

# 数智赋能碳中和与能源革命

## 张波

中国科学院电工研究所  
中国科学院大学  
2025年

18600033654  
[zhangbo@mail.iee.ac.cn](mailto:zhangbo@mail.iee.ac.cn)



中国科学院大学  
University of Chinese Academy of Sciences

# 课程总览



一 碳中和与能源革命定义



二 数智化定义



三 数智化赋能碳中和典型案例



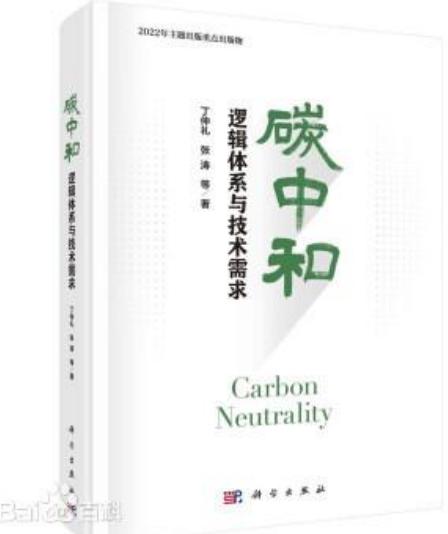
四 碳中和时代的能源新体系



五 碳中和时代的新机遇



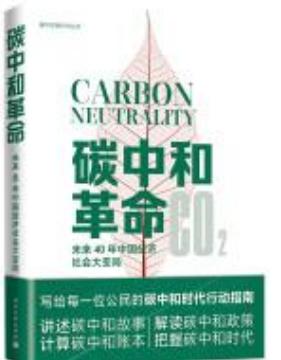
# 参考书



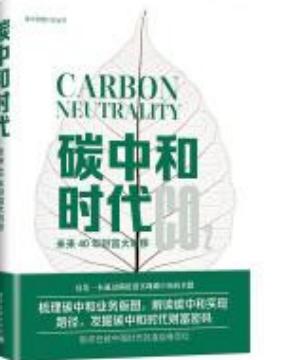
**《碳中和逻辑体系与技术需求》**  
**丁仲礼、张涛等著**  
科学出版社  
丁仲礼:全国人大常委会副委员长  
民盟中央主席  
原中国科学院副院长  
原中国科学院大学校长  
张涛:原中国科学院副院长



**《全球能源转型背景下的中国能源革命》**  
**国务院发展研究中心  
壳牌国际有限公司 著**



**《碳中和革命：  
未来40年中国经济社会大变局》**  
**曹开虎, 粟灵 著**  
电子工业出版社



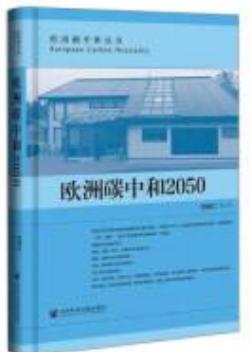
**《碳中和时代：未来40年财富大转移》**  
**汪军 著**  
电子工业出版社



**《气候经济与人类未来》**  
**比尔·盖茨**  
中信出版社



**《欧洲能源转型万里行》**  
**何继江**  
清华大学能源转型研究中心常务副主任  
社会科学文献出版社



**《欧洲碳中和2050》**  
**何继江**  
社会科学文献出版社出版



**《未来能源：能源革命的战略机遇期》**  
**杰森·辛克 著, 孙克乙 译**  
中国科学技术出版社



**《零碳社会》**  
**杰里米·里夫金**  
中信出版社

- 1. 我们为什么要提出碳中和?**
- 2. 我们凭什么能够实现碳中和?**
- 3. 数智如何赋能碳中和与能源革命?**
- 4. 碳中和世界是怎样的一幅画面?**
- 5. 碳中和时代下, 国际能源格局将会如何演变?**
- 6. 面对未来世界我们该如何做? 如何规划自己的未来?**

1

## 世界各国碳中和战略

2

## 中国宣言

3

## 零碳大博弈

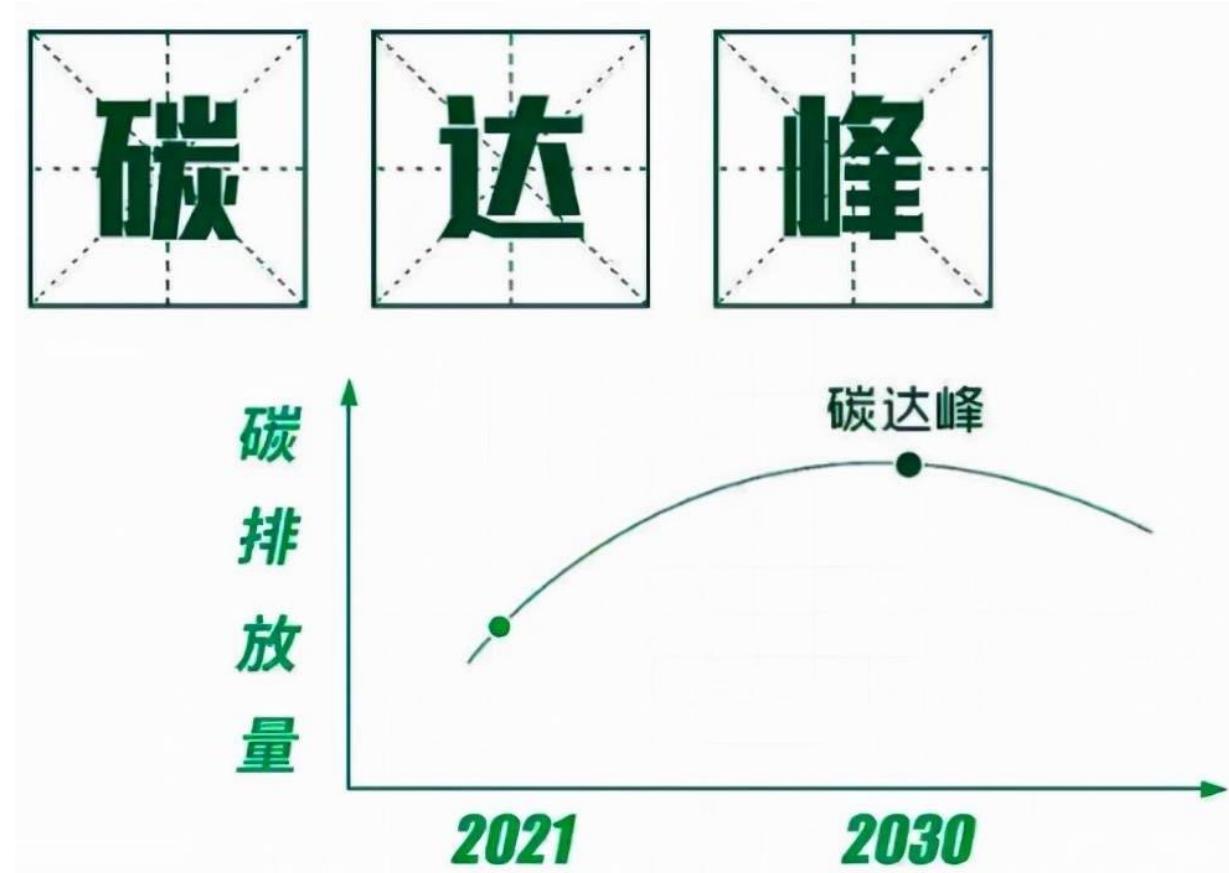
4

## 重塑中国

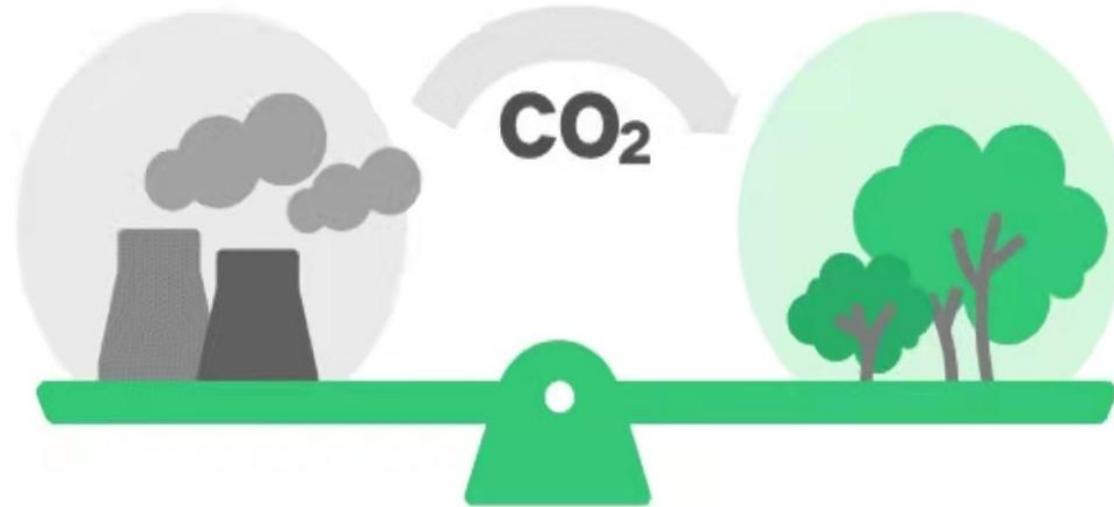
**碳达峰：二氧化碳排放达到峰值后不再增长，实现稳定或开始下降。**

2017年世界49个国家实现了碳达峰，占全球碳排放总量的36%，其中欧盟已于20世纪90年代实现碳达峰，峰值为45亿吨；美国在2007年实现了这一目标，峰值为59亿吨。

而我国实现碳达峰的预测峰值将超过110亿吨。



碳中和定义：



在一定空间区域（如一国、一省市甚至一企业园区）范围内，其排放的碳与通过自然过程和人为过程固定的碳在数量上相等，即达到净零排放状态。

其中的碳：主要指二氧化碳。甲烷由于在确定其来源，以及监测、测量等方面技术支撑不足，尚难精确定其排放主体。《碳中和逻辑体系与技术需求》丁仲礼 张涛等著 p73

方法1：通过清洁能源取代化石能源、提升能效等方式降低碳排放

方法2：通过植树造林、CCUS(carbon capture and storage)碳捕集、利用与封存技术提升碳去除水平。

# 1.1 中国宣言



2020年5月，国家主席习近平在第75届联合国大会中提出，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，中国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。

2021年10月24日，《中共中央国务院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》明确指出：2030年我国非化石能源消费比重25%，实现碳达峰，2060年达80%，实现碳中和。



2022年10月16日，习近平总书记在党的二十大报告中强调：“积极稳妥推进碳达峰碳中和。立足我国能源资源禀赋，坚持先立后破，有计划分步骤实施碳达峰行动。”

2020年，中国碳排放强度比2005年下降48.4%，超额完成向国际社会所作的承诺目标（哥本哈根会议上中国承诺40-45%）。2021年，我国煤炭占能源消费总量的比重由2005年的72.4%下降到56%，非化学能源消费比重达16.6%，可再生能源发电装机突破10亿千瓦，风、光、水、生物质发电装机容量稳居世界第一。

# 1.1 中国宣言



2024年1月25日，国务院总理李强签署第775号国务院令，公布《碳排放权交易管理条例》，自2024年5月1日起施行。



重点内容



数据质量



机会与风险

# 一件大事：



碳排放权交易是通过市场机制控制和减少二氧化碳等温室气体排放、助力积极稳妥推进碳达峰碳中和的重要政策工具。近年来，我国碳排放权交易市场建设稳步推进。2011年10月在北京、**天津**、上海、重庆、广东、湖北、深圳等地启动地方碳排放权交易市场试点工作，2017年12月启动全国碳排放权交易市场建设，2021年7月全国碳排放权交易市场正式上线交易。上线交易以来，全国碳排放权交易市场运行整体平稳，**年均覆盖二氧化碳排放量约51亿吨，占全国总排放量的比例超过40%**。截至2023年底，全国碳排放权交易市场共纳入**2257家发电企业**，累计成交量约**4.4亿吨**，成交额约**249亿元**，碳排放权交易的政策效应初步显现。与此同时，全国碳排放权交易市场制度建设方面的短板日益明显。此前我国还**没有**关于碳排放权交易管理的**法律、行政法规**，全国碳排放权交易市场运行管理依据国务院有关部门的规章、文件执行，立法位阶较低，权威性不足，难以满足规范交易活动、保障数据质量、惩处违法行为等实际需要，急需制定专门行政法规，为全国碳排放权交易市场运行管理提供明确法律依据，保障和促进其健康发展。党的二十大报告明确提出健全碳排放权市场交易制度。制定《条例》是落实党的二十大精神的具体举措，也是我国碳排放权交易市场建设发展的客观需要。

# 天津排放权交易所



## 01.

### 深入碳市场知识普及工作

- 解读宣贯碳市场政策
- 宣传培训排放权原理
- 讲解注册登记系统应用与管理

## 02.

### 提升碳资产管理能力

- 培训碳排放权交易基础知识
- 培训碳排放核算与报告
- 培训碳资产管理

## 03.

### 提高碳市场交易能力

- 分享控排企业交易及碳资产管理案例
- 提升企业交易积极性和参与能力
- 培训如何防控碳市场风险

## 04.

### 增加碳市场人才储备

- 编制教材培养师资
- 建立人才培养及考评机制
- 跟踪培训效果



2016年9月5日，国家发改委同意天津市发改委委托天津排放权交易所设立全国碳市场能力建设（天津）中心。2016年9月6日，全国碳市场能力建设（天津）中心正式授牌成立，国家发改委应对气候变化司、天津市发改委有关领导及国际大型油气公司高管出席仪式并为天津中心授牌。

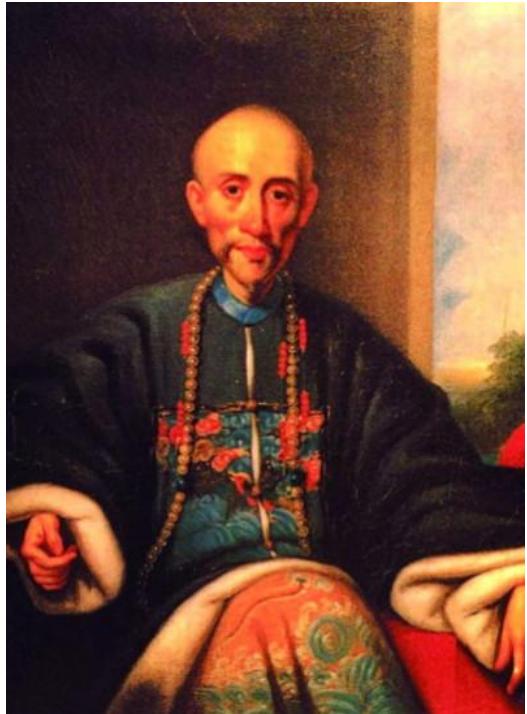
### 天津综合性环境权益交易机构

全国首家综合性环境权益交易机构，是一个利用市场化手段和金融创新方式促进节能减排的国际化交易平台。天津排放权交易所位于国务院批准的国家综合配套改革试验区——天津滨海新区。国家在金融、土地、行政改革等方面的改革试点，安排在滨海新区先行先试。

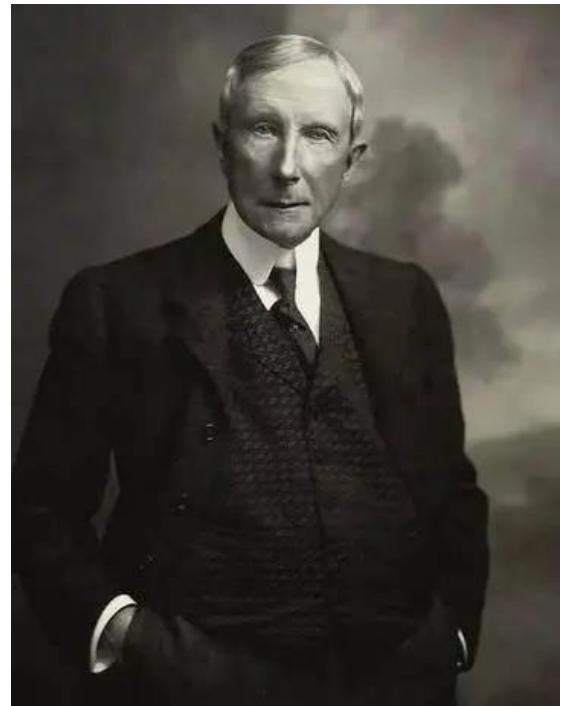
# 一 什么是碳中和



□ 一次次能源和信息革命成就了一代代世界首富，碳中和的时代背景下成就了马斯克的特斯拉公司。



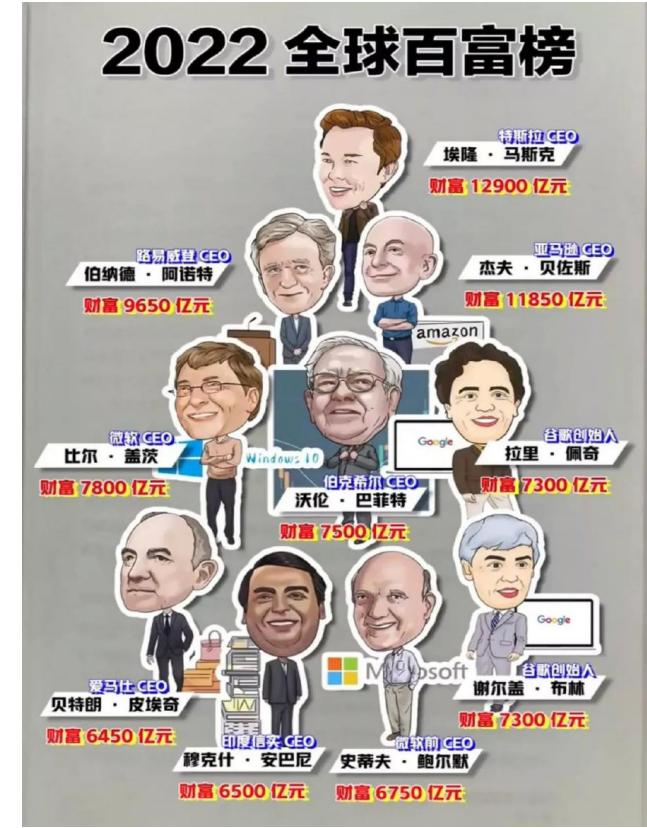
1821年世界首富  
伍秉鉴，清朝  
前工业时代广州十三行商人



1921年世界首富  
洛克菲勒 美国  
石油大亨



2021年世界首富  
埃隆·马斯克 美国  
特斯拉等公司



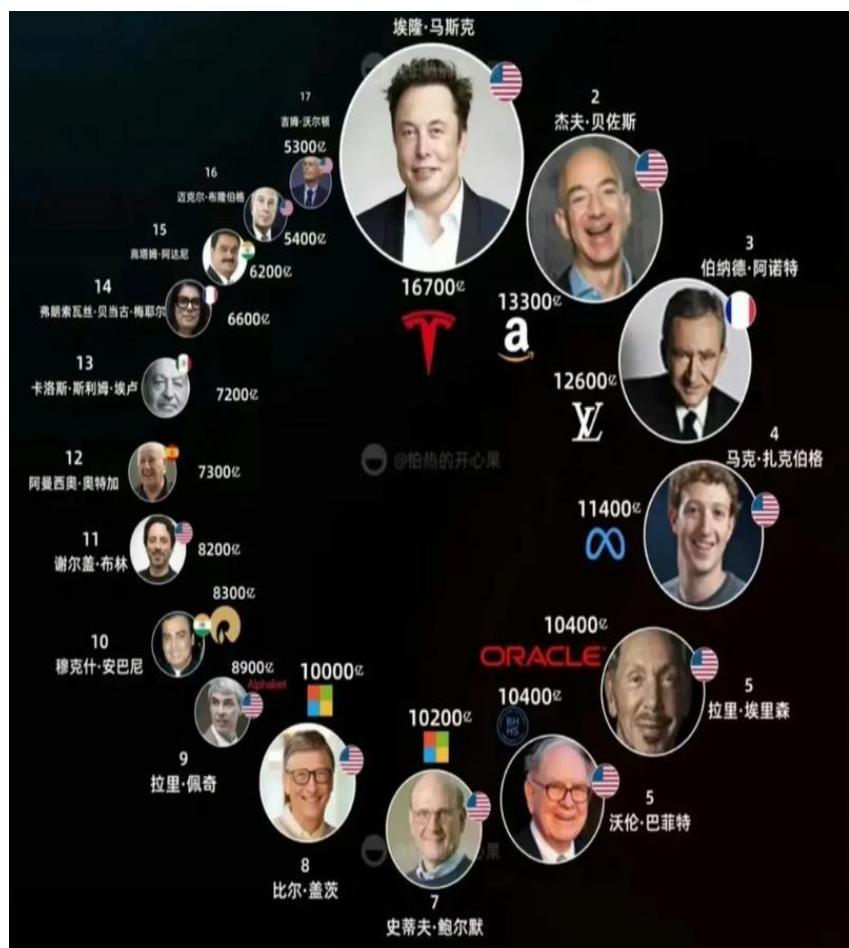
2022年世界首富  
埃隆·马斯克 美国  
特斯拉等公司



## 《2023胡润世界500强》

排名	中文名	国家
1	沃尔玛	美国
2	沙特阿美公司	沙特阿拉伯
3	国家电网有限公司	中国
4	亚马逊	美国
5	中国石油天然气集团有限公司	中国
6	中国石油化工集团有限公司	中国
7	埃克森美孚	美国
8	苹果公司	美国
9	壳牌公司	英国
10	联合健康集团	美国

## 2025年胡润全球富豪排行榜



## 前十名

排名	姓名	财富 (亿元人民币)	财富变化	主要公司	年龄	居住国
1-	埃隆·马斯克	30,700	82%	特斯拉	53	美国
2-	杰夫·贝佐斯	19,400	44%	亚马逊	61	美国
3↓	马克·扎克伯格	17,700	53%	Meta	40	美国
4↑	拉里·埃里森	14,800	41%	甲骨文	80	美国
5-	沃伦·巴菲特	12,200	16%	伯克希尔·哈撒韦	94	美国
6↑	拉里·佩奇	12,000	33%	Alphabet	51	美国
7↓	伯纳德·阿诺特	11,500	-10%	酩悦·轩尼诗-路易·威登	75	法国
8↓	史蒂夫·鲍尔默	11,400	10%	微软	68	美国
9*	谢尔盖·布林	10,800	30%	Alphabet	51	美国
10↓	比尔·盖茨	10,400	4%	微软	69	美国

来源：《2025胡润全球富豪榜》

↑对比去年排名上升 ↓对比去年排名下降 ↗对比去年排名不变 \*对比去年新进前十

## 中国、美国和印度比较

	中国	美国	印度
十亿美金企业家人数 (按居住地)	823	870	284
新面孔	91	96	45
落榜者	82	17	27
第一大居住城市	上海 (92)	纽约 (129)	孟买 (90)
总财富占比	16%	42%	7%
进入前100名的人数	12	45	7
女性十亿美金企业家人数	180	130	22
移居海外的十亿美金企业家人数	66	22	42
从其他国家移居本国的十亿美金企业家人数	10	206	6
白手起家比例	90%	71%	56%
前三大行业的分布			
工业产品 (98) 金融服务 (170) 医疗健康 (53)			
消费品 (95) 传媒与娱乐 (111) 消费品 (35)			
医疗健康 (73) 软件与服务 (106) 工业产品 (32)			

来源: 《2025胡润全球富豪榜》

## Top 20 中国城市

	城市	十亿美金企业家人数	人数变化
1↑	上海	92	+5
2↓	北京	91	0
3-	深圳	85	+1
4-	香港	74	+9
5-	台北	48	+3
6-	杭州	41	-2
7-	广州	36	-3
8-	宁波	22	0
9↑	长沙	19	+2
10↓	苏州	17	-1
11↑	佛山	14	-1
12↓	成都	12	-4
13-	厦门	9	-1
13-	绍兴	9	-1
13-	无锡	9	-1
16-	常州	8	0
16↓	重庆	8	+1
16*	福州	8	+2
19↑	宁德	7	0
19↑	温州	7	0
19↑	烟台	7	0 Since 1999
19↓	东莞	7	-1
19↓	嘉兴	7	-1
19*	合肥	7	+1

来源: 《2025胡润全球富豪榜》

↑对比去年排名上升 ↓对比去年排名下降 -对比去年排名不变 \*对比去年新进前20名

## Top 20 中国企业家

中国排名	中国排名变化	姓名	财富 (亿元人民币)	财富变化	世界排名	主要公司	年龄	居住城市
1	3	张一鸣	4,350	76%	22	字节跳动	42	新加坡
2	-1	钟睒睒	4,050	-13%	24	养生堂	71	杭州
3	0	马化腾	3,200	26%	31	腾讯	54	香港
4	4	曾毓群	2,700	61%	38	宁德时代	57	宁德
5	-3	黄峥	2,650	-32%	39	拼多多	45	上海
6	0	何享健家族	2,550	25%	41	美的	83	佛山
7	-2	丁磊	2,400	14%	43	网易	54	杭州
8	17	雷军	2,200	114%	50	小米	56	北京
9	-3	李嘉诚、李泽钜父子	2,100	4%	56	长江实业	97, 61	香港
10	0	李书福家族	1,700	5%	78	吉利	62	杭州
11	5	赵长鹏	1,600	22%	85	币安	47	迪拜
11	0	马云家族	1,600	5%	85	阿里系	61	杭州
13	9	王传福	1,550	40%	93	比亚迪	59	深圳
13	5	吕向阳、张长虹夫妇	1,550	24%	93	融捷	63, 64	广州
15	-2	张刚家族	1,450	5%	105	信发铝电	44	聊城
15	-4	严昊	1,450	-5%	105	太平洋建设	39	南京
17	-4	李蔡美灵家族	1,400	0%	112	李锦记	95	香港
18	12	张志东	1,300	38%	118	腾讯	53	深圳
18	2	陈建华、范红卫夫妇	1,300	13%	118	恒力	54, 58	苏州
18	-5	秦英林、钱瑛夫妇	1,300	-5%	118	牧原	60, 59	南阳

来源: 《2025胡润全球富豪榜》 Since 1999

# 一 什么是碳中和



- 特斯拉公司(1.13万亿)，市值超过3个丰田、8个奔驰、13个宝马。
- 宁德时代可与中国石油比肩、光伏新星隆基股份市值不断飙升。



1.03万亿

电动汽车



TOYOTA



Mercedes-Benz



传统油车



LONGi 隆基



- 双碳战略目标下，我们每个人都将是这场能源大变革的时代弄潮儿

口 发达国家从碳达峰到碳中和大约需要60年，留给我国的却是仅仅一半的时间和超过一倍的峰值，加上我国面临经济社会现代化建设和碳减排的双重挑战，实现“双碳”目标任重而道远。

国家或地区	碳峰值	碳达峰	碳中和
欧盟	45亿吨	1990年	2050年
美国	59亿吨	2007年	2050年
中国	110亿吨	2030年	2060年
日本	14亿吨	2013年	2050年
韩国	7亿吨	2018年	2050年

## — 双碳目标加入立法国家：60个



将碳中和碳减排目标加入立法的国家							基线年: 1990; 减排量: 55%							基线年: 2005; 减排量: 26%									
国际能源网/制表							2022/6/26	2030	2050	碳中和	2022/5/2	/	无	2030	减排量(较BAU): 18.3%	2022/4/26	2030	减排量(较BAU): 18.3%	2050	减排量: 较BAU低12.67%~15.69%(无条件);减排量: 35.06%~36.75%(国际支持下)			
序号	国家	区域	更新时间	中期目标(年)	最终目标(年)	最终目标	22	摩纳哥	欧洲	2022/3/15	2030	减排量(较BAU): 21%	2053	碳中和	43	摩洛哥	非洲	2022/5/31	2030	减排量: 较BAU低11.49%~13.75%(无条件);减排量: 29%~30.89%(国际支持下)	2050	减排量: 较BAU低12.67%~15.69%(无条件);减排量: 35.06%~36.75%(国际支持下)	
1	爱尔兰	欧洲	2022/5/22	2030	基线年: 1990; 减排量: 55%	2050	碳中和	23	土耳其	亚洲	2022/5/24	2030	其他	2040	碳中和	44	吉尔吉斯斯坦	亚洲	2022/5/31	2030	减排量: 较BAU低29%~30.89%(国际支持下)	2050	减排量: 较BAU低12.67%~15.69%(无条件);减排量: 35.06%~36.75%(国际支持下)
2	丹麦	欧洲	2022/5/20	2030	基线年: 1990; 减排量: 70%	2050	碳中和	25	巴巴多斯	拉丁美洲	2022/5/22	2030	基线年: 2008; 减排量: 70%	2030	碳中和	45	喀麦隆	非洲	2022/6/9	/	无	2030	减排量较观察35%
3	韩国	亚洲	2022/6/22	2030	基线年: 2017; 减排量: 24.4%	2050	碳中和	26	多米尼加	拉丁美洲	2021/11/2	2025	基准年: 2014年; 减排量: 39.2%	2030	减排量: 44.7%	46	南苏丹	非洲	2022/5/24	2030	其他	2050	1.5°C target
4	挪威	欧洲	2022/6/26	2030	基准年: 1990年; 减排量: 50%	2050	减排量: 95%	27	古巴	拉丁美洲	2022/6/1	/	无	2030	其他	47	塞舌尔	非洲	2022/5/23	2025	其他	2050	碳中和
5	瑞典	欧洲	2022/5/17	2030	基线年: 1990; 减排量: 63%	2045	碳中和	28	圣基茨和尼维斯	拉丁美洲	2022/5/24	2030	基线年: 2010; 减排量: 61%	2050	碳中和	48	乌干达	非洲	2022/5/1	/	无	2030	减排量(较BAU): 22%
6	英国	欧洲	2022/5/18	2030	基线年: 1990; 减排量: 68%	2050	碳中和	29	圣卢西亚	拉丁美洲	2022/5/22	2025	减排量(较BAU): 16%	2030	减排量(较BAU): 23%	49	博茨瓦纳	非洲	2022/5/24	/	无	2030	减排量: 15%
7	俄罗斯联邦	欧洲	2022/4/26	2030	基线年: 1990; 减排量: 70%	2060	碳中和	30	斯里兰卡	亚洲	2022/5/30	/	其他	2060	碳中和	50	佛得角	非洲	2022/5/23	2030	减排量(较BAU): 24%	2050	碳中和
8	匈牙利	欧洲	2022/5/15	2030	基线年: 1990; 减排量: 40%	2050	碳中和	31	突尼斯	非洲	2022/5/24	/	无	2030	减排量(较BAU): 20%	51	利比里亚	非洲	2022/5/24	2030	减排量(较BAU): 10%	2050	碳中和
9	荷兰	欧洲	2022/5/23	2030	基准年: 1990年; 减排量: 49%	2050	减排量: 95%	32	巴拉圭	拉丁美洲	2022/5/25	/	基线年: 2014; 减排量: 20%	2030	减排量(较BAU): 20%	52	安哥拉	非洲	2022/5/2	2025	基准年: 2015年; 减排量: 14%(无条件)	2030	基准年: 2015年; 减排量: 21%(无条件)
10	日本	亚洲	2022/6/22	2030	基线年: 2013; 减排量: 46%	2050	碳中和	33	玻利维亚	拉丁美洲	2022/5/25	/	无	/	无	53	赤道几内亚	非洲	2022/5/24	2030	基准年: 2010年; 减排量: 20%	2050	基准年: 2010年; 减排量: 50%
11	葡萄牙	欧洲	2022/6/22	2030	基线年: 2020; 减排量: 40%	2050	碳中和	34	厄瓜多尔	拉丁美洲	2022/5/25	/	基线年: 2021; 减排量: 100%	2050	碳中和	54	刚果民主共和国	非洲	2022/5/1	/	无	2030	减排量(较BAU): 17%
12	西班牙	欧洲	2022/6/8	2030	基线年: 1990; 减排量: 23%	2050	碳中和	35	秘鲁	拉丁美洲	2022/5/29	2030	基线年: 2010; 减排量: 30%	2050	碳中和	55	卡塔尔	亚洲	2022/5/27	/	无	2030	基准年: 2019年; 减排量: 25%
13	欧盟	欧洲	2022/6/26	2030	基线年: 1990; 减排量: 55%	2050	碳中和	36	委内瑞拉玻利瓦尔	拉丁美洲	2022/5/29	/	无	2030	减排量(较BAU): 20%	56	澳大利亚	大洋洲	2022/4/26	2030	基线年: 2005; 减排量: 26%	2050	碳中和
14	德国	欧洲	2022/6/1	2030	基线年: 1990; 减排量: 65%	2045	碳中和	37	乌拉圭	拉丁美洲	2022/10/8	2025	其他	2050	碳中和	57	吉布提	大洋洲	2022/5/23	/	无	2030	减排量(较BAU): 40%
15	法国	欧洲	2022/4/24	2030	基线年: 1990; 减排量: 55%	2050	碳中和	38	巴拿马	拉丁美洲	2022/5/16	2030	其他	2050	碳中和	58	马绍尔群岛	大洋洲	2022/6/12	2025	基线年: 2010; 减排量: 32%	2050	碳中和
16	卢森堡	欧洲	2022/6/26	2030	基线年: 2005; 减排量: 55%	2050	碳中和	39	伯利兹	拉丁美洲	2022/5/21	2030	其他	2050	碳中和	59	百慕大	北美洲	2022/5/16	/	无	2035	其他
17	智利	拉丁美洲	2022/9/29	2025	基线年: 2017; 减排量: 22.76%	2050	碳中和	40	哥斯达黎加	拉丁美洲	2022/7/6	2030	基线年: 2012; 减排量: 26.77%	2050	碳中和	60	美国	北美洲	2022/8/26	2030	基线年: 2010; 减排量: 60%	2050	减排量(较BAU): 18.3%
18	危地马拉	拉丁美洲	2022/5/13	/	无	2030	基准年: 2005; 减排量: 11.2%	41	阿尔及利亚	非洲	2022/5/1	/	无	2030	减排量(较BAU): 7%	61	尼日利亚	非洲	2022/5/24	2030	减排量: 较BAU低11.49%~13.75%(无条件);减排量: 29%~30.89%(国际支持下)	2050	减排量: 较BAU低12.67%~15.69%(无条件);减排量: 35.06%~36.75%(国际支持下)
19	加拿大	北美洲	2022/4/24	2030	基线年: 2005; 减排量: 45%	2050	碳中和	42	埃及	非洲	2022/6/1	/	无	2030	其他	62	尼日尔	非洲	2022/5/24	2030	减排量: 较BAU低11.49%~13.75%(无条件);减排量: 29%~30.89%(国际支持下)	2050	减排量: 较BAU低12.67%~15.69%(无条件);减排量: 35.06%~36.75%(国际支持下)

# 一 双碳目标进行讨论的国家：58个

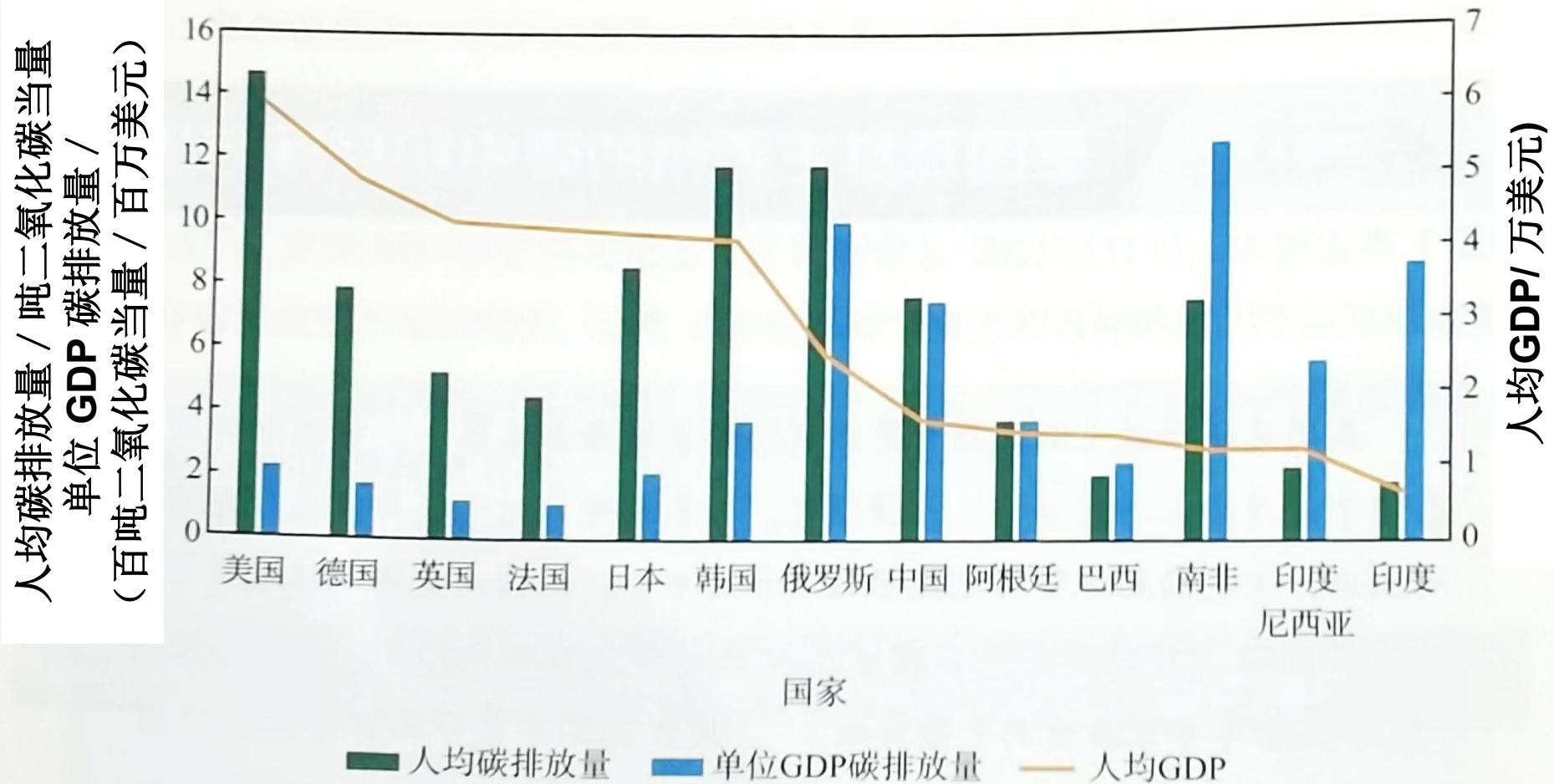
将碳中和碳减排目标进行讨论的国家							
国际能源网/制表							
序号	国家	区域	更新时间	中期目标(年)	中期目标	最终目标(年)	最终目标
1	东帝汶	亚洲	2022/6/5	2025	其他	2050	碳中和
2	缅甸	亚洲	2022/6/5	/	其他	2050	碳中和
3	坦桑尼亚	亚洲	2022/5/1	2030	其他	2050	碳中和
4	印度尼西亚	亚洲	2022/6/22	2030	减排量(较BAU):29%	2060	碳中和
5	阿富汗	亚洲	2022/5/28	2030	减排量(较BAU):13.6%	2050	碳中和
6	巴基斯坦	亚洲	2022/5/30	2030	减排量(较BAU): 50%	2050	碳中和
7	孟加拉国	亚洲	2022/5/30	2030	基线年: 2012; 减排量: 15%	2050	碳中和
8	斯洛伐克	亚洲	2022/6/1	2030	基线年: 1990; 减排量: 40%	2050	碳中和
9	黎巴嫩	亚洲	2022/5/27	2030	减排量(较BAU):31%	2050	碳中和
10	塞浦路斯	亚洲	2022/5/26	2030	基线年: 1990; 减排量: 55%	2050	碳中和
11	也门	亚洲	2022/5/27	2030	基线年: 2020; 减排量: 14%	2050	碳中和
12	几内亚	亚洲	2022/8/5	2030	基线年: 1994; 减排量: 13%	2050	碳中和
13	保加利亚	欧洲	2022/5/20	2030	基线年: 1990; 减排量: 40%	2050	碳中和
14	瑞士	欧洲	2022/6/26	2030	基线年: 1990; 减排量: 50%	2050	碳中和
15	纽埃	拉丁美洲	2022/6/13	2030	其他	2050	碳中和
16	萨摩亚	拉丁美洲	2022/6/10	2030	基线年: 2005; 减排量: 52%	2050	碳中和
17	巴哈马群岛	拉丁美洲	2022/5/21	2030	减排量(较BAU):30%	2050	碳中和
18	多米尼加共和国	拉丁美洲	2022/5/16	2030	减排量(较BAU):27%	2050	碳中和
19	格林纳达	拉丁美洲	2022/5/23	2025	基线年: 2010; 减排量: 30%	2050	碳中和
20	海地	拉丁美洲	2022/5/14	2030	其他	2050	碳中和
21	圣文森特和格林纳丁斯	拉丁美洲	2022/5/24	2025	其他	2050	碳中和
22	特立尼达和多巴哥	拉丁美洲	2022/5/21	2030	减排量(较BAU): 15%	2050	碳中和
23	牙买加	拉丁美洲	2022/5/21	2030	其他	2050	碳中和
24	所罗门群岛	拉丁美洲	2022/7/4	2025	减排量(较BAU):27%	2050	碳中和
25	基里巴斯	拉丁美洲	2022/6/12	2030	其他	2050	碳中和
26	墨西哥	拉丁美洲	2022/5/18	/	基线年: 2000; 减排量: 22%	2050	碳中和

26	墨西哥	拉丁美洲	2022/5/18	/	基线年: 2000; 减排量: 22%	2050	碳中和
27	尼加拉瓜	拉丁美洲	2022/5/15	/	无	2050	碳中和
28	图瓦卢	非洲	2022/6/13	2025	基线年: 2010; 减排量: 60%	2050	碳中和
29	埃塞俄比亚	非洲	2022/5/1	2030	减排量(较BAU):68.8%	2050	碳中和
30	布隆迪	非洲	2022/6/6	2030	减排量(较BAU): 20%	2050	碳中和
31	厄立特里亚	非洲	2022/5/25	2025	基线年: 2010; 减排量: 6.2%	2050	碳中和
32	卢旺达	非洲	2022/5/24	/	其他	2050	碳中和
33	毛里求斯	非洲	2022/5/24	2030	减排量(较BAU):40%	2050	碳中和
34	莫桑比克	非洲	2022/5/2	/	其他	2050	碳中和
35	汤加	非洲	2022/6/12	2030	其他	2050	碳中和
36	赞比亚	非洲	2022/5/24	2030	减排量(较BAU):25%	2050	碳中和
37	莱索托	非洲	2022/5/24	2030	基线年: 2015; 减排量: 35%	2050	碳中和
38	纳米比亚	非洲	2022/5/25	2030	减排量(较BAU):91%	2050	碳中和
39	苏丹	非洲	2022/5/1	/	无	2050	碳中和
40	布基纳法索	非洲	2022/6/6	2030	减排量(较BAU):11.6%	2050	碳中和
41	多哥	非洲	2022/5/24	2030	基线年: 2010; 减排量: 20.51%	2050	碳中和
42	冈比亚	非洲	2022/5/25	2030	减排量(较BAU):49.7%	2050	碳中和
43	几内亚比绍	非洲	2022/5/24	2030	减排量(较BAU): 30%	2030	碳中和
44	科威特	亚洲	2022/5/27	/	无	2035	减排量(较BAU): 7.4%
45	马里	非洲	2022/6/6	2030	减排量(较BAU):22.6%	2050	碳中和
46	毛里塔尼亚	非洲	2022/7/2	2030	减排量(较BAU):11%	2030	碳中和
47	尼日尔	非洲	2022/6/6	/	其他	2050	碳中和
48	塞拉利昂	非洲	2022/5/24	/	其他	2050	碳中和
49	塞内加尔	非洲	2022/5/24	/	其他	2050	碳中和
50	圣多美和普林西比	非洲	2022/5/23	2030	减排量(较BAU): 27%	2050	碳中和
51	乍得	非洲	2022/6/19	2030	基线年: 2018; 减排量: 19.3%	2050	碳中和
52	中非共和国	非洲	2022/5/24	2030	减排量(较BAU): 24.28%	2050	碳中和
53	巴布亚新几内亚	大洋洲	2022/6/7	2030	其他	2050	碳中和
54	索马里	非洲	2022/5/24	2030	减排量(较BAU):30%	2050	碳中和
55	瓦努阿图	大洋洲	2022/6/10	2030	其他	2050	碳中和
56	密克罗尼西亚	大洋洲	2022/11/2	2025	基线年: 2000; 减排量: 35%	2050	碳中和
57	瑙鲁	大洋洲	2022/6/13	/	其他	2050	碳中和
58	帕劳	大洋洲	2022/6/13	2025	减排量(较BAU):48%	2050	碳中和

# 一 双碳目标列入政策的国家：39个

将碳中和碳减排目标列入政策的国家							
序号	国家	区域	更新时间	中期目标(年)	中期目标	最终目标(年)	最终目标
1	菲律宾	亚洲	2022/6/5	/	无	2030	减排量(较BAU):75%
2	捷克共和国	亚洲	2022/6/22	2030	无	2030	基准年: 2005年;减排量: 30%
3	老挝	亚洲	2022/6/5	2030	减排量(较BAU) 60%	2050	碳中和
4	新加坡	亚洲	2022/11/22	2030	其他	2050	碳中和
5	马尔代夫	亚洲	2022/5/30	/	无	2030	碳中和
6	尼泊尔	亚洲	2022/5/30	2030	其他	2045	碳中和
7	阿塞拜疆	亚洲	2022/6/1	/	无	2030	基准年: 1990年;减排量: 35%
8	巴勒斯坦	亚洲	2022/5/27	/	无	2040	其他
9	格鲁吉亚	亚洲	2022/6/26	/	无	2030	基准年: 1990年;减排量: 3.59
10	克罗地亚	亚洲	2022/5/22	2030	基线年: 1990;减排量: 36.7%	2050	碳中和
11	沙特阿拉伯	亚洲	2022/10/26	2030	其他	2060	碳中和
12	土库曼斯坦	亚洲	2022/5/31	/	无	2030	其他
13	亚美尼亚	亚洲	2022/6/26	2030	基线年: 1990;减排量: 40%	2050	碳中和
14	伊拉克	亚洲	2022/6/24	/	无	2030	其他
15	约旦	亚洲	2022/5/26	/	无	2030	减排量(较BAU):31%
16	乌兹别克斯坦	亚洲	2022/6/1	/	无	2030	基准年 2.21 放强度降低35%
17	冰岛	欧洲	2022/6/26	2030	基线年: 1990;减排量: 55%	2040	碳中和
18	芬兰	欧洲	2022/5/21	2030	基线年: 2005;减排量: 55%	2035	碳中和
19	拉脱维亚	欧洲	2022/5/23	2030	基线年: 1990;减排量: 40%	2050	碳中和
20	立陶宛	欧洲	2022/5/23	2030	基线年: 1990;减排量: 55%	2050	碳中和
21	白俄罗斯	欧洲	2022/8/27	/	无	2030	基准年: 1990年;减排量: 35%
22	波兰	欧洲	2022/5/15	/	无	2030	基准年: 1990年;减排量: 30%
23	罗马尼亚	欧洲	2022/6/8	2030	至2050年, 2005;减排量: 44%	2050	碳中和
24	摩尔多瓦共和国	欧洲	2022/8/27	/	无	2030	基准年: 1990年;减排量: 70%
25	斯洛文尼亚	欧洲	2022/5/23	2030	基线年: 2005;减排量: 36%	2050	碳中和
26	乌克兰	欧洲	2022/6/26	2030	基线年: 1990;减排量: 65%	2060	碳中和
27	朝鲜	亚洲	2022/5/31	/	无	2030	减排量(较BAU):52%
28	中国	亚洲	2022/6/1	2030	基线年: 2005;碳排放强度: 65%	2060	碳中和
29	阿尔巴尼亚	欧洲	2022/8/27	/	无	2030	基准年: 2016年;减排量: 20.9%
30	肯尼亚	非洲	2022/5/1	/	无	2030	减排量(较BAU):32%
31	马耳他	欧洲	2022/5/23	2030	基线年: 2005;减排量: 19%	2050	碳中和
32	北马其顿	欧洲	2022/6/26	/	无	2030	基准年: 1990年;减排量: 82%
33	塞尔维亚	欧洲	2022/8/27	/	无	2030	基准年: 1990年;减排量: 9.8%
34	圣马力诺	欧洲	2022/3/14	/	无	2030	基准年: 2005年;减排量20%
35	斯威士兰	欧洲	2022/5/23	/	无	2030	减排量(较BAU):5%
36	希腊	欧洲	2022/6/22	2030	基线年: 2021;减排量: 55%	2050	碳中和
37	意大利	欧洲	2022/11/12	2030	基线年: 1990;减排量: 55%	2050	碳中和
38	奥地利	欧洲	2022/6/1	2030	基线年: 1990;减排量: 55%	2050	碳中和
39	比利时	欧洲	2022/6/22	2030	基线年: 1990;减排量: 55%	2050	碳中和

# 一 什么是碳中和



主要发达国家与发展中国家碳排放指标对比 数据年份为2019年

# 一 什么是碳中和

## 口 发达国家 or 发展中国家

在2020年底联合国发布的《世界经济展望》中，有35个国家被认定为“发达国家”，126个国家被认定为“发展中国家”。目前世界上的国家有197个，36个“转型国家”，也就是新兴国家。

为了在区分上更加具体化、客观化和明晰化，联合国引入了一种叫做HDI（Human Development Index，人类发展指数）的衡量工具。HDI将资源利用效能、预期寿命、教育程度和收入量化为一个介于0和1之间的标准化数字；越接近1，发达程度就越高。

“发达地区”和“非发达地区”的HDI值分界线为0.75，不过在评定为“发达国家/地区”的35个国家/地区中，HDI值全部超过了0.8。

世界上最发达的国家美国，在这个评比指标下，排名第17。排在第一的是来自北欧的挪威，中国香港排在第四。

全球各机构对待成为发达国家，也有不同的标准。人均GDP超过2万美元是成为发达国家的最低标准，中等发达国家的人均GDP要保持在4到6万美元，高等发达国家的人均GDP则要达到8万美元的标准

Rank	Country	HDI
1	Norway	0.957
2	Ireland	0.955
3	Switzerland	0.955
4	Hong Kong SAR, China	0.949
5	Iceland	0.949
6	Germany	0.947
7	Sweden	0.945
8	Australia	0.944
9	Netherlands	0.944
10	Denmark	0.94
11	Finland	0.938
12	Singapore	0.938
13	United Kingdom	0.932
14	Belgium	0.931
15	New Zealand	0.931
16	Canada	0.929
17	United States	0.926
18	Austria	0.922
19	Israel	0.919
20	Japan	0.919

# 一 什么是碳中和

排名	国家/地区	人口-2020(万)	人均GDP-2020(美元)
1	卢森堡	62.6	116,921.11
2	瑞士	860.6	86,849.47
3	爱尔兰	499.4	83,849.81
4	挪威	538.9	67,176.43
5	美国	33008.6	63,415.99
6	丹麦	582.3	60,494.20
7	冰岛	36.4	59,633.72
8	新加坡	577.2	58,902.22
9	澳大利亚	2573.3	52,824.82
10	荷兰	1740.8	52,247.54
11	卡塔尔	280.2	52,144.16
12	瑞典	1037.9	51,796.38
13	芬兰	552.5	48,981.44
14	奥地利	890.1	48,154.38
15	中国香港	747.4	46,753.46
16	德国	8315.7	45,732.80
17	圣马力诺	3.4	44,818.19
18	比利时	1152.2	44,529.39
19	以色列	921.6	43,688.58
20	加拿大	3797.3	43,278.22
21	新西兰	509	41,127.16
22	英国	6709.3	40,406.28
23	日本	12575.8	40,146.07
24	法国	6512.4	39,907.14
25	中国澳门	66.9	36,350.16
26	阿拉伯联合酋长国	1107.7	31,982.23
27	韩国	5177.9	31,496.77
28	意大利	6024.5	31,288.02
29	波多黎各	316.2	30,317.39
30	巴哈马群岛	38.5	29,220.54
31	中国台湾省	2361.7	28,305.92
32	马耳他	51.5	28,293.63
33	西班牙	4711	27,132.32
34	塞浦路斯	88.6	27,053.80
35	文莱	46.1	26,089.28
36	斯洛文尼亚	209.6	25,210.72

36	斯洛文尼亚	209.6	25,210.72
37	爱沙尼亚	132.9	23,330.09
38	捷克共和国	1069.4	22,578.83
39	葡萄牙	1028.7	22,488.62
40	巴林	151.3	22,402.00
41	科威特	488.3	22,105.09
42	阿鲁巴岛	11.3	21,832.92
43	沙特阿拉伯	3476.4	20,178.23
44	立陶宛	279.6	19,916.50
45	斯洛伐克共和国	545.8	19,071.20
46	希腊	1071.1	17,670.29
47	拉脱维亚	190.7	17,559.86
48	匈牙利	977	15,820.10
49	乌拉圭	353.1	15,777.96
50	波兰	3795.8	15,653.56
51	特立尼达和多巴哥	139.9	15,384.13
52	巴巴多斯	28.8	15,162.57
53	圣基茨和尼维斯	5.7	14,918.75
54	帕劳	1.8	14,411.66
55	阿曼	444.5	14,215.58
56	安提瓜和巴布达	9.8	14,168.26
57	克罗地亚	404.5	14,072.08
58	智利	1945.8	12,989.60
59	罗马尼亚	1931.8	12,797.10
60	巴拿马	427.9	12,373.05
61	哥斯达黎加	512.8	11,982.28
62	塞舌尔	9.7	11,638.72
63	中国	140433.1	10,483.88
64	马来西亚	3293.9	10,269.86
65	俄罗斯	14681.2	10,037.24
66	马尔代夫	37.8	9,934.09
67	保加利亚	691.2	9,919.30
68	圣露西亚	18.1	9,351.36
69	格林纳达	11.3	9,185.56
70	毛里求斯	126.7	8,993.48
71	瑙鲁	1.3	8,866.87
72	哈萨克斯坦	1997.1	8,722.64

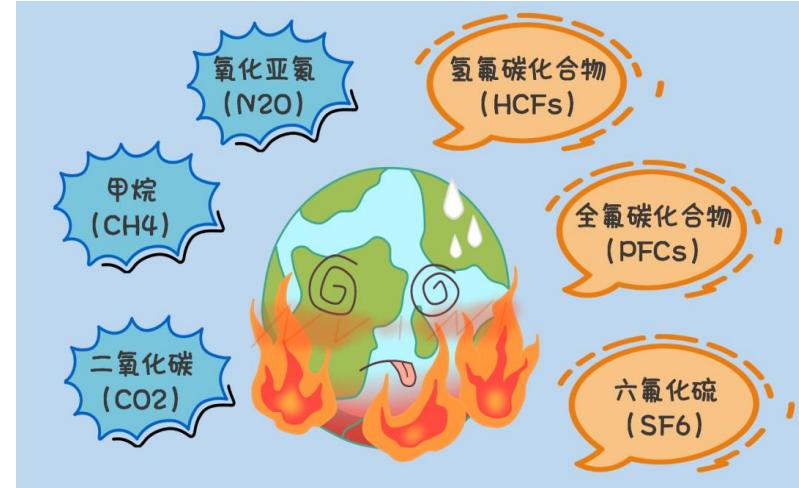
# 一 什么是碳中和



## 什么是温室气体？

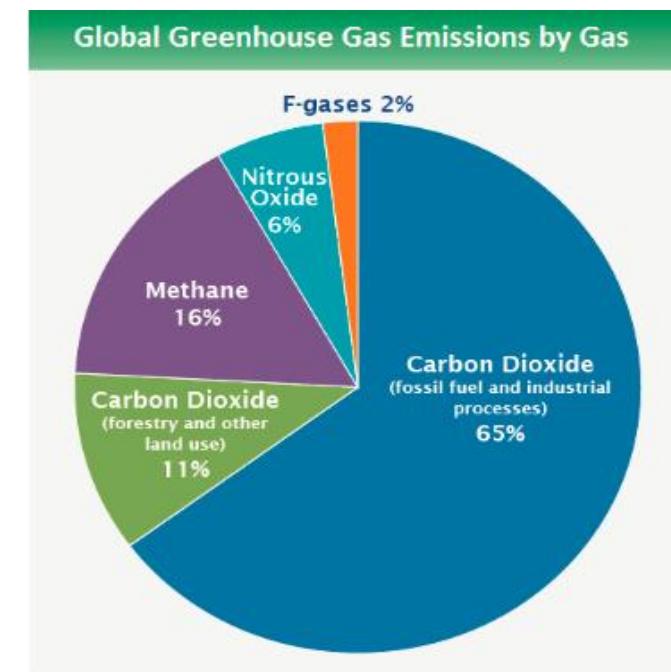
GHG (Greenhouse Gas, GHG) 或称温室效应气体是指：大气中那些吸收和重新放出红外辐射的自然和人为的气态成分，包括对太阳短波辐射透明（吸收极少）、对长波辐射有强烈吸收作用的二氧化碳、甲烷、氟氯烃及臭氧等30余种气体。

《京都议定书》中规定的六种温室气体包括如下：二氧化碳 (CO<sub>2</sub>)；甲烷 (CH<sub>4</sub>)；氧化亚氮 (N<sub>2</sub>O)；氢氟碳化物 (HFCs)；全氟化碳 (PFCs)；六氟化硫 (SF<sub>6</sub>)。这些是由于人类活动或者自然形成的温室气体。

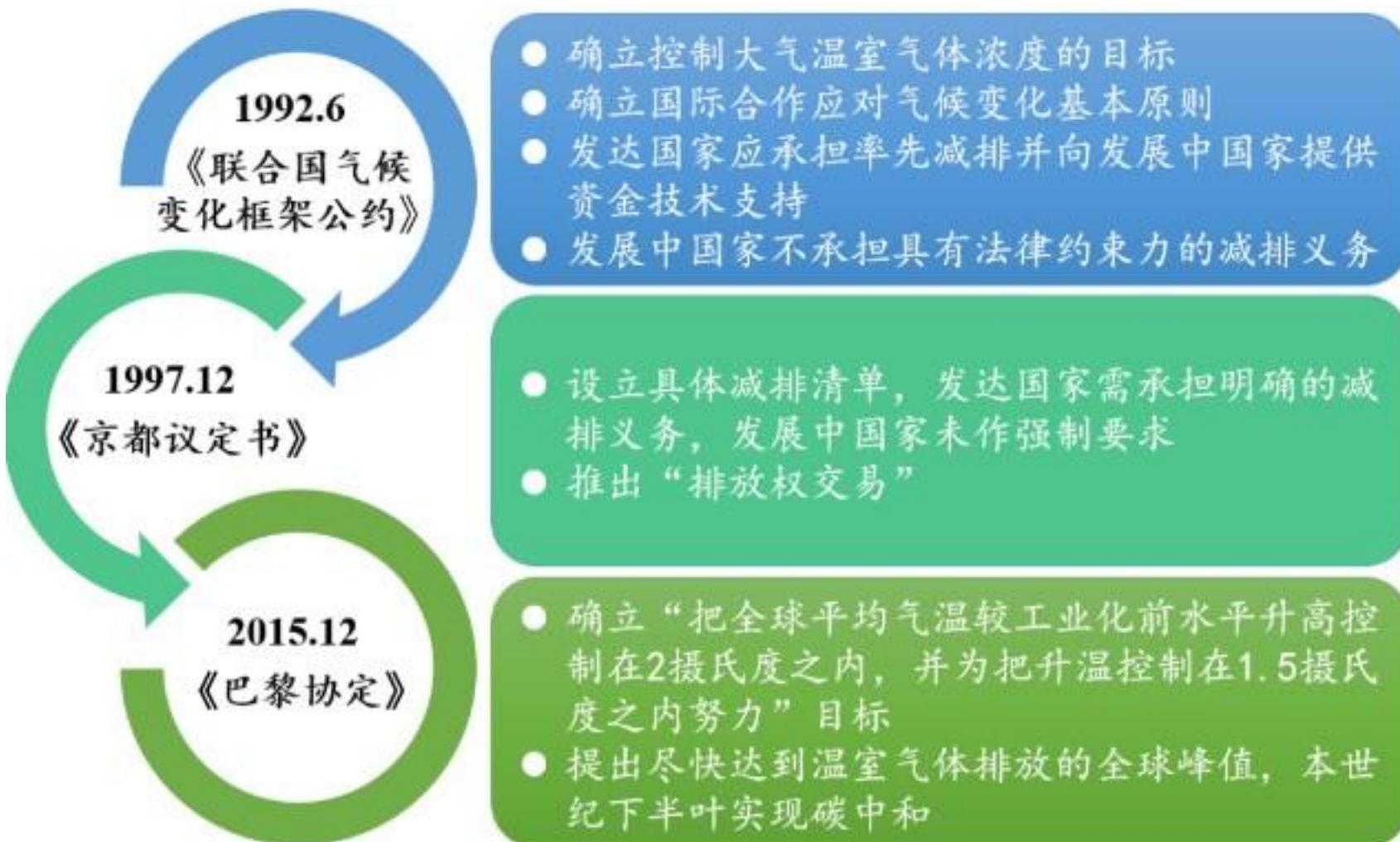


其中，人类活动排放的主要温室气体有：

1. 二氧化碳 (CO<sub>2</sub>)：化石燃料的使用是 CO<sub>2</sub>的主要来源。CO<sub>2</sub>也可能因人类对林业和其他土地利用的直接影响而排放，例如通过砍伐森林、为农业开垦土地和土壤退化。同样，土地也可以通过重新造林、改良土壤和其他活动从大气中去除 CO<sub>2</sub>。
2. 甲烷 (CH<sub>4</sub>)：农业活动、废物管理、能源使用和生物质燃烧都会导致 CH<sub>4</sub>排放。
3. 一氧化二氮 (N<sub>2</sub>O)：农业活动，例如化肥的使用，是 N<sub>2</sub>O排放的主要来源。化石燃料燃烧也会产生 N<sub>2</sub>O。
4. 氟化气体 (F 气体)：工业过程、制冷和各种消费品的使用会导致F气体的排放，其中包括氢氟碳化物 (HFC)、全氟化碳 (PFC) 和六氟化硫 (SF<sub>6</sub>)。



# 一 什么是碳中和



### 1.3.1 气候灰犀牛



“黑天鹅”

一般是指那些出乎意料发生的小概率高风险事件，一旦发生影响足以颠覆以往任何经验，具有不可预测性。



“灰犀牛”

主要指明显的、高概率的却又屡屡被人忽视、最终有可能酿成大危机的事件。

## 1.3.1 气候灰犀牛



抖音  
海平面上升  
抖音号: CarbonTalk

是个灰犀牛事件

—— IPCC第六次评估第二工作组报告解读 (4)

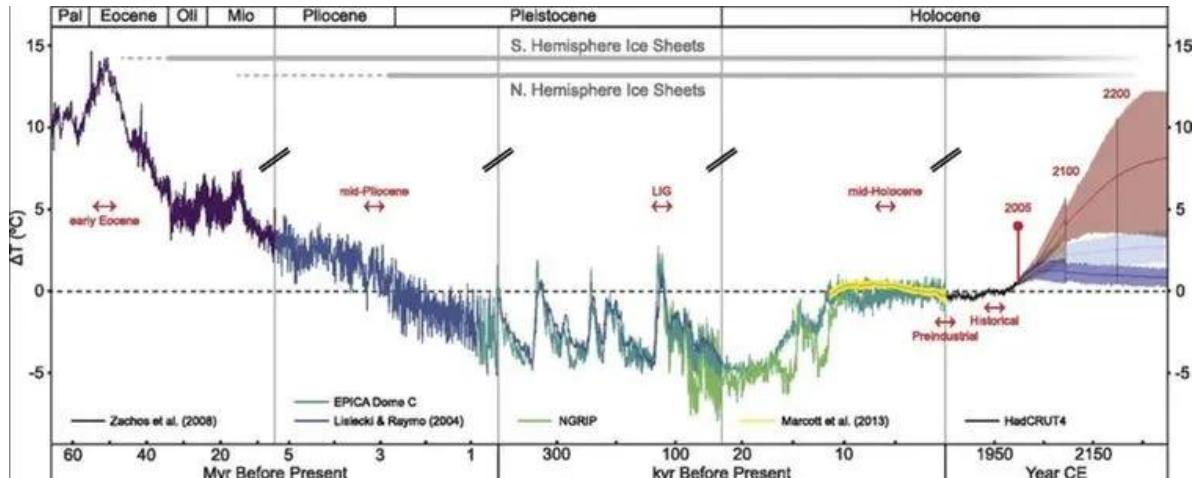


## 1.3.1 气候灰犀牛

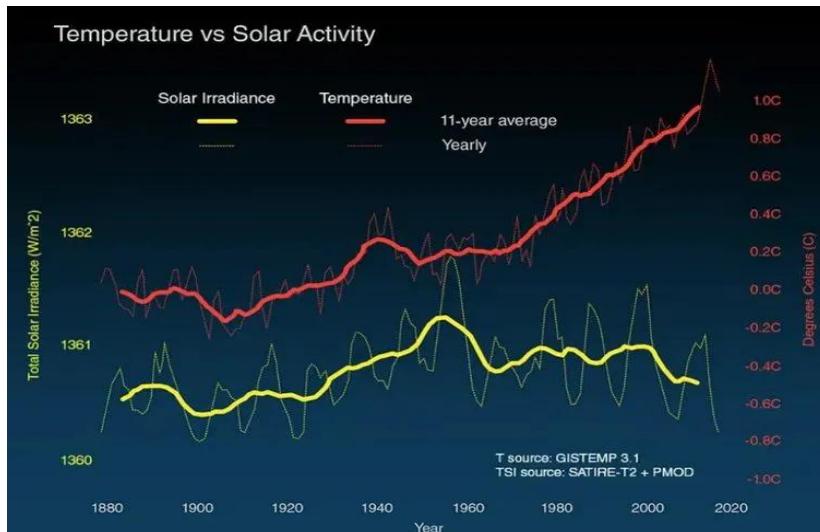


### 反对的声音

1. 气候变化只是自然循环的一部分
2. 变化是由太阳黑子、银河宇宙射线引起的
3.  $\text{CO}_2$  只占大气中的一小部分，它不可能产生如此大的热效应
4. 科学家操纵数据来显示气候变暖的趋势
5. 气候模型不可靠，而且对二氧化碳过于敏感



由温室气体排放量决定的在过去6500万年的全球气温以及未来可能的全球变暖

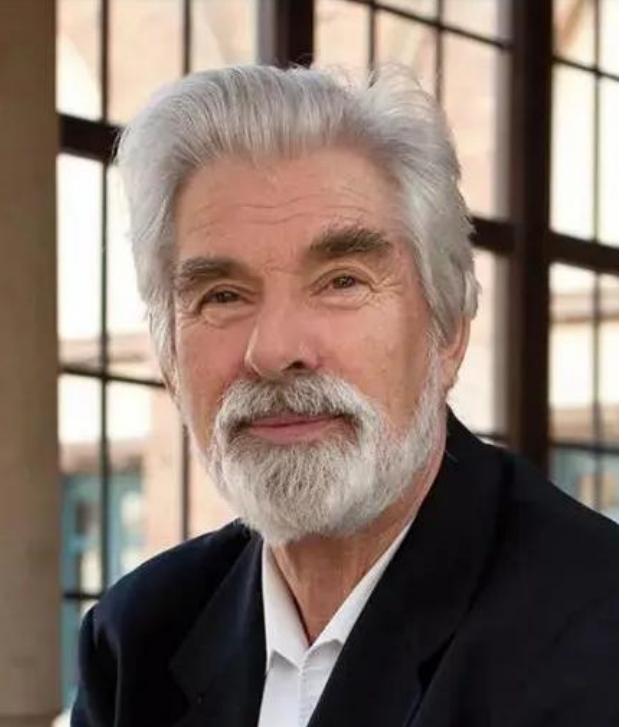


自1880年以来的全球表面温度变化（红线）与地球上每平方米所接收到的太阳能量（黄线）。

## 1.3.1 气候灰犀牛



研究气候变暖的  
诺贝尔奖得主



克劳斯·哈塞尔曼  
德国海洋学家和气候建模者



真锅淑郎  
美国国家科学院院士、  
普林斯顿大学高级研究员

2021年诺贝尔物理学奖获得者中有两位 (Syukuro Manabe、Klaus Hasselmann) 是研究地球气候变暖的科学家，克劳斯·哈塞尔曼 (Klaus Hasselmann) 创造了一个将天气和气候联系在一起的模型，他的方法已经被用来证明大气温度的升高是由于人类排放的二氧化碳，真锅淑郎 (Syukuro Manabe) 发现了大气中二氧化碳含量的增加导致地球表面温度升高的机理，他的工作为当前气候模型的发展奠定了基础。其实，全球变暖并不是近几十年才被人类发现的，早在19世纪就有科学家做了研究，并预言二氧化碳终有一天会改变地球温度。

## 19世纪初



约瑟夫·傅里叶  
法国数学家、物理学家

### 傅氏变换

- $$X(\omega) = F[x(t)] = \int_{-\infty}^{+\infty} x(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau$$

$$x(t) = F^{-1}[X(\omega)] = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} X(\omega) e^{j\omega t} d\omega$$

- $X(\omega)$ 叫做 $x(t)$ 的象函数,  $x(t)$ 叫做 $X(\omega)$ 的象原函数, 它们构成了一个傅里叶变换对。

$$X(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) e^{-j2\pi ft} dt \quad x(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} X(f) e^{j2\pi ft} df$$

- 傅里叶变换的性质
  - (1) 线性性质, (2) 位移性质, (3) 导数性质,
  - (4) 积分性质, (5) 乘积定理, (6) 卷积定理

## 1.3.1 气候灰犀牛



19世纪初



约瑟夫·傅里叶  
法国数学家、物理学家

为什么地球能够  
如此温暖？

## 1.3.1 气候灰犀牛



### 19世纪中叶：尤尼斯·牛顿·富特——最早发现“温室气体”



尤尼斯·牛顿·富特：最早发现“温室气体”

2018年上映的电影短片Eunice中，尤妮丝（右）坐在台下看着亨利在台上宣读她的研究

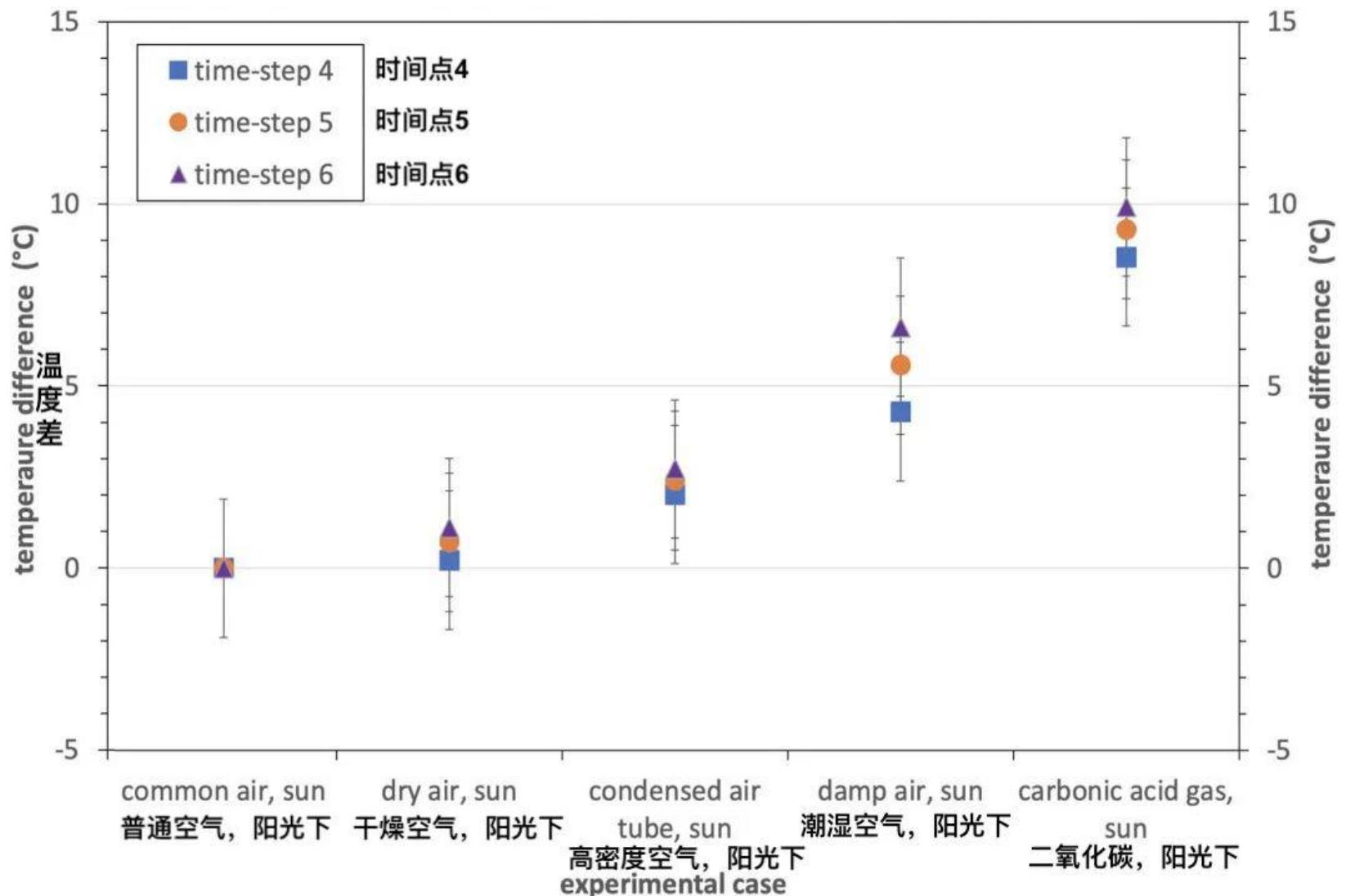
“科学没有国界，也不分性别。女性的世界里  
不只有华美和实用，还有真理。”

Science was of no country and of no sex.  
The sphere of woman embraces not only  
the beautiful and the useful, but the  
true.

## 1.3.1 气候灰犀牛



### 尤尼斯·牛顿·富特——最早发现“温室气体”



## 1.3.1 气候灰犀牛



约翰·廷德尔——首次证明了大气中的二氧化碳与温室效应之间的联系



约翰·廷德尔  
英国物理学家

## 1.3.1 气候灰犀牛



创建世界上气候变化模型----斯凡特·阿伦尼乌斯

预测全球气候将会变暖的第一人



斯万特·阿伦尼乌斯  
诺贝尔化学奖得主、瑞典化学家

## 1.3.1 气候灰犀牛



### 卡伦德效应



盖伊·斯图尔特·卡伦德  
英国气象学家

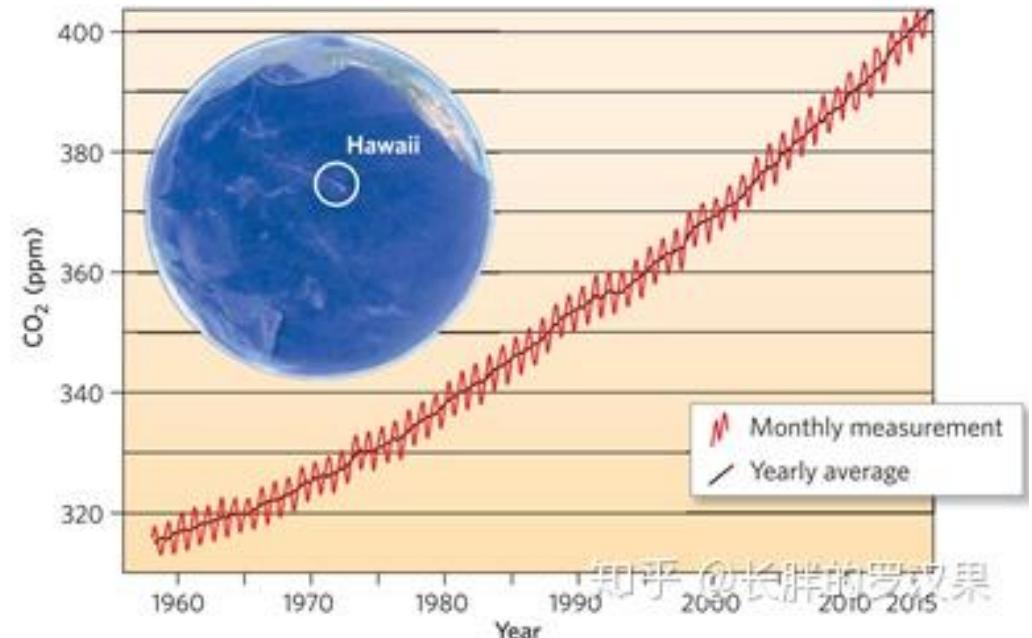
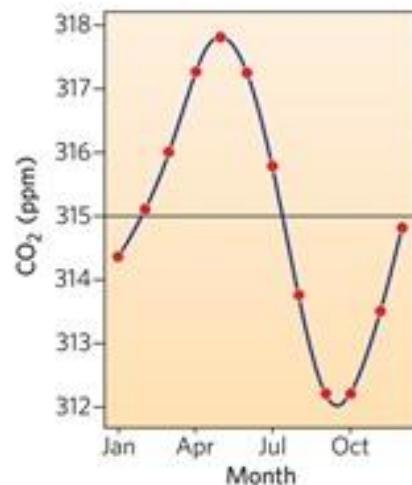
## 1.3.1 气候灰犀牛



提出气候变暖与人类活动有关——查理斯·大卫·基林

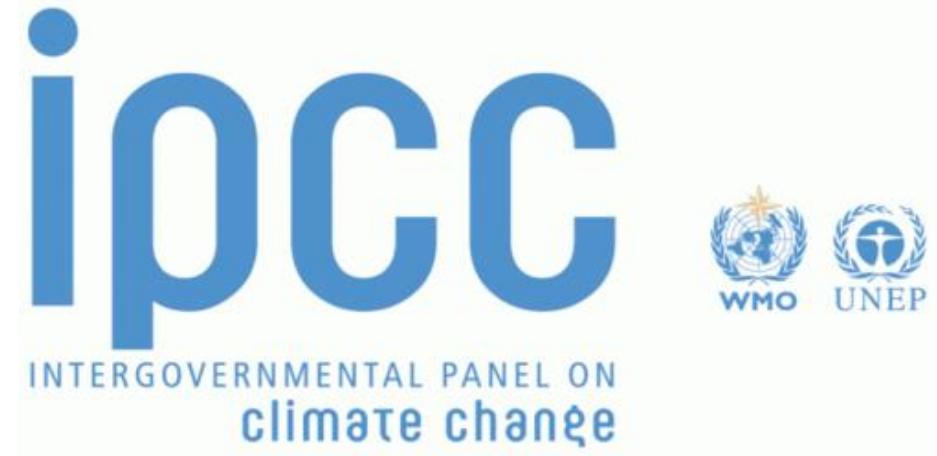


查理斯·大卫·基林  
美国科学家



1958年到2016年莫纳罗亚的二氧化碳测量记录  
基林曲线：人类活动影响全球变暖最有力的证据

## 1.3.1 气候灰犀牛

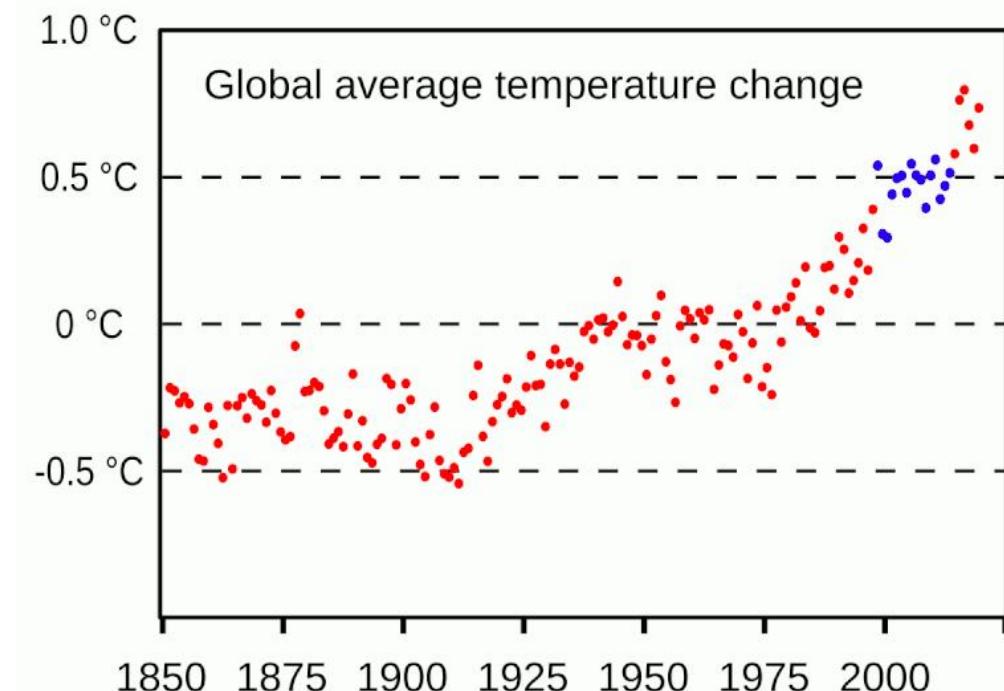
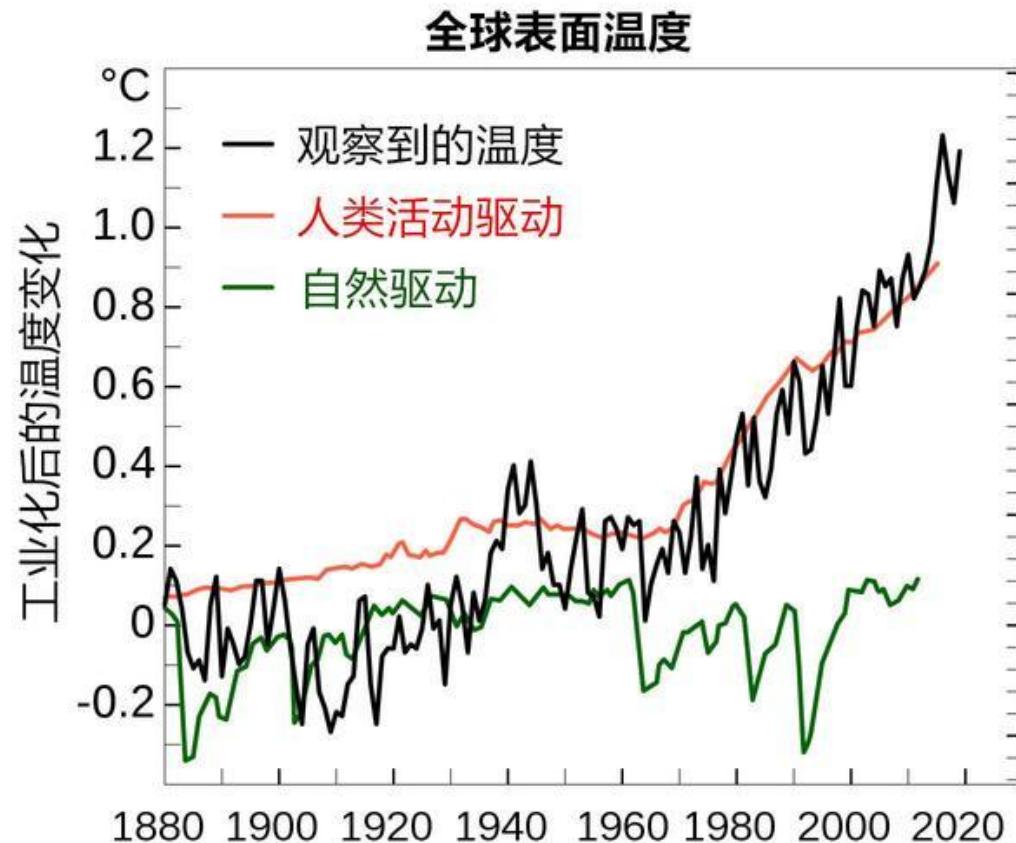


1950年世界气象组织  
(World Meteorological Organization, WMO)成立

1973年联合国环境规划署  
(United Nations Environment Programme, UNEP)

1988年联合国政府间气候变化专门委员会  
(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 成立

### 1.3.1 气候灰犀牛



自工业革命以来，人类累积排放的二氧化碳超过2.2万吨，全球平均气温上升1.1°C，  
到2100年，人类新增累积排放的温室气体将超过4万吨二氧化碳当量，平均温升超过3.2~5.4°C。气候  
危机也将如多米诺骨牌一般，触发生态系统、能源资源、健康安全、经济社会等多个领域的全面危机。

# 世界气象组织确认2024年为史上最热年 全球平均气温首次突破1.5°C温控目标

新华网 2025-01-14 07:33 北京

世界气象组织1月10日宣布，经过对6份国际数据综合分析后确认，2024年为人类历史上最热的一年。数据显示，2024年全球平均气温比工业化前（1850年至1900年）平均水平高出约1.55°C，首次突破了2015年《巴黎协定》所设的“1.5°C”温控目标。

世界气象组织表示，该结果综合了英国气象局、欧盟气候监测机构哥白尼气候变化服务局（C3S）、美国非营利组织伯克利地球、美国国家航空航天局（NASA）和美国国家海洋和大气管理局等国际机构的6个数据集的数据，误差幅度仅为0.13°C。

科学家普遍认为，气温飙升主要源于人为导致的气候变化，以及厄尔尼诺天气模式的持续影响。尽管厄尔尼诺气候模式通常会推高全球气温，但此次高温的规模及持续时间仍令众多科学家感到震惊。他们曾预计，厄尔尼诺现象于2024年5月结束后，气温会有所下降。但实际情况是，在接下来的几个月里，气温依然保持在创纪录的高温水平。

英国政府前首席科学顾问、气候危机咨询小组创始人大卫·金表示，2024年气候变化的影响波及全球。其中，海洋受到的影响最大，海面温度在大部分时间里都保持创纪录的高位，对海洋生态系统造成了严重破坏。陆地上也频繁出现极端天气，包括强烈的热浪、

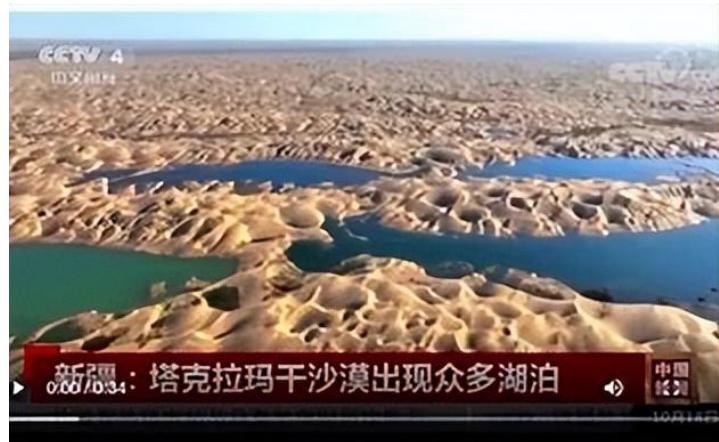
- 目标: 2°C
- 21世纪下半叶温室气体实现净零排放
- 温室气体浓度将控制在490ppm
- 目标: 1.5°C
- 21世纪中叶温室气体实现净零排放
- 温室气体浓度将控制在400ppm
- 安全阈值: 2°C
- 临界阈值: 5 °C  
温室 → 热室  
海平面上升 > 60米

## 1.3.1 气候灰犀牛



如果不消除碳排放，那么我们所要承担的后果会跟新冠肺炎疫情所造成的生命损失和经济灾难一样。到21世纪中叶，气候变化可能变得跟新冠肺炎一样致命。而到2100年，它的致命性可能达到该流行病的5倍。

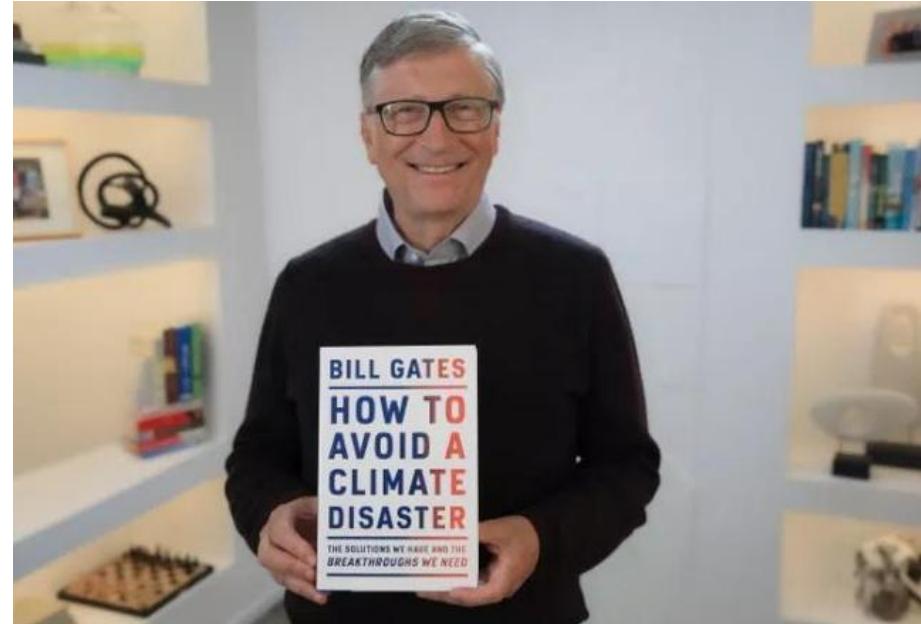
——前世界首富、微软联合创始人比尔·盖茨



2021年塔克拉玛干沙漠  
洪水后出现湖泊



2021年河南郑州暴雨



2023年7月29日北京暴雨

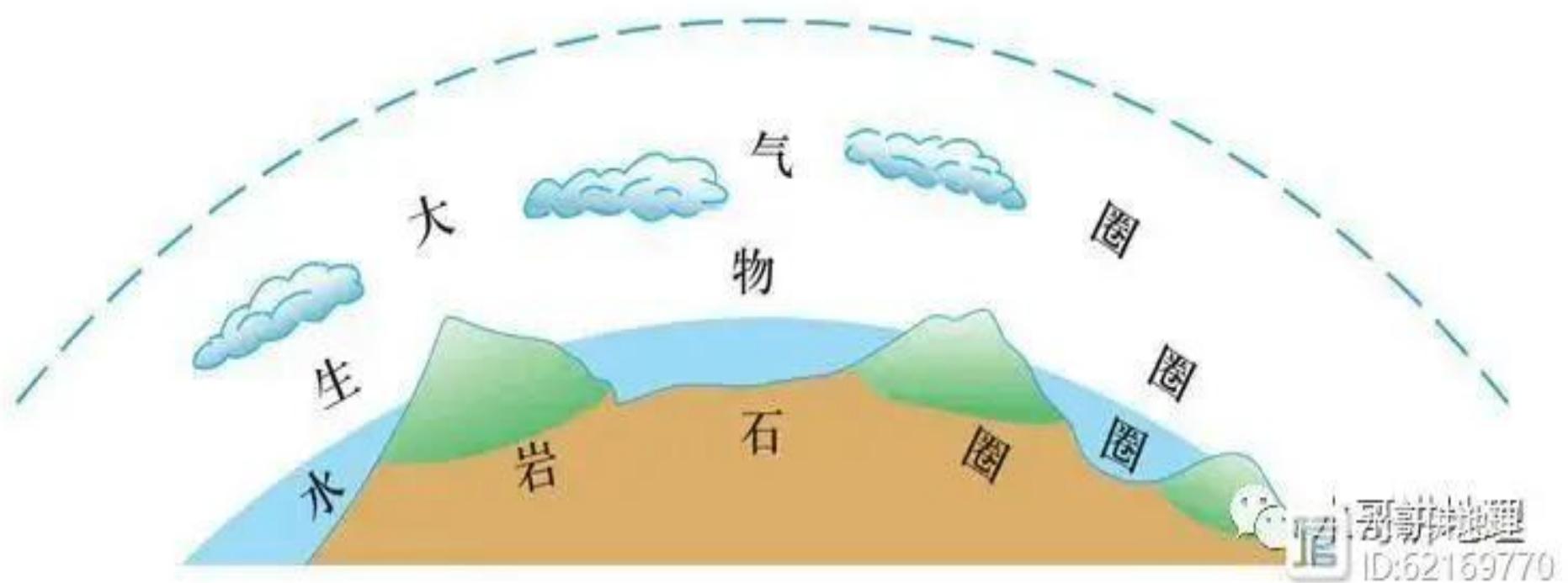


2023年9月12日，利比亚德  
尔纳，当地遭飓风“丹尼尔”  
袭击引发洪灾

### 1.3.1 气候灰犀牛



地球圈层结构分为地球外部圈层和地球内部圈层两大部分。地球外部圈层可进一步划分为三个基本圈层，即大气圈、水圈、生物圈。地球内圈可进一步划分为三个基本圈层，即地壳、地幔和地核。地壳和上地幔顶部（软流层以上）由坚硬的岩石组成，合称岩石圈。



## 1.3.1 气候灰犀牛



### 水圈

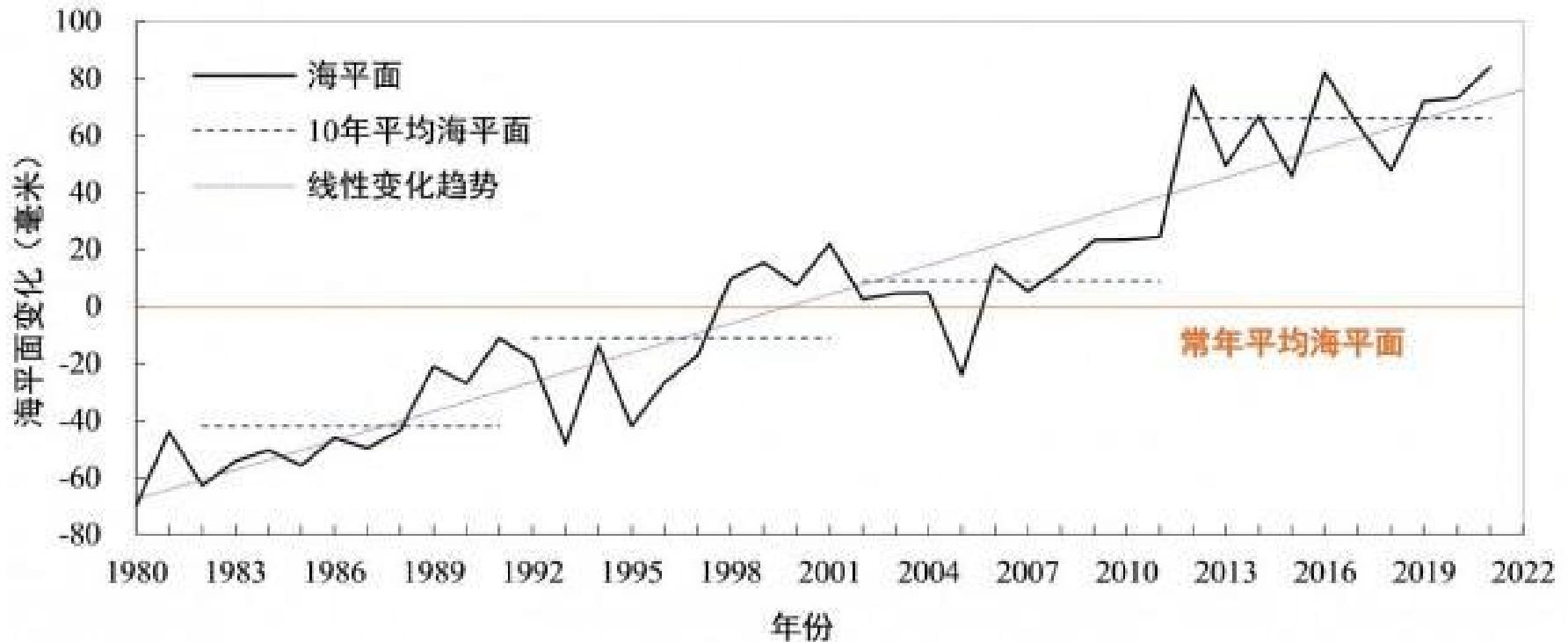


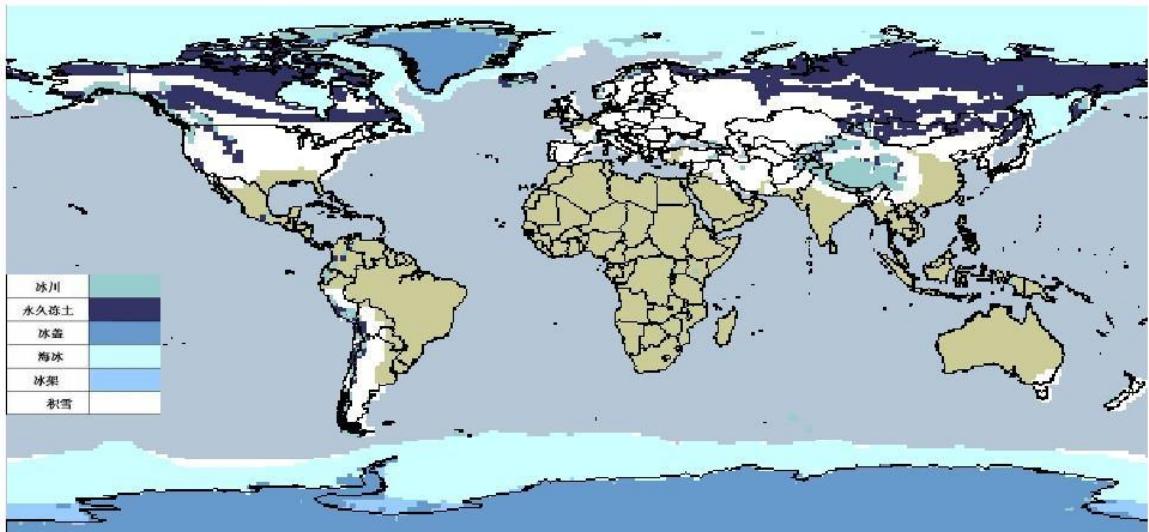
图 1 1980 – 2021 年中国沿海海平面变化

资料来源：中国气象局

# 1.3.1 气候灰犀牛



## 冰冻圈



### 冰冻圈：地球表层水以固态形式存在的圈层

- 冰川、冰盖面积：约占陆地面积10%
- 冻土（季节冻土和多年冻土）：总计约占陆地面积2/3；多年冻土约占1/4
- 积雪面积：1月覆盖陆地面积30%（北半球近50%）
- 海冰面积：约占海洋面积7%

## 1.3.1 气候灰犀牛



### 岩石圈



岩石圈的荒漠化加剧

## 生物圈



## 1.3.2 零碳大博弈

2018年，具有里程碑意义的《巴黎协定》正式生效，人类在应对气候变化方面创造了历史。我们在与时间赛跑。我们是切实感受到气候变化后果的第一代人，也是能够预防其最糟糕后果的最后一代人。



联合国前秘书长潘基文

## 1.3.2 零碳大博弈



2019年11月4日  
美国宣布退巴黎协定



2021年2月9日  
美国宣布重返协定



2025年1月20日，  
特朗普再次就任总统首日签署行政令，宣布美国将退出《巴黎协定》

## 1.3.2 零碳大博弈



## 1.3.2 零碳大博弈



1992年，里约峰会，确定了"共同但有区别的责任"原则



### 1997年 京都僵局



### 1997年 京都僵局



## 1.3.2 零碳大博弈



### 哥本哈根激战



2009年马尔代夫总统穆罕默德·纳希德召开水下内阁会议 签署文件  
小岛屿国家联盟（Alliance of Small Island States, AOSIS）成员



哥本哈根世界气候大会全称《联合国气候变化框架公约》第15次缔约方会议暨《京都议定书》第5次缔约方会议，于2009年12月7—18日在丹麦首都哥本哈根召开。

## 1.3.2 零碳大博弈



### 《巴黎协定》



2015年12月12日，196个缔约方在巴黎召开的第二十一届联合国气候变化大会(COP21)上通过了《巴黎协定》，取代《京都议定书》，以期能共同遏制全球暖化失控趋势。这是继《联合国气候变化框架公约》与《京都议定书》后，人类历史上应对气候变化的第三个里程碑式的国际法律文本，也是有史以来首个具有普遍性和法律约束力的全球气候变化协定。



2022年10月17日，二十大新闻中心今天举办第一场记者招待会，国家能源局党组成员、副局长任京东说，碳达峰、碳中和不是别人要我们做，而是我们主动要做的。

近10年，我国以年均3%的能源消费增速支撑了年均6.6%的经济增长，能源的消耗强度累计下降了26.4%。“我们探索走出了一条生态优先、绿色低碳的高质量发展的道路，这条路我们越走越宽阔，越走信心越坚定。”

任京东介绍，我国非化石能源保持跃升发展的势头，年消费量已经占全世界的近1/4。而我国煤炭消费比重已经降至56%，比2012年降低了12.5个百分点，近10年年均下降1.4个百分点，是历史上下降最快的时期。



3月5日，十四届全国人大二次会议在北京开幕。国务院总理李强作政府工作报告。要点如下：

## 2023年成就

国内生产总值超过126万亿元、增长5.2%

城镇新增就业1244万人

城镇调查失业率平均为5.2%

居民消费价格上涨0.2%

国际收支基本平衡

新能源汽车产销量占全球比重超过60%

粮食产量1.39万亿斤，再创历史新高

居民人均可支配收入增长6.1%

## 2024年目标

国内生产总值增长5%左右

城镇新增就业1200万人以上

城镇调查失业率5.5%左右

居民消费价格涨幅3%左右

粮食产量1.3万亿斤以上

## 单位国内生产总值能耗降低2.5%左右

财政政策：积极的财政政策要适度加力、提质增效

货币政策：稳健的货币政策要灵活适度、精准有效

## 今年重点工作

- 1、大力推进现代化产业体系建设，加快发展新质生产力
- 2、深入实施科教兴国战略，强化高质量发展的基础支撑
- 3、着力扩大国内需求，推动经济实现良性循环
- 4、坚定不移深化改革，增强发展内生动力，打造更多世界一流企业
- 5、扩大高水平对外开放，促进互利共赢
- 6、更好统筹发展和安全，有效防范化解重点领域风险，标本兼治化解房地产、地方债务、中小金融机构等风险
- 7、坚持不懈抓好“三农”工作，扎实推进乡村全面振兴
- 8、推动城乡融合和区域协调发展，大力优化经济布局
- 9、**加强生态文明建设，推进绿色低碳发展**
- 10、切实保障和改善民生，加强和创新社会治理

## 2025年政府工作报告，能源双碳发展有哪些新看点？



2025年3月5日上午，第十四届全国人民代表大会第三次会议在北京人民大会堂开幕。

国务院总理李强代表国务院，向十四届全国人大三次会议作政府工作报告。

关于低碳绿色发展、生态文明建设、气候变化应对和新能源建设，政府工作报告都有诸多论述。与去年相比，2025年的政府工作报告也出现了许多新提法新表述。

首先，2025年政府工作报告明确提出加快经济社会发展全面绿色转型，要求进一步深化生态文明体制改革，统筹产业结构调整、污染治理、生态保护、应对气候变化，推进生态优先、节约集约、绿色低碳发展。

在加强污染防治和生态建设方面，要求积极推进美丽中国先行区建设，不断满足人民群众对良好生态环境新期待。

其次，对于绿色低碳经济从2024年的大力发展提升至加快发展。要求完善支持绿色低碳发展的政策和标准体系，营造绿色低碳产业健康发展生态。深入实施绿色低碳先进技术示范工程，培育绿色建筑等新增长点。明确指出要有力有效管控高耗能项目。加强废弃物循环利用，大力推广再生材料使用。

再次，在推进碳达峰碳中和方面表述与2024年保持一致，均为积极稳妥；但具体工作重点有了明显变化。今年的政府工作报告延续了2024年中央经济工作会议的表述，要求建立一批零碳园区、零碳工厂并加快构建碳排放双控制度体系。同时，在新形势下，政府工作报告也从去年的提升碳排放统计核算核查能力上升至开展碳排放统计核算的具体行动，以积极应对绿色贸易壁垒。

此外，对于新能源的发展，今年的政府工作报告提出发展海上风电，与去年推动分布式能源开发利用明显不同。同时，统筹就地消纳与外送通道建设的重要性上升到了同等高度，去年要求是加强外送通道建设。

最后，今年的政府工作报告明确指出，规划应对气候变化一揽子重大工程，积极参与和引领全球环境与气候治理。



对于2024年工作回顾，国务院总理李强在政府工作报告中指出，新能源汽车年产量突破1300万辆；生态环境质量有新改善，地级及以上城市细颗粒物（PM2.5）平均浓度下降2.7%，优良天数比例上升至87.2%，地表水优良水质断面比例提高到90.4%；单位国内生产总值能耗降幅超过3%，可再生能源新增装机3.7亿千瓦。

对于过去一年经济社会发展成绩，政府工作报告指出：

一年来，大力推动创新驱动发展，促进产业结构优化升级。新培育一批国家级先进制造业集群，商业航天、北斗应用、新型储能等新兴产业快速发展。制定修订环保、安全等强制性国家标准。

一年来，持续加强生态环境保护，提升绿色低碳发展水平。强化生态环境综合治理，主要污染物排放量继续下降。深入实施重要生态系统保护和修复重大工程，荒漠化、沙化土地面积持续“双缩减”。推动重点行业节能降碳改造，推进新能源开发利用，非化石能源发电量占总发电量的比重接近40%。启动全国温室气体自愿减排交易市场。全国碳排放权交易更趋活跃。

一年来，加强政府建设和治理创新，保持社会和谐稳定。强化应急管理和安全生产，开展燃气、电动自行车等安全隐患全链条专项整治。

对于2025年发展主要预期目标，政府工作报告指出：

国内生产总值增长5%左右；城镇调查失业率5.5%左右，城镇新增就业1200万人以上；居民消费价格涨幅2%左右；居民收入增长和经济增长同步；国际收支保持基本平衡；粮食产量1.4万亿斤左右；单位国内生产总值能耗降低3%左右，生态环境质量持续改善。

在2025年经济社会发展政策取向方面，政府工作报告指出，实施适度宽松的货币政策，加大对科技创新、绿色发展、提振消费以及民营、小微企业等的支持。



对于2025年政府工作任务，政府报告指出：

实施提振消费专项行动，创新和丰富消费场景，加快数字、绿色、智能等新型消费发展；激发数字经济创新活力，大力发展战略网联新能源汽车、人工智能手机和电脑、智能机器人等新一代智能终端以及智能制造装备；深化财税金融体制改革，完善科技金融、绿色金融、普惠金融、养老金融、数字金融标准体系和基础制度。

协同推进降碳减污扩绿增长，加快经济社会发展全面绿色转型。进一步深化生态文明体制改革，统筹产业结构调整、污染治理、生态保护、应对气候变化，推进生态优先、节约集约、绿色低碳发展。

——加强污染防治和生态建设。持续深入推进蓝天、碧水、净土保卫战。制定固体废物综合治理行动计划，加强新污染物协同治理和环境风险管控。深入实施生态环境分区管控，统筹推进山水林田湖草沙一体化保护和系统治理，全面推进以国家公园为主体的自然保护地体系建设，推动“三北”工程标志性战役取得重要成果。实施生物多样性保护重大工程，坚定推进长江十年禁渔。健全生态保护补偿和生态产品价值实现机制。积极推进美丽中国先行区建设，不断满足人民群众对良好生态环境新期待。

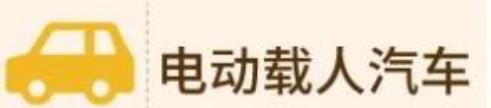
——加快发展绿色低碳经济。完善支持绿色低碳发展的政策和标准体系，营造绿色低碳产业健康发展生态。深入实施绿色低碳先进技术示范工程，培育绿色建筑等新增长点。完善资源总量管理和全面节约制度，加强重点用能用水单位节能节水管理，有力有效管控高耗能项目。加强废弃物循环利用，大力推广再生材料使用。健全绿色消费激励机制，推动形成绿色低碳的生产方式和生活方式。

——积极稳妥推进碳达峰碳中和。扎实开展国家碳达峰第二批试点，建立一批零碳园区、零碳工厂。加快构建碳排放双控制度体系，扩大全国碳排放权交易市场行业覆盖范围。开展碳排放统计核算，建立产品碳足迹管理体系、碳标识认证制度，积极应对绿色贸易壁垒。加快建设“沙戈荒”新能源基地，发展海上风电，统筹就地消纳和外送通道建设。开展煤电低碳化改造试点示范。规划应对气候变化一揽子重大工程，积极参与和引领全球环境与气候治理。

此外，今年的政府工作报告中，着重强调了综合整治“内卷式”竞争。纵深推进全国统一大市场建设，加快建立健全基础制度规则，破除地方保护和市场分割，打通市场准入退出、要素配置等方制约经济循环的卡点堵点，综合整治“内卷式”竞争。



## 外贸“新三样” 外贸“老三样”



电动载人汽车



服装



锂电池



家具



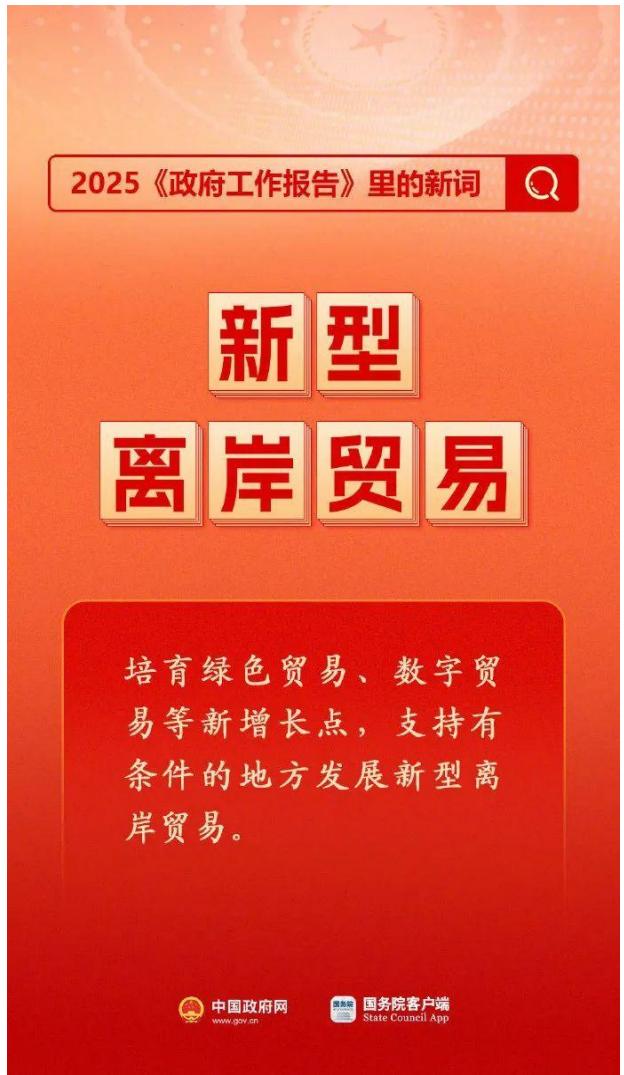
太阳能电池



家电

2024年国务院政府工作报告提到，2023年，国内生产总值增长5.2%，粮食产量1.39万亿斤，城镇新增就业1244万人，全年新增税费优惠超过2.2万亿元，新能源汽车产销量占全球比重超过60%，电动汽车、锂电池、光伏产品“新三样”出口增长近30%等。

2024年3月5日，在全国两会第一场“部长通道”上，科学技术部部长阴和俊提到，“新能源汽车、锂电池、光伏组件，就是大家讲的‘新三样’，去年的出口，每一样的增速都非常喜人。





2025年政府工作报告中出现了一些新词，以下是一些主要的新词及其具体定义：

**1.具身智能**：指人工智能技术与物理实体（如机器人、工业设备）深度融合的智能形态，强调智能体通过感知、交互和行动与环境实时互动。

**2.智能机器人**：与具身智能相关，指具备智能感知和交互能力的机器人，能够在特定环境中自主完成复杂任务。

**3.6G**：第六代移动通信技术，具有更快速度、更低延迟的特点，为万物互联、智能生活提供更高速的通信支持。

**4.新质生产力**：指根据区域资源禀赋差异化布局新兴产业，避免“一刀切”，以推动经济高质量发展。

**5.数据跨境流动**：指规范国际间数据流通的规则与标准，支持跨境电商和数字贸易，同时争夺全球数据治理话语权。

**6.再生材料**：通过回收和再利用废弃物生产的材料，推动循环经济发展。

**7.智慧城市适老化**：在智慧城市建设中融入适老化设计，减少老年人数字鸿沟，提升老年人生活质量。

**8.投资于人**：推动更多资金资源投入到人的发展和保障上，支持扩大就业、促进居民增收减负、加强消费激励，形成经济发展和民生改善的良性循环。

**9.零基预算改革**：改变传统预算编制方式，以零为基点编制预算，一切从实际需要出发，不再受以往预算安排情况的影响，提高财政资金使用效率。

**10.因城施策调减限制性措施**：在房地产市场政策中，根据不同城市的实际情况调整或取消各类限制性措施，如限购、限售等，以推动房地产市场止跌回稳。这些新词反映了政府在推动科技创新、产业升级、民生改善等方面政策方向和战略重点。

## 关键词一

### 整治“内卷式”竞争

报告提出，清理废除妨碍全国统一市场的规定做法，制定实施公平竞争审查条例。纵深推进全国统一大市场建设。加快建立健全基础制度规则，破除地方保护和市场分割，打通市场准入退出、要素配置等方面制约经济循环的卡点堵点，综合整治“内卷式”竞争。实施全国统一大市场建设指引，修订出台新版市场准入负面清单，优化新业态新领域市场准入环境。制定重点领域公平竞争合规指引，改革完善招标投标体制机制。

中国汽车工业协会副总工程师许海东：汽车行业“内卷式竞争”的主要原因来自于两个方面：一是地方政府驱动层面。地方财政对汽车产业的过度依赖催生无序竞争。全国23个省级行政区将汽车产业列为支柱产业，通过土地划拨、税收返还、购车补贴等方式争夺企业投资，造成产能重复建设，也引发当地企业的降价销售，导致市场出现恶性价格竞争。二是企业发展模式层面。企业核心技术同质化引发价格战；企业品牌力不强，无法吸引固定消费群体；企业为争夺销量份额而低价销售等。

## 关键词二

### 具身智能 (Embodied Artificial Intelligence)

报告提出，培育壮大新兴产业、未来产业。深入推进战略性新兴产业融合集群发展。开展新技术新产品新场景大规模应用示范行动，推动商业航天、低空经济等新兴产业安全健康发展。建立未来产业投入增长机制，培育生物制造、量子科技、具身智能、6G等未来产业。

中国汽车工业协会副总工程师王耀：报告中，“具身智能”首次被纳入国家战略，成为未来产业布局的重要方向。具身智能强调人工智能与物理世界的深度融合，使智能体具备感知环境、实时决策和动态执行的能力，相较于传统基于数据计算的AI系统，其核心特征在于“智能体-环境”闭环交互，使机器能够适应和学习现实世界的变化。这也意味着国家对于智能制造、自动化产业及人机协作体系的重视，也为智能网联汽车、工业机器人及智能制造等产业链带来了新的发展机遇。

## 关键词三

### 降碳减污扩绿

报告提出，协同推进降碳减污扩绿增长，加快经济社会发展全面绿色转型。加快发展绿色低碳经济。完善支持绿色低碳发展的政策和标准体系，营造绿色低碳产业健康发展生态。健全绿色消费激励机制，推动形成绿色低碳的生产方式和生活方式。积极稳妥推进碳达峰碳中和。扎实开展国家碳达峰第二批试点，建立一批零碳园区、零碳工厂。加快构建碳排放双控制度体系，扩大全国碳排放权交易市场行业覆盖范围。开展碳排放统计核算，建立产品碳足迹管理体系、碳标识认证制度，积极应对绿色贸易壁垒。

中国汽车工业协会副秘书长何毅：报告提出了“降碳减污扩绿”的要求，在“降碳扩绿”方面提出了具体要求：一是加快发展绿色低碳经济，二是积极稳妥推进碳达峰、碳中和。

降碳减污扩绿，不仅仅是投入，更要形成良性循环发展的绿色低碳经济。强调的是，要从政策标准体系营造绿色低碳产业健康发展生态、资源管控和全面节约，以及循环利用和可再生材料的发展。我们相信，随后会有税收、金融、准入等系列组合政策来加快发展绿色低碳经济。

双碳战略目标积极稳妥推进。一方面，国家要规划应对气候变化的一揽子重大工程，积极极参与和引领全球环境和气候治理；另一方面，扎实开展各项工作，稳步实现双碳战略阶段性目标。加强示范作用，开展零碳园区、零碳工厂试点建设和煤电低碳化改造示范建设；继电力之后，逐步扩大钢铁、石化等行业进入全国碳排放权交易市场。但目前产品碳足迹管理体系建设还没有全面展开。同时，建立碳标识认证制度，对内，将促进各行业建立完善的产品碳足迹核算体系和标识认证体系，促进各行业全产业链绿色低碳发展；对外，将促进国际间互认互信，主动应对将来所面临的绿色贸易壁垒。

## 关键词四

### 人工智能+

报告提出，持续推进“人工智能+”行动，将数字技术与制造优势、市场优势更好结合起来，支持大模型广泛应用，大力发展战略网联新能源汽车、人工智能手机和电脑、智能机器人等新一代智能终端以及智能制造装备。扩大5G规模化应用，加快工业互联网创新发展，优化全国算力资源布局，打造具有国际竞争力的数字产业集群。

中国汽车工业协会副总工程师王耀：报告明确提出持续推进“人工智能+”行动，强调AI技术与实体经济的深度融合，推动新质生产力培育，加快现代化产业体系建设。对于汽车产业而言，也预示着AI技术将在制造、供应链、终端应用等多个环节带来变革，“人工智能+”将成为推动智能化升级、提升行业竞争力、优化全球布局的重要支撑点。

习近平总书记多次强调，实现“双碳”目标，不是别人让我们做，而是我们自己必须要做。



## ■ 关键词：

1. 在**新发展理念**的指引下，什么是**新发展理念**？
2. **先立后破**？
3. **人类命运共同体**？

## ➤ 新发展理念：创新、协调、绿色、开放、共享



新发展理念是习近平于2015年10月在党的十八届五中全会上提出创新发展注重的是解决发展动力问题，协调发展注重的是解决发展不平衡问题，绿色发展注重的是解决人与自然和谐问题，开放发展注重的是解决发展内外联动问题，共享发展注重的是解决社会公平正义问题，强调坚持新发展理念是关系我国发展全局的一场深刻变革。

新发展理念就是指挥棒、红绿灯。全党要把思想和行动统一到新发展理念上来，努力提高统筹贯彻新发展理念的能力和水平，对不适应、不适合甚至违背新发展理念的认识要立即调整，对不适应、不适合甚至违背新发展理念的行为要坚决纠正，对不适应、不适合甚至违背新发展理念的做法要彻底摒弃。

## 1.4 重塑中国



- 新发展理念：创新、协调、绿色、开放、共享
- 如何践行？（以新能源汽车崛起为例）



张维为，复旦大学特聘教授，复旦大学中国研究院院长、博士生导师，主要研究领域为中国道路、中国模式和中国话语研究等

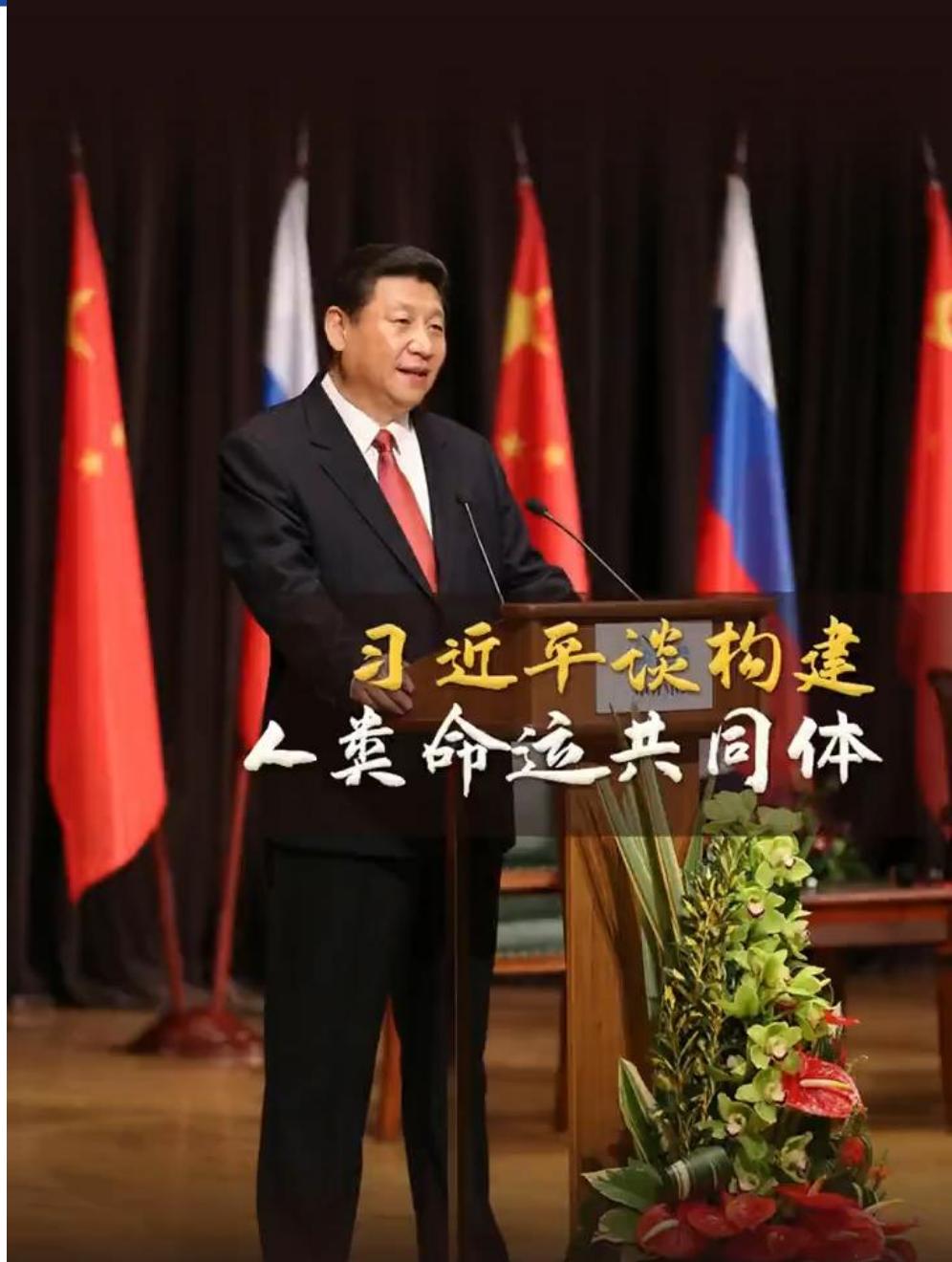
## ➤ 先立后破 如何实施



**2022年10月27日，北方地区  
陆续进入取暖季，环境部提醒  
地方“先立后破、不立不破”  
，确保群众温暖过冬。**

## ➤ 人类命运共同体：提出

“构建人类命运共同体”是习近平总书记于2015年9月在纽约联合国总部出席第七十届联合国大会一般性辩论时发表重要讲话中提出的治国理政方针理论。“当今世界，各国相互依存、休戚与共。我们要继承和弘扬联合国宪章的宗旨和原则，构建以合作共赢为核心的新型国际关系，打造人类命运共同体。”



## ➤ 人类命运共同体：如何理解？



郭继承，现任中国政法大学  
马克思主义学院副教授。兼  
任教育部全国高校二十大精  
神巡讲团成员。

## ➤ 人类命运共同体：如何理解？



## ➤ 人类命运共同体：如何理解？



## ➤ 重塑经济

### 大企业争做卖炭翁

特斯拉长期以来亏损，2021年公布的财报才实现首次盈利，净利润为7.21亿，其中碳积分出售带来的利润为16亿美元，这意味着如果没有碳信用额度的绿色收入，特斯拉将净亏损近9亿元，通用汽车和大众汽车都曾向特斯拉购买碳指标，抵消燃油车量产带来的超额碳排放。

碳积分在哪卖的：欧美市场的碳信用额度+中国市场的乘用车碳积分；大部分新能源车企造车都是亏损的，比亚迪，五菱也不例外，比亚迪近年来才通过电池业务和碳积分出售实现首次盈利。

在国内碳市场：

1、我们除了早期的百亿补贴之外，

2、乘用车双积分制度，

欧美也有与新能源电动车对应的碳信用市场。

特斯拉历年出售碳积分收益 (亿美元)



来源: 工信部、《汽车海外并购》、《智能电动汽车》

## 2023年特斯拉碳积分收入： 17.9 亿美元

2024年2月13日消息，近日，据美国交易委员会（SEC）最近公布的一份文件显示，特斯拉在2023年通过售卖碳积分所得到的收入达到了17.9亿美元（约128.88亿元人民币），超过了2022年的17.76亿美元（当前约127.87亿元人民币），创历史新高。

特斯拉2023年财报显示，该公司全年总营收967.73亿美元（当前约6967.66亿元人民币），同比增加19%。2023年度GAAP（美国通用会计准则）营业利润为89亿美元。

2023年全年，特斯拉交付量为181万辆，同比增长38%；生产量为185万辆，同比增长35%，产销数量均创公司历史新高。



## ➤ 重塑经济



## ▶ 重塑经济

### 部分车企燃油车停产停售时间

比亚迪汽车: 2022年3月全面停售燃油车

北汽集团: 2025年全面停售燃油车

长安汽车: 2025年全面停售燃油车

丰田汽车: 2030年中国、欧洲、北美地区停售燃油车; 2035年雷克萨斯品牌全面停售燃油车

大众汽车: 2035年欧洲市场停售燃油车

本田汽车: 2040年全面停售燃油车

梅赛德斯-奔驰: 2030年停售燃油车

日产汽车: 2025年后停售燃油车

起亚汽车: 2035年欧盟市场停售燃油车

宝马集团: 2030年欧盟停售燃油车

多家车企燃油车停产/停售时间表		
车企	停产/停售时间	简介
比亚迪	2022年	2022年4月3日, 比亚迪发布公告称, 正式停产燃油车生产。
兰博基尼	2022年	2022年, 推出最后一款燃油车。
海马汽车	2025年	2025年, 预计停产燃油车。
捷豹路虎	2025年	2025年, 预计停产燃油车。
长安	2025年	2025年, 预计停售燃油车。
北汽	2025年	2025年, 预计停售燃油车。
奥迪	2026-2033年	2026年停产, 2033年停售。(不包括中国市场)
梅赛德斯-奔驰	2030年	2030年之前, 条件允许的市场实现全面电动化。
沃尔沃	2030年	2030年, 目标成为纯电车企。
福特	2030年	2030年, 欧洲地区实现产品全面电动化, 2050年实现碳中和。
宾利	2030年	2030年, 实现全系产品纯电化。
MINI	2030年	2030年, 实现全面电动化。
菲亚特	2030年	2030年, 预计停产燃油车。
宝马	2030年	2030年, 预计在欧盟市场停售燃油车。
大众	2033-2035年	2033-2035年, 预计停售燃油车, 主要在欧洲市场, 中国和美国市场稍晚。
雷克萨斯	2035年	2035年, 预计停售全面停售燃油车。
现代起亚	2035年	2035年, 预计在欧洲市场停售燃油车。
通用	2035年	2035年, 预计停售燃油车。
本田	2040年	2040年, 预计停售燃油车。

制表: 汽车公社 张之栋、康琴



2023年9月20日, 英国首相苏纳克将禁止销售汽油和柴油汽车的时间点从2030年推后至2035年, 并大幅削弱到2035年逐步淘汰安装燃气锅炉的计划。不过, 他表示, 英国到2050年实现净零排放的总体目标并不会改变。

工党认为, 政策倒退不仅让经济和社会发展再次充满不确定性, 传统能源的高价和绿色投资的犹豫态度将不断带来损失, 这种变化还让英国在国际上的声誉蒙受损失。

不少人呼吁苏纳克在周五前慎重考虑, 不要让他的首任成为英国的耻辱时刻。

## 第二章：能源革命



## 划分方式1：

### 每一次工业革命的核心是能源革命—

《人类简史》尤瓦尔·赫拉利

- 第一次：1760-1840，发明了蒸汽机，煤炭是主要的能源。
- 第二次：1870-1900，第二次工业革命，发明了内燃机和电动机，石油，天然气，电成为了主要能源。
- 第三次：1940-1970 核能
- 第四次：2000-2030 太阳能、风能
- 第五次：可控核聚变



烧煤的火车被发明



风力驱动的帆船被烧煤的轮船取代



烧油的汽车、飞机、火车被发明



电力火车

水力发电

电动飞机

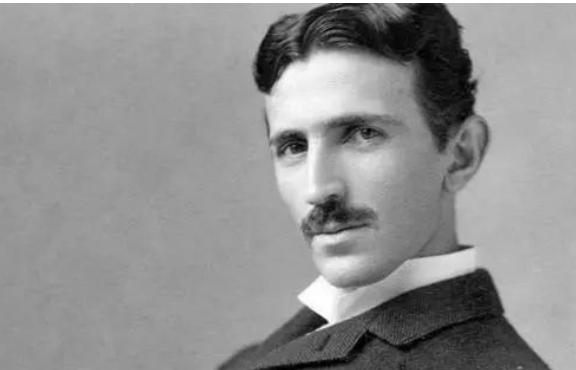
## 划分方式2：

人类能源革命离不开烧开水

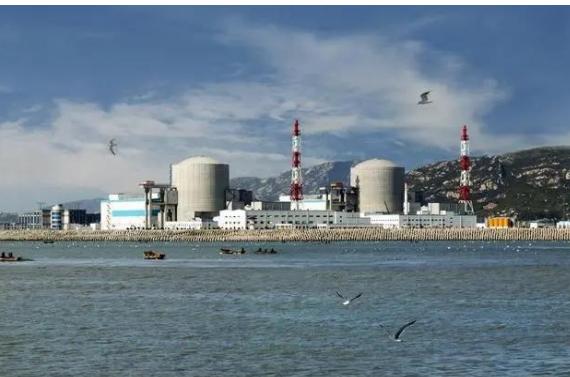
- 第一次：1765 蒸汽热能
- 第二次：1831 电能
- 第三次：1879 内燃机
- 第四次：1942 原子能
- 未来：可控核聚变



大航海



尼古拉 特斯拉



核电厂



蒸汽机



发电厂



人造太阳

## 划分方式3：从钻木取火开始

- 第一次：钻木取火的薪柴时代
- 第二次：化石能源推动工业化
- 第三次：电气化时代改变生活
- 第四次：低碳智能塑造新格局

个人认为较合理



电气化时代改变生活

低碳智能塑造新格局

## 划分方式4：

- 第一次：薪柴
- 第二次：化石能源
- 第三次：清洁能源



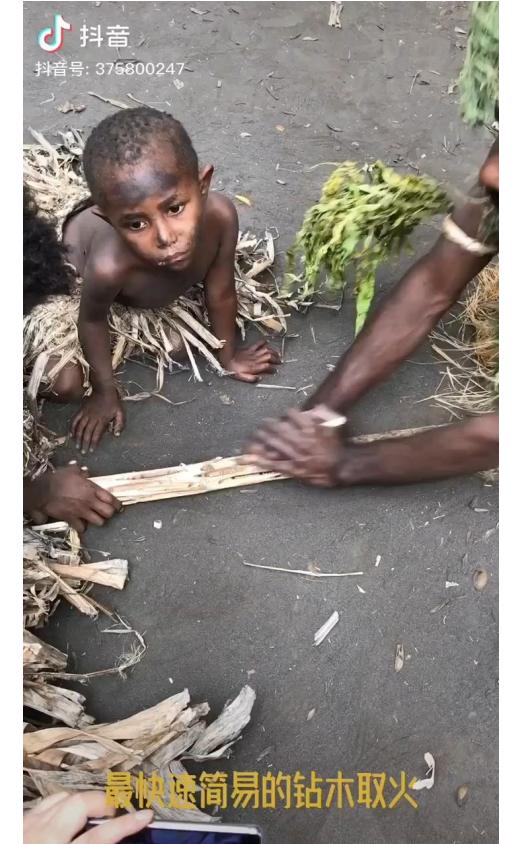
## 划分方式5：

- 第一次：高碳能源
- 第二次：中碳能源
- 第三次：低碳能源



## 第二章 能源革命

### ➤ 第一次：钻木取火的薪柴时代：从啄木鸟得到启发



## 第二章 能源革命

### ➤ 一张纸消耗的能源



## 第二章 能源革命

### ➤ 为什么前几次能源革命没发生在中国？

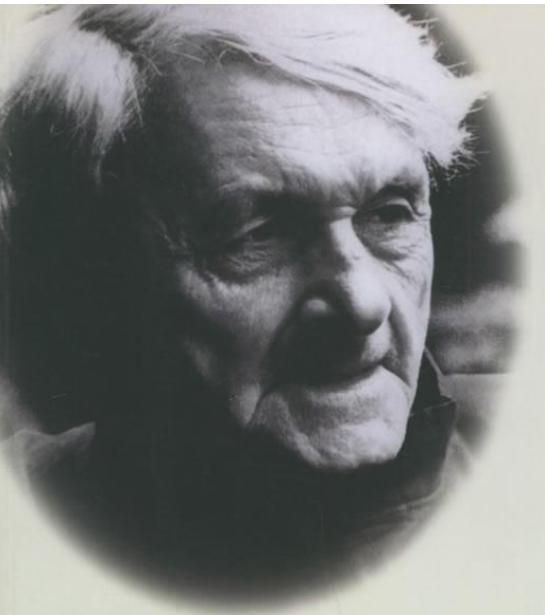


英国学者李约瑟  
(Joseph Needham)

尽管中国古代对人类科技发展  
做出了很多重要贡献，但为什  
么科学和工业革命没有在近代  
的中国发生？”

## 第二章 能源革命

### ➤ 为什么前几次能源革命没发生在中国？

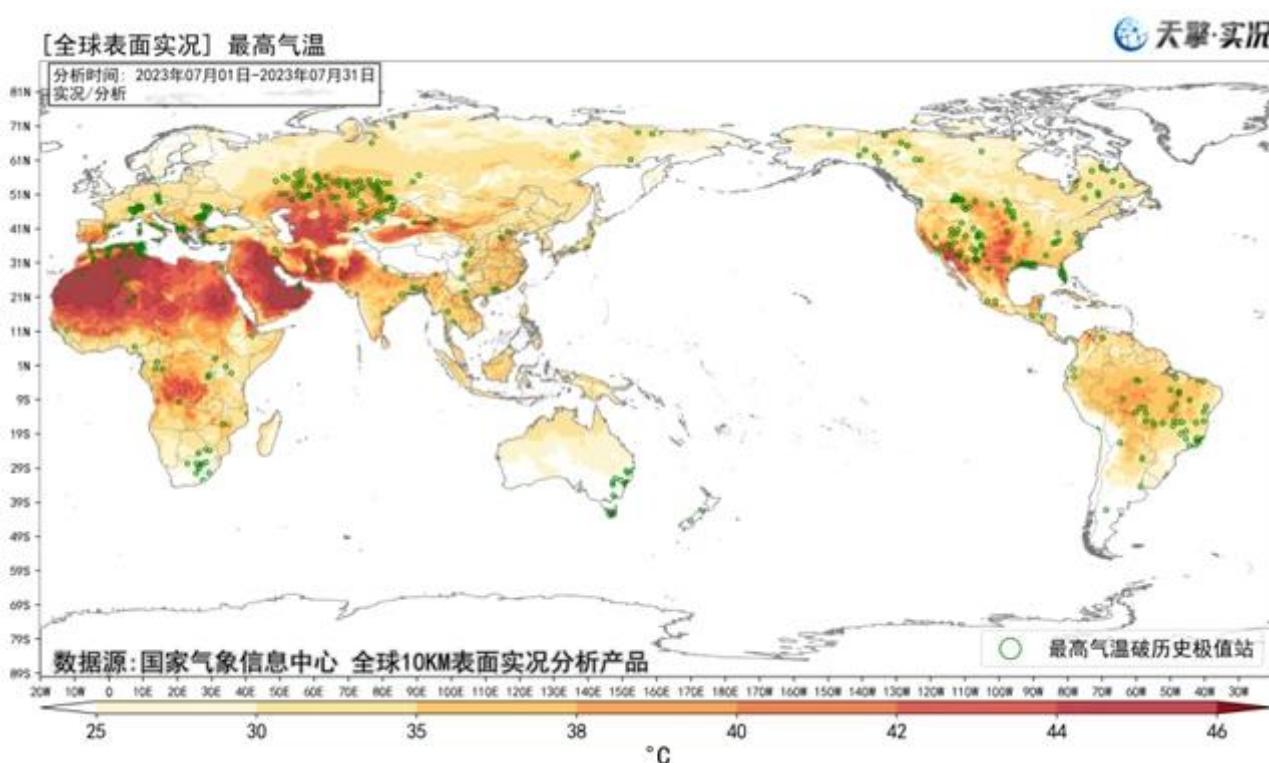


英国学者李约瑟  
(Joseph Needham)

一是中国没有具备易于科学成长的自然观；  
二是中国人太讲究实用，很多发现滞留在了经验阶段；  
三是中国的科举制度扼杀了人们对自然规律探索的兴趣，思想被束缚在古书和名利上，“学而优则仕”成了读书人的第一追求。  
李约瑟还特别提出了中国人不懂得用数字进行管理，对中国儒家学术传统只注重道德而不注重定量经济管理是很好的批评。

# 2.4 第四次能源革命

## 如何理解沸腾时代？



去年夏天，热浪席卷北半球

北美、欧洲和亚洲等多个国家和地区遭遇极端高温、干旱加剧，森林大火蔓延等灾害。

**瑞典**高温引发多处森林火灾；

**希腊雅典**遭遇40°C高温，并引发火灾；

**英国**部分地区持续高温干旱，上千人死于与高温有关的疾病；

7月19日地中海出现47.2°C的高温；

**伊朗**首都德黑兰8月2日气温达39°C，南部城市阿瓦士的气温达到51°C；

**加拿大**发生史上最严重的野火灾害；

在日本北海道，“避暑胜地”竟发布了“中暑预警”；

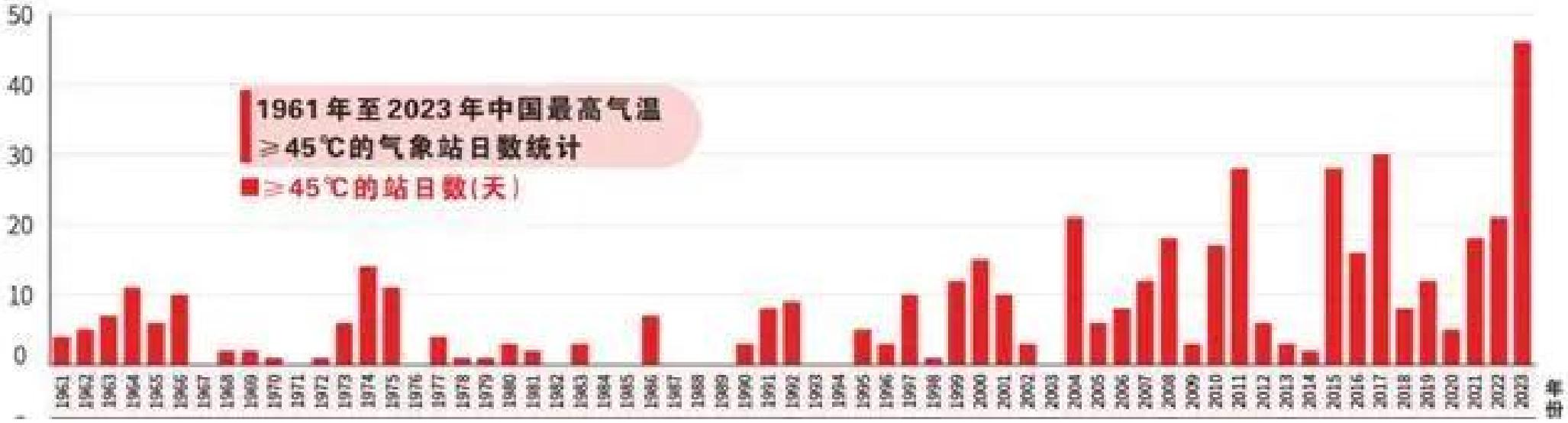
在**印尼**，严重干旱迫使这里最大的稻米产区不得不改种玉米；

**北京、河北**多地爆发百年不遇洪水和极端高温天气，2023年北京高温日数（超过35°C）29.7天，北京高温日数是常年3倍多

## 2.4 第四次能源革命



### 如何理解沸腾时代？



美国有线电视新闻网 (CNN) 引述科学家的研究称：

根据从树木、珊瑚礁和深海沉积物提取的物质对数十万年来的气候进行推测，“几乎可以肯定现在的全球温度是地球**12万年来最热的**”。欧洲气象专家伯吉斯称，**人为**引起的气候变化是这种异常高温的主要驱动因素，“全球气温与大气中温室气体的浓度成正比”。

**世界气象组织和欧盟哥白尼气候变化服务局：**发表联合报告称，根据最新的气象数据，2023年7月前三周是有记录以来最热的一个三周，因此今年7月“极有可能”成为**1940年有记录以来全球最热的月份**。报告称，本月第一周和第三周，全球平均气温都曾短暂比全球工业化前水平**高出1.5°C**——这是《巴黎协定》设定的全球变暖关键阈值。此前科学家曾指出，若是全球气温比工业化前水平高出1.5°C，地球生态将面临毁灭性的损害。

**那“沸腾”后，以后会更热吗？**

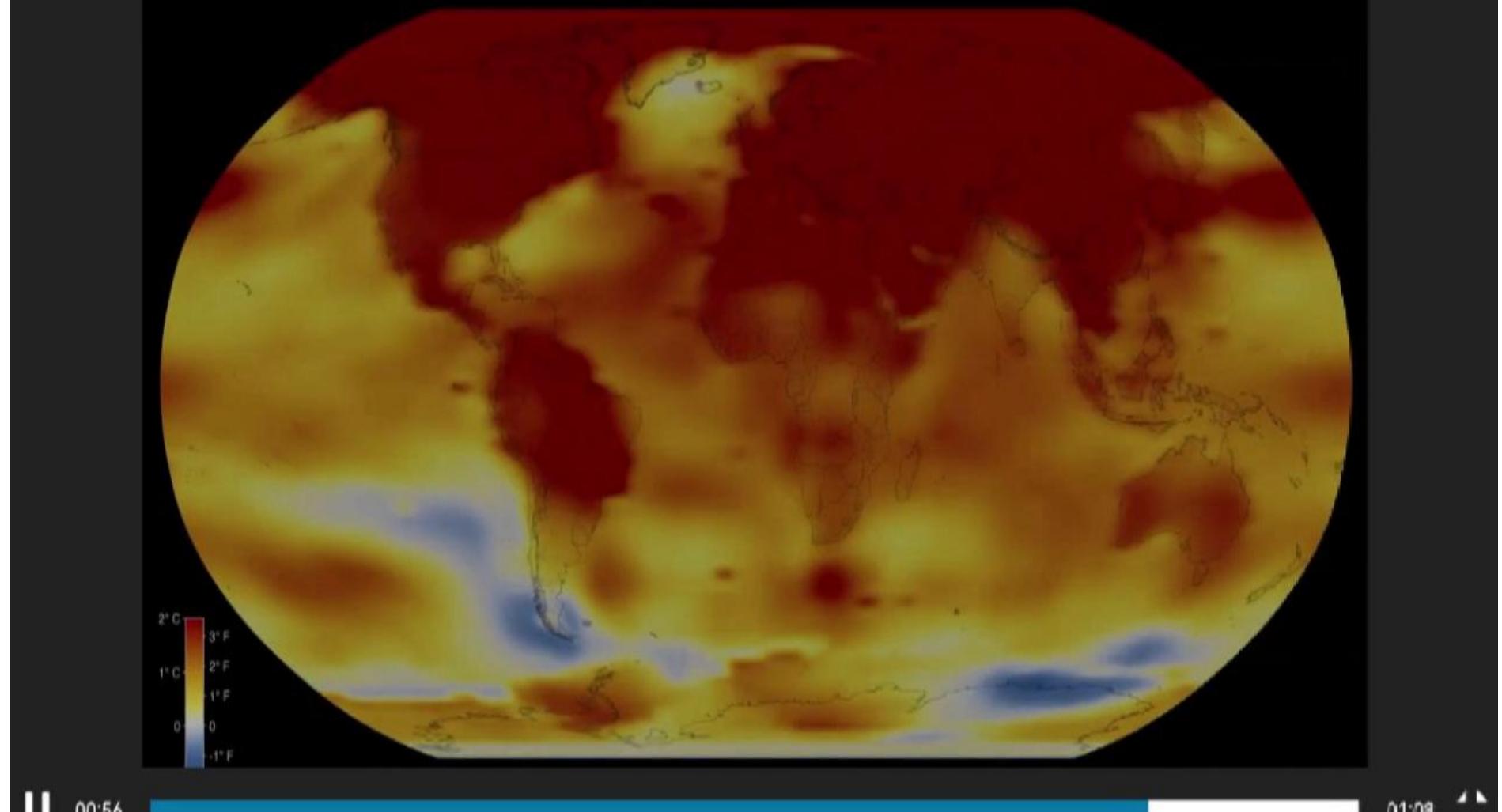
“出现高温，以后不一定继续增高，有可能会回落，但会保持整体的‘沸腾’状态，呈现出**震荡上升趋势**。因为气候变化是缓慢的，不能把一天、一年的情况当作未来趋势。”

中国气象服务协会会长许小峰

## 2.4 第四次能源革命



世界气象组织2025年1月10日宣布，经过对6份国际数据综合分析后确认，2024年为人类历史上最热的一年。数据显示，2024年全球平均气温比工业化前（1850年至1900年）平均水平高出约 $1.55^{\circ}\text{C}$ ，首次突破了2015年《巴黎协定》所设的“ $1.5^{\circ}\text{C}$ ”温控目标。

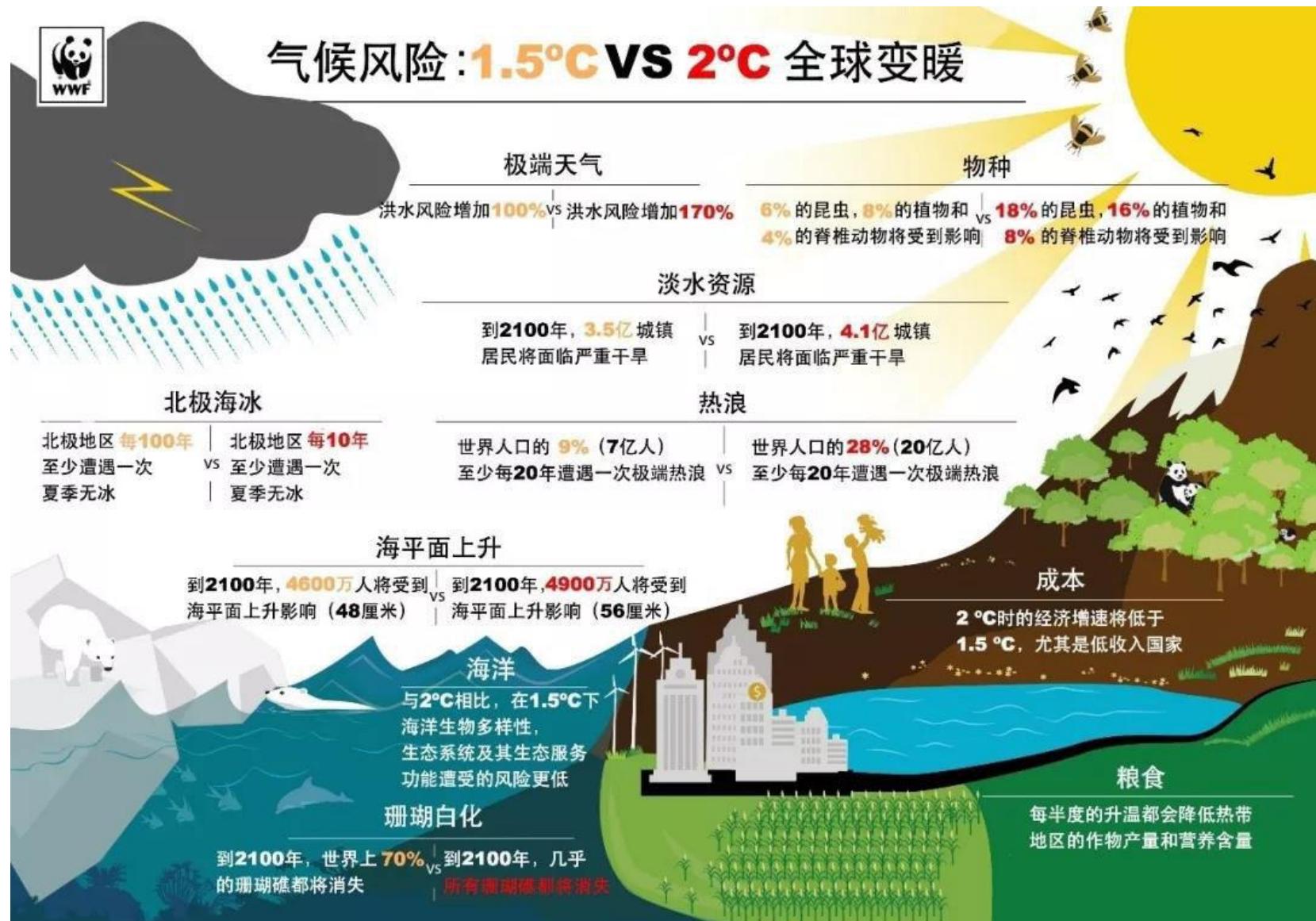


2024年是自1880年开始现代记录以来地球最热的一年，过去连续10年也是有记录以来最热的10年。  
影像来源: NASA/Grace Weikert

## 2.4 第四次能源革命



### 如何理解沸腾时代?



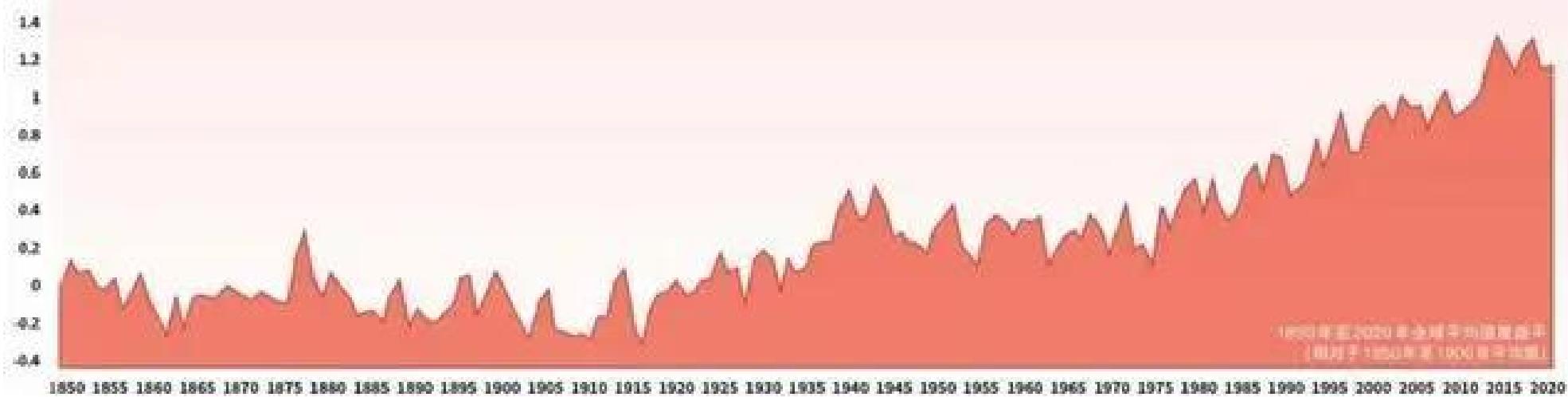
WWF:世界自然基金会 (World Wide Fund for Nature or World Wildlife Fund) 是在全球享有盛誉的、最大的独立性非政府环境保护组织之一

## 2.4 第四次能源革命



### 如何理解沸腾时代？

1850年至2020年全球平均温升



“极端天气和气候正成为新的常态。所有国家必须作出反应，保护他们的民众免受极端天气所导致的灼热、致命洪水、暴风雨、干旱和熊熊大火的危害。”古特雷斯呼吁，全球停止煤炭、石油和天然气的过度使用，加快从化石燃料向可再生能源的“公正、公平的过渡”

世界气象组织秘书长塔拉斯27日表示：“7月份影响无数人口的极端天气令人遗憾地成为气候变化的严酷现实和对未来的某种预示。减少温室气体排放的需要比以往任何时候都更加紧迫。气候行动不是一种奢侈品，而是一种必需品。”

中山大学大气科学学院教授吕建华28日接受采访时表示，“全球沸腾时代”是一种夸张的说法，但古特雷斯这么说是为了强调全球气候问题的严重性。从科学的角度来看，全球变暖仍在继续。随着排放的二氧化碳越来越多，全球变暖的速度也会有所加快。

## 2.4 第四次能源革命



如今15个已知的全球气候临界点，现在已经激活了9个—《自然》澳大利亚著名气候学家威尔·斯特芬



那剩下的6个“气候临界点”是什么？

- 1、海底甲烷开始释放
- 2、厄尔尼诺现象加剧
- 3、大气喷射流减速或停滞
- 4、印度洋夏季季风出现波动
- 5、西非季风转变
- 6、北美西南部开始干旱

## 2.4 第四次能源革命



未激活的气候临界点1：海底甲烷开始释放



## 2.4 第四次能源革命



### 未激活的气候临界点2：厄尔尼诺现象加剧

#### 一、厄尔尼诺现象

“厄尔尼诺”现象又叫“圣婴”现象，是指全球性的气候“反向反常”现象，通常可以概括为“该热不热、该冷不冷、该雨不雨、该旱不旱”。

正常情况下，太平洋的水温是西热东冷，但每隔几年，厄尔尼诺现象发生时，东部水温异常升高，导致太平洋中东部暴雨连降，洪水泛滥；西边却出现严重干旱。

对我国的影响是，导致我国出现“南涝北旱”，1998年的大洪水就是厄尔尼诺现象导致的。

#### 二、拉尼娜现象

“拉尼娜”现象又叫“圣女”现象，是一种全球性的气候“加剧反常”现象，通常可以概括为“该热更热、该冷更冷、该雨更雨、该旱更旱”。

正常情况下，太平洋的水温是西热东冷，但当拉尼娜现象发生时，西边的水温会特别热，东边的水温会特别凉。水温过高会发生台风，水温过低导致沿岸干旱。也就是“旱的旱死，涝的涝死”。

对我国的影响是，导致我国冬天更冷，夏天更热，出现“南旱北涝”的现象。



北大满哥  
一个问题  
三个知识点一个启发



## 2.4 数智的定义



**数智化是“数字化”与“智能化”的融合概念，强调通过数字技术（如大数据、人工智能、云计算等）与人类智慧的深度结合，实现数据价值的最大化。其核心在于将数据转化为可指导决策的智能，并通过人机协同优化业务流程、提升效率。**

具体包含三层含义：

数字智慧化：在数据中融入人类智慧，通过算法提升数据的应用价值（如AI模型优化）；

智慧数字化：用技术手段将人的经验知识转化为可复用的数字工具（如智能管理系统）；

人机深度对话：形成人机一体的生态，机器能学习人类逻辑，甚至启发人类创新

## 2.4 第四次能源革命



### 第四次工业革命

工业4.0的核心技术之一：

信息物理系统

(CPS, Cyber-Physical Systems)

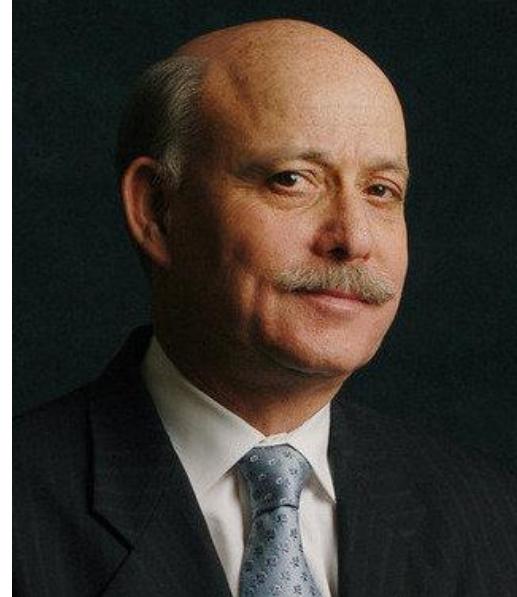
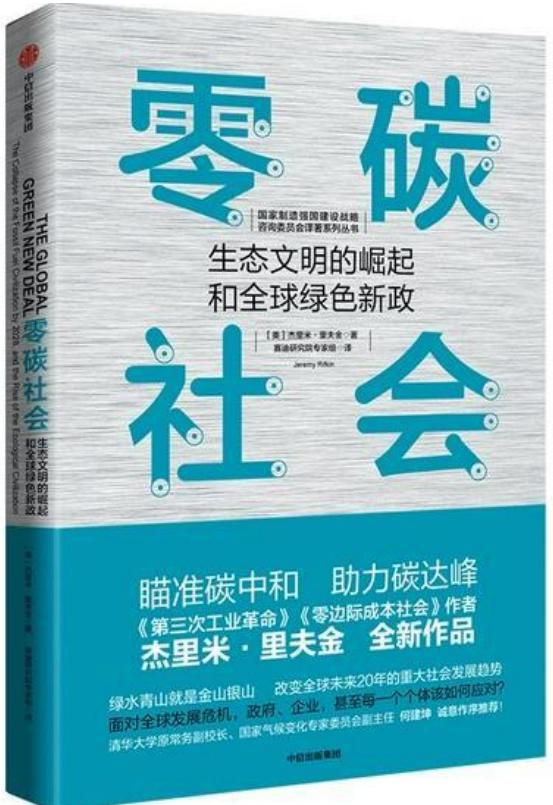
是一个综合计算、网络和物理环境的多维复杂系统，通过3C (Computation, Communication、Control) 技术的有机融合与深度协作，实现大型工程系统的实时感知、动态控制和信息服务。CPS实现计算、通信与物理系统的一体化设计，可使系统更加可靠、高效、实时协同，具有重要而广泛的应用前景。



## 2.4 第四次能源革命



关键词：低碳+智能



杰里米·里夫金 (Jeremy Rifkin)

全球知名的思想家与经济学家，华盛顿特区经济趋势基金会主席，著有《第三次工业革命》《零边际成本社会》等。

## 2.4 第四次能源革命



- **零碳社会**：一个应对气候变化、改变世界经济、创建全球绿色文化的紧急计划。
- 这本书大胆**预言**了一场即将到来的**经济泡沫**——到2028年时，价值约100万亿美元产值的化石燃料资产即将搁置，这一搁置将引发全球经济的大规模崩溃。
- 作者预测了剧烈的**经济动荡、气候变迁和物种大灭绝危机**，
- 深入探讨了政府和社会的应对策略——**生态文明和全球绿色新政**。它们能够帮助结束金融危机后多年的紧缩和不安全，实现更公平的收入分配，扭转数十年来的环境退化。
- 作者呼吁**世界各国联合起来，向零碳社会转型，帮助人类社会渡过灾难**。
- 这本书展望了建设零碳社会的前景，为世界经济的转型开辟了道路。人类将由此进入一个**全新的零碳时代**，及时应对气候变化和地球上物种的大规模灭绝。
- 零碳社会和全球绿色新政已经在“千禧一代”中以闪电般的方式流行起来。美洲、欧洲和亚洲都不断涌现类似的呼吁。这本书可能成为将全球性灾难转变为生态文明的重要里程碑。

## 2.4 第四次能源革命



谷歌母公司Alphabet旗下Sidewalk Labs, 2017年计划打造一个智慧城市, 谷歌不仅计划为该项目花费13亿元, 创造4万多个就业岗位, 年收入43亿元, 并在2040年前吸引至少380亿元的投资。这块面积12英亩土地也曾承载着诸多奇思妙想, 乐高积木般可变化的木质建筑, 零下十五度也可以进行室外活动的可自动加热车道。2020, 砸了五千多万元后, 谷歌果断及时止损。



温暖田园般的社区



建立一个地下隧道网络来处理所有“最后一公里”服务的物流运输



室内和室外的无缝过渡



街道具有自适应性, 零下十几度的多伦多, 人们也能出来活动

## 2.4 第四次能源革命



### 从典范走向幻灭：谷歌13亿元的智慧城市梦



智慧城市全景图



2017年谷歌开始打造智慧城市

## 北京经开区发布智慧城市十大创新成果

1.全国首个人工智能数据训练基地建成投用。北京亦庄充分发挥产业集聚优势、创新人才优势、数据资源优势，建成北京亦庄人工智能公共算力平台，实现5000P高性能智能算力投入使用，规划算力规模超万P。同时，北京公共数据训练基地试点在2024年7月召开的2024全球数字经济大会上正式启用，目前已汇聚医疗、政务、自动驾驶等领域的高质量数据，聚集了100余个生态伙伴。

2.成功打造全国首个基于城市级云控平台的“双智城市”融合应用。北京亦庄充分依托该区域成熟的北京市高级别自动驾驶示范区基础设施，在全区深度开展智慧城市和智能网联融合应用，实现交通领域“全息感知、全量汇聚、全域可控、全警智慧”。有关负责人介绍，以前“车看灯”，如今“灯看车”，根据路口交通流量的动态变化情况，信号灯最快能做到周期级自动调整，减少车辆在路口的等待时间。目前绿波道路全天平均停车次数降低40.6%，平均速度提升15.1%。

3.全国首个政务大模型服务平台上线运营。数字化如何提升政务服务水平？北京亦庄倾力打造的“亦智”政务大模型服务平台，作为新一代数智中枢，构建形成“模型共享、知识共建、算力共用”的智能应用新范式，全面支撑各部门数字化转型。据介绍，“亦智”平台即将升级为“亦智中心”，助力“全域人工智能之城”建设。

4.京津冀首个城市时空智能联合创新运营中心落地运营。该机构已完成全域高精度实景三维数据底座建设，全面支持区域孪生城市、智慧园区、数字工厂等领域数智化转型创新，助力北京开展数据要素市场化配置改革综合试验区改革。

5.全国首个IPv6城市数据光网建成投用。北京亦庄通过创新性利用IPv6、量子加密等技术，构建了一张灵活开放、高度安全、可管可控的数据流通专用网络，支撑空天、消费、公共等领域数据市场建设。



6.全国首个空天行业数据空间落地运营，构建了全方位、多维度空天数据生态体系，为火箭发射、卫星定轨、灾害应对等任务提供精准支持。“通过整合已有的空天数据资源，我们同步打造了空天数据共享平台，希望成为全市、全国的空天数据流通的基础设施，进一步推动空天数据产业的集聚发展与创新突破。”

7.全国首个基于长安链的文化数据资产流通平台上线运营。2024年7月，长安链·数据流通利用增值协作网络正式启动建设，旨在将北京打造为国家数据流通基础设施的核心节点，建设全市数据流通安全传输通道和可信协作环境。目前实现了数字版权、数字文博、数字权益等数据有序流通，交易金额已超过500万元。

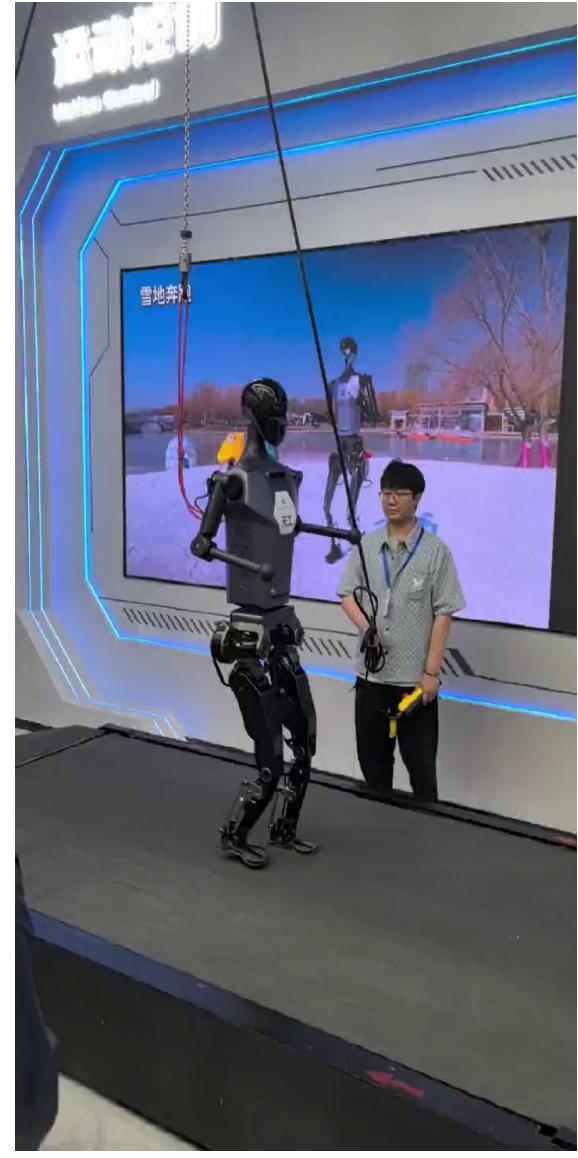
### 赋能城市治理民生服务

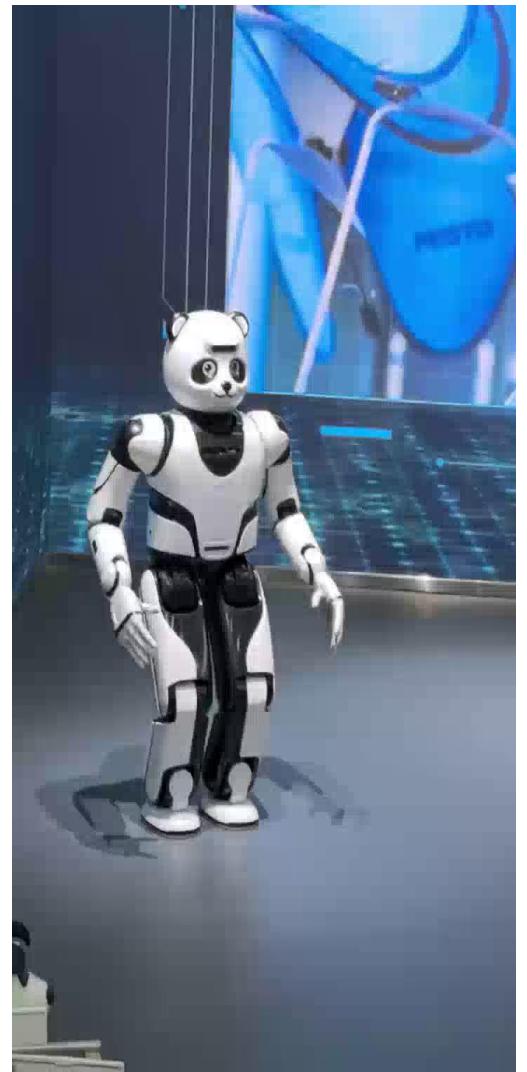
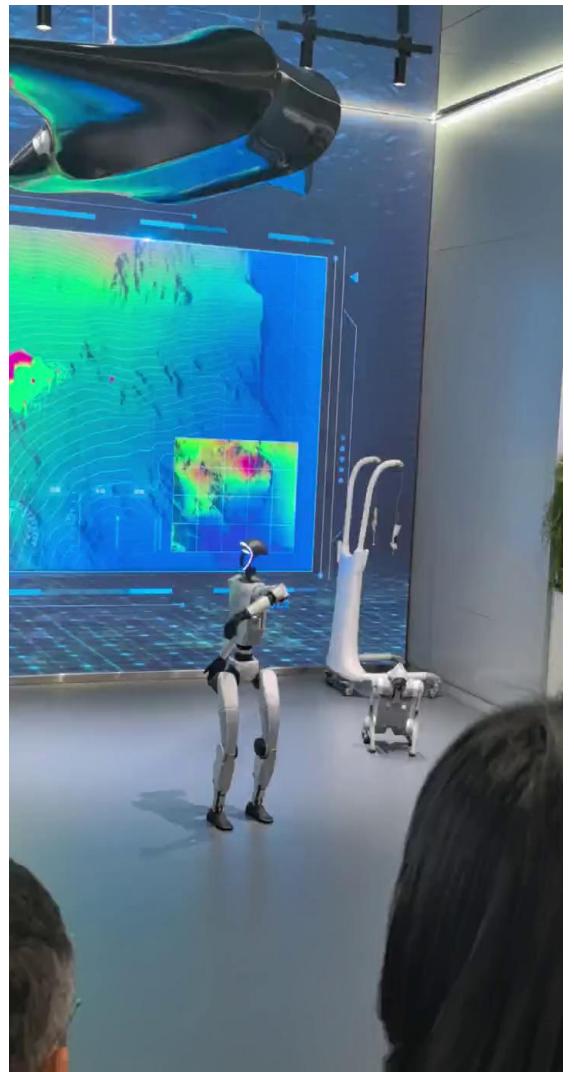
8.全国首个基于多模态大模型的“亦城慧眼”智治模式落地实施。“查看经海一路附近频繁发生道路遗撒事件的地点”“查看在河边钓鱼的人”……这些日常城市治理执法巡检工作，如今在电脑前就能够实现。这离不开全国首个基于多模态大模型的“亦城慧眼”智治模式落地实施。该模式支持4000多种要素和124种事件精准检测，接入无人驾驶市政巡检车，利用“云边端”算法协同，实现城市“主动+被动”全天候巡检。

9.全市首个“三边三级”智慧养老健康监测场景落地实施。独居失能老人怎样减轻子女们的担心？如何随时知道老人身体状况？北京亦庄智慧养老健康监测场景落地实施为这一困境打开新思路，该场景以“身边”“床边”“周边”需求为导向，落地首套“火柴人”智能监测终端，对街道、社区、监护人“三级”人员自动预警。

10.全市首个实验室非现场监管新模式落地实施。北京亦庄利用多模态大模型对所涉危化品、病原微生物等进行非现场监管，形成“数据自动分析，问题智能筛查、线索快速生成、即时推送执法”的闭环监管模式，力争实现“无事不扰，靶向监管”，全面助力安全领域非现场监管效能提升。







### ➤ 中国如何完成碳中和目标?

丁仲礼：《碳中和为一三端共同发力体系》

1. **发电端**之要在构建新型电力系统
2. **能源消费端**之要在电力替代、氢能替代以及工艺重构
3. **固碳端**之要在生态建设

碳中和可能的路径：

第一阶段：控碳阶段，2030年 100亿吨；

第二阶段：减碳阶段，2040年 85亿吨，火电 淘汰15%

第三阶段：低碳阶段，2050年 60亿吨，火电 再淘汰25%

第四阶段：中和阶段，2060年 25~35亿吨

### ➤ 中国如何完成碳中和目标？**七大解决方案**

#### **(一) 按照节约优先理念促进能源消费效率的持续提高；**

1. 进一步优化产业结构，降低高耗能产业比重
2. 发挥新技术、新工艺和新产品的节能作用
3. 实施碳定价政策，促进能源消费效率提升

#### **(二) 以推进散煤替代和电气化发展为重点促进能源消费清洁化**

1. 积极推进以气代煤和以电代煤
2. 加快电动汽车发展，促进能源消费清洁化
3. 通过去碳化加速电气化覆盖率

## 第二章 能源革命

### ➤ 中国如何完成碳中和目标?

#### (三) 建立传统能源高效化发展和集中式与分布式相结合的清洁能源生产方式

1. 着力提高煤炭科学产能比重
2. 保持石油供给能力稳定发展
3. 大力强化天然气供给能力
4. 统筹发展以可再生能源为主的清洁能源

#### (四) 逐步形成以电力为转换中心的能源供给结构

#### (五) 构建互联网+智慧能源系统

#### (六) 着力促进能源技术发展, 以技术创全面支撑能源革命

#### (七) 在改善全球能源治理中提高中国能源安全



# THANKS



中国科学院大学  
University of Chinese Academy of Sciences