

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F15B 21/12 (2006.01)

F15B 21/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810141420.6

[43] 公开日 2009年2月25日

[11] 公开号 CN 101372994A

[22] 申请日 2008.9.22

[21] 申请号 200810141420.6

[71] 申请人 河南科技大学

地址 471003 河南省洛阳市涧西区西苑路48号河南科技大学机电工程学院

[72] 发明人 张志成

[74] 专利代理机构 郑州睿信知识产权代理有限公司
代理人 陈浩

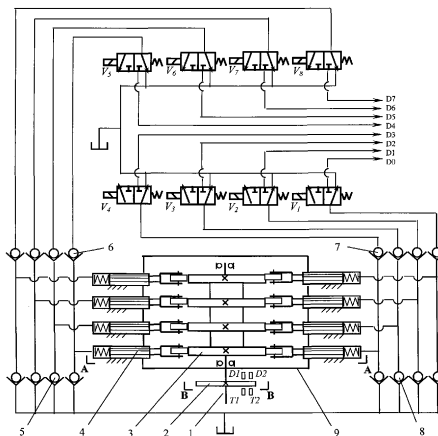
权利要求书2页 说明书13页 附图7页

[54] 发明名称

凸轮转子式脉冲数字流发生装置

[57] 摘要

本发明涉及一种流体系统的凸轮转子式脉冲数字流发生装置，采用凸轮转子式的回转运动机构，带动柱塞做往复运动以实现吸油和压油的动作，将流体系统中的工作介质进行离散、量化和编码，把流体系统中连续流动的模拟式流体转变为多路可计数的、可控的、确定量的一系列流体脉冲；这些一系列流体脉冲又有与其一一对应的电脉冲信号相伴随，形成多路脉冲数字流。各路脉冲数字流能以并行的方式对多个流体动力元件进行同步或异步的数字控制，以满足复杂系统的各种控制要求；为了提高控制精度，本发明还实现了对单个流体脉冲的细分。这对推广计算机技术在流体传动与控制领域方面的应用、构建完全的数字流体系统将起到有力的促进作用。



1. 凸轮转子式脉冲数字流发生装置，包括流体脉冲发生器和电脉冲发生器，其特征在于：流体脉冲发生器包括传动轴，在传动轴上安装至少一个与其一同转动的盘形凸轮，每个盘形凸轮的轮廓曲线包括至少一个由一升程段和一回程段顺连组成的循环单元，且循环单元中升程段轮廓曲线与回程段轮廓曲线镜像对称；在每个盘形凸轮周围沿凸轮径向方向设置至少一个柱塞缸，柱塞缸的柱塞在盘形凸轮的驱动下做循环的往复直线运动；每个柱塞缸的柱塞腔都对应有一个单向阀支路，每个单向阀支路包括两个串接的单向阀，柱塞腔与两个单向阀之间的节点联通，单向阀支路的输入端用于与油源连通，单向阀支路的输出端用于输出流体脉冲。

2. 根据权利要求1所述的凸轮转子式脉冲数字流发生装置，其特征在于：所述盘形凸轮的每个循环单元中升程段和回程段的轮廓曲线均由首、尾两端的圆弧段和中间连接两圆弧段的过渡曲线段组成，该过渡曲线段的形状为阿基米德螺线。

3. 根据权利要求2所述的凸轮转子式脉冲数字流发生装置，其特征在于：所述盘形凸轮的每一升程段轮廓曲线所占的角度和每一回程段轮廓曲线所占的角度均称为范围角，盘形凸轮上各个范围角在凸轮的圆周方向相互均等。

4. 根据权利要求3所述的凸轮转子式脉冲数字流发生装置，其特征在于：盘形凸轮的轮廓曲线中所包含循环单元的个数称为作用次数 λ ，每个盘形凸轮周围所设置的柱塞缸的数目是 $Z=\lambda \times 1$ ，当柱塞缸为两个或者两个以上时，各柱塞缸在凸轮圆周方向均布，每个柱塞缸单向阀支路的输出独立构成一路流体脉冲。

5. 根据权利要求3所述的凸轮转子式脉冲数字流发生装置，其特征在于：盘形凸轮的轮廓曲线中所包含循环单元的个数称为作用次数 λ ，每个盘形凸轮周围所设置的柱塞缸的数目是 $Z=\lambda \times 2$ ，各柱塞缸在凸轮圆周方向均布，每两个相邻柱塞缸的单向阀支路的输出合并在一起构成一路流体脉冲。

6. 根据权利要求1-5所述的凸轮转子式脉冲数字流发生装置，其特征在于：传动轴上安装的盘形凸轮为两个或两个以上时，各盘形凸轮的轮廓曲线中所包含循环单元的个数相等；所有盘形凸轮的方位相同或者相差一个或几个盘形凸轮升程段轮廓曲线所占角度；各盘形凸轮四周的柱塞缸的数目相等。

7. 根据权利要求 1-5 所述的凸轮转子式脉冲数字流发生装置, 其特征在于: 所述电脉冲发生器包括用于将流体脉冲发生器中柱塞的往复直线运动转换成电脉冲信号的位置检测传感器。

8. 根据权利要求 7 所述的凸轮转子式脉冲数字流发生装置, 其特征在于: 所述位置检测传感器包括编码光电开关及与盘形凸轮同轴连接的增量式码盘, 增量式码盘上沿同一圆周方向布设有与柱塞缸数目相等、并一一对应的编码透光孔, 每个编码透光孔分别与相应柱塞缸压油过程的起始位置相对应, 编码光电开关与编码透光孔的位置相应, 当编码透光孔经过编码光电开关时, 电脉冲发生器给出电脉冲信号。

9. 根据权利要求 8 所述的凸轮转子式脉冲数字流发生装置, 其特征在于: 增量式码盘的另一圆周上, 在与每个柱塞缸压油过程相对应的区段内等间隔地布设有细分透光孔, 对应细分透光孔位置有用于将单个流体脉冲转换成细分流体脉冲的细分光电开关, 当细分透光孔经过细分光电开关位置时, 电脉冲发生器给出细分电脉冲信号。

10. 根据权利要求 9 所述的凸轮转子式脉冲数字流发生装置, 其特征在于: 传动轴上安装的盘形凸轮为两个或两个以上时, 各盘形凸轮的轮廓曲线中所包含循环单元的个数相等; 所有盘形凸轮的安装方位相同或者相差一个或几个盘形凸轮升程段轮廓曲线所占角度; 各盘形凸轮四周的柱塞缸的数目相等。

凸轮转子式脉冲数字流发生装置

技术领域

本发明属于机械工程学科中的流体传动与控制技术领域，特别是用作流体系统实现数字化控制的脉冲数字流发生装置。

背景技术

流体传动与控制技术在国民经济的许多领域中应用广泛，它不仅是一种有效的传动方式，而且也是一种重要的控制手段。随着计算机科学的日益发展和普及，采用计算机对流体元件及流体动力系统进行实时数字控制是流体技术发展的一个重要趋势。多年来，人们对此做了大量的工作，至今有不少的方法提出并应用，脉冲数字流方法就是其中之一。

中国专利 ZL02213827.7 公开了一种流体系统数字化的脉冲数字流传动、控制装置；中国专利 ZL02110237.6 公开了一种流体系统数字化的脉冲数字流传动、控制方法。

以上两件专利所提出的是：应用一个电一流体脉冲发生器的装置，将流体系统的工作介质进行离散、量化和编码，生成一系列连续等量的、可计数的、可控的流体脉冲流，其中，每一个流体脉冲又有一个与之相对应的电子脉冲信号伴随，相当于给每一个流体脉冲进行了编码。该发明对传统的工作流体本身进行了 A/D 转换，将流体回路中流动着的模拟式流体变为离散的、可计数的、可控的数字式流体，称之为脉冲数字流。其中的流体脉冲用作功率驱动信号，电子脉冲是流体脉冲的编码信号，两者合二而一，共生共用，不但可以对各种流体动力元件，如泵、阀、油缸、油马达等的执行机构实行增量式的数字控制，使它们成为数字式流体元件，并可进而由这些数字流体元件构成完全的数字流体系统。

中国专利申请 200410010232.1 公开了一种流体系统同步运动数字化控制的脉冲数字流方法：该方法提出了一个脉冲数字流同步发生器的装置，采用脉冲数字流的形式对流体系统中的工作介质进行模/数 (A/D) 转换，把流体系统中连续流动的模拟式流体转变为两列 (或两列以上) 等量 (或成比例) 的一连串可计数的、确定量的流体脉冲，同时这些一连串的流体脉冲又有与其一一对应的电脉冲信号相伴随。相当于对每两个 (或两个以上) 等量 (或成比例) 的流体脉冲进行编码，从而同时形成两列 (或两列以上) 的脉冲数

字流以驱动两个液压缸的同步（或定比）运动。而电子脉冲由计算机进行计数、比较、运算等处理后，控制流体开关阀的工作状态，从而控制同步液压缸的启动或停止。

中国专利申请 200610017590.4 公开了一种流体系统代码形式脉冲数字流的控制方法及装置：该方法应用一个代码形式的电一流体脉冲发生器，使产生的 n 列流体脉冲的量化单位构成二进制代码关系，再经由相应电磁换向阀的分配、组合和连接，输出一个量化单位可以数字式调节的总的流体脉冲，该流体脉冲有相伴随的电子脉冲，从而形成二进制代码形式的脉冲数字流。不但可用于控制各种流体动力元件，使它们成为数字式的流体元件；而且也可对流体系统的负载流量，执行机构的工作速度等，进行数字化的设定、调整和控制。

以上四件专利及专利申请中生成的脉冲数字流，虽然都能将流体系统中的工作介质进行离散、量化和编码，实现模/数（A/D）转换，但是它们所生成的脉冲数字流，在工作时，只能控制单个被控对象，或同时控制两个（或两个以上）被控对象；如果有多个工作对象需要同时进行独立的控制，就要使用多个电一流体脉冲发生器。不过，多个工作对象之间如有位置、运动、时间等方面的关系要求时，又会出现各个电一流体脉冲发生器的量化单位是否完全一致、流体脉冲和电子脉冲是否完全同步等问题，这对于有多个受控对象的复杂系统的并行控制是不适应的。并且，以上四件专利及专利申请中所得到的脉冲数字流，都是通过电一流体脉冲发生器中活塞的往复直线运动所产生，由于振动、冲击、噪声和汽蚀等因素的影响，这种往复直线运动的频率不可能太高，也就是说输出流体脉冲的频率不可能太高，因此，难以获得高速形式的脉冲数字流。此外，当活塞往复运动的速度变化时，活塞的行程也会受到影响，从而使输出的流体脉冲的量化单位产生差异，导致执行机构运动时的脉冲当量发生变化，这对保证控制精度的要求是不利的。

发明内容

本发明的目的是提供一种能够获得高频率、高稳恒度流体脉冲的凸轮转子式脉冲数字流发生装置。

为实现上述目的，本发明采用如下技术方案：凸轮转子式脉冲数字流发生装置，包括流体脉冲发生器和电脉冲发生器，流体脉冲发生器包括传动轴，在传动轴上安装至少一个与其一同转动的盘形凸轮，每个盘形凸轮的轮廓曲线包括至少一个由一升程段和一回程段顺连组成的循环单元，且循环单元中

升程段轮廓曲线与回程段轮廓曲线镜像对称；在每个盘形凸轮周围沿凸轮径向方向设置至少一个柱塞缸，柱塞缸的柱塞在盘形凸轮的驱动下做循环的往复直线运动；每个柱塞缸的柱塞腔都对应有一个单向阀支路，每个单向阀支路包括两个串接的单向阀，柱塞腔与两个单向阀之间的节点联通，单向阀支路的输入端用于与油源联通，单向阀支路的输出端用于输出流体脉冲。

所述盘形凸轮的每个循环单元中升程段和回程段的轮廓曲线均由首、尾两端的圆弧段和中间连接两圆弧段的过渡曲线段组成，该过渡曲线段的形状为阿基米德螺线。

所述盘形凸轮的每一升程段轮廓曲线所占的角度和每一回程段轮廓曲线所占的角度均称为范围角，盘形凸轮上各个范围角在凸轮的圆周方向相互均等。

盘形凸轮的轮廓曲线中所包含循环单元的个数称为作用次数 λ ，每个盘形凸轮周围所设置的柱塞缸的数目是 $Z=\lambda \times 1$ ，当柱塞缸为两个或者两个以上时，各柱塞缸在凸轮圆周方向均布，每个柱塞缸单向阀支路的输出独立构成一路流体脉冲。

盘形凸轮的轮廓曲线中所包含循环单元的个数称为作用次数 λ ，每个盘形凸轮周围所设置的柱塞缸的数目是 $Z=\lambda \times 2$ ，各柱塞缸在凸轮圆周方向均布，每两个相邻柱塞缸的单向阀支路的输出合并在一起构成一路流体脉冲。

传动轴上安装的盘形凸轮为两个或两个以上时，各盘形凸轮的轮廓曲线中所包含循环单元的个数相等；所有盘形凸轮的方位相同或者相差一个或几个盘形凸轮升程段轮廓曲线所占角度；各盘形凸轮四周的柱塞缸的数目相等。

所述电脉冲发生器包括用于将流体脉冲发生器中柱塞的往复直线运动转换成电脉冲信号的位置检测传感器。

所述位置检测传感器包括编码光电开关及与盘形凸轮同轴连接的增量式码盘，增量式码盘上沿同一圆周方向布设有与柱塞缸数目相等、并一一对应的编码透光孔，每个编码透光孔分别与相应柱塞缸压油过程的起始位置相对应，编码光电开关与编码透光孔的位置相应，当编码透光孔经过编码光电开关时，电脉冲发生器给出电脉冲信号。

增量式码盘的另一圆周上，在与每个柱塞缸压油过程相对应的区段内等间隔地布设有细分透光孔，对应细分透光孔位置有用于将单个流体脉冲转换成细分流体脉冲的细分光电开关，当细分透光孔经过细分光电开关位置时，

电脉冲发生器给出细分电脉冲信号。

本发明提出的凸轮转子式脉冲数字流发生装置，在使用时，由其中的流体脉冲发生器将从油源供给的模拟式流体转变为 n ($n \geq 1$) 路可计数的、确定量的流体脉冲后，再经由 n 个电磁换向阀输出到执行机构；而电脉冲发生器则给出同步的电脉冲信号，这些电脉冲信号与柱塞在凸轮轮廓曲线的升程时所产生的流体脉冲相对应，相当于对它们进行了编码。这些流体脉冲的编码信号，可提供给计算机或其它数字装置，从而使被控的流体元件变成可用数字形式进行表示及控制的数字流体元件。

本发明中，流体脉冲发生器采用盘形凸轮与柱塞缸的结构形式，流体脉冲的发生机理由凸轮转子式的回转运动机构代替了以前诸项专利及专利申请中的活塞缸式的往复直线运动机构。因此，可以通过提高凸轮转子的转速来提高流体脉冲发生的频率，从而适应执行机构的高速运动要求，提高被控系统时间响应的快速性。另外，由于凸轮机构保证了柱塞行程的稳恒性，从而使输出流体脉冲的稳恒度大大提高。

本发明在增量式码盘上同时设置细分透光孔，提高了脉冲数字流的控制精度。也就是将码盘上与每个柱塞缸压油过程相对应的工作区段划分成 m 等分（附图中表示的是十等分），安排 m 个细分透光孔，当它们经过细分光电开关的位置时，细分光电开关就会给出细分的电脉冲信号，代表各路脉冲数字流将输出单个流体脉冲的 m 分之一，相当于对各路要输出的每 m 分之一的一个流体脉冲进行了编码，因此可用作对单个流体脉冲进行细分的计数信号，实现对被控对象更精细的控制。

本发明通过在同一根传动轴上安装多个盘形凸轮，可以很方便地生成高频率、高稳恒度的多路脉冲数字流，且各路脉冲数字流能以并行方式对多个流体动力元件进行相互独立的数字化控制，适用于各种流体系统，特别是复杂流体系统的各种控制要求，如多缸并行独立运动、多缸同步或定比运动、多缸插补运动、多缸顺序运动等等。这里的流体动力元件可以是液压缸、马达等执行机构，也可以是控制泵、阀、马达等的参数调整机构。本发明对推广计算机技术在流体传动与控制领域内的应用，构建完全的数字流体系统，将会起到很大的积极作用。

附图说明

图 1 为单凸轮、单作用、单柱塞的凸轮转子式脉冲数字流发生装置的结构原理图；

图 2 为图 1 中的 **A-A** 向视图（旋转 90° ）；

图 3 为图 1 中反映码盘结构及码盘与凸轮位置关系的 **B-B** 向视图（旋转 90° ）；

图 4 为单凸轮、单作用、双柱塞的凸轮转子式脉冲数字流发生装置的结构原理图；

图 5 为图 4 中的 **A-A** 向视图（旋转 90° ）；

图 6 为图 4 中反映码盘结构及码盘与凸轮位置关系的 **B-B** 向视图（旋转 90° ）；

图 7 为单凸轮、双作用、双柱塞的凸轮转子式脉冲数字流发生装置的结构原理图；

图 8 为图 7 中的 **A-A** 向视图（旋转 90° ）；

图 9 为图 7 中反映码盘结构及码盘与凸轮位置关系的 **B-B** 向视图（旋转 90° ）；

图 10 为四凸轮、双作用、16 柱塞的凸轮转子式脉冲数字流发生装置的结构原理图；

图 11 为图 10 中的 **A-A** 向视图（旋转 90° ）；

图 12 为图 10 中反映码盘结构及码盘与凸轮位置关系的 **B-B** 向视图（旋转 90° ）；

图 13 为电脉冲发生器工作原理示意图；

图 14 为本发明在具体应用时的示意框图。

在图 1~图 12 中，1 是传动轴，2 是增量式码盘，3 是盘形凸轮，4 是柱塞缸，5 和 8 是吸油单向阀，6 和 7 是压油单向阀，9 是发生器壳体， $V_1 \sim V_n$ 为 n 个电磁换向阀，D1、T1 是编码光电开关，D2、T2 是细分光电开关。

具体实施方式

本发明所提出的凸轮转子式脉冲数字流发生装置，包括流体脉冲发生器和电脉冲发生器两部分。

流体脉冲发生器包括传动轴，在传动轴上安装至少一个与其一同转动的盘形凸轮，每个盘形凸轮的轮廓曲线包括至少一个由一升程段和一回程段顺连组成的循环单元，且循环单元中升程段轮廓曲线与回程段轮廓曲线镜像对称；在每个盘形凸轮周围沿凸轮径向方向设置至少一个柱塞缸，柱塞缸的柱塞在盘形凸轮的驱动下做做循环的往复直线运动；每个柱塞缸的柱塞腔都对应有单向阀支路，每个单向阀支路包括两个串接的单向阀，柱塞腔与两

个单向阀之间的节点联通，单向阀支路的输入端用于与油源联通，单向阀支路的输出端用于输出流体脉冲。

电脉冲发生器包括用于将流体脉冲发生器中柱塞的往复直线运动转换成电脉冲信号的位置检测传感器及信号处理电路等。所述位置检测传感器包括编码光电开关及与盘形凸轮同轴连接的增量式码盘。增量式码盘上沿同一圆周方向布设有与柱塞缸数目相等、并一一对应的编码透光孔，每个编码透光孔分别与相应柱塞缸压油过程的起始位置相对应，编码光电开关与编码透光孔的位置相应，当编码透光孔经过编码光电开关位置时，电脉冲发生器给出电脉冲信号。为了提高脉冲数字流的控制精度，在增量式码盘的另一圆周上，与每个柱塞缸压油过程相对应的区段内等间隔地布设有细分透光孔，对应细分透光孔的位置有用于将单个流体脉冲转换成细分流体脉冲的细分光电开关，当细分透光孔经过细分光电开关位置时，电脉冲发生器给出细分电脉冲信号。上述编码透光孔和细分透光孔都采用透光窄孔的形式。

上述盘形凸轮的每个循环单元中，升程段和回程段的轮廓曲线均由首、尾两端的圆弧段和中间连接两圆弧段的过渡曲线段组成，该过渡曲线段的形状为阿基米德螺线；若将盘形凸轮的升程段轮廓曲线所占的角度称为范围角 ϕ ，因回程段轮廓曲线与升程段轮廓曲线镜像对称，所以回程段轮廓曲线所占角度也为范围角 ϕ ，如相应附图中所示， $\phi = \alpha + 0.5(\beta_1 + \beta_2)$ ，盘形凸轮上各个范围角在凸轮的圆周方向相互均等。若将盘形凸轮的轮廓曲线中所包含循环单元的个数称为作用次数 λ ，则每个盘形凸轮周围所设置的柱塞缸的数目可以是 $Z = \lambda \times 1$ ，在此前提下，当柱塞缸为两个或者两个以上时，各个柱塞缸在凸轮圆周方向均布，并且每个柱塞缸单向阀支路的输出独立构成一路流体脉冲列；每个盘形凸轮周围所设置的柱塞缸的数目还可以是 $Z = \lambda \times 2$ ，这种条件下，各个柱塞缸在凸轮圆周方向均布，且每两个相邻柱塞缸的单向阀支路的输出合并在一起构成一路流体脉冲列。

另外，为了获得更多路的脉冲数字流，以控制多个流体动力元件，本发明还可以在同一根传动轴上安装多个盘形凸轮，此时，各个盘形凸轮的升程大小可以不同，但各盘形凸轮的轮廓曲线中所包含循环单元的个数即盘形凸轮的作用次数 λ 应相等，所有盘形凸轮的方位相同或者相差一个或几个范围角，并且各盘形凸轮四周的柱塞缸的数目相等、布置方式相同。

根据上述结构设计原理，可以列举出多种实施例，下面对其中的四种实施例做具体说明：

实施例 1:

图 1~图 3 所示的凸轮转子式脉冲数字流发生装置, 是单凸轮、单作用、单柱塞的结构形式, 图中 9 是发生器壳体, 用来安装传动轴和设置周围的柱塞缸。该装置的流体脉冲发生器部分包括传动轴 1, 在其上只安装有一个盘形凸轮 3, 凸轮的外部轮廓曲线只有一个升程段和一个回程段, 因此, 是单作用的, $\lambda=1$; 柱塞缸的数目是 $Z=\lambda \times 1=1$, 即在盘形凸轮 3 周围沿凸轮径向方向只设置一个柱塞缸 4。当盘形凸轮 3 回转一周时, 柱塞缸 4 只进行一次吸油和压油的动作, 也就是说, 只能输出一个流体脉冲, 柱塞缸 4 的柱塞腔对应有一个单向阀支路, 单向阀支路包括两个串接的单向阀 5 和 6, 柱塞腔与两个单向阀之间的节点联通, 单向阀支路的输入端用于与油源联通, 单向阀支路的输出端与电磁换向阀 V_1 相连, 构成一路脉冲数字流。两个单向阀中, 与油源连通的是吸油单向阀 5, 用于输出流体脉冲的是压油单向阀 6。当盘形凸轮恒速旋转时, 柱塞依凸轮轮廓曲线作往复运动, 通过吸油单向阀和压油单向阀的配油作用, 使柱塞缸输出一系列的流体脉冲 D_0 。它的电脉冲发生器部分, 有增量式码盘 2、编码光电开关 D1、T1、细分光电开关 D2、T2 以及相应的信号处理电路。图 3 中, 对应盘形凸轮 3 的压油区段, 增量式码盘 2 的内圈有一个编码透光窄孔, 外圈有十个细分透光窄孔。当盘形凸轮 3 回转一周时, 伴随柱塞缸 4 输出的流体脉冲, 电脉冲发生器也相应发出一个对其进行编码的电子脉冲和十个细分电子脉冲。

实施例 2:

图 4~图 6 所示的凸轮转子式脉冲数字流发生装置, 是单凸轮、单作用、双柱塞的结构形式, 图中 9 是发生器壳体, 用来安装传动轴和设置周围的柱塞缸。它的流体脉冲发生器部分包括传动轴 1, 在其上只安装有一个盘形凸轮 3, 且凸轮的外部轮廓曲线也是单作用的, 即 $\lambda=1$; 但是, 柱塞缸 4 的数目则为 $Z=\lambda \times 2=2$ 。这时须将两个相邻柱塞缸的由吸油单向阀 5、8 和压油单向阀 6、7 构成的两个单向阀支路并联连接, 使两个相邻柱塞缸的输出合并在一起, 与电磁换向阀 V_1 相连, 构成一路流体脉冲列 D_0 。两个柱塞缸之间的角度, 相差一个范围角 $\phi=180^\circ$ 。当盘形凸轮 3 回转一周时, 两个柱塞缸各进行一次吸油和压油的动作, 也就是说, 各输出一个流体脉冲。由于两个柱塞缸的输出是合并在一起的, 因此, 在凸轮回转一周时, 该路脉冲数字流就能输出两个流体脉冲。它的电脉冲发生器部分, 同样有增量式码盘 2、编码光电开关 D1、T1、细分光电开关 D2、T2 以及相应的信号处理电路。图 6 中对应两个柱塞缸

在盘形凸轮 3 上的压油区段, 增量式码盘 2 的内圈有两个编码透光窄孔, 外圈有二十个细分透光窄孔。当盘形凸轮 3 回转一周时, 伴随两个柱塞缸分别输出的流体脉冲, 电脉冲发生器发出两个对其进行编码的电子脉冲和二十个细分电子脉冲。

实施例 3:

图 7~图 9 所示的凸轮转子式脉冲数字流发生装置, 是单凸轮、双作用、双柱塞的结构形式, 图中 9 是发生器壳体, 用来安装传动轴和设置周围的柱塞缸。它的流体脉冲发生器部分包括传动轴 1, 在其上只安装有一个盘形凸轮 3, 凸轮的外部轮廓曲线有两个升程段和两个回程段, 是双作用的, 即 $\lambda = 2$; 此处柱塞缸 4 的数目为 $Z = \lambda \times 1 = 2$, 两个柱塞缸 4 在凸轮外部的圆周方向均匀分布, 相互之间的角度为 180° , 等于两个范围角、即 2ϕ 。每个柱塞缸 4 的柱塞腔都对应有一个单向阀支路, 其中, 由单向阀 5、6 构成的单向阀支路的输出与电磁换向阀 V1 连通, 构成一路流体脉冲列 D0; 由单向阀 7、8 构成的单向阀支路的输出与电磁换向阀 V2 连通, 构成另一路流体脉冲列 D1。当盘形凸轮 3 回转一周时, 两个柱塞缸各进行两次吸油和压油的动作, 也就是说, 各输出两个流体脉冲。它的电脉冲发生器部分, 同样有增量式码盘 2、编码光电开关 D1、T1、细分光电开关 D2、T2 以及相应的信号处理电路。图 9 中, 对应两个柱塞缸在盘形凸轮 3 上的压油区段, 增量式码盘 2 的内圈有两个编码透光窄孔, 外圈有二十个细分透光窄孔。当盘形凸轮 3 回转一周时, 伴随两个柱塞缸分别输出的两个流体脉冲, 电脉冲发生器则发出两个对其进行编码的电子脉冲和二十个细分电子脉冲。

实施例 4:

图 10~图 12 所示的凸轮转子式脉冲数字流发生装置, 是四凸轮、双作用、16 柱塞的结构形式, 图中 9 是发生器壳体, 用来安装传动轴和设置周围的柱塞缸。它的流体脉冲发生器部分, 包括传动轴 1, 在其上安装有四个盘形凸轮 3, 每个凸轮的外部轮廓曲线都是双作用的, 即 $\lambda = 2$; 对每一个盘形凸轮, 周围柱塞缸 4 的数目是 $Z = \lambda \times 2 = 4$, 在凸轮外部的圆周方向均匀分布, 相邻两个柱塞缸之间的角度为 90° , 等于一个范围角 ϕ 。这时须将两个相邻柱塞缸的单向阀支路并联连接, 使它们的输出合并在一起后再与八个电磁换向阀 $V_1 \sim V_8$ 中对应的一个相连, 构成一路流体脉冲列, 因此, 每个盘形凸轮能生成两路流体脉冲列 D_i 和 D_{i+1} , 附图 10 所示的脉冲数字流发生装置可给出 8 路流体脉冲列 D0~D7; 当盘形凸轮 3 回转一周时, 每一路流体脉冲列中将输出四个流

体脉冲。它的电脉冲发生器部分，同样有增量式码盘 2、编码光电开关 D1、T1、细分光电开关 D2、T2 以及相应的信号处理电路。图 12 中，对应四个柱塞缸在盘形凸轮 3 上的压油区段，增量式码盘 2 的内圈有四个编码透光窄孔，外圈有四十个细分透光窄孔。当盘形凸轮 3 回转一周时，伴随每一路的两个柱塞缸输出的四个流体脉冲，电脉冲发生器可发出四个对其进行编码的电子脉冲和四十个细分电子脉冲。

实施例 4 中，采用的是四个盘形凸轮，且四个盘形凸轮的安装方位是相同的，在具体实施当中，各盘形凸轮安装方位也可以相差一个或几个范围角；当然，生成各路脉冲数字流的柱塞的横截面积也可以全部相同，或设计为不完全相同的或具有一定比例关系的，或者构成二进制代码关系的等等，根据实际需要进行选定。另外，盘形凸轮的数量不限于本实施方式，可以根据实际情况增加或者减少凸轮，每增加或者较少一个盘形凸轮就能够方便地实现增加或者减少两路脉冲数字流。

在以上各实施方式中，柱塞缸在柱塞底端与柱塞缸体之间的柱塞腔内设有柱塞弹簧、在柱塞顶端设有滚轮，滚轮在柱塞弹簧的作用下始终紧贴凸轮的周围轮廓，与盘形凸轮轮廓曲面滚动配合，柱塞在盘形凸轮的驱动下做循环的往复直线运动；盘形凸轮的轮廓曲线上由一升程段和一回程段顺连组成的循环单元，其中升程段轮廓曲线与回程段轮廓曲线镜像对称，并且，升程段的轮廓曲线由首、尾两端的圆弧段和中间连接两圆弧段的过渡曲线段组成；各个循环单元所占的范围角相同、且彼此之间首尾相接；每个循环单元中首、尾两端圆弧段的长径为 R 、短径为 r ，过渡曲线段为阿基米德螺线。这种结构的盘形凸轮若其转动的角速度是恒定的，则柱塞依凸轮轮廓曲线移动的径向速度就是匀速运动，因此可使脉冲数字流输出的流量保持恒定；上述圆弧段轮廓曲线的作用是为了减小吸油单向阀和压油单向阀在启闭过程中的滞后效应。

在以上实施方式中，电脉冲发生器都是由与盘形凸轮 3 同轴连接的增量式码盘 2、编码光电开关 D1、T1、细分光电开关 D2、T2 以及相应的信号处理电路组成。增量式码盘 2 上有内、外两圈编码透光窄孔，内圈编码透光窄孔的个数与凸轮周围布设的柱塞缸数目相等，并且分别对应这些柱塞缸压油过程的起始位置；外圈是对应这些柱塞缸压油过程的细分透光窄孔。当内圈的编码透光窄孔经过编码光电开关 D1、T1 的位置时，会给出一个电脉冲信号，代表各路脉冲数字流将输出一个流体脉冲，相当于对各路要输出的流体脉冲

进行了编码；当外圈的编码透光窄孔经过细分光电开关 D2、T2 的位置时，也会给出一个电脉冲信号，代表各路脉冲数字流将输出单个流体脉冲的十分之一，相当于对各路要输出的每十分之一一个流体脉冲进行了编码，因此可用作对单个流体脉冲进行细分的计数信号。

当然，以上实施方式中的细分脉冲，根据具体的使用要求，可以不要，也可以作更多的细分；两种透光窄孔所处的内、外圈位置也可以互换，只要保证每一种透光窄孔设于同一个圆周上即可。另外，由于凸轮转子式脉冲数字流发生装置在应用时，其每一路的流体脉冲都经由一个电磁换向阀进行输出，为了补偿各路电磁换向阀在开启过程中的滞后效应，增量式码盘上内圈的每个编码透光窄孔和外圈每一个相应细分区段的第一个细分透光窄孔的位置，都沿顺时针方向提前了一个角度（设定盘形凸轮 3 顺时针方向转动）。

在以上实施方式中，增量式码盘 2 和盘形凸轮 3 在传动轴 1 上安装的相对位置如图 3、图 6、图 9、图 12 所示，码盘上的 RR 线、rr 线和盘形凸轮上的 RR 线、rr 线的位置要对正；并且，图 3、图 6 中码盘上所示的 ac 线、bd 线与盘形凸轮上的 ac 线、bd 线的位置要完全对应；图 9、图 12 中码盘上所示的 ae 线、bf 线、cg 线、dh 线和盘形凸轮上的 ae 线、bf 线、cg 线、dh 线的位置要完全对应。所述两个光电开关沿着码盘直径 rr 方向设置在码盘的一边（各实施例中都设置在码盘的右边），分别与码盘内、外圈透光窄孔的位置相对应。

下面结合本发明凸轮转子式脉冲数字流发生装置在流体系统中的应用，进一步说明本发明的工作过程。

图 13、图 14 所示是采用本发明装置的流体系统，包括油源供给部分、电磁换向阀、凸轮转子式脉冲数字流发生装置、被驱动的流体动力元件 1~n、控制逻辑电路、计算机及接口电路等。凸轮转子式脉冲数字流发生装置采用图 10、图 11 和图 12 所示的能产生多路脉冲数字流的结构方式，其中盘形凸轮的数量可根据具体的需要而定。每一路流体脉冲的输出端与一个相应的电磁换向阀相连，各路流体脉冲以并行方式分别对多个工作对象进行同步或异步的控制；与各路流体脉冲相伴随的电脉冲信号，由计算机进行计数、运算、比较等处理后，通过给出的数字信号 D 来控制 n 个电磁换向阀 ($V_1 \sim V_n$) 的通断，以实现对各路流体脉冲输出油路的转换，从而达到操控各路流体动力元件动作的目的。

在实施时，盘形凸轮 3 可由电机或其它驱动机构带动其回转，各个柱塞

在凸轮的作用下进行吸油和压油，吸油的方式可用自吸式，也可用非自吸式，即由一个低压油泵供给吸油。从油源供给部分输入的模拟式工作流体，经由凸轮转子式脉冲数字流发生装置的 A/D 转换，生成多路的脉冲数字流，再经由各路电磁换向阀，去驱动相应的流体动力元件，使其实现步进式的数字运动。具体工作过程如下所述：

1 . 多路流体脉冲的产生

参见图 10、图 11，当传动轴 1 恒速旋转时，安装在传动轴上的所有盘形凸轮 3 随之一起回转，并且，每个盘形凸轮 3 迫使其四周的柱塞依凸轮轮廓曲线作往复直线运动。当柱塞处于凸轮轮廓曲线的回程时，柱塞腔的容积增大，外部的油液通过吸油单向阀 5 或 8 进入柱塞腔内，此时压油单向阀 6 或 7 关闭，柱塞缸的油腔实现吸油；当柱塞处于凸轮轮廓曲线的升程时，柱塞腔的容积减小，柱塞腔内的油液受到挤压，压力增高，从而关闭吸油单向阀 5 或 8，打开压油单向阀 6 或 7，柱塞缸的油腔实现压油，向系统输出一定量的压力油，即输出一个流体脉冲。若将一个流体脉冲所具有的流体的量定义为脉冲数字流的量化单位 q （单位：毫升/每个脉冲），由于每个柱塞的行程都是凸轮轮廓曲线的升程，所以各个柱塞缸每次输出的油液的量是恒定的，即一个流体脉冲所具有的量化单位 q 是恒定的，因而各个流体脉冲也是彼此相等的；若将该量化单位的流体使流体动力元件所产生的一定动作的量称之为它的脉冲当量 δ （单位：毫米/每个脉冲），则对某一流体动力元件所要求的操作量，实际上就是要求运动多少个脉冲当量，也就是要求输出多少个流体脉冲。

2 电子编码脉冲的产生

在输出流体脉冲的同时，增量式码盘 2 也随之旋转。当某一路的柱塞即将处于凸轮轮廓曲线的升程起始位置而准备压油时，码盘 2 上内、外圈的编码透光孔恰好经过光电开关 D1、T1 和 D2、T2 处，使两组光电开关的光路导通，生成两个光电脉冲，再经由信号处理电路对其进行整形、放大，发出两个具有 TTL 电平的电脉冲信号。其中与编码光电开关 D1、T1 对应的电脉冲信号代表各路即将输出一单个的流体脉冲，另一个电脉冲信号代表对单个流体脉冲的细分。这两个电脉冲信号分别经由两个“与”门送入计算机的 I/O 接口，供计算机进行计数、比较、运算等处理。这两个“与”门的打开与否，取决于计算机输出的数字信号 D 中的各位信号线 ($d_0 \sim d_{n-1}$) 相“或”以后是否为“1”。只要 $d_0 \sim d_{n-1}$ 中有一位为 1，也就是说，只要有一路脉冲数字流的

电磁换向阀需要开启，“或”门的输出就是“1”，两个“与”门就会打开，让电脉冲信号通过（参见图 13）。计算机只要接收到这些电脉冲信号，就可以使被控的流体元件变成可用数字形式进行表示及控制的数字流体元件。

如此以来，当某一路或某几路的流体动力元件需要进行控制时，在打开电磁换向阀输出流体脉冲的同时，与之相伴随的电脉冲信号也输入到计算机中。流体脉冲是实行控制的功率驱动信号，电子脉冲是流体脉冲的编码信号，两者相互依存，合二为一，各取所长，共生共用，构成了脉冲数字流这一新的流体运动状态。

下面以控制一个流体动力元件为例，说明它的工作原理：

当需要对某一个流体动力元件进行调整时，先把对该元件调节部分要求的位移量，换算为脉冲当量个数 N ，存于计算机中，然后，由计算机输出一个数字信号 $D=d_{n-1}\cdots\cdots d_2d_1d_0$ (n 位二进制数码)，若其中某一位的数字信号线 $d_i=1$ ，则该位对应的这一路的固态继电器 (SSR) 被驱动，相应的电磁换向阀 V_i 闭合，从凸轮转子式脉冲数字流发生装置输出的流体脉冲，便经由电磁换向阀 V_i 输入到该流体动力元件，使其做连续的步进运动。由于其余数位上的信号都是“0”，相应的各路电磁换向阀皆处于断开位置，所以其余各路输出的流体脉冲，便经由电磁换向阀返回油箱，处于卸荷状态。凸轮转子式脉冲数字流发生装置在发出流体脉冲的同时，也发出相应的电脉冲信号，因为数字信号线中 $d_i=1$ ，所以“或”门的输出就是“1”，两个“与”门被打开，代表单个流体脉冲的电脉冲信号就可送入计算机中。计算机每接收一个电子脉冲，就从 N 中减 1，当该元件操作部分的位移达到预定位置、 N 减为零时，由计算机给出数字信号 $D=0$ ，使各位数字线都变为“0”，则固态继电器 (SSR) 失电，电磁换向阀断开，对该流体动力元件的操作就得到完成。

当进给过程需要更小的脉冲当量时，可将调节部分要求的位移量，换算为细分脉冲当量个数 N_s ，通过对细分电脉冲信号进行计数，可对流体动力元件实施更精细的控制。

很显然，对该流体动力元件所实现的操作量，恰恰就等于计算机预先要求的数字量，因此该元件也就变成为可数字化控制的流体元件。这里的流体动力元件可以是液压缸、马达等执行机构，也可以是用来控制泵、阀、马达等的参数调整机构。

如果要同时控制多个流体动力元件，计算机可输出 $D=d_{n-1}\cdots\cdots d_2d_1d_0$ 的数字信号，使其中对应这些流体动力元件的数位上的信号 $d_i=1$ ($i=0, 1\cdots n-1$)，而

其它数位上的信号为“0”，则信号为“1”的数字线使对应的固态继电器（SSR）得电，从而开启相应的电磁换向阀，就可实现对这些流体动力元件的控制。具体对各个流体动力元件控制的实施过程，与前述控制一个流体动力元件的工作过程完全相同。

本发明提出的凸轮转子式脉冲数字流发生装置，能同时生成多路的脉冲数字流，可以实现对多个工作对象的并行控制。打个比方来说，就好像计算机中的多核处理器，它是在一个处理器内配备多个执行内核，可以同时执行多个任务。脉冲数字流的发生机理由凸轮转子式的回转运动机构代替了以前诸项专利及专利申请中的活塞缸式的往复直线运动机构，是一种新型的脉冲数字流发生装置。同现有的脉冲数字流发生装置相比较，本发明有以下优点和特点：

（1）大大提高流体脉冲发生的频率，可以满足执行机构的高速运动要求，改善被控系统时间响应的快速性。

（2）具有良好的制造上的工艺性，使多路脉冲数字流的获取更加方便。事实上，只要添加一个盘形凸轮机构，就可以增多生成的脉冲数字流路数。

（3）能以并行方式对多个工作对象实现同步或异步控制，可满足复杂系统的各种工况要求，如多缸相互独立运动、多缸同步或定比运动、多缸插补运动、多缸顺序运动等等。

（4）使生成的流体脉冲的量化单位具有较高的稳恒度。

（5）实现对单个流体脉冲的细分，提高控制精度。

鉴于以上几点，凸轮转子式脉冲数字流发生装置对于实现各种流体动力元件以及整个流体系统的数字化控制，推广计算机技术在流体传动与控制领域方面的应用，构建完全的数字流体系统，将起到有力的促进作用。

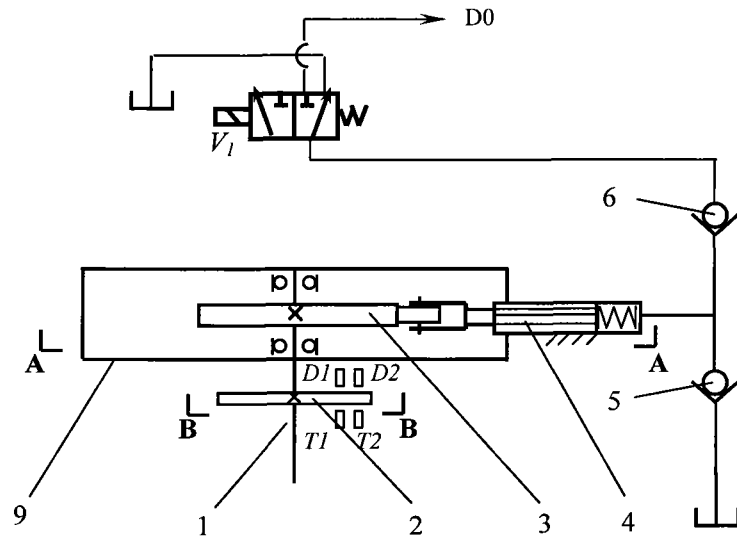


图 1

A-A

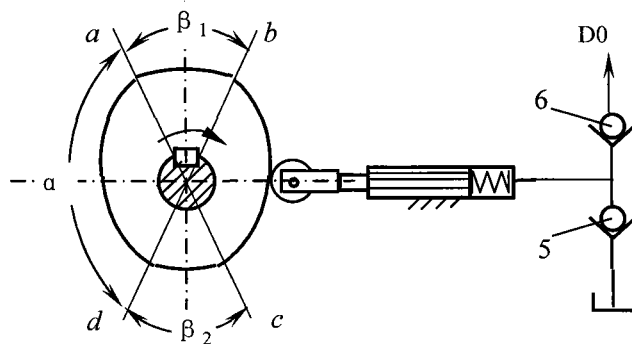


图 2

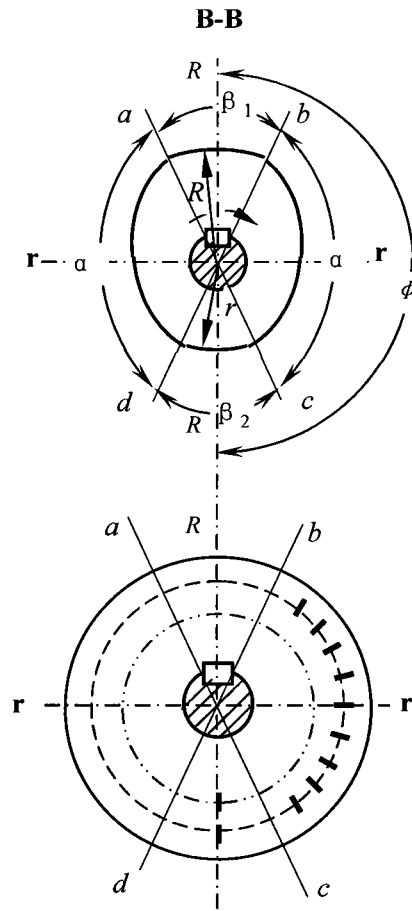


图 3

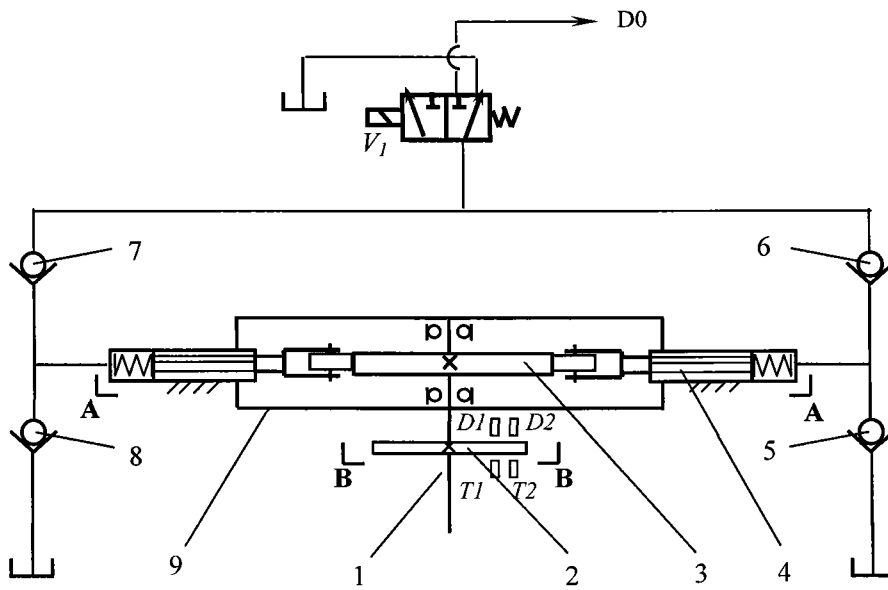


图 4

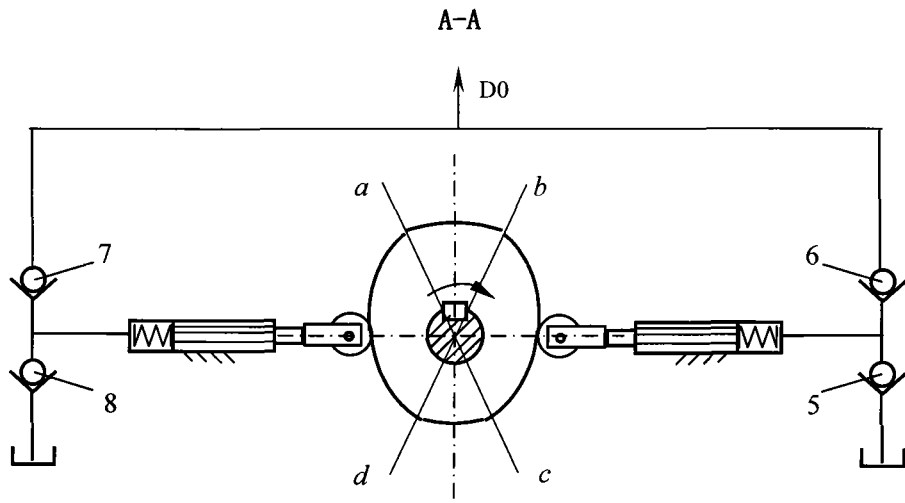


图 5

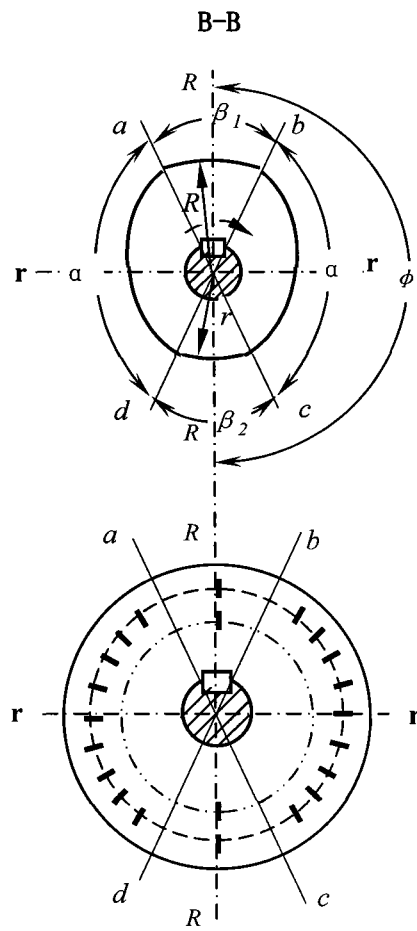


图 6

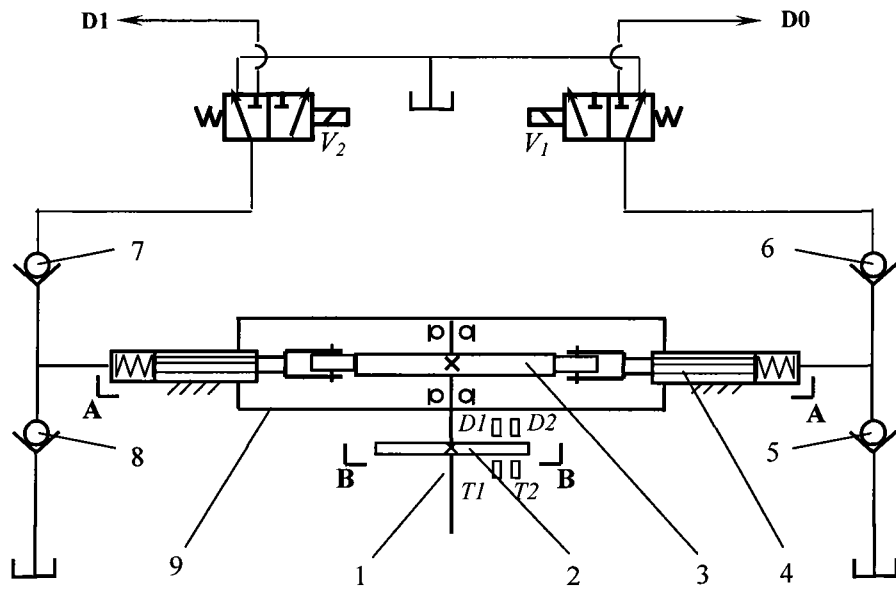


图 7

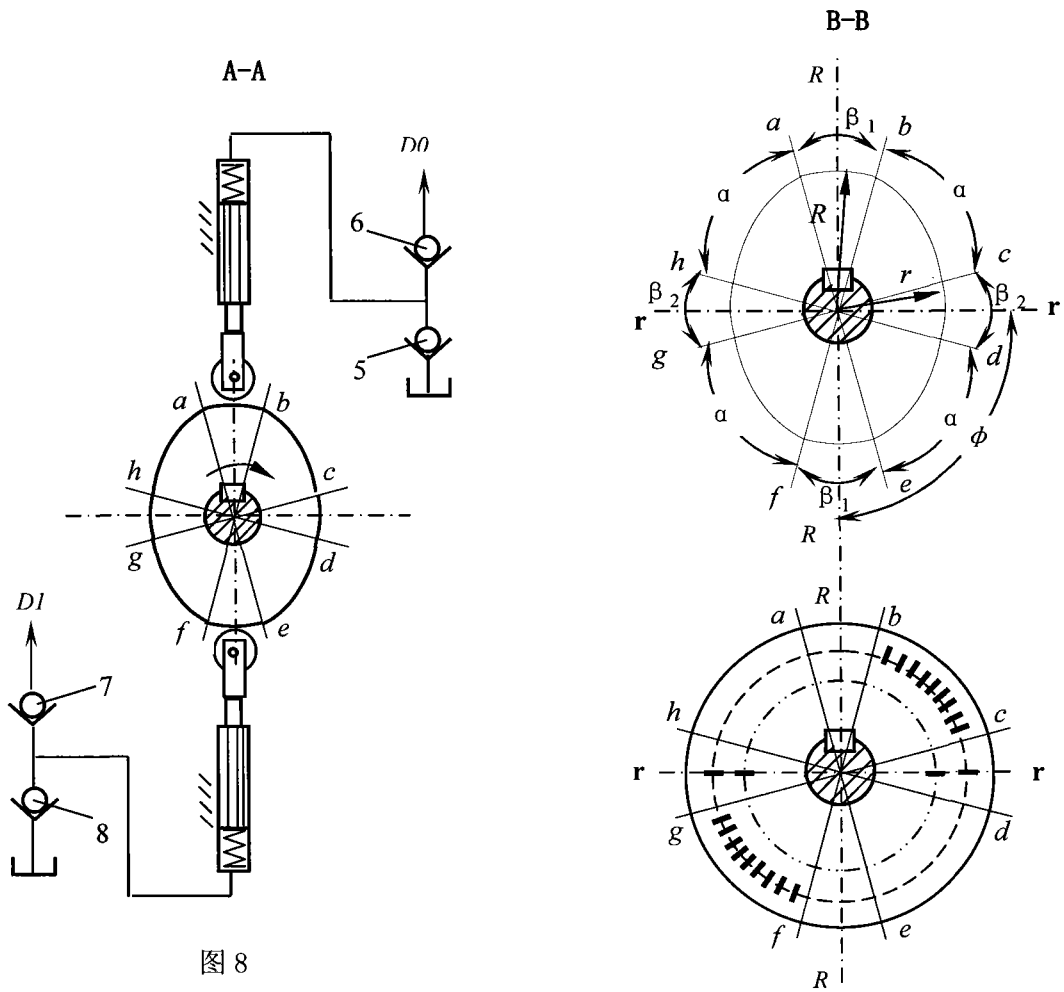


图 8

图 9

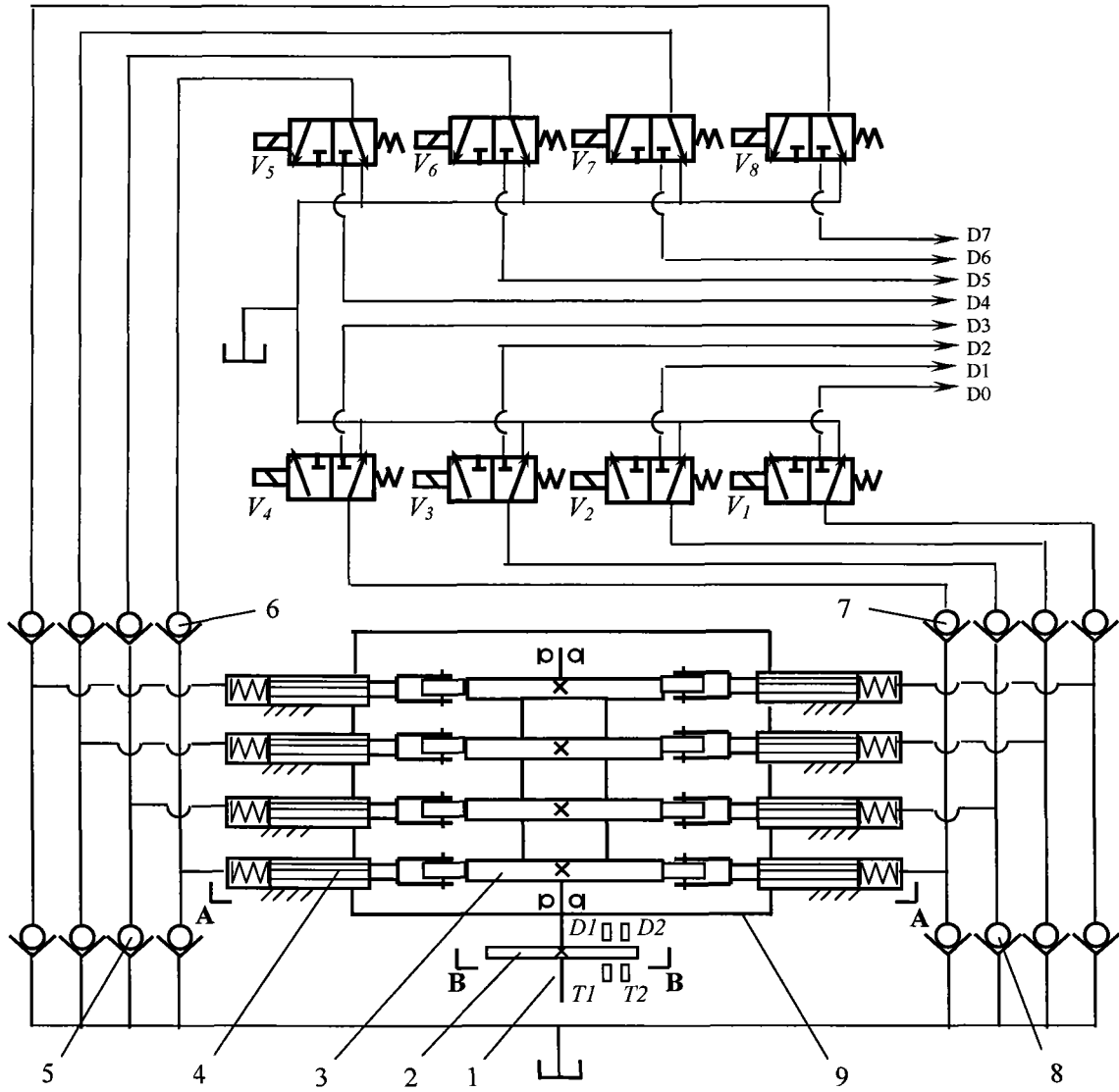


图 10

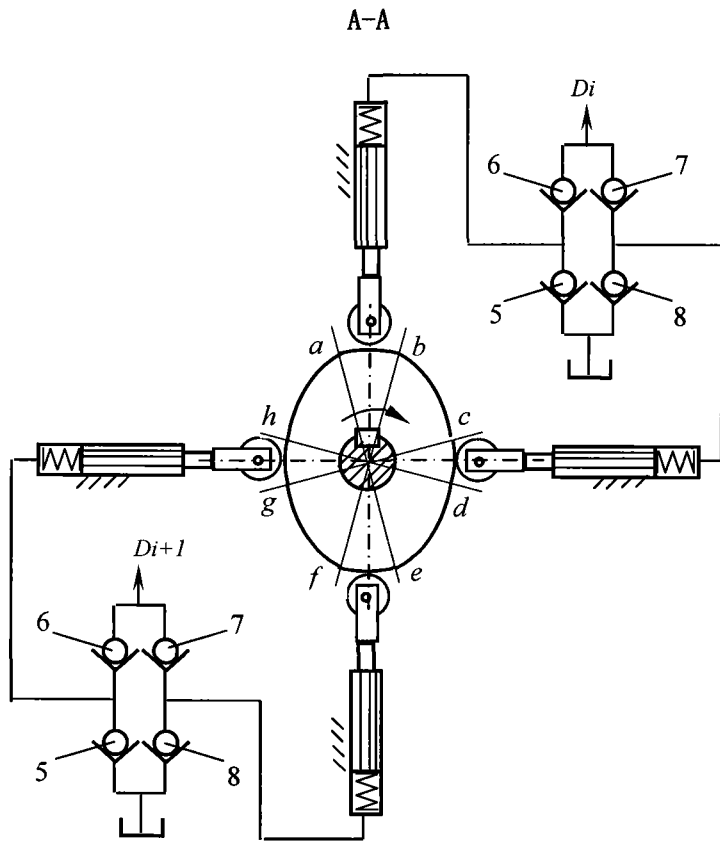


图 11

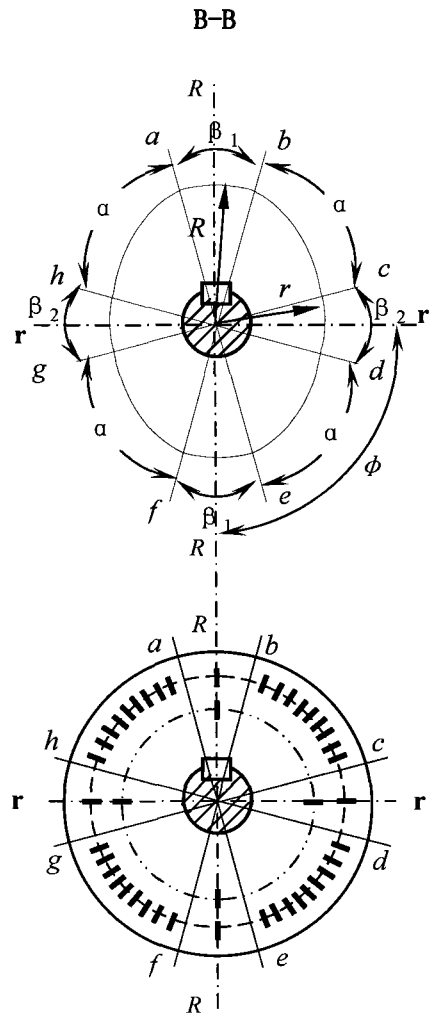


图 12

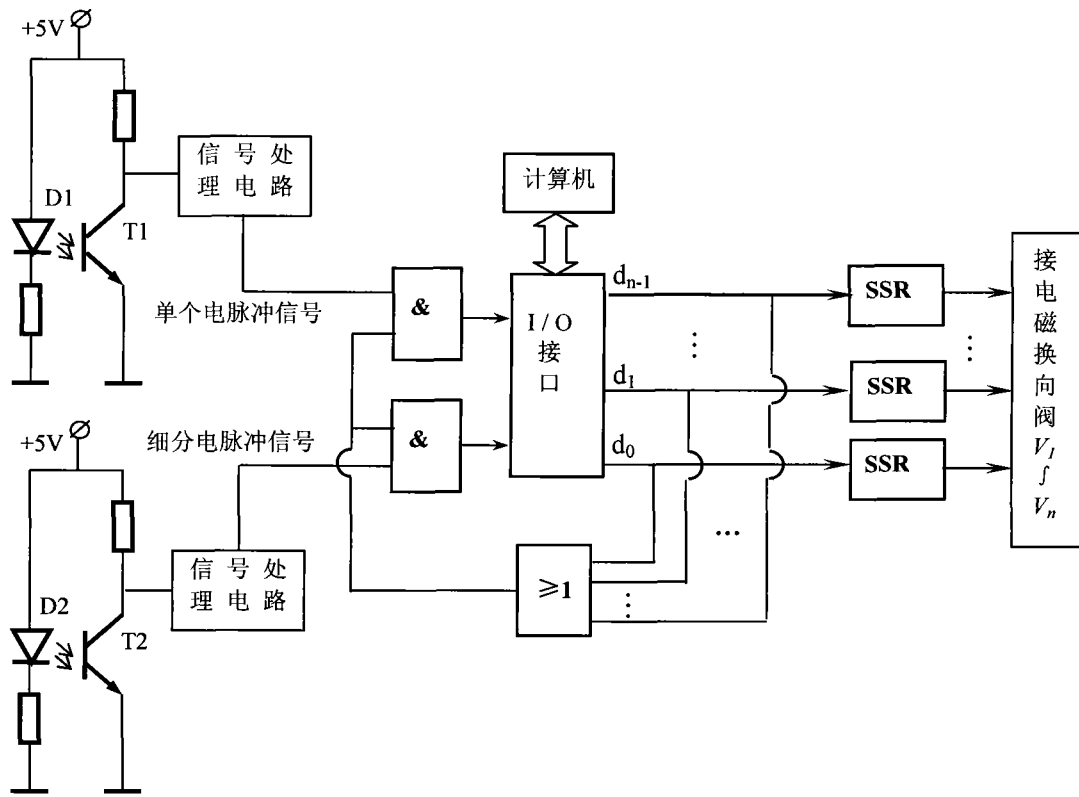


图 13

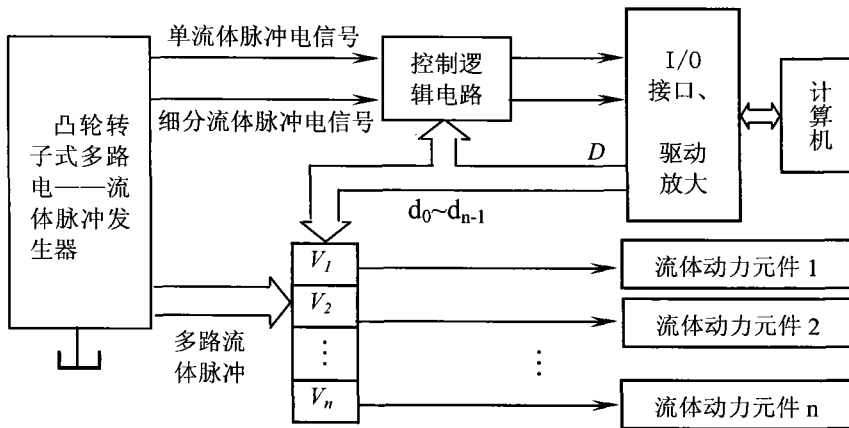


图 14