

## LFM500系列，汽车级，0.4%精度，工作温度-40°C~125°C

### 基于分流器的电流传感器

#### 1. 特性

- 宽输入电压范围：6V~18V
- 电流测量范围：±4500A
- 标称电流测量范围：±500A
- 温度测量范围：-40°C~150°C
- 全量程高精度
- 低偏移电流
- 宽工作温度
- 符合CAN2.0规范
- 3KV电气隔离
- 外形尺寸：85.00mm\*84.00mm\*18.40mm
- 工作温度：-40°C~125°C
- 符合ISO 16750/ISO 7637/ISO 11452标准

#### 2. 应用范围

- EV/HEV BMS
- 电网储能
- 充电站
- UPS电源

#### 4. 简化应用电路及外观模型

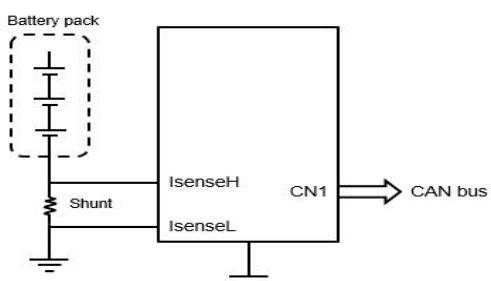


图4-1. 典型应用



图4-2. 成品照片

## 目录

1. 特性 .....	- 1 -
2. 应用范围 .....	- 1 -
3. 说明 .....	- 1 -
4. 简化应用电路及外观模型 .....	- 1 -
5. 测试标准 .....	- 3 -
6. 电气规范 .....	- 4 -
6.1 绝对最大额定参数 .....	- 4 -
6.2 一般参数 .....	- 4 -
7. 典型特性曲线 .....	- 6 -
7.1 工作电流测试曲线 .....	- 6 -
7.2 小电流精度测试曲线 .....	- 7 -
7.3 大电流精度测试曲线 .....	- 8 -
8. 通讯 .....	- 9 -
8.1 CAN通讯协议 .....	- 9 -
8.2 拓扑结构 .....	- 9 -
8.3 工作方式 .....	- 9 -
8.3.1 周期式 .....	- 9 -
8.3.2 响应式 .....	- 10 -
8.4 消息概述 .....	- 10 -
8.5 数据帧 .....	- 10 -
8.6 控制命令介绍 .....	- 11 -
8.7 控制命令解析 .....	- 11 -
9. 典型应用电路 .....	- 17 -
10. 机械结构 .....	- 18 -
10.1 外形尺寸 .....	- 18 -
10.2 铜排连接 .....	- 18 -
10.3 连接器 .....	- 18 -
11. 存储环境 .....	- 19 -
12. 命名规范 .....	- 20 -
13. 修订历史 .....	- 21 -
<b>重要声明 .....</b>	<b>- 22 -</b>

## 5. 测试标准

测试标准	测试项
<b>一般测试</b>	
/	外观
/	尺寸
/	质量
/	功能检查
<b>电气性能</b>	
ISO16750-2-2012	直流供电电压
ISO16750-2-2012	过电压
ISO16750-2-2012	叠加交流电
ISO16750-2-2012	供电电压缓升缓降
ISO16750-2-2012	电源电压下降或中断
ISO16750-2-2012	电压跌落时的复位行为
ISO16750-2-2012	启动测试
ISO16750-2-2012	抛负载
ISO16750-2-2012	反向电压
ISO16750-2-2012	地偏移及电源偏移
ISO16750-2-2012	单路中断
ISO16750-2-2012	多线路中断
ISO16750-2-2012	短路保护
ISO16750-2-2012	耐电压
ISO16750-2-2012	绝缘电阻
ISO 7637-2:2011	瞬态传导抗扰度 脉冲1
ISO 7637-2:2011	瞬态传导抗扰度 脉冲2a / 2b
ISO 7637-2:2011	瞬态传导抗扰度 脉冲3a / 3b
ISO 7637-2:2011	瞬态传导抗扰度 脉冲4
ISO 7637-2:2011	瞬态传导抗扰度 脉冲5b
ISO 10605	静电放电(ESD)抗扰度试验
ISO 11452-2	辐射抗扰度(ALSE)
ISO 11452-4	大电流注入抗扰度(BCI)

## 6. 电气规范

### 6.1 绝对最大额定参数

注意：产品长时间处于绝对最大额定参数下工作可能会影响可靠性，并导致不可预期的永久损坏。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压				24	V
测量电流	±1500A			20	s
	±4500A			100	ms
CAN接口	集成120Ω终端电阻(持续供电)			6	V
	ESD			15	kV
工作温度		-40		125	℃
存储温度		-40		150	℃
湿度				95	%RH

### 6.2 一般参数

测试条件：环境温度25°C (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>电源特性</b>					
供电电压		6	12	18	V
工作电流	6V	25	31	37	mA
	12V	15	18	21	mA
	18V	11	13	15	mA
功耗	6V	150	186	222	mW
	12V	180	216	252	mW
	18V	198	234	270	mW
启动时间	上电到第一帧有效报文发出所需时间	120	125	130	ms
<b>电流测量特性(-40°C~125°C)</b>					
测量精度	-20A~20A	±50	±100		mA
	20A~500A 或 -500A~-20A		±0.4		%[1]
	500A~1000A 或 -1000A~-500A	±0.4	±1		%[1]
	1000A~4500A 或 -4500A~-1000A	±1	±5		%[1]
持续时间	-500A~500A		持续		
	±800A		5		min
	±1500A		10		s
	±4500A		80		ms
分辨率	-800A~800A	30			mA
	>800A 或 <-800A	150			mA
线性度	-500A~500A	±0.02			%
	>500A 或 <-500A	±0.1			%

测试条件：环境温度 25℃ (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>温度测量特性</b>					
测量范围		-40		150	℃
测量误差	-40℃~150℃	-3		3	℃
分辨率			0.1		℃
<b>功率与温升特性</b>					
直流电阻		45	50	55	μΩ
电感量				3	nH
温升	±500A@25℃ 铜排36mm*3mm, 15Nm			50	℃
	±500A@85℃ 铜排36mm*3mm, 15Nm			50	℃
<b>通讯参数</b>					
协议类型	CAN2.0 A/B				
通讯速率		250	500	1000	Kbps
终端电阻	带终端电阻	108	120	132	Ω
	不带终端电阻				
电流报文发送周期		5	10	250	ms
温度报文发送周期		5	100	250	ms
<b>绝缘性能</b>					
隔离等级		3000			VDC
爬电距离		6.5			mm
电气间隙		5			mm

[1] 精度值计算公式= (分流器电流值-标准源电流值) / 标准源电流值 × 100

## 7. 典型特性曲线

### 7.1 工作电流测试曲线

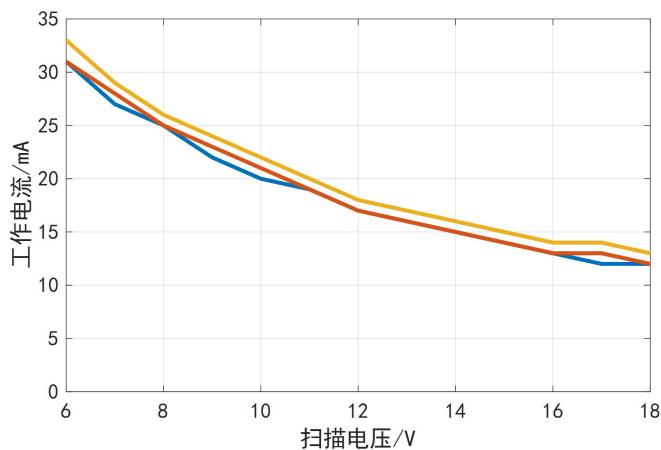


图7-1. -40℃工作电流曲线

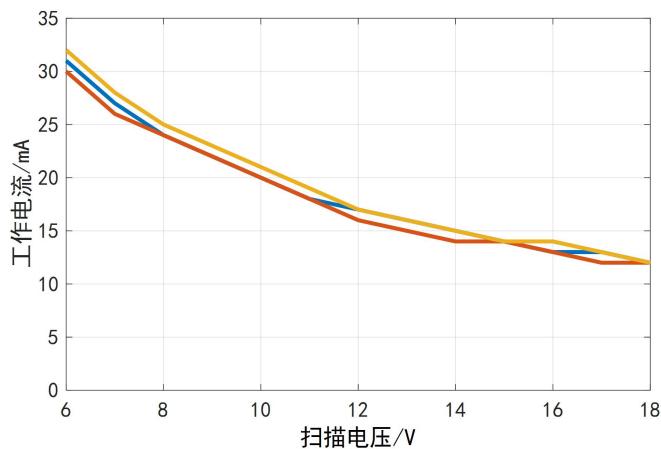


图7-2. 25℃工作电流曲线

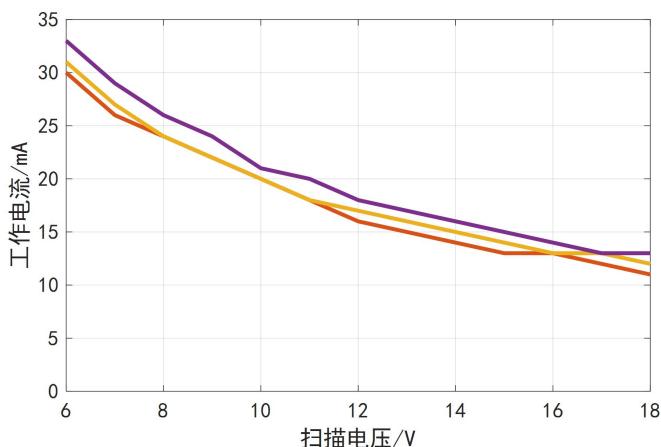


图7-3. 125℃工作电流曲线

## 7.2 小电流精度测试曲线

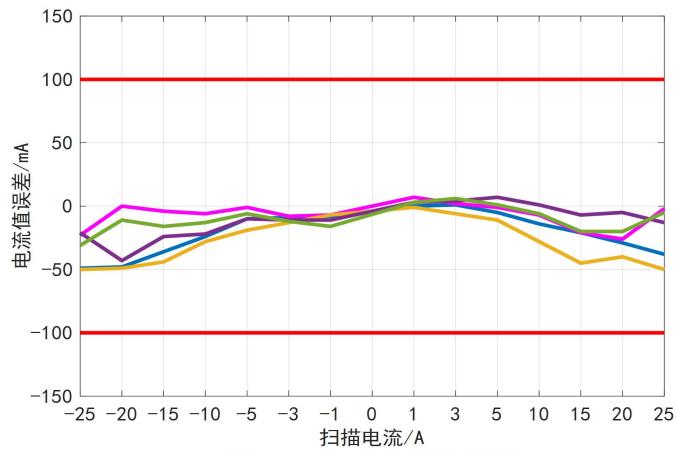


图7-4. -40℃小电流测试精度

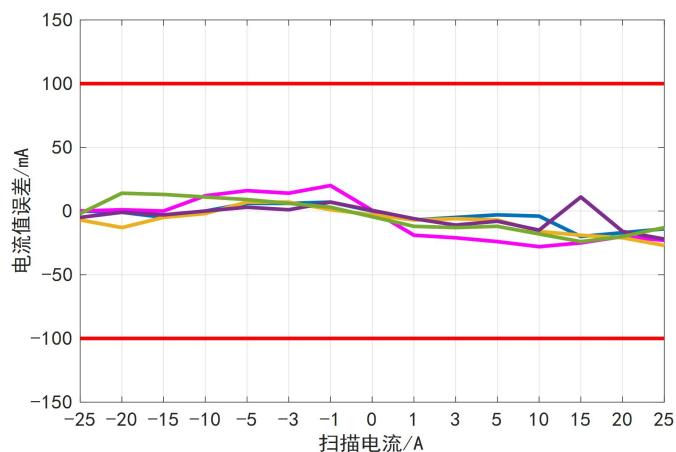


图7-5. 25℃小电流测试精度

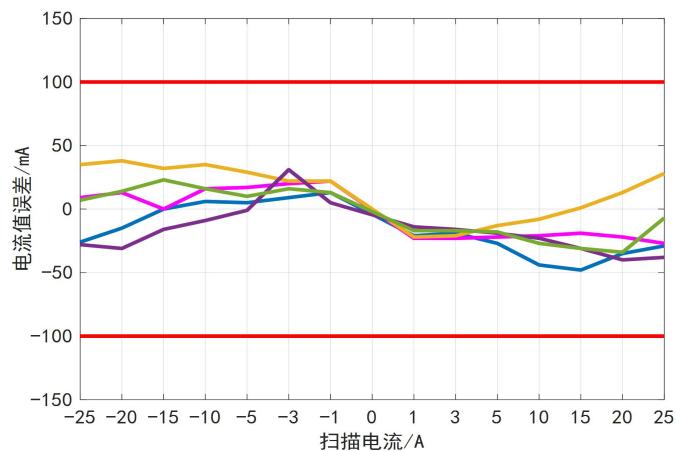


图7-6. 125℃小电流测试精度

### 7.3 大电流精度测试曲线

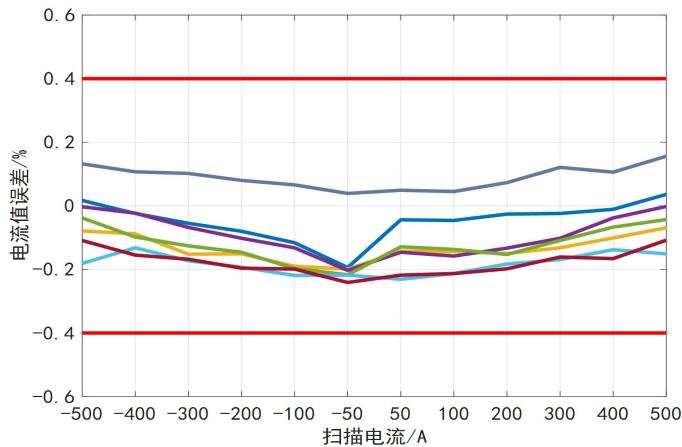


图7-7. -40℃大电流测试精度

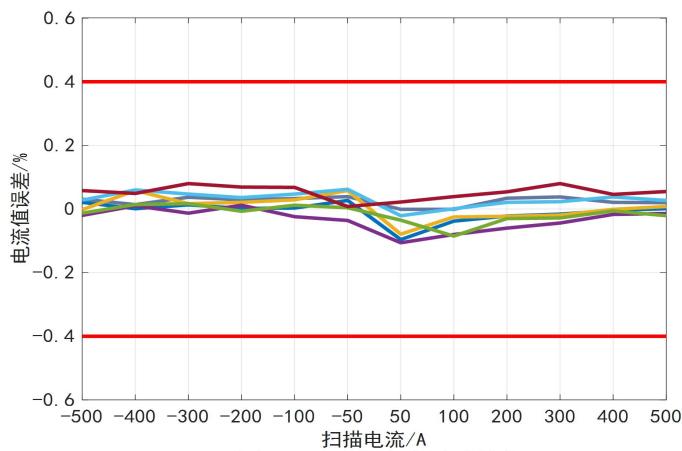


图7-8. 25℃大电流测试精度

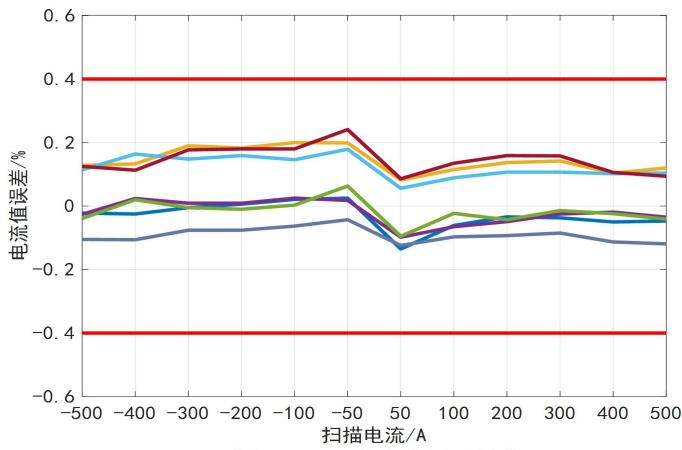


图7-9. 85℃大电流测试精度

## 8. 通讯

### 8.1 CAN通讯协议

LFM500系列电流传感器支持CAN2.0通讯协议，所有报文均使用数据帧进行通讯，报文帧数据长度在1-8字节之间，模块默认数据速率为500kbps，也可支持250kbps/1Mbps。数据帧有两种格式：标准帧格式和扩展帧格式；标准帧格式有11个位的标识符，扩展帧格式有29个位的标识符。LFM500系列电流传感器数据帧默认使用标准帧格式，数据存储格式默认为摩托罗拉格式，也可根据用户定制调整为扩展帧、英特尔格式。

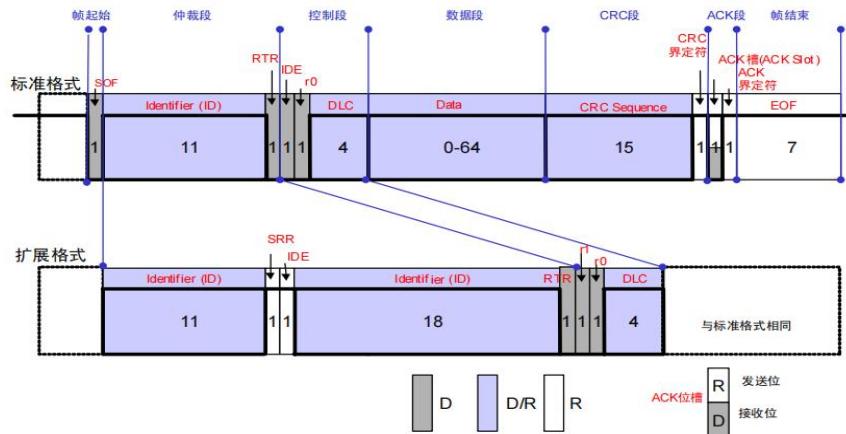


图8-1. 数据帧的构成

### 8.2 拓扑结构

LFM500系列电流传感器支持总线型拓扑结构，通过主干线将网络信息传输至各个节点，如下图所示：

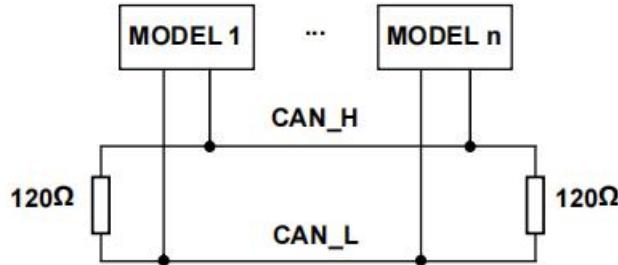


图8-2. 总线型拓扑结构

### 8.3 工作方式

#### 8.3.1 周期式

周期式即模块每隔一定时间通过CAN总线发送一次测量结果到主机，间隔时间可通过参数设置。在周期式工作方式下，主机发送的响应命令将被忽略。

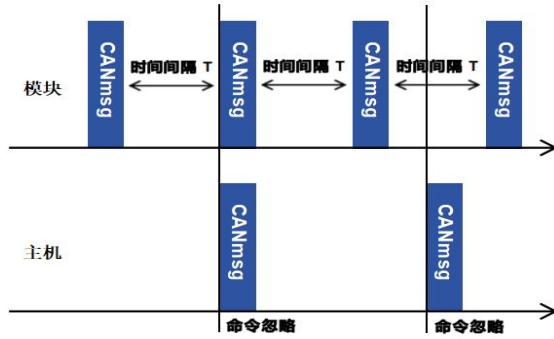


图8-3. 周期式工作方式

### 8.3.2 响应式

响应式即模块不主动发送测量结果到主机，待收到主机发送的有效触发命令后，立即将就近采集的数据发送给主机。模块在收到命令和作出回应之间存在发送延迟，延迟时间<1ms。

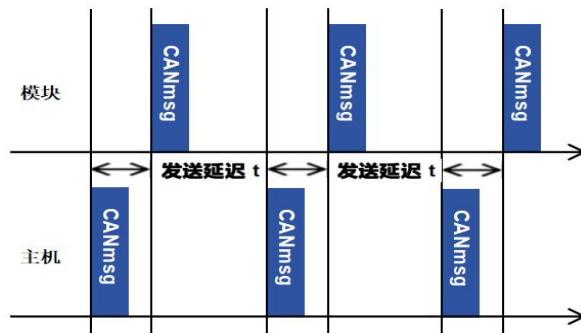


图8-4. 响应式工作方式

### 8.4 消息概述

序列	描述	默认CAN-ID	DLC	备注
1	电流消息报文	0x521	6	电流值
2	温度消息报文	0x525	6	温度值

### 8.5 数据帧

LFM500系列电流传感器数据帧格式由两帧报文构成，分别传输实时电流和实时温度，报文详细内容如下表所示：

帧类型	CANID	DLC	DB0	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7
电流	0x521	6	电流通道标志：0x01	B[3:0]:循环增序列0-F B[4]:过电流标志（0正常，1异常） B[5]:测量错误（0正常，1异常） B[6]:保留 B[7]:保留	32位电流值（0.001/A）	-	-			
温度	0x525	6	温度数据标志：0x03	B[3:0]:循环增序列0-F B[4]:板温度过高警示（0正常，1温度>125°C异常） B[5]:SHUNT温度过高警示（0正常，1温度>150°C异常） B[6]:NTC异常（0正常，1异常） B[7]:保留	32位温度值（0.1/°C）	-	-			

上表中，32位电流/温度数据默认使用大端格式，即高位在前，低位在后，均为有符号整型数。

报文帧示例1：  数据：0x01 0x00 0x00 0x00 0x03 0xE8 解释：0x01电流通道标志 0x00循环序列0，无过电流、无测量错误 0x00 0x00 0x03 0xE8 0x000003E8 = 1000，即电流值为1000mA，也即1A	报文帧示例2：  数据：0x03 0x00 0x00 0x00 0x01 0x0A 解释：0x03 温度数据标志 0x00循环序列0，无温度过高警示、NTC正常 0x00 0x00 0x01 0x0A 0x0000010A = 266，即温度为26.6°C
备注：模块数据通道CANID码、采样间隔、工作模式、位速率等均可通过提供的专用工具修改，以上仅为出厂默认值。	

## 8.6 控制命令介绍

描述	默认ID	DLC	说明
控制消息	0x411	8	设置和获取命令
响应消息	0x511	8	对设置和获取命令消息的响应

DB0	描述	DB0	描述
0x11	设置电流消息ID	0x42	设置电流下限
0x15	设置温度消息ID	0x51	获取电流消息ID
0x1F	设置响应消息ID	0x55	获取温度消息ID
0x22	设置电流、温度的更新周期	0x5F	获取响应消息ID
0x31	响应一次数据采集	0x74	获取工作模式
0x32	保存配置	0x7A	获取软硬件信息
0x34	设置工作方式	0x7B	获取模块编码
0x3A	设置CAN的波特率	0x81	获取电流上限值
0x41	设置电流上限	0x82	获取电流下限值

## 8.7 控制命令解析

### (1) 设置电流消息ID

发送指令-设置电流消息ID		
DB	数值	说明
0	0x11	设置电流消息ID
1-2		设置CAN ID
3-7	0x00	预留

返回消息		
DB	数值	说明
0	0x11	设置电流消息ID
1-2		设置成功的CAN ID
3-6	0x00	预留
7	0x00...0x01	0x00表示设置成功，0x01表示设置失败

### (2) 设置温度消息ID

发送指令-设置温度消息ID		
DB	数值	说明
0	0x15	设置温度消息ID
1-2		设置CAN ID
3-7	0x00	预留

返回消息		
DB	数值	说明
0	0x15	设置温度消息ID
1-2		设置成功的CAN ID
3-6	0x00	预留
7	0x00...0x01	0x00表示设置成功，0x01表示设置失败

## (3) 设置响应消息ID

发送指令-设置响应消息ID		
DB	数值	说明
0	0x1F	设置响应消息ID
1-2		设置CAN ID
3-7	0x00	预留

返回消息		
DB	数值	说明
0	0x1F	设置响应消息ID
1-2		设置成功的CAN ID
3-6	0x00	预留
7	0x00...0x01	0x00表示设置成功, 0x01表示设置失败

## (4) 设置电流、温度的更新周期

发送指令-设置电流、温度的更新周期		
DB	数值	说明
0	0x22	设置更新周期
1	5~250	设置电流更新周期, 单位ms
2	5~250	设置温度更新周期, 单位ms
3-7	0x00	预留

返回消息		
DB	数值	说明
0	0x22	设置更新周期
1	5~250	设置成功后的电流更新周期
2	5~250	设置成功后的温度更新周期
3-6	0x00	预留
7	0x00...0x01	0x00表示设置成功, 0x01表示设置失败

## (5) 响应一次数据采集

发送指令-响应一次数据采集		
DB	数值	说明
0	0x31	请求数据
1	0x01...0x02	0x01电流结果, 0x02温度结果
2-7	0x00	预留

返回消息		
返回数据格式与周期式数据格式一致		

(6) 保存配置（保存当前设置的参数，一般在修改系统配置完成后使用该指令。）

发送指令-保存配置		
DB	数值	说明
0	0x32	保存命令
1-7	0x00	预留
返回消息		
DB	数值	说明
0	0x32	保存命令
1-6	0x00	预留
7	0x00...0x01	0x00表示设置成功，0x01表示设置失败

(7) 设置工作方式（系统有两种工作方式：响应式和周期式。响应式是当接收到一次转换命令后给一次应答；周期式是按照设置的周期频率进行传输数据。默认模式：周期式。）

发送指令-设置工作方式		
DB	数值	说明
0	0x34	设置工作方式
1	0x00...0x01	0: 响应式 1: 周期式（默认）
2-7	0x00	预留
返回消息		
DB	数值	说明
0	0x34	设置工作方式
1	0x00...0x01	设置成功后的值
2-6	0x00	预留
7	0x00...0x01	0x00表示设置成功，0x01表示设置失败

(8) 设置CAN的波特率

发送指令-设置CAN的波特率		
DB	数值	说明
0	0x3A	设置CAN的波特率（重启后生效）
1	0x01...0x03	1: 250K 2: 500K 3: 1M
2-7	0x00	预留
返回消息		
DB	数值	说明
0	0x3A	设置CAN的波特率
1	0x01...0x03	设置成功后的值
2-6	0x00	预留
7	0x00...0x01	0x00表示设置成功，0x01表示设置失败

## (9) 设置电流上限

发送指令-设置电流上限		
DB	数值	说明
0	0x41	设置电流上限
1	0x00	预留
2	0x00	预留
3-6	-5000000~+5000000	设置电流上限值, 32位有符号数, 单位为mA
7	0x00	预留

返回消息		
DB	数值	说明
0	0x41	设置电流上限
1	0x00	预留
2	0x00	预留
3-6	-5000000~+5000000	设置成功的电流上限值
7	0x00...0x01	0x00表示设置成功, 0x01表示设置失败

## (10) 设置电流下限

发送指令-设置电流下限		
DB	数值	说明
0	0x42	设置电流下限
1	0x00	预留
2	0x00	预留
3-6	-5000000~+5000000	设置电流下限值, 32位有符号数, 单位为mA
7	0x00	预留

返回消息		
DB	数值	说明
0	0x42	设置电流下限
1	0x00	预留
2	0x00	预留
3-6	-5000000~+5000000	设置成功的电流下限值
7	0x00...0x01	0x00表示设置成功, 0x01表示设置失败

## (11) 获取电流消息ID

发送指令-获取电流消息ID		
DB	数值	说明
0	0x51	获取电流消息ID
1-7	0x00	预留

返回消息		
DB	数值	说明
0	0x51	获取电流消息ID
1-2	0x00...0xFF	CAN ID
3-7	0x00	预留

## (12) 获取温度消息ID

发送指令-获取温度消息ID		
DB	数值	说明
0	0x55	获取温度消息ID
1-7	0x00	预留
返回消息		
DB	数值	说明
0	0x55	获取温度消息ID
1-2	0x00...0xFF	CAN ID
3-7	0x00	预留

## (13) 获取响应消息ID

发送指令-获取响应消息ID		
DB	数值	说明
0	0x5F	获取响应消息ID
1-7	0x00	预留
返回消息		
DB	数值	说明
0	0x5F	获取响应消息ID
1-2	0x00...0xFF	CAN ID
3-7	0x00	预留

## (14) 获取工作模式

发送指令-获取工作模式		
DB	数值	说明
0	0x74	获取工作模式
1-7	0x00	预留
返回消息		
DB	数值	说明
0	0x74	获取工作模式
1	0x00...0x01	0: 响应式 1: 周期式 (默认)
2-7	0x00	预留

## (15) 获取软硬件信息

发送指令-获取软硬件信息		
DB	数值	说明
0	0x7A	获取软硬件信息
1-7	0x00	预留
返回消息		
DB	数值	说明
0	0x7A	获取软硬件信息
1	0x11...0xFF	硬件版本: B[3:0]子版本, B[7:4]主版本, 如: 0x22表示版本为V2.2
2	1~255	软件主版本号
3	1~255	软件子版本号
4	23~99	固件编译年后2位
5	1~12	固件编译月
6	1~31	固件编译日
7	0x00	预留

## (16) 获取模块编码

发送指令-获取模块序列号		
DB	数值	说明
0	0x7B	获取模块序列号
1-7	0x00	预留
返回消息		
DB	数值	说明
0	0x7B	获取模块序列号
1-4	0x00000000~0xFFFFFFFF	模块序列号, 32位无符号数
5-6	0x0000~0xFF FF	子序列号, 16位无符号数
7	0x00	预留

## (17) 获取电流上限

发送指令-获取电流上限		
DB	数值	说明
0	0x81	获取电流上限
1-7	0x00	预留
返回消息		
DB	数值	说明
0	0x81	获取电流上限
1	0x00	预留
2	0x00	预留
3-6	-5000000~-+5000000	电流上限, 高位32位有符号数, 单位为mA
7	0x00	预留

## (18) 获取电流下限

发送指令-获取电流下限		
DB	数值	说明
0	0x82	获取电流下限
1-7	0x00	预留
返回消息		
DB	数值	说明
0	0x82	获取电流下限
1	0x00	预留
2	0x00	预留
3-6	-5000000~-+5000000	电流下限, 高位32位有符号数, 单位为mA
7	0x00	预留

## 9. 典型应用电路

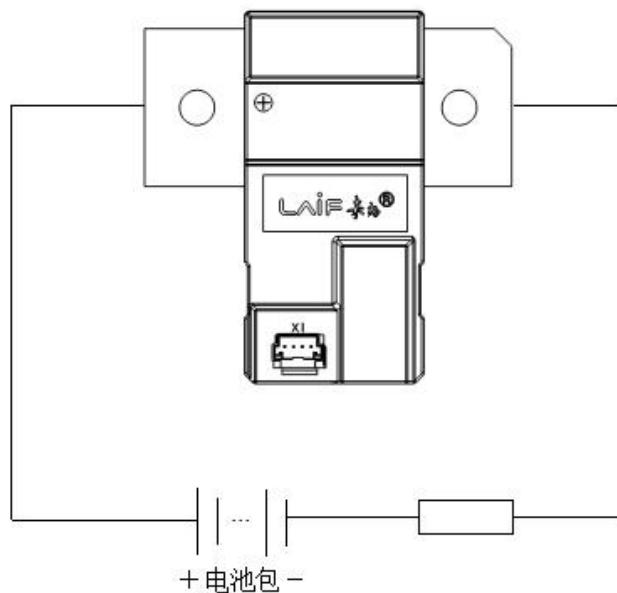


图9-1. 高压主正端推荐使用场景

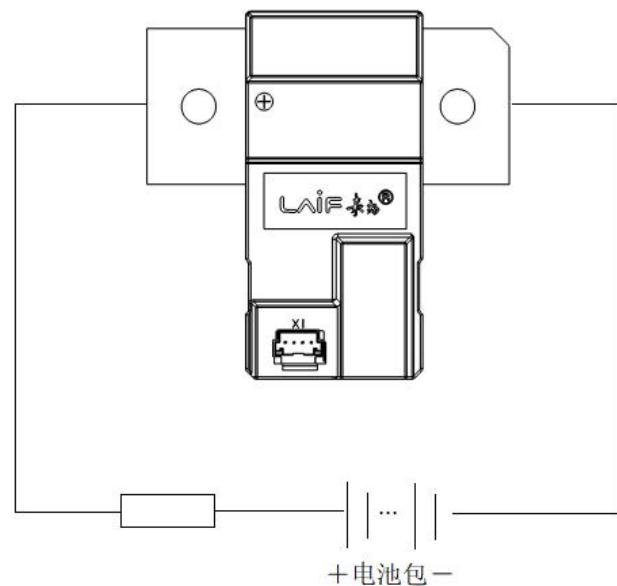


图9-2. 高压主负端推荐使用场景

## 10. 机械结构

### 10.1 外形尺寸

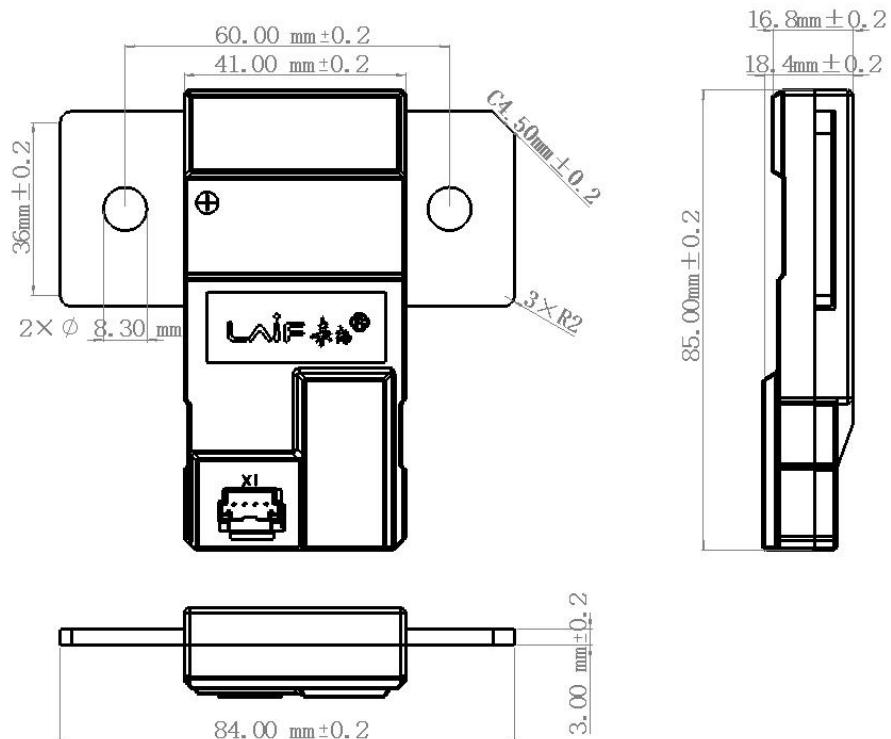


图10-1. 电流传感器外形尺寸示意图

### 10.2 铜排连接

- 推荐螺钉: M8
- 推荐扭矩: 10-15Nm
- 推荐分流器与母线重叠部分长度 $\geq 20\text{mm}$
- 不要在对接铜排和分流器之间使用平垫圈
- 推荐保持铜排和分流器表面清洁、平整无划痕

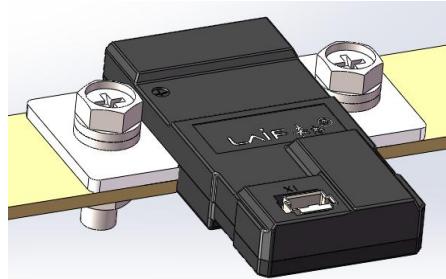


图10-2. 铜排连接示意图

### 10.3 连接器

接口	型号	厂商	引脚数量	引脚定义
公头连接器 <sup>[1]</sup>	5600200420	Molex	4	Pin1:VCC Pin2:CAN_L Pin3:CAN_H Pin4:GND
母头连接器 <sup>[2]</sup>	5601230400	Molex	4	/

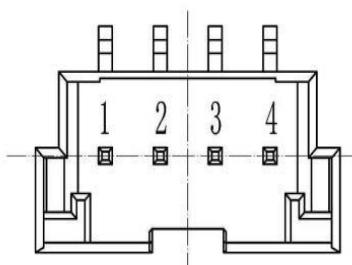


图10-3. 连接器

[1]更多公头连接器信息请查询Molex数据表: [https://www.molex.com/pdm\\_docs/sd/5600200420\\_sd.pdf](https://www.molex.com/pdm_docs/sd/5600200420_sd.pdf)

[2]更多母头连接器信息请查询Molex数据表: [https://www.molex.com/pdm\\_docs/sd/5601230400\\_sd.pdf](https://www.molex.com/pdm_docs/sd/5601230400_sd.pdf)

## 11. 存储环境

- 存储温度：15℃~35℃，存储湿度40%RH~60%RH；
- 存储环境应当干燥、整洁，避免阳光、臭氧、紫外线及放射线直接长时间照射；
- 避免在充满有害气体（如亚硫酸、硫化氢、氯及其化合物、溴及其化合物等）及腐蚀性物品环境下存储；
- 直接接触产品时需佩戴防静电手环或防静电手套。

## 12. 命名规范

1	2	3	4	5	6	7	8
电流传感器命名规则, 如: <u>LF</u> <u>M</u> <u>500</u> <u>C</u> <u>12</u> <u>D</u> <u>Q</u> <u>( )</u>							
<b>1.公司简称</b>		<b>2.产品系列编码</b>					
<b>3.额定电流</b>		<b>4.输出类型</b>					
代码	测量范围	代码	输出类型	备注			
50	0-50A	A0	0-5V				
100	0-100A	A1	0-10V				
300	0-300A	A2	-5-5V				
350	0-350A	A3	4-20mA				
500	0-500A	A4	0-3.3V, 基准1.65V				
800	0-800A	A5	0-5V, 基准2V				
1000	0-1000A	P0	PWM				
		P1	PFM				
<b>5.供电电压</b>		C	CAN (含终端电阻)				
代码	供电电压	CN	CAN (无终端电阻)				
3	3.3V	S	RS485 (含终端电阻)				
5	5V	SN	RS485 (无终端电阻)				
12	12V	E	ETH (以太网)				
24	24V	<b>6.电流方向</b>					
		代码	电流方向				
<b>7.使用环境</b>		S	单向				
代码	环境标准	D	双向				
Q	车规级	<b>8.备注</b>					
I	工业级	电压量程, 无电压检测即省略 (5=500v, 10=1000v, 15=1500v)					

## 13. 修订历史

日期	修订	备注
2023.03.26	*	首次发行V1.0
2024.04.01	修订外形尺寸信息	修订后版本V1.1

## 重要声明

安徽来福电子科技有限公司（以下简称来福电子）保留随时对LFM500系列产品及本文档更改、更正、和改进的权力，恕不另行通知。购买者下单前应获得LFM500系列产品的最新相关消息。

来福电子未授予任何知识产权的明示或暗示许可。

LFM500系列产品并非为以下用途而设计，也不应被用于这些用途：包括但不限于航空航天、医疗、救生、维生、核设施、高可靠性应用、用于手术植入体内的装置，或者在产品故障或运行无法达到理想状态的情况下会造成人身伤害、死亡或财产损失的任何其他应用。如果将产品用于相关文件中未明确说明的任何其他用途，则产品不享受来福电子质保，来福电子不会为因此造成的任何索赔或损失承担责任。除非经来福电子另行许可，否则该产品的销售和使用应遵守来福电子销售条款与条件。

如果转售LFM500系列产品的条款与本文档所述信息不符，来福电子对此类产品的任何保证将失效。