



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115060569 A

(43) 申请公布日 2022. 09. 16

(21) 申请号 202210986430.X

(22) 申请日 2022.08.17

(71) 申请人 常州磐宇仪器有限公司

地址 213100 江苏省常州市武进国家高新技术  
技术产业开发区西湖路8号《津通国际  
工业园》16号A区401室

(72) 发明人 余青霓 焦任鹏 王朱昌 武重阳

(74) 专利代理机构 北京华际知识产权代理有限  
公司 11676

专利代理师 李帅

(51) Int. Cl.

G01N 1/34 (2006.01)

G01N 1/44 (2006.01)

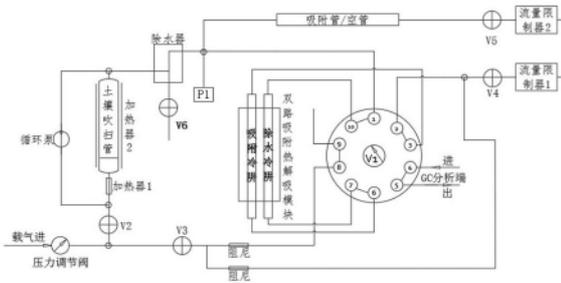
权利要求书2页 说明书7页 附图10页

## (54) 发明名称

一种用于土壤VOCs分析检测的快速富集系统  
及方法

## (57) 摘要

本发明公开了一种用于土壤VOCs分析检测的快速富集系统及方法,属于土壤VOCs检测技术领域,通过阀门控制载气的流动方向,通过土壤吹扫管部件进行系统预热和土壤样品的盛装,通过除水装置降低土壤样品中的水蒸气含量,通过循环装置实现气体循环流动,通过分流装置实现样品分流回收。当对土壤VOCs分析检测时先开机预热,调整仪器为就绪状态并添加样品,再打开循环泵、加热器进行预热,预热结束后对土壤样品中的VOCs进行采样,样品转移后进行解吸-烘烤,该过程对土壤VOCs进行快速富集提取,并在调查现场与便携色谱配合使用,使得大幅提升土壤VOCs场地调研的效率。



1. 一种用于土壤VOCs分析检测的快速富集系统,其特征在于:该土壤VOCs分析检测的快速富集系统包括阀门装置、土壤吹扫管部件、除水装置、循环装置、吸附解吸模块、分流装置;

所述阀门装置用于根据土壤VOCs分析检测流程改变对应阀门状态;

所述土壤吹扫管部件用于进行系统预热以及土壤样品的盛装;

所述除水装置用于降低土壤样品中的水蒸气含量;

所述循环装置用于实现土壤VOCs吹扫时的气体在内部循环;

所述吸附解吸模块用于处理后的样品的低温吸附以及吸附完成后的热解吸进样;

所述分流装置用于实现样品的分流回收、留存、备查验功能。

2. 根据权利要求1所述的一种用于土壤VOCs分析检测的快速富集系统,其特征在于:所述阀门装置包括一个十通阀或者两个六通阀、一个精密压力调节阀、五个电磁开关阀,阀门的状态根据土壤VOCs分析检测流程中所需阀门的状态进行修改。

3. 根据权利要求1所述的一种用于土壤VOCs分析检测的快速富集系统,其特征在于:所述土壤吹扫管部件,内含两种加热器,一种是在吹扫管前端给进入吹扫管的载气加热,另一种是给吹扫管加热,所述土壤吹扫管部件用于盛装土壤样品以及进行系统预热,土壤吹扫管底部还有一层多孔筛板,用于通气的同时不让固体土壤掉落。

4. 根据权利要求1所述的一种用于土壤VOCs分析检测的快速富集系统,其特征在于:所述除水装置包括一个常温物理冷凝除水器、一个安装在冷阱模块内的石英玻璃管,用于降低土壤样品中的水蒸气含量以及干燥管路;所述吸附解吸模块,采用半导体电子制冷,制冷腔体内部包含2个石英玻璃管,一根用作低温除水,另一根用作低温吸附处理后的样品;石英管表面包裹加热丝,可以进行升温解吸及烘烤功能。

5. 根据权利要求1所述的一种用于土壤VOCs分析检测的快速富集系统,其特征在于:所述循环装置是指循环泵,所述循环泵用于加快吹扫管内气体的热循环;所述分流装置由两个流量限制器构成,所述两个流量限制器用于控制分流比例。

6. 一种用于土壤VOCs分析检测的快速富集方法,其特征在于:该富集方法包括以下步骤:

S1、开机预热,打开阀箱加热、冷阱的制冷,将仪器调整到就绪状态并完成样品添加;

S2、打开循环泵的开关,同时开启两个加热器的加热控温功能进行系统预热;

S3、对土壤样品中的VOCs进行采样;

S4、样品转移完成后,进行解吸-烘烤。

7. 根据权利要求6所述的一种用于土壤VOCs分析检测的快速富集方法,其特征在于:所述样品添加指的是向土壤吹扫管内添加一定质量的土壤样品,样品添加完成后快速盖上吹扫管的盖子,然后将吹扫管插入系统内部,上下密封好,接入气路内,准备进行系统的自动化富集预处理。

8. 根据权利要求7所述的一种用于土壤VOCs分析检测的快速富集方法,其特征在于:所述系统预热是指通过循环泵使得气体进行循环,让吹扫管内的气体和土壤样品的温度上升到设定值。

9. 根据权利要求7所述的一种用于土壤VOCs分析检测的快速富集方法,其特征在于:所述采样是指预热结束后,关闭循环泵,打开V2、V4,载气通过吹扫管,将土壤内的挥发性有机

物和水蒸气都带出,进入后续的管路进行除水、富集功能;

若需要进行分流回收功能时,可以同步打开V5,收集样品,带回实验室进行留存、校验;

通过常温物理冷凝除水器以及除水冷阱管,除去样品气流中的水蒸气,干燥后的气流通过吸附冷阱,将气流内的VOCs物质吸附保留下来;

通过一段时间的吹扫转移,将土壤样品中的VOCs转移到可以进行分析的吸附管内,等待后续的处理;

采样结束,关闭V2、V4或者V5,同时关闭两个加热器的加热功能;

V2是指第一个电磁开关阀、V4是指第三个电磁开关阀、V5是指第四个电磁开关阀。

10. 根据权利要求7所述的一种用于土壤VOCs分析检测的快速富集方法,其特征在于:所述解吸-烘烤是指样品转移完成后,就可以进行解吸分析程序并同步进行除水管路的烘烤和清理;

所述解吸-烘烤具体步骤:

Z1、打开V1、V3和V6,GC载气反向通过吸附冷阱,通过瞬间的升温,将刚刚吸附下的物质解吸;

Z2、通过载气带着解吸的物质进入GC分析端进行色谱分析;

Z3、通过V3的载气分成两条流路,通过阻尼限制器输出两组恒定流量的气体,分别通过除水冷阱管和常温物理冷凝除水器,除水冷阱同步加热,将冰冻下来的水蒸气蒸发通过载气排出系统,干燥管路,另一路载气反方向通过常温物理冷凝除水器将物理冷凝下来的液态水通过V6排出常温物理冷凝除水器;

Z4、解吸完成之后,关闭冷阱的加热,关闭V1、V3、V6,管路清理完毕,系统处理完成;

V1是指十通阀、V3是指第二个电磁开关阀、V6是指第五个电磁开关阀。

## 一种用于土壤VOCs分析检测的快速富集系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及土壤VOCs检测技术领域,具体为一种用于土壤VOCs分析检测的快速富集系统及方法。

### 背景技术

[0002] 土壤是自然界中最为重要的一种元素,是我们生存并持续性发展的物质基础。

[0003] 我国污染场地再开发利用面临较高的环境与健康风险,迫切需要掌握污染状况。

[0004] 目前,针对土壤VOCs的检测,基本都是采样后送实验室进行处理分析,实验室多采用顶空或者吹扫捕集设备进行VOCs的提取处理,而该方法耗时长,不能实现现场的快速分析要求。

[0005] 对于场地土壤VOCs调查而言,土壤中有机污染物种类复杂、含量变化范围宽,且送实验室仪器分析周期较长,成本高昂,这些因素就成了制约场地调查工作效率的关键。

[0006] 因此,人们急需一种适应于现场检测用的土壤VOCs分析检测的快速富集系统及方法来解决上述问题。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种用于土壤VOCs分析检测的快速富集系统及方法,其形成的设备轻巧便携,可采用锂电池供电,便于带入场地现场,可配合便携色谱以解决上述背景技术中提出的技术问题。

[0008] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:一种用于土壤VOCs分析检测的快速富集系统,该土壤VOCs分析检测的快速富集系统包括阀门装置、土壤吹扫管部件、除水装置、循环装置、吸附解吸模块、分流装置;

所述阀门装置用于根据土壤VOCs分析检测流程改变对应阀门状态,使得载气按照预定线路进行流动;

所述土壤吹扫管部件用于进行系统预热以及土壤样品的盛装;

所述除水装置用于降低土壤样品中的水蒸气含量;

所述循环装置用于实现土壤VOCs吹扫时的气体在内部循环,加快其预热效率,减少载气和热量的消耗;

所述吸附解吸模块用于处理后的样品的低温吸附以及吸附完成后的热解吸进样。

[0009] 所述分流装置用于实现样品的分流回收、留存、备查验功能。

[0010] 根据上述技术方案,所述阀门装置包括一个十通阀或者两个六通阀、一个精密压力调节阀、五个电磁开关阀,阀门的状态根据土壤VOCs分析检测流程中所需阀门的状态进行修改,所述十通阀在关闭状态下是10-1、2-3、4-5、6-7、8-9通路,打开状态下是1-2、3-4、5-6、7-8、9-10通路。

[0011] 根据上述技术方案,所述土壤吹扫管部件,内含两种加热器,一种是在吹扫管前端给进入吹扫管的载气加热,加热器上可配散热翅片用于提高换热效率,另一种是给吹扫管

加热,所述土壤吹扫管部件用于盛装土壤样品以及进行系统预热,提高预处理效率,土壤吹扫管底部还有一层多孔筛板,用于通气的时候不让固体土壤掉落。

[0012] 所述系统预热是指对吹扫管内的气体和土壤样品进行加热。

[0013] 根据上述技术方案,所述除水装置包括一个常温物理冷凝除水器、一个安装在冷阱模块内的石英玻璃管,用于降低土壤样品中的水蒸气含量以及干燥管路;

所述吸附解吸模块,采用半导体电子制冷,制冷腔体内部包含2个石英玻璃管,一根用作低温除水,另一根用作低温吸附处理后的样品,在室温25℃下冷阱腔体低温可达-30℃;石英管表面包裹加热丝,可以进行升温解以及烘烤功能,解吸烘烤温度最高可达350℃。

[0014] 根据上述技术方案,所述循环装置是指循环泵,所述循环泵用于加快吹扫管内气体的热循环,保持样品的充分预热;所述分流装置由两个流量限制器构成,所述两个流量限制器用于控制分流比例。

[0015] 一种用于土壤VOCs分析检测的快速富集方法,该富集方法包括以下步骤:

S1、开机预热,打开阀箱加热、冷阱的制冷,将仪器调整到就绪状态并完成样品添加;

S2、打开循环泵的开关,同时开启两个加热器的加热控温功能进行系统预热;

S3、对土壤样品中的VOCs进行采样;

S4、样品转移完成后,进行解吸-烘烤。

[0016] 根据上述技术方案,所述样品添加指的是向土壤吹扫管内添加一定质量的土壤样品,样品添加完成后快速盖上吹扫管的盖子,防止样品的挥发,然后将吹扫管插入系统内部,上下密封好,接入气路内,准备进行系统的自动化富集预处理;所述一定质量的土壤样品是指土壤样品一般在5g,所述阀箱加热是指加热到恒温120℃。

[0017] 根据上述技术方案,所述系统预热是指通过循环泵使得气体进行循环,让吹扫管内的气体和土壤样品的温度上升到设定值 $\alpha$ ,温度范围为室温~300℃;

所述温度上升是指通过开启两个加热器的加热控温功能,通过气体循环流动使得吹扫管内的气体和土壤样品的温度上升到设定值;

所述加热器的温度控制范围:加热器1:室温~300℃。加热器2:室温~300℃;

所述预定值一般加热2min即可达到预定温度。

[0018] 根据上述技术方案,所述采样是指预热结束后,关闭循环泵,打开V2、V4,载气通过吹扫管,将土壤内的挥发性有机物和水蒸气都带出,进入后续的管路进行除水、富集功能;

若需要进行分流回收功能时,可以同步打开V5,收集样品,带回实验室进行留存、校验;

通过常温物理冷凝除水器以及除水冷阱管降低水蒸气含量,然后将去水蒸气的气流通过吸附冷阱,将气流内的VOCs物质吸附保留下来;

通过一段时间的吹扫转移,将土壤样品中的VOCs转移到可以进行分析的吸附管内,等待后续的处理,整个吹扫转移时间预计2min内可以完成;

采样结束,关闭V2、V4或者V5,同时关闭两个加热器的加热功能;

所述V2、V3、V4、V5、V6指的是电磁开关阀;

通过常温物理冷凝除水器,可以先除去土壤样品中的大部分水蒸气,使得通过的气流保持一个较低的水汽含量;

再通除水冷阱管,进一步除去剩余大部分的水蒸气,使得样品中的水汽含量降到更低。

[0019] 根据上述技术方案,所述解吸-烘烤是指样品转移完成后,就可以进行解吸分析程序并同步进行除水管路的烘烤和清理;

所述解吸-烘烤具体步骤:

Z1、打开V1、V3和V6,GC载气反向通过吸附冷阱,通过瞬间的升温,将刚刚吸附下的物质解吸;

Z2、通过载气带着解吸的物质进入GC分析端进行色谱分析;

Z3、通过V3的载气分成两条流路,通过阻尼限制器输出两组恒定流量的气体,分别通过除水冷阱管和常温物理冷凝除水器,除水冷阱同步加热,将冰冻下来的水蒸气蒸发通过载气排出系统,干燥管路,另一路载气反方向通过常温物理冷凝除水器将物理冷凝下来的液态水通过V6排出常温物理冷凝除水器;

Z4、解吸完成之后,关闭冷阱的加热,关闭V1、V3、V6,管路清理完毕,系统处理完成所述V1指的是十通阀或者六通阀,所述解吸-烘烤程序预计2min内即可完成。

[0020] 通过上述技术方案,实现土壤VOCs的快速富集提取和检测的功能,极大的提升了土壤VOCs场地调研的效率,同时通过分析的结果能够及时的做出相应的对策,避免采集的样品转运过程中出现交叉污染。

[0021] 与现有技术相比,本发明所达到的有益效果是:

1、本发明通过开发一种土壤VOCs快速富集方法,并搭配后端的便携色谱检测系统,可实现对现场土壤样品的直接进样分析,实现土壤挥发性芳香烃等 VOCs 快速检测的功能,提高了场地调查工作的效率,同时根据检测结果能够快速做出合理的方案,防止出现更大的污染并控制污染的扩散。

[0022] 2、本发明设置分流装置、阀门装置、土壤吹扫管部件、吸附解吸模块、除水装置、循环装置。其中分流装置能够使用标准吸附管进行分流回收留样功能,可以实现对土壤样品现场测试的同时进行物质提取留存,以备带回实验室进行更细致的物质定性分析(GC-MS检测)或者平行对比;除水装置能够降低土壤样品中的水蒸气含量。

## 附图说明

[0023] 附图用来提供对本发明的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本发明的实施例一起用于解释本发明,并不构成对本发明的限制。在附图中:

图1是本发明一种用于土壤VOCs分析检测的快速富集系统的连接结构示意图;

图2是本发明一种用于土壤VOCs分析检测的快速富集方法的步骤流程示意图;

图3是一种利用十通阀进行土壤VOCs分析检测的初始阶段流程示意图;

图4是一种利用十通阀进行土壤VOCs分析检测的预热阶段流程示意图;

图5是一种利用十通阀进行土壤VOCs分析检测的采样阶段流程示意图;

图6是一种利用十通阀进行土壤VOCs分析检测的解吸-烘烤阶段流程示意图;

图7是一种利用六通阀进行土壤VOCs分析检测的初始阶段流程示意图;

图8是一种利用六通阀进行土壤VOCs分析检测的预热阶段流程示意图;

图9是一种利用六通阀进行土壤VOCs分析检测的采样阶段流程示意图;

图10是一种利用六通阀进行土壤VOCs分析检测的解吸-烘烤阶段流程示意图。

### 具体实施方式

[0024] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0025] 如图1~图10所示,本发明提供以下技术方案,一种用于土壤VOCs分析检测的快速富集系统,该土壤VOCs分析检测的快速富集系统包括阀门装置、土壤吹扫管部件、除水装置、循环装置、吸附解吸模块、分流装置;

所述阀门装置用于根据土壤VOCs分析检测流程改变对应阀门状态,使得载气按照预定线路进行流动;

所述土壤吹扫管部件用于进行系统预热以及土壤样品的盛装;

所述除水装置用于降低土壤样品中的水蒸气含量;

所述循环装置用于实现土壤VOCs吹扫时的气体在内部循环,加快其预热效率,减少载气和热量的消耗;

所述吸附解吸模块用于处理后的样品的低温吸附以及吸附完成后的热解吸进样。

[0026] 所述分流装置用于实现样品的分流回收、留存、备查验功能。

[0027] 所述阀门装置包括一个十通阀或者两个六通阀、一个精密压力调节阀、五个电磁开关阀,阀门的状态根据土壤VOCs分析检测流程中所需阀门的状态进行修改,所述十通阀在关闭状态下是10-1、2-3、4-5、6-7、8-9通路,打开状态下是1-2、3-4、5-6、7-8、9-10通路,例如在解吸-烘烤中,十通阀打开,其通路为1-2、3-4、5-6、7-8、9-10。

[0028] 所述土壤吹扫管部件,内含两种加热器,一种是在吹扫管前端给进入吹扫管的载气加热,加热器上可配散热翅片用于提高换热效率,另一种是给吹扫管加热,所述土壤吹扫管部件用于盛装土壤样品以及进行系统预热,提高预处理效率;

所述系统预热是指对吹扫管内的气体和土壤样品进行加热,例如内含两种加热器快速给吹扫管内的气体和土壤样品进行加热,使其温度达到设定值。

[0029] 所述除水装置包括一个常温物理冷凝除水器、一个安装在冷阱模块内的石英玻璃管,用于降低土壤样品中的水蒸气含量以及干燥管路。例如常温物理冷凝除水器可以先除去潮湿土壤样品中的大部分水蒸气,使得通过的气流保持一个较低的水汽含量,再通过后面的除水冷阱管,进一步除去剩余大部分的水蒸气,使得样品中的水汽含量降到更低;

所述吸附解吸模块,采用半导体电子制冷,制冷腔体内部包含2个石英玻璃管,一根用作低温除水,另一根用作低温吸附处理后的样品,在室温25℃下冷阱腔体低温可达-30℃;石英管表面包裹加热丝,可以进行升温解以及烘烤功能,解吸烘烤温度最高可达350℃。

[0030] 所述循环装置是指循环泵,所述循环泵用于加快吹扫管内气体的热循环,保持样品的充分预热;所述分流装置由两个流量限制器构成,所述两个流量限制器用于控制分流比例。

[0031] 一种用于土壤VOCs分析检测的快速富集方法,该富集方法包括以下步骤:

S1、开机预热,打开阀箱加热、冷阱的制冷,将仪器调整到就绪状态并完成样品添

加；

S2、打开循环泵的开关，同时开启两个加热器的加热控温功能进行系统预热；

S3、对土壤样品中的VOCs进行采样；

S4、样品转移完成后，进行解吸-烘烤。

[0032] 所述样品添加指的是向土壤吹扫管内添加一定质量的土壤样品，样品添加完成后快速盖上吹扫管的盖子，防止样品的挥发，然后将吹扫管插入系统内部，上下密封好，接入气路内，准备进行系统的自动化富集预处理；所述一定质量的土壤样品是指土壤样品一般在5g，例如向土壤吹扫管内添加5g土壤样品，并快速盖上吹扫管的盖子，再将吹扫管插入系统内部，上下密封好，接入气路内，准备进行系统的自动化富集预处理。

[0033] 所述系统预热是指通过循环泵使得气体进行循环，让吹扫管内的气体和土壤样品的温度上升到设定值；

所述温度上升是指通过开启两个加热器的加热控温功能，通过气体循环流动使得吹扫管内的气体和土壤样品的温度上升到设定值 $\alpha$ ，温度范围为室温~300℃；

所述加热器的温度控制范围：加热器1：室温~300℃。加热器2：室温~300℃；

所述预定值一般需要加热2min即可达到预定温度。

[0034] 所述采样是指预热结束后，关闭循环泵，打开V2、V4，载气通过吹扫管，将土壤内的挥发性有机物和水蒸气都带出，进入后续的管路进行除水、富集功能；

若需要进行分流回收功能时，可以同步打开V5，收集样品，带回实验室进行留存、校验；

通过常温物理冷凝除水器以及除水冷阱管降低水蒸气含量，然后将去水蒸气的气流通过吸附冷阱，将气流内的VOCs物质吸附保留下来；

通过一段时间的吹扫转移，将土壤样品中的VOCs转移到可以进行分析的吸附管内，等待后续的处理，整个吹扫转移时间预计2min就可以完成；

采样结束，关闭V2、V4或者V5，同时关闭两个加热器的加热功能；

所述V2、V3、V4、V5指的是电磁开关阀；

通过常温物理冷凝除水器，可以先除去土壤样品中的大部分水蒸气，使得通过的气流保持一个较低的水汽含量；

再通除水冷阱管，进一步除去剩余大部分的水蒸气，使得样品中的水汽含量降到更低。

[0035] 所述解吸-烘烤是指样品转移完成后，就可以进行解吸分析程序并同步进行除水管路的烘烤和清理；

所述解吸-烘烤具体步骤：

Z1、打开V1、V3和V6，GC载气反向通过吸附冷阱，通过瞬间的升温，将刚刚吸附下的物质解吸；

Z2、通过载气带着解吸的物质进入GC分析端进行色谱分析；

Z3、通过V3的载气分成两条流路，通过阻尼限制器输出两组恒定流量的气体，分别通过除水冷阱管和常温物理冷凝除水器，除水冷阱同步加热，将冰冻下来的水蒸气蒸发通过载气排出系统，干燥管路，另一路载气反方向通过常温物理冷凝除水器将物理冷凝下来的液态水通过V6排出常温物理冷凝除水器；

Z4、解吸完成之后,关闭冷阱的加热,关闭V1、V3、V6,管路清理完毕,系统处理完成所述V1指的是十通阀或者六通阀,所述解吸-烘烤程序预计2min即可完成。

[0036] 可以实现土壤VOCs的快速富集提取和检测的功能,极大的提升了土壤VOCs场地调研的效率,同时通过分析的结果能够及时的做出相应的对策,避免采集的样品转运过程中出现交叉污染。

[0037] 实施例1:

该方案的系统连接方式为压力调节阀连接V2电磁开关阀、V3电磁开关阀的一端相连,V2的另一端连接循环泵、土壤吹扫管的一端,V3的另一端分别连接两个阻尼并和V4电磁开关阀、V1十通阀的8-9通道相连,循环泵、土壤吹扫管的另一端与常温物理冷凝除水器左侧端相连,常温物理冷凝除水器的下端连接V6电磁开关阀,常温物理冷凝除水器右侧端分别连接吸附管和V1十通阀的1-10通道,吸附管另一端与V5相连,V5的另一端与流量限制器相连,V1十通阀7-6通道与双通道的吸附热解吸模块相连、2-3通道与V4电磁开关阀相连、4-5通道为GC分析端,V4另一端与流量限制器相连。

[0038] 先开机预热,打开阀箱加热、冷阱的制冷,将仪器调整到就绪状态;然后向土壤吹扫管内添加5g土壤样品,样品添加完成后快速盖上吹扫管的盖子,然后将吹扫管插入系统内部,上下密封好,接入气路内,准备进行系统的自动化富集预处理,如图3所示。

[0039] 打开循环泵的开关,同时开启两个加热器的加热控温功,通过循环泵的气体循环,经过2min快速让吹扫管内的气体和土壤样品的温度上升到设定值 $\alpha=200^{\circ}\text{C}$ ,如图4所示。

[0040] 预热结束后,关闭循环泵,打开V2、V4,载气通过吹扫管,将土壤内的挥发性有机物和水蒸气都带出,进入后续的管路进行除水、富集功能,同步打开V5,进行样品回收,带回实验室进行留存、校验,如图5所示。

[0041] 打开十通阀V1、V3和V6,GC载气反向通过吸附冷阱,通过瞬间的升温,将刚刚吸附下的物质解吸,通过载气带着进入GC分析端进行色谱分析,通过V3的载气分成两条流路,通过阻尼限制器输出两组恒定流量的气体,分别通过除水冷阱管和常温物理冷凝除水器:除水冷阱同步加热,将冰冻下来的水蒸气蒸发通过载气排出系统,干燥管路;另一路载气反方向通过常温物理冷凝除水器将物理冷凝下来的液态水通过V6排出常温物理冷凝除水器;解吸完成之后,关闭冷阱的加热,关闭V1、V3、V6,管路清理完毕,系统处理完成,如图6所示。

[0042] 实施例2:

该方案的系统连接方式为压力调节阀连接V3电磁开关阀、V4电磁开关阀的一端相连,V3的另一端连接循环泵、土壤吹扫管的一端,V4的另一端连接1个阻尼并与V1六通阀的5-4通道相连,循环泵、土壤吹扫管的另一端与常温物理冷凝除水器左侧端相连,常温物理冷凝除水器右侧端分别连接吸附管和V1六通阀的2-3通道,吸附管另一端与V6相连,V6的另一端与流量限制器相连,V1六通阀2-3通道与V2六通阀的4-5通道相连,V1六通阀4-5通道与双通道的吸附热解吸模块的除水冷阱底端相连,1-6通道与除水冷阱的顶端相连,V2六通阀的4-5通道与吸附冷阱的底端相连、1-6通道与除水冷阱的顶端相连、2-3通道为GC分析端、1-6通道的另一端与V5电磁开关阀相连,V5另一端与流量限制器相连。

[0043] 先开机预热,打开阀箱加热、冷阱的制冷,将仪器调整到就绪状态,然后向土壤吹扫管内添加5g土壤样品,样品添加完成后快速盖上吹扫管的盖子,然后将吹扫管插入系统内部,上下密封好,接入气路内,准备进行系统的自动化富集预处理,如图7所示。

[0044] 打开循环泵的开关,同时开启两个加热器的加热控温功,通过循环泵的气体循环,经过2min快速让吹扫管内的气体和土壤样品的温度上升到设定值 $\alpha$ ,如图8所示。

[0045] 预热结束后,关闭循环泵,打开六通阀V1,V3、V5,载气通过吹扫管,将土壤内的挥发性有机物和水蒸气都带出,进入后续的管路进行除水、富集功能,同步打开V6,进行样品回收,带回实验室进行留存、校验,如图9所示。

[0046] 打开六通阀V2、V4,GC载气反向通过吸附冷阱,通过瞬间的升温,将刚刚吸附下的物质解吸,通过载气带着进入GC分析端进行色谱分析,通过V4的载气,通过阻尼限制器输恒定流量的气体,通过除水冷阱管:除水冷阱同步加热,将冰冻下来的水蒸气蒸发通过载气排出系统,干燥管路,解吸完成之后,关闭冷阱的加热,关闭V2、V4,管路清理完毕,系统处理完成,如图10所示。

[0047] 该实施例是通过使用两个六通阀代替一个十通阀,使其达到使用一个十通阀的效果,同时常温物理冷凝除水器下端直接接一个气水分离器,当分离出的水太多时,可以进行手动释放。

[0048] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。

[0049] 最后应说明的是:以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

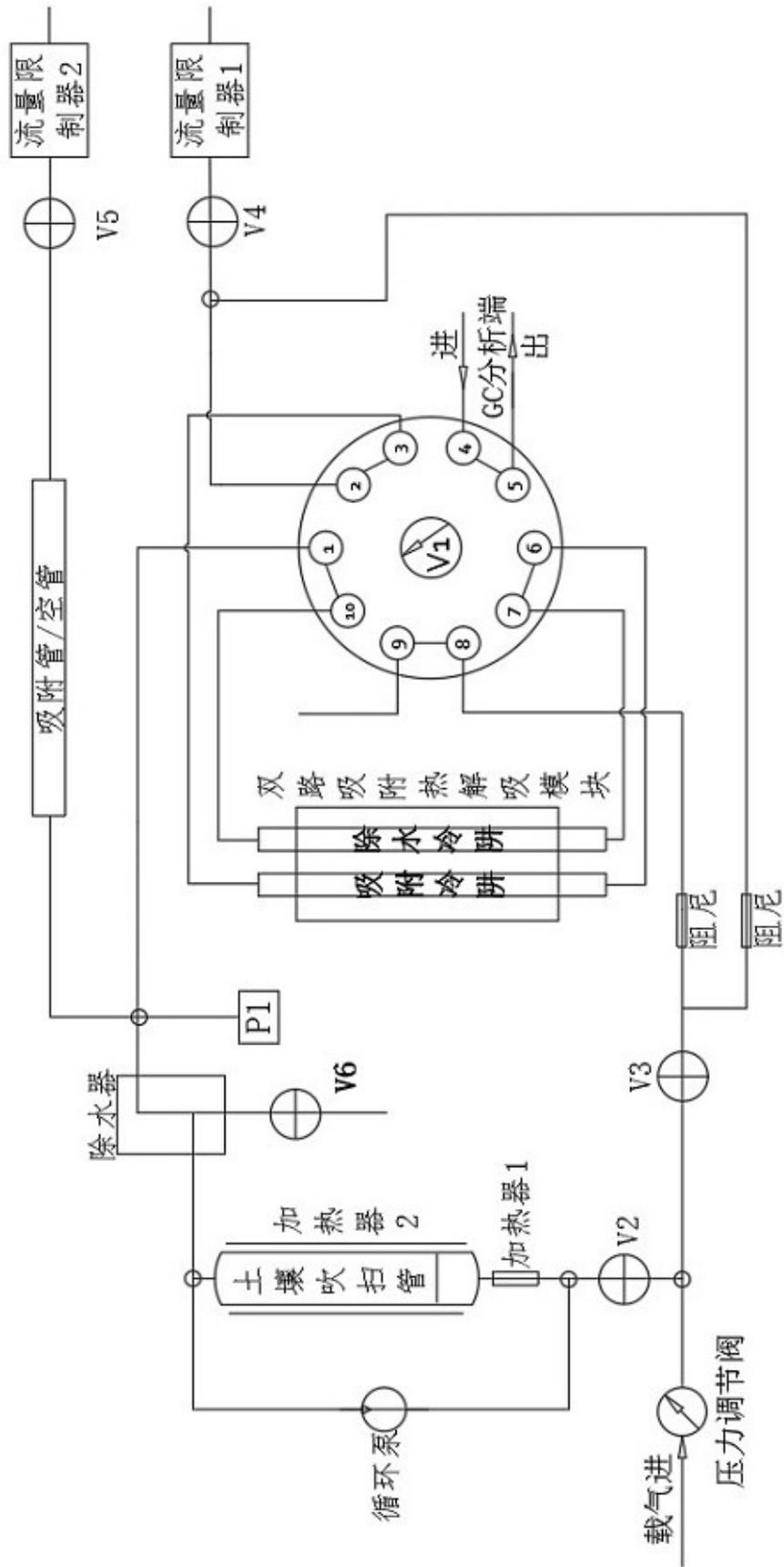


图1

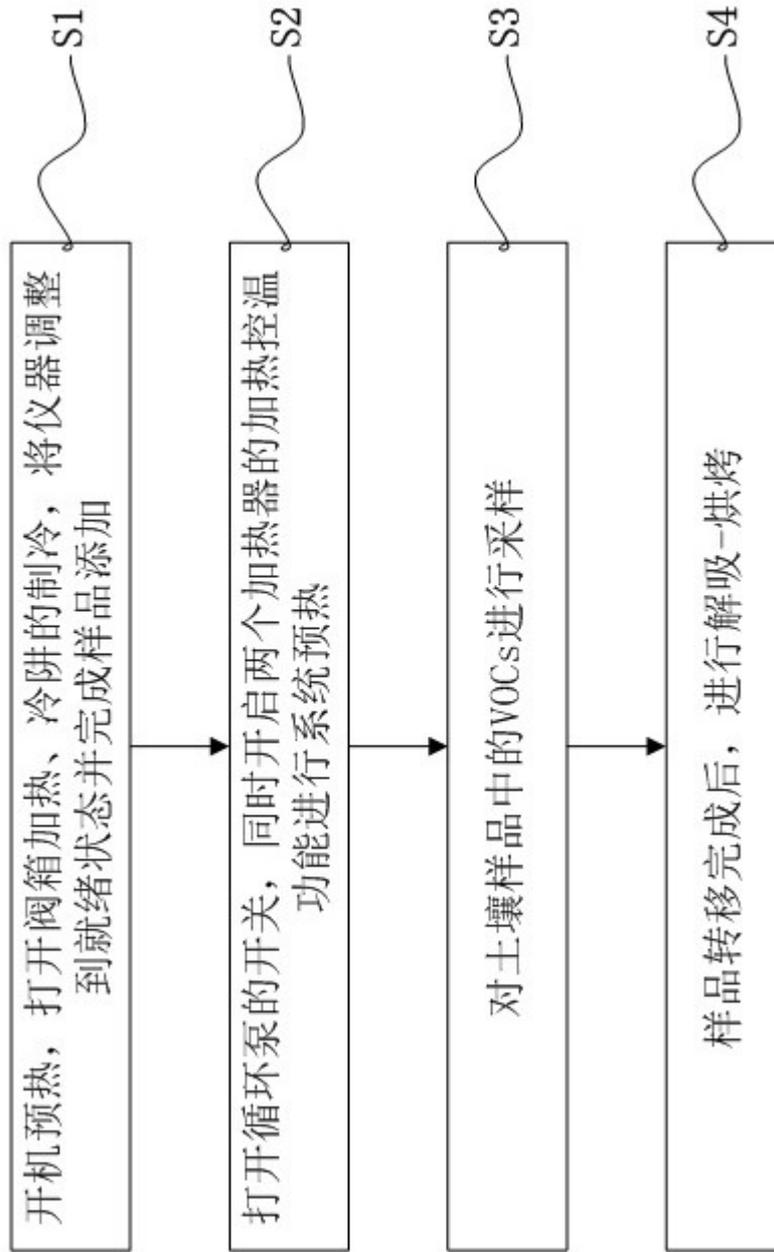


图2

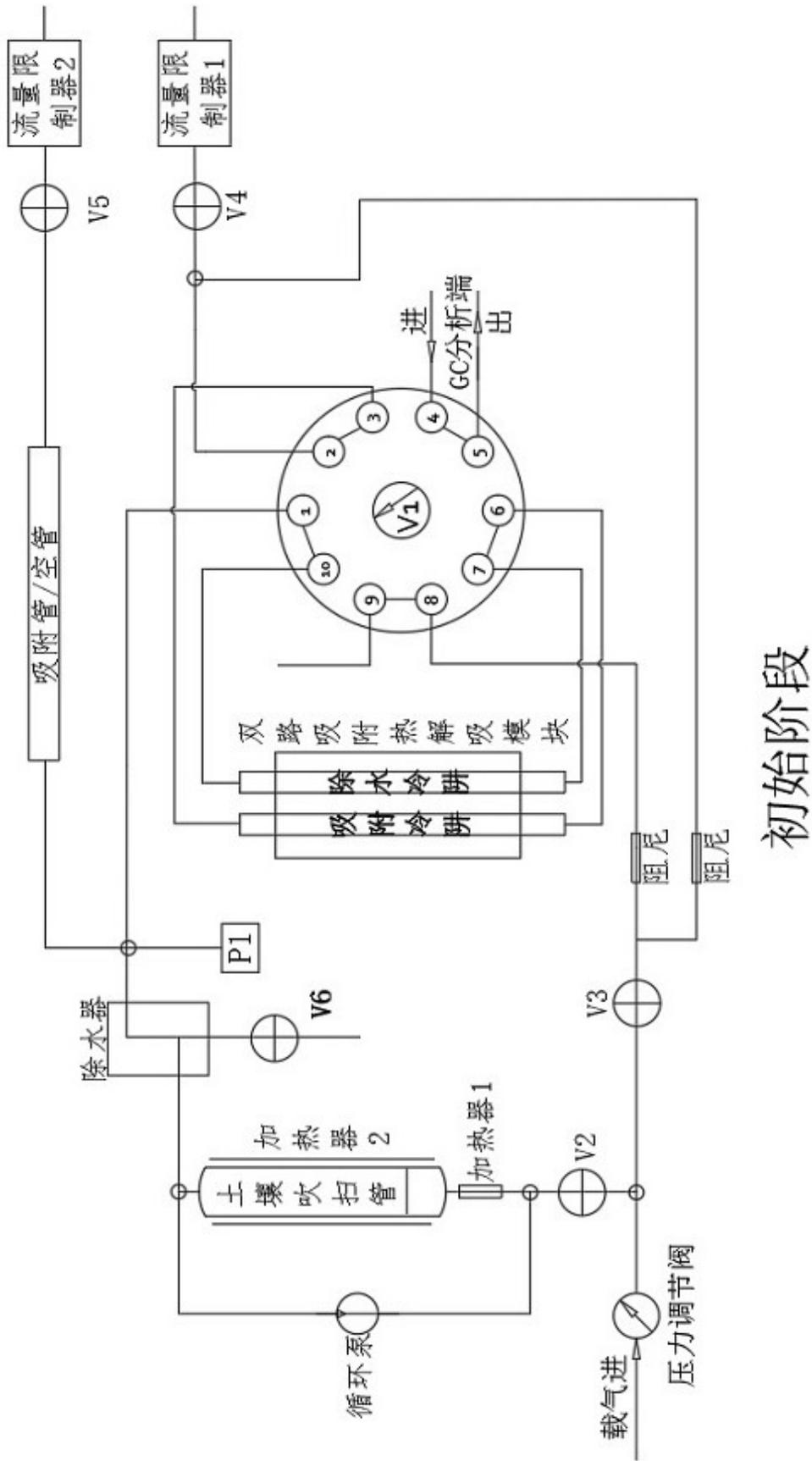


图3

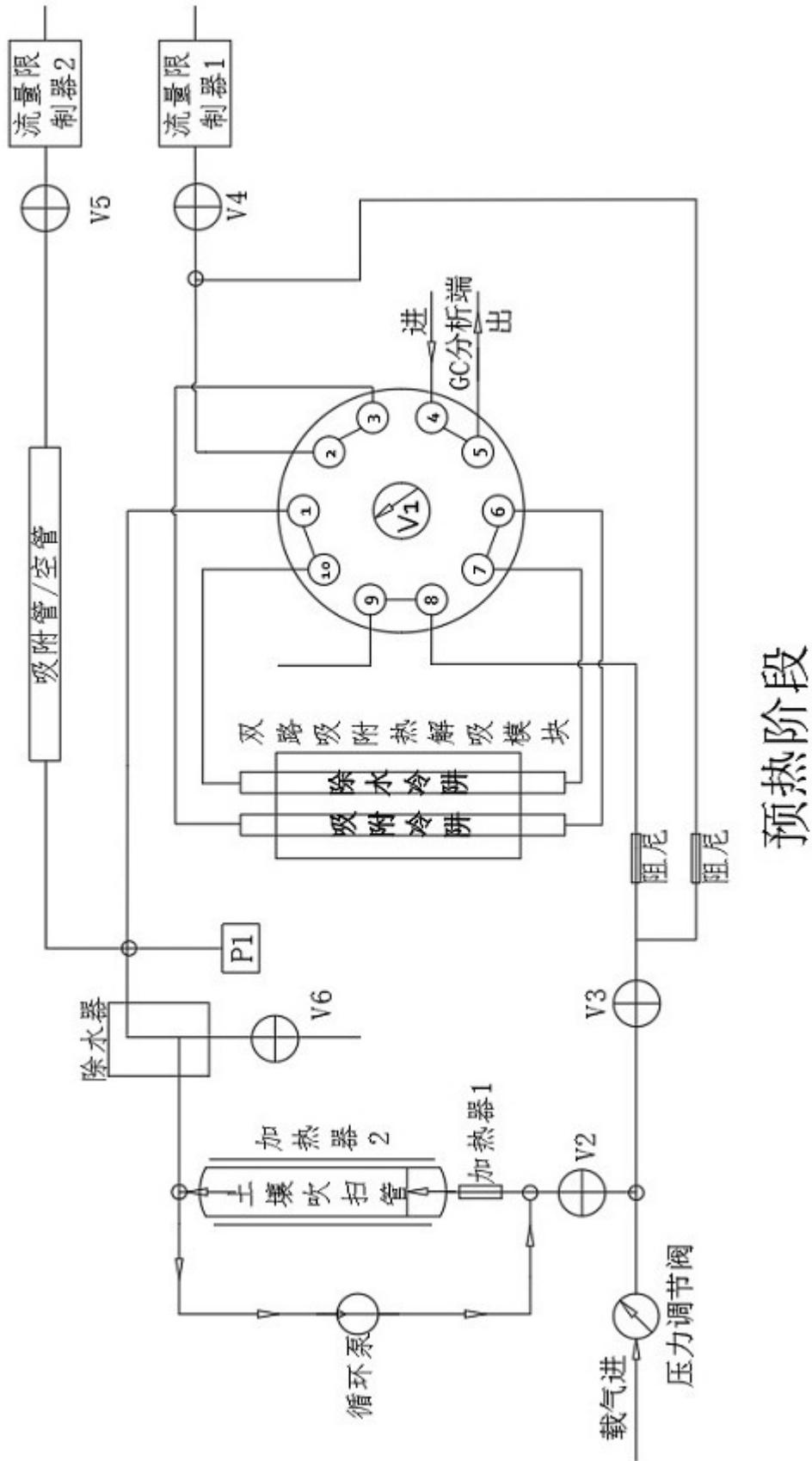


图4

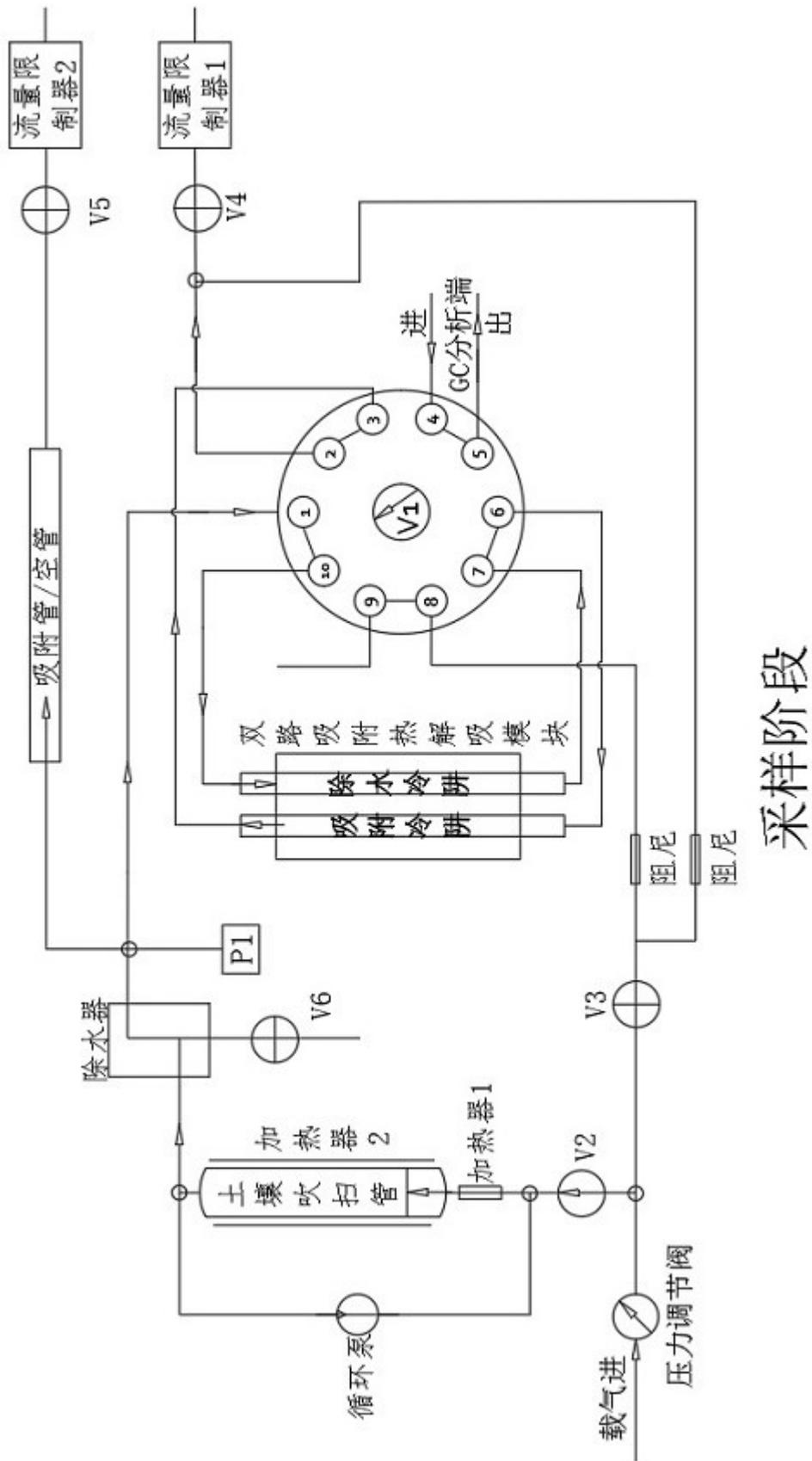


图5

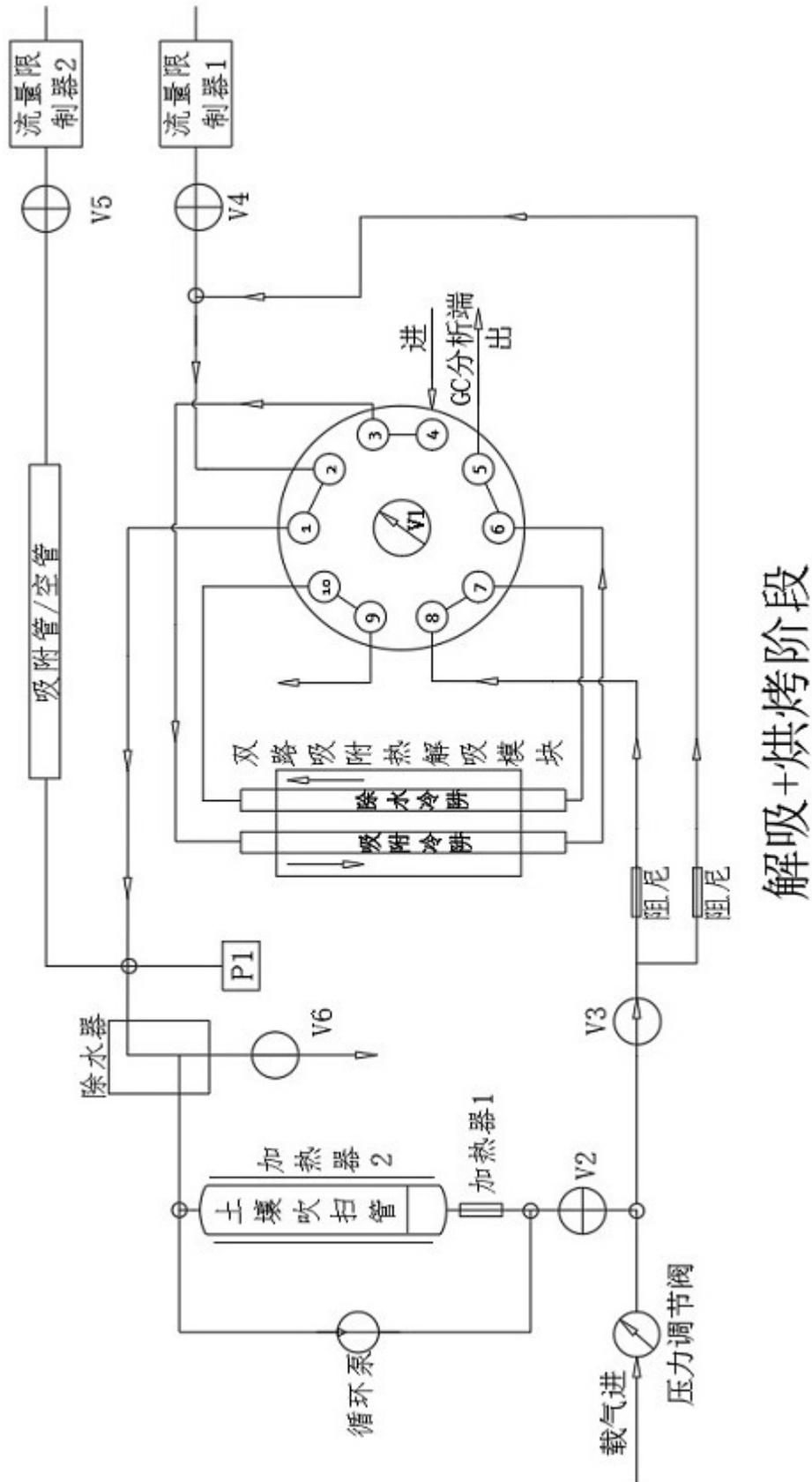


图6

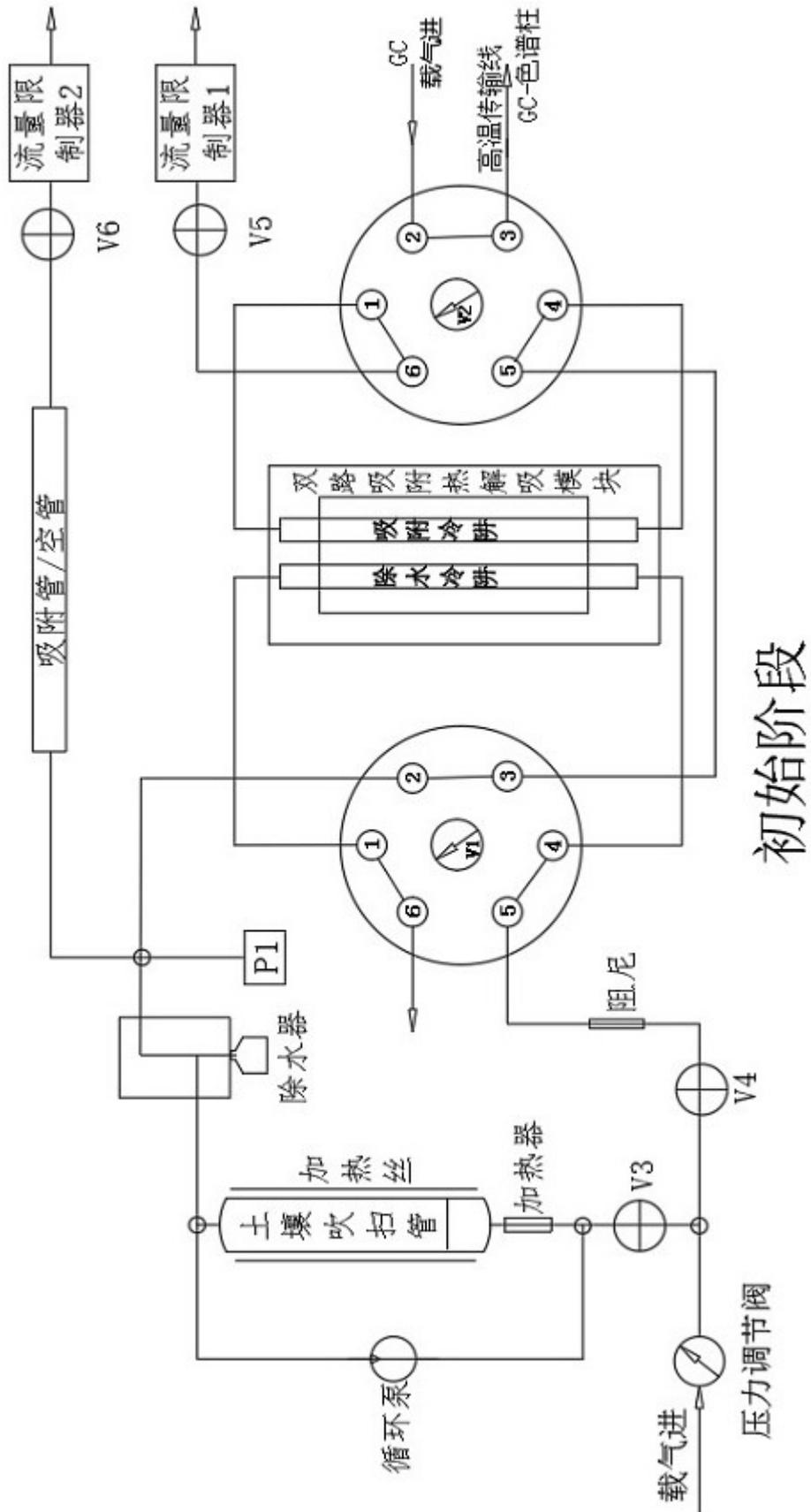


图7

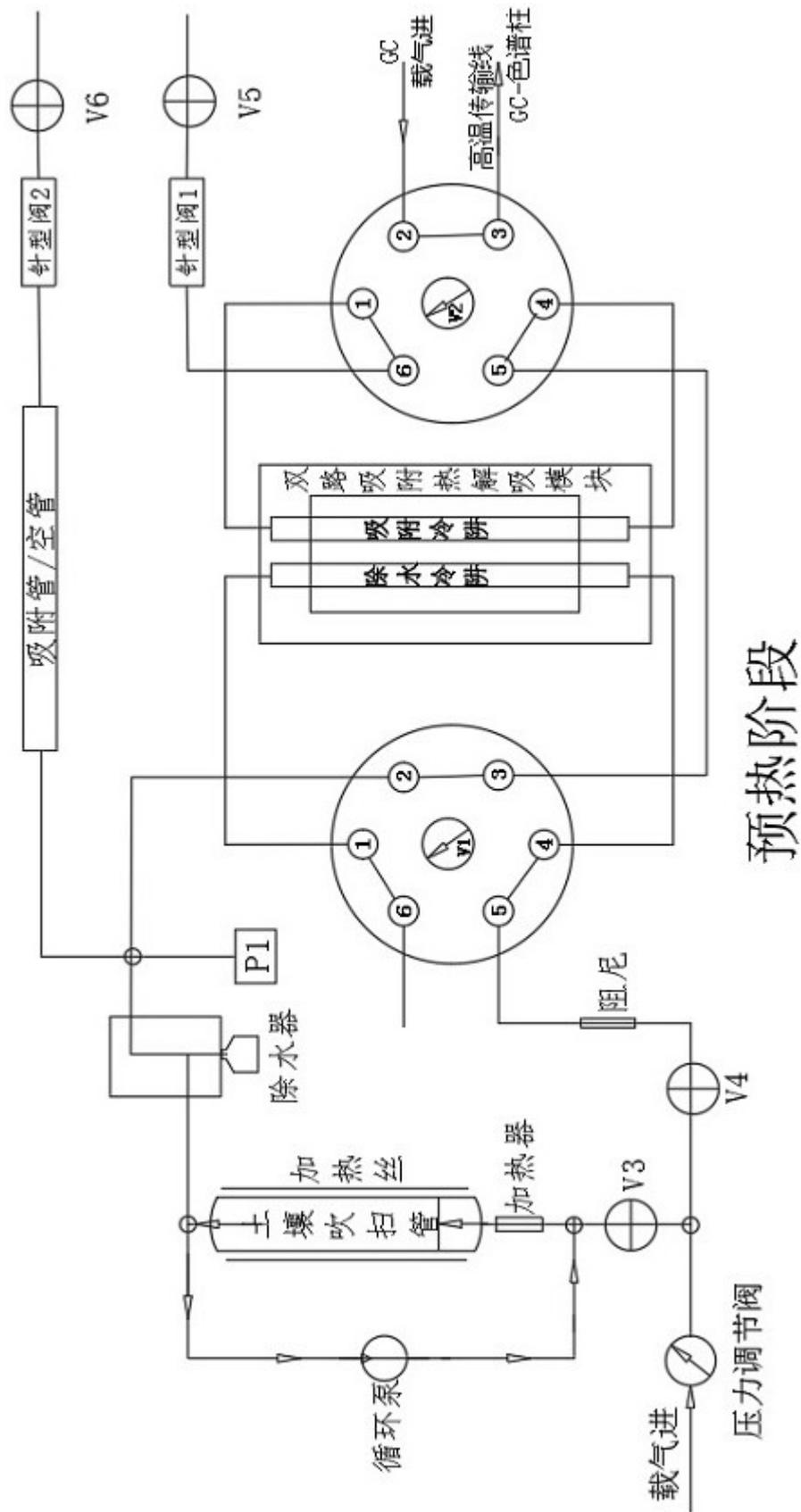


图8

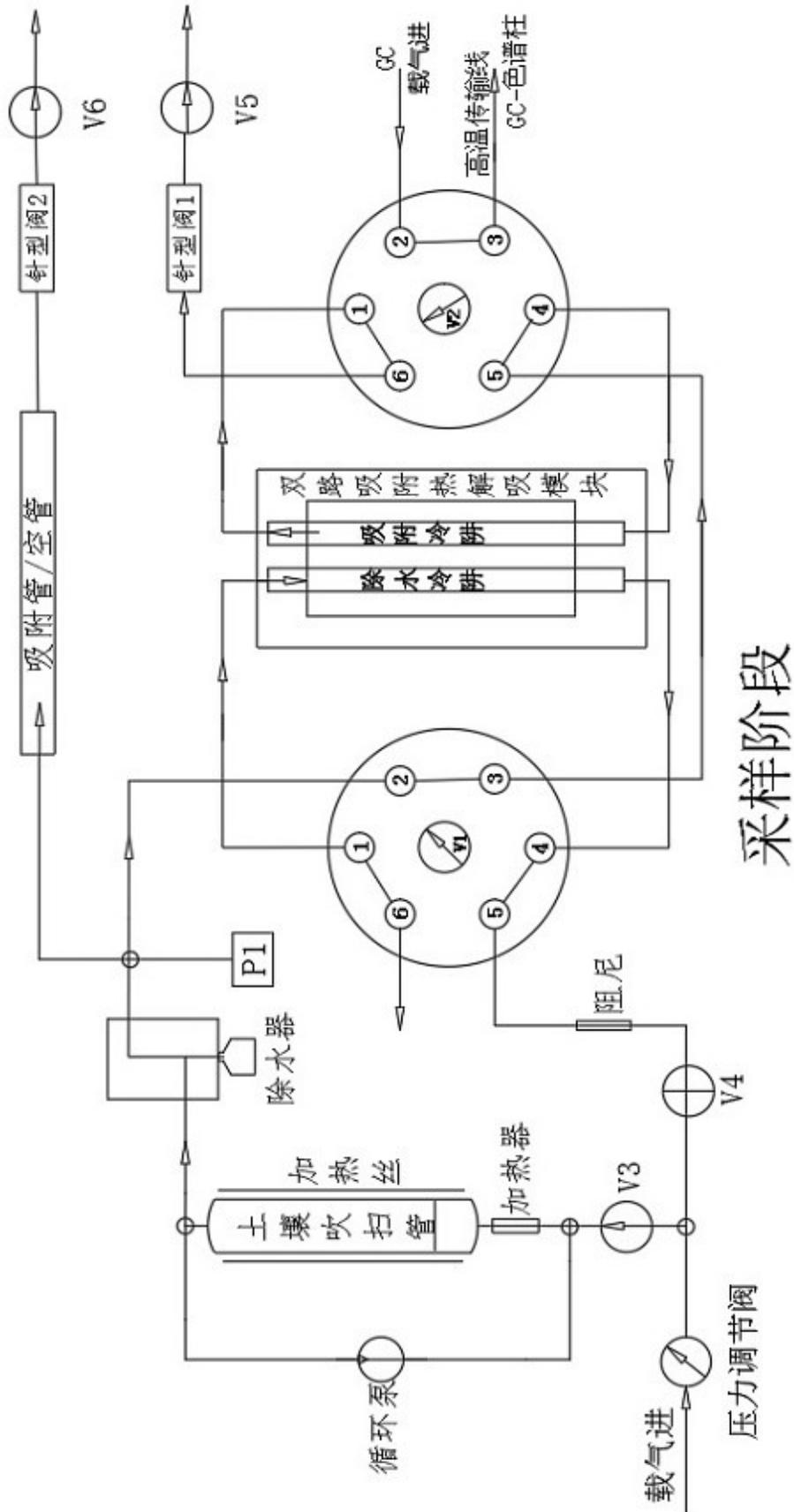


图9

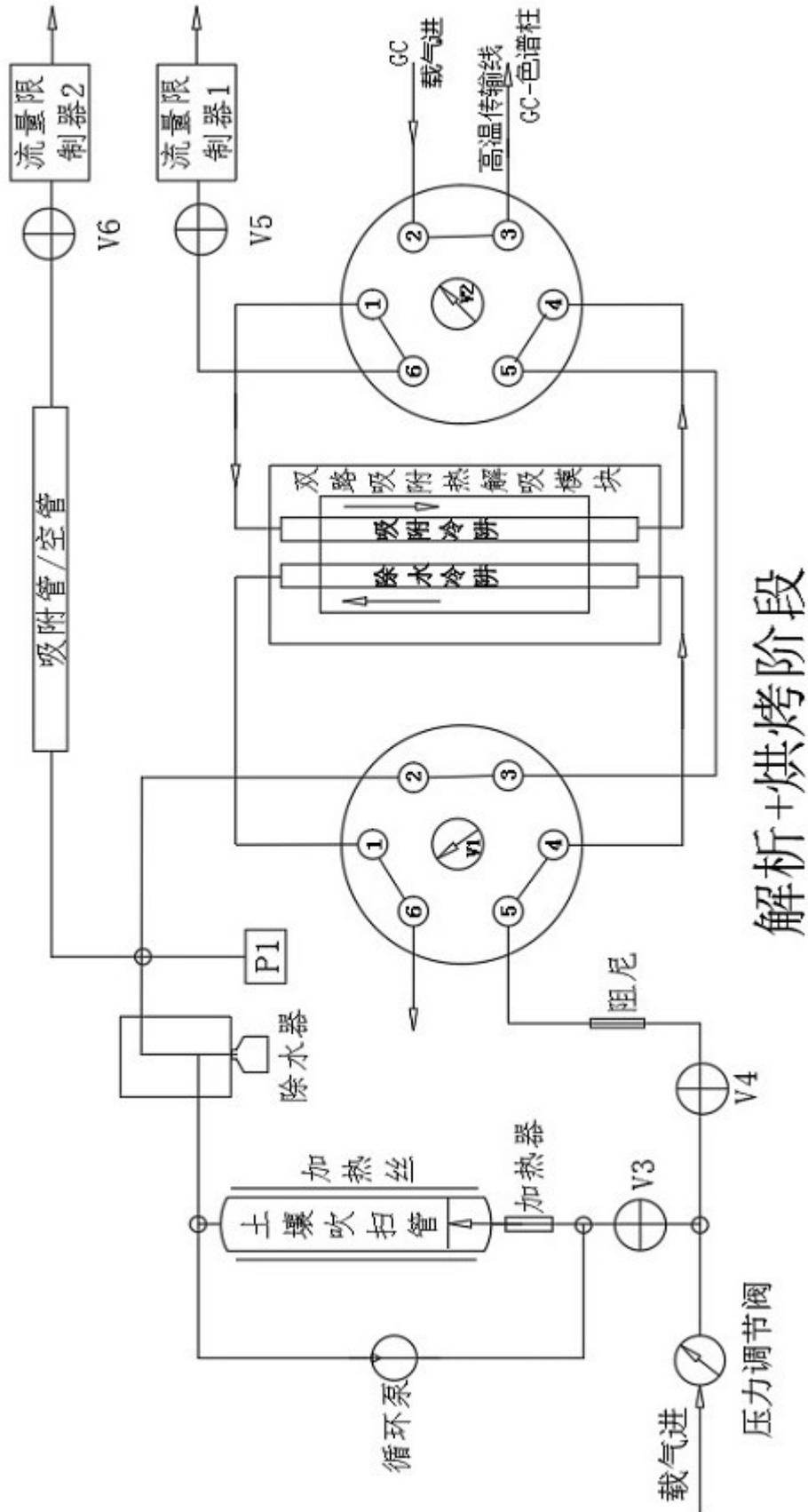


图10