

# X2

## 开发手册



# 目录

1	工作机制.....	1
2	采样测距.....	1
3	上电信息.....	2
4	数据协议.....	2
5	速度控制.....	5
6	修订.....	6

## 1 工作机制

X2 上电后，系统自动启动测距，以下是 X2 系统的工作流程：

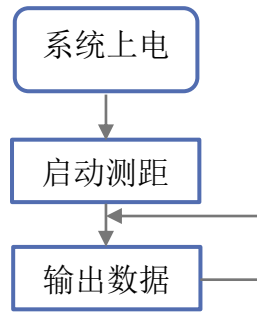


图 1 YDLIDAR X2 系统工作流程

## 2 采样测距

在上电后，系统会自动启动测距，同时会向串口输出一次启动扫描的报文数据：A5 5A 05 00 00 40 81。该报文具体含义如下：

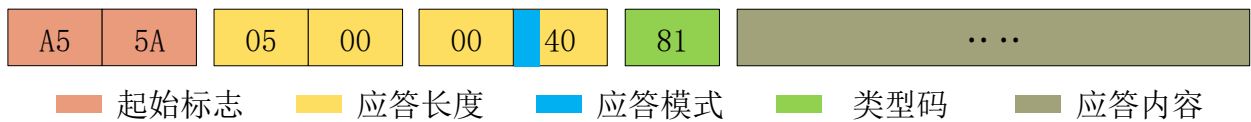


图 2 YDLIDAR X2 启动扫描报文说明

- **起始标志：**X2 的报文标志统一为 0xA55A；
- **应答长度：**应答长度表示的是应答内容的长度，但当应答模式为持续应答时，长度应为无限大，因此该值失效，启动扫描的报文应答长度为无限大；
- **应答模式：**该位只有 2bits，表示本次报文是单次应答或持续应答，启动扫描的应答模式为 1，其取值和对应的模式如下：

**表 1 X2 应答模式取值和对应应答模式**

应答模式取值	0x0	0x1	0x2	0x3
应答模式	单次应答	持续	未定义	

- **类型码：**启动扫描报文的类型码为 0x81；
- **应答内容：**扫描数据，详见数据协议。

### 3 上电信息

在上电后，系统会输出一会上电信息，会反馈设备的型号、固件版本和硬件版本，以及设备出厂序列号。其应答报文为：

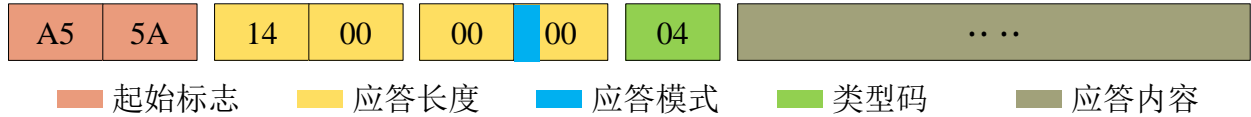


图 3 YDLIDAR X2 设备信息报文示意图

按照协议解析：应答长度 = 0x00000014，应答模式 = 0x0，类型码 = 0x04。

即应答内容字节数为 20；本次应答为单次应答，类型码为 04，该类型应答内容满足一下数据结构：

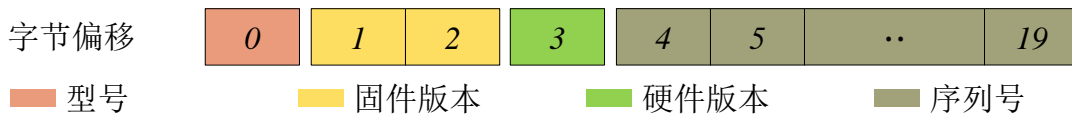


图 4 YDLIDAR X2 设备信息应答内容数据结构示意图

- **型号**：1 个字节设备机型，如 X2 的机型代号是 04；
- **固件版本**：2 个字节，低字节为主版本号，高字节为次版本号；
- **硬件版本**：1 个字节，代表硬件版本；
- **序列号**：16 个字节，唯一的出厂序列号。

### 4 数据协议

系统启动扫描后，会在随后的报文中输出扫描数据，其数据协议按照以下数据结构，以 16 进制向串口发送至外部设备。

字节偏移：

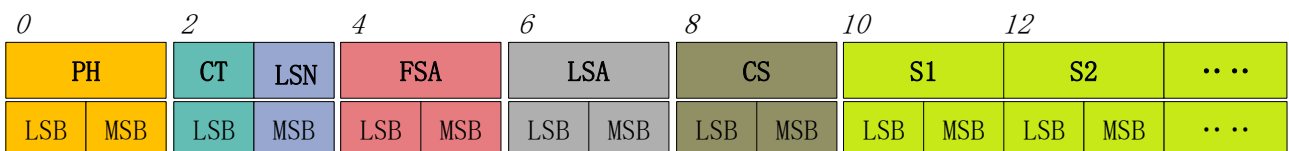


图 5 扫描命令应答内容数据结构示意图

**表 2 扫描命令应答内容数据结构描述**

内容	名称	描述
PH(2B)	数据包头	长度为 2B，固定为 0x55AA，低位在前，高位在后
CT(1B)	包类型	表示当前数据包的类型，CT[bit(0)]=1 表示为一圈数据起始，CT[bit(0)]=0 表示为点云数据包，CT[bit(7:1)]为预留位
LSN(1B)	采样数量	表示当前数据包中包含的采样点数量：起始数据包中只有 1 个起始点的数据，该值为 1
FSA(2B)	起始角	采样数据中第一个采样点对应的角度数据
LSA(2B)	结束角	采样数据中最后一个采样点对应的角度数据
CS(2B)	校验码	当前数据包的校验码，采用双字节异或对当前数据包进行校验
Si(2B)	采样数据	系统测试的采样数据，为采样点的距离数据，其中 Si 节点的 LSB 中还集成了干扰标志

➤ **起始位&扫描频率解析：**

当检测到 CT[bit(0)]=0 时，表明该包数据为点云数据包；

当检测到 CT[bit(0)]=1 时，表明该包数据为起始数据包，该数据包中 LSN = 1，即 Si 的数量为 1；其距离、角度的具体值解析参见下文；同时，起始数据包中，CT[bit(7:1)]扫描频率信息， $F = CT[bit(7:1)]/10$ （当 CT[bit(7:1)] = 1 时）。

---

注：当 CT[bit(7:1)] = 0 时，CT[bit(7:1)]为预留位，未来版本会用作其他用途，因此在解析 CT 过程中，只需要对 bit(0)位做起始帧的判断。

---

➤ **距离解析：**

距离解算公式： $Distance_i = \frac{Si}{4}$

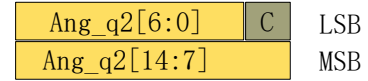
其中，Si 为采样数据。设采样数据为 E5 6F，由于本系统是小端模式，所以本采样点 S = 0x6FE5，带入到距离解算公式，得 Distance = 7161.25mm。

➤ **角度解析：**

角度数据保存在 FSA 和 LSA 中，每一个角度数据有如下的数据结构，C 是校验位，其值固定为 1。角度解析有两个等级：一级解析和二级解析。一级解析初步得到角度初值，二级解析对角度初值进行修正，具体过程如下：

**一级解析：**

起始角解算公式:  $Angle_{FSA} = \frac{Rshiftbit(FSA,1)}{64}$



结束角解算公式:  $Angle_{LSA} = \frac{Rshiftbit(LSA,1)}{64}$

图 6 角度数据结构示意图

中间角解算公式:  $Angle_i = \frac{diff(Angle)}{LSN-1} * (i - 1) + Angle_{FSA} \quad (i = 2,3, \dots, LSN - 1)$

$Rshiftbit(data, 1)$ 表示将数据 data 右移一位。 $diff(Angle)$ 表示起始角（未修正值）到结束角（未修正值）的顺时针角度差，LSN 表示本帧数据包采样数量。

**二级解析:**

角度修正公式:  $Angle_i = Angle_i + AngCorrect_i \quad (i = 1,2, \dots, LSN)$

其中，AngCorrect为角度修正值，其计算公式如下， $tand^{-1}$ 为反三角函数，返回角度值:

IF  $Distance_i == 0$                        $AngCorrect_i = 0$

ELSE                                       $AngCorrect_i = \text{tand}^{-1}(21.8 * \frac{155.3 - Distance_i}{155.3 * Distance_i})$

设数据包中，第 4~8 字节为 28 E5 6F BD 79，所以  $LSN = 0x28 = 40(\text{dec})$ ， $FSA = 0x6FE5$ ， $LSA = 0x79BD$ ，带入一级解算公式，得:

$Angle_{FSA} = 223.78^\circ$ ， $Angle_{LSA} = 243.47^\circ$ ， $diff(Angle) = 19.69^\circ$

$Angle_i = \frac{19.69^\circ}{39} * (i - 1) + 223.78^\circ \quad (i = 2,3, \dots, 39)$

假设该帧数据中， $Distance_1 = 1000$ ， $Distance_{LSN} = 8000$ ，带入二级解算公式，得:

$AngCorrect_1 = -6.7622^\circ$ ， $AngCorrect_{LSN} = -7.8374^\circ$ ，所以:

$Angle_{FSA} = Angle_1 + AngCorrect_1 = 217.0178^\circ$

$Angle_{LSA} = Angle_{LSA} + AngCorrect_{LSA} = 235.6326^\circ$

同理， $Angle_i (i = 2,3, \dots, LSN - 1)$ ，可以依次求出。

➤ **校验码解析:**

校验码采用双字节异或，对当前数据包进行校验，其本身不参与异或运算，且异或顺序不是严格按照字节顺序，其异或顺序如图所示，因此，校验码解算公式为：

$$CS = XOR_1^{end}(C_i) \quad i = 1, 2, \dots, end$$

$XOR_1^{end}$  为异或公式，表示将元素中从下标 1 到 end 的数进行异或。但异或满足交换律，实际解算中可以无需按照本文异或顺序。

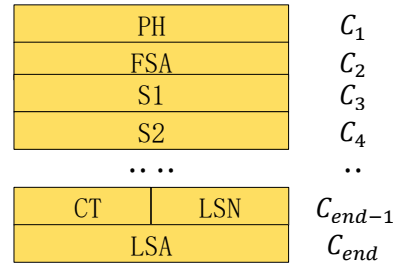


图 7 CS 异或顺序示意图

## 5 速度控制

同时，用户可以根据实际需要，改变扫描频率来满足需求。通过改变 M\_SCTP 管脚输入电压，或改变输入的 PWM 信号的占空比，来调控电机转速（具体控制方法，请参考数据手册）。

## 6 修订

日期	版本	修订内容
2019-04-24	1.0	初撰
2021-07-30	1.1	优化 CT 信息