

扭力测试仪串口通信协议文档

一、协议概述

1.1 协议目的

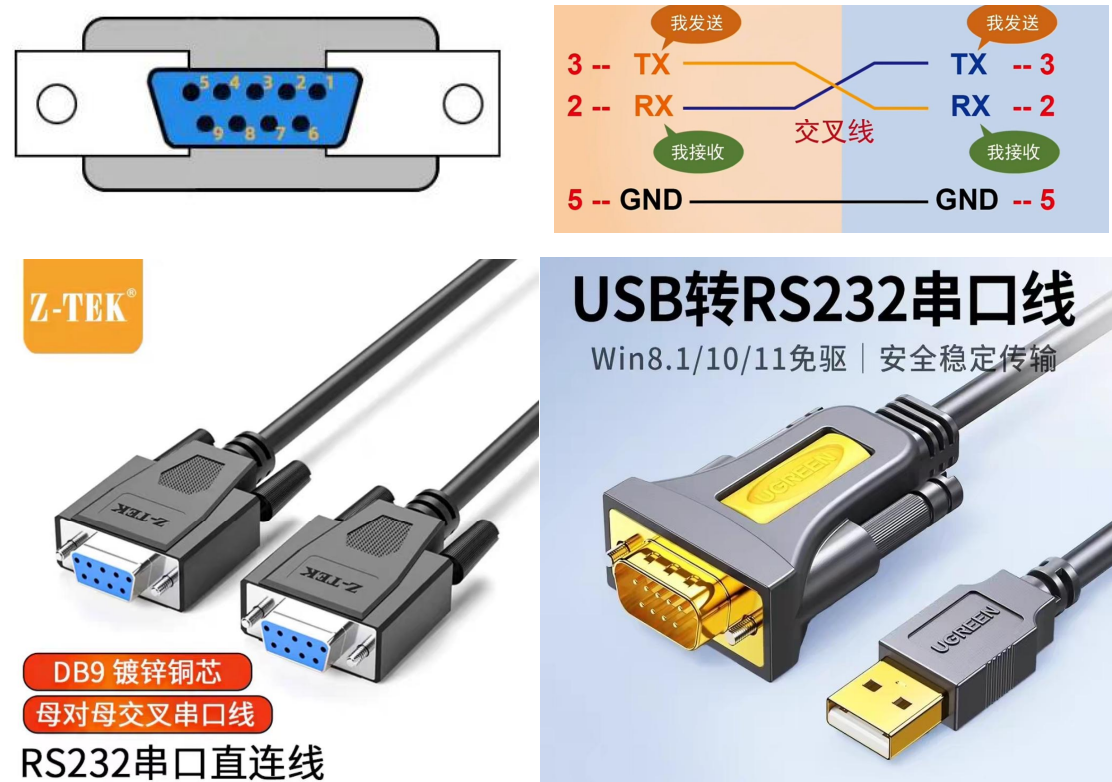
本协议用于定义扭力测试仪与上位机之间的串口通信规范，实现扭力数据的实时上传功能，支持通过 **PRINT 键控制上传** 启停状态切换，确保数据传输的稳定性、完整性与可解析性。

1.2 适用范围

- 硬件：自研扭力测试仪（型号 ZD-100）
- 接口：RS232 串口
- 功能：扭力数据实时采集与上传，上传状态切换（启动 / 停止 / 恢复）

二、硬件与通信参数

2.1 硬件接口定义



注意：母头的线，可以自己焊接，但是需要双绞屏蔽线。

232 转 USB 的线建议用绿联/山泽，线的总长度尽量不要超过 3 米。

2.2 通信参数

参数项	配置值	说明
波特率	115200 bps	固定波特率，不支持动态修改
数据位	8 位	标准数据位长度
停止位	1 位	无额外停止位
校验位	无校验	简化通信流程，依赖自定义校验和
流控	无硬件流控	无需 RTS/CTS 引脚控制
上传周期	10ms / 帧	与测量模块采样周期同步

三、上传状态控制

3.1 状态定义

状态	描述	触发方式
停止上传	不上传任何扭力数据	设备上电默认状态;
启动上传	按 10ms 周期上传实时扭力数据	按 PRINT 键启动
停止上传	停止按 10ms 周期上传实时扭力数据	按 PRINT 键停止
恢复上传	重新按 10ms 周期上传实时扭力数据	按 PRINT 键恢复

3.2 状态切换逻辑

1. **初始状态**: 设备上电后，默认处于“停止上传”状态，无数据输出;
2. **第 1 次按 PRINT 键**: 蜂鸣器响 1 声 (BUZZER_BEEP1)，切换为“启动上传”状态，开始按 10ms 周期上传数据;

3. **第 2 次按 PRINT 键**：蜂鸣器响 1 声，切换为“停止上传”状态，停止数据输出；
4. **第 3 次按 PRINT 键**：蜂鸣器响 1 声，切换为“恢复上传”状态，重新按 10ms 周期上传数据；
5. **状态记忆**：切换过程中，当前测量模式（TRAK/PEAK）、单位（kgf.cm/Lbf.in/N·m）不改变，确保数据连贯性。

四、数据采集流程

4.1 采集链路

1. **ADC 采样**：ADC 芯片采集扭力传感器模拟信号，输出 16 位无符号原始数据；
2. **数据校准**：通过标定模块（CALIB）加载 Flash 中存储的标定参数（正负向零点偏移、满量程系数），将 ADC 原始数据转换数据。
3. **扭力计算**：测量模块根据归一化值计算实际扭力值（单位：N·m），并进行滑动平均滤波（窗口大小 8）；
4. **数据封装**：按协议格式封装扭力值、时间戳等信息，生成数据帧；
5. **串口发送**：通过串口 1 将数据帧发送至上位机，完成一次数据上传。

4.2 采集周期控制

- 基础周期：10ms；
- 计时实现：通过定时器每累计 10ms 触发一次数据采集与上传；

五、数据帧格式

5.1 帧结构定义

串口助手

通讯端口 串口设置 显示 发送 多字符串 小工具 帮助

0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 00 17 00 00 00 C0 78 38 B0 03 00
29 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 00 2C 00 00 00 C0 78 44 B0 03
00 6E 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 00 32 00 00 00 C0 78 50 B0
03 00 64 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 00 32 00 00 00 C0 78 5C
B0 03 00 68 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 00 45 00 00 00 C0 78
68 B0 03 00 2B 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 00 1B 00 00 00 C0
78 74 B0 03 00 69 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 00 2E 00 00 00
C0 78 80 B0 03 00 A8 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 00 3F 00 00
00 C0 78 8C B0 03 00 B5 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 00 32 00
00 00 C0 78 98 B0 03 00 AC 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 00 36
00 00 C0 78 A4 B0 03 00 94 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 00
36 00 00 C0 78 B1 B0 03 00 81 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00
00 38 00 00 C0 78 BD B0 03 00 83 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00
00 00 1F 00 00 00 C0 78 C9 B0 03 00 D0 0D 0A AA 55 01 01 0E 00
00 00 54 00 00 00 C0 78 D5 B0 03 00 87 0D 0A AA 55 01 01 0E
00 00 00 36 00 00 00 C0 78 E1 B0 03 00 D1 0D 0A AA 55 01 01
0E 00 00 00 38 00 00 00 C0 78 ED B0 03 00 D3 0D 0A AA 55 01
01 0E 00 00 00 38 00 00 00 C0 78 F9 B0 03 00 C7 0D 0A AA 55
01 01 0E 00 00 00 54 00 00 00 C0 78 05 B1 03 00 56 0D 0A AA
55 01 01 0E 00 00 00 27 00 00 00 C0 78 11 B1 03 00 31 0D 0A
AA 55 01 01 0E 00 00 00 15 00 00 00 C0 78 1D B1 03 00 0F 0D
0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 2E 00 00 00 C0 78 29 B1 03 00 00
0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 15 00 00 00 C0 78 36 B1 03 00
24 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 1F 00 00 00 C0 78 42 B1 03
00 5A 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 4B 00 00 00 C0 78 4E B1
03 00 02 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 2E 00 00 00 C0 78 5A
B1 03 00 73 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 36 00 00 00 C0 78
66 B1 03 00 57 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 2C 00 00 00 C0
78 72 B1 03 00 59 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 15 00 00 00
C0 78 7E B1 03 00 6C 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 15 00 00
00 C0 78 8A B1 03 00 98 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 2E 00
00 00 C0 78 96 B1 03 00 BF 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00 54
00 00 00 C0 78 A2 B1 03 00 F1 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00 00
2C 00 00 00 C0 78 AE B1 03 00 85 0D 0A AA 55 01 01 0E 00 00
00 5C 00 00 00 C0 78 BB B1 03 00 E0 0D 0A AA 55 01 01 0E 00
00 56 00 00 00 C0 78 C7 B1 03 00 96 0D 0A AA 55 01 01 0E 00
00 00 27 00 00 00 C0 78 D3 B1 03 00 F3 0D 0A AA 55 01 01 0E
00 00 00 21 00 00 00 C0 78 DF B1 03 00 F9 0D 0A AA 55 01 01
0E 00 00 00 17 00 00 00 C0 78 EB B1 03 00 FB 0D 0A AA 55 01

多字符串发送

stm32/GD32 ISP | STC/IAP15 ISP |

为了更好地发展SSCOM软件

10无注释

0

1000

请您注册嘉立创PCB打样

11无注释

0

1000

本软件作者兼职了嘉立创

12无注释

0

1000

只有F结尾ID才能给作者

13无注释

0

1000

即使您已有嘉立创的ID

14无注释

0

1000

同一手机号也可以多注册

15无注释

0

1000

您将为SSCOM带来更多资源

16无注释

0

1000

请联系F业务助理QQ:800

17无注释

0

1000

谢谢!(以上信息均可删除)

18无注释

0

1000

19无注释

0

1000

00 01 00 00 00 06 01

20无注释

0

1000

00 01 00 00 00 05 01

21无注释

0

1000

01 04 00 06 00 64 11

22无注释

0

1000

23无注释

0

1000

01 10 00 07 00 02 04

24无注释

0

1000

01 04 00 06 00 64 11

25无注释

0

1000

26无注释

0

1000

03 00 02 00 01 25 CA

27无注释

0

1000

28无注释

0

1000

29无注释

0

1000

30无注释

0

1000

31无注释

0

1000

32无注释

0

1000

33无注释

0

1000

34无注释

0

1000

35无注释

0

1000

清除窗口 打开文件

发送文件 停止 请发送区 最前 English 保存参数 隐藏

端口号 COM4 Prolific PL2303GT USB

HEX显示

保存数据

接收数据到文件

HEX发送

定时发送: 100 ms/次

加回车换

RTS

DTR

波特率: 115200

打开串口 更多串口设置

加时间戳和分包显示

超时时间: 20 ms

第 1 字节 至 末尾

加校验 None

为了更好地发展SSCOM软件
请您注册嘉立创F结尾客户

发送

欢迎使用专业串口调试工具SSCOM! 作者: 习小猛(丁丁), 大虾电子网版主 最新版本下载地址: <http://www.daxia.com/> 欢迎提出您的建

www.daxia.com S:0 R:1046 COM4 已关闭 115200bps,8,1,None,None

数据帧采用

帧头 + 设备地址 + 功能码 + 数据长度 + 数据符号 + 实时数据 + 数据符号 + 峰值扭矩 + 时间戳 + 校验码 + 帧尾

AA55 01 01 0E 00 00000036 00 0000C078 33B20300 01 0D0A

具体格式如下：

字 段	字 节 数	取值 / 格式	说明
帧 头	2	0xAA 0x55	固定帧头，用于上位机帧同步
设 备 地 址	1	0x01	固定设备地址（支持多设备扩展，当前仅 1 台）
功 能 码	1	0x01	固定功能码，标识“实时扭力上传”
数 据 长 度	1	0x0E	数据内容总字节数（14 字节 扭力值 + 4 字节时间戳）
符 号 位	1	+ 00 - FF	顺时针 00 逆时针 FF
实 时 值	4	6789 位，除以 1000，就是当时的实际值。	单位 Nm，用着做曲线图
符 号 位	4	+ 00 - FF	顺时针 00 逆时针 FF

字段	字节数	取值 / 格式	说明
屏显值	4	11,12,13,14 位，除以 1000 就是当前的屏幕显示值	单位 kgf.cm，用于峰值扭矩
时间戳	4	15,16,17,18 位 无符号 32 位整数	0 ~ 4294967295 (ms)
校验和	1	异或校验	从“设备地址”到“数据内容”的异或结果
帧尾	2	0x0D 0x0A	固定帧尾（ASCII 回车 + 换行），标识帧结束

5.2 各字段详细说明

5.2.1 帧头 (Header)

- 固定值：0xAA 0x55
- 作用：上位机通过检测连续的 0xAA 0x55 字节序列，实现帧同步，避免数据解析错位。

5.2.2 设备地址 (Device Address)

- 固定值：0x01
- 扩展说明：后续支持多设备组网扩展 (0x01~0xFF) 。

5.2.3 功能码 (Function Code)

- 固定值：0x01
- 功能定义：唯一标识“实时扭力上传”功能，后续扩展其他功能（如历史数据读取、参数配置）可新增功能码（如 0x02 = 历史数据读取）。

5.2.4 数据长度 (Data Length)

- 固定值：0x08
- 定义：数据内容区域的总字节数，当前固定为 8 字节（4 字节扭力值 + 4 字节时间戳），后续新增数据字段需同步修改此值。

5.2.5 校验和 (Checksum)

- 计算方式：从“设备地址”字段开始，到“数据内容”字段结束，所有字节进行异或运算，结果为 1 字节校验和；
- 作用：检测数据传输过程中的字节丢失、错位或篡改，上位机接收后需重新计算校验和并与帧中校验和比对，不一致则丢弃该帧。

5.2.6 帧尾 (Tail)

- 固定值：0x0D 0x0A（对应 ASCII 码中的回车符\r和换行符\n）；
- 作用：辅助上位机识别帧结束位置，尤其在连续帧传输时避免帧粘连。

六、数据帧示例

6.1 示例场景

- 测量模式：PEAK（峰值模式）
- 实际扭力值：10.0 N·m（IEEE754 十六进制：0x41C80000）
- 上传状态：启动上传（10ms / 帧）

6.2 校验和计算过程

1. 待校验字段（设备地址 ~ 数据内容）：

0x01 0x01 0x08 0x00 0x00 0xC8 0x41 0xD2 0x04 0x00 0x00

2. 异或计算步骤：

- 初始值：0x00
- $0x00 \wedge 0x01 = 0x01$
- $0x01 \wedge 0x01 = 0x00$
- $0x00 \wedge 0x08 = 0x08$
- $0x08 \wedge 0x00 = 0x08$
- $0x08 \wedge 0x00 = 0x08$
- $0x08 \wedge 0xC8 = 0xC0$

- $0xC0 \wedge 0x41 = 0x81$
- $0x81 \wedge 0xD2 = 0x53$
- $0x53 \wedge 0x04 = 0x57$
- $0x57 \wedge 0x00 = 0x57$
- $0x57 \wedge 0x00 = 0x57$

3. 最终校验和：0x57（示例中为 0x4F，实际需根据真实数据重新计算）

七、上位机解析建议

7.1 帧解析流程

1. **帧头检测**：持续接收串口数据，当检测到连续的 0xAA 0x55 时，判定为帧起始；
2. **长度判断**：从帧头后开始读取后续字节，确保帧总长度（22 字节）完整，避免断帧；
3. **校验和验证**：重新计算“设备地址 ~ 数据内容”字段的异或和，与帧中校验和比对，不一致则丢弃；
4. **数据解析**：
 - 扭力值：将 4 字节小端序数据转换为 IEEE754 浮点数，得到 $N \cdot m$ 单位的扭力值；
 - 时间戳：将 4 字节小端序数据转换为 32 位无符号整数，得到相对时间（ms）；
5. **数据展示**：根据用户需求，将扭力值按单位换算（如 $N \cdot m \rightarrow kgf \cdot cm \rightarrow Lbf \cdot in$ ）后展示，时间戳用于数据时序排序。

7.2 异常处理

1. **帧丢失**：若超过 100ms 未接收到新帧，判定为帧丢失，可提示“通信中断”；
2. **校验失败**：连续 3 次校验失败后，可发送“请求重传”指令（预留功能），或提示“数据异常”；
3. **超量程数据**：若解析的扭力值超出 $\pm 10N \cdot m$ （默认量程），标记为“超量程数据”，需检查设备标定状态。