



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115750424 A

(43) 申请公布日 2023. 03. 07

(21) 申请号 202211425376.8

(22) 申请日 2022.11.14

(71) 申请人 中核陕西铀浓缩有限公司

地址 723312 陕西省汉中市洋县405工程区  
办公楼

(72) 发明人 熊彤炜 金晓东 孙耀辉 温伟  
吕博文 唐建 杨小松 孙丹  
范增祖 孙继全 汪晋兴 关成明  
崔艳艳

(74) 专利代理机构 核工业专利中心 11007

专利代理师 陈丽丽

(51) Int. Cl.

F04D 27/00 (2006.01)

F04D 29/44 (2006.01)

F04D 17/10 (2006.01)

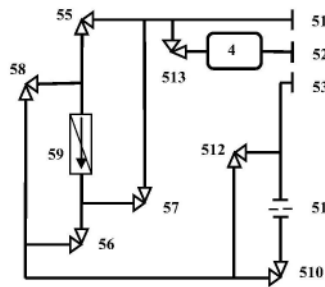
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

## (54) 发明名称

一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置及方法

## (57) 摘要

本发明属于铀浓缩工艺技术领域,具体公开了一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置及方法,该装置包括:外罩、工业控制计算机、推车、缓冲罐和管道与阀门系统,管道与阀门系统包括电动调节阀;外罩安装在推车顶面,工业控制计算机安装在外罩顶面,缓冲罐安装在推车内底部,管道与阀门系统安装在推车内侧面,缓冲罐与管道与阀门系统连接,管道与阀门系统连接压力仪表,电动调节阀配备有阀门控制器,压力仪表的信号输出到工业控制计算机,工业控制计算机与阀门控制器进行双向通讯连接。本发明能够有效提高控制精度,降低过程时间,提高效率。



1. 一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置,其特征在于,所述装置包括:外罩(1)、工业控制计算机(2)、推车(3)、缓冲罐(4)和管道与阀门系统(5),管道与阀门系统(5)包括电动调节阀;外罩(1)安装在推车(3)顶面,工业控制计算机(2)安装在外罩(1)顶面,缓冲罐(4)安装在推车(3)内底部,管道与阀门系统(5)安装在推车(3)内侧面,缓冲罐(4)与管道与阀门系统(5)连接,管道与阀门系统(5)连接压力仪表,电动调节阀配备有阀门控制器,压力仪表的信号输出到工业控制计算机(2),工业控制计算机(2)与阀门控制器进行双向通讯连接。

2. 根据权利要求1所述的一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置,其特征在于,所述管道与阀门系统(5)包括:抽真空装置接口(51)、氮气源接口(52)、离心机空间接口(53)、第一手动直角阀门(55)、第二手动直角阀门(56)、第三手动直角阀门(57)、第四手动直角阀门(58)、电动调节阀(59)、第五手动直角阀门(510)、限流孔板(511)和第七手动直角阀门(513);氮气源接口(52)经缓冲罐(4)、第七手动直角阀门(513)、第一手动直角阀门(55)、电动调节阀(59)、第二手动直角阀门(56)、第五手动直角阀门(510)、限流孔板(511)与离心机空间接口(53)连接;离心机空间接口(53)经限流孔板(511)、第五手动直角阀门(510)、第四手动直角阀门(58)、电动调节阀(59)、第三手动直角阀门(57)与抽真空装置接口(51)连接。

3. 根据权利要求2所述的一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置,其特征在于,所述管道与阀门系统(5)还包括第六直角阀门(512),第六直角阀门(512)与限流孔板(511)和第五手动直角阀门(510)并联连接,为限流孔板(511)的旁通阀门。

4. 根据权利要求3所述的一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置,其特征在于,所述电动调节阀(59)为单向进气调节阀。

5. 根据权利要求1所述的一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置,其特征在于,所述缓冲罐(4)包括:筒体(41)、隔板(42)、封头(43)、凹法兰(44)、容器支座(45)、软管托架(46)和快接头(47),筒体(41)一端焊接连接封头(43),筒体(41)另一端安装快接头(47),筒体(41)底部焊接连接容器支座(45),容器支座(45)侧面安装有软管托架(46),用于放置连接蒸发架软管;筒体(41)安装有隔板(42),防止气流由筒体(41)进口端直接流向出口端;封头(43)端部焊接连接凹法兰(44);筒体(41)通过容器支座(45)与推车(3)连接。

6. 根据权利要求1所述的一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置,其特征在于,所述推车(3)包括把手(31),车架(32)和脚轮(33),车架(32)侧部安装有把手(31),车架(32)底部安装有脚轮(33),车架(32)内部安装有支架。

7. 根据权利要求1所述的一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置,其特征在于,所述外罩(1)包括:保护罩(12)、前挡板、后挡板和侧挡板,保护罩(12)顶面安装有工业控制计算机托架(13);保护罩(12)内部安装有调节表托架(11)、伺服控制器托架(14)、压力表托架(15)、电源托架(19)和线缆托架(110);后挡板安装有柜门(16),柜门(16)与后挡板通过铰链(18)连接,柜门(16)上安装有门锁(17)。

8. 一种铀浓缩主设备破真空方法,采用根据权利要求4所述的一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

步骤(A1)、检查氮气源气压流量稳定,连接破真空操作线路;

步骤(A2)、对装置整体供电,检查破真空操作线路正常;

步骤(A3)、关闭电动调节阀(59),打开破真空操作线路的直角阀门;

步骤(A4)、对装置整体充压,工业控制计算机(2)接收压力数据后调节电动调节阀开度,使得压力按压力变化速率限值要求增长。

9.一种铀浓缩主设备抽真空方法,采用根据权利要求4所述的一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

步骤(B1)、检查抽真空装置处于备用状态,连接抽真空操作线路;

步骤(B2)、对装置整体供电,检查抽真空操作线路正常;

步骤(B3)、关闭电动调节阀(59),打开抽真空操作线路的直角阀门;

步骤(B4)、对装置整体抽真空,工业控制计算机(2)接收压力数据后调节电动调节阀开度,使得压力按压力变化速率限值要求降低。

## 一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于铀浓缩工艺技术领域,具体涉及一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置及方法。

### 背景技术

[0002] 铀浓缩工厂主设备检修工作中,涉及区段主机的分阶段破真空/抽真空过程。该过程需要对区段主机进行十余次破真空/抽真空操作,离心工程的主设备属于真空环境下工作的高度精密设备,为保证离心机不被损坏,破真空/抽真空过程对目标容积内压力的变化速率有严格要求,如表1所示。

[0003] 表1破真空/抽真空过程中压力变化速率要求

	区段压力范围 (mmHg)	要求压力变化速率 (mmHg/min)
[0004]	0-10	不大于 0.5
	10-100	不大于 10
	100-760	不大于 20

[0005] 采用目前的破真空/抽真空控制装置进行破真空/抽真空工艺操作的方法为现场操作员微小转动手阀,通过“掐表”控制压力变化速率。目前的破真空/抽真空装置控制进气速率不精确,容易超出速率控制要求,且需要消耗大量时间与人力。单次破真空或抽真空的时间大约为5小时,需要5个人员协同进行操作、监护、参数测量。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置及方法,该装置解决了现有装置存在的控制进气速率不精确、需要消耗大量时间与人力等问题,摆脱破真空/抽真空操作对人员的依赖,能够有效提高控制精度,降低过程时间,提高效率。

[0007] 实现本发明目的的技术方案:

[0008] 一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置,所述装置包括:外罩、工业控制计算机、推车、缓冲罐和管道与阀门系统,管道与阀门系统包括电动调节阀;外罩安装在推车顶面,工业控制计算机安装在外罩顶面,缓冲罐安装在推车内底部,管道与阀门系统安装在推车内侧面,缓冲罐与管道与阀门系统连接,管道与阀门系统连接压力仪表,电动调节阀配备有阀门控制器,压力仪表的信号输出到工业控制计算机,工业控制计算机与阀门控制器进行双向通讯连接。

[0009] 所述管道与阀门系统包括:抽真空装置接口、氮气源接口、离心机空间接口、第一手动直角阀门、第二手动直角阀门、第三手动直角阀门、第四手动直角阀门、电动调节阀、第五手动直角阀门、限流孔板和第七手动直角阀门;氮气源接口经缓冲罐、第七手动直角阀门、第一手动直角阀门、电动调节阀、第二手动直角阀门、第五手动直角阀门、限流孔板与离心机空间接口连接;离心机空间接口经限流孔板、第五手动直角阀门、第四手动直角阀门、

电动调节阀、第三手动直角阀门与抽真空装置接口连接。

[0010] 所述管道与阀门系统还包括第六直角阀门,第六直角阀门与限流孔板和第五手动直角阀门并联连接,为限流孔板的旁通阀门。

[0011] 所述电动调节阀为单向进气调节阀。

[0012] 所述缓冲罐包括:筒体、隔板、封头、凹法兰、容器支座、软管托架和快接头,筒体一端焊接连接封头,筒体另一端安装快接头,筒体底部焊接连接容器支座,容器支座侧面安装有软管托架,用于放置连接蒸发架软管;筒体安装有隔板,防止气流由筒体进口端直接流向出口端;封头端部焊接连接凹法兰;筒体通过容器支座与推车连接。

[0013] 所述推车包括把手,车架和脚轮,车架侧部安装有把手,车架底部安装有脚轮,车架内部安装有支架。

[0014] 所述外罩包括:保护罩、前挡板、后挡板和侧挡板,保护罩顶面安装有工业控制计算机托架;保护罩内部安装有调节表托架、伺服控制器托架、压力表托架、电源托架和线缆托架;后挡板安装有柜门,柜门与后挡板通过铰链连接,柜门上安装有门锁。

[0015] 一种铀浓缩主设备破真空方法,所述方法包括以下步骤:

[0016] 步骤(A1)、检查氮气源气压流量稳定,连接破真空操作线路;

[0017] 步骤(A2)、对装置整体供电,检查破真空操作线路正常;

[0018] 步骤(A3)、关闭电动调节阀,打开破真空操作线路的直角阀门;

[0019] 步骤(A4)、对装置整体充压,工业控制计算机接收压力数据后调节电动调节阀开度,使得压力按压力变化速率限值要求增长。

[0020] 一种铀浓缩主设备抽真空方法,所述方法包括以下步骤:

[0021] 步骤(B1)、检查抽真空装置处于备用状态,连接抽真空操作线路;

[0022] 步骤(B2)、对装置整体供电,检查抽真空操作线路正常;

[0023] 步骤(B3)、关闭电动调节阀,打开抽真空操作线路的直角阀门;

[0024] 步骤(B4)、对装置整体抽真空,工业控制计算机接收压力数据后调节电动调节阀开度,使得压力按压力变化速率限值要求降低。

[0025] 本发明的有益技术效果在于:

[0026] 1、本发明提供一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置通过电动调节阀自动控制,不需要人工参与控制,有效降低了对人员操作水平的依赖,提高了离心机空间的压力控制精度,减少了检修过程中气流控制超限对离心机的损伤。提高了检修工艺的安全性、可靠性和自动化水平,利于行业的智能化发展。

[0027] 2、本发明提供一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置通过电动调节阀的自动控制及破真空线路和抽真空线路的设计,有效提高破真空/抽真空速率,提高工作效率。

[0028] 3、本发明提供一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置通过电动调节阀的自动控制及破真空线路和抽真空线路的设计,有效减少操作人员数量,降低人工成本。

## 附图说明

[0029] 图1为现有技术中破真空/抽真空装置原理图;

[0030] 图2为本发明所提供的一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置的结构示意

图；

[0031] 图3为本发明所提供的一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置中推车的结构示意图；

[0032] 图4为本发明所提供的一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置中管道与阀门系统的结构示意图；

[0033] 图5为本发明所提供的一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置的原理图；

[0034] 图6为本发明所提供的一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置中缓冲罐的结构示意图；

[0035] 图7为本发明所提供的一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置中外罩的正面结构示意图；

[0036] 图8为本发明所提供的一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置中外罩的背面结构示意图；

[0037] 图9为本发明所提供的一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置的控制逻辑图。

[0038] 图中：

[0039] 1-外罩；2-工业控制计算机；3-推车；4-缓冲罐；5-管道与阀门系统；

[0040] 11-调节表托架；12-保护罩；13-工业控制计算机托架；14-伺服控制器托架；15-压力表托架；16-柜门；17-门锁；18-铰链；19-电源托架；110-线缆托架；

[0041] 31-把手；32-车架；33-脚轮；

[0042] 41-筒体；42-隔板；43-封头；44-凹法兰；45-容器支座；46-软管托架；47-快接头；

[0043] 51-抽真空装置接口；52-氮气源接口；53-离心机空间接口；55-第一手动直角阀门；56-第二手动直角阀门；57-第三手动直角阀门；58-第四手动直角阀门；59-电动调节阀；510-第五手动直角阀门；511-限流孔板；512-第六手动直角阀门；513-第七手动直角阀门；514-电容式薄膜压力传感器。

## 具体实施方式

[0044] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步详细说明。

[0045] 现有技术中破真空/抽真空装置原理图如图1所示。

[0046] 如图2所示，本发明提供一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置，包括：外罩1、工业控制计算机2、推车3、缓冲罐4和管道与阀门系统5，管道与阀门系统5包括电动调节阀；外罩1安装在推车3顶面，工业控制计算机2安装在外罩1顶面，方便参数查看和电动调节阀控制；缓冲罐4安装在推车3内底部，管道与阀门系统5安装在推车3内侧面，方便线路转换和手阀的操作，缓冲罐4与管道与阀门系统5连接，通过外接电源对装置整体供电。管道与阀门系统5连接压力仪表，电动调节阀配备有阀门控制器，压力仪表的信号输出到工业控制计算机2，工业控制计算机2与阀门控制器进行双向通讯。

[0047] 管道与阀门系统5共有三个管道接口，分别连接离心机空间、氮气源、抽真空装置。进行破真空操作时，气体从氮气源依次进入缓冲罐4、电动调节阀59、限流孔板511、离心机空间。进行抽真空操作时，氮气从离心机空间依次进入电动调节阀59、限流孔板511、抽真空

装置。

[0048] 如图3所示,推车3包括把手31,车架32和脚轮33。车架32侧部安装有把手31,车架32底部安装有脚轮33,车架32内部安装有支架,用于固定缓冲罐4和管道与阀门系统5。车架32主体材料采用材质为S30408的 $60 \times 40 \times 2.5$ 和 $40 \times 40 \times 2$ 的不锈钢方管组焊而成。管道支架采用材质为S30408的 $40 \times 40 \times 2$ 的不锈钢方管。把手31采用 $\Phi 32 \times 2.5$ 不锈钢管弯制而成。为了提高推车的灵活性及方便性,脚轮33采用福马脚轮。

[0049] 如图4所示,管道与阀门系统5包括:抽真空装置接口51、氮气源接口52、离心机空间接口53、第一手动直角阀门55、第二手动直角阀门56、第三手动直角阀门57、第四手动直角阀门58、电动调节阀59、第五手动直角阀门510、限流孔板511、第六手动直角阀门512和第七手动直角阀门513。

[0050] 氮气源接口52经缓冲罐4、第七手动直角阀门513、第一手动直角阀门55、电动调节阀59、第二手动直角阀门56、第五手动直角阀门510、限流孔板511与离心机空间接口53连接;离心机空间接口53经限流孔板511、第五手动直角阀门510、第四手动直角阀门58、电动调节阀59、第三手动直角阀门57与抽真空装置接口51连接。

[0051] 第六手动直角阀门512与限流孔板511和第五手动直角阀门510并联连接,为限流孔板511的旁通阀门,在装置气体流量不够时打开;电动调节阀59只能单向进气。

[0052] 破真空操作时,第七手动直角阀门513、第一手动直角阀门55、第二手动直角阀门56、第五手动直角阀门510为开状态,第三手动直角阀门57、第四手动直角阀门58、第六手动直角阀门512为关状态,气体依次经过氮气源接口52、缓冲罐4、第七手动直角阀门513、第一手动直角阀门55、电动调节阀59、第二手动直角阀门56、第五手动直角阀门510、限流孔板511、离心机空间接口53。

[0053] 抽真空操作时,第三手动直角阀门57、第四手动直角阀门58、第五手动直角阀门510为开状态,第一手动直角阀门55、第二手动直角阀门56、第六手动直角阀门512、第七手动直角阀门513为关状态,气体依次经过离心机空间接口53、限流孔板511、第五手动直角阀门510、第四手动直角阀门58、电动调节阀59、第三手动直角阀门57、抽真空装置接口51。

[0054] 管道与阀门系统5主要由 $\Phi 32 \times 2.5$ 不锈钢管、三通、弯头、手动直角阀门、金属软管、孔板等零部件组成。手动直角阀门为DN25手动直角挡板阀,管道上除电动调节阀的连接为法兰连接外,其余阀门与管道的连接采用快联方式,弯头、三通、不锈钢管之间的连接采用氩弧焊方式。

[0055] 如图6所示,缓冲罐4包括:筒体41、隔板42、封头43、凹法兰44、容器支座45、软管托架46和快接头47。

[0056] 筒体41一端焊接连接封头43,筒体41另一端安装快接头47,筒体41底部焊接连接容器支座45,容器支座45侧面安装有软管托架46,用于放置连接蒸发架软管;筒体41安装有隔板42,防止气流由筒体41进口端直接流向出口端;封头43端部焊接连接凹法兰44。筒体41通过容器支座45与推车3连接,为便于安装和检修,容器支座45与推车3之间采用螺栓连接。

[0057] 缓冲罐4的容积为40L,最高工作压力为0.5MPa。缓冲罐4由 $\Phi 377 \times 6$ 材质为S30408的钢管制作的筒体41、与之配套的封头43、容器支座45焊而成。隔板由材质为S30408厚度5mm的钢板制作而成。

[0058] 如图7-8所示,外罩1包括:保护罩12、前挡板、后挡板和侧挡板。保护罩12顶面安装有工业控制计算机托架13;保护罩12内部安装有调节表托架11、伺服控制器托架14、压力表托架15、电源托架19和线缆托架110。后挡板安装有柜门16,柜门16与后挡板通过铰链18连接,柜门16上安装有门锁17。

[0059] 外罩1与推车3采用不锈钢螺栓连接,外罩1上所有构件采用材质为S30408,材料厚度2mm,采用折弯成型工艺制作,各零件之间采用氩弧焊点焊连接。

[0060] 采用本发明提供的一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置,进行破真空和抽真空的工作原理具体如下:

[0061] 压力仪表临时安装在离心机空间上,用于测量离心机空间的实际压力 $P$ ,压力数据 $P$ 传送到工业控制计算机,经过处理后生成压力变化率 $\Delta P$ , $P$ 在不同的压力区间时,工业控制计算机通过对比当前电动调节阀的开度和压力控制目标值(见表1),计算出电动调节阀的目标开度,将开度数据传送给电动调节阀配备的阀门控制器,电动调节阀进行开度调整,从而控制破真空-抽真空速率。其控制逻辑如图9所示。

[0062] 采用本发明提供的一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置,进行铀浓缩主设备破真空的方法,具体包括以下步骤:

[0063] 步骤(A1)、检查氮气源气压流量稳定,连接破真空操作线路

[0064] 将图5中的氮气源接口52连接至氮气源,离心机空间接口53连接至离心机空间,压力仪表连接至离心机空间,检查连接点密封性能合格。

[0065] 步骤(A2)、对装置整体供电,检查破真空操作线路正常

[0066] 接通装置电源,对工业控制计算机2、电动调节阀59、压力仪表供电,检查工业控制计算机2运行正常,压力仪表示数正常,电动调节阀59开度控制正常。

[0067] 步骤(A3)、关闭电动调节阀59,打开破真空操作线路的直角阀门

[0068] 将电动调节阀59全关,打开第七手动直角阀门513、第一手动直角阀门55、第二手动直角阀门56、第五手动直角阀门510,关闭第三手动直角阀门57、第四手动直角阀门58、第六手动直角阀门512。

[0069] 步骤(A4)、对装置整体充压,工业控制计算机2接收压力数据后调节电动调节阀开度,使得压力按表1中压力变化速率限值要求增长

[0070] 打开氮气源阀门,对装置整体充压,启动工业控制计算机2,工业控制计算机2接收离心机空间连接的压力仪表传送的压力数据 $P$ ,经过处理后生成压力变化率 $\Delta P$ ,根据 $P$ 所在的压力区间确定压力控制目标值,工业控制计算机2通过对比当前电动调节阀的开度和压力控制目标值,计算出电动调节阀的目标开度,将开度数据传送给电动调节阀配备的阀门控制器,电动调节阀进行开度调整,使得压力按表1中压力变化速率限值要求增长。

[0071] 采用本发明提供的一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置,进行铀浓缩主设备抽真空的方法,具体包括以下步骤:

[0072] 步骤(B1)、检查抽真空装置处于备用状态,连接抽真空操作线路

[0073] 将图5中的抽真空装置接口51连接至抽真空装置,离心机空间接口53连接至离心机空间,压力仪表连接至离心机空间,检查连接点密封性能合格。

[0074] 步骤(B2)、对装置整体供电,检查抽真空操作线路正常

[0075] 接通装置电源,对工业控制计算机2、电动调节阀59、压力仪表供电,检查工业控制

计算机2运行正常,压力仪表示数正常,电动调节阀59开度控制正常。

[0076] 步骤(B3)、关闭电动调节阀59,打开抽真空操作线路的直角阀门

[0077] 将电动调节阀59全关,打开第三手动直角阀门57、第四手动直角阀门58、第五手动直角阀门510,关闭第一手动直角阀门55、第二手动直角阀门56、第六手动直角阀门512、第七手动直角阀门513。

[0078] 步骤(B4)、对装置整体抽真空,工业控制计算机2接收压力数据后调节电动调节阀开度,使得压力按表1中压力变化速率限值要求降低

[0079] 启动抽真空装置运行,对装置整体抽真空,启动工业控制计算机2,工业控制计算机2接收离心机空间连接的压力仪表传送的压力数据P,经过处理后生成压力变化率 $\Delta P$ ,根据P所在的压力区间确定压力控制目标值,工业控制计算机2通过对比当前电动调节阀的开度和压力控制目标值,计算出电动调节阀的目标开度,将开度数据传送给电动调节阀配备的阀门控制器,电动调节阀进行开度调整,使得压力按表1中压力变化速率限值要求降低。

[0080] 采用本发明提供的一种铀浓缩主设备专用破真空和抽真空装置进行破真空/抽真空操作后,摆脱了气流速率控制对人工的需求,通过试验测试,可将破真空/抽真空实际速率提高至最大限值的90%,甚至更高水平,从而将破真空/抽真空的过程时间从5小时缩短到1.5小时,大幅提高工作效率,

[0081] 同时本发明装置将压力变化速率的控制精度从原来的 $\pm 45\%$ 提高至5%,使离心机在破真空/抽真空更加安全,减少损伤。

[0082] 另外,使用新装置可将破真空/抽真空操作人员数量从5人减少到2人,避免了人力资源浪费。

[0083] 由此可见破真空/抽真空自动控制装置的控制性能是可靠有效的。基于以上结果,对本发明装置做出如下评价:

[0084] 以我公司现有原装置改为应用本发明装置为例进行分析

[0085] 1、有效节约人工成本

[0086] 使用原装置,单次破真空或抽真空的时间在5小时左右,单区段离心机群的检修工作至少需要破真空6次、抽真空9次,总计花费破真空、抽真空过程上的时间为75小时,操作过程需要全程监测压力表示数,随时记录并计算压力变化速率,然后随时调节手阀开度,需要5个操作员在现场配合完成。使用本发明装置后,单次破真空或抽真空的时间在1.5小时左右,总计花费破真空、抽真空过程上的时间为22.5小时,操作过程仅需要完成准备工作,启动装置后便可以自动完成,现场2个操作员即可完成操作。新装置的应用,预计能在单区段离心机群的检修过程中,将375人·小时的操作量节省到45人·小时。若离心工程均使用新装置进行破真空/抽真空操作,预计将节省14850人·小时的操作量。按照100元/(人·小时)的平均人力成本,总计能节省148.5万元。

[0087] 2、有效缩短工期产生的分离功成本

[0088] 使用原装置,单区段离心机群的检修周期约为16天,使用新装置后,检修周期缩减到9天。

[0089] 若离心工程均使用本发明装置进行破真空/抽真空操作,减少的区段退出时间为315天,单个区段每天的分离功效益平均为1.77万元,因此产生分离功效益约557万元。

[0090] 综上,新装置在目前铀浓缩领域应用后,对于离心工程,每次离心机检修可节约经

济效益约705.5万元。

[0091] 另外,如果对于新建的离心工程,在工程启动时便采用装置,则可大幅减少人力消耗并缩短工期,经济性会更好。

[0092] 上面结合附图和实施例对本发明作了详细说明,但是本发明并不限于上述实施例,在本领域普通技术人员所具备的知识范围内,还可以在不脱离本发明宗旨的前提下作出各种变化。本发明中未作详细描述的内容均可以采用现有技术。

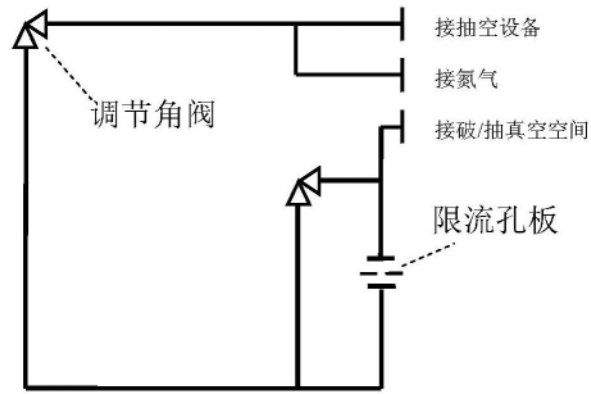


图1

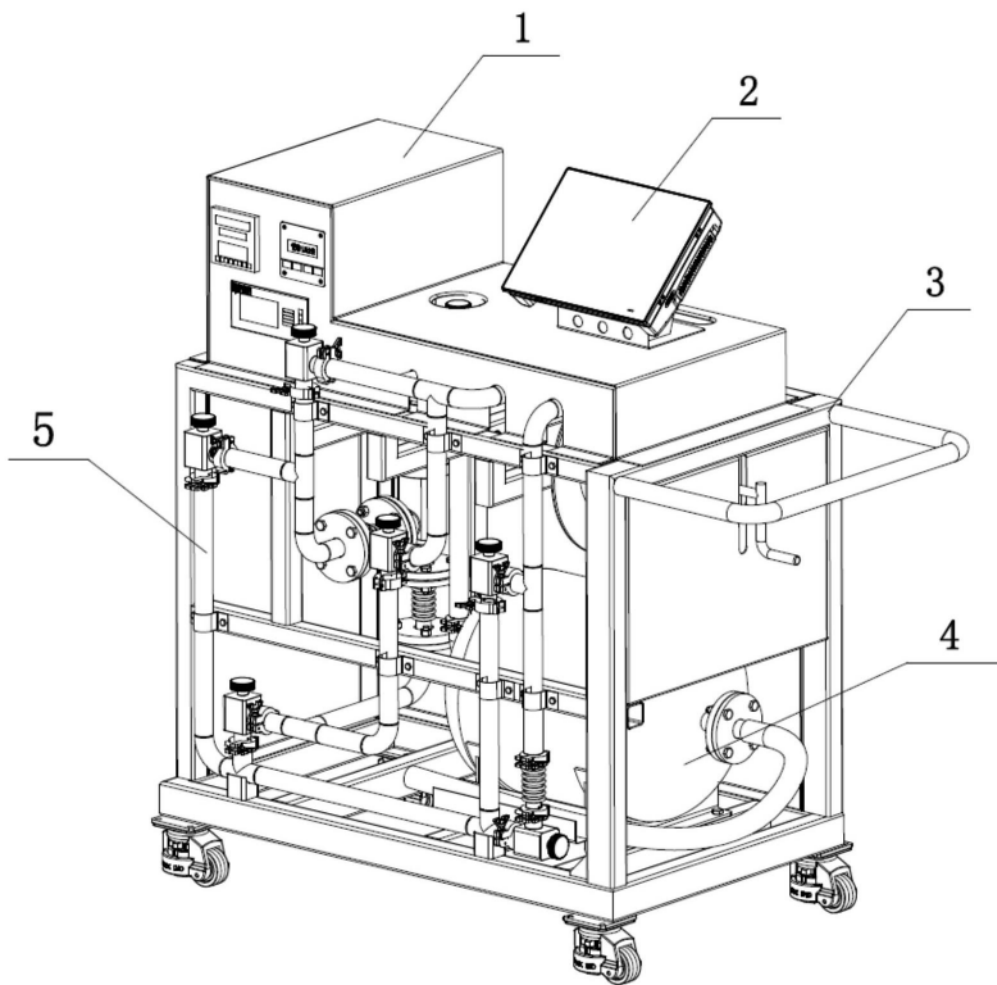


图2

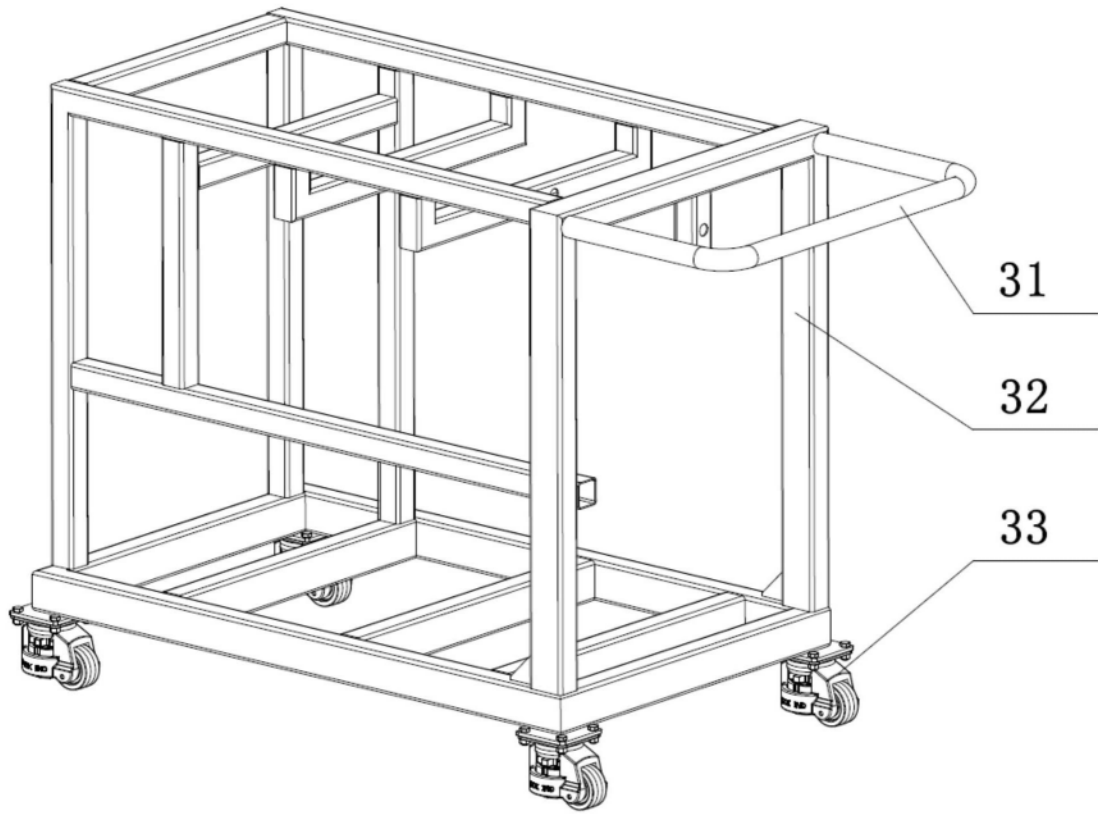


图3

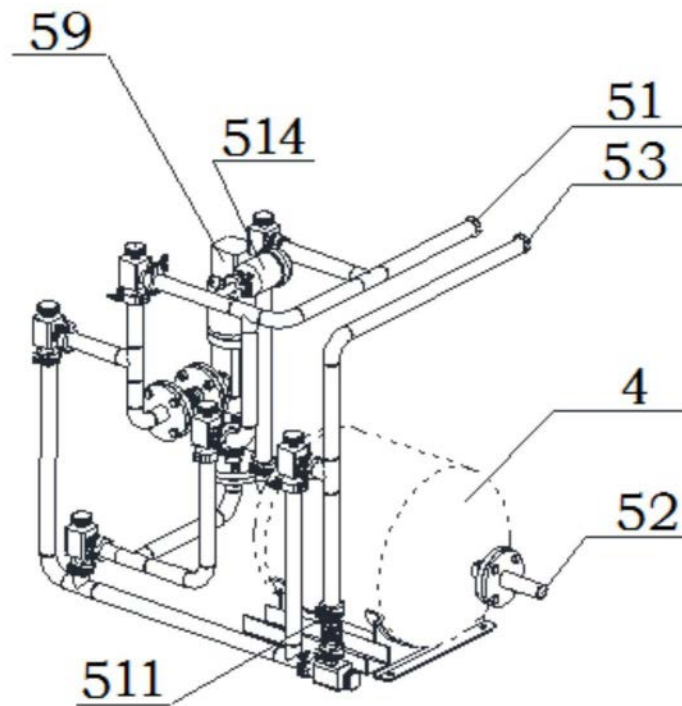


图4

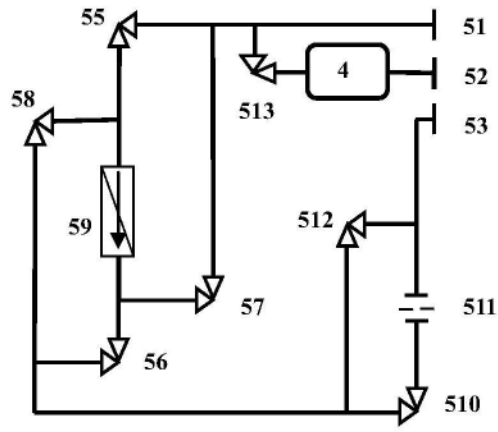


图5

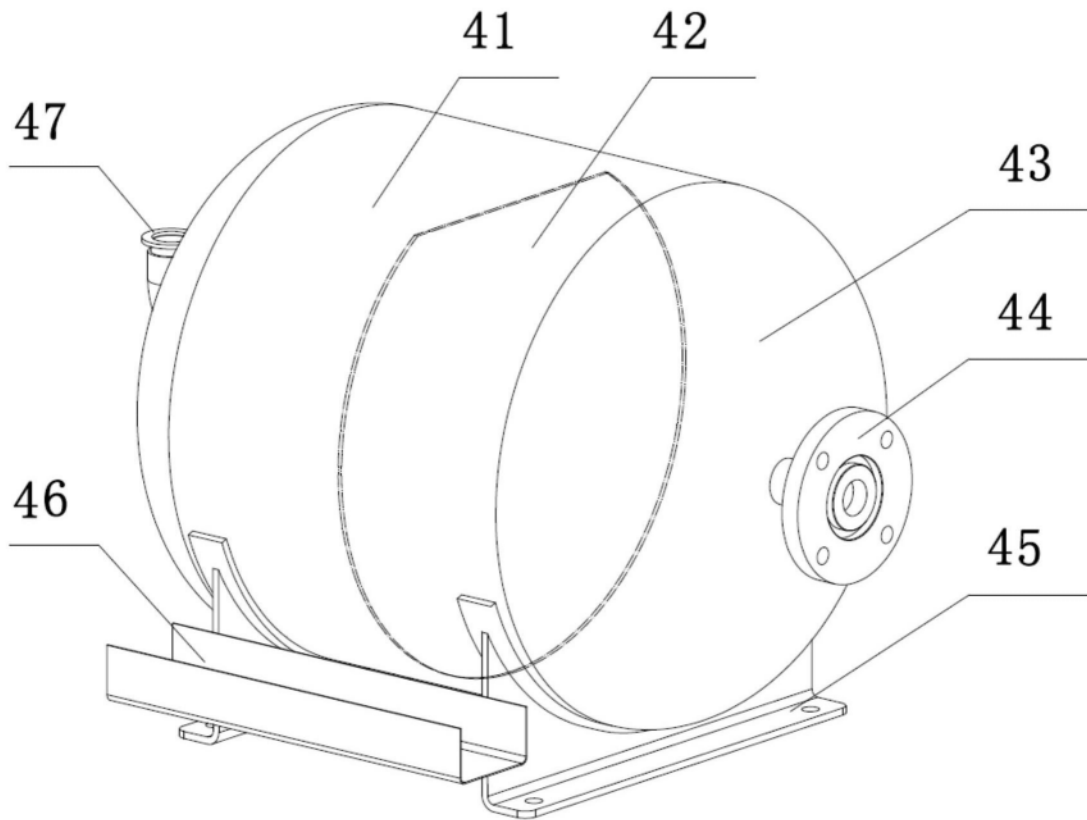


图6

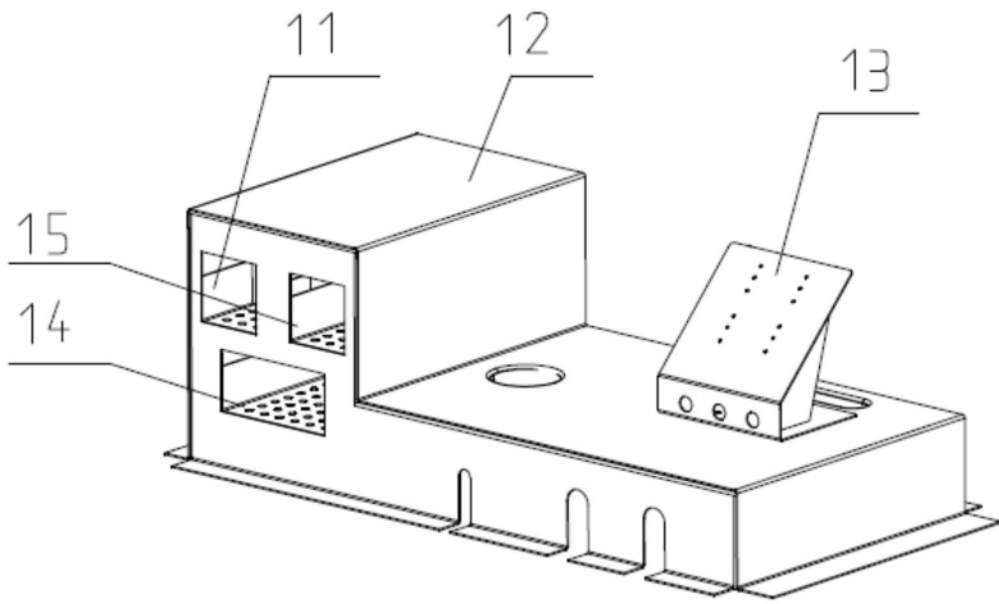


图7

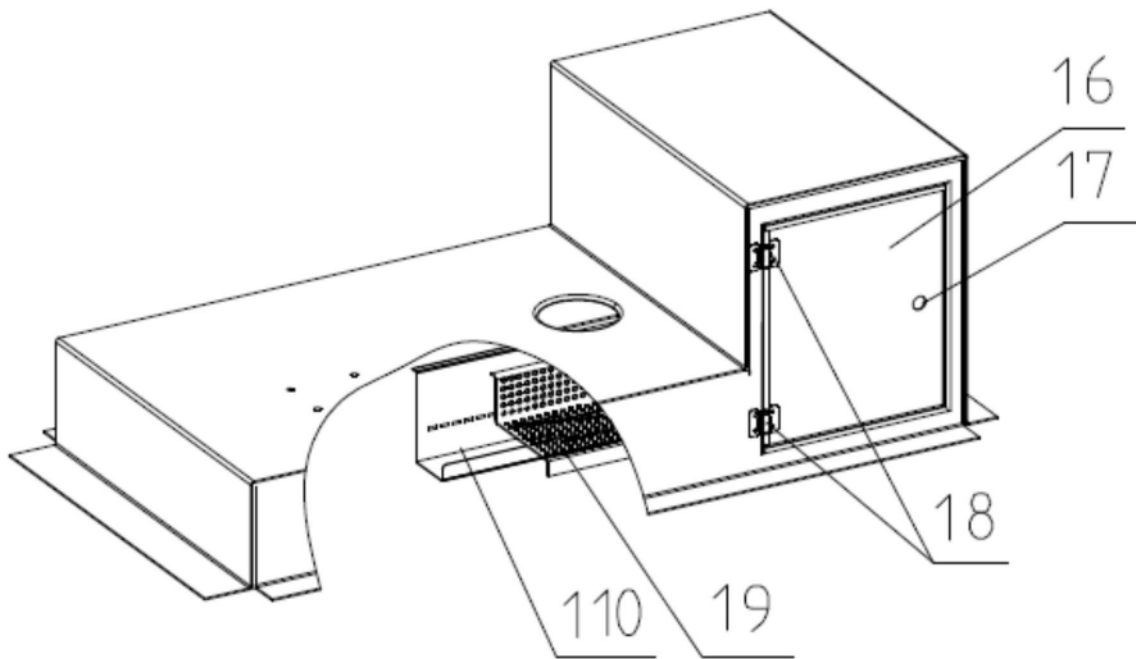


图8

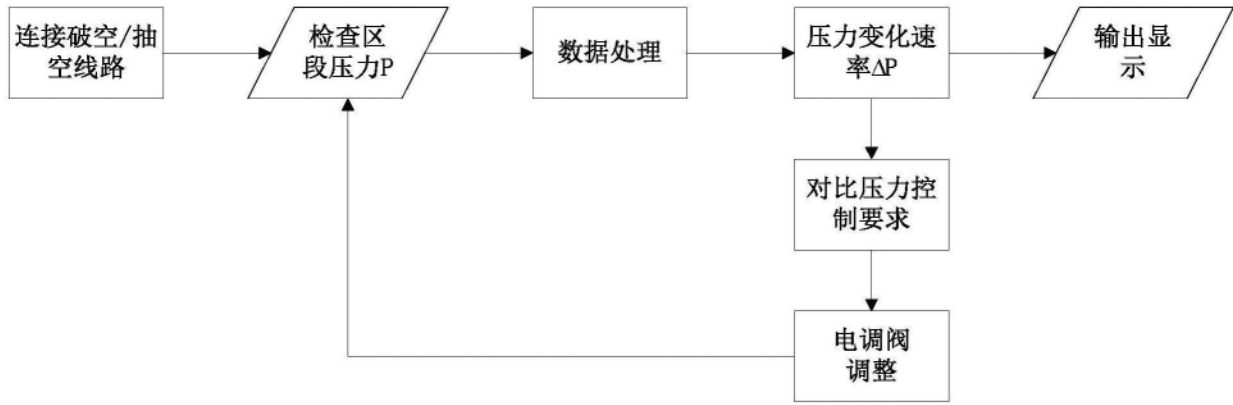


图9