

# 2020北京国际风能大会暨展览会 ——风电大基地十年回望

## 风电大基地——政策探讨和发展展望

国家发展改革委能源研究所 时璟丽  
北京，2020年10月15日

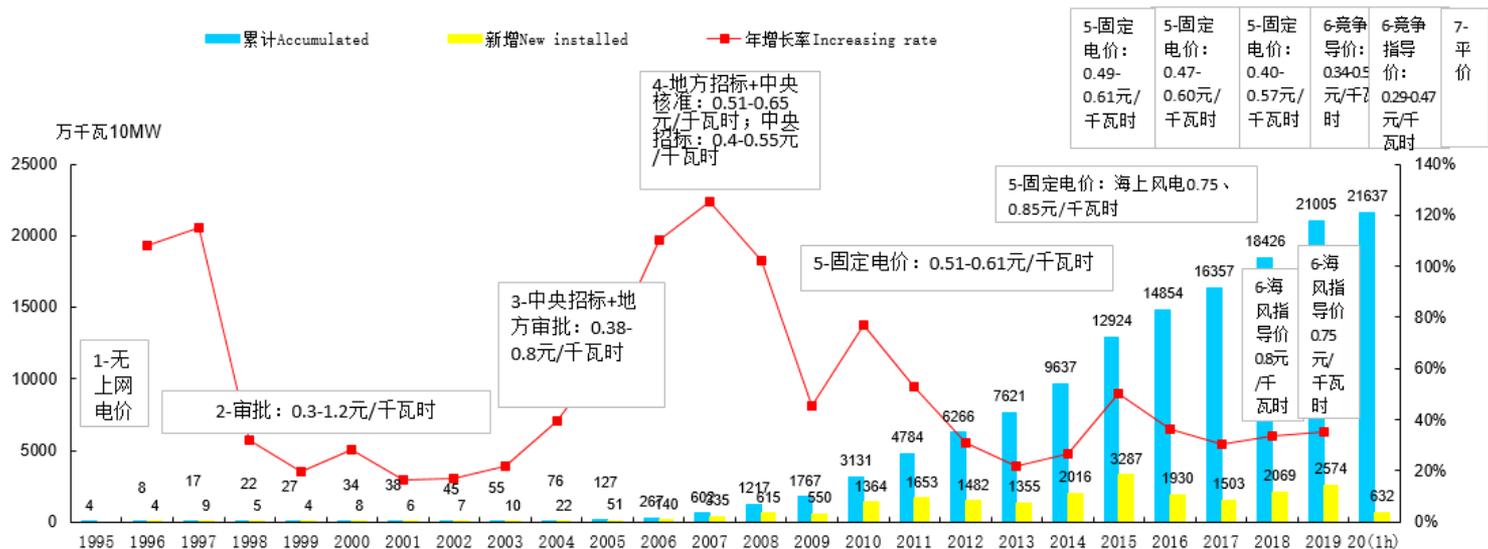


# 风电发展历程

我国风电市场发展30余年

✓ 7个发展阶段

政策在推进各阶段风电市场、产业培育上持续发挥了程度不同但重要的作用



单个项目计 国际援助项目 引进机组 | 年新增十万千瓦左右 乘风计划、双加工程 500千瓦以上机组国产化 | 年新增数十万千瓦 国家特许权招标 购买许可证, 0.75-1兆瓦机组国产化 | 年新增百万千瓦里级 国家和地方特许权 标杆电价 国产1.5兆瓦机组主流 | 年新增超过千万千瓦 产业整合低风速风机 单机容量、效率显著提升、智慧风电 | 年均新增超过2000万千瓦 竞争配置+平价 全面平价 | 规模增幅?

中国风电累计装机、增长率、电价政策变化, 以及各阶段规模、主要政策、产业情况 (来源: ERI, 2020.07)

# 风电基地发展

## 概念提出和成型

- ✓ 2005年提出建设百万千瓦级风电基地
- ✓ 《关于印发张家口坝上地区百万千瓦级风电基地建设工作会议纪要的通知》（发改办能源[2005]2398号）

## 可再生能源发展规划中关于风电基地发展

### 十一五

基地建设主要考虑风能资源条件好、电网接入设施完备、电力负荷需求大的地区

在河北（张家口坝上）、内蒙古（辉腾锡勒）、甘肃（安息和昌马）、吉林（白城）等地以及苏沪沿海连片，建设5个百万千瓦级风电基地

做好甘肃、内蒙古和苏沪沿海千万千瓦级风电基地的准备和建设工作

### 十二五

按照集中与分散开发并重的原则，结合电力市场、区域电网和电力外送条件，积极有序推进“三北”和沿海地区大型风电基地建设

重点建设“三北”（东北、西北和华北）和沿海地区千万千瓦级风电基地，包括河北、内蒙古东部、内蒙古西部、甘肃酒泉地区、新疆哈密地区、吉林、黑龙江及江苏和山东沿海等地区

形成酒泉、张家口、乌兰察布、锡林郭勒、通辽、赤峰、白城等数个500万千瓦以上风电集中开发区域，以及承德、巴彦淖尔、包头、兴安盟、松原、唐山、民勤和大庆、齐齐哈尔等一批200万千瓦以上的风电集中开发区域

### 十三五

有序建设“三北”大型风电基地，借助已开工建设和明确规划的特高压跨省区输电通道，按照“多能互补、协调运行”的原则，统筹风光水火各类电源，在落实消纳市场的前提下，逐步扩大开发规模

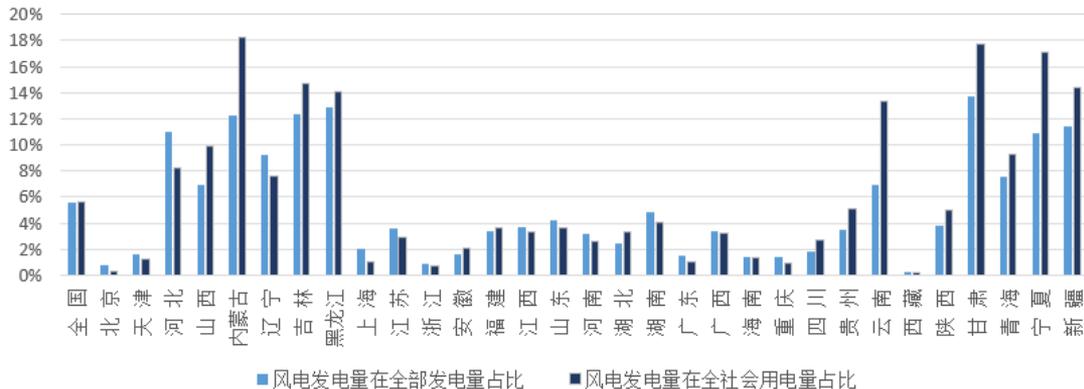
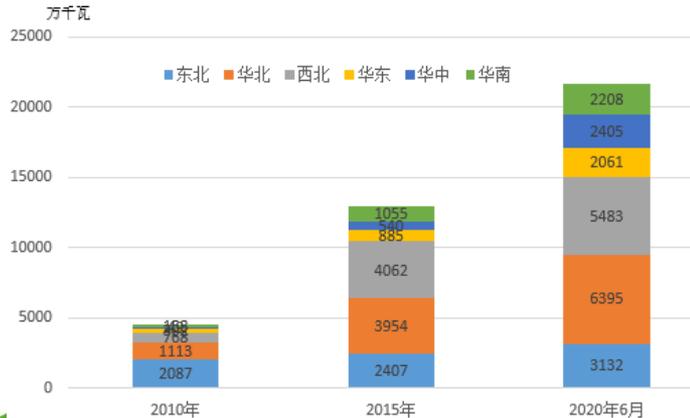
甘肃酒泉、内蒙、山西、新疆准东、京津冀（张家口承德乌兰察布赤峰）等可再生能源基地，四川、贵州、青海水风光互补基地



# 风电基地发展

建设风电大基地是我国风能资源利用的重要方式，推进了风电市场发展、电力清洁转型发展条件、发展模式、政策手段也在调整 and 变化

“十四五”风电发展进入平价无补贴阶段，可再生能源（风电、风光水等协同）基地建设将继续是实现非化石能源占比目标、推动能源低碳清洁转型的重要手段



## 近期形势：碳达峰、碳中和需要可再生能源持续发展

国家清洁能源转型、能源高质量发展的要求保持不变

碳达峰、碳中和目标需要可再生能源持续发展

- ✓ 2020年9月22日，习总书记近平在第七十五届联合国大会宣布：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

电力体制改革推进，新增可再生能源电力是电力市场中重要部分，必须考虑参与和融入市场相关问题

- ✓ 推进试点区域电力现货市场运行
- ✓ 制定出台省级电网第二监管周期输配电价



## 近期形势：新增可再生能源主力（风光）正迈向全面平价

风光等可再生能源平价三步走路径

2020年是关键和重要的趋向市场化阶段：规模化平价+竞争配置推进补贴退坡（平价项目和竞价项目并行）

“十四五”初期是全面平价阶段

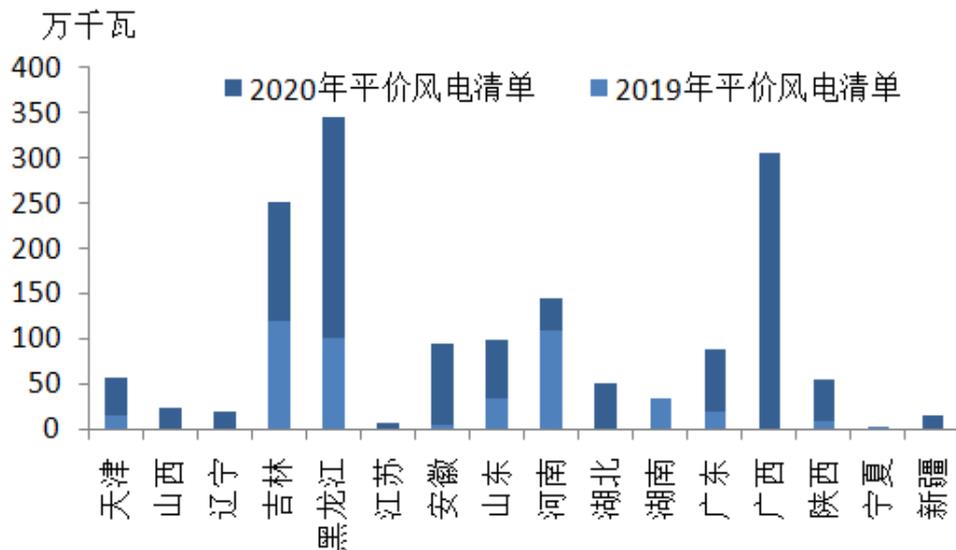


## 近期形势：大型风场和基地项目开发特点

平价项目单体规模相对大；前期工作中的基地风机单机规模增大

大型国有电力企业为主

✓企业资金实力强，建设和运行经验丰富，在后续设备采购、项目建设和运维、融资均有优势，完全平价时代这一项目开发主体模式可能持续



2019年、2020年风电平价项目分布（来源：ERI，2020.08）



# 近期形势：2019年以来政策密集调整、创新并实施

2019年-2020年初，多项创新机制密集出台  
2020年，制定细则、完善机制、落地实施

## 政策机制和发展模式探讨

基于

- ✓ 国家能源局/世行“可再生  
能源规模化发展项目  
”(CRESP)二期支持的“后补  
贴时代可再生能源电力政策  
机制框架研究”成果
- ✓ 个人研究中的一些思考

出台时间	文件名称及文号
2019年1月7日	国家发展改革委 国家能源局关于积极推进风电、光伏发电无补贴平价上网有关工作的通知（发改能源〔2019〕19号）
2019年2月1日	国家能源局综合司关于发布2018年度光伏发电市场环境监测评价结果的通知（国能综通新能〔2019〕11号）
2019年3月4日	国家能源局关于发布2019年度风电投资监测预警结果的通知（国能发新能〔2019〕13号）
2019年4月12日	国家能源局 国务院扶贫办关于下达“十三五”第二批光伏扶贫项目计划的通知（国能发新能〔2019〕37号）
2019年4月28日	国家发展改革委关于完善光伏发电上网电价机制有关问题的通知（发改价格〔2019〕761号）
2019年5月10日	国家发展改革委 国家能源局关于建立健全可再生能源电力消纳保障机制的通知（发改能源〔2019〕807号）
2019年5月20日	国家发展改革委办公厅 国家能源局综合司关于公布2019年第一批风电、光伏发电平价上网项目的通知（发改办能源〔2019〕594号）
2019年5月21日	国家发展改革委关于完善风电上网电价政策的通知（发改价格〔2019〕882号）
2019年5月28日	国家能源局关于2019年风电、光伏发电项目建设有关事项的通知（国能发新能〔2019〕49号）
2019年6月4日	国家能源局关于2018年暨全国可再生能源电力发展监测评价的通知（国能发新能〔2019〕53号）
2019年6月18日	国家能源局综合司关于公布第三期光伏发电领跑基地竞赛激励名单的通知
2019年7月10日	国家能源局综合司关于公布2019年光伏发电项目国家补贴竞价结果的通知（国能综通新能〔2019〕59号）
2019年7月18日	户用光伏项目信息（2019年7月）
2019年8月15日	户用光伏项目信息（2019年8月）
2019年9月16日	户用光伏项目信息（2019年9月）
2019年10月15日	户用光伏项目信息（2019年10月）
2019年11月15日	户用光伏项目信息（2019年11月）
2020年4月15日	户用光伏项目信息（2020年4月）
2020年5月15日	户用光伏项目信息（2020年5月）
2020年6月15日	户用光伏项目信息（2020年6月）
2019年7月31日	国家发展改革委办公厅 国家能源局综合司印发《关于深化电力现货市场建设试点工作的意见》的通知（发改办能源规〔2019〕828号）
2019年10月21日	国家发展改革委和改革委员会关于深化燃煤发电上网电价形成机制改革的指导意见（发改价格规〔2019〕1658号）
2020年1月7日	国家能源局关于印发《光伏发电市场环境监测评价方法及标准（2019年修订版）》的通知
2020年1月20日	财政部 国家发展改革委 国家能源局关于促进非水可再生能源发电健康发展的若干意见（附建〔2020〕4号）
2020年1月20日	财政部 国家发展改革委 国家能源局关于印发《可再生能源电价附加资金管理暂行办法》的通知（附建〔2020〕5号）
2020年2月10日	关于公布可再生能源电价附加资金补助目录（第三批光伏扶贫项目）的通知（附建〔2020〕13号）
2020年2月29日	国家发展改革委办公厅 国家能源局综合司关于印发省级可再生能源电力消纳保障实施方案编制大纲的通知（发改办能源〔2020〕181号）
2020年3月3日	国家能源局关于2020年风电、光伏发电项目建设有关事项的通知（国能发新能〔2020〕17号）
2020年3月12日	财政部办公厅关于开展可再生能源发电补贴项目清算审核有关工作的通知（财办建〔2020〕6号）
2020年3月23日	国家能源局关于贯彻落实“放管服”改革精神优化电力业务许可管理有关事项的通知
2020年3月30日	国家能源局关于发布《2020年度风电投资监测预警结果》和《2019年度光伏发电市场环境监测评价结果》的通知（国能发新能〔2020〕24号）
2020年3月31日	国家发展改革委关于2020年光伏发电上网电价政策有关事项的通知（发改价格〔2020〕511号）
2020年5月6日	国家能源局关于2019年度全国可再生能源电力发展监测评价的通知（国能发新能〔2020〕31号）
2020年5月18日	国家发展改革委 国家能源局关于印发各省银行区域2020年可再生能源电力消纳责任权重通知的通知（发改能源〔2020〕767号）
2020年6月5日	国家能源局关于印发《2020年能源工作指导意见》的通知
2020年6月23日	国家能源局综合司关于公布2020年光伏发电项目国家补贴竞价结果的通知
2020年6月17日	财政部关于下达可再生能源电价附加补助资金预算的通知（附建〔2020〕208号）

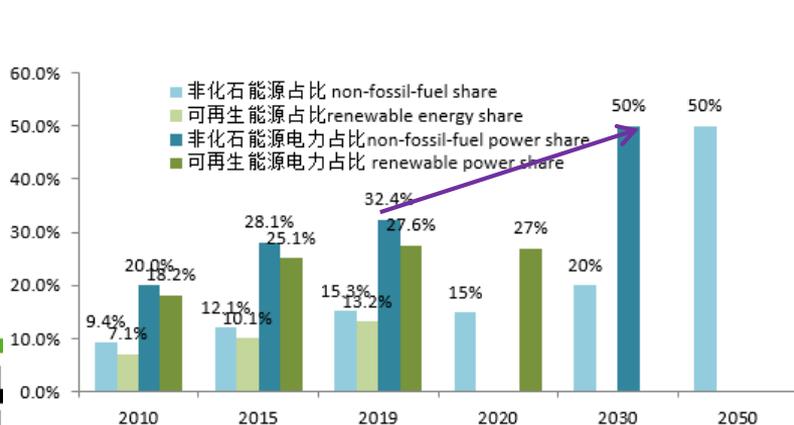
2019年1月-2020年6月中央政府部门颁布的风光相关主要政策（来源：ERI，2020.06）



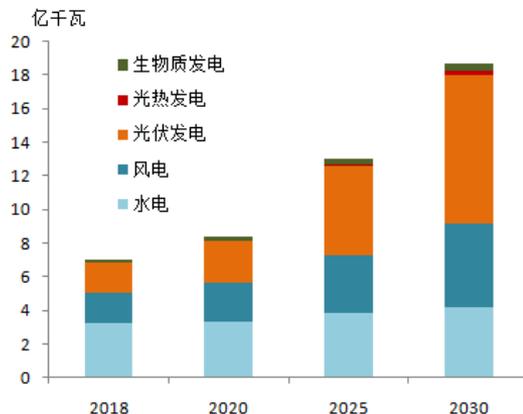
## 政策机制思考：规模

底限/最低线：实现2030年非化石能源在一次能源中占比20%、非化石能源发电量在全部发电量中占比50%目标

- ✓ 2030年非化石能源在一次能源中占比20%：实现难度不大，行业热议应考虑提升目标；碳达峰碳中和战略之下非化石能源占比目标也应提升或提前
- ✓ 非化石能源发电量在全部发电量中占比50%：即使考虑2021-2030年间基本线性增长，可再生能源电量占比需要从2019年的27.6%增长到2025年的33%，这一速度需要：
  - “十四五”期间，风电新增装机1-1.5亿千瓦，光伏发电2-3亿千瓦，生物质发电累计装机3000万千瓦
  - “十五五”期间，风电新增装机1.5亿千瓦左右，光伏发电3-3.5亿千瓦，生物质发电累计装机3500万千瓦



中国能源转型目标 (数据整理: ERI, 2020.03)



可再生能源发展预期: 能源所可再生能源中心关于可再生能源中长期战略研究 (Source: ERI, 2019.06)



## 政策机制思考：继续推进开发建设模式多元化

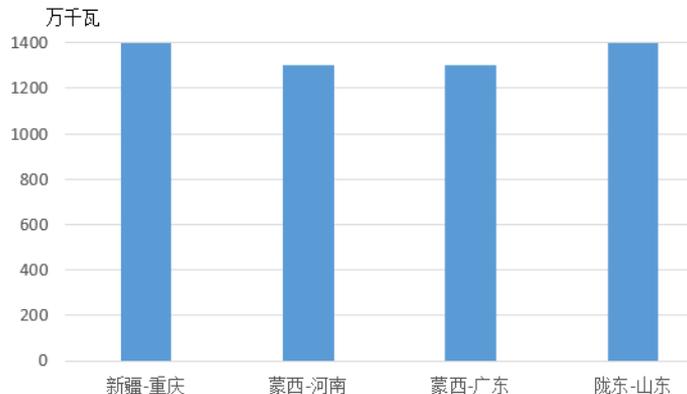
集中式与分散式，多能互补式，本地消纳和外送结合，各类可再生能源电力+，可再生能源电力+储能，可再生能源电力制氢，可再生能源电力供暖，可再生能源电力与高载能调峰.....

### 风电开发

- ✓ “三北”资源富集地区风电开发（基地类外送通道建设、集中式本地消纳利用）
- ✓ 中东部和南方：陆上——风电与生态建设协调发展；海上风电统筹海域利用开展基地建设

### 风电基地发展模式

- ✓ 陆上——多能源品种基地建设：风光互补，风光水多能互补，风光水储等
- ✓ 海上风电基地
- ✓ 外送基地——西北地区和内蒙风光联合外送，西南和青海风光水联合外送等
- ✓ 提升老风电基地的效能



“十四五”预计新增规划投产跨省区电力通道（数据来源：电规院，2019.09）



## 政策机制思考：实现目标的关键机制

### 两项机制共同作用

但新增消纳空间/能力必须满足可再生能源电力消纳保障机制中逐年提升的责任权重要求

- ✓ 消纳能力不足的区域，需要提前布局，采取有效措施，打造新的消纳空间

责任权重指标的确定和分解需要达到国家目标（碳达峰、非化石能源、五年规划等）

可再生能源电力开发规模以中期的滚动的电力消纳能力预测为前提  $\longleftrightarrow$  完善机制，发挥可再生能源电力消纳保障机制长效和重要作用

新增消纳责任权重指标提升、全社会用电量提升带来的消纳增量

**底线**

**上线**

新增消纳空间/能力

电网规划和提升，网源储荷协同



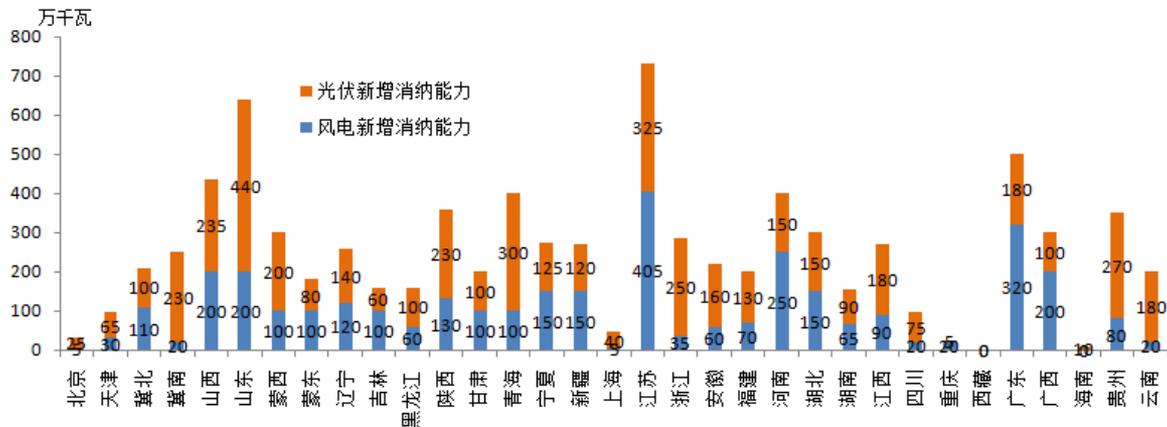
## 政策机制思考：消纳条件影响

可再生能源高质量发展要求和方向不会变，消纳条件是决定新增规模的因素之一（但要以达到国家目标为前提）

- ✓ 在2019、2020年光伏平价、竞价项目安排中显著体现：接网消纳是项目建设的前置条件
- ✓ 2020年首次测算论证并各地区风光等波动电源的新增消纳能力

后平价时代，逐年测算论证并公布各地区风光等波动电源的新增消纳能力，可能成为长效机制

- ✓ 引导企业理性投资，地方核准或备案项目也有据可依
- ✓ 风光共享新增消纳空间/能力将是趋势
- ✓ 近期总消纳空间/能力并非存在上限或不变，电力系统源网荷储的变化以及市场化等机制的调整，可以增加总消纳空间/能力



2020年风电、光伏发电新增消纳能力（数据来源：NEA, 2020.05）



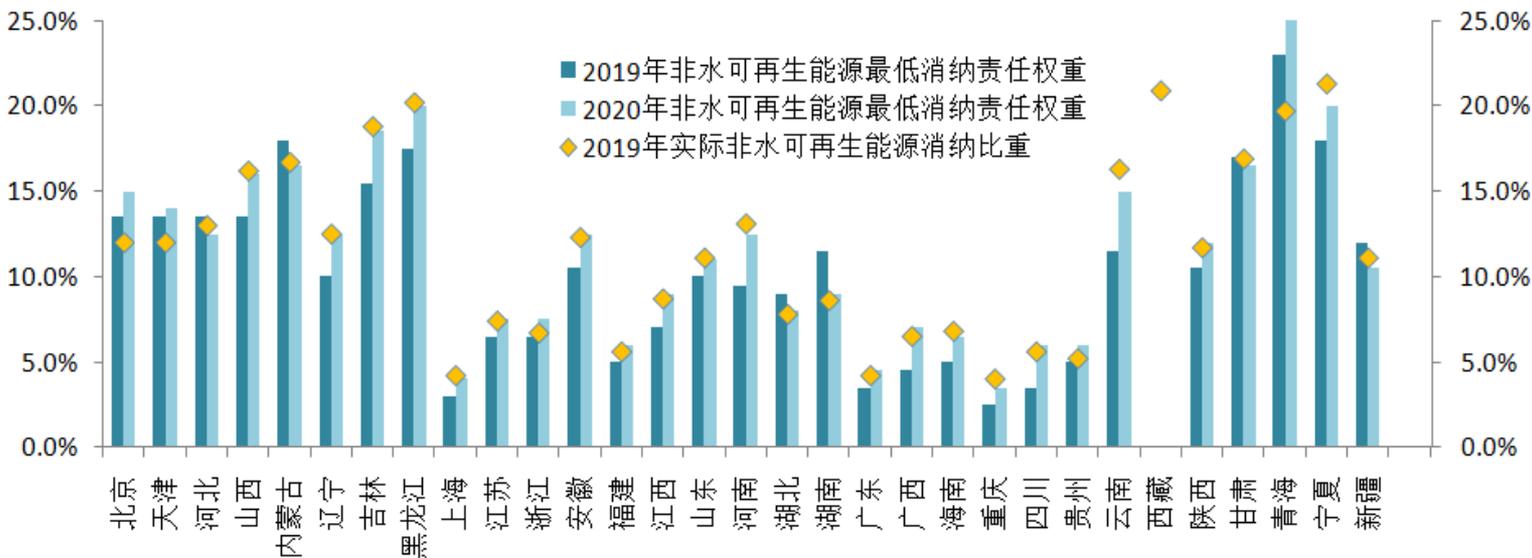
# 政策机制思考：保障持续稳定的增长空间

## 强化可再生能源电力消纳保障机制

- ✓ 通过逐年增加（至少不减少）各地区消纳电量占比（消纳责任权重），实现国家能源转型目标，保障风光等可再生能源电力新增装机规模

## 消纳保障机制实施一年

- ✓ 有效调动各方消纳可再生能源电力的积极性，或增加压力的作用显现
- ✓ 特高压输送、省间交易等可再生能源电量显著增加，促进跨省跨区可再生能源消纳优化配置



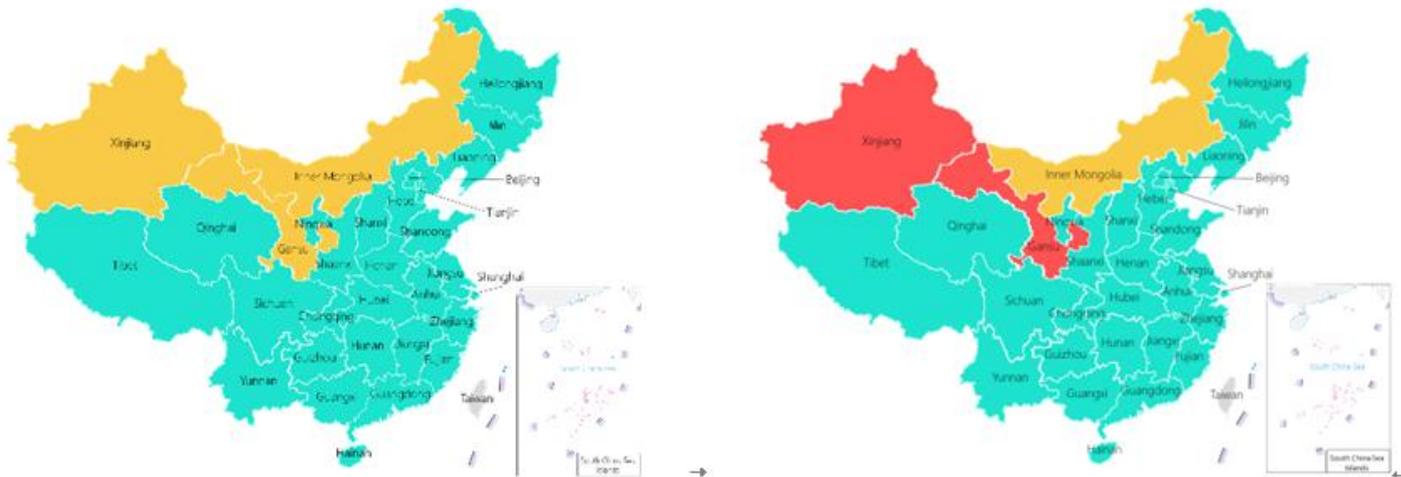
非水可再生能源2019年电量占比、2019和2020年消纳保障机制目标（数据来源：NEA，图片来源：DEA/ERI，2020.06）



## 政策机制思考：监测预警和评价制度

### 可延续和完善风电投资监测预警机制、光伏发电市场环境监测评价机制

- ✓ 2020年1月，根据形势变化对光伏发电市场环境监测评价调整了部分指标
- ✓ 如果需要，评价指标可根据全面平价时代风光发展和行业特点，以及监测预警和评价需求进行适度调整
  - ▣ 利用率（限电）：建议考虑差异化政策，在平价仍能保证收益率情况下，提出不同要求，提升消纳空间
  - ▣ 新安排项目建设落实情况
  - ▣ 地方政策及落实：地方政策调整是否影响存量项目及影响程度；地方政策对新建项目影响
  - ▣ 消纳条件：通过适宜的有效措施增加消纳能力、电网接网工程建设、并网政策等



2020年度（左）、2019年度（右）风电监测预警结果（数据来源：NEA, 2020.03）



## 政策机制思考：项目建设管理

### 可以探索和逐步实施的路径

- ✓ 开放项目开发市场
- ✓ 在消纳条件或空间有限，或土地条件有限等情况下，实施竞争配置项目
  - 竞争配置项目在运行时参与电力市场（报量报价），或形成低价上网电价，在电力市场中报量不报价
  - 按照竞争配置后形成的平价或低价，实施中长期协议模式
  - 鼓励地方制定和实施差价合约机制，尤其是对于东中部经济相对发达、用电量大的省份，相对更具备条件
- ✓ 具体项目建设管理、安排以地方为主，国家层面关注和安排重大项目，实施竞争配置项目，市场化手段激励先进技术应用、多能互补、技术经济性尚不够成熟技术应用等示范项目

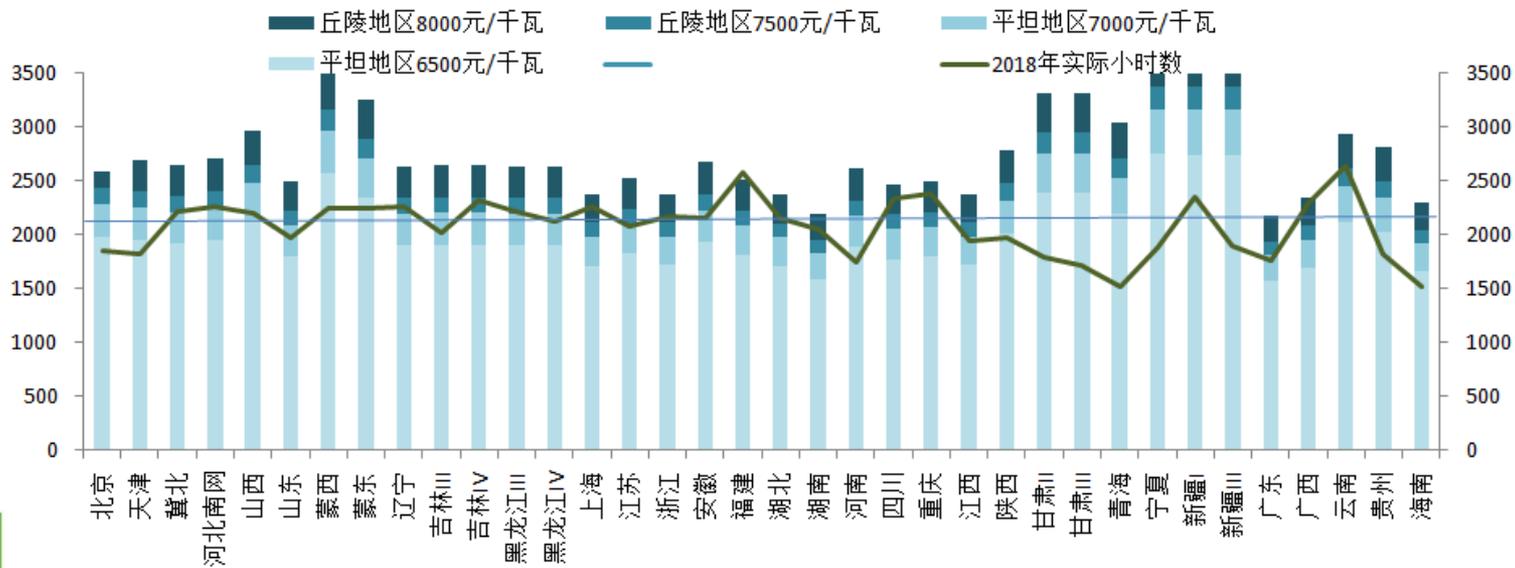
### 2019年7月《关于深化电力现货市场建设试点工作的意见》（发改办能源规〔2019〕828号）

- ✓ 建立促进清洁能源消纳的现货交易机制
- ✓ 非水可再生能源相应优先发电量应覆盖保障利用小时数，各电力现货试点地区应设立明确时间表，选择清洁能源以报量报价方式，或报量不报价方式参与电力现货市场，实现清洁能源优先消纳
- ✓ 市场建设初期，保障利用小时数以内的非水可再生能源可采用报量不报价方式参与电力现货市场



## 基地开发模式下风电达到平价的经济性分析

陆上风电资源在各省份之间、在各省份内部差异均较大，大部分省份存在具备平价条件的项  
基地开发模式下，目前主流风机和智慧风电场等应用显著增加发电量和年等效利用小时数  
无补贴情况下，政策机制对项目经济性和竞争力存在影响



# 如何提升风电经济性：绿证及交易机制的作用

## 绿证及交易机制的作用

✓ 是各市场主体达到消纳责任权重指标要求的两种补充方式之一，连接相对弱，可能发挥的作用程度取决于机制细化设计

## 2020年1月，《关于促进非水可再生能源发电健康发展的若干意见》（财建〔2020〕4号）

✓ 全面推行绿色电力证书交易。自2021年1月1日起，实行配额制下的绿色电力证书交易，同时研究将燃煤发电企业优先发电权、优先保障企业煤炭进口等与绿证挂钩，持续扩大绿证市场交易规模，并通过多种市场化方式推广绿证交易。企业通过绿证交易获得收入相应替代财政补贴。

## 提升项目经济性和收益方面，绿色证书无论对后补贴时代的新增项目，还是对存量项目 均有作用

- ✓ 目前国内绿证交易机制仅一级市场，无论今后是否开放二级市场，绿色证书都是基于市场化的交易和认购机制
- ✓ 从国际经验和对国内需求调研分析看，分析预期未来绿证的价格不会高
  - ▣ 欧洲来源担保证（GO）
  - ▣ 美国可再生能源绿证
- ✓ 建议结合可再生能源电力消纳保障机制的实施和细化细则，完善绿证认购和交易机制



绿证是国家对发电企业所生产的每1000度绿色电力  
颁发的具有唯一代码标识的电子凭证



## 风电参与电力市场的问题

### 集中和基地类风电项目几个需考虑和深入研究的问题

- ✓ 无补贴新增可再生能源项目可能更多地参与电力市场，意味着项目经济性的方面的风险增加
- ✓ 新增风电则需要规避的风险：出力时段与负荷需求匹配存在差异，在竞争性电力市场中获得的电价有可能降低；可探讨的解决途径：一种方式继续采用项目竞争配置机制，可以形成低于煤电基准价的电价，在电力市场中报量不报价；（或执行“全额保障性收购制度+并网年煤电基准价”）
- ✓ 外送风电等电力，需要改变统购统销做法，鼓励包括可再生能源在内的各类电源无歧视的直接进入受端地区市场；外送电力平价与受端价格扣除输电费用等对标



## 辅助服务市场或配备储能问题

有助于扩展消纳空间，提升消纳能力

风光+储能应用将在“十四五”期间起步和扩大规模

储能成本下降，“分布式+储能”在终端侧应用将具备经济性和可行性

从系统角度，储能直接加在风光等电源侧不是技术和经济性最优方案，要看需求程度和做优化配置方案

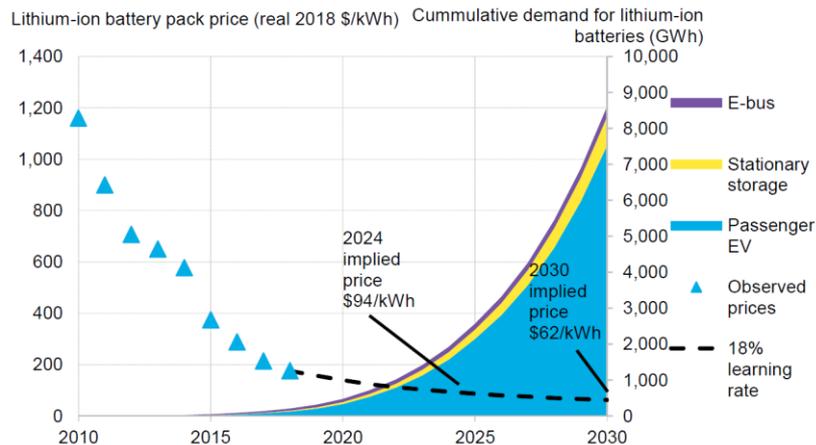
✓ 2020年一些省份新安排的风光平价和竞价项目要求配备一定的储能

✓ 容量比和储能时长影响大

■ 风电配备20%容量\*2小时储能，初始投资增加8-10%

■ 光伏配备20%容量\*2小时储能，初始投资增加15-20%

文件	时间	可再生能源储能配置要求
国网山西电力公司《关于2020年拟新建光伏发电项目的消纳意见》	2020.6.2	新增光伏发电项目应统筹考虑配备15%-20%储能
山西《开展新能源场站一次调频改造工作的通知》	2020.5.26	强制要求接入35kV及以上电压等级的风电场、光伏电站进行一次调频改造，改造方式包括配置储能。
辽宁《风电项目建设方案》	2020.5.14	风电项目建设将优先考虑附带储能设施、有利于调峰的项目。
河南《关于组织开展2020年风电、光伏发电项目建设的通知》	2020.4.7	优先支持配置储能的平价风电项目。
内蒙《2020年光伏发电项目竞争配置方案》	2020.3.27	优先支持光伏+储能项目建设。普通光伏电站配置保证储能系统时长为1小时及以上，配置容量达到项目建设规模的5%及以上。



预期电池包成本：2018年1216元/千瓦时，2024年650元/千瓦时，2030年428元/千瓦时  
2020年4月，5兆瓦\*2小时的储能项目中标价格已为1450-1540/千瓦时

## 降低/控制非技术成本问题

国家明确原则，地方重在细化、落实、协调等

✓ 《关于授权和委托用地审批权的决定》（国发〔2020〕4号）

▣ 将国务院可以授权的永久基本农田以外的农用地转为建设用地审批事项授权各省、自治区、直辖市人民政府批准

✓ 《关于减轻可再生能源领域企业负担有关事项的通知》（国能发新能[2018]34号）

✓ 加强监管（关于开展风电开发建设情况专项监管的通知（国能综通新能〔2020〕78号））

### 土地费用

土地可用（红线、耕地等不碰）  
新的土地一刀切情况  
需要重视  
费用合理且规范征收

### 管理费用

减少和消除不合理的  
其他费用

### 接网费用

接网成本约占平价  
风光发电成本的  
5-10%；  
平价阶段，无并网  
时限要求或相对宽  
松，接网投资应该  
由电网承担且资产  
及管理权限明确

### 财务费用

取决于金融环境，  
降低财务费用关键  
在于项目提升经济  
性、产业和市场政  
策、减小风险、行  
业良性发展

### 税收政策

减免税难度大，且  
其使用效果对可再  
生能源发展影响具  
有多面性



# 总结

## 宏观环境

- ✓ 国家能源清洁转型、支持可再生能源发展方向不变
- ✓ 高质量发展原则不变
- ✓ 碳减排目标提出新要求

## 具体政策

- ✓ 消纳保障机制、消纳空间、可再生能源电力多大程度参与电力市场以及参与的方式，将会主要决定可再生能源电力新增市场规模及在各地区的分布

风电基地开发（风光水等可再生能源基地）是未来风电装机增长、提升风电在电力结构中占比的基石

## 政策机制应推动可再生能源电力的技术和经济竞争力的提升

- ✓ 市场化手段激励先进技术应用，提升效率
- ✓ 降低/控制非技术成本
- ✓ 发挥绿证及交易等机制的作用





谢谢！

时璟丽  
国家发展改革委能源研究所  
[shijl@eri.org.cn](mailto:shijl@eri.org.cn)  
[www.eri.org.cn](http://www.eri.org.cn)

谁也没有看见过风，  
不用说我和你了，  
但当风机转动的时候，  
我们知道风来发电了。