# CGH001A
# 数据手册

## *8 位单片机*

## 版本: 0.2

This document contains information on a new product under development by CheerGoal.
CheerGoal reserves the right to change or discontinue this product without notice.
© CheerGoal Electronics Co., Ltd. 2024 All rights reserved.

# 特性

## 电机驱动引擎(MDE)

- 空间矢量PWM (SVPWM)
- 支持弦波和方波控制
- 支持Hall Latch输入
- 支持数字OCP和模拟OCP (过流保护)
- 可编程死区控制
- 可编程角度位移控制(-59°到59° 128阶)
- 频率发生器 (FG)

## 内置MCU

- 兼容MCS®-51
- 1T 8052中央处理器
- 4.5V 到 5.5V工作范围
- 4 级中断优先级
- 14个中断源
- 1外部中断(INT1N)
- 存储器大小:
- 8KB Flash 程序存储器
- 256 x 8位 IRAM
- 256 x 8位 XRAM
- 最大22个通用输入/输出(GPIO)引脚
- 三个16位定时器/计数器
- 看门狗(WD)定时器
- 1通道16位捕获
- 8通道10位模数转换(ADC)
- 通用运算放大器
- 全双工 UART串行通道
- 快速乘-除法器(MDU): 16*16,32/16, 16/16, 32位 L/R移位和32位归一化

# 目录

特性 ..... 2
目录 ..... 3
1. 概述 ..... 4
2. 方框图 ..... 4
3. 引脚配置 ..... 5
4. 引脚描述 ..... 6
5. 绝对最大额定值 ..... 8
6. D.C. 特性 ..... 8
7. A.C. 特性 ..... 9
8. OPA 特性 ..... 10
9. A/D 转换特性 ..... 11
10. 特殊功能寄存器(SFR) ..... 13
11. 存储器 ..... 18
12. 指令集 ..... 20
13. MCU ..... 24
14. 10 位模数转换 (ADC) ..... 61
15. 通用 PWM (GPWM) ..... 64
16. 捕获 ..... 67
17. 加法和减法单元 (ASU) ..... 70
18. 乘法和除法单元(MDU) ..... 74
19. 电机驱动引擎(MDE) ..... 80
20. 封装信息 ..... 126
21. 丝印区别 ..... 128
22. 订货信息 ..... 130
23. 版本历史 ..... 131

# 1. 概述

CGH001A是一款支持hall-latch接口的三相无刷直流电机控制器。CGH001A支持用于扭矩加强应用的六相驱动，和有效抑制电机振动的弦波驱动，并具有内置的创新速度控制机制;可以实现超高转速。

内置OCP保护电路，防止电机损坏，提高系统可靠性。模块框图如图2.1所示

# 2. 方框图

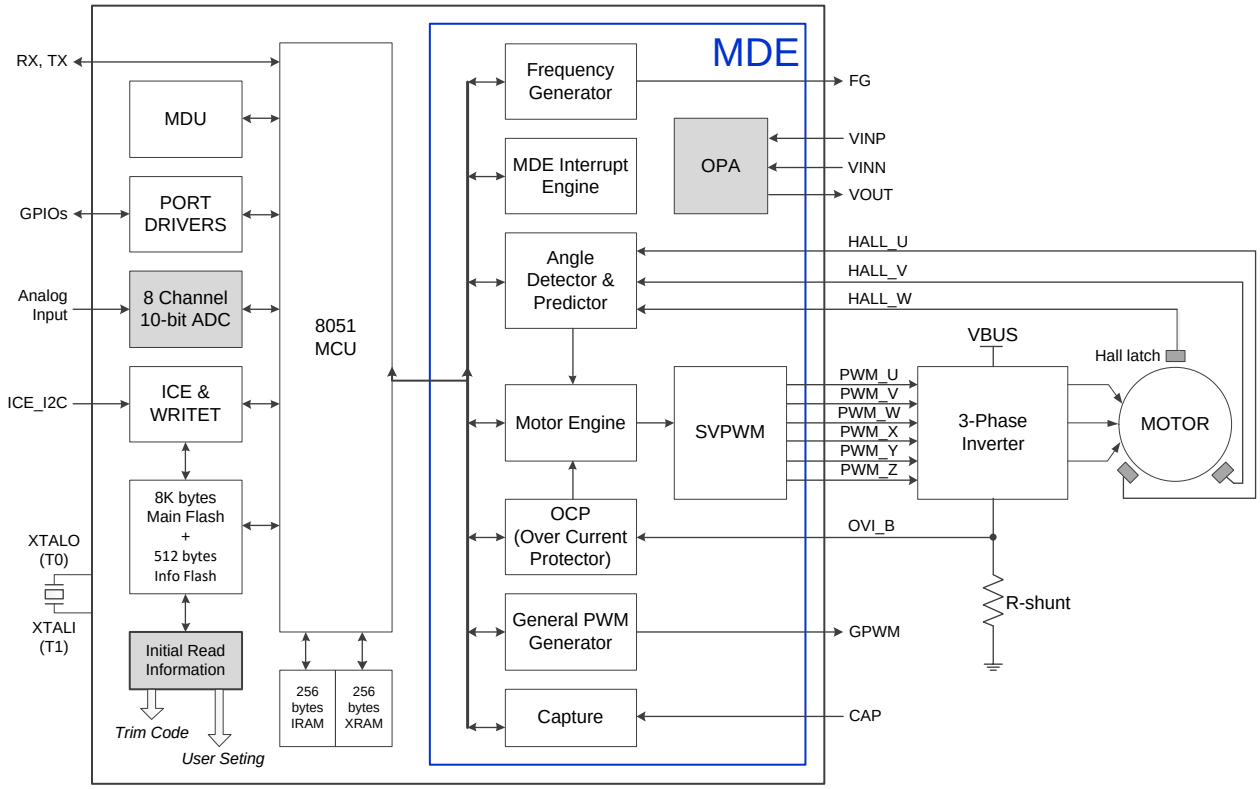



图 2.1 CGH001A BLDC 电机控制器模块图

# 3. 引脚配置

## 3.1. SSOP-28(AL28)

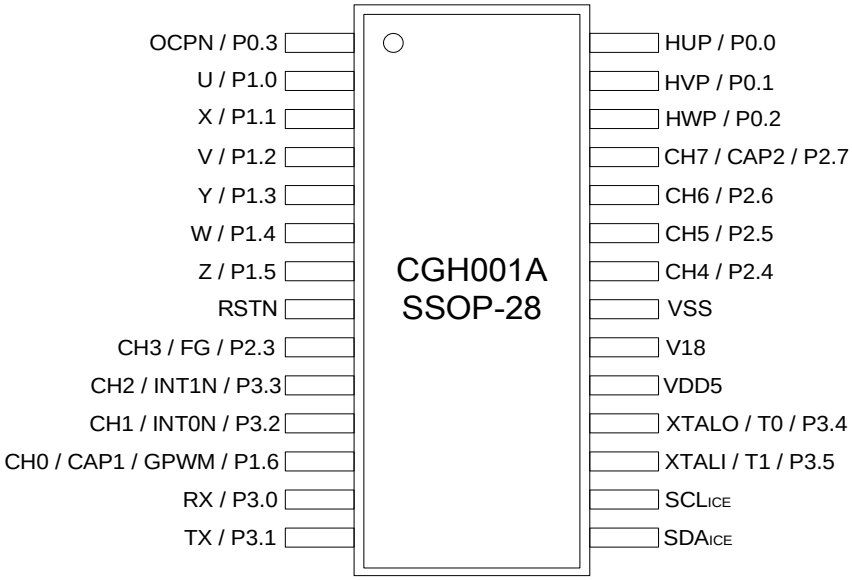



图 3.1 SSOP-28

## 3.2. QFN32-4x4mm (AZ32)

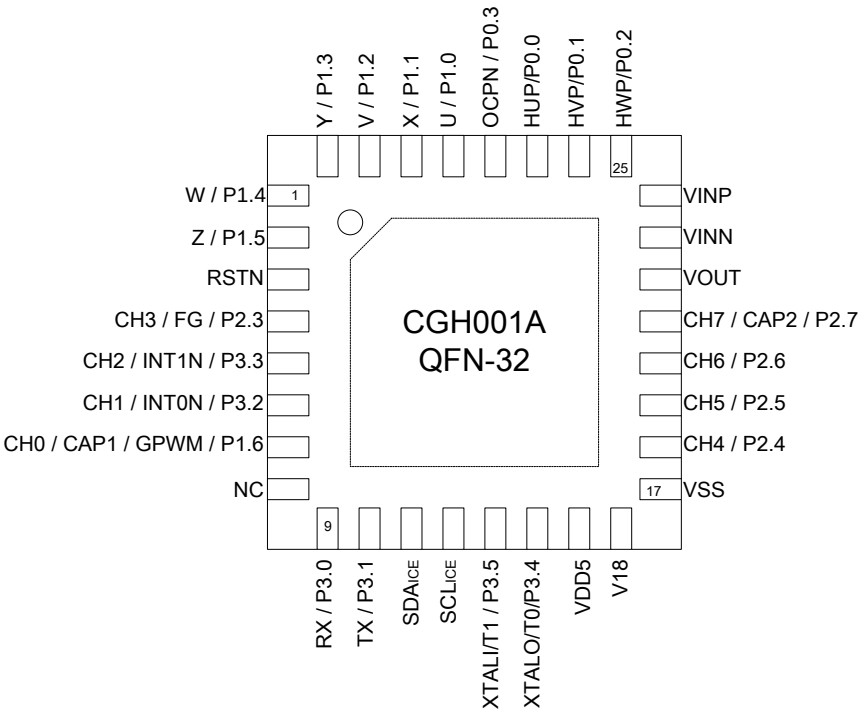



图 3.2 QFN32 4X4

# 4. 引脚描述

表 4.1 引脚定义

| SSOP28 | QFN32 | | | |
|---|---|---|---|---|
| 引脚 # | | 名称 | 类型 | 描述 |
| 8 | 3 | RSTN | I | 系统复位 |
| 25 | 21 | CH7 | I | 模拟输入Ch7. |
| | | CAP2 | I | 捕获输入2 |
| | | P2.7 | I/O | 端口2位7 |
| 24 | 20 | CH6 | I | 模拟输入Ch6 |
| | | P2.6 | I/O | 端口2位6 |
| 23 | 19 | CH5 | I | 模拟输入Ch5. |
| | | P2.5 | I/O | 端口2位5. |
| 22 | 18 | CH4 | I | 模拟输入Ch4. |
| | | P2.4 | I/O | 端口2位4. |
| 9 | 4 | CH3 | I | 模拟输入Ch3. |
| | | FG | O | 频率发生器输出 |
| | | P2.3 | I/O | 端口2位3. |
| 13 | 9 | RX | I | 串行数据接收(UART) |
| | | P3.0 | I/O | 端口3位0. |
| 14 | 10 | TX | O | 串行数据发送 (UART) |
| | | P3.1 | I/O | 端口3位1. |
| 15 | 11 | SDAICE | | 用于ICE(在线仿真). |
| 16 | 12 | SCLICE | | 用于ICE(在线仿真). |
| 17 | 13 | XTALI | I | 晶振输入引脚. 在这个引脚和XTALO之间连接12MHz晶振，并且接一个22pF到VSS |
| | | T1 | I | 定时器1外部输入. |
| | | P3.5 | I/O | 端口3位5. |
| 18 | 14 | XTALO | O | 晶振输入引脚. 在这个引脚和XTALI之间连接12MHz晶振，并且接一个22pF到VSS |
| | | T0 | I | 定时器0外部输入. |
| | | P3.4 | I/O | 端口3位4 |
| --- | 8 | NC | | 不接. |
| 19 | 15 | VDD5 | Power | 5.0V电压输入，在这个引脚与VSS之间应当连接一个 0.1uF和10uF (最小)的电容。 |
| 20 | 16 | V18 | O | 1.8V 电压输出。在这个引脚与VSS之间应当连接一个 0.1uF和1uF (最小)的电容。 |
| 21 | 17 | VSS | Ground | 电源地 |
| 12 | 7 | CH0 | I | 模拟输入Ch0. |
| | | CAP1 | I | 捕获输入1 |
| | | GPWM | O | 通用PWM输出. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | P1.6 | I/O | 端口1位6. |
| 11 | 6 | CH1 | I | 模拟输入Ch1. |
| | | INT0N | I | 外部中断0. 低电平触发或下降沿触发 |
| | | P3.2 | I/O | 端口3位2. |
| 10 | 5 | CH2 | I | 模拟输入Ch2. |
| | | INT1N | I | 外部中断1. 低电平触发或下降沿触发 |
| | | P3.3 | I/O | 端口3位3. |
| 26 | 25 | HWP | I | Hall Latch输入.(HALL W) |
| | | P0.2 | I/O | 端口0位2. |
| 27 | 26 | HVP | I | Hall Latch输入(HALL V) |
| | | P0.1 | I/O | 端口0位1 |
| --- | 22 | VOUT | O | OPA输出 |
| --- | 23 | VINN | I | OPA输入(-) |
| --- | 24 | VINP | I | OPA输入(+) |
| 28 | 27 | HUP | I | Hall Latch输入(HALL U) |
| | | P0.0 | I/O | 端口0位0 |
| 1 | 28 | OCPN | I | 过流保护。低有效 |
| | | P0.3 | I/O | 端口0位3 |
| 2 | 29 | U | O | PWM输出. U相高侧PWM |
| | | P1.0 | I/O | 端口1位0. |
| 3 | 30 | X | O | PWM输出. U相低侧PWM |
| | | P1.1 | I/O | 端口1位1 |
| 4 | 31 | V | O | PWM输出. V相高侧PWM. |
| | | P1.2 | I/O | 端口1位2 |
| 5 | 32 | Y | O | PWM输出. V相低侧PWM |
| | | P1.3 | I/O | 端口1位3 |
| 6 | 1 | W | O | PWM输出. W相高侧PWM |
| | | P1.4 | I/O | 端口1位4 |
| 7 | 2 | Z | O | PWM输出. W相低侧PWM. |
| | | P1.5 | I/O | 端口1位5 |

## 5. 绝对最大额定值

表 5.1 绝对最大额定值

| 项目 | 最小. | 典型. | 最大. |
|---|---|---|---|
| VDD5电源电压 | $V_{SS}$-0.3V | | $V_{SS}$+6.0V |
| VDD5输入电压 | $V_{SS}$-0.3V | | $V_{DD}$+0.3V |
| ΘJA结对环境热阻 (SSOP-28L) | | 82℃/W | |
| ΘJA结对环境热阻(QFN32-4x4) | | 30℃/W | |
| 存储温度 | -50℃ | | 150℃ |
| 工作温度 | -20℃ | | 105℃ |
| IOH 总电流 | | -80mA | |
| IOL 总电流 | | 80mA | |
| 总功耗 | | 500mW | |
| 抗静电能力-HBM | | 2000 (KV) | |
| 抗静电能力-MM | | 200 (V) | |

## 6. D.C. 特性

表 6.1 D.C. 特性

Ta=25℃

| 标号 | 参数 | 测试环境 | | 最小. | 典型. | 最大. | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $V_{DD}$ | 环境 | | | | |
| $V_{DD}$ | 工作电压 | — | $f_{sys}$=48MHz | 4.5 | 5.0 | 5.5 | V |
| $V_{18}$ | $V_{18}$ 输出范围 | — | Load Current < 10mA | 1.62 | 1.80 | 1.98 | V |
| $I_{DD}$ | 工作电流 | 5V | No load, $f_{sys}$=48Mhz, ADC off, MDE off | — | 9 | 12 | mA |
| $V_{IL}$ | I/O 端口输入低压 | — | — | 0 | — | 0.3 $V_{DD}$ | V |
| $V_{IH}$ | I/O 端口输入高压 | — | — | 0.7 $V_{DD}$ | — | $V_{DD}$ | V |
| $V_{OL}$ | LVD 电压电平 | 5V | $I_{OL}$=5mA | — | — | 0.5 | V |
| $V_{OH}$ | I/O 端口输出低压 | 5V | $I_{OH}$=-3.8mA | 4.5 | — | — | V |
| $R_{PU}$ | I/O 端口输出高压 | 5V | — | 10 | 35 | 50 | KΩ |
| $R_{PD}$ | I/O 端口上拉电阻 | 5V | — | 10 | 35 | 50 | KΩ |

# 7. A.C. 特性

表 7.1 A.C. 特性

Ta=25℃

| 标号 | 参数 | 测试环境 | | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $V_{DD}$ | 环境 | | | | |
| $f_{SYS}$ | 系统频率 | 4.5V~5.5V | Ta=-40℃ to 125℃ | TBD | 48.0 | TBD | MHz |
| | | | Ta=-20℃ to 85℃ | TBD | 48.0 | TBD | MHz |
| | | | Ta=25℃ | -1% | 48.0 | +1% | MHz |
| $f_{定时器}$ | 定时器输入引脚频率 | — | — | — | — | 4 | fsys |
| $t_{INT}$ | 中断脉冲宽度 | — | — | 1 | 5 | 10 | tsys |
| $t_{V18}$ | $V_{18}$ 稳定时间 | — | — | 60 | 120 | 240 | us |
| $t_{RSDT}$ | 系统复位延时时间(上电复位) | — | — | 25 | 50 | 100 | ms |

# 8. OPA 特性

表 8.1 OPA 特性

Ta=25℃, $V_{DD}$= 5V, $V_{SS}$=GND

| 标号 | 参数 | 环境 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $V_{CRM}$ | 共模输入范围 | | $V_{SS}$-0.3 | — | $V_{DD}$+0.3 | V |
| $V_{OS}$ | 输入偏移电压 | $V_{CM}$=$V_{SS}$ | -4.5 | | 4.5 | mV |
| $A_{OL}$ | DC 开环增益 | $V_{OUT}$=0.3V~$V_{DD}$-0.3V<br>$V_{CM}$=$V_{SS}$ | 88 | 112 | | dB |
| GBWP | 增益带宽 | $R_L$=10KΩ<br>$C_L$=60 pF | | 1 | | MHz |
| SR | 转换速率 | $C_L$=60 pF | | 0.6 | | V/us |

## 9. A/D 转换特性

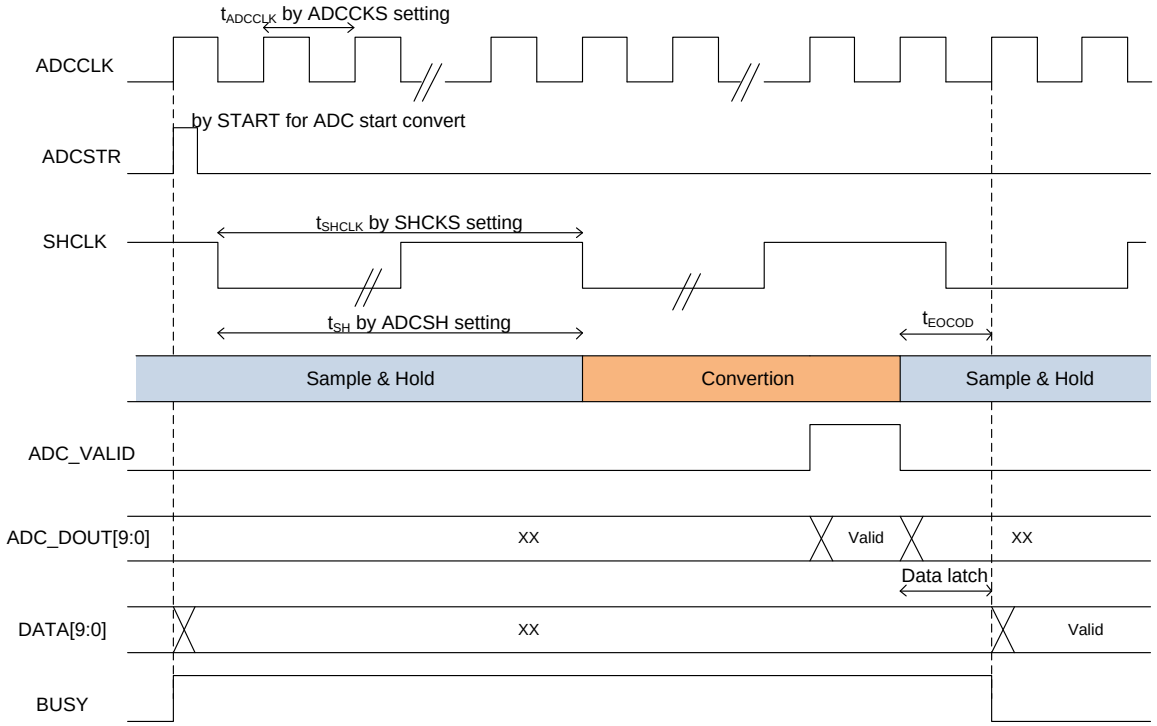



图 9.1 A/D 转换特性

表 9.1 A/D 转换特性

Ta=25℃

| 标号 | 参数 | 测试环境 | | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $V_{DD}$ | 环境 | | | | |
| $I_{AD}$ | 用了A/D转换增加的功耗 | 5V | — | — | 4.5 | — | mA |
| $I_{ADSTB}$ | A/D转换静态电流 | — | Load Current < 10mA | — | — | 4 | uA |
| $t_{ADCCLK}$ | A/D转换时钟时长 | — | 4MHz | — | 0.25 | — | us |
| | | — | 2MHz | — | 0.5 | — | us |
| $t_{CONV}$ | A/D转换时长 | — | 4MHz | — | 3.25 | — | us |
| | | — | 2MHz | — | 6.5 | — | us |
| $t_{SHCLK}$ | A/D采样和保持时钟时长 | — | 1MHz | — | 1 | — | us |
| | | — | 500KHz | — | 2 | — | us |
| | | — | 400KHz | — | 2.5 | — | us |
| | | — | 333KHz | — | 3 | — | us |
| $t_{SH}$ | A/D采样和保持时间 | — | 1MHz | 1 | — | 2 | us |
| | | — | 500KHz | 2 | — | 4 | us |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | — | 400KHz | 2.5 | — | 5 | us |
| | | — | 333KHz | 3 | — | 6 | us |
| DNL | 差分非线性 | 4.5V | No load, $t_{CONV}$=2.5us | -1 | — | +3 | LSB |
| | | 5.5V | | -1 | — | +3 | LSB |
| | | 4.5V | No load, $t_{CONV}$=5us | -1 | — | +3 | LSB |
| | | 5.5V | | -1 | — | +3 | LSB |
| INL | 整体非线性 | 4.5V | No load, $t_{CONV}$=2.5us | -4 | — | +4 | LSB |
| | | 5.5V | | -4 | — | +4 | LSB |
| | | 4.5V | No load, $t_{CONV}$=5us | -4 | — | +4 | LSB |
| | | 5.5V | | -4 | — | +4 | LSB |
| $G_{ERR}$ | 增益错误 | — | — | -10 | — | +10 | LSB |

# 10. 特殊功能寄存器(SFR)

## 10.1. SFRs 存储器图

表 10.1 SFRs 存储器图

| | 8 | 9 | A | B | C | D | E | F | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F8 | PINCONG1 | PINCONG2 | PINCONG3 | PINCONG4 | PINCONG5 | PINCONG6 | RSTS | TAKEY | FF |
| F0 | B | PINSET1 | PINSET2 | PINSET3 | PINSET4 | PINSET5 | PINSET6 | PINSET7 | F7 |
| E8 | ASUD1_1 | ASUD1_2 | ASUD1_3 | ASUD1_4 | ASUD2_1 | ASUD2_2 | ASUD2_3 | ASUD2_4 | EF |
| E0 | ACC | AS_MD_CONT | MD0 | MD1 | MD2 | MD3 | MD4 | MD5 | E7 |
| D8 | CAPCONT | VRHALL | SVPWMAMPFT | MD_CONT | ASUR1 | ASUR2 | ASUR3 | ASUR4 | DF |
| D0 | PSW | PFCON | ADCCONT | ADCSTR | ----- | ADCD1 | ADCD2 | SYNC | D7 |
| C8 | T2CON | CAPT_H | CAPT_L | CAPH_H | CAPH_L | ----- | ----- | ----- | CF |
| C0 | IRCON1 | SVPWMANGL | SVPWMANGH | SVPWMAMPL | SVPWMAMPH | FG_CTRL | ----- | ----- | C7 |
| B8 | IEN1 | IP1 | GPWMCONT | GPWMMAXL | GPWMMAXH | GPWMDYL | GPWMDYH | MIN_DUTY | BF |
| B0 | P3 | MPWMCONT1 | MPWMCONT2 | MPWMINV | TL2 | TH2 | WDTC | WDTK | B7 |
| A8 | IEN0 | IP0 | MPWMDYVL | MPWMDYVH | MCONT3 | MPWMDYWL | MPWMDYWH | IMPMISC_FUN | AF |
| A0 | P2 | OCPCONT | MCONT2 | MPWM_CYC_L | MPWM_CYC_H | MPWMDYUL | MPWMDYUH | MPWMDT | A7 |
| 98 | SCON | SBUF | SRELL | SRELH | HALLDBT | MCONT1 | AOCPCONT | IMPMISC_KEY | 9F |
| 90 | P1 | HALLSET1 | HALLSET2 | HALLSET3 | HALLST | ONE_HALLSET | ROTORSPEEDL | ROTORSPEEDH | 97 |
| 88 | TCON | TMOD | TL0 | TL1 | TH0 | TH1 | AUX | AS | 8F |
| 80 | P0 | SP | DP0L | DP0H | DP1L | DP1H | RCON | PCON | 87 |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |

## 10.2. CGH001A SFRs 和复位值

表 10.2 CGH001A SFRs 和复位值

| 标号 | 描述 | 地址 | 复位值 |
|---|---|---|---|
| ACC | 累加器 | E0H | 00H |
| ADCCONT | ADC控制寄存器 | D2H | 80H |
| ADCD1 | ADC数据寄存器 1 | D5H | 00H |
| ADCD2 | ADC数据寄存器 2 | D6H | 00H |
| ADCSTR | ADC开始转换和设置寄存器 | D3H | 00H |
| AOCPCONT | 模拟OCP控制寄存器 | 9EH | 0FH |
| AS | 角度偏移控制寄存器 | 8FH | 00H |
| AS_MD_CONT | ASU和MDU控制寄存器 | E1H | 10H |
| ASUD1_1 | ASU数据1字节1 | E8H | 00H |
| ASUD1_2 | ASU数据1字节2 | E9H | 00H |
| ASUD1_3 | ASU数据1字节3 | EAH | 00H |
| ASUD1_4 | ASU数据1字节4 | EBH | 00H |
| ASUD2_1 | ASU数据2字节1 | ECH | 00H |
| ASUD2_2 | ASU数据2字节2 | EDH | 00H |
| ASUD2_3 | ASU数据2字节3 | EEH | 00H |
| ASUD2_4 | ASU数据2字节4 | EFH | 00H |
| ASUR1 | ASU结果寄存器1 | DCH | 00H |
| ASUR2 | ASU结果寄存器2 | DDH | 00H |
| ASUR3 | ASU结果寄存器3 | DEH | 00H |
| ASUR4 | ASU结果寄存器4 | DFH | 00H |
| AUX | 辅助寄存器 | 8EH | 11H |
| B | B寄存器 | F0H | 00H |
| CAPCONT | 捕获控制寄存器 | D8H | 03H |
| CAPH_H | 捕获高电平计数高字节 | CBH | 00H |
| CAPH_L | 捕获高电平计数低字节 | CCH | 00H |
| CAPT_H | 捕获总计数高字节 | C9H | 00H |
| CAPT_L | 捕获总计数低字节 | CAH | 00H |
| DPTR0: | 数据指针0(2字节) | | |
| DP0H | 数据指针0高字节 | 83H | 00H |
| DP0L | 数据指针0低字节 | 82H | 00H |
| DPTR1: | 数据指针1 (2字节) | | |
| DP1H | 数据指针1高字节 | 85H | 00H |
| DP1L | 数据指针1低字节 | 84H | 00H |
| FG_CTRL | 频率发生控制寄存器 | C5H | 00H |
| GPWMCONT | 通用PWM控制寄存器 | BAH | 00H |

| | | | |
|---|---|---|---|
| GPWMDYH | 通用PWM占空比寄存器高字节 | BEH | FFH |
| GPWMDYL | 通用PWM占空比寄存器低字节 | BDH | FFH |
| GPWMMAXH | 通用PWM最大寄存器高字节 | BCH | 00H |
| GPWMMAXL | 通用PWM最大寄存器低字节 | BBH | 02H |
| HALLDBT | Hall去抖时间寄存器 | 9CH | 0EH |
| HALLSET1 | Hall设置寄存器1 | 91H | 45H |
| HALLSET2 | Hall设置寄存器2 | 92H | 26H |
| HALLSET3 | Hall设置寄存器3 | 93H | 13H |
| HALLST | Hall状态寄存器 | 94H | XXH |
| IEN0 | 中断使能寄存器0 | A8H | 00H |
| IEN1 | 中断使能寄存器1 | B8H | 00H |
| IMPMISC_FUN | 改进多项功能设置寄存器 | AFH | 10H |
| IMPMISC_KEY | 改进多项功能开启密钥寄存器 | 9FH | 00H |
| IP0 | 中断优先级寄存器0 | A9H | 00H |
| IP1 | 中断优先级寄存器1 | B9H | 00H |
| IRCON1 | 中断请求寄存器1 | C0H | 00H |
| MCONT1 | 电机控制寄存器1 | 9DH | X0110000B |
| MCONT2 | 电机控制寄存器2 | A2H | 00H |
| MCONT3 | 电机控制寄存器3 | ACH | 03H |
| MD_CONT | MDU控制寄存器 | DBH | 00H |
| MD0 | 乘除法寄存器0 | E2H | 00H |
| MD1 | 乘除法寄存器1 | E3H | 00H |
| MD2 | 乘除法寄存器2 | E4H | 00H |
| MD3 | 乘除法寄存器3 | E5H | 00H |
| MD4 | 乘除法寄存器4 | E6H | 00H |
| MD5 | 乘除法寄存器5 | E7H | 00H |
| MIN_DUTY | 最小占空比限制寄存器 | BFH | 00H |
| MPWMCONT1 | MPWM控制寄存器1 | B1H | 00H |
| MPWMCONT2 | MPWM控制寄存器2 | B2H | 00H |
| MPWMDT | 电机PWM死区寄存器 | A7H | 00H |
| MPWMDYUH | 电机PWM占空比 U高 (U相) | A6H | 07H |
| MPWMDYUL | 电机PWM占空比 U低 (U相) | A5H | FFH |
| MPWMDYVH | 电机PWM占空比 V高 (V相) | ABH | 07H |
| MPWMDYVL | 电机PWM占空比 V低 (V相) | AAH | FFH |
| MPWMDYWH | 电机PWM占空比 W高 (W相) | AEH | 07H |
| MPWMDYWL | 电机PWM占空比 W低 (W相) | ADH | FFH |
| MPWMINV | MPWM反相选择寄存器 | B3H | 00H |
| MPWM_CYC_H | 电机PWM_CYC高字节 | A4H | 00H |

| | | | |
|---|---|---|---|
| MPWM_CYC_L | 电机PWM_CYC低字节 | A3H | 02H |
| OCPCONT | OCP控制寄存器 | A1H | 04H |
| ONE_HALLSET | 单Hall设置寄存器 | 95H | 04H |
| P0 | 端口0 | 80H | FFH |
| P1 | 端口1 | 90H | FFH |
| P2 | 端口2 | A0H | FFH |
| P3 | 端口3 | B0H | FFH |
| PCON | 电源控制寄存器 | 87H | 00H |
| PFCON | 外设频率控制寄存器 | D1H | 00H |
| PINCONG1 | 引脚配置寄存器1 | F8H | AAH |
| PINCONG2 | 引脚配置寄存器2 | F9H | AAH |
| PINCONG3 | 引脚配置寄存器3 | FAH | A0H |
| PINCONG4 | 引脚配置寄存器4 | FBH | AAH |
| PINCONG5 | 引脚配置寄存器5 | FCH | AAH |
| PINCONG6 | 引脚配置寄存器6 | FDH | A0H |
| PINSET1 | 引脚I/O设置寄存器1 | F1H | AAH |
| PINSET2 | 引脚I/O设置寄存器2 | F2H | AAH |
| PINSET3 | 引脚I/O设置寄存器3 | F3H | 0AH |
| PINSET4 | 引脚I/O设置寄存器4 | F4H | 00H |
| PINSET5 | 引脚I/O设置寄存器5 | F5H | 80H |
| PINSET6 | 引脚I/O设置寄存器6 | F6H | 2AH |
| PINSET7 | 引脚I/O设置寄存器7 | F7H | FFH |
| PSW | 程序状态字寄存器 | D0H | 00H |
| RCON | 内部RAM控制寄存器 | 86H | F0H |
| ROTORSPEEDH | 转速控制寄存器高字节 | 97H | FFH |
| ROTORSPEEDL | 转速控制寄存器低字节 | 96H | FFH |
| RSTS | 复位源寄存器 | FEH | 0AH |
| SBUF | 串口数据缓存 | 99H | 00H |
| SCON | 串口控制寄存器 | 98H | 00H |
| SP | 堆栈指针 | 81H | 07H |
| SRELH | 串口重载寄存器高字节 | 9BH | 00H |
| SRELL | 串口重载寄存器低字节 | 9AH | 00H |
| SVPWMAMPFT | SVPWM振幅微调寄存器 | DAH | 00H |
| SVPWMAMPH | SVPWM振幅寄存器高字节 | C4H | 00H |
| SVPWMAMPL | SVPWM振幅寄存器低字节 | C3H | 00H |
| SVPWMANGH | SVPWM角度寄存器高字节 | C2H | 00H |
| SVPWMANGL | SVPWM角度寄存器低字节 | C1H | 00H |
| SYNC | MDE同步寄存器 | D7H | 00H |

| | | | |
|---|---|---|---|
| T2CON | 定时器2控制寄存器 | C8H | 00H |
| TAKEY | 定时器访问秘钥寄存器 | FFH | 00H |
| TCON | 定时器0/1控制寄存器 | 88H | 00H |
| TH0 | 定时器0高字节 | 8CH | 00H |
| TH1 | 定时器1高字节 | 8DH | 00H |
| TH2 | 定时器2高字节 | B5H | 00H |
| TL0 | 定时器0低字节 | 8AH | 00H |
| TL1 | 定时器1低字节 | 8BH | 00H |
| TL2 | 定时器2低字节 | B4H | 00H |
| TMOD | 定时器0/1模式寄存器 | 89H | 00H |
| VRHALL | 虚拟Hall寄存器 | D9H | 05H |
| WDTC | 看门狗控制寄存器 | B6H | 04H |
| WDTK | 看门狗刷新寄存器 | B7H | 00H |

# 11. 存储器

**CGH001A** 存储器结构遵循一般的 8052 结构。
有三个存储区域:程序存储器(Flash),外部数据存储器(XRAM),和内部数据存储器(IRAM)。**CGH001A** 集成了 8K 字节 Flash, 256 字节 IRAM 和 256 字节 XRAM。

## 11.1. 程序存储器

**CGH001A** 包含 8K 字节的片上 FLASH 用于程序存储。

## 11.2. 数据存储器

**CGH001A** 包含 256 个字节的通用内部数据存储器(IRAM)和 256 个字节的外部数据存储器(XRAM)。

### 11.2.1. 数据存储器 (IRAM)(00H~FFH)

RAM 的低 128 字节可以通过直接寻址和间接寻址来访问。IRAM 的高 128 字节和 SFR 寄存器的 128 字节共享同一个地址空间。高 128 字节的数据存储器只能通过间接寻址来访问。SFR 寄存器只能通过直接寻址来访问。最低 32 字节(00H -1FH)的数据存储器被分成 4 组，每组 8 个寄存器。**RS0** 和 **RS1** 位(**PSW.3** 和 **PSW .4**)选择使用哪一组寄存器。使用寄存器寻址的指令将只访问当前指定的组。

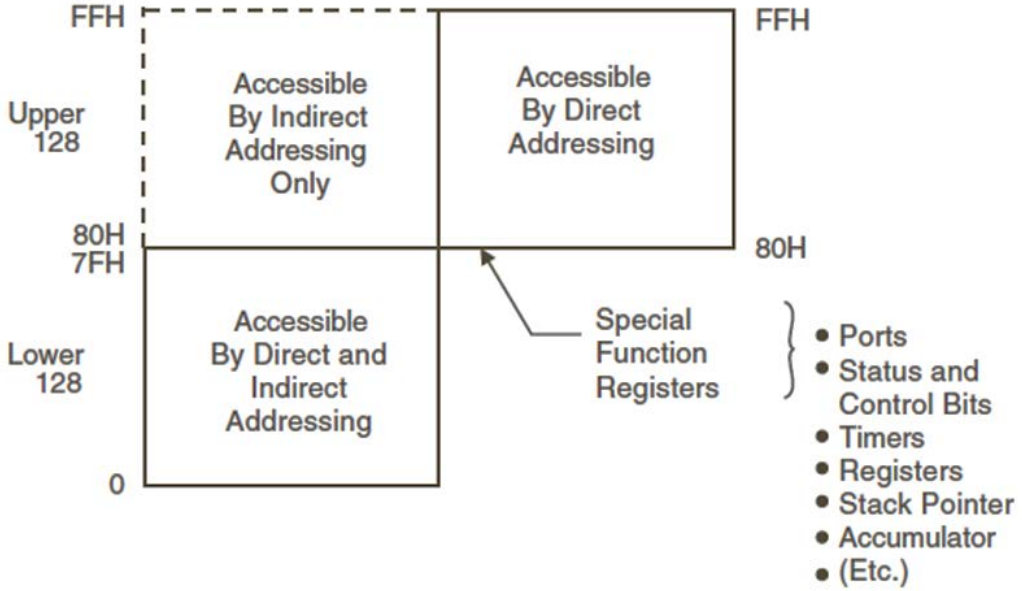



图 11.2.1 数据存储器 (IRAM)(00H~FFH)

### 11.2.2. 数据存储器(XRAM)(F000H~F0FFH)

外部地址 F000H 到 F0FFh 包含片上扩展 SRAM。可以通过外部直接寻址模式(使用 MOVX 指令)访问这个外部数据存储器。指令 MOVX @Ri, A (i=0,1)的地址空间由 SFR 86H RCON(内部 RAM 控制寄存器)的 RCON[7:0]确定。RCON[7:0]仅能被设置为 F0h (page0)。一页 XRAM 是 256 字节。

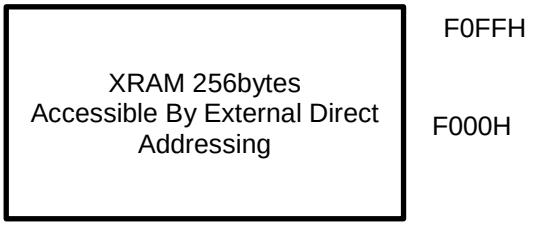



图 11.2.2 数据存储器 (XRAM)(F000H~F0FFH)

# 12. 指令集

**CGH001A** 是完全二进制兼容的 MCS-51 指令集

表 12.1 指令集

| 算术运算 | 描述 | 字节 | 周期 | 16进制代码 |
|---|---|---|---|---|
| ADD A,Rn | 将寄存器Rn中的内容加到累加器中 | 1 | 1 | 0x28-0x2F |
| ADD A,direct | 直接地址单元中的内容加到累加器中 | 2 | 2 | 0x25 |
| ADD A,@Ri | 寄存器工作寄存器Ri指向的地址单元中的内容加到累加器中 | 1 | 2 | 0x26-0x27 |
| ADD A,#data | 立即数加到累加器中 | 2 | 2 | 0x24 |
| ADDC A,Rn | 累加器与工作寄存器Rn中的内容、连同进位位相加，结果存在累加器中 | 1 | 1 | 0x38-0x3F |
| ADDC A,direct | 累加器与直接地址单元的内容、连同进位位相加，结果存在累加器中 | 2 | 2 | 0x35 |
| ADDC A,@Ri | 累加器与工作寄存器Ri指向的地址单元中的内容、连同进位位相加，结果存在累加器中 | 1 | 2 | 0x36-0x37 |
| ADDC A,#data | 累加器与立即数、连同进位位相加，结果存在累加器中 | 2 | 2 | 0x34 |
| SUBB A,Rn | 累加器与工作寄存器中的内容、连同借位位相减，结果存在累加器中 | 1 | 1 | 0x98-0x9F |
| SUBB A,direct | 累加器与直接地址单元中的内容、连同借位位相减，结果存在累加器中 | 2 | 2 | 0x95 |
| SUBB A,@Ri | 累加器与工作寄存器Ri指向的地址单元中内容、连同借位位相减，结果存在累加器中 | 1 | 2 | 0x96-0x97 |
| SUBB A,#data | 累加器与立即数、连同借位位相减，结果存在累加器中 | 2 | 2 | 0x94 |
| INC A | 累加器中的内容加1 | 1 | 1 | 0x04 |
| INC Rn | 寄存器Rn的内容加1 | 1 | 2 | 0x08-0x0F |
| INC direct | 直接地址单元中的内容加1 | 2 | 3 | 0x05 |
| INC @Ri | Ri指向的地址单元中的内容加1 | 1 | 3 | 0x06-0x07 |
| INC DPTR | 数据指针DPTR的内容加1 | 1 | 1 | 0xA3 |
| DEC A | 累加器中的内容减1 | 1 | 1 | 0x14 |
| DEC Rn | 寄存器Rn中的内容减1 | 1 | 2 | 0x18-0x1F |
| DEC direct | 直接地址单元中的内容减1 | 2 | 3 | 0x15 |
| DEC @Ri | Ri指向的地址单元中的内容减1 | 1 | 3 | 0x16-0x17 |
| MUL AB | ACC与B中内容相乘，其结果低位存在ACC中、高位存在B中 | 1 | 5 | 0xA4 |
| DIV | ACC除以B中内容，商存在ACC，而余数存在寄存器B中 | 1 | 5 | 0x84 |
| DA A | ACC十进制调整 | 1 | 1 | 0xD4 |

| 逻辑运算 | 描述 | 字节 | 周期 | 16进制代码 |
|---|---|---|---|---|
| ANL A,Rn | 累加器和寄存器Rn中的内容相“与” | 1 | 1 | 0x58-0x5F |
| ANL A,direct | 累加器和直接地址单元中的内容相“与” | 2 | 2 | 0x55 |
| ANL A,@Ri | 累加器和工作寄存器Ri指向的地址单元中的内容相“与” | 1 | 2 | 0x56-0x57 |
| ANL A,#data | 累加器和立即数相“与” | 2 | 2 | 0x54 |
| ANL direct,A | 直接地址单元中的内容和累加器相“与” | 2 | 3 | 0x52 |
| ANL direct,#data | 直接地址单元中的内容和立即数相“与” | 3 | 4 | 0x53 |
| ORL A,Rn | 累加器和寄存器Rn中的内容相“或” | 1 | 1 | 0x48-0x4F |
| ORL A,direct | 累加器和直接地址单元中的内容相“或” | 2 | 2 | 0x45 |
| ORL A,@Ri | 累加器和工作寄存器Ri指向的地址单元中的内容相“或” | 1 | 2 | 0x46-0x47 |
| ORL A,#data | 累加器和立即数相“或” | 2 | 2 | 0x44 |
| ORL direct,A | 直接地址单元中的内容和累加器相“或” | 2 | 3 | 0x42 |
| ORL direct,#data | 直接地址单元中的内容和立即数相“或” | 3 | 4 | 0x43 |
| XRL A,Rn | 累加器和寄存器Rn中的内容相“异或” | 1 | 1 | 0x68-0x6F |
| XRL A,direct | 累加器和直接地址单元中的内容相“异或” | 2 | 2 | 0x65 |
| XRL A,@Ri | 累加器和工作寄存器Ri指向的地址单元中的内容相“异或” | 1 | 2 | 0x66-0x67 |
| XRL A,#data | 累加器和立即数相“异或” | 2 | 2 | 0x64 |
| XRL direct,A | 直接地址单元中的内容和累加器相“异或” | 2 | 3 | 0x62 |
| XRL direct,#data | 直接地址单元中的内容和立即数相“异或” | 3 | 4 | 0x63 |
| CLR A | 累加器内容清“0” | 1 | 1 | 0xE4 |
| CPL A | 累加器按位取反 | 1 | 1 | 0xF4 |
| RL A | 累加器循环左移一位 | 1 | 1 | 0x23 |
| RLC A | 累加器连同进位位CY循环左移一位 | 1 | 1 | 0x33 |
| RR A | 累加器循环右移一位 | 1 | 1 | 0x03 |
| RRC A | 累加器连同进位位CY循环右移一位 | 1 | 1 | 0x13 |
| SWAP A | 累加器高低半字节互换 | 1 | 1 | 0xC4 |

| 数据传送 | 描述 | 字节 | 周期 | 16进制代码 |
|---|---|---|---|---|
| MOV A,Rn | 寄存器Rn中的内容送到累加器中 | 1 | 1 | 0xE8-0xEF |
| MOV A,direct | 直接地址单元中的内容送到累加器中 | 2 | 2 | 0xE5 |
| MOV A,@Ri | 工作寄存器Ri指向的地址单元中的内容送到累加器中 | 1 | 2 | 0xE6-0xE7 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| MOV A,#data | 立即数送到累加器中 | 2 | 2 | 0x74 |
| MOV Rn,A | 累加器中内容送到寄存器Rn中 | 1 | 2 | 0xF8-0xFF |
| MOV Rn,direct | 直接寻址单元中的内容送到寄存器Rn中 | 2 | 4 | 0xA8-0xAF |
| MOV Rn,#data | 立即数直接送到寄存器Rn中 | 2 | 2 | 0x78-0x7F |
| MOV direct,A | 累加器送到直接地址单元 | 2 | 3 | 0xF5 |
| MOV direct,Rn | 寄存器Rn中的内容送到直接地址单元 | 2 | 3 | 0x88-0x8F |
| MOV direct1,direct2 | 直接地址单元中的内容送到另一个直接地址单元 | 3 | 4 | 0x85 |
| MOV direct,@Ri | 工作寄存器Ri指向的地址单元中的内容送到直接地址单元 | 2 | 4 | 0x86-0x87 |
| MOV direct,#data | 立即数送到直接地址单元 | 3 | 3 | 0x75 |
| MOV @Ri,A | 累加器送到以工作寄存器Ri指向的地址单元中 | 1 | 3 | 0xF6-0xF7 |
| MOV @Ri,direct | 直接地址单元中内容送到以工作寄存器Ri指向的地址单元中 | 2 | 5 | 0xA6-0xA7 |
| MOV @Ri,#data | 立即数送到以工作寄存器Ri指向的地址单元中 | 2 | 3 | 0x76-0x77 |
| MOV DPTR,#data16 | 16位常数的高8位送到DPH，低8位送到DPL | 3 | 3 | 0x90 |
| MOVC A,@A+DPTR | 以DPTR为基地址变址寻址单元中的内容送到累加器中 | 1 | 3 | 0x93 |
| MOVC A,@A+PC | 以PC为基地址变址寻址单元中的内容送到累加器中 | 1 | 3 | 0x83 |
| MOVX A,@Ri | 扩展RAM（8位地址）的数据送入累加器中 | 1 | 3 | 0xE2-0xE3 |
| MOVX A,@DPTR | 扩展RAM（16位地址）的数据送入累加器中 | 1 | 3 | 0xE0 |
| MOVX @Ri,A | 累加器中的内容送到寄存器Ri指向的扩展RAM地址（8位地址）中 | 1 | 4 | 0xF2-0xF3 |
| MOVX @DPTR,A | 累加器中的内容送到DPTR指向的扩展RAM地址（16位地址）中 | 1 | 4 | 0xF0 |
| PUSH direct | 直接地址单元中的数据压入堆栈中 | 2 | 4 | 0xC0 |
| POP direct | 出栈数据送到直接地址单元中 | 2 | 3 | 0xD0 |
| XCH A,Rn | 累加器与寄存器Rn中的内容互换 | 1 | 2 | 0xC8-0xCF |
| XCH A,direct | 累加器与直接地址单元中的内容互换 | 2 | 3 | 0xC5 |
| XCH A,@Ri | 累加器与工作寄存器Ri指向的地址单元中内容互换 | 1 | 3 | 0xC6-0xC7 |
| XCHD A,@Ri | 累加器与工作寄存器Ri指向的地址单元中内容低半字节互换 | 1 | 3 | 0xD6-0xD7 |

| 程序跳转 | 描述 | 字节 | 周期 | 16进制代码 |
|---|---|---|---|---|
| ACALL addr11 | 绝对短调用子程序，2K字节（页内）空间限制 | 2 | 6 | xxx10001b |
| LCALL addr16 | 绝对长调用子程序，64K字节空间限制 | 3 | 6 | 0x12 |
| RET | 子程序返回 | 1 | 4 | 0x22 |
| RETI | 中断子程序返回 | 1 | 4 | 0x32 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| AJMP addr11 | 绝对短跳转，2K字节（页内）空间限制 | 2 | 3 | xxx00001b |
| LJMP addr16 | 绝对长跳转，64K字节空间限制 | 3 | 4 | 0x02 |
| SJMP rel | 相对跳转 | 2 | 3 | 0x80 |
| JMP @A+DPTR | 跳转到DPTR加ACC所指间接地址 | 1 | 2 | 0x73 |
| JZ rel | 累加器为“0”则跳转 | 2 | 3 | 0x60 |
| JNZ rel | 累加器不为“0”则跳转 | 2 | 3 | 0x70 |
| JC rel | 进位位为“1”则跳转 | 2 | 3 | 0x40 |
| JNC | 进位位为“0”则跳转 | 2 | 3 | 0x50 |
| JB bit,rel | 直接地址位为“1”则跳转 | 3 | 4 | 0x20 |
| JNB bit,rel | 直接地址位为“0”则跳转 | 3 | 4 | 0x30 |
| JBC bit,rel | 直接地址位为“1”则跳转，且清“0”该位 | 3 | 4 | 0x10 |
| CJNE A,direct,rel | 累加器中的内容不等于直接地址单元的内容，则跳转到偏移量所指向的地址，否则程序往下执行 | 3 | 4 | 0xB5 |
| CJNE A,#data,rel | 累加器中的内容不等于立即数，则跳转到偏移量所指向的地址，否则程序往下执行 | 3 | 4 | 0xB4 |
| CJNE Rn,#data,rel | 寄存器Rn中的内容不等于立即数，则跳转到偏移量所指向的地址，否则程序往下执行 | 3 | 4 | 0xB8-0xBF |
| CJNE @Ri,#data,rel | 工作寄存器Ri指向的地址单元中的内容不等于立即数，则跳转到偏移量所指向的地址，否则程序往下执行 | 3 | 4 | 0xB6-0xB7 |
| DJNZ Rn,rel | 寄存器Rn中的内容减1，如不等于0，则跳转到偏移量所指向的地址，否则程序往下执行 | 2 | 3 | 0xD8-0xDF |
| DJNZ direct,rel | 直接地址单元中的内容减1，如不等于0，则跳转到偏移量所指向的地址，否则程序往下执行 | 3 | 4 | 0xD5 |
| NOP | 空操作指令 | 1 | 1 | 0 |

| 布尔操作 | 描述 | 字节 | 周期 | 16进制代码 |
|---|---|---|---|---|
| CLR C | 清“0”进位位 | 1 | 1 | 0xC3 |
| CLR bit | 清“0”直接地址位 | 2 | 3 | 0xC2 |
| SETB C | 置“1”进位位 | 1 | 1 | 0xD3 |
| SETB bit | 置“1”直接地址位 | 2 | 3 | 0xD2 |
| CPL C | 进位位求反 | 1 | 1 | 0xB3 |
| CPL bit | 直接地址位求反 | 2 | 3 | 0xB2 |
| ANL C,bit | 进位位和直接地址位相“与” | 2 | 2 | 0x82 |
| ANL C,/bit | 进位位和直接地址位的反码相“与” | 2 | 2 | 0xB0 |
| ORL C,bit | 进位位和直接地址位相“或” | 2 | 2 | 0x72 |
| ORL C,/bit | 进位位和直接地址位的反码相“或” | 2 | 2 | 0xA0 |
| MOV C,bit | 直接地址位数据送入进位位 | 2 | 2 | 0xA2 |
| MOV bit,C | 进位位数据送入直接地址位 | 2 | 3 | 0x92 |

# 13. MCU

## 13.1. 8051 引擎

表 13.1 8051 引擎

| SFR | 描述 | 地址 | 复位值 |
|---|---|---|---|
| ACC | 累加器 | E0H | 00H |
| B | B寄存器 | F0H | 00H |
| PSW | 程序状态字寄存器 | D0H | 00H |
| SP | 堆栈指针 | 81H | 07H |
| DP0H | 数据指针0高字节 | 83H | 00H |
| DP0L | 数据指针0低字节 | 82H | 00H |
| DP1H | 数据指针1高字节 | 85H | 00H |
| DP1L | 数据指针1低字节 | 84H | 00H |
| AUX | 辅助寄存器 | 8EH | 11H |
| RCON | 内部RAM控制寄存器 | 86H | F0H |

### 13.1.1. ACC (累加器)

所有特殊功能寄存器中最重要的，这是关于累加器(也被称为 ACC 或 A)的第一条注释。累加器(有时也被称为寄存器 A)保存大多数算术和逻辑操作的结果。

表 13.1.1 ACC (累加器)

| ACC 累加器 | 地址= E0H | | | | 复位值= 00000000B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | ACC.7 | ACC.6 | ACC.5 | ACC.4 | ACC.3 | ACC.2 | ACC.1 | ACC.0 |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

### 13.1.2. B (B 寄存器)

在乘法和除法指令中使用 B 寄存器。它还可以用作临时数据的暂存寄存器。

表 13.1.2 B 寄存器

| B B 寄存器 | 地址= F0H | | | | 复位值 = 00000000B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | B.7 | B.6 | B.5 | B.4 | B.3 | B.2 | B.1 | B.0 |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

### 13.1.3. PSW (程序状态字寄存器)

**PSW** 寄存器包含反映 CPU 当前状态的状态位。注意奇偶校验位只能根据 **ACC** 寄存器的状态被硬件修改。

表 13.1.3.1 PSW

| PSW 程序状态字寄存器 | 地址 = D0H | | | | | 复位值= 00000000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | CY | AC | F0 | RS1 | RS0 | OV | F1 | P |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R |

| | |
|---|---|
| CY | 进位标志:<br>算术运算和布尔运算的累加器中的进位位 |
| AC | 辅助进位位 :<br>如果在BCD操作中从累加器的第三位有进位时，则置位. |
| F0 | 通用标志位0 :<br>可以给用户使用的通用标志位. |
| RS1 | 寄存器组选择控制位1, 用于选择工作寄存器组. |
| RS0 | 寄存器组选择控制位0, 用于选择工作寄存器组. |
| OV | 溢出标志位 :<br>累加器在算术运算中有溢出时置位. |
| F1 | 通用标志位1 :<br>可以给用户使用的通用标志位. |
| P | 奇偶校验位 :<br>反映累加器中’1’的数目.<br>P = ‘1’ 如果累加器的’1’是奇数<br>P = ‘0’ 如果累加器的’1’是偶数 |

**RS1** 和 **RS0** 位的状态选择工作寄存器组如下表:

表 13.1.3.2 RS1

| RS1 | RS0 | 选择寄存器组 | 位置 |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 组 0 | 00H – 07H |
| 0 | 1 | 组 1 | 08H – 0FH |
| 1 | 0 | 组 2 | 10H – 17H |
| 1 | 1 | 组 3 | 18H – 1FH |

### 13.1.4. SP (堆栈指针)

这个寄存器指向内部数据存储空间的堆栈顶部。它用于在执行中断程序或子程序之前存储程序的返回地址。**SP** 在执行 **PUSH** 或 **CALL** 指令之前递增，在执行 **POP** 或 **RET(I)**指令之后递减(它总是指向堆栈的顶部)。复位将初始化堆栈指针指向位置 0x07。因此，压栈到堆栈上的第一个值被放置在 0x08 位置。

表 13.1.4 堆栈指针

| SP | 地址 = 81H | | | | | 复位值= 00000111B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 堆栈指针 | | | | | | | | |
| 位 | SP.7 | SP.6 | SP.5 | SP.4 | SP.3 | SP.2 | SP.1 | SP.0 |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

### 13.1.5. DP0 (数据指针 0)

这些寄存器在间接寻址模式中保存 16 位地址，用于 **MOVX**(移动外部内存)、**MOVC**(移动程序内存)或 **JMP**(计算跳转)指令。它们可以作为 16 位寄存器操作，也可以作为两个独立的 8 位寄存器操作。**DP0H** 保存间接地址的高字节，**DP0L** 保存间接地址的低字节。
它通常用于访问外部代码或数据空间，例如:
**MOVCA**,**@A+DPTR** (代码空间)
**MOVA**,**@DPTR** (数据空间)

表 13.1.5 DP0 (数据指针 0)

| DP0H | 地址 = 83H | | | | | 复位值= 00000000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 数据指针 0 高字节 | | | | | | | | |
| 位 | DP0H[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| DP0L | 地址 = 82H | | | | | 复位值= 00000000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 数据指针 0 低字节 | | | | | | | | |
| 位 | DP0L[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

### 13.1.6. DP1 (数据指针 1)

双数据指针加速块数据的移动。标准 **DPTR** 是一个 16 位寄存器，用于给外部存储器或外设寻址。标准数据指针称为 **DPTR0**，第二个数据指针称为 **DPTR1**。数据指针选择位选择活动指针。数据指针选择位(**DPS**)位于 **AUX** 寄存器(AUX.1)中。
用户通过切换 **DPS** 位在 **DPTR0** 和 **DPTR1** 之间切换。所有与 DPTR 相关的指令使用当前选定的 **DPTR** 进行任何活动。

表 13.1.6 DP1 (数据指针 1)

| DP1H | 地址 = 85H | | | | | 复位值= 00000000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 数据指针 1 高字节 | | | | | | | | |
| 位 | DP1H[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| DP1L | 地址 = 84H | | | | | 复位值= 00000000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 数据指针 1 低字节 | | | | | | | | |
| 位 | DP1L[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

### 13.1.7. AUX (辅助寄存器)

表 13.1.7 AUX(辅助寄存器)

| AUX 辅助寄存器 | 地址 = 8EH | | | | | 复位值= 00010001B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | ----- | ----- | ----- | ITS | SMOD | BRS | DPS | CP |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R |

| | |
|---|---|
| ITS | MCU指令时间选择 ：<br>0:1T<br>1:2T |
| SMOD | 串口(UART) 波特率选择. |
| BRS | 串口(UART) 波特率发生器选择. |
| DPS | 数据指针寄存器选择 ：<br>0 : 选择DPTR寄存器是DP0H, DP0L<br>1 : 选择DPTR寄存器是DP1H, DP1L |
| CP | 代码保护:<br>0 : 无保护<br>1: 保护 |

### 13.1.8. RCON (内部 RAM 控制寄存器)

提供了 256 字节的片上扩展 RAM，只能通过外部存储器寻址方法访问(指令 **MOVX**)。指令 **MOVX @Ri, A** (i= 0,1)的地址空间由 **RCON** 的 **RCON[7:0]**确定。**RCON[7:0]** 默认值是 F0H。

表 13.1.8 RCON (内部 RAM 控制寄存器)

| RCON 内部 RAM 控制寄存器 | 地址 = 86H | | | | | 复位值= 11110000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | RCON[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

## 13.2. GPIO

四个 I/O 端口可用: **端口 0**, **端口 1**, **端口 2**,和**端口 3**。
**CGH001A** 上的所有 25 端口引脚可以配置为四种模式之一:准双向(标准 8051 端口输出)，推挽输出，开漏输出，或仅输入。复位后，所有端口引脚默认为仅输入模式。
每个端口的两个配置寄存器(**PINSETx**, **PINCONFGx**)为每个端口引脚选择输出模式。

表 13.2 GPIO

| SFR | 描述 | 地址 | 复位值 |
|---|---|---|---|
| P0 | 端口 0 | 80H | FFH |
| P1 | 端口 1 | 90H | FFH |
| P2 | 端口 2 | A0H | FFH |
| P3 | 端口 3 | B0H | FFH |
| PINCONG1 | 引脚配置寄存器 1 | F8H | AAH |
| PINCONG2 | 引脚配置寄存器 2 | F9H | AAH |
| PINCONG3 | 引脚配置寄存器 3 | FAH | A0H |
| PINCONG4 | 引脚配置寄存器 4 | FBH | AAH |
| PINCONG5 | 引脚配置寄存器 5 | FCH | AAH |
| PINCONG6 | 引脚配置寄存器 6 | FDH | A0H |
| PINSET1 | 引脚 I/O 设置寄存器 1 | F1H | AAH |
| PINSET2 | 引脚 I/O 设置寄存器 2 | F2H | AAH |
| PINSET3 | 引脚 I/O 设置寄存器 3 | F3H | 0AH |
| PINSET4 | 引脚 I/O 设置寄存器 4 | F4H | 00H |
| PINSET5 | 引脚 I/O 设置寄存器 5 | F5H | 80H |
| PINSET6 | 引脚 I/O 设置寄存器 6 | F6H | 2AH |
| PINSET7 | 引脚 I/O 设置寄存器 7 | F7H | FFH |

### 13.2.1. 端口

表 13.2.1 端口

| P0 端口 0 | 地址 = 80H | | | | 复位值= 11111111B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----- | ----- | ----- | ----- | P0.3 | P0.2 | P0.1 | P0.0 |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | R/W | R/W | R/W | R/W |

| P1 端口 1 | 地址 = 90H | | | | 复位值= 11111111B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----- | P1.6 | P1.5 | P1.4 | P1.3 | P1.2 | P1.1 | P1.0 |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| P2 端口 2 | 地址 = A0H | | | | 复位值= 11111111B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | P2.7 | P2.6 | P2.5 | P2.4 | P2.3 | ----- | ----- | ----- |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | X | X | X |

| P3 端口 3 | 地址 = B0H | | | | 复位值= 11111111B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----- | ----- | P3.5 | P3.4 | P3.3 | P3.2 | P3.1 | P3.0 |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

### 13.2.2. PINCONG (引脚配置寄存器)

表 13.2.2 PINCONG (引脚配置寄存器)

| PINCONG1 引脚配置寄存器 1 | 地址 = F8H | | | | 复位值 = 10101010B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CH4CONG[1:0] | | CH5CONG[1:0] | | CH6CONG[1:0] | | CH7CONG[1:0] | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

00 : 准双向口(标准8051端口输出)

01 : 推挽输出

10 : 仅输入 (高阻态)

11 : 开漏输出

| PINCONG2 引脚配置寄存器 2 | 地址 = F9H | | | | 复位值 = 10101010B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CH0CONG[1:0] | | CH1CONG[1:0] | | CH2CONG[1:0] | | CH3CONG[1:0] | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

00 : 准双向口(标准 8051 端口输出)

01 : 推挽输出

10 : 仅输入 (高阻态)

11 : 开漏输出

PINCONG3 地址 = FAH 复位值 = 10100000B

引脚配置寄存器 3

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | XCONG[1:0] | | UCONG[1:0] | | XTALOCONG[1:0] | | XTALICONG[1:0] | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

00 : 准双向口(标准8051端口输出)

01 : 推挽输出

10 : 仅输入 (高阻态)

11 : 开漏输出

PINCONG4 地址 = FBH 复位值 = 10101010B

引脚配置寄存器 4

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ZCONG[1:0] | | WCONG[1:0] | | YCONG[1:0] | | VCONG[1:0] | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

00 : 准双向口(标准8051端口输出)

01 : 推挽输出

10 : 仅输入 (高阻态)

11 : 开漏输出

PINCONG5 地址 = FCH 复位值 = 10101010B

引脚配置寄存器 5

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | OCPNCONG[1:0] | | HWPCONG[1:0] | | HVPCONG[1:0] | | HUPCONG[1:0] | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

00 : 准双向口(标准8051端口输出)

01 : 推挽输出

10 : 仅输入 (高阻态)

11 : 开漏输出

PINCONG6 地址 = FDH 复位值 = 00000000B

引脚配置寄存器 6

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | --- | --- | --- | --- | RXCONG[1:0] | | TXCONG[1:0] | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | R/W | R/W | R/W | R/W |

00 : 准双向口(标准8051端口输出)

| | |
|---|---|
| 01 : | 推挽输出 |
| 10 : | 仅输入 (高阻态) |
| 11 : | 开漏输出 |

### 13.2.3. PINSET (引脚 I/O 设置寄存器)

表 13.2.3 PINSET (引脚 I/O 设置寄存器)

PINSET1 地址 = F1H 复位值 = 10101010B

引脚 I/O 设置寄存器 1

| 位 | CH4SET[1:0] | | CH5SET[1:0] | | CH6SET[1:0] | | CH7SET[1:0] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | X | X | R/W | R/W | X | X |

00 : 无
01 : 下拉
10 : 上拉
11 : 无

PINSET2 地址 = F2H 复位值 = 10101010B

引脚 I/O 设置寄存器 2

| 位 | CH0SET[1:0] | | CH1SET[1:0] | | CH2SET[1:0] | | CH3SET[1:0] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | X | X | R/W | R/W | X | X |

00 : 无
01 : 下拉
10 : 上拉
11 : 无

PINSET3 地址 = F3H 复位值 = 00001010B

引脚 I/O 设置寄存器 3

| 位 | XSET[1:0] | | USET[1:0] | | XTALOSET[1:0] | | XTALISET[1:0] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

00 : 无
01 : 下拉
10 : 上拉
11 : 无

PINSET4 地址 = F4H 复位值 = 00000000B

引脚 I/O 设置寄存器 4

| 位 | ZSET[1:0] | | WSET[1:0] | | YSET[1:0] | | VSET[1:0] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

00 : 无
01 : 下拉
10 : 上拉
11 : 无

PINSET5 地址 = F5H 复位值 = 10000000B

引脚 I/O 设置寄存器 5

| 位 | OCPNSET[1:0] | | HWPSET[1:0] | | HVPSET[1:0] | | HUPSET[1:0] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

00 : 无

01 : 下拉
10 : 上拉
11 : 无

PINSET6 地址 = F6H 复位值 = 00101010B

引脚 I/O 设置寄存器 6

| 位 | ----- | ----- | MDES | GPWMS | RXSET[1:0] | | TXSET [1:0] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

TXSET[1:0], RXSET[1:0], HUNSET[1:0]
00 : 无
01 : 下拉
10 : 上拉
11 : 无

GPWMS: GPWM 端口选择
0 : CH0 是 GPIO 或 AD
1 : CH0 是 GPWM

MDES: 电机驱动引擎端口选择
0 : U, V, W, X, Y, Z, HUP, HVP, HWP, 和 OVI_B 是 GPIO
1 : U, V, W, X, Y, Z, HUP, HVP, HWP, 和 OVI_B 是 MDE 接口

PINSET7 地址 = F7H 复位值 = 11111111B

引脚 I/O 设置寄存器 7

| 位 | OCPNDBT[1:0] | | HWPDBT[1:0] | | HVPDBT[1:0] | | HUPDBT[1:0] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

引脚去抖时间
00 : 0nS
01 : 250nS
10 : 500nS
11 : 1000nS

## 13.3. 时钟结构

CGH001A 时钟源使用内部振荡。内部时钟源(片上晶振)为 12MHz。由烧录器选择内部时钟源。

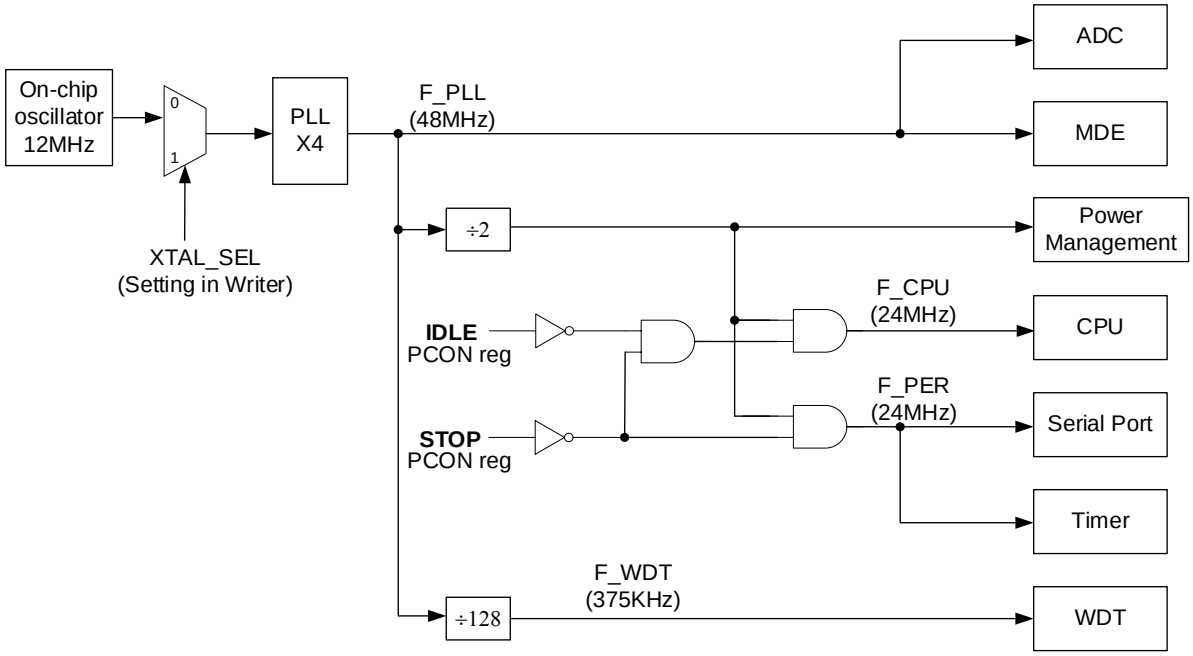



图 13.3 时钟结构

## 13.4. 定时器

**CGH001A** 有三个 16 位定时/计数寄存器:**定时器 0**, **定时器 1** 和**定时器 2**。所有这些都可以配置为计数器，或定时器操作。
除了“定时器”或“计数器”的选择，**定时器 0** 和**定时器 1** 有四种工作模式可供选择，通过在 **TMOD** 中的位(**M1, M0**)来选择的。模式 0、1 和 2 对于这两个定时/计数器是相同的。模式 3 就不同了。

表 13.4.1 定时器模式

| | **定时器0** | **定时器1** | **定时器2** |
|---|---|---|---|
| 模式0 | 13位定时/计数器 | 13位定时/计数器 | 13位定时/计数器 |
| 模式1 | 16位定时/计数器 | 16位定时/计数器 | 16位定时/计数器 |
| 模式2 | 8位自动重载<br>定时/计数器 | 8位自动重载<br>定时/计数器 | 8位自动重载<br>定时/计数器 |
| 模式3 | 两个独立的<br>8位定时/计数器 | 停止 | 8位定时/计数器 |

两个特殊功能寄存器(**TMOD** 和 **TCON**)用于选择合适的模式。

表 13.4.2 定时器相关 SFR

| **SFR** | **描述** | **地址** | **复位值** |
|---|---|---|---|
| PFCON | 外设频率控制寄存器 | D1H | 00H |
| TMOD | 定时器0/1模式寄存器 | 89H | 00H |
| TCON | 定时器0/1控制寄存器 | 88H | 00H |
| T2CON | 定时器2控制寄存器 | C8H | 00H |
| TH0 | 定时器0高字节 | 8CH | 00H |
| TL0 | 定时器0低字节 | 8AH | 00H |
| TH1 | 定时器1高字节 | 8DH | 00H |
| TL1 | 定时器1低字节 | 8BH | 00H |
| TH2 | 定时器2高字节 | B5H | 00H |
| TL2 | 定时器2低字节 | B4H | 00H |

### 13.4.1. PFCON (外设频率控制寄存器)

表 13.4.1.1 PFCON (外设频率控制寄存器)

| PFCON 外设频率控制寄存器 | 地址 = D1H | | | | 复位值 = 00000000B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | ----- | ----- | SRELPS[1:0] | | T1PS[1:0] | | T0PS[1:0] | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| SRELPS[1:0] | 串口 (UART)预分频选择 :<br>00 :F_PER/64<br>01 :F_PER/32<br>10 :F_PER/16<br>11 :F_PER/8 |
| T1PS[1:0] | 定时器 1(T1) 预分频选择:<br>00 :F_PER/12<br>01 :F_PER<br>10 :F_PER/96<br>11 :----- |
| T0PS[1:0] | 定时器 0(T0) 预分频选择:<br>00 :F_PER/12<br>01 :F_PER<br>10 :F_PER/96<br>11 :----- |

### 13.4.2. TMOD (定时器 0/1 模式寄存器)

**TMOD** 寄存器用于配置 MCU 的**定时器 0** 和**定时器 1** 。

表 13.4.2 TMOD (定时器 0/1 模式寄存器)

TMOD 地址 = 89H 复位值 = 00000000B

定时器 0/1 模式寄存器

| 位 | GATE1 | C/T1 | T1M1 | T1M0 | GATE0 | C/T0 | T0M1 | T0M0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| GATE1 | 定时器1门控制:<br><br>如果置1，使能计数器1的外部门控制(引脚**INT1N**)。当**INT1N**为高，并且TR1置1时，计数器1在**INT1N**输入引脚上的每个下降沿递增 |
| C/T1 | 定时器1计数/定时器选择:<br><br>0：定时器<br><br>1：计数器 |
| GATE0 | 定时器 0门控制:<br><br>如果置1，使能计数器0的外部门控制(引脚**INT0N**)。当**INT0N**为高，并且TR0置1时，计数器0在**INT0N**输入引脚上的每个下降沿递增 |
| C/T0 | 定时器0计数/定时器选择:<br><br>0：定时器<br><br>1：计数器 |

| T1M1 /T0M1 | T1M0 /T0M0 | 模式 | 功能 |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 模式 0 | 13 位计数/定时器,使用 TL0 (TL1)寄存器的低 5 位和 TH0 (TH1)寄存器的 8 位(分别用于定时器 0 和定时器 1). 当模式 0 使能时，TL0 (TL1)的高 3 位为零。(没有自动重载) |
| 0 | 1 | 模式 1 | 16 位计数/定时器. (没有自动重载) |
| 1 | 0 | 模式 2 | 8 位自动重载定时器. 重载值保存在 TH0 (TH1)中，而 TL0 (TL1)在每个时钟周期中递增。溢出时从 TH0 (TH1)重新加载。 |
| 1 | 1 | 模式 3 | 定时器 1: 定时器 1 是停止的<br>定时器 0: 定时器 0 作为两个独立的 8 位定时/计数器-TL0, TH0。(没有自动重载) |

### 13.4.3. TCON (定时器 0/1 控制寄存器)

**TCON** 寄存器用于控制这些模块的运行。**CGH001A** 包括两个外部数字中断源 **INT0N** 和 **INT1N**，并具有专用中断源。**INT0N**、**INT1N** 可配置为下降沿、低电平。**TCON** 中的 **IT0** 和 **IT1** 位选择电平触发或边沿触发。**TCON** 寄存器中的 **IE0** 和 **IE1** 分别作为 **INT0N** 和 **INT1N** 外部中断的触发标志。

表 13.4.3 TCON (定时器 0/1 控制寄存器)

| TCON 定时器 0/1 控制寄存器 | 地址 = 88H | | | | 复位值 = 00000000B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | TF1 | TR1 | TF0 | TR0 | IE1 | IT1 | IE0 | IT0 |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| TF1 | 定时器 1 溢出标志位:<br>当定时器 1 溢出时由硬件置位。这个标志可以被软件清除，并且在中断处理时自动清除。 |
| TR1 | 定时器 1 运行控制位:<br>0：停止<br>1：运行 |
| TF0 | 定时器 0 溢出标志位:<br>当定时器 0 溢出时由硬件置位。这个标志可以被软件清除，并且在中断处理时自动清除。 |
| TR0 | 定时器 0 运行控制位:<br>0：停止<br>1：运行 |
| IE1 | 外部中断 1 标志位:<br>当外部中断(**INT1N**)触发时，由硬件置位。处理中断时由硬件清除。 |
| IT1 | 外部中断 1 类型控制:<br>0：外部中断 1 在输入引脚低电平时被触发<br>1：外部中断 1 在输入引脚下降沿时被触发 |
| IE0 | 外部中断 0 标志位:<br>当外部中断(**INT0N**)触发时，由硬件置位。处理中断时由硬件清除。 |
| IT0 | 外部中断 0 类型控制:<br>0：外部中断 0 在输入引脚低电平时被触发<br>1：外部中断 0 在输入引脚下降沿时被触发 |

当调用相应的中断服务程序时，硬件会自动清零 **TF0**、**TF1** (定时器 0 和定时器 1 溢出标志)、**IE0** 和 **IE1**(外部中断 0 和 1 标志)。

### 13.4.4. T2CON (定时器 2 控制寄存器)

**T2CON** 用来控制**定时器 2** 运行/停止,模式,预分频。

表 13.4.4 T2CON (定时器 2 控制寄存器)

| T2CON | 地址 = C8H | 复位值 = 00000000B | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 定时器 2 控制寄存器 | | | | | | | | |
| | ----- | ----- | TF2 | TR2 | T2M1 | T2M0 | T2PS1 | T2PS0 |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| TF2 | 定时器2溢出标志位:<br><br>当定时器2溢出时由硬件置位。这个标志可以被软件清除，并且在中断处理时自动清除。 |
| TR2 | 定时器2运行控制:<br><br>0 : 停止<br><br>1 : 运行 |
| T2PS[1:0] | 定时器2(T2) 预分频:<br><br>00 :F_PER/12<br><br>01 : F_PER<br><br>10 : F_PER/96<br><br>11 :----- |

| T2M1 | T2M0 | 模式 | 功能 |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 模式 0 | 13 位定时器,使用 TL2 寄存器的低 5 位和 TH2 寄存器的 8 位。(没有自动重载) |
| 0 | 1 | 模式 1 | 16 位定时器. (没有自动重载) |
| 1 | 0 | 模式 2 | 8 位自动重载定时器. 重载值保存在 TH2 中，而 TL2 在每个时钟周期中递增。溢出时从 TH2 重新加载 |
| 1 | 1 | 模式 3 | 8 位定时器. (没有自动重载) |

### 13.4.5. 定时器 0 模式 0

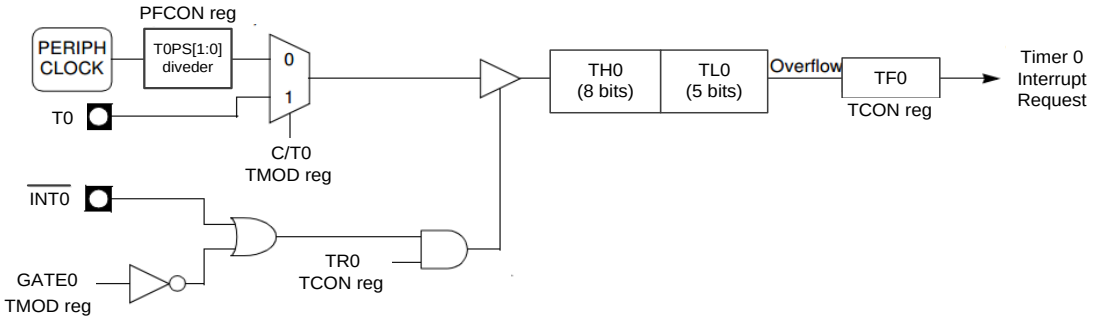



图 13.4.5 定时器 0 模式 0

### 13.4.6. 定时器 0 模式 1

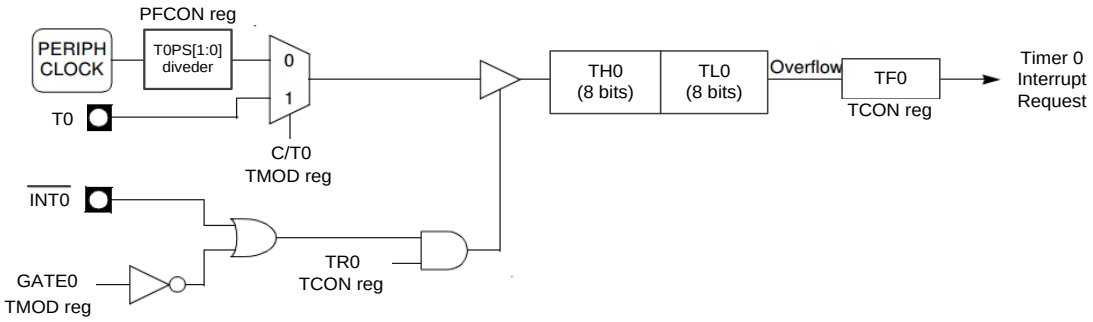



图 13.4.6 定时器 0 模式 1

### 13.4.7. 定时器 0 模式 2

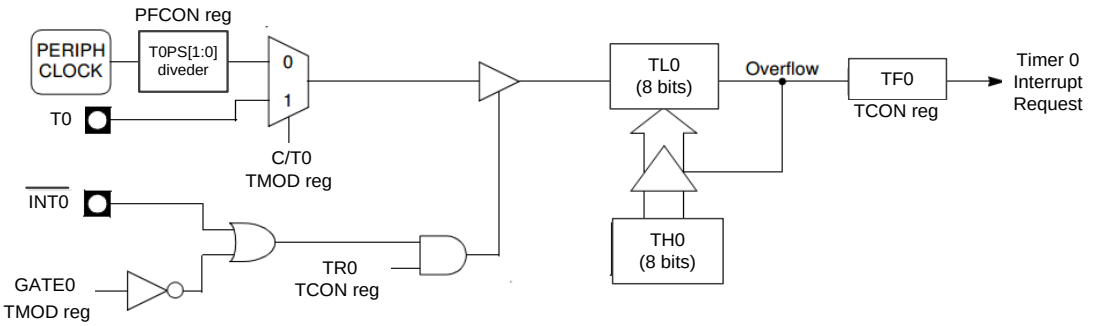



图 13.4.7 定时器 0 模式 2

### 13.4.8. 定时器 0 模式 3

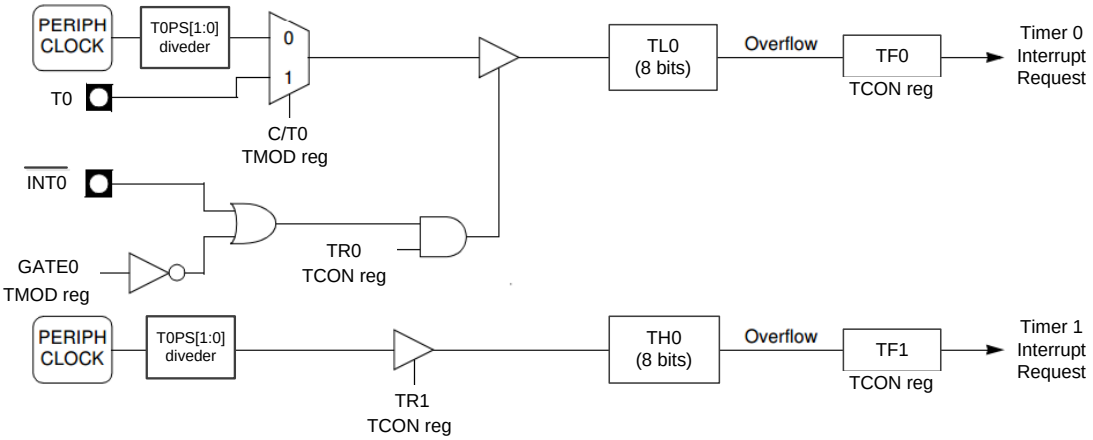



图 13.4.8 定时器 0 模式 3

### 13.4.9. 定时器 1 模式 0

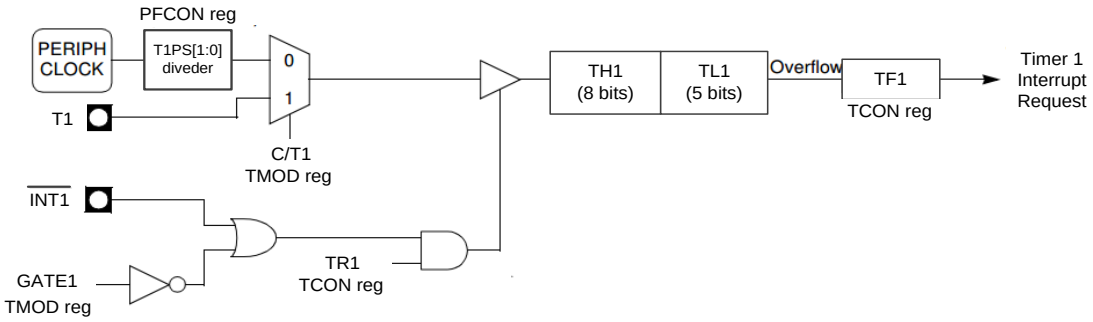



图 13.4.9 定时器 1 模式 0

### 13.4.10. 定时器 1 模式 1

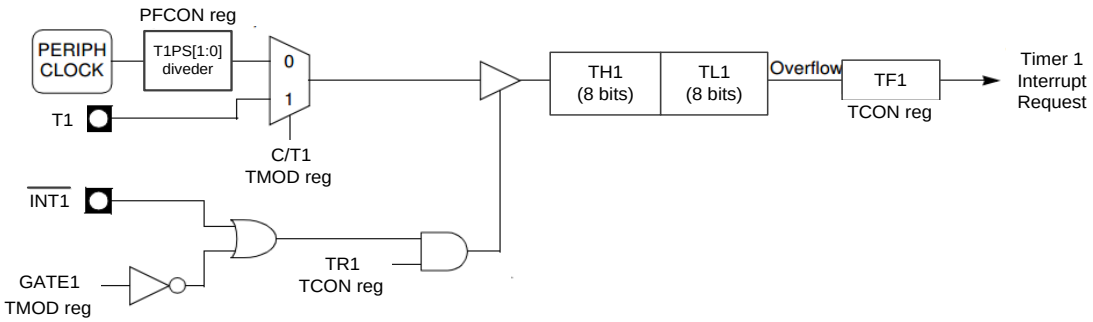



图 13-4.10 定时器 1 模式 1

### 13.4.11. 定时器 1 模式 2

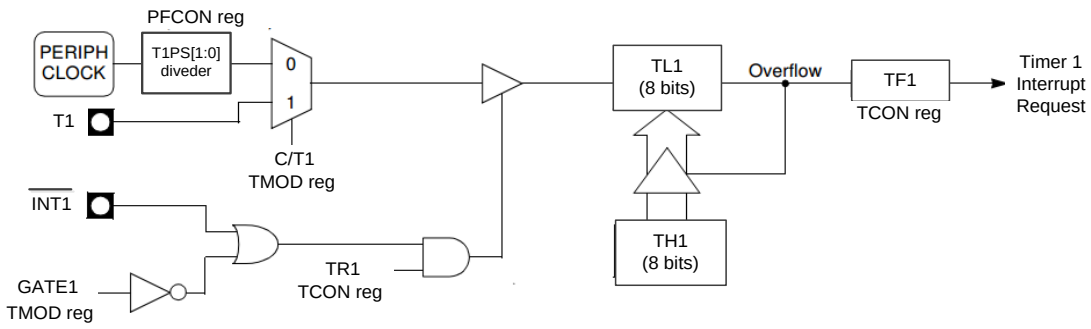



图 13.4.11 定时器 1 模式 2

### 13.4.12. 定时器 2 模式 0

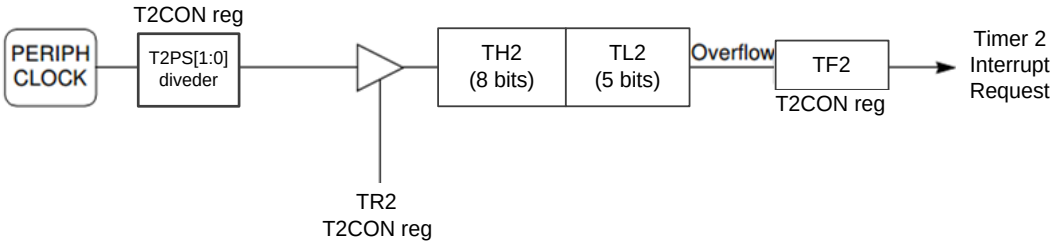



图 13.4.12 定时器 2 模式 0

### 13.4.13. 定时器 2 模式 1

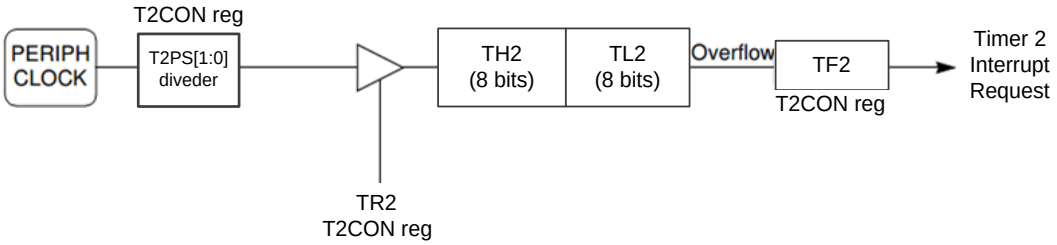



图 13.4.13 定时器 2 模式 1

### 13.4.14. 定时器 2 模式 2

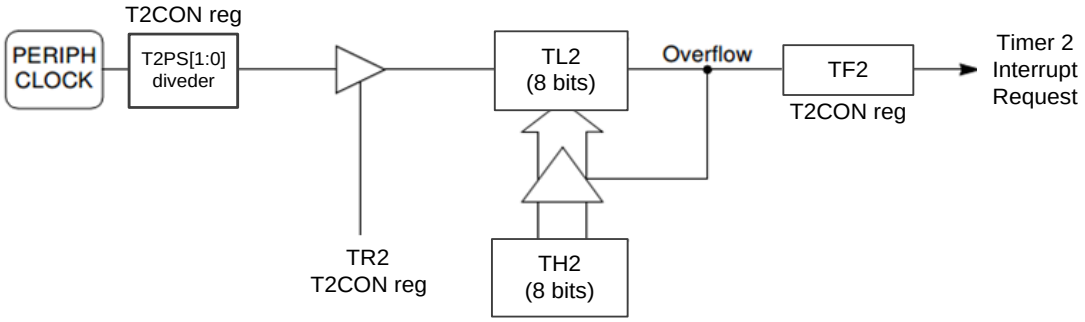



图 13.4.14 定时器 2 模式 2

### 13.4.15. 定时器 2 模式 3

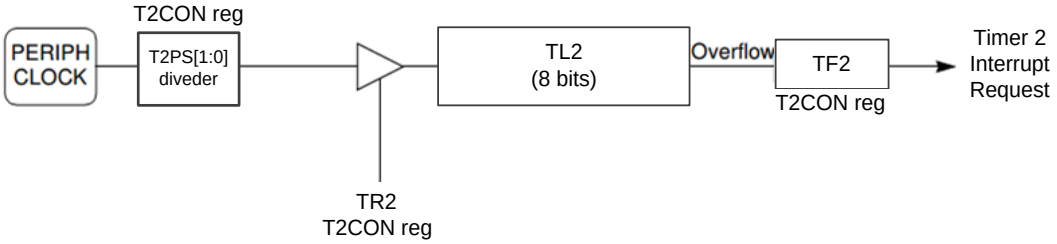



图 13.4.15 定时器 2 模式 3

## 13.5. 看门狗定时器

看门狗定时器(**WDT**)是一个 8 位独立计数器，当它溢出时产生复位信号或中断(**WDTC**.6)。它可以帮助应用软件从异常状态中恢复。**WDT** 独立于**定时器 0**、**定时器 1** 或**定时器 2**。**F_WDT** 是 375KHz，它来自片上 RC 振荡器。

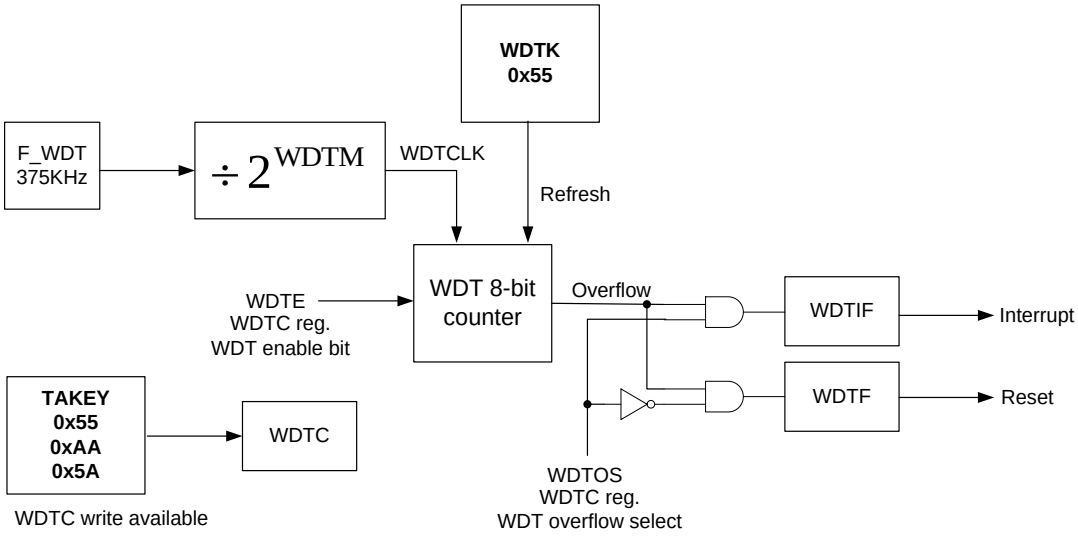



图 13.5 看门狗定时器

$$WDTCLK = F_WDT \times \frac{1}{2^{WDTM}}$$

WDT (8-bit counter) overflow time = 256/WDTCLK

表 13.5 看门狗相关 SFR

| SFR | 描述 | 地址 | 复位值 |
|---|---|---|---|
| RSTS | 复位源寄存器 | FEH | 0AH |
| TAKEY | 定时器访问秘钥寄存器 | FFH | 00H |
| WDTC | 看门狗定时器控制寄存器 | B6H | 04H |
| WDTK | 看门狗定时器刷新秘钥 | B7H | 00H |

| RSTS 复位源寄存器 | 地址 = FEH | | | | 复位值 = 00001010B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | ----- | ----- | ----- | WDTRF | PINRF[1:0] | | PORF[1:0] | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| WDTRF | 看门狗复位标志位<br>如果看门狗复位导致系统复位，则该标志位置1。 |
| PINRF[1:0] | $\overline{RST}$引脚复位标志<br>如果$\overline{RST}$ 引脚导致系统复位，则该标志位为10b。<br>由软件清零。 |
| PORF[1:0] | POR 复位标志<br>如果POR导致系统复位，则该标志位为10b<br>由软件清零。 |

### 13.5.1. WDTC (看门狗定时器控制寄存器)

表 13.5.1 WDTC (看门狗定时器控制寄存器)

| WDTC 看门狗定时器控制寄存器 | 地址 = B6H | | | | 复位值 = 00000100B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | ----- | WDTOS | WDTE | ----- | WDTM[3:0] | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | R/W | R/W | X | R/W | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| WDTOS | 看门狗定时器溢出功能选择:<br>0 :当WDT溢出时，使能WDT复位.<br>1 :当WDT溢出时，使能WDT中断 |
| WDTE | 看门狗定时器使能 :<br>0 : 禁止WDT.<br>1 : 使能WDT. |
| WDTM[3:0] | WDT时钟分频:<br>WDTCLK = 375KHz× $\frac{1}{2^{WDTM}}$ (默认是 375KHz / 16) |

### 13.5.2. TAKEY (定时器访问秘钥寄存器)

表 13.5.2 TAKEY (定时器访问秘钥寄存器)

| TAKEY 定时器访问秘钥寄存器 | 地址 = FFH | | | | 复位值 = 00000000B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | TAKEY[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |
| WDTC 默认是仅读的，必须写入三个特定的值 55H, AAH 和 5AH 到 TAKEY 使 WDTC 可写。<br>顺序如下：<br>MOV TAKEY, #55h<br>MOV TAKEY, #AAh<br>MOV TAKEY, #5Ah | | | | | | | | |

### 13.5.3. WDTK (看门狗定时器刷新密钥)

表 13.5.3 WDTK (看门狗定时器刷新密钥)

| WDTK 看门狗定时器刷新密钥 | 地址 = B7H | | | | 复位值 = 00000000B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | WDTK[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |
| 为了清零看门狗定时器，应用程序必须将 0x55 写入 WDTK 寄存器。 | | | | | | | | |

例如，使能看门狗，超时复位周期为 5.461ms。

按以下顺序:
MOV TAKEY, #55h
MOV TAKEY, #AAh
MOV TAKEY, #5Ah ; 让 WDTC 可写
MOV WDTC, #23h ; WDTM [3:0] = 0011b. WDTE =1 来使能 WDT
MOV WDTK, #55h ; 刷新 WDT.

## 13.6. 串口(UART)

串口提供灵活的全双工同步/异步接收/发送器，称为 **UART**。通过配置 **SFRs** 中的波特率，可以设置通信速率。两个串行缓冲器由两个独立的寄存器组成，一个发送缓冲器和一个接收缓冲器。向 SFR **SBUF** 写入数据，将数据传输到串行输出缓冲区，并开始传输。从 **SBUF** 读取，从串行接收缓冲区读取数据。串口可以同时发送和接收数据。它还可以在接收端缓冲 1 个字节，防止 CPU 在第一个字节传输完成之前读取第二个字节，从而防止接收数据丢失。

表 13.6 串口 (UART) 相关 SFR

| **SFR** | **描述** | **地址** | **复位值** |
|---|---|---|---|
| AUX | 辅助寄存器 | 8EH | 11H |
| PFCON | 外设频率控制寄存器 | D1H | 00H |
| SCON | 串口控制寄存器 | 98H | 00H |
| SBUF | 串口数据缓冲器 | 99H | 00H |
| SRELH | 串口重载寄存器高字节 | 9BH | 00H |
| SRELL | 串口重载寄存器低字节 | 9AH | 00H |

AUX 地址 = 8EH 复位值 = 00010001B

辅助寄存器

| 位 | LVD_EN | LVD | ----- | ITS | SMOD | BRS | DPS | CP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R |

| | |
|---|---|
| LVD_EN | 低电压侦测使能 ：<br>1: 使能 |
| LVD | 低电压侦测状态 ：<br>1: 发生低电压 |
| ITS | MCU 指令时间选择. :<br>0:1T<br>1:2T |
| SMOD | 串口(UART) 波特率选择 |
| BRS | 串口(UART) 波特率发生器选择 |
| DPS | 数据指针寄存器选择:<br>0 : 选择 DPTR 寄存器是 DP0H, DP0L<br>1 : 选择 DPTR 寄存器是 DP1H, DP1L |
| CP | 代码保护:<br>0: 无保护<br>1: 保护 |

PFCON 地址 = D1H 复位值 = 00000000B

外设频率控制寄存器

| 位 | ----- | ----- | SRELPS[1:0] | | T1PS[1:0] | | T0PS[1:0] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

SRELPS[1:0] 串口 (UART)预分频选择:

00 :F_PER/64

01 :F_PER/32

10 :F_PER/16

11 :F_PER/8

T1PS[1:0] 定时器 1(T1) 预分频选择:

00 :F_PER/12

01 :F_PER

10 :F_PER/96

11 :-----

T0PS[1:0] 定时器 0(T0) 预分频选择 t :

00 : F_PER/12

01 : F_PER

10 : F_PER/96

11 :-----

### 13.6.1. SCON (串口控制寄存器)

**SCON** 寄存器控制串口(**UART**)功能。

表 13.6.1 SCON (串口控制寄存器)

SCON 串口控制寄存器　　地址 = 98H　　复位值 = 00000000B

| 位 | SM0 | SM1 | SM2 | REN | TB8 | RB8 | TI | RI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| SM0 | SM1 | 模式 | 描述 | 波特率 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 模式 0 | 移位寄存器 | F_PER/12 | |
| 0 | 1 | 模式 1 | 8 位 UART | 可变 | |
| 1 | 0 | 模式 2 | 9 位 UART | 取决于 SMOD (AUX.3) | |
| | | | | SMOD | Baud Rate |
| | | | | 0 | F_PER/64 |
| | | | | 1 | F_PER/32 |
| 1 | 1 | 模式 | 9 位 UART | 可变 | |

| | |
|---|---|
| SM2 | 多主机通信使能 |
| REN | 串口接收使能:<br>0：禁止串口接收.<br>1：使能串口接收 |
| TB8 | 传送位8：<br>该位在模式2和3中通过串口传输数据时使用。此位的状态与第9个传输位的状态相对应(例如奇偶校验或多处理器通信)。它是由软件控制的。 |
| RB8 | 接收位 8 ：<br>该位在模式2和模式3中通过串口0接收数据时使用。它反映了收到的第9位的状态。<br>在模式1中，如果启用了多处理器通信(sm2 = 0)，这个位就是接收到的停止位。<br>在模式0中，这个位不被使用。 |
| TI | 发送中断标志:(串行传输的完成)<br>它由硬件在模式0中设置在第8位的末尾，在其他模式中设置在停止位的开头。必须通过软件进行清除。 |
| RI | 接收中断标志:(必须由软件清除。)<br>它是在串口0上完成串行接收后由硬件置位的。<br>它由硬件在模式0中设置在第8位的末尾，在其他模式中设置在停止位的中间。 |

串口工作在模式 1 或模式 3:

当 BRS = 0 (AUX.2)

TIPS[1:0] = 00b

$$\text{baud rate}=\frac{2^{SMOD}}{32\times(256\text{-TH1})}\times\frac{F_PER}{12}$$

TIPS[1:0] = 01b

$$\text{baud rate}=\frac{2^{SMOD}}{32\times(256\text{-TH1})}\times F_PER$$

TIPS[1:0] = 10b

$$\text{baud rate}=\frac{2^{SMOD}}{32\times(256\text{-TH1})}\times\frac{F_PER}{96}$$

当 BRS = 1 (AUX.2)

SRELPS[1:0] = 00b

$$\text{baud rate}=\frac{2^{SMOD}}{2^{10}-\text{SREL[H,L]}}\times\frac{F_PER}{64}$$

SRELPS [1:0] = 01b

$$\text{baud rate}=\frac{2^{SMOD}}{2^{10}-\text{SREL[H,L]}}\times\frac{F_PER}{32}$$

SRELPS [1:0] = 10b

$$\text{baud rate}=\frac{2^{SMOD}}{2^{10}-\text{SREL[H,L]}}\times\frac{F_PER}{16}$$

SRELPS [1:0] = 11b

$$\text{baud rate}=\frac{2^{SMOD}}{2^{10}-\text{SREL[H,L]}}\times\frac{F_PER}{8}$$

### 13.6.2. SBUF (串口数据缓存)

向该寄存器写入数据将数据设置在串行输出缓冲区中，并通过串口开始传输。从 **SBUF** 读取，从串行接收缓冲区读取数据。

表 13.6.2 SBUF (串口数据缓存)

| SBUF | 地址 = 99H | | | | | 复位值 = 00000000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 串口数据缓存 | | | | | | | | |
| | SBUF[7:0] | | | | | | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

### 13.6.3. SREL (串口重载寄存器)

串口重载寄存器用于串口波特率的生成。只使用 10 位，其中 **SRELL** 中的 8 位作为低位，**SRELH** 中的 2 位(SRELH.1, SRELH.0)作为高位。

表 13.6.3 SREL (串口重载寄存器)

| SRELH | 地址 = 9BH | | | | | 复位值 = 00000000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 串口重载寄存器高字节 | | | | | | | | |
| | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | SREL.9 | SREL.8 |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | X | X | R/W | R/W |

| SRELL | 地址 = 9AH | | | | | 复位值 = 00000000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 串口重载寄存器低字节 | | | | | | | | |
| | SREL[7:0] | | | | | | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

## 13.7. 电源管理

电源控制寄存器 (**PCON**) 用于控制 **CGH001A** 的 **STOP** 和 **IDLE** 电源管理模式。

表 13.7 电源管理

| PCON 电源控制寄存器 | 地址 = 87H | | | | | 复位值 = 00000000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | STOP | IDLE |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | X | X | R/W | R/W |
| STOP | Stop模式位.<br>此位置位将激活STOP模式操作 (读取为0) | | | | | | | |
| IDLE | Idle模式位<br>此位置位将激活IDLE模式操作(读取为0) | | | | | | | |

### 13.7.1. STOP 模式

置位 **STOP** 模式选择位(**PCON.1**)会使控制器核心在置位的指令执行完成后立即进入 **STOP** 模式。**在 STOP 模式下，CPU、GPIO、UART 和定时器停止，但 ADC、MDE 和 WDT 仍然工作。**
**STOP** 模式可以通过内部或外部复位终止。复位时，设备执行正常的复位顺序，并从地址 0x0000 开始执行程序。
使能的中断被触发将导致 **STOP** 模式选择位(**PCON**.1)被清零，CPU 恢复运行。

### 13.7.2. IDLE 模式

置位 **IDLE** 模式选择位(**PCON**.0)会导致硬件停止 CPU 并在置位的指令执行完后立即进入 **IDLE** 模式。
**IDLE 模式下只有 CPU 处于停止状态。所有的内部寄存器和存储器都保留原始数据。**
**IDLE** 模式可以通过内部或外部复位来终止。复位时，设备执行正常的复位顺序，并从地址 0x0000 开始执行程序。
使能的中断被触发将导致 **IDLE** 模式选择位(**PCON**.0)被清零，CPU 恢复运行。

## 13.8. 复位

复位逻辑用于将设备置于已知状态。
**CGH001A** 提供上电复位标志、外部复位 **RSTN** 标志和看门狗复位标志来监控复位状态。可以监控复位源。

### 13.8.1. RSTS (复位源寄存器)

表 13.8.1 复位

| RSTS 复位源寄存器 | 地址 = FEH | | | | 复位值 = 00001010B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | ----- | ----- | ----- | WDTRF | PINRF[1:0] | | PORF[1:0] | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| WDTRF | 看门狗复位标志位<br>如果看门狗复位导致系统复位，则该标志位置1。 |
| PINRF[1:0] | $\overline{RST}$引脚复位标志<br>如果$\overline{RST}$ 引脚导致系统复位，则该标志位为10b。<br>由软件清零。 |
| PORF[1:0] | POR 复位标志<br>如果POR导致系统复位，则该标志位为10b<br>由软件清零。 |

## 13.9. 中断控制器

**ISR** -中断服务程序单元，是一个负责中断处理的子组件。它接收多达 14 个中断请求。每个中断源都有自己的请求标志，它位于一个中断源设备中。没有中断请求标志直接位于 **ISR** 中。所有的中断都是由相应的高电平输入请求到 **ISR**。每个中断源都可以通过 **IEN0, IEN1** SFR 寄存器中相应的使能标志来启用或禁用。此外，所有中断可以通过 **IEN0** SFR 中的 **EA** 标志全局启用或禁用。所有中断源分为 6 个中断组。每个中断组可以有四个指定的中断优先级级别之一。中断优先级由位于 **IP0** 和 **IP1** SFR 寄存器中的标志定义。

表 13.9.1 中断向量

| 中断号<br>(用于 Keil C) | 中断向量地址 | 中断请求标志位 |
|---|---|---|
| 0 | 0003H | IE0 – 外部中断0 |
| 1 | 000BH | TF0 – 定时器0中断 |
| 2 | 0013H | IE1 – 外部中断1 |
| 3 | 001BH | TF1 – 定时器1中断 |
| 4 | 0023H | SPIF(TI, RI)– 串口中断 |
| 5 | 002BH | TF2 – 定时器2中断 |
| 6 | 0033H | ----- |
| 7 | 003BH | CAPIF – 捕获中断 |
| 8 | 0043H | OCPSIF – OCP短路中断 |
| 9 | 004BH | HALLIF – HALL中断 |
| 10 | 0053H | MPWMMINIF–MPWM MIN中断 |
| 11 | 005BH | MPWMMAXIF–MPWM MAX中断 |
| 12 | 0063H | GPWMMAXIF – GPWM MAX中断 |
| 13 | 006BH | ----- |
| 14 | 0073H | WDTIF –看门狗中断 |
| 15 | 007BH | OCPLIF – OCP 限制中断 |

表 13.9.2 中断优先级组

| 组优先级 | 中断组 | 组里最高优先级 | | 组里最低优先级 |
|---|---|---|---|---|
| 最高 | 组0 | ----- | IE0 | ----- |
| | 组1 | WDTIF | TF0 | ----- |
| | 组2 | OCPSIF | HALLIF | IE1 |
| | 组3 | MPWMMINIF | MPWMMAXIF | TF1 |
| | 组4 | GPWMMAXIF | SPIF(TI, RI) | ----- |
| 最低 | 组5 | OCPLIF | TF2 | CAPIF |

表 13.9.3 中断优先 SFR

| SFR | 描述 | 地址 | 复位值 |
|---|---|---|---|
| IEN0 | 中断使能寄存器0 | A8H | 00H |
| IEN1 | 中断使能寄存器1 | B8H | 00H |
| IRCON1 | 中断请求寄存器1 | C0H | 00H |
| IP0 | 中断优先级寄存器0 | A9H | 00H |
| IP1 | 中断优先级寄存器1 | B9H | 00H |

### 13.9.1. IEN0 (中断使能寄存器 0)

表 13.9.1.1 IEN0 (中断使能寄存器 0)

IEN0 地址 = A8H 复位值 = 00000000B

中断使能寄存器 0

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | EA | ----- | ET2 | ESP | ET1 | EX1 | ET0 | EX0 |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| EA | 中断使能:<br>0 :禁止所有中断.<br>1 :使能中断. |
| ET2 | 定时器2中断使能:<br>0 :禁止定时器2溢出中断.<br>1 :当EA = 1, 使能定时器2溢出中断. |
| ESP | 串口中断使能:<br>0 :禁止串口中断.<br>1 :当EA = 1, 使能串口中断. |
| ET1 | 定时器1中断使能:<br>0 :禁止定时器1溢出中断.<br>1 :当EA = 1, 使能定时器1溢出中断. |
| EX1 | 外部中断 1使能:<br>0 :禁止外部中断 1.<br>1 :当EA = 1, 使能外部中断 1. |
| ET0 | 定时器0 中断使能:<br>0 :禁止定时器0溢出中断.<br>1 :当EA = 1, 使能定时器0溢出中断. |
| EX0 | 外部中断 0 使能:<br>0 :禁止外部中断 0.<br>1 :当EA = 1, 使能外部中断 0. |

### 13.9.2. IEN1 (中断使能寄存器 1)

表 13.9.2.1 IEN1 (中断使能寄存器 1)

IEN1 地址 = B8H 复位值 = 00000000B

中断使能寄存器 1

| | OCPLIE | WDTIE | ----- | GPWMIE | MPWMMAXIE | MPWMMINIE | HALLIE | OCPSIE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | ----- | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| OCPLIE | OCP (过流保护)限制中断使能:<br>0 :禁止OCP 限制中断 .<br>1 :当EA = 1, 使能OCP 限制中断. |
| WDTIE | 看门狗中断使能:<br>0 :禁止WDT 中断.<br>1 :当EA = 1 并且WDTOS = 1, 使能WDT溢出中断. |
| GPWMIE | GPWM 中断使能:<br>0 :禁止GPWM 中断.<br>1 :当EA = 1, 使能GPWM 中断. |
| MPWMMAXIE | MPWM MAX中断使能:<br>0 :禁止MPWM MAX中断.<br>1 :当EA = 1, 使能MPWM MAX中断. |
| MPWMMINIE | MPWM MIN中断使能:<br>0 :禁止MPWM MIN中断 .<br>1 :当EA = 1, 使能MPWM MIN中断. |
| HALLIE | HALL 中断使能:<br>0 :禁止HALL 中断.<br>1 :当EA = 1, 使能HALL 中断. |
| OCPSIE | OCP (过流保护) 短路中断使能:<br>0 :禁止OCP 短路中断 .<br>1 :当EA = 1, 使能OCP 短路中断. |

### 13.9.3. IRCON1 (中断请求寄存器 1)

表 13.9.3.1 IRCON1 (中断请求寄存器 1)

| IRCON1 中断请求寄存器 1 | | | | | | | | 地址 = C0H 复位值 = 00000000B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | OCPLIF | WDTIF | ----- | GPWMIF | MPWMMAXIF | MPWMMINIF | HALLIF | OCPSIF |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | ---- | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| OCPLIF | OCP 限制中断标志位. |
| WDTIF | 看门狗中断标志位. |
| GPWMIF | GPWM 中断标志位. |
| MPWMMAXIF | MPWM MAX中断标志位. |
| MPWMMINIF | MPWM MIN中断标志位. |
| HALLIF | HALL 中断标志位. |
| OCPSIF | OCP 短路中断标志位. |

### 13.9.4. IP (中断优先级寄存器)

14 个中断源被分成 6 个优先级组。对于每一个组，可以从四个优先级别中选择一个。它是通过在 **IP0** 和 **IP1** 寄存器中设置适当的值来实现的。中断优先级寄存器的内容根据下表定义了每个中断源的优先级级别。

表 13.9.4.1 IP (中断优先级寄存器)

| IP0 中断优先级寄存器 0 | | | | | | | | 地址 = A9H 复位值 = 00000000B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----- | ----- | G5IP0 | G4IP0 | G3IP0 | G2IP0 | G1IP0 | G0IP0 |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| G5IP0 | 组5 中断优先级位0 |
| G4IP0 | 组4 中断优先级位0 |
| G3IP0 | 组3 中断优先级位0 |
| G2IP0 | 组2 中断优先级位0 |
| G1IP0 | 组1 中断优先级位0 |
| G0IP0 | 组0 中断优先级位0 |

| IP1 中断优先级寄存器 1 | 地址 = B9H | | | | 复位值 = 00000000B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | ----- | ----- | G5IP1 | G4IP1 | G3IP1 | G2IP1 | G1IP1 | G0IP1 |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| G5IP1 | 组5 中断优先级位1 |
| G4IP1 | 组4 中断优先级位1 |
| G3IP1 | 组3 中断优先级位1 |
| G2IP1 | 组2 中断优先级位1 |
| G1IP1 | 组1 中断优先级位1 |
| G0IP1 | 组0 中断优先级位1 |

表 13.9.4.2 优先级

| 级别 | 优先级 | GxIP1 | GxIP0 |
|---|---|---|---|
| Level 0 | 最低 | 0 | 0 |
| Level 1 | | 0 | 1 |
| Level 2 | | 1 | 0 |
| Level 3 | 最高 | 1 | 1 |

## 14.10 位模数转换（ADC）

**CGH001A** 提供 8 路 10 位 ADC。转换的结果在 ADCD[9:0]中。

表 14.1 10 位模数转换（ADC）

| SFR | 描述 | 地址 | 复位值 |
|---|---|---|---|
| ADCCONT | ADC 控制寄存器 | D2H | 80H |
| ADCSTR | ADC开始转换和设置寄存器 | D3H | 00H |
| ADCD1 | ADC数据寄存器1 | D5H | 00H |
| ADCD2 | ADC数据寄存器2 | D6H | 00H |

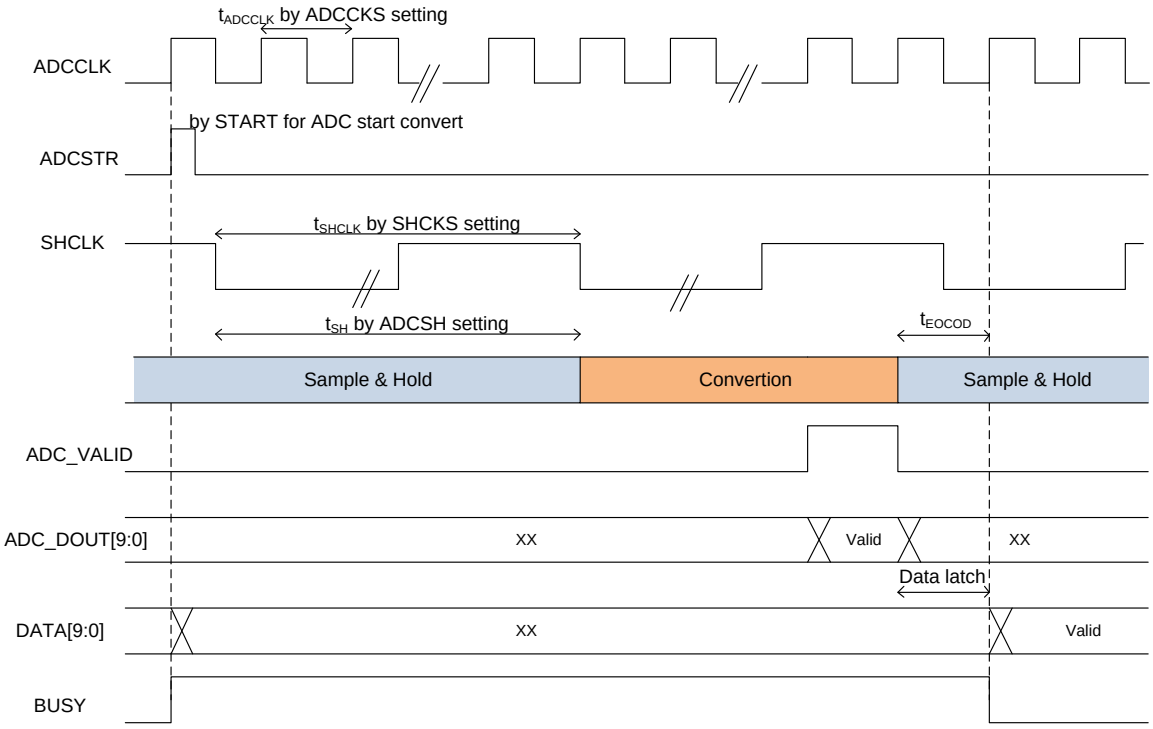



图 14.1 ADC 转换时序

## 14.1. ADCCONT (ADC 控制寄存器)

表 14.1.1 ADCCONT (ADC 控制寄存器)

ADCCONT 地址 = D2H 复位值 = 1000000B

ADC 控制寄存器

| 位 | ADCPD | ADCSH[1:0] | | ADCDS | ADCCKS | ADDCH[2:0] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

**ADCPD** ADC掉电控制寄存器 ：

0 : 正常

1 : 掉电

**ADCSH[1:0]** ADC采样和保持时间: (基于SHCLK)

00 : 1 clock

01 : 2 clock

10 : 3 clock

11 : 4 clock

**ADCDS** ADC数据选择 ：

| | MSB | 10位结果 | | LSB |
|---|---|---|---|---|
| 0 : | ADCD2[7:0] | | ADCD1.1 | ADCD1.0 |
| 1 : | ADCD1.1 | ADCD1.0 | ADCD2[7:0] | |

**ADCCKS** ADC转换时钟选择: (ADCCLK)

0 : 4MHz

1 : 2MHz

**ADCCH[2:0]** ADC转换通道选择:

| | |
|---|---|
| 000:CH0 | 100:CH4 |
| 001: 保留 | 101: 保留 |
| 010:CH2 | 110:CH6 |
| 011 : 保留 | 111 :保留 |

## 14.2. ADCSTR (ADC 开始转换和设置寄存器)

表 14.2.1 ADCCONT (ADC 控制寄存器)

ADCSTR　　地址 = D3H　　复位值 = 0000000B

ADC Start Convert and Setting Register

| 位 | SHCKS[1:0] | | ----- | BUSY | ----- | ----- | ----- | START |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | X | R | X | X | X | W |

| | |
|---|---|
| SHCKS[1:0] | ADC 采样和保持时钟选择 : (SHCLK)<br>00 : 1MHz<br>01 : 500KHz<br>10 : 400KHz<br>11 : 333KHz |
| BUSY | ADC转换忙标志位:<br>0 : ADC转换完成<br>1 : ADC转换忙 |
| START | ADC开始转换寄存器: (仅写1)<br>1 : ADC 开始转换 |

## 14.3. ADCD1 (ADC 数据寄存器 1)

表 14.3.1 ADCD1 (ADC 数据寄存器 1)

ADCD1　　地址 = D5H　　复位值 = 00000000B

ADC 数据寄存器 1

| 位 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ADCD1.1 | ADCD1.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R | R | R | R | R | R | R | R |

## 14.4. ADCD2 (ADC 数据寄存器 2)

表 14.4.1 ADCD2 (ADC 数据寄存器 2)

ADCD2　　地址 = D6H　　复位值 = 00000000B

ADC 数据寄存器 2

| 位 | ADCD2[7:0] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R | R | R | R | R | R | R | R |

# 15. 通用 PWM (GPWM)

**CGH001A** 有一个 16 位通用 PWM 输出(**PINSET6.4 = ' 1 '**)和用于电机控制的六个 11 位 PWM(死区补偿)。GPWM 是一个向上和向下计数的定时器。(固定)

表 15.1 通用 PWM (GPWM)

| **SFR** | **描述** | **地址** | **复位值** |
|---|---|---|---|
| GPWMCONT | 通用PWM控制寄存器 | BAH | 00H |
| GPWMMAXH | 通用PWM最大寄存器高字节 | BCH | 00H |
| GPWMMAXL | 通用PWM最大寄存器低字节 | BBH | 02H |
| GPWMDYH | 通用PWM占空比寄存器高字节 | BEH | FFH |
| GPWMDYL | 通用PWM占空比寄存器低字节 | BDH | FFH |

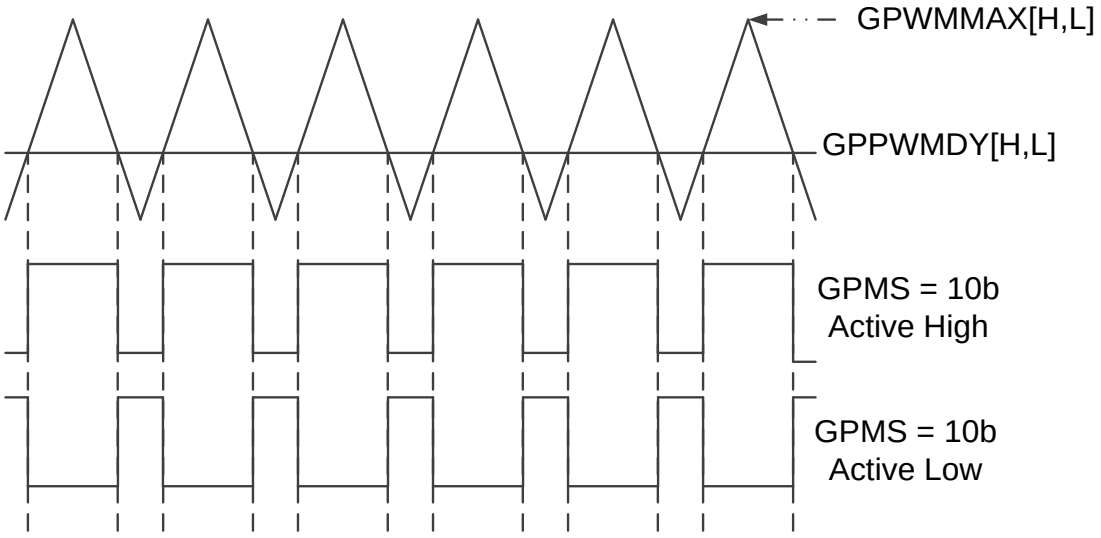



图 15.1 通用 PWM (GPWM)

## 15.1. GPWMCONT (通用 PWM 控制寄存器)

表 15.1.1 GPWMCONT (通用 PWM 控制寄存器)

GPWMCONT 地址 = BAH 复位值 = 00000000B

通用 PWM 控制寄存器

| 位 | GPWMTR | GPMS[1:0] | | ----- | ----- | ----- | GPCKS[1:0] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | X | X | X | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| GPWMTR | GPWM定时器运行控制 ：<br>0 : 停止<br>1: 运行 |
| GPMS[1:0]<br>(SYNC) | GPWM输出模式选择<br>00 : 强制低电平<br>01 : 强制高电平<br>10 : 高电平有效<br>11 : 低电平有效 |
| GPCKS[1:0]<br>(SYNC) | GPWM时钟选择 ：<br>00 : 48MHz<br>01 : 48MHz/2<br>10 : 48MHz/4<br>11 : 48MHz/8 |

## 15.2. GPWMMAX (通用 PWM 最大寄存器)

表 15.2.1 GPWMMAX (通用 PWM 最大寄存器)

GPWMMAXH (SYNC) 地址 = BCH 复位值 = 00000000B

通用 PWM 最大寄存器高字节

| 位 | GPWMMAXH[7:0] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

GPWMMAXL (SYNC) 地址 = BBH 复位值 = 00000010B

General PWM Max Register Low

| 位 | GPWMMAXL[7:0] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

## 15.3. GPWMDY (通用 PWM 占空比寄存器)

表 15.3.1 GPWMDY (通用 PWM 占空比寄存器)

| GPWMDYH (SYNC) | 地址 = BEH | | | | 复位值 = 11111111B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 通用 PWM 占空比寄存器高字节 | | | | | | | | |
| 位 | GPWMDYH[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| GPWMDYL (SYNC) | 地址 = BDH | | | | 复位值 = 11111111B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 通用 PWM 占空比寄存器低字节 | | | | | | | | |
| 位 | GPWMDYL[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

# 16. 捕获

表 16.1 捕获

| SFR | 描述 | 地址 | 复位值 |
|---|---|---|---|
| CAPCONT | 捕获控制寄存器 | D8H | 03H |
| CAPH_H | 捕获高电平计数高字节 | CBH | 00H |
| CAPH_L | 捕获高电平计数低字节 | CCH | 00H |
| CAPT_H | 捕获总计数高字节 | C9H | 00H |
| CAPT_L | 捕获总计数低字节 | CAH | 00H |

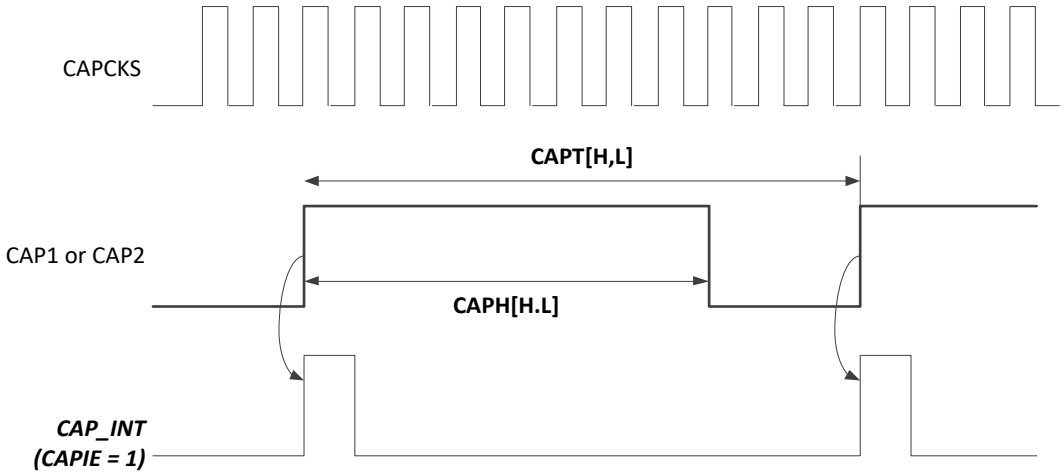



图 16.1 捕获

## 16.1. CAPCONT (捕获控制寄存器)

表 16.1.1 CAPCONT (捕获控制寄存器)

| CAPCONT 捕获控制寄存器 | 地址 = D8H | | | 复位值 = 00000011B | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CAPIF | CAPIE | ----- | CAPPINSEL | ----- | CAPCKS[2:0] | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R | W | X | R/W | X | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| CAPIF | 捕获中断标志 |
| CAPIE | 捕获中断使能 |
| CAPPINSEL | 捕获输入引脚选择:<br>0: CAP2(引脚 CH7)<br>1: CAP1(引脚 CH0) |
| CAPCKS[2:0] | 捕获时钟选择:<br>000 : 48MHz/4 100 : 48MHz/64<br>001 : 48MHz/8 101 : 48MHz/128<br>010 : 48MHz/16 110 : 48MHz/256<br>011 : 48MHz/32 111 : 48MHz/512 |

## 16.2. CAPT (捕获总计数)

表 16.2.1 CAPT (捕获总计数)

| CAPT_H 捕获总计数高字节 | 地址 = C9H | | | | 复位值 = 00000000B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | CAPT[15:8] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R | R | R | R | R | R | R | R |

| CAPT_L 捕获总计数低字节 | 地址 = CAH | | | | 复位值 = 00000000B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | CAPT[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R | R | R | R | R | R | R | R |

## 16.3. CAPH (捕获高电平计数)

表 16.3.1 CAPH (捕获高电平计数)

| CAPH_H 捕获高电平计数高字节 | 地址 = CBH | | | | 复位值 = 00000000B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | CAPH[15:8] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R | R | R | R | R | R | R | R |

| CAPH_L 捕获高电平计数低字节 | 地址 = CCH | | | | 复位值 = 00000000B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | CAPH[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R | R | R | R | R | R | R | R |

# 17. 加法和减法单元 (ASU)

**ASU** 提供 32 位的加减运算

表 17.1 加减法单元 (ASU)

| SFR | 描述 | 地址 | 复位值 |
|---|---|---|---|
| AS_MD_CONT | ASU 和MDU 控制寄存器 | E1H | 10H |
| ASUD1_1 | ASU 数据1 字节1 | E8H | 00H |
| ASUD1_2 | ASU 数据1 字节2 | E9H | 00H |
| ASUD1_3 | ASU 数据1 字节3 | EAH | 00H |
| ASUD1_4 | ASU 数据1 字节4 | EBH | 00H |
| ASUD2_1 | ASU 数据2 字节1 | ECH | 00H |
| ASUD2_2 | ASU 数据2 字节2 | EDH | 00H |
| ASUD2_3 | ASU 数据2 字节3 | EEH | 00H |
| ASUD2_4 | ASU 数据2 字节4 | EFH | 00H |
| ASUR1 | ASU 结果寄存器1 | DCH | 00H |
| ASUR2 | ASU 结果寄存器2 | DDH | 00H |
| ASUR3 | ASU 结果寄存器3 | DEH | 00H |
| ASUR4 | ASU 结果寄存器4 | DFH | 00H |

| | **MSB** | | | **LSB** |
|---|---|---|---|---|
| ASUD1 | ASUD1_4 | ASUD1_3 | ASUD1_2 | ASUD1_1 |
| ASUD2 | ASUD2_4 | ASUD2_3 | ASUD2_2 | ASUD2_1 |
| ASUR | ASUR4 | ASUR3 | ASUR2 | ASUR1 |

| | | |
|---|---|---|
| 加法运算<br>(AS_MD_CONT.0 = 0) | ASUR = ASUD1 + ASUD2 | ASUR4 限制在 0x7F |
| 减法运算<br>(AS_MD_CONT.0 = 1) | ASUR = ASUD1 – ASUD2 | ASUR4 限制在 0x81 |

## 17.1. AS_MD_CONT (ASU 和 MDU 控制寄存器)

表 17.1.1 AS_MD_CONT (ASU 和 MDU 控制寄存器)

AS_MD_CONT 地址 = E1H 复位值 = 00010000B

ASU 和 MDU 控制寄存器

| 位 | ----- | ----- | ----- | MDUF | ----- | ----- | MDUS | ASUS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | R | X | X | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| MDUF | MDU 完成标志位 :<br>0 : MDU忙.<br>1 : MDU计算完成. |
| MDUS | MDU符号选择:<br>0 :有符号计算.<br>1 :无符号计算. |
| ASUS | ASU减法选择 :<br>0 :加法计算.<br>1: 减法计算. |

## 17.2. ASUD1 (ASU 数据 1)

表 17.2.1 ASUD1 (ASU 数据 1)

ASUD1_1 地址 = E8H 复位值 = 00000000B

| 位 | ASUD1_1[7:0] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

ASUD1_2 地址 = E9H 复位值 = 00000000B

| 位 | ASUD1_2[7:0] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

ASUD1_3 地址 = EAH 复位值 = 00000000B

| 位 | ASUD1_3[7:0] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

ASUD1_4 地址 = EBH 复位值 = 00000000B

| | ASUD1_4[7:0] |
|---|---|

| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

## 17.3. ASUD2 (ASU 数据 2)

表 17.3.1 ASUD2 (ASU 数据 2)

ASUD2_1　　地址 = ECH　　复位值 = 00000000B

| 位 | ASUD2_1[7:0] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

ASUD2_2　　地址 = EDH　　复位值 = 00000000B

| 位 | ASUD2_2[7:0] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

ASUD2_3　　地址 = EEH　　复位值 = 00000000B

| 位 | ASUD2_3[7:0] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

ASUD2_4　　地址 = EFH　　复位值 = 00000000B

| 位 | ASUD2_4[7:0] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

## 17.4. ASUR (ASU 结果寄存器)

表 17.4.1 ASUR (ASU 结果寄存器)

| ASUR1 | 地址 = ECH | | | | | 复位值 = 00000000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | ASUR1[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| ASUR2 | 地址 = EDH | | | | | 复位值 = 00000000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | ASUR2[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| ASUR3 | 地址 = EEH | | | | | 复位值 = 00000000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | ASUR3[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| ASUR4 | 地址 = EFH | | | | | 复位值 = 00000000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | ASUR4[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

# 18. 乘法和除法单元(MDU)

**MDU** 是一种片上算术协处理器，使 **CGH001A** 能够执行额外的扩展算术运算。所有操作都是有符号/无符号整数操作。操作数和结果存储在 **MD0-MD5** 寄存器中。模块由 **MD_MODE** 和 **MD_CONT** 寄存器控制。对 **MDU** 的任何计算都会覆盖其操作数。**MDU** 支持 5 种操作:32 位/16 位除法、16 位/16 位除法、乘法、移位和归一化。

表 18.1 乘法和除法单元(MDU)

| SFR | 描述 | 地址 | 复位值 |
|---|---|---|---|
| AS_MD_CONT | ASU和MDU控制寄存器 | E1H | 10H |
| MD_CONT | MDU控制寄存器 | DBH | 00H |
| MD0 | 乘除法寄存器0 | E2H | 00H |
| MD1 | 乘除法寄存器1 | E3H | 00H |
| MD2 | 乘除法寄存器2 | E4H | 00H |
| MD3 | 乘除法寄存器3 | E5H | 00H |
| MD4 | 乘除法寄存器4 | E6H | 00H |
| MD5 | 乘除法寄存器5 | E7H | 00H |

## 18.1. AS_MD_CONT (ASU 和 MDU 控制寄存器)

表 18.1.1 AS_MD_CONT (ASU 和 MDU 控制寄存器)

AS_MD_CONT 地址 = E1H 复位值 = 00010000B

ASU 和 MDU 控制寄存器

| 位 | ----- | ----- | ----- | MDUF | ----- | ----- | MDUS | ASUS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | R | X | X | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| MDUF | MDU 完成标志位 :<br>0 : MDU 忙.<br>1 : MDU 计算完成. |
| MDUS | MDU 符号选择:<br>0 :有符号计算.<br>1 :无符号计算. |
| ASUS | ASU加减法选择:<br>0: 加法计算<br>1: 减法计算 |

## 18.2. MD_CONT (MDU 控制寄存器)

表 18.2.1 MD_CONT (MDU 控制寄存器)

| MD_CONT<br>MDU 控制寄存器 | 地址 = DBH | | | 复位值 = 00010000B | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | MDEF | MDOV | SLR | SC[4:0] | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R | R | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| MDEF | MDU错误标志位:<br><br>指示一个错误执行的操作(当其中一个算术操作已被新操作重启或中断时)。 |
| MDOV | MDU溢出标志位:<br><br>MDU操作发生溢出 |
| SLR | 移位反向:<br><br>0：向左移位<br><br>1：向右移位 |
| SC[4:0] | 移位计数器:<br><br>当设置为所有' 0 '时，将选择归一化操作。归一化后，SC[4:0]包含执行的归一化移位的次数。<br>当至少置这些位中的一个为高时，将选择移位操作。移位次数由写入SC[4:0]的数决定，其中SC.4是MSB . |

### 18.2.1. MDEF

MDEF 错误标志表示操作执行不当（当其中一个算术运算被新运算重新启动或中断时）。错误标志机制在对 MD0 的第一次写入操作时自动启用，在第三阶段中在来自 MD3（乘法或移位/范数）或 MD5（除法）的最后读取指令时禁用。
错误标志在以下情况下设置：
在 MDU 操作的第二阶段（重新启动或计算中断），有对 MDx 寄存器（MD0-MD5 和 MD_CONT 中的任何一个）的写访问。在启用错误标志机制的 MDU 操作第二阶段，有对其中一个 MDx 寄存器的读访问。在这种情况下，设置了错误标志，但计算不中断。只有在对 MD_CONT 寄存器进行读取访问后，才会重置错误标志。错误标志是只读的。

### 18.2.2. MDOV

当出现以下情况之一时，会设置 MDOV 溢出标志：除以零；结果大于 FFFFH 的乘法运算；
如果设置了 MD3 的（'MD3.7'='1'）最高有效位然后开始归一化。
MDU 的任何不符合上述条件的操作都会清除溢出标志。请注意，溢出标志完全由硬件控制。它无法写入。

## 18.3. MD0 – MD5 (乘除法寄存器)

表 18.3.1 MD0 – MD5 (乘除法寄存器)

| MD0 | 地址 = E2H | | | | | 复位值 = 00000000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 乘除法寄存器 0 | | | | | | | | |
| 位 | MD0[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| MD1 | 地址 = E3H | | | | | 复位值 = 00000000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 乘除法寄存器 1 | | | | | | | | |
| 位 | MD1[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| MD2 | 地址 = E4H | | | | | 复位值 = 00000000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 乘除法寄存器 2 | | | | | | | | |
| 位 | MD2[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| MD3 | 地址 = E5H | | | | | 复位值 = 00000000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 乘除法寄存器 3 | | | | | | | | |
| 位 | MD3[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| MD4 | 地址 = E6H | | | | | 复位值 = 00000000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 乘除法寄存器 4 | | | | | | | | |
| 位 | MD4[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| MD5 乘除法寄存器 5 | 地址 = E7H | | | | | 复位值 = 00000000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | MD5[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

## 18.4. MDU 操作描述

MDU 的操作包括三个阶段

### 18.4.1. 加载 MDx 寄存器

**MDU** 必须执行的计算类型是由写入 **MDx** 寄存器的顺序来选择的。在任何情况下，对 **MD0** 的写入都是要做的第一个传输。接下来的写操作必须按照下表所示进行，以确定 **MDU** 操作。最后一次写操作将启动选定的操作。

表 18.4.1 加载 MDx 寄存器

| 操作 | 32 位/16 位 t | 16 位/16 位 | 16 位 x 16 位 | 移位/归一化 |
|---|---|---|---|---|
| 首次写 | MD0<br>被除数 低字节 | MD0<br>被除数 低字节 | MD0<br>被乘数 低字节 | MD0<br>LSB |
| | MD1<br>被除数 | MD1<br>被除数 高字节 | MD4<br>乘数 低字节 | MD1 |
| | MD2<br>被除数 | | MD1<br>被乘数 高字节 | MD2 |
| | MD3<br>被除数 高字节 | | | MD3<br>MSB |
| | MD4<br>除数 低字节 | MD4<br>除数 低字节 | | |
| 最后写 | MD5<br>除数 高字节 | MD5<br>除数 高字节 | MD5<br>乘数 高字节 | MD_CONT<br>开始转换 |

### 18.4.2. 执行运算

在计算过程中，**MDU** 与 CPU 并行工作。计算完成后，硬件将 **MDUF** 位设置为 1(**MDUF='1'**)。该标志位将在下次计算时被清除。
下表给出了每个算术运算的执行时间

表 18.4.2 执行运算

| 操作 | 时钟数 | |
|---|---|---|
| 32 位/16 位除法 | 17 时钟周期 | |
| 16 位/16 位除法 | 9 时钟周期 | |
| 乘法 | 11 时钟周期 | |
| 移位 | 最少3个时钟周期<br>(SC = 01H) | 最大18个时钟周期(SC = 1FH) |
| 归一化 | 最少4个时钟周期<br>(SC <= 01H) | 最大19个时钟周期<br>(SC = 1FH) |

### 18.4.3. 从 MDx 寄存器读取结果

读出序列的第一个“MDx”寄存器不是关键的，但最后读取的寄存器决定整个计算的结束。

表 18.4.3 从 MDx 寄存器读取结果

| 操作 | 32 位/16 位 t | 16 位/16 位 | 16 位 x 16 位 | 移位/<br>归一化 |
|---|---|---|---|---|
| 首先读 | MD0<br>商 低字节 | MD0<br>商 低字节 | MD0<br>积 低字节 | MD0<br>LSB |
| | MD1<br>商 | MD1<br>商 高字节 | MD1<br>积 | MD1 |
| | MD2<br>商 | | MD2<br>积 | MD2 |
| | MD3<br>商 高字节 | | | |
| | MD4<br>余数 低字节 | MD4<br>余数 低字节 | | |
| 最后读 | MD5<br>余数 高字节 | MD5<br>余数 高字节 | MD3<br>积 高字节 | MD3<br>MSB |

### 18.4.4. 移位

在移位操作中，存储在 **MD0** 到 **MD3** 寄存器的 32 位整数变量(MD3 寄存器为最高有效字节)被向左或向右移位指定的位数。**SLR** 位(**MD_CONT**.5)定义了移位方向，位 **SC**[4:0] (**MD_CONT**.4 – **MD_CONT**.0)指定移位计数(不能为 0)。在移位操作中，右移时 0 进入 **MD3** 的左端，左移时 0 进入 **MD0** 的右端。

### 18.4.5. 归一化

存储在 **MD0** 到 **MD3** 寄存器的 32 位整数变量的所有前导零(MD3 寄存器为最高有效字节)将通过左移位操作删除。当 **MD3** 寄存器的 MSB(最高位)内容为“1”时，整个操作就完成了。在归一化之后，位 **SC[4:0] (MD_CONT.4 – MD_CONT.0)**的内容为向左移位操作的次数。

# 19. 电机驱动引擎(MDE)

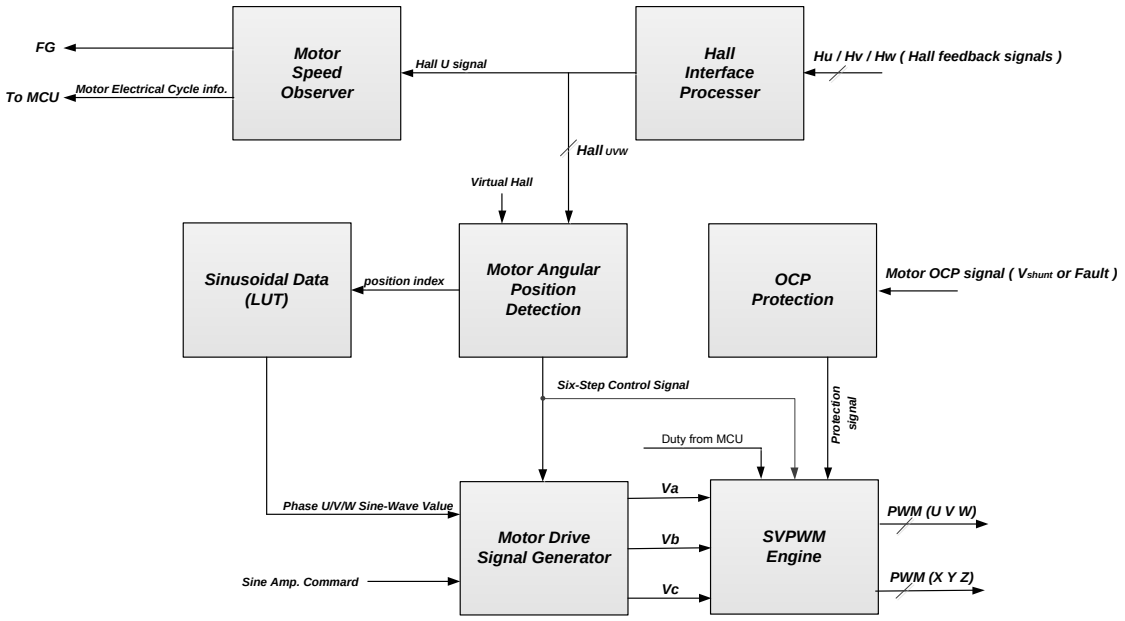



图 19.1 : MDE 架构

CGH001A 内建 MDE（电机驱动引擎），提供电机弦波和方波控制驱动架构。如图 19.1 所示，其中包括霍尔接口处理器、电机速度观测器、电机角位置检测、正弦数据(LUT)、电机驱动信号发生器、SVPWM 引擎和 OCP 保护等 7 个控制模块。

首先，三相电机反馈的霍尔信号(Hu、Hv、Hw)经过霍尔接口处理器模块的去抖处理后，输出到电机速度观测器和电机角位置检测。电机速度观察模块计算电机速度。电机角位置检测对三相弦波和六步控制信号的位置指标进行估计。

在弦波控制驱动中，将三相弦波的电机角位置检测模块的位置指标输入到弦波数据(LUT)中。在对三相弦波进行查表后，将三相弦波值输出到电机信号发生器模块，进行三相弦波计算(Va, Vb 和 Vc)。在方波控制驱动器中，电机角位置检测模块根据霍尔状态产生六步控制信号，输出到电机信号发生器块。
最后一级进行 SVPWM 调制，输出 $PWM_{UVW}$ 和 $PWM_{XYZ}$ 到电机频率转换电路。

OCP 保护块，当系统发生过流时，由硬件保护并关闭 6 个 PWM 信号。在接下来的章节中详细描述了每个模块的控制功能。

## 19.1. HALL 接口处理器

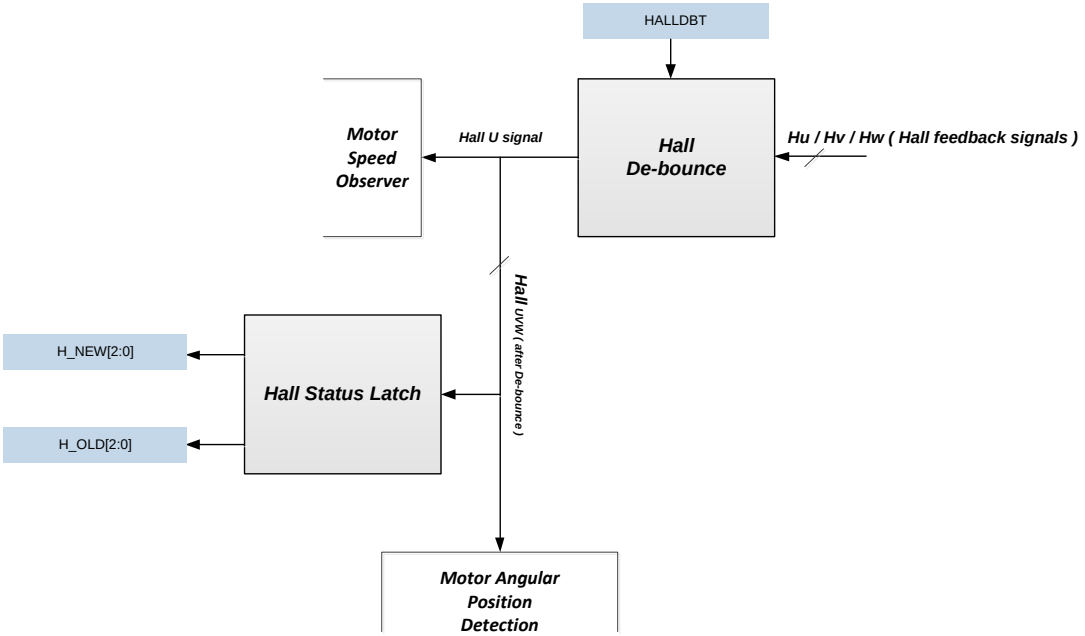



图 19.1.1 : Hall I/F 处理器架构

霍尔传感器安装在电机上。电机在运行时，会产生很大的噪声，导致霍尔反馈信号(Huvw)有很大的噪声。如果不进行滤波，将导致电机驱动的换相错误。
在霍尔接口处理器模块中，设计一个去抖电路来滤波三个霍尔信号。通过 HALLDBT(参见表 19.1.1)设置 Hu、Hv 和 Hw 的去抖时间，并设置霍尔去抖设置。设定时间为:1/3MHz X HALLDBT[5:0]。

| HALLDBT | | | 地址 = 9CH | | | 复位值 = 00001110B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hall 去抖时间寄存器 | | | | | | | | |
| 位 | ----- | ----- | HALLDBT[5:0] | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |
| HALLDBT 用来滤波 HALL 信号<br>去抖时间 = 1/3MHz X HALLDBT [5:0] | | | | | | | | |

表 19.1.1 : HALLDBT SFR 描述

Hu（去抖后）与电机速度观测器模块连接，用于计算电机速度，Hu、Hv、Hw（去抖后）与电机角位置检测模块连接，用于估计电机转子位置和六步控制信号。

在 HALL 接口处理器块中，锁存当前和以前的 HALL 状态，并将它们放入 HALLST 中(参见表 19.1.2)，供 MCU 读取和使用。

| HALLST<br>Hall 状态寄存器 | | | 地址 = 94H | | 复位值 = 00000000B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | ----- | H_OLD[2:0] | | | ----- | H_NEW[2:0] | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | R | R | R | X | R | R | R |
| H_OLD[2:0] | Hall旧状态:<br>[2] : HALL U 状态. [1] : HALL V 状态. [0] : HALL W 状态. | | | | | | | |
| H_NEW[2:0] | Hall新状态:<br>[2] : HALL U 状态. [1] : HALL V 状态. [0] : HALL W 状态. | | | | | | | |

表 19.1.2 : HALLST SFR 描述

## 19.2. 电机速度观测器

电机速度观测器向 MCU 提供电机电气周期(电机速度)信息，用于电机速度闭环控制。电机速度观测器有一个内置计数器，其输入信号是 HALLU。对 HALLU 从上升沿到上升沿的时间进行计数，得到电机的电气周期(电机转速)信息。参见图 19.2.1。

首先，在设置 HCKS 之后(参见表 19.2.1 MCONT1.HCKS SFR)根据电机转速范围，选择观测器的时钟频率，硬件开始计数电机电气周期的时间，MCU 可以从 ROTORSPEED SFR 开始计数(参见表 19.2.2 ROTORSPEED SFR)读取 16 位计数器值。在下一步，MCU 可以根据 ROTORSPEED SFR 进行速度闭环控制。时序图请参见图 19.2.2。

根据电机转速范围，ROTORSPEED SFR 读取的数值范围必须在 0x0200~0xFFFF 范围内，避免控制异常;如果 ROTORSPEED SFR 读取的值不在 0x0200~0xFFFF 之间，则需要修改 HCKS。此外，如果 ROTORSPEED SFR 的值为 0xFFFF，则表示电机可能旋转很慢或已经停止运行。此时，MOTOSTOP 的值(参见表 19.2.1 MCONT1.MOTOSTOP SFR)将为“1”。

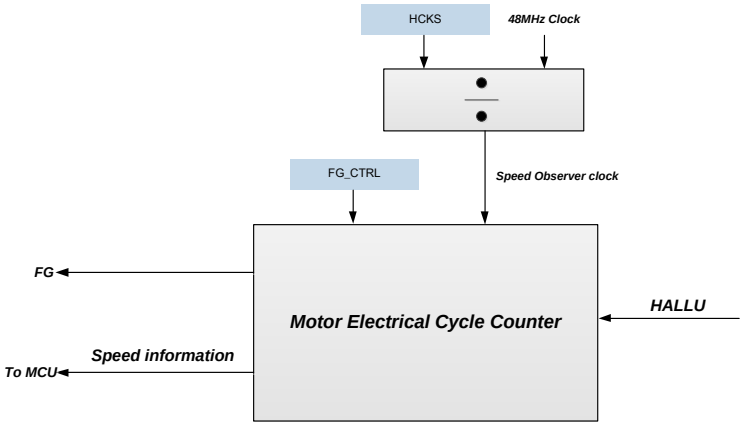



图 19.2.1 电机速度观测器架构

| MCONT1 电机控制住寄存器 1 | 地址 = 9DH | | | | 复位值 = X0110000B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MOTOSTOP | HCKS[2:0] | | | HALLALS | DMS | MPWMA | AMDS |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | | | | |
| 类型 | R | R/W | R/W | R/W | | | | |

| | | |
|---|---|---|
| MOTOSTOP | 1： 电机停止 | |
| HCKS[2:0] | Hall时钟选择 ： | |
| | 000 : 48MHz/4 | 100 : 48MHz/64 |
| | 001 : 48MHz/8 | 101 : 48MHz/128 |
| | 010 : 48MHz/16 | 110 : 48MHz/256 |
| | 011 : 48MHz/32 | 111 : 48MHz/512 |

表 19.2.1 MCONT1. HCKS 和 MOTOSTOP SFR

| ROTORSPEEDH 转子速度计数寄存器高字节 | 地址 = 97H | | | | | 复位值 = 11111111B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ROTORSPEED[15:8] | | | | | | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R | R | R | R | R | R | R | R |

| ROTORSPEEDL | 地址 = 96H | 复位值 = 11111111B |
|---|---|---|
| 转子速度计数寄存器低字节 | | |

| | ROTORSPEED[7:0] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R | R | R | R | R | R | R | R |

表 19.2.2 ROTORSPEED SFR (转子速度计数寄存器)

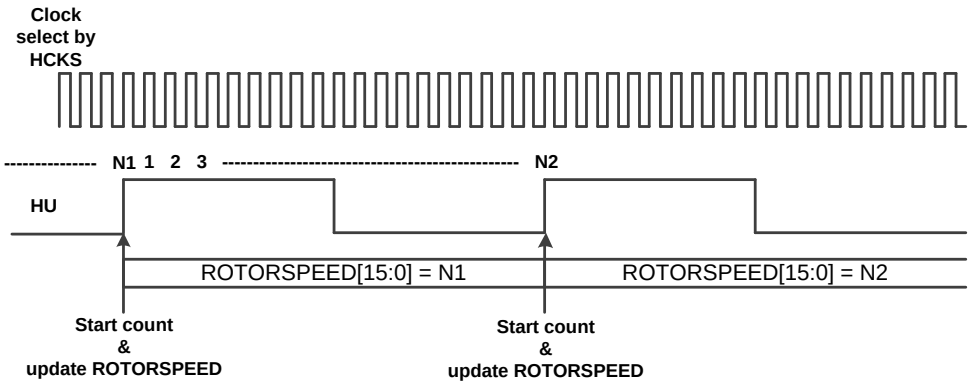



图 19.2.2 转子电气周期计数器

电机速度观测器除了提供电机电气周期(电机转速)信息外，还可以根据 FG_CTRL SFR 的设置(见表 19.2.3)，在一个霍尔周期内输出固定的脉冲数，即可以作为频率发生器(FG)使用。当 FG_CTRL SFR 中的控制位为 FG_EN=1, FG10PT8P=0, FGPULSE_SEL=5 时，FG 输出波形图 19.2.3 所示。

| FG_CTRL | 地址 = C5H | 复位值 = 0x00H |
|---|---|---|
| 频率发生器控制寄存器 | | |

| | FG_EN | FG10PT8P | ----- | ----- | FGOUT_SEL | FGPULSE_SEL | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | W | W | X | X | W | W | | |

| | |
|---|---|
| FG_EN | FG 输出使能:<br>0 : 关闭<br>1 : 使能 |
| FG10PT8P | 10 极 FG 转换成 8 极 FG:<br>0 : 正常<br>1 : 使能 |
| FGOUT_SEL | FG 输出引脚选择:<br>0 : CH3 引脚输出<br>1 : TX 引脚输出 |
| FGPULSE_SEL | FG 脉冲数目选择:<br>FG10PT8P = 0 / FG10PT8P = 1<br>000 : 1 脉冲 / 4 脉冲/5 周期<br>001 : 2 脉冲 / 8 脉冲/5 周期<br>010 : 4 脉冲 / 16 脉冲/5 周期<br>011 : 5 脉冲 / 20 脉冲/5 周期<br>100 : 8 脉冲 / 32 脉冲/5 周期<br>101 : 12 脉冲 / 48 脉冲/5 周期 |

表 19.2.3 FG_CTRL SFR (频率发生器寄存器)

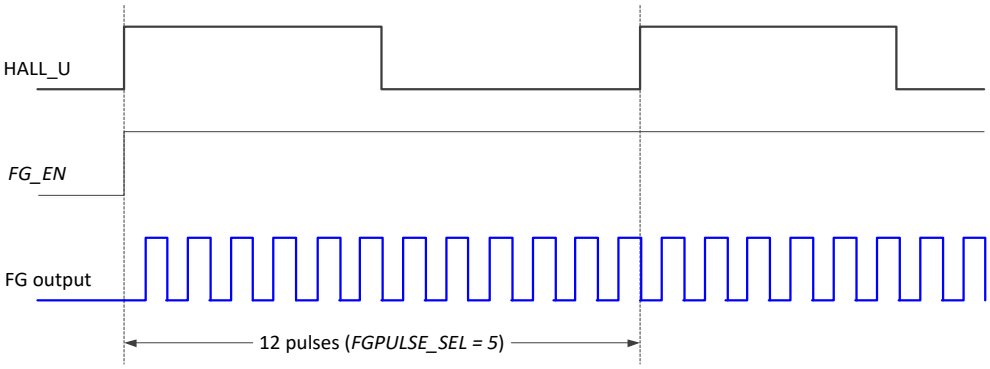



图 19.2.3 当 FG_EN=1, FG10PT8P=0, 并且 FGPULSE_SEL=5 时 FG 输出

## 19.3. 电机角位置检测

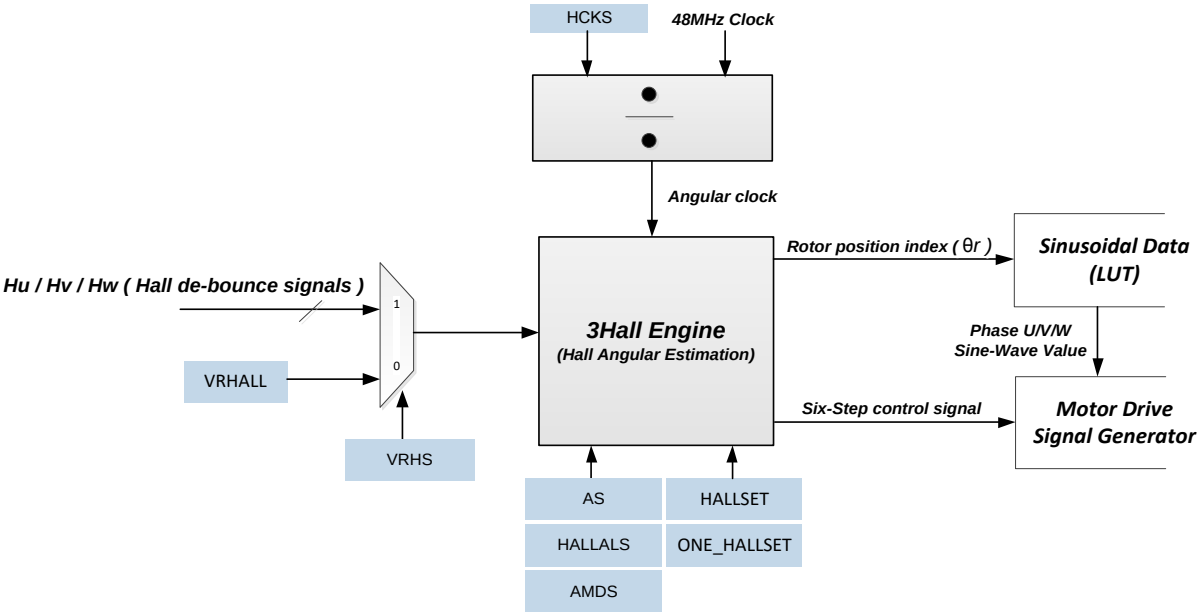



图 19.3.1 电机角位置架构

电机角位置检测模块内置 3 Hall 引擎，根据霍尔输入信号估计转子位置指数和六步控制信号。它的输入信号可以通过 VRHS 进行选择。当 VRHS=0 时(参见表 19.3.1)，其 3Hall 引擎输入信号为实霍尔(即外部霍尔信号输入)。否则，VRHS=1，则输入信号为 VRHALL SFR(参见表 19.3.2)。

| MCONT2 电机控制寄存器 2 | 地址 = A2H | | | | 复位值 = 00000000B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----- | ----- | | | ----- | VRHS | AOCPS | ----- |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | X | R/W | R/W | X |

| | |
|---|---|
| VRHS | Virtual Hall select :<br>0 : Real Hall. (HALL U, HALL V, HALL W)<br>1 : Virtual Hall. |

表 19.3.1 VRHS SFR

| VRHALL Virtual Hall Register | 地址 = D9H | | | | 复位值 = 00000101B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | VRH[2:0] | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | X | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| VRH[2:0] | Virtual Hall value.<br>VRH.2 is Virtual HALL U.<br>VRH.1 is Virtual HALL V.<br>VRH.0 is Virtual HALL W. |

表 19.3.2 VRHALL SFR

首先，设置 HCKS 后(表 19.3.3 MCONT1.HCKS SFR)根据电机转速范围，选择角度估计的时钟频率，硬件开始计数电机角步长时间，1 角步长为 0.9375° (384 步/ 360°)，根据电机转速范围，设置合适的 HCKS 可以计数每个角步长以具有最佳分辨率。
霍尔传感器有两种安装方式:霍尔信号对齐线电压或对齐相电压。
霍尔对齐选择 HALLALS = 0(参见表 19.3.3)，霍尔信号与线电压对齐，HALLALS = 1 时，霍尔信号与相电压对齐。

MCONT1 地址 = 9DH 复位值 = X0110000B
电机控制寄存器 1

| | MOTOSTOP | HCKS[2:0] | | | HALLALS | DMS | MPWMA | AMDS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| HCKS[2:0] | Hall时钟选择:<br>000 : 48MHz/4 100 : 48MHz/64<br>001 : 48MHz/8 101 : 48MHz/128<br>010 : 48MHz/16 110 : 48MHz/256<br>011 : 48MHz/32 111 : 48MHz/512 |
| HALLALS | Hall对齐选择:<br>0 : 线电压(线到线)<br>1 : 相电压 |
| AMDS | 自动模式方向选择:<br>0 : 当 MPWMA = ‘1’, 驱动方向是正转.<br>1 : 当 MPWMA = ‘1’, 驱动方向是反转 |

表 19.3.3 MCONT1.HCKS / HALLALS / AMDS SFR

CGH001A 必须将正向 HALL 序列设置到 HALLSET SFR，这样 CGH001A 才能自动产生驱动其电机所需的信号。HALLALS = 0 时，图 19.3.2 和图 19.3.3 为 HALLSET(请参见表 19.3.4)

图 19.3.3,HALLALS = 1 时，霍尔信号与相电压对齐，相到相电压顺序为 Vuv 超前 Vvw 120 度，Vvw 超前 Vwu 120 度。(正向方向在 CGH001A 中定义)。如图所示，霍尔信号正向顺序为 5 4 6 2 31 1，依次填充 HALLSET1_1、HALLSET1_2、HALLSET2_1、HALLSET2_2、HALLSET3_1、HALLSET3_2。

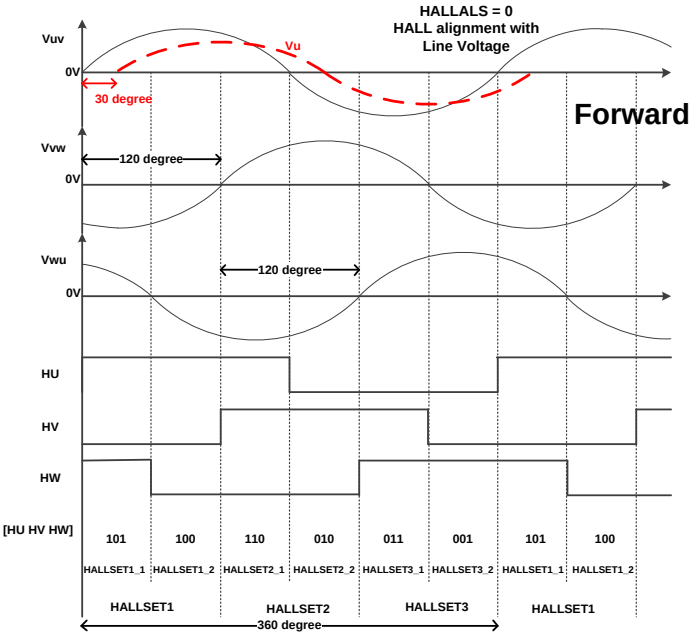



图 19.3.2 HALLSET (Hall 设置寄存器 1, 2, 3)

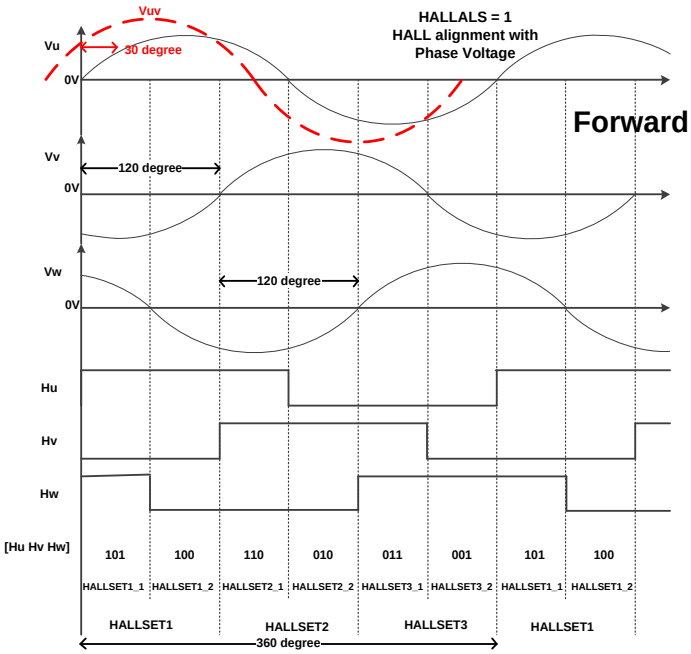



图 19.3.3 Hall 信号对齐相电压

AS(见表 19.3.5)为超前角设置，AS 分辨率为 0.9375°/位，AS 设置范围为-59.0625° ~ 59.0625°
当 MWPMA = ' 1 '(自动模式)时，AS 处于活动状态。
MDE 提供电机反向设置，只需设置 AMDS(见表 19.3.3)即可反转电机。

HALLSET1 (SYNC) 地址 = 91H 复位值 = 01000101B
Hall 设置寄存器 1

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----- | HALLSET1_2[2:0] | | | ----- | HALLSET1_1[2:0] | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | R/W | R/W | R/W | X | R/W | R/W | R/W |

[2] : HALL U 状态. [1] : HALL V 状态. [0] : HALL W 状态.

HALLSET2 (SYNC) 地址 = 92H 复位值 = 00100110B
Hall 设置寄存器 2

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----- | HALLSET2_2 [2:0] | | | ----- | HALLSET2_1[2:0] | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | R/W | R/W | R/W | X | R/W | R/W | R/W |

[2] : HALL U 状态. [1] : HALL V 状态. [0] : HALL W 状态.

HALLSET3 (SYNC) 地址 = 93H 复位值 = 00010011B
Hall 设置寄存器 3

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----- | HALLSET3_2[2:0] | | | ----- | HALLSET3_1[2:0] | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | R/W | R/W | R/W | X | R/W | R/W | R/W |

[2] : HALL U 状态. [1] : HALL V 状态. [0] : HALL W 状态.

表 19.3.4 HALLSET123 SFR

AS (SYNC) 地址 = 8FH 复位值 = 00000000B
角度偏移控制寄存器

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | AS_LS | ----- | AS_VALUE[5:0] | | | | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

AS_LS 角度偏移选择:

0 : 0◦~59.0625° = 0~ 63(AS_VALUE)

1 : 0◦~-59.0625° = 0~ -63(AS_VALUE)

表 19.3.5 AS SFR

3Hall 引擎的主要功能是估计 U、V、W 相转子位置指数( θ r)。3Hall 引擎主要根据 3 霍尔信号状态和当前速度，结合 AS、HALLALS 和 AMDS 的设置，生成 U、V、W 相转子位置指数(θr)，然后通过查表正弦数据(LUT)块生成正弦数据。此外，为了降低外部 PCB 成本，3Hall 引擎还支持观察单个霍尔信号(Hall_U)的状态和当前速度。通过 ONE_HALLSET 的附加设置(参见表 19.3.6)，还可以生成 U、V、W 相转子位置指标(θr)。

ONE_HALLSET 地址 = 95H 复位值 = 0000_0000B

单 Hall 设置寄存器(当 SFR IMPMISC_KEY = 0xa5)

| | STA_ZONE_EN | 3TO1_RUN | ----- | ----- | 1HALL_ONLY | ZONE[2:0] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | W | W | X | X | W | W | W | W |

| | |
|---|---|
| STA_ZONE_EN | Hall U 上升沿开始区域设置使能(用于 3-Hall 启动 1-Hall 转动或单 Hall 方案)<br>0 : 1-hall 运行时，硬件设置 Hall U 上升沿开始区域<br>1 : 1-hall 运行时，软件件设置 Hall U 上升沿开始区域 |
| 3TO1_RUN | 3-Hall 启动 1-Hall 转动使能<br>0 : 3-Hall 转动或 1-Hall 启动及转动<br>1 : 3-Hall 启动 1-Hall 转动 |
| 1HALL_ONLY | 使能仅单 Hall (仅 Hall U 用于单 Hall 转动)<br>0 : 禁止仅单 Hall<br>1 : 使能仅单 Hall |
| ZONE | Hall U 上升沿开始区域 **(当 STA_ZONE_EN =1)**<br>000: Hall U 上升沿开始在 ZONE0 (HALLSET1_1)，开始角度是 0<br>001: Hall U 上升沿开始在 ZONE1 (HALLSET1_2)，开始角度是 64<br>010: Hall U 上升沿开始在 ZONE2 (HALLSET2_1)，开始角度是 128<br>011: Hall U 上升沿开始在 ZONE3 (HALLSET2_2)，开始角度是 192<br>100: Hall U 上升沿开始在 ZONE4 (HALLSET3_1)，开始角度是 256<br>101: Hall U 上升沿开始在 ZONE5 (HALLSET3_2)，开始角度是 320 |

表 19.3.6 ONE_HALLSET SFR

单个霍尔操作的使用可以通过 ONE_HALLSET SFR 中的三个位 STA_ZONE_EN, 3TO1_RUN 和 1HALL_ONLY 以及与 Hall_U 上升沿对齐的区域(由 HALL_SET 决定)来设置。如图 19.3.4 所示，当 Hall_U 的上升沿与 ZONE1 对齐时，如果想**先用 3 Hall 启动，再用 1 Hall 转动**，则应将 ONE_HALLSET SFR 设置为 0x41。

若采用 **1 hall 方案**，即软件规划启动程序配合硬件自动计算转子位置指标;当转子启动时，您想切换到硬件支持的 1Hall 全自动辅助转子旋转，在执行 1Hall 启动程序后，将 ONE_HALLSET SFR 设置为 0x89 (HALL_U 上升沿对齐在 ZONE1)，这意味着 MDE 将接管 1 Hall 自动转动程序。

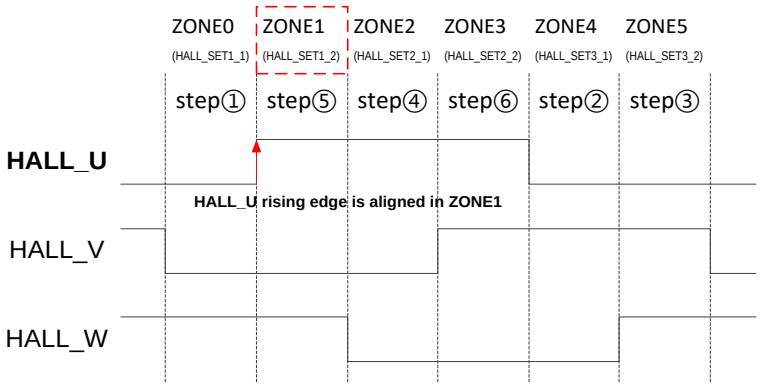



图 19.3.4 Hall_U 上升沿对齐在 ZONE1.

## 19.4. 正弦数据（LUT）

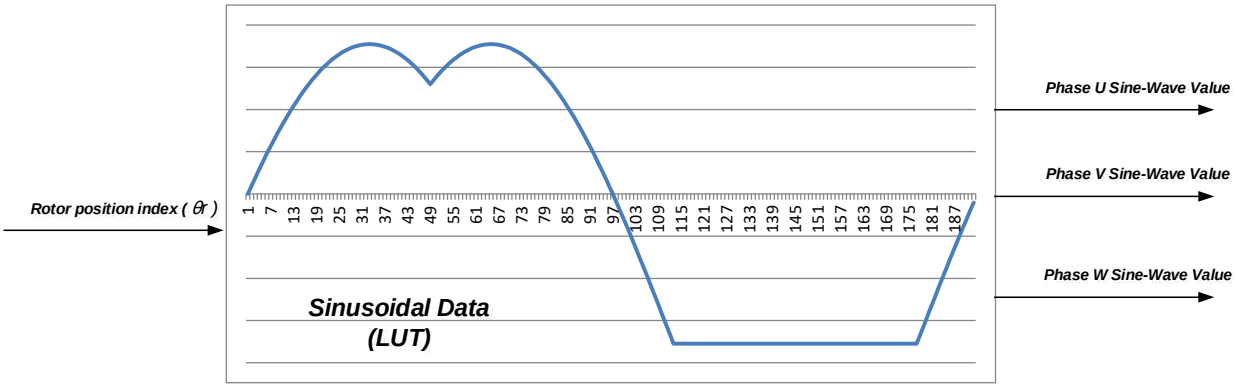



图 19.4.1：正弦数据(LUT) 架构

正弦数据(LUT)模块具有内置的三相 SVPWM 查找表。输入信号为电机角位置检测块估计的 U,V,W 相转子位置指数( θ r)。查表后，将三相正弦波值输出到电机信号发生器模块进行三相正弦波计算。

## 19.5. 电机驱动信号发生器

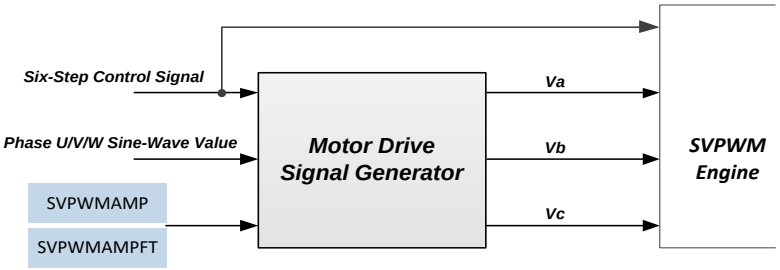



图 19.5.1：电机驱动信号发生器架构

电机驱动信号发生器块设置 SVPWMAMP 和 SVPWMAMPFT SFR(见表 19.5.1)，根据电机驱动所需的转速改变三相正弦波的幅值。相应的正弦波值由正弦数据(LUT)模块查表确定

通过对 SVPWMAMP 和 SVPWMAMPFT 和相位 U V W 正弦波值的运算，得到输出电压值 Va、Vb 和 Vc，并提供给 SVPWM 引擎模块进行 SVPWM 调制。

CGH001A 的 SVPWM 有七段和五段两种模式(参见 19.6.2 节)SVPWM。SVPWMAMP 的设置范围为 0 ~ MPWM_CYC/2。该值越大，其输出的三相电压也越大。

SVPWMAMPFT 是 SVPWMAMP 的微调。其功能介于 SVPWMAMP 的两个层次之间。它可以有 8 级微调，以实现准确的速度控制。

SVPWMAMPH(SYNC) 地址 = C4H 复位值 = 00000000B
SVPWM 振幅寄存器高字节

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | SVPWMAMP[10:8] | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | X | R/W | R/W | R/W |

SVPWMAMPL(SYNC) 地址 = C3H 复位值 = 00000000B
SVPWM 振幅寄存器低字节

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SVPWMAMP[7:0] | | | | | | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| SVPWMAMPFT | 地址 = DAH | | | | 复位值 = 00000000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SVPWM 振幅微调寄存器 | | | | | | | |
| | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | SVPWMAMPFT[2:0] | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | X | R/W | R/W | R/W |

表 19.5.1 SVPWMAMP 和 SVPWMAMPFT SFR

## 19.6. SVPWM 引擎

### 19.6.1. SVPWM 引擎架构

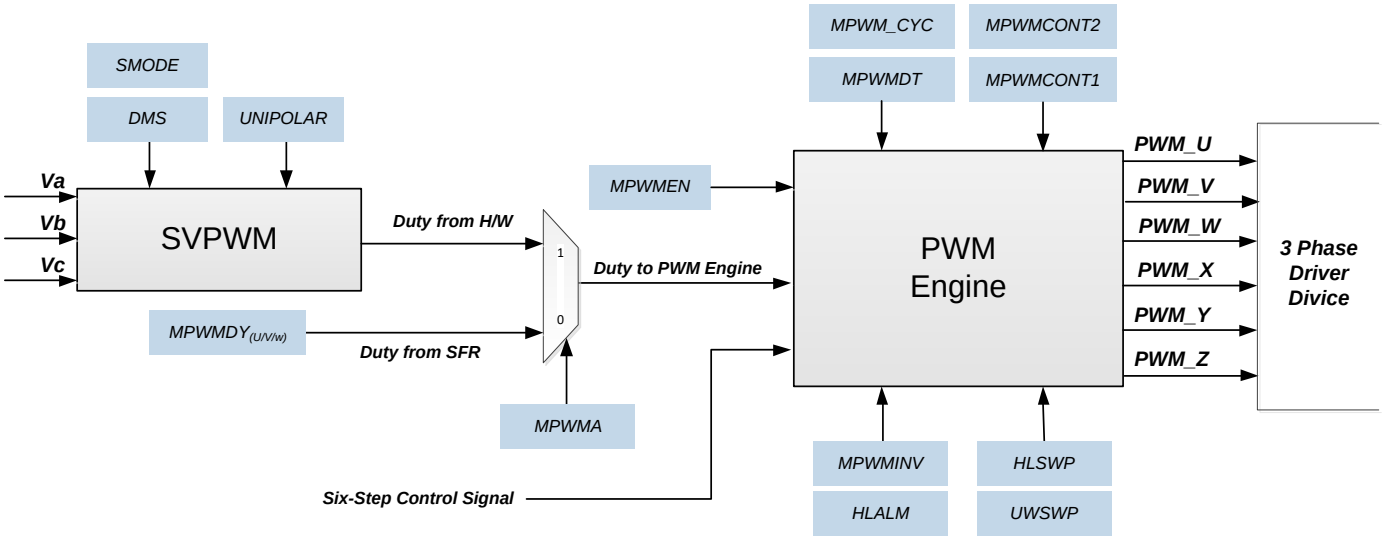



图 19.6.1 : SVPWM 引擎模块架构

### 19.6.2. SVPWM 电流驱动

电机正弦驱动是基于向转子位置的每个电机绕组提供正弦电流变化。相对于相应的 Hall 传感器，这些电流相互相移 120°。在无刷直流电机控制中，所使用的驱动信号需要随电机的速度和位置而变化的可变电压。这种可变电压是使用 PWM 技术施加的。通过 PWM 引擎为 MOSFET 逆变器提供正弦波的 PWM 信号。在这个应用中，正弦电流驱动应用了从空间矢量脉宽调制(SVPWM)技术中提取的数据。

SVPWM 方法是一种基于矢量的方案，用于三相系统，如电机控制应用。SVPWM 不是从每个电机端子相对于地的驱动信号产生纯正弦波形，而是在两个端子之间产生三个正弦线对线电压(差分电压)。创建一个空间矢量表示，其中单位矢量之间的间隔为 60.0°，对应于电气周期中的每个状态，如图 19.6.2 所示。每个期望的电压可以通过添加由 000 和 111 逻辑状态(位于原点)表示的两个相邻的活动向量和零向量的分量来模拟。由此产生的期望电压由操控外设 PWM 占空比表示。
表 19.6.1 给出了每个扇区 PWM 开关时间的公式。一旦确定了近似的角位置，就计算出对应的矢量大小，相对于相邻的电压空间矢量和零矢量 T0, T1 和 T2 表示一个周期内的传导时间。

| 扇区 | 开关时间公式 |
|---|---|
| 1 | PWM1 = T1 + T2 + T0/2<br>PWM2 = T2 + T0/2<br>PWM3 = T0/2 |
| 2 | PWM1 = T1 + T0/2<br>PWM2 = T1 + T2 + T0/2<br>PWM3 = T0/2 |
| 3 | PWM1 = T0/2<br>PWM2 = T1 + T2 + T0/2<br>PWM3 = T2 + T0/2 |
| 4 | PWM1 = T0/2 P<br>PWM2 = T1 + T0/2<br>PWM3 = T1 + T2 + T0/2 |
| 5 | PWM1 = T2 + T0/2<br>PWM2 = T0/2<br>PWM3 = T1 + T2 + T0/2 |
| 6 | PWM1 = T1 + T2 + T0/2<br>PWM2 = T0/2<br>PWM3 = T1 + T0/2 |

表 19.6.1 每个扇区 PWM 开关时间公式

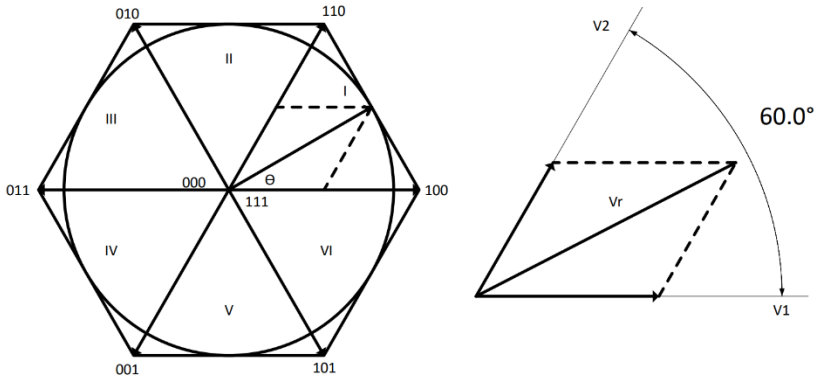



图 19.6.2 : 正交平面上的 SVPWM 表示

SVPWM 的近似 PWM 输出，相对于它的角位置，在图 19.6.3 中绘制。由于 SVPWM 的三次谐波注入，产生的波形具有鞍形。每个 PWM 输出相互移位 120° 。角度位置从 360° 缩放到 384° ，以便在应用中更方便地实现。

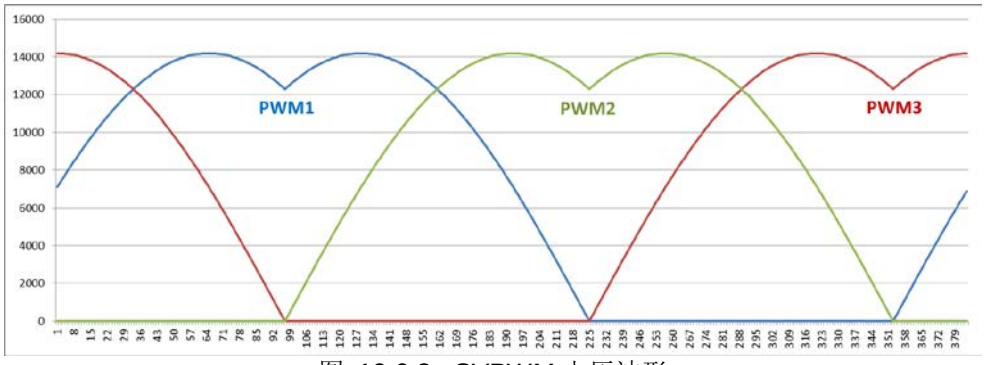



图 19.6.3 : SVPWM 电压波形

CGH001A 提供了两种 SVPWM，分别是七段 SVPWM(见图 19.6.4)和五段 SVPWM(见图 19.6.5)。七段 SVPWM 电流波形平滑，谐波干扰小。五段 SVPWM 减少了开关损耗，因为它的三相中的每一个都有三分之一周期不做开关。在正弦波驱动中，可以使用 SMODE 将 SVPWM 模式设置为七段 SVPWM 或五段 SVPWM(见表 19.6.2)。

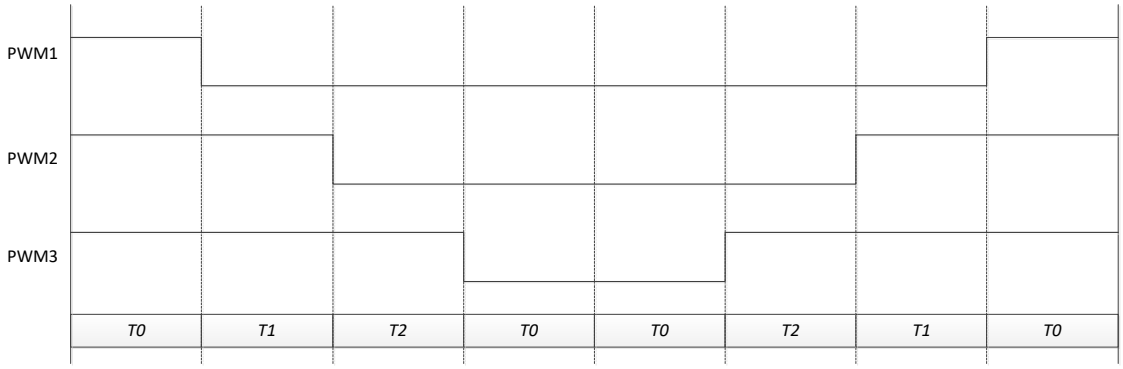



图 19.6.4 : 七段 SVPWM 输出电平

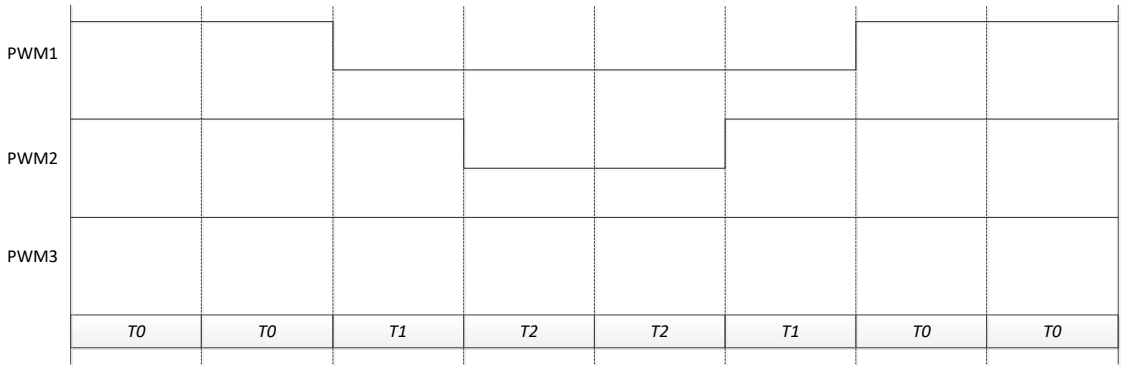



图 19.6.5 : 五段 SVPWM 输出电平

IMPMISC_FUN 地址 = AFH 复位值 = 00010000B

改进多项功能设置寄存器(当 SFR IMPMISC_KEY = 0xa5)

| 位 | SMODE | CSHC | SIN_USER | MINDUTY_EN | UNIPOLAR | HLALM | HLSWP | UWSWP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | W | W | X | W | W | W | W | W |

SMODE SVPWM模式 (当MCONT1.DMS = 1) :

0 : 7段SVPWM

1 : 5段SVPWM

表 19.6.2 : IMPMISC_FUN SMODE SFR

### 19.6.3. 电机 PWM 输出设置

电机 PWM 引擎基于 MPWMEN(见表 19.6.3)来激活 PWM 计数器，当 MPWMEN = 1 时，电机 PWM 输出(U, V, W, X, Y, Z)。

MPWMA(见表 19.6.4)可以选择电机 PWM 的占空比输入源。当 MPWMA = 0 时，电机 PWM 根据 MPWMDY(U/V/W)确定 PWM 占空比(见表 19.6.5)，输出 PWM 信号。

MPWMA = 1 时，计算出的 Va、Vb 和 Vc 的 PWM 占空比值直接输入到 SVPWM 引擎进行 PWM 调制。

CGH001A 支持弦波和方波驱动模式。简单地设置 DMS(见表 19.6.4)来切换弦波或方波模式。当 DMS = 0 时，为方波驱动模式。反之，DMS = 1 为弦波驱动模式。

MCONT3 地址 = ACH 复位值 = 00000011B

电机控制寄存器 3

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MPWMEN | ----- | | ERS_MASK | ----- | I_SHORT[2:0] | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | X | X | W | X | R/W | R/W | R/W |

MPWMEN MPWM定时器使能:

0 : 停止

1 : 运行

表 19.6.3 : MCONT3. MPWMEN SFR (NHOL=1)

MCONT1 地址 = 9DH 复位值 = X0110000B

电机控制寄存器 1

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MOTOSTOP | HCKS[2:0] | | | HALLALS | DMS | MPWMA | AMDS |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

DMS 驱动模式选择 :

0 : 120◦方波

1 : 弦波

MPWMA MPWM 自动模式:

0 : 禁止. (软件控制)

1 : 使能. (MDE 控制)

表 19.6.4 : MCONT1. DMS & MPWMA SFR

MPWMDYUH (SYNC) 地址 = A6H 复位值 = 00000111B

电机 PWM 占空比寄存器 U 相高字节 (U 相)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | MPWMDYU[10:8] | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | X | R/W | R/W | R/W |

MPWMDYUL (SYNC) 地址 = A5H 复位值 = 11111111B

电机 PWM 占空比寄存器 U 相低字节 (U 相)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MPWMDYU[7:0] | | | | | | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

MPWMDYVH (SYNC) 地址 = ABH 复位值 = 00000111B
电机 PWM 占空比寄存器 V 相高字节 (V 相)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | MPWMDYV[10:8] | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | X | R/W | R/W | R/W |

MPWMDYVL (SYNC) 地址 = AAH 复位值 = 11111111B
电机 PWM 占空比寄存器 V 相低字节(V 相)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MPWMDYV[7:0] | | | | | | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

MPWMDYWH (SYNC) 地址 = AEH 复位值 = 00000111B
电机 PWM 占空比寄存器 W 相高字节 (W 相)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | MPWMDYW[10:8] | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | X | R/W | R/W | R/W |

MPWMDYWL (SYNC) 地址 = ADH 复位值 = 11111111B
电机 PWM 占空比寄存器 W 相低字节(W 相)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MPWMDYW[7:0] | | | | | | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

表 19.6.5 : MPWMDY(U/V/W) SFR

在方波驱动模式下，CGH001A 提供单极 PWM 开关技术，以减少使用 MOSFET 开关时的静态功率损耗。单极 PWM 开关是指当下端开关 PWM 时，上端将互补的 PWM 信号切换到下端。因此，在单极 PWM 开关时，在互补的上下 PWM 信号中引入死区时间插入(见图 19.6.6)。当处于方波驱动模式并设置 UNIPOLAR = 1 时，它启用单极 PWM 开关(参见表 19.6.6)。需要注意的是，在使能单极 PWM 开关之前，还必须设置 PWM 输出模式:高侧 PWM (U, V, W)为“Active High”，低侧 PWM (X, Y, Z)为“Active Low”(见表 19.6.8)。

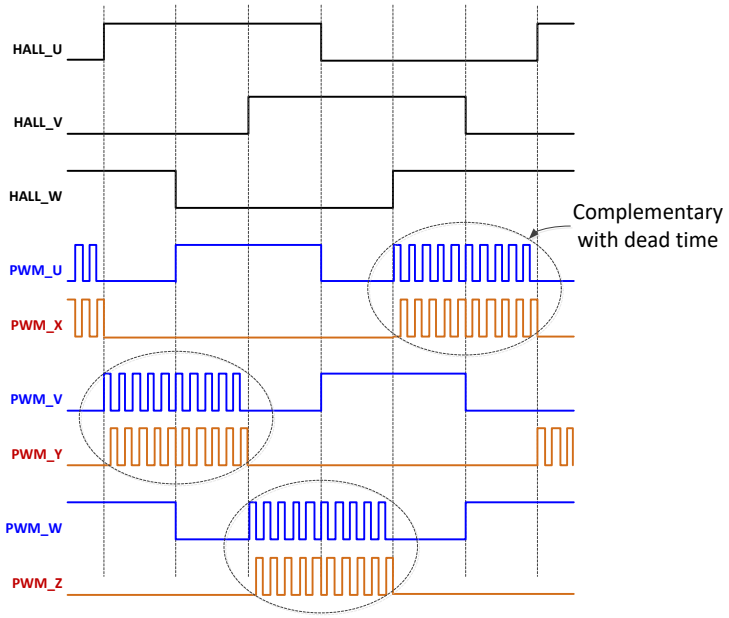



图 19.6.6 : 单极 PWM 开关

IMPMISC_FUN 地址 = AFH 复位值 = 00010000B

改进多项功能设置寄存器(当 SFR IMPMISC_KEY = 0xa5)

| | SMODE | CSHC | SIN_USER | MINDUTY_EN | UNIPOLAR | HLALM | HLSWP | UWSWP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | W | W | X | W | W | W | W | W |

UNIPOLAR 使能单极PWM开关 (当MCONT1.DMS = 0) :

0 : 禁止单极PWM开关

1 : 使能单极PWM开关

表 19.6.6 : IMPMISC_FUN UNIPOLAR SFR

电机 PWM 周期根据 MPWM_CYC(见表 19.6.7)设定值。电机 PWM 计数器的基频为 48MHz。计数器计数到 MPWM_CYC，然后计数到 0(见图 19.6.7)。因此，MPWM_CYC 设置的值决定了电机 PWM 的频率。例如:MPWM_CYC = 1250，电机 PWM 周期= 1250 × 2 × 1/(48MHz) = 52.08us，电机 PWM 频率为 19.2KHz。

| MPWM_CYC_H (SYNC) 电机 PWM 最大寄存器高字节 | 地址 = A4H | | | | 复位值 = 00000000B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | MPWM_CYC[10:8] | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | X | R/W | R/W | R/W |

| MPWM_CYC_L (SYNC) 电机 PWM 最大寄存器低字节 | 地址 = A3H | | | | 复位值 = 00000010B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MPWM_CYC[7:0] | | | | | | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

表 19.6.7 : MPWM_CYC SFR 描述

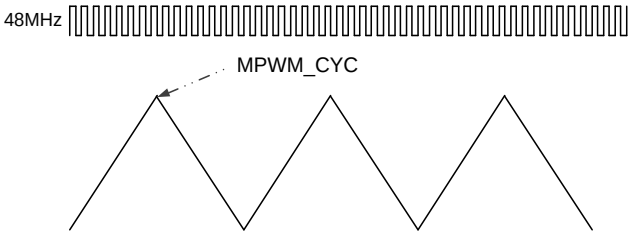



图 19.6.7 : 电机 PWM 是向上向下定时器 r

电机 PWM 输出(U、V、W、X、Y、Z)有 4 种模式可设置。高侧 PWM (U、V、W)可通过 MPWMCONT1 设置(见表 19.6.8)，低侧 PWM (X、Y、Z)可通过 MPWMCONT2 设置(见表 19.6.8)，4 种模式分别为“强制低电平”、“强制高电”、“高电平有效”和“低电平有效”。

| MPWMCONT1 (SYNC) MPWM 控制寄存器 1 | 地址 = B1H | | | | 复位值 = 00000000B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----- | ----- | PWMW[1:0] | | PWMV[1:0] | | PWMU[1:0] | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| PWMW | W相高侧 (W)输出模式选择:<br>00 : 强制低电平<br>01 : 强制高电平<br>10 : 高电平有效<br>11 : 低电平有效 |
| PWMV | V相 高侧 (V)输出模式选择:<br>00 : 强制低电平<br>01 : 强制高电平<br>10 : 高电平有效<br>11 : 低电平有效 |

| | |
|---|---|
| PWMU | U相 高侧 (U)输出模式选择:<br>00 : 强制低电平<br>01 : 强制高电平<br>10 : 高电平有效<br>11 : 低电平有效 |

MPWMCONT2 (SYNC) 地址 = B2H 复位值 = 00000000B
MPWM 控制寄存器 2

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----- | ----- | PWMZ[1:0] | | PWMY[1:0] | | PWMX[1:0] | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| PWMZ | W相 低侧 (Z)输出模式选择:<br>00 : 强制低电平<br>01 : 强制高电平<br>10 : 高电平有效<br>11 : 低电平有效 |
| PWMY | V相 低侧 (Y)输出模式选择:<br>00 : 强制低电平<br>01 : 强制高电平<br>10 : 高电平有效<br>11 : 低电平有效 |
| PWMX | U相 低侧 (X)输出模式选择:<br>00 : 强制低电平<br>01 : 强制高电平<br>10 : 高电平有效<br>11 : 低电平有效 |

表 19.6.8 : MPWMCONT1/2 SFR 描述

MPWMDT(见表19.6.9)带死区补偿PWM输出用于防止高侧和低侧功率器件之间的短路。死区时间设置示例:若MPWMDT = 100，则死区时间 = 100 × (1 / 48MHz) = 2.08us。

MPWMDT (SYNC) 地址 = A7H 复位值 = 00000000B
电机 PWM 死区时间寄存器

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MPWMDT[7:0] | | | | | | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

表 19.6.9 : MPWMDT SFR 描述

通过 MPWMINV(见表 18.6.10)设置，电机 U、V、W、X、Y、Z PWM 输出支持反相功能，即对上一级输出的 PWM 输出信号进行反相操作。

MPWMINV(SYNC) 地址 = B3H 复位值 = 00000000B

MPWM 反相选择寄存器

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----- | ----- | ZINV | WINV | YINV | VINV | XINV | UINV |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| ZINV | 低侧 PWM Z输出反相选择 ：<br>0 :不反相<br>1 : 反相 |
| WINV | 高侧 PWM W输出反相选择 ：<br>0 :不反相<br>1 : 反相 |
| YINV | 低侧 PWM Y输出反相选择 ：<br>0 :不反相<br>1 : 反相 |
| VINV | 高侧 PWM V输出反相选择 ：<br>0 :不反相<br>1 : 反相 |
| XINV | 低侧PWM X输出反相选择 ：<br>0 :不反相<br>1 : 反相 |
| UINV | 高侧 PWM U输出反相选择 ：<br>0 :不反相<br>1 : 反相 |

表 19.6.10 : MPWMINV SFR 描述

图 19.6.8 给出了同时设置 MPWMCONT1、MPWMCONT2、MPWMINV 和 MPWMDT 时，电机 PWM 输出的波形。

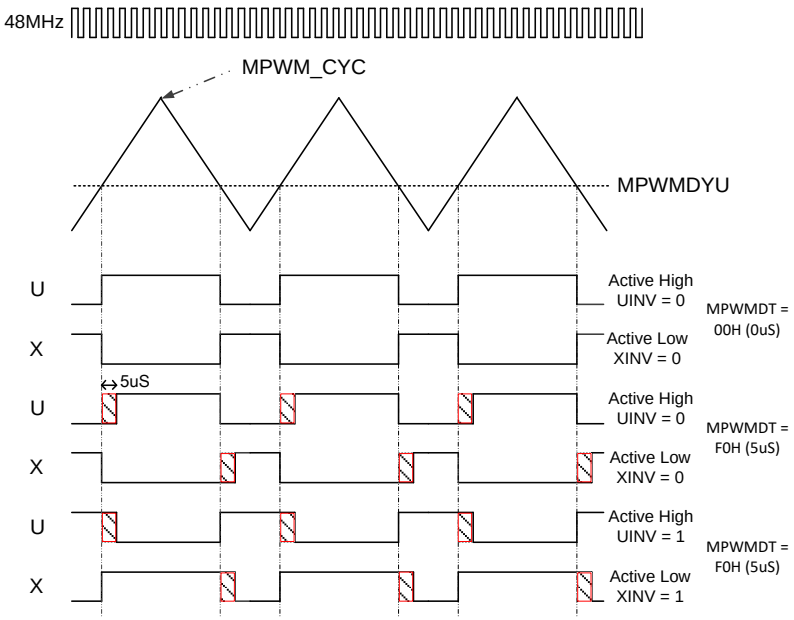



图 19.6.8 : 带死区时间 PWM 输出和 PWM 模式

为了连接三相栅极驱动器并优化 PCB 布局考虑，电机 PWM 输出(U, V, W, X, Y, Z)具有交换功能，可以通过 HLALM, HLSWP, UWSWP 执行(见表 19.6.11)。交换的组合如图 19.6.9 所示。

IMPMISC_FUN 地址 = AFH 复位值 = 00010000B

改进多项功能设置寄存器(当 SFR IMPMISC_KEY = 0xa5)

| | SMODE | CSHC | SIN_USER | MINDUTY_EN | UNIPOLAR | HLALM | HLSWP | UWSWP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | W | W | X | W | W | W | W | W |

| | |
|---|---|
| HLALM | PWM 高/低侧对齐:<br>0 : PWM_U, PWM_X, PWM_V, PWM_Y, PWM_W, PWM_Z<br>1 : PWM_U, PWM_V, PWM_W, PWM_X, PWM_Y, PWM_Z |
| HLSWP | PWM高/低侧交换<br>0 : PWM_U, PWM_X, PWM_V, PWM_Y, PWM_W, PWM_Z<br>1 : PWM_X, PWM_U, PWM_Y, PWM_V, PWM_Z, PWM_W |
| UWSWP | PWM_U/PWM_X和PWM_W/PWM_Z交换<br>0 : PWM_U, PWM_X, PWM_V, PWM_Y, PWM_W, PWM_Z<br>1 : PWM_W, PWM_Z, PWM_V, PWM_Y, PWM_U, PWM_X |

表 19.6.11 : IMPMISC_FUN HLALM, HLSWP, 和 UWSWP SFR

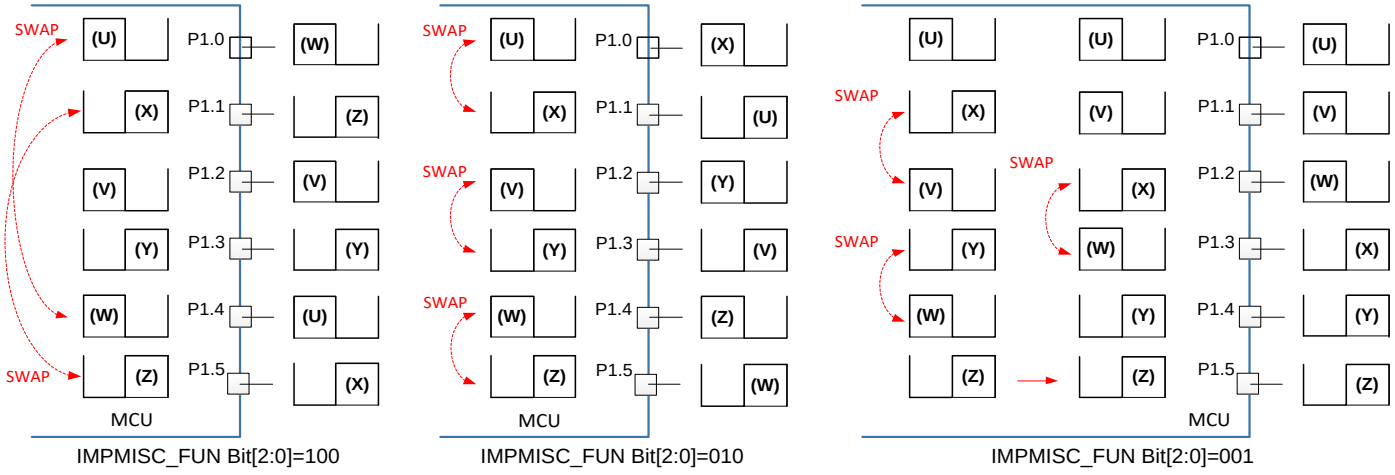



图 19.6.9 : PWM 引脚交换

## 19.7. OCP 保护(过流保护)

### 19.7.1. OCP 模块架构

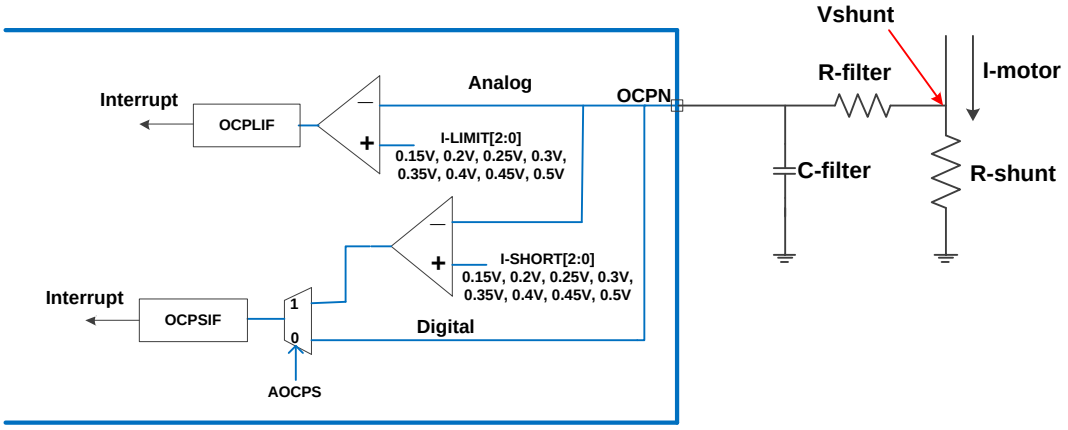



图 19.7.1 : OCP 模块架构

### 19.7.2. OCP 模块描述和设置

CGH001A 内嵌 H/W 过流保护电路，支持模拟和数字 OCP 两种模式，当 AOCPS = 1(见表 19.7.1)，即设置为模拟 OCP 时，内置 OCP 比较器检测过流状态，其比较器电压设定值为 I_ SHORT(见表 19.7.2)，当 OCPN 电压值大于 I_ SHORT 设定值时，H/W 立即强制 PWM 为 0，保护功率器件(MOS、IGBT 等)。此外，CGH001A 内嵌第二 OCP 保护，当 OCPN 电压值大于 I_LIMIT(见表 19.7.3)设定电压值时，OCP H/W 只发送 I_LIMIT 中断信号，不会关断 PWM 信号。过载时，应先进行降低负载操作。
AOCPS = 0(见表 19.7.1)，开启数字 OCP 模式，连接 IPM 模块时一般使用数字 OCP。IPM 的 Fault PIN 与 OCPN PIN 直接相连，用于 OCP 保护。

MCONT2 地址 = A2H 复位值 = 00000000B
电机控制寄存器 2

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----- | ----- | | | ----- | VRHS | AOCPS | ----- |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | X | R/W | R/W | X |

AOCPS 模拟OCP选择:

0 : 数字OCP

1 : 模拟OCP

表 19.7.1 : AOCPS SFR 描述

MCONT3 地址 = ACH 复位值 = 00000011B
电机控制寄存器 3

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MPWMEN | ----- | | ERS_MASK | ----- | I_SHORT[2:0] | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | X | X | W | X | R/W | R/W | R/W |

I_SHORT[2:0] OCP SHORT电平选择: (OCPSIF)

000 : 0.15V

001 : 0.2V

| | |
|---|---|
| | 010 : 0.25V<br>011 : 0.3V (默认)<br>100 : 0.35V<br>101 : 0.4V<br>110 : 0.45V<br>111 : 0.5V |

表 19.7.2 : MCONT3. I_SHORT SFR (NHOL=1)

AOCPCONT 地址 = 9EH 复位值 = 00001111B

模拟 OCP 控制寄存器

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | OCPLT | ----- | ----- | I_LIMIT[2:0] | | | ----- | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R | X | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| OCPLT | OCP限制状态<br>0 :无过流限制.<br>1 : 过流限制发生 |
| I_LIMIT[2:0] | OCP限制电平选择: (OCPLIF)<br>000 : 0.15V<br>001 : 0.2V<br>010 : 0.25V<br>011 : 0.3V (模拟)<br>100 : 0.35V<br>101 : 0.4V<br>110 : 0.45V<br>111 : 0.5V |

表 19.7.3 : AOCPCONT SFR 描述

MCU 可以读取 OCPST(见表 19.7.4)来观察系统的过电流状态。当 OCPST =1 时，系统处于过流状态。此外，MCU 可以读取 OCPLT(见表 19.7.3)来观察系统的 OCP 限制电流状态。当 OCPLT =1 时，系统处于 OCP 限制电流状态。

模拟 OCP 可设置数字去抖时间，避免因噪声引起的 OCP 故障。通过设置 OCPDBT(见表 19.7.4)，可以设置模拟 OCP 0~1.291uS 的去抖时间。

有两种模式可以释放 OCP 状态:自动模式和用户模式。其设置和作用请参见图 19.7.2 和图 19.7.3。

OCPCONT 地址 = A1H 复位值 = 00000100B

OCP 控制寄存器

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | OCPST | OCPDBT[4:0] | | | | | OCPC | OCPMS |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | W | R/W |

| | |
|---|---|
| OCPST | OCP 短路状态<br><br>0 : 无过流短路<br><br>1 : 过流短路发生<br>6个PWM输出为高阻 |
| OCPDBT[4:0] | PIN OCPN输入去抖时间 (默认41.67nS)<br><br>0~31 = 0~1.291uS (固定为48MHz/2) |
| OCPC | OCP状态清零位:<br><br>在用户模式，用户可以写‘1’清除OCP状态，PWM将在下一个PWM周期输出。 |
| OCPMS | OCP模式选择:<br><br>0: 自动模式<br><br>1: 用户模式 |

表 19.7.4 : OCPCONT SFR 描述

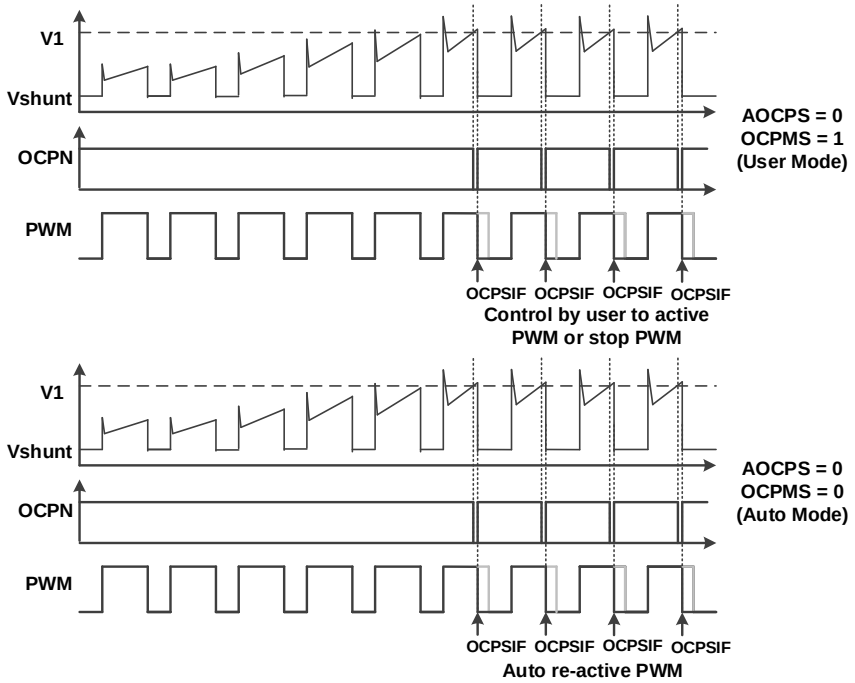



图 19.7.2：数字 OCP 短路发生和 PWM 输出

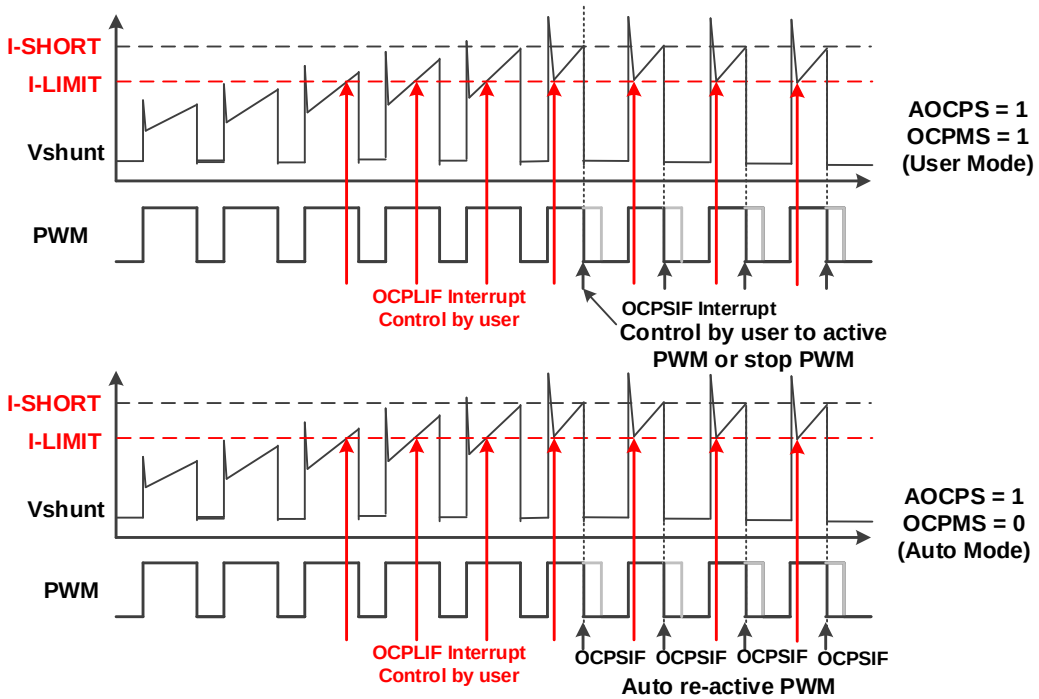



图 19.7.3：模拟 OCP 短路发生和 PWM 输出

## 19.8. MDE SFR 列表

### 19.8.1. MCONT1 SFR

MCONT1 地址 = 9DH 复位值 = X0110000B

电机控制寄存器 1

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MOTOSTOP | HCKS[2:0] | | | HALLALS | DMS | MPWMA | AMDS |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| MOTOSTOP | 1： 电机停止 |
| HCKS[2:0] | Hall时钟选择:<br>000 : 48MHz/4　　100 : 48MHz/64<br>001 : 48MHz/8　　101 : 48MHz/128<br>010 : 48MHz/16　　110 : 48MHz/256<br>011 : 48MHz/32　　111 : 48MHz/512 |
| HALLALS | Hall对齐选择:<br>0： 线电压(线到线)<br>1： 相电压 |
| DMS | 驱动模式选择:<br>0 : 120◦方波<br>1： 弦波 |
| MPWMA | MPWM自动模式:<br>0： 禁止(软件控制)<br>1： 使能. (MDE控制) |
| AMDS | 自动模式方向选择:<br>0: 当MPWMA = ‘1’, 驱动方向是正转<br>1: 当MPWMA = ‘1’, 驱动方向是反转 |

### 19.8.2. MCONT2 SFR

MCONT2 地址 = A2H 复位值 = 00000000B

电机控制寄存器 2

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----- | ----- | | | ----- | VRHS | AOCPS | ----- |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | X | R/W | R/W | X |

VRHS

虚拟Hall选择:

0 : 实际Hall. (HALL U, HALL V, HALL W)

1 : 虚拟Hall.

AOCPS

模拟OCP选择:

0 : 数字OCP

1 : 模拟OCP

### 19.8.3. MCONT3 SFR

MCONT3 地址 = ACH 复位值 = 00000011B

电机控制寄存器 3

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MPWMEN | ----- | ----- | ERS_MASK | ----- | I_SHORT[2:0] | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | X | X | W | X | R/W | R/W | R/W |

MPWMEN

[7]

MPWM定时器控制:

0 : 停止

1 : 运行

ERS_MASK

[4]

PWM掩码(1~2个PWM周期)发生错误步长时使能

(当SFR IMPMISC_KEY=0xa5 时使能):

0 : 无掩码 (按前一步驱动)

1 : 在错误步长末尾，PWM掩码1~2 PWM周期

I_SHORT[2:0]

[2:0]

OCP短路电平选择: (OCPSIF)

000 : 0.15V

001 : 0.2V

010 : 0.25V

011 : 0.3V (默认)

100 : 0.35V

| |
|---|
| 101 : 0.4V<br>110 : 0.45V<br>111 : 0.5V |

### 19.8.4. HALLDBT (Hall 去抖时间寄存器) SFR

HALLDBT 地址 = 9CH 复位值 = 00001110B

Hall 去抖时间寄存器

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----- | ----- | HALLDBT[5:0] | | | | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

HALLDBT 用来 HALL 信号滤波

去抖时间 = 1/3MHz X HALLDBT [5:0]

### 19.8.5. HALLSET (Hall 设置寄存器 1, 2, 3) SFR

HALLSET1 (SYNC) 地址 = 91H 复位值 = 01000101B
Hall 设置寄存器 1

| 位 | ----- | HALLSET1_2[2:0] | | | ----- | HALLSET1_1[2:0] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | R/W | R/W | R/W | X | R/W | R/W | R/W |

[2] : HALL U 状态. [1] : HALL V 状态. [0] : HALL W 状态.

HALLSET2 (SYNC) 地址 = 92H 复位值 = 00100110B
Hall 设置寄存器 2

| 位 | ----- | HALLSET2_2 [2:0] | | | ----- | HALLSET2_1[2:0] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | R/W | R/W | R/W | X | R/W | R/W | R/W |

[2] : HALL U 状态. [1] : HALL V 状态. [0] : HALL W 状态.

HALLSET3 (SYNC) 地址= 93H 复位值 = 00010011B
Hall 设置寄存器 3

| 位 | ----- | HALLSET3_2[2:0] | | | ----- | HALLSET3_1[2:0] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | R/W | R/W | R/W | X | R/W | R/W | R/W |

[2] : HALL U 状态. [1] : HALL V 状态. [0] : HALL W 状态.

### 19.8.6. HALLST (Hall 状态寄存器) SFR

HALLST 地址 = 94H 复位值 = xxxxxxxxB
Hall 状态寄存器

| 位 | ----- | H_OLD[2:0] | | | ----- | H_NEW[2:0] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | R | R | R | X | R | R | R |

H_OLD[2:0] Hall旧状态 :

[2] : HALL U 状态. [1] : HALL V 状态. [0] : HALL W 状态.

H_NEW[2:0] Hall现在状态 :

[2] : HALL U 状态. [1] : HALL V 状态. [0] : HALL W 状态.

### 19.8.7. ROTORSPEED (转子速度计数寄存器) SFR

| ROTORSPEEDH | 地址 = 97H | 复位值 = 11111111B |
|---|---|---|

转子速度计数寄存器高字节

| 位 | ROTORSPEED[15:8] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R | R | R | R | R | R | R | R |

| ROTORSPEEDL | 地址 = 96H | 复位值 = 11111111B |
|---|---|---|

转子速度计数寄存器低字节

| 位 | ROTORSPEED[7:0] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R | R | R | R | R | R | R | R |

### 19.8.8. VRHALL (虚拟 Hall 寄存器) SFR

| VRHALL | 地址 = D9H | 复位值 = 00000101B |
|---|---|---|

虚拟 Hall 寄存器

| 位 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | VRH[2:0] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | X | R/W | R/W | R/W |

VRH[2:0] 虚拟 Hall 值.
VRH.2 是虚拟 HALL U.
VRH.1 是虚拟 HALL V.
VRH.0 是虚拟 HALL W.

### 19.8.9. MPWM_CYC (电机 PWM 周期寄存器) SFR

MPWM_CYC_H (SYNC) 地址 = A4H 复位值 = 00000000B

电机 PWM 周期寄存器高字节

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | MPWM_CYC [10:8] | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | X | R/W | R/W | R/W |

MPWM_CYC_L (SYNC) 地址 = A3H 复位值 = 00000010B

电机 PWM 周期寄存器低字节

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | MPWM_CYC [7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

### 19.8.10. MPWMDY (电机 PWM 占空比寄存器) SFR

MPWMDYUH (SYNC) 地址 = A6H 复位值 = 00000111B

电机 PWM 占空比寄存器 U 高字节 (相 U)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | MPWMDYU[10:8] | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | X | R/W | R/W | R/W |

MPWMDYUL (SYNC) 地址 = A5H 复位值 = 11111111B

电机 PWM 占空比寄存器 U 低字节 (相 U)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | MPWMDYU[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

MPWMDYVH (SYNC) 地址 = ABH 复位值 = 00000111B

电机 PWM 占空比寄存器 V 高字节(相 V)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | MPWMDYV[10:8] | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | X | R/W | R/W | R/W |

MPWMDYVL (SYNC) 地址 = AAH 复位值 = 11111111B

电机 PWM 占空比寄存器 V 低字节(相 V)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | MPWMDYV[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

MPWMDYWH (SYNC) 地址 = AEH 复位值 = 00000111B

电机 PWM 占空比寄存器 W 高字节(相 W)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | MPWMDYW[10:8] | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | X | R/W | R/W | R/W |

MPWMDYWL (SYNC) 地址 = ADH 复位值 = 11111111B

电机 PWM 占空比寄存器 W 低字节(相 W)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | MPWMDYW[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

### 19.8.11. MIN_DUTY (最小占空比限制寄存器) SFR

| MIN_DUTY | 地址 = BFH | 复位值 = 00000000B |
|---|---|---|
| 最小占空比限制寄存器 | | |

| 位 | MIN_DUTY[7:0] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | W | W | W | W | W | W | W | W |

### 19.8.12. MPWMDT (电机 PWM 死区时间寄存器) SFR

| MPWMDT (SYNC) | 地址 = A7H | 复位值 = 00000000B |
|---|---|---|
| 电机 PWM 死区时间寄存器 | | |

| 位 | MPWMDB[7:0] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

### 19.8.13. MPWMCONT1 (MPWM 控制寄存器 1) SFR

| MPWMCONT1 (SYNC) | 地址 = B1H | 复位值 = 00000000B |
|---|---|---|
| MPWM 控制寄存器 1 | | |

| 位 | ----- | ----- | PWMW[1:0] | | PWMV[1:0] | | PWMU[1:0] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| PWMW | W 相高侧 (W)输出模式选择:<br>00：强制低电平<br>01：强制高电平<br>10：高电平有效<br>11：低电平有效 |
| PWMV | V 相 高侧 (V)输出模式选择:<br>00：强制低电平<br>01：强制高电平<br>10：高电平有效<br>11：低电平有效 |
| PWMU | U 相 高侧 (U)输出模式选择:<br>00：强制低电平<br>01：强制高电平<br>10：高电平有效<br>11：低电平有效 |

### 19.8.14. MPWMCONT2 (MPWM 控制寄存器 2) SFR

MPWMCONT2 (SYNC) 地址 = B2H 复位值 = 00000000B
MPWM Control Register 2

| 位 | ----- | ----- | PWMZ[1:0] | | PWMY[1:0] | | PWMX[1:0] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

PWMZ W相 低侧 (Z)输出模式选择:

00 : 强制低电平

01 : 强制高电平

10 : 高电平有效

11 : 低电平有效

PWMY V相 低侧 (Y)输出模式选择:

00 : 强制低电平

01 : 强制高电平

10 : 高电平有效

11 : 低电平有效

PWMX U相 低侧 (X)输出模式选择:

00 : 强制低电平

01 : 强制高电平

10 : 高电平有效

11 : 低电平有效

### 19.8.15. MPWMINV (MPWM 反相选择寄存器) SFR

MPWMINV(SYNC) 地址 = B3H 复位值 = 00000000B

MPWM 反相选择寄存器

| 位 | ----- | ----- | ZINV | WINV | YINV | VINV | XINV | UINV |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

| | |
|---|---|
| ZINV | 低侧 PWM Z 输出反相选择 ：<br>0 :不反相<br>1 : 反相 |
| WINV | 高侧 PWM W 输出反相选择 ：<br>0 :不反相<br>1 : 反相 |
| YINV | 低侧 PWM Y 输出反相选择 ：<br>0 :不反相<br>1 : 反相 |
| VINV | 高侧 PWM V 输出反相选择 ：<br>0 :不反相<br>1 : 反相 |
| XINV | 低侧 PWM X 输出反相选择 ：<br>0 :不反相<br>1 : 反相 |
| UINV | 高侧 PWM U 输出反相选择 ：<br>0 :不反相<br>1 : 反相 |

### 19.8.16. SVPWMAMP (SVPWM 振幅寄存器) SFR

SVPWMAMPH(SYNC) 地址 = C4H 复位值 = 00000000B

SVPWM 振幅寄存器高字节

| 位 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | SVPWMAMP[10:8] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | X | R/W | R/W | R/W |

SVPWMAMPL(SYNC) 地址 = C3H 复位值 = 00000000B

SVPWM 振幅寄存器低字节

| 位 | SVPWMAMP[7:0] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

### 19.8.17. SVPWMAMPFT (SVPWM 振幅微调寄存器) SFR

SVPWMAMPFT 地址 = DAH 复位值 = 00000000B

SVPWM 振幅微调寄存器

| 位 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | SVPWMAMPFT[2:0] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | X | R/W | R/W | R/W |

### 19.8.18. SVPWMANG (SVPWM 角度寄存器) SFR

SVPWMANGH(SYNC) 地址 = C2H 复位值 = 00000000B

SVPWM 角度寄存器高字节

| 位 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | SVPWMANG[8] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | X | X | X | X | X | X | X | R/W |

SVPWMANGL(SYNC) 地址 = C1H 复位值 = 00000000B

SVPWM 角度寄存器低字节

| 位 | SVPWMANG[7:0] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

### 19.8.19. AS (角度偏移控制寄存器) SFR

AS (SYNC) 地址 = 8FH 复位值 = 00000000B

角度偏移控制寄存器

| 位 | AS_LS | ----- | AS_VALUE[5:0] | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R/W | X | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |

AS_LS 角度偏移选择:

0 : 0° ~59.0625° = 0~ 63(AS_VALUE)

1 : 0° ~ -59.0625° = 0~ -63(AS_VALUE)

### 19.8.20. 过流保护(OCP) SFR

OCPCONT 地址 = A1H 复位值 = 00000100B

OCP 控制寄存器

| 位 | OCPST | OCPDBT[4:0] | | | | | OCPC | OCPMS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | W | R/W |

| | |
|---|---|
| OCPST | OCP 短路状态<br>0 : 无过流短路<br>1 : 过流短路发生<br>6个PWM输出为高阻 |
| OCPDBT[4:0] | PIN OCPN输入去抖时间 (默认41.67nS)<br>0~31 = 0~1.291uS (固定为48MHz/2) |
| OCPC | OCP状态清零位:<br>在用户模式，用户可以写‘1’清除OCP状态，PWM将在下一个PWM周期输出。 |
| OCPMS | OCP模式选择:<br>0: 自动模式<br>1: 用户模式 |

### 19.8.21. 模拟过流保护(AOCP) SFR

AOCPCONT 地址 = 9EH 复位值 = 00001111B

模拟 OCP 控制寄存器

| 位 | OCPLT | ----- | ----- | I_LIMIT[2:0] | | | ----- | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | R | X | X | R/W | R/W | R/W | X | X |

OCPLT

OCP限制状态

0 :无过流限制.

1 : 过流限制发生

I_LIMIT[2:0]

OCP限制电平选择: (OCPLIF)

000 : 0.15V

001 : 0.2V

010 : 0.25V

011 : 0.3V (模拟)

100 : 0.35V

101 : 0.4V

110 : 0.45V

111 : 0.5V

### 19.8.22. IMPMISC_KEY(改进多项功能开启密钥寄存器) SFR

IMPMISC_KEY 地址 = 9FH 复位值 = 00000000B

改进多项功能开启密钥寄存器

| 位 | IMPMISC_KEY[7:0] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | W | W | W | W | W | W | W | W |

写下 **0xa5**, 在 SFR IMPMISC_FUN 里开启改进多项功能开关。

### 19.8.23. IMPMISC_FUN (改进多项功能设置寄存器) SFR

IMPMISC_FUN 地址 = AFH 复位值 = 00010000B

改进多项功能设置寄存器(当 SFR IMPMISC_KEY = 0xa5)

| | SMODE | CSHC | SIN_USER | MINDUTY_EN | UNIPOLAR | HLALM | HLSWP | UWSWP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | W | W | X | W | W | W | W | W |

| | |
|---|---|
| SMODE<br>[7] | SVPWM 模式(当 MCONT1[2] = 1)<br>0: 7 段 SVPWM<br>1: 5 段 SVPWM |
| CSHC<br>[6] | 在 Hall 改变时改变步子 (6 步)<br>0: 在 PWM 最小时改变步子<br>1:在 PWM 最小或 Hall 改变时改变步子 |
| SIN_USER<br>[5] | 弦波用户模式<br>0: 自动写弦波角度<br>1: 用户写弦波角度(MDE 自动产生占空比) |
| MINDUTY_EN<br>[4] | 最小占空比限制使能 (SFR 0xBF)<br>1: 使能最小占空比限制 |
| UNIPOLAR<br>[3] | 6 步控制单极 PWM 开关 (PWM 输出模式选择 SFR 必须设置 active “High” 或 active “Low”)<br>1: 在 6 步控制里使能单极 PWM 开关 |
| HLALM<br>[2] | PWM 高/低侧对齐:<br>0 : PWM_U, PWM_X, PWM_V, PWM_Y, PWM_W, PWM_Z<br>1 : PWM_U, PWM_V, PWM_W, PWM_X, PWM_Y, PWM_Z |
| HLSWP<br>[1] | PWM 高/低侧交换<br>0 : PWM_U, PWM_X, PWM_V, PWM_Y, PWM_W, PWM_Z<br>1 : PWM_X, PWM_U, PWM_Y, PWM_V, PWM_Z, PWM_W |
| UWSWP<br>[0] | PWM_U/PWM_X 和 PWM_W/PWM_Z 交换<br>0 : PWM_U, PWM_X, PWM_V, PWM_Y, PWM_W, PWM_Z<br>1 : PWM_W, PWM_Z, PWM_V, PWM_Y, PWM_U, PWM_X |

### 19.8.24. ONE_HALLSET (单 Hall 设置) SFR

ONE_HALLSET 地址 = 95H 复位值 = 0000_0000B

单 Hall 设置寄存器(当 SFR IMPMISC_KEY = 0xa5)

| | STA_ZONE_EN | 3TO1_RUN | ----- | ----- | 1HALL_ONLY | ZONE[2:0] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | W | W | X | X | W | W | W | W |

| | |
|---|---|
| STA_ZONE_EN | Hall U 上升沿开始区域设置使能(用于 3-Hall 启动 1-Hall 转动或单 Hall 方案)<br>0 : 1-hall 运行时，硬件设置 Hall U 上升沿开始区域<br>1 : 1-hall 运行时，软件件设置 Hall U 上升沿开始区域 |
| 3TO1_RUN | 3-Hall 启动 1-Hall 转动使能<br>0 : 3-Hall 转动或 1-Hall 启动及转动<br>1 : 3-Hall 启动 1-Hall 转动 |
| 1HALL_ONLY | 使能仅单 Hall (仅 Hall U 用于单 Hall 转动)<br>0 : 禁止仅单 Hall<br>1 : 使能仅单 Hall |
| ZONE | Hall U 上升沿开始区域 **(当 STA_ZONE_EN =1)**<br>000: Hall U 上升沿开始在 ZONE0 (HALLSET1_1), 开始角度是 0<br>001: Hall U 上升沿开始在 ZONE1 (HALLSET1_2), 开始角度是 64<br>010: Hall U 上升沿开始在 ZONE2 (HALLSET2_1), 开始角度是 128<br>011: Hall U 上升沿开始在 ZONE3 (HALLSET2_2), 开始角度是 192<br>100: Hall U 上升沿开始在 ZONE4 (HALLSET3_1), 开始角度是 256<br>101: Hall U 上升沿开始在 ZONE5 (HALLSET3_2), 开始角度是 320 |

### 19.8.25. FG_CTRL (频率发生器控制) SFR

FG_CTRL 地址 = C5H 复位值 = 0x00H

频率发生器控制寄存器

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | FG_EN | FG10PT8P | ----- | ----- | FGOUT_SEL | FGPULSE_SEL | | |
| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | W | W | X | X | W | W | | |

| | |
|---|---|
| FG_EN | FG 输出使能:<br>0 : 关闭<br>1 : 使能 |
| FG10PT8P | 10 极 FG 转换成 8 极 FG:<br>0 : 正常<br>1 : 使能 |
| FGOUT_SEL | FG 输出引脚选择:<br>0 : CH3 引脚输出<br>1 : TX 引脚输出 |
| FGPULSE_SEL | FG 脉冲数目选择:<br>FG10PT8P = 0 / FG10PT8P = 1<br>000 : 1 脉冲 / 4 脉冲/5 周期<br>001 : 2 脉冲 / 8 脉冲/5 周期<br>010 : 4 脉冲 / 16 脉冲/5 周期<br>011 : 5 脉冲 / 20 脉冲/5 周期<br>100 : 8 脉冲 / 32 脉冲/5 周期<br>101 : 12 脉冲 / 48 脉冲/5 周期 |

## 19.9. SYNC

MDE 的行为与 MPWM 同步，许多 MDE SFRs 都有影子寄存器，用于与 SYNC 寄存器同时更新这些 SFR。写入 SYNC 的任何值都将同时同步更新这些 SFRs。

表 19.9.1 SYNC

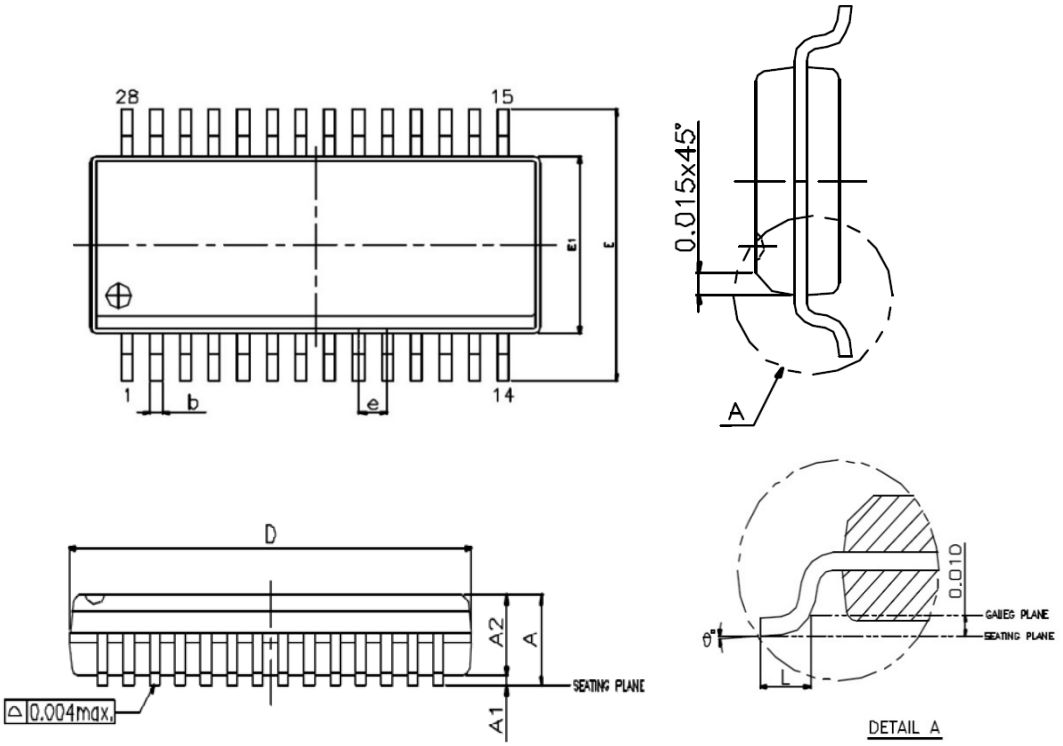
| SYNC | 地址 = D7H | | | | | 复位值 = 00000000B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MDE 同步寄存器 | | | | | | | | |
| 位 | SYNC[7:0] | | | | | | | |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 类型 | W | W | W | W | W | W | W | W |
| | 仅写 | | | | | | | |

.

影子寄存器: (需要 SYNC)
HALLSET1
HALLSET2
HALLSET3
AS
MPWM_CYC_H, MPWM_CYC_L
MPWMDYUH, MPWMDYUL
MPWMDYVH, MPWMDYVL
MPWMDYWH, MPWMDYWL
MPWMDT
MPWMINV
MPWMCONT1
MPWMCONT2
GPWMMAX
GPWMDY
GPWMOCNT.GPMS, GPWMOCNT.GPCT, GPWMOCNT.GPCKS
SVPWMAMP
SVPWANG

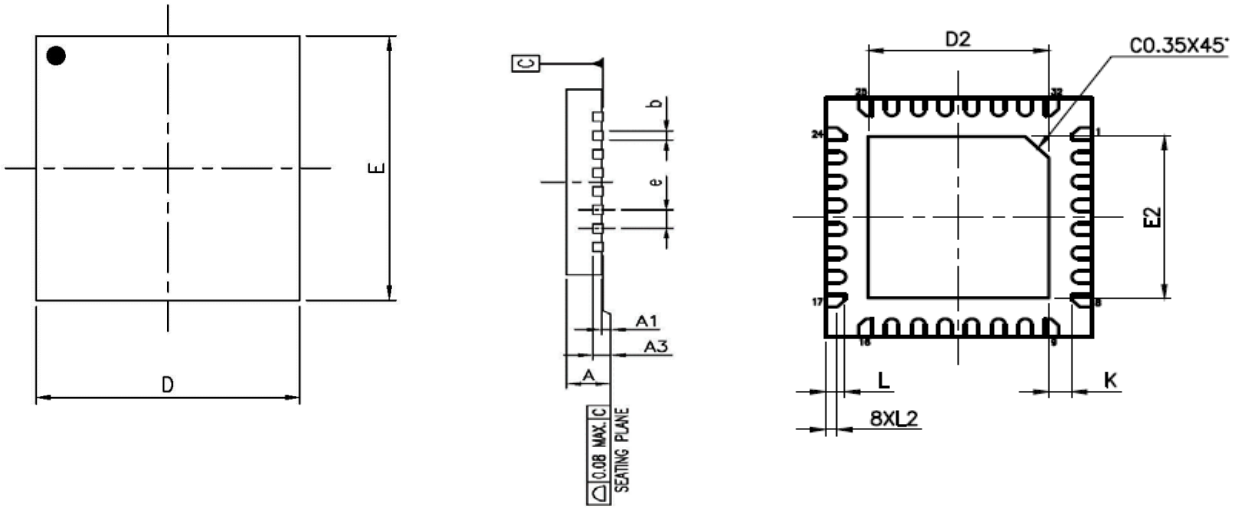
# 20. 封装信息

## 20.1. SSOP-28 150 mil (AL28) 封装尺寸




| 单位 | mm | | inch | |
|---|---|---|---|---|
| 标号 | 最小. | 最大. | 最小. | 最大.. |
| A | 1.346 | 1.752 | 0.053 | 0.069 |
| A1 | 0.101 | 0.254 | 0.004 | 0.010 |
| A2 | ---- | 1.498 | ---- | 0.059 |
| b | 0.203 | 0.304 | 0.008 | 0.012 |
| D | 9.804 | 10.007 | 0.386 | 0.394 |
| E1 | 3.810 | 3.987 | 0.150 | 0.157 |
| e | 0.635 BASIC | | 0.025 BASIC | |
| E | 5.791 | 6.198 | 0.228 | 0.244 |
| L | 0.406 | 1.270 | 0.016 | 0.050 |
| θ。 | 0 | 8 | 0˚ | 8˚ |

## 20.2. QFN-32 4x4x0.55 (AZ32) 封装尺寸




| 单位 | mm | | | inch | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| JEDEC | N/A | | | N/A | | |
| PKG CODE | UQFN(W432) | | | UQFN(W432) | | |
| 标号 | 最小. | 一般. | 最大. | 最小. | 一般. | 最大. |
| A | 0.50 | 0.55 | 0.60 | 0.020 | 0.022 | 0.024 |
| A1 | 0.00 | 0.02 | 0.05 | 0.000 | 0.001 | 0.002 |
| A3 | 0.150 REF. | | | 0.006 REF. | | |
| b | 0.15 | 0.20 | 0.25 | 0.006 | 0.008 | 0.010 |
| D | 4.00 BSC | | | 0.157 BSC | | |
| E | 4.00 BSC | | | 0.157 BSC | | |
| e | 0.40 BSC | | | 0.016 BSC | | |
| L | 0.25 | 0.30 | 0.35 | 0.010 | 0.012 | 0.014 |
| L2 | 0.13 | 0.18 | 0.23 | 0.005 | 0.007 | 0.009 |
| K | 0.20 | ---- | ---- | 0.008 | ---- | ---- |
| D2 | ---- | ---- | 2.75 | ---- | ---- | 0.108 |
| E2 | ---- | ---- | 2.75 | ---- | ---- | 0.108 |

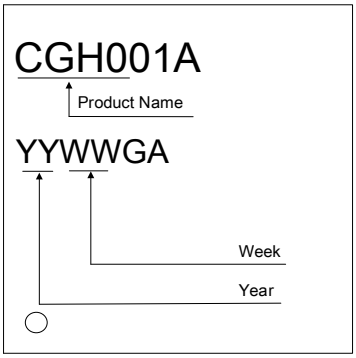
| | LEAD FINISH | | JEDEC CODE |
|---|---|---|---|
| PAD SIZE | Pure Tin | PPF | |
| 122x12*MIL | V | X | N/A |

# 21. 丝印区别

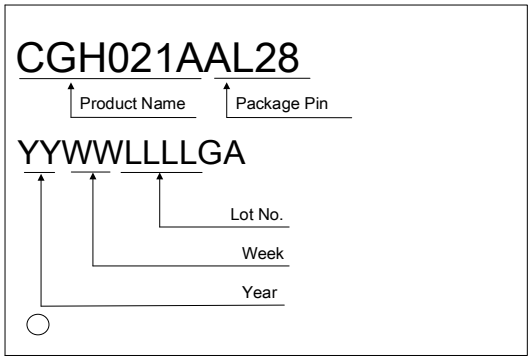
## 21.1. 标准丝印 (w/o 代码)

图 21.1 标准丝印 (w/o 代码)

QFN4x4



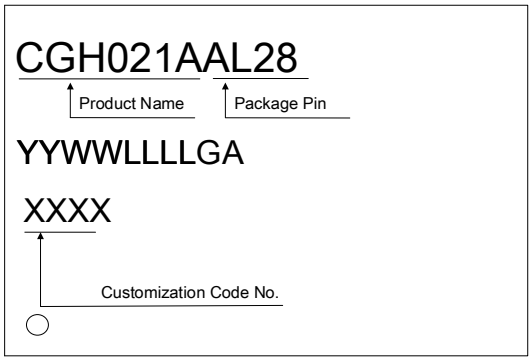

SSOP28 150mil



## 21.2. 自定义丝印 (使用自定义代码)

图 21.2 自定义丝印 (使用自定义代码)
QFN4x4 ( 无自定义代码)

SSOP28 150mil



# 22. 订货信息

## 22.1. 标准产品名称

图 22.1 标准产品名称

| CG | H001A | AL28 |
|---|---|---|
| *CheerGoal* | *Product Name* | *Package*<br>*AL28 : SSOP-28*<br>*AZ32 : QFN32-4x4* |

## 22.2. 自定义产品名称

- 使用自定义代码，按订单生产。

图 22.2 自定义产品名称

| CG | H001A | AL28 | - | XXXX |
|---|---|---|---|---|
| *CheerGoal* | *Product Name* | *Package*<br>*AL28 : SSOP-28*<br>*AZ32 : QFN32-4x4* | | *Customization Code NO.* |

# 23. 版本历史

表 21 版本历史

| 更新日期 | 版本 | 更新内容 |
|---|---|---|
| 2024/03/04 | V0.0 | 初版 |
| 2024/08/16 | V0.1 | 更新目录 |
| 2025/1/16 | V0.2 | 更新页面 20,102,122 |