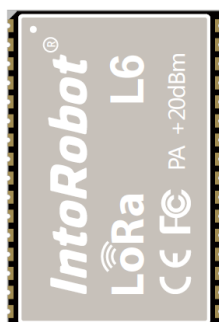


IntoRobot

L6 LoRa™ 通信模块规格书



巧而美·唯匠心集成

智而快·享极速运行

版权公告

本文中的信息，包括供参考的 URL 地址，如有变更，恕不另行通知。文档“按现状”提供，不负任何担保责任，包括对适销性、适用于特定用途或非侵权性的任何担保，和任何提案、规格或样品在他处提到的任何担保。本文档不负任何责任，包括使用本文档内信息产生的侵犯任何专利权行为的责任。本文档在此未以禁止反言或其他方式授予任何知识产权使用许可，不管是明示许可还是暗示许可。

LoRa™ 联盟成员标志归 LoRa™ 联盟所有。文中提到的所有商标名称、商标和注册商标均属其各自所有者的财产，特此声明。

注意

由于产品版本升级或其他原因，本手册内容有可能变更。深圳市摩仑科技有限公司保留在没有任何通知或者提示的情况下对本手册的内容进行修改的权利。

本手册仅作为使用指导，深圳市摩仑科技有限公司尽全力在本手册中提供准确的信息，但是深圳市摩仑科技有限公司并不确保手册内容完全没有错误，本手册中的所有陈述、信息和建议也不构成任何明示或暗示的担保。

目 录

1 概述.....	5
1.1 产品概述.....	5
1.2 产品关键指标.....	5
1.3 产品应用领域.....	6
2 硬件规格.....	6
2.1 规格列表.....	6
2.2 引脚描述.....	7
2.3 电气特征.....	9
2.3.1 工作环境.....	9
2.3.2 数字端口特征.....	9
2.3.3 SPI 时序参数.....	9
2.3.4 I2C 接口设计.....	10
2.3.5 复位.....	11
2.3.6 时钟.....	12
2.4 功耗.....	12
2.4.1 运行功耗.....	12
2.5 射频特性.....	13
2.5.1 射频特性.....	13
3 机械规格.....	13
3.1 SMT 建议温度.....	13
3.2 模块重量.....	14
3.3 模块尺寸图.....	14
3.4 PCB 封装建议图.....	14
4 模块原理框图.....	15
4.1 模块原理框图.....	15

图表目录

图表 1: 规格列表	6
图表 2: 管脚图 (正视图)	7
图表 3: 引脚定义及描述	8
图表 4: 建议工作环境	9
图表 5: 数字端口特征	9
图表 6: SPI 时序参数	9
图表 7: I2C 接口设计参考	10
图表 8: I2C 时序参数	10
图表 9: I2C 时序图	11
图表 10: NRST 接口设计	11
图表 11: NRST 时序参数	12
图表 12: 运行功耗	12
图表 13: 射频特性	13
图表 14: SMT 建议温度	13
图表 15: 模块重量	14
图表 16: 模块结构尺寸图(俯视图) 单位 mm	14
图表 17: 模块结构尺寸图(侧视图) 单位 mm	14
图表 18: PCB 封装建议图(俯视图) 单位 mm	14
图表 19: L6 原理框图	15

1 概述

1.1 产品概述

IntoRobot- L6 以下简称 L6 是深圳市摩仑科技有限公司开发的 LoRa™ 通信模块、具有通信距离远，结构紧凑，功耗低的特点。工作在 Sub-1GHz 频段 433MHz、470MHz。

该模块采用了 Semtech 公司 SX1276/1278 芯片，调制模式 LoRa™ 向后兼容 FSK、OOK，采用了 LoRa™ 扩频调制技术具有极高的接收灵敏度和超强的抗干扰性能，其通信距离，接收灵敏度都远超现在的 FSK、GFSK 调制。模块内置处理器，采用业界领先的 ARM® Cortex®-M3 超低功耗 32 位微型 MCU STM32L151CB，主频支持 32 MHz，1.25 DMIPS。MCU 待机功耗低至 0.28uA。

模块对无线数据进行了 AES128 加密处理，使数据传输更加安全。整个模块待机功耗可以低至 9uA，模块采用宽电压供电，电压范围 1.8~3.6 V，支持 2 种工作模式连续模式和节能模式，在周期轮询唤醒节能模式下，使用电池供电可工作数年至数十年。

兼容 Arduino 编程方式，并集成了 IntoYun 云平台，这样大大降低了软件开发工作量，缩短了产品开发周期。L6 结合 IntoYun 平台和 IntoYun-App 能快速实现产品智能化。

1.2 产品关键指标

- 空旷传输距离可达 6000 米
- 工作频段：433/470 MHz
- 调制模式 LoRa™ 向后兼容 FSK、OOK
- 灵敏度低至 -148 dBm
- 输出功率：最大 100mW (+20dBm)
- 工作电压范围：1.8~3.6 V
- 工作温度范围：-40~+85 ° C
- 多种接口 UART,SPI,I2C,ADC,DAC,USB,SWD
- 支持 LoRaWan Class A,C
- 支持数据加密

1.3 产品应用领域

- 智能农林牧副渔
- 智能物流，如货柜车监控，冷链物流，重要资产监控
- 智慧城市，如智能抄表，智能停车，智能路灯，智能消防等
- 环境监控，如空气质量监控(PM2.5,CO₂,CO,甲醛)，森林防火，水位监控，水质监控
- 智能家居和智能楼宇；如门禁系统，安防系统，烟雾报警器
- 智能工业，包括工业数据采集
- 机器人及无人机控制

2 硬件规格

2.1 规格列表

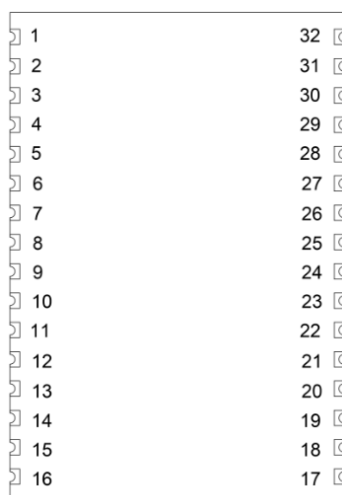
图表 1: 规格列表

产品名称	IntoRobot L6
云服务	IntoYun 云平台(www.intoyun.com)
CPU	STM32L151CUB6 Cortex-M3 32 位, 32MHz Flash: 128KB RAM: 16KB
电源范围	1.8 ~ 3.6 V 典型 3.3V 供电
工作电流	发射态: 最大电流 135mA(20dBm)
	接收态: 最大电流 25mA
	休眠电流 9 uA
无线频段	433MHz/470MHz
调制方式	LoRa/FSK/OOK
发射功率	2-20dBm
接收灵敏度	低至-148dBm
外部接口	21 个 GPIO
	1 个 SPI 接口
	2 个 UART 串口
	1 个 I2C 接口
	1 个 USB 接口
	1 个 SWD 加载调试口

	1 个复位信号
	电源引脚 1.8 ~ 3.6 V
	天线接口
天线类型	IPX/IPEX U.FL-R-SMT 天线座
工作环境	工作温度 -40°C - 85°C
	储存温度 -40°C - 125°C
	湿度 10% - 90% 无冷凝
连接方式	邮票孔
屏蔽罩	带屏蔽罩
尺寸	17.3mm(宽),25.4mm(长),2.5mm(高)

2.2 引脚描述

图表 2: 管脚图 (正视图)



图表 3: 引脚定义及描述

引脚	引脚名	描述
1	GND	接地
2	NC	空脚
3	PA0	WKUP1/ ADC_IN0
4	PA1	ADC_IN1
5	PA2	USART2_TX/TIM2_CH3/ TIM9_CH1/ADC_IN2
6	PA3	USART2_RX/TIM2_CH4/ ADC_IN3
7	PA4	ADC_IN4/ DAC_OUT1
8	PA5	ADC_IN5/ DAC_OUT2
9	PA6	TIM3_CH1/ADC_IN6
10	PA7	TIM3_CH2/ADC_IN7
11	PA14	JTCK-SWCLK
12	PA13	JTMS-SWDIO
13	NRST	NRST
14	PB2	BOOT1
15	PB10	I2C2_SCL/USART3_TX/ TIM2_CH3
16	PB11	I2C2_SDA/USART3_RX/ TIM2_CH4
17	PB12	SPI2_NSS/TIM10_CH1/ADC_IN18
18	PB13	SPI2_SCK/ADC_IN19
19	PB14	SPI2_MISO/TIM9_CH2/ADC_IN20
20	PB15	SPI2_MOSI/TIM11_CH1/ADC_IN21
21	PA9	USART1_TX
22	PA10	USART1_RX
23	PA11	USB_DM
24	PA12	USB_DP
25	3.3V	外部供电电源输入,电压范围 +1.8V - +3.6V
26	3.3V	外部供电电源输入,电压范围 +1.8V - +3.6V
27	GND	接地
28	NC	空脚
29	NC	空脚
30	GND	接地
31	RF	射频输出
32	GND	接地

2.3 电气特征

2.3.1 工作环境

图表 4: 建议工作环境

工作环境	名称	最小值	典型值	最大值	单位
工作温度	-	-40	20	85	°C
存储温度	-	-40	20	125	°C
供电电压	VDD	1.8	3.3	3.6	V
湿度环境	-	10%	-	90%	-

测试条件: IPC/JEDEC J-STD-020

2.3.2 数字端口特征

图表 5: 数字端口特征

符号	描述	条件	最小值	最大值	单位
V_{IL}	输入逻辑电平低	-	-	0.3VDD	V
V_{IH}	输入逻辑电平高	-	0.7VDD	-	V
V_{OL1}	输出逻辑电平低	$I_{IO}=8mA$	-	0.4	V
V_{OH1}	输出逻辑电平高	$2.7V < VDD$	2.4	-	V
V_{OL2}	输出逻辑电平低	$I_{IO}=4mA$	-	0.45	V
V_{OH2}	输出逻辑电平高	$1.65V < VDD$	$VDD-0.45$	-	V
V_{OL3}	输出逻辑电平低	$I_{IO}=20mA$	-	1.3	V
V_{OH3}	输出逻辑电平高	$2.7V < VDD$	$VDD-1.3$	-	V

2.3.3 SPI 时序参数

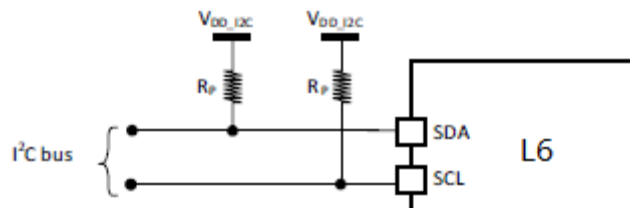
图表 6: SPI 时序参数

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Max ⁽²⁾	Unit
f_{SCK} $1/t_{c(SCK)}$	SPI clock frequency	Master mode	-	16	MHz
		Slave mode	-	16	
		Slave transmitter	-	12 ⁽³⁾	
$t_{r(SCK)}^{(2)}$ $t_{f(SCK)}^{(2)}$	SPI clock rise and fall time	Capacitive load: C = 30 pF	-	6	ns
DuCy(SCK)	SPI slave input clock duty cycle	Slave mode	30	70	%
$t_{su(NSS)}$	NSS setup time	Slave mode	$4t_{HCLK}$	-	ns
$t_{h(NSS)}$	NSS hold time	Slave mode	$2t_{HCLK}$	-	
$t_{w(SCKH)}^{(2)}$ $t_{w(SCKL)}^{(2)}$	SCK high and low time	Master mode	$t_{SCK}/2 - \frac{5}{5}$	$t_{SCK}/2 + \frac{3}{3}$	
$t_{su(MI)}^{(2)}$	Data input setup time	Master mode	5	-	
$t_{su(SI)}^{(2)}$		Slave mode	6	-	
$t_{h(MI)}^{(2)}$	Data input hold time	Master mode	5	-	
$t_{h(SI)}^{(2)}$		Slave mode	5	-	
$t_{a(SO)}^{(4)}$	Data output access time	Slave mode	0	$3t_{HCLK}$	
$t_{v(SO)}^{(2)}$	Data output valid time	Slave mode	-	33	
$t_{v(MO)}^{(2)}$	Data output valid time	Master mode	-	6.5	
$t_{h(SO)}^{(2)}$	Data output hold time	Slave mode	17	-	
$t_{h(MO)}^{(2)}$		Master mode	0.5	-	

2.3.4 I2C 接口设计

I2C 接口是 OD(漏极开路门)设计需要外接上拉电阻 R_p 。建议为 $4.7k\Omega$

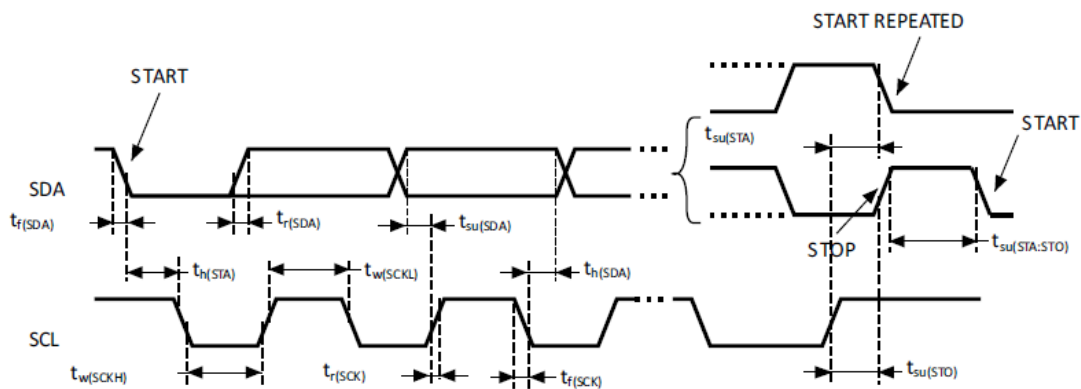
图表 7: I2C 接口设计参考



图表 8: I2C 时序参数

Symbol	Parameter	Standard mode I ² C ⁽¹⁾		Fast mode I ² C ⁽¹⁾⁽²⁾		Unit
		Min	Max	Min	Max	
$t_{w(SCLL)}$	SCL clock low time	4.7	-	1.3	-	μs
$t_{w(SCLH)}$	SCL clock high time	4.0	-	0.6	-	
$t_{su(SDA)}$	SDA setup time	250	-	100	-	ns
$t_h(SDA)$	SDA data hold time	0	-	0	900 ⁽³⁾	
$t_r(SDA)$ $t_r(SCL)$	SDA and SCL rise time	-	1000	$20 + 0.1C_b$	300	
$t_f(SDA)$ $t_f(SCL)$	SDA and SCL fall time	-	300	-	300	
$t_h(STA)$	Start condition hold time	4.0	-	0.6	-	μs
$t_{su(STA)}$	Repeated Start condition setup time	4.7	-	0.6	-	
$t_{su(STO)}$	Stop condition setup time	4.0	-	0.6	-	μs
$t_{w(STO:STA)}$	Stop to Start condition time (bus free)	4.7	-	1.3	-	μs
C_b	Capacitive load for each bus line	-	400	-	400	pF

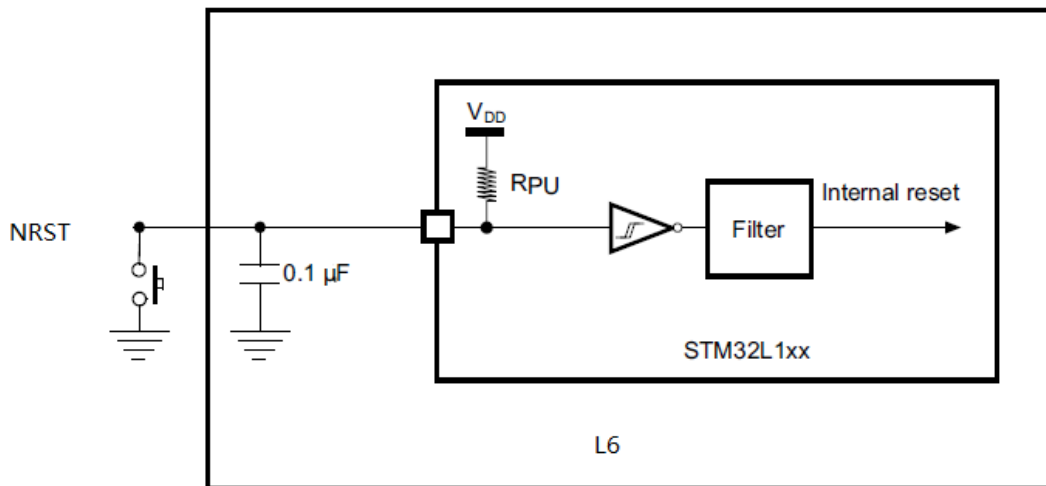
图表 9: I2C 时序图



2.3.5 复位

NRST 管脚 L6 已经内置 0.1uF 电容,而 L6 内置的 MCU STM32L151CBU6 已经内置弱上拉电阻 R_{PU} (30-60K Ω)

图表 10: NRST 接口设计



图表 11: NRST 时序参数

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
$V_{IL(NRST)}^{(1)}$	NRST input low level voltage	-	-	-	0.8	V
$V_{IH(NRST)}^{(1)}$	NRST input high level voltage	-	1.4	-		
$V_{OL(NRST)}^{(1)}$	NRST output low level voltage	$I_{OL} = 2\text{ mA}$ $2.7\text{ V} < V_{DD} < 3.6\text{ V}$	-	-	0.4	
		$I_{OL} = 1.5\text{ mA}$ $1.65\text{ V} < V_{DD} < 2.7\text{ V}$	-	-		
$V_{hys(NRST)}^{(1)}$	NRST Schmitt trigger voltage hysteresis	-	-	$10\%V_{DD}^{(2)}$		mV
R_{PU}	Weak pull-up equivalent resistor ⁽³⁾	$V_{IN} = V_{SS}$	30	45	60	kΩ
$V_{F(NRST)}^{(1)}$	NRST input filtered pulse	-	-	-	50	ns
$V_{NF(NRST)}^{(1)}$	NRST input not filtered pulse	-	350	-		ns

2.3.6 时钟

L6 内置 MCU 支持 RTC, RTC 晶体频率 32.768KHz。MCU 的主时钟为 12MHz。

2.4 功耗

2.4.1 运行功耗

图表 12: 运行功耗

参数	最小值	典型值	最大值	单位
睡眠模式		9		uA
正常模式		20		mA
接收模式		25		mA

发射模式(5dBm)		65		mA
激活模式		135		mA

注释：T=25°C VDD=3.3V。

2.5 射频特性

2.5.1 射频特性

图表 13：射频特性

参数	最小值	最大值	单位
灵敏度@433MHz	-148	—	dBm
功率@433MHz	2	20	dBm
灵敏度@470MHz	-148	—	dBm
功率@470MHz	2	20	dBm

3 机械规格

3.1 SMT 建议温度

图表 14：SMT 建议温度

倾斜升温 TS 最大值到 TL	最大值 3°C/秒
预热	
最小温度值 (TS Min.)	150°C
典型温度值 (TS Typ.)	175°C
最大温度值 (TS Max.)	200°C
时间 (TS)	60~180 秒
倾斜升温 (TL to TP)	最大值 3°C/秒
持续时间 / 温度 (TL) / 时间 (TL)	217°C/60~150 秒
温度峰值 (TP)	最高温度值 260°C，持续 10 秒
目标温度峰值 (TP 目标值)	260°C+0/-5°C
实际峰值 (tP) 5°C 持续时间	20~40 秒
倾斜降温	最大值 6°C/秒
从 25°C 调至温度峰值所需时间(t)	最大 8 分钟

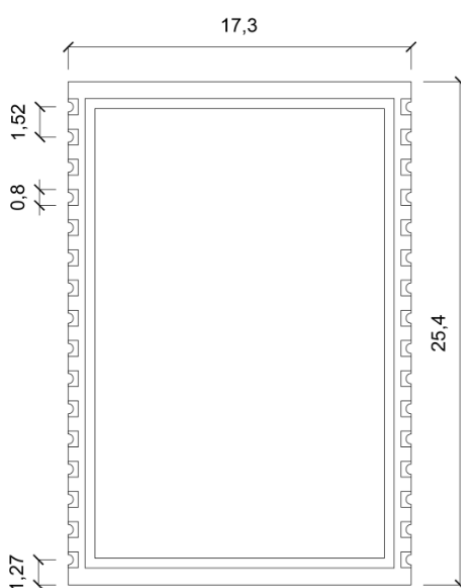
3.2 模块重量

图表 15: 模块重量

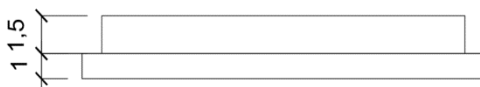
模块型号	重量
IntoRobot_L6	2.6 g

3.3 模块尺寸图

图表 16: 模块结构尺寸图(俯视图) 单位 mm

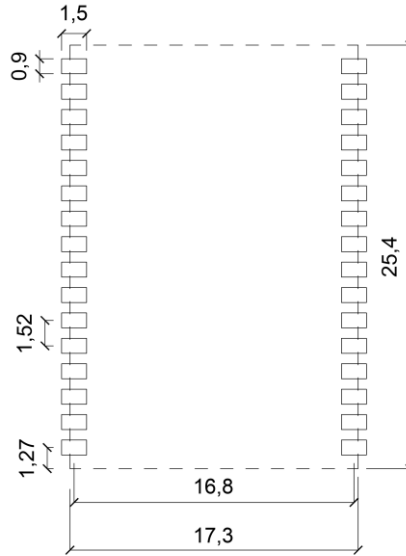


图表 17: 模块结构尺寸图(侧视图) 单位 mm



3.4 PCB 封装建议图

图表 18: PCB 封装建议图(俯视图) 单位 mm



4 模块原理框图

4.1 模块原理框图

图表 19: L6 原理框图

