

新质生产力下 制造业质量管理数字化转型白皮书

依托新一代数字化和智能化技术加速发展新质生产力，
实现高质量发展的要求



深圳市质量强市促进会
清晰软件 (Feigenbaum QMS)
深圳市讯宇质量管理数字化研究院
中国留学人才发展基金会 (浙江) 数字经济和产业高质量发展研究院

主编：吴迪 博士

序言

尊敬的业界同仁们：

高质量发展是新时代的硬道理，需要新的生产力理论来指导。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：“发展新质生产力是推动高质量发展的内在要求和重要着力点”“新质生产力已经在实践中形成并展示出对高质量发展的强劲推动力、支撑力”。基于此，2023年12月，工业和信息化部等三部门联合发布《制造业卓越质量工程实施意见》（工信部联科〔2023〕249号，以下简称《实施意见》），并明确指出：当前，制造业到了从“量的积累”转向“质的提升”的关键期，但大量企业受到传统质量观念影响，缺乏对质量价值的科学认知，不愿满足强制性标准之上的质量需求和用户期望，缺少精益求精、追求卓越的内在动力，叠加产业链供应链质量信息不透明、不对称等因素，市场主体缺乏质量判别依据，导致劣币驱逐良币等现象普遍存在，“中国制造”质量变革步履维艰，始终处在价值链中低端，与高质量发展的要求不相适应。当此制造业正面临着前所未有的挑战及转型机遇之际，数字化转型就已不再仅仅是企业的一个选择，而是制造业企业生存和发展的必然要求。《新质生产力下制造业质量管理数字化转型白皮书》的编撰，正是基于对当前形势的深刻理解和对未来趋势的准确把握，旨在为制造业质量管理提供一份行之有效的数字化转型指南。

作为编撰本白皮书的一份子，我深感荣幸能够参与到这一重要工作中来。在过去的几十年里，我有幸见证了制造业从传统生产模式向智能制造的转变，也深刻体会到了质量管理在其中扮演的至关重要角色。质量管理的数字化转型，不仅关乎产品质量的提升，更关系到企业的核心竞争力和长远发展。因此，我们必须深刻理解数字化转型的内涵，全面把握其发展趋势，积极探索和实践新模式、新方法，以推动制造业质量管理的创新和进步。

在编写本白皮书的过程中，我们深入分析了制造业当前面临的挑战，包括供应链的脆弱性、质量控制的复杂性、成本压力的增大、技术进步的快速发展等。同时，我们也看到了数

字化技术，尤其是大数据、云计算、物联网、人工智能等新一代信息技术，为解决这些问题提供了强有力的工具和方法。通过深入研究和广泛调研，我们总结了一系列成功的案例和经验，形成了具有指导意义的策略和建议。

新质生产力的核心要义是“以新促质”，即以创新驱动高质量发展。新质生产力告别传统技术体系、摆脱传统增长路径，符合高质量发展要求，是数字时代更具创新性、融合性的生产力。本白皮书的核心观点是：发展新质生产力，推动制造业质量管理的数字化转型，是企业实现高质量发展的根本途径。我们强调，企业必须以客户需求为中心，以数据驱动为核心，构建全面质量管理的数字化体系，实现从传统的质量控制向全面质量管理的转变，从而在全球竞争中保持领先地位。

最后，我要特别感谢所有参与本白皮书编写的专家和团队成员，感谢他们的辛勤工作和宝贵贡献。我们相信，《新质生产力下制造业质量管理数字化转型白皮书》将为广大制造业企业提供有价值的参考和指导，帮助他们在数字化转型的道路上取得成功。

让我们携手前行，共同开创制造业质量管理的新篇章！

敬礼

吴迪



编 撰 成 员

主编

吴 迪·博士 《质量的本质:开启数字化质量管理新时代》作者
北京市“千人进千企”专项行动产业特派员
国家标准化管理委员会全国标准数字化标准化工作组专家委员
国家市场监督管理总局市场监管新零售和直播电商专家委员会专家委员
北京电力行业协会专委会资深专家
深圳市质量协会专家委员会专家委员
Feigenbaum QMS 首席顾问
南京大学软件学院特聘客座教授
首都对外经济贸易大学国际研究院特聘客座教授

联合主编（排名不分先后）

刘万涛 深圳市质量强市促进会执行会长
深圳市讯字质量管理数字化研究院院长
深圳市企业首席质量官俱乐部执行主席
深圳市科协第六届委员会委员
深圳市市长质量奖评定委员会委员
深圳市标准工作领导小组专家委员会专家
深圳市社会组织评估委员会委员
深港科技社团联盟理事
《首席质量官必读手册》主编

孙建刚 中国留学人才发展基金会专项基金管理委员会主任
北京交通大学汽车技术与管理研究院副院长
中国物资再生高级鉴定评估师

编委（排名不分先后）

- 孙长敬·博士** 中国计量大学质量管理工程专业教授
中国质量研究院特聘行业质量专家
全国质量管理工程专业联席会理事长
全国质量奖评审员
政府质量奖评审员
- 惠博阳** 原国家质检总局质量司副司长
原国家质检总局质量管理司巡视员
中国防伪行业协会原副理事长
中国品牌策略推广中心专家委员
- 林乐东** TUV南德中国管理学院院长
原西门子（中国）有限公司首席质量官
- 张 恒** 深圳安吉尔饮水产业集团有限公司首席质量官
国家家用电器标准化技术委员会委员
中国水效标识专家委员会委员
UL中国区家用电器领域标准技术工作组专家
全国卫生产业企业管理协会净水产业分会常务理事
深圳标准专家库专家
深圳市质量协会常务理事
深圳市市长质量奖评审员
- 王利江** 广州番禺电缆集团有限公司质量管理部部长
- 刘文锋** 天宝集团控股有限公司质量总监

编撰成员

丁国年

中国留学人才发展基金会
数字经济和产业高质量发展研究院院长
国骅集团有限公司创始人
国骅集团有限公司董事长
中国战略性新兴产业联盟副理事长
宁波市“新一产”军创企业跨界联盟会长
中国西部研究与发展促进会副理事长
宁波市退役军人就业创业促进会第一届理事长
中国投资协会军民融合投融资专业委员会常务副会长

徐伊舒文

中国留学人才发展基金会
数字经济和产业高质量发展研究院专项基金管委会副主任
国骅集团有限公司副董事长
国骅金融贸易产业集团董事长、总裁
国家市场监管总局发展中心“新零售和直播电商专委会”专家
浙江传媒学院研究生导师
浙江旅游协会非物质文化协会理事
中国投资协会医疗卫生产业投资专业委员会副理事长

编辑（排名不分先后）

曾燕琼

陈换群

刘斌琪

汪小明

周洋

美术设计

刘方兵

目录

CONTENTS

一	制造业变革趋势	01
二	中国制造业质量管理现状与策略	12
三	全面质量管理数字化	19
四	全面质量管理数字化路线与解决方案	23
五	全面质量管理数字化的典型案例	30
	参考文献	38
	名词解释	39



制造业变革趋势

制造业面临的难题

当前，新一轮科技革命和产业变革深入发展，新一代信息技术加速突破，引发质量理念、机制和实践的深刻变革，赋予企业高质量发展更多的时代特征和内涵要求。

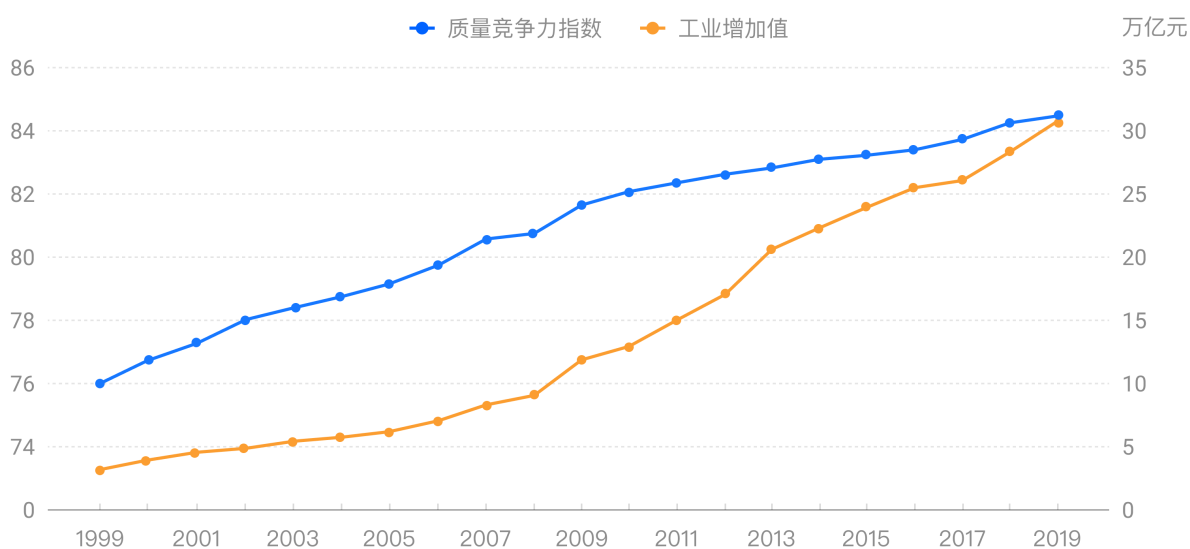
一是质量管理体系更加全面。这就要求企业对全员、全要素、全过程、全数据的质量管理和产品全生命周期质量进行系统重构，驱动质量管理范式向数字化、体系化、系统化、精益化、零缺陷转型。

二是质量发展动力更加强劲。市场及客户对于产品和服务的高质量要求及个性化要求不断倒逼着企业必须要提升供给对需求的适配性，促进企业对研发、制造、试验、保障等全流程实施策划、控制和改进，形成需求牵引供给、供给创造需求的更高水平动态平衡，推动企业实现持续成功。

三是质量数字转型更加成熟。质量管理数字化的本质核心就是新一代信息技术与全面质量管理体系的融合应用，其发展必然推动质量管理活动数字化、网络化、智能化升级，有效实现精确感知、精细管理、精益生产、精准预警、智能控制，增强产品全生命周期、全价值链、全产业链质量管理能力。

四是质量绩效表现更加优异。今天高质量发展理念的核心早已脱离了过去传统以产品为质量管理核心的小质量管理理念，构建在以大质量管理理念为核心基础上的高质量发展要求企业释放创新驱动潜能，缩短产品研制周期，降低过程质量损失，从而在企业不断追求高质量发展迈进的过程中持续增强整体经营绩效，带动经济效益增长，实现成本最优化、效益最大化，在市场需求变化及技术迭代中始终保持竞争优势。

图一：制造业质量竞争力指数和工业产值历年变化



数据来源：根据《中国统计年鉴》《全国制造业质量竞争力指数公报》等整理

但就当前中国总体制造业质量管理的现状而言，制造业企业质量管理能力不高，高端产品供给不足，结构性矛盾突出，制约制造业由大变强。根据市场监管总局发布的《2022年产品质量国家监督抽查情况公告》，2022年我国小型企业产品抽查不合格率达到10.1%，连续三年处在10%以上的高位。

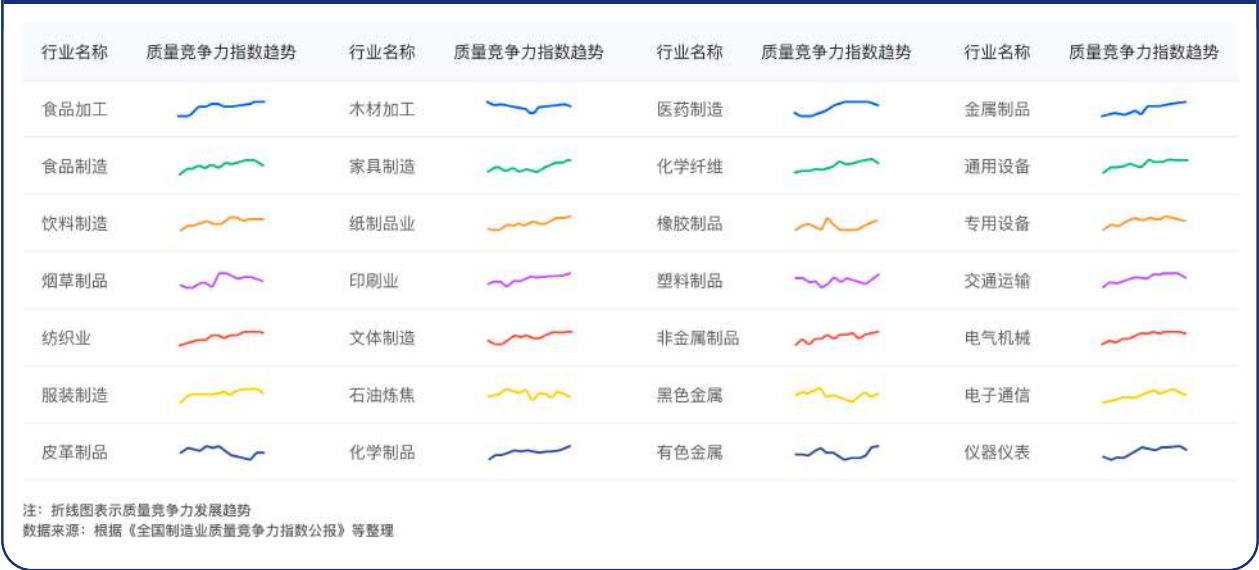
其中，从地区分布看（图2），东、中、西部从高到低依次形成了质量竞争力三级阶梯，全国层面形成了质量竞争力的“雁阵”格局。制造业相对发达的环渤海、长三角和珠三角经济圈质量竞争力较强，连块环岛式分布形成了“头雁阵容”，制造业相对落后的西部地区，除工业基础较好的四川、重庆、陕西等省市外，形成了“尾雁阵容”。从发展趋势看，31个省（区、市）质量竞争力发展呈现出“东部稳步提升、中西部差距缩小，西部略有起伏”的发展态势。

图二：各地区质量竞争力历年变化情况



从行业横向比较来看，高技术行业质量竞争优势突出，在制造业质量竞争力指数行业排名中，几乎全部位列前10名。纵向比较来看（图3），随着国家创新战略深入推进，以电子通信、仪器仪表、通用设备等为代表的高技术行业质量竞争力不断增强，传统制造业质量竞争力发展存在较大差距。

图三：部分行业质量竞争力指数趋势

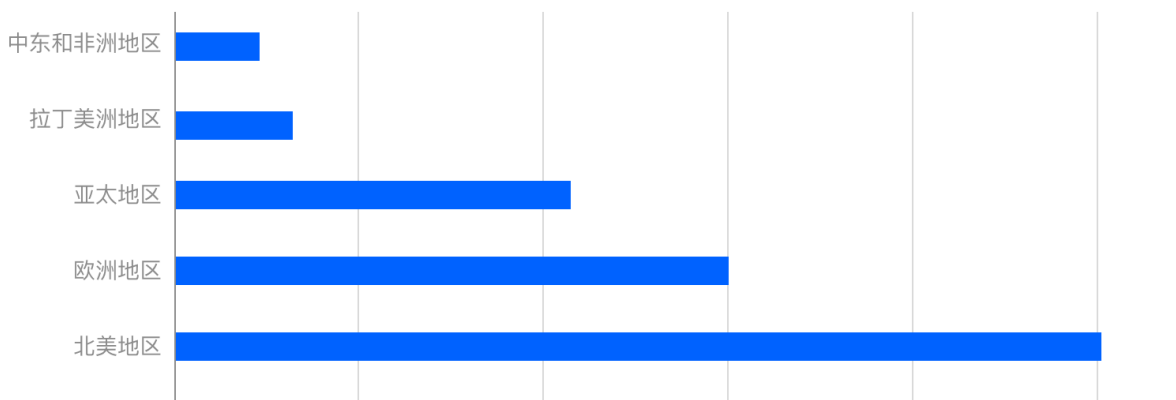


据统计，我国制造业质量损失率较高，近几年每年造成的直接损失达上千亿元，企业在竞争中面临巨大风险。其中主要而突出的问题表现在：

一是质量意识不强。大量企业受到传统质量观念影响，缺乏对质量价值的科学认知，不愿满足强制性标准之上的质量需求和用户期望，缺少精益求精、追求卓越的内在动力。据统计，仍有49.6%的制造业企业没有将质量战略转化为实际行动，未能给企业带来效益。大量企业的质量工作只是解决“有没有”的问题，没有解决品质“好不好”的问题。

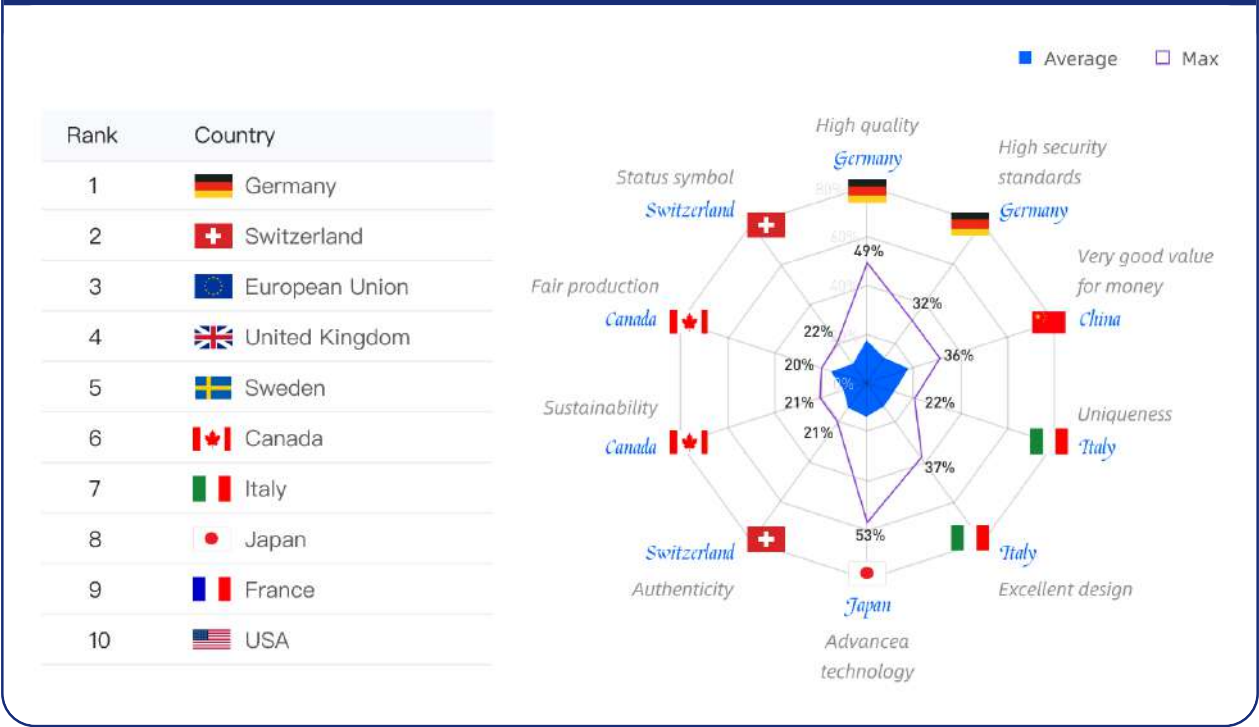
自我国进行改革开放以来，我们就进入了飞速发展的时期，我国经济迅速腾飞，以极快的速度迅速成为了世界第二大经济体。作为一个发展中国家，就改革开放短短四十多年的发展而言确实已经是一个非常出色的成绩了。然而在我们欣喜于我们的规模在突飞猛进的同时，我们也必须清醒的认识到，作为全球制造业口碑前十的国家，目前却没有咱们中国的影子。

图四：2022年质量管理体系全球各地发展概况



数据来源：根据世界经济论坛研究报告整理

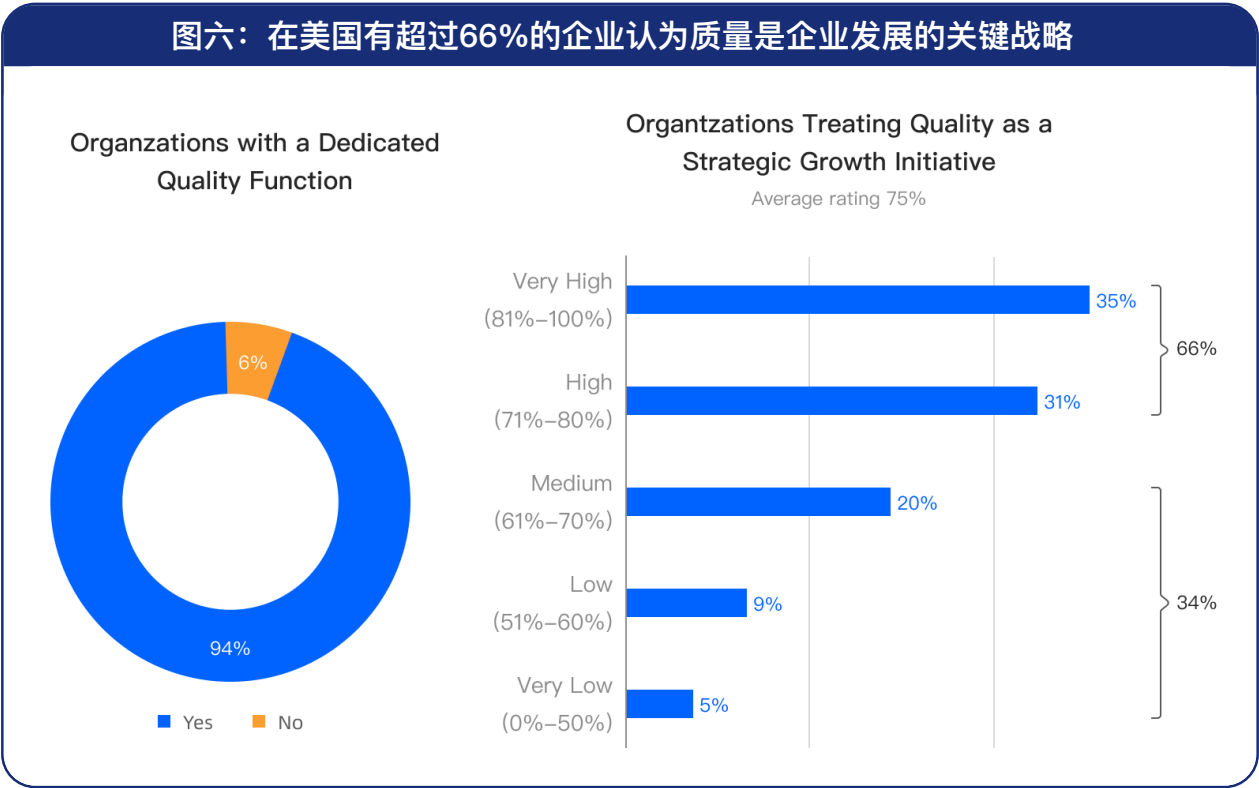
图五：全球制造业口碑前十的国家



二是质量战略重视不足。战略是企业根据现实状况对未来发展趋势进行分析和预测，并制定出可行的发展目标和战略规划。对企业的发展制定出基本性、整体性及长期性的谋略就是企业的发展战略。而清晰明确的质量战略是承接企业总体战略高质量有效落地的保障，没有质量的发展必然是无以为继，而缺失了清晰的质量战略的指引，也必然无法保障企业在迈向高质量发展的建设过程中能有效的调动各级组织和组织各类资源有效的为业务的持续发展保驾护航。

2020年某机构对美国企业当前的质量管理现状进行了调查，被调查的企业300多家，覆盖各类制造业，企业的规模51%为较大企业（年销售收入5亿美元以上），49%为中型企业（年销售收入1亿美元至5亿美元），平均营业收入为14亿美元。

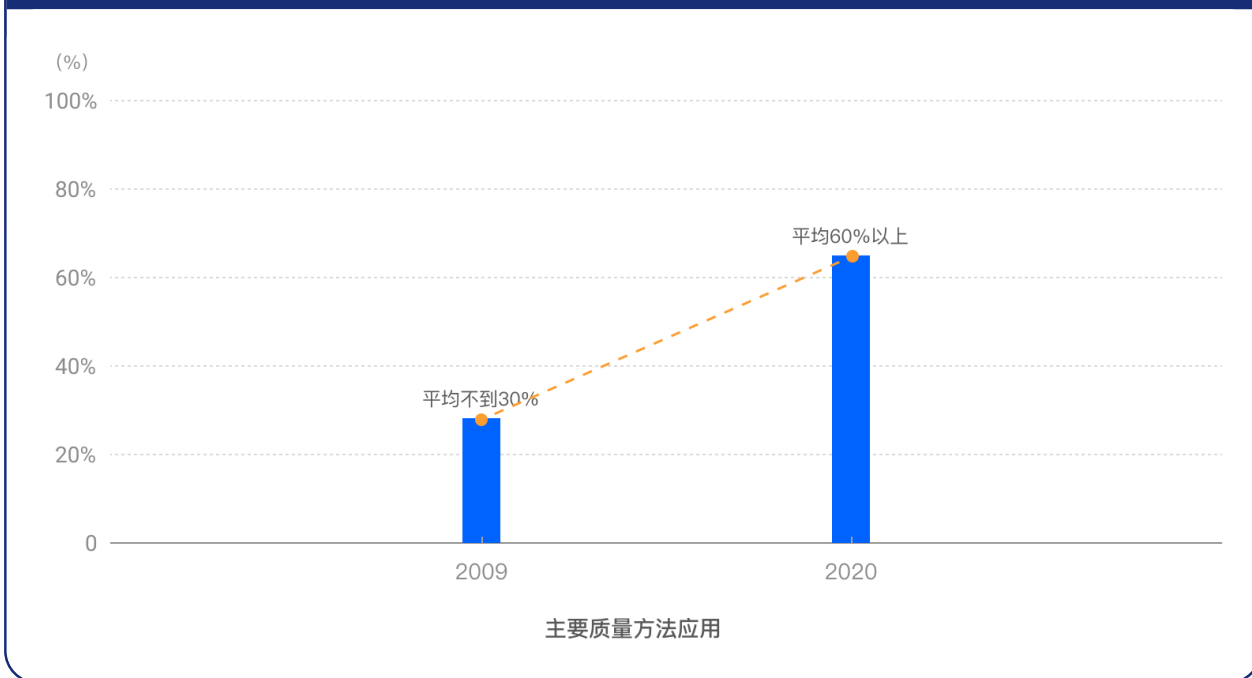
结果显示：好的质量平均给企业带来1.56亿美元的营业收入；企业劣质质量成本平均为4900万美元。研究表明，在美国有超过66%的企业认为质量是企业发展的关键战略。



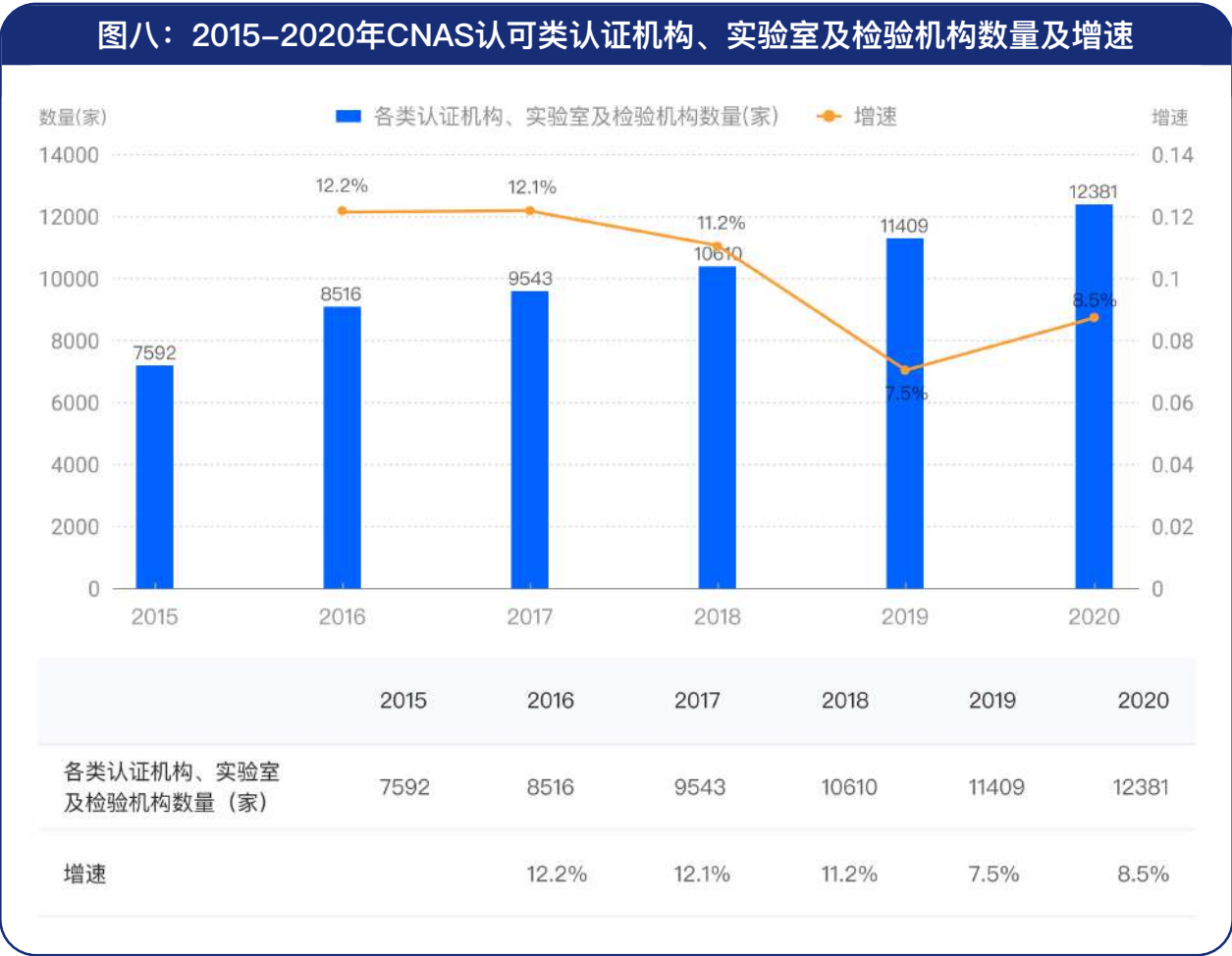
而根据由中国质量协会编著并发布的《中国制造业企业质量管理蓝皮书》（2021年）报告中指出，尽管有近50%的中国本土企业发布了质量战略并将战略目标和举措分解到适宜的部门和人员，但是也仅仅只有约28.5%的企业还能定期评价质量方针和质量目标的适宜性，实现持续改进。

三是质量技术不强。企业质量工程技术能力较为薄弱，据统计，当前绝大多数企业均采用了质量管理体系、5S/现场管理、合理化建议、QC小组/信得过班组、五小（小建议、小革新、小攻关、小发明、小创造）、全面生产维护（TPM）、精益管理（Lean）、质量功能展开（QFD）和卓越绩效模式等管理方法，质量技术在企业管理过程中应用逐步提升（如下图所示）。但作为质量管理系统性工具代表的零缺陷管理和六西格玛管理方法，其采用比例也就约44.80%和37.00%。而能够有效应用容错技术、试验设计、故障树等质量工程技术的企业不足30%，有效应用高加速寿命试验、故障激发试验等可靠性试验方法的企业不足40%，许多企业产品“合标不合用”，在可靠性、寿命、良品率方面与国际先进水平差距较大，难以提供高质量的产品和高附加值的服务，始终被锁定在价值链的中低端。

图七：《中国制造业企业质量管理蓝皮书》（2021年）



四是质量服务不强。面向企业的质量公共服务平台专业化服务不足，国外的大型专业机构，全球员工上万人，年收入超百亿元，能够为企业产品全生命周期质量提供全方位技术支撑。2022年我国就业人数在100人以下的检验检测机构数量占比达96.3%，且普遍缺乏先进仪器设备，未能给企业提供高水平公共服务。



制造业作为全球经济的重要支柱，正经历着前所未有的挑战与变革。这些挑战不仅影响企业的日常运营，还对其长期发展战略和竞争力产生深远影响。以下是制造业当前面临的主要难题：

- 1、供应链的脆弱性与复杂性增加：**在全球化的背景下，制造业的供应链跨越多个国家和地区，由于地缘政治、自然灾害、疫情影响等因素，供应链的脆弱性越来越明显。同时，供应链的管理也变得更加复杂，对企业的协调能力提出了更高的要求。
- 2、质量控制挑战：**在消费者日益增长的品质要求和产品多样化需求下，企业面临着严峻的质量控制挑战。如何在保证质量的同时，实现快速响应市场变化，成为制造业亟需解决的问题。
- 3、成本压力：**原材料价格波动、劳动力成本上升、环保要求加严等因素，使得制造业的

成本压力不断增大。如何通过提高生产效率和降低运营成本来保持竞争力，是摆在企业面前的一大挑战。

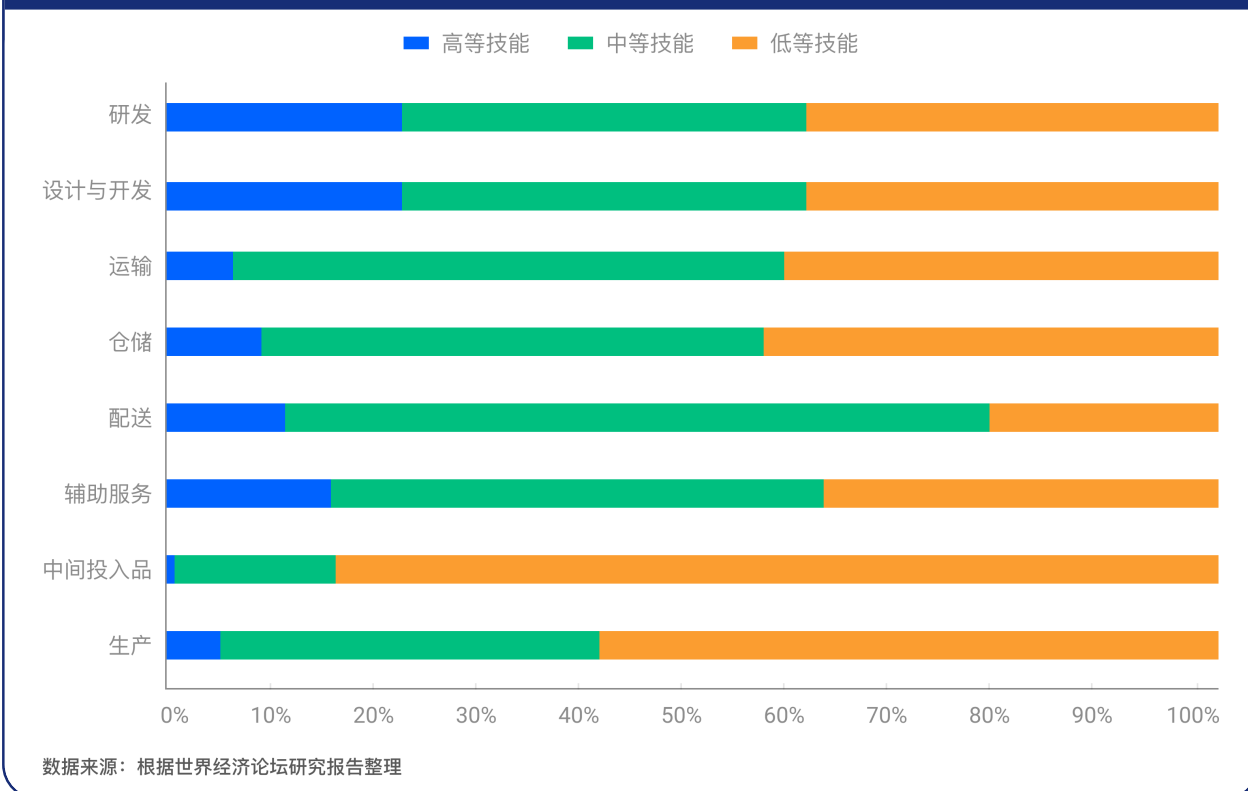
4、技术进步与转型升级的压力：数字化、智能化技术的发展为制造业带来了新的机遇，同时也对传统制造企业提出了转型升级的要求。如何有效利用先进技术，提高生产力和创新能力，是制造业需要面对的关键问题。

5、环境与可持续发展的挑战：随着全球对环保和可持续发展的重视，制造业需要在减少环境影响和提高资源利用效率方面做出努力。这不仅是为了满足法规要求，也是提升企业社会责任感和品牌形象的重要途径。

6、人才短缺与技能缺乏：随着制造业技术的发展，对高技能人才的需求不断增加。然而，技能人才短缺成为制约制造业发展的瓶颈之一。

解决这些挑战，需要制造业不断创新和改进，特别是在质量管理方面进行数字化转型，以提高效率、减少浪费、提升产品质量和响应市场变化的能力。

图九：中国不同技能从业者在价值链中分布情况



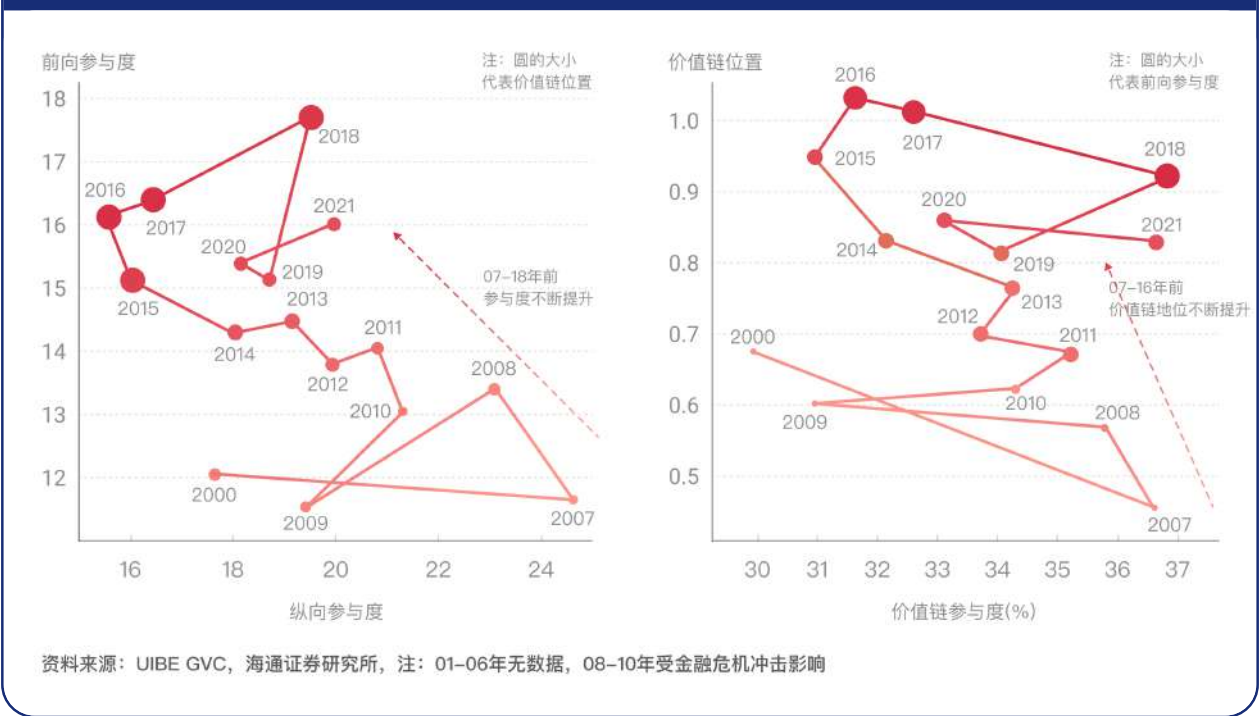
发展新质生产力

随着全球制造业的快速发展和技术革新的不断深入，制造业面临的挑战和难题日益显现。这些挑战包括供应链的脆弱性、质量控制问题、成本压力、创新能力不足、环境可持续性问题以及技术更新速度快等。在这样的背景下，发展新质生产力成为制造业转型升级的关键路径之一。



人工智能、物联网、云计算、大数据、5G等先进技术的应用不断拓宽，遍布制造业中的研发、供应、生产、销售、服务等应用场景，促使数字化管理水平提升，更多的是提升了运营效率，从而推动我国制造业转型升级。新质生产力的核心在于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，实现生产力的质变和跃升。这其中，“新”体现在数据新要素、数字智能新技术，以及新业务、新产品和新商业模式的创新；“质”则对应着高质量发展的要求，即更强的市场竞争力、更高的经营绩效和更可持续的发展方式。

图十一：中国制造业产业链地位变迁



对企业而言，依托新一代数字化和智能化技术加速推动数字化转型和高质量发展，意味着从根本上解决制造业面临的诸多难题：

- 1、**供应链复杂性和脆弱性**：通过数字化技术，如物联网、大数据分析和区块链，企业能够实现供应链实时监控和管理，提高供应链透明度和韧性，从而降低供应链中断的风险。
- 2、**质量控制问题**：利用智能制造和自动化技术，如机器人、人工智能和机器视觉等，可以提高生产过程的精准度和一致性，从而显著提升产品质量。
- 3、**高成本压力**：数字化转型有助于企业优化资源配置，提高生产效率和能源利用效率，减少浪费，从而有效降低运营成本。
- 4、**创新能力不足**：数字技术的应用不仅能够提升现有产品和服务的创新能力，还能够激发新的业务模式和商业模式的创新，为企业带来新的增长点。
- 5、**环境可持续性挑战**：通过发展绿色制造和循环经济，利用新材料、新工艺和节能减排技术，企业可以在提升生产效率的同时减少对环境的影响。
- 6、**技术更新速度快**：企业需要建立快速响应机制，加强技术预研和市场预判，及时调整战略和运营模式，以适应快速变化的市场需求和技术进步。

总之，发展新质生产力对于制造业而言，不仅是应对当前挑战的需求，更是把握未来发展机遇的战略选择。通过深化数字化和智能化转型，制造业能够在全球竞争中保持领先地位，实现持续、健康和高质量的发展。



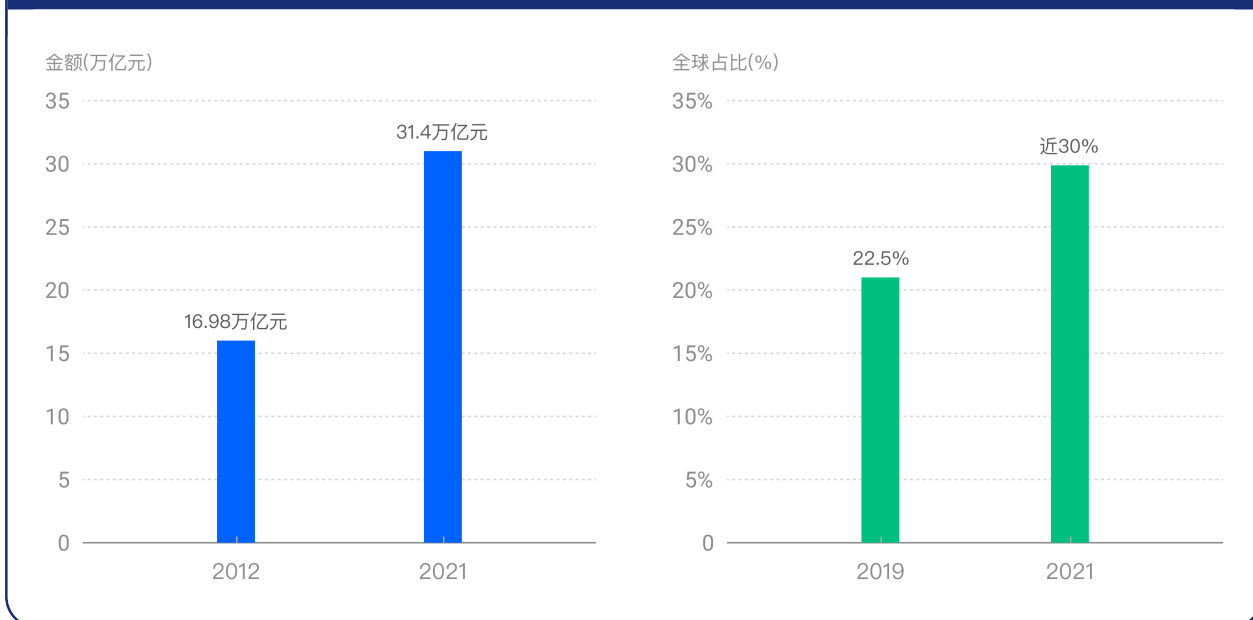
中国制造业质量管理现状与策略

中国制造业质量管理现状

改革开放四十余年来，经过几代人奋进不懈的艰苦奋斗，中国制造业智能化转型取得了重要进展。一方面，政府通过加大投入和政策扶持，推动和引导制造业企业加速采用智能化技术，提升了生产效率和质量。另一方面，随着智能化设备和新一代信息系统和数字化装备的研发及投入生产和应用，科技创新不断取得突破，为制造业总体数字化提升提供了坚实支撑，主要表现在：

- 1、智能化生产提升效率：**通过引进智能机器人、自动化生产线等技术手段，制造业企业实现了生产过程的智能化，大幅提升了生产效率和产能。智能物流系统的推广应用，有效缩短了物流运输时间，降低了生产成本。
- 2、智能制造提升质量：**借助物联网、云计算等技术，制造业企业实现了产品生命周期全程追溯，实时监测和分析生产数据，提高了产品质量控制水平。同时，智能化的仓储管理和质检流程优化，有效减少了次品率和质量问题。
- 3、智能化产品满足市场需求：**制造业企业积极推动智能化产品研发和生产，满足消费者对智能化生活的需求。智能手机、智能家电等产品的普及和升级，为制造业注入新动力。
- 4、智能化转型带来新机遇：**智能化的转型不仅提升了制造业的竞争力，也催生了相关的产业链发展。智能制造设备和软件的需求增加，促进了相关企业的发展和创新。

图十二：2010年以来制造业规模连续12年位居世界首位



然而，在智能化转型与高质量发展的过程中，也面临着一些问题和挑战。按照全球工业界质量管理的平均水平判断，我国工业企业的质量损失率（质量损失与制造总产值之比）应该在17.5%左右。如果按当年的我国制造业的总产值测算，我国每年的质量损失是一个相当惊人的数字，究其原因，主要有三个方面：

一是微观层面看，企业质量管理基础薄弱，工序间的不合格品率居高不下；设计缺陷；计量信息不对称；缺乏力求一次做到完美严谨的作风和精神等。

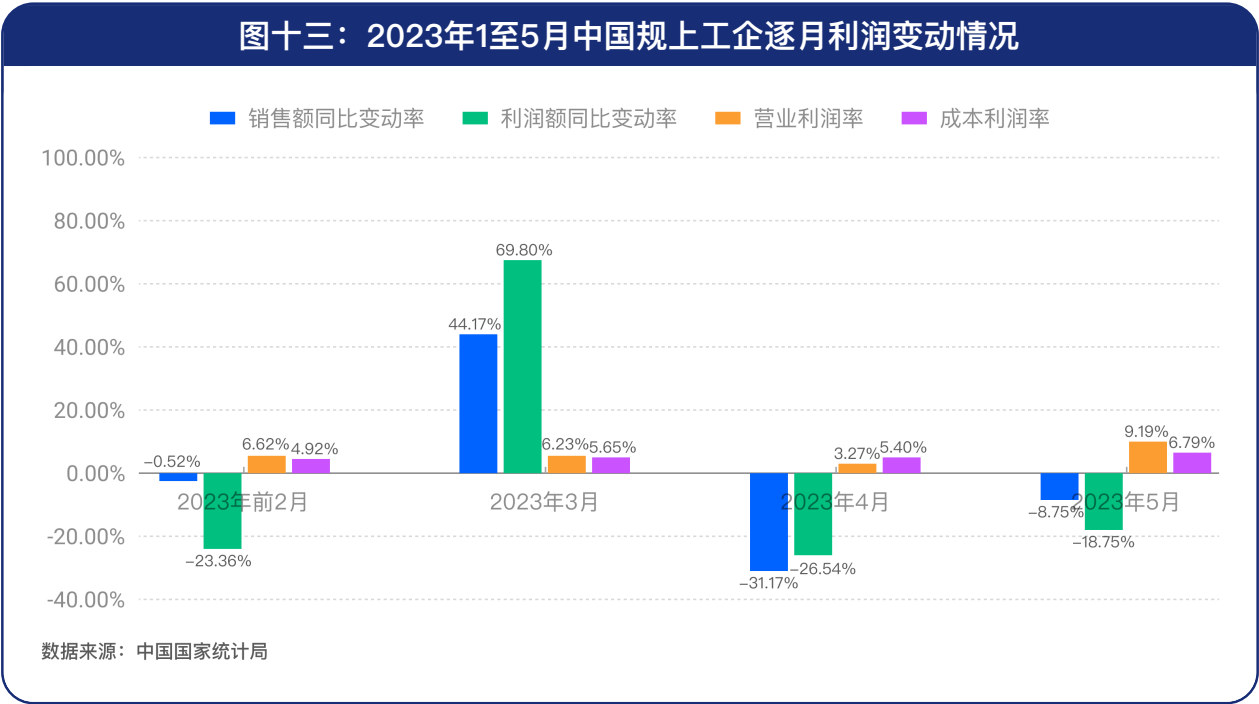
二是从社会层面看，上游产品质量问题较多，标准滞后落后，监管乏力等。

三是从管理层面看，宏观指导乏力。

质量管理的痛点难点

质量把关缺陷：在制造业的生产过程中，从原材料采购到成品出厂的每一个环节都可能出现质量问题，包括但不限于原材料质量不达标、生产过程中的操作错误、设计缺陷等。质量管理作为确保产品质量的关键环节，其作用虽被反复强调，但实际操作中仍有不少企业未能做到位，存在监管漏洞。

成本控制不到位：质量管理实际上是成本控制的一环。许多企业为了确保产品质量，不惜投入大量资金和资源于质量管理之中，这不仅增加了企业的运营成本，还可能因为过度的检验和测试而延长生产周期，降低生产效率。



专业质量管理人员稀缺：随着制造业向高端化、智能化发展，对质量管理人员的专业能力要求也在不断提高。然而，目前质量管理领域中具有高级专业能力的人才仍然稀缺，这对企业来说是一个不小的挑战。

供应链管理挑战：制造业的供应链极其复杂，需要对供应商和合作伙伴进行有效的监督和管理，确保他们遵守质量和安全标准。构建一个透明、高效的供应链合作体系是制造企业面临的重大挑战之一。

面临挑战

在全球化的市场环境中，中国制造业需要适应日益严格的国际质量标准。同时，如何通过技术创新和管理创新提升质量管理的效率和效果，如何建立全面、高效的供应链质量管理体系，以及如何培养和吸引更多的质量管理专业人才，成为中国制造业亟需解决的问题。

中国制造业企业质量管理能力等级划分

制造业企业质量管理能力体现在质量管理体系有效性、质量管理数字化、企业持续成功的能力、全过程质量绩效等方面。为了进一步引导和推动企业依据先进质量标准定期开展质量管理能力自我评价，检视问题，精准施策，激发质量提升的内生动力。依据先进质量管理体系标准，结合国内外关于质量管理的先进方法、模型和研究成果，将制造业企业质量管理能力等级由低到高划分为经验级、检验级、保证级、预防级、卓越级。

经验级：质量管理基本依靠人的技能和经验，未建立先进的质量制度、质量目标和完整的质量数据管理机制；研发设计、生产制造、质量保障、供应链管理数字化未开展或只是实行经验式的管理；未具备基本的战略实施、文化建设、技术创新应用等能力；质量绩效水平不高，产品质量水平未达到 3σ ，过程能力指数未做统计或小于1，全过程一次交验合格率小于90%，对内外部质量损失率未做统计。

检验级：建立适宜的质量管理体系并有效运行，通过检验手段确定产品质量特性符合标准要求；研发设计、生产制造、质量保障、供应链管理数字化初步开展，收集与质量目标有关的数据并用于改进；具备一定的战略实施、文化建设、技术创新应用等能力；取得一定的质量绩效，产品质量水平达到 3σ ，过程能力指数大于等于1，全过程一次交验合格率大于等于90%，内部质量损失率大于等于3.0%，外部质量损失率大于等于2.3%。

保证级：质量管理在体系有效运行的基础上，通过应用适宜的质量技术、工具和方法，促进效率的提升和成本的降低；研发设计、生产制造、质量保障、供应链管理数字化实行规范化、标准化管理，收集与关键过程有关的质量数据，并用于过程的改进，保证产品制造的质量可靠性、一致性、稳定性；具备较好的战略实施、文化建设、技术创新应用等能力；质量绩效水平较高，产品质量水平达到 4σ ，过程能力指数大于等于1.33，全过程一次交验合格率大于等于95%，内部质量损失率小于3.0%，外部质量损失率小于2.3%。

预防级：质量管理贯穿于产品和服务质量产生、形成和实现的全过程，基于数据开展全面风险识别和预防，确保企业绩效目标的全面达成；研发设计、生产制造、质量保障、供应

链管理数字化全面、持续开展，预防为主、不断改进，收集全过程的绩效数据加以应用并转化为价值；具备优秀的战略实施、文化建设、技术创新应用等能力；质量绩效水平高，产品质量水平达到 5σ ，过程能力指数大于等于1.67，全过程一次交验合格率大于等于97%，内部质量损失率小于1.5%，外部质量损失率小于1.0%。

卓越级：质量管理以创新为驱动力，建立全员、全要素、全过程、全数据的新型质量管理体系；研发设计、生产制造、质量保障、供应链管理数字化全面、持续、系统开展，实行基于新一代信息技术的数字化网络化智能化管理，收集供应链上下游质量数据并实现数据资源共享；战略实施、文化建设、技术创新应用等能力有效支撑企业以高质量产品、高水平服务超越用户期望和体验，质量产生卓越的经营效益和持续的竞争优势；质量绩效水平领先，产品质量水平达到 6σ ，过程能力指数大于等于2.00，全过程一次交验合格率大于等于98%，内部质量损失率小于0.75%，外部质量损失率小于0.5%。

该质量管理能力等级标准的出台，对企业而言，评价结果可作为质量判别依据，用于质量诊断和改进，帮助企业更好地贯彻先进质量管理体系标准，提高质量辨别能力，加速向高质量和价值链中高端迈进。对行业而言，通过贯标评价方式，可引导企业、供应商和用户等认可“卓越质量”理念，采信分级评价结果，沿供应链传递质量要求，带动产业链上下游更多企业共同贯标，促进产业链质量水平整体提升。对政府而言，评价结果有利于切实掌握制造业质量发展情况，动态掌握制造业质量发展趋势，充分积累制造业质的有效提升重要数据，为精准施策、精准引导、精准服务提供决策参考，为政策支持、资源配置提供重要依据。

同时，该标准也为中国制造业质量管理水平的提升指明了目标和方向，即到2025年，我国制造业质的有效提升取得积极进展，企业质量意识明显增强，质量管理能力持续提高，质量管理数字化水平不断提升，可持续发展能力有效提高，质量绩效稳步增长，中高端产品的比例快速增大。到2027年，我国制造业质量水平显著提升，企业质量管理能力显著提高，产品高端化取得明显进展。质量提升对制造业整体效益的贡献更加突出，推动制造业加速向价值链中高端迈进。

图十四



中国制造业质量管理提升策略

为了应对中国制造业在质量管理方面的挑战，重要的是采取一系列综合性策略，从增强企业质量意识、提升企业质量发展能力、推进质量管理数字化，到开展质量管理能力评价。以下是详细的提升策略：

增强企业质量意识

- 1、质量作为发展核心：**引导企业将“质量第一”理念贯彻到研发、生产、经营的全过程，强化质量战略管理，确保质量战略的持续稳定。
- 2、强化顶层设计：**鼓励企业最高管理层强化质量意识，明确领导责任，确保质量管理体系有效运行，并考虑设立首席质量官等职位，提高质量改进的效率。
- 3、全员参与：**明确全员参与质量管理的重要性，完善全员参与制度，提升质量协同能力，开展群众性质量活动，调动全员参与质量提升的积极性。
- 4、构建先进质量文化：**指导企业建立符合自身特点的质量文化，营造质量文化氛围，弘扬工匠精神，树立追求卓越的共同价值观。

5、用户满意导向：以用户为中心，定期进行满意度调查，围绕用户需求和期望优化质量目标，提升用户体验和满意度。

提升企业质量发展能力

1、创新质量管理方法：引导企业建立先进质量管理体系，深化精益管理、六西格玛管理等方法的应用，持续提升全生命周期质量水平。

2、持续改进：采用科学的持续改进模式，识别质量提升的关键要素，制定针对性的质量改进目标和措施，从研发设计到生产制造加强质量管控。

3、循证决策模式：加强关键指标识别和监测，深入分析影响质量的因素，采取有效措施，确保质量持续改进。

4、质量技术创新：鼓励企业加强技术创新，应用新技术优化质量设计和过程控制，提高质量工程技术和数据运用能力。

5、提升基础能力：支持企业加强计量、标准、认证认可、试验验证等能力建设，提升质量控制水平。

推进质量管理数字化

1、研发设计数字化：支持企业利用数字化工具进行质量设计，应用数字孪生、可靠性设计仿真等技术，从源头防止质量风险。

2、生产制造数字化：推动制造过程的数字化控制、网络化协同和智能化管理，加快工业互联网发展，提升生产过程质量控制水平。

3、质量保障数字化：推广综合保障数字化和数字化供应链管理，提高质量保障水平，加强试验验证、检验检测的数字化和智能化。

4、强化质量数据管理：建立质量数据管理制度，深化数据的采集、分析和应用，实现质量数据在业务活动中的高效率共享。

开展质量管理能力评价

- 1.自我评价与外部评价：**鼓励企业定期开展质量管理能力自我评价，引导专业机构提供第三方评价服务，促进质量管理水平的提升。
- 2.质量绩效评价：**建立质量绩效评价制度，科学评估质量管理经济效益，确保评价的真实性和科学性。

通过上述综合性策略的实施，可以有效提升中国制造业的质量管理水平，促进制造业的高质量发展，满足国内外市场对高品质产品的需求，增强中国制造业的国际竞争力。



全面质量管理数字化

什么是全面质量管理

全面质量管理（Total Quality Management, TQM）是一种全方位的质量管理方法，旨在通过持续改进和员工全员参与，提高企业的产品和服务质量，以满足甚至超越客户期望。该方法强调质量不仅是生产或服务过程的责任，而是每一位员工的共同责任，从高层管理到基层员工，每个人都参与到质量改进的过程中。

核心原则

全面质量管理的核心原则包括：

- 1、客户导向：**企业的所有活动都应以满足客户需求和期望为目标，将客户满意度作为衡量质量的首要标准。

- 2、全员参与：**全面质量管理要求企业全体成员参与到质量管理和改进活动中，每个员工都是质量管理的一部分。
- 3、过程导向：**看待质量问题时，应关注整个生产过程和服务流程，识别和管理过程中可能影响质量的各个环节。
- 4、持续改进：**持续改进是全面质量管理的核心思想之一，企业应不断地寻求改进生产过程和服务质量的机会。
- 5、事实基础的决策制定：**决策应基于数据和事实，通过收集和分析数据来识别问题、制定解决方案和评估效果。
- 6、供应链管理：**质量管理不仅限于企业内部，还应扩展到供应商和分销商，确保整个供应链的质量。

重要性

全面质量管理对于企业而言至关重要，它不仅可以提升产品和服务的质量，增强客户满意度和忠诚度，还能提高企业的运营效率，减少浪费，最终提升企业的竞争力和市场份额。在全球化和市场竞争激烈的今天，全面质量管理已成为企业赖以生存和发展的基石。

什么是全面质量管理数字化？

全面质量管理数字化是通过新一代信息技术与全面质量管理融合应用，推动质量管理活动数字化、网络化、智能化升级，增强产品全生命周期、全价值链、全产业链质量管理能力，提高产品和服务质量，促进制造业高质量发展的过程。

在全面质量管理数字化过程中，企业通过集成和分析来自生产线、供应链、客户反馈等多个环节的大量数据，以实时监控和预测质量问题，实现对生产过程的精准控制和持续改进。这不仅涉及到产品的质量监控，还包括服务质量的提升，以及通过数据分析来预测未来可能出现的质量问题，并提前采取措施进行预防。

全面质量管理数字化是制造业在当前和未来竞争中保持领先地位的关键策略之一。通过利用先进的数字技术，企业能够在质量管理上实现质的飞跃，从而在全球市场中获得更强的竞争力。

实施全面质量管理数字化的重要意义

全面质量管理（TQM）的数字化转型已成为提升企业竞争力的关键。实施全面质量管理数字化具有深远的意义，不仅能够显著提高质量管理的效率和效果，还能为企业带来全方位的变革和优势。

提升效率与准确性

数字化工具和技术的应用，如数据分析、云计算、物联网（IoT）和人工智能（AI），可以有效地提高质量数据的收集、分析和应用效率。通过自动化的数据收集和实时监控，企业可以快速识别质量问题，减少人为错误，从而提高质量控制的准确性和响应速度。

促进数据驱动决策

全面质量管理数字化使企业能够基于大数据和深度分析进行决策，从而确保决策的科学性和有效性。数据驱动的决策过程有助于企业更准确地预测和应对市场变化，优化资源配置，实现精准的质量改进和产品创新。

加强供应链协同

数字化技术能够实现供应链各环节的无缝连接和信息共享，加强供应链内部的协同和透明度。通过数字化的供应链管理，企业能够更有效地监控和管理供应商质量，确保原材料和组件的质量符合要求，从而提升整体产品质量。

支持持续改进与创新

全面质量管理数字化为企业持续改进和创新提供了强大的技术支撑。利用先进的数字化工具，企业可以持续跟踪质量绩效，识别改进机会，快速实施改进措施。同时，数字化平台还能促进知识共享和创新思维，激发员工的创造力，推动产品和服务的创新。

增强客户满意度与忠诚度

通过实施全面质量管理数字化，企业能够更有效地收集和分析客户反馈信息，及时响应客户需求 and 期望。通过提供高质量的产品和服务，企业不仅能够提升客户满意度，还能增强客户忠诚度和市场竞争力。

实施全面质量管理数字化是企业适应数字经济时代、提升质量管理水平、增强市场竞争力的必由之路。通过全面质量管理数字化，企业可以实现质量管理的高效率、高准确性和高可靠性，同时促进企业的持续改进和创新，最终实现企业的可持续发展目标。随着数字化技术的不断进步，全面质量管理数字化的实施将成为企业质量管理工作的一个重要推动力。

四

全面质量管理数字化路线与解决方案

全面质量管理数字化解决企业的哪些问题？

众所周知，完美的产品不仅仅取决于最初的设计，还取决于对产品生命周期中每个环节的质量控制。全生命周期质量管理是一个涵盖市场策划、产品设计、生产制造、供应链管理、质量检测、分析和控制、营销服务、运行维护等产品全生命周期的质量管理体系。企业要管理好质量，最重要的是在产品的设计、制造、质量检测、分析与控制方面同时进行管控，并加强预防性工作，从源头杜绝不良品发生。然而，随着行业发展，不同利益方对质量的要求并不相同。生产方关注产品可靠性，消费者注重性价比，不同部门和角色有不同的声音。因此，全生命周期质量管理也面临着诸多问题：

产品设计

产品的设计质量对于产品的整体质量至关重要。因此，产品设计的质量管理显得尤为重要。从客户的角度来看，设计的产品应该是零故障的。即使出现质量问题，也需要迅速解决，以确保客户的负面评价和损失最小化。在产品设计的过程中，制造企业面临以下主要问题：

- 1、缺乏对产品设计的系统规划，无法确保产品的可靠性；
- 2、产品设计和开发策划过程中，考虑不够全面，涉及人员、设备、工装、技术能力和物流等因素，导致产品设计质量不合格；
- 3、产品改进没有经过最终的产品开发确认，导致产品质量问题；
- 4、样件试制生产中，来料质量控制不当，导致样件不合格；

生产制造

在制造过程中，质量管理是至关重要的。正如质量管理专家爱德华·戴明所强调的，“产品的质量是在生产过程中形成的，而非通过检验获得的。”企业在质量管理方面面临的挑战主要包括：

- 1、人员相关的质量问题：**这包括员工对质量认识的缺乏、技术技能不足、注意力不集中、不遵守操作规程、以及因工作单调重复引发的厌倦情绪等。
- 2、设备相关的质量问题：**涉及机器设备和工具的精确度及其维护状态。例如，不定期的点检、保养和维护不足导致的设备故障，或是缺乏对首件的检查而引发的批量缺陷，以及工人的操作疏忽等。
- 3、原材料的质量问题：**原材料的成分、物理和化学性能未得到充分保证，问题源自原材料质量不佳、供应商质量不稳定，以及缺乏对原材料进场前的必要检验和评估。
- 4、方法上的质量问题：**即使不同企业使用相同的设备和原材料，成品质量仍有差异，这主要是由于工艺质量控制方法的差异。问题还包括制造过程中的尺寸协调问题，影响到装配质量、生产周期和成本。此外，缺乏对产品设计、工艺设计和制造过程的全面尺寸管理，以及前期优化设计不足，都使得后期的生产协调变得困难。产品工序的质量控制点若未按全面管理的要求设定，也会导致质量问题。
- 5、生产车间环境问题：**包括生产过程中对温度、湿度、无尘度等生产条件的控制不足，以及产品和原材料的不当存放、工具和设备的不合理布置等。

数据分析

当前，制造企业在质量管理方面的主要挑战是如何有效地收集和利用海量数据，以支持决策制定、质量控制和持续改进。面对的具体问题包括：

1、数据收集难度大

(a) 工业环境中，生产设备和测量仪器的数据规则及传输方式多样，部分设备缺乏数据传输功能，难以生成完整数据。

(b) 企业IT系统由多个子系统组成，如ERP、SPC、MES等，它们之间缺乏协同采集数

据的机制。

2、数据不一致导致的质量问题

(a) 数据源的多样性和复杂性导致数据之间可能存在冲突、不一致或矛盾。

(b) 在获取、存储、传输和计算过程中，大规模数据可能产生更多错误，传统的错误检测与修复方法无法满足大数据环境的需求。

(c) 数据的高速更新可能导致数据迅速过时，增加数据不一致的风险。

3、质量监控难以保证实时性

(a) 尽管制造过程有历史统计数据，但缺乏实时监控机制，企业无法及时发现质量问题。

4、质量控制和改进难以推进

(a) 尽管检测设备的数字化和探测方式多样化发展迅速，但数据仍然是本地化存储，且未与生产制造环节建立联系，导致管理和回溯手段缺乏。

(b) 数据利用缺乏高效算法和执行环境，数据之间未建立关联维度，导致分析维度有限，分析效率低下。一些企业的质量数据分析仍然依赖于人工。

(c) 数据的准确性、信息安全和权限控制也是难以保证的。

为了解决这些问题，制造企业需要采用先进的数据集成和分析技术，建立统一的数据平台以实现数据的协同采集和一致性管理。同时，推动实时监控和智能分析的发展，利用机器学习和人工智能技术提升质量控制和改进的效率。此外，提高数据安全和准确性，确保信息的安全和可靠访问，也是提升企业质量管理能力的关键。

全面质量管理数字化的体系架构

Feigenbaum QMS将质量管理驾驶舱、研发质量、供应商质量、制程质量、售后质量、体系管理、实验室管理、质量工具、主数据管理、系统集成等功能模块一体化封装在整体解决方案中，一站式提供质量管理全流程数据共享、质量监控、问题预警、分析决策等服务。



Feigenbaum QMS可以使管理层及时掌握公司质量表现，更好地控制质量标准，更方便简单地收集与分析质量数据，提高质量反应速度，缩短质量问题解决的时间。同时还提供一个全面一致的流程，用于识别、纠正、预防和验证根本原因，并持续改善质量。

Feigenbaum QMS构建了统一的质量管理平台，内置法规和行业标准，支持用户自定义配置和二次开发，支持 PC、PAD 等多终端访问，支持与 MES、PLM、OA、ERP 等多系统以及测量设备集成。

新生代员工对应用界面以及高质量的交互体验有了更多要求。Feigenbaum QMS是一款高性能、UI美观、操作简单快捷的QMS软件。同时，Feigenbaum QMS内置了先进的AI算法，实现数据分析预警，产品外观瑕疵智能质检，厂区安全智能巡检，相似零件智能查重等功能。

通过Feigenbaum QMS的建设，企业可实现质量管理的数字化转型。实现质量管理全程化、质量检测便捷化、质量数据规范化、质量表现可视化、质量控制自动化以及质量决策智能化。这不仅有助于企业降低质量成本、提升生产效率、提高客户满意度和品牌价值，还能帮助企业更好地符合国际质量标准和特定行业准则的要求，进而推进企业迈向高质量发展。

全面质量管理数字化五大关键技术

在全面质量管理（TQM）的数字化转型过程中，有五大关键技术发挥着至关重要的作用。这些技术不仅促进了质量管理流程的优化和自动化，还为制造业带来了更高的效率、灵活性和可靠性。以下是这五大技术的详细介绍：

大数据分析

大数据技术能够处理和分析海量的质量相关数据，包括生产过程数据、产品使用反馈数据等。通过高级数据分析技术，企业能够识别出生产中的潜在问题，预测并避免可能的质量缺陷，从而显著提高产品质量和客户满意度。

云计算

云计算为质量管理提供了灵活性和可扩展性，使企业能够轻松存储和访问大量数据，同时支持远程协作。通过云平台，质量管理体系可以实现跨地域的集中管理，优化资源分配，降低成本，并提高决策效率。

物联网（IoT）

物联网技术使得设备和系统能够实时相连，收集和交换数据。在质量管理中，IoT可以实时监控生产线上的设备状态、工作环境和产品质量，及时发现问题并自动调整生产参数，实现智能化质量控制。

人工智能与机器学习

人工智能（AI）和机器学习技术在质量管理中的应用，可以通过自学习和自适应算法来优化质量控制流程。AI能够帮助分析复杂的数据模式，预测产品缺陷，并提供改进措施。同时，机器学习算法能够不断从新数据中学习，不断提升质量检测的准确性和效率。

区块链

区块链技术通过提供一个去中心化、不可篡改的数据记录系统，为质量管理带来了新的可能。它可以用于追踪产品从原材料到最终用户的整个生产和供应链过程，确保数据的透明度和可追溯性，从而增强消费者对产品质量的信心。

通过这五大关键技术的应用，全面质量管理的数字化不仅能够提高制造业的质量管理效率和效果，还能够帮助企业更好地适应市场变化，提升竞争力。未来，随着这些技术的不断发展和完善，其在全面质量管理中的作用将会更加显著，为企业带来更多的机遇和挑战。

全面质量管理数字化的实施路径

全面质量管理（TQM）数字化转型的实施路径是一个系统而多阶段的过程，涉及到组织文化、技术、流程和人员等多个方面。以下是实施全面质量管理数字化的推荐路径：

制定详细的数字化转型规划

- 1、目标设定：**明确数字化转型的目标、范围和预期成果。这些目标应当与企业的总体战略紧密结合，确保质量管理的数字化转型能够支持企业的长期发展。
- 2、现状评估：**对现有的质量管理流程、工具及技术进行全面评估，确定数字化转型起点。
- 3、需求分析：**识别内部需求和客户需求，确保数字化转型方案能够满足这些需求，提升产品和服务的质量。
- 4、资源规划：**评估并规划所需的技术、人力和财务资源。

建立跨部门的项目团队

- 1、**团队组建**：组建一个跨职能的项目团队，团队成员应包括IT、质量管理、生产、供应链等部门的专家。
- 2、**角色分配**：明确团队成员的角色和责任，确保每个人都明确自己在数字化转型过程中的任务。
- 3、**沟通机制**：建立有效的沟通机制，确保团队成员之间的信息流通和协作。

选择合适的技术和工具

- 1、**市场调研**：调研市场上可用的技术和工具，评估它们的功能、成本和兼容性。
- 2、**试点测试**：在选定的小范围内实施试点项目，验证技术和工具的有效性。
- 3、**技术部署**：根据试点测试的结果，全面部署选定的技术和工具。

进行流程重构和优化

- 1、**流程分析**：分析现有流程，识别瓶颈和低效环节。
- 2、**流程设计**：基于数字化工具和技术，重新设计和优化流程。
- 3、**标准化**：制定标准操作程序（SOP），确保流程的标准化执行。

培训和文化塑造

- 1、**员工培训**：对员工进行必要的技术和流程培训，确保他们能够适应新的工作模式。
- 2、**文化引导**：强化以质量为中心的企业文化，鼓励持续改进和创新。

持续改进与优化

- 1、**性能监控**：实施数字化质量管理体系后，持续监控其性能，收集数据和反馈。
- 2、**评估与优化**：定期评估数字化转型的成效，根据评估结果进行持续的流程、技术和策略优化。

通过以上实施路径，企业能够有效地推进全面质量管理的数字化转型，实现质量管理过程的优化，提高产品和服务的质量，最终提升企业的竞争力。

五

全面质量管理数字化的典型案例

番禺电缆集团质量数字化转型

番缆集团是一家成立于1969年的老牌电缆企业，主营包括35KV及以下输、配电产业全结构与组合产品，新型合金导体材料，全结构特种电缆与组合产品，智能输配电产品、新能源配套产品、电力金具系列产品等。

项目背景

数字化是企业转型升级的必经之路，随着番禺电缆与多家世界500强企业达成战略合作关系，番禺电缆需要以始终如一的卓越品质，为客户实现卓越价值。以某大客户三化一稳定评估为契机，番禺电缆导入 QMS数字化质量管理体系，最终实现评估达标。

解决方案

当绝大多数企业正尝试接受数字化理念，正通过数字化转型实现企业管理效率的提升时，番缆集团的数字化转型已进入新阶段：数字赋能转向“数质”赋能，重效率转向重质量。借助QMS质量管理体系打通研发、供应商、生产制造、售后环节，实现质量数据的全流程贯通。通过QMS平台提供的质量工具、质量大数据以及集成技术，实施质量检验、质量监督、质量分析与质量改善，全面提升质量管理水平。

正是严格的质量控制和优质的服务，番缆集团能够持续地为全球知名企业华为、南网、国网、美的、中兴、松下、立讯技术、美大提供电缆产品，且多年位居中国电力电缆供应商综合能力50强及中国最具投标实力电线电缆供应商百强企业行列。目前完成质量管理数字化转型的番缆集团，实现线缆品质与管理能力的双向提升，也为企业打造供应链体系的竞争优势增加又一砝码。

业务价值

- 1、质量业务效率提升：**电子化检测、系统化监测。无需手工整理检测设备数据、IQC/IPQC/OQC检验数据，现在都可以通过系统来操作。
- 2、体系管理无纸化流程：**也无需纸档保存或传递质量相关文件，通过角色权限在线即可审阅查看。
- 3、质量管理业务自动化：**通过SPC、分析报表等质量工具实时掌控质量指标，对质量问题进行及时预测、预警、快速追溯和闭环改善。
- 4、降低三化一稳定实施成本：**在数据收集统计、来料检验、售后问题处理等各环节，数字化系统都帮助减少了人力投入。

安吉尔集团质量数字化转型

高端净水专家安吉尔成立于1987年，总部位于广东深圳。安吉尔专注净水领域36年，专业净水器安吉尔销量领先。渠道门店总数超10000家，专卖店数近2000家，累计活跃用户超500万，产品畅销全球65个国家。安吉尔始终坚持科技创新，不断引领行业技术升级。参与17项国家及行业标准制修订，累计获得900余项专利。建立4大水质实验室，并联合航天生物建立实验室，研发六大航天技术。2023年，安吉尔凭实力斩获全球9项发明奖，包含3项日内瓦国际发明展奖项、6项亚洲创新发明展奖项。

安吉尔拥有三大生产基地，其中安吉尔环境科技智慧园占地超60万平米，可实现年产1000万台（套）的净饮水产品规模。安吉尔拥有完整的生产管理体系，已获中国CQC、美国UL、美国NSF、加拿大CSA、法国BV、英国ITS、瑞士SGS和德国TüV全球八项权威机构认证。

业务痛点

- 1、客户退货和索赔时有发生；
- 2、难以得到各项质量相关的数据；
- 3、质量管理流程和标准缺乏落地执行的工具；
- 4、已经发生过的质量事故重复发生。

解决方案

“安吉尔——端到端数字化质量管理”模式(AEEQMS)作为安吉尔质量管理创新发展方向，将现代信息化技术与质量管理的需求相结合，从整体的质量数据监控，数据分析，再到质量资源分配，质量人员资质管理，质量工具管理，质量技能提升等方面，进而将端到端质量管理模块进行串联，系统智能化预警，从而进行高效的企业风险管理，最终将信息化的质量管理提升、完善和进化为基于数字化的质量管理解决方案，达到互联、智能和自主。

业务价值

- 1、实时监控整体质量水平：**通过质量KPI模块实时监控质量水平，预警质量风险；有任何质量问题质量部门一定走在前面。
- 2、质量业务报告自动化：**从系统获取各质量业务数据。改变了过去需要从其它部门定期收集反馈质量业务数据，数据不及时，不准确，不完整，需要再投入大量人力进行再加工的情况。
- 3、质量管理业务自动化：**质量业务前置，通过系统在研发、来料、生产、体系等各个环节部署系统功能，能够落实各项质量管理措施和流程，发现和预防质量问题的产生。
- 4、节省人力：**在数据收集统计、来料检验、售后问题处理等各环节，数字化系统都帮助减少了人力投入，使质量管理力量能有更多资源深入一线、深入市场。

柔性电路板良率大数据分析平台

苏州维信电子有限公司(简称MFLEX),电子电路产业先行者,起步于美国,以苏州为全球总部,多元化跨国团队合作,是集研发、设计、生产、销售服务为一体的全球最大柔性电路板供应商之一。致力于为全球顶级消费电子产品、新能源汽车、通讯、物联网等品牌提供出色的互联网解决方案。维信电子(MFLEX)柔性电路板全球排名前三、印刷线路板内资第一、国内唯一高端柔性电路板生产商、全球顶级消费电子供应链。

业务痛点

影响和制约柔性电路板生产企业良率提升的主要原因在于:

- 1、生产工序复杂:** 产品生产需要经过上百道工序,每个工序的生产质量影响因素的规律复杂,任何一个关键工序的质量问题都会导致产品良率的异常,造成产品质量监控和追溯困难。
- 2、生产过程监控水平低:** 产品在生产过程中的监控以关键工序的批次通过率为主要评价标准,对每个产品以定性的评价方式评价关键工序的生产能力,缺乏对关键工序的过程能力指数的实时监控;
- 3、质量数据分析瓶颈:** 质量检测数据量大且杂,当前业务系统无法满足关键质量检测结果数据的关联查询和实时分析,出现质量问题后只能通过人工手段进行分析定位,难以满足上游客户对响应速度的要求。

解决方案及实施过程

良率大数据分析平台以工厂生产环境的生产数据和检测数据为依据,通过领域建模实现高效的数据关联,利用数据驱动模型完成柔板质检数据分析,达到柔板生产实时监控和质量追溯快速响应的目的。

- 1、数据关联建模:** 通过产线领域建模,将柔板生产线的工艺、生产、检测数据高效组织在一起,并通过良率大数据分析平台以统一的数据服务提供高效的访问方式,实现客户快速响应的要求。

2、质量数据分析：对各检测工序的质检数据以SPC、过程能力指数、6-sigma管控等统计方法精细化展示良率缺陷，并基于关联规则挖掘、孤立森林、决策树等通过数据驱动模型实现多工序的良率关联分析。

3、应用层：将模型计算的结果应用至产品质量监控、质量异常追溯、质量客诉响应等。

业务价值

柔性电路板良率大数据分析平台已经在苏州维信电子红庄厂区、郭巷厂区的一些关键制程进行部署实施。

1、经济效益：大幅减少了工程师人工进行数据分析工作量，从而降低运营成本，为企业积累宝贵的数字化转型经验。

2、质量效益变革：实现了过程质量监控的可视化和质量管理的规范化，质量问题追溯效率可由 1 周缩短至数小时完成响应，极大地提高上游客户的满意度。

全球制造大数据质量预警体系

随着全球供应链紧耦合发展，传统的制造质量管理模式已无法适应新的发展变化。供应商物料测试、来料检验测试、生产测试等都会产生大量的质量数据，而海量的质量数据之间存在大量数据孤岛，从供应链协同的角度保障质量是一个重要命题。本方案打通供应商、研发、制造、市场返还等产业链全流程关键质量数据；应用大数据分析 & 数学建模技术，构建数据驱动的全球测试大数据质量预警体系；实现供应商来料质量预警、制造过程质量预警及网上返还质量预警；质量预警从制造向上游研发、采购/产业链及市场/用户的覆盖；驱动质量管控从事后拦截向事前预测、预防方向转变，是质量预警所要研究的重要内容。

业务痛点

1、难以深入质量管理前端：既有的质量管理方法大多都是依赖事后解决，无法将质量问题在供应链前端解决，也难以在设计前端改善质量，导致质量成本增加、质量效益有限。

2、难以进行质量数据协同：制造工厂分布在各地，各制造工厂所产生的海量生产、检测、质量数据之间是多个数据孤岛。

3、难以进行数据挖掘融合分析：物料供应商测试、来料检验测试、生产测试、市场质量表现产生的数据存在隐性因果关系。这些数据无法有效地进行融合分析，应用于质量管理中。

解决方案及实施过程

制造大据质量预警解决方案主要实现 3 个功能：

1、供应商来料质量控制：采集供应商来料关键测试参数，实现数据监控、分析及预警，提前识别潜在的来料质量风险，并拦截在供应商处，提高来料入口质量，质量控制前移供应商，在供应链源头构筑高质量。

2、出厂产品质量预警：汇聚全球加工网点制造过程质量数据，在一些关键工序如IQC、ICT、FT、可靠性、整机测试等实现质量预警，提前识别和挖掘隐性质量问题，保障全球一致的出厂高质量。

3、反馈设计前端质量提升：结合产品网上运行环境数据，用户舆情数据，网上返还数据，以及产品加工过程数据，深度挖掘，实现产品潜在风险预测预警，识别在研发设计、制程工艺、来料选型等方面改进机会点，驱动逆向改进，在设计前端构筑高质量。

业务价值

制造大数据预警解决方案云化部署数据采集系统，与上下游供应商系统进行对接，通用数据标准格式实现数据交换；内置工业领域预警模型算法，有效识别来料、设计、制程、工艺等方面隐性质量问题，识别改善机会点。

在应用本解决方案后，一年共触发预警物料、装备、设计、工艺等方面隐性问题多起。通过自动捕获潜在风险，实现2%小概率可靠性批次风险可激发，提前拦截供应商来料质量问题，批量问题起数降低9%；开局坏件率改进15%，早期返还率改进24%。支撑网上返还率、批量质量问题、PONC 等质量指标目标达成。

表面贴装技术(SMT)产线缺陷识别系统

西安中兴通讯终端科技有限公司是以手机终端产品的研发、生产制造及销售为主营业务的公司，公司生产车间配置业界领先的全自动SMT生产线，涵盖单板测试加载、全自动化分板点胶、整机音频测试、整机软件加载等模块，是我国西部最大的智能终端生产基地，提出了SMT产线缺陷识别系统的需求。

业务痛点

- 1、质量数据多而杂：**终端SMT生产线的运行过程数据包括人、机、料、法、环、测等多个方面，会产生大量数据，这些数据具有多源异构、海量、组织混乱等特点，导致SMT产线印刷环节的缺陷识别准确率、效率低下。
- 2、数据利用率低：**当前的做法是采用批次试验、人工经验、传统的统计分析等技术对产品进行质量的缺陷识别。而未将 SMT 产线运行过程中产生的人、机、料、法、环、测等多个方面的大量数据利用起来，缺乏机理与数据的融合分析。
- 3、识别准确率低：**传统的试验和人工缺陷识别的检测方法准确率较低且效率低下，导致人工复检的次数上升，人工检测成本上涨。

解决方案及实施过程

西安电子科技大学研发的“基于人工智能的SMT产线缺陷识别系统”主要应用于SMT产线的印刷环节，解决方案的实施步骤包括三个阶段：

- 1、数据的采集与处理：**SMT 印刷环节的数据包括印刷参数数据（印刷速度、刮刀长度等）、SMT产线印刷过程数据（刮刀压力、脱模速度等工艺参数）、SPI检测数据（锡膏体积、面积等）、人工复检数据。所有数据均来自MES系统、SPI检测系统。此外，SMT产线数据具有多源异构、海量、组织混乱等特点，需要对数据进行组合、关联，分别分析，然后进行缺失值、异常值处理等数据预处理操作，最后进行数据降维与重构，形成SMT产线印刷环节的缺陷识别数据包。

2、构建SMT产线检测缺陷识别模型：基于构建的SMT产线印刷环节的缺陷识别数据包，结合终端SMT生产过程经验与专家知识，首先运用CNN卷积神经网络等深度学习算法，构建质量问题分类模型，进行质量问题的分类，将SMT产线SPI检测的缺陷进行类别划分，并根据识别结果与SPI检测结果对比，减少人工复检次数，降低人工检测成本。

3、针对SMT生产线的实际印刷环节的场景进行应用验证，主要包括：

(a) SMT印刷影响因素分析：基于随机森林算法进行SMT印刷影响因素的重要度分析，确定影响SMT印刷质量的关键因素。

(b) SMT印刷环节缺陷识别：通过SMT印刷环节缺陷识别模型将SMT产线SPI检测的缺陷进行类别划分，并根据识别结果与SPI检测结果对比，减少人工复检次数，降低人工检测成本。

(c) 缺陷识别可视化展示：将SMT印刷环节缺陷识别模型的识别结果进行可视化展示。

业务价值

1、经济效益：一期工厂 SMT车间共25条生产线，引进镭雕、印刷、锡膏检测、光学检测、贴片、回流炉等高端设备300余台，支撑贴片线产能约1500万/年。通过SMT印刷环节缺陷识别技术可以带动企业提高产品质量，降低缺陷率，从而节省成本，提高利润。

2、质量效益变革：对SMT印刷环节的质量问题构建质量问题分类模型，进行质量问题的分类，将SMT产线SPI检测的缺陷进行类别划分，并根据识别结果与SPI检测结果对比，减少人工复检次数，降低人工检测成本。现场应用的识别精度可达95%。

参考文献

https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-01/11/content_5667610.htm

<https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-01/11/5667610/->

[files/acc9e3ed231475195ad79be68b0c183.pdf](https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-01/11/5667610/-files/acc9e3ed231475195ad79be68b0c183.pdf)

<https://www.yn.gov.cn/ztgg/lqhm/lqzc/gbhj/202312/P020231221587862270413.pdf>

https://baike.baidu.com/item/全面质量管理/82450?fr=ge_ala

<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1771632255579449154&wfr=spider&for=pc>

https://baike.baidu.com/item/新质生产力/63458194?fr=ge_ala#8

《质量的本质:开启数字化质量管理新时代》 吴迪

名词解释

- 1、 **σ (西格玛)**: σ 在统计学中代表“标准差”，即对过程输出的分布宽度的测量。 σ 值越高，过程不良品率越低。当 σ 值达到6时，即6 σ 的品质，表示“每百万单位只有3.4个不良品”；当 σ 值达到5时，表示“每百万单位有230个不良品”；当 σ 值达到4时，表示“每百万单位有6200个不良品”；当 σ 值达到3时，表示“每百万单位有66800个不良品”。
- 2、**过程能力指数(Cpk)**: 表示过程在稳定可控（即没有特殊原因干扰产出品特性）的状态下，能使其产出品达到可接受标准程度的指标。通常过程能力指数越高，产品的不良率越低。
- 3、**全过程一次交验合格率**: 是产品生产各个过程一次交验合格率的乘积，是反映全过程质量管理水平及绩效的重要指标。其中，一次交验合格率是指初次提交检验的合格品数量占全部交验产品总数量的百分比。
- 4、**内部质量损失率**: 是指产品交货前因未满足规定的质量要求所损失的费用与年度总产值之比。损失的费用主要包括：报废损失费、返修费、降级损失费、停工损失费、产品质量事故处理费等。
- 5、**外部质量损失率**: 是指产品交货后因未满足规定的质量要求导致索赔、修理、更换或信誉损失等所损失的费用与年度总产值之比，损失的费用主要包括：索赔费、退货损失费、折价损失费、保修费等。