

32 位电机控制 MCU 内置 40V 预驱（支持 NP）
64KB Flash, 52.5KB RAM, 高级 Timer, 11 位 ADC
数据手册 V1.0

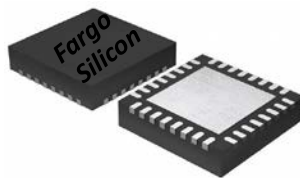
芯片特性

- **32 位高性能 MCU 主控内置 40V 预驱**
 - 最高工作频率 96MHz
 - 单周期 32 位硬件乘法器
 - 32 个中断，每个中断具有 4 级优先级
- **硬件计算加速单元**
 - 32 位除法器
 - 支持 Clarke/Park/iPark 硬件计算
 - 矩阵乘法/加法/移位/最大值硬件计算
- **存储器**
 - 64KBytes Flash
 - 支持页/扇区/块操作
 - 最少擦写次数 10 万次@85℃
 - 数据保存时间 10 年@85℃
 - 52.5KBytes RAM 空间
 - 8KBytes ISP ROM 空间
- **电源供电**
 - 供电电压 VCCIO: 3.3V
 - 模拟供电电压: 3.3V
 - 低功耗模式: 空闲, 睡眠, 停机
- **时钟单元**
 - 256KHz 的内部低速时钟振荡器 (±5%精度 25℃, 3.3V)
 - 64MHz 至 96MHz 的内部高速时钟振荡器 (±2%精度 25℃, 3.3V)
 - 64MHz 至 96MHz 的内部 PLL, 可提供高精度时钟(支持 4MHz 到 32MHz 晶振输入)
- **快速 GPIO**
 - 耐压能力 3.6V, IO 内接核心总线速度快
 - 支持 IO 唤醒 MCU
- **11 位模数转换器 ADC**
 - 支持 7 通道, 1M 采样率
 - 电压转换范围: 0 至 2.5V
 - 供电范围: 3.0V 至 3.6V
- **8 位 DAC 和 10 位 DAC 各 1 个**
- **最多 13 个模拟比较器**
- **3 路差分可编程增益放大器**
 - 支持同步三采样, 数据依次转换
 - 放大倍数: x1 x2 x4 x8 x16 x48 可配置
- **4 路单端可编程增益放大器**
 - 放大倍数: x1 x2 x4 x8 x16 x48 可配置

- **特色模拟端口**
 - 支持内部星型连接功能, 构造 UVW 中性点
 - 部分端口支持模拟量输出
- **6 个定时器, 其中包括 3 个高级定时器**
 - 3 个高级定时器, 支持电机控制死区和刹车功能, 速度反馈输出, ABZ 编码器及霍尔接口
 - 1 个 32 位通用 gTimer 定时器
 - 1 个 32 位通用 RTC 定时器
 - 1 个 24 位系统定时器
- **低功耗 RTC (256KHz 时钟)**
 - 睡眠模式自动唤醒
 - 16 位计时器
- **看门狗**
- **通信接口**
 - 1 个 I2C, 支持主机和从机模式
- **96 位全球唯一序列号**
- **支持 Flash 代码保护功能**
- **集成 5V/30mA LDO**
- **集成三个独立 PMOS 和三个独立 NMOS 栅极驱动**
- **工作温度: -40 ~ +85℃**
- **可靠性**
 - EFT > ±3.5KV, ESD HBM ±4KV

封装形式

- **QFN32**



器件描述

Device Version	Summary
FG8693Q32	Q32(QFN 32 PIN)

目录

1	芯片简介	3
2	芯片概述	3
2.1	芯片架构	3
2.2	存储器映射	4
3	管脚描述	5
3.1	QFN32 管脚	5
3.2	QFN32 管脚描述	5
4	电气特性	6
4.1	绝对最大额定值	6
4.2	DC 电气参数	7
4.2.1	MCU 电气参数	7
4.2.2	Flash 电气参数	7
4.3	AC 电气参数	8
4.3.1	内部高速振荡器	8
4.3.2	内部低速振荡器	8
4.3.3	高速锁相环 PLL	8
4.3.4	比较器	8
4.3.5	可编程增益放大器	9
4.3.6	模拟端口	9
4.3.7	模数/数模转换器	9
4.4	内置预驱参数	10
5	封装信息	11
6	订购信息	12
7	历史记录	12
8	联系方式	12

1 芯片简介

FG8693Q 电机控制集成 40V 三相预驱芯片内嵌 32 位高性能 CPU 内核, 其工作频率范围为 64MHz 至 96MHz。嵌入式存储器包括, 64KB 的闪存, 52.5KB 的 RAM 和 8KB 的 ISP ROM。此外, 片上集成硬件计算单元可减少算法运行时间。

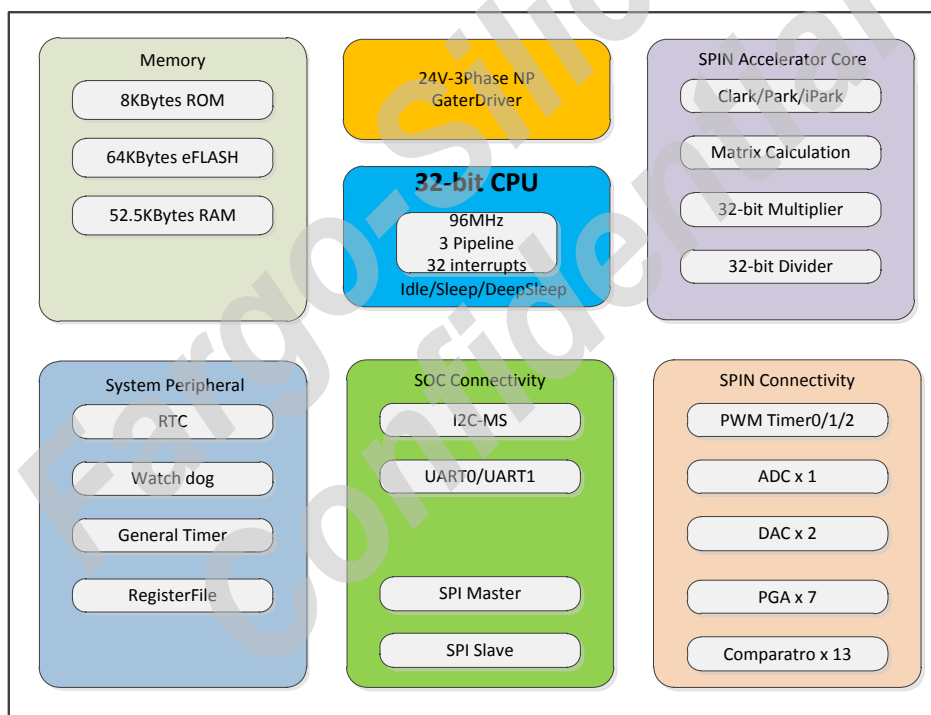
外部通信部分, 一个支持主从 I2C 接口。

电机控制部分包括, 三个高级 PWM 定时器, 高速 ADC 模数转换器, 最多 13 个比较器以及可编程增益放大器, 以及 DAC 的模拟量输出等相关模拟模块。

芯片在 -40 至 +85℃ 的温度范围内工作, 电源电压为 3.0 至 3.6V。其适用于广泛的应用, 例如应用控制、手持设备, PC 外设, 电机控制器等等。

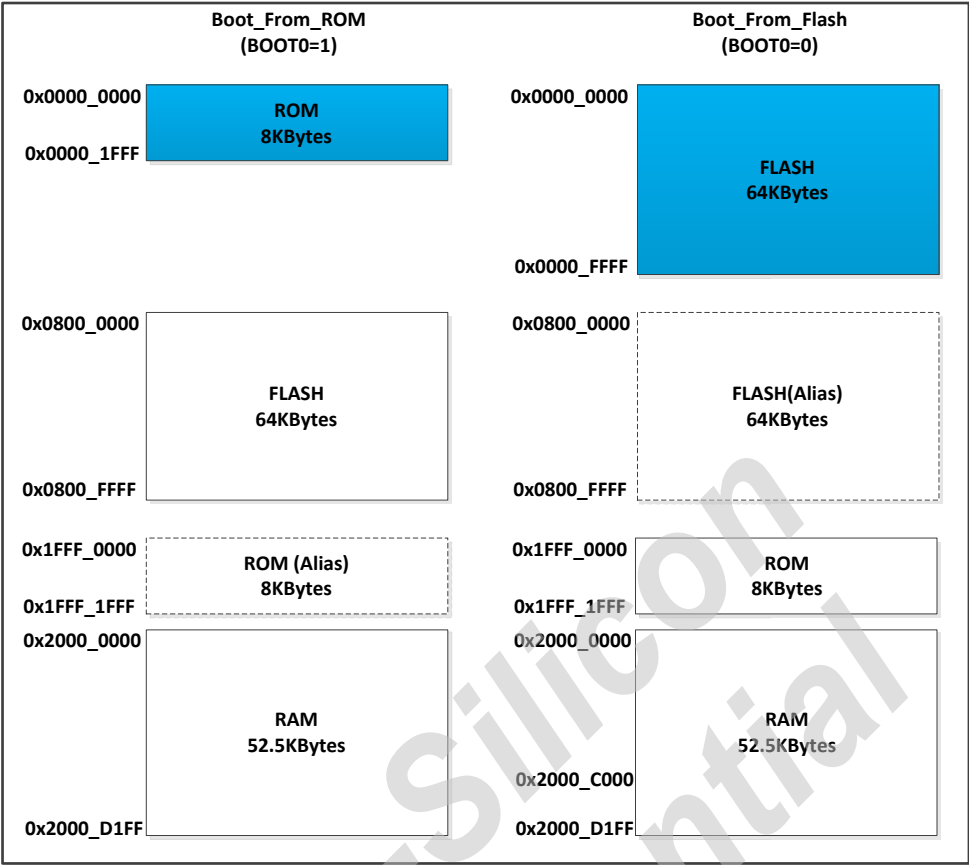
2 芯片概述

2.1 芯片架构



图表 1 芯片框图

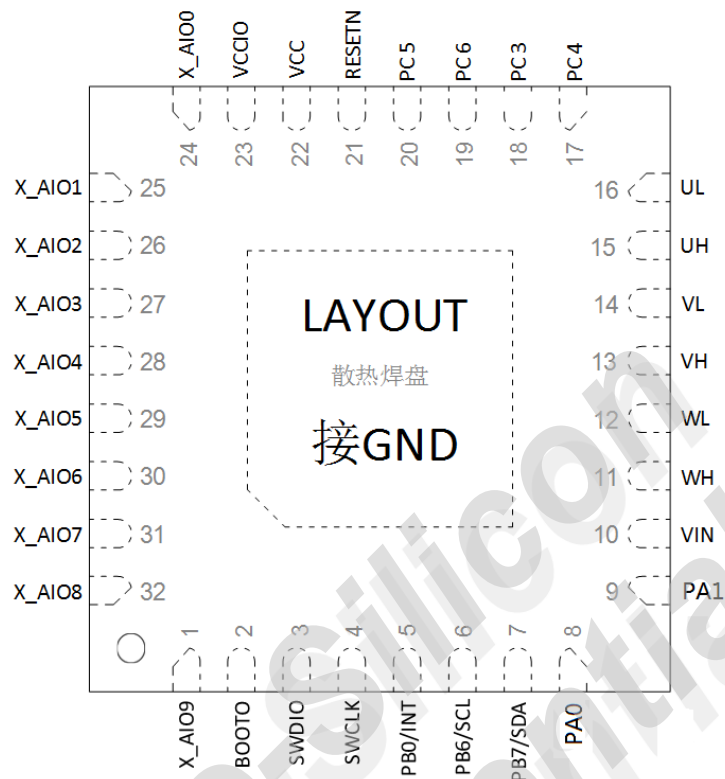
2.2 存储器映射



图表 2 存储器映射

3 管脚描述

3.1 QFN32 管脚



图表 3 管脚图

3.2 QFN32 管脚描述

表格 1 管脚描述

管脚号	管脚名	IO 复用	类型	上下拉	管脚描述
1	X_AIO9	X_AIO9	AI	N/A	Analog Input
2	BOOT0	BOOT0	DI	Pu	Boot Select 1: ROM 0: Flash
3	SWDIO	SWDIO	DIO	Pu	SWD Data IO
4	SWCLK	SWCLK	DI	Pd	SWD Clock
5	PB0	INT_IN2	DI	Pd	External Interrupt Input2
		TRGI	DI	Pd	Timer External Trgi
		GPIO_PB0	DIO	Pd	GPIO
6	PB6	SCL	DIO	Pd	I2C SCL Line
		GPIO_PB6	DIO	Pd	GPIO (default)
7	PB7	SDA	DIO	Pd	I2C Data Line
		GPIO_PB7	DIO	Pd	GPIO (default)
8	PA0	BRAKE	DIO	Pd	BRAKE
		GPIO_PA0	DIO	Pd	GPIO_PA0
9	PA1	GPIO_PA1	DIO	Pd	GPIO_PA1
10	VIN	VIN	P	N/A	Power Input
11	WH	WH	PIO	N/A	GateDriver

12	WL	WL	PIO	N/A	GateDriver
13	VH	VH	PIO	N/A	GateDriver
14	VL	VL	PIO	N/A	GateDriver
15	UH	UH	PIO	N/A	GateDriver
16	UL	UL	PIO	N/A	GateDriver
17	PC4	DB	DO	Pd	PWM D Phase Bottom
		HALL_A	DI	Pd	HALL A Input
		TRGO	DO	Pd	Trgo (default)
		GPIO_PC4	DIO	Pd	GPIO
18	PC3	DT	DO	Pd	PWM D Phase Top
		HALL_B	DI	Pd	HALL B Input
		GPIO_PC3	DIO	Pd	GPIO
19	PC6	GPIO_PC6	DIO	Pd	GPIO
		HALL_C	DI	Pd	HALL C Input
20	PC5	ENC1	DI	Pd	ENC1 Input
		HALL_D	DI	Pd	HALL D Input
		TRGO	DO	Pd	Trgo
		GPIO_PC5	DIO	Pd	GPIO
21	RESETN	X_RESETN	DI	Pu	Chip Reset Pin, Low Active
22	VCC	VCC	P	N/A	1.2 Core Power
23	VCCIO	VCCIO	P	N/A	3.3V Input Power
24	X_AIO0	X_AIO0	AI	N/A	Analog Input
25	X_AIO1	X_AIO1	AI	N/A	Analog Input
26	X_AIO2	X_AIO2	AI	N/A	Analog Input
27	X_AIO3	X_AIO3	AI	N/A	Analog Input
28	X_AIO4	X_AIO4	AI	N/A	Analog Input
29	X_AIO5	X_AIO5	AI	N/A	Analog Input
30	X_AIO6	X_AIO6	AIO	N/A	Analog Input Output
31	X_AIO7	X_AIO7	AIO	N/A	Analog Input
32	X_AIO8	X_AIO8	AI	N/A	Analog Input

4 电气特性

4.1 绝对最大额定值

表格 2 绝对最大额定值

参数	最小值	典型值	最大值	单位
VCC core Power Supply	1.08	1.2	1.32	V
VCCIO Power Supply	3.0	3.3	3.6	V
VIN Moto power Supply	10		48	V
High Oscillator Frequency	-	-	96	MHz
Low Oscillator Frequency	-	32	-	KHz
PLL Frequency	-	-	96	MHz
Maximum Current into Vcc	-	-	120	mA
Maximum Current out of Vss	-	-	120	mA
Maximum Current sunk by an low voltage I/O pin	-	-	40	mA
Maximum Current sourced by an low voltage I/O pin	-	-	40	mA
Maximum Current sunk by total low voltage I/O pin	-	-	100	mA
Maximum Current sourced by total low voltage I/O pin	-	-	100	mA
Supply Output Pulse Current (10ms)	-	-	2.5	A

Thermal Resistance, θ_{ja}		-	-	40	°C/W
Thermal Resistance, θ_{jc}				10	°C/W
Operating Temperature		-40	-	105	°C
Storage Temperature		-55	-	155	°C
ESD Protection	HBM	-	-	4	KV
	MM	-	-	250	V
	Latch-up	-	-	250	mA

4.2 DC 电气参数

4.2.1 MCU 电气参数

表格 3 MCU 电气参数 (VDD-VSS=3.0~3.6), Ta = 25°C

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions
VCC	Core power voltage	1.08	1.2	1.32	V	
VCCIO	Input power voltage	3.0	3.3	3.6	V	
VSS	Ground	-0.3	-	-	V	
VIN	Moto Power Supply	10		48	V	
IDD1	MCU Operating Current Normal Run Mode HCLK = 64MHz While(1){} Executed From Flash		11		mA	Internal high speed Oscillator, flash on
IDD2	MCU Operating Current Normal Run Mode HCLK = 64MHz While(1){} Executed From RAM		9		mA	Internal high speed Oscillator, flash off
Iidle	Operating Current Idle mode HCLK=64MHz		5		mA	All digital off
			9		mA	All digital on
Ipwd	Standby Current Power-down Mode (Deep Sleep Mode)		50		uA	
Vil	Input Low Voltage	-0.3	-	0.3VDD	V	
Vih	Input High Voltage	0.7VDD	-	VDD+0.3	V	
Tsd	Thermal Shutdown Temperature		165		°C	
Tsdhys	Thermal Shutdown Hysteresis		50		°C	

4.2.2 Flash 电气参数

表格 4 Flash 电气参数

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions
Ta	Operation Temperature	-40	25	85	°C	
Pclk	Frequency of Pclk	31.35	33	34.65	MHz	
Ilkg	Leakage Current	-	-	1	uA	
Isb	Standby Current	-	-	3	uA	
		-	-	20	uA	
Icc0	Idle Current	-	-	1.25	mA	
Icc2	Read Current	-	-	2.5	mA	
Icc3	Page Write Current	-	-	2	mA	
Icc4	Program/Erase Current	-	-	3	mA	

Nendr	Endurance	-	100K	-	cycles	
Tret	Data Retention	-	10	-	year	
Terase	Page Erase Time	-	6	-	ms	
Tprog	Page Program Time	-	2	-	ms	

4.3 AC 电气参数

4.3.1 内部高速振荡器

表格 5 HSO 电气参数

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Conditions
Vhso	Supply Voltage	3.0	3.3	3.6	V	
Fhso	Center Frequency	-	-	96	MHz	
Ihso	Operating Current	-	30	-	uA	

4.3.2 内部低速振荡器

表格 6 LSO 电气参数

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Conditions
VLso	Supply Voltage	3.0	3.3	3.6	V	
FLso	Center Frequency	-	32	-	KHz	
ILso	Operating Current	-	3.5	-	uA	

4.3.3 高速锁相环 PLL

表格 7 PLL 电气参数

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Conditions
Fpll	Frequency Range	50	-	150	MHz	
Ipll0	Operating Current	-	150	-	uA	
Ipll1	Sleep Current	-	1.5	-	uA	

4.3.4 比较器

表格 8 通用模拟比较器电气参数

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Conditions
Icc	Operating supply current	-	35	110	uA	
Vicmr	Input common mode range	0	-	3.3	V	
Vos	Input offset voltage	-10	-	10	mV	
Vhys	Hysteresis	-	23	-	mV	Vcmpx=2.5V
Iin	Input current		0	1	uA	
Tdel	Comparator delay			0.1	us	

表格 9 保护功能模拟比较器电气参数

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Conditions
Icc	Operating supply current	-	35	100	uA	
Vicmr	Input common mode range	0	-	2.3	V	
Vos	Input offset voltage	-10	-	10	mV	
Vhys	Hysteresis	-	20	-	mV	Vcmpx=2.5V

I _{in}	Input current		0	1	uA	
T _{del}	Comparator delay			0.1	us	

4.3.5 可编程增益放大器

表格 10 差分放大器电气参数

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Conditions
I _{cc}	Operation supply current	-	150	300	uA	
V _{icmr}	Input common mode range	-0.3	-	3.5	V	
V _{olr}	Output linear range	0.1	-	3.5	V	Gain=48x
V _{os}	Input offset voltage	-8	-	8	mV	
A _{vzi}	Differential amp gain	-2		2	%	Gain=1x ~ 48x
K _{cmmr}	Common mode rejection ratio	-	55	-	dB	Gain=8x
R _{indif}	Differential input impedance	-	27	-	kΩ	
	Slew rate	7	10	-	V/us	Gain=8x
T _{st}	Settling time		200	400	ns	

表格 11 单端放大器电气参数

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Conditions
I _{cc}	Operation supply current	-	80	140	uA	
V _{olr}	Output linear range	0.1	-	3.5	V	Gain=48x
V _{os}	Input offset voltage	-10	-	10	mV	
A _v	Differential amp gain	-2		2	%	Gain=1x ~ 48x
K _{cmmr}	Common mode rejection ratio	-	55	-	dB	Gain=8x
I _{in}	Input current	-	0	1	uA	
	Slew rate	8	12	-	V/us	Gain=8x
T _{st}	Settling time		150	300	ns	

4.3.6 模拟端口

表格 12 模拟端口电气参数

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Conditions
V _{aio}	Pin voltage range	0	-	3.3	V	
V _{ih}	High-level input voltage	2.2	-	-	V	
V _{il}	Low-level input voltage	-	-	0.8	V	
R _{pd}	Pull-down resistance	0.5	1	1.8	MΩ	
V _{ol}	Low-level output voltage	-	-	0.4	V	I _{aio} = 7mA, OD mode
I _{ol}	Low-level output sink current	6	14	-	mA	V _{aio} = 0.4V, OD mode
I _{lk}	High-level output leakage current	-	0	10	uA	V _{aio} = 3.3V, OD mode

4.3.7 模数/数模转换器

表格 13 ADC 电气参数

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Conditions
F _{adclk}	Conversion clock	-	-	16	MHz	
T _{adconv}	Conversion time	-	-	1	us	F _{adclk} = 16MHz

Ares	Resolution	-	11	-	Bits	
Aeres	Effect Resolution	-	10	-	Bits	
DNL	Differential non-linearity	-0.5	-	+0.5	LSB	
INL	Integral non-linearity	-1	-	+1	LSB	
Eo	Offset error	-	0.6	-	%FS	
Eg	Gain error	-	0.12	-	%FS	
Vrefadc	Reference voltage input	-	2.5	-	V	
Tadcsh	Sample and hold time	-	188	-	ns	Fadcclk = 16MHz
Cadcic	Input capacitance	-	1.3	-	pF	
Vadcin	Input voltage range	0		Vrefadc	V	

表格 14 8 位/10 位 DAC 电气参数

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Conditions
Vdacref	DAC reference	2.48	2.5	2.52	V	Ta = 25°C
		2.45	2.5	2.55	V	Ta = -40°C ~105°C
INLdac0		-1	-	1		8-bit DAC
DNLdac0		-0.5	-	0.5		8-bit DAC
INLdac1		-2	-	2		10-bit DAC
DNLdac1		-1	-	1		10-bit DAC

4.4 内置 NP 预驱参数

表格 15 绝对最大额定值(TA=25°C)

管脚名	参数	最小值	最大值	单位
VIN, VINP	电源电压	-0.3	40	V
UH,VH,WH	高侧输出电压	VIN	VIN-12	
UL,VL,WL	低侧输出电压	-0.3	12	
VDD5	LDO 输出电压	-0.3	5.5	
工作温度	TJ	-40	150	°C
工作环境温度	TA	-40	125	
存储温度	TSTG	-60	150	
热阻	θJA		260	°C/W

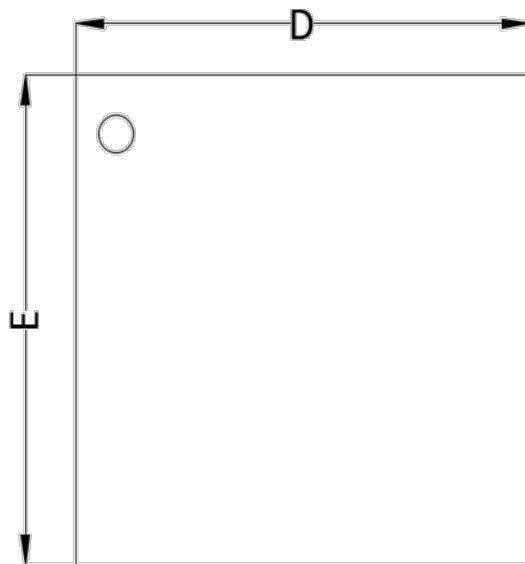
表格 16 推荐工作范围(TA=25°C)

管脚名	参数	最小值	最大值	单位
VIN, VINP	电源电压	-0.3	36	V
UH,VH,WH	高侧输出电压	VIN	VIN-10	
UL,VL,WL	低侧输出电压	-0.3	10	
VDD5	LDO 输出电压	-0.3	5.0	
工作温度	TA	-40	125	°C

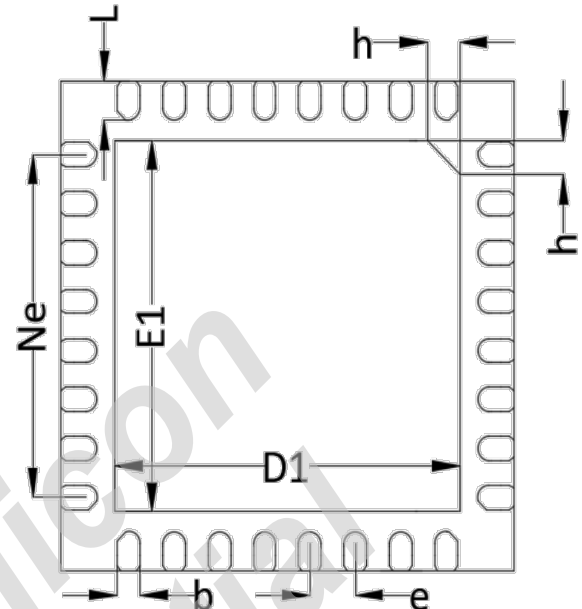
表格 17 动态电特性(VIN=24V,TA=25°C)

参数		最小值	最大值	单位
开通延时	TOND	80		ns
关断延时	TOFFD	50		ns
上管上升时间	THR	35		ns
上管上升时间	THF	450		ns
下管上升时间	TLR	240		ns
下管上升时间	TLF	40		ns
死区时间	DT	50		ns

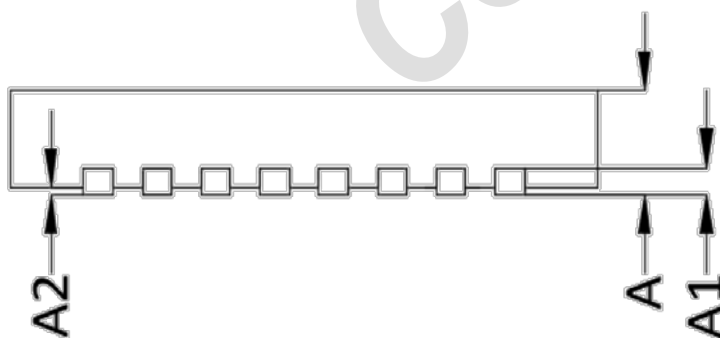
5 封装信息



TOP VIEW



BOTTOM VIEW



SIDE VIEW

COMMON DIMENSIONS (UNITS OF MEASURE=MILLIMETER)			
SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	0.203REF		
A2	0.00	0.03	0.05
D	4.90	5.00	5.10
E	4.90	5.00	5.10
E1	3.40	3.50	3.60
D1	3.40	3.50	3.60
b	0.20	0.25	0.30
e	0.50BSC		
Ne	3.50BSC		
L	0.35	0.40	0.45
h	0.30	0.35	0.40

6 订购信息

表格 18 订购信息

产品名称	封装类型	产品包装	每包数量
FG8693Q	QFN32		

7 历史记录

表格 19 历史记录

日期	版本	记录
2022.12.21	V1.0	初稿

8 联系方式

深圳市方为半导体有限公司

Shenzhen Fargo-Silicon Semiconductor Co., Ltd.

深圳市南山区高新北六道 27 号兰光科技大厦 A313 室

Zip Code : 518000

Tel : +86-755-8666-5695

Fax: +86-755-

Sales: sales@fargo-silicon.com

Technical support: support@fargo-silicon.com

Website: www.fargo-silicon.com