



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109709995 A

(43)申请公布日 2019.05.03

(21)申请号 201910161443.1

(22)申请日 2019.03.04

(71)申请人 中国科学院地球化学研究所

地址 550081 贵州省贵阳市观山湖区林城西路99号

(72)发明人 李胜斌 李和平 刘礼宇 刘庆友 林森

(74)专利代理机构 贵阳中新专利商标事务所 52100

代理人 商小川

(51)Int.Cl.

G05D 16/20(2006.01)

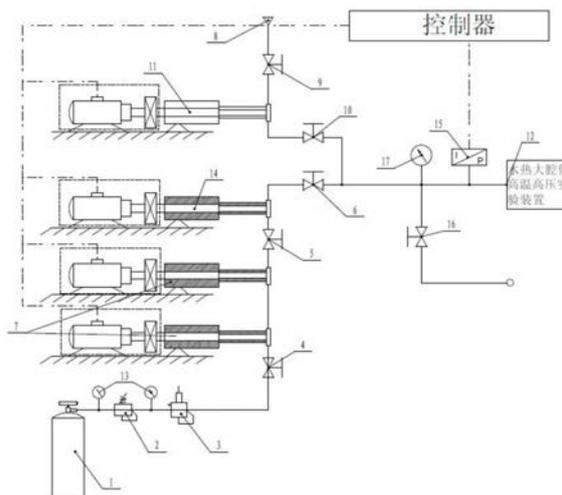
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种高精度流体自动控压装置及其控压方法

(57)摘要

本发明公开了一种高精度流体自动控压装置及其控压方法,包括并联连接到压力口的气体增压管路系统和液体增压管路系统,气体增压管路系统包括依次通过管道连接的气瓶、减压阀、比例调压阀、进气阀、截止阀和气切换阀,进气阀和截止阀间管道上连接有两并联的一级40MPa电动气体增压缸,截止阀和气切换阀间管道上连接有二级120MPa电动气体增压缸,液体增压管路系统包括依次通过管道连接的水溶液容器、截止阀和水切换阀,截止阀和水切换阀间管道上连接有电动液体增压缸,压力口连接的进液管道上设置有高压传感器。本发明能够实现气体加压的稳定性,实验过程中减少噪声和振动,电动控制,提高控制精度。



CN 109709995 A

1. 一种高精度流体自动控压装置,其特征在於:包括并联连接到压力口(12)的气体增压管路系统和液体增压管路系统,气体增压管路系统包括依次通过管道连接的气瓶(1)、减压阀(2)、比例调压阀(3)、进气阀(4)、截止阀(5)和气切换阀(6),进气阀(4)和截止阀(5)间管道上连接有两并联的一级40MPa电动气体增压缸(7),截止阀(5)和气切换阀(6)间管道上连接有二级120MPa电动气体增压缸(14),液体增压管路系统包括依次通过管道连接的水溶液容器(8)、进水截止阀(9)和水切换阀(10),进水截止阀(9)和水切换阀(10)间管道上连接有电动液体增压缸(11),压力口(12)连接的进液管道上设置有高压传感器(15)。

2. 根据权利要求1所述的一种高精度流体自动控压装置,其特征在於:气瓶(1)与减压阀(2)间的管道上和减压阀(2)与比例调压阀(3)间的管道上均安装有压力表(13)。

3. 根据权利要求1所述的一种高精度流体自动控压装置,其特征在於:压力口(12)连接的进液管道上连接有泄压阀(16)和高压表(17),泄压阀(16)和高压表(17)位于水切换阀(10)和气切换阀(6)之后的管道上。

4. 根据权利要求1所述的一种高精度流体自动控压装置,其特征在於:两一级40MPa电动气体增压缸(7)、二级120MPa电动气体增压缸(14)、电动液体增压缸(11)和高压传感器(15)连接到控制器,控制器连接到人机交互模块。

5. 根据权利要求1-4任一所述的一种高精度流体自动控压装置的控压方法,其特征在於:该方法包括以下步骤:

(1) 当只往压力容器内泵送高压液体时,先打开进水截止阀(9),关闭水切换阀(10),电机带动电动液体增压缸(11)回退,从水溶液容器(8)中吸入常压的液体,电动液体增压缸(11)全部回退后,关闭进水截止阀(9)、气切换阀(6)和泄压阀(16),电机带动电动液体增压缸(11)前进,将液体泵送到压力容器(12)中,通过压力传感器(15)测量管道压力,并将压力反馈给控制器,控制器根据压力信号对电机进行控制,实现液体的增压,当需要给压力容器(12)降压时,关闭进水截止阀(9)、气切换阀(6)和泄压阀(16),电机带动电动液体增压缸(11)后退,实现降压;

(2) 当只往压力容器内泵送高压气体时,先打开进气阀(4)和截止阀(5),关闭气切换阀(6),电机带动两一级40MPa电动气体增压缸(7)回退,从气瓶(1)中吸入气体,两一级40MPa电动气体增压缸(7)全部回退后,关闭进气阀(4)、水切换阀(10)和泄压阀(16),电机带动两一级40MPa电动气体增压缸(7)前进,将气体泵送到压力容器(12)中,当压力超过40 MPa后,关闭截止阀(5),继续用电机带动二级120MPa电动气体增压缸(14)对管路进行加压到100MPa,通过高压传感器(15)测量管道压力,并将压力反馈给控制器,控制器根据压力信号对电机进行控制,实现气体的增压,当需要给压力容器(12)降压时,关闭截止阀(5)和泄压阀(16),打开气切换阀(6),电机带动二级120MPa电动气体增压缸(14)后退,实现100MPa到40MPa范围内的降压,关闭泄压阀(16),打开截止阀(5)和气切换阀(6),电机带动一级40MPa电动气体增压缸(7)后退,实现40MPa到0.1MPa的降压;

(3) 当需要对压力容器内压力进行独立于温度进行控制时,先进行步骤(1),当压力容器达到设定温度时,压力容器内压力等于水的饱和蒸气压,如果需要对压力容器进行独立于温度进行控制时,进行步骤(2),即实现在同一温度下压力的升高。

一种高精度流体自动控压装置及其控压方法

技术领域

[0001] 本发明属于高温高压实验装置技术领域,具体涉及一种高精度流体自动控压装置及其控压方法。

背景技术

[0002] 在高温高压水热实验过程中,仅采用水作为传压介质,因此存在如下弊端:①当样品腔内传压介质为水-汽混合物时,其中的压力与温度密切相关而严格地等于水的饱和蒸汽压,不可独立于温度原位调节;②当样品腔内传压介质为单相态(如汽态,液态或超临界态)的水介质时,只能向其中打入新鲜溶液或放出已与固体样品发生过反应的水流体来原位调节样品腔内的压力,然而此两种方式都改变了样品腔内水流体的组成特性。如果需要高温高压水热实验中的压力独立于温度进行调节,并且这个过程不改变压力容器内的物质组成特性,就要往压力容器中泵入高压气体。通过往压力容器内泵入一定量的高压气体,可以在温度保持不变的情况下,改变样品腔内的压力。

[0003] 而对容积较小的压力容器,想要对压力容器内的压力进行精确调控,需要单次输入或者输出的流体量较小,否则一次最小的输入量较大的增压装置,可使压力容器的压力一下升高几十至几百个大气压,难以起到精确控制压力的目的(升压和降压都是0.1MPa的控制精度)。

[0004] 而现有的采用手动控制手动的气体或液体增压泵进行压力控制,因掌控力度不当,导致压力跳动大,控制精度差,不易控制。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是:提供一种高精度流体自动控压装置及其控压方法,以解决现有技术中存在的问题。

[0006] 本发明采取的技术方案为:一种高精度流体自动控压装置,包括并联连接到压力口的气体增压管路系统和液体增压管路系统,气体增压管路系统包括依次通过管道连接的气瓶、减压阀、比例调压阀、进气阀、截止阀和气切换阀,进气阀和截止阀间管道上连接有两并联的一级40MPa电动气体增压缸,截止阀和气切换阀间管道上连接有二级120MPa电动气体增压缸,液体增压管路系统包括依次通过管道连接的水溶液容器、进水截止阀和水切换阀,进水截止阀和水切换阀间管道上连接有电动液体增压缸,压力口连接的进液管道上设置有高压传感器。

[0007] 优选的,上述气瓶与减压阀间的管道上和减压阀与比例调压阀间的管道上均安装有压力表,时间监测气体压力变化以及比例调节阀调节前的压力情况。

[0008] 优选的,上述压力口连接的进液管道上连接有泄压阀和高压表,泄压阀和高压表位于水切换阀和气切换阀之后的管道上,通过泄压阀提高设备使用安全性,高压表实时监测高压情况。

[0009] 优选的,上述两一级40MPa电动气体增压缸、二级120MPa电动气体增压缸、电动液

体增压缸和高压传感器连接到控制器,控制器连接到人机交互模块。

[0010] 一种高精度流体自动控压装置的控压方法,该方法包括以下步骤:

(1) 当只往压力容器内泵送高压液体时,先打开进水截止阀,关闭水切换阀,电机带动电动液体增压缸回退,从水溶液容器中吸入常压的液体,电动液体增压缸全部回退后,关闭进水截止阀、气切换阀和泄压阀,电机带动电动液体增压缸前进,将液体泵送到压力容器中,通过压力传感器测量管道压力,并将压力反馈给控制器,控制器根据压力信号对电机进行控制,实现液体的增压,当需要给压力容器降压时,关闭进水截止阀、气切换阀和泄压阀,电机带动电动液体增压缸后退,实现降压;

(2) 当只往压力容器内泵送高压气体时,先打开进气阀和截止阀,关闭气切换阀,电机带动两一级40MPa电动气体增压缸回退,从气瓶中吸入气体,两一级40MPa电动气体增压缸全部回退后,关闭进气阀、水切换阀和泄压阀,电机带动两一级40MPa电动气体增压缸前进,将气体泵送到压力容器中,当压力超过40 MPa后,关闭截止阀,继续用电机带动二级120MPa电动气体增压缸对管路进行加压到100MPa,通过高压传感器测量管道压力,并将压力反馈给控制器,控制器根据压力信号对电机进行控制,实现气体的增压,当需要给压力容器降压时,关闭截止阀和泄压阀,打开气切换阀,电机带动二级120MPa电动气体增压缸后退,实现100MPa到40MPa范围内的降压,关闭泄压阀,打开截止阀和气切换阀,电机带动一级40MPa电动气体增压缸后退,实现40MPa到0.1MPa的降压;

(3) 当需要对压力容器压力进行独立于温度进行控制时,先进行上述步骤(1),当压力容器达到设定温度时,压力容器内压力等于水的饱和蒸气压,如果需要对压力容器进行独立于温度进行控制时,进行上述步骤(2),即可实现在同一温度下压力的升高。

[0011] 本发明的有益效果:与现有技术相比,本发明的效果如下:

(1) 本发明中设置减压阀、比例调压阀、进气阀、截止阀和气切换阀以及一级40MPa电动气体增压缸和二级120MPa电动气体增压缸,通过比例调压阀实现0-3MPa试验压力控制,然后通过一级40MPa电动气体增压缸将压力3MPa增压到40MPa,再通过二级120MPa电动气体增压缸将压力40MPa增压到100MPa,实现0-100MPa的压力控制,而且通过保压、升压、保压,能够实现气体加压的稳定性,实验过程中减少噪声和振动,电动控制,提高控制精度;

(2) 将压力分段加压,提高加压精度和加压安全性,满足加压稳定性;

(3) 采用控制器、高压传感器、电动液体增压泵和电动气体增压泵,闭环控制,控制精度大大提高;

(4) 高温压力容器的容积较小,仅为8 mL,因此对流体压力的控制精度要求较高,即通过加压泵对压力容器内的流体单次最低的泵送量要求非常低,否则压力容器内加压非常迅速,泵送一次流体,压力即上升几十至上百个大气压。而一般的气驱高压气泵或者是液驱高压气泵,单冲程的最小泵送量为0.4 mL,难以满足 ± 0.1 MPa的加压精度,并且采用传统的气驱高压气泵或者是液驱高压气泵方案,由于使用单向阀,因此只能对压力容器进行加压操作,不能进行精确的降压和稳压,而本发明采用的液体增压缸和气体增压缸为螺杆柱塞加压结构,通过螺杆的螺旋移动带动柱塞实现加压和实现流体流出,泵的前端为密封柱塞结构,后端为螺杆结构,根据电机旋转角度的不同,可以方便快捷地计算出流出的流体体积,将压力分段控制,采用伺服电机带动气体高压增压缸,最小单次可输出量很小,在整个输出压力范围内控制压力精度可达到0.1 MPa;

(5) 在高温高压水热实验过程中,仅采用水作为传压介质,因此存在如下弊端:①当样品腔内传压介质为水-汽混合物时,其中的压力与温度密切相关而严格地等于水的饱和蒸汽压,不可独立于温度原位调节;②当样品腔内传压介质为单相态(如汽态,液态或超临界态)的水介质时,只能向其中打入新鲜溶液或放出已与固体样品发生过反应的水流体来原位调节样品腔内的压力,然而此两种方式都改变了样品腔内水流体的组成特性。如果需要对高温高压水热实验中的压力独立于温度进行调节,并且这个过程不改变压力容器内的物质组成特性,就要往压力容器中泵入高压气体。通过往压力容器内泵入一定量的高压气体,可以在温度保持不变的情况下,改变样品腔内的压力;

(6) 比例调节阀:比例调节阀和减压阀的作用实现0-3MPa试验压力控制,减压阀:减压阀用于控制气瓶出口的流量,将气体的压力降低,使得阀后的压力保持在一定的范围内,保护后端设备。

附图说明

[0012] 图1是本发明的结构示意图;

图2是本发明的控制电路原理结构示意图;

图3是各个电动气体增压缸的驱动电机和电动液体增压缸的驱动电机的电路连接结构示意图,M1、M2、M3、M4为驱动电机。

具体实施方式

[0013] 下面结合附图及具体的实施例对本发明进行进一步介绍。

[0014] 实施例1:如图1-图3所示,一种高精度流体自动控压装置,包括并联连接到压力口12的气体增压管路系统和液体增压管路系统,气体增压管路系统包括依次通过管道连接的气瓶1、减压阀2、比例调压阀3、进气阀4、截止阀5和气切换阀6,进气阀4和截止阀5间管道上连接有两并联的一级40MPa电动气体增压缸7,截止阀5和气切换阀6间管道上连接有二级120MPa电动气体增压缸14,液体增压管路系统包括依次通过管道连接的水溶液容器8、进水截止阀9和水切换阀10,进水截止阀9和水切换阀10间管道上连接有电动液体增压缸11,压力口12连接的进液管道上设置有高压传感器15。

[0015] 优选的,上述气瓶1与减压阀2间的管道上和减压阀2与比例调压阀3间的管道上均安装有压力表13。

[0016] 优选的,上述压力口12连接的进液管道上连接有泄压阀16和高压表17,泄压阀16和高压表17位于水切换阀10和气切换阀6之后的管道上。

[0017] 优选的,上述两一级40MPa电动气体增压缸7、二级120MPa电动气体增压缸14、电动液体增压缸11和高压传感器15连接到控制器,控制器连接到人机交互模块。

[0018] 实施例2:一种高精度流体自动控压装置的控压方法,该方法包括以下步骤:

(1) 当只往压力容器内泵送高压液体时,先打开进水截止阀9,关闭水切换阀10,电机带动电动液体增压缸11回退,从水溶液容器8中吸入常压的液体,电动液体增压缸11全部回退后,关闭进水截止阀9、气切换阀6和泄压阀16,电机带动电动液体增压缸11前进,将液体泵送到压力容器12中,通过压力传感器15测量管道压力,并将压力反馈给控制器,控制器根据压力信号对电机进行控制,实现液体的增压,当需要给压力容器12降压时,关闭进水截止阀

9、气切换阀6和泄压阀16,电机带动电动液体增压缸11后退,实现降压;

(2)当只往压力容器内泵送高压气体时,先打开进气阀4和截止阀5,关闭气切换阀6,电机带动两一级40MPa电动气体增压缸7回退,从气瓶1中吸入气体,两一级40MPa电动气体增压缸7和二级120MPa电动气体增压缸14全部回退后,关闭进气阀4、水切换阀10和泄压阀16,电机带动两一级40MPa电动气体增压缸7前进,将气体泵送到压力容器12中,当压力超过40MPa后,关闭截止阀5,继续用电机带动二级120MPa电动气体增压缸14对管路进行加压到100MPa,通过高压传感器15测量管道压力,并将压力反馈给控制器,控制器根据压力信号对电机进行控制,实现气体的增压,当需要给压力容器12降压时,关闭截止阀5和泄压阀16,打开气切换阀6,电机带动二级120MPa电动气体增压缸14后退,实现100MPa到40MPa范围内的降压,关闭泄压阀16,打开截止阀5和气切换阀6,电机带动一级40MPa电动气体增压缸7后退,实现40MPa到0.1MPa的降压;

(3)当需要对压力容器压力进行独立于温度进行控制时,先进行上述步骤(1),当压力容器达到设定温度时,压力容器内压力等于水的饱和蒸气压,如果需要对压力容器进行独立于温度进行控制时,进行上述步骤(2),即可实现在同一温度下压力的升高。

[0019] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内,因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

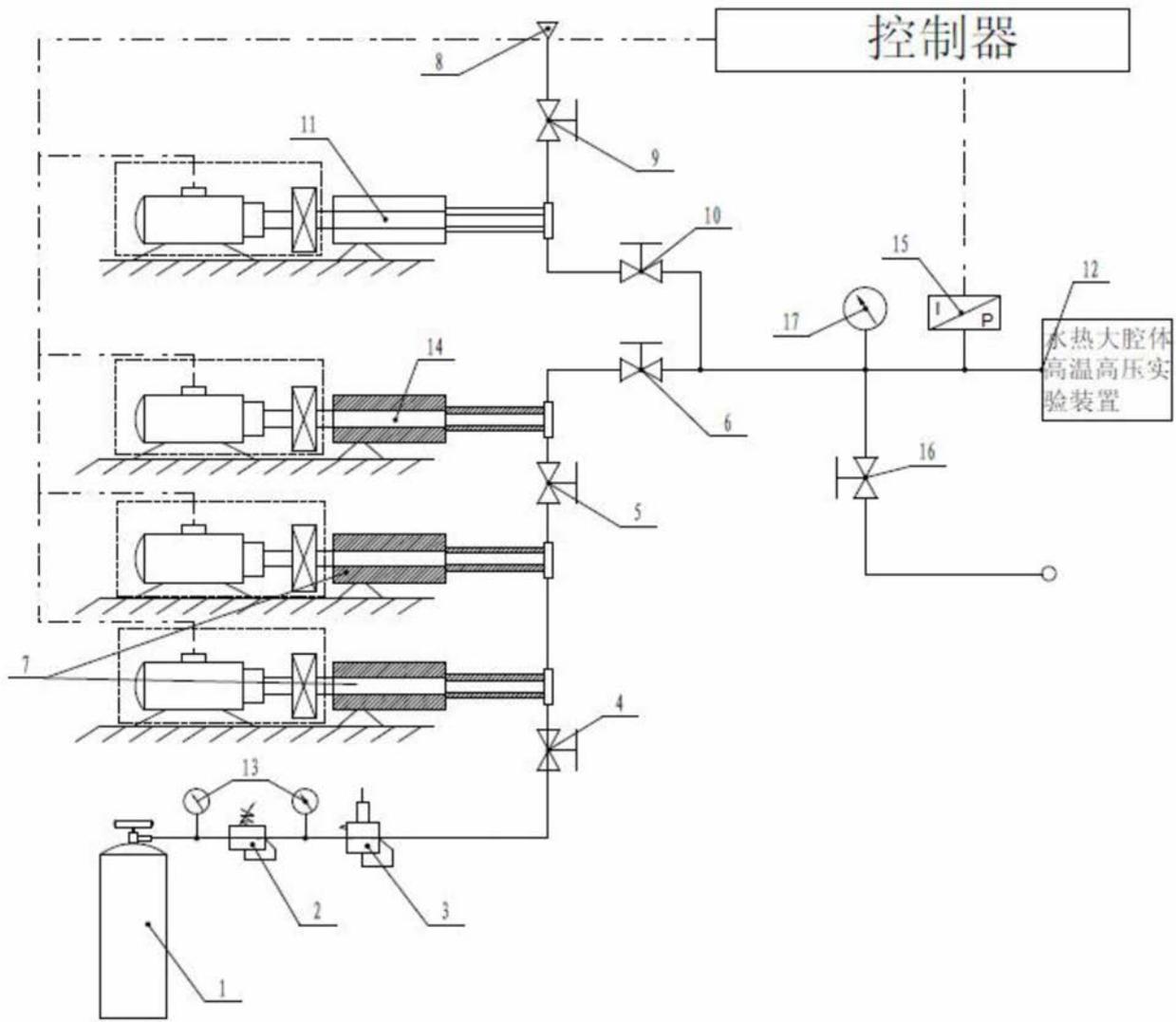


图1

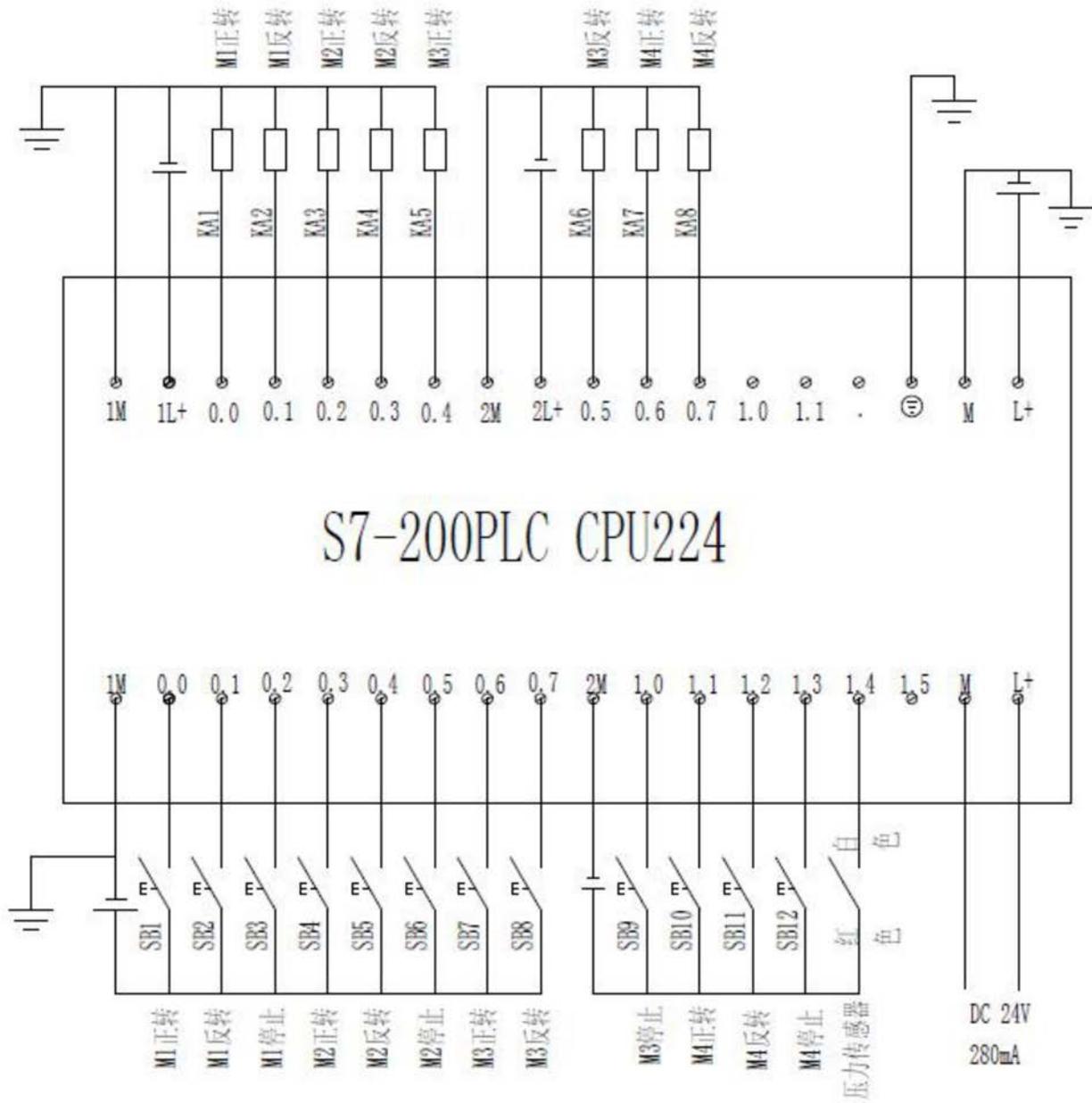


图2

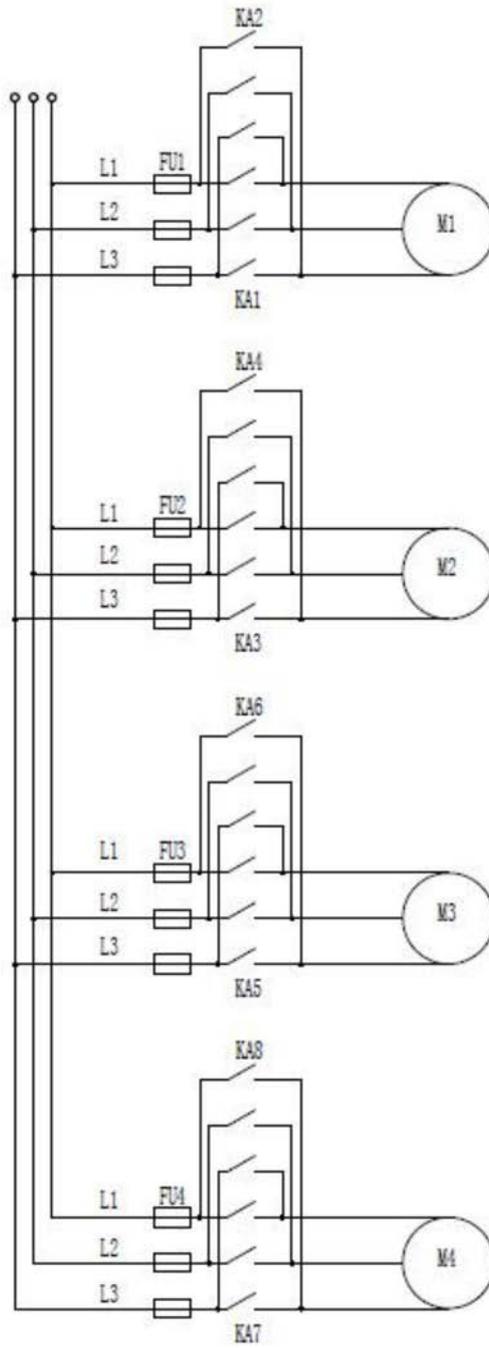


图3