

# 标准协议舵机通讯封包定义表

## 1 封包结构

完整的封包内容须由标头、封包内容，以及检查码依序组成。

### 1.1 标头

标头(Header)共计 4 个位元组，定义及顺序如下：

#### 1.1.1 请求封包头

使用端发送请求命令，识别码依序为两个位元组 0x12 以及 0x4c。

字节顺序	0	1	2	3
资料型别	byte	byte	byte	byte
内容	0x12	0x4c	封包编号	封包内容长度

#### 1.1.2 回应封包头

舵机回应请求命令，识别码依序为两个位元组 0x05 以及 0x1c。

字节顺序	0	1	2	3
资料型别	byte	byte	byte	byte
内容	0x05	0x1c	封包编号	封包内容长度

### 1.2 封包内容

此处所指封包内容(Content)，为资料栏位依序转换为字节串列。

### 1.3 检查码

检查码(Checksum) = 标头加上封包内容，每个字节逐一相加之和，再取 256 之余数。

### 1.4 完整封包

完整封包示意如下：

字节顺序	0~1	2	3	4 ~ N + 4	N + 5
内容	识别字节	封包编号	内容长度 N	封包内容	检查码

## 2 文件格式

封包命令的文件格式有两个部分：表头与封包内容。

### 2.1 表头

表头内有「封包编号」、「封包命名」，以及「说明」四个部分。

#### 2.1.1 封包编号

请求封包与回应封包两两一组，识别字节不同而封包编号相同；若该组通讯无回应需求，则回应封包保留该号码，以利判读。

封包编号范围由 1~255。

#### 2.1.2 封包命名

程序命名参考。

#### 2.1.3 说明

封包功能说明。

##### 2.1.3.1 表格范例

封包编号	1
封包命名	ResetData
功能	重设资料

## 2.2 封包内容

封包内容有「栏位名称」、「群集」、「长度」、「资料型态」，以及「说明」。

### 2.2.1 栏位名称

作为程序中变量命名参考。

### 2.2.2 群集

其值表示阵列个数，值为 1，表一般栏位。大于等于 2，表示此栏位为阵列型态，资料总长度为长度乘以阵列个数。若此处为多栏位合并，表示为复合型态之阵列。

长度计量单位是字节；有常数，以及变量两种型态，变量记为「栏位名称 count」，数值大小由该栏位之值决定，此栏位资料型态恒为整数。

---

### 2.2.3 长度

栏位大小(字节)。

---

### 2.2.4 资料型态

分整数、浮点数、字符串，以及二进制资料。

---

### 2.2.5 说明

栏位说明。

---

### 2.2.6 表格范例

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
栏位 1	1	4	整数	
栏位 2	5	20	字符串	
栏位 3	1	4	整数	
栏位 4	5	5	字符串	
栏位 5		10	字符串	
栏位 6	1	20	字符串	
栏位 7	1	4	整数	
内容长度	$4 + 5 * 20 + 4 + 5 * (5 + 10) + 20 + 4 = 603$			

### 3 封包命令集

由于受限单通道通讯，有回应的封包群组无法进行广播，如封包编号 1~6。在回应功能不开启的情形下，例如封包编号 7~9，可以进行广播(舵机编号：0xff 为在线所有舵机。 )。

#### 3.1 通讯检测

封包编号	1
封包命名	Ping
功能	通讯检测

##### 3.1.1 请求

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。
内容长度	1			

##### 3.1.2 回应

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。
内容长度	1			

3.2 重设使用者资料

封包编号	2
封包命名	ResetUserData
功能	重设使用者资料 重设项目请详见：4.2.2 使用者设定区

3.2.1 请求

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。
内容长度		1		

3.2.2 回应

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。
result	1	1	无号整数	0:失败；1:成功。
内容长度		2		

### 3.3 读取资料

封包编号	3
封包命名	ReadData
功能	读取资料

#### 3.3.1 请求

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。
dataID	1	1	无号整数	指定读取的资料编号。详情请参阅 4 资料编号对应表。
内容长度	2			

#### 3.3.2 回应

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。
dataID	1	1	无号整数	指定读取的资料编号。详情请参阅 4 资料编号对应表。
data	1	%d	可变	指定资料内容。
内容长度	2 + %d			

## 3.4 写入资料

封包编号	4
封包命名	WriteData
功能	写入资料

## 3.4.1 请求

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。
dataID	1	1	无号整数	指定写入的资料编号。详情请参阅 4 资料编号对应表。
data	1	%d	可变	指定资料内容。
内容长度	2 + %d			

## 3.4.2 回应

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。
dataID	1	1	无号整数	指定写入的资料编号。详情请参阅 4 资料编号对应表。
result	1	1	无号整数	0:失败; 1:成功。
内容长度	3			

3.5 读取批次资料

封包编号	5
封包命名	ReadBatchData
功能	读取批次资料

3.5.1 请求

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。
内容长度		1		

3.5.2 回应

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。
data	1	32	资料区块	4.2.2 使用者设定区所有资料内容。
内容长度		33		



## 3.6 写入批次资料

封包编号	6
封包命名	WriteBatchData
功能	写入批次资料

## 3.6.1 请求

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。
data	1	32	资料区块	4.2.2 使用者设定区所有资料内容。
内容长度	33			

## 3.6.2 回应

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。
result	1	1	无号整数	0:失败; 1:成功。
内容长度	2			

## 3.7 轮式模式控制

封包编号	7
封包命名	MoveOnWheelMode(Spin)
功能	轮式模式控制

## 3.7.1 请求

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。0xff 为在线所有舵机。
method	1	1	无号整数	轮式模式执行方式。 方向：逆时针-0x00；顺时针-0x80。 行为：停止-0x00；启动-0x01；定圈-0x02；定时-0x03。 执行方式 = 方向 OR 行为 例：顺时针定圈运行其值 0x82。
speed	1	2	无号整数	轮式模式速度。 单位：度/秒，轮式模式运行转速。
value	1	2	无号整数	指定执行量。 定圈：单位：圈，轮式模式下自动开始运行该圈数后停止 定时：单位：ms，轮式模式下自动开始运行该时间后停止
内容长度	6			

## 3.7.2 回应

控制回应设定为真时：

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。
result	1	1	无号整数	0:失败；1:成功。
内容长度	2			

## 3.8 角度模式控制

封包编号	8
封包命名	MoveOnAngleMode(Rotate)
功能	角度模式控制

## 3.8.1 请求

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。0xff 为在线所有舵机。
angle	1	2	整数	指定转动的角度。 单位：0.1°，10 = 1°，符号表示运行方向。
interval	1	2	无号整数	单位：ms，到目标角度的时间。
power	1	2	无号整数	执行功率。 单位：mW，如果为0或大于功率保护值，则按功率保护值操作。
内容长度	7			

## 3.8.2 回应

控制回应设定为真时：

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。
result	1	1	无号整数	0:失败；1:成功。
内容长度	2			

### 3.9 阻尼模式控制

封包编号	9
封包命名	MoveOnDampingMode(Damping)
功能	阻尼模式控制

#### 3.9.1 请求

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。0xff 为在线所有舵机。
power	1	2	无号整数	执行功率。 单位：mW，如果为 0 或大于功率保护值，则按功率保护值操作。
内容长度	3			

#### 3.9.2 回应

控制回应设定为真时：

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。
result	1	1	无号整数	0:失败；1:成功。
内容长度	2			

## 3.10 读取角度

封包编号	10
封包命名	ReadAngle
功能	读取角度

## 3.10.1 请求

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。
内容长度	1			

## 3.10.2 回应

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。
angle	1	2	整数	指定转动的角度。 单位：0.1°，10 = 1°，符号表示运行方向。
内容长度	3			

## 3.11 角度模式控制(基于加减速时段的运动控制)

封包编号	11
封包命名	MoveOnAngleModeExByInterval
功能	角度模式控制

## 3.11.1 请求

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。0xff 为在线所有舵机。
angle	1	2	整数	指定转动的角度。 单位: 0.1°, 10 = 1°, 符号表示运行方向。
interval	1	2	无号整数	单位: ms, 到目标角度的时间。
acclInterval	1	2	无号整数	单位: ms, 启动时加速段的时间。
decelInterval	1	2	无号整数	单位: ms, 运动到接近目标的减速段时间。
power	1	2	无号整数	执行功率。 单位: mW, 如果为 0 或大于功率保护值, 则按功率保护值操作。
内容长度	11			

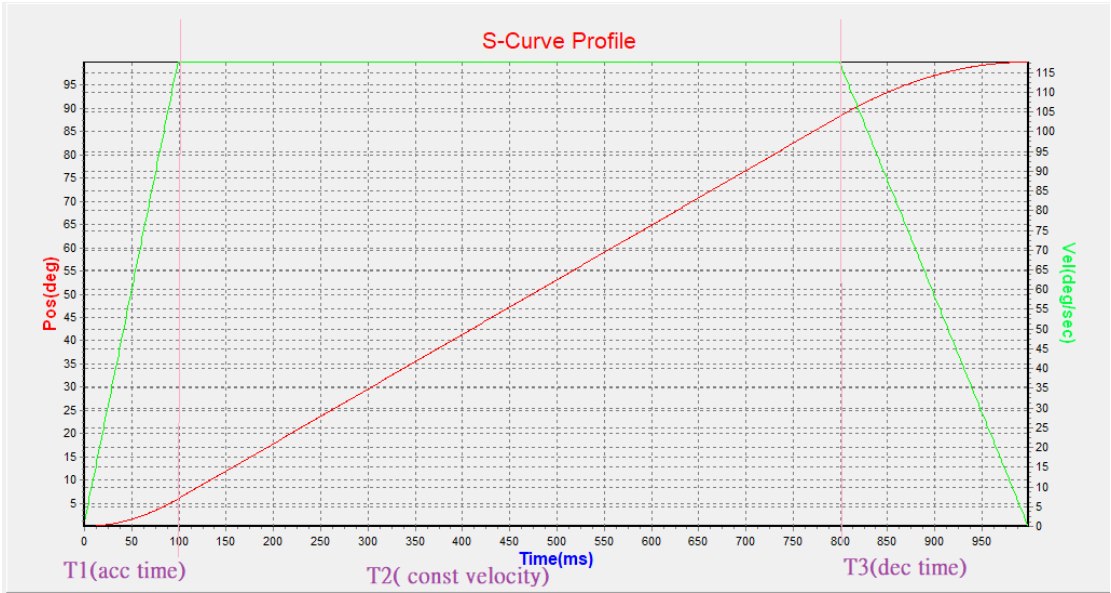
1. interval >= acclInterval + decInterval
2. acclInterval >= 20, decInterval >= 20

## 3.11.2 回应

控制回应设定为真时:

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。
result	1	1	无号整数	0:失败; 1:成功。
内容长度	2			

3.11.3 运动控制说明



此范例为总行：

angle=100 deg , interval = 1000 ms , accInterval = 100ms, decInterval =200ms

匀速段的速度  $V_{const}$  为舵机计算导出数值，并满足所有时间条件。

## 3.12 角度模式控制(基于速率的运动控制)

封包编号	12
封包命名	MoveOnAngleModeExByVelocity
功能	角度模式控制

## 3.12.1 请求

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。0xff 为在线所有舵机。
angle	1	2	整数	指定转动的角度。 单位: $0.1^{\circ}$ , $10 = 1^{\circ}$ , 符号表示运行方向。
targetVelocity	1	2	无号整数	单位: $0.1^{\circ} / \text{sec}$ , 到目标角度的最大速度。 $150 \Rightarrow 15.0^{\circ} / \text{sec}$ 。
accInterval	1	2	无号整数	单位: ms, 启动时加速段的时间。
decInterval	1	2	无号整数	单位: ms, 运动到接近目标的减速段时间。
power	1	2	无号整数	执行功率。 单位: mW, 如果为 0 或大于功率保护值, 则按功率保护值操作。
内容长度	11			

1. targetVelocity  $\geq 10$  即  $1^{\circ} / \text{sec}$  为最低速度。
2. targetVelocity ( $V_t$ )  $\leq 7500$  即  $750^{\circ} / \text{sec}$  , 若超过 7500 以 7500 为上限。
3. accInterval  $\geq 20$ , decInterval  $\geq 20$

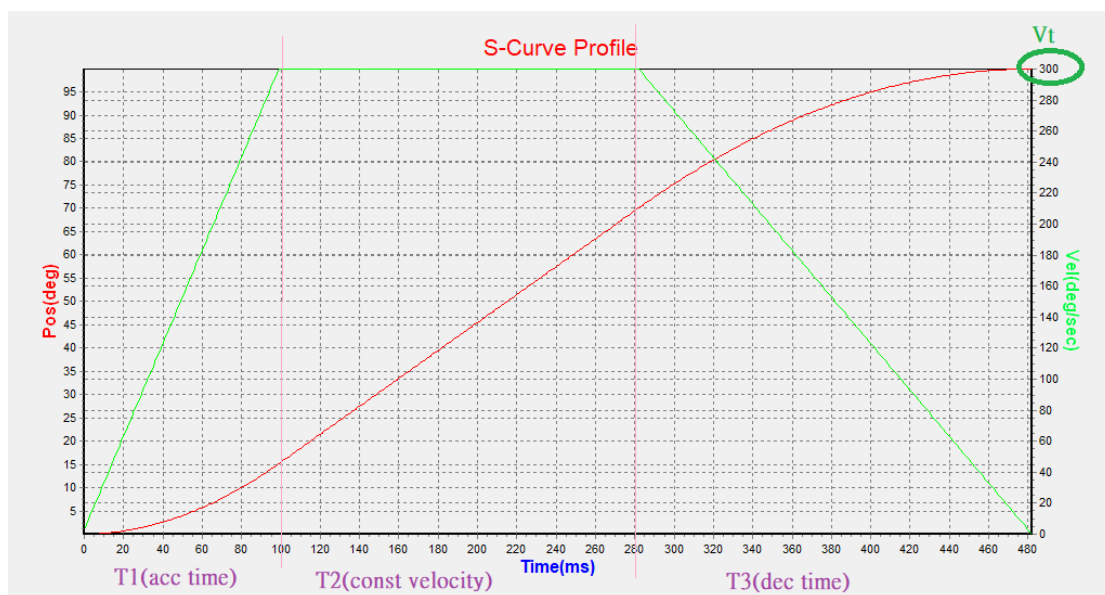
## 3.12.2 回应

控制回应设定为真时:

栏位名称	群集	长度	资料型态	说明
id	1	1	无号整数	舵机编号。
result	1	1	无号整数	0:失败; 1:成功。
内容长度	2			



## 3.12.3 运动控制说明



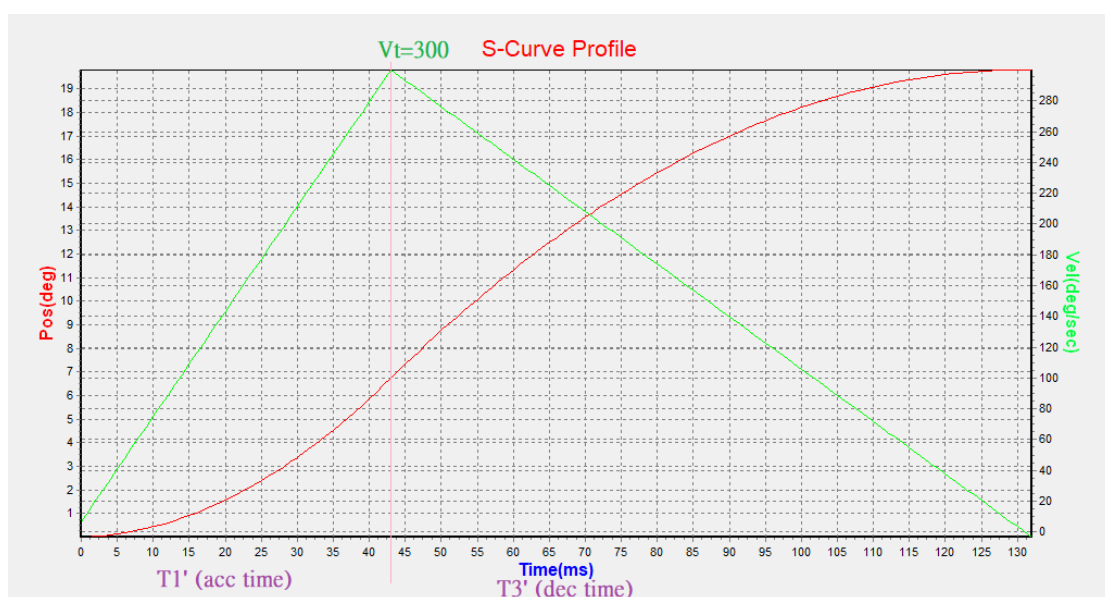
此范例为总行程:

angle =  $100^\circ$  , targetVelocity( $V_t$ ) = 3000 ( $300^\circ$  /sec),

accInterval = 100 ms, decInterval = 200 ms

$T_2$  与匀速段时间为舵机计算导出数值, 所以总时间为  $T_1 + T_2 + T_3$ 。

以下范例为行程过短时:



总行程:

$\text{angle} = 20^\circ$  ,  $\text{targetVelocity}(V_t) = 3000 (300^\circ / \text{sec})$ ,

$\text{accInterval} = 100 \text{ ms}$ ,  $\text{decInterval} = 200 \text{ ms}$

因行程过短舵机计算不存在匀速段时, 计算出新的  $T_1'$  与  $T_3'$  , 并加速到  $V_t$

而此  $T_1'$  与  $T_3'$  会维持  $T_1' : T_3' = T_1 : T_3$  的比例, 并满足总行程  $\text{angle} = 20^\circ$

与  $V_t = 300^\circ / \text{sec}$  的条件。

导出  $T_1' = 44\text{ms}$ ,  $T_3' = 88\text{ms}$  (维持  $T_1:T_2 = 1:2$ )。

## 4 资料编号对应表

### 4.1 栏位说明

舵机资料内容有「编号」、「名称」、「资料长度」、「资料型态」、「可读」、「可写」，以及「说明」。

---

#### 4.1.1 编号

介于 1-255 之间的整数。

---

#### 4.1.2 名称

本项资料的简短说明。

---

#### 4.1.3 长度

栏位大小(字节)。

---

#### 4.1.4 资料型态

分有无号之整数、浮点数；或是字符串；或是二进制资料。

---

#### 4.1.5 可读

指示这项资料是否可以读取，属性有：可、否，以及不公开。

---

#### 4.1.6 可写

指示这项资料是否可以写入，属性有：可、否，以及不公开。

---

#### 4.1.7 说明

本项资料的简短说明。

4.2 资料表

舵机资料编号如下表：

4.2.1 舵机状态区

编号由 1 起始。本区域资料均为唯读资料，使用者可读取舵机相关状态，以及基本资料。

编号	名称	长度	资料型态	可读	可写	说明
1	舵机电压	2	无号整数	是	否	单位：mV。
2	舵机电流	2	无号整数	是	否	单位：mA。
3	舵机功率	2	无号整数	是	否	单位：mW。
4	舵机温度	2	无号整数	是	否	单位：℃。
5	舵机状态	1	无号整数	是	否	<p>BIT[0]-执行指令中置 1，执行完毕后清零。</p> <p>BIT[1]-执行指令错误置 1，下次正确执行后清零。</p> <p>BIT[2]-接收指令错误置 1，下次正确接收后清零。</p> <p>BIT[3]-电压高压置 1，电压正常后清零。</p> <p>BIT[4]-电压低压置 1，电压正常后清零。</p> <p>BIT[5]-电流错误置 1，电流正常后清零。</p> <p>BIT[6]-功率错误置 1，功率正常后清零。</p> <p>BIT[7]-温度错误置 1，温度正常后清零。</p> <p>BIT[8]-堵转错误置 1，堵转解除后清零。</p>
6	舵机型号	2	无号整数	是	不公开	

编号	名称	长度	资料型态	可读	可写	说明
7	韧带版本	2	无号整数	是	不公开	
8	舵机序号	4	无号整数	是	不公开	

#### 4.2.2 使用者设定区

编号由 32 起始。本区资料可由使用者进行读写设定，亦可使用 3.2 重设使用者资料所载之封包命令，恢复预设值。

编号	名称	长度	资料型态	可读	可写	说明
32	保留	1	无号整数	是	是	目前作为检查旗标，恒为 1。
33	控制回应	1	无号整数	是	是	<p>在轮式、角度模式下，舵机移动到指定位置后，是否发出回应。</p> <p>若本项数值为真，则控制指令下达尚未完成前，后续指令不可中断，仅储存于有限队列等待执行，若队列存满，则抛弃后续指令，直至队列释放空间始得继续存放。</p> <p>若本项数值为假，后续指令下达后可中断前令，不回送回应封包。</p> <p>预设值为零(假)。</p>
34	舵机编号	1	无号整数	是	是	0x00（默认）。
35	保留	1				
36	波特率	1	无号整数	是	是	<p>0x01-9600</p> <p>0x02-19200</p> <p>0x03-38400</p> <p>0x04-57600</p> <p>0x05-115200（默认）</p>

编号	名称	长度	资料型态	可读	可写	说明
						0x06-250000 0x07-500000 0x08-1000000
37	堵转保护功能	1	无号整数	是	是	0-降功率到堵转功率上限 (默认) 1-释放舵机锁力。
38	堵转功率上限	2	无号整数	是	是	单位: mW。
39	低压保护电压	2	无号整数	是	是	单位: mV。
40	高压保护电压	2	无号整数	是	是	单位: mV。
41	温度保护值	2	无号整数	是	是	单位: °C。
42	功率保护值	2	无号整数	是	是	单位: mW。
43	电流保护值	2	无号整数	是	是	单位: mA。
44	加速度	1	无号整数	是	是	启动力度。
45	保留	1				
46	上电锁力开关	1	无号整数	是	是	1-上电时刹车; 0-上电时 释放锁力(默认)。
47	轮式模式刹车开关	1	无号整数	是	是	1-停止时刹车; 0-停止时 释放锁力(默认)。 仅轮式模式适用。
48	角度限制开关	1	无号整数	是	是	1-开启(默认); 0-关 闭。开启时角度上/下限 才有效 仅角度模式适用。
49	上电缓启动开关	1	无号整数	是	是	1-开启(默认); 0-关 闭。 开启时, 于上电后首次角 度执行时按照该时间执 行。 仅角度模式适用。

编号	名称	长度	资料型态	可读	可写	说明
50	上电缓启动时间	2	无号整数	是	是	单位: ms, 默认为 0x0bb8, 由用户改写。 仅角度模式适用。
51	角度上限	2	有号整数	是	是	单位: 0.1°。 仅角度模式适用。
52	角度下限	2	有号整数	是	是	单位: 0.1°。 仅角度模式适用。
53	中点偏移	2	有号整数	是	是	单位: 0.1°。 仅角度模式适用。