

致尊敬的顾客

关于产品目录等资料中的旧公司名称

NEC电子公司与株式会社瑞萨科技于2010年4月1日进行业务整合（合并），整合后的新公司暨“瑞萨电子公司”继承两家公司的所有业务。因此，本资料中虽还保留有旧公司名称等标识，但是并不妨碍本资料的有效性，敬请谅解。

瑞萨电子公司网址：<http://www.renesas.com>

2010年4月1日
瑞萨电子公司

【发行】瑞萨电子公司（<http://www.renesas.com>）

【业务咨询】<http://www.renesas.com/inquiry>

Notice

1. All information included in this document is current as of the date this document is issued. Such information, however, is subject to change without any prior notice. Before purchasing or using any Renesas Electronics products listed herein, please confirm the latest product information with a Renesas Electronics sales office. Also, please pay regular and careful attention to additional and different information to be disclosed by Renesas Electronics such as that disclosed through our website.
2. Renesas Electronics does not assume any liability for infringement of patents, copyrights, or other intellectual property rights of third parties by or arising from the use of Renesas Electronics products or technical information described in this document. No license, express, implied or otherwise, is granted hereby under any patents, copyrights or other intellectual property rights of Renesas Electronics or others.
3. You should not alter, modify, copy, or otherwise misappropriate any Renesas Electronics product, whether in whole or in part.
4. Descriptions of circuits, software and other related information in this document are provided only to illustrate the operation of semiconductor products and application examples. You are fully responsible for the incorporation of these circuits, software, and information in the design of your equipment. Renesas Electronics assumes no responsibility for any losses incurred by you or third parties arising from the use of these circuits, software, or information.
5. When exporting the products or technology described in this document, you should comply with the applicable export control laws and regulations and follow the procedures required by such laws and regulations. You should not use Renesas Electronics products or the technology described in this document for any purpose relating to military applications or use by the military, including but not limited to the development of weapons of mass destruction. Renesas Electronics products and technology may not be used for or incorporated into any products or systems whose manufacture, use, or sale is prohibited under any applicable domestic or foreign laws or regulations.
6. Renesas Electronics has used reasonable care in preparing the information included in this document, but Renesas Electronics does not warrant that such information is error free. Renesas Electronics assumes no liability whatsoever for any damages incurred by you resulting from errors in or omissions from the information included herein.
7. Renesas Electronics products are classified according to the following three quality grades: “Standard”, “High Quality”, and “Specific”. The recommended applications for each Renesas Electronics product depends on the product’s quality grade, as indicated below. You must check the quality grade of each Renesas Electronics product before using it in a particular application. You may not use any Renesas Electronics product for any application categorized as “Specific” without the prior written consent of Renesas Electronics. Further, you may not use any Renesas Electronics product for any application for which it is not intended without the prior written consent of Renesas Electronics. Renesas Electronics shall not be in any way liable for any damages or losses incurred by you or third parties arising from the use of any Renesas Electronics product for an application categorized as “Specific” or for which the product is not intended where you have failed to obtain the prior written consent of Renesas Electronics. The quality grade of each Renesas Electronics product is “Standard” unless otherwise expressly specified in a Renesas Electronics data sheets or data books, etc.
 - “Standard”: Computers; office equipment; communications equipment; test and measurement equipment; audio and visual equipment; home electronic appliances; machine tools; personal electronic equipment; and industrial robots.
 - “High Quality”: Transportation equipment (automobiles, trains, ships, etc.); traffic control systems; anti-disaster systems; anti-crime systems; safety equipment; and medical equipment not specifically designed for life support.
 - “Specific”: Aircraft; aerospace equipment; submersible repeaters; nuclear reactor control systems; medical equipment or systems for life support (e.g. artificial life support devices or systems), surgical implantations, or healthcare intervention (e.g. excision, etc.), and any other applications or purposes that pose a direct threat to human life.
8. You should use the Renesas Electronics products described in this document within the range specified by Renesas Electronics, especially with respect to the maximum rating, operating supply voltage range, movement power voltage range, heat radiation characteristics, installation and other product characteristics. Renesas Electronics shall have no liability for malfunctions or damages arising out of the use of Renesas Electronics products beyond such specified ranges.
9. Although Renesas Electronics endeavors to improve the quality and reliability of its products, semiconductor products have specific characteristics such as the occurrence of failure at a certain rate and malfunctions under certain use conditions. Further, Renesas Electronics products are not subject to radiation resistance design. Please be sure to implement safety measures to guard them against the possibility of physical injury, and injury or damage caused by fire in the event of the failure of a Renesas Electronics product, such as safety design for hardware and software including but not limited to redundancy, fire control and malfunction prevention, appropriate treatment for aging degradation or any other appropriate measures. Because the evaluation of microcomputer software alone is very difficult, please evaluate the safety of the final products or system manufactured by you.
10. Please contact a Renesas Electronics sales office for details as to environmental matters such as the environmental compatibility of each Renesas Electronics product. Please use Renesas Electronics products in compliance with all applicable laws and regulations that regulate the inclusion or use of controlled substances, including without limitation, the EU RoHS Directive. Renesas Electronics assumes no liability for damages or losses occurring as a result of your noncompliance with applicable laws and regulations.
11. This document may not be reproduced or duplicated, in any form, in whole or in part, without prior written consent of Renesas Electronics.
12. Please contact a Renesas Electronics sales office if you have any questions regarding the information contained in this document or Renesas Electronics products, or if you have any other inquiries.

(Note 1) “Renesas Electronics” as used in this document means Renesas Electronics Corporation and also includes its majority-owned subsidiaries.

(Note 2) “Renesas Electronics product(s)” means any product developed or manufactured by or for Renesas Electronics.

R8C/2L 群

直流无刷电机控制应用

1. 要点

本篇应用笔记介绍了 R8C/2L 单片机在直流无刷电机控制中的应用。

2. 说明

本篇资料，适用于 R8C/2L 群单片机。

本篇资料中的参考例程也适用于 R8C 族产品中与 R8C/2L 群具有相同 SFR（特殊功能寄存器）定义的产品。

由于 R8C 族产品中有些功能会有所不同，请参看用户手册。如果使用本篇资料中所列功能时，请仔细检查每一步操作。

3. 直流无刷马达控制简介

直流无刷电机（BLDC motors）在许多控制系统中已经被广泛使用。直流无刷电机主要由两部分组成：永磁体转子以及与控制电路相连缠绕在定子上的励磁线圈。

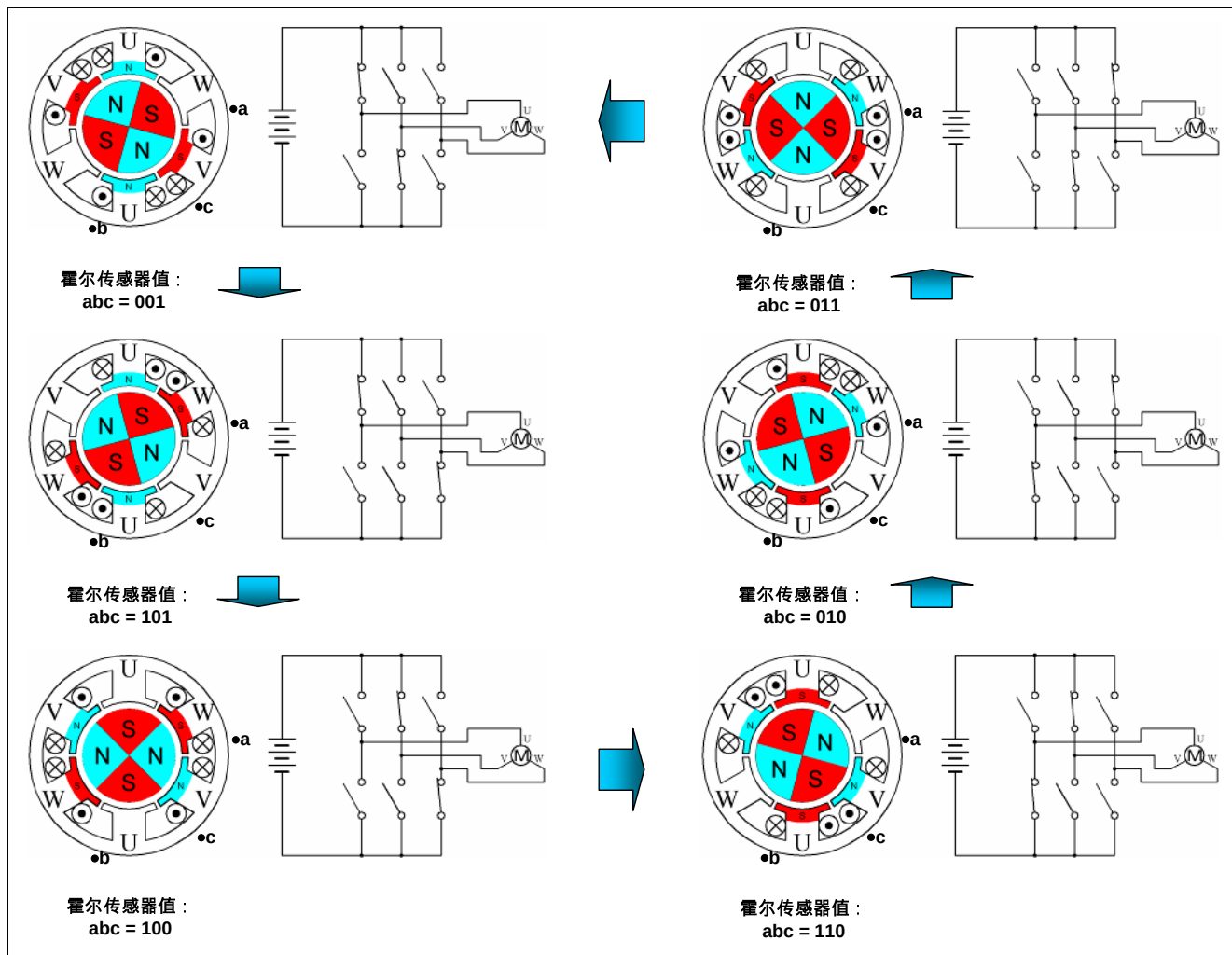


图 1. 六步换相方法

图 1 为采用六步换相方法对一个三相直流无刷电机进行控制的示意图。例子中所使用的电机具有两对磁极，在直流 15 V 的额定工作电压下转速可以达到 8000 rpm。三个固定在电机定子内壁上、间距为 60 度的霍尔传感器（在图 1 中用分别用“a”、“b”、“c”表示）被用来获取转子的位置信息。霍尔传感器输出的电平信号的高低状态取决于某一时刻通过该传感器上方定子磁极的极性，当 N 极通过霍尔传感器上方时输出为高电平，当 S 极通过霍尔传感器上方时输出为低电平。

一般情况下，单片机需要三路具有中断触发功能的输入端口来采集三路霍尔传感器的输出信号；六路输出端口用于输出驱动电机转动的换相电平。霍尔传感器的输出信号作为单片机的中断触发源，在每个中断服务程序（ISR）中，单片机进行相应的换相控制，通过变换各个输出端口的状态从而驱动电机转动。

4. 使用 R8C/2L 控制直流无刷电机

4.1 定时器 RC 操作

在本应用中，R8C/2L 的定时器 RC 输入捕捉功能被用来监测三路霍尔传感器的输出信号状态。虽然 R8C/2L 的外部触发 $\overline{\text{INT}}$ 中断也可以被用来监测霍尔传感器信号的变化，但利用定时器 RC 的输入捕捉功能可使电机转速的测量更加简便。

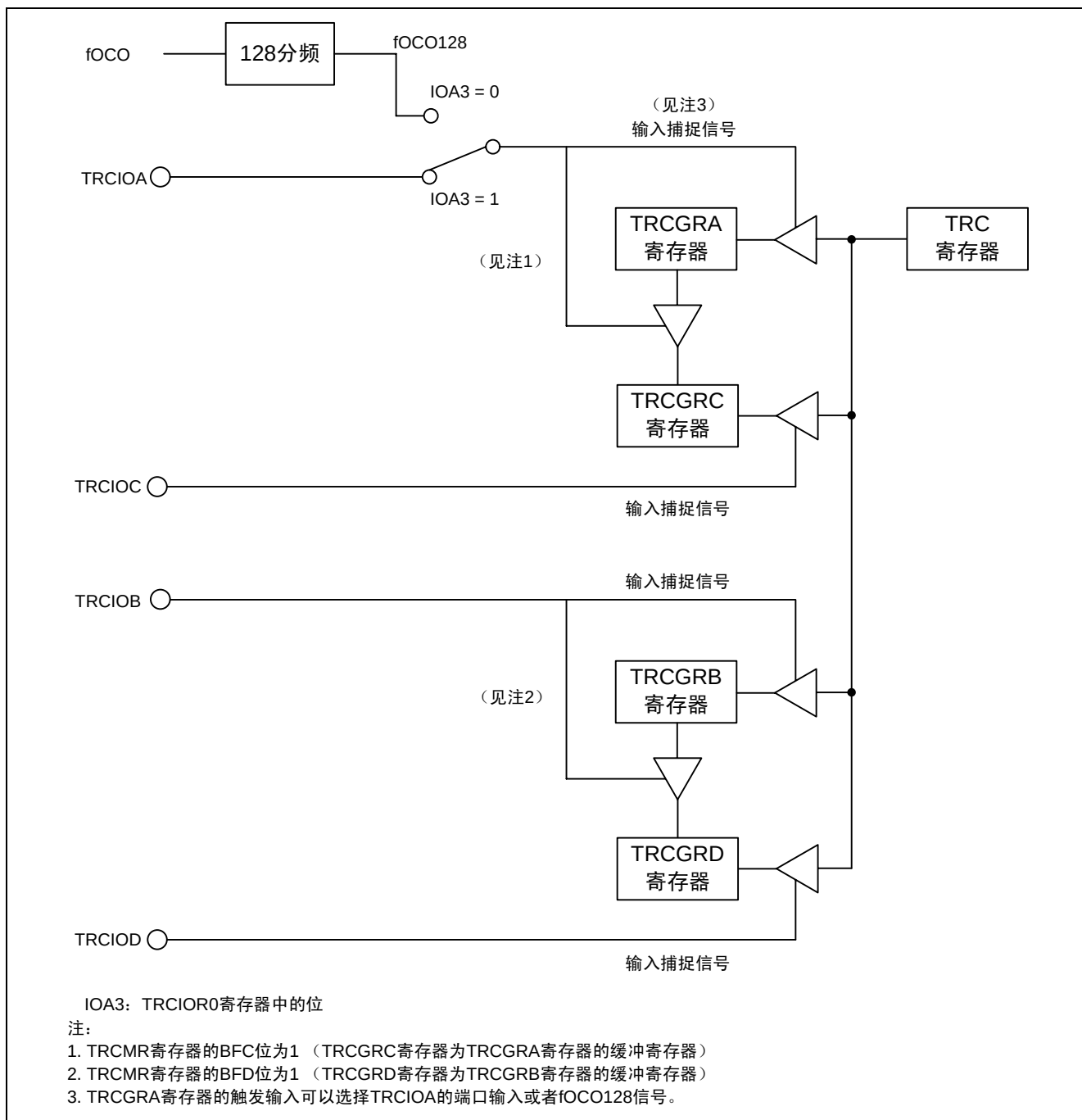


图 2. 输入捕捉功能框图

4.2 定时器 RD 操作

在本应用中，R8C/2L 定时器 RD 被用来产生驱动电机变速转动所需的 PWM 波形。定时器 RD 是一个多用途的定时器，具有面向三相直流无刷电机控制的定制功能。在本应用中定时器 RD 工作在互补 PWM 模式下。

下表为定时器 RD 工作在互补 PWM 模式的说明。

表 1. 定时器 RD 互补 PWM 模式说明 (1/2)

项目	说明
计数源	f1、f2、f4、f8、f32、fOCO40M 输入到 TRDCLK 引脚的外部信号（可过程序选择有效沿） 必须将 TRDCR0 寄存器的 TCK2~TCK0 位和 TRDCR1 寄存器的 TCK2~TCK0 位设定为相同的值（相同计数源）
计数运行	递增计数或递减计数 递增计数中 TRD0 寄存器和 TRDGRA0 寄存器比较匹配时，TRD0、TRD1 都变成递减计数；递减计数中 TRD1 寄存器由“0000h”变为“FFFFh”时，TRD0、TRD1 都变成递增计数
PWM 波形	PWM 周期：$1/f_k \times (m+2-p) \times 2$（注） 死区时间：$p$ 正相有效电平宽度：$1/f_k \times (m-n-p+1) \times 2$ 反相有效电平宽度：$1/f_k \times (n+1-p) \times 2$ f_k: 计数源的频率 m: TRDGRA0 寄存器的设定值 n: TRDGRB0 寄存器的设定值（PWM 输出 1） TRDGRA1 寄存器的设定值（PWM 输出 2） TRDGRB1 寄存器的设定值（PWM 输出 3） p: TRD0 寄存器的设定值 （当有效电平被选择为“L”电平时）
计数开始条件	将 TRDSTR 寄存器的 TSTART0 位置“1”（开始计数）
计数停止条件	TRDSTR 寄存器的 CSEL0 位设定为“1”时，将 TSTART0 位和 TSTART1 位清“0”（停止计数），PWM 输出引脚保持停止计数前的输出电平
中断请求发生时序	- 比较匹配（TRDi 寄存器和 TRDGRji 寄存器的内容匹配） - TRD1 溢出
TRDIOA0 引脚功能	可编程输入/输出端口或 TRDCLK（外部时钟）输入
TRDIOB0 引脚功能	PWM 输出 1 正相输出
TRDIOD0 引脚功能	PWM 输出 1 反相输出
TRDIOA1 引脚功能	PWM 输出 2 正相输出
TRDIOB1 引脚功能	PWM 输出 2 反相输出
TRDIOC1 引脚功能	PWM 输出 3 正相输出
TRDIOD1 引脚功能	PWM 输出 3 反相输出
TRDIOC0 引脚功能	每隔 1/2 个 PWM 周期输出取反
INT0 引脚功能	可编程输入/输出端口、脉冲输出强制截止信号输入或 INT0 中断输入
读定时器	如果读 TRDi 寄存器，就能读取计数值
写定时器	写入 TRDi 寄存器

注：计数开始后，PWM 的周期是固定的。

表 1. 定时器 RD 互补 PWM 模式说明 (2/2)

项目	说明
可选功能	- 脉冲输出强制截止信号输入 - 分别选择正相位、反相位的有效电平和初始输出电平 - 选择从缓冲寄存器的传送时序 - 发生 A/D 触发

i = 0 or 1, j = A, B, C, or D 中的任何一个

定时器 RD 互补 PWM 模式的工作原理框图如图 3 所示, 工作时序图如图 4 所示。TRD0 和 TRD1 是定时器 RD 的两个 16 位计数器。TRDi (i = 1 或 0) 对由用户所设定的计数源根据不同情况进行递增或递减计数。计数源可以选择单片机内部的时钟源 (f1、f2、f4、f8、f32、fOC040M) 或者外接时钟信号到 TRDCLK 端口。通过设定寄存器 TRDGRA0 的值可设置定时器 RD 的 PWM 输出信号的周期 (载波频率)。计数器 TRDi 与寄存器 TRDGRA0 在定时器 RD 的每个计数时钟周期中都进行比较, 当发生匹配时便开始一个新的 PWM 周期。

通过设定寄存器 TRDGRB0、TRDGRA1 和 TRDGRB1 的值可设置定时器 RD 六路 PWM 波形的占空比。在定时器 RD 的每个时钟周期中, 计数器 TRDi 的值与寄存器 TRDGRB0、TRDGRA1 和 TRDGRB1 的值进行比较, 如果计数器 TRDi 的值与这个三个寄存器的值发生匹配, 相应的 PWM 端口的输出会被置高或置低。六路 PWM 输出组成三对互补 PWM 输出, 每对互补的 PWM 输出之间可以插入死区时间, 死区时间是通过设置寄存器 TRD0 的值来设定的。

在图 5 中, 定时器 RD 的每一路 PWM 输出都与寄存器 TRDOER1 中的一位相对应。这些位决定定时器 RD 相应的端口是由定时器 RD 的 PWM 输出信号来驱动 (当相应位设置成 “0” 时) 还是由通用 I/O 端口来驱动 (当相应位设置成 “1” 时)。这个特性可以使得 PWM 信号的输出可控。通过设置 TRDOER1 寄存器中的值, 用户可以选择哪些端口输出 PWM 信号, 哪些端口输出普通 I/O 端口信号。控制有传感器的直流无刷电机时, 需要根据霍尔传感器提供的转子位置信息来选择激励电机特定相的励磁线圈, 本应用中, 在定时器 RC 输入捕捉中断服务程序里, 根据读取到的霍尔传感器的值来确定转子的位置, 并在此基础上设置端口寄存器 P2 和 TRDOER1 来激励相应的线圈。

定时器 RD 的另外一个特性是脉冲输出强制截止 (见图 5)。脉冲输出强制截止是为实现过流保护功能特别设计的, 如果此项功能被允许, 当一个低电平信号输入到 INT0 端口上时, 在一到两个定时器计数时钟周期内 TRDIOji 端口会被自动设置成通用 I/O 端口, 从而在硬件上强制截止 PWM 波形的输出。通过设置寄存器 P2 和 PD2 来设定脉冲输出强制截止的端口状态 (高阻抗、“L” 或者 “H” 输出)。在本应用中, 为了保护电机, 设置 P2 为 0x00, PD2 为 0xFF。

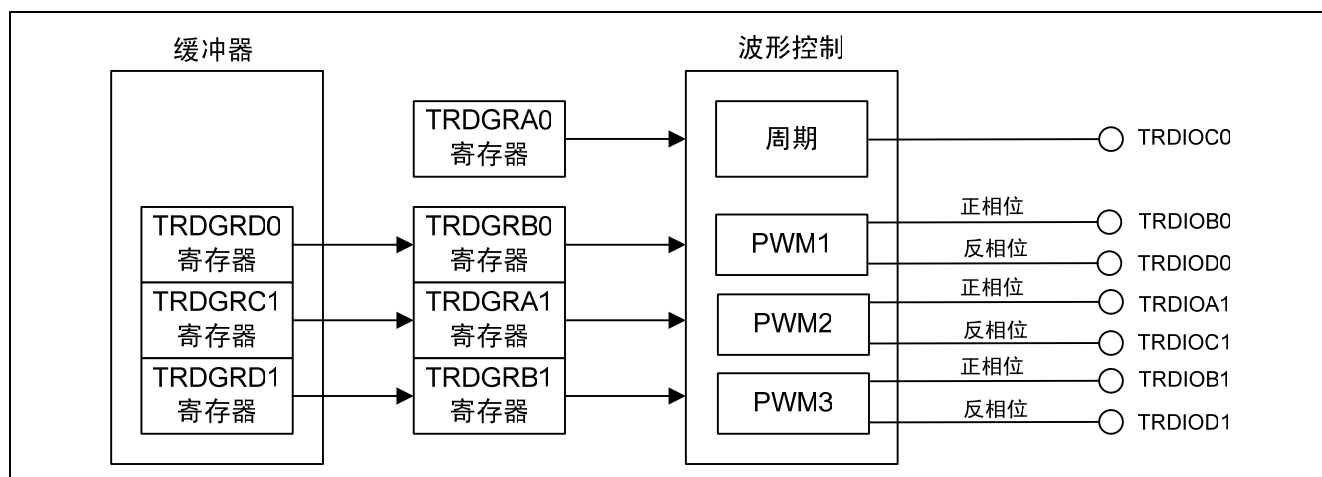


图 3. 互补 PWM 模式框图

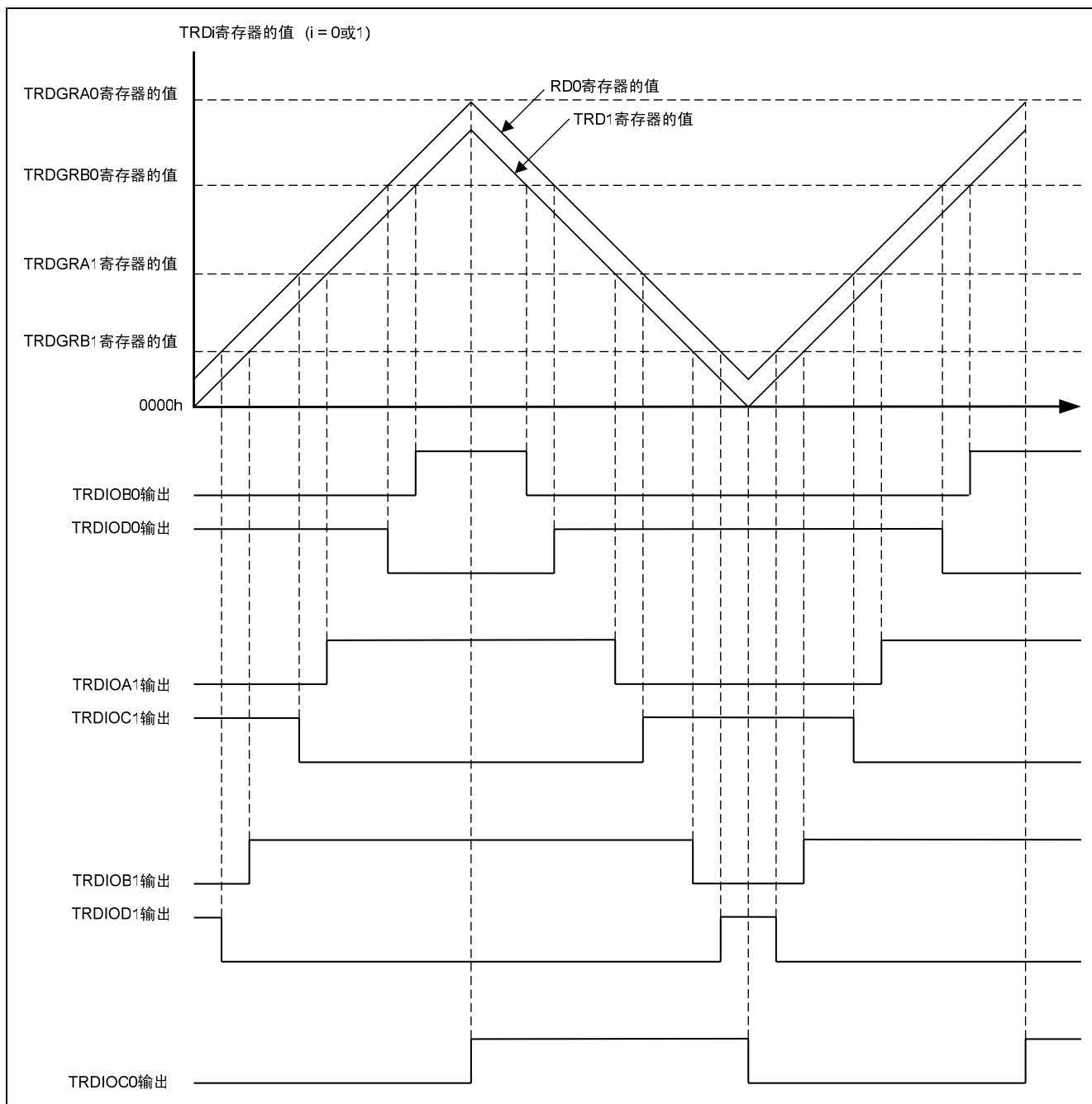
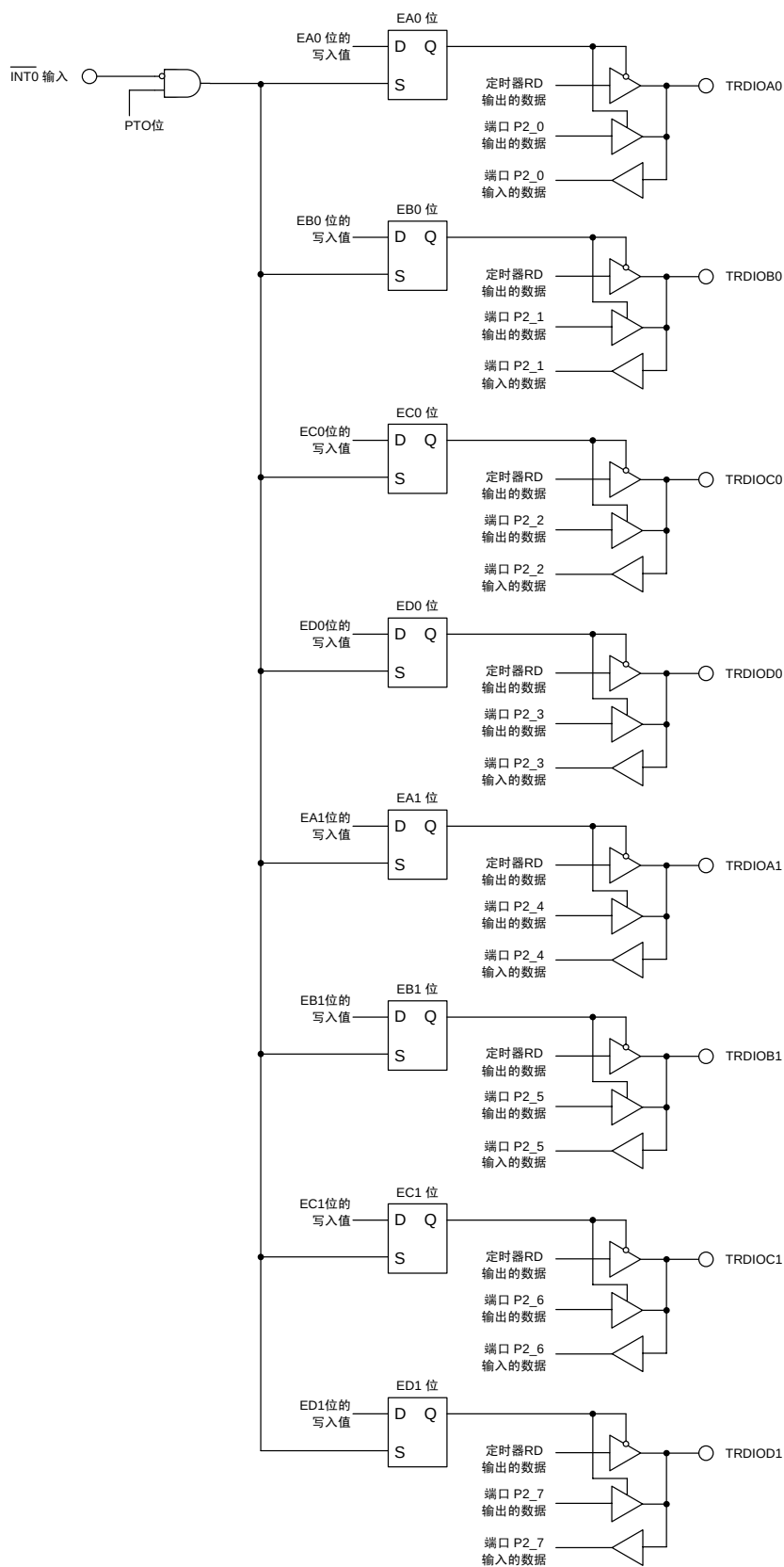


图 4. 互补 PWM 模式工作时序图



PTO: RDOER2寄存器的位
EA0, EB0, EC0, ED0, EA1, EB1, EC1, ED1: TRDOER1寄存器的位

图 5. 脉冲输出强制截止

4.3 操作说明

图 6 为直流无刷电机在本应用中的控制框图。定时器 RD 的六路 PWM 输出端口连接到一个智能功率模块 (IPM) 上, IPM 的输出连接到电机的三个励磁线圈。三路霍尔传感器的输出通过信号调理电路整形后连接到定时器 RC 的输入捕捉端口。一个低阻值的电阻串联到母线上监视电流, 当母线上的电流超过一个预先设定的阈值, 电阻上的压降增大促使比较器的输出由高电平变成低电平, 这个电平的变化会触发脉冲强制截止并产生 INT0 中断。定时器 RC 的输入捕捉功能被用来监视霍尔传感器信号变化, 捕捉到计数器中的值被用做计算电机转子的转速。定时器 RD 被用来产生所需的 PWM 波形。INT0 中断与定时器 RD 配合完成过流保护。

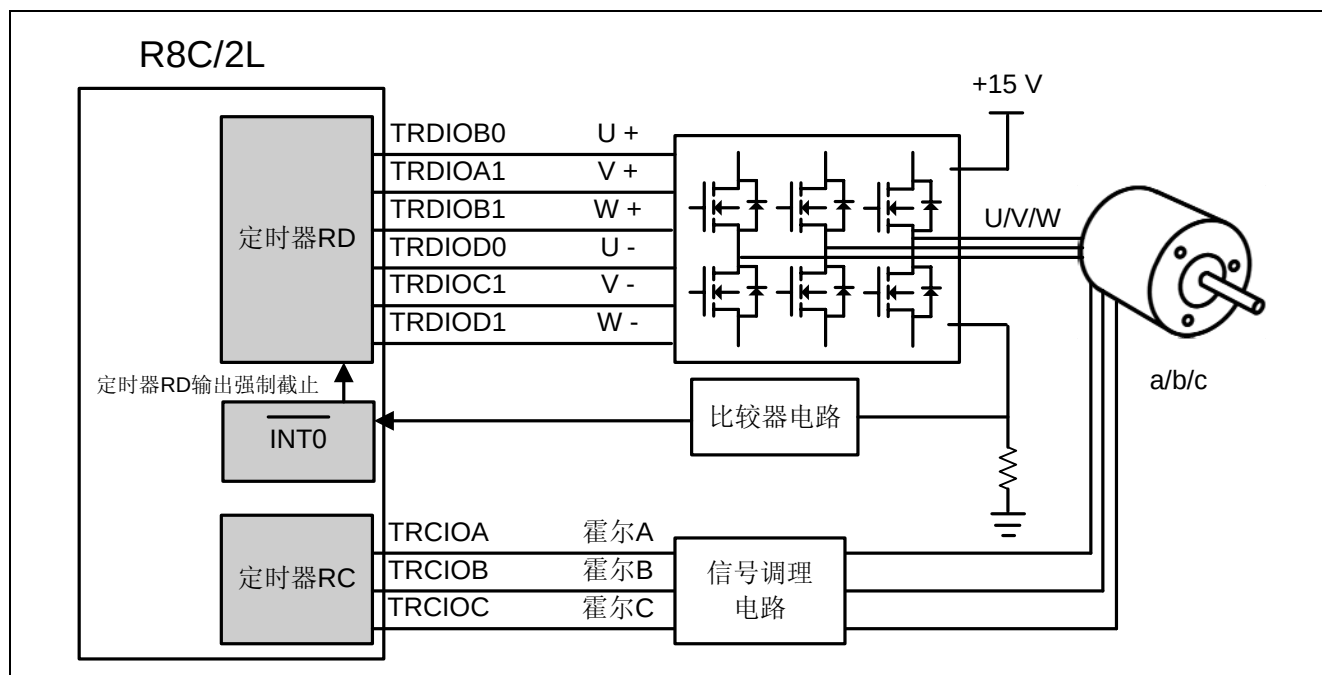


图 6. R8C/2L 直流无刷电机控制控制方案

表 2. R8C/2L 外设工作模式

项目	选择模式
定时器 RC	定时器模式 (输入捕捉功能)
定时器 RD	互补 PWM 模式
INT0	脉冲输出强制截止输入

为了使直流无刷电机获得可变的转速, 采用了图 7 所示的方法对电机控制信号的电压进行脉宽调制 (PWM)。在某一状态 (步), 电机控制信号以一定的频率 (载波频率) 被打开或关闭。调制通常是在一个相对于换相频率更高的载波频率上进行的。

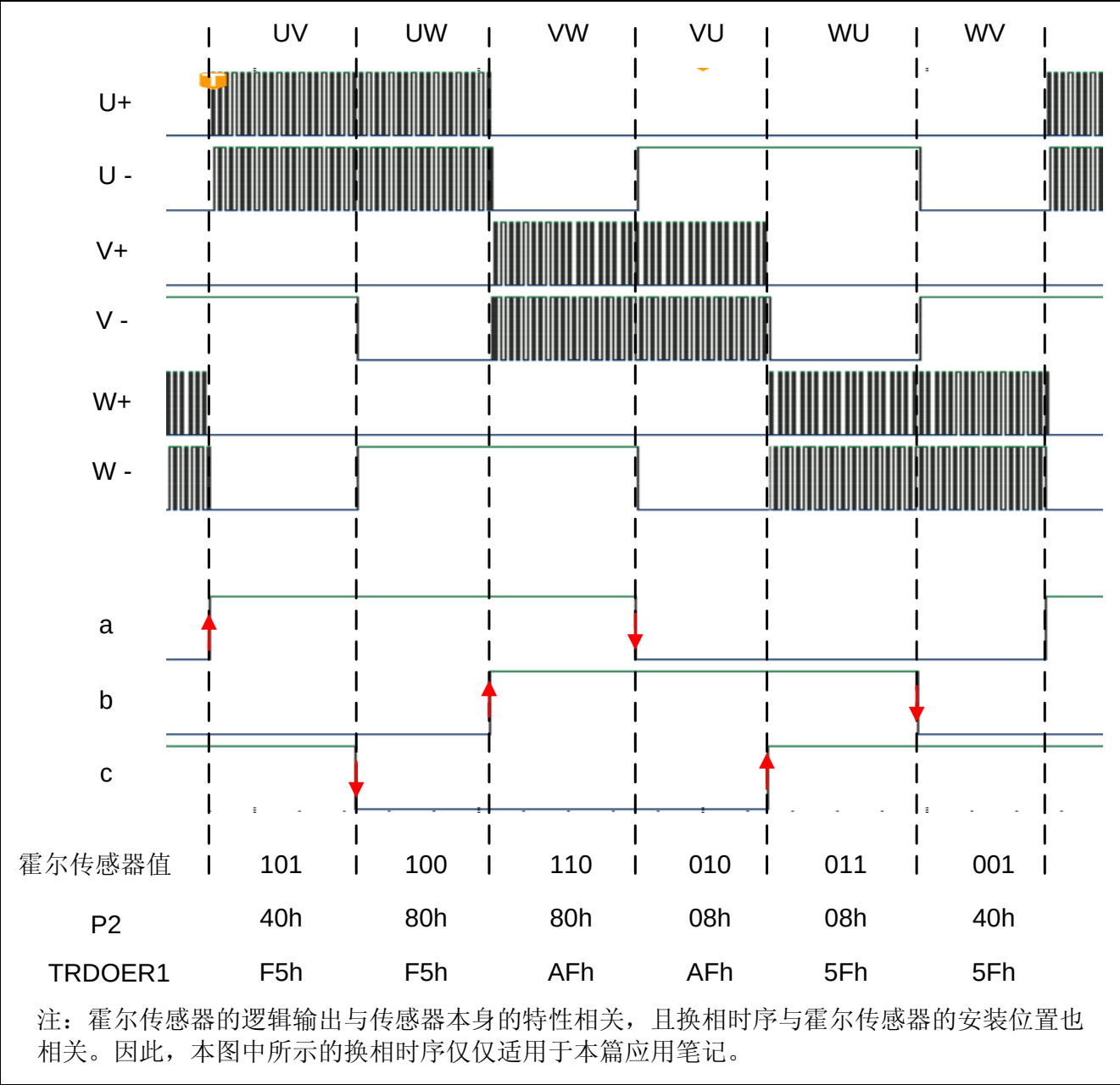


图 7. 六步换相时序

5. 设置步骤

5.1 寄存器设置

表 3 列出了相关寄存器的设置。

表 3. 寄存器设置表 (1/2)

寄存器		地址	设置值	功能
CM0	系统时钟控制寄存器 0	0006h	08h	XIN 时钟振荡
CM1	系统时钟控制寄存器 1	0007h	28h	XIN - XOUT 驱动能力：高、不分频
PRCR	保护寄存器	000Ah	01h 00h	允许、禁止保护关键寄存器
TRAMR	定时器 RA 模式寄存器	0102h	10h	定时器模式，计数源：f8
TRAPRE	定时器 RA 预定标器	0103h	F9h	设置定时间隔 10 毫秒
TRA	定时器 RA 寄存器	0104h	63h	
TRAIC	定时器 RA 中断控制寄存器	0056h	05h	定时器 RA 中断允许，优先级：5
TRACR	定时器 RA 控制寄存器	0100h	01h	启动定时器 RA
TRCMR	定时器 RC 模式寄存器	0120h	88h	定时器模式（输入捕捉功能），启动定时器 RC
TRCCR1	定时器 RC 控制寄存器 1	0121h	40h	计数源：f32
TRCIC	定时器 RC 中断控制寄存器	0047h	06h	定时器 RC 中断允许，优先级：6
TRCIER	定时器 RC 中断允许寄存器	0122h	87h	允许定时器 RC 输入捕捉中断，允许定时器 RC 溢出中断
TRCIOR0	定时器 RC I/O 控制寄存器 0	0124h	6Eh	输入捕捉发生在上升沿和下降沿
TRCIOR1	定时器 RC I/O 控制寄存器 1	0125h	66h	输入捕捉发生在上升沿和下降沿
TRCDF	定时器 RC 数字滤波器功能选择寄存器	0131h	07h	允许数字滤波器，采样时钟：f32
TRDSTR	定时器 RD 开始寄存器	0137h	0Ch	在 TRD0 和 TRDGRA0 发生匹配后继续计数，在 TRD1 和 TRDGRA1 发生匹配后继续计数
TRDMR	定时器 RD 模式寄存器	0138h	E0h	寄存器 TRDGRD0、TRDGRC1、TRDGRD1 作为 TRDGRB0、TRDGRA1、TRDGRB1 的缓冲寄存器
TRDFCR	定时器 RD 功能控制寄存器	013Ah	0Fh	在 TRD0 与 TRDGRA0 发生匹配中断时，将传输缓冲寄存器传送到通用寄存器中，正相、反相输出：初始输出为低，有效电平为高
TRDOER1	定时器 RD 输出主允许寄存器 1	013Bh		
TRD0	定时器 RD 计数器 0	0146h/ 0147h	0048h	设置死区时间：3.6 微秒
TRD1	定时器 RD 计数器 1	0156h/ 0157h	0000h	在计数开始前设置为 0
TRDGRA0	定时器 RD 通用寄存器 A0	0148h/ 0149h	02E0h	设置载波频率：15 kHz
TRDGRB0	定时器 RD 通用寄存器 B0	014Ah/ 014Bh		设置 PWM 正相输出有效电平宽度
TRDGRA1	定时器 RD 通用寄存器 A1	0158h/ 0159h		

TRDGRB1	定时器 RD 通用寄存器 B1	015Ah/ 015Bh		
---------	-----------------	-----------------	--	--

表 3. 寄存器设置表 (2/2)

寄存器		地址	设置值	功能
TRDGRD0	定时器 RD 通用寄存器 D0	014Eh/ 014Fh		
TRDGRC1	定时器 RD I/O 控制寄存器 C1	015Ch/ 015Dh		
TRDGRD1	定时器 RD 通用寄存器 D1	015Eh/ 015Fh		
TRDSTR	定时器 RD 开始寄存器	0137h	0Fh	启动定时器 RD
INTEN	外部输入允许寄存器	00F9h	01h	允许 $\overline{\text{INT0}}$ 输入，单边沿
INTF	$\overline{\text{INT}}$ 输入滤波器选择寄存器	00FAh	03h	$\overline{\text{INT0}}$ 输入滤波 f32 采样时钟
TRDOER2	定时器 RD 输出主允许寄存器 2	013Ch	80h	允许脉冲输出强制截止 $\overline{\text{INT0}}$
INT0IC	$\overline{\text{INT0}}$ 中断控制寄存器	005Dh	05h	允许 $\overline{\text{INT0}}$ 中断，优先级：5
PD4	端口 P4 方向寄存器	00EAh	00h	设置 P4_5 为 $\overline{\text{INT0}}$ 输入
PD1	端口 P1 方向寄存器	00E3h	00h	设置 P1_1 为输入捕捉端口：TRCIOA 设置 P1_2 为输入捕捉端口：TRCIOB
PD2	端口 P2 方向寄存器	00E6h	FFh	设置 P2 为 PWM 波形输出端口
PD3	端口 P3 方向寄存器	00E7h	00h	设置 P3_4 为输入捕捉端口：TRCIOC
PUR0	上拉控制寄存器 0	00FCh	84h	上拉 P1_1、P1_2、P3_4

5.2 函数说明

表 4 列出了直流无刷电机控制应用中各个函数的描述。

表 4. 函数功能

函数名	函数描述
main	主函数
MCU_Clock_Init	初始化单片机工作时钟
Timer_RA_Init	初始化定时器 RA 工作在定时器模式
Timer_RC_Init	初始化定时器 RC 工作在输入捕捉模式
Timer_RD_Init	初始化定时器 RD 工作在互补 PWM 模式
State_Switch	换相处理
Motor_Start	启动电机
Delay_10ms	延时 10 毫秒
tra_handler	定时器 RA 中断服务程序
trc_handler	定时器 RC 中断服务程序
int0_handler	$\overline{\text{INT0}}$ 中断服务程序

5.3 全局变量说明

表 5 列出了直流无刷电机控制应用中的全局变量。

表 5. 全局变量说明

全局变量名	全局变量描述
NewState	下一换相状态
DutyCycle	定时器 RD PWM 占空比设定值
CountCapture	定时器 RC 输入捕捉计数值
CountRefH	转速阈值上限
CountRefL	转阈值速下限
ClockTick	时钟延时
Counter_2s	2 秒延时
SpeedFlag	速度设定标志
ErrorFlag	过流错误标志

5.4 软件说明

1) 电机转速控制

系统复位后，电机会以两秒为时间间隔在两个固定转速上来回切换（3000 rpm 和 4000 rpm，误差 100 rpm）。选定 15 kHz 为被调制的载波信号。在本应用中所采用的直流电机内置的相邻两个霍尔传感器间距为 30 度，通过定时器 RC 输入捕捉功能，两个连续的霍尔传感器信号发生的时间可以被测量，从而电机的转速可以被计算出来。为了维持所需要的转速，在本应用中采用了一个简单的速度控制算法：如果测量的速度高于设置的速度，减小 PWM 输出的占空比；如果测量的速度低于设置的速度，增大 PWM 输出的占空比。

2) 电机启动

在本应用中，以确保电机有足够的启动扭矩，电机将以 60% 占空比和 500 rpm 固定转速被启动。当单片机开始收到霍尔传感器信号后，基于中断的换相机制被建立。

5.5 程序流程图

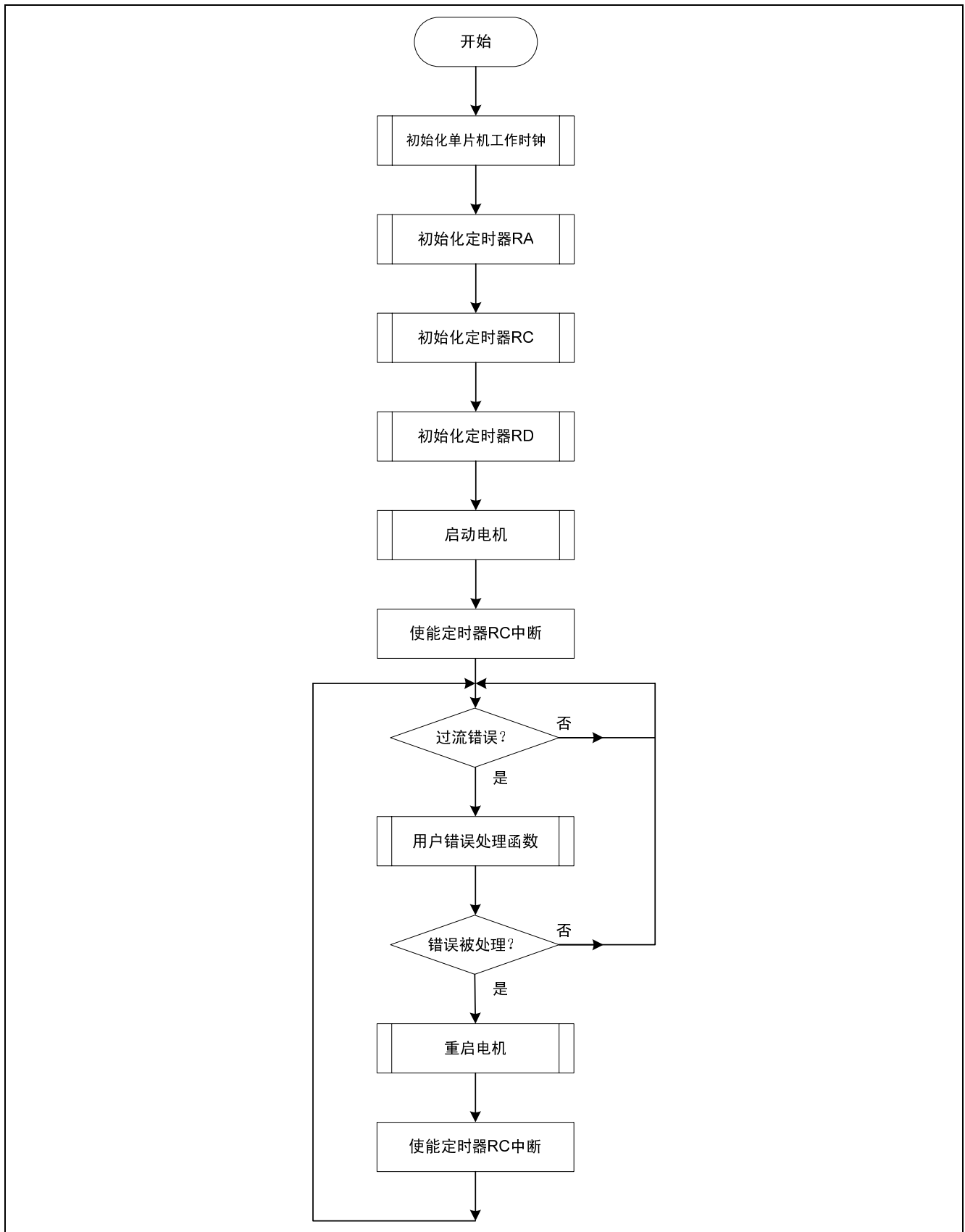


图 8.1. 程序流程图（主函数）

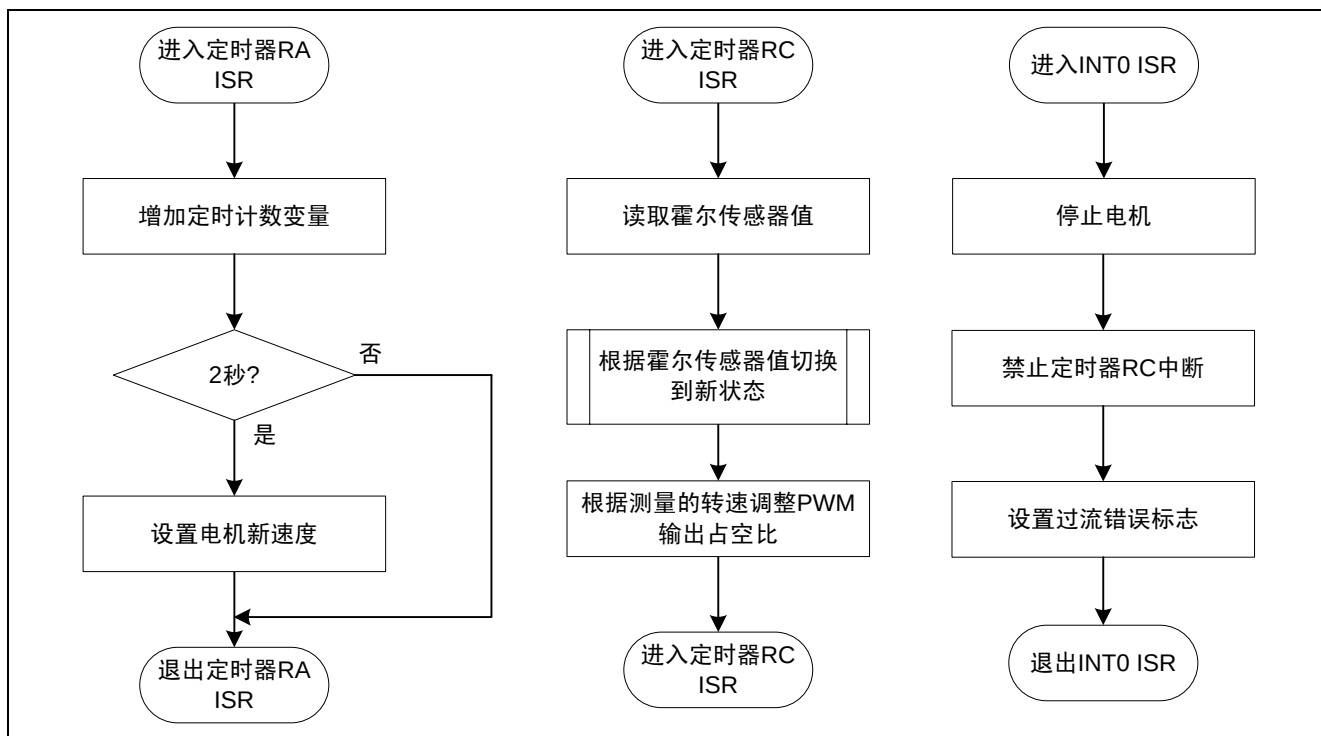


图 8.2. 程序流程图（中断处理程序）

6. 参考例程

请从瑞萨科技网站上下载参考例程。

在 R8C/2L 群的网页上单击左边的“Application Notes”下载应用笔记。

7. 参考文献

数据手册

R8C/2K、2L 群硬件手册

（最新版本请从瑞萨科技网页上取得）

技术信息/技术更新

（最新信息请从瑞萨科技网页上取得）

公司主页和咨询窗口

瑞萨科技公司主页

<http://www.cn.renesas.com>

咨询

<http://www.cn.renesas.com/inquiry>

contact.china@renesas.com

Rev.	发行日	修订内容	
		页	要点
1.00	2008.09	—	初版发行

RCC05B0071-0100/Rev.1.00

Notes regarding these materials

1. This document is provided for reference purposes only so that Renesas customers may select the appropriate Renesas products for their use. Renesas neither makes warranties or representations with respect to the accuracy or completeness of the information contained in this document nor grants any license to any intellectual property rights or any other rights of Renesas or any third party with respect to the information in this document.
2. Renesas shall have no liability for damages or infringement of any intellectual property or other rights arising out of the use of any information in this document, including, but not limited to, product data, diagrams, charts, programs, algorithms, and application circuit examples.
3. You should not use the products or the technology described in this document for the purpose of military applications such as the development of weapons of mass destruction or for the purpose of any other military use. When exporting the products or technology described herein, you should follow the applicable export control laws and regulations, and procedures required by such laws and regulations.
4. All information included in this document such as product data, diagrams, charts, programs, algorithms, and application circuit examples, is current as of the date this document is issued. Such information, however, is subject to change without any prior notice. Before purchasing or using any Renesas products listed in this document, please confirm the latest product information with a Renesas sales office. Also, please pay regular and careful attention to additional and different information to be disclosed by Renesas such as that disclosed through our website. (<http://www.renesas.com>)
5. Renesas has used reasonable care in compiling the information included in this document, but Renesas assumes no liability whatsoever for any damages incurred as a result of errors or omissions in the information included in this document.
6. When using or otherwise relying on the information in this document, you should evaluate the information in light of the total system before deciding about the applicability of such information to the intended application. Renesas makes no representations, warranties or guaranties regarding the suitability of its products for any particular application and specifically disclaims any liability arising out of the application and use of the information in this document or Renesas products.
7. With the exception of products specified by Renesas as suitable for automobile applications, Renesas products are not designed, manufactured or tested for applications or otherwise in systems the failure or malfunction of which may cause a direct threat to human life or create a risk of human injury or which require especially high quality and reliability such as safety systems, or equipment or systems for transportation and traffic, healthcare, combustion control, aerospace and aeronautics, nuclear power, or undersea communication transmission. If you are considering the use of our products for such purposes, please contact a Renesas sales office beforehand. Renesas shall have no liability for damages arising out of the uses set forth above.
8. Notwithstanding the preceding paragraph, you should not use Renesas products for the purposes listed below:
 - (1) artificial life support devices or systems
 - (2) surgical implantations
 - (3) healthcare intervention (e.g., excision, administration of medication, etc.)
 - (4) any other purposes that pose a direct threat to human life

Renesas shall have no liability for damages arising out of the uses set forth in the above and purchasers who elect to use Renesas products in any of the foregoing applications shall indemnify and hold harmless Renesas Technology Corp., its affiliated companies and their officers, directors, and employees against any and all damages arising out of such applications.
9. You should use the products described herein within the range specified by Renesas, especially with respect to the maximum rating, operating supply voltage range, movement power voltage range, heat radiation characteristics, installation and other product characteristics. Renesas shall have no liability for malfunctions or damages arising out of the use of Renesas products beyond such specified ranges.
10. Although Renesas endeavors to improve the quality and reliability of its products, IC products have specific characteristics such as the occurrence of failure at a certain rate and malfunctions under certain use conditions. Please be sure to implement safety measures to guard against the possibility of physical injury, and injury or damage caused by fire in the event of the failure of a Renesas product, such as safety design for hardware and software including but not limited to redundancy, fire control and malfunction prevention, appropriate treatment for aging degradation or any other applicable measures. Among others, since the evaluation of microcomputer software alone is very difficult, please evaluate the safety of the final products or system manufactured by you.
11. In case Renesas products listed in this document are detached from the products to which the Renesas products are attached or affixed, the risk of accident such as swallowing by infants and small children is very high. You should implement safety measures so that Renesas products may not be easily detached from your products. Renesas shall have no liability for damages arising out of such detachment.
12. This document may not be reproduced or duplicated, in any form, in whole or in part, without prior written approval from Renesas.
13. Please contact a Renesas sales office if you have any questions regarding the information contained in this document, Renesas semiconductor products, or if you have any other inquiries.

注意

本文只是参考译文，前页所载英文版“Cautions”具有正式效力。

关于利用本资料时的注意事项

1. 本资料是为了让用户根据用途选择合适的本公司产品的参考资料，对于本资料中所记载的技术信息，并非意味着对本公司或者第三者的知识产权及其他权利做出保证或对实施权力进行的承诺。
2. 对于因使用本资料所记载的产品数据、图、表、程序、算法及其他应用电路例而引起的损害或者对第三者的知识产权及其他权利造成侵犯，本公司不承担任何责任。
3. 不能将本资料所记载的产品和技术用于大规模破坏性武器的开发等目的、军事目的或其他的军需用途方面。另外，在出口时必须遵守日本的《外汇及外国贸易法》及其他出口的相关法令并履行这些法令中规定的必要手续。
4. 本资料所记载的产品数据、图、表、程序、算法以及其他应用电路例等所有信息均为本资料发行时的内容，本公司有可能在未做事先通知的情况下，对本资料所记载的产品或者产品规格进行更改。所以在购买和使用本公司的半导体产品之前，请事先向本公司的营业窗口确认最新的信息并经常留意本公司通过公司主页（<http://www.renesas.com>）等公开的最新信息。
5. 对于本资料中所记载的信息，制作时我们尽力保证出版时的精确性，但不承担因本资料的叙述不当而致使顾客遭受损失等的任何相关责任。
6. 在使用本资料所记载的产品数据、图、表等所示的技术内容、程序、算法及其他应用电路例时，不仅要对所使用的技术信息进行单独评价，还要对整个系统进行充分的评价。请顾客自行负责，进行是否适用的判断。本公司对于是否适用不负任何责任。
7. 本资料中所记载的产品并非针对万一出现故障或是错误运行就会威胁到人的生命或给人体带来危害的机器、系统（如各种安全装置或者运输交通用的、医疗、燃烧控制、航天器械、核能、海底中继用的机器和系统等）而设计和制造的，特别是对于品质和可靠性要求极高的机器和系统等（将本公司指定用于汽车方面的产品用于汽车时除外）。如果要用于上述的目的，请务必事先向本公司的营业窗口咨询。另外，对于用于上述目的而造成的损失等，本公司概不负责。
8. 除上述第7项内容外，不能将本资料中记载的产品用于以下用途。如果用于以下用途而造成的损失，本公司概不负责。
 - 1) 生命维持装置。
 - 2) 植埋于人体使用的装置。
 - 3) 用于治疗（切除患部、给药等）的装置。
 - 4) 其他直接影响到人的生命的装置。
9. 在使用本资料所记载的产品时，对于最大额定值、工作电源电压的范围、放热特性、安装条件及其他条件请在本公司规定的保证范围内使用。如果超出了本公司规定的保证范围使用时，对于由此而造成的故障和出现的事故，本公司将不承担任何责任。
10. 本公司一直致力于提高产品的质量和可靠性，但一般来说，半导体产品总会以一定的概率发生故障、或者由于使用条件不同而出现错误运行等。为了避免因本公司的产品发生故障或者错误运行而导致人身事故和火灾或造成社会性的损失，希望客户能自行负责进行冗余设计、采取延烧对策及进行防止错误运行等的安全设计（包括硬件和软件两方面的设计）以及老化处理等，这是作为机器和系统的出厂保证。特别是单片机的软件，由于单独进行验证很困难，所以要求在顾客制造的最终的机器及系统上进行安全检验工作。
11. 如果把本资料所记载的产品从其载体设备上卸下，有可能造成婴儿误吞的危险。顾客在将本公司产品安装到顾客的设备上时，请顾客自行负责将本公司产品设置为不容易剥落的安全设计。如果从顾客的设备上剥落而造成事故时，本公司将不承担任何责任。
12. 在未得到本公司的事先书面认可时，不可将本资料的一部分或者全部转载或者复制。
13. 如果需要了解关于本资料的详细内容，或者有其他关心的问题，请向本公司的营业窗口咨询。

© 2008. Renesas Technology Corp., All rights reserved.