

# 气相色谱仪常用执行器——步进电机

谯应召

(青岛科技大学山东化工研究院, 山东济南 250014)

**摘要:** 气相色谱仪或者液相色谱仪硬件中, 尤其是色谱仪的自动进样器中存在较多的机械运动部件, 步进电机是色谱仪器内机械系统中的主要驱动部件。步进电机采用数字脉冲信号进行控制与传动部件和反馈部件共同工作, 实现受控物体(例如自动进样器针、样品瓶、样品管等)的位置准确和精细控制, 本文对步进电机的基本工作原理、电气驱动方式予以简单说明。

**关键词:** 气相色谱仪; 液相色谱仪; 步进电机; 数字脉冲信号

**中图分类号:** O657.7+1

**文献标识码:** B

步进电机可以将数字脉冲信号直接转换为固定数值的机械角位移, 并可以自动产生定位转矩使转轴锁定的机电转换执行装置。其结构简单、使用方便、容易控制、无位置误差的积累, 适用于低速、小功率的数字化驱动系统。现代气相色谱仪的自动进样器、柱箱门控制等部件单元中, 较多使用步进电机进行机械部件的驱动和定位。

步进电机是一种将电脉冲转换为角位移的执行器, 向其输入一个脉冲信号时, 步进电机就会按照该设定的方向移动一个确定的角度, 步进电机的旋转是以固定角度“一步一步”运行。日常生活中使用的石英表的指针就是靠一种微型的步进电机进行驱动。

目前常用的步进电机分为反应式步进电机(VR)、永磁式步进电机(PM)和混合式步进电机(HB)和单向式步进电机等。

图1为三相反应式步进电机的原理图, 定子安装有星形连接方式的A-A'\B-B'\C-C'三相绕组, 转子为磁性材料制成。

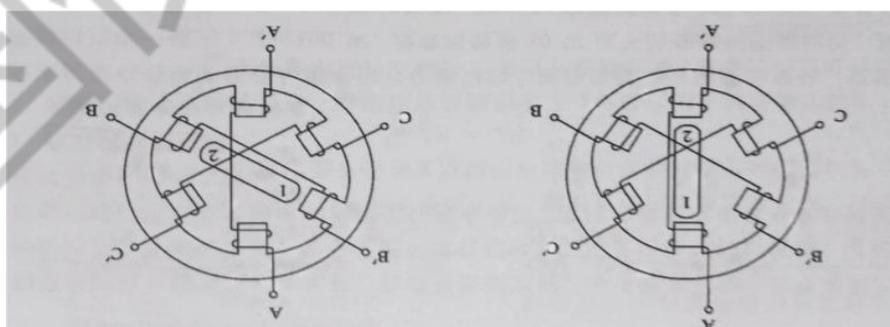


图1 三相反应式步进电机原理图

当仅有 A 相绕组供电时，气隙磁场与 A 相绕组重合，如图 1 左所示，转子受磁场作用下，旋转至与 A 相绕组轴线对齐的位置，此时转子亦具有自锁功能。如果系统由 A 相供电转换为 B 相供电，转子即旋转至与 B 绕组轴线对齐的位置，如图 1 右所示。三相绕组轮流通电，定子磁场轴线延 A-B-C 方向依次旋转  $60^\circ$ ，步进电机的转子也跟随磁场转过同样角度，该角度称为步距角。如果三相绕组通电的顺序发生改变，步进电机即可反向发生旋转。

步进电机靠转子和定子的两个磁极之间的吸引力实现转动，定子和转子的磁极事先错开一定角度，如图 2 所示。实际的步进电机可以采用增加电机相数和电路细分等辅助手段，实现步距角的进一步缩小（可以小于  $1^\circ$ ），以实现更为精密的角度位移控制。

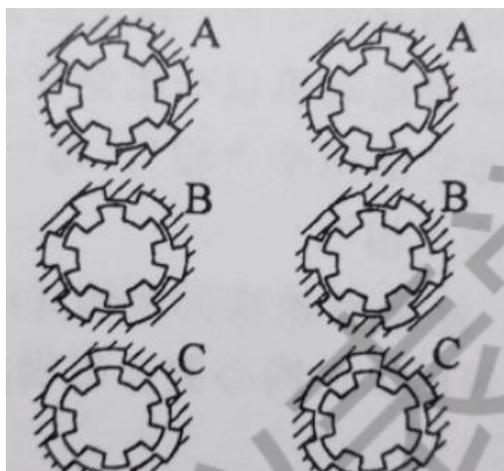


图 2 步进电机的转子和定子示意图

步进电机一般采用开环方式控制，系统向步进电机发出确定的脉冲信号，如果由于外界因素（例如负载较重）发生电机与脉冲不同步现象，电机的转动角度就会发生错误，最终造成步进电机所驱动部件的位置或者位移错误。步进电机作为仪器系统的驱动部件，一般情况下需要与位置传感器共同构成反馈系统，以实现精确可靠的机械运动控制。

自动进样器的传动螺杆、光杠、导轨等部件长期运行后会由于灰尘、油污、腐蚀等原因造成传动机构阻力较大，可能会导致步进电机驱动中的“失步”现象。

常用的位置传感器有微动开关、光电传感器、霍尔元件等，用来确定步进电机运行系统的原点或终点。光电码盘、滑动变阻器等传感器与步进电机联合使用，可以实现步进电机的更加精细和精确的运行。

## 小结

简单叙述步进电机工作原理和使用特点。