KÔNG
金 钢

# 触觉舵机

TS20

简介 / Brief

v0.2




北京金钢科技有限公司

# 产品概述

触觉舵机（TS20）是一款微型高精度一体化关节。集成永磁同步电机、减速器、双编码器、驱动器于紧凑机身内，提供多种速比规格，支持RS485通讯协议。

## 核心亮点

- **紧凑设计** Ø20mm × 35mm，适配狭小空间
- **超轻重量** 仅35g，降低机器人负载
- **超大扭矩** 可支持2~4倍过载
- **力反馈** 可反驱，并拥有高灵敏力反馈

## 应用领域

- 机器人灵巧手关节模组
- 小机器人关节模组
- 桌面机器人关节模组
- 精密自动化设备运动执行器
- 医疗机器人高精度定位伺服系统
- 航空航天微型伺服系统

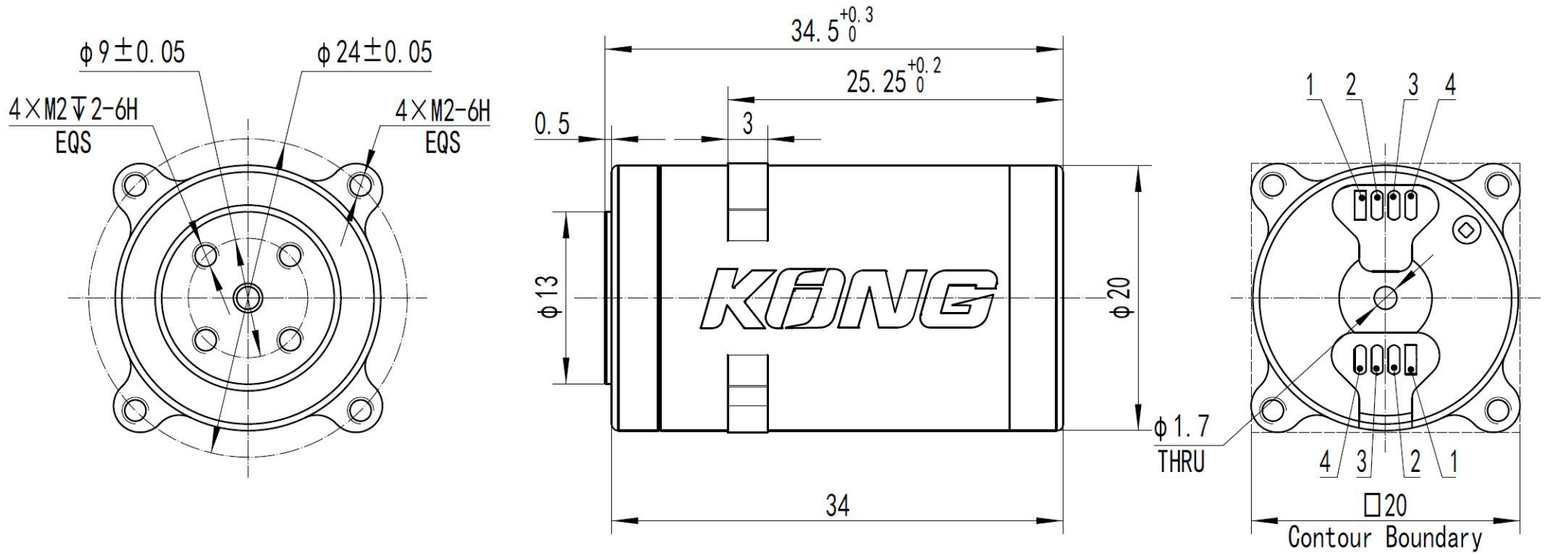
# 技术规格参数

| | 高精度款<br>精密设备、手术机器人、云台、灵巧手 | | 高爆发款<br>小型机器人、灵巧手 | |
|---|---|---|---|---|
| | TS20-50 | TS20-100 | TS20-49C | TS20-99C |
| 额定扭矩 | 0.7 N.m | 1.5 N.m | 0.7 N.m | 1.5 N.m |
| 峰值扭矩 | 1.5 N.m | 3 N.m | 3 N.m | 6 N.m |
| 最大空载转速 | 31.4 rad/s | 15.7 rad/s | 52.4 rad/s | 26.2 rad/s |
| 精度 | 1 arc-mintue | 1 arc-minutue | 15 arc-mintue | 15 arc-mintue |
| 编码器 | 双24 bit | 双24 bit | 双24 bit | 双24 bit |
| 外径 × 长度 | Ø20mm × 35mm | Ø20 mm × 35 mm | Ø20 mm × 35 mm | Ø20 mm × 35 mm |
| 尾部轴承位 | 无 | 无 | 有 | 有 |
| 电机重量 | 35g | 35 g | 38 g | 38 g |
| 额定电压 | 24V (10 ~ 36 V) | 24V (10 ~ 36 V) | 24V (10 ~ 36 V) | 24V (10 ~ 36 V) |
| 工作温度 | -20 ~ 90 ℃ | -20 ~ 90 ℃ | -20 ~ 90 ℃ | -20 ~ 90 ℃ |
| 通讯方式 | RS485 | RS485 | RS485 | RS485 |
| 波特率 | 7.5 Mbps | 7.5 Mbps | 8 Mbps (1~8 Mbps可配) | 8 Mbps (1~8 Mbps可配) |

# 尺寸（高精度款）

TS20-50

TS20-100




## 安装建议

- 固定端安装：以Ø24mm法兰PD定位，M2螺钉固定
- 负载端连接：以Ø9mm法兰PD连接负载，确保同轴度
- 出线确认：侧面出线，确认线缆弯折空间

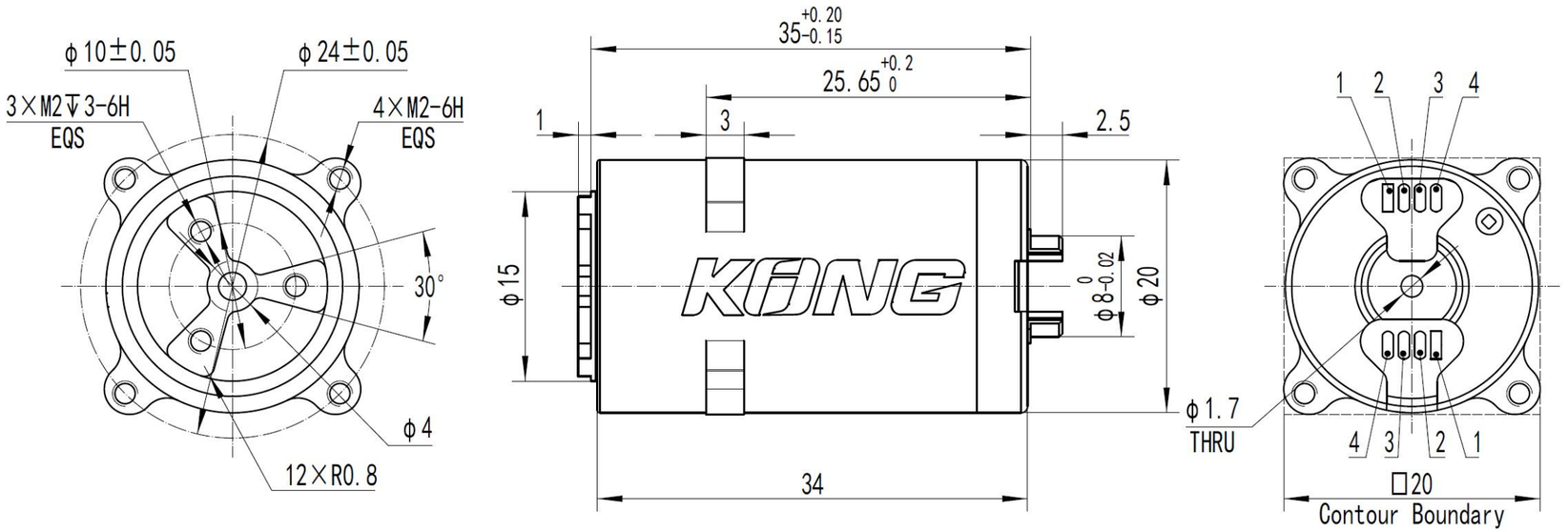
## 通讯接口定义

| 序号 | 引脚 |
| --- | --- |
| 1 | VCC |
| 2 | GND |
| 3 | 485_N |
| 4 | 485_P |

# 尺寸（高爆发款）

TS20-49C

TS20-99C




## 安装建议

- 固定端安装：以Ø24mm法兰PD定位，M2螺钉固定
- 负载端连接：以Ø10mm法兰PD连接负载，确保同轴度
- 出线确认：侧面出线，确认线缆弯折空间

## 通讯接口定义

| 序号 | 引脚 |
| --- | --- |
| 1 | VCC |
| 2 | GND |
| 3 | 485_N |
| 4 | 485_P |

# 通信协议v3.4(发送)

$$\tau = Kp\,(\,\theta_{des} - \theta\,) + Kd\,(\,\omega_{des} - \omega\,) + \tau_{des}$$

| 字节 | 类型 | 符号 | 说明 | 值 | 范围 |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | uint8 | ID:4 | 设备 ID | — | 0 ~ 15 |
| | | T:1 | 看门狗使能 | 0 关闭<br>1 开启（超过 1 s 未收到指令进入 Default 模式） | — |
| | | CMD:3 | 命令码 | 0 Default：停机<br>1 MIT：FOC 闭环<br>2 ClearFault：清错误（2~13字节须全 0xFF）<br>3 Reset：重启（2~13字节须全 0x00，仅Default状态发送有效） | — |
| 1 | uint8 | — | 保留 | 0 | — |
| 2—3 | uint16 | $Kp_{set}$ | 输出端位置刚度 | $Kp=Kp_{set}/1024$<br>例：$Kp_{set}=1024 \rightarrow Kp=1$ | $0 \leqslant Kp \leqslant 64$ |
| 4—7 | int32 | $\theta_{set}$ | 输出端位置 | $\theta_{des}=\theta_{set}/16777216\times 2\pi$<br>例：$\theta_{set}=4194304 \rightarrow \theta_{des}=1.5708$ rad | $\lvert\theta_{des}\rvert \leqslant 804.2$ rad（≈ ±128圈） |
| 8—9 | int16 | $\tau_{set}$ | 输出端前馈转矩 | $\tau_{des}=\tau_{set}/2048$<br>例：$\tau_{set}=1024 \rightarrow \tau_{des}=0.5$ N·m | $\lvert\tau_{des}\rvert \leqslant 16$ N·m |
| 10—11 | int16 | $\omega_{set}$ | 输出端速度 | $\omega_{des}=\omega_{set}/512$<br>例：$\omega_{set}=512 \rightarrow \omega_{des}=1.0$ rad/s | $\lvert\omega_{des}\rvert \leqslant 64$ rad/s |
| 12—13 | uint16 | $Kd_{set}$ | 输出端速度刚度 | $Kd=Kd_{set}/32768$<br>例：$Kd_{set}=32768 \rightarrow Kd=1.0$ | $0 \leqslant Kd \leqslant 2$ N·m/(rad/s) |
| 14—15 | uint16 | CRC16 | CRC16 校验 | CRC16-CCITT | — |

## 串口配置

| 项目 | 配置 |
|---|---|
| 接口 | RS485 |
| 波特率 | 见参数表 |
| 数据格式 | 8 数据位，无校验，1 停止位（8N1） |
| 字节序 | 小端 |

# 通信协议v3.4(接收)

| 字节 | 类型 | 符号 | 说明 | 值 | 范围 |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | uint8 | ID:4 | 设备 ID | 回显请求 | 0 ~ 15 |
| | | T:1 | 看门狗状态 | 0 未超时<br>1 超时（超时后停机，使用ClearFault清除） | — |
| | | CMD:3 | 命令码 | 回显请求 | — |
| 1 | int8 | $T_{fet}$ | FET温度 | ℃ | –128 ~ 127 |
| 2 | int8 | $T_{mot}$ | 电机温度 | ℃ | –128 ~ 127 |
| 3 | uint8 | *Fault* | 故障标识 | 见错误表 | — |
| 4–7 | int32 | $\theta_{get}$ | 输出端当前位置 | $\theta_{mea}=\theta_{get}/16777216\times2\pi$<br>例：$\theta_{get}=8192 \rightarrow \theta_{mea}=1.5708$ rad | $\lvert\theta_{mea}\rvert\leqslant804.2$ rad（≈ ±128圈） |
| 8–9 | int16 | $\tau_{get}$ | 输出端当前转矩 | $\tau_{mea}=\tau_{get}/2048$<br>例：$\tau_{get}=2048 \rightarrow \tau_{mea}=1.0$ N·m | $\lvert\tau_{mea}\rvert\leqslant16$ N·m |
| 10–11 | int16 | $\omega_{get}$ | 输出端当前速度 | $\omega_{mea}=\omega_{get}/512$<br>例：$\omega_{set}=512 \rightarrow \omega_{mea}=1.0$ rad/s | $\lvert\omega_{mea}\rvert\leqslant64$ rad/s |
| 12–13 | uint16 | CRC16 | CRC16 校验 | CRC16-CCITT | — |

## 错误表

| 位 | 名称 | 是否停机 | 清除方式 |
|---|---|---|---|
| 0 | 过流 | 是 | ClearFault |
| 1 | 过压 | 是 | ClearFault |
| 2 | 欠压 | 是 | ClearFault |
| 3 | 瞬时过压 | 否 | 100ms 后自动清（用于控制泄放电阻） |
| 4 | FET过温 | 是 | ClearFault |
| 5 | 电机过温 | 是 | ClearFault |
| 6 | 编码器错误 | 是 | Reset |

## 校验代码

CRC16-CCITT

```
uint16_t crc16(const uint8_t *data, size_t len) {
    uint16_t crc = 0xFFFF;
    for (size_t i = 0; i < len; i++) {
        crc ^= (uint16_t)data[i] << 8;
        for (int j = 0; j < 8; j++)
            crc = (crc & 0x8000) ? (uint16_t)((crc << 1) ^ 0x1021)
                                 : (uint16_t)(crc << 1);
    }
    return crc;
}
```