

水泥行业碳减排的思考探讨

付聪

(重庆环科源博达环保科技有限公司, 重庆 400000)

摘要:为解决近年来由于二氧化碳的过度排放造成的全球气候变暖问题,我国提出节能减排的发展战略。基于此背景,本文对水泥行业中的碳减排进行深入的分析。通过对技术性减排的分析进行阐述,介绍国外水泥工业低碳排放技术,从而对水泥行业的碳减排进行讨论,为此问题做一定分析。

关键词:水泥行业;碳减排

中图分类号:X511

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2021)19-0317-02

0 引言

水泥工业是我国国民经济的重要基础产业,属于能源和资源密集型产业。煤炭消费基础大,因此水泥工业作为碳排放大户成为资源综合利用和发展低碳节能技术的关键对象。水泥工业是中国的重点产业之一,尽管中国在近30年的水泥生产中位居世界第一,但同时也造成了二氧化碳排放强度过高的问题。当前,在中国严格的环境保护监督和可持续发展战略的扶持下加大了减排力度。从可追溯性的源头来看,煤炭行业从产能行动到客观上减少煤炭的供应和消耗,并在一定程度上减少二氧化碳排放量。图1为近年来全球范围内的水泥产量与二氧化碳排放量。

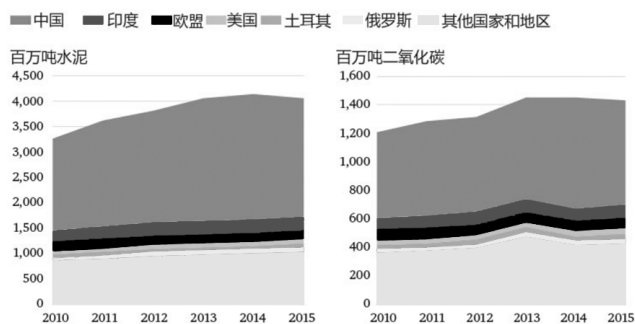


图1 全球水泥产量与二氧化碳排放量

1 技术性减排的分析

水泥产业链的生产环节主要包括生料与煤炭进行充分混合后研磨成粉、熟料进行充分的煅烧以及最终形成水泥后的研磨。水泥工业中二氧化碳的高排放量主要出现在水泥的煅烧过程以及各个生产环节中出现的间接排放。在进行水泥生产的煅烧过程中会产生大量的二氧化碳,其中绝大多数的二氧化碳排放来自于生产水泥的原材料石灰石中的碳酸盐经过一定的化学反应后产生二氧化碳,除此之外还有在进行水泥生产时回转窑中化

石燃料燃烧所产生的二氧化碳排放。间接排放是指水泥生产企业的经营活动所产生的排放,主要有以下三个生产过程:原料和煤炭的研磨过程,熟料的煅烧过程以及水泥的最终研磨过程的能耗。尽管使用电力的过程不会排放二氧化碳,但是从二次能源生产的来源来看,电力的生产过程需要排放二氧化碳。间接排放的计算反映了碳排放数据收集的完整性,可以敦促水泥企业节省电力。应当指出的是,根据中国水泥工业的实际生产情况和国内能源和矿产资源的分布情况,熟料煅烧过程中碳酸盐的分解过程基本可以完全分解,也就是说在这一过程中产生的一氧化碳和甲烷等气体在经过一系列的化学反应后最终仍可转化为二氧化碳。我们在实际的水泥生产实践中通常会将预热器出口的一氧化碳浓度维持在一个相对较低的水平,而甲烷浓度则会更低,在这种情况下这两种气体的存在几乎不会影响最终的二氧化碳排放量,因此我们会在实际的生产中将这两种气体的含量转化为二氧化碳排放量。但需要特别指出的是,在进行水泥生产的过程中原料中存在的碳酸盐等成分并不是经过一次分解后接可以完全转化为二氧化碳,而是需要经过多次的化学反应后才会最终在窑灰回收中被完全分解。另外,在我国现阶段的水泥工业中通常以煤炭作为主要的生产燃料,而用于点火的燃料油使用则非常少,并且由燃料油燃烧后产生的二氧化碳量不易进行数据上统计计算,因此我们不会将这部分的二氧化碳统计在内。

在我国现行节能减排和可持续发展的背景之下,我国水泥工业中的诸多企业开始积极探索关于水泥工业碳减排的方法途径,并以此为基础开展了小至在日常水泥生产中的碳减排措施、大至在水泥行业长远的发展预期等一系列的碳减排工作规划。截至目前为止,中国水泥行业中的绝大部分企业已经开始借助现代化的实时监控设备对水泥生产过程中的关键设备的碳排放进行实时追踪,从而在最大限度上降低水泥工业中的碳排放量。但难以否认的是,尽管水泥工业中的诸多企业已经积极投身于碳

减排的实践当中,但不同规模的企业对于碳减排的资本投入量存在着显著差异,根据相关的统计结果显示,在水泥行业中对碳排放的资金投入不足企业总体研发资金投入 10%的企业占据了我国水泥企业的六成以上,这足以显示出水泥企业对碳减排这一未来重要发展趋势不够重视。

总体而言,技术减排的工作思路是控制源排放,在生产过程中尽可能减少石灰石、化石燃料煤和电力等原材料的消耗,并通过改善排放量来减少碳排放。在施工工艺过程中,使用节能设备,加强生产管理,使用替代原料燃料,余热发电,提高熟料质量和产品合格率。水泥工业碳减排的显著特征是前期碳减排明显,而在中后期碳排放量减少,排放效率逐年下降。水泥低碳排放如图 2 所示。



图 2 水泥低碳排放

2 国外水泥工业低碳排放技术介绍

2.1 提高能源效率

提高水泥生产过程中的能源效率是促进低碳排放的重要实现方法之一。近年来提出的新型干法水泥生产工艺中热量消耗已经被集中在熟料的煅烧过程中,因此为了提高在煅烧阶段窑系统的能源利用效率,国外采取了一系列的措施,例如高效研磨技术、多路燃烧器以及变频提速技术等,另外国外的水泥生产企业还借助智能化技术大幅提升水泥生产过程中的自动化水平。根据相关资料显示,自 20 世纪 80 年代以来,国外的水泥生产企业特别是欧洲的水泥生产企业中能源效率已经提高了 30% 左右,这对水泥行业的碳减排发展提供良好的参考范例。但不容否认的是,随着现代化建设的高速发展,人们对于水泥的性能要求也越发严格,这也会在一定程度上造成水泥生产过程中的能源损耗的增加。

2.2 采用替代燃料和替代原料

在德国,废纸、废肉和废塑料等已被用作水泥工业燃料的替代品,并取得了显著的成效。德国 Teutonia 水泥公司目前使用替代燃料,约占总热量消耗的 60%。考虑到国内其他行业对废旧轮胎、废塑料和废纸的回收利用具有更大的价值,因此目前水泥行业尚不使用这些可再生能源。但是一些水泥厂已经开始使用废皮革、生活垃圾和其他煅烧水泥熟料,这样也可以在一定程度上节省一些能源。目前,在中国的分解炉生产线设计中,在条件允许的情况下使用了煤和石料。一般消耗为 5%~6%,最大消耗为 8%。使用含氧化钙的工业废渣代替石灰石也可以节省能源。高温煅烧后,会形成许多碳化炉渣、钢渣等含氧化钙的工业废渣,其氧化钙主要以硅酸盐、铝酸盐的形式存在。在石灰石配比期间的

煅烧过程中无须分解碳酸钙,这样可以节省一部分碳酸钙的分解热。另外,废渣中的氧化钙中没有二氧化碳,这也减少了二氧化碳的排放。因此,这种钙替代材料具有替代石灰石的巨大节能减排潜力。

2.3 调整水泥品种结构

国外采取的调整水泥品种结构的措施主要是增加混合物的粉碎量,降低水泥产品的熟料比例,从而实现碳含量的减排。可以用作混合物的材料包括高炉矿渣、粉煤灰、天然火山灰材料或石灰石粉等。

2.4 碳捕捉与碳封存

碳捕集和碳封存技术是近年来兴起的新型低碳排放技术,这一技术借助地下输送管道将水泥生产过程中产生的二氧化碳气体转化为液体后封存至地下指定区域内。在前文中我们已经提到水泥工业中的二氧化碳排放量主要集中在煅烧阶段中,这就意味着我们在进行碳捕捉时需要以较低的成本和较高的效率对二氧化碳进行收集,同时需要特别指出的是,我们在对二氧化碳的捕集后并非只是随意将其通过管道输送至地下,而是必须将二氧化碳液体排放至特定的区域后才能有效实现碳封存,最终降低二氧化碳的排放量。总体而言,关于碳捕捉和碳封存技术目前仍尚处在起步阶段,因此需要对此进行深入的研究试验和分析,这就意味着在短时间内难以实现大规模的商业化应用。另外,由于碳捕捉和碳封存技术的研发成本较高,因此相关部门应当给予一定的政策扶持,在最大限度上降低水泥企业的应用难度。由此可见,碳捕集技术的推广不仅受到技术水平的限制,而且受到成本的限制。尽管随着科学技术的发展,碳捕集的成本逐渐降低,但据估计每吨二氧化碳的捕集成本为 20~75 欧元。

3 结语

综上所述,传统的水泥工业中碳排放量已经难以适应我国现阶段工业总体发展趋势,在我国节能减排和可持续发展战略的背景之下,水泥企业应当积极探索以碳减排为基础的水泥生产工艺,对现有的生产方法现代化技术手段进行不断创新和变革,同时还可以借鉴国外先进的水泥生产经验。总之,积极探索低碳排放的水泥生产工艺不仅能够促进我国水泥工业的长期稳定繁荣发展,还对我国的经济建设和生态建设具有重要的现实意义。

参考文献

- [1] 李佩怡,涂茜瑶,杨鹏,等.安徽省水泥企业能耗及节能潜力调查研究[J].山西建筑,2018(13):200-201.
- [2] 蔡顺华,齐乃彬.水泥熟料生产系统节能技术探讨之原料和配料[J].新世纪水泥导报,2018(2):29-32.
- [3] 赵金兰,张翼.水泥企业 CO₂ 减排技术之余热发电的中国自愿减排项目开发研究[J].新世纪水泥导报,2018(2):10-14.
- [4] 钟信光,孙震,王振泽,等.碱渣参与配料生产水泥熟料实现节能降耗减排的实践[J].新世纪水泥导报,2018(1):57-60.

收稿日期:2021-04-14

作者简介:付聪(1985—),男,汉族,江西南丰人,硕士研究生,高级工程师,主要从事环境咨询及治理方面工作。