

# 制管机通信协议 - v5.9

## 1. 协议说明

上位机使用串口连接主控板，串口使用波特率 115200bps、8 位数据位、没有校验位、1 位停止位

数据格式如下所示。

### 1.1. 上位机给下位机发送内容

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
2byte	1byte	1byte	1byte	1byte	N byte	1byte

- 帧头：2 个字节，0xab 0xcd 代表是激光器命令；0xba 0xdc 代表控制板命令
- 长度：1 个字节，地址+读写+命令+数据+校验的数据长度，1+1+1+N+1
- 地址：1 个字节，模块地址，其中 0xff 代表激光器地址，0x00 代表主控板地址
- 读写：1 个字节，0x00 写，0x01 读，有其他见说明
- 命令：1 个字节，见下方说明及示例
- 数据：0-N 个字节，见下方说明及示例
- 校验：1 个字节，求和校验（CHECKSUM-8），（帧头+长度+地址+读写+命令+数据）取低四位

### 1.2. 下位机给上位机反馈内容

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
2byte	1byte	1byte	1byte	N byte	1byte

- 帧头：2 个字节，0xef 0xef 代表是激光器返回命令；0xfe 0xfe 代表控制板返回命令
- 长度：1 个字节，地址+命令+数据+校验的数据长度，1+1+N+1
- 地址：1 个字节，模块地址，其中 0xff 代表激光器地址，0x00 代表主控板地址
- 命令：1 个字节，见下方说明及示例
- 数据：0-N 个字节，见下方说明及示例
- 校验：1 个字节，求和校验（CHECKSUM-8），（帧头+长度+地址+命令+数据）取低四位

#### 1.2.1 激光器回复特殊说明

- 当获取到错误的命令时，返回命令值为 0xff。
- 当返回命令值为 0xff 时，数据第一个字节被如下定义：1 Byte：Bit7-Bit0
  - Bit0: 0 - 无, 1 - 校验码错误
  - Bit1: 0 - 无, 1 - 命令为只读
  - Bit2: 0 - 无, 1 - 未知命令码

## 2. 协议内容

2.1. 上位机给主控板下发内容

含义	命令	数据含义	单位	注意
电机 X 角度	0x00	实际角度 = Data*1.8	度	
电机 Y 角度	0x01	实际角度 = Data*1.8	度	
焊接操作	0x02	0x00 为关, 0x01 为开		
报警信息	0x03			只读
当前温度	0x04	实际温度 = Data*0.1	℃	只读
当前湿度	0x05	实际湿度 = Data*0.1	%RH	只读
当前焊接长度	0x06	实际长度 = Data*0.01	m	只读
总焊接长度	0x07	实际长度 = Data*0.01	m	只读
当前机器时间	0x08			只读
焊缝跟踪开关	0x09	0x00 为关, 0x01 为开		
焊缝位置坐标	0x0a	实际位置		
所有参数	0xff	按以上的数据顺序一起上报给上位机（仅合并数据部分）		只读

2.1.1. 设置电机 (+) X 方向按角度运动

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x00	0x00	Degree/1.8	CHECKSUM-8

默认示例：以 (+) X 方向运动 1.8° 为例： ba dc 05 00 00 00 01 9c

2.1.2. 设置电机 (+) X 方向连续运动

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x03	0x00	0x00	CHECKSUM-8

默认示例： ba dc 05 00 03 00 00 9e

2.1.3. 设置电机 (-) X 方向按角度运动

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x01	0x00	Degree/1.8	CHECKSUM-8

默认示例：以 (-) X 方向运动 1.8° 为例： ba dc 05 00 01 00 01 9d

2.1.4. 设置电机 (-) X 方向连续运动

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x04	0x00	0x00	CHECKSUM-8

默认示例： ba dc 05 00 04 00 00 9f

2.1.5. 设置电机 X 方向连续运动停止

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x05	0x00	0x00	CHECKSUM-8

默认示例： ba dc 05 00 05 00 00 a0

2.1.6. 读取电机 X 方向角度

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x02	0x00	0x00	CHECKSUM-8

默认示例： ba dc 05 00 02 00 00 9d

2.1.7. 设置电机 (+) Y 方向按角度运动

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x00	0x01	Degree/1.8	CHECKSUM-8

默认示例：以 (+) Y 方向运动 1.8° 为例： ba dc 05 00 00 01 01 9d

2.1.8. 设置电机 (+) Y 方向连续运动

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x03	0x01	0x00	CHECKSUM-8

默认示例： ba dc 05 00 03 01 00 9f

2.1.9. 设置电机 (-) Y 方向按角度运动

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x01	0x01	Degree/1.8	CHECKSUM-8

默认示例：以 (-) Y 方向运动 1.8° 为例： ba dc 05 00 01 01 01 9e

2.1.10. 设置电机 (-) Y 方向连续运动

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x04	0x01	0x00	CHECKSUM-8

默认示例： ba dc 05 00 04 01 00 a0

### 2.1.11. 设置电机 Y 方向连续运动停止

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x05	0x01	0x00	CHECKSUM-8

默认示例： ba dc 05 00 05 01 00 a1

### 2.1.12. 读取电机 Y 方向角度

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x02	0x01	0x00	CHECKSUM-8

默认示例： ba dc 05 00 02 01 00 9e

### 2.1.13. 停止焊接

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x00	0x02	0x00	CHECKSUM-8

默认示例： ba dc 05 00 00 02 00 9d

### 2.1.14. 开始焊接

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x00	0x02	0x01	CHECKSUM-8

默认示例： ba dc 05 00 00 02 01 9e

### 2.1.15. 读取焊接开关状态

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x01	0x02	0x00	CHECKSUM-8

默认示例： ba dc 05 00 01 02 00 9e

### 2.1.16. 读取报警信息

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x01	0x03	0x00	CHECKSUM-8

默认示例： ba dc 05 00 01 03 00 9f

### 2.1.17. 读取当前温度

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x01	0x04	0x00	CHECKSUM-8

默认示例： ba dc 05 00 01 04 00 a0

2.1.18. 读取当前湿度

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x01	0x05	0x00	CHECKSUM-8

默认示例： ba dc 05 00 01 05 00 a1

2.1.19. 读取当前焊接长度

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x01	0x06	0x00	CHECKSUM-8

默认示例： ba dc 05 00 01 06 00 a2

2.1.20. 读取总焊接长度

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x01	0x07	0x00	CHECKSUM-8

默认示例： ba dc 05 00 01 07 00 a3

2.1.21. 读取当前机器时间

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x01	0x08	0x00	CHECKSUM-8

默认示例： ba dc 05 00 01 08 00 a4

2.1.22. 停止焊缝追踪

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x00	0x09	0x00	CHECKSUM-8

默认示例： ba dc 05 00 00 09 00 a4

2.1.23. 开始焊缝追踪

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x00	0x09	0x01	CHECKSUM-8

默认示例： ba dc 05 00 00 09 01 a5

### 2.1.24. 读取焊缝跟踪开关状态

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x01	0x09	0x00	CHECKSUM-8

默认示例： ba dc 05 00 01 09 00 a5

### 2.1.25. 读取所有参数状态

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xba 0xdc	0x05	0x00	0x01	0xff	0x00	CHECKSUM-8

默认示例： ba dc 05 00 01 ff 00 9b

## 2.2. 主控板给上位机返回内容

### 2.2.1. 电机 X 角度

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
0xfe 0xfe	0x07	0x00	0x00	Data	CHECKSUM-8

Data: 4 byte, Data 为 Data1 Data2 Data3 Data4 , 低位在前, 高位在后  
Data = (Data1|(Data2>>8)|(Data3>>16)|(Data2>>24)) 角度 = (Data\*1.8)°

默认示例：角度为 (20\*1.8)°： fe fe 07 00 00 14 00 00 17

### 2.2.2. 电机 Y 角度

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
0xfe 0xfe	0x07	0x00	0x01	Data	CHECKSUM-8

Data: 4 byte, Data 为 Data1 Data2 Data3 Data4 , 低位在前, 高位在后  
Data = (Data1|(Data2>>8)|(Data3>>16)|(Data2>>24)) 角度 = (Data\*1.8)°

默认示例：角度为 (20\*1.8)°： fe fe 07 00 01 14 00 00 18

### 2.2.3. 焊接开关状态（与激光器指令重复，暂时弃用）

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
0xfe 0xfe	0x04	0x00	0x02	Data	CHECKSUM-8

Data: 1 byte, 0x00 为关, 0x01 为开

默认示例：焊接开关开启状态： fe fe 04 00 02 01 03

2.2.4. 报警信息

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
0xfe 0xfe	0x05	0x00	0x03	Data	CHECKSUM-8

Data: 2 bytes, 顺序为 Bit7-Bit0,Bit15-Bit8 , 16 个位, 0 正常 1 报警

- Bit0: 电机 X
- Bit1: 电机 Y
- Bit2: 温度
- Bit3: 湿度
- Bit4: 内存 24512

默认示例:

- 全部报警状态: fe fe 05 00 03 1f 00 26
- 全部正常状态: fe fe 05 00 03 00 00 04

2.2.5. 当前温度

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
0xfe 0xfe	0x05	0x00	0x04	Data	CHECKSUM-8

Data: 温度\*10, 2 byte, 为 tempL tempH , temp = ((tempL|( tempH>>8))\\*0.1)°C

默认示例: 温度为 25°C : fe fe 05 00 04 fa 00 ff

2.2.6. 当前湿度

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
0xfe 0xfe	0x05	0x00	0x05	Data	CHECKSUM-8

Data: 湿度\*10, 2 byte, 为 humL humH , hum=((humL|( humH>>8))\\*0.1)%RH

默认示例: 湿度为 30%RH : fe fe 05 00 05 2c 01 33

2.2.7. 当前焊接长度

0xfe 0xfe	0x07	0x00	0x06	Data	CHECKSUM-8
-----------	------	------	------	------	------------

Data: 长度\*100, 4 byte, 为 data1 data2 data3 data4 , 低位在前, 高位在后, length = ((data1|(data2>>8)|(data3>>16)|(data4>>24))\*0.01)m

默认示例: 当前焊接长度为 1 m : fe fe 07 00 06 64 00 00 00 6d

2.2.8. 总焊接长度

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
----	----	----	----	----	----

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
0xfe 0xfe	0x07	0x00	0x07	Data	CHECKSUM-8

Data: 长度\*100, 4 byte, 为 data1 data2 data3 data4 ,低位在前, 高位在后, length = ((data1|(data2>>8)|(data3>>16)|(data4>>24))\*0.01)m

默认示例: 总焊接长度为 2 m : fe fe 07 00 07 c8 00 00 00 d2

2.2.9. 当前机器时间

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
0xfe 0xfe	0x0a	0x00	0x08	Data	CHECKSUM-8

Data: 7 byte, 为 yearL yearH month day hour minute second

当前时间: (yearL|(yearH>>8))年 month 月 day 日 hour 时 minute 分 second 秒

默认示例:

2022 年 6 月 29 日 11 时 08 分 12 秒 : fe fe 0a 00 08 e6 07 06 1d 0b 08 0c 3d

2.2.10. 焊缝跟踪开关状态

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
0xfe 0xfe	0x04	0x00	0x09	Data	CHECKSUM-8

Data: 0x00 为关, 0x01 为开

默认示例: 焊缝开关开启状态: fe fe 04 00 09 01 0a

2.2.11. 焊缝位置坐标

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
0xfe 0xfe	0x05	0x00	0x0a	Data	CHECKSUM-8

Data: 2 byte, 为 data1 data2 , 位置 = (data1|(data2>>8))

默认示例: 位置为 0.05 m : fe fe 05 00 0a 05 00 10

2.2.12. 所有参数返回信息

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
0xfe 0xfe	0x24	0x00	0xff	Data	CHECKSUM-8

Data: 33 byte, 各 data 按上述返回规范

为 data1 data2 data3 ..... data9 data10 data11



- data1: 4 byte, 为电机 X 角度
- data2: 4 byte, 为电机 Y 角度
- data3: 1 byte, 为焊接开关状态
- data4: 2 byte, 为报警信息
- data5: 2 byte, 为当前温度
- data6: 2 byte, 为当前湿度
- data7: 4 byte, 为当前焊接长度
- data8: 4 byte, 为总焊接长度
- data9: 7 byte, 为当前机器时间
- data10: 1 byte, 为焊缝跟踪开关状态
- data11: 2 byte, 为焊缝位置坐标

默认示例：

电机 X 为 (20\*1.8)°，电机 Y 为 (20\*1.8)°，焊接开关状态为开启，报警信息为全部正常，当前温度为 25℃，当前湿度为 30%RH，当前焊接长度为 1 m，总焊接长度为 2 m，当前机器时间为 2022 年 6 月 29 日 11 时 08 分 12 秒，焊缝跟踪开关状态为开启，焊缝位置坐标为 144：

fe fe 24 00 ff 14 00 00 00 14 00 00 00 01 00 00 fa 00 2c 01 64 00 00 00 c8 00 00 00 e6 07 06 1d 0b 08 0c 01 90 00 5b

## 2.3. 上位机给激光器下发内容

含义	命令	注意
读写 Pout (0~10V) (用于设置激光功率)	0x37	
内外控模式控制开关	0x3A	
红光控制开关	0x3B	
软件出光控制开关	0x3C	只读
内控 START 键功能	0x3D	只写
内控使能切换开关	0x3E	
报警信息	0x80	只读

### 2.3.1. 读 Pout (0~10V)

帧头	长度	地址	读写	命令	校验
0xab 0xcd	0x04	0xff	0x01	0x37	CHECKSUM-8

默认示例： ab cd 04 ff 01 37 b3

### 2.3.2. 写 Pout (0~10V)

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xab 0xcd	0x05	0xff	0x00	0x37	Data	CHECKSUM-8

Data: 1 byte, 0~100 对应输出功率为 0~100%。

默认示例：设置输出功率为 10%： ab cd 05 ff 00 37 0a bd

2.3.3. 读内外控模式控制开关状态

帧头	长度	地址	读写	命令	校验
0xab 0xcd	0x04	0xff	0x01	0x3a	CHECKSUM-8

默认示例： ab cd 04 ff 01 3a b6

2.3.4. 写内外控模式控制开关状态

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xab 0xcd	0x05	0xff	0x00	0x3a	Data	CHECKSUM-8

Data: 1 byte, 0x55 外控, 0xAA 内控

默认示例：

- 设置为**内控**模式： ab cd 05 ff 00 3a aa 60
- 设置为**外控**模式： ab cd 05 ff 00 3a 55 0b

2.3.5. 读红光控制开关状态

帧头	长度	地址	读写	命令	校验
0xab 0xcd	0x04	0xff	0x01	0x3b	CHECKSUM-8

默认示例： ab cd 04 ff 01 3b b7

2.3.6. 写红光控制开关状态

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xab 0xcd	0x05	0xff	0x00	0x3b	Data	CHECKSUM-8

Data: 1 byte, 0x55 OFF, 0xAA ON

默认示例：

- 设置红光**开启**： ab cd 05 ff 00 3b aa 61
- 设置红光**关闭**： ab cd 05 ff 00 3b 55 0c

2.3.7. 读软件出光控制开关状态

帧头	长度	地址	读写	命令	校验
0xab 0xcd	0x04	0xff	0x01	0x3c	CHECKSUM-8

默认示例： ab cd 04 ff 01 3c b8

2.3.8. 写内控出光控制开关（START） 状态

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xab 0xcd	0x05	0xff	0x00	0x3d	Data	CHECKSUM-8

Data: 1 byte, 0x55 OFF, 0xAA ON

默认示例：

- 设置内控出光**关闭**： ab cd 05 ff 00 3d 55 0e
- 设置内控出光**开启**： ab cd 05 ff 00 3d aa 63

2.3.9. 读内控使能切换开关状态

帧头	长度	地址	读写	命令	校验
0xab 0xcd	0x04	0xff	0x01	0x3e	CHECKSUM-8

默认示例： ab cd 04 ff 01 3e ba

2.3.10. 写内控使能切换开关状态

帧头	长度	地址	读写	命令	数据	校验
0xab 0xcd	0x05	0xff	0x00	0x3e	Data	CHECKSUM-8

Data: 1 byte, 0x55 OFF, 0xAA ON

默认示例：

- 设置内控使能**关闭**： ab cd 05 ff 00 3e 55 0f
- 设置内控使能**开启**： ab cd 05 ff 00 3e aa 64

2.3.11. 读报警信息

帧头	长度	地址	读写	命令	校验
0xab 0xcd	0x04	0xff	0x01	0x80	CHECKSUM-8

默认示例： ab cd 04 ff 01 80 fc

2.3.12. 读激光器状态信息

帧头	长度	地址	读写	命令	校验
0xab 0xcd	0x04	0xff	0x01	0x87	CHECKSUM-8

默认示例： ab cd 04 ff 01 87 03

2.3.13. 读机器状态 2

帧头	长度	地址	读写	命令	校验
0xab 0xcd	0x04	0xff	0x01	0x9c	CHECKSUM-8

默认示例： ab cd 04 ff 01 9c 18

2.4. 激光器给上位机返回内容

2.4.1. 当前 Pout (0~10V)

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
0xef 0xef	0x04	0xff	0x37	Data	CHECKSUM-8

Data: 1 byte, 0~100 对应输出功率为 0~100%。

默认示例：输出功率为 10%： ef ef 04 ff 37 0a 22

2.4.2. 内外控模式控制开关状态

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
0xef 0xef	0x04	0xff	0x3a	Data	CHECKSUM-8

Data: 1 byte, 0x55 外控, 0xAA 内控

默认示例：

- 状态为**内控**模式： ef ef 04 ff 3a aa c5
- 状态为**外控**模式： ef ef 04 ff 3a 55 70

2.4.3. 红光控制开关状态

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
0xef 0xef	0x04	0xff	0x3b	Data	CHECKSUM-8

Data: 1 byte, 0x55 OFF, 0xAA ON

默认示例：

- 状态为红光**开启**： ef ef 04 ff 3b aa c6
- 状态为红光**关闭**： ef ef 04 ff 3b 55 71

2.4.4. 软件出光控制开关状态

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
0xef 0xef	0x04	0xff	0x3c	Data	CHECKSUM-8

Data: 1 byte, 0x55 OFF, 0xAA ON

默认示例：

- 软件出光控制为**开启**状态： ef ef 04 ff 3c aa c7
- 软件出光控制为**关闭**状态： ef ef 04 ff 3c 55 72

2.4.5. 内控出光控制开关（START） 状态

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
0xef 0xef	0x04	0xff	0x3d	Data	CHECKSUM-8

Data: 1 byte, 0x55 OFF, 0xAA ON

默认示例：

- 内控出光控制为**开启**状态： ef ef 04 ff 3d aa c8
- 内控出光控制为**关闭**状态： ef ef 04 ff 3d 55 73

2.4.6. 内控使能切换开关状态

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
0xef 0xef	0x04	0xff	0x3e	Data	CHECKSUM-8

Data: 1 byte, 0x55 OFF, 0xAA ON

默认示例：

- 内控使能切换开关为**开启**状态： ef ef 04 ff 3e aa c9
- 内控使能切换开关为**关闭**状态： ef ef 04 ff 3e 55 74

2.4.7. 报警信息

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
0xef 0xef	0x07	0xff	0x80	Data	CHECKSUM-8

Data: 4 bytes, 顺序为 Bit7-Bit0, Bit15-Bit8, Bit23-Bit16, Bit31-Bit24, 。各位具体定义如下, 0 正常, 1 报警

- Bit0: 过压告警
- Bit1: 欠压告警
- Bit2: 水流量告警
- Bit3: 急停告警
- Bit4: QBH 安装告警
- Bit5: QBH 温度告警
- Bit6: 电水冷板温度告警
- Bit7: 异常断电报警
- Bit8: 泵源电流告警（过流告警）
- Bit9: 泵源温度告警

- Bit10: PD\_SD1 告警
- Bit11: PD1 告警
- Bit12: 光模块温度告警(非致命)
- Bit13: 光模块湿度告警(非致命)
- Bit14: 红光电流告警(非致命)
- Bit15: 剥模器 1 温度告警
- Bit16: 剥模器 2 温度告警
- Bit17: 光水冷板温度 1 告警
- Bit18: 光水冷板温度 2 告警
- Bit19: 电模块温度告警(非致命)
- Bit20: 电模块湿度告警(非致命)
- Bit21: Power AC Alarm
- Bit22: Power DC Alarm
- Bit23: PD2 告警
- Bit24: 超强回光告警
- Bit25: 普通回光告警
- Bit26: 回光预警(非致命)
- Bit27: 合束器温度告警
- Bit28: FPGA 加载失败告警
- Bit29: FPGA 握手失败告警
- Bit30: 系统时钟失效(非致命)
- Bit31: 水冷板低温告警

默认示例：无报警信息： ef ef 07 ff 80 00 00 00 00 64

### 2.4.8. 激光器状态信息

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
0xef 0xef	0x05	0xff	0x87	Data	CHECKSUM-8

Data: 2 bytes，顺序为 Bit7-Bit0,Bit15-Bit8 。各位具体定义如下，

- Bit0: 内外控指示，0 外控，1 内控
- Bit1: 激光器出光指示，0 没出光，1 出光
- Bit2: 主电源启动指示，0 关闭，1 启动
- Bit3:
- Bit4:
- Bit5: 结露指示，0 正常，1 报警
- Bit6:
- Bit7:
- Bit8: 连续前向光锁机标志，0 未锁机，1 已锁机
- Bit9: 外控线 EN，0 低电平，1 高电平
- Bit10: 外控线调制 PWM，0 低电平，1 高电平
- Bit11: 外控线 0~10V，0 低电平，1 高电平
- Bit12: 外控线 Control，0 低电平，1 高电平
- Bit13: 连续 QBH 温度锁机标志，0 未锁机，1 已锁机

- Bit14: 连续回光锁机标志, 0 未锁机, 1 已锁机
- Bit15:

默认示例：刚启动时的默认反馈信息： ef ef 05 ff 87 45 00 ad ，（可以看出激光器状态为内控模式，没出光，主电源启动，结露正常，未锁机，外控 EN 低电平，外控调制 PWM 低电平，外控线 0~10V 低电平，外控线 Control 低电平，QBH 温度未报警，连续回光未锁机。）

### 2.4.9. 机器状态 2

帧头	长度	地址	命令	数据	校验
0xef 0xef	0x05	0xff	0x9c	Data	CHECKSUM-8

Data: 2 bytes，顺序为 Bit7-Bit0,Bit15-Bit8 。各位具体定义如下，

- Bit0:
- Bit1: SD 卡状态, 0 未连接, 1 已连接
- Bit2:
- Bit3: RTC 状态, 1 锁机, 0 正常 （有加密数据, RTC 时间不正确）
- Bit4: 互锁状态, 0 未连接, 1 已连接
- Bit5: 后气动门/互锁 2 状态, 0 未连接, 1 已连接
- .....
- Bit15:

默认示例：刚启动时的默认反馈信息： ef ef 05 ff 9c 12 00 90 ，（可以看出 SD 卡已连接，RTC状态正常，互锁状态已连接，互锁2状态未连接。）

## 3. 上位机对于焊缝跟踪协议

见《TCD1304 模块资料》

## 4. 上位机通信步骤

1. 主控板默认会间隔 1000 ms 发送一次时间反馈，格式见 2.2.9. 当前机器时间。
2. 首次串口链接成功后，等待时间反馈数据，接收后，判断为通讯正常，发送**一次**指令查询所有参数的值，格式见 2.1.15 读取所有参数状态，后续更新依赖于主控板主动上报。
3. 上位机定时 200 ms 查询激光器状况，格式见2.3.11. 读报警信息、2.3.12. 读激光器状态信息和 2.3.13. 读机器状态2。
4. 上位机在与激光器通讯正常后，发送**一次**指令查询内外控模式控制开关、红光控制开关和内控使能切换开关，格式见 2.3.3. 读内外控模式控制开关状态、2.3.5 读红光控制开关状态 和 2.3.9 读内控使能切换开关状态。
5. 上位机与主控板通讯异常判断依据：
  1. 3000 ms 内主控板未上报当前机器时间。
  2. 任意查询或控制指令没有返回。
  3. 当有任意串口反馈，格式正确解析的情况下，应该判断为与主控板通讯正常。
6. 上位机与激光器通讯异常判断依据：
  1. 任意与激光器相关的查询或控制指令没有返回。
  2. 当有串口反馈，格式正确解析的情况下，格式判断为主控板反馈信息（帧头为 fe fe ），而在 3000 ms 内没有激光器反馈信息（帧头为 ef ef ），判断为通讯异常。

3. 当有任意串口反馈，格式正确解析的情况下，格式判断为激光器反馈信息（帧头为 ef ef），应该判断为与激光器通讯正常。