

# 电力行业ESG白皮书

## 摘要

电力作为现代社会的“能源血脉”，其绿色转型与可持续发展关乎国计民生与全球气候治理。当双碳目标成为时代命题，ESG已成为电力行业的必修课题。本白皮书系统梳理电力行业的发展脉络与价值链特征，解析政策框架下的 ESG 核心议题，通过中外案例展现电力行业在平衡能源安全、经济效率与生态责任中的破局之道，为行业可持续发展提供镜鉴。



# PREFACE

## 前言

能源是人类文明进步的基石，而电力作为能源体系的核心组成部分，更是现代社会运转的“神经中枢”。从工业生产的轰鸣到万家灯火的温馨，从尖端科技的突破到日常生活的便捷，电力的身影无处不在，其稳定供应与可持续发展直接关系到国家经济命脉、社会稳定和生态安全。在全球气候变化日益严峻、可持续发展理念深入人心的当下，电力行业的转型与升级被赋予了前所未有的时代意义。

我国电力行业历经多年的发展，从最初的短缺到如今的供需平衡，从以火电为主到清洁能源占比不断提升，走过了一条不平凡的道路。当前，在“双碳”目标的驱动下，电力行业正处于深刻的转型期，新能源的大规模开发、电力市场化改革的持续推进、数字技术与电力系统的深度融合等，都为行业发展带来了新的机遇与挑战。在这一过程中，如何将ESG理念融入行业发展的各个环节，成为摆在电力企业面前的重要课题。

我们希望通过这份白皮书，能够为电力行业从业者、研究者、投资者以及关注电力行业发展的社会各界人士，提供一个全面了解电力行业ESG发展现状与未来趋势的窗口。期待它能引发行业ESG的更深入思考，推动更多电力企业积极践行ESG理念，共同助力电力行业迈向更加绿色、可持续的未来，为实现全球可持续发展目标贡献中国电力的力量。

# ANALYST

## 研究员

- |     |  |
|-----|--|
| 李永臣 | 高级注册ESG分析师：24RZQLKC002619A<br>碳管理师：CHINAETSCM20240010020 |
| 陈贝柯 | CFA ESG证书：105139540                                      |
| 卢丹  | CFA ESG证书：102194239<br>高级注册EGS分析师：QLKC2023000576A        |
| 窦妮  | 高级注册ESG分析师：23RZQLKC000446A                               |
| 丁铤冉 | CFA ESG证书：102708799                                      |

# CONTENTS

## 目录



### 第一章 电力行业概览

- 07 电力行业的分类
- 09 电力行业的价值链
- 12 不同发电类型的价值链
- 15 电力行业的发展历史
- 19 我国电力行业的发展趋势

### 第二章 电力行业的ESG实践

- 25 电力行业的ESG政策
- 30 电力行业核心议题
- 37 电力行业的龙头企业

### 第三章 电力企业的ESG案例

- 45 大唐集团
- 48 Enel 集团



# 第一章 电力行业概览

电力系统是现代社会的不可或缺的基础设施，它为我们的生活、工作和生产提供了稳定的能源。它作为现代社会的能源命脉，涵盖发电、输电、配电、用电及调度五大环节。自 19 世纪末爱迪生建立首个商业化直流电厂以来，电力技术历经多次革新，能源结构也发生了很大的变化。

### 第一节 电力行业的分类

我国的电力结构中，火电一直占据着绝对主力地位。不过，其占比呈现下降趋势，从 1980 年的 80.6% 降至 2024 年的 60.9%。水电的占比同样有所降低，由 1980 年的 19.4% 下降到 2024 年的 14.2%。

与之不同的是，核电和新能源发电从零起步，不断增长。截至目前，风电占比达到 9.9%，光伏发电占比为 8.3%，核电占比 4.5%。

表 1: 中国发电结构的演变 (1980 年-2024 年)

能源类型	1980 年占比	2024 年占比	趋势分析
火电	80.6%	60.9%	持续下降
水电	19.4%	14.2%	潜力趋稳
核电	0%	4.5%	稳步提升
风电	0%	9.9%	高速增长
光伏	0%	8.3%	爆发式扩张

数据来源：国家能源局及中国电力企业联合会

#### 一、火电行业

火电作为极为传统的一种发电形式，是借助煤、石油、天然气这类燃料燃烧所释放的热能，经由发电动力装置转变为电能。在 2023 年，我国火力发电量的占比 60.9%，直至当下，它依旧是我国最为重要的发电手段。

我国堪称全球规模最大的火电市场，不管是火电装机容量，还是发电量，均处于领先地位。未来几年，

中国火电市场会持续占据主导，然而鉴于新能源的迅猛发展，其市场份额会继续下降。

我国从事火力发电业务的企业实力雄厚，主要有华能国际（中国华能集团旗下的核心上市公司）、大唐发电（中国大唐集团旗下首家在港上市的电力企业）、华电国际（中国华电集团旗下火电资产的主要运营主体）、国电电力（国家能源集团旗下的能源整合平台）等。

#### 二、水电行业

水电行业也就是水力发电行业，是借助水流的动能转化为电能的可再生能源发电模式。其发电原理主要是依靠水位差以及水流速度所产生的动能，通过水轮发电机组转化为电能。作为一种清洁能源，水电具备资源丰富、无污染、技术成熟等显著优势，在全球范围内都被广泛应用，属于绿色能源的范畴。在 2023 年，中国水力发电量的占比为 14.2%。

我国从事水力发电建设和运营的企业数量较多，主要以长江电力（三峡集团旗下唯一水电运营上市公司，掌控着三峡、葛洲坝等核心水电资产）、华能水电（中国华能集团旗下水电业务的整合平台）、桂冠电力（中国大唐集团旗下专注水电业务的上市公司）、黔源电力（中国华电集团旗下）等。从地理位置分布来看，这些企业主要集中在中部和西南地区。

#### 三、核电行业

核电的产生是基于轻原子核的融合以及重原子核的分裂，在这两个过程中会释放出相应的能量，前者产生的能量叫核聚变能，后者则是核裂变能。在聚变或者裂变的过程中会释放出大量的热量，能量按照“核能-机械能-电能”的路径进行转换，最终产生的这种电力就被称为核电。在 2023 年，我国核电发电量在总发电量中的占比为 4.5%。

在核电领域，我国从事相关业务的企业专业性强，主要有中国广核（中国广核集团旗下）和中国核电（中国核工业集团旗下）等。中国广核是中国广核集团核电业务的核心运营平台，中国核电是中国核工业集团旗下的核电运营主体，他们负责国内多个重点核电项目的建设运营。

#### 四、新能源发电行业

目前，新能源发电行业的主力是风电与光伏发电。2023 年我国风电发电量占约总发电量的 9.9%，光伏发电量占比为 8.3%。光伏发电的同比增长率在各类发电类型中最高。

风电行业是利用风力发电机将风能转化为电能的能源产业。其核心原理是通过风轮叶片捕捉风能，带动发电机转子旋转，进而实现机械能到电能的转换。风电领域的主要企业数量较多，实力强劲，包括金风科技、明阳智能、华能新能源（中国华能集团旗下）、大唐新能源（中国大唐集团旗下）等。金风科技和明阳智能是风电设备制造与运营的领军企业，在行业内具有较高的市场份额；华能新能源与大唐新能源则分别依托中国华能、中国大唐集团的资源优势，在风电项目开发与运营方面有所建树。

光伏发电行业是借助半导体材料的光伏效应，把太阳辐射能转化成电能的一种发电系统。光伏发电领域同样有不少知名企业，主要有隆基绿能、晶科能源、协鑫集团、国家电投集团旗下的光伏业务板块等。隆基绿能、晶科能源、协鑫集团在光伏材料、光伏组件生产，以及光伏电站建设运营方面实力雄厚；国家电投集团旗下的光伏业务则凭借集团优势，在光伏项目布局与发展上占据重要地位。

#### 第二节 电力行业的价值链

电力行业主要包括 5 个环节，按照生产顺序依次为：上游发电环节；中游输电、变电、配电环节；以及下游：用电环节。

图 1：电力行业的价值链



#### 一、上游

在电力行业体系里，发电环节处于产业链的上游，是整个电力产业的发端之处。发电，本质上是借助发电动力设备，把各类能源转化成电能的过程。当下，主流的发电形式涵盖火电、水电、核电以及其他能源发电。鉴于我国地势呈现西高东低的特征，以及与之紧密关联的环境资源状况，国内的发电端大多布局于中西部地区。

发电行业主要由“五大”和“六小”集团构成。其中，国家能源集团、中国华能集团、中国华电集团、中国大唐集团、国家电力投资集团（简称“国家电投”）归属于“五大”集团；而国投电力（国家开发投资集团旗下）、中国广核、三峡集团、华润电力、中国节能、中国核电则属于“六小”集团。

##### “五大”和“六小”集团的业务涵盖了多种能源发电形式。

“五大”方面，国家能源集团是全球最大的火力发电公司，2024 年的火电装机超过 2 亿千瓦，同时可再生能源装机达到 1.4 亿千瓦，可再生能源装机占比超过 40%；其他“五大”的可再生能源装机占比约在 40%-70%之间。

“六小”方面，三峡集团以水力发电为主，同时也开展风电、太阳能等新能源开发；中国广核、中国核电以核电机组为主；华润电力业务涉及风电、光伏发电、火电、水电等领域；国投电力的业务涉及水电、火电、光伏、陆上风电、海上风电等领域；中国节能则以新能源为主。

#### 二、中游

中游环节为输电、变电、配电环节，中游完全由国家电网、南方电网掌控，整个过程都牵涉到了电力设备行业，两大电网是电力唯一的收购者和出售者，而电价则由发改委进行行政审批，发电侧和售电侧的电价无法由市场决定，整个电力行业处于垄断状态。

由于电力无法长时间存储，而且发动机产生的多余能量还会导致输出电压升高，使其他线路上的电器超负荷运行，从而引发危险。因此，供需平衡是电力系统稳定运行的核心要求。当然，用电量与供电量之

间的矛盾是不可避免的，但电网系统具备一套自我调节机制，最大程度地实现发电量与用电量的平衡。

电网系统配备了专门的调频机组，它们能够根据系统频率的变化快速调整发电出力。调频分为一次调频和二次调频。一次调频是机组自发行为，不受人为干预，通过各发电厂机组的自动响应来调节发电量。尽管一次调频响应速度快、精度高，但其调节范围有限，且存在误差。而二次调频则是在电网系统控制下，由专门的调频机组进行的有计划、有目的的调节。

在实际操作中，电网系统会根据用户的需求预测来安排固定输出和调频机组的配合。例如，在某一时段内，若电网系统预计将有 1000 万千瓦的用电量，那么会安排 900 千瓦的发电机组稳定输出，同时 200 千瓦的调频机组则根据实时用电量进行灵活调整。

目前，我国已广泛应用自动调频技术。通过安装在发电厂和调度中心的自动装置，系统能够自动感知频率变化并相应地增减发电出力，从而确保系统频率的稳定。

尽管如此，现有的调频电源仍面临一些技术上的局限性。为了弥补这些不足，大容量储能技术正逐渐成为研究热点。这种技术能够帮助我们在发电量超出用电量时，有效地将电能储存起来，从而减少能源浪费。在我国，灵活调节电能的政策相较于国家电网的建设速度而言，尚显滞后。目前，抽水蓄能、燃气发电等灵活调节电源在总装机中的占比仅为 6%，远低于欧美等发达国家。以西班牙为例，其灵活电源的占比高达 34%。

### 三、下游

下游环节为用电环节。用电行业根据用途分为六种，分别是工业用电、商业用电、住宅（居民）用电、排灌用电、非工业用电和农业生产用电。

从用电规模来看，工业用电占比最高，像制造业、采矿业、建筑业等行业，生产过程中需消耗大量电力，是用电的主力军；商业用电集中在商场、酒店、写字楼等场所，用电需求随经营时间和季节有所波动；居民用电则与日常生活息息相关，涵盖照明、家电使用等，受生活习惯和季节影响明显。

## 第三节 不同发电类型的价值链

### 一、火电行业

火电行业的产业链，上游主要涉及燃料供应以及发电所需的设备和材料。在燃料方面，煤炭是我国火电最主要的燃料，其供应涵盖煤炭的开采、洗选和运输等环节，国家能源集团、中煤能源等大型能源企业是煤炭开采的主力，而大秦铁路、沿海港口等则承担着煤炭运输的重要任务；天然气作为相对清洁的火电燃料，供应依赖中石油、中石化的开采以及中海油的 LNG 进口等；生物质燃料则由农业和环保企业提供。设备及材料方面，锅炉、汽轮机、发电机等核心发电设备由哈尔滨锅炉厂、上海电气等企业生产，辅助设备如输煤设备、环保设备以及钢材等材料，则由中煤科工、龙净环保、宝钢等相应企业提供。

产业链的中游是火电能量转化的核心环节，聚焦于电厂的建设与运营管理。建设阶段由中国能建、中国电建等电力工程企业负责，从选址、土建到设备安装，一个大型煤电厂的建设周期通常需要 3-5 年。运营阶段则主要由“五大”等发电企业主导，它们负责燃料存储、机组运行、设备维护等日常工作，这些企业的火电装机量占全国很大比例。燃料成本占比很高，可达运营成本的 70%。

产业链的下游承担着电力输送和终端应用的功能。电力输送由国家电网、南方电网等负责，通过输电网络将电力输送到各地，调度上火电常作为基荷电源和调峰电源，根据用电负荷进行发电量调整。终端应用则覆盖广泛，工业领域是主要用户，钢铁、化工等高耗能行业消耗了大量火电，部分企业还自建自备火电厂；居民和商业用电也是重要组成部分，电价由相关机制确定；此外，部分火电还用于热电联产，为北方城市冬季供暖等提供支持。

### 二、水电行业

水电产业链以水资源为核心，依托自然水系的落差与流量实现能量转化。上游是水电开发的基础准备环节，核心包括水资源勘察规划与设备材料供应。在勘察规划阶段，长江水利委员会、黄河水利委员会等专业机构会对流域的水文条件（如流量、落差）、生态环境进行全面评估，制定开发方案——比如三峡工程的前期勘察耗时数十年，最终确定兼顾发电、防洪与航运的综合开发路径。设备与材料供应则聚焦核

心发电设备与工程建材，水轮发电机组是核心，哈尔滨电机厂、东方电机生产的混流式、轴流式机组覆盖不同的水头场景；大坝建设所需的低热水泥（减少混凝土浇筑裂缝）、高强度钢筋，则由海螺水泥、宝钢等企业提供，保障水工建筑的安全性与耐久性。

中游是水电的能量转化核心，集中于电站建设与运营管理。建设阶段由中国电建、中国能建等工程巨头主导，涵盖大坝、厂房、引水系统等关键设施的施工——三峡大坝用了 12 年建成，其混凝土浇筑量达 2800 万立方米，相当于建 30 座埃菲尔铁塔；溪洛渡、向家坝等大型电站同样需要数年至十余年的建设周期，期间需解决高边坡稳定、大型设备吊装等技术难题。运营阶段由发电集团负责，三峡集团、华能水电是主要运营商，日常工作包括水库调度（平衡发电与防洪）、机组维护（确保设备稳定运行）等。与火电不同，水电运营成本中，前期建设的投资巨大，例如三峡工程总投资超 2000 亿元，且发电量受天然来水影响，雨季发电量大，枯水期需协调生态流量与发电需求。

下游是水电价值传递的终端，衔接电力输送与应用场景。电力通过国家电网的特高压线路输送至负荷中心，例如锦屏—苏南特高压，将四川水电送往华东，调度中水电因出力灵活（可快速启停），常承担调峰、调频任务——在风电、光伏大发时减少出力，在用电高峰时增发，助力电网稳定。终端应用与火电类似，覆盖工业、居民与商业用电。长三角、珠三角的制造业企业通过“西电东送”使用四川、云南的水电；居民用电中，水电占比高的地区（如湖北、四川）电价更具优势。此外，水电还兼具生态效益，如水库可调节流域水量、改善航运条件，形成“发电+防洪+航运”的综合价值。

### 三、核电行业

在产业链的上游，核燃料环节受到国家专营政策的限制。当前，中核集团旗下的中国原子能工业有限公司，是国内唯一的核燃料生产、供应以及贸易服务商。它对核燃料、铀产品的生产经营以及进出口业务实行专营，在核电产业链的上游占据了较高的市场份额。

产业链的中游是核电站设备领域，主要分为核岛设备、常规岛设备以及辅助设备。其中，核岛设备由于制造难度大、建设周期长，且存在较高的技术壁垒，所以该细分领域的行业集中度相对较高。目前，我

国的核电主设备制造业企业主要是大型国有企业，比如上海电气、东方电气以及哈尔滨电气等大型核电设备制造商，在压力容器、蒸汽发生器等主要核岛设备市场中，有着很高的市场占有率。核电企业的设备投资占比较高，设备购置费在初期投资中所占的比例大约在 30%左右。

核电站的下游主要是建设以及投运管理等业务。目前，国内仅有四家核电公司持有核电运营牌照——中核集团、国家电投、中国广核、华能集团。其中，中国广核和中核集团是我国最为主要的核电运营商，由于呈现寡头垄断的格局，使得该行业的集中度非常高。

### 四、风电行业

风电产业链的上游，原材料部分主要是用于整机和风塔各类零部件生产的原材料，具体包括钢材类、玻纤/树脂/胶粘剂类，以及发电机所需的各种元器件。

中游涵盖风机零部件和发电零部件。其中，风机零部件包含结构件、叶片、齿轮、发电机、变流器等；发电零部件则有塔筒、风机、海缆等，而风机零部件处于中游的核心地位。

下游则是以国有发电集团为主的风电投资运营商，承担风电场的开发、建设、运营以及销售服务等一系列工作。

### 五、光伏发电行业

光伏产业链的上游主要进行基础材料的制造，涵盖单/多晶硅的冶炼，以及铸锭、拉棒、切片等环节。

中游主要是生产构建光伏电站所需要的组件和部件，包括太阳能电池的生产、光伏发电组件的封装等环节。在中游的光伏组件成本中，电池是最主要的组成部分，占比超过了 50%。

光伏产业链的下游属于光伏的应用领域，主要包括光伏电站的搭建、系统集成以及运营等方面。

#### 第四节 电力行业的发展历史

电力系统的早期发展 19 世纪末,电力系统的诞生改变了人类社会的面貌。最早的电力系统以直流(DC)为主,由托马斯·爱迪生创立的爱迪生电灯公司于 1882 年在纽约建立了世界上第一个商业化直流发电厂。然而,直流输电存在着功率损失大、输电距离受限等问题。随后,尼古拉·特斯拉和乔治·威斯汀豪斯等科学家发明了交流(AC)发电和输电技术,使电力系统得以迅速发展。20 世纪初,交流电力系统在全球范围内得到广泛应用,为工业生产和居民生活提供了可靠的能源。

现代电力系统的演进随着科技的进步,现代电力系统在规模、智能化和可靠性方面取得了显著突破。超高压输电技术的出现,使得电力可以在更远距离内输送,进一步优化了资源配置。电力系统的数字化和自动化程度不断提高,使得系统调度更加高效,降低了人为因素导致的风险。此外,分布式发电和微电网的发展为现代电力系统提供了更多元化的能源选择,提高了系统的稳定性和灵活性。

新能源对电力系统的影响随着全球能源结构的转型,新能源逐渐成为电力系统的重要组成部分。风能、太阳能、地热能等可再生能源的利用在减少化石能源消耗和减缓气候变化方面发挥着关键作用。

电力系统自诞生以来,经历了从直流到交流、从集中式到分布式、从传统能源到新能源的演变过程。现代电力系统在规模、智能化和可靠性方面取得了显著成果。随着全球能源结构的转型和科技的发展,电力系统将继续向更绿色、更可持续的方向发展。

中国电力市场的发展史是中国现代化进程中一个重要的组成部分,它经历了从无到有、从小到大、从弱到强的转变。

##### 一、起步阶段(1882 年-1949 年)

初期,自 1882 年上海第一台发电机发电至 1937 年抗日战争爆发,全国共有 461 个发电厂,初步建立了北京、天津、上海等大城市的配电网。在抗日战争期间,电力工业虽受到破坏,但在西南地区仍有一定发展,特别是东北地区因战争需求,电力系统有所提升。

- 电力工业的萌芽:1882 年,英国人在上海建立了中国第一家发电厂,标志着中国电力工业的开端。当时的电力主要用于照明,服务对象主要是外国人和少数富裕阶层。
- 早期发展:辛亥革命前,中国共有 80 座电厂,发电设备总容量 37000 千瓦。抗日战争前,中国发电设备总容量增加到 136 万千瓦,年发电量 44 亿千瓦时,位居世界第 14 位。
- 战争影响:抗日战争期间,中国电力工业遭受重创,发电量大幅下降,给国民经济带来了严重影响。

##### 二、恢复与初步发展阶段(1949 年-1978 年)

1949 年新中国成立时,全国发电装机容量达到 185 万千瓦,年发电量约 43 亿千瓦时。

新中国成立后,政府高度重视电力工业的发展,进行了大规模的投资和建设。1950 年至 1957 年,中国电力工业进入了第一个快速发展的时期,发电量年均增长率超过 10%。

这一时期,中国开始引进苏联的技术和设备,逐步建立了自己的电力工业基础。

##### 三、快速发展阶段(1978 年-2000 年)

1978 年改革开放后,中国电力工业迎来了新的发展机遇。政府加大了对电力基础设施的投资,同时引入了外资和技术。1980 年代,中国开始大规模建设火电站、水电站和核电站。1981 年,中国真正拥有了世界先进的发电机制造技术。

中国逐步构建起以大型发电厂和中心城市为核心的电力系统,通过不同电压等级的输电线路连接各大区、省级和地区的电力网络。500kV 和 330kV 的骨干网架基本覆盖了全国,大电网延伸到城市和大部分农村。1987 年,全国发电装机容量突破 1 亿千瓦,1995 年更是超过了 2 亿千瓦。火力和水力发电并举,其中谏壁发电厂是最大的火力发电厂,葛洲坝水电厂则是最大的水力发电厂。同时,核能发电也在发展,如秦山发电厂和大亚湾核电站。

输电线路建设方面,1981 年中国第一条 500kV 输电线路投入运行,此后 500kV 线路成为各大电力系统的关键。中国拥有多种电压等级,如 500kV、330kV、220kV 等,并建成了如葛洲坝至上海的 500kV

高压直流输电线路。此外，还发展了±100kV的直流高压输电线，提升了电力输送效率和稳定性。

随着技术进步，20万、30万千瓦及以上机组成为主力，供电煤耗持续降低。至2000年前后，随着水电和火电资源的开发，跨省电力系统和省级电力系统逐步实现互联，形成包括东北电网、华北电网、华中电网、华东电网、西北电网和南方电网在内的大型跨省电力系统网络。

#### 四、市场化改革阶段（2000年-2010年）

2002年，中国政府发布了《电力体制改革方案》，提出了“厂网分开、竞价上网、打破垄断、引入竞争”的改革目标。同年，国家电力公司被拆分为11家独立的公司，包括五大发电集团和两大电网公司。

2003年，中国启动了电力市场试点，逐步建立了电力交易市场。2005年，国家发改委发布了《电力市场运营基本规则》，进一步规范了电力市场的运作。

2010年，中国发电量达到42017亿千瓦时，超过美国成为世界第一大电力生产国。

#### 五、全面深化改革阶段（2010年至今）

2010年至今，我国电力行业围绕市场化转型与绿色发展展开了系统性变革。

##### 1. 确立市场化改革方向

2015年《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》（中发9号文）出台，明确“管住中间、放开两头”的体制架构——电网企业专注输电配电环节，发电侧与售电侧引入市场竞争。这一政策成为行业改革的总纲领，推动电力行业从计划调配向市场配置转型。

##### 2. 激活价值链的上下游

允许社会资本设立售电公司，打破传统垄断。截至目前，全国售电公司数量超4000家，工业用户可直接与发电企业协商电价，2023年市场化交易电量占比达60%以上。

2017年启动首批8个电力现货市场试点（如广东、浙江），2021年新增辽宁、上海等6个第二批试点，探索实时电价机制以适应新能源波动。北京、广州两大区域电力交易中心成立，2023年跨省跨区交易电量突破1.5万亿千瓦时。

##### 3. 能源结构转型

实施可再生能源配额制，要求电网企业全额收购风电、光伏等电量，2023年可再生能源装机占比2010年提升30%。

逐步取消光伏、风电补贴，推动技术迭代。2021年光伏发电全面进入平价上网，2023年风电、光伏装机容量均居全球首位。

##### 4. 构建新型电力系统

建成“西电东送、北电南供”特高压跨区通道的骨干网络，如哈密—重庆±800千伏特高压工程、陇东—山东“风光火储一体化”外送项目，每年可输送清洁电力超360亿千瓦时。同时，推广灵活调节电源，如抽水蓄能、燃气发电，2023年装机占比达6%。

##### 5. 低碳转型

2021年将发电行业纳入全国碳排放权交易市场，覆盖年排放量45亿吨，通过碳价机制倒逼煤电清洁改造。行业被严控新增煤电项目，推动现役机组节能降碳改造，2023年煤电平均供电煤耗降至302克/千瓦时，较2010年下降15%。这一系列改革既提升了电力系统效率，也为能源结构绿色转型奠定了基础。

截至2024年底，中国电力总装机容量已超过33.5亿千瓦，全年发电量10万亿千瓦时，位居全球第一。火力发电仍占主导地位，但水电、风电、太阳能等清洁能源的占比持续提升，推动行业向绿色低碳转型。2024年，全国非化石能源发电量约4.1万亿千瓦时，非化石能源发电占全国总发电量的比重超过40%。

## 第五节 电力行业的发展趋势

我国电力行业的发展趋势包括火电清洁化、新能源发电、智能电网、各类能源融合发展等。

### 一、火电清洁化

火电龙头企业致力于减少碳排放，通过技术改造提升煤炭清洁燃烧水平，降低单位发电量的碳排放强度。同时，加大对碳捕集、利用与封存（CCUS）技术的研发投入，探索将二氧化碳资源化利用的有效途径，逐步实现从高碳向低碳、零碳发电的转变。

**火电清洁化主要包括**超超临界燃煤技术和碳捕集与封存（CCUS）实现低碳化。超超临界燃煤技术通过提高蒸汽温度和压力，提升了发电效率，减少了单位电量的煤耗和碳排放。碳捕集与封存（CCUS）技术可以在燃煤发电过程中捕捉二氧化碳，并将其封存于地下或用于其他工业用途，从而减少温室气体排放。这项技术被视为实现碳中和目标的重要手段之一。

### 二、新能源发电

新能源包含太阳能、风能、生物质能、地热能、海洋能、水能等非化石能源。具有可再生、分布广泛、环境友好等优势，有助于缓解能源危机、实现可持续发展；但也存在能量密度低、开发利用空间需求大、发电具有波动性、间歇性和不稳定性等劣势。

风电、光伏发电效率提升，储能技术（如锂电池、抽水蓄能）加速应用，支持新能源消纳与电网稳定。

中国在风电和光伏发电领域取得了显著进展，提高发电效率、降低成本、增强稳定性将是未来的重要发展方向。例如，太阳能光伏发电技术将朝着更高转换效率迈进，研发新型高效太阳能电池材料和电池结构，如钙钛矿电池等；风能发电技术会向更大单机容量、更高效率、更深海域（海上风电）发展，提升风能利用效率和发电能力。

然而，风电和光伏发电具有间歇性和不稳定性特点，容易受到天气和昼夜变化的影响。为了解决这一问题，储能技术被广泛应用。锂离子电池因其响应速度快、容量大、寿命长等优点，成为主流储能方式。

此外，抽水蓄能也是一种重要的储能手段，通过在电力需求低谷时将水抽至高处储存，在需求高峰时释放水流发电，起到调节电网负荷的作用。

### 三、智能电网

智能电网与新能源发电深度融合，通过应用先进的信息技术、自动化技术和通信技术，实现对新能源发电的实时监测、智能调度和优化控制。智能电网能够更好地适应新能源发电的波动性和间歇性，提高电网的灵活性和可靠性，促进新能源电力的高效消纳和合理利用。

智能化发展深刻影响着企业运营和管理。在运营方面，智能监测系统实时掌握设备运行状态，提前预测故障，实现精准维护，减少设备停机时间，提高发电效率。在管理方面，智能化技术实现了企业生产、调度、营销等环节的信息化管理，提高决策的科学性和管理效率。通过大数据分析，企业能够更好地了解市场需求和用户行为，优化电力生产和销售策略，提升市场竞争力。

随着新能源的快速发展，电网面临着更高的调度和管理要求。智能电网通过引入物联网、大数据和人工智能技术，实现了对电力系统的实时监控和优化调度。例如，AI 技术可以预测电力需求变化，优化发电和输电计划，提高电网的运行效率和安全性。

特高压输电工程则解决了能源资源分布不均的问题。中国的风能和太阳能资源主要集中在西部和北部地区，而东部和南部地区则是主要的用电负荷中心。通过建设特高压输电线路，可以将西部和北部地区的清洁能源高效地输送到东部和南部地区，实现全国范围内的资源优化配置。

### 四、各类能源融合发展

新能源发电将与传统能源以及其他分布式能源实现深度融合，构建多能互补的能源供应体系。例如，风光水火储一体化项目的推进，通过将太阳能、风能、水能、火电等不同能源形式结合，并配套储能设施，实现不同能源之间的协同互补，提高能源供应的可靠性和灵活性。在分布式能源领域，实现新能源发电与用户侧储能、需求响应等技术的结合，形成分布式能源微网，提高用户的能源自给率和能源利用效率。

新能源发电全面入市是未来趋势，随着电力体制改革的推进，新能源发电将更多地通过市场机制进行资源配置和电力交易。通过建立健全的电力市场体系，如电力现货市场、中长期电力市场等，促进新能源电力的高效消纳和合理定价，提高新能源发电企业的市场竞争力和经济效益。同时，市场机制也将促使新能源发电企业不断提高自身的技术水平和管理能力，降低发电成本，以更好地适应市场竞争环境。

新能源发电产业的发展将带动上下游相关产业的协同发展，形成完整的产业链条。在上游，将促进新能源资源的勘探、开发和设备制造业的发展，如风力发电机组、太阳能电池板等设备的研发和生产；在中游，推动新能源发电项目的建设、运营和管理；在下游，带动电力存储、智能电网、电力销售等相关产业的繁荣。这种产业协同发展将创造大量的就业机会，推动经济增长，促进区域经济的协调发展。





## 第二章 电力行业的ESG实践

宏观经济形势与电力行业发展息息相关。经济的增长直接带动电力需求的提升，在经济繁荣时期，工业生产扩张、商业活动频繁、居民生活用电需求增加，共同推动电力消费量的攀升。反之，经济增速放缓时，电力需求也会相应减少。近年来，我国经济保持稳定增长，为电力行业提供了广阔的市场空间，促使电力企业不断扩大生产规模，提升供应能力。

政策在电力行业发展中发挥着关键的推动作用。“双碳”目标的提出，为电力行业指明了绿色低碳转型的方向。这一目标要求电力企业大幅减少碳排放，加速向可再生能源转型。在此背景下，能源结构调整政策相继出台，鼓励清洁能源的开发与利用，限制传统化石能源的使用。

例如，政府通过补贴、优惠电价等政策手段，支持光伏、风电等新能源项目的建设与发展，降低新能源发电成本，提高其市场竞争力。同时，为促进新能源消纳，政策推动电网基础设施的升级改造，加强智能电网建设，提升电网对新能源电力的接纳和调配能力。

此外，节能减排政策促使传统火电企业加大环保投入，采用先进的污染治理技术，降低污染物排放。电力体制改革政策则打破行业垄断，引入市场竞争机制，推动电力企业提高运营效率，优化服务质量。这些政策的协同发力，为电力行业的可持续发展营造了良好的政策环境，推动电力行业朝着绿色、高效、智能的方向迈进。

### 第一节 电力行业的 ESG 政策

表 2：电力行业 ESG 相关政策整理

发布时间	文件/政策名称	发布机构	重点内容摘要
2020 年 12 月	《新时代的中国能源发展》白皮书	国务院新闻办公室	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 明确能源绿色低碳转型方向，2030 年非化石能源占比提升至 25%左右</li> <li>- 推动电力市场化改革，完善可再生能源消纳机制</li> </ul>
2021 年 3 月	《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》	国家发改委 国家能源局	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 推动源网荷储一体化项目，提升电力系统灵活性</li> <li>- 促进风光水火储多能互补，提高可再生能源消纳能力</li> </ul>

发布时间	文件/政策名称	发布机构	重点内容摘要
2021 年 4 月	《关于建立健全生态产品价值实现机制的意见》	中共中央办公厅 国务院办公厅	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 将生态保护与电力项目结合，探索生态补偿机制</li> <li>- 推动清洁能源项目与生态修复协同发展</li> </ul>
2021 年 7 月	《关于进一步完善分时电价机制的通知》	国家发改委	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 优化峰谷电价机制，引导用户错峰用电</li> <li>- 促进电力系统低碳运行，降低高负荷时段化石能源依赖</li> </ul>
2021 年 7 月	《关于加快推动新型储能发展的指导意见》	国家发改委 国家能源局	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2025 年新型储能装机规模达 30GW 以上</li> <li>- 推动储能技术商业化应用，支持“新能源+储能”模式</li> </ul>
2021 年 9 月	《完善能源消费强度和总量双控制度方案》	国家发改委	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 将非化石能源消费量纳入考核，倒逼能源结构转型</li> <li>- 严控高耗能项目，推动电力行业节能降碳</li> </ul>
2021 年 11 月	《全国煤电机组改造升级实施方案》	国家发改委 国家能源局	<p>“三改联动”路线图：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 节能改造（2025 年供电煤耗&lt;300 克/千瓦时）</li> <li>- 供热改造（东北地区热电解耦）</li> <li>- 灵活性改造（存量机组最小出力≤35%额定容量）</li> </ul>
2022 年 3 月	《“十四五”现代能源体系规划》	国家发改委 国家能源局	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2025 年非化石能源发电量占比达 39%左右</li> <li>- 加快特高压输电通道建设，推动跨区域清洁能源输送</li> </ul>
2022 年 5 月	《关于促进新时代新能源高质量发展实施方案》	国家发改委 国家能源局	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 推动风电、光伏大规模开发，鼓励分布式能源</li> <li>- 完善绿电交易机制，支持新能源参与电力市场</li> </ul>
2022 年 8 月	《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030 年）》	国家科技部、国家 发改委等九部门	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 布局新型电力系统关键技术（如氢能、储能、智能电网）</li> <li>- 推动电力行业数字化与低碳技术融合</li> </ul>
2022 年 11 月	《关于进一步做好新增可再生能源消费不纳入能源消费总量控制有关工作的通知》	国家发改委 国家统计局 国家能源局	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 明确绿电消费不计入能耗总量考核，激励企业使用可再生能源</li> <li>- 推动绿证交易与碳排放权交易衔接</li> </ul>
2023 年 1 月	《新型电力系统发展蓝皮书》	国家能源局	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 提出“三步走”构建新型电力系统（2023-2060 年）</li> <li>- 强调灵活性资源（储能、虚拟电厂）对高比例可再生能源的支撑作用</li> </ul>

发布时间	文件/政策名称	发布机构	重点内容摘要
2023 年 2 月	《关于统筹节能降碳和回收利用加快重点领域产品设备更新改造的指导意见》	国家发改委、工信部等	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 推动电力设备绿色更新，淘汰低效燃煤机组</li> <li>- 完善废旧电力设备回收体系，发展循环经济</li> </ul>
2023 年 9 月	《电力现货市场基本规则（试行）》	国家发改委 国家能源局	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 规范电力现货市场交易规则，促进资源优化配置</li> <li>- 明确新能源参与现货市场的机制，推动市场化消纳</li> </ul>
2023 年 10 月	《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》	生态环境部	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 重启 CCER（国家核证自愿减排量）交易，支持新能源项目碳减排收益</li> <li>- 将可再生能源、储能等项目纳入自愿减排体系</li> </ul>
2024 年 3 月	《煤炭清洁高效利用行动方案（2024-2026）》	国家能源局	<p>煤炭转型双路径：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 煤电：推进超低排放改造（<math>SO_2 \leq 35mg/m^3</math>）</li> <li>- 煤化工：发展煤制油/气/烯烃技术，要求 <math>CO_2</math> 捕集率 <math>\geq 90\%</math></li> </ul>
2024 年 5 月	《2024-2025 年节能降碳行动方案》	国务院	提出了 2024 年和 2025 年的节能降碳目标，并部署了 10 个方面的重点任务，包含 27 项具体任务
2024 年 6 月	《煤电低碳化改造建设行动方案（2024—2027 年）》	国家能源局 国家发改委	全面贯彻党的二十大精神，落实党中央、国务院决策部署，加大节能降碳工作力度，统筹推进存量煤电机组低碳化改造和新上煤电机组低碳化建设，加快构建清洁低碳安全高效的新型能源体系，助力实现碳达峰碳中和目标
2024 年 7 月	《可再生能源绿色电力证书全覆盖》	国家发改委 国家能源局	风电/光伏/生物质发电全面核发绿证，1MWh=1 绿证，允许跨国企业抵扣范围 3 排放
2025 年 1 月	《新一代煤炭升级专项行动实施方案（2025-2027）》	国家发改委	<p>煤炭产业技术革命：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 智能绿色矿山（井下 5G 覆盖率达 80%）</li> <li>- 煤电 CCUS 产业化（2027 年捕集成本 <math>\leq 300</math> 元/吨）</li> <li>- 煤基特种燃料（航空煤油产能超 500 万吨）</li> </ul>
2025 年 2 月	《关于深化新能源上网电价市场化改革 促进新能源高质量发展的通知》	国家发改委 国家能源局	我国新能源发电全面入市的重要标志，推动风电、太阳能发电等新能源上网电量全部进入电力市场，上网电价通过市场交易形成，对新能源行业高质量发展和新型电力系统建设具有重要意义。

## 重要政策解读

### 1. 《新时代的中国能源发展》白皮书

2020 年国务院新闻办公室发布了《新时代的中国能源发展》白皮书，作为中国“双碳”战略的纲领性文件，首次明确了 2030 年非化石能源消费占比 25% 的硬性目标，为后续相关政策提供了顶层设计框架。其核心内容在于，通过构建全国统一电力市场推动可再生能源优先消纳，借助增量需求清洁化替代、关键技术降本突破及绿证交易机制创新等举措，系统性地为“双碳”转型铺平道路。此外，白皮书通过推行可再生能源消纳配额制——明确省级行政区域消纳责任权重、要求售电企业与电力用户协同履责，将地方政府与电网企业的责任紧密绑定，从而实现环境、社会与治理的价值闭环，为中国能源结构绿色转型提供了坚实的制度支撑。

### 2. 《2024-2025 年节能降碳行动方案》

2024 年国务院出台了《2024-2025 年节能降碳行动方案》，通过在十大领域部署 27 项任务的分行业专项行动，旨在确保完成“十四五”期间能耗强度降低和非化石能源占比达到 20% 的核心目标，同时构建起碳排放双控制度框架。

该方案以“三线目标 - 四维行动 - 双轮驱动”为核心架构：锚定 2024 年单位 GDP 能耗下降 2.5%、碳排放下降 3.9%，以及 2025 年非化石能源占比 20% 的硬约束，向各行业分解量化指标。同步实施能源结构转型举措，包括“煤炭消费严控（实现散煤清零）+ 煤电三改联动 + 风光基地扩容（非化石发电量占比达 39%）+ 储能装机 4000 万千瓦”。通过绿证全覆盖衔接碳市场、高耗能项目强制使用 20% 清洁用能、对未达标地区实施“区域限批”等制度组合拳，配套《节约能源法》修订与能耗预算管理，构建起目标可量化、行动可追溯、责任可倒查的闭环治理体系。

### 3. 《煤电低碳化改造建设行动方案（2024-2027）》

2024 年国家能源局联合国家发改委出台了《煤电低碳化改造建设行动方案（2024-2027）》，提出三种

主要的低碳技术路径。其一，生物质掺烧技术，即利用农业和林业废弃物与煤炭混烧，掺烧比例达到 10% 以上可有效降低碳排放；其二，绿氨掺烧技术，通过风电或光伏转化为绿氢后进一步合成氨，用作部分替代煤炭燃料；其三，碳捕集与封存（CCUS）技术，通过捕集燃煤电厂排放的二氧化碳，并进行地质封存或工业化利用，从而减少排放源头的碳释放。方案设定的目标是，到 2025 年单位发电碳排放下降 20%，到 2027 年力争降至与天然气发电相当的水平，最高可减少 50%。

为支持企业落地实施改造路径，政府同步设立了一系列配套激励政策，包括专项改造补贴、绿色信贷支持以及碳市场减排核算机制。企业在改造过程中可申请最高 30% 的成本补贴，同时通过碳市场交易实现部分减排收益的变现，从而缓解资金压力，增强绿色转型的可行性。

在地方层面，各省根据资源禀赋与产业结构制定相应细则。例如，山西、山东等煤电占比较高的地区提出，30 万千瓦以下煤电机组需在规定期限内完成超低排放改造。江苏省则出台了“绿氨-风光-氢储一体化”示范计划，将符合标准的项目优先纳入省级工程试点；四川省开展“CCUS+碳资产交易”机制试点，建设全国首批煤电碳捕集封存项目集群，为探索碳金融市场积累实践经验。

在企业实践层面，建议企业结合自身资源条件与区域政策，优先选择适配的技术路径。例如，农业资源丰富地区可重点布局生物质或绿氨路线，碳交易市场成熟地区可率先部署 CCUS 示范项目。同时，企业可与科研院所、高校合作开发低碳示范电厂或中试装置，并主动申报国家及地方补贴项目，辅以绿色债券、绿色信贷或碳资产抵押等融资方式。后续运行阶段，可借助智慧电厂系统优化设备能效与调度管理，尽可能减少煤耗上升与系统稳定性下降的影响，确保改造工程取得实效。

#### 4. 《关于深化新能源上网电价市场化改革 促进新能源高质量发展的通知》

随着我国能源体系由计划导向逐步转向市场机制，电力市场化改革成为推动企业治理现代化的关键抓手。国家发改委发布的《关于深化新能源上网电价市场化改革 促进新能源高质量发展的通知》明确，自 2025 年起，新能源上网电价将完全通过“中长期合约+现货市场”的机制形成，标志着固定电价机

制的全面退出。这一政策调整不仅增强了市场对新能源发电项目经济性的判断能力，也对企业的电力采购策略提出了更高要求。

与此同时，工信部出台的《储能制造业高质量发展行动方案》从产业链供给侧入手，提出要逐步淘汰能量密度低于 150Wh/kg 的低效电池产能，并通过产业整合将储能行业集中度提升至 70% 以上。这项政策有望推动储能行业向高技术、高效率方向升级，间接提升企业在电力调度中的响应能力与安全边际。

地方政府也积极探索差异化政策工具，引导企业用电结构优化。例如，河南推出“午间低谷电价”政策，鼓励高耗能企业在电力供给充裕时段错峰运行，以此降低能耗成本；广东推动“虚拟电厂”试点，通过聚合用户侧的储能和响应资源参与电网调度，使企业不仅成为用电方，也转型为电力服务提供者；上海则实施“新能源电力优先调度+信号实时传输”机制，增强企业电力使用的可预测性和实时优化能力。

在企业层面，治理体系的优化已成为适应市场化改革的核心任务。一方面，企业可通过建立“电价-成本”动态分析模型，综合评估采购绿电、调峰电和低谷电的性价比，以实现成本最小化。另一方面，建议建设“源网荷储”一体化管理平台，动态匹配发电与用电需求，提升生产系统的调度柔性。此外，主动参与行业协会和标准制定流程，有助于企业掌握政策制定话语权，并提前适应如高能量密度储能产品的认证要求。在此基础上，通过部署 5G、物联网等新一代信息技术，对电价、电耗与设备能效进行实时监测，不仅可以提升治理透明度，还能有效降低运行风险，增强企业应对电力市场波动的能力。

## 第二节 电力行业核心议题

### 一、碳达峰与碳中和路径

当全球气候危机倒逼能源体系重构，“碳达峰、碳中和”已成为电力行业不可逆转的时代命题。这一使命要求彻底革新能源供给逻辑——以风电、光伏等清洁能源为主力构建新型电力系统，同步压缩煤电、燃油发电等传统化石能源的占比，推动电力生产从“高碳依赖”向“低碳主导”的系统性跃迁。

### 1. 多源互补

新型电力系统具有多源互补的特征，需要优化不同能源的组合，如协调风电、光伏、水电、火电、储能等多种能源，发挥各自优势，提升系统稳定性和可靠性。

我国广东阳江依托独特的区位优势，构建了当前国内最完整的能源矩阵，涵盖水电、核电、光伏、海上风电、陆上风电等 10 类电源，形成“风光水火气核储”全品类供给格局，已建成装机容量 2080 万千瓦，居广东省首位。其中清洁能源占比达 74%，远超全国平均水平。

- **海上风电：**海域规划装机超 4000 万千瓦，已并网 500 万千瓦，占广东省海上风电装机的 50%、全国的 1/7，成为南方区域最大海上风电基地；
- **核电：**中广核阳江核电站年发电量超 400 亿千瓦时，提供稳定基荷电力；
- **火电：**广东华厦阳西电厂等火电项目，在电力供应中起到了调峰和稳定供电的作用。

除此以外，还包括华润阳西龙高山风电、国电鹅岭风电、华能雷平风电及阳春市抽水蓄能等多种类型的电源，多能互补使阳江电网供电可靠性达 99.989%，综合线损率降至 4.2%，较传统单一能源系统效率提升 18%。

### 2. 源网协同

源网协同，即使得现有电网协同运行。为此，需要构建源网协同控制体系，实现发电侧与电网侧的深度协调与优化调度，以适应分布式发电与新能源的广泛接入。

在京津冀算力枢纽建设中，张家口怀来数据中心集群面临“双千兆挑战”——千万千瓦级算力负荷与千万千瓦级可再生能源消纳需求的同步落地。怀来合盈数据科技的解决方案具有突破性：

- **空间聚合技术：**将分布在 3 个县、半径 150 公里内的 9 个风光电场（总装机超 1.2GW）通过虚拟电厂技术进行集群管理，形成“云端电厂”虚拟实体；

- **动态消纳机制：**依托数字孪生调度平台，实时匹配算力中心负荷曲线与风光发电预测数据，实现“发电 - 输电 - 用电”的毫秒级协同。数据显示，该模式使绿电就地消纳率提升至 92%，较传统分散接入模式线损率降低 18%；
- **技术突破点：**首创“地市级绿电聚合单元”，通过 500kV 输电网络与 10kV 配电网的协同调度，解决了新能源远距离传输的稳定性难题。

### 3. 供需平衡

电力生产与消费的即时性，使得供需平衡始终是电力行业发展的核心命题。在新能源加速替代传统能源的进程中，风电、光伏等发电的间歇性与不稳定性，进一步加剧了电力供需的动态失衡难题。如何突破这一瓶颈？关键在于激活需求侧的灵活性资源，借助分布式智能电网与需求侧管理技术，实现电力供需两端的精准匹配与高效互动。

福建给出了极具创新性的解决方案。当地构建的新型电力负荷管理系统，深度融合物联网、5G 通信和大数据分析技术，打造省市两级协同的智慧调控中枢。这一系统如同电力网络的“智能管家”，能够将分散在商场、工业企业、居民社区的用电设备与储能装置，整合为可灵活调度的资源池。在夏季用电高峰时段，系统可实时监测并精准调控各类负荷，确保电网安全稳定运行。

厦门市特翔电新能源有限公司的实践是其中的典型范例。其搭建的虚拟电厂平台，聚合了 17 座电站总计 16 兆瓦的可调负荷资源。当电力供应趋紧时，这些分散的负荷资源可迅速响应调度指令，通过优化用电计划、降低非必要负荷等方式，释放出相当于新增发电容量的调节能力。这不仅有效缓解了电力供需矛盾，还为参与企业和用户开辟了新的收益渠道，真正实现了电力系统稳定、经济效益与用户体验的多赢局面。

### 4. 灵活智能

利用大数据、人工智能等技术手段，实现对电网的智能监测和优化控制，也是新型电力系统发展的重要方向。上文提到的阳江不仅通过大规模海上风电、火电与核电的多源互补、高效送出，有效提升能源利

用效率，还通过智能化的创新应用，进一步提升了电网的智能化水平。全球首台风渔一体化智能装备“明渔一号”在阳江建成，其单机每年可发电 4500 万度，能满足 2.3 万个家庭一年的用电，减少二氧化碳排放 3.8 万吨。风机吊装后，还将在离岸近百公里、水深近 50 米的环境中开展石斑鱼等高品质鱼种智能化养殖。新型电力系统正以超乎想象的创新形态，为“双碳”目标实现提供技术支撑，同时开启能源与产业协同发展的新蓝海。

表 3：电力行业环境维度的行动路径

领域分类	具体措施	目标/作用	关键挑战	实施路径
可再生能源开发与消纳	提升风光水等清洁能源发电占比，优化并网技术	提高非化石能源消费占比，降低弃风弃光率	电网灵活性不足、资源与负荷区域错配	建设特高压输电通道、推广智能调度系统、完善可再生能源配额制
煤电清洁化与灵活性改造	降低煤电机组碳排放强度，推动灵活性改造	煤电从“基荷电源”转向“调节性电源”，支撑新能源消纳	煤电存量规模大、改造成本高	推广超超临界技术、建立煤电容量补偿机制、试点“煤电+CCUS”技术
储能技术规模化应用	发展电化学储能、抽水蓄能、压缩空气储能等	2025 年新型储能装机 30GW，2030 年抽水蓄能装机 120GW	储能成本高、商业模式尚不清晰	推动“新能源+储能”强制配储政策、完善两部制电价机制、开展独立储能电站示范项目
污染物排放控制	严控火电厂 SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、颗粒物排放，推进超低排放改造	2025 年煤电超低排放机组占比超 90%	老旧机组改造难度大、脱硫脱硝设备运行成本高	强制淘汰未达标机组、推广高效脱硝催化剂技术、实施环保电价补贴
水资源管理与生态保护	减少火电耗水量、限制水电无序开发	2030 年火电单位发电量耗水下降 30%、保护流域生物多样性	西部煤电基地水资源短缺、水电开发导致鱼类洄游受阻	推广空冷技术、建设鱼类洄游通道、实施生态流量监控
生物多样性影响评估	评估风电场对鸟类迁徙、输电线路对栖息地的影响	降低风电项目鸟类撞击率、保护濒危物种	生态保护与能源开发冲突、监测技术不完善	建立风电场选址避让机制、采用雷达监测鸟类活动、推广生态友好型输电塔设计

领域分类	具体措施	目标/作用	关键挑战	实施路径
废旧电力设备回收利用	建立光伏板（含银、硅回收率>95%）、锂电池（锂回收率>90%）等回收体系	2030 年退役光伏板回收率达 100%、锂电池材料循环利用率超 80%	回收技术门槛高、市场化回收网络不健全	出台强制回收法规、研发高效回收技术、推行生产者责任延伸制度
气候变化适应性规划	提升电网抗灾能力、建设弹性调度系统	极端天气下供电恢复时间缩短至 24 小时内	台风/冰雪灾害频率增加、防灾投资成本高	制定电网防灾设计标准、部署分布式微电网、应用 AI 灾害预警系统
绿电交易与碳市场衔接	推动绿证、CCER 与全国碳市场协同	2025 年绿证交易量超 5000 万张、企业绿电消费占比提升至 20%	绿证与碳市场规则不统一	重启 CCER 交易、允许绿证抵扣碳配额履约、开发“绿电+碳金融”衍生品

## 二、电力安全保障，完善电力安全体系

进一步完善电力安全监管体系，包括建设完善电力安全治理体系、大电网安全风险管控体系、涉网安全管理体系、电力工程安全质量监管体系、电力应急管理体系、网络安全风险管控体系等，以确保电力系统安全稳定运行和电力可靠供应。其中，提升电网风险管理能力、强化用电测涉网风险管理能力、加强应对极端事件的能力尤为重要。

### 1. 提升电网风险管理能力

加强新型电力系统安全特性研究，推进新能源涉网模型库管理。强化规划阶段电网安全稳定计算分析，发挥系统运行方式分析作用，健全大电网稳定破坏风险专项管控机制。

国网青海超高压公司创新构建“地空天”三位一体电网防护网络，通过人机协同与智能监测技术的深度融合，打造全方位风险防控体系。该模式以“人工巡检为基础、无人机巡查为辅助、在线监测为核心”，形成覆盖输电线路全场景的立体化防护网络，使青海电网巡检效率提升 40%以上。

在具体实施中，青海公司采取差异化运维策略。针对青藏高原复杂地形与极端气候条件，制定分区域、

分时段的精准巡检方案。重点时段启动特巡机制，依托输电全景监控平台实现线路可视化轮巡，通过“人工实地排查+无人机空中侦察”的协同模式，精准定位设备隐患。巡检人员携带灭火装备开展流动巡查，重点清除线路走廊内易燃物，同步运用红外测温技术监测设备发热情况，对发现的隐患即时启动处置流程。

此外，青海公司强化政企联动机制，与沿线政府、社区建立联防联控体系，通过联合宣传、应急演练等方式提升群防群治能力。该立体防护体系运行以来，青海超高压电网故障发生率同比下降 35%，重大隐患排查效率提升 60%，为高海拔地区电网安全运行提供了可复制的防护范式。

## 2. 提升发电侧风险管控能力

加强新工况下发发电机组安全风险管控，排查治理发电厂全停隐患，强化新能源及新型储能涉网安全管理，完善水电站大坝相关制度，加强安全监测和隐患治理。

## 3. 强化用电侧涉网风险管理能力

电网企业严格审查用户接入系统安全性，调度机构加强技术监督，地方电力主管部门建立治理机制，组织用户落实风险管控措施。

## 4. 加强应对极端事件的能力

面对极端天气等迅速且剧烈的气象变化，以及电煤供应短缺等情况，电力系统需要具备足够的灵活性资源来保障电力电量平衡，如预留火电、储能等快速响应资源，以及气电、水电等异质资源，以应对瞬时功率缺额和长周期供需缺口。

国网武汉供电公司研发的“概率云”风险管控系统，构建了基于大数据与人工智能的电网安全防御体系。该系统深度融合历史气象数据、设备故障图谱及电网潮流分布等多维信息，通过 AI 算法建模实现对不同天气场景下电网运行风险的量化评估，可精准测算供需失衡、输电断面越限、电压波动等风险事件的发生概率及影响程度，并自动生成差异化管控策略。

自投入运行以来，“概率云”系统展现出显著的风险防控效能。在应对年初雨雪冰冻灾害时，系统通过提前 72 小时预测线路覆冰概率，辅助调度人员优化融冰方案，使武汉电网线路故障停运次数同比下降 33%，六级以上高风险隐患数量减少 50%。截至目前，系统累计辨识五级及以上电网风险 153 处，成功辅助完成 79 次电网运行方式调整与应急资源调配，推动电网风险管理从“事后处置”向“事前预警”转型。

该系统的核心创新在于将传统定性分析升级为定量评估——通过建立“气象-设备-负荷”多维度耦合模型，使风险评估准确率提升至 92% 以上，调度决策响应时间从 4 小时缩短至 30 分钟。这种数据驱动的智能防控模式，为超大城市电网应对极端天气与复杂工况提供了可复制的技术方案，有效提升了供电可靠性与系统韧性。

## 三、进一步完善电力市场建设

目前，清洁能源大范围优化配置的市场机制还有待进一步完善，目标建设能够确保各类电源同台竞价公平性，完善保障清洁能源优先消纳的市场机制。同时，加强省际灵活性资源互济共享，促进更大规模灵活性资源省际余缺互济，建立健全电碳市场协同发展机制，构建电力市场与碳市场、绿证市场协同运行体系。

### 1. 加快推动绿电市场建设

扩大绿电资源供给，研究带补贴新能源入市交易机制，出台全国性绿电低碳政策。建立绿电消费核算体系，增强绿电交易的国际认可度，推进绿电交易国际标准研究制定，利用区块链技术赋能绿电消费核算及认证。

区块链技术近年来迅速发展，已经在实际应用中，推动绿电消费。例如上海发布了绿色电力消费核算清单，构建形成国内标准统一、权威可信的绿电消费认证体系；广州供电局依托区块链技术探索绿电全流程溯源，确保绿电生产、传输数据可查可证，为企业提供透明化消费凭证。

## 2. 推进电力期货市场建设

结合我国国情推进电力期货市场建设，加强期货市场与现货、中长期市场的协同。开发符合新能源发电特点的期货合约，建立健全电力期货市场的风险防控机制，构建期货、现货市场协调机制，建立联合监管框架。

电力期货市场在欧美等发达国家发展较为成熟。例如，美国的电力期货市场是全球最大的电力期货市场之一，其交易活跃，品种丰富，涵盖了多个地区的电力合约。欧洲的电力期货市场也具有较高的活跃度和成熟度，如德国、法国等国家的电力期货交易在欧洲能源市场中占据重要地位。这些市场在价格形成、风险管理和市场监管等方面都积累了丰富的经验。

我国的电力期货市场尚处于起步阶段。随着电力体制改革的不断推进，电力市场化程度逐渐提高，对电力期货等金融工具的需求日益增加。目前，中国已在一些地区开展了电力现货市场试点工作，为电力期货市场的推出奠定了基础。上海期货交易所等也在积极开展电力期货的研究和筹备工作，未来中国电力期货市场有着广阔的发展空间。

### 第三节 电力行业的龙头企业

#### 一、传统电力龙头企业

2023 年，全球一次能源消费结构中，煤炭、石油、天然气、核能、水电和非水可再生能源的占比分别为 26.5%、31.6%、23.2%、4.0%、6.5%和 8.2%。我国目前的能源结构仍然是以煤炭为主，2023 年煤炭在一次能源消费中的占比为 53.8%，主要还是综合考虑中国自身煤炭资源禀赋、能源安全稳定供应、煤电成本优势及技术特性等因素的结果，遵循的是技术、市场和能源安全的逻辑。

#### 1. 火电龙头企业

在火电领域，几家大型企业凭借其庞大的规模和较高的市场份额占据着主导地位。例如中国华能集团有限公司，作为国内重要的火电龙头企业之一，拥有众多大型火力发电厂，装机容量庞大，在全国多个地

区布局有火电项目，其火电装机规模在行业内名列前茅，市场份额也较为可观。

这些火电龙头企业在火电领域具备显著优势。首先，它们拥有成熟的技术和丰富的运营经验。经过多年的发展，在火电设备的设计、安装、调试以及运行维护等方面积累了深厚的技术底蕴，能够确保发电机组高效、稳定运行，降低发电成本。其次，火电龙头企业具备强大的资源整合能力。它们与煤炭供应商建立了长期稳定的合作关系，在煤炭采购、运输等环节具有成本优势，能够保障煤炭的稳定供应，确保发电业务不受煤炭供应短缺的影响。

然而，随着能源结构调整和环保要求的日益严格，火电龙头企业面临着巨大的转型压力。一方面，“双碳”目标的推进，要求企业大幅减少碳排放。火电作为高碳排放的能源生产方式，受到政策的严格限制，企业需要投入大量资金进行节能减排技术改造，以降低污染物和碳排放。另一方面，新能源发电的快速发展，对火电市场份额形成挤压。风电、光伏等新能源发电成本不断降低，市场竞争力逐渐增强，火电在电力市场中的占比逐渐下降。火电龙头企业需要积极探索转型之路，向多元化能源结构发展，加大在新能源领域的投资和布局，以适应行业变革的趋势，实现可持续发展。

#### “五大”格局的形成背景

2002 年，国务院启动电力体制改革，实施“厂网分开”，将原国家电力公司的发电资产重组为五大发电集团（国家能源、中国华能、中国大唐、中国华电、中国电投），电网业务划归国家电网和南方电网。这一改革旨在打破垄断、引入竞争，推动电力行业市场化。

#### “五大”集团的发展轨迹

- **国家能源集团**（原国电集团与神华集团合并，2017 年）：2002 年国电集团成立后，以火电为主，2017 年与全球最大煤炭企业神华集团合并，形成“煤电一体化”的优势。2020 年后加速新能源布局，风电装机规模全球第一。
- **中国华能集团**：1985 年成立，中国最早的市场化发电企业；2000 年代通过并购快速扩张，火电装机长期居首；2015 年提出“绿色发展”战略，2022 年新能源装机占比超 40%。

- **中国大唐集团**：2002 年成立后以火电为主，但受煤炭价格波动影响较大；2018 年启动“二次创业”，重点发展海上风电、光伏，2023 年新能源装机占比达 35%。
- **中国华电集团**：2002 年成立后布局“水火共济”，2010 年进军燃气发电；2021 年提出“碳达峰”路线图，打造风光电基地，新疆、内蒙古项目成为标杆。
- **国家电投**（原中电投与国家核电合并，2015 年）：2015 年重组后成为唯一拥有核电资质的发电集团；光伏装机全球第一，主导青海塔拉滩光伏基地等国家级项目。

### 发展特点与趋势

2002-2015 年，从规模扩张到质量升级，五大集团通过兼并重组快速扩大火电装机，但同质化竞争严重；2015 年后，受环保政策约束，转向高效清洁火电（如超超临界机组）和新能源。2020 年“双碳”目标提出后，“五大”均将新能源装机占比目标定于 50% 以上。

### 2. 水电龙头企业

长江电力作为水电龙头企业，其发展历程见证了中国水电事业的崛起。公司前身为葛洲坝水力发电厂，随着三峡工程的建设与运营，长江电力不断发展壮大。依托三峡、葛洲坝等巨型水电站，长江电力逐步构建起庞大的水电资产版图，成为全球最大的水电上市公司之一。

在水电资源布局上，长江电力聚焦于长江流域的优质水能资源。三峡水电站装机容量达 2250 万千瓦，是世界上最大的水电站之一；葛洲坝水电站装机容量 271.5 万千瓦，两座电站均位于长江干流，水资源丰富且落差大，具备得天独厚的发电条件。此外，公司还积极参与金沙江下游梯级电站的开发与运营，乌东德、白鹤滩、溪洛渡、向家坝四座电站总装机容量达 4646 万千瓦，进一步巩固了其在水电领域的资源优势。

然而，水电企业也面临着一些挑战。气候变化对水电发电量的影响不容忽视，极端气候事件导致降水分布不均，来水情况不稳定，直接影响水电站的发电能力。部分地区水资源开发接近饱和，后续优质水电资源储备不足，企业扩张面临一定限制。此外，水电项目建设周期长、投资大，且易受到生态环保要求、移民安置等因素的制约，这些都给水电龙头企业的持续发展带来了一定压力。

## 二、新能源电力龙头企业

### 1. 光伏龙头企业

隆基绿能科技股份有限公司是光伏行业的领军企业之一，在技术优势方面表现卓越。公司持续投入研发，在单晶硅片技术上取得多项突破，其生产的单晶硅片转换效率处于行业领先水平，能够有效提高光伏发电的效率和发电量。通过不断优化拉晶、切片等工艺，降低硅片的生产成本，提升产品质量和稳定性，为客户提供更具性价比的光伏产品。

在市场份额上，隆基绿能凭借优质的产品和强大的品牌影响力，在全球光伏市场占据重要地位。其单晶硅片产品不仅在国内市场广泛应用，还大量出口至欧美、亚太等地区，深受客户信赖，市场占有率多年名列前茅。

在光伏产业链布局上，隆基绿能实现了全产业链覆盖。向上游延伸，布局硅料、硅棒等原材料生产环节，保障原材料的稳定供应，降低原材料价格波动对企业的影响；在中游专注于硅片、电池片的制造，不断提升生产工艺和产能规模；向下游拓展至光伏组件的生产与销售，以及光伏电站的开发、建设和运营，形成了完整的产业链闭环，增强了企业的市场竞争力和抗风险能力。

隆基绿能的发展前景广阔。随着全球对清洁能源的需求不断增长，光伏作为重要的可再生能源，市场潜力巨大。公司凭借技术和规模优势，有望在行业快速发展中持续受益。然而，企业也面临诸多挑战。行业竞争日益激烈，众多新进入者和其他竞争对手不断加大研发投入和产能扩张，对隆基绿能的市场份额构成威胁。政策变化也是一大挑战，各国光伏补贴政策的调整、贸易保护主义等因素，可能影响公司产品的市场需求和出口，给企业发展带来不确定性。

### 2. 风电龙头企业

明阳智慧能源集团股份公司是风电行业的佼佼者，在风电装机规模上成绩斐然。近年来，其风电装机容量持续攀升，在国内乃至全球风电市场都占据着显著份额。大量的风电场项目在全国各地落地，不仅为国家电力供应注入了源源不断的绿色动力，也彰显了企业在风电领域的强大实力。

在技术创新方面，明阳智能始终走在行业前沿。公司高度重视研发投入，组建了专业的科研团队，致力于攻克风电领域的关键技术难题。在风机设计制造上，不断优化叶片形状、齿轮箱传动效率等核心部件，提升风机的发电效率和稳定性。例如，其推出的大兆瓦级海上风电机组，单机容量不断增大，扫风面积更广，发电能力更强，能够更好地适应复杂多变的海上环境。

在发展趋势上，海上风电成为明阳智能重点布局的领域。随着海上风能资源的深入开发，海上风电凭借其风速稳定、不占用陆地资源等优势，展现出巨大的发展潜力。明阳智能积极投身海上风电项目的建设，不断提升海上风电技术和运维能力，加大在深远海风电领域的探索，推动海上风电向规模化、深远海化发展。

陆上风电领域，明阳智能也持续发力。针对不同地区的地形地貌和气候条件，研发出适应性更强的陆上风机产品。通过优化风机布局 and 智能控制系统，提高陆上风电的发电效率和经济效益。

然而，风电企业也面临着一系列问题。海上风电项目建设成本高昂，包括设备采购、安装施工、运维管理等环节都需要巨额资金投入。同时，海上风电技术仍在不断完善中，台风、海冰等极端海洋气象条件对风机的安全运行构成挑战。陆上风电则面临着土地资源限制、电网消纳困难等问题。部分地区由于土地规划和生态保护要求，可用于建设风电场的土地资源有限；而风电的间歇性和波动性，也给电网的稳定运行和电力消纳带来一定压力。

### 三、由传统向新能源转型的电力企业

#### 1. 转型背景与战略

传统电力企业向新能源转型，是顺应时代发展的必然选择，背后有着深刻的背景和原因。从政策层面看，“双碳”目标的提出，为能源行业设定了严格的碳排放限制，传统火电等高碳排的电力生产方式面临巨大减排压力。政策大力扶持新能源发展，给予补贴、优惠等政策支持，引导企业加快转型步伐。

从市场角度而言，新能源发电成本不断降低，市场竞争力日益增强。风电、光伏等新能源在技术进步和

规模效应的推动下，成本大幅下降，逐渐具备与传统能源竞争的实力。同时，随着全社会对清洁能源的需求不断增长，传统电力企业若不转型，将面临市场份额被挤压的风险。

面对这些挑战，传统电力企业纷纷制定转型战略。多元化能源组合是重要方向之一，企业加大在风电、光伏、生物质能等新能源领域的投资与开发，降低对传统火电的依赖，构建多种能源协同互补的供应体系。例如，一些火电企业在原有火电项目基础上，规划建设大型光伏电站和风电基地，实现能源结构的优化。

#### 2. 转型实践与成果

以传统火电龙头企业华能国际为例，其在向新能源转型的道路上积极探索，积累了丰富的实践经验并取得显著成果。

在新能源项目开发方面，华能国际大力拓展风电和光伏项目。近年来，公司在全国各地布局了多个大型风电和光伏基地。在内蒙古、新疆等地，凭借当地丰富的风能和太阳能资源，建设了大规模的风电场和光伏电站。这些项目的开发，不仅充分利用了当地的自然资源优势，也为公司新能源业务的发展奠定了坚实基础。

在项目运营上，华能国际注重技术创新和精细化管理。通过引入先进的智能监测和控制系统，对新能源项目进行实时监控和优化调度。例如，利用大数据分析技术，根据不同地区的气象条件和电力需求，精准调整风机的运行参数和光伏板的角度，提高发电效率。同时，加强运维团队建设，培养专业技术人才，确保新能源设备的稳定运行，降低设备故障率。

通过一系列的转型实践，华能国际取得了丰硕成果。新能源装机容量实现快速增长，在公司总装机容量中的占比逐年提高，逐步改变了公司以火电为主的能源结构。新能源发电量也随之大幅提升，为公司带来新的利润增长点。此外，公司的碳排放强度显著降低，在实现绿色低碳发展方面迈出坚实步伐，提升了企业的社会形象和市场竞争力。华能国际的转型实践为传统电力企业向新能源转型提供了可借鉴的成功范例，展示了传统电力企业在新能源时代积极变革、谋求发展的决心和能力。



## 第三章 电力企业的ESG案例

## 第一节 大唐集团

中国大唐集团有限公司是国务院国资委直接监管的特大型能源央企，成立于 2002 年，总部位于北京，主营业务涵盖电力、煤炭、金融、环保、新能源、氢能、储能等领域。2023 年底集团控股装机容量达 1.8 亿千瓦，其中清洁能源占比达到 46.2%。作为全国“双碳”目标和绿色发展的中坚力量，大唐正全面迈向“绿色低碳、多能互补、高效协同、数字智慧”的世界一流能源供应商目标。

### 一、战略融入：从顶层制度到基层机制的全链条设计

中国大唐将 ESG 理念融入企业战略与运营全局，构建了“决策层—统筹层—协调层—执行层”四级治理体系。ESG 相关议题纳入董事会日常运作，形成“议题识别—制度建立—目标设定—绩效考核”完整流程，贯穿战略制定、业务决策和岗位评价之中。各级单位在统一标准下根据业务特征细化执行路径，确保 ESG 落地不流于形式。

2023 年，集团建立 ESG 议题库、推进议题重要性分析，并结合外部评估持续优化信息披露内容与方式。此外，大唐积极参考国内外 ESG 信息披露标准体系，推动 ESG 管理标准化、流程化、透明化，为监管机构、投资者和利益相关方提供高质量 ESG 信息支持。

### 二、生态优先：以能源结构重塑推动绿色转型提速

面对绿色低碳转型任务，中国大唐多措并举推进能源结构优化。2023 年新增新能源投产 1141 万千瓦，超过年初目标的 123%，清洁能源装机比重持续提升，投产了全国最大高原山地能源基地、最大单机风电机组等重点工程。

传统能源方面，集团以绿色升级为突破口，系统推进煤电机组超低排放改造与灵活性调峰。托克托发电公司应用超超临界二次再热技术，供电煤耗降至 272 克/千瓦时（较改造前下降约 15 克/千瓦时），年减排二氧化碳超 100 万吨。通过“梯级用水+废水分类处理+蒸发结晶”工艺实现全厂废水 100%回收利用与零外排，年节水量相当于 200 万居民年用水量。

在废水治理方面，中国大唐构建了“梯级用水—废水分类处理—蒸发结晶”的闭环工艺流程。首先，通过梯级用水机制，根据不同工艺环节对水质的要求设置分级用水策略，如高温冷却优先使用循环水，清

洗等环节则使用再生水，最大限度提升水的重复利用率；随后，不同来源的废水被分流进入相应的预处理系统，针对性去除杂质与污染物，有效降低处理负荷；最后，通过蒸发结晶装置将高盐废水浓缩并转化为可控固体，实现“零排放”。这一流程在多个环节协同实现 ESG 目标：梯级用水环节减少对天然水源的依赖；分类处理提升污染控制效率，降低环境风险；蒸发结晶确保末端废水无害化处置。

在生态治理方面，中国大唐围绕煤电行业固废与扬尘难题，构建了“源头控制—过程管控—生态修复”协同路径。在内蒙古小流域治理项目中，企业首先将灰渣区域按流向进行地形重塑，通过“分级沉淀”技术引导雨水携带的灰渣逐层沉降，拦截重金属和细颗粒物；随后利用生态复垦工艺种植适应性强的灌草植被，恢复土壤结构并提升绿化率，实现从“灰色斑块”向“生态缓冲区”的转变。京津冀地区则通过建设全封闭煤仓与智能喷雾系统，从运输、存储、投料各环节实施颗粒物源头抑制，结合实时监测自动调节喷雾频次，控制扬尘排放。

在生物多样性保护方面，集团持续推动水源地保护与生态修复项目，通过生态缓冲带建设、野生动植物监测等措施，提升生态系统服务功能。

### 三、社会共建：将责任嵌入民生能源与乡村发展

中国大唐切实履行能源保供核心使命，2023 年全年发电量 5967 亿千瓦时，供热量 31998 万吉焦，在北京、陕西等重点地区保障城市电力供应，并为亚运会、中亚峰会等重大活动提供零事故保障。

乡村振兴方面，构建“教育-医疗-产业”三位一体帮扶体系，全年投入帮扶资金 9146 万元，实施 268 个项目，其中西藏玉麦乡“光储柴”微电网项目解决边境牧民用电难题，云南怒江草果加工厂带动 5000 户农户增收且产品溢价超 30%；通过采购脱贫地区农产品 5392 万元并建立 37 个定向采购基地，形成稳定产销链条。

在教育帮扶方面，中国大唐持续开展“点亮未来”助学计划，支持乡村学校改善教学环境；在医疗支持方面，集团组织专家团队赴基层义诊，推动健康扶贫走深走实。

员工关怀领域，持续推进“温暖工程”，依托数智化平台构建覆盖安全、健康、成长的全生命周期支持体系。

#### 四、治理赋能：构建多维治理体系支撑可持续落地

治理方面，大唐坚持“两个一以贯之”，构建了“1+3+5+N”制度体系和“1+2+2”行权体系。集团董事会设立五大专门委员会，涵盖战略投资、审计风控、薪酬考核等关键领域，外部董事占比达 62.5%，全年召开 12 次会议审议 60 项议题，形成“战略决策—风险防控—绩效反馈”闭环机制。中国大唐不断强化审计监督与风险管理，推动财务透明与内部控制机制建设，确保公司运营合规高效。

子公司治理同步推进，2023 年通过专项调研实现 31 家二级与 111 家三级企业董事会“应建尽建”，并分类建立常规型、风控型、合规型治理结构。

#### 五、数字转型：打造“数字大唐”驱动智慧低碳治理

“数字大唐”以三大基础底座（大唐云、数据湖、大唐盾）与三大应用平台（管理中枢、生产管理、经营管理）为核心架构，深度赋能 ESG 实践：数字孪生电厂提升设备故障预警准确率至 95%，降低煤耗 1.8%；能源现货交易决策平台覆盖 8 省电力市场，2023 年优化交易收益超 12 亿元；新能源大数据中心接入 5.2 万台设备，运维效率提升 40%；智能化煤矿应用 5G+AI 巡检实现风险分钟级响应；智慧档案系统整合 200 余项环保数据，建立排放指标实时监控与自动预警机制。

同时，大唐持续强化网络安全与数据隐私保护机制，确保数字化转型在安全、合规前提下高质量推进。

#### 六、综合价值：形成可持续发展战略闭环

中国大唐以扎实的制度根基和技术支撑，将 ESG 从战略目标转化为贯穿全业务链的系统工程。集团通过环境友好型发展模式、可复制的乡村振兴机制、组织化的治理体系与平台化的数字方案，走出一条“国有企业可持续转型”的实践路径。其在环境治理、社会共建、企业治理、绿色技术等方面的经验，已成为高碳行业绿色转型的重要样板，也为其他行业实现绿色转型提供了清晰方向与结构化借鉴。

#### 第二节 Enel 集团

作为全球最大的综合电力和天然气运营商之一，意大利国家电力公司（Enel）在能源行业向可持续性转型方面处于领先地位。通过分析 Enel 的战略，可以看到该公司在促进可再生能源、减少碳排放、推动包容性增长以及维护良好治理标准方面的重要角色。

##### 一、环境维度

##### 减排目标：

Enel 集团设定了到 2040 年实现净零排放的宏伟目标，并已获得科学碳目标倡议（SBTi）的 1.5°C 认证。这一目标不仅涵盖了范围 1 和范围 2 的直接排放，还包括了范围 3 的价值链排放。

- 到 2030 年，将二氧化硫（SO<sub>2</sub>）的排放量较 2017 年基准减少 75%，粉尘排放量减少 85%，氮氧化物（NO<sub>x</sub>）排放量减少 70%。
- 到 2023 年，发电相关的范围 1 温室气体排放强度为 160 克二氧化碳当量/千瓦时，比 2017 年减少了 56.2%。

##### 实施路径：

- 逐步淘汰燃煤发电：计划在 2027 年前完全退出燃煤发电。
- 可再生能源发展：到 2040 年实现 100% 可再生能源发电目标。2023 年，可再生能源发电量占总发电量的 54.4%。
- 退出天然气销售：到 2040 年，退出向终端客户销售天然气，同时推动能源电气化。
- 生物多样性保护：Enel 积极参与 WWF 推动的 CLEANaction 联盟，评估和减轻可再生能源项目对生物多样性的潜在影响。
- 水资源管理：Enel 持续监测水资源紧张地区的发电厂，并采用 ISO 14001 认证的环境管理体系，确保有效利用水资源。

- 废物管理：Enel 致力于减少运营过程中的有害废物，并优先使用可确保最终废物中不含有害元素的化学品。通过技术方案选择和采购，减少危险废物产生，并计划随着燃煤发电的逐步淘汰，完全消除热电厂相关的危险废物。
- 循环经济：Enel 正在实施循环经济措施，包括延长产品寿命，回收利用报废材料，并在风能、太阳能和电池储能领域探索新的循环经济方法。

## 二、社会维度

Enel 致力于遵守国际人权标准，包括《世界人权宣言》和国际劳工组织公约。

**人权政策：**Enel 制定并推行覆盖全球业务的人权政策，严格参照《世界人权宣言》和《国际劳工组织公约》。

- 在项目审批阶段，要求开展人权尽职调查，识别潜在风险，如原住民土地权利、劳工条件等。
- 建立“人权申诉渠道”和定期评估机制，覆盖所有主要业务区域。

**员工健康与安全：**Enel 实施全面的健康与安全管理体系，通过培训、监控和数字化工具确保员工和承包商的安全。特别关注心理健康，推广身心健康和工作生活平衡。采用“Extra Checking on Site (ECoS)”工具进行现场检查，以识别改进机会并分享最佳实践。

**多元化与包容：**Enel 致力于促进多元化、包容性和公平，并通过章程和内部政策保护员工权利。

- 设立量化目标，例如女性在领导岗位的占比、残疾员工的招聘比例等。
- 开展针对少数群体的职业发展项目（如导师制、职业晋升通道）
- 鼓励多样化招聘流程，并为招聘官提供反偏见培训。

**客户健康与安全：**Enel 致力于保护客户健康与安全，所有产品均符合高标准和法规要求。所有产品在设计初期就纳入健康与安全因素。

- 建立从研发、设计到售后全过程的产品安全评估流程；
- 强制第三方产品安全认证；
- 对电力终端设备进行防火、防爆、防电击等测试，并在高风险区域部署快速响应机制。

**风险管理：**Enel 建立了综合风险管理框架，基于风险方法和网络安全设计原则，确保所有资产的安全。

- 所有项目在规划阶段需进行多维度风险评估，包括网络安全、自然灾害、合规等维度；
- 成立网络安全专责委员会，由首席执行官亲自领导，确保集团战略层面对关键基础设施进行实时监控与防护；
- 实施“网络安全设计原则”，确保在产品与服务的架构阶段就引入安全保障机制。

## 三、治理维度

**公司治理框架：**Enel 采用符合国际最佳实践的公司治理系统，确保透明度和责任。Enel 建立了综合风险管理框架，基于风险方法和网络安全设计原则，确保所有资产的安全。Enel 遵循包括《道德准则》、零容忍腐败计划和全球合规计划等合规程序，并有举报违规行为的渠道。Enel 还设立了网络安全委员会，由集团首席执行官担任主席，负责监督网络安全战略的实施。

Enel 遵循国际最佳实践，实施双重监管机制与责任划分清晰的董事会架构：

- 拥有独立董事占多数的董事会；
- 设立审计、薪酬、可持续发展等专门委员会；
- 通过定期的股东大会、问责机制、非财务信息披露等工具提升透明度。

**可持续融资：**Enel 积极运用可持续金融工具，如绿色债券和可持续发展挂钩债券。

Enel 集团在 ESG 方面的承诺不仅体现在战略层面，更贯穿于具体的运营实践中。通过持续创新、透明的沟通和积极的利益相关者参与，Enel 致力于推动能源转型，并在全球范围内实现可持续发展。

## 参考资料

1. 国家能源局. (2023). 《2023 年电力工业统计年报》
2. 国家能源局. (2023). 《2023 年全国电力工业统计数据汇总》
3. 国家统计局. (2024). 《中国能源发展报告 2023》
4. 国家发展改革委. (2023). 《“十四五”现代能源体系规划》
5. 国家发展改革委、国家能源局. (2024). 《煤电低碳化改造建设行动方案（2024-2027 年）》
6. 国务院办公厅. (2024). 《2024-2025 年节能降碳行动方案》（国发〔2024〕12 号）
7. 国家发展改革委、国家能源局. (2025). 《关于深化新能源上网电价市场化改革 促进新能源高质量发展的通知》（发改价格〔2025〕136 号）
8. 工业和信息化部等八部门. (2025). 《新型储能制造业高质量发展行动方案》（工信部联电子〔2025〕7 号）
9. 工业和信息化部. 《电力设备行业高质量发展标准（征求意见稿）》
10. 国家能源局、中央网信办. (2025). 《绿色电力与算力协同推进试点意见》
11. 河南省发展改革委. 《支持新能源消纳差异化电价机制试点的通知》
12. 申能集团. 《上海市张江人工智能岛绿色供能案例》
13. 四川省能源局. (2024). 《煤电碳捕集与封存试点实施方案（2024 年）》
14. 国际可再生能源署 (IRENA) . (2024). 《全球可再生能源展望》
15. 中国电力企业联合会. (2024). 《新能源技术发展白皮书》
16. 中国电力企业联合会. (2023). 《“双碳”行动年度报告（2023）》
17. 中国大唐集团. (2023). 《2023 年社会责任报告》
18. 国家能源局. 《企业 ESG 信息披露指南（试行）》
19. Enel Group. (2024). Environmental Policy 2024
20. ESG focus for Investors 2024
21. SUSTAINABILITY REPORT 2023

# INTRODUCTION



## 关于上海现代服务业联合会

上海现代服务业联合会，是由本市主要从事服务业的行业协会、学会、商会等社会组织及企事业单位自愿组成的跨行业、跨领域的综合性枢纽型非营利社团组织。拥有会员单位1500余家，其中200余家为行业协会、学会、商会等社会组织，覆盖了金融、信息、科技、商务、生产、公共、专业服务等多个领域，基本囊括上海市服务业的所有行业。

以联合会为主发起设立了上海现代服务业企业促进中心、上海经贸商事调解中心、上海现代服务业发展研究院、上海现代服务业发展基金会、上海现代服务业标准创新发展中心等五个民非实体机构，并牵头成立长三角现代服务业联盟，具有全面服务社会、助推经济发展的综合实力和核心竞争力。

2024年3月，上海市商务委关于印发《加快提升本市涉外企业环境、社会和治理（ESG）能力三年行动方案（2024-2026年）》，明确上海现代服务业联合会承担着“加大对ESG理念的宣传力度”的主要任务。



## 关于荣续ESG智库研究中心

荣续ESG智库研究中心，致力于推动“绿色共赢”的可持续发展理念，成为企业ESG发展的长期伙伴。我们通过ESG行业研究、优秀案例研究、政策和标准研究、热点和趋势分析等，解决气候变化、环境、社会、公司治理等领域的信息缺乏或信息不对称的问题，为企业提供可落地、可复制、可持续的ESG解决方案，帮助企业践行ESG理念，创造长期价值。

荣续智库研究中心汇聚了各行业的ESG专家和研究员，他们在各自领域拥有丰富经验和卓越能力。这些专家大部分是来自品职教育的ESG持证学员。品职教育拥有超过百万的活跃ESG学习社群，以及超过3万名ESG人才组成的人才库，是荣续智库坚实的人才资源。

荣续智库将继续发挥行业经验，秉持深刻洞察力和强大执行力，帮助企业将ESG有效整合到核心战略中，助力企业在ESG领域实现突破，创造社会和经济双重价值。

## ESG白皮书系列

- |                   |                    |                    |                  |  |
|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|--|
| 01 纺织服装行业ESG白皮书   | 13 包装印刷行业ESG案例白皮书  | 25 银行绿色金融行业ESG白皮书  | 37 酒旅行业ESG白皮书    | 49 基建行业ESG白皮书                            |
| 02 食品饮料行业ESG白皮书   | 14 家电行业ESG白皮书      | 26 跨境电商行业ESG白皮书    | 38 零碳产城融合项目发展白皮书 | 50 气候金融ESG白皮书（基础篇）                       |
| 03 汽车行业ESG白皮书     | 15 美妆行业ESG白皮书      | 27 光储充行业ESG白皮书     | 39 零碳产城融合项目案例白皮书 | 51 气候金融ESG白皮书（实务篇）                       |
| 04 化工行业ESG白皮书     | 16 钢铁行业ESG白皮书      | 28 电子元器件分销行业ESG白皮书 | 40 白酒行业ESG白皮书    | 52 新能源汽车行业ESG白皮书（电池类）                    |
| 05 环保行业ESG白皮书     | 17 物流及航运物流行业ESG白皮书 | 29 建筑材料行业ESG白皮书    | 41 电力行业ESG白皮书    | 53 新能源汽车行业案例白皮书（电池类）                     |
| 06 新能源行业ESG白皮书    | 18 航空物流行业ESG白皮书    | 30 通信服务行业ESG白皮书    | 42 物业行业ESG白皮书    | 54 新能源汽车行业ESG白皮书（氢能·<br>甲醇·生物质·天然气·太阳能类） |
| 07 半导体行业ESG白皮书    | 19 建筑行业ESG白皮书      | 31 通信设备行业ESG白皮书    | 43 有色金属行业ESG白皮书  | 55 医养康行业ESG白皮书                           |
| 08 医药行业ESG白皮书     | 20 储能行业ESG白皮书      | 32 家居装饰行业ESG白皮书    | 44 零碳物流园区发展白皮书   | 56 公共建筑行业ESG白皮书                          |
| 09 财会行业ESG白皮书     | 21 机械储能行业ESG白皮书    | 33 互联网教育行业ESG白皮书   | 45 零碳园区发展白皮书     | 57 智能制造行业ESG白皮书（航空航天）                    |
| 10 金融“一带一路”ESG白皮书 | 22 电化学储能行业ESG白皮书   | 34 医疗器械行业ESG白皮书    | 46 传媒行业ESG白皮书    | 58 微电网与虚拟电厂行业ESG白皮书                      |
| 11 包装行业ESG白皮书     | 23 化学储能行业ESG白皮书    | 35 医疗卫生行业ESG白皮书    | 47 造纸行业ESG白皮书    | 59 中国企业出海ESG白皮书（更新版）                     |
| 12 印刷行业ESG白皮书     | 24 出海欧盟 行业ESG白皮书   | 36 康复辅具行业ESG白皮书    | 48 煤炭行业ESG白皮书    | 60 零碳园区案例白皮书（系列）                         |

合作咨询请联系  
(扫码添加联系人)



欢迎关注荣续ESG智库研究中心  
为您提供最新的ESG资讯  
共同探索可持续发展的未来

