

## DM-X80-101-CN

Φ80 谐波关节模组 · 产品说明书

产品说明书 | 版本 1.0

48V

额定电压

4.7 A

额定电流

45.8 N·m

额定输出扭矩

101:1

谐波减速比

Φ80 mm

外形直径

## OVERVIEW 产品简介

DM-X80-101-CN是一款面向机器人关节应用的一体化谐波关节模组，集无框力矩电机、101:1精密谐波减速机构、内置伺服驱动器与位置反馈单元于一体，本体直径Φ80mm、长度93.5mm。在48V供电、4.7A额定电流下可输出45.8N·m额定扭矩；内置驱动器支持CANopen（CiA402）总线通信。模组采用标准化端面安装接口与Φ18中心走线孔，可直接串联构成多自由度机械臂，适用于协作机器人、四足/双足仿生机器人外骨骼与各类精密转台。

## FEATURES 核心特性

- 一体化同轴集成结构，电机—减速器—驱动器同轴集成Φ80mm×93.5mm
- 谐波减速比101:1，无侧隙啮合，位置重复性好，适合精密定位与力控
- 额定输出扭矩45.8N·m（额定电流4.7A），低速段输出平稳
- 内置伺服驱动器，支持CANopen（CiA402）总线通信  
Φ18mm中心贯穿走线孔，多关节串联布线便捷

## PRODUCT VIEW 产品视图



整机外形（输出端）

## APPLICATIONS 主要应用

协作机械臂关节

四足 / 双足机器人

外骨骼与助力穿戴

精密转台

自动化装备

轮式机器人驱动

## 产品简介与结构组成

DM-X80-101-CN属DM系列Φ80规格谐波关节模组，采用“无框电机—谐波减速器—输出法兰”轴向同轴集成方案。模组内部由60LW09高转矩密度无框力矩电机、谐波减速传动组件、一体化机壳与端面法兰构成，输出端设置16×M3螺纹安装孔系（Φ54分布圆）与Φ18中心走线孔，可直接对接机械臂连杆、夹具或末端执行器；端盖侧集成伺服驱动器与电气接口，仅需直流供电与一路CANopen总线即可构成完整的关节控制单元。

### 结构组成

| 序号 | 部件名称    | 功能说明                                     |
|----|---------|------------------------------------------|
| 1  | 输出法兰    | 与负载对接，传递输出扭矩；端面设16×M3孔系（Φ54分布圆）与Φ18中心走线孔 |
| 2  | 谐波减速器组件 | 101:1 谐波传动，黑色刚轮外圈为本体最大包络                 |
| 3  | 无框力矩电机  | 内转无框力矩电机，模组动力源，与减速机构同轴布置                 |
| 4  | 驱动与反馈单元 | 内置伺服驱动器与绝对式位置反馈，实现闭环控制与总线通信              |
| 5  | 机壳      | 本体主承载结构，Φ80 mm 圆柱外筒，兼作散热面                |
| 6  | 端盖      | 尾部封盖引出板载电气接口                             |



图 2-1 整机外形（输出端视图）



图 2-2 整机外形（电气端视图，可见板载接口）

### 工作原理

模组以内转无框力矩电机作为动力源，电机转子输出的高转速、低扭矩经 101:1 谐波减速组件 降速增扭后，由输出法兰对外输出；绝对式位置反馈单元实时采集转子位置，配合内部驱动器完成位置、速度、转矩三种控制模式的闭环控制，并通过 CANopen 总线 与上位控制器通信。电机、减速机构、驱动器与反馈单元同轴布置，使模组在 Φ80 mm 直径、93.5mm 长度的紧凑空间内同时满足 45.8N·m 额定扭矩的输出需求。

### 性能要点

- 速比匹配：**谐波减速比 101，输出转速范围 1.0 ~ 32.7 rpm
- 扭矩能力：**额定输出扭矩 45.8N·m（额定电流 4.7A，电机侧 100 ~ 500 rpm时）。
- 电流条件：**额定电流 4.7A，峰值电流 14.1A（短时工作值）。
- 反馈与通信：**内置绝对式位置反馈；CANopen（CiA 402）。

型号命名规定

|      |     |      |     |     |     |      |
|------|-----|------|-----|-----|-----|------|
| DM   | -   | X80  | -   | 101 | -   | CN   |
| 系列代号 | 分隔符 | 外形直径 | 分隔符 | 减速比 | 分隔符 | 通信方式 |

| 型号分段 | 代码  | 含义说明                       |
|------|-----|----------------------------|
| 系列代号 | DM  | 模块化旋转关节模组系列                |
| 分隔符  | -   | 各段之间以短横线「-」连接，位置固定         |
| 外形直径 | X80 | 模组本体最大外径 Φ80 mm（谐波减速器刚轮外圈） |
| 分隔符  | -   | 同上                         |
| 减速比  | 101 | 谐波减速比 i = 101              |
| 分隔符  | -   | 同上                         |
| 通信方式 | CN  | 通信方式为：canopen              |

命名原则

1. 型号由 4 段有效代码组成，各段之间以短横线「-」连接，顺序固定；
2. 第 1 段 **DM** 为产品系列代号，代表模块化旋转关节模组；
3. 第 2 段为外形直径，以字母 **X** 加数字表示，单位 mm，示例中的 X80 表示本体最大外径 Φ80 mm；
4. 第 3 段为减速比，示例中的 101 表示谐波减速比 i = 101:1；
5. 第 4 段为通信方式；
6. 如需其他直径、长度、减速比、反馈形式或通信协议，请与本公司确认对应型号。

**举例说明：**外形直径 Φ80 mm、本体长度 93.5mm、谐波减速比 101 的一体化谐波关节模组，其标准型号为 **DM-X80-101-CN**。

电气参数

| 项目   | 参数                |
|------|-------------------|
| 型号   | DM-X80-101-CN     |
| 额定电压 | 48 V DC           |
| 额定电流 | 4.7 A             |
| 峰值电流 | 14.1 A            |
| 额定功率 | ≈ 188 W           |
| 通信接口 | CANopen (CiA 402) |
| 控制模式 | 位置 / 速度 / 转矩      |

机械参数

| 项目    | 参数             |
|-------|----------------|
| 外形    | 圆柱形一体化本体       |
| 本体外径  | Φ80 mm         |
| 本体长度  | 93.5 mm        |
| 中心走线孔 | Φ18 mm (完全贯穿)  |
| 端面安装孔 | 16× M3         |
| 端面紧固孔 | 8× M3x25       |
| 出线方式  | 端面板载接插 (无引出线缆) |

性能参数

| 项目     | 参数             |
|--------|----------------|
| 减速比    | 101            |
| 额定输出扭矩 | 45.8 N·m       |
| 峰值扭矩   | 约65 N·m        |
| 输出转速范围 | 1.0 ~ 30.7 rpm |
| 空载输出转速 | ≈ 53 rpm       |
| 传动效率   | ≈ 79 %         |

环境与防护

| 项目   | 参数         |
|------|------------|
| 防护等级 | IP54       |
| 安装姿态 | 任意         |
| 冷却方式 | 自然冷却       |
| 工作制  | 连续工作制 (S1) |

# 电气接口定义与通信

模组内置伺服驱动器，对外仅需直流供电与一路 CANopen 总线即可构成完整的关节控制单元；端盖上另设一路调试串口，用于参数配置、固件升级与运行状态监视。

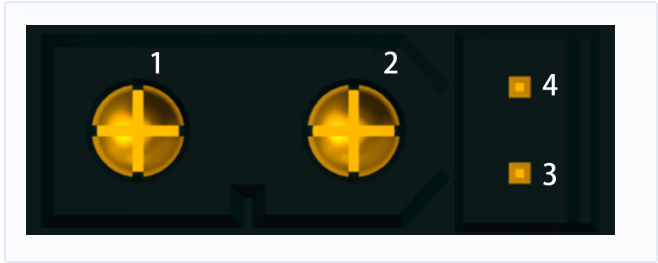


图 5-1 接口 1：主电源与 CANopen 总线端子（4 位螺钉式）

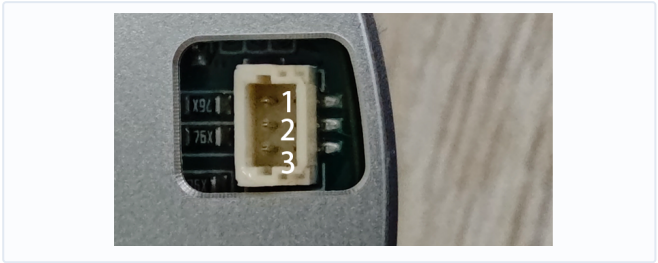


图 5-2 接口 2：调试串口（3 位 JST 插座）

## 接口 1 主电源与总线端子

| 位置 | 信号    | 说明               |
|----|-------|------------------|
| 1  | VP+   | 直流母线正极，48 V DC   |
| 2  | GND   | 直流母线负极 / 电源地     |
| 3  | CAN-H | CANopen 总线 CAN_H |
| 4  | CAN-L | CANopen 总线 CAN_L |

· 屏蔽层建议单点接地，避免与动力线形成地环路。

## CANopen 通信参数

| 项目    | 参数                       |
|-------|--------------------------|
| 通信协议  | CANopen                  |
| 应用层规范 | CiA 301                  |
| 设备子协议 | CiA 402（驱动与运动控制）         |
| 支持服务  | SDO 配置 / PDO 过程数据 / SYNC |
| 控制模式  | 位置 / 速度 / 转矩             |
| 速率与站号 | 可配置，以随机参数表为准             |

## 接口 2 调试串口

| 位置 | 信号  | 说明             |
|----|-----|----------------|
| 1  | GND | 信号地（与电源地共地）    |
| 2  | RX  | 串口接收（上位机 → 模组） |
| 3  | TX  | 串口发送（模组 → 上位机） |

- 用于参数配置、固件升级与调试监视，与总线接口电气隔离；
- 串口电平与波特率以随机驱动器参数表为准。

## 位置反馈与驱动单元

| 项目        | 参数                                                           |
|-----------|--------------------------------------------------------------|
| 驱动形式      | 内置伺服驱动器，                                                     |
| 驱动电机      | 内转无框力矩电机                                                     |
| 电机反电势常数   | $6.3 \times (1 \pm 10\%) \text{ V}_{\text{rms}}/\text{krpm}$ |
| 位置反馈      | 内置绝对式位置反馈单元                                                  |
| 反馈安装      | 与驱动器一体化集成于端盖内                                                |
| 总线终端 / 拓扑 | 两端 $120 \Omega$ ；推荐线型拓扑，支线宜短                                 |

外形与安装尺寸

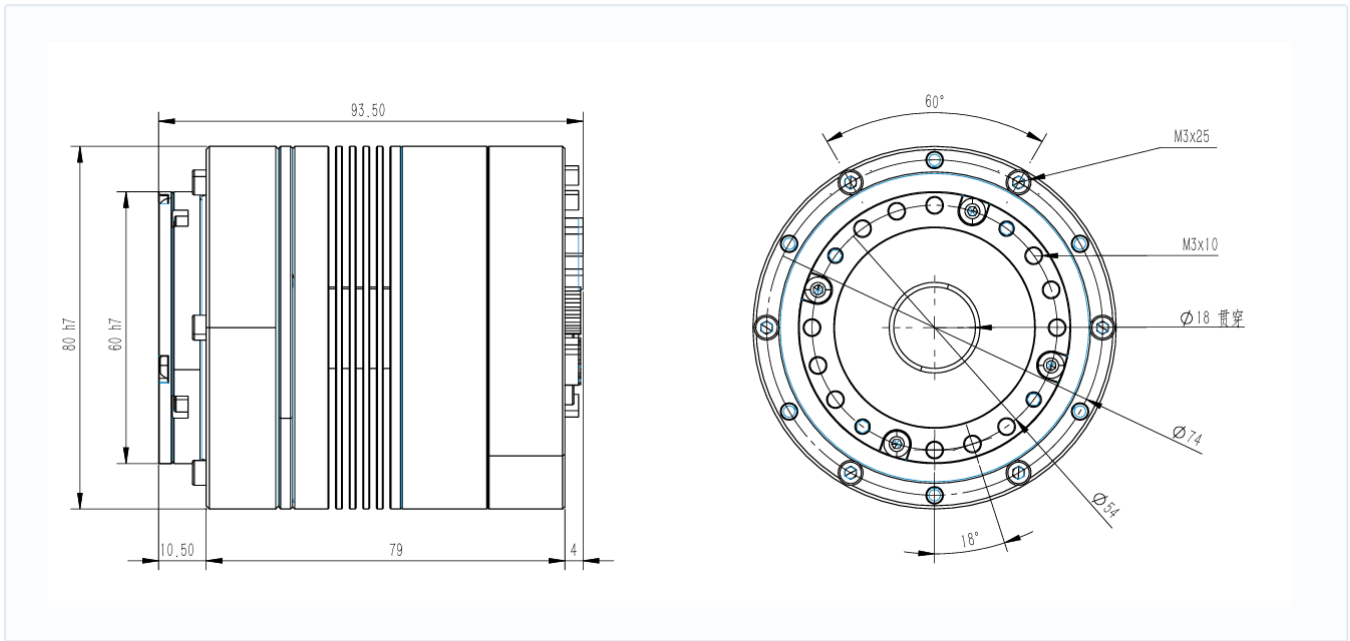


图 6-1 外形图：轴测视图（左）与输出端视图（右）·单位 mm

主要外形尺寸

| 项目       | 尺寸            |
|----------|---------------|
| 本体外径     | Φ80 mm        |
| 本体长度     | 93.5 mm       |
| 中心走线孔直径  | Φ18 mm (完全贯穿) |
| 端面安装孔分布圆 | Φ44 mm        |
| 整机质量     | 约 1350 g      |

端面接口特征

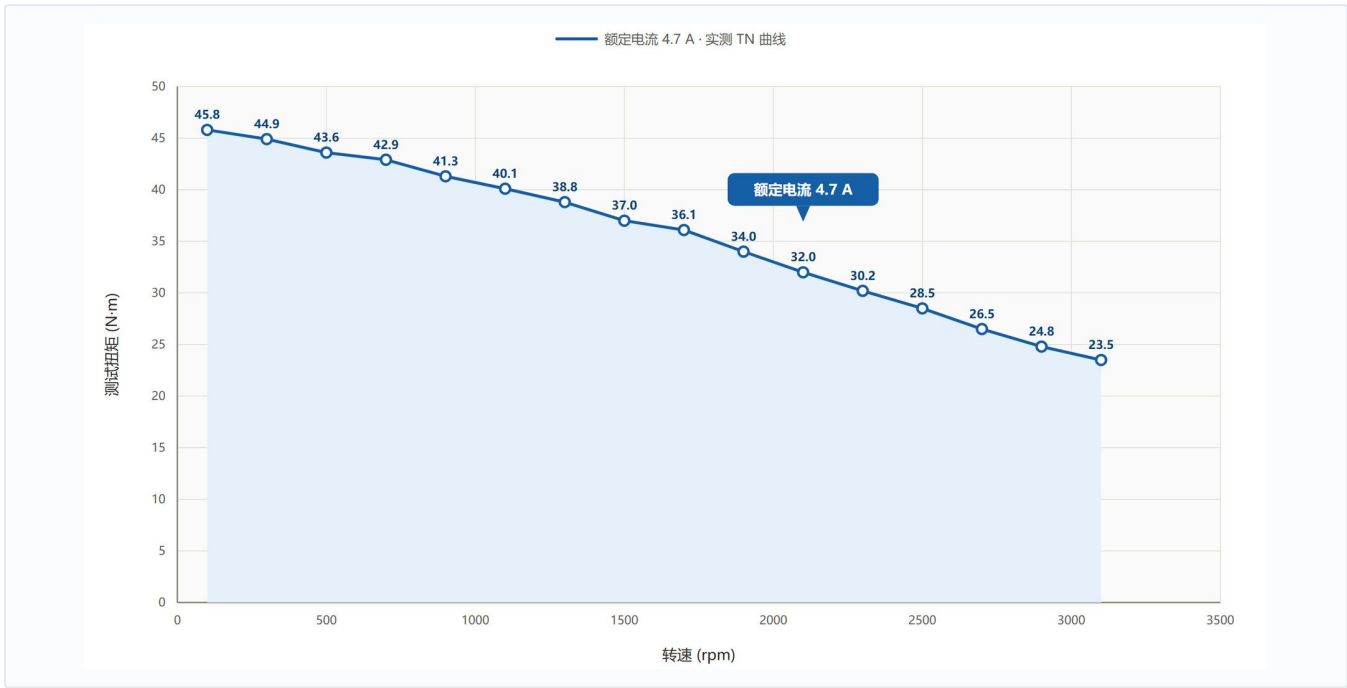
| 特征    | 规格                     |
|-------|------------------------|
| 螺纹安装孔 | 16×M3 (Φ54分布圆，配 M3x10) |
| 通孔    | Φ18 完全贯穿               |
| 角度定位  | 60° / 18° 基准夹角         |
| 走线方式  | Φ18 中心孔内走线             |

安装提示：

1. 安装前请确认模组与负载同轴，避免径向偏载导致支撑轴承与谐波减速机构异常受力；
2. 利用 Φ60 h7 输出止口定位，16 × M3 安装孔建议按对角顺序分 2~3 次拧紧至规定扭矩，避免法兰变形；
3. Φ18 中心孔兼作走线孔，走线时须预留弯折半径，避免线缆受拉扯或与旋转部件摩擦；
4. 谐波减速器对轴向力与倾覆力矩敏感，输出端不得直接承受轴向冲击与敲击。

# 扭矩—转速特性曲线 (TN)

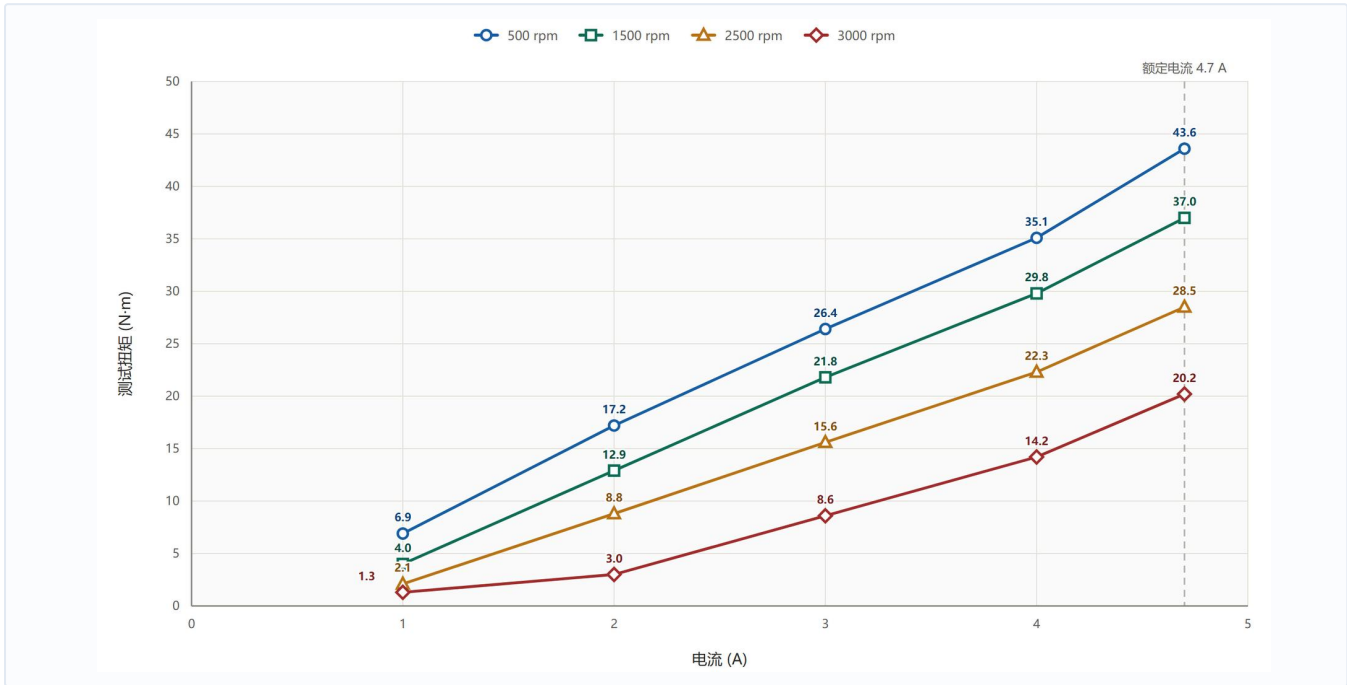
在额定电流4.7A、额定电压48V条件下测得的扭矩—转速特性。曲线在电机侧100rpm处输出45.8N·m，随后随转速单调下降至3100rpm的23.5N·m，全速段降幅48.7%，线性拟合斜率0.0077N·m/rpm ( $R^2=0.990$ )。下降速率分段平稳：低速段（100~900rpm）斜率约0.0056N·m/rpm，中速段（1700~2500rpm）下降最快（约0.0095N·m/rpm），2900rpm后趋缓。低速段无恒扭矩平台，扭矩自零速起即随转速缓慢下降，选用时请以工作点转速对应的实测扭矩为准。



**数据说明：**测试扭矩为折算至模组输出端的扭矩；表中转速为电机侧（减速器输入侧）转速，与输出端转速的关系为 $n_{输出}=n_{电机}/101$ ，测试转速范围100~3100rpm对应输出端1.0~30.7rpm；额定输出扭矩取低速段实测值45.8N·m。峰值工况（峰值电流14.1A）数据暂缺，本页仅提供额定电流工况的实测扭矩。

# 扭矩—电流特性曲线 (TI)

在500/ 1500/ 2500/ 3000rpm四档电机转速下测得的扭矩—电流特性。四条曲线在1~4.7A区间均单调上升，扭矩与电流基本成正比；同一电流下转速越高可用扭矩越低，这是反电动势升高压缩可用电压并伴随损耗增加的结果。扭矩增益随电流增大逐渐饱和（增量递减，500rpm档最为明显）。



**数据说明：**扭矩为实测值，测试在48V 供电、室温环境下进行；表中转速为电机侧转速（对应输出端5.0/ 14.9/ 24.8/ 29.7 rpm）。500/ 1500/ 2500rpm档在4.7A（额定电流）下的扭矩与TN 曲线一致；3000rpm档4.7A实测20.2N·m，较TN 同转速插值（约24.0N·m）低约4.0N·m，差异已反馈测试部门复核，暂以两图原始记录并列呈现。四档转速在额定电流下的输出扭矩由43.6 降至20.2N·m；实际使用时请结合散热条件与工作制对持续电流与扭矩进行降额。

# 安装、使用与维护

## 一、安装注意事项

1. 安装前检查模组外观是否完好，输出法兰转动应顺畅无异响，端面密封与配合面不得有磕碰或划伤；
2. 保证模组与负载同轴安装，同轴度超差会产生附加径向力，加速谐波减速机构与支撑轴承磨损；
3. 利用  $\phi 60\ h7$  输出止口与端面定位， $16 \times M3$  安装孔按对角顺序分 2~3 次拧紧至规定扭矩；
4.  $\phi 18$  走线孔内走线时须预留足够弯折半径，避免线缆受拉扯或与旋转部件摩擦；
5. 谐波减速器对轴向力与倾覆力矩敏感，输出端不得直接承受轴向冲击与敲击。

## 二、使用要求

1. 供电电压请勿超过额定电压（48 V）的允许波动范围，电源纹波过大时应加装滤波措施；
2. 连续工作电流不应超过额定电流 4.7A；峰值电流 14.1A 仅允许短时使用，长时间峰值运行会触发过温保护或造成不可逆损伤；
3. 首次上电前应完成驱动器参数配置、CANopen 站号与总线速率设定，确认换相与转向正确后再接入负载；
4. 模组温升受环境温度与散热条件影响，高温环境下应适当降低持续扭矩。

## 三、维护与储存

1. 谐波减速器出厂已填充专用润滑脂，正常使用条件下无需补充，达到设计寿命后返厂更换；
2. 定期检查安装螺钉是否松动、密封面是否完好、端子与总线接头有无氧化或破损；
3. 长期停用时应存放在  $-20 \sim +60\ ^\circ\text{C}$ 、相对湿度不大于 80% 的清洁环境中，避免结露；
4. 出现异常振动、异响、温升异常或传动精度明显下降时，应立即停机并联系厂家。