

华新水泥股份有限公司

低碳发展白皮书

水泥是国民经济发展重要的基础原材料，难以被替代。华新水泥是我国最早的水泥企业之一，公司响应国家“碳达峰、碳中和”号召，积极应对气候变化，制定可持续发展战略。我们将在替代燃料、替代原料、熟料利用系数、燃料效率、低碳熟料开发、能源利用率、绿色矿山、新型能源开发利用、碳捕集利用和封存等领域持续加强技术攻关，为水泥行业持续发展贡献力量，争做中国“碳中和”道路上的行业领跑者。

一、公司碳排放历史及现状回顾

（一）碳排放历史回顾

公司主营产品为熟料、水泥、预拌混凝土及其它，主要的耗能和二氧化碳排放环节为熟料和水泥的生产过程。混凝土是终端产品，是水泥最重要的应用。水泥、骨料、矿粉或粉煤灰、水、外加剂等混合，生产混凝土，为建筑物提供强度保障。公司主要关注熟料、水泥、混凝土的碳排放。（见图 1）

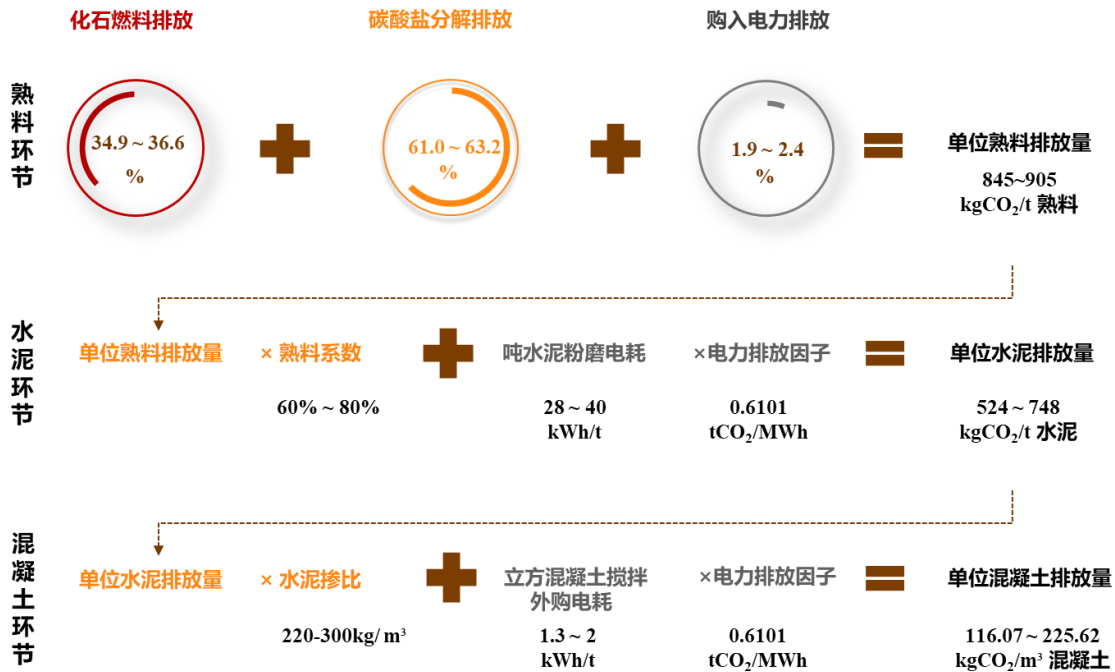


图 1 公司主要碳排放来源

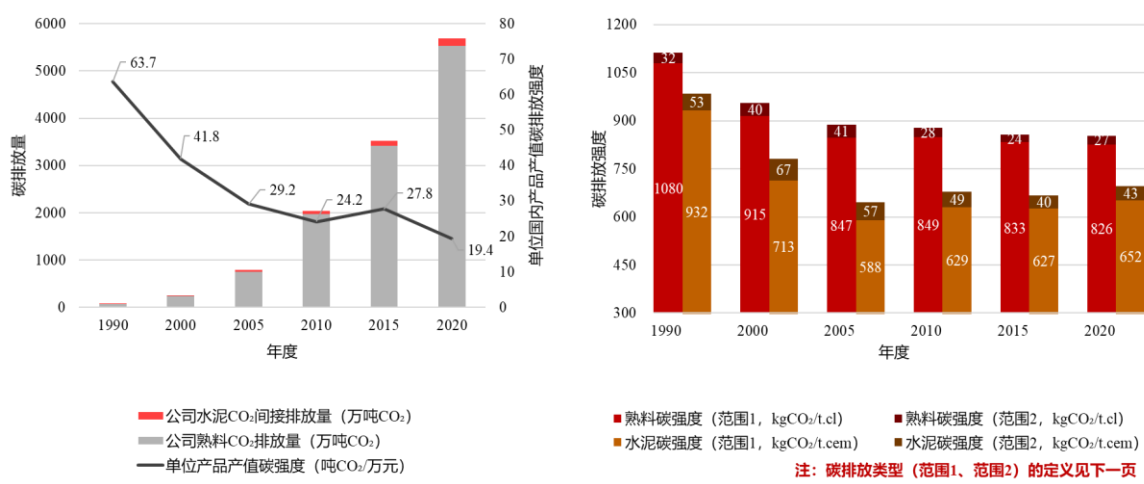


图 2 公司碳排放历史回顾

公司梳理 1990 年、2000 年、2005 年、2010 年、2015 年和 2020 年等关键年份水泥业务的生产、能源消耗数据，回顾公司水泥窑线的碳排放历史情况（见图 2）。1990 年以来，公司水泥业务不断增长，单位产品产值碳排放强度呈下降趋势，水泥和熟料的碳排放强度总体降低。

（二）碳排放现状

1. 碳排放范围

我们参照温室气体核算体系（GHG Protocol），将碳排放类型分为范围 1、范围 2 和范围 3。

范围 1 指直接排放，包含原料中碳酸盐分解，水泥生产时的化石燃料消耗，现场发电等；范围 2 指外购电力、热力、蒸汽折算的能源间接排放；范围 3 指其它间接排放，如对所购买材料和燃料的提炼和生产，车辆运输，员工通勤等。

2. 熟料碳排放

截止 2021 年 6 月 30 日，公司在全国 9 个省市和海外 5 个国家共有 58 条新型干法熟料生产线。基于现行水泥行业单位熟料碳排放计算方法*，计算吨熟料二氧化碳排放量，公司近三年的碳排放情况如下（见表 1）：

表 1 熟料生产线碳排放情况（单位：kgCO₂/t.cl）

年度		2018 年	2019 年	2020 年
排放强度		860.52	852.46	853.63
直接排放（范围 1）	化石燃料	302.87	295.97	295.86
	工艺过程	530.57	529.58	530.66
间接排放（范围 2）	电力	27.08	26.91	27.11

* 《中国水泥生产企业温室气体排放核算方法与报告指南（补充数据表）》，不含海拔修正

3. 水泥碳排放

2020 年，公司单位水泥二氧化碳排放量 695kg，直接排放（范围 1）中的过程排放 419kg、化石燃料燃烧 233kg，间接排放（范围 2）43kg。公司将以 2020 年作为范围 1、范围 2 水泥碳排放的基准年，制定低碳发展目标。

4. 混凝土碳排放

2020 年，公司混凝土产量为 461 万方，单位混凝土二氧化碳直接排放量（范围 1）196kg，全部由水泥碳排放强度中的直接排放量折算。

（三）碳减排现有技术和实践举措

1. 国外主要碳减排技术路线

（1）国际能源署（IEA）

国际能源署在《2050 水泥工业低碳转型技术路线图》中明确水泥工业主要的碳减排途径为：提高能源利用效率、发展协同处置技术、降低水泥的熟料系数、应用碳捕集等新型科技和其它替代性胶凝材料技术。

（2）欧洲水泥协会（Cembureau）

欧洲水泥协会在《2050 水泥行业与低碳经济》中强调通过水泥和混凝土价值链实现欧洲水泥行业 2050 年的净零排放目标，提出了 5 条技术路线（见图 3）。



图 3 欧洲水泥协会降碳技术路径

2. 公司现有技术和实践举措

(1) 替代燃料减碳

公司充分研究废弃物特性，结合水泥窑系统自身的工艺优势，利用水泥窑开展协同处置。“水泥窑高效生态化协同处置固体废弃物成套技术与应用”获得 2016 年国家科技进步二等奖，“生活垃圾生态化前处理和水泥窑协同后处理技术”进入 2019 年国家工业节能技术装备推荐目录。2020 年，公司旗下 7 家水泥熟料工厂入选工信部重点用能行业能效“领跑者”，其中信阳公司可比单位熟料综合能耗 91.75kgce/t，熟料热能替代率达到 31%，单位熟料化石燃料热耗低至 590kcal/kg，位居领跑者榜首。

在第二代新型干法水泥技术装备创新研发项目中，公司承担了废弃物安全无害化处置和资源化利用技术研发与应用研发项目。示范工厂黄石万吨线于 2020 年底投产，可消纳生活垃圾预处理可燃物（CMSW）90 万吨/年（折合原生垃圾 150 万吨/年），节约标煤 20 万吨/年，CO₂ 减排 54 万吨/年。目前，黄石万吨线已实现生活垃圾衍生燃料的热替代率 40%以上。

2020 年，公司处置生活垃圾 206 万吨。与填埋相比，净二氧化碳减排 240 余万吨；节约标煤 45 万吨，实现碳减排 120 万吨。从垃圾的能源利用效率角度看，垃圾焚烧发电不到 20%，而水泥窑协同处置能达到 70%左右。公司在替代燃料领域所做的努力，为国内水泥行业的碳减排积累了经验、建立了示范。

(2) 替代原料减碳

公司积极寻找替代原料，使用粉煤灰、炉渣、煤矸石、硫酸渣、磷渣等各种工业废渣及市政污泥等来降低天然原料的消耗，有效减少过程排放。2020 年，公司水泥窑线综合利用各类工业废渣 318.54 万吨作为替代原料，共减少碳排放 34.59 万吨。

(3) 降低熟料系数减碳

公司“水泥低环境负荷化关键技术及工程示范项目”获得 2009 年国家科技进步二等奖，突破了工业废弃物活化与水泥高性能化的技术难题，实现工业废弃物高效利用和水泥性能大幅提升。应用水化调控、物理与化学活化、不同废渣的性能互补效应，利用 53%的混合材掺量制备 42.5 等级高性能复合水泥和功能胶凝材料，并实现年产 120 万吨水泥生产线的产业化，减少二氧化碳排放 24 万吨/年。公司在混合材资源丰富的工厂已相应推广，降低熟料系数减碳。

同时，配合熟料的超细粉磨工艺，即通过调节水泥细度、增加粉体比表面积、提高水泥早期强度等工作性能，达到增强熟料使用效能和减少熟料使用量的效果，减少水泥生产的整体碳排放。

（4）水泥、墙材等一体化项目的热联产降碳

公司通过自主研发，利用余热蒸汽水热成岩反应新技术，大规模利用矿山废渣土等生产出高性能墙材，实现矿山资源全利用。既资源化减碳，又能提升水泥窑余热利用率。由此，水泥矿山开采和生产剥离的废弃材料被最大程度综合利用。同时，物流相对集中，减少倒运过程的碳排放。公司武穴年产能 2.4 亿块标准砖试点项目通过提高余热蒸汽利用效率，直接减少二氧化碳排放量 11885 吨/年；对比传统砖与砌块，可减少碳排放 1.58 万吨~4.71 万吨 CO₂/亿块标准砖。

（5）水泥“分别粉磨”在下游低碳混凝土中的应用技术

分别粉磨能大幅度提升水泥的工作性能，最终减少混凝土中的熟料用量，降低建筑物生命周期的碳排放。华新东骏工厂采用分别粉磨工艺生产水泥，用其配置的同标号混凝土中，熟料掺入量较传统混合粉磨工艺降低 10%~15%。

（四）碳市场、碳交易试点情况

2013 年至今，在湖北省、广东省、重庆市等碳交易试点省市，公司积极参与碳交易，全部完成碳配额履约。同时，公司积极探索配额托管、CCER（远期）置换，履行企业应对气候变化的社会责任。

二、公司碳减排路线和目标

（一）水泥工业减碳技术途径

通过梳理从矿山开采、原料进厂、熟料生产、废弃物处置、余热利用到水泥制备过程各个碳排放节点，充分考虑国内外知名企业做法，以及公司已实施和其它可预见的减碳技术，公司分析各技术减排潜力如下：

表 2 水泥工业碳减排技术及潜力^{***}

序号	技术路径	路径说明	碳减排潜力 (kgCO ₂ /t.cl)	
			低位	高位
1	绿色矿山	通过植树造林、森林管理、植被恢复等实现部分碳汇。	0.1	0.3
2	替代原料	替代天然碳酸盐矿石原料的非碳酸盐工业废弃物，主要为工业废渣、经过高温煅烧废渣或明确不含碳酸钙或碳酸镁的原料。	4	7
3	替代燃料	生活垃圾、污泥饼、工业和农业等废弃物，目前行业热替代率<2%。	140	285
4	燃料效率	六级预热器、低阻高效分解炉、高效熟料篦冷机、多通道高效燃烧器、富氧燃烧、新型隔热材料等燃烧系统改进技术。	20	50
5	余热利用	现有的余热发电技术循环热效率低，水泥窑高温烟气产生的蒸汽可直接用于一体化高性能墙材的蒸养，从而提升余热的热能利用效率。	30	45
6	熟料利用系数 (kgCO ₂ /t.cem)	超细粉磨+分别粉磨、使用天然/工业活性废渣做混合材，LC3-煅烧粘土等替代水泥熟料。	120	170
7	低碳熟料开发	阿利特-硫铝酸盐熟料，有碳化反应的硅酸盐熟料等。	40	70
8	能源利用率	工艺管道低风阻设计，高效风机电机，节能粉磨技术。	6	10
9	智能工业系统	专家操作优化系统；能效管理系统等。	5	10
10	新型能源开发利用	光伏发电、风能发电、氢能等。	30	60
11	碳捕集与利用	在没有新兴技术大规模代替熟料的情况下，碳捕集与封存（CCS）是水泥行业实现碳中和重要途径。	160	350

^{***}碳减排潜力基于 860kg CO₂/t.cl

（二）减碳行动方案

公司关注熟料、水泥到混凝土一体化产业的二氧化碳减排。现有的水泥行业减排技术、清洁能源、森林碳汇及产业电气化无论从投资经济性和减排体量上，均无法实现水泥行业的碳中和。从中长期看，需要在一定程度上依靠 CCUS（碳捕集、利用及封存）及 BECCS（生物能源碳捕集与封存）技术实现全系统的碳中和。CCUS 等革新技术发展成熟后，公司将在 2060 年实现净零排放目标。

现阶段，公司重点关注减碳潜力较大的替代燃料技术和降低熟料利用系数的应用；在提高能源利用率、水泥窑余热阶梯利用技术、替代原料技术、智能制造技术方面继续深耕，积极开发低碳熟料。

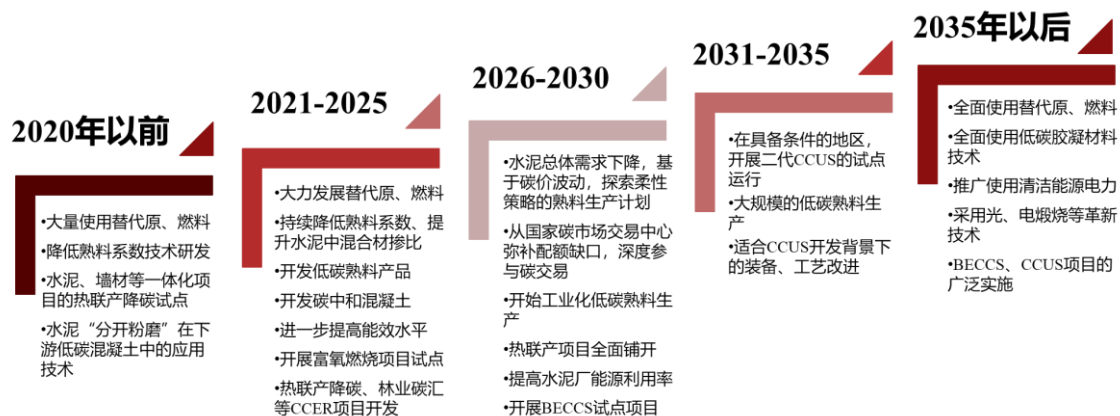


图 4 华新未来的碳减排路线

针对现阶段重点关注的减碳技术，公司提出以下短期量化目标，同时对范围 3 的碳排放拟采取的减排措施：

1. 大力发展水泥窑协同处置技术。公司替代燃料能源占一次能源比重 2030 年达到 25%以上，单位熟料减排 60kgCO₂/t.cl；2035 年达到 30%，单位熟料减排 75kgCO₂/t.cl。

2. 大量使用活性工业固体废弃物和天然材料作混合材和应用超细粉磨工艺，降低熟料利用系数。2025 年公司同标号水泥的熟料系数下降至少 5 个百分点以上。

3. 积极推广低碳混凝土应用技术，如水泥制备“分别粉磨”、数字化混凝土业务支持系统、新型外加剂、工业固体废弃物加工制造的材料等。2030 年同标号混凝土的水泥掺比降低 10-15%。

4. 将碳捕获、利用与封存（CCUS）作为检验水泥降碳效果的兜底技术。公司将研发水泥窑全系统 O₂/CO₂ 体系富氧燃烧+CCUS；在 2025 年开展 CO₂ 捕集、利用项目；2030 年在具有地质、海洋封存潜力的川渝、广东、鄂西等地区开展（全氧燃烧+）CCUS 试点项目；2035 年二代 CCUS 技术逐渐成熟后，在公司适宜的水泥窑线逐步推广 CCUS。

5. 公司计划通过优化运输网络、改善物流条件、绿色驾驶、低碳物资采购等举措降低范围 3 的排放。将适时引入对范围 3 的评价与考核。

（三）公司低碳发展量化目标

习近平主席在 2020 年 12 月 12 日举行的联合国气候峰会上宣布：“到 2030 年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比 2005 年下降 65%以上，非化石能源占一次能源消费比重将达到 25%左右。”

公司将绿色低碳作为可持续发展战略之一。通过大力拓展水泥一体化业务及高新建材业务，不断降低主营产品碳排放强度。到 2030 年，公司单位产品产值的二氧化碳排放量将比 2005 年下降 70%以上，替代燃料能源占一次能源消费比重将达到 25%以上（见图 5）。

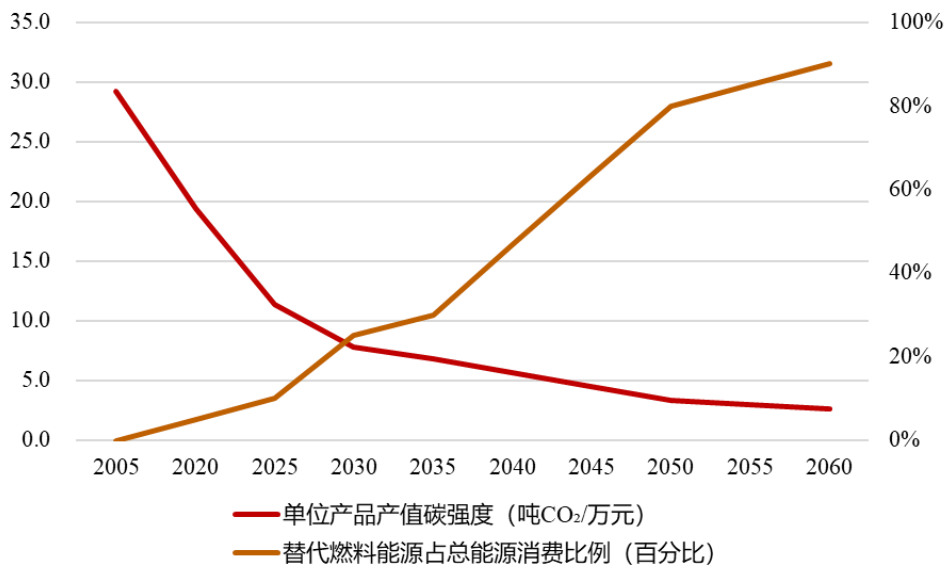


图 5 华新单位产品产值碳强度及替代能源消费比例目标

公司将用开放和发展的眼光看待各种碳减排技术，在不断深挖现有减碳技术潜力的同时，布局和储备一批前沿碳减排技术，期待革新减碳技术的试点和产业化应用，推进公司的低碳发展。到 2030 年，公司吨水泥二氧化碳直接排放（范围 1）强度将降至 475kg，单位立方混凝土的二氧化碳直接排放强度（产品碳足迹，范围 1）将降至 124kg。为此公司计划在 2020 年~2030 年间投资 105 亿元，用于降低碳排放的技术研发和生产系统改造升级。2060 年，CCUS 等革新技术将为公司实现净零排放目标兜底，中和剩余碳排放。由 BECCUS/CCUS 带来的减排贡献暂不计入碳强度目标。（见图 6、图 7）

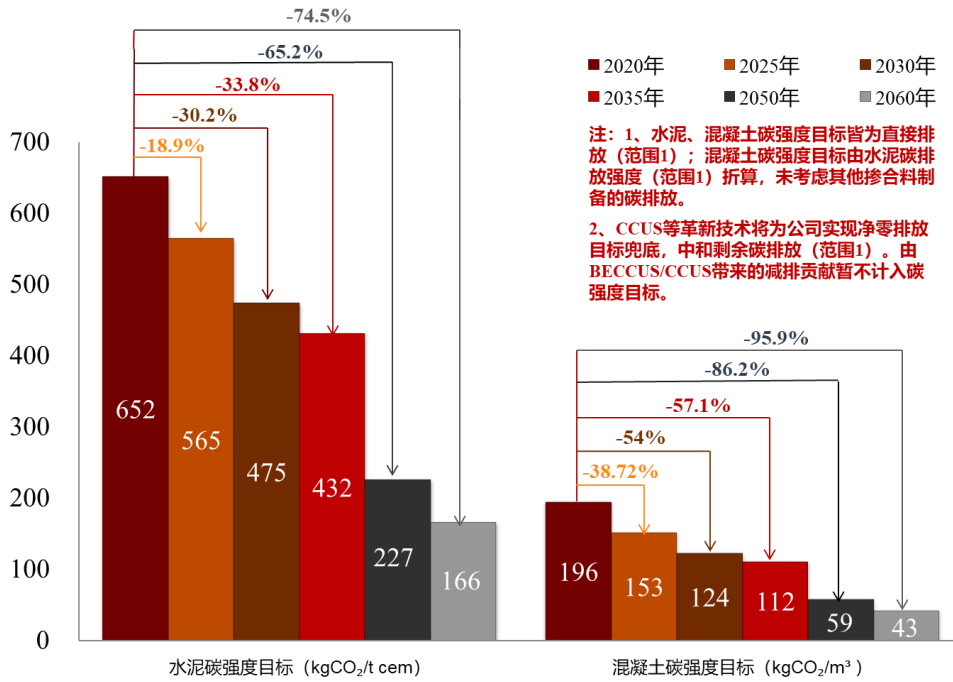


图 6 公司水泥、混凝土碳强度目标

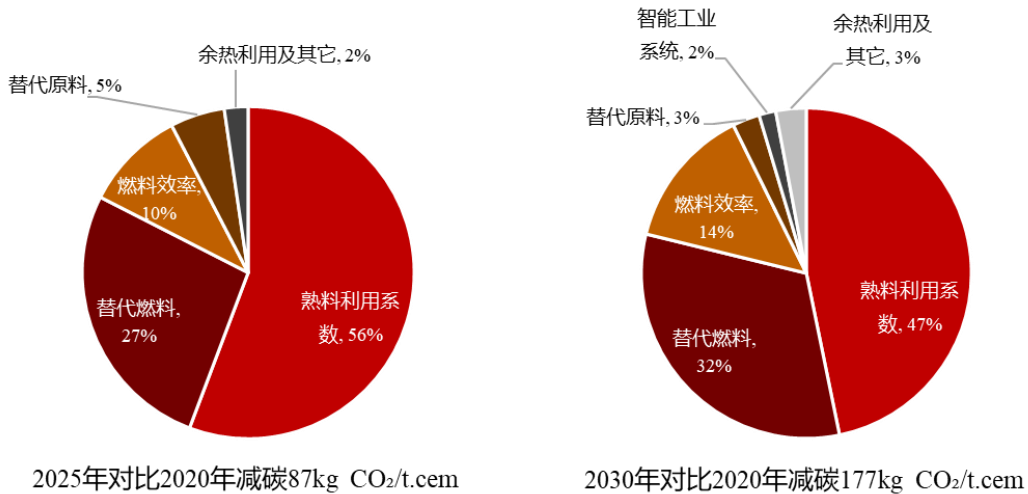


图 7 2025 年、2030 年公司水泥碳强度减排目标贡献（百分比）

公司密切关注国家和建材行业碳排放相关政策标准的制定和发布，积极推进低碳领域的标准化建设，持续推进公司碳排放的第三方审计，适时启动科学碳目标认证。根据行业“碳达峰、碳中和”路线图、最新发布的行业碳排放计算方法和关键减碳技术研究进展，定期对公司的低碳发展白皮书进行更新和完善。另外，公司将针对各工厂制定低碳发展计划，白皮书附件以武穴工厂为例，制定了该厂 2021 年~2030 年的碳减排计划。

附件：

武穴工厂碳减排计划（2021年-2025年）

单位：kg CO₂/t.cem

2020年水泥排放基准（范围1）：623.10 kgCO₂/t.cem

2025年水泥碳排放目标（范围1）：539.27kgCO₂/t.cem

技术路径	已有减碳	减碳潜力	减碳排目标	阶段减碳量	计划实施的减碳项目	投资（万元）
熟料利用系数	/	92.8~131.47	38.01	83.83	大量使用活性工业固体废弃物和天然材料作混合材； 超细粉磨项目； 分开粉磨项目；	9000
替代燃料	30.19	108.3~220.4	66.58		RDF质量提升项目； 新建生物质燃料利用项目（10万吨/年） TSR达到30%以上	
燃料效率	/	15.47~38.67	3.96		预热器降阻力项目	
替代原料	3.93	3.09~5.41	5.30		挖掘武穴工厂周边替代原料潜力	
智能工业系统	/	3.87~7.73	4		窑操作优化及能效管理系统	
绿色矿山	0.03	0.08~0.23	0.12		矿山复垦（预计1360亩）项目	

武穴工厂碳减排计划（2025年-2030年）

单位：kg CO₂/t.cem

2025年水泥碳排放目标（范围1）：539.27 kgCO₂/t.cem

2030年水泥碳排放目标（范围1）：471.37 kgCO₂/t.cem

技术路径	减碳潜力	碳减排目标	阶段减碳量	计划实施的减碳项目	投资（万元）
熟料利用系数	92.8~131.47	37.25	67.9	LC3-煅烧黏土项目（100万吨/年）	25000
替代燃料	108.3~220.4	22.19		生物质利用项目； 高热值废弃物处置项目 TSR达到40%以上	
燃料效率	15.47~38.67	7.38		六级预热器改造项目、富氧燃烧项目	
余热利用	23.2~34.8	1.04		余热利用项目（扩建1.2亿块标准砖/年）	
绿色矿山	0.08~0.23	0.05		矿山复垦（比2025年增加640亩）项目	
BECCUS/CCUS*	123.73~270.66	/		BECCUS/CCUS试验项目(10万吨CO ₂ /年)	

* BECCUS/CCUS暂不计入碳减排计算