

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



(43) 国际公布日
2010年9月10日 (10.09.2010)

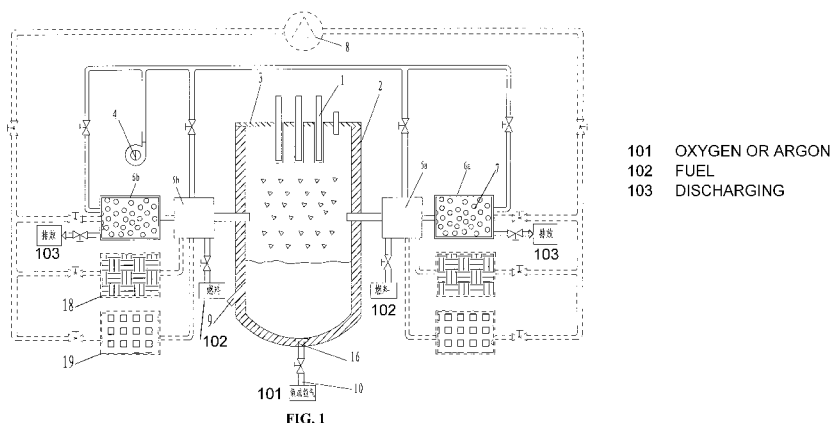
PCT

(10) 国际公布号
WO 2010/099640 A1

- (51) 国际专利分类号:
C21B 11/00 (2006.01) C01B 31/32 (2006.01)
C21B 13/00 (2006.01) C22B 9/00 (2006.01)
C22B 1/14 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2009/001134
- (22) 国际申请日: 2009年10月12日 (12.10.2009)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
200910073863.0 2009年3月4日 (04.03.2009) CN
- (72) 发明人: 及
- (71) 申请人: 贾会平 (JIA, Huiping) [CN/CN]; 中国河北省石家庄市中华南大街宫兴路 88 号, Hebei 050091 (CN)。
- (74) 代理人: 北京天昊联合知识产权代理有限公司 (TEE & HOWE INTELLECTUAL PROPERTY ATTORNEYS); 中国北京市西长安街 88 号首都时代广场 7 层 718 室顾红霞, Beijing 100031 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。
- 本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: METHOD AND EQUIPMENT OF PRODUCING IRON BY SMELTING-REDUCTION

(54) 发明名称: 熔融还原炼铁的方法和装置



(57) Abstract: A method of producing iron by smelting-reduction comprises the following steps: placing raw material in an iron smelting equipment, heating and reducing it to metal iron, heating the metal iron continuously to make it melt. The raw material is a breathing shell, a half-breathing shell, an open shell or mixture thereof. The iron smelting equipment can be a converter, arc furnace and so on.

(57) 摘要:

一种熔融还原炼铁的方法, 包括将原料置于熔融炼铁装置中, 加热还原成金属铁, 对该金属铁继续加热使之熔化。该原料为呼吸壳、半呼吸壳、敞开壳或三者的混合物。该熔融炼铁装置为转炉、电弧炉等。



WO 2010/099640 A1

熔融还原炼铁的方法和装置

技术领域

本发明涉及熔融还原炼铁的方法和装置，具体来说，涉及以天然矿
5 块或人造铁矿块为原料，用带有蓄热器的熔融还原装置生产直接还原钢
水和类似高炉生产的铁水的方法和装置。

背景技术

熔融还原炼铁是当前钢铁生产的重要组成部分，其主要特点是用非
10 焦煤作为一次性能源和还原剂，将氧化铁在熔融状态下还原，具有以煤
代焦、流程短、对环境污染小，建设投资少，生产成本低等优点，是被
业内广泛看好的领域。各国的钢铁企业竞相进行研究开发。现有的熔融
还原炼铁的方法主要有 COREX 法（CN1010323B）、DIOS 法
（CN1035136A）、HISELT 法（CN1037542A）。其中 COREX 法已经工业
15 化生产，其它两种方法仍处于试验阶段。COREX 法的主要特点是氧化铁
球团或矿块作原料，采用预还原和终还原二步法，预还原在竖炉中进行，
终还原在熔融气化炉中完成。COREX 法虽然取得了突破性的成功，但仍
有其不足，如生产率低，煤耗、氧耗高，设备投资大，流程复杂等，与
现有先进的高炉炼铁相比，仍缺乏竞争力。

20 本申请人在专利号为 200810079321.X 发明专利申请中披露了一种三
步法金属还原的方法，该方法将金属氧化物与一定量的碳、粘结剂、CaO
和水制成成型物，置入还原装置，第一步是成型物在隔绝空气，隔绝氧
气的状态下进行预还原；第二步是收集第一步还原过程中产生的析出气
体，并对析出气体进行冷却、净化处理和加压；第三步是终还原炉利用
25 析出气体作为还原剂或热载体，使预还原炉出来的物料进一步还原，并
且使用析出气体与被换热过的空气或富氧气体混合燃烧，也可使析出气
体与纯氧混合在终还原炉内燃烧对还原炉产品进行加热，实现终还原反
应并熔化，除渣，最终产生铁水或直接还原钢水。本申请人在申请号为
200810079930.5 的另一项发明专利申请中提供了一种电弧炉熔融还原炼

铁的方法和装置，熔炼炉部分包括有炉体、炉盖、电极、加料设备和出料设备。所述装置还包括至少一对加热炉和至少一对蓄热器；加热炉通过连接口与电弧炉的炉体连接；蓄热器的一端与加热炉连接，另一端分别与排放系统、风机和气体处理装置连接。本发明充分利用熔融还原过程产生的析出气体，使析出气体燃烧加热物料和蓄热器中的蓄热体，再通过气体循环把热量从蓄热器带入炉体内，使热量利用达到最佳化。但是上述技术方案还存在着还原过程中原料成型物易被氧化，渣铁不易分离等不足之处。

10 发明内容

为解决现有技术的不足，本发明提供一种熔融还原炼铁的方法，使原料成型物在还原过程中不被氧化，又不影响热量传递，优化炼铁过程，钢水和熔渣充分分离，生产优质钢产品，本发明的另一目的是提供实现所述方法的熔融还原炼铁的装置。

15 本发明提供的电弧炉熔融还原炼铁的方法为，将原料成型物置于电弧炉中，加热还原成金属铁，原料中的各种铁的氧化物被还原金属化率达到40~95%后，对还原炉产品继续进行加热并熔化，直接生产还原钢水或类似高炉生产的铁水。所述原料为呼吸壳或半呼吸壳或敞开壳，或者三者的混合。呼吸壳、半呼吸壳及敞开壳定义如下：

20 (1)呼吸壳：所述呼吸壳主要由心部成型物 and 外包壳组成：

①心部成型物又分四类：i、不包衣成型物 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 等铁的氧化物与煤粉、焦粉等含碳物质混合后滚球或压制成球状或其它形状的成型物，成型物内部的含碳量可以相同也可以不同，成型物中允许加入其它物质如氧化钙或碳酸钙等物质，使成型物成分和强度更适合；ii、将
25 i 中球状或其它形状成型物加含碳物质包衣，含碳物质中允许加入其它物质如氧化钙或碳酸钙等物质，包衣可以滚球包衣、压球包衣、喷煤粉包衣、浸渍包衣，也可以针对不同形状的成型物用其它方法将含碳物质包衣在不包衣成型物上；iii、成型物也可以是不含铁的物质或少含铁的物质，如含碳物质、石灰、石灰石等；iv、心部成型物为不包衣成型物

如煤粉、焦粉、兰炭、石油焦等或含碳物质或上述的物质混合后，滚球或压制成球状或其它形状的成型物，成型物内部的含碳量可以相同也可以不同，成型物中允许加入其它物质如氧化钙或碳酸钙等物质，使成型物成分和强度更适合；另外，心部成型物的外形尺寸可根据心部成型物物料性质、熔炼炉炉况、所要求的熔炼炉的气氛情况等可大可小，可以同一熔炼炉内有不同外型尺寸的心部成型物，也可有不同物质组成的心部成型物。

另外，心部成型物的外形尺寸可根据心部成型物物料性质、熔炼炉炉况、所要求的熔炼炉的气氛情况等可大可小，同一熔炼炉内可以有不同外型尺寸的心部成型物，也可有不同物质组成的心部成型物。

②外包壳 它是由类似石灰石、白云石、石灰或电石等物质或它们的混合物及其它一些物质如各类粘合剂如硅溶胶、水玻璃、磷酸、氧化铝等混合，并且允许加入其它一些物质如金属、金属氧化物、含碳物质、有机物及无机物等，将这些物质以一定方式混合或结合，将心部成型物包裹其中，包壳的方法可以是滚球包壳、压球包壳，还可以是喷粉包壳或浸渍包壳，允许并不一定采用在包壳中加入其它物质做骨架等功能，及允许并不一定采用在包壳上人工穿孔以加强透气性，单个孔的面积和其在包壳上的分布形态和数量由呼吸壳的性质和物质配比决定。包壳要有一定低温强度或高温强度，允许包壳后进行合适温度的烘干过程或烧结过程。外壳的厚度也要根据整个呼吸壳的物料性质及配比，外壳组成及外壳物质配比，熔炼炉炉况等因素决定，可厚可薄。允许同一呼吸壳中同一包壳的不同部分采用不同厚度不同物质组成的包壳，置于同一熔炼炉中的呼吸壳中的包壳可以采用不同厚度或不同物质组成的包壳。

当将呼吸壳放入各种熔炼炉中加热时，熔炼炉中的气氛可根据各类呼吸壳的特性进行选择，既可以是氧化性气氛，也可以是还原性气氛，也可以是弱氧化性气氛。呼吸壳在适合的温度下，以主要是含碳酸钙的呼吸壳为例，其外壳中的碳酸钙分解出 CO_2 排出，呼吸壳外壳仍将熔炼炉外部的热量传递进入心部成型物，心部成型物中含碳及氧化铁等物质产生还原反应，并产生 CO 、 CO_2 、 H_2 、烃类等气体，这些气体也从外壳中

类似于碳酸钙分解出 CO_2 这样的形式留下的空隙中排出呼吸壳排入熔炼炉中，在一定的周期和温度区间内熔炼炉的气体进入心部成型物中的数量可以根据呼吸壳外壳及心部成型物物质的配比及其物质的性质出现几种情况，一种是几乎没有熔炼炉中的气体进入呼吸壳中的心部成型物中，使心部成型物在没有外来气体干扰的情况下进行还原；一种是有很少熔炼炉中的气体进入呼吸壳中的心部成型物，从而参与了心部成型物中进行的还原反应；另一种是有很多熔炼炉中的气体进入呼吸壳中的心部成型物，从而较大程度参与了其中的还原反应。

呼吸壳的外壳会在从温度较低的区间加热到温度较高的区间的过程中出现如下状态：①呼吸壳的外壳可以保持到很高温度都具有完整形状，可以使心部成型物完成了绝大部分还原反应时呼吸壳的外壳仍保持完整，甚至直到心部成型物熔融或半熔融状态，或直接熔化成液态时呼吸壳的外壳仍是有完整形态，这时可利用电弧炉等熔炼炉对其进行加热，使呼吸壳外壳作为熔剂进入液态金属中，从而完成渣铁分离或渣钢分离，产生直接还原钢水或类似高炉生产的铁水，呼吸壳的外壳可以选择导电好的物质掺入其中如与心部成型物金属氧化物相同的金属，或其金属氧化物和金属化合物，便于随后的加热过程；②呼吸壳的外壳不能保持很长时间或很高温度或者为含碳物质，即出现开裂、点蚀从而形成半呼吸壳，使心部成型物中的一部分暴露在熔炼炉气氛中，可以根据呼吸壳外壳开裂、点蚀的程度选择熔炼炉气氛，使还原过程及其后的熔化过程能在合适的气氛中进行；③呼吸壳外壳在低温加热到高温时，几乎不能保持壳的形状，几乎不能将心部成型物与熔炼炉气氛进行有效隔离即形成敞开壳，这时熔炼炉气氛强烈影响心部成型物，熔炼炉中的气氛要求满足还原和熔化的要求，以使金属氧化物能够还原并能保持还原状态，避免重复氧化。

(2)半呼吸壳：所述半呼吸壳主要结构和组成与呼吸壳相同，只是在熔炼炉中从低温向高温加热过程中，呼吸壳外壳产生开裂、点蚀等破坏，从而心部成型物与此破坏相应的位置暴露在熔炼炉中的气氛中，而呼吸

壳的其它部分还在外壳的保护下使心部成型物与熔炼炉气体之间保持着一定的隔离作用。

(3) 敞开壳：所述敞开壳为：①与呼吸壳的主要结构和组成相同，但呼吸壳的外壳在从低温加热到高温时几乎不能保持壳的原有形状，几乎不能将心部成型物与熔炼炉气氛进行有效隔离，熔炼炉气氛强烈影响心部成型物；②心部成型物在没有外包壳的情况下与块状熔剂氧化钙或碳酸钙或碳化钙、煤块、煤粉、焦块等物质的一种或几种混合在熔炼炉内，在合适的熔炼炉气氛下，在相应温度下，金属氧化物进行还原并熔化形成直接还原钢水或类似高炉生产的铁水。敞开壳还包括心部成型物与块状的熔剂如氧化钙的块状的混合物。

呼吸壳、半呼吸壳及敞开壳可以在转炉、电弧炉、平炉、等离子炉、炼铁高炉、电阻炉、感应加热炉、埋弧电弧炉、熔融还原电弧炉或上述炉种的组合炉型等熔炼炉中进行加热。熔炼炉中的气氛可以根据呼吸壳、半呼吸壳及敞开壳的特性选择氧化性气氛、还原性气氛或弱氧化性气氛。对于呼吸壳的外壳几乎没有熔炼炉中的气体进入心部成型物的或很少熔炼炉中的气体进入心部成型物的，熔炼炉可以选择采用氧化性气氛或弱氧化性气氛对呼吸壳进行加热，但也不排除用还原性气氛对其进行加热；对于有很多熔炼炉中的气体通过外壳进入呼吸壳中的心部成型物的情况，半呼吸壳或敞开壳应采用弱氧化性气氛或还原性气氛对其进行加热，但也不排除可采用氧化性气氛对其进行加热。

呼吸壳、半呼吸壳及敞开壳可以在转炉、电弧炉、平炉、等离子炉、电阻炉、感应加热炉、埋弧电弧炉、熔融还原炉或上述炉种的组合炉型等熔炼炉中合适气氛下直接加热使其还原并熔化形成直接还原钢水或类似于高炉生产的铁水，也可在其它炉中加热至一定温度时，转入这些熔炼炉内，如在熔融还原炉中加热到一定温度如心部成型物达到熔融或半熔融状态，或金属氧化物还原到一定程度的状态下，转入与其相连接的或独立放置的其它熔炼炉中或使熔融还原炉本身具有这些熔炼炉的功能。如在熔融还原炉中插入电极进行电弧加热，或在其炉壁加入感应圈进行感应加热，或吹入氧气进行类似于转炉熔炼等。其中熔融还原炉可

以是多种多样，可以是竖炉、回转炉、炼焦炉等多种炉型，其中竖炉可以选择高炉梁式窑、套筒窑、双膛窑或周边进风和燃料的周边烧嘴竖窑，也可以是特定的熔融还原炉，不论是那种炉型都有一个共同的特点，即其中的加热燃料有相当一部分来自呼吸壳、半呼吸壳或敞开壳的心部成型物金属还原所产生的CO、H₂、烃类等可燃气体，通过包裹在呼吸壳上的壳层等形式进入熔融还原炉中进行燃烧或在熔融还原炉外进行燃烧后其产生的热能再由这些含CO、H₂、烃类等可燃气体或其它类型气体或介质带入熔炼炉中，或用心部成型物产生的可燃气体发电而采用电加热形式进行加热熔炼。而这些燃料产生的热能占还原及熔化过程所需热量的全部或相当大一部分。

对呼吸壳如外壳在被加热后孔隙较少的可在制壳时加入特定物质，如加入低熔点物质，以增大孔隙率。如在加热后外壳上空隙较多可在制壳时加特定物质降低孔隙率，如在含碳酸钙物质中加SiO₂/Al₂O₃等物质，减少高温下的孔隙率。制备呼吸壳、半呼吸壳和敞开壳外壳的材料可以采用一定粒度的石灰、石灰石、白云石、碳化钙等物质的粉末，也可以采用一定粒度的石灰、石灰石、白云石、碳化钙等物质的颗粒。

可以在各种合适的炉种进行以下过程，也可以用如下物料进行熔炼和加热生产出合适的产品：呼吸壳也可以采用煤粉与氧化钙粉末或碳酸钙粉末以一定形式一定比例混合后制成心部成型物，再包碳酸钙或氧化钙外层壳的形式用于制取碳化钙的熔炼制取过程；呼吸壳、半呼吸壳和敞开壳技术可以用于其它金属的冶炼，也可以用于碳酸钙、碳酸镁的煅烧过程。也可以用于碳酸钙或碳酸镁等物质包壳，将含碳物质包于壳内以一定温度在各种炉内煅烧后形成含氧化钙等物质外壳的焦炭或含氧化钙、碳酸钙、碳酸镁等物质外壳的半焦，用于高炉、冲天炉、电石熔炼炉等需要焦炭或半焦的地方。本发明还特别适合这样一些金属熔炼工艺或这样一些化工工艺，即呼吸壳、半呼吸壳、敞开壳包壳作为整个工艺所使用的熔剂或整个工艺的参与物，呼吸壳中的心部成型物中的还原反应或化学反应在一定温度区间及一定工艺时间内要求隔离于或至少半隔离于熔炼炉或加热炉中气氛下的气体或熔炼炉内除包壳物质之外的其它

物质，同时往往很多情况下熔炼炉需要心部成型物进行还原反应或化学反应后所产生的可燃气体或其它气体透过包壳中的孔隙进入熔炼炉后作为燃料或工艺所要求的工艺参与物，并且同时心部成型物还原反应生成物或化学反应生成物，与包壳物质及熔炼炉中其它物质同为必要的工艺参与物，呼吸壳物料及其半呼吸壳、敞开壳以及熔炼炉中其它物质几乎不参与还原过程或化学反应过程或只起催化剂作用的物质在还原反应工艺或化学反应工艺中只占很小或较小比例。在大部分情况下，心部成型物中的还原反应工艺或化学反应工艺需要呼吸壳、半呼吸壳、敞开壳的包壳将熔炼炉中的热量通过包壳传递进心部成型物，作为其还原反应或化学反应工艺所要求热量的全部或相当大一部分，控制工艺过程选择合适的设备组合，可以实现从熔炼炉及其系统中排出的烟气中可燃气体的比例很低，并且所排出烟气的温度也较低。由于整个还原工艺或化学工艺所需设备布置比较简洁和紧凑，因此，作为选择，可以将整个熔炼炉及其重要附属设备都封入装有惰性气体的一个大容器中，容器壁可以选择透明、不透明或半透明物质，如封入惰性气体氩气中等，此大容器接有气体处理装置，对容器内的气体进行除尘净化等处理，经过滤的主要含有惰性气体氩气的气体再返回到容器内，即可减少污染排放又可节约能源，从而管道中排出的烟气经净化除含硫等有害物质后，富含 CO_2 、 N_2 的气体用于集约农业等方面使用，成为提供集约农业 CO_2 的来源，并可以利用农业作物提炼农业作物的不同部分作为本发明物料的含碳物质组成，使整个流程成为循环优化的流程，使之更加环保。

作为选择，还可以采用如下方法，如为含氧化铁、含碳物质的心部成型物包壳的呼吸壳、半呼吸壳或敞开壳，壳体为富含碳酸钙或氧化钙或碳化钙的物质，还可以选择心部成型物的含碳量及对呼吸壳、半呼吸壳、敞开壳随时间的加热温度曲线的不同，使其可以产生类似高炉生产的铁水或直接还原钢水，而在此过程中，其中只有一部分或很少的 SiO_2 等酸性物质被还原出类似金属Si的物质，一部分或大部分类似 SiO_2 等酸性物质直接与包壳中的CaO等熔剂结合形成熔渣排出，从而使随后的炼钢或炼铁等过程更简洁方便。还可以做到在炼钢时少用氧气或不用氧气。

所述还原产品热熔化后，向电弧炉、转炉、平炉、埋弧电弧、等离子炉等炉型内吹入氧气或惰性气体，以便于除渣，所述惰性气体为氩气。

为实现上述熔融还原炼铁的方法本发明提供电弧炉、埋弧电弧炉、转炉和感应炉熔融还原炼铁装置。所述电弧炉装置可具有熔炼功能，所述电弧炉装置包括炉体、炉盖、电极、加料装置和出料装置，所述电弧炉装置包括至少一对加热炉和至少一对蓄热器；加热炉与电弧炉炉体连接；蓄热器一端与加热炉连接，另一端分别与排放系统和鼓风机和/或气体处理装置连接。电弧炉的底部设有气体入口。

所述埋弧电弧炉装置包括炉体、炉盖、电极和配套的加热炉、蓄热器气体处理装置。埋弧电弧炉底部设有气体入口，气体入口与气体管路连接，所述电极直接插入到熔炼物料的下部进行埋弧操作。

所述转炉装置包括炉体、炉盖、电极及配套设备，转炉盖上设有气体入口和脱硫剂加料口，气体入口与气体管路连接。所述感应炉装置包括炉体、炉盖、感应圈及相配套的供电设备和外加热设备。感应炉的炉盖和/或炉底部设有气体入口，炉盖上设有脱硫剂加料口。

本发明的优点：

1、本发明采用呼吸壳、半呼吸壳和敞开壳技术，可以将呼吸壳、半呼吸壳和敞开壳用于几乎所有的熔融还原装置、直接还原装置，甚至在高炉炼铁中作为原料。即可以在很高温下如使金属近乎熔化的温度或比此温度低的温度下进行，使预还原和终还原非常迅速，从而减少了预还原时间，加速了预还原过程，同时也使物料在此温度下不粘结，在预还原炉中，可以有效地移动。可以用高温的终还原炉产生的气体对其进行直接燃烧加热或热载体加热，改变了原有典型熔融还原工艺中预还原温度较低使预还原时间较长，而且从终还原炉出来的高温气体需较大降温才能用于预还原炉的情况，节省了能源和设备投资。

2、呼吸壳的外壳可以用作熔炼时的熔剂使用，可以不加或少加其它熔剂从而节省了能源，同时使工艺过程更简洁。

3、呼吸壳的外壳有效地使热量传递到心部成型物进行还原反应，而同时心部成型物中还原过程产生的气体如： CO 、 H_2 、烃类等通过外壳的

孔隙进入还原炉内，同时也可控制只有很少的炉内气氛下的气体进入到心部成型物，使心部成型物可以在几乎没有外部气体参与下进行还原反应，避免了还原后的金属又再次被氧化等情况。因此，加热呼吸壳的熔炼炉或熔融还原炉可以采用还原性气氛，也可采用氧化性气氛或弱氧化性气氛。从心部成型物排出的可燃气体燃烧提供呼吸壳、半呼吸壳和敞开壳原料加热所需全部或大部分热量，同时，烟气中排出的可燃气体量很少，且烟气排出的温度较低。这些过程有效地降低了还原过程及熔炼过程的能耗。

4、呼吸壳、半呼吸壳和敞开壳物料可以用于很多熔炼炉中进行熔炼，本发明列举了一些加热熔炼的实例。在这些实例中，只采用包括通过包壳进入还原炉内，心部成型物析出CO、H₂、烃类等种类的气体在内的燃料，包壳内心部成型物可以在包壳内达到熔化、半熔化或仍是固体状态但接近熔融温度状态，节约了能源，简化了装置，提高了效率。

5、还原过程中，由于采用了呼吸壳、半呼吸壳及敞开壳，心部成型物和外部环境隔开，壳体内还原反应不受影响，由于成型物采用包壳技术，有效的保护了壳内的心部成型物物料，防止被还原物质在过程中氧化，同时不影响还原过程中的某些物质的传递和热量的传递。包壳采用了石灰石、白云石、石灰等材料，可以作为熔融还原炼铁或直接还原钢的熔剂。采用呼吸壳、半呼吸壳及敞开壳生产类似于高炉生产的铁水或直接还原钢水，可以不用单独的焦化、不用单独的烧结及球团过程，甚至可以不用单独的石灰煅烧和高炉炼铁等过程，节省燃料，简化工艺过程。由于成型物外部有包壳，避免成型物间的接触而造成粘结，优化了操作过程。

6、包壳的材料可以为碱性的石灰石、白云石、碳化钙或石灰等物质，在熔炼过程中外壳破碎后与原料中的酸性物质反应生成炉渣，便于直接还原钢水或铁水与熔渣和其它杂质分离。去除熔渣和其它杂质后，可以在同一熔炼炉中进行炼钢过程，即可向熔炼炉中喷入氧气或惰性气体，也可有效地进行电弧炉和感应加热炉的电磁搅拌。即在同一熔炼炉中根

据物料的成分及其工艺过程的不同，既可以生产出铁水，直接还原钢水，又可以进行随后的炼钢过程，有效地节约了能源及减少了污染。

7、本发明可以取消单独的焦化、烧结、球团烧制、石灰煅烧、高炉炼铁中的一种或几种，整个还原工艺或化学工艺所需设备布置比较简洁和紧凑，节约了土地资源。相应地减少了污染源，同时使原有的工艺中二噁英、苯酚、氮氧化合物、硫的化合物等污染大大降低，呼吸壳的外壳也有效地减少了含硫物质和其它一些有害物质排入大气，可以降低粉尘的排放。

8、在熔融还原和熔炼过程中，作为选择可以进行如下工艺过程，其中只有一部分或很少的 SiO_2 等酸性物质被还原出类似金属Si的物质，一部分或大部分类似 SiO_2 等酸性物质直接与包壳中的CaO等熔剂结合形成熔渣排出，从而使随后的炼钢或炼铁等过程更简洁方便。还可以做到在炼钢时少用氧气或不用氧气。

9、利用本发明产生的烟气，其 CO_2 浓度含量很高，经除尘净化后提纯二氧化碳用于集约农业，成为提供集约农业 CO_2 的来源，并可以利用农业作物提炼农业作物的不同部分作为本发明物料的含碳物质组成，使整个流程成为循环优化的流程，使之更加环保。

10、本发明采用呼吸壳、半呼吸壳和敞开壳技术，可以将呼吸壳、半呼吸壳和敞开壳用在各种合适的炉型中，同时呼吸壳也可以采用煤粉与氧化钙粉末或碳酸钙粉末等以一定形式一定比例混合后制成心部成型物，再包碳酸钙或氧化钙外层壳的形式用于制取碳化钙的熔炼制取过程；呼吸壳、半呼吸壳和敞开壳技术可以用于其它金属的冶炼，也可以用于碳酸钙、碳酸镁的煅烧过程。也可以用于碳酸钙或碳酸镁等物质包壳，将含碳物质包壳于内以一定温度在各种炉内煅烧后形成含氧化钙等物质外壳的焦碳或含氧化钙、碳酸钙、碳酸镁等物质外壳的半焦，用于高炉、冲天炉、电石熔炼炉等需要焦碳或半焦的地方。本发明还特别适合这样一些金属熔炼工艺或这样一些化工工艺，即呼吸壳、半呼吸壳、敞开壳包壳作为整个工艺所使用的熔剂或整个工艺的参与物，呼吸壳中的心部成型物中的还原反应或化学反应在一定温度区间及一定工艺时间内要求

隔离于或至少半隔离于熔炼炉或加热炉中气氛下的气体或熔炼炉或加热炉内除包壳物质之外的其它物质，同时往往很多情况下熔炼炉需要心部成型物进行还原反应或化学反应后所产生的可燃气体或其它气体透过包壳中的孔隙进入熔炼炉后作为燃料或工艺所要求的工艺参与物，并且同时心部成型物还原反应生成物或化学反应生成物，与包壳物质及熔炼炉中其它物质同为必要的工艺参与物，呼吸壳物料及其半呼吸壳、敞开壳以及熔炼炉中其它物质几乎不直接参与还原过程或化学反应过程或只起催化剂作用的物质在还原反应工艺或化学反应工艺中只占很少或较小比例，在大部分情况下，心部成型物中的还原反应工艺或化学反应工艺需要呼吸壳、半呼吸壳、敞开壳的包壳将熔炼炉中的热量通过包壳传递进心部成型物，作为其还原反应或化学反应工艺所要求热量的全部或相当大一部分，控制工艺过程选择合适的设备组合，可以实现从熔炼炉及系统中排出的烟气中可燃气体的比例很低，并且所排出烟气的温度也较低。

15 附图说明

- 图 1 为本发明电弧炉熔融还原炼铁装置示意图；
图 2 为本发明排放系统流程示意图；
图 3 为本发明电弧炉的炉盖及电极分布示意图；
图 4 为埋弧电弧炉熔融还原炼铁的装置示意图；
图 5 为转炉熔融还原炼铁的装置示意图；
图 6 为感应炉熔融还原炼铁的装置示意图；
图 7 为埋弧电弧炉生产电石的装置示意图。

其中：

- 1—电极、2—炉体、3—炉盖、4—鼓风机、5—加热炉（包括 5a、5b）、6—蓄热器（包括 6a、6b）、7—蓄热体、8—气体处理装置、9—铁水/钢水流出口、10—气体管路、11—脱硫剂加料口、12—旋风分离器、13—布袋除尘器、14—引风机、15—烟囱、16—气体入口、17—感应圈、18—熔渣冷却装置、19—生铁和连铸坯或轧材冷却装置、20—电石冷却筒、21—电石流出口。

具体实施方式

实施例 1

熔融还原炼铁装置为电弧炉，原料为呼吸壳。

- 5 本发明所述的电弧炉熔融还原炼铁装置如图 1 所示，包括炉体 2、炉盖 3、加料设备和出料设备，炉体 2 下部有铁水/钢水出口 9。电弧炉的底部设有气体入口 16，该气体入口与气体管路 10 连接。如图 3 所示，炉盖 3 上有三个电极插孔，分别插入电极 1，三根电极插孔成三角形分布。炉体 2 外一对加热炉 5a、5b 和一对蓄热器 6a、6b，两台加热炉安装在炉
- 10 体 2 外的两侧。加热炉通过连接口与电弧炉的炉体 2 连接，连接口内气体可以来回流动。蓄热器 6a、6b 的一端与加热炉连接，另一端分别与鼓风机 4、气体处理装置和排放系统连接。所述气体处理装置包括循环气体增压机、气体冷却净化装置、气体储罐等装置，气体处理装置可以使用也可以不使用。为充分利用余热，所述电弧炉熔融还原炼铁装置还设有
- 15 两台或两台以上熔渣冷却装置 18 和两台或两台以上生铁或连铸坯或轧材冷却装置 19。利用析出气体的循环将熔渣或连铸坯或轧材的热量经加热炉 5a、5b 带入到炉体 2。如图 2 所示，排放系统包括旋风分离器 12、布袋除尘器 13、引风机 14 和烟囱 15。加热炉设有助燃空气管路和燃料管路。鼓风机 4 的出口分四路，分别与两个加热炉和两个蓄热器相连接，
- 20 每路装有阀门。与加热炉连接的燃料管路和与蓄热器连接的废气排放管路上也装有阀门。两台加热炉交替燃烧燃料和析出气体，两台蓄热器交替蓄热和放热。析出气体为铁的氧化物还原过程中产生的气体，其中含有大量的 CO、H₂。蓄热器的蓄热体 7 为陶瓷球状体。电弧炉的炉体及炉盖为钢结构并装有耐火材料内衬。所述炉体 2 和炉盖 3，电极 1 与炉盖 3
- 25 之间为水冷套密封连接。

电弧炉熔融还原炼铁的工艺步骤如下：

(1)制备呼吸壳：将 Fe₂O₃、Fe₃O₄ 等铁的氧化物与煤粉混合，加入适量的水制成球团，即为心部成型物。以石灰石粉末和其它一些特定物质为原料，用硅溶胶等特定原料为粘合剂，包在心部成型物的外层，形成

包衣球团即为呼吸壳。

(2)将包有心部成型物的呼吸壳烘干后置入电弧炉。

(3)利用外加热的方法进行加热，使呼吸壳内的心部成型物在 300~1800℃的某个或某组合适温度使其还原，在这个过程中持续放出析出气体。

(4)当呼吸壳中心部成型物的金属化率达到 40~95%时，启动电弧炉电极，利用电弧加热，使呼吸壳破碎，呼吸壳中还原物熔化。

(5)进行渣铁分离，产生铁水或直接还原钢水。

本发明的操作过程为，将原料置入电弧炉炉体 2 内，先启动加热炉 5b，加热蓄热体 7，然后经阀门到排放系统。蓄热器 6b 烟气出口达到设定温度时进行换向，空气经阀门、蓄热器 6b 进入加热炉 5b，蓄热器中的蓄热体放出热量加热助燃空气。产生的烟气通过连接口进入电弧炉炉体 2 内，加热电弧炉中的呼吸壳成型物，并且进行还原反应，产生的析出气体连同烟气一起进入加热炉 5a，在加热炉 5a 中与经过阀门过来的合适流量的空气混合后燃烧，烟气进入蓄热器 6a 把热量传给蓄热体 7，经阀门到排放系统。蓄热器 6b 烟气出口达到设定温度时进行换向，助燃风经过阀门进入蓄热器 6a 预热助燃空气，然后进入加热炉 5a，与经阀门进来的燃料混合后燃烧。烟气和析出气体经右侧的连接口进入电弧炉炉体 2，再经左侧连接口进入加热炉 5b，在加热炉 5b 中与经过阀门过来的合适流量的空气混合后燃烧，然后烟气进入蓄热器 6b，把热量传给蓄热体后经阀门到排放系统。通过设定蓄热器烟气出口温度来控制两台加热炉 5a、5b 和两台蓄热器 6a、6b 的换向操作，当蓄热器出口烟气到达设定温度后自动转换气流方向，该侧的加热炉由燃烧析出气体变为燃烧燃料。整个过程自动控制，通过开关各个阀门来实现换向操作。

可以在开始加热时使用熔渣冷却装置 18 和生铁或连铸坯或轧材冷却装置 19 作为空气预热装置，预热后的空气作为热载体或助燃气体和熔炼炉中的呼吸壳加热后放出的析出气体混合燃烧加热呼吸壳，并对蓄热体进行加热。

电弧炉熔融还原炼铁装置的操作过程为，先通过上述过程利用呼吸

壳、半呼吸壳或敞开壳物料中通过析出的富含 CO、H₂、烃类等可燃气体，提供几乎全部或相当大一部分加热所需热量，使熔炼炉中的物料加热到 300~1800℃ 的某个或某组合适温度，物料中铁的氧化物被还原成金属铁。上述过程中，当炉体内原料中的金属氧化物的金属化率达到 40~95% 时，并且呼吸壳内的被还原金属铁可以是固态、液态或半熔融状态，使用电极对其进行电弧加热熔化，充分电磁搅拌，富含氧化钙等溶剂的破碎外壳与原料中的酸性物质进行反应、造渣，进行渣铁分离。产生铁水或直接还原钢水，铁水或直接还原钢水从铁水/钢水流出口 9 流出。也可选择将熔渣倒出后，吹氧或吹氩直接进行钢水熔炼或铁水熔炼。上述工艺过程中，采用电极进行电弧加热可以是根据炉况间歇性的操作，间歇时间可以从 0~100% 还原及熔炼时间，从顶部或底部通入氧气、氩气的过程，是根据熔融或半熔融的铁水或直接还原钢水的状况选择通入或不通入或选择通入其中一种气体。可以选择整个过程中，铁水或直接还原钢水全部制成为液态，几乎全部排出炉体，后再加入物料重新进行冶炼，也可以将部分熔融的铁水或直接还原钢水排出炉体，炉内还保留着未完全熔融的物质继续进行加热，同时用适当的加料方法选择补充加入物料。在熔炼过程中，熔炼炉中采用电极进行电弧还原熔化加热或通入助燃空气或含氧气体采用燃料还原熔化加热，可以各自单独进行也可以同时进行。炉体 2 的高度与直径之比可以根据物料情况和炉况选择为细高型或矮粗型，其具体高度和直径根据炉况、物料性质、生产量等因素决定。炉体 2 周边的蓄热器数量也可以选择一对或多对，蓄热器中的蓄热体可以采用耐高温的耐火球、耐火砖、蜂窝状或其它形状的耐火蓄热体，蓄热体可以采用部分或全部采用合适的耐高温金属制品和耐高温非金属制品，如含碳物质等。熔渣冷却器 18 装入可分离的熔渣，生铁或连铸坯或轧材冷却器 19 装入生铁或连铸坯或轧材（如果有合适的上述产品或副产品的情况），大部分情况是在熔炼炉中刚刚加入物料时，通入空气（图 1 中未标出与之相联的空气管路）或其它含氧气体或气体处理装置中的富含 CO、H₂ 或 CO₂ 等组分的气体对熔渣或生铁或连铸坯或轧材进行合适的冷却后，使气体加热后通入熔炼炉中作为热载体或助燃气体对物料进

行加热，熔渣冷却器 18 和生铁或连铸坯或轧材冷却器 19 可以根据具体情况选择不用。而从管道中排出的烟气经净化除含硫等有害物质后，富含 CO_2 、 N_2 的气体用于集约农业等方面使用。

5 实施例 2

熔融还原炼铁装置为埋弧电弧炉，原料为半呼吸壳。

埋弧电弧炉熔融还原炼铁装置如图 4 所示，包括炉体 2、炉盖 3、电极 1 和配套的加热炉 5a、5b、蓄热器 5a、5b、气体处理装置 8，电弧炉底部设有气体入口 16，该气体入口与气体管路 10 连接。所述气体处理装置包括循环气体增压机、气体冷却净化装置、气体储罐等装置，气体处理装置可以使用也可以不使用。为充分利用余热，所述熔融还原炼铁装置还设有两台或两台以上熔渣冷却装置 18 和两台或两台以上生铁或连铸坯或轧材冷却装置 19。利用析出气体的循环将熔渣或连铸坯或轧材的热量经加热炉 5a、5b 带入到炉体 2。本实施例所述埋弧电弧炉熔融还原炼铁装置和实施例 1 所述的电弧炉熔融还原炼铁装置的不同点在于本实施例的电极直接插入到熔炼物料的下部进行埋弧操作。

埋弧电弧炉熔融还原炼铁的工艺步骤如下：

(1)制备半呼吸壳：将 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 等铁的氧化物与煤粉混合，加入适量的水制成球团，即为心部成型物。以石灰粉末、铁矿石粉末和其它一些特定物质为原料，以水玻璃等特定原料为粘合剂，包在心部成型物的外层即为半呼吸壳。半呼吸壳和呼吸壳的区别在于半呼吸壳的外壳较为松软，不耐 1000°C 以上高温，熔融还原过程中外壳破碎。

(2)将包有心部成型物的半呼吸壳和一定粒度的煤块混合置入电弧炉。

(3)利用外加热的方法进行加热，使熔炼炉中的物料加热到 $300\sim 1800^\circ\text{C}$ 的某个或某组合适温度使其还原，在这个过程中持续放出析出气体。

(4)当炉体中成型物的金属化率达到 $40\sim 95\%$ 时，启动电弧炉电极进行电弧加热，利用电弧加热至熔化。

(5)进行渣铁分离，产生铁水或直接还原钢水。

以半呼吸壳原料进行熔融还原炼铁过程中，还原后的半呼吸壳在熔炼过程中外壳破碎，破碎的壳层物质可作熔剂和造渣剂，同样有利于提高还原产品的质量和渣铁分离。如图4所示，利用蓄热器6a、6b蓄热，

5 采用交替换向的方式。含氧气体通过蓄热器6b与燃料在加热炉5b和熔炼炉内燃烧，从半呼吸壳物料中持续排出包壳的析出气体也进行燃烧，烟气和未燃烧利用的析出气体等气体进入对面的加热炉5a中，选择合适流量的含氧气体与析出气体中的可燃物混合并燃烧，加热蓄热器6a中的蓄热体7使其蓄热，降温后的烟气经排放系统排出。排出的烟气中只有

10 很少部分的可燃气体，并且具有较低的温度。此后，将含氧气体经蓄热器6a进入加热炉5a，与燃料在加热炉中燃烧，对熔炼炉的物料进行加热，产生的烟气与析出气体一起进入加热炉5b，与合适流量的含氧气体混合并燃烧，加热蓄热器6b的蓄热体7使其蓄热，被冷却的烟气进入气体排放系统。排出的烟气中同样也只有很少部分的可燃气体成份，并且排出

15 烟气的温度较低。依次循环，其进入加热炉中的含氧气体始终是高温气体，提高系统的热效率。呼吸壳、半呼吸壳或敞开壳物料中通过析出的富含CO、H₂、烃类等可燃气体，提供几乎全部或相当大一部分加热所需热量，使熔炼炉中的物料加热到300~1800℃的某个或某组合适温度，物料中铁的氧化物被还原成金属铁。上述过程中，当炉体内原料中的金属

20 氧化物的金属化率达到40~95%时，并且呼吸壳内的被还原金属铁可以是固态、液态或半熔融状态，使用电极对其进行电弧加热熔化，充分电磁搅拌，对炉体中的半呼吸壳进行熔融还原炼铁过程，还原后的物料在熔炼过程中外壳破碎，破碎的壳层物质可作熔剂和造渣剂，有利于提高还原产品的质量和渣铁分离，产生铁水或直接还原钢水，铁水或直接还

25 原钢水从铁水/钢水流出口9流出。也可选择将铁水或直接还原钢水上的熔渣从炉顶倒出后，吹氧或吹氩直接进行钢水熔炼或铁水熔炼。上述工艺过程中，埋弧的电加热过程可以根据整个过程的具体情况间歇进行，间歇时间可以是从0~100%还原及熔炼时间，从顶部或底部通入氧气、氩气的过程，是根据熔融或半熔融的铁水或钢水的状况选择通入或不通入

或选择通入其中一种气体。可以选择整个过程中，铁水或直接还原钢水全部为液态，全部排出炉体，也可以将部分熔融的铁水或直接还原钢水排出炉体，炉内还保留着未完全熔融的物质继续进行加热，同时用适当的加料方法选择加料。在熔炼过程中，熔炼炉中采用电极进行电弧还原
5 熔化加热与通入助燃空气或含氧气体采用燃料还原熔化加热，可以各自单独进行也可以同时进行。

为了降低钢液中的氧含量、夹杂物和碳含量，在将熔炼炉中的熔渣倒出后采用吹氩技术。吹氩具有与真空处理相类似的作用，即可脱氧、脱碳、除气、搅拌钢液和除去杂物等，所用的氩气可以是制氧工业的副
10 产品。纯氩中所含的其它气体很低，氩气吹入钢液，既不参与化学反应，也不溶解在钢液内。向钢液中吹入氩气形成气泡时，对钢中溶解的各种气体来说无异于一个个小的真空室，其中其它气体的分压几乎等于零。这样，钢液中的氢、氮等气体将不断地向氩气泡中扩散，气泡中氢和氮等气体的分压将逐渐增大，但因气泡上浮过程中所受静压减小和受热膨
15 胀，所以氢和氮的分压仍能保持在较低的水平，故能继续吸收氢和氮等。最后这些气体随氩气泡一道浮出钢液而被除去。得到纯净的铁水或直接还原钢水或纯净的钢水。

炉体 2 的高度与直径之比可以根据物料情况和炉况选择为细高型或矮粗型，其具体高度和直径根据炉况、物料性质、生产量等因素决定。
20 炉体 2 周边的蓄热器数量也可以选择一对或多对，蓄热器中的蓄热体可以采用耐高温的耐火球、耐火砖、蜂窝状或其它形状的耐火蓄热体，蓄热体可以采用部分或全部采用合适的耐高温金属制品和耐高温非金属制品，如含碳物质等。熔渣冷却器 18 装入可分离的熔渣，生铁或连铸坯或轧材冷却器 19 装入生铁或连铸坯或轧材（如果有合适的上述产品或副产
25 品的情况），大部分情况是在熔炼炉中刚刚加入物料时，通入空气（图 4 中未标出与之相联的空气管路）或其它含氧气体或气体处理装置中的富含 CO、H₂ 或 CO₂ 等组分的气体对熔渣或生铁或连铸坯或轧材进行合适的冷却后，使气体加热后通入熔炼炉中作为热载体或助燃气体对物料进行加热，熔渣冷却器 18 和生铁或连铸坯或轧材冷却器 19 可以根据具体

情况选择不用。而从管道中排出的烟气经净化除含硫等有害物质后，富含 CO_2 、 N_2 的气体用于集约农业等方面使用。

实施例 3

5 熔融还原炼铁装置为转炉，原料为敞开壳。

所述转炉熔融还原炼铁装置如图 5 所示，包括有炉体 2、炉盖 3、电极及配套的加热炉 5a、5b，蓄热器 6a、6b 和气体处理装置 8。所述转炉盖 10 上设有气体入口 16 和脱硫剂加料口 11，气体入口 16 与气体管路 10 连接。为充分利用余热，所述转炉熔融还原炼铁装置还设有两台或两台以上熔渣冷却装置 18 和两台或两台以上生铁或连铸坯或轧材冷却装置 19。利用析出气体的循环将熔渣或连铸坯或轧材的热量经加热炉 5a、5b 带入到炉体 2。

转炉熔融还原炼铁的工艺步骤如下：

(1)制备敞开壳：将 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 等铁的氧化物与煤粉混合，掺入 5% 15 的石灰石粉末和其它一些特定物质，加入适量的水制成球团，即为敞开壳。敞开壳为掺入石灰或石灰石粉末的含碳球团成型物不加外壳。

(2)将敞开壳置入电弧炉，均匀掺入适量的石灰块、一定粒度的煤块和其它一些特定物质。

(3)利用外加热的方法进行加热，使熔炼炉中的物料加热到 300~ 20 1800℃的某个或某组合适温度使其还原，在这个过程中持续放出析出气体。

(4)当炉体中成型物的金属化率达到 40~95%时，启动电极进行电弧加热，利用电弧加热至熔化。

(5)进行渣铁分离，产生铁水或直接还原钢水。

25 倒出熔渣后采用高纯度的氧气从上口插入到炉内，将氧气高速吹向熔池。高速的氧射流直接冲击熔池，一方面对熔池产生强烈搅拌，另一方面射流与熔池发生强烈的相互破碎，使异相接触面积急剧增大，这些物理现象给炉内的化学反应创造了良好的条件，使氧的传输机理、传输速度、各种元素在熔池中的传输速度以及反应界面都发生了根本的变化。

把氧气鼓入熔融的生铁里，使硅、锰等杂质氧化。在氧化的过程中放出大量的热量可使炉内达到足够高的温度。因此转炉炼钢不需要另外使用燃料。转炉炼钢是在转炉里进行。开始时，转炉处于水平，然后向液态生铁内鼓入氧气并转动转炉。这时液态生铁表面剧烈的反应，使铁、
5 硅、锰氧化生成炉渣，利用熔化的钢铁和炉渣的对流作用，使反应遍及整个炉内。当钢液中只剩下少量的硅与锰时，碳开始氧化，生成一氧化碳使钢液剧烈沸腾。炉口由于逸出的一氧化碳的燃烧而出现巨大的火焰。最后，磷也发生氧化并进一步生成磷酸亚铁。磷酸亚铁再跟生石灰反应生成稳定的磷酸钙和硫化钙，一起成为炉渣。当磷与硫逐渐减少，火焰
10 退落，炉口出现四氧化三铁的褐色蒸汽时，表明钢已炼成。这时应立即停止吹氧，并把转炉转到水平位置，把钢水倾至钢水包里，再加脱氧剂进行脱氧。也可以选择氧气是从炉底吹入的形式。

本发明使用氧气顶吹转炉，不排除侧吹转炉、底吹转炉。吹入的氧为高压工业纯氧，能进一步提高生产效率和钢的质量。这是一种不需外
15 加热源，主要以液态生铁为原料的炼钢方法。转炉炼钢主要特点是：靠转炉内液态生铁的物理热和生铁内各组分（如碳、锰、硅、磷等）与送入炉内的氧进行化学反应所产生的热量，使金属达到出钢要求的成分和温度。炉料主要为敞开壳，可加入少量的呼吸壳、半呼吸壳，或一定粒度的煤块。转炉按炉衬的耐火材料性质分为碱性和酸性；按气体吹入炉
20 内的部位分为底吹、顶吹和侧吹；按吹炼采用的气体，分为空气转炉和氧气转炉，本发明为氧气转炉。本发明以敞开壳为原料，所用炉体为碱性转炉。

转炉可采用喷嘴或透气砖自底部吹入，可明显地改善熔池的搅拌力，兼有底吹和顶吹的优点。转炉炼钢法同其它炼钢法相比，主要优点
25 在于它不借助外加能源，仅靠吹入熔池的氧气与生铁水中各种元素的放热氧化反应完成脱碳和脱除杂质的任务，并将钢液加热到 1600℃ 出钢温度或更高的温度。

转炉吹炼终了时，钢液中存在着少量过剩的溶解氧，一般为 0.01~0.08%。其含量主要取决于终点钢水的碳含量。炼成合格的钢材必

须进行脱氧。脱氧是将与氧亲和力较大的元素及其合金作为脱氧剂加入钢液中，利用脱氧产物不溶于钢液而析出上浮脱离钢液的原理，使钢中的含氧量降到规定限度之下。

敞开壳加入熔炼炉后，用燃料加热的过程为含氧气体通过蓄热器 6b 与燃料在加热炉 5b 和熔炼炉内燃烧，从敞开壳物料中持续排出包壳的析出气体也进行燃烧，烟气和未燃烧利用的析出气体等气体进入对面的加热炉 5a 中，选择合适流量的含氧气体与析出气体中的可燃物混合并燃烧，加热蓄热器 6a 中的蓄热体 7 使其蓄热，降温后的烟气进入排放系统。排出的烟气中只有很少部分的可燃气体，并且具有较低的温度。此后，将含氧气体经蓄热器 6a 进入加热炉 5a，与燃料在加热炉中燃烧，对熔炼炉的物料进行加热，产生的烟气与析出气体一起进入加热炉 5b，与合适流量的含氧气体混合并燃烧，加热蓄热器 6b 的蓄热体 7 使其蓄热，被冷却的烟气进入旋风分离器 12，布袋除尘器 13，并从烟囱 15 中排出，排出的烟气中同样也只有很少部分的可燃气体成份，并且排出烟气的温度较低。依次循环，其进入加热炉中的含氧气体始终是高温气体，提高系统的热效率。呼吸壳、半呼吸壳或敞开壳物料中通过析出的富含 CO、H₂、烃类等可燃气体，提供几乎全部或相当大一部分加热所需热量，使熔炼炉中的物料加热到 300~1800℃ 的某个或某组合适温度，物料中铁的氧化物被还原成金属铁。上述过程中，当炉体内原料中的金属氧化物的金属化率达到 40~95% 时，并且呼吸壳内的被还原金属铁可以是固态、液态或半熔融状态，使用电极对其进行电弧加热熔化，充分电磁搅拌，富含氧化钙等溶剂的破碎外壳与原料中的酸性物质进行反应、造渣，进行渣铁分离，产生铁水或直接还原钢水，铁水或直接还原钢水从铁水/钢水流出出口 9 流出。还可以选择渣铁分离后倒出渣水后，并将电极进行适当调整，采用高纯度的氧气从上口插入到炉内，把氧气鼓入熔融的生铁或直接还原钢中，使硅、锰等杂质氧化，在氧化的过程中放出大量的热量可使炉内达到足够高的温度，因此转炉炼钢不需要另外使用燃料，产生直接还原钢水或比直接还原钢水更纯净的钢水。上述工艺过程中，采用电极进行电弧加热可以根据炉况进行间歇性的操作，间歇时间可以是

0~100%还原及熔炼时间，从顶部或底部通入氧气、氩气的过程，是根据熔融或半熔融的铁水或直接还原钢水的状况选择通入或不通入或选择通入其中一种气体。可以选择整个过程中，铁水或直接还原钢水全部为液态，全部排出炉体，也可以将部分熔融的铁水或直接还原钢水排出炉体，

5 炉内还保留着未完全熔融的物质继续进行加热，同时用适当的加料方法选择加料。在熔炼过程中，熔炼炉中采用电极进行电弧还原熔化加热与通入助燃空气或含氧气体采用燃料还原熔化加热，可以各自单独进行也可以同时进行。炉体 2 中炉体高度与直径之比可以根据物料情况和炉况选择为细高型或矮粗型，其具体高度和直径根据炉况、物料性质、生产

10 量等因素决定。炉体 2 周边的蓄热器数量也可以选择一对或多对，蓄热器中的蓄热体可以采用耐高温的耐火球、耐火砖、蜂窝状或其它形状的耐火蓄热体，蓄热体可以采用部分或全部采用合适的耐高温金属制品和耐高温非金属制品，如含碳物质等。熔渣冷却器 18 装入可分离的熔渣，生铁或连铸坯或轧材冷却器 19 装入生铁或连铸坯或轧材（如果有合适的

15 上述产品或副产品的情况），大部分情况是在熔炼炉中刚刚加入物料时，通入空气（图 5 中未标出与之相联的空气管路）或其它含氧气体或气体处理装置中的富含 CO、H₂ 或 CO₂ 等组分的气体对熔渣或生铁或连铸坯或轧材进行合适的冷却后，使气体加热后通入熔炼炉中作为热载体或助燃气体对物料进行加热，熔渣冷却器 18 和生铁或连铸坯或轧材冷却器 19

20 可以根据具体情况选择不用。而从管道中排出的烟气经净化除含硫等有害物质后，富含 CO₂、N₂ 的气体用于集约农业等方面使用。

实施例 4

熔融还原炼铁装置为感应炉，原料为呼吸壳、半呼吸壳和敞开壳的

25 混合物。

所述感应炉熔融还原炼铁装置如图 6 所示，包括炉体 2、炉盖 3、感应圈 17 及相配套的供电设备和加热炉 5a、5b，蓄热器 6a、6b 和气体处理装置 8。所述感应炉的炉盖 3 和/或炉底部设有气体入口 16，炉盖 3 上设有脱硫剂加料口 11。为充分利用余热，所述感应炉熔融还原炼铁装置

还设有两台或两台以上熔渣冷却装置 18 和两台或两台以上生铁或连铸坯或轧材冷却装置 19。利用析出气体的循环将熔渣或连铸坯或轧材的热量经加热炉 5a、5b 带入到炉体 2。

感应炉熔融还原炼铁的工艺步骤如下：

5 (1)制备呼吸壳、半呼吸壳和敞壳：分别按照实施例 1、2、3 中步骤(1)制备呼吸壳、半呼吸壳和敞壳，其中敞壳中掺入 5%的石灰石粉末和其它一些特定物质。

(2)将呼吸壳、半呼吸壳、敞壳和一定粒度的煤块混合后置入感应炉。

10 (3)利用外加热的方法进行加热，使熔炼炉中的物料加热到 300~1800℃的某个或某组合适温度使其还原，这个过程持续放出析出气体。

(4)当炉体内原料中的金属氧化物的金属化率达到 40~95%时，启动电源开动感应炉，利用电磁感应加热，使熔炼炉中物料熔化。

(5)进行渣铁分离，产生铁水或直接还原钢水。

15 感应炉炼钢是利用感应电热效应加热、熔化金属的炼钢方法。它特别适于用优质原料冶炼优质钢和合金。配有真空系统的真空感应炉更是冶炼优质合金的重要设备。感应炉炼钢的特点是：①热先达金属熔池，再传导给熔渣，所以熔渣温度较低；②熔池受强烈的电磁搅拌。电源频率愈低，功率愈高，搅拌愈强烈，是限制最大比功率的主要因素；③与

20 电弧加热相比，感应加热无热点、无电弧、环境污染较轻且温度均匀；

④不增加碳，不会局部过热，操作简单且合金烧损较少。感应炉为熔沟式结构，其工作原理与变压器相似。熔沟式感应炉的初级绕组内装有铁芯，以减少漏磁，提高功率因数，二级绕组是充满金属液的熔沟。当感应圈内通过交流电时，熔沟内液体金属中产生感应电动势，产生焦耳热，

25 加热炉料。在熔沟内能量转化再传输至熔池，熔沟的热负荷很高。由于感应炉工艺操作的要求，脱硫和脱氧同时进行。感应炉功率因数很低的负载一般不进行脱碳、脱磷，所以必须选用好的原料，并采用电容器来提高功率因数。将呼吸壳、半呼吸壳和敞壳混合后置入感应炉，利用蓄热器 6a、6b 蓄热，采用交替换向的方式，含氧气体通过蓄热器 6b 与

燃料在加热炉 5b 和熔炼炉内燃烧，从呼吸壳、半呼吸壳或敞开壳物料中持续排出包壳的析出气体也进行燃烧，烟气和未燃烧利用的析出气体等气体进入对面的加热炉 5a 中，选择合适流量的含氧气体与析出气体中的可燃物混合并燃烧，加热蓄热器 6a 中的蓄热体 7 使其蓄热，降温后的烟气通过旋风分离器 12，布袋除尘器 13，通过烟囱 15 排出，排出的烟气中只有很少部分的可燃气体，并且具有较低的温度。此后，将含氧气体经蓄热器 6a 进入加热炉 5a，与燃料在加热炉中燃烧，对熔炼炉的物料进行加热，产生的烟气与析出气体一起进入加热炉 5b，与合适流量的含氧气体混合并燃烧，加热蓄热器 6b 的蓄热体 7 使其蓄热，被冷却的烟气进入旋风分离器 12，布袋除尘器 13，并从烟囱 15 中排出，排出的烟气中同样也只有很少部分的可燃气体成份，并且排出烟气的温度较低。依次循环，其进入加热炉中的含氧气体始终是高温气体，提高系统的热效率。呼吸壳、半呼吸壳或敞开壳物料中通过析出的富含 CO、H₂、烃类等可燃气体，提供几乎全部或相当大一部分加热所需热量，使熔炼炉中的物料加热到 300~1800℃ 的某个或某组合适温度，物料中铁的氧化物被还原成金属铁。上述过程中，当炉体内原料中的金属氧化物的金属化率达到 40~95% 时，并且呼吸壳内的被还原金属铁可以是固态、液态或半熔融状态，启动电源开动感应炉，利用电磁感应加热，使熔炼炉中物料熔化，充分电磁搅拌，富含氧化钙等溶剂的破碎外壳与原料中的酸性物质进行反应、造渣，进行渣铁分离，产生直接还原钢水或类似高炉生产的铁水，倒出熔渣后可通入氩气或氧气进行熔炼，生产出纯净的钢水或纯净的铁水。上述工艺过程中，采用电极进行电弧加热可以根据炉况进行间歇性的操作，间歇时间可以从 0~100% 还原及熔炼时间，从顶部或底部通入氧气、氩气的过程，是根据熔融或半熔融的铁水或直接还原钢水的状况选择通入或不通入或选择通入其中一种气体。可以选择整个过程中，铁水或直接还原钢水全部为液态，全部排出炉体，也可以将部分熔融的铁水或直接还原钢水排出炉体，炉内还保留着未完全熔融的物质继续进行加热，同时用适当的加料方法选择加料。在熔炼过程中，熔炼炉中采用电磁感应还原熔化加热与通入助燃空气或含氧气体采用燃料还原熔化加

热，可以各自单独进行也可以同时进行。炉体 2 中炉体高度与直径之比可以根据物料情况和炉况选择为细高型或矮粗型，其具体高度和直径根据炉况、物料性质、生产量等因素决定。炉体 2 周边的蓄热器数量也可以选择一对或多对，蓄热器中的蓄热体可以采用耐高温的耐火球、耐火
5 砖、蜂窝状或其它形状的耐火蓄热体，蓄热体可以采用部分或全部采用合适的耐高温金属制品和耐高温非金属制品，如含碳物质等。熔渣冷却器 18 装入可分离的熔渣，生铁或连铸坯或轧材冷却器 19 装入生铁或连铸坯或轧材（如果有合适的上述产品或副产品的情况），大部分情况是在熔炼炉中刚刚加入物料时，通入空气（图 6 中未标出与之相联的空气
10 管路）或其它含氧气体或气体处理装置中的富含 CO、H₂ 或 CO₂ 等组分的气体对熔渣或生铁或连铸坯或轧材进行合适的冷却后，使气体加热后通入熔炼炉中作为热载体或助燃气体对物料进行加热，熔渣冷却器 18 和生铁或连铸坯或轧材冷却器 19 可以根据具体情况选择不用。而从管道中排出的烟气经净化除含硫等有害物质后，富含 CO₂、N₂ 的气体用于集约
15 农业等方面使用。

实施例 5

熔融还原炼铁装置为埋弧电弧炉，原料为呼吸壳，生产电石。

所述埋弧电弧炉生产电石的装置如图 7 所示，包括炉体 2、炉盖 3、
20 电极 1 和配套的加热炉 5a、5b、蓄热器 6a、6b、气体处理装置 8，炉体 2 的底部设有电石流出口 21。气体处理装置可以使用也可以不使用，所述气体处理装置包括循环气体增压机、气体冷却净化装置、气体储罐等装置；加热炉与炉体 2 的连接可以是一点连接也可以是多点连接，与炉体的连接角度根据物料性质和炉况进行选择。

25 埋弧电弧炉生产电石的工艺步骤如下：

(1)制备呼吸壳：呼吸壳的心部成型物为不包衣成型物如煤粉、焦粉、兰炭、石油焦等或含碳物质或上述的混合后，滚球或压制成球团，也可做成其它形状的成型物，成型物内部的含碳量可以相同也可以不同，成型物中允许加入其它物质如混合一定粒度的氧化钙或碳酸钙粉末，使成

型物成分和强度更适合；所述呼吸壳的外包壳是由类似石灰石、白云石等物质或它们的混合物，也可以在其中掺入含碳物质如炭黑、石墨等物质或其它一些物质，将这些物质与特定的粘合剂以一定方式混合或结合，将心部成型物包裹其中，包壳的方法可以是滚球包壳、压球包壳，还可以是喷粉包壳或浸渍包壳，允许并不一定采用在包壳中加入其它物质做骨架等功能，及允许并不一定采用在包壳上人工穿孔以加强透气性，单个孔的面积和其在包壳上的分布形态和数量由呼吸壳的性质和物质配比决定，允许包壳后进行适合温度的烘干过程。

(2)将呼吸壳置入埋弧电弧炉。

10 (3)利用生产电石的副产品电石炉气必要时可加入部分外来燃料加热呼吸壳，使其温度控制在 900~1200℃ 的某个合适温度煅烧生成氧化钙，心部成型物被加热，并在此温度之上将呼吸壳加热到 1200~1800℃。

(4)当炉体中呼吸壳的外包壳石灰石分解完后，用气体燃料加热到 1200~1800℃ 中合适的温度时，启动电源，利用电极埋弧加热，使炉中物料充分反应生成电石。

15 (5)电石从电石流出口 21 流出，经过流料槽进入电石冷却筒，在这里进行冷却和破碎。

如图 7、图 2、图 3 所示，加热炉 5a、5b 所用燃料也可以采用气体燃料或液体燃料或固体燃料，或者上述燃料的结合，对装入炉体中的呼吸壳原料进行加热煅烧。利用蓄热器 6a、6b 蓄热，采用交替换向的方式，含氧气体通过蓄热器 6b 与燃料在加热炉 5b 和熔炼炉内燃烧，烟气和未燃烧利用的析出气体等气体进入对面的加热炉 5a 中，选择合适流量的含氧气体与析出气体中的可燃物混合并燃烧，加热蓄热器 6a 中的蓄热体 7 使其蓄热，降温后的烟气通过旋风分离器 12，布袋除尘器 13，通过烟囱 15 排出，排出的烟气中只有很少部分的可燃气体，并且具有较低的温度。此后，将含氧气体经蓄热器 6a 进入加热炉 5a，与燃料在加热炉中燃烧，对熔炼炉的物料进行加热，产生的烟气与析出气体一起进入加热炉 5b，与合适流量的含氧气体混合并燃烧，加热蓄热器 6b 的蓄热体 7 使其蓄热，被冷却的烟气进入旋风分离器 12，布袋除尘器 13，并从烟囱 15 中排出，

排出的烟气中同样也只有很少部分的可燃气体成份，并且排出烟气的温度较低。依次循环，其进入加热炉中的含氧气体始终是高温气体，提高系统的热效率。呼吸壳、半呼吸壳或敞开壳物料中通过析出的富含 CO、H₂、烃类等可燃气体，提供几乎全部或相当大一部分加热所需热量，使熔炼炉中的物料加热到 300~1800℃ 的某个或某组合适温度，并且呼吸壳内的物料可以是固态、液态或半熔融状态，再使用电极进行电弧加热生产电石，使电弧炉中的物料加热到 1800~2300℃ 的某个或某组合适温度。在电石生产过程中，电弧炉中采用电极进行电弧加热或通入助燃空气或含氧气体采用燃料加热，可以各自单独进行也可以同时进行。炉体 2 中炉体高度与直径之比可以根据物料情况和炉况选择为细高型或矮粗型，其具体高度和直径根据炉况、物料性质、生产量等因素决定。炉体 2 周边的蓄热器数量也可以选择一对或多对，蓄热器中的蓄热体可以采用耐高温的耐火球、耐火砖、蜂窝状或其它形状的耐火蓄热体耐火材料，蓄热体可以采用部分或全部采用合适的耐高温金属制品和耐高温非金属制品，如含碳物质等。烟气或生产电石时反应生成的电石炉气也可经气体处理装置 8（如果有气体处理装置的情况）净化后存储，用于加热炉 5a、5b 对电弧炉生产电石装置中的呼吸壳进行煅烧的燃料。电石从电石流出口 21 流出，经过流料槽进入冷却筒 20，在这里进行冷却和破碎。冷却筒 20 内的电石液可以掺入一定量的不影响电石性能的制孔剂以使冷却介质或冷却风从中通过或也可以选择不加入，大部分情况是在熔炼炉中刚刚加入物料时，通入惰性气体（如氮气等）或通入空气或其它含氧气体或气体处理装置中的富含 CO、H₂、CO₂ 等组分的气体对电石进行合适的冷却后，使气体加热后通入熔炼炉中使用，可用于进行热载体加热等方面使用，冷却筒 20 加热气体也可以根据具体情况选择不用，其中空气引入管路未在图中画出。而从管道中排出的烟气经净化除含硫等有害物质后，富含 CO₂、N₂ 的气体用于集约农业等方面使用。

权利要求书

1、一种熔融还原炼铁的方法，将原料置于熔融炼铁装置中，加热还原成金属铁，原料中的各种铁的氧化物还原金属化率为 40~95%后，对还原炉产品继续进行加热并熔化，产生直接还原钢水或类似高炉生产的高炉铁水，其特征是：所述原料为呼吸壳或半呼吸壳或敞开壳，或者三者的混合；所述呼吸壳、半呼吸壳及敞开壳定义如下：

(1)呼吸壳：所述呼吸壳主要由心部成型物 and 外包壳组成：

①心部成型物又分三类：i、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 等铁的氧化物与煤粉、焦粉等含碳物质混合后滚球或压制成型球状或其它形状的成型物；ii、将 i 中球状或其它形状成型物加含碳物质包衣，含碳物质中允许加入其他物质，包衣为滚球包衣、压球包衣、喷煤粉包衣或浸渍包衣；iii、不含铁的物质或少含铁的物质，如含碳物质、石灰、石灰石等；

②外包壳：由石灰石、白云石、石灰或电石等物质或它们的混合物与粘合剂混合制成，允许加入其它一些如金属、金属氧化物、含碳物质、有机物及无机物的物质；所述粘合剂为：硅溶胶、水玻璃、磷酸或氧化铝；包壳的方法为滚球包壳、压球包壳、喷粉包壳或浸渍包壳，包壳后进行烘干过程或烧结；

(2)半呼吸壳：所述半呼吸壳的结构和组成与呼吸壳相同，只是在熔炼炉中从低温向高温加热过程中，呼吸壳外壳产生开裂、点蚀等破坏，心部成型物与此破坏相应的位置暴露在熔炼炉中的气氛中；

(3)敞开壳：所述敞开壳为：①与呼吸壳的主要结构和组成相同，但呼吸壳的外壳在从低温加热到高温时原有形状破坏；②心部成型物与块状熔剂氧化钙或碳酸钙或碳化钙、煤块、焦块等物质混合在熔炼炉内。

25

2、根据权利要求 1 所述的熔融还原炼铁的方法，其特征是：所述呼吸壳、半呼吸壳及敞开壳在转炉、电弧炉、平炉、等离子炉、电阻炉、感应加热炉、埋弧电弧炉或熔融还原电弧炉中进行加热。

3、根据权利要求 2 所述的熔融还原炼铁的方法，其特征是：所述呼吸壳、半呼吸壳及敞开壳熔在炼炉中合适气氛下直接加热还原并熔化形成直接还原钢水或类似高炉生产的铁水，或在其它炉中加热至一定温度时，转入这些熔炼炉内进行熔炼。

5

4、根据权利要求 3 所述的熔融还原炼铁的方法，其特征是：所述熔炼炉中的气氛可以根据呼吸壳、半呼吸壳及敞开壳的特性选择氧化性气氛、还原性气氛或弱氧化性气氛。

10

5、根据权利要求 1 中所述的所述的电弧炉熔融炼铁的方法，其特征是：所述呼吸壳被加热后外壳孔隙较少时加入低熔点物质，以增大外壳的孔隙率；呼吸壳被加热后外壳空隙较多时在含碳酸钙物质中加入 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 等物质，以减少高温下外壳的孔隙率。

15

6、根据权利要求 1 所述的电弧炉熔融炼铁的方法，其特征是：所述呼吸壳采用煤粉与氧化钙粉末为原料，按比例混合制成心部成型物，用碳酸钙或氧化钙作外包壳，用于制备碳化钙过程；呼吸壳、半呼吸壳和敞开壳可用于其它金属的冶炼；呼吸壳、半呼吸壳和敞开壳也用于碳酸钙、碳酸镁的煅烧过程。

20

7、根据权利要求 1 所述的电弧炉熔融炼铁的方法，其特征是：还原炉产品继续进行加热并熔化过程中，其中一部分或很少的 SiO_2 等酸性物质被还原出类似 Si 的物质，一部分或大部分类似 SiO_2 等酸性物质直接与包壳中的 CaO 等熔剂结合形成熔渣排出。

25

8、根据权利要求 1~7 中任一项所述的电弧炉熔融炼铁的方法，其特征是：所述还原产品加热熔化后，向电弧炉、转炉、平炉、埋弧电弧炉、等离子炉或感应炉内吹入氧气或惰性气体，以便于除渣，所述惰性气体为氩气。

9、一种实现权利 1 所述的熔融还原炼铁方法的电弧炉装置，所述电弧炉包括炉体（2）、炉盖（3）、电极（1）、加料装置、出料装置、至少一对加热炉（5a、5b）和至少一对蓄热器（6a、6b）；所述加热炉与
5 电弧炉炉体（2）连接；所述蓄热器一端与加热炉连接，另一端分别与排放系统和鼓风机（4）和/或气体处理装置（8）连接，其特征是：所述电弧炉的底部设有气体入口（16），所述气体入口与气体管路（10）连接；所述电弧炉装置还设有两台或两台以上熔渣冷却装置（18）和两台或两台以上生铁或连铸坯或轧材冷却装置（19）。

10

10、一种实现权利 1 所述的熔融还原炼铁方法的埋弧电弧炉装置，所述埋弧电弧炉装置包括炉体（2）、炉盖（3）、电极（1）和配套的加热炉（5a、5b）、蓄热器（6a、6b）、气体处理装置（8），其特征是：所述埋弧电弧炉底部设有气体入口（16），所述气体入口与气体管路（10）
15 连接，所述电极（1）直接插入到熔炼物料的下部；所述埋弧电弧炉装置还设有两台或两台以上熔渣冷却装置（18）和两台或两台以上生铁或连铸坯或轧材冷却装置（19）。

11、根据权利要求 10 所述的熔融还原炼铁的埋弧电弧炉装置，其特征是：所述电弧炉炉体（2）的底部设有电石流出口（21），所述埋弧电弧炉装置还设有两台或两台以上电石冷却筒（20）。
20

12、一种实现权利 1 所述的熔融还原炼铁方法的转炉装置，所述转炉装置包括有炉体（2）、炉盖（3）、电极（1）及外部加热设备，其特征是：所述转炉盖上设有气体入口（16）和脱硫剂加料口（11），所述
25 气体入口与气体管路（10）连接；所述转炉装置还设有两台或两台以上熔渣冷却装置（18）和两台或两台以上生铁或连铸坯冷却装置（19）。

13、一种实现权利 1 所述的熔融还原炼铁方法的感应炉装置，所述

感应炉装置包括炉体（2）、炉盖（3）、感应圈（17）及相配套的供电设备和外部加热设备，其特征是：所述感应炉的炉盖（3）和/或炉底部设有气体入口（16），炉盖（3）上设有脱硫剂加料口（11）；所述感应炉装置还设有两台或两台以上熔渣冷却装置（18）和两台或两台以上生铁或连铸坯冷却装置（19）。

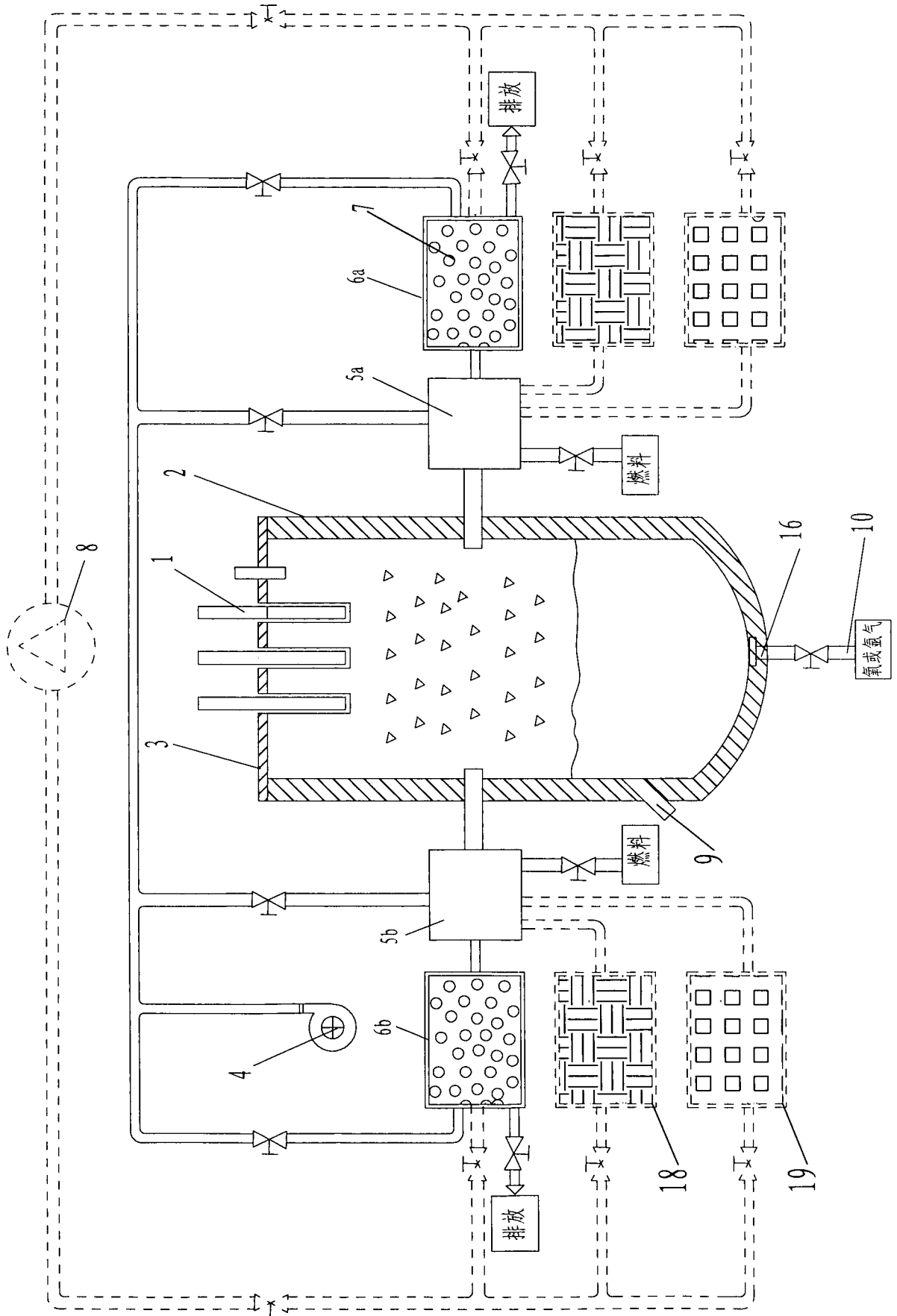


FIG. 1

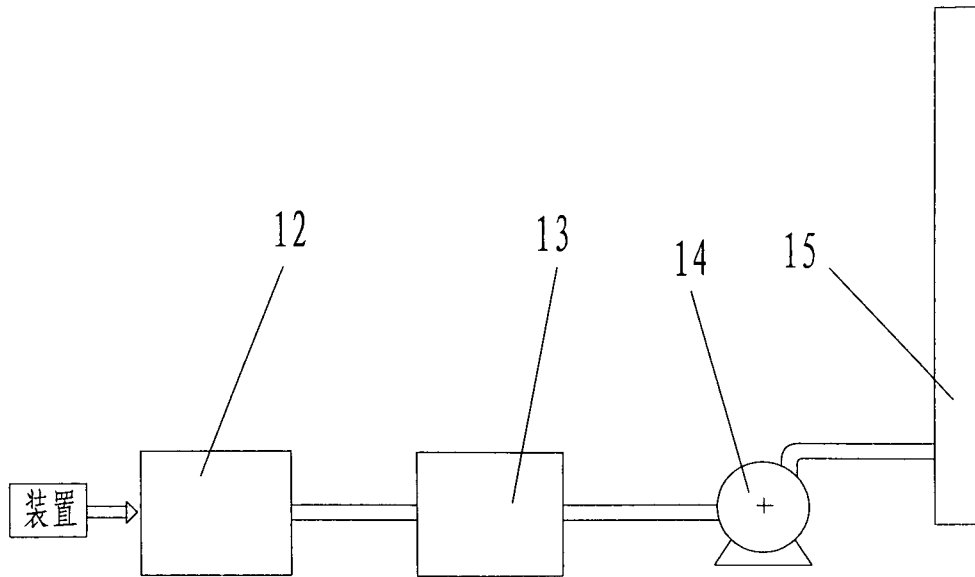


FIG. 2

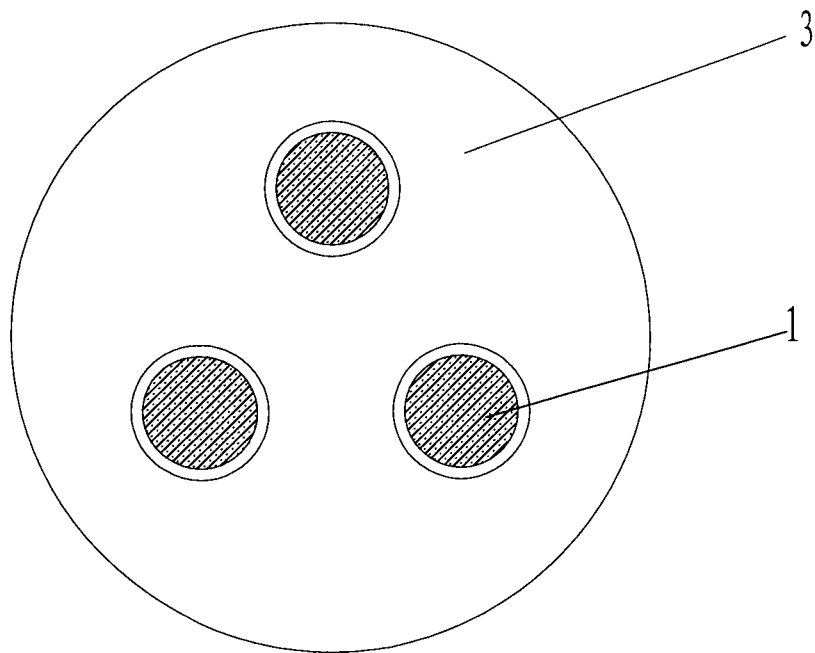


FIG. 3

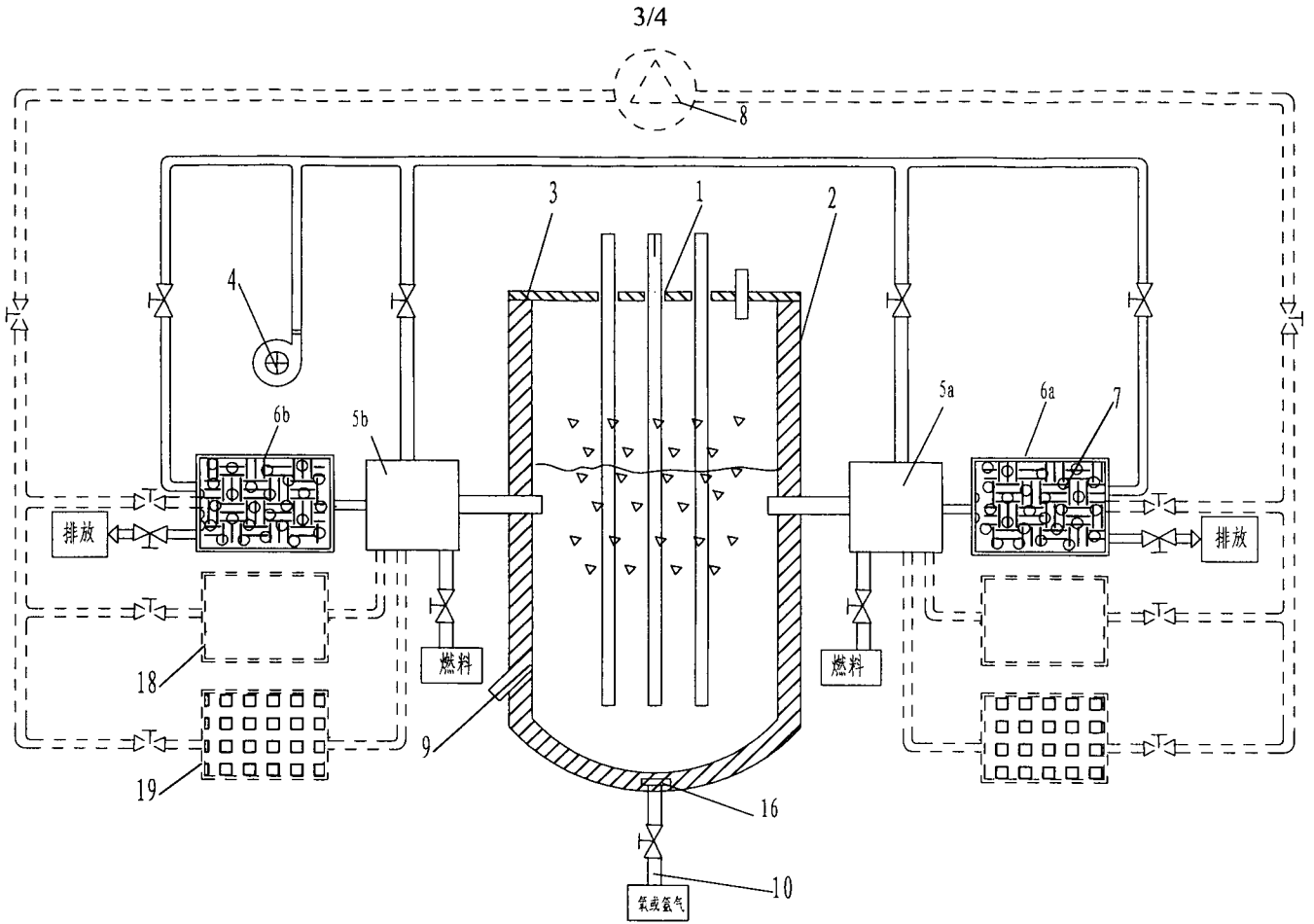


FIG. 4

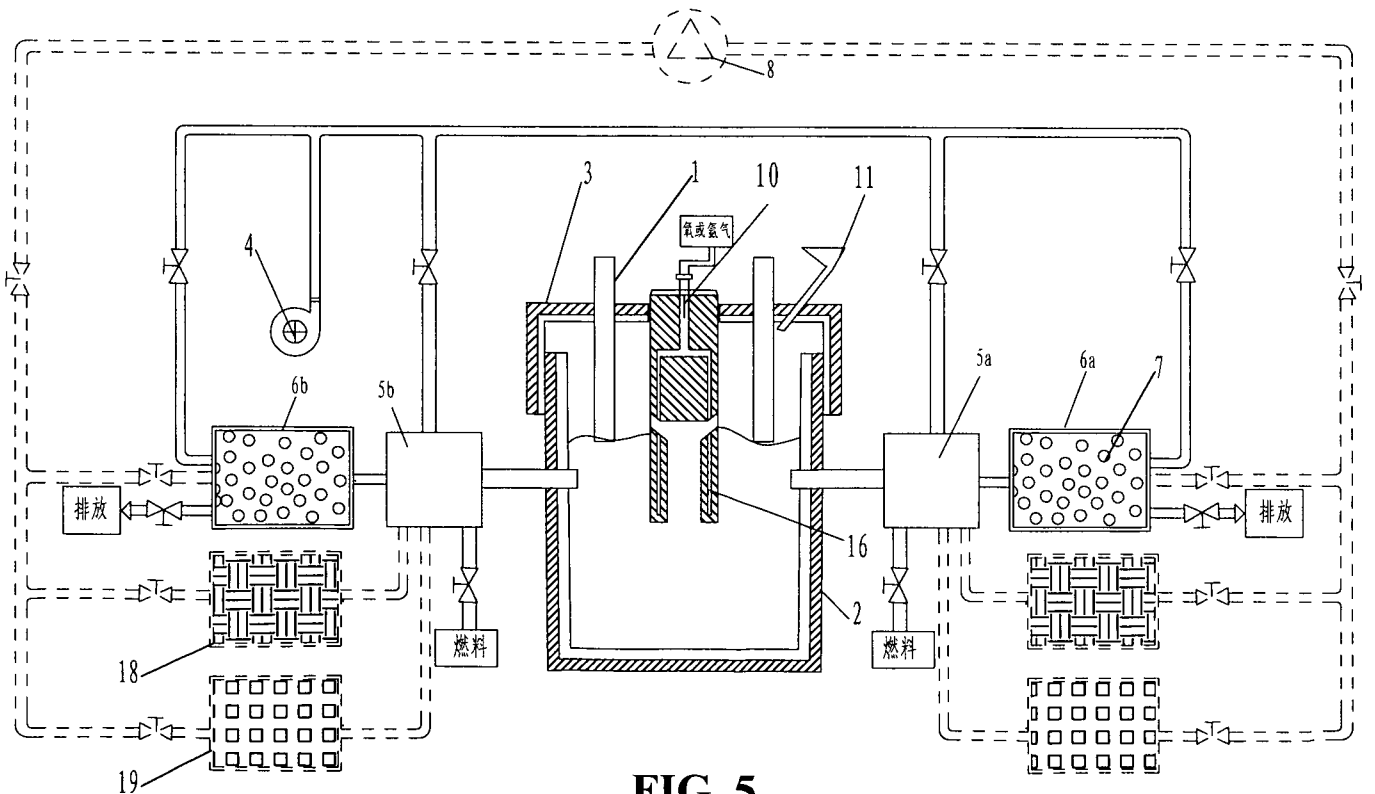


FIG. 5

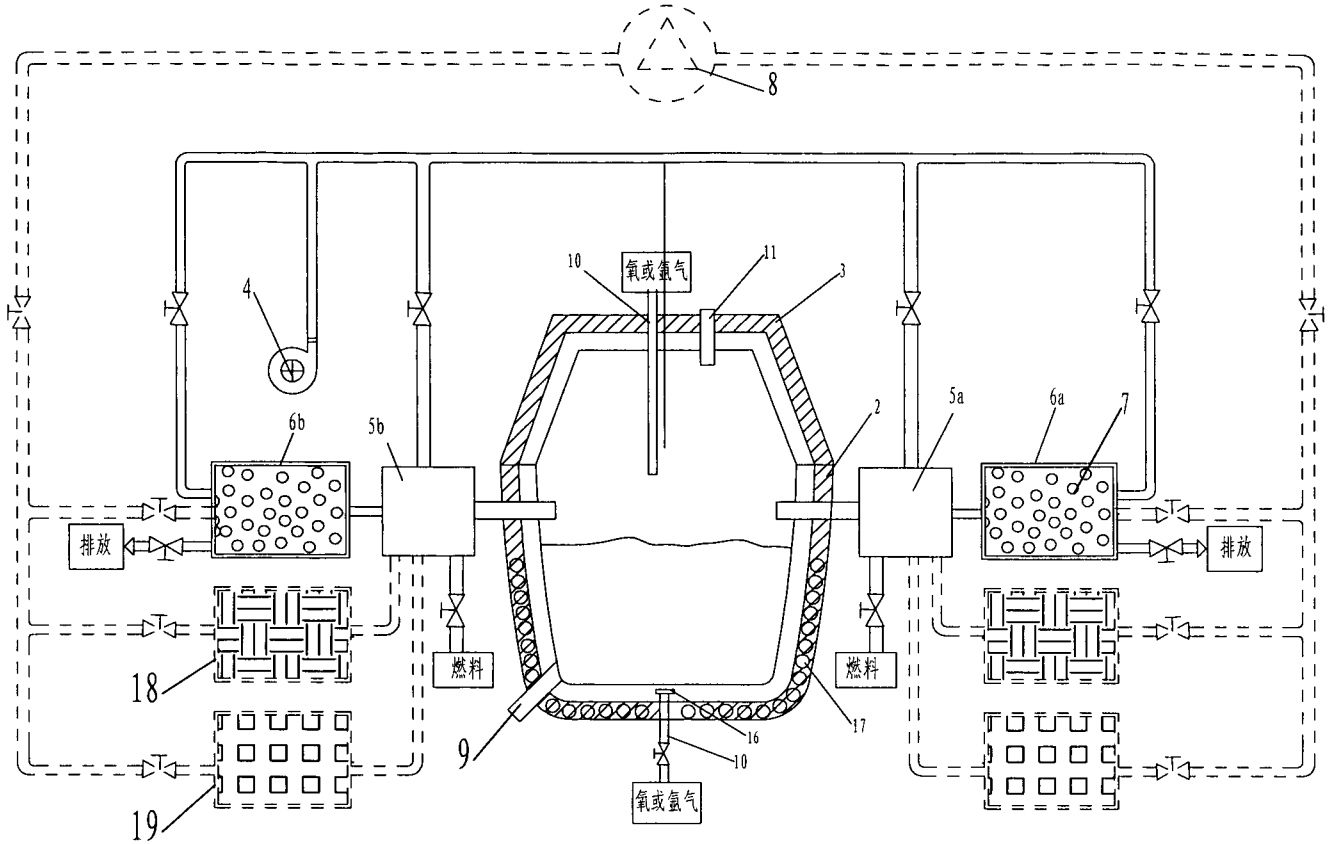


FIG. 6

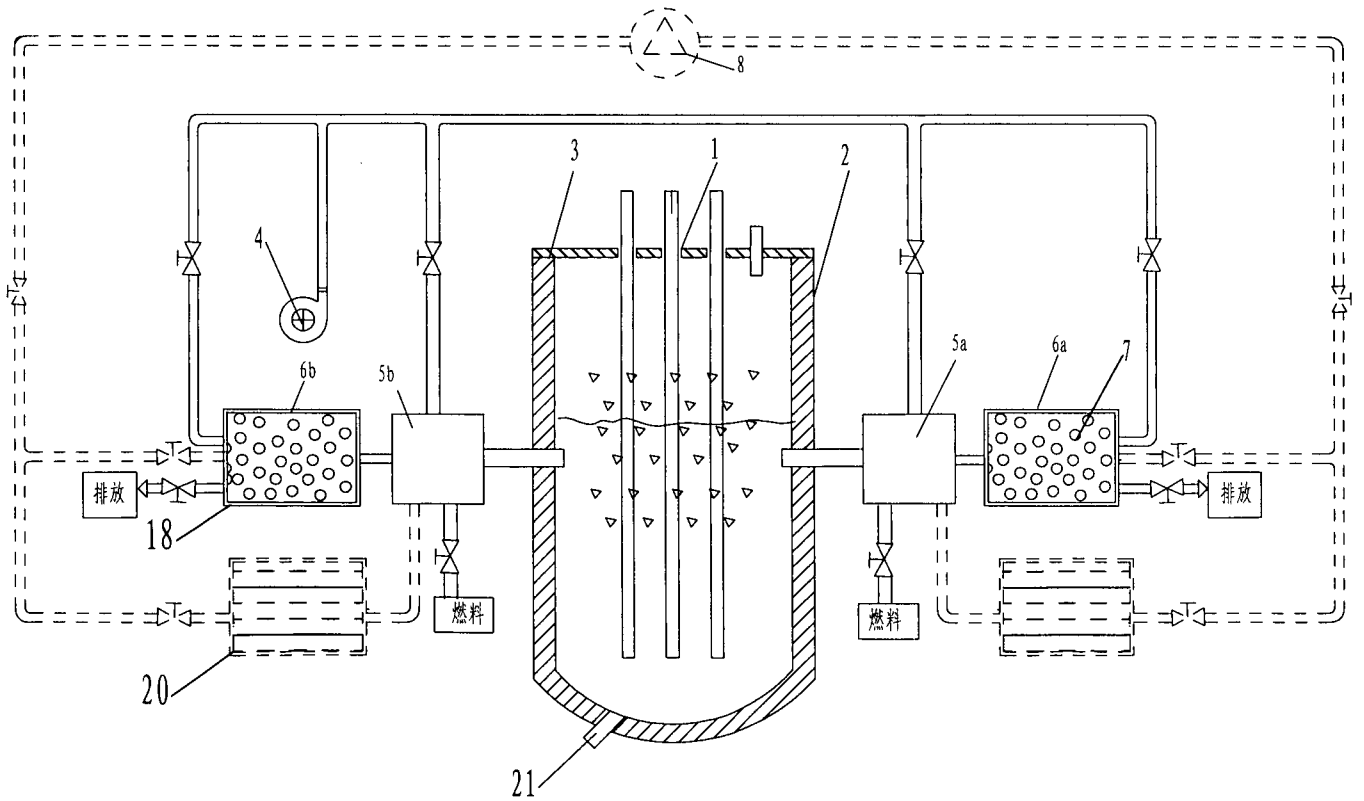


FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2009/001134

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
See extra sheet		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC: C21B11, C21B13, C22B1, C01B31, C22B9		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
WPI, EPODOC, CN-PAT, CNKI: iron, shell, pellet, steel, calcareousness, lime, calcium oxide, CaO, limestone, CaCO ₃ , calcium carbonate, dolomite, CaMg(CO ₃) ₂ , calcium carbide, CaC ₂ , C, carbon, coal, coke, arc furnace, electric induction furnace,		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN1327072A (KOBE SEIKO SHO KK) 19 Dec. 2001(19.12.2001) abstract, Description pages 2,4-6	1-5,7-8
X	CN101327928A (UNIV BEIJING CHEM ENG) 24 Dec. 2008(24.12.2008) Description page 1 WANG Qingchun et al. General Machinery and Smelting Equipment of Metallurgy, Metallurgical industry publishing house Feb.2004	6
X	Page348 figure 12-78	9
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	
“L” document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family	
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 21 Dec.2009(21.12.2009)	Date of mailing of the international search report 21 Jan. 2010 (21.01.2010)	
Name and mailing address of the ISA/CN The State Intellectual Property Office, the P.R.China 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China 100088 Facsimile No. 86-10-62019451	Authorized officer WU Chenchen Telephone No. (86-10)62084743	

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/CN2009/001134

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Pages 363-364	10-11
X	Page296, figure 12-3	12
X	LUO Xiaochun et al. Investigation and making of W-type giant power electromagnetic induction furnace Energy for metallurgical industry Vol. 24 No.2 Mar. 2005 section 2.2	13
A	US5286277A (AIZATULOV R et al.)15 Feb. 1994 (15.02.1994) whole document	1-13
A	SU1677073A (DNEPR METAL INST) 15 Sep. 1991 (15.09.1991) whole document	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2009/001134

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.: 6 (part)
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
The claim 6 comprises embodiments of smelting other metals and calcining CaCO_3 or MgCO_3 , however these two embodiments are totally unclear, the examiner took into account the description, drawings and the common general knowledge in the relevant technical field, but it is impossible to determine the subject matter that may be reasonably expected to be claimed.
3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fee.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2009/001134

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN1327072A	19.12.2001	EP1160336A1	05.12.2001
		US2002005089A1	17.01.2002
		JP2001342509A	14.12.2001
		KR20010110174A	12.12.2001
		RU2220208C2	27.12.2003
		INCHE200100438A	28.11.2008
CN101327928A	24.12.2008	None	
US5286277A	15.02.1994	ZA9303641A	21.12.1993
		WO9405815A	17.03.1994
		CA2136731A	17.03.1994
		AU4523593A	29.03.1994
		CN1088620A	29.06.1994
		US5378261A	03.01.1995
		EP0649478A	26.04.1995
		RU2034040C	30.04.1995
		US5417740A	23.05.1995
		BR9306449A	30.06.1998
		SU1677073A	15.09.1991

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2009/001134

Continuation of:second sheet A.CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:

C21B11/00(2006.01)i

C21B13/00(2006.01)i

C22B1/14(2006.01)i

C01B31/32(2006.01)i

C22B9/00(2006.01)i

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2009/001134

A. 主题的分类		
见附加页		
按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)		
IPC: C21B11, C21B13, C22B1, C01B31, C22B9		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))		
WPI, EPODOC, CN-PAT, CNKI: 铁, 壳, 球团, 钢, 石灰, 氧化钙, 石灰石, 碳酸钙, 白云石, 电石, 碳化钙, 碳, 煤, 焦, 电弧炉, 感应炉, iron, shell, pellet, steel, calcareousness, lime, calcium oxide, CaO, limestone, CaCO ₃ , calcium carbonate, dolomite, CaMg(CO ₃) ₂ , calcium carbide, CaC ₂ , C, carbon, coal, coke, arc furnace, electric induction furnace.		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN1327072A (株式会社神户制钢所) 19.12 月 2001 (19.12.2001) 摘要、说明书第 2、4-6 页	1-5, 7-8
X	CN101327928A (北京化工大学) 24.12 月 2008 (24.12.2008) 说明书第 1 页 王庆春 等, 冶金通用机械与冶炼设备 冶金工业出版社 2 月 2004	6
X	第 348 页, 图 12-78	9
X	第 363-364 页	10-11
X	第 296 页, 图 12-3	12
<input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在 C 栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型:		“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件
“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件		“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性
“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利		“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性
“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)		“&” 同族专利的文件
“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件		
“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件		
国际检索实际完成的日期 21.12 月 2009 (21.12.2009)		国际检索报告邮寄日期 21.1 月 2010 (21.01.2010)
ISA/CN 的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号: (86-10)62019451		受权官员 吴琛琛 电话号码: (86-10) 62084743

C(续). 相关文件		
类 型	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	罗晓春等 W 型大功率喷流感应炉的研制 冶金能源 24 卷 第 2 期 3 月 2005 2.2 节	13
A	US5286277A (AIZATULOV R 等) 15.2 月 1994 (15.02.1994) 全文	1-13
A	SU1677073A (DNEPR METAL INST) 15.9 月 1991 (15.09.1991) 全文	1-13

第II栏 某些权利要求被认为是不能检索的意见(续第1页第2项)

根据条约第17条(2)(a)，对某些权利要求未做国际检索的理由如下：

1. 权利要求：

因为它们涉及不要求本单位进行检索的主题，即：

2. 权利要求：6（部分）

因为它们涉及国际申请中不符合规定的要求的部分，以致不能进行任何有意义的国际检索，

具体地说：权利要求6中关于其他金属的冶炼以及碳酸钙、碳酸镁的煅烧的技术方案完全不清楚，审查员考虑了说明书和附图的内容以及相关技术领域的普通常识也不能做出合理的预期。

3. 权利要求：

因为它们是从属权利要求，并且没有按照细则6.4(a)第2句和第3句的要求撰写。

第III栏 缺乏发明单一性的意见(续第1页第3项)

本国际检索单位在该国际申请中发现多项发明，即：

1. 由于申请人按时缴纳了被要求缴纳的全部附加检索费，本国际检索报告涉及全部可作检索的权利要求。

2. 由于无需付出有理由要求附加费的劳动即能对全部可检索的权利要求进行检索，本单位未通知缴纳任何附加费。

3. 由于申请人仅按时缴纳了部分被要求缴纳的附加检索费，本国际检索报告仅涉及已缴费的那些权利要求。具体地说，是权利要求：

4. 申请人未按时缴纳被要求缴纳的附加检索费。因此，本国际检索报告仅涉及权利要求书中首先提及的发明；包含该发明的权利要求是：

关于异议的说明： 申请人缴纳了附加检索费，同时提交了异议书，适用时，缴纳了异议费。

申请人缴纳了附加检索费，同时提交了异议书，但未在通知书规定的时间期限内缴纳异议费。

缴纳附加检索费时未提交异议书。

国际检索报告

关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2009/001134

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN1327072A	19.12.2001	EP1160336A1	05.12.2001
		US2002005089A1	17.01.2002
		JP2001342509A	14.12.2001
		KR20010110174A	12.12.2001
		RU2220208C2	27.12.2003
		INCHE200100438A	28.11.2008
CN101327928A	24.12.2008	无	
US5286277A	15.02.1994	ZA9303641A	21.12.1993
		WO9405815A	17.03.1994
		CA2136731A	17.03.1994
		AU4523593A	29.03.1994
		CN1088620A	29.06.1994
		US5378261A	03.01.1995
		EP0649478A	26.04.1995
		RU2034040C	30.04.1995
		US5417740A	23.05.1995
		BR9306449A	30.06.1998
SU1677073A	15.09.1991	无	

续：第 2 页 A.主题的分类

C21B11/00(2006.01)i

C21B13/00(2006.01)i

C22B1/14(2006.01)i

C01B31/32(2006.01)i

C22B9/00(2006.01)i