[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
A61M 1/14 (2006.01)
A61M 1/38 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710078431.X

[43] 公开日 2007 年 9 月 26 日

[11] 公开号 CN 101041092A

[22] 申请日 2007.4.27
[21] 申请号 200710078431.X
[71] 申请人 高光勇
地址 400050 重庆市九龙坡区直港大道 199 号珠江花园 27 幢 3 单元 8 - 4
[72] 发明人 林金朝 高光勇 任应祥

[74] 专利代理机构 重庆市前沿专利事务所
代理人 郭 云

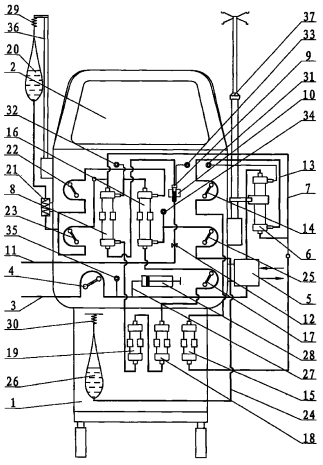
权利要求书 4 页 说明书 15 页 附图 2 页

[54] 发明名称

多器官功能支持系统

[57] 摘要

本发明公开了一种多器官功能支持系统，由机体、体外血液循环回路、血浆分离吸附回路、白蛋白循环回路、透析液回路、补液回路和操作控制系统组成。本发明可清除多器官功能障碍综合症(MODS)患者体内的炎症介质、内毒素和大量的中小分子物质；并通过肺膜氧合器代替肺的气体交换功能，适用于可逆性呼吸衰竭；本发明对血液中的血浆进行分离后再吸附，清除炎症介质、细胞因子和内毒素等物质效果明显；采用白蛋白循环净化治疗，能充分清除肝衰竭患者体内的蛋白结合毒素和水溶性小分子毒素(如血氨等)；并且还能精确缓慢脱水。本发明在现有科技和临床实践的基础上，集肺、心、肾、肝支持功能与清除毒素作用于一体，治疗范围广泛。



1、一种多器官功能支持系统，包括主机（1）、操作控制显示面板（2）和控制电路，其特征在于：

A、人体血液输出管（3）经血泵（4）并串联膜肺氧合器（5）后与血浆分离器（6）的血液进口相接，血浆分离器（6）的血液出口通过医用软管（7）与第一滤过器（8）的血液进口连接，该第一滤过器（8）的血液出口通过管路与静脉壶（9）的进口相通，所述静脉壶（9）固定在空气监测器（10）上，在静脉壶（9）的出口接有人体血液输入管（11），且人体血液输入管（11）上安装阻流器（12）；

B、血浆分离器（6）的膜外下接口连接有分离物输送管（13），该分离物输送管（13）经第一蠕动泵（14）并串联吸附器（15）后与所述医用软管（7）连通；

C、第一滤过器（8）的膜外上接口通过管路与第二滤过器（16）的血液进口连接，从第二滤过器（16）血液出口接出的管路经第二蠕动泵（17），并依次串联活性炭吸附器（18）和阴离子吸附器（19）后，与所述第一滤过器（8）的膜外下接口连接；

D、在所述主机（1）的外侧设置有等渗溶液袋（20）和加热器（21），其中等渗溶液袋（20）通过管路与加热器（21）的进口连接，从加热器（21）的出口接出的管路分为两路，一路经第三蠕动泵（22）与所述第二滤过器（16）的膜外上接口连接，另一路经第四蠕动泵（23）与所述医用软管（7）连通；

E、所述第二滤过器（16）的膜外下接口连接有废液管（24），该废液管（24）经第五蠕动泵（25）与废液袋（26）相接。

2、根据权利要求1所述的多器官功能支持系统，其特征在于：在所述血泵（4）与膜肺氧合器（5）之间的人体血液输出管（3）上接有肝素管（27），该肝素管（27）与肝素泵（28）的出口连接。

3、根据权利要求1或2所述的多器官功能支持系统，其特征在于：所述等渗溶液袋（20）和废液袋（26）分别挂在第一电子称（29）和第二电子称（30）的挂钩上，该第一电子称（29）和第二电子称（30）与主机（1）内的控制电路连接。

4、根据权利要求1所述的多器官功能支持系统，其特征在于：所述血浆分离器（6）的膜外上接口通过管路连接有第一压力监测器（31），在第一滤过器（8）膜外上接口与第二滤过器（16）血液进口之间连接的管路上接有支管，该支管与第二压力监测器（32）连接，所述静脉壶（8）的进口还通过管路连接有第三压力监测器（33），并且第一、二、三压力监测器（31、32、33）的控制电路分别通过导线与操作控制显示面板（2）连接，由操作控制显示面板（2）显示异常状态。

5、根据权利要求1或4所述的多器官功能支持系统，其特征在于：所述废液管（24）上接有支管，该支管与第四压力监测器（34）相接，在所述血泵（4）与膜肺氧合器（5）之间的人体血液输出管（3）上接有第五压力监测器（35），该第五压力监测器（35）和第四压力监测器（34）的控制电路分别通过导线与操作控制显示面板（2）连接，并通过操作控制显示面板（2）显示异常状态。

6、一种多器官功能支持系统，包括主机（1）、操作控制显示面板（2）和控制电路，其特征在于：

A、人体血液输出管（3）经血泵（4）并串联膜肺氧合器（5）后与血浆分离器（6）的血液进口相接，血浆分离器（6）的血液出口通过医用软管（7）依

次串联第二滤过器（16）和第一滤过器（8）后，与静脉壶（9）的进口相通，所述静脉壶（9）固定在空气监测器（10）上，在静脉壶（9）的出口接有人体血液输入管（11），且人体血液输入管（11）上安装阻流器（12）；

B、血浆分离器（6）的膜外下接口连接有分离物输送管（13），该分离物输送管（13）经第一蠕动泵（14）并串联吸附器（15）后，与靠近血浆分离器（6）血液出口处的医用软管（7）连通；

C、从第一滤过器（8）的膜外上接口接出的管路经第二蠕动泵（17），并依次串联活性炭吸附器（18）和阴离子吸附器（19）后，与所述第一滤过器（8）的膜外下接口连接；

D、在所述主机（1）的外侧设置有等渗溶液袋（20）和加热器（21），其中等渗溶液袋（20）通过管路与加热器（21）的进口连接，从加热器（21）的出口接出的管路分为两路，一路经第三蠕动泵（22）与所述第二滤过器（16）的膜外上接口连接，另一路经第四蠕动泵（23）接在所述第二滤过器（16）的血液出口与第一滤过器（8）的血液进口之间；

E、所述第二滤过器（16）的膜外下接口连接有废液管（24），该废液管（24）经第五蠕动泵（25）与废液袋（26）相接。

7、根据权利要求 6 所述的多器官功能支持系统，其特征在于：在所述血泵（4）与膜肺氧合器（5）之间的人体血液输出管（3）上接有肝素管（27），该肝素管（27）与肝素泵（28）的出口连接。

8、根据权利要求 6 或 7 所述的多器官功能支持系统，其特征在于：所述等渗溶液袋（20）和废液袋（26）分别挂在第一电子称（29）和第二电子称（30）的挂钩上，该第一电子称（29）和第二电子称（30）与主机（1）内的控制电路连接。

9、根据权利要求6所述的多器官功能支持系统，其特征在于：所述血浆分离器（6）的膜外上接口通过管路连接有第一压力监测器（31），在第一滤过器（8）膜外上接口与第二蠕动泵（17）之间连接的管路上接有支管，该支管与第二压力监测器（32）连接，所述静脉壶（8）的进口还通过管路连接有第三压力监测器（33），并且第一、二、三压力监测器（31、32、33）的控制电路分别通过导线与操作控制显示面板（2）连接，由操作控制显示面板（2）显示异常状态。

10、根据权利要求6或9所述的多器官功能支持系统，其特征在于：所述废液管（24）上接有支管，该支管与第四压力监测器（34）相接，在所述血泵（4）与膜肺氧合器（5）之间的人体血液输出管（3）上接有第五压力监测器（35），该第五压力监测器（35）和第四压力监测器（34）的控制电路分别通过导线与操作控制显示面板（2）连接，并通过操作控制显示面板（2）显示异常状态。

多器官功能支持系统

技术领域

本发明涉及一种医疗设备，尤其是用于清除多器官衰竭患者体内的各种毒素和废物、并提供呼吸支持的医用多器官功能支持系统。

背景技术

多器官功能障碍综合症（MODS）是严重创伤、感染等损害后序贯发生的两个或两个以上器官可逆性功能障碍及衰竭。当多器官功能障碍综合症（MODS）发展到体内多系统器官功能严重受损，以致出现衰竭综合症则称为多器官功能衰竭（MOF）。20 世纪 90 年代，有人提出了全身炎症反应综合症（SIRS）的概念，它是由感染或非感染因素刺激宿主，触发全身机体对炎症反应，产生大量的炎症介质，最终导致机体对炎症反应失控而引起的一种临床综合症。目前已经明确了多器官功能障碍综合症（MODS）和全身炎症反应综合症（SIRS）的关系，全身炎症反应综合症（SIRS）是基础，多器官功能障碍综合症（MODS）是全身炎症反应综合症（SIRS）发展的最严重结果。而多器官功能障碍综合症（MODS）包括早期轻度功能障碍到晚期功能衰竭的进行性动态过程，多器官功能衰竭（MOF）只是这一病理过程中最严重和最终的结局，有程度不同的不可逆性。

由于发生多器官功能障碍综合症（MODS）时患者体内会产生大量的细胞因子、炎症介质和内毒素等有害物质潴留，只有通过体外血液净化清除，才能改善患者血流动力学和器官功能，而目前常用的血液透析滤过方式对细胞因子、

炎症介质和内毒素的清除并不是很彻底。

多器官功能障碍综合症（MODS）在肺部的表现为急性呼吸窘迫综合症（ARDS），它是由于严重创伤、休克、脓毒血症等引起，以呼吸困难、顽固性低氧血症、肺顺应性减低、广泛肺泡萎缩和透明膜形成为特点的急性呼吸衰竭。目前常用的治疗方式是依靠呼吸机治疗，但它容易造成肺脏机械损伤，对肺衰竭的可逆极为不利。

多器官功能障碍综合症（MODS）中的心脏衰竭体现在有效循环量下降，诱因常有感染、水负荷过多、心肌中毒、缺氧、药物影响、电解质紊乱等。一般的血液滤过能有效脱水和纠正其他的生化异常及电解质紊乱。

多器官功能障碍综合症（MODS）通常也伴随急性肝肾功能衰竭。肝衰竭的毒性代谢产物很多，其重要部分都与白蛋白结合，如游离胆红素、胆酸、非水溶性的氨基酸和脂肪酸，另一部分重要毒素是中小分子量水溶性物质，如血氨、尿素和肌酐等。同样，肾衰患者体内也存在大量的中小分子毒素和水分需要清除。

目前国内外的体外血液净化设备治疗模式都比较单一，如人工肾设备只能清除水溶性中小分子毒素和脱水，人工肝只能清除蛋白结合毒素和小分子毒素，对细胞因子和炎症介质几乎没有清除能力，而血浆置换又只能清除部分大分子毒素，面对多器官功能障碍综合症（MODS）的多个器官衰竭时往往束手无策。

发明内容

本发明所要解决的技术问题在于提供一种能有效清除多器官衰竭患者体内的各种毒素和废物、并提供呼吸支持的多器官功能支持系统。

本发明的第一种技术方案如下：一种多器官功能支持系统，包括主机、操

作控制显示面板和控制电路，其关键在于：人体血液输出管经血泵并串联膜肺氧合器后与血浆分离器的血液进口相接，血浆分离器的血液出口通过医用软管与第一滤过器的血液进口连接，该第一滤过器的血液出口通过管路与静脉壶的进口相通，所述静脉壶固定在空气监测器上，在静脉壶的出口接有人体血液输入管，且人体血液输入管上安装阻流器；血浆分离器的膜外下接口连接有分离物输送管，该分离物输送管经第一蠕动泵并串联吸附器后与所述医用软管连通；第一滤过器的膜外上接口通过管路与第二滤过器的血液进口连接，从第二滤过器血液出口接出的管路经第二蠕动泵，并依次串联活性炭吸附器和阴离子吸附器后，与所述第一滤过器的膜外下接口连接；在所述主机的外侧设置有等渗溶液袋和加热器，其中等渗溶液袋通过管路与加热器的进口连接，从加热器的出口接出的管路分为两路，一路经第三蠕动泵与所述第二滤过器的膜外上接口连接，另一路经第四蠕动泵与所述医用软管连通；所述第二滤过器的膜外下接口连接有废液管，该废液管经第五蠕动泵与废液袋相接。

采用以上技术方案，人体血液在血泵的作用下通过人体血液输出管引入膜肺氧合器，血液从该膜肺氧合器的出口出来后依次流经血浆分离器、第一滤过器和静脉壶，由人体血液输入管输回人体，形成体外血液循环回路；血浆分离器在第一蠕动泵的作用下从血液中分离出血浆成分物质，分离出的血浆经过吸附器吸附净化后输回血液中；第一滤过器膜外的白蛋白溶液在第二蠕动泵的作用下不断从第一滤过器的膜外侧流向第二滤过器的膜内侧，并依次经过活性炭吸附器和阴离子吸附器，最后重新流到第一滤过器的膜外，完成白蛋白循环；等渗溶液袋中的液体含有 Na^+、K^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、Cl^-、HCO_3^-等离子，其电解质成分和浓度与正常血浆相近，且渗透压（约为 280～300mOsm/L）与血液渗透压接近，

故称为等渗溶液。等渗溶液经过加热器加热以后，一部分作为置换液在第四蠕动泵的作用下补入第一滤过器的血液进口处，形成补液回路；另一部分液体作为透析液在第三蠕动泵的作用下进入第二滤过器的膜外侧，与循环的白蛋白溶液进行物质交换而清除大量的水溶性中小分子毒素，产生的废液在第五蠕动泵的作用下排到废液袋中。

本方案通过在体外血液循环回路中串连一个膜肺氧合器，由膜肺氧合器将外部的氧气吸入，并把与血液交换后产生的二氧化碳排出，替代生物肺完成气体交换，减少了肺脏机械损伤，使肺得到“休息”和功能恢复。

本方案通过血浆分离器分离出血液中的血浆成分，分离出的血浆通过吸附器（如活性炭或树脂吸附器）能去除细胞因子、炎症介质和内毒素等，有效缓解多器官功能障碍综合症（MODS）时的炎症反应。

本方案在第一滤过器膜外循环白蛋白溶液，依靠活性炭吸附器和阴离子吸附器能有效清除非水溶性毒素，同时对该溶液进行透析滤过，以清除水溶性中小分子毒素和体内多余水分，能去除肝、肾衰竭产生的多种物质，有利于内环境稳定。

本方案同时在血液中补入大量的置换液进行血液滤过治疗，能充分清除多器官功能障碍综合症（MODS）产生的炎症介质、内毒素和大量的中小分子物质，可调整水电解质和酸碱平衡，清除代谢产物。

加热器能使进入血液或与血液接触液体的温度与人体温度接近，保证了治疗过程中的热平衡，并使得患者感觉更舒适。

在上述血泵与膜肺氧合器之间的人体血液输出管上接有肝素管，该肝素管与肝素泵的出口连接。肝素泵在整个血液净化治疗过程中可持续加注肝素（抗

凝剂），以避免体外循环血液凝血。

上述等渗溶液袋和废液袋分别挂在第一电子称和第二电子称的挂钩上，该第一电子称和第二电子称与主机内的控制电路连接。第二电子称控制从血液中出来的废液量，第一电子称控制置换液、透析液进入血液中的量，两电子称不断平衡单位时间进出的置换液、透析液和废液量，使废液量=置换液+透析液+脱水量，以达到清除毒素和从患者体内精确脱水的目的。

上述血浆分离器的膜外上接口通过管路连接有第一压力监测器，在第一滤过器膜外上接口与第二滤过器血液进口之间连接的管路上接有支管，该支管与第二压力监测器连接，所述静脉壶的进口还通过管路连接有第三压力监测器，并且第一、二、三压力监测器的控制电路分别通过导线与操作控制显示面板连接，由操作控制显示面板显示异常状态。

第一压力监测器监控血浆分离器的膜外压力，第二压力监测器监控第一滤过器的膜外压力，第三压力监测器监控静脉壶的压力，并能够将各处压力的异常情况显示出来，以便于操作人员采取相应的措施，从而保证了治疗过程安全可靠。

上述废液管上接有支管，该支管与第四压力监测器相接，在所述血泵与膜肺氧合器之间的人体血液输出管上接有第五压力监测器，该第五压力监测器和第四压力监测器的控制电路分别通过导线与操作控制显示面板连接，并通过操作控制显示面板显示异常状态。

第四压力监测器监控第二滤过器的膜外压力，第五压力监测器监控人体血液输出管内血液的压力，并能够将各处压力的异常情况显示出来，以便于操作人员采取相应的措施，以进一步提高治疗过程的安全可靠性。

本发明的第二种技术方案如下：一种多器官功能支持系统，包括主机、操作控制显示面板和控制电路，其关键在于：人体血液输出管经血泵并串联膜肺氧合器后与血浆分离器的血液进口相接，血浆分离器的血液出口通过医用软管依次串联第二滤过器和第一滤过器后，与静脉壶的进口相通，所述静脉壶固定在空气监测器上，在静脉壶的出口接有人体血液输入管，且人体血液输入管上安装阻流器；血浆分离器的膜外下接口连接有分离物输送管，该分离物输送管经第一蠕动泵并串联吸附器后，与靠近血浆分离器血液出口处的医用软管连通；从第一滤过器的膜外上接口接出的管路经第二蠕动泵，并依次串联活性炭吸附器和阴离子吸附器后，与所述第一滤过器的膜外下接口连接；在所述主机的外侧设置有等渗溶液袋和加热器，其中等渗溶液袋通过管路与加热器的进口连接，从加热器的出口接出的管路分为两路，一路经第三蠕动泵与所述第二滤过器的膜外上接口连接，另一路经第四蠕动泵接在所述第二滤过器的血液出口与第一滤过器的血液进口之间；所述第二滤过器的膜外下接口连接有废液管，该废液管经第五蠕动泵与废液袋相接。

采用以上技术方案，人体血液在血泵的作用下通过人体血液输出管引入膜肺氧合器，血液从该膜肺氧合器的出口出来后依次流经血浆分离器、第二滤过器、第一滤过器和静脉壶，由人体血液输入管输回人体，形成体外血液循环回路；血浆分离器在第一蠕动泵的作用下从血液中分离出血浆成分物质，分离出的血浆经过吸附器吸附净化后输回血液中；第一滤过器膜外的白蛋白溶液在第二蠕动泵的作用下依次经过活性炭吸附器和阴离子吸附器，最后重新流到第一滤过器的膜外，完成白蛋白循环；等渗溶液袋中的液体经过加热器加热以后，一部分作为置换液在第四蠕动泵的作用下补入第一滤过器的血液进口处，形成

补液回路；另一部分液体作为透析液在第三蠕动泵的作用下进入第二滤过器的膜外侧，与循环的白蛋白溶液进行物质交换而清除大量的水溶性中小分子毒素，产生的废液在第五蠕动泵的作用下排到废液袋中。

本方案通过在体外血液循环回路中串连一个膜肺氧合器，由膜肺氧合器将外部的氧气吸入，并把与血液交换后产生的二氧化碳排出，替代生物肺完成气体交换，减少了肺脏机械损伤，使肺得到“休息”和功能恢复。

本方案通过血浆分离器分离出血液中的血浆成分，分离出的血浆通过吸附器（如活性炭或树脂吸附器）能去除细胞因子、炎症介质和内毒素等，有效缓解多器官功能障碍综合症（MODS）时的炎症反应。

本方案在第一滤过器膜外循环白蛋白溶液，依靠活性炭吸附器和阴离子吸附器能有效清除非水溶性毒素，同时对该溶液进行透析滤过，以清除水溶性中小分子毒素和体内多余水分，能去除肝、肾衰竭产生的多种物质，有利于内环境稳定。

本方案同时在血液中补入大量的置换液进行血液滤过治疗，能充分清除多器官功能障碍综合症（MODS）产生的炎症介质、内毒素和大量的中小分子物质，可调整水电解质和酸碱平衡，清除代谢产物。

加热器能使进入血液或与血液接触液体的温度与人体温度接近，保证了治疗过程中的热平衡，并使得患者感觉更舒适。

在上述血泵与膜肺氧合器之间的人体血液输出管上接有肝素管，该肝素管与肝素泵的出口连接。肝素泵在整个血液净化治疗过程中可持续加注肝素（抗凝剂），以避免体外循环血液凝血。

上述等渗溶液袋和废液袋分别挂在第一电子称和第二电子称的挂钩上，该

第一电子称和第二电子称与主机内的控制电路连接。第二电子称控制从血液中出来的废液量，第一电子称控制置换液、透析液进入血液中的量，两电子称不断平衡单位时间进出的置换液、透析液和废液量，使废液量=置换液+透析液+脱水量，以达到清除毒素和从患者体内精确脱水的目的。

上述血浆分离器的膜外上接口通过管路连接有第一压力监测器，在第一滤过器膜外上接口与第二蠕动泵之间连接的管路上接有支管，该支管与第二压力监测器连接，所述静脉壶的进口还通过管路连接有第三压力监测器，并且第一、二、三压力监测器的控制电路分别通过导线与操作控制显示面板连接，由操作控制显示面板显示异常状态。

第一压力监测器监控血浆分离器的膜外压力，第二压力监测器监控第一滤过器的膜外压力，第三压力监测器监控静脉壶的压力，并能够将各处压力的异常情况显示出来，以便于操作人员采取相应的措施，从而保证了治疗过程安全可靠。

上述废液管上接有支管，该支管与第四压力监测器相接，在所述血泵与膜肺氧合器之间的人体血液输出管上接有第五压力监测器，该第五压力监测器和第四压力监测器的控制电路分别通过导线与操作控制显示面板连接，并通过操作控制显示面板显示异常状态。

第四压力监测器监控第二滤过器的膜外压力，第五压力监测器监控人体血液输出管内血液的压力，并能够将各处压力的异常情况显示出来，以便于操作人员采取相应的措施，以进一步提高治疗过程的安全可靠性。

本发明的有益效果是：

1、能同时进行血液透析滤过治疗，可清除多器官功能障碍综合症（MODS）

患者体内的炎症介质、内毒素和大量的中小分子物质。

2、本发明采用肺膜氧合器在血液中引入氧气、排除CO_2而代替肺的气体交换功能，不会对肺产生损伤，适用于可逆性呼吸衰竭。

3、对血液中的血浆进行分离后再吸附，清除炎症介质、细胞因子和内毒素等物质效果明显。

4、白蛋白循环净化治疗，能充分清除肝衰竭患者体内的蛋白结合毒素和水溶性小分子毒素（如血氨等）。

5、能精确缓慢脱水，对多器官功能障碍综合症（MODS）中的肾衰或心衰体内水分清除效果较好，且血流动力学稳定。

6、在现有科技和临床实践的基础上，集肺、心、肾、肝支持功能与清除毒素作用于一体，治疗范围广泛。

7、整机监测功能全面、可靠，自动化程度高，治疗过程安全,可操作性强。

附图说明

图 1 为本发明实施例 1 的结构示意图。

图 2 为本发明实施例 2 的结构示意图。

图中：1-主机；2-操作控制显示面板；3-人体血液输出管；4-血泵；5-膜肺氧合器；6-血浆分离器；7-医用软管；8-第一滤过器；9-静脉壶；10-空气监测器；11-人体血液输入管；12-阻流器；13-分离物输送管；14-第一蠕动泵；15-吸附器；16-第二滤过器；17-第二蠕动泵；18-活性炭吸附器；19-阴离子吸附器；20-等渗溶液袋；21-加热器；22-第三蠕动泵；23-第四蠕动泵；24-废液管；25-第五蠕动泵；26-废液袋；27-肝素管；28-肝素泵；29-第一电子称；30-第二电子称；31-第一压力监测器；32-第二压力监测器；33-第三压力监测器；

34-第四压力监测器；35-第五压力监测器；36-支撑杆；37-侧杆。

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明：

实施例 1

如图 1 所示，本实施例中多器官功能支持系统由机体、体外血液循环回路、血浆分离吸附回路、白蛋白循环回路、透析液回路、补液回路和操作控制系统组成。机体包括主机 1、支撑杆 36 和侧杆 37，其中支撑杆 36 和侧杆 37 分居在主机 1 的两侧，在支撑杆 36 的顶端安装第一电子称 29，该第一电子称 29 的挂钩上挂有等渗溶液袋 20，等渗溶液袋 20 的下方设置加热器 21；侧杆 37 的下部通过滤过器夹固定血浆分离器 6，在血浆分离器 6 的下方安装膜肺氧合器 5。所述主机 1 正面的中部通过滤过器夹并排安装第一滤过器 8 和第二滤过器 16，第二滤过器 16 的右侧通过空气监测器 10 安装静脉壶 9。在第二滤过器 16 的下方装有肝素泵 28，肝素泵 28 下方的左侧设置第二电子称 30，该第二电子称 30 的挂钩上挂有废液袋 26，在废液袋 26 的右侧并排安装阴离子吸附器 19、活性炭吸附器 18 和吸附器 15。

从图 1 中可知，体外血液循环回路由人体血液输出管 3、血泵 4、膜肺氧合器 5、血浆分离器 6、第一滤过器 8、静脉壶 9、空气监测器 10、阻流器 12 和人体血液输入管 11 等组成。其中人体血液输出管 3 绕经血泵 4 后与膜肺氧合器 5 的进液口连接，人体血液输出管 3 内的血液流动由血泵 4 提供动力，在血泵 4 与膜肺氧合器 5 之间的人体血液输出管 3 上接有肝素管 27，该肝素管 27 与肝素泵 28 的出口连接；膜肺氧合器 5 的出液口通过管路与血浆分离器 6 顶部的血液进口相接，血浆分离器 6 的血液出口通过医用软管 7 与第一滤过器 8 顶部的血

液进口连接，该第一滤过器 8 底部的血液出口通过管路与静脉壶 9 顶端的进口相通，在静脉壶 9 的出口接有人体血液输入管 11，且人体血液输入管 11 上安装阻流器 12。

从图 1 中还可知，血浆分离吸附回路由血浆分离器 6、分离物输送管 13、第一蠕动泵 14 和吸附器 15 等组成，其中血浆分离器 6 的膜外下接口连接有分离物输送管 13，该分离物输送管 13 绕经第一蠕动泵 14 后与吸附器 15 顶部的进液口连接，分离物输送管 13 中液体的流动由第一蠕动泵 14 提供动力；吸附器 15 底部的出液口通过管路与靠近血浆分离器 6 血液出口处的医用软管 7 连通。

从图 1 中还可知，白蛋白循环回路由第一滤过器 8、第二滤过器 16、第二蠕动泵 17、活性炭吸附器 18 和阴离子吸附器 19 等组成，其中第一滤过器 8 的膜外上接口通过管路与第二滤过器 16 的血液进口连接，从第二滤过器 16 血液出口接出的管路绕经第二蠕动泵 17 后与活性炭吸附器 18 顶部的进液口相接，该管路中液体的流动由第二蠕动泵 17 提供动力；活性炭吸附器 18 底部的出液口与阴离子吸附器 19 顶部的进液口管路连接，阴离子吸附器 19 底部的出液口与所述第一滤过器 8 的膜外下接口相接。

从图 1 中还可知，透析液回路由等渗溶液袋 20、加热器 21、第三蠕动泵 22、第二滤过器 16、第五蠕动泵 25 和废液袋 26 组成，其中等渗溶液袋 20 通过管路与加热器 21 的进口连接，从加热器 21 的出口接出的管路分为两路，其中一条支路绕经第三蠕动泵 22 后与第二滤过器 16 的膜外上接口连接，该支路中液体的流动由第三蠕动泵 22 提供动力；第二滤过器 16 的膜外下接口连接有废液管 24，废液管 24 绕经第五蠕动泵 25 后与废液袋 26 相接，废液管 24 中废液的流动由第五蠕动泵 25 提供动力。从加热器 21 出口接出的另一条支路绕经第四蠕

动泵 23 后与靠近第一滤过器 8 血液进口的医用软管 7 连通，构成补液回路。

从图 1 中可进一步看出，主机 1 正面的上部设有操作控制显示面板 2，该操作控制显示面板 2 通过主机 1 内的控制电路分别与第一电子称 29、第二电子称 30、加热器 21、阻流器 12、空气监测器 10、第一压力监测器 31、第二压力监测器 32、第三压力监测器 33、第四压力监测器 34 和第五压力监测器 35 电连接，并通过操作控制显示面板 2 上的液晶显示器进行状态显示，构成操作控制系统。其中第一压力监测器 31 通过管路与血浆分离器 6 的膜外上接口连接，在第一滤过器 8 膜外上接口与第二滤过器 16 血液进口之间连接的管路上接有支管，该支管与第二压力监测器 32 连接，第三压力监测器 33 则通过管路与静脉壶 8 的进口相接，在废液管 24 上接有支管，该支管与第四压力监测器 34 相接，所述第五压力监测器 35 通过管路连接在血泵 4 与膜肺氧合器 5 之间的人体血液输出管 3 上。在操作控制显示面板 2 上分布有与各监测器对应的按键开关，可以方便实现对整个机器操作的安全监测和实施实时的监控。

本发明中，血泵、膜肺氧合器、血浆分离器、滤过器、静脉壶、吸附器、加热器、电子称以及监测器等单独的部件均为现有技术，其结构及工作原理在此不做赘述。

本发明的工作过程如下：

如图 1 所示，人体静脉血液在血泵 4 的作用下由人体血液输出管 3 引入膜肺氧合器 5，血液从该膜肺氧合器 5 的出液口出来后依次流经血浆分离器 6、第一血液滤过器 8 和静脉壶 9，最后由人体血液输入管 11 引入人体静脉端完成体外血液循环过程。空气监测器 10 监测到有空气通过则阻流器 12 会阻断血液防止气泡进入人体血液；而肝素泵 28 在血泵 4 的出口处持续推注肝素防止体外循

环血液凝血。同时，第五压力监测器35随时监测人体血液输出管内的血液压力，第三压力监测器随时监测静脉壶的压力，若有异常情况则可以通过操作控制显示面板2显示出来，以便于采取相应的措施，保证治疗安全。

体外血液循环回路中的膜肺氧合器 5 自带气体进、出接口各一个，其中进口将外部的氧气吸入，同时从出口排出交换产生的二氧化碳废气，该过程可替代患者的生物肺呼吸。

第一蠕动泵14不断从血浆分离器6中分离出循环血液中的血浆成分，分离出的血浆经过分离物输送管13输送到吸附器15中，由吸附器15吸附净化后输回血液中。同时，血浆分离器6膜外上部接头连接的第一压力监测器31随时监测血浆分离器 6 的膜外压力，防止破膜。该过程可去除多器官功能障碍综合症（MODS）患者体内大量的细胞因子、炎症介质和内毒素等物质，当采用特殊吸附器还可清除一些特殊的大分子毒素。

第一滤过器8膜外的白蛋白溶液在第二蠕动泵17的作用下不断从第一滤过器 8 的膜外侧流向第二滤过器 16 的膜内侧，并依次经过活性炭吸附器 18 和阴离子吸附器 19，最后重新流到第一滤过器 8 的膜外，完成白蛋白循环。在第一血液滤过器 8 的膜外上部接头管路上的支管连接有第二压力监测器 32，该第二压力监测器32随时监测第一血液滤过器8的膜外压力，防止破膜。该循环过程能有效清除多器官功能障碍综合症（MODS）患者肝衰竭时产生的大量白蛋白结合毒素。

等渗溶液袋 20 中的液体经过加热器 21 加热以后，一部分作为置换液在第四蠕动泵23的作用下补入第一滤过器8的血液进口处，形成补液回路；另一部分液体作为透析液在第三蠕动泵22的作用下进入第二滤过器16的膜外侧，与

循环的白蛋白溶液进行物质交换而清除大量的水溶性中小分子毒素，产生的废液在第五蠕动泵 25 的作用下排到废液袋 26 中。靠近第二滤过器 16 的膜外下接口的管路上通过支管连接有第四压力监测器 34，该第四压力监测器 34 随时监测第二血液滤过器 16 的膜外压力，以防止破膜。从第二滤过器 16 的膜外下接口排出的废液包括补入的置换液、透析液和人体脱水量（心肾衰竭患者体内常常有大量的水分潴留而无法排除，血液依靠机器脱水），废液量=置换液+透析液+人体脱水量，第一电子称 29 和第二电子称 30 就按照该公式控制第三蠕动泵 22、第四蠕动泵 23 和第五蠕动泵 25 的转速，最终达到进出液体平衡以及从人体精确脱水。

实施例 2

如图 2 中，本实施例中多器官功能支持系统也由机体、体外血液循环回路、血浆分离吸附回路、白蛋白循环回路、透析液回路、补液回路和操作控制系统组成。机体包括主机 1、支撑杆 36 和侧杆 37，撑杆 36、侧杆 37、第一电子称 29、等渗溶液袋 20、加热器 21、血浆分离器 6、膜肺氧合器 5、第一滤过器 8、第二滤过器 16、空气监测器 10、静脉壶 9、肝素泵 28、第二电子称 30、废液袋 26、阴离子吸附器 19、活性炭吸附器 18 和吸附器 15 等部件在主机 1 上的布置同实施例 1。

从图 2 中可知，体外血液循环回路由人体血液输出管 3、血泵 4、膜肺氧合器 5、血浆分离器 6、第二滤过器 16、第一滤过器 8、静脉壶 9、空气监测器 10、阻流器 12 和人体血液输入管 11 等组成。其中人体血液输出管 3 绕经血泵 4 后与膜肺氧合器 5 的进液口连接，人体血液输出管 3 内的血液流动由血泵 4 提供动力，在血泵 4 与膜肺氧合器 5 之间的人体血液输出管 3 上接有肝素管 27，该

肝素管 27 与肝素泵 28 的出口连接；膜肺氧合器 5 的出液口通过管路与血浆分离器 6 顶部的血液进口相接，血浆分离器 6 的血液出口通过医用软管 7 与第二滤过器 16 顶部的血液进口连接，第二滤过器 16 底部的血液出口通过管路与第一滤过器 8 顶部的血液进口相通，该第一滤过器 8 底部的血液出口通过管路与静脉壶 9 顶端的进口相通，在静脉壶 9 的出口接有人体血液输入管 11，且人体血液输入管 11 上安装阻流器 12。

从图 2 中还可知，白蛋白循环回路由第一滤过器 8、第二蠕动泵 17、活性炭吸附器 18 和阴离子吸附器 19 等组成，其中第一滤过器 8 的膜外上接口接出的管路绕经第二蠕动泵 17 后与活性炭吸附器 18 顶部的进液口相接，该管路中液体的流动由第二蠕动泵 17 提供动力；活性炭吸附器 18 底部的出液口与阴离子吸附器 19 顶部的进液口管路连接，阴离子吸附器 19 底部的出液口与所述第一滤过器 8 的膜外下接口相接。

从图 2 中可进一步看出，本实施例中的血浆分离吸附回路、透析液回路、补液回路、操作控制系统以及工作原理与实施例 1 相同，在此不做赘述。

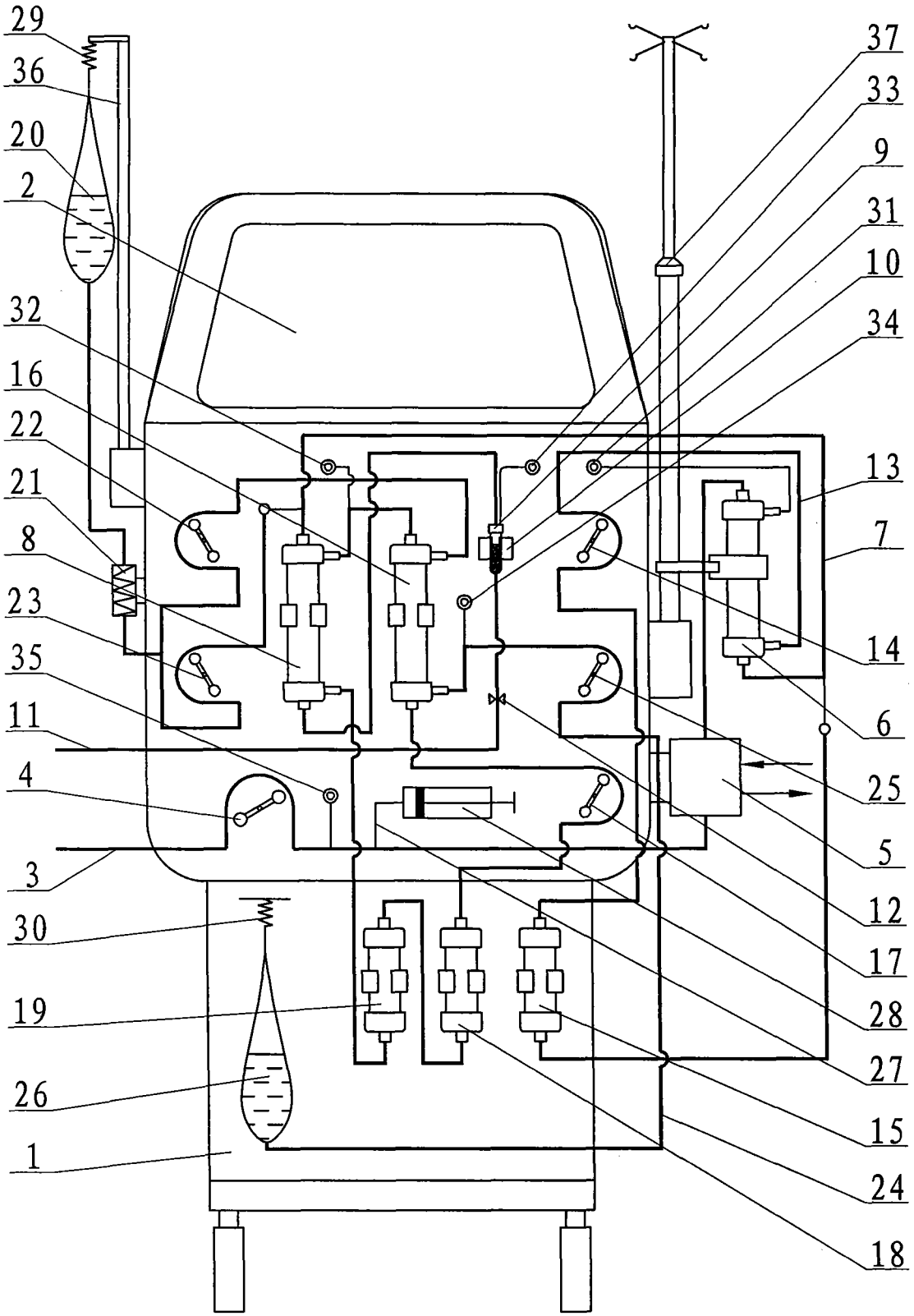

29
36
20
2
32
16
22
21
8
23
35
11
4
3
30
19
26
1
37
33
9
31
10
34
13
7
14
6
25
5
12
17
28
27
15
24
18

图1

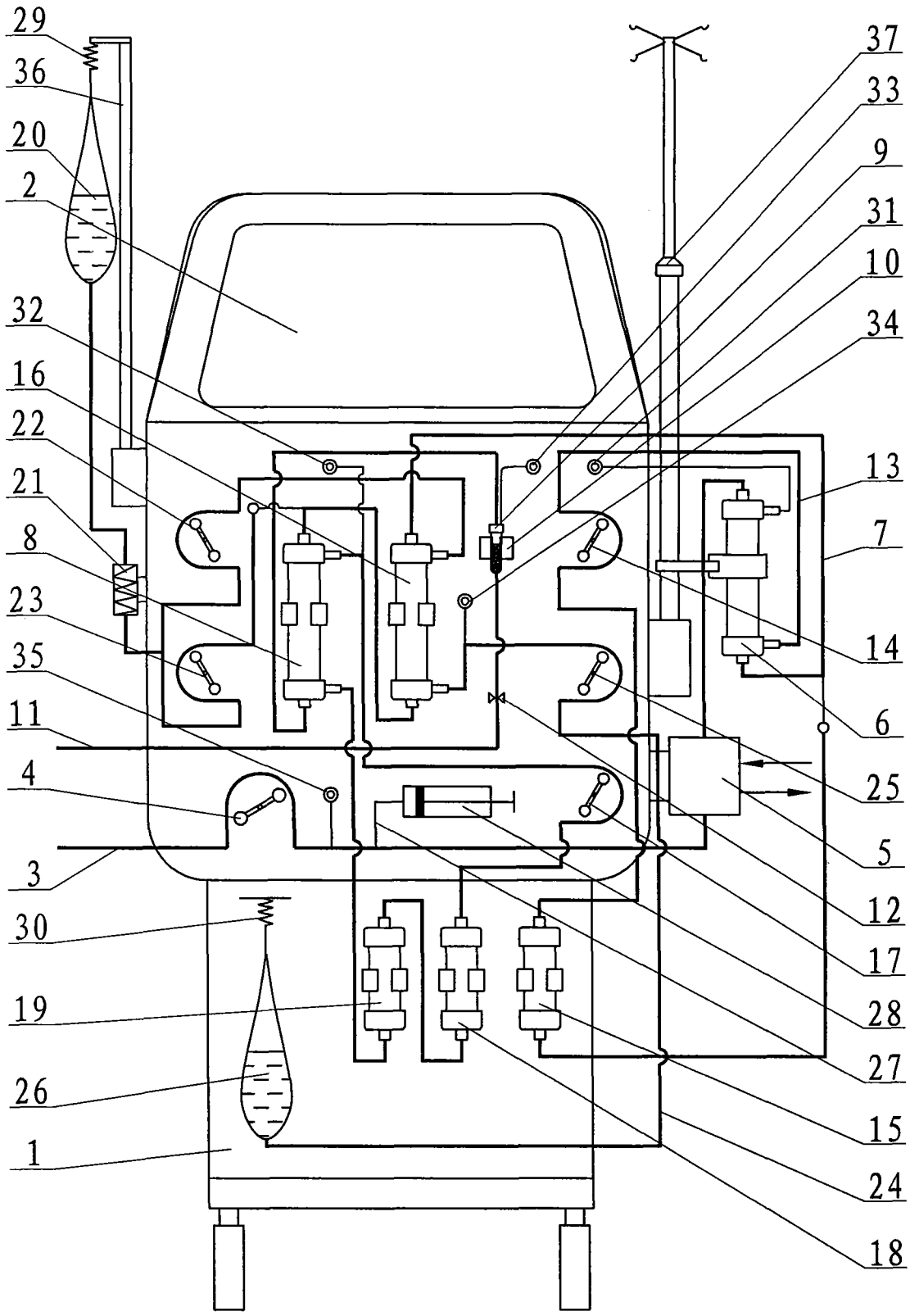

29
36
20
2
32
16
22
21
8
23
35
11
4
3
30
19
26
1
37
33
9
31
10
34
13
7
14
6
25
5
12
17
28
27
15
24
18

图2