文档编码:01.13.005301

TG 系列雷达

开发手册

www.ydlidar.cn

深圳玩智商科技有限公司

目录

1 工作机制 1
1.1 系统工作流程 1
2 系统通信 2
2.1 通信机制 2
2.2 系统命令 2
2.3 系统报文 3
3 数据协议 4
3.1 扫描命令 [A5 60] 4
3.2 停止命令 [A5 65] 6
3.3 设备信息 [A5 90] 6
3.4 健康状态 [A5 91] 7
3.5 零位角度偏移 [A5 93] 7
3.6 扫描频率设置 [A5 09/0A/0B/0C] 8
3.7 扫描频率获取 [A5 0D] 8
3.8 掉电保护切换 [A5 D9] 8
3.9 重启命令 [A5 80] 9
3.10 速度控制 9
4 使用注意 9
5 修订 10

Copyright 2019 EAI All Rights Reserved

1 工作机制

YDLIDAR TG 系列雷达（包括 TG5,TG15,TG30,TG50 等型号雷达）的系统设置了 4 种工作模式：空闲模式、扫描模式、停机模式、掉电保护模式；

- **空闲模式：**TG 系列雷达上电时，默认为空闲模式，空闲模式时，TG 系列雷达的测距单元不工作，激光器不亮。
- **扫描模式：**当 TG 系列雷达进入扫描模式时，测距单元点亮激光器，开始工作，不断对外部环境进行激光测量，并经过后台处理后实时输出。
- **停机模式：**当 TG 系列雷达运行有错时，如开启扫描时，激光器不亮，电机不转等状况，TG 系列雷达会自动关闭测距单元，并反馈错误代码。
- **掉电保护模式：**在此模式下雷达需要持续发送扫描命令，雷达才会持续的扫描，发送间隔小于 3 秒。如果雷达接收不到持续的扫描命令，系统会自动停机，该模式默认不开启。

1.1 系统工作流程

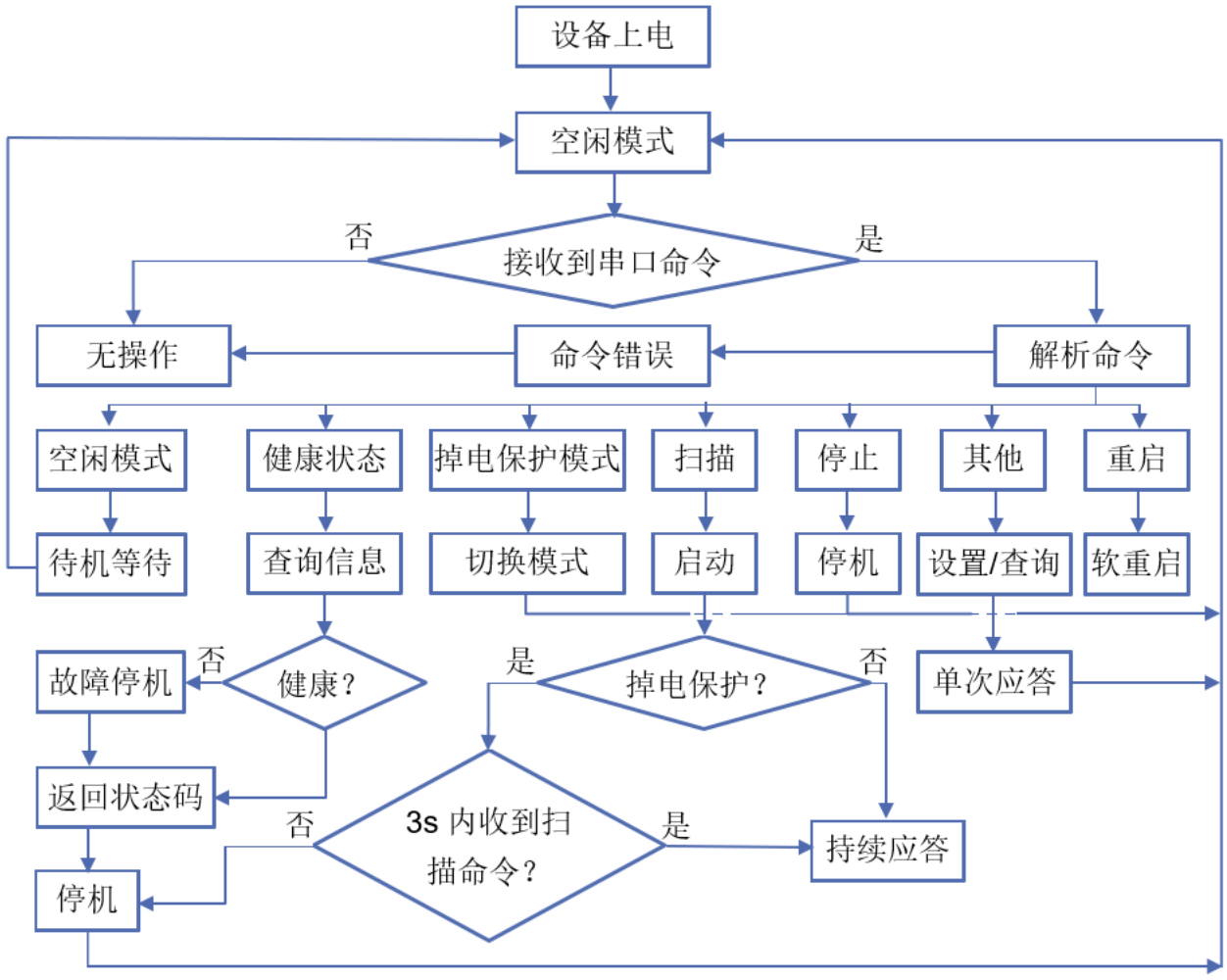

图 1 YDLIDAR TG 系列雷达系统工作流程图

Copyright 2019 EAI All Rights Reserved

2 系统通信

2.1 通信机制

TG 系列雷达是通过串口与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 TG 系列雷达，TG 系列雷达解析系统命令，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 TG 系列雷达系统通信机制

2.2 系统命令

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

表 1 YDLIDAR TG 系列雷达系统命令

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
	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
	0xD9	掉电保护模式开关（默认关闭）	不切换	单次应答
	0x80	设备软重启	/	无应答
	0x93	零位角度偏移	不切换	单次应答

Copyright 2019 EAI All Rights Reserved

2.3 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 TG 系列雷达系统报文数据协议

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：

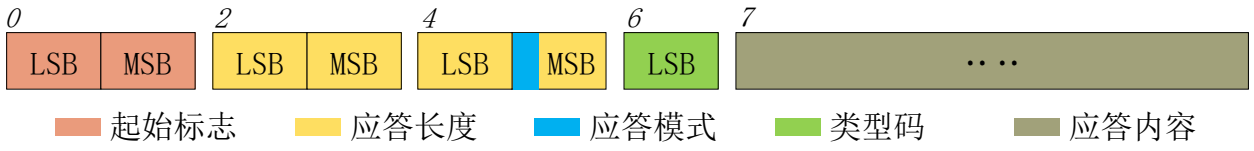

图 3 YDLIDARTG 系列雷达系统报文数据协议示意图

- **起始标志：**TG 系列雷达的报文标志统一为 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 TG 系列雷达应答模式取值和对应应答模式

应答模式取值	0×0	0×1	0×2	0×3
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：TG 系列雷达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。

Copyright 2019 EAI All Rights Reserved

3 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。

3.1 扫描命令 [A5 60]

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

图 4 YDLIDAR TG 系列雷达扫描报文示意图

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。

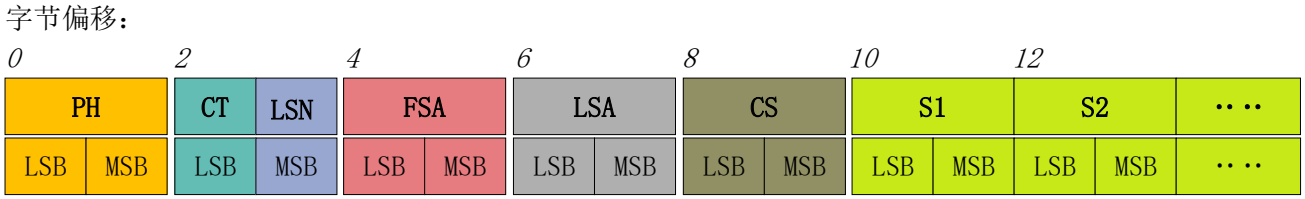

图 5 扫描命令应答内容数据结构示意图

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	CT&0x01 为点云的类型信息： CT&0x01 = 0x00:点云数据包 CT&0x01 = 0x01:起始数据包。 CT&0xFE 表示其它信息： 当 CT&0x01 = 0x01，即当前数据为零点包数据时： CT&0xFE 表示雷达计算的频率信息，可表示 3.0Hz~15.7Hz 具体计算方法 Freq = ((CT&0xFE)>> 1) + 30)/10 Hz 例如 CT = 0xB7，则当前包为起始包，并且转速为 12.1Hz
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

Copyright 2019 EAI All Rights Reserved

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

- **起始位解析：**

当检测到 CT&0x01 =1 时，表明该包数据为起始数据包，表示一圈数据的开头，该数据包中 LSN=1，即 Si 的数量为 1；

当检测到 CT&0x01 = 0 时，表明该包数据为一圈数据内中间数据包，非一圈数据的起始点。

其距离、角度的具体值解析参见下文。

- **距离解析：**

距离解算公式： $\text{Distance}_i = Di[7:0] + Di[15:8] * 256$ 单位为 mm。

其中，Di为采样数据Si的第 1 第 2 字节数据。设采样数据为 E8 03，由于本系统是小端模式，所以本采样点 D = 0x03E8，带入到距离解算公式，得 Distance=1000mm。

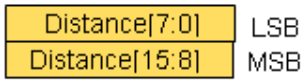

图 6 S 节点数据结构示意图

- **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。具体过程如下：

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

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

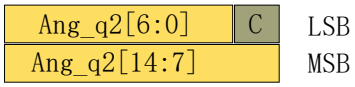

图 7 角度数据结构示意图

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。

Copyright 2019 EAI All Rights Reserved

➢ **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：

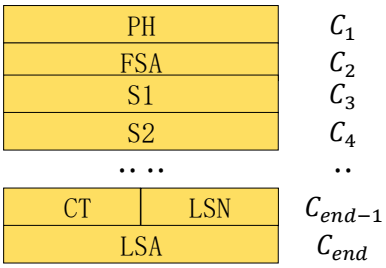

图 8 CS 异或顺序示意图

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

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。

3.2 停止命令 [A5 65]

当系统处于扫描状态时，TG 系列雷达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。

3.3 设备信息 [A5 90]

当外部设备向 TG 系列雷达发送获取设备信息命令(A5 90)时，TG 系列雷达会反馈设备的型号、固件版本和硬件版本，以及设备出厂序列号。其应答报文为：

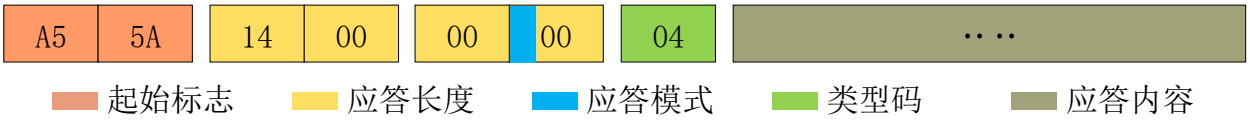

图 9 YDLIDAR TG 系列雷达设备信息报文示意图

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以下数据结构：

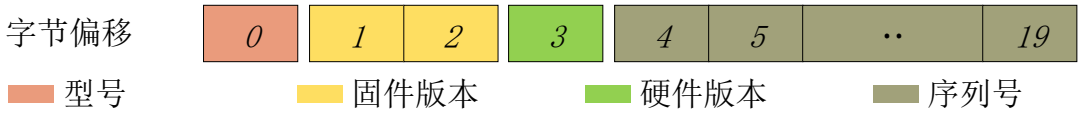

图 10 YDLIDAR TG 系列雷达设备信息应答内容数据结构示意图

➢ **型号：**1 个字节设备机型，如 TG15 机型代号是 100，TG30 的机型代号是 101，TG50 机型代号是 102；
➢ **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。

Copyright 2019 EAI All Rights Reserved

3.4 健康状态 [A5 91]

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

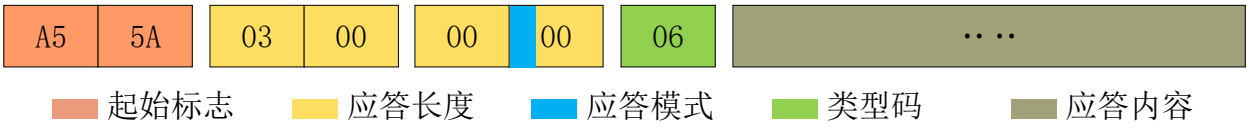

图 11 YDLIDAR TG 系列雷达设备健康状态报文示意图

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以下数据结构：

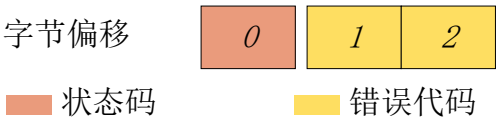

图 12 YDLIDAR TG 系列雷达设备健康状态应答内容数据结构示意图

- **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。

3.5 零位角度偏移 [A5 93]

当外部设备向 TG 系列雷达发送获取设备零位角度偏移命令(A5 93)时，TG 系列雷达会反馈零位角度偏移值。其应答报文为：

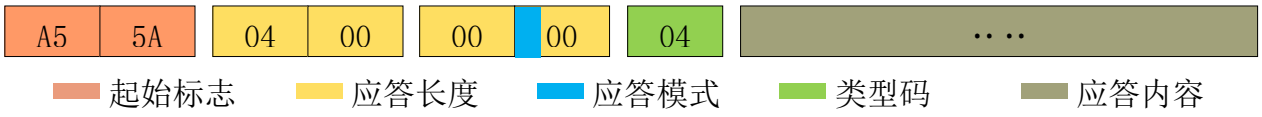

图 13 YDLIDAR TG 系列雷达零位角度偏移值报文示意图

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。

- **零位角度偏移值**：4 个字节的应答内容除以 4，单位为度。

Copyright 2019 EAI All Rights Reserved

3.6 扫描频率设置 [A5 09/0A/0B/0C]

TG 系列雷达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 5　扫描频率设置命令描述

系统命令	描述
A509	增加 0.1Hz 当前设置的扫描频率
A50A	减小 0.1Hz 当前设置的扫描频率
A50B	增加 1Hz 当前设置的扫描频率
A50C	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：

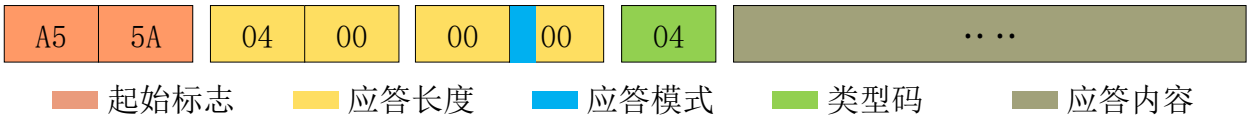

图 14 YDLIDAR　TG 系列雷达扫描频率设置报文示意图

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（单位：Hz），其解算公式为：

$$F = \frac{AnswerData}{100}$$

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）。

3.7 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。

3.8 掉电保护切换 [A5 D9]

当雷达和外部设备的供电采用不是共用的供电系统时，可能需要开启掉电保护模式，防止控制端系统关闭后雷达仍然工作，从雷达内部进行保护。

该模式开启后，需要持续发送扫描命令，发送间隔小于 3s，这样雷达才会持续工作；如果命令发送中断或者发送间隔过长，系统会判定控制端已掉电，会触发掉电保护，雷达停机。本命令是一个开关命令，该命令的报文如下：

Copyright 2019 EAI All Rights Reserved

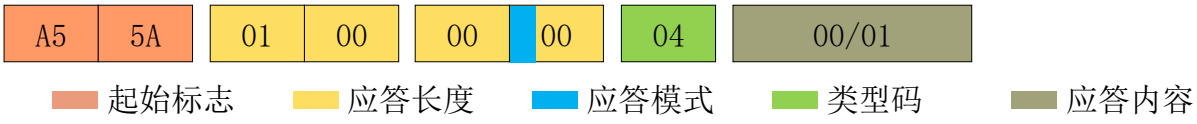

图 15 YDLIDAR TG 系列雷达掉电保护切换命令报文示意图

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掉电保护模式的开启和关闭，00 表示开启掉电保护，01 表示关闭掉电保护。

注：掉电保护模式下，扫描命令的报文结构略有变化，只有在停机状态下第一次发送扫描命令时，才会有完整的报文结构，后续的扫描命令中无起始标志、应答长度、应答模式、类型码，只有应答内容。

3.9 重启命令 [A5 80]

当外部设备向 TG 系列雷达发送获取设备命令(A5 80)时，TG 系列雷达会进入软重启，系统重新启动。该命令无应答。

3.10 速度控制

TG 系列雷达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 [A5 09/0A/0B/0C]章节，本节不作详细阐述。

4 使用注意

在和 TG 系列雷达进行命令交互时，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。

Copyright 2019 EAI All Rights Reserved

5 修订

日期	版本	修订内容
2019-05-26	1.0	初撰
2020-01-15	1.1	修改距离解算公式为 si、协议变更修改、修改页码信息
2020-06-09	1.2	添加读取零位角度偏移值命令
2021-06-02	1.3	删除电机旋转方向设置、删除恒频设置

Copyright 2019 EAI All Rights Reserved