

## PWM 相关注意事项以及常见问题

新定义芯片具有多路 PWM 功能，其中 RD8G403、RD8X05 系列芯片具有多路共周期、单独可调占空比的 PWM，RD8G403 的 PWM 精度为 10bit，RD8X05 的 PWM 精度为 16bit；RD8X36/37 系列芯片最多输出 4 组不同周期、单独可调占空比的 16bit PWM，其中 PWM2、PWM3、PWM4 三组 PWM 的周期寄存器分别与 Timer2、Timer3、Timer4 的 THX、TLX 共用，因此一旦使用了 PWM2、PWM3、PWM4 资源，就不能再更改 Timer2、Timer3、Timer4 的定时/计数值，否则会导致 PWM 周期输出异常。

此文档主要对 PWM 使用过程中常见的问题以及相关注意事项进行说明，包含以下几个内容：

- 1、PWM 使用设置注意事项；
- 2、PWM 的周期是否是共用的；
- 3、PWM 启动后没有波形输出；
- 4、PWM 的精度是多少；
- 5、如何用 PWM 功能实现雾化器追频功能；
- 6、周期和占空比是否可以在程序中进行调节；
- 7、PWM 独立模式与互补模式；
- 8、PWM 互补模式下的死区设置。

以下为具体内容，请用户根据需求自行查阅：

### 1、PWM 使用设置注意事项

- 1) 关闭 PWM 后，IO 口会由 PWM 输出变为 GPIO 口，而此时的 IO 口输出为不确定状态，所以建议将 PWM 输出口所在的 IO 口根据实际应用情况设置为输出高，输出低或输入带上拉模式，当 PWM 停止输出时，PWM 所在的 IO 口为确定的状态，避免损坏机器；
- 2) 使用 10 位 PWM 时，为保证 PWM 设置准确，需要先配置低 2 位的，再配置高 8 位；
- 3) PWM 的占空比要小于 PWM 周期，否则 PWM 输出口会一直为高电平；
- 4) 新定义 RD8G403、RD8X05 系列芯片各路 PWM 周期都是共用的，占空比单独可调，只有 RD8X36/37 系列芯片有 4 组共用周期，占空比单独可调；
- 5) 新定义 RD8X05、RD8X36/37 系列芯片的 PWM 具有故障检测的功能，用户使能故障检测功能后，不能悬空 FLT 管脚，否则 PWM 输出异常；当故障发生时，PWM 停止输出，PWM 口处于高阻状态。故障检测模式分为立即模式和锁存模式，锁存模式下，故障信号满足失能条件后，硬件不会自动清除故障检测状态标志位，用户可通过 `PWMFLT &= 0XBF` 软件清零。

### 2、PWM 的周期是否是共用的

新定义 RD8G403、RD8X05 系列芯片的各路 PWM 周期是共用的，占空比单独可调，RD8X36/37 系列芯片提供最多 4 组不同周期、单独可调占空比的 PWM，如果客户需要不同周期的 PWM 功能，可以选择新定义多周期 PWM 的芯片，或者是 PWM 采用软件模拟的方式实现，周期较大的波形可以使用定时器和 IO 口来模拟 PWM 输出，软件模拟时要注意定时器中断需要设置为高优先级，其它中断设置为低优先级，这样 PWM 的周期才不会受其他中断影响。

### 3、PWM 启动后没有波形输出

- 1) PWM 所在的 IO 口是否有其他外围电路将 IO 口电平拉住了；
- 2) 新定义部分芯片的 PWM 输出可以选择不同的 IO 口，需要通过寄存器设置选择将 PWM 输出到哪个 IO 口，查看是否设置正确；
- 3) 在开启和关闭 PWM 时，用户需要根据实际应用需求对 PWM 对应 IO 口的输出寄存器进行设置，查

看是否将对应的 IO 口设置为了 PWM 输出口，如果没有设置，此 IO 口为 GPIO 模式，不能输出 PWM 波形；

- 4) 查看 PWM 周期和占空比的设置，如果占空比大于了周期，那么 PWM 输出口的波形就是持续的高电平。

#### 4、PWM 的精度是多少

新定义芯片的 PWM 有三种精度，分别为 12 位、10 位、8 位，不同型号的芯片 PWM 精度不同，具体请参照对应芯片型号的规格书，芯片规格书可以到新定义官网 ([www.rdsmcu.com](http://www.rdsmcu.com)) 搜索芯片型号获取。

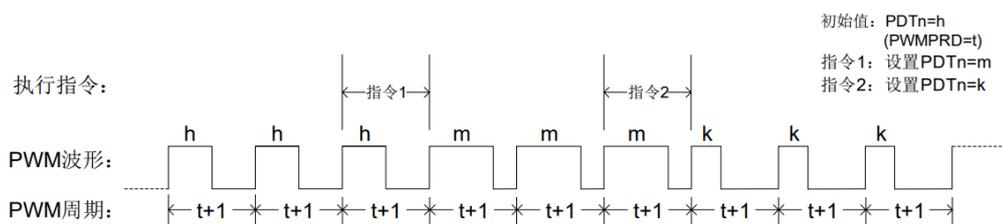
#### 5、如何用 PWM 功能实现雾化器追频功能

新定义大部分型号的芯片都具有 PWM 功能，可以实现 PWM 追频驱动雾化器雾化片，新定义芯片的追频原理为先设置 PWM 周期接近雾化片中心频率，然后调节芯片 HRC，从而微调 PWM 输出频率，找到雾化片的最佳频率，新定义全部的芯片 HRC 均可调，其中 RD8G403 芯片调节步进为 0.23%，其余型号的芯片调节步进为 0.18%，可以根据追频精度要求进行选择；

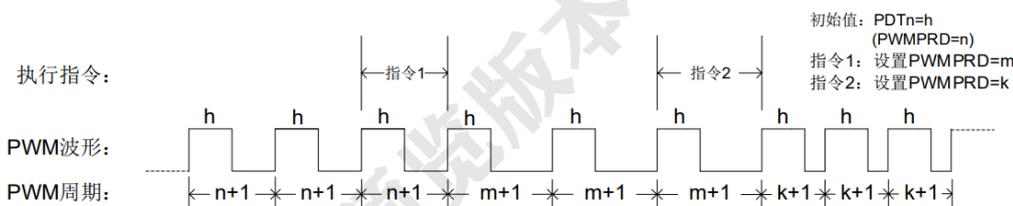
以 RD8X05 芯片为例，RD8X05 主频为 32M，要输出 1.7MHz 的 PWM，需设置 PWM 时钟来源为 Fhrc， $32M/1.7M=18.82$ ，PWM 周期设置寄存器赋值为  $19-1=18$ ，这样输出的 PWM 频率为  $32M/18=1.684MHz$ ，然后调节芯片 HRC，每步调节精度为 0.18%，即每步的调节大小为 57.6KHz；同样的，如果需要输出 2.4M 中心频率的 PWM 波形，PWM 周期设置为 12 即可，然后调节 HRC 进行追频，追频精度同样为 0.18%；如果需要追频精度更高就需要选择 HRC 调节精度为 0.18% 的芯片，另外如果需要调节更精细的占空比，需要选择系统频率更高的芯片，如 RD8X05、RD8X36/37 系列最高主频 32M 的芯片，占空比的调节可以比 16M 主频的 RD8G403 芯片占空比调节高 2-3 倍。

#### 6、周期和占空比是否可以在程序中进行调节

当 PWM 输出波形时，若需改变占空比，可通过改变高电平设置寄存器(PDTn)的值实现。但需要注意:更改 PDTn 的值，占空比不会立即改变，而是等待本周期结束，在下一个周期改变，如下图：



若需改变占空比，可通过改变高电平设置寄存器(PDTxy)的值实现。但需要注意:更改 PDTxy 的值，占空比不会立即改变，而是等待本周期结束，在下一个周期改变，如下图：



## 7、PWM 独立模式与互补模式

新定义芯片的 PWM 功能可设置为独立模式和互补模式。

独立模式下，PWM 通道的占空比均可独立设置。用户配置好 PWM 的输出状态及周期，再通过配置相应 PWM 通道的占空比寄存器即可按固定占空比输出 PWM 波形。

互补模式下，两个 PWM 通道为互补波形，设置其中一路 PWM 的占空比寄存器，两路互补 PWM 通道的占空比同时生效，部分占空比设置的寄存器无效，具体的 PWM 互补通道以及互补 PWM 占空比的设置寄存器以规格书中“PWM 互补模式”章节的描述为准，芯片规格书可以到新定义官网 ([www.rdsmcu.com](http://www.rdsmcu.com)) 搜索芯片型号获取。互补模式下可以设置死区时间，死区控制模块能够防止互补输出的两路 PWM 信号有效时区的互相交叠，以保证实际应用中 PWM 信号驱动的一对互补功能开关管不会同时导通。

## 8、PWM 互补模式下的死区设置

互补模式下可以设置死区时间，死区控制模块能够防止互补输出的两路 PWM 信号有效时区的互相交叠，以保证实际应用中 PWM 信号驱动的一对互补功能开关管不会同时导通。死区时间有相应的 PWM 死区时间设置寄存器，可分别设置上升沿死区和下降沿死区，不同型号的芯片，设置 PWM 的死区时间计算方式略有差异，在规格书中的 PWM 死区时间设置寄存器下有具体的时间计算公式，请以规格书上的计算公式为准，死区输出波形示例如下图：

