



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01104165. X

[45] 授权公告日 2004 年 3 月 31 日

[11] 授权公告号 CN 1144352C

[22] 申请日 2001.2.23 [21] 申请号 01104165. X

[71] 专利权人 北京和利时电机技术有限公司

地址 100085 北京市海淀区学清路 11 号

[72] 发明人 卢海惟 王 璐

审查员 栾爱玲

[74] 专利代理机构 北京清亦华专利事务所

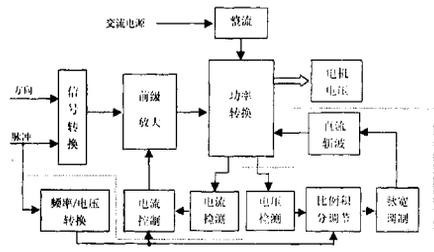
代理人 罗文群

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

[54] 发明名称 一种升频升压型步进电机的驱动方法

[57] 摘要

本发明涉及一种升频升压型步进电机的驱动方法，以克服目前升频升压控制所存在的问题，将电流控制技术与升频升压技术结合，以提高驱动器电压和电流的可控制性，从而提高驱动性能及可靠性。本方法首先将外部步进脉冲信号和方向信号转换成功率转换控制信号，将外部控步进脉冲信号的频率转换成电压信号，将由功率变换产生的电流进行检测，与电压信号进行比较及脉宽调制处理，产生电流控制信号，该信号与通电顺序控制信号共同放大合成，产生控制功率变换的信号，从而将直流电压调制成为能够控制电机的电压。本发明实现了闭环升频升压控制和升频升流控制，提高了电机控制的可靠性和灵活性。



1、一种升频升压型步进电机的驱动方法，其特征在于，该方法包括以下各步骤：

(1) 将外部电源输入的交流电压整流成为直流电压，该直流电压经功率转换后成为控制步进电机运行所需要的电压和电流；

(2) 将外部控制用的步进脉冲信号和方向信号通过信号转换生成控制步进电机通电顺序所需的方波信号，该信号经放大后成为上述第一步的功率转换所需的控制信号；

(3) 对上述第一步的用于功率转换的的直流电压进行检测、采样，形成电压反馈信号；

(4) 将外部控制用的步进脉冲信号的频率转换成电压信号，该信号用以控制功率转换的电压和电流；

(5) 将上述第三步的电压反馈信号和第四步的电压信号进行比例积分调节，形成一个电压控制信号，该信号再经脉宽调制处理，变换为占空比可变的方波脉冲信号，此信号用来控制直流斩波，进而控制用于功率变换的直流电压，保证电压跟随升频升压控制的要求而变化；

(6) 对上述第一步的由功率变换产生的电流进行检测，并通过最大值 检测处理，得到电流反馈信号，该信号与上述第四步的电压信号进行比较及脉宽调制处理，产生电流控制信号；

(7) 上述电流控制信号与上述第二步的步进电机通电顺序控制信号共同放大，两者在此进行信号合成，产生一个可以控制功率变换的信号，该信号控制功率变换，从而将直流电压调制成为能够控制电机的电压。

### 一种升频升压型步进电机的驱动方法

本发明涉及一种升频升压型步进电机的驱动方法，属混合式步进电机驱动控制技术领域。

步进电机及其驱动装置因其具有较好的定位性能和较低的成本，在经济型数控领域和其它需要准确定位的加工、制造及检测设备当中获得了广泛的应用。但是由于步进电机本身所固有的低频振动问题，使得步进电机在一些对振动及噪音有所要求的场合的应用受到限制；如何对步进电机的低频振动通过驱动控制技术进行减轻和抑制，是步进电机应用中的一个重要问题。在现有的步进电动机驱动技术当中，细分控制技术和升频升压控制技术是能够较为有效的降低步进电机低频运转时的振动和噪音的主要控制方法，前者是通过对步进电机相电流进行阶梯化正弦控制，使电机以较小的单位步距角运行（机械步距角的几分之一或几十分之一），从而降低低频振动，但此项技术实现较为复杂，特别是当电机相数较多时（如五相）不易实现且成本较高；升频升压控制技术是通过降低电机低速运行时的相绕组供电电压以降低低频振动的方法，目前升频升压控制主要是开环控制，因而存在以下主要问题：① 电压开环控制，易受供电电压波动影响；② 电机绕组电流由驱动器输出电压与绕组电阻决定，因此电流易受环境（电源电压、电机参数等）影响，导致电机发热或转矩下降；③ 由于电机电阻很小，低速运行时驱动器输出电压必须较小才能不致过电流，而过低的绕组电压使得电机的快速响应性较差；④ 驱动器适应性差，针对不同规格型号的电机须相应调整。

本发明的目的是设计一种升频升压型步进电机的驱动方法，克服目前升频升压控制所存在的上述问题，将电流控制技术与升频升压技术有机地结合，以提高驱动器电压和电流的可控制性，从而提高驱动性能及可靠性。

本发明提出的升频升压型步进电机的驱动方法，包括以下各步骤：

- 1、将外部电源输入的交流电压整流成为直流电压，该直流电压经功率转换后成为控制步进电机运行所需要的电压和电流；
- 2 将外部控制用的步进脉冲信号和方向信号通过信号转换生成控制步进电机通电顺序所需的方波信号，该信号经放大后成为上述第一步的功率转换所需的控制信号；
- 3、对上述第一步的用于功率转换的的直流电压进行检测、采样，形成电压反馈信号；
- 4、将外部控制用的步进脉冲信号的频率转换成电压信号，该信号用以控制功率转换的电压和电流；
- 5、将上述第三步的电压反馈信号和第四步的电压信号进行比例积分调节，形成一

个电压控制信号，该信号再经脉宽调制处理，变换为占空比可变的方波脉冲信号，此信号用来控制直流斩波，进而控制用于功率变换的直流电压，保证电压跟随升频升压控制的要求而变化：

6、对上述第一步的由功率变换产生的电流进行检测，并通过最大值检测处理，得到电流反馈信号，该信号与上述第四步的电压信号进行比较及脉宽调制处理，产生电流控制信号。

7、上述电流控制信号与上述第二步的步进电机通电顺序控制信号共同放大，两者在此进行信号合成，产生一个可以控制功率变换的信号，该信号控制功率变换，从而将直流电压调制成为能够控制电机的电压。

本发明改进了原有的升频升压驱动控制技术，通过采用电压反馈及比例积分调节，实现闭环升频升压控制，消除了外界环境对驱动装置输出的影响，提高了可靠性；同时，将电流闭环控制技术引入升频升压控制中，实现了升频升流控制，增加了升频升压控制的灵活性和输出电流的可控制性，提高了驱动装置的快速性能和对电机的适应性，也进一步提高了装置的可靠性。

附图说明：

图 1 为本发明方法的流程框图。

图 2 为本发明的一个实施例结构框图。

图 3 是实施例中电压闭环控制部分的电路原理图。

图 4 是实施例中电流控制部分的电路原理图。

下面结合附图详细介绍本发明的内容：

在图 2 所示的本发明的实施例中，1 是用于信号转换的环形分配器，F1 是方向信号，M1 是脉冲信号，2 和 3 是用于前级放大的功放桥前级驱动器，4 是用于功率转换的功放桥，5 是用于检测电流和电流控制的电流控制器，6 是将脉冲频率转换为电压信号的频率/电压转换器，7 是用于比例积分调节和脉宽调制的比例积分调节及电压脉宽调制器，8 是用于直流斩波的斩波管前级驱动器，9 是用于直流斩波的斩波功率管。

如图 2 所示的实施例中，由频率/电压转换器 6、比例积分调节及电压脉宽调制器 7、斩波管前级驱动器 8 构成了电压闭环控制，首先频率/电压转换器 6 将步进脉冲的频率转换为电压信号作为直流电压给定，比例积分调节及电压脉宽调制器 7 通过对直流电压的采样反馈，实现对功放桥直流电压的比例积分调节，调节器输出的脉宽调制信号通过前级驱动器控制功率管实现斩波控制；电流采样通过功放桥的下臂放置电阻完成，各相电流采样信号经过电流控制器 5 的最大值取样电路获取电流反馈值，并由此电流反馈控制功率桥的下桥臂功率管，调节各相的输出电流幅值；电流控制器 5 的电流给定信号受控于频率/电压转换器 6 的电压给定信号，使得电机电流随电机运行速度提高而提高，实现升频升流控制。

图 3 及图 4 给出了电压闭环控制部分和电流控制部分的具体实现方法。

参见图 3, IC1 为频率/电压转换集成电路, 其接收步进脉冲信号 F1 并转换为直流电压信号, 该直流电压的幅值  $V$  与接收的脉冲信号的频率  $f_{in}$  成一定的比例关系  $V=k*f_{in}$  ( $k$  为比例系数), 并作为功放桥的直流电压给定信号送入 IC2; IC2 为脉宽调制控制集成电路, 通过电阻 R5 及电容 C3 构成比例积分调节器, 实现给定信号与反馈信号 N1 的无静差反馈控制, 由 IC2 经比例积分调节产生的脉宽调制控制信号, 通过由三极管构成的前级驱动电路产生驱动功率管信号 Q1 控制功率管, 实现直流电压的斩波调节。

参见图 4, J1 为各相电流采样信号, 通过由图中所示的二极管 D1~D5 构成的取样电路取得的电流反馈信号 J2 与由频率/电压转换电路产生的电流给定信号 J3, 经过比较器 IC3 产生控制激励信号, 该信号送入同频斩波控制电路 IC5, IC5 的控制开关频率基准由振荡器 IC4 产生, IC5 在控制激励与频率基准的共同作用下产生电流控制脉宽调制信号; IC6 为信号合成电路, 将电流控制脉宽调制信号与各相的环分控制信号 J4 合成, 形成各相的下桥臂控制信号 J5, 并通过前级驱动放大控制功率管进行工作。

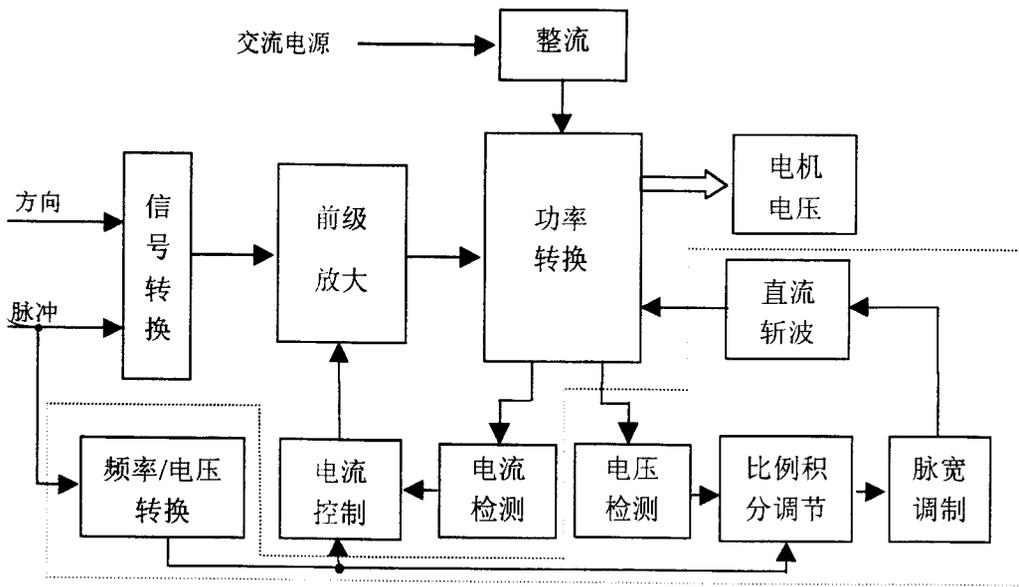


图 1

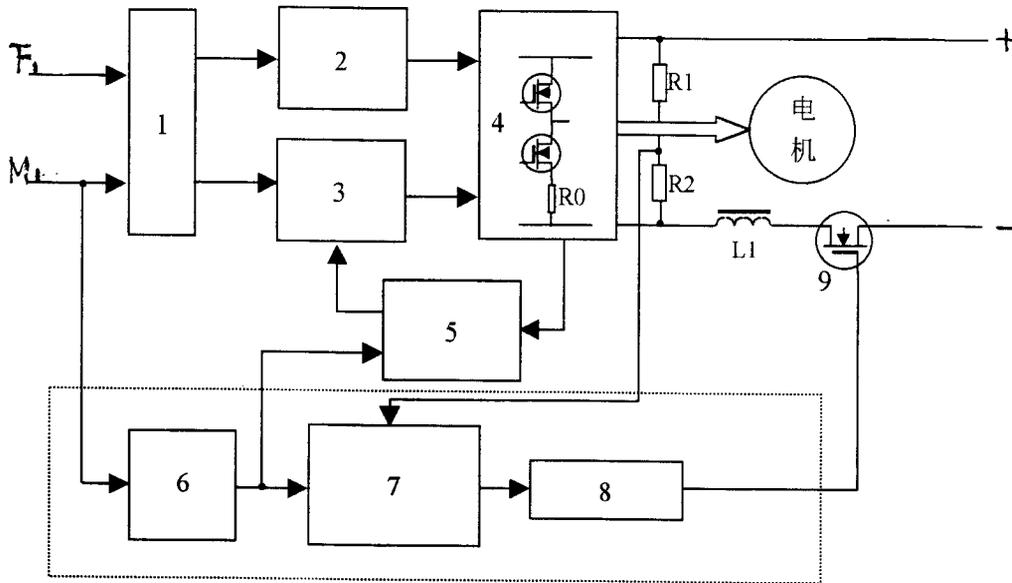


图 2

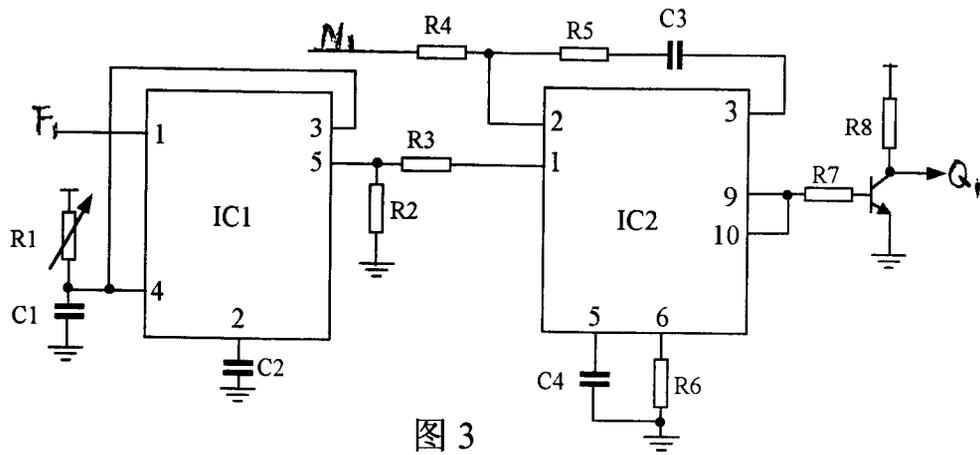


图 3

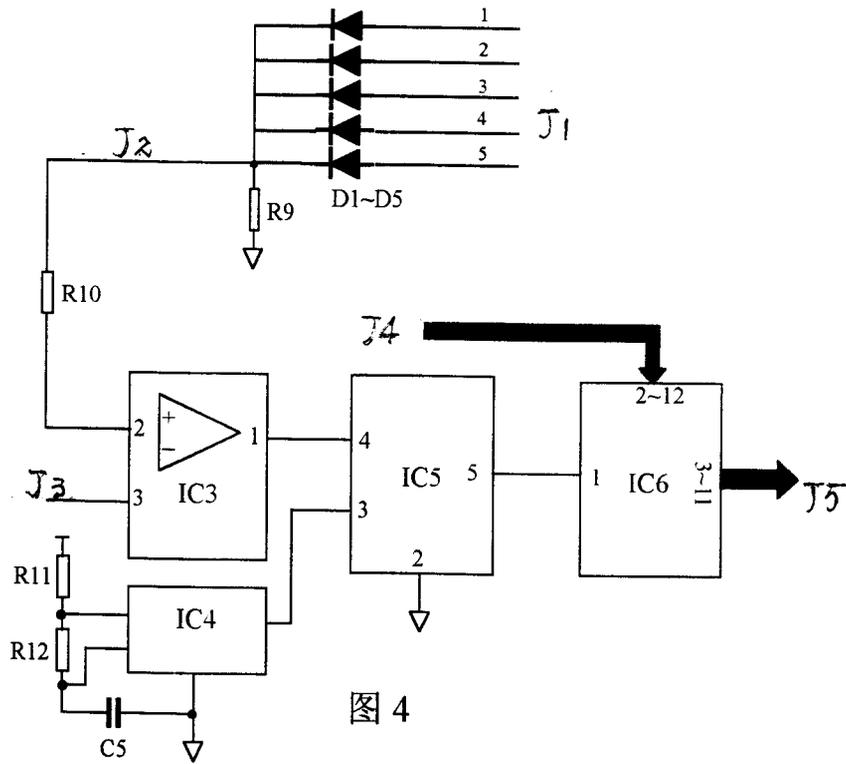


图 4