

# T0P-L48K 功率放大器操作手册 (V1.0)



云南拓普特种电源科技有限公司

2019 年 12 月

目录

1. 简介 ..... 1

2. 组成说明 ..... 2

3. 工作环境 ..... 2

4. 输入输出接口说明 ..... 2

5. 技术参数 ..... 3

6 操作说明 ..... 4

6.1 控制面板简介 ..... 4

6.2 触摸屏操作界面及相关说明 ..... 5

6.3 面板简介 ..... 9

6.3.1 功放单元面板说明 ..... 9

6.3.2 供电单元面板说明 ..... 10

6.3.3 控制单元面板说明 ..... 11

6.3.4 阻抗匹配单元后面板接线说明 ..... 12

6.4 信号发生器操作说明 ..... 13

7 远程控制 ..... 13

8 操作注意事项 ..... 16

9 维护与保养注意事项 ..... 17

# TOP-L48K 功率放大器操作手册 (V1.0)

(使用前请仔细阅读本操作手册)

## 1. 简介

TOP-L48K功率放大器是一款宽频带大功率线性功率放大器，广泛运用于各种水声技术领域。TOP-L48K功率放大器也可以作为一款大功率高频正弦电源运用于电化学、无线供电等技术领域。TOP-L48K线性功率放大器-3dB的带宽为200Hz至100kHz，输出电压有效值最高达2400V。其连续输出功率为20kW，脉冲输出功率高达48kW。

TOP-L48K具有完善的保护功能，在发生输出过流、过温以及超频时均能实现自动保护和故障状态指示。

放大器输出有6个档位可调，方便匹配不同阻抗的负载。TOP-L48K采用5英寸全彩触摸屏控制，具有简洁的人机操作界面，如下图1所示。



图1 TOP-L48K功率放大器

## 2. 组成说明

T0P-L48K功率放大器主要由四个12kW大功率宽带线性放大单元、一个控制电路以及两个供电单元以及一个阻抗匹配单元组成。

## 3. 工作环境

T0P-L48K功率放大器使用环境应保持空气流通，工作温度范围0~40℃，湿度不大于90%RH。

## 4. 输入输出接口说明

T0P-L48K功率放大器采用两个交流380V供电，信号输入和采用输出采用BNC插座。

- a) 功放供电采用380V/50-60Hz 16A交流供电，供电功率最大约2\*50kW。
- b) 功放输出接口采用具有3000Vrms绝缘的60A专用接线柱输出。
- c) 功放的监测输出口分别用于监测设备的输出电压和电流。
- d) 功放配有远程/本地选择开关，可以通过开关切换实现远程/本地控制操作，方便的实现远程控制，通过485通信接口远程获取功放的输出电压、输出电流、故障状况等信息。

两种模式互不兼容，如采用远程控制模式后，本地模式将失效。

5. 技术参数

表 1 电气及机械特性

|              | 测试条件                                            | 最小                 | 典型   | 最大    | 单位         |
|--------------|-------------------------------------------------|--------------------|------|-------|------------|
| 输出功率         | 连续                                              |                    |      | 24000 | VA         |
|              | 脉冲(占空比 $\leq 2/10$ , 持续时间 $\leq 100\text{ms}$ ) |                    |      | 48000 | VA         |
| 频率范围 (-3dB)  |                                                 | 0.2                |      | 100   | kHz        |
| 谐波失真         | 输出功率 10000VA                                    |                    |      | 2%    |            |
| 输入信号幅度       | 注 1                                             |                    |      | 2     | Vrms       |
| 输入阻抗         |                                                 |                    | 1    |       | K $\Omega$ |
| 输出延迟时间       |                                                 |                    | 1.5  |       | us         |
| 电压监测输出       |                                                 | 1Vrms/1000Vrms     |      |       |            |
| 电流监测输出       |                                                 | 1Vrms/40Arms       |      |       |            |
| 远程 485 通讯波特率 |                                                 |                    | 9600 |       | Bps        |
| 保护           | 注 2                                             | 输出过流、过温、超频、通信故障    |      |       |            |
| 尺寸           |                                                 | 600*800*1900 (含脚轮) |      |       | mm         |
| 重量           |                                                 | 约 520              |      |       | Kg         |

注 1：输入信号的有效值严禁超过 2V，可根据实际使用在 2V 以内做适当调整。

注 2：功放严禁超频使用，频率上限不超 100kHz，频率下限不超 200Hz。

表 2 输出电压及负载阻抗特性

|        | 测试条件       | 1 档 | 2 档 | 3 档  | 4 档  | 5 档  | 6 档  | 单位       |
|--------|------------|-----|-----|------|------|------|------|----------|
| 最大输出电压 | 额定负载       | 400 | 600 | 800  | 1200 | 1600 | 2400 | Vrms     |
| 最小输出阻抗 | 20000VA 连续 | 8   | 18  | 32   | 72   | 128  | 288  | $\Omega$ |
|        | 45000VA 脉冲 | 4   | 8   | 14.5 | 32   | 57   | 128  | $\Omega$ |

注：在实际使用时应严格按照最大输出电压及最小输出阻抗特性表，严禁超量程使用。

6 操作说明

6.1 控制面板简介

T0P-L48K功率放大器前操作面板包括了人机界面、信号发生器、信号输入插座、信号输出插座、监测输出插座、485通信插座、远程/本地选择开关等组成，具体见下图2所示。



图2 T0P-L48K功率放大器前面板

|               |                   |
|---------------|-------------------|
| VOL———电压监听输出  | CURRENT———电流监听输出  |
| COM———485远程通信 | LOC/REM———本地/远程选择 |
| OUT———信号输出    | IN———信号输入         |

T0P-L48K功率放大器主要操作均通过人机界面完成，其中人机界面的功能有：

- a) 功放输出档位选择、不同档位对应的最大输出电压以及最小阻抗显示；
- b) 不同档位对应的最大输出电压和最小阻抗显示；
- c) 故障灯显示说明：
  - OC—过电流故障
  - OT—过温故障
  - OF—超频率故障

## PW1-PW6—电源状态指示

- d) 输出电压有效值显示
- e) 输出电流有效值显示
- f) 运行/暂停控制
- g) 远程/本地控制模式显示

注意：如故障指示灯点亮或闪烁或是蜂鸣器报警，请检查信号输入、档位开关设置、负载连接等状况，确认正常后方可再次开机使用。

## 6.2 触摸屏操作界面及相关说明

点击启动后，进入操作界面，如下图所示：



图 4 界面 2

各按钮及指示灯说明示意如下图所示：



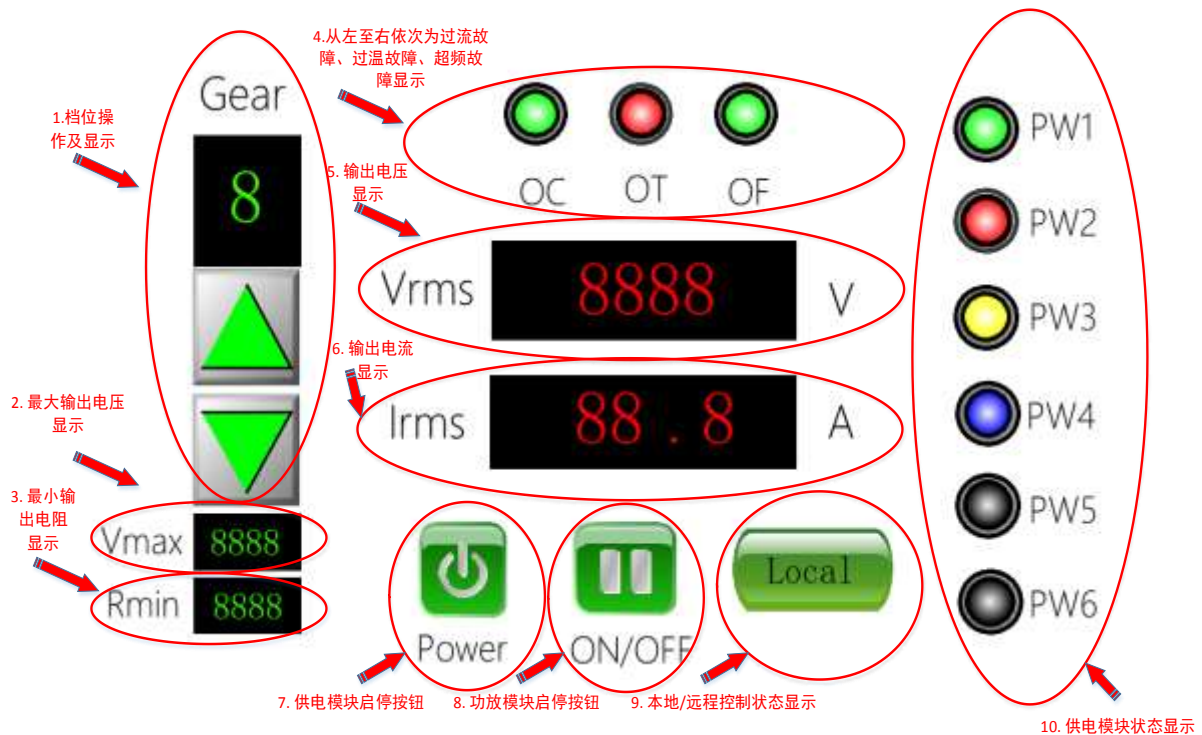


图 5 按钮及指示灯说明

具体说明如下：

- 1) 档位操作及显示：** 档位变化范围为 0 档-6 档，0 档至 6 档对应的最大输出电压  $V_{max}$  依次为 0V，400V，600V，800V，1200V，1600V，2400V，最大输出电流  $I_{max}$  依次为 0A，100A，77A，58A，39A，29A，20A，最小输出电阻依次为  $9999\ \Omega$ ， $4\ \Omega$ ， $8\ \Omega$ ， $14\ \Omega$ ， $31\ \Omega$ ， $56\ \Omega$ ， $120\ \Omega$ 。档位的切换时序如下：档位变化后，1s 时档位回 0，2.5s 时档位切换至所调值。
- 2) 最大输出电压显示：** 显示各档位下对应的  $V_{max}$ ，分辨率为 1V。
- 3) 最小输出电阻显示：** 显示各档位对应下的  $R_{min}$ ，分辨率为  $1\ \Omega$ 。
- 4) 过流故障，过温故障，超频故障显示：** 当出现过流故障 OC，过温故障 OT，超频故障 OF 时，对应的指示灯变为红色，正常时指示灯为绿色。各故障的触发条件如下：①输出电流超过档位对应电流值  $I_{max}$  时，或供电模块输出电流超过 87A 时，触发 OC 故障，蜂鸣器响，供电模块及



功放均关闭。故障消失后，OC 指示灯仍保持红色，蜂鸣器响，供电模块及功放模块不重启。②当温度超过  $60^{\circ}\text{C}$  时，触发 OT 故障，蜂鸣器响，供电模块及功放均关闭。10s 后，系统再次判断是否存在 OT 故障，若故障消失，则 OT 指示灯恢复绿色，蜂鸣器关闭，供电模块及功放重启。③频率超过 12kHz 时，触发 OF 故障。蜂鸣器响，供电模块及功放均关闭。10s 后，系统再次判断是否存在 OF 故障，若故障消失，则 OF 指示灯恢复绿色，蜂鸣器关闭，供电模块及功放重启。

5) 输出电压显示：实时显示输出电压  $V_{\text{rms}}$ ，分辨率为 1V。

6) 输出电流显示：实时显示输出电流  $I_{\text{rms}}$ ，分辨率为 0.1A。

7) 供电模块启停按钮：上认为关闭状态，红色。点击后供电模块启动，绿色。



图 6 供电模块启停按钮

8) 功放模块启停按钮：默认关闭状态，红色，点击后功放模块启动，绿色。



图 7 功放模块启停按钮

9) 本地/远程控制状态显示：本地控制状态时，绿色，远程控制状态时，红色。远程控制状态时，功放模块启停及档位切换由远程控制完成，系统不响应触摸屏相应操作，仅显示远程档位控制值及功放模块当前启停状态。



图 8 本地/远程控制状态显示

- 10) 供电模块状态显示:** PW1-PW6 指示灯分别显示供电模块 1-6 的当前状态。指示灯不同颜色代表了供电模块的不同状态——正常状态为绿色, 供电模块故障为红色, 供电模块保护为黄色, 供电模块通信异常为蓝色, 供电模块输出限功率为黑色。①当 6 个供电模块中至少一个出现模块故障或模块保护时, 供电模块及功放均关闭。故障消失后供电模块及功放不能重启。②当 6 个供电模块中至少一个出现输出限功率时, 同时触发过流故障 OC, 蜂鸣器响, 供电模块及功放均关闭。故障消失后供电模块及功放不能重启。③当 1-3 号供电模块或 4-6 号供电模块中出现多于 1 个的通信异常时, 蜂鸣器响, 供电模块及功放均关闭。故障消失后供电模块及功放不能重启。当 1-3 号供电模块或 4-6 号供电模块中出现 1 个通信异常时, 最大输出电流值降为额定值的 60%。

## 操作时序及注意事项

### 注意事项:

\*\*\*无故障, 功放关闭状态时, 才能响应供电模块启停及档位切换操作。

\*\*\*供电模块启动 5s 后, 无故障, 才能响应功放启停操作。

### 上电时序:

1. 点击 Power 按钮(红色停止/绿色运行), 启动供电。
2. 切换档位至所需值。
3. 点击 ON/OFF 按钮(红色停止/绿色运行), 启动功放。

### 档位切换时序:

1. 点击 ON/OFF 按钮(红色停止/绿色运行)关闭功放。

2. 切换档位值所需值。

2. 待档位切换完成后，点击 ON/OFF 按钮(红色停止/绿色运行)启动功放。

断电时序：

1. 点击 ON/OFF 按钮关闭功放(红色停止/绿色运行)。

2. 点击 Power 按钮关闭供电(红色停止/绿色运行)。

## 6.3 面板简介

### 6.3.1 功放单元面板说明



图 9 功放单元正面图

说明：功放过温时指示等点亮



图 10 功放单元背面图

说明:

功放输出: 黑色端子----公共端

绿色端子----最大 400V 输出

红色端子----最大 600V 输出

156V 供电: 黑色----负极 红色----正极

AC380V: 交流 380V 输入插座

控制: 功放控制信号以及温度检测插座

### 6.3.2 供电单元面板说明



图 11 供电单元正面图



图 12 供电单元背面图

### 6.3.3 控制单元面板说明



图 13 控制单元前面板

**说明：**触摸屏用于功放的本地控制，信号发生器用于生成所需模拟控制信号。本地/远程开关用于本地/远程选择。

电压检测口为输出电压检测口，1V 对应 1000V 输出

电流检测口为输出电流检测口，1V 对应 40A 输出

信号输出口为功放的模拟量控制输入口，最大输入电压有效值为 2Vrms

控制信号输出和信号输出口内部直接连通，可用于同步驱动其它功放设备

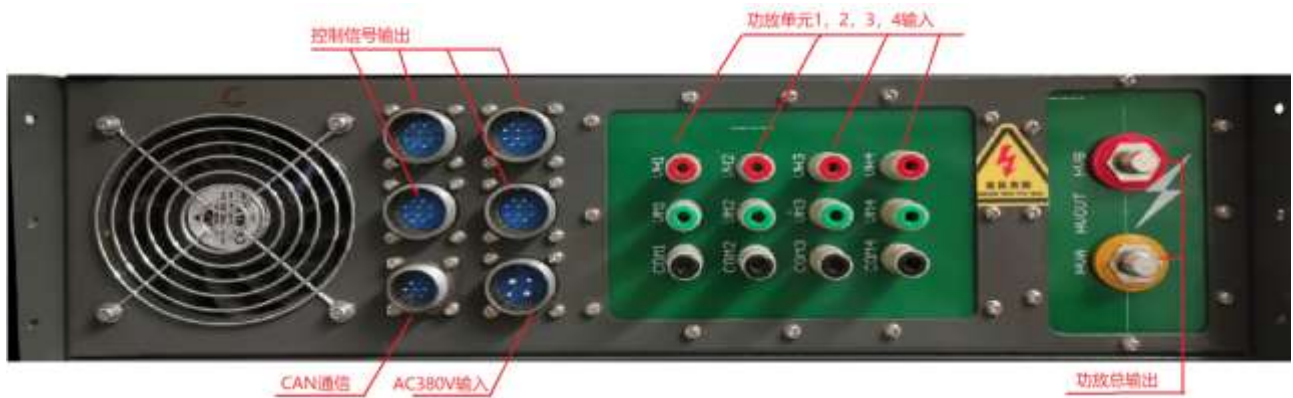


图 14 控制单元背面板

控制信号输出和四个功放单元的控制插座连接，用于输出控制和温度采集；

CAN 通信和两个供电单元的 CAN 通信插座连接，用于控制两个供电单元的通信控制

功放 1，2，3，4 输入分别和四个功放单元的输出连接

功放总输出是将四个功放单元根据挡位设置组合后的总输出，用于和负载连接。

### 6.3.3 阻抗匹配单元后面板接线说明



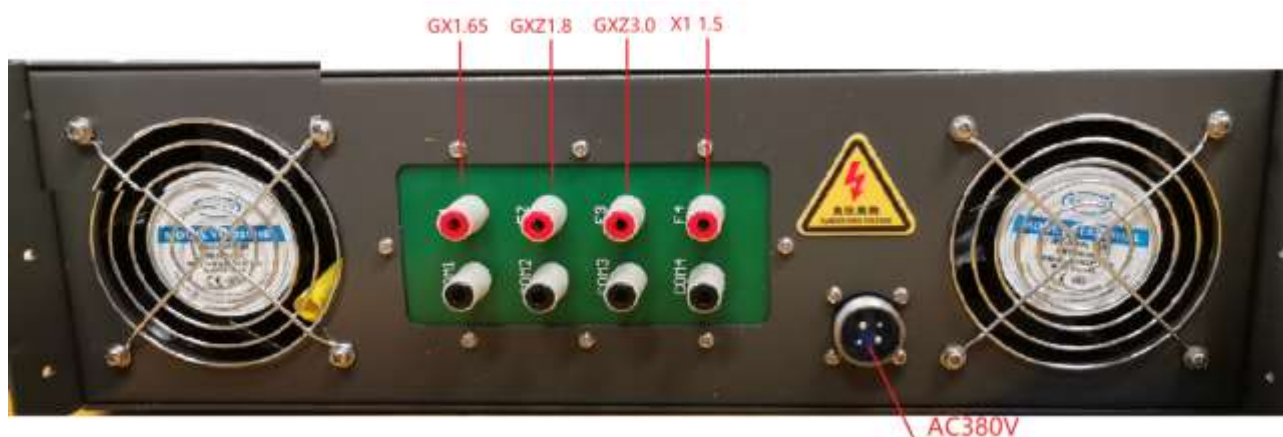


图 15 阻抗匹配单元背面板

GX1.65 用于和 GXZ1 子阵或是 GXZ2 子阵的 XXkHz 频率点的阻抗匹配；

GXZ1.8 用于和 GXZ1 子阵或是 GXZ2 子阵的 XXkHz 频率点的阻抗匹配；

GXZ3.0 用于和 GXZ1 子阵或是 GXZ2 子阵的 XXkHz 频率点的阻抗匹配；

X1 1.5 用于和 X1 子阵的 XXkHz 频率点的阻抗匹配；

## 6.4 信号发生器操作说明

参见 FY6200 用户手册。

## 7 远程控制

TOP-L48K功率放大器具备远程控制功能，将本地/远程开关切换至远程模式后即可通过485通信总线实现设备的远程控制。485通讯波特率为9600Bps。

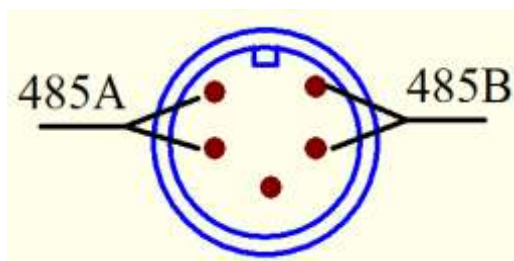


图 16 485 接口定义



TOP-L48K功率放大器远程485通信的通信协议如下：

发送及接收的帧结构及内容如下：

|     | 头码    | 地址    | 命令                                               | 参数                        | 校验和                             |
|-----|-------|-------|--------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| 字节数 | 1Byte | 1Byte | 1Byte                                            | 发送均为 2Byte, 接收依据字节数命令类型而定 | 1Byte                           |
| 内容  | 0xEE  | 0x11  | 0x16：档位<br>0x15：功放启停<br>0x12：参数查询<br>0x14：故障状态查询 |                           | (头码 + 地址 + 命令 + 参数)<br>&&0x00FF |

### 远程挡位指令

| 头码    | 地址    | 命令    | 参数 1  | 参数 2  | 校验和   | 说明   |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte |      |
| 0xEE  | 0x11  | 0x16  | 0x00  | 0x00  | 0x27  | 挡位 0 |
|       |       |       | 0x 11 | 0x00  | 0x38  | 挡位 1 |
|       |       |       | 0x 22 | 0x00  | 0x49  | 挡位 2 |
|       |       |       | 0x 33 | 0x00  | 0x5A  | 挡位 3 |
|       |       |       | 0x 44 | 0x00  | 0x6B  | 挡位 4 |
|       |       |       | 0x 55 | 0x00  | 0x7C  | 挡位 5 |
|       |       |       | 0x 66 | 0x00  | 0x8D  | 挡位 6 |

### 命令回复数据

| 头码    | 地址    | 命令    | 参数 1  | 参数 2  | 校验和   | 说明   |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte |      |
| 0xEE  | 0x11  | 0x16  | 0x00  | 0x00  | 0x27  | 挡位 0 |
|       |       |       | 0x 11 | 0x00  | 0x38  | 挡位 1 |
|       |       |       | 0x 22 | 0x00  | 0x49  | 挡位 2 |
|       |       |       | 0x 33 | 0x00  | 0x5A  | 挡位 3 |
|       |       |       | 0x 44 | 0x00  | 0x6B  | 挡位 4 |
|       |       |       | 0x 55 | 0x00  | 0x7C  | 挡位 5 |
|       |       |       | 0x 66 | 0x00  | 0x8D  | 挡位 6 |

### 远程功放启停指令

| 头码    | 地址    | 命令    | 参数 1  | 参数 2  | 校验和   | 说明 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte |    |
| 0xEE  | 0x11  | 0x15  | 0x88  | 0x00  | 0xAE  | 启动 |
|       |       |       | 0x11  | 0x00  | 0x37  | 停止 |

### 功放启停指令回复

| 头码    | 地址    | 命令    | 参数 1  | 参数 2  | 校验和   | 说明 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte |    |
| 0xEE  | 0x11  | 0x15  | 0x88  | 0x00  | 0xAE  | 启动 |
|       |       |       | 0x11  | 0x00  | 0x37  | 停止 |

### 远程参数查询指令

| 头码    | 地址    | 命令    | 参数    | 参数 2  | 校验和   | 说明 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte |    |
| 0xEE  | 0x11  | 0x12  | 0x00  | 0x00  | 0x23  |    |

### 参数查询指令回复

| 头码     | 地址    | 命令    | 参数      | 参数 2    | 参数 3    | 参数 4    |
|--------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|
| 1Byte  | 1Byte | 1Byte | 1Byte   | 1Byte   | 1Byte   | 1Byte   |
| 0xEE   | 0x11  | 0x12  | 电压高 8 位 | 电压低 8 位 | 电流高 8 位 | 电流低 8 位 |
| 参数 5   | 校验和   |       |         |         |         |         |
| 1Byte  | 1Byte |       |         |         |         |         |
| 温度(保留) |       |       |         |         |         |         |

注：电压分辨率为 1V，电流分辨率为 0.1A

### 远程故障状态查询指令

| 头码    | 地址    | 命令    | 参数    | 参数 2  | 校验和   | 说明 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte |    |
| 0xEE  | 0x11  | 0x14  | 0x00  | 0x00  | 0x25  |    |

### 故障状态查询回复

| 头码    | 地址    | 命令    | 参数     | 参数 2   | 参数 3   | 参数 4   | 校验和   |
|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 1Byte | 1Byte | 1Byte | 1Byte  | 1Byte  | 1Byte  | 1Byte  | 1Byte |
| 0xEE  | 0x11  | 0x14  | 故障状态 1 | 故障状态 2 | 故障状态 3 | 故障状态 4 |       |

### 故障状态位说明

| 故障状态 1         |                                                                                 | 故障状态 2         |                                                                                 |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Bit7           | 0：正常<br>1：过流故障                                                                  | Bit7/Bit6/Bit5 | 000：电源 1 正常<br>001：电源 1 模块故障<br>010：电源 1 模块保护<br>011：电源 1 通信故障<br>100：电源 1 输出限流 |
| Bit6           | 0：正常<br>1：过温故障                                                                  | Bit4/Bit3/Bit2 | 000：电源 2 正常<br>001：电源 2 模块故障<br>010：电源 2 模块保护<br>011：电源 2 通信故障<br>100：电源 2 输出限流 |
| Bit5           | 0：正常<br>1：超频故障                                                                  | Bit1/0         | 保留（0）                                                                           |
| Bit4/3/2/1/0   | 保留（0）                                                                           |                |                                                                                 |
| 故障状态 3         |                                                                                 | 故障状态 4         |                                                                                 |
| Bit7/Bit6/Bit5 | 000：电源 3 正常<br>001：电源 3 模块故障<br>010：电源 3 模块保护<br>011：电源通信故障<br>100：电源 3 输出限流    | Bit7/Bit6/Bit5 | 000：电源 5 正常<br>001：电源 5 模块故障<br>010：电源 5 模块保护<br>011：电源 5 通信故障<br>100：电源 5 输出限流 |
| Bit4/Bit3/Bit2 | 000：电源 4 正常<br>001：电源 4 模块故障<br>010：电源 4 模块保护<br>011：电源 4 通信故障<br>100：电源 4 输出限流 | Bit4/Bit3/Bit2 | 000：电源 6 正常<br>001：电源 6 模块故障<br>010：电源 6 模块保护<br>011：电源 6 通信故障<br>100：电源 6 输出限流 |
| Bit1/0         | 保留（0）                                                                           | Bit1/0         | 保留（0）                                                                           |

## 8 操作注意事项

- a) TOP-L48K的频率范围200Hz~100kHz@-3dB，严禁超频使用！
- b) 功放高压输出端不能使用普通示波器进行观察。如确有必要，必须使用电池供电的隔离示波器并匹配高压探头。
- c) 故障指示灯点亮或闪烁，请检查信号输入、档位设置、负载连接等状况，确认正常后方可再次开机使用。
- d) 功放输出连接感性负载和容性负载（换能器）时建议做适当的阻抗匹配。在负载特性接近阻性负载时，功放的输出功率才能得到有效的体现。功放在连接感性负载时如果不做必要的阻抗匹配，可能会产生谐振现象。
- e) 输入信号幅值必须小于2V<sub>rms</sub>。为避免功放过载，使用时请将功放输入信号源的幅值从低到高逐步地增大，直到输出电压幅值满足需要。
- f) 根据使用需要选择适当的工作档位, 如档位选择过低，可能导致输出电压无法达到所需伏值。如档位选择过高，可能导致输出电压过高而损坏功放和负载设备、功放输出效率降低并且无法所需输出功率，因此选择适合的工作档位非常重要!!! 建议在输出电压能够满足负载需求的情况下，尽可能选择低档位运行。

## 9 维护与保养注意事项

- a) 请勿自行拆卸或维修。
- b) 严禁金属物件落入仪器。
- c) 请用同种规格的保险丝更换，更换时断开电源。
- d) 防止仪器遭受潮湿和雨水，不要堵塞仪器的通风口，避免湿、热、震动和多尘环境。

# TOP-L48K 功率放大器操作规程

1. 确认功放两路 380V 交流供电线路的连接正常，功放与换能器以及测试设备的连接正常；
2. 打开功放的两个电源开关（空气开关），点击触摸屏上的 POWER 按钮启动功放电源（红色停止，绿色运行）；
3. 将功放设置在适合挡位（各挡位的最大输出电压有效值以及最小阻抗在触摸屏左下方有显示），如果不能确定挡位，请先将档位先设置在 1 挡，测试过程中根据情况再提高档位；
4. 档位设置完成后点击运行按钮 (ON/OFF，红色停止，绿色运行)，使设备处于运行状态，如果中途需要调整档位，请先点击运行按钮 (ON/OFF)，使设备处于停止状态，提高挡位时请先将输入信号的有效值降低到约 1Vrms，即 2.8Vp-p，等档位调整完后，再次点击运行按钮 (ON/OFF)，使设备处于运行状态，而后根据试验需要逐渐增大输入信号幅值，输入信号幅值的有效值最大约 2Vrms，即 5.6Vp-p；
5. 将信号发生器的输出关闭，待工作参数（波形、频率、电压等）配置完成后输出至功放；
6. 功放-3dB 的频率带宽为 200Hz 至 12kHz，切勿超频使用；
7. 功放额定连续输出功率 20kW，最大脉冲输出功率为 45kW，切勿超载使用；
8. 如果输出电压波形出现削波现象，请检查输入信号有效值是否超过 2Vrms 或是功放输出电流过大；
9. 使用过程中如果出现过流、过温等报警提示请尽快关闭功放的两个电源开关（空气开关），确认设备连接及设备无误后方可再次开机；
10. 使用过程中一定要规范操作，杜绝触电，确保人员和设备安全。