

# 碳中和专题研究报告

## 碳中和的机遇与风险



## 报告综述：

### 事件

碳中和刻不容缓，气候危机将造成地球生态、经济发展和社会人文等方面的毁灭性后果：在经济方面，气候危机将沉重打击以农林牧渔为代表的传统经济部门。并影响电力系统掣肘制造业生产力，严重阻碍经济发展。在社会人文方面，气候危机将导致粮食及其他农作物大量减产，粮食与水资源的短缺将引发暴力冲突，影响社会、政治秩序。

能源效率是各国积极推进碳中和目标的又一潜在原因：以美国为例，美国能源效率为14%，86%的能源被浪费，目前内燃机时代很难再有大幅提升。可再生能源的电力系统、未来边际使用成本接近为零的电动车和自动驾驶以及通信物联网平台将引领能效的大幅提升。能效的提高能够促进经济增长，并对能源对外依存度高的国家具有一定的战略意义。

### 观点

我国二氧化碳的排放来源主要追溯到电力行业（40%），工业能源（38%）、建筑行业（10%）和交通运输业（10%）。为了达成碳中和的目标，在每个领域都需减少碳排放和碳足迹，以尽可能提前实现碳中和。

电力行业减排：1）目前我国仍以煤电为主，未来将降低煤电供应开发，利用非化石能源。2）碳捕捉和封存技术保障低碳电网。3）部分制造业将受益于西部可再生能源成本较低，出现大面积转移现象。

工业减排：1）加快推动氢能和工业电气化在工业领域应用。2）发展工业碳捕捉技术。3）注重工业生产废物利用，发展循环经济。4）高碳排放工业或将出现供给侧改革，龙头公司显著受益。5）高排放标准或将长期影响未来PPI走势。

建筑行业减排：1）“被动建筑”迅速推广，努力实现新建建筑碳排放归零。2）BIPV将成为建筑减碳设计的主要选择。3）推进建筑材料低碳化，新型胶凝材料、低碳混凝土、低碳水泥等技术。4）智能家居将逐渐普及，提升效率减少家庭碳排放。

交通运输行业减排：1）传统车企加快产业升级，汽车电动化政策快速推进。2）航空业全电飞机或成未来方向。3）加快交通行业使用“绿色氢能燃料”。4）调整运输结构，公转铁和公转水大趋所势。5）自动驾驶和汽车共享化转型将减少碳足迹和碳排放。

农业减排：1) 加强植树造林，减轻农业生产碳排放。2) 减少化肥用量，加快农业生态转型。3) 打造数字化运营农场，推行绿色生产方式。4) 土壤碳封存和富碳农业将二氧化碳变废为宝，减排温室气体。5) 欧盟为气候目标加大食品投资，人造肉减缓温室气体排放。

石油、煤电、油轮船舶等产业链相关行业都将成为搁浅资产：1) 碳交易造成碳排放行业运营成本升高，在未来为了避免石油和煤炭企业抛售搁浅资产造成更大的污染，碳交易的政策以及碳价都可能超预期收严。2) 高污染企业所面临的碳中和风险将增加其融资成本。3) 伴随着技术的进步，可再生能源的价格迅速下降将影响煤电企业业绩。

房地产未来也将有可能成为搁浅资产：每一栋房屋都有能效证书，若能效检测处在最低级别则无法出租和出售，未来无法满足能耗标准的建筑势必将迅速贬值成为搁浅资产。

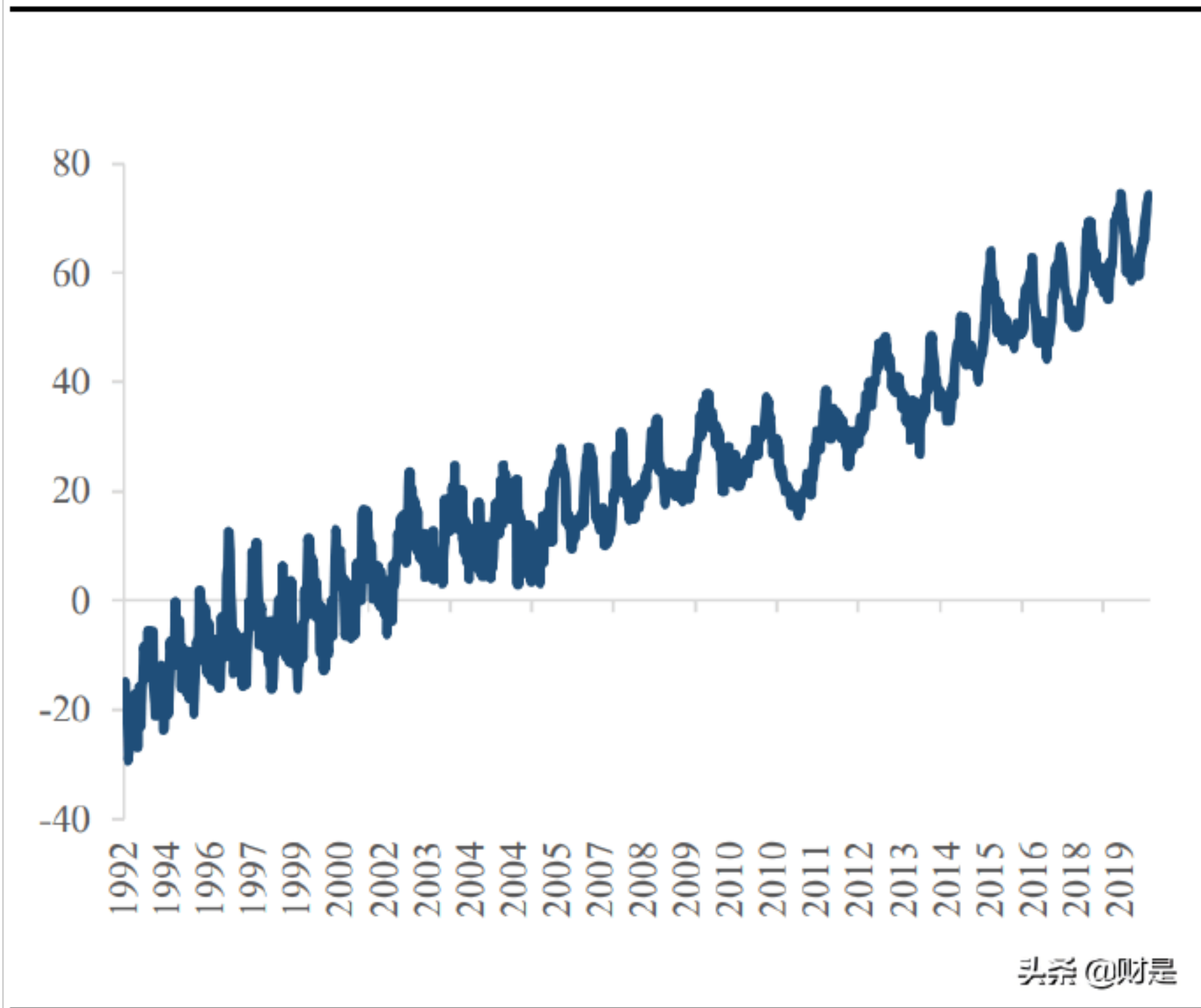
## 1. 背景——全球气候状况恶化，气候危机不容忽视

气候问题已成焦点议题。当前，全球气候正不断恶化——温室气体大量排放；全球平均气温逐年上升，全球2020年的平均气温相比工业化前上升了1.02℃；海平面以递增的速率升高，全球海平面平均异常值已高达74.28毫米，且正以2.97毫米/年的速率上升，较20世纪的1.4毫米/年大幅跃升；极端气候事件频发，人类社会面临着巨大威胁。

气候危机将会更为频繁更为猛烈：全球气候变暖不具有地区均匀性，北极升温的速度远比其他地区更快，海冰减少导致极地涡旋进一步减弱，极地冷涡更易南下，将带来更为猛烈、频繁的寒潮气候。全球变暖下，极端拉尼娜出现的频率将翻倍，意味着极端寒潮将更为频发（如2020年我国和美国德州遭遇的寒潮）。

气候危机造成地球生态、经济发展和社会人文等方面的毁灭性后果：在经济方面，气候危机将导致极寒、洪涝灾害和干旱加剧状况频发，沉重打击以农林牧渔为代表的传统经济部门，使行业发展受阻。并对电力系统形成打击带来制造业生产力的下降，严重阻碍经济发展。在社会人文方面，气候危机将导致粮食及其他农作物大量减产，使更多人暴露于饥饿与贫困之下。粮食与水资源的短缺还将引发暴力冲突，影响社会、政治秩序。

图 2: 全球海平面异常值变化 (mm)



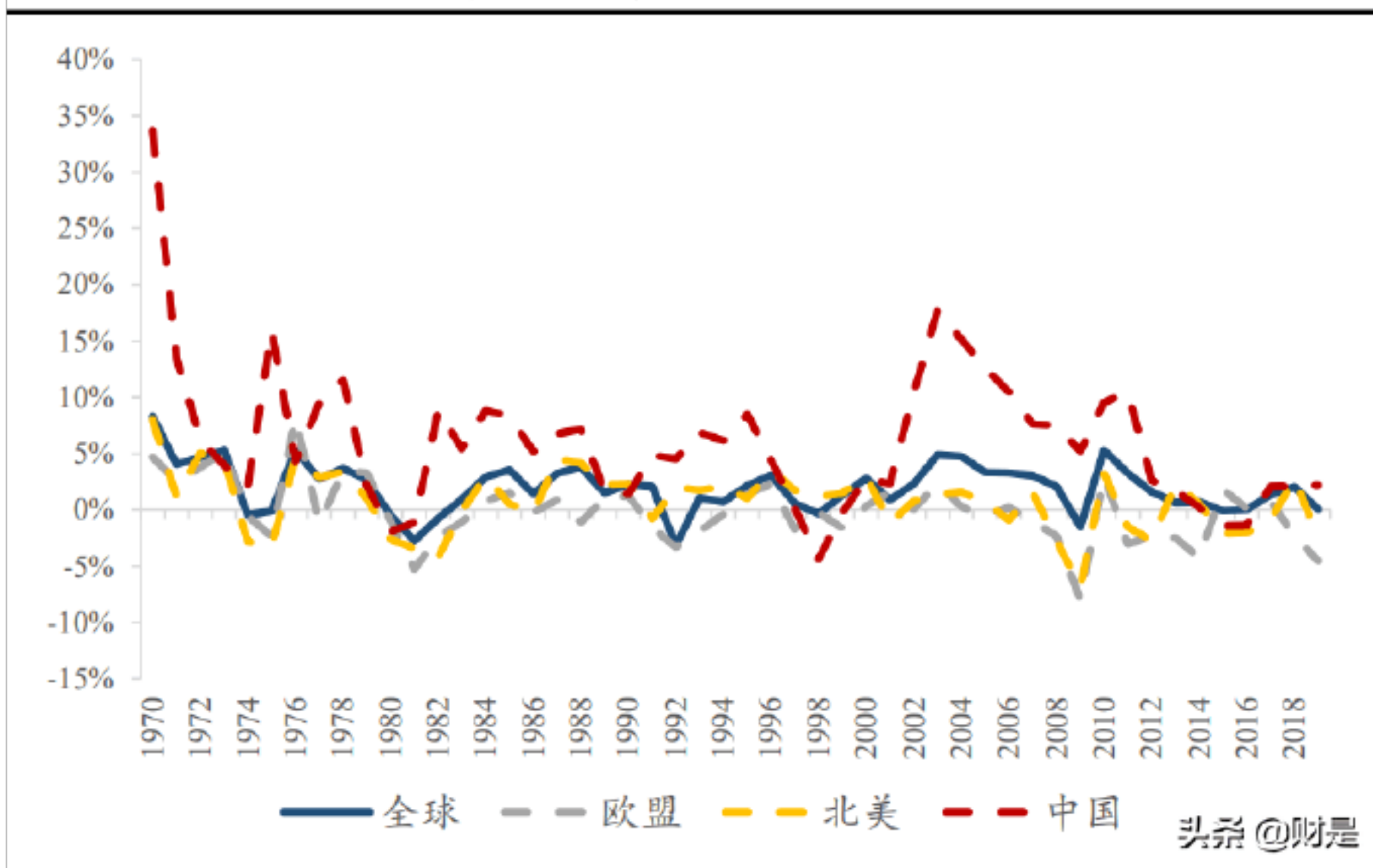
### 1.1. 全球碳排情况

全球 CO<sub>2</sub> 排放量总体仍呈上升趋势，增速变缓。1945 年二战结束后，随着各国逐步开展战后经济建设，全球 CO<sub>2</sub> 年均排放量开始大幅增加，中国在 21 世纪进入世贸组织后将全球这一趋势进一步增强。直到 2010 年前后，随着人类逐渐意识到气候危机的严重性与紧迫性、社会各界环保意识的增强、以及新型节能减排技术的开发，全球 CO<sub>2</sub> 排放量增速变缓。直到 2019 年，全球 CO<sub>2</sub> 排放增长率已接近 0。伴随着各国对碳中和目标的承诺以及实践，碳排放的趋势有望在未来继续放缓，直至倒挂。

分地区来看，中国 CO<sub>2</sub> 排放增速明显放缓，欧盟、北美地区碳排已实现负增长。中国自 1970 年 CO<sub>2</sub> 排放逐步抬升，在 2001 年入世后，CO<sub>2</sub> 年排放量大幅增加，年增速也大幅上行。直至 2011 年，随着环保意识的增加、相关政策的出台与推行、以及节能减排技术的开发，中国的 CO<sub>2</sub> 年排放量增速开始快速下行，甚至在 2015 年与 2016 年达到负增速，CO<sub>2</sub> 减排在一定程度上取得了可观的进展。2020 年 9 月，中国向国际社会做出了

“2060 碳中和”承诺，这一举措将促进中国 CO<sub>2</sub> 排放增长未来实现大幅负增长。欧盟以及北美地区的 CO<sub>2</sub> 年排放量大体上从 2008 年前后开始逐渐减少，增长率也多保持在负值区间。由于欧盟、美国与加拿大均承诺在 2050 年实现碳中和的目标，因此预计未来负增长的势头将进一步下行。

图 5: 全球及不同地区 CO<sub>2</sub> 排放量增长率变化 (%)



## 1.2. 碳排放与 GDP 变化的对比

我国碳排放量与经济增长密切相关，北美经济增长已和碳排放脱钩。碳排放、能源消费和经济增长三者互为因果关系，一方面，能源消费和碳排放促进经济快速增长，另一方面，经济的快速增长，也导致了能源消费和碳排放的迅速增加。尤其我国在 2001-2010 年期间二氧化碳和 GDP 之间存在明显的正向变动关系，GDP 的增长主要还是靠着粗放型的资源消耗来带动，因此设立二氧化碳排放大幅降低的目标将对 GDP 带来较大影响。而北美过去 15 年 GDP 的增长与二氧化碳排放量之间甚至出现了负向关联，这是由于北美 GDP 增长主要通过消费以及科技创新。

欧美碳强度始终处于稳定低位，中国碳强度降幅显著，逐渐接近全球均线。由于不同的经济发展规模将带来不同体量的 CO<sub>2</sub> 排放，从单位 GDP 下 CO<sub>2</sub> 排放量的角度来看，全球碳排放强度持续下行并逐步趋于稳定低值，预计未来在世界各国控排节能的努力下，将进一步下滑。从不同国家角度来看，欧盟以及北美地区则与世界水平接近，而中国近 60 年

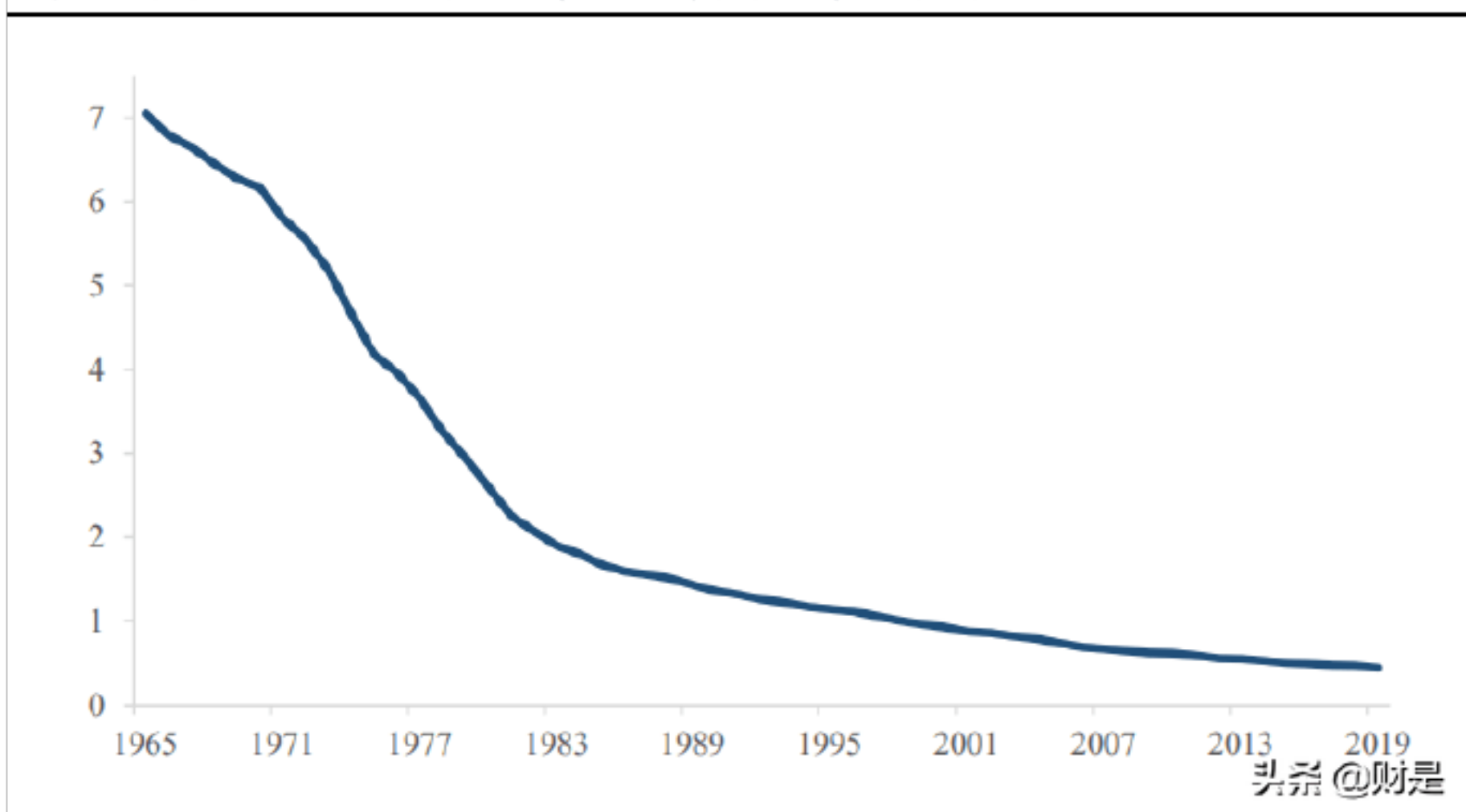
的碳强度明显高于世界平均水平，但中国的碳强度从 1993 年开始加速下行，直至近年与世界平均水平逐渐接近。在经济持续高质量发展的背景下，中国碳强度有望进一步向世界发达经济体靠近。

### 1.3. 能源效率是推进碳中和的原因之一

除了应对气候恶化以及污染治理，能源效率或是各国积极推进碳中和目标的又一潜在动因。能效的提高能够促进经济增长，并对能源对外依存度高的国家具有一定的战略意义。

以美国为例，从能源强度角度来看：美国能源强度的下行速率正逐年变慢，这意味着尽管美国单位 GDP 能耗正在减少，趋势逐渐变弱在一定程度上反映对于能效改善速度提升的需求。

图 9: 美国能源强度变化 (1965 年-2019 年) (EJ/千亿美元)



从能源效率角度来看：Jeremy Rifkin 曾提到 20 世纪 80 年间，美国能源效率从 2.5% 提升至 12.3%，但在 90 年代后却始终处于徘徊停滞状态。2010 年美国能源效率仍为 14%，86% 的能源被浪费，目前内燃机时代很难再有大幅提升。

从历史上来看，每一次产业革命都需要能源、运输方式和通信方式三大要素的改变，19 世纪第一次产业革命是由煤炭能源、铁路系统和电报通信所驱动，而 20 世纪第二次工业革命则是由电力、石油能源、汽车内燃机和电话广播所组成。预计第三次产业革命将由可再生能源的电力系统、未来边际使用成本接近为零的电动车和自动驾驶以及通信物联网平台引领。我国《十四五规划纲要和 2035 年远景目标纲要草案》中在加快发展方式的绿色转

型中也提到了推动 5G、大数据中心等新兴领域的能耗提升，深化工业、建筑、交通运输和公共机构的节能。我们认为未来传感器将遍布任何场景和物品，通过大数据的计算，提升社会生产效率，降低碳足迹的产生，企业和个人在未来都将更加高效环保，在全社会第三次工业革命完成之后，能源效率有望大幅提升至 60%。

## 2. 碳中和政策推进

### 2.1. 全球性碳中和政策-《巴黎协定》

气候变暖要遏制，碳中和管理势在必行。面对全球变暖带来的威胁，各国在 2015 年《巴黎协定》中提出长期目标：明确需要自主贡献减缓气候变化，碳排放需要尽早达到峰值，在 20 世纪下半叶实现碳中和，全球平均气温相比工业化时期上升幅度控制在 2°C 以内。为保证协定的有效性并顺利得到履行，《巴黎协定》设置了总体目标、长期目标、减排目标、评估目标，并在法律形式、目标调整、执行机制、资金、透明度方面给予了明确规定。总体目标：将全球平均气温较工业化前水平升高的幅度控制在 2°C 之内，并承诺“尽一切努力”使其不超过 1.5°C，从而避免“更灾难性的气候变化后果”。

长期目标：排放量能够“尽早”达到峰值。对于发展中国家来说，这项任务会需要更多的时间，建议从现在起就采取快速减排的措施。此外，各国承诺在本世纪下半叶实现“排放气体与可吸收气体之间的平衡”，以达到净零排放。

减排目标：每隔 5 年重新设定各自的减排目标。目前已有 180 多个国家和地区提交了从 2020 年起始的五年期限内减排目标。巴黎气候协议对发达国家的减排目标规定了绝对值要求。鉴于发展中国家的减排能力仍在不断发展中，该协定未对其减排目标提出绝对值要求，但“鼓励”发展中国家根据自身情况变化尽可能做到这一点。在此之前，发展中国家应在发展经济过程中控制碳排放增长。

评估目标：与会各方今后 4 年内重新评估各自的减排目标，以便适时作出调整。该协定希望各个国家和地区能够在可再生能源更廉价、更有效的前提下加大减排力度。

法律形式：巴黎协定具有法律约束力，但相关决议和各国减排目标不具备法律约束力。但针对各国承诺的调整机制是具有法律约束力的。

目标调整：各国应每五年上调一次承诺，以便随着时间的推移而提高目标，保证将气温升幅控制在 2°C 以下的目标得以实现。

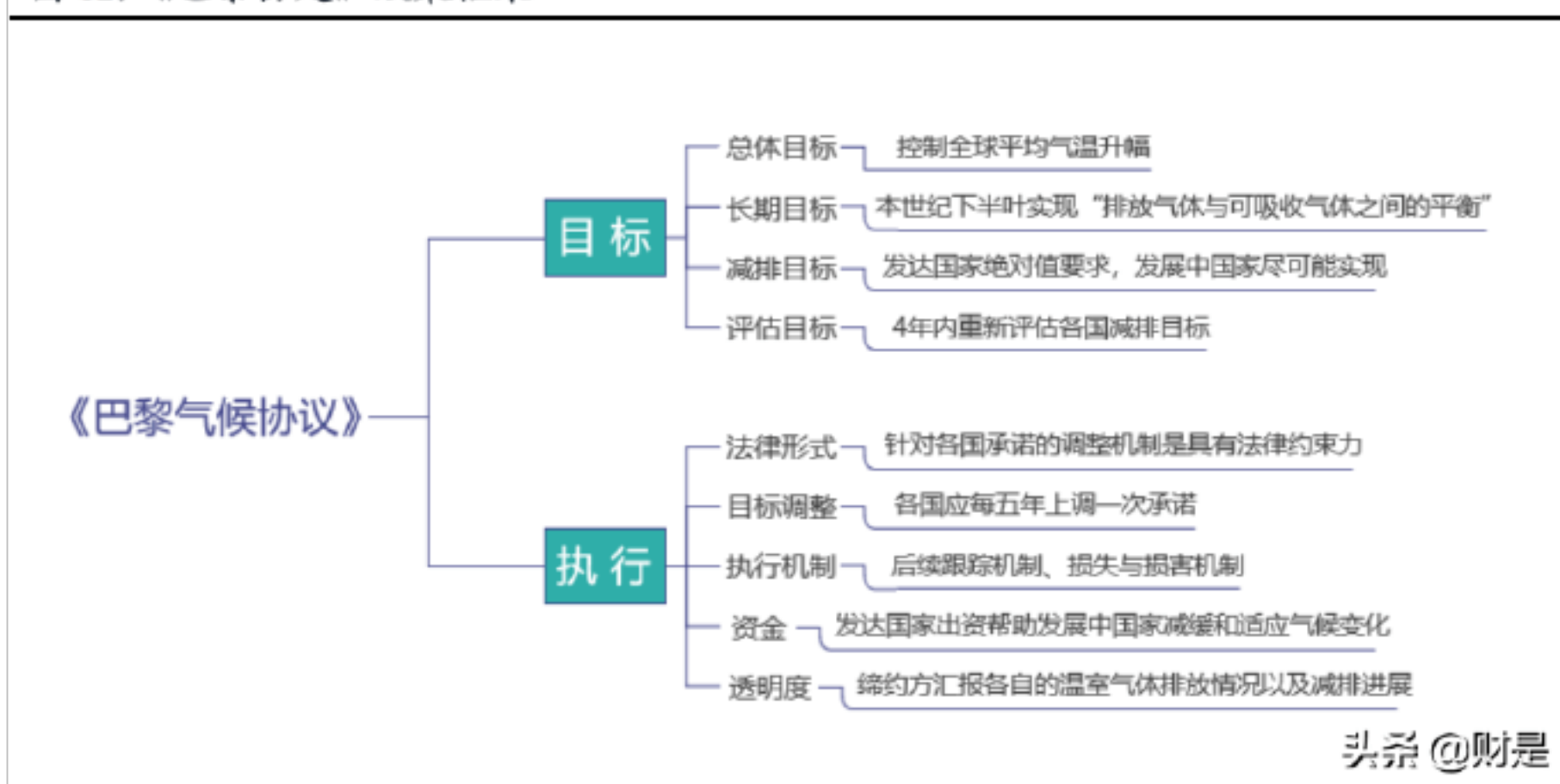
执行机制：巴黎协定通过透明的后续跟踪机制，以保证全世界都能言出必行，在期限来临之前提醒相关国家是否走在执行协定的道路上。协定承认有必要推动与气候变化负面影响

有关的“损失与损害机制”，但没有具体提出任何相关的金融工具。

资金：发达国家应出资帮助发展中国家减缓和适应气候变化，鼓励其他有经济条件的国家也作出自主贡献。出资的意图应在资金转交两年前通报，以使发展中国家能够对可能获取的资金有个概念。同时从 2020 年起，发达国家每年应动用至少 1000 亿美元来支持发展中国家减缓和适应气候变化，并从 2025 年起增加这一金额。

透明度：要求缔约方汇报各自的温室气体排放情况以及减排进展，但赋予发展中国家适度“弹性”。

图 12: 《巴黎协定》政策框架



碳中和逐渐成为国际社会共识。目前，全球共计约 37 个国家及地区正式设立碳中和目标，发达经济体占 20 个，其中 20% 提出领先于世界大部分水平的碳中和时间目标。从碳中和承诺的积极性与主动性角度，欧洲走在世界最前列，其次为美洲、亚洲，分别占正式承诺碳中和目标国家及地区数量的 43%、27%、19%。预计将会有更多国家及地区推出实现碳中和的计划。

欧洲碳中和承诺亮眼，地理、政治、经济及能源为四大主因。在承诺实现碳中和目标的国家及地区中，欧洲远远领先于其他大洲，占承诺总数的 43%，其中有四分之一的经济体提出早于 2050 年的碳中和实现时间，主要基于以下四个原因。

第一，受自然地理所迫。欧洲大陆地形以平原为主，海拔为全球最低，大部分人口以及重要经济城市多分布于沿海地区。因此，气候变化导致的海平面加速上升，对其社会、经济的影响将更甚于其他大洲。通过对碳中和目标的积极推进，欧洲将在 2050 年成为全球第



一个气候中和的大陆，从而减缓海平面上升的趋势。

第二，政治层面，碳中和目标的积极推进或将帮助欧洲掌握并有效巩固全球气候问题的话语权，冲击美元霸权地位。作为《巴黎协定》的重要缔约方，欧洲通过一系列碳中和措施积极履约，并为世界各国做出表率，有利于其巩固在全球气候问题上的领导地位。同时，欧洲积极带动全球向碳中和目标进发，其核心即能源结构的转型，新能源完全替代石油将对美国与石油相挂钩的美元霸权产生巨大冲击，世界政治格局将发生变化。

第三，经济层面，欧洲在低碳经济方面具有一定的先发优势，绿色转型技术有望大幅出口。20世纪70年代的石油危机重创世界经济，欧洲自此便开始发展可再生能源以及研究能源结构的转型，从而改变他们大幅依赖能源进口的状况。这也为现在的欧洲提供了低碳经济的先发优势。大量的技术积累以及历史发展经验，使他们在绿色转型处于世界领先地位。此外，积极推进绿色科技、绿色改革，促进碳中和经济发展，也使得绿色产业出口成为可能。通过对清洁节能技术、可再生能源等减碳控排科技的积极研发，在未来，欧洲将具有向世界其他国家及地区出口绿色科技的能力，推动其经济增长以及国际竞争力的提升。

第四，能源层面，在石油危机的余悸下，欧洲欲更快摆脱能源进口依赖。积极的低碳转型及碳中和推进，将使他们在很大程度上改变其现有的能源结构，从而降低能源进口依赖，大大提升能源安全，并保证欧洲大陆政治、经济的稳定。

## 2.2. 中国碳中和政策-十四五规划

我国在第75届联合国大会上正式宣布力争2030年前碳达峰，2060年前实现碳中和。2020年11月，碳达峰和碳中和的目标在党的十九届五中全会上被列入《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》。为实现“3060”双碳目标，“十四五”规划提出了具体要求：1.到2035年碳排放达峰后稳中有降。2.进一步加快清洁能源开发利用，推动非化石能源和天然气成为能源消费增量的主体，更大幅度提高清洁能源消费比重。3.将可再生能源消费纳入地方经济社会发展考核，地市成立“能源局”推进落实，以倒排工期的形式分解各期目标。4.完善能源产供储销体系，优化电力生产和输送通道布局，提升新能源消纳和存储能力。

中国2060年碳中和路径陡峭：在承诺时间方面，近73%的国家及地区将实现碳中和的时间设定在2050年，尽管中国设定碳中和目标为2060年，但在中国2030年碳达峰目标的前设下，具有一定的挑战性。从碳达峰到碳中和之间的过渡期仅有30年，相比于欧美50-70年的缓冲时间缩短了近半，中国的减排路径相较于欧美将更加陡峭。

按中国目前减排进度，碳中和有望提前完成：2017年底，中国提前并超额践行了《巴黎协

定》中“碳强度下降 40%-45%”的承诺，实现了约 46% 的下降幅度，2019 年碳强度下降幅度则达到了 48.1%。此外，《自然·可持续性》的研究预计，中国有望在2021-2025 年间实现碳达峰，相比承诺时间提早 5-9 年。同时，自中国于 2020 年正式宣布碳中和目标后，各项政策以及相应的配套措施迅速相继出台——央行明确金融资源向绿色发展领域倾斜；同时，2021 年 2 月，全国统一碳交易市场正式启动，中国首批碳中和债启动发行。就 2060 碳中和目标而言，虽然相较于欧美，中国减排路径更为陡峭，但在一系列科技发展、产业转型以及政策推动下，中国仍然有望提前完成碳中和。

### 2.3. 美国碳中和政策

拜登承诺在 2050 年之前美国实现 100% 的清洁能源经济并达到净零碳排放，为实现此目标设计了短期方案和中长期方案。短期：1.将使用联邦政府的采购系统（每年花费 5000 亿美元）来实现能源 100% 的清洁和车辆零排放。2.制定更加严格的燃油排放新标准，推动新销售的轻型/中型车辆实现电动化。3.拜登将在上任后的第一天，宣布重新加入《巴黎协定》。

中长期：1.未来十年内将对能源、气候的研究与创新，以及清洁能源的基础设施建设（风电+光伏）进行 4000 亿美元的投资，并专门设立专注于气候的跨机构高级研究机构 ARPA-C。2.加快电动车的推广，在 2030 年底之前部署超过 50 万个新的公共充电网点，同时恢复全额电动汽车税收抵免。3.制定有针对性的计划，目标到 2030 年将海上风能增加一倍。

拜登在经济、政治、科技和法规方面为碳中和积极推进。

经济：1.投入大量资金进行清洁能源的研发，对清洁能源企业开始税收抵免，以加快可再生能源和电动汽车的普及。2.强调清洁经济和就业机会并存，号称新的能源计划可以增加 800 万人口就业。3.创建清洁能源出口和气候投资计划。促使美国成为世界清洁能源的超级大国。4.和在《巴黎协定》高度承诺的国家建立伙伴关系，并向这些国家提供低成本的融资，用于美国清洁能源的出口。

政治：1.把气候变化完全纳入了美国的外交政策和国家安全战略，也将改变美国的贸易方式。2.将召集气候世界峰会，直接与世界主要温室气体排放国的领导人进行接触，说服他们与美国一起作出更大的国家承诺。3.确保受气候变化和污染损害的社区率先从清洁经济革命中受益。拜登号称，低收入社区和有色人种社区没有平等地分享美国清洁能源经济带来的高薪工作机会。拜登将确保这些社区在清洁经济革命中获得竞争性赠款计划的优先考虑。

科技：1.重启奥巴马政府曾经启动的使命创新计划。研究、开发和部署潜在的突破性技

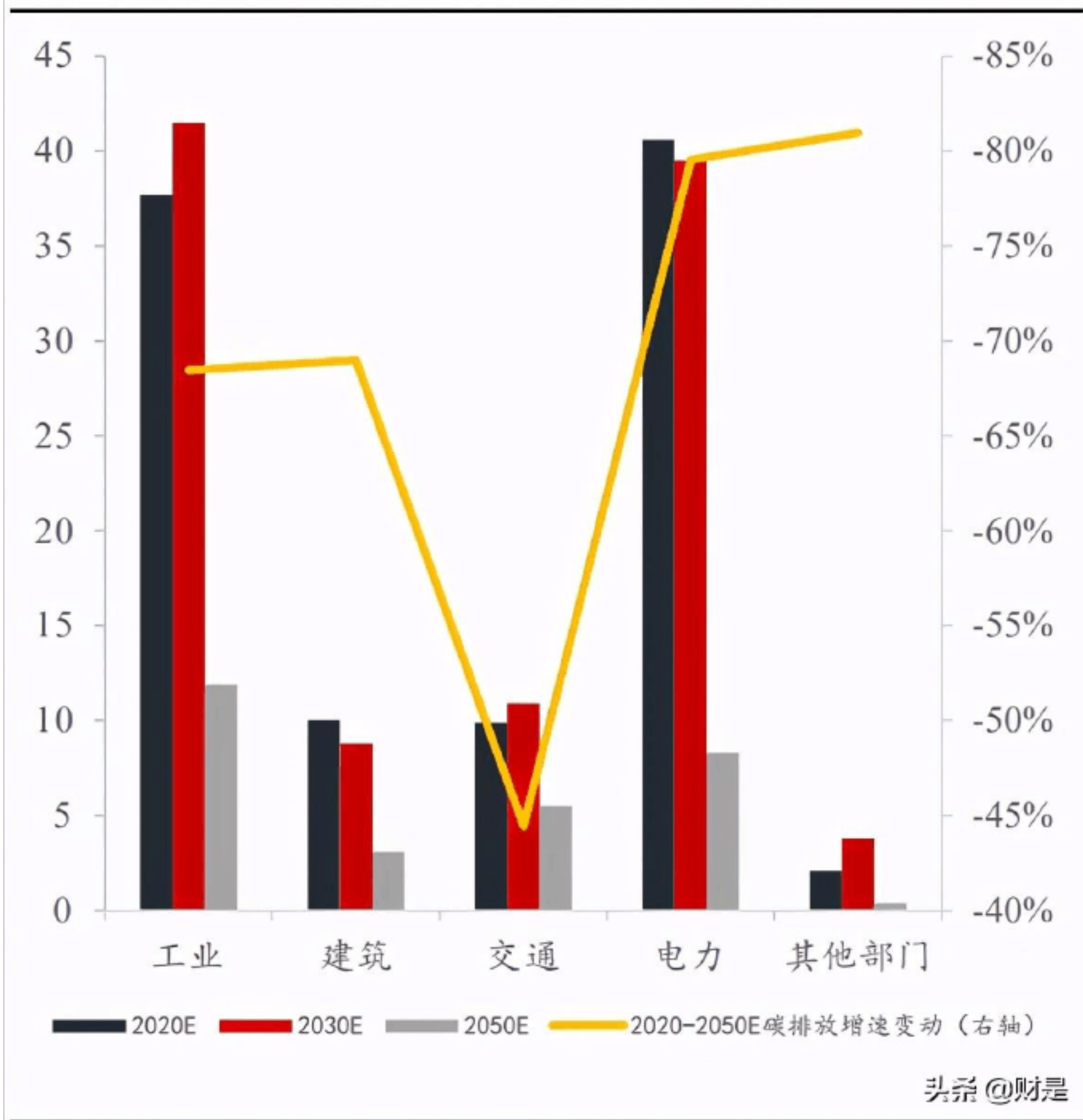
术，以加速清洁能源创新。2.努力建立基于绩效的目标，带来切实的研发成果；改善数据收集和透明度，以更好地跟踪进度并改善责任制；加强与私营部门企业家的合作；帮助其他国家建立机构研发能力，以确保最有效地利用增加的资金。3.储能、农业减排、交通减排、建筑减排、风能和太阳能、水质等领域共同发力。

法规：1.对新的和现有的油气运营进行严格的甲烷污染限制；制定严格的新燃油经济性标准，以确保轻型和中型车辆的新销售的 100%达到零排放，以及重型车辆的年度改进，迫使汽车制造商朝着欧洲排放标准迈进；要求污染者负责。2.将要求上市公司披露与气候相关的财务风险以及其运营和供应链中的温室气体排放量。3.为化石能源仍保留“一席之地”，认为化石燃料在美国向清洁能源过渡期间仍有一定作用。对于石油出口没有明确态度，但是明确表态不会禁止页岩油气开发。

### 3. 各行业碳中和展望

我国二氧化碳的排放来源主要追溯到电力行业（40%），工业能源（38%）、建筑行业（10%）和交通运输业（10%）。为了达成碳中和的目标，在每个领域都需减少碳排放和碳足迹，以尽可能提前实现碳中和。清华大学气候变化与可持续发展研究院预计 2050 年电力、工业、建筑和交通行业相比 2020 年分别需要减排 80%、68%、69% 和 44% 左右。

图 16: 2℃温控下二氧化碳排放量 (亿 t CO<sub>2</sub>)



### 3.1. 电力行业

目前我国仍以煤电为主，未来将降低煤电供应：碳中和的背景下，全行业煤炭的总消费量会减少，但是会向电力企业集中，大部分行业脱碳转向电气化使得电力需求仍然存在，因此短期内电力行业仍然将会有较大体量的装机量。截至 2020 年 11 月底，我国燃煤发电 10.7 亿千瓦，占全国发电总量的 50%，2020 年火电的装机容量占比达到 57%，火电带来大量二氧化碳排放，因此减少煤电供应成为未来电力行业减碳的关键。为实现电力行业碳中和，应当减少煤电供应，利用风、光等非化石能源发电，并将碳捕捉技术运用于电厂端。全球能源互联网发展合作组织认为，煤电装机计划在 2025 年达峰 11 亿千瓦，到

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/558113052134007002>