(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 114904997 A
(43)申请公布日 2022.08.16

(21)申请号 202210463549.9

(22)申请日 2022.04.28

(71)申请人 中国重型机械研究院股份公司
地址 710018 陕西省西安市经济技术开发区草滩生态产业园尚林路3699号

(72)发明人 张宗元 张君 杨红娟 薛菲菲 段丽华

(74)专利代理机构 西安吉盛专利代理有限责任公司 61108
专利代理师 鲍燕平

(51)Int.Cl.
B21J 9/20(2006.01)

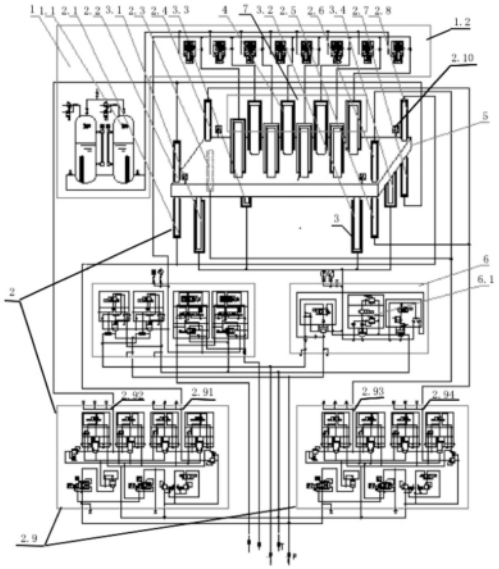
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种移动横梁快速运动速度控制系统及方法

(57)摘要

本发明属于冶金设备技术领域，具体提供了一种移动横梁快速运动速度控制系统及方法，包括移动横梁，包括充排液单元、主缸组、调平控制单元、平衡单元和主缸同步单元，主缸组连接在移动横梁的中部上面，充排液单元、调平控制单元和平衡单元均连接移动横梁，主缸组分别连通充排液单元和主缸同步单元，解决了现有大型模锻压机移动横梁如何稳定可靠快速运动的问题，本发明实现了大型模锻压机移动横梁的快速平稳运行。



CN 114904997 A

1.一种移动横梁快速运动速度控制系统，包括移动横梁(5)，其特征在于：包括充排液单元(1)、主缸组(4)、调平控制单元(2)、平衡单元(6)和主缸同步单元(7)，主缸组(4)连接在移动横梁(5)的中部上面，充排液单元(1)、调平控制单元(2)和平衡单元(6)均连接移动横梁(5)，主缸组(4)分别连通充排液单元(1)和主缸同步单元(7)。

2.如权利要求1所述的移动横梁快速运动速度控制系统，其特征在于：所述充排液单元(1)包括油罐组(1.1)和充液阀组(1.2)，油罐组(1.1)通过充液阀组(1.2)连通主缸组(4)。

3.如权利要求1所述的移动横梁快速运动速度控制系统，其特征在于：所述调平控制单元(2)包括上调平缸组、下调平缸组和调平缸控制阀块(2.9)，上调平缸组和下调平缸组上下对称分布，上调平缸组包括第二调平缸(2.2)、第四调平缸(2.4)、第六调平缸(2.6)和第八调平缸(2.8)，下调平缸组包括第一调平缸(2.1)、第三调平缸(2.3)、第五调平缸(2.5)和第七调平缸(2.7)；调平缸控制阀块(2.9)分别连通第一调平缸(2.1)、第二调平缸(2.2)、第三调平缸(2.3)、第四调平缸(2.4)、第五调平缸(2.5)、第六调平缸(2.6)、第七调平缸(2.7)和第八调平缸(2.8)，且第一调平缸(2.1)连接移动横梁(5)左前角的下面，第二调平缸(2.2)连接移动横梁(5)左前角的上面，第三调平缸(2.3)连接移动横梁(5)左后角的下面，第四调平缸(2.4)连接移动横梁(5)左后角的上面，第五调平缸(2.5)连接移动横梁(5)右前角的下面，第六调平缸(2.6)连接移动横梁(5)右前角的上面，第七调平缸(2.7)连接移动横梁(5)右后角的下面，第八调平缸(2.8)连接移动横梁(5)右后角的上面。

4.如权利要求3所述的移动横梁快速运动速度控制系统，其特征在于：所述调平缸控制阀块(2.9)包括第一调平控制油路(2.91)、第二调平控制油路(2.92)、第三调平控制油路(2.93)和第四调平控制油路(2.94)，第一调平控制油路(2.91)分别连通第一调平缸(2.1)和第七调平缸(2.7)，第二调平控制油路(2.92)分别连通第二调平缸(2.2)和第八调平缸(2.8)，第三调平控制油路(2.93)分别连通第三调平缸(2.3)和第六调平缸(2.6)，第四调平控制油路(2.94)分别连通第四调平缸(2.4)和第五调平缸(2.5)。

5.如权利要求4所述的移动横梁快速运动速度控制系统，其特征在于：所述调平控制单元(2)还包括位移传感器(2.10)，移动横梁(5)的每个边角连接有位移传感器(2.10)，位移传感器(2.10)电连接调平缸控制阀块(2.9)。

6.如权利要求1所述的移动横梁快速运动速度控制系统，其特征在于：所述平衡单元(6)包括回程缸组(3)和背压平衡阀组(6.1)，背压平衡阀组(6.1)连通回程缸组(3)，回程缸组(3)连接在移动横梁(5)的下面。

7.如权利要求6所述的移动横梁快速运动速度控制系统，其特征在于：所述回程缸组(3)包括第一回程缸(3.1)、第二回程缸(3.2)、第三回程缸(3.3)和第四回程缸(3.4)，第一回程缸(3.1)和第二回程缸(3.2)自左向右间隔连接在第一调平缸(2.1)和第七调平缸(2.7)之间，第三回程缸(3.3)和第四回程缸(3.4)自左向右间隔连接在第三调平缸(2.3)和第七调平缸(2.7)之间。

8.如权利要求2所述的移动横梁快速运动速度控制系统，其特征在于：所述主缸组(4)包括第一主缸(4.1)、第二主缸(4.2)、第三主缸(4.3)、第四主缸(4.4)、第五主缸(4.5)、第六主缸(4.6)、第七主缸(4.7)和第八主缸(4.8)，第一主缸(4.1)、第二主缸(4.2)、第三主缸(4.3)、第四主缸(4.4)、第五主缸(4.5)、第六主缸(4.6)、第七主缸(4.7)和第八主缸(4.8)均匀分布在移动横梁(5)上；

充液阀组(1.2)包括第一充液阀(1.21)、第二充液阀(1.22)、第三充液阀(1.23)、第四充液阀(1.24)、第五充液阀(1.25)、第六充液阀(1.26)、第七充液阀(1.27)和第八充液阀(1.28),第一主缸(4.1)连通第一充液阀(1.21),第二主缸(4.2)连通第二充液阀(1.22),第三主缸(4.3)连通第三充液阀(1.23),第四主缸(4.4)连通第四充液阀(1.24),第五主缸(4.5)连通第五充液阀(1.25),第六主缸(4.6)连通第六充液阀(1.26),第七主缸(4.7)连通第七充液阀(1.27),第八主缸(4.8)连通第八充液阀(1.28)。

9.如权利要求8所述的移动横梁快速运动速度控制系统,其特征在于:所述主缸同步单元(7)包括主缸高压管道(7.1)、充液管道(7.2)和高压通体(7.3),主缸高压管道(7.1)分别连通第一主缸(4.1)、第二主缸(4.2)、第三主缸(4.3)、第四主缸(4.4)、第五主缸(4.5)、第六主缸(4.6)、第七主缸(4.7)和第八主缸(4.8),充液管道(7.2)通过高压通体(7.3)分别连通第一充液阀(1.21)、第二充液阀(1.22)、第三充液阀(1.23)、第四充液阀(1.24)、第五充液阀(1.25)、第六充液阀(1.26)、第七充液阀(1.27)和第八充液阀(1.28)。

10.一种移动横梁快速运动速度控制方法,其特征在于:包括如下步骤:当移动横梁(5)空程下降时,充排液单元(1)为主缸组(4)补充油液;当移动横梁(5)上升时,充排液单元(1)排出主缸组(4)中的油液;调平控制单元(2)消除移动横梁(5)移动时的不同步,主缸同步单元(7)控制移动横梁(5)平稳运动,平衡单元(6)平衡移动横梁的重量,并使移动横梁(5)上升。

一种移动横梁快速运动速度控制系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于冶金设备技术领域，具体涉及一种移动横梁快速运动速度控制系统及方法。

背景技术

[0002] 近几年航空航天行业的快速发展，大型整体航空模锻件的需求量逐年快速增加，对于大型模锻压机的需求越来越多，建设步伐逐渐加快，大型模锻压机的运行效率使得运动部件的运行速度要求尽可能的快，而大型模锻压机主要运动部件移动横梁不仅体积庞大，而且重量很重，超过2000吨，快速运动时对其整个控制系统的要求很高，需要建立可靠稳定的大型模锻压机移动横梁快速运动液压控制系统。

[0003] 申请号为CN201920579714.0，申请日为2019年4月25日的中国专利文献公开了一种钢球成型机用的移动横梁控制机构，钢球成型机包括冲压成型机；钢球坯中转机构，包括支撑架固定柱支承座、支撑架固定柱、支撑架和钢球坯中转套；钢球坯接应翻转机构，设在支撑架固定柱支承座的左侧；移动横梁和钢球坯接力转移机构，钢球坯接力转移机构设在移动横梁上；移动横梁控制机构包括用于驱使移动横梁上下升降以及左右移动的移动横梁主驱动机构和移动横梁辅助驱动机构，移动横梁主驱动机构设在钢球坯接应翻转机构的左侧，移动横梁辅助驱动机构设置在冲压成型机的右侧，所述移动横梁的左端与移动横梁主驱动机构相配合，移动横梁的中部与所述冲压成型机的后侧相对应，而移动横梁的右端与移动横梁辅助驱动机构相配合。该文献目的是如何提高钢球成型效率，没有解决大型模锻压机移动横梁如何稳定可靠快速运动的问题。

发明内容

[0004] 本发明提供的一种移动横梁快速运动速度控制系统及方法目的是克服现有技术中大型模锻压机移动横梁如何稳定可靠快速运动的问题。

[0005] 为此，本发明提供了一种移动横梁快速运动速度控制系统，包括移动横梁，包括充排液单元、主缸组、调平控制单元、平衡单元和主缸同步单元，主缸组连接在移动横梁的中部上面，充排液单元、调平控制单元和平衡单元均连接移动横梁，主缸组分别连通充排液单元和主缸同步单元。

[0006] 优选的，所述充排液单元包括油罐组和充液阀组，油罐组通过充液阀组连通主缸组。

[0007] 优选的，所述调平控制单元包括上调平缸组、下调平缸组和调平缸控制阀块，上调平缸组和下调平缸组上下对称分布，上调平缸组包括第二调平缸、第四调平缸、第六调平缸和第八调平缸，下调平缸组包括第一调平缸、第三调平缸、第五调平缸和第七调平缸；调平缸控制阀块分别连通第一调平缸、第二调平缸、第三调平缸、第四调平缸、第五调平缸、第六调平缸、第七调平缸和第八调平缸，且第一调平缸连接移动横梁左前角的下面，第二调平缸连接移动横梁左前角的上面，第三调平缸连接移动横梁左后角的下面，第四调平缸连接移

动横梁左后角的上面，第五调平缸连接移动横梁右前角的下面，第六调平缸连接移动横梁右前角的上面，第七调平缸连接移动横梁右后角的下面，第八调平缸连接移动横梁右后角的上面。

[0008] 优选的，所述调平缸控制阀块包括第一调平控制油路、第二调平控制油路、第三调平控制油路和第四调平控制油路，第一调平控制油路分别连通第一调平缸和第七调平缸，第二调平控制油路分别连通第二调平缸和第八调平缸，第三调平控制油路分别连通第三调平缸和第六调平缸，第四调平控制油路分别连通第四调平缸和第五调平缸。

[0009] 优选的，所述调平控制单元还包括位移传感器，移动横梁的每个边角连接有位移传感器，位移传感器电连接调平缸控制阀块。

[0010] 优选的，所述平衡单元包括回程缸组和背压平衡阀组，背压平衡阀组连通回程缸组，回程缸组连接在移动横梁的下面。

[0011] 优选的，所述回程缸组包括第一回程缸、第二回程缸、第三回程缸和第四回程缸，第一回程缸和第二回程缸自左向右间隔连接在第一调平缸和第七调平缸之间，第三回程缸和第四回程缸自左向右间隔连接在第三调平缸和第七调平缸之间。

[0012] 优选的，所述主缸组包括第一主缸、第二主缸、第三主缸、第四主缸、第五主缸、第六主缸、第七主缸和第八主缸，第一主缸、第二主缸、第三主缸、第四主缸、第五主缸、第六主缸、第七主缸和第八主缸均匀分布在移动横梁上；

[0013] 充液阀组包括第一充液阀、第二充液阀、第三充液阀、第四充液阀、第五充液阀、第六充液阀、第七充液阀和第八充液阀，第一主缸连通第一充液阀，第二主缸连通第二充液阀，第三主缸连通第三充液阀，第四主缸连通第四充液阀，第五主缸连通第五充液阀，第六主缸连通第六充液阀，第七主缸连通第七充液阀，第八主缸连通第八充液阀。

[0014] 优选的，所述主缸同步单元包括主缸高压管道、充液管道和高压通体，主缸高压管道分别连通第一主缸、第二主缸、第三主缸、第四主缸、第五主缸、第六主缸、第七主缸和第八主缸，充液管道通过高压通体分别连通第一充液阀、第二充液阀、第三充液阀、第四充液阀、第五充液阀、第六充液阀、第七充液阀和第八充液阀。

[0015] 一种移动横梁快速运动速度控制方法，包括如下步骤：当移动横梁空程下降时，充排液单元为主缸组补充油液；当移动横梁上升时，充排液单元排出主缸组中的油液；调平控制单元消除移动横梁移动时的不同步，主缸同步单元控制移动横梁平稳运动，平衡单元平衡移动横梁的重量，并使移动横梁上升。

[0016] 本发明的有益效果：

[0017] 1、本发明提供的这种移动横梁快速运动速度控制系统及方法，采用油罐组和充液阀组，在移动横梁快速运动时对移动横梁运动油缸(主缸组)进行快速的充液和排液，充排液单元可以快速补充移动横梁高速下降产生的液体体积不足，又能很快排出移动横梁快速上升主缸组排出的大量液体；

[0018] 2、本发明提供的这种移动横梁快速运动速度控制系统及方法，利用调平控制单元能减少或消除偏心载荷造成的移动横梁运动的不同步。

[0019] 3、本发明提供的这种移动横梁快速运动速度控制系统及方法，利用平衡单元在压机加压结束时回程缸快速建压能够提升移动横梁上升速度。

[0020] 4、本发明提供的这种移动横梁快速运动速度控制系统及方法，通过充排液单元、

主缸组、调平控制单元、平衡单元和主缸同步单元的共同作用，实现大型模锻压机移动横梁的快速平稳运行。

附图说明

[0021] 以下将结合附图对本发明做进一步详细说明。

[0022] 图1是移动横梁快速运动速度控制系统的结构原理示意图；

[0023] 图2是主缸高压管道分布连接示意图；

[0024] 图3是充液管道和高压通体分布连接示意图。

[0025] 附图标记说明：1、充排液单元；2、调平控制单元；3、回程缸组；4、主缸组；5、移动横梁；6、平衡单元；7、主缸同步单元；1.1、油罐组；1.2、充液阀组；2.1、第一调平缸；2.2、第二调平缸；2.3、第三调平缸；2.4、第四调平缸；2.5、第五调平缸；2.6、第六调平缸；2.7、第七调平缸；2.8、第八调平缸；2.9、调平缸控制阀块；2.91、第一调平控制油路；2.92、第二调平控制油路；2.93、第三调平控制油路；2.94、第四调平控制油路；2.10、位移传感器；6.1、背压平衡阀组；3.1、第一回程缸；3.2、第二回程缸；3.3、第三回程缸；3.4、第四回程缸；4.1、第一主缸；4.2、第二主缸；4.3、第三主缸；4.4、第四主缸；4.5、第五主缸；4.6、第六主缸；4.7、第七主缸；4.8、第八主缸；1.21、第一充液阀；1.22、第二充液阀；1.23、第三充液阀；1.24、第四充液阀；1.25、第五充液阀；1.26、第六充液阀；1.27、第七充液阀；1.28、第八充液阀；7.1、主缸高压管道；7.2、充液管道；7.3、高压通体；7.11、第一主缸高压管道；7.12、第二主缸高压管道；7.13、第三主缸高压管道；7.14、第四主缸高压管道；7.21、第一充液管道；7.22、第二充液管道；7.23、第三充液管道；7.24、第四充液管道；7.31、第一高压通体；7.32、第二高压通体；7.33、第三高压通体。

具体实施方式

[0026] 实施例1：

[0027] 如图1所示，一种移动横梁快速运动速度控制系统，包括移动横梁5，包括充排液单元1、主缸组4、调平控制单元2、平衡单元6和主缸同步单元7，主缸组4连接在移动横梁5的中部上面，充排液单元1、调平控制单元2和平衡单元6均连接移动横梁5，主缸组4分别连通充排液单元1和主缸同步单元7。

[0028] 通过充排液单元1、主缸组4、调平控制单元2、平衡单元6和主缸同步单元7的共同作用，当移动横梁5上升时，充排液单元1为主缸组4补充油液；当移动横梁5下升时，充排液单元1排出主缸组4中的油液；调平控制单元2消除移动横梁5移动时的不同步，主缸同步单元7控制移动横梁5平稳运动，平衡单元6平衡移动横梁的重量，并使移动横梁5上升，实现大型模锻压机移动横梁的快速平稳运行。

[0029] 实施例2:

[0030] 在实施例1的基础上，所述充排液单元1包括油罐组1.1和充液阀组1.2，油罐组1.1通过充液阀组1.2连通主缸组4。

[0031] 采用油罐组1.1和充液阀组1.2，在移动横梁5快速运动时对移动横梁5运动油缸主缸组4进行快速的充液和排液，充排液单元1可以快速补充移动横梁高速下降产生的液体体积不足，又能很快排出移动横梁快速上升主缸组4排出的大量液体。

[0032] 优选的，所述调平控制单元2包括上调平缸组、下调平缸组和调平缸控制阀块2.9，上调平缸组和下调平缸组上下对称分布，上调平缸组包括第二调平缸2.2、第四调平缸2.4、第六调平缸2.6和第八调平缸2.8，下调平缸组包括第一调平缸2.1、第三调平缸2.3、第五调平缸2.5和第七调平缸2.7；调平缸控制阀块2.9分别连通第一调平缸2.1、第二调平缸2.2、第三调平缸2.3、第四调平缸2.4、第五调平缸2.5、第六调平缸2.6、第七调平缸2.7和第八调平缸2.8，且第一调平缸2.1连接移动横梁5左前角的下面，第二调平缸2.2连接移动横梁5左前角的上面，第三调平缸2.3连接移动横梁5左后角的下面，第四调平缸2.4连接移动横梁5左后角的上面，第五调平缸2.5连接移动横梁5右前角的下面，第六调平缸2.6连接移动横梁5右前角的上面，第七调平缸2.7连接移动横梁5右后角的下面，第八调平缸2.8连接移动横梁5右后角的上面。

[0033] 八个调平缸采用对角线成对连接控制的方式，控制着移动横梁的四个角，可以快速地消除移动横梁运动过程中的不同步。八个调平缸对称布置在移动横梁外部的四个角上，这样就使得移动横梁调平控制单元控制的范围比较大，在增强移动横梁刚度的同时提高了调平控制单元同步控制的精度。

[0034] 优选的，所述调平缸控制阀块2.9包括第一调平控制油路2.91、第二调平控制油路2.92、第三调平控制油路2.93和第四调平控制油路2.94，第一调平控制油路2.91分别连通第一调平缸2.1和第七调平缸2.7，第二调平控制油路2.92分别连通第二调平缸2.2和第八调平缸2.8，第三调平控制油路2.93分别连通第三调平缸2.3和第六调平缸2.6，第四调平控制油路2.94分别连通第四调平缸2.4和第五调平缸2.5。

[0035] 上调平缸组和下调平缸组采用上下对角线成对连通控制的方式，可以分别使每一组对角线的上调平缸和下调平缸对移动横梁5产生下压力和上顶力，从而实现对移动横梁四角位置的调整，采用四组调平控制油路控制八个调平缸，四组调平控制油路独立控制呈上下对角布置的四组调平缸的动作，实现对移动横梁四角位置高精度的实时调整，从而最终实现移动横梁的快速动态调平同步提高了同步系统的精度。

[0036] 优选的，所述调平控制单元2还包括位移传感器2.10，移动横梁5的每个边角连接有位移传感器2.10，位移传感器2.10电连接调平缸控制阀块2.9。

[0037] 移动横梁5的四个角分别安装有位移传感器2.10，能够实时动态反馈组合移动横梁5四个角的位置，上调平缸组和下调平缸组的各缸根据位移传感器2.10反馈的数据对移动横梁5的四个角施加反向的向上或向下的力，最终实现对移动横梁5的动态调平，并和八个调平缸共同组成同步系统。

[0038] 优选的，所述平衡单元6包括回程缸组3和背压平衡阀组6.1，背压平衡阀组6.1连通回程缸组3，回程缸组3连接在移动横梁5的下面。

[0039] 回程缸组3用于支撑移动横梁5及压机其他活动部分的重量，并实现移动横梁5的回程动作。移动横梁平衡单元6采用压机加压结束时回程缸组3和背压平衡阀组6.1建立背压的方法使移动横梁上升时能快速建压提高上升速度。

[0040] 优选的，所述回程缸组3包括第一回程缸3.1、第二回程缸3.2、第三回程缸3.3和第四回程缸3.4，第一回程缸3.1和第二回程缸3.2自左向右间隔连接在第一调平缸2.1和第七调平缸2.7之间，第三回程缸3.3和第四回程缸3.4自左向右间隔连接在第三调平缸2.3和第七调平缸2.7之间。

[0041] 用于支撑压机活动部分的重量，并实现移动横梁的回程动作，此种结构布置可以最大化消除移动横梁运行的不平衡。

[0042] 优选的，所述主缸组4包括第一主缸4.1、第二主缸4.2、第三主缸4.3、第四主缸4.4、第五主缸4.5、第六主缸4.6、第七主缸4.7和第八主缸4.8，第一主缸4.1、第二主缸4.2、第三主缸4.3、第四主缸4.4、第五主缸4.5、第六主缸4.6、第七主缸4.7和第八主缸4.8均匀分布在移动横梁5上；

[0043] 充液阀组1.2包括第一充液阀1.21、第二充液阀1.22、第三充液阀1.23、第四充液阀1.24、第五充液阀1.25、第六充液阀1.26、第七充液阀1.27和第八充液阀1.28，第一主缸4.1连通第一充液阀1.21，第二主缸4.2连通第二充液阀1.22，第三主缸4.3连通第三充液阀1.23，第四主缸4.4连通第四充液阀1.24，第五主缸4.5连通第五充液阀1.25，第六主缸4.6连通第六充液阀1.26，第七主缸4.7连通第七充液阀1.27，第八主缸4.8连通第八充液阀1.28。

[0044] 由油罐组1.1和充液阀组1.2组成的移动横梁充排液单元1能够快速给八个主缸补充油液，以防吸空，每个主缸配1个充液阀，能快速实现对应主缸的充液和排液，独立性和精度高。

[0045] 优选的，如图2和图3所示，所述主缸同步单元7包括主缸高压管道7.1、充液管道7.2和高压通体7.3，主缸高压管道7.1分别连通第一主缸4.1、第二主缸4.2、第三主缸4.3、第四主缸4.4、第五主缸4.5、第六主缸4.6、第七主缸4.7和第八主缸4.8，充液管道7.2通过高压通体7.3分别连通第一充液阀1.21、第二充液阀1.22、第三充液阀1.23、第四充液阀1.24、第五充液阀1.25、第六充液阀1.26、第七充液阀1.27和第八充液阀1.28。

[0046] 通过高压通体7.3将充液管道7.2内的油液连通，然后高压通体7.3将油液均匀分散至每个主缸，保证每个主缸所供油液的一致性。充液阀8和主缸高压管道7.1满足主缸组4中主柱空程快速下降和回程的充、排液要求。

[0047] 实施例3:

[0048] 一种移动横梁快速运动速度控制方法，包括如下步骤：当移动横梁5空程下降时，充排液单元1为主缸组4补充油液；当移动横梁5上升时，充排液单元1排出主缸组4中的油液；调平控制单元2消除移动横梁5移动时的不同步，主缸同步单元7控制移动横梁5平稳运动，平衡单元6平衡移动横梁的重量，并使移动横梁5上升。

[0049] 通过充排液单元1、主缸组4、调平控制单元2、平衡单元6和主缸同步单元7的共同作用，实现大型模锻压机移动横梁的快速平稳运行。

[0050] 本发明的描述中，需要理解的是，若有术语“正面”、“内部”、“右”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此附图中描述位置关系的用语仅用于示例性说明，不能理解为对本发明的限制。

[0051] 以上例举仅仅是对本发明的举例说明，并不构成对本发明的保护范围的限制，凡是与本发明相同或相似的设计均属于本发明的保护范围之内。

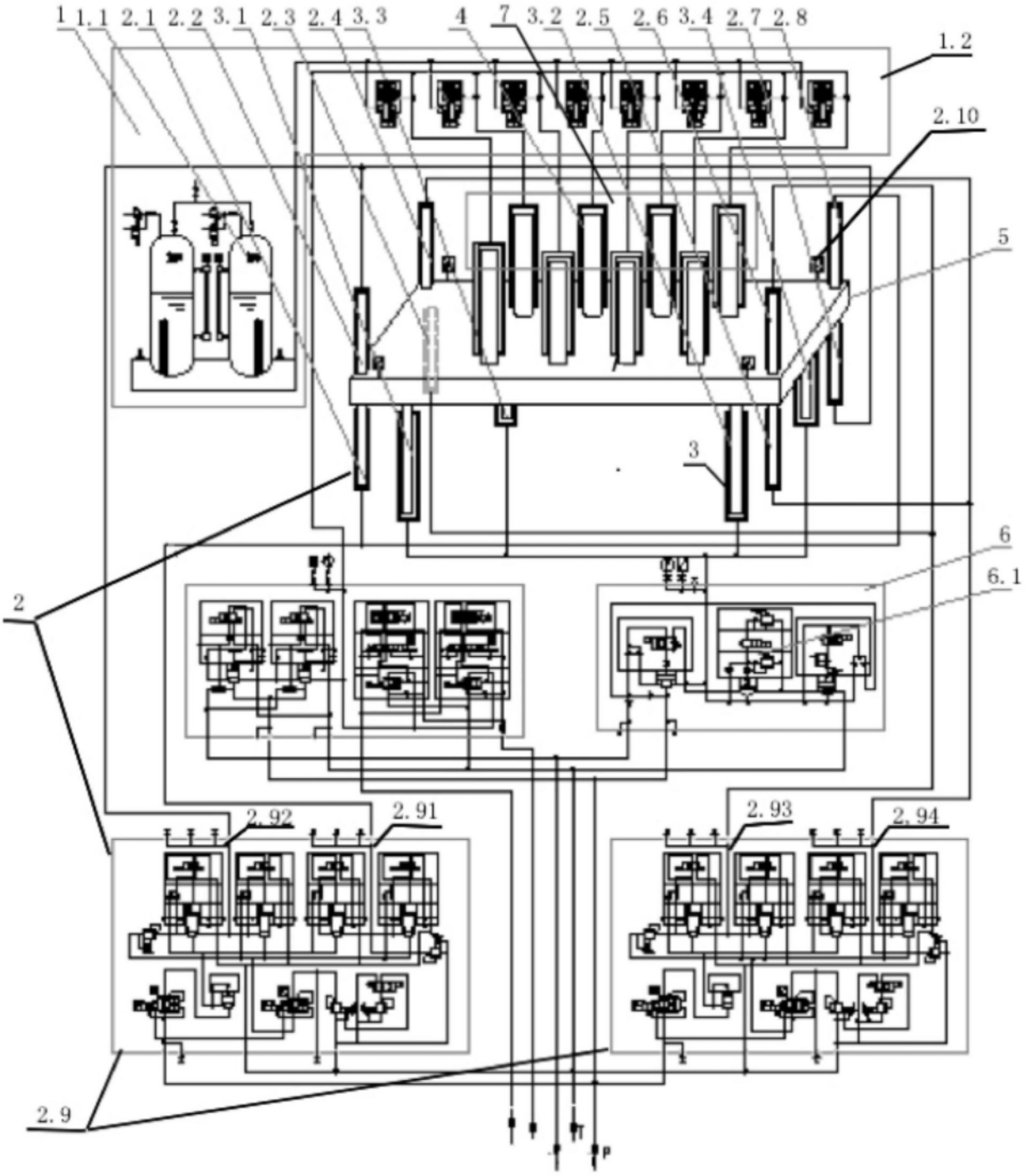

1
1.1
2.1
2.2
3.1
2.3
2.4
3.3
4
7
3.2
2.5
2.6
3.4
2.7
2.8
1.2
2.10
5
3
6
6.1
2
2.92
2.91
2.93
2.94
2.9
T
P

图1

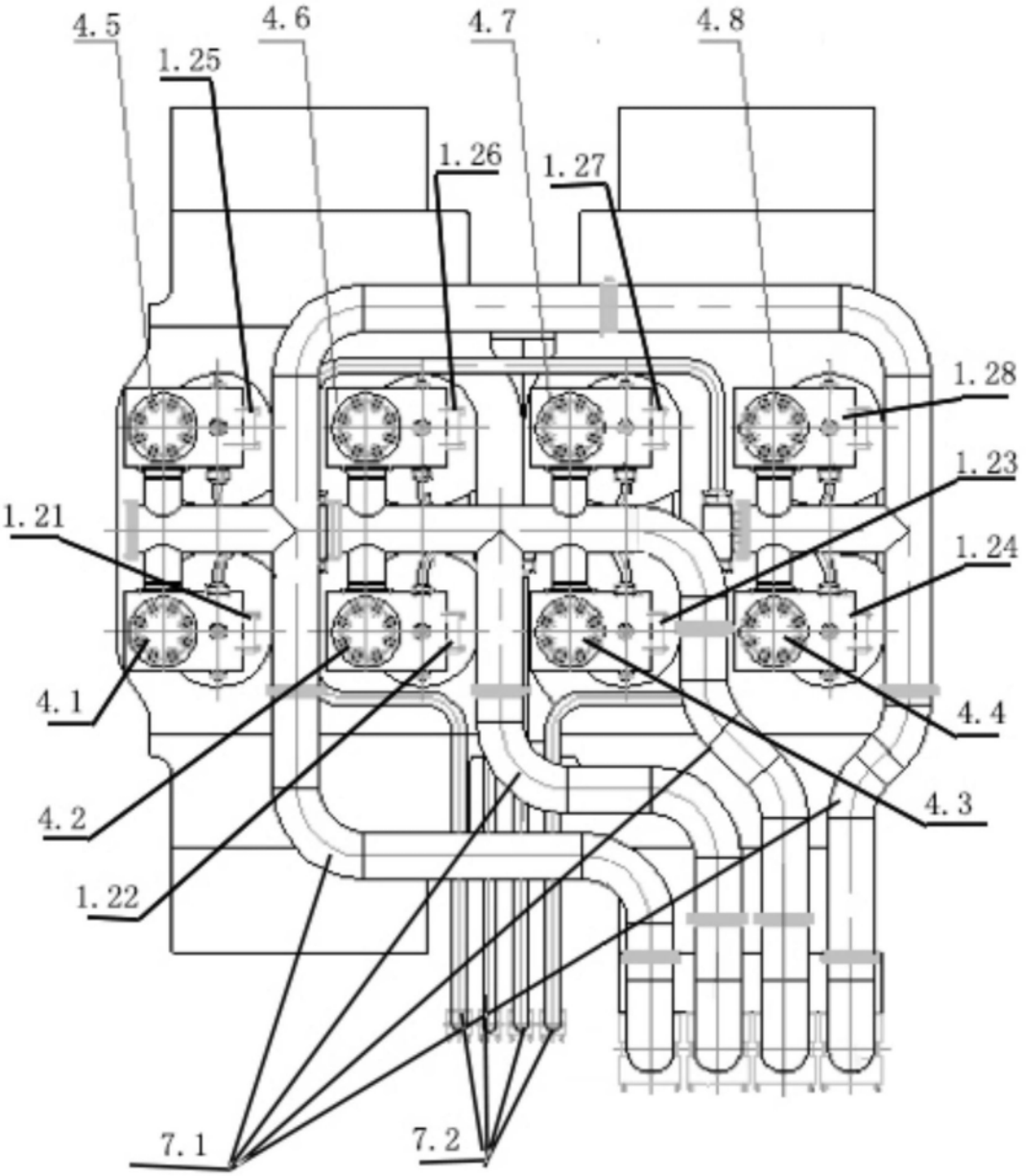


图2

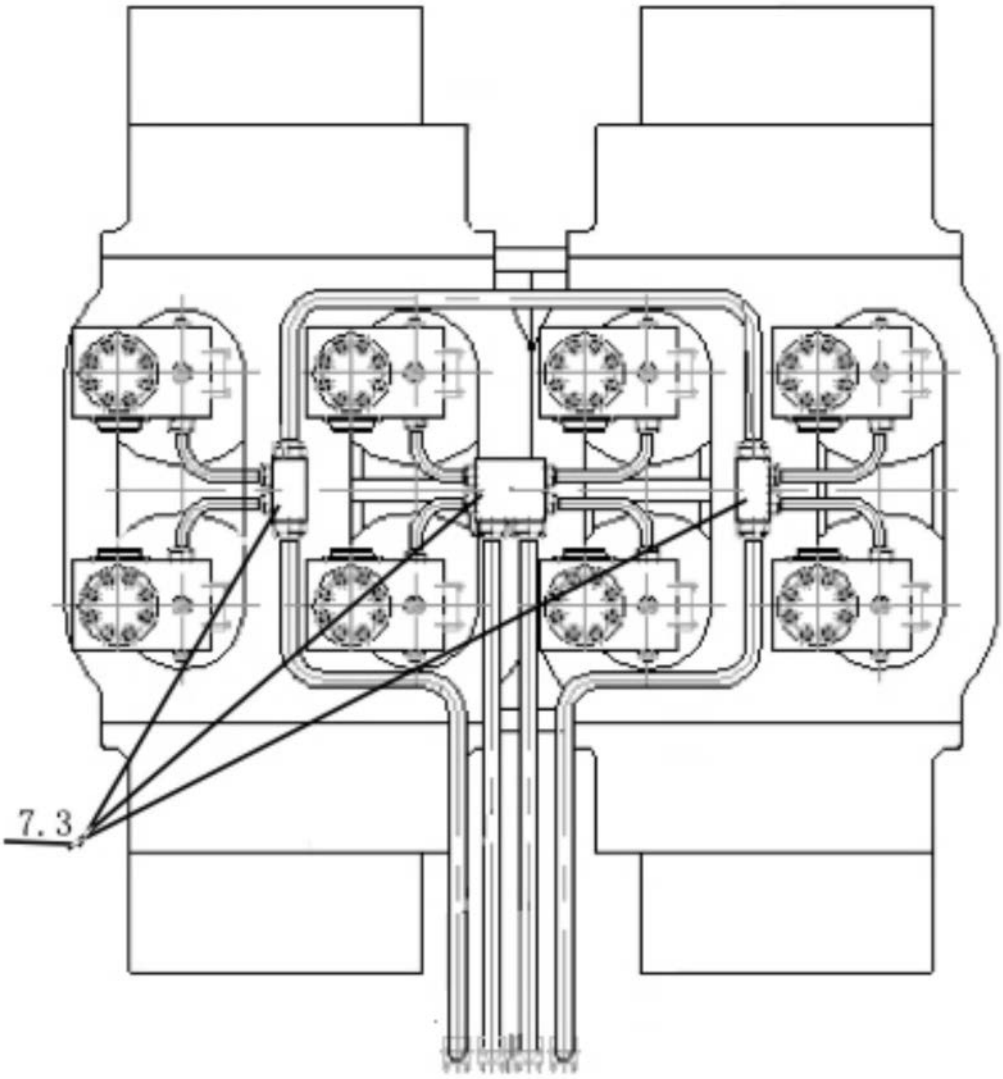


图3