



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105675906 A

(43) 申请公布日 2016. 06. 15

(21) 申请号 201610129773. 9

(22) 申请日 2016. 03. 08

(71) 申请人 江苏仁源电气有限公司

地址 214187 江苏省无锡市惠山区洛社镇人民南路 40 号科创中心

(72) 发明人 季欣杰 孔小明 戴政

(74) 专利代理机构 无锡大扬专利事务所(普通合伙) 32248

代理人 郭晟杰

(51) Int. Cl.

G01P 3/48(2006. 01)

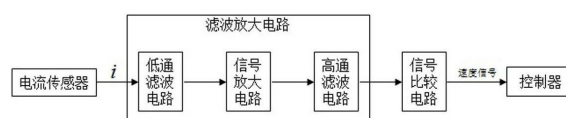
权利要求书3页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

直流有刷电机测速装置及测速方法

(57) 摘要

本发明涉及一种直流有刷电机测速装置及测速方法。该测速装置的特点是包括依次串联的电流传感器、滤波放大电路、信号比较电路和控制器。所述控制器内置逻辑运算单元。该测速方法的特点是通过电流传感器采集直流有刷电机的电流信号,再通过滤波放大电路滤除电流信号中的高频噪声、直流分量,并对信号进行放大处理,之后通过信号比较电路将电流信号的脉动成分与基准电压比较,生成一个高低交变的方波速度信号输送给控制器,最后控制器通过内置的逻辑运算单元计算速度信号的周期或频率,并结合直流有刷电机换向器中云母片的数量,通过简单的计算就可以得到对应的电机转速。该测速装置及测速方法通过简单的电路组合就能实现直流有刷电机的测速功能,无需在电机上增加额外的大型器件,成本较低,且对使用环境和电机机械结构没有限制,测定结果更加精确。



1. 直流有刷电机测速装置,其特征在于包括电流传感器、滤波放大电路、信号比较电路和控制器,且电流传感器、滤波放大电路、信号比较电路和控制器依次呈串联连接;所述控制器内置逻辑运算单元。

2. 如权利要求1所述的直流有刷电机测速装置,其特征在於所述滤波放大电路包括低通滤波电路、信号放大电路和高通滤波电路;所述低通滤波电路、信号放大电路、高通滤波电路三者呈任意先后顺序依次串联连接。

3. 如权利要求2所述的直流有刷电机测速装置,其特征在於所述低通滤波电路包括第一电阻(1),该第一电阻(1)的输入端即为所述低通滤波电路的输入端,第一电阻(1)的输出端即为所述低通滤波电路的输出端,且第一电阻(1)的输出端通过一第一电容(2)接地。

4. 如权利要求2所述的直流有刷电机测速装置,其特征在於所述信号放大电路包括第一运算放大器(4),该第一运算放大器(4)的正极输入端即为所述信号放大电路的输入端,第一运算放大器(4)的输出端即为所述信号放大电路的输出端,第一运算放大器(4)的负极输入端与输出端间并联有第二电阻(3),且第一运算放大器(4)的负极输入端通过一第三电阻(5)接地。

5. 如权利要求2所述的直流有刷电机测速装置,其特征在於所述高通滤波电路包括第二电容(6)、第三电容(7)和第二运算放大器(9),第二电容(6)的输入端即为所述高通滤波电路的输入端,第二电容(6)的输出端与第三电容(7)的输入端通过导线相连,第三电容(7)的输出端与第二运算放大器(9)的正极输入端通过导线相连,第二运算放大器(9)的输出端即为所述高通滤波电路的输出端;所述第二电容(6)的输出端与第二运算放大器(9)的输出端间通过导线相连,且该段导线上有第四电阻(8);所述第二运算放大器(9)的负极输入端与输出端间通过导线相连,第二运算放大器(9)的正极输入端通过导线连接有第五电阻(10);所述第二运算放大器(9)是双电源运算放大器或单电源运算放大器;当第二运算放大器(9)是双电源运算放大器时,所述第五电阻(10)通过导线接地;当第二运算放大器(9)是单电源运算放大器时,所述第五电阻(10)通过导线连接有基准电平电路。

6. 如权利要求1所述的直流有刷电机测速装置,其特征在於所述信号比较电路包括第三运算放大器(12),该第三运算放大器(12)的正极输入端即为所述信号比较电路的输入端,第三运算放大器(12)的输出端即为所述信号比较电路的输出端;所述第三运算放大器(12)的正极输入端与输出端间并联有第六电阻(11),第三运算放大器(12)的输出端通过一第七电阻(13)连接有供电电源(Vcc);所述第三运算放大器(12)是双电源运算放大器或单电源运算放大器;当第三运算放大器(12)是双电源运算放大器时,第三运算放大器(12)的负极输入端接地;当第三运算放大器(12)是单电源运算放大器时,第三运算放大器(12)的负极输入端通过导线连接有基准电平电路。

7. 如权利要求1所述的直流有刷电机测速装置,其特征在於所述信号比较电路包括比较器,该比较器的正极输入端即为所述信号比较电路的输入端,比较器的输出端即为所述信号比较电路的输出端;所述比较器的正极输入端与输出端间并联有第六电阻(11),比较器的输出端通过一第七电阻(13)连接有供电电源(Vcc);所述比较器是双电源比较器或单电源比较器;当比较器是双电源比较器时,比较器的负极输入端接地;当比较器是单电源比较器时,比较器的负极输入端通过导线连接有基准电平电路。

8. 如权利要求5至7中任一项所述的直流有刷电机测速装置,其特征在於所述基准电平

电路包括第九电阻(14)、第十电阻(15)、第十一电阻(18)、第五电容(16)、第六电容(19)和第四运算放大器(17);所述第九电阻(14)的输入端通过导线连接有供电电源(Vcc),第九电阻(14)的输出端与第十电阻(15)的输入端间通过导线相连,第十电阻(15)的输出端通过导线接地;所述第九电阻(14)的输出端与第四运算放大器(17)的正极输入端间通过导线相连,第四运算放大器(17)的输出端与第十一电阻(18)的输入端间通过导线相连,第十一电阻(18)的输出端与第六电容(19)的输入端间通过导线相连,第六电容(19)的输出端通过导线接地;所述第四运算放大器(17)的正极输入端与第五电容(16)的输入端相连,第五电容(16)的输出端通过导线接地;所述第四运算放大器(17)的负极输入端与输出端间通过导线相连;所述第十一电阻(18)的输出端通过导线与高通滤波电路的第五电阻(10)、信号比较电路第三运算放大器(12)的负极输入端或比较器的负极输入端相连。

9. 直流有刷电机测速方法,其特征在于包括以下步骤:

第一步,利用电流传感器采集直流有刷电机的电枢电流信号;

直流有刷电机通过电刷和换向器的接触实现运行时的换向,其换向器由换向片和绝缘用的云母片组成,换向片和云母片沿电机转子的外周间隔布置;由于云母片的存在,随着电机的旋转,电刷刷过一个换向片切换到另一个换向片时就会有间隙,相应的造成电枢电流的脉动,在电机旋转一周后则会出现固定个数的脉动;同时,在转子高速旋转的时候,电刷上不可避免的带有电弧等高频噪音,这些高频噪音会混入电枢电流中,使得电流传感器采集的电流信号的脉动波形的上下两侧出现很多不规则的毛刺;

第二步,利用滤波放大电路对电流信号进行过滤、放大处理;

所述滤波放大电路包括低通滤波电路、信号放大电路和高通滤波电路;

所述低通滤波电路能够将电流信号中的高频噪音信号滤除,即滤去电流信号脉动波形中的毛刺成分,使得该电流信号的脉动波形呈规则的锯齿形;

所述信号放大电路能够对电流信号进行放大处理;由于直流有刷电机的转子在使用时大都处于高速旋转的状态,且换向器中换向片和云母片的厚度都非常小,因此其实际的电枢电流为一个混有脉动波形的直流电流,该直流电流与电机负载的大小有关;与直流电流相比,脉动波形的振幅非常小,很难直接处理;通过信号放大电路能够将电流信号放大至适当的数值,以供后续电路使用;

所述高通滤波电路能够滤去电流信号中的直流成分,得到直流有刷电机电枢电流信号的脉动分量;直流有刷电机电枢电流中的直流分量与电机负载的大小有关,属于不确定因素,将该不确定因素滤去有利于后续电路的处理;

上述低通滤波电路、信号放大电路、高通滤波电路三者以任意先后顺序对电流信号进行过滤或放大处理;

第三步,利用信号比较电路对电枢电流信号的脉动分量进行方波处理;

通过信号比较电路将电枢电流信号的脉动分量转变成高低交变的、具有固定周期且形状为方波的速度信号;

第四步,控制器对方波的速度信号进行运算处理,并换算成直流有刷电机的旋转速度;

控制器接收经信号比较电路转换后的方波的速度信号,其内置的逻辑运算单元对该速度信号的周期或频率进行测量,该方波速度信号的周期、频率即为电枢电流的波动周期、频率;由于每一个直流有刷电机的换向器中换向片和云母片的数量都是特定的,因此逻辑运

算单元根据电枢电流的波动周期或频率,结合换向器中换向片和云母片的数量,即可换算出直流有刷电机的旋转速度。

直流有刷电机测速装置及测速方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种测试装置,具体说是针对直流有刷电机的换向器(即转子)的旋转进行测速的装置及方法。

背景技术

[0002] 直流有刷电机在工业民用行业中得到广泛地使用。为了控制直流有刷电机转速,需要先检测电机的旋转速度,然后加以控制。当前对于有刷电机的速度检测主要还是使用测速发电机、光电编码器、霍尔传感器等方法为主,用这些方法通常都需要在电机上增加额外的设备,不仅大大增加了成本,而且对使用环境和电机机械结构还有更高的要求。

发明内容

[0003] 本发明要解决的问题是提供一种直流有刷电机测速装置,该装置通过简单的电路组合就能实现测速功能,无需在电机上增加额外的大型器件,成本较低,且对使用环境和电机机械结构没有限制,测定结果更加精确。

[0004] 为解决上述问题,采取以下技术方案:

本发明的直流有刷电机测速装置的特点是包括电流传感器、滤波放大电路、信号比较电路和控制器,且电流传感器、滤波放大电路、信号比较电路和控制器依次呈串联连接。所述控制器内置逻辑运算单元。

[0005] 其中,所述滤波放大电路包括低通滤波电路、信号放大电路和高通滤波电路。所述低通滤波电路、信号放大电路、高通滤波电路三者呈任意先后顺序依次串联连接。所述低通滤波电路包括第一电阻,该第一电阻的输入端即为所述低通滤波电路的输入端,第一电阻的输出端即为所述低通滤波电路的输出端,且第一电阻的输出端通过一第一电容接地。所述信号放大电路包括第一运算放大器,该第一运算放大器的正极输入端即为所述信号放大电路的输入端,第一运算放大器的输出端即为所述信号放大电路的输出端,第一运算放大器的负极输入端与输出端间并联有第二电阻,且第一运算放大器的负极输入端通过一第三电阻接地。所述高通滤波电路包括第二电容、第三电容和第二运算放大器,第二电容的输入端即为所述高通滤波电路的输入端,第二电容的输出端与第三电容的输入端通过导线相连,第三电容的输出端与第二运算放大器的正极输入端通过导线相连,第二运算放大器的输出端即为所述高通滤波电路的输出端;所述第二电容的输出端与第二运算放大器的输出端间通过导线相连,且该段导线上有第四电阻;所述第二运算放大器的负极输入端与输出端间通过导线相连,第二运算放大器的正极输入端通过导线连接有第五电阻;所述第二运算放大器是双电源运算放大器或单电源运算放大器;当第二运算放大器是双电源运算放大器时,所述第五电阻通过导线接地;当第二运算放大器是单电源运算放大器时,所述第五电阻通过导线连接有基准电平电路。

[0006] 所述信号比较电路包括第三运算放大器,该第三运算放大器的正极输入端即为所述信号比较电路的输入端,第三运算放大器的输出端即为所述信号比较电路的输出端。所

述第三运算放大器的正极输入端与输出端间并联有第六电阻,第三运算放大器的输出端通过一第七电阻连接有供电电源。所述第三运算放大器是双电源运算放大器或单电源运算放大器。当第三运算放大器是双电源运算放大器时,第三运算放大器的负极输入端接地。当第三运算放大器是单电源运算放大器时,第三运算放大器的负极输入端通过导线连接有基准电平电路。

[0007] 或者所述信号比较电路包括比较器,该比较器的正极输入端即为所述信号比较电路的输入端,比较器的输出端即为所述信号比较电路的输出端。所述比较器的正极输入端与输出端间并联有第六电阻,比较器的输出端通过一第七电阻连接有供电电源。所述比较器是双电源比较器或单电源比较器。当比较器是双电源比较器时,比较器的负极输入端接地。当比较器是单电源比较器时,比较器的负极输入端通过导线连接有基准电平电路。

[0008] 所述基准电平电路包括第九电阻、第十电阻、第十一电阻、第五电容、第六电容和第四运算放大器。所述第九电阻的输入端通过导线连接有供电电源,第九电阻的输出端与第十电阻的输入端间通过导线相连,第十电阻的输出端通过导线接地。所述第九电阻的输出端与第四运算放大器的正极输入端间通过导线相连,第四运算放大器的输出端与第十一电阻的输入端间通过导线相连,第十一电阻的输出端与第六电容的输入端间通过导线相连,第六电容的输出端通过导线接地。所述第四运算放大器的正极输入端与第五电容的输入端相连,第五电容的输出端通过导线接地。所述第四运算放大器的负极输入端与输出端间通过导线相连。所述第十一电阻的输出端通过导线与高通滤波电路的第五电阻、信号比较电路第三运算放大器的负极输入端或比较器的负极输入端相连。

[0009] 本发明要解决的另一问题是提供一种直流有刷电机测速方法,该方法通过对直流有刷电机的电枢电流信号的采集、过滤、放大、比较,再进行周期或频率运算,能够精确的测定直流有刷电机的旋转速度。

[0010] 为解决上述问题,采取以下技术方案:

本发明的直流有刷电机测速方法的特点在于包括以下步骤:

第一步,利用电流传感器采集直流有刷电机的电枢电流信号。

[0011] 直流有刷电机通过电刷和换向器的接触实现运行时的换向,其换向器由换向片和绝缘用的云母片组成,换向片和云母片沿电机转子的外周间隔布置;由于云母片的存在,随着电机的旋转,电刷刷过一个换向片切换到另一个换向片时就会有间隙,相应的造成电枢电流的脉动,在电机旋转一周后则会出现固定个数的脉动;同时,在转子高速旋转的时候,电刷上不可避免的带有电弧等高频噪音,这些高频噪音会混入电枢电流中,使得电流传感器采集的电流信号的脉动波形的上下两侧出现很多不规则的毛刺。

[0012] 第二步,利用滤波放大电路对电流信号进行过滤、放大处理。

[0013] 所述滤波放大电路包括低通滤波电路、信号放大电路和高通滤波电路。

[0014] 所述低通滤波电路能够将电流信号中的高频噪音信号滤除,即滤去电流信号脉动波形中的毛刺成分,使得该电流信号的脉动波形呈规则的锯齿形。

[0015] 所述信号放大电路能够对电流信号进行放大处理。由于直流有刷电机的转子在使用时大都处于高速旋转的状态,且换向器中换向片和云母片的厚度都非常小,因此其实际的电枢电流为一个混有脉动波形的直流电流,该直流电流与电机负载的大小有关。与直流电流相比,脉动波形的振幅非常小,很难直接处理。通过信号放大电路能够将电流信号放大

至适当的数值,以供后级电路使用。

[0016] 所述高通滤波电路能够滤去电流信号中的直流成分,得到直流有刷电机电枢电流信号的脉动分量。直流有刷电机电枢电流中的直流分量与电机负载的大小有关,属于不确定因素,将该不确定因素滤去有利于后级电路的处理。

[0017] 上述低通滤波电路、信号放大电路、高通滤波电路三者以任意先后顺序对电流信号进行过滤或放大处理。

[0018] 第三步,利用信号比较电路对电枢电流信号的脉动分量进行方波处理。

[0019] 通过信号比较电路将电枢电流信号的脉动分量转变成高低交变的、具有固定周期且形状为方波的速度信号。

[0020] 第四步,控制器对方波的速度信号进行运算处理,并换算成直流有刷电机的旋转速度。

[0021] 控制器接收经信号比较电路转换后的方波的速度信号,其内置的逻辑运算单元对该速度信号的周期或频率进行测量,该方波速度信号的周期、频率即为电枢电流的波动周期、频率。由于每一个直流有刷电机的换向器中换向片和云母片的数量都是特定的,因此逻辑运算单元根据电枢电流的波动周期或频率,结合换向器中换向片和云母片的数量,即可换算出直流有刷电机的旋转速度。

[0022] 采取上述方案,具有以下优点:

本发明的直流有刷电机测速装置包括电流传感器、滤波放大电路、信号比较电路和控制器,且电流传感器、滤波放大电路、信号比较电路和控制器依次呈串联连接,且控制器内置逻辑运算单元。在直流有刷电机中,换向片之间间隔着起绝缘作用的云母片,所以电机电枢电流的波形中,除了与负载大小有关的直流成分外,还存在微小的周期性的脉动成分。这个脉动成分的周期与电机的旋转速度有关,而云母片的数量又与电枢电流的脉动数相对应。利用该装置对直流有刷电机进行测速的方法是:首先,利用电流传感器感应直流有刷电机的电流信号;然后,利用滤波放大电路滤去电流信号中的高频噪声、直流分量,并对电流信号进行放大处理,得到前述直流有刷电机电枢电流的脉动分量;接着,将该脉动分量输入到信号比较电路中,生成一个高低交变的形状为方波的速度信号,速度信号的方波频率或周期与电机转速成比例关系;最后,控制器内置的逻辑运算单元可以方便地检测方波的频率或周期,结合电机换向器中云母片的数量,通过简单的计算就可以得到对应的电机转速。由此可知,本发明通过简单的电路配合就可以实现直流有刷电机的测速功能,且其测定结果非常精确,能够更好的对电机转速进行测量控制。同时,该装置结构简单,无需在电机上增加额外的大型器件,成本较低,而且对使用环境和电机机械结构也没有限制。

附图说明

[0023] 图1是本发明的直流有刷电机测速装置的原理图;

图2是对图1细化后的实施例一的电路结构示意图;

图3是对图1细化后的实施例二的电路结构示意图;

图4是电流传感器采集到的直流有刷电机的电枢电流信号的波形图;

图5是电流信号经低通滤波电路过滤后的波形图;

图6是电流信号经信号放大电路放大后的波形图;

图7是电流信号经含有双电源运算放大器的高通滤波电路过滤后的波形图；
图8是电流信号经含有单电源运算放大器的高通滤波电路过滤后的波形图；
图9是电流信号经信号比较电路处理后的速度信号波形图。

具体实施方式

[0024] 以下结合附图对本发明做进一步详细描述。

[0025] 实施例一

如图1和图2所示,本发明的直流有刷电机测速装置包括电流传感器、滤波放大电路、信号比较电路和控制器,且电流传感器、滤波放大电路、信号比较电路和控制器依次呈串联连接。所述控制器内置逻辑运算单元。

[0026] 所述滤波放大电路包括低通滤波电路、信号放大电路和高通滤波电路。

[0027] 所述低通滤波电路包括第一电阻1,该第一电阻1的输入端即为所述低通滤波电路的输入端,第一电阻1的输出端即为所述低通滤波电路的输出端,且第一电阻1的输出端通过一第一电容2接地。

[0028] 所述信号放大电路包括第一运算放大器4,该第一运算放大器4的正极输入端即为所述信号放大电路的输入端,第一运算放大器4的输出端即为所述信号放大电路的输出端,第一运算放大器4的负极输入端与输出端间并联有第二电阻3,且第一运算放大器4的负极输入端通过一第三电阻5接地。

[0029] 所述高通滤波电路包括第二电容6、第三电容7和第二运算放大器9,第二电容6的输入端即为所述高通滤波电路的输入端,第二电容6的输出端与第三电容7的输入端通过导线相连,第三电容7的输出端与第二运算放大器9的正极输入端通过导线相连,第二运算放大器9的输出端即为所述高通滤波电路的输出端。所述第二电容6的输出端与第二运算放大器9的输出端间通过导线相连,且该段导线上有第四电阻8。所述第二运算放大器9的负极输入端与输出端间通过导线相连,第二运算放大器9的正极输入端通过导线连接有第五电阻10。所述第二运算放大器9是双电源运算放大器,所述第五电阻10通过导线接地。

[0030] 低通滤波电路能够滤去电流信号中的高频噪声;信号放大电路能够将电流信号放大至适当的数值以供后续电路使用;高通滤波电路能够滤去电流信号中的直流成分,得到直流有刷电机电枢电流的脉动分量。这三组电路对电流信号的处理作用是各自独立的,它们之间不存在相互的协同作用。因此,低通滤波电路、信号放大电路、高通滤波电路三者可以呈任意先后顺序依次串联连接。即三者的串联顺序可以是:低通滤波电路→信号放大电路→高通滤波电路,或低通滤波电路→高通滤波电路→信号放大电路,或信号放大电路→低通滤波电路→高通滤波电路,或信号放大电路→高通滤波电路→低通滤波电路,或高通滤波电路→低通滤波电路→信号放大电路,或高通滤波电路→信号放大电路→低通滤波电路。本实施例中是采用低通滤波电路、信号放大电路、高通滤波电路依次串联的顺序来构成所述滤波放大电路的。同时,为了提高滤波放大电路对电流信号的过滤作用,可以根据不同场合的具体情况和要求,对三种电路进行重复设置。如当电流信号中的高频噪声干扰较多时,可在串联电路中增加设置一组以上的低通滤波电路;当电流信号中脉动分量的波动幅度较小时,可在串联电路中增加设置一组以上的信号放大电路;当电流信号中的直流成分数值较高时,可在串联电路中增加设置一组以上的高通滤波电路。如图2所示,本实施例的

滤波放大电路在高通滤波电路的输出端再次接入了一组低通滤波电路,其目的是为了进一步滤去电流信号中残留的高频噪声,同时还可滤去由前级电路产生的高频噪声,以达到更好的效果。

[0031] 所述信号比较电路包括第三运算放大器12,该第三运算放大器12的正极输入端即为所述信号比较电路的输入端,第三运算放大器12的输出端即为所述信号比较电路的输出端。所述第三运算放大器12的正极输入端与输出端间并联有第六电阻11,第三运算放大器12的输出端通过一第七电阻13连接有供电电源Vcc。所述第三运算放大器12是双电源运算放大器,第三运算放大器12的负极输入端接地。

[0032] 图2中,i_in为电流传感器输入端口,低通滤波电路使用了简单的电阻和电容组成,按需要也可采用运放单元组成低通滤波电路;信号放大电路使用运放电路构成;高通滤波电路由运放电路构成;信号比较电路通过电机电枢电流的脉动成分与基准电压比较,生成一个高低交变的方波速度信号f_Motor(如图9所示),并输送给控制器;控制器通过内置的逻辑运算单元计算速度信号的周期或频率。由于直流有刷电机电枢电流信号中脉动分量的脉动数与换向器中云母片的数量是对应的,即信号比较电路生成的速度信号的方波频率或周期与电机转速成比例关系,其比例值与云母片数量对应。因此,控制器结合速度信号的周期或频率,以及直流有刷电机换向器中云母片的数量,通过简单的计算就可以得到对应的电机转速。

[0033] 电机转速与方波速度信号f_Motor的关系按下式计算:

$$rpm = \frac{60 \times f_{motor}}{K}$$

式中,rpm为电机转速,f_motor为测速电路输出的方波速度信号的频率,K为直流有刷电机换向器云母片数。

[0034] 实施例二

如图1和图3所示,本发明的直流有刷电机测速装置包括电流传感器、滤波放大电路、信号比较电路和控制器,且电流传感器、滤波放大电路、信号比较电路和控制器依次呈串联连接。所述控制器内置逻辑运算单元。

[0035] 所述滤波放大电路包括低通滤波电路、信号放大电路和高通滤波电路。

[0036] 所述低通滤波电路包括第一电阻1,该第一电阻1的输入端即为所述低通滤波电路的输入端,第一电阻1的输出端即为所述低通滤波电路的输出端,且第一电阻1的输出端通过一第一电容2接地。

[0037] 所述信号放大电路包括第一运算放大器4,该第一运算放大器4的正极输入端即为所述信号放大电路的输入端,第一运算放大器4的输出端即为所述信号放大电路的输出端,第一运算放大器4的负极输入端与输出端间并联有第二电阻3,且第一运算放大器4的负极输入端通过一第三电阻5接地。

[0038] 所述高通滤波电路包括第二电容6、第三电容7和第二运算放大器9,第二电容6的输入端即为所述高通滤波电路的输入端,第二电容6的输出端与第三电容7的输入端通过导线相连,第三电容7的输出端与第二运算放大器9的正极输入端通过导线相连,第二运算放大器9的输出端即为所述高通滤波电路的输出端。所述第二电容6的输出端与第二运算放大器9的输出端间通过导线相连,且该段导线上有第四电阻8。所述第二运算放大器9的负极输

入端与输出端间通过导线相连,第二运算放大器9的正极输入端通过导线连接有第五电阻10。所述第二运算放大器9是单电源运算放大器,所述第五电阻10通过导线连接有基准电平电路。

[0039] 低通滤波电路能够滤去电流信号中的高频噪声;信号放大电路能够将电流信号放大至适当的数值以供后级电路使用;高通滤波电路能够滤去电流信号中的直流成分,得到直流有刷电机电枢电流的脉动分量。这三组电路对电流信号的处理作用是各自独立的,它们之间不存在相互的协同作用。因此,低通滤波电路、信号放大电路、高通滤波电路三者可以呈任意先后顺序依次串联连接。即三者的串联顺序可以是:低通滤波电路→信号放大电路→高通滤波电路,或低通滤波电路→高通滤波电路→信号放大电路,或信号放大电路→低通滤波电路→高通滤波电路,或信号放大电路→高通滤波电路→低通滤波电路,或高通滤波电路→低通滤波电路→信号放大电路,或高通滤波电路→信号放大电路→低通滤波电路。本实施例中是采用低通滤波电路、信号放大电路、高通滤波电路依次串联的顺序来构成所述滤波放大电路的。同时,为了提高滤波放大电路对电流信号的过滤作用,可以根据不同场合的具体情况和要求,对三种电路进行重复设置。如当电流信号中的高频噪声干扰较多时,可在串联电路中增加设置一组以上的低通滤波电路;当电流信号中脉动分量的波动幅度较小时,可在串联电路中增加设置一组以上的信号放大电路;当电流信号中的直流成分数值较高时,可在串联电路中增加设置一组以上的高通滤波电路。如图3所示,本实施例的滤波放大电路在高通滤波电路的输出端再次接入了一组低通滤波电路,其目的是为了进一步滤去电流信号中残留的高频噪声,同时还可滤去由前级电路产生的高频噪声,以达到更好的效果。

[0040] 所述信号比较电路包括第三运算放大器12,该第三运算放大器12的正极输入端即为所述信号比较电路的输入端,第三运算放大器12的输出端即为所述信号比较电路的输出端。所述第三运算放大器12的正极输入端与输出端间并联有第六电阻11,第三运算放大器12的输出端通过一第七电阻13连接有供电电源Vcc。所述第三运算放大器12是单电源运算放大器,第三运算放大器12的负极输入端通过导线连接有基准电平电路。

[0041] 所述基准电平电路包括第九电阻14、第十电阻15、第十一电阻18、第五电容16、第六电容19和第四运算放大器17。所述第九电阻14的输入端通过导线连接有供电电源Vcc,第九电阻14的输出端与第十电阻15的输入端间通过导线相连,第十电阻15的输出端通过导线接地。所述第九电阻14的输出端与第四运算放大器17的正极输入端间通过导线相连,第四运算放大器17的输出端与第十一电阻18的输入端间通过导线相连,第十一电阻18的输出端与第六电容19的输入端间通过导线相连,第六电容19的输出端通过导线接地。所述第四运算放大器17的正极输入端与第五电容16的输入端相连,第五电容16的输出端通过导线接地。所述第四运算放大器17的负极输入端与输出端间通过导线相连。所述第十一电阻18的输出端通过导线与高通滤波电路的第五电阻10、信号比较电路第三运算放大器12的负极输入端或比较器的负极输入端相连。

[0042] 本实施例是为了节约成本,将实施例一中高通滤波电路、信号比较电路的具有正电压电源和负电压电源的双电源运算放大器替换为单电源运算放大器,即第二运算放大器9和第三运算放大器12均采用单电源运算放大器,此时就需要在高通滤波电路和信号比较电路上接入基准电平电路。基准电平电路能够输出一个恒定的中间电平,将高通滤波电路

的基准电平输出上抬至单电源运算放大器可正常工作的电平。

[0043] 图3所示的测速装置的电路构成与图2大致相同,其工作原理也基本相同,此处不再详细说明。

[0044] 上述两个实施例中,信号比较电路中的第三运算放大器12均可以采用比较器来替代,其电路符号及工作原理均与运算放大器相同,在本发明中的连接关系也与第三运算放大器12相同。即所述信号比较电路包括比较器,该比较器的正极输入端即为所述信号比较电路的输入端,比较器的输出端即为所述信号比较电路的输出端。所述比较器的正极输入端与输出端间并联有第六电阻11,比较器的输出端通过一第七电阻13连接有供电电源Vcc。所述比较器是双电源比较器或单电源比较器。当比较器是双电源比较器时,比较器的负极输入端接地。当比较器是单电源比较器时,比较器的负极输入端通过导线连接有基准电平电路。

[0045] 利用本发明的直流有刷电机测速装置测定电机转速的方法包括以下步骤:

第一步,利用电流传感器采集直流有刷电机的电枢电流信号。

[0046] 直流有刷电机通过电刷和换向器的接触实现运行时的换向,其换向器由换向片和绝缘用的云母片组成,换向片和云母片沿电机转子的外周间隔布置。由于云母片的存在,随着电机的旋转,电刷刷过一个换向片切换到另一个换向片时就会有间隙,相应的造成电枢电流的脉动,在电机旋转一周后则会出现固定个数的脉动。同时,在转子高速旋转的时候,电刷上不可避免的带有电弧等高频噪音,这些高频噪音会混入电枢电流中,使得电流传感器采集的电流信号的脉动波形的上下两侧出现很多不规则的毛刺。

[0047] 电流传感器采集到的直流有刷电机的电枢电流信号如图4所示。

[0048] 第二步,利用滤波放大电路对电流信号进行过滤、放大处理。

[0049] 所述滤波放大电路包括低通滤波电路、信号放大电路和高通滤波电路。

[0050] 所述低通滤波电路能够将电流信号中的高频噪音信号滤除,即滤去电流信号脉动波形中的毛刺成分,使得该电流信号的脉动波形呈规则的锯齿形。

[0051] 经低通滤波电路过滤后的电流信号波形如图5所示。

[0052] 所述信号放大电路能够对电流信号进行放大处理。由于直流有刷电机的转子在使用时大都处于高速旋转的状态,且换向器中换向片和云母片的厚度都非常小,因此其实际的电枢电流为一个混有脉动波形的直流电流,该直流电流与电机负载的大小有关。与直流电流相比,脉动波形的振幅非常小,很难直接处理。通过信号放大电路能够将电流信号放大至适当的数值,以供后级电路使用。

[0053] 经信号放大电路放大后的电流信号波形如图6所示。

[0054] 所述高通滤波电路能够滤去电流信号中的直流成分,得到直流有刷电机电枢电流信号的脉动分量。直流有刷电机电枢电流中的直流分量与电机负载的大小有关,属于不确定因素,将该不确定因素滤去有利于后级电路的处理。

[0055] 经含有双电源运算放大器的高通滤波电路过滤后的电流信号波形如图7所示,经含有单电源运算放大器的高通滤波电路过滤后的电流信号波形如图8所示。

[0056] 上述低通滤波电路、信号放大电路、高通滤波电路对电流信号的处理作用都是各自独立的,它们之间不存在相互的协同作用。因此,低通滤波电路、信号放大电路、高通滤波电路三者以任意先后顺序对电流信号进行过滤或放大处理均可。即可以是电流信号先经过

低通滤波电路,再经过信号放大电路,最后经过高通滤波电路处理;或者电流信号先经过低通滤波电路,再经过高通滤波电路,最后经过信号放大电路处理;或者电流信号先经过信号放大电路,再经过低通滤波电路,最后经过高通滤波电路处理;或者电流信号先经过信号放大电路,再经过高通滤波电路,最后经过低通滤波电路处理;或者电流信号先经过高通滤波电路,再经过低通滤波电路,最后经过信号放大电路处理;或者电流信号先经过高通滤波电路,再经过信号放大电路,最后经过低通滤波电路处理。本实施例的方法是将电流信号先经过低通滤波电路滤除高频噪声,再经过信号放大电路放大,最后经过高通滤波电路滤去直流分量。

[0057] 第三步,利用信号比较电路对电枢电流信号的脉动分量进行方波处理。

[0058] 通过信号比较电路将电枢电流信号的脉动分量转变成高低交变的、具有固定周期且形状为方波的速度信号。

[0059] 电流信号经信号比较电路处理后的速度信号波形如图9所示。

[0060] 第四步,控制器对方波的速度信号进行运算处理,并换算成直流有刷电机的旋转速度。

[0061] 控制器接收经信号比较电路转换后的方波的速度信号,其内置的逻辑运算单元对该速度信号的周期或频率进行测量,该方波速度信号的周期、频率即为电枢电流的波动周期、频率。由于每一个直流有刷电机的换向器中换向片和云母片的数量都是特定的,因此逻辑运算单元根据电枢电流的波动周期或频率,结合换向器中换向片和云母片的数量,即可换算出直流有刷电机的旋转速度。

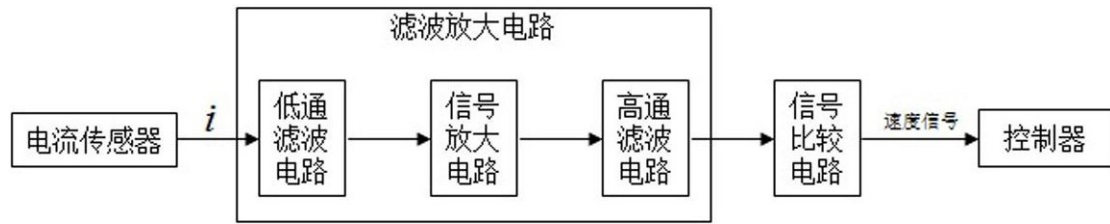


图1

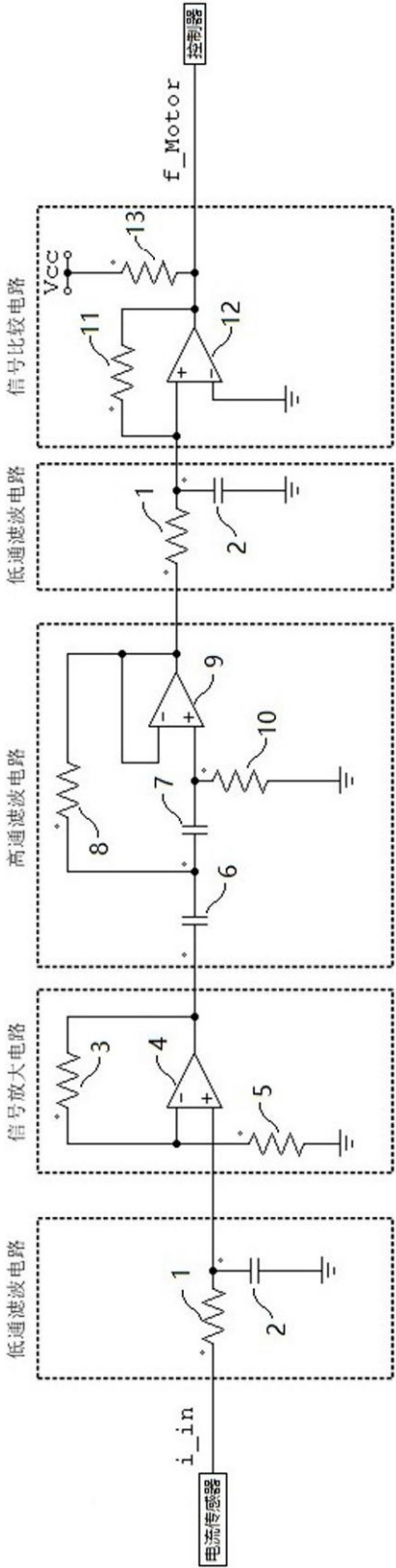


图2

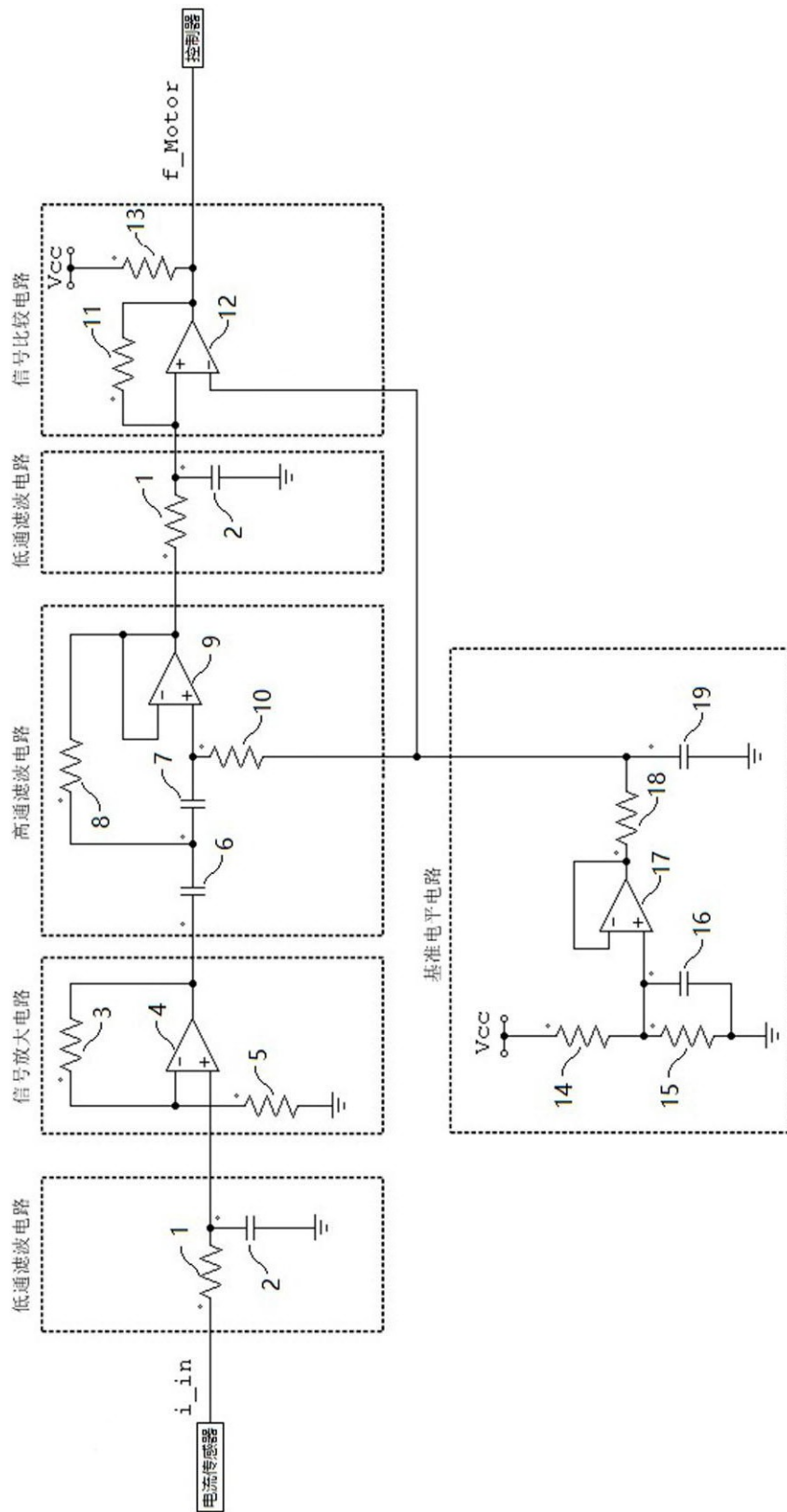


图3

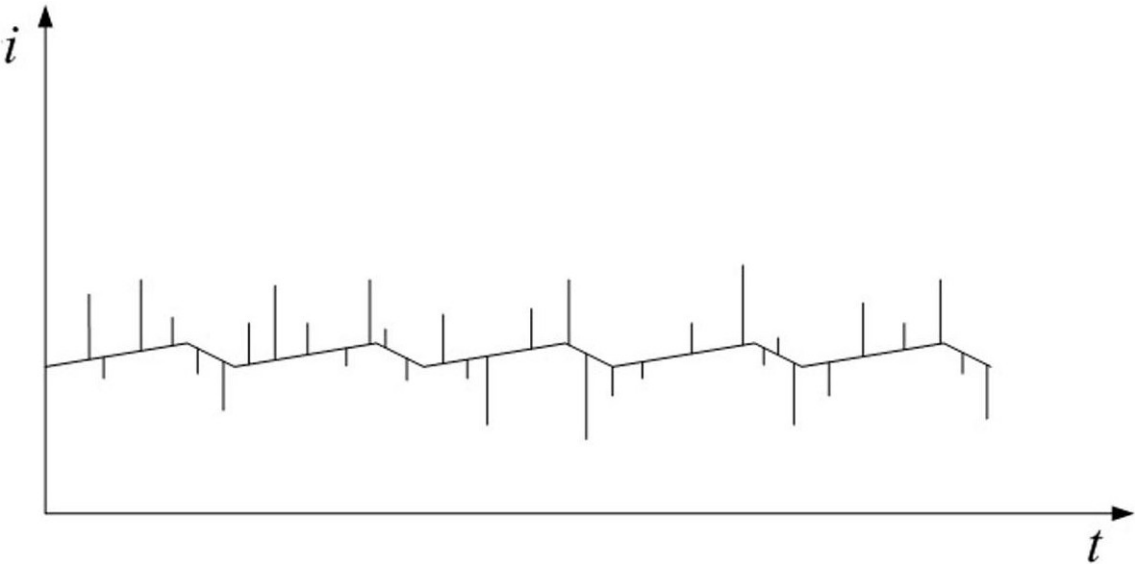


图4

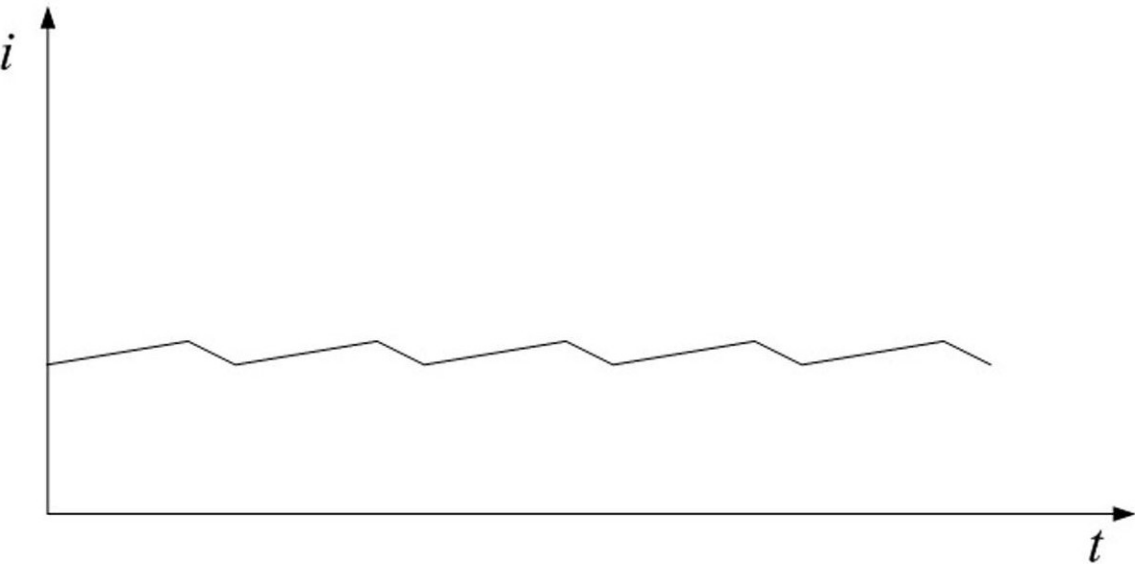


图5



图6

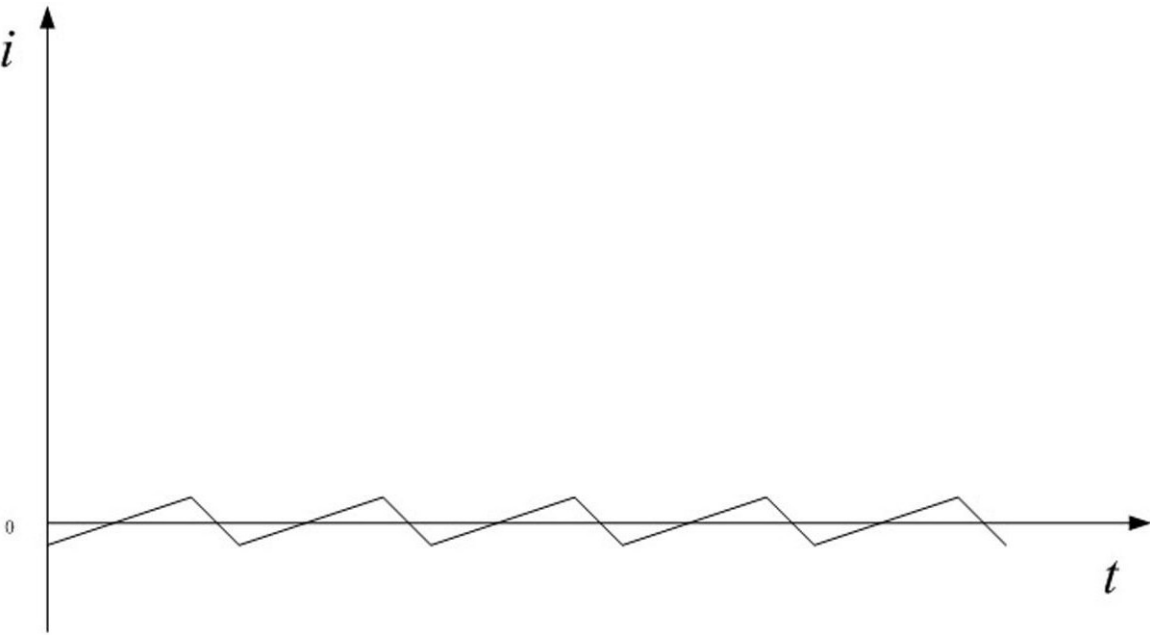


图7

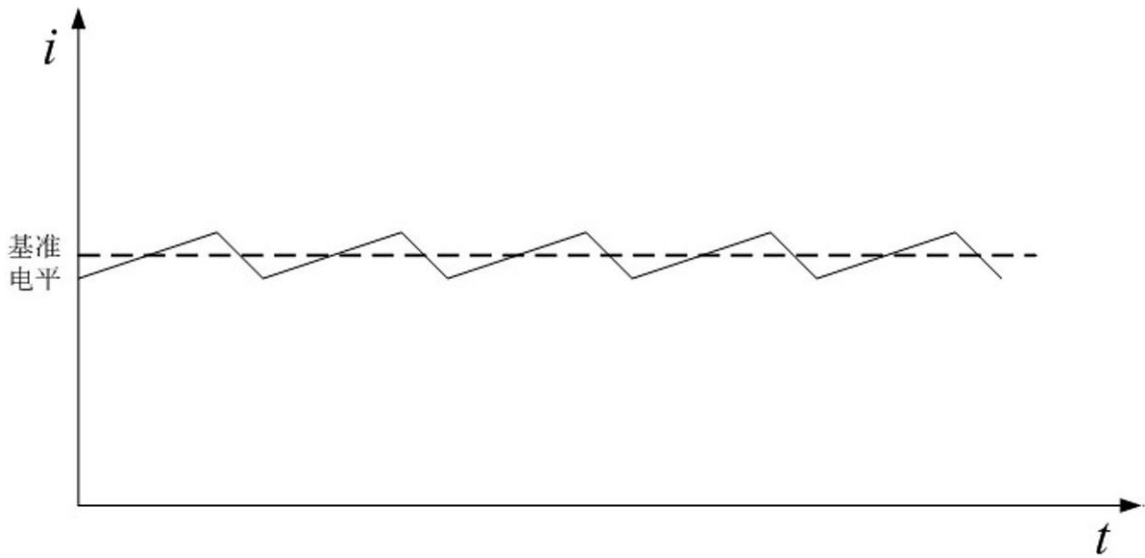


图8

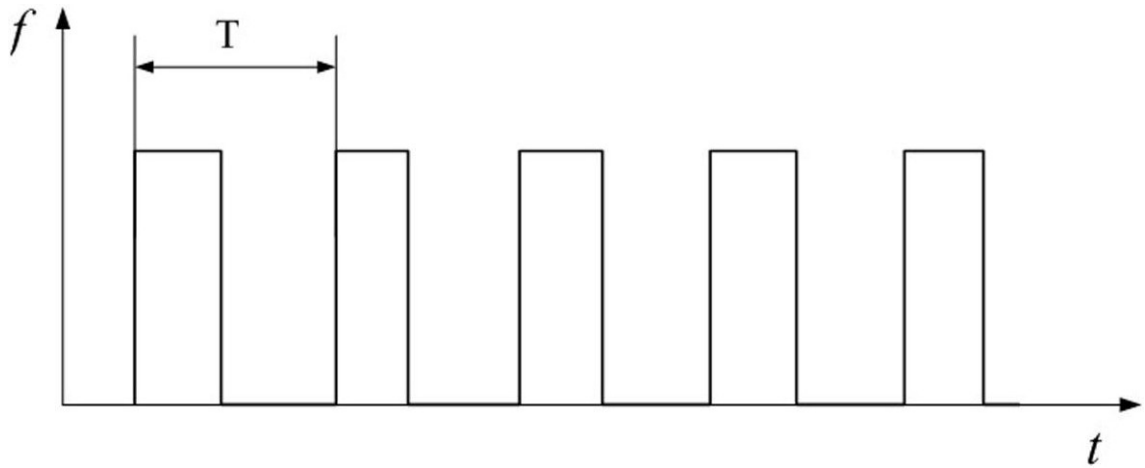


图9