



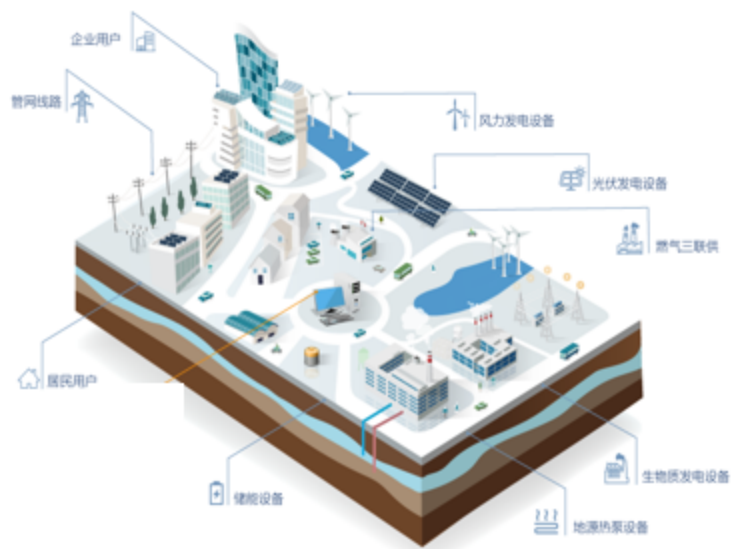
国家电网
STATE GRID

国网电力科学研究院

STATE GRID ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

虚拟电厂在新型电力系统中的应用与思考

目录 CONTENT



01

政策背景

02

虚拟电厂

03

相关系统

04

典型案例

相关政策

发布时间	发布机关	文件名称
2020年12月	国务院新闻办公室	《新时代的中国能源发展》白皮书
2020年12月31日	生态环境部	全国碳排放权交易市场建设方案（发电行业）
2021年1月11日	生态环境部	关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护 相关工作的指导意见（环综合〔2021〕4号）
2021年2月2日	国务院	国务院关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见（国发〔2021〕4号）
2021年2月24日	国家能源局、国家发展和改革委员会、财政部、中国人民银行、中国银行保险监督管理委员会	关于引导加大金融支持力度 促进风电和光伏 发电等行业健康有序发展的通知（发改运行〔2021〕266号）
2021年2月25日	国家能源局、国家发展和改革委员会	关于推进电力源网荷储一体化和多能互补发展的指导意见（发改能源规〔2021〕280号）
2021年3月12日	国务院	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
2021年4月22日	发改委、能源局	关于加快推动新型储能发展的指导意见（征求意见稿）
2021年4月30日	发展改革委	关于进一步完善抽水蓄能价格形成机制的意见

严控煤电



大力发展风电和光伏



风光水火储、多能互补和源网荷储一体化发展



大力发展储能技术

相关政策

国调中心22年重点工作

提升新能源功率预测水平和气象预测预警水平，**加强风电、光伏预测功能建设。**

强化电力平衡管理，建立考虑负荷类型和分布式能源的负荷预测机制。加强日内平衡管理，动态分析风光水煤气蓄等资源的发电能力和全网增供潜力，提前预判日内平衡风险。

落实公司支持服务分布式光伏规模化开发工作方案，在“三华”地区建设**基于调控云的分布式电源调度管理功能**，强化分布式电源的国-网-省-地纵向管理，实现分钟级数据采集功能，**试点建设县域分布式光伏功率预测与监视系统。**

开展**台区级低压分布式电源功率自主平衡试点**，提升分布式电源调节能力。

提出分布式电源集群参与调频、调压、调峰的协同调控方法。

拓展配电自动化主站分布式光伏功能应用，推进台区智能融合终端与光伏并网断路器、光伏逆变器、智能电能表的就地交互及深化应用，实现中、低压并网光伏的可观、可测与就地调控。

深化配电物联网建设应用，**深化融合终端与智能断路器、智能电表等交互**，实现台区全景监测、故障精准研判、**分布式光伏并网监控**、电动汽车有序充电等功能规模应用。

研究分布式资源安全接入的实现方法，**研发适应分布式资源高比例接入的边缘终端扩展应用支撑模块。**

设备部22年重点工作

大力发展风电、太阳能发电，提升非化石能源在终端能源消费中的占比，是实现“30.60”双碳目标的题中之一。然而，推动能源系统的清洁化转型，必然会对全社会用能的经济性、可靠性带来挑战，能源系统的“**清洁化、经济性、可靠性**”是不可忽略的“**能源三角形**”问题。

一方面，能源系统的清洁化和供能可靠性要求，使得社会用能成本的降低面临较大压力。风电、太阳能发电较之传统煤电的发电成本仍然较高，并且为了保障风电、太阳能发电顺利并网，**需配套建设大量调峰资源以保障系统运行的安全性**，风电、太阳能发电仍不具备取代煤电的经济性。

同时，我国风、光等自然资源与负荷中心存在显著的逆向分布特征，大量的新能源电力需要通过特高压通道输送消纳，大规模的输电通道投资和固有的输电损耗也进一步降低了风电、太阳能发电开发的经济性。

另一方面，能源系统的清洁化和用能成本约束使得电力系统运行可靠性面临严峻挑战。

风电、太阳能发电的出力具有明显的**波动性和间歇性**特征，大规模接入将使得电力系统的**电压稳定、功率平衡**等面临严峻挑战，而我国现有电力系统**灵活性调峰资源的缺失**和柔性控制与系统调度能力的短板难以应对大规模新能源接入。必须投入大量资金用于系统灵活性资源的建设、改造以及电网基础设施的升级，从而带来用能成本的变化，亟需从系统层面协调**大规模新能源接入与用能成本、系统运行可靠性**三者的协调问题。

政策背景

新型电力系统构建分为转型期、建设期、成熟期三个阶段。**2021-2030年是转型期**，传统电力系统向新型电力系统升级，新能源发电装机成为第一大电源；分布式、微网加快发展，跨省区输电继续增长；火电灵活性改造全面实施，新能源主动支撑、虚拟电厂、柔性输电、系统安全运行和控制等技术逐步成熟并推广应用。**2031-2045年是建设期**，新型电力系统基本建成，新能源逐步成为电量供应的主体，主动承担系统调节和电力保障责任；分布式、微网和综合能源网络广泛存在，就近消纳以新能源为主的分布式电源；“西电东送”趋于饱和，大电网发展步入稳定期；大容量电化学储能、电制氢、CCUS、直流组网等技术取得突破，并推广应用。**2046-2060年是成熟期**，新型电力系统全面建成，新能源全面具备主动支撑能力，成为电力、电量主体，并在系统中发挥主体作用；大电网与分布式电源、微电网等多形态并存，源、网、荷、储等多要素互动，电、气、冷、热、氢等多能互补；CCUS、电制氢、可控核聚变、超导输电等颠覆性技术广泛应用。

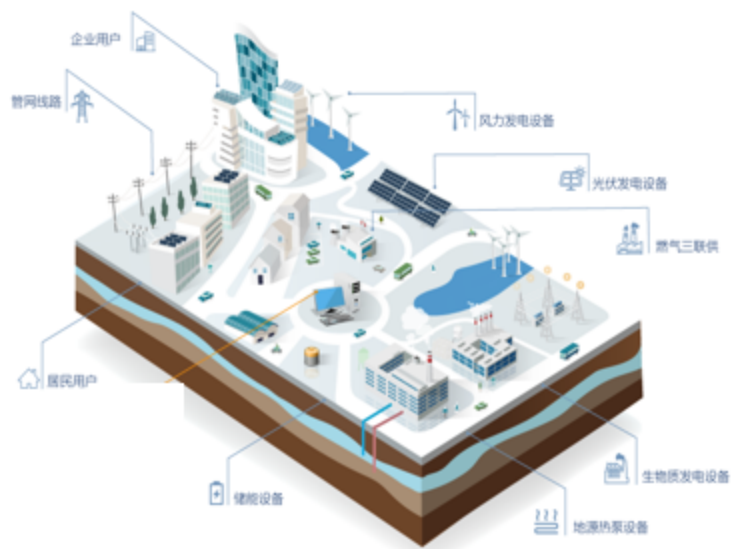
构建可调节负荷资源库。可调节负荷资源全部纳入省级智慧能源服务平台统一管理。配合政府科学编制有序用电方案，达到最大负荷20%以上且覆盖各省最大电力缺口。建设新型负荷管理系统。

构建新型电力系统运行控制体系。提升极端天气情况下预测精度。开展新一代调度技术支持系统研发和试点建设，在公司系统内全面推广。优化调度方式，统筹全网备用资源共享、省间余缺互济等手段，提升资源优化配置能力。

推进辅助服务市场建设。国家主管部门应研究制定系统调峰、调频、备用等辅助服务交易体制，建立灵活性资源市场主体参与市场的机制。在高比例新能源地区，推进灵活爬坡、系统惯量、无功服务等新型辅助服务交易品种。按照“谁受益、谁承担”原则，建立用户与发电共同参与的辅助服务分担共享机制。

推动电力市场与碳市场协同发展。研究碳达峰、碳中和目标下电力市场体系，建立适应绿色能源发电特性的交易组织、合同签订、交易结算方式，做好绿电交易试点建设和推广工作。研究绿色电力消纳认证关键技术，建立绿色消纳认证体系，为市场主体提供权威绿电消费证明，深化碳交易等应用。优先开展清洁能源替代交易。依托车桩网协同平台，打通碳交易-车联网-运营商-车企-电力-监管等多数据渠道，深化绿电溯源功能建设。

目录 CONTENT



01

政策背景

02

虚拟电厂

03

相关系统

04

典型案例

虚拟电厂定义

广义上来讲，虚拟电厂可以不局限在对分散式能源资源的整合构建层面，还可以站在另外的某个视角来看待，比如：站在电力交易的角度看，以独立身份参与电力交易的市场主体就可以作为一个“虚拟电厂”，尽管它可以包含分散式能源、火电厂、水电厂、集中式风电、光伏等；站在电网调度调峰的角度，一条并网线路上所有电源及可控负荷、储能、充电桩、蓄电池组等都可以构成一个“虚拟电厂”。

因此，从这个意义上讲，虚拟电厂是一种管理模式或者说是一套系统，通过配套的技术把分散在不同空间的发电装置、发电厂、储能电池和各类可控制（调节）的用电设备（负荷）整合集成，协调控制，对外等效形成一个可控电源系统。主要包括三种形式：1、集中式发电厂形式，在某个区域实现分散式能源资源（分布式电源、储能系统、可控负荷、电动汽车等）的聚合，形成一个虚拟电厂主体，参与电力交易及调峰调频等辅助服务；2、某个综合能源基地形式，包括火电厂、分散式光伏、分散式风电、储能、充电桩等“电源”聚合，形成一个虚拟电厂主体，参与电力交易及调峰调频等辅助服务；3、虚拟电力公司形式，某个省级发电公司、售电公司可以将相关签约独立电厂、虚拟电厂等整合为一个大型的“虚拟电厂”市场主体，参与电力交易及辅助服务。

虚拟电厂建设意义

新能源的特点

- 随机性
- 规模化
- 不可预测性
- 不可控制性

对电网的影响

- 增加了负荷预测准确性的难度
- 随着规模增加，影响力度增加
- 对传统调度计划方式提出挑战
- 威胁实时电网运行的安全稳定
- 发电和负荷，呈双侧随机性
- 稳定的优质电源不足，弱化了调控能力负荷

客户侧的现状

- 存在大量电动汽车和可调节负荷
- 存在弱可观性、弱可测性和弱可控性
- 分布式资源商业模式欠缺
- 难以参与市场化交易

传统解决方案



- 提高负荷预测精度
- 提升紧急状态规模
- 精细修订发电计划
- 增加实时备用容量

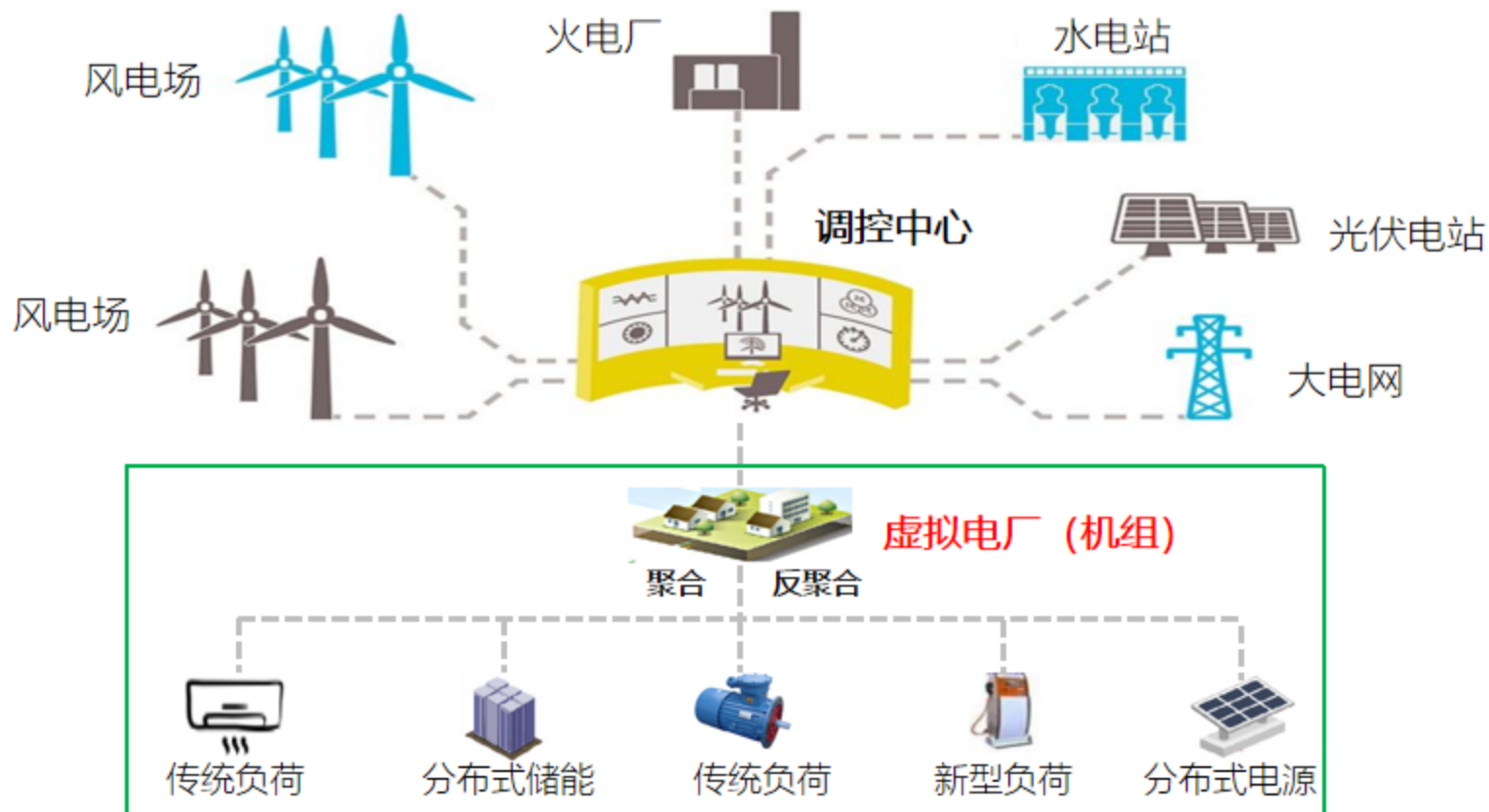
高成本
高难度

是否存在有效方案？

虚拟电厂智慧管控系统

虚拟电厂将来根据相关政策导向，聚合以及运营形式不同，智慧管理、控制、运营支撑的应用系统也不同，一般包括以下主要系统：

- 1、集中监控系统
- 2、AGC/AVC及一次调频系统
- 3、电力交易辅助决策分析系统
- 4、成本及运营核算系统
- 5、智慧检修运维调度系统
- 6、统计分析结算系统



虚拟电厂智慧管控系统

聚合和协调优化

虚拟电厂系统

分布式电源

储能装置

可控负荷

可聚合

可交易

可调配

—— 多种类型用户共同参与 ——



电动车充电桩



园区微电网



商业建筑虚拟电厂



工业自动响应



三联供



储能系统



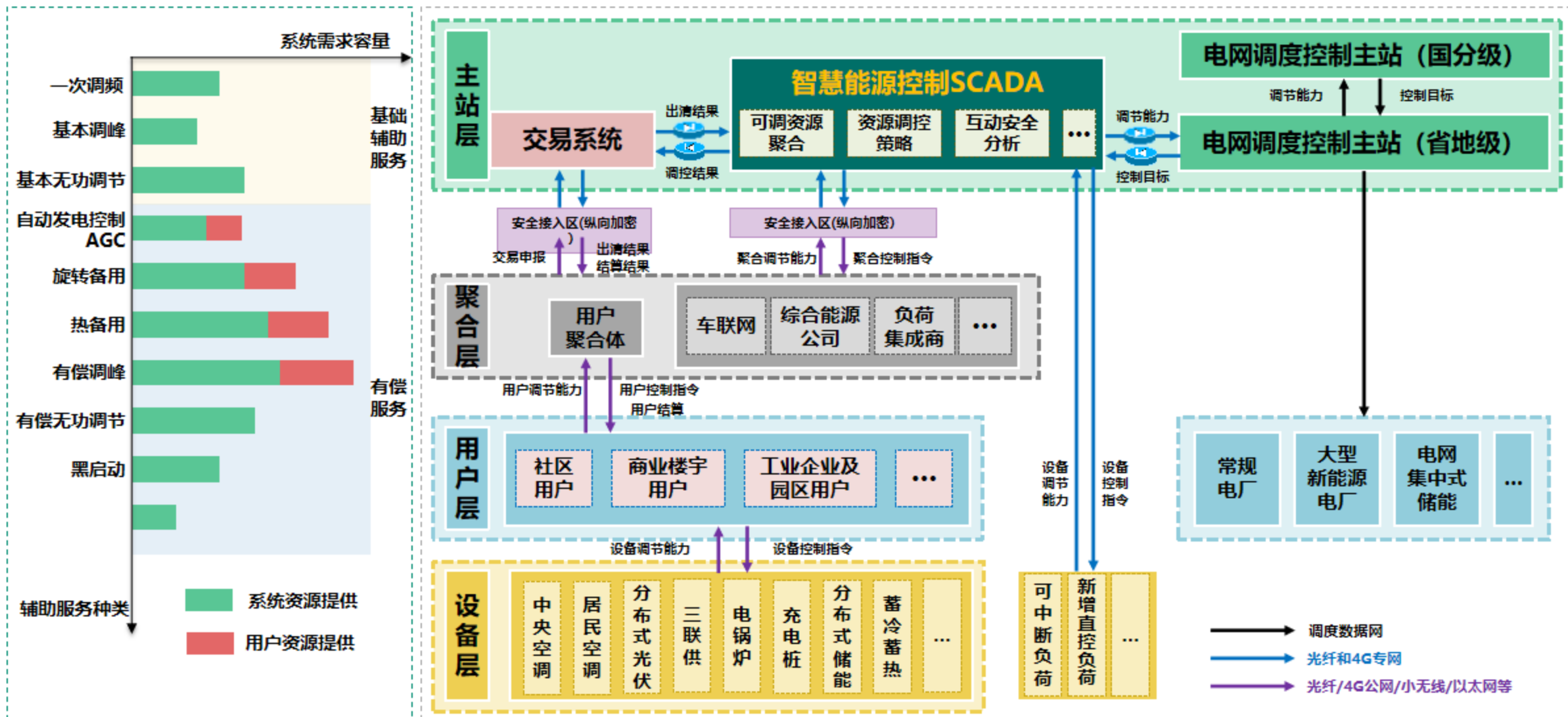
分布式能源



冰蓄冷装置

系统从调度可见、满足电力市场准入并开展交易出发，模拟常规发电机组外特性参数，制订虚拟电厂各类资源调用方式，能够进一步挖掘闲散冗余资源，由虚拟电厂平台分类聚合，使虚拟电厂的机组爬坡率等特性曲线与常规发电机组近似，方便调度实时调用。

虚拟电厂运营模式-辅助服务



各区域辅助服务市场

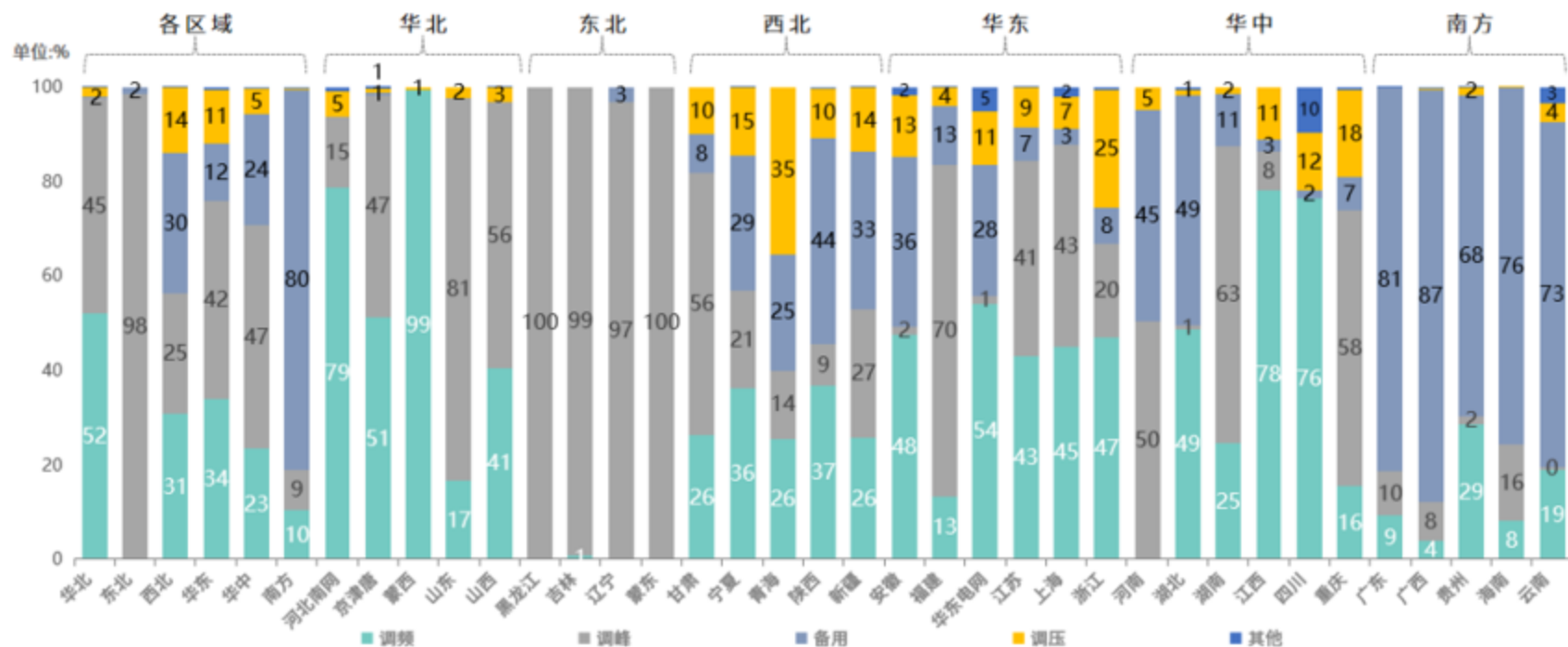
由于能源及负荷结构各异，各区域、省份的辅助服务市场的发展侧重点也各不相同。从各区域的电力辅助服务补偿费用的类型来看：华北区域以调频和调峰为主，其中调频补偿力度最大，占比52%，补偿费用也是全国最高，为9.6亿元，华北区域调峰补偿力度略低于调频服务，占比45%；

东北区域以调峰补偿为主，占比98%，补偿费用也是全国最高，为24.5亿元；

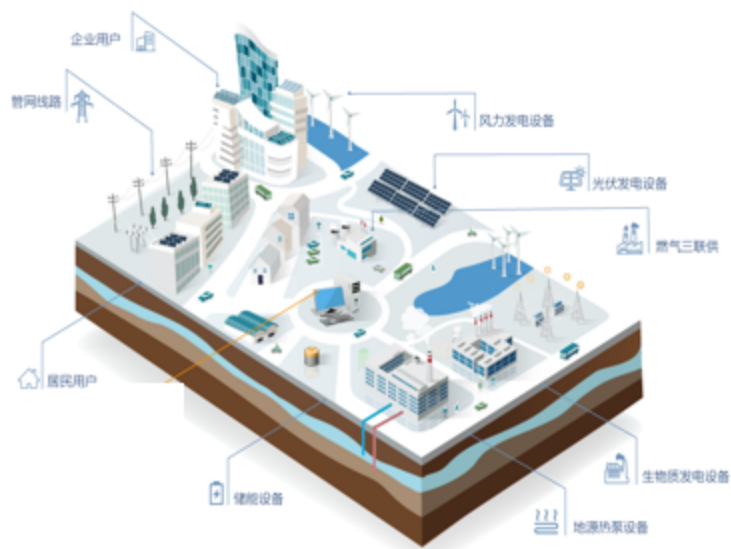
西北区域调频、调峰、备用分布较为均衡，占比分别为31%、25%、30%，此外还有14%的调压费用；

华东及华中区域均是调峰占比最高，分别为42%及47%，其次是调频，占比分别为34%及23%；

南方区域备用补偿力度最大，占比80%，补偿费用全国最高，为37.2亿元。



目录 CONTENT



01

政策背景

02

虚拟电厂

03

相关系统

04

典型案例

可调节负荷资源集控中台



省级智慧能源服务平台

省级平台分基础应用、高级应用、管理应用三大类，包括**能效管理、智能运维、需求响应、有序用电、能源大数据、能源生态圈、项目管理、档案管理、智慧能源控制SCADA**九大功能及**碳交易服务、实用化监测**拓展功能。



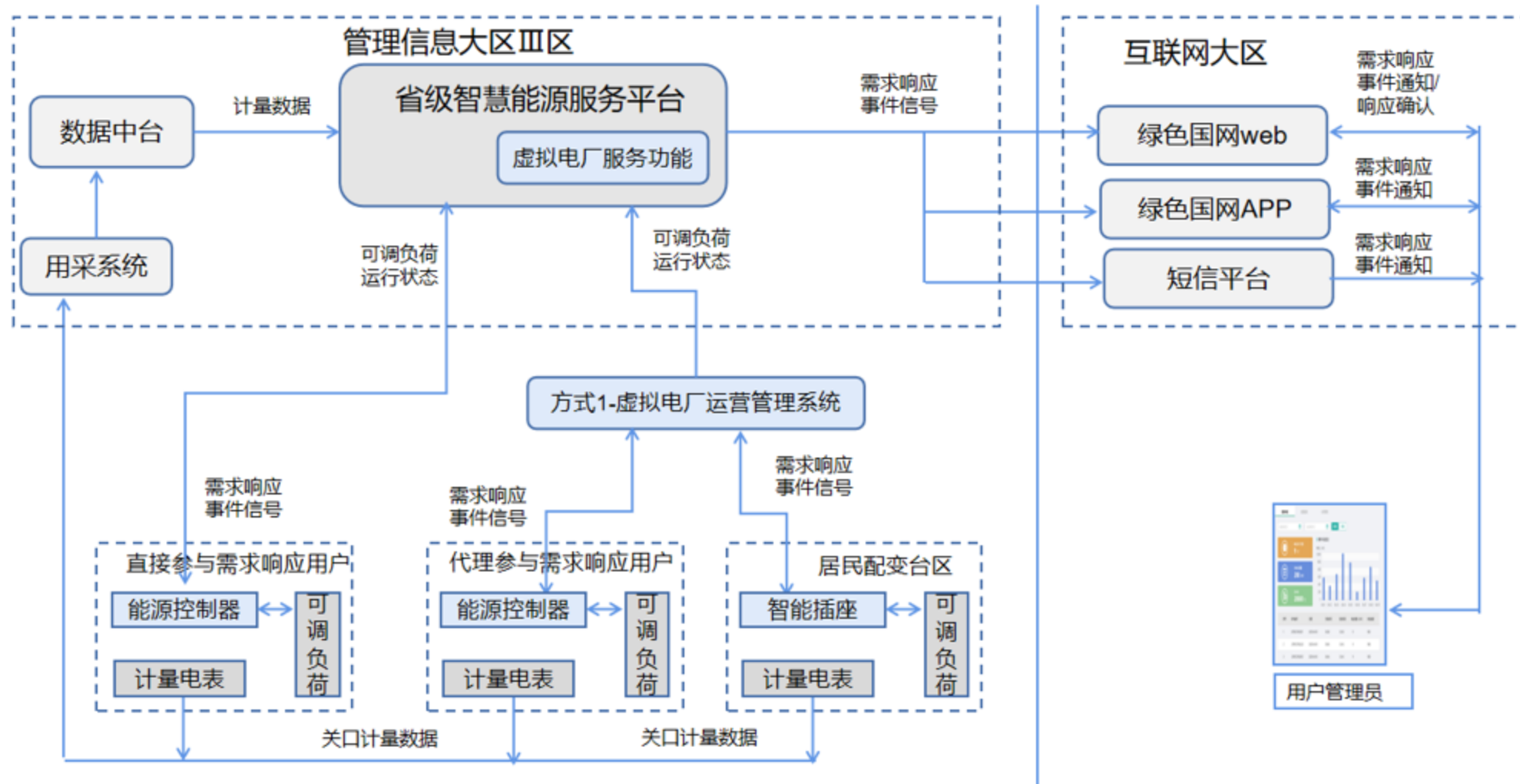
虚拟电厂服务

业务
目标

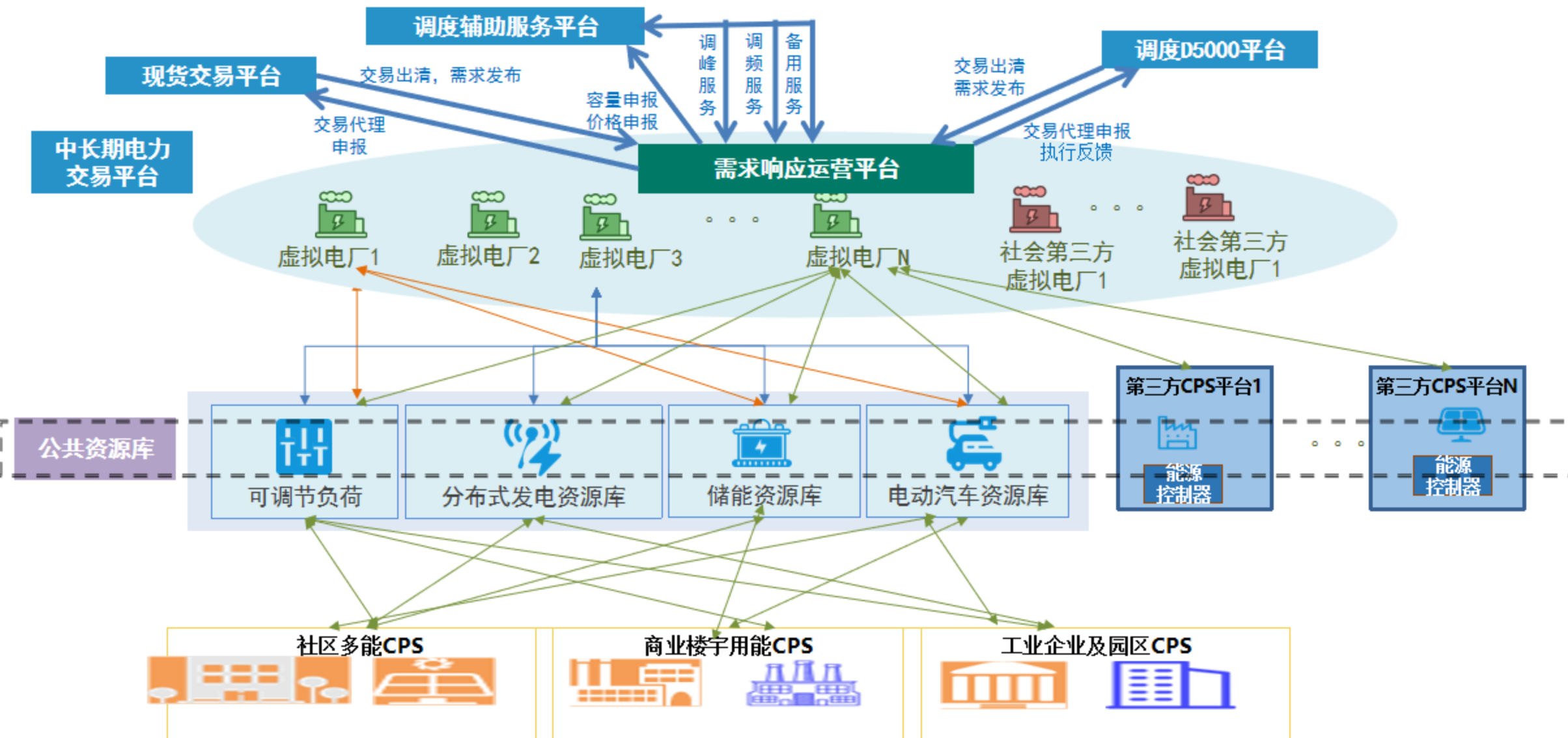
用户如何更好响应

系统
需求

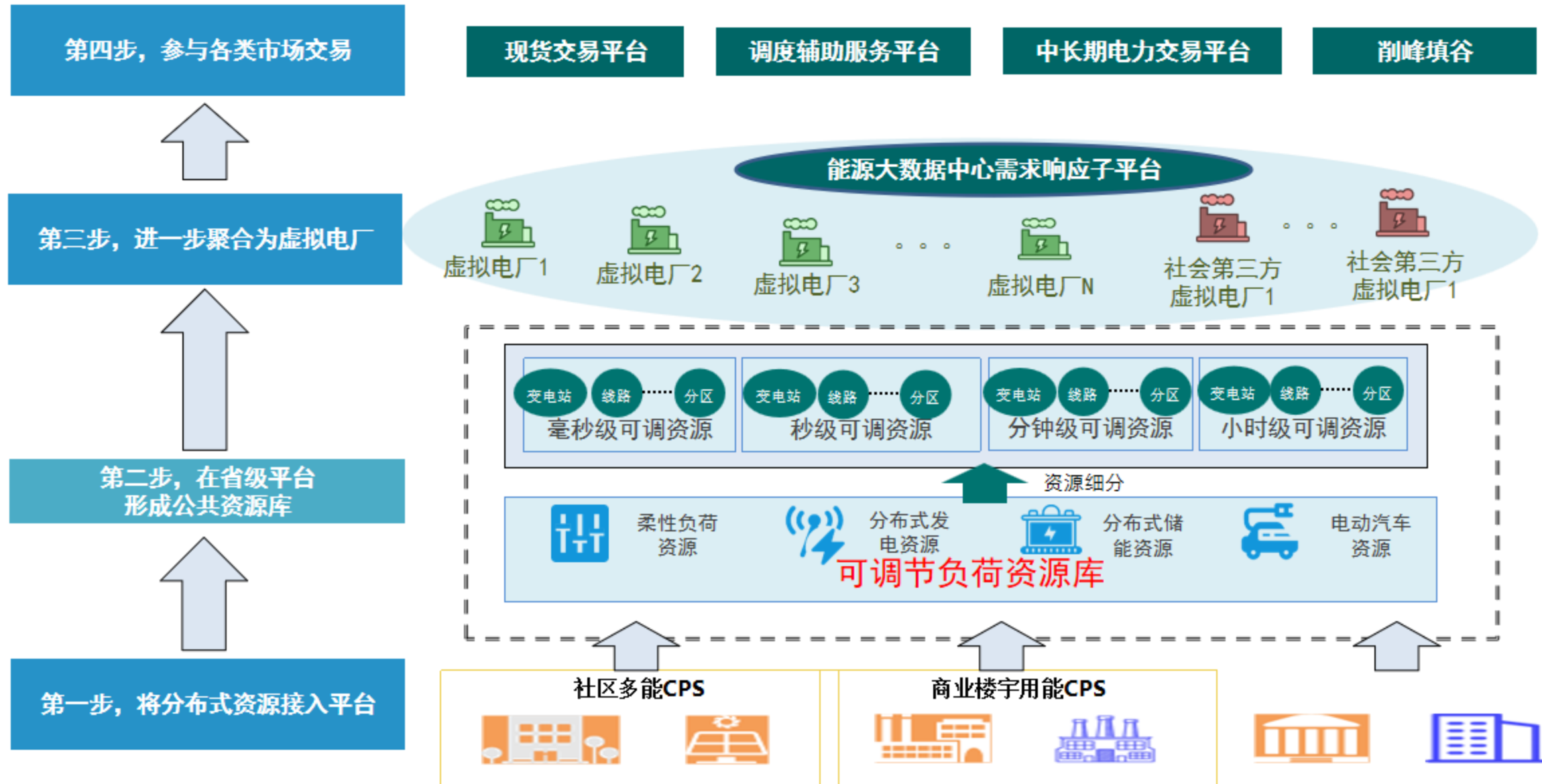
引入聚合负荷集成商/虚拟电厂



虚拟电厂可调节负荷聚合



虚拟电厂分布式资源整合



需求响应模块操作流程-1可调节负荷资源库构建业务应用

业务
流程

step1
资源库建档

step2
资源库状态监测

step3
资源库信息管理

step4
资源库导出

10:52 普通用户新增 完成

基础档案

用户户号 * 请输入用户户号 >

用户名称 请输入用户名称

用户类型 * >

用电地址

用户地址 * >

用电信息

保安容量 (kVA) 请输入保安容量

削峰响应准备时间(h) ? 请输入削峰响应准备时间

填谷响应准备时间(h) ? 请输入填谷响应准备时间

期望削峰电价(元) ? 请输入期望削峰电价

期望填谷电价(元) ? 请输入期望填谷电价

去年参与削峰响应次数 请输入去年参与削峰响应次数

去年累计削减负荷(kW) 请输入去年累计削减负荷

去年参与填谷响应次数 请输入去年参与填谷响应次数

去年累计消纳电量(kWh) 请输入去年累计消纳电量

10:54 用电设备参数 完成

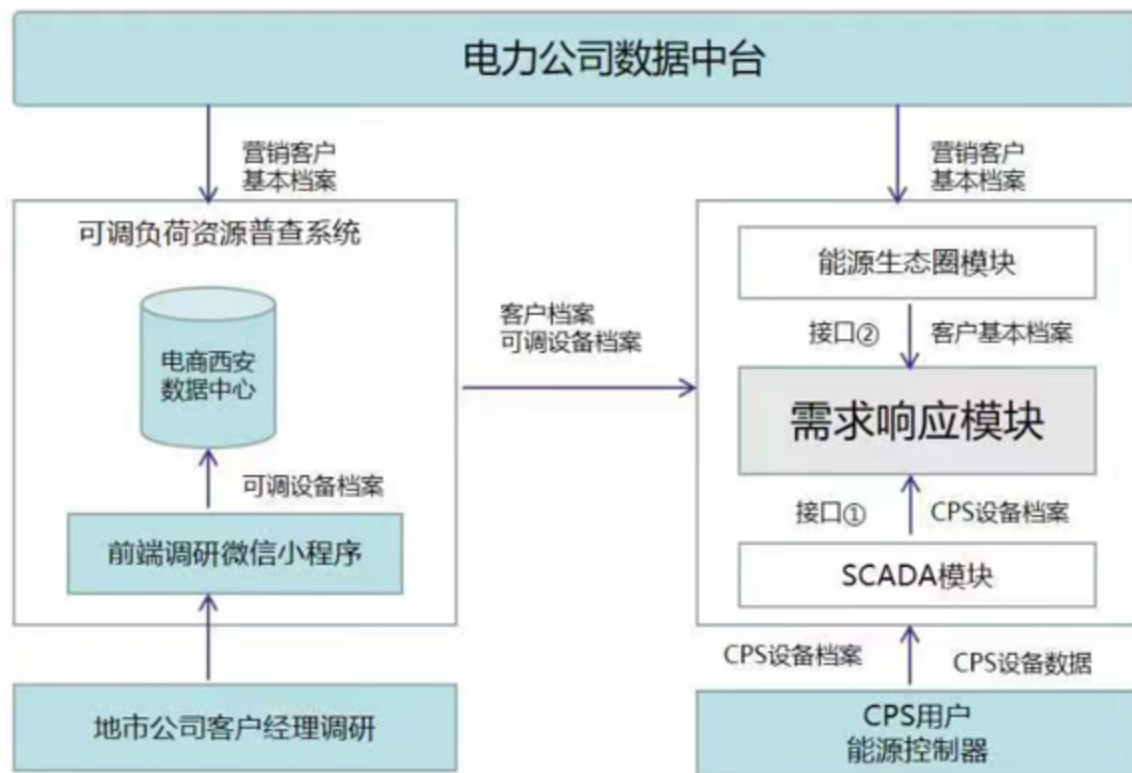
设备参数 响应潜力 图片信息

削峰(单一设备)

响应时段	调节容量(kW)
约时 00:00 ~ 05:08	50
实时 09:00 ~ 18:00	24

填谷(单一设备)

响应时段	调节容量(kW)
约时 00:00 ~ 13:08	25
实时 响应时段	调节容量(kW)



需求响应模块操作流程-1可调负荷资源库构建业务应用

事前

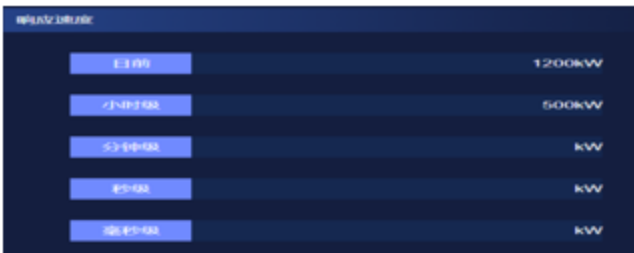
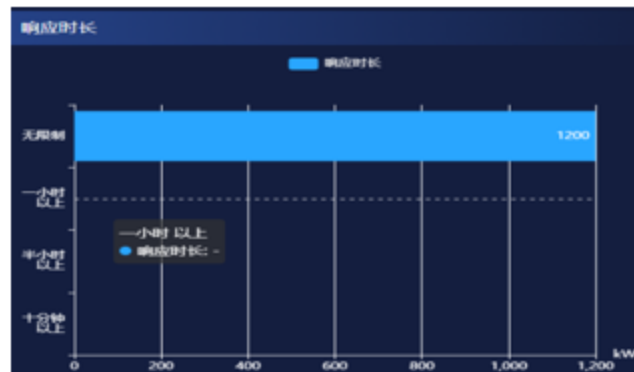
业务
流程

step1
资源库建档

step2
资源库状态监测

step3
资源库信息管理

step4
资源库导出



需求响应模块操作流程-1可调负荷资源库构建业务应用

事前

业务
流程

step1
资源库建档

step2
资源库状态监测

step3
资源库信息管理

step4
资源库导出

智慧能源云

智慧响应 / 资源管理 / 设备档案管理

输入关键字进行过滤

山西省

- 临汾市
- 侯马市
- 霍州市
- 霍州市华夏合成革有限公司
- 吕梁市
- 大同市
- 太原市
- 忻州市
- 晋中市
- 晋城市
- 朔州市
- 运城市
- 长治市
- 阳泉市

霍州市华夏合成革有限公司设备档案管理

基础信息

户号: 6960000766

户名: 霍州市华夏...

用户类型: 大用户

合同容量: 2250 kW

响应容量: 200 kW

最大需求: 500 kW

调控设备信息

序号	设备名称	额定功率(kW)	响应容量(kW)	响应类型	操作
1	主楼1楼档案室空调	500	1200	可调控	修改 响应特性

10:54

用电设备参数 完成

设备参数 响应潜力 图片信息

削峰(单一设备)

	响应时段	调节容量(kW)
约时	00:00 ~ 05:08	50

实时

	响应时段	调节容量(kW)
	09:00 ~ 18:00	24

填谷(单一设备)

	响应时段	调节容量(kW)
约时	00:00 ~ 13:08	25

实时

	响应时段	调节容量(kW)
--	------	----------

需求响应模块操作流程-1可调负荷资源库构建业务应用

事前

业务
流程

step1
资源库建档

step2
资源库状态监测

step3
资源库信息管理

step4
资源库导出



- 资源库行业分布情况：
各地区工业、商业、农业、农业等各类用户的统计；
- 资源库设备分布情况：
空调、电加热、新风、储能等可调节设备的接入情况；
- 资源库运行状态统计
需求响应事件发起次数及目标容量、响应容量；用户响应容量及补贴排名；

新型电力负荷管理系统

国家发改委、能源局《关于推进新型电力负荷管理系统建设的通知》（发改办运行〔2022〕471号）明确规定要统筹能源电力安全保供和清洁低碳转型，稳妥有序推进新型电力负荷管理系统建设，实现电力安全保供要求下的负荷精准控制和用户常态化、精细化的用能管理。目前公司经营区27家省公司所在省（市）政府均出台了新型电力负荷管理系统支持政策，26个省（市）政府对27家省级电力负荷管理中心进行了授权，为系统深化建设提供了政策保障和遵循。



国家政策

国家发展和改革委员会办公厅
国家能源局综合司 文件

发改办运行〔2022〕471号

国家发展改革委办公厅 国家能源局综合司关于 推进新型电力负荷管理系统建设的通知

各省、自治区、直辖市、新疆生产建设兵团发展改革委、经信委（工信委、工信厅、工信局、经信厅）、能源局，北京、天津、上海、重庆、广东省发展改革委，国家能源局各派出机构，中国电力企业联合会，国家电网有限公司、中国南方电网有限责任公司、内蒙古电力（集团）有限责任公司：

为贯彻落实党中央、国务院关于能源电力安全保供的决策部署，做好碳达峰、碳中和目标背景下的电力安全保供工作，加强电力运行调节，强化电力负荷管理，现就推进新型电力负荷管理

建设目标要求

- 2025年，系统负荷控制能力达到本地区最大负荷的**20%**以上，负荷监测能力达到本地区最大负荷的**70%**以上。
- 工作基础较好的地区可因地制宜加快建设进度。

建设工作体系要求

- 各级政府电力运行主管部门、国家能源局派出机构指导电网企业根据本地实际情况**成立电力负荷管理中心**，开展电力需求管理及负荷管理系统建设运维工作。

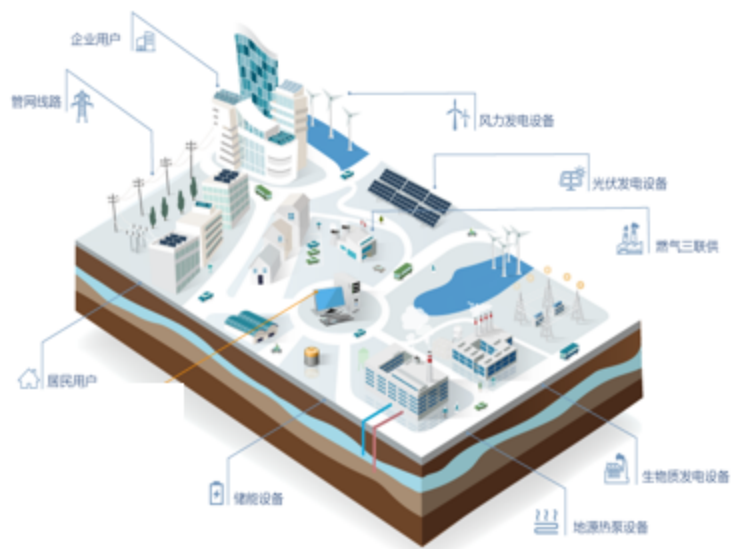
范围及职责分工要求

- **10千伏（6千伏）及以上高压电力用户**全部纳入负荷管理范围。
- 新装用电的用户负荷接入应与用电受电工程同步设计、同步施工、同步验收和同步投运。
- 电网企业负责出资开展系统平台建设。平台及装置的建设、运行、维护费用，**纳入输配电价成本核算**。

建设运行管理要求

- 在电力保供中，作为有序用电保底技术措施，**及时、精准控制用户负荷**。
- 做好**负荷管理系统平台、智慧能源单元、智能开关**等产品升级、检验检测与技术监督等工作。

目录 CONTENT



01

政策背景

02

虚拟电厂

03

相关系统

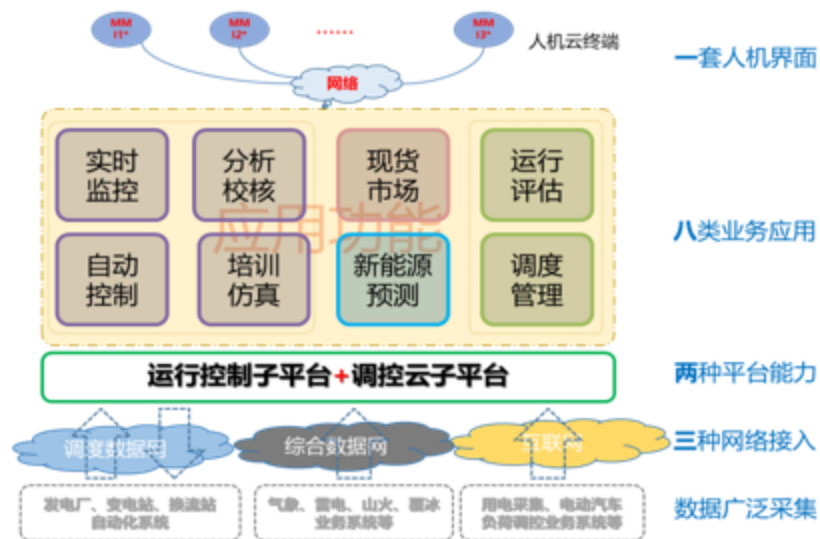
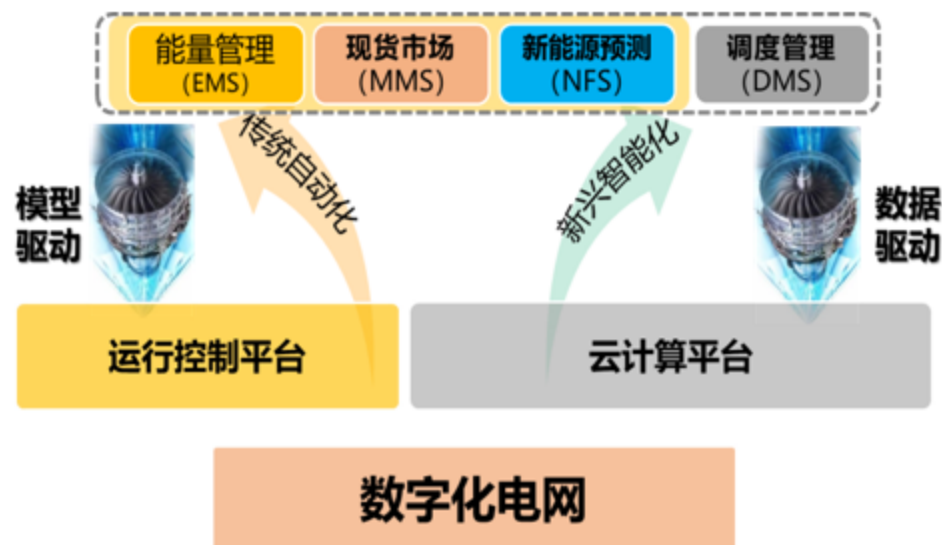
04

典型案例

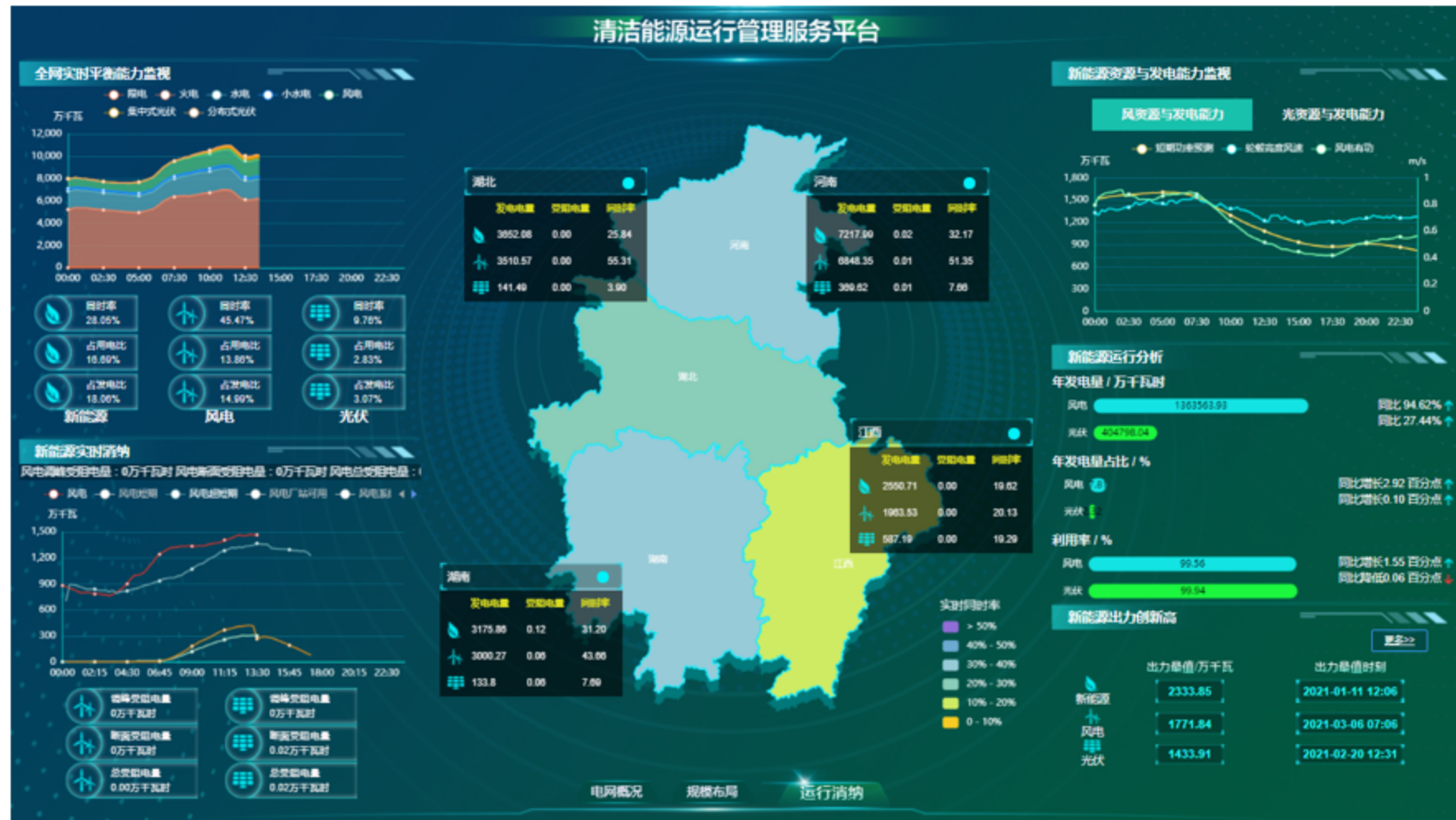
新一电网调度技术支持系统-感知监视更全面立体

分布式电源采集：数据接入支持光纤直采、融合终端、整县聚合、营配转发等多种方式，解决分布式电源数据监管不足问题。10KV及以上分布式光伏通过直采方式接入，380/220V通过无线方式接入，针对部分地区采集困难，可通过样板估测法实现数据估算，结合气象、地理位置、装机容量等信息，采用动态拟合计算电源实发功率，并结合营配转发数据进行准确性的验证及模型、算法的优化与修正。

分布式电源监视：采用对象化的建模手段，实现分布式电源的全方位建模，并多维度实现分布式电源全景监视。支持区域、馈线、台区、分布式电源等多层级监视。



国分省清洁能源运行管理服务平台



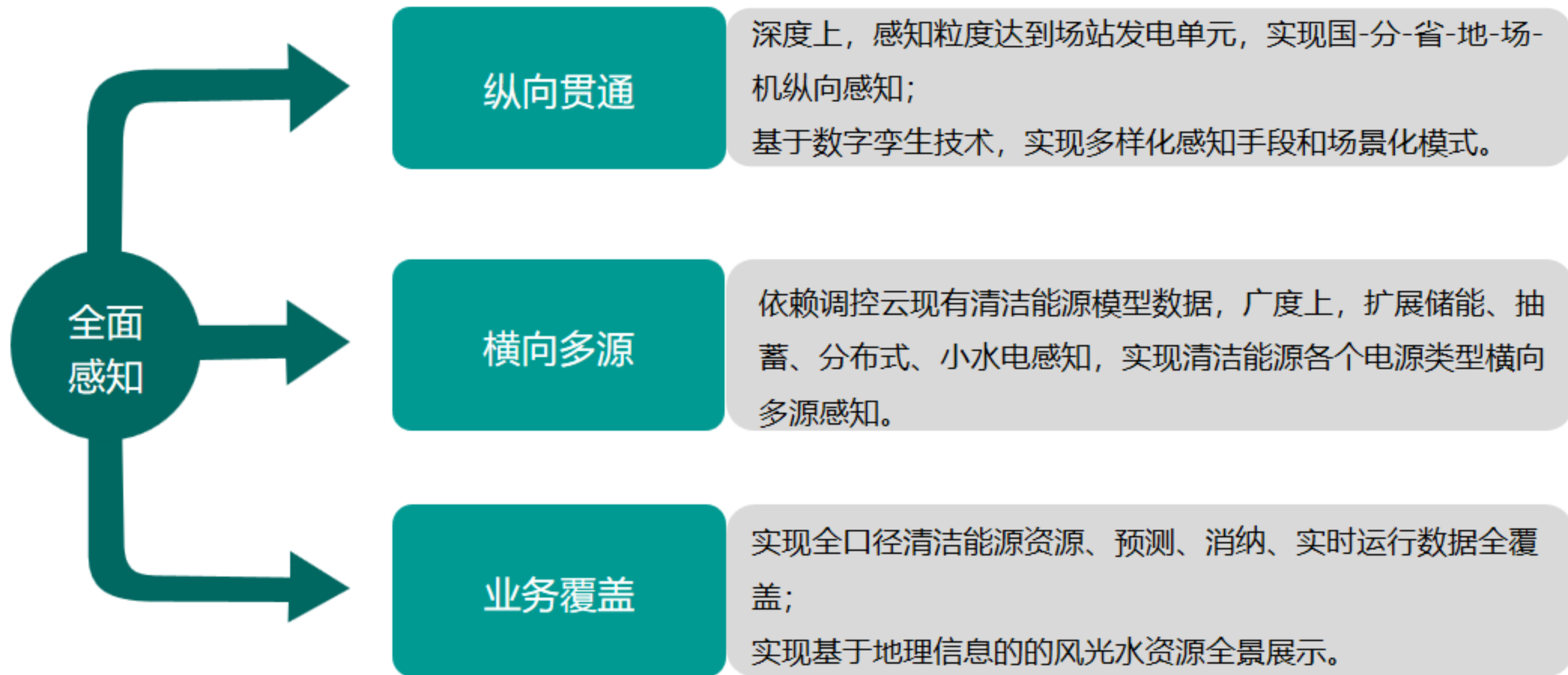
总体概况

规模布局

运行消纳

国分省清洁能源运行管理服务平台

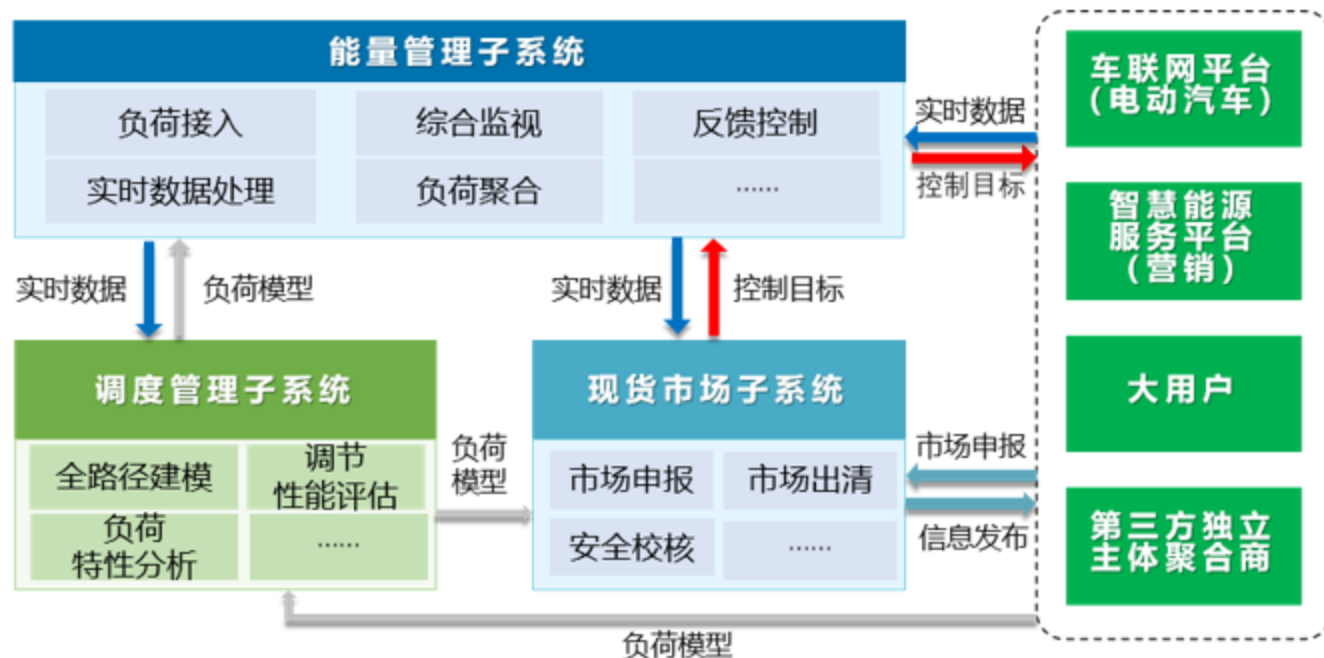
完善多维数据感知，提升全景化感知水平



源网荷储协同调控能力提升三年行动计划

建设源网荷储协同调控系统，在世界首次实现规模化负荷的实时调控。完全适应和推动新一代调度技术支持系统的能量管理子系统、现货市场子系统以及调度管理子系统，部署负荷调控相关应用功能。

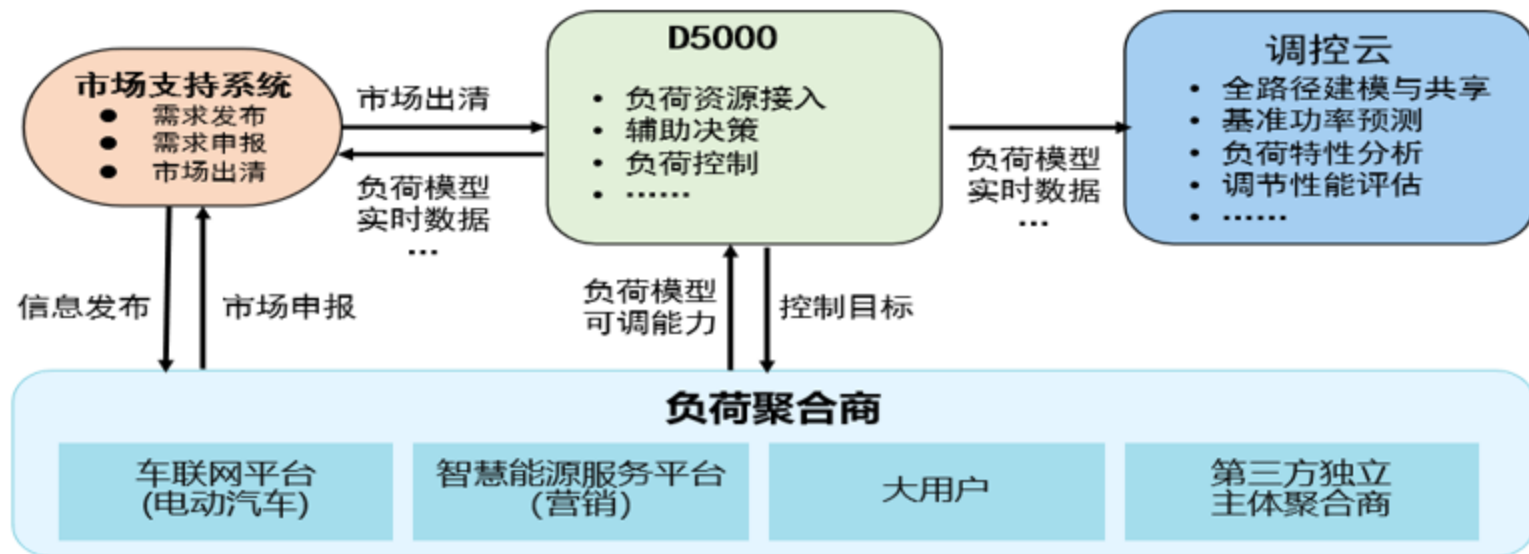
- **能量管理子系统**：实现聚合商的接入、监视及控制等
- **现货市场子系统**：实现聚合商参与现货及辅助服务市场的申报、出清和结算等
- **调度管理子系统**：实现可调节负荷的全路径建模与共享、基准功率预测、负荷特性分析、调节性能评估、信息发布等



源网荷储协同调控能力提升三年行动计划

考虑D5000、调控云及市场支持系统的定位，确定负荷调控功能部署方式。

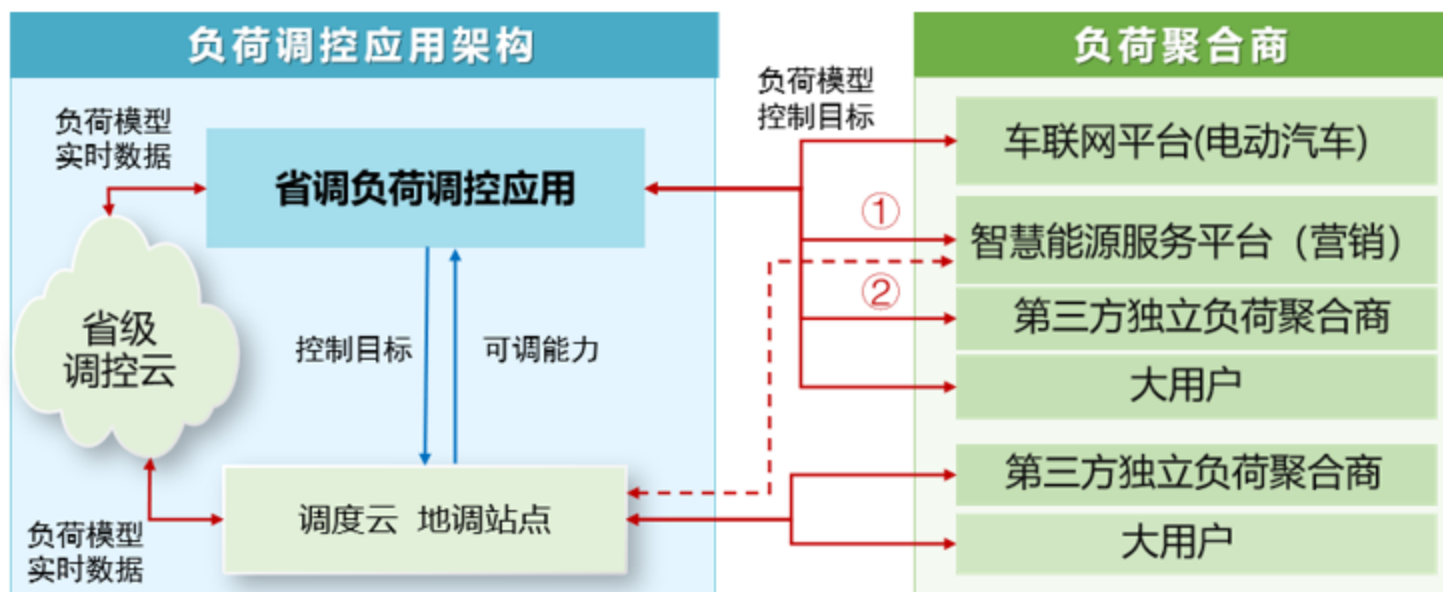
- **D5000**：在安全I区基础上，**构建相对独立的安全分区（安全I区+）**，满足现有安全防护要求，确保原有I、II区电网控制功能不受影响；部署可调节负荷接入、监视和控制功能。
- **调控云**：在以地调分散接入为主基础上，部署可调节负荷**全路径建模**与共享、基准功率预测、负荷特性分析、调节性能评估、信息发布等功能。
- **市场支持系统**：以现有现货和辅助服务市场为基础，增加四类聚合商参与申报、出清和结算功能。



源网荷储协同调控能力提升三年行动计划

负荷调控接入原则（以长期、大规模5%以上考虑）按照现有**国家监管规则**，和**公司营销部**对负荷聚合商的管理和分工原则，接入调控系统的可调节负荷限定于四个渠道。

- **车联网平台（电动汽车）**：与省调（京津唐）直接对应接入
- **智慧能源服务平台（营销）**：与省调（京津唐）对应接入，并预留与地调接口
- **第三方独立主体聚合商**：按照聚合商市场注册地与对应调度对应接入
- **大用户**：基于负荷特性，按“谁调谁管”原则与对应调度接入



车联网储能云网

如果3亿量中国乘用车全部都改为电动轿车，每辆车平均**65**千瓦时，则车载储能容量约**200**亿千瓦时，与中国每天消费总电量基本相当（按每辆车年均行驶2万公里，3亿辆车每天消费电量约20亿千瓦时，占比10%）；**2030-2035**可能有**10%-20%**的车辆配备双向充电桩接入**V2G**市场，调节潜力超过**22**亿千瓦。

调度专业 上级电网协同调度，响应区域及馈线能量调度需求，促进大电网协同调度。

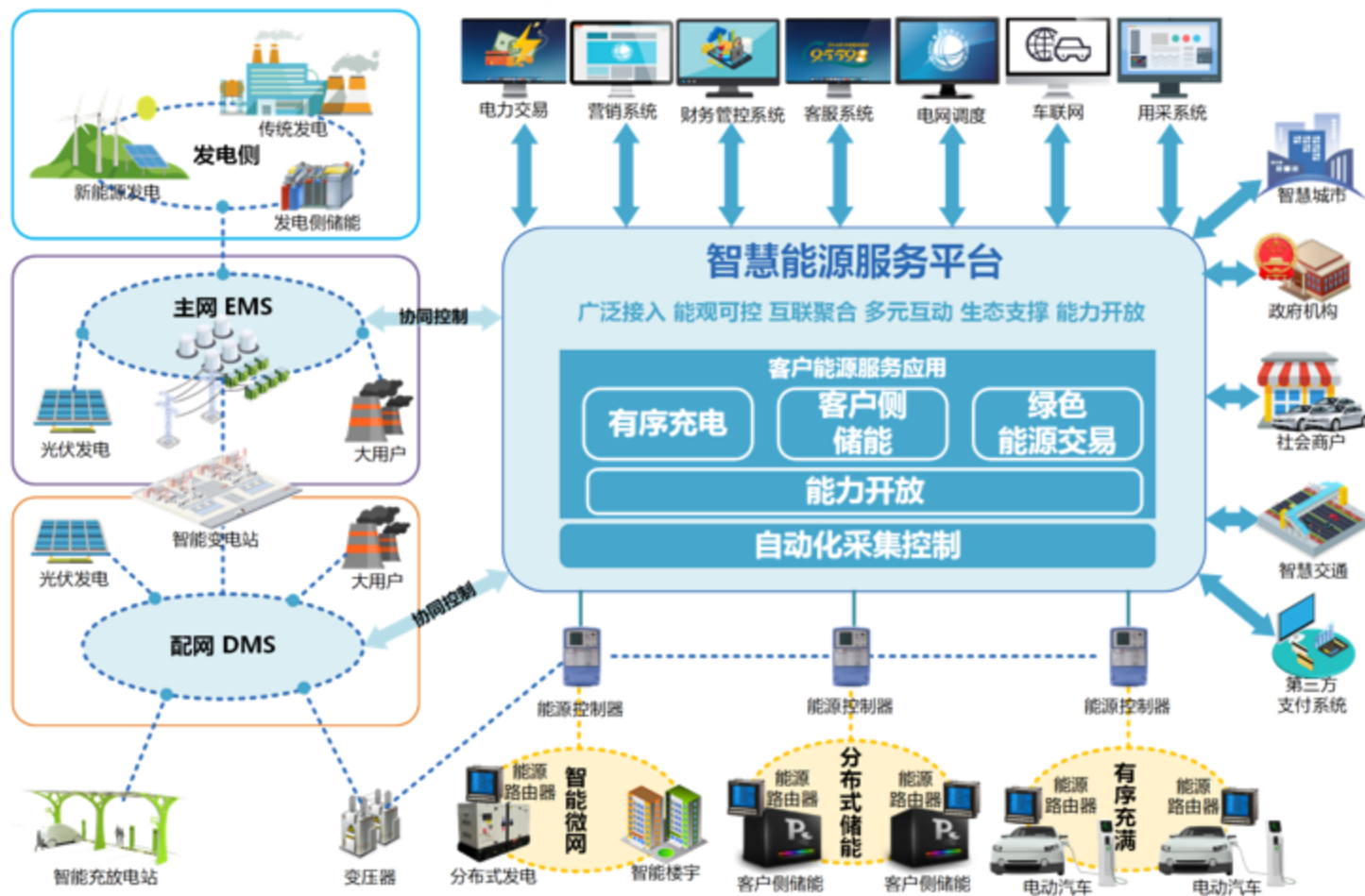
营销专业 与实现报装接入、设备调试、运维检修等业务贯通。

运检专业 配变终端与台区控制器互补，实现台区本地控制大脑功能。

交易专业 协同实现绿色能源交易。

客服专业 协同构建新型用能客户服务体系。

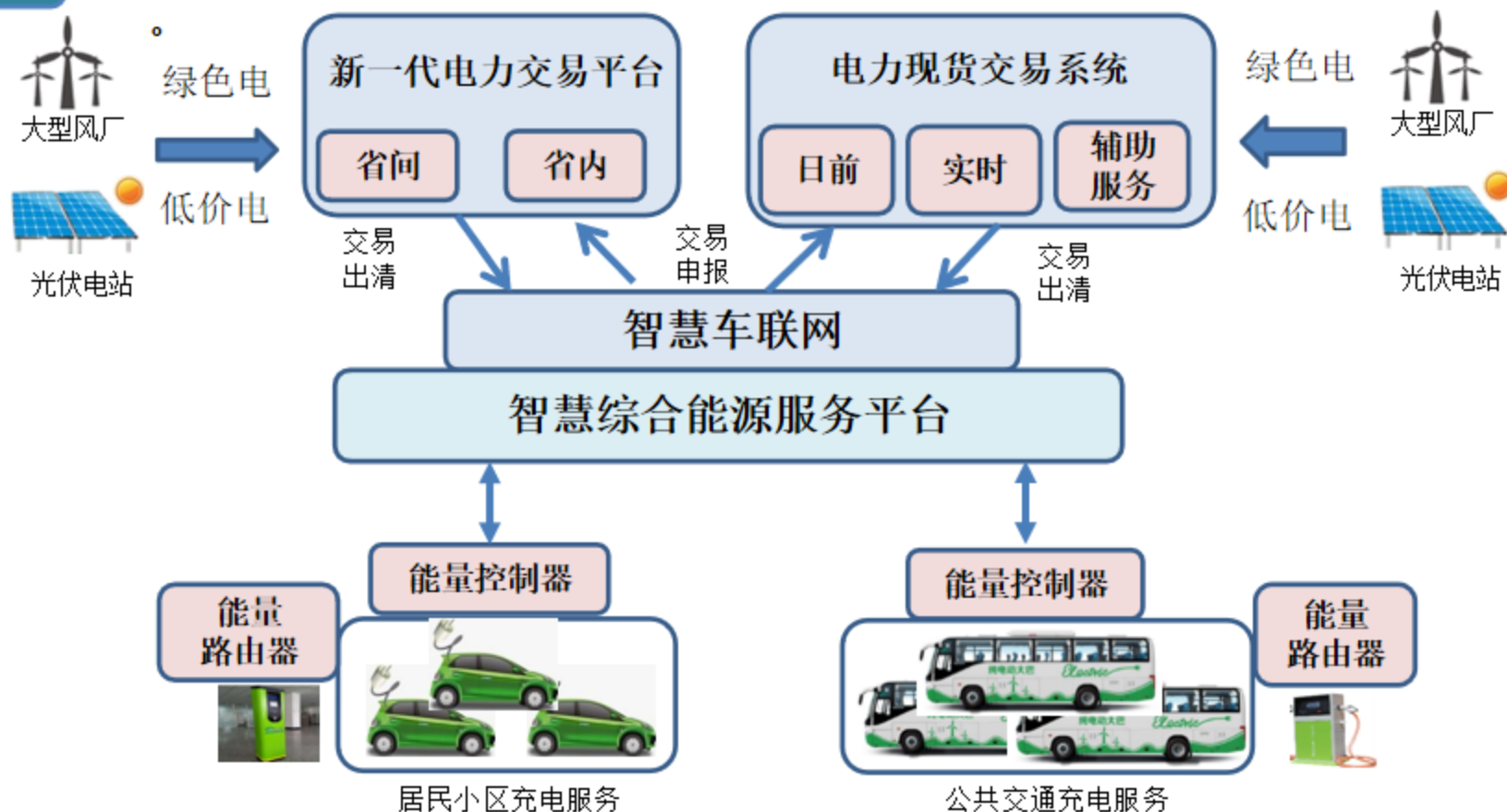
车联网专业 依托车联网实现客户需求响应及用户、订单、清分结算管理。



基于车联网的绿电交易

建设目标

- ◆ 充分消纳三弃电力（主要是弃风），实现真正的**绿色出行**；
- ◆ 以**绿色电**、**低价电**吸引客户，丰富有序充电商业模式，**助推有序充电**；
- ◆ 基于智慧能源服务系统控制能力，创新开展**基于时间曲线**的中长期交易，及电力**现货交易**



新一电力交易系统

现货交易主题展示

省间现货交易展示，覆盖省间范围内全电源类型电力现货交易，为促进资源大范围优化配置，可再生能源大范围市场化交易，推动构建以新能源为主体的新型电力系统，助力构建全空间、全周期、全品种的电力市场架构提供智力支持。

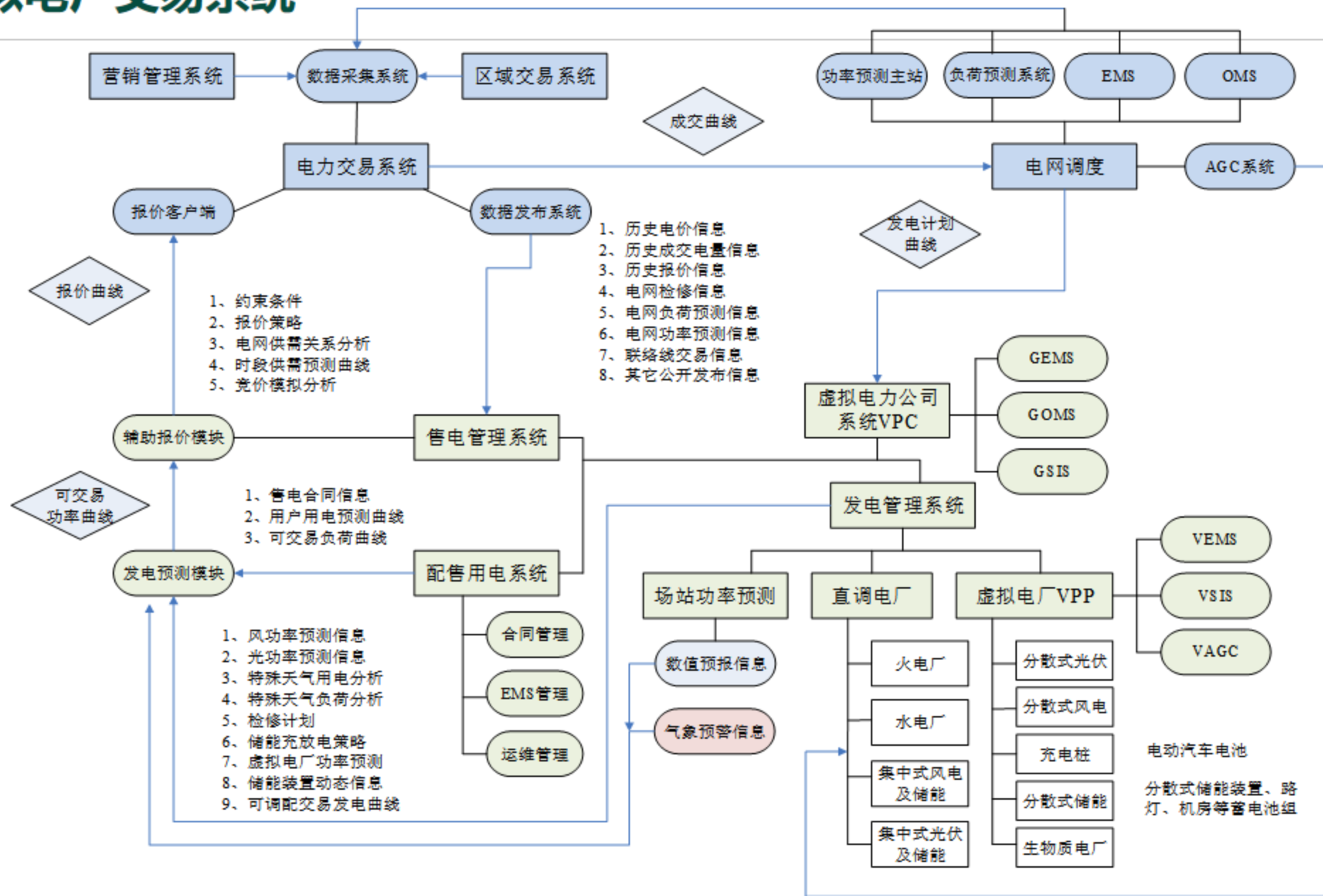


绿色发展主题展示

绿色发展展示绿电交易优先组织、优先执行、优先结算，实现对绿电交易、绿电信息披露、绿电运营服务的支撑，全面反映绿电的电价价值和绿色电力交易情况的业务需求。



虚拟电厂交易系统



分布式电源全景监控

分布式建模

全景监测

功率预测

精细化负荷预测

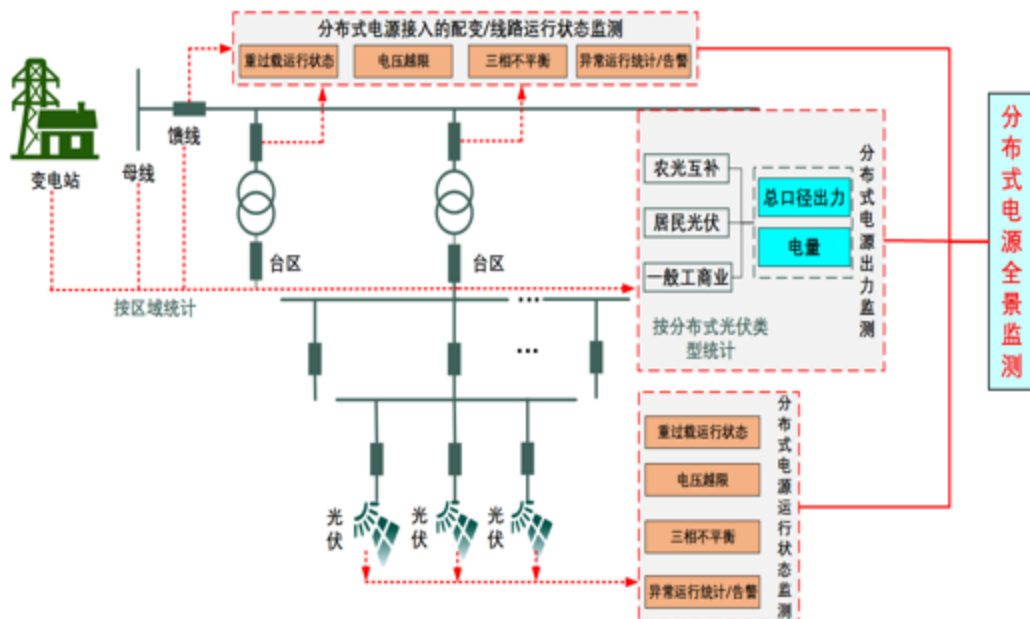
群调群控

电能质量监测

承载力评估

碳指标追踪

分布式电源全景监测包括：分层分类分布式电源出力监测、分布式电源运行状态监测和分布式电源接入的配变/线路运行状态监测。



分布式电源全景监控

分布式建模

全景监测

功率预测

精细化负荷预测

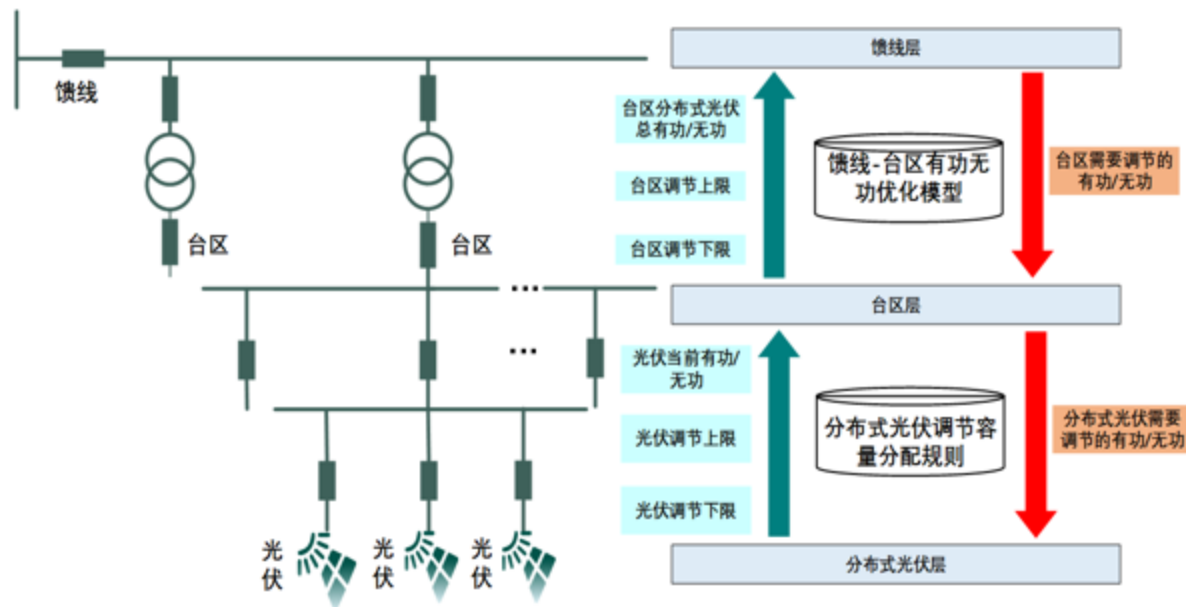
群调群控

电能质量监测

承载力评估

碳指标追踪

按照“馈线-台区-分布式光伏”拓扑关系将分布式光伏的有功、无功调节能力上送，构建馈线-台区有功/无功优化模型，得到各台区的有功/无功调节量，向台区侧下达调节指令，台区侧按照各分布式光伏的容量比例，将台区侧的有功/无功调节量分配给各分布式光伏，向分布式光伏下达调节指令。



分布式电源全景监控

分布式建模

全景监测

功率预测

精细化负荷预测

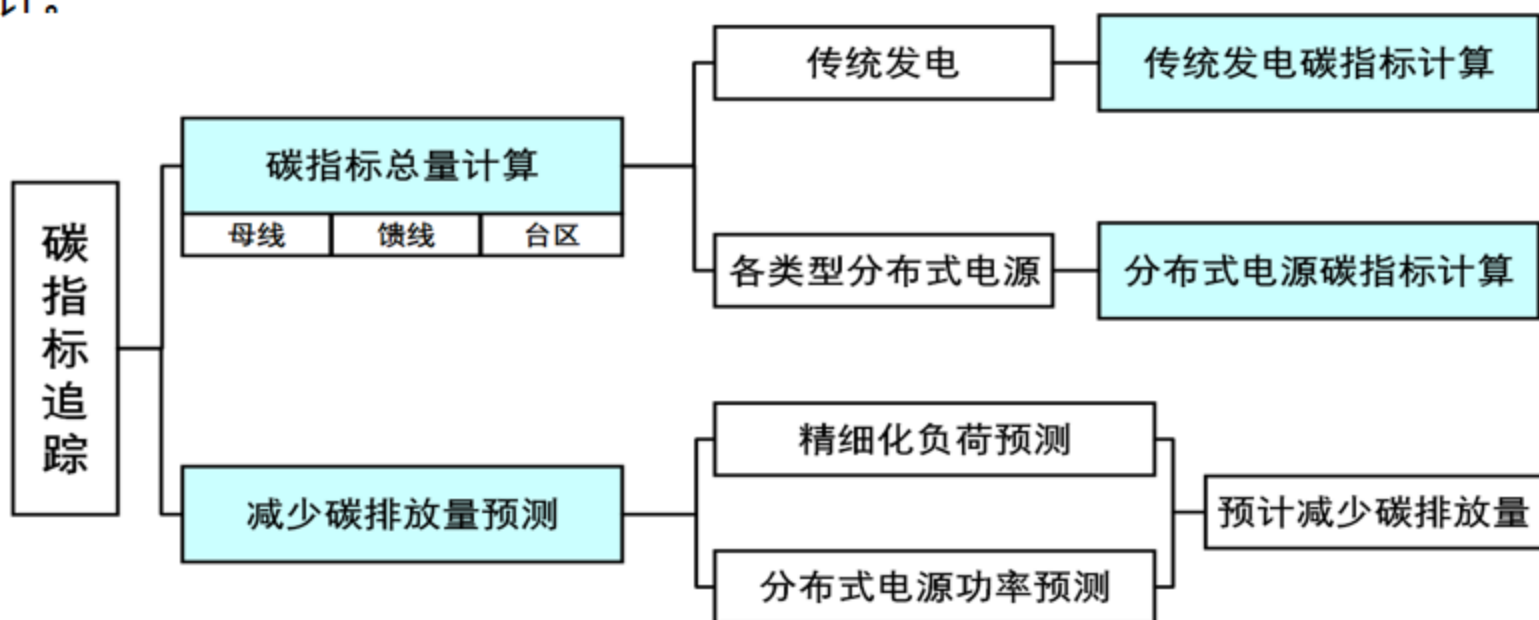
群调群控

电能质量监测

承载力评估

碳指标追踪

根据电网传统发电，分布式光伏，负荷情况进行碳指标总量计算，分类型，分区域计算分布式电源碳指标，并进行分类展示，结合分布式电源功率预测和精细化负荷预测结果，对未来一段时间减少的碳排放量进行估计。

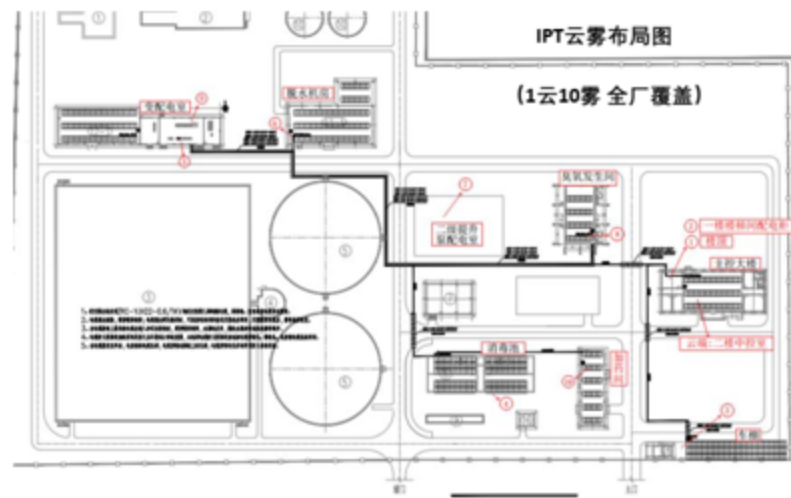


碳指标计算依据：

区域（母线/馈线/台区）碳指标

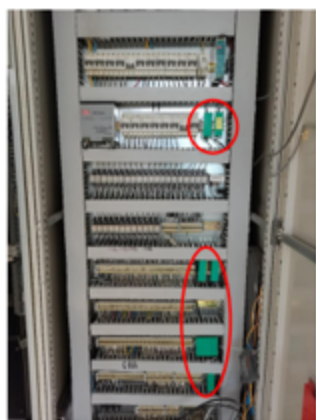
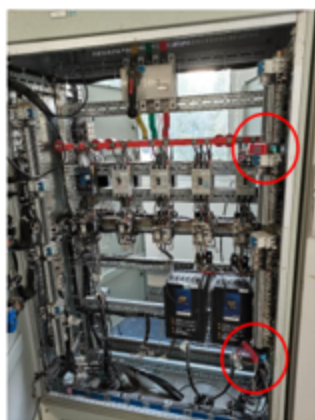
= （总电量 - 分布式电源电量） X 传统发电方式单位发电量消耗化石能源（标准煤）的碳排放量

某污水处理厂虚拟电厂项目



聊城水厂虚拟电厂水-能耦合应用系统空间布局

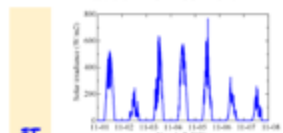
聊城水厂1云(无线)10雾(有线)物联关系



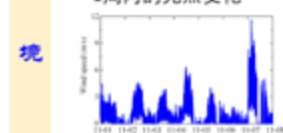
现场隐式安装的IPT雾网络分布式智能测控节点(圆圈中香烟盒大小的彩壳)



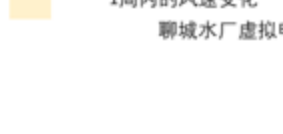
水-能耦合系统测控平台



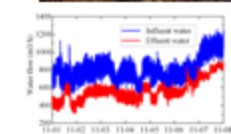
1周内的污水流量变化



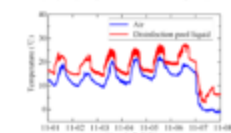
1周内的光照变化



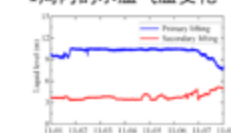
1周内的风速变化



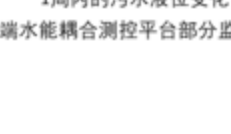
1周内的水温气温变化



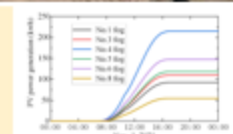
1周内的污水液位变化



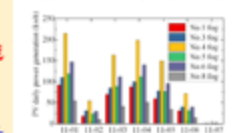
1周内的污水流量变化



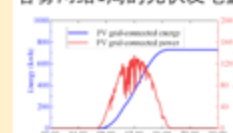
1周内的污水流量变化



各雾网络1天的光伏发电量



各雾网络1周的光伏发电量



全厂1天总发电功率与能量

聊城水厂虚拟电厂云端水能耦合测控平台部分监测信息数据展示

IPT技术简介

■ IPT信息管道

- 一种构建在物理通信链路基础之上，用于**测控信息自动交互**的**虚拟逻辑通道**

■ DMCS/IPT技术

- 一种可以实现**跨物理链路**联接的**智能物联**分布式测控技术
- 一种专注于物联网**底层设备直接互联**和**主动互动**的**智能协同**方法
- 一种具有“**去中心化**”和“**去指令**”等明显技术特征的分布式智能测控系统(**DMCS**)及其**信息集成**方法

■ 相关名词

■ DMCS

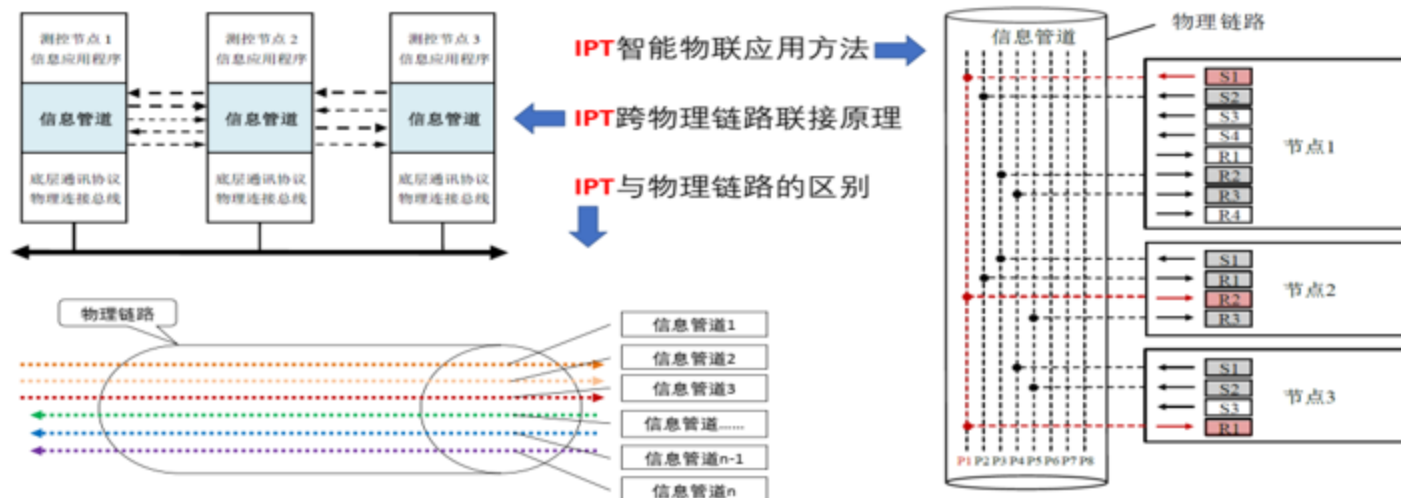
- Distributed Measurement & Control System

■ IPT

- Information Pipe Technology

■ DMCS/IPT

- DMCS based on IPT



IPT(Information Pipe Technology)信息管道技术的基本概念及其工作原理

IPT技术特点

DMCS/IPT系统架构特点

■ “1线”

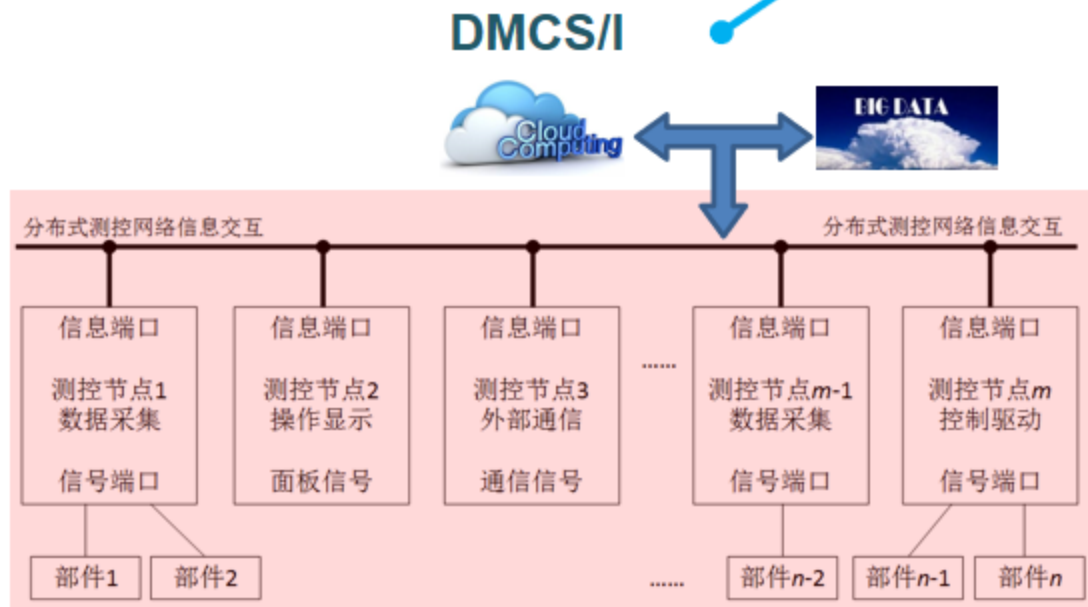
- 用1条线缆即可将所有部件或设备联接起来
- 万物**直接**互联
- **主动**协同互动

■ “2去”

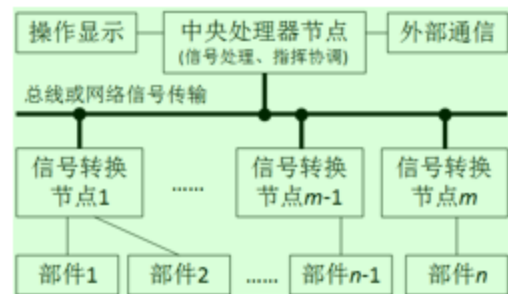
- 去中心
- 去指令

■ “3面向”

- 系统面向网络
- 网络面向节点
- 节点面向功能部件



基于IPT的分布式测控系统(DMCS)



IPT技术特点

时效性： IPT技术是完全分布式的方案，各个设备的运行互不干扰，信息的交互按照指定的测控周期进行，最小测控周期可达毫秒级别，完全满足时效性要求。

统一性： IPT解决方案采用同步技术，信息的采集、处理、通信都是根据同一个同步信号进行，所有信息都满足时序匹配。同时IPT解决方案中交互的信息具有消息序列号，且具有回溯功能，可根据序列号进行回溯，保证了数据的完整性。

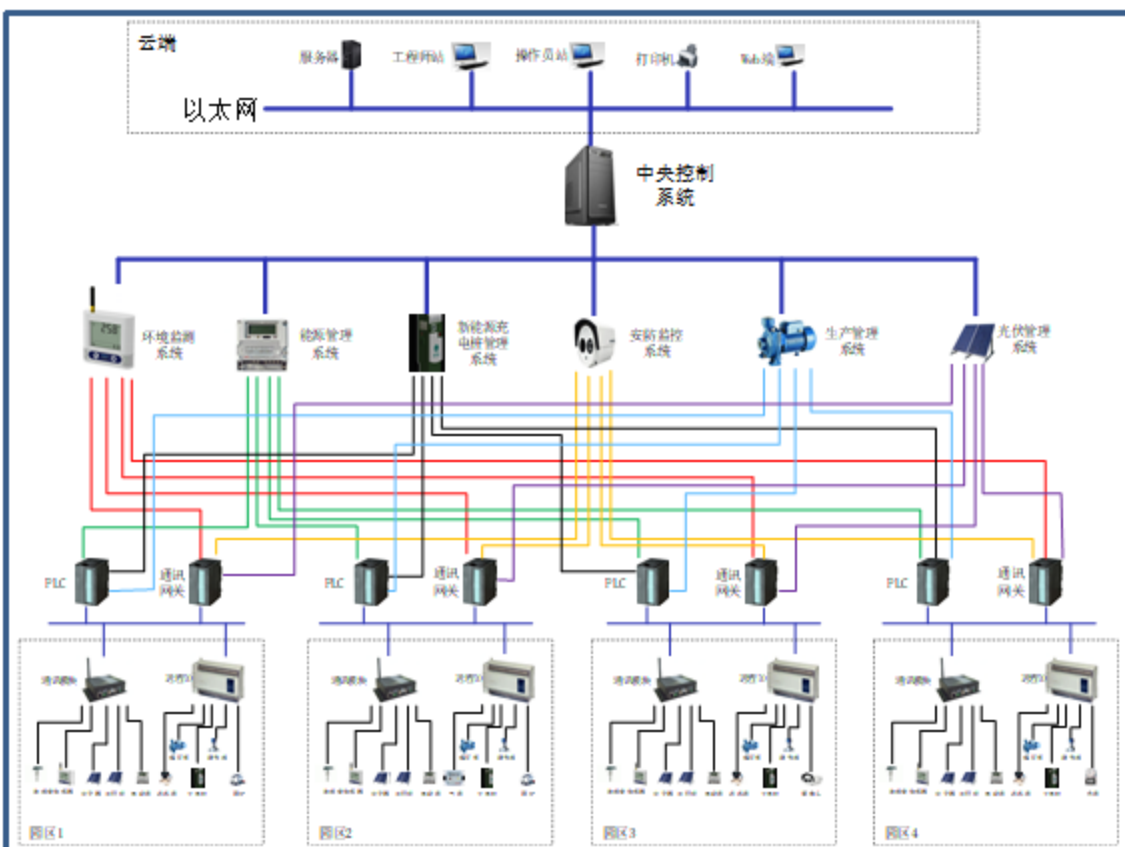
精准性： IPT解决方案中使用的设备都具有唯一的物理ID，所有交互的信息帧中都包含物理ID，可帮助实现数字模型与实际用户的精准对应。

安全性： IPT解决方案中所有的交互信息都使用对称加密AES128算法对数据进行加密，同时每一帧信息使用随机的密钥，密钥使用非对称的加密算法进行加密，双重保护数据的安全。在本地IPT雾中，安装断路器或接触器，保证在异常情况下可立即断开逆变器与母线的连接。

统一性： IPT解决方案中使用的设备有两个接口，一个面向调度系统，一个面向底层光伏场站，面向调度系统的接口软、硬件完全统一，面向底层光伏场站的设备，接口可以根据不同的设备和厂家进行匹配，这样便可解决接口的统一性问题。

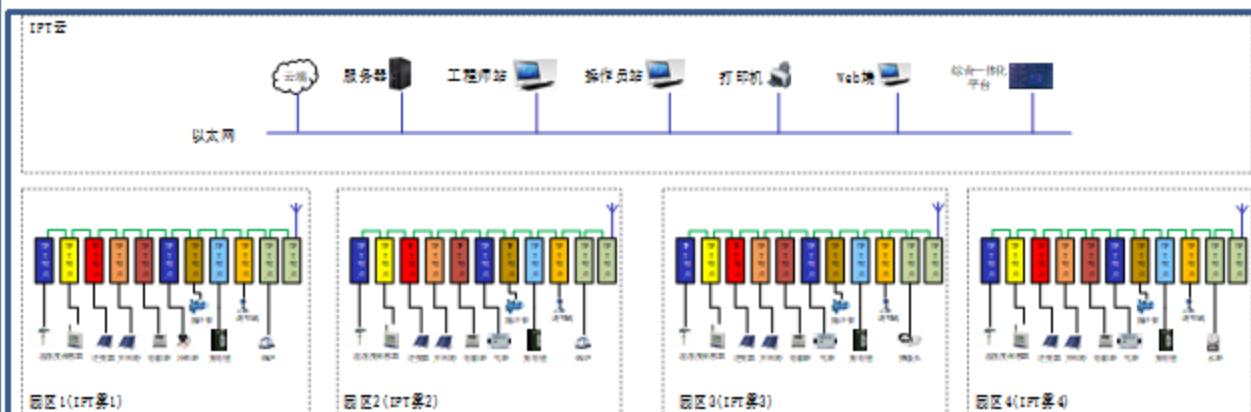
成本： IPT设备的外观和尺寸完全统一，且安装方式为导轨安装，在存量改造和增量设计中都可以按照模块化的形式进行装配，可将成本降到最低。

IPT技术优势



IPT智能物联直采直控解决方案

每个分布式光伏站安装多个IPT节点组成IPT雾，IPT节点分为两类：监测节点和控制节点。监测节点测量光伏场站并网点的功率、电能信息；控制节点根据调度调整逆变器的运行状态并且可在紧急情况下切断逆变器，保证安全。



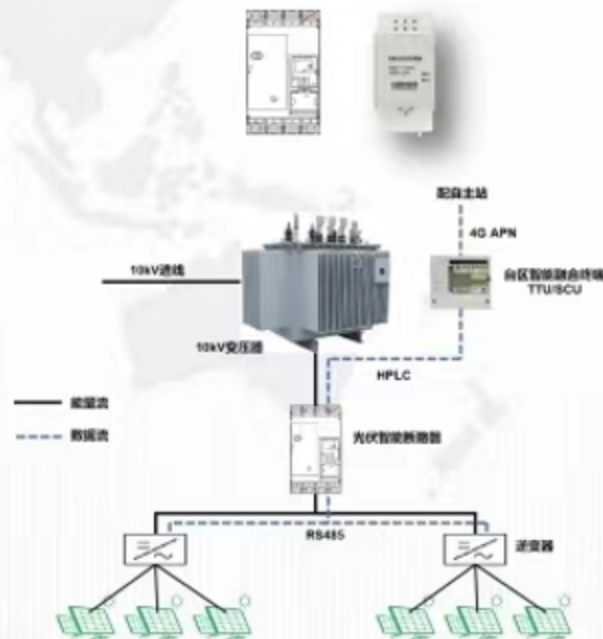
DMCS/IPT技术优势：1、软/硬件完全国产化；2、系统架构、控制逻辑简单；3、底层设备直接万物互联而非间接互联；4、控制逻辑由简单配置代替复杂编程；5、信号线缆、施工成本大大降低。

中低压分布式电源接入终端

中压分布式光伏使用**多合一并网通信装置**，融合运动功能、信息加密、4G通信、AGC控制等功能，支持分布式电源以直采直控方式接入主站，并具备AGC功能。



低压分布式光伏，使用**光伏智能断路器或者光伏协议转换器**，实现逆变器与台区智能融合终端的通信，进而通过微应用实现台区分布式光伏聚合受控。



在不具备融合终端安装条件或者台区内HPLC通信状况较差的台区，可通过在逆变器侧配置**直采直控终端**的方式实现低压分布式光伏的管控。

