

# 水泥清洁生产中的粉尘污染控制研究

唐梦洁 陈云

新疆辰光启航环保技术有限公司

DOI:10.12238/eep.v8i1.2471

**[摘要]** 水泥在建筑领域十分常用,其生产过程具有污染高、能耗大的特点,并会伴有大量粉尘污染。随着时代的发展,水泥行业正在推动清洁生产,符合目前节能环保策略,可借此降低生产能耗和污染。不过在清洁生产期间仍然有一定的粉尘污染,如何有效提高粉尘污染控制水平仍需继续探索。以下内容便围绕水泥清洁生产中的粉尘污染进行简单探讨。

**[关键词]** 水泥; 清洁生产; 粉尘污染; 途径

**中图分类号:** TV42+1 **文献标识码:** A

## Research on Dust Pollution Control in Clean Production of Cement

Mengjie Tang Yun Chen

Xinjiang Chengguang Qihang Environmental Protection Technology Co., Ltd

**[Abstract]** Cement is widely used in the construction industry, and its production process has the characteristics of high pollution, high energy consumption, and is accompanied by a large amount of dust pollution. With the development of the times, the cement industry is promoting clean production, which is in line with current energy-saving and environmental protection strategies, and can be used to reduce production energy consumption and pollution. However, there is still some dust pollution during clean production, and further exploration is needed to effectively improve the level of dust pollution control. The following content will briefly discuss the dust pollution in clean cement production.

**[Key words]** cement; Clean production; Dust pollution; way

在国民经济建设中,水泥以及水泥行业均发挥了至关重要的作用。早在2012年时我国的水泥产量便已达到世界首位,但也因此出现了比较严重的粉尘污染问题。随着近年来生态保护、节能减排等理念的提出以及政策的推行,各行业领域的发展均受到了影响,水泥行业必须在此背景下推动清洁生产,着重控制粉尘污染,真正实现清洁生产、绿色发展。

### 1 水泥生产时的粉尘污染来源

#### 1.1 原材料加工阶段

粉尘污染贯穿水泥生产全过程,几乎整个生产环节均会伴有明显的粉尘污染。石灰石、黏土、铁矿石等是用于生产水泥熟料的主要原材料,一般在正式生产前需要对此类原材料进行破碎处理,以满足水泥的实际生产工艺;破碎处理环节会应用到锤式破碎机、颚式破碎机等相关机械设备,整个破碎过程会产生大量粉尘,而且经相关数据调查显示,原材料破碎处理环节,空气的粉尘浓度能够达到数百毫克每立方米;同时在完成破碎处理后,需要对原材料进行储存或运输,该阶段同样会产生粉尘污染<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 粉磨工序

对原材料完成初步处理后,需要进行粉磨,进一步降低颗粒尺寸,一般为生粉研磨。在具体研磨处理时会应用到球磨机等设备,设备运行期间会对原材料施加巨大的力,以达到研磨标准,有效降低颗粒尺寸。但是由于设备对物料有较大冲击,加之物料本身比较干燥,很容易因气流带动小颗粒粉尘,进而形成粉尘污染。

#### 1.3 烘干阶段

烘干过程的粉尘污染情况同样值得关注。该过程是对原材料的进一步处理过程,需要在原材料破碎、粉磨后进行烘干,帮助提高烧结效率和烧结品质。期间需要借助先进的烘干设备,将已初步处理的原材料进行烘干处理,回转烘干机、沸腾烘干机等设备在该环节的应用较多,但在烘干处理时必然会因设备的运转而产生粉尘污染。

#### 1.4 煅烧环节

该环节是整个水泥熟料生产的关键阶段,需要对经过专业处理的原材料进行高温煅烧,温度一般可达到大约1450℃,高温环境下,物料会产生复杂的物理和化学反应,更是产生粉尘污染的主要环节。例如,原材料中含有大量碳酸钙,高温环境下会产生

生固体颗粒并随废气排出,进而引起粉尘污染;再如,煅烧期间会因气体流动、物料扰动等因素导致飞溅、挥发,粉尘产生量随之增加。

### 1.5 物料运输与包装

除以上环节外,物料运输与包装过程也会产生粉尘污染。例如,在运输期间可能存在包装不合理情况,导致密封性不足,很容易因此出现粉尘污染;再如,物料装卸期间,本身便会因空气流动和力的作用导致粉尘飞扬。总而言之,粉尘污染产生于水泥生产的几乎全过程环节,如何对其采取有效控制是一大难点。

## 2 水泥清洁生产中的常用粉尘污染控制技术

### 2.1 源头控制技术

粉尘污染在水泥生产中极为常见,如何进行有效控制是一大难点。随着目前先进技术的发展,对粉尘污染控制技术的研究已较为深入。水泥生产的全过程环节几乎均会产生粉尘污染,因此粉尘污染控制也应结合实际生产环节合理运用。在生产初期,可应用源头控制技术。前文提到,对原材料的破碎处理阶段会产生大量粉尘,虽然破碎效率较高,但粉尘污染十分严重,不符合目前清洁生产需求,必须积极应用相关粉尘污染控制技术<sup>[2]</sup>。例如可在破碎设备上合理应用,新型单段锤式破碎机正在逐步被水泥生产企业应用,相比传统破碎设备,该设备采用转子结构设计,破碎效率更高,无须对原料进行多次破碎,因此有效减少了因多次破碎产生的粉尘;不仅如此,该设备内部还增加了对导流板的应用,这对降低粉尘污染同样有辅助作用。

对于粉磨阶段,可选择辊压机,以辊压机为核心的辊压机终粉磨系统是一种更为先进、环保的粉磨技术,正在逐步被应用于水泥生产领域。以往在物料粉磨阶段多选择球磨机,但其能耗高、效率低。辊压机在能耗、效率方面明显改善,在具体粉磨过程中,该系统处于整体密闭状态,有效预防粉尘外溢,并可以通过高压辊将物料压成料饼,视物料颗粒度情况采取进一步的处理,进而可达到较高粉磨效率;立磨技术也是目前较为先进的粉磨技术,可基于对离心力的作用对物料进行粉磨处理,该技术有效优化了设备结构和气流设计,显著降低了粉尘产生量,也能够有效控制粉尘外逸。

### 2.2 过程控制技术

水泥生产过程中可应用多样化的过程控制技术进行粉尘污染控制,主要包括设备密闭技术、吸尘罩技术。水泥生产之所以产生大量粉尘,与生产过程的密闭不足有关,而且许多企业也未能重视密闭处理。目前的设备密闭技术主要涉及输送设备密闭和生产设备密闭。皮带输送机在水泥生产中较为常用,可通过该设备完成物料的运输,为达到密闭目的,可选择使用全封闭的皮带输送机廊道,做好廊道连接部位的密封,能够使物料运输过程做到完全密闭,有效控制粉尘外溢。对于破碎机、磨机,也可对设备进行优化改进,实施整体密闭处理,例如对于颚式破碎机,可尝试使用透明密闭罩,防范粉尘外溢的同时也可直观观察设备运行情况<sup>[3]</sup>。

吸尘罩技术的应用也比较多,常见的有局部吸尘罩和整体

吸尘罩,即在粉尘集中产生的部位使用吸尘罩,以达到有效吸尘、减少粉尘外逸的目的。前者多用于破碎机、磨机,后者则用于相对分散的设备。

### 2.3 末端控制技术

末端控制技术中最为常用的有袋式除尘器和电除尘器。袋式除尘器在水泥生产粉尘污染控制中有极高的适应性,可在原材料的开采到产品包装运发等全过程环节应用。现如今几乎所有水泥生产行业均有对袋式除尘器的应用;该技术有良好的稳定性。由于污染控制场景的复杂性,在实际应用该技术时往往会有许多干扰情况,如烟尘比、电阻等,但袋式除尘器在实际应用时受其他因素的干扰相对较小,整体粉尘捕捉效率高、速度快,一些复杂的场景也能够有效应用,而且经相关实验数据显示,该技术最大可将粉尘浓度控制在 $<10\text{ mg/Nm}^3$ 范围。不过目前看来,袋式除尘器也存在一定的局限性,尤其会受温度影响,若在除尘时滤袋温度较高很容易引发“烧袋”,温度较低时会“糊袋”,两种情况下均会影响除尘效果。

电除尘器相比袋式除尘器比较先进,其设备内部设置有高压电场,可通过高压电场分别吸附带有正、负电荷的粉尘。目前电除尘器的应用范围在逐步扩大,可适用于粉尘大量生成的环节,并且整体可靠性也较强。不过需注意的是,电除尘器前期投资较大,需要基于实际情况合理考虑选择电除尘器或袋式除尘器,抑或组合应用。

## 3 强化粉尘污染控制的途径探索

### 3.1 推动工艺改进

水泥被广泛用于各种工程项目,对社会经济建设有重要意义。随着时代的发展,水泥生产中的粉尘污染控制愈加受到关注,水泥行业正在逐步朝着清洁生产方向前进,在降低能耗的同时关注对粉尘污染的控制。从实际情况看,水泥生产期间的粉尘污染与工艺密切相关,对此在未来可推动工艺改进,以工艺改进减少粉尘污染。其中应优先关注粉磨工艺,以往在原材料粉磨时会逸出大量粉尘,不仅污染严重,粉磨效率也相对较低。因此应尽快改进粉磨工艺,使用辊压机、立磨机等先进粉磨设备,在提高粉磨效率的同时降低粉尘产生量;煅烧是水泥熟料生产的关键环节,也是大量产生粉尘的阶段,应关注对煅烧工艺的优化改进。例如可尝试使用预分解技术,通过预热器、分解炉对生料进行充分预热、部分分解,随后再送至窑中煅烧,这一工艺途径能够有效减少煅烧环节的粉尘产生量。不过煅烧工艺较为复杂,如何在煅烧期间有效控制温度、时间等关键参数也是控制粉尘污染的关键<sup>[4]</sup>。

### 3.2 升级设备

水泥生产环节复杂,相关设备众多,水泥清洁生产中必须关注设备,尤其需重视升级设备,以更为先进的设备为支撑,降低粉尘产生量,强化粉尘污染控制。例如袋式除尘器、电除尘器均是水泥生产环节的常用除尘设备,企业应当基于自身情况合理选择除尘设备,以满足除尘需求;不仅如此,由于生产环节的复杂性,各种除尘、收尘设备的应用较多,随着应用时间的增加,

可能会因此影响设备应用效能。为此,应设置专门的设备维护团队,定期进行设备检查、维修、保养,确保设备始终处于良好性能水平。

### 3.3协同密闭与收尘

水泥生产过程中粉尘污染几乎不可避免,一旦粉尘进入空气中,便会随之导致污染。水泥清洁生产背景下,必须协同发挥密闭与收尘的作用,以此实现对水泥生产全过程环节的精细化管理。对于密闭工作,必须基于实际情况合理落实密闭措施。物料运输过程是产生粉尘的重要环节,应在该阶段妥善落实密闭措施。例如对于输送机、提升机等,均应使用密闭罩、廊道,而且尤其需关注密封设施连接部位的稳定性,可通过密封垫、密封胶条等进行密封,最大限度地降低粉尘外溢;收尘工作同样值得关注,需要积极与密闭措施形成协同作用,进一步强化粉尘污染控制力度。袋式除尘器、电除尘器均是水泥生产中较为常用的除尘设备,应用范围广。为进一步提高收尘效果,应当对收尘设备进行优化改进,例如对于袋式除尘器,应着重提升滤料品质、滤袋质量。对于袋式除尘器本身,也应重点对其吹清灰系统、过滤系统等进行优化设计,以便于更加贴合水泥生产过程,提升适应性。

### 3.4强化管理工作

水泥行业近年来正在积极响应国家号召,关注清洁生产。对于水泥生产企业,还应强化管理,为粉尘污染控制奠定管理基础<sup>[5]</sup>。第一,应建立健全管理制度。在法律层面,应当出台更为严格的法律制度,政府也应基于当地现实情况,针对水泥生产企业制定严格的政策要求,逐步形成更为严格、细化的粉尘排放标准。水泥生产企业必须遵循各种法律法规及政策,提高思想重视度,并从设备升级、工艺改进等方面强化粉尘污染控制,迎合现实需求。

第二,提高操作流程规范性。水泥生产的全过程环节均会产生粉尘,以往在生产环节中未关注粉尘控制,容易因此形成较为严重的粉尘污染。企业必须对此给予足够的关注,从原料采购到生产加工等全过程环节均应制定完善、严格的操作规范及流程,确保全过程环节均有严格的管理制度。还应在企业内部设置监督小组,定期、不定期地对生产环节进行粉尘控制情况监督,对

于未能严格落实操作规范及流程的人员或部门,应采取严厉的惩罚措施。

第三,加强监测、预警。为降低粉尘污染、强化粉尘污染控制水平,应重视对水泥生产环节加强监测和预警。在监测工作中,可在生产全过程中设置大量传感器,借此实时监测粉尘情况,包括排放量、浓度等;不仅如此,可加入对智能控制技术的应用,并设置预警阈值,基于对监测数据的实时获取数据,若发现粉尘排放量及浓度超出预警阈值,可在第一时间发出警报,便于及时处置。

## 4 结语

水泥生产过程不仅会消耗大量能源,也会随之产生严重的粉尘污染,不利于环境保护。目前,清洁生产已成为水泥行业的主要转型之路,通过增强粉尘污染控制水平,有利于推动企业清洁生产模式转型,增强市场竞争力,对企业未来可持续发展有重要意义。企业必须关注粉尘污染产生原因,与水泥生产环节的关联,合理应用粉尘污染控制技术,注重推动工艺改进、升级设备、协同密闭和收尘技术,强化管理水平,持续提升粉尘污染控制水平,践行清洁生产之路。

### [参考文献]

[1]王舒晗,张鑫,聂兴信,等.地下金属矿山袋式除尘器捕尘材料研究现状及展望[J].黄金,2024,45(11):104-110.

[2]初晓明,高媛,何强.某建筑石料矿山生产加工技术改造措施浅析[J].采矿技术,2023,23(06):8-11.

[3]郑幸.预拌混凝土搅拌站绿色生产技术探究[J].散装水泥,2022,(06):64-66.

[4]吴延鹏,栾珊珊,苏伟,等.钢铁厂原料堆粉尘无组织排放抑制技术进展[J].化工学报,2021,72(S1):53-62.

[5]郭尚宏.水泥企业无组织排放控制和治理的研究[J].皮革制作与环保科技,2021,2(10):90-91.

### 作者简介:

唐梦洁(1991--),女,苗族,新疆人,本科,中级,研究方向:清洁生产(水泥行业、火电行业)。

陈云(1991--),女,汉族,新疆人,本科,中级,研究方向:生态环境保护。