

32 位电机控制 MCU  
 64KB Flash, 52.5KB RAM, 高级 Timer, CAN2.0, 11 位 ADC  
 数据手册 V1.0

## 芯片特性

- **32 位高性能 MCU 主控**
  - 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
  - 16 位 8 通道定时器, 用于 8 通道 PWM 输出, 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 Slave, 支持 8x32 深度 TxRx FIFO
  - 1 个 SPI Master, 最高支持 16MHz 工作频率
  - 2 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**
- **工作温度: -40 ~ +85°C**
- **可靠性**
  - EFT > ±3.5KV, ESD HBM ±4KV

## 封装形式

- LQFP48



## 器件描述

Device Version	Summary
FG8190L48	L48(LQFP 48 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.....	4
3.1	LQFP48 管脚.....	4
3.2	LQFP 48 管脚描述.....	4
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
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

FG8190 电机控制芯片内嵌 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。

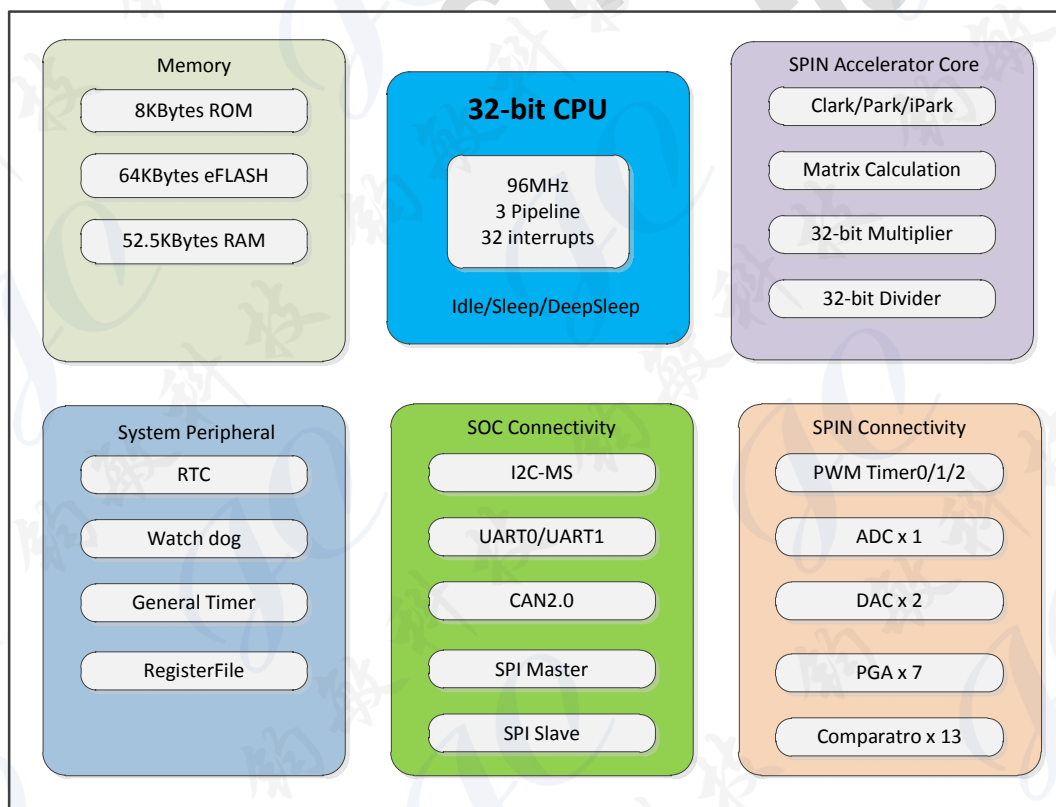
外部通信部分包括，两个 UART 接口，一个 SPI 从设备接口，一个 SPI 主设备接口，一个支持主从 I2C 接口。

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。

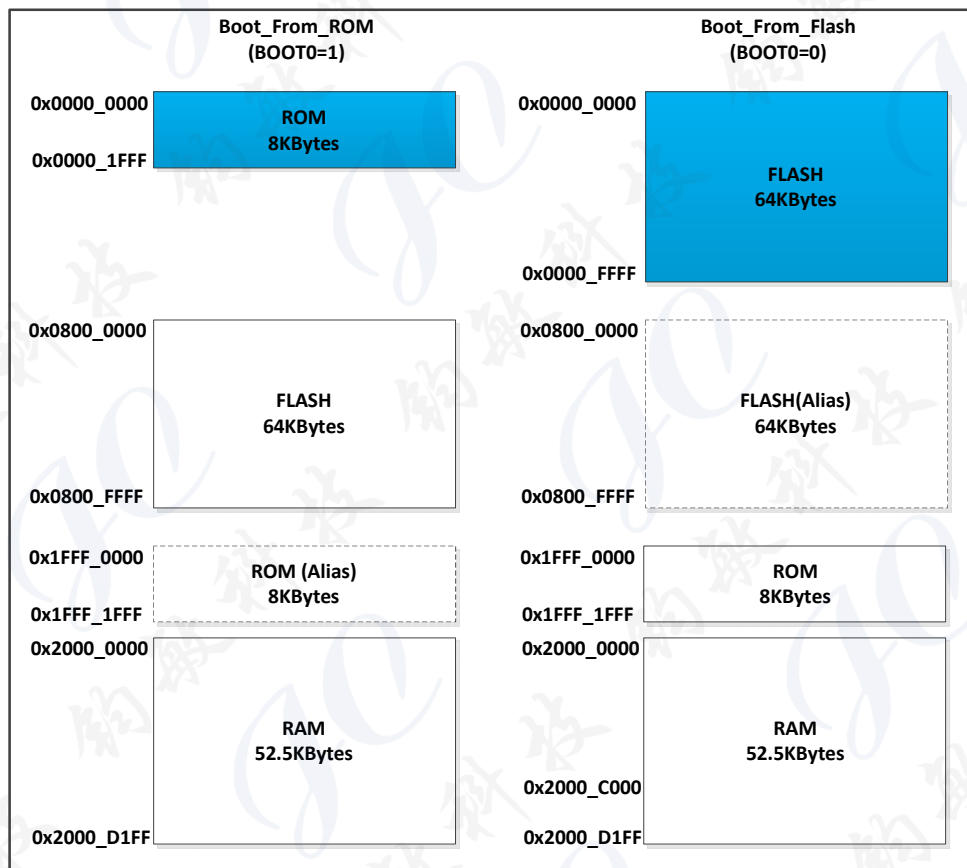
## 2 芯片概述

### 2.1 芯片架构



图表 1 芯片框图

## 2.2 存储器映射

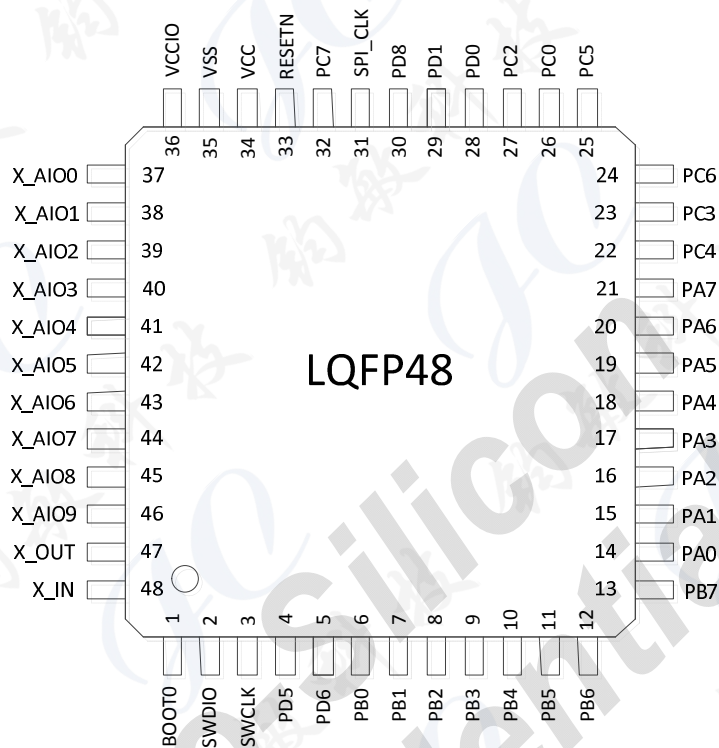


图表 2 存储器映射



### 3 管脚描述

#### 3.1 LQFP48 管脚



图表 3 管脚图

#### 3.2 LQFP 48 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	<b>BOOT0</b>	BOOT0	DI	Pu	Boot Select 1: ROM 0: Flash
2	<b>SWDIO</b>	SWDIO	DIO	Pu	SWD Data IO
3	<b>SWCLK</b>	SWCLK	DI	Pd	SWD Clock
4	<b>PD5</b>	X_SPI_CS	DI	Pu	SPI Slave ChipSelect (default)
		HALL_A	DI	Pu	Hall Signal Input
5	<b>PD6</b>	X_SPI_SO	DO	Pu	SPI Slave Data Output (default)
		HALL_B	DI	Pu	Hall Signal Input
6	<b>PB0</b>	UART1_RX	DI	Pd	Uart1 Rx
		INT_IN2	DI	Pd	External Interrupt Input2
		TRGI	DI	Pd	Timer External Trgi
		GPIO_PB0	DIO	Pd	GPIO
7	<b>PB1</b>	UART1_TX	DO	Pd	Uart1 Tx
		GPIO_PB1	DIO	Pd	GPIO (default)
8	<b>PB2</b>	X_MSPI_MISO	DI	Pd	SPI Master Data Input
		GPIO_PB2	DIO	Pd	GPIO (default)
9	<b>PB3</b>	X_MSPI_MOSI	DO	Pd	SPI Master Data Output
		GPIO_PB3	DIO	Pd	GPIO (default)
10	<b>PB4</b>	X_MSPI_SCLK	DO	Pd	SPI Master Clock Output
		GPIO_PB4	DIO	Pd	GPIO (default)
11	<b>PB5</b>	X_MSPI_CS0	DO	Pd	SPI Master Chip Select Output

		GPIO_PB5	DIO	Pd	GPIO (default)
12	<b>PB6</b>	SCL	DIO	Pd	I2C SCL Line
		X_MSPI_CS_B1	DO	Pd	SPI Master Chip Select Output
		GPIO_PB6	DIO	Pd	GPIO (default)
13	<b>PB7</b>	SDA	DIO	Pd	I2C Data Line
		GPIO_PB7	DIO	Pd	GPIO (default)
14	<b>PA0</b>	BRAKE	DIO	Pd	BRAKE
		GPIO_PA0	DIO	Pd	GPIO_PA0
15	<b>PA1</b>	FR	DIO	Pd	Motor Forward Reverse
		GPIO_PA1	DIO	Pd	GPIO_PA0
16	<b>PA2</b>	CB	DO	Pd	PWM C Phase Bottom
		GPIO_PA2	DIO	Pd	GPIO (default)
17	<b>PA3</b>	BB	DO	Pd	PWM B Phase Bottom
		GPIO_PA3	DIO	Pd	GPIO (default)
18	<b>PA4</b>	AB	DO	Pd	PWM A Phase Bottom
		GPIO_PA4	DIO	Pd	GPIO (default)
19	<b>PA5</b>	CT	DO	Pd	PWM C Phase Top
		GPIO_PA5	DIO	Pd	GPIO (default)
20	<b>PA6</b>	BT	DO	Pd	PWM B Phase Top
		GPIO_PA6	DIO	Pd	GPIO (default)
21	<b>PA7</b>	AT	DO	Pd	PWM A Phase Top
		GPIO_PA7	DIO	Pd	GPIO (default)
22	<b>PC4</b>	DB	DI	Pd	PWM D Phase Bottom
		HALL_A	DI	Pd	HALL A Input
		TRGO	DO	Pd	Trgo (default)
		GPIO_PC4	DIO	Pd	GPIO
23	<b>PC3</b>	DT	DI	Pd	PWM D Phase Top
		HALL_B	DI	Pd	HALL B Input
		GPIO_PC3	DIO	Pd	GPIO
24	<b>PC6</b>	GPIO_PC6	DIO	Pd	GPIO
		HALL_C	DI	Pd	HALL C Input
25	<b>PC5</b>	ENC1	DI	Pd	ENC1 Input
		HALL_D	DI	Pd	HALL D Input
		TRGO	DO	Pd	Trgo
		GPIO_PC5	DIO	Pd	GPIO
26	<b>PC0</b>	2ENC1	DI	Pd	Motor ENC Input (ENC-A)
		GPIO_PC0	DIO	Pd	GPIO
27	<b>PC2</b>	2ENC2	DI	Pd	Motor ENC Input (ENC-B)
		GPIO_PC2	DIO	Pd	GPIO
28	<b>PD0</b>	UART2_TX	DO	Pu	Uart2 Tx
		CAN_TX	DO	Pu	CAN 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)
29	<b>PD1</b>	UART2_RX	DI	Pu	Uart2 Rx
		CAN_RX	DI	Pu	CAN Rx
		ENC2	DI	Pu	Timer ENC2
		PWM1	DO	Pu	TIM1_OC4/TIM2_OC4
		GPIO_PD1	DO	Pu	GPIO
30	<b>PD8</b>	X_SPI_SI	DI	Pu	SPI_Slave Data Input
		2ENC1	DI	Pu	Timer 2ENC1
31	<b>SPI_SCLK</b>	X_SPI_SCLK	DI	Pu	External SPI_Slave Clock
32	<b>PC7</b>	INT_IN3	DI	Pd	External Interrupt Input3
		UART1_TX	DO	Pd	optional
		2ENC2	DI	Pd	Timer 2ENC2

		GPIO_PC7	DIO	Pd	GPIO (default)
33	<b>RESETN</b>	X_RESETN	DI	Pu	Chip Reset Pin, Low Active
34	<b>VCC</b>	VCC	P	N/A	Core Power
35	<b>VSS</b>	VSS	P	N/A	GND
36	<b>VCCIO</b>	VCCIO	P	N/A	3.3V Input Power
37	<b>X_AIO0</b>	X_AIO0	AI	N/A	Analog Input
38	<b>X_AIO1</b>	X_AIO1	AI	N/A	Analog Input
39	<b>X_AIO2</b>	X_AIO2	AI	N/A	Analog Input
40	<b>X_AIO3</b>	X_AIO3	AI	N/A	Analog Input
41	<b>X_AIO4</b>	X_AIO4	AI	N/A	Analog Input
42	<b>X_AIO5</b>	X_AIO5	AI	N/A	Analog Input
43	<b>X_AIO6</b>	X_AIO6	AIO	N/A	Analog Input Output
44	<b>X_AIO7</b>	X_AIO7	AI	N/A	Analog Input
45	<b>X_AIO8</b>	X_AIO8	AI	N/A	Analog Input
46	<b>X_AIO9</b>	X_AIO9	AI	N/A	Analog Input
47	<b>X_OUT</b>	X_OUT	DO	N/A	External Oscillator input, Chip Output Pin
48	<b>X_IN</b>	X_IN	DI	N/A	External Oscillator Output, Chip Input Pin

## 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 Power Supply	1.08	1.2	1.32	V
VCCIO Power Supply	3.0	3.3	3.6	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, $\theta_{ja}$	-	-	40	°C/W
Thermal Resistance, $\theta_{jc}$	-	-	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	Input power voltage	3.0	3.3	3.6	V	
VCCIO	Input power voltage	3.0	3.3	3.6	V	
VSS	Input power voltage	-0.3	-	-	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	
Iilkg	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
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	-	k Ω	
	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	M Ω	
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

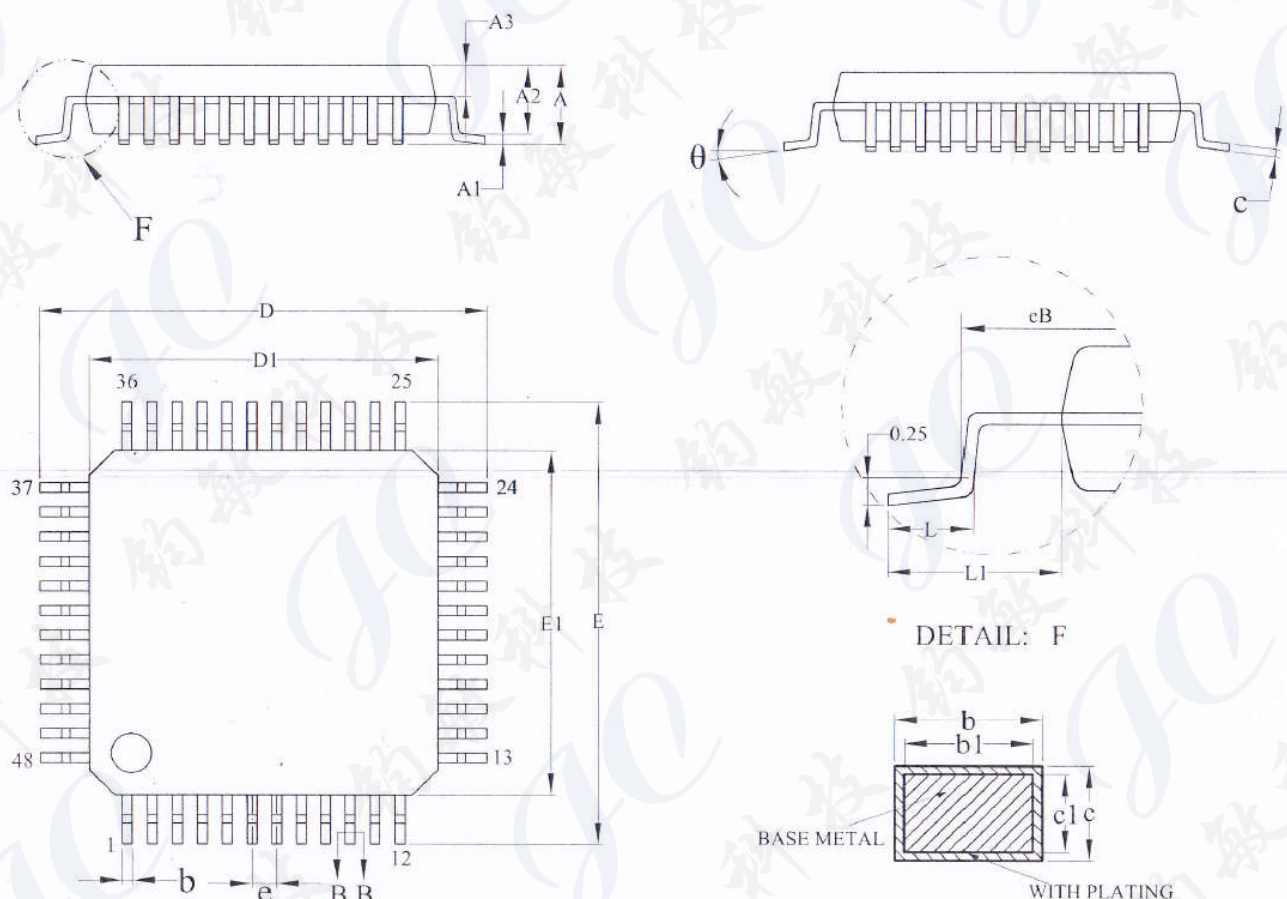
Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Conditions
Fadclk	Conversion clock	-	-	16	MHz	
Tadconv	Conversion time	-	-	1	us	Fadclk =16MHz
Ares	Resolution	-	11	-	Bits	

Aeres	Effecton 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

### 5 封装信息



表格 15 封装参数

SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	-	-	1.60
A1	0.05	-	0.15
A2	1.35	1.40	1.45

A3	0.59	0.64	0.69
b	0.18	-	0.26
b1	0.17	0.20	0.23
c	0.13	-	0.17
c1	0.12	0.13	0.14
D	8.80	9.00	9.20
D1	6.90	7.00	7.10
E	8.80	9.00	9.20
E1	6.90	7.00	7.10
eB	8.10	-	8.25
e	0.50BSC		
L	0.45	-	0.75
L1	1.00REF		
θ	0	-	7

## 6 订购信息

表格 16 订购信息

产品名称	封装类型	产品包装	每包数量
FG8190	LQFP48	Tray	2500

## 7 历史记录

表格 17 历史记录

日期	版本	记录
2018.12.01	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