

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 实用新型专利说明书

G01N 27/27 (2006.01)

G01N 35/00 (2006.01)

G01N 33/18 (2006.01)

专利号 ZL 200620051095.0

[45] 授权公告日 2007 年 7 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 2921830Y

[22] 申请日 2006.5.24

[21] 申请号 200620051095.0

[73] 专利权人 湖南力合科技发展有限公司

地址 410013 湖南省长沙市长沙高新技术产业
开发区金鑫大厦 7 楼

[72] 设计人 邹雄伟 俱晓峰 贺前锋 崔红
王丹君

[74] 专利代理机构 长沙市融智专利事务所
代理人 颜昌伟

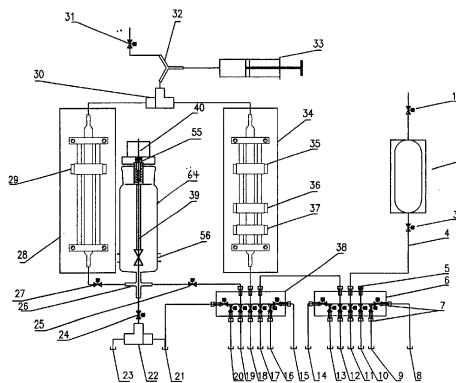
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 3 页

[54] 实用新型名称

总镉、总铅、总锌、总锰在线自动监测仪

[57] 摘要

本实用新型公开了一种总镉、总铅、总锌、总锰在线分析仪，它包括控制机构、管路切换阀、电热消解装置、萃取检测通用装置、定容装置和高精度液体采样送样机构。控制机构主要包括工控机和单片机，以此实现分析仪的本机和远程通讯，简化了水质自动监测站的系统集成。本实用新型既适用于地表水中总镉、总铅、总锌、总锰的监测，又适用于工业废水中总镉、总铅、总锌、总锰的监测。同时，可延用至其他有类似化学分析原理的其他重金属的在线监测。



1、一种总镉、总铅、总锌、总锰在线分析仪，包括控制机构、管路切换阀(6)、管路切换阀(38)、电热消解装置(2)、萃取检测通用池(26)、定容装置(34)和高精度液体采样送样机构(33)，其特征在于：高精度液体采样送样机构(33)通过三通(32)、两位三通电磁阀(30)与定容装置(34)的上端口相连，定容装置(34)的下端口与管路切换阀(38)相连，管路切换阀(38)经管路与管路切换阀(6)相连，管路切换阀(38)经电磁阀(25)与萃取检测通用池(26)相连，管路切换阀(6)经电磁阀(3)与电热消解装置(2)下端口相连，电热消解装置(2)上端开口接常闭电磁阀(1)，管路切换阀(6)、管路切换阀(38)左右两侧和下端接口分别与各类试剂容器连通。

2、根据权利要求1所述的总镉、总铅、总锌、总锰在线分析仪，其特征在于：萃取检测通用池(26)的上端设有直线电机(40)，直线电机(40)通过连接棒(55)与萃取检测通用池(26)内的搅拌棒(39)连接。

3、根据权利要求2所述的总镉、总铅、总锌、总锰在线分析仪，其特征在于：所述搅拌棒(39)的末端为螺旋形。

4、根据权利要求1所述的总镉、总铅、总锌、总锰在线分析仪，其特征在于：还包括定容装置(28)，定容装置(28)的上端口与两位三通电磁阀(30)相连，定容装置(28)的下端口经电磁阀(27)与萃取检测通用池(26)相连。

5、根据权利要求1所述的总镉、总铅、总锌、总锰在线分析仪，其特征在于：所述定容装置(34)由定容管(60)、固定板(61)、导杆(62)、至少一块滑块(63)及红外对管(35)组成，定容管(60)的两侧设有导杆(62)，导杆(62)由固定板(61)固定，滑块(63)安装于导杆(62)上，滑块(63)的两端设有与红外对管(35)。

6、根据权利要求1所述的总镉、总铅、总锌、总锰在线分析仪，其特征在于：还包括两位三通电磁阀（22），两位三通电磁阀（22）的常开端和常闭端分别与废液一容器（21）、废液二容器（23）相连，第三端经电磁阀（24）与萃取检测通用池（26）。

7、根据权利要求1所述的总镉、总铅、总锌、总锰在线分析仪，其特征在于：所述管路切换阀（6）分别与清洗剂容器（8）、蒸馏水容器（9）、氰化钾容器（10）、显色剂容器（11）、稳定剂容器（12）、抗干扰剂容器（13）相连，管路切换阀（38）还分别与萃取剂容器（14）、氰化钾容器（15）、增强剂容器（16）、掩蔽剂容器（17）、缓冲液容器（18）、消解液容器（19）、样品池（20）相连。

总镉、总铅、总锌、总锰在线自动监测仪

技术领域:

本实用新型涉及一种水体中总镉、总铅、总锌、总锰的检测仪器，特指一种监测水体中总镉、总铅、总锌、总锰的在线分析仪。

背景技术:

镉、铅、锌、锰同属于重金属，在人体内能和蛋白质及各种酶发生强烈的相互作用，使它们失去活性，也可能在人体的某些器官中累积，如果超过人体所能耐受的限度，会造成人体急性中毒、亚急性中毒、慢性中毒等危害。根据国家对“七大水系”、“三湖”、“南水北调工程”及47个环保重点城市集中式饮用水源地水质监测结果表明：水质情况不容乐观、水质污染日趋严重，特别是重金属污染严重。我国受重金属污染的土壤面积达2000万公顷，占总耕地面积的1/6，因工业“三废”污染的农田近700万公顷，使粮食每年减产100亿公斤，有资料显示，华南地区有的城市有50%耕地遭受镉、砷、汞等有毒重金属和石油类的污染，长江三角洲地区有的城市连片农田受镉、铅、砷、铜、锌等多种重金属污染，致使10%土壤基本丧失生产力。国家环保总局明令要求各地环保部门充分认识环境安全工作的重要性，加强环境监管工作。

水体中游离的镉、铅、锌、锰离子与镉、铅、锌、锰的络合离子的总和称为总镉、总铅、总锌、总锰。关于地表水和工业废水中镉、铅、锌、锰的仪器分析方法有很多,主要采用电感耦合等离子体发射光谱仪,电感耦合等离子体发射光谱仪-质谱仪联用,极谱分析仪,原子吸收仪协助手工分析,但这些仪器用于镉、铅、锌、锰的现场在线监测则比较困难。而在总镉、总铅、总锌、总锰的监测中,其水样预处理操作,需要进行样品分析前的消解,因此

程序更加繁琐。

目前国内尚未出现用于地表水和污染源中总镉、总铅、总锌、总锰监测的在线分析仪器，特别是在一台仪器上同时实现总镉、总铅、总锌、总锰的在线监测。公开号为 CN 89103075.1 的中国专利申请公开了一种确定溶液中如镉、铅、铜、铈等阳离子密度的连续电化学分析仪，其包括一个由分隔壁分成两部分的元件及一个用于放大和检测与密度测量有关的信号的装置。该元件的第一部分有玻璃化炭黑固体工作电极、参考电极和反电极，另一部分的同一边有阳离子溶液的入口和出口，一根 U 形管从这两个口延伸出去，且伸过分隔壁。其核心部件即离子选择性电极，其仅能测定镉、铅、铜、铈等离子，不能适用于总镉、总铅、总锌、总锰的测定，且电极对水样的水质要求较高，电极更换费又较昂贵，此外，电极易受水中其它离子的干扰，测定的稳定性差，因此其不符合在线监测的要求。

发明内容

本实用新型所要解决的技术问题是克服上述现有技术的缺陷，提供一种性能稳定的适用于在线监测的总镉、总铅、总锌、总锰在线自动分析仪。

本实用新型解决上述技术问题的解决方案是：包括控制机构、管路切换阀 6、管路切换阀 38、电热消解装置 2、萃取检测通用装置 64、定容装置 34 和高精度液体采样送样机构 33，所述高精度液体采样送样机构 33 经三通 32 与两位三通电磁阀 30 相连，两位三通电磁阀 30 与定容装置 34 的上端口相连，定容装置 34 的下端口与管路切换阀 38 相连，管路切换阀 38 经电磁阀 25 与萃取检测通用池 26 相连，管路切换阀 38 经管路与管路切换阀 6 相连，管路切换阀 6 经电磁阀 3 与电热消解装置 2 下端口相连，电热消解装置 2 上端开口接常闭电磁阀 1，管路切换阀 6、管路切换阀 38 的内部各接口相互连通，

左右两侧和下端接口分别与各类试剂容器连通。

上述的总镉、总铅、总锌、总锰的在线分析仪器中，还包括定容装置 28，定容装置 28 的上端口与两位三通电磁阀 30 相连，定容装置 28 的下端口经电磁阀 27 与萃取检测通用池 26 相连。

上述的总镉、总铅、总锌、总锰在线分析仪中，所述定容装置 34 由定容管 60、固定板 61、导杆 62、至少一块滑块 63 及红外对管 35 组成，定容管 60 的两侧设有导杆 62，导杆 62 由固定板 61 固定，滑块 63 安装于导杆 62 上，滑块 63 的两端设有与红外对管滑块 35。

与现有在线监测技术相比，本发明的优点在于：

1、本实用新型用于在线监测水体中总镉、总铅、总锌、总锰的含量，其简化了水样的预处理操作程序，自动化程度高，为水体中重金属的在线监测提供了可能。同时，在一台仪器上可实现多种重金属的测量。

2、本实用新型中所述萃取检测通用池，采用直线电机作为反应液体的搅拌装置，不仅提高了萃取效率，同时实现了萃取装置和检测装置的一体化。

3、本实用新型实现了分析后废液分类收集，有助于回收试剂，节约分析成本。

4、本实用新型通过改变流程，更换试剂，可在一台仪器上进行多种污染因子的在线监测。

下面结构附图和具体实施例对本实用新型作进一步的说明。

附图说明

图 1 是本实用新型实施例的结构示意图。

图 2 是本实用新型实施例中管路切换阀的结构示意图。

图 3 是本实用新型实施例中萃取装置的结构示意图。

图 4 是本实用新型实施例中定容装置的结构示意图。

具体实施方式

如图 1 所示的本实用新型实施例中，主要包括管路切换阀 6、管路切换阀 38、电热消解装置 2、萃取检测通用装置 64、定容装置 34 和高精度液体采样送样机构 33，其中管路切换阀 6 上的孔位分别通过接头和连管连通管路切换阀 38、常闭电磁阀 3、清洗剂容器 8、蒸馏水容器 9、氰化钾容器 10、显色剂容器 11、稳定剂容器 12、抗干扰剂容器 13，其他孔位接死堵 5。管路切换阀 38 上的孔位分别通过接头和连管连通常闭电磁阀 25、定容装置 34、管路切换阀 6、萃取剂容器 14、氰化钾容器（15）、增强剂容器 16、掩蔽剂容器 17、缓冲液容器 18、消解液容器 19、样品池 20。电热消解装置 2 上端开口接常闭电磁阀 1 以通空气，下端接常闭电磁阀 3。萃取检测通用池 26 下端和两侧底部分别有一个接口，左侧接口通过常闭电磁阀 27 与定容装置 28 连通，下端接口通过连管依次与常闭电磁阀 24、两位三通电磁阀 22 连通，两位三通电磁阀 22 的常开端和常闭端分别通废液一容器 21、废液二容器 23，右侧接口与常闭电磁阀 25 相通。定容装置 34、28 上端分别连通两位三通电磁阀 30 的常闭端和常开端、其公共端依次与三通 32、高精度液体采样送样机构 33 连通。三通 32 另一端通过常闭电磁阀 31 与空气连通。

图 2 为本实用新型实施例中管路切换阀的结构示意图，图中 41—47 为管路切换阀 6 中各端口的控制开关，5 为死堵，7 为接头。48—54 为管路切换阀 38 中各端口的控制开关。所述定容装置 34、28 两侧接有红外对管 29、35、36、37，按容量的多少，由上至下依次排列。可根据试剂的种类，用量增减红外对管，并通过滑块 63 上下移动以调节定容容量。

参见图 3，萃取检测通用装置 64 包括萃取检测通用池 26、搅拌棒 39 和

直线电机 40。萃取检测通用池 26 的两侧分别设有入射光纤 56 和出射光纤 57，入射光纤 56 端口设有单色光源 58，出射光纤 57 端口设有光敏元件 59，萃取检测通用池 26 下端和两侧底部各有一个接口，其两侧接口通过连管分别与常闭电磁阀 25、27 相连。下端接口通过连管依次连通常闭电磁阀 24 和两位三通电磁阀 22 的公共端，两位三通电磁阀 22 的常闭端和常开端分别通向废液一容器 21 和废液二 23 容器，萃取检测通用反应池上端安装有直线电机 40，直线电机通过连接棒 55 与搅拌棒 39 连接，搅拌棒 39 的末端为螺旋形。直线电机 40 带动搅拌棒 39 旋转并上下移动。单色光源 58 经入射光纤 56 传导到萃取检测通用池 26 的外壁进入池中，经样液吸收后由出射光纤 57 传导给光敏元件 59，光敏元件 59 输出检测信号到控制机构。

图 4 是本实用新型实施例中定容装置的结构示意图。定容装置 34 包括定容管 60、固定板 61、导杆 62、三个块滑块 63 及红外对管 35、36、37，定容管 60 的两侧设有导杆 62，导杆 62 由固定板 61 固定，滑块 63 安装于导杆 62 上，滑块 63 的两端设有与红外对管滑块 35。

本实用新型的高精度液体采样送样机构 33 采用 ZL00225670.3 专利所公开的结构。

本实用新型控制机构主要包括工控机、单片机，工控机主要是实现外部设备的控制、监测数据处理和远程传输；单片机主要是实现化学测试流程的控制，并与工控机进行数据交换；经工控机和仪器流程控制和数据采集模块通讯后，由仪器流程控制模块控制管路切换阀、高精度液体采样送样机构、红外对管、电热消解装置、常闭电磁阀、两位三通电磁阀来完成设计的化学流程，后由数据采集模块完成相应得计算，整个过程由仪器自动完成。

测试总镉的工作过程分以下几个步骤：

①消解过程

控制开关 53 开 → 高精度液体采样送样机构抽取样品入定容装置 34 → 控制开关 53 关，常闭电磁阀 1、3 开，由高精度液体采样送样机构推样品入电热消解装置 → 常闭电磁阀 1、3 关，控制开关 52 开 → 高精度液体采样送样机构抽取消解液入定容装置 34 → 控制开关 52 关，常闭电磁阀 1、3 开，高精度液体采样送样机构推消解液入电热消解装置 → 启动电热消解装置消解样品 → 消解完成后，常闭电磁阀 1、3 开，由高精度液体采样送样机构抽取消解后样品入定容装置 34 → 常闭电磁阀 25 开，常闭电磁阀 1、3 关，由高精度液体采样送样机构推消解后样品入萃取检测通用装置。

②萃取、显色过程

常闭电磁阀 25 关，控制开关 51 开，由高精度液体采样送样机构抽取缓冲液入定容装置 34 → 控制开关 51 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推缓冲液入萃取检测通用装置 → 常闭电磁阀 25 关，控制开关 50 开，由高精度液体采样送样机构抽取掩蔽剂入定容装置 34 → 控制开关 50 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推掩蔽剂入萃取检测通用装置 → 常闭电磁阀 25 关，控制开关 49 开，由高精度液体采样送样机构抽取增强剂入定容装置 34 → 控制开关 49 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推增强剂入萃取检测通用装置 → 常闭电磁阀 25 关，控制开关 48 开，由高精度液体采样送样机构抽取 1%的氰化钾入定容装置 34 → 控制开关 48 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推 1%的氰化钾入萃取检测通用装置 → 常闭电磁阀 25 关，控制开关 47 开，由高精度液体采样送样机构抽取萃取剂入定容装置 34 → 控制开关 47 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推萃取剂入萃取检测通用装置 → 常闭电磁阀 25 关，启动直

线电机 40 一定时间→静置分层一定时间→常闭电磁阀 27 开，两位三通电磁阀 30 开，由高精度液体采样送样机构抽取定量萃取后下层液体入定容装置 28 →常闭电磁阀 27、两位三通电磁阀 30 关，常闭电磁阀 24 两位三通电磁阀 22 开数分钟，以排净萃取检测通用装置内液体入废液一容器 21 →常闭电磁阀 24 关，控制开关 46 开，由高精度液体采样送样机构抽取抗干扰剂入定容装置 34→控制开关 46 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推抗干扰剂入萃取检测通用装置 →常闭电磁阀 25 关，常闭电磁阀 27 开，两位三通电磁阀 30 开，由高精度液体采样送样机构推定容装置 28 内液体入萃取检测通用装置→常闭电磁阀 27 关，两位三通电磁阀 30 关，启动直线电机 40 一定时间 →静置分层一定时间 →常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构抽取分层后下层液体入定容装置 34→常闭电磁阀 25 关，控制开关 54 开，由高精度液体采样送样机构推定容装置 34 内液体入废液一容器 21→控制开关 54 关，控制开关 45 开，由高精度液体采样送样机构抽取稳定剂入定容装置 34 →控制开关 45 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推稳定剂入萃取检测通用装置→常闭电磁阀 25 关，控制开关 44 开，由高精度液体采样送样机构抽取显色剂入定容装置 34→控制开关 44 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推显色剂入萃取检测通用装置→常闭电磁阀 25 关，控制开关 44 开，由高精度液体采样送样机构抽取 0.05%的氰化钾入定容装置 34→控制开关 44 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推 0.05%的氰化钾入萃取检测通用装置

③检测、清洗过程

常闭电磁阀 25 关，启动直线电机 40 一定时间 → 静置分层一定时间，由检测部件测得下层液体光强，读取样品值 → 常闭电磁阀 24、两位三通电

电磁阀 22 开数分钟，以排净萃取检测通用装置内液体入废液一容器 21→常闭电磁阀 24、两位三通电磁阀 22 关，控制开关 42 开，由高精度液体采样送样机构抽取蒸馏水入定容装置 34 → 控制开关 42 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推蒸馏水入萃取检测通用装置→常闭电磁阀 25 关，由检测部件测得蒸馏水光强，读取基线值，并把基线值和样品值结果发送给工控机进行处理得到样品吸光度→常闭电磁阀 24 开数分钟，以排净萃取检测通用装置内蒸馏水入废液二容器 23→常闭电磁阀 24 关，控制开关 41 开，由高精度液体采样送样机构抽取清洗液入定容装置 34→控制开关 41 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推清洗液入萃取检测通用装置→常闭电磁阀 25 关，启动直线电机 40 一定时间将萃取检测通用装置清洗干净→常闭电磁阀 24 开数分钟，以排净萃取检测通用装置内蒸馏水入废液二容器 23，到此完成一次测量的全过程。

测试总铅、总锌的工作过程和测总镉类似，主要区别是使用试剂不同。在测试总铅时，将总镉试剂中消解液、缓冲液、掩蔽剂、增强剂、1%氰化钾、萃取剂依次更换为测铅用消解液、中和液、萃取剂、反萃剂、还原液、显色剂，并撤下抗干扰剂、稳定剂、显色剂，并在管路切换阀 34 相应孔位将接头换成死堵。在测试总锌时，将总镉试剂中消解液、缓冲液、掩蔽剂、增强剂、1%氰化钾依次更换为测锌用消解液、中和液、掩蔽剂、缓冲液、显色剂；并撤下萃取剂、抗干扰剂、稳定剂、显色剂，同时在管路切换阀 34 相应孔位将接头换成死堵。

测试总铅的工作过程分以下几个步骤：

①消解过程

和总镉的测试过程中的“①消解过程”相同。

②萃取、显色过程

常闭电磁阀 25 关，控制开关 51 开，由高精度液体采样送样机构抽取中和液入定容装置 34 → 控制开关 51 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推中和液入萃取检测通用装置 → 常闭电磁阀 25 关，控制开关 50 开，由高精度液体采样送样机构抽取萃取剂入定容装置 34 → 控制开关 50 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推萃取剂入萃取检测通用装置 26 → 常闭电磁阀 25 关，启动直线电机 40 一定时间 → 静置分层一段时间 → 常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构抽取定量分层后下层液体入定容装置 34 → 常闭电磁阀 25 关，控制开关 54 开，由高精度液体采样送样机构推定容装置 34 内液体入废液一容器 21 → 控制开关 54 关，控制开关 49 开，由高精度液体采样送样机构抽取反萃剂入定容装置 34 → 控制开关 49 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推反萃剂入萃取检测通用装置 → 常闭电磁阀 25 关，启动直线电机 40 一定时间 → 静置分层一段时间 → 常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构抽取定量分层后下层液体入定容装置 34 → 常闭电磁阀 25 关，控制开关 54 开，由高精度液体采样送样机构推定容装置 34 内液体入废液一容器 21 → 控制开关 54 关，控制开关 48 开，由高精度液体采样送样机构抽取消溶液入定容装置 34 → 控制开关 48 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推消溶液入萃取检测通用装置 → 常闭电磁阀 25 关，控制开关 47 开，由高精度液体采样送样机构抽取还原液入定容装置 34 → 控制开关 47 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推还原液入萃取检测通用装置 → 常闭电磁阀 25 关，控制开关 46 开，由高精度液体采样送样机构抽取显色剂入定容装置 34 → 控制开关 46 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推显色剂入萃取检测通用装置。

③检测、清洗过程

和总镉的测试过程中的“③检测、清洗过程”相同。

测试总锌的工作过程分以下几个步骤：

①消解过程

和总镉的测试过程中的“①消解过程”相同。

②萃取、显色过程

常闭电磁阀 25 关，控制开关 51 开，由高精度液体采样送样机构抽取中和液入定容装置 34 → 控制开关 51 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推中和液入萃取检测通用装置 → 常闭电磁阀 25 关，控制开关 50 开，由高精度液体采样送样机构抽取掩蔽剂入定容装置 34 → 控制开关 50 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推掩蔽剂入萃取检测通用装置 → 常闭电磁阀 25 关，控制开关 49 开，由高精度液体采样送样机构抽取缓冲液入定容装置 34 → 控制开关 49 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推缓冲液入萃取检测通用装置 → 常闭电磁阀 25 关，控制开关 48 开，由高精度液体采样送样机构抽取显色剂入定容装置 34 → 控制开关 48 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推显色剂入萃取检测通用装置。

③检测、清洗过程

和总镉的测试过程中的“③检测、清洗过程”相同。

测试总锰的工作过程分以下几个步骤：

①消解过程

和总镉的测试过程中的“①消解过程”相同。

②显色过程

常闭电磁阀 25 关，控制开关 51 开，由高精度液体采样送样机构抽取中

和液入定容装置 34 → 控制开关 51 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推中和液入萃取检测通用装置 → 常闭电磁阀 25 关，控制开关 50 开，由高精度液体采样送样机构抽取缓冲液入定容装置 34 → 控制开关 50 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推缓冲液入萃取检测通用装置 26 → 常闭电磁阀 25 关，控制开关 49 开，由高精度液体采样送样机构抽取显色剂入定容装置 34 → 控制开关 49 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推显色剂入萃取检测通用装置 → 常闭电磁阀 25 关，控制开关 48 开，由高精度液体采样送样机构抽取消解液入定容装置 34 → 控制开关 48 关，常闭电磁阀 25 开，由高精度液体采样送样机构推消解液入萃取检测通用装置

③检测、清洗过程

和总镉的测试过程中的“③检测、清洗过程”相同。

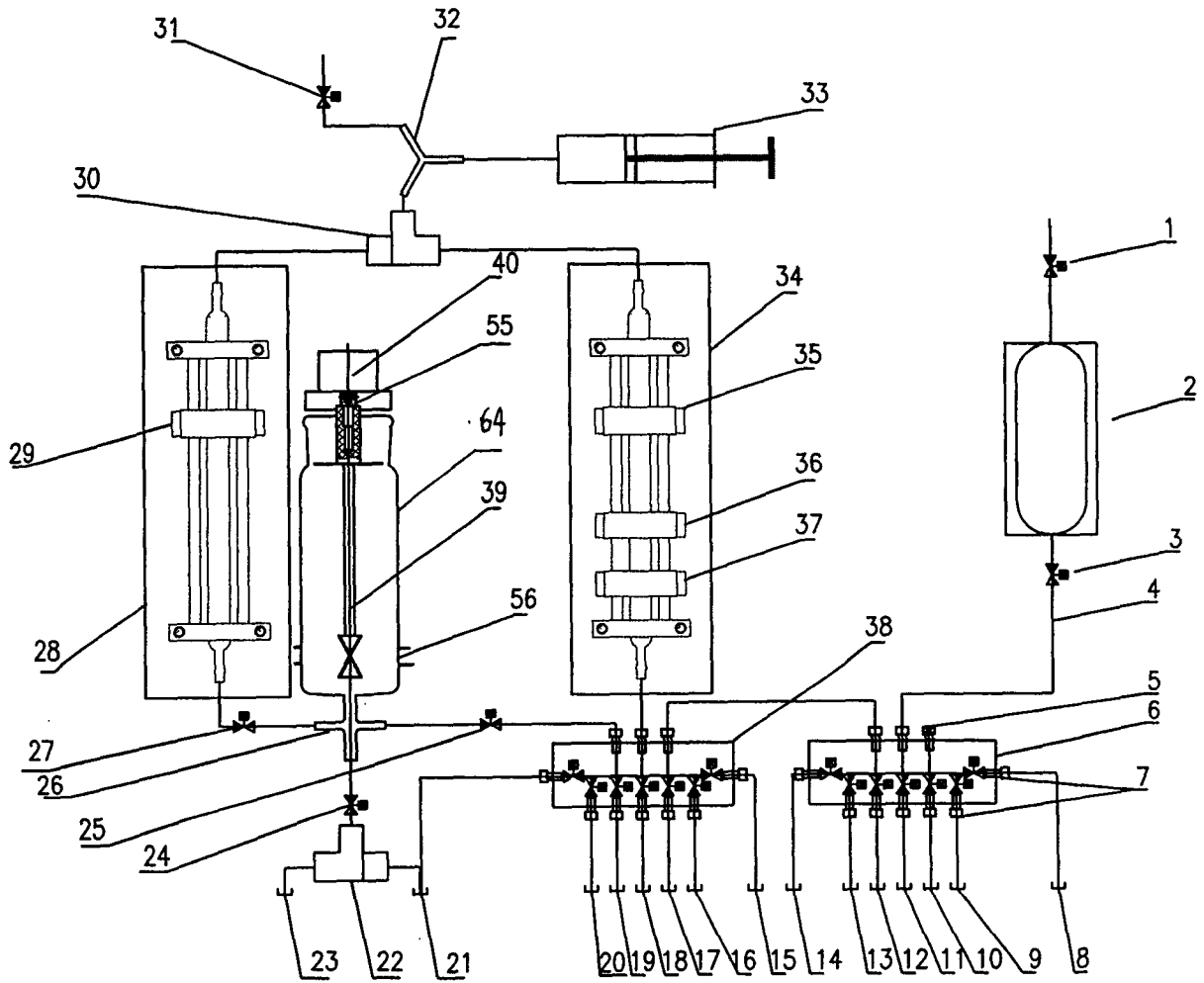


图1

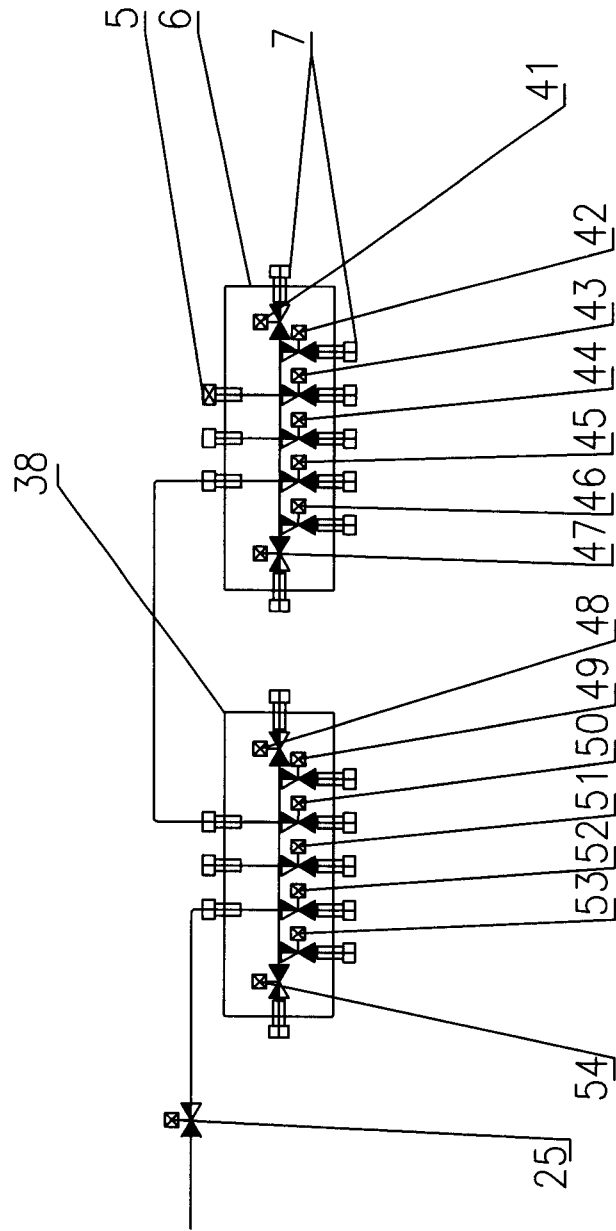


图2

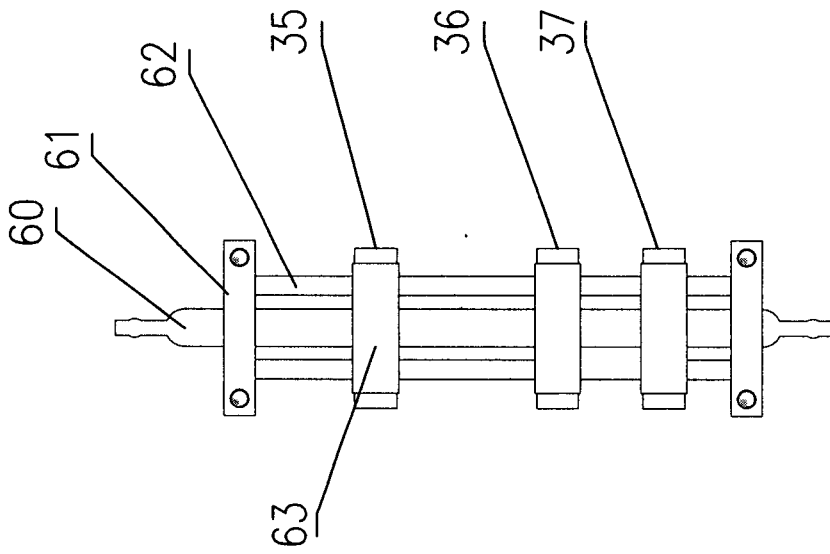


图4

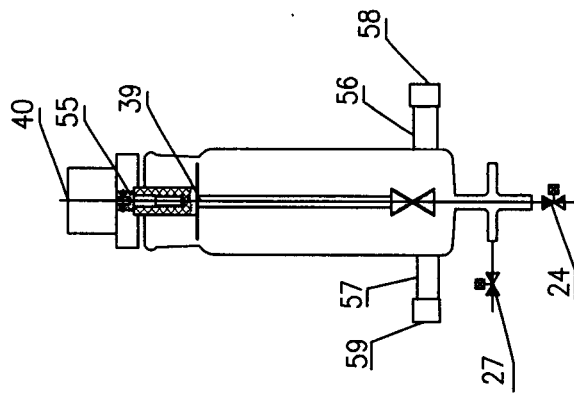


图3