

# 舵机

舵机是伺服电机的一种，伺服电机就是带有反馈环节的电机，我们可以通过伺服电机进行精确的位置控制或者输出较高的扭矩。主要由**直流电机、减速齿轮组、传感器以及控制电路**共同构成。它能够根据接收到的信号，精确地将转轴旋转至预设的角度。舵机的旋转角度通常被限制在一定的范围内，例如180度，这是它与普通直流电机的主要区别。普通直流电机可以连续旋转，而舵机则只能在特定角度内进行转动。当然也存在360度舵机，但是360°舵机不是指它可以0~360°之间可以精确控制位置，是指它可以和与减速电机可以360°连续旋转，但控制方式有所不同，它不能够控制速度，只能正反转，停止三个控制信号。舵机型号多样，它们的体积和提供的力度各有差异。

舵机目前在航模、小型机器人等方向的应用非常广泛。

## 舵机分类

分类方式	名称	描述
控制电路	模拟舵机	控制电路为纯模拟电路，需要一直发送控制信号才能转到指定位置；响应速度慢；
	数字舵机	控制电路加入了微控制器，只需要发送一次目标信号即可到达指定位置；有信息反馈等功能；
机械材质	塑料齿舵机	传动齿轮为塑料材质。舵机重量轻，价格便宜，但扭矩较小；
	金属齿舵机	传动齿轮为金属材质。结实耐用，扭矩更大，但价格更贵；
控制接口	PWM舵机	传统航模控制方式，控制简单，MCU都可以产生控制；
	总线舵机	集成式控制方式，支持信息反馈，控制信号有所优化，使用在控制精度高的场合；

本文档介绍的为**模拟信号-PWM控制舵机**以及对舵机的相关知识点进行总结和分享，主要介绍舵机相关原理、以及驱动实现，如下为三款市面上最常见的pwm舵机，它们的工作原理都一致。

## SG90

产品型号	SG90
尺寸	23x12.2x29mm
工作电压	3~6V
重量	9 g
工作扭矩	1.6 kg/cm (5V)
舵机类型	模拟舵机 pwm控制信号
齿轮类型	塑料齿轮
死区时间	5us
反应速度	0.3 sec/60° (5 V)
转动角度	180° (左90°, 右90°)
接口类型	XH2.54-3pin

## MG90S

产品型号	MG90S
尺寸	22.8x12.2x28.5mm
工作电压	4.2~6V

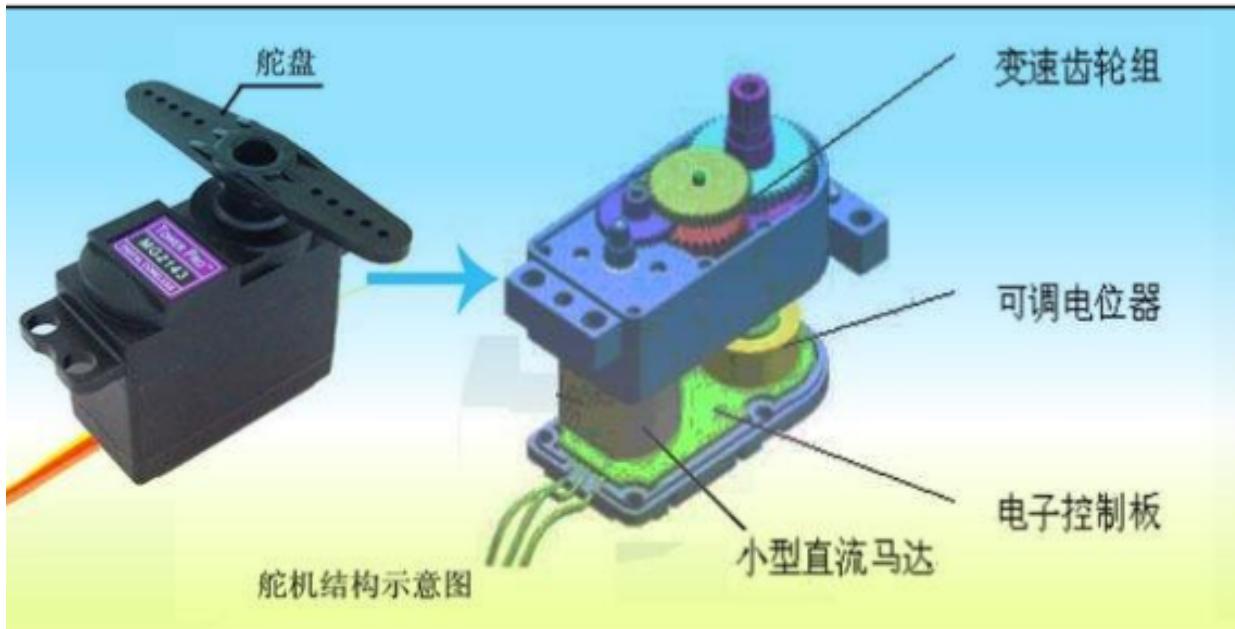
产品型号	MG90S
重量	13.6 g
工作扭矩	2kg/cm (5V)
舵机类型	模拟舵机 pwm控制信号
齿轮类型	金属齿轮
反应速度	0.11 sec/60° (5 V)
转动角度	180° (左90°, 右90°)
接口类型	XH2.54-3pin

## MG996

产品型号	MG996
尺寸	40.7x19.7x42.9mm
工作电压	4.2~7.2V
重量	55 g
工作扭矩	13kg/cm (5V)
舵机类型	模拟舵机 pwm控制信号
齿轮类型	金属齿轮
反应速度	0.13 sec/60° (5 V)
转动角度	180° (左90°, 右90°)
接口类型	XH2.54-3pin

## 舵机组成

舵机主要由几个部分组成：外壳、舵盘、直流电机、减速齿轮组、位置反馈器、控制电路等；结构示意图如下图所示：



## 舵机工作原理

舵机内部的控制电路接收来自信号线的PWM控制脉冲，控制电机旋转，电机带动减速齿轮组，最后传动输出至舵盘，进而使舵机转动角度并保持。控制流程如下图所示：



图 1: sg90



图 2: mg90

mg996

图 3: mg996

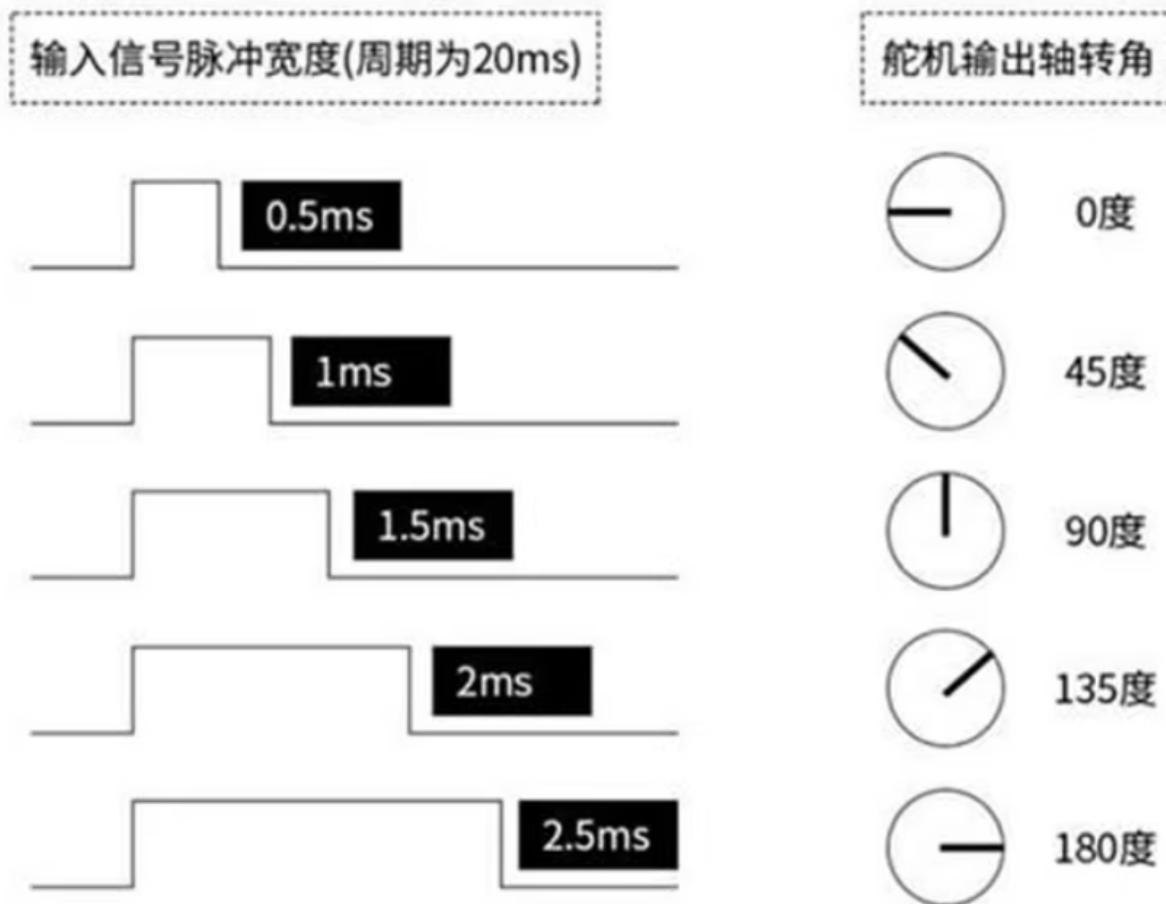


- 舵机内部基准电路产生了周期为20ms、脉宽为1.5ms的基准信号，其体现为反馈基准电压Vref；
- 控制电路捕获外部PWM控制信号，经处理后输出一个直流偏置电压Vin；
- 将直流偏置电压Vin和反馈基准电压Vref进行比较，输出电压差；
- 电压差输出到电机驱动芯片驱动电机，其中电压差的正负决定电机的正反转，压差大小决定旋转的角度，电压差为0时，电机停止转动；

**特别注意：**采集的控制信号主要是脉冲的宽度，要使舵机输出轴角度发生变化，改变的是脉冲宽度（PWM控制时是控制占空比）。

### 驱动原理

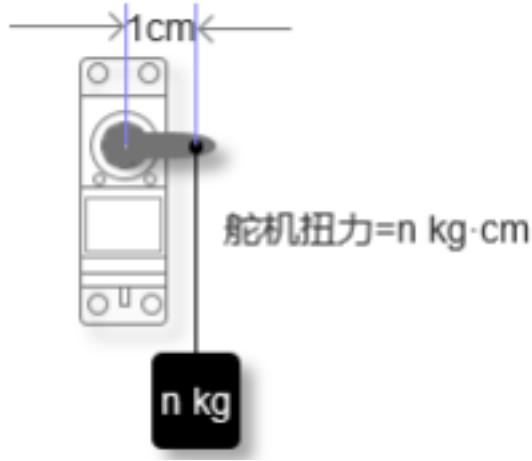
舵机转动的角度与脉宽在0.5ms~2.5ms的区间内呈线性关系。舵机有90°、180°、270°、360°最大转角，这里以180°舵机为例来说明脉冲宽度和角度的关系，其他角度舵机参考具体参数，180°舵机周期为20ms时的脉宽和转角关系如下图：



脉冲宽度	转动角度
0.5ms	-90°
1ms	-45°
1.5ms	0°
2ms	45°
2.5ms	90°

## 舵机参数

参数	描述
重量(g)	舵机的总重量
尺寸(mm)	舵机的外形尺寸
速度(sec/60°)	舵机转过60°所需的时间
电压(V)	舵机工作的电压范围
电流(A)	舵机工作时的电流
温度(°C)	舵机工作的温度范围
死区(us)	使舵机转动的最小脉冲宽度，低于该参数，舵机不转动；停止角度的精确度，该数值越小，控制精度越高
扭矩(kg*cm)	舵机所能提供的最大扭矩。表示的是距离转动轴中心1cm处，舵机能够带动的重



## SG90舵机实物连接线

舵机的有3条输入线，线序颜色为：中间红色线为电源正极，棕色线为电源负极，黄色线为控制信号线，具体如下图所示。特别说明：不同的厂商制作的舵机的输入线颜色可能会存在不一致，但一般中间的线为红色正极，信号线可能为白色，负极可能为黑色，具体还是要参考舵机的数据手册。



## 用Arduino Uno控制舵机

### 硬件电路连线

Arduino Uno开发板引脚	舵机	功能
GND	GND(棕色)	负极
5V	VCC(红色)	正极
9	PWM(橙色)	信号输入

### Servo库常用函数

Servo库 函数	说明	语法	参数
servo.attach()	设置Arduino舵机的引脚连接	servo.attach( <b>pin</b> ): 连接舵机数据线的Arduino引脚号	
servo.write() write()	控制舵机旋转；对于标准180°舵机，write()函数会将舵机轴旋转到相应的角度位置。	servo.write( <b>angle</b> ): 旋转角度数值；对于标准180°舵机，angle范围为0~180	
servo.read()	获取当前舵机轴角度信息（即上一次使用write()函数设置舵机轴的角度信息）	servo.read()	none
servo.attached()	检查某一个舵机对象是否连接在开发板引脚上（如果连上，则返回true；否则返回false）	servo.attached()	none
servo.detach()	将舵机对象与Arduino开发板断开连接。舵机一旦与Arduino开发板断开连接，则引脚9和引脚10PWM输出(analogWrite)功能将会恢复。	servo.detach()	none

## 实验

示例代码实现舵机0~180°来回转动功能。

```
#include <Servo.h> // Servo
Servo myservo; // myservo
int angle; //
void setup() {
    myservo.attach(9); // arduino      9
    myservo.write(0); //      0
    Serial.begin(9600); //      9600
    Serial.println(myservo.attached()); //  1
}

void loop() {
    for(angle=0;angle<=180;angle++){ //      1° 15ms
        myservo.write(angle); //  angle   angle=100      10
        Serial.println(angle); //
        delay(15);
    }
    for(angle=180;angle>=0;angle--){ //      1° 15ms
        myservo.write(angle);
        Serial.println(angle);
        delay(15);
    }
}
```

## Mixly测试程序

[点击下载Mixly舵机测试程序](#)

## 仿真结果

## microbit Servo舵机使用

makecode自带servo库 [makecode servo使用链接](#)

## ESP32 Servo库

esp32主板的Arduino servo库和Arduino Uno主板使用的库不一样，请查看 [esp32 arduino ide servo库](#)  
[micropython库 esp32 micropython库](#)



图 4: mixly\_servo\_test

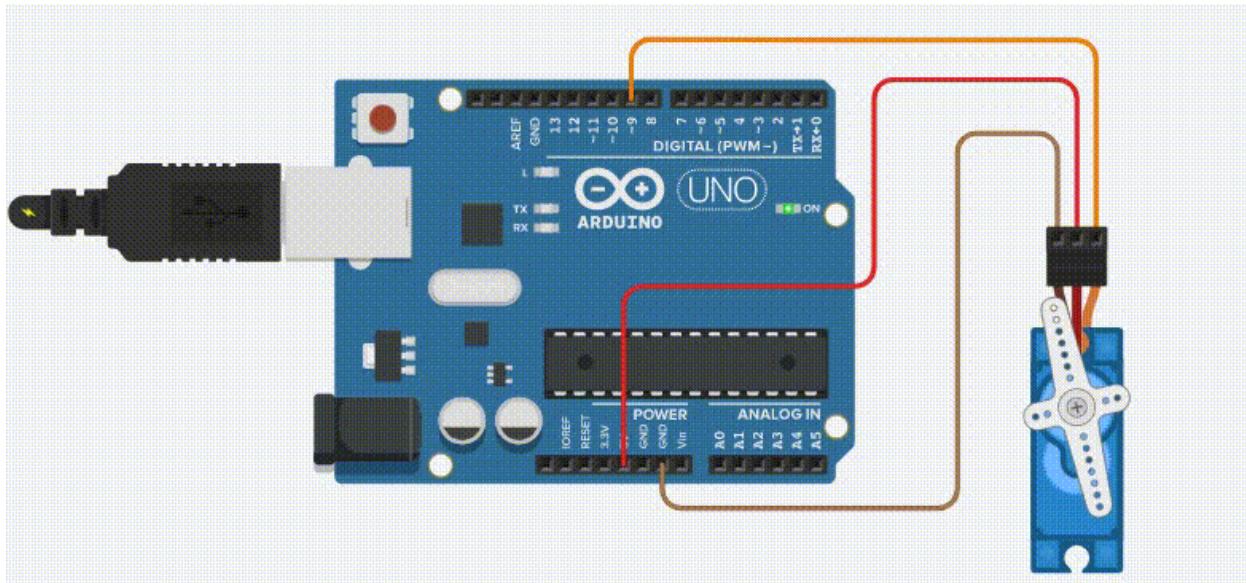


图 5: uno\_servo\_result