

使用说明书

M88系列可编程直流电源

适用于M8811/M8812/M8813/M8831/

M8851/M8852/M8853/

M8871/M8872/M8873/M8874

版本号: V20121229
南京美尔诺电子版权所有

目录

第一章 产品简介及特点	3
第二章 技术规格	4
2.1 主要技术规格	4
2.2 补充特性	7
2.3 M88 系列电源尺寸图	7
第三章 快速入门	10
3.1 前后面板描述	10
3.2 预先检查	11
3.3 如果电源不能启动	11
3.4 电源把手的调节方法	11
3.5 电源上架安装	12
第四章 面板操作	13
4.1 键盘安排	13
4.2 前面板操作介绍	14
4.3 电压设定操作	14
4.4 电流设定操作	14
4.5 存取操作	15
4.6 菜单操作	15
4.6.1 菜单描述	15
4.6.2 菜单功能	18
4.7 输出开/关操作	20
4.8 远端测量功能	20
4.9 毫欧表功能	20
4.10 电压表功能	21
第五章 远程操作模式	22
5.1 M131、M132 和 M133 通讯转换接口	22
5.2 电源与主机间的通讯	23
第六章 SCPI 通信协议	25
6.1 SCPI 命令概述	25
6.2 M88 电源命令集	26
6.2.1 基本命令 (IEEE-488.2 公用命令集)	26
6.2.2 系统命令	26
6.2.3 量测命令	26
6.2.4 设置命令	27
6.2.5 顺序操作 (List) 相关命令	29

第一章 产品简介及特点

M88系列电源是在普通实验室可编程电源基础上拔高设计的新一代产品。本系列产品配备通讯接口，具有超快上升沿速度（M8811电源的上升速度可小于10mS，M8851电源的上升速度可小于20mS）。M88系列电源兼具桌上型和系统型的特性，可任意搭配其他仪器，集成为特殊功能的测试系统，以完成不同场合下的测量需求。可通过面板键盘编辑程序，兼具电压表，欧姆表的功能，给用户的使用带来极大的方便，是普通可编程电源的换代产品，具有极高的性价比优势。

其中 M8831 电源是可编程线性电源的新一代版本，电压高低切换采用无继电器设计，实现高速动态编程输出（电压 0–30V，1mS 的爬升时间），电流全范围极高精度（0.001mA 解析度）极低内阻设计，满足特殊场合特殊要求。该电源是手机研发，微电子实验室，研究所，小电流高精度应用特定用户的最佳选择。

本系列电源具有以下特点：

- 低纹波和低噪音
- 超高分辨率及精度 0.1mV/0.01mA（M8831 可达到 0.001mA）
- 内置高精度五位半电压表和毫欧姆表
- 支持高精度和动态编程输出
- 高亮度、真空VFD显示屏,双排四路同时显示
- 根据温度变化，无极伺服，智能风扇系统
- 支持远端电压补偿，多数据存储
- 支持外部触发输入、输出
- 开机自检，软件校正，标准仪器架设计
- 使用标准SCPI通信协议
- 支持RS232, RS485, USB通讯

第二章 技术规格

2.1 主要技术规格

M881X/M8831系列电源技术规格表

参数		M8811	M8812	M8813	M8831
额定输出	电压	0-30V	0-75V	0-150V	0-30V
	电流	0-5A	0-2A	0-1A	0-1A
负载调节率	电压	<0.01%+0.5mV	<0.01%+0.5mV	<0.01%+0.5mV	<0.01%+0.5mV
	电流	<0.01%+0.1mA	<0.01%+0.1mA	<0.01%+0.1mA	<0.01%+0.1mA
设定值分辨率	电压	0.5mV	1mV	2mV	0.5mV
	电流	0.1mA	0.05mA	0.01mA	0.01mA
回读值分辨率	电压	0.1mV	0.1mV	1mV	0.1mV
	电流	0.01mA	0.01mA	0.01mA	0.001mA
设定值精度	电压	0.01%+2mV	0.01%+5mV	0.01%+10mV	0.01%+2mV
	电流	0.05%+1mA	0.05%+0.5mA	0.05%+0.1mA	0.05%+0.1mA
回读值精度	电压	0.02%+5mV	0.02%+15mV	0.02%+35mV	0.02%+5mV
	电流	0.1%+5mA	0.05%+2mA	0.05%+1mA	0.02%+1mA
纹波	电压	3mvp-p	5mvp-p	10mvp-p	10mvp-p
	电流	2mA rms	1mA rms	0.5mA rms	0.5mA rms
电压表精度	0-12V 精度: 0.02%+2mV 0-58V 精度: 0.02%+5mV				
毫欧姆表精度	10W. 0-1000mΩ 精度: 0.2%+3mΩ 1000-10000 mΩ 精度: 0.2%+6mΩ				
工作环境	0-40°C; 0-90%RH				
使用电源	AC 120V/220V ± 10%; 50/60HZ				
重量	6.5Kg				
机架安装尺寸	214mmW x 101.5mmH x 365mmD				

M885X 系列电源的技术规格表

型号		M8851	M8852	M8853
额定输出	电压	0-6V	0-30V	0-75V
	电流	0-60A	0-20A	0-8A
负载调节率	电压	<0.01%+1mV	<0.01%+1mV	<0.01%+1mV
	电流	<0.01%+0.1mA	<0.01%+0.1mA	<0.01%+0.1mA
设定值分辨率	电压	0.1mV	0.5mV	1mV
	电流	1mA	0.5mA	0.2mA
回读值分辨率	电压	0.1mV	0.1mV	0.1mV
	电流	0.1mA	0.1mA	0.1mA
设定值精度	电压	0.01%+1mV	0.01%+5mV	0.01%+10mV
	电流	0.05%+6mA	0.05%+2mA	0.05%+1mA
回读值精度	电压	0.02%+2mV	0.02%+5mV	0.02%+15mV
	电流	0.05%+45mA	0.05%+20mA	0.05%+8mA
纹波	电压	3mvp-p	5mvp-p	7mvp-p
	电流	15mA rms	7mA rms	4mA rms
电压表精度	0-12V 精度: 0.02%+2mV 0-58V 精度: 0.02%+5mV			
毫欧姆表精度	10W. 0-1000mΩ 精度: 0.2%+3mΩ 1000-10000 mΩ 精度: 0.2%+6mΩ			
工作环境	0-40°C; 0-90%RH			
使用电源	AC 120V/220V±10%; 50/60HZ			
重量	28Kg			
机架安装尺寸	428mmW × 88mmH × 453.5mmD			

M887X 系列电源的技术规格表

型号		M8871	M8872	M8873	M8874
额定输出	电压	0-15V	0-30V	0-75V	0-100V
	电流	0-60A	0-35A	0-15A	0-11A
负载调节率	电压	<0.01%+1mV	<0.01%+1mV	<0.01%+1mV	<0.01%+1mV
	电流	<0.01%+0.1mA	<0.01%+0.1mA	<0.01%+0.1mA	<0.01%+0.1mA
设定值分辨率	电压	0.1mV	0.5mV	2mV	2mV
	电流	1mA	0.5mA	0.2mA	0.2mA
回读值分辨率	电压	0.1mV	0.1mV	0.1mV	1mV
	电流	0.1mA	0.1mA	0.1mA	0.1mA
设定值精度	电压	0.01%+1mV	0.01%+5mV	0.01%+10mV	0.01%+15mV
	电流	0.05%+6mA	0.05%+2mA	0.05%+1mA	0.05%+1mA
回读值精度	电压	0.03%+3mV	0.03%+5mV	0.03%+15mV	0.03%+25mV
	电流	0.05%+45mA	0.05%+25mA	0.05%+12mA	0.05%+10mA
纹波	电压	4mvp-p	5mvp-p	6mvp-p	8mvp-p
	电流	15mA rms	8mA rms	3mA rms	2.5mA rms
电压表精度	0-12V 精度: 0.02%+2mV 0-58V 精度: 0.02%+5mV				
毫欧姆表精度	10W. 0-1000mΩ 精度: 0.2%+3mΩ 1000-10000 mΩ 精度: 0.2%+6mΩ				
工作环境	0-40°C; 0-90%RH				
使用电源	AC 125V/220V±10%; 50/60HZ				
重量	45Kg				
机架安装尺寸	482mmW × 184.5mmH × 531mmD				

2.2 补充特性

状态存储器容量: 50组操作状态

建议校准频率: 1次/年

交流电源输入等级(可以通过电源后面板上的切换开关进行选择)

Option Opt.01: 220VAC \pm 10%, 47 to 63 Hz

Option Opt.02: 110VAC \pm 10%, 47 to 63 Hz

散热方式: 强制风冷

操作环境温度: 0 to 40 °C

储存环境温度: -20 to 70 °C

使用环境: 室内使用设计, 污染等级2级, 最大湿度 90%

2.3 M88 系列电源尺寸图

M881X/M8831系列的尺寸为 214mmW x 101.5mmH x 365mmD, 请参看下列尺寸图:

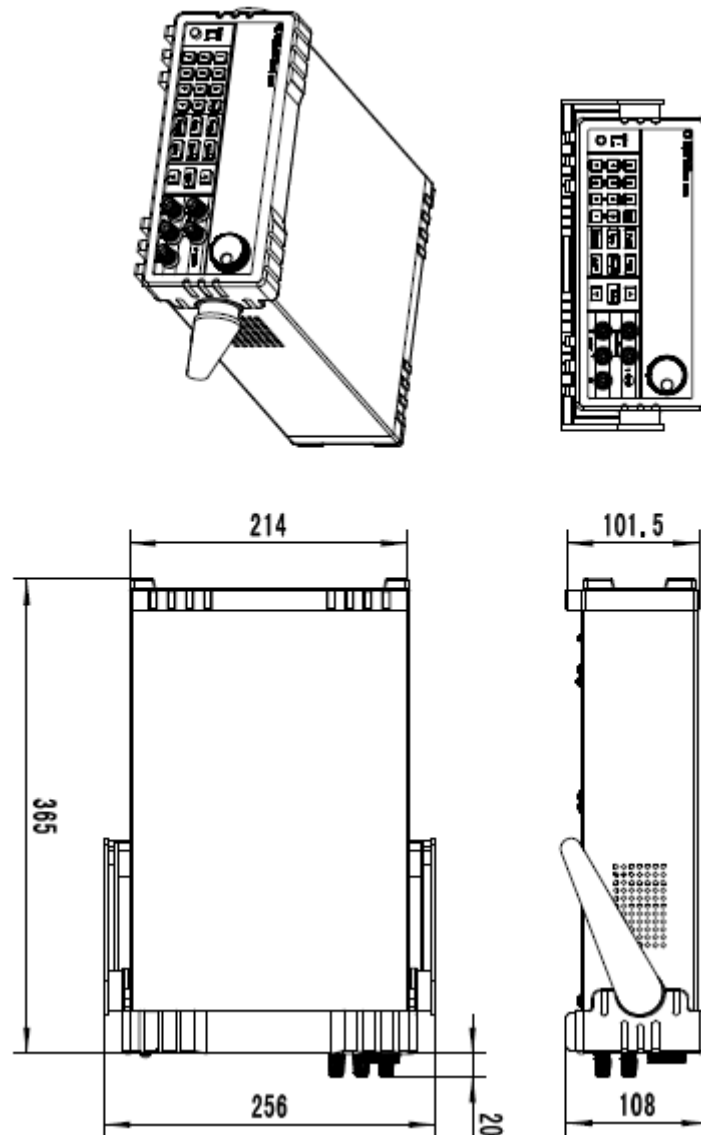


图 2.1 M881X/M8831 电源尺寸图

M885X 系列的尺寸为 428mmW × 88mmH × 453.5mmD，请参看以下尺寸图：

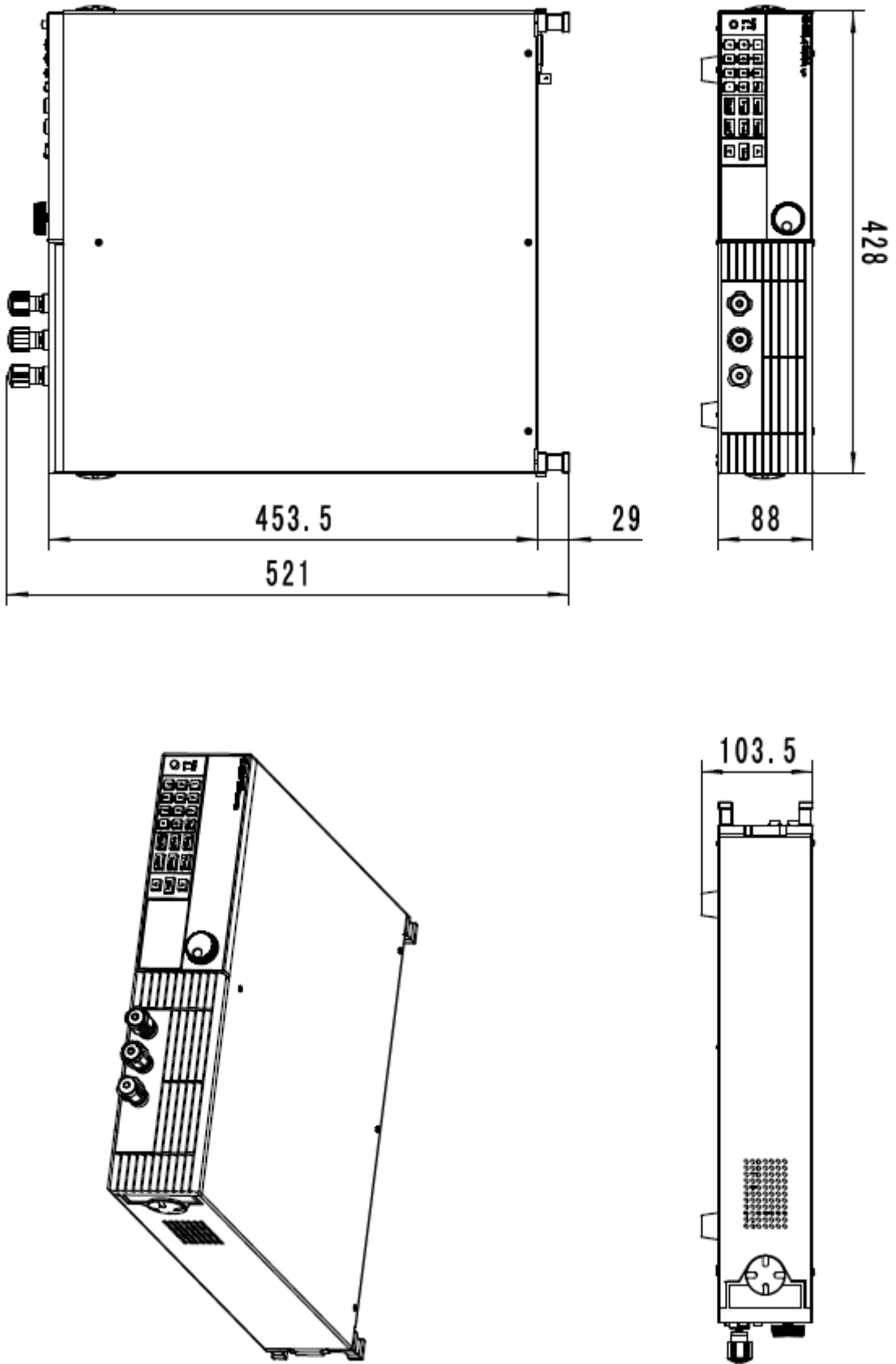


图 2.2 M885X 电源尺寸图

M887X 系列的尺寸为 482mmW × 184.5mmH × 531mmD，请参看以下尺寸图：

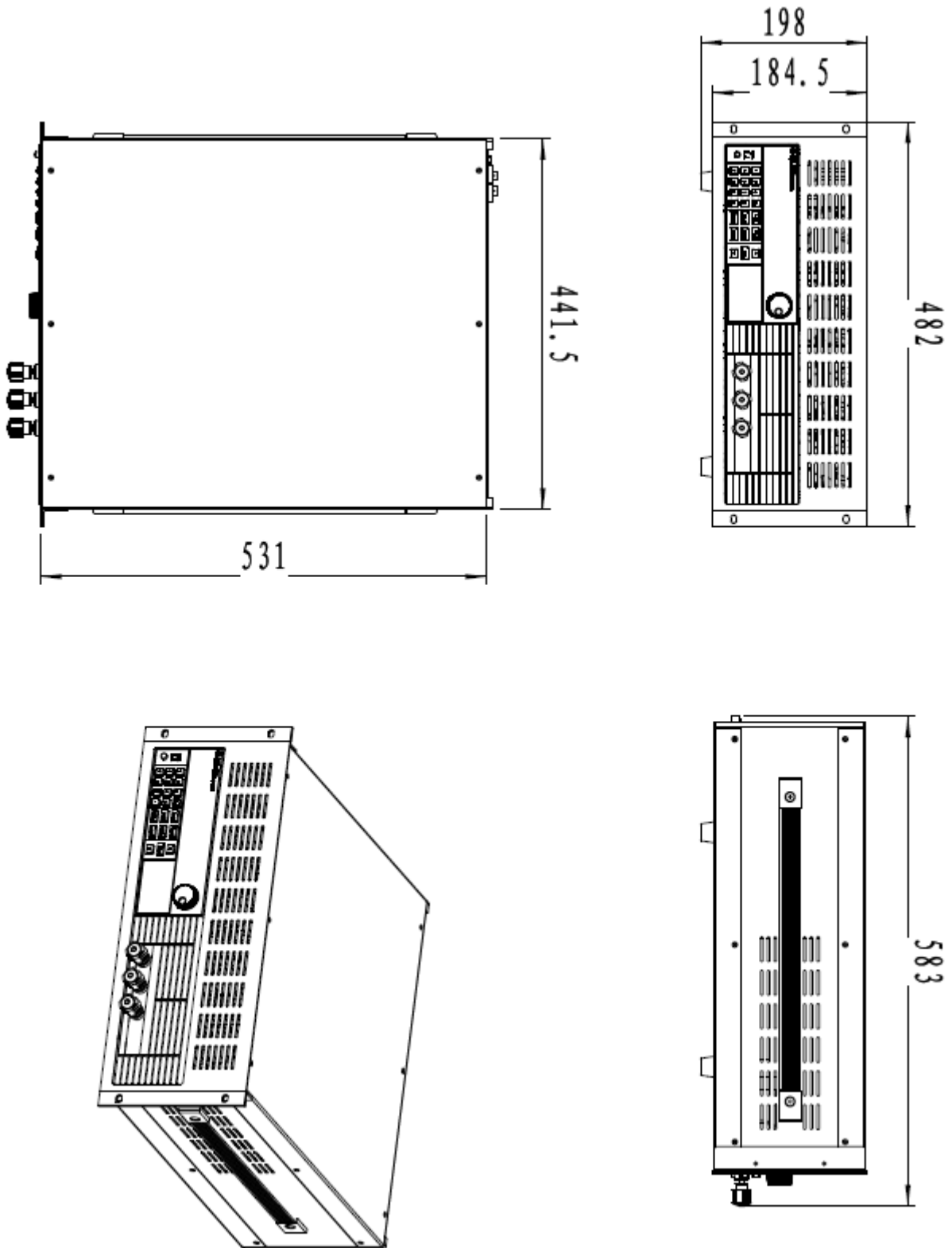


图 2.3 M887X 电源尺寸图

第三章 快速入门

本章将简单介绍M88系列电源的外观及基本功能，让您快速认识M88系列电源。同时将告诉您在拿到本电源后所要做的的基本检查，以确保本产品的正常操作。

3.1 前后面板描述

M881X 系列电源前面板如下图所示。

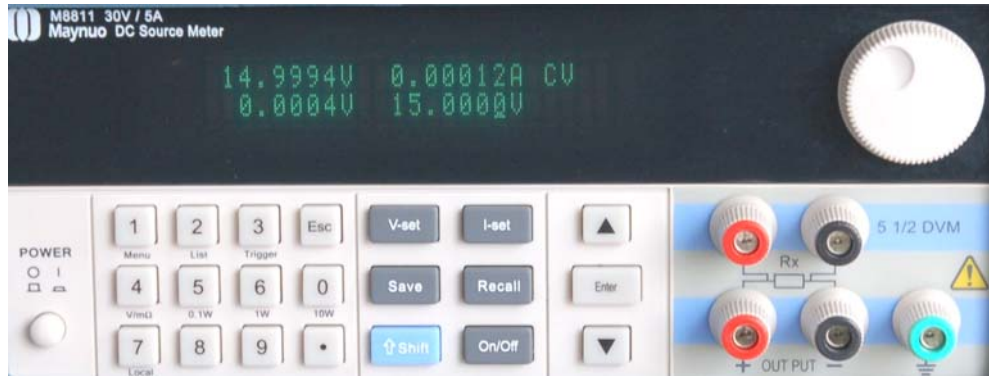


图 3.1 M881X 系列电源的前面板

- ① 面板的上半部分为黑色 VFD 显示屏和旋钮。
- ② 面板的下半部分从左至右依次为 0-9 数字键和 ESC 退出键，功能按键，上下移动键和 Enter 键，输入和输出端子。

M881X 系列后面板步局，如下图所示。

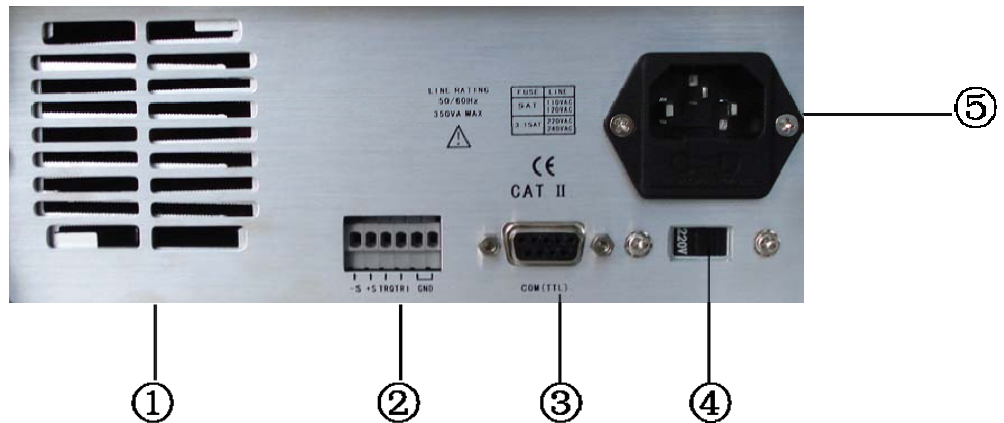


图 3.2 M881X 系列电源的后面板

- ① 散热窗口
- ② 多功能端子（远程测量端子，触发端子，接地端子）
- ③ 9 针的 COM 端口
- ④ 电源转换开关（110V / 220V）
- ⑤ 电源输入插座

3.2 预先检查

请按照以下步骤检查电源，以确保电源可以正常使用。

1. 验货

请您在收到电源的同时检查一下是否收到以下各附件，若有任何缺失，请联络距离您最近的经销商。

- 一根电源线(符合本地区使用的电压标准)
- 一本操作手册(标配)
- 一张光盘(若您有购买通讯部件)
- 一张合格证(标配)
- 一套通讯线缆(若您有购买通讯部件)
- 一套测试线(只有M8811,M8812,M8813,M8831有测试线)

2. 接上电源线并打开电源

在上电后，电源首先进行系统自测试。此时前面板VFD显示器全亮，请检查VFD显示是否有笔划缺失。



警告：电源出厂时提供了一个三芯电源线，您的电源应该被连接到三芯的接线盒上。在操作本电源之前，您应首先确定电源接地良好。

3.3 如果电源不能启动

用下面的方法解决您在打开电源时可能遇到的问题。

1. 检查电源线是否接好

您应检查电源线是否接好，电源是否已经被供电，电源开关是否被打开。

2. 检查电源电压设定

电源的工作电压为110V或220V两种方式，检查您的电源的电压设定是否和供电电压相匹配。

3. 检查电源保险丝是否烧坏

若保险丝烧坏，请您用下表中的保险丝规格来替换。

型号	保险丝规格 (110VAC)	保险丝规格 (220VAC)
M8811	T5A 250V	T3.15A 250V
M8812	T5A 250V	T3.15A 250V
M8813	T5A 250V	T3.15A 250V
M8831	T5A 250V	T3.15A 250V
M8851	T10A 250V	T6.3A 250V
M8852	T10A 250V	T6.3A 250V
M8853	T10A 250V	T6.3A 250V
M8871	T15A 250V	T10A 250V
M8872	T15A 250V	T10A 250V
M8873	T15A 250V	T10A 250V
M8874	T15A 250V	T10A 250V

4. 保险丝的更换方法

用螺丝起子将电源的后面板上电源输入插座下方的小塑料盖打开，就可以看见保险丝，请使用规格相符的保险丝。

3.4 电源把手的调节方法

调整电源的位置，双手抓住把手，向左右两侧外拉，然后转动把手到想要的位置。电源的摆放位置有以

下三种:

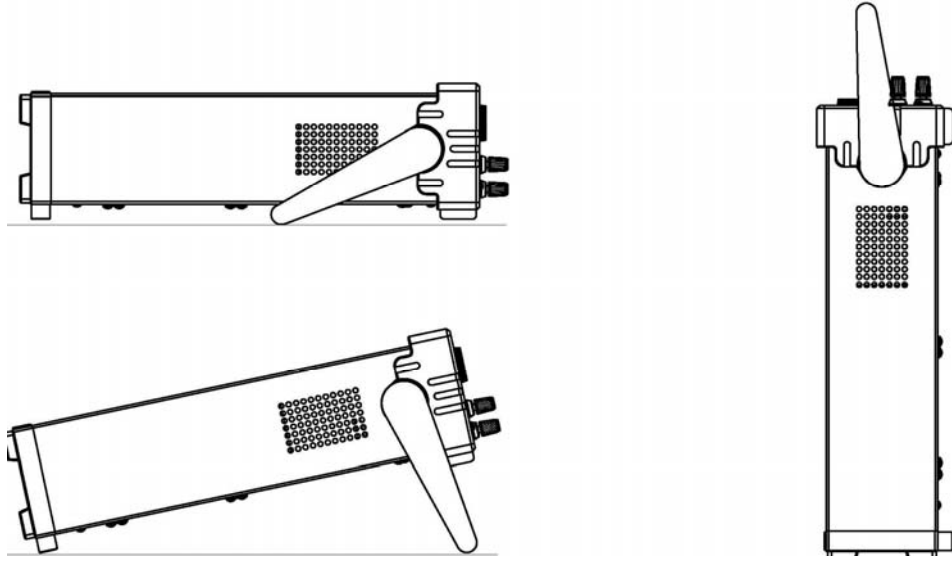


图3.3 M88系列电源的摆放位置

3.5 电源上架安装

本系列电源可以安装在19寸的标准仪器架上，很容易的集成到您的测试系统中。若需要上架安装M88系列电源，请购买 M151上架安装套件。

注意：在上架安装之前，您需要将仪器的把手和前面板上的橡胶套先行卸下，同时将后面板上的围框拆下。

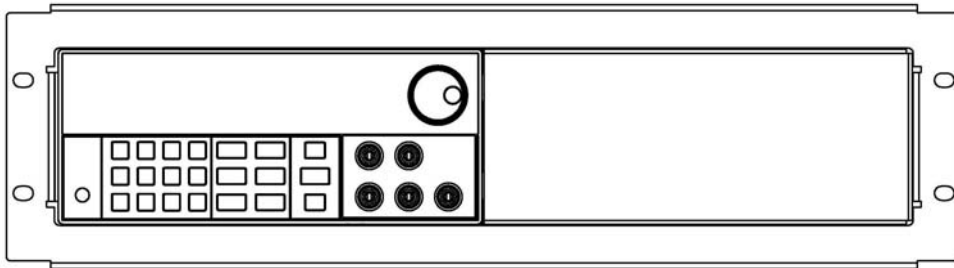


图3.4 上架安装单个仪器

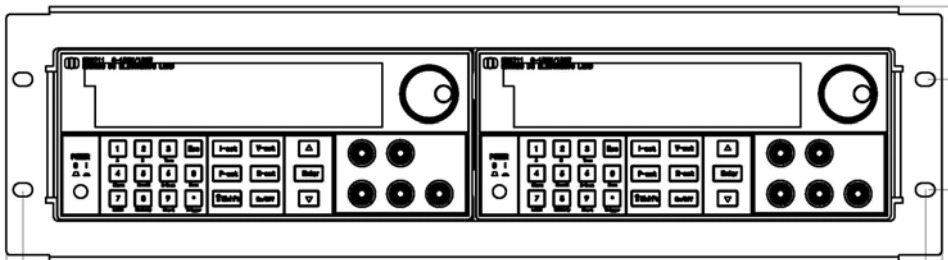


图3.5 并排上架安装两个仪器

第四章 面板操作

本章将详细介绍电源前面板的操作，分为下面几个部分：

- 键盘安排
- 前面板操作介绍
- 电压设定操作
- 电流设定操作
- 存储操作
- 菜单操作
- 输出开 / 关操作
- 远端测量功能
- 毫欧表功能
- 电压表功能

4.1 键盘安排





图 4.1 操作面板图

多功能按键说明

0~9:	数字键
Menu:	菜单操作键
List:	顺序输出操作
Trigger:	触发键
V/mΩ:	电压表/毫欧表转换按钮
0.1W:	作为毫欧表使用时选择 0.1W 功率输出
1W:	作为毫欧表使用时选择 1W 功率输出
10W:	作为毫欧表使用时选择 10W 功率输出
Local:	本地操作
Esc	退出键，可从任意工作状态下退出

功能按键说明

V-Set	设定电源输出电压值
I-Set	设定电源输出电流值
Save	存储电源的当前设定值到指定的存储位置
Recall	从指定的内存位置调出电源设定值
Menu	菜单操作,可设定电源的相关参数
On/Off	控制电源的输出状态
Shift	与多功能按键一起使用实现多种功能（如 shift+Menu 实现菜单功能）
	上移动键，在菜单操作中选择菜单项或增大输出电压
	下移动键，在菜单操作中选择菜单项或减小输出电压
Enter	确认键

4.2 前面板操作介绍

在使用本电源以前，请了解以下关于前面板按键操作的基本介绍。

- 在电源上电后，电源自动为面板操作模式。在面板操作模式下，所有的按键都可以被使用。
- 当电源为远端操作模式时，面板按键不起作用。面板操作模式和远端操作模式仅可以通过 P C 机来控制切换。当操作模式改变时，不会影响电源的输出参数。
- 您可以通过按下前面板上的 **On/Off** 键来控制电源的输出开关。
- VFD 可以显示电源当前的操作状态。打开电源，VFD 显示有两行数据。第一行显示实际输出电压，电流值及电源状态，第二行显示电压表测量到的电压值和电压输出设定值。

4.3 电压设定操作

电压设定的范围在 0V 到最大电压设定值之间。您可以用下面的两种方法通过前面板来设定输出电压值。

方法一：电源上电后，直接按▲和▼键来改变电压设定值。

方法二：按 V-Set 键 + 0 到 9 数字键，再按 Enter 键设定电压值。

如果用户在 Config 菜单中，关闭 Knob Lock 功能，则还可以使用以下两种操作：

- 1、直接使用右上角旋转编码器，调节电压值。
- 2、按 V-Set 键后，再使用右上角旋转编码器，调节电压值。

4.4 电流设定操作

定电流的设定范围在 0A 到满额定输出电流之间。操作步骤：

- 1、按 I-Set 键
- 2、按 0 到 9 数字键输入您需要的电流值
- 3、按 Enter 键确认

如果用户在 Config 菜单中，关闭 Knob Lock 功能，则还可以使用以下方式操作：

按 I-Set 键后，再使用右上角旋转编码器，调节电流值。

4.5 存取操作

电源可以把一些常用的参数分别保存在 50 组非易失性存储器中，供用户快速的调出使用。你可以用前面板 Save、Recall 键来实现（0~49）组存储区的存取操作，在快速调用功能开启的情况下，也可以直接按数字键（0~9）调用对应的数据。

储存内容包括：1.电压设定值 2.电流设定值 3.电压设定最大值 4.电压步进值

您可以用 Save 键 + 0 到 9 数字键，按 Enter 键把电源的参数存储在指定的存储区域。

您可以用 Recall 键+ 0 到 9 数字键，按 Enter 键从指定的存储区域取出参数使用。

4.6 菜单操作

4.6.1 菜单描述

按下 Menu 键后进入菜单功能，此时 VFD 上显示出可选择菜单，可使用上下功能键或旋钮来翻转 VFD 屏幕，将依序出现以下功能。此时按下 Enter 键，将会进入光标所在位置的功能选项。按 Esc 键返回上一层菜单。

一级菜单有下列选项：

Config: 电源功能设定

System Set: 系统参数设定

List Set: 顺序操作设定

Auto Test: 自动测试设定

Output Timer: 输出定时设定

SN: 显示本机的序列号

Exit: 退出

进入 Config 选项后，按▲ ▼按键，依次会出现以下菜单选项：

Init: 设定电源所有配置为出厂设定值

Out Memory: 设定电源上电时的输出状态

On	设定电源输出状态为上次关机时记忆的状态
Off	设定电源输出状态为 OFF 状态（默认）

TRI KeepOut: 设定 TRI 为保持输出控制口

On	TRI 低电平时，电源输出状态为 ON TRI 高电平时，电源输出状态为 OFF 启用后，操作面板的 On/Off 按键无效 此功能仅对普通设定模式有效，对顺序操作模式和自动测试模式无效
Off	禁用（默认）

Fast Recall: 设定快捷键功能

On	在主界面(无任何菜单)下直接按键 0-9 快速调用 Save 功能设定的 Recall 参数值
Off	禁用（默认）

Key Sound: 设定键盘声音

On	当有键按下时，会发出声音（默认）
Off	按键没有声音

Knob Lock: 设定旋钮锁定状态

On	旋钮被锁定, 旋转旋钮时不会改变设定值
Off	旋钮没有被锁定, 可通过旋转旋钮改变设定值 (默认)

Remote Sense: 设定远端电压测量模式

On	远端测量模式 (后面板测量模式)
Off	前面板测量模式 (默认)

Curr Unit: 电流单位设置

mA	电流单位为 mA
A	电流单位为 A (默认)

Match Power: 电网环节匹配

50 HZ	匹配 50HZ 电网 (默认)
60 HZ	匹配 60HZ 电网

BaudRate Set: 设定通讯波特率

4800	设定波特率为 4800bps
9600	设定波特率为 9600bps (默认)
19200	设定波特率为 19200bps
38400	设定波特率为 38400bps

Comm.Parity: 设定通讯奇偶校验位

NONE	不设奇偶校验位 (默认)
EVEN	设为偶校验位
ODD	设为奇校验位

Key Lock Set: 设定键盘锁功能

Password=	设定键盘锁密码, 若设定为 0 或者不输入任何数字直接按 Enter, 则键盘锁功能禁用 启用状态下, 60 秒内无按键操作则键盘锁定, 需要输入正确的密码后方可解锁
-----------	--

Exit: 退出

进入 System Set 选项后, 按▲ ▼按键, 依次会出现以下菜单选项

Max Volt: 设定电源输出的电压上限

Max Volt=	设定电源输出的电压上限
-----------	-------------

Step Volt: 设定电压步进值

Step Volt=	输入电压步进之后, 则每按一次上下键, 电压改变量等于该设定的步进值
------------	------------------------------------

Exit: 退出

进入 List Set 选项后, 按▲ ▼按键, 依次会出现以下菜单选项:

Load List File: 读取顺序操作清单

Edit List File: 编辑顺序操作清单

Continuous	连续模式, 从第一步直到最后一步结束
Loop Mode	循环模式, 按照列表顺序循环执行
Step Mode	单步模式, 只执行单步, 有触发才跳至下一步

Edit File Format: 顺序操作文件格式化

1X200 Steps	设定顺序操作为 1X200 步
2X100 Steps	设定顺序操作为 2X100 步
4X50 Steps	设定顺序操作为 4X50 步
8X25 Steps	设定顺序操作为 8X25 步

Exit: 退出

进入 Auto Test 选项后, 按▲ ▼按键, 依次会出现以下菜单选项:

Load Atest File: 读取自动测试文件清单

Edit Atest File: 编辑自动测试文件清单

Exit: 退出

进入 Output Timer 选项后, 按▲ ▼按键, 依次会出现以下菜单选项:

Close Delay: 设定输出定时时间

定时时间单位为秒, 可精确到 0.001 秒; 计时时间到则输出自动转为 OFF 状态

若设定为 0, 此功能禁用 (默认)

对于普通设定模式且 TRI KeepOut 启用时, 此功能无效

进入 SN 选项后, 显示本机的序列号 (设备条形码, 18 位)

例: SN= 080010960121229001

注意: 按 Menu 进入菜单选项之后, 按 Exit 或者 Esc 键即可退出菜单操作。
在进行任何功能按键操作时, 按 Esc 键, 均可推出功能操作状态。

4.6.2 菜单功能

电源上电后输出状态设定(>Out Memory)

该菜单项可以设定电源重新上电后的输出状态。若选定 On 选项，电源开机后的输出为上次关机时记忆的输出状态。若选定 Off 选项，电源开机后的输出为 Off。

键盘发声设定(>Key Sound)

该菜单项可以设定有键盘按下时蜂鸣器是否鸣叫。若为 On 选项时，有键盘按下时蜂鸣器鸣叫；否则，蜂鸣器不叫。出厂设定为 On 选项。

通讯波特率设定(>Baudrate Set)

该选项可以设定电源的通讯波特率，波特率选项有 4800bps, 9600bps, 19200bps, 38400bps。在用电源与上位机通讯前，您必须设定该选项，确保电源波特率与上位机波特率相一致。波特率出厂设定为 9600bps。

键盘锁密码设定(>Key Lock Set)

该选项可以设定 1~8 位的数字密码。在设定好键盘锁密码后，60 秒内无按键操作则功能按键 V-set, Save, Recall, Menu 都被锁定，只有当您输出了正确的密码后，相应的按键功能才能被执行。若您不需要键盘锁功能，则在进入>Key Lock Set 菜单项后，输入 0 或者不输入任何数字而直接按 Enter 键确认即可禁用键盘锁功能。

顺序操作(>List Set)

你可以通过编辑顺序文件，设定每一个单步的值及时间来产生各种输入变化顺序。顺序操作中的参数包括该组输入顺序文件的名称，输入单步数（最多 200 步），单步时间（最小 1mS）及每一个单步的设定值。

在顺序操作为连续(Continuous)模式时，当接收到一个触发信号后，电源将开始顺序操作，直到顺序操作完成或再次接到一个触发信号。

在编辑 List 文件之前，如果需要更改 List 文件存储格式，可以通过以下操作步骤完成：

- 1) 按 Shift+Menu, 进入菜单操作
- 2) VFD 显示 Menu Config, 按 ▼ 两次, 选择 List Set, 按 Enter 确认
- 3) VFD 显示 Load ListFile, 按 ▼ 两次, 选择 Edit File Format, 按 Enter 确认
- 4) VFD 显示 8*25 Steps, 按 ▼ 键可以切换到 1*200 Steps, 2*100 Steps, 4*50 Steps, 选择想要的 list 模式:
 1*200 Steps 表示可以设置 1 个 200 步的 List 文件
 2*100 Steps 表示可以设置 2 个 100 步的 List 文件
 4*50 Steps 表示可以设置 4 个 50 步的 List 文件
 8*25 Steps 表示可以设置 8 个 25 步的 List 文件
- 5) 按 ▼ 选择 Edit List File, 按 Enter 确认
- 6) VFD 显示 Edit List File 1, 按上下键选择要编辑的文件序号, 再按 Enter 确认
- 7) VFD 显示 List x Steps= xxx, 按数字键设定 list 文件总步数, 按 Enter 确认
- 8) VFD 显示 List File x Loop Mode, 按上下键选择工作模式, 其中:
 - a) Loop Mode 表示 List 文件循环执行
 - b) Continuous 表示 List 文件执行完全部步数后, 停止执行, 直到下一次触发。
 - c) Step Mode 表示 List 文件每执行一步都会停止, 直到下一次触发
- 9) VFD 显示 Step 1 Time= xxxxx mS, 按数字键设定持续时间, 按 Enter 确认

- 10) VFD 显示 Step 1 Volt= xxxxx V, 按数字键设定设置电压, 按 Enter 确认
- 11) VFD 显示 Step 1 Curr= xxxxx A, 按数字键设定设置电流, 按 Enter 确认
- 12) 电源重复 9、10、11 步骤直到设定完所有步数
- 13) 根据需要, 重复 5-15 步编辑其他的 List 文件
- 14) 按 ▼ 选择 Load List File, 按 Enter 键确认
- 15) 然后按上下键选择文件号, 按 Enter 键确认。此时电源进入 List 模式, 如果输出打开, 则右上角显示 Lis1, 如果输出关闭, 则右上角显示 OFF, 需要按 On/Off 键执行, 如果要退出 List 模式, 可按 Shift+2 键或 Esc 键。如果想再次执行前一次执行的序列文件, 可以直接按 Shift+2 键进入。
- 16) 如果选择的工作模式为 Loop, 则自动循环执行; 如果为其他两种工作模式, 则如下图所示:

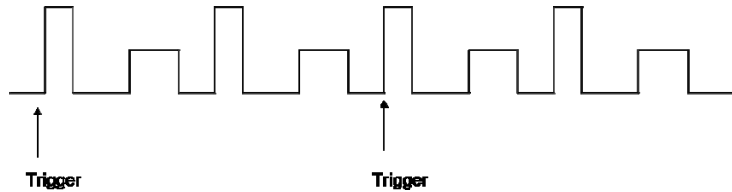


图 4.2 Continuous 触发波形图 (2 次循环)

在顺序操作为单步(Step)模式时, 只有接受到一个触发信号后, 电源才会改变到下一步, 如下图所示。

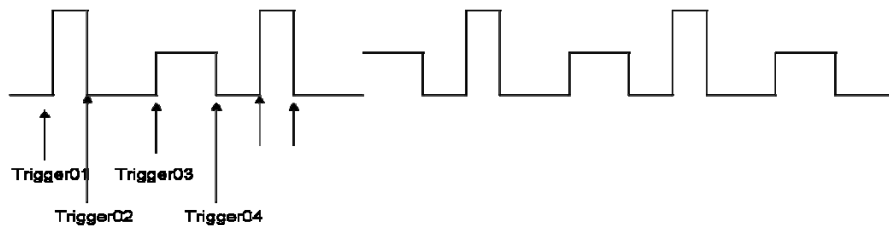


图 4.3 Step 触发波形图

自动测试(>AutoTest)

你可以通过编辑自动测试文件, 设定每一个单步的设定值及比较参数, 以及延时时间来判断设备是否合格, 输入单步数 (最多 50 步), 自动测试文件固定为 4 组。

编辑自动测试文件:

- 1) 按 Shift+Menu, 进入菜单。VFD 显示 Menu Config, 按 ▼ 三次选择 Auto Test, 按 Enter 确认
- 2) VFD 显示 Load Atest File, 按 ▼ 选择 Edit Atest File, 按 Enter 确认
- 3) VFD 显示 Edit Atest File 1, 按上下键选择要编辑的文件序号, 再按 Enter 确认
- 4) VFD 显示 Atestx Steps= xxx, 按数字键设定 list 文件总步数, 按 Enter 确认
- 5) VFD 显示 Step 1 Test Curr, 按上下键测试参数类型, 其中:
 - a) Curr 表示测试输出电流
 - b) Volt 表示测试输出电压
 - c) DVM 表示测试电压表输入
- 6) VFD 显示 Step 1 Time= xxxxx S, 按数字键设定测试延时时间, 按 Enter 确认, 其中参数必须为 0.2 秒到 25.5 秒之间的值, 如果用户设定为 25.5 秒, 电源自动将此参数设定为暂停模式, 当自动测试进行到此一步时, 系统将等待一次触发才继续执行。
- 7) VFD 显示 Step 1 Volt= xxxxx V, 按数字键设定设置电压, 按 Enter 确认
- 8) VFD 显示 Step 1 Curr= xxxxx A, 按数字键设定设置电流, 按 Enter 确认
- 9) VFD 显示 Step 1 Max= xxxxx X, 按数字键设定设置合格检测限的最大值, 按 Enter 确认
- 10) VFD 显示 Step 1 Min= xxxxx X, 按数字键设定设置合格检测限的最小值, 按 Enter 确认

- 11) 电源重复 5-10 步骤直到设定完所有步数
- 12) 根据需要, 重复 2-11 步编辑其他的自动测试文件
- 13) 按 ▼ 选择 Load Atest File, 按 Enter 键确认
- 14) 电源进入自动测试模式, 右上角显示 AUT1, 右下角显示 OFF, 表示等待触发
- 15) 此时可通过三种方式触发自动测试:
 - a) 按 On/Off 键触发
 - b) 按 Shift+3 键触发
 - c) 后面板 TRI 脚从高电平变为低电平, 并持续 20mS 以上。
- 16) 当电源正在进行自动测试时, 右下角显示 Wait, 当遇到暂停设置时, 右下角显示 Stay, 直到得到新的触发, 当完成一次测试后, 右下角显示测试结果, Pass 或 Fail。Pass 时蜂鸣器短鸣叫, TRQ 低电平; Fail 时蜂鸣器长鸣叫, TRQ 高电平。
- 17) 当完成一次测试后, 用户可以通过上下键来手动单步执行, 此时右下方显示 Step n, 表示正在执行的步数, 接着显示 Han, 表示处于手动单步测试状态, 再接着在右下方显示正在测试的状态或结果。

4.7 输出开/关操作

在面板操作情况下, 你可以按 On/Off 键来切换输出开关状态。输出开关操作不影响当前的设定值。对于启用 TRI 为输出保持控制口的功能时, 该按键无效。对于禁用 TRI 为输出保持控制口的功能时, 使用触发输入 TRI 也可以切换输出开关状态。

4.8 远端测量功能

当负载消耗较大电流的时候, 就会在电源到负载端子的连接线上产生压降。为了保证测量精度, 电源在后面板提供了一个远程测量端子, 用户可以用该端子来测量被测仪器的输出端子电压。在使用远程测量功能前, 你必须要先设定电源为远端测量模式。

触发端子和测量端子如图所示:

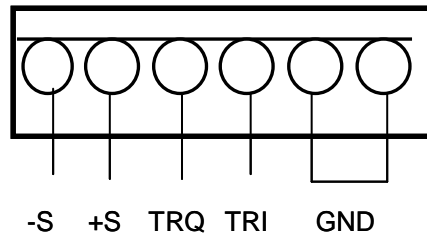


图 4.4 多功能端子图

-S 和 +S 为远程测量端子, TRQ 和 TRI 为触发端子, GND 为接地端子。

TRQ 为自动测试功能触发输出口。TRQ 默认低电平, 触发输出时提供 +5V 供外部使用。

TRI 为多功能扩展口, 用于顺序操作模式和自动测试模式的触发测试以及普通设定模式的输出开关状态切换和输出保持控制口。TRI 默认为高电平 +5V, 变成低电平完成一次触发。

4.9 毫欧表功能

SOURCE METER 提供了四线制测电阻的方法, 如图 4.5 所示, 可以精确测量小阻值的电阻, 最大测量阻值为 $10\ \Omega$ 。为免损坏被测电阻, 在测量电阻前应先选择被测电阻功率范围内的量程。

本电源的毫欧表有三个量程可供选择: 0.1W、1W、10W。

操作方法:

按 Shift 和 V/m Ω (如 VFD 显示——, ——m Ω , Range:0.1W), 则可以进行电阻值的测量。

按 Shift 和 0.1W /1W /10W, 则可以设定不同功率量程的毫欧表。

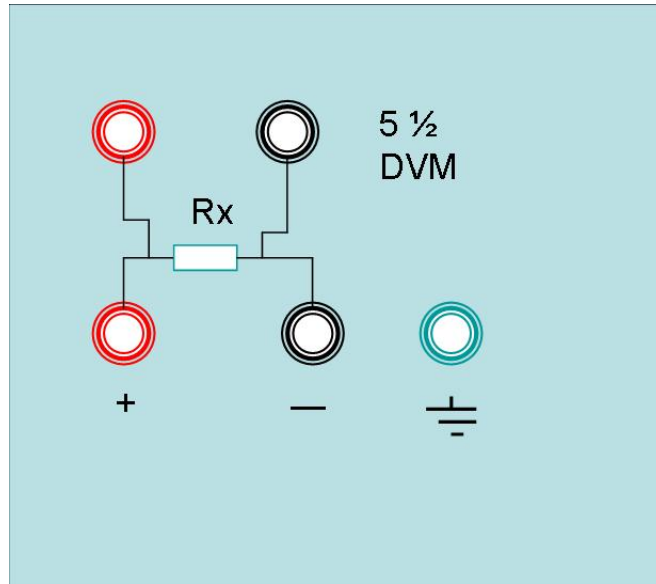


图 4.5 毫欧表测量示意图

4.10 电压表功能

按照下图接线即可测量待测元件的电压。只要本仪器的状态不在电阻测量状态，均可做电压测量。本电源的电压表可达到 5 位半的精度。

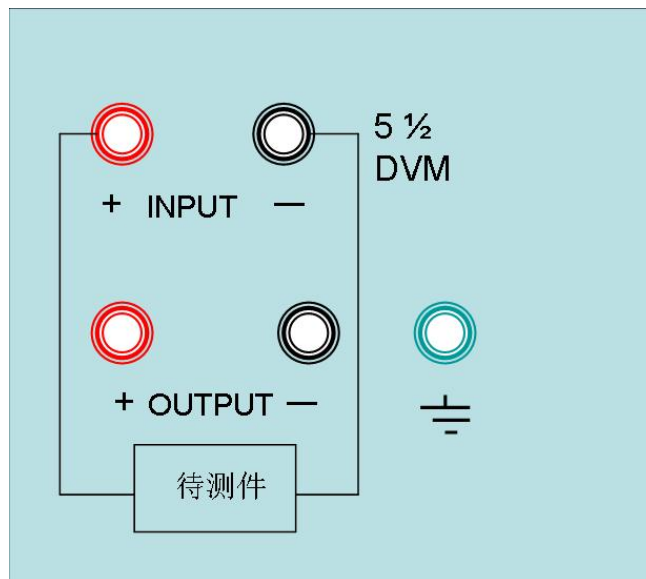


图 4.6 电压表测量示意图

第五章 远程操作模式

电源能够通过后面板上的 DB9 插头经电平转换电缆 (M131) 连接到 RS-232 接口上, 下面的内容可以帮助您了解如何通过主机控制电源的输出。在进行远程操作前, 请使用本公司提供的将 TTL 电平转换为 RS-232 信号的转换接口 M131 将您的电源的 DB9 插口与主机的串口相连。也可以选配 M132 (RS485) 或者 M133 (USB) 通讯电缆。

5.1 M131、M132 和 M133 通讯转换接口

电源后面板的 DB9 接口输出为 TTL 电平, 您需要通过附件 M131、M132 或 M133 转换后才可连接到控制主机上。转换接口实物图如下:



图 5.1 M131 实物图



图 5.2 M133 实物图



图 5.3 M132 实物图



注意: 不能把电源的 DB9 通讯接口直接用标准直通电缆连接到主机的串口或 RS-232 电平上, 必须使用 M131 通讯电缆来连接, 否则会造成电源和主机的损坏。

5.2 电源与主机间的通讯

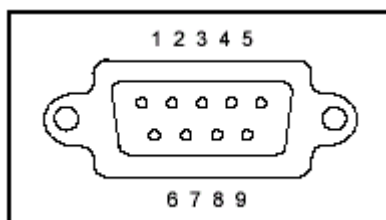
电源能够通过后面板上的 DB9 插头经电平转换电路连接到主机接口上, 下面的内容可以帮助您了解如何通过主机控制电源的输出。

1. 通讯设定

在进行通讯操作以前, 你应该首先使电源与控制主机的下列参数相匹配:

- (1) 波特率: 9600(4800,9600,19200,38400)。您可以通过面板上的 MENU 键来调整波特率
- (2) 校验: NONE(NONE,EVEN,ODD)
- (3) 数据位: 8, 停止位: 1(固定值)

2. DB9 串行接口



电源后面板的 DB9 接口输出为 TTL 电平, 您需要通过附件电平转换后才可连接到主机的接口上。

3. 接口引脚定义

M131、M132 和 M133 三种电缆的其中接电源一端都是 TTL 电平，另一端是不同的。
引脚定义如下：

电源端

TTL 电平	
1	VCC (+5V)
2	RXD (接收)
3	TXD (发送)
4	NC
5	GND (地)
6	NC
7	NC
8	NC
9	NC

控制主机端

M131 (RS232)		
1	NC	说明： 4 和 7 是并联关系，任一脚+12V 供电即可。 在软件编程时，设置 DTR 使能，即可实现 4 脚供电；设置 RTS 使能，即可实现 7 脚供电。 大部分串口通讯控件中，默认设置是 DTR 使能。
2	RXD (接收)	
3	TXD (发送)	
4	VCC1	
5	GND (地)	
6	NC	
7	VCC2	
8	NC	
9	NC	

M132 (RS485)		
1	A (+)	说明： RS485 正常通讯只需要接 1 和 2 脚即可。 而 5 和 6 脚可以给外部提供 5V/100mA 的输出电源。
2	B (-)	
3	NC	
4	NC	
5	GND (地)	
6	Vout (+5V)	

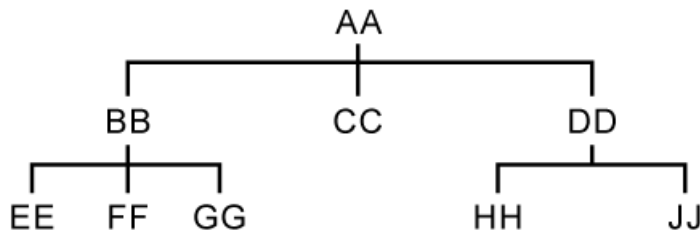
M133 (USB)		
1	VCC (+5V)	说明： 标准 USB 的 A 型接口，可直接连接 PC 的 USB 接口。 需要安装 USB 驱动程序。
2	-D	
3	+D	
4	GND (地)	

第六章 SCPI通信协议

6.1 SCPI 命令概述

M88 系列可编程直流电源，支持 SCPI 通信协议。SCPI 是一种用于可编程仪表的标准命令，它定义了一套通讯时的命令规则。用于 M88 系列电源的命令分成两大类：基本命令（IEEE-488.2 公用命令集）和 M88 系列指定的命令集。

SCPI 命令均采用命令树的层次结构排列。每个命令包含许多字符串（助记符），层与层之间以冒号分隔（:）。在命令树顶端的命令称为“根命令”或简称“根”。访问下次命令，必须指定一条路径。命令树的结构如下：



图中，AA 表示根路径；BB, CC, DD 表示根路径下的直接子路径。EE, FF, GG 表示是子路径 BB 下的子路径。HH, JJ 表示是子路径 DD 下的子路径。

命令说明：

- 1) [:]JAA:CC 表示当前根路径为 AA，访问 AA 下的 CC。
- 2) [:]JAA:BB:FF 表示当前根路径为 AA，访问 AA 根路径下的子路径 BB 下的 FF。
- 3) [:]JAA:DD:HH 表示当前根路径为 AA，访问 AA 根路径下的子路径 DD 下的 HH。

该类命令还可以同时一条消息中发送多条命令，这时就用分号（;）将命令分开。

例如：[:]JAA:BB:EE;FF;GG 表示访问 BB 下的 EE, FF, GG。

[:]JAA:BB:FF::AA:DD:HH 表示访问 BB 下的 FF 和 DD 下的 HH。

SCPI 语言的助记符，即关键字，有长格式和短格式两种类型，短格式其实是长格式的缩写。使用规则如下：

- 短格式的助记符是由长格式助记符的前 4 个字符组成的，如果长格式助记符的字符长度小于等于 4，则长短助记符相同；

- 如果长助记符的长度大于 4，而且第四个字符是元音时，短型助记符将舍弃第四个字符元音而变成 3 个字符。

如，ERRor 的短型助记符为：ERR，而不是 ERRO。

有的命令是需要参数的，例如设定值命令。此时命令和它的第一个参数之间需要一个空格（ASCII 码为 32）。

例如，设置电压值命令[:]JVOLT 12.000

参数 12.000 和 VOLT 命令间有一个空格（ASCII 码为 32）。

SCPI 的命令集对大小写不敏感，即命令不区分大小写，而且每条命令都有个结束符为 EOI：指令结束<LF>（表示 ASCII 码字符'\n'，即 ASCII 码换行符，十进制 10，十六进制 0A）。

注意：以下所有发送的指令后面均需要加上结束符<LF>。以下说明中出现方括号[]表示该字符串可以写在命令里，也可以不写。

6.2 M88 电源命令集

6.2.1 基本命令 (IEEE-488.2 公用命令集)

该命令包括了在 IEEE488.2 标准中所定义的通用功能，这些功能通常适用于支持 IEEE488.2 标准的测量仪器。该组命令以星号 (*) 开始，没有层次结构。

命令 *IDN?

该命令可以读取电源的相关信息，如生产商，产品型号，产品序列号，固件版本号。

返回命令：返回的参数包含了被逗号分开的四个字段。

例：发送命令为 *IDN?<LF>

其对应的十六进制表示为 0x2A 0x49 0x44 0x4E 0x3F 0x0A

此时，若电源返回的命令为

MAYNUO,M8811,080010960121229001,V1.0

其中，

MAYNUO	生产商
M8811	产品型号
080010960121229001	产品序列号
V1.0	固件版本号

6.2.2 系统命令

本节所讲述的命令都是在 [:JSYSTem 根路径下的命令。举例的命令均采用短型助记符的格式。

命令 [:JSYSTem:ERRor?

该命令是用来读取电源的错误代码和错误信息。

返回命令：错误代码,错误信息

例：发送命令为 [:JSYST:ERR?

电源返回的命令为：“0,'No Error'”，或者“50,'Error Para Count'”，或者“70,'Invalid Command'”等形式。

命令 [:JSYSTem:REM

该命令是用来设置电源为远程控制模式，即 PC 控制模式。

返回命令：无

例：发送命令为 [:JSYST:REM

发送成功后，电源的前面板的右下角上有“REM”字符出现，则说明电源已被设置为远程控制模式，此时操作前面板上的按键就无效。只有通过按 Shift+数字 7 键，或者发送命令 [:JSYST:LOC，才能将电源切换到电源的前面板控制。

命令 [:JSYSTem:LOC

该命令是用来设置电源为面板控制模式。

返回命令：无

例：如果电源此时在远程控制(PC)模式下，发送命令 [:JSYST:LOC

发送成功后，电源的前面板的右下角上的“REM”字符消失，此时电源已被设置为前面板控制模式。

命令 [:JSYSTem:SENSe <bool>

该命令是用来设置电源是否用远程量测功能，即远端量测。

返回命令：无

参数：bool 型的参数，其中 0—OFF，1—ON

例：发送指令为 [:JSYST:SENS 1

发送成功后，电源的量测即设置为远程量测。

6.2.3 量测命令

本节所讲述的命令都是在[:JMEASure 根路径下的命令。举例的命令均采用短型助记符的格式。

命令 [:JMEASure:VOLTage?

该命令是用来读取电源的输出电压值。

返回命令: 数值

返回参数单位: V

例:发送的命令为 [:]MEAS:VOLT?

此时电源返回命令为: 12.560,则表示电源当前电压值为 12.560V。

命令 [:]MEASure:CURRent?

该命令是用来读取电源的输出电流值。

返回命令: 数值

返回参数单位: A

例: 发送的命令为 [:]MEAS:CURR?

此时电源返回命令为: 1.245,即表示当前电源电流值为 1.245A。

命令 [:]MEASure:DVM?

该命令是用来读取电源的电压表的输入电压值。

返回命令: 数值

返回参数单位: V

例: 发送的命令为 [:]MEAS:DVM?

此时电源返回命令为: 12.560, 即表示当前电源的电压表的输入电压值为 12.560V。

命令 [:]MEASure:VCM?

该命令是用来一次读取三个测量值: 输出电压值、输出电流值和电压表的输入电压值。

返回命令: 数值列表, 中间用逗号隔开

返回参数单位: V 和 A

例: 发送的命令为 [:]MEAS:VCM?

此时电源返回命令为: 10.0000,0.00000, 5.0000; 即表示当前电源的输出电压值为 10.0000V, 输出电流值为 0.00000A, 电压表的输入电压值为 5.0000V。

6.2.4 设置命令

命令 [:]OUTPut <bool>

1、该命令是用来设置电源的输出打开与否。

返回命令: 无

参数: bool 型的参数, 其中 0—OFF, 1—ON

例: 发送指令为 [:]OUTP 1

发送成功后, 电源的输出设置为打开。

2、相关命令: 查询电源的输出状态。

返回命令参数: <bool>

命令 [:]MODE <mode>

1、该命令是用来选择电源工作模式的, 即: 命令设定模式或者顺序列表模式或者毫欧表模式。

参数: mode 有三种模式, 如下:

FIXed 命令设定模式

LIST 顺序列表模式

DRM 毫欧表模式

返回命令: 无

例: 发送的命令为 [:]MODE LIST

表示设定电源工作模式为 list 顺序列表模式。

2、相关命令:查询电源的工作模式 [:]MODE?

返回命令参数: <mode>

命令 [:]VOLTage <Value>

1、该命令是用来设置电源的电压值。

参数: 数值|MAX|MIN

单位: V

返回命令: 无

例:

1) 发送命令为 [:]VOLT 30

即表示设定电源的当前电压值为 30V。

2) 发送的命令为 [:]VOLT MAX

如果此时电源的最大电压值为 76.000V, 即表示设定电源的当前电压值为最大电压值 76.000V。

3) 发送的命令为 [:]VOLT MIN

如果此时电源的最小电压值为 0.000V, 即表示设定电源的当前电压值为最小电压值 0.000V。

2、相关命令: 查询电源的电压设定值, 最大值或者最小值指令

[:]VOLT? MAX|MIN

返回命令参数: 数值

例:

1) 如果要查询电源的电压设定值, 即发送的命令为 [:]VOLT?

若电源返回的命令为: 10.0000, 则表示该型号电源的电压设定值为 10.0000V。

2) 如果要查询电源的电压设定最大值, 即发送的命令为: VOLT? MAX

若电源返回的命令为: 76.0000, 则表示该型号电源的最大电压值为 76.0000V。

3) 如果要查询电源的电压设定最小值, 即发送的命令为: VOLT? MIN

若电源返回的命令为: 0.0000, 则表示该型号电源的最小电压值为 0.0000V。

命令 [:]CURRent <Value>

1、该命令是用来设置电源的电流值。

参数: 数值|MAX|MIN

单位: A

返回命令: 无

例:

1) 发送命令为 [:]CURR 3

即表示设定电源的当前电流值为 3A。

2) 发送的命令为 [:]CURR MAX

如果此时电源的最大电流值为 2.0000A, 即表示设定电源的当前电流值为最大电流值 2.0000A。

3) 发送的命令为 [:]CURR MIN

如果此时电源的最小电流值为 0.0000A, 即表示设定电源的当前电流值为最小电流值 0.0000A。

2、相关命令: 查询电源的电流设定值, 最大值或者最小值指令

[:]CURR? MAX|MIN

返回命令参数: 数值

例:

1) 如果要查询电源的电流设定值, 即发送的命令为 [:]CURR?

若电源返回的命令为: 1.0000, 则表示该电源的电流设定值为 1.0000A。

2) 如果要查询电源的电流设定最大值, 即发送的命令为 [:]CURR? MAX

若电源返回的命令为: 2.0000, 则表示该型号电源的最大电流设定值为 2.0000A。

3) 如果要查询电源的电流设定最小值, 即发送的命令为 [:]CURR? MIN

若电源返回的命令为 0.0000, 则表示该型号电源的最小电流设定值为 0.0000A。

命令 [:]VOLTage:PROTection <Value>

1、该命令是用来设定电源的电压上限, 即最大电压值。

参数: 数值|MAX|MIN

单位: V

返回命令: 无。

例:

1) 发送命令 [:]VOLT:PROT 30

表示设定 30.000V 为电源的当前电压上限。

2) 发送命令 [:]VOLT:PROT MAX

表示设定该电源型号所支持的最大电压值为该电源的当前电压上限。

3) 发送命令 [:]VOLT:PROT MIN

表示设定该电源型号所支持的最小电压值为该电源此时的当前电压上限。

2、相关命令：查询电源的当前电压上限

`[:]VOLTage:PROTection? [MAX]`

返回命令参数：数值

例：

1) 发送命令 `[:]VOLT:PROT?`

若电源返回 20.000，即表示当前电源的设定电压上限为 20.000V。

2) 发送命令 `[:]VOLT:PROT? MAX`

若电源返回 76.000，即表示该型号电源所能设定的最大电压值为 76.000V。

6.2.5 顺序操作 (List) 相关命令

命令 `[:]LIST:AREA <num>`

1、该命令是用来设置 list 列表操作的 区域划分模式。

参数：1|2|4|8

1. 设定顺序操作为 1×200 个单步；
2. 设定顺序操作为 2×100 个单步；
4. 设定顺序操作为 4×50 个单步；
8. 设定顺序操作为 8×25 个单步。

例：发送命令 `[:]LIST:AREA 8`

表示设置列表操作为 8×25 个单步。

2、相关命令：查询列表操作的区域划分模式

`[:]LIST:AREA?`

返回参数：<num>

命令 `[:]LIST:RCL <num>`

该命令是用来从指定区域中取出列表文件供 list 编辑，操作使用。

参数：1~8

返回命令：无

例，发送命令 `[:]LIST:RCL 2`

表示从存储区域 2 中取出 list 列表文件供使用。

命令 `[:]LIST:COUNT <count>`

1、该命令是用来设置顺序操作文件的输出单步数。

参数：count 的范围：1~200。

返回命令：无

例：发送命令 `[:]LIST:COUN 20`

表示设置顺序操作文件的输出单步数为 20。

2、相关命令：查询当前 list 列表的输出单步数

`[:]LIST: COUNT?`

返回参数：<count>

命令 `[:]LIST:MODE <mode>`

1、该命令是用来设定顺序操作文件的工作模式。

参数：mode 有三种模式：

CONTinuous	连续模式
STEP	单步模式
LOOP	循环模式

返回命令：无

例：发送命令 `[:]LIST:MODE CONT`

表示设置顺序文件的工作模式为连续模式。

2、相关命令：查询当前 list 列表的设定模式

`[:]LIST:MODE?`

返回参数: <mode>

命令 [:]LIST:VOLTage <count>,<value>

1、该命令是用来设置顺序操作文件的指定单步的电压值。

参数: count 是指定的单步数, value 是设定电压值。

单位: V

返回命令: 无

例: 发送命令 [:]LIST:VOLT 1,5

表示设定 list 文件第一单步的电压值为 5.000V。

2、相关命令: 查询当前 list 列表的指定单步的电压值

[:]LIST:VOLTage? <count>

返回参数: <value>

例: 发送命令 [:]LIST:VOLT? 1

表示查询当前 list 列表的第一单步的电压设定值。

命令 [:]LIST:CURREnt <count>,<value>

1、该命令是用来设置顺序操作文件的指定单步的电流值。

参数: count 是指定的单步数, value 是设定电流值。

单位: A

返回命令: 无

例: 发送命令 [:]LIST:CURR 1,2

表示设定 list 文件第一单步的电流值为 2.000A。

2、相关命令: 查询当前 list 列表的指定单步的电流值

[:]LIST:CURREnt? <count>

返回参数: <value>

例: 发送命令 [:]LIST:CURR? 1

表示查询当前 list 列表的第一单步的电流设定值。

命令 [:]LIST:WIDTh <count>,<time>

1、该命令是用来设置操作文件的指定单步的延时时间。

参数: count 是指定单步数, time 是设定延时时间。

单位: mS

返回命令: 无

例: 发送命令 [:]LIST:WIDT 1,2000

表示设定 list 文件第一单步的延时时间为 2000mS。

2、相关命令: 查询当前 list 列表的制定单步的延时时间

[:]LIST:WIDTh? <count>

返回参数: <time>

安全

请勿自行在仪器上安装替代零件，或执行任何未经授权的修改。请将仪器送到本公司的维修部门进行维修，以确保其能安全使用。

请参考本手册中特定的警告或注意事项信息，以避免造成人身伤害或仪器损坏。

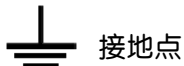
安全标识

警告

它提醒使用者，注意某些可能导致人身伤害的操作程序、作法、状况等事项。

注意

它提醒使用者可能导致仪器损坏或数据永久丢失的操作程序、作法、状况等事项。



高压危险。（非专业人员不得打开机器）



参阅相关文件中的警告，注意提示。（电压较高，操作时请戴手套，谨防触电不要把机器用在有关安全的场合）。

认证与品质保证

M88系列可编程直流电源完全达到手册中所标称的各项技术指标。

质量保证

本公司对本产品的材料及制造，自出货之日起，给予一年的质量保证。

维修服务

本产品若需维修，请将产品送回本公司指定的维修单位。客户须承担将维修产品寄送到本公司维修部的单程运费，本公司将负责支付回程运费。产品若从其它国家回厂维修，则所有运费、关税及其它税赋均须由客户承担。

质量保证限制

上述的保证不适用因以下情况所造成的损坏：

客户不正确或不适当的维修产品；

客户使用其他的的软件或界面；

未经授权的修改或误用；

在指定的环境外操作本产品，或是在非指定的维修点进行配置及维修。

客户自行安装的电路造成的损坏。

通告

本手册的内容如有更改，恕不另行通知，解释权归本公司。