

数字化转型推动电力能源 企业高质量发展白皮书 (2019)

中国软件评测中心（工业和信息化部软件与集成电路促进中心）

北京赛迪工业和信息化工程设计中心有限公司

版权声明

本白皮书版权属于中国软件评测中心，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：中国软件评测中心”。违反上述声明者，本单位将追究其相关法律责任。

CSSTC 中国评测

序

党的十九大明确提出建设创新型国家和世界科技强国的宏大目标，十九届四中全会提出完善科技创新体制机制。习近平科技创新思想是习近平新时代中国特色社会主义思想的重要组成部分，是建设创新型国家和世界科技强国的行动指南。我们要深刻认清世界科技发展的新趋势和我国科技创新的使命与责任，在实践中有担当和作为。

中国软件评测中心隶属于中国电子信息产业发展研究院。中心构建基于第三方服务的科技产业链，旗下的赛迪评测、赛迪监理、赛迪认证、赛迪评估、赛迪设计等业务在业内拥有权威地位。在工业和信息化部领导下，中心坚定信心决心，扎实推进制造强国和网络强国建设。在智能制造、机器人、智能网联汽车、大数据、网络安全等领域迎难而上，奋力开拓，聚焦产品和服务质量提升，坚持目标导向和问题导向，面向市场提供专业的第三方科技服务，为把我国经济社会发展推向“质量时代”做出贡献。

我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段，现阶段的主要矛盾要求我们放弃速度偏好，重视发展质量。质量就是生命已经成为共识，然而现实中，对质量的控制和提升还面临诸多挑战。本白皮书系列包括 7 个分册，选取智能制造、机器人、网络安全等重要领域，阐述了行业背景、发展趋势、现存问题以及检测认证内容等，提炼了质量保障的核心指标。白皮书的目的是通过专业化的检测数据，为提升产品质量、改进开发过程、促进产业发展提供科学参考，并对未来发展方向有所预见。

本白皮书系列分为七大部分：

第一部分面向汽车的智能化、网联化发展需求，在总结国内外发展实践的基础上梳理车载智能计算基础平台参考架构。

第二部分面向智能制造能力诊断需求和诊断服务市场鱼龙混杂乱象，介绍典型地区优秀做法，分享赛迪灵犀面向行业的智能制造诊断模型、咨询经验及有关案例。

第三部分面向机器人安全可靠服务于人类的需求，针对主流公共服务机器人进行信息安全研究及攻击测试，揭示分析公共服务机器人信息安全问题。

第四部分面向电信和互联网行业，分析了 2019 年网络安全形势及典型安全威胁，提出行业网络安全威胁应对建议。

第五部分推出大科学装置工程全过程咨询管理解决方案，打造大科学装置工程管理可控合规路径，解决客户工程竣工验收、多头计划管理、跨领域技术共享、装置效益评估等核心需求。

第六部分面向电力能源企业的数字化转型需求，分析了转型的重点难点问题，提出数字化转型策略。

第七部分以全国 32 个省（自治区、直辖市）为对象，调查各地政务数据管理情况以及通过在线平台提供的信息服务内容质量，反映当前各地政务数据管理现状。

本白皮书能够为业界厂商、政府机构、研究机构和投资者等利益相关方提供有益参考，不断提高产品和服务质量，努力为世界提供更加优良的中国产品、中国服务。

中国软件评测中心

总工程师：陈永新

2019 年 12 月

前 言

2017 年 10 月，“数字经济”正式被写入党的“十九大”报告。2018 年 4 月，习近平主席在全国网络安全和信息化工作会议上强调“加快推动数字产业化，依靠信息技术创新驱动，不断催生新产业、新业态、新模式，用新动能推动新发展；推动产业数字化，对传统产业进行全方位、全角度、全链条的改造，提高全要素生产率，释放数字对经济发展的放大、叠加、倍增作用”。国家对于数字经济的定位不仅局限于新兴产业层面，还将之提升为驱动传统产业转型升级的国家战略。

“深化供给侧结构性改革，加快转型升级，培育具有全球竞争力的世界一流企业”是我国电力能源企业共同的目标，“人民美好生活的多样化需求、技术进步催生的新消费形态等所决定的能源、电力供给与社会、市场现实需求的对立统一”是当前电力能源行业的主要矛盾。在推进电力能源企业数字化转型的过程中，要以满足客户的需求为根本目的，以应用为出发点，构建好数字化转型的体制机制，制定和落实好企业数字化转型的行动方案。转型是融合数字经济、人工智能等先进技术创新实现电力能源智能化，优化能源供给，适应需求结构变化，主导构建开放、协同、高效的能源商业体系的过程，也是企业体制机制变革的过程。

需求端、市场端的变化，以及新消费形态的出现是企业数字化转型的原动力；以云计算、大数据、物联网、区块链、人工智能、移动互联网等为代表的数字技术的崛起，在当今时代为企业数字化转型创造了必要条件。全球知名机构 IDC 对 2000 余家跨国企业的调查报告显示，至 2018 年，全球 1000 强企业中的 67%、中国 1000 强企业中的 50%将数字化转型作为企业的战略核心。数字化转型已成为国际共识。

对传统能源企业而言：数字经济及其新业态、新模式，势必将对企业的市场“主导权”产生较大的冲击。这种冲击并非在传统模式下产生了竞争对手，而是通过全新的数字经济运营模式取代传统运营模式。

白皮书以“推动电力能源企业向智慧能源运营商、能源产业价值链整合商、能源生态系统服务商转型，应对市场需求的变化”为导向，从市场 4.0 倒逼企业进行数字化转型这一独特视角进行前瞻性研究，旨在提高电力能源企业忧患意识，使电力能源企业认识到数字化转型是赢得未来市场“主导权”以及新竞争优势的必然选择，是促进供给侧改革，推动高质量发展，全面提升全要素生产率的必由之路。

第一篇 数字化转型的背景与基础理论

一、数字化转型的概念

“数字化”是“数字化转型”的基础；“数字化转型”是“数字化”的价值体现，“数字化转型”是“智慧企业”的前置条件。

“数字化”一词来源于柯林斯词典收录单词“digitization”和“digitalization”。总结归纳为两层定义：

“数字化”基本定义：在不改变事物本体属性的前提下，通过现代信息技术将事物属性信息转变为可量化认知、可分析计算的数字，引入计算机内部进行处理，建立能够精确描述事物属性的数字模型，进而使人对事物发挥更加准确的主观能动作用。

“数字化”深层定义：在各个产业中，因数字化技术与业务深度交互、融合，使产业格局和社会、经济形态发生变革的“过程”。这个过程最终将实现数据驱动业务运转和经营决策。

综上定义，数字化企业是将数字化技术作为一项重要生产要素的企业。此类企业在统一数据标准的基础上，高效、准确获取各类生产要素、产品及服务、生产及管理活动的信息，建立数字模型，使人和组织对企业状态形成精确的量化认知，指导人和组织作出正确决策，进而准确开展生产、管理、经营活动。同时，通过数字技术与业务的深度融合，改造传统业务的生产及管理模式，提高全要素生产率，释放数字技术对传统业务的放大、叠加和倍增作用，引领业态、模式创新，持续创造新的经济增长点。

数字化转型：是企业向数字化企业进行转变的过程。既是融合数字经济、人工智能等先进技术创新实现电力能源智能化，优化能源供给适应需求结构变化，主导构建开放、协同、高效的能源商业体系的过程，也是企业体制机制变革的过程。数字化企业是数字化转型后的阶段性结果，数字化的程度可度量。

二、企业数字化转型的背景

(一) 市场需求：企业转型升级的原动力

当今，数字经济、数字化转型已成为全球企业的一项重要课题。人们在研讨数字化转型的过程中，更多侧重于如何进行数字化转型，而忽略了数字化转型的原动力这一逻辑原点，即为什么要进行数字化转型，数字化转型究竟解决什么问题。

政府部门从促进社会生产力发展的角度出发，关注点聚焦于通过数字化转型提高社会整体生产智能化水平，提高生产力，促进经济发展；企业从自身生存发展的角度出发，任何所谓转型升级的原动力均为适应市场端需求以创造企业利润，数字化转型亦不例外。

(二) 需求不足：新的市场端主要矛盾迫使企业转型升级

在中国过去四十年的改革开放过程中，人们的物质需求不断扩大，企业在“可确定、可预知性”需求极大的环境下发展，主要矛盾是如何扩大产能，从而满足需求；然而时至今日，经济紧缩使市场端可确定性需求变得越来越狭窄，企业生存发展的基础环境被动摇。

放眼全球，在工业革命之前，人类长期面临的问题为产能不足，生产能力无法满足人们的消费；而工业革命之后到今天，人类面对的问题是没有足够的可确定性需求继续拉动生产。今天，包括美国和德国在内，全球生产企业的劳动生产率均处于较低的水平，体现出“产能过剩，需求不足”的状态。

综上，企业继续生存发展势必要适应当今的市场特征，考虑转型升级，企业转型升级的根源在于市场出现了变化，进而造成原有最好的生产方式“行不通，用不了”，迫使企业必须采取积极措施满足新的市场环境。如何应对新的市场环境，制定生产经营策略，是新的转型升级所需考虑的问题。

(三) 市场 4.0：碎片化、定制化需求形态催生工业 4.0

通常农业社会自给自足经济为市场 1.0，工业革命大英帝国建立的区域经济为市场 2.0，互联网社会所诞生的全球化经济为市场 3.0。当今，全球经济的变化越发具有强烈的碎片化倾向，可视为市场 4.0。

市场 4.0 之前的全球化经济时代，企业在可确定性需求极大的市场环境中，通过标准化大规模生产满足市场需求；市场 4.0 到来后的经济时代，虽然规模化生产仍然存在，但市场需求越发狭窄、定制化，市场需求的变化一步步传导到企业的后端，进而迫使企业必须通过多样化、小规模、短周期的生产不断适应市场需求的快速变化。

综上，当今企业在思考如何应对即将到来的工业 4.0 时，丢失了“市场 4.0”这一需求出发点维度。本质上，企业的核心关注点并非工业 4.0 中的工业互联网、智能制造等技术的先进性，而是如何适应新的市场环境，市场 4.0 导致了工业 4.0 的到来。

(四) 工业 4.0 下的数字化转型：适应市场 4.0 的最佳解决方案

人类历史上，由蒸汽机取代人力，动力的提升是工业 1.0 的本质；电气化和流水线分工，由分工简化每个生产动作，由机器替代人，大幅提升效率是工业 2.0 的本质；通过自动化和互联网解决分工协作效率问题，由自动化解决机器间协作效率问题，由信息化和互联网解决生产管理中人的效率问题是工业 3.0 的本质。从工业 1.0 到工业 3.0，每一次升级，均为解决上一个时代的负面问题，其本质取决于相应历史时期所面对的市场。

在市场 4.0 环境下，由于碎片化市场的出现，全球市场需求变化越来越快，以往大规模的传统生产模式无法快速响应外部市场需求的变化，必须通过数据驱动的生产，使生产系统能够快速响应外部市场需求的变化。工业 4.0 应运而生。

工业 4.0 之前的生产模式，其特点为“研发、投产、销售”周期较长，各生产环节可构成闭环。工业 4.0 的生产模式所做出的改变为：通过数字化转型，以数据驱动优化并解决大规模生产无法快速响应市场需求变化的问题，降低变化带来的成本，打通生产闭环，横向集成企业间数据，纵向集成企业内部数据。其特点为：以“多品种、小批量、快速变化响应、短生命周期生产”为主导的智能制造。譬如，企业依靠 3D 打印这一数字化转型的代表性技术，前一批生产的产品可以立刻切换为全然不同的下一批产品，而不需要构建新的生产线，从而灵活、快速响应市场需求的变化。其核心并非技术的先进性，而是生产逻辑的先进性。

(五) 未来市场“主导权”：数字化转型对传统能源企业的警示

十五年前，电信行业的国有垄断企业牢牢掌握着移动通讯业务的市场“主导权”和“定价权”，短信和移动电话是全社会的主要通讯方式；十五年中，运营商曾尝试通过飞信等前

端业务创新通讯模式，主导新市场，但受限于传统经营思维，未能形成规模；十五年后，互联网企业微信业务的出现彻底颠覆了全社会的通讯甚至生活方式，微信及其视频通讯快速取代传统短信及通话业务，微信的衍生产品快速适应了市场 4.0 环境下快速变化、碎片化、定制化的需求，传统通讯市场以迅雷不及掩耳之势大幅萎缩，电信运营商“出乎意料”的丧失了对原有垄断市场的“主导权”和“定价权”。今天，电信运营商试图通过影响国家政策重新夺回其传统业务的市场地位，但在全球经济发展的必然趋势和国家互联网战略面前，犹如螳臂当车，只能沦为数字化转型背影下新型业务的基础服务提供商。

“行业垄断”随着人类社会经济发展和国家战略的不断提升而产生微妙的变化。**传统能源企业数字化转型的本质目标是适应未来市场，抢先创新并普及新型生产经营模式，紧握未来市场的“主导权”。**传统企业不积极实施数字化转型，不积极响应未来市场需求，均有可能成为“下一个电信运营商”，遥望数字化转型的背影，沦为基础服务提供商，丧失市场“主导权”。

电力能源企业数字化转型的紧迫性则更加突出。受市场 4.0 “碎片化、定制化需求”的影响，生产企业实施工业 4.0 是其生存发展的必然途径，工业 4.0 “多品种、小批量、快速变化响应、短生命周期生产”的影响必将一步步传递至能源供应企业，迫使能源供应与生产需求相匹配，实现定向、按需供能，最终共同完成对市场 4.0 的响应。

未来，作为能源型企业，谁能最先把握住新形态的市场需求，通过数字化转型创新能源生产、供给、销售模式并快速加以普及，谁就能牢牢掌握市场的“主导权”。反之，则有可能退出竞争的行列，甚至被“淘汰出局”。

三、电力能源企业数字化转型解决的核心问题

电力能源企业是国家能源支柱企业，市场 4.0、工业 4.0 势必首当其冲对电力能源产生深远影响。电力能源企业数字化转型需要：

首先解决“人民美好生活的多样化需求、技术进步催生的新消费形态等所决定的能源、电力供给与社会、市场现实需求的对立统一”这一核心矛盾，使公司持续具备“先人一步”适应市场需求变化与发展的能力，助力深化供给侧结构性改革，赢得未来市场“主导权”和新一轮竞争优势；

其次，为支撑外部市场端数字化转型，推动企业内部生产与管理端数字化转型，解决高质量发展，全面提升全要素生产率等问题。

具体如下：

(一)解决能源价值链整合问题，握紧市场“主导权”

为赢得未来市场“主导权”和新一轮竞争优势，应首先通过数字化转型解决能源价值链整合问题。价值链资源整合是企业转型升级的一项重要选择。调查发现，国际 1000 强企业的 81%开始考虑价值链上下游整合，高达 30%的企业已经开始整合。多数企业 CEO 认为“**价值链只有掌握在自己手中才是最可靠、最节省成本的**”。价值链整合对于不同行业的企业可起到的作用包括但不限于：

第一，稳定经营、应对经营风险、降低成本；

第二，实现多元化经营并开拓新业务、增加利润增长点、在行业快速发展过程中提高企业参与竞争的能力；

第三，通过商业模式创新重新定义行业、确立区域乃至国际价值链核心地位。

电力能源企业在能源价值链整合方面所解决的问题更加偏向第二与第三项，即立足于能源价值链整合者的企业定位，做新发展理念的实践者、国家战略的贯彻者、能源革命的推动者、电力市场的建设者、国企改革的先行者，建设具有全球竞争力的世界一流企业。能源价值链整合需要依赖打造平台型企业加以实现，而数字化平台战略在打造平台型企业方面具有先天的资源整合与技术优势。

以全面响应国家电力体制改革，实现分布式能源新型价值链整合为例：通过数字化平台深入探索并解决分布式清洁能源接入，以及分布式储能、供电等问题。实现供电模式改革，取代或部分取代传统电力能源“集中发、输、配电”供给模式，在用电需求端实现“随需随得”式全覆盖，直接获取电能，牢牢控制用电“最后一公里”的可靠性，紧握市场“主导权”。

电力能源企业可以通过数字化转型“先人一步”影响传统电力能源格局，吸取电信企业的教训，避免未来可能出现的“电力行业的‘微信’”所造成的致命性影响，避免把传统电力能源企业排挤到电力能源“基础运营商”的地位。

(二)解决能源生态圈服务问题，提高客户资源粘性

为赢得未来市场“主导权”和新一轮竞争优势，还应通过数字化转型解决能源生态圈服务问题，从而提高客户资源粘性。随着能源新技术、新模式、新业态的加速演进，光伏、储能、分布式综合能源、微电力能源等能源技术的不断进步，新兴业务向能源市场不断延伸，全新的能源生态系统正在形成。电力能源企业应通过数字化平台战略**建设开放合作、互利共生的能源生态系统**，力争成为能源生态圈综合服务商，发挥好现有物理、虚拟平台的资源优势，**推出面向能源生态圈的新型服务模式（如能源生态圈电商等）**。

面向能源生态圈的新型服务模式能够实现多元化综合交易服务。对于需求的供给侧而言，交易的核心资源是“客户”。目前，电力能源的交易方式主要为“B2B、B2C”模式，该模式具有固定式、规则式的交易特征。未来，电力能源交易市场的参与者既是生产者又是消费者，电力能源交易方式更加趋向多元化、自由化，可能产生包括“C2C”等在内的新型交易模式，电能的交易和分配将越发具有“基于预测的因需配置”特征，新的电力能源交易模式势必需要通过数字化、智能化手段加以精确管理。

未来，作为电力能源企业，“先人一步”控制数字化交易，即能够率先占领市场的制高点，提高对“客户”资源的粘性，进一步握紧市场“主导权”，实现向能源生态圈综合服务商的转型。就像诸如阿里巴巴的互联网平台一样，其核心解决对客户资源的粘性，无论商家亦或快递服务商，均可视为数字化平台之上的“打工者”，往何处送货并非由打工者决定。电力能源企业通过数字化转型亦应当解决此类核心问题，不能成为未来电力能源交易中的“快递服务商”，无法决定能源的去向。

(三)解决企业内部生产与管理经营效能问题

支撑外部市场端数字化转型，应通过数字化转型解决企业内部生产与管理端效能问题，实现高质量发展，提升全要素生产率。

针对内部生产方面，要着力解决电力能源面临的安全基础不稳固、优化资源配置作用发挥不充分、城乡发展不平衡等突出问题。同时，要适应电能替代、微电力能源、分布式能源、储能装置接入等新业态新需求。通过综合运用先进技术等转型措施，提高配网的适应性、灵活性、互动性，提高智能化水平，建设世界一流配电力能源。

针对管理经营方面，需要审视、检讨战略、组织、机制、管理、人才、党建等不适应的方面。通过推进公司治理结构变革、积极调整优化产业布局结构、财务结构、干部人才结构等转型措施，找到解决问题的路径，促进高质量发展。

同时，通过所有权结构改革、电价改革、电源结构优化、资本深化、合理电力能源规划等举措，更好地应对电力体制改革、市场结构重塑、清洁能源发展、新技术新业态新产业等带来的一系列挑战，提升全要素生产率，进而提高内部生产管理经营效率。

四、电力能源企业数字化转型的基础方法论

结合数字化企业、数字化转型的概念以及企业数字化转型的背景，围绕电力能源企业数字化转型所需解决的核心问题，坚持以“两点论和重点论相统一”作为数字化转型的理论基础，参照现代经济学理论和闭环式演进法，研判数字化转型的基础条件并制定实施路径与保障措施。综上，提出电力能源企业数字化转型的基础方法论：

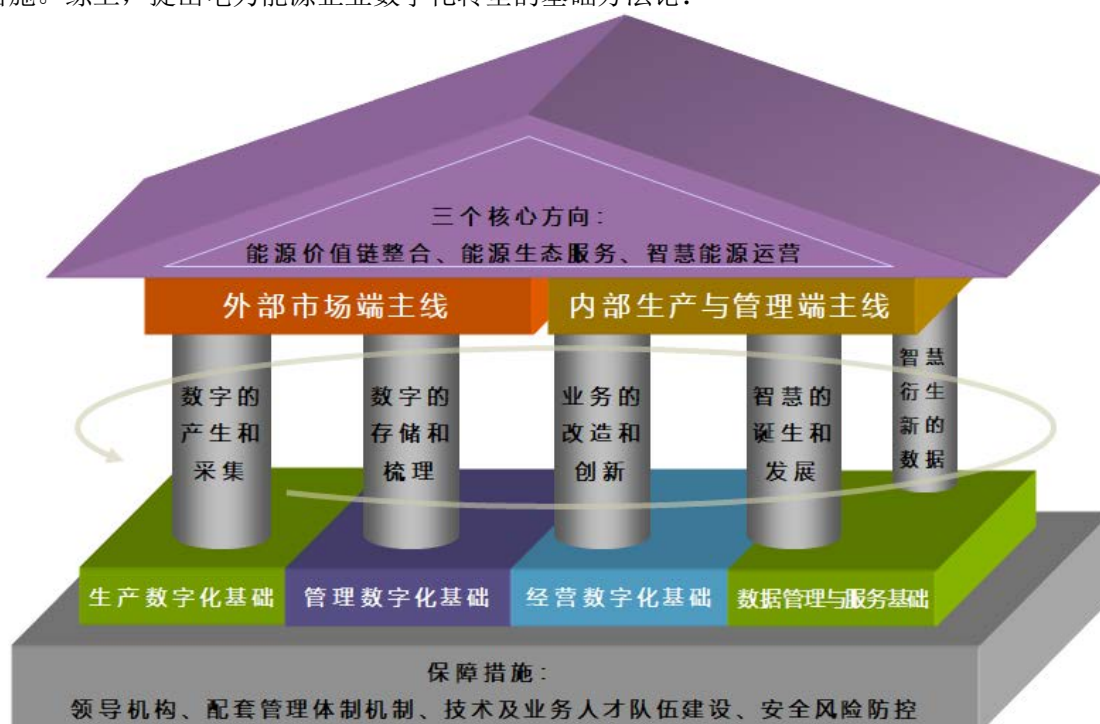


图 4-1 电力能源企业数字化转型的基础方法论参考模型

第一，坚持“两点论”，确立“外部市场端数字化转型”与“内部生产和管理端数字化转型”两条主线。既要通过外部市场端数字化转型解决“如何率先把握新形态市场需求，创新能源生产、供给、销售模式并快速加以普及，握紧未来市场主导权”这一主要矛盾，又要通过内部生产和管理端数字化转型解决“企业内部生产和管理如何快速响应外部市场需求，与之相匹配，实现降本增效、精益管理”这一企业内部矛盾。

第二，坚持“重点论”，将实现能源价值链整合、能源生态服务、智慧能源运营作为数字化转型的核心方向。现代管理学之父彼得·德鲁克指出“未来企业的竞争不是产品的竞争，也不是产品服务的竞争，而是商业模式的竞争”。电力企业要把握商业模式竞争这一核心要点，以数字化驱动的能源价值链整合、能源生态服务作为商业模式转型升级的重点；以持续推进智慧能源运营作为企业生产、管理转型升级的重点。进而，明确数字化转型的总体方向与目标，分析重难点问题并制定策略、描绘愿景。

第三，参照现代经济学理论，面向企业生产、管理、经营领域经济活动，研判数字化转型的基础。即从生产数字化基础、管理数字化基础、经营数字化基础以及数据管理与服务基础四个方面出发，审视企业开展数字化转型的起步条件，采用循环滚动式方法定位所处转型阶段，找准与下一阶段的差距并制定具体、科学的阶段性转型目标。

第四，参照闭环式演进法，设计并持续优化实施路径与保障措施。按照“数字的产生和采集、数字的存储和梳理、业务的改造和创新、智慧的诞生和发展、智慧衍生新的数据”这一闭环式演进法，设计环形实施路径并分阶段持续加以优化，形成不断循环和提高的闭环；配合实施路径，从领导机构、配套管理体制机制、技术及业务人才队伍建设、安全风险防控等方面给予数字化转型工作充分保障。

（一）两条发展主线

将电力能源企业数字化转型的主线明确为“外部市场端数字化转型主线”和“内部生产和管理端数字化转型主线”。其中：内部生产和管理端数字化转型是电力能源企业数字化转型的“根”，是电力能源企业毫不犹豫做大做强主业的基础；外部市场端数字化转型是

电力能源企业数字化转型的“魂”，是打造平台型企业、成为能源价值链整合者、能源生态服务商的必由之路。

1. 外部市场端数字化转型主线

首先，对应电力能源企业数字化转型所应解决的市场端问题，通过数字化转型抢占价值链高端，实现电力能源价值生态体系转变，从容应对外部环境变化对电力能源企业带来的挑战。另外，基于电力能源业务未来竞争扩大的趋势，发挥好现有物理、虚拟的平台优势，更重要的是利用数字化技术创造推出新的平台，并为其向生态系统演进提供源源不断的动力。

其次，响应新一轮电力体制改革对电力能源企业提出的要求，满足新能源、电动汽车、综合能源的规模化接入需求，助力配电力能源由单向潮流向双向潮流发展，主动适应“多源性”特征，指导电力能源规划、建设和运行，主动适应客户的能源需求变化以及不断提高的选择权、话语权，进一步提高客户粘性，以免重蹈电信企业的覆辙。

例如在电源侧，随着新能源的爆发式增长与大规模接入，集中式能源管理难以适应新能源的随机性、间歇性特点。通过分布式能源接入数字化服务，实现分布式能源连接，突破传统接入服务的局限性，实现随时随地接入；同时，以数字化配电取代传统配电，基于数字模型建立与客户的紧密匹配，将客户的需求与配电、售电、服务、抢修等动作在同一数字平台之上完成，实现无障碍配售电、点对点能源交易。在良好的平台模式基础上，通过“云大物移智”等新一代数字化技术，促进新电源的大规模接入，支撑风能、太阳能的大规模利用。

2. 内部生产和管理端数字化转型主线

在企业内部生产和管理方面，通过数字化转型创新生产和管理模式，实现高质量发展，提升全要素生产率。

以生产领域，以智慧能源如何适应新能源的爆发式增长与大规模接入为例：风电普遍具有反调峰特性，如何最大限度消纳风电已是业界热点；新能源普遍应用大量电力电子设备，常用的机电暂态仿真已难以满足仿真要求。“云大物移智”等新一代数字化技术为此提供了崭新的解决方案，在新能源（如大规模海上风电）出力特性、设备建模、仿真分析等方面，能够有效提升智慧能源的分析能力，促进新电源大规模开发、接入与消纳利用，在推动能源从化石能源向清洁能源的转变中发挥积极作用。以云计算和人工智能为例：

云计算技术可实现信息化基础设施的高弹性、高可用性、高安全保障，以快速智能地响应业务需求，为大数据分析、人工智能等应用提供平台基础。例如，大规模可再生能源投入和大量电力电子设备在电力能源中的应用，要求电力能源的仿真更加偏向多时间尺度，需更大范围的电磁暂态仿真或机电、电磁暂态混合仿真，对计算资源的要求很高，云计算为该类计算提供了算力支撑，能有效提升系统的仿真性能。

人工智能技术在数字化的基础上，为智慧能源增加了智慧因素，通过对海量数据进行训练，根据实际场景学习得出模型，再将模型深化应用至智慧能源的各个环节中，将有效提升电力能源的发展质量、提高对大电力能源的驾驭能力。以负荷预测为例，近30年来，国内外学界、行业界开发了近70种模型，预测精度有了一定程度的提高，但已到达技术瓶颈。基于深度学习的负荷预测有望在近年获得突破，具体做法是在整合内外部数据资源的基础上，运用全连接神经网络，分析影响负荷发展的主要因素，对不同地区、行业的负荷进行聚类分析，基于聚类结果分析影响因素和发展趋势，运用适应时间序列预测的循环神经网络(RNN)，对预测模型进行训练，经过反复迭代，得出满足精度要求的模型。

(二) 三个核心方向

围绕电力能源企业数字化转型的两条主线，在总结共性特征的基础上将数字化转型从发展方向维度划分为“能源价值链整合、能源生态服务、智慧能源运营”三个核心方向。每个核心方向中均应涉及落实外部市场端数字化转型与内部生产和管理端数字化转型两条主线的具体策略。其中：

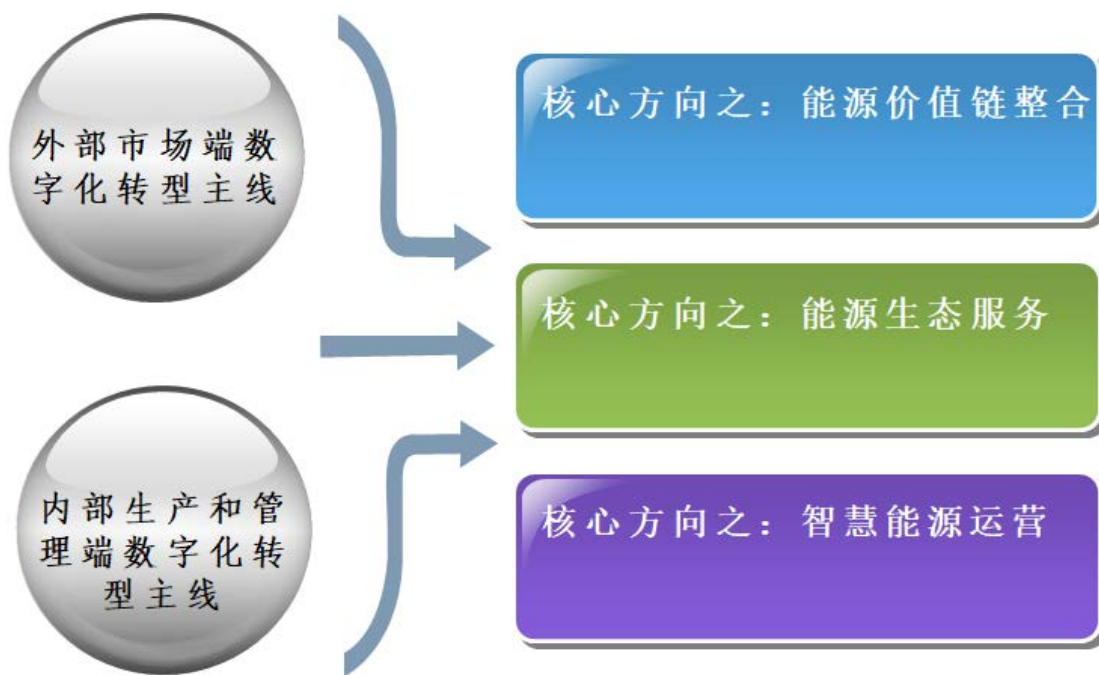


图 4-2 电力能源企业数字化转型核心方向示意

1. 核心方向之：能源价值链整合

支撑企业向能源产业价值链整合商转型，基于综合能源类新兴业务发展的现状与趋势，抢占价值链制高点。在对供给侧与需求侧、技术与市场的整合中寻求价值最大化。

通过数字化转型整合新型价值链上、中、下游全链条各关键环节，包括：供（能源供应）、售（售电）、发（发电）、储（储能）、配（输配电）、消（用电）等，率先形成“互联网+能源价值链整合”的运营模式：一方面，准确把握电力市场化交易机制改革新契机，将企业业务延伸至更加广域的范围，直接参与新型价值链中高附加值关键环节的运营；另一方面，对尚不具备条件直接参与运营的价值链环节加以整合，力争实现顶层统一管理。综上所述，全面提升企业在全球能源产业价值链中的地位，创造竞争优势。

同时，还应突出分布式清洁能源接入，以及分布式储能、供电等数字化、智慧化管理模式的建立与运行，以“技术创新、业务创新、商业创新”为出发点，通过对能源流、业务流、信息流的整合，实现产业链上下游互联互通，对等共享及服务增值。

2. 核心方向之：能源生态服务

支撑企业向能源生态圈综合服务商转型，以互联网思维创新能源生态系统，形成“供给侧选择多样化、用户话语权高，需求侧感知群体化、供方定位准确”的服务模式。

一方面，为生态参与者提供多元化、平台型的交易服务，整合“网对网、网对点、点对点、点对点”等多种交易模式，跨区域吸引客户资源；另一方面，实时掌控能源生态圈内的市场端供需关系，深度挖掘需求侧习惯与市场变化规律，指导供给侧生产定向，大范围优化资源配置，降低工商业成本，在国家要求降低电力能源环节和输配电价格的背景下，大幅提升优质能源的输配量。

综上所述，在持续提升广域客户黏度的同时，实现对能源生态圈市场供需关系和客户资源的精准分析与汇集，进而驱动生产决策。

3. 核心方向之：智慧能源运营

聚焦于企业生产活动、企业管理、市场营销领域。通过对企业生产、管理和经营活动的数字化，提高业务层的工作效率和质量，提升管理层对所辖业务领域的管控能力，提升数据对决策的支持能力。

通过构建数字孪生电力能源，实现电力能源系统的量值传递、状态感知、在线监测、行为跟踪，达到电力能源全环节感知，对电力能源全景及生产全过程数据进行全面采集和深度挖掘，为公司各业务部门提供全面的数据和决策依据；同时，为市场端管理决策与生产端管理决策的匹配提供支撑。

(三) 四点起步基础

1. 生产数字化基础

在生产方面，数字化起步基础应初步实现实时监测、采集，初步形成全过程管理与协同能力。

能力要素包括但不限于：

- 初步具备对生产过程的实时在线监测能力；
- 初步具备对生产实时、准实时数据的采集与分析能力；
- 初步具备生产过程管理与协同能力；
- 实现生产资产的全生命周期管理；
- 初步实现与生产系统部分数据的协同。

2. 管理数字化基础

在管理方面，数字化起步基础应实现关键业务线上流转与基本日常管理业务全覆盖。

能力要素包括但不限于：

- 形成与企业战略相结合的面向服务的架构；
- 具备企业级信息平台；
- 初步实现从业务驱动到战略驱动、从分散建设到集中建设、从局部应用到企业级应用的转变；
- 初步实现对资产、营销、财务、人资等系统数据的实时日志数据采集；
- 初步具备公司级及各业务域级运营管控能力；
- 建有数据分析应用。

3. 经营数字化基础

在经营方面，数字化起步基础应基本实现业务规范化管理与信息集成。

能力要素包括但不限于：

- 初步具备业务规范化管理与信息集成能力；
- 初步具备多渠道、在线化服务能力；
- 具有覆盖产业链上下游的独立应用。

4. 数据管理与服务基础

在数据管理与服务基础方面，数字化起步基础中数据管理与服务基础能力应初步形成。

能力要素包括但不限于：

(1) 初步形成统一数据管理与数据服务能力

- 实现业务数据的初步汇聚；
- 开展较为简单的报表和数据分析应用；
- 部分系统间具备数据共享能力；
- 重点业务场景具备跨系统协同能力；
- 制定数据资产管理办法，打造数据资源资产管理平台，基本涵盖数据资产管理的主要业务，实现数据管理业务从线下向线上转变。

(2) 数字化基础平台条件基本成熟

- 建有信息机房；
- 具备服务器、存储、数据库、中间件等信息化软硬件基础设施；
- 建有局域网、IDC 网络；
- 具有统一互联网出口；
- 具备集中的数据级灾备能力；
- 具备差异化运维管理、集中交付机制、基础信息安全保障能力。

(四) 五步实施路径

数字化转型的关键路径应包括：数字的产生和采集，数字的存储和梳理，业务的改造和创新，“智慧”的诞生和发展，各阶段在新技术引入的支持下，形成不断循环和提高的闭环。

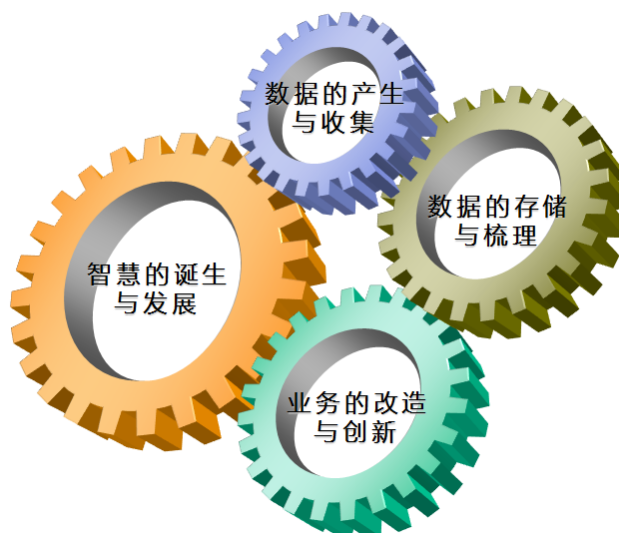


图 4-3 数字化转型与“智慧企业”

首先，利用各类数据采集设备、工具和技术对企业开展全覆盖式的数字采集；

第二，将采集的数据进行存储、梳理和分析；

第三，挖掘现有数据的价值，改造现有业务模型，提高生产率；开发创新业务，提高生产力；

第四，通过不断的挖掘和创新，打造新业态和新生产链，从量变到质变，企业的发展诞生“智慧”；

最后，“智慧”衍生的新数据，重新进入数据采集和梳理阶段，重复上述过程，产生无限种可能，此时，进入“智慧企业”阶段。

基于上述关键路径的设计，具体通过如下步骤开展数字化转型的实施过程。

1. 完善采集能力，拓展采集范围

第一方面是充分运用物联网传感技术，不断拓展生产环节设备运行数据采集范围；第二方面是建立统一数据交互机制，结合移动互联网技术，对各管理信息系统和生产调度系统产生的业务流、 workflow 数据进行规范化采集，让现有的业务数据“活起来”，并进一步保障数据采集的时效性、准确性和可信度。

重点方向：应用智能化设备、物联网监测传感器，建设企业统一的工业物联网，实现输电线路状态监测、变电站监测、配电信息采集等方面的物联网数据感知；聚焦公司企业运营管理关键指标和核心 workflow 数据，开展企业统一的系统数据采集应用。

2. 制定数据标准，建立技术规范

明确企业生产、管理、经营各环节数据标准，包括统一的电力能源公共信息模型标准（ECIM），实现全公司层面的“书同文、车同轨”，并通过数据资产管理平台保障数据标准落地执行；建立企业统一数据采集、传输、存储、清洗、加工、归集全过程技术标准，保障数据处理的标准化、一致性。

重点方向：在数据资产管理的基础上，进一步编制电力能源企业数据管理的相关指导意见和标准规范，面向数据范围除了管理信息大区数据，更进一步拓展到计量数据、电力能源运行数据、设备状态监测数据等计量调度领域，并充分做好电力能源企业数字基础平台支撑能力建设。

3. 统一数据存储，强化数据管理

应用先进采集、存储技术实现生产、管理、经营等多源异构数据的集中存储、集成与专题化归集；实现企业数据资产的统一管理，实现从采集、清洗到加工、归集全过程规范化处理，不断提升公司数据质量管理，按照“数字双胞胎”模式统一建立数字模型，全面提升数据资产管理与服务能力。

重点方向：构建企业统一的云平台，完善数据中心建设，建设非结构化数据服务平台、

海量实时数据服务平台，通过“结构化+非结构化”混合式存储架构实现多源异构数据统一存储，构建统一的数据仓库模型及跨业务领域专题数据及时，实现数据专题化采集与数据价值的综合、深度挖掘；完善数据资产管理与服务体系，梳理数据资产服务目录，建立企业统一的数据资产可视化管理与集中共享服务机制。

4. 创新业务管理，推广智慧应用

在大数据分析的基础上，形成各业务领域数据模型，运用人工智能技术，推广企业统一智慧应用；构建多级结构的“企业大脑”，融汇知识库海量案例，通过机器深度学习，建立各种统计、分析模型，实现多层数据钻取，对各领域决策问题进行多维综合分析，从而发现趋势，寻找规律，为各级管理者、决策者提供切实有效的帮助；同时，为各业务领域提供大数据分析和人工智能算法支撑，创新智慧应用，从具体流程、作业、场景出发，采用以点带面的方式对传统业务进行优化与重构。

重点方向：发展综合智能机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等多种智能技术的应用，将各类视频图像信息、音视频通讯设施等应用于生产、调度、质量监管、安全生产风险防控等工作中，通过将调度部门、生产部门与生产现场紧密互动，内外部大数据充分整合利用，进一步提升电力能源企业对现场业务的掌控力；加快推进先进技术与装备应用，推行“机巡+人巡”模式，充分发挥直升机、无人机、巡线机器人及人工巡检各自特点，针对不同任务需求、环境特点采取适当方式开展线路巡检，提高输变电智能化运维水平和效率；在当前电力设备、电力能源状态评价的基础上，充分利用大数据及人工智能技术，形成状态评价模型的自动学习、持续迭代、自我完善及异常诊断，实现对设备、电力能源实时或准实时的态势感知；加强新技术新手段在财务工作中的应用，推动传统型财务管理向智能财务管理的转型；构建基于全业务领域的自动监测模型，通过人工智能、大数据挖掘等技术手段，绘制业务行为画像，实现重点、热点问题在线智能监测、追踪，运用机器人学习技术创新智能内控方法，提升内控智能化、集成化水平，提高风险内控监测效率和效果，实现内控管理全业务覆盖、全过程管控、全员化应用。

5. 整合能源产业价值链，创新业态发展

将数字化技术与能源产业价值链各环节广泛融合，建设能源产业价值链智能应用生态圈，构建以电为基础，以智慧能源为核心的能源发展新模式、新业态。

重点方向：建设能源交易电子商务平台，率先形成“互联网+能源生态圈”的运营模式；形成未来电力能源价值链的顶层管理机制，采集并整合新型价值链上、中、下游全链条各环节关键要素数据；实现电力能源网络与现代云计算互联网运行模式的融合，将所有能源设备（包括集中和分布式生产、储能、输配、用能等设备及输电线路等）的运行属性及电能本身属性描述为可量化认知的数字模型并实现互联，使能源及数字信息在网络中同步传播，形成“数字双胞胎”运行模式，实现能源与人之间的互动、人对能源的智能控制、能源与能源间的多元互补和一体化调节。

(五) 四项保障措施

1. 最高领导机构的重视和协调

企业的数字化转型需要企业最高领导机构的重视和整体协调。数字化转型是企业全员参与的重大改革，是企业在新形势下提高生产效率的重要突破，仅靠一个或几个部门难以完成。因此企业的领导机构要高度重视和支持，协调所有部门进行一场攻坚战，包括将数字化转型纳入公司的发展规划，建立协调机制，加强各层级的纵向沟通和各部门的横向协调。

2. 配套管理体制机制

从组织机构和制度保障两方面建立数字化转型过程的管理体制机制。组织机构方面要组建多层次智慧型组织“企业大脑”，**从业务部门和信息化部门抽调精干人员，成立各级专业的数字化转型支撑机构**，这些机构一方面结合人工智能等系统，推动数字技术和各项业务的有机融合，加强跨业务协同治理，打通跨业务信息壁垒，实现智能决策管理，另一方面要承担推动企业组织、管理、生产、运营模式的深度变革的任务，常态化的服务于公司数字化转型工作。制度方面要鼓励员工内部创新，发动全员参与，营造数字化转型的氛围，将数字化转型的理念渗入到每个生产和工作细节中。

3. 技术、业务人才队伍建设

通过加强人才内部培养和外部引进，组建专业技术、业务人才队伍。着力培养满足数字化转型需求的复合型人才团队，强化专业技术人才知识技能培训，提高创新和实践能力，充

实业务与技术专家团队，优化人才梯队结构。同时积极引进外部专业人才和行业创新机构作为外脑，为公司数字化转型提供人才保障。

4. 提高安全意识、防控安全风险

企业在数字化转型过程中，应对数据安全问题高度重视，以《中华人民共和国网络安全法》等法律法规和公司安全管控规范为依据，落实各项数据安全防护措施，将数据安全风险降到最低，确保在各项工作中保障公司敏感、秘密、隐私数据不被泄露。

ESTEC 中国评测

五、数字化转型的阶段及特征

将企业数字化转型按照实现过程分为三个阶段。分别为“数字化起步阶段、数字化深化阶段、智能化应用阶段”。其中：

数字化起步阶段：该阶段为实现企业数字化转型奠定了“数据资源积累”和“数据资源流通汇聚”的基础。主要特征体现为“业务衍生数据”：部分实现办公无纸化；建设各业务领域信息系统，实现线下业务流程电子化，通过在线流程衍生并积累“业务数据”。但是系统间数据仍无法完全共享与融合，系统间协同仅覆盖重点业务场景，存在“信息孤岛”。

数字化深化阶段：该阶段是企业实现数字化转型的重要阶段。主要特征体现为“数据驱动业务”：将数据作为企业的核心资产；数据采集做到生产、管理、经营全覆盖；数据统一存储、管理、归集，多源数据实现融合；建立全生产要素、产品与服务、生产及管理活动数字模型（参考“数字双胞胎”）；通过多源数据融合分析深度挖掘数据价值；通过数据驱动的智能应用实现对传统业务的优化、重构，引领业态、模式创新。

智能化应用阶段：该阶段基于数字化，融入成熟的人工智能，构建“智慧企业”并持久发展。该阶段特征可展望为“智能推动变革”：建设“企业大脑”，构建多脑协同智慧组织，推动实现企业组织、管理、生产、运营等模式的深度变革。全面应用云、大、物、移、智等新技术，进一步拓展物联网数据感知和移动应用的覆盖度，以云计算为支撑，在深度应用大数据分析的基础上，选择合适的业务场景，应用先进、成熟的人工智能技术，以点带面，实现企业生产、经营、管理活动的全面自动化、智慧化，部分替代人作为第一生产要素的作用，持续推动企业高质量发展、改革发展、创新发展。

综合上述各阶段特征，本报告参考 2018 年 9 月国家工业信息安全发展研究中心发布的《中国企业数字化转型指数》。该报告指出，八大代表行业 450 家企业仅有 7 家数字化转型效果显著（处于数字化深化阶段），各行业数字化转型整体处于初级（起步）阶段。我们在研究其指标设置并结合实践经验的基础上建立了“数字化转型三阶段特征模型”。

数字化转型阶段	数字化起步阶段	数字化深化阶段	智能化应用阶段
阶段特征摘要	- 部分实现办公无纸化； - 线下业务流程电子化； - 衍生并积累业务数据； - 系统间数据无法完全共享与融合； - 系统间协同仅覆盖重点业务场景； - 存在“信息孤岛”。	- 将数据作为企业核心资产； - 数据采集做到生产、管理、经营全覆盖； - 数据统一存储、管理、归集，多源数据实现融合； - 建立全生产要素、产品与服务、生产及管理活动数字模型（参考“数字双胞胎”）； - 通过多源数据融合分析深度挖掘数据价值； - 通过数据驱动的智能应用实现对传统业务的优化、重构，引领业态、模式创新。	- 全面应用云大物移智技术；多云模式的云计算支撑； - 应用先进、成熟的人工智能技术实现企业生产、经营、管理活动的全面自动化； - 部分替代人作为第一生产要素的作用； - 持续推动企业高质量发展、改革发展、创新发展。

图 5-1 数字化转型的阶段及特征简图

第二篇 电力能源企业数字化转型的目标与基础条件

六、电力能源企业数字化转型的目标

(一) 数字化转型的目标

通过“全要素、全业务、全流程”的数字化转型，精确、实时感知生产、管理、经营全过程；将数据和智能应用作为新的生产要素，支撑电力能源企业“向能源价值链整合商、能源生态服务商、智慧能源运营商转变”的战略转型；构建“电力能源企业大脑”，实现人机结合、自主决策，推动电力能源企业组织管理模式变革；使智慧企业成为持续引领电力能源企业“高质量发展、提高全要素生产率”的创新驱动力。

“十四五”阶段的具体目标为基本实现数字化。运用物联网技术，全面拓展电力能源实时、准实时数据的采集范围，全面提升数据时效性、准确性和可信度，实现多源异构数据的全面有效集成，统一数据标准，逐步形成较为完善的数据资产管理与服务体系，面向企业提供统一的数据服务，提升数据标准化协同共享能力，为推动公司高质量发展、改革发展和创新发展奠定坚实的数字化基础。运用“云大物移智”技术，启动电力能源企业云建设、人工智能平台建设，不断提高大数据分析能力，并选择合适的业务场景，试点应用先进、成熟的人工智能技术，释放数据蕴藏的价值。

至2030年的具体目标为全面推进智慧企业建设。实现电力能源企业“云大物移智”技术的全面、深化应用，物联网数据感知与移动应用覆盖企业生产、管理、经营的各个环节，以电力能源企业云为支撑，对业务实现深度优化与重构，通过大数据与人工智能相结合的创新应用，提高业务效能，发挥数字技术对公司业态的引领作用。

通过两阶段数字化转型与“智慧企业”建设工作，建设具有全球竞争力的世界一流企业，实现电力能源向安全、可靠、绿色、高效的智慧能源转变，实现企业向能源价值链整合商、能源生态服务商、智慧能源运营商转变。

(二) 数字企业与智慧企业的定义

数字企业：是将数据和信息技术分别作为重要资产和生产要素的新型电力能源企业，能够全面精准感知电力能源生产、管理和经营全过程数据，构建数字孪生模型，实现降本增效，提升企业管控和决策支持能力。

智慧企业：是在数字企业基础上深度融合人工智能等先进信息技术、工业技术的电力能源企业，具有电力能源业务数据自主感知、自我学习、主动研判、自主决策等能力，能够持续挖掘数据价值，改造传统业务，提高全要素生产率，创新业务模式，引领行业改革，提高生产力，使电力能源企业获得未来能源市场竞争优势与“主导权”。

七、电力能源企业数字化转型的基础与差距

(三) 现状分析：已具备数字化转型基础条件

电力能源企业信息化发展至今已满足数字化转型起步阶段的全部特征,为进一步实现数字化转型向深化阶段发展奠定了基础。目前,电力能源企业信息系统已基本覆盖生产、管理、经营领域的核心环节,大量传感器投入使用,设备运行及业务流转过程中的数据资源得以有效积累,数据中心持续完善,业务数据初步汇聚,部分系统间实现数据共享,重点业务场景实现跨系统协同。具体现状如下:

生产数字化初步实现实时监测、采集,全过程管理与协同能力初步形成。建成调度、计量等领域的自动化系统,实现对电力能源实时、准实时数据的采集和高级分析;通过输变电在线监测、配网自动化等系统实现部分在线数字化监测;建成资产管理系统,实现生产全过程管理及资产全生命周期管理;初步建成地理信息系统,实现与生产系统部分数据的协同。

管理数字化实现 90%以上业务线上流转,基本实现日常管理业务全覆盖。按公司战略发展目标,将企业架构(EA)与 SOA 技术路线相结合。基本建成一体化的企业级信息平台,实现了从业务驱动到战略驱动、从分散建设到集中建设、从局部应用到企业级应用的转变,实现了 90%以上的业务在系统上流转,90%以上的员工通过系统开展工作,基本达到公司日常经营管理业务全覆盖,满足公司主营业务正常运转。在运系统包括:资产管理系统、营销管理系统、财务管理系统、人力资源管理系统、协同办公系统、综合管理系统等。同时,对资产、营销、财务、人资等系统数据实现实时日志数据采集。基于数据中心开展了运营管控平台、各业务域运营管控应用、数据分析应用等建设。

经营数字化基本实现业务规范化管理与信息集成。营销管理系统基本支撑营销领域业扩、电费、计量、用检等业务的规范化管理;初步实现营配信息集成;客户服务方面实现多渠道、线上服务;业务支撑方面实现发电燃料管理等产业链上下游应用。

统一数据管理与数据服务能力初步形成。建设并持续完善数据中心,实现业务数据的初步汇聚,并开展较为简单的报表和数据分析应用,部分系统间实现数据共享,重点业务场景实现跨系统协同。制定数据资产管理办法,打造数据资源资产管理平台,按照网省两级部署模式,新增元数据管理、数据资产目录管理、数据开放共享工作流等功能,同时集成原有的主数据管理、数据质量管理、编码管理、数据指标管理等功能,基本涵盖数据资产管理的主要业务,实现数据管理业务从线下向线上转变。

数字化基础平台条件基本成熟。完成网省两级信息机房建设;完成服务器、存储、数据库、中间件等信息化软硬件基础设施建设;完成局域网、IDC 网络建设;实现省级统一互联网出口;完成企业集中的数据级灾备中心建设;已实现差异化运维管理、集中交付机制、基础信息安全保障。

(四) 差距分析：三个层面需补充提升

就目前而言,电力能源企业距离基本实现数字化转型存在较大差距。突出体现为:

1. 数据基础：数据采集、存储、归集、综合分析能力亟需加强

- 尚未建立完善的企业级数据标准,数据采集的方式、范围有待规范,统一的数据质量要求有待明确。
- 尚未实现电力能源实时、准实时数据的全量采集,采集数据的质量不高,数据的时效性、准确性、可信度有一定的提升空间。
- 尚未实现生产、管理数据网级统一存储,多源异构数据集成难度大。各类应用与数据存储自成体系,未实现企业级数据有效集成和融合,企业级应用面临数据缺乏、片面等情况,难以发挥大数据综合分析的价值。
- 数据资产管理体系建设处于初级阶段,尚未形成统一的数据资产服务。
- 各部门(单位)间、各系统间尚未完全实现业务流与数据流的无缝衔接。各系统数据架构与数据模型存在差异,跨系统业务流程整合程度不高,难以全面实现业务协同与数据共享,无法实现业务和数据的全面贯通,数据应用存在局限性。

2. 业务应用：覆盖度、协同与融合程度有待提升

- 尚未实现全面无纸化办公。
- 应用系统对生产和管理业务的支撑范围需进一步扩充。新能源、金融等新业务支撑能力不足。

- 尚未实现生产自动化系统（OT）与管理信息系统（IT）的融合。OT 与 IT 相对独立，没有形成生产业务与管理业务之间的协同和数据贯通。
 - 未实现管理层对业务的全过程监控，数据对业务决策的支持能力不足。公司运营管控平台还在建设中，各业务域初步建立的运营监控相对分散，目前较缺乏业务全过程监控、数据全链路分析管控，缺乏企业级跨专业的大数据分析应用，数据洞察能力还需增强。
- 3. 创新技术：缺少统筹设计、平台化建设、统一管理与服务**
- 新技术应用尚未进行顶层设计。“云大物移智”等新技术具备试点应用和先进实践，但缺乏整体策划、整体设计和整体实施，新技术难以系统、高效地转化为数字化生产力。
 - 尚未建成企业统一的云平台。基础设施分散建设，基础平台缺乏统一的技术标准和架构设计。
 - 物联网建设尚处试验阶段。物联网数据采集、传输、应用全过程尚未实现有效整合，感知层、网络层、应用层各类装置、设备、平台、应用相对独立，不成体系。
 - 移动应用覆盖度有待提升。移动应用的业务覆盖、系统性能、用户体验等差异较大，全业务领域移动应用未形成统一的管理。
 - 人工智能技术与业务融合程度需进一步提升。部分应用场景初步实现人工智能技术试点，没有形成开放共享的人工智能平台，未具备提供整体性人工智能组件与服务的能力。

八、电力能源企业数字化转型的重难点

电力能源企业数字化转型的重难点,总结为“数据标准规范、数据管理机制、人才团队、数据管理方法论、新技术引进”五个方面。这五个方面的重点因素均涉及企业生产、经营、管理的各个流程与环节。

对于传统电力能源企业而言,围绕上述五个方面实现数字化转型任重而道远。主要重难点体现为:

(一) 数据标准规范的建立

标准规范是一切“数字化”工作的基础。经历了信息化发展的前两次浪潮,企业已建立了丰富的业务系统,各类系统技术架构、数据标准各异,应用与管理相对独立。在全企业范围内统一数据标准是一项难度极高、工程浩大的工作。

(二) 管理机制的建立

从组织机构和制度保障两方面建立数字化转型过程的管理机制。在组织机构方面,目前缺乏一个跨业务领域的数据分析与协调的部门,这个部门将有助于推动数字技术和各项业务的有机融合,同时加强跨业务协同治理,打通跨业务信息壁垒。

在制度方面,要鼓励员工内部创新,发动全员参与,将数字化转型的理念渗入到每个生产和工作细节中。

(三) 人才队伍的建立

数据的存储、清洗、加工、管控等数据质量过程和专题化归集过程**要求具备专业的数据管理团队**,且对团队成员的素质要求较高,需要既具备过硬的技术能力,又要具备企业相关领域的业务知识。

(四) 数据管理方法论的建立

数据作为新时代企业核心资产之一,其管理与服务应作为独立业务统一运营。目前,业内尚未形成针对不同产业特征、不同类型数据资产的全生命周期管理运营体系,缺乏成熟的方法论作为指导。

(五) 新技术的引进

人工智能的应用势必引发企业组织结构、工作模式的变革,部分传统组织面临改组,新的技术密集型组织及配套工作模式诞生(如智能巡检机器人替代传统设备巡检,可能使原巡检组织改组为机器人运维组织),**将对企业的经营管理理念、人才技术要求、资金投入需求、企业制度文化等方面造成较大的冲击和挑战**,需要在全企业上下统一思想的基础上,逐渐过渡;同时,人工智能的发展尚处于起步阶段,将其应用于企业管理、决策等方面的可靠性有待验证。

九、外部市场端数字化转型重点策略与愿景

“一项基础举措”为实现能源互联网,实现能源与人之间的互动、人对能源的智能控制、能源与能源间的多元互补和一体化调节。

“两项模式创新”是运用互联网思维、数字化思维，本着“未来市场竞争是商业模式竞争”这一核心思想，率先形成“互联网+能源生态圈服务”、“互联网+能源价值链整合”的创新经营模式。通过打造能源交易“淘宝网”、新型能源价值链整合管理平台等举措，找准能源生态圈与新型能源价值链之间的包含与共生关系（类似河流及两岸生态与河流上下游），整合生态资源，形成价值链顶层管理，实时掌控未来生态参与者同时作为生产者与消费者的供需关系，大范围优化资源配置，降低工商业成本，同时将电力能源企业业务价值链延伸至更加广域的范围。

The diagram illustrates the structure of the Energy Internet ecosystem, represented as a circular model with three concentric layers:

- Outer Layer (Energy Internet):** A light blue ring surrounding the entire system, labeled with the characters "能" (Energy) at the top, "源" (Source) on the right, "互" (Inter) at the bottom, and "联" (Connected) on the left.
- Middle Layer (Internet + Energy Ecosystem Services):** A green ring inside the outer layer, representing the core services of the ecosystem.
- Inner Layer (Internet + Energy Value Chain Integration):** A dark blue ring at the center, representing the integration of the value chain.

Within the inner layer, the flow of energy and information is depicted using a yin-yang-like shape, with the following labels in Chinese:

- 生产者 (Producers):** Located in the upper left quadrant of the inner layer.
- 消费者 (Consumers):** Located in the lower right quadrant of the inner layer.
- 供 (Supply):** Located on the left side of the inner layer, near the producers.
- 售 (Sales):** Located on the left side of the inner layer, near the consumers.
- 发 (Generation):** Located on the left side of the inner layer, near the consumers.
- 储 (Storage):** Located on the right side of the inner layer, near the producers.
- 配 (Distribution):** Located on the right side of the inner layer, near the consumers.
- 消 (Consumption):** Located on the right side of the inner layer, near the producers.

Legend:

- 能源互联网 (Energy Internet)
- 互联网+能源生态圈服务 (Internet + Energy Ecosystem Services)
- 互联网+能源价值链整合 (Internet + Energy Value Chain Integration)

(一)深度经营“互联网+能源生态圈”，赢得未来竞争先机

打造电力能源交易领域的“淘宝网”，建设能源交易电子商务平台，率先形成“互联网+能源生态圈”的运营模式：一方面，为生态参与者提供多元化、平台型的交易服务；另一方面，通过电商大数据分析，使电力能源企业实时掌控能源生态圈内的市场端供需关系和客户资源。顺应电力市场化交易机制改革的相关要求，侧重煤炭、钢铁、有色、建材四大行业用户，通过能源生态电商平台，力争实现跨省、跨区域的“网对网”、“网对点”、“点对网”、“点对点”直接性能源交易，鼓励绿色清洁能源、新能源优先交易与消纳，大范围优化资源配置，降低工商业成本。

深度经营能源生态圈电商。深入研究电力市场化交易机制改革的相关要求，分析各类能源生态参与者（主要包括政府、科研机构、能源产业链上下游各类企业及用户等）同时作为生产者和消费者的多元化交易需求，设计能源生态电商平台系统，交易内容包括但不限于发电资源、多源化电力能源、储能服务、输配电服务、科研成果、能源衍生产品、数据分析服务（如电价预测服务）等；充分发挥电商平台“供给侧选择多样化、用户话语权高，需求侧感知群体化、供方定位准确”等优势，跨省、跨区域吸引平台用户；整合“网对网”、“网

对点”、“点对网”、“点对点”等多种交易模式，为平台用户提供个性化的供需智能分析服务；深度挖掘需求侧习惯与市场变化规律，实现面向不同类型用户的用电计划交互与管理，指导供给侧生产定向，在持续提升广域客户黏度的同时，通过数字化运营实现电力能源企业对能源生态圈市场供需关系和客户资源大数据的精准采集、分析，驱动生产决策。

促进绿色清洁能源及新能源优先性数字化交易。充分发挥电商平台“导向性优惠政策易于落地”等优势，促进绿色清洁能源及新能源的优先交易与消纳，有效降低清洁能源弃电现象。通过能源生态电商平台实现用户由发电企业直接购电、用户与发电企业依据规则协商供电方式和价格机制的“工厂电”模式；结合云南等地水电等清洁能源优势，支持跨省、跨区域“点对网”、“点对点”直接交易，突破地方保护桎梏，促进大范围清洁能源优化配置；重点面向煤炭、钢铁、有色、建材行业用电“大户”，以及工业产业园区、经济技术开发区、高附加值新兴企业、各地明确的优势特色企业、条件允许地区的商业企业，落实用户用电“话语权”，降低工商业成本，在国家要求降低电力能源环节和输配电价格的背景下，大幅提升低价优质能源的输配量。

促进自备电厂能源数字化交易。通过能源生态电商平台为企业自备电厂社会化供电提供正规渠道，有序推进符合资格的自备电厂将自用外电量依法合规投入市场交易，促进用电企业和卖电企业“点对点”自由交易；通过平台落实自备电厂按照国家规定承担政府性基金及附加、政策性交叉补贴、普遍服务和社会责任，取得电力业务许可并达到能效、环保要求，成为合格的市场主体，促进市场良性竞争，淘汰劣质发电，力争解决电力总体过剩问题。

(二) 推进“互联网+能源价值链整合”，抢占价值链制高点

形成未来电力能源价值链的顶层管理机制，采集并整合新型价值链上、中、下游全链条各环节关键要素数据，包括但不限于：供（能源供应）、售（售电）、发（发电）、储（储能）、配（输配电）、消（用电）等。率先形成“互联网+能源价值链整合”的运营模式：一方面，通过能源价值链管理平台与能源生态电商平台以及新能源汽车智能换电站、智能充电车等新业态、新技术平台的一体化运营，准确把握电力市场化交易机制改革新契机，将电力能源企业业务价值链延伸至更加广域的范围，直接参与新型价值链中的高附加值关键环节运营；另一方面，对电力能源企业无条件直接参与运营的价值链环节加以整合，力争实现顶层统一管理。

推进价值链上游智慧能源供应整合。智慧能源供应整合分为“不稳定发电能源（如光伏、风电、水电等）整合”与“稳定发电能源（如火电、核电等）整合”。其中：不稳定发电能源整合以绿色清洁能源、新能源为主，应用移动物联网设备主动采集影响出力效能的季节、气候、自然条件等因素，整合第三方自然气象数据，依据发电设施分布情况规划分布式云计算资源，结合大数据与人工智能技术对出力影响因素与出力效能之间的关系进行分析、预测，预判产能；针对稳定发电能源，通过智慧供应链管理相关系统的建设，实现能源供应管理整合。

推进价值链中游分布式综合能源发电整合。探索分布式综合能源管理系统，采集并管理各类传统能源，以及分布式绿色清洁能源、新能源大型、微型发电场站的发电量、分类定向售电量及输配量等数据。

推进分布式智慧储能整合。探索分布式储能管理系统，整合各类集中式、分布式储能设施，主导或参与各类储能设施物联网感知设备标准的制定，采用统一标准采集储能能量数据，并与发电量、分类定向售电量及输配量数据形成综合大数据分析，精准掌控细分行业市场电能销售、生产、存储、消纳全链条信息；主导或参与离网移动储能设备及其物联网感知技术标准的制定，为新能源汽车智能换电站、智能充电车等价值链下游新型服务模式的普及奠定标准化技术基础。

形成能源价值链一体化运营。在价值链“售、配、消”等环节中，使能源价值链智慧管理平台与能源生态电商平台以及新能源汽车智能换电站、智能充电车等新业态、新技术平台形成共生一体化运营关系，由上述平台采集并整合数据至能源价值链管理平台，最终完成价值链全链条经营与管理整合。

(三) 实现能源互联网，持续提升生态价值链整合服务能力

实现电力能源网络与现代云计算互联网运行模式的融合，将所有能源设备（包括集中和分布式的生产、储能、输配、用能等设备及输电线路）的运行属性及电能本身属性描述为可量化认知的数字模型并实现互联，使能源及数字信息在网络中同步传播，形成“数字双胞胎”

运行模式，实现能源与人之间的互动、人对能源的智能控制、能源与能源间的多元互补和一体化调节。云化能源互联网是实现平台型能源生态服务和能源价值链管理的基础。

实现能源 IP 管理。主导或参与能源互联网标准、协议的制定；应用物联网及移动物联网感知技术，研究各类能源设备（包括但不限于生产、储能、输配设备及部分用能设备）的入网技术标准与模式；建立 IP 地址智能分配机制，为入网能源设备自动分配能源互联网 IP 地址，实现企业设备 IP 化管理；建立企业能源设备资产地图及自动发现机制，建立设备间关联影响关系（包括组成、聚合、承载、关联等）台账，实现标准化能源设备入网后的自动发现、自动建模、自动关联。未来，诸如屋顶光伏等分布式能源生产设备，以及新能源交通工具、智能电器、电脑等用能设备均可成为能源互联网的终端，每个区域、单位乃至个人的能源生产、消耗、碳排放和需求均可互联互通并转化为数字化坐标，生产生活中每一秒的能源需求均可被快速积聚并传导至生产端，形成最有效的能源生产供给。

实现分布式能源云存储。探索区域能源互联网，通过数字化管理平台划区域整合并管理分布式综合能源发电及储能设施，例如将大量建筑物或基础设施（包括但不限于社区、工业园等）产出的可再生能源整合成微型虚拟发电厂，采用氢存储等技术存储间歇式能源，构建微电力能源，形成类似信息互联网云存储的分布式能源云存储。

实现分布式能源云共享与智慧路由。进一步联通区域能源互联网，构建广域能源互联网，跨区域共享云存储中未被消纳的能源或由电力能源企业统一调度至需求侧，形成综合能源在电源及空间层面的多元互补和一体化调节；探索能源互联网智慧路由技术，结合能源互联网交易及统一调节，通过人工智能算法选择最优路由将综合能源从分布供给侧统一调度并输配至需求侧。例如，贵阳国家高新区屋顶光伏产生的富余电能，由高新区管理员通过电力能源企业 APP 确认后回收至乌当区能源云存储平台，观山湖区某新能源汽车智能换电站预测未来 24 小时内需要一定规模的电能补充，电力能源企业人工智能应用将乌当区、白云区能源云存储平台的绿色清洁能源优先共享至该新能源汽车智能换电站，这其中就包含高新区屋顶光伏产生的富余电能以及其它区域水电、风电等富余电能，最终，通过 IP 识别，电力能源企业与高新区及其它单位乃至个人实现利益共赢；再如：某建材企业通过电力能源企业能源生态电商平台分别从海南华能文昌风电厂、云南瑞丽市马存水电厂，以及贵州某企业光伏自备电厂协议价购电，在购电交易完成的同时，电力能源企业通过智慧路由技术计算最佳路由，以最低输配成本，自动按照交易协议将所购电能输配至需求侧。

实现能源智慧自适应。通过能源互联网，实现用电端的每一个家用电器根据能耗曲线设置最佳的开关时间并可随时进行远程遥控；建筑物能耗实时依据会议等活动的类型、人数和实时电价进行动态调整；城市的整体能源消耗和二氧化碳排放实时依据天气和时间变化进行需求侧编排以实现最优适配。

探索国际能源互联。探索通过跨国能源电商平台进行电力能源竞价与交易，将能源互联网运营标准及模式率先推广至周边国家乃至国际。通过大数据，分析周边国家用能需求动态及行业用能特点，为电力能源企业国际化企业战略及国家一带一路战略发展提供数字化平台支撑及数字决策依据。

（四）响应用电领域新能源数字化需求，把握生态重点环节

实现网络平台上基于充电力能源络等建设对所有车辆的属性信息和静、动态信息进行提取和有效利用，以及根据不同的功能需求，对车辆的运行状态进行有效监管和提供综合服务。借助现代化科技改善交通状况，以达到“保障安全、提高效率、改善环境、节约能源”为目的的智慧车联网建设。

打造智慧车联网。充分应用计算机、卫星定位、通信、传感等技术，建设集充电服务云、汽车服务云、能源服务云、大数据+增值服务云于一体的智慧车联网，实现海量充电桩接入，具备服务海量客户的能力，实现充电服务、充电设施运维、设备接入、客户支付、清分结算、电动汽车租售、出行服务、增值拓展、行业客户综合服务全环节智能化。

建设统一充电力能源络。充分融入国内快充网络建设，实现互联互通，协同建设形成“全国一张网”充电力能源络。以车辆、服务平台作为终端，依托无线通信技术，通过实现车与路、车与车主、车主与车主、车主与第三方服务商的有效连接，从而为车辆提供多种服务以及对车辆的有效监控。

提升充电服务能力。利用智慧车联网建设，建立“全国—省—地市—站—桩”五级充电力能源络监控体系。建设完善的抢修与客服体系，实现线上线下一体运营能力持续提升。

形成智慧车联网生态圈。实现数据共享、车辆共享、充电设施共享，实现智慧车联网各要素的互联互通、智慧车联网与能源网的互联互通、智慧车联网与交通网的互联互通、智慧车联网与信息网的互联互通。实现“车—桩—电力能源—人—交通路网—通信网—服务平台”之间深度互联互通的智慧车联网生态圈。

探索新能源汽车智能换电站与移动充电车数字化运营。探索新能源汽车智能换电站，为新能源汽车直接更换电池，解决充电桩充电速度慢等问题，突破充电技术屏障对新能源汽车发展的制约，与新能源汽车行业企业深度合作，主导或参与电池标准的制定，探索换电站数字化作业流水线，结合智慧车联网共同面向用户打造换电站移动数字化服务平台，并实时掌控车流量与换电需求供需关系；探索移动充电车模式，与交通及道路部门合作，在具备条件的道路及出入口设置充电车停泊港，为新能源汽车提供“移动加电车”（类似空中加油机），使新能源汽车的移动充电方式更加机动灵活，探索移动充电车数字化作业流水线，结合智慧车联网共同面向用户打造移动充电车数字化服务平台，并实时掌控车流量、时段及路段换电需求与供需关系，实现数字化的换电车循环出入港调度。

(五) 发展智能电价趋势预测，掌控电力能源市场的定价权

随着市场化被引入电力工业，在放松管制的电力市场，电力价格预测变成了所有市场参与者最有价值的利用工具。长期的电价预测对电力传输扩展的决策，分布规划和区域能源贸易都能产生积极的影响，中期预测的目的在于成功的将双边合同的谈判提供给供应商和消费者，而短期电力预测则在现货市场帮助企业实现利润的最大化。因此拥有一个有效和健全的价格预测方法对电力市场交易的企业就显得尤为重要。电价受到多种内因和外因的影响而不断波动，简单的基于时间序列的线性预测模型无法适用，而高级机器学习利用历史电价、社会经济因素等信息，通过样本学习模拟电价及其影响因素之间的关系，预测精度较高。

初步实现短时电价预测能力。通过深度学习算法，采用降噪 SAE 和随机邻居嵌入等技术进行在线小时前电价预测和日前小时电价预测。另一方面，从电力系统结构出发，采用自编码的无监督学习方式训练网络，模拟复杂平衡电力能源，进而构造短时电价预测模型，提高实时电价预测准确度。

探索提升中长时电价预测能力。通过人工神经网络技术、极限学习机、核极限学习机、人工智能优化算法技术、小波分解技术、ARMA 模型等方法，提出中长期电价预测模型，助力企业的未来发展。

(六) 实现智能交易需求响应，掌控电力能源市场的主导权

电力市场改革后，需要考虑发、输、配各环节运营与用户用能间博弈。强化学习算法对解决含不确定性的博弈问题具有一定的优势，并且模型的复杂度对算法的效率影响较小。在智慧能源基础上的需求响应研究已经成为国际研究热点之一。因为经济调度和需求响应都参与能源市场，并且时刻满足平衡约束条件，所以需要综合考虑两者的相互影响，建立供需互动模型，然而传统的集中式方法难以求解此类问题。可借助深度学习方法，判断市场需求。

优化发电商竞标策略。针对多主体参与的市场博弈问题，构建基于多代理的市场主体博弈框架，采用强化学习方法对发电商、售电商等主体在双边合同市场、集中交易市场的买卖电价、电量进行优化求解，提出基于强化学习的发电商竞标策略。

精准分析客户电力需求。通过对历史优化任务的有效信息进行知识存储，利用深度学习实现高精度的非线性迁移学习，并借助分布式计算优势，快速获得高质量的最优解。结合外部数据的预测对基于拟合 Q 迭代的批量强化学习方法进行扩展，用于客户电力需求响应问题。

(七) 完善客户统一服务机制，持续提升客户资源的粘合度

持续推进 95598、网上营业厅、实体营业厅等多渠道数据的统一与融通，制定数据标准规范，最终实现数据同源、多方共用；利用人工智能技术，优化客服交互方式，提升交互效率，为用户提供各方面的个性化服务。

建设智能“营业厅”。智能营业厅需围绕自助化、智能化、人性化、无人化的发展要求持续完善，集成智能客服、智慧用电展示等功能，实现服务业务自助办理、自动分流，提高工作效率，提升服务体验。打造智能业务办理云终端，实现电费查缴、业扩报装、电子发票打印、远程坐席互动等业务自助办理；利用人工智能技术，研制智能机器人，为客户提供咨询、导航、业务处理和互动服务；通过 VR 技术，融合智慧用电场景信息，展示智慧用电成功案例，引领新型客户服务模式；打造统一管控系统，对各类终端进行实时监控管理，确

保设备使用安全可靠、节能高效。

打造智能客服。优化智能客服，实现工作效率提升，利用已有客服数据，打造数据分析模型，预判客户需求，精准识别问题，配套成熟解决方案，从而提升客户服务质量，让用户享受到更加快捷优质的服务。结合使用语音识别、语义解析等技术，对接智能客服和人工坐席，提升业务分流效率，提升客户服务能力。

探索智慧营业模式。运用人工智能和大数据分析技术，搭建智慧营销业务管理模式，融合业务创新、业务协同、现场操作、决策支撑等场景，提升营销业务管理水平，拓展营销业务服务场景。利用移动导航、图像识别、电子签名等技术，结合移动端 APP 的部署实施，实现现场作业场景全流程全链路的数字化管理和实时监控，推动各项业务高效协同，保障作业操作安全可控；通过对实时采集用电信息的建模分析，对移动作业人员提供数据辅助支撑；结合人工智能和边缘计算技术，实现对异常数据的智能化识别和定位，提高异常处理效率，提升异常处理准确度；通过对电力客户数据的采集分析，运用人工智能和物联网技术，实现对电力客户的精准画像，从而实现异常监测和态势感知，实现基于实时、海量量测数据的用电状态感知和异常预警。

ESTC 中国评测

十、内部生产和管理端数字化转型重点策略与愿景

(一)发展智慧监测巡检技术，实现资产运维降本增效

提高输电线路智能运维水平。加快推进先进技术与装备的应用，推行“机巡+人巡”模式，充分发挥直升机、无人机、巡线机器人以及人工巡检各自的特点，针对不同的任务需求、环境特点，采取适当方式开展线路巡检，提高输变电智能化运维水平和效率。至2020年，基本实现“机巡为主、人巡为辅”的协同巡检，计划巡视中机巡占比不少于60%，重要输电线路直升机、无人机巡检全覆盖（特殊区域除外），形成功能定位清晰、标准体系健全、运营模式科学、装备配置合理、作业效果显著的常态化线路巡检。

实现智能监测。基于物联网感知技术，在电力能源生产管理数据的基础上，融合各类设备在线监测、离线检测、运行工况、巡视维护、移动终端等数据，以及卫星监测、气象、地质、水文等环境信息，构建电力能源设备全维度状态监测网络，实现设备全生命周期数据的完整获取，全工况运行参数的感知测量，全场景影响要素的信息交换，为电力能源设备的精益化管控奠定基础。

实现智能巡检。积极利用直升机、无人机、两栖机器人、巡视机器人等技术开展电缆隧道、变电站等电力设备、输电线路以及配电所/开闭所等巡视，自动采集红外测温影像、紫外影像、红外测气体泄漏影像、超声局放性、特高频局放信号，以及油中溶解气体图谱、介损电容量、暂态地电压、可见光影像及音频等信息，利用新一代人工智能技术、数据智能化处理技术，构建企业生产巡检数据集中管控平台。

(二)发展智慧态势感知技术，实现安全防范未雨绸缪

在当前电力设备、电力能源状态评价的基础上，充分利用大数据及人工智能技术，形成状态评价模型的自动学习、持续迭代、自我完善及异常诊断，实现对设备、电力能源实时或准实时的态势感知，快速准确地判断出系统安全状态，并基于系统安全属性的历史状态，为运行控制人员提供较为准确的运行趋势；通过超前预测的功能，在事件发生之前进行预测，为电力能源运行管理人员制定运行策略和防御措施提供依据，做到事前防范；通过采用先进算法等方式，使智慧态势感知系统具有自学习和自适应能力，能够智能化地感知电力能源运行状态，实现电力能源运行态势的智能化告警；能够检测和预防电力能源事故，并能够高精度地检测出未知的和潜在的电力能源运行风险，提高对电力能源运行的掌控能力；动态灵活的调整和控制配电系统的运行状态，使整个电力系统状态朝向有利方向发展。

充分利用大数据和人工智能技术，从全局视角实现设备状态的实时评价、设备缺陷的精准识别、设备风险的提前预警、设备趋势的模拟预测，最终要实现智能配电力能源自愈控制，智能配电力能源的自愈可以实现电力能源正常运行时的优化与预警，故障情况下的故障诊断、网络重构与供电恢复，极端情况下与主网解列并依靠系统中的分布式电源及储能装置独立运行。

(三)发展智慧装备作业技术，满足能源安全可靠要求

智能装备是智慧运行的基础和前提，智能装备主要体现在装备自身具备智感、智测、智控等能力，达到减少人工干预、提升自身性能、减少处理成本、快速恢复供电等目标。因此，未来智能装备应用发展方向是数字化、集成化、标准化、模块化，具备满足电力能源安全和可靠性需求的更高性能、适应智慧化发展的更多功能、体现精益化要求的更佳结构。

发展智能机器人和机械装备技术。通过研发或者应用智能工业机器人、智能服务机器人、特种和专业机械设备、施工作业辅助机械设备等设施，实现机器人代替人力，减少劳动力投入，提高效率的同时也能保证工艺和质量。

发展智能运载和飞行工具技术。基于空间定位、车载感知、自动驾驶、自动交通控制、车联网、物联网等技术，实现重型物资运输车、无人机、无人船等运载工具智能自动控制使用，提升工程实施效率。

发展虚拟现实与增强现实技术。应用高性能软件建模、内容拍摄生成、增强现实与人机交互、集成环境与工具等关键技术，展现实景和收集数据，为安全培训交底、精准判断和智能快速决策提高支撑。

按照智能化、移动化、协同化发展方向，应用物联网、移动互联、北斗定位技术与智能穿戴设备等开展辅助作业，构建“互联网+”智能作业综合管理平台。利用机器人作业，降低设备及人员的成本与风险，保障电力能源安全稳定运行。

(四)打造调度台上智能顾问，实现企业调度业务协同

基于大规模云计算集群的电力能源实时运行数据中心，构建调度人工智能指挥平台，打造“调度台上的智能顾问”，可以有效的分析和调控电力系统，在一个平台上实现企业调度业务的协同应用，全面支撑调度台日常各类调度指挥业务。

实现新能源智能监测、预测与调度。随着风电、太阳能发电、沼气等新能源的迅速发展，大量新能源电力要并网接入，智慧调度要实现新能源监测、新能源功率预测、新能源调度等功能，与现有常规电力调度自动化系统兼容互补，使电力能源企业能够实现对新能源的可监视、可预测、可计划、可控制的调度管理，避免新能源对电力能源的间歇性冲击，保证电力能源平稳运行。

面向电力资源配置进行预测与优化。利用人工智能技术对电力资源配置进行预测与优化，通过网络收集并分析用户所在建筑的能源消耗数据，将结果反馈给电力能源，电力能源可据此制定相应的调度策略，达到节约能源，避免超载的目的，充分应对电力消费的多样性，实现将电力控制权交还给了电力使用者。

实现智能故障处理决策。当电力站发生故障时，需要短时间内进行信息处理和分析并做出正确的故障处理决策，电力能源的智能调度系统可以更加精准和及时的对故障分析和处理，更加快捷方便了解电力能源的运行状态，保证电力能源的运行安全。

(五)打造综合智慧运行体系，提升生产指挥穿透能力

依托综合智能机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等多种智能技术的应用，将各类视频图像信息、音视频通讯设施等应用于生产、调度、质量监管、安全生产风险防控等工作中，通过将调度部门、生产部门与生产现场紧密互动，内外部大数据充分整合利用，进一步提升电力能源企业对现场业务的掌控力，构建多层级智能化生产监控体系，实现“设备状态可知、执行过程可视、作业环境可见、绩效指标可现”，提高设备风险管控能力，提升生产指挥穿透力，对于重大专项行动、突发事件，可以实行扁平化指挥，快速处置响应，进一步提升应急处置响应力。

未来重点发展现场场景的全息展示、决策过程的全程可视、风险成本的全程可控、指挥决策的高效穿透，实现设备状况一目了然、风险管控一线贯穿、生产操作一键可达、决策指挥一体作战。

(六)打造智慧资金管理体系，落地资源统筹精益管理

运用自然语言智能识别、语义解析等技术，实现智能人机交互，充分运用智能化、自动化技术，促使业务结算服务更加便捷高效，建立风险识别数据模型，提升财务风险预测识别能力，构筑资金安全新防线。通过对资金结算的深入分析和把控，从根本上明晰企业的发展现状，实现对公司经营情况的精准分析、决策支撑、资源统筹和精细管理。

实现智慧资金结算。运用人工智能、大数据等技术，实现资金支付智能排程、资金变化实时跟踪、业务稽核实时显示、违规业务智能防范，结合历史大数据分析成果，形成更加智能高效的资金结算服务。

实现重点客户分析。通过历史大数据分析，结合资金收支等关键信息，结合客户与公司的资金往来趋势，形成客户画像，及时预警可能存在的风险。

实现优秀供应商遴选。结合供应商与公司的资金往来趋势信息、供货信息等关键数据，遴选优秀供应商，促使公司利益最大化。

优化部门资金配置。记录并分析收支情况，实时追踪重点资金收支情况，对资金使用过程进行分析监管，对公司资金配置开展深度优化。

识别优秀员工。依据员工数据进行精准画像，确定重点培养对象，为人才选拔与培养提供决策支撑。

(七)加强新型财务技术应用，提升业财流程运转效能

加强新技术新手段在财务工作中的应用，推动传统型财务管理向智能财务管理的转型。以自然人分布式光伏兴起为代表的新型业务工作量大、业务处理时间紧迫，将财务人员牢牢束缚在繁重、重复的工作中，且无法保证业财数据的质量。财务机器人通过模拟人的操作，根据预先设置的业务处理模型，实现业务的自动化处理，以虚拟员工的形式参与企业的财务运转，可以加速业务流程的流转，减少人力成本的投入，从而加快财务管理从传统型向智能财务转变。

针对电力企业典型业务场景，运用 RPA（Robotics Process Automation）技术，实现

基于事先设定的业务处理模型，以虚拟劳动力的形式在现有信息技术系统中进行业务处理，完成预先指定的目标的形式。探索与人工智能等技术的结合，通过机器人深度学习、图像识别技术和语音交互技术，实现结构化与非结构化数据以及纸质单据的处理功能，进行高级别的预测分析。根据财务业务域的事项难易程度进行分类管理，包括：

初步实现基础类会计的全面智能化。针对报销、制单、整理和传输等简单、重复性高的会计工作，推进以图像识别为代表的人工智能等技术，促进会计凭证中原始单据的电子化，未来逐步取代基础类会计中人的参与。

提升管理类会计的智能化水平。在报表稽核和审计方面，运用 RPA 技术，凭借明确的业务规则，代替传统的管理人员进行事务处理。

探索专家型财务管理。针对复杂财务管理的过程描述、诊断、分析、验证等工作，并最终为财务管理的决策提供依据。运用人工智能技术，探索实现包括资金的运作、投融资风险管理、财务成本分析、业务预算制订和其他人员会计工作情况考核，将财务控制制度深化到企业业务的全过程，做到为企业的业务工作或者个人提供更加专业可行的财务分析决策和投融资意见。

(八) 创新智慧内控监测方法，提升运营风险防控效能

通过人工智能、大数据挖掘等技术手段，绘制业务行为画像，实现重点、热点问题的在线智能监测、追踪，运用机器学习技术创新智能内控方法，提升内控智能化、集成化水平，提高风险内控监测效率和效果，实现内控管理全业务覆盖、全过程管控、全员化应用。

提高风险控制能力。针对各个风险控制点，建立有效的风险管理。通过风险预警、风险识别、风险评估、风险分析、风险报告等措施，对财务风险和经营风险进行全面防范和控制。

实现不相容岗位分离控制。明确职责权限，形成相互制衡机制。主要包括：授权批准、业务经办、会计记录、财产保管、稽核检查等职务。

提高授权批准控制能力。明确规定涉及会计及相关工作的授权批准的范围、权限、程序、责任等内容，单位内部的各级管理层必须在授权范围内行使职权和承担责任，经办人员也必须在授权范围内办理业务。

提高会计系统控制能力。明确会计凭证、会计账簿和财务会计报告的处理程序，建立和完善会计档案保管和会计工作交接办法，实行会计人员岗位责任制，充分发挥会计的监督职能。

提高预算控制能力。加强预算控制、执行、分析、考核等环节的管理，明确预算项目，建立预算标准，规范预算的编制、审定、下达和执行程序，及时分析和控制预算差异，采取改进措施，确保预算的执行。预算内资金实行责任人限额审批，限额以上资金实行集体审批。严格控制无预算的资金支出。

提高财产保全控制能力。限制未经授权的人员对财产的直接接触，采取定期盘点、财产记录、账实核对、财产保险等措施，确保各种财产的安全完整。

提高内部报告控制能力。建立和完善内部报告制度，全面反映经济活动情况，及时提供业务活动中的重要信息，增强内部管理的时效性和针对性。

(九) 聚合人工智能办公技术，提升员工沟通协作效率

聚合现有各类办公应用、各种信息渠道和人工智能等新兴技术，提升沟通协作效率。通过连接与工作相关联的任何人、事、物，实现电力能源运行情况一手掌握；提升办公便捷性，为用户带来极致的体验；大幅提升员工办公与沟通效率。

聚焦提升办公效率和用户体验，以连接人、连接业务、连接园区、连接设备、连接知识及生活为核心理念，融合云大物移智先进技术，以场景为中心，实现多端多源数据融通共享。统一移动端、PC 端入口，聚合 OA、会议、用车等各类办公应用，支撑员工高效办文、办事、办会，便捷协同工作，一站式数字化办公。聚合企业内现有的各类办公应用、信息渠道，发展人工智能等新兴技术，通过 PC、手机、平板、电脑等多种终端的安全接入，链接人、业务、设备、知识及生活，聚合及新建各类移动应用。

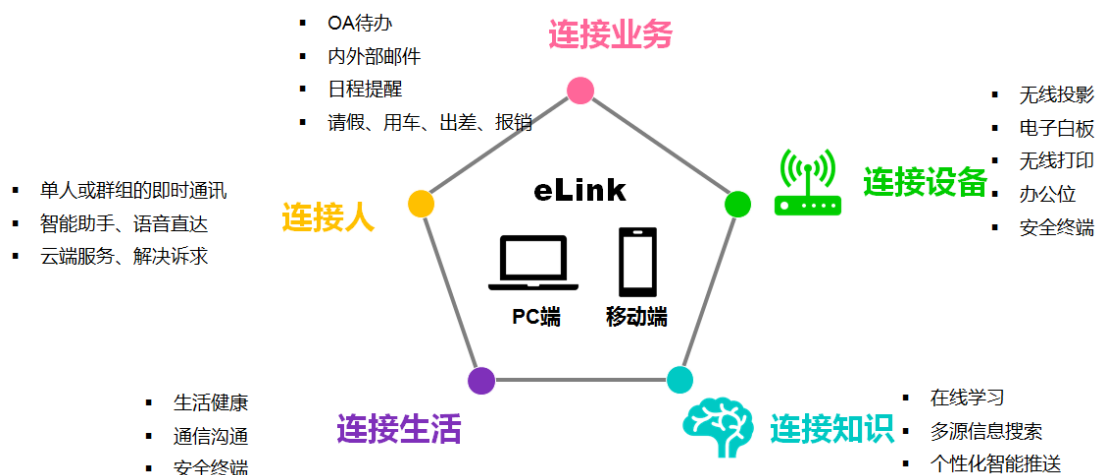


图 10-1 数字化综合办公示意

(十)推进智慧工程建设管理，解决工程监管管控难题

随着电力能源工程规模的不断扩大，智慧电力能源工程建设管理以信息化为基础，以数字化为贯穿，以智能化为特色，逐渐成为解决电力工程监管和管控难题的有效手段之一。综合采用无人机、远程监控、物联网、人工智能和虚拟现实等先进技术，围绕电力能源工程远程监控和现场管理，实现智慧电力能源工程建设管理。

智慧工程设计。基于BIM技术对工程进行精确设计和施工模拟，推动工程设计数字化。推动预制装配式建筑设计方案建设，推动建筑构件工厂化生产。建设虚拟化模型，将设计与施工方案动态模拟，优化设计科学性。

智慧工程管控。建立互联协同、智能生产、科学管理的施工项目信息化生态圈，并将在虚拟现实环境下数据与采集到的工程信息进行对比分析，提供趋势预测及专家处理预案，实现工程施工可视化智能管理。以提高信息化水平，将3S、VR/AR、AI等技术植入到工程、施工机械、人员穿戴设备、场地关口等各类物体中，实现普遍互联，并与互联网集成，推动工程施工机械化、工程管控智能化、工程数据平台化，打造现代化的智慧项目和智慧工地，创新基建项目管理模式，提高工程建设管理效率和综合效益。

(十一)持续完善数字基础平台，促进智慧企业持久发展

电力能源企业数字化转型在顶层架构方面应首先建立“云大物移智”等新一代技术支撑平台。新一代技术支撑平台的建设内容主要包括多云模式的云计算平台、大数据云化服务平台、人工智能支撑平台、物联网平台，以及基础设施和网络安全层面的数据“大传输”、智能网络安全防御及智能IT运维。在此基础上，整合覆盖电力能源生产、管理、运营的已有业务应用，建设新型智慧应用，包括运营智慧应用、生产（电力能源）智慧应用、能源生态智慧应用，以及与上述应用相对应的移动应用，有序推动公司数字化转型：

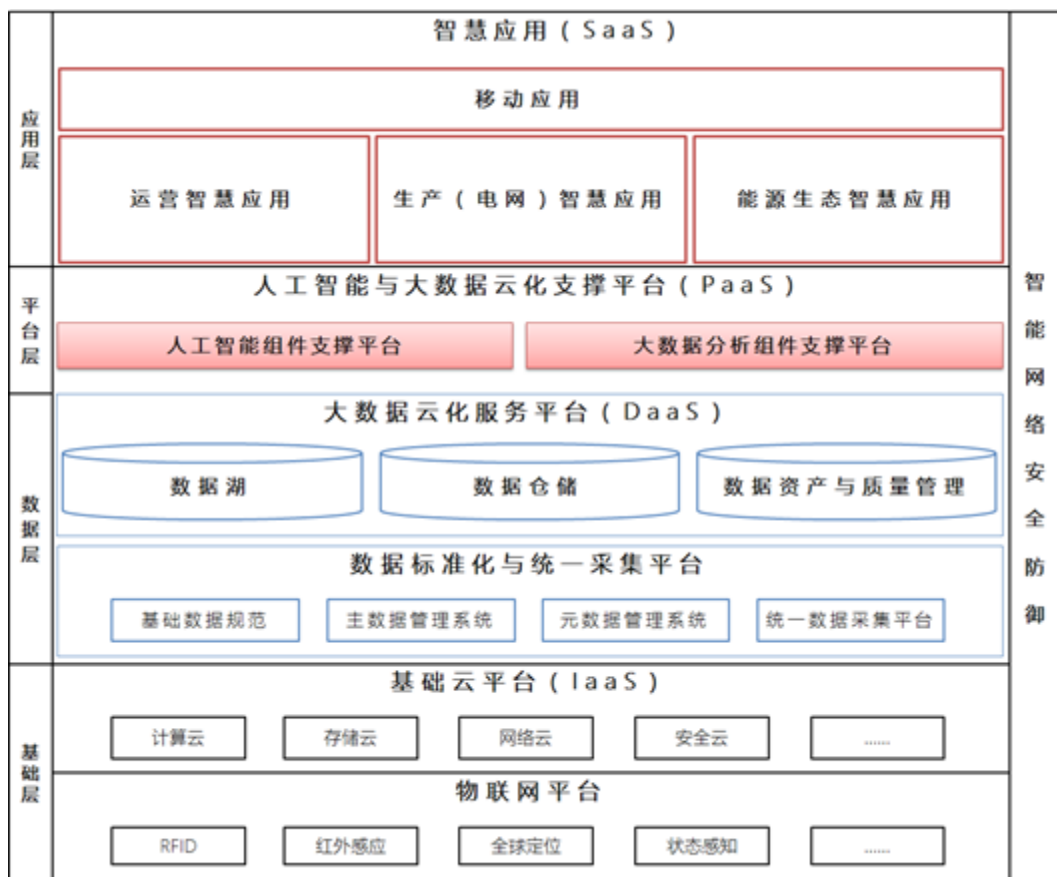


图 10-2 电力能源企业数字基础平台顶层架构

应用层是电力能源企业数字化转型面向内外部用户的前端应用，包括运营智慧应用、生产（电力能源）智慧应用、能源生态智慧应用三类智慧应用，以及与之相对应的移动互联网应用。

平台层实现业务便捷，灵活的选择组件及能力，快速实现云开发业务，涵盖人工智能（AI）、大数据、物联网和移动应用组件，重点是人工智能（AI）和大数据应用组件，为应用层提供多种新技术与业务融合的开发环境，分类提供面向各类不同业务的基础、常用算法组件支撑和大数据分析工具支撑。

数据层是数字化转型架构的数据承载层。在统一数据标准与采集方式的基础上，对内外部数据进行统一采集、清洗、存储、整合、归集、共享，构建高质量的业务专题数据库，进行大数据关联分析和数据挖掘。数据层应具备组件化、高扩展、高性能等特点，可快速响应业务变化，满足电力能源企业数字化转型过程中业务发展和变化的需要。

基础层包括多云模式的 IT 基础云平台，以及企业数据接入的基础设施及网络，是数据接入的主要通道，确保企业数据源的全面采集，支撑基于边缘计算、雾计算等物联网设备及应用。

加强云计算、大数据、物联网、移动应用、智能控制等关键技术的融合应用，支撑服务智慧能源发展。建设完善云平台架构，提升存储、计算、网络、安全等资源的云服务能力；持续完善大数据平台能力建设，持续提升数据存储、分析、利用能力；推动物联网建设，提升设备状态智能感知与数据汇集能力；扩展移动端业务功能，强化用户接入能力，提升应用便捷性；应用成熟的人工智能组件，支撑智慧应用的不断创新。

1. 云计算平台

依托于公司目前正在规划建设的云计算平台，按照“统一规划、统一设计、统一建设”原则开展适应电力能源需求的“云-雾-端”多级、多云协同云计算架构设计。

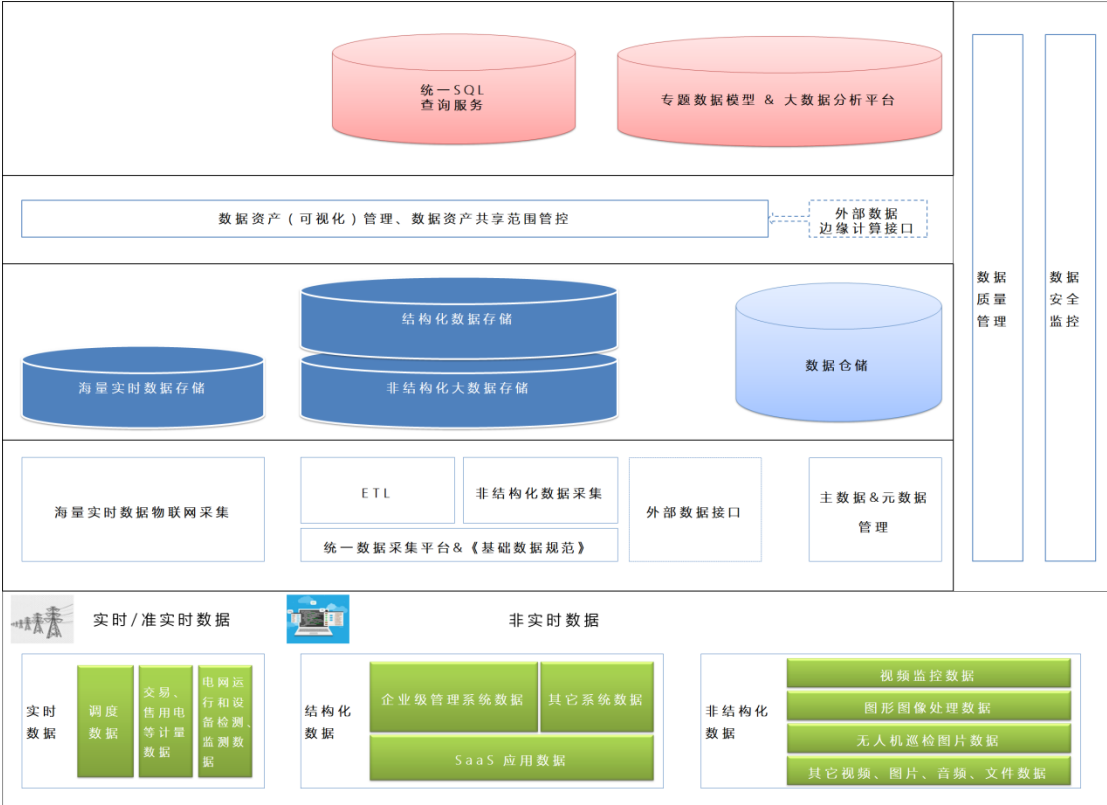
多云架构。形成电力能源企业计算云、存储云、网络云、安全云等多云架构体系。

人工智能基础设施。搭建面向人工智能技术的 GPU 集群；全面引入 TPU、FPGA 等人

工智能芯片，满足高性能、大规模的人工智能计算需求。

2. 大数据云化服务平台

构建面向公司的大数据云化服务体系，统一数据标准，统一数据采集，打造大数据湖，形成数据资产，打造大数据分析平台，实现面向企业的大数据云化服务。



数据标准化与统一数据采集。数据标准化的建设内容包括《电力能源企业基础数据规范》、主数据管理系统（MDM）和元数据管理系统。其中：《电力能源企业基础数据规范》是企业各类数据采集、存储、管理、归集、应用全过程的基础标准，其内容主要包括用于描述数据基本属性的数据元规范、用于描述数据取值标准的代码集规范，以及数据规范维护管理办法，《电力能源企业基础数据规范》分为管理类、生产类、经营类；与《电力能源企业基础数据规范》相对应，建设主数据管理系统（MDM）和元数据管理系统，通过数字化手段将数据规范加以落地。

在数据标准化建设的基础上，建设统一数据采集平台。依据《电力能源企业基础数据规范》，进一步从“数据结构、采集时效性、数据类型与来源”三个维度明确数据采集的技术标准与方式方法，如：对于实时性要求相对较低的结构化数据和非结构化数据，分别通过ETL 程序采集、智能设备传送等方式，从企业级管理系统、作业现场进行采集；对于调度、计量、电力能源运行监测等实时性要求较高的数据，通过物联网感知设备进行采集。

大数据湖与数据仓储。大数据湖是建设在统一数据采集平台之上的企业数据集中存储平台，分为非实时数据结构化存储、非实时数据非结构化存储、海量实时数据存储、外部数据存储四个组成部分，均采用分布式存储架构进行设计。其中：

非实时数据结构化存储主要用于存储从各类企业管理系统中采集的结构化数据，以及由非结构化数据转化而成的结构化数据，可采用结构化数据库，适用于数据量较大的快速分析和查询；

非实时数据非结构化存储主要用于存储视频、图片、音频、文件等非结构化数据，适用于数据量巨大的存储和大规模计算；

海量实时数据存储主要用于存储由物联网设备采集的高实时性、较短生命周期数据，采用结构化和非结构化混合存储架构；

外部数据存储主要用于存储与外单位交互，且条件允许电力能源企业本地进行存储的数

据。

在大数据湖的基础上进一步建立数据仓储模型，形成数据仓储平台，为业务部门提供标准化数据支撑，实现数据集中管控、打通信息交换壁垒、提高数据覆盖深度。大数据仓储可依据电力能源企业业务，细分为面向具体业务领域的数据存储，如财务共享数据中心等。

数据资产与数据质量管理。建设数据资产管理平台，不断拓展公司现有数据资产管理平台元数据、数据目录管理、数据开放共享范围管理等功能，采用边缘计算模式接入外单位可共享的分析结果型数据，综合以上方面共同实现数据资产的可视化管理，全面提升数据资产供给能力，推动数据资产管理向全公司、全领域、全业务方向发展，形成科学化、体系化、实用化的数据资产管理技术支撑能力。

在数据标准化建设的基础上，分专业加强数据质量优化技术与管理机制，实现数据处理全过程安全监控。

规范数据资产服务标准，促进数据资产管理平台成果转换及推广应用，支撑大数据平台建设，为电力能源企业及外部行业提供数据开放共享服务，支撑各业务部门、各单位的智能化建设。

数据云服务与大数据分析。在数据资产与数据质量管理平台的基础上，构建数据云服务平台（DaaS）。实现面向企业的统一数据查询服务；推进企业大数据分析平台技术架构优化，完善和升级结构化数据分析支持能力，拓展非结构化数据、时序数据、空间数据处理、基础分析能力；拓展建设面向人工智能的标准数据集，实现企业人工智能训练数据集的统一集中管理，建设面向各个专业领域的专题数据模型和专题数据库，为公司企业级人工智能应用提供基础数据服务。

3. 人工智能支撑

构建人工智能专题工具平台，建立智能应用组件化技术开发标准，将企业管理、生产、经营常用的人工智能算法封装成基础工具组件，面向企业提供基于云化平台的人工智能技术组件支撑服务（PaaS）。

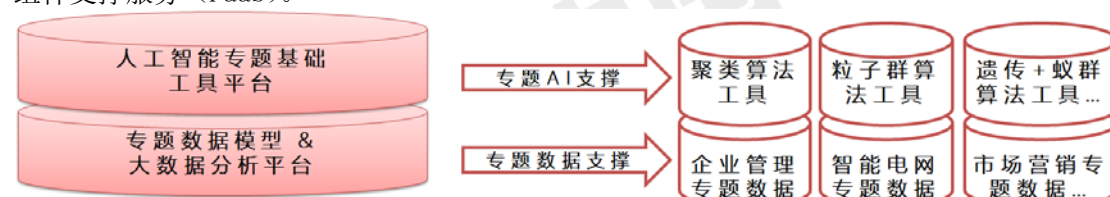


图 10-4 人工智能支撑示意

人工智能技术创新体系。未来，电力能源企业总部及各子公司可在人工智能支撑平台和数据云服务的基础上，根据自身业务特点，自由创新智慧应用，形成企业开放式的人工智能技术创新体系。同时，通过电力能源企业智慧应用商店和门户平台的建设，形成电力能源企业智慧应用开放共享、共同进步、持续创新的良性生态圈，由不断丰富的智慧应用循环生产数据、持续产生新的企业智慧。

4. 统一物联网

充分运用物联网传感技术，不断拓展生产环节设备运行数据采集范围；建立统一数据交互机制，结合移动互联网技术，对各业务系统管理与经营业务流数据进行规范化采集，让现有的业务数据“活起来”。综上保障数据采集的时效性、准确性和可信度。

研发智能化设备、物联网监测传感器，建设企业统一的工业物联网，实现输电线路状态监测、变电站监测、配电信息采集等方面的物联网数据感知；聚焦电力能源企业运营管理关键指标，开发企业统一的业务系统数据采集应用。

5. 数据“大传输”

全面构建各个层级的数据传输通道，确保前端采集的数据资源与后台反馈的信息指令及时传输交换。采用先进的数据传输技术提升信息交换与决策反馈效率，形成对大数据后续挖掘与运用的重要支撑。

综合数据网。构建网、省及部分试点地市的调度数据网双平面覆盖，优化网络结构和组网带宽；采用骨干综合数据网、地区综合数据网两级网络架构，建设完善“扁平化”综合数据网，满足业务系统数据大集中和云计算虚拟化服务发展要求。

电力通信网。加强电力通信光缆覆盖，优化电力通信网络架构，建设“广域覆盖、高速宽带、安全可靠、适度超前、技术先进”的电力通信网，满足智慧能源通信需求。

6. 网络安全智能防控体系

基于人工智能技术，推动实现智能检测、智能防火墙、智能入侵检测、网络安全态势感知等智能网络安全防护能力发展，最终实现对网络安全态势全面监控和精准监测，对网络安全事件快速响应和主动干预，对网络安全防控体系自我学习和持续完善。

数据监测。通过深度学习，实现对网络内数据进行智能识别，自动监测敏感信息、安全信息，保障数据安全可控；

智能防火墙。集成防火墙、VPN、应用与身份识别、防病毒、入侵防御、虚拟系统、行为管理、应用层内容安全防护、威胁情报等综合安全防御功能，实现病毒云查杀、未知威胁感知分析等智能协同防御功能，打造基于智能网络安全防御体系的下一代智能防火墙；

入侵检测智能化。利用神经网络和遗传算法，实现入侵检测智能化，提升检测效率，提高检测质量，抵御新网络环境下的入侵威胁；

安全态势感知。利用人工智能和大数据分析技术，综合外部网络安全信息、内部网络日志、安全日志等各类信息，构建分析模型，对网络安全运行状态进行实时分析监测，感知网络安全态势，预测网络安全变化趋势，实现对网络安全态势的全面感知。

7. 智能化运维体系

改善运维数据采集方式，实现问题快速定位和故障识别，提供智能辅助判断支撑，整合管理运维数据，搭建运维管理软件平台，提高 IT 运维智能化、自动化水平，提升运维效率，降低工作负荷，构建智能化运维体系，提升信息化运维管理的智能化和自动化水平。

通过智能模型和机器学习技术，建立全新的智能化运维体系。通过采集生产系统数据，进行特征提取，构建训练模型，最终建立分类与预测模型；在运维过程中通过对指标数据的科学评估，对整个 IT 体系的状态进行准确识别，从而实现问题的精准定位和解决。

专业就是实力

北京（总部）

地址：北京市海淀区紫竹院路66号赛迪大厦（邮编：100048）

电话：010-88559238/9373

邮箱：service@cstc.org.cn

官网：www.cstc.org.cn

深圳（分支机构）

地址：深圳市南山区高新中一道9号软件大厦611

电话：0755-26745456

广州（分支机构）

地址：广州市天河区猎德大道48号尚东美御202房

电话：020-88520807

无锡（分支机构）

地址：江苏省无锡市梁溪区南湖大道501号扬名创智园G栋3楼

电话：0510-85406995

