

2023全国散装水泥绿色产业创新发展论坛

践行减碳降排 聚力绿色发展

双重压力下水泥混凝土人的思考

武汉大学 梁文泉

24th May 2023 西安

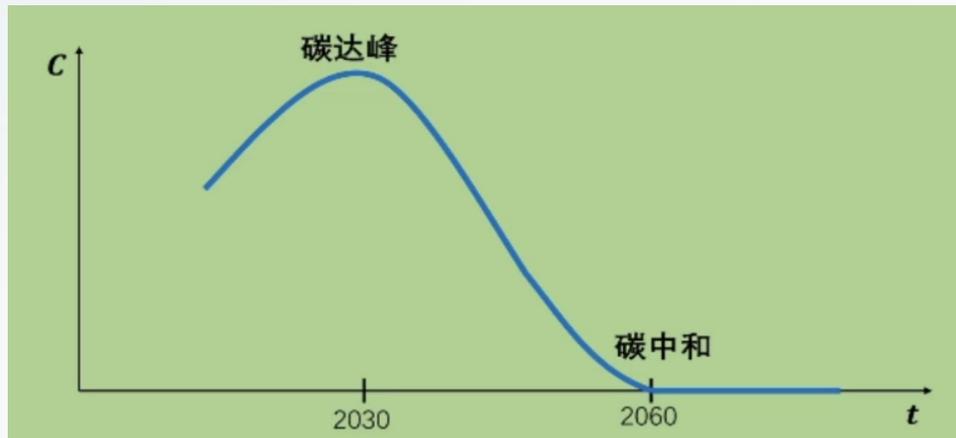
A close-up photograph of a person in a dark suit and white shirt looking down at several dark chess pieces on a reflective surface. The person's hand is visible, holding a chess piece. The background is blurred. A blue semi-transparent box is overlaid on the right side of the image, containing text. There are yellow and blue geometric shapes in the corners of the image.

PART ONE

何谓“双重压力”？

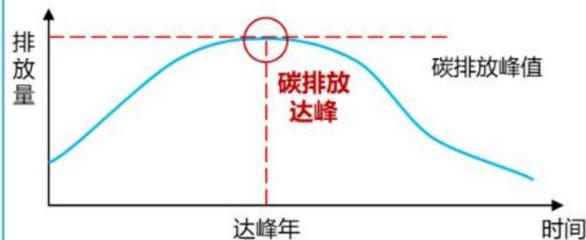
何谓“新形势”？

- “**碳达峰**”：简言之就是二氧化碳的排放不再增长，达到峰值之后再慢慢减下去。
- “**碳中和**”：针对排放的二氧化碳，要利用能源革命、节能减排、植树绿化等各种方式全部抵消掉。
- **3060双碳目标**：
2020年9月，在第七十五届联合国大会上，习近平主席向世界郑重宣布将提高国家自主减排贡献力度，二氧化碳排放力争于**2030年前达到峰值**，努力争取**2060年前实现碳中和**。



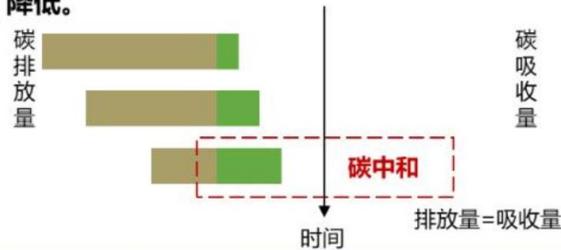
碳排放达峰

碳排放峰值指一个经济体（地区）二氧化碳的最大年排放值，而**碳排放达峰**就是碳排放量在某个时间点达到峰值。**核心是碳排放增速持续降低直至负增长。**



碳中和

在一定时间内直接或间接产生的温室气体排放总量，通过植树造林、节能减排等形式，以抵消自身产生的二氧化碳排放量，实现温室气体“**净零排放**”。**核心是温室气体排放量的大幅降低。**



国家主席习近平向全世界的庄严承诺

- **2021年1月 世界经济论坛“达沃斯议程”对话会：**

中国将全面落实联合国2030年可持续发展议程，并将加强生态文明建设，加快调整优化产业结构、能源结构，倡导绿色低碳的生产生活方式。**我已经宣布，中国力争于2030年前二氧化碳排放达到峰值、2060年前实现碳中和。**中国正在制定行动方案并已开始采取具体措施，确保实现既定目标。

- **2020年12月 气候雄心峰会：**

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。中国历来重信守诺，将以新发展理念为引领，在推动高质量发展中促进经济社会发展全面绿色转型，**脚踏实地落实上述目标，为全球应对气候变化作出更大贡献。**

- **2020年9月 第七十五届联合国大会：**

中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。各国要树立创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，抓住新一轮科技革命和产业变革的历史性机遇，**推动疫情后世界经济“绿色复苏”，汇聚起可持续发展的强大合力。**

水泥（混凝土）行业碳排放现状

资料：建筑全过程能耗和碳排放数据分析

3.1 2018年全国建筑全过程能耗与碳排放总量

2018年全国建筑全过程**碳排放**总量为**49.3亿tCO₂**，占全国碳排放的比重为**51.3%**。其中：

- 建材生产阶段碳排放**27.2亿吨tCO₂**，占全国碳排放的比重为**28.3%**。
- 建筑施工阶段碳排放**1亿吨tCO₂**，占全国碳排放的比重为**1%**。
- 建筑运行阶段碳排放**21.1亿吨tCO₂**，占全国碳排放的比重为**21.9%**。

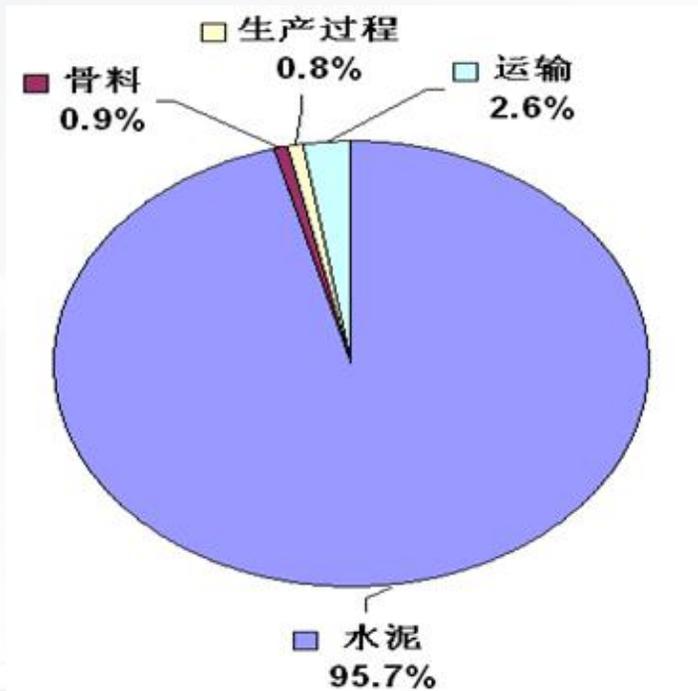
注：建筑全过程碳排放包括建筑业（含基础设施）消耗主要建材的生产碳排放，建筑业施工碳排放，以及存量建筑运行碳排放



资料：混凝土行业碳排放量分析

$$\text{CO}_2(\text{混凝土}) = \text{CO}_2(\text{水泥}) + \text{CO}_2(\text{骨料}) + \text{CO}_2(\text{混凝土制备}) + \text{CO}_2(\text{运输})$$

结论：由于混凝土碳含量中近96%来自于水泥，因此混凝土的低碳化实质上也是水泥的低碳化。



典型的混凝土行业碳排放量的情况

降碳减排，水泥熟料大有文章！

钢铁行业：15%

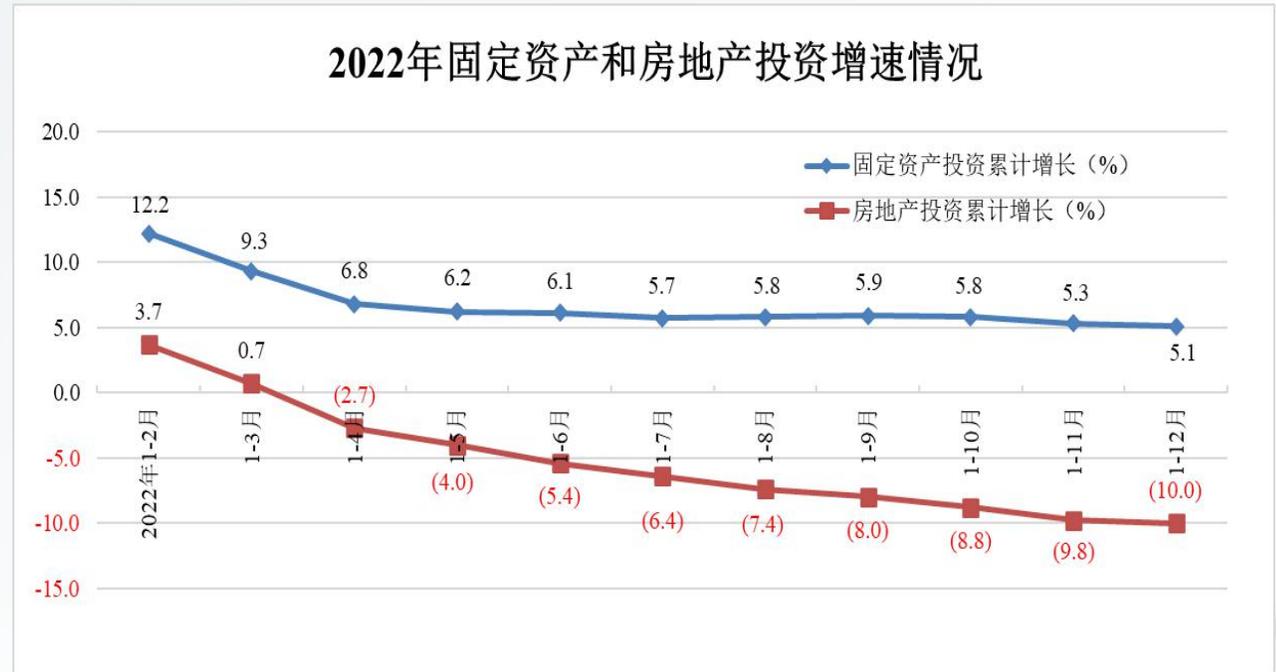
水泥行业：14%

占全国碳排放总量



固定资产和房地产投资状况

- 2022年1-12月份，全国固定资产投资（不含农户）572,138亿元，**同比增长5.1%**；
- 2022年1-12月，全国房地产开发投资额为132,895亿元，**同比下降10.0%**，**达历史最高**；房地产开发投资完成额中**建筑工程累计同比下降10.8%**，**直接导致混凝土与水泥制品需求大幅下滑**；
- CCPA官网：2022年土地购置面积累计同比**下滑53.4%**，连续四年同比下滑，短期对未来几年房地产新开工及施工面积会带来较大负面影响。



2022年固定资产和房地产投资增速情况
(数据来源：国家统计局)

- 2022年我国商品混凝土累计产量**30.31**亿方米，与2021年相比**减少11.8%**；
- 据国家统计局数据，全国有7个省份的累积产量**同比降幅超过20%**；
- 受需求疲弱、原材料成本高居不下、运输成本增加等多重因素影响，**混凝土行业利润出现显著下滑，发展面临挑战。**



2016-2021年中国商品混凝土产量及增长情况
(数据来源：中国水泥网大数据中心、国家统计局、CCPA官网)



• 2022年，全行业平均销售利润率为3.85%，较2021年减少0.14个百分点，业内主要上市公司大部分出现业绩大幅下滑甚至亏损。

• 2022年疫情管控、房地产开工下滑、工程延期导致企业销量、售价均出现下滑走势，而成本高居不下，导致企业利润空间受到严重挤压。



**房地产市场持续低迷
产能过剩、供大于求**

**不计成本、不顾质量
低价恶性竞争**

**对质量要求越来越高
索赔事件屡屡发生**



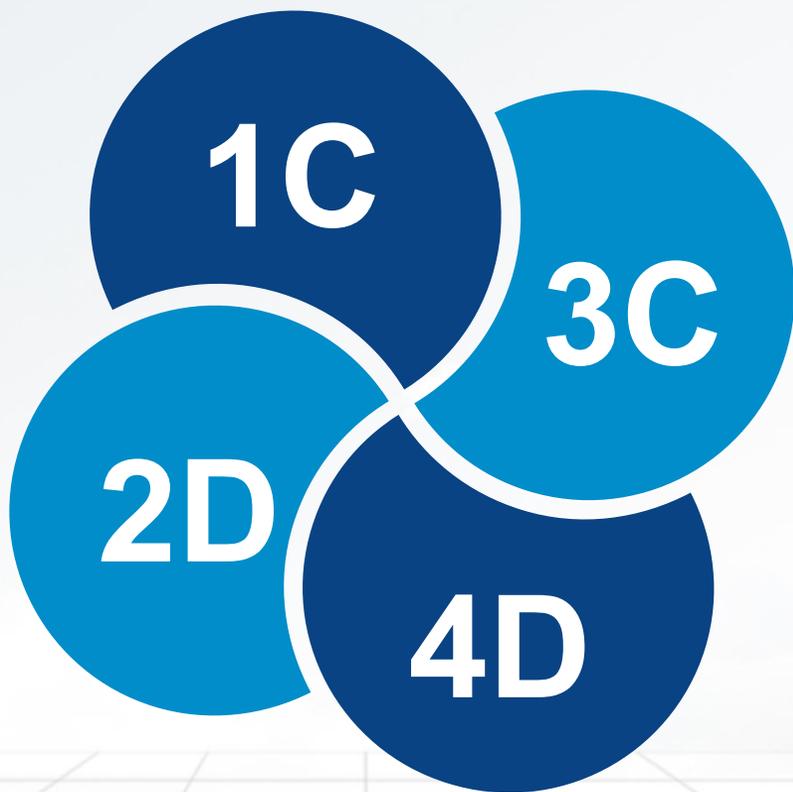
PART TWO

面对“重重挑战”！
迎来“更多机遇”？

没有任何一种材料像水泥混凝土一样，
其更新迭代速度之慢令人难以想象！

1824年，首个“硅酸盐水泥生产专利”在英国诞生。

作用非凡，但缺点众多：
资源、能源、排放以及
自身缺陷。



1850年，第一艘钢筋网片水泥船在法国诞生，开创了钢筋混凝土时代。

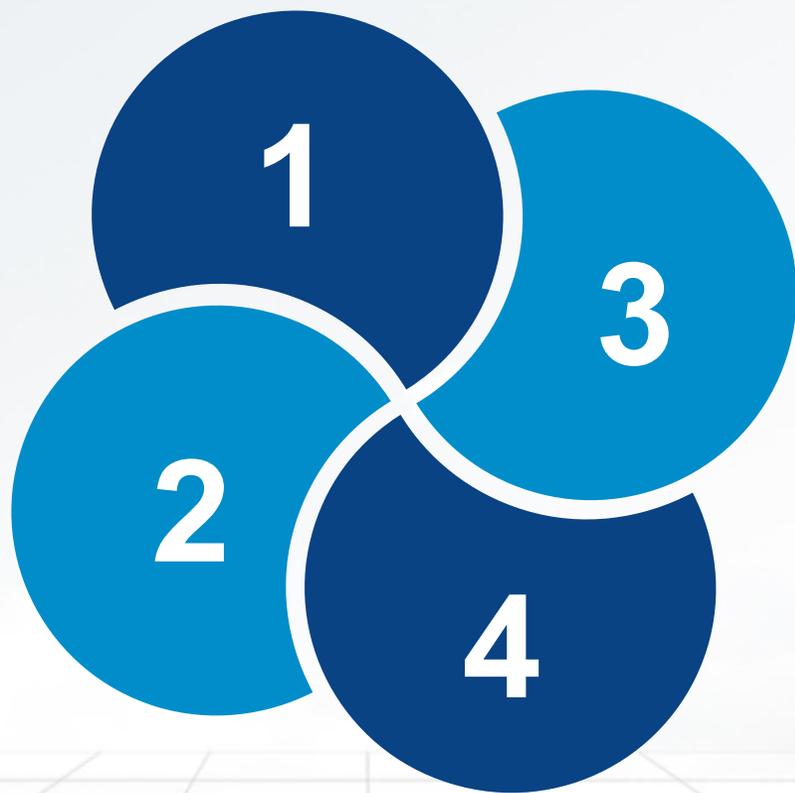
作用非凡，但同样缺点众多：
资源、能源、环保以及
自身缺陷。

降碳减排、绿色生产
智能制造、提质增效

降碳减排，水泥当先

机制砂取代天然河砂

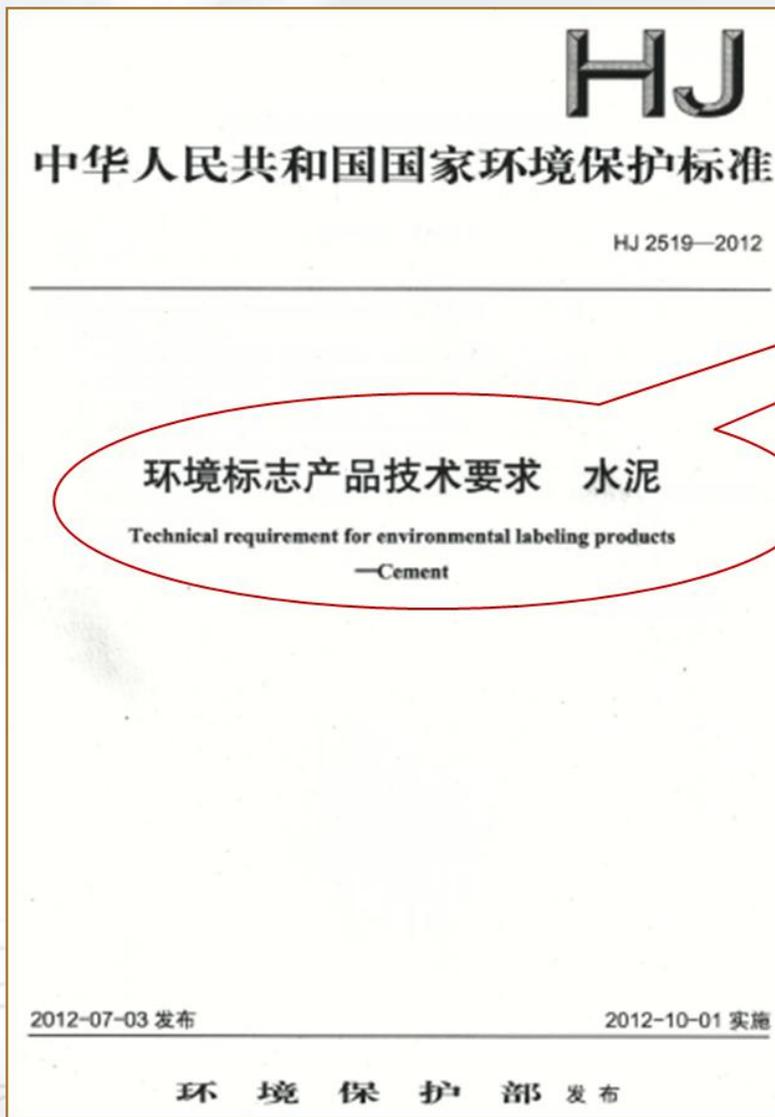
绿色制造，混凝土办法更多



- **2015年巴黎协议的摄2度协议(2DS)约定，全球水泥业必须在2050年达到碳中和的目标，也就是2030年必须要达成减碳40%。**
- 目前，我国水泥熟料碳排放系数（基于水泥熟料产量核算）约为**0.86**，即**生产一吨水泥熟料将产生约860公斤二氧化碳**，折算后我国水泥碳排放量约为597kg/吨，与巴黎协议的摄2度（2DS）协议要求相比仍然偏高。巴黎协议的摄2度（2DS）协议要求每生产一吨水泥，**二氧化碳排放量必须降到520到524公斤之间**。因此，要完成巴黎协议2050年的终极目标，我国水泥行业需要抓紧时间并为此付出巨大努力2020年12月 气候雄心峰会：
- 站在“十四五”的新起点，国内众多水泥企业纷纷制定2021及“十四五”发展阶段新任务。与此同时，在**全球水泥和混凝土协会（GCCA）和世界水泥协会（WCA）**的要求下，国外水泥生产商也已联合制定了相对于更高的目标来实现二氧化碳减排。
- **2020年中国水泥行业碳排放约14亿吨，约占全国总碳排放的14%，水泥行业碳减排已成必然趋势。**

水泥（混凝土）行业碳排放现状

- 现有“环境标志产品技术要求”已经不能满足需要



5.1.2 水泥产品单位可比 CO₂ 排放量应符合表 1 要求。

表 1 水泥产品单位可比 CO₂ 排放量限值

品 种	强度等级	单位可比 CO ₂ 排放量限值 (kg/t)
硅酸盐水泥	42.5 (R)	≤785
	52.5 (R)	≤795
	62.5 (R)	≤840
普通硅酸盐水泥	42.5 (R)	≤665
	52.5 (R)	≤755
矿渣硅酸盐水泥	32.5 (R)	≤240
	42.5 (R)	≤410
	52.5 (R)	≤665
火山灰质硅酸盐水泥 粉煤灰硅酸盐水泥	32.5 (R)	≤485
	42.5 (R)	≤580
	52.5 (R)	≤665
复合硅酸盐水泥	32.5 (R)	≤460



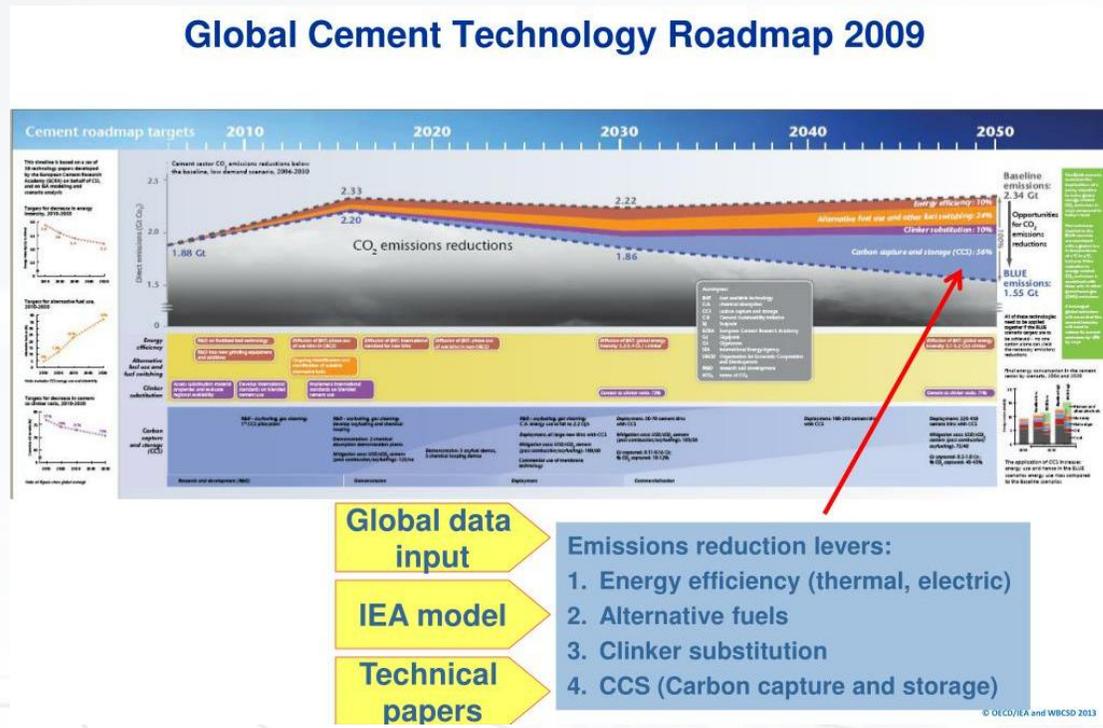
高贝利特水泥

低温合成水泥熟料

碱激发胶凝材料体系

高掺磨细水淬粒化高炉矿渣粉、少熟料水泥

- 欧洲水泥协会(Cembureau)制定了到2050年实现水泥和混凝土价值链二氧化碳净零排放的路线图。
- 北美，波特兰水泥协会(Portland Cement Association)宣布，它也将在2021年底前发布2050年碳中和路线图。
- 西班牙水泥协会 (Oficemen) 最近宣布，到2030年，其整个价值链的排放量将比1990年水平下降43%。
- 英国混凝土和矿产协会(MPA)也已经启动了英国混凝土和水泥行业到2050年实现净二氧化碳负增长的路线图，其目标是实现每吨熟料生产实现负排放0.52吨CO₂！



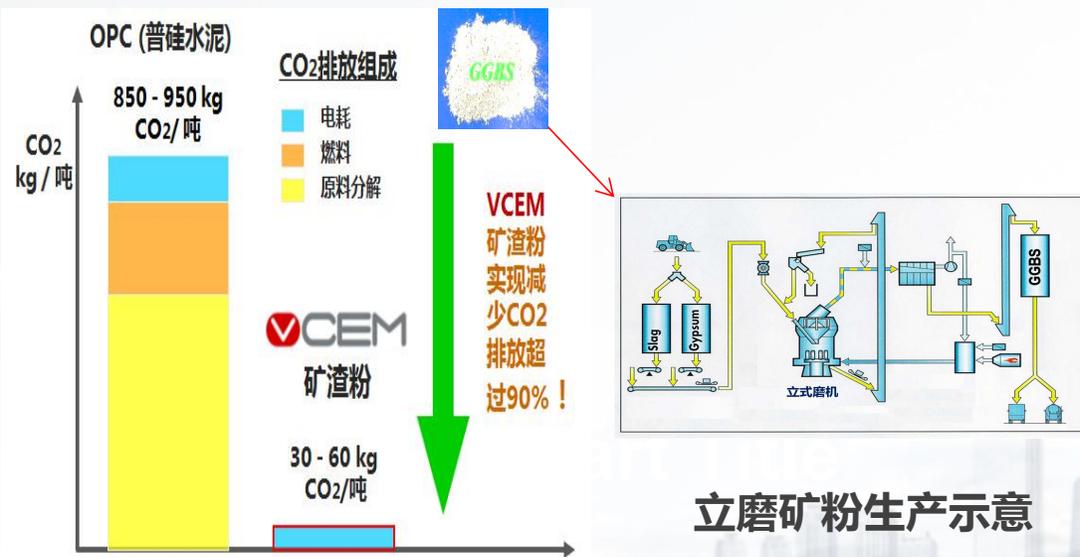
(备注：WBCSD -世界可持续发展工商理事会；IEA -国际能源署)

据水泥专家分析，国内水泥工业的碳减排有三个渠道，分别是：**技术性减排**、**市场化与产业政策结合减排**、**相对减排**。

技术性减排

通过改善工艺、加强生产管理、使用**替代原燃料**、余热发电、**提高熟料质量**以及产品合格率等手段进行碳减排。另外，也通过使用**大掺量的辅助凝胶材料**（如**优质矿渣粉**等）来替代水泥熟料，降低水泥熟料在水泥成品中的比例，生产高性能低碳水泥。——这也是国际水泥企业普遍采用的减排途径。

优质矿渣粉 (GGBS) ——全球公认的绿色低碳建材



案例一：

生态水泥 (Ecocem) 公司，主业是磨细矿渣粉（普通和超细）产品的生产与营销，同时也生产25公斤包装的低碳矿渣水泥。总部位于爱尔兰，公司声称其“**Ecocem**”品牌矿渣粉单位产品二氧化碳排放量低至**12kg/吨**（2017年）。该公司生产的大掺量矿渣**低碳水泥(CEM III/A)**，含有超过50%的矿渣粉（EcocemGGBS）和作为添加剂的超细矿渣粉（**Ecocem Superfine**），其比表面积为700-800 m²/kg)。该水泥被称为“**下一代水泥 (Cement for next generation)**”

生态水泥公司 (Ecocem)

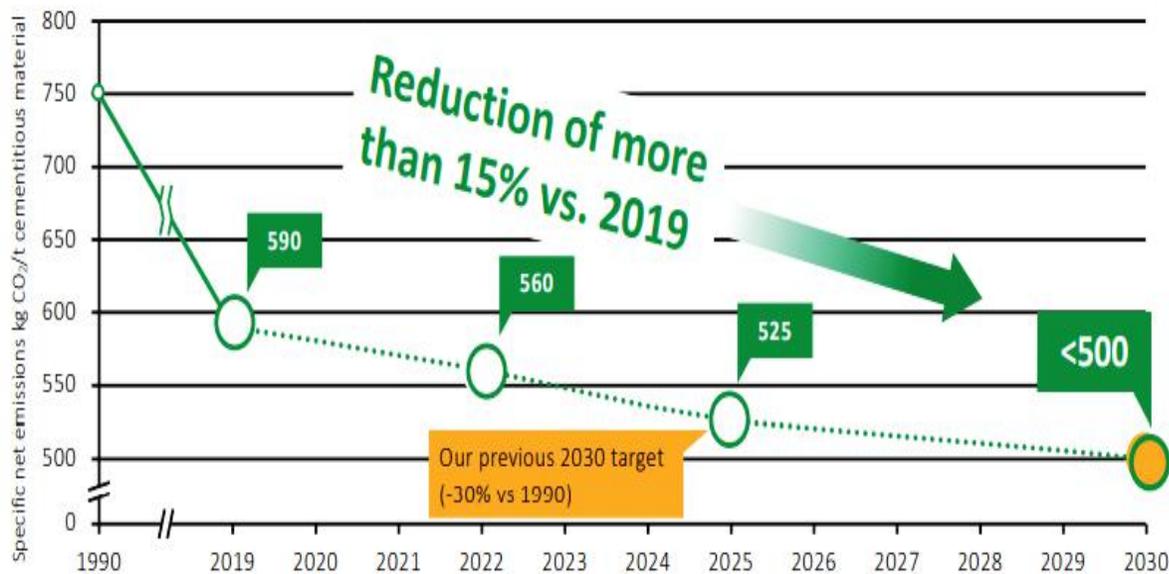


生态水泥公司在法国北部的敦刻尔克工厂 (Dunkirk)
其矿渣粉生产的碳排放创造业内新低 (12kg/吨!)

案例二：

海德堡水泥集团，是世界上最大的建筑材料生产商之一，海德堡水泥在波特兰水泥的基础上，使用特别的辅助性胶凝材料来改善产品的二氧化碳平衡，在生产“**复合水泥**”时作为部分替代了硅酸盐水泥熟料，使公司整个水泥生产的熟料比例降低到74.7%。到2019年，与1990年相比，已将每吨水泥产品的单位**净二氧化碳排放量减少了22%**。多年来，**公司一直致力于开发替代性胶凝材料，这几乎完全消除了公司对传统熟料的需求**。其Hanson子公司以矿渣粉为基材的掺合料也正在英国进行销售。

海德堡水泥集团 (Heidelberg Cement)

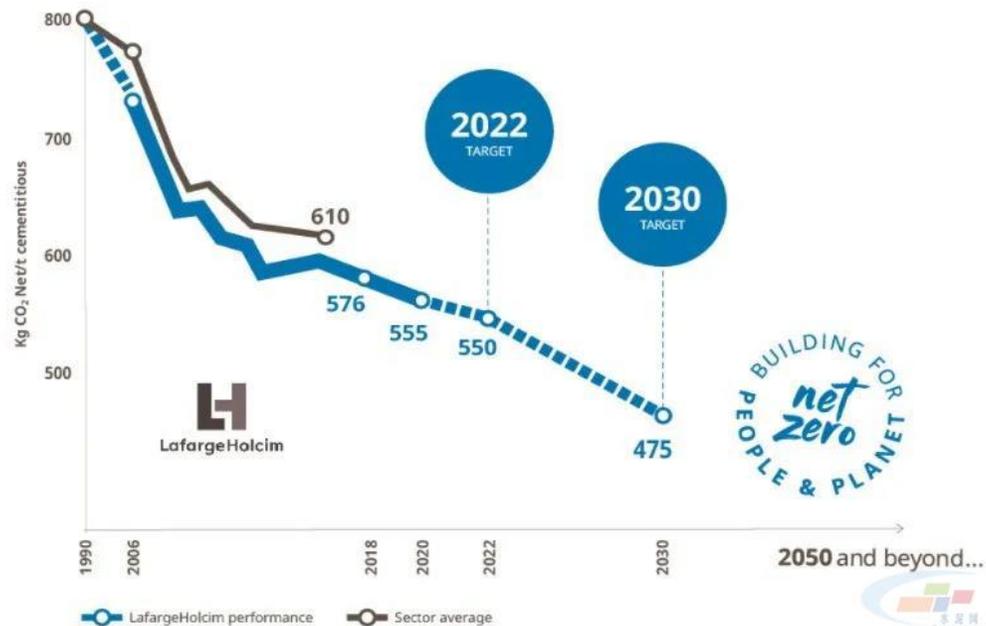


海德堡水泥集团碳足迹规划图

案例三：

拉法基豪瑞水泥公司(LafargeHolcim)，第一家加入联合国“企业雄心助力1.5°C限温目标行动的跨国建材企业，并承诺设定符合科学碳目标倡议的2030年减排计划。该公司通过**开发新型胶凝材料**，将熟料系数降至**68%**，替代燃料用量提高至**37%**。同时，**使用脱碳酸原材料**也是该公司进一步降低二氧化碳排放的关键手段，利用废弃原材料、其他行业副产品替代天然石灰石。2019-2020年，拉法基豪瑞推出了一系列绿色产品及解决方案，如ECOPact混凝土，帮助客户实现减碳目标。**拉法基豪瑞承诺，到2030年为所有区域市场的客户提供低碳产品和解决方案。**

拉法基豪瑞水泥公司 (LafargeHolcim)



拉法基豪瑞水泥公司净零排放路线图

骨料：机制砂与粗骨料粒形、级配

高效管理：
智慧平台、智慧“一公里”



外加剂：复合型与功能型

配合比设计：
降砂率、降水量、降胶材

矿物掺合料：活性与非活性
石粉与超细粉

- 机制砂在当下混凝土中，完全达到控制和强度综合权重的百分之六十以上，混凝土状态百分之八十的因素被机制砂的性能决定。
- 对混凝土强度的影响，机制砂的影响因素完全超过水泥。
- 水胶比，砂率对混凝土性能的影响远远小于机制砂的因素。

混凝土实验原始记录表

03.15										深圳盐田中天元				
标号	回收水	水	水泥	煤灰	矿粉	机制砂	石粉	石子	中天元低标	扩展度	R3	R7	R28	容重
C30	50	100	170	90	75	575	310	960	5% 16.75kg	630/590	16.2	25.5	36	2331
标号	回收水	水	水泥	煤灰	矿粉	机制砂	石粉	石子	中天元低标+KFDN-DT	扩展度	R3	R7	R28	容重
C30	43	90	135	120	80	575	327	960	7.55% 25.3kg	610/650	13.8	24	36.6	2308
标号	回收水	水	水泥	煤灰	矿粉	机制砂	石粉	石子	中天元高标	扩展度	R3	R7	R28	容重
C60		140	350	20	150	500	150	1040	2.30% 12kg	610/630	41.4	52.8	73.2	2391
标号	回收水	水	水泥	煤灰	矿粉	机制砂	石粉	石子	中天元高标+KFDN-DT	扩展度	R3	R7	R28	容重
C60		130	300	70	170	500	140	1040	3.50% 19kg	660/650	39	57.6	76.2	2385

- 良好工艺制造的机制砂，对于混凝土性能的提升效果会往往出乎意料！
- 级配、粒形、含粉量对混凝土的密实性、砂浆的粘结力以及混凝土性能的改善，具有极大的意义！
- 小时产量100吨制砂量，占地面积300m²，进料粒度小于25mm，细度模数2.4-3.2。



降碳减排，水泥先行



降低水泥熟料含量比



水泥熟料替代品



机制砂对混凝土性能的影响超过水泥



物理堆积作用胜过化学粘结作用



降砂率、降胶材、降水量



特别鸣谢：陈恩义博士
李益群院长

感谢指导!

THANKS FOR YOUR ATTENTION