

数据手册

三相内置 **Pre-driver** 直流无刷马达控制器 **FT8133Q**

峰昭科技(深圳)股份有限公司

目 录

目 录	2
1 系统介绍.....	4
1.1 概述.....	4
1.2 应用场景	4
1.3 特性.....	4
1.4 应用电路	5
1.4.1 无感 FOC 双电阻示意图	5
1.4.2 Hall-Sensor 单电阻示意图	6
1.5 功能框图	7
1.5.1 FT8133Q 无感功能框图	7
1.5.2 FT8133Q 有感功能框图	8
1.6 引脚图.....	9
1.6.1 FT8133Q QFN24 引脚图	9
1.7 引脚定义	10
1.7.1 FT8133Q QFN24 引脚列表.....	10
2 封装信息.....	12
2.1 FT8133Q QFN24_4X4.....	12
3 订购信息.....	13
4 电气特性.....	14
4.1 绝对最大额定值.....	14
4.2 全局电气特性	14
4.3 保护特性	14
4.4 IO 电气特性(DIR/SPEED/FG)	15
4.5 PWM/CLOCK 调速频率范围	15
4.6 PRE-DRIVER 电气特性	15
4.7 模拟调速	15
4.8 封装热阻	16
5 功能描述.....	17
5.1 VDD5	17
5.2 HBIAS.....	17
5.3 DIR	17
5.4 ICP.....	17

5.5 ASPEED.....	17
5.6 SPEED	17
5.7 FG/RD/SDA	17
5.8 调速.....	18
5.8.1 调速模式.....	18
5.8.1.1 CLOCK 调速模式.....	18
5.8.2 调速曲线.....	18
5.9 提前角曲线.....	20
5.10 休眠模式.....	21
5.11 SOFT-ON、SOFT-OFF.....	21
5.12 堵转保护	22
5.13 缺相保护	22
5.14 过流保护	22
6 修改记录.....	23

FT8133Q 三相内置 Pre-driver 直流无刷马达控制器

1 系统介绍

1.1 概述

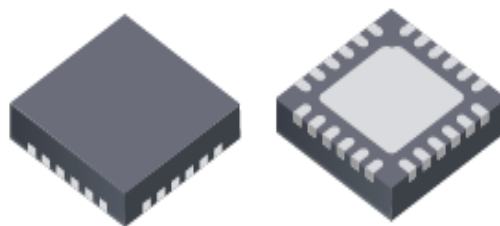
FT8133Q 是一款三相内置 Pre-driver 直流无刷马达驱动 IC。芯片高度集成，外围元器件少，电机噪声低，转矩脉动小。GUI 可配置客户电机参数、启动和调速方式，并储存在内置的EEPROM。调速接口可选择模拟电压、PWM、I²C、CLOCK 调节电机转速。集成转速指示功能，可通过 FG 引脚或 I²C 接口实时读取电机转速。控制方式可选择恒转速、恒电流、恒功率和电压环控制。集成过流、欠压、过压、堵转、缺相、Hall 异常等多种保护模式，睡眠电流约 60 μ A。

1.2 应用场景

落地扇、散热风扇、吊扇、扫地宝、吸尘器等。

1.3 特性

- 支持无传感器 FOC
- 支持有感 FOC(Hall-IC/Hall-Sensor)
- 支持有感 SVPWM(Hall-IC/Hall-Sensor)
- 3P3N Pre-driver 输出，死区时间可选择
- 恒转速、恒电流、恒功率、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
- 可配置多段调速曲线
- 集成过流、欠压、过压、堵转、缺相、Hall 异常等多种保护模式
- 正、反转自由切换
- 支持 FG、RD 输出



QFN24

1.4 应用电路

1.4.1 无感 FOC 双电阻示意图

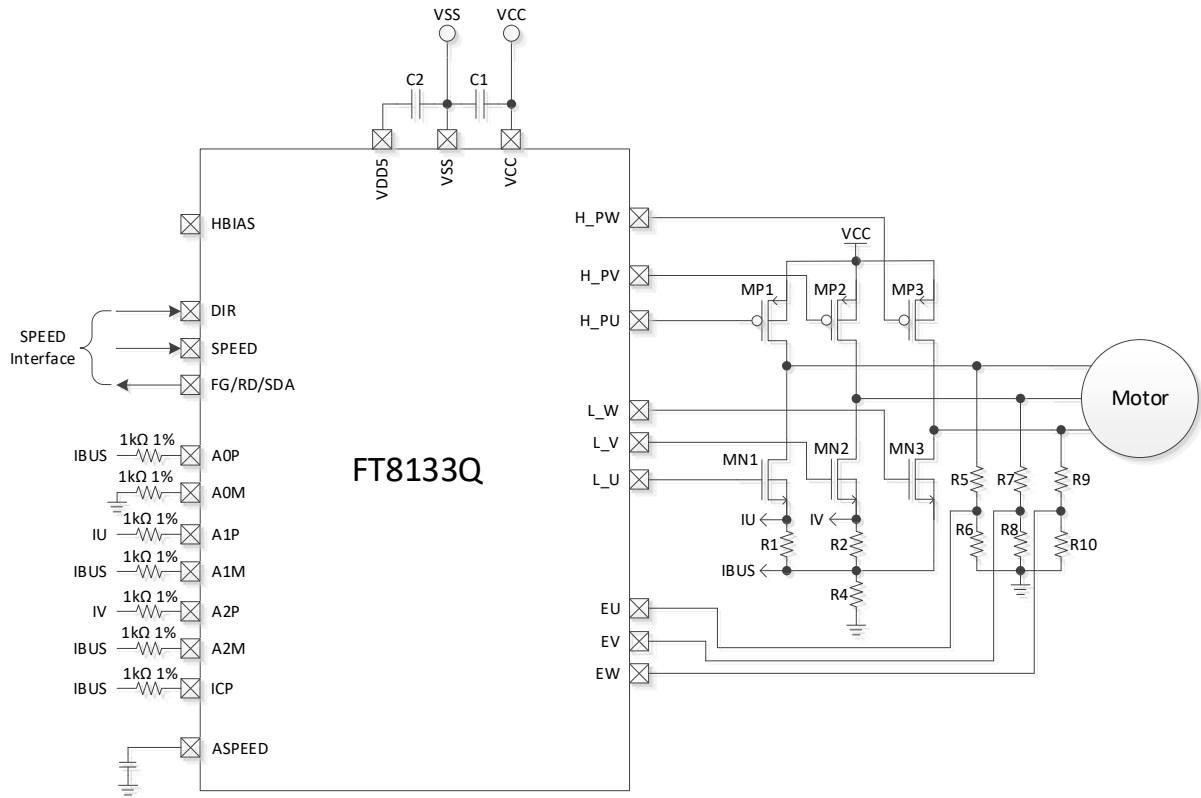


图 1-1 无感 FOC 双电阻示意图

1.4.2 Hall-Sensor 单电阻示意图

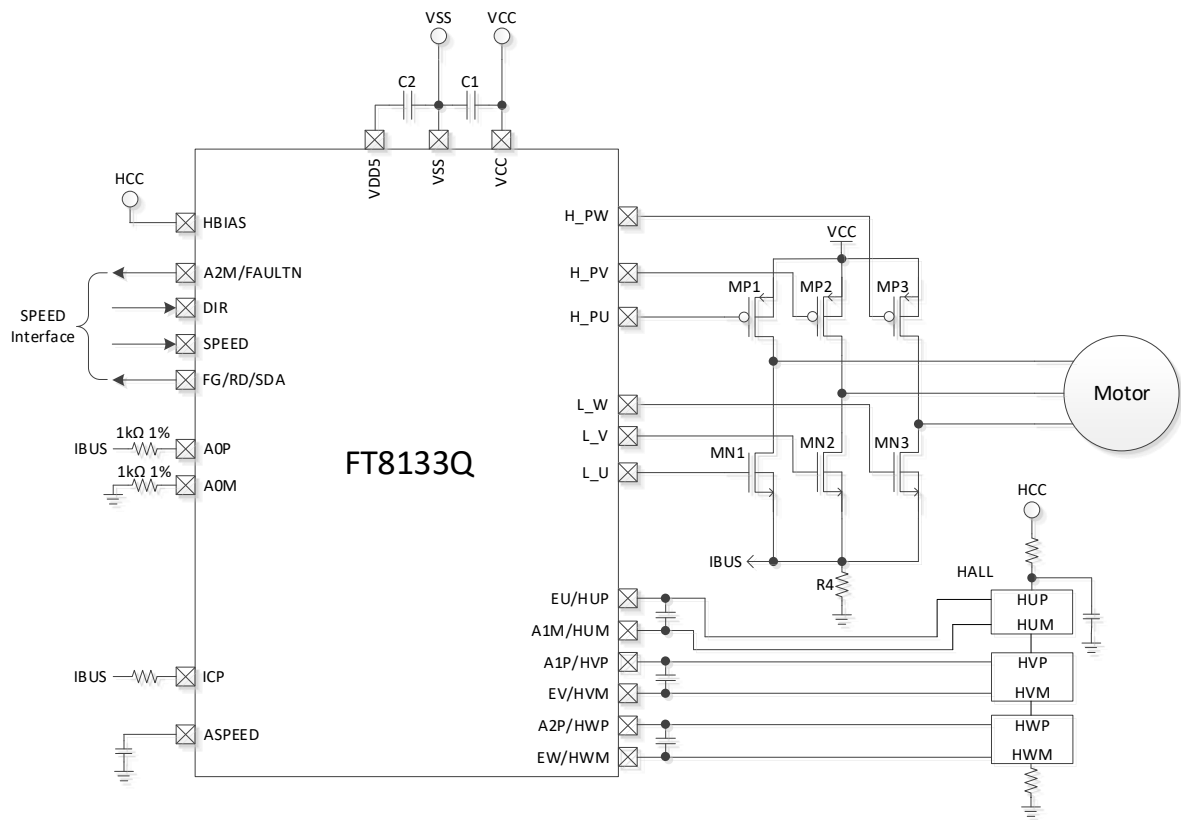


图 1-2 Hall-Sensor 单电阻示意图

1.5 功能框图

1.5.1 FT8133Q 无感功能框图

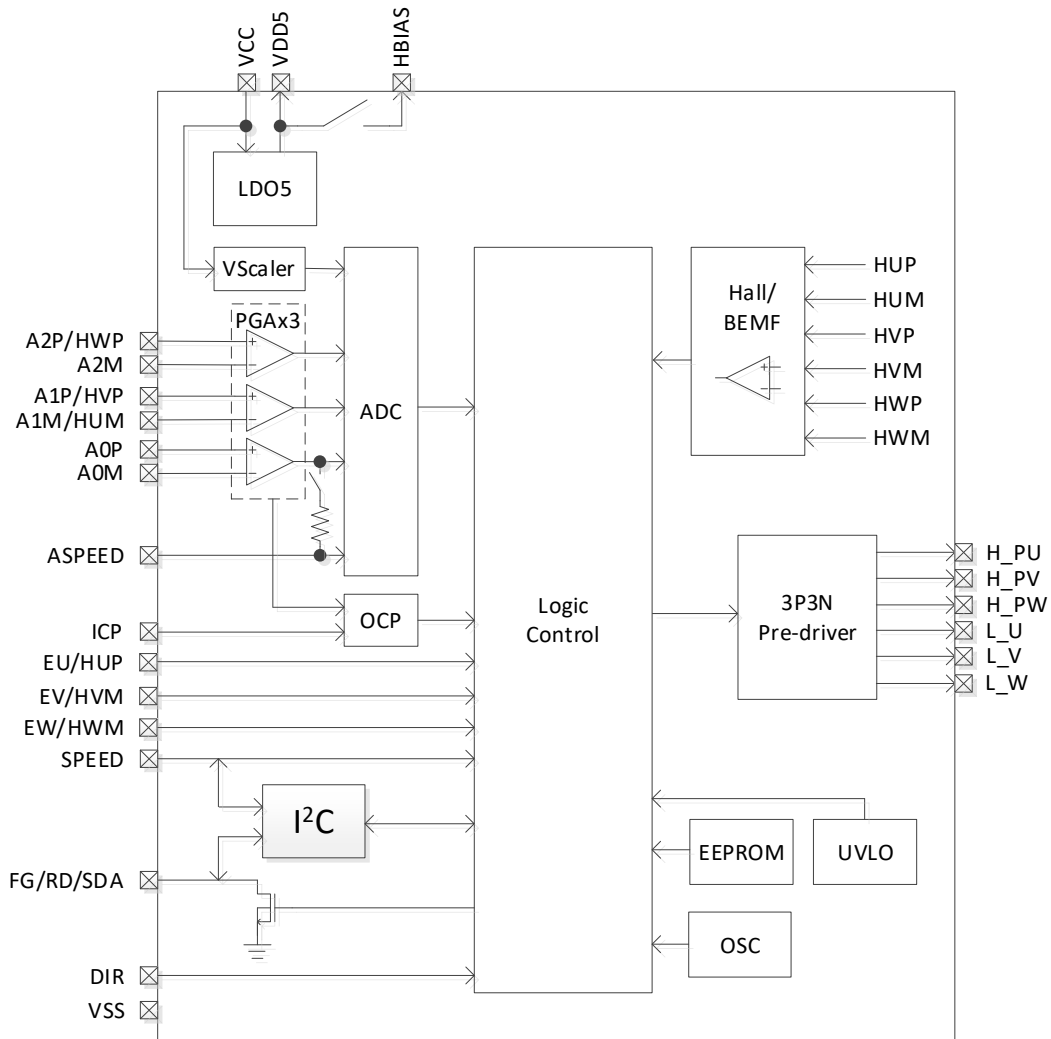


图 1-3 FT8133Q 无感功能框图

1.5.2 FT8133Q 有感功能框图

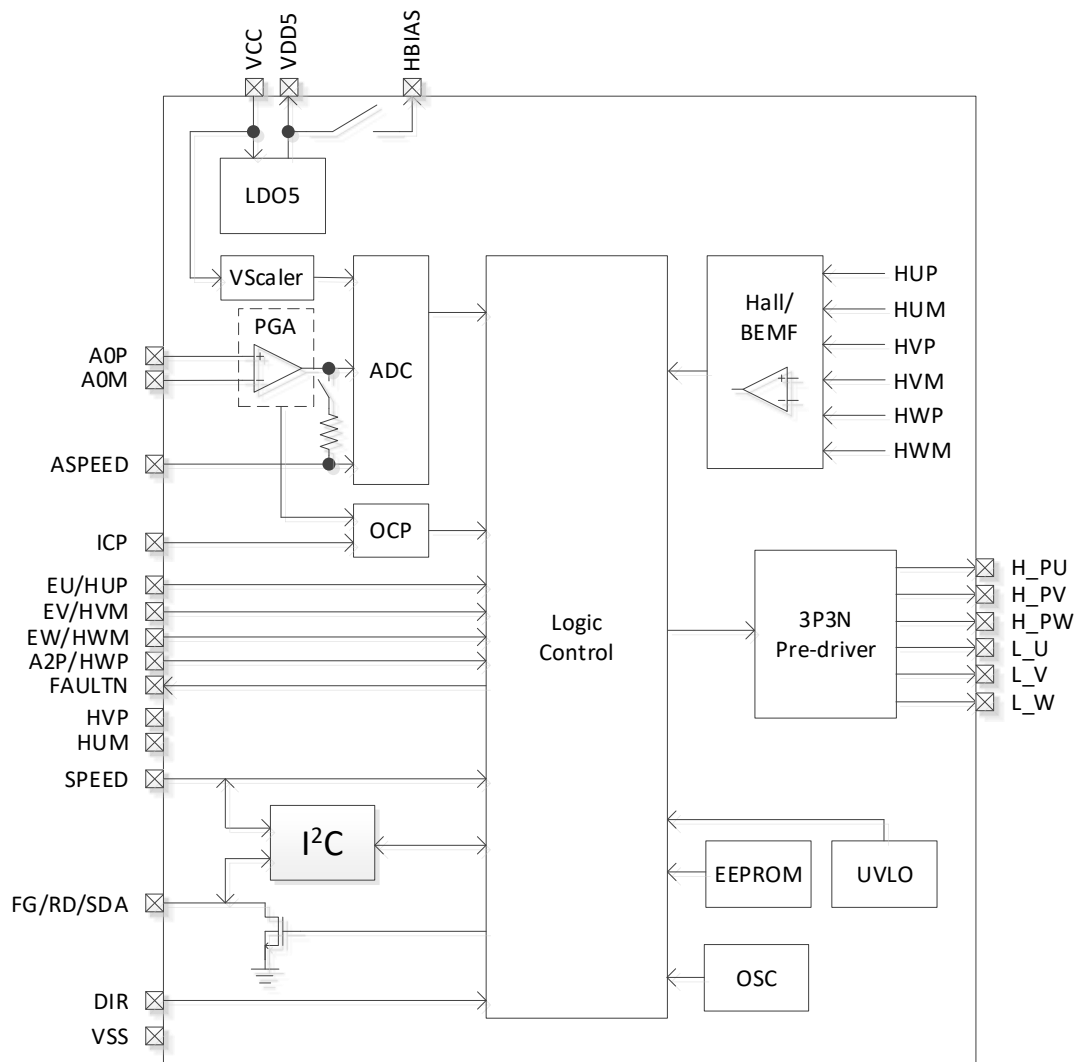


图 1-4 FT8133Q 有感功能框图

1.6 引脚图

1.6.1 FT8133Q QFN24 引脚图

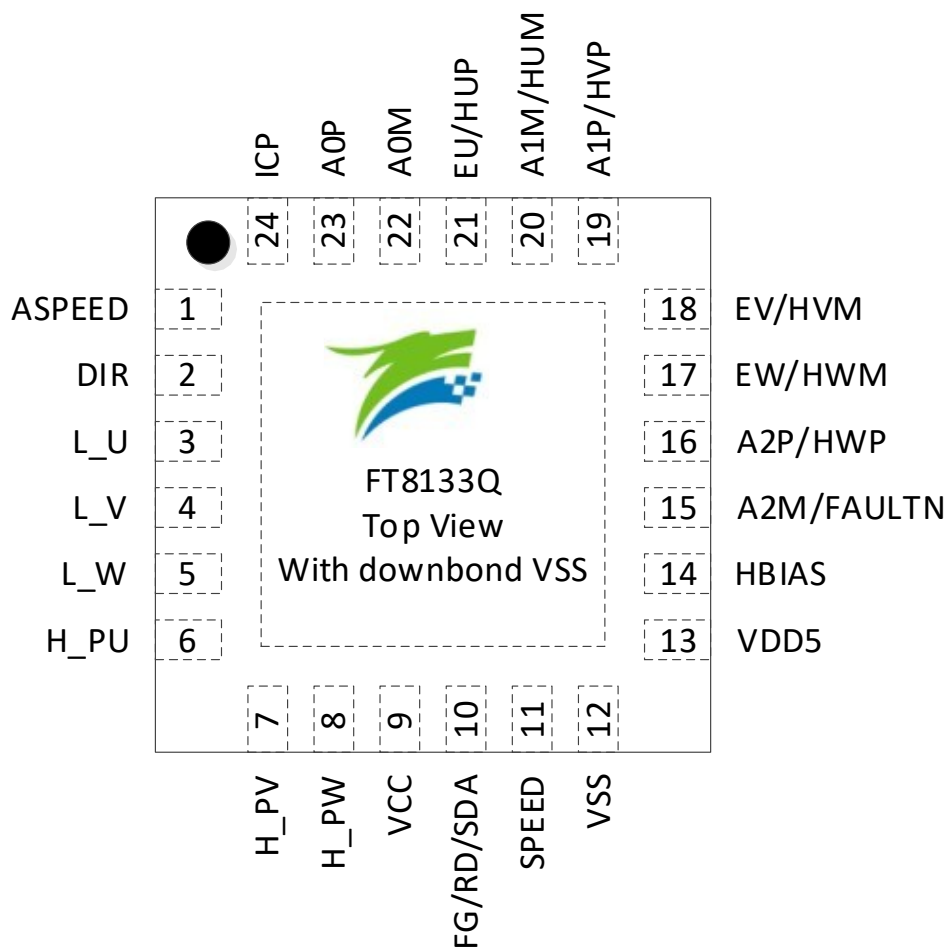


图 1-5 FT8133Q QFN24 引脚图

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 FT8133Q QFN24 引脚列表

表 1-1 FT8133Q QFN24 引脚定义

引脚	FT8133Q QFN24	IO 类型	功能描述
ASPEED	1	AI	模拟调速输入
DIR	2	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
L_U	3	DO	3P3N Pre-driver 下桥 U 相输出, 内置 25kΩ 下拉电阻
L_V	4	DO	3P3N Pre-driver 下桥 V 相输出, 内置 25kΩ 下拉电阻
L_W	5	DO	3P3N Pre-driver 下桥 W 相输出, 内置 25kΩ 下拉电阻
H_PU	6	DO	3P3N Pre-driver 上桥 U 相输出, 内置 50kΩ 上拉电阻
H_PV	7	DO	3P3N Pre-driver 上桥 V 相输出, 内置 50kΩ 上拉电阻
H_PW	8	DO	3P3N Pre-driver 上桥 W 相输出, 内置 50kΩ 上拉电阻
VCC	9	P	输入电源, 6V ~ 28V DC, 接不小于 10μF 电容到地
FG/RD/ SDA	10	DO/ DB	转速输出信号或者堵转指示, 集电极开漏输出 I ² C 数据线, 集电极开漏输出
SPEED	11	DI	电机调速输入, PWM 调速, CLOCK 调速
VSS	12	P	地
VDD5	13	P	5V LDO 输出, 接 1μF ~ 4.7μF 电容到地
HBIAS	14	DO	Hall 偏置电源, 内部通过开关连接 VDD5
A2M/ FAULTN	15	AI/ DO	AMP2 负输入端 故障输出指示, 集电极开漏输出
A2P/ HWP	16	AI/ AI	AMP2 正输入端 W 相 Hall-Sensor 正输入端
EW/ HWM	17	AI/ AI	W 相反电动势分压输入 W 相 Hall-Sensor 负输入端或者 Hall-IC 输入
EV/	18	AI/	V 相反电动势分压输入

引脚	FT8133Q QFN24	IO 类型	功能描述
HVM		AI	V 相 Hall-Sensor 负输入端或者 Hall-IC 输入
A1P/ HVP	19	AI/ AI	AMP1 正输入端 V 相 Hall-Sensor 正输入端
A1M/ HUM	20	AI/ AI	AMP1 负输入端 U 相 Hall-Sensor 负输入端
EU/ HUP	21	AI/ AI	U 相反电动势分压输入 U 相 Hall-Sensor 正输入端或者 Hall-IC 输入
AOM	22	AI	AMPO 负输入端
AOP	23	AI	AMPO 正输入端
ICP	24	AI	过流保护输入

2 封装信息

2.1 FT8133Q QFN24_4X4

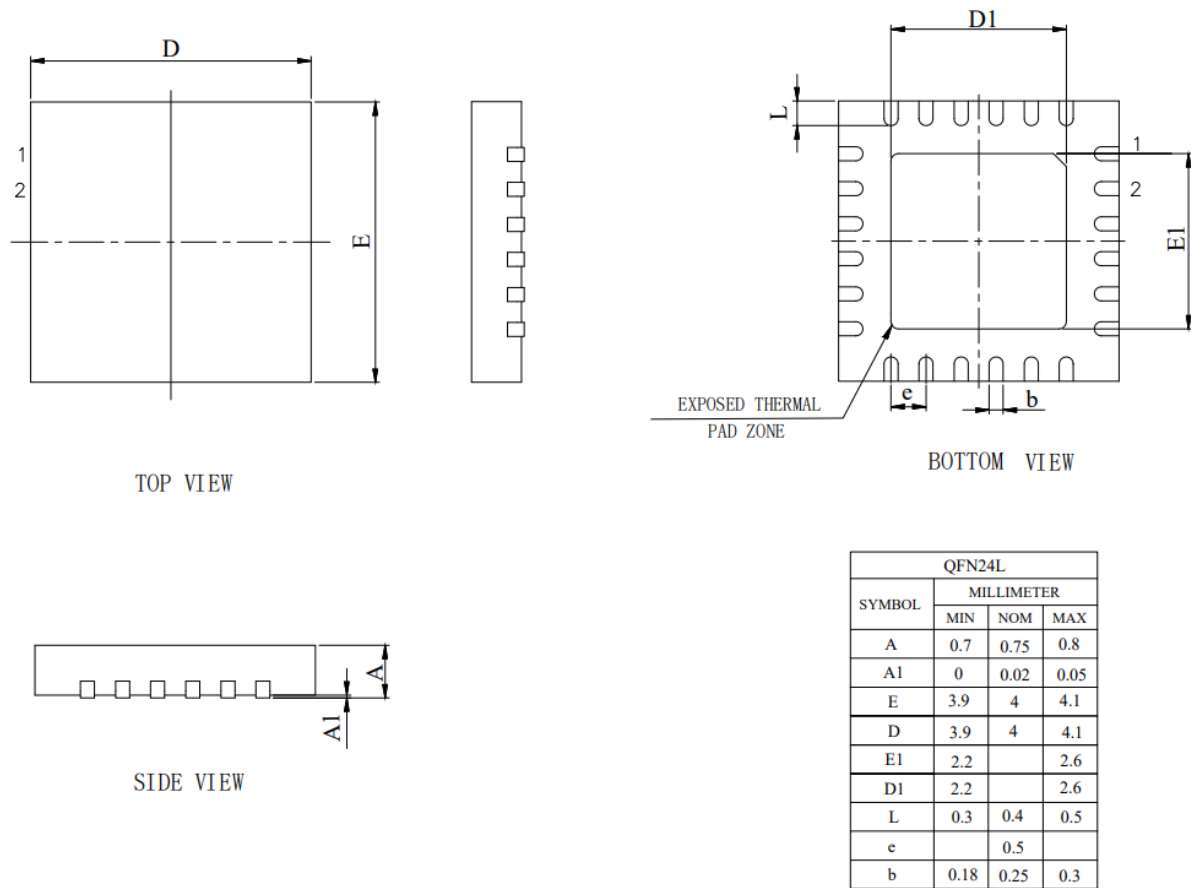


图 2-1 FT8133Q QFN24_4X4 封装信息

3 订购信息

表 3-1 产品型号选择

型号	电源电压 (V)	驱动接口	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	欠压保护	过压保护	堵转保护	Hall异常保护	缺相保护			
				I ² C	PWM/ CLOCK	模拟电压											
FT8133Q	6 ~ 28	3P3N Predriver	有感 & 无感正弦	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	-40 ~ 150	√	QFN24 (4x4mm)

4 电气特性

4.1 绝对最大额定值

表 4-1 绝对最大额定值

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 相对 VSS 电压		-0.3	-	VCC + 0.3	V
H_PU/H_PV/H_PW 相对 VSS 电压		-0.3	-	VCC + 0.3	V
L_U/L_V/L_W 相对 VSS 电压		-0.3	-	VCC + 0.3	V
DIR/ASPEED/ICP/AOP/AOM/ EU/A1M/A1P/EV/EW/A2P/ A2M/HBIAS/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		6	-	28	V
VDD5 工作电压	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$	4.8	5	5.2	V
VCC 工作电流 I_{VCC}	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$	-	15	25	mA
VDD5 带负载电流	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$	-	-	10	mA
VCC 休眠电流 $I_{VCC-sleep}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$	-	50	100	μA

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 硬件欠压保护 V_{UVLO}		4.8	5.4	6	V
VCC 硬件欠压保护恢复迟滞 $V_{UVLO-HYS}$		-	0.4	-	V

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}		$0.6 \cdot V_{DD5}$	-	-	V
输入低电平 V_{IL}		-	-	$0.2 \cdot V_{DD5}$	V
SPEED/DIR/A1P 上拉电阻		-	33	-	$k\Omega$
SPEED 下拉电阻		-	30	-	$k\Omega$
EW/EV/EU/A2P/A2M 上拉电阻		-	5.6	-	$k\Omega$

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		100	-	100k	Hz
CLOCK 调速频率范围		20	-	1400	Hz

4.6 Pre-driver 电气特性

表 4-6 Pre-driver 电气特性

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
上桥输出拉电流		-	150	-	mA
上桥输出灌电流		-	90	-	mA
下桥输出拉电流		-	150	-	mA
下桥输出灌电流		-	180	-	mA
上桥输出上升时间	1nF 负载, 从 10%上升至 90%	-	25	-	ns
上桥输出下降时间	1nF 负载, 从 90%下降至 10%	-	90	-	ns
下桥输出上升时间	1nF 负载, 从 10%上升至 90%	-	115	-	ns
下桥输出下降时间	1nF 负载, 从 90%下降至 10%	-	60	-	ns

4.7 模拟调速

表 4-7 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	-	VDD5	V

4.8 封装热阻

表 4-8 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_{JC} 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 VDD5

电压基准，只为内部数字逻辑和模拟电路供电，VDD5 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 HBIAS

Hall 偏置电源，内部通过开关连接 VDD5，最大的带负载能力为 10mA。

5.3 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。

5.4 ICP

采集电流，当设置为过流保护模式为 ICP 时，用于电流采样。

5.5 ASPEED

模拟电压调速引脚，端口可耐 VCC 电压输入，当设置为模拟电压调速时起作用，输入电压进行调速。

5.6 SPEED

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

5.7 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。

设置 FG/RD/SDA 为 FG，即选择 FG/RD/SDA 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 $k = FGMUL * FGDIV$ 。

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 个数等于 $pp*k$ (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 $k = 3/4$ 。

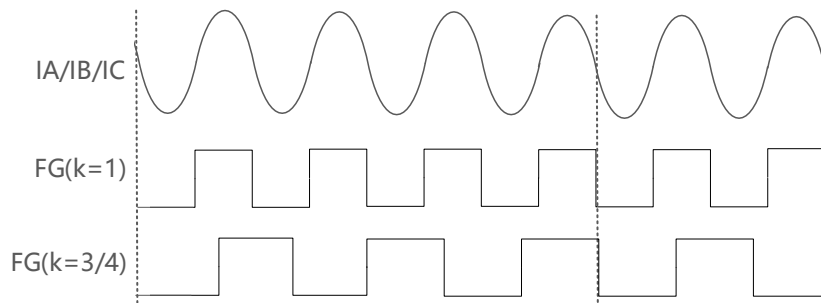


图 5-1 $k = 1$ 和 $k = 3/4$ 的 FG 输出图

有感模式时，选择 FG3 倍频跟随或者 FG1 倍频跟随。FT8133Q 会按照设置的 FG 跟随频率输出 FG。如果 FG 跟随功能 Disable，则根据设置的 FGDIV 与 FGMUL 输出 FG。

5.8 调速

5.8.1 调速模式

FT8133Q 支持 PWM、模拟电压、I²C、CLOCK 四种调速方式，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)。

5.8.1.1 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。

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。

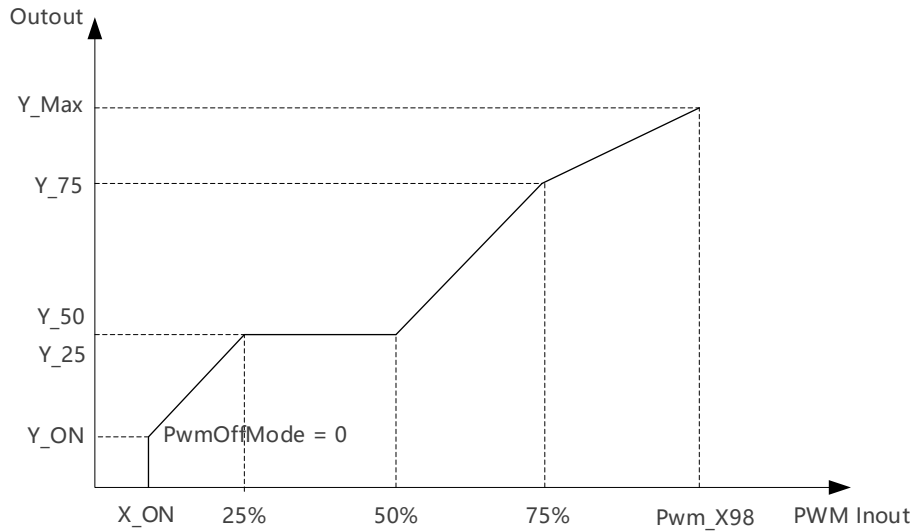


图 5-2 电压环模式下的曲线(PwmOffMode = 0)

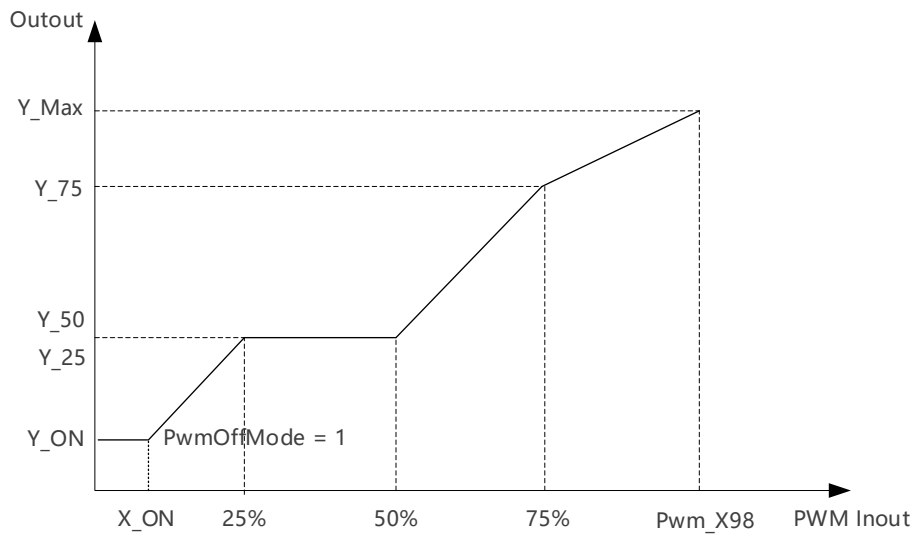


图 5-3 电压环模式下的曲线(PwmOffMode = 1)

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。选择功率环时，Y 轴代表功率；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。

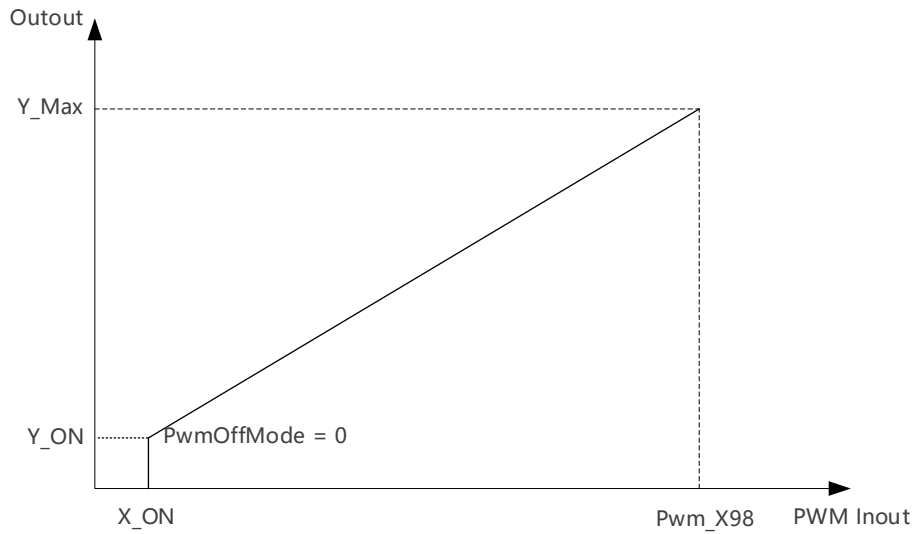


图 5-4 速度环或电流环或功率环模式下的曲线(PwmOffMode = 0)

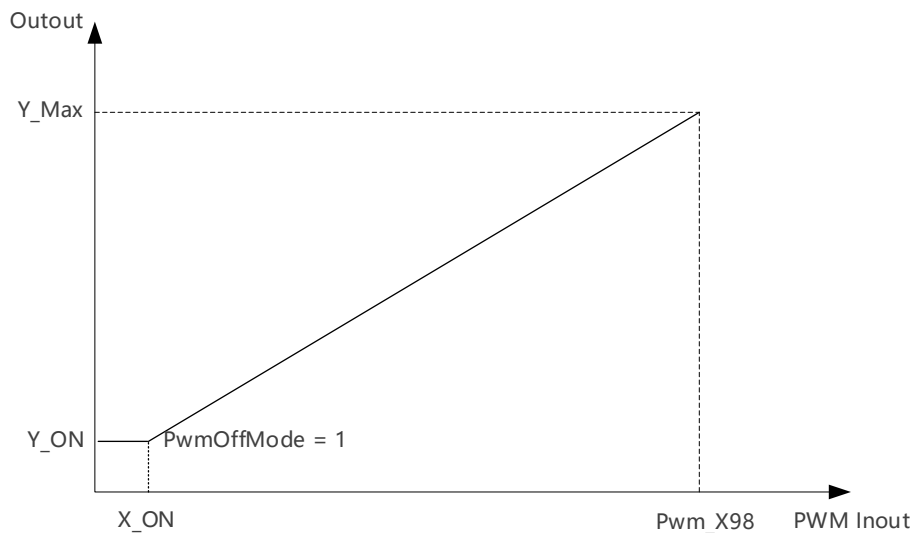


图 5-5 速度环或电流环或功率环模式下的曲线(PwmOffMode = 1)

5.9 提前角曲线

当控制模式选择有感 SVPWM 时，电压输出占空比对应的提前角的曲线如图 5-6，横坐标为 PWM 电压输出占空比，纵坐标为提前角。通过设置 9 个点位的提前角，实现多段式提前角曲线，可以更好地拟合电机特性。9 个点位分别为 0%，12.5%，25%，37.5%，50%，62.5%，75%，87.5%，100%，每相邻的两个点位之间最大的角度差为 10.547°。

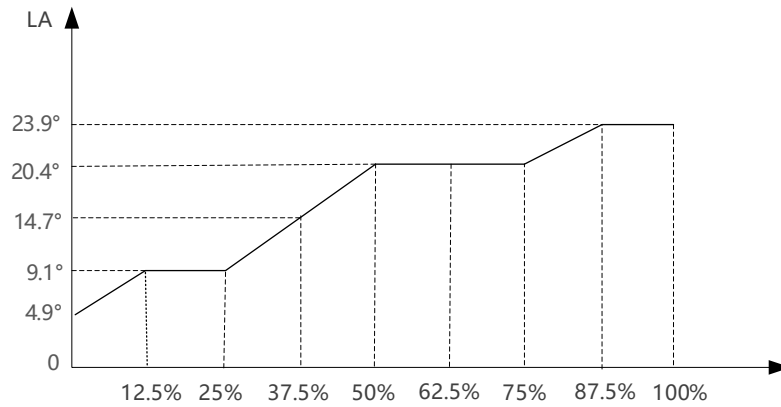


图 5-6 提前角曲线

5.10 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。

5.11 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，降低运行时噪音。

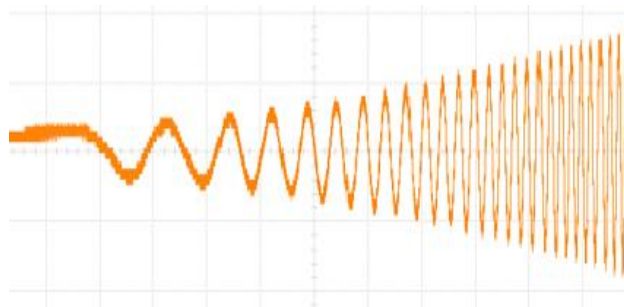


图 5-7 Soft-On 相电流波形

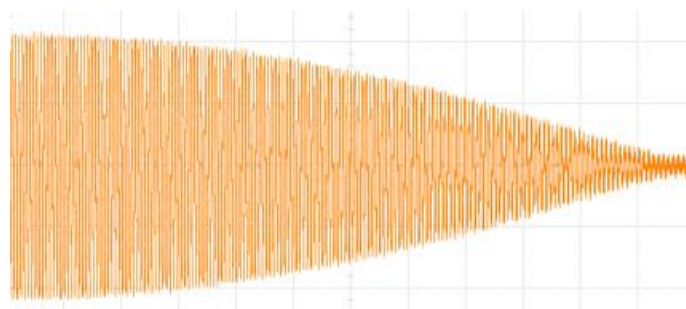


图 5-8 Soft-Off 相电流波形

5.12 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 6s 后根据设置决定是否重启。

5.13 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 6s 后根据设置决定是否重启。

5.14 过流保护

当电流超过过流保护门限时，芯片关闭输出，等待 6s 后根据设置决定是否重启。

6 修改记录

版本	主要修改内容	生效日期	修订者
V1.0	首次发布	2023/08/02	朱兵华
V1.1	1. 1.1 概述、1.3 特性、3 订购信息删除过温保护； 2. 更新 2 封装信息； 3. 优化框图。	2023/10/25	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。