



中国电机工程学会
CHINESE SOCIETY FOR ELECTRICAL ENGINEERING

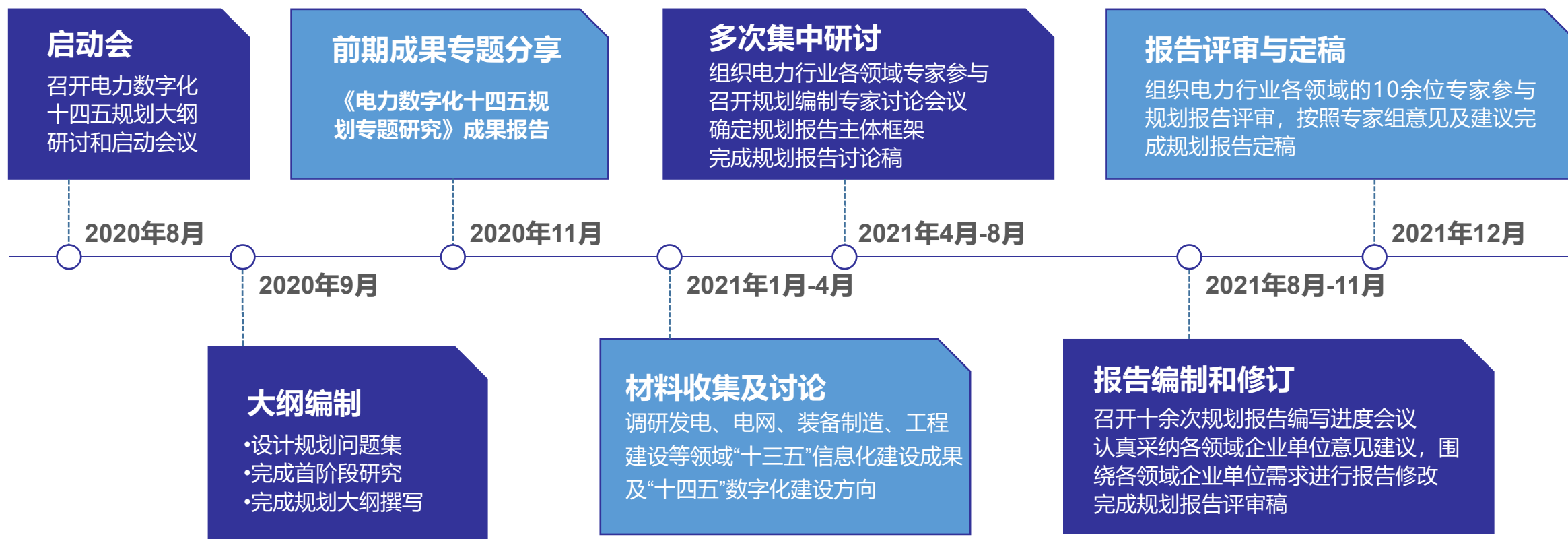
“十四五” 数字电力发展规划报告

报告人：许海清

报告单位：中国电力科学研究院有限公司

2021年12月15日 北京

根据中国电机工程学会“十四五”数字电力发展规划编制工作要求，遵照《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》的精神，由中国电机工程学会组织，中国电科院牵头，电力行业各领域20余家单位约300余位专家参与，前后组织线上线下会议8次，经多轮研讨、征求意见和优化完善，完成“十四五”数字电力发展规划报告编制。



01 “十三五” 电力信息化发展回顾

02 “十四五” 数字电力发展面临的机遇与挑战

03 “十四五” 数字电力发展的指导思想与总体目标

04 数字电力建设关键技术

05 “十四五” 数字电力建设的主要任务

06 “十四五” 数字电力建设的重点工程

07 保障措施

08 结论与展望



- 按照国家信息化整体战略部署和要求，电力行业进一步落实 **《国家信息化发展战略纲要》** **《“十三五” 国家信息化规划》**。

1、先进数字技术与企业生产、经营、管理的深度融合成效显著

2、电力信息化总体呈现向数字化和智能化发展的趋势

3、电力通信网络规模进一步扩大

4、网络安全防御水平得到提高

5、能源互联网技术研究和应用稳步推进



- 先进数字技术与企业生产、经营、管理的深度融合成效显著



“国网云平台”

企业中台

国家电网公司



“智能燃料管控平台”

火电厂燃料全业务智能化集中管理

中国大唐



“电力生产智能化” 互联网融合技术应用

“电力营销移动化” 手机移动应用

“企业管理数字化” 统一数据模型SG-CIM

南方电网、蒙西电网等



“电子商务平台”

促进企业降本增效

中国华电、国家能源等

• 电力信息化总体呈现向数字化和智能化发展的趋势

- 中国华能 建设工业互联网平台



- 国家电投 建设云边协同工业大数据平台

- 中核集团 打造信息一体化信息核电厂管理平台

- 中国电建 构建世界可再生能源大数据平台

电网企业以“互联网+”为基础，推进电力物联网建设，充分应用物联网、人工智能等技术，**基本实现**状态全面感知、信息高效处理、应用便捷灵活特征的**智慧电力系统建设**。

发电企业通过对发电设备数据进行有效分析和挖掘，形成“**特征指标**”，实现数据价值的共享利用，建立生产经营实时大数据平台，实现发电设备早期预警、状态分析、故障诊断等方面的探索性**技术突破**。

• 电力通信网络规模进一步扩大

电力行业已形成有线与移动网络相结合，以光纤为主要传输介质，一点多址、微波、卫星通信、电力线载波通信等为辅的现代化信息网络。并构建坚强的光传输网络、应急通信网络、无线通信网等，以能够更好地应对各类应用场景及灾害。

三大网络



互联网大区网络

- 初步形成三地数据中心10G环网、27家省公司2G对接的高速互联通道。



管理大区网络

- 实现三地数据中心20G互联，各省公司出口带宽达10G，将骨干网节点延伸至地市公司。



生产大区网络

- 实现调度生产领域独立网络建设、独立安全防护，独立联网运行。

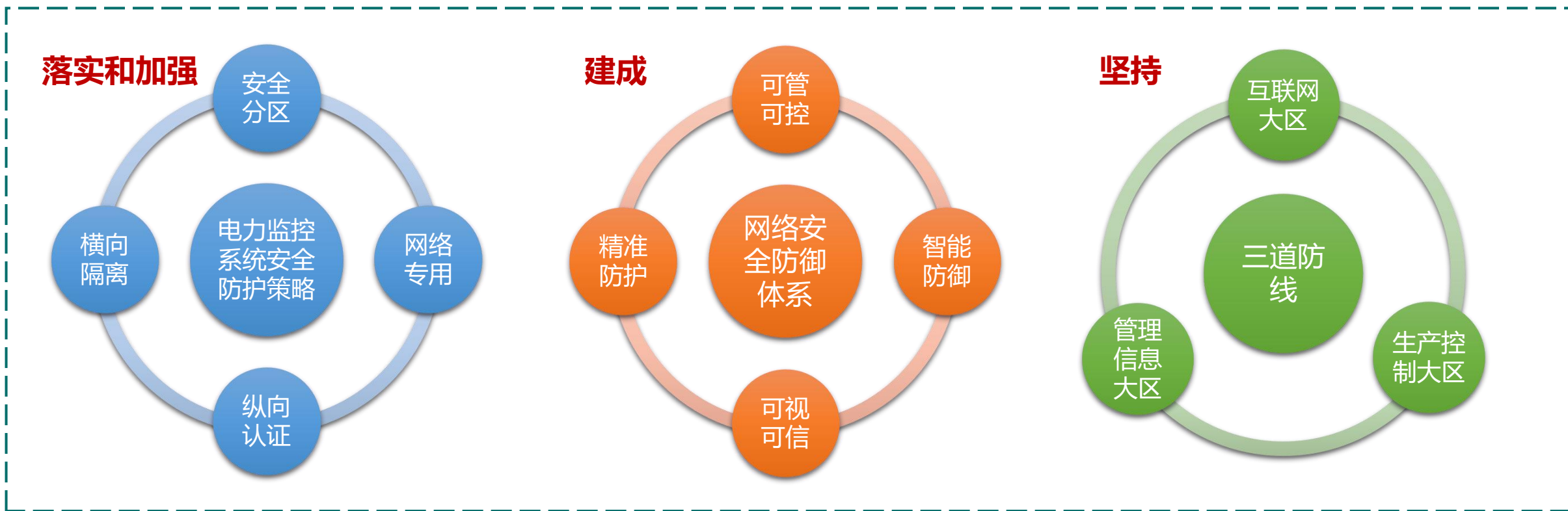


电力企业

- 积极开展5G、卫星等新一代通信技术的应用试点，推进构建“空天地”一体化、大容量广覆盖的电力通信网络。

以国网公司为例

- 网络安全防御水平得到提高



构建全场景网络完全防护体系

• 能源互联网技术研究和应用稳步推进

为贯彻落实习近平总书记国家能源安全发展战略，其中以国家电网公司为代表提出建设“具有中国特色国际领先的能源互联网企业”战略目标。

建设以电为中心，以**坚强智能电网**为基础平台，将先进信息通信技术、控制技术与先进能源技术深度**融合应用**，**支撑**能源电力清洁低碳转型、能源**综合利用效率优化**和**多元主体灵活便捷接入**，具有清洁低碳、安全可靠、泛在互联、高效互动、智能开放等特征的**智慧能源系统**。



01 “十三五” 电力信息化发展回顾

02 “十四五” 数字电力发展面临的机遇与挑战

03 “十四五” 数字电力发展的指导思想与总体目标

04 数字电力建设关键技术

05 “十四五” 数字电力建设的主要任务

06 “十四五” 数字电力建设的重点工程

07 保障措施

08 结论与展望

全社会数字化持续推进，快速向实体工业领域扩展，电力工业同样面临数字化转型升级的关键机遇。能源互联网成为电力工业切入第四次工业革命的战略基点，利用数字化技术改变整个电力工业过程，连接企业内外部环境，将成为推动经济发展的新增长极。

1、数字电力发展是落实国家数字经济和“碳达峰、碳中和”战略的必由之路

2、数字电力发展是推动能源电力转型升级的必然要求

3、数字电力发展是电力行业提质增效和变革发展的重要机遇

4、数字电力规划需要解决的主要问题

- 数字电力发展是落实国家数字经济和“双碳”战略的必由之路

“十四五”是碳达峰的关键期、窗口期。

发展数字电力需通过运用“大云物移智链”等**新型数字化技术**，建设支撑广泛互联、智能互动、灵活柔性、安全可控等特征的新型电力系统，因此能够在很大程度上调整能源结构，推动低碳能源代替高碳能源、可再生能源代替化石能源。同时提升**能源利用效率**，更加合理地控制电能消费总量，推动电力资源高效配置、高效利用，进一步促使“碳达峰、碳中和”目标的实现。



2022年，数字经济规模将比2018年增长95%

2025年，预计全球经济总值一半将来自数字经济

数字电力发展是推动能源电力转型升级的必然要求

电源侧

实现各类电源的**全息感知、智能分析和精准调控预测**，实现各类电源**协调有序**发展，解决可再生能源高比例并网的难题。

电网侧

支撑**现代电力市场建设**，满足储能、电动汽车等新兴市场主体**高效参与市场交易**，推动能源数据信息更加开放，助力透明监管。

负荷侧

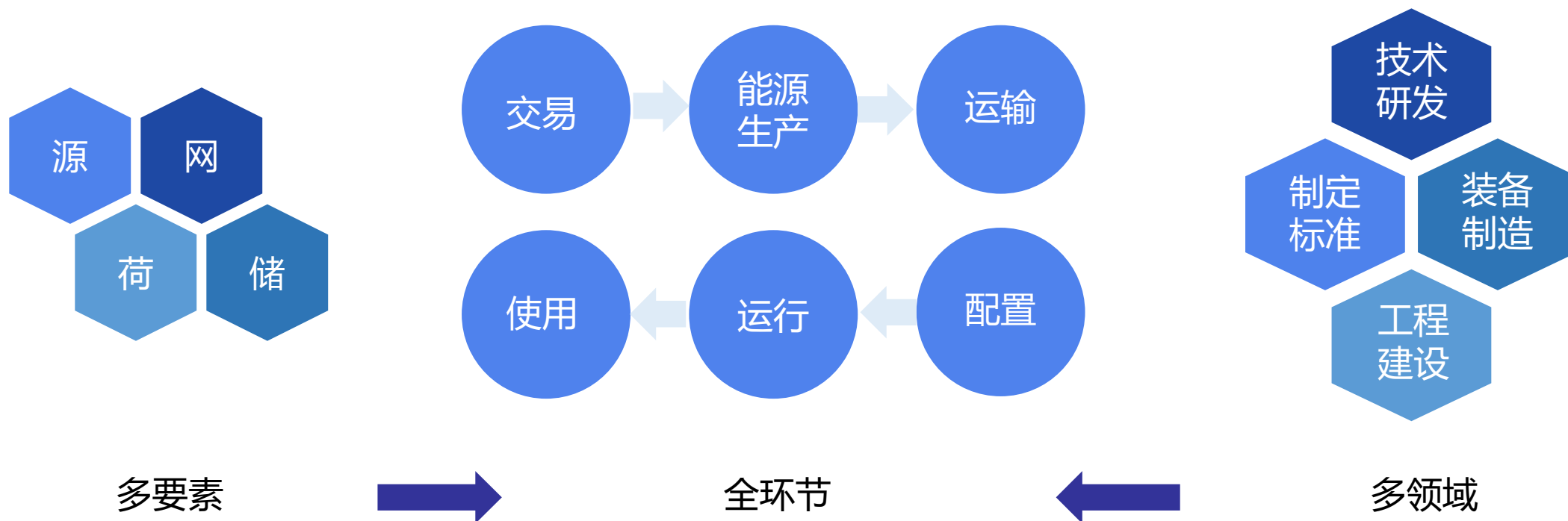
实现数据的**广泛交互、充分共享和价值挖掘**，提升终端用能状态全面感知和智慧互动能力，推动各类用能设施**高效便捷接入**，适应各类客户**个性化、多元化、互动化用能需求**。



电力行业数字化转型顺应能源革命和数字革命相融并进趋势，**全面提升清洁低碳、安全可靠、泛在互联、高效互动和智能开放能力**。

数字电力发展是电力行业提质增效和变革发展的重要机遇

“十四五”期间，电力行业数字化建设要科学把握建设方向和建设思路，合理设计数字电力建设的总体架构，是确保数字化、智能化和电力生产业务充分相互赋能、融合发展，实现价值最大化的前提。



• 数字电力规划需要解决的主要问题

为适应国际形势频繁变化， 需要做好全面准确的需求分析

电力行业各领域、各地区、各主体数字化水平不一，发展方向**各有侧重**。
开展充分的现状调研和详实的需求分析，准确识别“十三五”时期电力信息化工作存在的短板和不足，**提前预判**“十四五”电力行业发展对数字化的新需求，是做好“十四五”数字电力规划的**首要关键**。

为顾全电力行业多领域多层次多任务， 需要设计科学完备的体系架构

电力行业涵盖发电、输电、配用电、调度、交易等**各个领域**，传感、网络、平台、应用、安全等不同层面，需要对重点任务进行**合理布局**，做到层次分明，**重点突出**。

为发挥数字电力的长远优势， 需要准确把握先进数字技术发展趋势

深入识别电力行业**应用需求**，超前规划“十四五”数字电力关键技术演进方向，做到**精准布局**，兼顾实用性、先进性和经济性，是规划的核心难点。

01 “十三五” 电力信息化发展回顾

02 “十四五” 数字电力发展面临的机遇与挑战

03 “十四五” 数字电力发展的指导思想与总体目标

04 数字电力建设关键技术

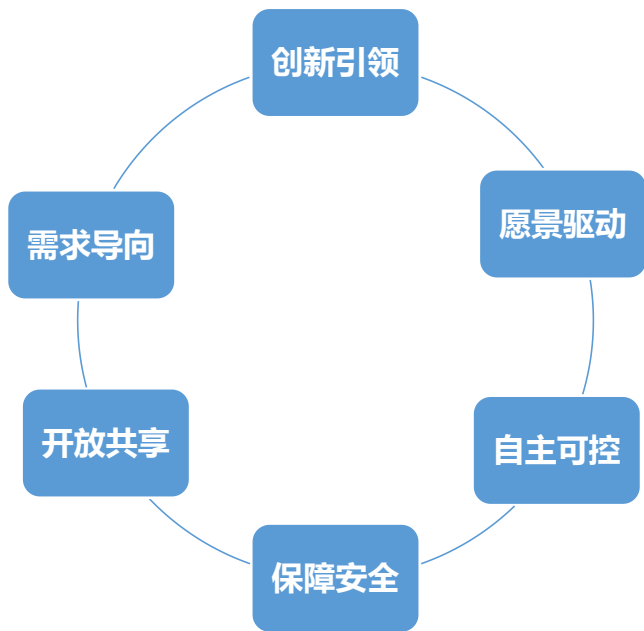
05 “十四五” 数字电力建设的主要任务

06 “十四五” 数字电力建设的重点工程

07 保障措施

08 结论与展望

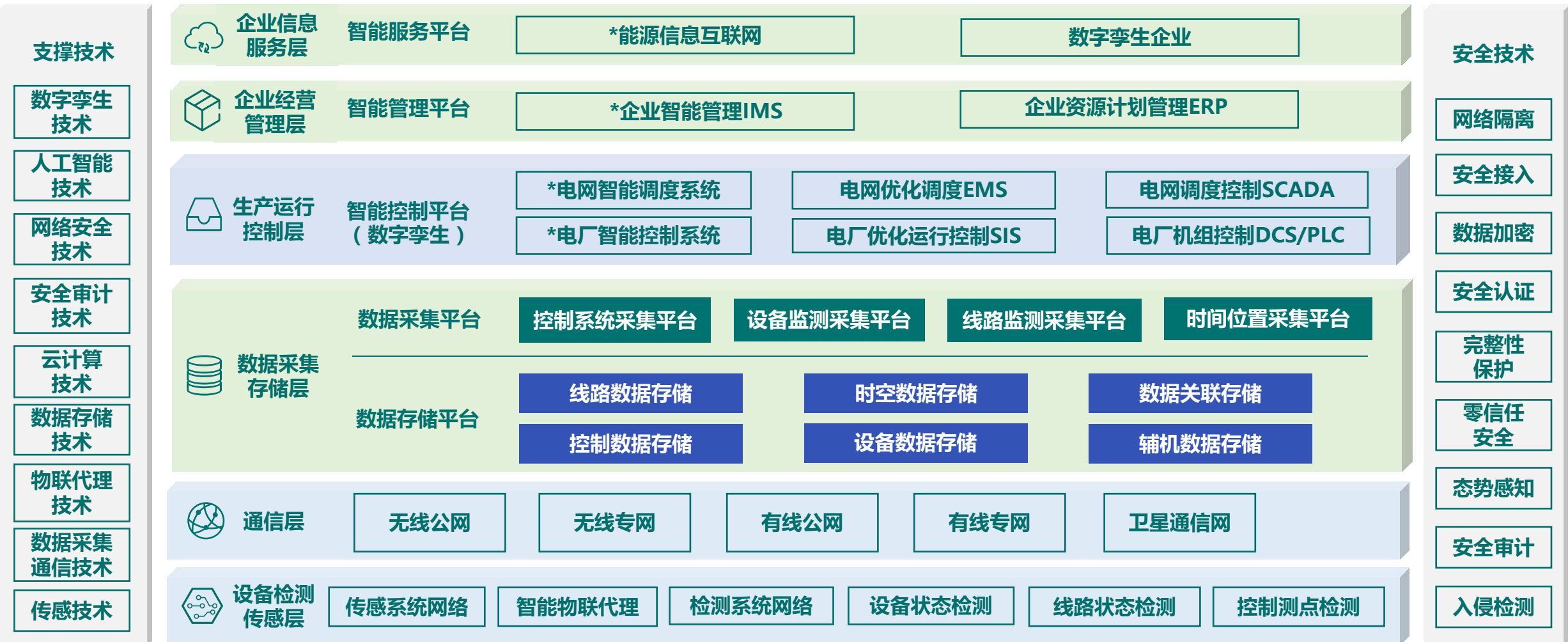
以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中、六中全会精神，准确把握“十四五”时期我国发展的指导思想及原则、新的目标要求、重大部署与重大要求，**深入贯彻落实习近平总书记关于加快建设数字中国的重要指示和“四个革命、一个合作”能源安全新战略**，坚持贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，加快构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局，推动高质量发展，统筹发展和安全，突出战略导向、强化战略引领。依照《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》，准确落实“坚持创新驱动发展，全面塑造发展新优势”、**“加快数字化发展，建设数字中国”**与“推动绿色发展，促进人与自然和谐共生”等一系列规划纲要，深刻把握电力行业在新一轮科技革命、产业变革中重大机遇，**主动衔接国家和行业主要单位规划，聚焦能源转型与数字化发展新趋势，推进先进数字技术与电力技术的深度融合**，推动电力行业产业链的横向协同、上下联动、科学开放，推动行业数字化、智能化转型升级和创新发展，助力行业管理能力、生产效率以及资源配置能力提升，保障国家电力能源安全，引领绿色低碳循环发展。



- ◆ **愿景驱动原则：**以实现“推进数字电力化和电力数字化，推动数字经济和电力行业深度融合，打造世界一流的数字电力集群”为发展愿景，驱使电力行业各领域协同合作、持续创新，共同努力发展数字电力，助力电力行业再上新台阶。
- ◆ **创新引领原则：**紧密围绕国家战略，充分借鉴及利用先进数字技术，促进数字技术在智能化与绿色转型中的赋能引领作用，指引行业数字化建设。
- ◆ **需求导向原则：**以“碳达峰、碳中和”目标对能源电力行业发展的变革要求，研究数字电力的建设需求、建设内容和条件，促进数字电力的新产业、新业态和新模式的产生。
- ◆ **开放共享原则：**充分发挥中国电机工程学会行业影响力，积极营造科技创新的生态环境，打破信息孤岛，共同绘制数字电力蓝图。
- ◆ **保障安全原则：**正确处理好数字化建设与网络安全的关系，遵循国家安全保密相关规定，做好信息安全保障体系设计。
- ◆ **自主可控原则：**依靠企业自身进行研发设计，全面掌握产品核心技术，进一步实现从硬件到软件的自主研发、生产、升级、维护的全程可控，推进核心技术、关键零部件及各类软件的国产化进程。



- ◆ 到“十四五”末实现**数字技术和传统能源工业的深度融合**，建成覆盖电力设备制造、工程建设、生产运行、企业管理、应用服务的全要素**数字化支撑体系**，建成完整的数据采集、数据应用和数据共享平台，全面提高**能源电力系统管控能力**和**资源配置能力**，推进智能电网发展。
- ◆ 电网企业以推进**“源网荷储”**全链条贯通、**“云网边端”**全流程协同为目标，全面提升电力行业清洁低碳、安全可靠、泛在互联、高效互动和智能开放能力，实现各类电源的全息感知和智能分析，实现**精准调控和预测**，促进各类电源协调有序发展，解决可再生能源高比例并网接入的难题。
- ◆ 发电企业以构建**数字企业**为抓手，加强传统煤电机组数字化建设，实现**精益化生产**和**智能发电**，提高能效减少碳排放。
- ◆ 电力设备与电力工程建设企业以提升设备**数字化设计**、**数字化制造**和**精益化施工**，以及**数字化移交**为目标，应用人工智能、数字孪生等技术，促进企业数字化运营，增强管理服务能力。
- ◆ 建成**能源信息互联网**，实现能源信息的广泛交互、充分共享和价值挖掘，提升能源需求状态和能源供给状态的全面感知、智慧互动能力。



“十四五”数字电力建设需求分析

全面研判世界和我国能源变革趋势，以及数字技术的发展趋势，深入分析国外电力行业信息化数字化发展现状及趋势。准确理解国内电力行业信息化“十三五”现状，明确“十四五”数字电力的发展需求对电力行业**设备制造、工程建设**，以及“**发输变配用**”等产业链各环节的数字化建设需求进行全面分析。

“十四五”数字电力总体目标和思路设计

将数字电力的发展目标与电力行业的实际发展情况相结合，将先进数字技术与电力技术相结合，把握能源转型与数字化发展新趋势，以助力我国**能源转型**及“**碳达峰、碳中和**”目标的达成为目的，规划设计“十四五”数字电力建设的总体目标和思路。

“十四五”数字电力体系架构设计

根据“十四五”数字电力发展的设计原则、发展目标和总体思路，结合电力生产到使用的实际过程，设计**内容全面、结构合理**的“十四五”**数字电力架构**，纵向包含感知、网络、平台、应用、安全各层内容，横向覆盖发电侧、电网侧、用电侧等各业务领域。

“十四五”数字电力关键技术方向设计

规划识别“十四五”期间需重点应用和取得突破的电力数字化关键技术，以可以在**发电侧、电网侧、用电侧**通用的共性关键技术为主，覆盖**感知、网络、平台、应用、安全**各类，规划关键技术研究和应用内容，设计预期目标和标志性成果。

“十四五”数字电力重点建设任务设计

在对“十四五”数字电力体系架构和关键技术充分了解的基础上，设计**内容全面、重点突出**的“十四五”**数字电力建设任务**，指导发电侧、电网侧、用电侧等根据自身定位和业务特点开展各自领域的数字化建设。

- 01 “十三五” 电力信息化发展回顾
- 02 “十四五” 数字电力发展面临的机遇与挑战
- 03 “十四五” 数字电力发展的指导思想与总体目标
- 04 数字电力建设关键技术**
- 05 “十四五” 数字电力建设的主要任务
- 06 “十四五” 数字电力建设的重点工程
- 07 保障措施
- 08 结论与展望



大数据技术

- 注重**基础平台、数据储存、数据分析**等技术的自主研发
- 聚焦大数据应用转变为发展大数据**开源项目和技术间交叉融合**
- 明确数据资源管理、数据技术产品**协同攻关、数据融合**应用

典型应用场景:

- ✓ 发电设备运行参数分析
- ✓ 电网运行数据价值挖掘
- ✓ 电力营销数字化运营



物联网技术

- 动态感知电力设备**运行状态**、用户的**用电特征**
- 对智能家电的**远程控制、状态监控、设备联动**以及**用户感知**
- 实现电力产业链上下游的协同，促进产业链的**协同研发、协同采购和协同制造**

典型应用场景:

- ✓ 智能家电接入
- ✓ 发电场站装备互联
- ✓ 电网运行环境与状态感知



云计算技术

- 云计算**智能化**是主要的发展趋势之一
- 云计算与大数据交互、人工智能等技术**相结合**，识别新模式，发现新规律
- 明确数据**资源管理**、数据技术产品**协同攻关**、数据**融合应用**

典型应用场景:

- ✓ 电力行业专有云
- ✓ 电力应用系统上云
- ✓ 行业应用基础云服务



人工智能技术

- 电力**图像视频**智能分析及理解
- 电力设备缺陷故障和隐患智能**检测、诊断与预测**
- 电力领域**知识图谱**技术体系与开放公共服务框架
- 电力算法**模型训练**和持续优化

典型应用场景:

- ✓ 电力装备智能制造
- ✓ 设备及线路智能巡检
- ✓ 智能机器人应用



数字孪生技术

- 构建贯穿智慧电力系统全生命周期过程的**生态体系**
- 通过服务和模式创新，提高智慧电力生态系统的**运营效率、安全性和防护性**
- 实现智慧电力**系统规划、运行和控制**方面的提质增效

典型应用场景：

- ✓ 电力装备数字模型
- ✓ 电网状态数字孪生
- ✓ 电厂三维数字孪生



区块链技术

- 提升区块链**系统安全**水平
- 推动区块链预言机技术与电力设备、传感器**融合**技术的应用
- 制定**跨链标准**，实现数据与信息**的跨链流转**

典型应用场景：

- ✓ 绿色能源交易
- ✓ 分布式微电网交易
- ✓ 电力区块链预言机



5G技术

- 深入推进5G技术**应用**
- 引领电力通信领域技术的**标准化**
- 推动电力通信**终端模组研发及通用化**

典型应用场景：

- ✓ 智能电网精准控制
- ✓ 海量设备物联接入
- ✓ 负荷感知与调控



北斗及卫星应用技术

- 持续推进北斗应用与电力业务的**融合发展**，进一步**扩展**北斗卫星导航系统在电力行业的**应用范围**
- 通过**自主研发**北斗运营服务平台和相关终端设备，打造一系列具有电力特色的**典型示范**应用

典型应用场景：

- ✓ 电力工程建设场地选取
- ✓ 电网运检设备定位
- ✓ 输电通道卫星遥感巡视



- 01 “十三五” 电力信息化发展回顾
- 02 “十四五” 数字电力发展面临的机遇与挑战
- 03 “十四五” 数字电力发展的指导思想与总体目标
- 04 数字电力建设关键技术
- 05 “十四五” 数字电力建设的主要任务**
- 06 “十四五” 数字电力建设的重点工程
- 07 保障措施
- 08 结论与展望

按照“十四五”数字电力建设的总体目标，围绕数字电力建设规划、建设内容、数据模型、业务技术平台、数据采集网络与存储平台、基于数字孪生的能源信息互联网、数字电力网络安全防护体系7个方面内容，提出电力行业设备制造、工程建设、发电、电网、能源信息互联网等领域数字化建设的主要任务。

1、建设规划

2、建设内容

3、数据模型

4、业务技术平台

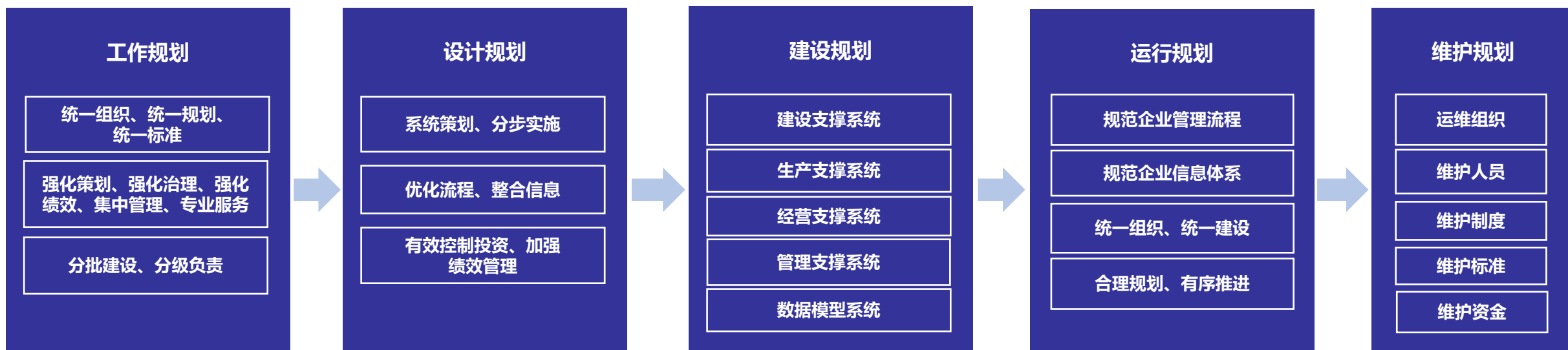
5、数据采集网络
与存储平台

6、基于数字孪生的
能源信息互联网

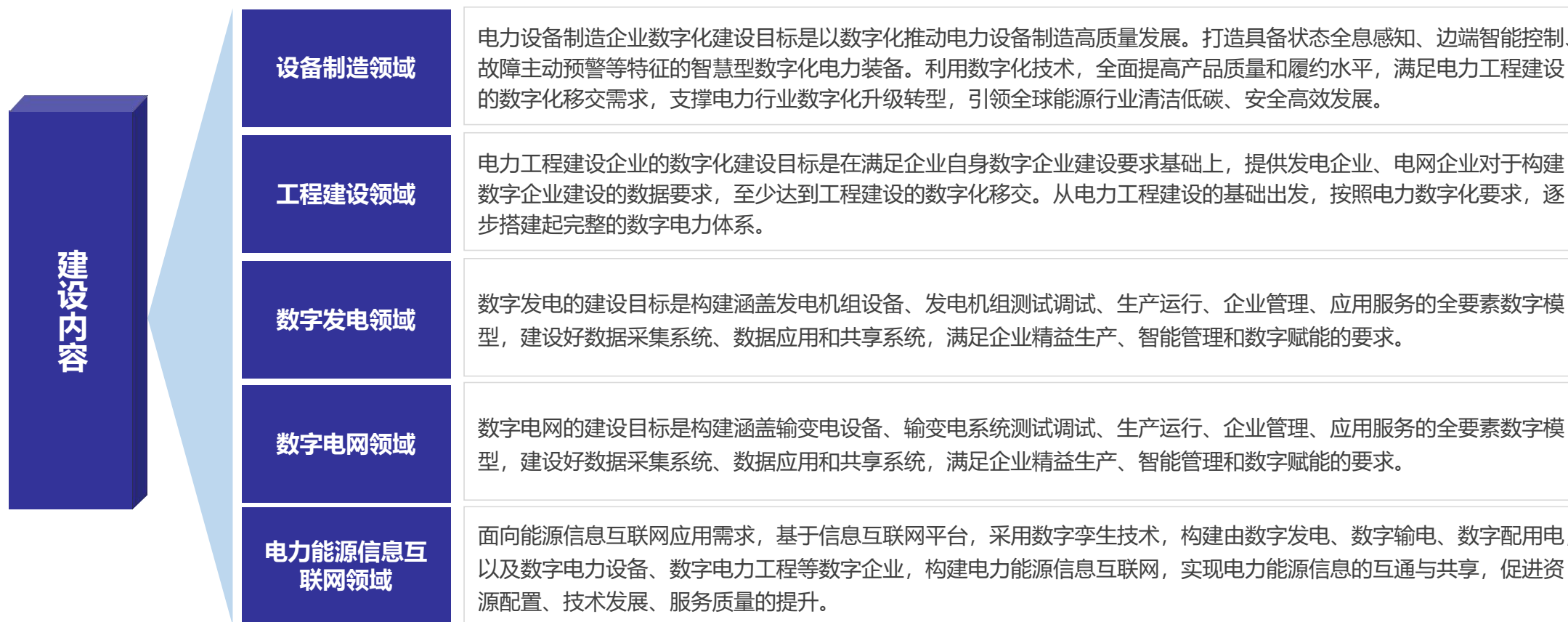
7、数字电力网络安全
防护体系

数字化规划是企业整体发展规划的重要组成部分，应站在企业战略高度进行开展，落实数字化建设的计划和组织安排，推动企业以及全行业的数字化转型发展。

数字电力规划



数字电力的建设目标是构建涵盖电力设备制造、工程建设、生产运行、企业管理、应用服务的全要素数字模型，建设数据采集系统、数据应用和数据共享系统，实现精益生产和智能管理，并基于数字孪生技术构建电力能源信息互联网实现能源信息的互联互通。

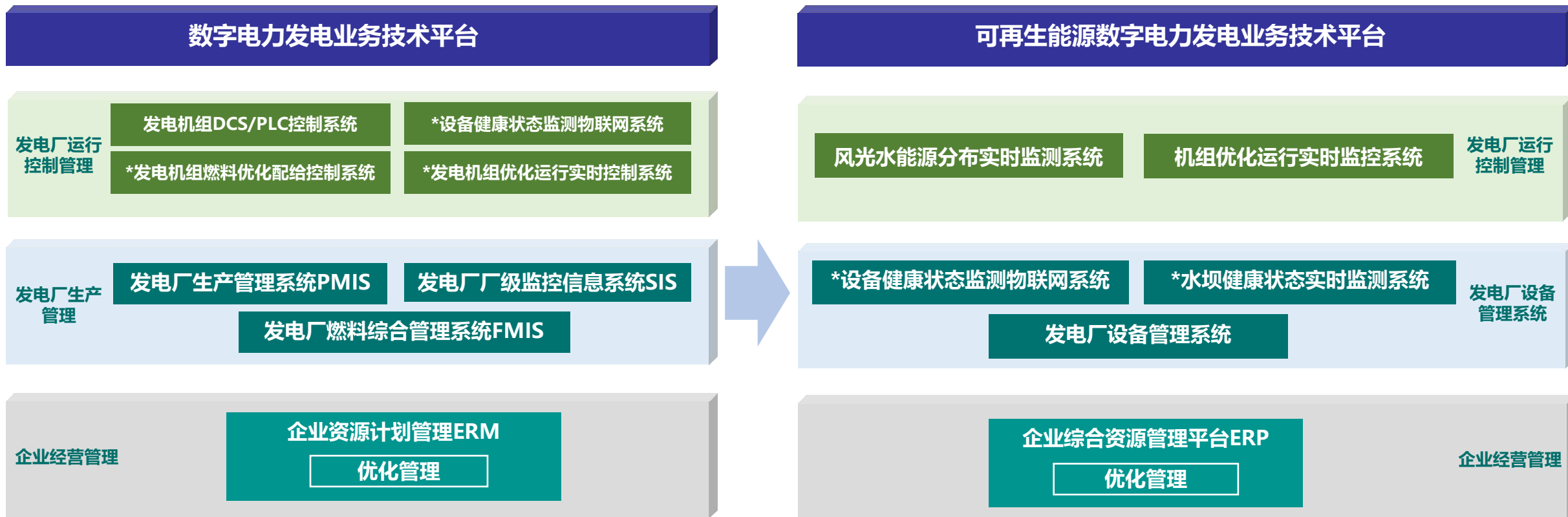


数字电力需要构建的数据模型主要包括：数字发电数据模型、可再生能源数字发电数据模型、数字输电数据模型和数字配用电数据模型。通过构建数字电力数据模型标准，推动业务平台之间数据的互联互通，依托电力企业数据共享交换平台，推进跨企业、跨层级、跨领域数据资源的协同共享。

数据模型

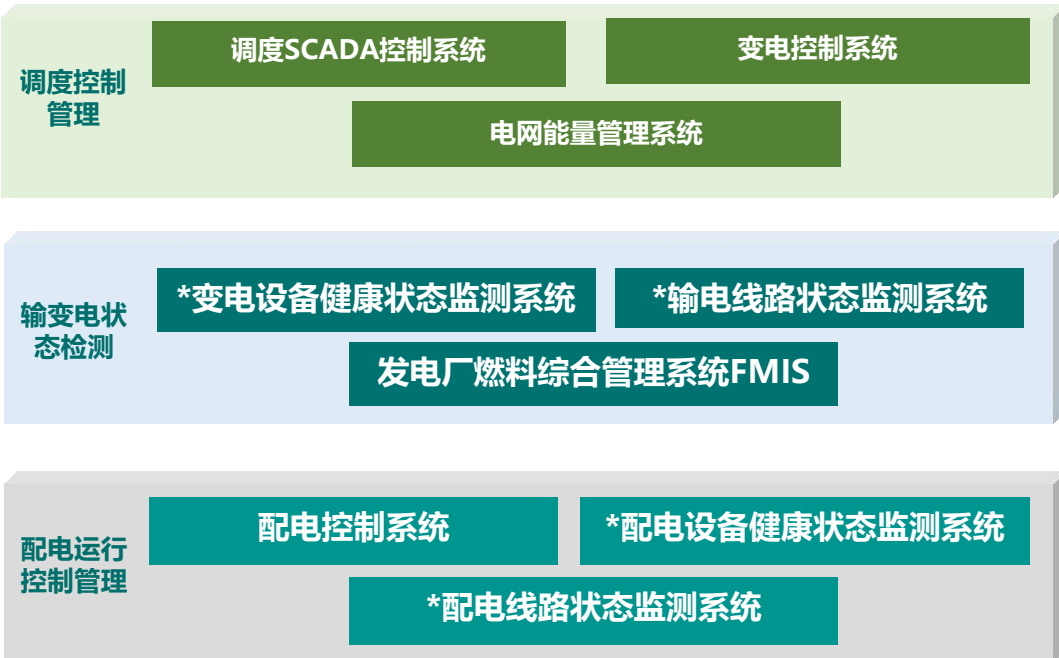
<p>数字发电数据模型</p>	DCS / PLC系统参数采集模型	*锅炉设备健康监测数据采集模型	*汽机设备健康监测数据采集模型	*发动机设备健康监测数据采集模型
	*辅机设备健康监测数据采集模型	机组SIS参数采集数据模型	厂级SIS数据采集数据模型	企业综合资源管理数据模型
<p>可再生能源数字发电数据模型</p>	*风场能源分布数据模型	风机优化分布数据模型	*光场能源分布数据模型	*光板优化分布数据模型
	水文、水能数据模型	*大坝健康状况数据模型	水能机控制系统数据模型	*水能机设备健康状态数据模型
	水能机组优化运行SIS数据模型	*水电机组设备健康状态数据模型	企业综合资源管理数据模型	
<p>数字输配电数据模型</p>	调度SCADA控制系统数据模型	变电控制系统数据模型	电网能量管理系统数据模型	*变电设备健康状态监测数据模型
	*输电线路状态监测数据模型	配电控制系统数据模型	*配电设备健康状态监测数据模型	*配电线路状态监测数据模型
<p>配电运行控制管理</p>	用电数据采集系统数据模型	用电客户信息数据模型	*客户用电特征数据模型	*营销管理数据模型

数字发电业务技术平台是基于发电设备及系统数字化基础上构建的发电生产、经营和管理技术系统。包括对传统发电以及可再生能源发电的精益化管理、动态实时监测以及精准预测。



数字输变配电业务技术平台在输变电设备、配电设备和系统数字化基础上，实现输变配电业务的全流程在线管理、远程设备控制、智能调度和设备及线路的动态监测。

数字输变配电业务技术平台



数字电力营销业务技术平台是建立在电力营销管理上的数字化平台，通过用电数据采集系统、用电客户信息采集系统、客户用电特征管理系统和电力营销管理系统协调电力营销操作，实现电力营销过程的数字化。

数字电力营销业务技术平台



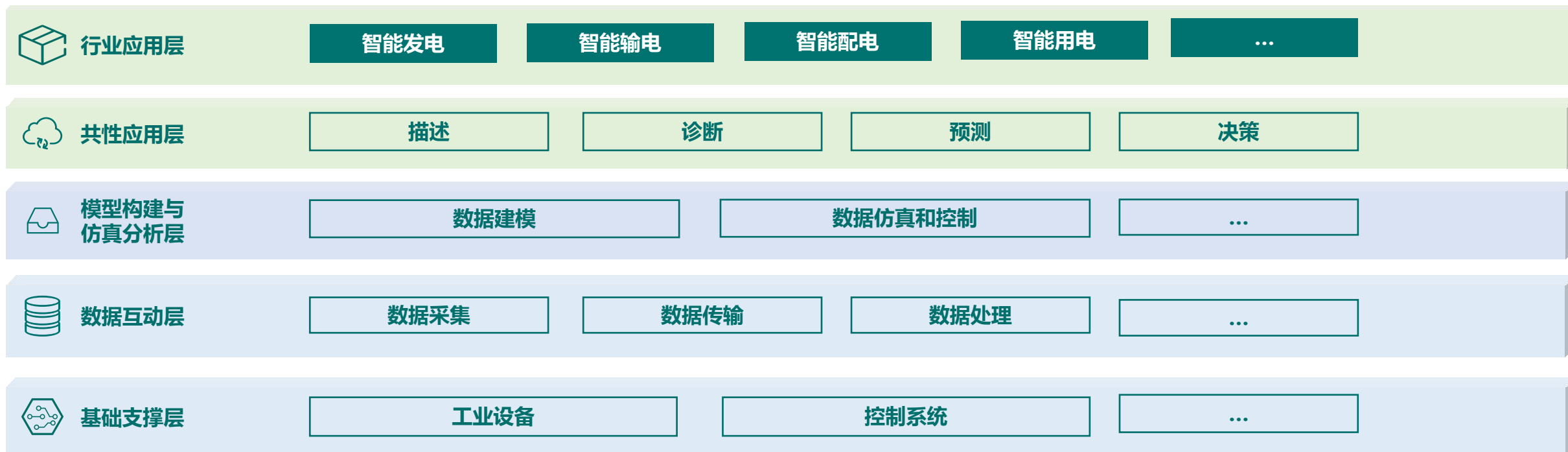
数据采集网络与存储平台为发、输、变、配、用各环节的设备状态监测、运行数据采集、在线工业控制以及海量数据存储提供支撑，为电力系统数字孪生和能源信息互联网建设提供感知能力和数据基础。

数据采集网络与存储平台

	数据采集平台	数据存储平台	基于时间同步关联数据存储平台
 <p>数字发电数据采集网络与数据存储平台</p>	机组DCS控制网络 机组PLC控制网络 机组设备健康状态实时监测物联网	机组DCS实时数据 机组PLC实时数据 电站设备健康状态实时监测数据	机组DCS实时数据 机组PLC实时数据 机组设备健康状态实时监测数据
 <p>可再生能源数字发电数据采集网络与数据存储平台</p>	机组DCS控制网络 机组PLC控制网络 机组设备健康状态实时监测物联网	机组DCS实时数据 机组PLC实时数据 电站设备健康状态实时监测数据	机组DCS实时数据 机组PLC实时数据 机组设备健康状态实时监测数据
 <p>数字电网数据采集网络与数据存储平台</p>	电网调度SCADA网络 输电线路实时状态监测物联网 输变电设备健康状态实时监测物联网	电网SCADA实时数据 输电线路实时状态监测数据 输变电设备健康状态实时监测数据	电网SCADA实时数据 输电线路实时状态监测数据 输变电设备健康状态实时监测数据
 <p>数字配电网数据采集网络与数据存储平台</p>	配网调度SCADA网络 配网线路实时状态监测物联网 配网设备健康状态实时监测物联网	配网SCADA实时数据 配网线路及终端实时状态监测数据 配网设备健康状态实时监测数据	配网SCADA实时数据 配网线路实时状态监测数据 配网设备健康状态实时监测数据
 <p>数字用电侧数据采集网络与数据存储平台</p>	用户特征采集物联网 用电质量监测物联网 售电侧用电数据采集	用户用电特征 电能质量实时状态监测数据 售电侧实时状态监测数据	电能质量实时数据 用户电能质量、用电量 用电计量状态监测数据 电能销售实时数据

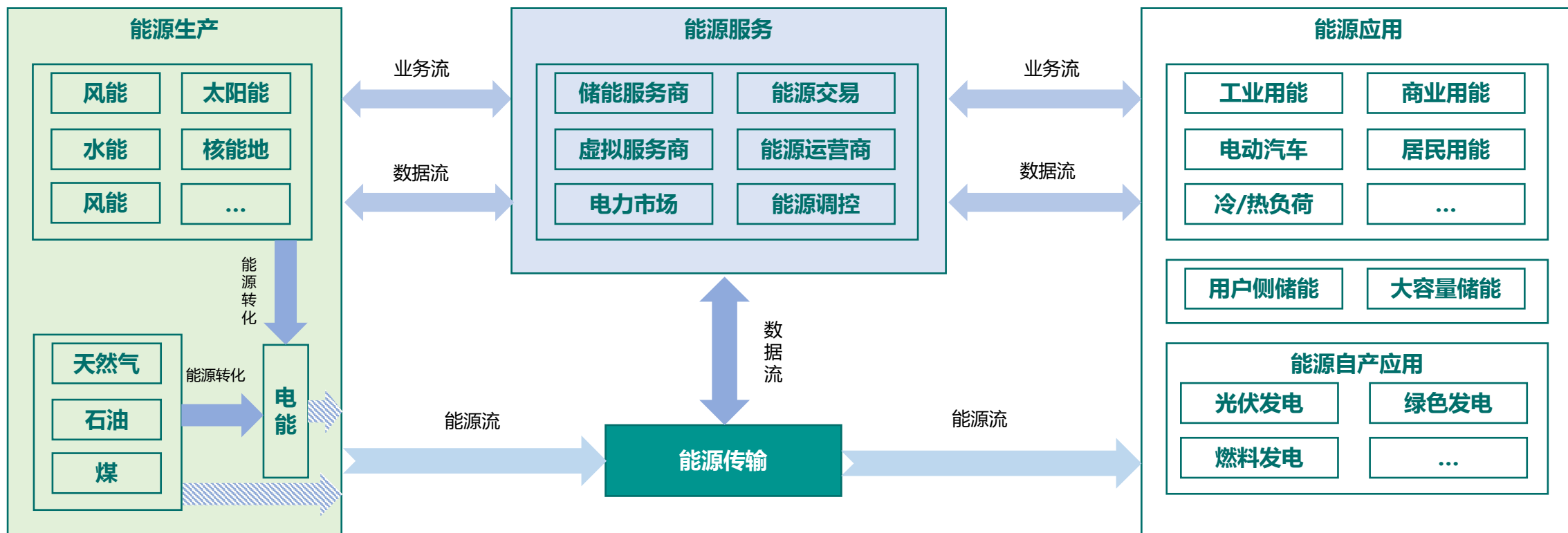
通过对电力设备、控制系统等数据的采集处理、数据建模及仿真构建数字孪生电力系统，将物理电力系统以数字化方式映射至虚拟空间，以实现物理电力系统的全面精准监测，基于对物理电力系统状态信息的诊断及预测等计算分析，将分析结果反馈至物理电力系统，从而推动物理电力系统的优化调整。

数字孪生生态系统



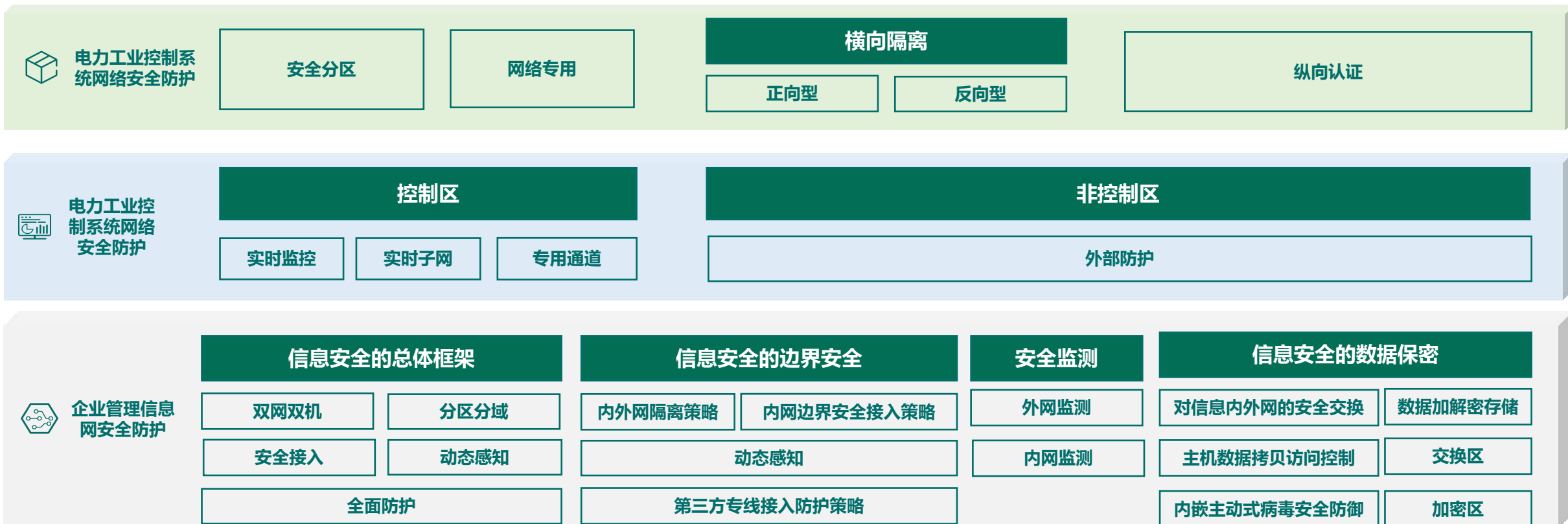
基于数字孪生电力系统建设能源信息互联网，推进电力行业包括能源生产、能源传输、能源应用、能源服务等全链条的信息互联，实现跨企业、跨层级、跨领域的数据协同联动，营造开放共享的能源互联网生态体系。

能源信息互联网



数字电力网络安全防护体系主要分为三个方面，分别是电力工业控制系统网络安全防护、电力工业控制系统网络安全防护、企业管理信息网安全防护。

数字电力网络安全防护体系





- 01 “十三五” 电力信息化发展回顾
- 02 “十四五” 数字电力发展面临的机遇与挑战
- 03 “十四五” 数字电力发展的指导思想与总体目标
- 04 数字电力建设关键技术
- 05 “十四五” 数字电力建设的主要任务
- 06 “十四五” 数字电力建设的重点工程**
- 07 保障措施
- 08 结论与展望

1. 发电领域数字建设工程

● 深度利用数字资产发挥数字价值

深入应用数字化技术，**构建传统发电电站数据模型及新能源电站数据模型**，打通数据壁垒，实现数据共享，实现发电领域与数字化的深度融合。应用发电领域专业数据，提升业务运营效率，以数据挖掘推动运营决策精益化，依靠数据感知网络采集数据，**通过分析挖掘实现数字价值释放**，优化发电质量向提升消费体验转变。

● 推进智能化数字化发电厂建设

构建数字化发电运行管控系统，以发电领域安全生产标准化管理体系为基础，对发电过程实现流程化、全面化闭环管理。通过利用新一代信息技术，实现对人员、设备、环境、管理的全方位、动态化智能管控，加速实现智能发电、数字发电。**通过数字化发电运行管控系统连接发电电站检修参与者**，追溯、把控维修过程，积累形成维修案例、专家经验等数据模型，实现行业知识、经验的数字化、通用化复用，提高维修能力及效率。

● 形成数字驱动的新型管理模式

全力推进数字驱动，拓宽电厂数字化升级范围，开展针对发电电站上下游延伸的数字化，实时监控煤炭报价、负荷信息、电网状态等上下游信息，形成业务决策指导。**建立分布式发电新模式**，整合大量分散的分布式发电单元通过数字技术形成虚拟电厂参与电力交易，发挥发电侧电源灵活的特性，实现调峰调频，深度参与辅助服务市场，发挥虚拟电厂最大效能。

2. 电网领域数字建设工程

● 加快电网企业数字化转型

强化电网规划、建设、调度、运行、检修等**全环节数字化管控**，支撑各电压等级电网在线可视化诊断评价、智能规划和精准投资，实现“电网一张图、数据一个源、业务一条线”。利用数字技术**构建多维精益管理体系**，实现经营管理全过程实时感知、精益高效，促进发展质量、效率和效益全面提升。以数字化提高电力**精准服务、便捷服务、智能服务**水平，提升客户获得感和满意度。

● 支撑新型电力系统建设

推动**可再生能源发电的全息感知**、智能分析和精准预测，提升可再生能源高比例消纳能力。提升**终端用能状态全面感知和智慧灵活互动**水平，实现数据的广泛交互、充分共享和价值挖掘。推动实现电力系统**源网荷储的高效融合互动**，通过数字电力建设促进不同能源间协同优化、有效互补，各类主体友好互动，提高电力系统功率动态平衡能力，提高能源配置效益和综合利用效率。

● 服务新型电力交易模式

以数字化支撑现代电力市场建设，满足储能、电动汽车、需求侧响应等**新兴市场主体高效参与市场交易**。推动**能源数据信息透明开放**，辅助构建中长期市场、现货市场和辅助服务市场有机衔接的电力市场体系，发挥市场和价格机制的调节作用。利用区块链等新技术，全面记录绿色电力生产、交易、消费等各环节信息，实现**绿色电力全生命周期追踪**。

3. 装备制造领域数字建设工程

● 加速装备产品智能化数字化迭代升级

依据数字电力建设需求，**推进电力装备制造业转型升级**，融合运用新一代信息技术，以人工智能、传感技术、数字孪生等新兴技术为出发点，聚焦创新型电力装备研发与制造，提升装备产品智能化、数字化水平，实现电力装备运行过程自适应控制、运行数据预处理、故障自诊断与修复等功能，进一步为数字电力建设提供基础装备支持。

● 提升电力装备智能制造水平

强化数字赋能装备制造，推动建设智能工厂，运用人工智能、数字孪生等新技术优化升级机器人、数控机床等智能制造装备，建设具有多种功能特性的复合型产线。基于数字电力建设，**构建智能制造系统解决方案支撑平台**，加强研发、加工、物流、服务等环节的技术支持，实现装备制造全生命周期的数字互联互通，进一步提升生产质量和效率。

● 推进装备制造产业链供应链数字化进程

围绕数字电力建设需求，**促进装备制造领域向高端环节服务化转变**，推动服务型制造升级，提高服务能力，着重完善电力装备数字化移交服务。**提升装备制造业的产业基础能力**，构建新型数字电力装备制造体系，弥补产业链供应链短板，加大数字电力产品和关键核心技术攻关力度，发展新型技术，**推动产业链供应链多元化**。

4. 工程建设领域数字建设工程

● 构建电力工程建设数字化管理平台

深入分析电力施工流程，**构建电力工程建设管理系统**，对电力建设过程中设计、施工、装备、人工、财务、场地等过程的进行数字化管理；**增强对采购设备的数据化处置**，实现人员的合理配置；**基于信息匹配方式**，实现人员信息的快速准确验证；依托GPRS、RFID等定位系统，对设备、施工场地等具体位置做出精确定位。

● 促进电力工程建设安全保障

基于数字化设计平台，加强工程建设的有效设计，实现规范化设计，优化场地布置，消除施工干涉等因素；**创建工地数字视频系统**，建立危险防控管理平台，实现安全施工实时检测，确保工程安全有序展开；**增强对施工质量的快速准确采集**，实现风险管控，保证工程建设过程中的安全生产。

● 实现电力工程建设数字化移交

构建数据模型，增加对三维模型的建模、存储能力，实现不同平台间数据的共享；**搭建三维数字化工程**，关联模型相应设计文档，**生成规范化的数字化移交成果**，实现对电力工程建设过程的直观展示和工程资料的综合管理。

5. 数字电力安全防护升级工程

● 制定数字电力安全防护标准

加深安全防护思路，搭建数据安全组织机构，**建立健全数据安全管理制度与流程**，对数据进行系统化梳理，进行针对性防护，**形成面向数字电力的安全防护标准**，指导数字安全防护全流程。

● 升级行业重点领域安全防护水平

拓宽数据理解与认知，优化数据分析步骤。结合实际场景分析风险特征，**优化安全风险感知平台**，实现统一、可控、可视化的安全管理，实行数据使用监督检查，保障数据安全使用，提升安全风险处置能力。**建立持续数据安全评估**，覆盖数据安全防护全过程，进行标准化、常态化、动态化的数据安全风险分析评估，管理和优化安全防护能力，**实现自适应的安全治理**。

● 集中构建全面安全防护体系

推动安全防护全面覆盖数字电力各环节，实现“数字新基建”的可靠防护，**建设数字电力网络安全防护体系**，聚焦电力工业控制系统、电力生产管理网、企业信息管理网安全防护措施与规范，拓展生产、制造、建设领域的个性化安全防护策略。

6. 电力行业协同联动深化工程

● 加速构建能源信息互联网

建设能源互联网标准体系，加强多能协同综合能源网络建设。营造开放共享的能源互联网生态体系，培育新型市场主体。构建重点领域数据模型，挖掘电力数据价值，实现数据资源共享，加快推进跨企业、跨层级、跨领域数据资源共享共用。

● 建立健全电力行业协同创新平台

以重点领域核心企业为核心，集合电力行业各领域资源，构建电力行业协同创新平台，组建跨领域、跨学科的研究团队，形成基础研究、应用研究、产业发展、应用示范的创新链体系，推动电力行业的产学研用协同创新。

● 确立完善重点领域考核评价体系

制定电力行业重点领域数字建设考核评估标准，制定数字电力发展建设实施指南及工具集，实行重点领域建设成果评估，加强对数字电力建设全过程监管力度。推进电力行业考核评估管理系统构建，加速推动重点行业领域数字化转型，有效提升数字电力建设的效率与质量。

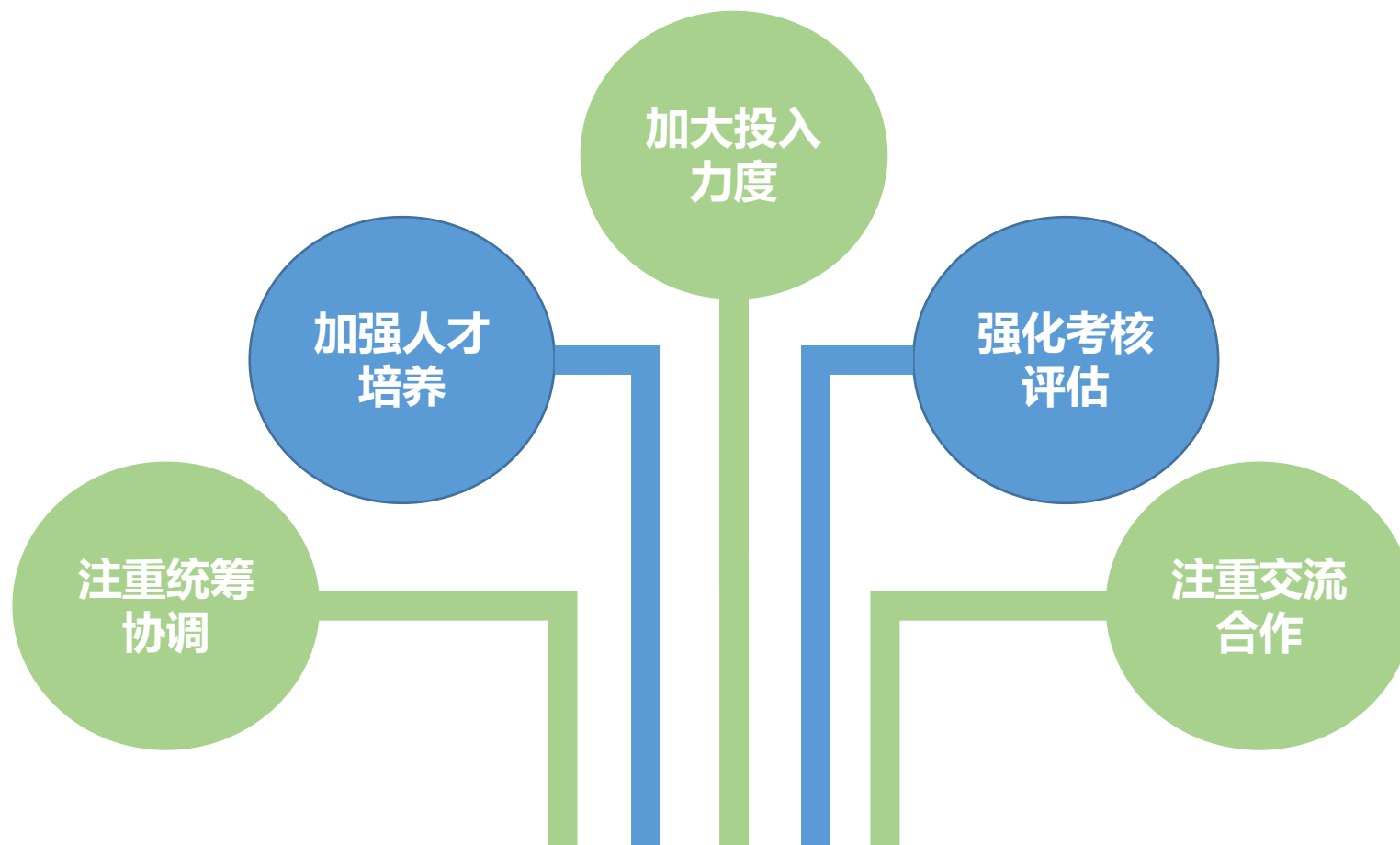
● 建设面向数字电力的智能管理平台

面向电力行业各领域进行知识提取，建设重点领域知识库及知识平台。应用知识图谱技术，实现制度、标准的知识化抽取和积累；建设智慧管理平台，提供面向行业各领域的知识服务；拓展电力知识图谱的深化应用，加快数字电力建设进程；探索电力行业多元融合发展的数字电力建设之路。



- 01 “十三五” 电力信息化发展回顾
- 02 “十四五” 数字电力发展面临的机遇与挑战
- 03 “十四五” 数字电力发展的指导思想与总体目标
- 04 数字电力建设关键技术
- 05 “十四五” 数字电力建设的主要任务
- 06 “十四五” 数字电力建设的重点工程
- 07 保障措施**
- 08 结论与展望

为了确保数字电力发展计划、数字电力建设工作部署取得实效，从**注重统筹协调、加强人才培养、加大资金投入、强化考核评估、注重交流合作**五个方面提出保障措施。



1. 注重统筹协调

加强对数字电力发展的统筹协调、组织实施和督促指导，健全相应工作机制。以突出重点和精细管理为原则，分级分类制定各电力企业的管理办法，减少重复性建设。**加强电网企业、发电企业、电力建设企业、设备制造企业、工程建设企业有关年度工作计划与规划的衔接，分解细化目标，**落实相关责任，确保规划提出的各项任务完成。畅通各电力企业的沟通渠道，强化企业协同、上下联动。充分发挥电机工程学会作用，培育电力行业协调发展的社会力量。

2. 加强人才培养

建立覆盖全行业的创新型人才培养体系，设立人才培养工作站，选拔培养优秀业务骨干团队，定制培训课程和实践项目，分级分类开展专项培训，开展严格的资格认证。**依托重大科研项目、重点建设平台和国际合作项目，加大学科带头人培养力度。**强化高层次科技人才开发，着力培养具有世界科技前沿水平的高级专家、高层次领军人才。建立培训常态化机制，**统筹开展技术型和业务型人才培养。深入开展校企合作，同各合作伙伴高校联合培养创新型人才。**加大优秀科技人才引进，重视青年科技英才培养，支持青年人才主持重点科技项目。

3. 加大投入力度

发展改革、财政、科技、人力资源等部门需制定相应的价格、投资、财政、科技及人才支持政策。合理保障科研经费，将规划落实工作纳入各企业主要发展项目。加强对数字电力重大科研项目的支持，促进数字电力科技研发和重点科研项目、科研成果的转化和应用。增加建设数字电力所需的设备和运行投入，完善相关技术研究手段，提升各企业内部的科研能力和创新水平。

4. 强化考核评估

建立完善考核评估机制，将数字电力发展情况纳入激励考核事项、明确规划实施评估任务，定期开展评估分析工作。各电力企业需建立落实规划的工作责任制，按照职责分工，对规划的实施情况进行检查考核，对规划实施过程中取得突出成绩的单位或个人，给予合理的表彰奖励。加大信息公开力度，定期向社会公布规划落实情况及成效。

5. 注重交流合作

积极主动开展国内外数字电力技术研究、设备软硬件制造、工业互联网、供应链金融等领域，充分发挥双多边国际交流合作机制。制定合理的合作标准，确立稳固的合作关系，扩展知识产权海外布局。进一步落实“一带一路”倡议，在全球范围内寻找新技术、新装置、新理念的合作伙伴，实现“中国方案”的国际化推广。



- 01 “十三五” 电力信息化发展回顾
- 02 “十四五” 数字电力发展面临的机遇与挑战
- 03 “十四五” 数字电力发展的指导思想与总体目标
- 04 数字电力建设关键技术
- 05 “十四五” 数字电力建设的主要任务
- 06 “十四五” 数字电力建设的重点工程
- 07 保障措施
- 08 结论与展望**

助力电力企业 提质增效、高质量发展

- 利用大数据、区块链等技术，依托数字网络构建企业级数据中心、企业级数据共享和数据服务平台、电力交易市场技术支持平台，实现**全业务流程的数据管理**，实现数据的广泛交互、充分共享和价值挖掘，不断提升**电力行业数字化运行、管理和服务的**能力；
- 应用数字孪生技术构建企业数字孪生系统，优化生产运行，**实现企业数字化管理**。

支撑以新能源为主体的 新型电力系统建设

- 基于新型感知设备，**实现全环节数据可测可采可传**，且各类终端与设备即插即用、安全接入、万物互联；
- 通过现代通信网络，实现数据快速上传；
- 通过先进算法，**基于云平台实现智能发电、智能调度、智能运维的全场景与全链条智能化**；
- 实现传统电力系统向“源网荷储”全面协同、数据驱动AI决策、电力物联网全局感知主动防御、电力电子与现代通信相结合的敏捷响应、调峰调频资源丰富手段灵活的**新型电力系统演变**。

服务“碳达峰、碳中和” 目标达成

- 通过数字电力建设，实现对各类可再生能源的精准预测和智能调控，**利用能源信息互联网促进各类电源协同联动、互补互济、高效协同**；
- 通过对电动汽车、储能、微电网等新型负荷深度感知，充分适应未来用能时空分布多样，能流双向，互动性强的趋势，**助力绿色交通和智能建筑等领域电能替代的大规模发展**；
- 以数字化建设驱动能源变革，促进**社会能效提升、绿色发展**。



中国电机工程学会
CHINESE SOCIETY FOR ELECTRICAL ENGINEERING

谢谢！