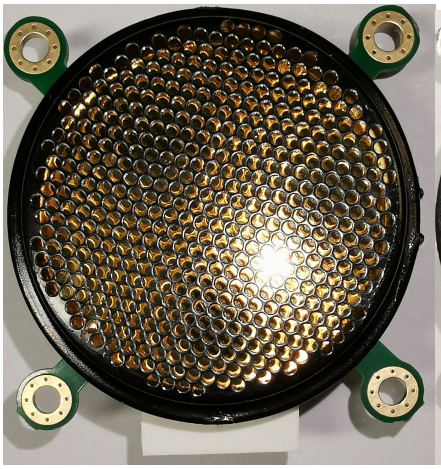
KS109-485 技术说明书

版本：Ver. 1.00

Modify Date	Content	Edit	Revision	Note
Oct.8,2018	Initial release.	O.Y.Y.	1.00	KS109-485

：

：



正面

背面

KS109-485 功能摘要：

- 与 KS109 的 I2C/TTL 串口完全兼容；同时增加 485 串口；
- 收发**一体**式设计，KS109-485 可实现约 10° 的极小波束角；
- 采用专利技术的探测模式，探测范围 **KS109-485(0xb2,0xba):**4cm ～ 11 米；**KS109-485(0xb0,0xb4, 0xb8,0xbc):**8cm～11 米; **测身高指令严禁使用 0xbc 指令，测身高应该用 0xb4 指令！**
- 包含实时温度补偿的距离探测，高探测精度(0xb4 指令精度校准到 1mm，以金属网面为基准)；
- 使用 ***I²C/串口***接口与主机通信，自动响应主机的 ***I²C/串口***控制指令，兼容 KS103 协议；
- 共 20 个可修改的 ***I²C/串口***地址，范围为 0xd0～0xfe (0xf0,0xf2,0xf4,0xf6 除外，8 位地址)；
- 83ms 快速、高精度的温度探测，随时感知环境精确温度；
- 低功耗，5v 探测电流小于 5mA/0.3ms 每次探测，3.3v 探测电流小于 1.7mA/0.3ms 每次探测；
- 发射声音可调，默认发射声音 55-65 分贝；可调整为 45-55 或 40-45 分贝；
- 使用工业级配置，工作温度 (-40℃~+85℃)；
- 宽工作电压范围 (3.0V~5.5V)；
- I²C 模式通信速率 50~100kbit/s，串口波特率 9600bps，或发指令自行调整为 115200bps；
- 采用独特的**可调**滤波降噪技术，电源电压受干扰或噪音较大时，仍可正常工作；
- 电源防反接保护、过压保护、ESD 静电保护；
- RoHS 认证，环保无铅；

警告

本品探测时将产生数倍于市电的弱电流高压，直接接触可能导致肌肉痉挛或心跳异常，请勿直接用手触摸本模块！操作本模块时请配备绝缘手套。对于违规不使用绝缘手套直接接触本模块而导致的后果，本公司不承担法律责任。

WARNING

This product will produce a high voltage of 500v-600v with weak current, direct contact may lead to muscle spasms or abnormal heartbeat, do not touch the module directly by hand! Insulate gloves when handling this module. The company does not assume legal responsibility for the consequences of non-use of insulated gloves for direct contact with this module.

KS109-485 电性能参数：

工作电压：***3.0V~5.5V*** 直流电源，推荐 ***5.0V.***

当工作电压为 5V 时：

上电时瞬间最大电流：**100mA@5.0V, typical**，持续时间 **75ms** 至电容充满电。之后进入待机状态，待机电流小于 **0.5 mA@5.0V.**

上电时瞬间最大电流：**50mA@5.0V, typical**，持续时间 **150ms** 至电容充满电。之后进入待机状态，待机电流小于 **0.5 mA@5.0V.**

探测电流（每启动一次超声探测发出“滴”声的电流）：≤**5mA@5.0V**,，持续时间：**0.3ms**。

其他指令例如温度探测指令电流：小于 **0.5 mA@5.0V.**

待机电流：**小于 0.5 mA@5.0V.**

休眠时最大耗电量：**500uA@5.0V, typical**

当工作电压为 3.3V 时：

上电时瞬间最大电流：**100mA@3.3V, typical**，持续时间 **50ms** 至电容充满电。之后进入待机状态，待机电流小于 **0.33mA@3.3V.**

上电时瞬间最大电流：**50mA@3.3V, typical**，持续时间 **100ms** 至电容充满电。之后进入待机状态，待机电流小于 **0.33mA@3.3V.**

探测电流（每启动一次超声探测发出“滴”声的电流）：小于 **1.7mA@3.3V**，持续时间：**0.3ms**。

当探测周期大于等于 **33ms** 时，超声探测电流小于 **0.33 mA@3.3V**.

其他指令例如温度探测指令电流：小于 **0.33 mA@3.3V.**

待机电流：小于 **0.33 mA@3.3V**.

休眠时最大耗电量：**330uA@3.3V, typical**

KS109-485 安装建议

如下图 1 所示，默认由 4 个正方形排布间距 38mm 直径 3mm 圆孔安装定位。有利于结构扁平化设计；

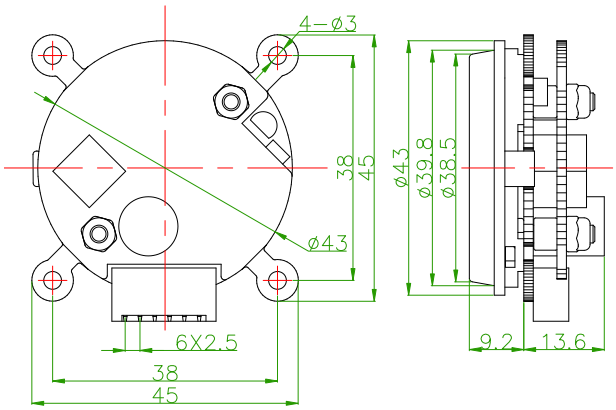


图 1

KS109-485 的两种模式：一种扁平化结构（图 2）：另一种完全兼容 KS109 的圆柱结构（图 3）：

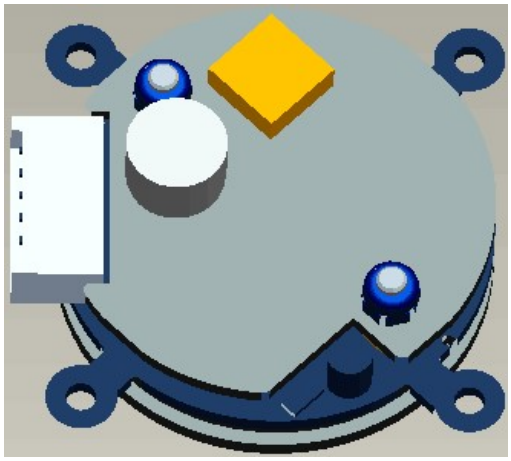


图 2

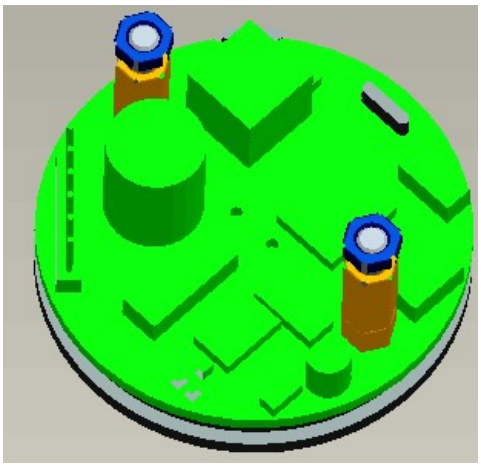


图 3

图 2 为扁平化结构有利于对厚度有限制的设计；

图 3 为圆柱结构有利于对直径有限制的设计。

KS109-485 连线及通信模式选择：

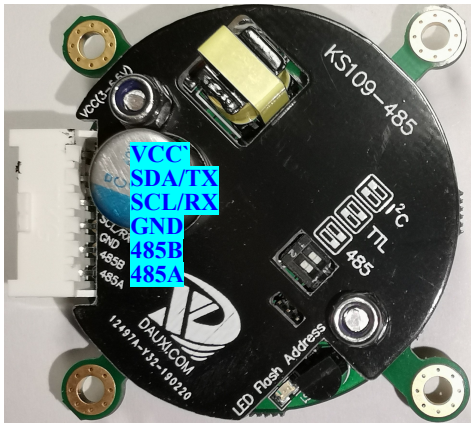


图 4

如图 4 所示，在 KS109-485 上连线插座为标准件，型号为 XHB-6AW, 插座引脚标识有：VCC、SDA/TX(简称 SDA)、SCL/RX(简称 SCL)、GND、485B 及 485A。

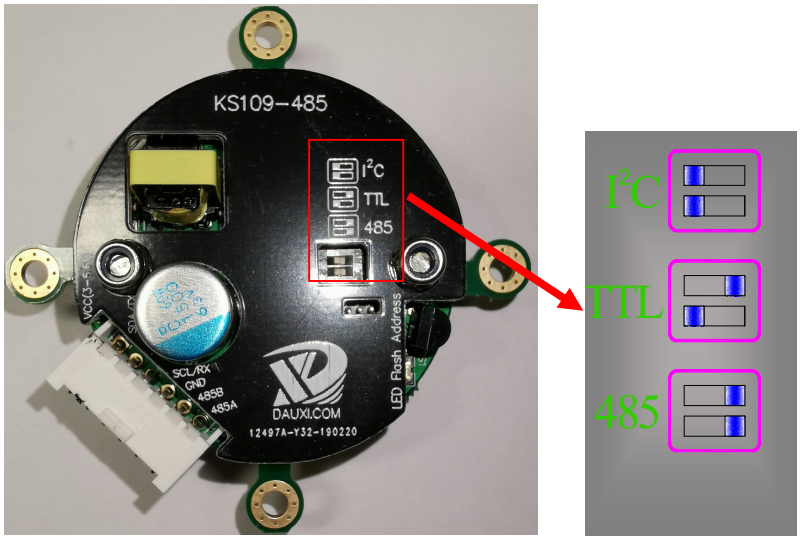


图 5

上电前通过上图 5 的拨码开关设置工作模式。

KS106 工作于 TTL 串口模式时，所述 TTL 串口不是 232 串口，TTL 电平可以与单片机的 TXD/RXD 直接相连，但不能与 232 串口直接相连(直接连将烧坏本模块)，需要一个 MAX232 电平转换将 TTL 电平转换为 232 电平才可以。

如上图示，拨码开关 SW1 全左为 I²C 模式；拨码开关 SW1 上右下左为 TTL 串口模式；拨码开关 SW1 全右为 485 模式。

I²C 模式信号线接法为：SCL/RX 接上位机的 SCL；SDA/TX 接上位机的 SDA。

TTL 串口模式信号线接法为：SDA/TX 接上位机的 RXD;SCL/RX 接上位机的 TXD(1)。

Note (1):此处的 TTL 串口不是 232 串口，TTL 电平可以与单片机的 TXD/RXD 直接相连，但不能与 232 串口直接相连(直接连将烧坏本模块)，需要一个 MAX232 电平转换将 TTL 电平转换为 232 电平才可以。

485 串口模式时信号线接法为：485A 接 485A;485B 接 485B(2)。

Note (2):485 是差分信号，GND 可以不接或与 485 通信线的屏蔽层相接，在千米级距离传输时可以提高抗干扰性。

当使用 485 接口时，**3-5.5V 电源**电压建议不要低于 4.5V。

以下分别详细介绍 I2C 模式、TTL 串口模式和 485 串口模式。

I²C 模式

VCC 用于连接+5V(3.0～5.5V 范围均可)电源(1)，GND 用于连接电源地，SDA/TX 是 I²C 通信的数据线，SCL/RX 引脚是 I²C 通信的时钟线。SCL 及 SDA 线均需要由主机接一个 4.7K(阻值 1～10K 均可)电阻到 VCC。KS109-485 的 I²C 通信速率建议不要高于 100kbit/s。

Note 1: 要达到最佳的工作状态推荐使用+5V 电源，低于 5V 的电压将影响测距量程。并且，允许将 VCC 与 GND 接反，不会损坏电路。超过 5v 小于 7v 电压的输入也不会导致损坏。但不建议这样操作。

具体连线如下图 6 所示（20 个）：

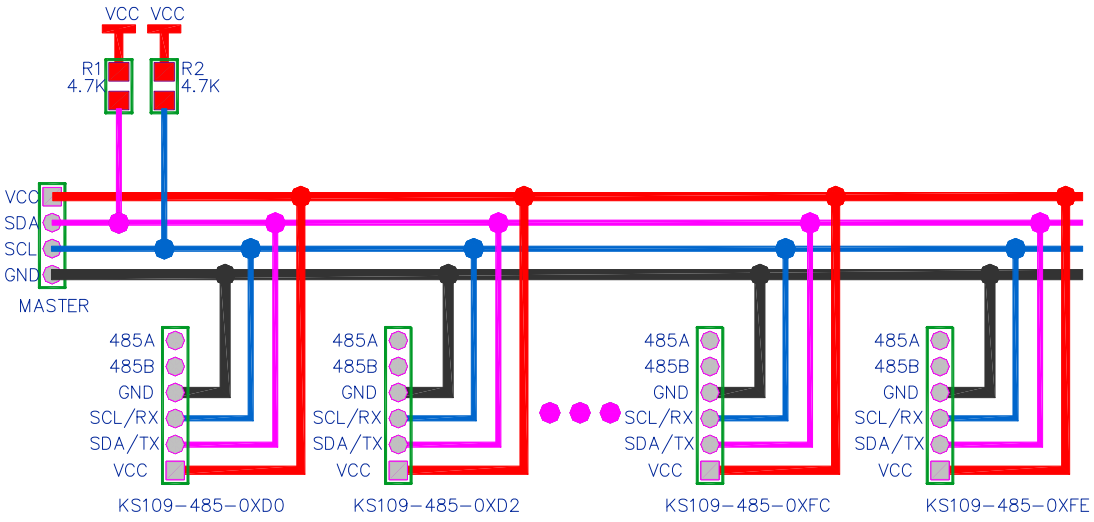


图 6

KS109-485 默认地址为 0xe8，用户可以将地址修改为 20 种地址中的任何一个：0xd0, 0xd2, 0xd4, 0xd6, 0xd8, 0xda, 0xdc, 0xde, 0xe0, 0xe2, 0xe4, 0xe6, 0xe8, 0xea, 0xec, 0xee, 0xf8, 0xfa, 0xfc, 0xfe. (2)

Note 2: 请注意，以上地址并不包括 0xf0, 0xf2, 0xf4,0xf6，这 4 个地址保留用于 I²C 从机的 10 位地址。控制本模块的主机设备可能只支持 7 位的 I²C 从机地址，此时需要将 8 位地址右移 1 位作为地址来使用。例如，本模块默认地址 0xe8，对应 7 位的地址 0x74。

修改 I²C 地址时序：

地址	2	**0x9a**	延时 1ms	**地址**	2	**0x92**	延时 1ms	**地址**	2	**0x9e**	延时 1ms	**地址**	2	**新地址**	延时 100ms

修改 I²C 地址须严格按照时序来进行，时序中的延时时间为最小时间。对于 51 单片机主机，其可调用附件 3 所示的 change_i2c_address(addr_old,addr_new)函数来实现。

修改完毕后请给 KS109-485 重新上电，可观察到 LED 显示新地址。在修改 KS109-485 的 I²C 地址过程中，严禁突然给 KS109-485 断电。修改地址函数请不要放在 while(1)循环中，保证在程序中上电后只运行一次。

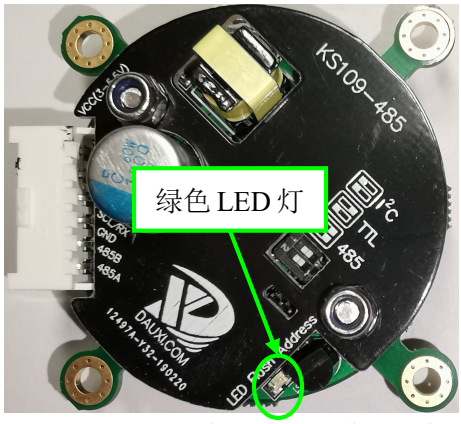
在 I²C 地址设置为不同之后，在主机的两根 I²C 总线上可以同时连接 20 个 KS109-485。主机在对其中一个 KS109-485 模块进行控制时，其他模块自动进入微瓦级功耗休眠模式，因此不必担心电流供应不足问题。

KS109-485 工作流程：

在 KS109-485 上电启动时，系统会开始自检，自检正常后其背面的 LED 会以二进制方式闪烁显

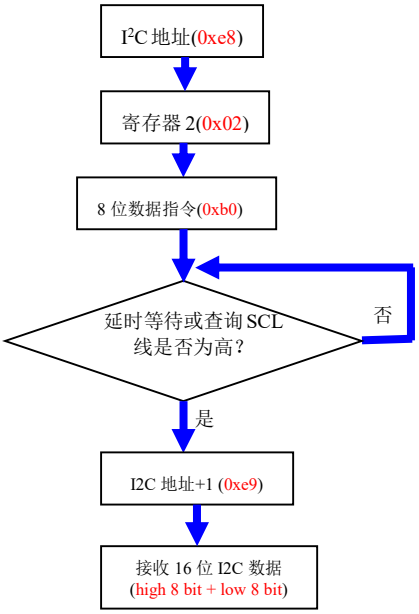
示其 8 位 I²C 地址，快闪两下代表“1”，慢闪一下代表“0”。例如显示 0xea 地址，其二进制数为 *0B*11101010，绿色 LED 渐亮→灭→**快闪两下**→灭→**快闪两下**→灭→**快闪两下**→灭→**慢闪一下**→灭→**快闪两下**→灭→**慢闪一下**→灭→**快闪两下**→灭→**慢闪一下**→灭。(3)

Note 3: LED 闪烁时的绿色亮光可能会刺激到眼睛，请尽量不要近距离直视工作中的 LED，可以使用眼睛的余光来观察其闪烁。



KS109-485 启动后如果收到主机的有效数据指令，LED 将立即停止闪烁显示。进入指令探测模式。

KS109-485 使用 I²C 接口与主机通信，自动响应主机的 I²C 控制指令。指令为 8 位数据，指令发送流程为：



探测结束智能识别

KS109-485 在发送完探测指令后，需要等待一段时间方可以获取正确的 16 位 I²C 数据。而用户只知道最大探测时间，但并不确知实际每次的探测时间。KS109-485 采用了探测结束智能识别技术。探测过程中 SCL 将一直保持为低电平，用户可以通过查询 SCL 线是否变为高电平即 while(!SCL)语句来等待，SCL 线变为高则表明探测完毕，可以开始通过 I²C 总线接收到 KS109-485 探测到的 16 位数据。注意，发送完探测指令后，需要延时约 40us 以上再查询 SCL 线是否变高，所述 40us 为 KS109-485 响应延迟。由于最快的探测指令 0xa0 也需要 1ms 的时间，因此建议延时约 1ms 后再判断 SCL 线，这样做既不会打断正在进行的探测，也不会降低探测效率。也可以通过延时一段时间再开始接收 16 位 I²C 数据。(4)

Note 4: 这种总线钳制探测方式可以为客户获得更大的探测速度及效率，而不是通过定时器延时或 delay 函数延时每次探测都要至少等待 65ms。换言之，用户大部分时候仅需要快速知晓 1m 范围内是否有障碍物。具体延时时间应大于表 1 所列各指令的最大探测时间。

如果不希望 SCL 线在探测时被拉低，可以通过发送指令 0xc3 指令，之后断电重启 KS109-485 后 SCL 线仍然不会拉低。如果想恢复 I²C 钳制及 SCL 拉低功能，发送 0xc2 指令即可。

配置方法非常简单，向本模块发送指令时序：“I²C 地址 + 寄存器 2 +0xc2/0xc3”即可，发送完成后请延时至少 2 秒，以让系统自动完成配置。并开始按照新配置工作。

以附件 3 所示程序为例，配置代码如下：

write_byte(0xe8,2,0xc2);

delayms(2000);

探测结束智能识别功能配置好之后会自动保存，并立即按照新配置工作。KS109-485 在重新上电后将按新配置运行。

探测指令

探测指令发送完成后，KS109-485 将依据探测指令进入相应探测模式，主机此时须等待一段时间方可开始通过 I²C 总线查询探测结果，过早查询 I²C 总线将获得 0xff 值。注意，每一帧**探测指令**格式均为：

I²C 地址	寄存器 2	8 位数据

所有 **I²C 控制**指令汇总如下：

寄存器	命令	返回值范围（10 进制）	返回值范围（16 进制）	备注
0		1-254	0x01-0xff	程序版本标识及厂家标识。
1		1-252	0x01-0xfc	制造日期标识。16 位数据的高 8 位为制造年份，低 8 位为制造月份。11 年开始制造标识为 1；12 年开始制造标识为 2；……；25 年开始制造标识为 F；26 年开始制造标识为 0；27 年开始制造标识为 1。月份：1 月份标识为 1；10 月份标识为 A；12 月份对应 C。
2	0x71	无	无	第一级降噪。 0xb0/0xb2/0xb4 指令将工作于第一级降噪； 0xb8/0xba/0xbc 指令将工作于第一级降噪。出厂默认设置，适用于电池供电
2	0x72	无	无	第二级降噪。 0xb0/0xb2/0xb4 指令将工作于第二级降噪； 0xb8/0xba/0xbc 指令将工作于第二级降噪。适用于 USB 供电。
2	0x73	无	无	第三级降噪。 0xb0/0xb2/0xb4 指令将工作于第三级降噪； 0xb8/0xba/0xbc 指令将工作于第二级降噪。 适用于较长距离 USB 供电
2	0x74	无	无	第四级降噪。 0xb0/0xb2/0xb4 指令将工作于第四级降噪； 0xb8/0xba/0xbc 指令将工作于第二级降噪。 适用于开关电源供电
2	0x77	无	无	将串口通信波特率配置为 9600bps，出厂默认设置
2	0x79	无	无	将串口通信波特率配置为 115200bps
2	0x7a	无	无	**本配置仅对 0xb0/0xb2/0xb4 指令有效**:KS109-485

				使用 0xb0/0xb2/0xb4 指令时将工作于约 15°-20° 波束角模式，出厂默认设置
2	0x7b	无	无	**本配置仅对 0xb0/0xb2/0xb4 指令有效**:KS109-485 使用 0xb0/0xb2/0xb4 指令时将工作于身高测量模式，适用于人体身高测量
2	0x7c	无	无	**本配置仅对 0xb0/0xb2/0xb4 指令有效**:KS109-485 使用 0xb0/0xb2/0xb4 指令时将工作于任意物体捕捉模式，适用于探测任意大小物体的接近；KS108 将工作于任意物体捕捉模式
2	0x7d	无	无	**本配置仅对 0xb0/0xb2/0xb4 指令有效**:KS109-485 使用 0xb0/0xb2/0xb4 指令时将工作于约 15° 的小波束角模式
2	0x95	无	无	0x71-0x7d 参数配置第二时序
2	0x98	无	无	0x71-0x7d 参数配置第三时序
2	0x9c	无	无	0x71-0x7d 参数配置第一时序
2	0x92	无	无	修改地址第二时序
2	0x9a	无	无	修改地址第一时序
2	0x9e	无	无	修改地址第三时序
2	0xb0	34-11280mm	0x22-0x2c10mm	0-11m 范围，普通距离(不带温度补偿)，返回 mm，探测最大耗时约 68ms。波束角可依据 0x71-0x7d 配置调整。
2	0xb2	200-65278μs	0xc8-0xfefeμs	0-11m 范围，普通距离(不带温度补偿)，返回 μs，探测最大耗时约 66ms。波束角可依据 0x71-0x7d 配置调整。
2	0xb4	34-11280mm	0x22-0x2c10mm	0-11m 范围，普通距离(**带温度补偿**)，返回 mm，探测最大耗时约 87ms。波束角可依据 0x71-0x7d 配置调整。**本指令在 0x7a 默认模式下指令精度已校准到 1mm。测身高指令严禁使用 0xbc 指令，测身高应该用 0xb4 指令！**
2	0xb8	34-11280mm	0x22-0x2c10mm	0-11m 范围，普通距离(不带温度补偿)，返回 mm，探测最大耗时约 68ms。KS109-485 波束角约 10°，不能修改波束角。
2	0xba	200-65278μs	0xc8-0xfefeμs	0-11m 范围，普通距离(不带温度补偿)，返回 μs，探测最大耗时约 66ms。KS109-485 波束角约 10°，不能修改波束角。
2	0xbc	34-11280mm	0x22-0x2c10mm	0-11m 范围，普通距离(**带温度补偿**)，返回 mm，探测最大耗时约 87ms。KS109-485 波束角约 10°，不能修改波束角。**测身高指令严禁使用 0xbc 指令，测身高应该用 0xb4 指令！**
2	0xc2	无	无	探测时 I²C 的 SCL 线强制拉低，默认
2	0xc3	无	无	探测时 I²C 的 SCL 线不拉低
2	0xc4	无	无	5 秒休眠等待；55-65db 发射音波
2	0xc5	无	无	1 秒休眠等待；55-65db 发射音波
2	0xc6	无	无	40-45db 发射音波

2	0xc7	无	无	45-55db 发射音波
2	0xc9	0-255	0-0xff	返回 9 位精度的温度数据，按 DS18B20 格式，范围为-40℃- +125℃，探测耗时约 83ms
2	0xca	0-255	0-0xff	返回 10 位精度的温度数据，按 DS18B20 格式，范围为-40℃- +125℃，探测耗时约 168ms
2	0xcb	0-255	0-0xff	返回 11 位精度的温度数据，按 DS18B20 格式，范围为-40℃- +125℃，探测耗时约 315ms
2	0xcc	0-255	0-0xff	返回 12 位精度的温度数据，按 DS18B20 格式，范围为-40℃- +125℃，探测耗时约 610ms
3		0-255	0-0xff	读数据时寄存器 3 与寄存器 2 联合使用，寄存器 2 返回 16 位数据探测结果的高 8 位，寄存器 3 返回 16 位数据的低 8 位
4			0x77 或 0x79 或 0xff	本寄存器存储的是串口通信波特率 0x76~0x79，供查询用。0x79 对应波特率 115200bps，非 0x79 值对于波特率 9600bps
5			0xd0~0xfe	本寄存器存储的是 20 个 I²C 或串口地址，不包括 0xf0, 0xf2, 0xf4,0xf6，供查询用。
6			0x71~0x74	本寄存器存储的是降噪级别 0x71~0x74，供查询用
7			0x7a~0x7d	本寄存器存储的是波束角大小 0x7a~0x7d，供查询用
8				保留供升级用
9		109	0x6d	本寄存器存储型号：KS109-485
10			0xc4,0xc5,0xc6, 0xc7, 0xff	0xc4:5 秒休眠等待；55-65db 发射音波 0xc5:1 秒休眠等待；55-65db 发射音波 0xc6:5 秒休眠等待；40-50db 发射音波 0xc7:5 秒休眠等待；50-55db 发射音波
11-32		0	0	保留供升级用

表 1

距离探测

探测范围在 0～11m 的 0xb0/0xb2/0xb4 指令，探测范围在 0～11m 的 0xb8/0xba/0xbc 指令。通过“I²C 地址 + 寄存器 2 + 距离探测指令”时序，延时或等待上表中所规定的相应时间后，再使用读取函数读寄存器 2 及寄存器 3 的值，即可取得 16 位的距离数据。指令 0xb0 及 0xb8 是按照 25℃标准通过实际探测时间换算而来的距离值；指令 0xb2 及 0xba 探测返回的均是一个时间单位(μs)，其代表超声波从发出到遇到障碍物反射收回所经历的时间。

要获得精准的距离探测值，请使用 0xb4 或 0xbc 命令，这两个命令自动使用高精度温度补偿技术，探测值更稳定更精确。也可以使用 ***0xb2/0xba(传输时间) + 0xc9/0xca/0xcb/0xcc(环境温度)*** 组合，探测出超声波在空气中的传输时间及相应环境温度，再通过声速换算出精确的距离值。使用经温度修正的 0xb4 指令，最高精度可达 1mm，误差为 0.152mm/17cm。随着环境与科技的变化与发展，KS109-485 内部使用的声速计算公式可能并不准确。为获得精度达到毫米级别的距离，请通过超声波传输时间及环境温度并使用可能的最新的声速计算公式来获取精确的距离值。

如果需要达到米尺级别的探测效果，请使用 0xb4 指令。其精度校准到 1mm，以金属网面为基准，盲区 8cm。使用 0xb2/0xba(传输时间)指令盲区 4cm。

0xb8/0xba/0xbc 指令仅仅 10° 波束角，对于高精度探测不适用。因为物体略有偏斜将导致

无法收到回波，或回波折射，导致探测结果值偏大。0xb8/0xba/0xbc 指令适用于超小波束角场合，例如波束需要通过一定宽度的缝隙，其他指令因波束角偏大可能无法通过。因此**测身高指令严禁使用 0xbc 指令，测身高应该用 0xb4 指令！因为 0xbc 指令波束角太小，头一偏或发型吸波可能测不到！所以测身高应用 0xb4 指令。**

在远距离探测时，如果电源噪音较大，KS109-485 将可能不能达到最大量程。

电源降噪指令(0x71, 0x72, 0x73, 0x74)**及不同物体探测配置指令**(0x7a, 0x7b, 0x7c, 0x7d)

KS109-485 默认电源推荐使用电池供电。如果使用噪音较大的电源，测距值可能会出现不稳定的波动。用户可以通过发送 0x71，0x72，0x73，0x74 命令来配置 KS109-485 测距模块的杂波抑制功能。0x71 指令将使本模块配置为第一级降噪，适用于电池供电的场合，同时也是出厂默认设置。0x72 指令将使本模块配置为第二级降噪，适用于 USB 供电等有一定高频噪音的场合。0x73 指令将使本模块配置为第三级降噪，适用于较长距离 USB 供电的场合。0x74 指令将使本模块配置为第四级降噪，适用于开关电源供电的场合。

用户可以通过发送 0x7a，0x7b，0x7c，0x7d 来根据实际障碍物情况选择指令。参见表 1.

应尽可能选择比较小的值例如 0x71 以确保测量精度。降噪级别越高，有用波形被消除的概率越大，如此很可能会降低本模块的探测精度及探测量程。

同时，配置越高的降噪级别，本模块的波束角将越小，波束直线度越好，抗干扰性更高，但灵敏度将有所下降。

配置方法非常简单，向本模块发送指令时序：“I²C 地址 + 寄存器 2 + 0x9c; I²C 地址 + 寄存器 2 + 0x95; I²C 地址 + 寄存器 2 + 0x98; I²C 地址 + 寄存器 2 + 0x71/0x72/0x73/0x74/0x7a/0x7b/0x7c/0x7d”即可，发送完成后请延时至少 2 秒，以让系统自动完成配置。并开始按照新配置工作。

以附件 3 所示程序为例，将本模块配置为二级降噪，配置代码如下：

config_0x71_0x7d(0xe8,0x72); //如果 I²C 地址为 0xe8

delayms(2000);

将本模块配置为人体身高测量模式，配置代码如下：

config_0x71_0x7d(0xe8,0x7b); //如果 I²C 地址为 0xe8

delayms(2000);

配置代码请放在程序的初始化函数中，即 while(1)循环之前，以保护模块。KS109-485 收到有效配置指令之后，LED 灯将长亮 5s，表明配置成功。

KS109-485 在重新上电后将按新配置运行。

注意：配置为 0x71/0x72/0x73/0x74 级别时，0xb0/0xb2/0xb4 指令将按对应新级别工作。但是 0xb8/0xba/0xbc 指令只有在配置为 0x71 时在 0x71 第一级工作，配置为 0x72/0x73/0x74 时 0xb8/0xba/0xbc 指令将工作在 0x72 第二级工作。

0x7a/0x7b/0x7c/0x7d 配置只对 0xb0/0xb2/0xb4 三个指令有效。

0x7a 配置对于 0xb4 指令校准，**精度 1mm**。基准面为 KS109-485 的黑色金属网平面。

0xb8/0xba/0xbc 指令是封装好 10°波束角的，只能调整为 0x71 或 0x72 级别，其他配置 0x73/0x74/0x7a/0x7b/0x7c/0x7d 不适用。

波特率修改

KS109-485 默认波特率 9600bps；可以修改为 115200bps。修改办法为：

向本模块发送指令时序：“I²C 地址 + 寄存器 2 + 0x9c; I²C 地址 + 寄存器 2 + 0x95; I²C 地址+寄存器 2 + 0x98; I²C 地址 + 寄存器 2 +0x79”即可，发送完成后请延时至少 2 秒，以让系统自动完成配置。重新上电后将开始按照新配置工作。无须再次配置，会永久保存。

同理，改回 9600bps 波特率办法为：

向本模块发送指令时序：“I²C 地址 + 寄存器 2 + 0x9c; I²C 地址 + 寄存器 2 + 0x95; I²C 地址+寄存器 2 + 0x98; I²C 地址 + 寄存器 2 +0x79”即可，发送完成后请延时至少 2 秒，以让系统自动完成配置。重新上电后将开始按照新配置工作。无须再次配置，会永久保存。

可调用附件 3 所示函数 *config_0x71_0x7d();*，将本模块配置为 115200bps 波特率，配置代码如下：

```
config_0x71_0x7d(0xe8,0x79);  //如果 I²C 地址为 0xe8
delayms(2000);
```

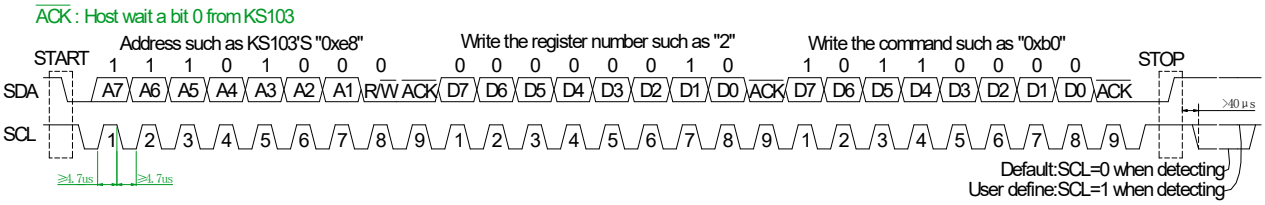
温度探测

温度探测包括 0xc9，0xca，0xcb，0xcc 共 4 个探测指令，通过“I²C 地址 + 寄存器 2 + 0xc9/0xca/0xcb/0xcc”时序，延时或等待上表中所规定的相应时间后，再使用读取函数读寄存器 2 及寄存器 3 的值，所取得的 16 位数据遵从 DS18B20 芯片的温度读数规则，具体请参阅 DS18B20 的芯片资料。以 0xcc 指令为例，其将获取共 16 位的探测数据。16 位数据中的前面 5 位是符号位，如果测得的温度大于 0，这 5 位为 0，只要将 16 位数据除以 16 或乘以 0.0625 即可获得精确到 0.0625 摄氏度的环境温度值。如果温度小于 0，这 5 位为 1，只需要将测到的 16 位数据按位取反然后加 1 再乘以 0.0625 即可得到实际负温度值。例如返回的 16 数据为 0xfe6a 时，0xfe6a 换成二进制是 0B1111 1110 0110 1010，最高位共 5 个 1，因此是负温度，按位取反后二进制值为 0B0000 0001 1001 0101，相应 10 进制值为 405，加 1 后为 406，406 乘以 0.0625 等于 25.375，则环境温度为-25.375℃。如果返回的 16 位数据为 0x1c6，其二进制值为 0B0000 0001 1100 0110，高 5 位为 0，因此直接乘以 0.0625 即 454 乘以 0.0625 等于 28.375℃。

时序图

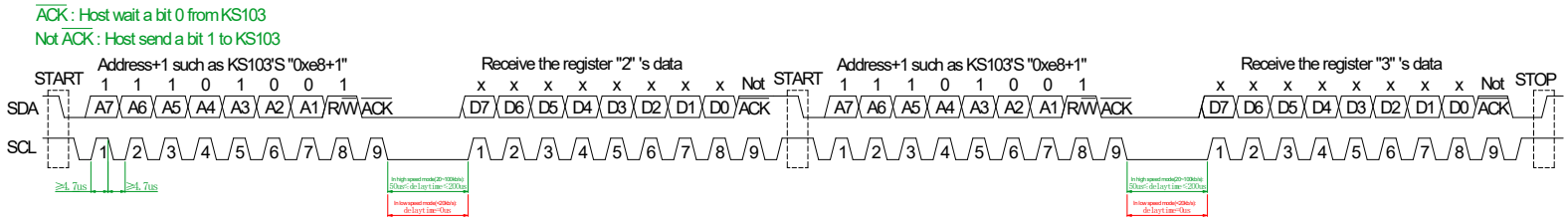
时序图 1：发送探测指令，指令格式为(Such as register 2)：

I²C 地址	寄存器 2	8 位数据指令



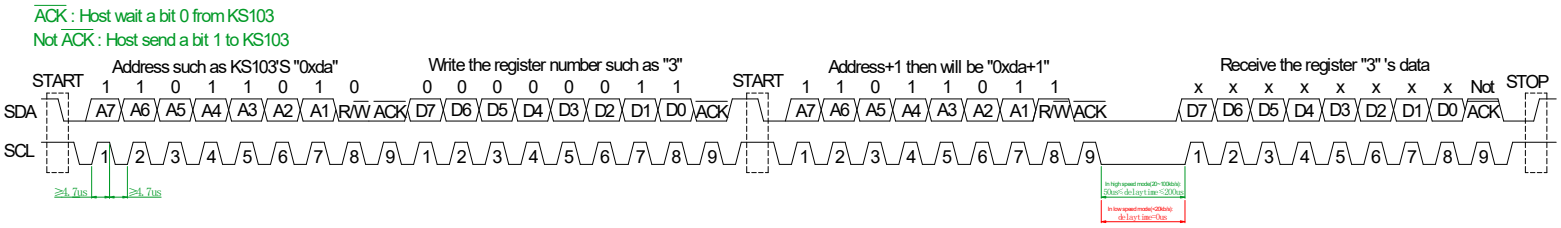
时序图 2：执行完时序图 1 后，等待 SCL 变高或延时 100ms 后接收 16 位数据，先高位后低位，指令格式为：

I²C 地址+1	读寄存器 2	I²C 地址+1	读寄存器 3



时序图 3：执行完时序图 1 后，等待 SCL 变高或延时 100ms 后接收寄存器 x 的数据(本例为寄存器 3)，读任意寄存器指令格式(Such as register 3)：(5)

I²C 地址	寄存器 3	I²C 地址+1	读寄存器 3



Note 5: 采用读任意寄存器指令时，如果读寄存器 2 及寄存器 3，必须先发送针对寄存器 2 的探测指令。注意，所有探测指令都储存在寄存器 2 中。例程中采用了先 *发送探测指令* 再 *读任意寄存器指令时序*（读寄存器 2 + 读寄存器 3）。向 KS109-485 写入“I²C 地址+1”后，在 20~100kb/s 的 I²C 通信速率时，不能立即去接收 8bit 的数据，要等待 ACK 低电平的有效回应，或再延时至少 50us(delaytime)，才可以接收到寄存器的数据。在写“I²C 地址+1”与“读寄存器 2/3”之间加一个至少 50us 延时(delaytime)的话，I²C 通信速率可以调大仍可以与 KS109-485 可靠通信。小于 20kb/s 的 I²C 通信速率时，可以不用前面所述至少 50us(delaytime)的延时。另外，小于 10cm 的距离探测，相隔时间建议大于 1ms，否则可能存在上次的超声波被下一次探测所接收到的问题。总之，**确保成功建立 I²C 通信的关键有两点**：第一，高低电平延时均应不小于 4.7us；第二，KS109-485 收到主机的有效探测数据绿色 LED 快闪但返回值不正确时，主机需要加上 delaytime 不小于 50us 的延时，即可获取正确数据。请遵从时序图 1~3 之规定。

休眠等待时间设置

休眠模式默认为 5s 等待，5s 内未收到探测指令则自动进入休眠模式。另有 1s 模式可供用户选择。通过 I²C 总线发送数据指令 0xc5 进入 1s 休眠模式；发送 0xc4 可以恢复 5s 休眠模式。

配置方法非常简单，向本模块发送指令时序：“I²C 地址 + 寄存器 2 +0xc4/0xc5”即可，发送完成后请延时至少 2 秒，以让系统自动完成配置。并开始按照新配置工作。

以附件 3 所示程序为例，配置代码如下：

```
write_byte(0xe8,2,0xc4);
delayms(2000);
```

休眠等待时间设置好之后 KS109-485 会自动保存，并立即按照新配置工作。KS109-485 在重新上电后将按新配置运行。

发射音波大小设置

KS109-485 出厂发射音波 55-65 分贝，部分用户可能认为探测声音过大。可以减小。减小办法如下：

向本模块发送指令时序：“I²C 地址 + 寄存器 2 +0xc4/0xc5/0xc6/0xc7”即可

0xc4:5 秒休眠等待；55-65db 发射音波。

0xc5:1 秒休眠等待；55-65db 发射音波。

0xc6:5 秒休眠等待；40-45db 发射音波。

0xc7:5 秒休眠等待；45-55db 发射音波。

以附件 3 所示程序为例，配置代码如下：

```
write_byte(0xe8,2,0xc6);    //减小发射音波到 40-50db
delayms(2000);
```

设置好之后 KS109-485 会自动保存，并立即按照新配置工作。KS109-485 在重新上电后将按新配置运行。

TTL 及 485 串口模式

KS109-485 的 TTL 及 485 串口模式波特率为 9600bps，1 启动位，8 数据位，1 停止位，无校验位，TTL 电平。

用户可通过发指令配置将波特率改为 115200bps。

以下 KS109-485 的 TTL 及 485 串口模式将简称串口模式。

TTL 串口供电电压 3-5.5v，485 串口供电电压推荐 4.5-5.5v。

KS109-485 连线

TTL 串口模式具体连线如下图 7 所示（**最多接 2 个**）：

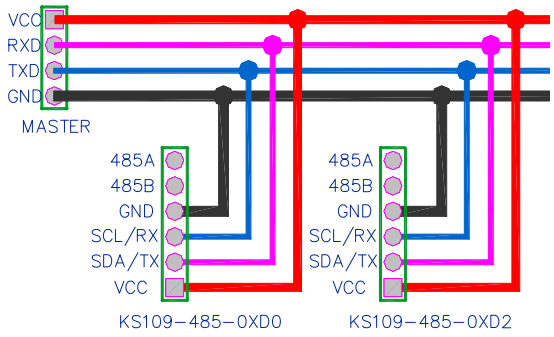


图 7

485 串口模式具体连线如下图 8 所示（**最多接 20 个，可订做扩展 64 个**）：

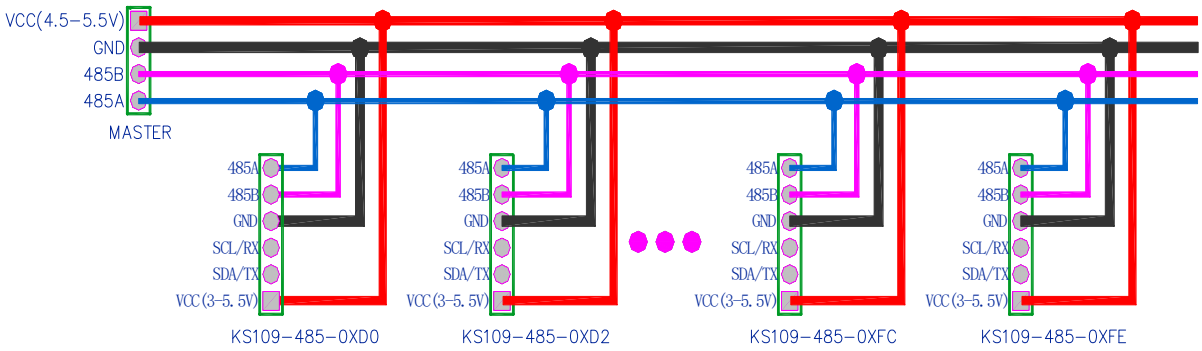


图 8

KS109-485 默认串口地址为 0xe8，用户可以将地址修改为 20 种地址中的任何一个：0xd0, 0xd2, 0xd4, 0xd6, 0xd8, 0xda, 0xdc, 0xde, 0xe0, 0xe2, 0xe4, 0xe6, 0xe8, 0xea, 0xec, 0xee, 0xf8, 0xfa, 0xfc, 0xfe. (6)

Note 6: 请注意，以上地址不包括 0xf0, 0xf2, 0xf4,0xf6，其与 I²C 版地址完全一致。此外，串口协议规定一对一，因此建议使用串口模式时，TTL 串口总线上最好只备有 1 台 KS109-485，**最多请不要超过 2 台**。 485 串口总线上可以配备 20 台 KS109-485，**最多可以订做配置 64 台。**

修改串口地址时序：

地址	2	**0x9a**	延时 1ms	**地址**	2	**0x92**	延时 1ms	**地址**	2	**0x9e**	延时 1ms	**地址**	2	**新地址**	延时 100ms

修改串口地址须严格按照时序来进行，时序中的延时时间为最小时间。

修改完毕后 LED 灯将长亮，给 KS109-485 重新上电，可观察到 LED 显示新地址。在修改 KS109-485 的串口地址过程中，严禁突然给 KS109-485 断电。修改地址函数请不要放在 while(1) 循环中，保证在程序中上电后只运行一次。

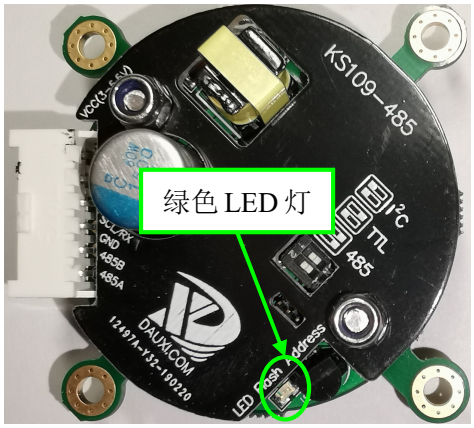
在串口地址设置为不同之后，在主机的两根串口线上可以同时连接 20 个 KS109-485。主机

在对其中一个 KS109-485 模块进行控制时，其他模块不会受到影响。

KS109-485 工作流程：

在 KS109-485 上电启动时，系统会开始自检，自检正常后其背面的 LED 会以二进制方式闪烁显示其 8 位串口地址，快闪两下代表“1”，慢闪一下代表“0”。例如显示 0xea 地址，其二进制数为 *0B*11101010，绿色 LED 渐亮→灭→**快闪两下**→灭→**快闪两下**→灭→**快闪两下**→灭→**慢闪一下**→灭→**快闪两下**→灭→**慢闪一下**→灭→**快闪两下**→灭→**慢闪一下**→灭。(7)

Note 7: LED 闪烁时的绿色亮光可能会刺激到眼睛，请尽量不要近距离直视工作中的 LED，可以使用眼睛的余光来观察其闪烁。



KS109-485 启动后如果收到主机的有效数据指令，LED 将立即停止闪烁显示。进入指令探测模式。每探测一次 LED 灯会闪烁一次。

KS109-485 自检成功后将向上位机发送如下十六进制代码：

6D D2 71 77 E8 71 7A C5 0A

其中依次地， 0x6D 为 KS109-485 型号，存储在寄存器 10 中；0xD2 为程序版本，存储在寄存器 0 中；0x**71** 为制造日期标识存储在寄存器 1 中；0x**77** 为串口通信波特率，存储在寄存器 4 中；0x**E8** 为 I2C 或串口地址，存储在寄存器 5 中；0x**71** 为降噪级别，存储在寄存器 6 中；0x**7A** 为波束角大小，存储在寄存器 7 中；0xC5 为休眠时间或发射声音大小标志，存储在寄存器 10 中。各十六进制值说明请参考本说明书第 5 至 7 页的表 1. 再往后返回的是 0x**0A**，此为换行标识。

自检完毕开始如前所述，自检正常后其背面的 LED 会以二进制方式闪烁显示其 8 位串口地址

KS109-485 使用 TTL 及 485 串口接口与主机通信时，自动响应主机的控制指令。指令为 8 位数据，指令发送流程为：

串口地址(0xe8) —>延时 20～100us—> 寄存器(0x02) —>延时 20～100us—> 探测指令(0xbc) —> 通过串口接收 KS109-485 的探测数据高 8 位 —> 接收 KS109-485 的探测数据低 8 位

KS109-485 工作于串口模式时，只能写寄存器 0x02，写其他值将不响应。单片机接收 KS109-485 的探测结果时，可启用串口中断来接收 16 位探测结果，探测结果将先发高 8 位，再发低 8 位。接收到返回的 16 位探测结果之后才可以再发探测指令进行下一轮探测，否则串口将返回不正确值。

返回值可以订做加校验，例如和校验、异或校验、CRC 校验等。

探测结束智能识别

由于探测指令发出后 KS109-485 会自动通过串口返回 16 位探测结果，因此串口模式无此功能。

探测指令

探测指令发送完成后，KS109-485 将依据探测指令进入相应探测模式，主机此时开启串口中断，未接收到返回的探测结果不能又重新发探测指令。注意，每一帧**探测指令**格式均为：

TTL 及 485 串口地址	寄存器 2	8 位数据

所有串口控制指令汇总如下：

寄存器	命令	返回值范围（10 进制）	返回值范围（16 进制）	备注
2	0x71	无	无	第一级降噪。 0xb0/0xb2/0xb4 指令将工作于第一级降噪； 0xb8/0xba/0xbc 指令将工作于第一级降噪。出厂默认设置，适用于电池供电
2	0x72	无	无	第二级降噪。 0xb0/0xb2/0xb4 指令将工作于第二级降噪； 0xb8/0xba/0xbc 指令将工作于第二级降噪。适用于 USB 供电。
2	0x73	无	无	第三级降噪。 0xb0/0xb2/0xb4 指令将工作于第三级降噪； 0xb8/0xba/0xbc 指令将工作于第二级降噪。 适用于较长距离 USB 供电
2	0x74	无	无	第四级降噪。 0xb0/0xb2/0xb4 指令将工作于第四级降噪； 0xb8/0xba/0xbc 指令将工作于第二级降噪。 适用于开关电源供电
2	0x77	无	无	将串口通信波特率配置为 9600bps，出厂默认设置
2	0x79	无	无	将串口通信波特率配置为 115200bps
2	0x7a	无	无	**本配置仅对 0xb0/0xb2/0xb4 指令有效**：KS109-485 使用 0xb0/0xb2/0xb4 指令时将工作于约 15°-20° 波束角模式，出厂默认设置
2	0x7b	无	无	**本配置仅对 0xb0/0xb2/0xb4 指令有效**：KS109-485 使用 0xb0/0xb2/0xb4 指令时将工作于身高测量模式，适用于人体身高测量
2	0x7c	无	无	**本配置仅对 0xb0/0xb2/0xb4 指令有效**：KS109-485 使用 0xb0/0xb2/0xb4 指令时将工作于任意物体捕捉模式，适用于探测任意大小物体的接近；KS108 将工作于任意物体捕捉模式
2	0x7d	无	无	**本配置仅对 0xb0/0xb2/0xb4 指令有效**：KS109-485 使用 0xb0/0xb2/0xb4 指令时将工作于约 15° 的小波束角模式
2	0x95	无	无	0x71-0x7d 参数配置第二时序
2	0x98	无	无	0x71-0x7d 参数配置第三时序
2	0x9c	无	无	0x71-0x7d 参数配置第一时序
2	0x92	无	无	修改地址第二时序
2	0x9a	无	无	修改地址第一时序

2	0x9e	无	无	修改地址第三时序
2	0xb0	34-11280mm	0x22-0x2c10mm	0-11m 范围，普通距离(不带温度补偿)，返回 mm，探测最大耗时约 68ms。波束角可依据 0x71-0x7d 配置调整。
2	0xb2	200-65278μs	0xc8-0xfefeμs	0-11m 范围，普通距离(不带温度补偿)，返回 μs，探测最大耗时约 66ms。波束角可依据 0x71-0x7d 配置调整。
2	0xb4	34-11280mm	0x22-0x2c10mm	0-11m 范围，普通距离(**带温度补偿**)，返回 mm，探测最大耗时约 87ms。波束角可依据 0x71-0x7d 配置调整。**本指令在 0x7a 默认模式下指令精度已校准到 1mm。测身高指令严禁使用 0xbc 指令，测身高应该用 0xb4 指令！因为 0xbc 指令波束角太小，头一偏或发型吸波可能测不到！所以测身高应用 0xb4 指令。**
2	0xb8	34-11280mm	0x22-0x2c10mm	0-11m 范围，普通距离(不带温度补偿)，返回 mm，探测最大耗时约 68ms。KS109-485 波束角约 10°，不能修改波束角。
2	0xba	200-65278μs	0xc8-0xfefeμs	0-11m 范围，普通距离(不带温度补偿)，返回 μs，探测最大耗时约 66ms。KS109-485 波束角约 10°，不能修改波束角。
2	0xbc	34-11280mm	0x22-0x2c10mm	0-11m 范围，普通距离(**带温度补偿**)，返回 mm，探测最大耗时约 87ms。KS109-485 波束角约 10°，不能修改波束角。**测身高指令严禁使用 0xbc 指令，测身高应该用 0xb4 指令！因为 0xbc 指令波束角太小，头一偏或发型吸波可能测不到！所以测身高应用 0xb4 指令。**
2	0xc2	无	无	探测时 I²C 的 SCL 线强制拉低，默认
2	0xc3	无	无	探测时 I²C 的 SCL 线不拉低
2	0xc4	无	无	5 秒休眠等待；55-65db 发射音波
2	0xc5	无	无	1 秒休眠等待；55-65db 发射音波
2	0xc6	无	无	40-45db 发射音波
2	0xc7	无	无	45-55db 发射音波
2	0xc9	0-255	0-0xff	返回 9 位精度的温度数据，按 DS18B20 格式，范围为-40℃- +125℃，探测耗时约 83ms
2	0xca	0-255	0-0xff	返回 10 位精度的温度数据，按 DS18B20 格式，范围为-40℃- +125℃，探测耗时约 168ms

2	0xcb	0-255	0-0xff	返回 11 位精度的温度数据，按 DS18B20 格式，范围为-40℃- +125℃，探测耗时约 315ms
2	0xcc	0-255	0-0xff	返回 12 位精度的温度数据，按 DS18B20 格式，范围为-40℃- +125℃，探测耗时约 610ms

表 2

距离探测

要获得精准的距离探测值，请使用 0xb4 或 0xbc 命令，这两个命令自动使用高精度温度补偿技术，探测值更稳定更精确。也可以使用 ***0xb2/0xba(传输时间) + 0xc9/0xca/0xcb/0xcc(环境温度)*** 组合，探测出超声波在空气中的传输时间及相应环境温度，再通过声速换算出精确的距离值。使用经温度修正的 0xb4 指令，最高精度可达 1mm，误差为 0.152mm/17cm。随着环境与科技的变化与发展，KS109-485 内部使用的声速计算公式可能并不准确。为获得精度达到毫米级别的距离，请通过超声波传输时间及环境温度并使用可能的最新的声速计算公式来获取精确的距离值。

如果需要达到米尺级别的探测效果，请使用 0xb4 指令。其精度校准到 1mm，以金属网面为基准。盲区 8cm。使用 0xb2/0xba(传输时间)指令盲区 4cm。

0xb8/0xba/0xbc 指令仅仅 10° 波束角，对于高精度探测不适用。因为物体略有偏斜将导致无法收到回波，或回波折射，导致探测结果值偏大。0xb8/0xba/0xbc 指令适用于超小波束角场合，例如波束需要通过一定宽度的缝隙，其他指令因波束角偏大可能无法通过。**测身高指令严禁使用 0xbc 指令，测身高应该用 0xb4 指令！因为 0xbc 指令波束角太小，头一偏或发型吸波可能测不到！所以测身高应用 0xb4 指令。**

在远距离探测时，如果电源噪音较大或供电电流不足时，KS109-485 将可能不能达到 4cm～1000cm 最大量程。

电源降噪指令(0x71, 0x72, 0x73, 0x74)**及不同物体探测配置指令**(0x7a, 0x7b, 0x7c, 0x7d)

KS109-485 默认电源推荐使用电池供电。如果使用噪音较大的电源，测距值可能会出现不稳定的波动。用户可以通过发送 0x71，0x72，0x73，0x74 命令来配置 KS109-485 测距模块的杂波抑制功能。0x71 指令将使本模块配置为第一级降噪，适用于电池供电的场合，同时也是出厂默认设置。0x72 指令将使本模块配置为第二级降噪，适用于 USB 供电等有一定高频噪音的场合。0x73 指令将使本模块配置为第三级降噪，适用于较长距离 USB 供电的场合。0x74 指令将使本模块配置为第四级降噪，适用于开关电源供电的场合。

用户可以通过发送 0x7a，0x7b，0x7c，0x7d 来根据实际障碍物情况选择指令。参见表 1.

应尽可能选择比较小的值例如 0x71 以确保测量精度。降噪级别越高，有用波形被消除的概率越大，如此很可能会降低本模块的探测精度及探测量程。

同时，配置越高的降噪级别，本模块的波束角将越小，波束直线度越好，抗干扰性更高，但灵敏度将有所下降。

配置方法非常简单，向本模块发送指令时序：“TTL 及 485 串口地址 + 寄存器 2 + 0x9c; TTL 及 485 串口地址 + 寄存器 2 + 0x95; TTL 及 485 串口地址+寄存器 2 + 0x98; TTL 及 485 串口地址 + 寄存器 2 + 0x71/0x72/0x73/0x74/0x7a/0x7b/0x7c/0x7d”即可，发送完成后请延时至少 2 秒，以让系统自动完成配置。并开始按照新配置工作。

配置代码请放在程序的初始化函数中，即 while(1)循环之前，以保护模块。KS109-485 收到有效配置指令之后，LED 灯将长亮 5s，表明配置成功。

KS109-485 在重新上电后将按新配置运行。

注意：配置为 0x71/0x72/0x73/0x74 级别时，0xb0/0xb2/0xb4 指令将按对应新级别工作。但

是 0xb8/0xba/0xbc 指令只有在配置为 0x71 时在 0x71 第一级工作，配置为 0x72/0x73/0x74 时 0xb8/0xba/0xbc 指令将工作在 0x72 第二级工作。

0x7a/0x7b/0x7c/0x7d 配置只对 0xb0/0xb2/0xb4 三个指令有效。

0x7a 配置对于 0xb4 指令校准，精度 1mm。基准面为 KS109-485 的黑色金属网平面。

0xb8/0xba/0xbc 指令是封装好 10°波束角的，只能调整为 0x71 或 0x72 级别，其他配置 0x73/0x74/0x7a/0x7b/0x7c/0x7d 不适用。

串口波特率修改

KS109-485 默认波特率 9600bps；可以修改为 115200bps。修改办法为：

向本模块发送指令时序：“TTL 及 485 串口地址 + 寄存器 2 + 0x9c; TTL 及 485 串口地址 + 寄存器 2 + 0x95; TTL 及 485 串口地址+寄存器 2 + 0x98; TTL 及 485 串口地址 + 寄存器 2 +0x79”即可，发送完成后请延时至少 2 秒，以让系统自动完成配置。重新上电后将开始按照新配置工作。无须再次配置，会永久保存。

同理，改回 9600bps 波特率办法为：

向本模块发送指令时序：“TTL 及 485 串口地址 + 寄存器 2 + 0x9c; TTL 及 485 串口地址 + 寄存器 2 + 0x95; TTL 及 485 串口地址+寄存器 2 + 0x98; TTL 及 485 串口地址 + 寄存器 2 +0x79”即可，发送完成后请延时至少 2 秒，以让系统自动完成配置。重新上电后将开始按照新配置工作。无须再次配置，会永久保存。

可调用附件 3 所示函数 *config_0x71_0x7d();*，将本模块配置为 115200bps 波特率，配置代码如下：

```
config_0x71_0x7d(0xe8,0x79);  //如果 TTL 及 485 串口地址为 0xe8
delayms(2000);
```

温度探测

温度探测包括 0xc9，0xca，0xcb，0xcc 共 4 个探测指令，通过“TTL 及 485 串口地址 + 寄存器 2 + 0xc9/0xca/0xcb/0xcc”时序，延时或等待上表中所规定的相应时间后，再使用读取函数读寄存器 2 及寄存器 3 的值，所取得的 16 位数据遵从 DS18B20 芯片的温度读数规则，具体请参阅 DS18B20 的芯片资料。以 0xcc 指令为例，其将获取共 16 位的探测数据。16 位数据中的前面 5 位是符号位，如果测得的温度大于 0，这 5 位为 0，只要将 16 位数据除以 16 或乘以 0.0625 即可获得精确到 0.0625 摄氏度的环境温度值。如果温度小于 0，这 5 位为 1，只需要将测到的 16 位数据按位取反然后加 1 再乘以 0.0625 即可得到实际负温度值。例如返回的 16 数据为 0xfe6a 时，0xfe6a 换成二进制是 0B1111 1110 0110 1010，最高位共 5 个 1，因此是负温度，按位取反后二进制值为 0B0000 0001 1001 0101，相应 10 进制值为 405，加 1 后为 406，406 乘以 0.0625 等于 25.375，则环境温度为-25.375℃。如果返回的 16 位数据为 0x1c6，其二进制值为 0B0000 0001 1100 0110，高 5 位为 0，因此直接乘以 0.0625 即 454 乘以 0.0625 等于 28.375℃。

时序图

发送探测指令，指令格式为(Only register 2)：

TTL 及 485 串口地址	延时 20～100us	寄存器 2	延时 20～100us	8 位数据指令

接收数据建议采用串口中断，这样单片机可以抽出时间做其他的事情。单片机采用模拟串口时请根据串口协议判断 SDA/TX 引脚的电平变化来接收数据，数据依次为：

探测结果高 8 位	探测结果低 8 位

接收完数据后方可以进行下一轮探测指令(例如：0xe8+0x02+0xbc)的发送。

休眠等待时间设置

串口模式不进入休眠。

发射音波大小设置

KS109-485 出厂发射音波 55-65 分贝，部分用户可能认为探测声音过大，可以减小。减小办法如下：

向本模块发送指令时序：“串口地址 + 寄存器 2 +0xc4/0xc5/0xc6/0xc7”即可

0xc4：55-65db 发射音波。

0xc5：55-65db 发射音波。

0xc6：40-45db 发射音波。

0xc7：45-55db 发射音波。

设置好之后 KS109-485 会自动保存，并立即按照新配置工作。KS109-485 在重新上电后将按新配置运行。

探测频率：50KHz 超声波

KS109-485 安装尺寸(单位：毫米)：

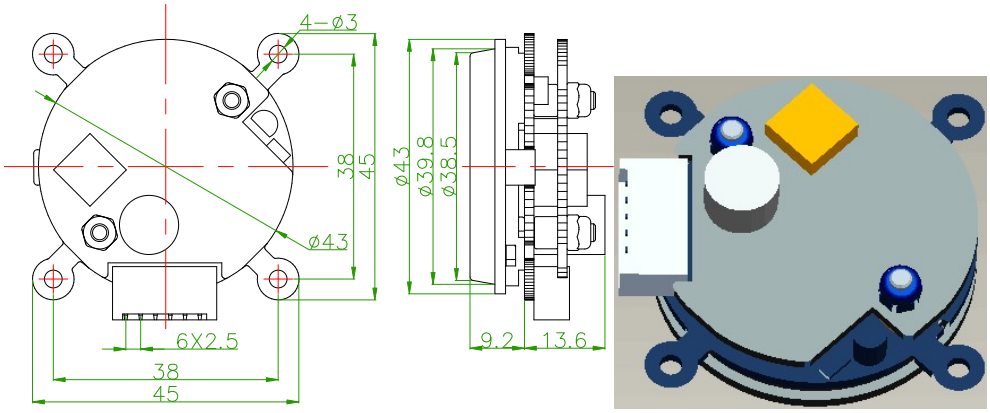


图 9 扁平化结构（出厂默认）

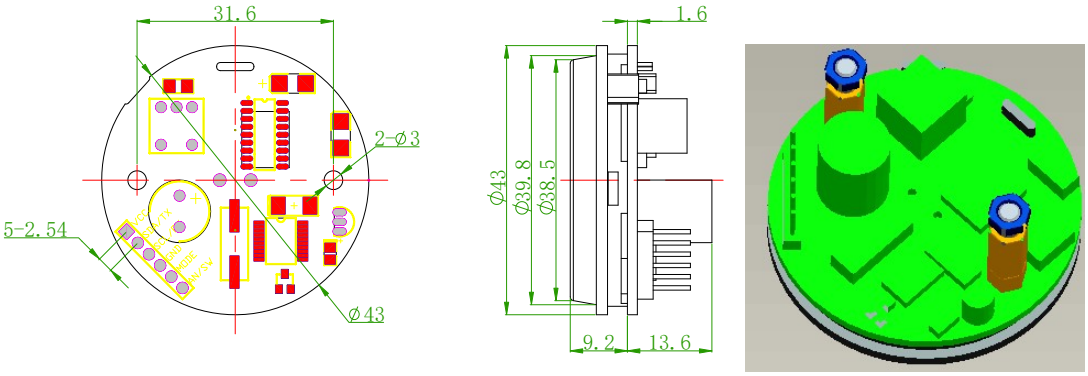


图 10 圆柱结构

图 9 为扁平化结构有利于对厚度有限制的设计，为默认出厂结构。由 4 个摆布于边长 38mm 正方形四角直径 3mm 圆孔安装定位。客户只需要留好 4 个对应位置的安装孔及 4 颗螺钉即可。

图 10 为圆柱结构有利于对直径有限制的设计。只需要在一块厚度 2mm 以内平板上留好间距为 31.6mm 的两个直径 3-3.5mm 圆孔即可。圆柱结构自带全部安装组件，客户不需要再准备其他任何安装配件。

包装

1) KS109-485 产品尺寸：直径 43mm×高 23mm;
2) 产品净重：KS109-485:19g.
3) 包装方式：KS109-485:1PCS/盒，盒型为 1.5~2mm 厚瓦楞纸材硬纸箱。同时每件产品使用防静电袋包装，内装一包透明硅干燥剂(不可食用).

因产品改进需要，可能会对本资料进行修改，客户不能及时获得修改通知时，请在本公司网站 www.dauxi.com 获取最新产品资料。

附件：

1) PIC16F877A 主机采用硬件 I²C 通讯与 KS109-485 连接控制 C 代码
2) PIC16F877A 主机采用模拟 I²C 通讯与 KS109-485 连接控制 C 代码
3) 51 单片机主机模拟 I²C 通讯与 KS109-485 连接控制 C 代码
4) STM32 CORTEX-3 ARM 主机模拟 I²C 通讯与 KS109-485 连接控制 C 代码

1) PIC16F877A 主机采用硬件 I²C 通讯与 KS109-485 连接控制 C 代码

/*电路连接方式：PIC16F877A 的 IO 口 SCL、SDA 与 KS109-485 的 SCL、SDA 连接，PIC16F877A 的 SCL、SDA 线均需个上拉一个 4.7K 的电阻到电源正极 VCC。*/

```
#include <pic.h>                              //4MHz 晶振
__CONFIG(0x3d76);                             //开看门狗
#define DELAY() delay(10)
#difine SCL RC3                    //  此引脚须上拉 4.7K 电阻至 VCC
#difine SDA RC4                    //  此引脚须上拉 4.7K 电阻至 VCC
void setup(void);
unsigned int detect_KS101B(unsigned char ADDRESS, unsigned char command);
void delay(unsigned int ms);
void change_address(unsigned addr_old,unsigned char addr_new);
void send_command(unsigned char cmd);
void display(unsigned int distance,unsigned int delay);     //显示函数请根据主机的实际接线编写
unsigned int distance;
void main(void)
{
    setup();
    //change_address(0xe8,0xe0);   //将默认地址 0xe8 改为 0xe0
    while(1)
    {
        CLRWDT();
        distance = detect_KS101B(0xe8,0xb4);  //Address:0xe8; command:0xb0.
                                              //Get detect result from KS109-485, 16 bit data.
        display(distance,100);                //display function,you should apply it to the master
        delayms(200);
    }
}
void display(unsigned int distance,unsigned int delay);     //显示函数请根据主机的实际接线编写
{
    CLRWDT();
}
void change_address(unsigned addr_old,unsigned char addr_new)
{
    SEN = 1;                                                  // send start bit to KS109-485
    while(SEN);                                               // wait for it to clear
    while(!SSPIF);                                            // wait for interrupt
    SSPIF = 0;                                                // then clear it.

    SSPBUF = addr_old;                                        // KS109-485's I2C address
    while(!SSPIF);                                            // wait for interrupt
    SSPIF = 0;                                                // then clear it.

    SSPBUF = 2;                                               // write the register number
    while(!SSPIF);                                            // wait for interrupt
    SSPIF = 0;                                                // then clear it.

    SSPBUF = 0x9a;                                //command=0x9a, change I2C address, first sequence
    while(!SSPIF);
    SSPIF = 0;

    PEN = 1;                                                  // send stop bit
```

```
        while(PEN);
DELAY();                                    // let KS109-485 to break to do something

        SEN = 1;                                        // send start bit
        while(SEN);                                     // and wait for it to clear
        while(!SSPIF);
        SSPIF = 0;

        SSPBUF = addr_old;                          // KS109-485's I2C address
        while(!SSPIF);                              // wait for interrupt
        SSPIF = 0;                                  // then clear it.

        SSPBUF = 2;                                     // address of register to write to
        while(!SSPIF);                              //
        SSPIF = 0;

        SSPBUF = 0x92;                          //command=0x92, change I2C address, second sequence
        while(!SSPIF);                              //
        SSPIF = 0;

        PEN = 1;                                        // send stop bit
        while(PEN);                                     //
DELAY();                                    // let KS109-485 to break to do something
        SEN = 1;                                        // send start bit
        while(SEN);                                     // and wait for it to clear
        while(!SSPIF);
        SSPIF = 0;

        SSPBUF = addr_old;                          // KS109-485's I2C address
        while(!SSPIF);                              // wait for interrupt
        SSPIF = 0;                                  // then clear it.

        SSPBUF = 2;                                     // address of register to write to
        while(!SSPIF);                              //
        SSPIF = 0;

        SSPBUF = 0x9e;                          //command=0x9e,, change I2C address,third sequence
        while(!SSPIF);                              // wait for interrupt
        SSPIF = 0;                                  // then clear it.

        PEN = 1;                                        // send stop bit
        while(PEN);                                     //
DELAY();                                    // let KS109-485 to break to do something
        SEN = 1;                                        // send start bit
        while(SEN);                                     // and wait for it to clear
        while(!SSPIF);
        SSPIF = 0;

        SSPBUF = addr_old;                          // KS109-485's I2C address
        while(!SSPIF);                              // wait for interrupt
        SSPIF = 0;                                  // then clear it.

        SSPBUF = 2;                                     // address of register to write to
        while(!SSPIF);                              //
        SSPIF = 0;

        SSPBUF = addr_new;          //new address, it will be 0xd0~0xfe(without 0xf0,0xf2,0xf4,0xf6)
        while(!SSPIF);                              //
        SSPIF = 0;

        PEN = 1;                                        // send stop bit
        while(PEN);                                     //
DELAY();                                    // let KS109-485 to break to do something
```

```
}

unsigned int detect_KS101B(unsigned char ADDRESS, unsigned char command)
{
//ADDRESS will be KS109-485's address such as 0xb0, command will be the detect command such as 0xb0
unsigned int range=0;
    SEN = 1;                                    // send start bit
    while(SEN);                                 // and wait for it to clear
    while(!SSPIF);
    SSPIF = 0;
    SSPBUF = ADDRESS;                           // KS109-485's I2C address
    while(!SSPIF);                              // wait for interrupt
    SSPIF = 0;                                  // then clear it.
    SSPBUF = 2;                                 // address of register to write to
    while(!SSPIF);                              //
    SSPIF = 0;
    SSPBUF = command;
    while(!SSPIF);                              //
    SSPIF = 0;
    PEN = 1;                                    // send stop bit
    while(PEN);                                 //

    TMR1H = 0;                                  // delay while the KS109-485 is ranging
    TMR1L = 0;
    T1CON = 0x31;                               //configuration of TIME1
    TMR1IF = 0;                                 //clean TIME1 interrupt flag
    while((!SCL) || (!TMR1IF))display(distance,100);    //要获得连续显示，这儿要加上显示函数
    TMR1ON = 0;                                 // stop timer
    // finally get the range result from KS109-485
    SEN = 1;                                    // send start bit
    while(SEN);                                 // and wait for it to clear
    ACKDT = 0;                                  // acknowledge bit
    SSPIF = 0;

    SSPBUF = ADDRESS;                           // KS109-485 I2C address
    while(!SSPIF);                              // wait for interrupt
    SSPIF = 0;                                  // then clear it.

    SSPBUF = 2;                             // address of register to read from - high byte of result
    while(!SSPIF);                              //
    SSPIF = 0;                                  //

    RSEN = 1;                                   // send repeated start bit
    while(RSEN);                                // and wait for it to clear
    SSPIF = 0;                                  //
    SSPBUF = ADDRESS+1;             // KS109-485 I2C address - the read bit is set this time
    while(!SSPIF);                              // wait for interrupt
    SSPIF = 0;                                  // then clear it.
    RCEN = 1;                                   // start receiving
    while(!BF);                             // wait for high byte of range
    range = SSPBUF<<8;                          // and get it
    ACKEN = 1;                                  // start acknowledge sequence
    while(ACKEN);                               // wait for ack. sequence to end
    RCEN = 1;                                   // start receiving
    while(!BF);                             // wait for low byte of range
    range += SSPBUF;                            // and get it
    ACKDT = 1;                                  // not acknowledge for last byte
    ACKEN = 1;                                  // start acknowledge sequence
    while(ACKEN);                               // wait for ack. sequence to end
    PEN = 1;                                    // send stop bit
    while(PEN);                                 //
    return range;
}
```

```
void send_command(unsigned char command)     //向 KS109-485 发送一个 8 位数据指令
{
      SEN = 1;                                                    // send start bit
      while(SEN);                                                 // and wait for it to clear
      while(!SSPIF);
      SSPIF = 0;
      SSPBUF = ADDRESS;                                     // KS109-485 I2C address
      while(!SSPIF);                                        // wait for interrupt
      SSPIF = 0;                                            // then clear it.
      SSPBUF = 2;                                                 // address of register to write to
      while(!SSPIF);                                        //
      SSPIF = 0;
      SSPBUF = command;
      while(!SSPIF);                                        //
      SSPIF = 0;
      PEN = 1;                                                    // send stop bit
      while(PEN);                                                 //
}

void setup(void)                                  //PIC16F877A 硬件 I2C 初始化配置
{
      SSPSTAT = 0x80;
      SSPCON = 0x38;
      SSPCON2 = 0x00;
      SSPADD = 50;
      OPTION=0B10001111;//PSA = 1;切换到 1:128 分频给 WDT,即 32.64ms 之内必须清一次看门狗
      TRISC=0B00011000;
      PORTC=0x01;
      RBIE=0;
}

void delay(unsigned int ms)
{
 unsigned char i;
 unsigned int j;
 for(i=0;i<70;i++)
      for(j=0;j<ms;j++)CLRWDT();
}
```

2) PIC16F877A 主机采用模拟 I²C 通讯与 KS109-485 连接控制 C 代码

```
#include <pic.h>                //4MHz 晶振
__CONFIG(XT&WDTEN); //开看门狗
#define   SDA   RD6         //  此引脚须上拉 4.7K 电阻至 VCC
#define   SCL   RD5         //  此引脚须上拉 4.7K 电阻至 VCC
#define   SDAPORT   TRISD6 //
#define   SCLPORT   TRISD5    //引脚 RD6，RD5 可换为其他任何 I/O 脚
bit eepromdi;
bit eepromdo;

void delay(void)
{
```

```
    unsigned char k;
    for(k=0;k<180;k++)
        asm("CLRWDT");
}

void delayms(unsigned char ms)//ms 延时函数
{
    unsigned int i,j;
    for (i=0;i<ms;i++)
        for(j=0;j<110;j++)
        asm("CLRWDT");
}

void i2cstart(void)    // start the i2c bus
{
    SCLPORT=0;
    SDAPORT=0;
    SCL=1;
    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");
    SDA=1;
    delay();
    SDA=0;
    delay();
    SCL=0;
    delay();
}

void i2cstop(void)    // stop the i2c bus
{
    SDA=0;
    SCLPORT=0;
    SDAPORT=0;
    SDA=0;
    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");
    SCL=1;
    delay();
    SDA=1;
    delay();
}

void bitin(void)    //read a bit from i2c bus
{
    eepromdi=1;
    SCLPORT=0;
    SDAPORT=1;
    SCL=1;
    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");
    eepromdi=SDA;
    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");
    SCL=0;
    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");
}

void bitout(void)    //write a bit to i2c bus
{
    SCLPORT=0;
    SDAPORT=0;
    SDA=eepromdo;
    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");
    SCL=1;
    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");
    SCL=0;
    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");    asm("NOP");
```

```
}

void i2cwrite(unsigned char sedata)    //write a byte to i2c bus
{
        unsigned char k;
        for(k=0;k<8;k++)
        {
        if(sedata&0x80)
        {
                eepromdo=1;
        }
        else
        {
                eepromdo=0;
        }
        sedata=sedata<<1;
        bitout();
        }
        bitin();
}

unsigned char i2cread(void)          //read a byte from i2c bus
{
        unsigned char redata;
        unsigned char m;
        for(m=0;m<8;m++)
        {
        redata=redata<<1;
        bitin();
        if(eepromdi==1)
        {
                redata|=0x01;
        }
        else
        {
                redata&=0xfe;
        }
        asm("NOP");
        }
        eepromdo=1;
        bitout();
        return redata;
}

unsigned char KS101B_read(unsigned char address,unsigned char buffer)
//////////////read register: address + register ,there will be 0xe8 + 0x02/0x03
{
        unsigned char eebuf3;
//      unsigned int range;
        i2cstart();
        i2cwrite(address);
        i2cwrite(buffer);
        i2cstart();
        i2cwrite(address+1);
        i2cstart();
        eebuf3=i2cread();
        i2cstop();
        return eebuf3;
}

void KS101B_write(unsigned char address,unsigned char buffer,unsigned char command)
  /////////////////write a command: address + register + command,there will be 0xe8 + 0x02 + 0xb0
{
```

```
        i2cstart();
        i2cwrite(address);
        i2cwrite(buffer);
        i2cwrite(command);
        i2cstop();
}

void change_i2c_address(addr_old,addr_new) // addr_old is the address now, addr_new will be the new address
{                                           //that you want change to
   delayms(200);                            //Protect the eeprom,you can delete this
   KS101B_write(addr_old,2,0x9a);
   delayms(1);
   KS101B_write(addr_old,2,0x92);
   delayms(1);
   KS101B_write(addr_old,2,0x9e);
   delayms(1);
   KS101B_write(addr_old,2, addr_new);
   delayms(100);                            //Protect the eeprom,you can delete this
}

unsigned int detect_KS101B(unsigned char address, unsigned char command)
{
unsigned int range1;
        KS101B_write(address,2,command);
        delayms(1);                         //安全延时,如果显示不清晰可以将延时调大一些
        delayms(80);                        //如果是探测温度此处延时需延长，使用 while(!SCL)此处可删除
        //SCLPORT=1;while(!SCL);
        // delayms(80)也可换为 SCLPORT=1;while(!SCL);直接查询 SCL 线的等待时间将最短，探测速度最快
        range1 = KS101B_read(address,2);
        range1 =(range1<<8) + KS101B_read(address,3);
        delayms(5);
        return range1;
}

void main(void)
{
   unsigned int range;
        //change_i2c_address(0xe8,0xfe);     ////将默认地址 0xe8 改为 0xfe
        delayms(200);
        while(1)
        {
                asm("CLRWDT");
                range = detect_KS101B(0xe8,0xb4);    //you just need the only one sentence to get the range.
                delayms(200);
        }
}
```

3) 51 单片机主机模拟 I²C 通讯与 KS109-485 连接控制 C 代码

```
#include <reg51.h>
#include <intrins.h>
sbit SDA=P3^6;                          //  此引脚须上拉 4.7K 电阻至 VCC
sbit SCL=P3^7;                          //  此引脚须上拉 4.7K 电阻至 VCC
unsigned int range;

void display(unsigned int range)
{
        //input your display function, please.
}
```

```
void delay(void)          //short delay  使用速度较快的单片机时，I²C 通讯可能不正常，在此函数中多加 4～8 个_nop_();即可
 {
      _nop_(); _nop_(); _nop_(); _nop_();
      _nop_(); _nop_(); _nop_(); _nop_();
      _nop_(); _nop_(); _nop_(); _nop_();
      _nop_(); _nop_(); _nop_(); _nop_();
 }

 void start(void)                  //I2C start
 {
       SDA = 1;
      delay();
      SCL = 1;
      delay();
      SDA = 0;
      delay();
 }

 void stop(void)                    //I2C stop
 {
      SDA = 0;
      delay();
      SCL = 1;
      delay();
      SDA = 1;
      delay();
 }

 void ack(void)                     //ack
 {
      unsigned char i;
      SCL = 1;
      delay();
      while(SDA == 1 && i < 200)
      {
           i++;
      }
      SCL = 0;
      delay();
 }

 void no_ack()                      //not ack
{
      SDA = 1;
      delay();
      SCL = 1;
      delay();
      SCL = 0;
      delay();
}

void i2c_write_byte(unsigned char dat)          //write a byte
 {
      unsigned char i;
      SCL = 0;
      for(i = 0; i < 8; i++)
      {
           if(dat & 0x80)
           {
                SDA = 1;
           }
           else
           {
```

```
                SDA = 0;
            }
            dat = dat << 1;
            delay();
            SCL = 1;
            delay();
            SCL = 0;
            delay();
        }
        SDA = 1;
        delay();
}

unsigned char i2c_read_byte(void)       //read a byte
{
        unsigned char i,dat;
        SCL = 0;
        delay();
        SDA = 1;
        delay();
        for(i = 0; i < 8; i++)
        {
            SCL = 1;
            delay();
            dat = dat << 1;
            if(SDA == 1)
            {
                dat++;
            }
            SCL = 0;
            delay();
        }
        return dat;
}

void init_i2c(void)                     //i2c init
{
        SDA = 1;
        SCL = 1;
}

void write_byte(unsigned char address,unsigned char reg,unsigned char command) //address+register+command
{
        init_i2c();
        start();
        i2c_write_byte(address);
        ack();
        i2c_write_byte(reg);
        ack();
        i2c_write_byte(command);
        ack();
        stop();
}

unsigned char read_byte(unsigned char address,unsigned char reg)    //address(with bit 0 set) + register
{
    unsigned char dat;
    init_i2c();
    start();
    i2c_write_byte(address);
    ack();
    i2c_write_byte(reg);
    ack();
```

```
    start();
    i2c_write_byte(address+1);
    ack();
    delay();delay();delay();delay();delay();      //此处延时对于 STC89C 系列单片机，可以删除，如果对于快速单
//片机，需要加至少 50us 的延时，才可以可靠读到数据
    dat = i2c_read_byte();
    no_ack();
    stop();
    return dat;
 }

void delayms(unsigned int ms)       //delay ms
{
     unsigned char i;
     unsigned int j;
     for(i=0;i<110;i++)
          for(j=0;j<ms;j++);
}

void change_i2c_address(unsigned char addr_old, unsigned char addr_new)
// addr_old is the address now, addr_new will be the new address
{                                                  //that you want change to
   delayms(2000);                                   // Protect the eeprom ,you can delete this sentence
   write_byte(addr_old,2,0x9a);
   delayms(1);
   write_byte(addr_old,2,0x92);
   delayms(1);
   write_byte(addr_old,2,0x9e);
   delayms(1);
   write_byte(addr_old,2, addr_new);
   delayms(500);                                 //Protect the eeprom, you can delete this sentence
}

void config_0x71_0x7d(unsigned char addr_old, unsigned char flag)
//flag will be 0x71,0x72,0x73,0x74,0x7a,0x7b,0x7c,0x7d
{                                                  //that you want change to
   delayms(2000);                                   // Protect the eeprom ,you can delete this sentence
   write_byte(addr_old,2,0x9c);
   delayms(1);
   write_byte(addr_old,2,0x95);
   delayms(1);
   write_byte(addr_old,2,0x98);
   delayms(1);
   write_byte(addr_old,2, flag);
   delayms(500);                                 //Protect the eeprom, you can delete this sentence
}

unsigned int detect(unsigned char address,unsigned char command)   //0xe8(address) + 0xb0(command)
{
     unsigned int distance,count;
     write_byte(address,2,command);                    //use command "0xb0" to detect the distance
     delayms(1);                                       //安全延时,如果显示不清晰可以将延时调大一些
     //delayms(80);                                    //如果是探测温度此处延时需根据表 1 所列时间相应延长
     count=800;
     while(--count || !SCL)                             //等待探测结束，count 值调小将减小探测等待时间
     {
          ;                                            // 空语句
          display(range);                              //显示语句，可根据需要保留或删除
     }
//   while(!SCL)display(range);                         //you can delete “display(range)”
//通过查询 SCL 线来智能识别探测是否结束，使用本语句可删除上条语句(count=800;while…)以节省探测时间
     distance=read_byte(address,2);
     distance <<= 8;
```

```
        distance += read_byte(address,3);
        return distance;                        //return 16 bit distance in millimeter
}

void main(void)
{
        //change_i2c_address(0xe8,0xfe);    //change default address 0xe8 to 0xfe
        while(1)
        {
                range = detect(0xe8,0xb4);
                //0xe8 is the address; 0xb0 is the command.you just need the only one sentence to get the range.
                //display(range);
                delayms(200);
        }
}
```

4) STM32 CORTEX-3 ARM 主机模拟 I²C 通讯与 KS109-485 连接控制 C 代码

//单片机型号：STM32F103RBT　//本程序未示出所有系统配置函数

```
#include <stm32f10x_lib.h>
#include "sys.h"
#include "usart.h"
#include "delay.h"

u8 KS109-485_ReadOneByte(u8 address, u8 reg)
{
        u8 temp=0;
```

```
    IIC_Start();
    IIC_Send_Byte(address);     //发送低地址
     IIC_Wait_Ack();
     IIC_Send_Byte(reg);     //发送低地址
     IIC_Wait_Ack();
     IIC_Start();
     IIC_Send_Byte(address + 1);                  //进入接收模式
     IIC_Wait_Ack();

     delay_us(50);          //增加此代码通信成功!!!
    temp=IIC_Read_Byte(0);          //读寄存器 3
    IIC_Stop();//产生一个停止条件
     return temp;
}


void KS109-485_WriteOneByte(u8 address,u8 reg,u8 command)
{

    IIC_Start();
     IIC_Send_Byte(address);            //发送写命令
     IIC_Wait_Ack();
     IIC_Send_Byte(reg);//发送高地址
     IIC_Wait_Ack();
    IIC_Send_Byte(command);     //发送低地址
     IIC_Wait_Ack();
    IIC_Stop();//产生一个停止条件
}



void IIC_Init(void)
{
     RCC->APB2ENR|=1<<4;//先使能外设 IO PORTC 时钟
     GPIOC->CRH&=0XFFF00FFF;//PC11/12  推挽输出
     GPIOC->CRH|=0X00033000;
     GPIOC->ODR|=3<<11;         //PC11,12  输出高
}
//产生 IIC 起始信号
void IIC_Start(void)
{
     SDA_OUT();         //sda 线输出
     IIC_SDA=1;
     IIC_SCL=1;
     delay_us(10);
     IIC_SDA=0;//START:when CLK is high,DATA change form high to low
     delay_us(10);
     IIC_SCL=0;//钳住 I2C 总线，准备发送或接收数据
}
//产生 IIC 停止信号
void IIC_Stop(void)
{
     SDA_OUT();//sda 线输出
     IIC_SCL=0;
     IIC_SDA=0;//STOP:when CLK is high DATA change form low to high
     delay_us(10);
     IIC_SCL=1;
     IIC_SDA=1;//发送 I2C 总线结束信号
     delay_us(10);
}
//等待应答信号到来
//返回值：1，接收应答失败
//            0，接收应答成功
```

```
u8 IIC_Wait_Ack(void)
{
	u8 ucErrTime=0;
	SDA_IN();	//SDA 设置为输入
	IIC_SDA=1;delay_us(6);
	IIC_SCL=1;delay_us(6);
	while(READ_SDA)
	{
		ucErrTime++;
		if(ucErrTime>250)
		{
			IIC_Stop();
			return 1;
		}
	}
	IIC_SCL=0;//时钟输出 0
	return 0;
}
//产生 ACK 应答
void IIC_Ack(void)
{
	IIC_SCL=0;
	SDA_OUT();
	IIC_SDA=0;
	delay_us(10);
	IIC_SCL=1;
	delay_us(10);
	IIC_SCL=0;
}
//不产生 ACK 应答
void IIC_NAck(void)
{
	IIC_SCL=0;
	SDA_OUT();
	IIC_SDA=1;
	delay_us(10);
	IIC_SCL=1;
	delay_us(10);
	IIC_SCL=0;
}
//IIC 发送一个字节
//返回从机有无应答
//1，有应答
//0，无应答
void IIC_Send_Byte(u8 txd)
{
    u8 t;
	SDA_OUT();
    IIC_SCL=0;//拉低时钟开始数据传输
    for(t=0;t<8;t++)
    {
        IIC_SDA=(txd&0x80)>>7;
        txd<<=1;
          delay_us(10);
          IIC_SCL=1;
          delay_us(10);
          IIC_SCL=0;
          delay_us(10);
    }
}
//读 1 个字节，ack=1 时，发送 ACK，ack=0，发送 nACK
u8 IIC_Read_Byte(unsigned char ack)
{
```

```
    unsigned char i,receive=0;
    SDA_IN();//SDA 设置为输入
   for(i=0;i<8;i++ )
    {
        IIC_SCL=0;
        delay_us(10);
          IIC_SCL=1;
        receive<<=1;
        if(READ_SDA)receive++;
          delay_us(5);
   }
   if (!ack)
        IIC_NAck();//发送 nACK
   else
        IIC_Ack(); //发送 ACK
   return receive;
}

int main(void)
{
    u16 range;
    Stm32_Clock_Init(9);//系统时钟设置
    delay_init(72);            //延时初始化
    uart_init(72,9600); //串口 1 初始化
    while(1)
    {
                KS109-485_WriteOneByte(0XE8,0X02,0XB4);
                delay_ms(80);
                range = KS109-485_ReadOneByte(0xe8, 0x02);
                range <<= 8;
                range += KS109-485_ReadOneByte(0xe8, 0x03);
    }
}
```