

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°C
 - 数据保存时间 10 年@85°C
 - 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°C, 3.3V)
 - 64MHz 至 96MHz 的内部高速时钟振荡器 (±2%精度 25°C, 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
 - 1 个 SPI Master, 最高支持 16MHz 工作频率
 - 1 个 Uart, 接口支持 7 位/8 位数据位和 1 个奇偶校验位和 1/1.5/2 停止位
 - 1 个 CAN2.0 接口, 支持 CAN2.0A/B
- **96 位全球唯一序列号**
- **支持 Flash 代码保护功能**
- **集成三个独立 PMOS 和三个独立 NMOS 栅极驱动**
- **工作温度: -40 ~ +85°C**
- **可靠性**
 - EFT > ±3.5KV, ESD HBM ±4KV

封装形式

- **TSSOP28**



器件描述

Device Version	Summary
FG8693S28	S28(TSSOP 28 PIN)

目录

1	芯片简介	2
2	芯片概述	2
	2.1 芯片架构	2
	2.2 存储器映射	3
3	管脚描述	3
	3.1 TSSOP28 管脚	3
	3.2 TSSOP28 管脚描述	4
4	电气特性	5
	4.1 绝对最大额定值	5
	4.2 DC 电气参数	5
	4.2.1 MCU 电气参数	5
	4.2.2 Flash 电气参数	6
	4.3 AC 电气参数	6
	4.3.1 内部高速振荡器	6
	4.3.2 内部低速振荡器	6
	4.3.3 高速锁相环 PLL	6
	4.3.4 比较器	7
	4.3.5 可编程增益放大器	7
	4.3.6 模拟端口	8
	4.3.7 模数/数模转换器	8
	4.4 内置预驱参数	8
5	封装信息	10
6	订购信息	11
7	历史记录	11
8	联系方式	11

1 芯片简介

FG8693S 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。

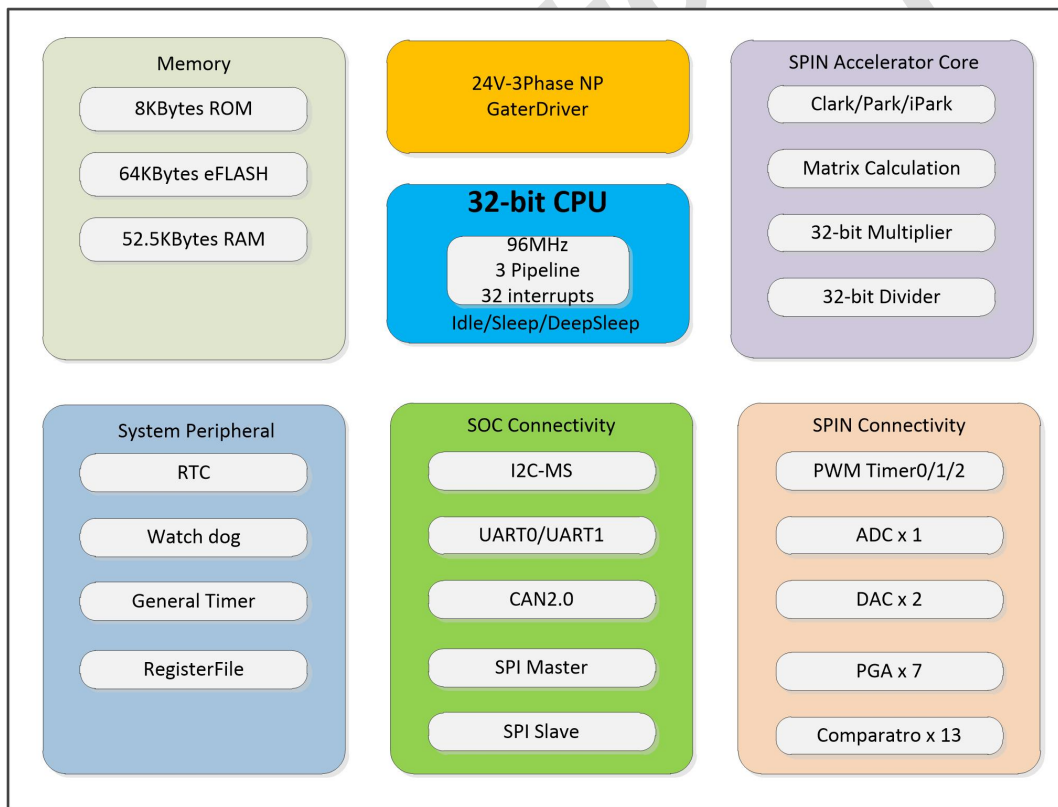
外部通信部分, 一个支持主从 I2C 接口, 一个 UART 接口。

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°C 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。

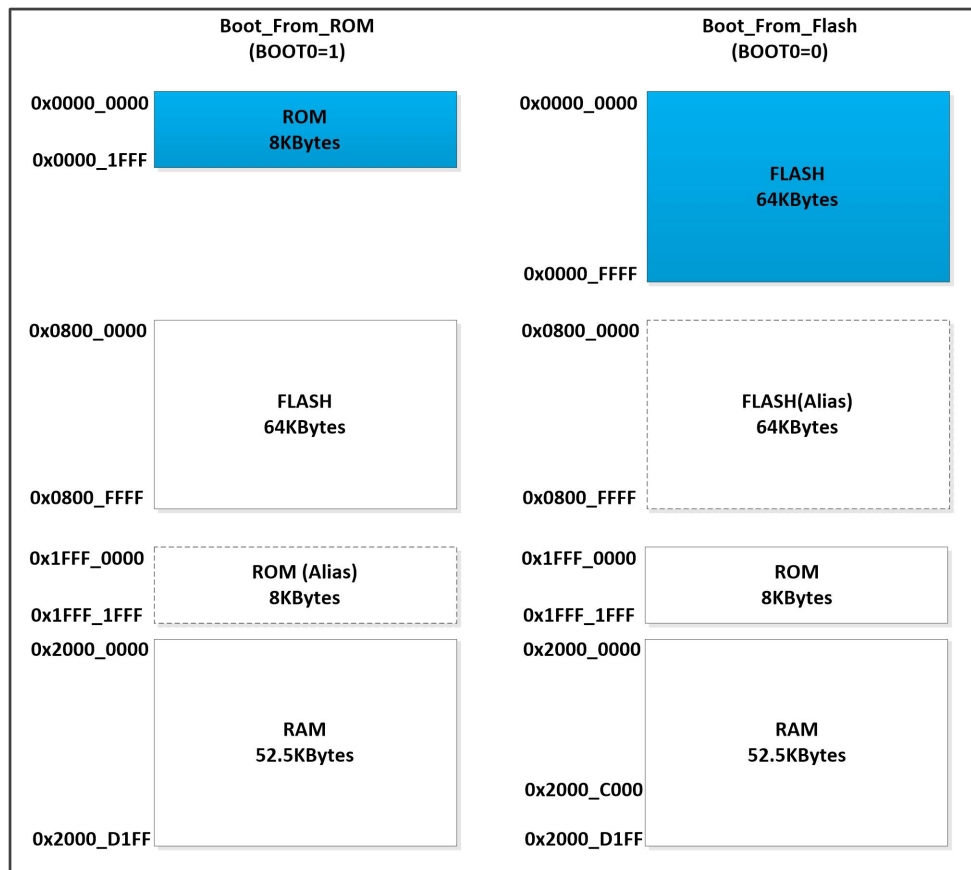
2 芯片概述

2.1 芯片架构



图表 1 芯片框图

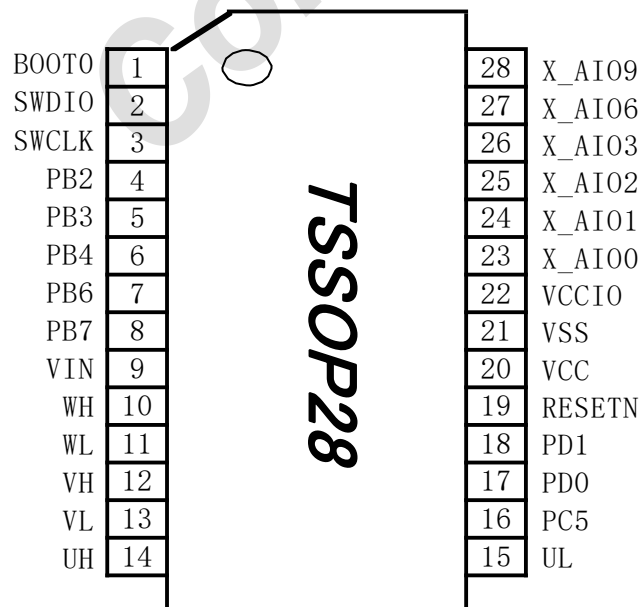
2.2 存储器映射



图表 2 存储器映射

3 管脚描述

3.1 TSSOP28 管脚



图表 3 管脚图

3.2 TSSOP28 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	BOOT0	BOOT0	DI	Pu	Boot Select 1: ROM 0: Flash
2	SWDIO	SWDIO	DIO	Pu	SWD Data IO
3	SWCLK	SWCLK	DI	Pd	SWD Clock
4	PB2	X_MSPI_MISO	DI	Pd	SPI Master Data Input
		GPIO_PB2	DIO	Pd	GPIO (default)
5	PB3	X_MSPI_MOSI	DO	Pd	SPI Master Data Output
		GPIO_PB3	DIO	Pd	GPIO (default)
6	PB4	X_MSPI_SCLK	DO	Pd	SPI Master Clock Output
		GPIO_PB4	DIO	Pd	GPIO (default)
7	PB6	SCL	DIO	Pd	I2C SCL Line
		X_MSPI_CSB1	DO	Pd	SPI Master Chip Select Output
		GPIO_PB6	DIO	Pd	GPIO (default)
8	PB7	SDA	DIO	Pd	I2C Data Line
		GPIO_PB7	DIO	Pd	GPIO (default)
9	VIN	VIN	P	N/A	Power Input
10	WH	WH	PIO	N/A	GateDriver
11	WL	WL	PIO	N/A	GateDriver
12	VH	VH	PIO	N/A	GateDriver
13	VL	VL	PIO	N/A	GateDriver
14	UH	UH	PIO	N/A	GateDriver
15	UL	UL	PIO	N/A	GateDriver
16	PC5	ENC1	DI	Pd	ENC1 Input
		HALL_D	DI	Pd	HALL D Input
		TRGO	DO	Pd	Trgo
		GPIO_PC5	DIO	Pd	GPIO
17	PD0	UART2_TX	DO	Pu	Uart2 Tx
		ENC1	DI	Pu	Timer Enc1
		FG	DO	Pu	HALLA^HALLB^HALLB or HALLA
		PWM0	DO	Pu	TIM1_OC4N/TIM2_OC4N/TIM3_OC4
		GPIO_PD0	DIO	Pu	GPIO (default)
18	PD1	UART2_RX	DI	Pu	Uart2 Rx
		ENC2	DI	Pu	Timer ENC2
		PWM1	DO	Pu	TIM1_OC4/TIM2_OC4
		GPIO_PD1	DO	Pu	GPIO
19	RESETN	X_RESETN	DI	Pu	Chip Reset Pin, Low Active
20	VCC	VCC	P	N/A	1.2 Core Power
21	VSS	VSS	P	N/A	GND
22	VCCIO	VCCIO	P	N/A	3.3V Input Power
23	X_AIO0	X_AIO0	AI	N/A	Analog Input
24	X_AIO1	X_AIO1	AI	N/A	Analog Input
25	X_AIO2	X_AIO2	AI	N/A	Analog Input
26	X_AIO3	X_AIO3	AI	N/A	Analog Input
27	X_AIO6	X_AIO6	AIO	N/A	Analog Input Output
28	X_AIO9	X_AIO9	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
Idle	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	
I _{lkg}	Leakage Current	-	-	1	uA	
I _{sb}	Standby Current	-	-	3	uA	
		-	-	20	uA	
I _{cc0}	Idle Current	-	-	1.25	mA	
I _{cc2}	Read Current	-	-	2.5	mA	
I _{cc3}	Page Write Current	-	-	2	mA	
I _{cc4}	Program/Erase Current	-	-	3	mA	
N _{endr}	Endurance	-	100K	-	cycles	
T _{ret}	Data Retention	-	10	-	year	
T _{erase}	Page Erase Time	-	6	-	ms	
T _{prog}	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
V _{hso}	Supply Voltage	3.0	3.3	3.6	V	
F _{hso}	Center Frequency	-	-	96	MHz	
I _{hso}	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
V _{lso}	Supply Voltage	3.0	3.3	3.6	V	
F _{lso}	Center Frequency	-	32	-	KHz	
I _{lso}	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
Iin	Input current		0	1	uA	
Tdel	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
Icc	Operation supply current	-	150	300	uA	
Vicmr	Input common mode range	-0.3	-	3.5	V	
Volr	Output linear range	0.1	-	3.5	V	Gain=48x
Vos	Input offset voltage	-8	-	8	mV	
Avzi	Differential amp gain	-2		2	%	Gain=1x ~ 48x
Kcmmr	Common mode rejection ratio	-	55	-	dB	Gain=8x
Rindif	Differential input impedance	-	27	-	kΩ	
	Slew rate	7	10	-	V/us	Gain=8x
Tst	Settling time		200	400	ns	

表格 11 单端放大器电气参数

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Conditions
Icc	Operation supply current	-	80	140	uA	
Volr	Output linear range	0.1	-	3.5	V	Gain=48x
Vos	Input offset voltage	-10	-	10	mV	
Av	Differential amp gain	-2		2	%	Gain=1x ~ 48x
Kcmmr	Common mode rejection ratio	-	55	-	dB	Gain=8x
Iin	Input current	-	0	1	uA	
	Slew rate	8	12	-	V/us	Gain=8x
Tst	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
Vaio	Pin voltage range	0	-	3.3	V	
Vih	High-level input voltage	2.2	-	-	V	
Vil	Low-level input voltage	-	-	0.8	V	
Rpd	Pull-down resistance	0.5	1	1.8	MΩ	
Vol	Low-level output voltage	-	-	0.4	V	Iaio = 7mA, OD mode
Iol	Low-level output sink current	6	14	-	mA	Vaio = 0.4V, OD mode
Ilk	High-level output leakage current	-	0	10	uA	Vaio = 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
Fadclk	Conversion clock	-	-	16	MHz	
Tadconv	Conversion time	-	-	1	us	Fadclk = 16MHz
Ares	Resolution	-	11	-	Bits	
Aeres	Effection 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	Fadclk = 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
Vdaref	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	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	
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

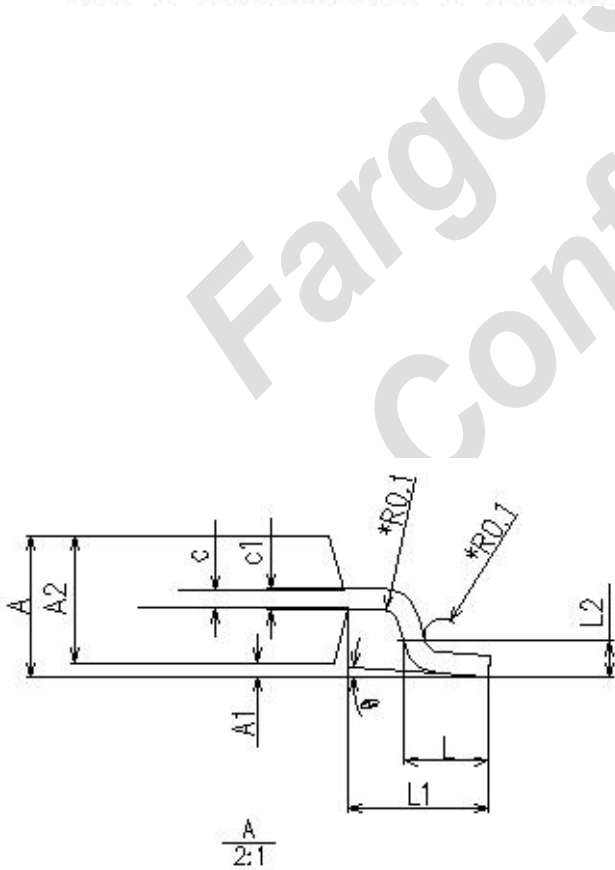
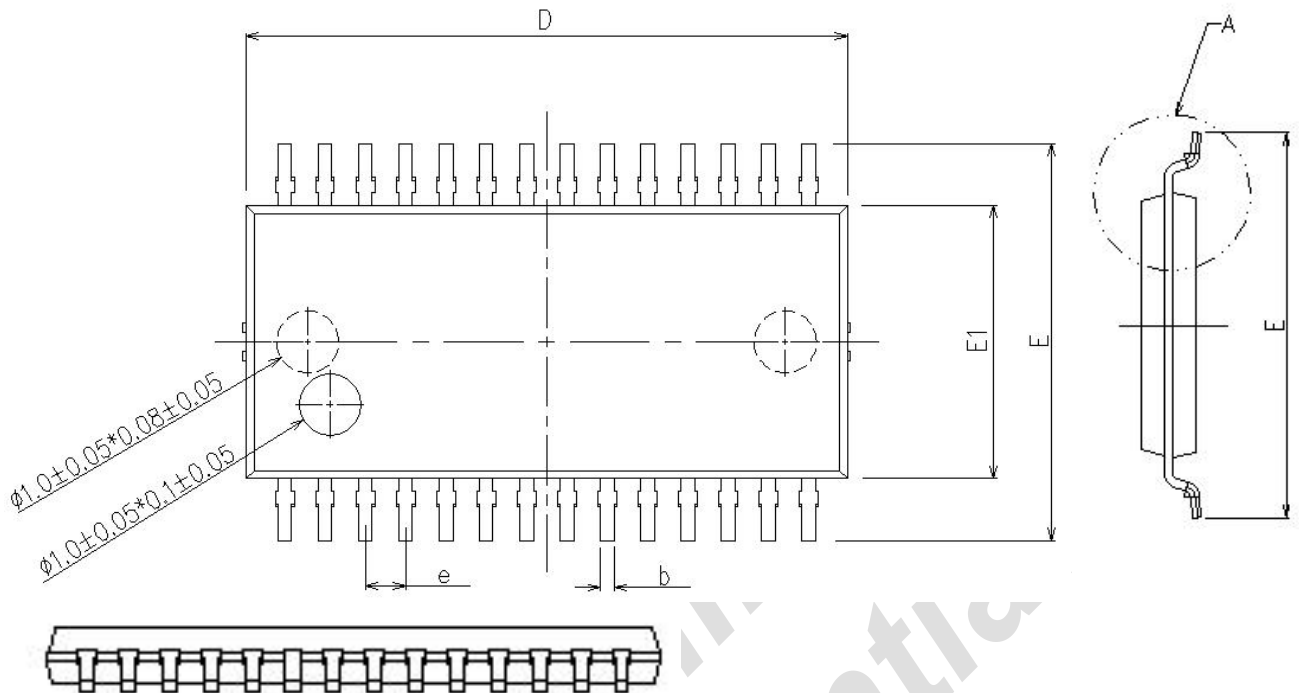
表格 16 推荐工作范围($T_A=25^{\circ}\text{C}$)

管脚名	参数	最小值	最大值	单位
VIN	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	
工作温度	T_A	-40	125	$^{\circ}\text{C}$

表格 17 动态电特性($V_{IN}=24\text{V}, T_A=25^{\circ}\text{C}$)

参数		最小值	最大值	单位
开通延时	T_{OND}		80	ns
关断延时	T_{OFFD}		50	ns
上管上升时间	T_{HR}		35	ns
上管上升时间	T_{HF}		450	ns
下管上升时间	T_{LR}		240	ns
下管上升时间	T_{LF}		40	ns
死区时间	DT		50	ns

5 封装信息



SYMBOL	MIN	MON	MAX
A	1.05	1.10	1.15
A1	0.05	0.10	0.15
A2	0.90	1.000	1.05
b	0.195	0.220	0.245
c	0.119	0.127	0.135
c1	0.139	0.147	0.155
D	9.6	9.7	9.8
E	6.4 BSC		
E1	4.300	4.400	4.500
e	0.625	0.650	0.675
L	0.45	0.60	0.75
L1	1.00 REF		
L2	0.254		
θ	0°	-	8°

6 订购信息

表格 17 订购信息

产品名称	封装类型	产品包装	每包数量
FG8693S	TSSOP28		

7 历史记录

表格 18 历史记录

日期	版本	记录
2023.1.11	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