

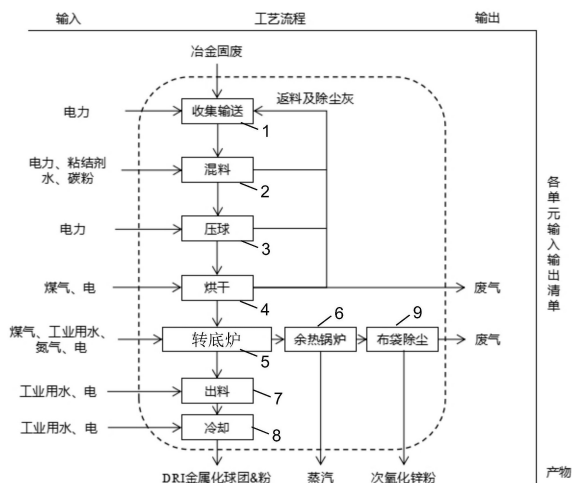


(43) 申请公布日 2023.09.19

G06Q 50/04 (2012.01)

权利要求书1页 说明书9页 附图2页

本发明公开了一种转底炉生产DRI球团工艺的生命周期评价方法,根据生命周期评价理论建立得到转底炉生产DRI球团工艺各单元的输入、输出清单,建立所述转底炉生产DRI球团工艺的LCA模型,选用不同的分析方法得到全生命周期环境影响量化评价结果并进行分析解释。本发明针对转底炉生产DRI球团工艺过程中所产生的环境影响,正确引导转底炉生产DRI球团工艺进行资源化利用。



1. 一种转底炉生产DRI球团工艺的生命周期评价方法,其特征在于:

根据生命周期评价理论建立得到转底炉生产DRI球团工艺各单元的输入、输出清单,建立所述转底炉生产DRI球团工艺的LCA模型,选用不同的分析方法得到全生命周期环境影响量化评价结果并进行分析解释。

2. 根据权利要求1所述的转底炉生产DRI球团工艺的生命周期评价方法,其特征在于:所述转底炉生产DRI球团工艺上各单元包括按球团制备工艺流程依次设置的收集输送单元、混料单元、压球单元、烘干单元、转底炉单元、出料单元和冷却单元;

所述转底炉单元上还连接余热锅炉单元、布袋除尘单元。

3. 根据权利要求2所述的转底炉生产DRI球团工艺的生命周期评价方法,其特征在于:通过输入所述转底炉生产DRI球团工艺上各单元的原料和能源消耗清单、输出各单元的产物和污染物排放环境影响清单,以各单元的产物作为整个工艺的连接,进而建立所述转底炉生产DRI球团工艺的生命周期评价模型。

4. 根据权利要求3所述的转底炉生产DRI球团工艺的生命周期评价方法,其特征在于,所述转底炉生产DRI球团工艺上各单元的输入、输出清单包括:

所述原料收集输送单元的输入清单为电力消耗和冶金固废,输出清单为混合料1和粉尘;

所述混料单元的输入清单为混合料1和电力消耗、粘结剂消耗、工业用水消耗和碳粉消耗,输出清单为混合料2和粉尘;

所述压球单元的输入清单为混合料2和电力消耗,输出清单为烘干前球团和粉尘;

所述烘干单元的输入清单为烘干前球团、电力消耗和煤气消耗,输出清单为烘干球和废气;

所述转底炉单元的输入清单为烘干球、电力消耗、煤气消耗、工业用水消耗和氮气消耗,输出清单为DRI球团和废气;

所述出料单元的输入清单为DRI球团、电力消耗和软水消耗,输出清单为DRI球团&筛下粉1、粉尘;

所述冷却单元的输入清单为DRI球团&筛下粉1、电力消耗和软水消耗,输出清单为DRI球团&筛下粉2、粉尘;

所述余热锅炉单元的输入清单为电力消耗和工业用水消耗,输出清单为蒸汽、次氧化锌粉尘;

所述布袋除尘单元的输入清单为电力消耗,输出清单为次氧化锌粉尘。

5. 根据权利要求4所述的转底炉生产DRI球团工艺的生命周期评价方法,其特征在于:利用所述转底炉生产DRI球团工艺上各单元的输入、输出清单在生命周期评价数据库软件上建立所述转底炉生产DRI球团工艺的LCA模型。

6. 根据权利要求5所述的转底炉生产DRI球团工艺的全生命周期评价方法,其特征在于:利用GHG Protocol对所述转底炉生产DRI球团工艺的碳排放进行量化核算评价;

利用ReCiPe2016终点指标对所述转底炉生产DRI球团工艺的环境影响进行量化分析评价。

一种转底炉生产DRI球团工艺的生命周期评价方法

技术领域

[0001] 本发明涉及固体废弃物资源化利用技术,更具体地说,涉及一种转底炉生产DRI球团工艺的生命周期评价方法,更进一步地说,本发明是一种基于生命周期评价(life cycle assessment,即LCA)模型的转底炉生产DRI球团工艺的碳排放和环境影响进行量化评价的方法。

背景技术

[0002] 随着我国钢铁行业的不断发展,冶金固废产量日益增多。目前,我国钢铁行业冶炼废渣年产生量约4.2亿吨,其中高炉渣约2.4亿吨、钢渣约1亿吨、含铁尘泥约6000万吨、铁合金渣约1400万吨。我国冶金渣综合利用量约为2.3亿吨,综合利用率为67%,其中高炉渣综合利用率为82%,钢渣综合利用率仅为30%。冶金固废的大量存在不仅极大地降低了矿产资源的利用率,造成了矿产资源的流失,而且,堆积的冶金固废还大量占据库存空间,影响相关企业的高效运转,并且,随着矿产资源的日益紧缺,亟需对冶金固废进行高效的回收利用。以含铁尘泥为例,其大量堆积目前造成了Fe金属元素的流失。随着技术的发展,尤其是高温还原技术在各个领域的进步,为冶金尘泥的资源化利用奠定了坚实的技术基础。

[0003] 转底炉生产DRI球团工艺(转底炉直接还原冶金尘泥固废回收资源化利用金属Fe和Zn元素生产DRI球团及筛下粉工艺)目前正在全球范围内广泛应用,国内多数企业采用转底炉法处理冶金尘泥并回收其中的Fe和Zn元素。转底炉直接处置还原冶金尘泥在1200℃左右的温度下进行,对铁、锌等有价值元素的回收率更高,能耗更低、污染更小,产品附加值更高;因此,转底炉直接还原工艺成为处理含铁锌尘泥的最佳选择之一,该工艺的特点为高温快速还原,铁金属化率能达到65-75%,脱锌率能达到85-95%。

[0004] 目前,转底炉生产DRI球团工艺虽然减少了固废堆存造成的环境问题,但生产过程中各种能源资源的使用也会产生一定的环境影响。为了更加了解转底炉生产DRI球团工艺的绿色环保和环境友好性,需要采用科学的方法,从资源消耗和污染物排放的角度全面科学的对该工艺进行分析评估,了解其潜在的环境影响,进而优化工艺流程和设备,达到节能降碳、减少环境影响的目的。

[0005] 生命周期评价(LCA)是一种从全过程对所评价产品的环境影响进行识别与量化的工具,但目前并无针对转底炉生产DRI球团工艺开展生命周期评价的研究。因此,构建转底炉生产DRI球团工艺的生命周期评价模型,对开展转底炉工艺的生命周期评价,最大化利用转底炉工艺具有非常重要的意义,最大限度地提高转底炉工艺处置工业固废带来的环境效益、社会效益和经济效益。

发明内容

[0006] 针对现有技术中存在的上述缺陷,本发明的目的是提供一种转底炉生产DRI球团工艺的生命周期评价方法,针对转底炉生产DRI球团工艺过程中所产生的环境影响,形成用于客观、定量、综合的碳排放和环境影响评价方法,从而正确引导转底炉生产DRI球团工艺

进行资源化利用和助力节能减排、碳达峰碳中和等工作的开展。

[0007] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0008] 一种转底炉生产DRI球团工艺的生命周期评价方法:

[0009] 根据生命周期评价理论建立转底炉生产DRI球团工艺各单元的输入、输出清单,建立转底炉生产DRI球团工艺的LCA模型,选用不同的分析方法得到生命周期环境影响量化评价结果并进行分析解释。

[0010] 较佳的,所述转底炉生产DRI球团工艺上各单元按工艺流程依次设置收集输送单元、混料单元、压球单元、烘干单元、转底炉单元、出料单元和冷却单元;

[0011] 所述转底炉单元上还连接余热锅炉单元、布袋除尘单元。

[0012] 通过输入上述各单元原料和能源消耗等清单,输出各单元的产物(包括中间产物,副产物和中间副产物)和污染物排放等环境影响清单,以中间产物作为整个工艺的连接,进而建立转底炉生产DRI球团工艺的生命周期评价模型。

[0013] 较佳的,所述转底炉生产DRI球团工艺上各单元的输入、输出清单包括:所述原料收集输送单元的输入清单为电力消耗和冶金固废,输出清单为混合料1和粉尘;

[0014] 所述混料单元的输入清单为混合料1和电力消耗、粘结剂消耗、工业用水消耗和碳粉消耗,输出清单为混合料2和粉尘;

[0015] 所述压球单元的输入清单为混合料2和电力消耗,输出清单为烘干前球团和粉尘;

[0016] 所述烘干单元的输入清单为烘干前球团、电力消耗和煤气消耗,输出清单为烘干球和废气;

[0017] 所述转底炉单元的输入清单为烘干球、电力消耗、煤气消耗、工业用水消耗和氮气消耗,输出清单为DRI球团和废气;

[0018] 所述出料单元的输入清单为DRI球团、电力消耗和软水消耗,输出清单为DRI球团&筛下粉1、粉尘;

[0019] 所述冷却单元的输入清单为DRI球团&筛下粉1、电力消耗和软水消耗,输出清单为DRI球团&筛下粉2、粉尘;

[0020] 所述余热锅炉单元的输入清单为电力消耗和工业用水消耗,输出清单为蒸汽、次氧化锌粉尘。

[0021] 所述布袋除尘单元的输入清单为电力消耗,输出清单为次氧化锌粉尘。

[0022] 较佳的,利用上述清单在生命周期评价相关数据库软件上,如SimaPro等,建立所述转底炉生产DRI球团工艺的LCA模型:

[0023] 较佳的,利用GHG Protocol对所述转底炉生产DRI球团工艺的碳排放进行核算评价;

[0024] 利用ReCiPe2016对所述转底炉生产DRI球团工艺的环境影响进行量化分析评价。

[0025] 本发明所提供的一种转底炉生产DRI球团工艺的生命周期评价方法,具有以下几点有益效果:

[0026] 1) 利用LCA模型多种评价方法及结果判断转底炉生产DRI球团工艺是否为环境友好型技术,是否有利于碳达峰和碳中和等政策的执行与开展;进而判断固废处置回收利用工艺技术是否为环境友好型技术,对固废处置回收利用的环保技术的实施开展提供了一种判断思路和评价方法;

[0027] 2) 本发明基于LCA模型首次提出针对转底炉生产DRI球团工艺的碳排放和环境影响评价体系,构建出转底炉行业特色的环境影响评价体系,形成用于客观、定性、定量、综合的环境影响评价方法,从而正确引导转底炉工艺各单元流程进行合理的节能减排和资源化利用的优化措施。

附图说明

[0028] 图1是现有转底炉生产DRI球团工艺的框架示意图;

[0029] 图2是本发明生命周期评价方法的边界示意图。

具体实施方式

[0030] 为了更好地理解本发明的上述技术方案,下面结合附图和实施例进一步说明本发明的技术方案。

[0031] 本发明中提及的生命周期评价方法以ISO14040提供的生命周期评价技术框架为依据,利用SimaPro软件基于单元过程清单分析方法对转底炉生产DRI球团工艺的环境影响因子进行量化,对转底炉还原回收资源化利用金属元素工艺的过程,包括从原料收集输送单元、混料单元、压球单元、烘干单元、转底炉单元、出料单元、冷却单元、DRI球团和筛下粉的全过程进行环境影响评价。

[0032] 结合图1所示,转底炉生产DRI球团工艺上各单元具体包括:

[0033] 原料收集输送单元1一般指将冶金行业产生的含有大量金属资源的固体废弃物进行收集并运输至堆场或原料仓,再经由原料仓送入混料装置。转底炉的原料一般为冶金尘泥,包括炼铁炼钢过程中产生的各种除尘灰,如:OG泥、LT灰、电炉灰、转炉灰等。其生命周期环境影响评价方法包括:原料输送单元资源、能源消耗和污染物排放对环境的影响。

[0034] 混料单元2是指将收集到的原料通过原料灰仓按照一定比例进行混合以达到球团Fe品位合格售卖和资源化利用最大化的效果。混料过程中,需要加入粘结剂、水和还原碳粉以满足后续压球和高温还原的需要。其中,粘结剂的比例为原料的2~6%,水采用工业用水,配比比例为10~14%,还原碳粉的比例为0~10%。该过程涉及混料机的使用。其生命周期环境影响评价方法包括:混料单元的资源、能源消耗和污染物排放对环境的影响,进而得到混料单元过程的环境影响清单。

[0035] 压球单元3是指将混合原料放入压球机中在压球机/造球机的作用下得到烘干前球团,并运送至下一环节。该过程涉及压球机/造球机的使用。根据压球/造球过程中消耗的资源、能源,得到压球单元的环境影响清单。

[0036] 烘干单元4是指对送入烘干装置,如链篦机的球团进行烘干,使球团水分低于2%,防止球团在转底炉中因水分和高温炸裂,保证球团的质量。该过程涉及烘干装置的使用。烘干装置使用热风炉产生的烟气供热,通过烘干引风机将烟气自热风炉引入空气预热器最终引入烘干装置中。热风炉供热采用煤气供热,如高炉、转炉、焦炉煤气等。根据烘干过程消耗的资源、能源,得到烘干单元的环境影响清单。

[0037] 转底炉单元5将来自烘干单元的球团在1200℃左右的环境下进行高温还原,得到DRI金属化球团和副产品次氧化锌粉。转炉煤气、高炉煤气、焦炉煤气为转底炉提供能源供应;鼓风机保证转底炉燃烧需要的空气,鼓风机采用电力供应,热风炉配有空气预热器,预

热进入转底炉的空气;氮气保证煤气供应的安全使用,采用电力供应;布袋除尘9一方面用于收集次氧化锌粉,一方面协同高炉烟囱保证废气的安全达标排放。转底炉炉顶和炉墙采用工业用水进行冷却,保护转底炉炉墙和炉顶的机械设备。该过程涉及转炉煤气、高炉煤气、焦炉煤气、氮气、工业用水的使用,涉及鼓风机、余热锅炉6、布袋除尘9、烟囱、空气预热器装置的使用,根据转底炉高温还原过程消耗的资源、能源,得到高温还原单元的环境影响清单。

[0038] 副产品次氧化锌粉中氧化锌质量分数为45%~65%,含有Na、K、Pb、Cl等其他金属和非金属元素。次氧化锌粉是制作高品位锌粉良好的原料。

[0039] 次氧化锌粉的收集:转底炉单元5的烟气中含有大量的Zn,烟气经余热锅炉6降温后中与空气中的氧气结合生成氧化锌附着在收粉的布袋除尘9中。收粉的布袋除尘9利用空气或者氮气反吹将次氧化锌粉收集。布袋除尘9采用电力供应,反吹气体可采用空气或者氮气。

[0040] 余热锅炉6采用电力供应,循环用水采用工业用水,工业用水经余热锅炉6后生产副产品蒸汽,蒸汽进入蒸汽管道作为能源使用。余热锅炉6同样可以收集到副产品次氧化锌粉。

[0041] 出料单元7是指将转底炉内高温的DRI金属化球团和筛下粉排出。该过程涉及出料装置的使用,如螺旋出料机。其中,螺旋出料机内一般配有水冷设施,以延长螺旋出料机的使用寿命。根据出料过程消耗的资源、能源,得到出料单元的环境影响清单。

[0042] 冷却单元8是指经出料装置排出的DRI金属化球团和筛下粉经过冷却装置进行降温冷却,排出。该过程涉及冷却装置的使用,如圆筒冷却机,根据冷却过程消耗的资源、能源,得到冷却单元的环境影响清单。

[0043] DRI金属化球团和筛下粉中全铁65~70%,球团中的残锌含量0.5~2%,含有极少量的Pb、Mn等元素,均小于0.8%,金属化球团用作炼铁原料。

[0044] 结合图2所示,本发明提供一种转底炉生产DRI球团工艺的生命周期评价方法:

[0045] 采用生命周期评价系统得到转底炉生产DRI球团工艺上各单元的输入、输出环境影响清单,并在SimaPro软件上建立转底炉生产DRI球团工艺的LCA模型,选用不同的分析方法得到转底炉生产DRI球团工艺生命周期评价的多种量化分析结果并进行分析解释。

[0046] 本发明全生命周期评价方法以客观、定量、综合的评价和衡量转底炉生产DRI球团工艺不同单元过程的环境影响,进而对影响评价结果做出分析解释,识别出产品/技术生命周期过程中的薄弱环节和潜在优化机会,例如产品和工艺技术的改进、原材料/能源替代等,并检查整个生命周期评价过程方法、数据和模型的完整性、敏感性和一致性,最后形成结论,为实现产品/技术生态经济效益最优化目标提出改进方法。针对转底炉还原回收资源化利用金属元素过程中所产生的环境影响,形成用于客观、定量、综合的环境影响评价方法,进而判断工艺是否有利于碳达峰和碳中和政策的开展;判断工艺技术是否是环境友好型技术,对新环保技术的实施开展提供了一种判断思路和评价方法。从而正确引导转底炉工艺还原资源化利用金属元素。

[0047] 实施例

[0048] 本实施例以生产1kgDRI球团和筛下粉为功能单位,利用SimaPro软件基于生命周期评价方法对转底炉生产DRI球团工艺进行环境影响评价。

[0049] 继续参考图2所示,转底炉消耗的原料一般为冶金尘泥,包括炼铁炼钢过程中产生的各种除尘灰,如OG泥、LT灰、电炉灰、转炉灰等,消耗量为1080kg。在分类上隶属于固体废弃物及危险废弃物。所有原料投加数值均来自企业实际生产数据。考虑到工业固废作为废弃物的特殊性,其生产过程中的环境负担应由其对应的主要产品承担,故工业固废对应的上游环境影响不计入本工艺当中。此外,本工艺将工业固废进行资源化利用,避免了其后续需要的废物处置工序,极大地减轻了环境负担,具有特殊的环境正面影响,为合理评估这一部分影响,对等量的对应工业固废处理带来的环境影响取负值,以表示经过工艺处理规避掉了这部分不良影响。

[0050] 原料收集运输单元1采用气力输送的方式,原料仓采用电力供应,吨产品(DRI球+筛下粉)消耗电力为1kw/h。

[0051] 混料单元2中吨产品(DRI球+筛下粉)消耗粘结剂使用量为0.048t;吨产品消耗工业用水0.1t;还原碳粉采用CDQ粉,主要成分为碳粉,吨产品消耗量为0.042t;混料仓采用电力供应,吨产品消耗电力为5kw/h。

[0052] 压球单元3中压球装置采用电力供应,吨产品消耗电力为8.6kw/h。

[0053] 烘干单元4中烘干装置中热风炉采用煤气供应,转换为标煤进行计算,吨产品消耗标煤量为0.045t,烘干引风机采用电力供应,吨产品消耗电力为22kw/h。

[0054] 转底炉单元5采用煤气供应,转换为标煤进行计算,吨产品消耗量为0.102t;鼓风机装置、布袋除尘器、水冷循环装置采用电力供应,吨产品消耗电力为180kw/h;工业用水采用工业用水,吨产品消耗0.2t,氮气用于转底炉整体的密封和吹扫,吨产品消耗量为350m³。

[0055] 其中,余热锅炉6产生的蒸汽折算标煤为吨产品产生的副产品蒸汽量为1000kg,余热锅炉6及布袋除尘9可以收集到品质较佳的副产品氧化锌粉,简称次氧化锌粉(下同),吨产品可以收集次氧化锌粉产量为48kg。

[0056] 出料单元7采用电力供应,吨产品消耗量为2kw/h;水冷循环装置采用软水,吨产品消耗0.2t。

[0057] 冷却单元8采用电力供应,吨产品消耗量为3kw/h;水冷循环装置采用软水,吨产品消耗量为0.3t。

[0058] 据此,编制转底炉生产DRI工艺的生命周期清单,如下表所示:

[0059]

类别		名称	单位	不同阶段取值								
				原料获取	混料	压球	烘干	转底炉			出料	冷却
								转底炉	余热锅炉	布袋除尘		
工业固废消耗	原料	环境灰	kg/t	-80								
		出铁场灰	kg/t	-80								
		LT-OG	kg/t	-370								
		电炉 OG	kg/t	-370								
		高炉二次灰	kg/t	-60								
		冷轧泥	kg/t	-40								
		工艺返料	kg/t	-80								
能源消耗		粘结剂	kg/t		48							
		还原碳粉	kg/t		42							
		工业用水	kg/t		100			200			200	300
		软水	kg/t					11500				
		电能	kwh/t		5	8.6	22	92.4	12	34	2	3
		标煤	kg/t				45	102				
		氮气	m3/t					350				
污染物排放	废气	运输	kwh/t	2	0.5	0.5	0.5	0.17	0.17	0.17	0.5	0.5
		CO2	mg/m³									
		SO2	mg/m³				19.11		11			
		NOX	mg/m³				30		46.1			
		颗粒物	mg/m³				5.5		5.5			

[0060]

产出	主产品	烟气量	m ³ /t				3200	4000				
		混合料	kg/t	1080	1270							
		烘干前球团				1143						
		烘干球					1063					
		DRI 球团						1000				
		DRI 球团&筛下粉									1000	1000
	副产品	次氧化锌 35	kg/t						10			
		次氧化锌 50	kg/t							38		
		水蒸气	kg/t						1000			

[0061] 本实施例基于LCA方法在SimaPro软件上对所述转底炉生产DRI球团工艺的各环境影响因子/类别进行量化核算评价,具体包括:

[0062] 1) 在SimaPro软件上选用GHG Protocol(温室气体核算体系)方法对转底炉生产DRI球团&筛下粉工艺的碳排放进行评价。

[0063] 转底炉工艺的原材料为冶金尘泥,属于固危废的一种,其生产过程中的环境负担应由其对应的主要产品承担,故工业固废对应的上游环境影响不计入本工艺当中。

[0064] 温室气体(GHG)排放=活动数据(AD)x排放因子(EF)

[0065] 其中,AD是导致温室气体排放的生产或消费活动的活动量,如每种化石燃料的消耗量、石灰石原料的消耗量、净购入的电量、净购入的蒸汽量等;EF是与活动水平数据对应的系数,包括单位热值含碳量或元素碳含量、氧化率等,表征单位生产或消费活动量的温室气体排放系数。

[0066] 本实施例将工业固废进行资源化利用,避免了其后续需要的废物处置工序,极大地减轻了环境负担,具有特殊的环境正面影响。为合理评估这一部分影响,对等量的对应工业固废处理带来的环境影响取负值,以表示经过工艺处理规避掉了这部分不良影响。

[0067] 此对建模结果进行修正,评价结果如下表所示:

		化石 CO ₂ 当量	生物 CO ₂ 当量	土地改造产生的 CO ₂ 当量	吸收的 CO ₂
阶段	工艺单元	kg CO ₂ eq	kg CO ₂ eq	kg CO ₂ eq	kg CO ₂ eq
[0068]	原料获取	2.1021	0.0013	0.0002	0.0027
	混料	358.7923	5.5389	0.4029	3.6377
	压球	9.5645	0.0060	0.0009	0.0123
	烘干	49.0620	0.0733	0.0029	0.1810
	转底炉	350.7200	1.5227	0.3309	1.2725
	余热锅炉	12.8396	0.0289	0.0013	0.0171
	布袋除尘	35.9141	0.0224	0.0035	0.0462
	出料	2.6278	0.0018	0.0003	0.0034
	冷却	2.6280	0.0018	0.0003	0.0034
	合计 1	824.2504	7.1971	0.7431	5.1763
转底炉原料	冶金除尘灰	-1753.2765	21.1870	-0.0312	-25.1108
[0069]	合计 2	-1753.2765	21.1870	-0.0312	-25.1108
	总计	-929.0261	28.3841	0.7119	-19.9345

[0070] 由上表可知,转底炉生产DRI球团工艺生产吨产品(DRI球+筛下粉)产生的化石CO₂当量为824.2504,生物CO₂当量7.1971,土地改造产生的CO₂当量0.7431,吸收的CO₂当量5.1763。

[0071] 混料单元2中还原碳粉的使用产生的CO₂当量值在整个工艺单元中最高,高达358.7923。因此,为降低碳排放,助力碳达峰碳中和工作的开展,需要寻求碳排放较低的还原剂的使用。

[0072] 烘干单元4中煤气和电力设备的使用产生大量的化石CO₂当量,因此,可以根据烘干需求调整煤气使用量,烘干单元4的引风机及其他电力设备也可采用变频设备以降低碳排放。

[0073] 余热锅炉6和布袋除尘9也具有较高的CO₂排放当量,归咎于耗电设备电能的使用,因此选用变频设备同样有利于降低碳排放工作的开展。

[0074] 修正后,转底炉工艺生产吨产品(DRI球+筛下粉)产生的化石CO₂当量和吸收的CO₂当量均为负值,分别为-929.0261、-19.9345,同时生物CO₂当量和土地改造产生的CO₂当量均有增加,增加后分别为28.3841和0.7119,结果表明转底炉工艺在降低化石CO₂当量和吸收的CO₂当量方面具有积极正向的意义。总体来看,转底炉工艺技术有助于碳减排工作的开展和执行。

[0075] 2) 在SimaPro软件上选用ReCiPe2016终点指标评价方法对转底炉生产DRI球团和筛下粉工艺的环境影响进行量化分析评价。ReCiPe2016指标评价方法包括中点(问题导向)指标和终点(损害导向)指标。其中,中点指标有:气候变化climate change(单位kg CO₂ eq,读作:千克二氧化碳当量),臭氧耗竭ozone depletion(kg CFC-11eq),陆地酸化terrestrial acidification(kg SO₂ eq),淡水富营养化freshwater eutrophication(kg P eq),海洋富营养化marine eutrophication(kg N eq),人体毒性human toxicity(kg 1,4-DB eq),光化学氧化剂形成photochemical oxidant formation(kg NMVOC),颗粒物形成particulate matter formation(kg PM10 eq),陆地生态毒性terrestrial ecotoxicity(kg 1,4-DB eq),淡水生态毒性freshwater ecotoxicity(kg 1,4-DB eq),海洋生态毒性

marine ecotoxicity(kg 1,4-DB eq),电离辐射ionising radiation(kBq U235 eq),农业占地agricultural land occupation(m²a),城市土地占用urban land occupation(m²a),自然土地改造natural land transformation(m²),水耗尽water depletion(m³),金属耗尽metal depletion(kg Fe eq),化石枯竭fossil depletion(kg oil eq)。

[0076] 将18种中点影响类别分别乘以损害因子汇总到3中终点损害导向指标:人类健康human health,生态系统ecosystems,资源稀缺resource scarcity。其中对人类健康的损害,单位是DALYs(Disability Adjusted Life Years),表示每年生命死亡和残疾的人数;对生态系统的破坏,单位是species.yr,表示某一时期某一地区物种的丧失;资源损失,单位是\$,表示为未来提取矿物和化石燃料所需的剩余能量。

[0077] 终点指标(CFe)由中点指标(CFm)推导而来,每个影响类别具有恒定的中点至终点因子:

$$[0078] \quad CFe_{x,a} = CFm_x \times F_{M \rightarrow E,a}$$

[0079] 其中a表示保护区域,即人类健康、(陆地、淡水和海洋)生态系统或资源稀缺性,x表示关注的压力源,F_{M→E,a}是a保护区域的中点到终点转换因子。这些中点到终点因子在每个影响类别中都是恒定的,因为在因果路径的中点影响位置之后,每个压力源的环境机制被认为是相同的。

[0080] 同上,对冶金固废处理带来的环境影响取负值,以表示经过工艺处理规避掉了这部分不良影响。修正后的结果如下表所示:

[0081]

工艺流程	小计/mPt	人体健康/mPt	生态系统/mPt	资源/mPt
冶金固废	-118.6331	-96.3957	-21.5912	-0.6463
收集输送	0.1456	0.1224	0.0230	0.0003
混料	28.0778	23.4990	4.2336	0.3452
压球	0.6626	0.5567	0.1046	0.0013
烘干	2.5978	2.1884	0.3920	0.0175
转底炉	23.8249	20.0320	3.6771	0.1158
余热锅炉	1.0696	0.8578	0.2100	0.0018
布袋除尘	2.4880	2.0905	0.3926	0.0049
出料	0.1853	0.1549	0.0300	0.0004
冷却	0.1869	0.1559	0.0306	0.0004
转底炉全流程工艺	-59.3945	-46.7380	-12.4976	-0.1588

[0082] 由上表可知,转底炉生产DRI球团工艺生产吨产品(DRI球+筛下粉)产生的人体健康影响为-46.7380DALYs,生态系统影响-12.4976species.yr,资源影响-0.1588\$,均为负值,主要原因为转底炉工艺消纳处置冶金固废减少了冶金固废堆积带来的环境影响。表明转底炉生产DRI球团工艺具有正向的环境影响,可有效消除冶金尘泥固危废带来的环境影响,有助于城市建设朝着环境友好型城市发展。

[0083] 混料单元2产生的环境影响在整个工艺单元中最高,高达28.0778mPt,主要原为此工艺单元使用了还原碳粉和有机型粘结剂。为进一步降低混料单元2对环境的带来的影响作用,需要寻求更加低碳、环保友好型的还原剂和粘结剂的使用。

[0084] 转底炉单元5产生较高的环境影响主要归咎于氮气和电力的使用,且氮气和电力

的使用对人体健康产生较大的环境影响,20.0320mPt。因此在转底炉单元5可以在吹扫保护气体上寻求更加环境友好的气体,也可以选择规格更加合适、型号更加节能的电力设备,如变频设备、变频电机的使用。

[0085] 本技术领域中的普通技术人员应当认识到,以上的实施例仅是用来说明本发明,而并非用作为对本发明的限定,只要在本发明的实质精神范围内,对以上所述实施例的变化、变型都将落在本发明的权利要求书范围内。

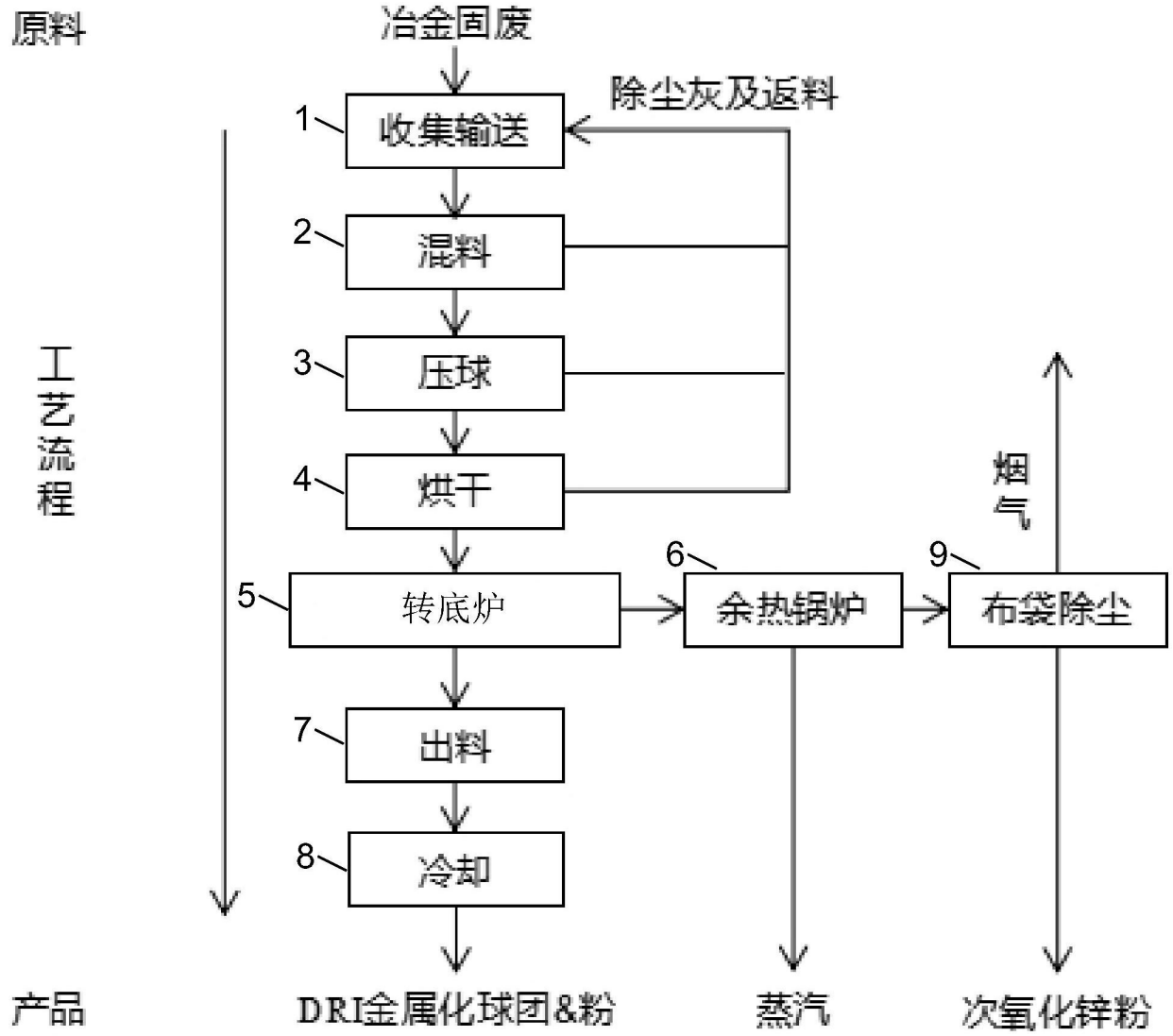


图1

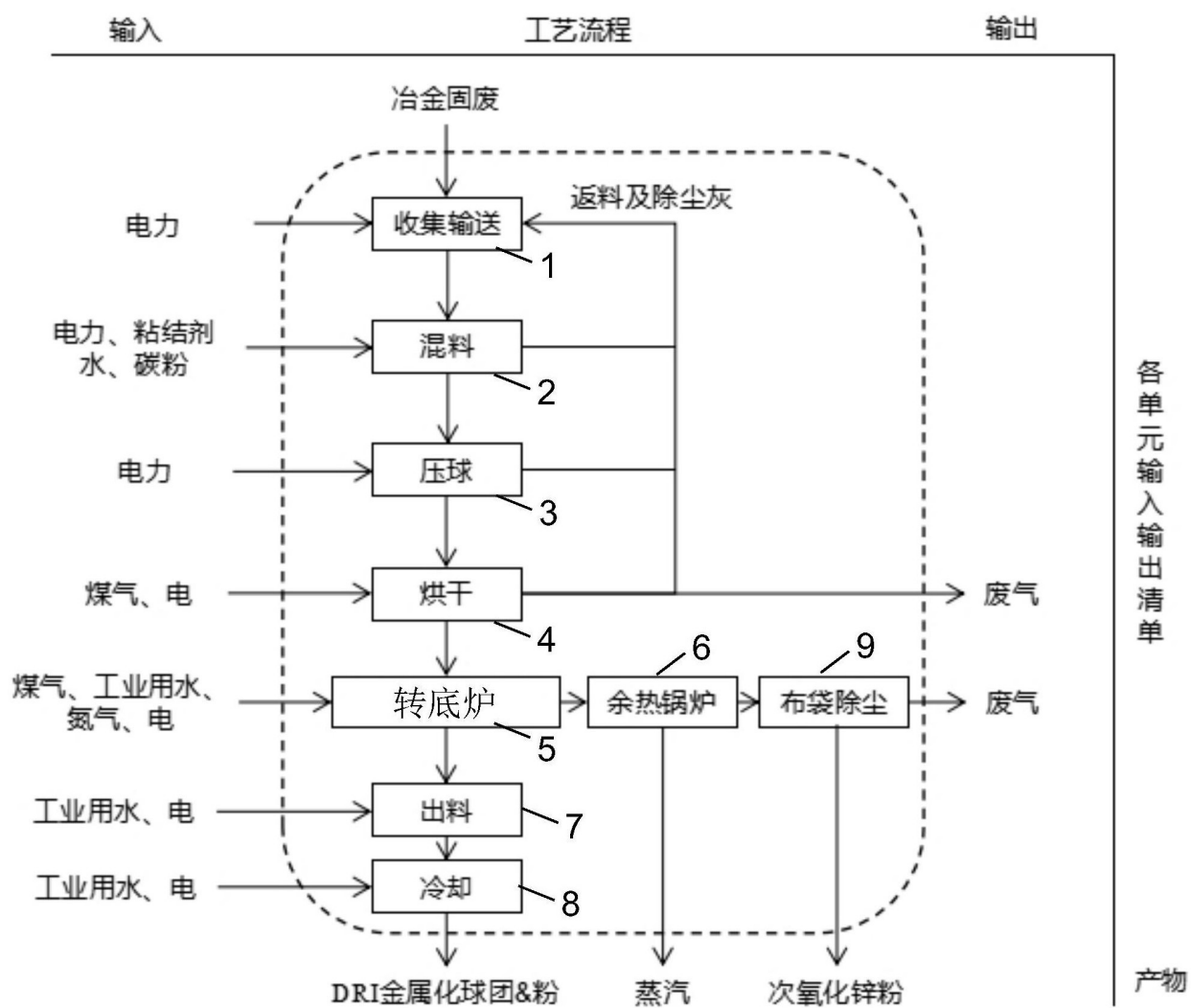


图2