

古太古代

中国碳中和行业研究报告

2021年



复活节岛位于南太平洋东部，向东距离智利大陆本土约3600公里，荷兰航海家罗赫芬于1722年4月5日复活节发现并登上该岛，该岛因此而得名。复活节岛因巨大的石雕像和大石城遗迹驰名于世，也为人类文明留下了一个疑团，即：如此恢弘的文明，为何今天如此凋零？随着研究的逐步深入，这个谜团也逐步解开。

15世纪时，复活节岛上的森林已经消失，绝大部分树木灭绝，动物随之灭绝。由于森林消失，人们找不到木材建造船只，也就再也无法出海捕捉海豚。他们只能在浅海捕鱼，使得浅海的生态也遭到了严重的破坏，甚至连海贝也基本被吃光。随后复活节岛民由捕猎者转为农民，开始耕作。但森林消失带来的水土流失，让土壤变得越来越贫瘠。最终，当时具有世界上最为发达社会组织形式的复活节岛，只剩下孤独的石像能证明曾经的灿烂.....

复活节岛的教训是工业时代人类以消耗能源为代价取得经济发展的一个古老缩影，这个缩影以碳循环的形式，变成了盘旋于人类文明头上的一朵阴云。然而当下所有有关碳中和的行动，都尚不能真正使碳循环恢复健康状态。所以，作为一种理念与行动兼具的碳中和，必然将矛盾的焦点转移向能源最终消耗载体，也就是城市，以及直接消耗能源的工业生产环节。在完美碳中和状态下，人类的社会组织形式、城市环境、居住状态和生产能耗率都将得到颠覆性优化。

开天：碳中和的起源及重要性

1

造人：碳中和对中国的颠覆性影响

2

治水：当前体系下控碳的可行模式

3

奔月：完美碳中和下的社会改造

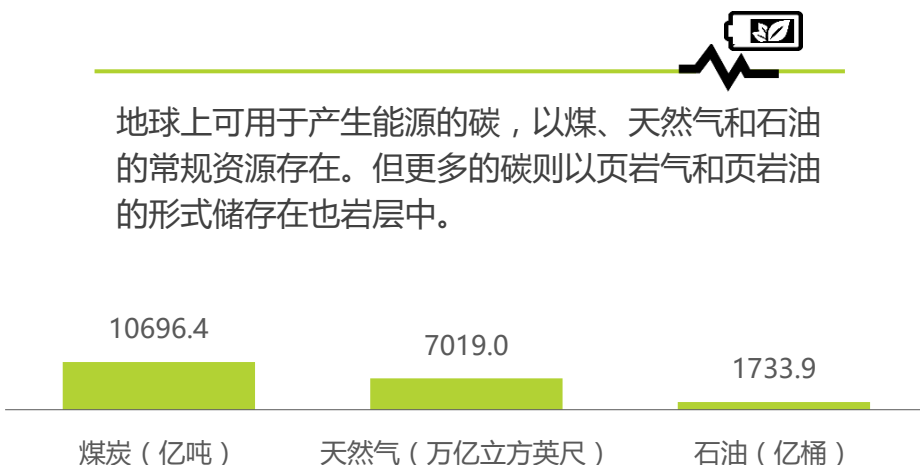
4

一个老词的新生命

地球上的碳中和，可以追溯到35亿年前

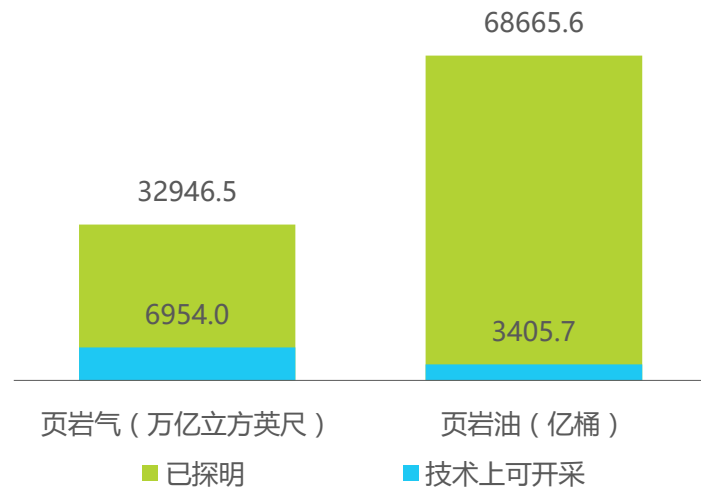
就目前的研究来看，被科学界普遍认可的是地球形成于46亿年前。在形成之初，地球的地质活动十分剧烈，所以产生了超大量的二氧化碳。以现在我们的认知，二氧化碳是破坏环境的有害气体，但在当时，这些超量的二氧化碳很好的保护了地球，温室效应使地球得以留住来自太阳的能量。而到了35亿年前，地球孕育出了第一种生命——蓝藻。这种最初的原核生物，历经20多亿年的时间，将地球上超量的二氧化碳，通过光合作用转化为氧气，并将大量的碳固化下来，这才逐步形成了今天我们适宜地球生命生存的自然环境。在这第一轮碳中和过程中，蓝藻和后续其他动植物的作用下，原始地球中那些超大量的碳，都以煤、石油、天然气以及最重要、储量最大的页岩气、页岩油的形式，储藏在地壳里。随着科技的发展，文明的进步，人类进入工业时代，对化石能源的依赖与日俱增。当今维持世界能源正常运转的代价，就是将过去首轮碳中和所固化下来的碳，挖掘出来重新释放它们的化学能，进而将二氧化碳再度排放到大气中。所以这就给地球环境带来了“倒退”的风险，也是基于这种认识，新一轮碳中和在环保、政治和经济的博弈下徐徐展开。

2019年全球已探明煤炭、石油及天然气总储量



地球上可用于产生能源的碳，以煤、天然气和石油的常规资源存在。但更多的碳则以页岩气和页岩油的形式储存在页岩层中。

2014年全球页岩气页岩油总储量



来源：国际能源署《世界能源统计与平衡》、美国能源信息署、公开市场资料。

严峻的碳排放形势

想让国际社会客观看待中国排碳量是不可能的

目前碳中和集中于二氧化碳方面的讨论，但实际上，高压电力设备绝缘使用的六氟化硫；半导体生产中作为氯氟碳的替代物的全氟化碳；一氧化氮、甲烷等气体，都是碳中和的目标。而在国际上，这些气体也是折合成二氧化碳当量，作为目标予以管控的。在联合国常任理事国中，中国的二氧化碳排放量在2000年以后加速上升，截至2019年，中国全年二氧化碳排放量高达106亿吨，已经遥遥领先全球。造成这种现状的原因是多方面的，而也正是因为原因过于复杂，中国的碳中和问题才更难得到国际社会的客观对待。所以于中国来说，碳中和是势在必行的国策，它将对未来中国社会和商业模式产生巨大影响。

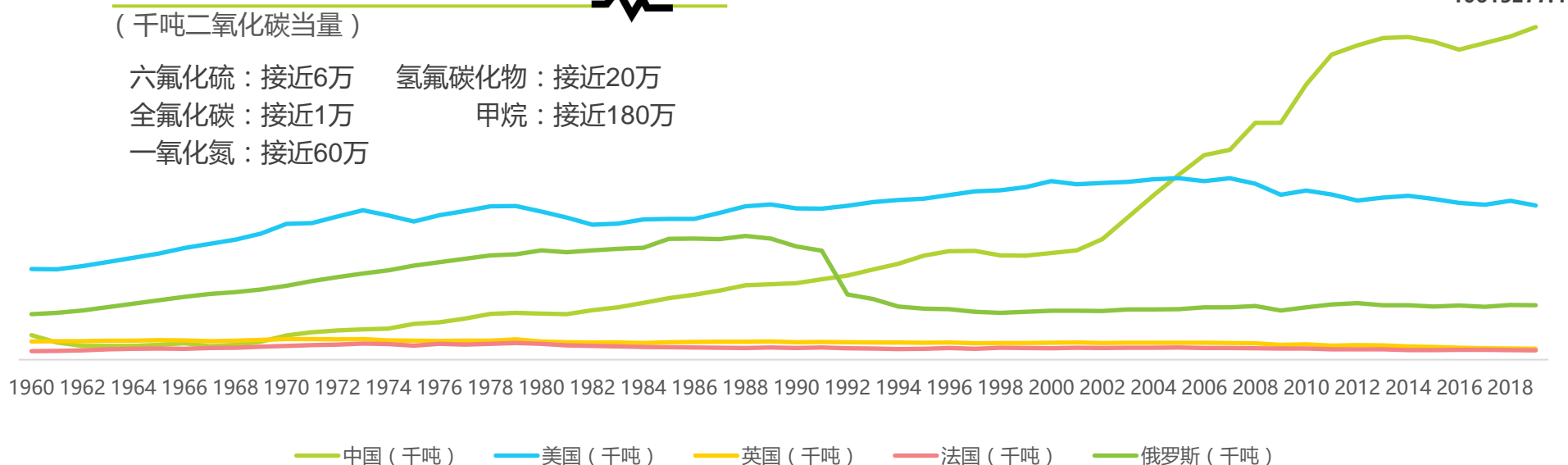
1960-2019年联合国常任理事国二氧化碳排放量

中国其他温室气体排放量
(千吨二氧化碳当量)

六氟化硫：接近6万 氢氟碳化物：接近20万
全氟化碳：接近1万 甲烷：接近180万
一氧化氮：接近60万



10615277.4



来源：二氧化碳排放量是化石燃料燃烧和水泥生产过程中产生的排放。它们包括在消费固态、液态和气态燃料以及天然气燃除时产生的二氧化碳。美国田纳西州橡树岭国家实验室环境科学部二氧化碳信息分析中心。国基能源署，公开市场资料，综合艾瑞统计模型核算。

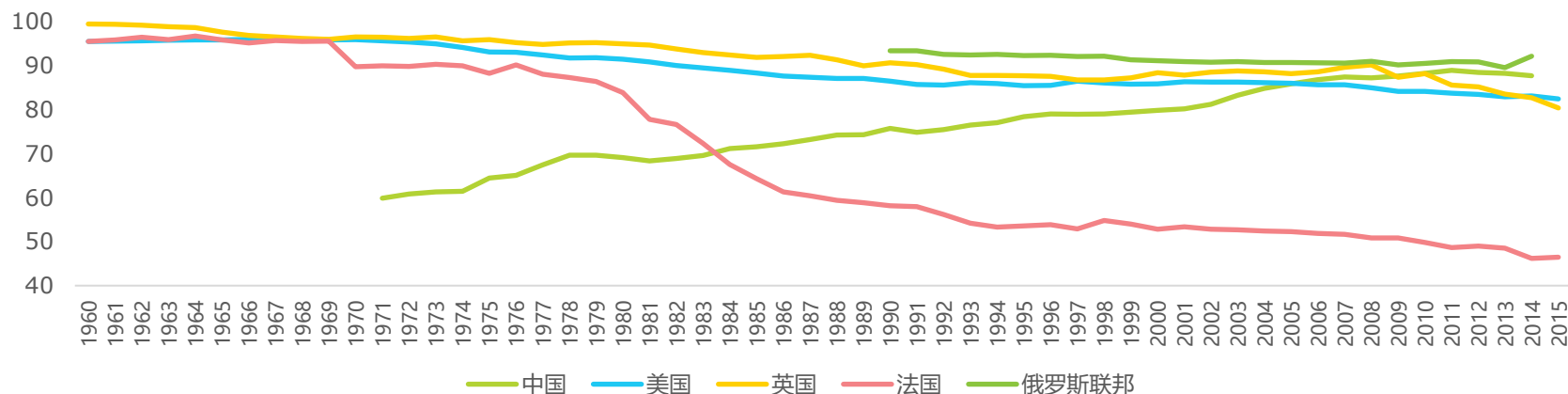
不出大气层的新航天

能源关乎国际竞争格局，也关乎一个国家的科技走向

蒸汽机的发明对于人类科技的走向起了决定性的作用，工业革命以后，人类对能源的需求量大幅增加，为了满足蒸汽动力对能源的需求，燃烧产生提供能量的资源，就成为几乎唯一的手段，这种能源利用模式至今都在社会 and 科技领域发挥着统治性的作用。中国近代在自然科学领域上处于不利地位，所以中国国家的工业化起步比较晚，在成为世界工厂以后，中国对间接太阳能的需求呈指数型暴增，所以其燃烧化石资源获取能源的百分比陡增。法国由于政治原因和地缘方面的原因，国家整体放弃了化石能源，转而使用核能。所以其通过化石燃料获得能源的占比在全球发达国家中最低。其余工业化国家其能源需求对化石燃料的消耗基本维持在正常水平。

而碳中和目标的提出，实际上是需要让人类对能源的供需恢复到“自产自销”的阶段，而不是一直向化石能源索取。由此引发的关于能源生产的技术革新，与工业制造低能耗化的技术革新，都将对未来产生深远影响，如果说蒸汽机改变了人类能源的历史走向，那本轮碳中和极大可能会使人类的科技线再度转折。从某种程度上说，就是让人类在面对地球时以“孤立无援”的拜访外星的情况作为思考基点，是出不大气层的新航天产业。

1960-2015年联合国常任理事国化石燃料能耗占全部能耗的百分比

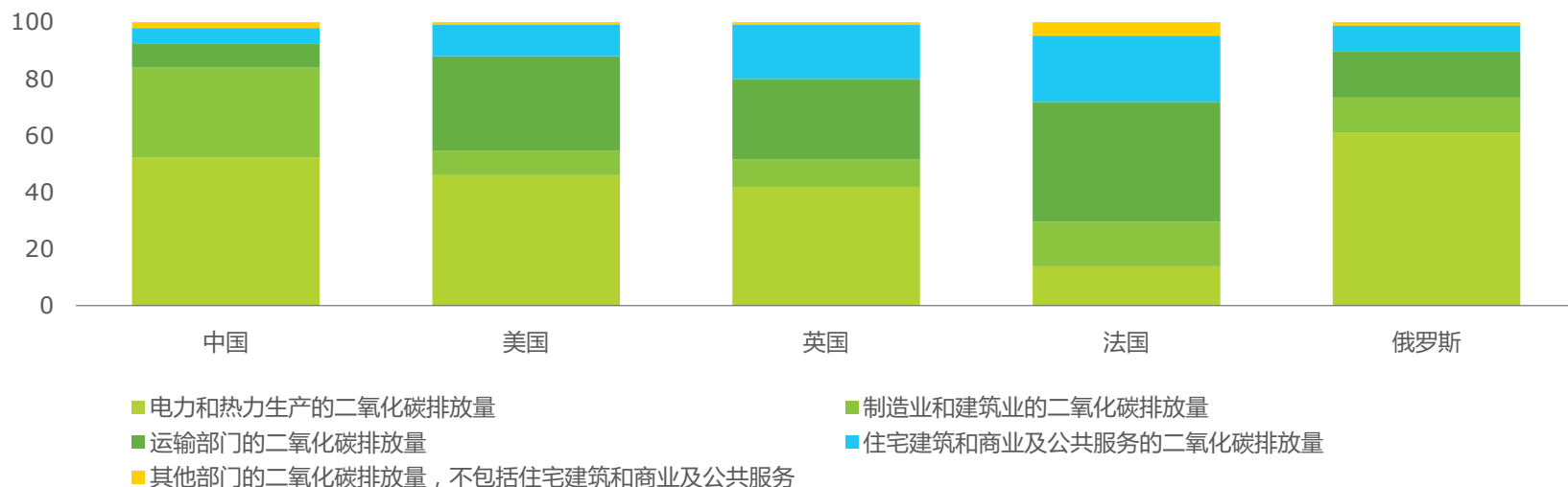


来源：化石燃料包括煤、石油和天然气产品。国际能源机构。

以碳中和为名义的产业升级

中国若实现碳中和，对国内能源和制造业会产生颠覆性影响

各国各行业二氧化碳排放量结构



来源：运输业的CO₂排放涵盖所有运输活动（不论部门）燃烧燃料产生的排放，国际船舶燃料和国际航空除外。这里包括国内航空、国内航行、公路、铁路和管道运输，对应IPCC碳源汇类别1A3。此外，IEA的数据采集方式不能把能源消耗按照具体的最终用户进行分解，因此自用生产者单独列为一项（未分配的自用生产者）。

其他部门的排放，除去住宅建筑和商业及公共服务，涵盖商业/机构性活动、居住、农业/林业、渔业产生的排放以及包括在IPCC碳源汇1A4和1A5类别内的别处没有说明的排放。根据1996年《IPCC指南》，此类别也包括生产电力和（或）热力的商业/居住/农业部门的自用生产者。IEA数据的采集方式不能把能源消耗按照具体的最终用户进行分解，因此，自用生产者单独列为一项（未分配自用生产者）。

制造业和建筑业的CO₂排放涵盖工业燃烧燃料产生的排放。IPCC碳源汇类别1A2包括了这些排放。然而，根据1996年《IPCC指南》，IPCC类别也包括生产电力和（或）热力的工业自用生产者的排放。IEA数据的采集方式不能把能源消耗按照具体的最终用户进行分解，因此，自用生产者单独列为一项（未分配自用生产者）。制造业和建筑业还包括高炉投入焦炭所产生的排放，此项可计入转换部门、工业部门或单独的IPCC碳源汇类别2工业加工。

电力和热力生产的二氧化碳（CO₂）排放是指国际能源署（IEA）三类CO₂排放的总和：（1）专业电力和热力生产者，涵盖专业发电厂、热电联产电厂的CO₂排放量的总和。专业生产者（原称公共事业）的定义为其主要活动是供给大众，可以是国有或私营企业，对应IPCC碳源汇类别1A1a。对于燃烧燃料的CO₂排放（概要）档案，电厂自备现场使用燃料的排放也包括在内。（2）未分配自用生产者，涵盖自用生产者生产电力和（或）热力产生的排放，完全或者部分自用，作为支持其主要活动的一项活动，可以是国有或私营企业。根据1996年《IPCC指南》，这些排放通常分布在工业、运输和“其他”部门。（3）其他能源产业，涵盖为炼油厂生产固体燃料产生的排放、采煤、油气开采以及其他能源生产行业燃烧燃料产生的排放，对应IPCC碳源汇类别1A1b和1A1c。根据1996年《IPCC指南》，高炉使用焦炭产生的排放可以计入此类或计入工业加工碳源汇类别。在详细的部门计算里，某些非能源加工可以区别开来。在高炉里通过燃烧焦炭还原铁的过程中，焦炭氧化的主要目的是生产生铁，其排放可以视为工业加工。必须小心注意不要在能源和工业加工两个类别重复计算这些排放。根据IEA的估算，这些排放包括在此类别。

住宅建筑和商业及公共服务的CO₂排放涵盖居民燃烧燃料的所有排放，对应IPCC碳源汇类别1A4b。商业及公共服务涵盖国际产业标准分类（ISIC）41、50-52、55、63-67、70-75、80、90-93、99类。

国际能源机构《国际能源机构关于燃料燃烧的二氧化碳排放的电子文件》。

开天：碳中和的起源及重要性

1

造人：碳中和对中国的颠覆性影响

2

治水：当前体系下控碳的可行模式

3

奔月：完美碳中和下的社会改造

4

碳中和导致的中国能源革命

短期会针对火电进行改造，中长期布局清洁能源

如前文所述，本轮碳中和会从能源结构上和制造工艺能耗上两个方面彻底改变中国。所以从能源角度看，由于中国在煤炭资源上的优势，中国火力发电从操作上和经济成本上是最好的选择。因此目前中国火力发电装机量占全国的56.8%，所以中国的能源结构势必发生深远的转变，这会从原材料生产、到发电设备制造、再到居民用电习惯等全产业链产生影响。就目前的规划看来，未来30年火力发电机组将不会有明显的增量，多半是以调峰用电、或老旧改造、或碳中和化改造为主。水电受制于自然资源的限制也难有大幅增长。核能受制于技术和安全因素，虽然有明显的增量，但整体装机量并不多。所以风电和光电作为匹配中国辽阔国土的最优选择，在规划上就会得到最优先考量。未来30年如果没有新的能源技术革命爆发，中国风光电的装机量将分别增长599%和831%。

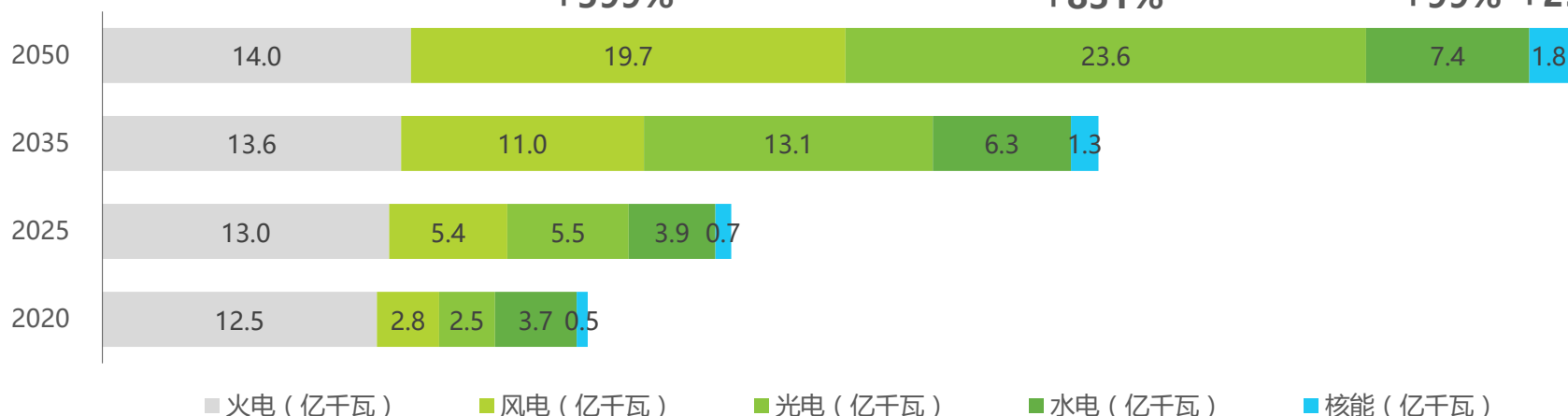
风和光作为自然资源是星球依靠自然规律产生的能源，对这些能源的应用，是任何航天探索得以为继的基础，所以中国的能源革命就是要在这个基础上有所改善。

2020-2050年中国发电方式装机量结构

+599%

+831%

+99% +254%

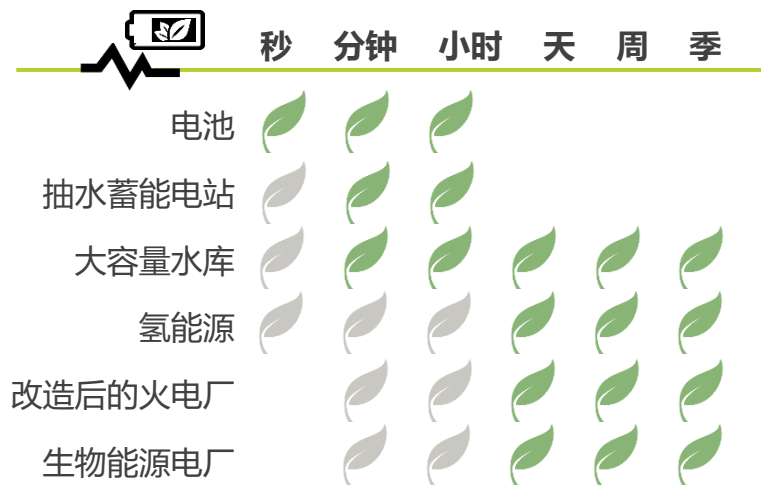
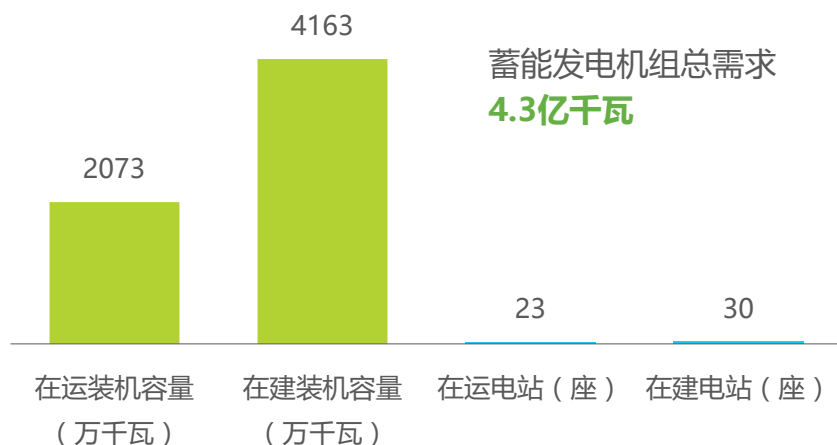


清洁能源在装机量之外的问题一

由于自然资源的不稳定性，电调峰解决方案将成为发展关键

以目前的气象手段来说，对风的预测准确率很低。光伏在夜间则丝毫不起作用，并且白天不是用电高峰。所以中国新能源产业发展必须解决电调峰问题。目前有多种技术辅助实现电调峰，电池技术、抽水蓄能电站、水库库容比较大的电站、氢能源，还有传统火电站的碳中和改造，生物能源发电等。由于这些技术的适用时间不同，所以在建设中需要综合使用。不久前，国家能源局、国家发改委联合发布了《关于加快推动新型储能发展的指导意见（征求意见稿）》，文件指出新型储能装机规模达3000万千瓦以上。未来再建的新能源电厂，则必须配备储能发电机组，装机比例为10%，即电厂发电机组装机量的10%，是储能发电机组的最低装机量。这就意味着，如果实现2050年的能源结构改革，那么至少需要4.3亿千万的储能发电机组。从目前国家电网披露的信息来看抽水蓄能电站在建装机量为4160万千瓦，加上已经在运行的2073千瓦，距离目标还不足25%。并且抽水蓄能电站也不能解决全部问题，在西部一些缺水地区，抽水蓄能不可能实现，所以未来多种储能技术将得到均衡发展。其中氢能源由于其泛用性比较广，所以前景较大，但氢能源的运输网络是否会得到国家的政策和资源倾斜，是需要再观察的事情。

2020年中国抽水蓄能电站数及装机量



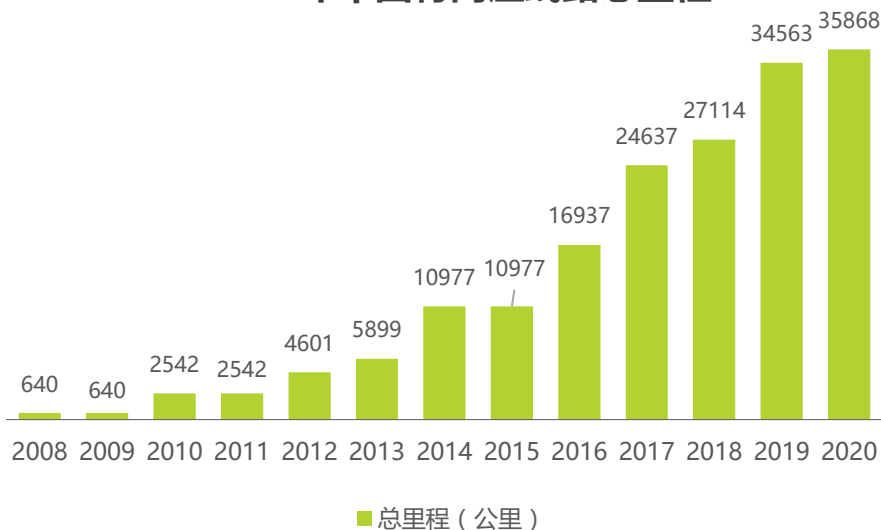
清洁能源在装机量之外的问题二

特高压的网络打造与天然气管道的共用问题

中国的幅员辽阔既为清洁能源的获取创造了条件，也为能源运输带来了问题。中国对能源需求量大的地区集中在东部沿海地区，而清洁能源的生产则大多集中在西北和西南地区，虽然核能因安全问题主要集中在东部沿海地区，但其总量不足以支撑庞大的电能消耗。所以电能传输的特高压网络对于中国清洁能源的使用来说是至关重要的问题，目前特高压已被列为中国新基建七大项目之一，在国家大力扶植的环境下，未来将得到妥善解决。

但是另外一个问题则更需要注意，即氢能作为解决电调峰问题的备选方案之一，其运输问题在当前中国的体制框架下，可能会遇到阻碍。氢是可通过电解水的方式利用多余的可再生能源制成，也可通过甲烷水蒸汽重组转化法制成。它可以按照最高10%的体积比例在天然气管网中与天然气混合，无需进行系统改进即可用于供热或发电。但天然气的运输网络与国家电网从属于不同机构，其协调涉及利益分配与未来能源主导权等诸多大问题。这在中国非常难办，如果氢能源想要得到更多资源倾斜，那氢能源汽车体系的打造将是很好的助力。

2008-2020年中国特高压线路总里程



2008-2019年中国天然气管道总里程



来源：国家电网，中华人民共和国住建部，专家访谈。

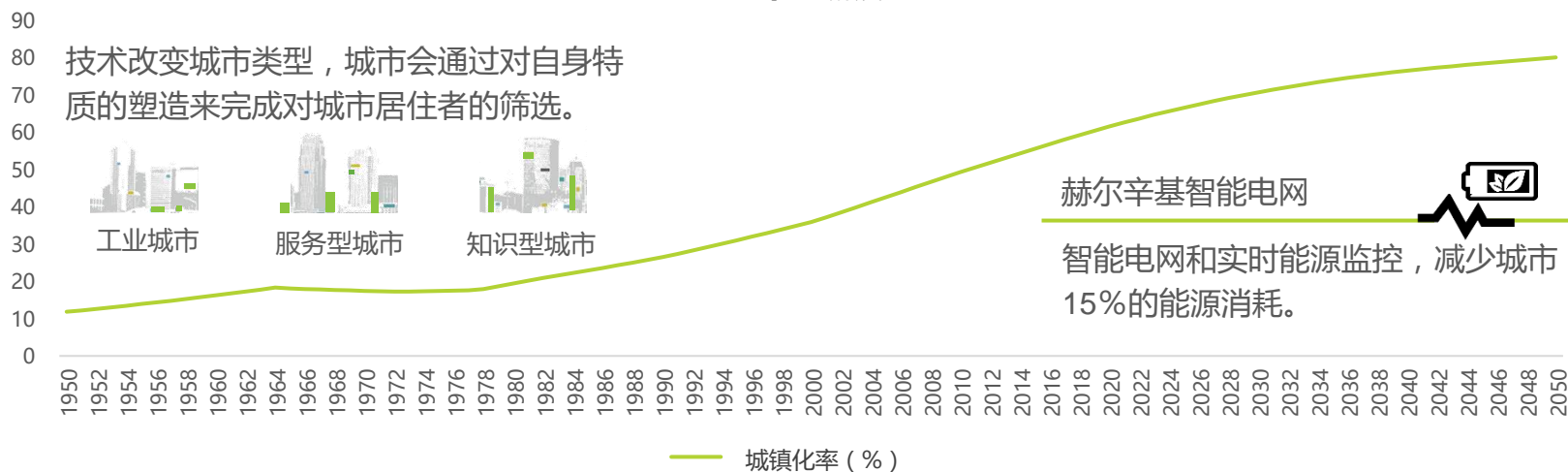
清洁能源在装机量之外的问题三

智能电网是输配电的核心工程，它将影响中国未来城市状态

目前关于智能电网，普遍着眼点在于优化能源分配与传输。这一方面源于城市的确是耗能大户，另一方面也源于现在技术运营颗粒度比较粗。但是当下，无论是技术领域的精细化趋势，还是碳中和不出大气层的新航天化发展，都倒逼着城市反思自身能源的可循环利用上。所以分布式发电与新能源微电网就变成了未来城市自身可生产能源，实现能源自产自销的基础设施。目前，能够转化二氧化碳等温室气体的所有手段，都无法逆转这个过程。所谓的碳捕捉和碳封存，仅是把二氧化碳收集起来，不排到大气中而已。所以未来的城市本身就是能产生能源的电厂，各类民用发电设备、城市节能改造、绿色建筑的设计理念会改变城市的状态。在这之前，智能电网的打造，民用发电设备并入国家电网的便捷性将是促进这个进程的关键一步。

目前国家个人能源的生产入网工作已经开始，由于电价由国家制定，所以不涉及经济性测算的问题。具备发电能力的建筑和机构只需要填写相关的申请表，就可以完成入网工作。不过由于现阶段发电设备的效能问题，城市自身的电能对空间的要求比较大，主要依靠大型仓库的房顶铺展太阳能电池板。

1950-2050年中国城镇化率



来源：艾瑞咨询研究院根据联合国人口署发布的各国城镇化现状与预测数据、专家访谈、公开资料研究绘制。

迫在眉睫的碳捕捉与碳封存

碳捕捉与碳封存技术并不治本，但势在必行

碳捕捉与碳封存技术，是目前工业生产环境下，最直接针对碳排放进行控制的手段，对碳中和之前的碳达峰目标有立竿见影的效果。由于其对传统能源企业来说，改造起来最容易落地，所以碳封存和碳捕捉技术最核心服务的是为电调峰预备的火力发电站，这样中国庞大的火力发电站就不至于全部作废，从宏观视角上看，属于资源利用的最大化策略。

单就碳捕捉技术来看，主要分为三段：燃烧前、燃烧中和燃烧后，其技术实现原理各异，但当前均没有大规模应用。当捕捉以后，就需要进行碳封存。碳捕捉与碳封存全部完成后，将会给现在的能源企业增加巨大的财务负担。

燃烧前捕捉



煤炭在燃烧前先气化，气化后气体自然分层，抽出其中的二氧化碳后，再将余下的甲烷和氢气燃烧。

燃烧中捕捉



即富氧燃烧，燃烧过程中不充空气，使用纯氧，这样生成得二氧化碳浓度可达90%，易于收集。之后处理。

燃烧后捕捉



燃烧后的烟气收集，利用氨溶液对二氧化碳进行化学收集。最易改造，所以目前泛用性最好。除此之外还有膜收集，但因为技术不成熟，仅在实验阶段。

目前碳封存的技术非常原始，仅仅是将捕捉到的碳进行填埋，这设计运输和封存的双重成本支出。

捕捉与封存带来的成本



碳捕捉价格：200-400元/吨

碳运输价格：0.8元/吨/公里

碳封存价格：陆地封存60元/吨；海洋封存300元/吨；
废弃油井50元/吨

综合成本增加： $300 + 0.8 \times 50 + 60 = 400$ 元/吨

碳利用价格：-1800元/吨（用量极小）

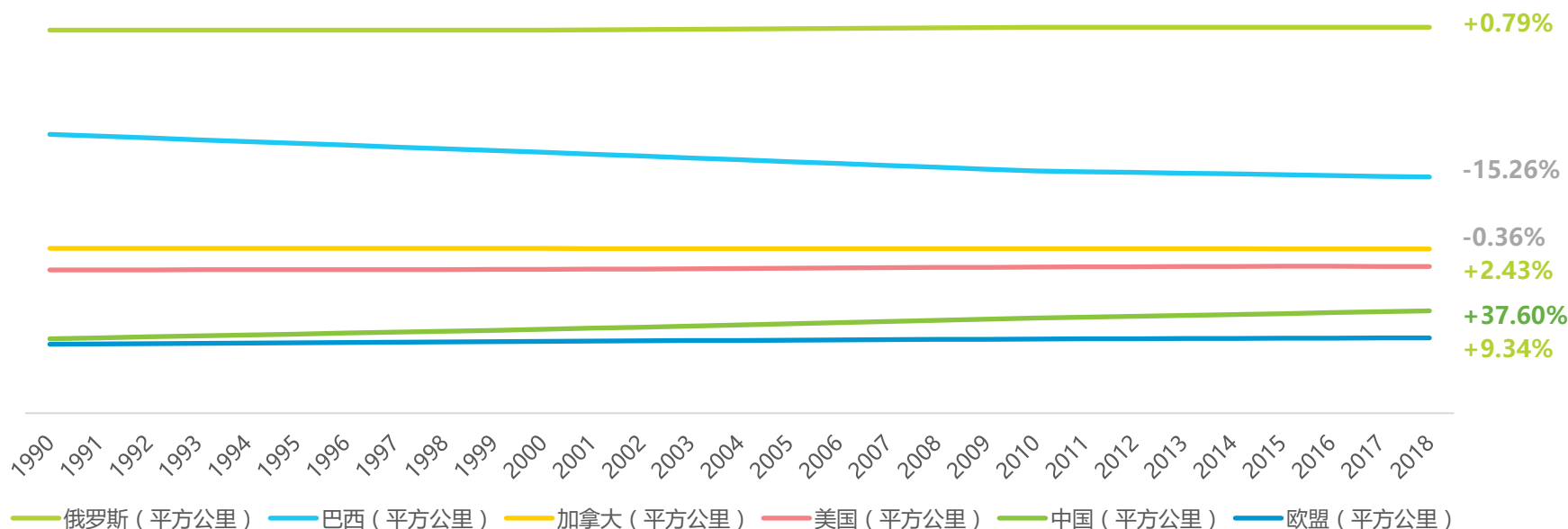
已知百万机组每年生产500万吨二氧化碳，所以1亿千瓦火力电厂每年约排碳5亿吨。中国现存火力发电机组12.45亿千瓦。所以，每年排碳约62亿吨。这样中国所有火力发电厂实现碳捕捉和碳封存要付出： $400\text{元/吨} \times 62\text{亿} = 24800\text{亿元}$ 。这对于现在的中国能源企业来说是不堪重负的，强行实现只会以产业链传导的形式，将其摊薄到社会企业中。2020年国有企业税后净利润24761.7亿元，碳中和成本会将其全部消耗掉，相当于一切从零开始。

解决中国排碳问题不能仅靠能源产业

中国绿色产业与经济增长的协调性将得到加强

1990年以来，全球森林面积最多的六个国家和地区，除巴西和加拿大以外，都处于增长态势。而且从增速上看，中国增长接近40%，数据上遥遥领先于其他国家。这得益于中国近年来对环境的重视。欧洲等海外地区也借助中国的绿化行动获取了大量碳汇。绿色产业和中国追求经济增长的需求之间存在一些断层，这一方面源于绿色产业的经济性在过去没有得到重视，也没有充分开发，另一方面也源于科学技术和绿色理念长期游离于经济最繁荣的场景。这两方面原因都会在本轮碳中和浪潮下得到改善，使绿色产业和经济发展之间互助发展。

1990-2018年全球森林面积最多的国家森林面积



来源：森林面积是指由自然生长或人工种植且原地高度至少为5米的直立树木（无论是否属于生产性）所覆盖的土地，不包括农业生产系统中的立木（例如，果树种植园和农林系统）以及城市公园和花园中的树木。联合国粮农组织。

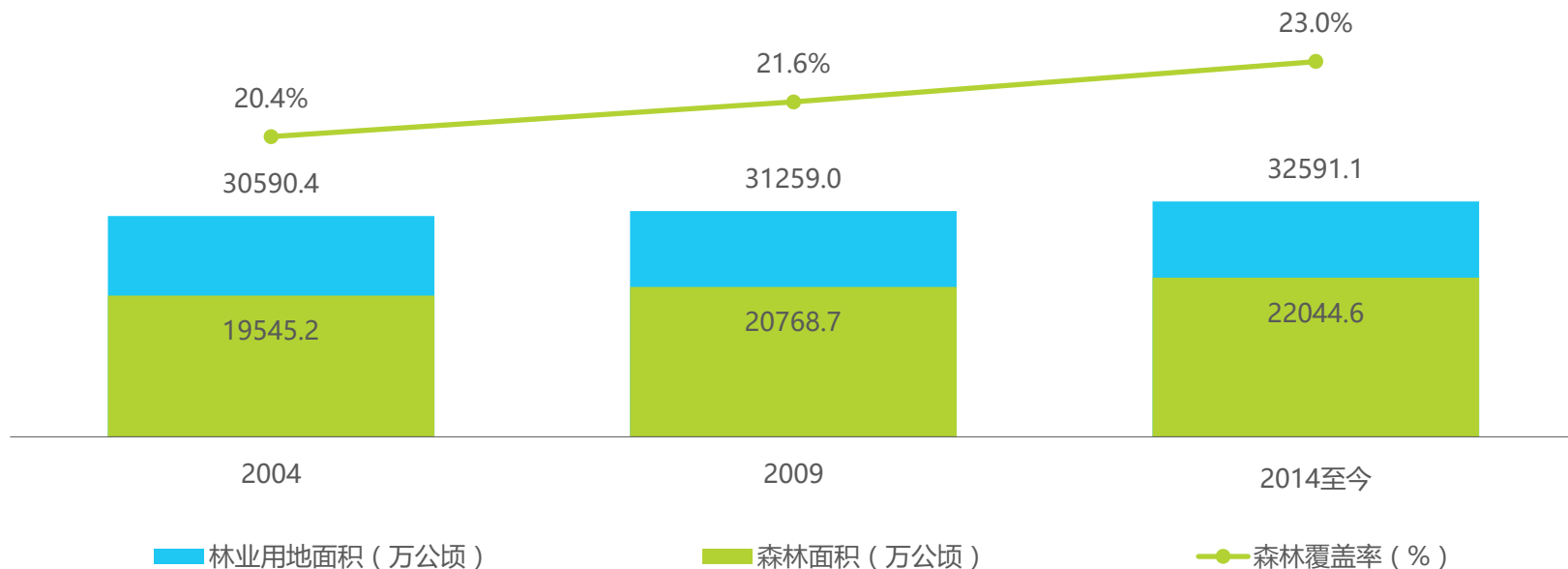
自然资源稀缺引导绿色产业变革 (1/2)

森林的极限也无法中和碳总量，导致产业向非传统领域渗透

从国家统计局公布的数据看，中国最后一次林业普查中森林面积22044.6万公顷，森林覆盖率为23%。虽然植树造林是国家大力提倡的事，但并非所有土地都可以种植林木。在林业体系中有宜林地的概念，全中国所有可种植森林的面积加在一起，也只有32591.1万公顷。这些宜林地全部转换为森林后，中国的森林覆盖率也不过33.95%，更不用说森林质量本身也不高的问题了。所以，由中国碳中和引发的关于绿色产业革命的问题，势必会从传统的林业本身，向其他关注碳中和的非林业传统领域去渗透，以求更好的解决问题。

2004-2021年中国林业用地面积

森林覆盖率上限：33.95%



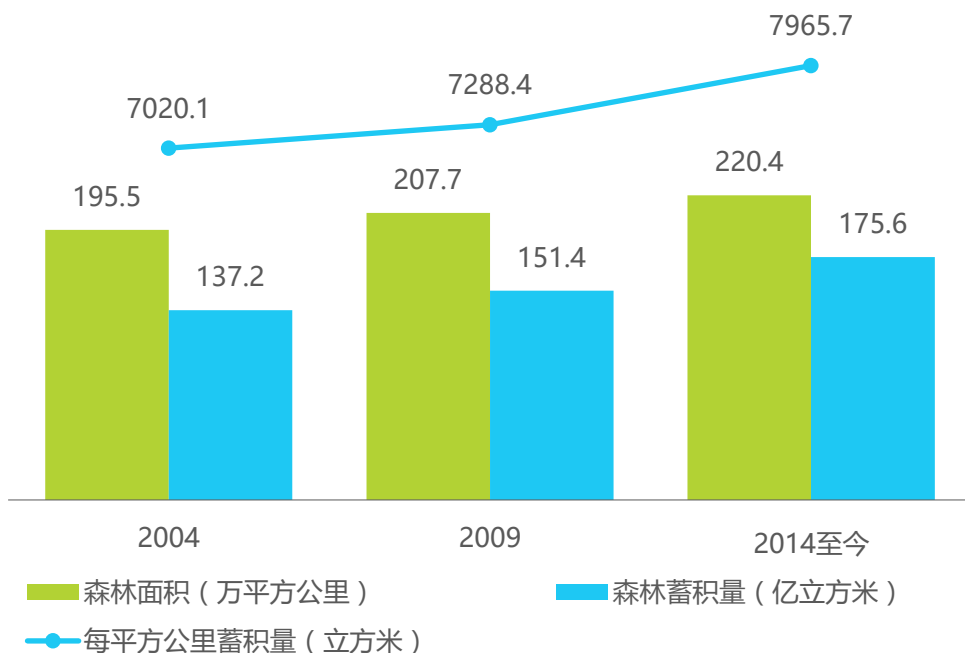
来源：中华人民共和国统计局，专家访谈，根据艾瑞统计模型核算。

自然资源稀缺引导绿色产业变革 (2/2)

新林生长最快，所以活立木蓄积量增速最快

按照树龄划分，森林可分为：幼熟林、中熟林、近熟林、成熟林及过熟林五个级别。但林木最为茂盛的成熟林虽然光合作用强度最高，但固碳效果并不是最好的。幼熟林，中熟林和近熟林中，树木木质部的增多主要依靠吸收二氧化碳完成，所以越是年轻的森林，碳中和能力反而更强。而林木木质部的增加，也就是森林蓄积量的概念，是评估和衡量碳中和的核心指标。按照不同的树种和森林质量，每生长1立方米林木，可吸收1.3至1.83吨二氧化碳。

2004-2021年中国森林蓄积量



森林碳中和能力评估



根据官方公布的最新数据显示：

全国森林面积为：**220.4万平方公里**
森林蓄积量为：**175.6亿立方米**

所以，平均每平方公里森林蓄积量：
7965.7立方米

每生长1立方米林木，平均吸收二氧化碳：
1.83吨（取最高值）

所以，当中国宜林地全部转换为森林时。
约增加：

森林蓄积量：**0.84亿立方米**
可吸收二氧化碳：**1.54亿吨**

结论：1.54亿吨远远小于中国每年排放的106亿吨二氧化碳。所以碳中和问题无法单纯的通过林业予以平衡。**碳中和势必要通过其他产业联动才能完成。**

附录：不同树种的龄组对照表

树种或树组	幼熟林	中熟林	近熟林	成熟林	过熟林
杉木、水杉、柳杉、池杉等	10年以下	11-20年	21-25年	26-35年	36年以上
黄山松、黑松、金钱松、 柏类、天然马尾松等	20年以下	21-30年	31-40年	41-60年	61年以上
人工马尾松 湿地松 火炬松等	常规 短轮伐期	11-20年 7-9年	21-30年 10-12年	31-50年 13-15年	51年以上 16年以上
栎、槲、栗、黄连木、 樟、榆、朴、刺槐、 木荷、枫香等硬阔类	20年以下	21-40年	41-50年	51-70年	71年以上
枫杨、江南桤木、檫木、 柳、楝树、梓树、喜树、 南酸枣等软阔类	10年以下	11-20年	21-25年	26-35年	36年以上
杨类、泡桐	2-3年	4-6年	7-9年	10-15年	16年以上

来源：公开市场资料。

开天：碳中和的起源及重要性

1

造人：碳中和对中国的颠覆性影响

2

治水：当前体系下控碳的可行模式

3

奔月：完美碳中和下的社会改造

4

碳达峰是碳中和的权宜之策

指标+碳汇的管理方式目的是控制总量，为改造争取时间

从前文结论看，能源和绿色环保产业均无法只通过自身的改善就解决碳中和问题，它涉及全社会各产业的合力，但这需要时间。所以在达成完美碳中和的状态之前，需要通过碳达峰来进行阶段性的管理。一方面限制各行各业粗犷式使用能源的习惯，另一方面也完善机制为未来做铺垫。目前，中国采用指标+碳汇的方式进行管理。从社会整体来看，一共九方势力参与全部指标与碳汇方面的工作。以现在的情况看，这九方势力将成为未来中国碳交易领域的核心参与方，并且现有的机制和流程亦将成为未来的标准操作。

监管机构

监管机构主要负责碳汇指标的发放与企业排碳情况的监控。

金融机构

金融机构为各方提供常规金融服务，包含碳汇项目的融资与环境责任保险等。

审核机构

受雇于政府，负责审计排碳企业真实状况

排碳企业

联合碳汇服务商进行碳规划，碳汇项目的直接出资方，指标可同业间买卖，但需在交易平台上。

交易平台

机构交易 与 个人交易

碳汇服务商与开发商

一方面帮助排碳企业评估排碳量，帮助企业获得最优惠程度的碳指标，并根据不足的部分开发碳汇项目以补充企业排碳指标。

碳汇项目的公司

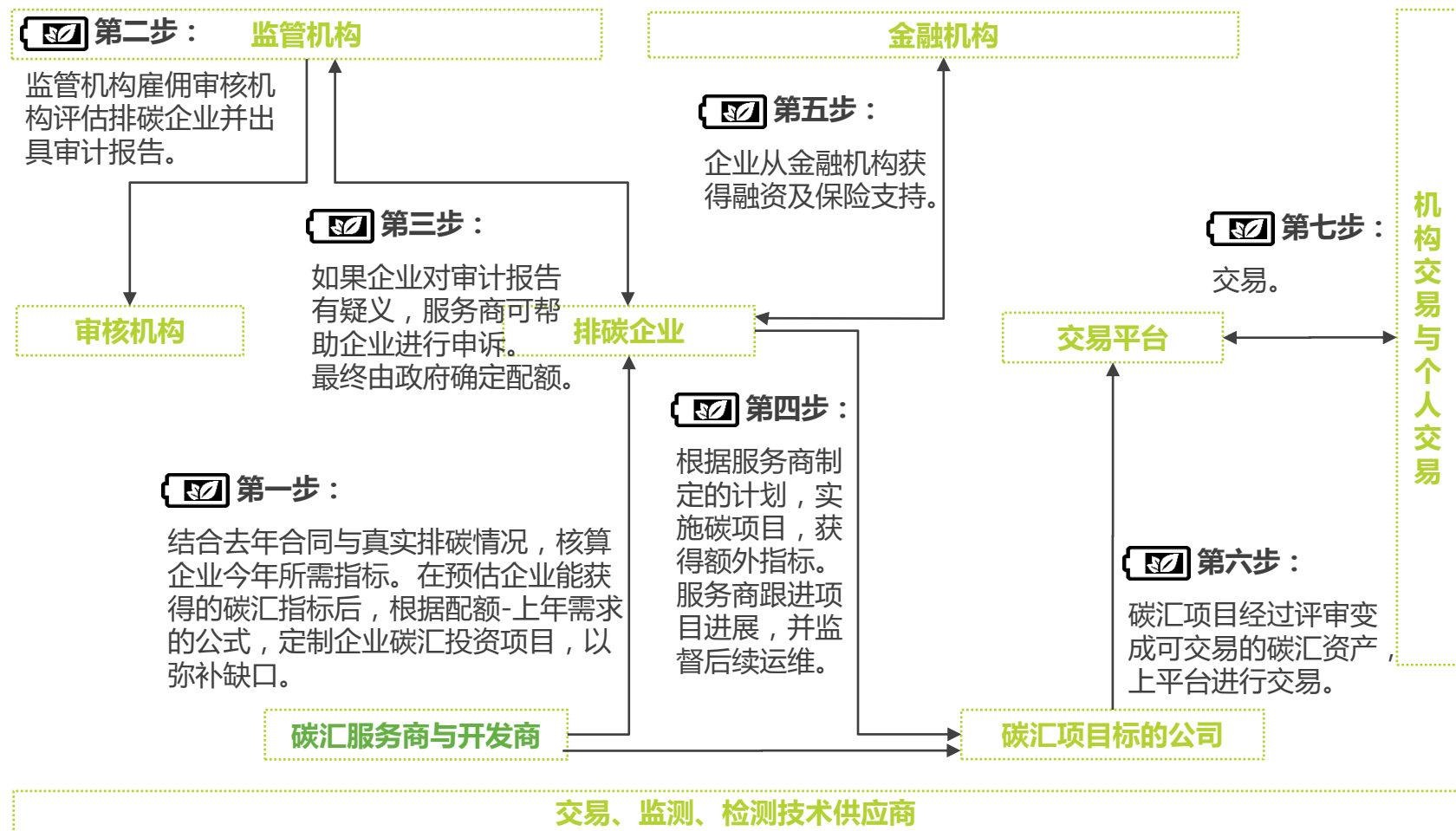
林业、新能源、环保等一切可提供碳汇的项目载体。以碳中和为目的的项目要求比较苛刻。

交易、监测、检测技术供应商

为了更方便的辅助全社会对排碳情况的了解，各方均需要通过数字化工具，以可量化的方式进行评估。这些供应商就是以硬软件的方式，提供相应产品的公司。

碳指标的操作全流程

碳汇服务商与项目开发商的作用非常重要



来源：公开市场资料。

现行框架下的注意事项

并非所有的项目都可以成为交易所认可的碳汇项目

未来保障指标+碳汇体系能够有效的控制中国排碳总量，在制度设计和项目审核过程中，有一系列严格的限制条件。自碳中和一事进入国际视野尚未发酵之时，中国就已经在全国范围内做了相关的部署。全国范围内共签发了6000万吨左右的碳汇指标，目前已经消耗约2000万吨，但此事在2017年后所有提交的碳汇项目审批已被暂停。原因有二：一方面碳中和现由生态环境部统一管理，但要处理的问题太多，尚无余力着手进行于碳资产相关的评估工作，这件事在未来会下放到各地环境交易所进行审批；另一方面，目前申请审批的项目过多，所以在交易还不活跃的情况下，新进入的碳汇指标会对之前试点地区的碳汇价格造成冲击。不过即便未来碳汇项目审批再启动，也会在项目申报、项目内涵和项目交易，这三个环节存在很多注意事项。

项目申报



目前存在两类可交易指标。第一是配额，第二是碳汇项目产生的指标。配额的价格高于项目，原因在于要在交易阶段促进企业优先购买碳汇项目，进一步促进碳中和落地。配额分全国和地方，二者不可互通。也就是说地方的指标在外地无效。而且根据不同地区的要求，项目在申报时也有很大限制。首先，必须是2010年之后产生的碳汇，个别地区是2013年甚至更新。其次，非水电的碳中和项目。最后，每个企业申购指标不能超过其年排碳量的5%。

项目内涵



对于新能源类的项目，如果想产出碳汇指标，除了对能源类型有要求以外，还要求项目本身具备一定的可营利性。通常标准是IRR大于8%，以证明项目的可持续性。对于林业类的项目，要求项目用地在05年之前是荒山。并且对树种复杂性（不能是经济类树种）和种植密度有要求，以保障最终项目可以形成有健康的森林。按照这样的要求，但由于林业项目普遍持续时间较长，所以运维成本较高，导致基本10万亩以上的林业项目才有价值。

项目交易



目前碳汇项目交易主要针对机构进行，广州和湖北两地个人可申请个人碳普惠交易资质，投资当地的碳配额，但全国尚无开个人交易的规划。机构交易者在交易过程中，可向交易所缴纳每年5万元的会费，会员可享受优惠为交易手续费由6‰降低为3‰，和一些资讯服务。

现行框架下的短期问题

体系庞大导致推进缓慢，基础参差不齐导致标准制定较慢

从指标+碳汇现行体系的九大参与方来看，核心参与者排碳企业大多是能源和制造业大户，它们普遍体系庞大并且使它们内部顺利运转的机制也非常固定，虽尚待验证，但业内普遍认为如果随意变动这些规则机制，会严重影响运转效率；产生碳汇指标所涉猎的林业、新能源等行业亦拥有庞大的体系，面临的问题与排碳企业类似；监管机构、金融机构等，一来并非最直接参与碳中和实际运维的势力，二来本身也有更为重要的目标要完成，心思不会全在碳中和上面；至于那些碳汇项目的开发商和服务商，很多也是各地方大型企业孵化出的子公司，所以碳中和一事统合能力非常弱，推进相对缓慢。

另一个问题在于排碳企业本身，虽然在碳中和项目上有明确的条款规定项目资质。但是对于全中国企业的真实排碳情况，却没有统一的、科学的和可量化的基础设施。这一方面源自排碳企业节约成本的考量，不愿意多负担监测和控碳设备。另一方面也源自过去技术型企业不愿意在一个没有经济前景的行业上加大投入。这也使得与碳中和息息相关的全产业链，失去了解决问题的共同数据库，即便有数据库也是指标和方法各自为战，难以达成一致。

基于这两点突出的问题，中国碳中和全产业链条中的参与企业，都有“隔靴搔痒”之势。所以我们认为，当下能够打破这一局面可以有“由上而下”和“由下而上”两种突破方式。

由上而下战略



由上而下的突破方式需要有雄厚生态实力的集团来主导，采用政府“先试点，后推广”的策略，以本集团实力最强的地区为载体，结合本集团最优势的产业资源进行突破，将某地碳中和全产业链纳入到自己生态版图中，从标准制定，到生产体系，各环节都要有该集团涉猎的产品。在全线业务跑通后，以城市数据平台或生态解决方案的方式，与当地监管机构建立联系，推行该集团已跑通的业务流，目的是在未来拥有规则制定的话语权，进而推动碳中和项目一事的进展。

由下而上战略

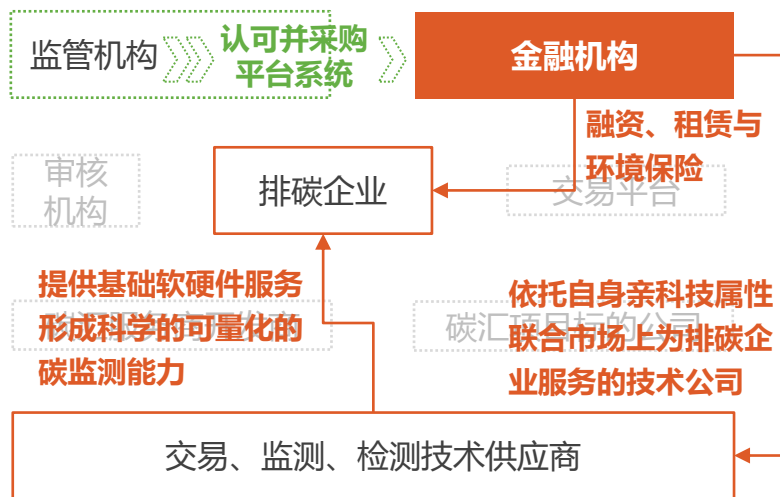


由下而上的战略主要针对监测和检测设备的提供商，或系统软件的开发者。中国与生产相关企业的数字化一直是一个巨大但是又很难有实质推动的事情。碳中和的核心目的之一，就是降低各生产环节的能耗水平，所以数字化是一个基础。这个基础，可以在当下借助碳监测软硬件设备的统一，而整体建立起来。不过这条道路对于这些技术服务商来说难度比较大，它们的公司特质使这个群体很少有眼界、资源来完成这件事。

用金融+科技的能力，推进碳中和进程

通过前文所述内容，有效推动碳中和事业，必须依赖一些有雄厚资源势力的大集团，把碳中和整体当成自己集团内部的业务进行布局。所以放眼中国能做成此事的大集团并不多，平安是其中之一。平安智慧城市智慧环保事业部是平安国际智慧城市科技股份有限公司的重要组成板块，依托平安集团强大的综合金融服务优势，围绕“金融+科技”“金融+生态”战略，深度融合物联网、人工智能、大数据、区块链、5G等核心技术，覆盖大气、水、固废、土壤、声、辐射等领域提出智慧环保解决方案，“三平台一服务”（生态环境大数据平台、垃圾分类监管平台、智慧排水平台、智慧环责险服务平台）产品全新赋能升级，在深圳、上海、成都等地辅助地方政府和企业打造生态环境“数据智脑”，提供科学化决策、精准化监管、便捷化流程及专业化服务，实现经济增长、环境改善双赢，助力“无废城市”建设、深入打好污染防治攻坚战，实现碳达峰、碳中和目标。

平安智慧环保碳中和布局路线图



平安智慧环保标杆项目汇总及可借鉴的先进经验

在上下兼顾的战略下，平安智慧环保先后完成了：**深圳智慧环保一体化平台、深圳智慧水务一期工程、深圳市智慧城管建设信息化项目和成都九道堰河流域水生态治理示范段工程（二期）信息化系统**等标杆项目，为当地环境生态建设提供了非常大的帮助。

从这些项目上可以看到一个明显的特点，生态与碳中和的实际推动中面临“重治理，轻管理”的特点。这主要是因为生态环境建设涉及大量人工成本，地方可以相对方便的调动劳动力进行补足。但是成果审计、监督审核以及运营维护方面，就暴露出了“数字化程度低，运维系统不成熟，系统之间难兼容”等，不仅在碳中和领域，还在日常城市治理的各个方面都存在的顽疾。

所以，一方面平安智慧环保联合软硬件服务商，对最需要人工进行的实际工作进行数字化和智能化的改造；另一方面，将专业性更强的环境工作，用管理系统的方式，与地方管理机构的系统进行无缝对接，大大简化了管理者的上手门槛。最大化的推动了碳中和与生态环境的实际进度，也更容易在商业上获得成功。

商业模式兼顾集团现金牛和明星业务，短期人才获取是重点

一如前文所述，由于碳中和在全国范围内都没有严格成体系的运作模式，所以对于整体商业上操盘手这个角色的企业来说，就需要基于自身主营业务、优势业务推进碳中和业务发展。平安智慧环保基于平安金融+科技的核心技术和能力，以绿色降碳和经济增长同步发展为导向，通过数据服务、技术服务、金融服务，赋能生态伙伴，全方位、多层次实现政府、企业、社会碳达峰、碳中和目标。不过，碳中和最终普适于全国的模式方案尚未出台，所以一方面还需要了解碳相关的技术与商业人才，这在全国范围内都属稀缺人才；另一方面，当下所有关于碳中和的尝试都可能面临一定的试错成本，需要一定的风险抵御能力。

关键合作	关键活动	价值主张	客户关系	目标客户
✓ 政府监管机构 ✓ 排碳硬件设备生产商	✓ 人才招聘 ✓ 科研与运维 ✓ 获得政府对模式的认可	✓ 提供切实能够帮助碳中和推进的产品 ✓ 提供可落地的城市碳中和解决方案 ✓ 提供优秀的碳中和相关技术服务	✓ 供应商 ✓ 技术服务商	核心目标客户是排碳企业。 软硬件科技和碳汇服务商是合作伙伴与客户双重属性兼具的特殊客户。
	关键资源		获客渠道	
	✓ 技术和商品 ✓ 品牌影响力 ✓ 数据能力		✓ 自身销售中心 ✓ 集团企业服务业务 ✓ 合作伙伴联合撬动	
成本			收入	
✓ 人力成本 ✓ 潜在的商业试错成本 ✓ 研发成本			✓ 产品收入 ✓ 智慧城市运维服务收入 ✓ 金融服务收入 ✓ 技术平台服务收入	

来源：平安智慧环保、公开市场资料、专家访谈。

开天：碳中和的起源及重要性

1

造人：碳中和对中国的颠覆性影响

2

治水：当前体系下控碳的可行模式

3

奔月：完美碳中和下的社会改造

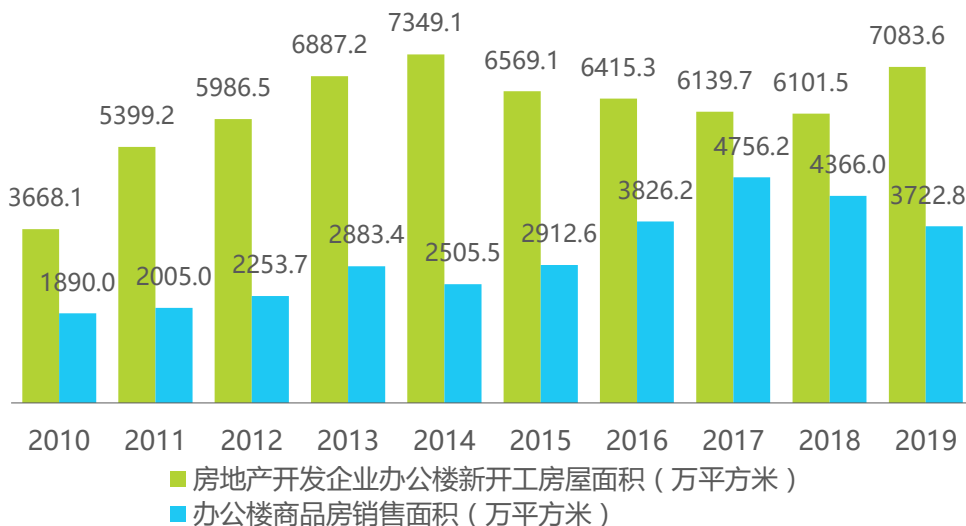
4

城市生存空间产生的剧变

城市碳中和产业的兴起，楼宇升级与智慧建筑

如前文所述，中国作为新兴的工业大国排碳量巨大，所以单靠能源业、制造业，甚至依托林业等绿色环保产业，都不可能解决中国的碳中和问题。所以碳中和问题的解决必然向这两个行业外寻找出路，城市作为能源和制造产业的最终需求方，便成了一个重要的突破方向，也是更为治本的一个方向。其目的有二，第一是减少城市对能源的浪费；第二是让城市本身也变成能源的提供方。这项改造涉及社会生存理念本身，要以移民陌生行星的思路进行城市整体规划，所以在城市规划之初，就不能过度依赖已有的能源体系供应。这样一来，城市个体建筑单元的能源自循环能力就必然需要加强，“以树为屋”的整体理念会得到贯彻。但在这一步达成之前，对现有建筑的改造是短期内的城市发展趋势。

2010-2019年中国办公楼新开工及销售面积



来源：中华人民共和国统计局。办公楼指企业、事业、机关、团体、学校、医院等单位使用的各类办公用房（又称写字楼）。房屋新开工面积指报告期内新开工建设的房屋建筑面积，以单位工程为核算对象，即整栋房屋的全部建筑面积，不能分割计算。不包括在上期开工跨入报告期继续施工的房屋建筑面积和上期停缓建而在本期恢复施工的房屋建筑面积。房屋的开工应以房屋正式开始破土刨槽（地基处理或打永久桩）的日期为准。商品房销售面积指报告期内出售商品房屋的合同总面积（即双方签署的正式买卖合同中所确定的建筑面积）。由现房销售建筑面积和期房销售建筑面积两部分组成。办公楼指企业、事业、机关、团体、学校、医院等单位使用的各类办公用房（又称写字楼）。

城市改造与智慧建筑方案

改造咨询服务：

主要针对建筑节能和空调的应用进行优化建议，单次咨询项目30万左右，50%利润。

改造实施服务：

建筑能耗40%是空调、20%照明、10%电梯等动力设备，其他30%。所以针对这些能耗重点进行硬软件的优化。硬件方面更换为高能效设备，单项目200-500万，利润率20%。软件方面是控制系统的优化，单项目80-150万，利润率30%

未来智慧建筑：

未来建筑是结合了当前绿色建筑的理念，从设计之初就予以考量的新型建筑，可能具备以下几个特点：

- 水电资源的自循环。
- 充分利用自然光，并通过导光纤将自然光引导至背光面的室内。
- 除空调外，通过导热管，让室内温度调节更加立体，具备局部调节的能力。
- 建筑的智能控制平台使城市具备知触觉能力。

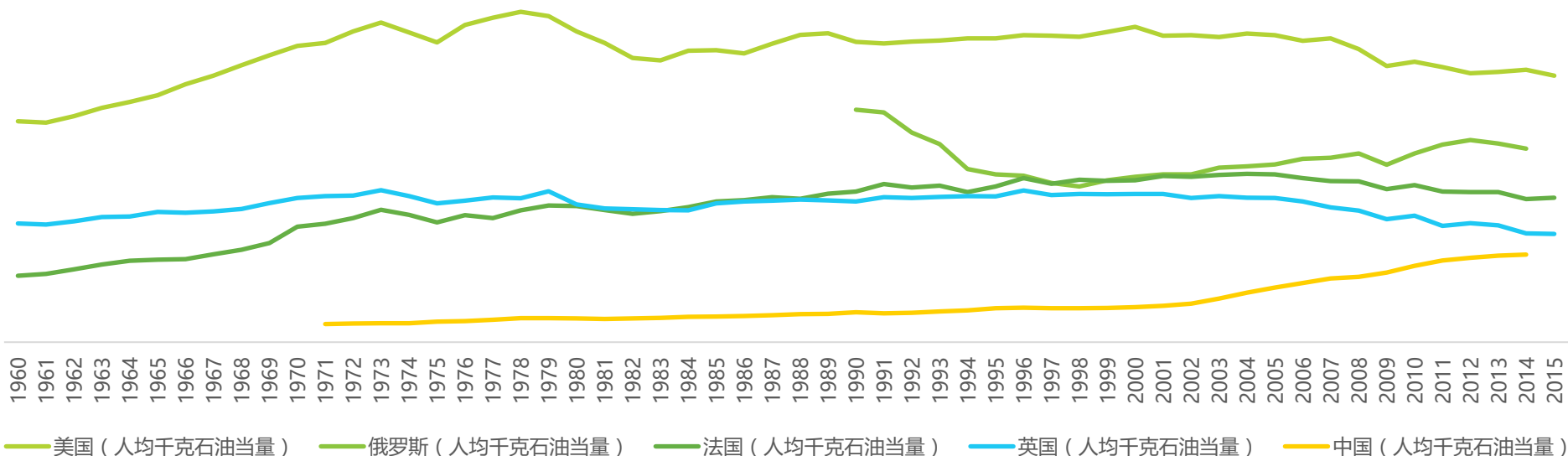
生产能源应用的改革

用更少的能源完成等价的功能是未来全社会的共同课题

21世纪以后，欧美等国的人均能源使用量呈现出微弱下降的趋势，一方面源于大量企业在全球人力成本低的地区构建自己的供应链体系，导致中国等亚洲地区制造能耗陡增；另一方面也源于欧美企业实行“U型战略”，在本国以科技研发为核心职能的总部，也对生产环节中降低能耗问题起到了推动作用。

从现阶段评估碳中和这件事，城市作为人员聚集地，它是能源消耗的最终端需求，所以要对城市进行改造。而生产环节是排碳量直接产生的原因，一味的中和与节约，不去溯源亦无法解决碳中和问题。并且如果想要降低生产环节的能耗问题，在中国势必会让粗犷式的生产经营脱胎换骨，这对于中国数年来无法妥善解决的产业转型问题也有帮助。

1960-2015年联合国常任理事国人均能源使用量



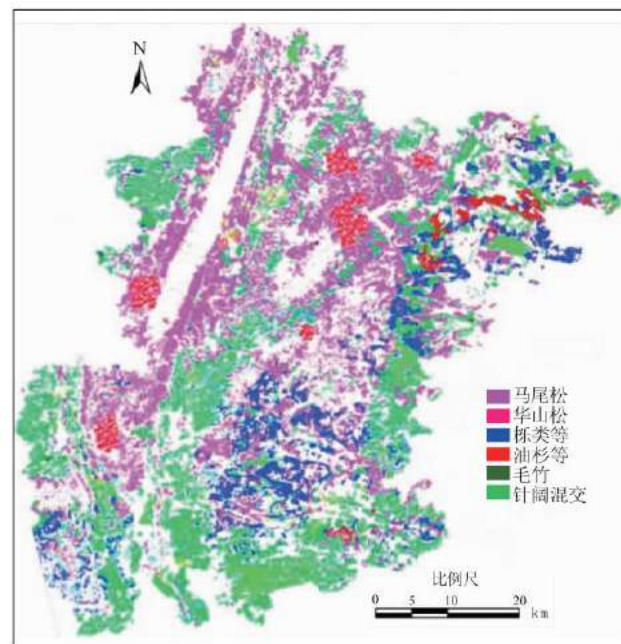
来源：能源使用量是指初级能源在转化为其他最终用途的燃料之前的使用量，等于国内产量加上进口量和存量变化，减去出口量和供给从事国际运输的船舶和飞机的燃料用量所得的值。国际能源机构。

遥感在碳中和领域的应用

特殊地形估测，城市绿化监控，行政KPI监控，全球数据库

除了城市以外，绿色产业是根本上治理碳中和的产业，主要是绿色植被的培育与养护。但常规的监测手段比较原始，依靠人工工作进行实地测试，并估算林木体量和健康状态。耗时费力成本高，无法形成实时的动态数据，而且对于非常规意义的林区，比如城市植被的生长情况，几乎没有效用。而且，随着国际碳价格水涨船高，排碳量必然进一步成为国际谈判过程中的筹码，因此掌握各国碳中和的数据，更精细化的对本国碳中和进程进行监督，就是一个国家在国家层面的战略部署。基于此，遥感卫星在碳中和领域的应用，就可以解决上述所有问题。目前国内已有部分林业和碳汇公司开展了卫星领域的实践，在未来5-10年内，绿化和环保指标不仅会得到更精准的评估，其更可能成为地区行政机构的考核指标，对中国来说意义深远。

2020年4月-2021年5月欧洲碳指数成交价



来源：欧洲能源交易所，艾瑞研究院自主绘制。

鸣谢

感谢以下机构在报告撰写中提供的帮助（排名不分先后）



艾瑞新经济产业研究解决方案



行业咨询

- 市 场 进 入 为企业提供市场进入机会扫描，可行性分析及路径规划
- 竞 争 策 略 为企业提供竞争策略制定，帮助企业构建长期竞争壁垒



投资研究

- IPO行业顾问 为企业提供上市招股书编撰及相关工作流程中的行业顾问服务
- 募 投 为企业提供融资、上市中的募投报告撰写及咨询服务
- 商业尽职调查 为投资机构提供拟投标的所在行业的基本面研究、标的项目的机会收益风险等方面的深度调查
- 投后战略咨询 为投资机构提供投后项目的跟踪评估，包括盈利能力、风险情况、行业竞对表现、未来战略等方向。协助投资机构为投后项目公司的长期经营增长提供咨询服务

关于艾瑞




艾瑞咨询是中国新经济与产业数字化洞察研究咨询服务领域的领导品牌，为客户提供专业的行业分析、数据洞察、市场研究、战略咨询及数字化解决方案，助力客户提升认知水平、盈利能力和综合竞争力。

自2002年成立至今，累计发布超过3000份行业研究报告，在互联网、新经济领域的研究覆盖能力处于行业领先水平。

如今，艾瑞咨询一直致力于通过科技与数据手段，并结合外部数据、客户反馈数据、内部运营数据等全域数据的收集与分析，提升客户的商业决策效率。并通过系统的数字产业、产业数据化研究及全面的供应商选择，帮助客户制定数字化战略以及落地数字化解决方案，提升客户运营效率。

未来，艾瑞咨询将持续深耕商业决策服务领域，致力于成为解决商业决策问题的顶级服务机构。

联系我们 Contact Us

 400 - 026 - 2099

 ask@iresearch.com.cn



企 业 微 信



微 信 公 众 号

法律声明

版权声明

本报告为艾瑞咨询制作，其版权归属艾瑞咨询，没有经过艾瑞咨询的书面许可，任何组织和个人不得以任何形式复制、传播或输出中华人民共和国境外。任何未经授权使用本报告的相关商业行为都将违反《中华人民共和国著作权法》和其他法律法规以及有关国际公约的规定。

免责条款

本报告中行业数据及相关市场预测主要为公司研究员采用桌面研究、行业访谈、市场调查及其他研究方法，部分文字和数据采集于公开信息，并且结合艾瑞监测产品数据，通过艾瑞统计预测模型估算获得；企业数据主要为访谈获得，艾瑞咨询对该等信息的准确性、完整性或可靠性作尽最大努力的追求，但不作任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的观点均不构成任何建议。

本报告中发布的调研数据采用样本调研方法，其数据结果受到样本的影响。由于调研方法及样本的限制，调查资料收集范围的限制，该数据仅代表调研时间和人群的基本状况，仅服务于当前的调研目的，为市场和客户提供基本参考。受研究方法和数据获取资源的限制，本报告只提供给用户作为市场参考资料，本公司对该报告的数据和观点不承担法律责任。

为商业决策赋能

EMPOWER BUSINESS DECISIONS



艾 瑞 咨 询