

第 1 章 数字化转型导论

1.1 数字化转型国内外趋势

当今世界正在经历百年未有之大变局。需求重塑、技术突破、产业调整、政策升级等多重变革力量交织汇聚，共同推动数字化浪潮螺旋式上升，正对生活方式、生产模式、经济形态、国际格局等产生重大而深远的影响。习近平总书记指出，世界经济数字化转型是大势所趋。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》提出，要加快数字化发展。全球主要国家、领军企业也在加快部署推进数字化转型。

1.1.1 需求加速重塑，数字化转型时不我待

当今时代，需求日益个性化，需求动态变化加快。消费需求的变化传递到供给端，带来的变革主要有三个。一是更小的生产批量。产品的生产批量从几十万、几万降低到几千、几百，极端的个性化需求可能将生产批量推到几十，甚至为一。二是更好的定制化体验服务。制造业要从以生产者和产品为中心转向以消费者为中心，要从关注产品的性价比、功能和耐用性等，转向关注用户的参与感、交付体验、分享与交流等感受体验。三是更短的产品生命周期或生产周期。手机等消费电子产品的换代周期从过去几年更新一代到如今每年迭代，汽车的换代周期从十年变为几年，甚至一年，互联网则让服装等快时尚行业的产品更迭周期从年、月变为周、天。

在外部需求同质化且稳定的时代，生产的规模决定成败，在需求个性化且多变的时代，速度决定成败。推动供给体系更快适应需求变化，关键在于推动过去刚性的、大规模生产体系加快向敏捷柔性的定制化生产体系转变，同时保持成本不变。这是一场系统性、全局性的生产方式大变革，产品变得日益复杂则加剧了这场转变的复杂性，这不仅是中国制造业面临的问题，也是全球制造业面临的共同难题。

如何构建这样一套新的生产体系？德国给出的答案是工业 4.0。工业 4.0 的逻辑起点就是如何适应消费需求的快速变化，其基本路径就是通过信息通信技术与工业的全

面深度融合（表现为纵向集成、横向集成和端到端集成），推动构建一个大规模敏捷协作生产体系。在过去的五六十年里，流程驱动的自动化、信息化支撑了企业内部效率的巨大改善，但在实时响应、开放协同等方面仍然存在短板，解决这些问题成为当前数字化转型的核心战略任务。

1.1.2 技术群体突破，数字化转型柳暗花明

近年来，信息技术正加速群体突破，为制造业数字化转型提供了更丰富适用的工具、更低成本的解决方案，开辟了数字化转型新空间。

在连接方面，网络加速重构，夯实转型基础。“5G（第五代移动通信）+TSN（时间敏感网络）/工业以太网+NB-IoT（窄带物联网）”等网络技术加速群体突破，网络的峰值速度可达1TB/s，时延达到0.1ms，OPC UA等统一网络协议加快应用，可以满足工业海量实时、差异化连接需求，有力地促进了工业全要素全面连接、实时数据上传下达，推动基于海量实时数据的数字化应用场景得以快速涌现。比如，中国商用飞机有限责任公司与中国联通合作开发基于5G的8K超高清视频检测系统，利用5G实时传输8K镜头数据，进行缺陷智能识别分类和铆钉装配状态的识别比对等任务，检测速度比人眼目视检测提升10~20倍，将2~3天的验收时间减少至3~4小时。

在计算方面，能力持续升级，扩大转型空间。计算架构由冯氏架构向多架构综合发展，通用芯片稳步进步，神经元芯片加速发展，计算能力进入每秒万亿次时代，计算功耗大幅降低，将推动现场算力低成本规模化普及，使得计算智能可以从顶层大规模下沉到生产现场，为利用数字技术提升生产现场设备运行效率提供了可能。比如，西门子MindSphere操作系统在边缘控制器叠加计算芯片，可以安全地向设备就近提供先进的分析功能和运行智能，进行振动分析，实现设备预测性维护。

在分析方面，感知迈向认知，拓展转型边界。当前，以深度学习、知识图谱等为代表的新一代人工智能技术爆发式发展，正推动简单智能向多元复杂智能发展，可解决大量机理可知、不可知的复杂多维问题，从而将企业的分析决策水平提升到全新高度。Uptake公司基于工业设备、故障、天气、交通等模型，通过自动、持续的数据学习、发现模式，实现多维综合集成优化，构建可验证的预测模型，从而实现对大型工业设备的故障预警。

在技术组合方面，协同发力，加速转型进程。信息通信技术正以新的方式组合起来，发挥协同作用，加速转型进程。一方面，感知、传输、计算、分析等多种技术组合，协同解决工业现实问题，加速转型进程。比如，工业互联网的基本机理是从感知物理世界，通过数字空间一系列建模分析，优化决策，再回到物理世界中去。在这样

一个复杂的过程中，信息技术，无论是传输、计算、处理、感知、交互，都在起作用。这个领域是一个专业技术的组合，现在的各种技术，包括 5G、人工智能、区块链、物联网，都会在其中起到作用，并与工业体系本身的模型、机理和知识相融合。以产品检测为例，大飞机、显示面板、电子产品、关键零部件等，传统上是靠人力来检验是否存在裂痕，耗时久且精度不够。现在的方法是用 4K 或 8K 高清摄像头，将数据利用 5G 回传到工厂的边缘计算节点或云计算节点，然后用人工智能进行训练，再把训练好的模型推在边缘层，用这个方法进行检验，速度、效率、精度都得到提高。这就是一种技术组合，组合了 5G、人工智能、大数据、边缘计算，还可以进一步结合增强现实、虚拟现实等。

另一方面，技术之间的组合架构正由过去的单体式技术架构向基于云边协同的新技术体系转变，可极大地降低转型壁垒，加速转型进程。与传统的单体式技术体系相比，这是一个更具灵活性，更加敏捷，可伸缩性和灵活性更强的技术体系，可以极大地降低转型成本和技术壁垒，为推动包括中小企业在内的工业企业集体快速迈入全面数字化转型时代提供了可能。

1.1.3 加快推动数字化转型已经成为各国共同的战略选择

加快推动数字化转型早已成为全球主要国家的共同战略选择。近年来，各国在不断适应技术产业的新变化，加速迭代数字化转型政策。

一是各国政策目标加速向构建全局性、系统性转型生态体系演进。德国致力于构建互联互通的数字化转型产业生态。2019 年，德国《国家工业战略 2030》将机器与互联网互联（工业 4.0）作为数字化发展的颠覆性创新技术加速推动，通过政府直接干预等手段确保国家掌握新技术，保证其在竞争中处于领先地位。2019 年 4 月，德国联邦经济能源部发布最新工业 4.0 战略前瞻性文件《2030 年德国工业 4.0 愿景》，明确将构建全球数字生态作为未来 10 年德国数字化转型的新愿景，并阐述了数字化转型的重点任务。美国以强化创新和技术成果转化为核心推动制造业转型升级。2017 年以来，美国在国家制造创新网络计划基础上，继续推动美国制造业计划，希望通过联邦政府与产业界、学术界及专家合作，建立各关键利益相关者的互利合作关系。美国制造业计划在原有包括美国数字制造与设计创新机构等研究中心的基础上，继续资助先进制造相关研究机构，力图打造一个以创新中心和研究院为核心的创新生态和成果转化生态，努力弥补技术研发和融合应用之间的巨大鸿沟。

二是各国加速推动数字化转型关键举措落地应用。一方面，加快推动底层技术产品研发。德国聚焦基础共性技术产品研发，开发工业 4.0 组件推动实现数字孪生，同时加强工业 4.0 平台基础性系统研发，如弗劳恩霍夫协会正在开发设备改装的解决方案，

推出生产传感系统“INA sense”，通过为传统机器设备装配新的部件，使其集成升级到工业 4.0 生产环境中。另一方面，创新数字化转型落地机制。各国纷纷推出“加速器”“孵化器”“弹射器”等数字化落地机制，投资创新中心和建立创新网络成为加速数字化的普遍方式。英国在其《英国数字化战略》中计划通过“数字化弹射器”项目共享最佳实践并提供商业培训“训练营”，从而帮助英国早期数字化企业顺利发展。澳大利亚推出“工业 4.0 测试实验室”试点项目，为企业和研究人员提供空间共同试用工业 4.0 技术。德国发起“工业 4.0：从科研到企业落地”计划，并积极建设“中小企业 4.0 能力中心”，为中小企业提供数字化、生产流程网络以及工业 4.0 应用方面的支持。美国、新加坡等均大力推动开放实验室建设，为数字化创新提供非竞争性的实验场所。

各国数字化转型投资稳步增长。根据国际数据公司（IDC）预测，随着企业在现有战略和投资的基础上发展成为规模化数字企业，2020 年，全球数字化转型技术和服务支出增长 10.4%，达到 1.3 万亿美元，虽明显低于 2019 年 17.9% 的增长，但在整体技术支出大幅减少的背景下，仍是一年中为数不多的亮点之一。预计到 2023 年，数字化转型支出在 ICT 总投资中的占比将从 2021 年的 36% 增至 50% 以上，增长最大的领域是数据智能与分析领域。

1.1.4 全球领军企业加快数字化转型以抢占竞争制高点

各国企业开展多样化探索，加快数字化转型创新步伐。全球领军企业从点、面、体三个维度全面调整布局，协同推进制造业数字化转型。

从单点看，领军企业正通过战略并购、建立联盟、推出新产品新服务等多种方式，在点上突破，以期把握新技术带来的红利，占领转型制高点。其中，数字孪生体系的建设和竞争尤为引人注目。例如，西门子在 2016 年分别花费 9.8 亿美元和 45 亿美元并购计算流体力学仿真企业 CD-Adapco 公司和 EDA 仿真巨头 Mentor Graphics 公司，并在 2017 年和 2018 年再次分别收购了汽车和自动驾驶仿真测试公司 TASS International、测试设备制造公司 Sarokal Test Systems 等。通过一系列的仿真软件并购与战略合作等多种方式，西门子建立了覆盖全生命周期的完整数字孪生模型体系，可将产品创新、制造效率提升至新的高度。

从表面看，领军企业一方面将多种数字化工具和能力进行整合，着力构建覆盖全价值链的数字化解决方案，提供全链条服务；另一方面，也不断将数字化解决方案拓展到更多行业领域，提供全行业服务。如 2019 年，西门子推动过去各种割裂的数字化解决方案大集成大融合，推出 Xcelerator 解决方案，率先实现了多种工业数字化解决方案的改善与整合。美国工业巨头通用电气公司（GE）通过将 Predix 工业互联网平台在内的数字部门独立出来，构建 GE 全资拥有、独立运营的公司，整合 GE 数字集团

内部多种数字化工具、资产和能力,包括 Predix、资产绩效管理、自动化、制造执行系统、运营绩效管理等,制定了领先的工业互联网完整解决方案,可以为多个行业提供服务。SAP 公司推出涵盖边缘计算、大数据处理与应用开发功能的 Leonardo 物联网平台,横跨企业研发、生产、供应、销售、服务全价值链,连接产业链利益相关方,在物联网、数字孪生、企业资产管理、数字化实时工厂、机器学习、区块链透明交易六大领域,支持企业全方位的数字化转型。

从整体看,越来越多的领军企业开始搭建低门槛的数字化平台生态,将更多需求端的服务开发者和量大面广的中小企业纳入生态之中,从而跨越网络效应启动的临界点,实现平台生态的快速扩张。比如,西门子面向平台的供给端,花费 6 亿欧元并购低代码应用开发平台 Mendix,降低工业应用软件的开发难度,吸引更多应用开发者进入西门子的数字化生态当中。再比如,美国 PTC 公司则面向平台的需求端,通过并购软件即服务(SaaS)产品开发平台的创造者 Onshape 公司,推动整体解决方案云化迁移,并加快推动从原来的单次购买开始向订阅付费的商业模式转变,一系列的变革让 PTC 公司可以为工业企业,特别是中小工业企业,提供弹性、按效果付费的服务,从而降低了工业企业数字化转型的成本,有利于更多中小企业加快进入其数字化平台生态之中。

1.1.5 我国推动数字化转型的政策力度不断加大

我国早在 20 世纪八九十年代就认识到信息通信技术对经济社会发展的带动作用。比如,在推进信息化与工业化融合发展方面,中国共产党第十五次全国代表大会首次写入了信息化并将其作为国家战略,十六大提出以信息化带动工业化、以工业化促进信息化,走新型工业化的道路,十七大正式提出大力推进信息化与工业化融合,十八大又提出推动信息化和工业化深度融合,十九大进一步明确提出推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合,这反映出我国对信息化与工业化关系的认识进一步深化,新时代党中央、国务院对信息化和工业化融合做出的更为具体的诠释和部署,是两化深度融合的升级版。

再比如,国家对电子商务的政策支持也体现了国家积极利用以互联网为代表的信息通信技术推动服务业创新发展的决心。非典之后,从 2004 年开始,我国电子商务政策法规和支撑产业的建设进入了一个新的阶段,为电子商务的发展提供了强力支撑。一是法规的配套完善,2004 年、2005 年《中华人民共和国电子签名法》《电子支付指引(第一号)》相继出台,规范了电子签名和电子支付业务,在一定程度上解决了可信问题。二是发展政策的配套完善。《国务院办公厅关于加快电子商务发展的若干意见》(国办发〔2005〕2 号)发布后,从物流、支付等多个维度提出了支持我国电子商务快

速发展的政策安排，此后，又不断与时俱进，出台跨境电商、物流、直播电商等新的支持政策，也适时出台《中华人民共和国电子商务法》，推动电子商务持续健康发展。

又比如，在新的条件下，为推动信息技术与工业深度融合，工业与信息化部（以下简称工信部）会同国家发展和改革委员会（以下简称发改委）、财政部、科技部、中国工程院等制造强国建设领导小组成员单位，历时一年多编制完成《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》。2017年10月，国务院常务会议审议通过，并于2017年11月由国务院正式印发。在发展目标上，该意见提出“三步走”目标，到2025年，基本形成具备国际竞争力的基础设施和产业体系；到2035年，建成国际领先的工业互联网网络基础设施和平台，形成国际先进的技术与产业体系，工业互联网全面深度应用并在优势行业形成创新引领能力；到21世纪中叶，工业互联网全面支撑经济社会发展，综合实力进入世界前列。在推进方向上，该意见提出了夯实网络基础、打造平台体系、加强产业支撑、促进融合应用、完善生态体系、强化安全保障、推动开放合作七大战略任务。在实施路径上，该意见提出了基础设施升级改造、平台建设及推广、标准研制及试验验证、关键技术产业化、集成创新应用、区域创新示范建设、安全保障能力提升七项重大工程，作为推进战略落地实施的工作抓手。2020年3月20日，工信部印发《工业与信息化部办公厅关于推动工业互联网加快发展的通知》，要求各有关单位加快新型基础设施建设，加快拓展融合创新应用，加快健全安全保障体系，加快壮大创新发展动能，加快完善产业生态布局，加大政策支持力度，推动工业互联网在更广范围、更深程度、更高水平上融合创新，培植壮大经济发展新动能，支撑实现高质量发展。

此外，近年来，在国家顶层政策的指引下，各地因地制宜细化落实。绝大多数省市都出台了数字经济发展相关的指导意见或实施方案，在推动数字化产业生态集聚、融合创新发展、数字化技能人才培养等方面推出不少硬招实招，进一步激发了数字经济创新发展活力。浙江省全面实施数字经济“一号工程”，以数字经济为牵引，推动高质量跨越式发展，促进生产力整体跃升，争创国家数字经济示范省。广东省以工业互联网为抓手，发挥数据资源富集、产业基础雄厚、融合应用场景丰富的优势，率先布局制造业数字化转型。福建省制定《福建省人民政府办公厅关于加快全省工业数字经济创新发展的意见》，加快传统产业尤其是制造业的数字化、网络化、智能化发展，打造经济增长新动能，推动工业领域数字经济发展。

在新冠肺炎疫情期间，国家推进数字化转型的认识和决心不断强化，不断出台支持政策，数字化转型的发展环境不断优化。2020年3月，工信部出台《中小企业数字化赋能专项行动方案》，助力中小企业疫情防控、复工复产和可持续发展。2020年4月，国家发改委、中央网信办联合印发《关于推进“上云用数赋智”行动培育新经

济发展实施方案》通知,进一步加快产业数字化转型,培育新经济发展。2020年5月,国家发改委、工信部等17个部门联合发起了“数字化转型伙伴行动”,加快各行业各领域数字化转型,帮扶中小微企业渡过难关。2020年7月,国家发改委等13个部门发布《关于支持新业态新模式健康发展 激活消费市场带动扩大就业的意见》,把支持线上线下融合的新业态新模式作为经济转型和促进改革创新的重要突破口。2020年11月,公布的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》提出,要加快数字化发展。

1.1.6 新冠肺炎疫情加速全球数字化转型进程

新冠肺炎疫情在对经济增长、就业、全球贸易等造成重大负面冲击的同时,也从供给和需求两个方面加速了数字化转型。从需求端看,新冠肺炎疫情一方面激发广大企业和政府的数字化转型意愿,另一方面直接创造许多新的数字化转型需求。从供给端看,新冠肺炎疫情不仅促使数字基础设施加快建设改善,还助推数字化新工具的改进升级和市场推广,从而升级数字化转型供给端的支撑赋能能力。

企业“愿不愿意转”现象表面上看是主观认识问题,深层次看是一个权衡转型投入和收益的投资决策问题。在当前的技术经济条件下,数字化转型投入很大,而转型绩效又往往不好衡量且存在滞后效应。因此,对很多企业而言,数字化转型的投入产出比是“不划算”的,导致了企业“不愿意转”。这是数字化转型中“不愿转”痼疾长期存在的深层根源。新冠肺炎疫情是一场现实的数字化转型培训课,让企业可以直观地认识到数字化转型的价值,特别是认识到数字化转型在敏捷应对外部冲击和不确定性等方面的新价值。当这些好处和价值被纳入企业数字化转型的投资决策模型后,天平将倒向“加快转型”这一端,从而扭转企业转型意愿。这就是新冠肺炎疫情的转型意愿改善效应。

具体来看,新冠肺炎疫情充分彰显了数字化转型在提升企业韧性、弹性方面的巨大价值。2021年以来,新冠肺炎疫情极大地冲击了产业链、供应链。比如,一些企业无法及时复工供货一度导致许多产业链、供应链的短暂中断,全球产业链、供应链面临中断风险,对外部产业链、供应链依赖比较大的企业面临巨大冲击。确保产业链、供应链的畅通稳定、快速从冲击中恢复正常生产秩序,一时间成为最核心的诉求。一些数字化转型得好的企业利用数字技术打破时空局限,以信息流为牵引,促进产业链、供应链中物流、资金流、商流的快速重组融合,迅速接链补链,受损较少。还有一些领军企业发挥优势打造平台,对外开放提供产业资源实时连接、高效匹配对接等服务,让大量接入的中小企业受惠。

经此一役,数字化在促使产业链、供应链更加畅通、更加灵活、更加敏捷、更具

弹性和韧性等方面的价值开始深入人心。国际上，洛桑国际管理发展学院全球数字化业务转型中心做了一个调查，他们以企业对疫情冲击的系统化反应能力、控制危机影响的能力和超越直接竞争对手的表现这三个二级指标构建了一个指标，来反映企业在面对冲击时的绩效表现，结果发现数字化最好的企业，在新冠肺炎疫情期间，绩效受损不大，甚至略有上升。数字化次之的企业在初期受新冠肺炎疫情冲击略有下滑，但很快恢复到正常水平，而那些数字化水平较差的企业，则受到新冠肺炎疫情冲击下滑，且预计在短期内无法恢复，如图 1-1 所示。

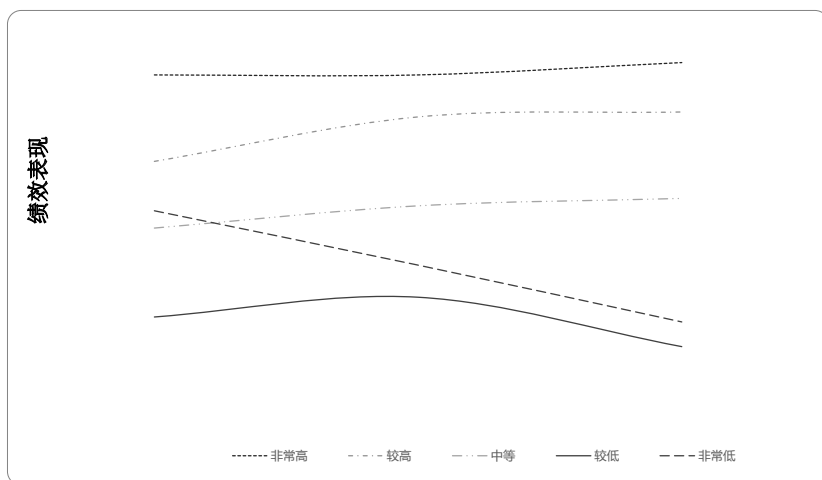


图 1-1 不同数字化水平企业的业绩表现

（数据来源：洛桑国际管理发展学院）

国内的调查也证实了这一点，根据中国中小商业企业协会的数据，在新冠肺炎疫情冲击下 3 个月内企业恢复的比例，数字化成熟度高的企业恢复比例高达 60%，而数字化成熟度低的企业恢复的比例只有 48%，如图 1-2 所示。

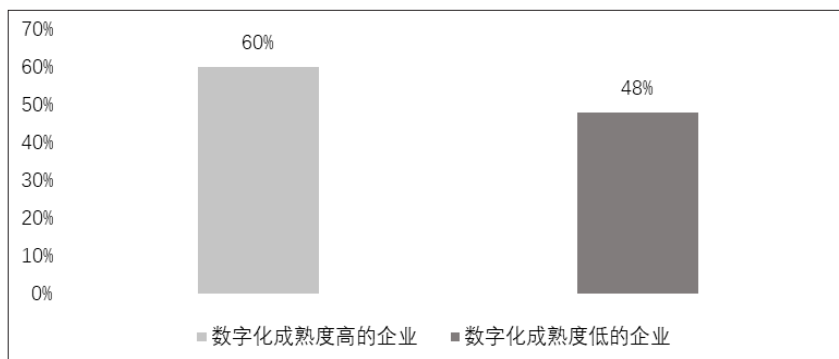


图 1-2 新冠肺炎疫情冲击下 3 个月内企业恢复的比例

（数据来源：中国中小商业企业协会）

新冠肺炎疫情改善了企业的转型意愿。根据洛桑国际管理学院全球数字化业务转型中心的统计数据，2020 年 3—6 月，数字化转型在企业中的优先顺序总体具有不断提升的趋势，如图 1-3 所示。

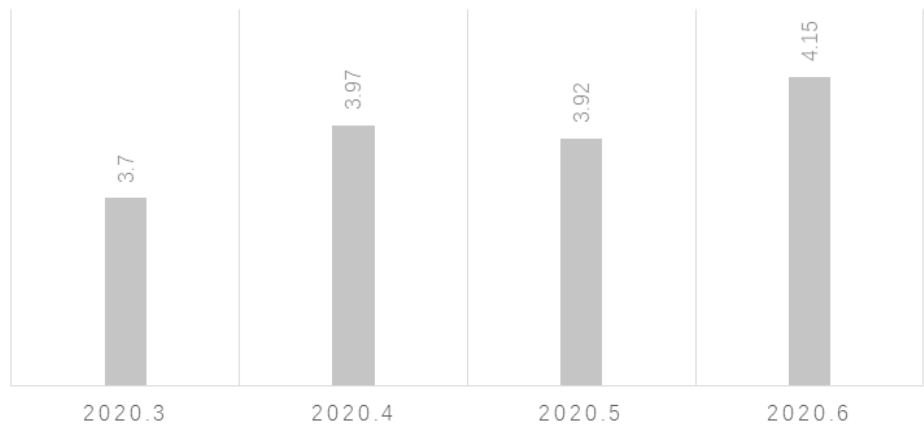


图 1-3 数字化转型在企业中的优先顺序
(数据来源：洛桑国际管理学院)

根据美国国际数据集团 (IDG) 调查统计，大多数接受调查的企业决策者认为，新冠肺炎疫情爆发将加快数字化转型的步伐，它对企业 and 数字行业的影响如图 1-4 所示。

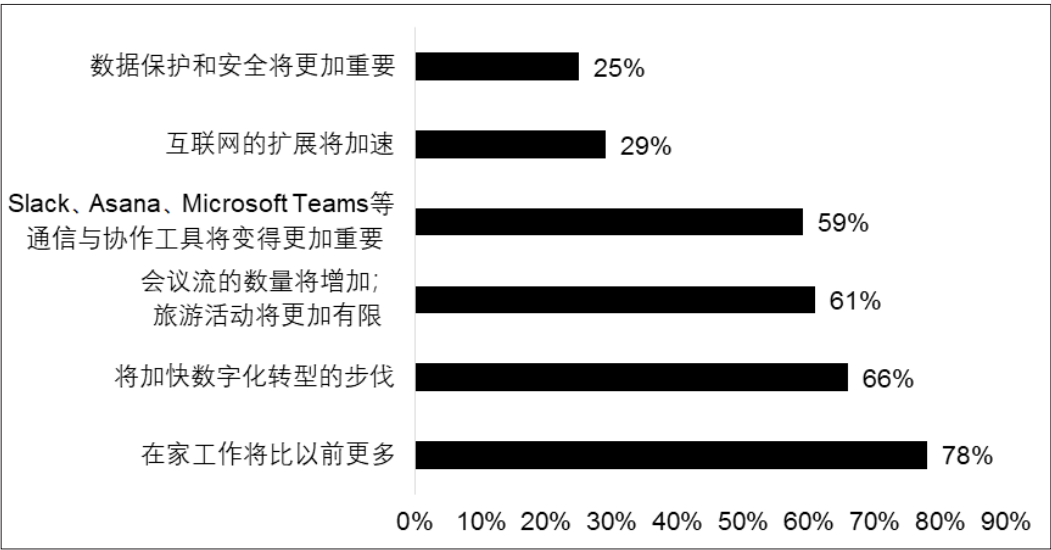


图 1-4 新冠肺炎疫情对企业和数字行业的影响
(数据来源：IDG)

转型需求快速扩张。解决业务发展中的问题和痛点，创造更多新价值，是企业数字化转型的根本出发点和核心需求。在常规情况下，数字化转型需求的培育、激发和

实现是一个渐进的、梯次推进的长期过程。新冠肺炎疫情爆发以来,极端环境“制造”了许多“痛点”,客观上为数字化转型提供了“引爆点”,它们在极短时间内极大地激发了数字化新需求,推动数字化转型跨越式发展。

在生活领域,数字化应用爆发式增长。因新冠肺炎疫情防控需要,人们必须保持社交距离甚至完全隔离,这使得人们的消费习惯被迫改变,居家完成工作、教育、饮食、娱乐等活动成为必然要求。由此创造出来的需求诱使在线办公、在线教育、在线医疗、网络娱乐、生鲜电商等数字化新业态爆发式增长。根据第46次《中国互联网络发展状况统计报告》统计数据,在线教育、网络支付、网络直播、网络视频等数字化新模式2020年上半年的增幅相比2019年同期分别高出48%、22%、21%、12%,成为带动新型消费的重要力量。新冠肺炎疫情期间,这类不需要物理接触、远程完成的经济活动新模式增长如此之快,以至于一些观察者以新经济形态为其命名,称之为“无接触经济”或者“宅经济”,如图1-5所示。

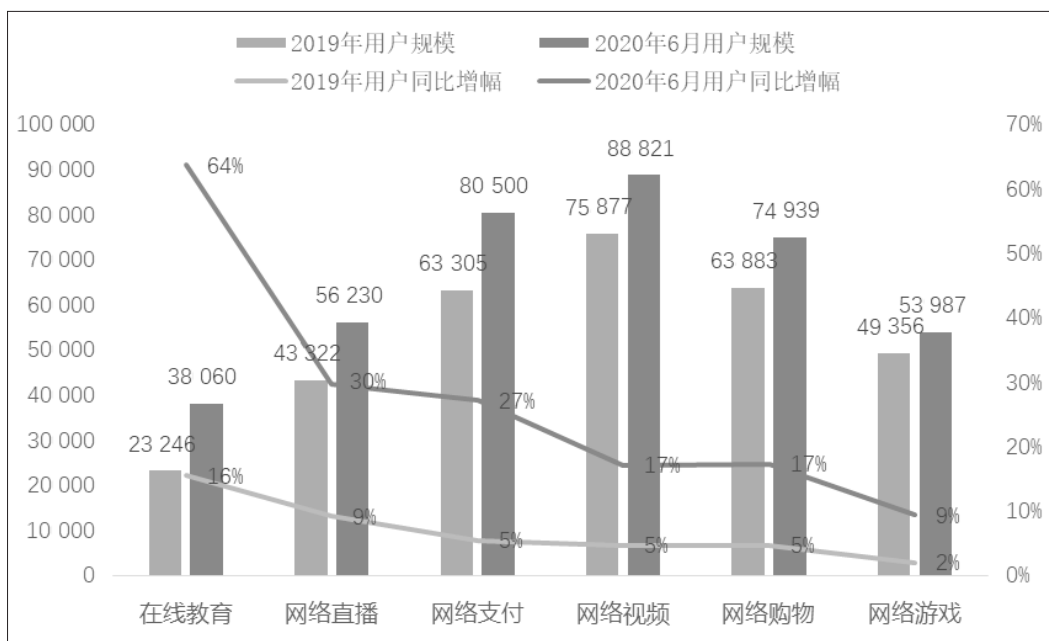


图 1-5 疫情催化消费端新模式加速增长

数据来源：第46次《中国互联网络发展状况统计报告》

在生产领域,数字化转型加速发展。新冠肺炎疫情冲击下,工业企业复工复产面临诸多难题。比如,产业链中断导致上下游产品交付困难、原材料供需矛盾日益突出、资金链压力较大、订单履行和延续存在难题,等等,由此产生了供需精准对接、产业链上下游高效协同、资金融通等迫切的现实需要。受这些需求激发,基于工业互联网、大数据等数字化手段的产业资源在线调配、协同生产、产能共享、远程协作等数字化

生产新模式快速发展，极大地缓解了企业复工复产中的痛点和难题。

转型供给加快升级。丰富适用、广泛普及、成本低廉的数字化工具是数字化转型的基础和关键支撑。在常规情况下，数字化工具的改进升级和市场推广的速度都较慢。新冠肺炎疫情打破常规，为数字化产品服务的改进升级提供了“试验场”，为它们进入市场提供了“助推器”，从而加速了数字化工具的质量升级和普及推广，为经济社会数字化转型提供了更好的支撑。

一是新冠肺炎疫情促进数字化工具快速迭代升级，赋能转型的能力不断提升。在快速迭代中改进升级是数字化工具的重要特点。少数重大革命性创新创造新的数字化工具，大量渐进的迭代升级是使得新技术、新产品、新服务从出现到能用再到好用的重要途径。新冠肺炎疫情在短时间内创造了大量的应用需求，大量企业不得不采用新的数字化工具来实现远程沟通协同。同时，这些需求也在不断演进升级，从起初只需要人与人的沟通开始发展到人与业务、业务与业务的深度协同。前者打开了数字化工具创新和进入市场的通道，后者则倒逼数字化工具进行改进升级。总体上，在新冠肺炎疫情期间，数字化工具的质量得到了锻炼提升，市场得到了拓展，为未来赋能数字化转型深入发展打下了基础。

二是新冠肺炎疫情加速新型基础设施建设步伐，支撑转型的能力持续提升。新冠肺炎疫情给各国经济带来重大冲击，对冲短期经济下行压力、推进长期经济高质量发展、加快推动新型基础设施建设是各国的共同选择。2018年的中央经济工作会议提出要加快5G、人工智能、工业互联网等新型基础设施建设。2020年2月，新冠肺炎疫情爆发以来，国家加快了新基建的推进步伐。5G、物联网、工业互联网、人工智能、云计算、数据中心、智能计算中心等新型数字基础设施的快速启动建设，将为数字化转型提供更多性能足够好、价格足够便宜、分布足够广泛的网络、计算、分析等数字化工具和资源，更好地支撑数据流、信息流的高效流转，赋能经济社会的数字化转型。事实上，数字化新模式新业态的激增，也对数字基础设施建设提出了切实的现实需求，从而拉动了带宽、网络设备、云计算等软硬件基础设施的投资增加。政府与市场的良性互动，共同推动数字基础设施的加速改善。

1.2 数字化架构设计的需求理解

纵观国内外大型企业数字化发展转型道路与经验教训，我国企业数字化发展有其历史阶段性和发展必然性。结合现状，对标业界研究成果，借鉴业界成功实践，通过对企业数字化总体架构进行设计即数字化架构设计（数字化战略层的顶层设计），是解决当前困惑，并高效、有序展开下一阶段数字化建设的必由之路。

正值全球受新冠肺炎疫情影响、经济下行压力加大的宏观背景下，传统产业链正

在面临的内部管理环境和外部市场环境发生了深刻的变化，尤其进入产业互联网时代，客户行为与需求也正在发生变化，客户对个性化、一体化的产品加服务的高价值需求正逐步增加，挑战着我国企业的资源配置能力、战略布局能力和经营管控能力。我国企业的竞争模式从原本的传统价格竞争走向了更激烈的质量服务竞争以及运营方式和生产能力的竞争。传统产业如何升级技术供给，占领数字化转型新高地，为传统产业能力提升培育新供给、新动能，创造新需求、新模式、新业态，降低企业运营成本，打好供给侧结构改革攻坚战，推动行业持续健康发展，关乎国家各领域产业发展的命运与未来。

面对数字化浪潮和经济发展新常态带来的新一轮发展机遇，数字化转型、智能制造等正逐步被提上企业议事日程，数据资产作为核心战略生产要素越来越受到重视，正逐步渗透到企业经营管理与各业务板块生产制造的各个环节，对各业务领域产生新价值，诸如客户导向的数字化产品和服务、企业导向的运营效率提升以及经营决策等方面。

然而，面对如此巨大的数字化红利，如何强化创新引领作用，促进移动互联、大数据、云计算、物联网等广泛应用，改造提升传统动能，让企业效率进一步提升成为可能，使企业焕发新的生机和活力，是需要重点研究的新课题。作为研发、制造、物流分销、国际经营、金融投资等一体化的全产业链模式，我国企业必须借助本轮数字化浪潮，在供应链管理、智能制造、企业经营管理等业务领域不断孵化数字化能力，实现企业的高效运营与业务能力的提升。在内外部环境的综合影响下，如何借助数字化更高效地进行企业战略管控、经营管控与风险管理等核心能力数字化变革，是一项紧急而又迫切的任务。国内外先进企业数字化经验表明，在科学的架构指导下实现企业数字化转型是必由之路。

一般来说，企业数字化发展转型技术路径有四个步骤：一是做好数字化综合评估，即结合企业的发展愿景、业务能力需求和数字化转型目标，识别需要构建的各项数字化能力，形成数字化架构设计的需求规约；二是围绕各数字化主题能力开展数字化顶层设计，用统一可视化的标准语言对企业数字化能力进行架构展现与表达，包括各主题能力主线的业务架构、数据架构、应用架构的规划设计以及统一数字技术架构设计；三是按各能力的演化关系逐步开展数字化变革迁移规划，明确阶段性数字化收益与滚动达成路径；四是全面推广逐步形成协同发展的数字化生态体系。

因此，立足数字化转型的长远目标，唯有拥抱数字、拥抱变革、顺势而为，从战略的高度认知数据对于企业经营乃至企业生存的重要性，并遵循设计为先的原则，从数字化架构设计这一顶层设计入手逐步夯实各项数字化基础能力，才能逐步转换频道成为“数字型企业”。

立足数字化转型的高阶定位，企业数字化转型架构设计应致力于以新一代数字技术与新时期数据资产为双轮驱动，统筹规划企业数字化经营、生产管理与供应链管理等领域流程化、数字化、网络化、平台化，这是一项复杂的变革推演与建设工程，需要一套基于能力的顶层设计工作框架。

纵观我国先进企业以及先进数字科技生态企业，它们普遍选择了企业架构 TOGAF 这个企业架构指导框架作为数字化发展的设计依据。企业架构作为多年实践的成熟性方法，在我国企业数字化转型过程中，能够提供一套数字化规划的总体架构，帮助企业检查与改进经营战略与业务架构之间的一致性，以及业务架构与信息架构之间的一致性。围绕我国企业数字化转型的需求和企业架构的总体框架，我国企业必须面向未来培养各项数字化主题业务能力，核心需求包括但不限于形成支撑战略布局的数字化决策依据、厘清业务本位的数字化发展需求、识别企业管理的数字化能力需求、分析相关能力的数字化目标蓝图、设计数字化的迁移路径与保障措施等方面。

1.2.1 形成支撑战略布局的数字化蓝图

当前我们已经发展到了以数字创新驱动的全面发展的新战略时期，深入推进体制改革也将推动行业的大发展，我国部署的数据驱动的创新、协同、绿色、开放、共享的发展模式，促使中央企业、地方国有企业必须从战略层次考虑数字化转型的总体发展战略架构，形成统一愿景，科学引领各职能、各产业板块的数字化发展规划与建设工作。数字化转型架构设计是企业发展战略布局的重要支撑，是企业领导层定夺、分析数字企业的内涵与蓝图及其实施路径，以及今后企业领导层决策数字化的重要依据。

1.2.2 厘清业务本位的数字化发展需求

从发展数字角度来看，数据资产作为企业各项业务的核心生产要素，是支撑企业未来发展不可或缺的新型能源。为推动数据资产与企业业务的深度融合，实现新旧动能转换与服务的高质量发展，必须围绕企业研发、制造、物流分销、国际经营、金融投资等业务板块进行数字化运营需求调研，具体包括以下三个方面：一是立足全局厘清上述各板块数据服务需求，厘清各板块数字化运营期望，建立企业整体数字化管控大脑；二是围绕各产业数字化发展，定位数据服务赋能的核心关键与定位；三是统筹各板块数据资产管理与运营的需求，完善数字化基础保障，识别全局构建数据资产管理与数据服务能力的机制与策略，使得数据使用过程更为人性、快捷、智能。

数字化业务需求框架示例如图 1-6 所示，建立企业数字化大脑，开展全面的经营决策、风险管控和资源优化；在各数字化产业板块实现研发、制造、物流分销、零售连锁等数字化产业，实现产业数字化发展；统筹各板块在数字化基建方面的需求，如

统一的数据中心、云计算、信息安全等，形成智慧化赋能、服务化融合的向上总体支撑力。

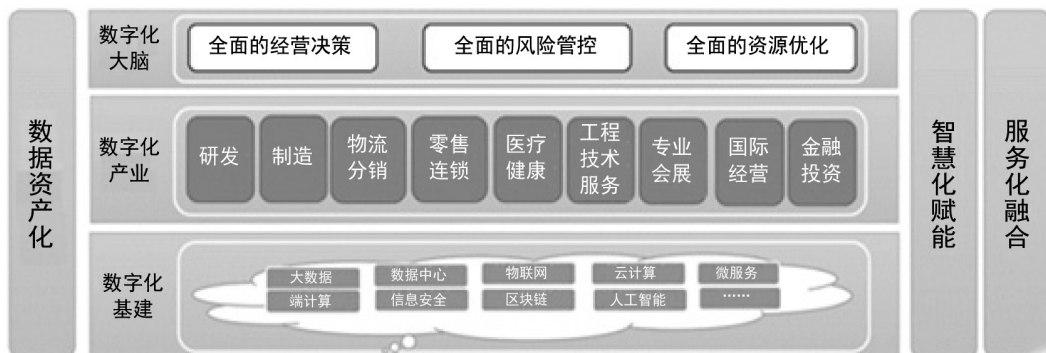


图 1-6 数字化业务需求框架示例

1.2.3 识别企业管理的数字化能力需求

我国企业总体经营立足战略管控机制，企业主要关注各板块业务组合的协调发展、投资业务的战略优化和协调，以及战略协同效应的培育，通过对成员企业的战略施加影响而达到管控目的，主要管控手段为财务控制、战略规划与控制、人力资源控制，以及部分重点业务的管理，是介于集权与分权之间的一种管控模式。在企业数字化转型中，从外部来看，企业运营管控能力面临的挑战可以分成企业外部环境挑战和企业内部管理挑战两个方面。

从外部环境来看，“一带一路”倡议下，企业要走向国门，参与国际市场竞争。中国企业的国际化进程使得融入全球价值网络、拓展国际新空间成为一个新的挑战。企业不得不直面两大挑战：一是如何适应现阶段“全球化”与“逆全球化”的并存环境，在全球数字化发展浪潮下，建立怎样的数字化能力，去适应和推动企业产业链战略布局；二是如何内部提升企业管控效能，通过数字化手段管控内部风险，如因机制、体制问题造成的合规经营、投资决策不规范，又如因管理层级多、管控不到位导致的经营风险、效率低下等。

横向看，我国企业数字化转型立足企业转型愿景，立足战略管控机制下的企业可持续高效运营，主要关注各板块业务组合的协调发展、投资业务的战略优化和协调，以及战略协同效应的培育，从而塑造企业能力框架，通过数字化方法支撑赋能企业能力实现的过程；纵向看，集团企业数字化发展涉及集团总部、各产业公司、基础单位等层次，集团总部通过对各成员企业的战略施加影响而达到管控目的，主要管控手段为财务控制、战略规划与控制、人力资源控制以及部分重点业务的管理，是介于集权与分权之间的一种管控模式。多元化企业运营管控解决方案通过构建企业统一数据标

准，制定数据采集流程和制度，打破集团总部与各产业公司和基础单位的信息屏障，实现系统互联互通和信息共享。围绕着科研、制造、物流分销、国际经营、金融投资等业务板块战略管控、运营绩效、运营风险、运营监控、运营资源等领域构建企业数字化业务一致性运营管控能力体系，确保企业按照战略目标保持可持续运营和发展。数字化能力框架识别与定位示例如图 1-7 所示。

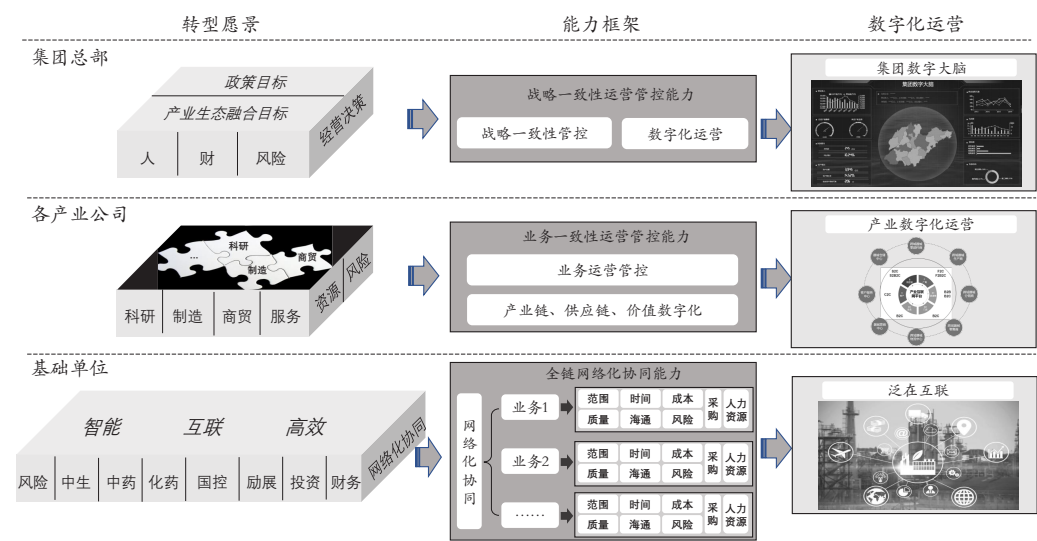


图 1-7 数字化能力框架识别与定位示例

1.2.4 分析相关能力的数字化目标蓝图

从数字化赋能角度，通过数字化建设可以有力推动业务协同与资产管控能力提升，借力数字化进一步实现企业平台化。发挥数字化生态系统的颠覆力量，制定数字化战略来塑造企业未来的新角色，开拓新的路径。企业应加强研发、制造、物流分销、国际经营、金融投资等业务板块协同管理，推动产业链数字化协同发展。

从数字化引领角度，带动和促进现代物流分销数字化运营能力规划与建设、产学研一体化科技创新数字化运营能力规划与建设、零售连锁数字化运营能力规划与建设、物流配送数字化运营能力规划与建设，构建一个以产业为核心竞争力的数据驱动创新型企

业。从数字化建设角度，构建强大的数据平台生态系统，依托由利益相关方组成的平台生态系统来创造与释放企业大数据价值，推进数字化转型。赋能各板块进一步利用云计算、大数据、物联网等技术从客户体验数字化、运营数字化、业务模式数字化三个方面推进数字化转型，建立企业大数据中心，实现智能决策、预测性分析等。

具体围绕数字化架构设计，坚持以业务为导向、以架构为指引的数字化发展规划

工作模式。统筹分析企业数字化发展必须具备的核心业务能力相关范围，对各主题能力拉动业务主责按照职能分工协同规划设计，形成各业务能力主线的数字化发展蓝图。以业务为导向具有以下五个方面的意义。

一是按照端到端贯通的价值链思想梳理和分析业务流程，并将企业管理流程嵌入业务流程，形成纵横贯通的业务架构高阶全景视图，促进服务集约化，端对端跨越职能藩篱，促进业务和管理融合，培养企业全局业务能力。

二是对制度体系进行梳理分析并提出改进建议，推动业务制度体系建设，促进管理精细化。

三是作为进一步梳理各业务低阶流程基础，后续可结合业务流程监控平台的建设，监控分析流程运营绩效，推动持续优化业务流程，促进运营数字化。

四是厘清企业数据资产目录和数据服务需求，设计形成数据架构，作为下一步开展数据治理工作的基础。

五是发挥企业架构作为企业业务战略和数字化工作的桥梁作用，指导企业数字化建设，形成业务驱动与技术支撑的数字化发展策略。

1.2.5 设计数字化迁移路径与保障措施

企业数字化转型是一个复杂的系统工程，需要从组织管理、流程制定、业务模式、IT 架构，甚至企业文化等方面入手，促进企业全方位管理优化、业务流程优化，甚至商业运作模式的重构。数字化新型基础设施重构大幕在 2020 年已经开启，我国企业整体正在进入新一轮的数字化解构与重组中，不变的是企业需要持续升级发展理念、战略思维、业务模式、管理模式、技术体系、组织文化和核心能力。纷繁复杂的数字化发展需求必须在“顶层设计和快速迭代”的节奏下有序推进转型升级，最终为企业的结构性增长注入数字时代的发展驱动力。

因此，围绕上述数字化愿景蓝图，必须开展数字化实施方案设计。从数字化目标出发，开展必要的投资分析，坚持先易后难、滚动增效，坚持自下而上创新，坚持自上而下变革；从能力基础出发，开展必要的阶段规划和路径设计，从推行难度与先后依赖性出发设计实施顺序，并建立必要的治理保障机制。

1.3 数字化转型架构设计过程

数字化转型架构设计是我国企业全业务板块、全产业链条、全产业生命周期运营，系统化拥抱数字经济的总体指引，主要包括以下三项工作。

第一，通过与专业机构联合进行内外部调研、对标，可以厘清我们面对的数字化

转型内生动力与外部趋势，统计分析数字化转型对企业生产、销售流通、融资、物流交付等各个领域所带来的影响；统计分析数字化转型下适应当前数字化运营模式对企业经营管控带来的数字化影响。

第二，通过专业化、标准化的语言将数字化转型愿景进行可视化描述，形成企业数字化运营能力的总体蓝图，有利于形成开展数字化运营能力规划的模式、模板，是各职能、各产业企业形成数字化实施规划的标准指引与顶层设计。

第三，以数字化转型愿景为战略指引，围绕数字化转型规划战略实施路径，形成面向全系统的总部侧数字化实施路线，明确数字化转型建设的关键路径。

从以往企业数字化转型架构设计的工作经验来看，明确架构设计的工作原则与组织策略是做好数字化转型架构设计的前提与必然要求。工作原则层面，必须采取战略引领、技术支撑、业务驱动、分工协同的工作模式，强调由战略管理职能、信息化职能联合牵头，各部门视为己任进行数字化需求梳理和协同参与数字化蓝图设计。组织策略层面，要按照数字化能力主线形成联合工作组，开展数字化需求梳理并参与蓝图设计。

根据本书提出的企业数字化转型最佳实践 DAFE，架构设计实施计划分为四阶段、八步骤。四阶段如图 1-8 所示，依次为准备、综合评价、愿景设计和验收；八步骤具体包括项目启动与范围定义、数字化需求识别与外部对标、各能力主线业务架构梳理与设计、各能力主线数据架构梳理与设计、各能力主线应用架构梳理与设计、统一数字化技术架构梳理与设计、全局数字化转型迁移规划与治理体系设计、项目总结与验收，如表 1-1 所示。表 1-1 中，步骤 1 为第一阶段，步骤 2 为第二阶段，步骤 3～7 为第三阶段，步骤 8 为第四阶段。

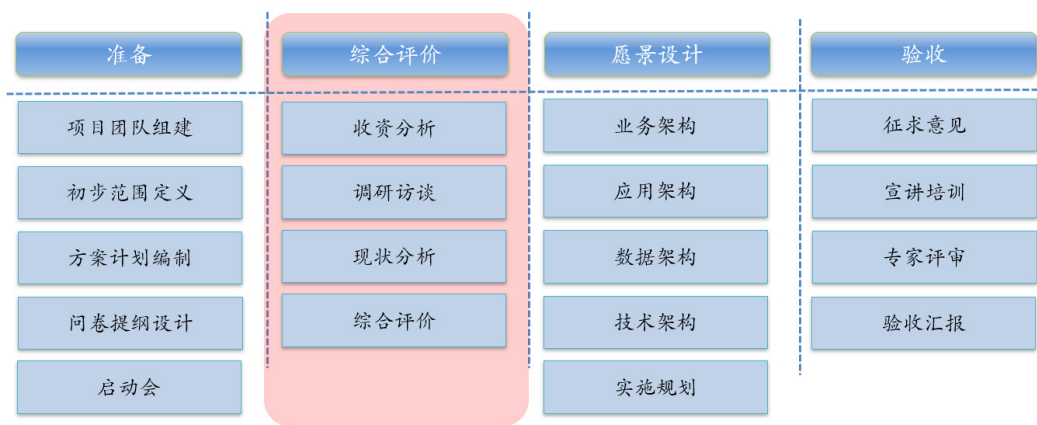


图 1-8 数字化转型架构设计工作过程框架示例

表 1-1 数字化转型架构设计实施计划

步 骤	模 块	实 施 内 容
1	项目启动与范围定义	明确数字化架构设计方法及各个阶段的设计成果 确立数字化架构设计的指导方法 确立数字化工作组织与分工 确立内外部顾问合作模式 召开启动会
2	数字化需求识别与外部对标	总体调研方案制定 总体对标方案制定 实施总部调研方案与总结分析 实施板块调研方案与总结分析 实施外部对标方案与总结分析 进行需求总结座谈与阶段汇报
3	各能力主线业务架构梳理与设计	项目工作分解与项目组分工 按主责牵头与相关配合原则分工 进行运营模式分析与架构梳理培训 运营模式分析 业务能力主线框架梳理 端到端业务运营模式分析 业务架构梳理与设计 端到端业务流程框架梳理 业务活动组件抽取与识别 端到端业务流程规划设计 各主线业务架构阶段总结评审
4	各能力主线数据架构梳理与设计	项目工作分解与项目组分工 按主责牵头与相关配合原则分工 进行运营模式分析与架构梳理培训 数据服务能力分析 主线业务数字化运营场景甄别 基于场景的数据运营需求开展数据运营模型分析 数据架构蓝图设计 主线业务数据资产梳理 主线业务数据分布流转梳理 各主线数据架构阶段总结评审
5	各能力主线应用架构梳理与设计	项目工作分解与项目组分工 按主责牵头与相关配合原则分工 进行运营模式分析与架构梳理培训 现状梳理 现有的系统清单及其属性梳理 现有的应用架构还原 应用架构设计 主线业务的应用支撑需求分析 主线业务的跨应用数据流分析 主线业务的数据流的运营分析 基于平台的应用数据集成设计 各主线应用架构阶段总结评审

续表

步 骤	模 块	实 施 内 容
6	统一数字化技术架构梳理与设计	统一数字化技术模式研讨 数据流贯通与运营技术需求分析 统一平台架构设计研讨 全局数据湖架构设计研讨 分布式微服务架构设计研讨 统一数据中心云架构设计研讨 全局区块链架构设计研讨 各产业互联网技术架构设计研讨 技术总体框架设计 技术架构支撑需求探讨 公共技术支撑框架设计 现有的技术架构还原 技术架构组件设计 公共服务支撑组件识别 新一代数字化技术架构总结评审
7	全局数字化转型迁移规划与治理体系设计	企业业务能力数字化依赖分析 企业端到端业务流程优化分析 企业数据资产建设与治理分析 企业应用系统建设与重构分析 企业数字化技术平台建设分析 对数字化建设任务进行阶段分解，明确能力达成里程碑计划 对阶段计划进行投资分析与进度规划 对数字化发展规划进行保障设计，形成治理体系 数字化迁移规划实施与保障方案总结评审
8	项目总结与验收	整理汇总项目交付物 成果发布、汇报、研讨 领导层汇报与后期建议

1.3.1 项目启动与范围定义

1．阶段目标

本阶段的主要目标是组建企业面向参与本项目的架构师团队，并明确本项目的实施范围和目标，确立必要的任务分工和配合机制。

2．阶段收益

本阶段的工作可以明确架构师人员分工和项目实施计划，并选择以 DAFE 为总体实施方法。

3．主要内容

（1）架构团队选取。项目早期阶段，需要确立架构设计工作的目标，甄选企业架构师团队的候选人，候选人要对企业的业务运营和数字化运营有较强的认知，具备多

年的工作经验。业务架构组人员可以来自业务部门也可以来自数字化部门，需要具备一定的企业商业环境认知和业务运营模式认知能力；数据架构师要具备一定的业务需求分析、数据分析与管理、软件开发经验；应用架构师要具备一定的业务需求分析、软件开发和系统设计经验；技术架构师要具备一定的系统分析、技术方案设计、系统运维经验。

(2) 架构设计方法。企业的顾问团队将基于数据驱动和业务驱动的新一代架构设计方案，从全局的角度审视与当前企业业务域相关的业务架构、应用架构、数据架构和技术架构设计需求，以及现有架构设计困局。基于 DAFE 设计工作框架，如图 1-9 所示，从企业战略发展需求、当前的痛点全面把控架构设计需求，从业务流程布局到数据能力布局的设计策略，共归纳 10 个设计步骤，该方法已经在诸多企业相关数字化咨询规划项目中得到实际应用，并取得了较好成效。

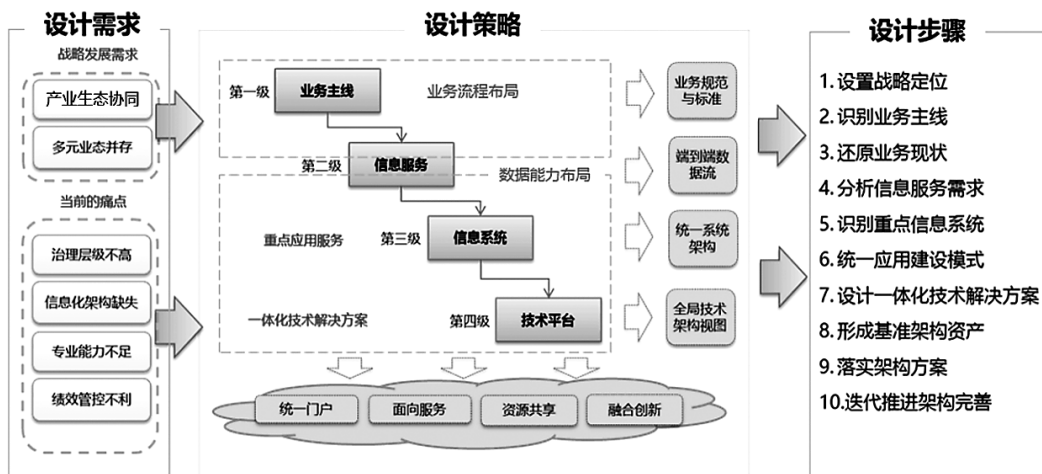


图 1-9 数字化架构设计方法

4. 主要成果

- (1) 企业架构团队分工。
- (2) 企业架构设计方法。

1.3.2 数字化需求识别与外部对标

1. 阶段目标

本阶段的主要目标是识别未来企业的数字化发展需求，整个架构设计工作将围绕此进行。

2. 阶段收益

通过内部调研和外部对标，达成对企业数字化发展需求的统一共识，为后续架构

设计形成需求基线。

3. 主要内容

基于上述情况，通过梳理评估企业当前数字化现状，分析数据系统应用情况，对比国内外先进企业数字化建设经验，找出我国企业数字化当前的不足与面临的困局，提出未来数字化建设的提升思路 and 解决之道，进而展开对数字化的顶层设计，以实现数据资源整合、互联互通、集成融合、数据共享，充分发挥和提升总部机关各部门及所属各单位在数字化建设方面的积极性，作为数字化建设的总体架构指导下一步数字化建设。

综合评估工作是后期数字化架构设计的重要输入，是我国企业数字化从保障企业战略实现这一要求出发的，数字化综合评价目标框架如图 1-10 所示，通过对数字化现状情况的充分调研与分析，并对标国内先进的数字化建设经验找准我国企业的定位，整合总部各业务部门与各分支机构的相关业务数字化需求，找出目前存在的问题，找出与先进水平的差距，确定解决问题的思路，最终形成数字化评估咨询报告。

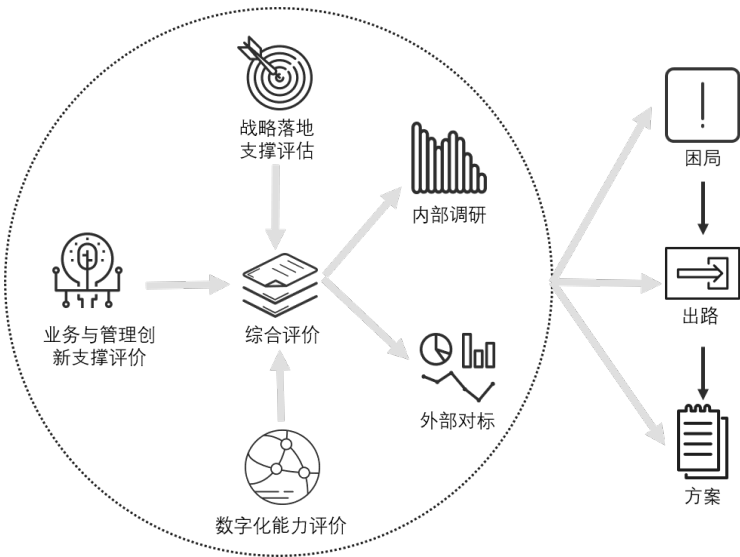


图 1-10 数字化综合评价目标框架

数字化总体衡量维度包括统一规划、数据应用能力、数据技术与组织建设、数字化基础设施建设等。通过与部分代表性中央企业、先进性互联网公司等沟通，以中国铁建股份有限公司（以下简称中国铁建）、欣思博（北京）科技有限公司（以下简称欣思博）、中国银联、京东科技集团、国家电网有限公司（以下简称国家电网）等公司为例，数字化建设从弱到强地呈现出递进规律，分析相关数字化建设成效的本质保障机制和核心建设策略，做到为我所用。

立足于此，结合上述需求理解，数字化综合评估工作包括以下几个目标。

第一，从战略落地支撑角度，评估数字化能力水平。针对数字化支撑企业战略落地所发挥的作用，需要围绕战略管控能力、风险管控能力、集约化管理能力、面向业务数据服务运营支撑能力等维度做出评估，找出其中的优势与不足，为新一轮战略做好准备。

第二，从业务与管理创新支撑角度，评估数字化能力水平。从管理创新、业务创新、产业创新、服务创新和流程创新等维度进行创新性评估。

第三，从数字化能力即核心要素构成角度，评估数字化能力水平，主要包括业务、应用系统、数据、基础设施、数据安全、新技术应用、数字化人才队伍、IT 治理等维度。从评估方式上，用同一套指标体系分别进行内部综合评价和外部对标评价。在针对对外维度进行内外部评价的基础上，再对企业数字化总体水平进行评价，找到现阶段数字化所处的位置，明确将来的改进方向，找到数字化总体差距，寻求解决之道。

第四，综合以上内容，给出企业数字化能力提升建议。基于数字化综合评估分析（包括数字化总体水平评估、数字化各维度水平评估和数字化对标分析），综合列出数字化的主要困局和难点，运用科学手段对数字化需要迫切解决的问题进行初步评估与排序，针对数字化需要迫切解决的问题，系统提出解决思路，作为新一轮数字化战略的重要输入。

4. 主要成果

我国企业数字化发展现状与调研报告。

1.3.3 业务架构梳理与设计

1. 阶段目标

本阶段主要明确本项目业务架构的定位和主线梳理范围。业务架构方面，形成适应于企业业务架构的规划方法、各业务线的业务组件化识别方法，形成整体指导策略；确定企业数字化建设的统一业务架构规划，明确数字化建设各职能之间的边界与协同，促进数字化能力建设的权责关系清晰划分。

2. 阶段收益

通过研讨和分析，让内外部架构师团队达成对企业，尤其是企业业务的总体运营架构和业务定位的认知。

通过业务架构规划，让企业业务架构团队掌握基本的业务运营知识，建立业务运营架构的常见设计方案认知。

开展业务架构梳理的主要素材选取与裁剪，形成初步的业务架构设计模板。

3. 主要内容

（1）业务范围和运营模式分析。综合调研我国企业当前业务领域的基本业务范围和产业运营状态，识别当前的组织单元结构、核心产业布局、市场定位和业务运营规则，

还原当前组织的核心业务运营价值链，具体可分为能力主线级、全域业务级、企业级价值链三个层级，如图 1-11 所示。

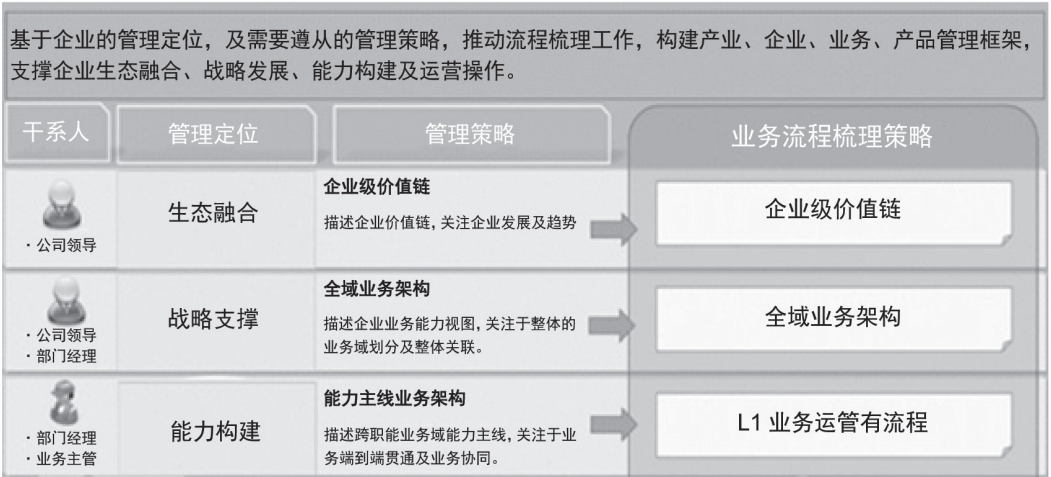


图 1-11 业务策略识别与分析

企业级价值链，从公司领导视角构建企业生态融合发展的价值链。

全域业务架构，从公司领导及部门经理视角，实现企业业务能力的构建，实现生态融合的战略支撑。

能力主线业务架构，从各业务板块视角，构建各业务能力主线，注重业务协同。

（2）主线识别与业务流程架构梳理。甄选核心产业，业务主线框架梳理与端到端业务运营流程框架分析，并基于产业运营的基本支撑要素，进行适当的业务流程优化和数据流分析，如图 1-12 所示。

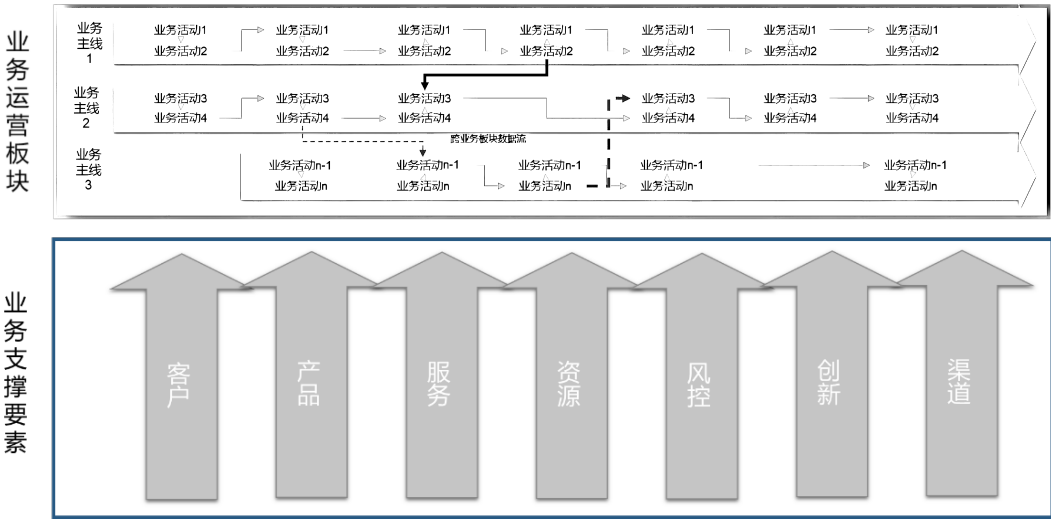


图 1-12 业务主线梳理过程示例

(3) 业务能力组件识别与业务架构的构建。基于主线业务的端到端业务运营流程结构分析成果,提炼各主线的业务能力组件,结合当前组织结构、治理机制、监管要求、内外部依赖关系,以及欣思博的业务架构视图模板,进行业务架构的抽象与设计。

业务架框视图示例如图 1-13 所示,横向围绕企业核心业务流程,设计贯彻企业总部、区域、项目公司三级纵向业务流程,识别核心业务能力组件。

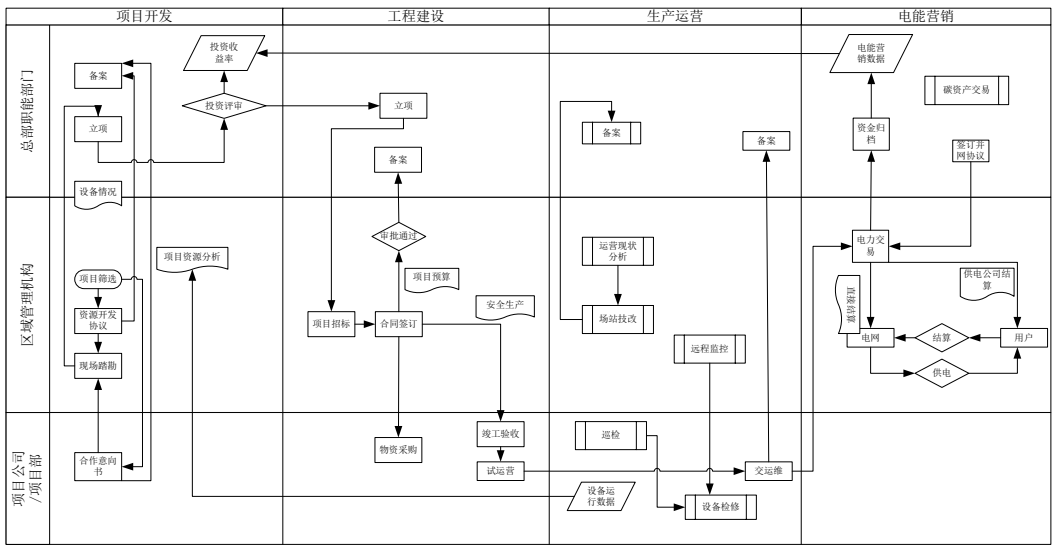


图 1-13 业务架构视图示例

注意：可基于管理和创新需求,以及数据系统的上层逻辑呈现需求,设计不同的业务架构视图模式。例如,将业务与业务主线、业务与管理主线的关系进行呈现,也是企业架构视图裁剪的原则之一。

4. 主要成果

我国企业数字化发展总体业务架构规划,包含数字化能力框架、能力主线端到端业务架构。

1.3.4 数据架构梳理与设计

1. 阶段目标

本阶段主要是介绍数据架构的设计方案,并基于上阶段业务架构和主线业务流程梳理结果,让企业架构师团队识别主要的业务对象和数据资产,确立核心数据资产的生产和消费关系,并进一步构建核心数据资产运行和服务架构。与业界广泛推行的数据管理标准 DAMA 体系、国际数据治理与评估标准 DMM、工信部大数据标准等需要进行融合提升,以有利于指导数据资产的建设,推动面向业务运营的数据资产融合利用。在数据架构视图方面,对数据主题视图、数据资产服务视图、数据分布流转视图等进

行统一的方法定义和模板定义。

2．阶段收益

通过研讨和分析，让内外部架构师团队对数字化数据架构形成统一认知，尤其是对我国企业当前数据领域的数据主线架构设计过程形成统一认知。

识别主要的业务对象和数据资产，确立核心数据资产的生产和消费关系，以及数据架构的设计方法。

开展数据架构梳理的主要素材选取与裁剪，形成数据架构设计成果。

3．主要内容

（1）数据主题目录梳理与确定。一方面围绕核心业务主线，确立主要数据主题需求，必要时进一步开展主责业务部门的数据运营报告和数据洞察需求调研。另一方面基于企业的数字化战略，开展重点数字化转型业务域的数字化绩效分析。再基于数据运营模型框架，开展数据运营主题的梳理与确定。

数据主题框架示例如图 1-14 所示，将企业数据主体目录分为战略管控层，人力、财务、物流保障层和生产、设备、质量的业务运营层。

战略	人力		财务	物流	生产	设备	质量	
组织情境	人力资源规划	能力素质	总账	原料物资管理	生产策划	情报	目标及计划	产品检验
	组织/部门	职业发展		预算	辅料物资管理	生产计划	购置与改造	标准与规范
职能反思	岗位	业务外包	投资		糖香料物资管理	生产准备	资产	技术情报
目标计划	员工	招聘/调配		税务	成品物资管理	生产执行	运维	质量风险
绩效	培训	干部选拔聘任	审核		物流设备保障		状态监控	产品试验
	绩效	考勤		备件				
	薪酬	知识管理	计量					
	员工关系							
			成本			特种设备		
			稽核					

图 1-14 数据主题框架示例

（2）数据资产目录梳理与确定。一方面基于主线业务流程，开展业务过程数据资产的识别；另一方面基于业务数据模型，开展业务数据对象的识别。最终，综合归纳和抽取与业务架构相匹配的业务数据资产清单。基于端到端的业务主线，梳理业务活动输入输出所匹配的业务对象。在图 1-15 示例中，将某企业业务活动阶段分为市场开发阶段、投标报价阶段、启动规划阶段、项目实施阶段、项目收尾阶段，识别各业务活动产生的业务信息/数据，并基于主数据、维度数据、指标数据开展数据资产梳理。



图 1-15 基于业务主线流程梳理数据资产清单示例

在图 1-16 示例中，根据基于业务主线流程梳理数据资产的结果，按照战略管理、业务核心活动（包括服务定义、供应、销售、交付和客户经营）以及管理保障层面（包括服务资源管理、财务管理和 IT 服务管理）对数据架构进行分层分级归纳。

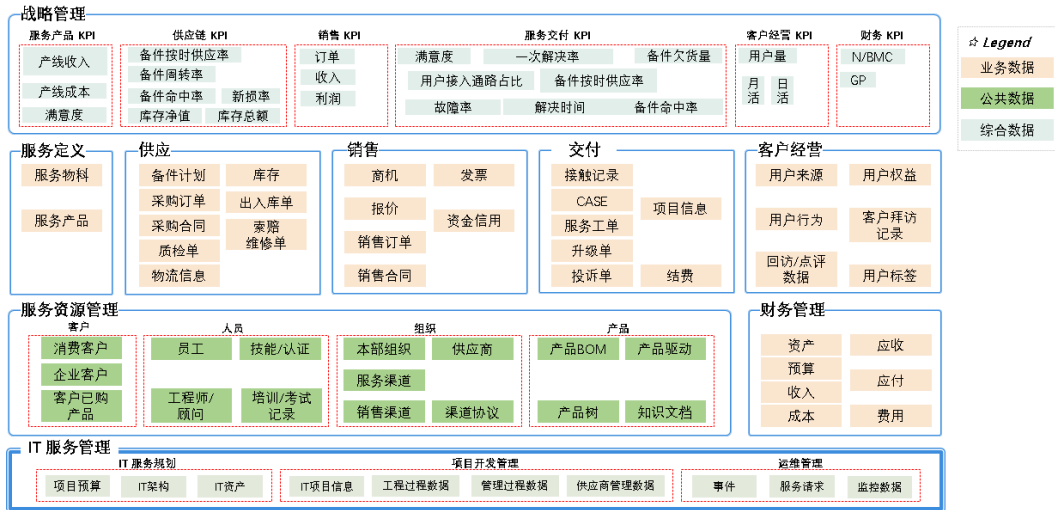


图 1-16 数据架构视图图示例

(3) 数据分布流转梳理与确定。将数据资产的生产和消费关系、数据资产的关联关系、数据资产的生命周期管理支撑架构进行相应的还原优化。图 1-17 为某电网企业的数据分布流转图，描述企业人力资源、账务资产、设备管理、设计、采办、施工、市场开发、合同法务、项目管理、经营计划和 QHSE 管理等信息沿不同域的消费流转

过程。

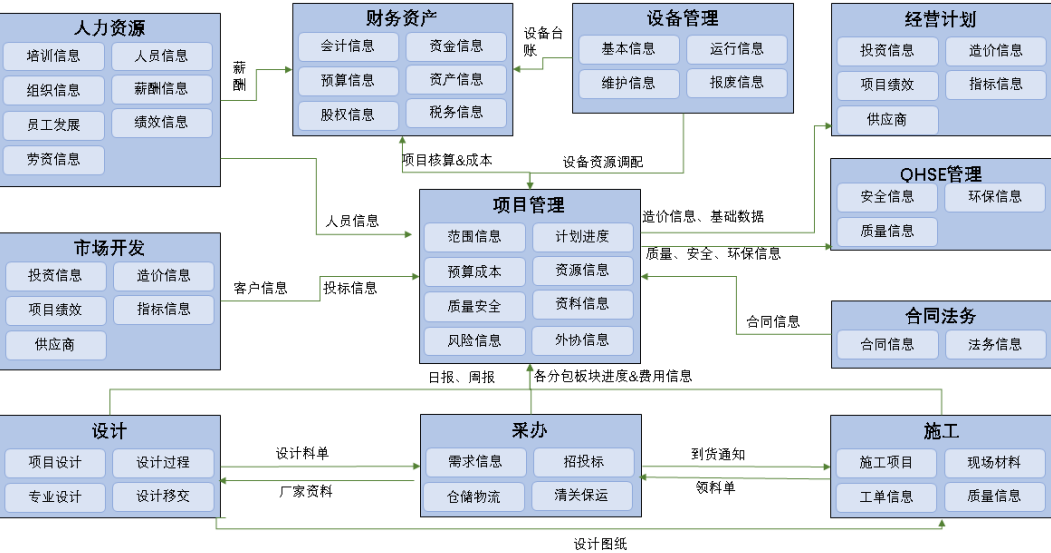


图 1-17 数据分布流转视图示例

（4）数据资产价值链运营设计。围绕数据资产价值链全生命周期运营设计适应企业的数据资产生产、采集、聚合、存储、分析、加工、服务与应用的周期机制，以及梳理企业需要开展的数据治理保障工作框架。图 1-18 描述了数据从数据源层到数据中台加工处理、数据前台业务利用的过程，即数据聚、存、管、出、用的全过程的数据价值链生命周期运营过程。



图 1-18 数据资产运营视图示例

4 . 主要成果

我国企业数字化发展总体数据架构规划，包含数据主题目录、数据资产服务规划、

数据分布流转规划、数据资产运营规划。

1.3.5 应用架构梳理与设计

1. 阶段目标

本阶段主要是基于业务架构和数据架构梳理结果，开展应用架构的设计规划。企业架构师团队通过识别信息系统的主要业务支撑需求，确立核心应用组件和集成关系，并进一步构建应用组件对于当前业务领域的主线业务运营规则的支撑架构，厘清系统与业务架构之间的映射关系。在视图方面，包括应用视图、应用模块视图、应用集成视图，达到从厘清信息系统资产与支撑分布式数据流转到进行设计规划，确保与业务架构保持一致性。

2. 阶段收益

通过研讨和分析，让内外部架构师团队对统一应用架构形成统一认知，尤其是企业当前业务领域的主线业务运营规则的应用支撑需求认知。

让企业应用架构团队掌握基本的业务支撑应用组件和公共服务应用组件识别策略，以及应用架构的设计方法。

开展应用架构梳理的主要素材选取与裁剪，形成应用架构设计成果。

3. 主要内容

(1) 企业当前应用架构调研。针对当前业务领域的主线业务运营支撑系统进行识别，建立应用组件清单和属性描述。获取现有的数字化服务存在问题 and 业务部门诉求，以期建立对现有业务运营支撑架构的范围和能力认知。

(2) 基于主线梳理结果的应用支撑需求分析。基于当前业务领域的主线业务架构和数据架构，分析现有应用对业务的支撑能力和水平，在应用支撑能力梳理时，应基于业务架构的业务能力组件视图，分析业务数字化的运行状态，以识别应用的支撑能力，包括应用支撑范围、应用支撑强弱，以此找出将来数字化重点需要提升的内容。图 1-19 是某企业人力资源管理应用支撑情况梳理，白色和未覆盖领域反映了当前的组织应用支撑偏差。

(3) 主线业务的应用支撑组件识别。当前业务主线运营的应用支撑需求，开展进一步的应用组件识别。在应用视图的基础上，进一步对应用进行功能细化，形成应用模块，作为后续应用系统详细功能设计的重要参考。评估现有的应用组件选取、整合和淘汰策略。如图 1-20 所示的应用组件视图示例，将管理支撑类应用分为一体化集中管控系统、电子商务平台、采购管理系统、电子招投标平台、协同办公系统、档案管理系统、知识管理系统、新闻宣传信息化管理、科技管理系统、IT 治理系统、数据治理系统、综合管理系统和法务等。



图 1-19 人力资源管理应用支撑情况梳理示例



图 1-20 应用组件视图（示例）

（4）主线业务的应用集成需求分析。基于业务架构中对业务组件之间关系的分析、数据架构中数据的传递关系，并结合上述应用的组件功能划分，进一步对应用之间的交互关系进行梳理，形成应用组件集成视图，作为后续应用系统选取和集成的重要参考。图 1-21 是企业核心业务应用域项目开发域、工程建设域、生产运营域、电能营销域相关系统的集成交互情况。

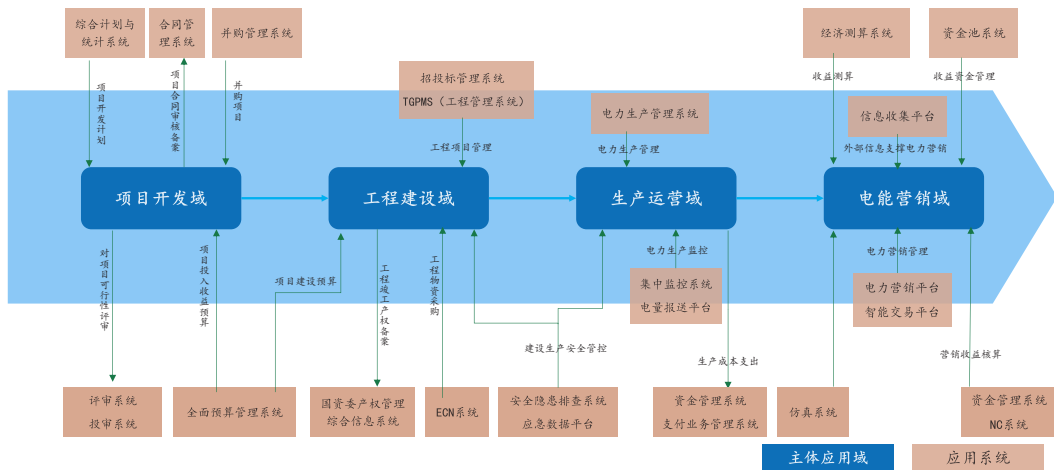


图 1-21 应用集成规划设计示例

注意，可结合业务流程和数据运营需求，分析应用系统的集成需求和组件接口关系，有利于在技术架构中进一步分析接口的标准化方式，也可以基于组织的企业化分工、业务多元化分工、企业治理模式和典型用户视角，设计不同方式的应用架构集成视图。

4．主要成果

我国企业数字化发展总体应用架构规划，包含应用视图、应用结构视图、应用集成视图规划。

1.3.6 技术架构梳理与设计

1．阶段目标

本阶段主要介绍技术架构的设计方案，并基于上阶段应用架构和数据架构梳理结果，通过研讨与趋势分析的方式，让企业架构师团队识别主要技术支撑需求，确立核心技术解决方案选型策略，识别技术组件以及逻辑运行关系，并进一步构建支撑主线业务运营的技术架构。技术架构方面，我国企业已经有模块化、组件化的概念，有必要通过技术规划引领企业数字化技术朝着平台化和服务进行转型。

在数据流贯通与运营技术需求分析、统一平台架构设计研讨、全局数据湖架构设计研讨、分布式微服务架构设计研讨、统一数据中心云架构设计研讨、全局区块链架构设计研讨、各产业互联网技术架构设计研讨等公共技术框架方面需要进行梳理定义。通过技术架构规划工作，统一技术平台范畴，明确公共技术平台的主要类别以及典型服务组件，以便形成技术标准，面向今后数字化开发项目和系统采用。

2．阶段收益

通过研讨和分析，让内外部架构师团队达成对企业，尤其是企业当前业务领域的

技术架构定位认知和方案选型策略。

开展新一代数字化技术愿景梳理的主要素材选取与裁剪，形成企业数字化技术架构设计。

3．主要内容

（1）企业当前技术支撑能力调研。针对当前业务运营支撑系统的运营能力需求进行分析，从数据流贯通与运营技术需求分析、统一平台架构设计研讨、数据湖架构设计研讨、分布式微服务架构设计研讨、统一数据中心云架构设计研讨、全局区块链架构设计研讨、各产业互联网技术架构设计研讨等公共技术框架方面需要进行梳理定义。

（2）开展技术架构优化设计。结合企业现有技术框架，面向典型业务场景的服务支撑能力需求，分析现有技术框架升级优化需求，开展技术架构视图设计，展现企业全局的公共技术能力，统一设计技术架构层次。如图 1-22 所示示例中，基于 IaaS（基础即服务）、DaaS（数据即服务）、PaaS（平台即服务）以及前台门户层，同时体现统一研发、统一运营的全局性业务管控的技术架构框架。



图 1-22 总体技术架构视图（示例）

注意：可结合业务主线的分类和运营特征，开展业务专项的技术架构方案选型，也可以基于技术专项领域（数据运营架构、网络架构、技术平台架构、物理环境等）开展更具体的技术架构设计。

4．主要成果

我国企业数字化发展总体技术架构规划，包含技术框架视图、技术组建视图、基础架构视图规划。

1.3.7 迁移规划与治理设计

1. 阶段目标

围绕上述数字化愿景蓝图，必须开展数字化实施方案设计。从数字化目标出发，开展必要实施规划和投入产出分析；坚持先易后难、滚动实施；从能力基础出发，开展必要的阶段规划和路径设计；从推行难度与先后依赖性出发设计实施顺序，并建立必要的治理保障机制设计。

2. 阶段收益

通过研讨和分析，让内外部架构师团队达成对迁移规划和治理设计的统一认知，尤其是企业数字化能力建设实现的阶段化规划与治理保障机制必要性认知。

形成企业数字化发展迁移规划与治理体系。

3. 主要内容

企业业务能力数字化依赖分析、企业端到端业务流程优化分析、企业数据资产建设与治理分析、企业应用系统建设与重构分析、企业数字化技术平台建设分析、对数字化建设任务进行阶段分解，明确能力达成里程碑计划，对阶段计划进行投资分析与进度规划，对数字化发展规划进行保障设计，形成治理体系。图 1-23 和图 1-24 分别从不同维度设计规划未来一段时间的数字化迁移实施方案，图 1-25 是数字化迁移规划实施组织保障治理设计。

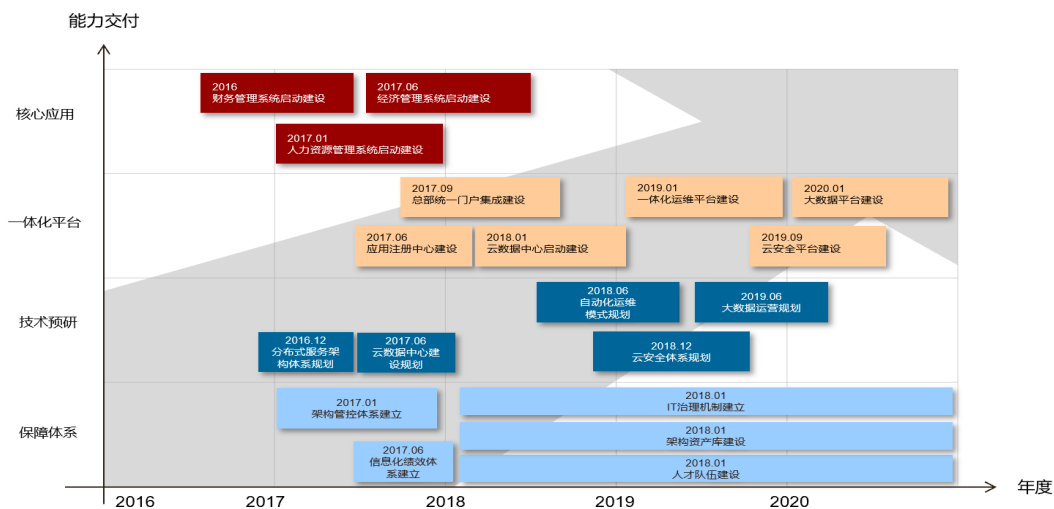


图 1-23 数字化发展迁移规划示例 1



图 1-24 数字化发展迁移规划示例 2

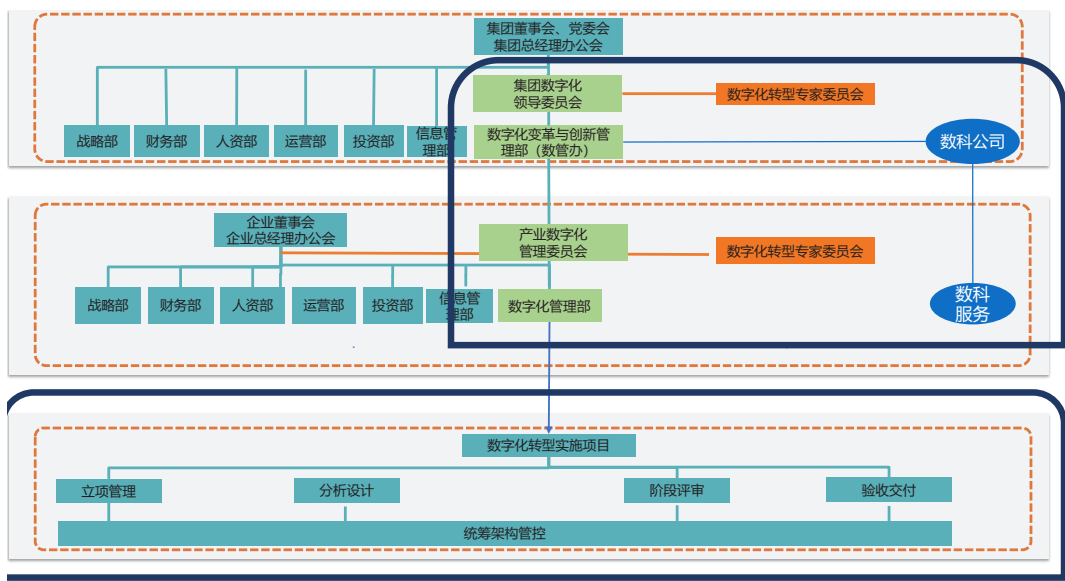


图 1-25 数字化发展建设组织保障示例

4. 主要成果

- (1) 我国企业数字化发展建设迁移规划。
- (2) 我国企业数字化发展建设保障体系。

1.3.8 项目总结与验收汇报

1. 阶段目标

本阶段主要是总结数字化现状调研报告、数字化架构设计、数字化迁移实施计划与治理保障体系，组织面向党委会进行汇报。

2. 阶段收益

交付数字化现状调研报告、数字化架构设计、数字化迁移实施计划与治理保障体系。

3. 主要内容

(1) 本阶段主要由外部咨询顾问开展数字化架构设计和范围回顾。

(2) 编制数字企业数字化转型架构设计报告汇报材料。

(3) 按照各条线由主责部门进行数字化架构设计汇报。

(4) 面向党委会进行汇报交流，形成数字化发展战略。

1.4 数字化转型架构设计能力需求

适应数字化转型架构设计能力，以“企业架构”设计与迁移服务为基础，核心业务范围涵盖了数字企业架构设计、顶层设计、数字化战略规划、数字化产品与服务设计等领域，需要具备较为综合的业务规划和技术研发能力。在如图 1-26 所示示例中，要能够以企业架构（enterprise architecture，EA）方法为依托，为企业开展数字化架构设计与顶层设计，全面审视企业的数字化转型总体战略协同以及数字化产业生态全面统筹规划，帮助企业厘清创新发展路径及数据要素利用的数据运营加强机制，优选适应变革与提升的解决方案组合，通过有效的商业模式优化与技术服务创新，促进企业实现数字化转型。

总体战略协同	全面统筹规划	数据运营加强
• 服从总体战略 • 捕获高阶需求 • 协同模式变革 • 企业利益最大化	• 提升内外部环境认知 • 建立生态化的业务运营架构 • 强化端到端的业务运营支撑 • 提升全面的风险控制能力 • 识别完整的信息化服务愿景 • 配置适应发展的信息化资源 • 切实实现科技引领业务发展	• 改善业务运营模式 • 提升业务运营效率 • 建立数字企业愿景 • 提升科学决策机制 • 提升风险防控能力 • 防止企业资产流失 • 提升综合竞争能力

图 1-26 企业数字化转型能力需求框架示例

1.4.1 数字化战略规划能力

结合国家资产监督管理委员会国有资产监管要求和国家科技强国战略，开展周期

性的中大型企业信息化与数字化战略规划、顶层设计与架构迁移工作，帮助企业分析数字化转型机遇，实现战略型架构愿景构建和落地服务。

习近平总书记在2017年12月8日中共中央政治局第二次集体学习时强调，要坚持以供给侧结构性改革为主线，加快发展数字经济，推动实体经济和数字经济融合发展，推动互联网、大数据、人工智能同实体经济深度融合。各行各业要积极发挥数据的基础资源作用和创新引擎作用，加快形成以创新为主要引领和支撑的数字经济。

我国正在步入数字经济时代，伴随着物联网、云计算、大数据、人工智能等新技术的普及应用，人类正在重建外部世界信息感知、传播、获取、利用新体系，重构分工协作的基础设施、生产资料、生产工具和资源协作模式。企业的商业模式和运营生态正在被重新定义，信息在组织内部的管理、监督、决策作用更为明显，信息在跨组织交易、协作中的流通需求更加迫切，信息资产甚至可直接为企业提供商业价值。

企业的数字化转型势在必行，数字化战略规划能力帮助企业有预见性地融入数字生态发展趋势，基于新兴技术优势塑造业务变革和创新模式，勾勒符合自身发展占位的数字化转型愿景，从市场引领、资源整合、生态重塑、产品创新、运营优化等角度确立数字化转型的驱动力和目标。

1.4.2 数字化综合评估能力

越来越多的企业发现，造成企业数字化进程缓慢、数字化服务不佳的主要原因，已经不仅仅是数字化自身的问题。数字化部门需要及时跟进和认知企业新时期的战略布局和发展愿景，全面而客观地认知各方领导对于新时期数字化能力提升的要求，找到数字化面向发展的实施路径，进一步捋顺业务与业务、业务与管理、业务与数字化之间的矛盾和关系。可以从以下几个维度综合评估影响信息科技能力提升的主要因素。

（1）业务与管理的关系——管控维度，包括业务与管理必须融合创新，协同发展；业务标准化与管理标准化建设协同提升；在一定范围内实现管理的高度集约化。

（2）业务与业务的关系——协同纬度，包括应以客户为中心，构建统一的协同环境；应以流程为驱动，构建端到端贯通的业务流程。

（3）业务与数字化的关系——系统维度，包括业务能力建设和管理制度体系建设是信息系统建设两个重要的前提条件；统一的需求衡量尺度与需求管理机制是提升系统建设效率的重要前提；以关键用户为中心的数字化建设才能真正提升用户体验，解决关键需求。

（4）数据能力与数据需求的关系——数据维度，包括统一的数据模型和数据标准是数据服务的基础；数据运营能力是满足数据服务需求的重要保障；统一的数据治理机制是保证数据能力持续提升的重要手段。

(5) 数字化建设与公司治理的关系——治理维度,包括新时期必须形成以业务架构为主导的数字化顶层设计;数字化顶层设计与治理是保证数字化与公司战略一致性的前提与手段;以业务为驱动,打造业务与数字化协同建设机制是提升效果的重要保障。

数字化综合评估将从企业战略、业务运营、企业架构、IT治理、IT运营、创新管理、业务架构等维度综合评估企业数字化和数字化发展的主要需求和客观矛盾,为企业各方提供如下的数字化能力提升收益:帮助各方统一认知企业信息科技的发展方向和服务定位;帮助各方有效达成企业数字化愿景;帮助企业管理层认知IT治理与数据治理的重点提升方向;帮助业务部门客观认知数字化与数字化运营能力建设的协同需求;帮助企业数字化部门认知当前数字化架构与企业发展战略、业务运营需求和服务创新等领域的主要差距。

1.4.3 数字化顶层设计能力

大型企业面临着业务增长和市场竞争的压力,其商业模式和服务结构也在不断地更新演进,企业需要培养全局性、结构化的规划能力,有效布局和配置各方资源,动态地适应企业变更发展战略。在此基础上,借助顶层架构设计方法,可帮助企业识别和优化现有运营困局,构建跨业务、跨层级、跨组织的服务运营架构,结合信息科学技术,合理布局企业自身全链条的数据服务和数据运营能力。

越来越多的企业将基于顶层架构,采用梳理和构建自身的战略演进策略。顶层架构设计方法,更容易向管理层和业务主导部门从高阶的逻辑推理模式上,厘清新时期产业生态系统的价值链演进趋势,呈现出现有企业业务架构(As_Is架构)的产业价值链融合逻辑,便于从管理视角识别业务运营模式的改进机会,并基于企业的发展策略和先进领域的数字化应用模式,绘制企业自身的数字化运营蓝图(To_Be架构),自上而下,站在综合全局的角度,确立企业的数字化变革策略。

数字化企业顶层设计以顶层架构的承接方式,形成全局性的业务价值链、数字化运营架构视图、数字化支撑视图和技术解决方案视图,并指导企业基于此开展运营模式变革和资源结构调整,帮助企业构建适应竞争和变革的综合性解决方案。

1.4.4 数字化业务构建能力

企业数字化转型的一个策略就是开展业务数字化设计和孵化,在独立的环境中开展新商业模式的尝试和探索,在经历了组织环境的适应和市场环境的考虑之后,就可以破茧而出、策划变革了。

新的数字化业务,涉及对现有的组织环境、优势资源、市场需求和目标客户群体的分析,通过商业模式创新的方式,设计相应的业务形态和技术支撑模式。在完成数

数字化产品的“形态”设计后，争取必要的政策和资金支持，在一定的试错容忍度范围内，开展数字化服务与产品的推广，最终力图获取目标市场的接受度并产生一定的商业收益。

1.4.5 数字化平台设计能力

企业数字化平台是一个相对抽象的概念，它抽象了数字化产品的生产、加工、应用和运维工作集成方案，是在原业务运行支撑的基础上延伸的针对业务运营的过程数据以及数字化产品的综合服务中心。也就是说，这个中心既有从各种业务用户的过程行为数据角度开展的运营管理工作，也有针对各种商业化数据产品的运营管理工作。数字化平台规划提供工业互联网和产业互联网时代供给侧改革的总体设计服务，包括数字化组织平台设计、数字化业务平台设计、数字化数据平台设计、数字化技术平台设计等一体化平台设计内容。

企业数字化平台已经不再是传统 IDC 机房运维层面针对笼统的数据存储和保护层面的概念，而是为了便于企业内外部业务用户更好地使用数据而建立的“数据工厂”服务。在其中，针对各方用户的数据应用需求，开展数据的全生命周期管理工作和数据运营架构的维护工作。在未来，企业数据营运中心将成为并行于传统 IT 部门（系统开发、测试和运维部门）一样的独立性服务单元。企业数字化平台同样也存在数据类服务的战略规划、需求管理、架构设计、服务开发、服务测试、服务运营等组件单元，具备相关的管理运行制度和配套的资源技能结构。

企业数字化平台解决方案，将基于企业的数字化愿景和数据资产评估基础上，开展数据资产全生命周期运营机制设计，帮助企业捋顺数据资产的端到端管理运行策略、能力组件、数据管理体系、组织单元和资源架构，并识别和设计出企业数字化平台与传统 IT 服务中心的交互依赖关系。

1.4.6 数字化架构管控能力

企业数字化转型的一个策略是对现有的业务运营方式、经营管理模式、成本管控模式和资源保障方式进行迭代的优化，在现有的基础上优选转型需求明显、业务模式有成型案例参照的领域进行优化。

这种模式的数字化转型，是在对组织的现有文化体制约束、变革驱动力和发展愿景进行综合评估的基础上开展的，需要与企业管理层在构建面向发展的数字化运营架构上达成较高程度的一致性，同时结合数字化服务的试点运行工作而展开。由高阶的业务架构优化愿景驱动了数字化转型，有针对性地选取当前的业务转型领域进行运营模式优化，具体体现在对现有岗位和职责的重新定义，数字化业务的运行模式的尝试

和标准化、技术平台的选型和供应商采购、数字化业务开展所需的成本结构的设计和控制、数字化业务的绩效激励模式试点等。最终通过试点和持续管理层论证，固化业务流程和运营模型，实现业务的规模化运营和阶段性跃迁。

数字化业务运营架构优化工作，是基于组织高阶管理层的变革与创新发展诉求，开展业务运营价值链分析工作，是在此基础上开展的业务架构重塑和业务运营模式的优化工作。通过数字化运营场景匹配和业务数据模型的构建，实现业务流程和资源结构的变革，进一步根据上层业务支撑需求，开展技术支撑方案的选型与适配。