

ACM6265QFR 24V, 2A 母线电流, 全集成可编程单相无刷电机驱动芯片**1. 功能**

- 操作电压范围
 - 3.5V to 28V , 40V 耐压
- 持续母线电流能力: **2A** (环境温度 85 摄氏度)
- 极低 EMI 噪声
 - 输出 MOS 的 PWM 边沿斜率调整
- **Soft Switching (软切换)**
 - 梯形波上升沿、下降沿可调整
 - 准正弦波驱动
 - 正弦波驱动
- **支持速度环、电压环**, 调速曲线灵活可编程 (线性调速曲线, 阶梯调速曲线)
- **支持方向控制 (PIN 管脚控制)**
- 支持 Hall 超前时间和滞后时间调整
- 内部或者外部 hall 控制
- FG/RD 比例设置
- PWM 占空比调速或者外部电压调速
- 可以反复编程, >500 次
- PWM 逐周期电流限制, cycle by cycle current limit, 门限可编程设置 (0.2A-4.5A 之间)
- 保护
 - 过流保护
 - 堵转保护
 - 欠压保护、过压保护
 - 过温保护

2. 应用场景

- 单相无刷风机驱动
- 单相无刷水泵驱动

3. 简介

ACM6265QFR 集成算法控制、预驱、较高电压 MOS 以及 Hall 传感器, 非常适合需要灵活设置调速曲线且 EMC 要求复杂的车载单相无刷风机和水泵驱动。

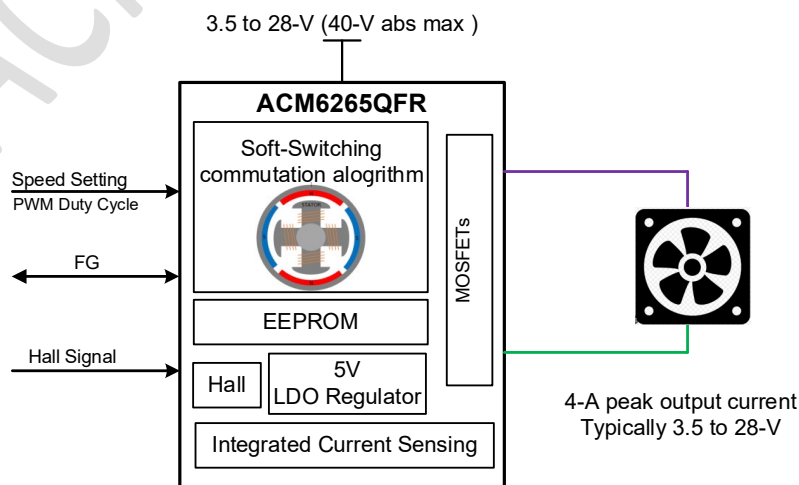
ACM6265QFR 支持软启动, 加速和减速过程加速度可以分别设置, 运行过程可以选择边沿斜率可调的梯形波、正弦波达到最佳的静音效果。

闭环控制模式灵活, 可以选择电压环、转速环。

ACM6265QFR 芯片耐压 40V, 欠压和过压保护门限细分档位多, 用户可以灵活选择。

4. Device Information

料号	封装	尺寸
ACM6265QFR	QFN (21)	3.2 mm × 5mm×0.75mm

**简化原理图**

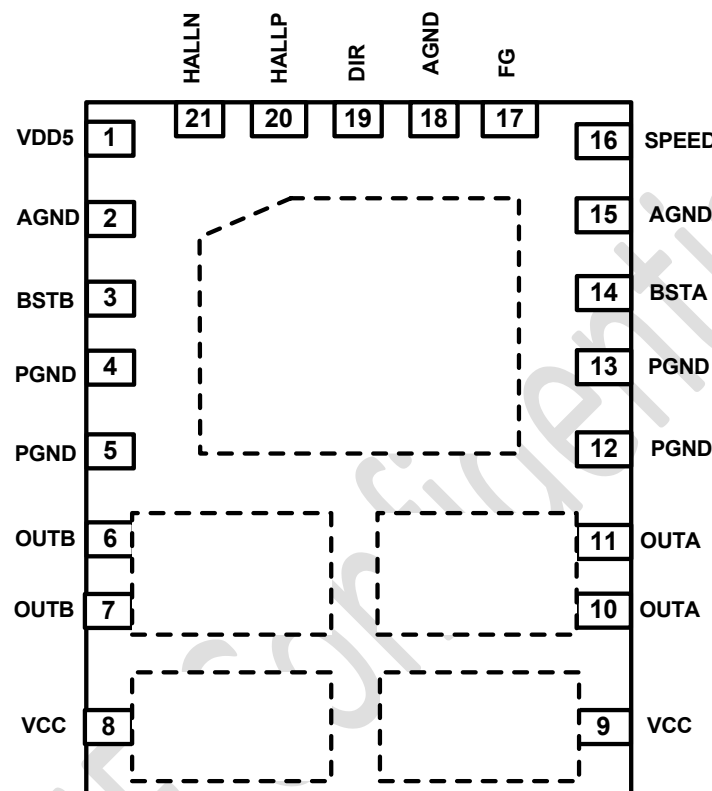
Version History

2026/04/7: 更新管脚命名信息

2026/05/10: 更新管脚命名信息, 将 PIN18 管脚命名从 BRAKE 修改为 AGND

5. 管脚定义及功能描述

下图为俯视图 (散热焊盘在芯片下方)



Pin No.	Name	Type	Description
1	VDD5	Power	内部 5V LDO 输出.
2,15,18	AGND	Ground	接地管脚. 模拟地.
3	BSTB	Power	B 相自举电容连接管脚, 用 1 个 1 μ F 的 X5R (或者更高材质), 耐压 16V 的电容跨接在 BSTB 和 OUTB 之间
4,5,12,13	PGND	Ground	接地管脚. 功率地.
6,7	OUTB	Output	B 相输出. 连接电机 B 相.
8,9	VCC	Power	电源输入.
10,11	OUTA	Output	A 相输出. 连接电机 A 相.
14	BSTA	Power	A 相自举电容连接管脚, 用 1 个 1 μ F 的 X5R (或者更高材质), 耐压 16V 的电容跨接在 BSTA 和 OUTA 之间
16	SPEED	Input	速度调节. PWM 占空比调节或者模拟电压调速.
17	FG/RD	Output	转速指示信号 FG. 也可以作为停转指示 (RD 信号). 该管脚为开漏输出.
19	DIR	Input	方向控制. 低电平, 正向旋转; 高电平, 反向旋转.
20	HALLP	Input	Hall 输入. Hall 开关信号正输入.
21	HALLN	Input	Hall 输入. Hall 开关信号负输入.
Thermal Pad	-	GND	考虑接地信号完整性和散热性能, 必须充分连接到 GND

6. 产品系列对比

器件料号	操作电压	控制方式	环路	传感器	持续母线电流输出能力
ACM6252ETR	3.3V-18V	正弦波或者方波驱动	电压环	外部 HALL 开关输入	0.6A
ACM6262ETR-Q1	3V-36V	正弦波或者方波驱动	电压环、速度环和功率环	外部 Hall 或者芯片内部 Hall	1.2A
ACM6255QFR	3.5V-18V	正弦波或者方波驱动	电压环、速度环	外部 Hall 或者芯片内部 Hall	3A
ACM6265QFR	3.5V-28V	正弦波或者方波驱动	电压环、速度环	外部 Hall 或者芯片内部 Hall	2A

7. 产品规格

7.1 产品极限工作范围

极限工作范围是器件能允许的最大电压范围和温度范围，在这种宽电压下只保证器件不损坏，并不能保证功能、性能正常，操作范围说明参考备注⁽¹⁾

		MIN	MAX	UNIT
输入电压 ⁽²⁾	VCC	-0.3	40	V
	SPEED	-0.3	40	
	DIR	-0.3	7	
	GND	-0.3	0.3	
输出电压	OUTA, OUTB	-0.3	40	V
	VDD5	-0.3	7	
	FG/RO	-0.3	40	
结温允许工作范围, T _{J_MAX}		-40	150	°C
T _{stg}	存储温度	-55	150	°C

(1) 超过表中所列的电压、温度范围可能导致永久性的损坏。所列最大、最小电压只是极限压力测试，并不能保证该电压下芯片工作正常，芯片正常工作允许操作电压、温度范围参见“推荐的操作电压、温度范围”。

(2) 所列所有电压的参考点均为 GND，为电压节点与 GND 之间的压差。

7.2 允许的 ESD 范围

			VALUE	UNIT
V _(ESD)	Electrostatic discharge	Human-body model (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001, all pins ⁽¹⁾	+/- 6000	V
		Charged-device model (CDM), per JEDEC specification JESD22-C101, all pins ⁽²⁾	+/- 1500	

(1) JEDEC document JEP155 states that 500-V HBM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

(2) JEDEC document JEP157 states that 250-V CDM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

7.3 推荐的操作电压、温度范围

所列参数均基于表格中所列的推荐温度范围

		MIN	MAX	UNIT
输入电压 ⁽²⁾	VCC	3	28	V
	SPEED	-0.3	VCC	
	DIR	-0.3	7	
	GND	-0.3	0.3	
输出电压	OUTA, OUTB	-0.3	VCC	V
	VDD5	-0.3	7	
	FG/RO	-0.3	VCC	

结温允许工作范围, T_{J_MAX}		-40	150	°C
T_{stg}	存储温度	-55	150	°C

7.4 电气参数

所列参数均基于表格中所列的推荐温度范围

参数		测试条件	最小	典型	最大	单位
供电电流						
I _{VCC}	操作电流（输出功率管 Hi-Z）	T _A =25°C; SPEED = 0.4 V; V _(VCC) =12V;		11		mA
	关机电流(Sleep)	T _A =25°C; SPEED = 0 V; V _(VCC) =12V;		10		μA
OVLO, 过压保护门限						
OVLO_R	V _{CC} 过压保护门限 0	Rise Threshold, T _A = 25°C		17.38		V
OVLO_F		Fall Threshold, T _A = 25°C		16.28		
OVLO_R	V _{CC} 过压保护门限 1	Rise Threshold, T _A = 25°C		18.78		
OVLO_F		Fall Threshold, T _A = 25°C		17.80		
OVLO_R	V _{CC} 过压保护门限 2	Rise Threshold, T _A = 25°C		30.18		
OVLO_F		Fall Threshold, T _A = 25°C		28.80		
OVLO_R	V _{CC} 过压保护门限 3	Rise Threshold, T _A = 25°C		32.58		
OVLO_F		Fall Threshold, T _A = 25°C		31.11		
OVLO_R	V _{CC} 过压保护门限 4	Rise Threshold, T _A = 25°C		34.58		
OVLO_F		Fall Threshold, T _A = 25°C		33.02		
OVLO_R	V _{CC} 过压保护门限 5	Rise Threshold, T _A = 25°C		35.76		
OVLO_F		Fall Threshold, T _A = 25°C		34.12		
OVLO_R	V _{CC} 过压保护门限 6	Rise Threshold, T _A = 25°C		39.46		
OVLO_F		Fall Threshold, T _A = 25°C		37.55		
OVLO_R	V _{CC} 过压保护门限 7	Rise Threshold, T _A = 25°C		42.40		
OVLO_F		Fall Threshold, T _A = 25°C		40.28		
UVLO, 欠压保护门限						
UVLO_R	V _{CC} 欠压 保护门限 0	Rise Threshold, T _A = 25°C		2.88		V
UVLO_F		Fall Threshold, T _A = 25°C		2.72		
UVLO_R	V _{CC} 欠压保护门限 1	Rise Threshold, T _A = 25°C		6.59		
UVLO_F		Fall Threshold, T _A = 25°C		6.25		
UVLO_R	V _{CC} 欠压保护门限 2	Rise Threshold, T _A = 25°C		8.21		
UVLO_F		Fall Threshold, T _A = 25°C		7.77		
UVLO_R	V _{CC} 欠压保护门限 3	Rise Threshold, T _A = 25°C		8.90		
UVLO_F		Fall Threshold, T _A = 25°C		8.41		
UVLO_R	V _{CC} 欠压保护门限 4	Rise Threshold, T _A = 25°C		8.98		
UVLO_F		Fall Threshold, T _A = 25°C		8.49		
UVLO_R	V _{CC} 欠压保护门限 5	Rise Threshold, T _A = 25°C		9.83		
UVLO_F		Fall Threshold, T _A = 25°C		9.28		
UVLO_R	V _{CC} 欠压保护门限 6	Rise Threshold, T _A = 25°C		14.88		
UVLO_F		Fall Threshold, T _A = 25°C		14.01		
UVLO_R	V _{CC} 欠压保护门限 7	Rise Threshold, T _A = 25°C		17.76		
UVLO_F		Fall Threshold, T _A = 25°C		16.65		
内部 LDO 输出						
VDD5	输出电压	T _A = -40°C~125°C	4.8	5	5.2	V
	输出电流能力		20	25	35	mA
INTEGRATED MOSFET						
R _{DS(ON)}	导通电阻 (上管 + 下管)	T _A =25°C; V _{VCC} =12V; .Id=3A		70	120	mΩ
SPEED – PWM 占空比调速模式						
V _{DIG_IH}	PWM 输入高电平判决门限		2.3			V

参数		测试条件	最小	典型	最大	单位
V _{DIG_IL}	PWM 输入低电平判决门限				1.1	V
f _{PWM}	PWM 输入频率范围		0.04		100	kHz
LOCK DETECTION RELEASE TIME 堵转恢复时间						
T _{LOCK_OFF}	堵转恢复时间	寄存器编程设置	0.2	5	20.8	s
T _{LOCK_ENTER}	Hall 丢失后判决进入保护的时间	寄存器编程设置 (默认 0.5s)		0.5 或者 1		s
OVERCURRENT PROTECTION 过流保护时间						
I _{OC_LIMIT}	过流保护门限	T _A = 25°C; PHASE		6		A
OUTPUT SWITCHING FREQUENCY 输出开关频率						
F _{SW}	输出开关频率	寄存器可选: 25kHz 或者 50kHz		25	50	kHz
电流限制门限						
I _{LIMIT}	电流限制门限	寄存器可选	0.4 * I _{OC_LIMIT}		0.8 * I _{OC_LIMIT}	A
内部 Hall 传感器						
Positive Magnetic Threshold, B _{OP}		T _J = 150°C	0	1.5	3	mT
Negative Magnetic Threshold, B _{RP}		T _J = 150°C	-3	-1.5	0	mT
THERMAL SHUTDOWN 过温保护门限 (门限可编程设定)						
T _{SDN}	过温保护门限 1	过温保护关断温度		157		°C
T _{SDN_HYS}		过温保护恢复温度		137		
T _{SDN}	过温保护门限 2	过温保护关断温度		140		
T _{SDN_HYS}		过温保护恢复温度		123		
T _{SDN}	过温保护门限 3	过温保护关断温度		125		
T _{SDN_HYS}		过温保护恢复温度		108		
T _{SDN}	过温保护门限 4	过温保护关断温度		110		
T _{SDN_HYS}		过温保护恢复温度		94		

8. 详细描述

8.1 概况

ACM6265QFR 是一款全集成单相无刷风机、水泵驱动芯片。操作电压 3.5V-28V，耐压 30V 具备高可靠性，芯片内部集成算法控制、Hall 传感器、栅极驱动器、功率 MOS 以及 EEPROM。ACM6265QFR 支持方向控制、PWM 占空比调速或者外部模拟电压调速。控制环路灵活，支持转速闭环、电压闭环等。

8.2 功能框图

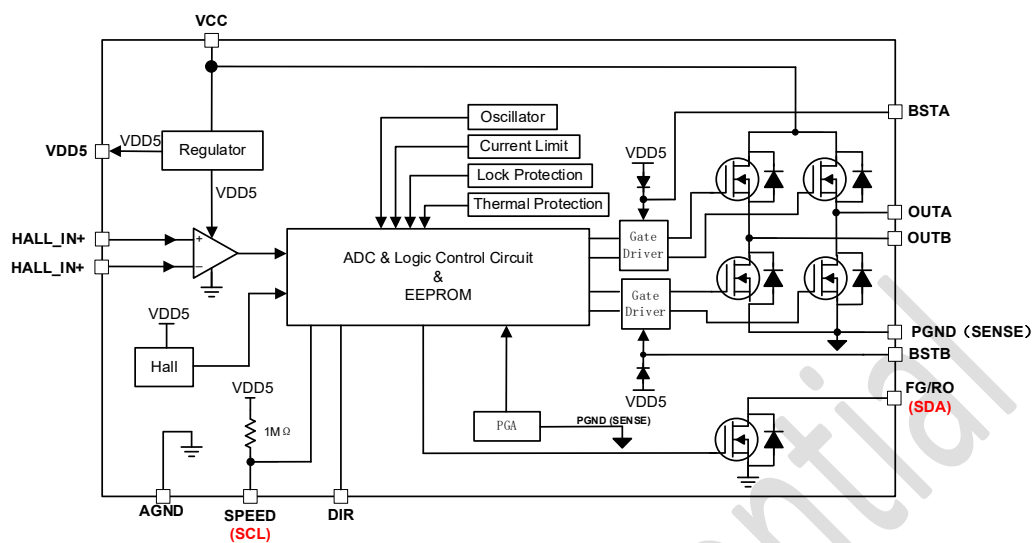


图 1 内部功能框图

8.3 功能描述

8.3.1 内部 LDO

ACM6265QFR 包括一个 5V LDO. 该 LDO 负责将 VCC 转换至 5V 用来给内部模拟电路供电. 可以用来给 SPEED 管脚、HALL_IN 管脚、FG/RD 管脚、DIR 管脚的上拉电源.

VDD5 管脚必须通过一个电容到地.

5V LDO 的输出电流能力为 25mA.

9.3.2 保护电路

9.3.2.1 过温保护

ACM6265QFR 内部集成过温保护模块, 检测到内部温度超过 157 摄氏度后关断输出, 当检测到温度跌落至 137 摄氏度后恢复输出 (迟滞在 16 摄氏度到 20 摄氏度之间). 门限在 110 摄氏度、124 摄氏度、140 摄氏度和 157 摄氏度之间可调整.

9.3.2.2 欠压保护

ACM6265QFR 内部集成一个 UVLO 保护电路. 迟滞门限在 0.5V 左右. 欠压门限在 2.6V、8.4V、6.2V、7.7V、8.4V、9.2V、13.9V、16.6V 之间调节.

9.3.2.3 过压报警

ACM6265QFR 内部集成一个 OVLO 电路. 迟滞门限大概 1-2V. 例如如果设置 OVP (Over voltage protection) 门限是 18.78V, 当外部电压超过 18.78V 后输出关断, 当外部电压低于 17.8V 后输出恢复. 过压保护门限在 17.15V、18.7V、30.07V、32.57V、35.61V、39.22V 之间可调整.

9.3.2.4 过流保护

ACM6265QFR 内部监控流过 MOSFET 的电流, 如果超过过流保护的阈值, 则关闭输出 MOSFET. 该门限可以调整. 发生过流保护后, ACM6265QFR 可以设置为周期性的尝试恢复输出直到过流保护消失. 门限阈值和恢复时间可以调整. 尝试次数可以设置, 可以设置为无限次, 或者设置为 1-14 次之间的特定次数值.

9.3.2.5 堵转保护

当马达因为外部堵转造成停转 0.5s 后 (Hall 信号停止翻转超过 0.5s), 触发堵转保护. 堵转保护后经过一个 release time (释放时间) 后恢复输出. 该释放时间在 0.2s~25.8s 之间可调. 尝试次数可以设置, 可以设置为无限次 (软件上位机设置为 0), 或者设置为 1-14 次之间的特定次数值.

9.3.3 电机转速控制

ACM6265QFR 提供了 3 种不同的方法来控制转速 (调整其输出电压). 一种方式是通过调整外部供电电压, 另外一种方式是外部供电电压固定的情况下通过 SPEED 管脚来进行控制. 通过 SPEED 管脚控制输出转速 一般是在输入 PWM 调速模式下调整 SPEED 管脚占空比 或者模拟电压调速模式下调整 SPEED 管脚电压来实现.

9.3.4 PWM 软切换

ACM6265QFR 内置一个 PWM 软切换控制电路来减小电机驱动过程中的输出噪声. 在启动阶段, ACM6265QFR 通过方波驱动的方式让电机从静止到旋转, 随后在电机开始有效换相后开始用软切换来避免换相噪声. 开启 (电流上升) 和关断 (电流下降) 的电流斜率可以分别调整. 方波模式下调整的角度可以是 5.6°, 11.2°, 16.9°, 22.5°, 28.1°, 33.8°, 39.4°, 45° 可选 (备注: 一个完整的换相周期是 360°). 另外也可以配置为准正弦和正弦驱动.

9.3.5 PWM 软启动和软关断功能

ACM6265QFR 使用软启动来避免上电和堵转重启过程中过高的峰值电流.

启动占空比和加减速速率可以分开调整.

图 2 展示的例子: 启动占空比设置为 50%, 加速速率设置为 0.5VCC/s.

1. 在这个例子中, 如果目标输出占空比是 100%, 输出占空比会从 50%开始逐步按照 0.5VCC/s 的加速度进行加速知道输出占空比到达 100%.
2. 在这个例子中, 如果目标输出占空比是 80%, 输出占空比会从 50%开始逐步按照 0.5VCC/s 的加速度进行加速直到输出占空比到达 80%.
3. 在这个例子中, 如果目标输出占空比是 10%, 输出占空比会从 50%开始驱动电机旋转直到检测到 3 个

hall 极性跳变后开始按照 0.25VCC/s 的减速度减速到 10%的目标输出占空比.

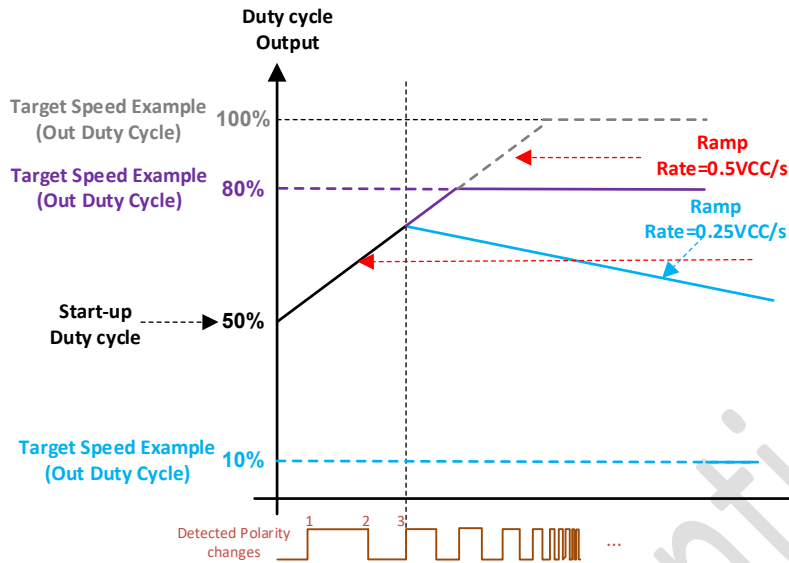


图 2 PWM 软启动设置

启动占空比(Start-up Duty cycle) 可以有 8 档调节. 调节范围: 3.125%, 6.5%, 12.5%, 25%, 37.5%, 50%, 75%, 100%.

加速度(The accelerate ramp rate)可以有 8 档调节. 调节范围: 0.125VCC/s, 0.25VCC/s, 0.5VCC/s, 1VCC/s. (备

注: 这里的 VCC 是指当前供电电压)

减速度(The decelerate ramp rate)可以有 8 档调节. 调节范围: 0.125VCC/s, 0.25VCC/s, 0.5VCC/s, 1VCC/s. (备

注: 这里的 VCC 是指当前供电电压)

9.3.7 Cycle By Cycle current limit Function (逐周期电流限制)

ACM6265QFR 支持逐周期电流限制来限制输出的最大相电流. 具体电流 4 档可调 ($0.4 \times I_{OC_LIMIT}$, $0.5 \times I_{OC_LIMIT}$, $0.66 \times I_{OC_LIMIT}$, $0.8 \times I_{OC_LIMIT}$). 具体参见调试界面.

9.3.8 Lead/Lag time (换相提前/滞后时间)

ACM6265QFR 支持在正转和反转下 换相提前/滞后时间分开可调.

换相提前时间/滞后时间的调节范围在 -2520us~2520us.

9.3.9 FG/RD 输出

ACM6265QFR 速度指示信号输出. FG/RD 管脚为集电极开漏输出, 外部需要加上拉电阻.

1. FG/RD 管脚可以配置 FG 功能. FG 可以配置为当前电频率的 1 分频、2 分频、4 分频以及 2 倍频, 另外也可以配置为 FG 的极性取反情况下的 1 分频和 2 分频.
2. FG/RD 管脚可以配置为 RD 功能. 当电机运转时 RD 输出低电平, 停转时输出高电平 (电机堵转期间如果没有导致 Hall 极性翻转都会一直保持为高电平. 换句话说, 只要电机扇叶卡死得足够紧, RD 就一直输出高电平).
3. FG/RD 管脚可以配置为 IRD 功能. 当电机运转时 RD 输出高电平, 停转时输出低电平 (电机堵转期间如果没有导致 Hall 极性翻转都会一直保持为低电平. 换句话说, 只要电机扇叶卡死得足够紧, IRD 就一直输出低电平).

8.4 速度曲线

ACM6265QFR 支持以下几种涉及到速度的映射曲线：

1. 电压环（速度曲线的 Y 轴为输出占空比，X 轴为输入调速占空比）；
2. 转速环（速度曲线的 Y 轴为转速，X 轴为输入调速占空比）；

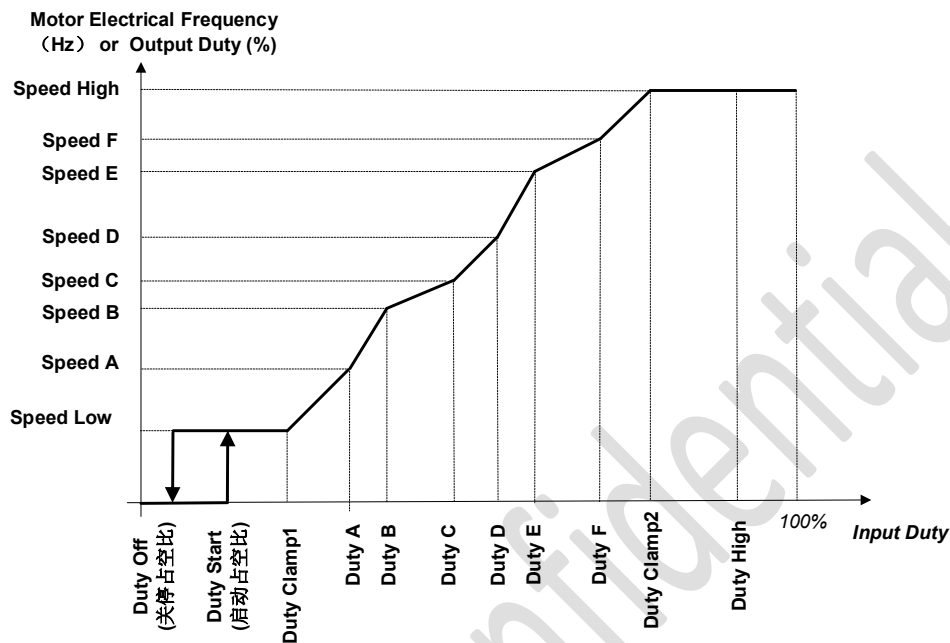


图 3 调速曲线实例 1（7 段折线，每段折线斜率可调节，低占空比设置为关停风扇）

低于图中的 Duty Off（关停占空比）后，风扇停止运转

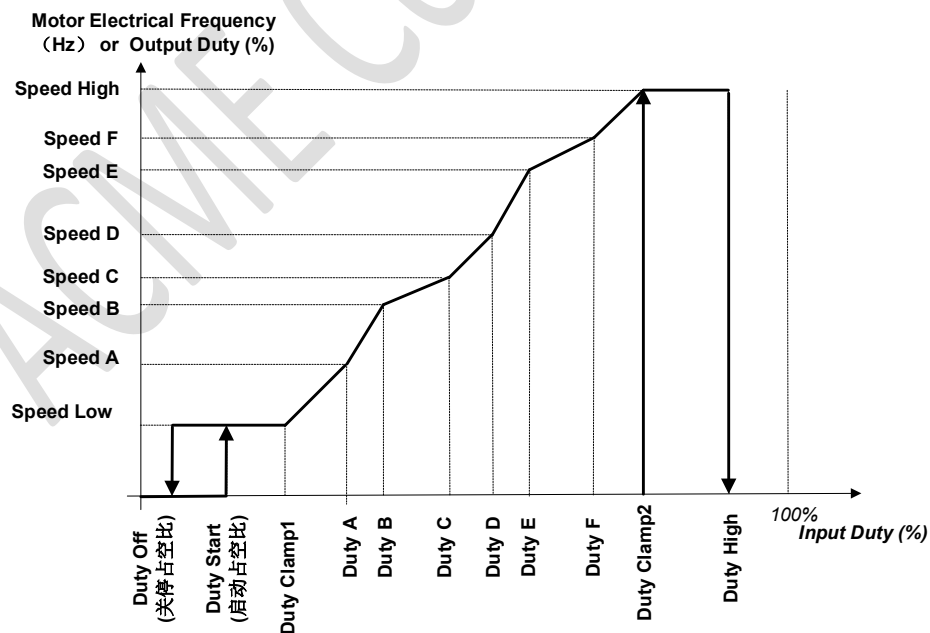


图 4 速度曲线实例 2（7 段折线，每段折线斜率可调节，低占空比和高占空比 设置为关停风扇）

低于图中的 Duty Off（关停占空比）后，风扇停止运转；高于图中的 Duty High 后，风扇停止运转。

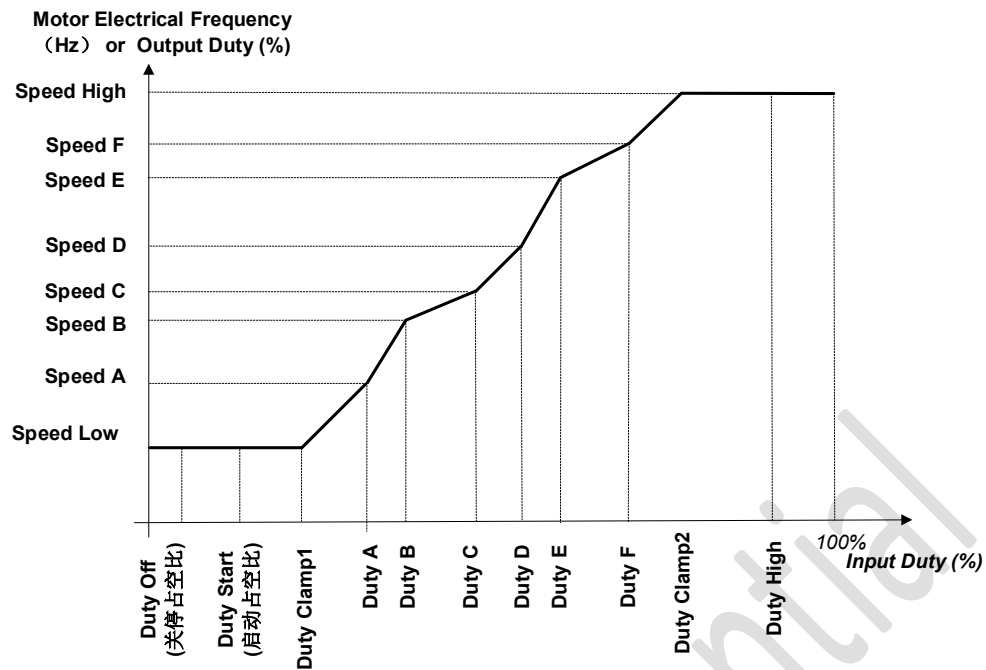


图 5 速度曲线实例 3（7 段折线，每段折线斜率可调节，低占空比和高占空比 设置为风扇持续运转）

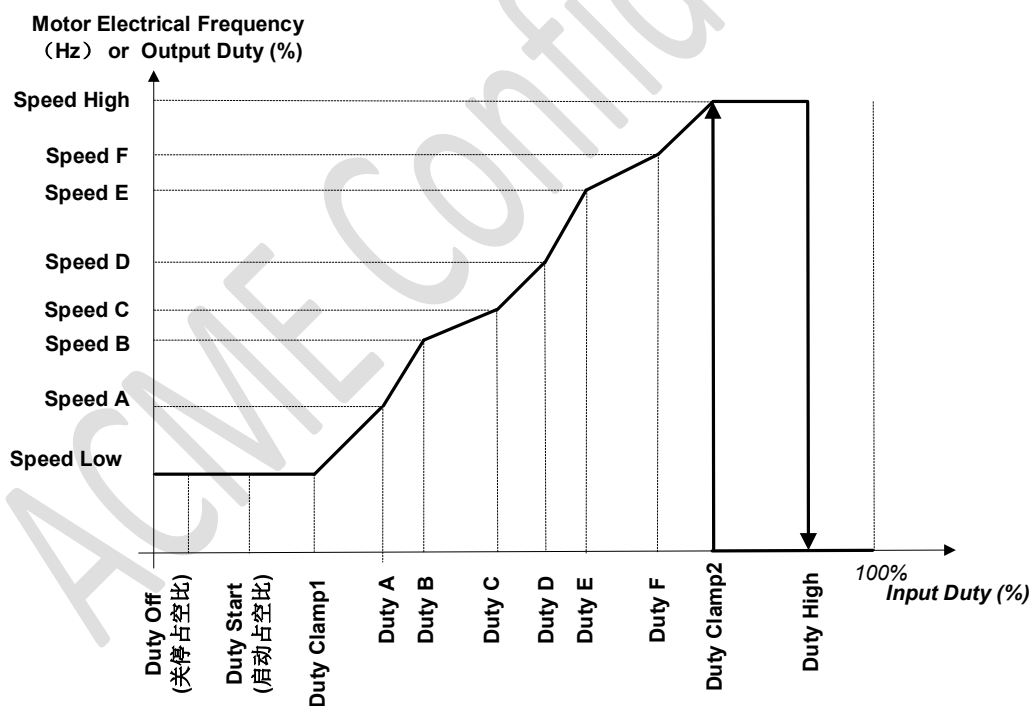


图 6 速度曲线实例 4（7 段折线，每段折线斜率可调节，低占空比风扇持续运转，高占空比设置风扇停转）

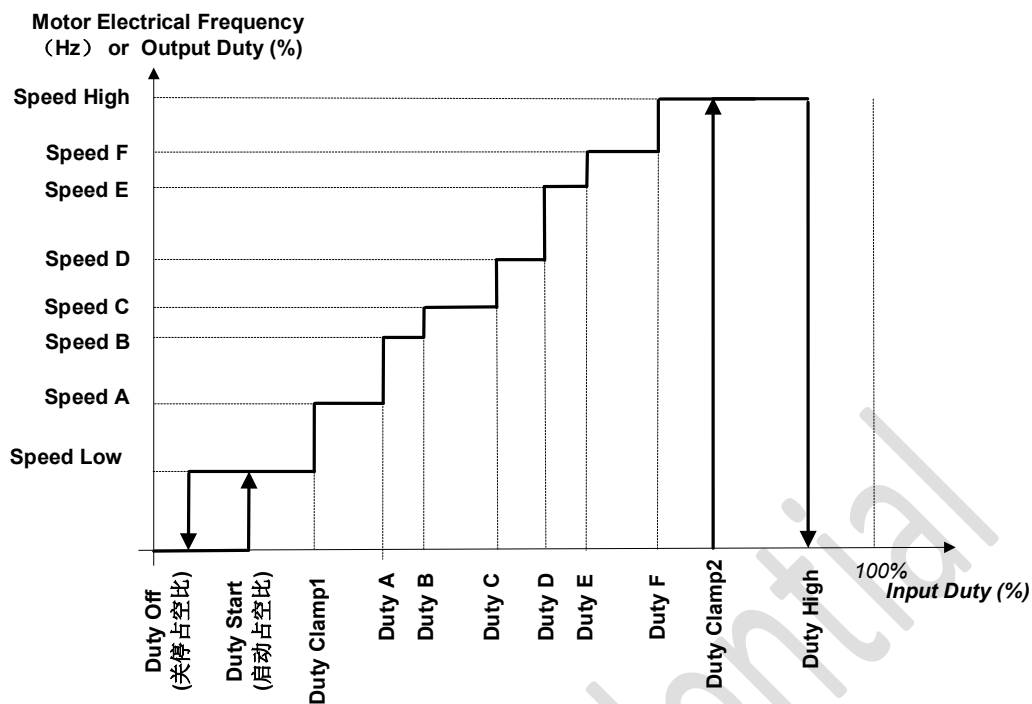


图 7 速度曲线实例 5 (8 段阶梯, 低占空比设置风扇停转, 高占空比设置风扇停转)

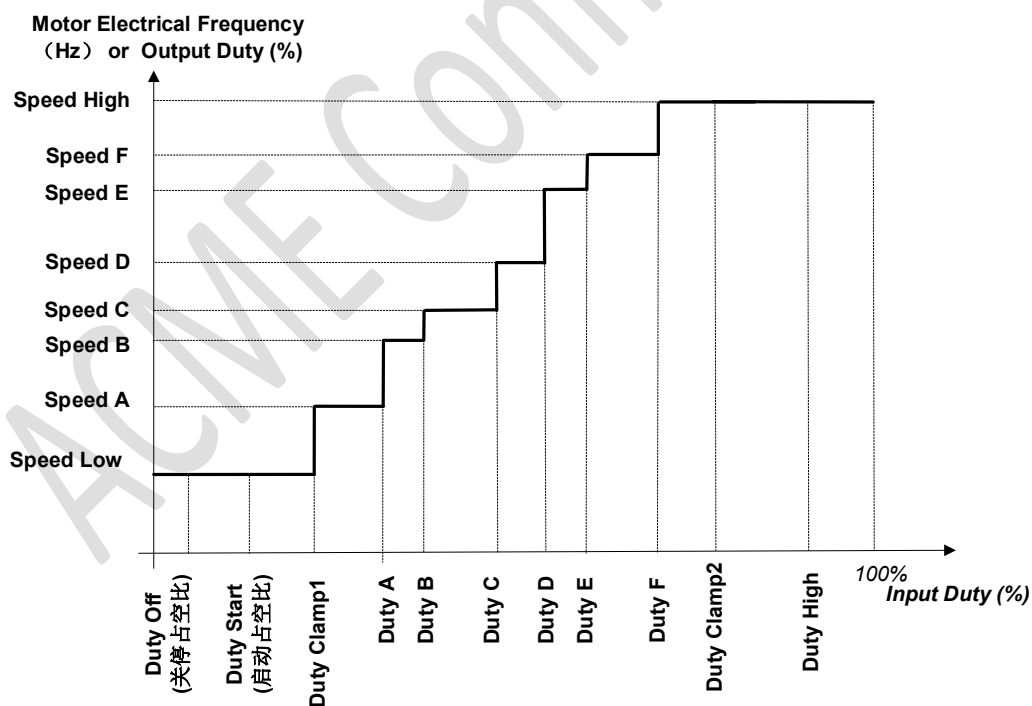


图 8 速度曲线实例 6 (8 段阶梯, 低占空比和高占空比风扇均运转)

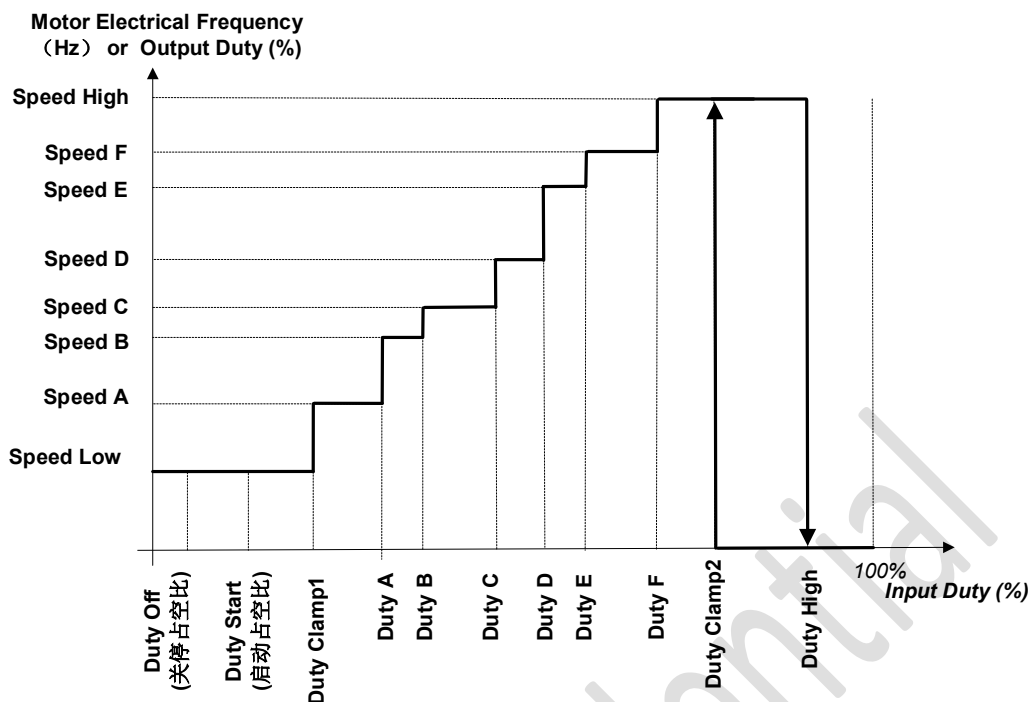


图 9 速度曲线实例 7 (8 段阶梯, 低占空比风扇停转, 高占空比风扇持续运转)

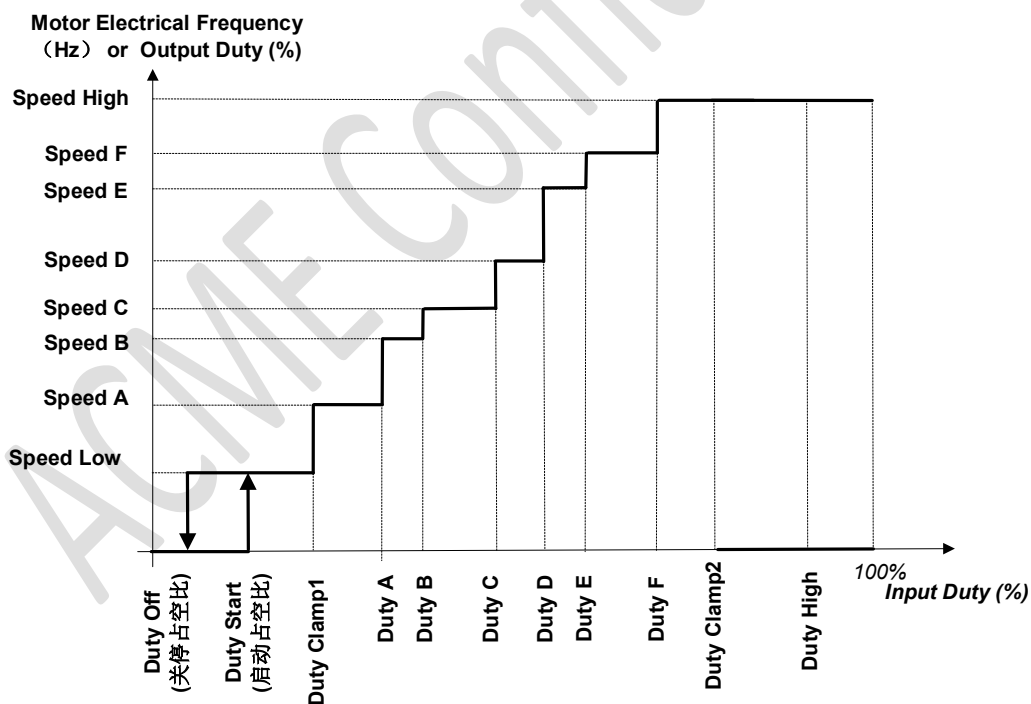
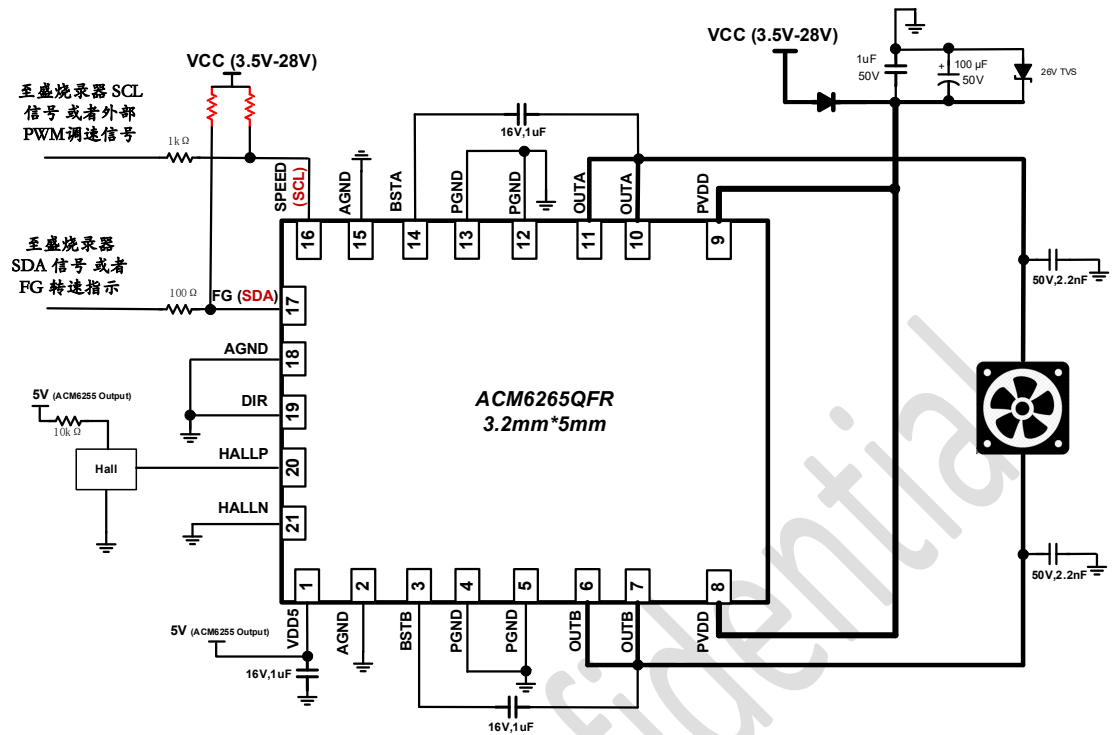


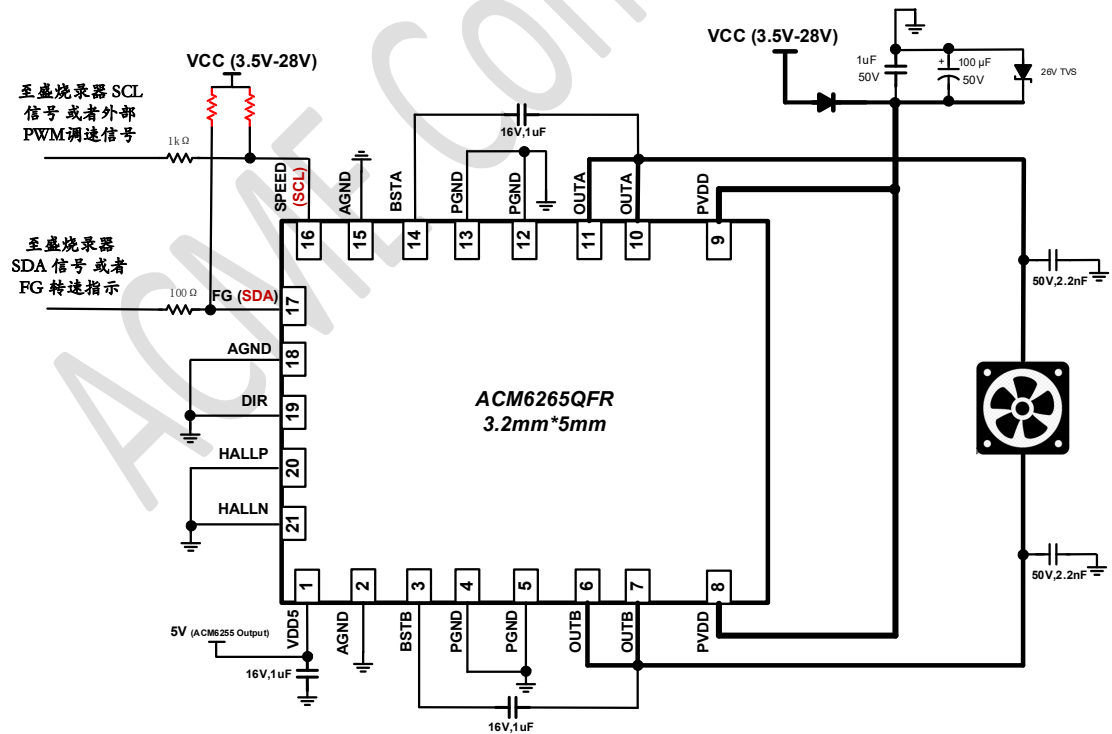
图 10 速度曲线实例 8 (8 段阶梯, 低占空比风扇停转, 高占空比风扇持续运转)

9.4.13 应用原理图



注：由于24V 供电应用热插拔导致的毛刺或者倒灌电压等影响需要有较大的VCC 电容和TVS 做保护

图 11 外部 Hall 传感器（Hall 开关）

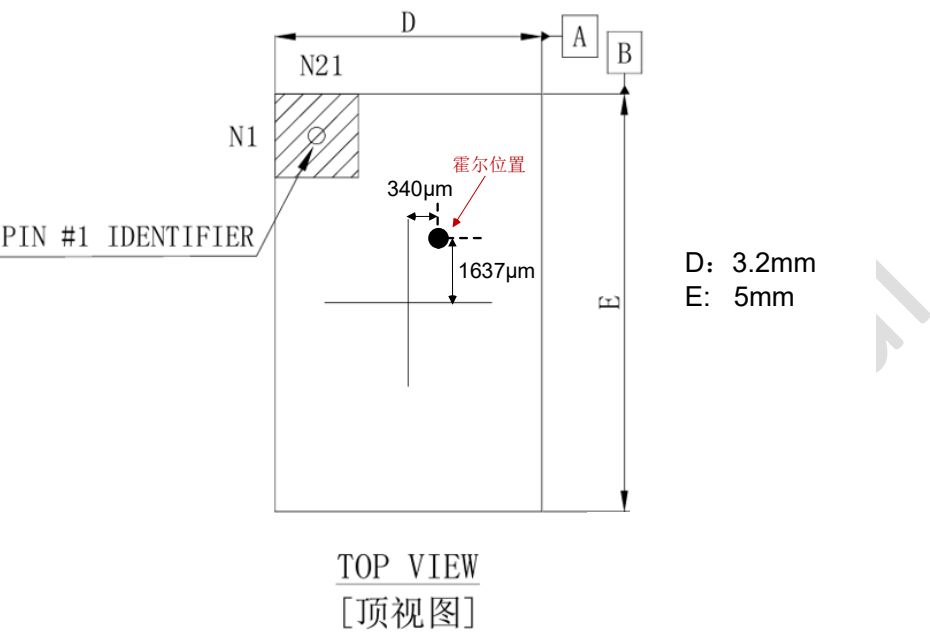


注：由于24V 供电应用热插拔导致的毛刺或者倒灌电压等影响需要有较大的VCC 电容和TVS 做保护

图 12 内部 Hall 传感器

8.5 内部 Hall 位置

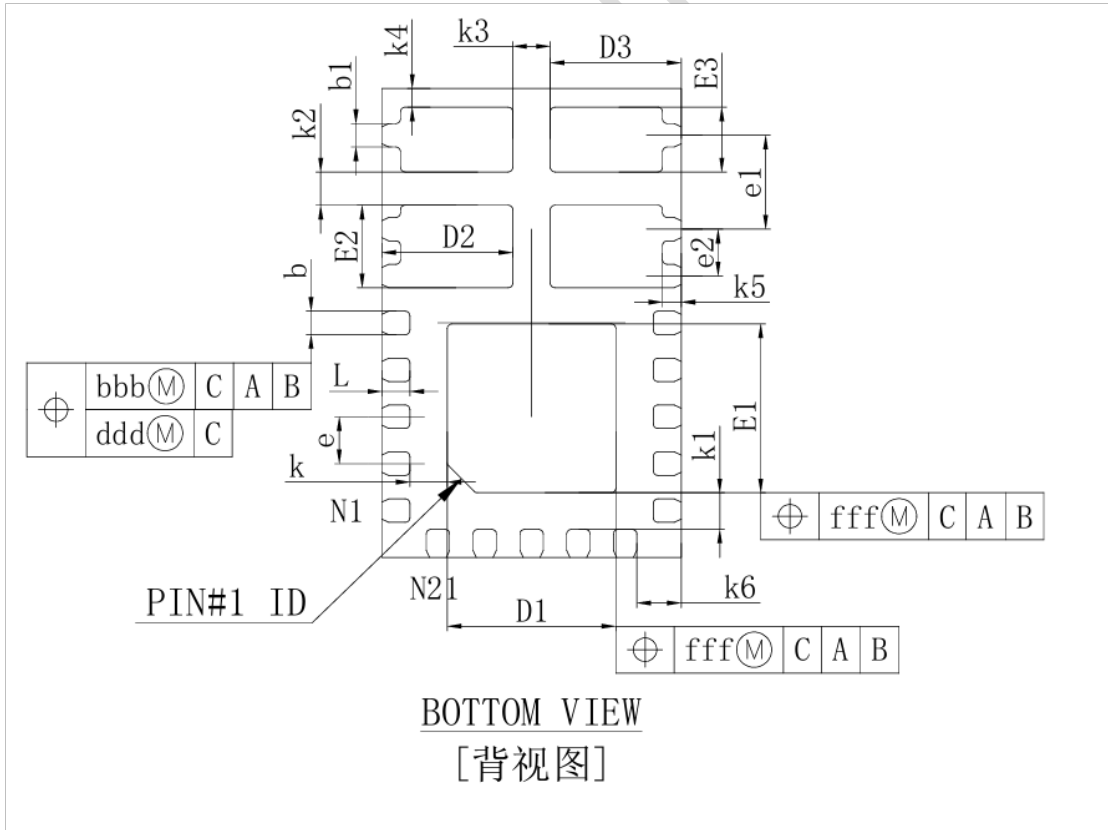
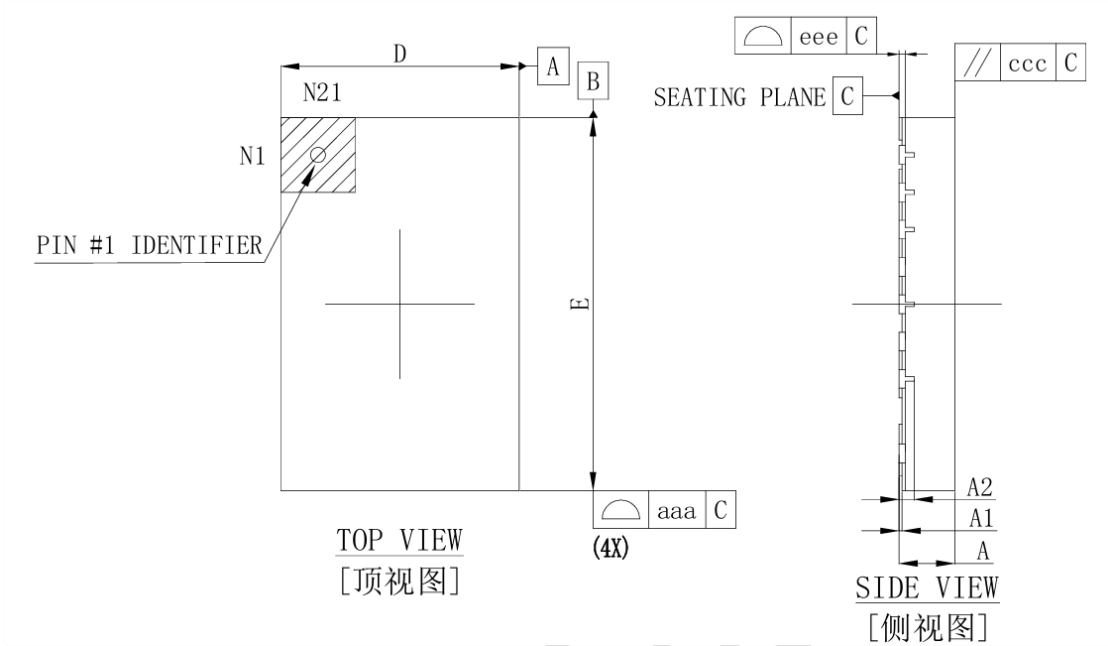
内部 Hall 位置参考 ACM6265QFR 芯片中心点，X 坐标向右偏移 340um，Y 坐标向上偏移 1637um.



9. 封装尺寸信息

Orderable Device	Package Type	MPQ	MOQ	Eco Plan	MSL Level	Device Marking
ACM6265QFR	QFN21 Tape and Reel	5000	5000	RoHS Compliant Lead-Free Finish	MSL3	ACM6265

9.1 QFN21



		SYMBOL	MIN.	NOM.	MAX.
TOTAL THICKNESS		A	0.700	0.750	0.800
STAND OFF		A1	0	—	0.050
L/F THICKNESS		A2	0.203REF.		
LEAD WIDTH		b	0.200	0.250	0.300
		b1	0.200	0.250	0.300
BODY SIZE	X	D	3.200BSC.		
	Y	E	5.000BSC.		
LEAD PITCH		e	0.500BSC.		
		e1	1.000BSC.		
		e2	0.500BSC.		
EP SIZE	X	D1	1.700	1.800	1.900
	Y	E1	1.700	1.800	1.900
	X	D2	1.300	1.400	1.500
	Y	E2	0.780	0.880	0.980
	X	D3	1.300	1.400	1.500
	Y	E3	0.590	0.690	0.790
LEAD LENGTH		L	0.250	0.300	0.350
LEAD TOP TO EP EDGE		k	0.400REF.		
		k1	0.390REF.		
EP EDGE TO EP EDGE		k2	0.355REF.		
		k3	0.400REF.		
EP EDGE TO PKG EDGE		k4	0.200REF.		
		k5	0.200REF.		
LEAD EDGE TO PKG EDGE		k6	0.475REF.		
PACKAGE EDGE TOLERANCE		aaa	0.150		
MOLD FLATNESS		ccc	0.100		
COPLANARITY		eee	0.080		
LEAD OFFSET		bbb	0.100		
		ddd	0.050		
EXPOSED PAD OFFSET		fff	0.100		