

数据手册

三相内置 MOS 直流无刷马达控制器 FT8215Q1

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 FT8215Q1 QFN24 引脚图.....	7
1.7 引脚定义.....	8
1.7.1 FT8215Q1 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.....	13
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.....	14
5 功能描述	15
5.1 VREF	15
5.2 DIR	15
5.3 SMP	15
5.4 ASPEED	15
5.5 SPEED	15
5.6 FG/RD_SDA.....	15
5.7 VSL.....	15
5.8 调速.....	15
5.8.1 调速模式.....	15
5.8.2 调速曲线.....	16
5.9 休眠模式.....	17

5.10 SOFT-ON、SOFT-OFF.....	17
5.11 堵转保护.....	18
5.12 缺相保护.....	18
5.13 过流保护.....	18
5.14 FG 的倍频和分频.....	18
5.15 CLOCK 调速模式.....	19
6 修改记录.....	20

FT8215Q1 三相内置 MOS 直流无刷马达控制器

1 系统介绍

1.1 概述

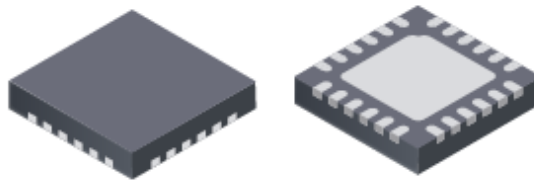
FT8215Q1 是一款三相内置 MOSFET 无传感器磁场定向控制直流无刷马达驱动 IC。芯片高度集成，外围元器件少，电机噪声低，转矩脉动小。GUI 可配置客户电机参数、启动和调速方式，并储存在内置的 EEPROM。调速接口可选择模拟电压、PWM、I²C、CLOCK 调节电机转速。集成转速指示功能，可通过 FG 引脚或 I²C 接口实时读取电机转速。控制方式可选择恒转速、恒电流和电压环控制。集成过流、欠压、过温、堵转、缺相等多种保护模式，睡眠电流 40 μ A。

1.2 应用场景

汽车坐垫风扇。

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
- 驱动电流: 1A
- 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
- AEC-Q100 认证(Grade 1)



QFN24

1.4 应用电路

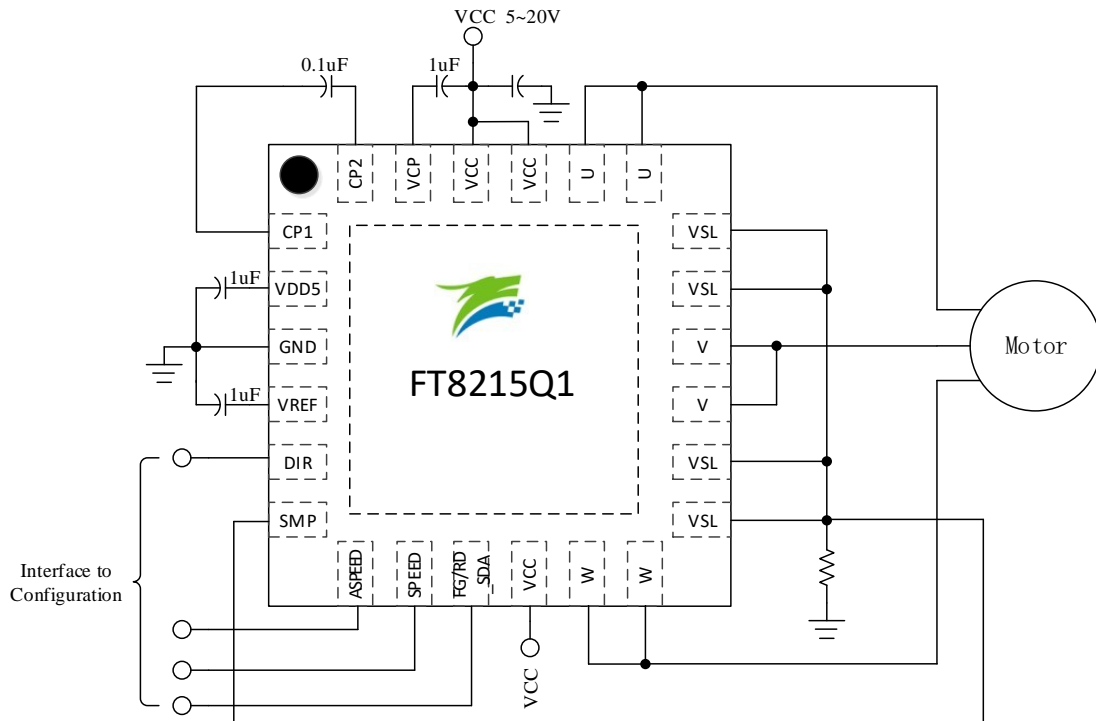


图 1-1 FT8215Q1 应用电路(单电阻)

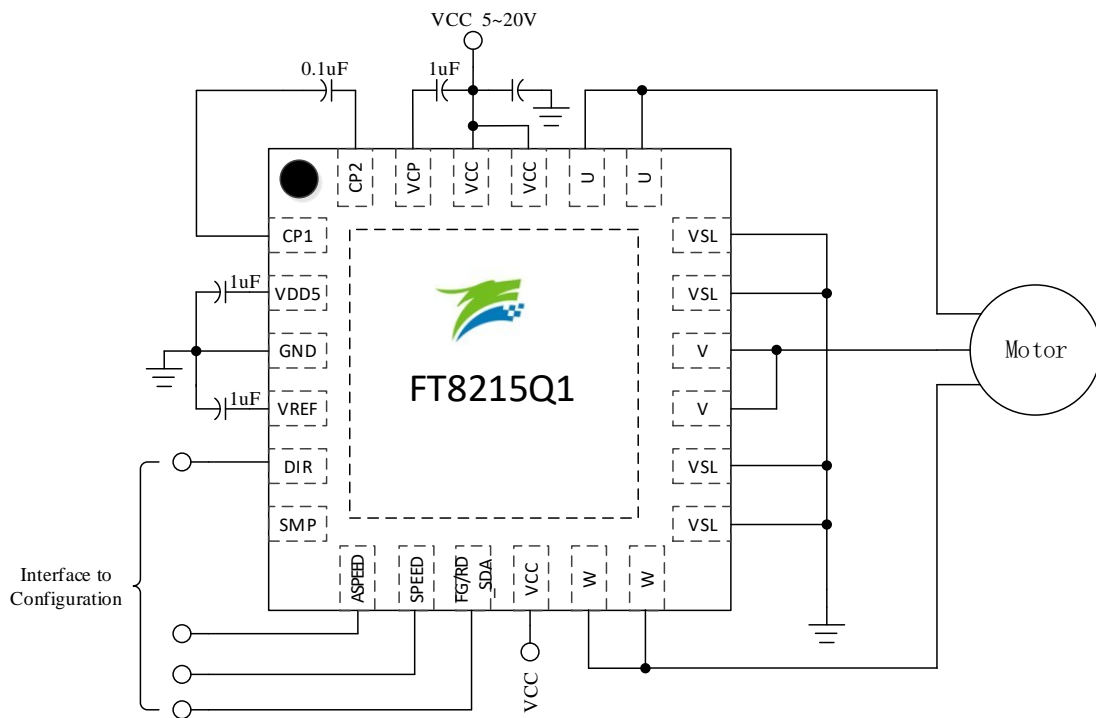


图 1-2 FT8215Q1 应用电路(双电阻/三电阻)

1.5 功能框图

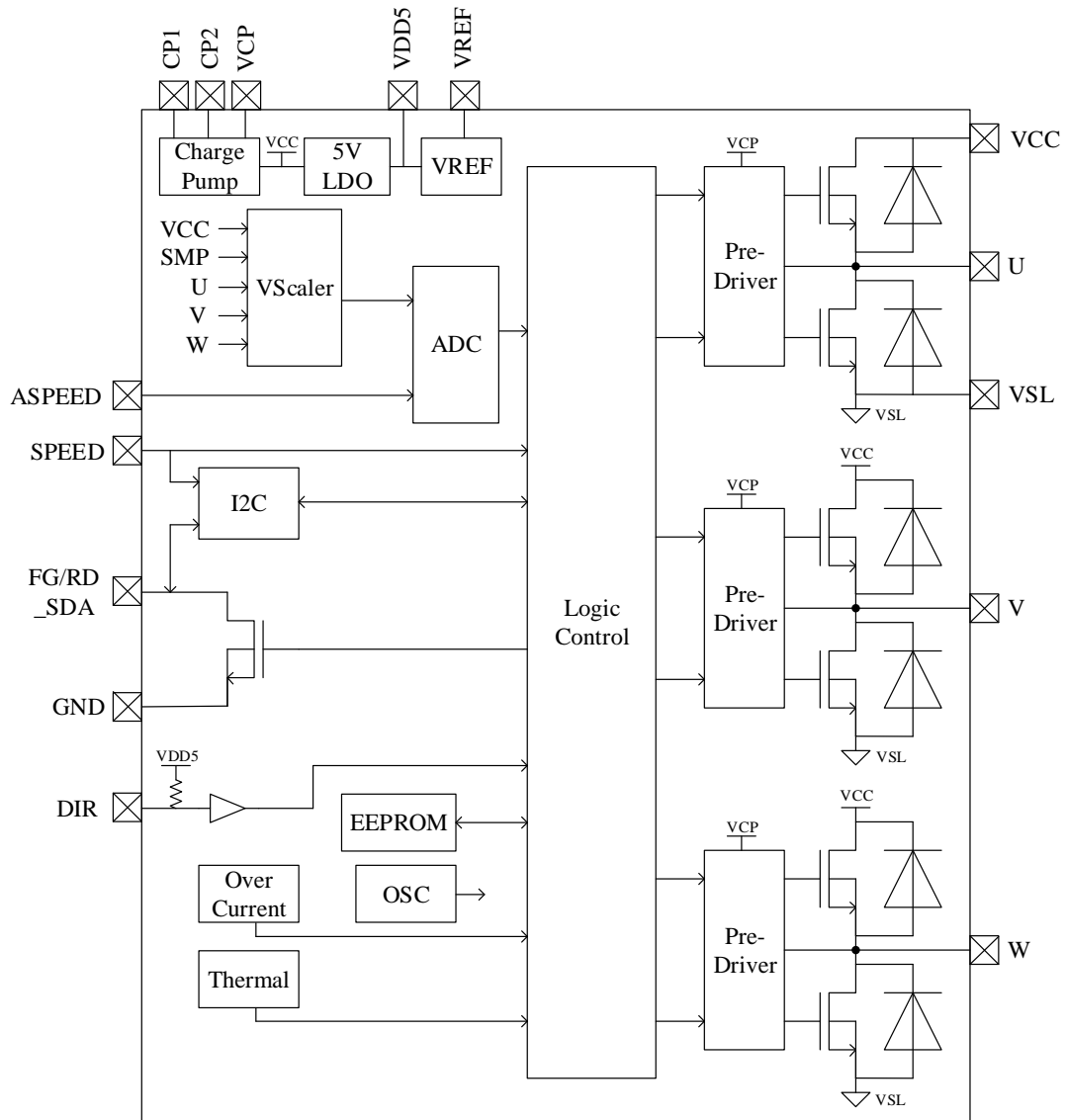


图 1-3 FT8215Q1 功能框图

1.6 引脚图

1.6.1 FT8215Q1 QFN24 引脚图

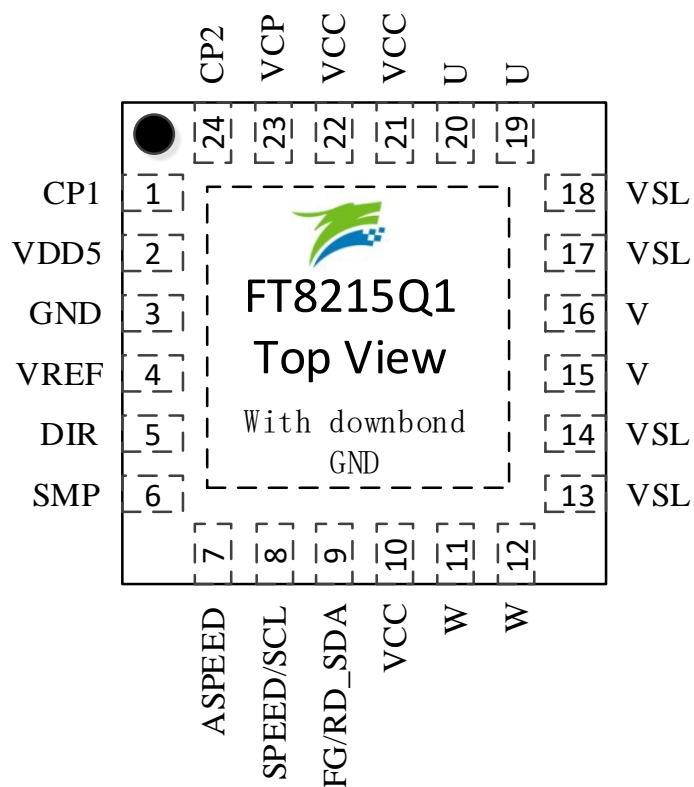


图 1-4 FT8215Q1 QFN24 引脚图

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 FT8215Q1 QFN24 引脚列表

表 1-1 FT8215Q1 QFN24 引脚定义

引脚	FT8215Q1 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 μ F ~ 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 I ² C 时钟线
FG/RD_ SDA	9	DO/ DB	转速输出信号或者堵转指示, 集电极开路输出 I ² C 数据线, 集电极开漏输出
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, 5V ~ 20V DC, 接不小于 1 μ F 电容到地
VCC	22	P	输入电源
VCP	23	P	电荷泵输出, 对 VCC 接 1 μ F ~ 4.7 μ F 电容
CP2	24	A0	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

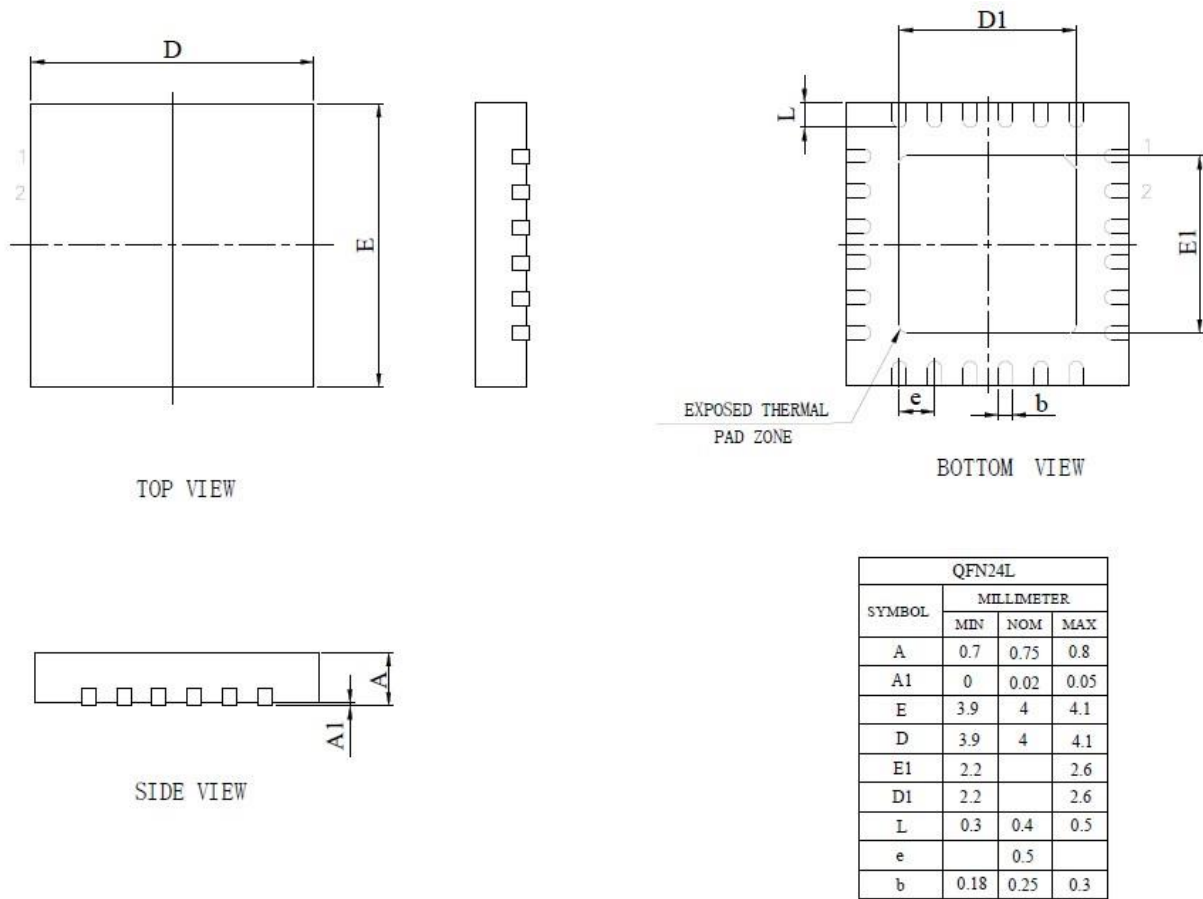


图 2-1 QFN24_4X4 封装尺寸图

3 订购信息

表 3-1 产品型号选择

型号	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	封装
				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			
					I ² C	PWM/CLOCK	模拟电压										
FT8215Q1	5 ~ 20	0.25	1	无感正弦	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	-40 ~ 150	√	QFN24 (4x4mm)

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 尖峰电压	尖峰持续时间 < 500ms	-0.3	-	36	V
VCC 相对 VSS 电压	持续时间 $\leq 60s$	-0.3	-	26	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	-	20	V
VDD5 工作电压	$I = 0mA \sim 10mA$	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}	$T_A = 25^\circ C$	-	-	1	A
	$T_A = 125^\circ C$	-	-	0.8	A
VCC 休眠电流 $I_{VCC-sleep}$		-	36	-	μA
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		1.8	2	2.2	A
T_{TSD} 保护温度		-	165	-	°C
$T_{TSD-HYS}$ 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/RD_SDA

速度反馈及故障状态指示引脚，开漏输出。FG/RD_SDA 设置为 FG 时，输出速度反馈信号指示电机运行转速；FG/RD_SDA 设置为 RD 时，进入故障状态输出高电平。此外 FG/RD_SDA 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

FT8215Q1 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/RD_SDA 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。

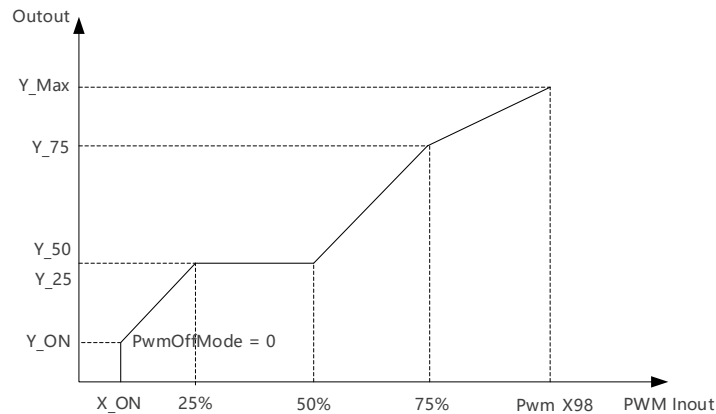


图 5-1 电压环模式下的曲线(PwmOffMode = 0)

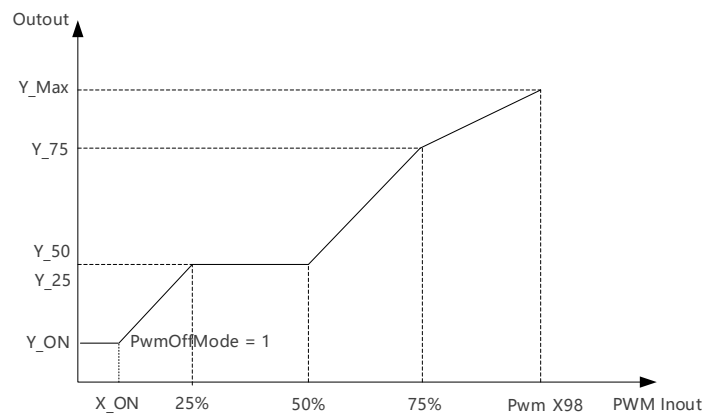


图 5-2 电压环模式下的曲线(PwmOffMode = 1)

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。

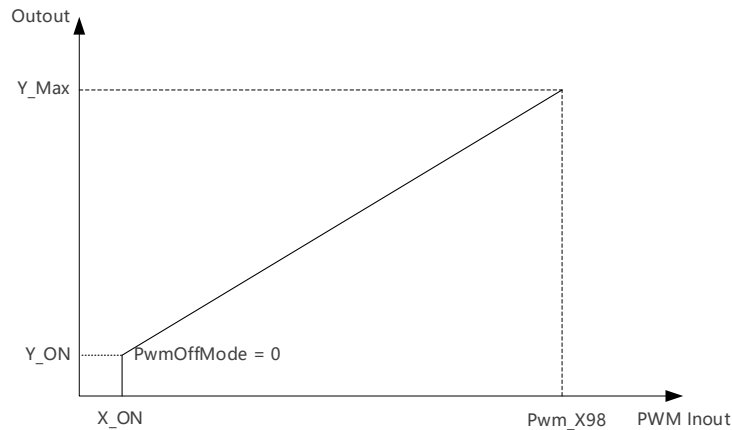


图 5-3 速度环或电流环模式下的曲线(PwmOffMode = 0)

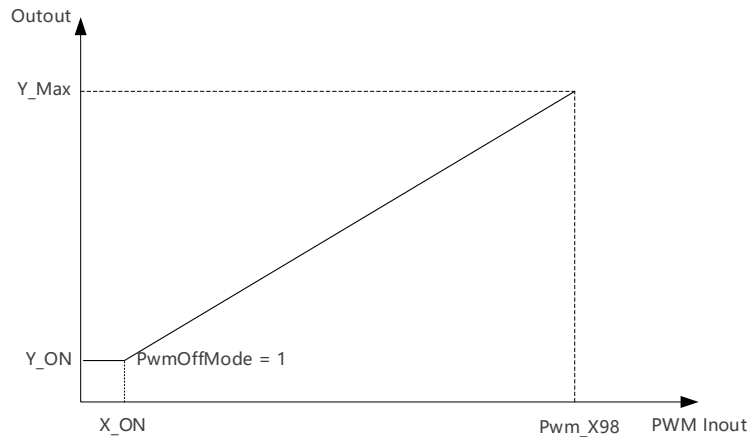


图 5-4 速度环或电流环模式下的曲线(PwmOffMode = 1)

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、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。

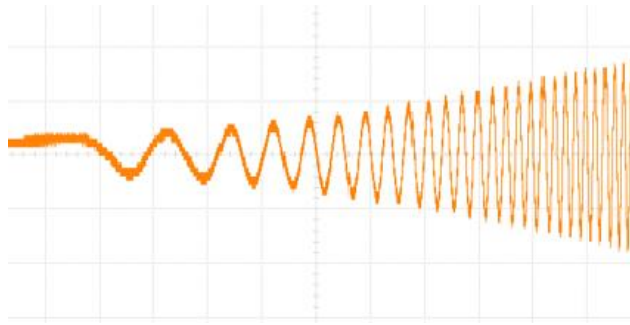


图 5-5 Soft-On 相电流波形

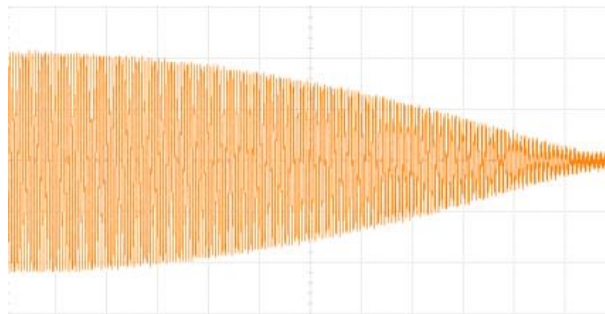


图 5-6 Soft-Off 相电流波形

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_SDA 引脚输出 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 $k = 3/4$ 。

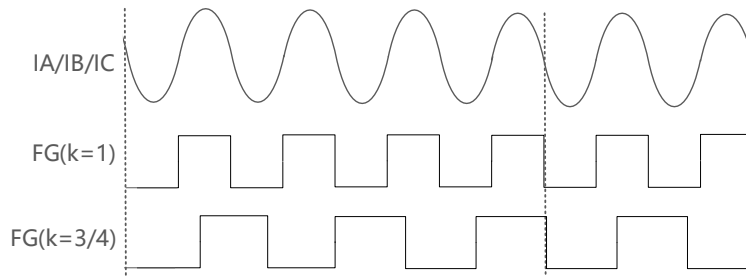


图 5-7 k = 1 和 k = 3/4 的 FG 输出图

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 = $(100\text{Hz} * 60 / 5) / (2/3) = 1800\text{rpm}$ 。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	2022/11/25	朱兵华
V1.1	表 4-1 绝对最大值修改 VCC 相对 VSS 尖峰电压条件“尖峰持续时间<10mS”为“尖峰持续时间<500mS”	2022/12/15	朱兵华
V1.2	<ol style="list-style-type: none"> 更新第 4 页 FT8215Q1 三相内置 MOSFET 无传感器磁场定向控制器为 FT8215Q1 三相内置 MOS 直流无刷马达控制器； IO 类型说明增加 DB； 更新 1.4 应用电路的 2 张图, FG/SDA 改为 FG/RD_SDA, ASPD 更新为 ASPEED, SPD 更新为 SPEED； 更新图 1-3 FT8215Q1 功能框图, FG/SDA 改为 FG/RD_SDA； 更新图 1-4 FT8215Q1 QFN24 引脚图, FG/SDA 改为 FG/RD_SDA； 1.7.1 FT8215Q1 QFN24 引脚列表更新 8 号引脚 SCL、9 号引脚 FG/SDA、21 号引脚 VCC 描述； 更新 2 封装信息； 5.6 FG、5.8.1 调速模式 FG 改为 FG/RD_SDA； 5.14 FG 的倍频和分频修改 FG/RD 管脚为 FG/RD_SDA 引脚； 采用手册标准 V7.8。 	2023/06/14	朱兵华
V1.3	新增 AEC-Q100 认证 (Grade 1) 描述	2023/06/14	李佳妮
V1.4	新增 VCC 相对 VSS 电压：持续时间≤60s，电压范围 -0.3~26V。	2023/06/27	李佳妮
V1.5	<ol style="list-style-type: none"> 更新图 2 1 QFN24_4X4 封装尺寸图； 全文 I2C 改为 I²C。 	2023/08/15	朱兵华

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。