

(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  
2024年5月30日 (30.05.2024)



(10) 国际公布号  
WO 2024/109367 A1

(51) 国际专利分类号:  
B65G 53/50 (2006.01) B65G 53/52 (2006.01)  
B65G 53/46 (2006.01) B65G 43/08 (2006.01)  
B65G 53/24 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/123888  
(22) 国际申请日: 2023年10月11日 (11.10.2023)  
(25) 申请语言: 中文  
(26) 公布语言: 中文  
(30) 优先权:  
202211487858.6 2022年11月25日 (25.11.2022) CN

(71) 申请人: 江苏徐工工程机械研究院有限公司(JIANGSU XCMG CONSTRUCTION MACHINERY RESEARCH INSTITUTE LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省徐州市经济技术开发区驮蓝山路26号, Jiangsu 221004 (CN)。江苏徐工国重实验室科技有限公司 (JIANGSU XCMG STATE KEY LABORATORY TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省徐州市经济技术开发区驮蓝山路26号, Jiangsu 221004 (CN)。

(72) 发明人: 李杨(LI, Yang); 中国江苏省徐州市经济技术开发区驮蓝山路26号, Jiangsu 221004 (CN)。李

海强(LI, Haiqiang); 中国江苏省徐州市经济技术开发区驮蓝山路26号, Jiangsu 221004 (CN)。刘建停(LIU, Jianting); 中国江苏省徐州市经济技术开发区驮蓝山路26号, Jiangsu 221004 (CN)。

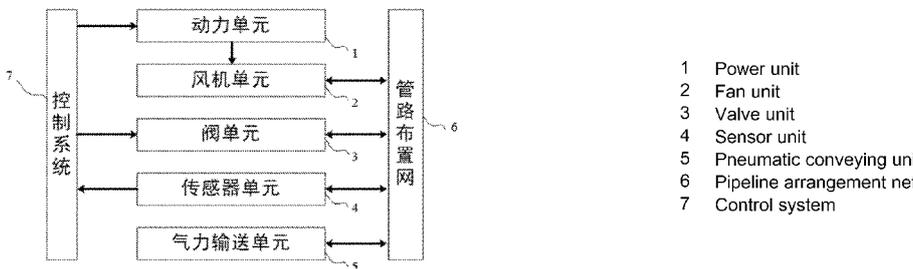
(74) 代理人: 中国贸促会专利商标事务所有限公司(CCPIT PATENT AND TRADEMARK LAW OFFICE); 中国北京市西城区复兴门内大街158号远洋大厦F10层, Beijing 100031 (CN)。

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR,

(54) Title: PNEUMATIC CONVEYING SYSTEM HAVING ADJUSTABLE FANS IN SERIES/PARALLEL AND POSITIVE/NEGATIVE PRESSURE, AND CONTROL METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 风机串并联、正负压可调节气力输送系统及控制方法



(57) Abstract: A pneumatic conveying system having adjustable fans in series/parallel and positive/negative pressure, and a control method therefor. The system comprises a power unit (1), a fan unit (2), a valve unit (3), a sensor unit (4), a pneumatic conveying unit (5), a pipeline arrangement net (6) and a control system (7), wherein the fan unit (2), the valve unit (3), the sensor unit (4) and the pneumatic conveying unit (5) are connected together in an ordered manner by means of the pipeline arrangement net (6), so as to form a whole.

(57) 摘要: 一种风机串并联、正负压可调节气力输送系统及控制方法, 该系统包括动力单元(1)、风机单元(2)、阀单元(3)、传感器单元(4)、气力输送单元(5)、管路布置网(6)、控制系统(7)。通过管路布置网(6)将风机单元(2)、阀单元(3)、传感器单元(4)、气力输送单元(5)有序连接在一起, 形成整体。

HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO,  
PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,  
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, 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))。

# 风机串并联、正负压可调节气力输送系统及控制方法

## 相关申请的交叉引用

本申请是以 CN 申请号为 202211487858.6，申请日为 2022 年 11 月 25 日的申请为基础，并主张其优先权，该 CN 申请的公开内容在此作为整体引入本申请中。

## 技术领域

本公开涉及一种风机串并联、正负压可调节气力输送系统及控制方法，属于气力输送技术领域。

10

## 背景技术

气力输送是一种运输粉末、块状物料的重要手段，利用气流作为输送介质，可将散装物料从一个或多个来源输送到一个或多个目的地。其按工作原理可分为吸送式与压送式两种类型：吸送式气力输送是将大气与物料一起吸入管道内，用低气压力的气流进行输送，又称为真空吸送；压送式气力输送是用高于大气压力的压缩空气推动物料进行输送。气力输送设备组成简单，具有高安全、低成本、易维护等特点，在农业、食品、能源、化工、环卫等行业均有广泛应用。

气源是气力输送系统的关键核心，是设计气力输送系统首先要考虑的重点，需要综合考虑物料特性、输送系统阻力、输送速率要求等来选取不同气源设备（常见罗茨鼓风机、离心式风机）。通常，当气力输送系统设计完成时，气源设备随即固定，导致系统的输送距离、输送速率等无法进行较大幅度的调整。然而，有些用户对气力输送系统提出了灵活性需求，即，可以快速较大幅调整气源的风量、风压、切换吸送/压送模式，来适应不同的工况。

## 发明内容

第一方面，一种风机串并联、正负压可调节气力输送系统，包括动力单元、风机单元、阀单元、气力输送单元和管路布置网。

所述动力单元包括：第一动力系统和第二动力系统，用于为风机单元提供动力。

所述风机单元包括：第一风机和第二风机。

所述阀单元包括：第一控制阀、第二控制阀、第三控制阀、第四控制阀、第五控

30

制阀、第六控制阀、第七控制阀、第八控制阀和第九控制阀。

所述气力输送单元包括：吸送式气力输送单元和压送式气力输送单元。

所述管路布置网包括：第一管路、第一旁路管路、第二管路、第二旁路管路、第三管路、第三旁路管路、第四管路、第四旁路管路和第一连接管路。

5 所述第一风机的回风口与第一管路相连接，所述第一管路上连接有第五控制阀，第五控制阀前端的第一管路上连接有第一旁路管路，第一旁路管路上连接有第七控制阀；第一风机的出风口与第二管路相连接，第二管路的末端与压送式气力输送单元相连接。所述第二管路上连接有第八控制阀，第八控制阀前端的第二管路上连接有第二旁路管路，第二旁路管路上连接有第九控制阀。

10 所述第二风机的回风口与第三管路相连接，第三管路的末端与吸送式气力输送单元相连接。所述第三管路上连接有第一控制阀，第一控制阀前端的第三管路上连接有第三旁路管路，第三旁路管路上连接有第二控制阀；所述第二风机的出风口与第四管路相连接，第四管路上连接有第四控制阀，第四控制阀前端的第四管路上连接有第四旁路管路，第四旁路管路上连接有第三控制阀。

15 所述第一管路末端与第一控制阀后端的第三管路相连接后与吸送式气力输送单元相导通；所述第四管路的末端与第八控制阀后端的第二管路相连接后与压送式气力输送单元相连接。

20 所述第五控制阀前端与第一旁路管路之间的第一管路与第一连接管路一端相连接。所述第四控制阀前端与第四旁路管路之间的第四管路与第一连接管路另一端相连接，第一连接管路上设置有第六控制阀。

25 在一些实施例中，还包括：传感器单元，所述传感器单元包括：第一流量传感器、第一压力传感器、第二流量传感器、第二压力传感器、第一转速传感器、第一温度传感器、第三压力传感器、第三流量传感器、第四流量传感器、第四压力传感器、第二转速传感器、第二温度传感器、第五压力传感器、第五流量传感器、第六压力传感器和第六流量传感器。

30 所述吸送式气力输送单元前端的第三管路上设置有第一流量传感器、第一压力传感器；所述第二风机的回风口前端的第三管路上设置有第二流量传感器、第二压力传感器；所述第二动力系统上设置有第一转速传感器；所述第二风机上设置有第一温度传感器，所述第二风机的出风口前端的第四管路上设置有第三压力传感器、第三流量传感器。

所述第一风机的回风口前端的第一管路上设置有第四流量传感器、第四压力传感器；所述第一动力系统中设置有第二转速传感器；所述第一风机上设置有第二温度传感器；所述第一风机的出风口前端的第二管路上设置有第五压力传感器、第五流量传感器；所述压送式气力输送单元前端的第二管路上设置有第六压力传感器和第六流量传感器。

在一些实施例中，还包括：控制系统，所述控制系统根据传感器单元测得的数据，自动运行或手动运行本系统的控制方法。

第二方面，一种风机串并联、正负压可调节气力输送系统的控制方法，包括如下步骤：

气力输送系统进入工作方式一，第一风机单风机负压吸送式气力输送。整个运行过程中对第四流量传感器、第四压力传感器、第二温度传感器的测试数据进行监控，若超出限制值将发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀。

如果第一风机最大转速下第一流量传感器测得的流量值仍无法满足需求，则切换至工作方式四，第一风机、第二风机并联负压吸送式气力输送。

如果第一风机最大转速下第一压力传感器测得的压力值仍无法满足需求，则切换至工作方式三，第一风机、第二风机串联负压吸送式气力输送。

在一些实施例中，还包括：

气力输送系统进入工作方式二，第二风机单风机负压吸送式气力输送。整个运行过程中对第二流量传感器、第二压力传感器、第一温度传感器的测试数据进行监控，若超出限制值将发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀。

如果第二风机最大转速下第一流量传感器测得的流量值仍无法满足需求，则切换至工作方式四，第一风机、第二风机并联负压吸送式气力输送。

如果第二风机最大转速下第一压力传感器测得的压力值仍无法满足需求，则切换至工作方式三，第一风机、第二风机串联负压吸送式气力输送。

在一些实施例中，工作方式一，具体步骤如下：

工作时，首先打开第五控制阀和第九控制阀，并保持第一控制阀、第二控制阀、第三控制阀、第四控制阀、第六控制阀、第七控制阀和第八控制阀处于关闭状态；随后开启第一动力系统，调整其运行参数，使第一风机至指定转速；读取第一流量传感器和第一压力传感器测得的流量和压力数据，与所需数据进行比较，根据差值对第一动力系统的运行参数进行动态调整。

在一些实施例中，工作方式二，具体步骤如下：

工作时，首先打开第一控制阀和第三控制阀，并保持第二控制阀、第四控制阀、第五控制阀、第六控制阀、第七控制阀、第八控制阀和第九控制阀处于关闭状态；随后开启第二动力系统，调整其运行参数，使第二风机至指定转速；读取第一流量传感器和第一压力传感器测得的流量和压力数据，与所需数据进行比较，根据差值对第二动力系统的运行参数进行动态调整。

在一些实施例中，工作方式三，具体步骤如下：

工作时，首先打开第一控制阀、第六控制阀和第九控制阀，并保持第二控制阀、第三控制阀、第四控制阀、第五控制阀、第七控制阀和第八控制阀处于关闭状态；随后开启第一动力系统和第二动力系统，调整其运行参数，使第一风机和第二风机至指定转速；读取第一流量传感器和第一压力传感器测得的流量和压力数据，与所需数据进行比较，根据差值对第一动力系统和第二动力系统的运行参数进行同步动态调整。

整个运行过程中对第二流量传感器、第二压力传感器、第一温度传感器、第四流量传感器、第四压力传感器、第二温度传感器的测试数据进行监控，若超出限制值将发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀。

工作方式四，具体步骤如下：

工作时，首先打开第一控制阀、第三控制阀、第五控制阀和第九控制阀，并保持第二控制阀、第四控制阀、第六控制阀、第七控制阀和第八控制阀处于关闭状态；随后开启第一动力系统和第二动力系统，调整其运行参数，使第一风机和第二风机至指定转速；读取第一流量传感器和第一压力传感器测得的流量和压力数据，与所需数据进行比较，根据差值对第一动力系统和第二动力系统的运行参数进行同步动态调整。

整个运行过程中对第二流量传感器、第二压力传感器、第一温度传感器、第四流量传感器、第四压力传感器、第二温度传感器的测试数据进行监控，若超出限制值将发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀。

第三方面，一种风机串并联、正负压可调节气力输送系统的控制方法，包括如下步骤：

气力输送系统进入工作方式五，第一风机单风机正压压送式气力输送。整个运行过程中对第二温度传感器、第五压力传感器、第五流量传感器的测试数据进行监控，若超出限制值将发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀。

如果第一风机最大转速下第六流量传感器测得的流量值仍无法满足需求，则切换

至工作方式八，第一风机、第二风机并联正压压送式气力输送。

如果第一风机最大转速下第六压力传感器测得的压力值仍无法满足需求，则切换至工作方式七，第一风机、第二风机串联正压压送式气力输送。

在一些实施例中，还包括：

- 5 气力输送系统进入工作方式六，第二风机单风机正压压送式气力输送。整个运行过程中对第一温度传感器、第三压力传感器、第三流量传感器的测试数据进行监控，若超出限制值将发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀。

如果第二风机最大转速下第六流量传感器测得的流量值仍无法满足需求，则切换至工作方式八，第一风机、第二风机并联正压压送式气力输送。

- 10 如果第二风机最大转速下第六压力传感器测得的压力值仍无法满足需求，则切换至工作方式七，第一风机、第二风机串联正压压送式气力输送。

在一些实施例中，工作方式五，具体步骤如下：

- 工作时，首先打开第七控制阀和第八控制阀，并保持第一控制阀、第二控制阀、第三控制阀、第四控制阀、第五控制阀、第六控制阀和第九控制阀处于关闭状态；随后开启第一动力系统，调整其运行参数，使第一风机至指定转速；读取第六压力传感器和第六流量传感器测得的压力和流量数据，与所需数据进行比较，根据差值对第一动力系统的运行参数进行动态调整。

在一些实施例中，工作方式六，具体步骤如下：

- 20 工作时，首先打开第二控制阀和第四控制阀，并保持第一控制阀、第三控制阀、第五控制阀、第六控制阀、第七控制阀、第八控制阀和第九控制阀处于关闭状态；随后开启第二动力系统，调整其运行参数，使第二风机至指定转速；读取第六压力传感器和第六流量传感器测得的压力和流量数据，与所需数据进行比较，根据差值对第二动力系统的运行参数进行动态调整。

在一些实施例中，工作方式七，具体步骤如下：

- 25 工作时，首先打开第二控制阀、第六控制阀和第八控制阀，并保持第一控制阀、第三控制阀、第四控制阀、第五控制阀、第七控制阀和第九控制阀处于关闭状态；随后开启第一动力系统和第二动力系统，调整其运行参数，使第一风机和第二风机至指定转速；读取第六压力传感器和第六流量传感器测得的压力和流量数据，与所需数据进行比较，根据差值对第一动力系统和第二动力系统的运行参数进行同步动态调整。

- 30 整个运行过程中对第一温度传感器、第三压力传感器、第三流量传感器、第二温

度传感器、第五压力传感器、第五流量传感器的测试数据进行监控，若超出限制值将发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀。

工作方式八，具体步骤如下：

工作时，首先打开第二控制阀、第四控制阀、第七控制阀和第八控制阀，并保持  
5 第一控制阀、第三控制阀、第五控制阀、第六控制阀和第九控制阀处于关闭状态；随后开启第一动力系统和第二动力系统，调整其运行参数，使第一风机和第二风机至指定转速；读取第六压力传感器和第六流量传感器测得的压力和流量数据，与所需数据进行比较，根据差值对第一动力系统和第二动力系统的运行参数进行同步动态调整。

整个运行过程中对第一温度传感器、第三压力传感器、第三流量传感器、第二温  
10 度传感器、第五压力传感器、第五流量传感器的测试数据进行监控，若超出限制值将发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀。

在一些实施例中，一种控制系统包括：存储器；以及耦接至存储器的处理器，处理器被配置为基于存储在存储器的指令执行如上述的控制方法。

在一些实施例中，一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序指令，该指  
15 令被处理器执行时实现如上述的控制方法。

通过以下参照附图对本公开的示例性实施例的详细描述，本公开的其它特征及其优点将会变得清楚。

### 附图说明

20 构成说明书的一部分的附图描述了本公开的实施例，并且连同说明书一起用于解释本公开的原理。

参照附图，根据下面的详细描述，可以更加清楚地理解本公开，其中：

图 1 为本公开一些实施例的气力输送系统组成图；

图 2 为本公开一些实施例的气力输送系统主要部件连接示意图；

25 图 3 为本公开一些实施例的气力输送系统的控制方法的流程示意图；

图 4 为本公开一些实施例的第一风机单风机负压吸送式气力输送示意图；

图 5 为本公开一些实施例的第二风机单风机负压吸送式气力输送示意图；

图 6 为本公开一些实施例的第一、第二风机串联负压吸送式气力输送示意图；

图 7 为本公开一些实施例的第一、第二风机并联负压吸送式气力输送示意图；

30 图 8 为本公开一些实施例的第一风机单风机正压压送式气力输送示意图；

图 9 为本公开一些实施例的第二风机单风机正压压送式气力输送示意图；

图 10 为本公开一些实施例的第一、第二风机串联正压压送式气力输送示意图；

图 11 为本公开一些实施例的第一、第二风机并联正压压送式气力输送示意图。

附图标记：

5 1-动力单元, 101-第一动力系统, 102-第二动力系统, 2-风机单元, 201-第一风机, 202-第二风机, 3-阀单元, 301-第一控制阀, 302-第一控制阀, 303-第三控制阀, 304-第四控制阀, 305-第五控制阀, 306-第六控制阀, 307-第七控制阀, 308-第八控制阀, 309-第九控制阀, 4-传感器单元, 401-第一流量传感器, 402-第一压力传感器, 403-第二流量传感器, 404-第二压力传感器, 405-第一转速传感器, 406-第一温度传感器, 407-10 第三压力传感器, 408-第三流量传感器, 409-第四流量传感器, 410-第四压力传感器, 411-第二转速传感器, 412-第二温度传感器, 413-第五压力传感器, 414-第五流量传感器, 415-第六压力传感器, 416-第六流量传感器, 5-气力输送单元, 501-吸送式气力输送单元, 502-压送式气力输送单元, 6-管路布置网, 7-控制系统。

## 15 具体实施方式

现在将参照附图来详细描述本公开的各种示例性实施例。对示例性实施例的描述仅仅是说明性的, 决不作为对本公开及其应用或使用的任何限制。本公开可以以许多不同的形式实现, 不限于这里所述的实施例。提供这些实施例是为了使本公开透彻且完整, 并且向本领域技术人员充分表达本公开的范围。应注意到: 除非另外具体说明, 20 否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、材料的组分、数字表达式和数值应被解释为仅仅是示例性的, 而不是作为限制。

本公开中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性, 而只是用来区分不同的部分。“包括”或者“包含”等类似的词语意指在该词前的要素涵盖在该词后列举的要素, 并不排除也涵盖其他要素的可能。“上”、25 “下”、“左”、“右”等仅用于表示相对位置关系, 当被描述对象的绝对位置改变后, 则该相对位置关系也可能相应地改变。

在本公开中, 当描述到特定器件位于第一器件和第二器件之间时, 在该特定器件与第一器件或第二器件之间可以存在居间器件, 也可以不存在居间器件。当描述到特定器件连接其它器件时, 该特定器件可以与所述其它器件直接连接而不具有居间器件, 30 也可以不与所述其它器件直接连接而具有居间器件。

本公开使用的所有术语（包括技术术语或者科学术语）与本公开所属领域的普通技术人员理解的含义相同，除非另外特别定义。还应当理解，在诸如通用字典中定义的术语应当被解释为具有与它们在相关技术的上下文中的含义相一致的含义，而不应用理想化或极度形式化的意义来解释，除非这里明确地这样定义。

5 对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论，但在适当情况下，所述技术、方法和设备应当被视为说明书的一部分。

相关技术输送模式固定，均无法调整切换。同时，相关技术涉及的气源固定且唯一，系统灵活性差，输送距离和输送速率均无法实现较大幅度调整。

本公开提供一种风机串并联、正负压可调节气力输送系统及控制方法，可通过  
10 控制不同阀闭合状态，实现单台风机吸送/压送模式、多台风机串联/并联模式、多台风机吸送/压送模式的快速切换，以适应多种工况需求；同时，通过本公开的实施例也可实现不停机状态下，多风机之间的轮换工作/检修，延长风机使用寿命。与相关技术相比，其至少包括以下至少一个优点：

(1)、本公开的实施例可实现气力输送系统单台风机工作时，不同风机轮换工作/检修，  
15 延长风机使用寿命；

(2)、本公开的实施例可实现风机串并联工作方式的自由切换，可为气力输送系统提供更高的气体压力和流量，实现更远距离和更高效的气力输送，满足多种工况使用需求；

(3)、本公开的实施例可实现气力输送系统正负压自由切换，既可满足正压气力输  
20 送工况，也可满足负压气力输送工况；

(4)、本公开的实施例可实现气力输送系统风量与风压的自适应控制，可根据用户需要的风量和风压值，自动匹配风机的正负压、串并联工作方式，以及动力系统的运行参数，同时系统可根据输出端的气体流量和压力值进行动态调整，保持输出端气体流量和压力值稳定，满足用户需求。

25 下面结合具体实施例对本公开作更进一步的说明。

如图 1-2 所示，本公开的一些实施例中的一种风机串并联、正负压可调节气力输送系统，包括动力单元 1、风机单元 2、阀单元 3、传感器单元 4、气力输送单元 5、  
15 管路布置网 6、控制系统 7。

所述动力单元 1 由第一动力系统 101 和第二动力系统 102 组成，负责为风机单元  
30 2 提供动力，其形式可以是发动机、马达、电机等动力设备，可将化学能、动能、电能

等转化为驱动风机转动的动能，通过联轴器、皮带、链条等形式与风机进行连接，其转速可根据实际需要进行调整。

所述风机单元 2 由第一风机 201 和第二风机 202 组成，是气力输送系统中气体流动的动力源，负责将动力单元 1 提供的动能转化为气力输送系统中气体流动的能量，其形式包括但不限于罗茨风机、离心风机、轴流风机等。

所述阀单元 3 由第一控制阀 301、第二控制阀 302、第三控制阀 303、第四控制阀 304、第五控制阀 305、第六控制阀 306、第七控制阀 307、第八控制阀 308 和第九控制阀 309 共同组成，通过改变不同阀的开关状态组合，可实现气力输送系统的正负压、串并联切换，解决了传统气力输送系统只能进行单一方式输送，且气体风量、压力值无法较大幅度调整的问题。

所述传感器单元 4 由第一流量传感器 401、第一压力传感器 402、第二流量传感器 403、第二压力传感器 404、第一转速传感器 405、第一温度传感器 406、第三压力传感器 407、第三流量传感器 408、第四流量传感器 409、第四压力传感器 410、第二转速传感器 411、第二温度传感器 412、第五压力传感器 413、第五流量传感器 414、第六压力传感器 415 和第六流量传感器 416 组成，其作用为测量系统指定位置的流量、压力、温度以及转速参数，为控制系统 7 判断系统风量和压力与用户设定值是否一致，以及风机是否超负荷运行提供基础数据。

所述气力输送单元 5 包括吸送式气力输送单元 501 和压送式气力输送单元 502，两种气力输送单元可依据实际需求选择安装一种或者两种均安装。吸送式气力输送单元 501 可依靠气力输送系统提供的负压气源实现负压抽吸气力输送，压送式气力输送单元 502 可依靠气力输送系统提供的正压气源实现正压喷吹气力输送。

所述管路布置网 6 负责为气力输送系统内部空气流动提供空间，通过管路布置网 6 将风机单元 2、阀单元 3、传感器单元 4、气力输送单元 5 有序连接在一起，形成整体。

所述第一风机 201 的回风口与第一管路 601 相连接，所述第一管路 601 上连接有第五控制阀 305，第五控制阀 305 前端的第一管路 601 上连接有第一旁路管路 602，第一旁路管路 602 上连接有第七控制阀 307；第一风机 201 的出风口与第二管路 603 相连接，第二管路 603 的末端与压送式气力输送单元 502 相连接。所述第二管路 603 上连接有第八控制阀 308，第八控制阀 308 前端的第二管路 603 上连接有第二旁路管路 604，第二旁路管路 604 上连接有第九控制阀 309。

所述第二风机 202 的回风口与第三管路 605 相连接，第三管路 605 的末端与吸送式气力输送单元 501 相连接。所述第三管路 605 上连接有第一控制阀 301，第一控制阀 301 前端的第三管路 605 上连接有第三旁路管路 606，第三旁路管路 606 上连接有第二控制阀 302；所述第二风机 202 的出风口与第四管路 607 相连接，第四管路 607 上连接有第四控制阀 304，第四控制阀 304 前端的第四管路 607 上连接有第四旁路管路 608，第四旁路管路 608 上连接有第三控制阀 303。

所述第一管路 601 末端与第一控制阀 301 后端的第三管路 605 相连接后与吸送式气力输送单元 501 相导通；所述第四管路 607 的末端与第八控制阀 308 后端的第二管路 603 相连接后与压送式气力输送单元 502 相连接。

所述第五控制阀 305 前端与第一旁路管路 602 之间的第一管路 601 与第一连接管路 609 一端相连接。所述第四控制阀 304 前端与第四旁路管路 608 之间的第四管路 607 与第一连接管路 609 另一端相连接，第一连接管路 609 上设置有第六控制阀 306。

所述吸送式气力输送单元 501 前端的第三管路 605 上设置有第一流量传感器 401、第一压力传感器 402；所述第二风机 202 的回风口前端的第三管路 605 上设置有第二流量传感器 403、第二压力传感器 404；所述第二动力系统 102 上设置有第一转速传感器 405；所述第二风机 202 上设置有第一温度传感器 406，所述第二风机 202 的出风口前端的第四管路 607 上设置有第三压力传感器 407、第三流量传感器 408。

所述第一风机 201 的回风口前端的第一管路 601 上设置有第四流量传感器 409、第四压力传感器 410；所述第一动力系统 101 上设置有第二转速传感器 411；所述第一风机 201 上设置有第二温度传感器 412；所述第一风机 201 的出风口前端的第二管路 603 上设置有第五压力传感器 413、第五流量传感器 414；所述压送式气力输送单元 502 前端的第二管路 603 上设置有第六压力传感器 415 和第六流量传感器 416。

所述控制系统 7 负责接收和处理操作人员输入的操作指令与参数，以及传感器单元 4 测得的数据。控制系统 7 分为手动运行和自动运行两种运行模式来执行本公开的控制方法：手动运行模式下，控制系统 7 将根据操作人员输入的指令来控制指定控制阀的开关状态，也可控制动力单元 1 的运行参数；自动运行模式的控制流程如图 3 所示，控制系统 7 将根据操作人员输入的气体流量和压力参数，自动计算出风机的最佳组合方式，随后调整阀单元 3 中不同阀的开关状态至指定组合，调整动力单元 1 参数使其达到指定转速，待气力输送系统运行稳定后，读取传感器单元 4 测得的输出端气体流量和压力数据，与操作人员输入数据进行比较，根据差值对动力单元 1 的运行参

数进行动态调整。两种模式下，控制系统 7 均会对风机进口/出口的压力和温度值进行监控，若超出限制值将发出警报，同时自动进入系统保护程序。

5 在一些实施例中，控制系统输入气力输送模式、空气流量和压力值，其中，气力输送模式包括正压模式和负压模式。根据风机单机、多机串联以及多机并联性能数据库，判断风机性能是否满足需求。若风机性能不满足需求，则告警输送系统无法满足输入的需求。若风机性能满足需求，则输出风机最佳组合方式。

判断所有控制阀是否均关闭，若不是所有控制阀均关闭，则关闭所有控制阀。若所有控制阀均关闭，则判断风机是否吸送式气力输送。

若风机是吸送式气力输送，则判断是否单台风机工作。若单台风机工作，则判断 10 201 号风机是否工作。若 201 号风机工作，则打开 305 号和 309 号控制阀，开启 101 号动力系统，风机调至指定转速。若 201 号风机未工作，则说明 202 号风机工作，打开 301 号和 303 号控制阀，开启 102 号动力系统，风机调至指定转速。若不是单台风机工作，则判断是否为两台风机串联。若是两台风机串联，则打开 301 号、306 号和 309 号控制阀，后续开启 101 号和 102 号动力系统，风机调至指定转速。若不是两台 15 风机串联，则是两台风机并联，打开 301 号、303 号、305 号和 309 号控制阀，后续开启 101 号和 102 号动力系统，风机调至指定转速。

风机调整指定转速后，判断风机进口压力、出口压力和温度值是否超限。若超限，则发出警报。若没有超限，则判断 401 号传感器测得的流量值和 402 号传感器测得的压力值是否满足需求。若满足需求，则输送系统正常运行，等待停机指令，否则，调 20 整动力系统运行参数。

若风机不是吸送式气力输送，则说明为压送式气力传输。判断是否单台风机工作。若单台风机工作，则判断 201 号风机是否工作。若 201 号风机工作，则打开 307 号和 308 号控制阀，开启 101 号动力系统，风机调至指定转速。若 201 号风机未工作，则说明 202 号风机工作，打开 302 号和 304 号控制阀，开启 102 号动力系统，风机调至 25 指定转速。若不是单台风机工作，则判断是否为两台风机串联。若是两台风机串联，则打开 302 号、306 号和 308 号控制阀，后续开启 101 号和 102 号动力系统，风机调至指定转速。若不是两台风机串联，则是两台风机并联，打开 302 号、304 号、307 号和 308 号控制阀，后续开启 101 号和 102 号动力系统，风机调至指定转速。

风机调整指定转速后，判断风机进口压力、出口压力和温度值是否超限。若超限， 30 则发出警报。若没有超限，则判断 415 号传感器测得的压力值和 416 号传感器测得的

流量值是否满足需求。若满足需求，则输送系统正常运行，等待停机指令，否则，调整动力系统运行参数。

在收到停机指令后，关闭所有动力系统，关闭所有控制阀。

5 本公开的第二种实施例一种风机串并联、正负压可调节气力输送系统的控制方法，包括如下步骤：

风机实现串并联、正负压、单机轮换运行工作方式切换的具体方法如下：

工作方式一，第一风机 201 单风机负压吸送式气力输送。

10 此种工作方式原理如图 4 所示，工作时，首先打开第五控制阀 305 和第九控制阀 309，并保持第一控制阀 301、第二控制阀 302、第三控制阀 303、第四控制阀 304、第六控制阀 306、第七控制阀 307 和第八控制阀 308 处于关闭状态；随后开启第一动力系统 101，调整其运行参数，使第一风机 201 至指定转速；读取第一流量传感器 401 测得的流量数据和第一压力传感器 402 测得的压力数据，与所需数据进行比较，根据  
15 差值对第一动力系统 101 的运行参数进行动态调整。如果第一风机 201 最大转速下第一流量传感器 401 测得的流量值仍无法满足需求，则切换至工作方式四；如果第一风机 201 最大转速下第一压力传感器 402 测得的压力值仍无法满足需求，则切换至工作方式三。整个运行过程中对第四流量传感器 409、第四压力传感器 410、第二温度传感器 412 的测试数据进行监控，若超出限制值将发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀。

工作方式二，第二风机 202 单风机负压吸送式气力输送。

20 此种工作方式原理如图 5 所示，工作时，首先打开第一控制阀 301 和第三控制阀 303，并保持第二控制阀 302、第四控制阀 304、第五控制阀 305、第六控制阀 306、第七控制阀 307、第八控制阀 308 和第九控制阀 309 处于关闭状态；随后开启第二动力系统 102，调整其运行参数，使第二风机 202 至指定转速；读取第一流量传感器 401 测得的流量数据和第一压力传感器 402 测得的压力数据，与所需数据进行比较，根据  
25 差值对第二动力系统 102 的运行参数进行动态调整。如果第二风机 202 最大转速下第一流量传感器 401 测得的流量值仍无法满足需求，则切换至工作方式四；如果第二风机 202 最大转速下第一压力传感器 402 测得的压力值仍无法满足需求，则切换至工作方式三。整个运行过程中对第二流量传感器 403、第二压力传感器 404、第一温度传感器 406 的测试数据进行监控，若超出限制值将发出警报，同时自动进入系统保护程序，  
30 依次关闭动力系统和控制阀。工作方式一和工作方式二配合，可以实现单台风机负压

吸送式气力输送时两风机的轮换工作/检修，延长风机使用寿命。

工作方式三，第一风机 201、第二风机 202 风机串联负压吸送式气力输送。

此种工作方式原理如图 6 所示，工作时，首先打开第一控制阀 301、第六控制阀 306 和第九控制阀 309，并保持第二控制阀 302、第三控制阀 303、第四控制阀 304、第五控制阀 305、第七控制阀 307 和第八控制阀 308 控制阀处于关闭状态；随后开启第一动力系统 101 和第二动力系统 102，调整其运行参数，使第一风机 201 和第二风机 202 至指定转速（注意：串并联时两风机的型号和转速需保持一致）；读取第一流量传感器 401 测得的流量数据和第一压力传感器 402 测得的压力数据，与所需数据进行比较，根据差值对第一动力系统 101 和第二动力系统 102 的运行参数进行同步动态调整。整个运行过程中对第二流量传感器 403、第二压力传感器 404、第一温度传感器 406、第四流量传感器 409、第四压力传感器 410、第二温度传感器 412 的测试数据进行监控，若超出限制值将发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀。与工作方式一和工作方式二相比，此种工作方式可为吸送式气力输送单元 501 提供更大的负压，实现更远距离的气力输送。

工作方式四，第一风机 201、第二风机 202 并联负压吸送式气力输送。

此种工作方式原理如图 7 所示，工作时，首先打开第一控制阀 301、第三控制阀 303、第五控制阀 305 和第九控制阀 309，并保持第二控制阀 302、第四控制阀 304、第六控制阀 306、第七控制阀 307 和第八控制阀 308 处于关闭状态；随后开启第一动力系统 101 和第二动力系统 102，调整其运行参数，使第一风机 201 和第二风机 202 至指定转速；读取第一流量传感器 401 测得的流量数据和第一压力传感器 402 测得的压力数据，与所需数据进行比较，根据差值对第一动力系统 101 和第二动力系统 102 的运行参数进行同步动态调整。整个运行过程中对第二流量传感器 403、第二压力传感器 404、第一温度传感器 406、第四流量传感器 409、第四压力传感器 410、第二温度传感器 412 的测试数据进行监控，若超出限制值将发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀。与工作方式一和工作方式二相比，此种工作方式可为吸送式气力输送单元 501 提供更大的气力流量，提高气力输送效率。

工作方式五，第一风机 201 单风机正压压送式气力输送。

此种工作方式原理如图 8 所示，工作时，首先打开第七控制阀 307 和第八控制阀 308 控制阀，并保持第一控制阀 301、第二控制阀 302、第三控制阀 303、第四控制阀 304、第五控制阀 305、第六控制阀 306 和第九控制阀 309 处于关闭状态；随后开启第

一动力系统 101，调整其运行参数，使第一风机 201 至指定转速；读取第六压力传感器 415 测得的压力数据和第六流量传感器 416 测得的流量数据，与所需数据进行比较，根据差值对第一动力系统 101 的运行参数进行动态调整。如果第一风机 201 最大转速下第六流量传感器 416 测得的流量值仍无法满足需求，则切换至工作方式八；如果第一风机 201 最大转速下第六压力传感器 415 测得的压力值仍无法满足需求，则切换至工作方式七。整个运行过程中对第二温度传感器 412、第五压力传感器 413、第五流量传感器 414 的测试数据进行监控，若超出限制值将发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀。

工作方式六，第二风机 202 单风机正压压送式气力输送。

此种工作方式原理如图 9 所示，工作时，首先打开第二控制阀 302 和第四控制阀 304，并保持第一控制阀 301、第三控制阀 303、第五控制阀 305、第六控制阀 306、第七控制阀 307、第八控制阀 308 和第九控制阀 309 处于关闭状态；随后开启第二动力系统 102，调整其运行参数，使第二风机 202 至指定转速；读取第六压力传感器 415 测得的压力数据和第六流量传感器 416 测得的流量数据，与所需数据进行比较，根据差值对第二动力系统 102 的运行参数进行动态调整。如果第二风机 202 最大转速下第六流量传感器 416 测得的流量值仍无法满足需求，则切换至工作方式八；如果第二风机 202 最大转速下第六压力传感器 415 测得的压力值仍无法满足需求，则切换至工作方式七。整个运行过程中对第一温度传感器 406、第三压力传感器 407、第三流量传感器 408 的测试数据进行监控，若超出限制值将发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀。工作方式五和工作方式六配合，可以实现单风机正压压送式气力输送时两风机的轮换工作/检修，延长风机使用寿命。

工作方式七，第一风机 201、202 第二风机串联正压压送式气力输送。

此种工作方式原理如图 10 所示，工作时，首先打开第二控制阀 302、第六控制阀 306 和第八控制阀 308，并保持第一控制阀 301、第三控制阀 303、第四控制阀 304、第五控制阀 305、第七控制阀 307 和第九控制阀 309 处于关闭状态；随后开启第一动力系统 101 和第二动力系统 102，调整其运行参数，使第一风机 201 和第二风机 202 至指定转速；读取第六压力传感器 415 测得的压力数据和第六流量传感器 416 测得的流量数据，与所需数据进行比较，根据差值对第一动力系统 101 和第二动力系统 102 的运行参数进行同步动态调整。整个运行过程中对第一温度传感器 406、第三压力传感器 407、第三流量传感器 408、第二温度传感器 412、第五压力传感器 413、第五流

量传感器 414 的测试数据进行监控，若超出限制值将发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀。与工作方式一和工作方式二相比，此种工作方式可为压送式气力输送单元 502 提供更大的气体压力，实现更远距离的气力输送。

工作方式八，第一风机 201、第二风机 202 并联正压压送式气力输送。

5 此种工作方式原理如图 11 所示，工作时，首先打开第二控制阀 302、第四控制阀 304、第七控制阀 307 和第八控制阀 308，并保持第一控制阀 301、第三控制阀 303、第五控制阀 305、第六控制阀 306 和第九控制阀 309 控制阀处于关闭状态；随后开启第一动力系统 101 和第二动力系统 102，调整其运行参数，使第一风机 201 和第二风机 202 至指定转速；读取第六压力传感器 415 测得的压力数据和第六流量传感器 416  
10 测得的流量数据，与所需数据进行比较，根据差值对第一动力系统 101 和第二动力系统 102 的运行参数进行同步动态调整。整个运行过程中对第一温度传感器 406、第三压力传感器 407、第三流量传感器 408、第二温度传感器 412、第五压力传感器 413、第五流量传感器 414 的测试数据进行监控，若超出限制值将发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀。与工作方式一和工作方式二相比，此种  
15 工作方式可为压送式气力输送单元 502 提供更大的气力流量，提高气力输送效率。

在本公开的一些实施例中，还保护一种控制系统，该控制系统包括存储器和处理器。其中：存储器可以是磁盘、闪存或其它任何非易失性存储介质。存储器用于存储上述实施例中的指令。处理器耦接至存储器，可以作为一个或多个集成电路来实施，例如微处理器或微控制器。该处理器用于执行存储器中存储的指令。

20 在一些实施例中，处理器通过 BUS 总线耦合至存储器。该控制系统还可以通过存储接口连接至外部存储系统以便调用外部数据，还可以通过网络接口连接至网络或者另外一台计算机系统。此处不再进行详细介绍。

在另一些实施例中，一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序指令，该指令被处理器执行时实现上述实施例中的方法的步骤。本领域内的技术人员应明白，  
25 本公开的实施例可提供为方法、装置、或计算机程序产品。因此，本公开可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本公开可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用非瞬时性存储介质（包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

30 以上所述仅是本公开的优选实施方式，应当指出：对于本技术领域的普通技术人

员来说，在不脱离本公开原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本公开的保护范围。

## 权 利 要 求

1、一种风机串并联、正负压可调节气力输送系统，包括：动力单元、风机单元、阀单元、气力输送单元和管路布置网；

所述动力单元包括：第一动力系统和第二动力系统，用于为所述风机单元提供动力；

所述风机单元包括：第一风机和第二风机；

所述阀单元包括：第一控制阀、第二控制阀、第三控制阀、第四控制阀、第五控制阀、第六控制阀、第七控制阀、第八控制阀和第九控制阀；

所述气力输送单元包括：吸送式气力输送单元和压送式气力输送单元；

所述管路布置网包括：第一管路、第一旁路管路、第二管路、第二旁路管路、第三管路、第三旁路管路、第四管路、第四旁路管路和第一连接管路，其中，

所述第一风机的回风口与所述第一管路相连接，所述第一管路上连接有所述第五控制阀，所述第五控制阀前端的第一管路上连接有所述第一旁路管路，所述第一旁路管路上连接有所述第七控制阀；所述第一风机的出风口与所述第二管路相连接，所述第二管路的末端与所述压送式气力输送单元相连接；所述第二管路上连接有所述第八控制阀，所述第八控制阀前端的第二管路上连接有所述第二旁路管路，所述第二旁路管路上连接有所述第九控制阀；

所述第二风机的回风口与所述第三管路相连接，所述第三管路的末端与所述吸送式气力输送单元相连接；所述第三管路上连接有所述第一控制阀，所述第一控制阀前端的第三管路上连接有所述第三旁路管路，所述第三旁路管路上连接有所述第二控制阀；所述第二风机的出风口与所述第四管路相连接，所述第四管路上连接有所述第四控制阀，所述第四控制阀前端的第四管路上连接有所述第四旁路管路，所述第四旁路管路上连接有所述第三控制阀；

所述第一管路末端与所述第一控制阀后端的第三管路相连接后与所述吸送式气力输送单元相导通；所述第四管路的末端与所述第八控制阀后端的第二管路相连接后与所述压送式气力输送单元相连接；

所述第五控制阀前端与所述第一旁路管路之间的第一管路，与所述第一连接管路一端相连接；所述第四控制阀前端与所述第四旁路管路之间的第四管路，与所述第一连接管路另一端相连接，所述第一连接管路上设置有第六控制阀。

2、根据权利要求 1 所述的一种风机串并联、正负压可调节气力输送系统，还包括：传感器单元，所述传感器单元包括：第一流量传感器、第一压力传感器、第二流量传感器、第二压力传感器、第一转速传感器、第一温度传感器、第三压力传感器、第三流量传感器，其中，

所述吸送式气力输送单元前端的第三管路上设置有所述第一流量传感器、所述第一压力传感器；所述第二风机的回风口前端的第三管路上设置有所述第二流量传感器、所述第二压力传感器；所述第二动力系统上设置有所述第一转速传感器；所述第二风机上设置有所述第一温度传感器，所述第二风机的出风口前端的第四管路上设置有所述第三压力传感器、所述第三流量传感器。

3、根据权利要求 2 所述的一种风机串并联、正负压可调节气力输送系统，其中，所述传感器单元还包括：第四流量传感器、第四压力传感器、第二转速传感器、第二温度传感器、第五压力传感器、第五流量传感器、第六压力传感器和第六流量传感器，其中，

所述第一风机的回风口前端的第一管路上设置有所述第四流量传感器、所述第四压力传感器；所述第一动力系统上设置有所述第二转速传感器；所述第一风机上设置有所述第二温度传感器；所述第一风机的出风口前端的第二管路上设置有所述第五压力传感器、所述第五流量传感器；所述压送式气力输送单元前端的第二管路上设置有所述第六压力传感器和所述第六流量传感器。

4、根据权利要求 2 或 3 所述的一种风机串并联、正负压可调节气力输送系统，还包括：控制系统，所述控制系统根据所述传感器单元测得的数据，自动运行或手动运行所述风机串并联、正负压可调节气力输送系统的控制方法。

5、一种风机串并联、正负压可调节气力输送系统的控制方法，包括：

气力输送系统进入工作方式一，以使第一风机单风机负压吸送式气力输送；整个运行过程中对第四流量传感器、第四压力传感器、第二温度传感器的测试数据进行监控，在所述第四流量传感器、所述第四压力传感器、和所述第二温度传感器中至少一个的测试数据超出对应限制值的情况下，发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀；

在所述第一风机最大转速下第一流量传感器测得的流量值仍无法满足需求的情况下，切换至工作方式四，以使所述第一风机、第二风机并联负压吸送式气力输送；

在所述第一风机最大转速下第一压力传感器测得的压力值仍无法满足需求的情

况下，切换至工作方式三，以使所述第一风机、所述第二风机串联负压吸送式气力输送。

**6、根据权利要求 5 所述的控制方法，还包括：**

所述气力输送系统进入工作方式二，以使所述第二风机单风机负压吸送式气力输送；整个运行过程中对第二流量传感器、第二压力传感器、第一温度传感器的测试数据进行监控，在所述第二流量传感器、所述第二压力传感器、和所述第一温度传感器中至少一个的测试数据超出对应限制值的情况下，发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀；

在所述第二风机最大转速下所述第一流量传感器测得的流量值仍无法满足需求的情况下，切换至工作方式四，以使所述第一风机、所述第二风机并联负压吸送式气力输送；

在所述第二风机最大转速下所述第一压力传感器测得的压力值仍无法满足需求的情况下，切换至工作方式三，以使所述第一风机、所述第二风机串联负压吸送式气力输送。

**7、根据权利要求 5 所述的控制方法，其中，所述工作方式一包括：**

工作时，打开第五控制阀和第九控制阀，并保持第一控制阀、第二控制阀、第三控制阀、第四控制阀、第六控制阀、第七控制阀和第八控制阀处于关闭状态；开启第一动力系统，调整其运行参数，使所述第一风机至指定转速；读取第一流量传感器测得的流量数据和第一压力传感器测得的压力数据，与所需数据进行比较，根据差值对所述第一动力系统的运行参数进行动态调整。

**8、根据权利要求 6 所述的控制方法，其中，所述工作方式二包括：**

工作时，打开第一控制阀和第三控制阀，并保持第二控制阀、第四控制阀、第五控制阀、第六控制阀、第七控制阀、第八控制阀和第九控制阀处于关闭状态；开启第二动力系统，调整其运行参数，使所述第二风机至指定转速；读取第一流量传感器测得的流量数据和第一压力传感器测得的压力数据，与所需数据进行比较，根据差值对所述第二动力系统的运行参数进行动态调整。

**9、根据权利要求 7 或 8 所述的控制方法，其中，所述工作方式三包括：**

工作时，打开所述第一控制阀、所述第六控制阀和所述第九控制阀，并保持所述第二控制阀、所述第三控制阀、所述第四控制阀、所述第五控制阀、所述第七控制阀和所述第八控制阀处于关闭状态；开启第一动力系统和第二动力系统，调整其运行参

数，使所述第一风机和所述第二风机至指定转速；读取所述第一流量传感器测得的流量数据和所述第一压力传感器测得的压力数据，与所需数据进行比较，根据差值对所述第一动力系统和所述第二动力系统的运行参数进行同步动态调整；

整个运行过程中对第二流量传感器、第二压力传感器、第一温度传感器、第四流量传感器、第四压力传感器、第二温度传感器的测试数据进行监控，在所述第二流量传感器、所述第二压力传感器、所述第一温度传感器、所述第四流量传感器、所述第四压力传感器、和所述第二温度传感器中至少一个的测试数据超出对应限制值的情况下，发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀。

10、根据权利要求9所述的控制方法，其中，所述工作方式四包括：

工作时，打开所述第一控制阀、所述第三控制阀、所述第五控制阀和所述第九控制阀，并保持所述第二控制阀、所述第四控制阀、所述第六控制阀、所述第七控制阀和所述第八控制阀处于关闭状态；开启所述第一动力系统和所述第二动力系统，调整其运行参数，使所述第一风机和所述第二风机至指定转速；读取所述第一流量传感器测得的流量数据和所述第一压力传感器测得的压力数据，与所需数据进行比较，根据差值对所述第一动力系统和所述第二动力系统的运行参数进行同步动态调整；

整个运行过程中对第二流量传感器、第二压力传感器、第一温度传感器、第四流量传感器、第四压力传感器、第二温度传感器的测试数据进行监控，在所述第二流量传感器、所述第二压力传感器、所述第一温度传感器、所述第四流量传感器、所述第四压力传感器、和所述第二温度传感器中至少一个的测试数据超出对应限制值的情况下，发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀。

11、一种风机串并联、正负压可调节气力输送系统的控制方法，包括：

气力输送系统进入工作方式五，以使第一风机单风机正压压送式气力输送；整个运行过程中对第二温度传感器、第五压力传感器、第五流量传感器的测试数据进行监控，在所述第二温度传感器、所述第五压力传感器、和所述第五流量传感器中至少一个的测试数据超出对应限制值的情况下，发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀；

在所述第一风机最大转速下第六流量传感器测得的流量值仍无法满足需求的情况下，切换至工作方式八，以使所述第一风机、第二风机并联正压压送式气力输送；

在所述第一风机最大转速下第六压力传感器测得的压力值仍无法满足需求的情况下，切换至工作方式七，以使所述第一风机、所述第二风机串联正压压送式气力输

送。

12、根据权利要求 11 所述的控制方法，还包括：

所述气力输送系统进入工作方式六，以使所述第二风机单风机正压压送式气力输送；整个运行过程中对第一温度传感器、第三压力传感器、第三流量传感器的测试数据进行监控，在所述第一温度传感器、所述第三压力传感器、和所述第三流量传感器中至少一个的测试数据超出对应限制值的情况下，发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀；

在所述第二风机最大转速下第六流量传感器测得的流量值仍无法满足需求的情况下，切换至工作方式八，以使所述第一风机、所述第二风机并联正压压送式气力输送；

在所述第二风机最大转速下第六压力传感器测得的压力值仍无法满足需求的情况下，切换至工作方式七，以使所述第一风机、所述第二风机串联正压压送式气力输送。

13、根据权利要求 11 所述的控制方法，其中，所述工作方式五包括：

工作时，打开第七控制阀和第八控制阀，并保持第一控制阀、第二控制阀、第三控制阀、第四控制阀、第五控制阀、第六控制阀和第九控制阀处于关闭状态；开启第一动力系统，调整其运行参数，使所述第一风机至指定转速；读取第六压力传感器测得的压力数据和第六流量传感器测得的流量数据，与所需数据进行比较，根据差值对第一动力系统的运行参数进行动态调整。

14、根据权利要求 13 所述的控制方法，其中，所述工作方式六包括：

工作时，打开第二控制阀和第四控制阀，并保持第一控制阀、第三控制阀、第五控制阀、第六控制阀、第七控制阀、第八控制阀和第九控制阀处于关闭状态；开启第二动力系统，调整其运行参数，使所述第二风机至指定转速；读取第六压力传感器测得的压力数据和第六流量传感器测得的流量数据，与所需数据进行比较，根据差值对第二动力系统的运行参数进行动态调整。

15、根据权利要求 11 或 12 所述的控制方法，其中，所述工作方式七包括：

工作时，打开第二控制阀、第六控制阀和第八控制阀，并保持第一控制阀、第三控制阀、第四控制阀、第五控制阀、第七控制阀和第九控制阀处于关闭状态；开启第一动力系统和第二动力系统，调整其运行参数，使所述第一风机和所述第二风机至指定转速；读取第六压力传感器测得的压力数据和第六流量传感器测得的流量数据，与

所需数据进行比较，根据差值对所述第一动力系统和所述第二动力系统的运行参数进行同步动态调整；

整个运行过程中对第一温度传感器、第三压力传感器、第三流量传感器、第二温度传感器、第五压力传感器、第五流量传感器的测试数据进行监控，在所述第一温度传感器、所述第三压力传感器、所述第三流量传感器、所述第二温度传感器、所述第五压力传感器、和所述第五流量传感器中至少一个的测试数据超出对应限制值的情况下，发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀。

16、根据权利要求 15 所述的控制方法，其中，所述工作方式八包括：

工作时，打开第二控制阀、第四控制阀、第七控制阀和第八控制阀，并保持第一控制阀、第三控制阀、第五控制阀、第六控制阀和第九控制阀处于关闭状态；开启所述第一动力系统和所述第二动力系统，调整其运行参数，使所述第一风机和所述第二风机至指定转速；读取第六压力传感器测得的压力数据和第六流量传感器测得的流量数据，与所需数据进行比较，根据差值对所述第一动力系统和所述第二动力系统的运行参数进行同步动态调整；

整个运行过程中对所述第一温度传感器、所述第三压力传感器、所述第三流量传感器、所述第二温度传感器、所述第五压力传感器、所述第五流量传感器的测试数据进行监控，在所述第一温度传感器、所述第三压力传感器、所述第三流量传感器、所述第二温度传感器、所述第五压力传感器、和所述第五流量传感器中至少一个的测试数据超出对应限制值的情况下，发出警报，同时自动进入系统保护程序，依次关闭动力系统和控制阀。

17、一种控制系统，包括：

存储器；以及

耦接至所述存储器的处理器，所述处理器被配置为基于存储在所述存储器的指令执行如权利要求 5 至 16 任一项所述的风机串并联、正负压可调节气力输送系统的控制方法。

18、一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序指令，该指令被处理器执行时实现如权利要求 5 至 16 任一项所述的风机串并联、正负压可调节气力输送系统的控制方法。

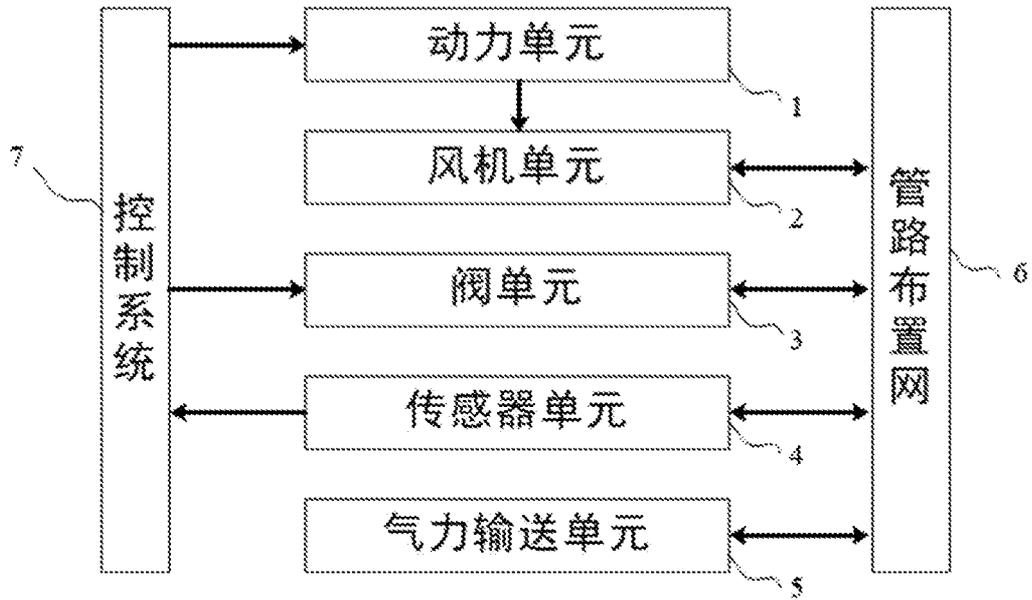


图 1

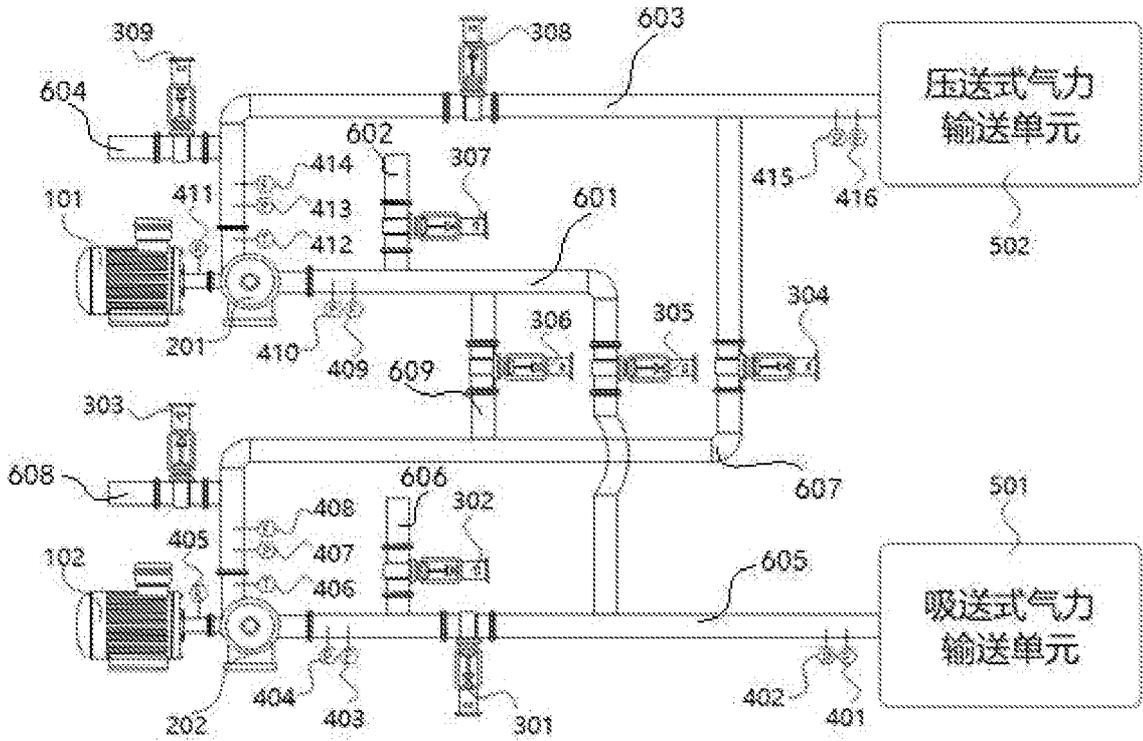


图 2

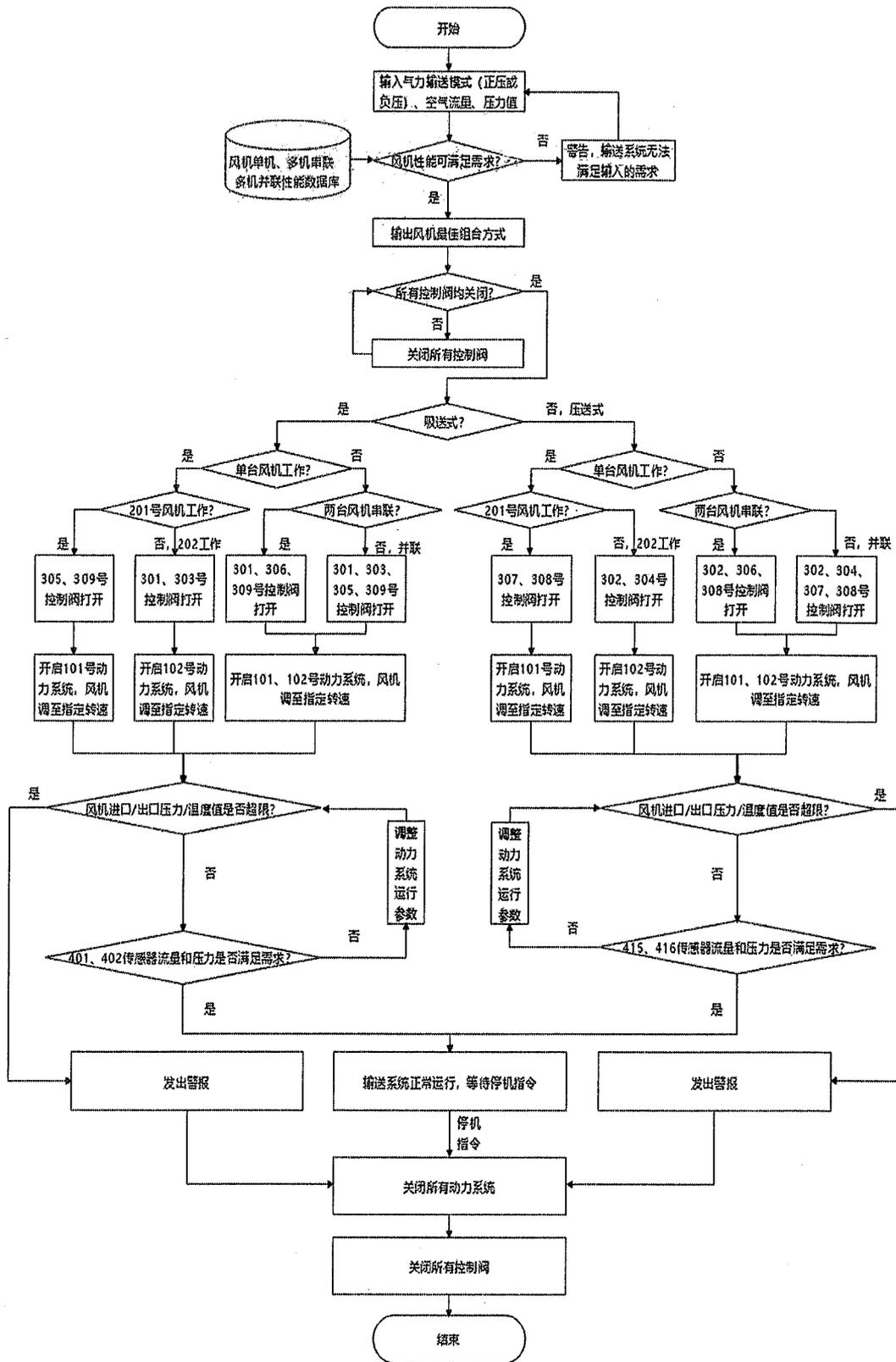


图 3

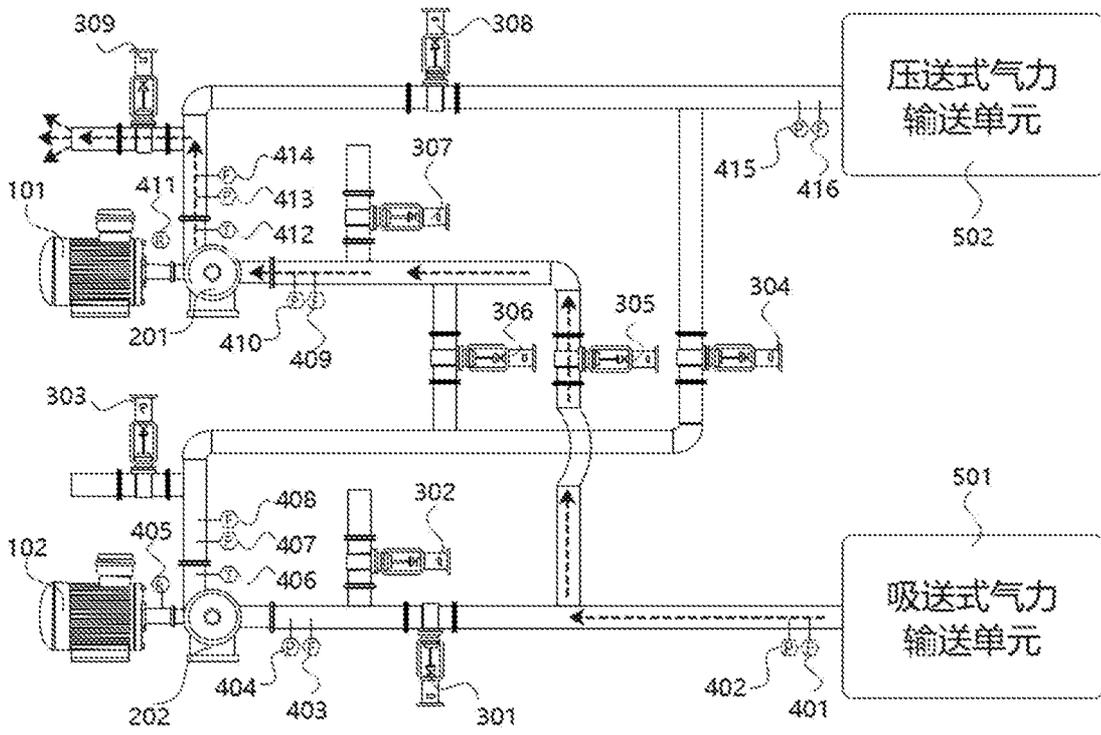


图 4

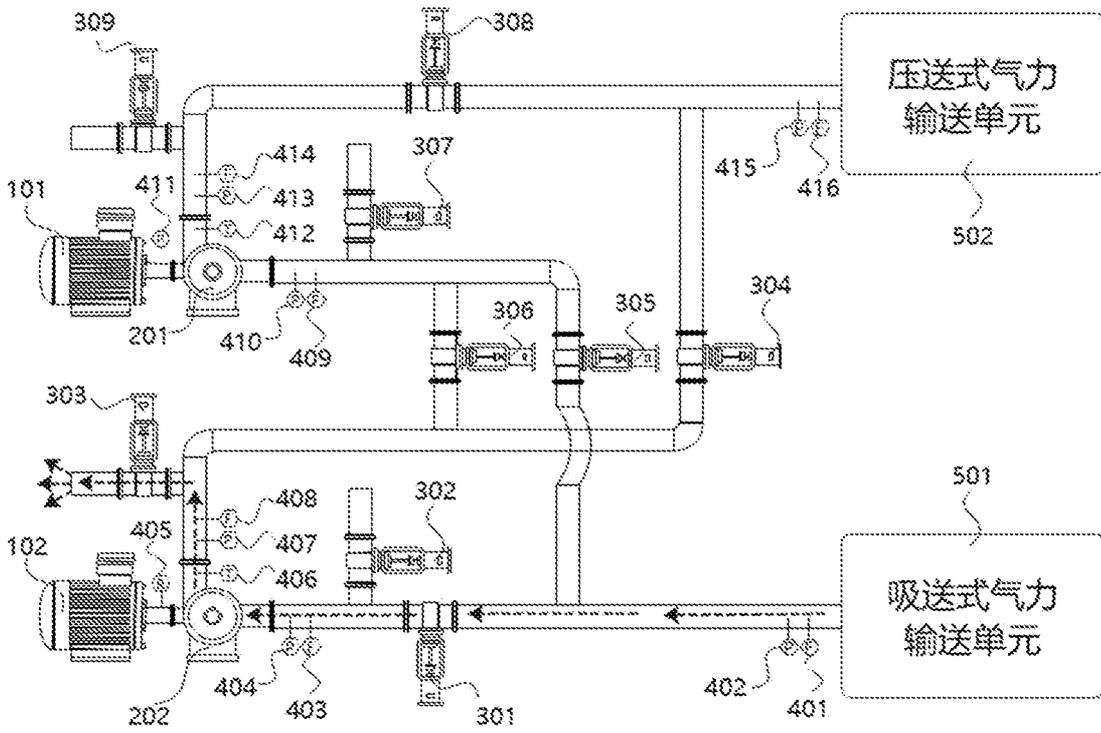


图 5

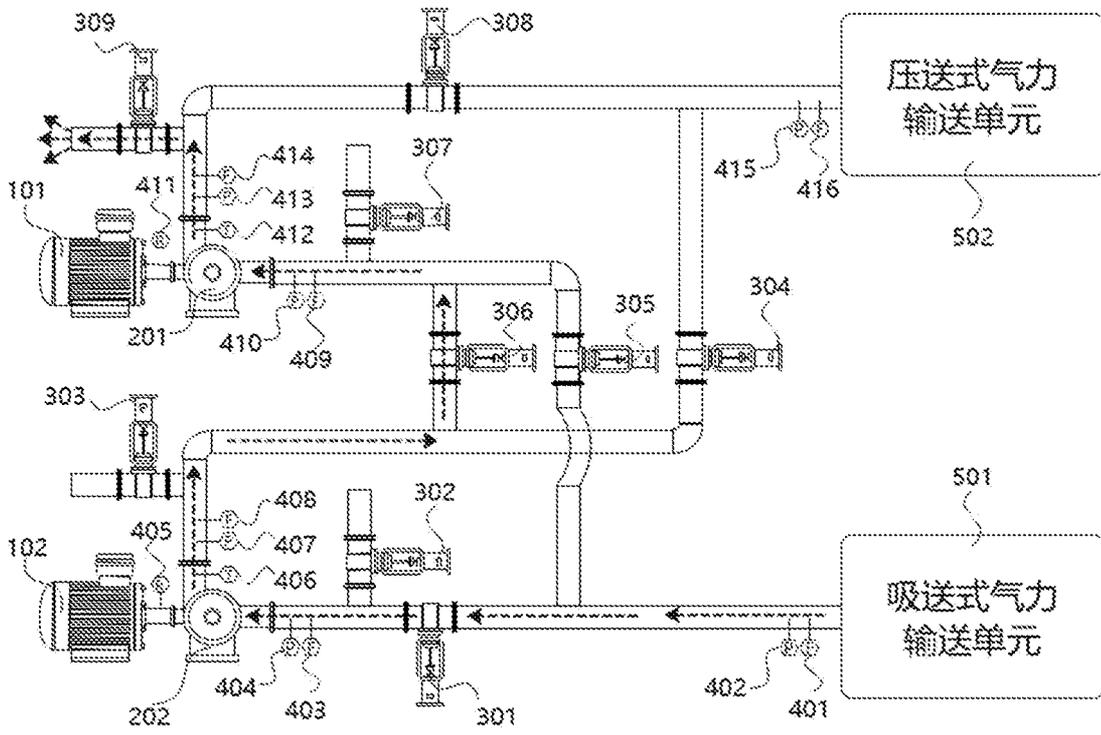


图 6

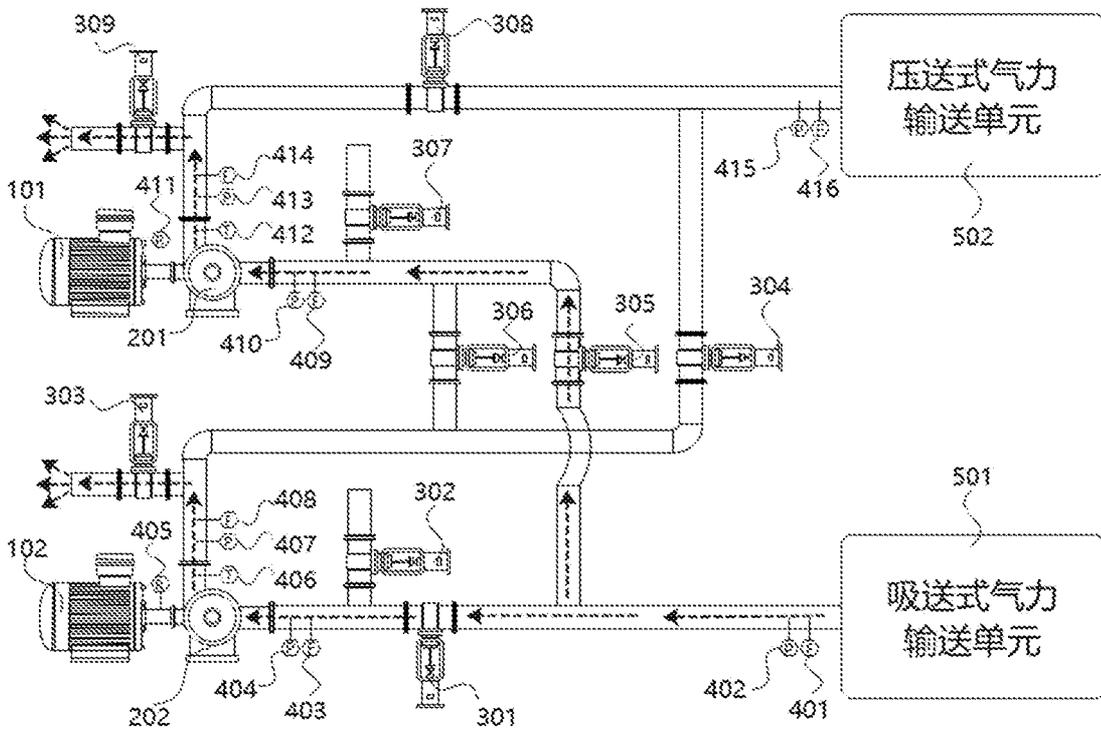


图 7

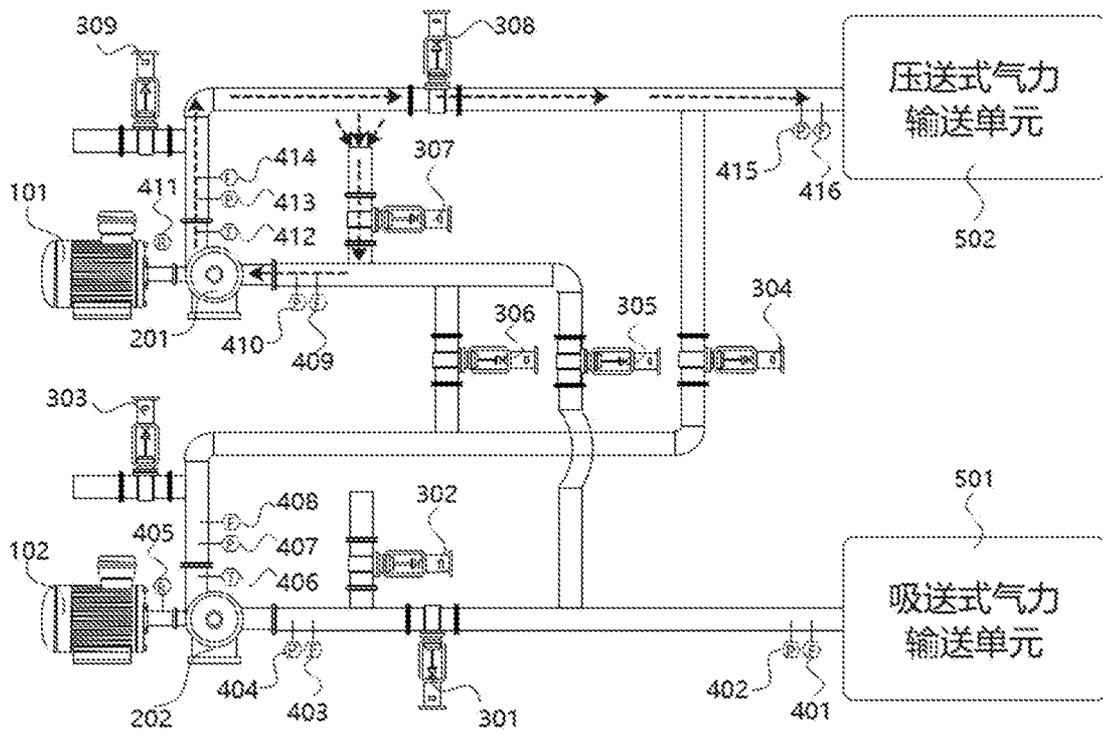


图 8

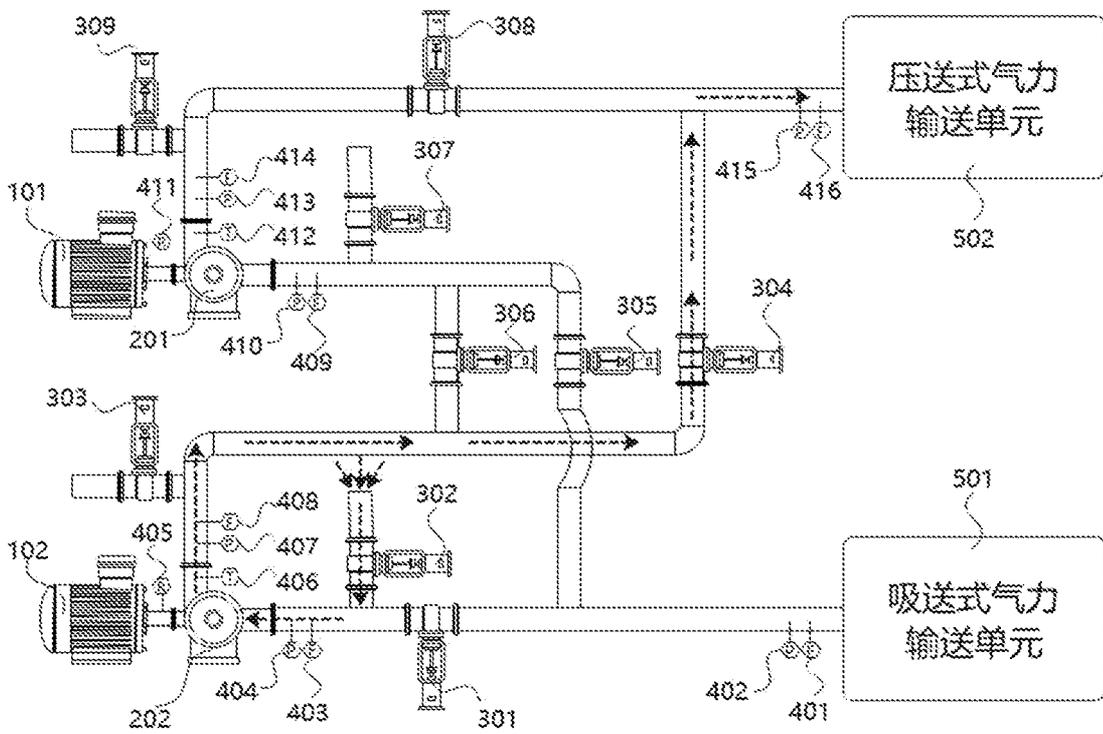


图 9

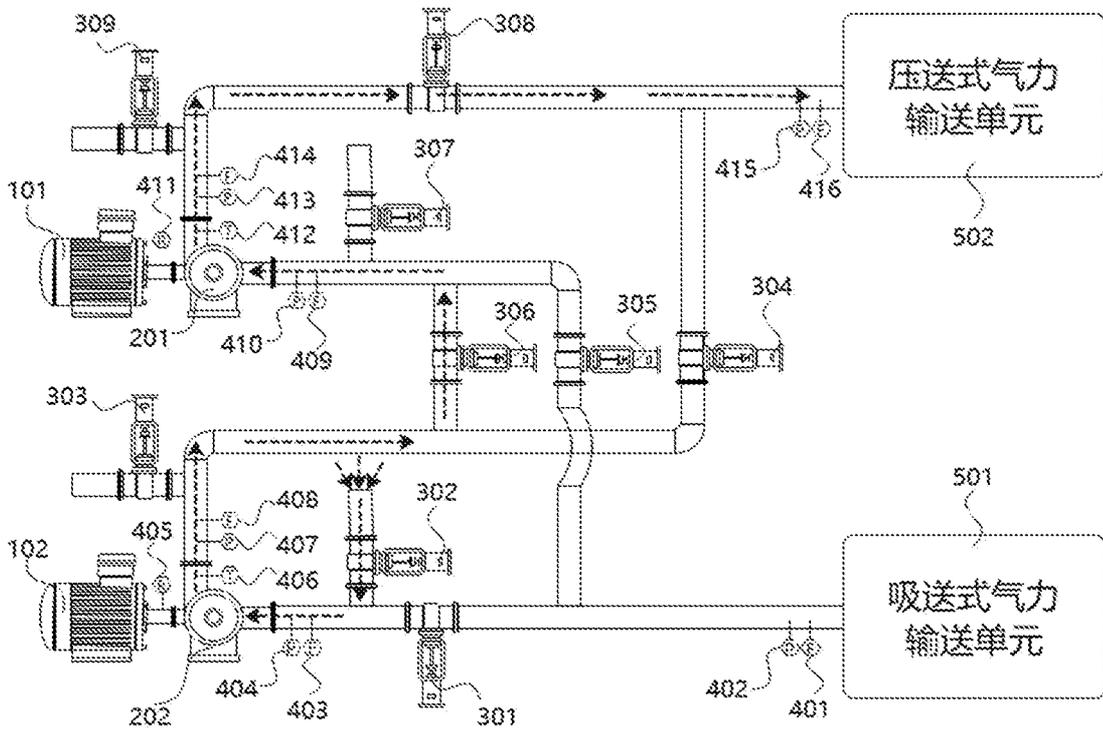


图 10

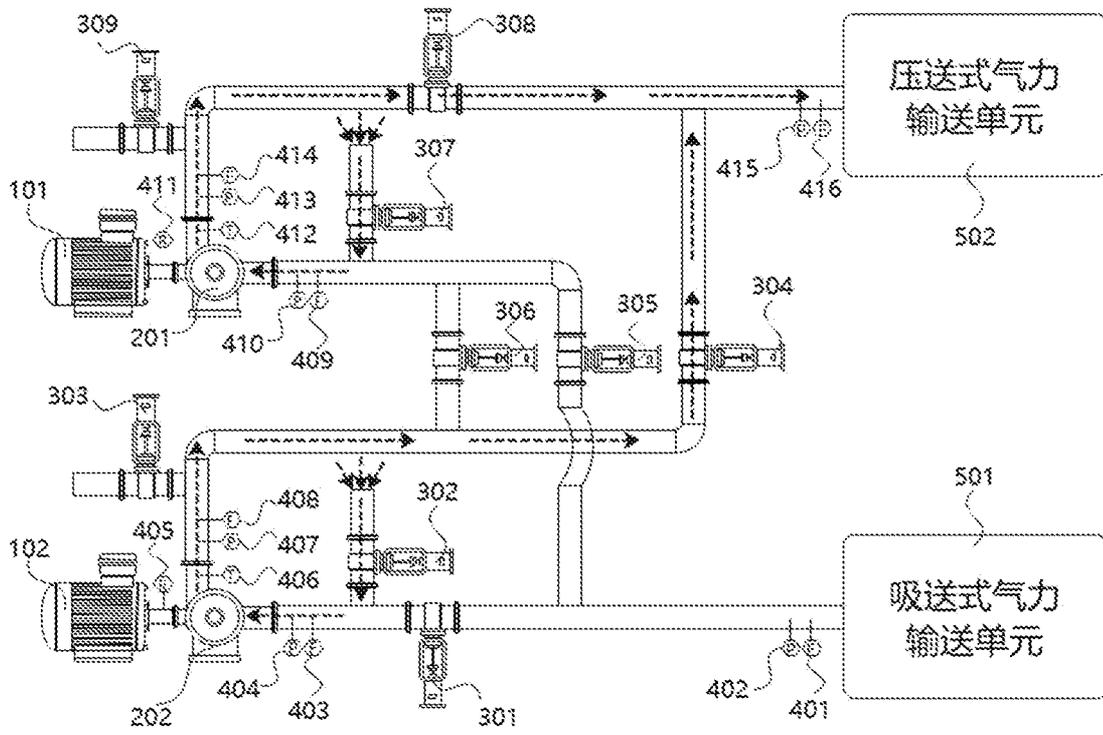


图 11

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/123888

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
B65G 53/50(2006.01)i; B65G 53/46(2006.01)i; B65G 53/24(2006.01)i; B65G 53/52(2006.01)i; B65G 43/08(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC: B65G		
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)		
CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT: 输送, 风机, 泵, 正压, 负压, 阀, 气, 并联, 串联, 传感器, transfer, convey, fan, pump, air, pressure, sensor, detect, parallel, connection		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 115724209 A (JIANGSU XCMG CONSTRUCTION MACHINERY RESEARCH INSTITUTE CO., LTD. et al.) 03 March 2023 (2023-03-03) description, paragraphs [0005]-[0082], and figures 1-11	1-18
A	CN 106986188 A (HUNAN SUNDY SCIENCE AND TECHNOLOGY CO., LTD.) 28 July 2017 (2017-07-28) description, paragraphs [0001]-[0030], and figures 1-3	1-18
A	CN 210480204 U (YUNNAN XINZIYAN TECHNOLOGY CO., LTD.) 08 May 2020 (2020-05-08) entire document	1-18
A	DE 102007063105 A1 (HECHT ANLAGENBAU GMBH) 02 July 2009 (2009-07-02) entire document	1-18
<input 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: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "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 "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
17 November 2023		15 January 2024
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2023/123888**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
CN	115724209	A	03 March 2023	None		
CN	106986188	A	28 July 2017	CN	207107880 U	16 March 2018
CN	210480204	U	08 May 2020	None		
DE	102007063105	A1	02 July 2009	None		

A. 主题的分类 B65G 53/50(2006.01)i; B65G 53/46(2006.01)i; B65G 53/24(2006.01)i; B65G 53/52(2006.01)i; B65G 43/08(2006.01)i 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: B65G 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)) CNABS;CNTXT;CNKI;VEN;USTXT;WOTXT;EPTXT: 输送, 风机, 泵, 正压, 负压, 阀, 气, 并联, 串联, 传感器, transfer, convey, fan, pump, air, pressure, sensor, detect, parallel, connection		
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
PX	CN 115724209 A (江苏徐工工程机械研究院有限公司等) 2023年3月3日 (2023 - 03 - 03) 说明书第[0005]-[0082]段, 附图1-11	1-18
A	CN 106986188 A (湖南三德科技股份有限公司) 2017年7月28日 (2017 - 07 - 28) 说明书第[0001]-[0030]段, 附图1-3	1-18
A	CN 210480204 U (云南新紫烟科技有限公司) 2020年5月8日 (2020 - 05 - 08) 全文	1-18
A	DE 102007063105 A1 (HECHT ANLAGENBAU GMBH) 2009年7月2日 (2009 - 07 - 02) 全文	1-18
<input 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: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “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) “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 “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 “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 “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 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2023年11月17日	国际检索报告邮寄日期 2024年1月15日	
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	授权官员 张华强 电话号码 (+86) 0512-88995293	

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/123888

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	115724209	A	2023年3月3日	无	
CN	106986188	A	2017年7月28日	CN	207107880 U 2018年3月16日
CN	210480204	U	2020年5月8日	无	
DE	102007063105	A1	2009年7月2日	无	