划规则进行订单排产，进一步缩短合同排产等待时间。改进成品准发方式：在原手工准发的基础上，对准发规则进行了梳理，新增了自动准发功能。优化小批量订单备料方法：建立备料损益模型，避免靠经验备料带来的损失，每季度开展一次后评估，最终提高了小批量订单生产的经济性。

应用成效：

西昌钢钒经历近一年的精益数字化探索与实践，取得了以下成效：（1）订单交付周期缩短：热轧缩短7.7天，冷轧缩短11.5天，订单交付周期波动范围也显著收窄。（2）全流程库存缩短：经过6个月的时间，日均存货库存下降1.5万吨。

（3）直接经济效益：降低库存，减少存货资金占用创效240万元；提高热送热装率创效791万元；累计创效1031万元。（4）管理效益：缩短了合同交付周期，为合同精准交付、满足用户需求、提升市场占有率打下了坚实基础；通过流程优化，实现岗位业务的整合，减少人员投入；初步建立起以合同交付为中心，以工序准时交付、极致库存管控为基础的订单敏捷交付生产组织模式。

案例 7：鞍钢股份质检计量中心

——精益数字化驱动工厂布局优化

应用场景：

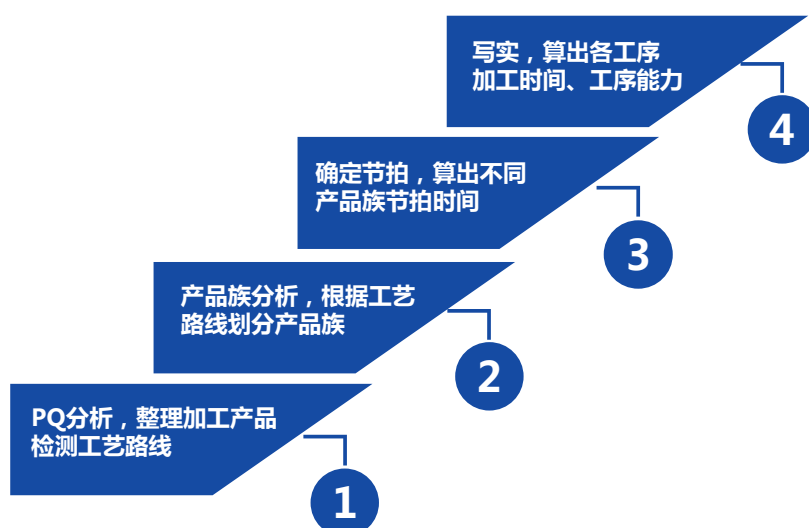
车间布局

实施背景：

鞍钢股份质检计量中心隶属于鞍钢集团旗下的鞍山钢铁集团有限公司，主要负责鞍山钢铁炼焦、炼铁、炼钢及各成材厂的入厂原料、中间品和产成品检测等工作。随着市场竞争的加剧和转型升级的需求，鞍钢质计面临检测任务量增大、项目需求增多、技术难度提升和精度要求提高等挑战。而成材检验室中部加工厂房多为集群式布局，存在孤岛作业、搬运浪费、职工劳动强度高、检测周期长及设备自动化程度低等问题，难以满足转型需求。亟需借助精益数字化的理念和工具，优化加工厂房，提高检测效率，推动“数字鞍钢”建设。

解决方案：

鞍钢质计通过对厂房布局进行价值流图和物流动线图分析以及从“人机料法环测”六个方面寻找原因，发现了当前成材检验室中部加工厂房存在的布局问题，随后应用精益数字化工具和方法对布局进行调整和优化，具体实施步骤如下。



附图 14 鞍钢质计厂房布局优化解决方案

(1) P-Q 分析。统计主要产品月平均检验件数做 PQ/PR 分析，通过对数据的整理分析，确定具有代表性的产品，根据不同类别产品设置不同的工艺路线。

(2) 产品族分析。根据工艺路线将 39 种产品划分为冲击、板条拉伸、杂件单元、圆拉伸 4 个产品族，偶尔才需要生产、占总需求量很少的产品不用考虑。

(3) 节拍分析。以板冲击产品族为例，按每天 3 个班次，每班可用时间去除班前会、清洁、午餐时间等，每班作业时间 385 分钟，按照冲击样品需求 550 件 / 天，计算得出冲击节拍时间 113 秒 / 件。

(4) 写实。利用写实算出作业时间和工序能力。以板冲击产品族为例，一方面，观测 10 次各工序作业时间测定（包括：拿取物料时间→移动至设备时间 / 距离→装夹时间 / 批量→机器自动加工时间→卸活时间→成品放置时间）得出板冲击加工周期为 217.9 分钟。另一方面，根据 2023 年 1-5 月检验件数统计得出板冲击产品日平均需求为 528 件 / 日。进一步通过工序能力分析，单元工序能力为 523 件 / 日，能够满足生产需求。

应用成效:

鞍钢质计按工艺流程精益化布局以后，优化了物流路线，缩短了中部平均检测周期、物流移动距离，降低了职工劳动强度。其中，主要产品最长移动距离由 112 米降至 62 米，主要产品转运时间由 6.4 分钟降至 3.6 分钟，拉伸、冲击平均检测周期降低 5%。



附图 15 鞍钢质计加工车间布局

案例 8: 重庆隆鑫发动机有限公司

——精益数字化提高研发项目管理能力

应用场景:

研发管理

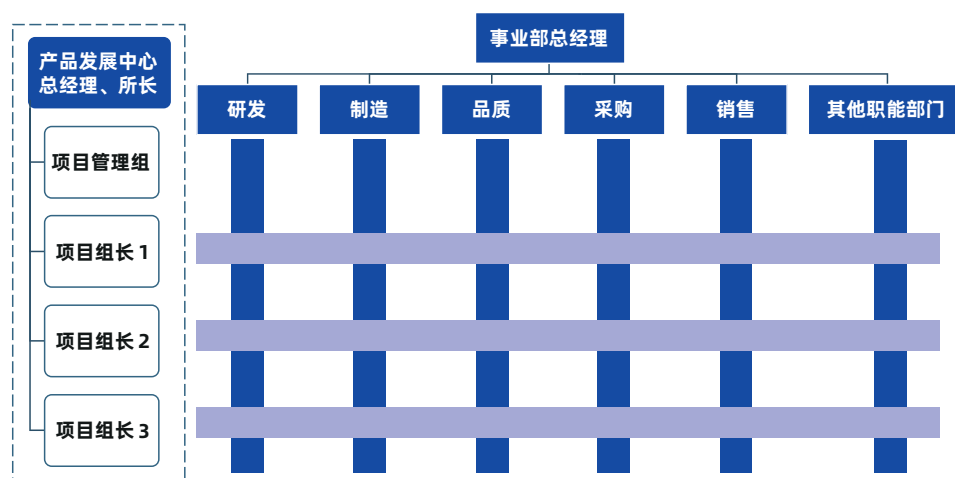
实施背景:

重庆隆鑫发动机有限公司是一家集摩托车发动机研、产、销于一体的大型综合制造型企业。面对 2023 年极端激烈的市场竞争环境，重庆隆鑫认识到唯有提供远超竞争对手的产品和服务，才能持续赢得市场份额。然而，其研发环节较为薄弱，具体表现为产品开发节点达成率不到 60%，新品销量占总销量的比例不到 10%，产品开发周期落后于竞争对手，导致销量及行业地位被超越。这些问题的根本原因在于组织支撑与项目管理能力的不足。

解决方案:

重庆隆鑫主要通过以下方式改善研发项目管理水平：

(1) 建立弱矩阵模式项目管理架构，即构筑跨职能部门的纵横协作；跨职能的小团队面对任务的管理模式。



附图 16 重庆隆鑫弱矩阵项目管理组织架构

(2) 提升项目组长能力：通过参加培训、参加客户调研、自我复盘，他人反馈等方法促进项目组长学习与成长。

(3) 推动项目管理数字化变革：导入 Teamcenter 系统，实现数字化平台自动化分配任务及统计，与 OA 系统衔接，同时可以系统化管理开发过程中的所有输出物，将项目信息在各成员间及时传递和共享，做好知识沉淀和分享，最终通过数字化管理系统固化流程标准。

(4) 建立问题快速解决机制：明确 RPS 快速问题解决的上报流程、上报标准化、接口人职责和开展要点，提高问题解决效率。

(5) 运用“层级例会”导出改善任务 / 课题：通过项目日站会平台，使项目信息和问题及时沟通和处理，保证项目任务高效；利用沟通计划，使团队成员信息畅通，目的明确，目的一致，提高效率。

应用成效:

通过在研发项目管理推行精益数字化的改善措施，重庆隆鑫的产品研发效率得到了显著提升。具体而言：(1)项目日站会和目视化看板形成规范并常态化运行；(2)项目异常响应(RPS)机制搭建完成，风险意识和识别能力明显提升；(3)模板标准化清单已按计划完成 90% 以上；(4)项目负责人的体系化管理能力（工具应用加软技能）明显提升；(5)研发流程更切合竞争态势和业务实际；(6)试点项目按阶段周期同比同类项目缩短 10-15%；(7)跨部门配合度和项目参与意识明显增强；(8)初步培养了 20 多名骨干项目负责人。

案例 9: 重庆长安汽车股份有限公司

——精益数字化提升全价值链运营能力

应用场景:

全价值链穿透

实施背景:

重庆长安汽车股份有限公司是兵器装备集团旗下最大的整车制造企业，也是中国汽车四大集团阵营企业。当前，汽车产业进入快速增长阶段，一方面新能源汽车的快速发展带来了中国品牌乘用车市场份额的进一步提升；同时，汽车出口继续大幅提升，对拉动市场整体增长贡献明显。另一方面，汽车市场的竞争不断加剧，价格战进入白热化程度，对企业收入与利润带来了巨大的影响。

解决方案:

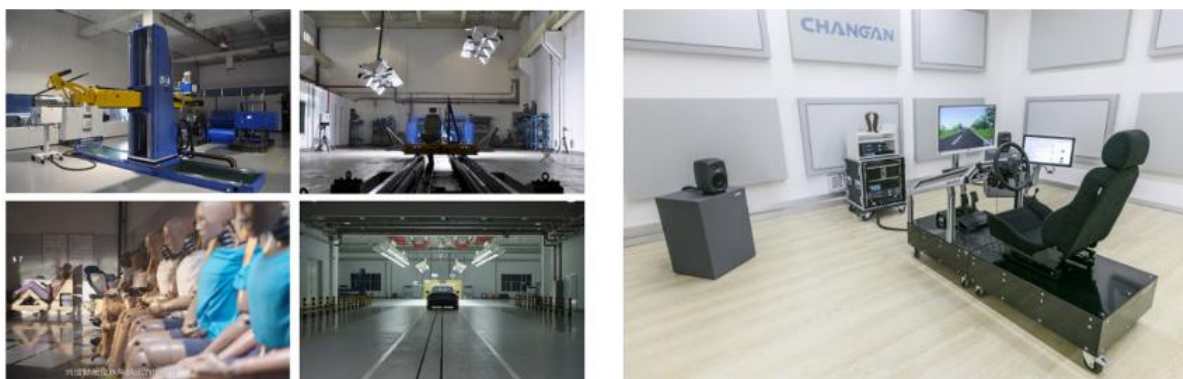
长安汽车以客户为中心、价值为导向、平台为载体，通过数字化转型提升全价值链的精益运营能力，实现“体验提升”“效率提升”“成本降低”“模式创新”，打造行业精益数字化标杆。

在精益研发数字化方面，长安汽车搭建精益研发项目管理平台，构建 200+ 个业务指标，实现流程在线、过程在线、运营在线，实时监控在研项目，提升项目管理效率。在加强研发项目管理能力的同时，还建立了万核级超算中心 HPC，应用 CAE 仿真大幅提升研发效率。此外，构建了全球协同研发平台，实现产品设计领域六国十地的 24 小时不间断全球协同研发。



附图 17 长安汽车研发运营看板

在精益制造数字化方面，长安汽车基于自身的 CPS 精益体系，打造智慧工厂运营平台，关键设备接入率达 95%，实现生产、质量、设备、工艺、物流、能源等全业务流程的数字化、透明化、可视化，用数据驱动管理，快速的发现并解决制造过程中产生的问题，从“人找事”变为“事找人”，大大提升了生产效率、减少浪费。同时，长安还应用数字孪生技术实现工艺设计和虚拟仿真，帮助深蓝 SL03 等多款车型实现了定制化柔性化生产，提升生产效率并缩短新品的上市周期。



附图 18 长安汽车仿真测试

在精益供应数字化方面，长安基于工厂数字底座统一建模，打通计划、生产、物流等业务系统，实现 OTD 全链条高效协同。长安统一供应商协同门户，90% 以上的生产型供应商都被纳入到门户中，提高了供应链的协同能力。此外还引入了区块链技术，赋能供应商关系管理，实现采购关键环节不可查阅、不可篡改，提升采购可信度、业务效率。

应用成效:

精益数字化实施为长安带来了指标的巨大提升。在研发环节，研发项目精益管理效率提升了 40%；通过 CAE 虚拟仿真分析，实现降本超 8 亿元，研发效率提升 30%。在生产环节，单车人工成本降低 27%，存货占用资金降低 16.9%，新品上市周期缩短 30%、制造效率提升 20%，制造成本降低 20%。在供应环节，采购成本降低 25%。公司运营能力提升显著，整体的流程效率提升 83.5%，问题闭环率提升 40%，质量改进率提升 30%，单车能耗降低 20%，物料周转率提升 25%，OTD 交付周期缩短 15%。

案例 10: 哈电集团哈尔滨汽轮机厂有限责任公司

——精益数字化赋能关键零部件制造全过程

应用场景:

制造过程管理

实施背景:

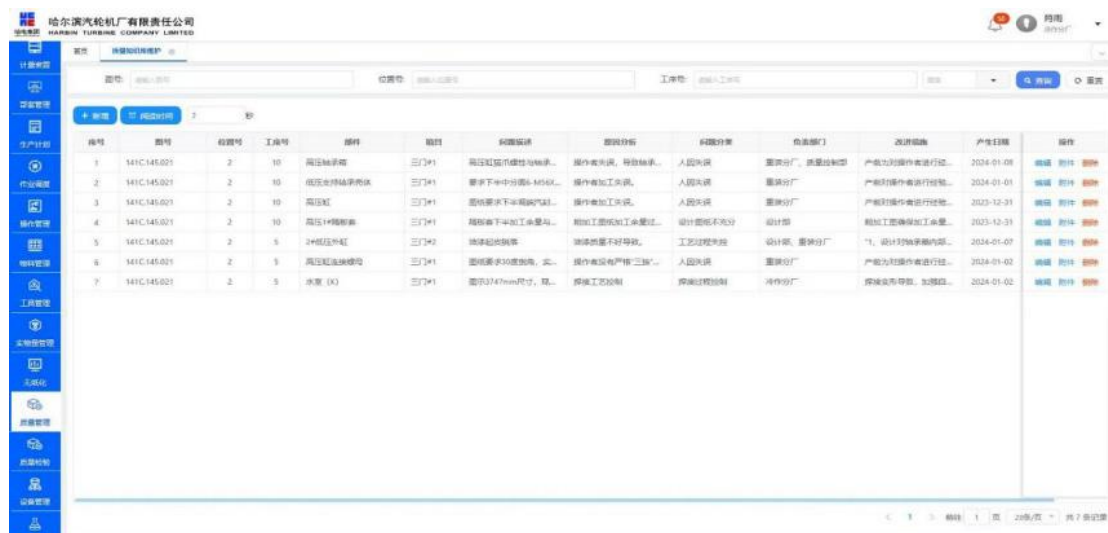
哈电集团哈尔滨汽轮机厂有限责任公司是一家设计制造高效、环保、清洁能源为主的汽轮机、核电汽轮机、太阳能发电系统设备等系列主导产品的国有大型发电设备制造骨干企业。在转型升级和改革创新的关键时期，哈电汽轮机面临着计划管理水平不足、等待生产时间过长、在制品库存积压，成品库存周转效率低下等问题，严重制约了公司的生产效率和运营效率。精益数字化能够打破传统的信息壁垒，实现信息的互联互通，通过识别流程中的瓶颈和浪费环节，有针对性地提出解决措施，从根本上推进生产、采购、质检等关键业务的流程再造，从而实现降本增效。

解决方案:

(1) 产前准备标准化、流程化

一是风险防控标准化。通过在 MES 系统中建立知识库，收集产品作业指导书中的作业步骤、作业要求、注意事项等信息，借助关联图号、工序号的形式，在关键工序开工作业之前推送给操作者进行阅读和提示。在操作者阅读完成相关信息后提交进入到风险防控答题，通过风险防控答题形式，推动操作者进行风险防控学习。并将精益管理理念与数字化紧密结合，从细节处把控，确保工作有明确的指导和规范，提高现场作业效率。二是点检作业标准化。由业务部门梳理不同设备点检项，批导进入 MOM 系统基础数据库中，减少点检过程中的手工录入工作，将设备点检前置于开工作业，形成只有点检合格完成后才能进行开工的作业规范，通过移动端扫码方式将对应的设备需进行点检的信息自动带出，由操作者一键确认，同时对确认时间和点检内容等进行记录，形成结构化的设备点检记录。三是工具管理流程化。开工后，进行工具选择，不需要工具则直接开工，需

要工具则进入工具库界面进行选择所需工具并进行锁定，直至使用完毕后归还方可解除锁定。如果所需工具已被占用，则选择其他工具，如无其他可用工具，则通知计划员进行计划调整。工具借出形成电子版领用单，推送给库管员和操作者，操作者进行领取，在库管员确认后台账中自动对工具进行出库，操作者归还后，由库管员确认归还，在领用单上形成记录，工具自动入库，此借用单归档。



序号	物料号	数量	工单号	操作	日期	问题描述	处理措施	责任单位	处理结果	产生日期	操作
1	541C145021	2	10	高压轴承盖	2024-01-08	高压缸加工精度与轴承...	操作者失误，导致轴承...	人力资源部	重新加工，质量合格	2024-01-08	编辑 删除
2	541C145021	2	10	高压缸轴衬套	2024-01-01	要求下中分面4-M6孔...	操作者加工失误	人力资源部	产线对操作者进行培训...	2024-01-01	编辑 删除
3	541C145021	2	10	高压缸	2023-12-31	质检要求下中分面4-M6孔...	操作者加工失误	人力资源部	产线对操作者进行培训...	2023-12-31	编辑 删除
4	541C145021	2	10	高压缸轴衬套	2023-12-31	质检要求下中分面4-M6孔...	操作者加工失误	人力资源部	产线对操作者进行培训...	2023-12-31	编辑 删除
5	541C145021	2	5	2#高压缸缸	2024-01-01	该件加工精度与轴承...	操作者失误，导致轴承...	人力资源部	重新加工，质量合格	2024-01-01	编辑 删除
6	541C145021	2	5	高压缸轴衬套	2024-01-02	要求下中分面4-M6孔...	操作者加工失误	人力资源部	产线对操作者进行培训...	2024-01-02	编辑 删除
7	541C145021	2	5	水泵 (K)	2024-01-02	该件加工精度与轴承...	操作者失误，导致轴承...	人力资源部	重新加工，质量合格	2024-01-02	编辑 删除

附图 19 哈电汽轮机智能化系统

(2) 制造过程透明化

一是加工参数数控化。全面实施 DNC 程序传输，实现设备与服务器的数据双向通信，保障数控加工程序从工艺部门到机床端的网络传输。二是加工过程控制。通过对机床主轴或其他运动轴的功率和扭矩实时采集和分析，实现对刀具磨损、断刀异常情况的判断，进一步提高道具利用率。三是异常的闭环管理。数据采集分析系统可主动或被动的将异常状况信息传递给责任部门，及时响应处理问题，同时系统能够对问题处理情况进行记录，具备问题督办、记录、统计功能。

(3) 完工报检管理数字化

一是检验量具系统控制。建立检验量具台账，对检验量具的有效期管理进行统一管理。梳理不同的检验量具类型与相对应的质检任务进行关联，检验人员接收任务时自动选择所需可使用的检验量具，减少量具过期造成检验数据不准确带来的质量风险。二是有效的数据采集和持续改进。以生产数据采集及设备状态监控和数据决策系统为载体，依据核电产品加工中的“凡事有人负责”原则，确保每个工作环节都要明确责任人，确保责任到人，分工明确。

应用成效:

哈电汽轮机基于精益数字化实现了 5M1E 资源的信息化联结和合理分配，进一步加强了对任务执行进度有力监控以及对物料状态跟踪追溯。2024 年实施精益数字化以后，整体上生产加工效率提高了 30%，其中设备开动率上升了 20%，线下沟通量降低了 50%，大大解放了生产部门业务管理人员的生产力，同时减少了因质量问题产生的无效浪费。



附图 20 哈电汽轮机改善提案看板

案例 11: 西安西电开关电气有限公司

——制造 BOM 中的精益数字化建设

应用场景:

制造 BOM

实施背景:

西安西电开关电气有限公司是中国西电集团公司的子公司，专注于高压、超（特）高压开关的研发、制造、销售和服务。随着数字化制造技术发展的日益加快，一些大型制造企业已经开始使用制造 BOM 来指导下游生产。而西开电气当前使用的制造 BOM 自 2014 年上线运行至今，只能为下游生产端提供产线级别的分料信息，缺少生产过程所需的“人机料法环测”信息，无法为 MES 提供完整的基础数据，这一问题限制了西开电气的数字化转型进程。因此，实施精益数字化是西开电气面对外部环境进行自我调整的内在要求，更是实现可持续发展的需要。

解决方案:

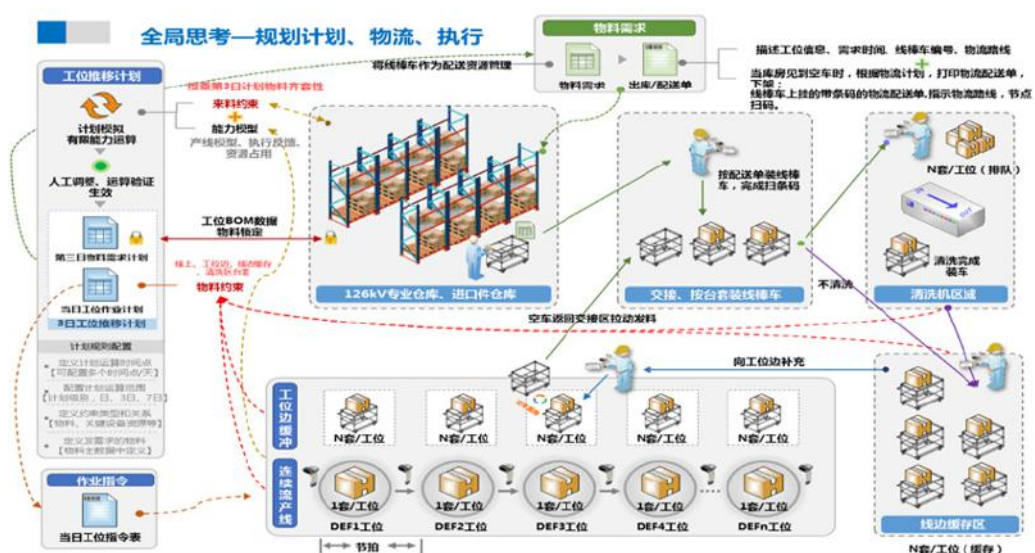
面对企业数字化转型、智能制造的需求，西开电气开展了制造 BOM 深入应用的研究，在制造 BOM 中融入精益数字化概念，重新构画 BOM 蓝图，将“人、机、料、法、环、测”六要素加载到数据中，把工艺技术转化为数字信息。具体而言：重构制造 BOM 结构：将产线多年精益生产沉淀下来的成果数字化，即把“产线—工位—工序—工步”建成数据，使制造 BOM 的数据结构与实际生产完全匹配，以求工位制的精益。

（1）增加“人”要素：以工序为单位，按作业内容设定该工序所需的作业人员，从工种、技能等级、专业能力范畴、特种持证四维度定义人员的资质。

（2）增加“机”要素：以工序为单位，规划该工序作业过程中所需的设备、工具、工装，为下游设备工具的精益管理提供抓手。

（3）优化“料”要素：设计 EBOM 结构并非面向生产制造，无法支持生产端工位制领料。为此以最小不可拆分装配单元为单位，建立工艺与设计一体化的制造 BOM，将精益数字化延伸应用到设计端。

(6) 增加“测”要素：“测”即作业过程的检测、试验，将作业过程的质量要求融入制造 BOM 数据，在生产端实现无纸化的质量追溯。



附图 21 西开电气制造 BOM 结构

西开电气秉承精益数字化的目标，通过对制造 BOM 深入应用的研究，对制造 BOM 进行了优化改造，夯实了制造 BOM 作为企业数字化智造的工艺基础数据，为生产端的 APS 排程、作业成本计算、质量管理等环节的精细化管理提供了依据。

案例 12: 沈鼓集团股份有限公司

——全价值链精益数字化成本管理

应用场景:

全价值链成本管理

实施背景:

沈鼓集团股份有限公司是中国通用机械行业的领军型企业，主要为石油、化工、电力等领域的重大工程提供大型风机、压缩机、汽轮机等核心设备及全生命周期服务。由于沈鼓集团是以单件定制化大型产为主，其产品标准化程度较低、产品结构复杂、工艺流程复杂，导致产品进度、质量和成本管控难度较大，其虽开展了降本活动，但缺少系统的成本管控机制。随着国家不断推进装备制造业向高端化、绿色化、智能化方向发展，沈鼓集团迫切需要通过数字化和精益化手段提升企业成本管理水平，以增强企业盈利能力。

解决方案:

沈鼓集团以精益理念、工具和数字化技术为依托，主要推行以下内容来实施全价值链成本管理。

(1) 营造成本文化, 提高全员精益意识

随着全价值链精益成本管理工作的开展，打造“凝心聚力开源节流，集思广益降本增效”的成本文化，自上而下针对影响成本的不同环节，建立成本改善组织，通过 2021 年各模块成本改善的实施、2022 年协同成本管控机制的引入，2024 年“和降本”概念提出，逐步形成了人人关注成本，人人参与成本改善的氛围。

(2) 明晰成本职责, 构建责任体系

随着成本文化的深入与精益意识的提升，明晰了从基准成本、目标成本、实际成本、成本核算、成本改善的各个阶段，从各阶段识别相关部门在其中起到的关键作用，如负责、支持、被告知、建议等职能，确定了全系统的成本责任矩阵，使各单位在成本管理的各阶段由原来的职责不清、各自为战，变成相互配合、为

唯一降本目标努力，形成合力。

序号	全生命周期成本活动	职责矩阵												
		R=责任(Responsible) A=批准(Approve) S=支持(Support) I=被告知(Inform) C=咨询(Consult)												
		集团办公室	财务中心	销售	项目管理部	设计院	研究院	集团采购	透平采购	金属材料中心	相关子公司	透平各车间	战略投资	生产运营
1	基准成本 (报价成本)		S	I										
	本体设计					R	R				R			
	配套件-选型					R	R				R			
	配套件-单价			S					R		R			
2	目标成本	A&C	I	S&I		S	S		R	R	R			
	配套件采购价格							S	R		R	R		
	本体原材料单价		R					S	S	S				
	各成本科目的工艺定额		R											
3	实际成本													
	配套件采购合同价格	A&C	S					S	R		R			
	本体原材料实际统计成本	A&C	S					S	R	R				
	制造各科目核算结果成本		S							R			S	
4	成本核算	A&C	R	I		I		I	I	I	I		S	I
	本体		R											
	配套件		R											

附图 22 沈鼓集团职责矩阵

(3) 确定横纵主线，建立管控机制

考虑沈鼓产品单件定制的特点，无法完全按照标准产品的方式进行成本管理。逐步摸索建立了横纵两条成本管理主线，横轴是以产品线为对象开展成本企划，实现系统性降本；纵轴是以客户需求的具体项目为对象开展的目标成本管理，以实现单个项目成本的毛利率管控。



附图 23 沈鼓集团横纵两条成本管理主线

(4) 应用成本工具，开展持续改善

设计端，整合产品线图谱，归类和淬炼产品设计包，最终形成以设计包明晰成本约束规则；打造设计三级成本评审及与销售联合沟通机制；针对本体和配套件的不同特点，开展结构优化、材质选择、规范选型等本体优化手段，同时开展

品牌选择、配置合理、形式选取、型号优化等配套优化手段。

采购端，针对定制化配套，在满足客户需求情况下，与供应商联动优化配置降低成本；开展战略供应商合作协同，通过战略协议，提高战略供应商份额配比，同时从质量、交期、成本等维度提出要求进行战略协议执行跟踪，形成共赢局面。应用 TPSM 模型对定制类配套件价格进行分析和监控。针对相对标准配套件，优化设计选型规格，形成采购规模，推行采购框架协议及持续优化，建立框架采购执行仪表盘，监控采购执行状况，针对偏差点，建立改善课题，持续提升框架执行率，降低采购成本。此外，搭建沈鼓采购商城和品类超市模式，拓展阳光采购新模式，推进“阳光采购”工作，引入震坤行、西域、固安捷、史泰博等电商，搭建沈鼓电子采购商城执行线上采购，同时开展刀具等自助提取方式，实现多品类物资线上公开透明化采购模式，实现降本、降低库存、减少资金占用，同时防范采购风险。

制造端，构建制造成本可视化监控仪表盘，结合制造费用类别和属性，从制造端科学明晰成本科目，按月分析各车间费率情况，识别关键影响的 TOP5 科目，逐项开展成本分析，制定降本措施，通过仪表盘实现各车间成本管控及未来预测。同时形成了十二步的标准制造成本管控机制。从成本管理模型、仪表盘、异常数据分析、优化方向选定、降本机会识别、具体课题选定、课题计划开展、课题效果验证、降本结果核算、成本月度回顾、降本效果展示、经验推广。同时开展 DFX 课题，基于制造要求，驱动设计、工艺开展相关课题，直接从源头，推动制造成本下降。



附图 24 沈鼓集团采购商城

(5) 信息数据挖掘, 数字化赋能

依托沈鼓数字化系统, 如 CRM、ERP、SRM 等系统, 实现合同成本数据、历史制造成本数据、历史采购数据等多种成本数据信息收集、数据挖掘, 通过大数据比对, 分析未来价格趋势, 快速估算新订单成本, 同时通过最终成本数据统计, 评估降本效果, 为未来降本找到方向。

应用成效:

沈鼓集团通过精益化与数字化的全面融合应用, 企业运行效率、运行质量和成本管控能力得到了全面提升。具体成效包括: 实现了连续七年的指标两位数持续稳健增长; 全员劳动生产率增长 12.9%, 叶轮等核心零部件加工效率提升 28.2%; 通过精益数字化车间建设, 每年减少 190 余万张纸介质图纸投放, 实现了绿色低碳、富余人员转岗和降本增效; 生产设备网络化接入实现了设备效率的透明化, 推动了核心瓶颈设备 OEE 提升 16% 以上。精益数字化系统已成为沈鼓集团高质量发展的重要保证和依托。

案例 13: 中国船舶集团有限公司第七一二研究所 ——精益数字化打造研究所目标管理新模式

应用场景:

目标管理

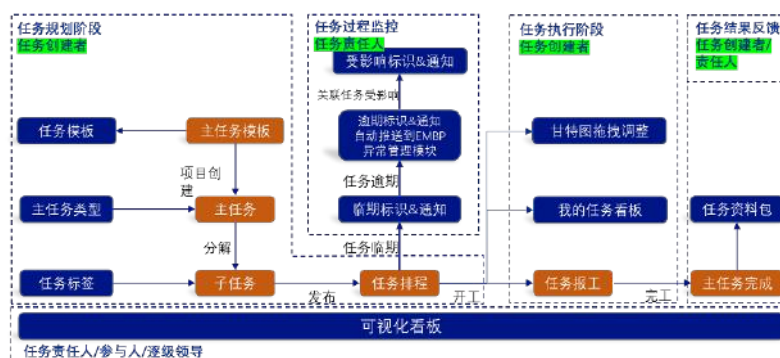
实施背景:

中国船舶集团有限公司第七一二研究所组建于 1963 年 4 月，主要承担船舶电力推进系统及化学电源的研究设计、制造、试验及总装总调任务。七一二所从纯研究所转成研发+生产一体化的单位，面临行政组织庞杂、年度经营目标的分解、下达与执行管控难的问题，亟待精益数字化理念与工具的引入，以更好的推进所战略落地，当年目标（尤其是经营指标以及支撑战略的重点任务）达成，并聚焦核心业务，进而应对日益激烈的市场竞争。

解决方案:

(1) 目标分解、建章立制。通过 LDC-CBP 系统的支撑，实现自上而下的重点任务标准化分解，创建关键举措和对应举措的所级任务定量指标库（一图）；针对关键举措分解任务，创建部门级任务定量指标库（一册），并组织专家组评估任务分解的完整性及任务课题重要度，制定目标和任务动态考核机制，专项奖励机制。

(2) 任务执行情况快速验证，拉动课题，培养人才。通过 LDC-CBP 系统内任务的自点检、动态点检、定期点检实施，快速验证任务执行情况，拉动改善课题的产生，培育改善型管理人才、营造改善文化。



附图 25 七一二所任务管理可视化看板

(3) 逾期任务自动推送异常。LDC-CBP 系统内置任务预计完成日期，超过预计日期没有完成，系统自动推送异常到 LDC-EMBP 系统，记录异常问题，同时系统自动推送，提醒管理层及相关人员。



附图 26 七一二项目一览看板与异常进度实时看板

(4) 成果固化、常态保障。通过数字精益系统引入，循环优化并完善年度人力资源绩效考核评价方案，提升职能部门运营效率，循环优化并完善“一图一册”。

应用成效：

通过精益数字化理念和工具改善后，七一二所构建的异常进度实时看板可以有效传达当前异常处理情况；每月任务报工完成数能达到 95% 以上，2023 年整体任务完成率达到 100%。此外，还建立了一套研究院所目标管理推进管理模式，尤其是对于七一二所制造模式复杂、产品族类繁多初步探索了一套战略方针目标更有效落地的管理模式，同时通过过程控制、以及建立相适配的绩效手段让战略落地更加有保障。



天津爱波瑞科技发展有限公司
地址：天津市和平区环球金融中心 5007
邮编：300020
电话：020-88267139
传真：022-88267139
网址：<http://www.abrain.com.cn>