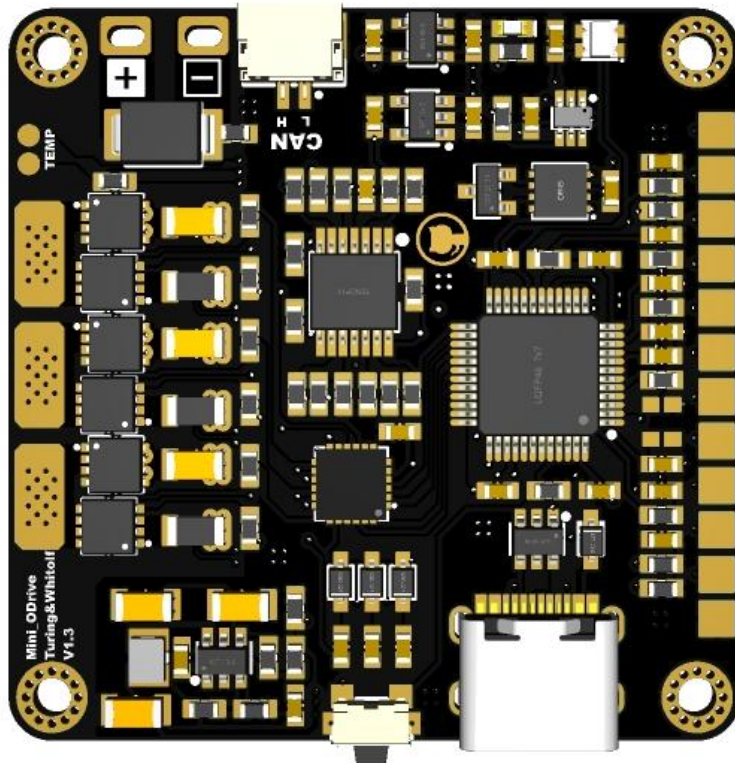


Mini_ODrive_AT32F435

1、简介

主控使用 AT32F435, 24Khz 电流环+8Khz 速度位置环, 支持有感无感, 有感支持 MT6816, MT6825, MT6835、AS5047P 的 SPI 模式。

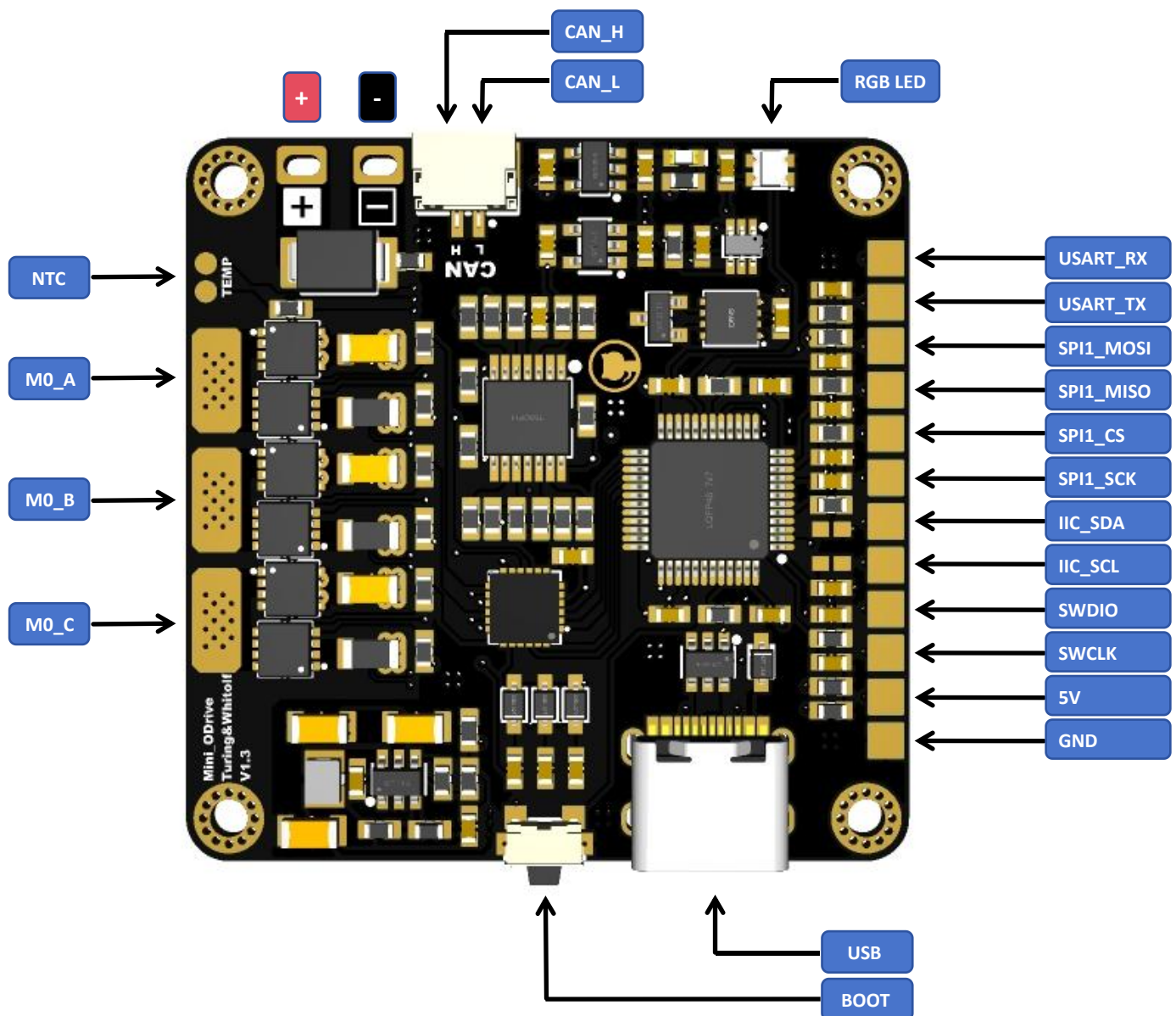


2、性能参数

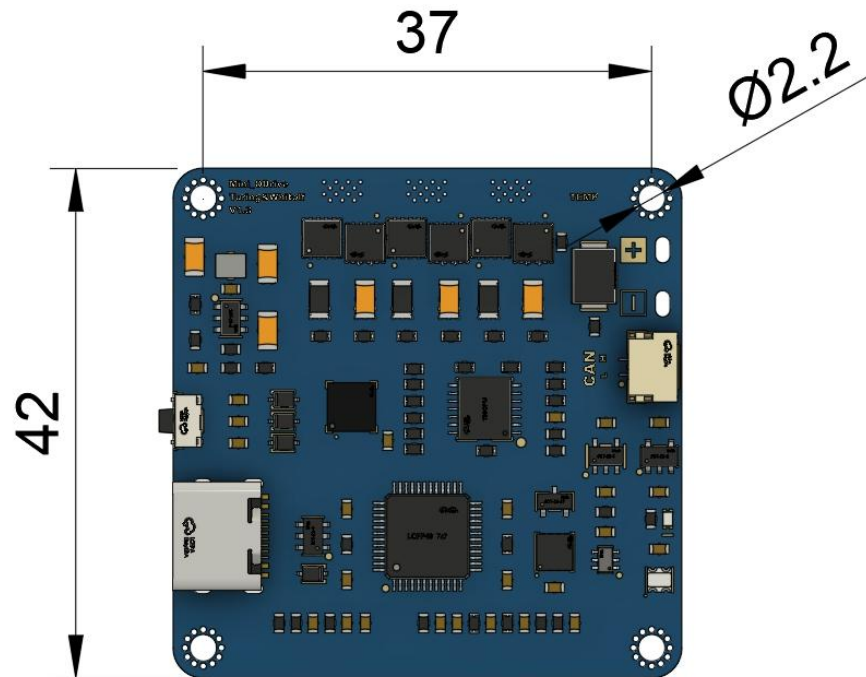
- 电压输入：8-24V （2S-8S）
- 温度：-10-85℃
- 峰值电功率：240W
- 控制速率：速度位置环 8KHZ，电流环 24KHZ PWM
- 开关速率：24kHz 288 MHz
- 32 位 AT32F435 微处理器

- 峰值相电流：12A
- 最大电角速度：120000 ERPM
- 尺寸：42*42mm
- 通信：1Mbps CAN 或 115200bps UART

3、接口定义



4、外形尺寸



5、CAN 协议

- ODrive CAN Simple 协议使用标准的 11 位消息标识符 (ID) 。

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
node_id						cmd_id				

- **node_id**: 用户为 ODrive 设置的节点 ID。
- **cmd_id**: 命令 ID, 用于标识消息类型。所有可用命令都列在下文中。

`node_id = 0` # 必须与上位机设置的 `CAN_ID` 相同

`cmd_id = 0x01` # 命令 ID, 下文中有

`message_id = (node_id << 5 | cmd_id)` //最终需要发送的 ID

- 前缀为 Set_ 的消息 是主机可以发送到 ODrive 的消息。
- 前缀为 Get_ 的消息是 ODrive 可以发送到主机的消息。这些消息可以作为 can 心跳 启用，也可以由 master 主动请求。如用户需要主动请求消息，主设备发送消息时需要设置 RTR 位的消息（远程帧），ODrive 使用相同的 ID 和相应的有效负载进行响应。
- 所有值都以 little endian （又名 Intel 格式，又名最低有效字节在前）编码，小端序模式。
- 浮点数使用标准 IEEE 754 浮点格式进行编码。

CAN 报文

CMD ID	消息名称	方向	内容
0x000	Get_Version	ODrive → Host	Protocol_Version Hw_Version_Major Hw_Version_Minor Hw_Version_Variant Fw_Version_Major Fw_Version_Minor Fw_Version_Revisio n Fw_Version_Unrelea

CMD ID	消息名称	方向	内容
			sed
0x001	Heartbeat	ODrive → Host	Axis_Error Axis_State System_Error Traj_Down_Flags
0x002	Estop	Host → ODrive	
0x003	Get_Error	ODrive → Host	Axis.Error_
0x004	RxSdo	Host → ODrive	Opcode Endpoint_ID Reserved Value
0x005	TxSdo	ODrive → Host	Reserved0 Endpoint_ID Reserved1 Value
0x006	Set_Node_ID	Host → ODrive	Node_ID
0x007	Set_Axis_State	Host → ODrive	Axis_Requested_Sta

CMD ID	消息名称	方向	内容
			te
0x009	Get_Encoder_Estimates	ODrive → Host	Pos_Estimate Vel_Estimate
0x00b	Set_Controller_Mode	Host → ODrive	Control_Mode Input_Mode
0x00c	Set_Input_Pos	Host → ODrive	Input_Pos Vel_FF Torque_FF
0x00d	Set_Input_Vel	Host → ODrive	Input_Vel Input_Torque_FF
0x00e	Set_Input_Torque	Host → ODrive	Input_Torque
0x00f	Set_Limits	Host → ODrive	Velocity_Limit Current_Limit
0x011	Set_Traj_Vel_Limit	Host → ODrive	Traj_Vel_Limit
0x012	Set_Traj_Accel_Limits	Host → ODrive	Traj_Accel_Limit Traj_Decel_Limit

CMD ID	消息名称	方向	内容
0x013	Set_Traj_Inertia	Host → ODrive	Traj_Inertia
0x014	Get_Iq	ODrive → Host	Iq_Setpoint Iq_Measured
0x015	Get_Temperature	ODrive → Host	FET_Temperature Motor_Temperature
0x016	Reboot	Host → ODrive	Action
0x017	Get_Bus_Voltage_ Current	ODrive → Host	Bus_Voltage Bus_Current
0x018	Clear_Errors	Host → ODrive	Identify
0x019	Set_Absolute_Pos ition	Host → ODrive	Position
0x01a	Set_Pos_Gain	Host → ODrive	Pos_Gain
0x01b	Set_Vel_Gains	Host → ODrive	Vel_Gain Vel_Integrator_Gain
0x01c	Get_Torques	ODrive → Host	Torque_Target Torque_Estimate

CMD ID	消息名称	方向	内容
0x01d	Get_Powers	ODrive → Host	Electrical_Power Mechanical_Power

CAN 心跳消息

可以将 ODrive 配置为在没有请求的情况下定期发送一些消息。这是通过在上位机中设置所需的发送间隔来完成的。

设置单位为 ms，设置为 0 则表示禁用心跳。

消息	配置 (.axis.config.can.[...])	默认值
Heartbeat	heartbeat_msg_rate_ms	100 ms
Get_Encoder_Estimates	encoder_msg_rate_ms	10 ms
Get_Iq	iq_msg_rate_ms	关闭
Get_Error	error_msg_rate_ms	关闭
Get_Temperature	temperature_msg_rate_ms	关闭
Get_Bus_Voltage_Current	bus_voltage_msg_rate_ms	关闭
Get_Torques	torques_msg_rate_ms	关闭

看门狗

ODrive 的看门狗定时器可用作安全功能，在 CAN 通信中断时释放电机。

看门狗会通过每条 Set_Input_Pos、Set_Input_Vel 和 Set_Input_Torque 消息以及通过 Set_Axis_State 进入闭环模式时重置。

消息

Get_Version

- 命令：0x00
- 方向：ODrive → Host
- 帧类型：远程帧

起始字节	名称	类型	描述
0	Protocol_Version	uint8	恒定为 1
1	Hw_Version_Major	uint8	硬件版本信息
2	Hw_Version_Minor	uint8	硬件版本信息
3	Hw_Version_Variant	uint8	硬件版本信息
4	Fw_Version_Major	uint8	软件版本信息
5	Fw_Version_Minor	uint8	软件版本信息
6	Fw_Version_Revision	uint8	软件版本信息
7	Fw_Version_Unreleased	uint8	恒定为 1

Heartbeat

- 命令: 0x01
- 方向: ODrive → Host

起始字节	名称	类型	描述
0	Axis_Error	uint32	Axis 错误信息
4	Axis_State	uint8	系统状态
6	System_Error	uint8	系统错误
7	Trajectory_Done_Flag	uint8	梯形补偿标志

Axis_State 枚举如下:

```
enum AxisState {  
  
    AXIS_STATE_UNDEFINED = 0,  
  
    AXIS_STATE_IDLE = 1,    //释放电机  
  
    AXIS_STATE_STARTUP_SEQUENCE = 2,  
  
    AXIS_STATE_FULL_CALIBRATION_SEQUENCE = 3,    //完整参数校准  
  
    AXIS_STATE_MOTOR_CALIBRATION = 4,    //电机校准  
  
    AXIS_STATE_ENCODER_INDEX_SEARCH = 6,  
  
    AXIS_STATE_ENCODER_OFFSET_CALIBRATION = 7,    //编码器校准  
  
    AXIS_STATE_CLOSED_LOOP_CONTROL = 8,    //闭环模式  
  
    AXIS_STATE_LOCKIN_SPIN = 9,  
  
    AXIS_STATE_ENCODER_DIR_FIND = 10,  
  
    AXIS_STATE_MOTOR_CALIBRATION_FLUX = 11,
```

```
};
```

Estop

- 命令: 0x02
- 方向: ODrive → Host
- 载荷部分为空
- 发送后直接停机

Get_Error

- 命令: 0x03
- 方向: ODrive → Host
- 帧类型: 远程帧

起始字节	名称	类型	描述
0	Axis_Errors	uint32	axis 的错误代码

RxSdo

- 命令: 0x04
- 方向: Host → ODrive

起始字节	名称	类型	描述
节			

起始字节	名称	类型	描述
0	Opcode	uint8	0: 读参数, 1: 写参数
1	Endpoint_ID	uint16	从 flat_endpoints.json 读取的 Endpoint_ID
3	Reserved	uint8	预留, 随意
4	Value	uint32	转换为 uint32 的值

由主机发送用于对 ODrive 读取或写入任意参数。

TxSdo

- 命令: 0x05
- 方向: ODrive → Host

起始字节	名称	类型	描述
0	Reserved0	uint8	预留
1	Endpoint_ID	uint16	从 flat_endpoints.json 读取的 Endpoint_ID
3	Reserved1	uint8	硬件版本信息

起始字节	名称	类型	描述
4	Value	uint32	读取到的值

由 ODrive 发送，以响应 Opcode=READ 的 RxSdo。

Set_Node_ID

- 命令：0x06
- 方向：Host → ODrive

起始字节	名称	类型	描述
0	CAN_ID	uint32	设置 CAN 节点 ID

Set_Axis_State

- 命令：0x07
- 方向：Host → ODrive

起始字节	名称	类型	描述
0	Axis_Requested_State	uint32	设置闭环状态

Axis_State 枚举如下：

```
enum AxisState {  
    AXIS_STATE_UNDEFINED = 0,
```

```
    AXIS_STATE_IDLE = 1,    //释放电机

    AXIS_STATE_STARTUP_SEQUENCE = 2,

    AXIS_STATE_FULL_CALIBRATION_SEQUENCE = 3,    //完整参数校准

    AXIS_STATE_MOTOR_CALIBRATION = 4,    //电机校准

    AXIS_STATE_ENCODER_INDEX_SEARCH = 6,

    AXIS_STATE_ENCODER_OFFSET_CALIBRATION = 7,    //编码器校准

    AXIS_STATE_CLOSED_LOOP_CONTROL = 8,    //闭环模式

    AXIS_STATE_LOCKIN_SPIN = 9,

    AXIS_STATE_ENCODER_DIR_FIND = 10,

    AXIS_STATE_MOTOR_CALIBRATION_FLUX = 11,

};
```

Get_Encoder_Estimates

- 命令：0x09
- 方向：ODrive → Host
- 帧类型：远程帧

起始字节	名称	类型	单位	描述
0	Pos_Estimate	float32	转	电机当前位置
1	Vel_Estimate	float32	转/s	电机当前速度

此消息默认直接从 CAN 心跳发送

Set_Controller_Mode

- 命令：0x0b
- 方向：Host → ODrive

起始字节	名称	类型	描述
0	Control_Mode	uint32	控制模式
4	Input_Mode	uint32	输入模式

Control_Mode 枚举如下：

```
enum ControlMode {  
  
    CONTROL_MODE_VOLTAGE_CONTROL = 0,  
  
    CONTROL_MODE_TORQUE_CONTROL = 1,    //力矩控制  
  
    CONTROL_MODE_VELOCITY_CONTROL = 2,    //速度控制  
  
    CONTROL_MODE_POSITION_CONTROL = 3,    //位置控制  
  
};
```

Input_Mode 枚举如下：

```
enum InputMode {  
  
    INPUT_MODE_INACTIVE = 0,  
  
    INPUT_MODE_PASSTHROUGH = 1,    //直接输入  
  
    INPUT_MODE_VEL_RAMP = 2,    //速度斜率  
  
    INPUT_MODE_POS_FILTER = 3,    //位置滤波  
  
    INPUT_MODE_TRAP_TRAJ = 5,    //梯形位置  
  
    INPUT_MODE_TORQUE_RAMP = 6,    //力矩斜率  
  
    INPUT_MODE_TUNING = 7,  
  
};
```

Set_Input_Pos

- 命令: 0x0c
- 方向: Host → ODrive

起始字节	名称	类型	单位	描述
0	Input_Pos	float32	转	目标位置
4	Vel_FF	uint16	0.001 转/s	速度前馈, 默认为 0
6	Torque_FF	uint16	0.001 Nm	力矩前馈, 默认为 0

注意: 前馈不等于速度、力矩限制, 两个概念, 不懂前馈就别管!!!

Set_Input_Vel

- 命令: 0x0d
- 方向: Host → ODrive

起始字节	名称	类型	单位	描述
0	Input_Vel	float32	转/s	目标速度
4	Input_Torque_FF	float32	Nm	力矩前馈

Set_Input_Torque

- 命令: 0x0e

- 方向: Host → ODrive

起始字节	名称	类型	单位	描述
0	Input_Torque	float32	Nm	目标力矩

Set_Limits

- 命令: 0x0f
- 方向: Host → ODrive

起始字节	名称	类型	单位	描述
0	Velocity_Limit	float32	转/s	速度限制
4	Current_Limit	float32	A	电流限制

Set_Traj_Vel_Limit

- 命令: 0x11
- 方向: Host → ODrive

起始字节	名称	类型	单位	描述
0	Traj_Vel_Limit	float32	转/s	梯形位置下的恒定速度

Set_Traj_Accel_Limits

- 命令: 0x12
- 方向: Host → ODrive

起始字节	名称	类型	单位	描述
0	Traj_Accel_Limit	float32	转/s^2	梯形位置下的加速度
4	Traj_Decel_Limit	float32	转/s^2	梯形位置下的减速度

Set_Traj_Inertia

- 命令: 0x13
- 方向: Host → ODrive

起始字节	名称	类型	单位	描述
0	Traj_Inertia	float32	Nm/(转/s^2)	前馈系数

Get_Iq

- 命令: 0x14
- 方向: ODrive → Host
- 帧类型: 远程帧

起始字节	名称	类型	单位	描述
0	Iq_Setpoint	float32	A	目标 Iq 电流

起始字节	名称	类型	单位	描述
4	Iq_Measured	float32	A	实际 Iq 电流

Get_Temperature

- 命令：0x15
- 方向：ODrive → Host
- 帧类型：远程帧

起始字节	名称	类型	单位	描述
0	FET_Temperature	float32	摄氏度	PCB 温度
4	Motor_Temperature	float32	摄氏度	电机温度

Reboot

- 命令：0x16
- 方向：ODrive → Host
- 帧类型：远程帧

起始字节	名称	类型	描述
0	Action	uint8	0:正常重启 1: 保存配置

起始字节	名称	类型	描述
			2: 恢复出厂设置 3: 进入 DFU 模式

Get_Bus_Voltage_Current

- 命令: 0x17
- 方向: ODrive → Host
- 帧类型: 远程帧

起始字节	名称	类型	单位	描述
0	Bus_Voltage	float32	V	母线电压
4	Bus_Current	float32	A	母线电流

Clear_Errors

- 命令: 0x18
- 方向: Host → ODrive

起始字节	名称	类型	描述
0	空	空	空

Set_Absolute_Position

- 命令: 0x19
- 方向: Host → ODrive

起始字节	名称	类型	单位	描述
0	Position	float32	转	要设置的绝对目标位置

Set_Pos_Gain

- 命令: 0x1a
- 方向: Host → ODrive

起始字节	名称	类型	描述
0	Pos_Gain	float32	位置环增益 P

Set_Vel_Gains

- 命令: 0x1b
- 方向: Host → ODrive

起始字节	名称	类型	描述
0	Vel_Gain	float32	速度环增益 P

起始字节	名称	类型	描述
4	Vel_Integrator_Gain	float32	速度环积分 I

Get_Torque

- 命令: 0x1c
- 方向: ODrive → Host
- 帧类型: 远程帧

起始字节	名称	类型	Unit	描述
0	Torque_Target	float32	Nm	力矩目标值
4	Torque_Estimate	float32	Nm	力矩估计值

Get_Powers

- 命令: 0x1d
- 方向: ODrive → Host
- 帧类型: 远程帧

起始 字节	名称	类型	单 位	描述
0	Electrical_Power	float32	W	电机机械功率 (扭矩*转速)

起始 字节	名称	类型	单 位	描述
4	Mechanical_Power	float32	W	电机电功率 (调制 * 电压 * 电流