

《智慧能源白皮书》完整版来啦！

2021年3月5日的政府工作报告强调，推进能源等基础性行业改革、扎实做好碳达峰、碳中和各项工作，智慧能源发展再次提速。近日，百度AI产业研究中心、百度智能云联合赛迪顾问发布的**《智慧能源白皮书——拥抱数字时代，育先机开新局》**，为能源行业的**数字化和智能化变革**提供参考。

白皮书分析了能源行业机遇与挑战并存的发展趋势，在业内首次提出**智慧能源生态体系和智慧能源架构**，就智慧能源的创新**应用场景、建设实施路径**和方法，以及未来发展的重点措施做了系统梳理。当下，我国能源互联网的建设整体处于信息化向智能化迈进过程，智能化技术将成为能源数字化转型关键。

白皮书内容如下：



智慧能源白皮书

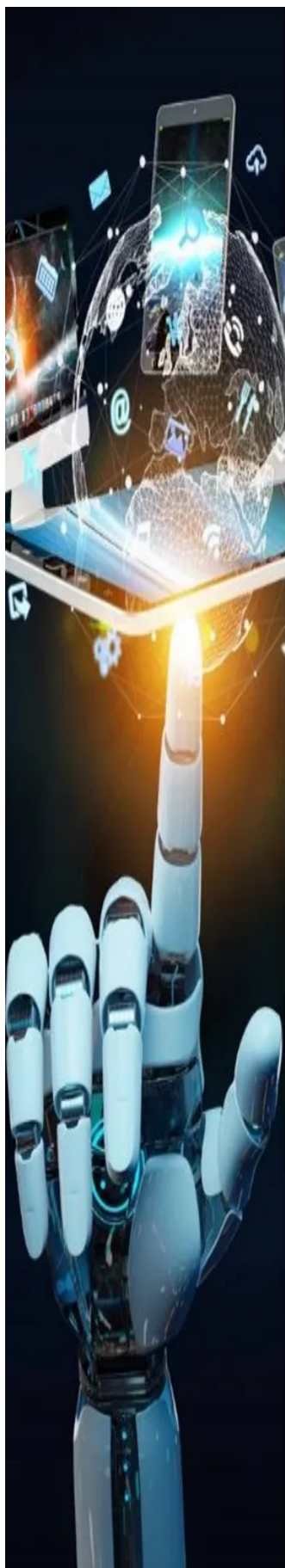
——拥抱数字时代，育先机开新局

赛迪顾问
思维 创造 世界

Baidu 百度 AI 产业研究中心

百度智能云

2021年1月



目录

第一章 变革加速，能源行业机遇与挑战并存	1
（一）能源行业面临着转型挑战	2
（二）新一代信息技术引领新一轮产业革命，加快能源革命步伐	5
（三）数字技术创新能源新模式新业态，助力能源绿色变革	7
（四）智能化技术将成为能源数字化转型关键	9
第二章 数字科技助力智慧能源建设	11
（一）智慧能源体系	12
（二）智慧能源架构	14
第三章 智慧能源应用场景持续创新	17
（一）智慧生产	18
（二）智慧营销	28
（三）智慧管理	32
第四章 智慧能源建设实施路径与方法	37
（一）总体方法	38
（二）具体步骤	40
第五章 智慧能源发展重点措施	50
（一）组织数字化能力评估	51
（二）统筹智慧转型咨询规划	51
（三）共建智慧能源合作生态	52
（四）完善智慧基础设施建设	52

第一章

变革加速，能源行业机遇与挑战并存

- 能源行业面临着转型挑战
- 新一代信息技术引领新一轮产业革命，加快能源革命步伐
- 数字技术创新能源新模式新业态，助力能源绿色变革
- 智能化技术将成为能源数字化转型关键

— 能源行业面临着转型挑战

碳中和愿景将加速推动能源清洁低碳转型。2020年9月22日，我国向世界郑重宣布，“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”。能源活动产生的碳排放占我国二氧化碳排放总量的比重超过90%，占温室气体排放总量的70%左右。中国从碳达峰到碳中和只有30年的时间，远低于发达国家的60~70年时间，能源转型和碳减排承受较大压力。在2060年实现碳中和目标对于能源行业清洁低碳转型既是挑战也是机遇，需要能源供给侧和消费侧协调一致，通过大幅提升能源利用效率和大力发展非化石能源并举，以更低的能源消耗支撑我国经济社会发展目标的实现和居民生活水平的不断提高，进而加快实现由高碳向低碳，再由低碳向碳中和的转变。预计碳达峰和碳中和目标会分解至省内各级行政区域及行业，逐步落实到企业，将对企业生产经营和可持续发展提出新要求。



能源绿色高质量发展仍面临油气依赖进口、新能源消纳难等问题。根据国家统计局数据显示，2020年上半年，我国生产原油9715万吨，进口原油2.69亿吨，生产天然气940亿立方米，进口天然气4836万吨。国内油气产量增长不能满足经济社会发展带动的油气需求，导致油气进口量持续偏高。根据国家能源局数据显示，2006年到2019年，风力发电装机由207万千瓦增长到21005万千瓦，增长了100倍，发电量增长了71倍。太阳能发电装机由2011年的220万千瓦增长到20468万千瓦，增长了92倍，发电量增长了373倍。但风电、光伏发电受自然条件影响，存在较大的波动性，大规模并网后，给电力系统的调度运行带来挑战，新能源发展面临消纳难题。我国能源市场结构和市场体系深层次问题仍很突出，能源政策对能耗和排放的要求愈发严格，长期形成的粗放发展方式亟待加快转变。

能源行业利润普遍大幅下降，经营压力激增。近年来某些地区的电煤价格稳步增长；与此同时，受电力零售业的市场化影响，煤电、气电标杆上网价格在一些地区有所下降；发电小时数常年处于低位；2020年受新冠肺炎疫情的影响，全国能源需求整体下降。煤价、气价、电价等外部因素的变化进一步加剧了传统电力企业的经营压力。根据国家统计局数据显示，2020年1-6月，煤炭开采和洗选业利润总额同比下降31.2%，石油和天然气开采业利润总额同比下降72.6%，石油煤炭及其他燃料加工业利润总额同比下降124.1%，远超过全国规模以上工业企业实现利润总额降幅（-12.8%），石油、煤炭及其他燃料加工业由同期盈利转为亏损。

经济增长方式转变，能源需要适应市场多元化需求。随着我国产业结构全面调整，经济高质量发展，能源需求将从工业用户绝对占比向工业、建筑、交通（新能源汽车）等用户多元需求转变。建筑和交通用户的用能方式更加多样，负荷特性更趋分散、灵活多变，对能源品质、传输配送、时空及时衔接提出更高的要求。当前能源供给高效满足多元化能源需求的难度日益增大。随着城镇化进程进一步加快和产城融合加速，我国能源需求仍将以城市为核心、以园区为主要载体，更加需要清洁低碳、安全高效的能源体系。

“四个革命、一个合作”的能源安全新战略，重塑能源行业形态。

2014年6月，中央财经领导小组第六次会议提出推动能源消费革命、能源供给革命、能源技术革命、能源体制革命和全方位加强国际合作。全面系统的能源革命战略思想，深刻揭示了世界能源发展的大趋势、大逻辑，从全局和战略的高度指明了保障我国能源安全、推动我国能源事业高质量发展的方向和路径。2020年10月29日，《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》明确提出，推进能源革命，完善能源产供储销体系。能源革命在国家发展规划中被明确提出，意味着国家已将能源发展问题融入社会经济发展全局统筹。能源革命的深入推进，将对能源行业消费侧、供给侧、技术侧、体制侧产生深刻变革，推动能源消费形态从被动式消费到主动式消费转变；能源供给从清洁占比较低到全面清洁转变；能源技术从传统技术到新兴技术融合转变；能源体制从以计划为主到以市场为主的转变。

二

新一代信息技术引领新一轮产业革命，加快能源革命步伐

第四次信息革命的到来，数字经济成为经济发展主要驱动力。新一轮科技革命和产业变革加快推进，数字经济成为世界各国竞相发展的新高地，中国数字经济发展方兴未艾，已迈入蓬勃发展阶段。以数字经济为代表的科技创新要素成为催生新发展动能的核心驱动力，数字要素创造的价值在国民经济中所占的比重将进一步扩大。在数字经济驱动下，各行业加速构建更加智慧的生产、经营、管理体系，数字化也成为我国经济供给侧结构性改革的重要抓手，并将持续推动“数字中国”建设以及经济社会高质量发展。

新基建加大行业数字化转型步伐。2020年以来，党中央、国务院密集部署新型基础设施建设。《2020年政府工作报告》将“两新一重”作为2020年和下一阶段重点任务。新基建是新经济的核心内容，是双循环的重要抓手，新基建将加速数字经济发展。智慧能源作为融合基础设施成为新基建的重要组成部分，将为能源事业发展赋能、赋值、赋智，为能源行业开辟出新的发展空间和新的经济增长点，助力能源革命。

国家持续推进能源领域数字化转型进程。为促进能源行业的转型升级和技术革命，我国发布了《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》等一系列推进智慧能源发展的政策和指导意见，为中国智慧能源发展带来重要发展契机，为加快建设能源强国提供有力支撑，为国内大循环做好基础保障。2020年8月，国务院国资委《关于加快推进国有企业数字化转型工作的通知》，提出打造能源类企业数字化转型示范。明确国有能源企业数字化转型的基础、方向、重点和举措，全面部署能源企业数字化转型工作。智慧能源作为能源企业降本增效的重要手段和开拓新业务的重要途径，在能源行业取得广泛共识。

表 1 中国智慧能源产业主要政策

颁布时间	颁布主体	政策	关键词
2015年7月4日	国务院	《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》	“互联网+” 智慧能源
2016年2月29日	国家发改委、 国家能源局、 工信部	《关于推进“互联网+” 智慧能源发展的指导意见》	互联网理念、先进信息技术与能源产业深度融合
2017年7月6日	国家能源局	《国家能源局关于公布首批“互联网+” 智慧能源（能源互联网）示范项目的通知》	首批“互联网+” 智慧能源（能源互联网）示范项目共55个
2019年1月2日	国家能源局 综合司	《国家能源局综合司关于开展“互联网+” 智慧能源（能源互联网）示范项目验收工作的通知》	验收一批、推动一批、撤销一批
2020年6月22日	国家能源局	《2020年能源工作指导意见》	继续做好“互联网+” 智慧能源试点验收工作
2020年9月21日	国务院国资委办公厅	《关于加快推进国有企业数字化转型工作的通知》	打造能源类企业数字化转型示范
2020年10月29日	中共中央	《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》	推进能源革命； 建设智慧能源系统

数据来源：相关部门，赛迪顾问整理 2020.12

三 数字技术创新能源新模式新业态，助力能源绿色变革

数字技术创新能源消费模式。通过数字技术的应用，全面提升终端能源消费智能化、高效化水平，促进了智能建筑、智能家居、智能交通、智能物流推广，推动了智慧能源城市建设和发展。基于互联网/物联网的能源消费交易市场，实现用能权、碳排放权、可再生能源配额等网络化、智能化交易，发展能源共享经济模式。终端用能电气化、数字化安全运行体系建设，保障安全可靠的能源消费。发展各类新型能源消费模式，促进能源消费升级。

数字技术与能源技术融合创新服务业态。长期以来，我国能源领域形成了以石油、天然气、电力等部门为核心的相对独立的子系统和技术体系。如煤-电/热供应系统，集中的“点-线”式供应及配套设备系统经过长期建设，对内不断强化上下游之间的刚性关联，对外又相对独立，久而久之形成了“能源竖井”，造成能源系统整体效率偏低，成为能源产业转型升级和结构调整的障碍。

通过数字技术的应用，能够对能源业务优化整合，打破“能源竖井”，提高能源转换效率，实现多能融合，促进整个产业链的协同发展，逐步形成产业价值网，提高能源优化配置能力，进一步提升对市场的响应和适应能力。如综合能源服务，正体现着人工智能等数字技术赋能能源服务的新智慧，其本质是由新技术革命、绿色发展、新能源崛起引发的能源产业结构重塑，从而推动服务业态、商业模式不断创新，具有综合、互联、共享、高效、友好等多种特点。国外综合能源服务模式已经较为成熟，有明确目标导向；国内综合能源服务当前尚处于探索阶段，主要面向工业园区和公共建筑，开展多种能源互补利用、消费侧管理等业务，为用户提供高效智能的能源供应和相关增值服务。



综合能源服务

帮助企事业单位有效控制能源成本

400-610-9598



数字技术打造分布式能源网络，适应多元需求。在传统发展模式下，水、电、热、气等单一规划，能源服务选择单一。未来，借助数字技术，电力、冷热、用户之间的关系变得越来越紧密，以城镇/园区为能源单元体，依托物联网和能源互联网，数字技术能够精准预测单元需求，做到能源系统供需互动和自我平衡。能源供给侧，借助能源互联网，提升多种形式能源系统互联互通、互惠共济的能力，有效支撑能源电力低碳转型、能源综合利用效率优化、各种能源设施“即插即用”灵活便捷接入，充分调动分布在社会各个角落的能源单元体。例如，新能源汽车作为储能装备，协助调整城市单元能源供应体系，推动能源供应由集中式到分布式，最后到去中心化转变。



四 智能化技术将成为能源数字化转型关键

当前，能源行业整体处于信息化向智能化迈进过程。各类能源系统由于特性差异，发展程度不尽相同。电力系统信息化基础较好，并积极探索泛在物联网的数字化技术集成创新，已经进入能源智能化阶段，是能源数字化的先行领域。

数字技术助力能源行业降本增效。根据国际能源署（IEA）《数字化和能源》预测，数字技术的大规模应用将使油气生产成本减少10%~20%。可以在2040年将太阳能光伏发电和风力发电的弃电率从7%降至1.6%，从而到2040年减少3000万吨二氧化碳排放。与此同时，数字化还可以使碳捕获和储存等特定的清洁能源技术受益。目前，世界各国纷纷采取措施，推动数字化进程，将大数据分析、机器学习、区块链、分布式能源管理和云计算等数字技术，应用到能源生产、输送、交易、消费及监管等各个环节。

人工智能等数字技术在国外能源企业得到广泛应用。美国最大的独立石油生产商Pioneer Natural Resources利用人工智能提高钻探油井的成功率；意大利石油和天然气公司埃尼(Eni)通过运用新的超级计算机来提高地震成像和地质建模的准确性。意大利国家电力公司（ENEL）通过整合各专业平台，实现对电动汽车、储能、灵活性能源需求的智能管控；德国意昂集团（E.ON）开发需求响应和虚拟电厂管理平台，通过平台将用户侧各类灵活资源有效整合利用。能源数字化后，将得以智能化分配，并能够在合适的时间、合适的地点以最低的成本满足需求，使用效率得到大幅提升。

在全球行业发展和国家政策的引领下，国内能源企业着眼于长远发展需要，积极开展各版块业务数字化转型的探索与实践。中国海洋石油集团搭建生产运营物联网平台，建设数字化工厂，试点LNG自助提气，提升装车效率，每年节约人力成本150万元；以无人机智能巡检搭配人工巡检，形成降本高效、安全智能的“天地一体”管理新模式，管道巡检效率较传统方式提升6~7倍。国家电网将人工智能技术应用在输电线路巡检中，有效解决了传统的输电线路巡检图像分析主要依靠人工、劳动强度大、时效性差的难题。机器智能巡检识别100张图片仅需2分钟，而一位熟练的技术人员大约需要2小时。

从国外和国内能源企业的案例中，可以看到人工智能等数字技术与能源产业有机融合，成为引领能源产业变革、实现创新驱动发展的源动力。未来随着数字技术应用的成熟、不断的落地实践，智慧能源将进入规模提速增长、结构逐步优化、创新应用场景更加丰富、智能化水平显著提升以及全社会广泛参与、跨行业融合创新的发展新阶段。能源企业积极拥抱数字经济蓝海，将在新业态、新产业、新服务的智能化转型发展中，谋求新路径，促进行业本身和经济社会的双重进步。

第二章

数字科技助力智慧能源建设

- 智慧能源体系
- 智慧能源架构

一 智慧能源体系

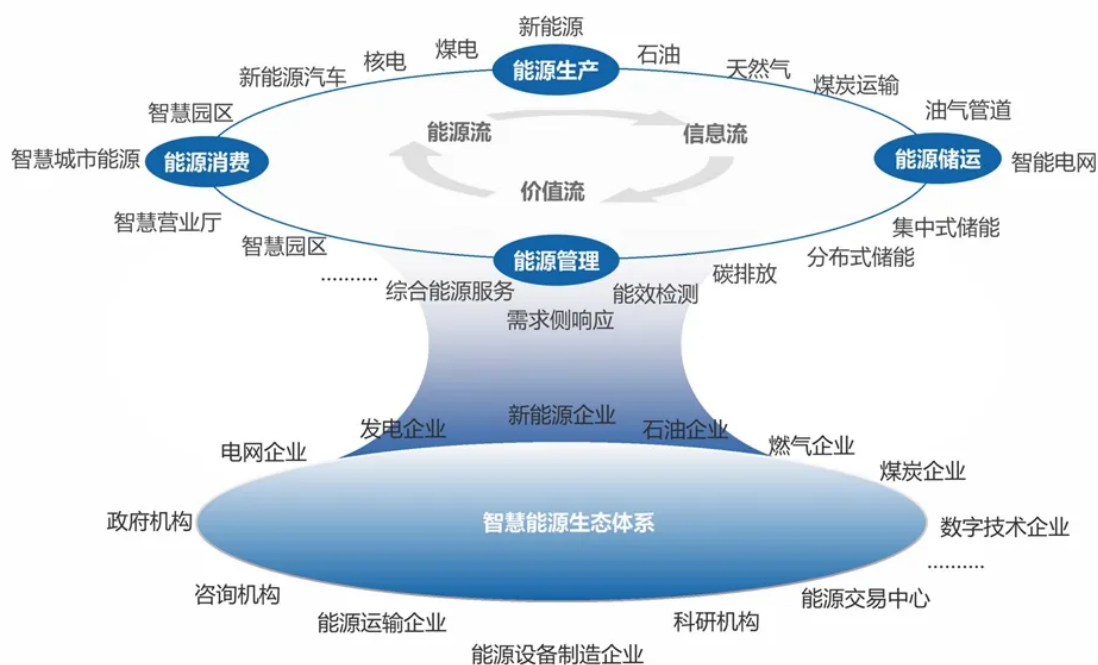
智慧能源体系是通过打造平台连接产业链上下游企业，汇聚与协同商业伙伴，发挥各参与主体核心优势，逐步构建以用户为核心的能源生态圈，在供给与需求、技术与行业方案整合中培育新动能，形成智慧能源生态圈闭环，推进生态圈自驱动自成长。

智慧能源在供给侧和消费侧建立强耦合的纽带，通过共建共享，构筑能源生态圈，包括煤电、核电、新能源、石油、天然气等能源企业以及高科技信息化技术企业、设备制造企业、咨询机构、工程建设企业、运输服务企业、能源交易中心等。将分散的业态，通过能源流、信息流、价值流“三流合一”，形成多方互利共赢的良好生态。



能源流成为安全高效的物理基础，能源生产企业高效清洁利用能源，共同承担安全调节功能，参与市场化互动；能源传输企业公开公平公正地优化配置资源，提供安全高效智慧的能源服务；能源用户通过多种形式参与互动，共同促进系统安全和能效提升。信息流成为互通感知的数据纽带，通过大数据、大平台推动能源的数字化和透明化，政府携手各主体建设能源大数据中心，推进能源治理信息共享。价值流成为社会能效优化的引导罗盘，政府部门在可中断、可调节负荷、抽水蓄能电站、电化学储能、新能源配额、分时电价优化等领域出台政策机制，实现价值共创共享；推进辅助服务市场建设及区块链技术应用，保障价值分配，还原电力商品属性。社会各界形成价值共生，促成综合能效提升，实现全行业的智能化升级。

图 1 智慧能源生态体系

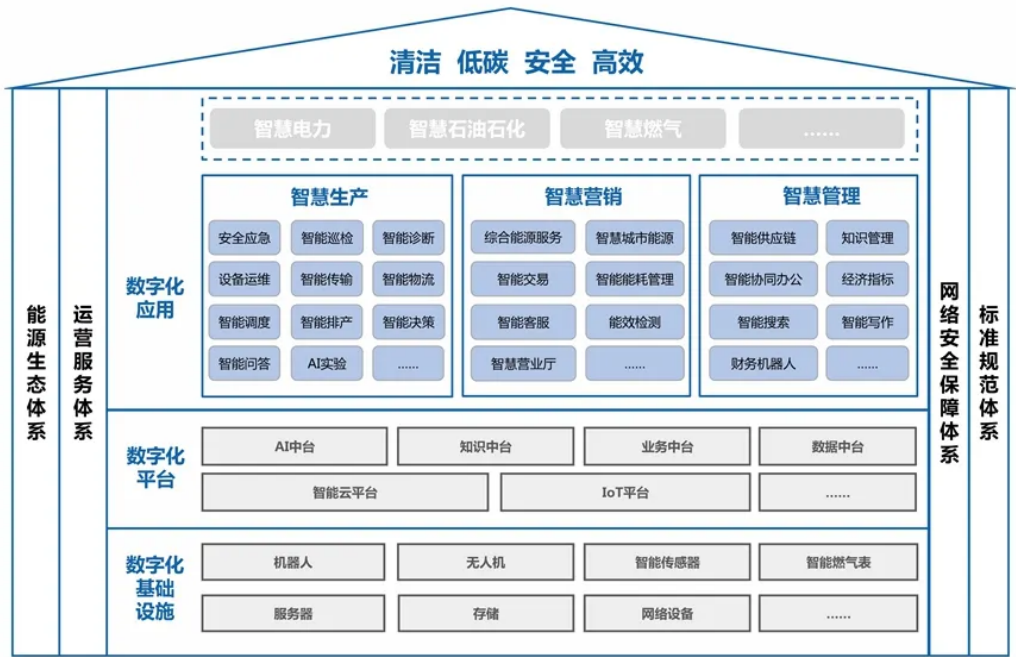


数据来源：赛迪顾问 2020.12

二 智慧能源架构

智慧能源总体架构是以智能化为核心，基于智能云、物联网等基础设施平台以及AI中台、知识中台、业务中台、数据中台等，借助云计算、人工智能、大数据、区块链等技术，最终推动能源企业实现智能化转型。架构主体包括数字化基础设施层、平台层、应用层，可根据不同企业特性和要求，形成定制化解决方案。同时，为有序推进智慧能源建设，架构还包括能源生态体系、运营服务体系、网络安全保障体系和标准规范体系。

图 2 智慧能源总体架构



数据来源：赛迪顾问 2020.12

数字化基础设施层是能源企业的信息基础设施，包括机器人、无人机、智能传感器（如烟雾、油温等）、智能燃气表、服务器、存储、网络设备等，支撑企业信息沟通、服务传递和业务协同。

数字化平台层是实现新兴技术对能源企业赋能的核心，以智能云平台、IoT平台为基础，AI中台为核心，配合数据中台、知识中台与业务中台，打通企业的能源流、信息流、价值流，助力企业智能化转型全过程。AI中台是企业AI能力的生产和集中管理平台，包括AI能力引擎、AI开发平台两部分核心能力以及管理平台。能力引擎包括如人脸识别、语音识别（ASR）、自然语言处理（NLP）等通用服务以及领域专用AI服务。基于AI中台，企业将拥有建设AI开发和应用的自主能力，集约化管理企业AI能力和资源，统筹规划企业智能化升级版图。知识中台是基于知识图谱、自然语言、搜索与推荐等核心技术，依托高效生产、灵活组织、便捷获取的智能应用知识的全链条能力，理清业务逻辑，用机器可以理解的方式将知识组织起来，从而建立符合企业需求的智能化应用，推动企业向智能化发展，重塑企业发展格局。

数字化应用层是将人工智能、云计算、大数据、区块链等技术与能源勘探、开采、生产、储运、消费场景深度融合，广泛应用于能源企业各个场景。以智能化手段可以解决能源企业发展中的突出问题，支撑能源企业智能生产、精益管理、业务创新，提升企业生产服务能力，帮助企业提质增效，最终实现企业智能化转型。按照能源业务价值链划分，可以将能源智慧化应用分为三大应用领域，分别是智慧生产、智慧营销、智慧管理。

图3 智慧能源应用领域

➤ 生产现场全面实现智慧监控、智慧诊断、自动预警与自动控制，简单、重复性的人工劳动被机器智能所取代，实现井、站、厂、设备、运输等生产全过程智能联动与实时优化。全面实现生产数据智能分析、生产运行协同调控、保障应急科学有序，实现生产运行全业务链协同发展。



➤ 企业深度应用数字技术，实现企业的人力资源、财务和供应链等全面智能管控分析，经营管理全过程实现智能预测、精准优化，彻底改变工作方式。

➤ 整合服务能力，形成面向能源生产、输送、交易、使用环节的创新服务，拓展商业模式，构建综合能源服务生态，提升服务能力。通过已有业务系统的海量数据，进行大数据建模分析，构建客户特征分析、行为分析、情感分析等丰富的标签数据，实现基于数据分析进行客户行为预测，真正达到智能、主动的客户服务效果。

数据来源：赛迪顾问 2020.12

四体系是指智慧能源建设的四大保障体系，分别是能源生态体系、运营服务体系、网络安全保障体系、标准规范体系。能源生态体系指包括能源企业、高科技信息化技术企业、设备制造企业、咨询机构、工程建设企业、运输服务企业、能源交易中心等共建共享生态圈；运营服务体系包括运营模式、管理组织、创新交流等；网络安全保障体系包括信息安全监管、测评、应急处置等体系；标准规范体系包括总体标准、基础设施、支撑技术与平台、管理与服务等标准规范。

第三章

智慧能源应用场景持续创新

- 智慧生产
- 智慧营销
- 智慧管理

—

智慧生产

能源行业是资产密集型行业，具有设备价值高、产业链长、危险性高、环保要求严的行业特征，面临设备管理不透明、工艺知识传承难、产业链上下游协同水平不高、安全生产压力大等行业痛点。随着世界能源格局的变化，能源发展向低碳化、分散化、智能化转变。能源消费服务市场的需求转变，倒逼生产、储运环节要更加安全、高效、清洁，因此需要依靠数字技术，提高能源生产过程的智能化水平。

场景描述

▶ 面对日趋激烈的市场竞争，企业必须减少能源生产的时间与成本，以最快的速度生产最高质量的能源。能源企业致力于运用数字技术，在生产环节实现自动化和智能化，提高生产过程的可视性，消除不确定性，提高生产效率和质量。

① 电厂锅炉智能预警

目前，国内电厂因锅炉炉管泄漏事故造成的非计划停运时间占全年总停运时间的30%以上。锅炉炉管泄漏是造成机组非计划停运的主要原因，对锅炉运行的经济性影响较大。锅炉智能预警基于电厂机理模型和人工智能技术，通过运行状态监测，判断炉管是否发生泄漏，实现锅炉炉管泄漏的早期测报，并判断泄漏区域位置及泄漏程度，给设备预测性维护提供数据支持，将设备运行异常消除在萌芽阶段，减少非计划性停炉、停机，减少启停炉、

启停机的能源消耗，大大提高设备使用效率。

② 智慧安全管理

能源企业引入人员定位系统，在三维立体空间建模基础上，对现场的位置进行划分、定位人员，并将每个位置所对应的安全注意事项与生产运行信息关联，帮助现场人员智能识别危险区域，避免出现人身伤亡事故。目前，人员定位误差可控制在20~50mm范围内，能够有效防止人员跑错间隔、避免发生误操作。例如，部分电厂将人员定位信息与三维虚拟电厂模型融合，设置虚拟电子围栏，实时监控高温、高压等危险区域及重要设备。智慧安全管理系统能够帮助生产现场人员识别危险区域，提醒越界人员以及安监人员确认，保障人员或设备的安全，减少不必要的损失。

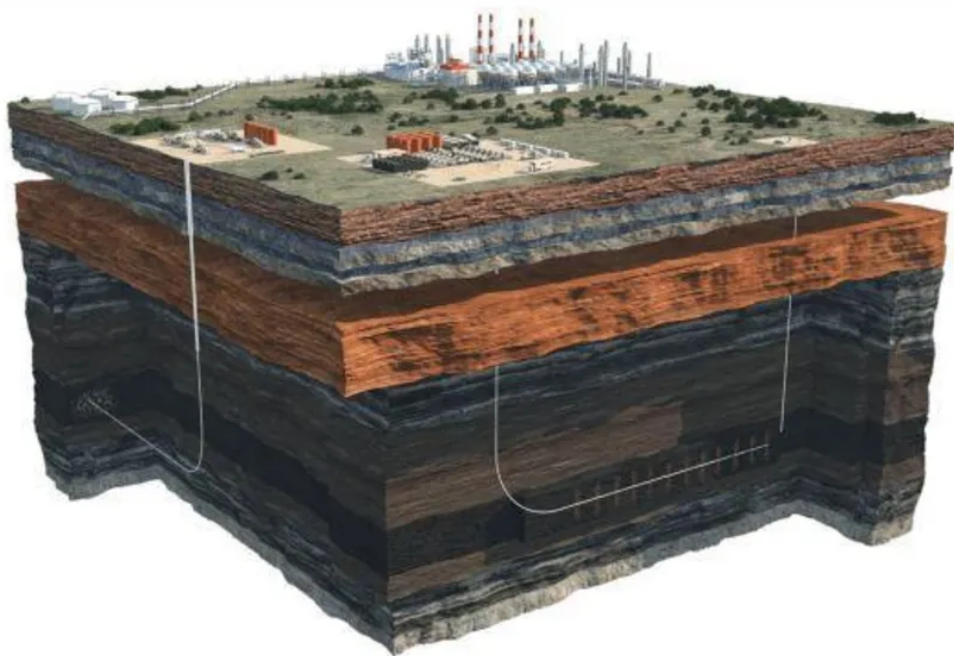
③ “无人值班、少人值守” 新能源电站

基于互联网架构，融合人工智能、大数据、云计算、物联网、移动互联等技术，建设数据汇集、存储、服务、运营为一体的新能源大数据创新平台，实现源、网、荷侧多源异构数据的实时采集，实现风机部件级、光伏板件级最小颗粒度数据采集，采集时长5~7秒/次，高效支撑各类行业应用的构建和使用。实现多座新能源电站“无人值班、少人值守”模式，促进电站减员增效。目前，“无人值守”模式正在向新能源电站设计和建设领域延伸。发电企业依托平台创新业务模式，改变原有工作模式和经营模式，促进产业升级。



④ 智能勘探

由于井下情报与储层信息的可视化有限，在油气田开发的中后期，深化挖潜较为困难。同时，随着风险勘探逐步向人力勘察难以覆盖的深海区域转移，勘探环节对新层系油气储量预测的精度要求不断提高。运用智能油气储量分析和井下情报分析等技术，获取高精度油气储量预测数据。以数据支持决策，系统性优化勘探规模和建设时序，海陆并重，对老油区进行深度挖潜。通过无人机等智能勘探手段，获取高分辨率的储层模型，实现全方位的油气勘探数字可视化协同管理，提升整体储层预测精度，助力风险勘探开发新层系、新区域。



► 能源储运是能源生产到消费之间的环节，能源储运安全高效是实现能源生产和能源消费革命的重要支撑。智能储运的目标是基于数字管网中的海量数据，实现能源储运的全生命周期管理，可以追溯实体环境中能源储运的历史数据，从而为分析事故与故障原因、评价与预测安全状况、制定事故与故障防范措施、拟定事故应急方案提供数据支持。

① 电力智能巡检

电力巡检的核心工作内容，是对输变电设备进行运维。电力企业利用AI算法，提升智能巡检机器人的设备图像识别准确率，可极大地降低运维成本，进一步解放劳动力。在预先设定巡检点位、规划巡检路线后，智能巡检机器人能够自动进行所有相关表计的检测与读取，有效减轻人工巡检负担，提高工作效率，减少人为因素导致的疏漏甚至是错误，最大限度消除安全隐患。

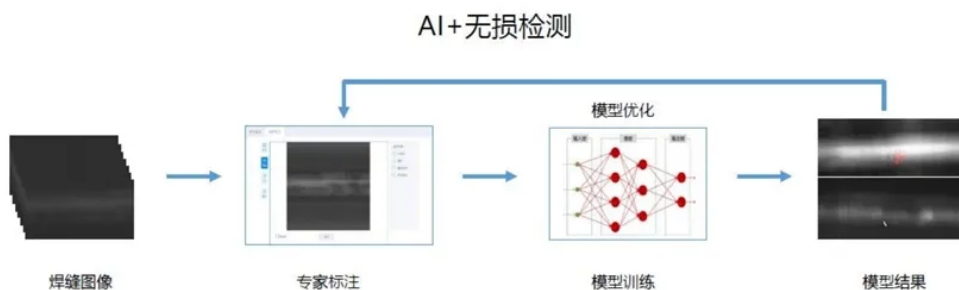
② 智能燃气管网

为防范燃气泄漏而导致的安全隐患问题，智能燃气管网系统对燃气传输实行不间断地数据监测与监控，漏点自动预警、事故地点定位、智能应急处理、预警信息传输、抢修程序启动等系统化管理。燃气公司会设置一定数量的燃气泄露自动监测报警设施分布在需要进行监测的点位，设置一定数量的燃气泄露自动监测报警设施。一旦出现突发现象，预警信息可以第一时间传送至系统主控室，并启动自动预警处理程序。智能燃气管网系统能够立即发出声光报警信号，显示具体的事故位置。同时，系统可以通知相关工作人员前往事故现场处理，并自动对登记的处理结果信息展开原因分析。

③ 石油管道焊缝图像智能探伤检测

管道焊接过程中，由于受到人、焊机、焊料、方法、环境的影响，会导致焊缝中出现气孔、裂纹等缺陷，影响管道使用寿命。目前，多采用人工评估X光检测照片的方式进行缺陷检测和定级。该方法效率低，且受技术人员的能力和和经验影响较大，容易出现评片结果不一致甚至误判的情况。基于AI深度学习技术，针对圆形、条形、未熔合、裂纹等缺陷进行智能探伤识别和缺陷定级，可提高缺陷检测的准确性级和检测效率，有效克服人工误判，推动缺陷检测更加客观、规范。

图 4 基于AI 技术的管道焊缝探伤智能检测



数据来源：百度 2020.12

典型案例

人工智能技术在国家电网、南方电网获得广泛应用。电网企业通过建立能源AI中台、知识中台，支撑无人机巡检、“刷脸办电”、综合能源等20多个业务场景。其中，百度的智能巡检应用覆盖中国两条特高压智能化线路、超过150个智慧变电站、4万多条输电线路，累计发现隐患2000余处，每天代替人工巡视能源线路超过7万公里。

能源AI中台解决方案由三个中心、四项服务组成。三个中心是指开发中心、资产中心、服务中心；四项服务是指咨询服务、培训服务、业务建模服务、系统集成服务。从应用咨询到落地实施，能源AI中台提供的全方面服务，旨在帮助能源企业在智慧巡检、智能调度、智能营销、企业经营等专业领域高效实现智能应用，构建“平台+服务+应用”的生态链，快速落地并发挥价值。

图 5 能源AI中台架构

安全生产 高效传输 优质服务										
业务应用		安全生产		智能调度		智能巡检		智能管理		
能源AI中台	服务中心	通用AI服务		专用AI服务						咨询
		自然语言技术	人脸识别	输电线路图像缺陷识别	烟火浓烟识别	变电站异物识别	绝缘子缺陷识别			
	语音识别	图像识别	变电站设备缺陷识别	故障智能识别处理	变电站表计识别	异常行为识别	业务建模			
	样本库		模型库					系统集成		
	数据源管理	样本管理	模型管理	模型评估	端模型转换					
	样本共享	样本审核	模型共享	模型审核	模型安全	培训				
	资产中心	数据处理		数据处理			模型发布			
		数据集成	数据预处理	Notebook建模	可视化建模		自动化线建模	生产线建模	效果测试	
开发中心	数据标注	特征工程	深度学习框架							

数据来源：百度 2020.12

① 智能巡检

山东省电力公司搭建企业AI中台，实现了快速的业务建设与应用，如基于AI中台搭建输电通道可视化平台，轻松实现户外各种复杂场景下的安全巡检，将可视化监拍装置拍照间隔从半小时缩短到5分钟，并且5秒内就能识别出吊车、导线异物、烟火、塔吊、各类施工机械等安全隐患，为输电线路安全、稳定运行提供可靠的保障。数据显示，经过人工智能模型的持续迭代，前端智能分析的识别准确率大幅上升，各类施工车辆的识别准确率由80%提升到95%，烟火识别准确率由70%提升到90%，导线异物识别准确率由60%提升到80%。

针对机器人巡检获取的表计和油位等可见光图像、红外图谱和声音检测数据，电网企业利用图像/语音识别技术，先后在业务场景中实现智能识别刀闸/开关开合状态、保护压板、仪表读数、异物悬挂及设备外观异常检测等，有效节省人力资源，提升巡检效率和质量。

图 6 能源AI中台架构



数据来源：百度 2020.12

② 电网一张图

湖南省电力公司电网一张图，提升电力抢修效率。基于百度地图，湖南全境电力核心设备信息实现可视化，设备信息、状态、重载率等数据都可以通过地图查看。电网平台能够综合展示气象、地图及遥感数据，助力电力技术人员更好地做出应急抢修方案。

通过电网一张图，用户信息、线路信息和设备信息三流合一呈现在地图上。客户报修故障时，平台能够自动精准定位，并基于交通拥堵情况智能选择抢修人员前往路线并预测到达时间，保持客户端、供电服务指挥系统信息一致，大幅提升抢修响应效率，自动记录接单至抢修完成的所有动作轨迹。

图 7 电力业务一张图



数据来源：百度 2020.12

③ 智能电网调度

采用先进人工智能算法，依据电网运行规律，构建立体化大电网安全控制体系，实现对电网运行态势准确把握和有效控制，提高故障异常分析和预警能力，实现自动生成多维度事件分析报告。电网调度人员不需要对智能电网调度平台进行大量、频繁地干预，便能够将电网系统中的故障元件有效隔离，防止对电网整体性能造成严重影响。

2020年，由RTE（法国电网公司）、EPRI（美国电力研究协会）和TenneT（德国-荷兰电网公司）等能源企业联合INRIA（法国国家信息与自动化研究所）、UCL（伦敦大学学院）和卡塞尔大学等人工智能研究机构共同举办的NeurIPS电网调度大赛，吸引了来自全球的人工智能研究机构、电网领域的上百支队伍，旨在借助竞赛形式探索AI技术在复杂的电网调度场景上的智能决策能力。本次竞赛总体任务目标是维持整个电网仿真系统的供需平衡，并应对各种突发事件。在电网仿真环境运行的每一个时刻，参赛选手需要根据观测到的电网状态（供电/用电数据、电网拓扑结构和电线负载等信息），选择合适的动作（包括变电站拓扑修改和发电厂发电功率修改等）来保持电网的稳定运行。

百度PARL团队提出“融合专家知识的大规模进化神经网络”解决方案。该方案综合专家系统和强化学习两者的优点，不仅可以克服强化学习选择单一动作风险高的问题，也能够寻找维持电网系统稳定运行的最优解。在比赛阶段的公榜以及评估阶段的私榜上，PARL团队均名列第一，实现NeurIPS 2018年至2020年竞赛三连冠。

图 8 NeurIPS 电网调度竞赛任务目标示意图

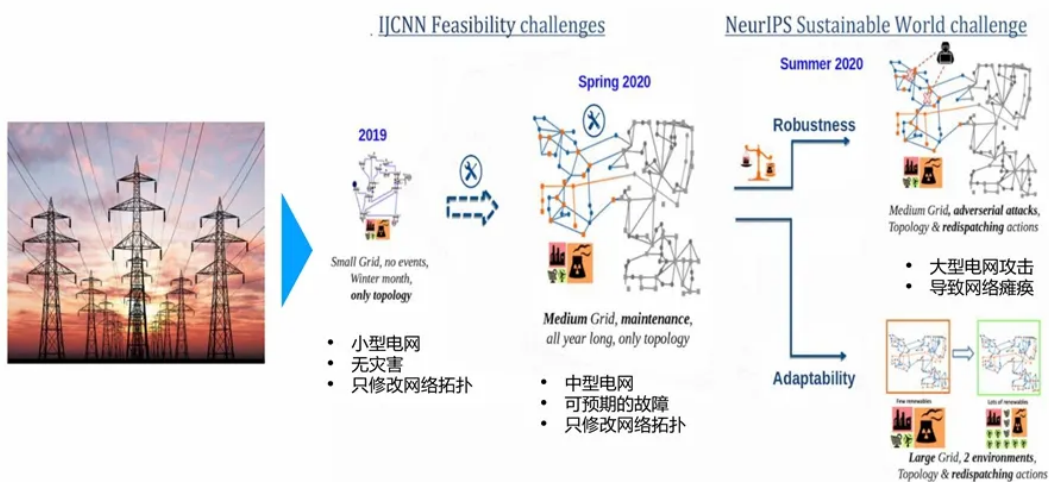
赛程 - 2020.07.08-2020.10.31

任务目标：

- 电网总体供需平衡
- 电网在突发状况下稳定运行

赛道：

- Track 1：稳定性挑战（Robustness）
- Track 2：适应性挑战（Adaptability）



数据来源：百度 2020.12



帮助企事业单位有效控制能源成本

售电业务

400-610-9598



二

智慧营销

人工智能、大数据等信息技术的应用，使得传统行业之间的壁垒和不同专业之间的“高墙”被打破，能源行业的形态发生了极大的变化。传统的能源企业正在面临负荷集成商等市场新进入者以及众多基于互联网生态成立的全新企业的挑战，能源消费者将前所未有地成为重塑市场格局的重要力量。

 场景描述

① 综合能源服务

新一代信息技术使得传统业务之间的壁垒逐渐被打破，电力、燃气、分布式能源等以往各自为政的能源领域，也开始走向融合发展。综合能源服务是运用人工智能、云计算、物联网等信息技术，实现能源流和信息流的高度融合，即一定区域内整合煤炭、石油、天然气、电能、热能等多种能源，以满足多元化用能需求，并实现多种异质能源组合供应服务。综合能源服务企业根据用户类型制定差异化的服务策略：（a）为客户提供多种电价方案和电气设备方案的优化组合，如向客户提供电力、燃气、燃油最佳能源组合方案；（b）提供全方位的节能协助服务，如节能诊断、能效提升、维护设备及运营管理等，帮助客户升级设备，实现节能目标，降低能源费用支出；（c）通过智能电能表等建立智能用电系统，引导用户错峰用电。综合能源服务通过合理的电力需求响应，有效消纳清洁能源电力，助力电力系统的供需平衡。

② 智慧电网营业厅

传统方式下，用户购电需要前往电力公司营业厅排号并到窗口人工办理。在智慧方式下，用户步入电力公司营业大厅即可快速被智能系统识别，并与系统中已登记客户信息比对核实身份，然后自动为用户发送应缴电费等业务办理信息。若发现用户等候时间较长，系统还将自动推送消息至现场客户经理的手持设备，提示主动提供服务。此外，用户可以使用“智能业务办理一体机”，无需长时间排队等待，仅通过“刷脸”即可轻松办理电费自助查缴、更名、过户等常见用电业务，用户平均花费时间节省70%。另外，智能系统可分析用户业务办理的平均时长，支持管理人员优化客服流程决策等。基于智能系统的精准营销，电力营业厅能够提升用户体验以及经济效益。

③ 智能营销客服

随着能源用户数量的不断攀升以及服务渠道的多样化，用户对能源企业优质服务的要求和期望也越来越高。同时，能源企业存在客服人员流动性大，培训成本高且周期长，客服质量难以保障等问题。智能客服能够实现7*24小时全天候在线服务，不受人类情绪、身体状况等因素干扰，可提供稳定、无差别的人性化服务，提升用户体验，减轻人工座席的工作量，实现降本增效。能源企业全面梳理和整合客服资源，建设基于人工智能技术的智能客服应用，覆盖全渠道、全业务、全数据的营销业务，实现业务办理智能辅助、智能客服、精准营销、流程自动化等应用，为用户提供统一的智能化服务。

典型案例

① 智能电费优化

百度度能产品针对大工业用电企业的一站式全托管的能源服务，结合大数据、物联网技术以及人工智能分析与预测算法，帮助有节费空间的企业在零投入、零风险、零维护的情况下直接节省基本电费支出，并助力企业从长期稳定的各类增值能源服务中受益。中车长江车辆有限公司株洲分公司原每月基本电费占用电成本18%，安装需量监测设备，建设综合能源管理系统，实现企业能源精细化管理，用电安全提前预警，降低风险。目前每月基本电费节约150,750元，人员抄录、能源成本核算较原来降低20%，发现用电异常提前预警，避免设备损坏。

② 智能客服

国家电网客服中心构建人工智能服务体系，搭建AI基础平台和AI运营平台，赋能智能客服、智能座席、智能运营三大应用。将国网95598客户服务从人工模式逐渐转变为智能化模式，解放重复机械化的人力劳动，进一步改善客户服务体验，提升座席工作效率和中心运营管理水平。

智能客服方面，实现智能语音对话服务场景，代替传统IVR按键场景，提升服务水平。用户拨打95598热线，智能客服能够针对业务办理诉求提供服务，有效缩短服务时长，提升用户体验。目前天津、北京、河北、山西等27个省（市）公司已完成智能客户建设。上线15个智能服务场景（如电费余额查询、交费记录查询、抄表示数查询、欠费及违约金查询、阶梯用电查询、故障报修预处理等），累计接听话务量近3000万余通，日均服务量超过5万人次，占国网客服中心整体话务量的20%以上，智能服务综合答复率超过85%，语音识别综合识别率约为86%。随着全语音门户的开放，智能客服的服务将占客服中心整体话务量的80%以上，会大大降低用户来话对人工坐席数量的需求，并提升

智能座席方面，建设智能人机辅助、智能座席工作台、客户服务轨迹展示、回访座席辅助及智能座席应用统计等功能，支持78个服务流程、2万条知识实时获取，为座席提供智能支撑，大大提高座席人员的工作效率及服务质量。

智能运营方面，主要为国网客服中心相关管理人员提供话务运行监控及应急指挥调度、客户诉求场景展示、核心数据监测展示、辅助调控话务全景监测等功能，实现客服工作过程中的全方位实时监测及应急指挥管理，全面支撑国网客服中心运营管理水平和 service 水平的提升。

图9 国家电网客服中心功能架构图



数据来源：百度 2020.12

三

智慧管理

传统企业的管理模式，通过严明的管理机制和方法，标准化、流程化的手段来提高企业的生产效率。数字技术的发展为企业的运营管理注入了活力，也对企业的运营管理产生了颠覆式的冲击。在数字经济时代，快速变化的市场需求以及迭代更替的技术手段，要求企业从经验驱动向数据驱动转变，敏捷响应市场变化；要从相互独立向协同发展转变，建立与数字创新相适应的运营流程；要从依赖人力和等级管理向智能化、数据化转变，实现业务管控效率和效益的提升。

场景描述

① 智能供应链管理

智慧供应链管理应用物联网、移动互联网、人工智能、大数据等新一代信息技术，站在全局、广域、产品全生命周期的高度，同时关注企业内部、外部的业务协同，将企业的采购—生产—销售的过程纳入统一网链结构中，采用可视化手段展示数据，使用移动化的手段访问数据。构建供应链管理云平台，推动各环节相互联通，供应端、使用端实现信息共享，高效协调物资的使用。制定科学、合理的物资分类，结合能源企业储备原则制定储备定额方案，保证品类和库存水平合理；根据能源企业实际情况优化供应链层面上的节点布局，物资储备区域分级，提高物资保障与供应能力，有效衔接采购、物流管理、电网体系覆盖区域的物资使用和消耗，有效降低成本，提高储备物资供给效益和效率，确保安全生产。

② 智能协同办公

利用企业中台横向打通业务流程，实现跨职能的互联互通、相互协作。通过数据层面、应用系统、用户界面、业务流程的全面集成，将企业的业务流程、公共数据、应用软件、硬件和各种标准联合起来，在不同业务系统之间实现无缝集成，形成纵向专业管理、横向资源管理的网络协同化的管理模式，确保跨部门衔接的顺畅性，使得信息沟通交流的时间成本、经济成本下降，提升办公效率。通过构建以文档管理为基础的知识中台系统，借助人工智能技术，可在公文起草、审核、签批、办理等办理过程中，实现智能核稿、辅助定密、辅助签批、自动办毕、智能校检及错误纠偏等功能。运用人工智能、大数据技术，分析企业行政办公和经营数据，自动生成报告，支撑经营管理，为业务决策提供客观、理性的依据。

③ 财务流程机器人

利用智能化技术，实现机械性、重复性的财务业务流程操作的一键智能化处理，针对核算、月结、年结中的关键节点进行监控和记录，实现智能提醒功能。利用自然语言处理和知识图谱，实现常见财务规章制度、法律法规及财务管控业务系统数据及逆行智能化查询，包括报销制度问答、会计核算规则问答、预算执行情况查询、在建工程余额查询以及财务报表查询等。财务机器人在财务报销高峰期，不仅可替代重复性工作，还可以降低人工操作的错误率，有效提升业务效率逾20倍。

典型案例

① 企业智能搜索，促进企业管理精细化、高效化发展

国家电力投资集团内部企业级智能搜索平台，促进国家电投集团数字化、智能化转型，提升集团核心竞争力。平台借助百度的知识图谱（KG）、自然语言处理（NLP）等技术将搜索与知识提炼工具相结合，满足国家电投集团从数据中提炼知识，沉淀内部的数据资产，并实现对于知识的智能检索、智能问答和智能推荐的需求，从而大幅提高业务人员的检索效率，为核心业务端赋能。

智能搜索平台基于国家电投集团数据共享平台构建企业智能搜索统一入口，为员工提供一站式、综合类管理数据查询服务，具备数据接入、知识构建、搜索应用、智能排序、智能展现、权限隔离等功能。此外，企业智能搜索能够嵌入各业务系统应用端，优化原有系统的智能化搜索管理服务。未来，智能搜索平台能够深度参与人机互动，支持以问答对话的形式获取数据可视化图表、对话式数据分析、智能数据可视化、数据实时计算等功能。

图 10 国家电投集团智能搜索示意图



数据来源：百度 2020.12

② 智能写作，减少专业人员文档编写负担，提升工作效率

智能写作，减少专业人员文档编写负担，提升工作效率。山东省电力公司上线智能写作，通过建立人工智能辅助写作组件，实现基层热点动态的智能提取、写作素材的智能推荐、写作内容的智能校核和润色。

智能写作平台内置多样化工具。写作前，平台工具能够基于企业内部系统积累文章和专业词汇，提供模板和范文参考；写作中，平台工具能够“边写边推荐”，根据正在编写的文章标题和内容，提供同类文章推荐、类似段落推荐、同类词汇推荐以及输入预测，包含自动纠错、文本审核功能；写作后，平台工具自动调整文章格式，生成摘要和标签，并且支持快速发布。智能写作为每位基层员工配置专属的写作模板，通过自动化获取专业管理和生产数据，让机器自主完成文章创作，过程无需人工干预，大大提高了结构化文档的产出效率。

图 11 智能写作示意图



数据来源：百度 2020.12

为采集行业资讯与构建智能写作主题素材库，智能写作平台基于情报搜集、全文检索、分词技术、热词分析等相对成熟的文章分析工具，自动收集省公司、所辖市县公司和支撑单位的网站新闻，拾取新鲜热点、分析趋势动态，为办公室文秘人员提供《人工智能智库研究报告》，实现每周热点分析、热点新闻汇编、新事件新闻汇编功能，协助开展情报收集工作，为办公室精准约稿提供辅助服务。

第四章

智慧能源建设实施路径与方法

- 总体方法
- 具体步骤

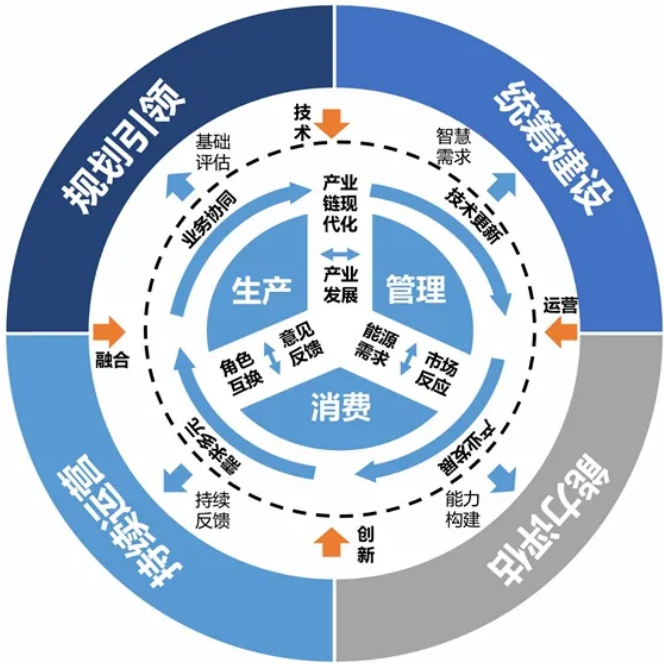
—

总体方法

构建全方位的智慧能源体系，需要能源企业、产业链上下游供应商、用户甚至政府全面的数字化协作实现。在实际数字化工作推进中，按照主导数字化的主体不同，可以分为企业智慧能源体系和行业智慧能源体系两个层面。前者主要是以国家能源战略要求为纲领，以安全生产为前提，以解决企业面临的实际问题、实现企业提质增效为导向的能源数字化转型，由企业自主主导，以企业主营业务为核心；后者是从国家清洁低碳、安全可控的能源体系要求出发，为构建清洁低碳的能源体系，整体提高能源效率进行的行业转型，一般涉及多个能源企业、能源管理机构、能源用户等多个主体。从两者关系看，企业智慧能源是行业智慧能源的基础和先决条件，后者从特定场景出发，需要借助一定的行政管理机制实现。

总体而言，智慧能源体系打造的核心是能源企业发挥新一代信息技术优势，构建新型能力，实现企业转型升级。从实施落地看，不管是企业层面还是行业层面的智慧能源体系构建，基本可以分为规划指引、统筹建设、能力评估、持续运营等四个阶段。

图 12 智慧能源建设实施路径与方法

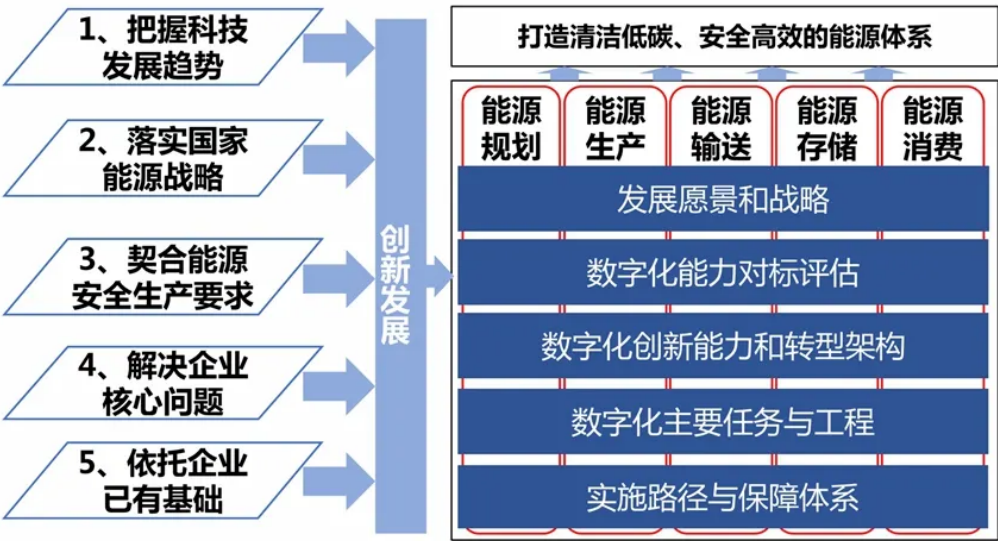


数据来源：赛迪顾问 2020.12

二 具体步骤

规划引领

图 13 智慧能源规划重点



数据来源：赛迪顾问 2020.12

智慧能源规划体系的构建，需要把握的“四个重点”：

第一，确定企业发展愿景。在国家能源战略背景下，根据企业在能源行业中的地位和作用，结合企业业务和经营现状，对标国内外先进实践，明确企业未来发展愿景和价值主张，具体包括企业能源业务板块、生产水平、商业模式、管控体系等，为数字化转型奠定战略基础。

第二，采用合理工具和手段，对企业智慧能源所处的阶段进行评估。依据企业数字化战略、数字化技术、业务数字化覆盖、数据治理等不同阶段，可以将能源企业数字化转型总体分为初始级数字化、单元级数字化、流程级数字化、网络级数字化和生态级数字化¹。根据业务创新支撑能力、新技术应用的不同，以及从数据和创新视角，数据治理、数字化创新能力的不同，各级别的特征表现为：

初始级数字化阶段：指的是在某一职能范围内开展的数字化应用，尚未发挥数字技术赋能作用；数字化技术尚未有效支持和优化能源企业主营业务范围内的生产经营活动；企业尚未构建数字化的业务创新；新一代信息技术应用较少。

单元级数字化阶段：在主要或若干单一职能范围内开展了（新一代）信息技术应用，提升相关单项业务的运行规范和效率，主要信息技术实现了业务单元数据获取、开发和利用，发挥数据作为信息沟通媒介作用，解决单元级信息透明问题，提升业务单元的资源配置效率；如电力行业生产管理、合同管理等。新一代信息技术有一定应用，如物联网技术在电力生产设备的应用。

1.参考团体标准 T/AITRE 10001-2020《数字化转型 参考架构》

2020 中联电科

帮助企业事业单位有效控制能源成本

光伏业务

400-610-9598

 中联电科
CHINA UNION SMART POWER



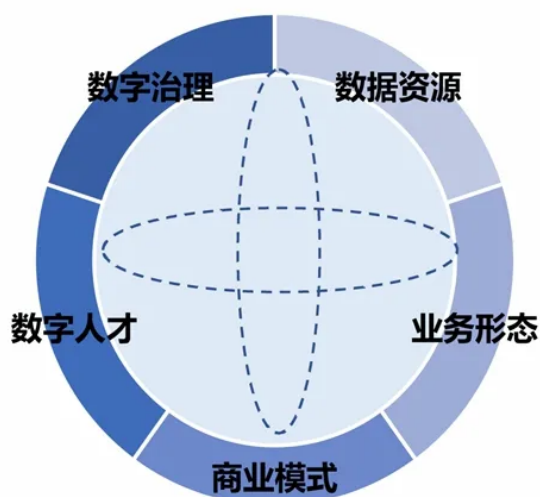
流程级数字化阶段：在业务范围内，通过流程级的数字化和传感网级网络化，以流程为驱动，实现关键业务流程关键业务与设备设施、软硬件等要素间的集成优化；主要基于业务流程数据的获取、开发和利用，解决跨部门、跨业务环节的流程级信息透明问题，提升业务流程的集成融合水平和资产配置效率；如电力行业以生产设备为核心的资产全生命周期管理。新一代信息技术有一定应用，如大数据平台的建设。

网络级数字化阶段：通过组织（企业）级数字化和产业互联网级数据化，推动组织内全要素、全过程互联互通和动态优化，实现以数据为驱动的业务模式创新；基于整个组织内的数据获取、开发和利用，发挥数据作为信息沟通媒介和信用媒介作用，解决整个组织信息透明问题；新型能力方面，完成支持整个组织，也就是能源集团各个单元业务模块内部，如发电集团内部，各个电厂的网络能力建设，实现新型能力模块化、数字化和网络化。

生态级数字化阶段：通过生态级数字化和泛在物联网级网络化，推动与生态合作伙伴间资源、业务、能力等要素的开放共享和协同合作，共同培育智能驱动型的数字新业务。主要基于生态圈能力建设和数据的智能获取，解决生态圈数据不透明、技术不协同的问题。实现生态技术互补、基于数据实现价值化在线交换，提升整个能源生态化创造能力和资源综合利用水平。如能源互联网体系建设。

第三，创新发展能力和数字化转型总体框架。根据企业自身数字化能力，结合企业发展战略和愿景，首先需要明确创新发展能力体系，包括能源技术体系更新、业务模式创新、生态合作等内容。其次，确定智慧能源企业转型总体框架。总体架构包括信息基础设施的构建、平台体系、能源智慧化升级应用等。在此基础上，需要考虑细分架构规划，包括对应的业务体系架构、数据治理架构、信息安全架构等。

图 14 智慧能源能力创新重点方向



数据来源：赛迪顾问 2020.12

第四，制定智慧能源实施规划，确定推进时序。基于战略和蓝图，详细规划智慧能源建设任务，包括建设涉及的业务、数据、应用和技术等。将目标进行细化、分解，针对具体目标规划相应的工作任务、建设重点、推进路径和保障体系，指导各相关主体开展智慧能源建设。

统筹建设

智慧能源的建设，需要在规划的指导下，全面统筹推进，根据企业发展愿景，发展目标与战略，依托企业信息化基础，分步实施统筹推进。可以分为“一个统筹”和“三个阶段”：

一个统筹

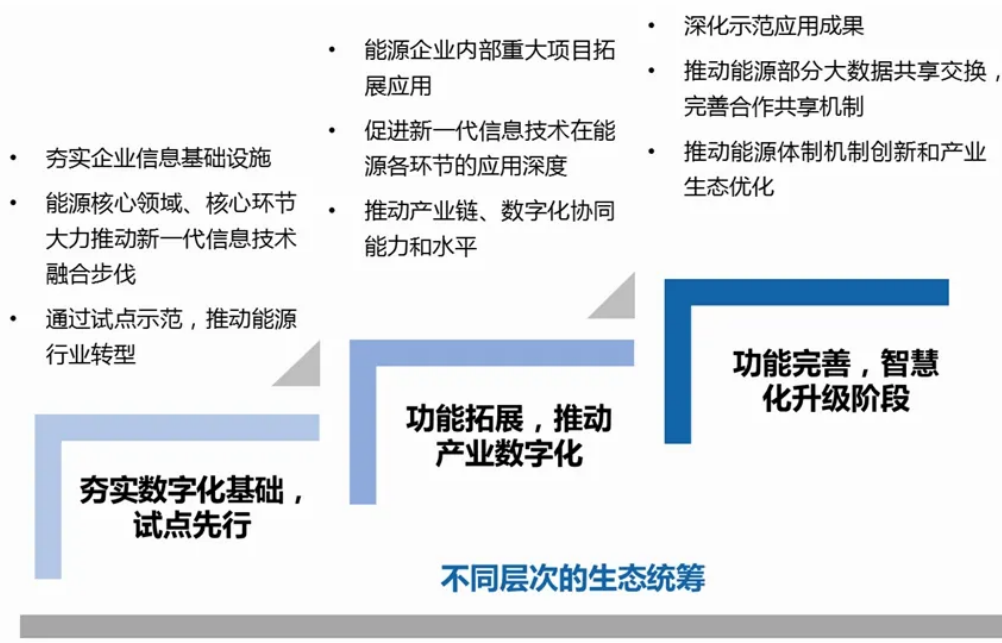
根据企业智慧能源规划建设范畴涉及的主体不同，智慧能源建设需要构建业务-业务、企业-企业、企业-政府、企业-用户建设生态。

对于单元级的数字化转型，需要构建企业内部IT应用核心业务的能力统筹；对于流程级的数字化转型，需要构建企业内部不同业务之间业务-业务之间的能力统筹；对于网络级的数字化转型，则需要构建以集团企业主要发展战略为核心下的不同企业与企业之间的发展生态，包括能源企业和科技企业、能源企业和能源企业的生态机制，如能源集团对二三级单位的穿透管理；对于生态级数字化转型，需要构建不同类型能源企业、科技企业、政府、能源消费者之间的生态机制，促进以能源高效综合利用为目标的生态体系，如能源智慧园区的建设。

能源企业要与合作伙伴共同推进智慧能源发展，通过持续的迭代优化，使智慧能源建设逐渐满足企业的实际需求，达到更好的应用效果，持续的推进能源企业智能升级，打造能源行业“需求-赋能-运营-迭代-新需求”的可持续生命力生态。

三个阶段

图 15 智慧能源建设步骤



数据来源：赛迪顾问 2020.12

① 夯实数字化基础，试点先行

本阶段的重点是“夯基础、推示范、促转型”。一是根据企业实际需求，加快推动能源大数据平台、工业互联网平台、物联网平台、人工智能平台等基础设施建设，构建智慧能源产业大脑和中台体系，打造企业数字化基础支撑能力；二是综合考虑基础条件好、需求程度高、技术条件成熟等因素，启动建设重点领域、新一代信息技术的应用示范项目。加快建设推广智慧电网、智慧管网、智能电站、智能油田、智能矿山等智能现场，着力提高集成调度、远程操作、智能运维水平，强化能源资产资源规划、建设和运营全周期运营管控能力，实现能源企业全业务链的协同创新、高效运营和价值提升。大力推进人工智能技术等新一代信息技术在能源各领域的深度应用，借助人工智能，实现对设备故障进行提前预警，防止非计划停机；物联网+5G在电力的融合应用，提高能源生产效率，创造新的创新体验。三是通过试点示范，推动业务创新转型。如平台经济等新模式的应用，重构能源生产者和消费者关系，创新能源业务形态。

② 功能拓展，推动产业数字化

本阶段的重点是“强应用、促融合、树标杆”。一是在能源企业内部，在持续完善已启动的应用示范项目基础上，启动建设其它重大应用示范项目；二是促进深化大数据、人工智能技术与能源生产、管理、营销等各个环节的融合应用力度。三是加快建设大型能源集团内部不同能源生产企业、能源储蓄、能源销售等各个环节的产业链数字化生态协同平台，推动能源供应链、产业链上下游企业间数据贯通、资源共享和业务协同，提升产业链资源优化配置和动态协调水平。四是加强跨界合作创新，与内外部生态合作伙伴共同探索形成融合、共生、互补、互利的合作模式和商业模式，培育供应链金融、网络化协同、个性化定制、服务化延伸等新模式，打造互利共赢的价值网络，加快构建跨界融合的数字化产业生态。

③功能完善，智慧化升级阶段

本阶段的重点是“抓拓展、促共享、优创新”。一是继续深化和完善各类能源企业重点领域、重点技术应用示范建设，在全行业范围内推广普及智慧能源建设成果；二是促进能源行业大数据开放和共享利用，完善大数据共享交换机制、形成良好的大数据+创新创业生态；三是持续优化智慧能源建设体制机制和发展环境。

能力评估

开展智慧能源能力体系评估，有利于能源企业建设、运行和优化数字化创新能力，深化云计算、大数据、物联网、人工智能等新一代信息技术的融合应用，发现问题，为后续的持续改善建立基础，推动全国能源体系朝着更清洁、更高效、更安全的方向迈进。

第一，帮助企业管理者对智慧能源整体建设过程及结果做出客观的评判，及时发现建设过程中存在的问题，优化解决方案，加快智慧能源集成化进程。

第二，明确智慧能源建设的重点方向、效益衡量方式，促进能源企业把握新一轮科技革命和产业变革机遇，实现业务模式创新。

第三，有助于智慧能源先进经验的发掘和推广，打造数字化业务和数字化能力，推动产业数字化和数字产业化进程。

图 16 智慧能源能力评估

	初始级L1	单元级L2	流程级L3	网络级L4	生态级L5
主要特征	集中在单一职能应用	聚焦能源某一部 门或者环节，形 成单元级能力	跨部门、跨业务 的集成支撑能力	能源业务形成数 据驱动形态	形成智能驱动的 能力体系
主要问题	基础设施能力薄 弱；应用单一， 主营业务支撑能 力不够	业务之间发展不 平衡	业务智能协同不 够	业务开放度、包 容性、全业务智 能化问题	技术创新和全生 态智能问题
重点任务	构架新型基础设 施；开展基于主 营业务的系统型 解决方案	形成以数据为核 心的能力体系， 覆盖生产、管理、 运营各环节	完善协同机制， 加快智能化驱动， 进一步提质增效	聚焦全企业、全 行业的薄弱环节， 普遍智能化提升	持续完善生态， 完善跨界融合问 题

持续运营

鉴于传统能源企业运行的相对独立性，能源企业信息化多采用的是自主投资、自主运营的模式。随着新一代信息技术的发展，以及技术间融合步伐加快，不同业务场景对新技术的需求越来越迫切。加之智慧能源改革的深入推进，能源原有的运行边界、运行范围逐步突破融合。考虑到部分平台投入较大，且存在较高的技术壁垒，未来智慧能源的运营，将依据企业规模和类型、智慧能源覆盖的领域呈现能源企业为主导、多元化合作运行的局面。

从业务场景来看，对于能源企业主导的核心业务场景，包括能源生产、业务管理等，未来仍将采用企业主导、科技企业赋能合作的方式建设运行；对于全场景式的能源供给场景，如智慧城市、园区、智慧社区等，根据能源流在智慧化场景的价值形态，可以采取多元化的建设运营模式。

从科技角度看，对于借助科技手段服务企业内部生产管理场景的智慧应用，在建设阶段，可采用能源企业主导，科技企业以供应商角色为能源企业提供服务的方式。在后期运营阶段，供应商为能源企业提供稳定、可靠的运维服务。对于需要大量资金投入、技术壁垒比较高、需要多行业积累的平台建设，如人工智能平台建设，可采用能源企业和科技企业合作运营的方式。

第五章

智慧能源发展重点措施

- 组织数字化能力评估
- 统筹智慧转型咨询规划
- 共建智慧能源合作生态
- 完善智慧基础设施建设

一 组织数字化能力评估

为保障智慧能源的有序开展，能源企业需要首先进行数字化转型诊断工作。评估企业数字化程度，分析企业数字转型的现状，包括能源生产、管理、营销等环节中基础性数据采集和对信息通信类技术的应用情况，终端设备信息的全面感知能力，对数据的智能分析与处理能力，数据流是否形成闭环等。通过企业数字化程度评估，充分分析企业数字化转型发展阶段、现状水平、资源条件等情况，分析传统信息化带来的数据管理以及客户服务方面存在的问题，选取最为关键、最为迫切、切实可行的发展方向。

二 统筹智慧转型咨询规划

数字时代下，能源企业面临高效集约化的企业生产模式转型、用户中心化的企业营销模式转型、数据驱动的企业管理模式转型、生态化的企业运营模式转型等挑战与机遇。能源企业需要开展智慧能源的咨询规划，以指导企业谋篇布局，满足协同化、多样化需求，适应数字时代的挑战，抓住机遇实现转型。合理的统筹规划与科学的顶层设计是智慧能源建设和应用得以顺利实施、有效运行的前提。首先，通过科学的统筹、有效的设计，明确建设方向，确定数字转型建设的总体框架和推进策略，准确规划建设任务和建设的范围，并通过层层分解降低建设的复杂性。其次，通过规范引导、标准先行，把握建设重点，避免重复建设，详细规划建设任务与实施路径。最后，还需要把总体规划上升到决策高度，保证总体规划的落实，这是智慧能源建设成功的必要保障。

三 共建智慧能源合作生态

智慧能源是一个开放的生态系统，必须践行共创、共赢的合作理念，针对数字化转型要求，结合自身信息技术能力，选择技术先进、平台支撑、具备行业经验的合作伙伴，发挥合作伙伴先进技术等优质资源，构建共建、共治、共享的智慧能源建设生态，唯有互相信任，共同推进智慧能源建设，通过持续的迭代，才能实现能源企业相关元素自治自愈、智慧决策、高度无人化的智慧运营等转型。智慧能源将重塑能源生产、营销和管理方式，对能源结构、能源效率和能源安全等产生显著影响。

四 完善智慧基础设施建设

信息网络的快速发展和融合创新，使各种新技术、新业务、新终端层出不穷，各种网络安全问题相互交织、相互影响，病毒传播、网络攻击等非传统安全威胁防不胜防。能源安全涉及国家安全，能源企业应将网络安全提到重要位置。构建基于大数据的可视、可知、可管、可控、可溯、可预警的网络安全体系，提升企业网络安全保障能力。建立统一的数据治理体系是形成数字资产、保障数据治理、实现数据共享、创新数据应用的管理保障。统一的数字治理体系和集中建设、分级应用的企业数据架构是形成数字资产、发挥数据价值、支持数字化应用的核心基础。构建以云平台为中心，具备微服务、中台特点的技术信息结构。以AI中台为核心的融合应用架构，利用已有IT资产，构建未来弹性架构，以需求快速支撑、系统平稳运行、规模弹性扩展为目标，构建统一智慧化基础设施，提升软硬件基础设施水平，促进企业生产效率提升，真正发挥智能化优势，助力能源企业高质量发展。