(19)国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 216837715 U
(45)授权公告日 2022.06.28

(21)申请号 202220747815.6

(22)申请日 2022.04.01

(73)专利权人 西安建筑科技大学
地址 710055 陕西省西安市雁塔路13号

(72)发明人 陈延信 酒少武 赵博

(74)专利代理机构 西安智大知识产权代理事务所 61215
专利代理师 段俊涛

(51)Int.Cl.
C04B 7/43(2006.01)
C04B 7/38(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

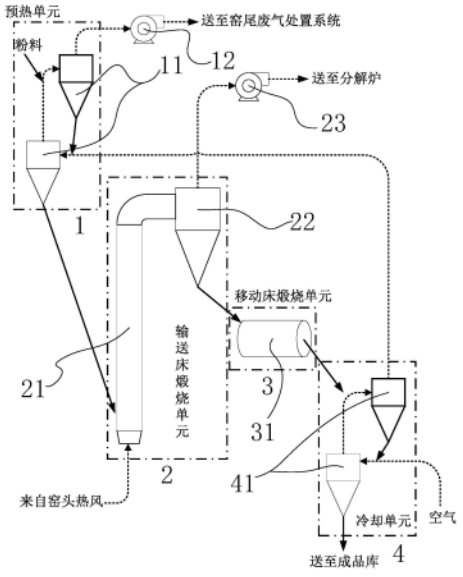
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54)实用新型名称

一种利用水泥窑热风协同活化煤矸石的系统

(57)摘要

一种利用水泥窑热风协同活化煤矸石的系统，包括：预热单元，对煤矸石粉料进行预热；输送床煅烧单元，接预热单元的物料出口，以水泥窑的高温热风作为热源，对完成预热后的煤矸石粉料进行悬浮态煅烧；移动床煅烧单元，接输送床煅烧单元的物料出口，对完成悬浮态煅烧的煤矸石粉料进行堆积态均匀活化；冷却单元，接移动床煅烧单元的物料出口，对完成堆积态均匀活化的煤矸石粉料进行冷却。本发明将煤矸石高效活化与水泥生产工艺有机耦合，以水泥窑的高温热风作为热源，以输送床反应器分解煤矸石、以移动床反应器激发产品活性，在不明显影响水泥生产的条件下能够大规模、连续稳定、高效地生产高活性的煤矸石活化产品。



CN 216837715 U

1.一种利用水泥窑热风协同活化煤矸石的系统,包括:

预热单元,对所述煤矸石粉料进行预热;

输送床煅烧单元,接所述预热单元的物料出口,以水泥窑的高温热风作为热源,对完成预热后的煤矸石粉料进行悬浮态煅烧;

移动床煅烧单元,接所述输送床煅烧单元的物料出口,对完成悬浮态煅烧的煤矸石粉料进行堆积态均匀活化;

冷却单元,接所述移动床煅烧单元的物料出口,对完成堆积态均匀活化的煤矸石粉料进行冷却。

2.根据权利要求1所述利用水泥窑热风协同活化煤矸石的系统,其特征在于,所述预热单元是由多级旋风分离器、连接管道、加料装置和离心风机组成的多级悬浮态预热器,所述多级旋风分离器由多个旋风分离器和连接管道组成,上一级旋风分离器的气流入口与下一级旋风分离器的气流出口由管道相连接,上一级的物料出口与下一级的气流入口管道相连接;所述加料装置与第一级旋风分离器的气流入口管道连接,粉体物料在预热单元中由上向下运动,在最后一级旋风分离器被分离收集后进入输送床煅烧单元,气流在预热单元中由下向上运动,由第一级旋风分离器的气流出口排出,经离心风机输送至水泥生产线窑尾废气处置系统。

3.根据权利要求1所述利用水泥窑热风协同活化煤矸石的系统,其特征在于,所述输送床煅烧单元由输送床反应器、旋风分离器和高温离心风机组成,所述输送床反应器为管道结构呈竖式布置,下部与来自水泥生产线窑头的高温热风管道相连接,上部经由弯管与旋风分离器进风管道连接,旋风分离器的气流出口由管道与高温离心风机相连接,在输送床反应器下部位于热风进口上方的位置设有进料管,与预热单元最后一级旋风分离器的物料出口管道相连,所述高温离心风机的出口与水泥预热器的分解炉连接。

4.根据权利要求1所述利用水泥窑热风协同活化煤矸石的系统,其特征在于,所述移动床煅烧单元由移动床反应器与连接管道组成。

5.根据权利要求1所述利用水泥窑热风协同活化煤矸石的系统,其特征在于,所述冷却单元由多级旋风分离器和连接管道组成,所述多级旋风分离器,由多个旋风分离器和连接管道组成,上一级旋风分离器的气流入口与下一级旋风分离器的气流出口由管道相连接,上一级的物料出口与下一级的气流入口管道相连接;由移动床煅烧单元排出的物料,从第一级旋风分离器的物料进口进入,依次经过各级旋风分离器,被冷却并由最后一级旋风分离器出口排出,空气由最后一级旋风分离器的气流入口进入,依次经过各级旋风分离器与高温物料进行换热,最后由第一级旋风分离器的气流出口管道进入预热单元。

一种利用水泥窑热风协同活化煤矸石的系统

技术领域

[0001] 本发明属于干法水泥生产技术领域，涉及一种活化煤矸石的制备工艺，特别涉及一种利用水泥窑热风协同活化煤矸石的系统。

背景技术

[0002] 水泥工业的节能减碳主要围绕两方面开展工作：其一是提高水泥工艺能效。通过优化水泥生产工艺流程和操作参数，提高水泥生产过程物质和能量的利用率，降低单位水泥产品的料耗和能耗，从而降低碳排放；其二是发展原料、燃料和产品的替代技术。利用低排放的原料替代石灰石，低碳排放的燃料替代煤粉，或者以具备活性的固废等替代部分水泥熟料制备低碳水泥。其中，将多种固废制备成辅助胶凝材料替代部分水泥熟料，可有效降低水泥基材料在生产过程的能耗和碳排放。目前，高炉矿渣、粉煤灰、脱硫石膏等固废在水泥中的应用已经普及，并形成较大的利用规模。

[0003] 作为采煤过程中产生的主要废弃物，煤矸石是存放量较大的固废品种之一。目前，煤矸石利用尚未形成规模，传统堆存和填埋的处置方式不仅占用土地，还易造成土壤、水体、大气等多重污染。大部分区域的煤矸石中都含有高岭石、蒙脱石和伊利石等矿物，经过煅烧后可形成不定型结构偏高岭土。偏高岭土是具有潜在胶凝活性的材料，掺入水泥后可显著提升水泥的后期强度和改善耐久性。因此，将煤矸石进行煅烧后作为辅助胶凝材料掺入水泥，降低水泥熟料的比例，既能达到水泥“节能降碳”的目的，又实现了煤矸石的综合利用。

[0004] 目前，煤矸石的活化煅烧的工业化尚未普及，主要原因如下：

[0005] (1)水泥厂通常将部分煤矸石作为硅铝质校正原料使用，而活化煅烧煤矸石需要专门的煅烧工艺，投资和生产成本较高，因此未得到充分的重视。煤矸石的成分复杂，通常以石英、高岭石(蒙脱石、伊利石)、方解石、赤铁矿、金红石等矿物为主，并且含有煤以及硫、磷、镁、钾、钠、氯等元素。由于水泥生料对氧化物成分比例及有害元素含量的限制，将煤矸石作为普通硅酸盐水泥原料使用通常只能掺入6％以下。也有水泥厂将煤矸石作为混合材使用，然而由于未经过活化煅烧的煤矸石不具备胶凝活性，因此在水泥中的掺量也很小。在现有水泥生产的技术条件下，直接利用煤矸石的体量很小，难以达到规模化应用的要求。

[0006] (2)煤矸石活化产品的性能受原料成分、煅烧工艺和生产制度的影响非常大，并且在使用过程中与水泥品种、配料方法和应用场景等因素密切相关。由于加工和应用的技术难度大，单一产品的销售很难打开市场，限制了煤矸石活化煅烧的工业化应用。能够满足制备活性材料要求的煤矸石，须以高岭石、伊利石、蒙脱石或者铝土矿等富铝矿物为主要成分。煤矸石制备活性材料的原理是通过煅烧使高岭石(蒙脱石、伊利石)转化为偏高岭土，并使煤及有机质、硫化矿物、碳酸盐等杂质成分尽可能脱除。尽管这类煤矸石在中国的山西、内蒙、安徽、辽宁、陕西等大多数煤矿矿区有广泛的分布，但绝大多数煤矸石是以石英为主的，并不能满足制备活性材料的要求。另外，不同矿物成分的煤矸石在煅烧工艺、条件(温度、时间、气氛)及杂质处置等方面的要求差异巨大。根据当前的煤矿生产条件，煤矸石的产

出并未经过严格的筛选和分类堆存，不同采煤层的矸石性质差异巨大，混乱排放的方式决定了煤矸石的成分波动巨大。煤矸石活化煅烧工艺需要适应原料大幅度波动的生产条件并且制备出质量稳定产品，这对工艺和技术的要求极高，简单流程的煅烧工艺往往不能满足。此外，在水泥或混凝土的应用中，煤矸石活化材料会参与水化并最终影响硬化体的使用性能(强度、耐久性等)。煤矸石原料的化学成分和煅烧工艺条件对活化产品的活性影响很大，不同活性的产品在使用过程中与水泥的性质(品种、标号及混合材类型)和掺量的配合至关重要。合理的搭配不仅能显著提高煤矸石活性材料对水泥的替代水平，并切提高水泥的使用性能(力学性能和耐久性)，然而不当的搭配会导致水泥早期强度降低、强度倒缩和水泥硬化体开裂等问题。因此，煤矸石的活化煅烧工艺，不仅仅涉及煅烧技术本身，还必须考虑与上下游环节的匹配问题。

[0007] (3)目前，围绕煤矿周边存在一批以“移动床”煅烧技术为基础的小型竖炉(土窑)工艺，将煤矸石煅烧后销售给水泥厂作为活性混合材使用。该工艺生产条件恶劣，对粉尘和废气不能有效处理，并且产品的质量很不稳定，近年来已经淘汰。也有企业尝试用回转窑工艺煅烧煤矸石，然而回转窑是以堆积态换热的设备，不仅煅烧时间长、效率低、热耗高，而且存在不可避免的“欠烧”或“过烧”现象，导致产品质量不稳定，由于技术的局限目前并未推广普及。近年来，基于悬浮态高效煅烧技术在煤矸石活化方面的应用引起广泛关注。悬浮态技术采用输送床反应器，其技术原理是将粉料之于悬浮态进行反应，充分利用悬浮态下传递动力大和反应效率高的特点，在极短的时间内就能完成煅烧反应。悬浮态技术具有热效率高、能耗低的优点，工艺成熟、技术先进、自动化程度高，已经在包括水泥工业在内的诸多领域得以应用。大量的研究证明，将悬浮态技术应用于煤矸石的煅烧不仅技术可行，而且是未来的工艺发展的主流方向。关于煤矸石的悬浮态煅烧已经形成了相关专利成果，比如CN200910076126.6和CN201410114859.5。其中，专利CN201410114859.5是申请人早期参与的研究形成的成果之一，该专利并未考虑与水泥生产工艺和水泥应用的耦合问题，在目前的社会经济环境下推广应用难度较大。专利CN200910076126.6提出了利用水泥厂的热能对煤矸石进行悬浮态煅烧的方案，但在工艺中需要配入石灰石，石灰石分解消耗大量的热能和排放的二氧化碳在一定程度上削弱了工艺的节能和减碳效益。

[0008] 实际上，煤矸石活化产品的活性高低在很大程度上决定了其在水泥中的掺量的大小。煤矸石活化产品的活性不仅与偏高岭土的含量有关，还受偏高岭土不定型结构的发展程度影响。在煅烧过程中煤矸石中的高岭石(或者伊利石、蒙脱石)在分解同时形成偏高岭土，该反应在悬浮态下于700℃-980℃仅需要十几秒内就能完成。然而，偏高岭土还需要经过适当的激发才能发挥出最佳活性。通常的激发手段有物理激发和化学激发两种。物理激发属于前期激发，通常采用热处理的方法，将偏高岭土在700℃-980℃的高温下继续煅烧一段时间，促使高岭石原有的层状结构进一步向无序化调整，同时高温也促使石英由晶体逐渐向部分无定型化转变，并且能使煤矸石结构中的碳质深度脱除，从而使产品的活性提高。根据大量的研究，偏高岭土的热处理时间从十几分钟到几个小时不等，这也是煤矸石通常采取长时间煅烧的根本原因，然而在普通的悬浮态煅烧工艺上是无法实现的。化学激发属于后期激发，需要在煤矸石活化产品的应用环节实施，比如加入适当的化学激发剂促使活性铝和活性硅有效溶出参与水化反应，从而提高其胶凝活性。现有的悬浮态活化煤矸石工艺在偏高岭土的后续活化及与水泥生产及应用的结合性方面均存在一定的不足，因此仍需

要进行技术创新。

[0009] 上述分析表明，将煤矸石进行活化煅烧制备辅助胶凝材料对水泥工业节能降碳和实现煤矸石的规模化利用都是有利的，但在现有生产技术条件下却存在技术、工艺和应用衔接等多方面的局限。因此，必须结合煤矸石的综合利用和水泥工业生产条件进行技术创新，突破从需求、生产和应用方面的一系列限制，开发出具有大规模推广应用价值的煤矸石活化煅烧工艺和高性能产品，从而为煤矸石利用和水泥工业可持续发展做出贡献。

发明内容

[0010] 为了克服上述现有技术的缺点，本发明的目的在于提供一种利用水泥窑热风协同活化煤矸石的系统，将煤矸石高效活化系统与水泥生产系统有机耦合，以水泥窑的高温热风作为热源，以输送床反应器分解煤矸石、以移动床反应器激发产品活性，在不明显影响水泥生产的条件下能够大规模、连续稳定、高效地生产高活性的煤矸石活化产品。

[0011] 为了实现上述目的，本发明采用的技术方案是：

[0012] 一种利用水泥窑热风协同活化煤矸石的系统，包括：

[0013] 预热单元，对所述煤矸石粉料进行预热；

[0014] 输送床煅烧单元，接所述预热单元的物料出口，以水泥窑的高温热风作为热源，对完成预热后的煤矸石粉料进行悬浮态煅烧；

[0015] 移动床煅烧单元，接所述输送床煅烧单元的物料出口，对完成悬浮态煅烧的煤矸石粉料进行堆积态均匀活化；

[0016] 冷却单元，接所述移动床煅烧单元的物料出口，对完成堆积态均匀活化的煤矸石粉料进行冷却。

[0017] 在一个实施例中，所述预热单元是由多级旋风分离器、连接管道、加料装置和离心风机组成的多级悬浮态预热器，所述多级旋风分离器由多个旋风分离器和连接管道组成，上一级旋风分离器的气流入口与下一级旋风分离器的气流出口由管道相连接，上一级的物料出口与下一级的气流入口管道相连接；所述加料装置与第一级旋风分离器的气流入口管道连接，粉体物料在预热单元中由上向下运动，在最后一级旋风分离器被分离收集后进入输送床煅烧单元，气流在预热单元中由下向上运动，由第一级旋风分离器的气流出口排出，经离心风机输送至水泥生产线窑尾废气处置系统。

[0018] 在一个实施例中，所述输送床煅烧单元由输送床反应器、旋风分离器和高温离心风机组成，所述输送床反应器为管道结构呈竖式布置，下部与来自水泥生产线窑头的高温热风管道相连接，上部经由弯管与旋风分离器进风管道连接，旋风分离器的气流出口由管道与高温离心风机相连接，在输送床反应器下部位于热风进口上方的位置设有进料管，与预热单元最后一级旋风分离器的物料出口管道相连，所述高温离心风机的出口与水泥预热器的分解炉连接。

[0019] 在一个实施例中，所述移动床煅烧单元由移动床反应器与连接管道组成。

[0020] 在一个实施例中，所述冷却单元由多级旋风分离器和连接管道组成，所述多级旋风分离器，由多个旋风分离器和连接管道组成，上一级旋风分离器的气流入口与下一级旋风分离器的气流出口由管道相连接，上一级的物料出口与下一级的气流入口管道相连接；由移动床煅烧单元排出的物料，从第一级旋风分离器的物料进口进入，依次经过各级旋风

分离器，被冷却并由最后一级旋风分离器出口排出，空气由最后一级旋风分离器的气流入口进入，依次经过各级旋风分离器与高温物料进行换热，最后由第一级旋风分离器的气流出口管道进入预热单元。

[0021] 本发明相应的工艺，以水泥窑的高温热风作为热源，以煤矸石粉料为原料，所述煤矸石粉料完成预热后，通过悬浮态煅烧使得煤矸石粉料中的高岭石分解形成偏高岭土，再通过堆积态均匀活化进一步提升偏高岭土的活性，最后冷却形成产品。

[0022] 在一个实施例中，所述预热利用多级悬浮态预热器完成，所述多级悬浮态预热器将煤矸石粉料预热至500℃以上。

[0023] 在一个实施例中，所述悬浮态煅烧的反应温度为700℃-980℃，过程中煤矸石粉料被所述水泥窑的高温热风带起向上作同流运动。

[0024] 在一个实施例中，所述堆积态均匀活化的热处理温度为700℃-950℃，停留时间10min～2h。

[0025] 在一个实施例中，所述高温热风为来自水泥回转窑窑头的800℃-1200℃热风，其作为悬浮态煅烧的热源，悬浮态煅烧后的高温尾气温度为750℃-900℃，进入水泥预热器；所述冷却以空气为冷源，升温后的空气用于对煤矸石粉料进行预热，换热后的空气温度为200℃～300℃，进入窑尾废气处置系统。

[0026] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：

[0027] 其一，能够根据煤矸石活化反应的特征实现两步煅烧，首先采取输送床反应器在悬浮态下快速完成高岭石的分解和碳质的燃烧，形成偏高岭土和脱除大部分有机碳，再采取移动床反应器在堆积态下利用物料自身的热量在高温下完成对偏高岭土的进一步活化并深度脱除有机碳等杂质。该系统结合了输送床反应器的高效率和移动床反应器煅烧时间长的技术优点，对不同类型、不同品质的煤矸石的煅烧具有良好的适应性。

[0028] 其二，结合水泥生产工艺的条件和煤矸石活化煅烧的特点，利用回转窑窑头丰富的热风作为热源，在无需补充燃料的情况下，完成对煤矸石的活化煅烧。由于煤矸石本身有一定的热值具有“自发热”属性，因此煤矸石活化煅烧的能耗较低，来自回转窑窑头的800℃-1200℃高温热风经过输送床反应器后温度降低仅有200℃左右。一方面，将750℃-900℃的废气引入进入水泥预热器，不会显著影响水泥生产系统的风量平衡；另一方面，煤矸石中的煤(碳)在预热单元已经有一部分燃烧，加之其含量较低并不会大量消耗热风中的氧气，因此将废气引入进入水泥预热器不会显著影响分解炉中煤的燃烧工况。另一路冷却空气，首先实现对产品的冷却和热量回收，再将热量用于预热原料，实现了热量的充分利用。由于冷却空气并不进入水泥生产系统，而是直接进入窑尾的废气处置系统，因此也不会影响水泥生产过程。综上所述，采用本发明的系统，既充分利用了水泥工艺的条件，又未对水泥生产产生显著的不利影响，这对于其推广至关重要。

[0029] 本发明结构简洁、功能清晰、反应高效、能量利用率高，煅烧时间大范围可调节、工艺对原料的适应性好，在现有水泥工艺条件下实施方便，既符合煤矸石活化煅烧的技术条件，又符合水泥工业节能减碳的技术需求，为水泥工业节能减碳和煤矸石综合利用提供了一种新的技术途径。

附图说明

[0030] 图1是本发明系统示意图。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图和实施例详细说明本发明的实施方式。

[0032] 本发明利用水泥窑热风协同活化煤矸石的工艺，是以水泥窑的高温热风作为热源，以煤矸石粉料为原料，煤矸石粉料完成预热后，通过悬浮态煅烧使得煤矸石粉料中的高岭石分解形成偏高岭土，再通过堆积态均匀活化进一步提升偏高岭土的活性，最后冷却形成产品。

[0033] 如图1所示，实施例采用的利用水泥窑热风协同活化煤矸石的工艺系统，包括预热单元1、输送床煅烧单元2、移动床煅烧单元3和冷却单元4四部分。物料的流程是依次经过预热单元1、输送床煅烧单元2、移动床煅烧单元3和冷却单元4形成产品。气流分为两路：一路是来自水泥回转窑窑头的800℃-1200℃高温热风，经由移动床煅烧单元3后，以750℃-900℃的废气进入水泥预热器。另一路为空气，依次经过冷却单元4与高温物料进行热交换后升温，然后进入预热单元1预热煤矸石粉料，最终以200℃～300℃的废气进入水泥生产线的窑尾废气处置系统。

[0034] 本发明的预热单元1是由多级旋风分离器一11、连接管道、加料装置和离心风机12组成的多级悬浮态预热器，功能是对煤矸石粉料进行烘干和预热，以及实现冷却单元4热风的热量回收。本实施例中，采用两级旋风分离器。其中，加料装置主要由粉料输送装置、加料机、计量装置和加料管组成。加料机包括但不限于振动式、螺旋式、带式等适合粉料喂入的设备。本实施例采用螺旋式双螺旋结构的输送机，既能保证物料连续稳定的输送，又能起到锁风的作用，避免空气进入冷却单元4。加料管与第一级旋风分离器的气流入口管道连接。上一级旋风分离器(本实施例中，即第一级旋风分离器)的气流入口与下一级旋风分离器(本实施例中，即第二级旋风分离器)的气流出口由管道相连接，上一级的物料出口与下一级的气流入口管道相连接，以此类推。粉体物料在预热单元1中由上向下运动，由加料口进入第一级旋风分离器，被分离收集后进入第二级旋风分离器，由第二级旋风分离器物料出口管道进入输送床煅烧单元2。气流在预热单元1中由下向上运动，由冷却单元4来的500℃～600℃的热风首先进入预热单元1第二级旋风分离器的气流入口，经过旋风分离器后由气流出口进入第一级旋风分离器，最后由第一级旋风分离器的气流出口排出，200℃～300℃的废气经离心风机12输送至水泥生产线窑尾废气处置系统。预热单元1的旋风分离器及连接管道均作保温处理，尽可能减少热量的耗散。

[0035] 输送床煅烧单元2由输送床反应器21、旋风分离器22和高温离心风机23组成，功能是完成煤矸石中高岭石的分解形成偏高岭土。输送床反应器21为管道结构，呈竖式布置，管道外壳为不锈钢材质的管道，内部浇筑耐火材料。输送床反应器21下部与来自水泥生产线窑头的高温热风管道相连接，上部经由弯管与旋风分离器22进风管道连接。旋风分离器22的气流出口由管道与高温离心风机23相连接。在输送床反应器21下部位于热风进口上方的位置设有进料管，与预热单元1的最后一级旋风分离器(本实施例中，即第二级旋风分离器)的物料出口管道相连。物料由进入输送床反应器21后，被来自于回转窑窑头800℃-1200℃热风带起向上作同流运动，在输送床反应器21中于750℃-900℃下进行反应，完成反应后进

入旋风分离器被分离收集后进入移动床煅烧单元3,750℃-850℃的气流从旋风分离器的气流出口排出,经由高温离心风机23后进入水泥预热器的分解炉,热量被回收利用。旋风分离器22及管道均由不锈钢材料制作,内部采取浇注耐火材料的方式进行保温处理,尽可能减少热量的耗散。

[0036] 移动床煅烧单元3由移动床反应器31与连接管道组成,功能是完成对偏高岭土的进一步活化提升产品的活性。移动床反应器31包括但不限于回转式、螺旋搅动或重力式原理的中空设备,可采取立式、卧式或倾斜式的布置方式,设有保温材料,工作温度范围为700℃-1000℃,优选为700℃-950℃,更优选为750℃-850℃。具有调节物料停留时间的功能。本实施例采取立式结构,上部为圆柱形筒体,下部为圆锥形筒体,上部和下部焊接而成。移动床反应器31内部浇筑耐火材料,内表面铺设耐热钢材。移动床反应器31下方为下料管,上安装有回转式料阀,物料在重力作用下向下流动,可通过改变转速调节物料流量。为避免移动床反应器31堵塞,在其下部锥体部分设有空气炮,定时反吹避免物料堵塞。移动床反应器31工作温度为700℃～950℃,经由输送床煅烧单元2完成反应后的偏高岭土进入移动床反应器31,在750℃-850℃的温度下进行进一步的热处理,不同物料的性质停留时间可在10min～2h范围内调节,本实施例中,物料在反应器中的平均停留时间为20min。出移动床反应器31的物料进入冷却单元4进行冷却处理,并回收物料的热量。

[0037] 冷却单元4由多级旋风分离器二41和连接管道组成,功能是对煤矸石活化产品进行冷却并回收热量。本实施例中,采用两级旋风分离器,但生产规模大时,需要三级旋风分离器,两级旋风分离器及其连接管道的形式及加工方法均与预热单元1相同。第一级冷却旋风分离器的气流入口与第二级冷却旋风分离器的气流出口由管道相连接,第一级冷却旋风分离器的物料出口与第二级冷却旋风分离器的气流入口管道相连接。由移动床煅烧单元3排出的750℃-850℃物料,依次经过第一级冷却旋风分离器、第二级冷却旋风分离器后,被冷却至200℃以下并由第二级冷却旋风分离器出口排出,并由皮带输送及运至产品库。空气由第二级冷却旋风分离器的气流入口进入冷却单元4,经过第二级冷却旋风分离器后再进入第一级冷却旋风分离器,依次完成与高温物料的换热后,500℃～600℃的热风由第一级冷却旋风分离器的气流出口管道进入预热单元1。冷却单元4的旋风分离器及连接管道均采取浇注耐火材料的保温方式,尽可能减少热量的耗散。

[0038] 采用上述的煤矸石活化煅烧系统,对内蒙某地的煤矸石进行活化煅烧。然后将产品与基准水泥(42.5标号)进行配料,开展力学性能测试,采取的配比见表1,力学强度测试结果见表2。

[0039] 表1试验的配比

[0040]

组别	硅酸盐水泥掺量/%	活化煤矸石的掺量/%
A0	100	0
A1	90	10
A2	85	15
A3	80	20
A4	75	25
A5	70	30

[0041] 表2不同龄期的试块抗压强度/MPa

[0042]

组别	3d	7d	28d
A0	27.3	36.5	47.8
A1	24.7	33.9	51.4
A2	24.3	33.2	58.9
A3	25.9	45.3	65.7

[0043]

A4	24.4	38.2	56.1
A5	23.8	36.5	52.6

[0044] 对内蒙某地煤矸石的试验结果表明，采用本发明的工艺系统和煅烧方法制备的煤矸石活性材料产品，在替代水泥比例为30％的范围内，A1～A5实验组都获得了比纯水泥更高的28d抗压强度。采用本发明的工艺系统生产的煤矸石活性材料，能在水泥替代的比例高达30％的条件下不降低水泥的性能，而普通的活化煅烧产品仅能达到超过15％的替代比例。根据生产数据测算在替代水泥比例为30％的条件下，能够降低水泥生产成本20％、节能15％、降低碳排放20％。本发明实现了将水泥生产与煤矸石利用的有机结合，推广应用前景广阔。

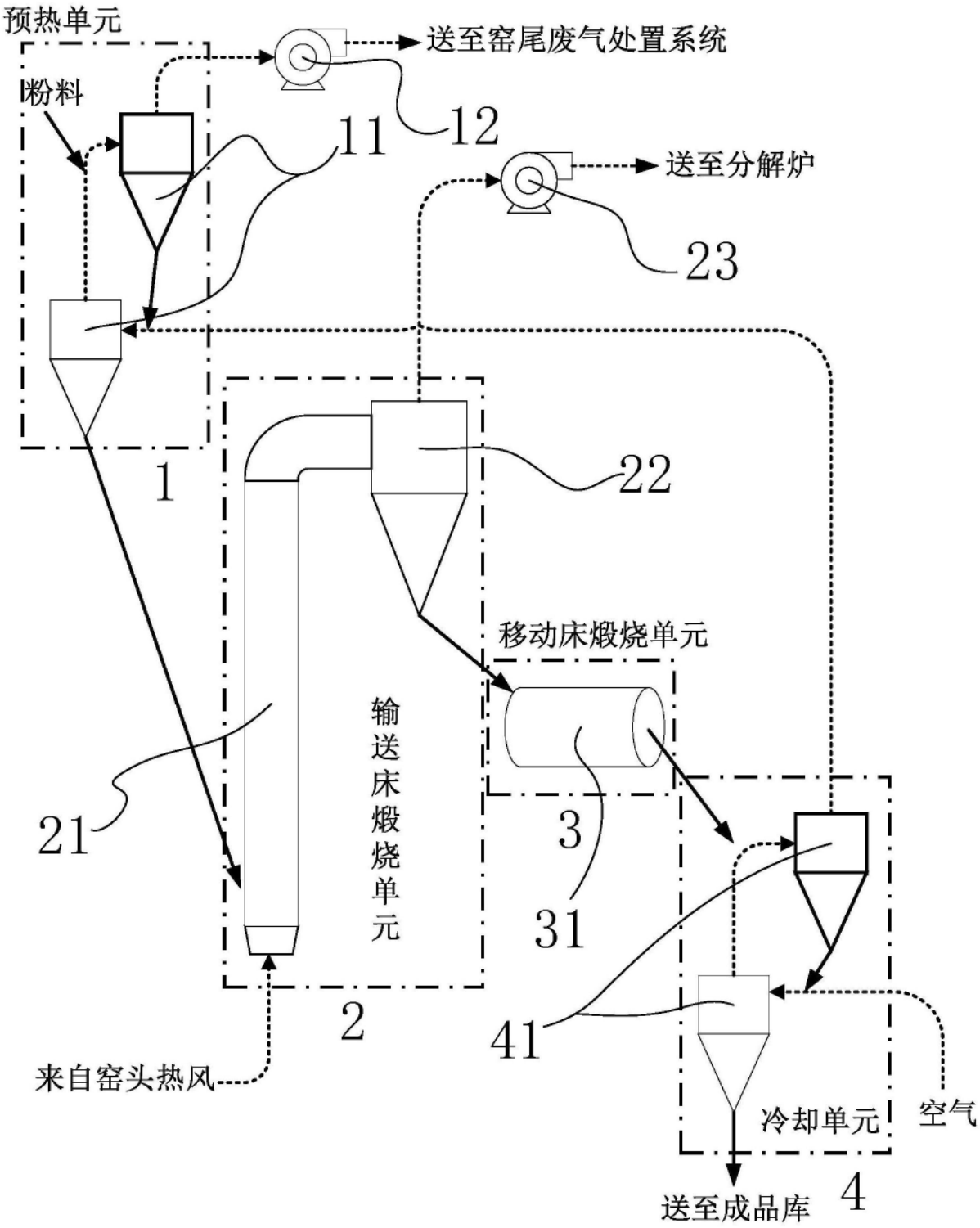

预热单元
送至窑尾废气处置系统
粉料
11
12
送至分解炉
23
1
22
移动床煅烧单元
输送床煅烧单元
21
3
31
2
41
来自窑头热风
冷却单元
空气
送至成品库
4

图1