

# 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<sub>count</sub>」，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 | $4 + 5 * 20 + 4 + 5 * (5 + 10) + 20 + 4 = 207$ |    |      |    |

### 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<br>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<br>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<br>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<br>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<br>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。<br>方向：逆时针-0x00；顺时针-0x80。<br>行为：停止-0x00；启动-0x01；定圈-0x02；定时-0x03。<br>执行方式 = 方向 OR 行为<br>例：顺时针定圈运行其值 0x82。 |
| speed  | 1  | 2  | 无号整数 | 轮式模式速度。<br>单位：度/秒，轮式模式运行转速。   |
| value  | 1  | 2  | 无号整数 | 指定执行量。<br>定圈：单位：圈，轮式模式下自动开始运行该圈数后停止<br>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。<br>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。<br>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。<br>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。<br>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。<br>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。                          |
| 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。<br>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 |    |      |  |

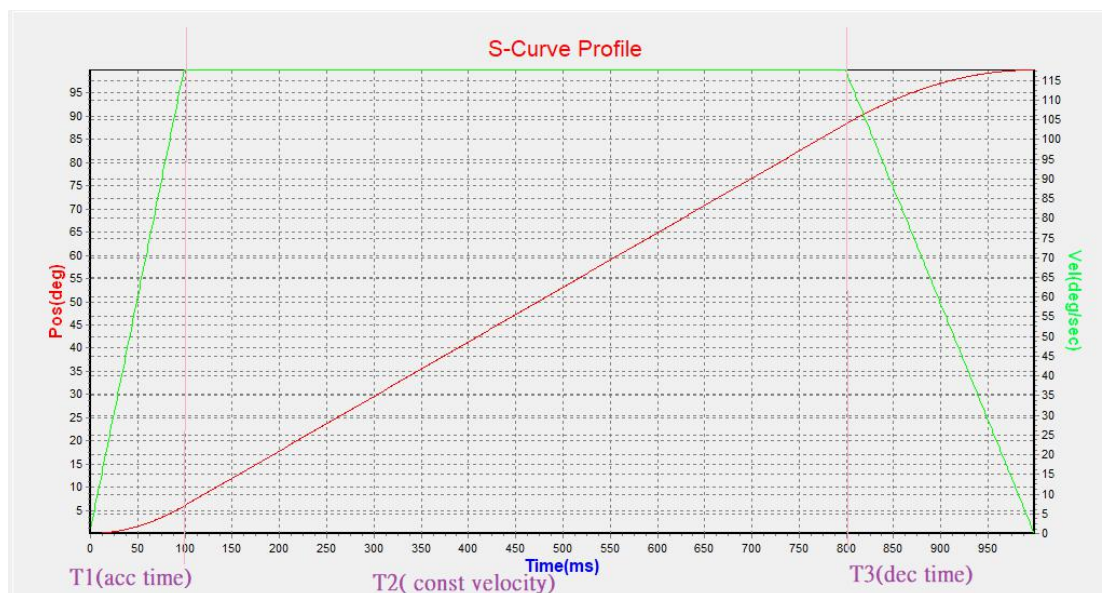
1. interval  $\geq$  accInterval + decInterval
2. accInterval  $\geq$  20, decInterval  $\geq$  20

## 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。<br>单位：0.1°，10 = 1°，符号表示运行方向。        |
| targetVelocity | 1  | 2  | 无号整数 | 单位：0.1°/sec，到目标角度的最大速度。<br>150 => 15.0°/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。<br>单位：mW，如果为 0 或大于功率保护值，<br>则按功率保护值操作。 |
| 内容长度           | 11 |    |      |  |

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

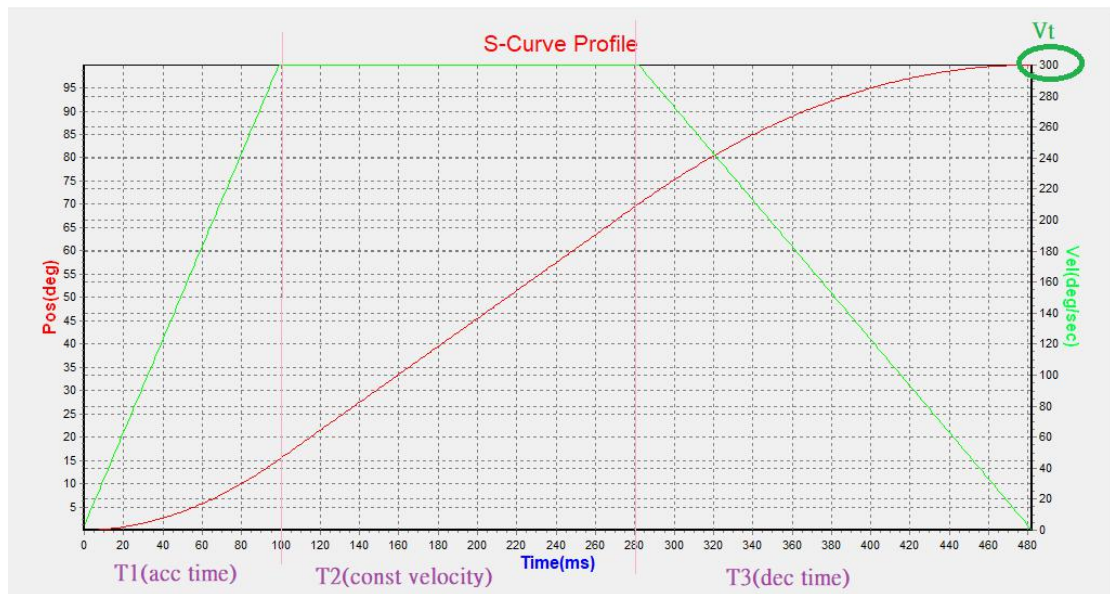
## 3.12.2 回应

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



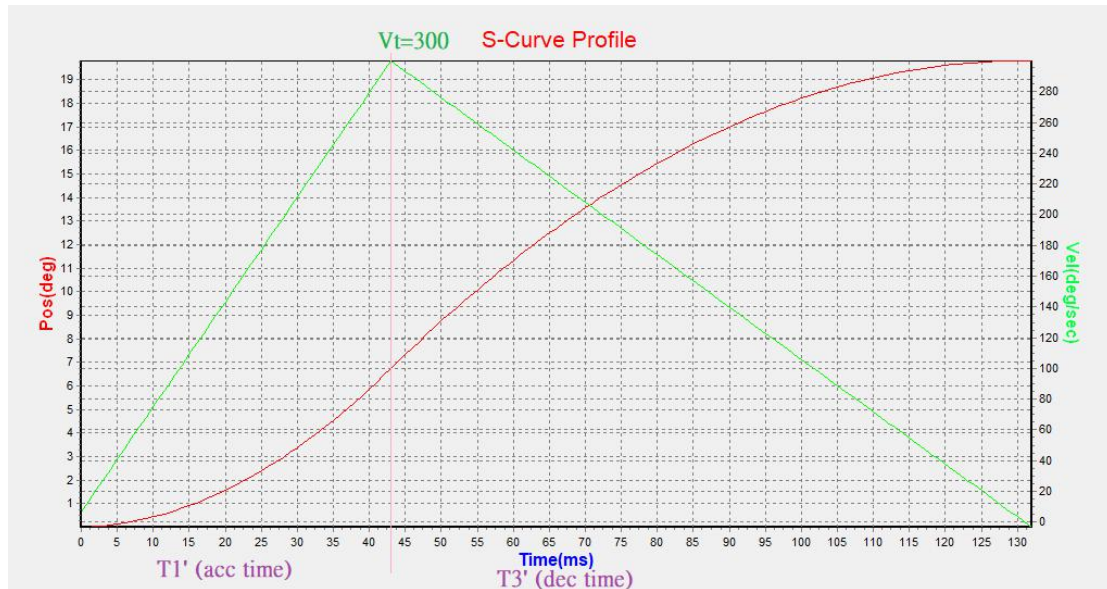
此范例为总行程：

angle =  $100^\circ$ , targetVelocity( $V_t$ ) = 3000 (300°/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  $T_1 + T_2 + T_3$ 。

以下范例如为行程过短时：



总行程：

angle = 20°, targetVelocity( $V_t$ ) = 3000 (300°/sec),

accInterval = 100 ms, decInterval = 200 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 angle = 20°

与  $V_t = 300^\circ/\text{sec}$  的条件。

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

## 3.13 多圈角度模式控制

|      |                                  |
|------|----------------------------------|
| 封包编号 | 13                               |
| 封包命名 | MoveOnMultiTurnAngleMode(Rotate) |
| 功能   | 多圈角度模式控制                         |

## 3.13.1 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  | 4  | 整数   | 指定转动的角度。<br>单位：0.1°，10 = 1°，符号表示运行方向。<br>数值范围：-3686400~3686400 |
| interval | 1  | 4  | 无号整数 | 单位：ms，到目标角度的时间。<br>最大值为 4096000，超过此数值以最大值计算。                   |
| power    | 1  | 2  | 无号整数 | 执行功率。<br>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 |      |  |

## 3.13.2 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  |      |            |

## 3.14 多圈角度模式控制(基于加减速时段的运动控制)

|      |                                      |
|------|--------------------------------------|
| 封包编号 | 14                                   |
| 封包命名 | MoveOnMultiTurnAngleModeExByInterval |
| 功能   | 多圈角度模式控制                             |

## 3.14.1 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  | 4  | 整数   | 指定转动的角度。<br>单位：0.1°，10 = 1°，符号表示运行方向。<br>数值范围：-3686400~3686400 |
| interval    | 1  | 4  | 无号整数 | 单位：ms，到目标角度的时间。<br>最大值为 4096000，超过此数值以最大值计算。                   |
| 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。<br>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        |    | 15 |      |  |

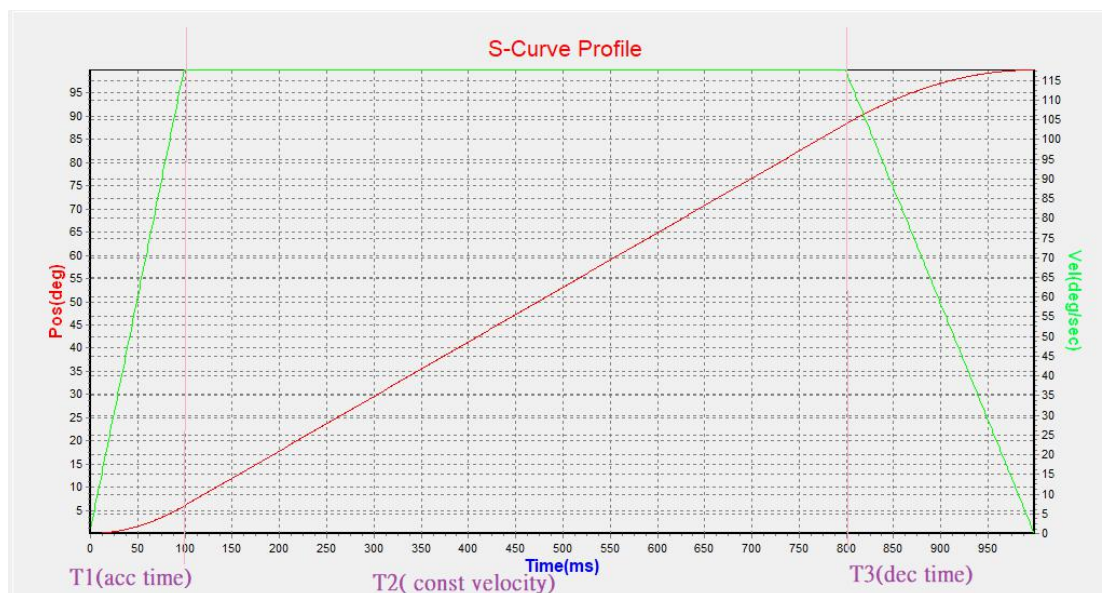
1. interval  $\geq$  accInterval + decInterval
2. accInterval  $\geq$  20, decInterval  $\geq$  20

### 3.14.2 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  |      |            |

### 3.1.4.3 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。

## 3.15 多圈角度模式控制(基于速率的运动控制)

|      |                                      |
|------|--------------------------------------|
| 封包编号 | 15                                   |
| 封包命名 | MoveOnMultiTurnAngleModeExByVelocity |
| 功能   | 多圈角度模式控制                             |

## 3.15.1 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  | 4  | 整数   | 指定转动的角度。<br>单位：0.1°，10 = 1°，符号表示运行方向。<br>数值范围：-3686400~3686400 |
| targetVelocity | 1  | 2  | 无号整数 | 单位：0.1°/sec，到目标角度的最大速度。<br>150 => 15.0°/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。<br>单位：mW，如果为 0 或大于功率保护值，<br>则按功率保护值操作。                   |
| 内容长度           | 13 |    |      |  |

1. targetVelocity  $\geq 10$  即 1°/sec 为最低速度。
2. targetVelocity ( $V_r$ )  $\leq 7500$  即 750°/sec，若超过 7500 以 7500 为上限。
3. accInterval  $\geq 20$ , decInterval  $\geq 20$

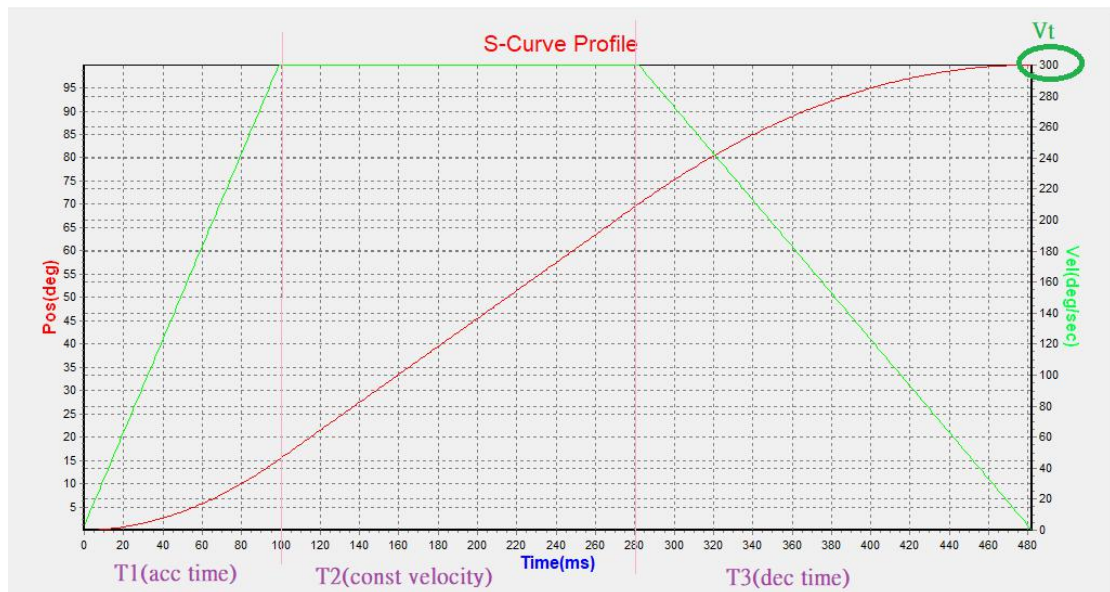
### 3.15.2 回应

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  |      |            |



### 3.15.3 运动控制说明



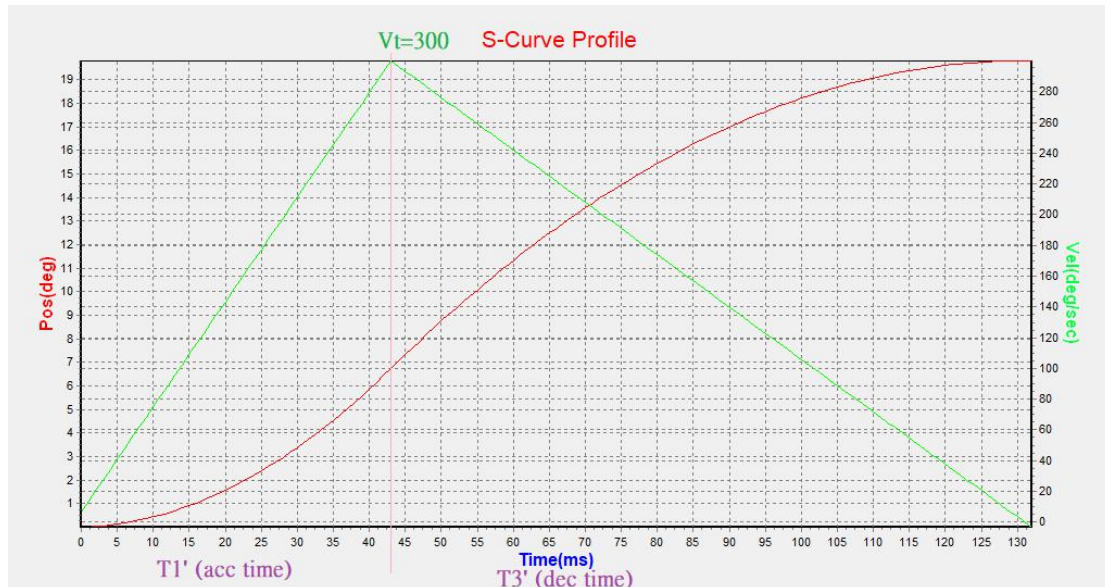
此范例为总行程：

angle = 100°, targetVelocity( $V_t$ ) = 3000 (300°/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：

angle = 20°, targetVelocity( $V_t$ ) = 3000 (300°/sec),

accInterval = 100 ms, decInterval = 200 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 angle = 20°

与  $V_t = 300^\circ/\text{sec}$  的条件。

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

## 3.16 读取多圈角度

|      |                    |
|------|--------------------|
| 封包编号 | 16                 |
| 封包命名 | ReadMultiTurnAngle |
| 功能   | 读取多圈角度             |

## 3.16.1 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  |      |       |

## 3.16.2 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  | 4  | 整数   | 指定转动的角度。<br>单位：0.1°，10 = 1°，符号表示运行方向。 |
| turns | 2  | 2  | 整数   | 转动圈数。                                 |
| 内容长度  |    | 7  |      |                                       |

### 3.17 重设多圈角度

|      |                     |
|------|---------------------|
| 封包编号 | 17                  |
| 封包命名 | ResetMultiTurnAngle |
| 功能   | 重设多圈角度              |

#### 3.17.1 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。 |
| 内容长度 |    | 1  |      |                    |

重设多圈命令必需在舵机释放状态有效(即不在角度与轮式模式控制下), 因为舵机处于控制模式中重设圈数会造成现行舵机运动与的原有的目标位置不同, 所以在角度与轮式模式控制下请先下 Force Stop 解除控制再下重设多圈命令, 否则舵机会回应错误, 重设圈数失败。

#### 3.17.2 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  |      |             |

## 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：ADC 值。  |
| 5  | 舵机状态 | 1  | 无号整数 | 是  | 否   | BIT[0]-执行指令中置 1，<br>执行完毕后清零。<br>BIT[1]-执行指令错误置<br>1，下次正确执行后清零。<br>BIT[2]-堵转错误置 1，堵<br>转解除后清零。<br>BIT[3]-电压高压置 1，电<br>压正常后清零。<br>BIT[4]-电压低压置 1，电<br>压正常后清零。<br>BIT[5]-电流错误置 1，电<br>流正常后清零。<br>BIT[6]-功率错误置 1，功<br>率正常后清零。<br>BIT[7]-温度错误置 1，温<br>度正常后清零。 |
| 6  | 舵机型号 | 2  | 无号整数 | 是  | 不公开 |  |
| 7  | 韧体版本 | 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  | 0x01-9600<br>0x02-19200<br>0x03-38400<br>0x04-57600<br>0x05-115200 (默认)<br>0x06-250000<br>0x07-500000<br>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)<br>1-释放舵机锁力。  |

| 编号 | 名称       | 长度 | 资料型态 | 可读 | 可写 | 说明  |
|----|----------|----|------|----|----|---|
| 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：ADC 值。   |
| 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）。<br>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。<br>开启时角度上/下限才有效<br>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。<br>开启时，于上电后首次角度执行时按照该时间执行。<br>仅角度模式适用。 |
| 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。<br>仅角度模式适用。                    |
| 51 | 角度上限     | 2  | 有号整数 | 是  | 是  | 单位：0.1°。<br>仅角度模式适用。                                  |
| 52 | 角度下限     | 2  | 有号整数 | 是  | 是  | 单位：0.1°。<br>仅角度模式适用。                                  |



| 编号 | 名称   | 长度 | 资料型态 | 可读 | 可写 | 说明                   |
|----|------|----|------|----|----|----------------------|
| 53 | 中点偏移 | 2  | 有号整数 | 是  | 是  | 单位：0.1°。<br>仅角度模式适用。 |

## 5 附录

### 5.1 ADC 值与温度转换

NTC 温度 ADC 计算公式( $T_o$ 为目标温度);

$R_1 = 10000$ ; (NTC 分压电阻值,  $R_1$  靠近电源, NTC 靠近 GND)

$R_{t25} = 10000$ ; (NTC 在 25°室温时的电阻值)

$B = 3435$ ; (NTC 的材料常数)

$K = 273.15$ ; (绝对零度)

$R_t = R_{t25} * \text{EXP}( B * ( 1/(K + T_o) - 1/(K + 25) ) )$ ;

$\text{ADC} = R_t * 4096 / (R_t + R_1)$ ;

已知 ADC, 反算  $T_o$ :

$R_t = R_1 * \text{ADC} / (4096 - \text{ADC})$ ;

$T_o = 1 / ( \ln(R_t / R_{t25}) / B + 1 / (K + 25) ) - K$ ;