



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1590981 B

(45) 授权公告日 2010.09.29

(21) 申请号 03134526.3

(22) 申请日 2003.08.29

(73) 专利权人 西安热工研究院有限公司

地址 710032 陕西省西安市兴庆路 80 号

(72) 发明人 曹杰玉 宋敬霞 汪德良 龙国军

孙本达 姚建涛 张维科 刘涛

刘冰

(74) 专利代理机构 西安智邦专利商标代理有限

公司 61211

代理人 徐平

US 6222307 B1, 2001.04.24, 全文.

GB 2261956 A, 1993.06.02, 全文.

JP 2002-181692 A, 2002.06.26, 全文.

JP 11-237331 A, 1999.08.31, 全文.

US 6355157 B1, 2002.03.12, 全文.

US 2002/0153249 A1, 2002.10.24, 附图 1
以及相关的文字说明.

JP 2000-346791 A, 2002.12.15, 全文.

US 5139627 A, 1992.08.18, 全文.

US 5361284 A, 1994.11.01, 全文.

审查员 贺文晶

(51) Int. Cl.

G01N 17/04 (2006.01)

G01N 17/00 (2006.01)

G01N 27/90 (2006.01)

G01N 29/04 (2006.01)

G01N 21/64 (2006.01)

(56) 对比文件

US 5043053 A, 1991.08.27, 全文.

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

热交换器管腐蚀监测传感器的制造方法

(57) 摘要

本发明涉及一种火力发电厂热交换器管腐蚀监测传感器的制造方法,由于采用从热交换器中抽取的实际热交换器管制作腐蚀监测传感器,不仅传感器本身的材质与实际热交换器管的材质相同,而且传感器与工作介质接触的表面状态与实际热交换器管的表面状态相同,从而解决了现有技术所制造的腐蚀监测传感器无法测量实际热交换器管不同腐蚀情况、测量结果不准确、防腐成本高的技术问题,用本发明制造的传感器可测量实际热交换器管不同腐蚀情况,测量结果可真实反映热交换器管实际腐蚀情况和局部腐蚀情况,并能降低热交换器的防腐成本。

1. 一种热交换器管腐蚀监测传感器的制造方法,该方法包括以下步骤:
 - 1] 从热交换器中选取腐蚀程度最严重的热交换器管;
 - 2] 从该热交换器管上取包含腐蚀程度最严重部位的片状或管状坏件;所述坏件的数量为两个、三个或多个;
 - 3] 将坏件的切割面进行绝缘密封,使坏件的外表面不与工作介质接触,坏件内表面作为传感器工作电极表面,制作成传感器工作电极;
 - 4] 将工作电极间通过绝缘密封固连为连通的一体构成热交换器管腐蚀监测传感器。
2. 一种热交换器管腐蚀监测传感器的制造方法,该方法包括以下步骤:
 - 1] 从热交换器中选取腐蚀程度出现几率最高的热交换器管;
 - 2] 从该热交换器管上取包含腐蚀程度出现几率最高部位的片状或管状坏件;所述坏件的数量为两个、三个或多个;
 - 3] 将坏件的切割面进行绝缘密封,使坏件的外表面不与工作介质接触,坏件内表面作为传感器工作电极表面,制作成传感器工作电极;
 - 4] 将工作电极间通过绝缘密封固连为连通的一体构成热交换器管腐蚀监测传感器。
3. 一种热交换器管腐蚀监测传感器的制造方法,该方法包括以下步骤:
 - 1] 从热交换器中选取腐蚀程度最轻的热交换器管;
 - 2] 从该热交换器管上取包含腐蚀程度最轻部位的片状或管状坏件;所述坏件的数量为两个、三个或多个;
 - 3] 将坏件的切割面进行绝缘密封,使坏件的外表面不与工作介质接触,坏件内表面作为传感器工作电极表面,制作成传感器工作电极;
 - 4] 将工作电极间通过绝缘密封固连为连通的一体构成热交换器管腐蚀监测传感器。
4. 一种热交换器管腐蚀监测传感器的制造方法,该方法包括以下步骤:
 - 1] 从热交换器中选取未发生腐蚀的热交换器管;
 - 2] 从热交换器管上取片状或管状坏件;所述坏件的数量为两个、三个或多个;
 - 3] 将坏件的切割面进行绝缘密封,使坏件的外表面不与工作介质接触,坏件内表面作为传感器工作电极表面,制作成传感器工作电极;
 - 4] 将工作电极间通过绝缘密封固连为连通的一体构成热交换器管腐蚀监测传感器。
5. 一种热交换器管腐蚀监测传感器的制造方法,该方法包括以下步骤:
 - 1] 从热交换器中选取带腐蚀坑的热交换器管;
 - 2] 从该热交换器管上取一个带腐蚀坑的片状或管状坏件和一个不带腐蚀坑或腐蚀痕迹较腐蚀坑轻的片状或管状坏件;
 - 3] 对带腐蚀坑的片状或管状坏件的切割面和腐蚀坑以外的内表面进行绝缘密封构成传感器工作电极的阳极,其腐蚀坑为传感器的阳极表面,不带腐蚀坑或腐蚀痕迹较腐蚀坑轻的片状或管状坏件的切割面进行绝缘密封构成传感器工作电极的阴极,其内表面为传感器的阴极表面;
 - 4] 将工作电极间通过绝缘密封固连为连通的一体构成热交换器管腐蚀监测传感器。
6. 根据权利要求 1 至 5 之任一权利要求所述的热交换器管腐蚀监测传感器的制造方法,其特征在于:所述从热交换器中选热交换器管是采用涡流探伤、内窥镜检测、声波检测、灌水查漏、泡沫查漏、薄膜查漏、荧光查漏或抽管检查的方法;所述绝缘密封是采用涂层密封、绝缘层压合密封或粘结密封的方法。

热交换器管腐蚀监测传感器的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种热交换器管腐蚀监测传感器的制造方法。

背景技术

[0002] 一台火力发电厂热交换器有几千根到几万根热交换器管（例如一台 300MW 火力发电机组的凝汽器管有两万多根），多数情况下只有小部分热交换器管腐蚀或严重腐蚀，另外大部分热交换器管不腐蚀或腐蚀较轻。热交换器管腐蚀泄漏是造成火力发电厂锅炉受热面腐蚀、结垢、爆管和汽轮机积盐的主要原因，由此引起的非计划停机、更换水冷壁造成的直接损失以及结垢降低锅炉效率和汽轮机效率的间接损失每台机组每年可达数百万元。国内外现有测量热交换器管腐蚀速率的腐蚀监测传感器的制造方法是用与热交换器管材质相同的材料制造腐蚀监测传感器。用现有制造方法制造的热交换器管腐蚀监测传感器存在以下缺点：

[0003] 1、由于热交换器有几千根到几万根热交换器管，同一台热交换器的热交换器管存在不同程度的腐蚀，用现有热交换器管腐蚀监测传感器无法测量实际热交换器管不同腐蚀情况，尤其不能测量腐蚀最严重的腐蚀坑的腐蚀情况。

[0004] 2、测量结果不准确。现有腐蚀传感器的工作电极是用与热交换器管材质相同的金属新加工而成，尽管其材质、外部水质、水流速度、热负荷、水温等可以与实际情况相同，但做不到传感器表面状态与实际热交换器管表面状态相同，而多数情况下影响热交换器管腐蚀的主要因素是热交换器管的内表面状态，因此现有腐蚀监测传感器测量结果不能准确反映实际热交换器管的腐蚀状态和腐蚀速率。

[0005] 3、防腐成本高。由于发电机组连续运行的特点，而现有的腐蚀速率传感器难以模拟已发生腐蚀的热交换器管的实际腐蚀状态，因而难以确定防腐措施是否有效。所以防腐处理的成本高，还容易延误防腐的时机。

发明内容

[0006] 本发明解决了背景技术所制造的腐蚀监测传感器无法测量实际热交换器管不同腐蚀情况、测量结果不准确、防腐成本高的技术问题。

[0007] 本发明的技术解决方案是：

[0008] 一种热交换器管均匀腐蚀监测传感器的制造方法，该方法包括以下步骤：

[0009] 1] 从热交换器中选取热交换器管；

[0010] 2] 从该热交换器管上选取构成传感器工作电极的坯件；

[0011] 3] 采用保持内表面原始状态的坯件，制作成传感器的工作电极，使工作电极的工作表面为热交换器管的原始内表面；

[0012] 4] 将工作电极间通过绝缘密封固连为连通的一体构成热交换器管腐蚀监测传感器。

[0013] 上述从热交换器中选取热交换器管是腐蚀程度最严重的热交换器管，从所述热交

换热器管上取包含腐蚀程度最严重部位的片状或管状坏件。

[0014] 上述从热交换器中选取热交换器管是腐蚀程度出现几率最高的热交换器管,从所述热交换器管上取包含腐蚀程度出现几率最高部位的片状或管状坏件。

[0015] 上述从热交换器中选取热交换器管是腐蚀程度最轻的热交换器管,从所述热交换器管上取包含腐蚀程度最轻部位的片状或管状坏件。

[0016] 上述从热交换器中选取热交换器管是未发生腐蚀的热交换器管,从所述热交换器管上取片状或管状坏件。

[0017] 上述坏件的数量为两个、三个或多个,相应构成两个、三个或多个传感器工作电极。

[0018] 上述从热交换器中选热交换器管是采用涡流探伤、内窥镜检测、声波检测、灌水查漏、泡沫查漏、薄膜查漏、荧光查漏或抽管检查的方法。

[0019] 一种热交换器管局部腐蚀监测传感器的制造方法,该方法包括以下步骤:

[0020] 1] 从热交换器中选取热交换器管;

[0021] 2] 从该热交换器管上选取构成传感器工作电极的坏件;

[0022] 3] 采用保持内表面原始状态的坏件,制作成传感器的工作电极,使工作电极的工作表面为热交换器管的原始内表面;

[0023] 4] 将工作电极间通过绝缘密封固连为连通的一体构成热交换器管腐蚀监测传感器。

[0024] 上述从热交换器中选取热交换器管是带腐蚀坑的热交换器管,从所述热交换器管上取一个带腐蚀坑的片状或管状坏件和一个不带腐蚀坑或腐蚀痕迹较腐蚀坑轻的片状或管状坏件。

[0025] 上述对带腐蚀坑的片状或管状坏件的切割面和腐蚀坑以外的内表面进行绝缘密封后构成传感器工作电极的阳极,所述对不带腐蚀坑或腐蚀痕迹较腐蚀坑轻的片状或管状坏件的切割面进行绝缘密封后构成传感器工作电极的阴极。

[0026] 上述从热交换器中选热交换器管是采用涡流探伤、内窥镜检测、声波检测、灌水查漏、泡沫查漏、薄膜查漏、荧光查漏或抽管检查的方法。

[0027] 本发明具有如下优点:

[0028] 1、可测量实际热交换器管不同腐蚀情况。本发明从热交换器中抽取一根带腐蚀坑的热交换器管、一根腐蚀最严重的热交换器管、一根腐蚀最轻的热交换器管和一根腐蚀程度出现几率最高的热交换器管分别制造成腐蚀监测传感器,就可以灵敏、可靠的反映热交换器中所有热交换器管的实际腐蚀情况。

[0029] 2、测量结果可真实反映实际腐蚀情况。传感器采用抽取实际热交换器管作原料进行制造,其工作表面保持原有的表面状态,其表面状态与实际热交换器管表面状态相同,保证了测量结果的真实可靠性,可以准确地测量热交换器管的实际腐蚀速率和腐蚀状态。

[0030] 3、测量结果可真实反映热交换器管实际局部腐蚀情况。传感器采用抽取实际热交换器管的局部腐蚀严重的部位作原料制造传感器的阳极,用腐蚀较轻的热交换器管制作阴极,制成的腐蚀监测传感器可以准确地测量热交换器管的实际局部腐蚀速率。

[0031] 4、防腐成本低。由于本发明所制造的传感器可以在数分钟内快速准确地测量运行机组热交换器管的实际腐蚀速率和腐蚀状态,所以能及时发现问题、检

验热交换器管防腐措施的有效性并指导调整防腐措施,避免热交换器管受到进一步的腐蚀损坏,可以用较低的防腐成本有效地解决腐蚀问题。

[0032] 附图图面说明

[0033] 图 1 是用本发明所制造的热交换器管均匀腐蚀监测传感器结构示意图;

[0034] 图 2 是用本发明所制造的热交换器管局部腐蚀监测传感器结构示意图;

[0035] 图 3 是热交换器管腐蚀监测传感器监测方法示意图;

[0036] 其中,1-绝缘层,2-导线,3-均匀腐蚀监测传感器,4-均匀腐蚀监测传感器工作电极,5-均匀腐蚀测量装置,6-局部腐蚀监测传感器,7-局部腐蚀监测传感器阴极,8-局部腐蚀监测传感器阳极,9-腐蚀坑,10-局部腐蚀测量装置,11-热交换器管,12-测量回路进水口阀门,13-测量回路出水口阀门,14-热交换器回水室,15-热交换器进水室,16-热交换器出水室,17-热交换器冷却水出口管,18-热交换器冷却水进口管。

具体实施方式

[0037] 参见附图 1,本发明制造一种可对热交换器管均匀腐蚀速率进行监测的均匀腐蚀监测传感器的具体方法包括以下步骤:

[0038] 1] 用涡流探伤法从热交换器中选腐蚀程度出现几率最高的热交换器管;

[0039] 2] 从该热交换器管上取三个管状坯件;

[0040] 3] 将坯件的切割面绝缘密封,并使坯件的外表面不与工作介质接触,坯件内表面作为传感器工作电极表面;

[0041] 4] 将三个工作电极间通过绝缘密封固连为连通的一体构成热交换器管均匀腐蚀监测传感器。

[0042] 本发明制造另一种可对热交换器管均匀腐蚀速率进行监测的均匀腐蚀监测传感器的具体方法包括以下步骤:

[0043] 1] 用涡流探伤法从热交换器中选腐蚀最严重的热交换器管;

[0044] 2] 从该热交换器管上取两个包含腐蚀最严重部位的片状坯件;

[0045] 3] 将坯件的切割面绝缘密封,将所述两个坯件分别嵌于两个绝缘管的管壁上构成工作电极,并使坯件的外表面不与工作介质接触,内表面与工作介质接触;其内表面作为传感器工作电极表面;

[0046] 4] 将两个工作电极间通过绝缘密封固连为连通的一体形成热交换器管均匀腐蚀监测传感器。

[0047] 参见附图 2,本发明制造一种可对热交换器管局部腐蚀坑的腐蚀速率进行监测的局部腐蚀监测传感器的具体方法包括以下步骤:

[0048] 1] 用涡流探伤法从热交换器中选带腐蚀坑的热交换器管;

[0049] 2] 从该热交换器管上取一个带腐蚀坑的管状坯件,取一个无腐蚀坑的或腐蚀痕迹较腐蚀坑轻的管状坯件;

[0050] 3] 将带腐蚀坑的坯件的切割面和腐蚀坑以外的内表面进行密封绝缘构成传感器工作电极的阳极,其腐蚀坑为传感器的阳极表面;将无腐蚀坑的或腐蚀痕迹较腐蚀坑轻的坯件的切割面进行密封绝缘构成传感器工作电极的阴极,其内表面为传感器工作电极的阴极表面。

[0051] 4] 将传感器工作电极的阴极和阳极间通过绝缘密封固连为连通的一体构成热交换器管局部腐蚀监测传感器。

[0052] 本发明制造另一种可对热交换器管局部腐蚀坑的腐蚀速率进行监测的局部腐蚀监测传感器的具体方法包括以下步骤：

[0053] 1] 用涡流探伤法从热交换器中选带腐蚀坑的热交换器管；

[0054] 2] 从该热交换器管上取一个带腐蚀坑的片状坯件，取一个无腐蚀坑的或腐蚀痕迹较腐蚀坑轻的管状坯件；

[0055] 3] 将带腐蚀坑的坯件的切割面和腐蚀坑以外的内表面进行密封绝缘后嵌于绝缘管的管壁上构成传感器工作电极的阳极，其腐蚀坑为传感器的阳极表面；将无腐蚀坑的或腐蚀痕迹较腐蚀坑轻的坯件的切割面进行密封绝缘构成传感器工作电极的阴极，其内表面为传感器工作电极的阴极表面；

[0056] 4] 将传感器工作电极的阴极和阳极间通过绝缘密封固连为连通的一体形成传感器。

[0057] 本发明原理：

[0058] 热交换器中水质、水流速、热负荷、水温、热交换器管材质都基本相同，但一般情况下只有部分热交换器管腐蚀或严重腐蚀，另外大部分热交换器管不腐蚀或腐蚀较轻。是否发生腐蚀主要取决于热交换器管表面状态，如果热交换器管表面有残炭膜、表面夹杂、沉积、结垢或生物附着，则容易出现腐蚀。

[0059] 热交换器管出现腐蚀现象，可采取往热交换器回路中注入缓蚀剂的方法来控制腐蚀，由于腐蚀部位局部酸化、缺氧、腐蚀性离子浓度增加，而且腐蚀部位表面覆盖大量腐蚀产物，使缓蚀剂难以到达底部，所以控制腐蚀最严重的部位所需要的缓蚀剂剂量比其余表面所需要的剂量多。因此，如果腐蚀最严重的热交换器管的腐蚀能得到有效控制，则腐蚀较轻的热交换器管和未腐蚀的热交换器管的腐蚀肯定也能得到有效的控制。

[0060] 根据电化学腐蚀原理，出现腐蚀坑时，腐蚀坑底部由于局部阴离子浓缩、缺氧、pH值降低，发生快速阳极溶解反应，失去的电子通过热交换器管基体流向腐蚀坑周围的热交换器管表面；腐蚀坑周围的热交换器管表面成为阴极，发生氧的还原反应。如果能够测量出腐蚀坑底部流向周围的电流，就可定量计算出腐蚀坑的腐蚀速率。为此，选取一根带腐蚀坑的热交换器管，将带腐蚀坑的管壁锯下，将腐蚀坑周围的金属表面密封绝缘处理，仅露出腐蚀坑；将这段管壁与另一段未出现腐蚀坑的管壁组成电偶对，用电偶计测量电偶对之间的电流，便可计算出该腐蚀坑的腐蚀速率。用这种方法制造的腐蚀监测传感器可以测量腐蚀坑的腐蚀速率，同时调整防腐处理措施（例如加不同的缓蚀剂或调整加药量），观察腐蚀速率的变化情况，直至腐蚀坑的腐蚀速率显著降低或者降低到安全值以下为止。

[0061] 同样，从热交换器中抽一根腐蚀最严重的热交换器管、一根腐蚀最轻的热交换器管和一根腐蚀程度出现几率最高的热交换器管分别制作成几个均匀腐蚀监测传感器，来模拟热交换器管各种腐蚀状态。当采取往热交换器回路中注入缓蚀剂的防腐措施后，如果腐蚀最严重的热交换器管的腐蚀得到有效抑制，则表明整个热交换器管的腐蚀得到有效控制；如果腐蚀最严重的热交换器管的腐蚀未得到有效控制，而腐蚀状态最有代表性的热交换器管的腐蚀得到有效控制，表明除腐蚀最严重的极少数热交换器管外，绝大多数热交换器管的腐蚀得到控制。这样，通过几个不同腐蚀状态的腐蚀监测传感器便可准确地反映整

个热交换器管（数万根）的实际腐蚀情况。采用从热交换器抽取的实际热交换器管制作腐蚀监测传感器，不仅传感器本身的材质与实际热交换器管的材质相同，而且传感器与工作介质接触的表面状态与实际热交换器管的表面状态相同，从而保证了测量结果的真实可靠性。

[0062] 本发明技术可适用于用紫铜、黄铜、镍铜、不锈钢、碳钢等材质制造的热交换器中，也可适用于工作介质为淡水或海水或其他化工介质的热交换器中。

[0063] 本发明抽取实际热交换器管制作的腐蚀监测传感器，可以串联或并联安装在热交换器外部的测量回路中，也可以串联安装在热交换器内部的循环回路中。还可以在传感器上安装加热和温控系统，来模拟热交换器管的热负荷。

[0064] 参见附图 3，本发明热交换器管腐蚀监测传感器的具体监测方法包括以下步骤：

[0065] 1] 根据热交换器的实际情况从腐蚀最严重的热交换器管、腐蚀最轻的热交换器管、腐蚀程度出现几率最高的热交换器管和未腐蚀的热交换器管中选取其中的数根热交换器管按照上述制造热交换器管均匀腐蚀监测传感器的方法制造成均匀腐蚀监测传感器；从热交换器上选带腐蚀坑的热交换器管按照上述制造热交换器管局部腐蚀监测传感器的方法制造成局部腐蚀监测传感器；

[0066] 2] 将热交换器管均匀腐蚀监测传感器和热交换器管局部腐蚀监测传感器接于热交换器的循环回路中，使传感器的外表面不与工作介质接触；

[0067] 3] 将热交换器管均匀腐蚀监测传感器的工作电极分别通过导线接于均匀腐蚀测量装置上，将热交换器管局部腐蚀监测传感器工作电极的阴、阳极分别通过导线接于局部腐蚀测量装置上；其中局部腐蚀测量装置为电偶计、零电阻电流表、恒电位仪、低电阻电流表或涡流检测仪，均匀腐蚀测量装置为线性极化腐蚀测量仪、弱极化腐蚀测量仪、交流阻抗腐蚀测量仪、恒电量充电腐蚀测量仪、恒电流充电腐蚀测量仪、光电腐蚀测量仪或腐蚀电化学测量仪器。

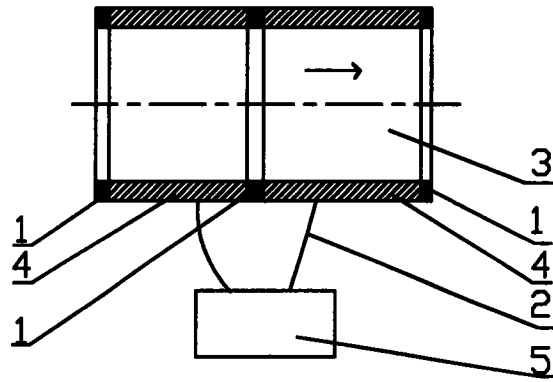


图 1

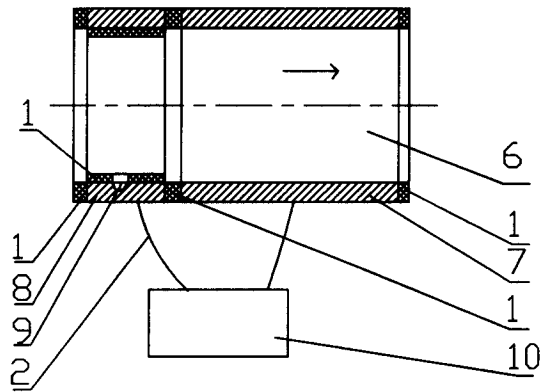


图 2

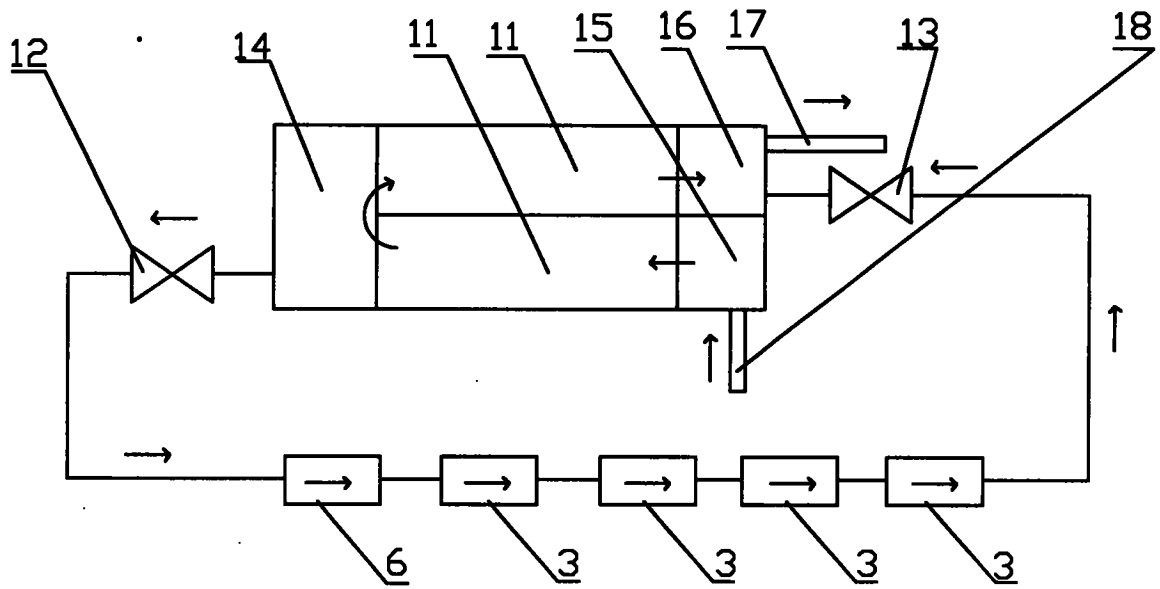


图 3