

路线图概述文件

目录

- 03 我们的混凝土未来
- 04 我们的承诺和路径
- 05 关于我们、会员和附属机构
- 06世界各地的水泥和混凝土
- 08 混凝土的可持续性
- 09 我们实现净零排放的道路
- 10 实现净零未来的行动
- 11 1990-2020: 初步进展
- 13 2020-2030: 实现目标的十年
- 16 2030-2050: 全面部署技术以实现净零的目标
- 18 公共政策的作用



我们的混凝土未来

我们的"混凝土未来"的积极愿景就是水泥和混凝土行业如何在建设可持续发展的未来中发挥重要作用。在过去的100年里,混凝土彻底改变了全球的建筑环境。混凝土是塑造现代世界的重要材料。我们肩负着面对子孙后代的重要挑战,解决社区的发展的可持续性和繁荣的需求,包括关键基础设施、住房、清洁水和打造能够应对气候变化弹性社区,以及支持向低碳能源混凝土过渡,我们正在努力打造一个更美好的世界。





"我们的混凝土未来"强调了我们作为全球核心行业的承诺,展望了 我们如何能够做出的贡献以实现一个净零排放的世界以及已经在进 行的全面脱碳工作。

今天,我们的成员公司已经参与到循环经济的革命中,触及我们产品生产周期的每一个部分--从水泥的制造,我们正在使用的清洁能源,到更有效地使用、再利用和回收混凝土。





我们可以通过已有的技术实现混凝土净零未来,但我们并没有止步于此,而是正在努力在混凝土制造周期的每个阶段进行创新。每家公司都在走令人兴奋的技术道路,但我们希望能通过合作的力量使这个旅程更加顺畅。我们为协会的Innovandi平台下的两个世界级的全球创新计划感到自豪。

建设混凝土未来需要我们所有成员公司的集体行动,但仅靠我们仍不足够。还需要更多人的投入、支持和行动。我们呼吁政策制定者、政府、投资者、研究人员、发明家、客户、终端用户和金融机构,都参与进来。我们会在此概述集体的力量,将如何引导我们为关键建筑材料和世界实现净零排放的未来。



我们对建立一个净零排放世界的 承诺和途径

"GCCA 2050年水泥和混凝土行业净零混凝土路线图"是全球领先的水泥和混凝土公司为建设可持续发展的明日世界做出充分贡献的集体承诺。

我们的路线图提出了一个净零路径,以帮助将全球变暖限制在1.5℃.本行业致力于到2050年生产净零排放的混凝土,并承诺立即采取行动。

在过去的三十年里,业界已经取得了进展,水泥生产中的CO2排放量按比例⁰¹ 已经减少了20%。**该路线图突出了加速进行的脱碳措施**,目标仅在十年内就实现同样程度的减排。它概述了到2030年与混凝土相关的CO2排放量比现在(2020年)减少25%的比例⁰¹ ,将作为到本世纪中叶实现全面脱碳的一个关键里程碑。与一切照旧的情况相比,这个路线图从现在到2030年的行动将防止近50亿吨的CO2 排放进入大气。

我们的路线图为我们行业甚至世界展现了一个决定性的时刻,表明我们能够做到,为世界上最常用的人造材料制定了一条可实现的净零排放途径。GCCA成员承诺会实现路线图的目标,并根据各自在水泥和混凝土价值链中的地位作出相应的贡献。

该路线图列出了整个生产周期从头到尾实现净零排放所需要的每个杠杆和里程碑。它还强调了行业已经采取的行动和在未来数月和数年将要采取的行动,以及那些需要使用混凝土来建筑的设计师、承包商、开发商和客户,还有政策制定者能够做出的重要贡献。

我们将在正确的政策支持下得以影响对低碳产品的需求(经济可行性),促进行业转型和充分利用循环(经济)机会,以及支持创新和关键基础设施的发展和实施。

该路线图概述了我们的共同举措和指导我们为社会关键建筑材料和世界实现净零排放的的"混凝土未来"。



净零在本文件中涉及整个行业及其产品的整个生产周期内,将CO2排放量减少到零。我们将碳排放减少到零的行动包括在我们的行业工厂实行碳捕获。植树或其它自然类解决方案的抵消措施,不包括在达到净零排放的计算中。在一些国家和地区,这些抵消措施被视为帮助气候变化减缓的重要因素,但在全球范围内,这些没有被接受为实现净零排放的方案。

碳中和 在GCCA 2020气候目标声明中 出现,其意义与上文定义的净零相同。

混凝土 是指所有以水泥为基础的产品,包括砂浆、灰泥、水泥基灰浆和预制水泥基产品,如:砌筑块材和覆层产品。

01/与每单位产品有 关的比例

我们的成员几乎遍布在世界每个国家

关于全球水泥与混凝土协会

GCCA是为全世界水泥和混凝土行业发声的值得信赖的权威平台。我们的成员是全球各地制造波特兰水泥熟料和其它天然水泥基熟料的生产商。

GCCA成员占全球除中国以外水泥行业产量的80%,也包括几个大型的中国生产商。

我们的愿景

我们的愿景看到混凝土支持下的一个经济、社会和环境可持续 发展的世界;并且,混凝土被视为实现建筑环境的可持续未来的 一种重要材料。

我们的使命

我们的使命是使混凝土成为世界所需要,能够建设和维持不断增长并可持续发展的现代坚韧社区的建筑材料。

我们的成员

- Asia Cement Corporation
- Breedon Group
- Buzzi Unicem S.p.A.
- · Cementir Holding S.p.A.
- Cementos Argos S.A.
- Cementos Moctezuma
- Cementos Molins S.A.Cementos Progreso
- Cementos Pacasmayo S.A.A
- CEMEX
- China National Building Materials
- CIMSA CIMENTO
- CRH Group Services Ltd
- Dangote Group
- Dalmia Cement
- Grupo Cementos de Chihuahua S.A.B
- HeidelbergCement
- Holcim Group
- JK Cement Ltd

- JSW Cement
- Nesher Israel Cement Enterprises Ltd.
- Medcem Madencilik
- Orient Cement Ltd
- Schwenk Zement KG
- SECIL
- Shree Cement Ltd
- Siam Cement Group (SCG)
- Siam City Cement Ltd
- Taiheiyo Cement
- Taiwan Cement Corporation
- Titan Cement Group
- Ultratech Cement Ltd
- Unión Andina de Cementos S.A.A (UNACEM)
- Vassiliko Cement Works Public Company Ltd
- Vicat S.A.
- Votorantim Cimentos
- West China Cement
- YTL Cement Bhd

我们的附属机构

- Asociación de Productores de Cemento (ASOCEM)
 秘色
- Associção Brasiliera de Cimento Portland (ABC/ SNIP) - 巴西
- Betonhuis 荷兰
- Federation of the European Precast Concrete industry (BIBM)
- Cámara Nacional del Cemento (CANACEM) 墨西哥
- European Cement Association (CEMBUREAU)
- Cement Concrete & Aggregates (CCA) 澳大利亚
- Cement Association of Canada (CAC)
- Cement Industry Federation (CIF) 澳大利亚
- Cement Manufacturers Association (CMA) 印度
- Cement Manufacturers Ireland (CMI/IBEC)
- Concrete NZ 新西兰

- European Ready Mixed Concrete Association (FRMCO)
- European Federation Concrete Admixtures (EFCA)
- Federacion Interamericana del Cemento (FICEM)
 哥伦比亚
- Federacion Iberoamericana del Hormigon Premezclado (FIHP)- 哥伦比亚
- Japan Cement Association (JCA)
- Korea Cement Association (KCA)
- Mineral Products Association (MPA) 英国
- National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA) 美国
- Portland Cement Association (PCA) 美国
- The Spanish Cement Association (Oficemen) 西班
- Association of German Cement Manufacturers (VDZ)
 德国

世界各地的水泥和混凝土

在过去的100年里,混凝土彻底改变了全球的建筑环境。 在世界各地,混凝土结构正为不断增长的人口提供住 房,使陆上、海上和空中的运输成为可能,并为工业和能 源生产提供安全场所。

在2020年

140亿m3

2020年全球混凝土的份量

40%

用于住宅市场的混凝土总产量的百 分比

42亿吨

2020年全球水泥产量

\$4400₁Z

2020年全球水泥和混凝土制品的市 场价值

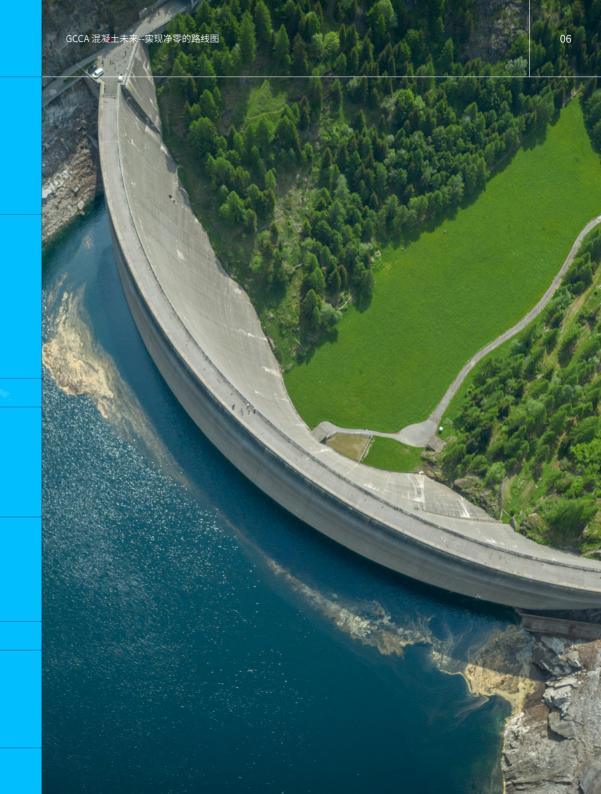
到2050年

98亿

2050年的预计世界人口

68%

生活在城市的人口比例



巴拿马运河

通过缩短航运路线,运河已 经避免了令人难以置信的 6.5亿吨CO2排放。⁰¹



欧洲的海上风力发电

海上风电将在欧洲的新能 源组合中发挥关键作用。混 凝土地基有助于将日益变 大的风力涡轮机固定在海 床上。



扩张中城市的住房

每年,中国会建造约1500万 套新住宅,这是美国和欧洲 总量的五倍以上。02



耐用的混凝土

建于1935年的胡佛大坝仍 然保护着下游社区,生产绿 色能源并提供储水和灌溉。



印度的可持续材料

混凝土成为传统制造砖块 的一个耐用和可持续的替 代品,保护着表土层,并减 少当地的空气污染。



南非实现住房正规化

倡议为南非各地非正规定 居点的居民提供耐用、安 全、低成本的住房。03



科威特海防

混凝土结构可以保护海岸 线免受海浪的侵蚀和影响。



悉尼歌剧院

标志性的悉尼歌剧院是展 现混凝土在设计和工程方 面成就的一个极佳案例。



- https://oceanconference.un.org/commitments/?id=16622 https://www.economist.com/finance-and-economics/2021/01/25/can-chinas-long-property-boom-hold https://www.dezeen.com/2017/12/28/empower-shack-urban-think-tank-low-cost-housing-khayelitsha-south-africa/

混凝土的可持续性

只是混凝土极其出色的性能优势中的一 小部分(在这里了解更多信息)。 混凝土不仅是世界上使用最多的建筑材料,而且是继水之后世界上使用最多的一种普通材料--出于种原因。它资源丰富、价格低廉、可当地采取,并拥有数不清的用途。

混凝土的显著特性使其成为限制气候变化范围和应对气候变化影响的 重要元素--使得世界各地得以发展可持续和坚韧的建筑和社区。



可利用性

混凝土作为一种丰富的、地方化的和高成本效益的建筑材料,意味着不管是发达国家还是发展中国家的经济都可以受益于其耐久、灵活、坚韧的可持续性。



拆卸式设计

某些混凝土建筑的设计和建造可以被方便地拆卸成不同部分,并 在其它建筑项目中重新使用这些 组成部分,以减少原材料的使用 和降低浪费。



耐火性

混凝土的抗火性提高了火灾事件中居住者、消防员和邻居的安全,并将损失降到最低,因此建筑物可以迅速恢复使用,提高社区的复原力。



成品表面

混凝土作为成品表面(如天花板、墙壁或地板)降低了施工中的材料用量和未来的维护需求。而且,它一点儿也不沉闷:混凝土可以有大量的颜色和纹理!



碳吸收

混凝土在其使用寿命中重新吸收了大量的CO2,这一过程被称为碳吸收或再碳化。



抗灾能力

面对灾难时,混凝土比其它建筑 材料更能保持屹立不倒,因此减 少重建的需要,使社区能够更快 地恢复。



使用热质量的被动冷却

由于其吸收和储存热量的能力, 混凝土可以用来被动地加热或冷 却建筑物,减少供暖或空调所消 耗的能量,以及减少过热的风险。



多样性

混凝土是一种用途极其广泛的材料, 允许结构设计师在巨大的范围内以最可持续的方式满足和优化混凝土的应用要求。



循环经济

行业在混凝土生产中使用回收/ 二次骨料和水泥工业副产品,并 在水泥旋窑中使用替代燃料/原 材料。混凝土建筑经久耐用,可以 重新使用或改造并再利用。



耐用性

混凝土建筑的寿命更长,需要的 维护也更少。它们能更好地经受 住灾害的考验,并能在其生命周 期内多次重复使用,这意味着减 少了拆除和重建。



强度

社会期望建筑环境--建筑物、桥梁和其它基础设施--是耐用且安全的--安全是第一要务。混凝土以其强度、耐久性、韧性和安全性的属性而闻名,比如,混凝土不会燃烧。



广泛的应用

种类繁多的混凝土浇筑技术使得 混凝土的应用范围非常广泛,使 设计师和承包商能够选择最佳技 术来有效地完成项目。

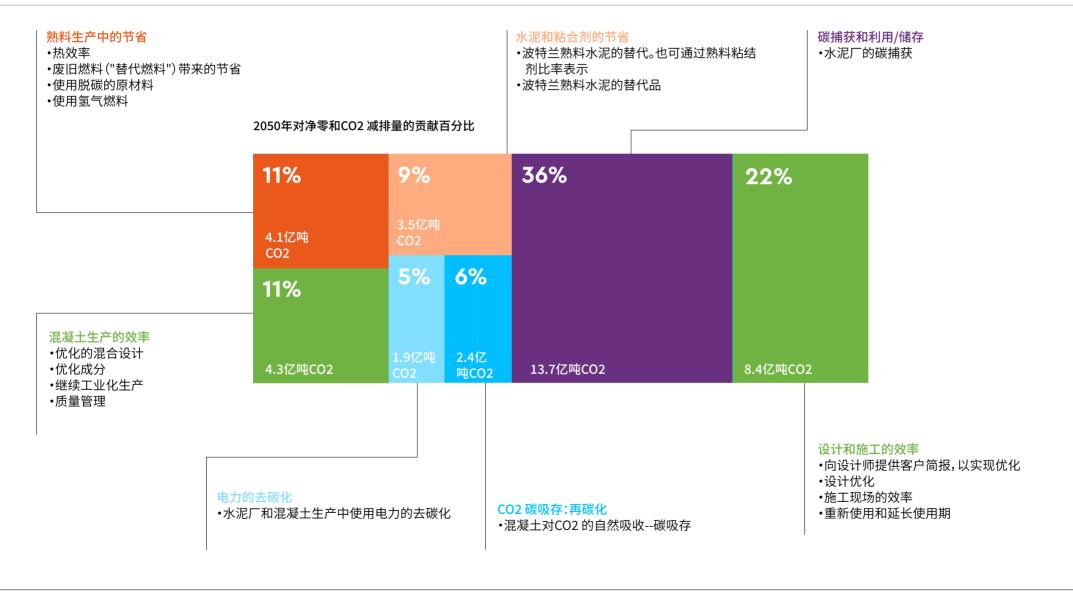
CO2 排放 初步进展 十年实现 完成净零过渡 我们实现净零排放的道路--过去、 现在和未来的行 劫 我们 可以 实现我们的净零目标

1990年至2020年 初步进展

实现目标的十年

全面部署技术以实现净零的目标

实现净零未来的行动

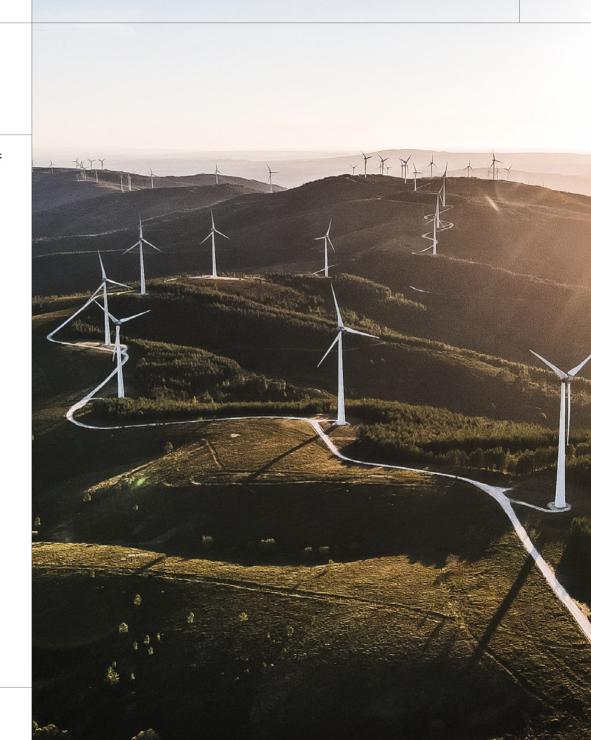




1990年至2020年 - 初始进展

水泥行业是第一个在全球范围内监测和公开报告其CO2 排放量的行业。在过去的20年里,我们一直在这样做,而且今天仍然保持这样的透明度。在过去三十年中,我们的行业已经按比例减少了约五分之一的排放量,主要是通过熟料替代和燃料方面的措施。这些减少代表了全世界生产者的努力。

混凝土生产在过去三十年中也得到了发展。在搅拌设备、控制和质量系统以及新的掺合料方面的投资发展,使混凝土制造商能够更有效地生产混凝土。在一些新兴经济体中,也出现了从使用袋装水泥在小型项目现场生产混凝土到利用工厂生产预拌或预制混凝土的稳定转变。在发达经济体中,目前正在引入数字化生产。所有这些进步的益处中还包括减少同等性能混凝土的CO2排放。





2020年至2030年--实现目标的十年

在这个关键的十年里,我们将通过以下行动和倡议加速CO2的排放减少。

- •增加熟料的替代品 包括粉煤灰、煅烧粘土、高炉渣 (ggbs) 粉和石灰石粉。
- •减少化石燃料和增加使用替代燃料
- •提高混凝土生产的效率
- •提高混凝土项目的设计和在施工过程中使用混凝土,包括回收利用的效率
- •对技术和创新的投资
- •CCUS技术和基础设施的发展

此外,我们将努力合作建立一个政策框架,以实现净零混凝土的生产。

2030年CO2减排里程碑:

(与2020年基线相比)

混凝土

25%

到2030年生产每立方米混 凝土的CO2减排量 水泥

20%

到2030年,生产每吨水泥的CO2 减排量

2020年至2030年--实现目标的十年

我们需要在这个重要的十年里制定出一个全面的政策框架,以实现净零混凝土这个共同目标。

在这重要的十年中,我们将加速减排。在熟料替代方面--增加使用粉煤灰和高炉矿渣粉 (ggbs) 在这十年中仍将发挥重要作用;石灰石粉、回收的混凝土细粉和煅烧粘土和其它有前途的新材料的引进也将发挥越来越大的作用。

进一步减排将意味着在供应链和生产链的每个环节限制化石燃料的使用,以及将生活废物重新循环利用为更智能、更环保的替代品。我们正在这个重要的能源转型方面取得行业范围内的重大进展。

此外,至关重要的是,在这十年中,我们能够开发急需的突破性技术,以便在其结束时为商业规模部署做好准备。现在就要投资将在未来几年内投入使用的技术和创新。

我们的成员正在对波特兰熟料水泥的替代品进行投资和研究。虽然 这些可能有助于减少 CO2排放,但由于缺乏足够规模的原材料,它们 的作用可能有限。

碳捕获的利用和储存(CCUS)是我们路线图的一个重要组成部分。随着北美、中国、印度和欧洲的实际项目和通告的步伐加快,CCUS试点已经呈现出强劲的发展势头。这项技术是可行的,所以我们需要与政策制定者和投资界等利益相关者合作,在这段时间内帮助开发、消除风险并部署技术和基础设施,以帮助这个行业在全球范围内的转变。

虽然绝非简单,但在混凝土生产和设计及施工阶段也有相对容易的胜利。事实上,并不是所有的改变都需要投资,有些甚至可以降低成本--通过改进设计流程,再加工和回收材料的使用,重新使用元素来减少原材料的数量,以及延长整个工程的使用寿命。设计效率和利用混凝土的优点和多功能性可以减少材料的使用。这意味着不仅要把混凝土和水泥看作是需要生产的产品,而且是循环经济中的重要组成部分。

我们需要在这个重要的十年里制定出一个全面的政策框架,以实现 净零混凝土这个共同目标。这将需要行业、政策制定者和政府的共 同努力。

2030年的里程碑——碳捕获的进展

工业规模的碳捕获技术应用在

10 个工厂

为实现净零混凝土做出贡献

2030-2050

全面部署技术以实现净零的目标

2030年至2050年 - 全面部署技术以实现零排放

在水泥制造过程中 全面部署碳捕获技 术可以完全消除其 生产排放,并有可 能在未来为我们的 世界提供负排碳混 凝土。

在这一时期,我们将继续在前十年的基础上取得进展。

熟料替代将继续进行。虽然认识到粉煤灰和高炉矿渣粉的供应可能会下降,但石灰石粉和煅烧粘土的供应将增加,并被作为一个关键原料而使用。

即使到2030年代,仍有进一步使用替代燃料的空间,以降低CO2排放量。

尽管很有限,波特兰熟料水泥的替代品也可能在脱碳方面发挥作用,可能只占市场的5%左右。

归根结底,我们的生产排放意味着,尽管我们将尽力来减少碳排放,但CO2仍需要被捕获,如果可能的话,将被重新使用或储存。我们将立志在2030年之前建立起相应能力和商业运作,并且随着基础设施的发展,我们将开始大规模部署CCUS,以确保能够在2050年实现净零排放。

在水泥生产过程中全面部署碳捕获技术可以完全消除其生产排放。 这与生物燃料和再碳化相结合,有可能在未来使我们得以提供负排 碳的混凝土。

此外,通过我们的Innovandi计划,我们的成员在创新方面的投资、合作和重点工作,也可以开创新的技术来完成我们去碳化的使命。例如,绿色/清洁氢气和窑炉电气化预计将从2040年起将发挥作用。



释放净零的未来 - 公共政策 的作用

公共政策将在行业界和更广泛的价值链中发挥核心作用,以实现水泥和混凝土的整个生产周期中实现脱碳。需要制定一个全面的政策框架。这将需要工业界、政策制定者和政府的共同努力,为了:

- •使低碳水泥生产具有可投资性
- •刺激对低碳混凝土产品的需求
- •创建循环和净零制造环境所需的基础设施。

这里列出了一些为实现上述结果和支持向净零排放混凝土过渡的具体政策。

- •使用适当的碳定价机制,为碳成本创造一个公平的竞争环境, 并通过适当的碳定价机制来避免碳泄漏。
- •通过优先使用和改善废物和副产品作为替代燃料和材料,禁止填埋垃圾,促进垃圾的收集、分类、预处理、回收、再循环和协同处理,来释放水泥和混凝土价值链循环经济的全部潜力。
- •通过改变标准和公共采购政策,加快采用低碳水泥和利用新的 化学和成分水泥的混凝土产品。

- •通过公共资金和风险分担投资机制支持研发和创新。为创建气候创新中心提供激励措施,促进所有利益攸关方群体的参与。
- 支持碳捕获的利用和储存,通过相对应的碳核算来公平对待所有碳捕获技术,并支持运输和储存基础设施的供应和使用。
- 提升可再生能源的供应、分配、可用性和可负担性。
- 在国家温室气体计算和生命周期分析中认识到混凝土在其整个生命周期和周期结束时(再碳化)的自然吸收CO2作为一个永久性的CO2碳吸存,并促进获取混凝土的拆除废物,使该行业能够最大限度地吸收CO2(再碳化)。
- 为建筑的能源性能制定严格的标准,这些标准要足够高且完整以体现出热质量等特性的好处。
- 在建筑法规和标准以及公共采购中采用材料/技术中立性和 CO2 生命周期性能,以优化可持续的结果。
- •解决(非监管)系统性障碍,使混凝土设计和施工得到优化,并在采购、设计和施工阶段将CO2性能与其它目标放在一起优先考虑。

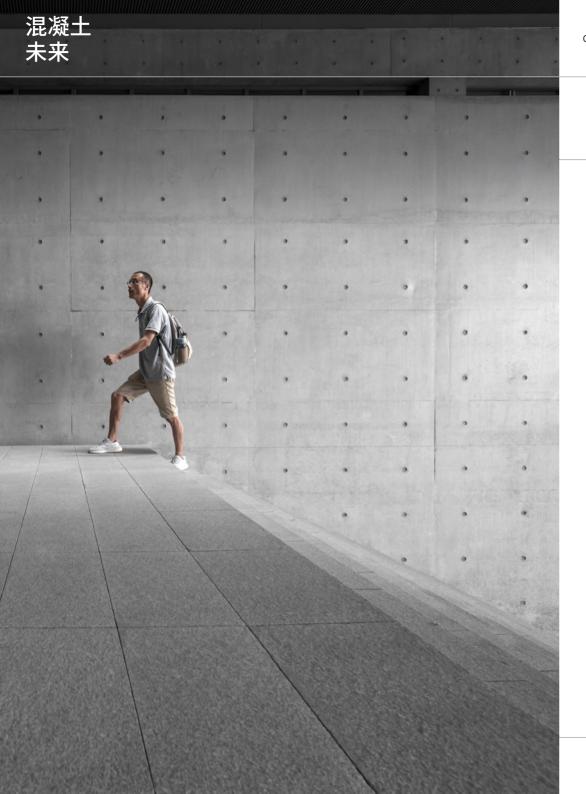
路线图为什么很重要

我们相信,无论是对行业、建筑环境还是世界而言,GCCA 2050 年碳中和混凝土路线图的发布都是一个重要时刻。它提出了一种碳中和途径,致力于将全球变暖幅度限制在 1.5° C 以内。

路线图为混凝土以及行业制定了一条整体路线,体现了我们为彻底脱碳以及为开创碳中和世界所做出的全面贡献。

这一旅程不仅复杂,而且极具挑战性,但我们仍将全情投入。我们将在行业内部并携手其他行业共同实现这一目标,并为世界释放出碳中和混凝土的惊人潜力。





路线图对 GCCA 成员意味着什么

GCCA 及其成员公司承诺执行水泥和混凝土路线图,到 2050 年实现 碳中和。

要点包括:

- 实现路线图离不开正确的政策以及建筑环境利益攸关方和政府的 支持
- 公司、地区和国家的实际途径各不相同
- 成员将根据各自在价值链中的位置来做出相应的贡献。

成员公司同意:

- 倡导路线图中为实现碳中和混凝土而制定的政策
- 根据各自在水泥和混凝土价值链中的位置,为碳中和混凝土做出相应的贡献
- •根据您在水泥和混凝土价值链中的位置以及迄今为止的脱碳进展请,为2030年的一系列里程碑和目标作出贡献
- •报告进展情况。

监控进展

GCCA 意识到有必要对进展情况进行监控,并向所有利益攸关方明确传达具体表现。

我们的可持续发展指导方针为行业和利益攸关方提供了一种记录手段,从而根据 GCCA 可持续发展宪章来改善全球水泥和混凝土行业的可持续发展表现。

这七大指导方针包括简单、可靠且具有代表性的关键绩效指标,正式成员公司必须依照这些指标来监控并报告其在关键活动中的可持续发展绩效(非正式成员是指那些与GCCA有着共同的使命但暂不符合正式成员要求的公司)。

GCCA 当前关于 CO2 监控的指导方针尚未包括混凝土中的 CO2 的问题,但相关内容正在制定之中。此外,GCCA 还希望建立相关机制,以便监控所有路线图手段和里程碑的进展情况。



GCCA 混凝土未来--实现净零的路线图

携手合作

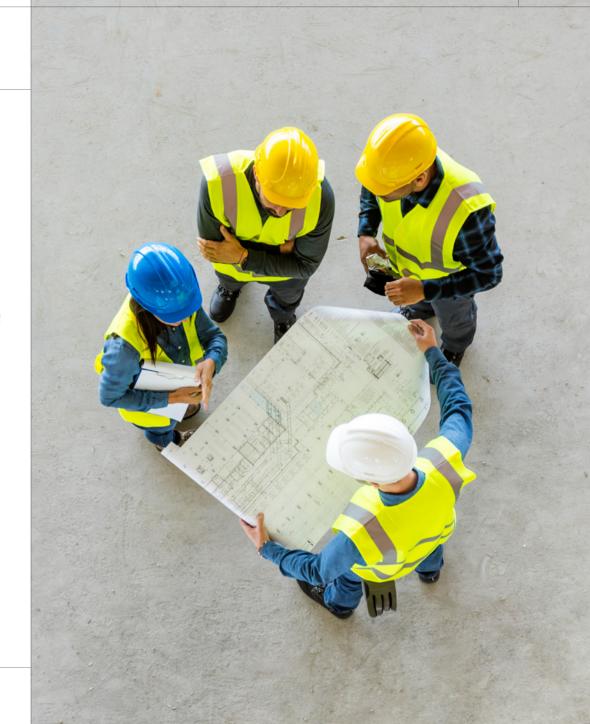
水泥和混凝土产业长久以来一直致力于改善其环境足迹。GCCA为加速行业的调整和行动提供一个平台,以把握实现碳中和混凝土的机会。应对阻碍前进的挑战是我们面临的关键任务。

混凝土对我们今天生活的世界至关重要,也将在未来的可持续发展世界中发挥关键性作用。因此,GCCA 及其成员企业深知责任重大,必须在已有成绩之上继续深化并加速发展。

尽管我们已经制定出在 2050 年之前向社会提供碳中和混凝土的愿景和理想,但我们认识到自己并非无所不知,也不可踽踽独行。这项工作意义重大,需要制定正确的政策和措施。在整个建筑价值链中,需要大量的工作和投入,以促进新产品、新工艺和新技术的创新。

为实现雄心壮志,我们必须与一系列利益攸关方携手合作,支持我们的想法,挑战自我并为行业制定雄心勃勃但切实可行的路线图,以满足全球的期望,并推动适当应对措施,采取气候行动。

我们呼吁政策制定者、政府、投资者、研究者、创新人士、客户、终端用户和金融机构与我们一同踏上这一关键之旅,共同保障以适当的资源、工具和政策,实现我们为世界带来碳中和混凝土的雄心壮志。





路线图的目的和范围

01/水泥和混凝土行业的 排放主要属于范围 1 和范 围 2。路线图的预测内容 不包括范围 3 的排放。

范围 3 的主要 CO2 排放涉及到运输, 根据估计, 这占到了典型混凝土相关的总目前还在开展进一步的工作, 以便更好地了解改些信息。行业在低碳和零碳运输的采购方面发挥作用, 并现运输行业的全面脱碳,并现使自身行业的全面脱碳,排放使合我们的碳中和承诺。

GCCA的 2050年碳中和混凝土路线图建立在GCCA开创性的气候雄心之上,并与将全球变暖幅度控制在1.5°C以内的全球气候目标相一致。它描述了行业如何在多方支持下完成正在进行中的转型,并在2050年之前全面实现零碳混凝土。01

路线图概述了实现这一关键目标所需的一系列相互关联的要求,包括:行业自身的承诺与义务;更广泛的建筑环境利益攸关方(包括建筑师、工程师)乃至整个价值链的意见;政府为支持转型而需要颁布的必要政策框架;以及基础技术手段、进步和相应的投资。

通往碳中和混凝土的路线图是为了在本世纪中叶实现碳中和承诺而制定的全面行动计划,强调了迄今为止所取得的重要进展,目前行业正在开展的一系列脱碳行动,以及未来数年实现碳中和混凝土的实施蓝图。路线图包括了2030年的关键里程碑。

作为一个全球路线图,各成员公司及其首席执行官将致力于通过共同努力,以及全社会的利益攸关方的广泛参与来实现相关目标。在其制定过程中,全球所有地区的 GCCA 成员均发表了详细意见,这些成员的业务范围涵盖了全球每个国家和地区;此外还纳入了其他行业的参与者。

我们的路线图已经成为全球标杆。GCCA全体成员均致力于实现碳中和混凝土的全球路线图,但在此过程中可能需要遵循不同的途径。每个公司、地区和国家都有特定的机遇和挑战,这意味着大家实现碳中和混凝土的路线图可能会根据当地和地区的情况来以不同的方式采用技术手段。

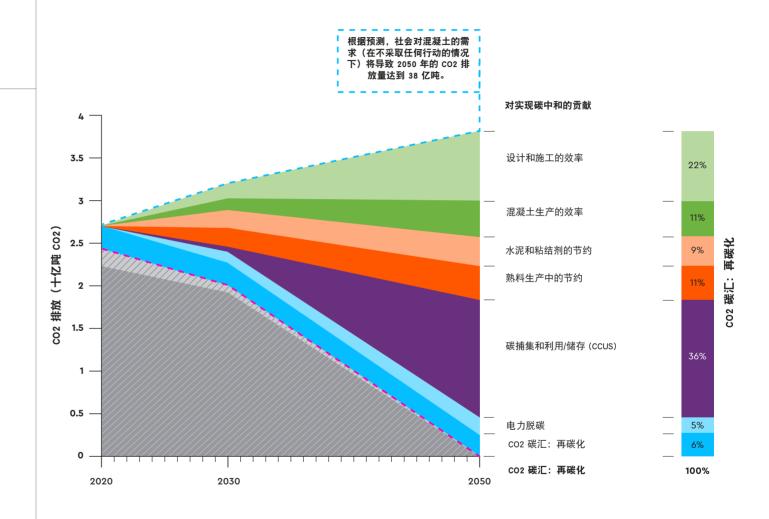
实现碳 中和

如今,整个行业的全球CO2 排放量超过 25 亿吨。

它们主要都是直接的 CO2 排放,而这些排放又主要来自于加热的石灰石本身(约占60%)和水泥旋窑及其他工厂工艺中所用燃料的燃烧(约占40%)。如图所示,行业消耗的电力进一步增大了 CO2 的排放量。

在水泥和混凝土的整个生命周期的不同阶段,将采取多种手段来减少 CO2 排放。我们的路线图流程对这些手段在实现碳中和方面所发挥的作用都逐一进行了评估。旁边的图中显示了全球平均数。在世界各地,每种手段都将根据当地的具体因素来实施。

碳中和途径



--- 碳中和途径

电力的 CO2 排放

直接 CO2 排放

25

CO2 减排手段

实现碳中和的手段在第24页"实现碳中和"中进行了介绍。在本部分中,将对这些分组中的每一个进行详细介绍。



熟料生产中的节约

这包括通过使用脱碳原材料、采取节能措施、使用可持续废料("替代燃料")来替代化石燃料,以及利用氢气和窑炉电气化等创新举措来减少CO2排放。

使用脱碳原材料替代窑炉中的部分石灰石,即可减少石灰石脱碳的总排放量。根据定义,诸如再生混凝土的细粒材料等脱碳材料在加热时不会排放 CO2,因为它们的 CO2 之前就已经被去除了。在全球范围内,此举预计将让行业的总排放量减少 2%。

通过在新水泥厂部署当下最先进的技术并对现有设施进行改造, 热能效率措施已经在全球得到了广泛实施。进一步的改进措施将陆续推出。 新兴经济体中涌现了许多较新的节能水泥厂, 这就是相关地区取得了良好进展的领域。

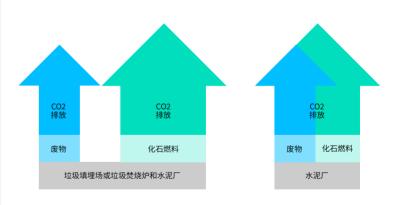
值得注意的是,随着替代燃料的使用越来越广泛,热能效率可能会略有下降。较高的替代燃料替代率与燃烧性、较高的水分含量、工厂的设计和规模等不同参数相结合,通常会导致热能需求的略微上升。这些影响已在预测中加以了考虑。

01 / 根据《温室气体盘查议定书》,纯废弃生物质和混合燃料的生物碳含量产生的排放量被认为是气候中性的

替代燃料来自非主要材料,即废物或副产品,并且可以是生物质、化石或混合(化石和生物质)替代燃料。⁰¹目前有的水泥旋窑已经改为完全使用替代燃料,表明了这种手段的潜力。

行业是一系列来源(例如城市、农业、化学和食品生产)的不可回收废物衍生出的替代燃料的消耗者,并且已颇具规模。水泥旋窑中达到的极高温度和停留时间都确保了这些替代燃料在管理过程中都是安全且无害环境的。需要供应链物流和基础设施、许可和废物政策,以减少/消除废物填埋,从而支持行业增加替代燃料的使用。

在全球范围内,预计到 2030 年和 2050 年,平均而言替代燃料的使用将从目前的 6% 分别增加到 22% 和 43%。预计从 2040 年起,使用氢气和窑炉电气化等创新将发挥有限的作用。



根据《温室气体盘查议定书》,水泥厂利用废物燃料可以减少垃圾填埋场和焚烧厂的 CO2 甚至 是温室气体的排放量。



01/粘结剂是指混凝土中的所有材料,如水泥、煤粉灰、磨细粒化高炉矿渣、石灰石粉等,这些材料在当地被允许用作胶结材料

02/熟料在水泥旋窑中生产,经研磨后用于制造普通波特兰水泥。熟料可与其他材料一起研磨,从而生产出 CO2 排放量较低的水泥

水泥和粘结剂的节约01

在水泥厂或混凝土厂,可以在混凝土中添加煤粉灰、磨细粒化高炉矿渣、石灰石粉和其他材料,从而得到 CO2 排放量更少但仍能达到必要性能水平的混凝土。在某些应用中,混凝土的性能甚至还会有所提升。这种手段也被称为熟料⁰²的替代。在本路线图中,它是以熟料粘结剂比率来描述的。

世界各地合适材料的可用性无论是现在还是将来都不尽相同,因为煤粉灰源自燃煤电站,磨细粒化高炉矿渣源自钢铁业的高炉,而这些行业也在转型之中。

在未来数十年里,石灰石粉和引入煅烧粘土的用量将有所增加,这样既可弥补煤粉灰和磨细粒化高炉矿渣供应的减少,还能进一步降低熟料粘结剂比率。煅烧粘土有赖于粘土矿床,而这些粘土矿床在地理上分布很广,而且产量充足,可以满足预计的需求。

虽然材料的可用性可能会对熟料粘结剂比率构成限制,但在一些发达 国家和新兴经济体中,客户对此的接受程度是目前充分利用这一手段 的障碍之一。

在全球范围内,目前的熟料粘结剂系数平均为 0.63。预计到 2030 年和 2050 年,它将分别降至 0.58 和 0.52。由于材料供应和市场要求的不同,区域甚至国家之间的差异也是不可避免的。

波特兰熟料水泥的替代品一直以来都是很多研究的主题,但预计其影响不会太大,主要原因是从根本而言缺乏所需规模效应的原材料供应。此外,它们也会产生 CO2 排放(约为普通水泥的一半)。

根据预测,全球范围内波特兰熟料水泥的替代品在 2030 年和 2050 年 将分别占到水泥总量的 1% 和 5%,并在 2050 年让整体 CO2 排放量减少 0.5%。



混凝十牛产效率

在混凝土生产方面,工业化是关键的具体手段。从使用袋装水泥的小型项目现场混凝土配制转变为工业化流程,由于遵守了混合规格和质量控制,因此可以显著减少 CO2 排放量。在一些新兴经济体,如印度,目前绝大部分的混凝土生产还是在项目现场。而在其他国家和地区也在开始向工业化生产过渡。

更广泛地利用外加剂、改进骨料加工,将是混凝土生产中减少 CO2 排放量的大好机会。行业的部分企业已经实施了这些减排措施,但 更广泛和更深入的应用势必带来更显著的减排结果。

平均而言,到 2030 年和 2050 年,全球范围内混凝土生产在粘结剂使用方面的优化,可使粘结剂的需求分别减少 5% 和 14%。



碳捕集和利用/储存是一种新的手段,预计它的作用要等到 2030 年之后,当商业可行性和必要的基础设施均已具备后才会真正显现出来。一经捕集,CO2 就会被用于水泥和混凝土行业内,或者供应其他行业使用或储存。

水泥和混凝土行业对捕集的 CO2 的利用包括注入湿混凝土、养护已硬化的混凝土以及通过废弃产物来制造骨料。目前正在进一步开发和扩大捕集的 CO2 的所有这三种用途。

关于碳捕集和利用/储存的专门介绍,请参见第33页。

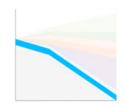
根据预测,到 2050 年将有 13.7 亿吨 CO2 被捕集和利用/储存。



未来数十年内,全球的**电力脱碳**将使得用于水泥和混凝土生产中的电力所产生的排放量降至零。

到 2030 年,行业的电力需求将随着总产量的增加而攀升,而到 2050 年,电力需求将主要源自于碳捕集。这种需求的增加将通过电力脱碳来加以抵消。国际能源署 (IEA) 的全球数据已被用于 2020 年和 2030 年,以预测未来 10 年间电网脱碳带来的影响。

相比 2020 年, 2030 年的 CO2 排放量将减少 54%, 而 2050 年更是将减少 100%。



01/"含水泥产品中的 CO2 吸收"www.ivl.se

再碳化是混凝土吸收 CO2 的一个自然过程。数十年来,它已被工程师们很好地理解,并且已被纳入了工程标准。它只是近期才被纳入到碳计量之中,最近的是 2021 年 8 月公布的 IPCC 第六次评估报告。

本路线图采用了IVL方法⁰¹的第1级。这允许采用20%的再碳化值,这适用于一吨熟料的理论最大碳化量(525kgCO2/吨),即105kgCO2/吨熟料。这是IVL方法中的一个保守下限值。

从 2020-2050 年, 熟料的粘结剂比率会出现下降(请参见"水泥和粘结剂的节约")。每 m³ 混凝土减少的熟料, 以及全球范围内减少的熟料总量, 将使得未来几十年的再碳化略为下降。

这一预测故意趋于保守,因为它是首个将再碳化纳入在内的全球路 线图,并且对再碳化更详细的评估仍在进行中,将努力通过在使用寿 命结束时让粉碎的混凝土主动暴露在 CO2 中来加强再碳化。

2020 年、2030 年和 2050 年全球再碳化的预计量分别为 3.19、3.18 和 2.42 亿吨 CO2。



设计和施工的效率可通过采取诸多具体的手段来实现。这些手段能够适用于现行的标准和法规。

解锁设计手段的主要方法是确保将 CO2 的排放量减少作为目前质量、成本、速度和具体项目客户要求等参数之外的又一个设计参数。

在客户的支持下,建筑设计师可以选择混凝土楼板的几何形状和系统、选择混凝土柱的间距以及优化混凝土强度/单元尺寸/钢筋比例,从而实现 CO2 减排的目标。此外,在实现该目标的同时,还可以享有混凝土建筑的所有性能优势。基础设施项目提供了类似的机会。

在全球所有的项目中,通过设计和施工手段可实现的 CO2 减排量预计在 2030 年和 2050 年将分别达到 7% 和 22%。

水泥和混凝土的社会需求

混凝土用途广泛且用量巨大,而这都得益于其多功能性和多种性能 优势 — 比如它产量充足、坚固耐用、以及防火防水等。有鉴于此,它已 经并将继续成为社会的基础。

社会对混凝土需求的增长,预计是由于:

- 人口增长和城市化的大趋势
- 混凝土对实现可持续发展的必要性
- 对恢复力和气候适应性的贡献。

假设延续目前的做法,我们对 2050 年的 混凝土总需求进行了预测。

预计需求量将从目前的 140 亿 m³ 增加到 2050 年的近 200 亿 m³。 与该混凝土用量相关的 CO2 的排放量也已计算得出,假设延续目前的做法, CO2 排放量将达到 38 亿吨。

到2050年的需求预测存在显著的区域差异。近几十年来,中国显著加大了基础设施投入,使得全球大部分的混凝土消耗都发生在中国,这也让预期需求呈下降趋势。世界其他地区,特别是非洲、印度和拉丁美洲,由于人口增长、城市化和对基础设施的需求,即使考虑到本路线图中概述的设计和施工效率带来的用量节省,预期需求仍会有所增加。

GCCA 成员当下 的行动

我们的成员如今正致力于气候行动,以推动整个行业的可持续发展。以下是世界各地的几个示例。





















SHREE CEMENT 内部生产的合成石膏 查看案例研究 >









30

水泥和混凝土:为可持续发展目标 赋能

路线图与联合国可持续发展目标 (SDG) 指导下的行业可持续发展承诺相一致。



作为一个行业,水泥和混凝土关乎可持续发展的诸多领域。混凝土的卓越性能使得其同时成为了限制气候变化范围,以及应对气候变化影响的重要因素 — 让我们能够在全球打造可持续并且有弹性的建筑和社区。

凭借广泛的应用和低成本,以及它的耐久性和恢复力,混凝土的将成为实现各项可持续发展目标的关键资源。对于那些与城市化有关的目标,以及需要大规模改善重要基础设施或经济适用住房的目标,混凝土的作用尤为重要。

行业的角色以及材料的优点将在实现几乎所有的可持续发展目标中发挥作用。

- 坚固耐用和具有成本效益的建筑物与基础设施是社区脱贫转型、 提供各种水平的教育和抵制粮食浪费的核心。
- 采用混凝土材料的交通基础设施为当地食品生产者提供了市场准 入,提供了受教育的机会,并创造了经济机会和福祉。
- 作为一个全球性的行业,水泥和混凝土制造推动了经济增长,创造了直接和间接的就业机会;而作为一个行业,我们致力于提供公平和安全的工作条件。
- 在世界各地,混凝土是输水、提供清洁饮用水和有效卫生设施的首选材料。
- 混凝土与生成和输送清洁能源密不可分,无论是建设水电站大坝, 为风力涡轮机或电力线提供基座,还是潮汐发电或地热发电的基 础设施都离不开混凝土。
- 混凝土独特的反射特性和热质量有助于提高建筑环境的能效。
- •正如本所示,水泥和混凝土行业致力于在2050年前实现碳中和混凝土,消除其气候影响。
- 混凝土的强度及其耐水耐火性正在保护世界各地的社区免受自然灾害和气候变化的影响。
- 混凝土是为脆弱的城市社区提供有弹性的经济适用住房的根本。
- 水泥和混凝土行业是循环经济的核心,它利用其他行业的副产品作为原材料或燃料,同时提供可以重复利用或再生的产品。

生物多样性行动的 净正面影响



人们越来越多的认识到,气候变化和人类社会对自然界的影响密不可分,如果不解决其中的一个环节,其他问题几乎就不可能迎刃而解。自然界的生物多样性对地球的健康发展至关重要。确保与大自然保持积极的关系是 GCCA 成员公司在世界各地开展经营的基础。

我们的成员几乎在全球各地均有业务活动,是他们所在地区的守护者。为此,我们已将土地管理和生物多样性方面的良好实践纳入重要的文件"GCCA 可持续发展宪章"之中,并将联合国可持续发展目标的原则也纳入了我们的行动。

牛产

GCCA 成员公司希望在水泥、混凝土和骨料业务中实现净正面影响, 具体行动包括如下 4 项:

- 制定和执行有效和逐步的采石场恢复计划 (QRP) 和生物多样性管理计划,请参见《GCCA 采石场恢复和生物多样性管理的可持续发展指南》。
- •通过提供有价值、可靠、易于理解且可核实信息的关键绩效指标来跟踪、监控、报告和建立信息保障。这样就可以对进展加以比较和衡量01
- 凸显混凝土非凡的可持续性特点
- 携手合作, 扩大影响。



混凝土的使用

绿色基础设施的许多部分也需要坚固的基础设施单元,而混凝土恰好就能在这方面大显身手。因此,混凝土行业致力于开发可持续的产品,以实现并促进基于自然的解决方案,从而减轻建筑环境造成的生物多样性损失。混凝土的固有特性意味着它不会向环境释放有毒物质,也不需要会释放物质的处理和涂层。这使得它非常适合直接融入绿色空间,包括公园、操场和花园,很少会对生物多样性产生影响。

设计师能够利用混凝土的特性来减少城市发展带来的影响。例如,渗透性铺装可以防止地表径流,而坚固耐用的混凝土可以实现地下交通结构和高密度开发,这两种方式都会减少城市发展带来的整体影响。

如何实现净正面影响?

在开采期间和经营完成后对采石场逐步进行恢复,可创造比开采之前更强、更繁荣、更紧密相关的栖息地,从而为增强生物多样性创造重要的机会。这可以并且确实也会对生物多样性以及自然资产的其他组成部分(如蓄水和景观提升)产生净正面影响,而行业在这方面一直以来都有着良好的记录。通过确保在开发前对现场的生物多样性价值进行评估,计算相对损失(通过土壤清除和矿物开采)和收益(通过场内或场外管理,以及逐步和最终恢复),并采取行动来确保净正面结果,即可实现并衡量净正面影响。



01 / 请参见 GCCA 关于采 石场恢复和生物多样性管 理的可持续性指南 https:// gccassociation.org/ sustainability-innovation/ sustainability-charter-andguidelines/

恢复力

灾害恢复力很重要,因为就个人而言,它可以确保我们的基本需求 — 安全、住所、食物、清洁水和卫生设施能够得到满足,同时为就业和生计提供支持。就社区和国家而言,恢复力有助于安全、司法、公共卫生服务、通信、流动性和其他关键服务的持久性,同时推动经济繁荣。而在全球层面上,恢复力甚至可能关乎人类生存。

我们的建筑环境 — 住宅、建筑和基础设施面临着各种自然和人为的危害,其中的很多危害会因气候变化而加剧。一个具有恢复力的建筑环境也是实现联合国可持续发展目标的一个重要组成部分。

混凝土是主要结构材料中最坚固耐用的一种,本身就具有抵御各种危险的能力。它可以抵御火、风和水。它不会腐烂、扭曲或被吞噬。

通过帮助社会从灾难事件中恢复,混凝土还为社会带来了恢复力。在自然灾害越来越频发的世界里,建造能够抵御洪水和大风的结构是经济、社会和环境可持续性的关键组成部分。通常情况下,这类建筑都是由混凝土建造的,因为它的耐久性使得其更能经受灾害的考验,减少灾后重建的需求(并因此对其成本和速度带来有利影响)。

一般而言,设计和建筑行业(特别是混凝土行业)具有提供更有弹性的建筑环境所需的技能与产品,这将有助于社会抵御、消除和适应将会遭受的许多危害。



创新

持续创新一直是行业过去数十年间实现 CO2 减排的动力。创新已经带来了更大的窑炉和更高的能效、熟料替代、混凝土生产和使用的效率,还包括最近的碳捕集技术。进一步的创新,特别是在 CCUS 和全新的水泥化学领域,将有助于实现本路线图中所列的目标。全球水泥和混凝土行业在 GCCA 的 Innovandi 活动下推出了两项世界级的创新举措。

Innovandi 全球水泥和混凝土研究网络

2020年启动的Innovandi全球水泥和混凝土研究网络是一个联合体,它将学术界(40个全球领先的机构)和工业界(34个水泥和混凝土制造商、外加剂公司、设备和技术供应商)严格地结合起来,在以下领域进行重要的竞争前研究合作。

- 能效
- 熟料生产效率,包括替代煅烧技术
- · 促成 CCUS/技术的实施
- 了解新材料的影响
- 低碳混凝土技术
- ・混凝土回收。

Innovandi 公开挑战

于 2021 年启动的公开挑战赛是一项全球计划,汇聚了众多初创企业与 GCCA 成员,大家共同加速技术的开发,以帮助水泥和混凝土行业实现脱碳。其范围包括:

- •碳捕集技术
- ・煅烧技术 用于混凝土生产过程中的材料加热
- 建筑供应链中的碳使用
- 改良的混凝土回收。



碳捕集、利用和储存

碳捕集、利用和储存 (CCUS) 是指收集来自工业生产的 CO2 排放,并将它们重复用于其他工业生产过程,或者将它们封存数百上千年,避免它们进入大气环境。

CCUS 是水泥行业的一个重要解决方案,而行业的大部分排放物都与能源无关,而是由于水泥生产的特殊化学成分所致。



碳捕集、利用和储存

CCUS 是水泥和混凝土碳中和路线图的基石。该技术已被证明具有可行性并已趋于成熟,但在全行业推广 CCUS 仍需要行业、政策制定者和投资界之间的密切合作。

虽然技术在不断进步,但经济上的挑战仍然存在。因此,发展"碳经济"是在全世界范围内从一些成功试点走向广泛商业化部署的重要一步。这一过程的一个重要部分是重新评估 CO2,将其作为一种有用的商品而非废物。

碳捕集

如今, CO2 捕集依旧成本高昂。但是, 技术在不断进步, 目前正在水泥 生产中部署的大量示范设施表明, 未来几年其成本或可大幅降低。

目前,各种不同的捕集技术正在全球各地的试点项目中接受测试。这些技术包括燃烧后捕集(如通过胺进行化学吸收)、直接分离、富氧燃烧和钙循环。通常情况下,这些技术都需要额外消耗能源方可实现 CO2 分离和处理过程。



2030 年的目标是 让 CCUS 在全球 10 家水泥厂全面 投入运营

利用(或维持价格)

捕集的 CO2 可用于生产合成燃料和作为化工原料。更具体的用途包括促进温室内的作物生长,以及用于食品及饮料行业。

建筑业也可以在发展 CO2 经济方面独当一面—而且有迹象表明这已在悄然进行中。工程师们对钢筋混凝土的碳化过程早有了解,而出于耐久性的考虑,对碳化过程进行了合理的限制。最近的发展重点是在各种应用中加速反应,作为封存 CO2 的一种方法。潜在应用包括:

- 人工骨料的制造
- 混凝土的养护
- 再生混凝土的碳化。

封存

CO2 可以封存在地质构造中,这样就能避免它被释放到大气中。

基础设施

无论是利用还是封存,两种解决方案都需要在源头和使用或储存点之间发展基础设施。

实现碳中和混凝土 —携手构建广 泛适用的政策 框架

混凝土在现代世界中的重要作用

无论是表象还是实质,水泥和混凝土都为现代社会的发展和繁荣奠定了基础。用当地即可获取的材料和副产品制造的水泥是混凝土的重要组成部分,它成为了固定房屋和基础设施的"粘合剂",可谓世界各地经济与社会的支柱。

混凝土作为首选建筑材料的本质在于其可用性、经济性、可靠性、多功能性和易用性,以及它赋予建筑结构的耐久性和恢复力。凭借固有安全特性,它具备防火、耐候和防洪的能力。能够为建筑物提供热质量,为道路建设注入刚性,两者均可减少对能源的需求。此外,我们的城市和基础设施所使用的混凝土会在其生命周期内吸收 CO2,让我们的建筑环境成为卓有成效的永久碳汇。混凝土也是清洁能源转型的基础,使得我们能够获取可再生能源,并实现向碳中和建筑环境的过渡。

实现碳中和混凝土的承诺

水泥的主要原材料是开采的石灰石,在窑炉中经过高温加热后,就变成了能将混凝土的所有成分结合到一起的材料。众所周知,水泥的生产是一种 CO2 密集型工艺流程。

改善水泥生产的碳足迹就涉及到减少石灰石受热和分解时直接排放的 CO2 (也称为工艺排放)。这就相当于其 60% 的排放量。其余 40% 的二氧化碳排放来自直接和间接的能源排放,即产生必要热量所需的燃料 (直接排放) 和发电产生的各种排放 (间接排放)。

水泥制造业正在逐步减少与燃料相关的排放、采用创新原材料、在整个运营过程中贯彻循环性以及通过开发先进工艺技术(如碳捕集运用和储存),以期迅速实现脱碳。在过去三十年里,整个行业的排放量按比例减少了近五分之一。

36

GCCA 及其成员公司占据了全球水泥行业(不含中国)产量的80%,并且也包括几家大型中国制造商,大家都致力于不断推动降低各自运营和产品的CO2足迹。2020年,我们宣布了自己的气候目标—到2050年为社会供应碳中性混凝土。这是行业首次在全球范围内齐声宣布如此规模的承诺,而且是在已经取得的数十年减排成果的基础之上。由于混凝土是未来可持续世界的一个重要组成部分,因此这成为全球应对气候紧急情况的一个至关重要的部分。

行业已经在努力实现这一目标,并且已经认识到需要加快步伐。整个行业还意识到,必须在鼓励和设计低碳产品和工艺方面发挥积极作用,同时确保仅在需要时才使用我们的产品。

但行业仅凭一己之力是无法实现目标的。持久的成功取决于地方、国家乃至国际层面的一系列具体政策行动、这些行动将有助于:

- •让低碳水泥生产具有可投资性
- •刺激对低碳混凝土产品的需求,以及
- •打造循环和碳中和制造环境所需的基础设施。

1

让低碳水泥生产具 有可投资性

水泥生产商致力于加速减少燃料和工艺排放,推广采用先进的低碳技术,并在我们的经营中贯彻循环性。但仅凭一己之力是无法实现相关目标的。它离不开量身定制的政策支持和有针对性的公共财政,以期降低与使用低碳技术相关的金融风险,同时更广泛地推广这些技术。再配合如下章节所述的政策,即可让低碳水泥生产具有可投资性。

燃料排放

就燃料排放而言,行业在两个方面不断取得进展:提升热能效和采用替代燃料。

热效率

整体而言,熟料生产的热能耗在过去数十年里得到了极大的改善⁰¹⁰²,而这都得益于窑炉的持续现代化改造,以及最先进的技术在新装置中的运用。此外,行业正在根据包括氢气在内的一些新概念,开创有助提升能效的新方法。

在这方面,尽管并非所有的窑炉都可行,但通过在水泥厂整合余热回收 (WHR) 设施可以取得进一步的进展。这些方法不仅能提高整体能效,同时还有助于减少因耗电而产生的排放。重要的是,这些举措要得到地方政府的支持,以便快速高效地获得许可,同时通过适当的税收政策加以激励。

替代燃料

水泥行业是能够为循环经济做出实际贡献的工业部门的最佳范例之一。通过利用废物来回收能源并同时回收材料——种被称为协同处理的方法,生产者就能用工业或住宅废物来替代化石燃料。通过尽可能减少填埋和焚烧,以及减少对原始化石燃料的开采,CO2的排放量就会显著降低。协同处理带来的不仅仅是能源回收:废物衍生燃料的矿物成分也以有益的方式得到了利用。

在现代装置中,只要废物供应有保障,那么全部化石燃料就都能以废料替代,从而实现协同处理。要利用现有的协同处理技术来发掘减少大部分燃料 CO2 排放量的潜力,主要取决于废物供应是否可满足需求,而这又与地方和国际上监管废物管理和分配的政策紧密相关。只要法规允许通过加强废物利用来实现协同处理,GCCA成员就会迅速支持使用替代燃料来源并进行适当的投资。

工艺排放

工艺排放是指由原料直接产生的排放:熟料生产中的石灰石分解。

替代原材料

以含碳量较低甚至无碳的替代来源,如经加工的建筑和工地废渣料、工业灰烬和副产品来取代用于制造熟料的天然矿物,即可降低 CO2 排放量,同时减少石灰石的开采。这些举措将进一步增强水泥制造的循环特性。

01/www.gccassociation. org/gnr/

02 / lowcarboneconomy. cembureau.eu/5parallel-routes/energyefficiency/thermalenergy-efficiency/

混凝土 未来

01/www.gccassociation. org/gnr/ 然而,现实和技术上的挑战往往限制了替代原材料的使用。

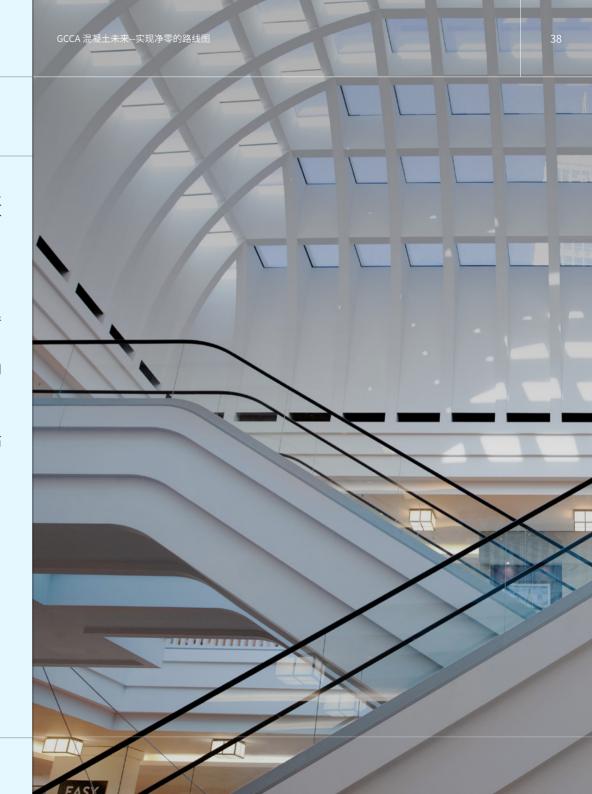
此类废物流的供应状况以及与水泥厂的距离远近、储存能力不足、工艺不相容元素 (如硫、镁或其他)浓度过高,以及存在挥发性有机化合物等因素,是制约替代原材料目前只能在熟料制造中取代相对较小部分的自然资源的主要原因。⁰¹与替代燃料的境遇类似,政策变化可以带来必要的技术进步,同时引导废物管理实践更接近循环经济。

降低熟料含量

熟料是水泥的重要组成部分,同时也是碳密度最高的成分。"熟料水泥比率"描述了熟料相对于其他水泥成分的数量,并确定了水泥基产品(即混凝土和砂浆)的特性。熟料含量以及可用于水泥生产的材料类型在世界各地都受到国际和地方标准的控制,这使得水泥成为了一种高度标准化的产品,符合严苛的规格,以确保建筑结构坚固耐用并具有极长的使用寿命。

用碳密集度较低的成分来替代熟料,需要这些材料在机械性能和耐久性方面表现出与熟料相似或互补的特性,同时还要严格遵守适用于水泥和混凝土的质量特性。这些材料通常被称为胶结材料,包括石灰石粉、经煅烧的天然火山灰,以及工业副产品(如煤粉灰和磨细粒化高炉矿渣)。

水泥行业广泛使用这类材料,过去几十年来熟料与水泥比率的降低



01/www.gccassociation.org/gnr/

就证实了这一点。01

展望未来,除了市场接受程度等因素外,更广泛地利用胶结材料还取决于当地的可用性、标准和法规。随着工业部门越来越注重脱碳,某些副产品(如煤粉灰和磨细粒化高炉矿渣)用于建筑的情况可能会越来越少。重新利用从前未加以利用的工业废物(如填埋的煤粉灰)的一些新方法,可以延长某些胶结材料的可用性,为其他减碳方法创造更多的时间来消除风险。在同样的背景下,利用低品位矿物和采石场废料来生产煅烧粘土,可以带来具有全球潜力的可持续的新水泥材料供应。

我们需要什么?

部署先进技术需要整体经济上的控制,以避免碳泄漏并确保行业在部署这些创新和技术时的持续竞争力。行业需要:

- •制定政策,防止由进口水泥或碳密集型生产的熟料引发的不公平 竞争
- •针对研发以及 CAPEX/OPEX (开发、工业部署和运营,包括运输), 为先进低碳技术的创新和部署提供战略公共资金。

政府和行业之间需要空前合作,以确保所需的长期监管确定性,使行业能够实现其碳减排潜力,并确保继续提供对经济和社会发展至关重要的水泥(以及混凝土)。

消除与燃料消耗相关的排放是水泥和混凝土行业的一个优先事项。

为了确保采取适当的行动,需要制定政策来:

- •在废物处理层级政策中优先考虑协同处理,以促进能源回收和矿物 回收的双重好处,同时也作为高效和无害环境的工业[和社会]共生 的一种手段。
- •确保通过废物立法来避免填埋有可能替代化石燃料和/或自然资源的残余废物
- •在《巴塞尔公约》中指定一个专门的 R-15 代码"协同处理",以便对协同处理的循环、社会和气候功能予以国际认可。
- •通过取消有利于特定行业的补贴,确保为生物质废物利用提供一个公平的竞争环境,同时也确保废物材料的碳计量方法在各行业之间保持一致
- •推出并支持创新和研发举措(包括 GCCA 的 Innovandi 平台),以加强从废物中回收具有热能潜力和/或矿物含量的材料,从而实现协同处理。

碳定价

背黒

碳定价是一种利用市场机制将碳排放的环境成本转嫁给生产者和消费者,从而减少碳排放的方法。为碳排放定价可以为减排和鼓励低碳行为带来经济激励,还可以筹集资金,以用于资助低碳投资和气候适应。

全球很多地区都有碳定价方案,其中有几个方案涵盖了水泥行业。

这些既定计划中的大多数都遵循名为"限额交易"的模式:总排放量受一个不断下降的"上限"的管制,而给予排放权的信用额度可在系统内发放或交易,但其数量也受到上限的管制。这样就确保了总排放量会随着时间的推移而逐步减少。另外,一些地区采用了碳税,如今大多都适用于化石燃料。

- •在欧洲, 欧盟碳排放交易机制 (EU ETS) 早在 2005 年就已推出, 并且迄今为止已让所涵盖部门的碳排放量减少了逾 35%。英国和瑞士也有这样的机制, 瑞士的机制与欧盟排放交易机制相关联, 这意味着信用额度可在两个机制之间交易, 从而创造出一个更大的市场。
- •在北美,美国的一些州也推出了排放交易方案,但目前只有加州的方案采用了"限额交易"并且涵盖了水泥行业。其他几个州也正在考虑将水泥纳入其方案之中。在加拿大,各省的方案以及联邦减排方案都涵盖了水泥。魁北克省和加利福尼亚州的计划相互关联。

- •在中国,政府已经宣布计划最早于2022年将水泥纳入国家排放交易方案中。区域性的方案已经将水泥包括在内。
- •在世界其他很多地区也存在碳定价方案,但大多适用于电力部门, 因此还没有包括水泥。例如,由 20 个最易受气候变化不利影响的 发展中国家组成的 V20,也已经宣布计划在 2025 年前采用碳定价。

GCCA 的立场

A

GCCA 支持使用基于市场的碳定价来激励以最低的成本实现脱碳

适当的碳价格以及长期的可预测性使得公司能够进行必要的投资,以便减少其 CO2 排放量,从而达到 GCCA 在 2050 年实现碳中和的目标。

基于市场的工具(如限额交易方案)的优点在于,它们会指导财政资源流向最经济高效的减排方向,从而降低社会的财政负担。



采用碳定价不得导致国内生产商和进口商之间的竞争扭曲

如果在一个地区实行碳定价,而其他地区却未实行类似的碳定价,那么投资就有可能转移到那些碳定价较低的地区,从而导致全球 CO2 排放量增加(如果这些地区的生产更多的是 CO2 密集型,或者从这些地区进口所产生的运输排放)。这一概念被称为碳泄漏。所有的碳定价方案都要有相关机制来避免碳泄漏风险,例如将一定数量的CO2 信用额度免费发放给最容易发生泄漏的行业内的表现优异者。

由于近年来已经看到,在碳定价差异非常大的情况下(如欧盟和其他国家/地区之间),这些措施可能不足以避免发生碳泄漏,因此,对进口商适用碳成本的"边界机制"也被视为一种公平竞争的方式,可以确保全球排放量持续下降。对于北美地区,这也适用于各州或各省之间不同的碳成本。这种机制在制定时必须保持谨慎,要确保它们既有利于气候,又要公平地对进口商和本地生产商适用类似的碳成本。一旦世界上有更多的地区实行碳定价,这种机制就会变得没那么必要了。

《巴黎协定》第6条规定了跨国界、国家或管辖区之间的减排量信用交易的可能性。在这种情况下,GCCA认为在下一届缔约方会议上推进关于合作机制的讨论至关重要。

C

要让碳定价推动实现有意义的减排,环境的完整性是必不可少的。这意味着需要有明确的监控、报告和计量规则。碳定价还要能推动创新。

碳定价应该鼓励通过常规技术和突破性技术来减少 CO2 的排放。计量规则必须被设计为奖励对碳捕集技术的投资,而不论 CO2 最终是被储存还是被用于产品中。GCCA 的 CO2 协议和指导方针⁰¹提供了此类明确的监控、报告和计量规则。

向碳中和经济的过渡取决于经济价值链上的所有参与者对碳排放限制和成本的接受程度:必须在碳成本方面构建一个公平竞争的环境。

虽然限额交易方案是运用碳定价的有力手段,但它们往往只是被应用于排放来源,比如发电厂、水泥厂或钢铁厂。这就使得它们难以适用于分散的排放来源,比如林业。

碳消耗费(包括产品中所有体现的排放以及使用生命周期方法在资产寿命中吸收的碳)可能是对不同产品适用碳定价的一种公平方式,并能确保竞争产品的公平竞争环境。

这是一个中期解决方案,将为采用生命周期计量方法和数据腾出时间。

01/www.cement-co2-protocol.org/en

42

2

为碳中和建 筑和脱碳价 值链创造市 场需求

亟需出台政策措施来减少建筑和结构的内在和运营排放。混凝土是这种碳中和过渡的关键推动力—既通过其自身的脱碳,也通过减少建筑环境和社会的排放(从建筑到可持续的基础设施)。

政策应激励创新,引导加大对低碳解决方案的需求,促进低碳产品进入市场,同时保持基本的传统标准(如技术性能、强度、耐久性、安全性)。它的本地可用性和多功能性意味着,只要政策指向正确无误,混凝土作为一种碳中和推动力量就能创造几乎无限的可能性。

GCCA 成员意识到,需要正确的需求侧信号方可推动低碳结构和产品的采购—同时要意识到潜在的复杂性、权衡与风险。GCCA 已经为混凝土提供了一个统一的生命周期评估工具,并承诺进一步研究实用方法,以确定低碳采购应该是什么样的。

我们需要什么?

行业致力于加速在全球市场推出碳中和产品,并将继续推动新产品的创新。我们的创新的长期成功在很大程度上得益于监管和标准化框架,这将推动市场转型并催生出对低碳产品的市场需求。

我们的政策框架要能够:

- •使 CO2 性能与传统标准(比如技术性能)一道被纳入公共采购、建筑标准和建筑规范之中
- •提供统一的工具,以技术和材料中性的方式,根据整个生命周期的 表现来评估建筑和基础设施的 CO2 性能,以确保对气候和社会的 最佳结果
- •为建筑的能源绩效制定标准,这些标准要足够严格和精准,以便将热质量等特性的好处考虑在内
- •从排放的角度扫清系统性障碍,以便挑选出表现最佳的材料。

关于完整寿命周期表现的更多详情

在建筑和施工中融入 CO2 性能 — 与成本、性能和安全等传统优先事项综合考虑是必不可少的,并且还应基于全寿命周期性能和材料中性原则。完整寿命周期评估允许纳入循环效益 — 如混凝土构件的再利用,以及在工厂大门之外存在的现象 — 如混凝土的自然再碳化。如果不进行完整寿命周期评估,指定式样方法(即某些材料因其被认为具有气候优势而被指定)有可能导致对气候带来更坏的整体结果。

混凝土为采用混凝土的建筑物提供了减少排放的手段。例如,它的热质量可降低建筑的能源需求;而另一个例子是用混凝土建造的可再生能源基础设施,同样能大幅减少排放。这表明在评估任何材料的气候贡献时,都需要一个全面的系统视角。而建筑的能源性能标准必须足够成熟,以便将热质量等动态效应考虑在内。

关于消除系统性障碍的更多详情

混凝土设计和施工可以通过优化来以减少 CO2 的影响,但往往会存在系统性的障碍和实际的限制,从而阻止这种潜力的发掘。例如:

- •对施工速度的要求意味着低碳混合物具有较差的经济性
- •分散的价值链,这意味着减少 CO2 的可能性和责任被分散在不同的行为人身上,而其激励措施也各不相同。
- •修订标准和建筑规范的变化速度,这些标准和规范(有理由)将避免风险放在首位。

要着手消除这些障碍,就要加强对它们的了解与认识。在采购、设计和施工阶段,将 CO2 性能与其他限制因素一起优先考虑,将有助于让价值链都瞄准相同的目标。



3

为循环和碳中和制造提 供基础设施

水泥和混凝土等必须采取行动的行业的脱碳,一方面离不开正确的 政策和法律框架,另一方面也离不开各工业部门共享的支持性基础 设施。对脱碳经济的基础设施需求的共识,不仅是实现水泥行业脱碳的关键,也是整个工业和社会脱碳的关键。

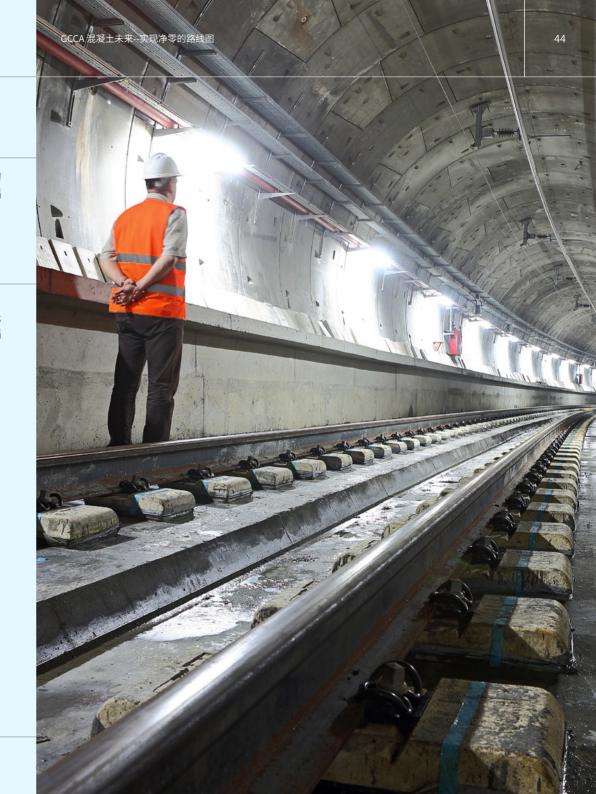
最终,全面部署 CCUS 等先进技术将减少水泥生产过程中的排放,并在未来为全世界供应碳中和混凝土。

我们需要什么?

虽然水泥和混凝土行业致力于推进 CCUS 等先进技术的应用,但低碳化的制造和市场绝非仅凭某一个行业就能实现的。它离不开基础设施,让我们能够实施向可持续的低碳经济过渡。

低碳生产技术,特别是碳捕集技术和电加热技术,使得水泥和混凝土行业对低碳清洁能源的需求不断增加,而与此同时,所有行业的需求也都有所增加。而满足相关需求所需的基础设施必须准备到位。

CCUS 的广泛部署将意味着每家水泥厂都需要具备运输和储存能力,将大量 CO2 运输到遥远的地方,以便在那里储存或用于其他工



CCUS 的发展速度相对滞后,是因为既没有制定明确的政策,也没有出台相关的法律法规。

因此,这种政策、法律框架和基础设施的发展在许多情况下都不是行业所独有的状况,它将对行业和社会带来更广泛的好处。然而,为了加快水泥行业的先进技术部署,这种支持是必要的先决条件,因此,当务之急是制定部署和实施的短期计划,以便在 CCUS 上线时将这些计划落实到位。同样,还需要为支持性基础设施的关键要素的创新和发展提供战略性公共资金。

各级政府和社会都需要作出长期承诺并制定明确的计划,以便行业对投资于技术发展充满信心。这种确定性将让行业能够实现其碳减排潜力,并确保继续提供对经济和社会发展至关重要的水泥(以及混凝土)。

这就要求:

- •作为支持性基础设施的一部分以可靠方式获取丰富且具有价格竞争力的可再生能源,包括氢气和 H2 网络
- •通过公私合作伙伴关系来加速 CCUS 的发展,包括共同投资于 CO2 运输和储存网络
- •长期政策带来的监管确定性 始终证明对碳减排技术的投资是 合理的,同时提供适当的财政、法律和监管支持以加速其发展

- •制定相关法规,以便允许建造碳储存设施、确定储存 CO2 的责任, 并确保长期使用碳储存设施
- •为水泥行业捕集的 CO2 在其他行业的新用途研发提供财政支持。

关于能源基础设施的更多详情

电力:作为能源和电力密集型行业,充足且可靠的电力供应是必不可少的。对于电力而言,这意味着不仅仅是接入电网,而且往往还需要大幅提高容量和可靠性,方可满足低碳技术增长的需求,特别是碳捕集甚至电加热方法。

电力最好源自于可再生资源,这本身往往就需要从根本上改变发电和供电的方式。这是一个支持性政策的明确示例,将有利于社会和行业,从而影响范围 1 和范围 2 的排放。可再生能源部署政策的成本要成比例地分摊到行业,因为行业需要具有竞争力的电价。

氢气:提供足够多的氢气供行业使用是另一个关键的组成部分。因此,制定支持性的氢气政策对于国家和社会实现减少 CO2 排放的目标是很有必要的。然而,在制定必要的政策和建设基础设施时,氢气的生产和使用应优先用于几乎没有替代品的用途(如工业),这一点至关重要。氢气对于帮助与水泥生产相关的运输排放脱碳同样重要,例如通过重型货车 (HGV) 或铁路,以及可能将氨用作航运燃料的情况。

关于 CCUS 的更多详情

在水泥行业部署碳捕集技术与关键的基础设施要求有关,以便让水泥行业能够有效地利用碳捕集技术。

CO2 的运输和储存:需要一个合适且可持续的网络,以便于运输和储存任何捕集的碳。运输解决方案会因地点而异,但由于所涉及的数量和运输距离,可能需要管道、铁路或航运设施,以便将 CO2 运输到合适的储存地点,或者用于其他工业生产过程。

鉴于水泥厂的地点较为分散,并且通常位于乡村,这可能是让水泥厂实现其减碳潜力所需的重要基础设施支持。

无论是在陆地还是海洋,低至 CO2 储存都离不开**公众的认可**。特别当储存地点是在陆地上,那么解决方案就需要得到公众的认可;这就离不开政治家和社区在适当的法律机制支持下予以支持。

责任:为了推动长期储存,就需要解决诸如 CO2 的责任等其他问题。如果这些类型的责任是公众责任(或者像英国令人关注的计划模式那样是由各方共同承担),那就实属难能可贵;否则,这将为行业带来无法承受的负担。

同样,采用任何储存方法都需要强有力的长期法律确定性,以便促进投资。同样,如果运输和储存方法是由公共财政资金提供支撑,那么可负担能力将是让水泥生产过程具有竞争力的关键所在。

碳利用和碳计量:虽然储存本身面临挑战,但也需要对捕集的 CO2 的利用方法进行大量投资。这对于建立新的工业共生关系是一个好

机会,让其他部门利用水泥行业提供的 CO2 来生产替代碳密集型产品 (如合成燃料)。部署这些技术的商业用例在很大程度上取决于能够捕集 CO2 并将其从其排放中扣除的设施的能力,无论是用于永久地质储存、矿化作用,还是用于生产碳密集型替代产品。

致谢

本路线图是全球水泥和混凝土协会成员共同努力的成果。尽管 GCCA 承担全部责任,但在此要特别感谢成员公司、附属协会和这些组织中的个人所发挥的重要作用。谨代表 GCCA 成员和 GCCA 董事会向以下相关方致谢。

感谢 GCCA 成员公司和 GCCA 附属机构 (国家和地区水泥和混凝土协会) 的百余名个人,以及他们所邀请的专家,他们在 15 个月的时间里为 14 个任务小组做出了贡献。他们带来了源自全球各个国家和地区的见解。通过分享专业知识、提供信息和评估未来的问题,他们确保了全球路线图在立足当地和对未来挑战和机遇的详尽理解基础上得以制定。

感谢无数提供信息和反馈的利益攸关方。在我们实施路线图并继续 实现碳中和的旅程中,我们期待着与大家以及更多的同事继续合 作。特别值得一提的是,我们与"世界经济论坛"、"可行使命伙伴关 系"以及"混凝土气候行动"联合倡议在本路线图的结果基础上展开 了合作。

最后,感谢 Martin Schneider 博士和他在欧盟水泥研究所 (ECRA) 的团队,他们在这一过程中为我们提供了咨询服务。他们确保了在世界各地达成一致的意见,并且制定和执行了一个全面的模型。 他们深厚的专业知识和经验让一个严谨的全球路线图得以诞生。

文件详情

发布版本 0.1 2021 年 10 月 12 日

图片来源:

第3、12和23页Sies Kranen

第13页 Cris Ovalle

第 31 页 Margaret Polinder、Coralie Meurice

Global Cement and Concrete Association Paddington Central 6th Floor, 2 Kingdom Street London, W2 6JP United Kingdom 电话 +44 (0)20 3580 4286 info@gccassociation.org www.gccassociation.org

关注我们的 Twitter、LinkedIn 和 Instagram 等社交媒体平台账号

