

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710108333.6

[51] Int. Cl.

C21B 13/02 (2006.01)

C22B 1/24 (2006.01)

F27B 19/04 (2006.01)

[43] 公开日 2008年11月19日

[11] 公开号 CN 101307372A

[22] 申请日 2007.5.18

[21] 申请号 200710108333.6

[71] 申请人 王云龙

地址 122006 辽宁省朝阳市龙城区边杖子开发小区

[72] 发明人 王云龙

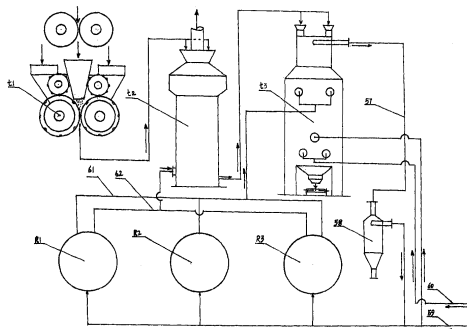
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称

一种甲壳球团的制造与还原装置及生产工艺

[57] 摘要

本发明涉及一种甲壳球团的制造与还原装置及生产工艺，其中包括一种高效率连续生产的甲壳球团成形机，利用热风炉排放的尾气对球团实施干燥的专用干燥竖炉，以及利用甲壳球团高温还原不粘连、不悬料的特性而设计的一种专用还原竖炉及生产工艺。该装置与工艺既具有 10~15 分钟获得 95% 以上金属化率的生产效率，又具备竖炉法还原，炉上连续装入球团，炉下连续排出成品等诸多优点，是一种相对节能、高效和环保的直接还原铁生产装置及工艺。



1、一种甲壳球团的制造与还原装置，是由甲壳球团成型机、干燥竖炉、还原竖炉、热风炉、以及配套装置构成，其特征是：**甲壳球团成型机**的两个球团成型辊（2）的十字垂线上端，分别设有甲壳压型辊（1），两个甲壳压型辊（1）的表面设有均匀布置的凸形半球（3），两个球团成型辊（2）的表面设有与两个甲壳压型辊（1）的凸形半球（3）相对应的凹形半球（4），凸凹形半球相互配合，所形成的缝隙就是球团甲壳的厚度，并可适当调节，在两个甲壳压型辊（1）和两个球团成型辊（2）的一端均设有与其直径相仿和摸数相同的齿轮，球团成型辊与齿轮的直径是甲壳压型辊与齿轮直径的2~3倍，两个球团成型辊（2）与齿轮平行配合，两个甲壳压型辊（1）和齿轮与两个球团成型辊（2）和齿轮上下配合，动力由一个甲壳压型辊的齿轮输入，从而实现图中所示的两个球团成型辊（2）相对方向转动，两个甲壳压型辊（1）相反方向转动，两个甲壳压型辊（1）与两个球团成型辊（2）相反方向转动，在两个甲壳压型辊（1）之间设有球体料仓（5），在球体料仓出料口两侧设有刮料铲（7），在两个甲壳压型辊的两侧分别设有甲壳料仓（6）；**干燥竖炉**的炉体墙是由下部炉墙（19）和上部外展炉墙（14）构成，炉墙底部设有排料口（21），炉墙顶端设有进料口（9），最终尾气排出管（22）由排料口（21）中心穿过，炉体的中心部位是由圆筒型热气室炉墙（17）和热气室拱顶（13）构成热气室（15），热气室拱顶（13）的上部设有分料器（11），热气室拱顶下部周围设有均匀布置的下斜式分气孔（16），热气室底部设有余热气体输入管道（20），热气室炉墙外侧和炉体墙内侧构成料床（18），炉体上部的外展炉墙（14）和分料器（11）之间设有蓖条（12）和支撑蓖条的蓖条横梁（10）；**还原竖炉**的炉体墙是由下部炉墙（56）和上部炉墙（36）构成，炉墙内侧与耐火层（34）之间设有保温层（35），炉墙顶端和炉体顶盖（25）之间设有炉墙圈梁（27），在炉体顶盖的上面设有两组与两侧料床（37）相通的给料装置，该给料装置是由锁气给料机（23）和进料闸板阀（24）以及料斗组成，炉体下部内侧，设有水套冷却料仓（47），水套冷却料仓的底部设有锁气排料装置，该锁气排料装置是由排料闸板阀（53）和相互连接的对辊破碎排料机（54）、锁气排料阀（55）构成；炉体内部中心线上端是尾气室（30），该尾气

室是由两侧的凸起墙(29)构成,尾气室中心部位设有纵向布置的尾气排出管(28),凸起墙顶端设有均匀布置的尾气通道(26),尾气室的下部是燃烧室(33),燃烧室是由两侧的燃烧室炉墙(38)和顶部的燃烧室拱顶(31)构成,燃烧室两侧炉墙的下部墙体中间,设有两组高温空气发射器(39)和高温空气管道(40),燃烧室拱顶下端的炉墙周围设有均匀布置的下斜式高温气体散出孔(32),燃烧室两侧的炉墙坐落在耐火纵向支撑梁(41)上面,耐火纵向支撑梁由钢结构横向水冷支撑梁(42)支撑,具有水冷却功能的钢结构水冷支撑梁的两端设有通水连箱(44),通水连箱设有出水口(45)和进水口(46),在相邻的钢结构横向水冷支撑梁(42)之间设有八字形挡料板(43),在水套冷却料仓(47)的下端设有齿辊排料机(50),齿辊排料机的上部设有一组由热煤气喷头(48)和热煤气管道(49)构成的热煤气输入装置,齿辊排料机的下部设有一组由冷煤气喷头(52)和冷煤气管道(51)构成的冷煤气输入装置。

2、按着权利要求1所述,甲壳球团的制造与其还原装置,用于还原铁生产的工艺,其特征是:由甲壳配团成型机(t1)压制成型的湿球团,通过运料装置输送到球团干燥竖炉(t2)进行干燥处理,经过干燥处理的球团,通过运料装置输送到还原竖炉(t3)进行还原,还原竖炉之中的已还原球团,通过冷却料仓的冷却水和热煤气管道(59)、冷煤气管道(60)输入的煤气,冷却至常温并排出炉外,再经过磁选后即获得成品还原铁;由还原竖炉顶部输出的尾气,属于一种低热值煤气,并携带着200~400℃的显热,通过还原炉尾气管道(57),经过干式除尘器(58)除尘后,掺入部分由热煤气管道(59)提供的较高热值煤气,作为热风炉(R1、R2、R3)的燃料(该热风炉可酌情设置2~4座),热风炉交替生产出900~1200℃的高温空气,通过高温空气管道(61),向还原竖炉(t3)提供燃烧空气。热风炉排出120~300℃的尾气,通过热风炉尾气管道(62),向球团干燥竖炉(t2),提供球团干燥热源。

3、按着权利要求1、2所述球体料,在输入甲壳配碳球团成型机之前,需要经过加密机(8)的加密工序。

4、按着权利要求1、2所述还原竖炉中已还原球团的冷却,分为上下两个部

分，上部分是由煤气发生炉直供的热煤气吸收球团的热量，下部分是由水套冷却料仓中的冷却水和经过水冷处理的煤气吸收球团的热量，上述吸热后的煤气进入燃烧室，与热风炉直供的高温空气混合燃烧，向还下道工序提供热能。

5、按着权利要求 1、2 所述甲壳球团的球体料中配备与铁精矿粉重量比为 2~20% 的石油焦粉，为球体还原剂，甲壳料中配备灰份熔点 $>1300^{\circ}\text{C}$ 的煤粉，为干馏产气料。

一种甲壳球团的制造与还原装置及生产工艺

本发明所属冶金领域，是生产直接还原铁的一种甲壳球团的制造与还原装置及生产工艺。

在已有的直接还原铁生产工艺中，采用含碳球团替代非含碳球团，即可提高工效几十倍。但是，含碳球团的最佳还原温度为 1100~1300℃，在如此高温下进行还原，铁精粉已呈现熔融状态并软化，球团之间相互粘连和炉壁结瘤现象不可避免。为了克服上述现象，一种用耐火材料包裹铁精矿粉的球团相应而生，如申请号为 200410037607.3 公开的球团外包无机惰性物技术；申请号为 200510123467.6 公开的一种球团外包耐火壳技术；申请号为 94108166.4 公开的一种球表沾粉技术。上述基本雷同的技术可以防止球团在高温还原过程中相互粘连和炉壁结瘤。但是，上述工艺是采用成球盘滚粘保护层的造球方法，球团的保护层与球心料之间界限不清，相互渗透，造成已还原球团的还原铁与保护层难以完全分离。

中南大学将带有碳壳的铁矿球团应用于回转窑还原铁生产工艺，解决了窑内结圈等问题。然而，表现出的新问题是较高的球团破碎率和较高的尾气温度，并含有大量可燃气体，如果尾气直接排放，必然造成环境污染和能源浪费，如果用于发电，其投资额将大于主产品的投资额。

本发明之目的是克服已有技术之不足，提供一种高效节能并且相对环保的甲壳球团的制造与还原装置及生产工艺。

发明内容

A、生产装置

a1 一种用于生产甲壳球团的《甲壳球团成型机》；a2、一种用于干燥甲壳球团的《干燥竖炉》；a3、一种用于甲壳球团还原的《还原竖炉》。

B、生产工艺

b1 甲壳球团的制备：该球团属于配碳球团的一个种类，其中球体料是由品位 $\geq 66\%$ 的铁精矿粉为预还原料；与铁精矿粉重量比为 2~20% 的石油焦粉为球心还原剂（石油焦粉的配入量与球团的还原速度成正比）；2~5% 腐植酸钠为粘

合剂构成。其中甲壳料是由熔点 $>1300^{\circ}\text{C}$ 的无机物耐火粉料为甲壳骨架主料；灰份熔点 $>1300^{\circ}\text{C}$ 的煤粉为甲壳还原剂（煤粉所含灰份为甲壳的骨架辅料，骨架主料与辅料的重量相加应 $>$ 甲壳总重量的60%。）；重量比2~3%的彭润土为粘合剂；2~3%的石灰石或白云石粉为脱硫剂构成。上述球体料和甲壳料经过混料机或润磨机混料后（球体料需加密处理），同时输入甲壳配团成型机，压制甲壳厚度为3~10 mm、球体为 $\phi 16\sim 20$ mm的扁圆型甲壳球团。该球团的甲壳可以有效的对球团实施保护，使其在高温还原过程中，不发生球团粘连、悬料和炉壁结瘤现象。

b2、甲壳配团的干燥：新生产的甲壳配团含有少量水份，需输入干燥竖炉进行干燥，干燥竖炉利用热风炉排放的尾气显热对湿球团进行干燥。

b3、甲壳球团的还原：干燥后的甲壳球团输入还原竖炉，在排料装置的控制下，依靠球团重力，从料床中由上向下匀速运动，经过预热、还原和冷却过程后进入竖炉底部的水套冷却料仓，再通过料层疏松、破碎和锁气排料装置排出炉外，最后经过筛选、磁选后获得成品还原铁。还原竖炉所需燃料是发生炉煤气或其它来源的煤气，煤气燃烧所需要的氧化剂是由2—4座热风炉交替供应 $900\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 的高温空气。热风炉燃烧所需燃料，主要是利用还原竖炉排出的尾气，如热值不能满足要求，可以掺入一定比例的新鲜煤气。还原竖炉的球团冷却，分为上下两个部分，上部分是由煤气发生炉直供的煤气吸收球团中的热量，下部分是由水套冷却料仓中的冷却水和经过水冷处理的煤气吸收球团中的热量。

本发明具有以下几方面优点：1 甲壳球团成型机在压球过程中，首先压制两个半球型甲壳，该甲壳整体坚硬表面光滑，成球和还原后与球心料仍保持着清晰的界面，因此，还原后的球团采用对辊机压破甲壳，即可使金属球团与甲壳完全分离，不但省工省时，而且球团密度大，有益于提高还原速度和节省粘合剂。2、由于球心料配有2~20%的石油焦粉为还原剂，石油焦的灰份含量少，还原能力大，不但提高了还原速度，而且可以保障还原铁的品位。3、干燥竖炉是利用热风炉排放的尾气为球团干燥热源，不但节省能源，而且益于环境保护。4、还原竖炉依靠球团的自重由上向下运动，不需要外加动力，以及利

用煤气冷却已还原球团的方法，使球团的热量得到回收，有益于节能增效。5、还原竖炉、热风炉、干燥竖炉等主要设备均采用立式设计，有益于节省土地。6、由于所述设备造价较低 与回转窑、转底炉甚至隧道窑比较，均可节省大量投资。7、本工艺最终尾气排 放温度接近于常温，节能效果显著。

下面通过附图对本发明装置的结构及工艺的实施方案加以说明：

附图 1 是本发明的甲壳球团成型机横向剖视图；

附图 2 是本发明的球团干燥竖炉剖视图；

附图 3 是本发明的还原竖炉横向剖视图；

附图 4 是本发明的工艺流程图。

参见附图 1

1.1 甲壳球团成型机的机械结构

本发明甲壳球团成型机与已有的压球机的区别是，两个球团成型辊 2 的十字垂线的上端分别设有甲壳压型辊 1，两个甲壳压型辊 1 的表面设有均匀布置的凸形半球 3，两个球团成型辊 2 的表面设有与两个甲壳压型辊 1 的凸形半球 3 相对应的凹形半球 4，凸凹形半球相互配合，所形成的缝隙就是球团甲壳的厚度，并可适当调节。在两个甲壳压型辊 1 和两个球团成型辊 2 的一端均设有与其直径相仿和模数相同的齿轮，球团成型辊与齿轮的直径是甲壳压型辊与齿轮直径的 2~3 倍。两个球团成型辊 2 与齿轮平行配合，两个甲壳压型辊 1 和齿轮与两个球团成型辊 2 和齿轮上下配合。动力由一个甲壳压型辊的齿轮输入，从而实现图中所示的两个球团成型辊 2 相对方向转动，两个甲壳压型辊 1 相反方向转动，两个甲壳压型辊 1 与两个球团成型辊 2 相反方向转动。在两个甲壳压型辊 1 之间设有球体料仓 5，在球体料仓出料口两侧设有刮料铲 7，在两个甲壳压型辊的两侧分别设有甲壳料仓 6。

1.2 甲壳球团成型机的球团成型原理

该图的顶部所示对辊加密机 8（也可采用螺旋或其它形式的加密机），其作用是球体料在进入甲壳成型机之前实施加压，排除料中气体，增加其密度，以使获得高密度球团。球体料经过加密后进入甲壳成型机的球体料仓 5。甲壳料仓 6 中的甲壳料首先被甲壳压型辊的凸形半球 3 和球团成型辊凹形半球 4 压制

成两个半球型甲壳，随后被来自球体料仓 5 中的球体料充满空间，随着球团成型辊的转动和挤压，将其合并成带有甲壳的扁圆型球团，随着挤压该球团的两个凹形半球的分离，球团便依靠自身重力脱离球团成型辊。刮料铲 7 的作用是清除球团成型辊 2 所粘余料。

参见附图 2

2.1 干燥竖炉的炉体结构

该干燥竖炉是上大下小的圆柱型结构，干燥竖炉的炉体墙是由下部炉墙 19 和上部外展炉墙 14 构成。炉墙底部设有排料口 21，炉墙顶端设有进料口 9，最终尾气排出管 22 由排料口 21 中心穿过。炉体的中心部位是由圆筒型热气室炉墙 17 和热气室拱顶 13 构成热气室 15，热气室拱顶 13 的上部设有分料器 11，热气室拱顶下部周围设有均匀布置的下斜式分气孔 16，热气室底部设有余热气体输入管道 20，热气室炉墙外侧和炉体墙内侧构成料床 18。炉体上部的外展炉墙 14 和分料器 11 之间设有蓖条 12 和支撑蓖条的蓖条横梁 10。

2.2 干燥竖炉的生产工艺

该干燥竖炉是利用热风炉排放的 150~300℃ 的余热烟气为球团的干燥热源，该余热烟气由干燥竖炉底部的余热气体输入管 20 输入热气室 15，再按着字母“Y”所指方向，通过下斜式分气孔 16，透过料床 18 中的球团，再经过蓖条 11 的底部进入最终尾气排出管 22 排出炉外。湿球团由进料口 9 输入，按着字母“Q”所指运动方向，经过蓖条 11 的上部使球团得到预热，当球团通过下斜式热气分气孔 16 的高温区时，达到 180~250℃ 的最高温度，球团继续往下流动，进入冷却阶段，最后由排料口 21 排出炉外。

参见附图 3

3.1 还原竖炉的炉体结构

该还原竖炉是一上窄下宽的矩形结构，还原竖炉的炉体墙是由下部炉墙 56 和上部炉墙 36 构成，上部炉墙内侧与耐火层 34 之间设有保温层 35，炉墙顶端和炉体顶盖 25 之间设有炉墙圈梁 27，炉体顶盖上面设有两组与两侧料床 37 相通的给料装置，该给料装置是由锁气给料机 23 和进料闸板阀 24 以及料斗组成。

炉体墙下部的内侧，设有水套冷却料仓 47，水套冷却料仓的底部设有锁气排料装置，该锁气排料装置是由排料闸板阀 53 和相互连接的对辊破碎排料机 54、锁气排料阀 55 构成。炉体内部中心线上端是尾气室 30，该尾气室是由两侧的凸起墙 29 构成，尾气室中心部位设有纵向布置的尾气排出管 28，凸起墙顶端设有均匀布置的尾气通道 26。尾气室的下部是燃烧室 33，燃烧室是由两侧的燃烧室炉墙 38 和顶部的燃烧室拱顶 31 构成，燃烧室两侧炉墙的下部墙体中间设有两组高温空气发射器 39 和高温空气管道 40，燃烧室拱顶下端的炉墙周围设有均匀布置的下斜式高温气体散出孔 32。燃烧室的两侧炉墙坐落在耐火纵向支撑梁 41 上面，耐火纵向支撑梁由钢结构横向水冷支撑梁 42 支撑。具有水冷却功能的钢结构水冷支撑梁的两端设有通水连箱 44，通水连箱设有出水口 45 和进水口 46。在相邻的钢结构横向水冷支撑梁 42 之间设有八字形挡料板 43。在水套冷却料仓 47 的下端设有齿辊排料机 50，齿辊排料机的上部设有一组由热煤气喷头 48 和热煤气管道 49 构成的热煤气输入装置，齿辊排料机的下部设有一组由冷煤气喷头 52 和冷煤气管道 51 构成的冷煤气输入装置。

3.2 还原竖炉的生产工艺

3.2.1 球团还原：经过干燥的甲壳球团，通过还原竖炉顶部的锁气给料装置输入还原竖炉内部的料床之中，在还原竖炉底部锁气排料装置的控制下，依靠自身重力，匀速向下运动，与逆向上升的气体充分接触，使球团温度逐步上升，当球团进入下斜式高温气体散出孔 32 的高温区域时，球团温度达到 1150~1300℃，球体料中的碳粉与铁矿粉的还原反应也达到最高峰，仅需要 10~15 分钟的保温时间，即可获得 95% 以上金属化率。与球团还原反应的同时，甲壳料中的煤粉也同时产生快速干馏反应，所产生的煤气保障了炉内的还原气氛，有助于球团的还原反应，该煤气最后随气体排出，作为热风炉的燃料利用。甲壳中的煤粉经过干馏反应后，存留的灰分与耐火粉料仍保持原状，对已还原的球体料实

施保护，使其不产生粘连。还原后的球团进入水套冷却料仓 47，在冷却水和上下两组煤气的冷却下，使其温度逐步降低，接近于常温后通过齿辊排料机的松动和对辊破碎排料机 54 破壳，由锁气排料装置排出炉外，再经过磁选，磁性料为成品，非磁性料经过粉碎后循环利用。

3.2.2 煤气燃烧：由热煤气管道 49 输入 100~300℃的热煤气和由冷煤气管道 51 输入的冷煤气，与向下运动的已还原球团逆向接触，球团的热量被煤气吸收，使球团温度下降，煤气温度上升，当煤气进入燃烧室后，其温度达已到 1000℃左右。由高温空气管道 40 输入 900~1200℃的高温空气是由热风炉直供。均匀布置在两侧炉墙底部，具有上下两根喷射管的高温空气发射器 39，分别从炉墙两侧交叉喷射高温空气，穿透 1000℃的煤气层，使煤气氧化增温到 1200~1450℃。高温空气管道 40 在炉体外部设有控制阀，控制高温空气的喷射量，使煤气燃烧的配氧系数 $\alpha \leq 1$ ，做到即保障还原所需要的温度又要保持炉内的还原气氛。燃烧室产生的高温气体，通过下斜式高温气体散出孔 32 进入料床，由下向上通过料床中的球团，经过凸起墙 29 上端的尾气通道 26 进入尾气室 30，最后的尾气通过尾气排出管 28 排出炉外，再经过重力除尘器除尘后，作为热风炉的主要燃料利用。所述凸起墙 29 的凸起作用是使料床近似于 S 形，阻止气体直流。

参见附图 4

工艺流程：由甲壳球团成型机 t1 压制成型的甲壳球团，通过运料装置输送到球团干燥竖炉 t2 进行干燥处理。经过干燥处理的球团，通过运料装置输送到还原竖炉 t3 进行还原。还原竖炉之中的已还原球团，通过冷却料仓的冷却水和热煤气管道 59、冷煤气管道 60 输入的煤气，冷却至常温并排出炉外，再经过磁选后即获得成品还原铁。由还原竖炉顶部输出的尾气，属于一种低热值煤气，并携带着 200~400℃的显热，通过还原炉尾气管道 57，经过干式除尘器 58 除尘后，掺入部分由热煤气管道 59 提供的较高热值煤气，作为热风炉 R1、R2、R3 的燃料（该热风炉可酌情设置 2~4 座），热风炉交替生产出 900~1200℃的高温空气，通过高温空气管道 61，向还原竖炉 t3 提供燃烧空气。热风炉排出 120~300℃的尾气，通过热风炉尾气管道 62，向球团干燥竖炉 t2，提供球团干燥热源。

说明书附图标记名称序号表

序号	名称	序号	名称	序号	名称
图 1					
1	甲壳压型辊	4	凹形半球	7	刮料铲
2	球团成型辊	5	球体料仓	8	加密机
3	凸形半球	6	甲壳料仓		
图 2					
9	进料口	14	上部外展炉墙	19	下部炉墙
10	算条横梁	15	热气室	20	余热气体输入管道
11	分料器	16	下斜式分气孔	21	排料口
12	算条	17	热气室炉墙	22	最终尾气排出管筒
13	热气室拱顶	18	料床		
图 3					
23	锁气给料机	35	保温层	47	水套冷却料仓
24	进料闸板阀	36	上部炉墙	48	热煤气喷头
25	炉体顶盖	37	料床	49	热煤气管道
26	尾气通道	38	燃烧室炉墙	50	齿辊排料机
27	炉墙圈梁	39	高温空气发射器	51	冷煤气管道
28	尾气排出管	40	高温空气管道	52	冷煤气喷头
29	凸起墙	41	耐火纵向支撑梁	53	排料闸板阀
30	尾气室	42	钢结构横向水冷支撑梁	54	对辊破碎排料机
31	燃烧室拱顶	43	八字形挡料板	55	锁气排料阀
32	下斜式高温气体散出孔	44	通水连箱	56	下部炉墙
33	燃烧室	45	进水口		
34	耐火层	46	出水口		
图 4					
t-1	甲壳球团成型机	57	还原炉尾气管道	R2	热风炉
t-2	球团干燥竖炉	58	干式除尘器	R3	热风炉
t-3	还原竖炉	59	热煤气管道	61	高温空气管道
R1	热风炉	60	冷煤气管道	62	热风炉尾气管道

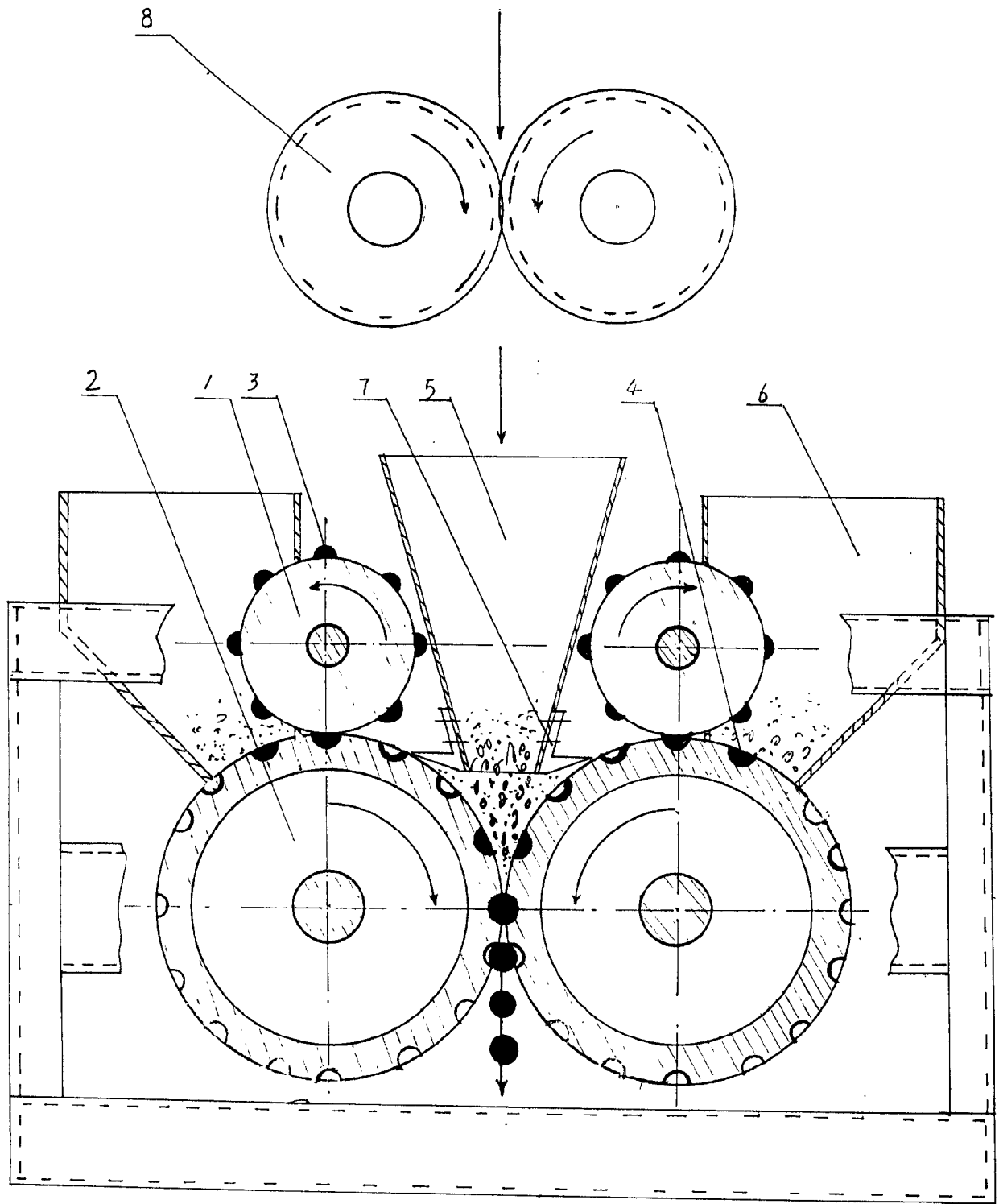


图 1

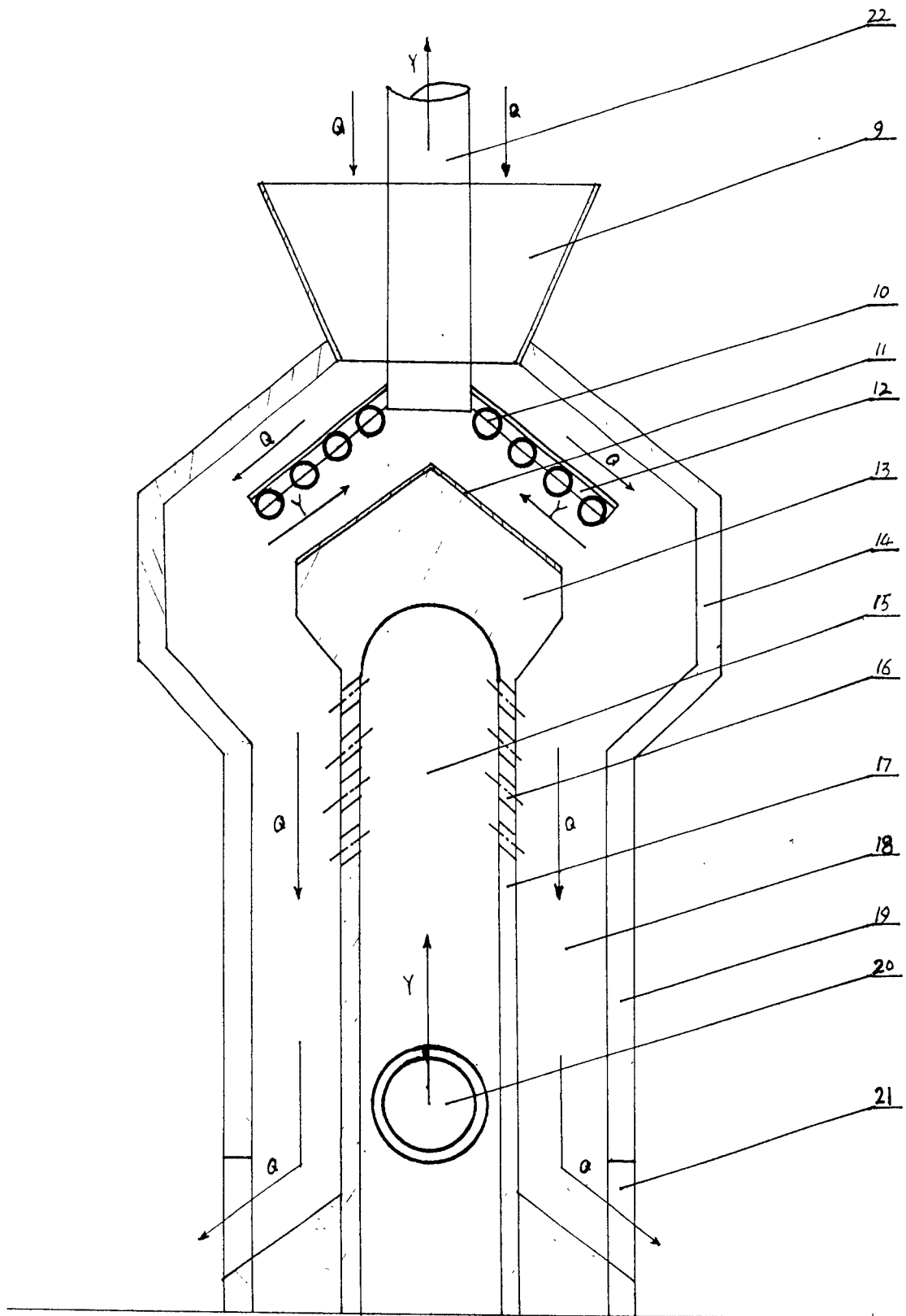


图 2

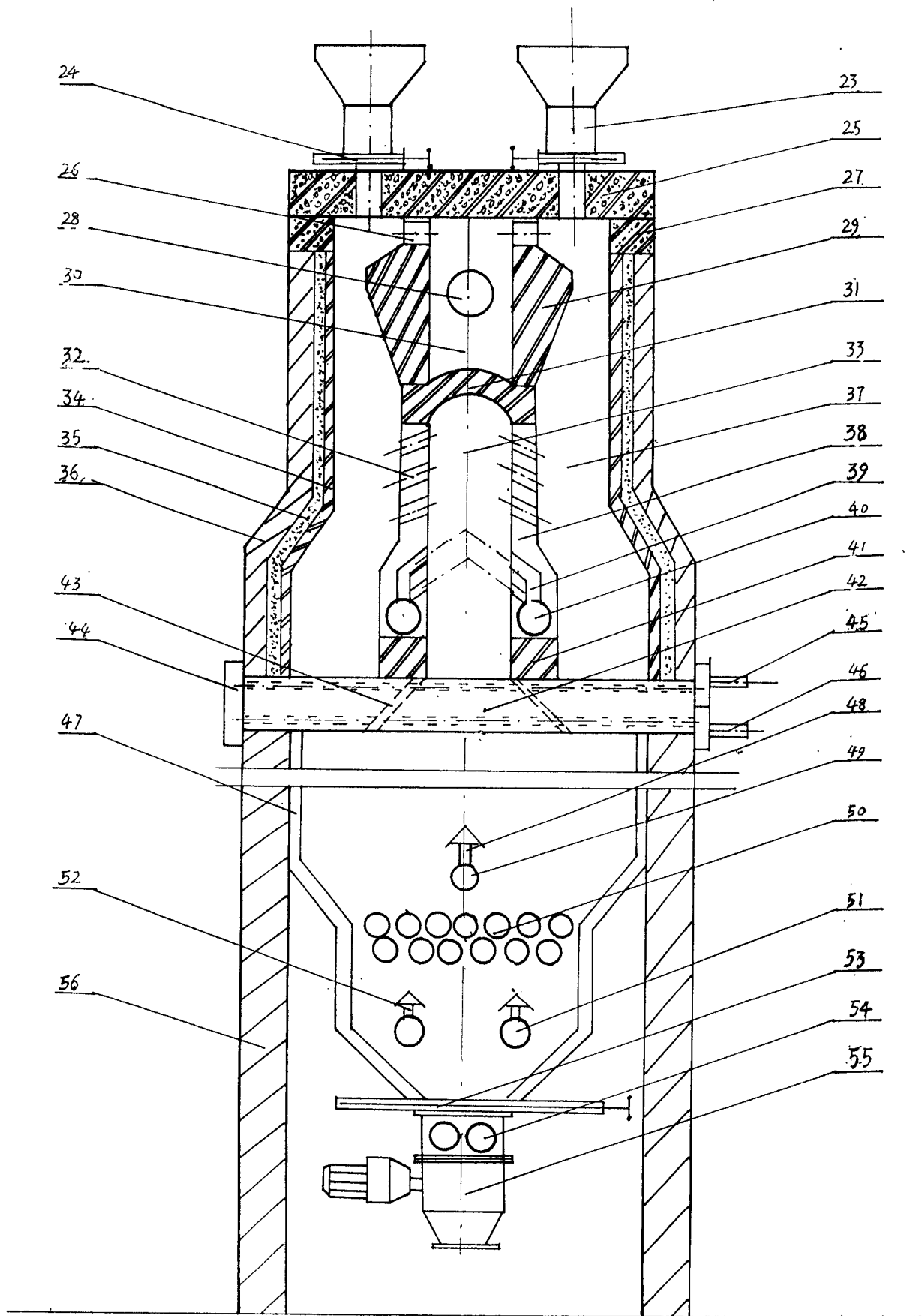


图 3

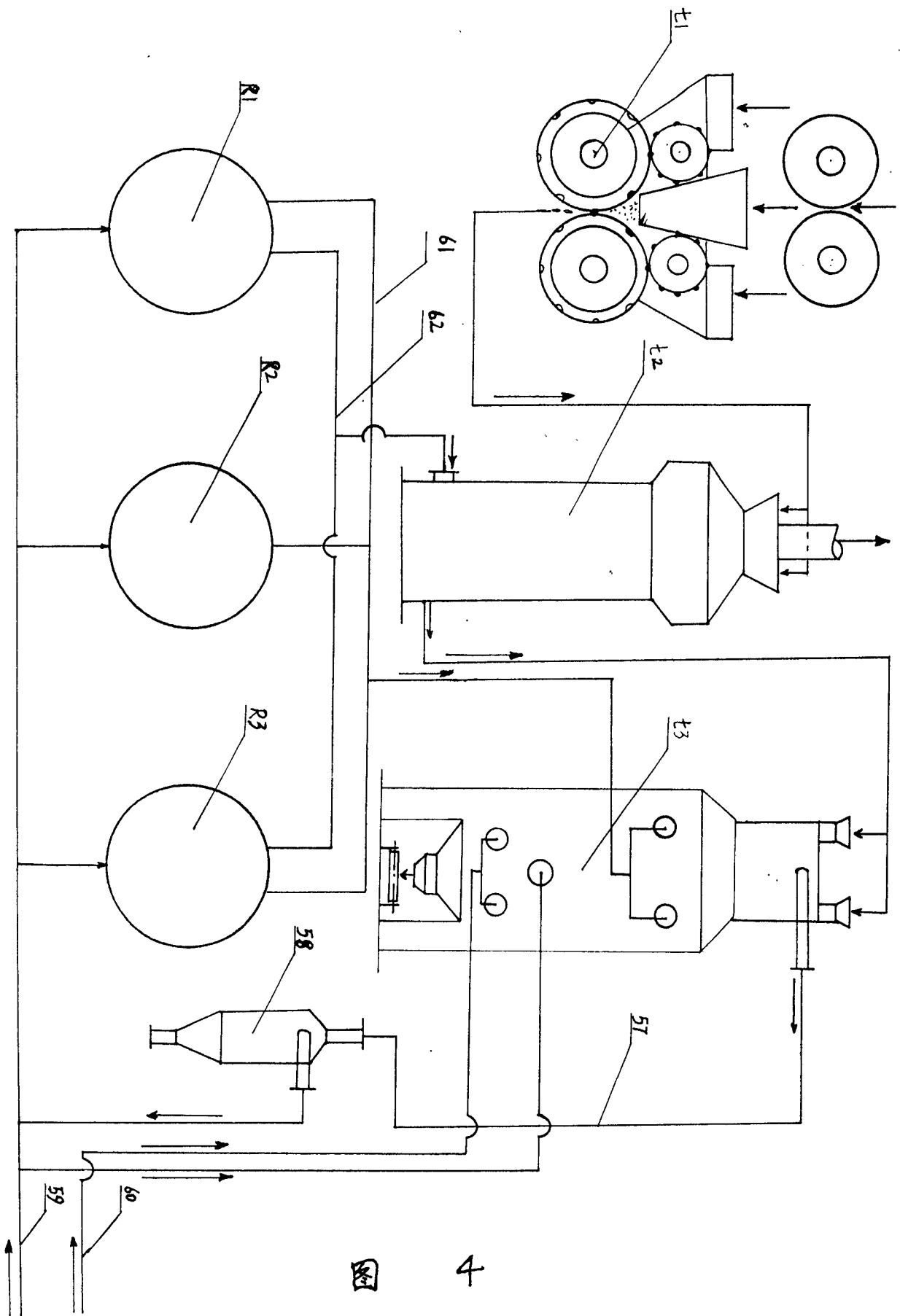


图 4