

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F04D 29/66 (2006.01)

F04D 1/08 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510041696.3

[43] 公开日 2006年8月2日

[11] 公开号 CN 1811200A

[22] 申请日 2005.1.30

[21] 申请号 200510041696.3

[71] 申请人 陆 雄

地址 730050 甘肃省兰州市七里河区兰工坪
南街兰州理工大学后家属院30号楼一
单元602室

[72] 发明人 陆 雄

[74] 专利代理机构 兰州振华专利代理有限责任公司
代理人 张 真

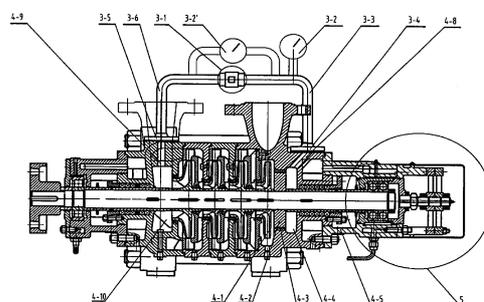
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

[54] 发明名称

动态调控用平衡鼓平衡轴向力的多级离心泵
轴向力的方法

[57] 摘要

本发明主要涉及对多级离心泵轴向力进行调控的方法，尤其涉及叶轮全部同方向安装用平衡鼓平衡轴向力的多级离心泵在运行过程中当轴向力发生变化时对其进行调控的方法。本发明当多级泵在运行过程中由于各种密封间隙的磨损而出现轴向力增量时，通过调整调控装置中的节流机构调节流量使其进、出口两端的压力差达到预定值，从而控制多级泵中两个特定腔体内的压力分布平均值之差达到预定值，从而对多级泵运行过程中因密封间隙磨损而出现的轴向力增量进行及时和恰当的反方向抵偿，以延长多级泵的平均无故障工作时间(MTBF)，提高泵的平均使用寿命。本发明结构简单，设计合理。适用于蜗壳式或是导叶式，卧式或立式等结构形式的多级离心泵。



1. 一种动态调控用平衡鼓平衡轴向力的多级离心泵轴向力的方法，其特征是包括有：
 - A. 在叶轮全部同方向安装用平衡鼓平衡轴向力的多级离心泵末级叶轮的后部设有平衡鼓（4—2），平衡鼓（4—2）与泵体之间有间隙（4—3），并与平衡腔（4—4）连通，在平衡腔（4—4）范围内的泵体上设有调控孔（4—8），用调控装置（3）将调控孔（4—8）与吸入段的回流孔（4—9）相连通，从而将平衡腔（4—4）与吸入室（4—10）相连通。
 - B. 在后部轴承体（4—5）上设有泵用轴向力测定装置（5）。
 - C. 确定设计时选用的驱动端或非驱动端推力轴承允许承受的最大轴向力 F 。
 - D. 用调控装置（3）中的节流机构（3—1）作为动态调控的执行机构，以泵用轴向力测定装置（5）的轴向力显示仪表作为动态调控的主要监测机构，用节流机构（3—1）调节调控装置（3）中的泄漏流量，使泵用轴向力测定装置（5）的轴向力显示仪表指示多级离心泵的残余轴向力 $f = f_{\min} = -f_{\max}$ 达到设计时推力轴承允许承受的轴向力值 $|f_{\min}| = F$ 。
 - E. 多级泵开始运行。
2. 如权利要求 1 所述的动态调控用平衡鼓平衡轴向力的多级离心泵轴向力的方法，其特征是还包括有：
 - F. 随着多级泵运行过程中各级叶轮前密封环级间密封环以及间隙（4—3）的磨损，均引起多级离心泵轴向力沿着指向进水口侧的方向增大，泵用轴向力测定装置（5）的轴向力显示仪表所指示的轴向力由 f_{\min} 开始逐渐转变为零值，进而改变方向最后达到正向最大值 $f_{\max} = F$ 时，重复 D 步骤；多级泵继续运行。
 - G. 当多级离心泵持续运行到用调控装置（3）中的节流机构（3—1）调节调控装置（3）中的泄漏流量，无法使泵用轴向力测定装置（5）的显示仪表所指示的轴向力由 f_{\max} 回到 f_{\min} 或至少回到零值时，该多级泵已达到大修期，应对泵进行解体检修，在更换密封件及其它已磨损件后，重复 D 步骤，多级离心泵恢复运行。
3. 如权利要求 1 所述的动态调控用平衡鼓平衡轴向力的多级离心泵轴向力的方法，其特征是还包括有所述的吸入段的回流孔（4—9）和调控孔（4—8）的直径为多级离心泵泵口径的 $1/4—3/4$ 。

4. 如权利要求 1 所述的动态调控用平衡鼓平衡轴向力的多级离心泵轴向力的方法, 其特征是所述的泵用轴向力测定装置 (5) 包括有在离心泵轴的非驱动端设有轴承 (5-2), 轴承 (5-2) 的外圈设有轴承盒 (5-3), 其外圈设有轴承体 (5-16), 导向键 (5-4) 设于轴承体 (5-16) 与轴承盒 (5-3) 之间; 轴承体端盖 (5-14) 与轴承体 (5-16) 固连, 其立柱端设有在轮辐上贴有应变片的剪切式力传感器 (5-12); 轴承盒压盖 (5-5) 将轴承 (5-2) 沿轴向压紧在 (5-3) 内, 其中心固连有挺杆 (5-6), 穿出轴承体端盖 (5-14) 与轮辐剪切式力传感器 (5-12) 固连。
5. 如权利要求 4 所述的动态调控用平衡鼓平衡轴向力的多级离心泵轴向力的方法, 其特征是所述的泵用轴向力测定装置 (5) 还包括有在轴承体端盖 (5-14) 的立柱端与在轮辐上贴有应变片的剪切式力传感器 (5-12) 之间设有同样在轮辐上贴有应变片的剪切式力传感器 (5-15)。
6. 如权利要求 4 所述的动态调控用平衡鼓平衡轴向力的多级离心泵轴向力的方法, 其特征是所述的泵用轴向力测定装置 (5) 还包括有在力传感器 (5-12、5-15) 轮辐上粘贴有应变片, 应变片桥式连接, 并有引出信号线。
7. 如权利要求 1 所述的动态调控用平衡鼓平衡轴向力的多级离心泵轴向力方法, 其特征是所述的调控装置 (3) 包括有连通管 (3-3、3-6), 其两端设有与泵体相联接的进口端管接头 (3-4) 和出口端管接头 (3-5), 在连通管 (3-3、3-6) 上设有节流机构 (3-1); 节流机构 (3-1) 为在连通管 (3-3、3-6) 上设有法兰盘 (3-7、3-8), 两盘之间至少设有两个不同中孔孔径的节流环 (3-9)。
8. 如权利要求 7 所述的动态调控用平衡盘平衡轴向力的多级离心泵轴向力方法, 其特征是所述的调控装置 (3) 还包括有连通管 (3-3、3-6) 的管径为多级泵泵口径的 $1/4-3/4$ 。
9. 如权利要求 7 或 8 所述的动态调控用平衡盘平衡轴向力的多级离心泵轴向力方法, 其特征是所述的调控装置 (3) 还包括有在连通管 (3-3、3-6) 上设有监测机构压力表 (3-2) 或压差计 (3-2')。
10. 如权利要求所述的动态调控用平衡盘平衡轴向力的多级离心泵轴向力方法, 其特征是所述的调控装置 (3) 还包括所述的节流机构 (3-1) 为节流阀或为电动节流阀门。

动态调控用平衡鼓平衡轴向力的多级离心泵轴向力的方法

技术领域：

本发明主要涉及对多级离心泵轴向力进行调控的方法，尤其涉及叶轮全部同方向安装用平衡鼓平衡轴向力的多级离心泵在运行过程中当轴向力发生变化时对其进行调控的方法。

背景技术：

轴向力是影响离心泵平均寿命的主要因素之一。在现有技术中，对于单级单吸离心泵，平衡轴向力的方法是在叶轮后盖板上设密封环（称后密封环）并使该密封环范围以内的泵腔与吸入口相连通，使得叶轮前、后盖板上所承受的压力基本抵消，残余轴向力由推力轴承来承担。连通方法有两种：一种是在后密封环范围以内叶轮后盖板上开平衡孔，出厂后平衡孔直径不再改变。另一种是用卸荷管（回水管）将该范围内的泵腔与吸入口相连通。其卸荷管直径一般在10mm左右，出厂以后卸荷管直径亦不再变化。多级离心泵叶轮数至少在两个以上，多则十几个甚至更多。平衡轴向力的方法有，A.蜗壳式多级离心泵，有螺旋形压水室，壳体通常是水平中开的，采用叶轮对称布置方法来平衡轴向力，残余轴向力由推力轴承来承担；B.山西阳泉市水泵厂 ZL96217016.X 名称为“节段对置蜗壳式多级渣浆泵”的实用新型专利公开的是节段蜗壳式多级渣浆泵，将阶段式与对称式结合起来；C.传统单吸多级节段式离心泵全部叶轮同方向安装在一根泵轴上，各级压水室为径向导叶式，定子用拉紧螺栓沿轴向拉紧为一体。这种泵长期以来一直采用末级叶轮后的平衡盘或平衡鼓（又称卸荷盘）来平衡轴向力；D.本发明人在 ZL02114680.2 名称为“叶轮对称布置的分段式多级离心泵”的发明专利公开了一种单吸多级节段式离心泵，叶轮分布呈近似对称状态，残余轴向力由推力轴承来承担。上述各种结构形式的多级离心泵无论是蜗壳式的还是径向导叶式的，其平衡轴向力的方法一般分两类：一类是用对称布置的方法使整台泵轴向力基本平衡，由推力轴承来承担残余轴向力；另一类是全部叶轮同方向安装，用平衡盘使整台泵的轴向力达到动态平衡，或者使用平衡鼓（卸荷盘）的平衡力与整台泵的轴向力达到基本平衡，而残余轴向力仍然由

推力轴承来承担。上述泵的轴向力在出厂前已调整好，在运行过程中不再进行调控轴向力的工作。

但是，泵在运行期间，由于多级离心泵往往使用在矿井下或野外农田灌溉中，运行环境条件较差，被泵送的液体中常含有一定量的固体颗粒，泵内磨损的速度随含杂量和颗粒度的加大而急剧加快，导致大量的泵远远达不到行业标准规定的首次大修期（8000小时以上）就已损坏，有的泵甚至只能使用数百小时。对此在该行业解决的方法往往是解体检修，甚至另换新泵。非计划性停机现象屡屡发生，严重影响了正常生产。

本发明人根据多年的观察和研究，发现随着泵运行时间的延长，单吸叶轮前后密封间隙都会因磨损而逐渐加大，前密封间隙的加大使得叶轮前盖板所承受压力分布降低，后密封间隙的加大使得叶轮后盖板所承受压力分布升高，二者都引起轴向力沿着指向单吸叶轮进水口侧的方向增大以至引起推力轴承的损坏。传统单级单吸离心泵对上述泵运行过程中轴向力增大没有具体的应对措施，只是这种轴向力变化增量较小，变化速度较慢，表现出的危害不十分严重。而在多级泵的实际运行过程中，所有的密封间隙都会因磨损而逐渐加大，各个密封间隙的磨损都会导致每级叶轮两个盖板外的压力分布发生变化，每级叶轮承受的轴向力随着运行过程出现增量，多级离心泵中多数叶轮这种轴向力增量比单级泵情况还要大得多。多级泵全部叶轮所承受的轴向力的增量迭加在一起，表现为整台多级泵运行过程中出现的轴向力增量。这个增量与单级泵情况相比有三个显著特点：一是量值大，二是变化快，三是方向和大小会随对称布置与否和对称布置的具体方式而有所不同。这往往会使整台多级泵的实际轴向力值超出设计规定的轴向力变化范围而导致多级离心泵的损坏，也是工程实践中多级离心泵故障率远较单级离心泵故障率高得多的最根本、最主要的原因。事实是现有技术中，多级离心泵比单级离心泵因轴向力过大而造成的故障率高得多。总之，运行过程中出现的轴向力增量是多级离心泵因轴向力过大而造成各种故障的根源。

发明内容：

本发明的目的在于避免现有技术的不足之处而提供一种动态调控用平衡鼓平衡轴向力的多级离心泵轴向力的方法。本发明当多级泵在运行过程中由于各种密封间隙的磨损而出现轴向力增量时，通过调整调控装置中的节流机构调节其中的泄流量使其进、出口两端的压力差达到预定值，从而控制多级泵中两个特定腔体内的压力分布平均值之差达到预定值，从而对多级泵运行过程中因密封间隙磨损而出现的轴向力增量进行及时和恰

当的反方向抵偿，以延长多级泵的平均无故障工作时间（MTBF），提高泵的平均使用寿命。

本发明的目的可以通过采用以下技术方案来实现：一种动态调控多级离心泵轴向力的方法，其主要特点是包括有：

- A. 在叶轮全部同方向安装用平衡鼓平衡轴向力的多级离心泵末级叶轮（4—1）之后部设有平衡鼓（4—2），平衡鼓（4—2）与泵体之间有间隙（4—3），并与平衡腔（4—4）连通，在平衡腔（4—4）范围内的泵体上设有调控孔（4—8），用调控装置（3）将调控孔（4—8）与吸入段吸入室的回流孔（4—9）相连通，从而将平衡腔（4—4）与泵的吸入室（4—10）相连通。
- B. 在后部轴承体（4—5）上设有泵用轴向力测定装置（5），其上设有轴向力显示表。
- C. 确定设计时选用的轴承允许承受的最大轴向力 F 。
- D. 用调控装置（3）中的节流机构（3—1）作为动态调控的执行机构，以泵用轴向力测定装置（5）的轴向力显示仪表作为动态调控的主要监测机构，用节流机构（3—1）调节调控装置（3）中的泄漏流量，使泵用轴向力测定装置（5）的轴向力显示仪表指示多级离心泵的残余轴向力 $f = f_{\min} = -f_{\max}$ 达到设计时推力轴承允许承受的轴向力值 $|f_{\min}| = F$ 。约定由泵非驱动端指向驱动端方向为轴向力的正方向。
- E. 多级泵开始运行。

所述的动态调控用平衡鼓平衡轴向力的多级离心泵轴向力的方法，还包括有：

- F. 随着多级泵运行过程中各级叶轮前密封环级间密封环以及间隙（4—3）的磨损，均引起多级离心泵轴向力沿着指向进水口侧的方向增大，泵用轴向力测定装置（5）的轴向力显示仪表所指示的轴向力由 f_{\min} 开始逐渐转变为零值，进而改变方向最后达到正向最大值 f_{\max} 时，重复 D 步骤；多级泵继续运行。
- G. 当多级离心泵持续运行到用调控装置（3）中的节流机构（3—1）调节调控装置（3）中的泄漏流量，无法使泵用轴向力测定装置（5）的显示仪表所指示的轴向力由 f_{\max} 回到 f_{\min} 或至少回到零值时，该多级泵已达到大修期，应对泵进行解体检修，在更换密封件及其它已磨损件后，重复 D 步骤，多级离心泵恢复运行。

所述的动态调控用平衡鼓平衡轴向力的多级离心泵轴向力的方法还包括有所述的吸入段的回流孔（4—9）和调控孔的直径为多级离心泵泵口径的 $1/4—3/4$ 。

本发明所述的泵用轴向力测定装置（5）包括有在离心泵轴的非驱动端设有轴承（5-2），轴承（5-2）的外圈设有轴承盒（5-3），其外圈设有轴承体（5-16），导向键（5-4）

设于轴承体(5-16)与轴承盒(5-3)之间;轴承体端盖(5-14)与轴承体(5-16)固连,其立柱端设有在轮辐上贴有应变片的剪切式力传感器(5-12);轴承盒压盖(5-5)将轴承(5-2)沿轴向压紧在(5-3)内,其中心固连有挺杆(5-6),穿出轴承体端盖(5-14)与轮辐剪切式力传感器(5-12)固连。在轴承体端盖(5-14)的立柱端与在轮辐上贴有应变片的剪切式力传感器(5-12)之间设有同样在轮辐上贴有应变片的剪切式力传感器(5-15)。在力传感器(5-12、5-15)轮辐上粘贴有应变片,应变片桥式连接,并有引出信号线。此装置另行申请专利。

本发明所述的调控装置(3)包括有连通管(3-3、3-6),其两端设有与泵体相联接的进口端管接头(3-4)和出口端管接头(3-5),在连通管(3-3、3-6)上设有节流机构(3-1);节流机构(3-1)为在连通管(3-3、3-6)上设有法兰盘(3-7、3-8),两盘之间至少设有两个不同中孔孔径的节流环(3-9)。连通管(3-3、3-6)的管径为多级泵泵口径的 $1/4-3/4$ 。此装置已另行申请专利。

在连通管(3-3、3-6)上可以设有监测机构压力表(3-2)或压差计(3-2')。

所述的动态调控用平衡盘平衡轴向力的多级离心泵轴向力方法是所述的调控装置(3)还包括所述的节流机构(3-1)为节流阀或为电动节流阀门。

本发明的有益效果是:

- 1.结构简单,设计合理。
- 2.由泵的用户在泵运行过程中调整调控装置的执行机构来对泵运行中出现的轴向力增量进行及时和恰当的反方向抵偿,由调控装置的监测机构泵用轴向力测定装置(5)来直接监测执行机构的反向抵偿工作是否恰当合理。省工省时,方便快捷,可防止非计划性停机现象,从而使多级离心泵平均无故障时间(MTBF)及平均使用寿命大为延长,泵的可靠性指标成倍增长,使其远远超出行业标准的规定。同时由于对泵的总级数、叶轮布置方式及其它过流部件作出比较灵活和适当的调整等,可使多级离心泵的效率有所提高。
- 3.调控装置的执行机构和调控装置的监测机构均安装在泵体的外部非常明显和方便的位置,便于对多级离心泵轴向力增量进行及时和恰当的抵偿。
- 4.适用于蜗壳式或是导叶式,卧式或立式等结构形式的多级离心泵。

附图说明:

以下结合附图所示之最佳实施例作进一步详述:

图 1 为本发明的主视示意图。

图 2 为本发明的泵用轴向力测定装置主视示意图。

图 3 为本发明的调控装置实施例 1 的主视图。

图 4 为本发明的调控装置实施例 2 的主视图。

具体实施方式：

应用例：见图 1，全部叶轮同方向安装用平衡鼓（卸荷盘）平衡轴向力的单吸多级离心泵。

- A. 在叶轮全部同方向安装用平衡鼓平衡轴向力的多级离心泵末级叶轮 4—1 之后设有平衡鼓 4—2，平衡鼓 4—2 与泵体之间有间隙 4—3，并与平衡腔 4—4 连通，在平衡腔 4—4 范围内的泵体上设有调控孔 4—8，用调控装置 3 将调控孔 4—8 与吸入段的回流孔 4—9 相连通，从而将平衡腔 4—4 与吸入室 4—10 相连通。吸入段的回流孔 4—9 和调控孔 4—8 的直径为多级离心泵泵口径的 1/2。
- B. 在后部轴承体 4—5 上设有泵用轴向力测定装置 5。其上设有轴向力值的显示仪表。
- C. 确定设计时选用的驱动端或非驱动端推力轴承允许承受的最大轴向力 F 。
- D. 用调控装置 3 中的节流机构 3—1 作为动态调控的执行机构，以泵用轴向力测定装置 5 的轴向力显示仪表作为动态调控的主要监测机构，用节流机构 3—1 调节调控装置 3 中的泄漏流量，使泵用轴向力测定装置 5 的轴向力显示仪表指示多级离心泵的残余轴向力 $f = f_{\min} = -f_{\max}$ 达到设计时推力轴承允许承受的轴向力值 $|f_{\min}| = F$ 。约定由泵非驱动端指向驱动端方向为轴向力的正方向。
- E. 多级泵开始运行。
- F. 随着多级泵运行过程中各级叶轮前密封环级间密封环以及间隙 4—3 的磨损，均引起多级离心泵轴向力沿着指向进水口侧的方向增大，泵用轴向力测定装置 5 的轴向力显示仪表所指示的轴向力由 f_{\min} 开始逐渐转变为零值，进而改变方向最后达到正向最大值 f_{\max} 时，重复 D 步骤；多级泵继续运行。
- G. 当多级离心泵持续运行到用调控装置 3 中的节流机构 3—1 调节调控装置 3 中的泄漏流量，无法使泵用轴向力测定装置 5 的显示仪表所指示的轴向力由 f_{\max} 回到 f_{\min} 或至少回到零值时，该多级泵已达到大修期，应对泵进行解体检修，在更换密封件及其它已磨损件后，重复 D 步骤，多级离心泵恢复运行。

图 2，泵用轴向力测定装置 5、在离心泵轴的非驱动端设有轴承 5-2，轴承 5-2 的外

圈设有轴承盒 5-3，其外圈设有轴承体 5-16，导向键 5-4 设于轴承体 5-16 与轴承盒 5-3 之间；轴承体端盖 5-14 与轴承体 5-16 固连，其立柱端设有在轮辐上贴有应变片的剪切式力传感器 5-12；轴承盒压盖 5-5 将轴承 5-2 沿轴向压紧在 5-3 内，其中心固连有挺杆 5-6，穿出轴承体端盖 5-14 与轮辐剪切式力传感器 5-12 固连。在轴承体端盖 5-14 的立柱端与在轮辐上贴有应变片的剪切式力传感器 5-12 之间设有同样在轮辐上贴有应变片的剪切式力传感器 5-15。在力传感器 5-12、5-15 轮辐上粘贴有应变片，应变片桥式连接，并有引出信号线。

调控装置实施例 1：见图 3，有连通管 3—3、3—6，其两端设有与泵体相联接的进口端管接头 3—4 和出口端管接头 3—5，在连通管 3—3、3—6 上设有节流机构 3—1。在连通管 3—3、3—6 上还设有监测机构压力表 3—2。连通管 3—3、3—6 的管径为多级泵泵口径的 1/2。节流机构 3—1 为在连通管 3—3、3—6 上设有法兰盘 3—7、3—8，两盘之间设有六个不同中孔孔径的节流环 3—9。

调控装置实施例 2：见图 4，节流机构 3—1 为节流阀或为电动节流阀门。其余结构与上例相同。

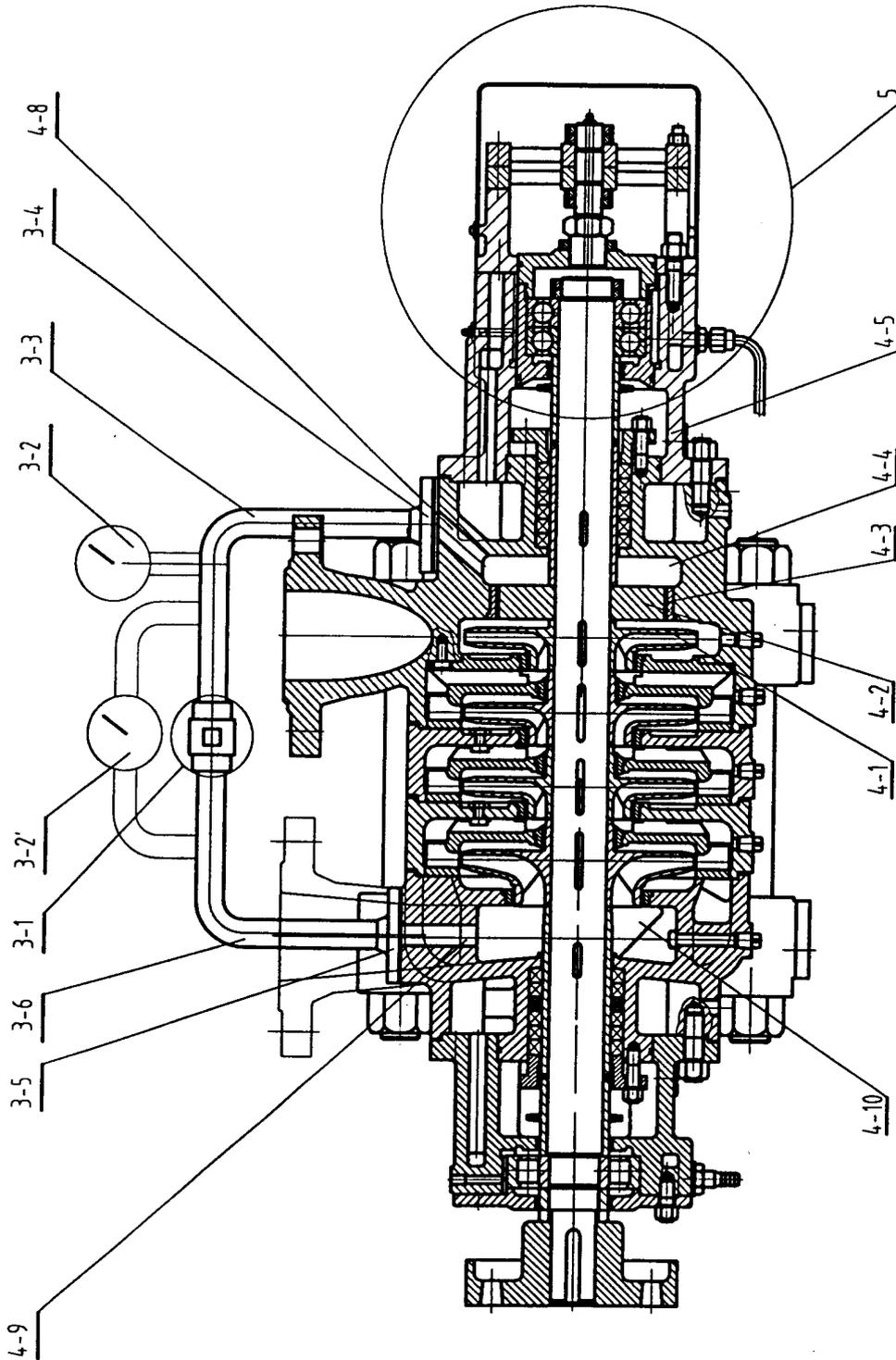


图1

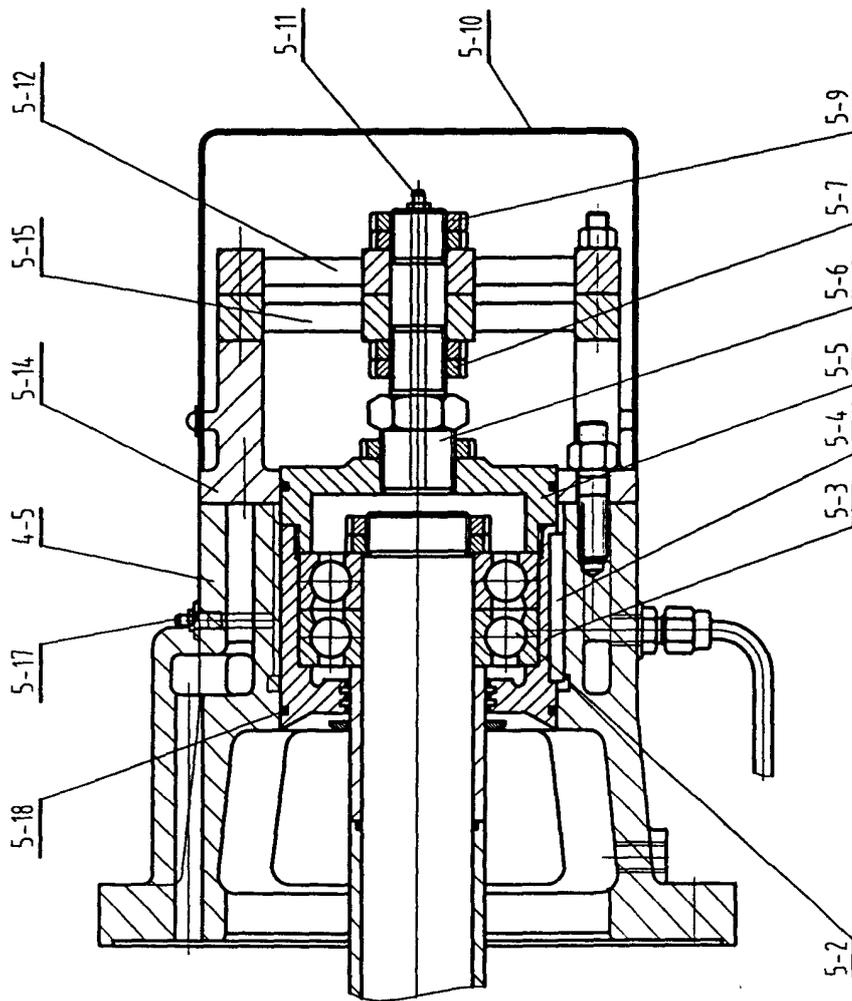


图2

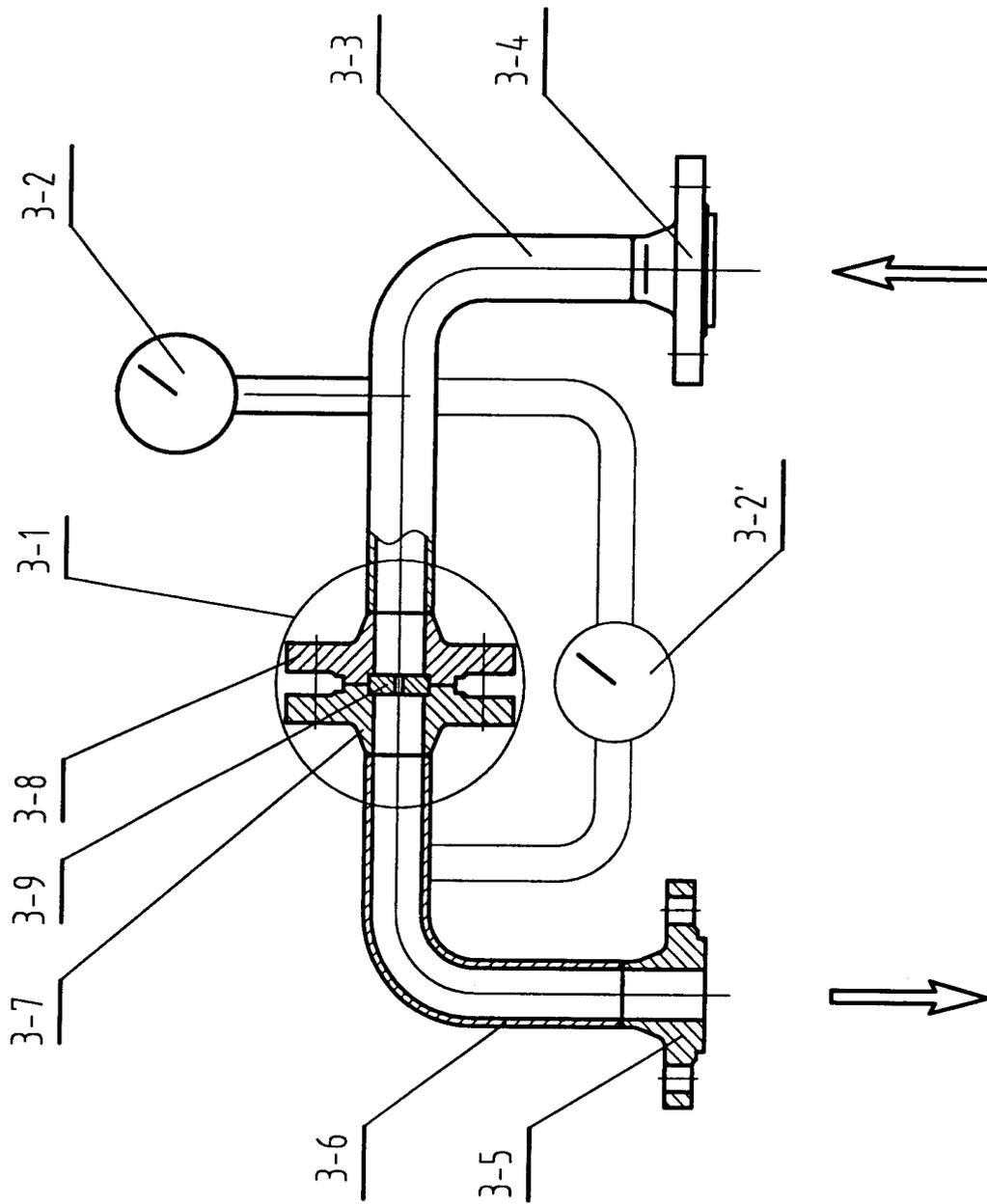


图 3

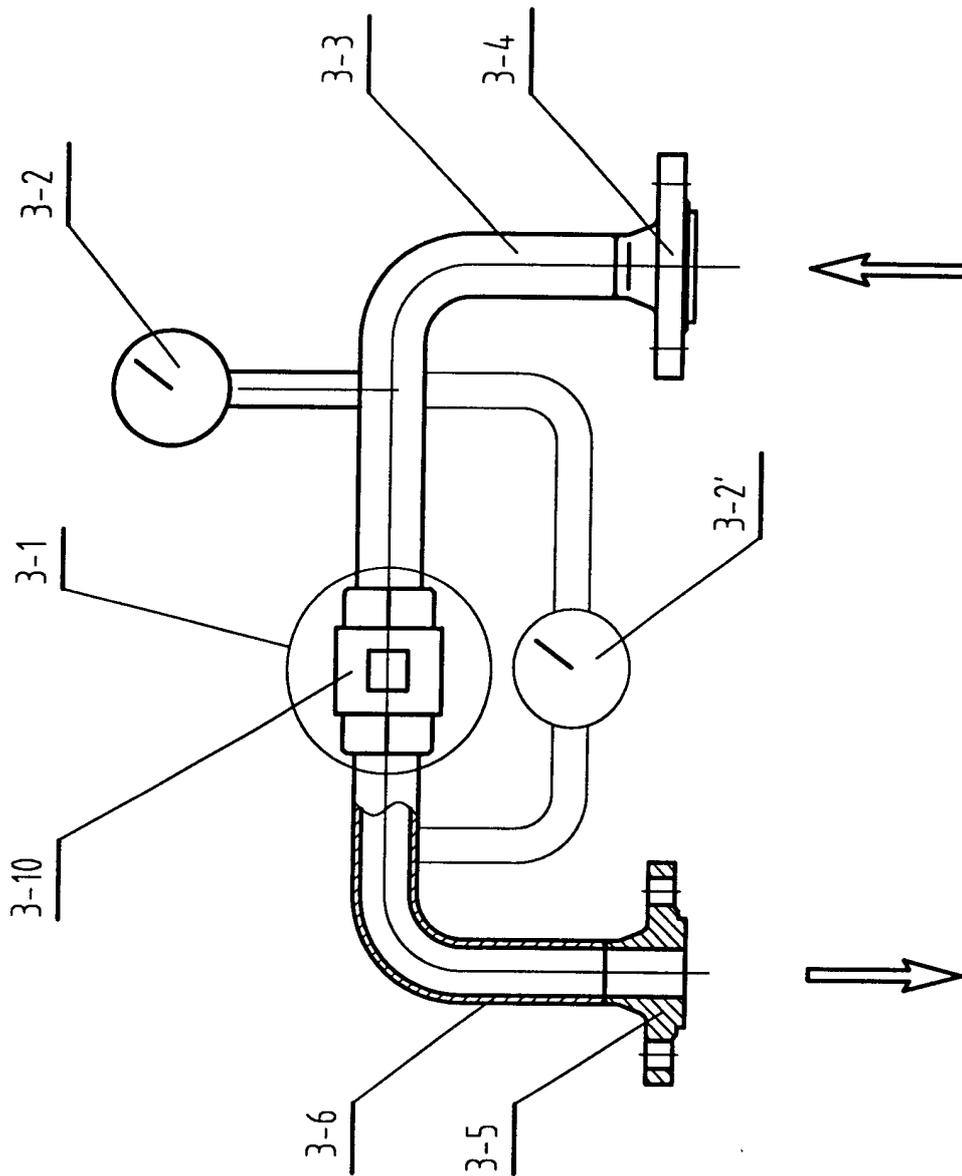


图 4