



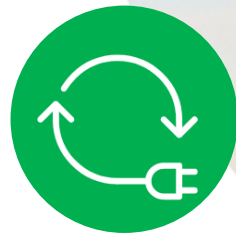
水电水利规划设计总院
China Renewable Energy Engineering Institute

《中国可再生能源 发展报告2021》

水电水利规划设计总院

易跃春 副院长

2022年6月24日 北京





自2016年起，水电总院逐每年推出中国可再生能源发展年度报告，至今经连续发布6年，并形成“1+N”系列报告，包括1个《行业报告》+抽蓄、风、光、生物质、国际等N个专业报告。报告系统梳理中国可再生能源年度发展总体状况，把握行业热点、凝聚焦点、突出重点，研判发展趋势。

报告编制过程中，得到了能源主管部门、相关企业、有关研究机构的指导和大力支持，也引用了有关机构全球发展、化石能源、产业制造等研究成果，在此一并表示感谢！

目录

CONTENTS

01

可再生能源发展
总体形势

02

中国可再生
能源发展成果

03

前景展望与
建议





01

可再生能源发展总体形势

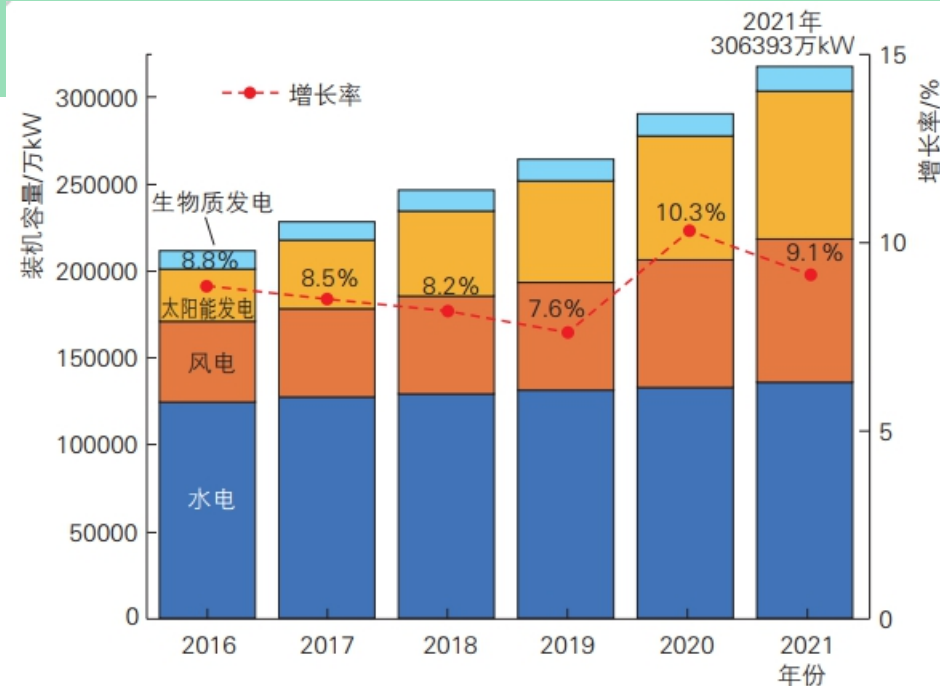
1.1 发展形势

应对气候变化、大力发展可再生能源成为全球共识

- 世界主要国家和地区纷纷提高应对气候变化自主贡献力度，超过40个国家和地区明确“碳中和”发展目标。
- 全球可再生能源发展迎来更加有利的外部环境，能源转型进程明显加快，大力发展可再生能源成为全球能源低碳转型的主导方向。
- 中国将成为推动全球可再生能源发展的主要力量。

2021年全球可再生能源保持快速增长

- 新冠疫情继续在全球跌宕蔓延，对经济社会发展产生持续影响，但全球可再生能源依旧保持快速增长。
- 全球可再生能源装机容量达306393万kW，新增装机容量达25666万kW，与2020年基本持平。



全球可再生能源累计装机容量 (2016-2021)

中国可再生能源进入大规模、高比例、市场化、高质量发展新阶段

- 中国经济长期向好，能源需求保持持续增长。
- 碳达峰碳中和发展目标对可再生能源发展提出了新任务、新要求。
- “十四五”时期，中国可再生能源发展将呈现大规模、高比例、市场化、高质量的特点。

1.2 2021年发展综述

纲领性文件指导行业发展方向

- 3月，全国人大十三届四次会议通过《关于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》
- 3月，中央财经委第九次会议提出“实施可再生能源替代行动，深化电力体制改革，构建新型电力系统”
- 9月，中共中央、国务院印发《关于完整准确全面贯彻新发展理念 做好碳达峰碳中和工作的意见》
- 10月，国务院印发《2030年前碳达峰行动方案》
- 12月，国家能源局印发了《“十四五”现代能源体系规划》

科技创新推动行业持续进步

- 可再生能源领域科技创新及应用取得新进展，支持和促进全球可再生能源产业发展。
- 百万千瓦级水轮机组、低风速风电技术、海上大容量风电机组技术、光伏技术快速迭代。

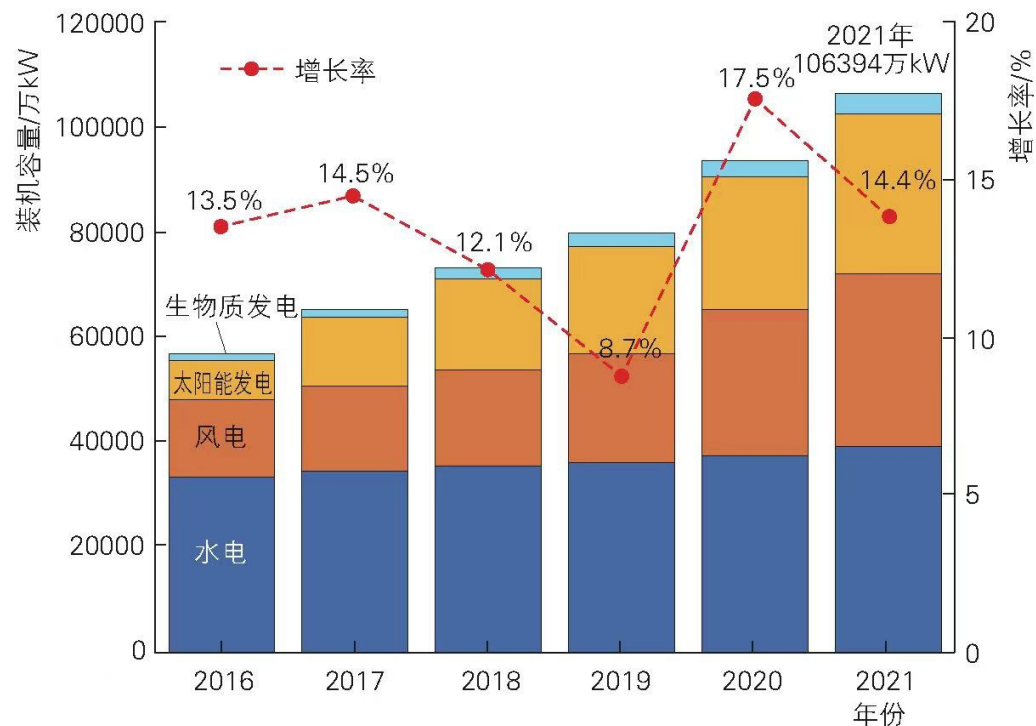
产业优势持续增强

- 水电产业优势明显，成为全球水电建设中坚力量。
- 风电产业链完整，6家风电整机制造企业位列全球前10。
- 光伏产业占据全球主导地位。
- 全产业链集成制造，有力推动中国可再生能源开发成本不断下降、竞争力持续增强。

1.3 2021年基本情况

可再生能源装机规模突破10亿千瓦

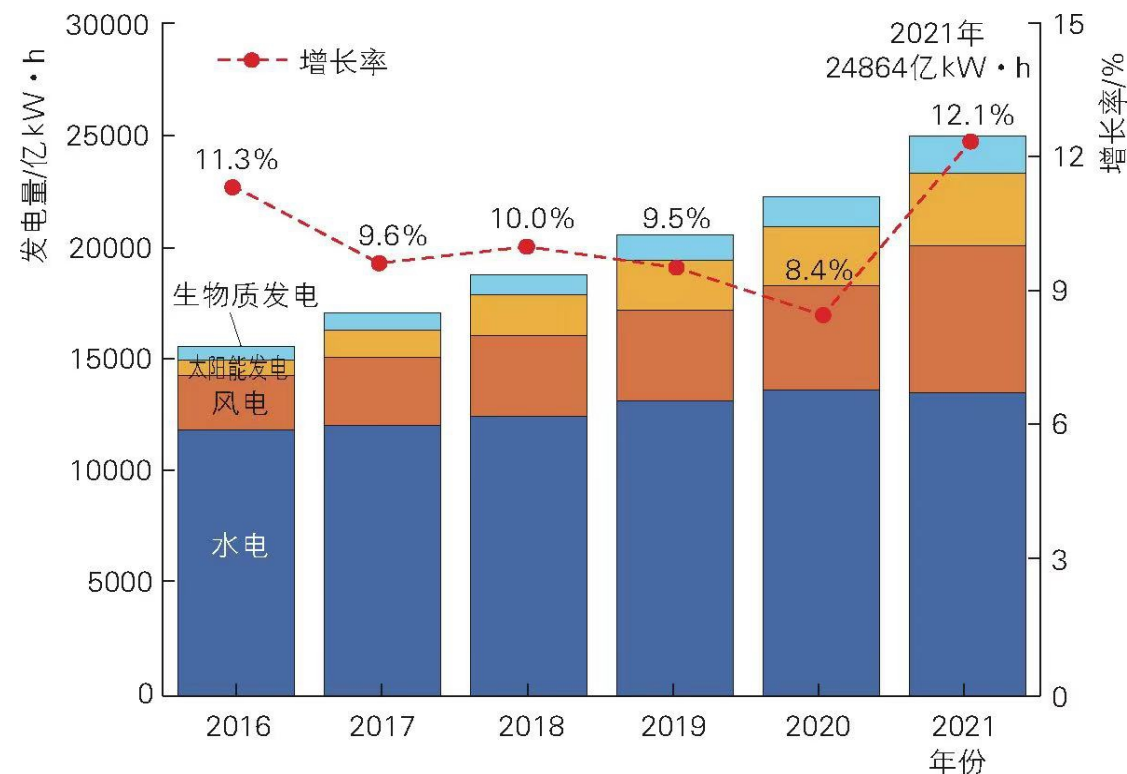
- 2021年中国全口径发电总装机容量**237692**万kW，同比增长**7.9%**。
- 其中，可再生能源发电装机容量**106394**万kW，占全国电力装机的**44.8%**，同比增长**14.4%**。



2016—2021年可再生能源装机容量变化情况和增长率

可再生能源发电量较快增长

- 2021年中国全口径总发电量为**83768**亿kW·h，同比增长**9.8%**。
- 其中，可再生能源发电量**24864**亿kW·h，占全部发电量的**29.7%**，同比增长**12.1%**。
- 可再生利用总量达**7.5**亿吨标准煤，占一次能源消费总量的**14.2%**。



2016—2021年可再生能源发电量变化情况和增长率



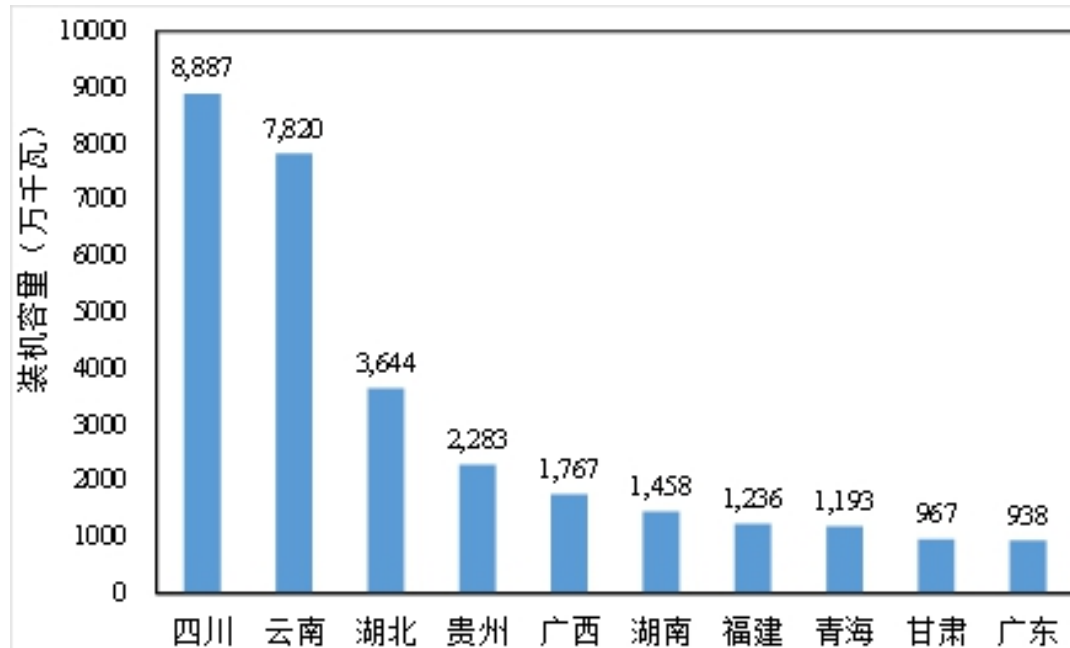
02

中国可再生能源发展成果

2.1 常规水电

发展现状

- 已建装机容量35453万kW
- 年新增投产1800万kW
- 在建装机容量3800万kW，其中新增核准360万kW
- 开发程度达到57%



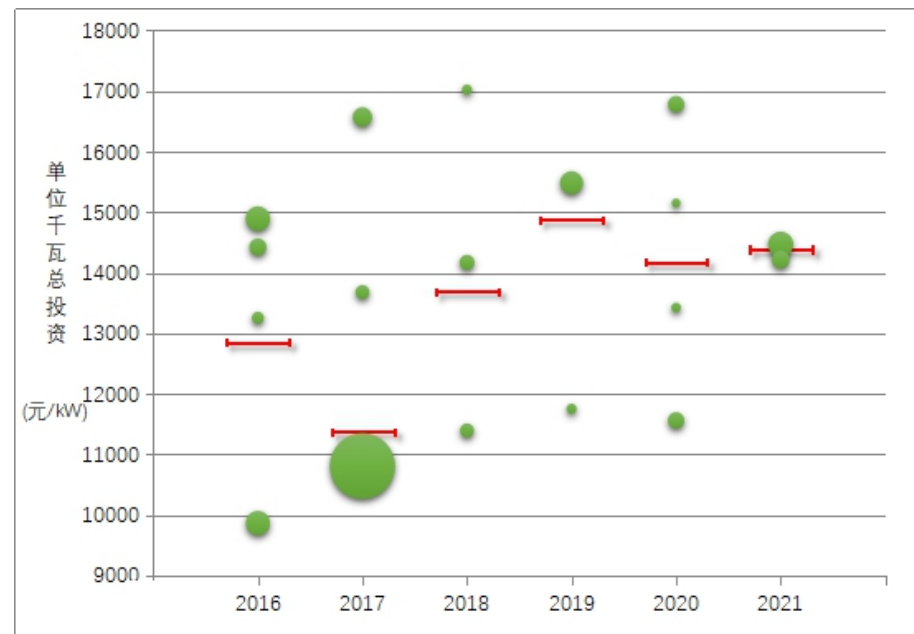
主要省份常规水电装机容量

投资建设

重大工程建设进展顺利

单位千瓦投资总体保持高位水平

- 2021年核准常规水电站工程单位千瓦总投资平均为14384元
- 2021年常规水电站在建工程完成投资668亿元，较2020年完成投资额787亿元降低15.1%。



2016年至今核准常规电站工程单位千瓦总投资分布图
(横线代表当年平均值，圆圈大小代表装机规模)

2.1 常规水电

运行管理

□ 加强流域水电综合监测,助推运行管理水平提升

截至2021年底，启动473座5万kW以上常规水电站运行监测工作，基本实现对主要流域水能利用情况监测。

□ 流域水电安全与应急管理能力稳步提升

从源头上防范化解重大安全风险。

技术进步

□ 百万千瓦级发电机组投产发电，实现高端装备制造重大突破

□ 高海拔地区水电工程实现智能建造

发展特点

□ 常规水电新增投产规模创新高

新增投产规模1518万kW。其中，世界在建规模最大、技术难度最高白鹤滩水电站首批600万kW机组投产，习近平总书记致信祝贺并作出重要指示。

□ 水电发电量和利用小时数有所降低

主要流域全年来水整体偏枯，全国水电平均年利用小时数3622h，比2020年减少203h。

□ 水风光一体化模式创造新发展机遇

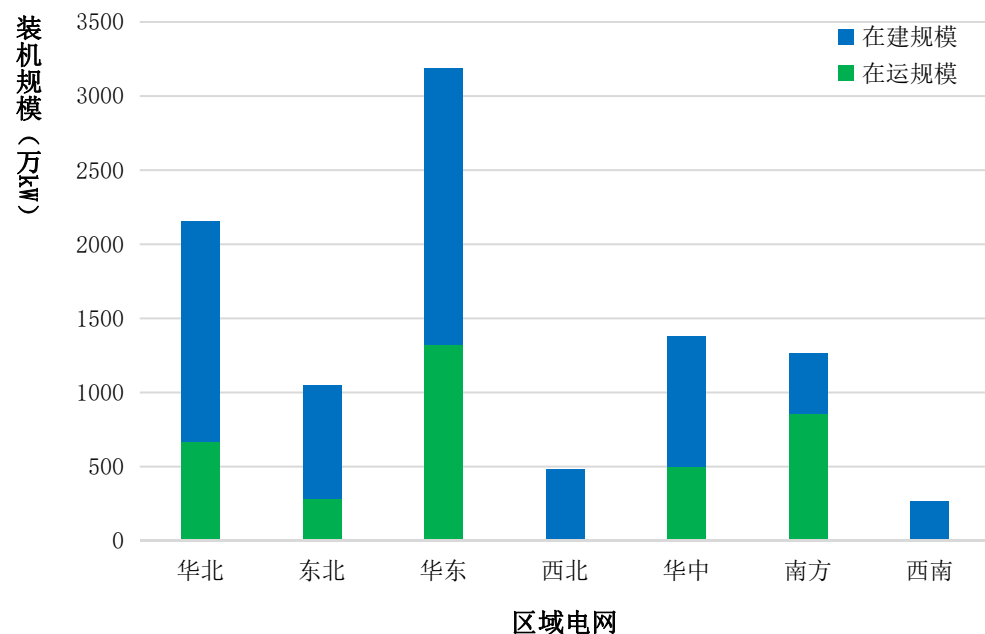
依托主要流域水电调节能力，配套建设一定规模风、光新能源发电项目，推进水风光可再生能源一体化开发，并为水电提供新的发展机遇。

2.2 抽水蓄能

发展趋势

□ 加速发展初步显现

- 年新增投产490万kW，为近3年新高、历史次高。
- 核准11座，总规模1370万kW，为历年最高。
- 抽水蓄能电站投产总规模3639万kW，核准在建6153万kW。



□ 运行强度创近年新高

随着新能源并网增加，已投运机组整体运行强度创近年来新高，在促进电力系统安全稳定运行方面效益显著。

□ 运行特点更加多元化

运行呈现出启停更加频繁、午间抽水时间变长、机组无计划启动多、投入自动电压控制功能常态化参与电网电压调节等特点。

□ 电站开发成本较“十三五”整体上升

单位千瓦总投资整体呈上升趋势，主要与站点开发难度增加，以及物价上涨有关。

发展现状

□ 新增装机容量稳步增长

- 新增并网装机4757万kW；其中，陆上风电新增3067万kW，海上风电新增1690万kW。
- 风电累计装机32848万kW，同比增长16.9%。



2011—2021年中国风电装机容量及变化趋势

□ 发电量大幅增长

2021年全国风电发电量达6556亿kW·h，同比增长40.5%，占全部电源总年发电量的7.8%，较2020年提高1.7个百分点。

□ 开发布局趋于均衡

新增装机中东部和南方地区占比约61%，同比增长21个百分点；“三北”地区占比约39%，同比下降21个百分点。

□ 海上风电装机领跑全球

海上风电累计装机2693万kW，跃居世界第一。



投资建设

□ 单位千瓦造价陆上风电平稳下降，海上风电大幅上涨

- 陆上集中式平原、山区地形风电项目单位千瓦造价分别约为5800元、7200元。
- 海上风电因短期内设备供应及施工资源紧张，单位千瓦造价在18500~23500元/kW之间。

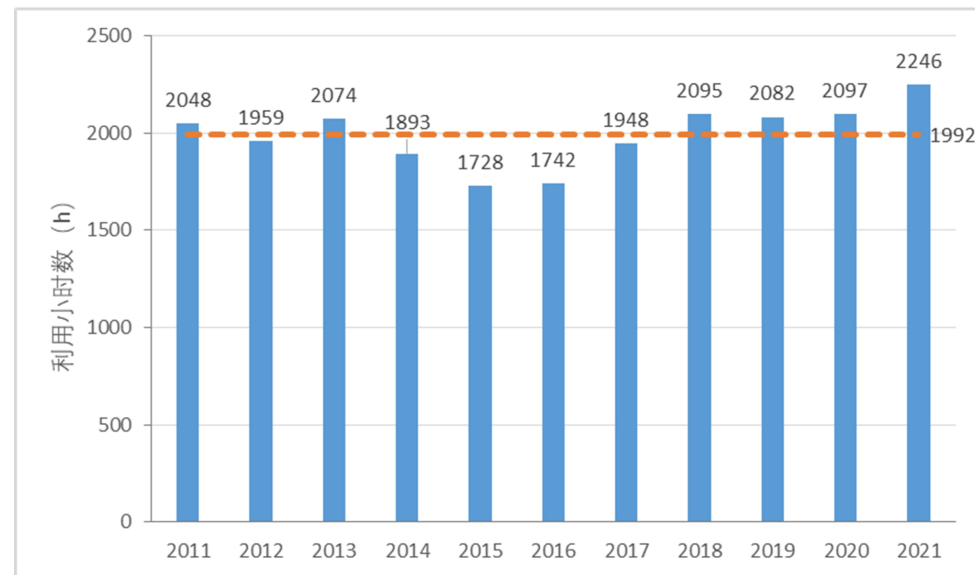
□ 风电机组设备价格大幅下降

- 陆上风电机组(不含塔筒)中标价格在1700元/kW~2300元/kW。
- 海上风电机组(不含塔筒)招标价上半年多在5200元/kW~6500元/kW；下半年价格下降，多在3800元/kW~4400元/kW之间。

运行消纳

□ 利用小时数增长明显

全国风电年平均利用小时数2246h，同比增加149h，增幅7.1%。



2011—2021年中国风电年平均利用小时数对比

□ 利用率保持较好态势

全国风电平均利用率96.9%，同比提升0.4个百分点，电力消纳形势持续向好。

技术进步

□ 风电机组技术加快迭代

风电机组加速大型化、半直驱传动技术市场份额逐步增大、风电叶片最长纪录不断刷新

□ 工程勘测设计水平不断进步

陆上超高塔筒、海上风电基础、柔性直流输电等勘测设计技术进步较快。

□ 施工安装技术水平稳步提升

- 陆上风电方面，搭载超长叶片175米叶轮直径机组、165米超高钢柔塔机组陆续安装。
- 海上风电方面，专业化施工吊装船陆续下水，2000吨及以上大型自升自航式风电平台船数量逐步增多，3500kJ液压打桩锤关键设备实现本地化。

□ 智慧运维技术不断提高

发展特点

□ 风电行业总体平稳有序发展

□ 陆上风电呈现基地化、多元化发展方式

国家统筹推进陆上风光电基地建设，第一批沙戈荒基地规划建设总容量达到9705万千瓦。

□ 海上风电实现规模化发展

并网规模快速扩大；整机制造、产业配套等逐步壮大；形成适应中国建设条件的工程实践经验与人才队伍。

□ 风电机组设备竞争激烈

风电机组整机制造市场竞争激烈，补贴退出后项目成本降低压力较大，各整机制造企业的投标价格快速下降。

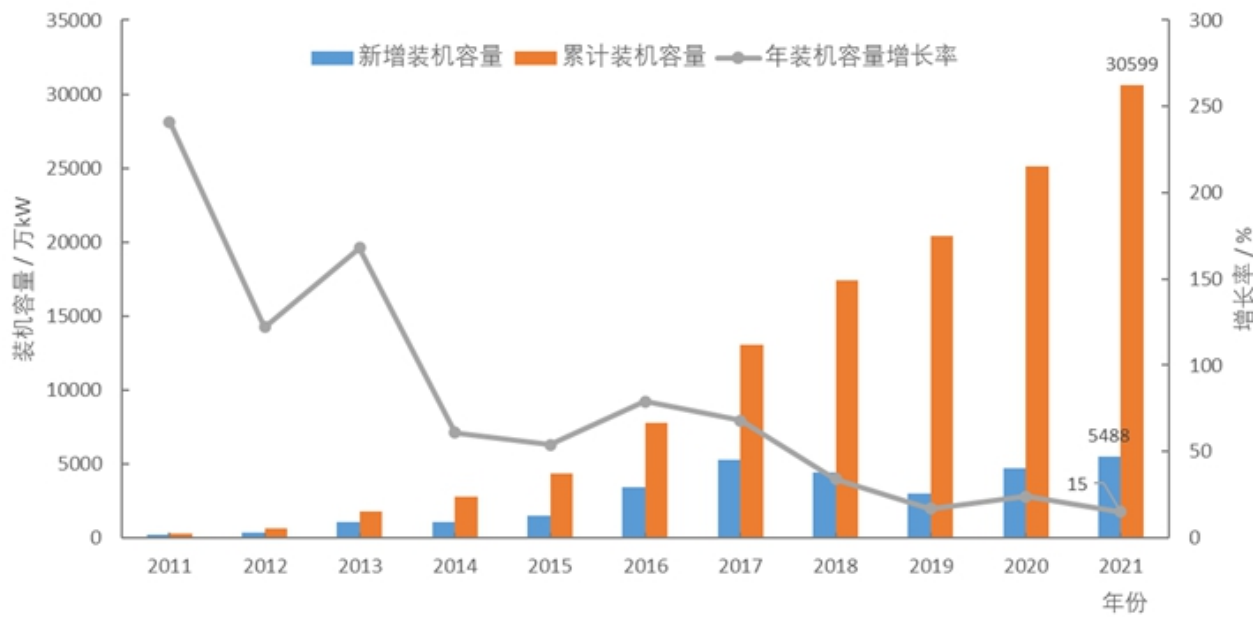
□ 风电场改造升级起步

在《风电场改造升级和退役管理办法》指导和各省有关政策激励下，部分老旧风电场已着手开展更新试点工作。

发展现状

□ 装机规模保持快速增长

- 新增装机5493万kW，其中，光伏发电新增装机5488万kW，光热发电新增装机规模5万kW。
- 累计装机容量达到30656万kW，同比增长21.8%。



2011—2021年中国光伏发电装机容量变化趋势



□ 发电量大幅度提升

全国太阳能发电量达3270亿kW·h，同比增长25.5%，占全部电源总年发电量的3.9%，较2020年提升0.5个百分点。

□ 产业规模保持快速增长

光伏产业保持快速增长势头，多晶硅产量为50.6万t，硅片产量为226.6GW，电池片产量为197.9GW，组件产量为181.8GW。

□ 新建光伏发电项目进入平价上网新阶段

2021年起新备案集中式光伏电站、工商业分布式光伏项目中央财政不再补贴。

2.4 太阳能

投资建设

□ 投资规模持续较大增长

新增总投资约2157亿元，较2020年增长约17%。

□ 单位千瓦造价略有增加

受**产业链供需关系影响**，地面光伏电站平均单位千瓦造价约4150元，同比上涨4%；分布式光伏约3740元，同比上涨10.6%。



2011—2021年光伏发电项目单位千瓦造价指标变化趋势

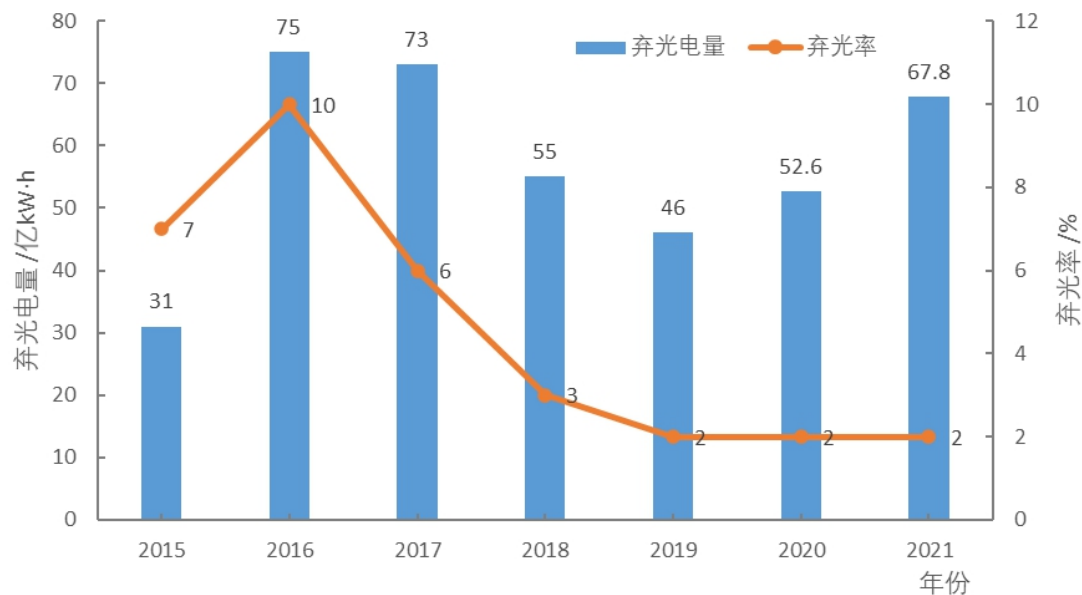
运行消纳

□ 年平均利用小时数基本持平

年平均利用小时数达到1163h，同比增加3小时。

□ 利用率总体持续向好

消纳保持平稳，全年弃光电量67.8亿kW·h，较2020年增加15.2亿kW·h；弃光率2%，与2020年持平。



2015—2021年中国弃光电量和弃光率变化趋势

2.4 太阳能

技术进步

□ 多晶硅能耗持续下降

全国多晶硅企业综合能耗平均值为9.5kgce/kg-Si，同比下降17.4%。

□ 硅片切片厚度稳步下降

多晶硅片平均厚度为178 μm左右，P型单晶硅片平均厚度为170 μm左右，较2020年下降5 μm。

□ PERC市场占比进一步提高，各类电池转换效率持续增长

PERC电池市场占比91.2%，较2020年提高4.8个百分点。

□ 组件功率稳步提升，双面与半片组件占比进一步提高

- 双面组件市场占比提升至37.4%，较20年提升7.7个百分点；
- 半片组件市场占比提升至86.5%，较20年提升15.5个百分点。

发展特点

□ 双碳目标引领装机规模再创新高

光伏新增装机5488万kW，创历史新高。

□ 分布式光伏加速发展

分布式光伏累计容量突破1亿千瓦大关，在全部光伏发电并网装机容量中占比超过1/3。

□ 光伏制造业规模创新高

2021年中国光伏制造端总产值突破7500亿元，多晶硅与光伏组件产量分别连续11年和15年位居全球首位。

□ 光伏产品价格波动较大

受光伏产业链供需失衡影响，终端产品价格年内出现上涨。多晶硅料与电池、组件等中下游环节产能存在一定不匹配。

□ 新模式助推光热发展

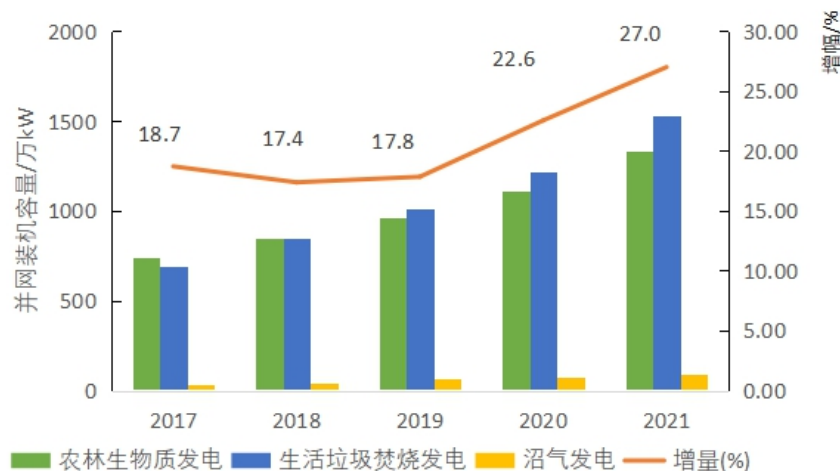
第一批以沙戈荒为主的大基地项目包含光热项目101万kW，为新能源基地提供重要支撑调节。

2.5 生物质能

发展现状

□ 生物质发电新增装机规模创历史新高

新增装机808万kW，占近五年新增规模34.7%，累计并网装机容量达到3798万kW。



2017—2021年生物质发电并网装机容量变化趋势

□ 发电量显著提升

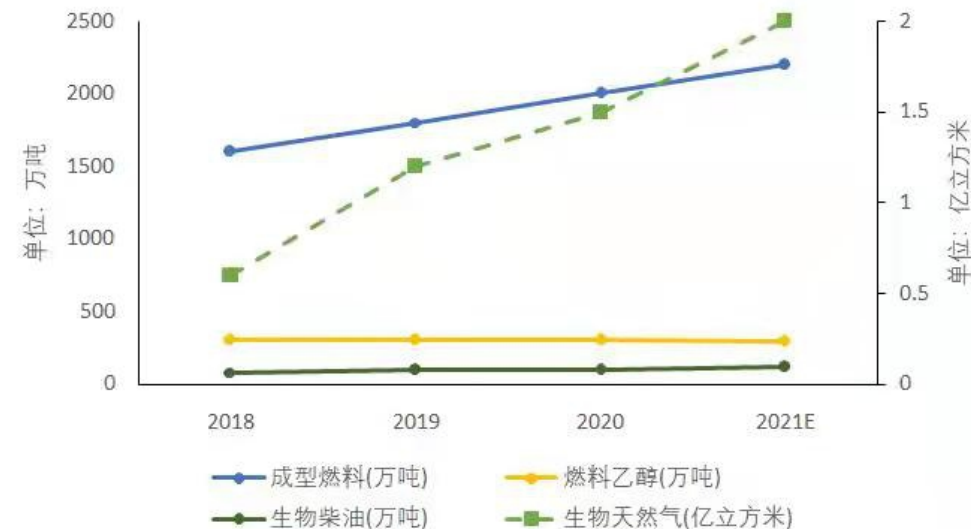
年发电量达到1637亿kW·h，较2020年增加23.5%，占全部电源总年发电量2.0%，占可再生能源年发电量6.6%。

□ 垃圾焚烧发电仍是主要增长引擎

生活垃圾焚烧发电新增装机占累计新增装机71.8%，同比提高14.4个百分点。

□ 非电利用稳步增长

全国生物天然气累计年产气规模为1.8亿m³，生物质能清洁供暖面积为3.1亿m²，成型燃料年产量2200万t，燃料乙醇年产量290万t，生物柴油年产量120万t。



2018—2021年生物质能非电利用变化趋势

投资建设

□ 生物质发电投资持续增长

- 年度投资1400亿元，同比增长15%。
- 受新冠疫情、全球货币宽松、供需关系等因素影响，2021年生物质发电单位造价成本较2020年提高8%以上。

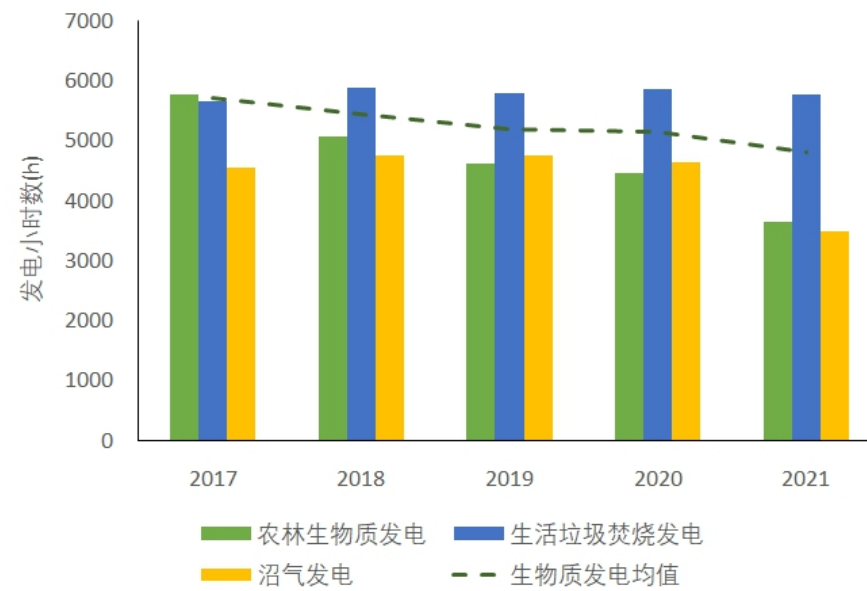
□ 生物天然气单位造价差异较大

设备选型是造成生物天然气项目投资差异较大的主要原因，**国产设备和进口设备价格差距较大**，对项目总投资影响较大。

运行消纳

□ 生物质发电年平均利用小时数有所下降

全国生物质发电年平均利用小时数4804h，较2020年减少350h，下降6.8%，主要**受农林生物质原料价格大幅上涨**影响。



2017—2021年生物质发电年平均利用小时数统计

□ 生物天然气项目运行基本稳定

生物天然气产业基本形成原料就近集中收储，产品以车用压缩天然气供应为主的就地消纳利用模式。

2.5 生物质能

技术进步

□ 循环流化床锅炉直燃技术达世界先进水平

循环流化床锅炉直燃技术具有燃料适应性广、污染物排放低的优点，已在多个项目中实现商业化运行，技术达到世界先进水平。

□ 热电联产技术不断优化

设计开发了新型进排汽结构、高效汽封结构及调节控制系统等一系列技术，推动生物质热电联产机组效率、性能显著提高。

□ 生物天然气技术路线基本稳定

实现多种原料协同混合厌氧发酵，提纯后的生物天然气达到《车用压缩天然气》和《天然气》国标要求。

发展特点



□ 垃圾焚烧发电已成为生活垃圾主要处理方式

2021年垃圾焚烧比例达到62%以上，垃圾焚烧发电已成为我国最重要的生活垃圾处理方式。

□ 高参数直燃发电机组成为主要发展方向

随着超高压、一次再热、高转速技术得到应用，高参数、高效率机组经济性优势进一步凸显。

□ 生物质能开发利用循环经济模式不断创新

结合当地农业生产、加工等产业，生物质能开发利用循环经济模式不断创新。

2.6 地热能

发展现状

□ 落实行动方案，推动地热规模化发展

- 各地根据资源和市场需求，开展适合当地发展的地热能开发行动方案，鼓励地热能开发利用。截至2021年底，全国新增地热供暖（制冷）面积超过1亿m²。其中，河南、陕西、河北、青海等地地热推进相对较好。
- 截至2021年底，河南省地热能供暖能力1.17亿平方米。
- 陕西省建成利用地热能供暖（制冷）项目576处，面积3445万平方米，占全省城市集中供暖面积的9.8%。
- 河北省地热供暖面积3692万平方米，约占全省总供热面积的3%。
- 青海省作为我国地热资源富集地方，300kW试验性发电取得成功，共和县首个地热供暖改造示范项目投入使用。

投资建设

□ 地热项目初始投资高，规模化开发有助于降低成本

- 中深层地热供暖项目单位供暖面积建设成本90~160元/平方米，运行成本5~10元/平方米。
- 地热发电单体规模小，投资成本高、差异大，地热发电厂造价一般在20000~35000元/千瓦之间。



2.6 地热能

技术进步

□ 地热勘探取得突破性进展

在地热资源好，开发基础好地方，地热勘探逐步迈向深地，勘探新区实现新突破。

□ 地热开发探索降本增效技术

探索超长重力热管等新型高效采热技术，攻克超长重力热管采热循环过程中难以维持真空、汽液流动阻力过大等问题。

□ 科研攻关力度进一步加强

一大批重大国家级、省部级重点研发计划立项，突显科研领域对地热重视。

□ 地热能标准规范支撑行业健康发展

发布《地热井井身结构设计方法》等21项地热能行业标准，促进行业健康发展。

发展特点

□ 规划引领带动地区地热有序发展

地热能开发作为可再生能源和供暖制冷应用场景，逐步纳入国家、省级可再生能源发展规划和城市相关产业发展规划。

□ 地热能信息管理平台建设取得初步成果

组织开展地热能信息管理平台建设，在河北省试点取得成功经验，将在全国推广，为社会各界了解地热能开发现状和趋势，为政府建立健全地热能发展政策提供支撑。

□ 政策支持引导地热市场投资

国家和地方从供暖、节能建筑改造等方面，为地热开发提供政策支持。

□ 示范项目促进地热高质量发展

开展全国可再生能源供暖典型案例征集工作，整理形成《全国可再生能源供暖典型案例汇编》。

发展现状

□ 新增装机规模再创新高

新型储能新增并网装机规模245万kW，累计装机规模约573万kW。

□ 独立储能电站发展崭露头角

《关于加快推动新型储能发展的指导意见》明确新型储能独立市场主体地位，加快推动储能进入并允许同时参与各类电力市场。

□ 长时储能取得较大进展

随着风光电占比快速提升，电力系统对长时储能技术需求增加。4小时以上充/放电储能系统，相对能较好解决电源白天发电和负荷晚间用电调节问题。

投资建设

□ 原材料上涨，锂离子电池项目成本短期回升

锂电池上游原材料价格振荡走高，储能型磷酸铁锂材料均价从1月份的4万元/吨左右，上涨到12月份的10万元/吨左右，涨幅超过160%。

□ 材料和商业模式优势，钒液流储能成本下降可期

与锂矿主要依赖进口不同，我国钒矿产量占全球60%以上，原材料自主性高，钒液流电池储能系统成本下降预期好。

□ 先进绝热压缩空气国产化降本空间大

先进绝热压缩空气储能系统设备国产化正在快速推进，设备全部采用国产的情况下，总投资成本可下降约30%左右。



技术进步

- 锂离子电池安全性、一致性、循环寿命等技术指标均大幅度提高
- 新一代高功率密度全钒液流电池关键电堆技术、高能量密度锌基液流电池、铁铬液流电池等方面取得重要进展
- 钠离子电池正极、负极、电解质等关键材料以及钠离子电芯和应用系统等方面取得多项研究成果
- 压缩空气储能技术在系统特性分析、压缩机技术、蓄热换热器技术、膨胀机技术、系统集成与控制技术等方面取得重要进展
- 储热储冷技术在储热材料物性调控机理、储热换热特性与强化、储热材料制备技术、系统控制与优化技术等方面取得重要进展
- 飞轮储能技术在大储能量飞轮本体、高速电机和调节控制技术等方面取得进展

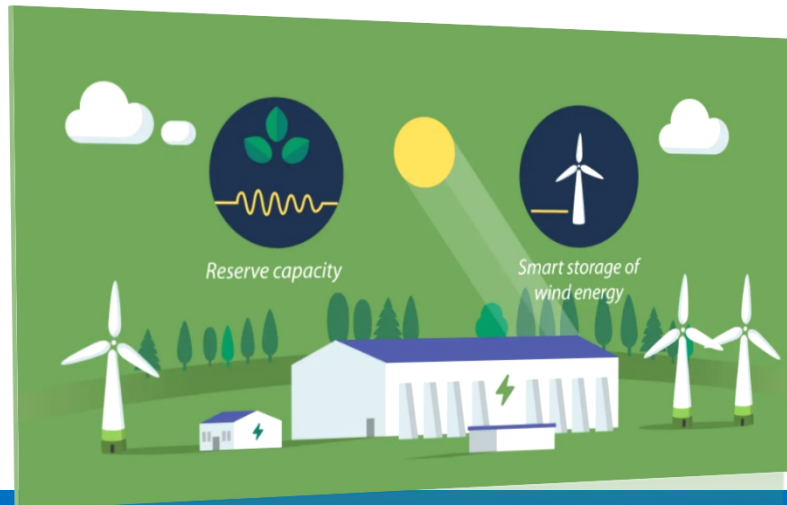
发展特点

□ 储能安全成为全社会焦点

若干储能电站事故，引起社会对储能安全的关注。随着国家、地方相关政策和储能安全标准相继落地，储能安全问题将逐步降低对束缚储能发展影响。

□ 储能参与电力市场机制逐步明朗

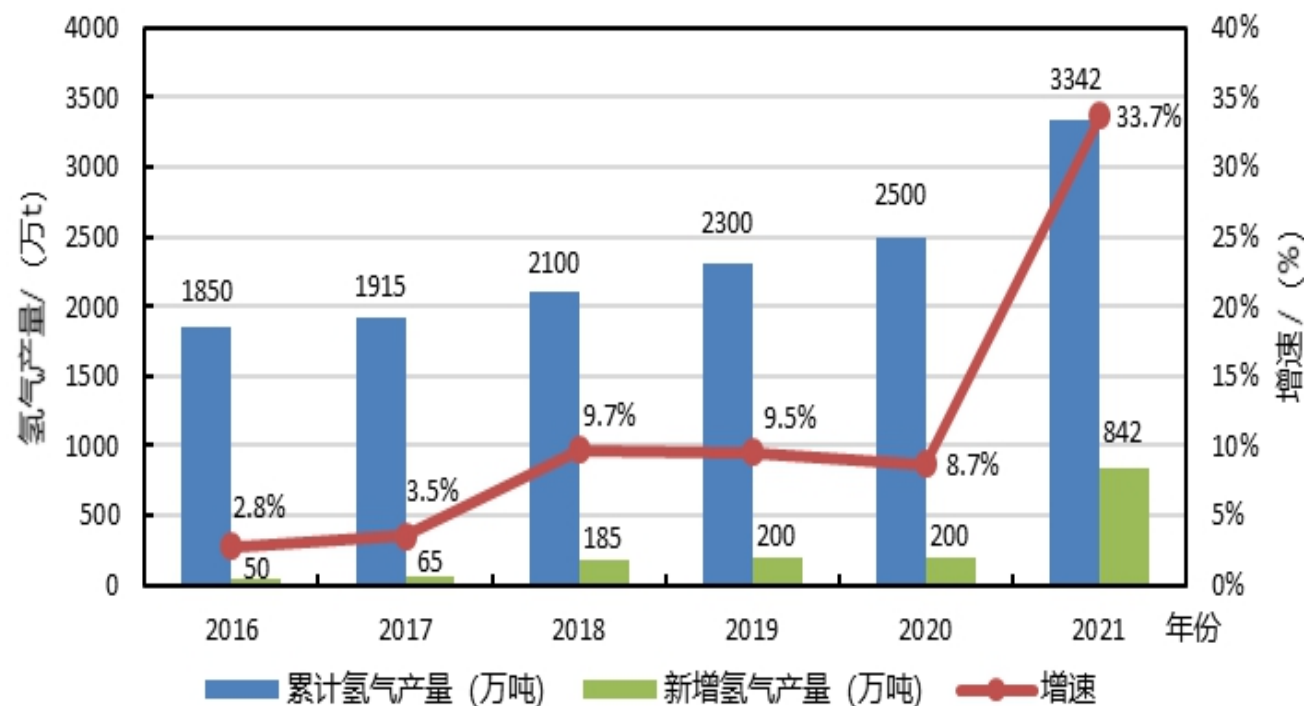
《2021年能源监管工作要点》、《并网主体并网运行管理规定》、《电力系统辅助服务管理办法》等，明确新型储能可以作为独立市场主体自主参与市场。



发展现状

□ 可再生能源制氢发展提速

全国氢气年产量约3342万t，同比增长33.7%，带动制氢电解槽市场发展，成为世界最大制氢国家。



2016-2021年中国氢气产量及增速

□ 风光制氢示范区建设初见成效

多地开展可再生能源制氢项目示范，形成张家口、宁东、内蒙古等地为代表的产业建设示范区。

□ 加氢站建设创造多项世界纪录

新建加氢站127座，累计建成加氢站255座，运营加氢站183座，指标全球第一。

□ 氢能全产业链示范应用项目取得积极进展

氢能“制、储、运、加、用”全产业链各环节，相关示范应用项目陆续启动。

□ 氢冶金成为行业绿色低碳转型有效新途径

以氢气代替煤炭作为还原剂的氢冶金技术，有望成为冶金产业实现脱碳减排的较优路径。冶金行业加快推动氢能应用，已有多家钢铁企业率先布局氢冶金。

投资建设

□ 氢能产业投资大幅增长，呈现由产业下游向上游延伸态势

- 氢能产业年投资总额超过3100亿元，同比大幅增长92%，多个项目达到100亿元级别投资规模。
- 产业各环节投资呈现出由产业下游向上游延伸态势，显示氢能市场以投资拉动式发展为主。

□ 电力和电解槽投资占到可再生能源制氢成本90%以上

在全生命周期成本构成中，用电成本、电解槽成本占可再生能源电解水制氢成本94%，降低电价和电解槽成本成为可再生能源制氢成本降低的关键。

技术进步

□ 电解水制氢技术取得关键性突破

国内研制国际首套1300 Nm³/h碱性电解槽下线，具备20-115%宽频调谐制氢能力。

□ 国内首套吨级氢液化系统研制成功

“大型国产氢气液化系统关键技术和装备研究”项目取得阶段性进展，基于氨膨胀制冷循环的氢液化系统调试成功。

□ 刷新大客车连续加氢多项世界纪录

大客车加氢演示刷新大客车加注数量、加氢枪加注速度、车载储氢罐加满程度等多项世界纪录。

□ 全球首个天然气掺氢燃烧联合循环热电联供项目投入商业运营

国内在运行燃气轮机上成功实现15%掺氢燃烧改造和运行，为加快自主化氢燃机开发积累经验。

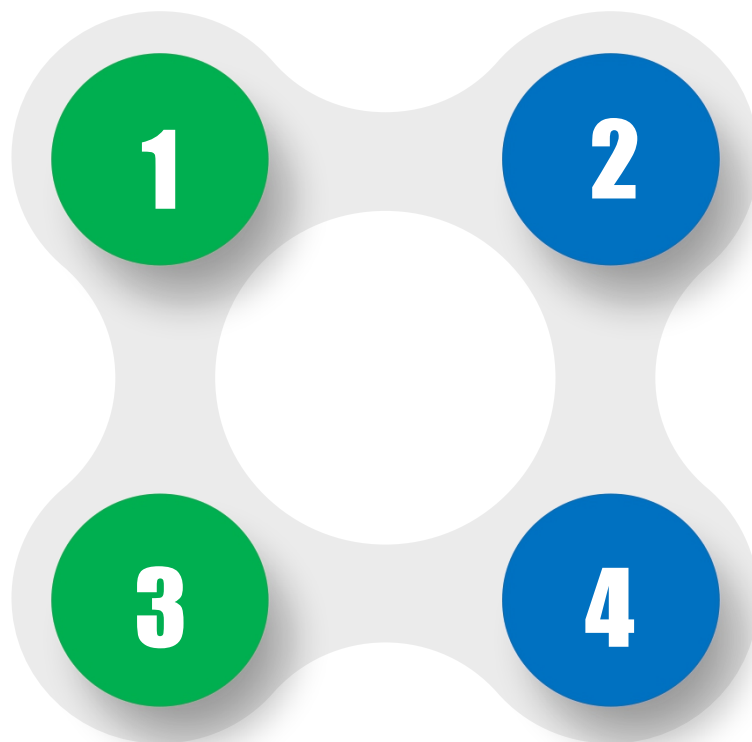
发展特点

□ 氢能能源产业属性增强

氢能纳入国家能源统计报表，明确作为国家能源体系组成部分定位。

□ 氢能城市群产业集聚态势明显

氢能发展潜力较大地区主要集中在长三角、山东半岛、京津冀、粤港澳大湾区和长江中游等五大城市群，各城市群发展呈现出明显的氢能产业集聚效应，在不同发展维度上各有所长。



□ 各地支持性电价政策促进可再生能源制氢发展

张家口、上海、广东、四川凉山出台电价政策支持可再生能源制氢发展。

□ 氢能跨行业、跨产业融合协同成为发展趋势

以“风光氢储融一体化”、“煤焦气氢一体化”为典型案例的**行业纵向优化**，以“光氢外输冶炼一体化”、“核能制氢冶金一体化”为主要代表的**行业横向合作**。

紧扣“一带一路”倡议和“四个革命，一个合作”的能源安全新战略，积极参与和推进全球能源合作。



□ 政府间多边合作

- 积极参与全球能源治理，推动在联合国，金砖国家，上合组织等框架下可再生能源合作，重点推动智能电网和可再生能源等领域的相关合作
- 不断深化“一带一路”能源合作，持续加强与东盟、非盟、阿盟，中东欧等区域平台合作，推动构建更加公平合理的全球能源治理体系，为促进全球能源可持续发展做出应有的贡献

□ 政府间双边合作

- 积极推进与英国、巴基斯坦、土库曼斯坦、塞尔维亚、哈萨克斯坦、俄罗斯等国的合作。
- 中国—土库曼斯坦、哈萨克斯坦：积极拓展新能源领域合作
- 中国—英国、塞尔维亚：在清洁能源技术、能源转型路径等方面加强合作
- 中国—俄罗斯：为中方在俄业务提供法律制度、监管政策等领域全方位信息服务指引。

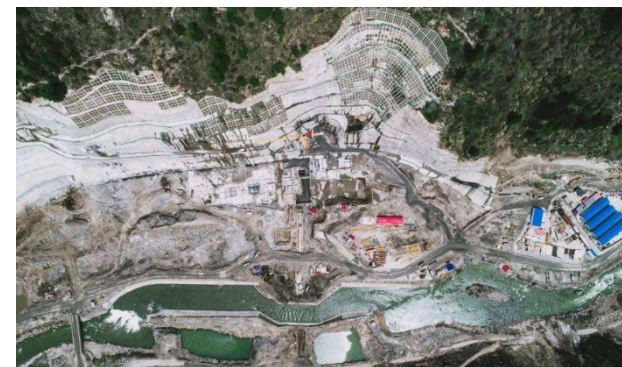
国际合作项目概况



1

□ 水电

- 参与投资建设海外项目，为当地社会经济发展注入活力
- 典型项目有巴基斯坦开普省巴拉科特、波黑塞族共和国达尔巴尔、尼泊尔上塔马克西、老挝南公1水电站、赞比亚下凯富峡、乌干达伊辛巴



2

□ 风电

- 风电技术在国际市场上不断取得新突破
- 典型项目有乌克兰尼克尔斯克和曼古斯区800MW风电、阿根廷阿劳科400MW风电、哈萨克斯坦扎纳塔斯二期100MW风电、越南亚飞得多亚飞I期风电、克罗地亚塞尼156MW风电



3

□ 光伏

- 光伏国际合作成绩显著
- 光伏产品出口总额约284.3亿美元，光伏组件出口量约98.5GW，出口额和出口量均创历史新高
- 典型项目有迪拜五期900MW光伏



国际合作展望



□ 高质量推进“一带一路”能源合作

- 中国—东盟：持续推进合作平台，深化能源领域合作
- 中国—非盟：加强能源领域务实合作，提高非洲电气化水平
- 中国—阿盟：在巩固油气合作的基础上，推动低碳能源成为双方合作新的契合点
- 中国—巴基斯坦：高质量推动走廊能源项目平稳运行
-



□ 遵循互利共赢开展国际合作

- 不断巩固和深化政府间多双边合作
- 积极参与全球能源治理工作，加快实施全球可再生能源替代行动
- 引导应对气候变化国际合作，促进全球能源市场稳定

未来合作
重点

展望未来



03

展望与建议

3.1 趋势展望

01

□ 可再生能源进入大规模跃升式发展阶段

- “十四五”期间，可再生能源在一次能源消费增量中占比超过50%
- “十四五”期间，可再生能源发电量增量在全社会用电量增量中的占比超过50%，风电和太阳能发电量实现翻倍。

02

□ 大力推进基地化规模化开发

- 着力提升新能源就地消纳和外送能力
- 加快推进以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地，统筹推进水风光综合基地一体化开发

03

□ 创新新能源开发利用模式

- 积极推进光伏分布式开发，大力推进乡村风电开发
- 积极发展生物质能清洁供暖，稳步发展生物质发电，大力发展非粮生物质液体燃料
- 积极推进中深层地热能供暖制冷，有序推动地热能发电发展

04

□ 多措并举推动可再生能源高比例应用

- 提升新型电力系统对高比例可再生能源的适应能力
- 加强发电终端直接利用，扩大多元化非电利用规模
- 推动规模化制氢利用，促进乡村可再生能源综合利用

3.1 趋势展望

05

□ 统筹推进水风光一体化规划研究

- 充分发挥水电调峰能力，支撑风电和光伏发电大规模开发
- 加快研究促进水电扩机及一体化基地开发电价政策
- 2022年常规水电预计新增投产1200~1400万kW

06

□ 抽水蓄能快速发展

- 至2022年底，抽水蓄能电站总装机容量达到4500万kW左右
- 创新驱动工程建设和装备制造水平提升
- 研制抽水蓄能电价机制实施细则

07

□ 推进海上风电大规模发展

- 2022年风电预计新增并网5600万kW以上（含海上风电600万kW）
- 优化近海海上风电布局，开展深远海海上风电示范
- 加强风电前沿核心技术创新，促进行业降本增效

08

□ 一体化开发助推光热发电发展

- 预计2022年，新增光伏发电装机规模将达到1亿kW左右
- 光伏发电技术持续进步，产业链上下游发展日趋协调
- 充分发挥光热发电储能调节能力，推动基地一体化建设运行

09

□ 生物质能非电利用将进一步提升

- 加快生物质发电向热电联产转型升级，推进生物天然气产业化示范项目建设
- 优化开发利用体制机制
- 完善产业发展的政策环境

10

□ 多能融合发展拓展地热能应用场景

- 因地制宜的开发地热能，开展地热+综合能源建设
- 加强地热资源评价及发展规划
- 推进地热信息系统建设，加强行业管理

11

□ 促进新型储能多元化发展

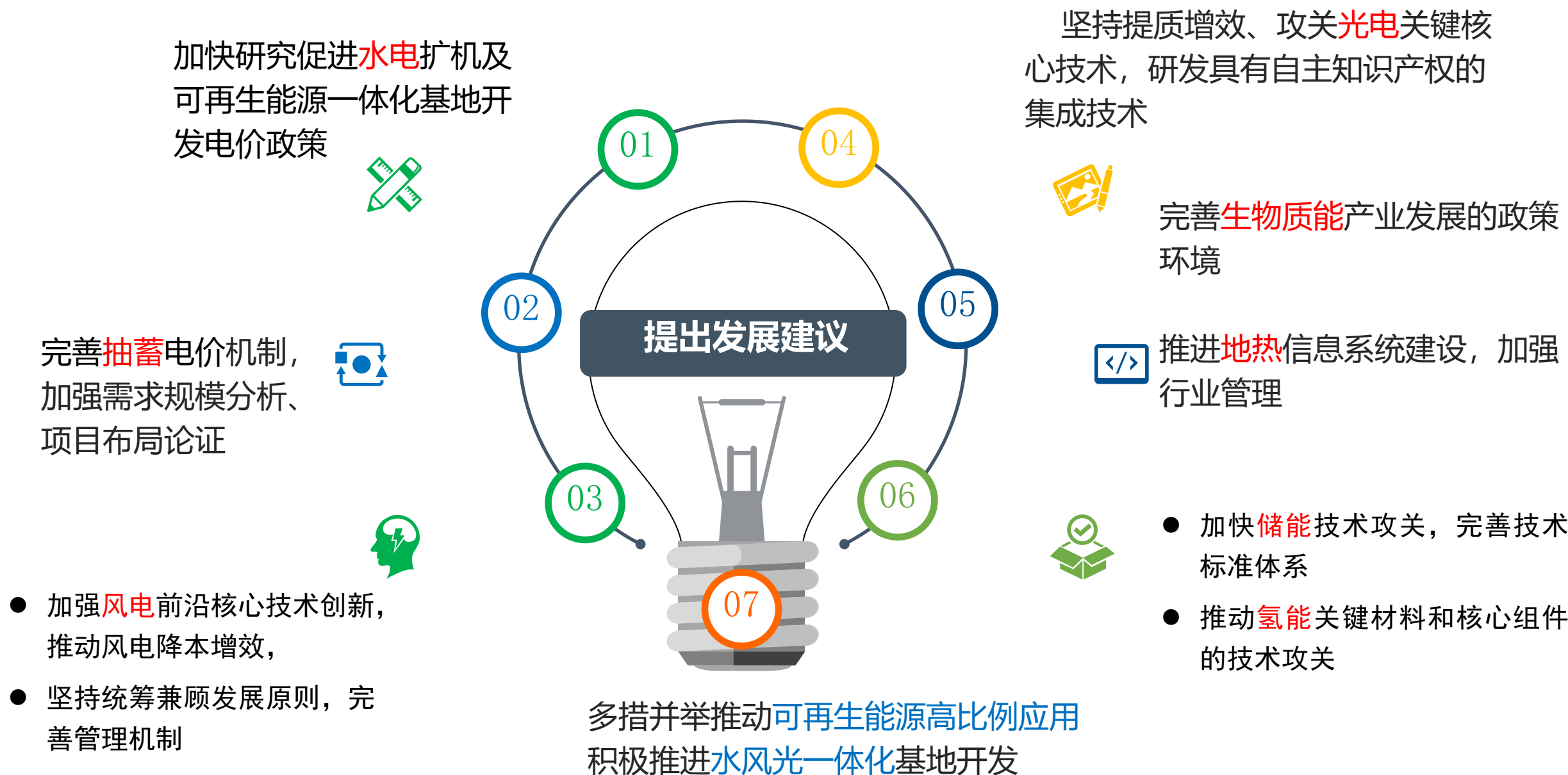
- 解决高比例发展的新能源并网问题
- 因地制宜配置新型储能，建立健全储能运营机制
- 加快储能技术攻关，完善技术标准体系

12

□ 氢规模有望再上新台阶

- 国内可再生能源制氢量将达到10-20万t/年
- 氢电耦合助力新型电力系统构建
- 推进权责明晰、协同配合的氢能产业发展机制
- 加快关键材料和核心组件的技术攻关与转化应用

3.2 发展建议





水电水利规划设计总院
China Renewable Energy Engineering Institute

THANK YOU

CHINA RENEWABLE ENERGY
ENGINEERING INSTITUTE

