



寻求净零公式的最优解：应对 转型冲击，降低转型成本 | 第 二篇：行业视角



基于麦肯锡在全球可持续发展领域的丰富经验，结合对社会、行业和商业的深刻理解，我们开展了“寻求净零公式的最优解”研究。这份研究采用由多国中央银行和监管机构组成的绿色金融网络（Network for Greening the Financial System，以下简称“NGFS”）的排放情景，分析了净零转型对全球 69 个国家和地区的各行业在需求、资本分配、成本和就业等方面的潜在影响，这些行业占到全球排放总量的 90%左右。

在第一篇（此处嵌入链接），我们从全球视角出发，根据气候风险的特征，将全球经济体分为六类，并分析了净零转型对中国的影响。本文为第二篇，我们将对全球六大系统的减排路径和产生的影响，包括电力、工业、出行、建筑、农业、林业及土地应用进行深入分析。下一篇我们还将聚焦决策者如何应对气候风险来展开论述。

全球碳排放来自六大系统

全球碳排放来自六大能源和土地使用系统（见图 1）。由于每一个系统的排放量都很大，所以升温幅度无论是控制在 1.5°C 还是 2°C，都必须做出重大调整来降低排放。其中，林业和土地使用系统还扮演了“二氧化碳汇”的角色，因而需要提高其排放吸收能力。

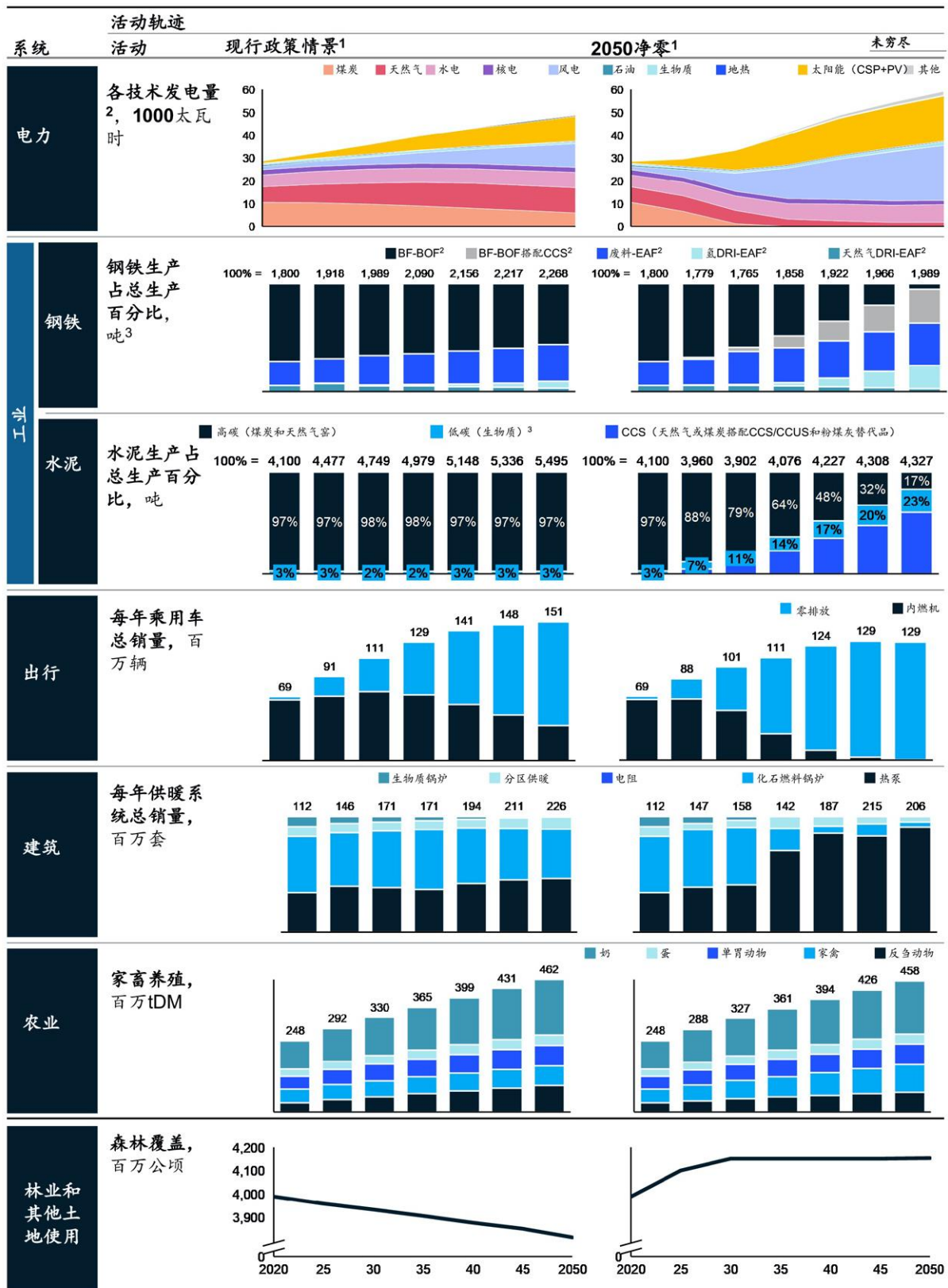
这六大系统分别是：

这六大系统涵盖了全球价值链上的多个行业。最重要的脱碳行动将发生在直接产生全球大部分温室气体排放的行业，以及生产的产品会产生排

放的行业或在其供应链中有高排放环节的行业。

脱碳行动包括减少化石燃料的使用，加大可再生电力和氢等其他零碳能源的使用，提高能源效率，调整工业流程，部署碳捕集利用与封存（以下简称“CCUS”）技术，减少排放密集型产品的使用，增加碳汇和甲烷汇，而减少毁林和增加造林对最后一项尤为重要。森林砍伐的影响很难衡量，具体结果会因树木种类、大小和年龄的不同而大相径庭。据估计，一棵树在 30 年的时间里所能储存的碳相当于树木被砍伐或燃烧释放的碳的 60% 至 85%，而且森林砍伐产生的二次排放总量和放弃的碳封存量可能达到直接排放的 3 至 9 倍。

图1 2050净零情景预计商品和服务需求及其生产路径都将发生显著变化



贡献全球温室气体排放量约 90%的行业的脱碳路径

净零转型的实现需要改变能源使用、生产方式和消费模式。无论是工业生产还是家庭生活，几乎所有的活动或实物资产都会发生变化。另外，林业和土地使用行业应严加管理，才能去除数量可观的二氧化碳。

下面我们将阐述贡献全球温室气体排放量约 90%的行业的脱碳路径（有的在运营过程排放，有的经由产品排放）。与此同时，我们还会对这些行业在 2050 净零情景下受到的影响进行分析（见下图）。

图2 6类能源和土地利用系统贡献了90%以上的全球温室气体排放

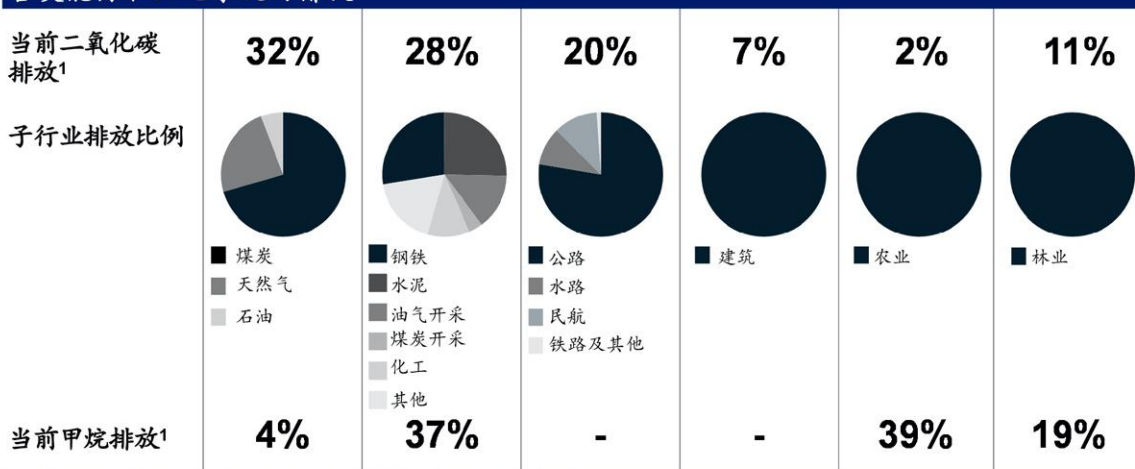
电力和工业是最大的二氧化碳排放源，工业和农业是最大的甲烷排放源

全球二氧化碳排放占比 ■ <0% ■ 0-0.2% ■ 0.2-0.5% ■ 0.5-1% ■ 1-2% ■ 2-4% ■ 4-8% ■ > 8%

全球二氧化碳排放占比 (X)

■ 电力 ■ 工业 ■ 出行 ■ 建筑 ■ 农业 ■ 林业和土地使用

各类能源和土地系统的排放



15个二氧化碳排放大国的排放占比，2016^{1、2}

国家	排放占比	<0%	0-0.2%	0.2-0.5%	0.5-1%	1-2%	2-4%	4-8%	> 8%
中国	26								
美国	13								
印度	6								
印尼	4								
俄罗斯	4								
刚果	3								
巴西	3								
日本	3								
德国	2								
伊朗	2								
沙特	2								
韩国	2								
加拿大	1								
墨西哥	1								
中非	1								
全部15国	73		24	21	12	5	1		4

- 包括所有化石二氧化碳来源，以及短周期排放（比如大规模生物质燃烧、森林燃烧等），国际航运和航空排放未涵盖在各国测算数据中。“电力”行业包括来自主要活动、加热生产以及燃料交付的排放；“工业”包括所有制造、建设和开采排放；“出行”包括所有交通形式的排放；“农业”包括直接在农场上的能源使用排放（涵盖渔业）；“建筑”包括建筑取暖和用电排放；本表中的全球二氧化碳排放代表整个行业的总排放，而非本报告中所考量的子行业的排放。基于2016年排放数据。
- 评估基于EDGAR、IEA、FAO、全球碳计划的数据以及麦肯锡团队的分析。仅基于二氧化碳排放（包括短周期排放）。基于2016年数据。

McKinsey & Company

资料来源：全球大气研究排放数据库（EDGAR）、联合国粮农组织（FAO）、国际能源署（IEA）、Houghton-R·A和A·A·Nassikas（2017）、全球碳计划、麦肯锡全球能源透视、麦肯锡分析。

电力。为了实现脱碳，全球电力行业将逐步淘汰化石燃料发电，增加可再生发电能力。扩建可再生能源设施也将有助于满足其他行业不断增加的用电需求，这需要在 2020 年~2050 年大量投资：发电投资 36 万亿美元，电网投资 19 万亿美元，储能投资 3 万亿美元。总体来看，这些投资将比现行政策情景多出 31 万亿美元。不光可再生发电企业有更多机会，可再生发电设备、储能硬件和相关服务提供商同样如此。

我们的分析显示，到 2050 年，可再生发电的运营和维护环节将较现行政策情景增加大约 400 多万个直接岗位，化石燃料发电企业将损失约 250 多万个直接岗位。电力基础设施的扩建将会新增大约 1500 万个岗位（包括直接岗位和间接岗位），初期每年新增约 6500 万个岗位。资产搁浅可能带来非常巨大的损失。我们的分析表明，即便在 2050 净零情景下，到 2050 年电力资本存量搁浅也可能达到 2.1 万亿美元左右。其中 80% 是现有发电装机容量，但也有 20% 的装机容量将在 2020 到 2050 年间建成。

出行。我们对出行领域的分析以公路交通为主，因为它几乎占到全部出行排放的 75%。脱碳涉及到以纯电动汽车或者氢燃料电池汽车取代内燃机汽车。在 2050 净零情景下，2020 年~2050 年将较现行政策情景多投入 7000 亿美元，用于建设充电和燃料基础设施。到 2050 年，净零情景下与内燃机汽车相关的直接岗位将较现行政策情景减少约 400 万个，但与电动汽车制造相关的岗位会增加约 200 万个。根据经济体各自的情况以及汽车的大小，电动汽车前期成本较内燃机汽车高出 20% 至 60%。但这一差距

有望逐渐缩小，并有可能最终逆转。

工业。我们重点关注钢铁和水泥行业，它们合计占到全球碳排放总量的 14% 左右，占全球工业碳排放总量的 54%。虽然技术路径尚未明确，但钢铁和水泥可以通过安装 CCUS 设备或改用零排放或低排放的工艺或燃料（如氢）实现生产脱碳。钢铁行业需要比现行政策情景下增加 9000 亿美元资本投资。水泥行业为 4000 亿美元。这两个行业的生产成本将会较现在增加 25% 以上。此外，随着客户转而采用替代性材料（如在建筑中使用交错层压木材）或开发钢铁用量更少的产品，NGFS 零碳情景下的钢铁和水泥需求也会分别较现行政策情景降低 12% 和 20%（尽管仍会比目前增长 10%）。

建筑。脱碳建筑需要提升其能源效率，将化石燃料取暖和烹饪设备更换为低排放系统。现在到 2050 年的额外资本成本将达到 16 万亿美元。在 2050 净零排放情景下，建筑业到 2050 年将较现行政策情景增加大约 900 万个岗位，上游供应链也将额外增加 1200 万个岗位，原因是需要劳动力来从事数百万栋建筑的改造，生产和安装新的低排放技术设备（如安装电

预览已结束，完整报告链接和二维码如下：

https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=1_30035

