



国家电网
STATE GRID

国网能源研究院有限公司
STATE GRID ENERGY RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.

成果发布材料之一

中国能源电力发展展望

2020

中国·北京 2020.11

前言



国家电网
STATE GRID

国网能源研究院有限公司
STATE GRID ENERGY RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.

《中国能源电力发展展望2020》

当今世界正经历百年未有之大变局，新冠肺炎疫情全球大流行使大变局加速演进。和平与发展仍然是时代主题，但国际环境日趋复杂，不稳定性不确定性明显增强。我国已进入高质量发展阶段，发展具有多方面优势和条件，但发展不平衡不充分问题仍然突出。要全面把握新发展阶段的新任务新要求，坚定不移贯彻新发展理念、构建新发展格局，推动经济社会高质量发展、可持续发展。

在我国经济高质量发展、能源绿色低碳发展的新形势下，国网能源研究院有限公司基于能源和电力领域的长期研究，汇集各界专家智慧，借助自主开发的相关模型工具，以能源安全新战略为指引，立足于能源中长期发展方向、发展方式、发展动力深刻变革的新格局，深入分析和展望我国能源及电力系统发展趋势。

ERR 能研微讯 微信公众号: Energy-report

欢迎申请加入 ERR 能研微讯开发的能源研究微信群，请提供单位姓名（或学校姓名），申请添加智库掌门人（下面二维码）微信，智库掌门人会进行进群审核，已在能源研究群的人员请勿申请；群组禁止不通过智库掌门人拉人进群。



扫一扫上面的二维码图案，加我微信

ERR 能研微讯聚焦世界能源行业热点资讯，发布最新能源研究报告，提供能源行业咨询。

本订阅号原创内容包含能源行业最新动态、趋势、深度调查、科技发现等内容，同时为读者带来国内外高端能源报告主要内容的提炼、摘要、翻译、编辑和综述，内容版权遵循 Creative Commons 协议。



目 录

1 中国能源电力发展情景

2 中国能源发展展望

3 中国电力发展展望

4 专题研究

2

1

中国能源电力发展情景

基于国家能源安全新战略和2060年碳中和愿景的综合考虑，我国能源转型需要大规模开发利用清洁能源，提高电能终端能源消费中的比重，大幅提升能源利用效率，应用深度减排技术，实现能源低碳化发展。本报告通过设置不同情景，研判未来我国能源发展的科学路径。

各类转型措施实施力度相对均衡

+ 终端用电水平更快提高，清洁能源快速发展

+ 能效水平大幅提升，电气化率和清洁化率进一步提高，CCUS等减排技术及非电清洁燃料广泛应用

常规转型情景	电气化加速情景	深度减排情景
<p>终端用能技术的能效提升速度逐步放缓，电气化水平平稳上升，天然气消费快速增长，煤炭消费减量，石油消费相对稳定，终端能源消费结构稳步升级，终端能效水平稳步提升。新能源占比日益提高，电力系统源网荷储协调发展局面逐步形成。</p>	<p>终端用能技术的能效提升速度逐步放缓，但电锅炉、电窑炉、热泵、智能家居、电动汽车等用电技术加快推广应用，全社会电气化水平持续较快上升，加速替代煤炭和石油消费。天然气消费增长低于常规转型情景。新能源发展提速，电网智能化程度和系统调节能力不断增强，推动电力系统源网荷储协调利用程度逐步加大。</p>	<p>终端用能技术的能效提升潜力相对乐观，终端能效水平持续提高。终端能源电气化率和一次能源清洁化率提升幅度进一步加快。CCUS等各类减排技术广泛应用，氢能、生物燃料等非电清洁能源快速发展。在多方面因素共同影响下，实现能源消费产生二氧化碳的深度减排。</p>

情景设置的主要变化

碳达峰目标与碳中和愿景

为我国更加深入地推进能源绿色低碳发展擘画了宏伟蓝图，能源中长期发展的碳减排任务更加明确。

新冠肺炎疫情

倒逼生产生活方式加快演进，数字经济将实现快速发展，终端能源消费结构演化提速。

新型基础设施建设

多类能源消费密度较高的基础设施，将带来工业部门的能源消费“新增量”。

消费升级

国家正大力促进汽车消费以扩内需、稳增长，考虑到环保要求，对新能源汽车的支持程度将进一步加大。



2

中国能源发展展望

本报告从能源消费总量、能源效率、能源结构、能源对外依存度、碳排放等角度对我国未来能源发展进行了展望分析，研判我国中长期能源转型发展之路。

中国能源发展展望



国家电网
STATE GRID

国网能源研究院有限公司
STATE GRID ENERGY RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.

能源需求总量

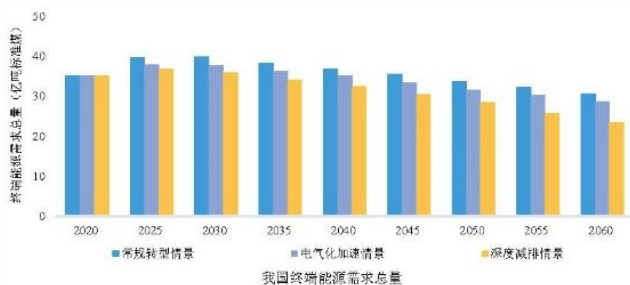
能源效率

能源结构

能源对外依存度

碳排放

能源需求增速放缓，终端能源需求将于2025-2030年达峰，峰值介于37亿~40亿吨标准煤，一次能源需求将于2030年前后达峰。

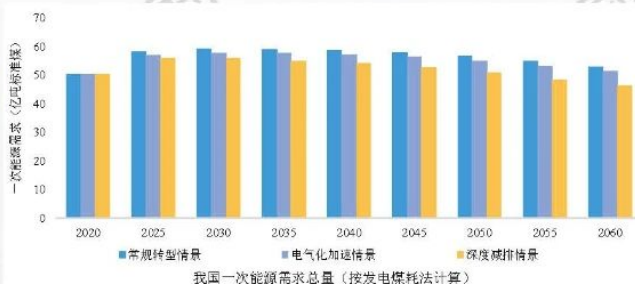


1 终端能源需求

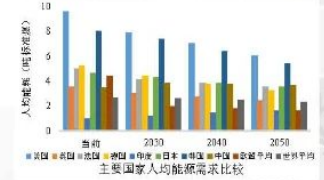
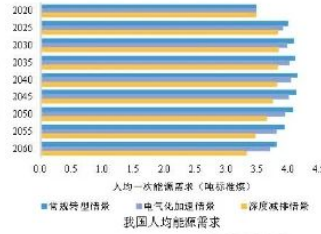
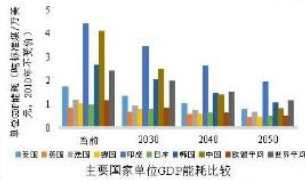
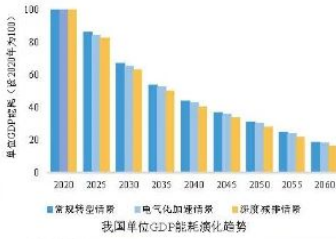
终端能源需求总量在2025年前保持缓慢增长，2025-2030年达峰，2060年下降至24亿~31亿吨标准煤。

2 一次能源需求

一次能源需求近期缓慢增长，将于2030年前后达峰。常规转型情景和电气化加速情景下有望在“十六五”前期达峰，峰值约为58亿~59亿吨标准煤，深度减排情景下于“十五五”后期达峰，峰值水平约为56亿吨标准煤。



能效水平持续提升，单位GDP能耗水平有望于2040年后达到世界先进水平，人均能源需求2030-2040年前后达到峰值，约4吨标准煤左右。



单位GDP能耗

能效大幅提升和用能结构优化效果显现，单位GDP能耗持续稳步下降。随着节能技术的大幅推广应用，我国基于用能技术的节能潜力释放逐步趋缓，基于用能结构升级的节能潜力贡献持续提升。

我国单位GDP能耗2040年后低于韩国和世界平均水平。2050年接近同期美国，略高于法国。

人均能源需求

我国人均能源需求缓慢增长，深度减排情景下2030年前后达到峰值，常规转型和电气化加速情景下，2040年前后达到峰值，整体峰值介于3.8~4.1吨标准煤。

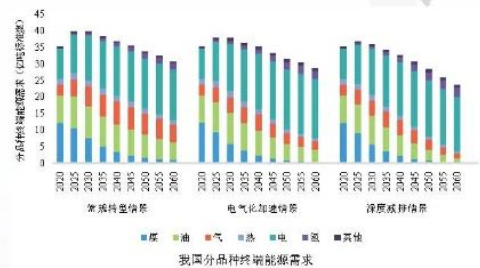
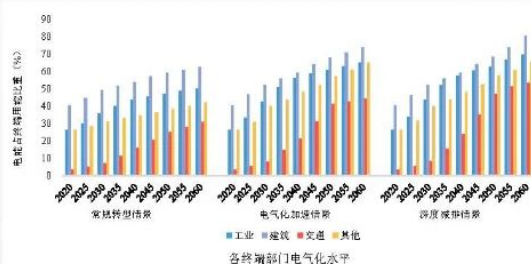
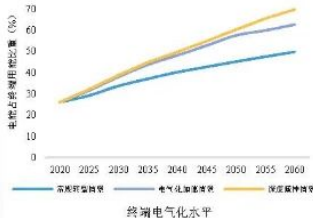
深度减排情景下，2050年后远低于同期韩国和美国，略高于同期日本、法国和德国，将以更低的人均能源需求水平支撑经济长期增长和人民生活持续改善。

终端电气化水平持续提升，深度减排情景下2035年、2060年分别有望达到45%和70%，煤炭、石油、天然气消费（含原料）占比均降至个位数。

电气化率

电能逐步占据终端用能的核心地位，电能占终端用能比重不断提升，2035年提高到37%~45%，2050年增至45%~60%，2060年达到50%~70%。

分部门看，工业部门电气化率稳步提升，建筑部门电气化率最高，交通部门电气化率提升最快。



终端能源消费结构

化石能源在我国近期内仍然是基础支撑性资源，煤炭终端需求量和需求占比稳步下降，油品需求量和需求占比比天然气更早进入平台期后均加速下降。

深度减排情景下，2060年煤炭、石油和天然气消费（含原料）占比分别约为1%、5%和6%。



能源需求总量

能源效率

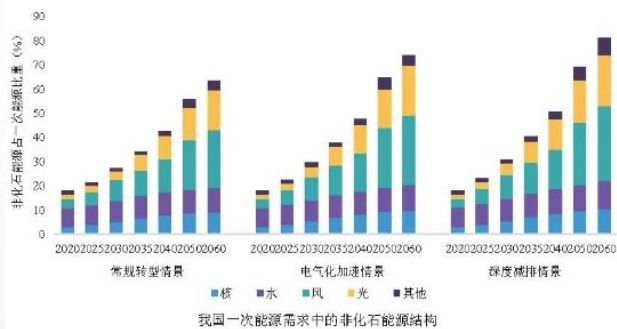
能源结构

能源对外依存度

碳排放

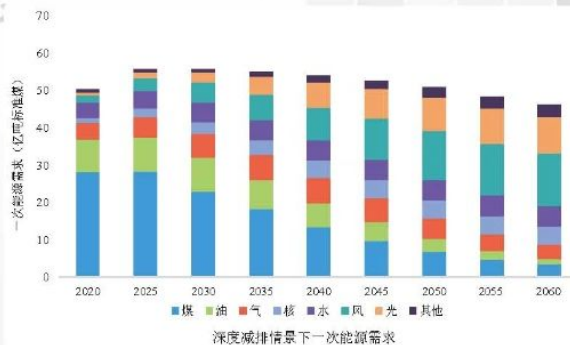
一次能源结构加速清洁化，非化石能源占比在2025年有望超过20%，在2040-2045年期间超过50%，成为我国能源供应的主体，深度减排情景下2060年有望达到80%左右。

非化石能源占比



非化石能源占一次能源比重2060年达到63%~81%左右，2025年前水能仍是最主要的非化石能源品种，2030年前后风能首次成为最主要的非化石能源品种，2040年前后太阳能将成为第二大非化石能源品种。

一次能源结构



清洁低碳是一次能源需求结构调整方向。2025年前煤炭占一次能源需求总量规模处于高位，2025年后快速下降。石油需求量在2025 - 2030年达峰，之后缓慢下降。天然气需求量在2040年前后达峰，峰值约为5200亿~6800亿米³。



能源需求总量

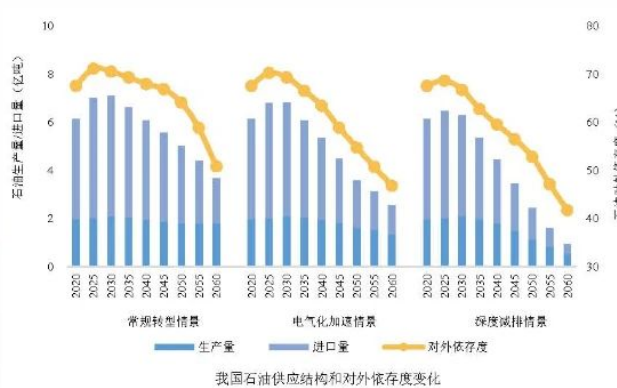
能源效率

能源结构

能源对外依存度

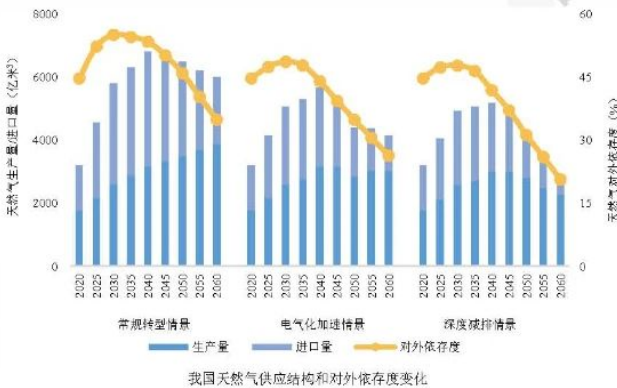
碳排放

油气对外依存度先升后降，能源自给水平逐步好转，我国能源整体对外依存度将长期保持在20%以下。



石油对外依存度

我国石油对外依存度将长期在高位徘徊，2025年之后稳中有降。深度减排情景下，2050年和2060年分别为53%和42%。



天然气对外依存度

天然气对外依存度不超过60%，2035年之后显著下降。深度减排情景下，2050年和2060年分别为31%和21%。

能源需求总量

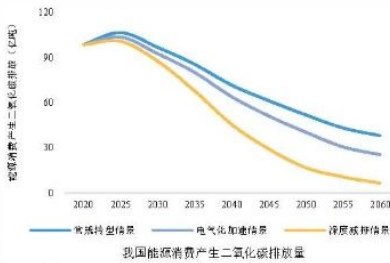
能源效率

能源结构

能源对外依存度

碳排放

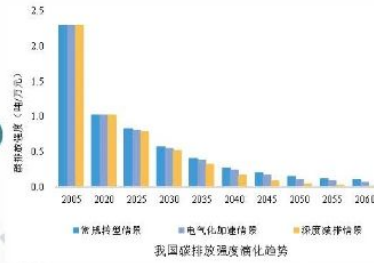
能源消费产生二氧化碳排放于2025年前后达峰，峰值有望控制在110亿吨以下，2035年后进入快速下降通道，2050年单位GDP二氧化碳排放量将比2005年下降90%以上。



碳排放总量

深度减排情景下，峰值约为101亿吨，2035年后降速加快。

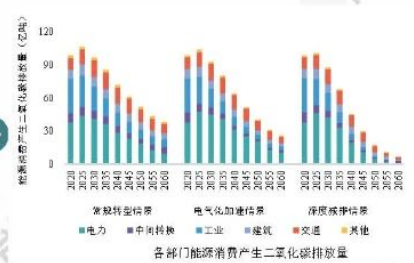
三个情景，能源系统对碳中和目标的贡献依次增加，其他碳排放源减排压力依次减小，但能源系统自身承担的减排强度、成本和面临的挑战将依次增加。



碳排放强度

碳排放强度下降幅度预计能够超额实现自主减排目标。

2050年后单位GDP二氧化碳排放量将比2005年下降90%以上，使我国在GDP总量增长超过10倍的情况下，碳排放总量甚至低于2005年排放量。



碳排放部门结构

近中期电力和工业部门是碳排放的主要来源，远期交通和建筑排放占比逐步上升。

电力部门为能源减排做出显著贡献，近期以电能替代方式助力终端用能部门减排，远期以近零排放推动能源碳排放大幅降低。

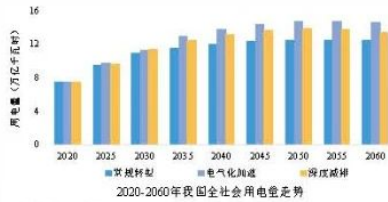
3

中国电力发展展望

电力系统在能源转型中的作用愈加重要。本报告从电力需求、各类电源发展、电网发展、需求侧资源与储能发展等角度进行了展望分析，研判了能源转型下的电力转型发展路径。

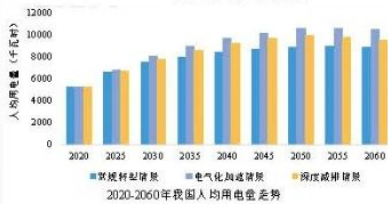


电力需求仍有较大增长空间，2035年之前保持较快增速，2050年增长至12.4万亿~14.7万亿千瓦时。



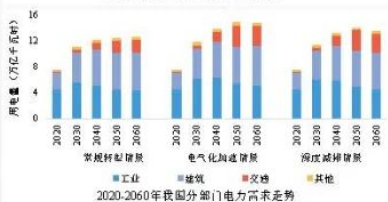
全社会用电量

我国电力需求将持续增长，增速逐步放缓，2035年、2050年分别达到11.5万亿~12.9万亿、12.4万亿~14.7万亿千瓦时。



人均用电量

从人均用电量看，我国增长潜力较大，2050年后我国人均用电量将达到10000千瓦时左右，介于当前日本、德国等高效国家水平与美国、加拿大等高能耗国家水平之间。

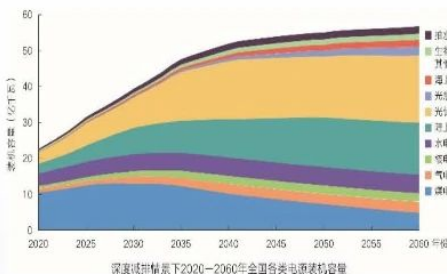


终端用电结构

工业部门用电占比逐渐下降，但近中期仍将作为我国最主要的电力消费部门，建筑部门是电力需求增量最大的部门。

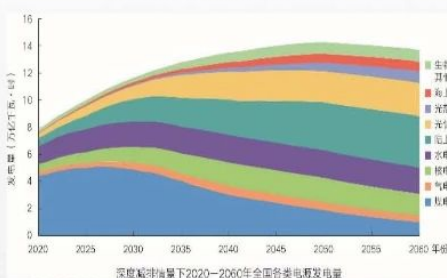


电源装机总量2035年、2060年将分别达到40亿、50亿千瓦左右。风电和光伏发电将逐步成为电源结构的主体，常规电源将长期在电力平衡中发挥重要作用，煤电装机预计于2030年前达峰，核电、水电、气电等各类电源近中期稳步发展。



电源装机

我国电源装机规模将保持平稳较快增长，2025年、2035年、2050年分别达到约28亿~31亿、41亿~47亿、47亿~57亿千瓦，2050年后电源装机容量进入峰值平台期。



煤电装机

煤电装机容量将在2030年前达峰，峰值约为12.5亿~13.5亿千瓦，未来宜通过延寿，确保其长期在电力系统中发挥电力平衡、调节支撑和电量调剂功能，对我国保障电力供应安全起到托底保障作用。

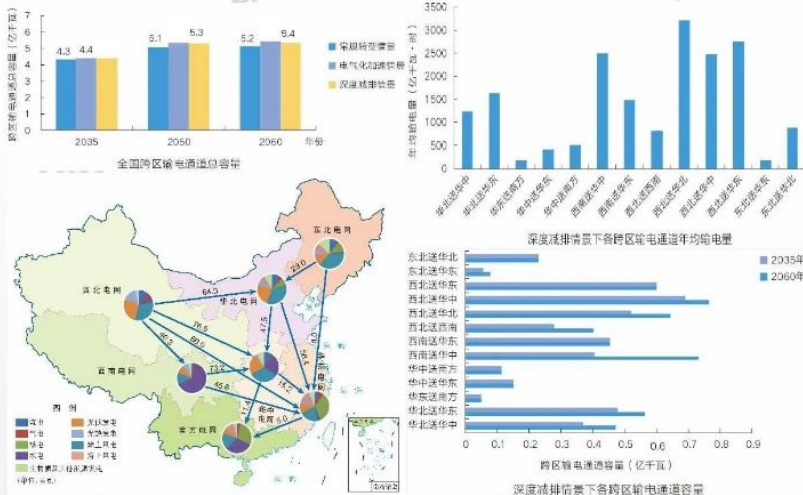
新能源装机

陆上风电、光伏发电将是我国发展最快的电源类型。2060年新能源装机容量占比达到66%左右，发电量占比达到57%左右。

其他常规电源

核电、水电、气电等常规电源近中期仍将保持增长态势。核电、水电发展空间受限于站址、资源条件等因素，气电的发展受成本因素制约。

电网大范围资源配置能力持续提升，资源富集区外送规模呈逐步扩大趋势。近期电网仍以发挥资源配置作用为主，远期调节互济价值将愈加显现。



跨区输电能力

1 跨区输电通道容量将持续增长，2035年、2050年跨区输电容量将达4亿、5亿千瓦以上。跨区年输电量近中期快速增长，2040年达到2万亿千瓦时左右。

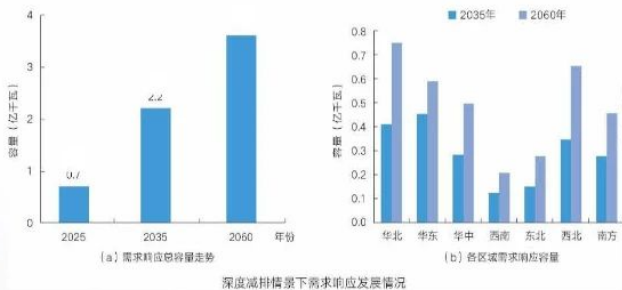
跨区电力流向

2 西北地区、西南地区为主要送端，华东地区、华中地区和华北东部地区为主要受端，资源富集区外送规模呈逐步扩大趋势，尤其是在2035年之前将保持快速发展。

跨区互联电网功能

3 资源配置与调节互济是未来跨区互联电网的两大主要功能。近期以发挥资源配置作用为主，远期调节互济价值将愈加显现。

需求响应与新型储能迎来发展机遇期，规模持续增长，2060年规模分别有望达到3亿~4亿千瓦、4亿~5亿千瓦，两者容量之和超过最大负荷的30%，成为电力系统重要的灵活性资源。



1 需求响应

随着能源互联网逐步建成，需求侧资源将在我国电力系统中发挥重要作用。

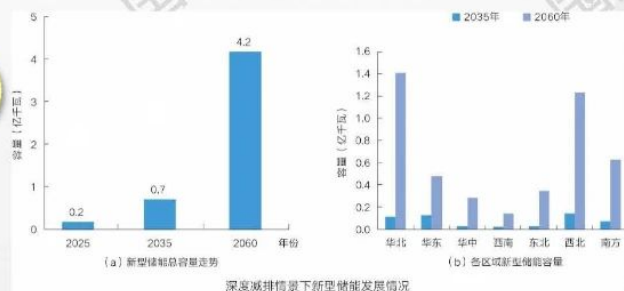
预计2060年我国需求响应规模有望达到3.6亿千瓦左右。

新型储能

由于建设成本等因素，近期电力系统储能仍以抽水蓄能电站为主。

2030年之后新型储能快速增长，2060年装机将达4.2亿千瓦左右。

2





我国供电成本呈现先升后降的发展趋势，2035年前后达峰，峰值较当前水平提高40%左右，2060年度电成本降至峰值水平的一半左右。

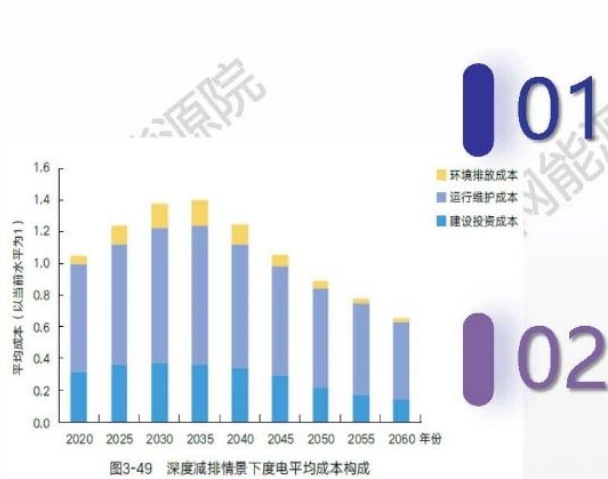


图3-49 深度减排情景下度电平均成本构成

近中期

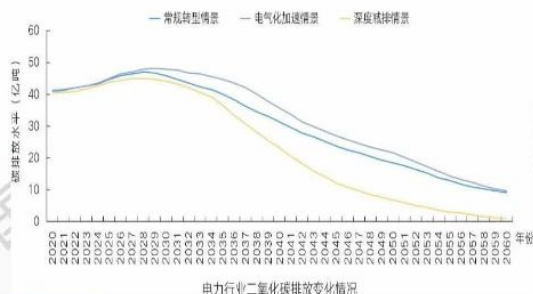
01 电力需求保持较快增长，新能源发电、储能等技术仍处于发展期，能源转型需付出一定的经济代价，电力系统将处于成本持续上升的攻坚克难阶段，当前及今后一段时间亟需理顺各类增量成本的分摊机制。预计我国供电平均成本峰值将在2035年前后出现。

远期

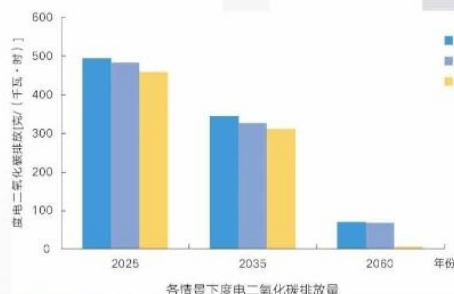
02 随着电力需求增长趋于饱和，系统建设投资逐步下降；化石能源发电量占比的下降使系统燃料成本大幅降低，虽然高比例新能源会在一定程度上推高系统成本，但总体来看系统运行成本也呈下降趋势；同时在深度减排情景下系统碳排放的外部成本迅速下降，多重因素叠加使得度电成本快速下降，2060年降至峰值水平的一半左右。



电力碳排放总量在2025-2028年间达峰，峰值约为45~50亿吨，深度减排情景下2060年基本实现净零排放。度电二氧化碳排放将大幅下降，2025年、2035年分别为当前水平的80%~85%、55%~60%左右，2035年之后加速下降。



电力行业二氧化碳排放变化情况



各情景下度电二氧化碳排放量

01

电力部门碳排放总量

深度减排情景下，峰值约为45亿吨，2035年之后碳排放量快速下降，2060年基本实现净零排放。

火电加装CCUS是我国中远期实现电力系统深度减排的战略性选择。

02

度电二氧化碳排放

深度减排情景下在火电厂逐步大规模推广应用CCUS技术，使得度电二氧化碳排放快速降低，2060年趋近于零。

随着二氧化碳排放强度大幅下降，电力成为支撑美丽中国建设的重要绿色能源。

4

专题研究

本年度增设了三大专题研究，围绕我国能源电力发展中的焦点问题进行扩展与深化研究。

- 饱和电力需求分析
- 综合能源系统发展展望
- 能源高质量发展评价

专题研究

饱和电力需求分析

综合能源系统发展展望

能源高质量发展评价



国家电网
STATE GRID

国网能源研究院有限公司
STATE GRID ENERGY RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.

总体来看，我国电力需求将在2035年之后进入饱和增长阶段。工业部门电力需求将于2030-2035年达到饱和，建筑部门将在2040年后进入饱和阶段，交通部门将在2055年前后进入饱和阶段。

我国饱和电力需求分析预测

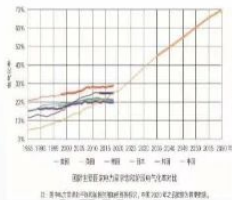
饱和电力时期能源发展特征国际对比

总体分析

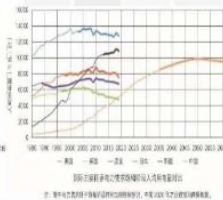
从经济发展的动力、结构和布局空间看，到2035年前，我国电力需求仍将保持较快增长态势，以支撑我国扩大内需、发展实体经济、推进区域协调等发展需求。2035年后，电力需求增速放缓，用电量及最大负荷增速始终保持在2%以下，开始进入饱和阶段。

电气化率稳中有升，进入饱和时点越晚，电气化率越高。

电气化水平



人均用电量

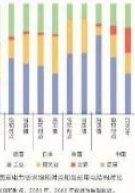
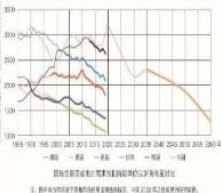


人均用电量基本保持稳定，我国人均用电量水平大致处于中位水平。

行业分析



电力强度持续下降，年均降速约1%~2%。



工业用电占比均呈现持续下滑态势，下降0.1~7.1个百分点。

区域分析



电力消费强度

用电结构

综合能源系统具有“三维一体”的形态特征，随着对能源绿色低碳、安全高效发展要求的提升，未来综合能源系统将向着系统维度多能耦合逐步强化、空间维度形态不断拓展、环节互动日益加强、能源信息一体化融合持续加深等方向演变。

发展演变趋势

发展关键着力点



关键技术

- 物理层的关键技术集中在能源高效转化领域，信息层的关键技术集中在先进数字化技术应用领域，应用层的关键技术集中在多能协同和源网荷储协调技术领域。
- 典型技术如光伏光热一体化、中深层地热、热泵、蓄热蓄冷、物联网、大数据、多能协同规划、智慧调控等。

政策机制

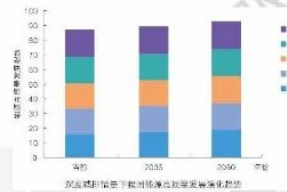
- 以电力、油气等市场化改革为契机，打破电力、石油、天然气、热力等能源行业壁垒。
- 逐步建立综合能源市场机制，形成多能源品种统一的市场规则。

商业模式

- 近期，聚焦系统服务，推动服务模式从专注单一环节、单一领域向提供全环节、全周期一站式系统服务转变。
- 中期，聚焦平台服务，以平台实现更大范围的资源汇聚、信息共享。
- 远期，聚焦生态服务，构建以平台为基础设施和底层规则的生态系统，形成综合能源的产业协同网络。

能源高质量发展是在本国国情允许的情况下，追求“结构优、效率高、安全有保障、成本可接受、服务高品质”发展目标的过程。

- 展望未来，我国能源结构、能源效率将持续改善，短板逐步补齐；能源安全、能源价格指标近中期变化不明显，远期将快速提升；能源服务水平稳步提升，高质量满足人民美好生活需求。
- 近中期能源结构维度贡献最大，能源效率维度次之；长期来看，能源结构维度仍是能源高质量发展的重要支撑，能源安全维度紧随其后。



能源结构

非化石能源逐渐取代化石能源成为我国能源供应主体，终端电气化率持续提升，二氧化碳和各类污染物排放强度逐渐降低，我国能源结构类指标持续提升。

能源效率

在产业结构优化调整和能效水平持续提升的共同作用下，我国主要能效指标也将趋于优化。2035年和2060年单位GDP能耗降分别至2020年50%和17%左右。

能源安全

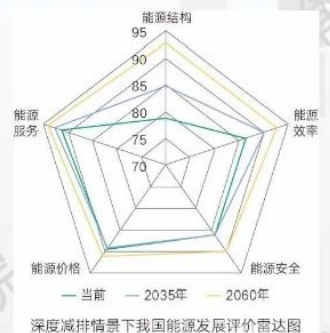
近中期我国石油和天然气消费量仍将保持增长，对外依存度将经历一段时间的上升期；远期油气消费量逐步得到抑制，电能发挥更大作用，能源安全问题有望缓解。

能源价格

近期多项能源转型关键技术仍处于发展阶段，叠加部分能源组件成本及化石能源价格下降因素，能源价格指标总体保持稳定。长期随着技术逐渐成熟，能源供应成本快速下降。

能源服务

在我国各类能源企业的携手推动下，能源服务品质持续优化，能源可及性、供电质量指数等不断提高。数字化、智能化等技术手段深度融入能源系统，有效支撑能源服务升级。





欢迎批评指正！