



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105665722 A

(43) 申请公布日 2016. 06. 15

(21) 申请号 201610043105. 4

(22) 申请日 2016. 01. 23

(71) 申请人 山东理工大学

地址 255086 山东省淄博市高新技术产业开  
发区高创园 D 座 1012 室

(72) 发明人 赵玉刚 张桂香

(51) Int. Cl.

B22F 9/08(2006. 01)

B22F 1/02(2006. 01)

权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

自由降落双喷嘴混粉雾化水冷快凝金属基  
氧化铝磁性磨料制备方法

(57) 摘要

自由降落双喷嘴混粉雾化水冷快凝金属基  
氧化铝磁性磨料制备方法,其特征在于:磁性磨  
料的硬质磨料采用氧化铝粉末,金属基材料为铁、  
硅、铝、铜四种元素组成的合金;喷嘴采用上下双  
层自由降落喷嘴,上层自由降落喷嘴为低压混粉  
射流喷嘴,下层自由降落喷嘴为高压气流喷嘴;  
冷却方式为水冷,通过调节冷却水在雾化水冷室  
的水位高度,控制含有氧化铝磨料金属液滴的冷  
却速度,从而形成氧化铝磨料在磁性磨料金属基  
体表浅层分布的磁性磨料;送混粉采用了螺旋送  
混粉器,实现氧化铝磨料流量的精确控制。本发  
明制备的金属基氧化铝磁性磨料,氧化铝和金属基  
体结合牢固,具有极高的磁力研磨性能,生产工  
艺过程程序控制,产品性能稳定,适于规模生产。

1. 自由降落双喷嘴混粉气雾化水冷快凝金属基氧化铝磁性磨料制备方法,其特征在于:磁性磨料的硬质磨料采用氧化铝粉末,金属基材料为铁、硅、铝、铜四种元素组成的合金;喷嘴采用上下双层自由降落喷嘴,上层自由降落喷嘴为低压混粉射流喷嘴,其喷出的是含有氧化铝磨料的低压惰性气体混粉射流,作用是冲破下流过程中金属液流的表面张力将氧化铝磨料射入金属液流中,但不对金属液流进行雾化;下层自由降落喷嘴为高压气流喷嘴,其喷出的是高速惰性气流,作用是对混有氧化铝磨料的金属液流进行雾化,使其雾化成为混有氧化铝磨料的金属液滴;冷却方式为水冷:通过调节冷却水在雾化水冷室的水位高度,从而控制含有氧化铝磨料金属液滴在雾化水冷室中的飞行距离,进而控制含有氧化铝磨料金属液滴的冷却速度,从而形成氧化铝磨料在磁性磨料金属基体表浅层分布的磁性磨料;送混粉采用了螺旋送混粉器,实现了低压惰性气体混粉射流中氧化铝磨料流量的精确和方便控制,使得磁性磨料中氧化铝磨料的含量稳定。

2. 根据权利要求1所述的自由降落双喷嘴混粉气雾化水冷快凝金属基氧化铝磁性磨料制备方法,其特征在于:水冷快凝的快速冷却方式和金属基材料中硅、铝、铜的加入,增大了金属基材料和氧化铝磨料之间的结合强度。

3. 根据权利要求1所述的自由降落双喷嘴混粉气雾化水冷快凝金属基氧化铝磁性磨料制备方法,其特征在于:冷却方式为水冷,通过调节冷却水在雾化水冷室的水位高度,从而控制含有氧化铝磨料金属液滴在雾化水冷室中的飞行距离,进而控制含有氧化铝磨料金属液滴的冷却速度,从而形成氧化铝磨料在磁性磨料金属基体表浅层分布的磁性磨料,提高磁性磨料的导磁性和研磨能力,减小雾化水冷室的长度和设备整体高度,降低设备成本。

4. 根据权利要求1所述的自由降落双喷嘴混粉气雾化水冷快凝金属基氧化铝磁性磨料制备方法,其特征在于金属基氧化铝磁性磨料的制备步骤如下:

- 1) 在氧化铝磨料罐(26)中装填设定量的氧化铝磨料并旋紧氧化铝磨料罐盖(25);
- 2) 金属基材料铁、硅、铝、铜按规定比例加入电炉,加热到熔融状态并达到规定的过热度;
- 3) 打开冷水阀(6)并调节雾化水冷室(36)中冷却水(37)的水位达到规定的高度;
- 4) 打开鼓风机(12)、抽吸雾化水冷室(36)中的气体;
- 5) 打开连接高压氮气瓶1(13)与高压气流喷嘴(34)之间的气阀1(16)并调节到规定的气流压力,并将雾化水冷室(36)中充满氮气,使得将要进行的金属气雾化完全置于氮气的氛围中;
- 6) 打开连接高压氮气瓶2(14)与低压混粉射流喷嘴(33)之间的气阀2(15)并调节到规定的气流压力;
- 7) 启动螺旋输送装置(24)并按工艺要求控制送粉速度;
- 8) 将电炉(30)中的熔融金属均匀倒入保温坩埚(31)中,并保持规定液面高度,直到电炉(30)中的熔融金属倒尽为止;
- 9) 在保温坩埚(31)中熔融金属全部流尽后,按顺序关闭螺旋输送装置(24)、气阀1(16)、气阀2(15)、鼓风机(12);
- 10) 关闭闸阀(5)使得雾化水冷室(36)和磁性磨料灌(39)之间封闭,打开放水阀(1)使得磁性磨料灌(39)中的水外流,打开压滤气阀(4)使得高压气体进入磁性磨料灌(39)的内腔中,滤网(2)将磁性磨料阻挡在磁性磨料灌(39)的上腔中,而其中的水被强制挤出;将磁

性磨料灌(39)取下,取出其中的磁性磨料,经过真空干燥、筛分和包装,从而得到不同粒度的磁性磨料;

11)在上述过程中,按照工艺要求控制熔融金属的温度、螺旋输送装置(24)的送粉速度、低压混粉射流喷嘴(33)与高压气流喷嘴(34)的喷射压力、冷却水(37)在雾化水冷室(36)中的水位,便可生成优质的磁性磨料。

## 自由降落双喷嘴混粉气雾化水冷快凝金属基氧化铝磁性磨料 制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明提供一种自由降落双喷嘴混粉气雾化水冷快凝金属基氧化铝磁性磨料制备方法,属于复合材料的制备技术领域。

### 背景技术

[0002] 从材料学角度,磁性磨料是一种复合材料,即铁基增强型复合材料,主要由铁磁相和磨粒相组成。铁磁相要求具有良好的导磁性和导电性,常用材料为纯铁粉或铁基合金粉末。磨粒相是兼有磨削、研磨和抛光作用的一种具有较高硬度、强度和稳定性的粒状物质,常用材料有刚玉、氧化铝、氮化硅、碳化硅等。磁性磨料的化学成分及其配比和结构是决定磁性磨料性能的关键因素,这就要求铁磁相与磨粒相之间保持紧密的结合,并且要有适当的粒度,还需要有一种合适的制备方法。

[0003] 现有技术中磁性磨料的制备方法有很多种,它们大体上可以分为三类:机械混合法、复合材料法、反应铸造法。

[0004] 机械混合法是将铁磁性粉末、磨料粉末和研磨液等按一定比例在常温下均匀混合,直接进行研磨加工的方法。常用一定粒度的铁磁性粉末与磨料粉末如 $Al_2O_3$ 、 $SiC$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $TiC$ 等混合均匀后,再加入粘合剂如油酸、聚乙烯甘醇、硅胶等制成。该方法可以制成多种磁性磨料,制备工艺简单,成本低,但是在研磨期间,磨料颗粒与磁性粉末比较容易分离飞散,研磨效率低,限制了应用范围。

[0005] 从材料学的角度看,磁性磨料是一种复合材料粉末,即铁基颗粒增强型复合材料粉末。它是由两种或两种以上的材料通过一定的复合工艺制成的多相材料,其性能在特定方面明显优于原材料。随着复合材料学的发展,磁性磨料的制备技术也得到了相应发展,其制备工艺有许多种,主要有烧结法、粘结法、复合镀层法等。

[0006] 烧结法是目前磁性磨料制备最常用的方法。在日本,该方法已经成功地应用于工业化生产中。根据具体烧结条件的不同,它又分为常压烧结、热压烧结、激光烧结、微波烧结等。由于磁性磨料的加工性能和使用寿命,很大程度上取决于磨粒相与铁磁相的结合强度。烧结法制备的磁性磨料,在机械粉碎、筛分过程中有相当部分的磨料相与铁磁相分离,导致铁磁相与磨粒相结合强度降低,耐用度下降。

[0007] 粘结法根据所选用粘结剂的不同分为无机粘结和有机粘结,是将一定比例、混合均匀的铁磁性粉末和磨料粉末用粘结剂粘结在一起,然后固化,再机械粉碎、筛选,制成不同粒度的磁性磨料粉末。粘结法制备的磁性磨料,由于不需要预先压制成块,不需要含有惰性气体的电炉、激光机等设备,因此该方法工艺简单,容易实现,成本较低。但组织疏松,结合差,密度低,热稳定性差,磨粒相容易脱落,寿命较短。且当温度较高时,粘结的磁性磨料使加工的表面成暗黑色,原有加工表面容易被污染损毁。

[0008] 复合镀层法用复合电镀或复合化学镀的方法,将某种磨料颗粒均匀地夹杂到金属镀层中,而形成的特殊镀层即为复合镀层。将复合镀层工艺应用到磁性磨料的制备技术中,

经过多年的发展,复合镀层法已成功地应用有不少科技领域中,但生产成本较高、批量生产难以实现、镀液处理不当还会造成环境污染。

[0009] 反应铸造法其原理是在一定条件下,通过元素与元素或元素与化合物之间的化学反应,在肌体内原位合成一种或几种高强度的陶瓷增强相,在得到含有陶瓷增强相的合金后,再加热熔化并在高压下吹制成粉末。反应铸造法目前存在的问题是磁性磨料中陶瓷硬质磨料的含量低且其中的硬质磨料粒度也难以控制。

[0010] 等离子喷涂法,是将铁基粉末和硬质磨料颗粒按一定比例预先混合均匀后,放置在等离子喷涂设备的原料粉末供料室中。在等离子喷射装置的真空室中,对两电极之间施加高频放电电压,由等离子发生器产生等离子体喷射火焰。将混合好的原料粉末同时不断地喷入到等离子火焰中,等离子火焰温度可达到5000~10000℃的高温,将原料粉末不断地熔化成微液滴,然后冷却、凝固成球形磁性磨料颗粒。该方法虽然解决了铁基相与磨料相相容性差的问题,但该方法制备的磁性磨料由于受等离子火焰的高温作用,磨粒相的锋利切削刃被钝化,致使其研磨效率显著降低,其研磨能力甚至比不上其他简单方法制备的磁性磨料。

[0011] 目前,磁粒研磨光整加工主要存在的问题是磁性磨料寿命低、对金属的切削能力差、制备困难和成本高。磁性磨料制备技术研究的落后,已经成为制约磁粒研磨光整加工技术进一步推广应用(如自由曲面研磨光整加工)的瓶颈问题。为此,本发明人发明了“气雾化快凝磁性磨料制备方法”(ZL201010206408.6)、“气雾化快凝磁性磨料制备设备”(ZL201110156753.8)、“气雾化快凝法制备磁性磨料的结构形态控制方法”(ZL201110156741.5),并在实践中取得了较好的效果,但还存在一些影响磁性磨料制备质量的关键技术问题,如:

(1)射流喷嘴问题:由于是采用单一喷嘴,气固两相流喷射速度高,导致射流喷嘴的快速冲蚀磨损,并在极短的时间失效,磁性磨料的制备功能丧失;同时还是由于是采用单一喷嘴,硬质磨料与高压气体一起作为雾化介质,如果气固两相流射流速度低则雾化效果不好、磁性磨料颗粒粗大,但如果气固两相流射流速度高,虽然磁性磨料虽然粒径减小,但因硬质磨料进入熔融态金属后会重新飞溅而出,导致磁性磨料金属基体中含有的硬质磨料骤减,磁性磨料研磨性能显著降低。

[0012] (2)金属液导流管的冲蚀磨损问题:采用紧耦合的雾化方式,在对熔融金属液流雾化前,气固两相流首先喷射到金属液导流管的下端部,造成金属液导流管下端部短时间内产生严重冲蚀磨损,并导致金属液和高压气体沿金属液导流管回喷的危险。

[0013] (3)液态磁性磨料液滴的冷凝速度控制问题:由于没有解决熔融态磁性磨料液滴的冷凝速度准确控制问题,制备的磁性磨料其硬质磨料在金属基体中的深浅分布一直不稳定,直接影响磁性磨料的研磨能力,废品率较高。

[0014] (4)磁性磨料中硬质磨料的含量控制问题:气力送混粉装置由于难于精确控制气固两相流中硬质磨料的流量,导致磁性磨料中硬质磨料的含量不稳定、磁性磨料的性能不稳定。

[0015] (5)金属液导流管的冲蚀磨损问题:采用紧耦合的雾化方式,在对熔融金属液流雾化前,气固两相流首先喷射到金属液导流管的下端部,造成金属液导流管下端部短时间内产生严重冲蚀磨损,并导致金属液和高压气体沿金属液导流管回喷的危险。

## 发明内容

[0016] 本发明的目的是提供一种能克服上述缺陷、制造工艺简单、制备出的磁性磨料结合强度和研磨效率都比较理想、有利于实现批量生产的磁性磨料制备方法。其技术方案为：

一种自由降落双喷嘴混粉气雾化水冷快凝金属基氧化铝磁性磨料制备方法，其特征在于：磁性磨料的硬质磨料采用氧化铝粉末，金属基材料为铁、硅、铝、铜四种元素组成的合金；喷嘴采用上下双层自由降落喷嘴，上层自由降落喷嘴为低压混粉射流喷嘴，其喷出的是含有氧化铝磨料的低压惰性气体混粉射流，作用是冲破下流过程中金属液流的表面张力将氧化铝磨料射入金属液流中，但不对金属液流进行雾化；下层自由降落喷嘴为高压气流喷嘴，其喷出的是高速惰性气流，作用是对混有氧化铝磨料的金属液流进行雾化，使其雾化成为混有氧化铝磨料的金属液滴；冷却方式为水冷：通过调节冷却水在雾化水冷室的水位高度，从而控制含有氧化铝磨料金属液滴在雾化水冷室中的飞行距离，进而控制含有氧化铝磨料金属液滴的冷却速度，从而形成氧化铝磨料在磁性磨料金属基体表浅层分布的磁性磨料；送混粉采用了螺旋送混粉器，实现了低压惰性气体混粉射流中氧化铝磨料流量的精确和方便控制，使得磁性磨料中氧化铝磨料的含量稳定。

[0017] 为实现发明目的，自由降落双喷嘴混粉气雾化水冷快凝金属基氧化铝磁性磨料制备方法，金属基氧化铝磁性磨料的制备包括如下步骤：

- 1) 在氧化铝磨料罐(26)中装填设定量的氧化铝磨料并旋紧氧化铝磨料罐盖(25)；
- 2) 金属基材料铁、硅、铝、铜按规定比例加入电炉，加热到熔融状态并达到规定的过热温度；
- 3) 打开冷水阀(6)并调节雾化水冷室(36)中冷却水(37)的水位达到规定的高度；
- 4) 打开鼓风机(12)、抽吸雾化水冷室(36)中的气体；
- 5) 打开连接高压氮气瓶1(13)与高压气流喷嘴(34)之间的气阀1(16)并调节到规定的气流压力，并将雾化水冷室(36)中充满氮气，使得将要进行的金属气雾化完全置于氮气的氛围中；
- 6) 打开连接高压氮气瓶2(14)与低压混粉射流喷嘴(33)之间的气阀2(15)并调节到规定的气流压力；
- 7) 启动螺旋输送装置(24)并按工艺要求控制送粉速度；
- 8) 将电炉(30)中的熔融金属均匀倒入保温坩埚(31)中，并保持规定液面高度，直到电炉(30)中的熔融金属倒尽为止；
- 9) 在保温坩埚(31)中熔融金属全部流尽后，按顺序关闭螺旋输送装置(24)、气阀1(16)、气阀2(15)、鼓风机(12)；
- 10) 关闭闸阀(5)使得雾化水冷室(36)和磁性磨料灌(39)之间封闭，打开放水阀(1)使得磁性磨料灌(39)中的水外流，打开压滤气阀(4)使得高压气体进入磁性磨料灌(39)的内腔中，滤网(2)将磁性磨料阻挡在磁性磨料灌(39)的上腔中，而其中的水被强制挤出；
- 11) 将磁性磨料灌(39)取下，取出其中的磁性磨料，经过真空干燥、筛分和包装，从而得到不同粒度的磁性磨料。

[0018] 本发明与现有技术相比，具有如下优点：

- 1、由于采用了高低压双层自由降落喷嘴，上层自由降落喷嘴其作用是冲破下流过程中

金属液流的表面张力将氧化铝磨料射入金属液流中,但不进行雾化,上层自由降落喷嘴其作用是对混有氧化铝磨料的金属液流进行雾化,使其雾化成为混有氧化铝磨料的金属液滴,该方法将金属液流氧化铝磨料的射入混合与雾化有效分离,避免了单一喷嘴雾化造成的氧化铝磨料飞溅、浪费和磁性磨料颗粒大小不均、氧化铝磨料含量不均问题,保证了磁性磨料颗粒大小、磁性磨料氧化铝磨料含量的均匀性和可控性。

[0019] 2、由于上层自由降落喷嘴不对金属液流进行雾化因而喷射的氧化铝磨料气流压力低,有效地解决了含有氧化铝磨料对喷嘴的冲蚀磨损的问题。

[0020] 3、由于采用了自由降落喷嘴,金属液导流管位于两个喷嘴的上方,两个喷嘴喷出的气流都不直接作用于金属导流管的下端部,避免了紧耦合方式喷嘴含有硬质磨料的高速气流对金属导流管严重的冲蚀磨损,同时也避免了因金属液流导管冲蚀磨损造成的金属液回流上喷问题。

[0021] 4、在金属基材料中加入金属铜,有效提高了磁性磨料中金属基材料与氧化铝磨料颗粒的结合强度。

[0022] 5、采用了水冷快凝的冷却方式,解决了磁性磨料中氧化铝磨料颗粒从金属基体中游离而出和深浅分布控制的难题,能够控制氧化铝磨料分布于磁性磨料的表浅层,使得制备的磁性磨料导磁率高、研磨能力强,同时大幅度减小了混粉金属液滴飞行的距离,减小的自由降落雾化水冷室和设备的整体高度,降低了成本。

[0023] 6、采用了螺旋送混粉器,解决了送混粉装置难于精确控制气固两相流中硬质磨料流量的问题,使得磁性磨料中硬质磨料的含量稳定。

[0024] 7、水冷快凝的快速冷却方式和金属基材料中硅、铝、铜的加入,增大了金属基材料和氧化铝磨料之间的结合强度。

[0025] 8、本发明制备磁性磨料的工艺过程可实现自动化,性能稳定可靠,适于高性能金属基氧化铝磁性磨料的规模生产。

## 附图说明

[0026] 图1是本发明采用的自由降落双喷嘴混粉气雾化水冷快凝金属基氧化铝磁性磨料制备设备示意图,其中:1-放水阀,2-滤网,3-磁性磨料,4-压滤气阀,5-闸阀,6-冷水阀,7-水封罐体,8-水封用水,9-进水阀,10-进气阀,11-进气管,12-排水管,13-高压氮气瓶1,14-高压氮气瓶2,15-气阀2,16-气阀1,17-螺旋送混粉器,18-气管3,19-气管1,20-气压表1,21-气压表2,22-气管2,23-气管4,24-螺旋输送装置,25-氧化铝磨料罐盖,26-氧化铝磨料罐,27-硬质磨料,28-混粉气管,29-熔融金属,30-电炉,31-保温坩埚,32-金属液导流管,33-低压混粉射流喷嘴,34-高压气流喷嘴,35-水位计,36-雾化水冷室,37-冷却水,38-雾化水冷室壳体,39-磁性磨料罐,40-过滤水,41-双喷嘴雾化水冷装置,42-抽气除尘装置,43-鼓风机,44-气站。

## 具体实施方式

[0027] 实施例1

金属基氧化铝磁性磨料的制备包括如下步骤:

1)在氧化铝磨料罐(26)中装填设定量的氧化铝磨料并旋紧氧化铝磨料罐盖(25);

2)金属基材料按铁:硅:铝:铜=83%:9%:6%:2%重量比例,加入电炉加热到熔融状态并达到规定的过热度;

3)打开冷水阀(6)并调节雾化水冷室(36)中冷却水(37)的水位达到规定的高度;

4)打开鼓风机(12)、抽吸雾化水冷室(36)中的气体;

5)打开连接高压氮气瓶1(13)与高压气流喷嘴(34)之间的气阀1(16)并调节到规定的气流压力,并将雾化水冷室(36)中充满氮气,使得将要进行的金属气雾化完全置于氮气的氛围中;

6)打开连接高压氮气瓶2(14)与低压混粉射流喷嘴(33)之间的气阀2(15)并调节到规定的气流压力;

7)启动螺旋输送装置(24)并按工艺要求控制送粉速度;

8)将电炉(30)中的熔融金属均匀倒入保温坩埚(31)中,并保持规定液面高度,直到电炉(30)中的熔融金属倒尽为止;

9)在保温坩埚(31)中熔融金属全部流尽后,按顺序关闭螺旋输送装置(24)、气阀1(16)、气阀2(15)、鼓风机(12);

10)关闭闸阀(5)使得雾化水冷室(36)和磁性磨料灌(39)之间封闭,打开放水阀(1)使得磁性磨料灌(39)中的水外流,打开压滤气阀(4)使得高压气体进入磁性磨料灌(39)的内腔中,滤网(2)将磁性磨料阻挡在磁性磨料灌(39)的上腔中,而其中的水被强制挤出;

11)将磁性磨料灌(39)取下,取出其中的磁性磨料,经过真空干燥、筛分和包装,从而得到不同粒度的磁性磨料。



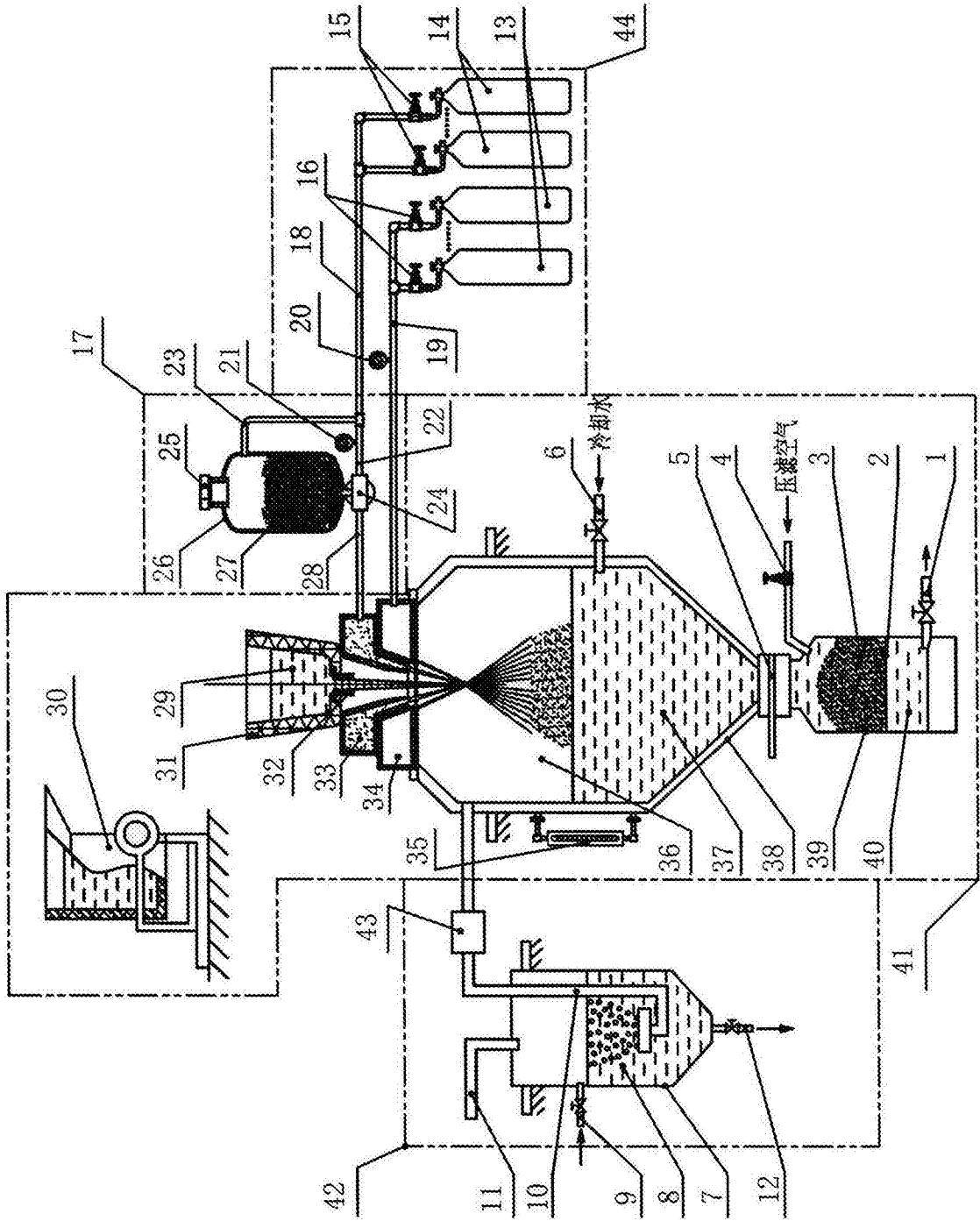


图1