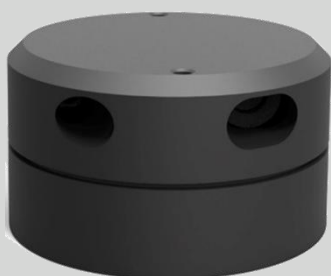


YDLIDAR G4

开发手册



目录

| | |
|------------------------------|----|
| 工作机制 | 2 |
| 系统工作流程..... | 2 |
| 系统通信 | 3 |
| 通信机制..... | 3 |
| 系统命令..... | 3 |
| 系统报文..... | 4 |
| 数据协议 | 5 |
| 扫描命令 [A5 60] | 5 |
| 停止命令 [A5 65] | 6 |
| 设备信息[A5 90] | 7 |
| 健康状态[A5 91] | 7 |
| 低功耗使能[A5 01]..... | 8 |
| 低功耗关闭[A5 02]..... | 8 |
| 低功耗查询[A5 05]..... | 8 |
| 扫描频率设置[A5 09/0A/0B/0C] | 9 |
| 扫描频率获取[A5 0D]..... | 9 |
| 恒频使能 [A5 0E] | 9 |
| 恒频关闭 [A5 0F] | 10 |
| 测距频率设置 [A5 D0]..... | 10 |
| 测距频率获取 [A5 D1]..... | 11 |
| 重启命令 [A5 40] | 11 |
| 待机控制..... | 11 |
| 速度控制..... | 11 |
| 使用注意 | 11 |
| 修订 | 12 |

工作机制

YDLIDAR G4（以下简称 G4）的系统设置了 3 中工作模式：空闲模式、扫描模式、停机模式；

- **空闲模式：**G4 上电时，默认为空闲模式，空闲模式时，G4 的测距单元不工作，激光器不亮。
- **扫描模式：**当 G4 进入扫描模式时，测距单元点亮激光器，开始工作，不断对外部环境进行激光采样，并经过后台处理后实时输出。
- **停机模式：**当 G4 运行有错时，如开启扫描时，激光器不亮，电机不转等状况，G4 会自动关闭测距单元，并反馈错误代码。

系统工作流程

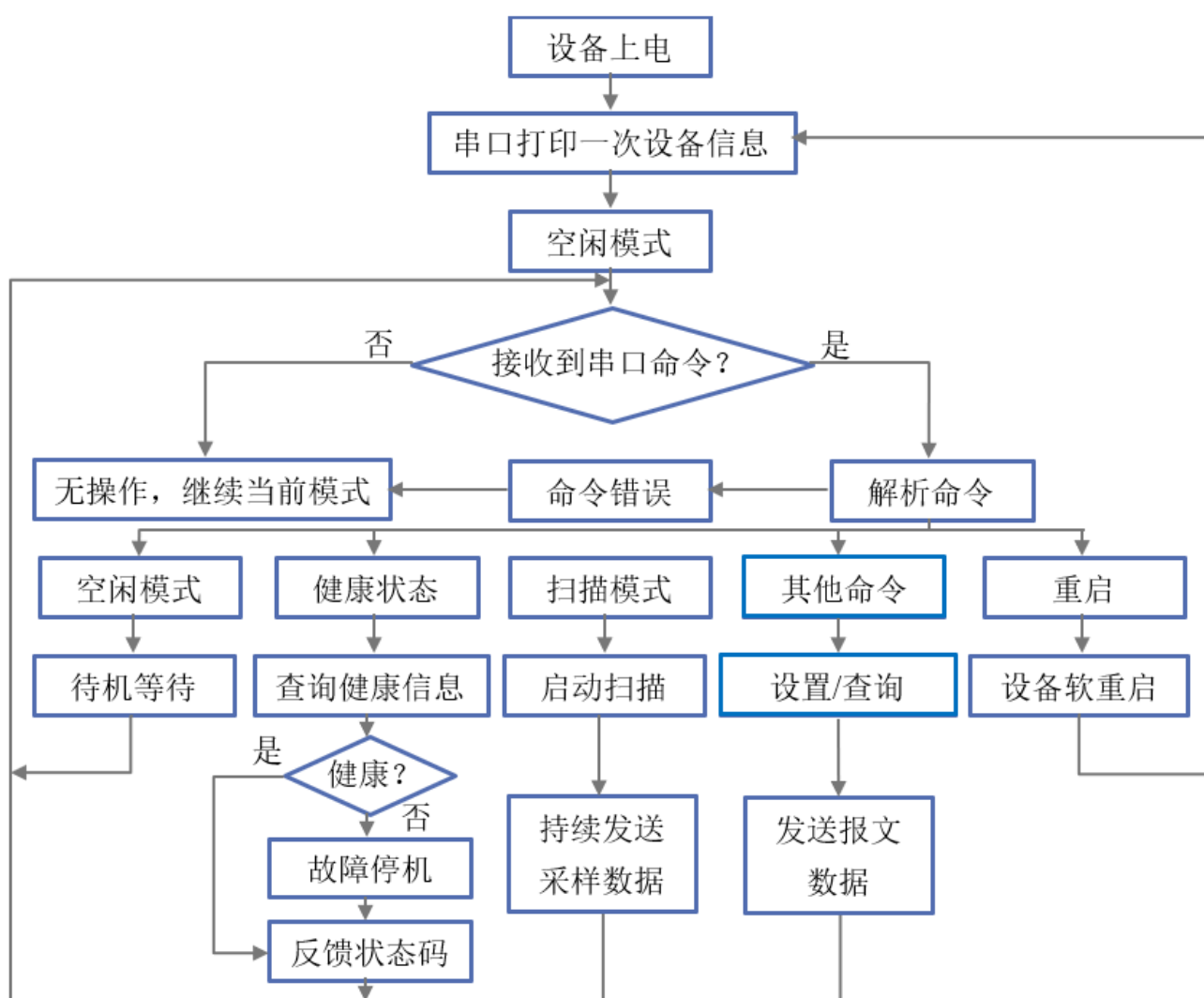


图 1 YDLIDAR G4 系统工作流程图

系统通信

通信机制

G4 是通过串口来和外部设备进行命令和数据的交互。当外部设备发送一个系统命令至 G4，G4 解析系统命令，会返回相应的应答报文，并根据命令内容，来切换相应的工作状态，外部系统根据报文内容，解析报文，便可获取应答数据。



图 2 YDLIDAR G4 系统通信机制

系统命令

外部系统通过发送相关的系统命令，便可设置 G4 相应的工作状态，获取相应的数据。G4 的系统命令统一为 2 个字节，其中起始字节统一为 0xA5，第二个字节为命令内容。G4 对外发布的系统命令如下：

表 1 YDLIDAR G4 系统命令

| 系统命令 | 描述 | 模式切换 | 应答模式 |
|--------------|-------------------------------------|------|------|
| 0xA5 (起始) | 0x60 开始扫描，输出点云数据 | 扫描模式 | 持续应答 |
| | 0x65 停机，停止扫描 | 停机模式 | 无应答 |
| | 0x90 获取设备信息（型号、固件、硬件版本） | 不切换 | 单次应答 |
| | 0x91 获取设备健康状态 | 不切换 | 单次应答 |
| | 0x01 低功耗使能，开启后 G4 在空闲模式下电机和测距单元不工作 | 不切换 | 单次应答 |
| | 0x02 低功耗关闭，关闭后 G4 在空闲模式下电机和测距单元仍然工作 | 不切换 | 单次应答 |
| | 0x05 获取当前电机和模组状态 | 不切换 | 单次应答 |
| | 0x09 增加 0.1Hz 当前设置的扫描频率 | 不切换 | 单次应答 |
| | 0x0A 减小 0.1Hz 当前设置的扫描频率 | 不切换 | 单次应答 |
| | 0x0B 增加 1Hz 当前设置的扫描频率 | 不切换 | 单次应答 |
| | 0x0C 减小 1Hz 当前设置的扫描频率 | 不切换 | 单次应答 |
| | 0x0D 获取当前设置的扫描频率 | 不切换 | 单次应答 |
| | 0x0E 开启恒频功能，稳定转速（默认开启） | 不切换 | 单次应答 |
| | 0x0F 关闭恒频功能 | 不切换 | 单次应答 |
| 0xD0 | 测距频率设置 | 不切换 | 单次应答 |

| | | | |
|------|----------|-----|------|
| 0xD1 | 获取当前测距频率 | 不切换 | 单次应答 |
| 0x40 | 设备软重启 | - | 无应答 |

系统报文

系统报文时系统根据接收的系统命令反馈的应答报文，不同的系统命令，系统报文的应答模式和应答内容也不一样，其中应答模式有三种：无应答、单次应答、持续应答。

无应答表示系统不反馈任何报文；单次应答表示系统的报文长度是有限的，应答一次即结束；持续应答表示系统的报文长度是无限长的，需要持续发送数据，如进入扫描模式时。

单次应答和持续应答的报文采用同一个数据协议，其协议内容为：起始标志、应答长度、应答模式、类型码和应答内容，通过串口 16 进制输出。

表 2 YDLIDAR G4 系统报文数据协议

| 起始标志 | 应答长度 | 应答模式 | 类型码 | 应答内容 |
|--------|--------|-------|-------|------|
| 16bits | 30bits | 2bits | 8bits | - |

字节偏移：

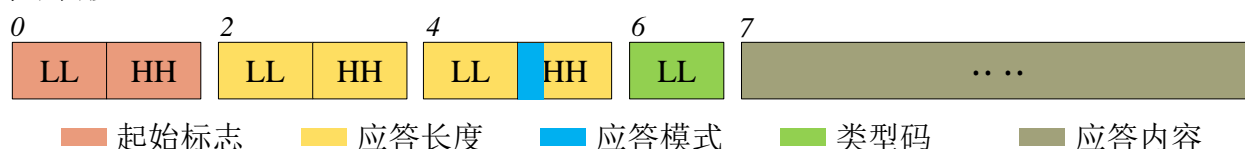


图 3 YDLIDAR G4 系统报文数据协议示意图

- **起始标志：**G4 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；
- **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，其取值和对应的模式如下：

表 3 YDLIDAR G4 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：**不同的系统命令，对应不同的类型码；
- **应答内容：**不同的系统命令，反馈不同的数据内容，其数据协议也不同。

注1：G4 的数据通信采用的是小端模式，低位在前。

注2：应答报文中，第 6 个字节的低 6 位属于应答长度，高 2 位属于应答模式。

数据协议

不同的系统命令，有着不同报文的报文内容。而不同类型码的报文中，其应答内容的数据协议也不尽相同。因此，用户需要根据相应的数据协议，来解析应答内容中的数据，如点云数据、设备信息等。

扫描命令 [A5 60]

当外部设备向 G4 发送扫描命令时，G4 会进入扫描模式，并反馈点云数据。其应答报文为：

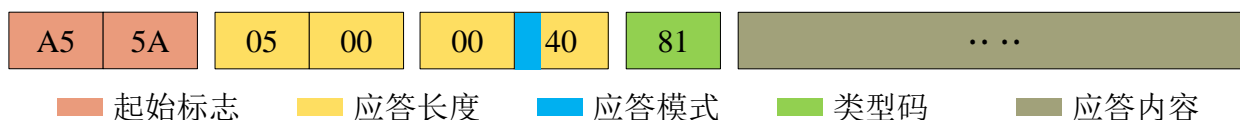


图 4 YDLIDAR G4 扫描报文示意图

其中第 6 个字节高 2 为 01，因此应答模式取值为 0x1，为持续应答，忽略应答长度，类型码为 0x81；

应答内容为系统扫描的点云数据，其按照以下数据结构，以 16 进制向串口发送至外部设备。

字节偏移：

| 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | | |
|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|-----|
| PH | CT | LSN | FSA | LSA | CS | S1 | S2 | ... |
| LL | HH | LL | HH | LL | HH | LL | HH | ... |

图 5 扫描命令应答内容数据结构示意图

表 4 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；0x00:点云数据包 0x01:零位数据包。 |
| LSN(1B) | 采样数量 | 表示当前数据包中包含的采样点数量；零位数据包中只有 1 个零位点的数据，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 |

➤ 零位解析：

零位数据处于零位数据包中，该数据包中 LSN = 1，即 Si 的数量为 1，S1 = 零位距离数据；FSA = LSA = 零位角度数据；其距离和角度的具体值解析参见距离和角度的解析。

➤ 角度解析:

角度数据保存在 FSA 和 LSA 中，每一个角度数据有如右的数据结构:

| | |
|--------------|------|
| Ang_q2[14:7] | LL |
| Ang_q2[6:0] | C HH |

图 6 角度数据结构示意

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

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

其中，C 是校验位，其值固定为 1。 $Rshiftbit(data,1)$ 表示将数据 data 右移一位。 $diff(Angle)$ 表示起始角到结束角的顺时针角度差，LSN 表示本帧数据包采样数量。

设数据包中，第 4~8 字节为 28 E5 6F BD 79，所以 $LSN = 0x28 = 40(dec)$ ， $FSA = 0x6FE5$ ， $LSA = 0x79BD$ ，带入角度解算公式，得 $Angle_1 = 223.78^\circ$ ， $Angle_{40} = 243.47^\circ$ 。

所以 $diff(Angle) = 19.69^\circ$ ，依此，可以求出本帧数据包中各采样点的角度数据。

➤ 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 $Distance = 7161.25mm$ 。

➤ 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。

| | |
|-----|-------------|
| PH | C_1 |
| FSA | C_2 |
| S1 | C_3 |
| S2 | C_4 |
| ... | ... |
| CT | C_{end-1} |
| LSN | C_{end} |
| LSA | |

图 7 CS 异或顺序示意图

停止命令 [A5 65]

当系统处于扫描状态时，G4 一直在对外发送点云数据，若此时需要关闭扫描，可以发送此命令，令系统停止扫描。发送停止命令后，系统会处于待机状态，此时，设备的测距单元处于低功耗模式，激光器不亮。

该命令是无响应的，因此系统在接收到该命令后，不会有任何报文应答。

设备信息[A5 90]

当外部设备向 G4 发送获取设备信息命令(A5 90)时，G4 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 8 YDLIDAR G4 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：

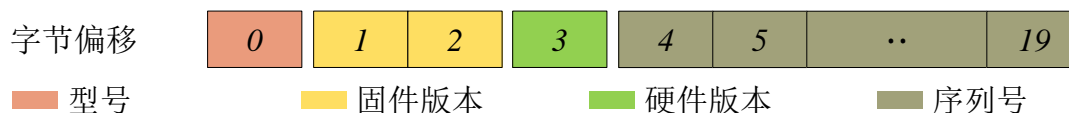


图 9 YDLIDAR G4 设备信息应答内容数据结构示意图

- **型号：**1 个字节设备机型，如 G4 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。

健康状态[A5 91]

当外部设备向 G4 发送获取设备健康状态命令(A5 91)时，G4 会反馈设备的状态码。其应答报文为：

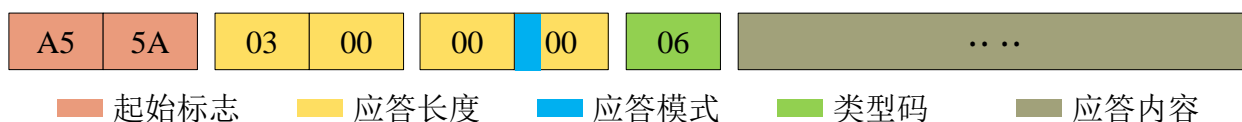


图 10 YDLIDAR G4 设备健康状态报文示意图

按照协议解析：应答长度 = 0x00000003，应答模式 = 0x0，类型码 = 0x06。

即应答内容字节数为 3；本次应答为单次应答，类型码为 06，该类型应答内容满足一下数据结构：

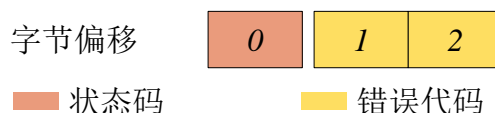


图 11 YDLIDAR G4 设备健康状态应答内容数据结构示意图

- **状态码：**1 个字节，0x0 表示设备运行正常，0x1 表示设备运行警告，0x2 表示设备运行错误
- **错误代码：**2 个字节，当出现警告或者错误状态时，具体的错误代号会被记录在该字段当中 0x00 表示设备运行无报错。

低功耗使能[A5 01]

当外部设备向 G4 发送低功耗使能命令(A5 01)时，G4 会在空闲模式下自动进入低功耗状态（待机时：电机停转，测距单元掉电），降低待机功耗。其应答报文为：

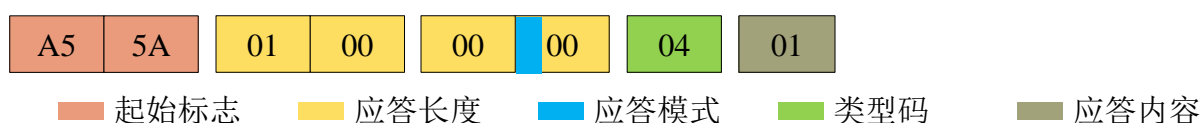


图 12 YDLIDAR G4 低功耗使能报文示意图

按照协议解析：应答长度 = 0x00000001， 应答模式 = 0x0， 类型码 = 0x04。

即应答内容字节数为 1；本次应答为单次应答，类型码为 04。该命令应答内容固定为 0x01，表示使能系统的低功耗状态。G4 默认使能低功耗。

低功耗关闭[A5 02]

当外部设备向 G4 发送低功耗关闭命令(A5 02)时，G4 会在空闲模式下不会自动进入低功耗状态（待机时：电机运转，测距单元不掉电），其应答报文为：

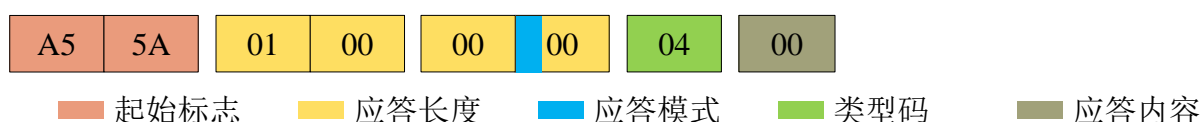


图 13 YDLIDAR G4 低功耗关闭报文示意图

按照协议解析：应答长度 = 0x00000001， 应答模式 = 0x0， 类型码 = 0x04。

即应答内容字节数为 1；本次应答为单次应答，类型码为 04。该命令应答内容固定为 0x00，表示关闭系统的低功耗状态。

低功耗查询[A5 05]

当外部设备向 G4 发送低功耗查询命令(A5 05)时，系统会反馈系统当前待机的功耗状态，其应答报文为：

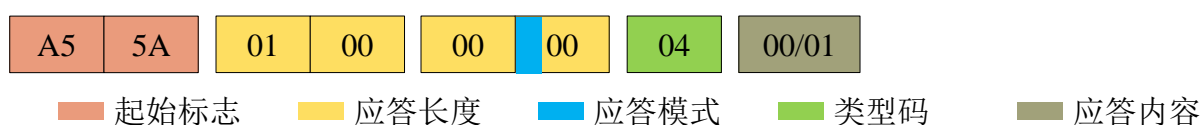


图 13 YDLIDAR G4 低功耗查询报文示意图

按照协议解析：应答长度 = 0x00000001， 应答模式 = 0x0， 类型码 = 0x04。

即应答内容字节数为 1；本次应答为单次应答，类型码为 04。该命令应答内容为 0x00 或 0x01。

0x00：当前待机状态为非低功耗状态；

0x01：当前待机状态为低功耗状态。

扫描频率设置[A5 09/0A/0B/0C]

G4 提供了多个扫描频率设置的命令接口，用于增加或减少系统的扫描频率，具体如下：

表 4 扫描频率设置命令描述

| 系统命令 | 描述 |
|--------|--------------------|
| 0xA509 | 增加 0.1Hz 当前设置的扫描频率 |
| 0xA50A | 减小 0.1Hz 当前设置的扫描频率 |
| 0xA50B | 增加 1Hz 当前设置的扫描频率 |
| 0xA50C | 减小 1Hz 当前设置的扫描频率 |

上述命令是同一类型命令，有着相同的报文结构。扫描频率设置命令有如下报文结构：

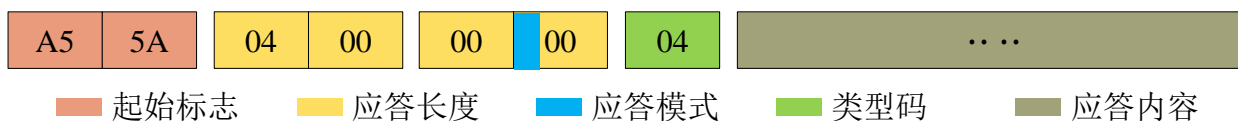


图 14 YDLIDAR G4 扫描频率设置报文示意图

按照协议解析：应答长度 = 0x00000004， 应答模式 = 0x0， 类型码 = 0x04。

即应答内容字节数为 4；本次应答为单次应答，类型码为 04。其应答内容表示的是当前设置的扫描频率，其解算公式为：

$$F = \frac{\text{AnswerData}}{10}$$

其中，AnswerData为应答内容（小端模式）换算成十进制数据，单位为赫兹（Hz）。

扫描频率获取[A5 0D]

该命令用于获取设置的扫描频率（注意不是实时频率），其报文结构和应答内容和扫描频率设置命令一致，用户可参见 [扫描频率设置\[A5 09/0A/0B/0C\]](#)，本节不作阐述。

恒频使能 [A5 0E]

该命令用于使能系统恒频，使能后，雷达在扫描模式时，会进行自动调速，使扫描频率稳定在当前设定的扫描频率上。G4 默认使能恒频。

该命令的报文如下：

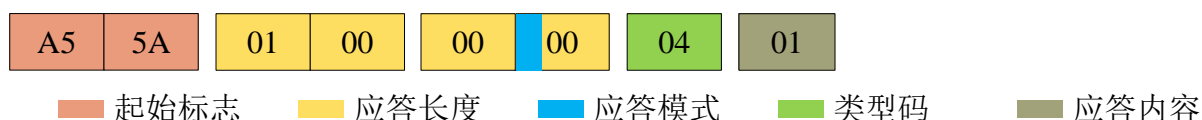


图 15 YDLIDAR G4 恒频使能报文示意图

按照协议解析：应答长度 = 0x00000001， 应答模式 = 0x0， 类型码 = 0x04。

即应答内容字节数为 1；本次应答为单次应答，类型码为 04。该命令应答内容固定为 0x01，表示使能系统恒频。

恒频关闭 [A5 0F]

该命令用于关闭系统恒频，关闭后，雷达在扫描模式时，不会进行自动调速。该命令的报文如下：

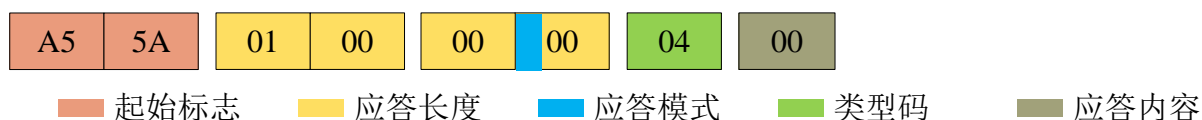


图 16 YDLIDAR G4 恒频关闭报文示意图

按照协议解析：应答长度 = 0x00000001， 应答模式 = 0x0， 类型码 = 0x04。

即应答内容字节数为 1；本次应答为单次应答，类型码为 04。该命令应答内容固定为 0x00，表示关闭系统恒频。

测距频率设置 [A5 D0]

该命令用于设置系统的测距频率，使测距频率在 4KHz、8KHz 和 9KHz 间切换，默认为 9KHz。该命令的报文如下：

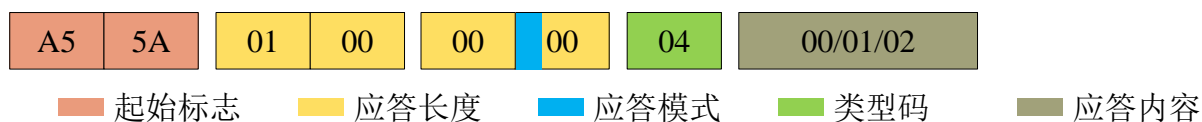


图 17 YDLIDAR G4 测距频率设置报文示意图

按照协议解析：应答长度 = 0x00000001， 应答模式 = 0x0， 类型码 = 0x04。

即应答内容字节数为 1；本次应答为单次应答，类型码为 04。该命令应答内容对应系统测距频率，具体如下：

表 5 测距频率设置应答内容描述

| 应答内容 | 0x00 | 0x01 | 0x02 |
|------|------|------|------|
|------|------|------|------|

| | | | |
|------------|---|---|---|
| 测距频率 (KHz) | 4 | 8 | 9 |
|------------|---|---|---|

测距频率获取 [A5 D1]

该命令用于获取系统当前的测距频率，该命令的报文结构和应答内容和 测距频率设置一致，用户可参见[测距频率设置](#)章节，本节不作详细阐述。

重启命令 [A5 40]

当外部设备向 G4 发送获取设备设备命令(A5 40)时，G4 会进入软重启，系统重新启动。该命令无应答。

待机控制

G4 将系统的功耗控制集成到系统的命令接口上，并不是硬件接口上。因此，用户只需发送相应的控制命令(A5 01/02)，即可使能/关闭系统的低功耗状态。具体可参见[低功耗使能](#)章节，本节不作详细阐述。

速度控制

G4 将系统的速度控制集成到系统的命令接口上，并不是硬件接口上。用户可通过调节扫描频率，来改变电机的转速。具体参见[扫描频率设置](#)章节，本节不作详细阐述。

使用注意

在和 G4 进行命令交互时，除了停止扫描命令(A5 65)，其他命令不能在扫描模式下进行交互，这样容易导致报文解析错误。

修订

| 日期 | 版本 | 修订内容 |
|------------|-----|---------------------|
| 2017-12-6 | 1.0 | 初撰 |
| 2017-12-26 | 1.1 | 优化排版，修订扫描命令内容细节 |
| 2017-12-29 | 1.2 | 数据协议中，距离解析和角度解析内容修订 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |