

数据手册

三相内置 MOS 直流无刷马达控制器 FT8215QA

峰昭科技（深圳）股份有限公司

目 录

1 系统介绍	4
1.1 概述.....	4
1.3 特性.....	4
1.4 应用电路.....	5
1.5 功能框图.....	6
1.6 引脚图.....	7
1.6.1 FT8215QA QFN24 引脚图	7
1.7 引脚定义.....	8
1.7.1 FT8215QA QFN24 引脚列表	8
2 封装信息	10
2.1 QFN24_4X4	10
3 订购信息	11
4 电气特性	12
4.1 绝对最大值.....	12
4.2 全局电气特性.....	12
4.3 保护特性.....	12
4.4 IO 电气特性（DIR/SPEED/FG）	13
4.5 PWM/CLOCK 调速频率范围.....	13
4.6 模拟调速.....	13
4.7 封装热阻.....	13
5 功能描述	14
5.1 VREF	14
5.2 DIR.....	14
5.3 SMP	14
5.4 ASPEED	14
5.5 SPEED	14
5.6 FG	14
5.7 VSL.....	14
5.8 调速.....	14
5.8.1 调速模式.....	14
5.8.2 调速曲线.....	15
5.9 休眠模式.....	16
5.10 SOFT-ON 和 SOFT-OFF	16
5.11 堵转保护	17

5.12 缺相保护	17
5.13 过流保护	17
5.14 FG 的倍频和分频	17
5.15 CLOCK 调速模式	18
6 修改记录	19

FT8215QA 三相内置 MOS 直流无刷马达控制器

1 系统介绍

1.1 概述

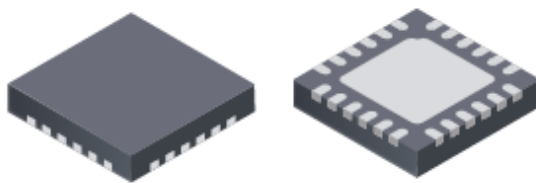
FT8215QA 是一款三相内置 MOSFET 无传感器磁场定向控制直流无刷马达驱动 IC。芯片高度集成，外围元器件少，电机噪声低，转矩脉动小。GUI 可配置客户电机参数、启动和调速方式，并储存在内置的 EEPROM。调速接口可选择模拟电压、PWM、I2C、CLOCK 调节电机转速。集成转速指示功能，可通过 FG 引脚或 I2C 接口实时读取电机转速。控制方式可选择恒转速、恒电流和电压环控制。集成过流、欠压、过温、堵转、缺相等多种保护模式，睡眠电流 40 μ A。

1.2 应用场景

落地扇、散热风扇等。

1.3 特性

- 支持无传感器 FOC
- 内置驱动 MOS
- 恒转速、恒电流、电压环控制模式
- 模拟电压、PWM、I2C、CLOCK 调速
- I2C 接口用于电机控制和状态回读
- 支持初始位置检测
- 支持顺逆风检测
- Soft-On、Soft-Off
- 内置 EEPROM
- 可配置多段速度曲线
- 集成过流、欠压、过温、堵转、缺相等多种保护模式
- 正、反转自由切换
- 支持 FG、RD 输出



FT8215QA QFN24

1.4 应用电路

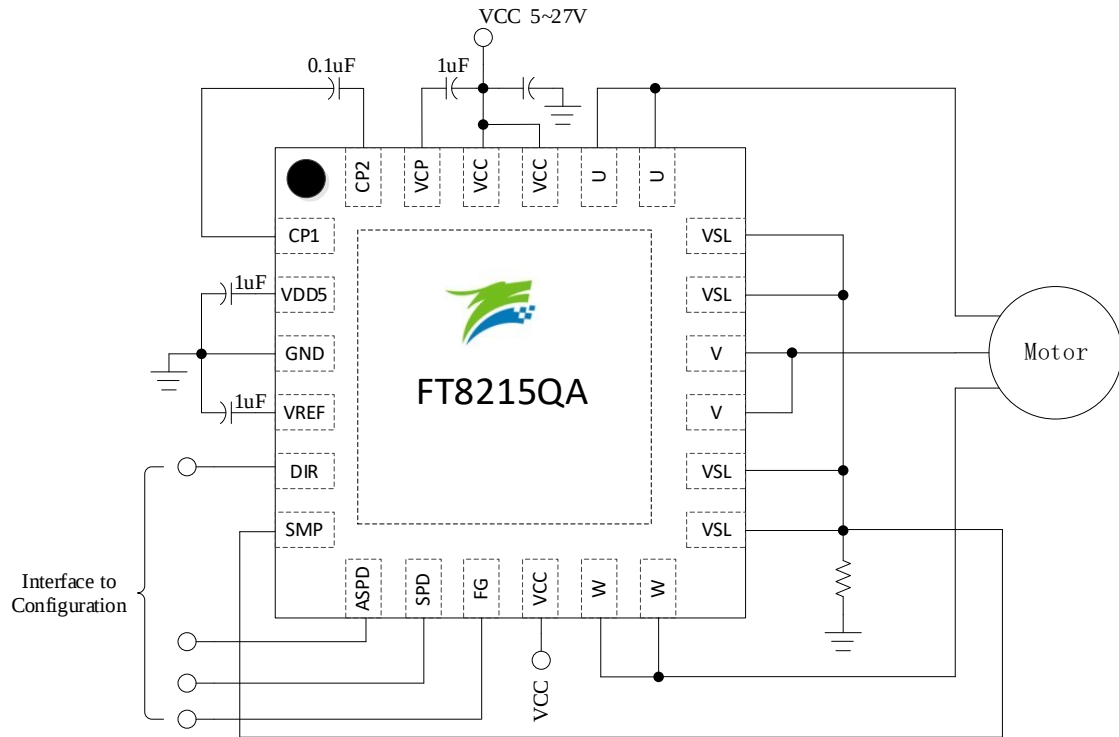


图 1-1 FT8215QA 应用电路（单电阻）

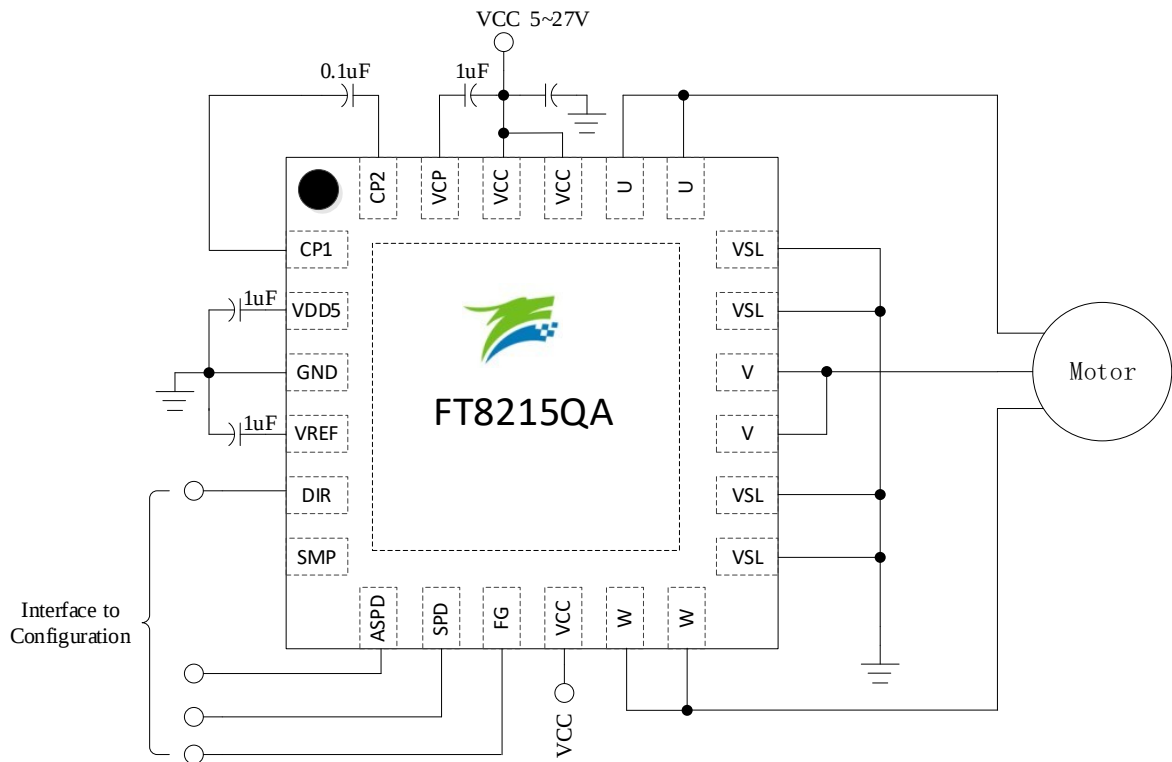


图 1-2 FT8215QA 应用电路（双电阻/三电阻）

1.5 功能框图

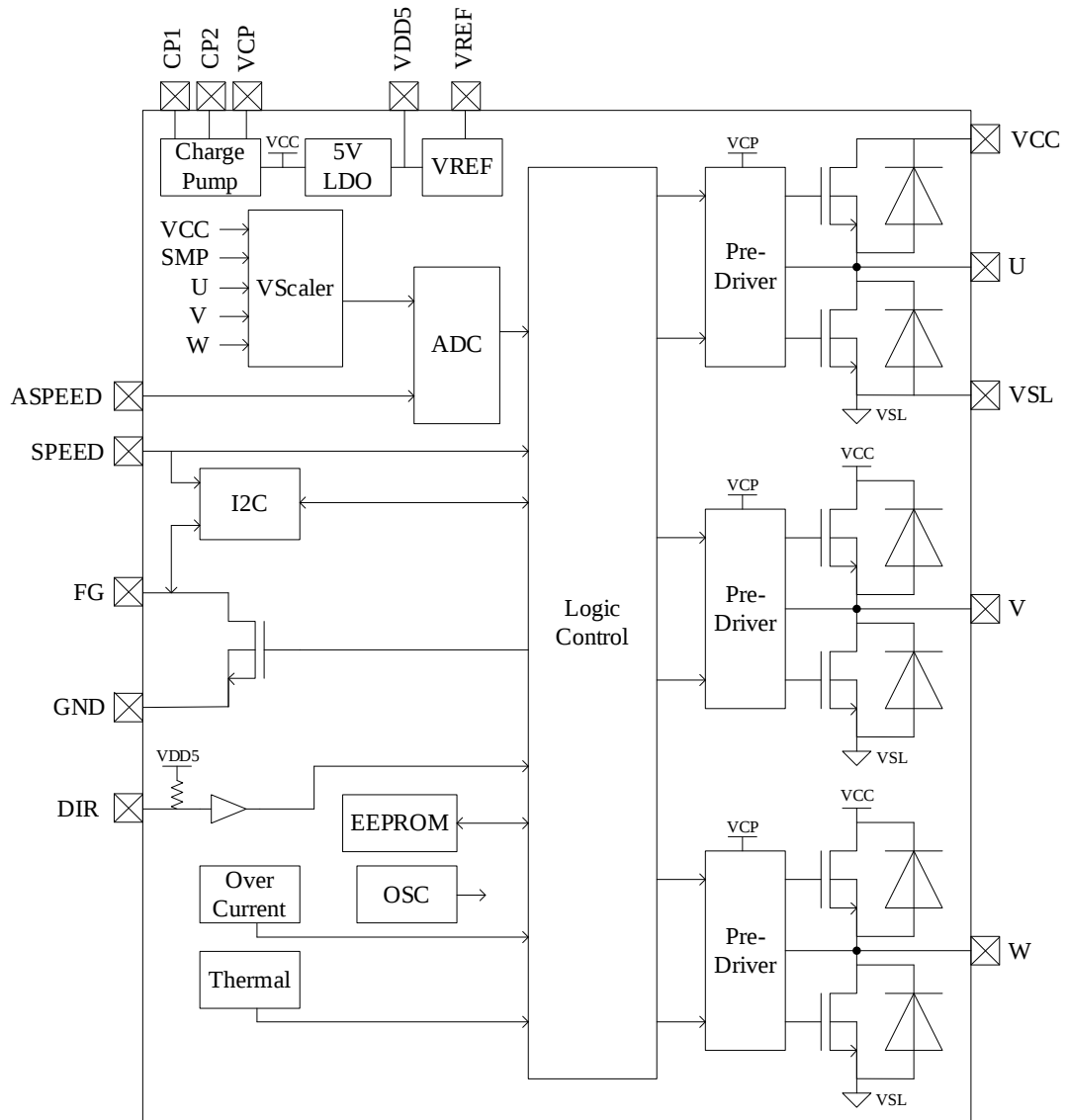


图 1-3 FT8215QA 功能框图

1.6 引脚图

1.6.1 FT8215QA QFN24 引脚图

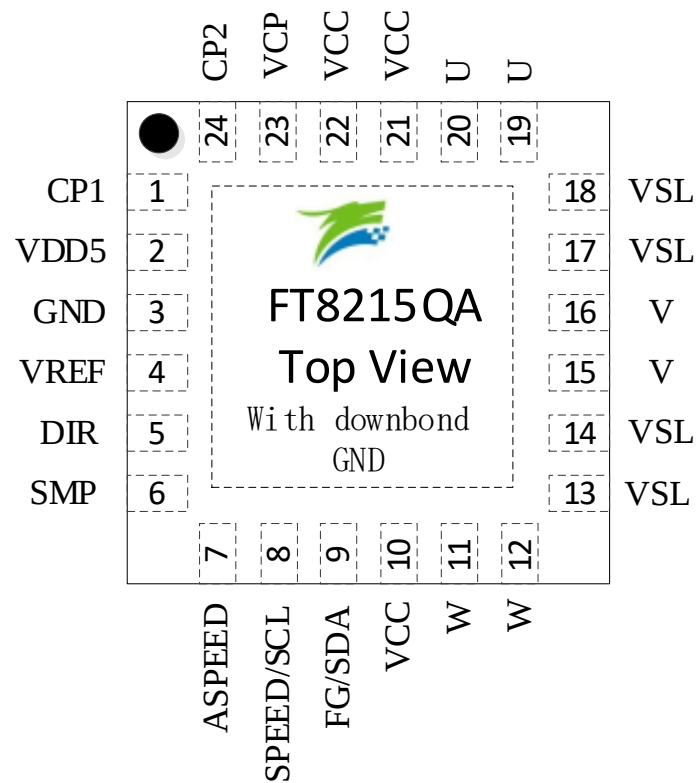


图 1-4 FT8215QA QFN24 引脚图

1.7 引脚定义

IO 类型说明:

- DI = 数字输入
- DO = 数字输出
- DB = 数字双向
- AI = 模拟输入
- AO = 模拟输出
- P = 电源

1.7.1 FT8215QA QFN24 引脚列表

表 1-1 FT8215QA QFN24 引脚定义

引脚	FT8215QA QFN24	IO 类型	功能描述
CP1	1	AO	电荷泵引脚, 在 CP2 与 CP1 之间接 0.1 μ F 电容
VDD5	2	P	5V LDO 输出, 接 1~4.7 μ F 电容到地
GND	3	P	地
VREF	4	AI	ADC 参考电压, 外接 1 μ F 电容到地
DIR	5	DI	电机转动方向控制, 内置上拉电阻 0: 反转。输出相序为 U-->W-->V 1: 正转。输出相序为 U-->V-->W
SMP	6	AI	母线电流采样输入
ASPEED	7	AI	模拟调速输入
SPEED/ SCL	8	DI/ DB	电机调速输入, PWM 调速, CLOCK 调速 I2C SCL
FG/ SDA	9	DO/ DB	转速输出信号或者堵转指示, 集电极开路输出 I2C SDA
VCC	10	P	输入电源
W	11	DO	W 相输出
W	12	DO	W 相输出
VSL	13	DO	下桥地端输出
VSL	14	DO	下桥地端输出
V	15	DO	V 相输出
V	16	DO	V 相输出
VSL	17	DO	下桥地端输出
VSL	18	DO	下桥地端输出
U	19	DO	U 相输出
U	20	DO	U 相输出
VCC	21	P	输入电源, 5~27V DC, 接不小于 1 μ F 电容到地
VCC	22	P	输入电源

引脚	FT8215QA QFN24	IO 类型	功能描述
VCP	23	P	电荷泵输出，对 VCC 接 1~4.7 μ F 电容
CP2	24	AO	电荷泵引脚，在 CP2 与 CP1 之间接 0.1 μ F 电容

2 封装信息

2.1 QFN24_4X4

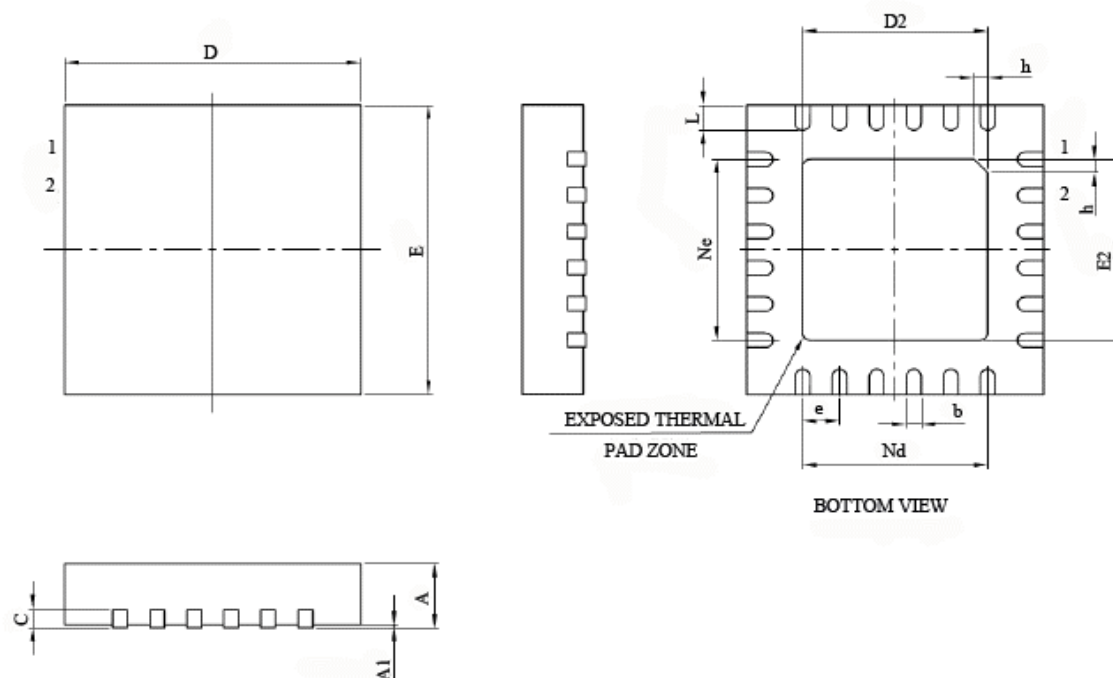


图 2-1 QFN24_4X4 封装尺寸图

表 2-1 QFN24_4X4 封装尺寸表

Symbol	Dimensions In Millimeter		
	Min.	Nom.	Max.
A	0.70	0.75	0.80
A1	—	0.02	0.05
b	0.18	0.25	0.30
c	0.18	0.20	0.25
D	3.90	4.00	4.10
D2	2.40	2.50	2.60
e	0.50BSC		
Ne	2.50BSC		
Nd	2.50BSC		
E	3.90	4.00	4.10
E2	2.35	2.50	2.65
L	0.35	0.40	0.45
h	0.30	0.35	0.40
N	Pin Number = 24		

3 订购信息

表 3-1 产品型号选择

型号	封装	电源电压 (V)	Rdson (上桥 + 下桥) (Ω)	驱动电流平均值 (A)	控制功能						保护					工作温度 T _j (°C)	无铅
					驱动类型	调速方式			正反转	初始位置检测	过流保护	过温保护	欠压保护	堵转保护	缺相保护		
						I2C	PWM/ CLOCK	模拟电压									
FT8215QA	QFN24 (4x4mm)	5~27	0.25	1.3	无感正弦	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	-40~150	√

4 电气特性

4.1 绝对最大值

表 4-1 绝对最大值

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作时结温 T_j		-40	—	150	°C
存储温度 T_{stg}		-55	—	150	°C
VCC 相对 VSS 电压		-0.3	—	30	V
VDD5 相对 VSS 电压		-0.3	5	6.5	V
FG、U、V、W、CP1 相对 VSS 电压		-0.3	—	VCC + 0.3	V
VSL 相对 VSS 电压		-0.3	—	0.5	V
VCP、CP2 相对 VSS 电压		-0.3	—	VCC + 6.0	V
VREF/DIR/SMP/ASPEED/SPEED 相对 VSS 电压		-0.3	—	VDD5 + 0.3	V

注：超过表 4-1 绝对最大值中所列的应力值可能会永久损坏器件。这仅为应力额定值，我们不建议器件运行在该规范范围以外。长期在绝对最大值条件下工作可能会影响器件的可靠性。

4.2 全局电气特性

表 4-2 全局电气特性

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
VCC 工作电压		5	—	27	V
VDD5 工作电压	$I = 0 \sim 10\text{mA}$	4.8	5	5.2	V
VREF 参考电压		4.3	4.5	4.7	V
VCC 工作电流 I_{VCC}	$T_A = 25^\circ\text{C}$ 平均值	—	—	1.3	A
	$T_A = 85^\circ\text{C}$ 平均值	—	—	0.8	A
VCC 休眠电流 $I_{VCC-sleep}$		—	36	—	μA
相线峰值电流 I_{PHASE}	正弦峰值电流	—	—	2.8	A
Rdson 上侧 MOS + 下侧 MOS		—	0.22	0.4	Ω

4.3 保护特性

表 4-3 保护特性

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
VCC 欠压保护 V_{UVLO}		3.2	3.5	3.8	V
VCC 欠压保护恢复迟滞 $V_{UVLO-HYS}$		—	0.5	—	V
I _{ocp} 过流保护门限		2.3	2.8	3.3	A
T _{TSD} 保护温度		—	165	—	°C

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
T _{TSD_HYS} 温度迟滞		—	15	20	°C

4.4 IO 电气特性 (DIR/SPEED/FG)

表 4-4 IO 电气特性 (DIR/SPEED/FG)

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入高电平 V _{IH}		2.5	—	VDD5	V
输入低电平 V _{IL}		0	—	0.6	V
SPEED/DIR/ASPEED 上拉电阻	SPEED 在 PWM/Clock 调速模式下	—	33	—	kΩ
SPEED 下拉电阻		—	21	—	kΩ

4.5 PWM/CLOCK 调速频率范围

表 4-5 PWM/CLOCK 调速频率范围

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
PWM 调速频率范围		20	—	100k	Hz
CLOCK 调速频率范围		20	—	1400	Hz

4.6 模拟调速

表 4-6 模拟调速

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
ASPEED 调速输入电压范围		0	—	VREF	V

4.7 封装热阻

表 4-7 QFN24 封装热阻

参数	条件	值	单位
θ _{JA} 芯片结温相对环境温度[1]	JEDEC 标准, 2S2P PCB	50	°C/W
θ _{JA} 芯片结温相对封装表面温度[1]	JEDEC 标准, 2S2P PCB	25	°C/W

注:

[1] 实际应用条件不同, 会与测试结果有所出入

5 功能描述

5.1 VREF

电压基准，只为内部数字逻辑和模拟电路供电，VREF 不可用于外部电路供电。在引脚上需要一个 1 μ F 或更大的电容来稳定电源。

5.2 DIR

正反转引脚，可通过改变 DIR 电平来改变电机的转向。内部上拉，默认为高电平。

5.3 SMP

单电阻模式时的母线电流采样输入。

5.4 ASPEED

模拟电压调速引脚，当设置为模拟电压调速时起作用，输入电压进行调速。

5.5 SPEED

调速引脚，根据设置不同，可输入占空比或者频率进行调速。此外，SPEED 引脚作为时钟线（SCL）用于 I2C 通信。

5.6 FG

速度反馈及故障状态指示引脚，开漏输出。FG/RD 设置为 FG 时，输出速度反馈信号指示电机运行转速；FG/RD 设置为 RD 时，进入故障状态输出高电平。此外 FG 引脚作为数据线（SDA）用于 I2C 通信。

5.7 VSL

单电阻模式时，该引脚接采样电阻到地；双/三电阻模式时，该引脚直接与地相连。VSL 相对于 VSS 电压不可超过 0.5V。

5.8 调速

5.8.1 调速模式

FT8215QA 支持 PWM、模拟电压、I2C、CLOCK 四种调速输入接口，同一时间只能选择一种调速方式。模拟电压调速时信号输入 ASPEED 脚，PWM 和 CLOCK 调速时信号输入 SPEED 脚。当选择 I2C 调速模式时，SPEED 引脚作为时钟线（SCL），FG 引脚作为数据线（SDA）。

5.8.2 调速曲线

输入输出的调速曲线如下图，横坐标为输入 PWM 占空比（I2C 调速和模拟调速可换算成对应 PWM 占空比）；纵坐标为输出占空比，在不同的控制模式下代表不同的物理量。

当控制模式选择电压环时，Y 轴代表电压输出 Duty，通过设置 5 个点位的输出占空比，实现多段式曲线调速。启动占空比 X_ON 可设置，最高占空比 PWM_X98 可设置为 98%或 100%。速度曲线拐点固定为 25%，50%，75%。各拐点对应的输出值 Y_ON, Y_25, Y_50, Y_75, Y_Max 可设置。

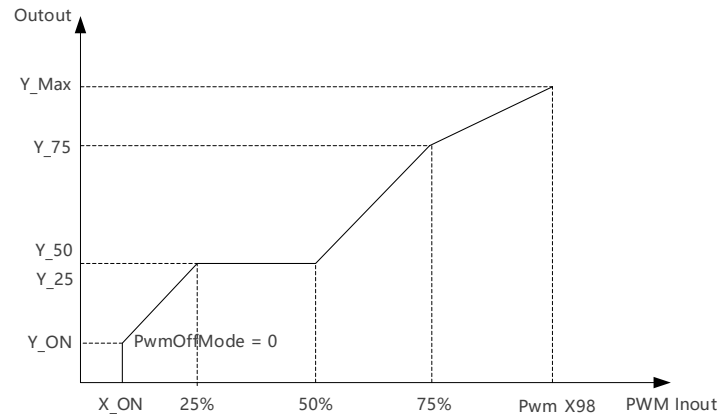


图 5-1 电压环模式下的曲线（PwmOffMode = 0）

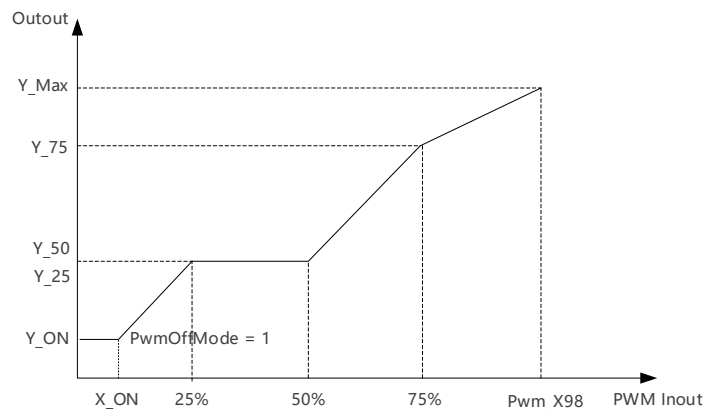


图 5-2 电压环模式下的曲线（PwmOffMode = 1）

当控制模式选择速度环时，Y 轴代表速度；选择电流环时，Y 轴代表电流。只能设置 Y_Max 与 Y_On 的输出，中间各点的输出值随输入值的变化线性增加。

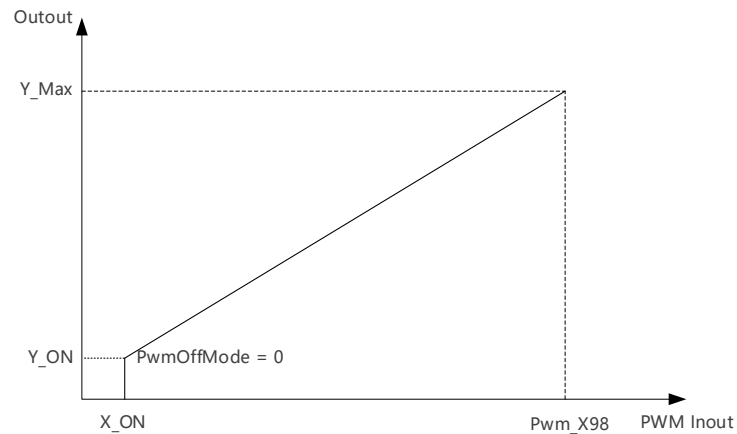


图 5-3 速度环或电流环模式下的曲线（PwmOffMode = 0）

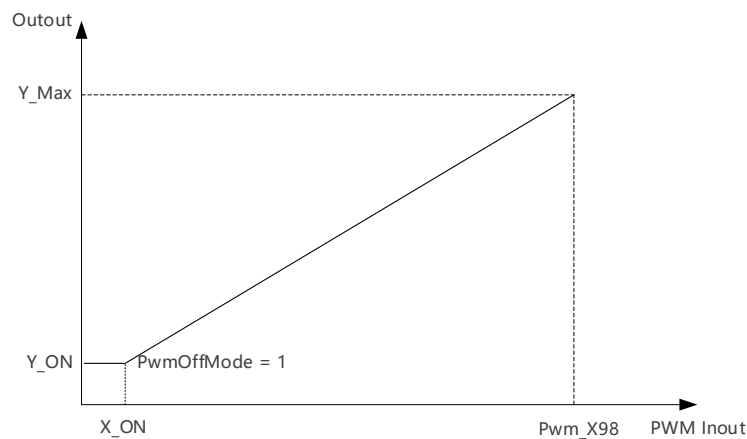


图 5-4 速度环或电流环模式下的曲线（PwmOffMode = 1）

5.9 休眠模式

当芯片一直处于停机状态，6s 后进入休眠模式。

唤醒条件: I2C 调速时，芯片收到匹配的 I2C ID 后唤醒。PWM 和 CLOCK 调速，反向输入不使能时，SPEED 脚输入高电平时唤醒；反向输入使能时，SPEED 脚输入低电平时唤醒。模拟电压调速时，ASPEED 脚电压大于 1.5V 或者 SPEED 脚输入高电平时唤醒。

5.10 Soft-On 和 Soft-Off

Soft-On 功能在开指令时逐渐增加电机的电流，Soft-Off 在关指令时逐渐减少电机的电流，降低噪音，使电机平滑启动或关机，降低噪音运行。

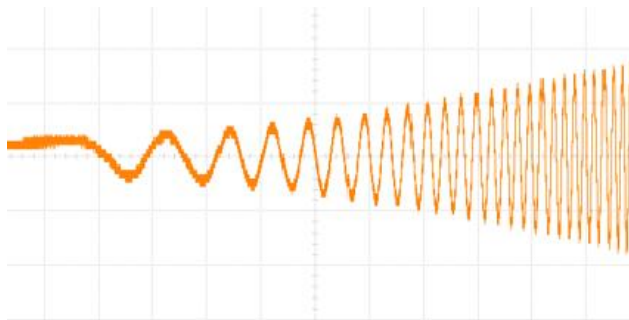


图 5-5 Soft-On 相电流波形

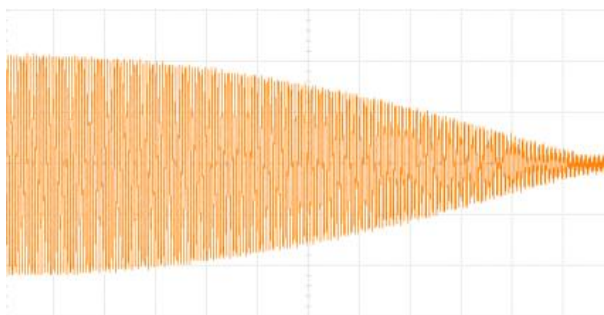


图 5-6 Soft-Off 相电流波形

5.11 堵转保护

堵转保护电路监测电机运行状态，当满足堵转判断条件，芯片关闭输出，等待 4s 后根据设置来决定是否重启。

5.12 缺相保护

缺相保护电路监测电机运行状态，当满足缺相判断条件，芯片关闭输出，等待 4s 后根据软件设置来决定是否重启。

5.13 过流保护

当电流超过过流保护门限时，芯片关闭输出，等待 4s 后根据软件设置来决定是否重启。

5.14 FG 的倍频和分频

设置 FG/RD 为 FG，即选择 FG/RD 管脚输出 FG 信号。FG 的输出频率由 FGDIV 和 FGMUL 共同设置决定，FGMUL 可设置为 1、2、3、4，FGDIV 可以设置为 1、1/3、1/4、1/5。最终 FG 的输出频率系数 $k = \text{FGMUL} * \text{FGDIV}$ 。

表 5-1 FG 配置系数表

FG 输出频率系数 k		FGMUL			
		1	2	3	4
FGDIV	1	1	2	3	4
	1/3	1/3	2/3	3/3	4/3
	1/4	1/4	2/4	3/4	4/4
	1/5	1/5	2/5	3/5	4/5

一个机械周期显示的 FG 个数 = $pp \cdot k$ 。(pp 为电机的极对数)。

例: 四对极电机, 一个机械周期显示 3 个 FG 信号, 则设置倍频系数为 3, 设置分频系数为 1/4, 即 $k = 3/4$ 。

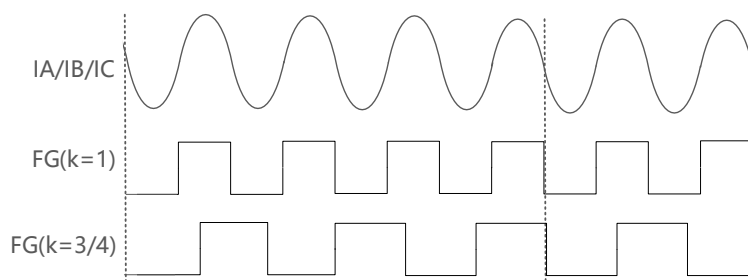


图 5-7 $k = 1$ 和 $k = 3/4$ 的 FG 输出图

5.15 CLOCK 调速模式

选择 CLOCK 调速模式时, SPEED 引脚作为参考 PWM 频率的输入端口, 电机转速跟随参考频率变化, FGMUL 与 FGDIV 用于设置转速与参考 PWM 频率之间的关系, 公式为: 转速 = (参考 PWM 频率 * 60 / 极对数) / (FGMUL * FGDIV)。

例: 电机为 5 对极, FGDIV 设置 1/3, FGMUL 设置 2, 参考 PWM 频率为 100Hz, $k = 2/3$, 转速 = $(100\text{Hz} \cdot 60 / 5) / (2/3) = 1800\text{rpm}$ 。此时 FG 的输出频率受 FGDIV 与 FGMUL 控制。

6 修改记录

版本	主要修改内容	生效日期	修订者
V1.0	初始版本	2021/01/11	龙财
V1.1	增加第四章电气特性 增加第五章功能描述	2021/12/23	龙财
V1.2	补充第五章功能描述 修改格式	2021/12/28	梁耀雄
V1.3	修改标准化格式	2022/04/19	李佳托
V1.4	格式微调；版权声明更新为中文版	2022/06/09	姜含苑
V1.5	1. 4.5 PWM/CLOCK 调速频率范围修改最小调速频率 100Hz 为 20Hz； 2. 统一产品名称为 FT8215QA； 3. 采用手册标准 V7.8,优化格式。	2023/04/26	朱兵华
V1.5Beta	1. 1.4 应用电路 VCC 电压 “5~18V” 修改为 “5~22V”； 2. 1.7.1 FT8215QA QFN24 引脚列表中 VCC 引脚的输入电源 “5~18V” 修改为 “5~22V”； 3. 3 订购信息中电源电压 “5~18V” 修改为 “5~22V”； 4. 表 4-1 绝对最大值中 “VCC 相对 VSS 电压” 的最大值 22V 修改为 30V； 5. 表 4-2 全局电气特性中 “VCC 工作电压” 的最大值 18V 修改为 22V； 6. 驱动电流（平均值）由 2A 修改为 1A； 7. VCC 工作电流 I_{VCC} , $T_A = 25^{\circ}C$ 平均值由 2A 修改为 1A, $T_A = 85^{\circ}C$ 平均值由 1.8A 修改为 0.8A； 8. 文档格式标准化。	2023/05/30	李佳妮
V1.6Beta	1. 1.4 应用电路 VCC 电压 “5~22V” 修改为 “5~27V”； 2. 1.7.1 FT8215QA QFN24 引脚列表中 VCC 引脚的输入电源 “5~22V” 修改为 “5~27V”； 3. 3 订购信息中电源电压 “5~22V” 修改为 “5~27V”； 4. 表 4-2 全局电气特性中 “VCC 工作电压” 的最大值 22V 修改为 27V, 相线峰值电流 I_{PHASE} 最大值由 3.0A 改为 2.8A； 5. 表 4-3 I_{OCP} 过流保护门限的最大、最小电流值 “3.5~4.5A” 改为 “2.3~3.3A”, 典型值由 4.0A 改为 2.8A。	2023/12/12	李佳妮
V1.7Beta	1. 表 4-2 全局电气特性 VCC 工作电流 I_{VCC} 最大值 “1A” 修改为 “1.3A”	2024/05/07	孙文颖
V1.8Beta	1. 1.3 特性删除驱动电流: 1A（平均值）； 2. 3 订购信息中驱动电流平均值 “1A” 修改为 “1.3A”。	2025/05/22	孙文颖

版权说明

版权所有©峰昭科技（深圳）股份有限公司（以下简称：峰昭科技）。

为改进设计和/或性能，峰昭科技保留对本文档所描述或包含的产品（包括电路、标准元件和/或软件）进行更改的权利。本文档中包含的信息供峰昭科技的客户进行一般性使用。峰昭科技的客户应确保采取适当行动，以使其对峰昭科技产品的使用不侵犯任何专利。峰昭科技尊重第三方的有效专利权，不侵犯或协助他人侵犯该等权利。

本文档版权归峰昭科技所有，未经峰昭科技明确书面许可，任何单位及个人不得以任何形式或方式（如电子、机械、磁性、光学、化学、手工操作或其他任何方式），对本文档任何内容进行复制、传播、抄录、存储于检索系统或翻译为任何语种，亦不得更改或删除本内容副本中的任何版权或其他声明信息。

峰昭科技（深圳）股份有限公司
深圳市南山区科技中二路深圳软件园二期 11 栋 2 楼 203
邮编：518057
电话：0755-26867710
传真：0755-26867715
网址：www.fortiortech.com

本文件所载内容

峰昭科技（深圳）股份有限公司版权所有，保留一切权力。