

TS 100 SERIES

轴式扭矩传感器

特征

- 集成扭矩、转速和角度调节功能
- 扭矩范围: 0.02 N·m ... 500 N·m
- 集成带零位的转速编码器
- 精度: 0.05 ... 0.075 %
- 过载能力: 200 %
- 过载限制: 300 %
- 转速范围: ≤ 15000 rpm
- 扭矩输出: ± 5 VDC (± 10 VDC)
- USB 接口和模拟量连接
- LED 工作状态显示
- 非接触式(无滑环)
- 单一直流电源输入: 12 ... 32 VDC
- 可提供第二测量范围的校准证书



图. 1: TS 110, TS 104 & TS 113 | 轴式扭矩传感器

描述

Magtrol's TS 100 Series 轴式扭矩传感器提供极其精确的扭矩和转速测量。每个型号都集成了调节电子模块, 通过8针连接器提供 0 ... ± 5 VDC (± 10 VDC) 扭矩输出, 并配备USB接口, 可直接连接到计算机。传感器附带软件, 可轻松连接和采集数据。转速编码器在转速A、转速B和零位参考Z (1 PPR) 下提供至少 360 PPR (每转脉冲数) 信号。Magtrol 扭矩传感器非常可靠, 具有高过载保护、卓越的长期稳定性和高抗噪性。

TS 100 Series 传感器是基于应变计的测量系统, 内置遥测信号传输功能。通过传感器外壳上的三个LED指示灯的颜色代码 (三个LED指示灯的组合) 可直观地检查传感器状态。传感器通过其8针连接器由 24 VDC (12 ... 32 VDC) 电压供电。调零和内置测试设备 (B.I.T.E.) 可通过软件或8针连接器输入激活。可用扭矩范围: 0.02 ... 500 N·m。

USB 和模拟输出

该传感器提供隔离的USB接口和模拟输出。两种信号可同时使用。例如, 可以通过USB接口使用计算机采集控制环数据, 同时使用模拟输出进行快速数据采集。此外, 还可以使用USB接口采集扭矩、转速和角度数据, 同时使用模拟输出信号快速采集控制环数据。

连续模拟信号的刷新时间为 100 μ s (10 kHz)。模拟信号输出为 0 ... ± 5 V DC, 并对应于传感器标称范围, 最高可达量程的 200% (0 ... ± 10 V DC)。USB 接口可轻松连接并与传感器随附的 LabVIEW™ 专用软件 (TORQUE) 配合使用。

应用

TS 100 Series 扭矩传感器可测量以下设备的动态扭矩和转速:

- 汽车行业的雨刮器、电动车窗、起动机、发电机和制动器
- 水泵和油泵
- 减速齿轮和变速箱
- 离合器
- 电动阀门和执行器
- 钻机、气动工具和其他机床
- 医疗器械和钟表行业的扭矩和摩擦力测量

集成编码器

TS 100 Series 扭矩传感器集成了一个高端编码器,在 2 路相位差 90°的信号 (Tach A、Tach B) 上至少有 360 PPR (每转脉冲数), 提供 $\leq 0.25^\circ$ 的角度测量分辨率。第三路信号为 1 PPR (Z), 提供角度零位参考。传感器主体上标有“编码器侧”以指示编码器位置。在低速应用中, 测试对象的角度位置/精度很重要, 编码器侧需要直接连接到测试对象, 以使角度测量不受传感器变形区的影响。根据传感器型号, 脉冲数可以是 360、400 或 720 PPR (参考规格表), 甚至可以选择高达 5 000 PPR 的更高速率。

工作原理

该测量系统基于应变计技术, 直接应用于传感器测量部分并连接到惠斯通全桥电路。应变计及其相关的前端放大器由高频功率传输供电。在施加的扭矩状态下, 测量部分将产生弹性变形, 从而在测量元件中提供应变信号。微处理器调节来自放大器的信号, 并通过非接触式遥测数据传输将测量值传输到定子。板载微控制器管理所有内部功能, 例如功率传输、数据采集和过滤、校准和设置、调零和 B.I.T.E. (内置测试设备) 功能, 以及 LED 运行状态控制代码。传感器通过模拟连接器的 24 V DC (12 ... 32 V DC) 供电。信号截止频率可以在 2 Hz ... 1000 Hz 范围内以数字方式选择和配置。

支撑式和悬挂式安装

该设备可采用支撑式和悬挂式两种配置。建议大多数应用采用支撑式配置 (高速测试必须采用)。

TS 100 Series 无需底座即可采用悬挂式安装。这种配置的优点是使用单膜片联轴器, 从而缩短了传动系统。此配置**仅适用于低速测量**。

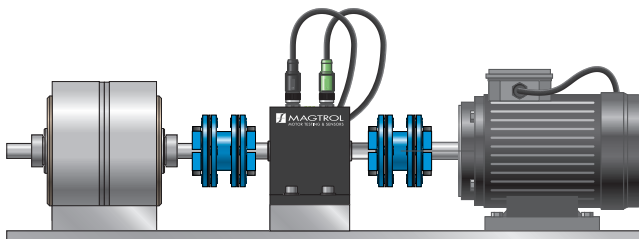


图. 3: 支撑式安装
标准和高速应用的强制性要求。

系统状态指示灯

传感器顶盖上的 3 个 LED 灯 (黄、绿、红) 亮起时会发出颜色代码。该颜色代码持续传达传感器的运行状态, 例如测量状态、调零功能、偏移值、内置测试设备 (B.I.T.E.) 和过载状态。



电气配置

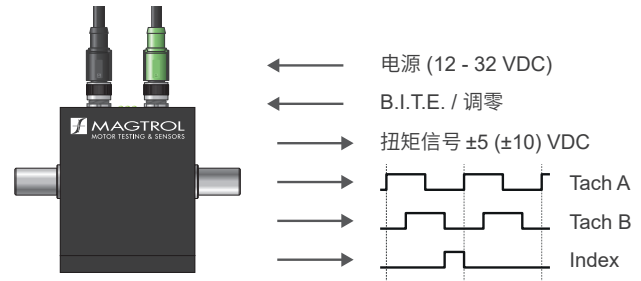


图. 2: TS 100 Series 扭矩传感器电气输入和输出

注意: TS 199 ... TS 103 不能采用悬挂式安装, 因为传感器的重量会产生径向力从而降低测量精度。

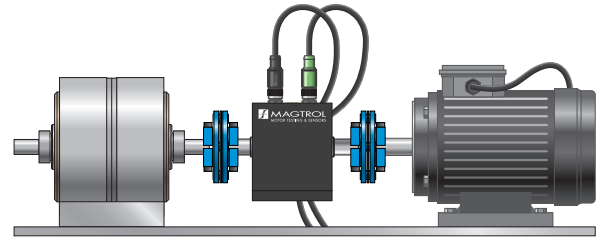


图. 4: 仅适用于低速应用的悬挂式安装
单膜片联轴器可用于缩短传动系统 (TS 199 ... TS 103 不允许配置)。

系统配置

TS 100 Series 扭矩传感器支持多种连接配置。它既可以独立使用(通过外部电源),也可以与其他Magtrol设备(例如DSP 70XX - 测功机控制器、MODEL 3411 - 扭矩显示仪等)配合使用。

传感器可与 Magtrol 软件(例如 TORQUE (随附) 或 M-TEST)配合使用,以采集和显示数据。两款软件均在 LabVIEW™ 环境中运行。

可同时使用双信号输出(模拟和 USB接口)。例如,一个通道用于数据采集,另一个通道用于驱动系统的闭环控制。

USB 连接

当 TS 100 Series 扭矩传感器仅通过 USB 连接使用时,必须通过其模拟接口供电(12...32 VDC)。



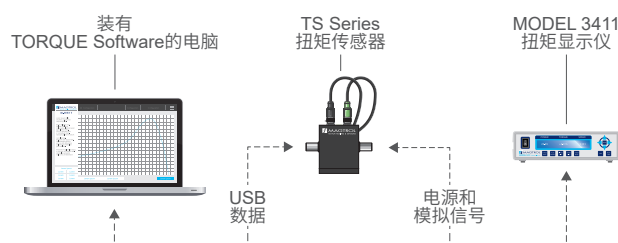
带测功机控制器的模拟接口

在此配置中,传感器的电源由测功机控制器提供。DSP 70XX 是一款高速可编程测功机控制器。由此,仅使用模拟连接,并通过装有 M-TEST 软件的计算机进行数据采集。



带扭矩显示的模拟和 USB接口

在此配置中,传感器的电源由扭矩显示仪提供。MODEL 3411 是一款扭矩/转速/功率显示器。TS 100 扭矩传感器通过 USB 接口连接到计算机,并可使用 TORQUE 软件采集数据。



第二测量范围校准证书

TS 100扭矩传感器不提供双量程。不过, Magtrol 可提供针对第二个量程的额外校准证书。例如,可针对标称值的五分之一进行 5 点测量。此选项仅在提供参考砝码的情况下可用。

校准工作在我们获得 ISO/IEC 17025:2017 认证的扭矩测量实验室(SCS 0139)中进行。我们的瑞士实验室获得 ilac-MRA 的国际认可,确保其与 COFRAC、DAkkS、UKAS、A2LA、ANAB、NVLAP 等机构的认证水平一致。



规格

机械特性

型号	额定扭矩 (RT)	轴直径	精度等级	最高速度	编码器分辨率	扭转刚度 ^{h)}	转动惯量	角变形 ⁱ⁾
	N·m	mm	%	rpm	PPR ^{g)}	N·m / rad	kg·m ²	Degree
TS 199	0.02	3	0.1	150	5 000	3.5	1.79×10 ⁻⁶	0.32
TS 100	0.05	6	0.05	15 000	360 ^{a)}	24.0	1.96×10 ⁻⁶	0.12
TS 101	0.1					24.0		0.24
TS 102	0.2					1.97×10 ⁻⁶	58.0	0.20
TS 103	0.5						160.0	0.18
TS 104	1.0						330.0	0.17
TS 105	2.0	8	0.05	15 000	360 ^{a)}	330.0	2.19×10 ⁻⁶	0.34
TS 106	5.0					665.0		2.23×10 ⁻⁶
TS 107 ⁱ⁾	10.0	9	0.075	8 000	400 ^{a)}	1 020.0	2.34×10 ⁻⁶	0.56
TS 108 ⁱ⁾	10.0	18				1 800.0	3.14×10 ⁻⁵	0.32
TS 109	20.0					3 600.0		0.32
TS 110	50.0					7 400.0	3.38×10 ⁻⁵	0.39
TS 111	100.0	19				9 600.0	3.54×10 ⁻⁵	0.60
TS 112	200.0	30		6 000	720	38 700.0	4.67×10 ⁻⁴	0.30
TS 113	500.0					62 800.0	4.81×10 ⁻⁴	0.46

扭矩测量

最大动态扭矩峰值	200 % of RT
无损坏的最大静扭矩	300 % of RT
室温下的分辨率	11 000 个点
采样频率	16 位, 每秒 10 000 个采样点
线性和滞后综合误差	0.05 ... 0.1 % of RT ^{c)}
噪声谱密度	2 ppm of RT / √ Hz 典型值 ^{b,c)}
转速对零扭矩的影响	< 0.015 % / 1 000 rpm ^{d)}
电源变化敏感度 ^{e)}	< 50 (ppm of RT / V)

USB 转速和角度测量

型号	TS 100 - TS 107	TS 108 - TS 111	TS 112 - TS 113
转速和角度测量	360 PPR ^{a,g)}	400 PPR ^{a,g)}	720 PPR ^{g)}
计算速度精度 (USB 输出)	2 路信号, 90° 相位偏移 (正交 X4) + 零位光学编码器 < ±0.05% ^{f)}		
角度分辨率 (USB)	0.25°	0.225°	0.125°
精度 (360°中)	±0.25°	±0.225°	±0.125°
温度漂移	在温度范围内 < 50 ppm		

a) 可提供 1 000 PPR (转速限制在 5 000 rpm) 或 5 000 PPR (转速限制在 1 000 rpm)。
b) 对应于整个 1 kHz 带宽内的峰峰值 < 0.05 % RT。
c) 请参阅表中“精度等级”那一栏。
d) 对于 TS 100 (0.05 N·m) 和 TS 101 (0.1 N·m), 该参数降低 2 倍。

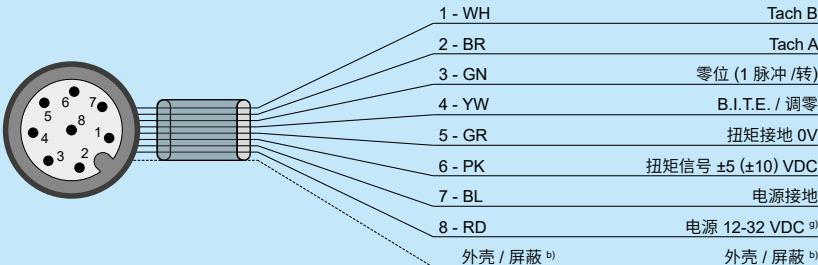
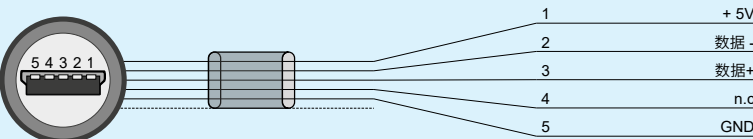
e) 扭矩输出因电源变化而变化。
f) 恒速并基于最后 360° 旋转。
g) PPR 的意思为每圈脉冲数。
h) 按轴输出的中间值计算。
i) 对于 10 N·m 的扭矩, 如果转速不超过 8000 rpm, 建议使用 TS 108。

规格

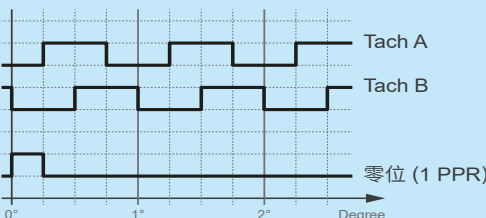
环境与认证

存储温度	-40 °C ... +85 °C
工作温度	-25 °C ... +80 °C
温度对零点/灵敏度的影响	< ±0.1 % / 10 °C 在 -25 °C ... +80 °C 范围内 ^{a)}
机械冲击	IEC 60068-2-27:2008 / Class C3
正弦振动	IEC 60068-2-6:2007 / Class C3
保护等级	IP 44 (DIN EN 60529)
EMC / EMI 兼容性	IEC 61326-1 / IEC 61321-2-3
平衡质量	G2.5 根据 ISO 1940
安全标准	ISO 13849 / EN 62061
低电压	IEC 61010-1

电气特性和接口

电源 (电压范围/最大功率)	12 ... 32 VDC / < 2.2 W (推荐使用 24 V 直流电)
模拟扭矩输出 (额定/最大)	±5 V / ±10 V (最大输出电流 2 mA)
扭矩信号带宽 (-3 dB)	2 Hz / 5 Hz / 10 Hz / 20 Hz / 50 Hz / 100 Hz / 1000 Hz (50 Hz 为出厂默认值)
USB 命令控制	
接线图 (USB接口)	 USB - Mini B

模拟输入和输出信号

转速输出和零位	<p>Tach A + B, PPR数, 最大频率 100 kHz, 零位 1 PPR ^{c,d,e,f)}</p>  <p>TTL, 最大输出电流 5 mA</p>
B.I.T.E. (内置测试设备)	B.I.T.E. 输入引脚接地超过 1 秒 允许输出端 FSD 偏移 +60% 持续 5 秒 (更多信息请参阅手册)
调零	调零输入引脚上拉至最低 12 V / 最高 32 V, 持续 1 秒以上, 即可启用传感器的调零功能。根据施加电压的时间长短, 调零功能将被保存或取消。

a) 对于 TS 100 (0.05 N·m), 此参数降低 2 倍。

b) 适用于模拟和 USB 输出。

c) 电缆屏蔽层在用户侧连接至 GND。

d) PPR 的意思为每圈脉冲数。

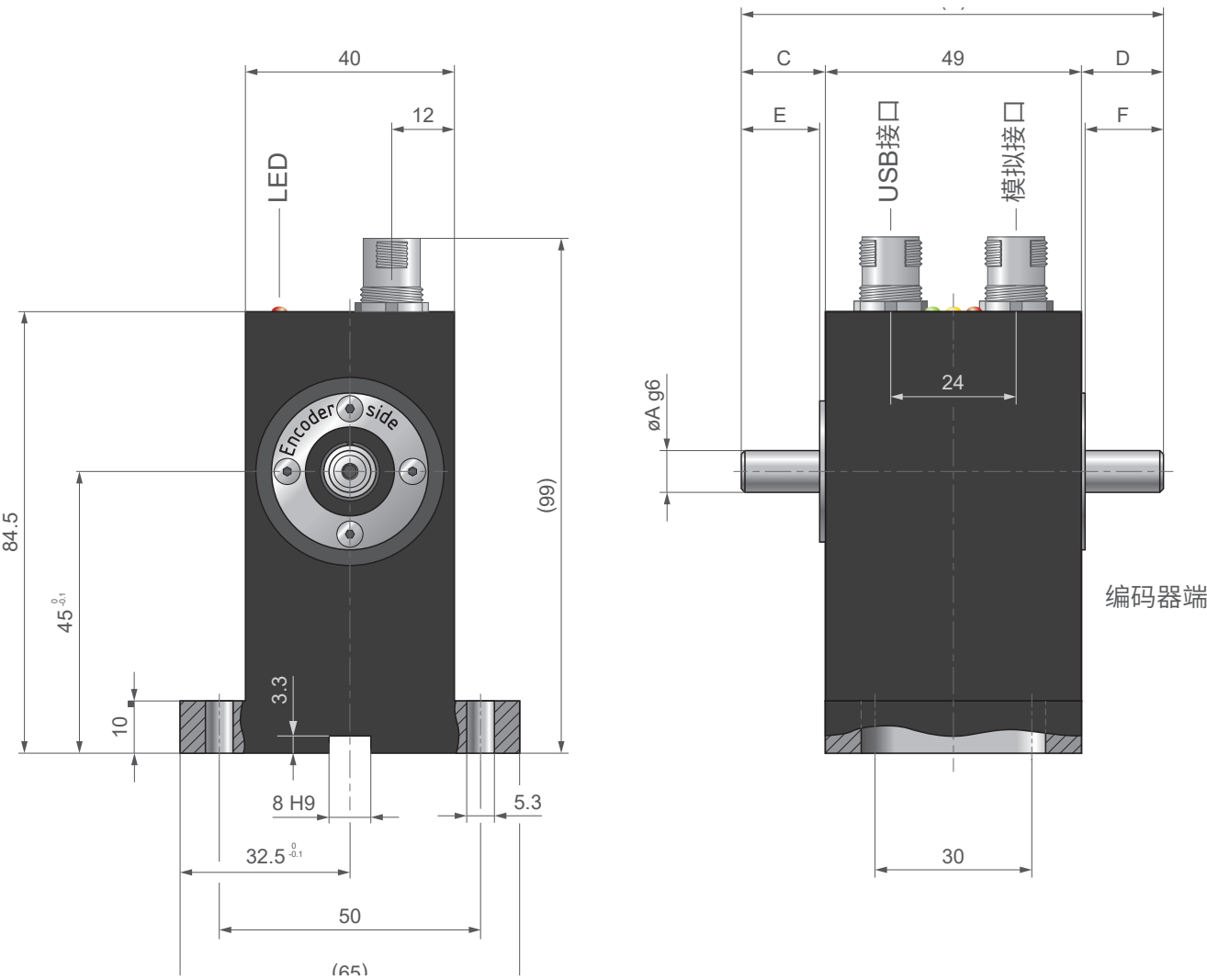
e) PPR 数取决于型号。请参阅规格表中的“编码器分辨率” (第 4 页)。

f) 可选配 1 000 PPR (转速限制在 5 000 rpm) 或 5 000 PPR (转速限制在 1 000 rpm)。

g) 该图表示 360 PPR 编码器的性能。

h) TS 100 Series 传感器具有反极性保护功能。

TS 100-107 尺寸图

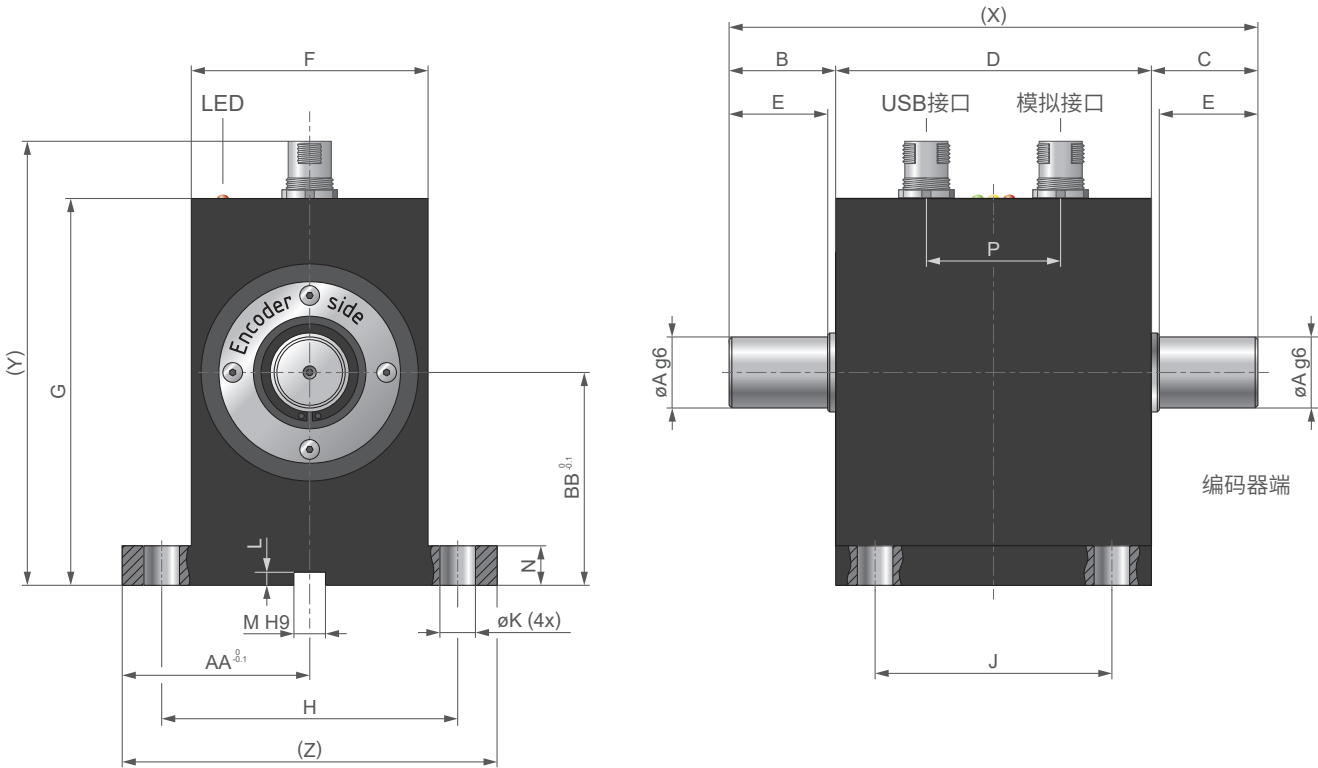


注：所有数值均为国际单位制 (SI)。尺寸以毫米为单位。

型号	额定扭矩 [N·m]	øA g6	B	C	D	E	F	重量
TS 199	0.02	3	74.8	12.9	12.9	10.9	12.0	0.50kg
TS 100	0.05	6	80.8	16.1	15.7	15.0	15.0	
TS 101	0.1							
TS 102	0.2							
TS 103	0.5							
TS 104	1.0	8	85.0	18.2	17.8	17.1	17.1	0.65kg
TS 105	2.0							
TS 106	5.0		9	90.8	21.1	20.7	20.0	20.0
TS 107	10.0							

备注： 以上大多数产品的3D STEP格式图纸在官网可下载：www.magtrol.com; 其他资料请联系我司索取。

TS 108-113 尺寸图



注：所有数值均为国际单位制 (SI)。尺寸以毫米为单位。

型号	额定扭矩	øA	B	C	D	E	F	G	H	J	øK
TS 108	10N·m	18 g6	27.0	27.0	80	25	60	96.3	75	60	9
TS 109	20N·m					35					
TS 110	50N·m		37.0	37.0		40					
TS 111	100N·m		19 g6	42.0		42.0					
TS 112	200N·m	30 g6	46.7	47.3	110	45	95	144.0	125	80	11
TS 113	500N·m										
型号	L	M	N	P	AA	BB	X	Y	Z	重量	
TS 108	3.3	8 H9	10	34	47.5 ^(0/-0.1)	45 ^(0/-0.1)	134	111	95	1.25kg	
TS 109							154			1.30kg	
TS 110							164			1.35kg	
TS 111											
TS 112	4.1	10 H9	20	34	75.0 ^(0/-0.1)	75 ^(0/-0.1)	204	159	150	5.00kg	
TS 113											

备注：以上大多数产品的3D STEP格式图纸在官网可下载：www.magtrol.com；其他资料请联系我司索取。

系统选项和配件

联轴器

当 Magtrol TS100 Series 扭矩传感器安装在传动系统中时, 尽管单膜片联轴器也可用于低速应用, 但双膜片微型联轴器则是理想之选。选择合适的联轴器用于扭矩测量的标准如下:

- 高扭转弹簧率: 确保高扭转刚度和角度精度
- 夹紧质量 (应能自定心并具有足够的强度)
- 转速范围
- 平衡质量 (根据转速范围)
- 对准能力

应用转速越高, 选择联轴器和组装 (对中和平衡) 传动系统配置时就越需要谨慎。Magtrol 提供各种适用于扭矩测量应用的联轴器, 并可帮助您为传感器选择正确的联轴器。



图.8: MIC Series
微型联轴器

TSB - 扭矩和转速转接盒

Magtrol 的 TSB 扭矩和转速转接盒可同时从两个扭矩传感器采集数据, 并提供扭矩的模拟信号输出和转速的 TTL 信号输出。



图.9: TSB | 扭矩转速箱

TORQUE «SOFTWARE»

Magtrol 的 TORQUE Software 是一款易于使用的 LabVIEW™ 可执行程序, 用于自动采集扭矩、转速、机械功率和角度数据。这些数据可以打印、以图形方式显示, 或快速保存为 Microsoft Excel 电子表格。TORQUE 的标准功能包括: 多轴绘图、测量参数随时间变化、可调采样率和多语言显示。

MODEL 3411 - 扭矩显示仪

Magtrol 提供 MODEL 3411 - 扭矩显示仪, 可为任何 TS/TM/TMHS/TMB 传感器供电, 并显示扭矩、转速和机械功率。其功能包括:

- 可选英制、公制和国际单位制扭矩单位
- 大型易读的真空荧光显示屏
- 内置自诊断测试 (B.I.T.E.)
- 过载指示
- 调零功能
- USB 和以太网接口
- 后面板有 2 个 BNC 输出口: 扭矩 (原始传感器模拟信号) 和转速 (TTL 或模拟信号)
- 闭箱校准
- 包括 Magtrol 的 TORQUE Software



图.10: MODEL 3411 | 扭矩显示仪

DSP 701X - 测功机控制器

Magtrol 的 DSP 701X 高速可编程测功机控制器采用先进的数字信号处理技术, 提供卓越的电机测试能力。DSP 701X 可与任何 Magtrol 磁滞式、涡流式或磁粉式测功机、Magtrol 轴式扭矩传感器或辅助仪器配合使用而设计, 并通过 USB 或 IEEE-488 接口实现完全的 PC 控制。DSP 701X 每秒读取速度高达 500 次, 是测试实验室和生产线的理想选择。

标准功能:

- **DSP 7011 单通道:** 易于使用的即插即用解决方案
- **DSP 7012 双通道:** 支持两台测试仪器, 可独立或串联配置, 并具有两个完全独立的控制环路
- 内置报警系统 (功率、扭矩、转速等)
- 转速和扭矩闭环工作模式
- 可编程数字 PID 值
- 内置恒流电源
- 可选扭矩单位 (英制、公制)。



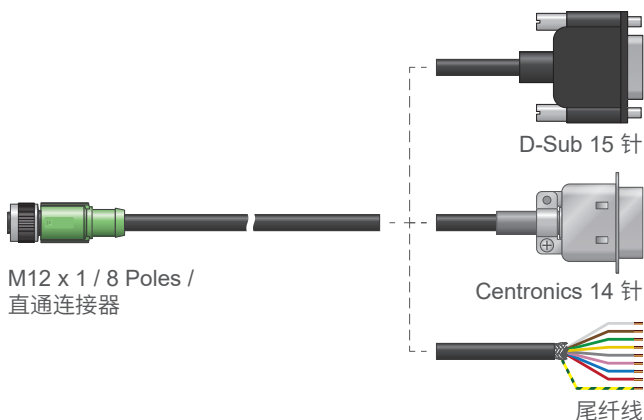
图.11: DSP 7011 | 测功机控制器

系统选项和配件

电缆组件 (模拟和电源/USB电缆)

每个 TS 100 Series 扭矩传感器均配备一根 3 米长的供电和模拟信号电缆 (M12 直连接器和尾纤线), 以及一根 2 米长的 USB 电缆 (M12 mini-B / 2.0 USB-A)。

可根据要求提供其他长度和电缆配置 (例如, 使用 14 针 Centronics 连接器与 MODEL 3411 扭矩显示仪或 DSP 700X 测功机控制器一起使用)。



订购编号	ER 12	-	/ 0	-
0 : 尾纤线 1 : 14 针 Centronics 连接器 ^{a)} 2 : 15 针 D-Sub连接器 ^{b)}				
1 : 线缆长度 5m 2 : 线缆长度 10m 3 : 线缆长度 20m 4 : 线缆长度 3m				

订购编号	957-11-07-251	-
3 : 线缆长度 2m 4 : 线缆长度 5m		

- a) 用于: MODEL 3411, DSP700X, TSB 038, SBB-14.
 b) 用于: DSP701X, TSB 138, SBB-15.

订购信息

订购编号	TS	-	-	/ XX
------	----	---	---	------

199, 100, 101, ... , 113 : Model TS

例如: TS 109 轴式扭矩传感器订购编号为:
TS 109/XX