



破解危机

全球能源互联网发展合作组织

2020年9月

新冠疫情给全世界带来巨大灾难，敲响振聋发聩的警钟：人类和地球正面临多重危机的威胁。更令人担忧的是，气候变化正在加速演化形成全球生态环境危机，这只致命的“灰犀牛”正在狂奔而来。人类未来的前途命运很大程度取决于我们能否把握关键窗口期、如何应对这场重大危机。

全球能源互联网发展合作组织研究和出版发布《破解危机》报告，旨在认真总结和汲取人类应对重大危机的经验教训，分析气候环境危机的紧迫形势和深远影响，基于全球能源互联网理念，提出以清洁发展为统领，以特高压等创新技术为关键，全面化解气候环境危机的发展思路、系统方案和实施模式，推动全球加快形成以减排促发展、以集约促高效、以合作促繁荣的可持续发展新格局，为破解危机提供“治本良方”。



1. 重大危机的反思

2. 气候环境危机加速逼近

3. 全球能源互联网“转危为机”

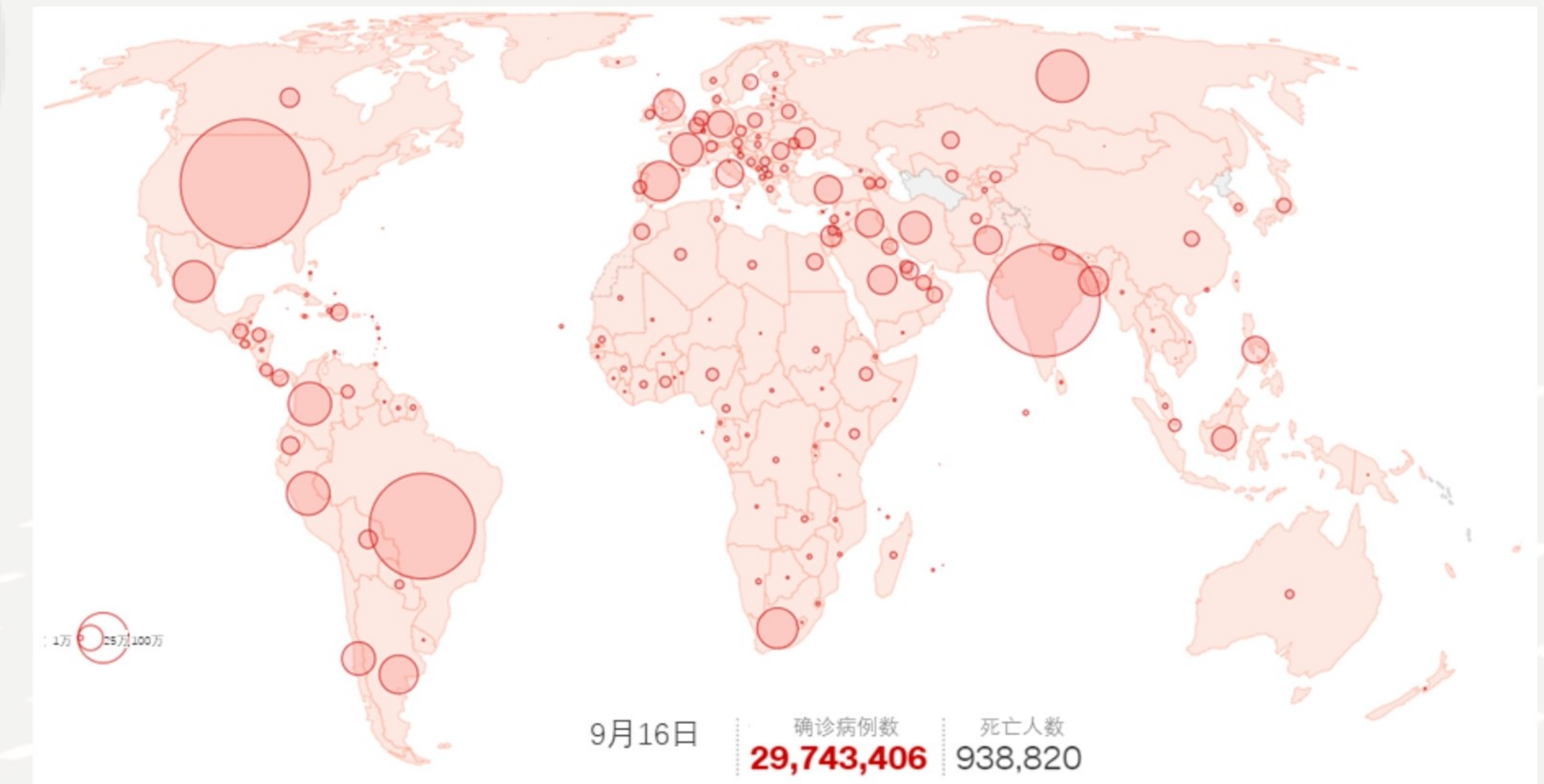
4. 各洲清洁低碳发展行动

5. 地球和人类的福音

1.1 新冠疫情的巨大灾难

新冠肺炎疫情是新世纪以来全球最大公共卫生危机，危及数百万人的生命健康，世界经济陷入严重衰退，引发数以亿计的工作者失业，社会动荡、贫困加剧，全球治理和合作受到严重冲击。

- **巨大生命损失：**新冠病毒传染性强、潜伏期长、致死率较高，是人类历史上最难应对的病毒。截至9月16日，214个国家和地区累计确诊病例超过2974万，死亡人数超过93万。
- **世界经济停摆：**新冠疫情对全球经济、金融、贸易产生严重冲击，预计2020年全球经济增速为-5.2%。
- **全球治理失序：**此次抗疫行动充分暴露国际公共卫生治理乃至全球治理体系的脆弱性。治理体系碎片化，治理赤字持续扩大。



全球新冠肺炎累计确诊病例分布情况
(数据截至2020年9月16日)

1.2 重大危机的惨痛历史

近现代十余次重大瘟疫、金融危机以及震惊世人的生态环境灾难，构成一部沉痛的人类危机史。

- **重大流行性疾病**：历史上各类瘟疫曾夺去数亿人的宝贵生命。**黑死病**导致近1/3的欧洲人失去生命；**1918年流感**造成全球1亿人死亡。
- **全球经济金融危机**：20世纪以来，全球平均每十年遭受一次的重大经济金融危机。**2008年金融危机**导致全球金融资产缩水27万亿美元。
- **严重生态环境事件**：20世纪十大公害事件是生态环境危机的历史缩影。**1986年切尔诺贝利事故**是人类有史以来最严重的核灾难。**1952年伦敦烟雾事件**是20世纪极为严重的空气污染灾难。



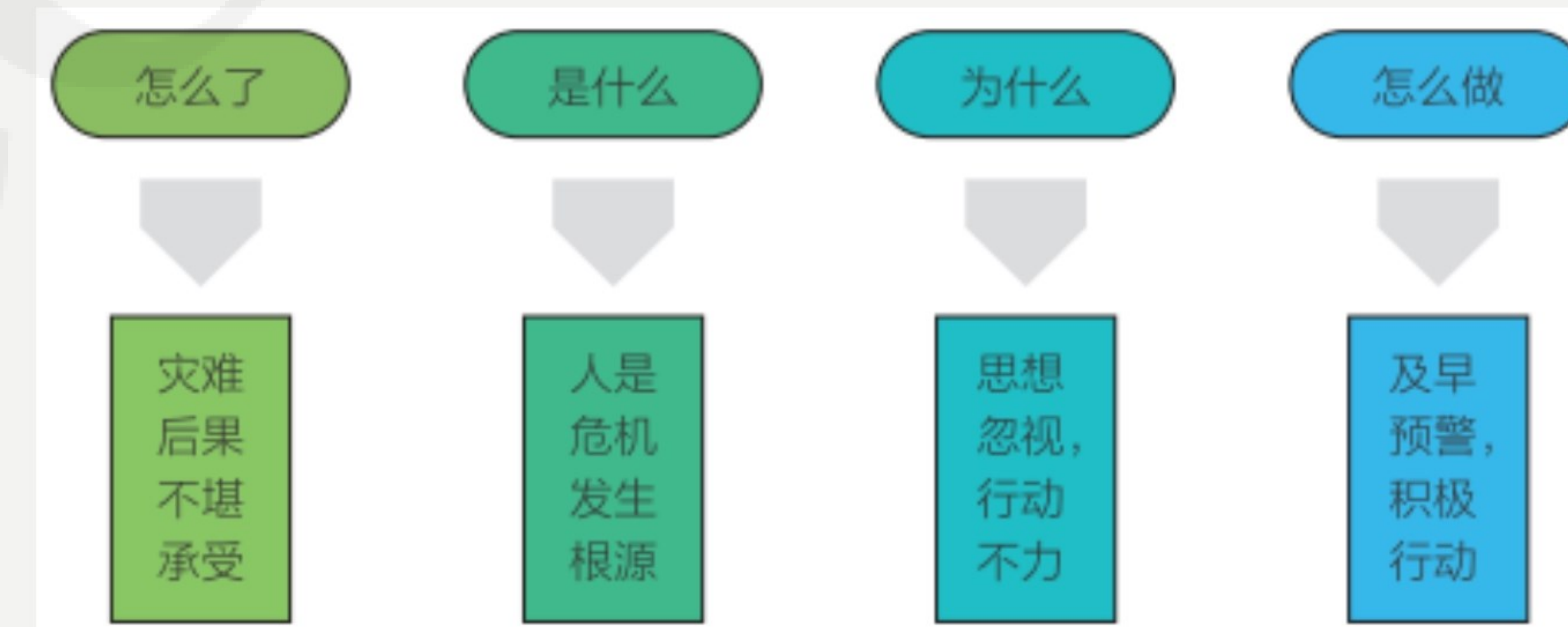
1918年流感



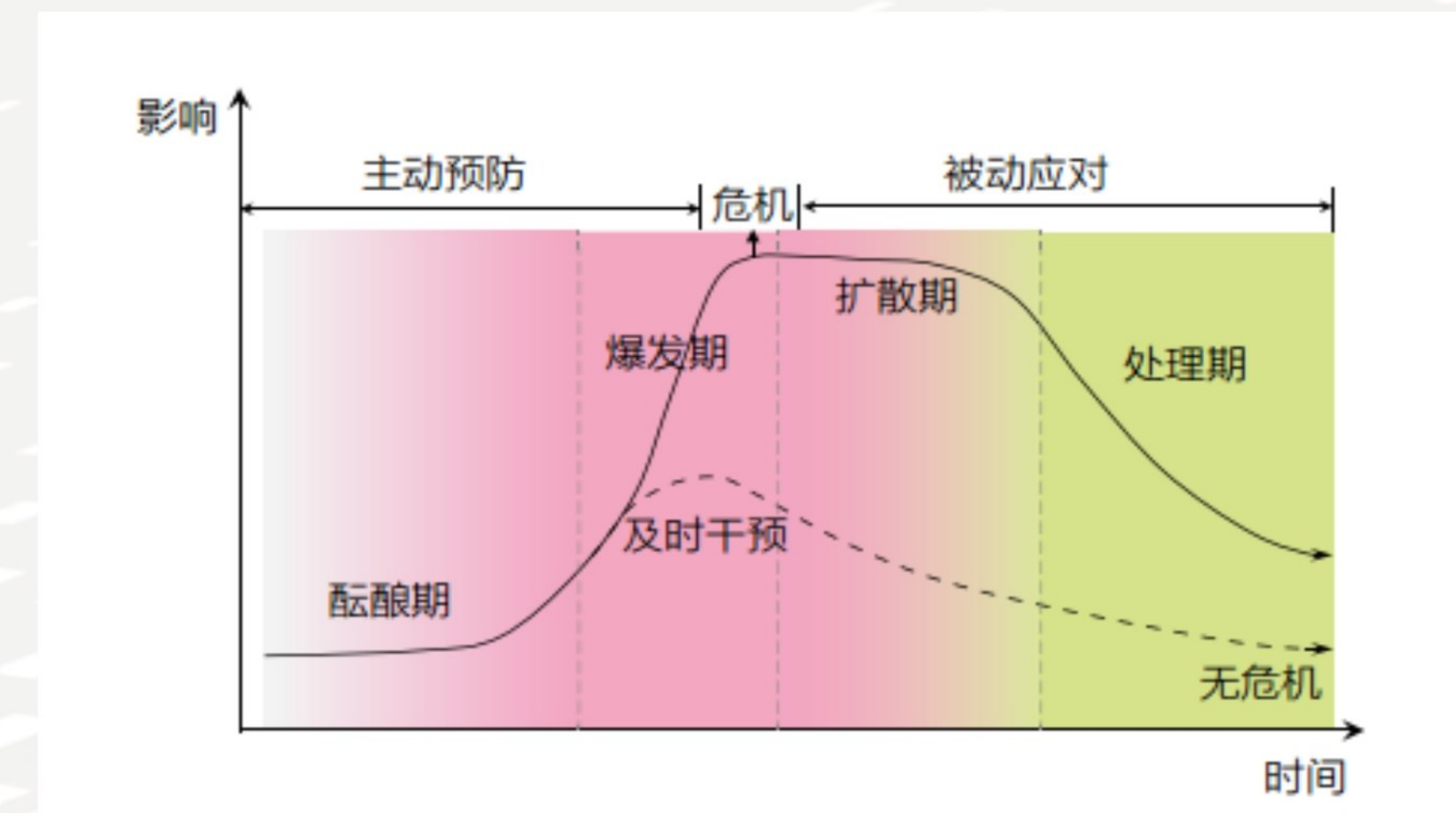
1952年伦敦烟雾事件

1.3 发人深省的教训启示

- 1 灾难后果不堪承受。** 重大危机后果严重，影响深远，战争、流行病、环境灾难剥夺无数人生命，造成重大经济损失，甚至导致人类社会文明发生巨大倒退。
- 2 危机根源令人警醒。** 缺乏敬畏之心、违背客观规律导致人与自然关系失衡。自私、短视加剧人类之间的矛盾。
- 3 思想认识致命错误。** 缺乏危机意识，对“黑天鹅”缺乏警惕、对“灰犀牛”缺乏预防。心存侥幸思想，缺乏长远考量。
- 4 行动不力错失时机。** 决策犹豫、意愿不足、行动不力导致错失化解危机的宝贵时机。
- 5 主动预防扭转危机。** 危机应对策略是影响危机走向和最终后果的关键。危机应对有方可循，直面危机是认识 and 解决危机的前提，主动干预、及早行动是避免危机发生的关键。



危机教训与启示



预防干预改变危机演化走势



1. 重大危机的反思

2. 气候环境危机加速逼近

3. 全球能源互联网“转危为机”

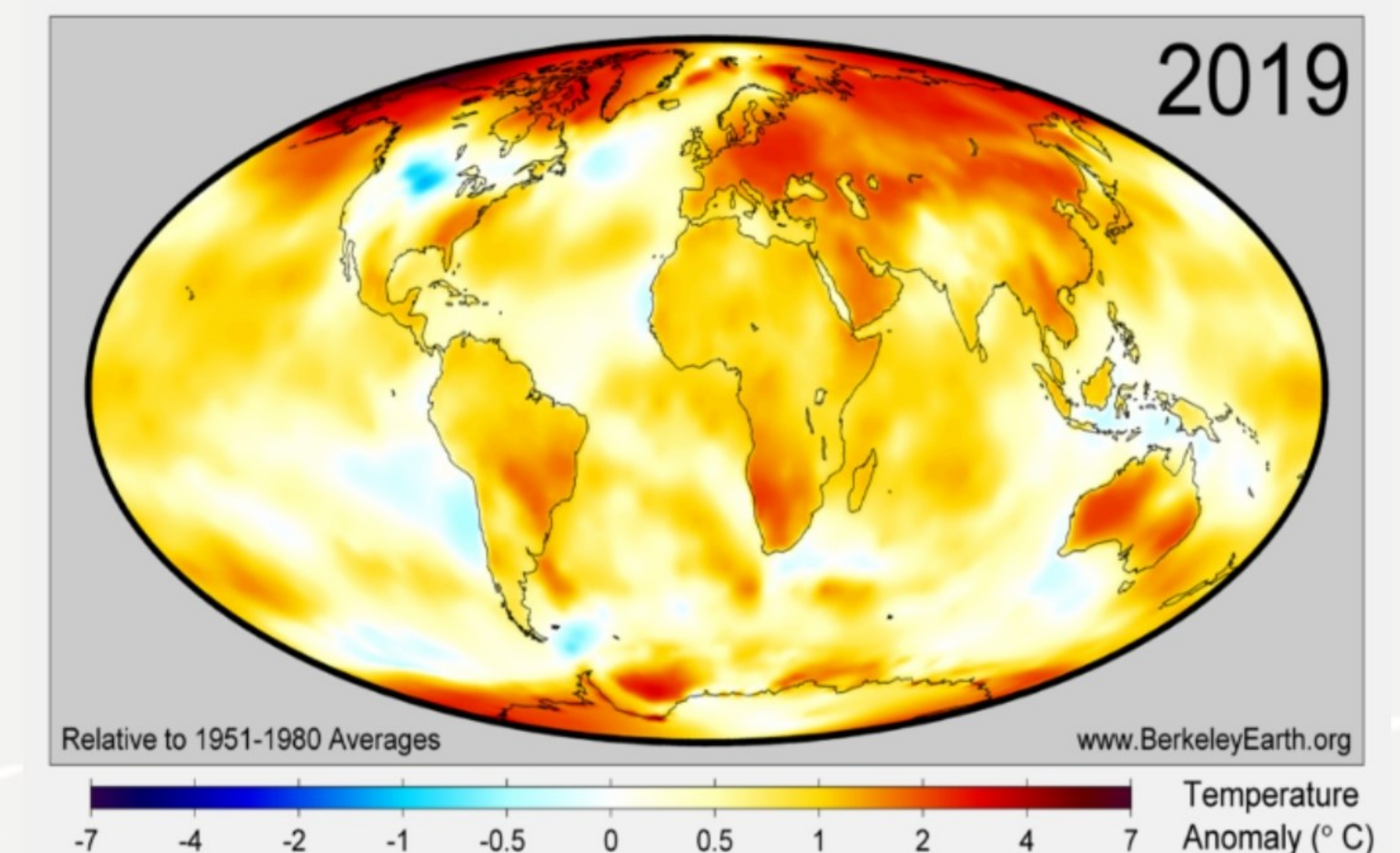
4. 各洲清洁低碳发展行动

5. 地球和人类的福音

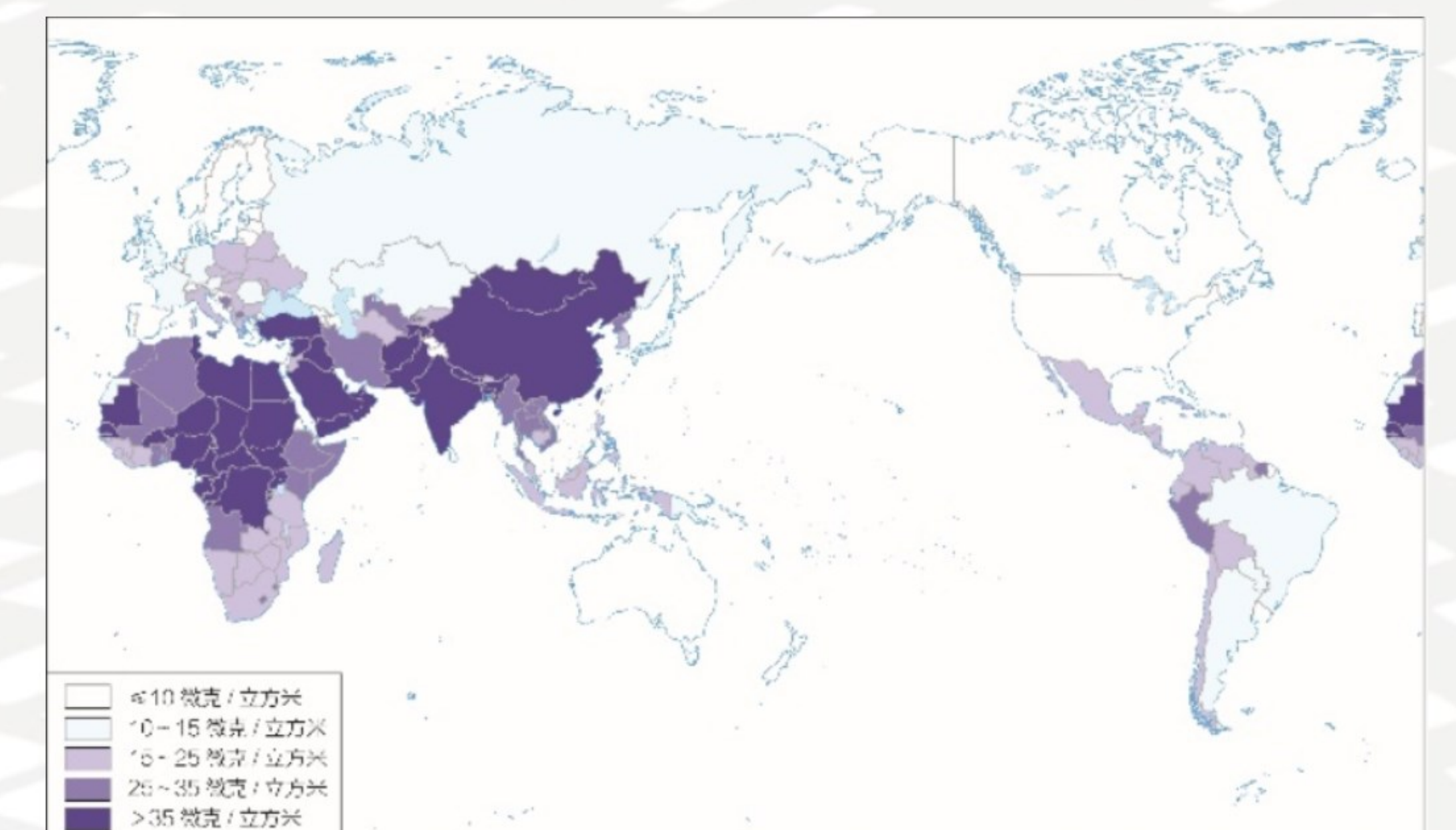
2.1 “危机四伏”的时代

放眼未来，危机的频次、灾害程度都呈上升态势。人类无限制的攫取资源、破坏生态，造成气候环境濒临崩溃、能源资源加剧紧缺、贫困冲突扩散蔓延，人类生存健康和可持续发展笼罩在“重重危机”阴霾之下。

- 1 气候变暖态势严峻。** 全球气温升高 1.1°C ，2015~2019年是有记录以来最热的五年期。
- 2 生态环境持续恶化。** 目前全球每10人有9人生活在空气污染超标地区。全球约有20亿人口处于缺水状态。
- 3 能源紧缺日益加剧。** 全球煤炭、石油和天然气可开采年限仅剩132、50和51年。
- 4 资源枯竭加速逼近。** 2019年人类消耗1.75个地球生态资源，2.65亿人面临粮食危机。
- 5 健康危机频繁爆发。** 每年环境污染相关疾病导致900万人过早死亡。全球195个国家卫生系统平均分仅为40。
- 6 贫困问题蔓延扩散。** 全球极端贫困人口达7.5亿，多维贫困人口达15.6亿。新冠疫情可能导致全球4000~6000万人跌入极端贫困。



2019年全球地表温升距平

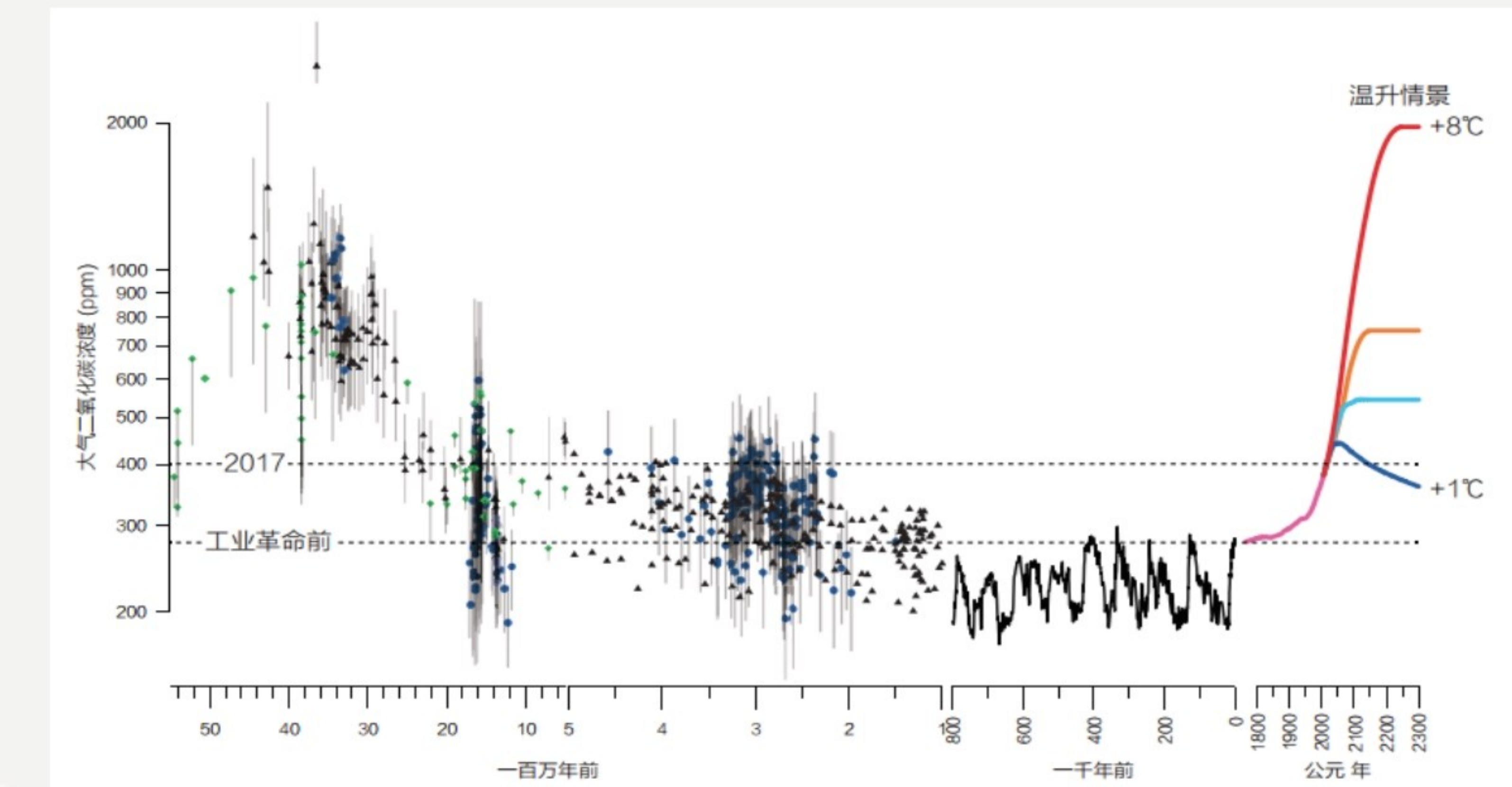


2016年全球PM_{2.5}年均浓度分布

2.2 气候环境危机是致命的“灰犀牛”

气候环境危机是由全球气候变化引发的地球系统重大变化，将对人类生存和社会发展造成重大灾难。气候环境危机的端倪已然显现，这一致命“灰犀牛”正在狂奔而来，人类必须采取断然措施。

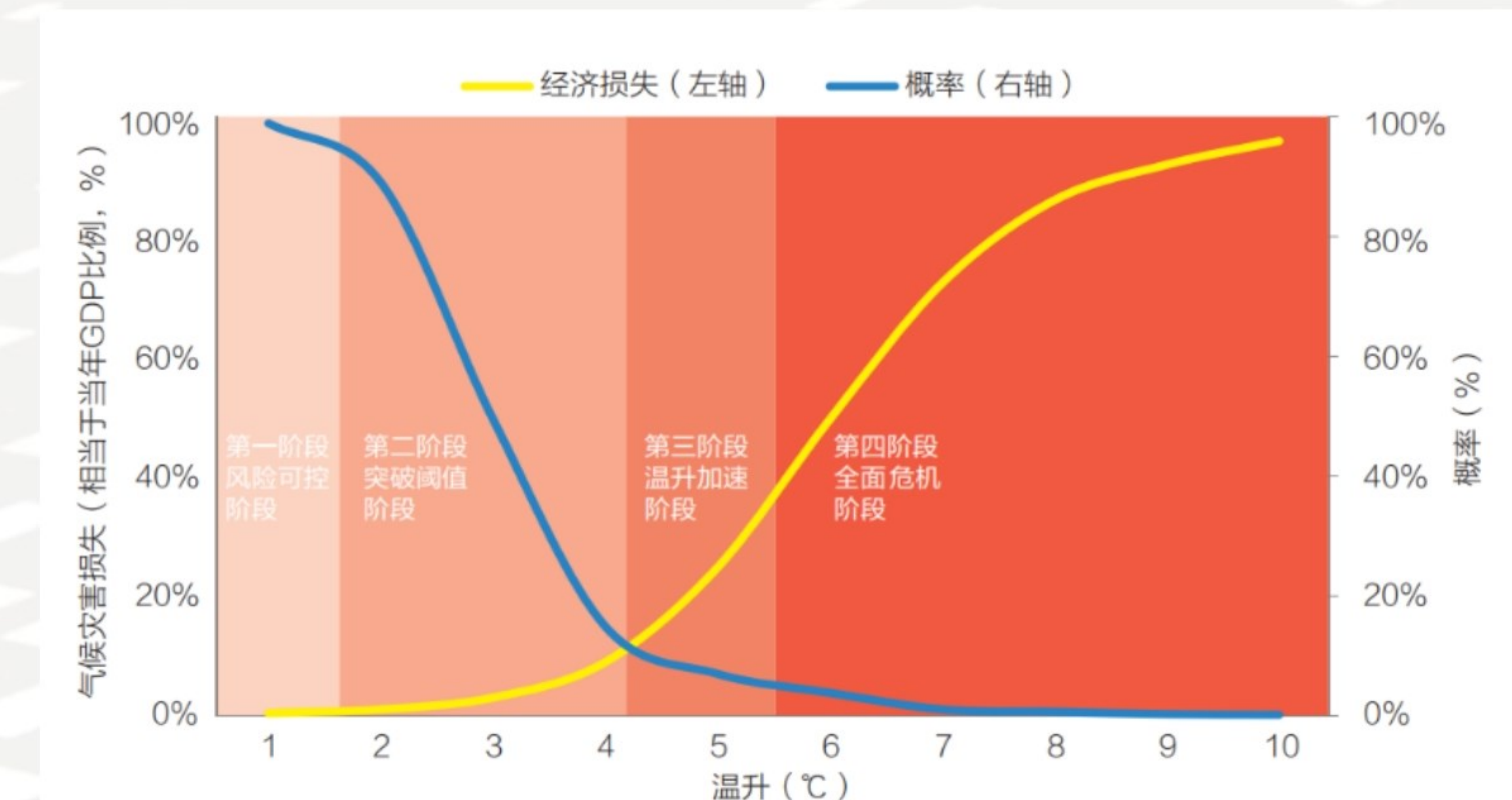
1 气候环境危机溯源。 人类排放温室气体导致碳循环失衡。工业革命以来大气温室气体浓度持续攀升至近80万年以来的最高水平，导致全球气温不断升高。化石能源是温室气体排放主要来源，二氧化碳排放占比达85%。



近五千万年以来大气二氧化碳浓度

2 气候环境危机连锁效应。 气候环境危机是全球“风险倍增器”，气候、环境与能源、资源、健康、贫困等问题紧密联系、复杂交织，很有可能引发新的系统性风险，并加剧和放大已经存在的各类风险。

3 气候环境危机演变趋势。 气候危机发展很可能呈现四个阶段特点。一旦突破安全阈值，气候系统将不可逆加速升温，进入“全面危机”阶段。延续现有发展路径温升将超过3°C，导致地球系统脱离正常和稳定的自然周期，引发巨大灾难。



气候危机发展的四个阶段示意图

2.2 气候环境危机是致命的“灰犀牛”

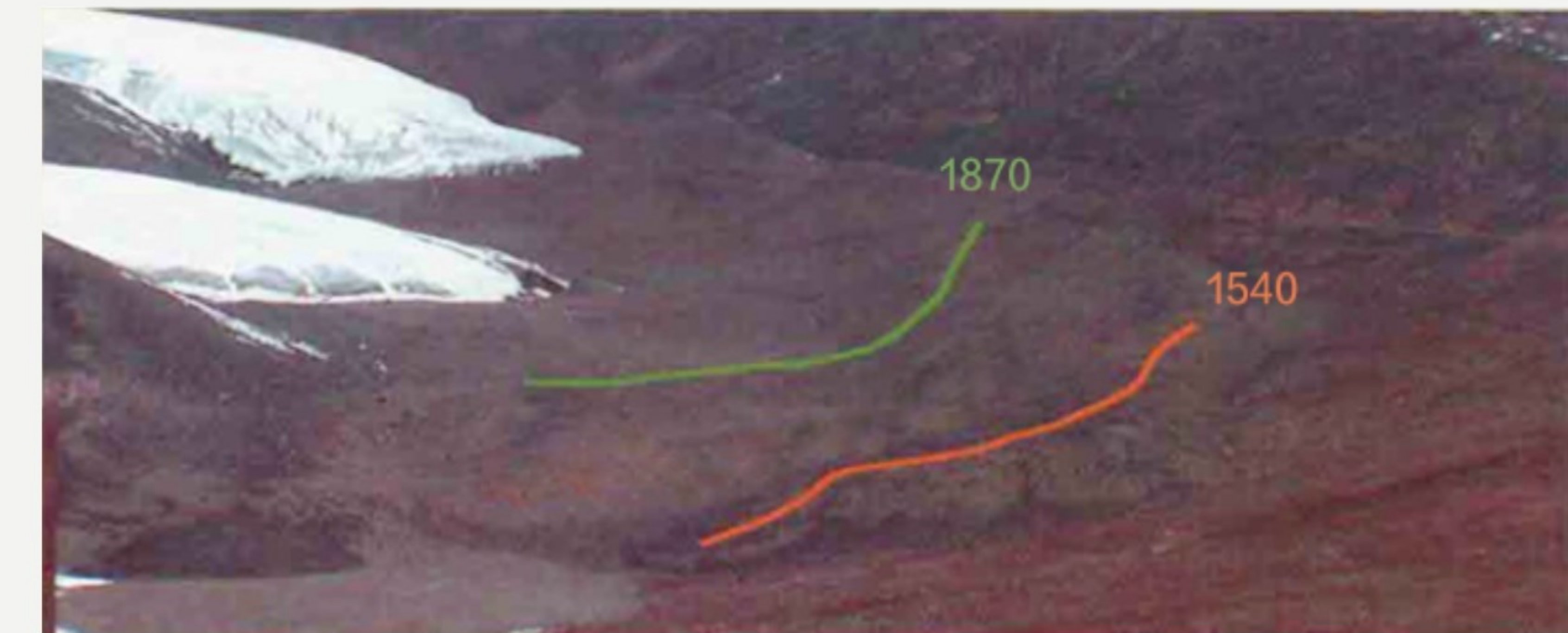
气候环境是人类赖以生存的物质基础和活动空间。当前，气候环境问题不但影响地球系统大气圈、水圈、岩石圈、冰冻圈和生物圈五大圈层，还造成经济社会和人类健康重大损失。

1 地球系统失序失稳

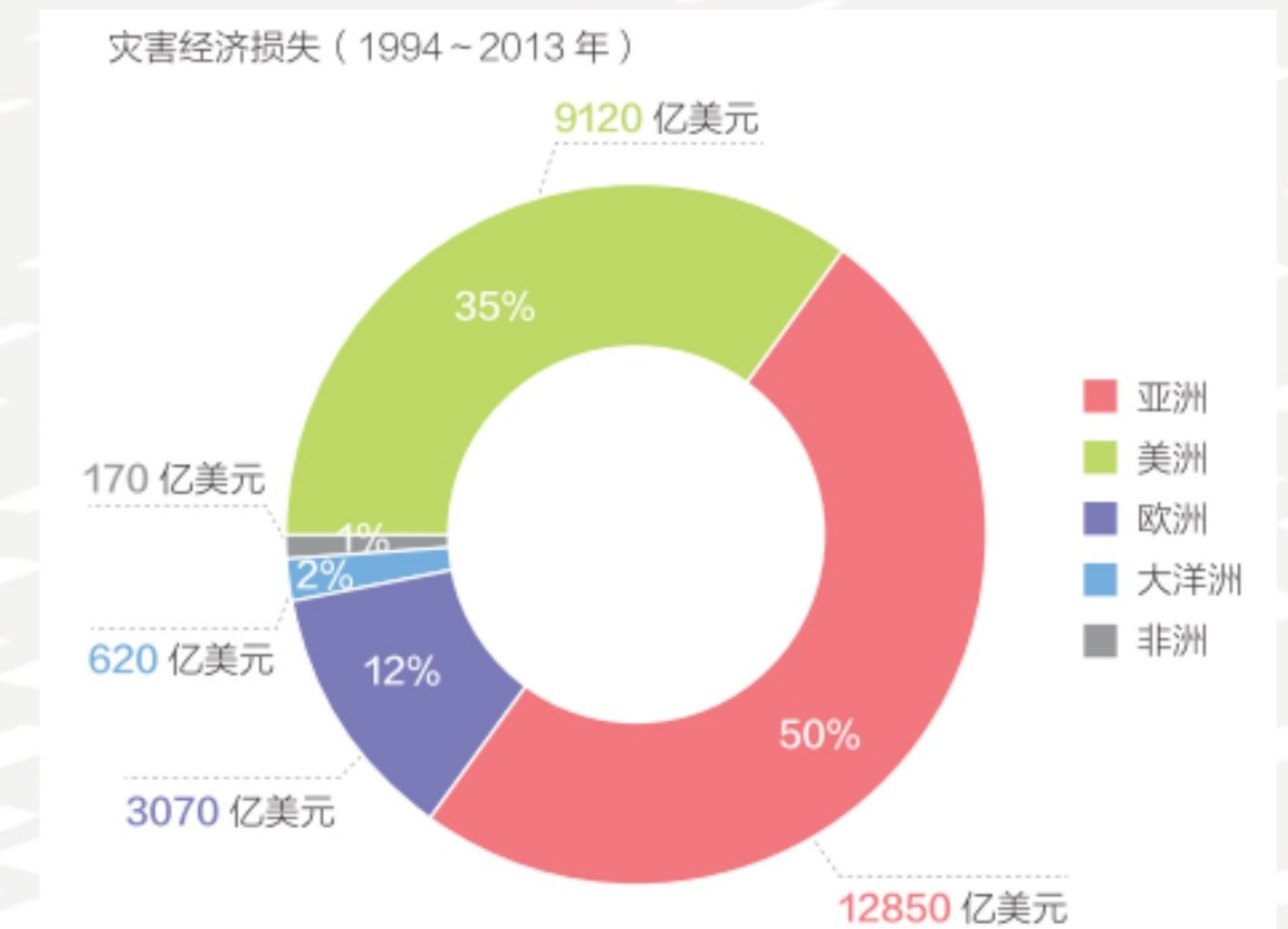
- **大气圈加速失衡**：全球降水趋向极端化，干湿分化趋势加重。
- **冰冻圈加速缩减**：北极永久冻土提前70年融化，南极冰层融化速度是10年前的3倍。青藏高原冰川面积每十年减少1314平方公里。
- **水圈温升酸化严重**：全球海平面已上升**0.19米**，海洋酸度增加30%。
- **岩石圈极端变化**：撒哈拉沙漠面积扩大了18%，北极苔原面积缩小16%。
- **生物圈平衡破坏**：物种灭绝速率增长3~80倍，生物多样性受到严重威胁。

2 人类社会损失巨大

- **阻碍经济发展**：气候变化导致全球每年**3000亿美元**经济损失和**4200万**生命年损失。
- **影响人类生存健康**：过去20年气候变化影响约20亿人，导致约60万人死亡，导致小麦、水稻、玉米等主要粮食作物减产。



小冰期以来天山乌鲁木齐河源1号冰川变化



全球及各洲灾害导致的经济损失分布

2.3 即将遭遇的“四大灾难”

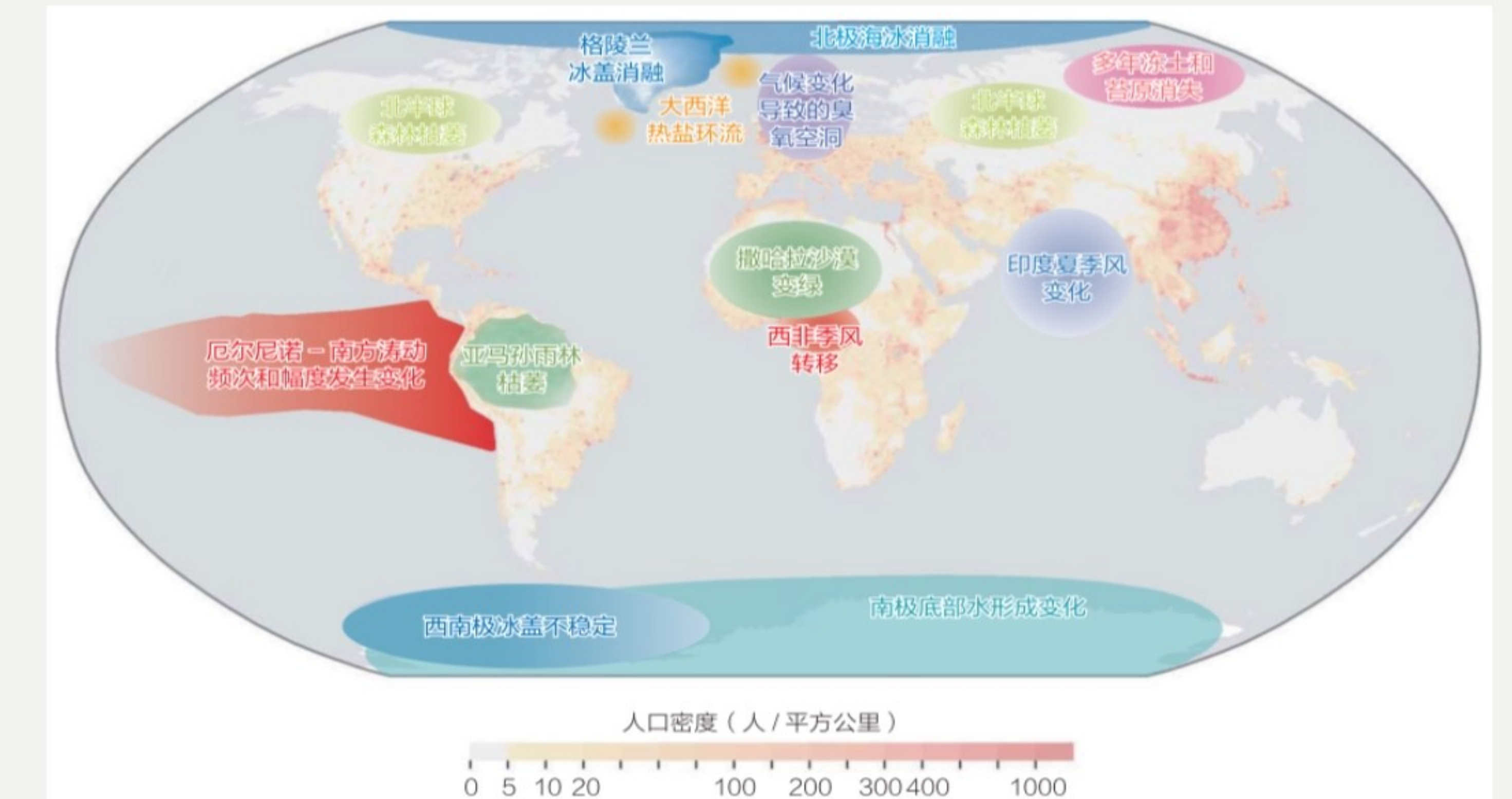
人类和地球正在通向“全面危机”的快车道。全球温升一旦突破《巴黎协定》温控目标，气候系统将不可逆地加速温升，引发全球性危机和灾难。

1 冰盖融化引发关键气候系统崩溃和链式反应，导致气候灾难。 2040年前后北极可能完全融化，到本世纪末全球将有可能失去80%以上冰川和冻土面积。大西洋经向翻转环流减弱，将引发欧洲及北半球气温骤降。

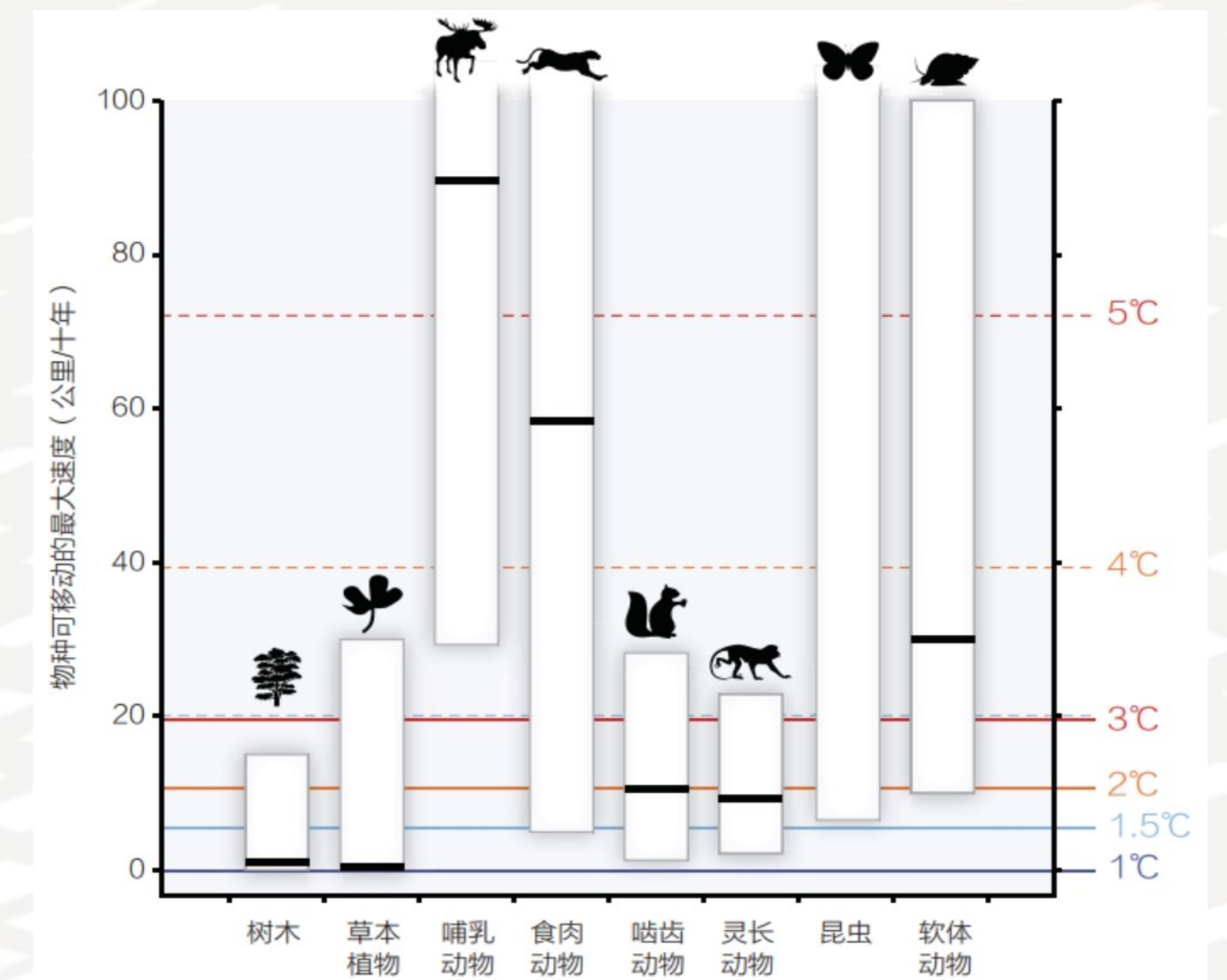
2 气候环境灾难全面引发极地、陆地、淡水和海洋生态灾难。 一旦冰川冻土消融将导致“三极”的生态系统遭受严重破坏。亚马孙热带雨林和北半球森林面临枯死的风险，全世界的珊瑚礁濒临死亡。

3 气候灾难导致海平面大幅上升，导致生存灾难。 一旦海平面大幅上升，全球一半以上的人口和经济活动将面临生存危机。淡水资源紧缺、荒漠化扩大，威胁100多个国家的10亿人口的生存。

4 气候环境灾难导致经济崩溃，社会动乱，引发社会灾难。 最脆弱的小岛国、低海拔国家经济损失超过GDP的一半以上。



气候变化与全球重大气候环境灾难

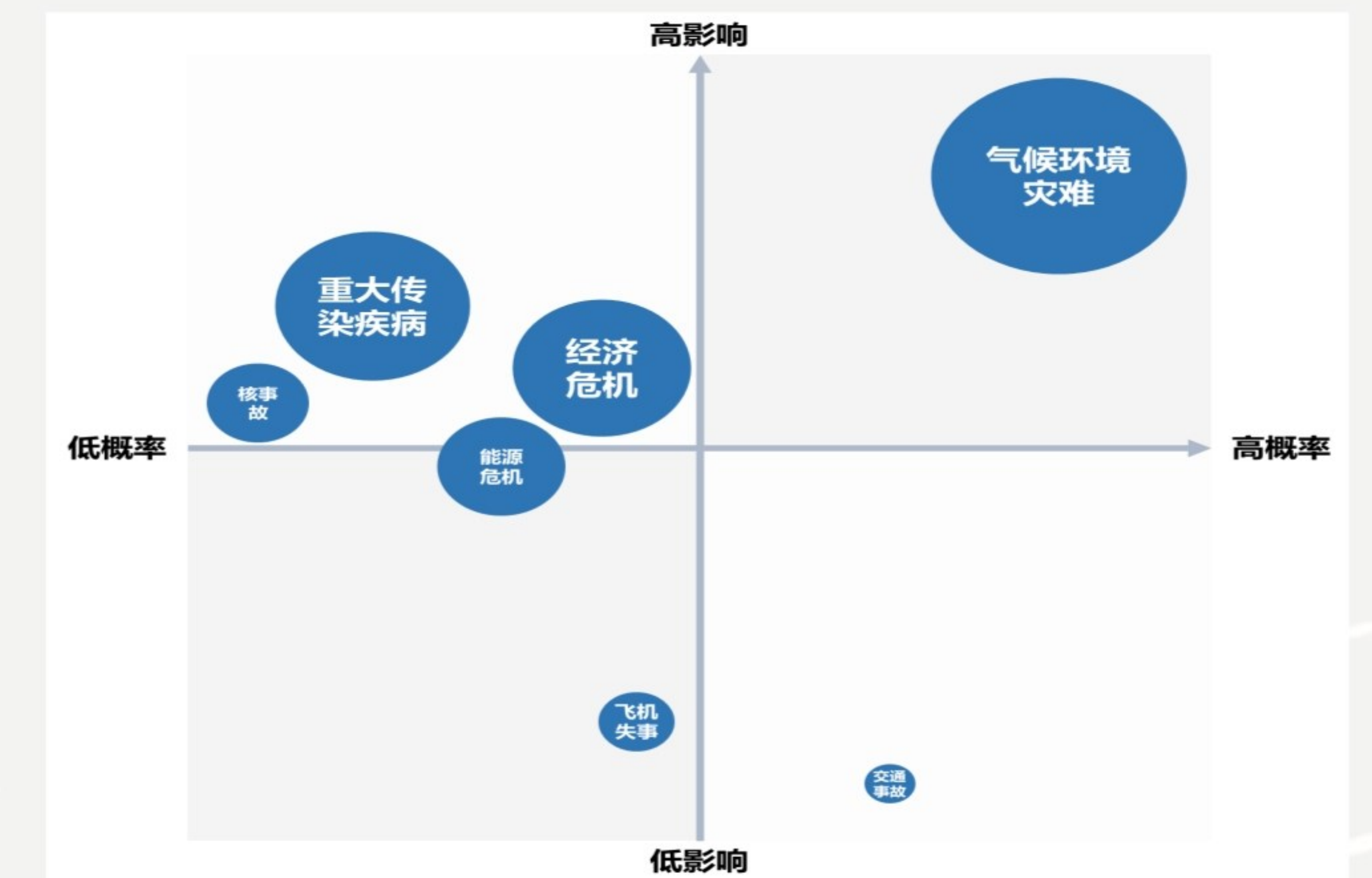


气候变化引发生态灾难

2.4 化解危机的“最后窗口”

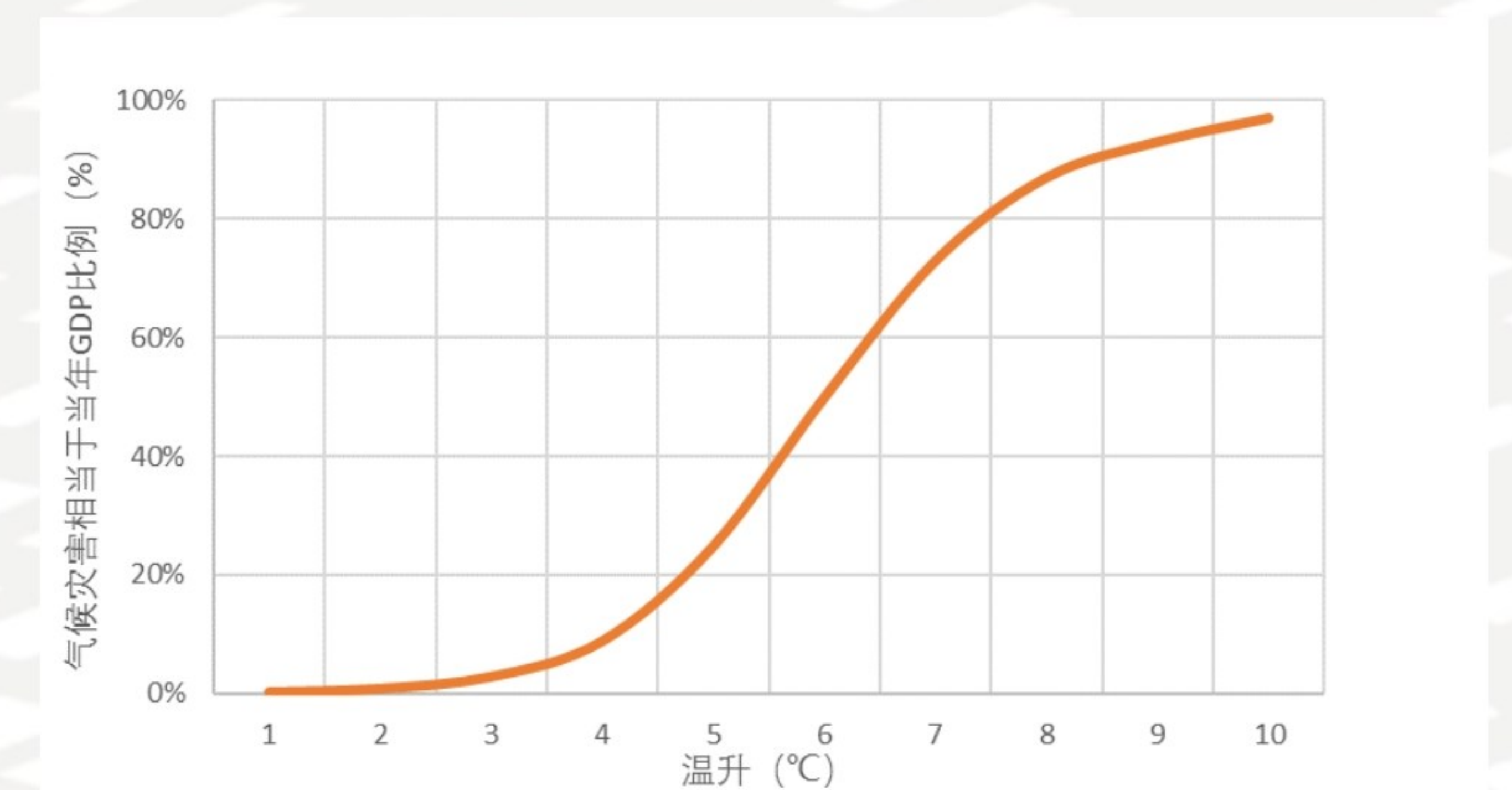
当前人类正处在生存发展的十字路口，未来的前途命运很大程度取决于我们应对气候环境危机的态度和行动力度。我们必须吸取应对危机的历史经验和教训，把握住化解危机的“关键窗口”。

1 灾难不容侥幸。危机发生可能性远超预想：气候环境危机发生可能性远高于重大传染病等灾害，是全球最大的系统性风险。**危机灾难性后果难以承受：**气候环境危机具有全球性、系统性、灾难性特点，影响和损失呈指数级上升。



各类风险的发生概率和影响程度

2 时间稍纵即逝。现有行动远远不够：应对气候变化的关键窗口期不足10年，当前减排力度会导致温升超过3°C以上，引发全面危机。**应对危机越早越有利：**气候损失呈“S”型增长曲线，延迟行动将导致成本成倍增加。



气候环境危机与经济损失的关系

3 行动刻不容缓。全球共同行动是唯一出路：在气候环境危机面前，没有任何一个国家可以置身事外。**需要当机立断开展有力行动：**只有将减排力度提升**3倍以上**才能实现《巴黎协定》温控目标。



1. 重大危机的反思

2. 气候环境危机加速逼近

3. 全球能源互联网“转危为机”

4. 各洲清洁低碳发展行动

5. 地球和人类的福音

3.1 破解危机的“困与难”

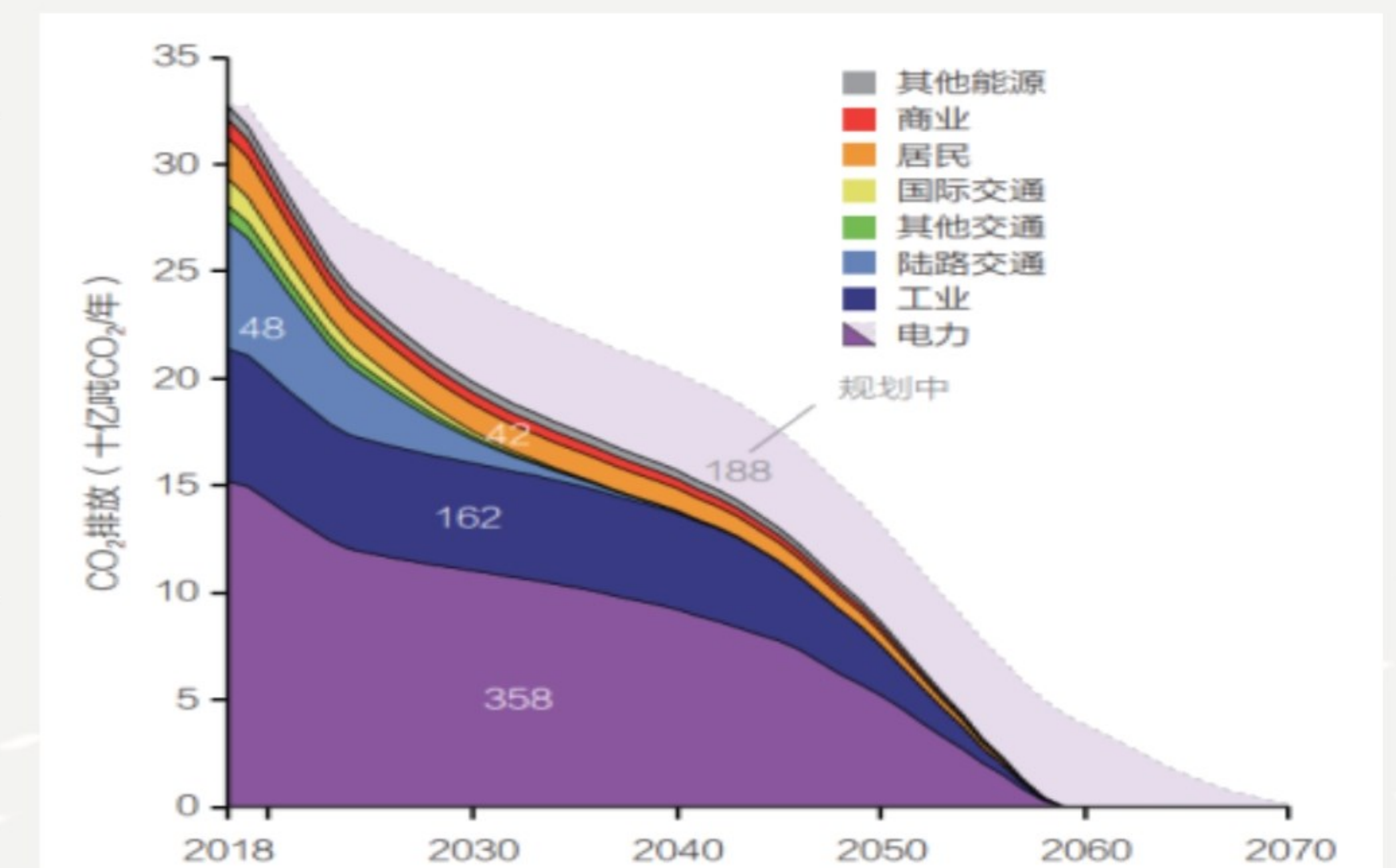
气候环境危机根源于人类过度依赖化石能源。人类的一些错误观念和陈旧思想根深蒂固，经济高碳发展惯性巨大，缺乏全球性、系统性和操作性强的解决方案，缺少有约束力的协调机制，难以落地实施和共同行动，都是破解危机面临的困难。

1 根除思想痼疾难。 全球对气候环境危机发生的高概率和严重后果认识不足，缺少对危机存在、识别、预防、应对的系统性共识。许多国家缺乏减排决心。

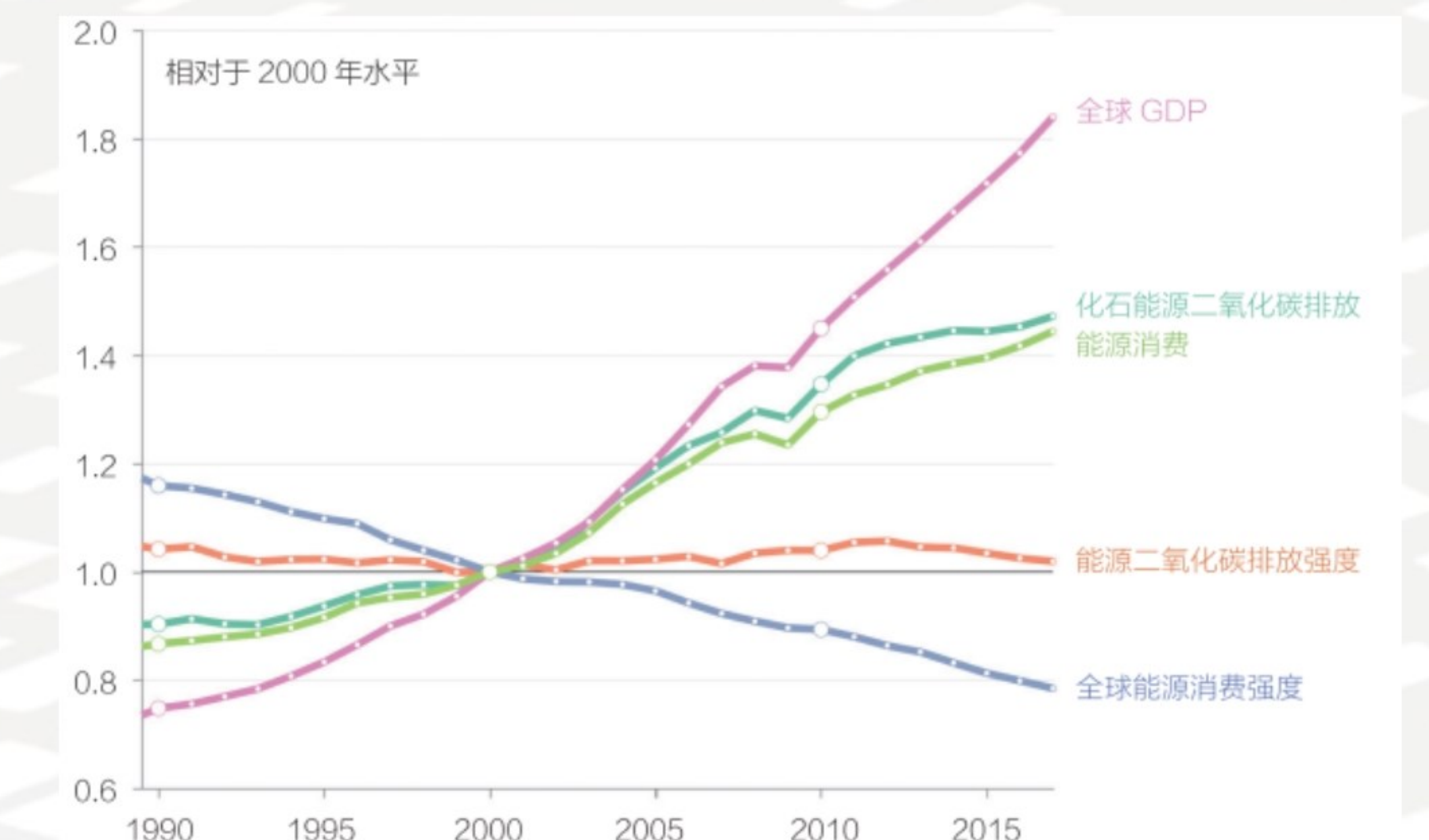
2 摆脱路径依赖难。 高碳发展模式和基础设施具有巨大发展惯性，导致严重“碳锁定”和长期路径依赖。1990年以来，能源消费总量和二氧化碳排放提高了**1.5倍**。各国建设和规划中的化石能源基础设施，已超过1.5°C目标的排放空间。

3 提出系统方案难。 各国发展阶段和利益诉求不一致，兼顾各方诉求形成覆盖目标、规划、行动、机制、技术各层面的可操作方案难度极大。单一技术不能解决全局问题，现有技术之间缺少综合集成，难以推广、复制和实施。

4 推动共同行动难。 现有全球治理缺少应对重大危机的治理体系，实施方案、协同治理缺少行之有效的工作抓手和协调机制。



建设规划中的化石能源排放



全球经济增长与二氧化碳排放

3.2 绿色低碳的“创新之路”

气候环境危机本质是发展危机。只有转变发展方式，走绿色低碳的创新之路，彻底摆脱化石能源依赖，才能从根本上化解危机。因此，破解危机的思路是以清洁替代和电能替代为重点，加快推动全球能源清洁转型，建立绿色低碳、清洁高效的现代能源体系。

清洁替代，指能源供应侧以太阳光能、风能、水能等清洁能源替代化石能源发电，加快形成清洁能源为主导的能源供应结构。

- **发电利用**，目前全球化石能源发电占总发电量比重约65%，排放超过40%的二氧化碳和1/3的二氧化硫。未来随着风电、光伏成本加速下降，清洁能源将加速成为主导电源。
- **终端利用**，目前全球每年约有90亿吨标准煤的化石能源在终端部门直接燃烧使用，随着清洁能源利用技术的多元发展，将替代终端部门化石能源。

电能替代，指在能源消费侧电能加快成为最主要的终端能源使用形式，加快电气化发展和电制燃料替代化石能源。

- **以电代煤**，在能源消费终端用电能替代直接燃烧的煤炭，显著减轻环境污染。
- **以电代油**，在汽车、轨道交通、港口岸电等领域用电能或电制燃料替代燃油。
- **以电代气**，在建筑部门以电能替代天然气，包括商业、居民生活领域电炊事替代燃气灶和供热等。
- **以电代传统生物质能**，在广大发展中国家，尤其是农村地区以电替代传统生物质能源。

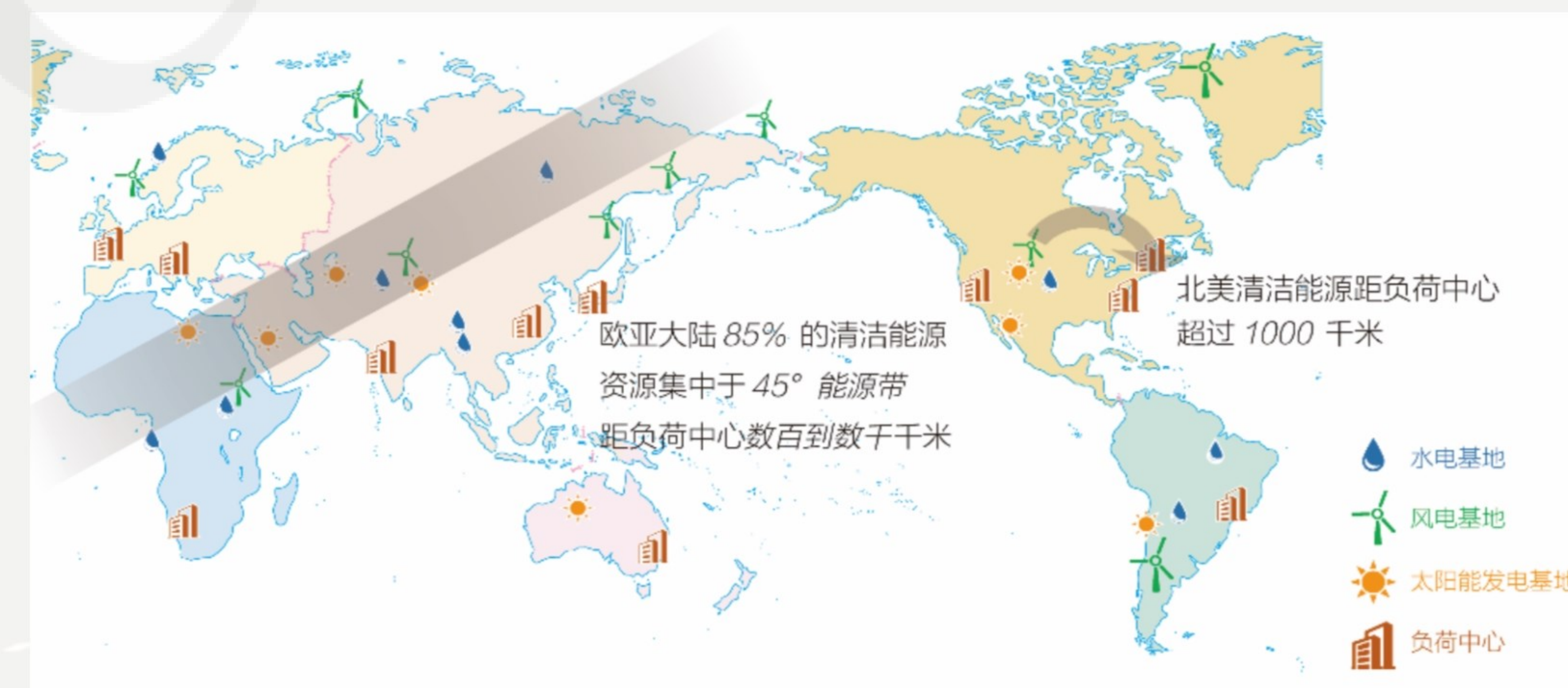
3.2 绿色低碳的“创新之路”

能源网络的互联互通是加快实施清洁替代和电能替代、推动能源绿色低碳转型的前提和基础。这既由清洁能源自身特点、资源禀赋决定，又遵循网络型基础设施发展的客观规律。

➤ 清洁发展的客观需要

- **清洁能源转化利用。** 清洁能源具有波动性、间歇性，必须转化为电能才能高效利用。
- **全球资源优化配置。** 全球清洁能源资源分布不均，与负荷中心相距数百甚至数千公里，需远距离输送、大范围配置。
- **互联电网互供互济。** 通过电网互联，充分利用清洁能源资源差、时区差、季节差、电价差，提高安全可靠性和经济性。
- **清洁发展加速需要。** 化解危机窗口期很短，只有集约高效开发清洁能源、大范围消纳才能实现预期目标。

- **网络互联的必然趋势。** 电网与信息网、交通网、油气管网等都是网络型基础设施，遵循网络规模不断扩大、配置能力不断增强的互联发展规律。信息网、交通网和油气管网已形成跨国、跨洲覆盖全球的复杂网络。关键技术重大突破是实现网络互联跨越式发展的必要条件。



全球清洁能源资源与负荷中心呈逆向分布

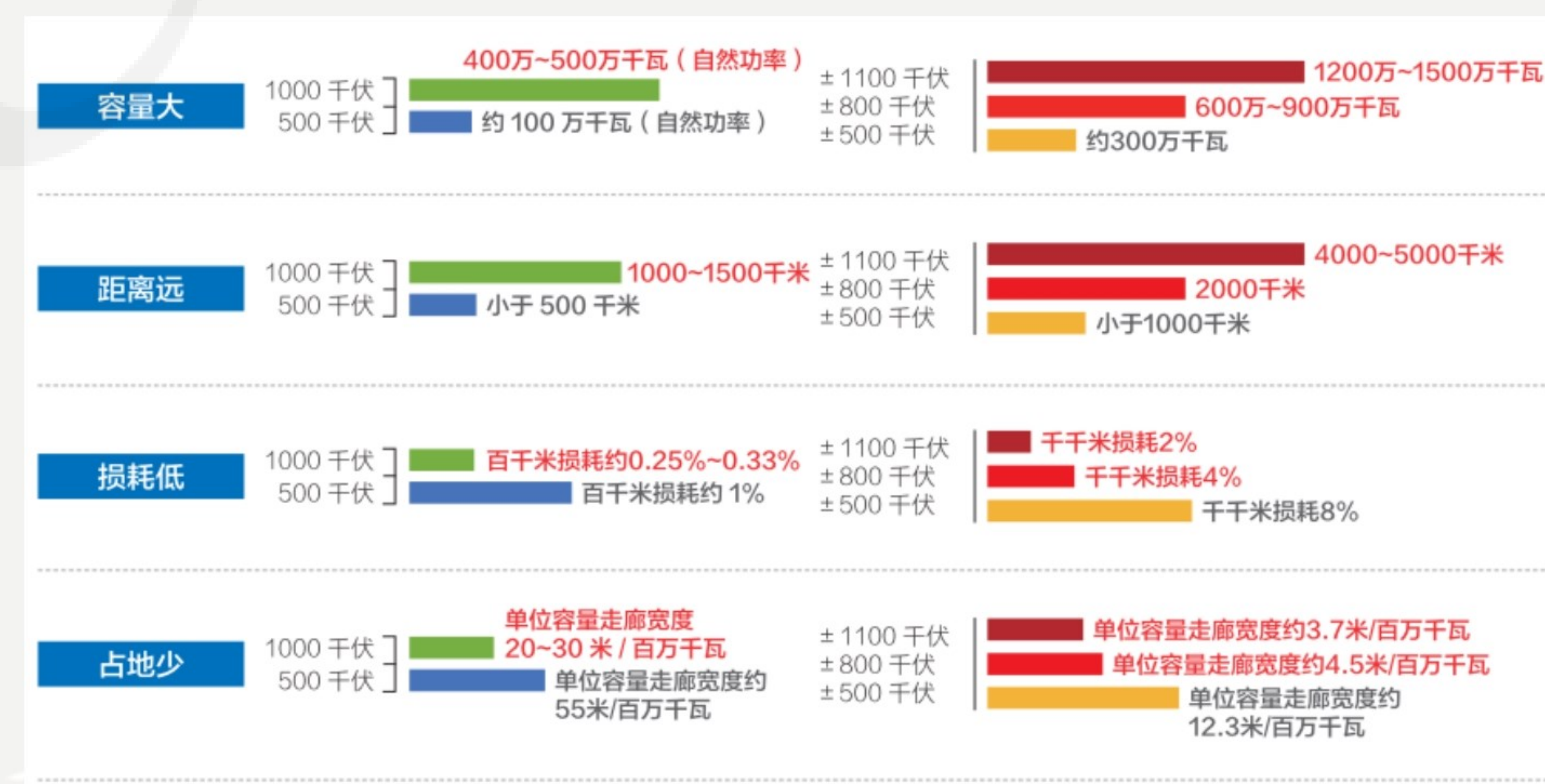
3.2 绿色低碳的“创新之路”

能源互联技术是对全球能源发展格局最具影响的关键技术，特高压输电的历史性突破使得清洁能源全球配置和高质量发展这一能源转型的大趋势加速到来。

➤ 特高压的关键作用

特高压输电技术是指交流电压等级1000千伏及以上、直流电压等级±800千伏及以上的输电技术，实现大型能源基地远距离外送，构筑坚强电网的骨干网架，保障清洁能源大范围优化配置。

- **特高压是世界电力技术巅峰。** 世界各国高度重视电网互联发展，中国率先实现了特高压技术的全面突破，建成以特高压为骨干网架的国家电网，并在巴西等国推广应用。
- **特高压能实现全球能源互联。** 特高压具备输电容量大、安全性高、覆盖范围广的显著优势，±1100千伏特高压输电距离达6000公里以上，能够实现清洁能源基地与负荷中心全球覆盖。



特高压输电技术主要特点



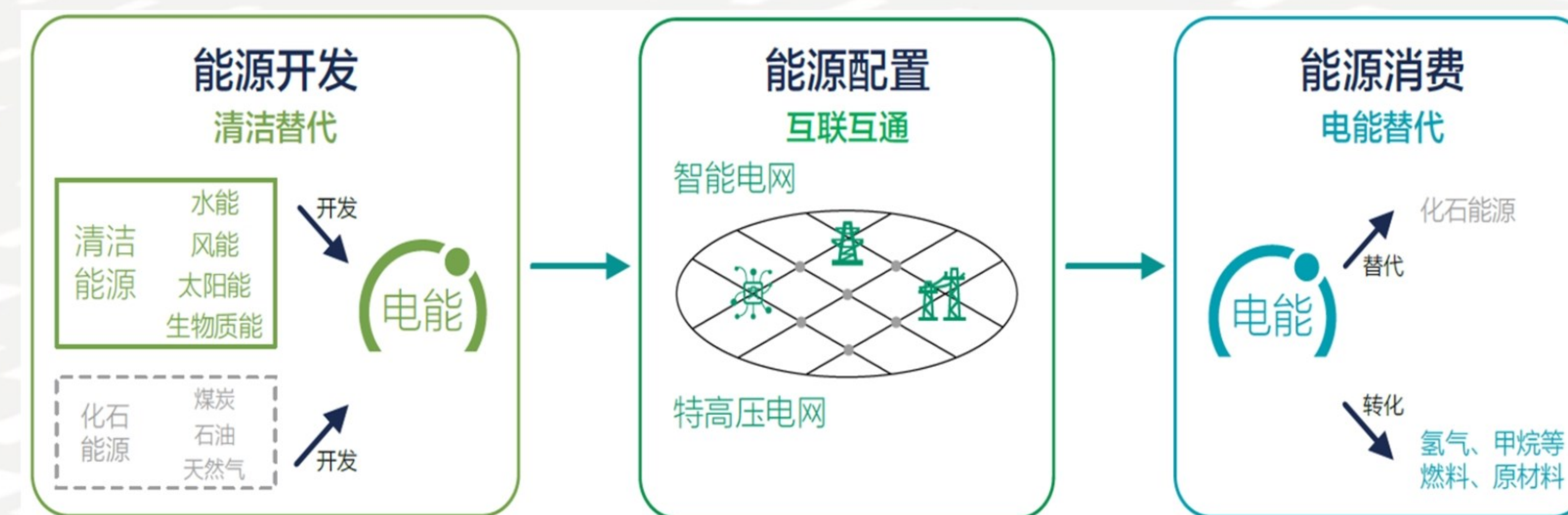
3.3 全球能源互联网 “转危为机”

全球能源互联网是应用智能电网、特高压输电、清洁能源、储能等先进技术，推动全球清洁能源大规模开发、配置和使用的重要平台，将加快形成清洁主导、电为中心、互联互通的全球能源发展新格局。

- **能源开发环节：清洁主导的能源生产系统。** 各类能源通过集中式、分布式等方式开发转化为电能融入汇集至电网，实施清洁替代，加快实现清洁能源全面超越化石能源。
- **能源配置环节：互联互通的全球电力网络。** 利用特高压电网构建全球骨干网架，区域和国家互联电网满足各地区清洁能源开发、使用需求。
- **能源消费环节：电为中心的能源利用系统。** 以电为核心形成多种能源高效互补、集成转化的新型能源使用系统。通过电制氢、电制氨等实现有机物合成和原材料生产。化石能源回归作为工业原料和材料使用。



全球能源互联网基本要素示意图

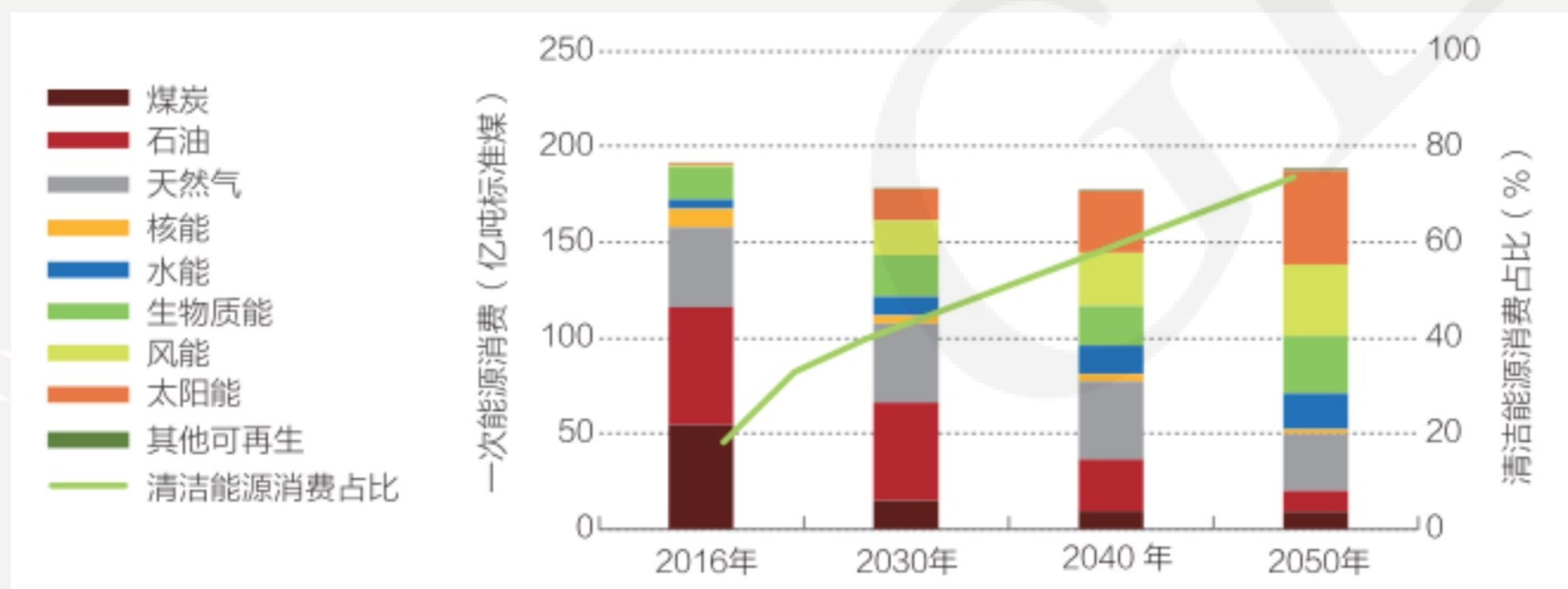


全球能源互联网系统构成示意图

3.3 全球能源互联网 “转危为机”

1 能源生产路线图

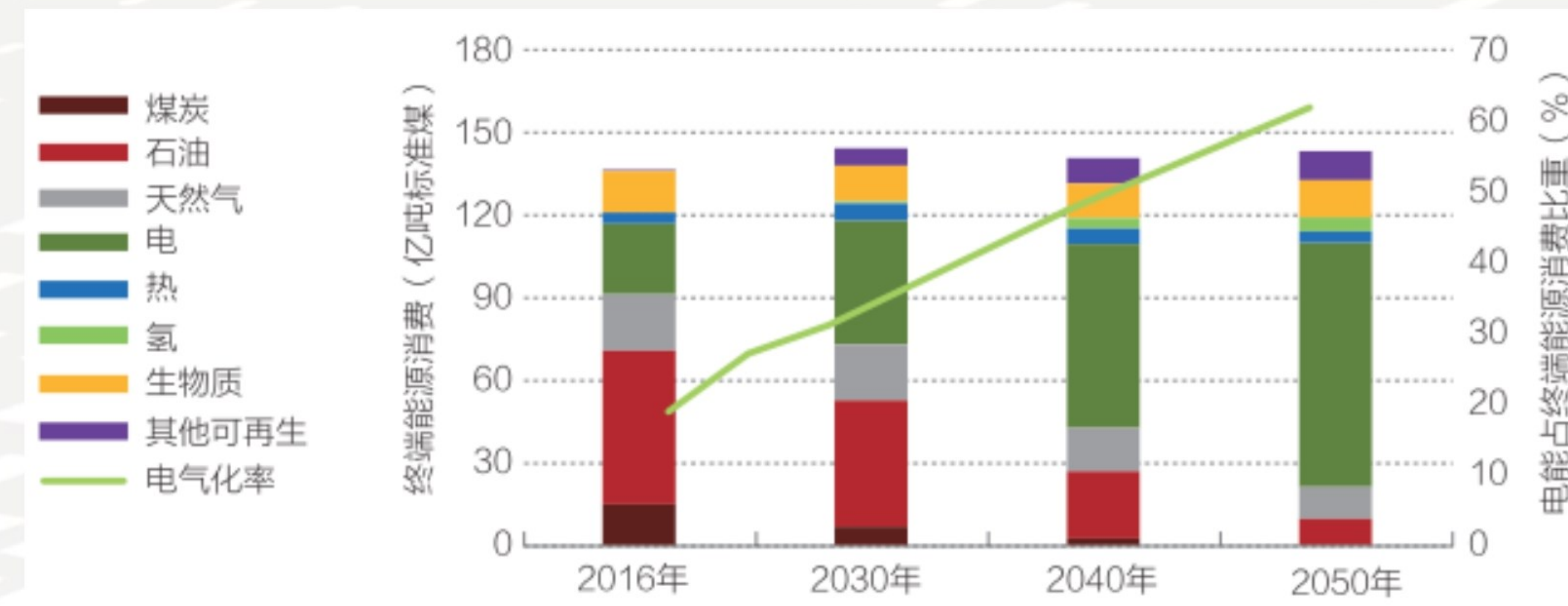
- **发展路径：**从以化石能源为主向以清洁能源为主转变。到**2050年**，清洁能源占一次能源比重达到**75%**，相比2018年增长3倍。
- **关键举措：**集中式与分布式协同开发，集约高效开发全球大型水电、风电和太阳能基地。到2050年，全球大型水电、风电、太阳能基地总装机容量分别达到13亿、15亿和38亿千瓦。



全球能源供应清洁化路线图

2 能源消费路线图

- **发展路径：**从以化石能源为主向以电为中心转变。到**2050年**，终端能源消费总量143亿吨标煤，全球用电量70万亿千瓦时，占终端能源消费比重达到**65%**。
- **关键举措：**提升终端电气化水平，形成低碳工业、电气化交通、零碳建筑终端能源消费体系。到2050年，工业、交通、建筑部门的电能消费占比分别达到48%、56%和67%。

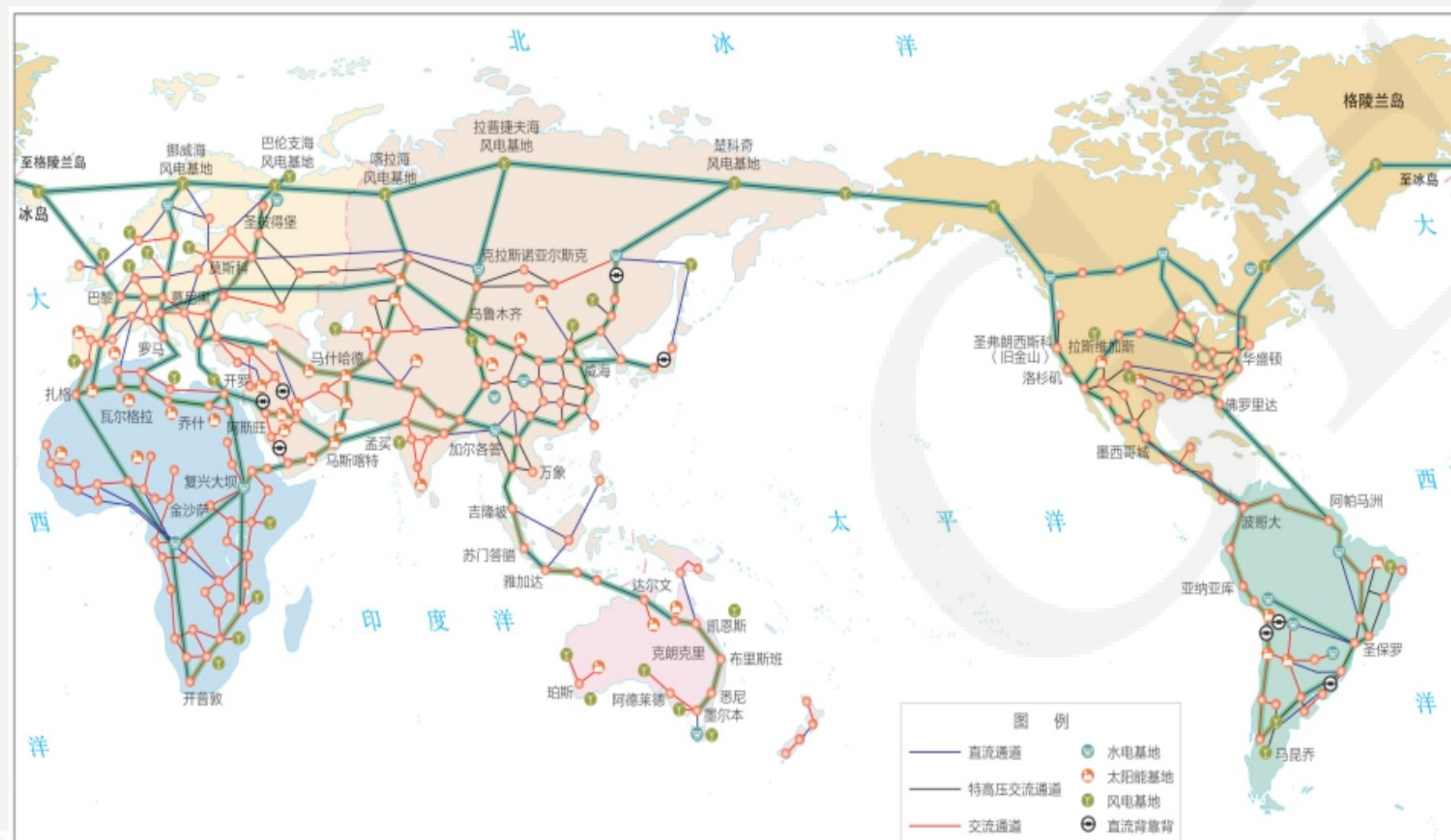


全球能源消费电气化路线图

3.3 全球能源互联网 “转危为机”

3 能源互联路线图

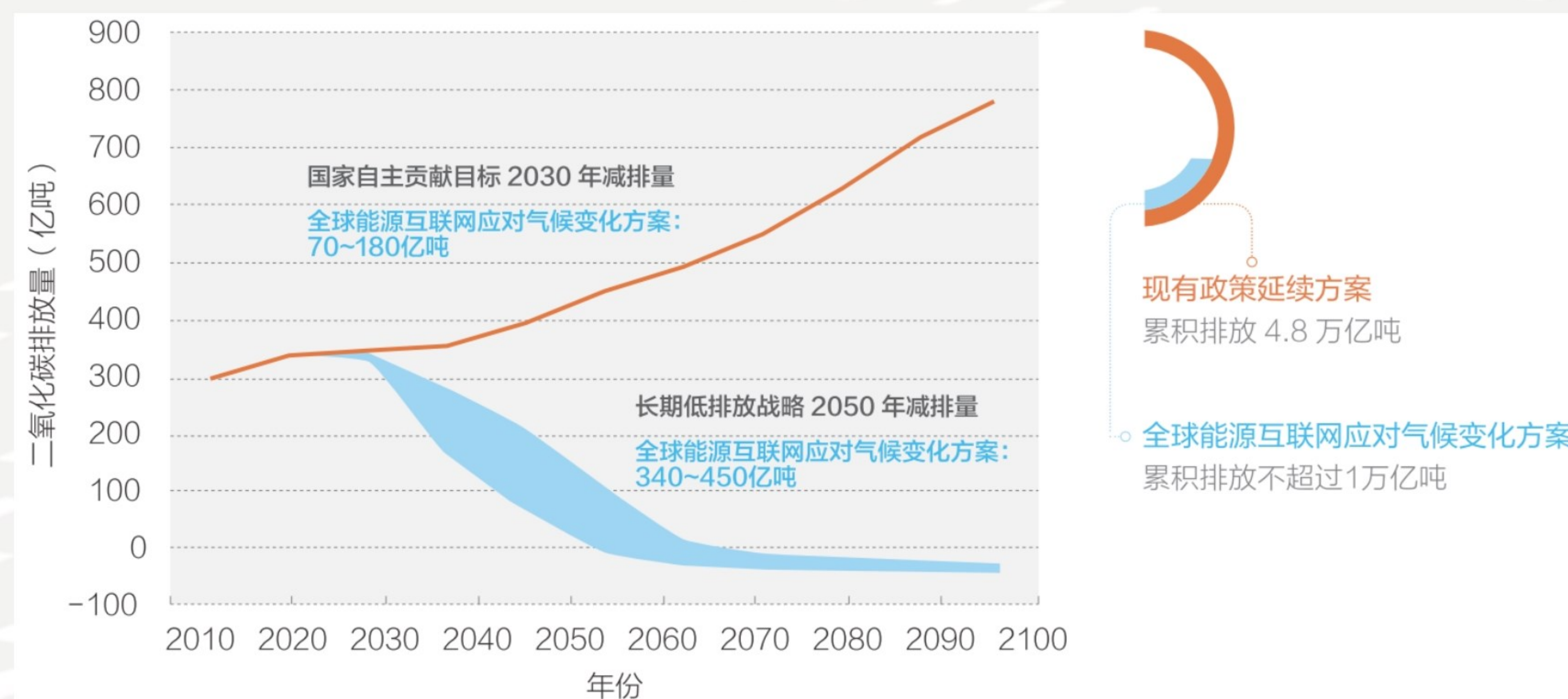
- **发展路径：**从当前的局部平衡向跨国跨区、全球化配置转变，总体按照国内互联、洲内互联、全球互联有序推进。到2050年，形成全球联网格局。
- **关键举措：**构建全球能源互联网“九横九纵”骨干网架，形成全球清洁电力输送战略大通道。



全球能源互联网骨干网架总体格局示意图

4 碳减排路线图

- **发展路径：**以能源系统减排为核心协同带动全社会实现碳中和。2030年、2050年能源系统二氧化碳排放分别低于280亿和110亿吨，比各国自主减排目标多减排70亿和340亿吨。
- **关键举措：**清洁替代、电能替代累积减排二氧化碳1.8万亿、1.1 亿吨，减排贡献超过80%。



全球能源互联网碳排放路线图

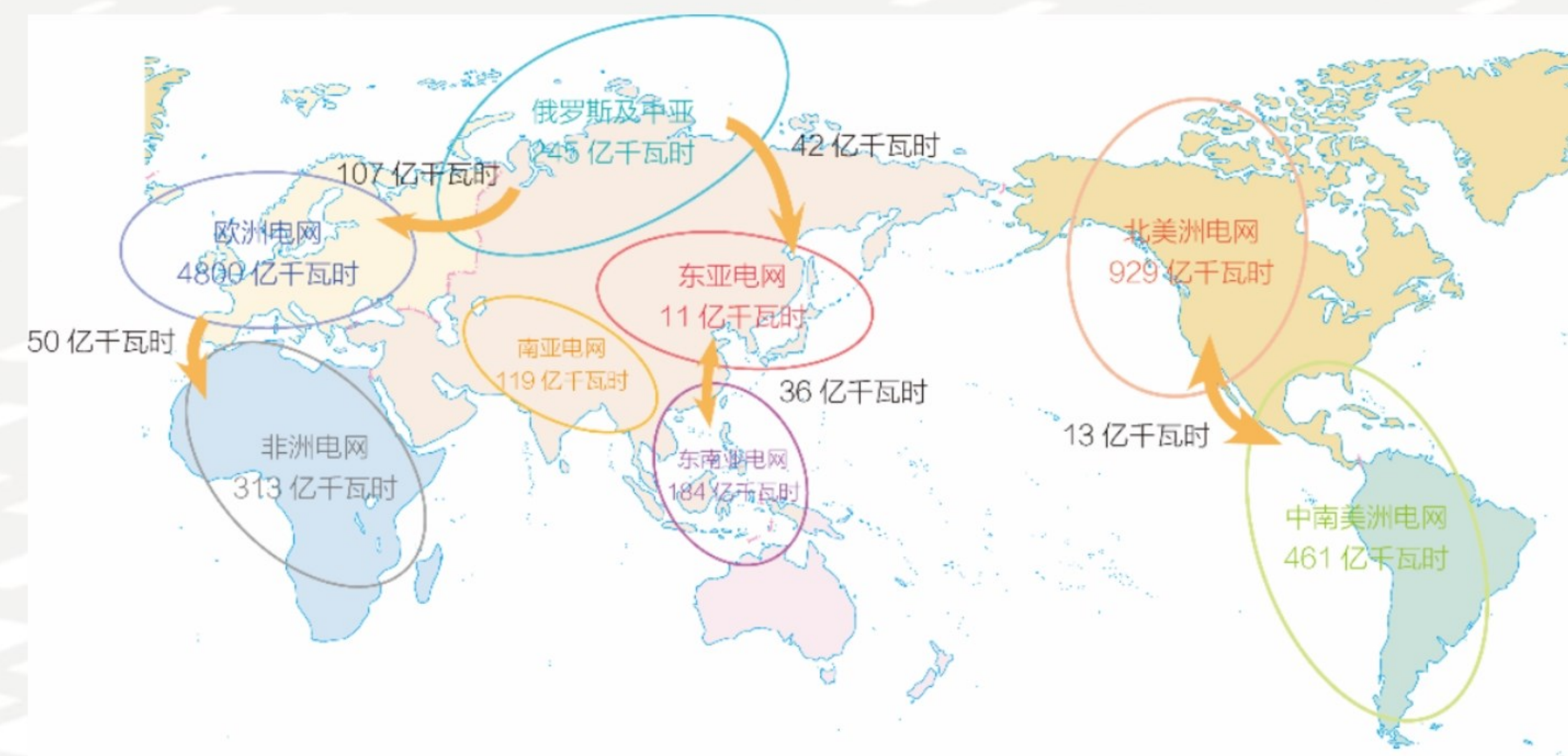
3.3 全球能源互联网 “转危为机”

构建全球能源互联网，符合世界能源清洁化、电气化、网络化的发展规律，技术可行、经济性好、资源有保障、互联有基础、政治有共识，加快发展的条件已经具备。

- **思想基础。**绿色低碳的发展共识初步形成，全球能源互联网得到各国政府和国际社会广泛认可。
- **资源基础。**全球清洁能源总量丰富，水能、风能、太阳能的理论可开发量，相当于全球化石能源剩余探明可采储量的**38倍**。
- **技术基础。**清洁能源发电技术不断进步，特高压技术全球推广，智能电网技术广泛应用。中国已建成“**十交十四直**”24个特高压工程，巴西建成2回±800千伏特高压直流工程。
- **经济基础。**清洁能源成本快速下降，预计2025年前，光伏和陆上风电竞争力将**全面超过**化石能源。
- **互联互通基础。**全球已形成欧洲大陆、北美地区、俄罗斯-波罗的海等跨国互联大电网。此外，海湾地区、南美、东南亚、非洲等地区也在积极推进跨国联网。



中国特高压联网示意图



2016年全球跨洲跨国电力交易示意图

3.4 全球能源互联网的“良与妙”

1 永续发展的先进思想：全球能源互联网的思想内涵是绿色低碳、创新发展、自然和谐、命运与共的永续发展思想。

- **绿色低碳代表能源未来发展的战略方向。** 加快清洁能源和电气化发展是世界能源转型的大势所趋。
- **创新发展代表可持续发展的核心动力。** 思想创新、技术创新、商业模式创新、机制创新驱动能源可持续发展。
- **自然和谐代表人与自然相融互促的发展理念。** 构筑天蓝地绿、水净人和的地球村是人类共同追求。
- **命运与共代表各国人民的共同信念。** 秉持共同发展、互利共赢理念，以能源合作共同体促进人类命运共同体建设。



3.4 全球能源互联网的“良与妙”

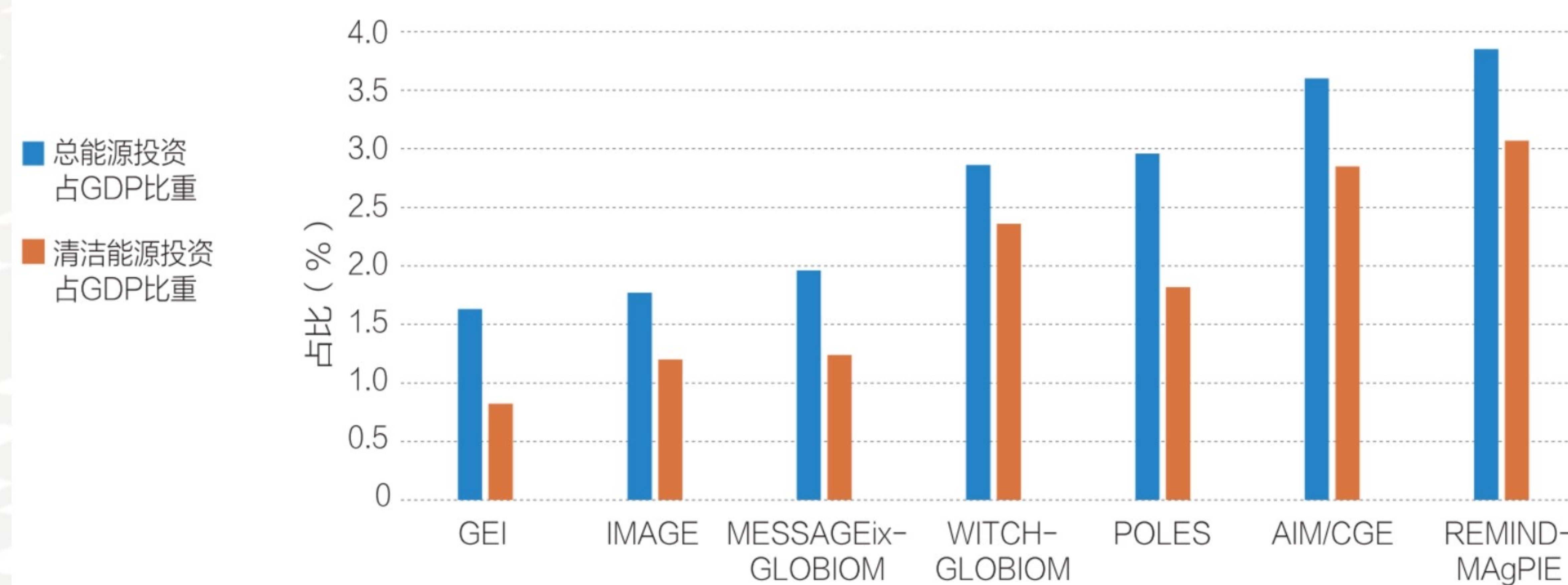
2 先进高效的综合方案：全球能源互联网代表世界能源领域最先进的技术方向。通过构建广域互联的大电网和电-碳大市场，优化配置资源差、时区差、季节差、电价差，实现全球优质、低廉的清洁能源以光速传输配置到全球各地。

➤ 技术先进性

- **特高压输电、智能电网技术先进。**全球能源互联网综合集成能源领域最先进技术，与最新信息智能技术深度融合，能够适应各类清洁能源接入和用户多元化用能需求。
- **零碳技术综合集成。**实现清洁替代、电能替代、互联互通、能效提升、碳捕集与封存、森林碳汇6大领域29类零碳技术的体系化集成。
- **清洁能源发展速度快、效率高。**到2050年，全球电力生产超过70万亿千瓦时，清洁能源发电量占比达**90%**以上，跨洲跨区跨国电力流超过8亿千瓦，将全球清洁能源开发规模提高**3倍**，清洁能源消费年均增速提高**4倍**，远高于其他方案。

➤ 经济高效性

- **提高能源投资效率。**2016~2050年全球能源系统累计投资约为**78万亿~92万亿**美元，GDP占比不超过2%。
- **降低全球减排成本。**实现《巴黎协定》全社会边际减排成本即碳价仅为**15美元/吨**二氧化碳当量，2050年碳排放强度相比2010年下降**90%**。



3.4 全球能源互联网的“良与妙”

3 行之有效的展方式：全球能源互联网提供可操作、可复制、可推广的发展方式，能够为各国解决清洁能源供需匹配、低碳产业体系建设、生态保护和修复、无电、贫困健康等问题。

- **集约高效的清洁发展模式：**利用大电网和大市场将清洁资源与能源需求联动匹配，大幅提高全球清洁能源开发规模，加速清洁能源消费。
- **电矿冶工贸产业联动发展模式：**通过清洁能源大规模开发，利用先进技术输送清洁电力到高能耗产业园区，实现全产业链的低碳化发展。
- **电水土林汇生态修复模式：**利用清洁电力淡化海水，增加生物质和植树造林发展所需的淡水资源，促进生态修复、增加森林碳汇。
- **普惠共享的清洁电力普及模式：**实施“建设集中式能源基地、统筹分布式能源开发、推动电网互联互通、加快智能电网建设”四大措施，因地制宜解决各类无电贫困问题。
- **创新协同的电碳市场模式：**将电能和碳排放权相结合形成电-碳产品，形成国家、区域/次区域、全球多层次交易市场。



全球能源互联网“电-矿-冶-工-贸”联动发展模式



全球能源互联网清洁电力普及模式

3.4 全球能源互联网的“良与妙”

4 全球共赢的合作平台：全球能源互联网为破解危机、促进共同行动提供丰富公共产品和创新治理机制，能够有效对接联合国等重要工作框架，服务区域战略发展，促进各国政策协同。

➤ 有力支撑联合国工作框架

- **2030可持续发展议程：**全面对接 17 项可持续发展目标。
- **《巴黎协定》：**提出全球能源互联网实现《巴黎协定》2°C和1.5°C温控目标的综合技术方案和各洲行动路线图。

- **全球环境治理：**全球能源互联网促进解决九大环境问题系统方案。
- **无电、贫困、健康问题：**提出全球电力普及和减贫综合方案。

➤ 积极促进区域性发展目标落实

- **促进区域发展：**提出全球电网骨干网架、各大洲能源互联网规划。
- **落实“一带一路”：**提出“一带一路”国家能源互联网方案。

➤ 深入对接国家发展战略规划

- 促进落实国家自主贡献目标，推动重大清洁低碳项目落地，支撑完善国家政策机制。



全球能源互联网全球治理体系与合作平台



1. 重大危机的反思

2. 气候环境危机加速逼近

3. 全球能源互联网“转危为机”

4. 各洲清洁低碳发展行动

5. 地球和人类的福音

4. 各洲清洁低碳发展行动

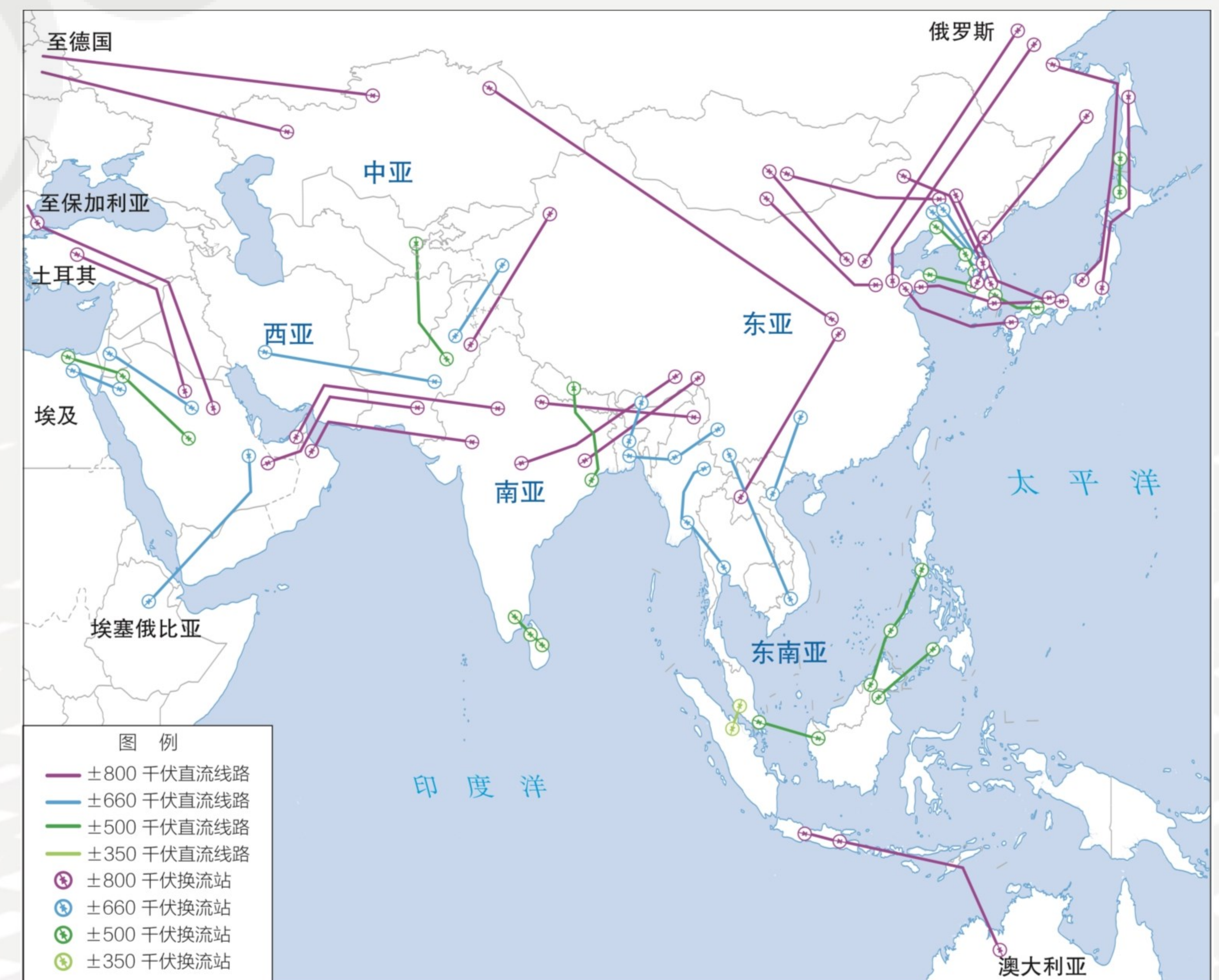
全球能源互联网由各大洲能源互联网构成。随着清洁低碳发展理念深入人心，各洲和各国能源互联网发展基础不断成熟。根据各大洲不同发展阶段和特征，加快在清洁能源、电网互联、电力普及、电能替代、智能电网和能效提升等领域发力，将为各国应对气候环境危机、实现可持续发展发挥关键作用。



4.1 亚洲

亚洲能源互联网建设总体思路是以低碳转型为主线，以清洁促发展、发展促减排，加速清洁能源集约化发展和电网互联互通，将资源优势转化为经济优势，减缓气候变化、提升气候韧性，实现经济繁荣、社会进步和气候环境保护的全面协调发展。

- **清洁发展。**大力推动清洁能源集约高效开发，到2050年清洁能源占一次能源消费比重达**72%**，清洁能源发电装机容量达到177亿千瓦，占电力总装机容量比重达到**93%**。
- **电网互联。**形成“**四横三纵**”跨洲跨区互联通道。到2050年，满足亚洲73.1亿千瓦负荷需求，同时跨洲电力流**6700万千瓦**，并网装机规模达到191亿千瓦；
- **电力普及。**提高电力普及率和基础设施气候适应能力。到2035年，亚洲电力普及率达到97%，无电人口下降至1.5亿；到2050年，全面解决无电人口用电问题。

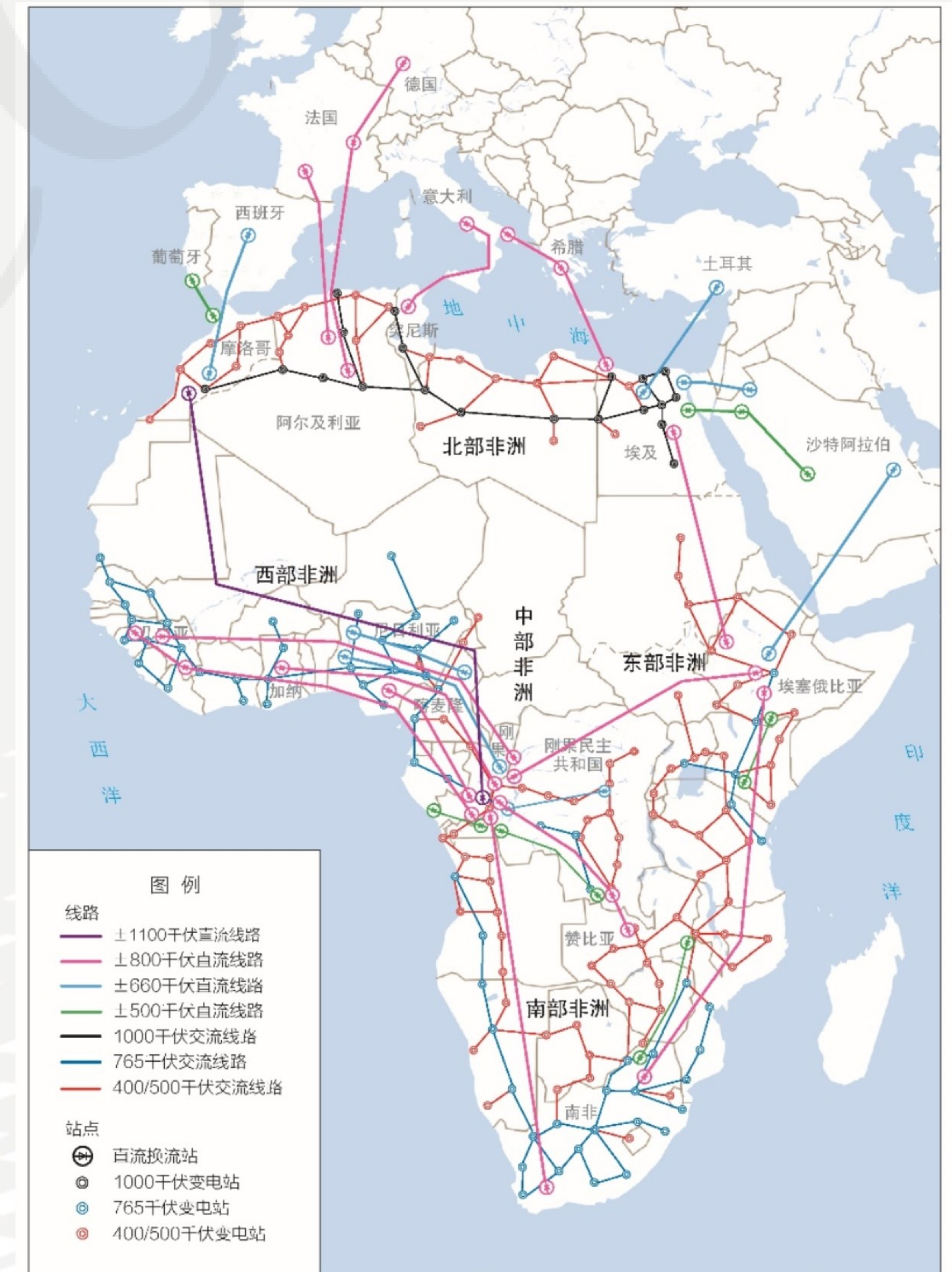


2050年亚洲电网互联总体格局

4.2 非洲

非洲能源互联网建设总体思路是以绿色电气化与工业化为主线，加快太阳能、风能集约发展，推广电-矿-冶-工-贸联动发展模式，打造绿色低碳工业体系，实现非洲可持续发展。

- **清洁发展。** 充分利用非洲清洁资源，力争2050年，清洁能源占一次能源消费比重达到**76%**，清洁能源装机容量达到14.8亿千瓦，占电力总装机容量比重达**83%**；
- **电网互联。** 形成北部、中部和西部、东部和南部三大同步电网格局，建设“**两横两纵**”跨洲互联大通道。到2050年，满足非洲8.0亿千瓦负荷需求，跨区跨洲电力流超过**1.7亿千瓦**；
- **电力普及。** 大力普及电力基础设施，有序解决无电人口用电问题，因地制宜提高基础设施适应气候变化的能力。

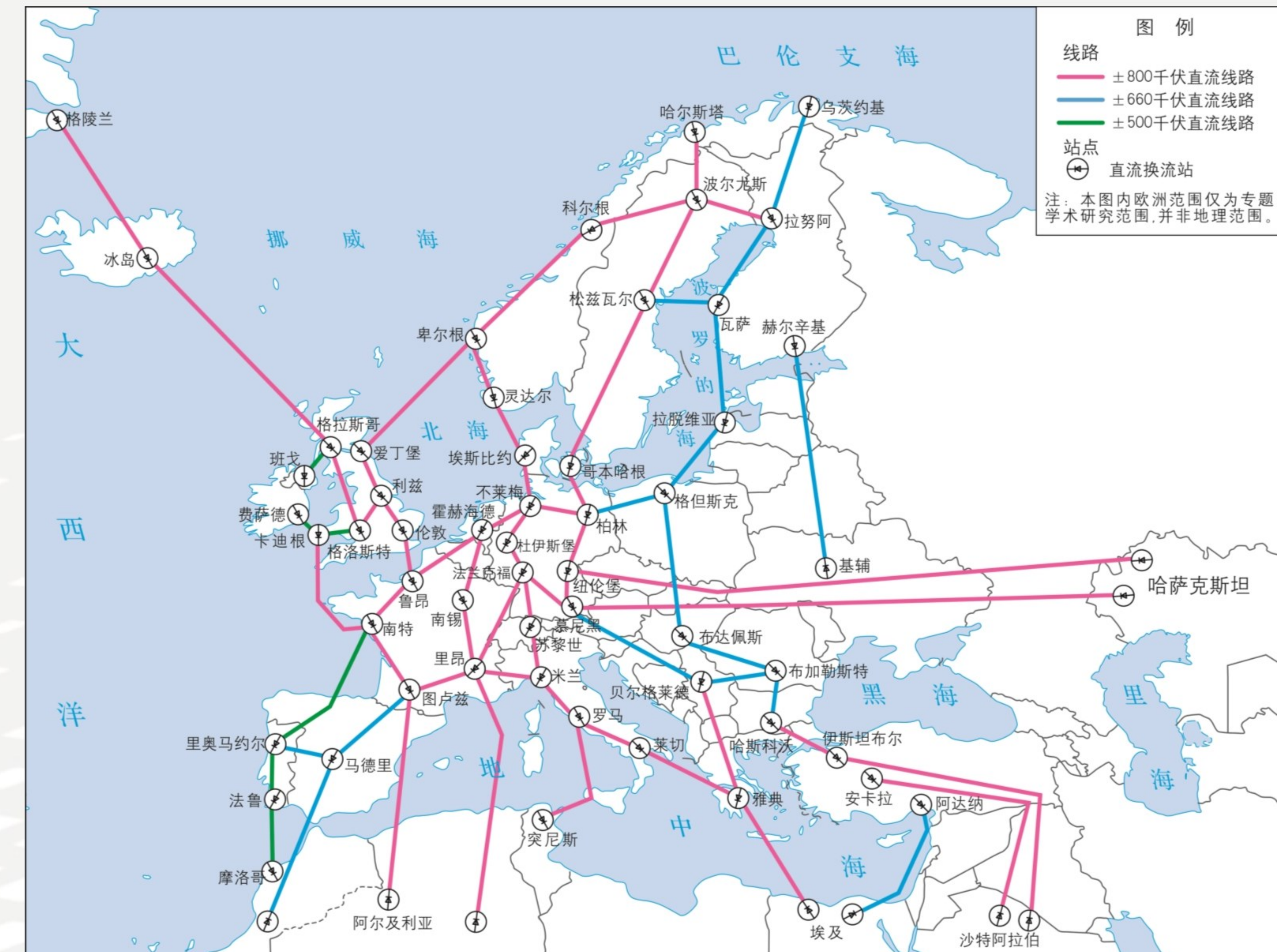


2050年非洲电网互联总体格局

4.3 欧洲

欧洲能源互联网建设总体思路是以建设零碳社会为主线，加快洲内清洁能源开发，加大洲外清洁能源受入，以清洁和绿色方式满足经济社会发展对能源电力的需求，打造欧洲及周边能源电力合作平台，实现能源资源更大范围优化配置，促进区域协同发展。

- **清洁发展。** 大力发展清洁能源，力争到2050年，清洁能源占一次能源消费比重达到**81%**，清洁能源装机容量达到**39.2亿千瓦**，占电力总装机容量比重达到**97%**；
- **电网互联。** 建设“**两横三纵**”跨洲跨区互联大通道。到2050年，满足欧洲16.4亿千瓦负荷需求，同时跨区跨洲电力流总规模达到**1.57亿千瓦**，并网装机规模达到**40.5亿千瓦**；
- **能效提升。** 发展应用节能技术，提高技术标准，完善政策激励机制。到2050年，实现欧洲能效相对于2015年提高25%的目标，能源强度下降至0.08千克标准煤/美元。

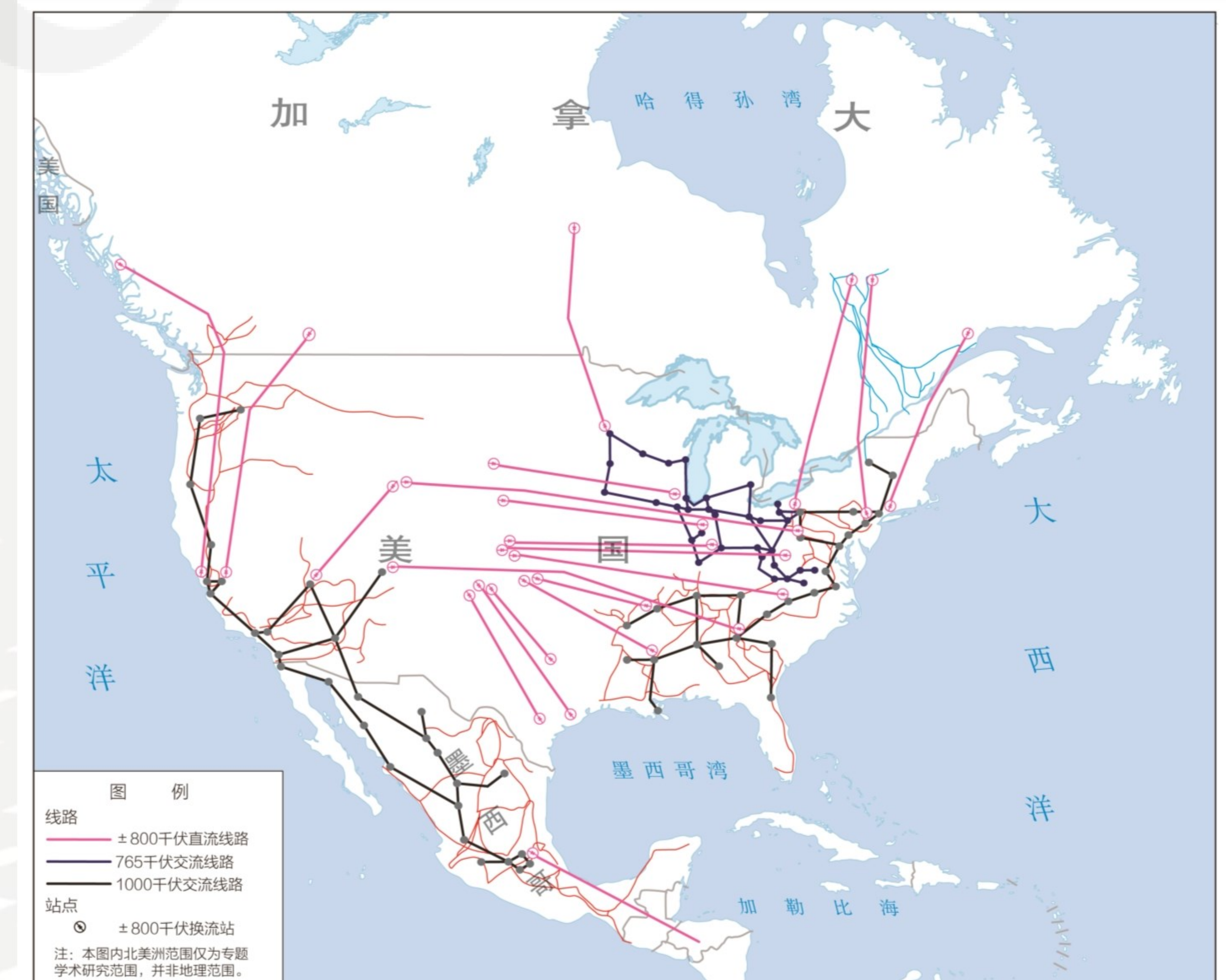


2050年欧洲电网互联总体格局

4.4 北美洲

北美洲能源互联网建设总体思路是以加速脱碳为主线，以清洁化发展保障能源持续供应，以互联化实现区域协同互补，以电气化发展提高全要素生产率，实现经济增长、社会进步和气候环境保护的多元包容性发展。

- **清洁发展。** 大力发展清洁能源，力争到2050年清洁能源占一次能源消费比重达到**77%**；清洁能源装机容量达到38.7亿千瓦，占电力总装机容量比重达到**86.5%**；
- **电网互联。** 形成北美东部、北美西部、魁北克三大同步电网络格局。到2050年，满足北美洲17.3亿千瓦负荷用电需求，并网装机规模达到44.8亿千瓦，跨洲跨国跨区电力流总规模达到**2.5亿千瓦**，其中，跨洲与中南美洲互补互济1000万千瓦；
- **电能替代。** 大力推动用能转型，以电代油、以电代气，控制能源消费总量，降低终端能源消费中的油气比重。到2050年，电能可在终端能源消费占比达到**75%**以上。



2050年北美洲电网互联总体格局

4.5 中南美洲

中南美洲能源互联网建设总体思路是以多能互补与再工业化为主线，充分利用清洁能源资源优势，推动电网升级改造和跨国互联，提高终端电气化率，以清洁电力支撑再工业化，实现经济增长、能源转型与减排协同发展。

- **清洁发展。** 大力开发丰富清洁资源，力争到2050年，清洁能源占一次能源消费总量达到**81%**，清洁能源装机容量达到14.9亿千瓦，占电力总装机容量比重达到**86%**；
- **电网互联。** 形成南美东西部、南美南部、中美洲三个同步电网格局，跨洲实现北美—南美电网互联。到2050年，满足中南美洲7.1亿千瓦负荷需求，并网装机规模达到14.9亿千瓦，跨洲跨区跨国电力流总规模超过**1亿千瓦**；
- **电能替代。** 推行电能替代，控制化石能源消费总量，提升气候韧性。到2050年，电能在终端能源消费占比超过**59%**。



2050年中南美洲电网互联总体格局

4.6 大洋洲

大洋洲能源互联网建设总体思路是以协调发展为主线，坚持减排与适应并重，推动能源系统脱煤化，增强小岛屿国家气候适应能力，促进区域清洁能源协同互补，实现经济社会、资源环境、人与自然的协调可持续发展。

- **清洁发展。** 大力发展清洁能源，力争到2050年清洁能源占一次能源消费比重达到**74%**，清洁能源装机容量达到2.1亿千瓦，占电力总装机容量比重约**91%**；
- **电网互联。** 形成澳大利亚东部和西部、新西兰北部和南部、巴布亚新几内亚主岛等5个主要同步电网，斐济等岛国各自建成国内互联电网。到2050年，满足大洋洲1.1亿千瓦负荷需求，并网装机规模达到2.3亿千瓦，跨洲跨国电力流总规模为**2000万千瓦**；
- **电能替代。** 大力推动能源转型，调整终端能源消费结构。到2050年，电能在终端能源消费占比约**68%**。



2050年大洋洲电网互联总体格局



1. 重大危机的反思

2. 气候环境危机加速逼近

3. 全球能源互联网“转危为机”

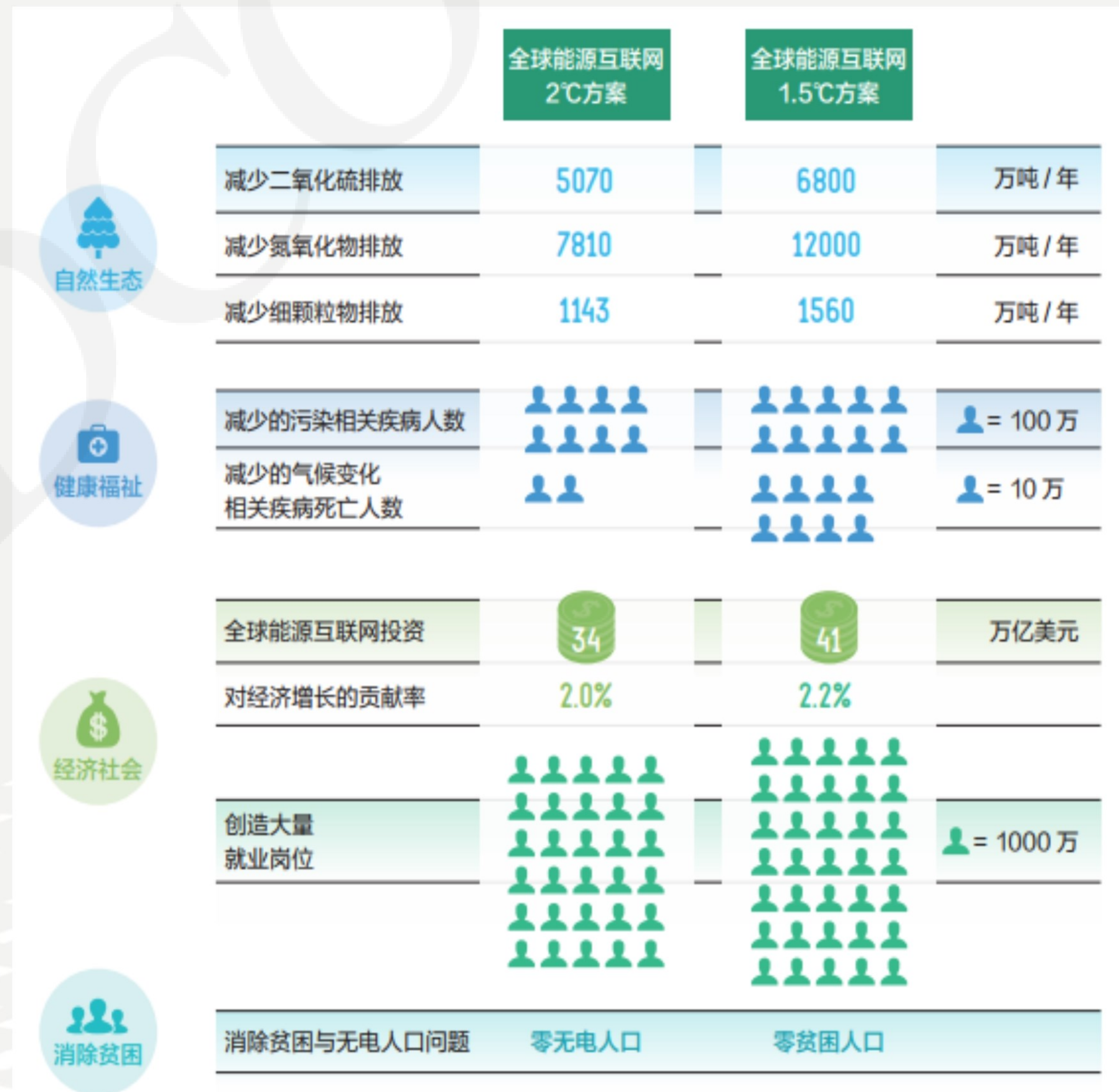
4. 各洲清洁低碳发展行动

5. 地球和人类的福音

5. 地球和人类的福音

只有一个地球，人类命运与共。全球能源互联网将全方位、深层次改变全球能源格局、经济增长模式、社会生活方式，重塑人与自然的关系，为化解人类面临的气候环境危机等重大挑战提供切实可行的系统方案，推动世界各国人民携手构建人类命运共同体，开启绿色、和平、繁荣、开放、创新发展之路。

- 引领清洁低碳发展
- 消除人为污染源头
- 改善生存健康环境
- 构建零碳经济体系
- 实现能源普惠普及



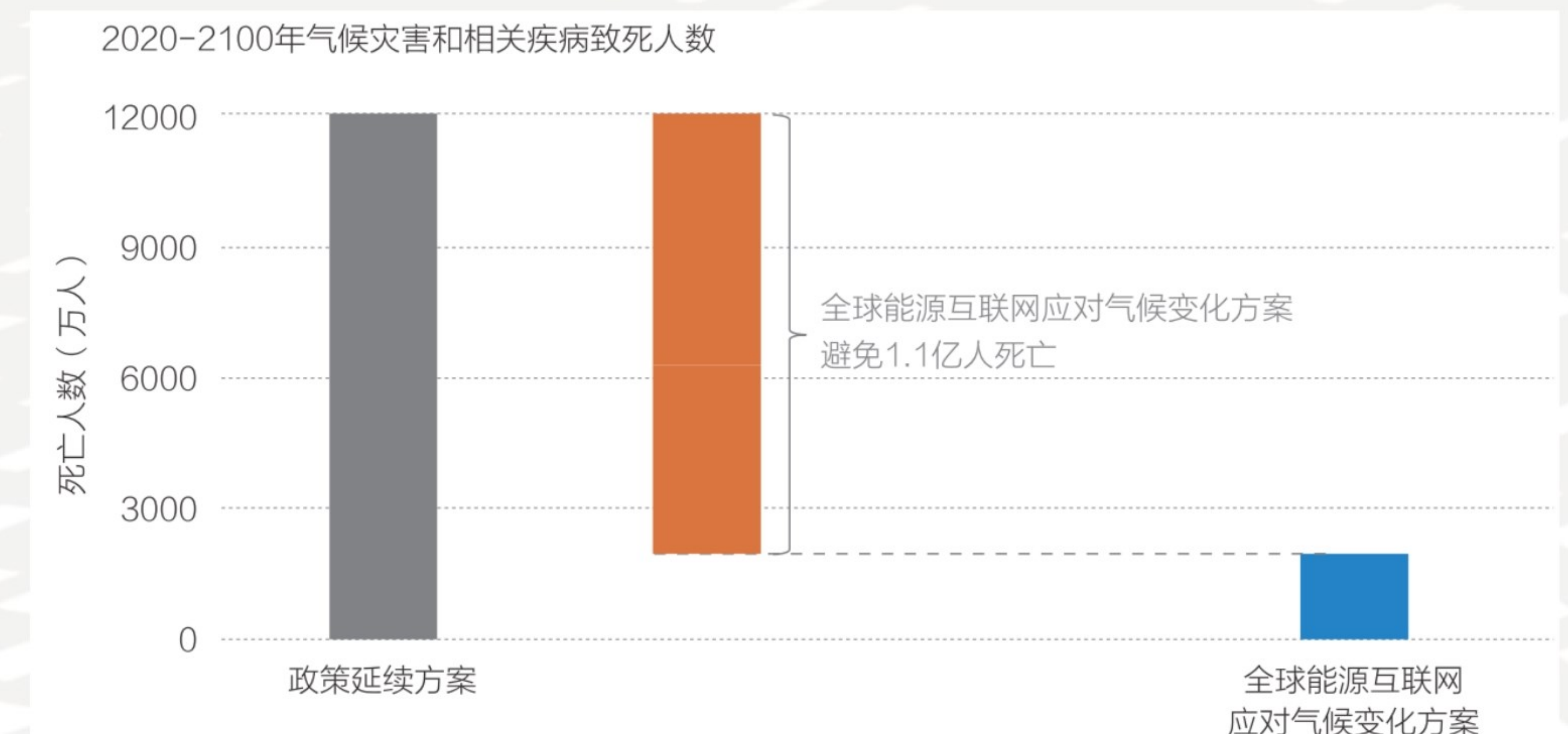
5.1 危机得到全面破解

1 化解气候变化风险：实现《巴黎协定》温控目标，大幅降低气候变化引发各类风险，避免引发灾难性损失。

- **保护地球系统：**有效控制全球能源系统二氧化碳排放，使气候系统、地球系统和人类系统总体风险处于安全、可控、可逆水平。
- **遏止海平面上升：**大幅降低气候翻转事件概率，将海平面上升控制在0.45~1米以内。
- **减少物种灭绝危机：**有效降低鸟类、两栖、哺乳动物等灭绝的风险。
- **减少经济社会损失：**避免本世纪累计经济损失超过470万亿美元，相当于全球能源系统投资的**5~6倍**。

2 保护地球自然生态：从源头上降低污染，建立和保护天蓝、地绿、水净的地球家园，让人人享有更健康、繁荣、包容的生活。

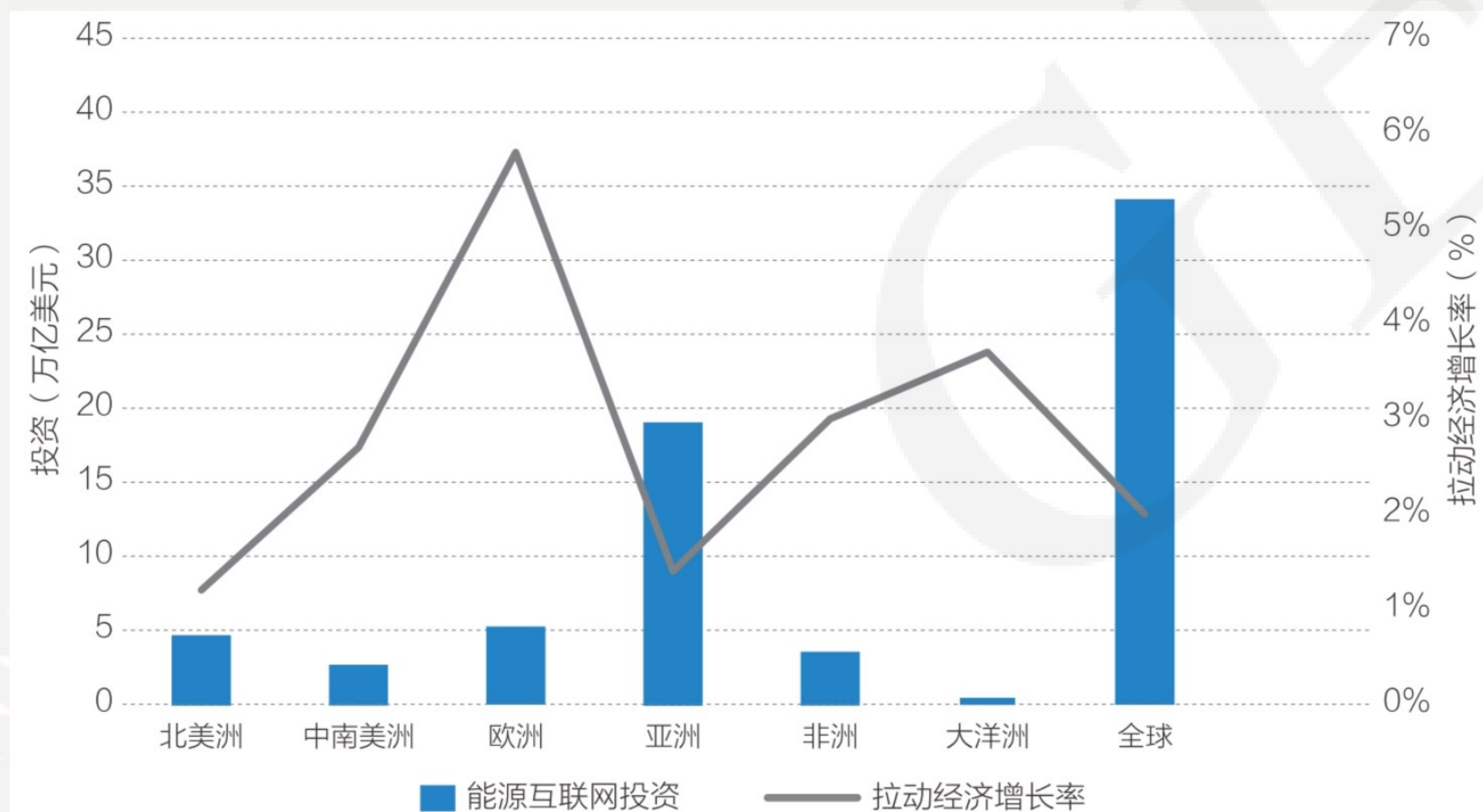
- **改善环境质量：**到2050年，二氧化硫、氮氧化物、细颗粒物排放分别减少**86%、84%、85%**；节约发电用水；提高土地资源价值。
- **减少灾害疾病影响与环境致病风险：**到2100年可累计减少**0.6~1.1亿人死亡**；减少污染相关疾病。



5.1 危机得到全面破解

3 实现经济社会繁荣：拉动能源相关投资，提升资源配置效率，促进零碳经济产业发展，不断增强经济发展动能。

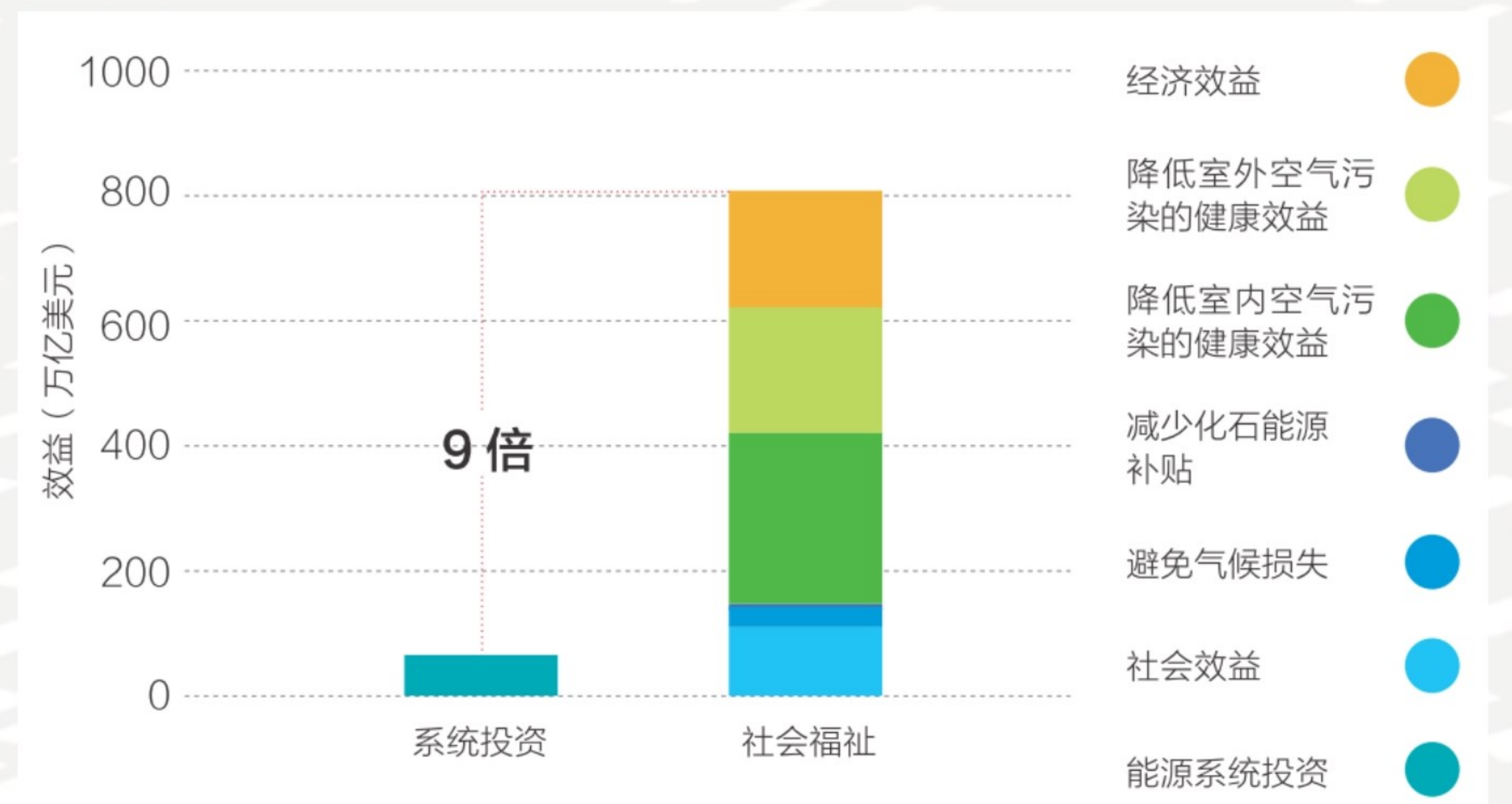
- **拉动经济快速发展：**到2050年，全球能源互联网累计投资为**34~41万亿美元**，对全球经济增长的贡献率为**2%~2.2%**。
- **创造广泛就业机会：**到2050年全球能源互联网投资将在全球创造近**3亿**个就业岗位。



2050年全球能源互联网建设拉动经济增长效益

4 消除贫困普惠发展：保障人人获得充足、可负担的零碳电力，消除多维贫困，促进社会和谐普惠发展。

- **全面促进可持续发展：**综合创造社会福祉累计达**720~800万亿美元**，相当于1美元的能源投资能获得**9美元**的社会福祉。
- **普及现代能源电力：**到2050年，世界范围内实现人人获得负担得起的、可靠的现代能源服务，全面**消除多维贫困**。



全球能源互联网投资带动9倍社会福祉提升

5.2 世界实现永续发展

面向长远未来，以全球能源互联网为基础，将形成供给充足、电为中心、多元高效、互联互通、清洁绿色、协同共享、开放包容的全球能源系统，能够突破资源、时空约束，让人人享有清洁、智能、充足的能源保障，驱动经济发展方式深刻变革、激发社会发展活力。

- **能源无处不在：**能源创新发展将促进人类突破资源、时空和物质约束，实现能源生产清洁永续、能源配置高效智能、能源服务潜力释放，极大解放生产力，深刻改变生产生活方式。
- **经济社会发达：**清洁电力将促进和保障经济持续发展，打造互利共赢的经济发展新模式，开启全球协同共享、和平和谐的新时代。
- **环境和谐美丽：**清洁电力能够避免人类活动造成各类温室气体和污染物过量排放，气候变化、环境污染、土地荒漠化、水资源紧缺等问题全面缓解。进入人与自然和谐共生，处处绿水青山、生机盎然的生态文明新阶段。



危机破解后人类迎来永续新世界

新冠肺炎疫情深刻表明，全人类是一个休戚与共的命运共同体，世界各国只有团结合作才能应对各种挑战。气候环境危机将是全人类面临的又一重大危机，构建全球能源互联网、加快世界能源转型、建设能源命运共同体将是破解危机、实现可持续发展的根本出路。让我们携手共进、务实合作，化重大危机为全球机遇，以清洁绿色发展引领经济社会可持续发展，共建更加美好的新世界！

