

## 浅析高质效低碳混凝土技术体系建设

马勇<sup>1</sup> 王敏娜<sup>1</sup>

(1. 中国生物多样性保护与绿色发展基金会)

**摘要：**气候变化对人类发展，以及对生物多样性影响巨大，国际、国内为缓解气候变化，对温室气体排放进行了限定。为了完成中国向国际社会作出的2030年前碳达峰、2060年前碳中和的承诺目标，我国对各行业领域进行了温室气体排放的规范。水泥行业作为温室气体排放的重点领域，高质效低碳混凝土一旦进入市场，能够大幅减少温室气体的排放。基于此，中国生物多样性保护与绿色发展基金会标准工作委员会立项编制《高质效绿色低碳混凝土技术规程》，希望更多企业参与编制，共同响应国家“双碳”目标。

**关键词：**高质效，低碳，混凝土技术，标准

马勇，王敏娜. 浅析高质效低碳混凝土技术体系建设. 生物多样性保护与绿色发展. 第1卷，2024年9月，总第67期. ISSN2749-9065

### 一、基本背景

随着高温、极端天气的频发，公众对气候变化所带来的影响感受愈发强烈。国际社会为减缓气候变化对人类及对生物多样性的负面效应，共同发起签署国际条约或协定。由全世界178个缔约方共同签署的《巴黎协定》明确全球平均气温上升需控制在不超过1.5度，并要求到2050年实现净零排放。

为积极响应《巴黎协定》，协同推进全球气候变化应对进程，中国向国际社会作出庄严承诺，即2030年前碳达峰，2060年前碳中和。从中共中央、国务院已发布的通知可以看

出，减碳作为全国性的要求，不仅是一个需要技术解决的问题，已经成为混凝土行业的政治目标。所以不论是在国务院的政策文件，还是在各部委的政策文件中，“双碳”工作都是一项跨部门的协作工程，国家发展改革委、生态环境部、住建部、财政部及其他部委都需参与。

国务院2021年发布的《2030年前碳达峰行动方案》中提出，“推动建材行业碳达峰”要“加强新型胶凝材料、低碳混凝土、木竹建材等低碳建材产品研发应用”，其中明确提到了“低碳混凝土”的提法。2023年，中共中央、国务院印发《质量强国建设纲要》，其中明确提出：“提升建



设工程品质。要强化工程质量保障，提高建设材料质量水平”。混凝土的质量安全关系国计民生，仅对其提出低碳目标并不现实，必须在基本质量需求的基础上，设立低碳目标。

根据国际能源署 2024 年 3 月发布的《2023 年全球碳排放报告》（又称《2023 年二氧化碳排放》），2023 年，全球能源相关的二氧化碳排放较 2022 年增长 1.1%，增加了 4.1 亿吨，达到 374 亿吨的历史新高。2023 年，中国的二氧化碳排放量增加 5.65 亿吨，达到 126 亿吨，增长 4.7%，占全球 33.7%。从数据展示的碳排放情况可以看出，我们的减排工作压力很大。

根据世界水泥协会 2024 年度大会公布的数据，全国规模以上企业累计水泥产量约 20.23 亿吨，连续 38 年位居全球第一。而我国水泥产量占全球产量的 50% 以上，年二氧化碳排放量超 12 亿吨，占比 9.6%，仅次于电力和钢铁行业，水泥产量成为影响碳排放量的重要因素。截止到 2023 年底，中国的水泥企业在境外 21 个国家，投资了 43 个水泥工厂。水泥熟料的产能大概 4400 万吨，目前在建和拟建的还有大概 30 多条生产线。截至 2023 年底，中国企业累计在境

外已投产项目合计熟料产能 5520 万吨，水泥产能 8117 万吨。所以如果用绿色、低碳化的标准去生产、使用水泥，水泥行业的二氧化碳排放量能减少 25%，也就是 1/4，且可以推动绿色低碳化水泥在全球的运用发展，一旦规模化推行，水泥行业的减碳量惊人。

目前，国家对水泥行业的减排实行自愿原则，但可能在很快的时间内，水泥行业的减排就会变成强制性要求。生态环境部于 2023 年 10 月 18 日正式发布了《关于做好 2023—2025 年部分重点行业企业温室气体排放报告与核查工作的通知》，其中的 7 大行业到现在为止还没有进行强制性减排要求。但是，2024 年 4 月，生态环境部就《企业温室气体排放核算与报告指南 水泥熟料生产》以及《企业温室气体排放核查技术指南 水泥熟料生产》两份文件公开征求包括国家发展改革委在内的十七家单位的意见，这可能是涉及水泥行业碳减排未来硬性要求的一个信号。

## 二、标准编制应用情况

中国生物多样性保护与绿色发展基金会（简称中国绿发会、绿会）聚焦“保护和发展”，特别强调生物



多样性保护以及减缓气候变化等方面的工作成效和行动实践。中国绿发会通过标准制定为全行业在研发生产过程中，结合生物多样性保护与绿色发展要素，提供技术服务。因此，中国绿发会制定了许多企业绿色发展与生物多样性保护工作相结合的标准，包括《企业碳评价标准》、《绿色企业标准》、《绿色会议标准》等，并在标准实施中，取得了良好的成效。

在标准编制过程中，中国绿发会等参编单位希望得到更多企业的重视和参与，并鼓励企业作为参编单位介入到标准制定中，为提升企业标准化生产水平提供支撑。标准的应用效果可参照中国绿发会已经发布实施的《绿色企业评价标准》，该标准实施后，部分央企将其内容作为招标要求的硬性条件。例如，有企业因为投标央企发布的招标项目，发现其招标条件要求投标企业必须是绿色企业的情形。基于此，制订《高质效绿色低碳混凝土技术规程》标准后，也会向大型央企或对混凝土有强大需求的企业推荐此标准，以推动将该标准设为招标条件，以标准作为投标技术门槛。

根据《标准化法》第二十条，国家支持在重要行业、战略性新兴产业、

关键共性技术等领域利用自主创新技术制定团体标准、企业标准。以此为前提，中国绿发会立项《高质效绿色低碳混凝土技术规程》标准，用以推进混凝土在高质效绿色低碳技术领域的工作。在标准发布实施后，中国绿发会会以第三方评价机构名义对企业混凝土高质效绿色低碳进行评价，参编企业可申请企业标准“领跑者”，通过后可以在其产品上使用特定的“领跑者”标识，对本企业招投标、出口、“一带一路”建设等方面都会带来利好。

### 三、主要技术路线

《高质效绿色低碳混凝土技术规程》标准从环保的角度，设计了产品的全生命周期：原材料的源头生态设计，施工、运营维护及拆除的低碳化，末端混凝土材料再生回收，形成了一个生产——回收体系。这个标准不是传统的混凝土标准，而是具有变革性的技术标准。“变革”就意味着如果不改变就会被淘汰，会退出市场。因此，《高质效绿色低碳混凝土技术规程》欢迎更多企业参与标准编制，提前占领阵地，提前顺应国际、国内的潮流。



标准提出“高性能+耐久+低碳”的创新技术，要求在高性能，特别是耐久性基本指标满足的情况下，突出混凝土的低碳化发展。对混凝土耐久性和减碳策略的研究发现，如果钢筋混凝土服役寿命延长一倍，全国碳排放的比重将降低 15.9%，其中混凝土占比 11.3%、钢筋占比 4.6%。

混凝土技术主要通过：混凝土高性能化，即通过提高混凝土的力学性能，减小结构断面、减轻构筑物自重，从而减少结构中水泥混凝土的用量，降低碳排放；混凝土的超高强韧化，即提升钢筋与混凝土协同变形能力，显著增强混凝土结构抗拉和韧性；废弃物替代，即通过大量采用高炉矿渣、粉煤灰、钢渣等工业固废作为混合材料，降低水泥中熟料的用量，每降低 1%熟料，可减排 8.5kg 的 CO<sub>2</sub>；混凝土制品低能耗制备等四种技术方法实现混凝土产品的“高性能+耐久+低碳”。

#### 四、实现混凝土低碳化的技术途径

实现混凝土低碳化的技术途径主要包括：

1. 最大限度协同处置其他行业的废弃物，减少水泥生产中的化石原料消耗；

2. 利用再生能源，减少和消除间接能源排放；

3. 减少水泥中的熟料及混凝土中水泥的用量，提高建筑物中混凝土的使用效率；

4. 充分利用再生混凝土骨料；

5. 大规模部署碳捕集技术来减少工艺流程的碳排放。

#### 五、相关建议

对混凝土实现高质效，并最终达到绿色低碳水平，主要有以下五点建议：

1. 创新研制高质效绿色低碳混凝土标准，摒弃现有不利于低碳混凝土的标准规范，并争取成为“领跑者”标准体系，参与竞标和拓展国内国际项目。

2. 依托新标准，研发更为科学合理的混凝土配比设计方法，推进混凝土设计从经验粗放式向智能精准化转变，以提升混凝土颗粒堆积的密实度，减少水泥用量，提高混凝土质量。按照《国家标准管理办法》第十六条，对具有先进性、引领性，实施效果良好，需要在全国范围推广实施的团体标准，可以按程序制定为国家



标准。”因此，这些标准后期可申请转为国家标准。

3. 将替代原材料、再生混凝土纳入“低碳混凝土”体系，在混凝土材料生产碳排放计算和评价方法中予以明确，以鼓励和推进相关碳减排技术的应用。

4. 推进低碳混凝土变革性技术研发工作，开发绿色低碳先进水泥生产技术、混凝土可循环设计与制备技术、新型复合结构混凝土技术等，实现节约资源和减少碳排放的目的。

5. 加快推进水泥行业纳入全国碳排放注册登记和交易系统，以创造更好的工作条件，有利于增强碳汇，引导资金、技术和人才等资源要素流向绿色低碳发展领域，助推建材建筑行业碳减排。

#### 参考资料：

[1] 《巴黎协定》。网址：  
<https://www.un.org/zh/climatechange/paris-agreement>[引用日期  
2024-09-05]

[2] 《2030年前碳达峰行动方案》。（2021）。  
网址：  
<https://www.gov.cn/gongbao/content/>

[2021/content\\_5649731.htm](https://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content_5649731.htm)[引用日期  
2024-09-05]

[3] 《质量强国建设纲要》。（2023）。网  
址：  
[https://www.gov.cn/gongbao/content/  
2023/content\\_5742204.htm](https://www.gov.cn/gongbao/content/2023/content_5742204.htm)[引用日期  
2024-09-05]

[4] 《国际能源署：清洁能源增长遏制去  
年全球碳排放量升幅》。（2024）。网址：  
[http://www.nea.gov.cn/2024-03/08/c\\_1310766944.htm](http://www.nea.gov.cn/2024-03/08/c_1310766944.htm)[引用日期 2024-09-05]

[5] 我国水泥产量连续38年位居全球第  
一 水泥企业正加快“出海”。（2024）。  
网址：  
[https://baijiahao.baidu.com/s?id=17  
99435110012449262](https://baijiahao.baidu.com/s?id=1799435110012449262)[引用日期  
2024-09-05]

[6] 《关于做好2023—2025年部分重点行  
业企业温室气体排放报告与核查工作的  
通知》。（2023）。网址：  
[https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxg  
k/xxgk06/202310/t20231018\\_1043427.h  
tml](https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk06/202310/t20231018_1043427.htm)[引用日期 2024-09-05]

[7] 关于公开征求《企业温室气体排放核  
算与报告指南 水泥熟料生产》《企业温  
室气体排放核查技术指南 水泥熟料生产》  
意见的通知。（2024）。网址：  
<https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk>



[k/xxgk06/202404/t20240403\\_1069931.htm](https://www.sac.gov.cn/ztx/xgk/202406/202404/t20240403_1069931.htm)  
tml[引用日期 2024-09-05]

[8]《中华人民共和国标准化法》。(2017).  
网址:

[https://www.sac.gov.cn/ztx/xgk/202406/202404/t20240403\\_1069931.htm](https://www.sac.gov.cn/ztx/xgk/202406/202404/t20240403_1069931.htm)  
sbb/dt/art/2017/art\_d28583f8e87041a  
1a4ebf198e4ceda9b.html[引用日期

2024-09-05]

[9]院士论坛 | 混凝土低碳化的技术路  
径。(2022). 网址:

[https://m.thepaper.cn/baijiahao\\_194  
61963](https://m.thepaper.cn/baijiahao_19461963)[引用日期 2024-09-05]

[10]全国政协委员、武汉理工大学材料学  
科首席教授胡曙光——混凝土碳减排技  
术路径。(2022). 网址:

[https://m.thepaper.cn/baijiahao\\_172  
44052](https://m.thepaper.cn/baijiahao_17244052)[引用日期 2024-09-05]

