

费思科技

可编程直流电子负载

用户手册

(适用型号: FT6301A~FT6306A)

前言

尊敬的用户：

首先，非常感谢您选择费思科技FT6300A系列可编程直流电子负载。本手册适用于费思科技FT6300A系列电子负载，内容包括电子负载的安装、操作和规格等详细信息。

为保证安全、正确地使用电子负载，请您在使用前详细阅读本手册，特别是安全方面的注意事项。请妥善保管本手册，以备使用过程中查阅。

通告

本手册版权归费思科技所有。手册中包含的信息，仅供用户参考，如有更改，恕不另行通知。对本手册可能包含的错误或由提供、执行和使用本手册所造成的损害，费思科技恕不负责。

有关产品的最新信息，请登录费思科技网站<http://www.faithtech.cn>查询。

产品保证

费思科技保证FT6300A系列电子负载的规格和使用特性完全达到手册中所声称的各项技术指标，并对本产品所采用的原材料和制造工艺均严格把关，确保产品稳定可靠。

保修服务

自购买日起，一年保修期内，产品在正常使用与维护状态下所发生的一切故障，费思科技负责免费维修。对于免费维修的产品，用户需预付寄送到费思科技维修部的单程运费，回程运费由费思科技承担。若

产品从其它国家返厂维修，则所有运费、关税及其它税费均需由用户承担。

保证限制

本保证仅限于电子负载主机（保险管除外）。对于因错误使用、无人管理、未经授权的修改、非正常环境下使用及不可抗力因素所造成的损坏，费思科技不负责免费维修，并将在维修前提交估价单。

仅作参考，不作其它明示或默示性保证，其中包括适销性、某些特定应用的合理性与适用性等的默示保证，无论在合同中、民事过失上，或是其它方面。费思科技不对任何特殊的、偶然或间接的损害负责。

安全摘要
















在操作和维修电子负载过程中，请严格遵守以下安全须知。不遵守以下注意事项或本手册中其它章节提示的特定警告，可能会削弱本负载所提供的保护功能。对于用户不遵守这些注意事项而造成的后果，费思科技不负任何责任。

安全须知

- ◆ 负载的交流输入必须为三芯线，且保证可靠接地，否则可能导致人身伤亡等潜在的电击危险。
- ◆ 禁止用户打开负载机箱。非专业人员请勿进行维修或调整。装卸负载前，请断开交流输入。
- ◆ 开机前，确保已安装了正确的保险管。
- ◆ 为避免负载损坏或人身伤害，请勿在易燃易爆环境下使用。
- ◆ 为保证电子负载的安全性，请勿自行安装替代零件或执行任何未经授权的修改。
- ◆ 为避免起火或造成永久性损坏，请确保电源输入电压不超过额定值的50%。

安全标识

在本产品外壳、用户手册所使用国际符号的解释请参见下表。

符 号	意 义	符 号	意 义
	直流电	N	零线或中性线
	交流电	L	火线
	交直流电	I	电源开
	三相电流		电源关
	接地		备用电源
	保护性接地		按钮开关按下
	接外壳或机箱		按钮开关弹出
	信号地		小心电击
WARNING	危险标志		高温警告
Caution	小心		警告

目录

前言.....	I
通告.....	I
产品保证.....	I
保修服务.....	I
保证限制.....	II
安全摘要.....	II
安全须知.....	II
安全标识.....	III
目录.....	IV
第 1 章 概述.....	1
1.1 功能和特点.....	1
1.2 前面板介绍.....	2
1.3 后面板介绍.....	3
1.4 VFD 显示信息描述.....	4
1.5 键盘使用简介.....	4
1.6 菜单操作.....	6
第 2 章 安装.....	11
2.1 验货.....	11
2.2 清洁.....	12
2.3 安装.....	12
2.4 输入要求.....	12
第 3 章 快速入门.....	13

第 4 章 功能与特性	15
4.1 控制模式.....	15
4.2 定态测试功能.....	15
4.2.1 恒电流模式(CC).....	15
4.2.2 恒电压模式(CV).....	16
4.2.3 恒电阻模式(CR).....	17
4.2.4 恒功率模式(CP).....	17
4.3 瞬态测试功能.....	18
4.3.1 连续方式 (CONTINUOUS)	18
4.3.2 脉冲方式 (PULSE)	19
4.3.3 翻转方式 (TOGGLE)	20
4.4 序列测试功能.....	20
4.5 自动测试功能.....	21
4.6 电池测试功能.....	21
4.6.1 电池内阻测试.....	21
4.6.2 电池容量测试.....	22
4.7 OCP 测试功能.....	22
4.8 触发源.....	23
4.9 输入控制.....	25
4.9.1 打开/关闭负载.....	25
4.9.2 短路.....	25
4.9.3 Von、Voff 功能	26
4.9.4 定时卸载.....	26
4.9.5 软保护	27
4.10 异常处理.....	28
4.10.1 过电流保护 (OC)	29
4.10.2 过电压保护 (OV)	29
4.10.3 过功率保护 (OP)	29

4.10.4 输入反接.....	29
4.10.5 过温度保护 (OT)	30
4.10.6 失控 (FC)	30
4.10.7 超量程 (OL)	30
4.11 硬件保护.....	31
4.12 量程.....	31
4.13 负载可操作范围.....	32
4.14 远端采样.....	33
4.15 缺电压检测.....	34
4.16 CV 响应速度	34
4.17 测量功能.....	35
4.18 状态报告.....	35
4.18.1 状态系统.....	35
4.18.2 错误记录.....	36
4.19 保存与调用.....	36
第 5 章 操作教程.....	38
5.1 定态测试.....	38
5.1.1 恒电流操作.....	38
5.1.2 恒电压操作.....	38
5.1.3 恒电阻操作.....	39
5.1.4 恒功率操作.....	39
5.2 瞬态测试.....	39
5.2.1 瞬态参数设置.....	40
5.2.2 连续方式 (CONTINUOUS)	41
5.2.3 脉冲方式 (PULSE)	42
5.2.4 翻转方式 (TOGGLE)	43
5.3 序列测试.....	44
5.3.1 编辑序列测试文件.....	44

5.3.2 运行序列测试文件	45
5.4 自动测试.....	46
5.4.1 编辑自动测试文档.....	46
5.4.2 运行自动测试文件.....	48
5.4.3 自动测试停止方式.....	50
5.5 电池测试.....	51
5.5.1 电池内阻测试.....	51
5.5.2 电池容量测试.....	52
5.6 OCP 测试.....	53
5.7 输入控制操作.....	54
5.7.1 Von、Voff 操作	54
5.7.2 定时卸载.....	55
5.8 恢复出厂设置.....	56
第 6 章 通讯配置.....	58
6.1 RS232 接口参数.....	58
6.2 参数设置.....	58
6.3 RS232 接口引脚描述.....	59
6.4 RS232 通讯故障排除.....	59
第 7 章 联机功能.....	60
7.1 联机设置.....	60
7.2 FaithLoad 软件	60
规格.....	65
主要技术参数.....	65
补充特性.....	67

第 1 章 概述

FT6300A系列电子负载是费思科技研制的新一代高性能可编程直流电子负载。在满足用户对传统电子负载功能需求下，更增加了实用的电池内阻测试和电池容量测试等功能。本系列负载不但提供了强大的测试功能和友好的人机界面，而且配备了RS232接口（另有 GPIB-RS232选件），适用于各种直流电源、电池、充电器及相关设备的测试，能为您的设计和测试提供多种解决方案。

本系列电子负载包含FT6301A、FT6302A、FT6303A、FT6304A、FT6305A和FT6306A等多种型号（输入电压0~500V，电流0~120A，功率150~600W），其良好的稳定性及精心的设计，配合费思科技强大的上位机软件，无疑是您的最佳选择。

如无特殊说明，手册中所出现的“电子负载”或“负载”均表示FT6300A系列电子负载。

1.1 功能和特点

FT6300A 系列可编程直流电子负载的主要功能和特点如下：

- 恒电流、恒电压、恒电阻和恒功率四种测试模式；
- 过电压/过电流/过功率/过温度/极性反接等全方位智能保护功能；
- 电压高达1mV、电流高达0.1mA的超高分辨率；
- 独有的电池内阻测试和电池容量测试功能；
- 独有的V/I曲线测试功能，特别适合光伏电池测试；
- 模拟短路功能；
- 方便实用的OCP测试功能；
- 高清晰高可见度真空荧光显示屏（VFD）；
- 旋转式编码开关和数字键盘相结合，操作快速灵活；
- 灵活的触发选项，可引入多种触发源；
- 强大的瞬态测试功能，支持用户在线更改参数；

- 强大的序列测试功能，可模拟实际负载复杂的变化；
- 完备的自动测试功能，无需按键即可完成测试；
- 丰富的SCPI命令，方便组建智能化测试平台和进行二次开发；
- 强大的上位机软件，可通过计算机实现远程控制；
- 定时卸载功能，精确设定带载时间；
- 支持快速存储和调用；
- 支持远端采样模式，测量更精确；
- 配备防滑脚架的可携式坚固机箱；
- 采用智能风扇控制，节约能源，降低噪音。

1.2 前面板介绍

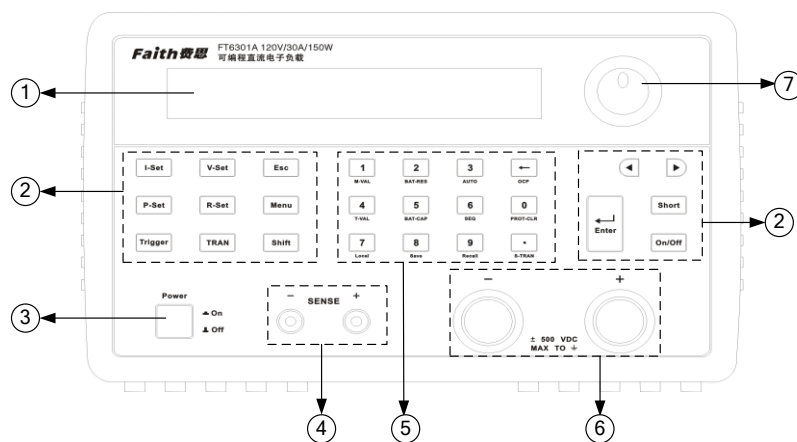


图 1-1 前面板图

- ① VFD 显示屏 ② 功能按键 ③ 电源开关 ④ 前面板采样端子
 ⑤ 数字与清除按键 ⑥ 输入端子 ⑦ 调节旋钮

1.3 后面板介绍

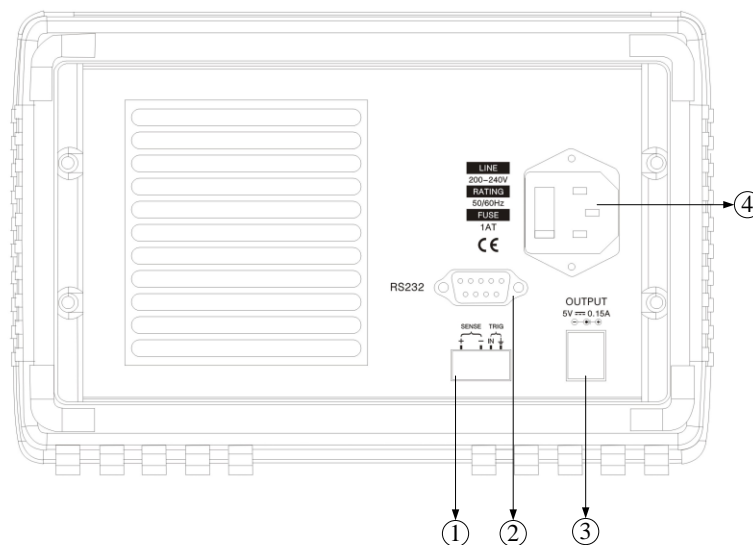


图 1-2 后面板图

- ① 触发和远端采样端子 ② RS232连接端子
③ GPIB-RS232转换器供电端口 ④ 电源输入插座

1.4 VFD 显示信息描述

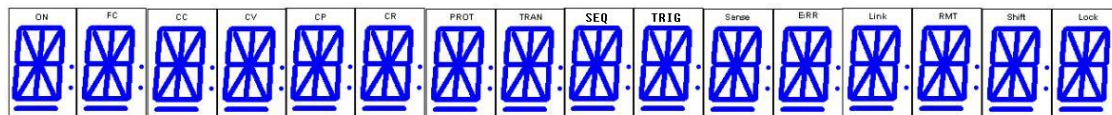


图 1-3 VFD 显示

表 1-1 VFD 提示符说明

提示符	说明	提示符	说明
ON	输入开启状态	SEQ	序列测试模式
FC	失控状态	TRIG	等待触发信号
CC	恒电流模式	Sense	远端电压采样模式
CV	恒电压模式	ERR	有错误发生
CP	恒功率模式	Link	处于通讯状态
CR	恒电阻模式	RMT	远程操作模式
PROT	已发生保护事件	Shift	Shift 已按下
TRAN	瞬态测试模式	Lock	键盘被锁定

1.5 键盘使用简介

键盘布局如图 1-4 所示：



图 1-4 键盘布局图

表 1-2 单一按键功能表

按键	功能
0 ~ 9	数字
.	小数点
←	清除输入
Menu	进入主菜单
Esc	返回上一级菜单
I-Set	选择恒电流模式，设置恒电流设定值
V-Set	选择恒电压模式，设置恒电压设定值
P-Set	选择恒功率模式，设置恒功率设定值
R-Set	选择恒电阻模式，设置恒电阻设定值
Shift	第二功能切换键
Trigger	触发
TRAN	使能瞬态测试功能
◀ ▶	左方向键 右方向键
Enter	确定
Short	打开或关闭短路操作
On/Off	输入开关
POWER	电源开关

表 1-3 复合按键功能表

复合按键	功能
Shift+ 1 (M-VAL)	设置主值
Shift+ 2 (BAT-RES)	启动电池内阻测试
Shift+ 3 (AUTO)	启动自动测试
Shift+ ← (OCP)	启动 OCP 测试
Shift+ 4 (T-VAL)	设置瞬态值
Shift+ 5 (BAT-CAP)	启动电池容量测试
Shift+ 6 (SEQ)	启动序列测试
Shift+ 0 (PROT-CLR)	清除保护状态
Shift+ 7 (Local)	远程模式下，按此键可切换到面板操作
Shift+ 8 (Save)	保存当前状态下设置的参数
Shift+ 9 (Recall)	调取存储的参数
Shift+ • (S-TRAN)	设置瞬态测试运行参数
Shift+ ▶	切换电流量程（该功能需要在菜单中使能）
Shift+ ◀	切换电压量程（该功能需要在菜单中使能）

1.6 菜单操作

按Menu 进入主菜单，按方向键或旋转旋钮，下列内容将依序出现。按下Enter，将进入当前选项的子菜单，按Esc返回上一层菜单。

MENU		
CONFIG		
	RST FACTORY SET	恢复出厂设置

	INPUT RECALL	负载开机状态选择菜单
	OFF<DEFAULT>	开机时输入状态为关闭状态
	ON	开机时输入状态为上次关机时状态
	POWER-ON RECALL	负载开机参数选择菜单
	OFF<DEFAULT>	开机后为 CC 模式，电流设定值为 0
	ON	开机后为上次关机时的参数设置
	KEY SOUND SET	按键音使能菜单
	OFF	按键声音关闭
	ON<DEFAULT>	按键声音开启
	KNOB LOCK SET	旋钮锁定使能菜单
	OFF <DEFAULT>	非锁定状态
	ON	锁定状态
	KNOB MODE SET	旋钮步进调整菜单
	STEP * 1	以数据最后一位为设定单位修改参数
	STEP * 10	以数据倒数第二位为设定单位修改参数
	STEP * 100<DEF>	以数据倒数第三位为设定单位修改参数
	LACK OF VOLTAGE	缺电压检测使能菜单
	OFF	关闭缺电压检测
	ON<DEFAULT>	开启缺电压检测

	RANGE SELECT	电压、电流量程快速切换使能菜单
	OFF	关闭快速切换
	ON<DEFAULT>	开启快速切换
	CV RESPONSE	电压调整速度
	FAST	快速
	MEDIUM	中速
	SLOW<DEFAULT>	慢速
	VOLTAGE SENSE	电压采样设置菜单
	LOCAL<DEFAULT>	近端采样模式
	REMOTE	远端采样模式
	AUTO RUN MODE	自动测试运行方式
	NORMAL< DEFAULT >	测试完停止带载
	STOP AT ONCE	遇到 Fail 时停止带载
	TRIGGER SOURCE	触发方式设置菜单
	IMMEDIATE<DEF>	Trigger 触发
	EXTERNAL	外部信号触发
	BUS	SCPI 命令触发
	BAUD RATE SET	RS232 接口波特率设置菜单
	2400	

	4800	
	9600<DEFAULT>	
	19200	
	38400	
	COMM.PARITY SET	RS232 接口校验设置菜单
	NONE<DEFAULT>	无校验
	EVEN	偶校验
	ODD	奇校验
	SHORTCUT RECALL	快速调用功能
	OFF< DEFAULT >	关闭快速调用功能
	ON	开启快速调用功能
	EXIT	返回上一级菜单
SYSTEM SET		
	PROT CURRENT SET	电流保护值设置菜单
	PROT VOLTAGE SET	电压保护值设置菜单
	PROT POWER SET	功率保护值设置菜单
	VOLTAGE ON SET	带载电压值设置菜单
	VOLTAGE OFF SET	卸载电压值设置菜单
	EXIT	返回上一级菜单

EDIT TEST FILE		
	EDIT SEQ FILE	序列测试文件编辑菜单
	EDIT AUTO FILE	自动测试文件编辑菜单
	EXIT	返回上一级菜单
LOAD ON TIMER		
	TIMER SET	负载定时卸载设置菜单。时间设定为 0 时，定时卸载功能关闭。
	EXIT	返回上一级菜单
EXIT		退出菜单

第 2 章 安装

注意：本负载为一种安全等级为 I 级的设备，具有保护接地端。在安装或操作前，请仔细对照本手册查看负载安全标志及说明。

2.1 验货

收到电子负载后，请按以下步骤对设备进行检查：

■ 检查运输过程中是否造成损坏

若包装箱或保护垫严重破损，请立即与费思科技授权经销商或售后服务部门联系。

注意：

在未获得肯定答复之前，请勿将设备寄回。

■ 检查附件

确认您在收到负载的同时收到以下附件：

表2-1 附件说明

附件	说明
电源线	接入220V交流电源
用户手册	包括安装、操作信息
光盘	编程手册与产品技术信息
检测报告	出厂检测报告
保修卡与售后服务指南	保修与售后服务信息

若存在缺失或损坏，请立即与费思科技授权经销商或售后服务部门联系。

■ 检查整机

若负载机箱破损或工作异常，请立即与费思科技授权经销商或售后服务部门联系。

2.2 清洁

若需清洁机器外壳，请用干布或微湿的布轻拭，不要擦拭机器内部。



警告：在清洁之前，请务必断开电源！

2.3 安装

电子负载通过其后面板的风扇散热，安装时请确保电子负载上部与四周其它物体保持8厘米以上的空隙，以便空气流通。

2.4 输入要求

电子负载额定输入电压为 $220V \pm 10\%$ ，频率为50/60Hz。

电源输入线为带接地保护的3芯电线。若无合适插座请勿进行任何操作。

附件中有一条与您当地电压相匹配的电源输入线。若发现电源输入线与电源交流输入端不匹配，请立即与费思科技授权经销商或售后服务部门联系。

第 3 章 快速入门

负载开机后，将进行自检。负载自检前，您需要将电源线正确连接并打开电源开关。以下为开机的具体步骤。

操作步骤	VFD显示内容	说明
负载开机	FT630XA	正在进行自检
大约0.5s 后	提示“ERR”	若EEPROM中的校准资料丢失，则VFD提示ERR信息
	0.000V 0.000A	VFD 显示实际输入电压及电流值。
按◀、▶	0.000W I: 0.000A	显示实际输入功率值及设定参数



警告：电子负载出厂时配有三芯电源线，负载应连接到三芯接线盒上。操作负载之前，请确认负载接地良好。

若负载不能正常启动，以下方法可帮助您找到可能存在的问题：

1) 检查电源线是否接好

检查电源线是否接好，电源开关是否已打开。

2) 检查负载保险管是否烧坏

若保险管烧坏，请及时更换保险管。

若需更换保险管，请将负载后面板开机源插座左边的小塑胶盖打开，替换保险管。请使用符合规格的保险管。保险管的位置如图 3-1 所示。

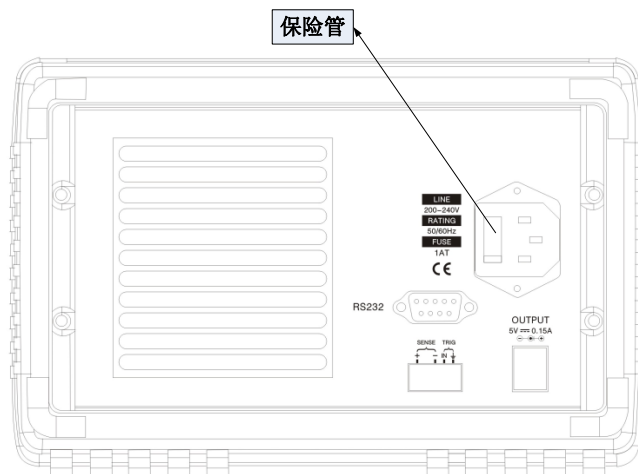


图 3-1 负载保险管位置图

若需更多帮助，请与费思科技技术支持部门联系。详细联系方式请查阅本手册或登陆费思科技网站：
www.faihtech.cn。

第 4 章 功能与特性

本章对电子负载的主要功能与特性进行说明。阅读本章，您将对 FT6300A 系列电子负载有更深入的认识。

4.1 控制模式

电子负载提供两种控制模式：本地模式和远程模式。两种控制模式之间可通过按键或 SCPI 命令进行切换。负载开机后，默认为本地控制模式。

本地控制模式下，通过面板对负载进行设置与操作。

远程控制模式下，通过 RS232 通信端口，使用 SCPI 命令对负载进行设置与操作。

4.2 定态测试功能

电子负载的定态测试功能包括四种模式：

- 恒电流模式(CC)
- 恒电压模式(CV)
- 恒功率模式(CP)
- 恒电阻模式(CR)

4.2.1 恒电流模式(CC)

恒电流模式下，无论输入电压如何变化，负载始终消耗一个恒定的电流，工作曲线如图 4-1 所示。

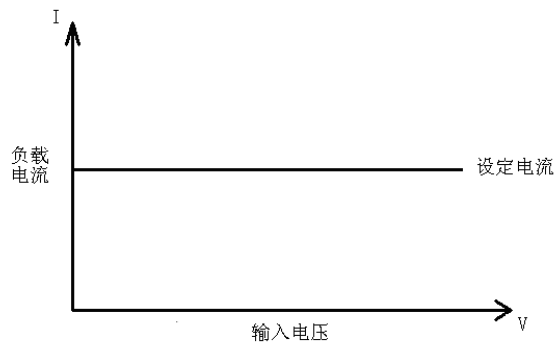


图4-1 恒电流模式

恒电流模式有高、低两个量程，可通过面板进行切换。低量程可实现高的输入控制精度与分辨率；高量程可实现大的输入范围。

4.2.2 恒电压模式(CV)

恒电压模式下，负载将消耗足够电流使输入电压维持在设定值，工作曲线如图 4-2 所示。

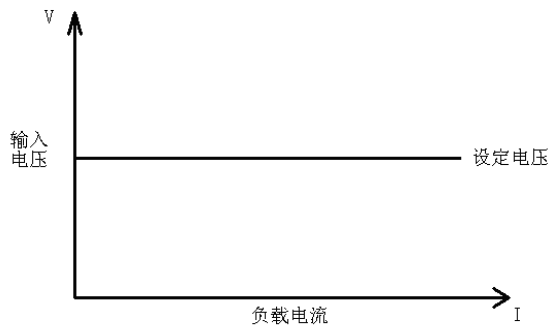


图4-2 恒电压模式

恒电压模式有高、低两个量程，可通过面板进行切换。低量程可实现高的输入控制精度与分辨率；高量程可实现大的输入范围。

4.2.3 恒电阻模式(CR)

恒电阻模式下，负载等效为一个恒定的电阻，输入电流会随输入电压的改变而调整，工作曲线如图 4-3 所示。

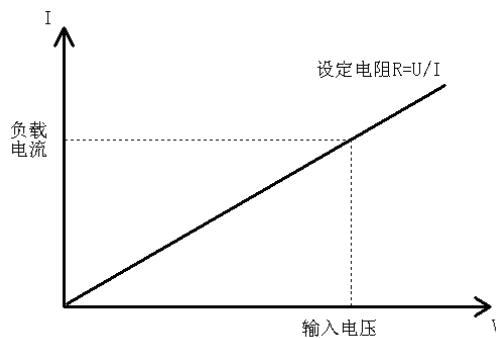


图4-3 恒电阻模式

4.2.4 恒功率模式(CP)

恒功率模式下，负载将消耗一个恒定的功率。输入电流会随输入电压的改变而线性调整以确保消耗功率不变，工作曲线如图 4-4 所示。

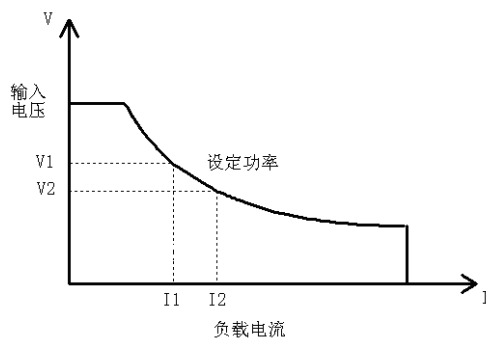


图4-4 恒功率模式

4.3 瞬态测试功能

瞬态测试功能可根据设定规则使负载在两个设定参数（主值与瞬态值）间切换，适用于电源瞬态特性测试。按 **TRAN** 开启或关闭瞬态测试功能。开启瞬态测试前，应先设置瞬态测试的相关参数（按 **Shift+•(S-TRAN)**），包括：瞬态测试运行方式、主值、主值脉宽、瞬态值及瞬态脉宽。瞬态测试在 CC、CV、CR 和 CP 下均能进行，有连续、脉冲和翻转三种运行方式。详细操作步骤请参阅第 5 章“瞬态测试”部分。

4.3.1 连续方式（CONTINUOUS）

连续方式下，电子负载根据设定脉宽在主值与瞬态值之间连续切换。脉宽的设定范围为：0.5~6000ms。工作曲线如图 4-5 所示。

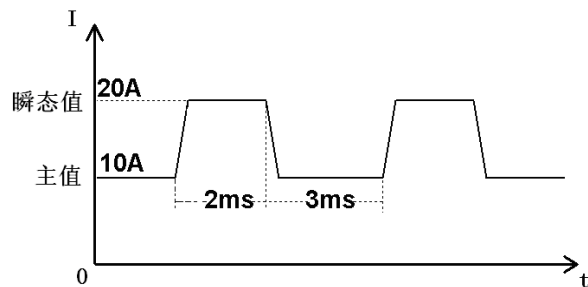


图4-5 连续方式

4.3.2 脉冲方式 (PULSE)

脉冲方式下, TRIG 提示符点亮, 表示等待触发信号。若收到触发信号, 负载立即由主值切换至瞬态值, 维持瞬态脉宽时间后回到主值。瞬态脉宽范围为: 0.5~6000ms。切换到瞬态值后, 负载不受触发信号影响。工作曲线如图 4-6 所示。

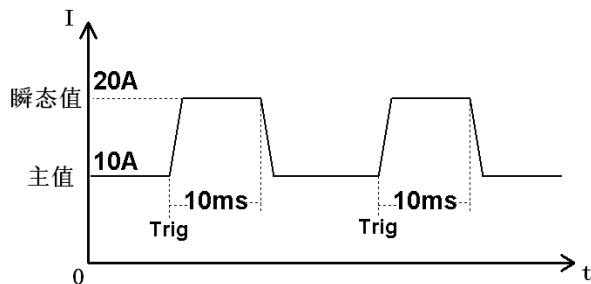


图4-6 脉冲方式

4.3.3 翻转方式 (TOGGLE)

翻转方式下，TRIG 提示符点亮，表示等待触发信号。若收到触发信号，负载将在主值与瞬态值之间切换。工作曲线如图 4-7 所示。

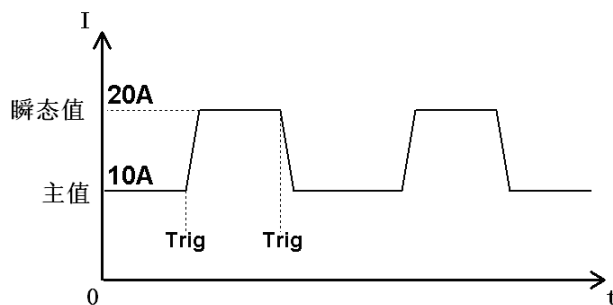


图4-7 翻转方式

4.4 序列测试功能

序列测试功能下，负载根据用户编辑的序列文件模拟输入端的复杂变化。序列文件参数包括文件编号（1~8）、测试模式（CC、CV、CP、CR）、循环次数（0~9999，0表示无限循环）、序列步数（1~50）、单步设定值及单步时间（1ms~60000ms）。序列文件存储于EEPROM中，最多可存储8个序列文件。图4-8为一个步数为5的序列测试运行图。详细操作步骤请参阅第5章“序列测试”部分。

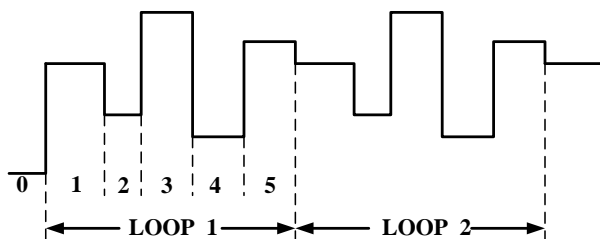


图 4-8 序列测试

4.5 自动测试功能

自动测试功能下，负载根据自动测试文件对设备进行多项测试并在测试完成后显示测试结果。自动测试功能的优势在产品检验方面尤其明显，可显著提高产品检验效率。

负载最多可存储 8 个自动测试文件，每个最多 20 步。详细操作步骤请参阅第 5 章“自动测试”部分。

4.6 电池测试功能

负载具有电池内阻测试和电池容量测试功能。

4.6.1 电池内阻测试

内阻是衡量电池性能的一个重要技术指标。电池内阻大致分两种：充电态内阻与放电态内阻。

充电态内阻指电池完全充满电时所测内阻；放电态内阻指电池充分放电后（放电到标准截止电压）所测内阻。一般情况下，充电态内阻相对稳定，而放电态内阻不稳定且比正常值高出许多，因此测量充电态内阻更具实际意义。

本系列负载采用直流放电内阻测试法测试电池内阻。根据欧姆定律 $R=U/I$ ，负载让电池在短时间（2~3s）内通过一个恒定电流，同时测量电池两端的电压，并按公式计算出电池内阻。详细操作步骤请参阅第

5 章“电池内阻测试”部分。

4.6.2 电池容量测试

容量是电池的另一个重要指标。容量测试结果可反映电池的可靠度及剩余寿命，因此非常有必要在更换电池前进行此类测试。容量测试时，电池电压将随着放电量的增加而降低，当电压低于终止电压时，测试结束。测试过程中可查看电池的电压、放电电流、放电时间和放电量等参数。配合上位机软件，还可观察电池的放电曲线。测试曲线如图 4-9 所示。详细操作步骤请参阅第 5 章“电池容量测试”部分。

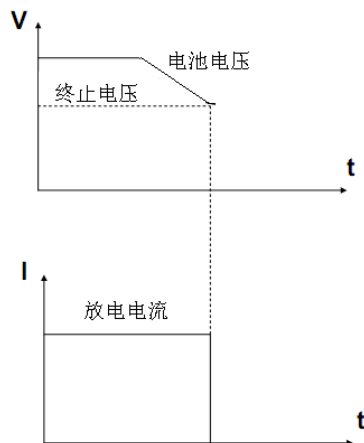


图 4-9 容量测试时电压、电流曲线

4.7 OCP 测试功能

OCP 测试原理：CC 模式下，输入电流从 0 开始，每隔一定时间（可设为 0.3~25.5s）按设定量递增，同时检测负载输入电压。当输入电压的变化幅度超过设定幅度时，记录此时的电流值与测试过程中的 P_{max} 点并结束测试。OCP 测试曲线如图 4-10 所示。详细操作步骤请参阅第 5 章“OCP 测试”部分。

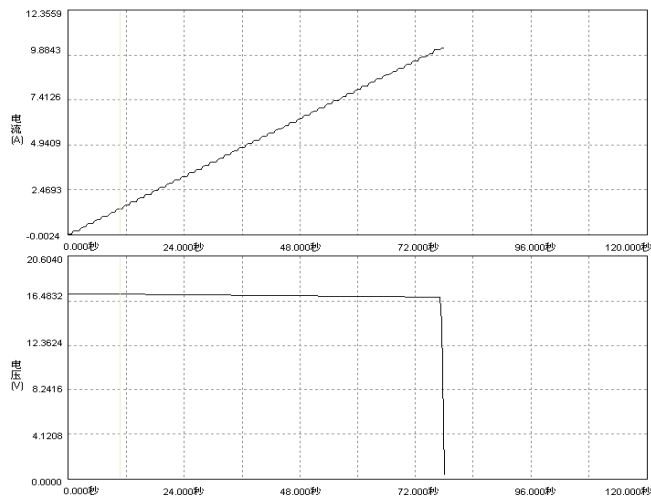


图4-10 OCP测试曲线

4.8 触发源

负载具有三种触发源：

- 键盘触发<IMMEDIATE>：键盘触发方式有效时，按 **Trigger** 将启动一次触发操作；
- 总线触发<BUS>：总线触发方式有效时，负载收到触发命令后将启动一次触发操作；
- 外部触发<EXTERNAL>：负载的后面板上具有一个外部触发输入端（如图 4-11 所示）。外部触发方式有效时，在触发端子施加一个持续 5us 的低电平，负载将启动一次触发操作。

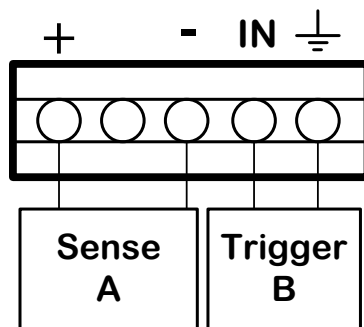


图 4-11 负载后面板触发与远端采样端子

A: 采样端子

B: 触发端子

使用触发功能需选择触发源，操作步骤如下：

步骤	VFD显示	详细内容
按Menu	CONFIG	进入菜单设置
按Enter	RST FACTORY SET	
按方向键或旋转旋钮，直至显示	TRIGGER SOURCE	
按Enter	IMMEDIATE<DEF>	按Enter，选择键盘触发方式
按方向键或旋转旋钮，显示	EXTERNAL	按Enter，选择外部触发方式
	BUS	按Enter，选择命令触发方式

设置好触发方式后，按两次Esc退出菜单。

4.9 输入控制

4.9.1 打开/关闭负载

按 On/Off 可改变电子负载输入状态。

4.9.2 短路

电子负载可模拟短路操作，以测试被测设备的保护性能。按 Short 或通过 SCPI 命令可切换短路状态。负载短路时所消耗的电流取决于当前负载的工作模式及电流量程。CC,CP 及 CR 模式下，最大短路电流为当前量程的 110%；CV 模式下，短路操作相当于设置负载的恒电压值为 0V。

短路操作不改变当前设定值，退出短路操作时，负载返回到先前状态。

面板上进行短路操作的步骤如下：

- 1) 定态测试功能下（CC、CV、CR 或 CP）按 Short，进入短路状态。此时 VFD 左端显示字母“T”；
- 2) 短路状态下按 Short，负载退出短路状态。

仅当负载处于定态测试功能时，短路操作有效。短路状态下不允许切换模式。

注意：开启短路功能的 200ms 内，最大允许功率约为负载额定功率的 2~2.5 倍。

4.9.3 Von、Voff 功能

被测电源输出电压上升或下降速度慢时，此功能可对其实施保护。当被测电源电压上升至高于 Von 时，负载开始带载；电压下降至低于 Voff 时，负载卸载。工作曲线如图 4-12 所示。详细操作步骤请参阅第 5 章“Von、Voff 操作”部分。

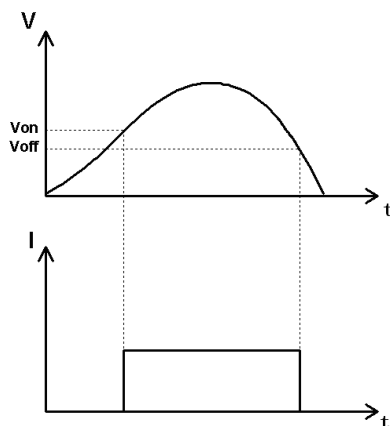


图 4-12 Von、Voff 功能示意图

4.9.4 定时卸载

负载提供定时卸载功能，带载时间达到设定值后卸载，可实现带载时间的精确控制。例如，设定卸载时间为 20s，则负载将在带载 20s 后卸载。定时卸载的最大时间为 60000s。详细操作步骤请参阅第 5 章“定时卸载”部分。

4.9.5 软保护

负载提供软保护功能。设置保护值步骤如下：

1、按 **Menu** 进入菜单；

2、VFD 显示 “CONFIG”，按方向键或旋转旋钮至 “SYSTEM SET”，按 **Enter** 确定；

3、VFD 显示 “PROT CURRENT SET”，按 **Enter** 进入参数设置界面，通过数字键设定电流保护值，接着按 **Enter** 确定；

4、按方向键或旋转旋钮至 “PROT VOLTAGE SET”，按 **Enter** 进入参数设置界面，通过数字键设定电压保护值，接着按 **Enter** 确定；

5、按方向键或旋转旋钮至 “PROT POWER SET”，按 **Enter** 进入参数设置界面，通过数字键设定功率保护值，接着按 **Enter** 确定；

6、按两次 **Esc**，退出菜单。

注意：将保护值设置为 0 可禁止软保护功能。

电压、电流与功率高于保护值时，负载关闭输入并发出连续提示音“嘟—”，VFD 提示 PROT 和保护信息。按 **Enter** 清除保护信息并关闭报警声；按 **Shift+0**(PROT-CLR)清除 PROT 提示符。若 PROT 提示符未被清除，则忽略后续所有的保护信息和报警声，即：电压、电流或功率再次高于保护值时，负载将关闭输入并报警一声，而不再提示保护信息。

若正在设置参数时发生软保护，负载关闭输入并发出提示音“嘟”。退出参数设置后，负载将发出连续提示音“嘟—”。

◆ 电流软保护

输入电流高于电流软保护值，VFD 显示 OVER PROT CURR。

◆ 电压软保护

输入电压高于电压软保护值，VFD 显示“OVER PROT VOLT”。

◆ 功率软保护

输入功率高于功率软保护值，VFD 显示“OVER PROT POWER”。

4.10 异常处理

异常指负载在使用过程中发生了输入超范围的情况或非正常操作事件。异常包括过电流、过电压，过功率、输入反接、过热和失控。发生异常时，负载根据异常类型采取相应的保护措施，并在 VFD 上提示相应的信息。



警告：为保证电子负载安全稳定工作，务必确保输入电压、电流和功率不高于最大额定值。否则，可能对设备造成不可恢复的损坏。

4.10.1 过电流保护（OC）

若输入电流高于最大额定值，则发生过电流保护，此时电流显示栏为“OC”。

4.10.2 过电压保护（OV）

若输入电压高于最大额定值，则发生过电压保护，此时电压显示栏为“OV”。

4.10.3 过功率保护（OP）

过功率保护功能主要用于保护硬件，防止元器件长时间处于过功率状态而导致迅速老化或损坏。

输入功率高于最大额定功率时，负载关闭输入并发出连续提示音“嘟—”，VFD 提示 PROT 并显示“OVER POWER”。按 **Enter** 清除保护信息并关闭报警声；按 **Shift+0**(PROT-CLR)清除 PROT 提示。若 PROT 提示符未被清除，则报警一声并忽略后续所有的保护信息。

若正在设置参数时发生过功率保护，负载关闭输入并发出提示音“嘟”，VFD 提示 PROT。退出参数设置后，负载将发出连续提示音“嘟—”，VFD 显示“OVER POWER”。

4.10.4 输入反接

输入反接时，负载发出连续提示音“嘟—”，VFD 提示 PROT 并显示“REVERSE VOLTAGE”。按 **E**

nter 清除保护信息并关闭报警声，电压或电流参数显示为“-OL”；按 **Shift+0**(PROT-CLR)清除 PROT 提示。

若未清除 PROT 提示符，则报警一声并忽略后续所有的保护信息。

若正在设置参数时发生输入反接，负载发出提示音“嘟”，VFD 提示 PROT。退出参数设置后，负载将发出连续提示音“嘟—”，VFD 显示“REVERSE VOLTAGE”。

4.10.5 过温度保护（OT）

内部温度超过 85℃时，负载关闭输入并发出连续提示音“嘟—”，VFD 提示 PROT 并显示“OVER TEMPERATURE”。按 **Enter** 清除保护信息并关闭输入；按 **Shift+0**(PROT-CLR)清除提示。此时风扇满负荷工作以尽快冷却负载。

4.10.6 失控（FC）

输入开启后，电压或电流的输入值与理论值之间的偏差大于阈值，VFD 提示 FC。

4.10.7 超量程（OL）

输入电压或电流超出量程，对应的测量值显示栏为 OL。

4.11 硬件保护

FT6300A 系列负载具有硬件过电流与过功率保护功能。硬件保护克服了软保护速度慢、处理不及时等缺点，反应更迅速，防护效果更好，负载更安全。输入电流超过最大额定值时，负载通过硬件电路将输入电流控制在最大额定值的 110%左右；输入功率超过最大额定值时，负载通过硬件电路将输入功率控制在最大额定值附近。

4.12 量程

FT6300A 系列负载电压与电流测量均有高、低两种量程。切换量程需打开切换功能，操作步骤如下：

- 1、按 **Menu** 进入菜单，VFD 显示“CONFIG”；
- 2、按 **Enter** 确定，VFD 显示“RST FACTORY SET”；
- 3、按方向键或旋转旋钮，使得 VFD 显示“RANGE SELECT”；
- 4、按 **Enter** 确定，按方向键或旋转旋钮设置为“ON<DEFAULT>”选项；
- 5、按 **Enter** 确定，开启切换功能；
- 6、按 **Esc** 退出菜单。

按 **Shift+◀** 切换电压量程，按 **Shift+▶** 切换电流量程。

注意：仅在定态测试功能时可切换量程。

低量程下，设定参数超出量程，则负载将按低量程的最大值带载。若设定参数超出高量程，则设定参数无效。另外，设置软保护值可能引起量程自动切换。例如，FT6301A 负载处于电流低量程（0~3A），若设定电流保护值为 10A，则负载自动切换至电流高量程。

4.13 负载可操作范围

电子负载必须工作在额定电压，额定电流及额定功率的范围内。负载的额定可操作范围如图 4-13 的阴影部分所示。

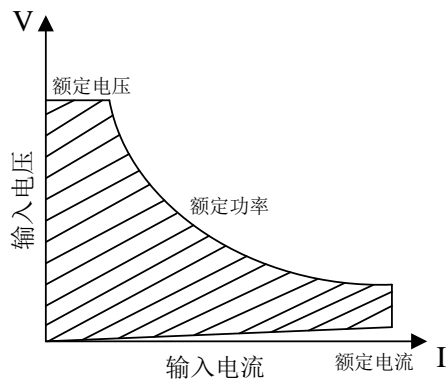


图 4-13 负载额定可操作范围

4.14 远端采样

为避免负载输入导线过长导致压降过大，远端测量允许直接在电源输出端进行采样以提高测量精度。

负载前、后面板都提供了远端采样端子。负载后面板接线端子如图 4-14 所示。

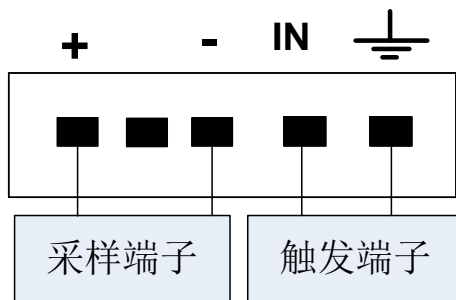


图 4-14 后面板接线端子示意图

SENSE (+) 和 SENSE (-) 为远端采样输入端子。远端采样接线如图 4-15 所示。

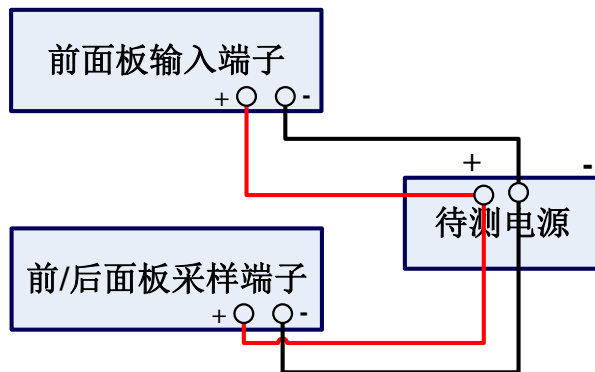


图 4-15 远端采样的接线示意图

使用远端采样功能，需设置负载电压测量方式为远端采样。设置步骤如下：

- 1、按 **Menu** 进入菜单；
- 2、VFD 显示 “CONFIG”，按 **Enter** 确定；
- 3、按方向键或旋转旋钮至 “VOLTAGE SENSE”，按 **Enter** 确定；
- 4、选择 “REMOTE”，按 **Enter** 确定，此时 VFD 提示 “Sense”，远端采样功能设置成功。

4.15 缺电压检测

带载状态下更换被测电源，在连接过程中出现的“零电压”将导致负载内部电阻很小，电源重新连接瞬间会引起电源发生限流保护。开启缺电压检测功能可避免此种情况的发生。打开缺电压检测的步骤如下：

- 1、按 **Menu** 进入菜单，VFD 显示 “CONFIG”；
- 2、按 **Enter** 确定；
- 3、按方向键或旋转旋钮至 “LACK OF VOLTAGE”，按 **Enter** 确定；
- 4、按方向键或旋转旋钮至 “ON”，按 **Enter** 确定；
- 5、按两次 **Esc** 退出菜单。

4.16 CV 响应速度

FT6300A 系列可修改 CV 模式下的响应速度，更好的适应多种电源测试。修改步骤如下：

- 1、按 **Menu** 进入菜单，VFD 显示 “CONFIG”；

- 2、按 **Enter** 确定；
- 3、按方向键或旋转旋钮至“CV RESPONSE”，按 **Enter** 确定；
- 4、VFD 显示“SLOW <DEFAULT>”，此时 CV 为中速。可选的其它两个选项分别为 FAST（快速）和 MEDIUM（慢速）；
- 5、修改完成后，按两次 **Esc** 退出菜单。

4.17 测量功能

电子负载具有高精度测量系统，可实时测量输入电压、电流和功率等测量参数。电压与电流是负载直接读取的测量值，功率则是当前电压与电流的乘积。电压/电流测量值的最高分辨率为 1mV/0.1mA。开机后，可通过 VFD 或 SCPI 命令获取测量参数。例如，命令“MEASure:CURRent?”用来获取实时电流参数。详细内容请查阅《FT6300A 编程手册》“测量操作”部分。

4.18 状态报告

电子负载具备完整的状态报告系统，用于记录工作过程中的各种操作状态与错误信息。

4.18.1 状态系统

状态系统在寄存器组中记录状态事件，并实时更新状态信息，方便用户查询。

可通过设置状态寄存器组中的使能寄存器来控制状态系统的记录方式与内容。若使能寄存器对应位置

位，则负载将相应事件记录在对应的事件寄存器中。

状态系统的查询与操作只能通过 SCPI 命令实现，具体操作方法请查阅《FT6300A 编程手册》“SCPI 编程”部分。

4.18.2 错误记录

负载工作时发生的错误记录在错误队列中，错误包括通讯错误、执行错误、自检错误、设备相关错误及系统错误等。

错误发生时，负载发出提示音“嘟”，VFD 提示“ERR”。可通过“SYSTem:ERRor?”查询错误信息。

错误信息以先进先出的顺序读取。错误信息被读取后将从队列中删除。若错误个数大于 16，最后一个错误信息被-350, “Error queue overflow”（错误队列溢出）替代。查询错误信息时，若队列为空，则返回信息：+0, “No error”（没有错误）。详细的错误信息请查阅《FT6300A 编程手册》。

4.19 保存与调用

负载可以将 20 组常用参数保存到 EEPROM 中，方便用户快速调用。这些参数包括：定态测试（CC、CV、CR 及 CP 模式）设定值；瞬态测试的运行方式、主值、主值脉宽、瞬态值、瞬态脉宽；电池容量测试的放电电流、终止电压；电池内阻测试的放电电流；OCP 测试的电流、时间、电压参数；序列测试文件序号；自动测试文件序号。

您可以通过按前面板的 **Shift+8**(Save)和 **Shift+9**(Recall)来实现保存与调用操作。

若开启快速调用功能,则直接按数字键 0~9 即可调用已保存的前 10 组数据(数字 0 对应第 10 组数据)。

开启快速调用功能步骤如下:

- 1、按 **Menu** 进入菜单, VFD 显示 “CONFIG”;
- 2、按 **Enter** 确定;
- 3、按方向键或旋转旋钮至 “SHORTCUT RECALL”, 按 **Enter** 确定;
- 4、VFD 显示 “OFF<DEFAULT>”, 此时旋转旋钮选择 “ON” 可开启快速调用功能;
- 5、按两次 **Esc** 退出菜单。

以定态 CR 测试保存与调用为例, 说明操作步骤:

- 1、定态 CR 测试时, 设置电阻的定态参数, 并按 **Shift+8(Save)**, VFD 显示 “SAVE NUM: 01”;
- 2、按数字键 “2”, 然后按 **Enter** 确定保存;
- 3、若未开启快速调用功能, 则按 **Shift+9(Recall)**接着按数字键 2 实现参数调用; 若开启快速调用功能,

则直接按数字键 “2” 即可调用。

按 **Shift+9(Recall)** 实现调用操作时, 若存储区中无数据, 则 VFD 显示 “DATA ABSENT”; 快速调用时, 若存储区中无数据, 则蜂鸣器长鸣 “嘟-”。

第 5 章 操作教程

5.1 定态测试

定态测试有四种模式：恒电流（CC）、恒电压（CV）、恒电阻（CR）及恒功率（CP）。

5.1.1 恒电流操作

按 **I-Set** 切至 CC 模式，以设定 $I=2.67A$ 为例说明恒电流设置步骤。

步骤	操作细节	VFD 显示
第一步	按 I-Set	CURRENT= $\times.\times\times\times A$
第二步	通过数字键或旋钮输入 2.67	CURRENT=2.67A
第三步	按 Enter 确定	$\times.\times\times\times V \quad \times.\times\times\times A$

5.1.2 恒电压操作

按 **V-Set** 切至 CV 模式，以设定 $U=12.54V$ 为例说明恒电压设置步骤。

步骤	操作细节	VFD 显示
第一步	按 V-Set	VOLTAGE = $\times.\times\times\times V$
第二步	通过数字键或旋钮输入 12.54	VOLTAGE=12.54V
第三步	按 Enter 确定	$\times.\times\times\times V \quad \times.\times\times\times A$

5.1.3 恒电阻操作

按 **R-Set** 切至 CR 模式，以设定 $R=1000\ \Omega$ 为例说明恒电阻设置步骤。

步骤	操作细节	VFD 显示
第一步	按 R-Set	RESISTANCE = × × R
第二步	通过数字键或旋钮输入 1000	RESISTANCE =1000R
第三步	按 Enter 确定	×. × × × V ×. × × × A

5.1.4 恒功率操作

按 **P-Set** 切至 CP 模式，以设定 $P=30W$ 为例说明恒功率设置步骤。

步骤	操作细节	VFD 显示
第一步	按 P-Set	POWER = ×. × × × W
第二步	通过数字键或旋钮输入 30	POWER=30W
第三步	按 Enter 确定	×. × × × V ×. × × × A

注意：参数输入时，可以通过方向键◀和▶调整光标逐位输入。

5.2 瞬态测试

瞬态测试模式与定态测试模式相对应。以 CC 模式为例进行说明，其余模式（CV、CP、CR）与之类

似，不再赘述。

5.2.1 瞬态参数设置

设置瞬态参数步骤如下：

步骤	VFD 显示	说明
按 Shift+· (S-TRAN)和方向键	CONTINUOUS PULSE TOGGLE	设置运行方式
按 Enter	LEVEL M =0.000A	设置主值
按数字键输入主值，然后按 Enter	WIDTH M = 0.5MS	设置主值脉宽
按数字键输入主值脉宽，然后按 Enter	LEVEL T=0.000A	设置瞬态值
按数字键输入瞬态值，按 Enter	WIDTH T= 0.5MS	设置瞬态脉宽
按数字键输入瞬态脉宽，然后按 Enter	×.×××V ×.×××A	瞬态参数设置完成

瞬态测试过程中，按 **Shift+1** (M-VAL) 和 **Shift+4** (T-VAL)，可查看、修改主值与瞬态值。

注意：瞬态运行过程中可以随时更改运行参数。

5.2.2 连续方式 (CONTINUOUS)

假定电流主值为 10A，主值脉宽为 3ms；瞬态值为 20A，瞬态脉宽为 2ms。工作曲线如图 5-1 所示。

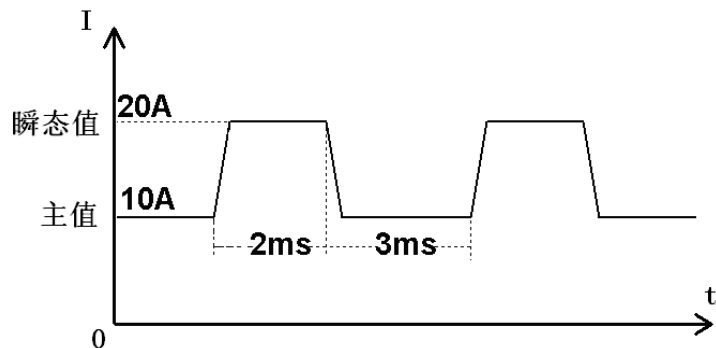


图 5-1 连续方式工作曲线

操作步骤：

- 1、按 **On/Off** 关闭负载输入；
- 2、按 **Shift+ (S-TRAN)**，选择瞬态模式为 CONTINUOUS，按 **Enter** 确定；
- 3、设置 LEVEL M=10A，按 **Enter**，设置 WIDTH M=3ms，按 **Enter**，设置 LEVEL T=20A，按 **Enter**，设置 WIDTH T=2ms，按 **Enter** 确定；
- 4、按 **TRAN** 开始瞬态测试；
- 5、按 **On/Off** 打开输入；
- 6、测试完成后按 **TRAN** 退出瞬态测试。

5.2.3 脉冲方式 (PULSE)

假定主值为 10A；瞬态值为 20A，瞬态脉宽为 10ms。工作曲线如图 5-2 所示。

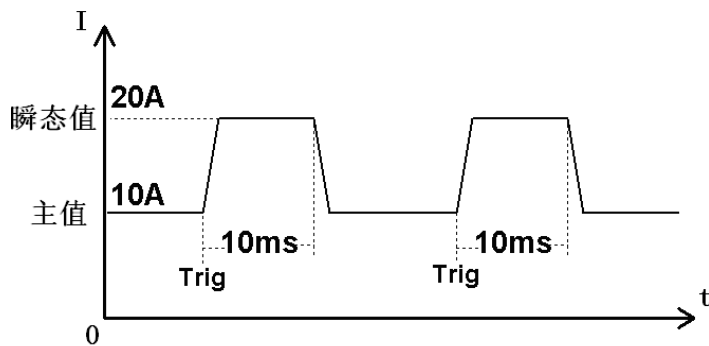


图 5-2 脉冲方式工作曲线

操作步骤：

- 1、按 **On/Off** 关闭输入；
- 2、按 **Shift+ (S-TRAN)**，按方向键或旋转旋钮至 **PULSE**，按 **Enter**；
- 3、设置 **LEVEL M=10A**，**LEVEL T=20A**，**WIDTH T=10ms**；
- 4、按 **TRAN** 开始瞬态测试；
- 5、按 **On/Off** 打开输入；
- 6、按 **Trigger** 产生触发信号（触发源为键盘触发）；
- 7、按 **TRAN** 停止瞬态测试。

5.2.4 翻转方式 (TOGGLE)

假定主值为 10A；瞬态值为 20A。工作曲线如图 5-3 所示。

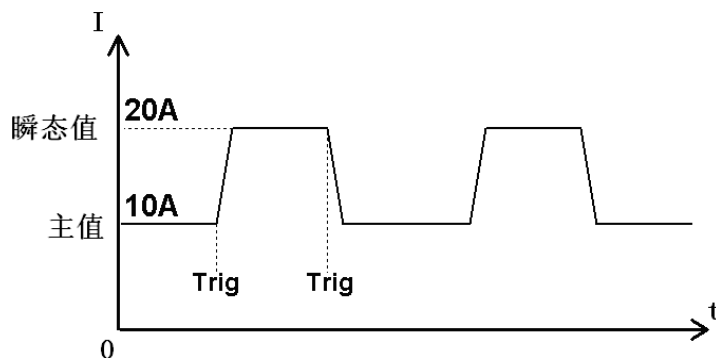


图 5-3 翻转方式工作曲线

操作步骤：

- 1、按 **On/Off** 关闭输入；
- 2、按 **Shift+ (S-TRAN)**，按方向键或旋转旋钮至“TOGGLE”，按 **Enter**；
- 3、设置 LEVEL M=10A, LEVEL T=20A；
- 4、按 **TRAN** 开启瞬态测试；
- 5、按 **On/Off**，打开负载输入；
- 6、按 **Trigger**（触发源为键盘触发），输出翻转一次；
- 7、按 **TRAN** 停止瞬态测试。

注意：负载处于高级测功能（序列测试、自动测试、电池容量测试、电池内阻测试和 OCP 测试）时，关闭输入，按 Esc 键，可以快速切换至定态或瞬态测试功能。

5.3 序列测试

5.3.1 编辑序列测试文件

以一个步数为 5 的序列测试文件为例，说明编辑序列文件的步骤：

- 1、按 On/Off，关闭输入；
- 2、按 Menu，显示“CONFIG”，按方向键或旋转旋钮至显示“EDIT TEST FILE”；
- 3、按 Enter，显示“EDIT SEQ FILE”；
- 4、按 Enter，显示“FILE NUM = 01”，按数字键或旋转旋钮选择文件序号；
- 5、按 Enter，显示“CURRENT SEQ”；
- 6、按 Enter 选择编辑恒电流序列文件，VFD 显示“RUN TIMES: 0”，按数字键或旋转旋钮更改运行次数（0 表示无限循环）；
- 7、按 Enter 确定输入运行次数，VFD 显示“STEPS = 01”，按数字键或旋转旋钮设置序列步数为 5（最多可设 50 步）；
- 8、按 Enter，显示“COUNT 01: 0.000A”，输入数字 3，设置第 1 单步电流为 3A；
- 9、按 Enter，显示“COUNT 01: 1MS”，输入数字 2000，设置第 1 单步脉宽为 2000ms；

10、重复第 8 与第 9 步，依次设置单步电流及脉宽 0A/1500ms；2A/900ms；0A/700ms；6A/1000ms；

11、按 **Enter**，显示“EDIT SEQ FILE”；

12、按 **Esc** 至退出菜单。

至此，一个序列测试文件编辑完成。

5.3.2 运行序列测试文件

运行序列测试文件的操作步骤如下：

1、按 **On/Off** 关闭输入；

2、按 **Shift+6(SEQ)**，SEQ 提示符亮，VFD 显示“RUN SEQ FILE: 01”，按数字键或旋转旋钮选择测试文件；

3、按 **Enter** 载入测试文件，若测试文件不存在，VFD 显示“FILE ABSENT”；否则显示电压、电流测量值；

4、按 **On/Off** 开始序列测试；

序列测试时，按 **▶**，VFD 显示“STEP: ×× ××××”，表示当前正在运行的步数与该步设定值；按 **◀**可回到序列测试页面；按 **Trigger** 可暂停序列测试。

5、按 **On/Off** 停止序列测试。

按 **◀**，VFD 显示“RUN SEQ FILE: 01”；按数字键或旋转旋钮选择新的序列测试文件，按 **Enter** 载入测试文件。

注意：负载输入开启瞬间，由于电流上升速度较慢可能导致序列测试的时间产生偏差。为避免影响序列测试的时间特性，在启动序列测试时，负载将先运行于定态模式一段时间（低于 200ms）。

5.4 自动测试

下面以一款充电器的测试为例介绍自动测试操作。充电器的测试方案见表 5-1。

表 5-1 充电器测试方案表

充电器测试流程					
测试步骤	测试方法				
	模式	电压范围 (V)	电流范围 (mA)	功率 (W)	纹波 (mVpp)
第一步	CC	5.56~6.23	258	≤5 (输入 220AC)	≤45mVpp
第二步	空载	5.85~6.35	0	≤2.3 (输入 220AC)	
第三步	CV	5	205~245		
第四步	CV	4	205~245		
第五步	CV	3	205~245		
第六步	短路	0	≤245		

5.4.1 编辑自动测试文档

自动测试文件的编辑步骤如下：

- 1、按 [Menu](#) 进入菜单，VFD 显示“CONFIG”；

- 2、按▶移动至“EDIT TEST FILE”项；
- 3、按 Enter 确定，按▶移动至“EDIT AUTO FILE”；
- 4、按 Enter，VFD 显示“FILE NUM= 01”，按数字键或旋转旋钮选择文件序号；
- 5、按 Enter，VFD 显示“TEST COUNT= 01”，按数字键设置测试单步数。自动测试文件最多可设置 20 步，本例设置为 6 步，按 6 后，再按 Enter 确定；
- 6、设置当前步的模式，按▶、◀或旋转旋钮可选择为 CONST CURRENT、CONST VOLTAGE、CONST POWER 或 CONST RESISTANCE 模式。本例第一步为 CC 模式，选择“CONST CURRENT”按 Enter 确定；
- 7、VFD 显示“COUNT 01: 0.000A”，设置当前步的主值。本例第一步为 0.258A，按 0、.、2、5、8 后，再按 Enter 确定；
- 8、设置当前步是否短路，按▶、◀可选择为 SHORT ON、SHORT OFF 模式。本例第一步为 SHORT OFF 模式，按▶、◀选择为“SHORT OFF”，按 Enter 确定；
- 9、选择当前步的检查内容，按▶、◀可选择为 READ BACK A、READ BACK V 或 READ BACK W 模式。本例第一步的检查内容是电压，选择“READ BACK V”，按 Enter 确定；
- 10、VFD 显示“MIN 01: 0.00V”，按数字键设置下限。本例第一步为 5.56V，按 5、.、5、6 后，再按 Enter 确定；
- 11、VFD 显示“MAX 01: 0.00V”，按数字键设置上限。本例第一步为 6.23V，按 6、.、2、3 后，再按 Enter 确定；
- 12、VFD 显示“DELAY=0.3s”，按数字键设置延迟时间，范围为 0.3~25.5s。若设置为 25.5s，测试

至该步将会暂停，按下 **Trigger** 后终止该步跳到下一步测试继续。本例第一步延时为 1 秒，按 **1** 后，再按 **E** **nter** 确定：

13、重复 6~12，依次设置余下步骤为：

- a) CONST CURRENT, 0A, SHORT OFF, READ BACK V, 5.85V, 6.35V, 1s
- b) CONST VOLTAGE, 5V, SHORT OFF, READ BACK A, 0.205A, 0.245A, 1s
- c) CONST VOLTAGE, 4V, SHORT OFF, READ BACK A, 0.205A, 0.245A, 1s
- d) CONST VOLTAGE, 3V, SHORT OFF, READ BACK A, 0.205A, 0.245A, 1s
- e) CONST CURRENT, 0A, SHORT ON, READ BACK A, 0A, 0.245A, 1s

14、VFD 显示 “EDIT AUTO FILE”，此时编辑好的文档已保存到 EEPROM 中（自动测试文档最多存储 8 组）；

15、自动测试文档编辑完成，按 **Esc** 退出菜单。

注意：若将某步参数上限或下限值设置为 0，则表示不检查该步的上限值或下限值；若上、下限都为 0，则该步的测试结果为 PASS。

5.4.2 运行自动测试文件

启动自动测试操作步骤如下：

- 1、按 **On/Off** 关闭输入；
- 2、按 **Shift+3** (AUTO)，VFD 显示 “RUN AUTO FILE: 01”；按数字键或旋转旋钮选择测试文件；

3、按 **Enter** 选择测试文件，此时 VFD 显示 “00: X.XX×V X.XX×A”；

若选择的测试文件不存在，VFD 显示 “FILE ABSENT”；否则显示电压、电流测量值。

4、按 **On/Off** 开始自动测试；

5、测试完成后，负载发出“嘟”、“嘟”两声提示音，VFD 显示测试结果。测试通过，显示 “PASS”，否则显示 “FAILED”；

6、可按 **◀**、**▶** 查看每一步的测试值与测试结果。

注意：

仅在 VFD 显示为 “PASS” 或 “FAILED” 时，才可按 **◀**、**▶** 查看每一步的测试值与测试结果。若 VFD 当前显示 “00: X.XX×V X.XX×A”，需按下旋钮或 **Enter** 之后再按 **◀**、**▶**，方可查看每一步的测试值与测试结果。另外，如自动测试被中断，则测试结果为 “RESULTLESS”。

设置合适的 Von、Voff 电压值，配合使用自动测试功能，无需人工按键即可实现产品的自动测试，极大提高工作效能。设置的 Von、Voff 电压的具体方法请参见本手册第 5.7.1 章节。在此以表 5-1 中的充电器为例说明操作过程。

- 1) 设置 Von 电压为 4V，设置 Voff 电压为 3.5V（Voff 电压建议设置为输出电压的 60%以上）；
- 2) 当测试完一个充电器，VFD 显示为 “PASS” 或 “FAILED” 时，换上另一个充电器并上电。负载一旦检测到高于 Von 值的电压即开始新的测试。

同时，当 “TRIGGER SOURCE” 设置为 “EXTERNAL” 时，通过外部触发也可启动一次新的测试（6305A、6306A 除外）。另外，当 VFD 显示为 “PASS” 或 “FAILED” 时，直接按下 “On/Off” 键或给电子负载一个触发信号，可以启动一次新的测试。

负载提供自动测试文件快速替换功能。

若负载正在运行序号为 01 的自动测试文件，可通过以下操作很方便地换成序号为 02 的自动测试文件。

操作步骤如下：

- 1、自动测试操作中，按 **◀**，VFD 显示 “RUN AUTO FILE: 01”；
- 2、旋转旋钮或输入数字键 **2**，按 **Enter**。

若 EEPROM 中不存在自动测试文件 2，则 VFD 显示 “FILE ABSENT”；否则负载将运行自动测试文件 2。

5.4.3 自动测试停止方式

FT6300A 系列自动测试停止方式有两种：

- NORMAL（通用方式）。此种方式为默认方式，测试结束后自动停止带载。
- STOP AT ONCE。此种方式下，当测试中某一步为 Fail 时，则测试停止。

停止方式修改方法如下：

- 1、按 **Menu** 进入菜单，VFD 显示 “CONFIG”；
- 2、按 **Enter** 确定；
- 3、按方向键或旋转旋钮至 “AUTO RUN MODE”，按 **Enter** 确定；
- 4、VFD 显示 “NORMAL<DEFAULT>”，此时旋转旋钮可选择 “STOP AT ONCE”；
- 5、按两次 **Esc** 退出菜单。

5.5 电池测试

5.5.1 电池内阻测试

负载采用恒定电流放电法测试电池内阻。测试前，应将待测电池的正负端连接到输入端子与 Sense 端子端子（前面板或后面板），如图 5-4。

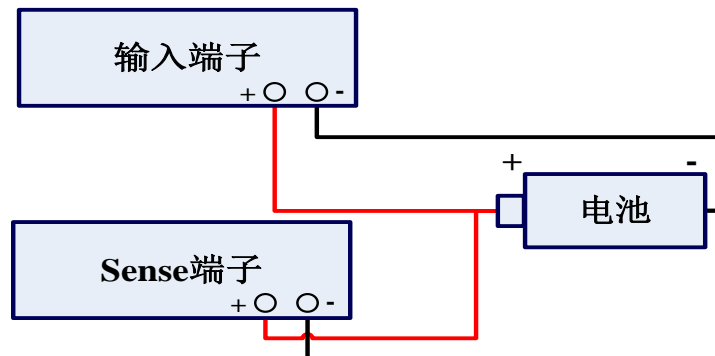


图 5-4 电池内阻测试连线图

操作方法：

- 1、按 **On/Off** 关闭输入，连接好待测电池；
- 2、按 **Shift+2**(BAT-RES)，VFD 显示“BAT RES: $\times\times\times\times R$ ”（为前一次电池内阻测试结果，第一次测量电池内阻将显示 BAT RES: 0.0000R）；

3、按 **Enter**，VFD 显示“CURRENT=0.000A”，按数字键或旋转旋钮输入电池放电电流（推荐为电池容量的十分之一），按 **Enter** 确定；

4、按 **On/Off**，开始测试；

5、内阻测试大约耗时 3s，负载发出“嘟”、“嘟”两声提示音，输入关闭，VFD 显示测试结果。

注意：测试时，若负载发出提示音“嘟”，VFD 显示“ERROR”，则表示线路连接有误。

5.5.2 电池容量测试

容量测试的连接如图 5-5 所示。

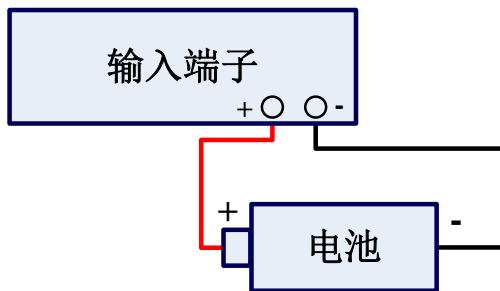


图 5-5 电池容量测试连线图

操作方法：

1、按 **On/Off** 关闭输入，连接好待测电池；

- 2、按 **Shift+5**(BAT-CAP)，VFD 显示前一次的测试结果；
- 3、按 **Enter**，VFD 显示“CURRENT=0.000A”，按数字键或旋转旋钮设置放电电流；

注意：电池的放电电流不宜过大，推荐为电池容量的十分之一。例如，电池容量为 4AH，则放电电流最好为 0.4A。

- 4、按 **Enter**，VFD 显示“VOLTAGE=0.00V”，按数字键或旋转旋钮设置终止电压（终止电压的设定请参考待测电池参数），按 **Enter** 确定；

- 5、按 **On/Off** 开始测试；

在测试过程中，可按 **◀**、**▶** 切换观察电池的电压、实际放电电流、放电时间和电池已放电容量。

- 6、电池电压降至终止电压时，负载发出“嘟”、“嘟”两声提示音，输入关闭，VFD 显示测量结果。

可按 **◀** 清除测试结果。若需要累加测试结果，直接按 **On/Off**，则本次测试的结果将在上一次的基础上进行累加。

5.6 OCP 测试

OCP 操作步骤如下：

- 1、按 **On/Off** 关闭输入，连接好待测电源；
- 2、按 **Shift + ◀(OCP)**，打开 OCP 测试模式；

此时，VFD 显示“OCP: ×××V ×××A”，表示实时的电压电流值。

- 3、按 **Enter**，VFD 显示“C-ORIG=0.000A”，按数字键或旋转旋钮设置初始电流值（范围为：0A~FULL）；

- 4、按 **Enter**，VFD 显示“C-STEP=0.000A”，按数字键或旋转旋钮设置电流递增值（范围为：1mA～FULL）；
 - 5、按 **Enter**，VFD 显示“TIME=0.000s”，按数字键或旋转旋钮设置电流递增间隔时间（范围为：0.3～25.5s）；
 - 6、按 **Enter**，VFD 显示“V-FALL=0.000V”，按数字键或旋转旋钮设置电压变化范围（范围为：0～FULL）；
 - 7、按 **Enter**，VFD 显示“OCP: ×××V ×××A”（可按◀或▶切换显示内容），按 **On/Off** 开始测试；
 - 8、测试完成后，负载发出“嘟”、“嘟”两声提示音，此时按◀或▶可切换至“MAX: ×××A ×××W”查看测试结果。
- OCP 测试结束后的显示的测试结果为电流 OCP 点与测试过程中的 P_{max} 点。

注意：OCP 测试之前，推荐将电流量程切换至高量程。低量程情况下测试时，若电流当前值与增量之和超过量程范围，电流将保持原值不再增加以致 OCP 测试无法完成。

5.7 输入控制操作

5.7.1 Von、Voff 操作

Von、Voff 设置方法如下：

- 1、按 **Menu** 进入菜单，“VFD 显示 CONFIG”；

- 2、按方向键或旋转旋钮至“SYSTEM SET”;
- 3、按 **Enter**, VFD 显示“PROT CURRENT SET”, 按方向键或旋转旋钮至“VOLTAGE ON SET”;
- 4、按 **Enter**, VFD 显示“ON VOL=0.00V”, 按数字键设置带载电压值 (0V 表示关闭 Von 功能);
- 5、按 **Enter**, 按方向键或旋转旋钮至“VOLTAGE OFF SET”;
- 6、按 **Enter**, VFD 显示“OFF VOL=0.00V”, 按数字键设置卸载电压值 (0V 表示关闭 Voff 功能), 按 **Enter** 确定。

注意: Von、Voff 功能仅在定态测试、瞬态测试中有效。Von、Voff 功能中, 带载和卸载时蜂鸣器都将“嘟”一声提示。另外, 设置合适的 Von、Voff 电压值, 配合使用自动测试功能可实现产品的自动测试。具体操作请查看本手册第 5 章“自动测试”部分。

5.7.2 定时卸载

定时卸载操作步骤如下:

- 1、按 **On/Off** 关闭输入;
- 2、按 **Menu** 进入菜单, VFD 显示“CONFIG”;
- 3、按方向键或旋转旋钮, 移动菜单到“LOAD ON TIMER”项;
- 4、按 **Enter**, VFD 显示“TIMER SET”;
- 5、按 **Enter**, VFD 显示“TIME=0<s>”, 按数字键设定时间参数 (0 表示关闭定时卸载功能), 按 **Enter** 确定;
- 6、按 **Esc** 退出菜单。

负载运行完设定时间后，负载关闭输入并发出“嘟”一声提示音，VFD 显示“TIME OUT”。按 **Enter** 退出显示。

5.8 恢复出厂设置

负载提供恢复出厂设置功能。恢复出厂设置操作大约需要 3s，详细出厂设置参数如表 5-2 所示。

表 5-2 恢复出厂默认参数表

选项	参数
INPUT RECALL	OFF<DEFAULT>
POWER-ON RECALL	OFF<DEFAULT>
KEY SOUND SET	ON<DERAULT>
KNOB LOCK SET	OFF <DERAULT>
KNOB MODE SET	STEP * 100<DEF>
LACK OF VOLTAGE	OFF<DEFAULT>
RANGE SELECT	ON<DEFAULT>
VOLTAGE SENSE	LOCAL<DEFAULT>
TRIGGER SOURCE	IMMEDIATE<DEF>
BAUD RATE SET	9600<DEFAULT>
COMM.PARITY SET	NONE<DEFAULT>
SHORTCUT RECALL	OFF<DEFAULT>
PROT CURRENT SET	0
PROT VOLTAGE SET	0
PROT POWER SET	0
VOLTAGE ON SET	0

VOLTAGE OFF SET	0
电压、电流量程	HIGH
电流设定值	0A
电压设定值	Vmax
电阻设定值	Rmax
功率设定值	0W
输入状态	Off



警告：一旦恢复出厂默认设置，将清除 EEPROM 中保存的序列测试文件、自动测试文件以及用户保存的参数。

恢复出厂默认设置的步骤如下：

- 1、按 **Menu**，VFD 显示“CONFIG”；
- 2、按 **Enter**，VFD 显示“RST FACTORY SET”；
- 3、按 **Enter**，VFD 显示“ARE YOU SURE”；
- 4、按 **Enter**，负载恢复到出厂设置；若按 **Esc**，则取消操作。

第 6 章 通讯配置

负载具有远程控制功能。在进行远程控制之前必须对 RS232 接口参数进行配置。

6.1 RS232 接口参数

RS232 接口参数如下：

- 波特率：2400，4800，9600（默认值），19200，38400；
- 奇偶检验与数据位：无校验（默认设置）/8位数据位；奇校验/8位数据位；偶校验/8位数据位；
- 停止位：1位（固定）；

远程参数设置都是在面板操作中完成的。

6.2 参数设置

以设置 RS232 的波特率为 9600，无奇偶校验位为例说明设置过程。

- 1) 按 **Menu** 进入菜单，VFD 显示 “CONFIG”；
- 2) 按 **Enter**，VFD 显示 “RST FACTORY SET”；
- 3) 按方向键或旋转旋钮至 VFD 显示 “BAUD RATE SET”；
- 4) 按 **Enter** 确定，按方向键或旋转旋钮设置为 “9600”；
- 5) 按 **Enter** 确定；
- 6) 按方向键或旋转旋钮至 VFD 显示 “COMM.PARITY SET”；

- 7) 按 **Enter** 确定，按方向键或旋转旋钮设置为“NONE”；
- 8) 按 **Enter** 确定；
- 9) 按两次 **Esc** 退出菜单。

RS232 设置信息保存在 EEPROM 中，电源断电或远程接口复位时，不会改变设置。远程操作时（但未进入远程锁定状态），按 **Shift+7(Local)**，可回到面板操作。

6.3 RS232 接口引脚描述

为了连接负载与 PC 机，必须使用合适的接口电缆。负载 RS232 接口引脚描述如表 6-1 所示。

表 6-1 RS232 接口引脚描述表

接口引脚	说明
2	RXD
3	TXD
5	GND
其余引脚	悬空

6.4 RS232 通讯故障排除

若使用 RS232 接口通讯时遇到问题，以下内容将有助于问题的解决：

检查负载与计算机的配置是否相同；确认已经连接了合适的电缆与适配器；确认将接口电缆连接在计算机正确的 RS232 接口上。

第 7 章 联机功能

费思科技为负载配备了强大的上位机软件（选件）。

通过 RS232 端口将负载与 PC 机相连，运用上位机软件除了可完成面板操作功能外，还可完成电池 VI 测试功能。

7.1 联机设置

安装好 FaithLoad 软件。

用 RS232 电缆将负载与 PC 相连。

双击桌面图标，运行 FaithLoad 软件。并在菜单栏“系统”按钮下的“设置”下的“串口设置”对话框中配置正确的通讯参数（串口号、波特率、校验位等）。

7.2 FaithLoad 软件

通过 FaithLoad 软件，在完成面板操作功能（包括定态测试功能、短路测试、序列测试、瞬态测试、自动测试、电池测试和 OCP 测试等）同时还可观察电压、电流、电阻和功率随时间变化的曲线。以下对 FaithLoad 的部分功能进行介绍。

I. 定态测试

定态测试中主要是定态功能与短路测试操作。以 CC 模式为例说明定态测试设置过程。

- 1、运行 FaithLoad 软件，正确配置通讯参数，点击“联机”按钮。使 FaithLoad 与负载间通讯正常（已联机指示灯为绿色）；
- 2、点击标签页中的“基本测试”，然后在“设置”框中输入恒电流值，点击“设置”；
- 3、在“控制”框中点击“CC”按钮，然后点击“开启”按钮。

恒电流操作时的电压电流曲线如图 7-1 所示。

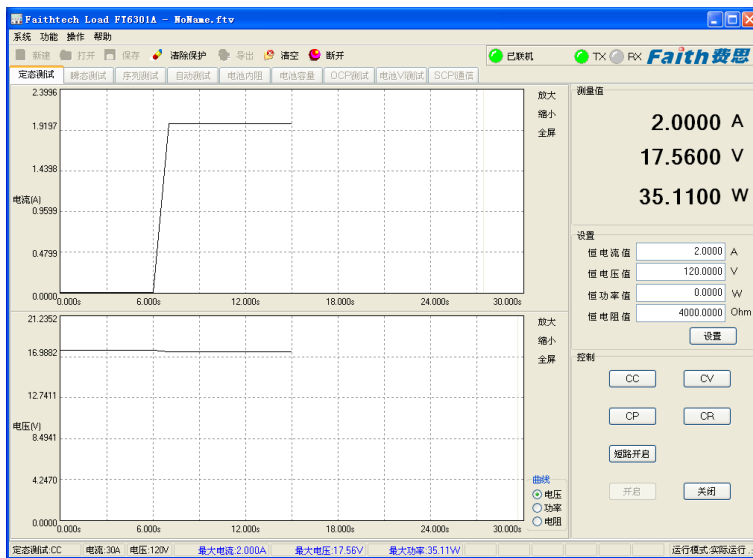


图 7-1 定态恒电流模式测试时的电压电流曲线图

II. 瞬态测试操作

以 CC 为例说明瞬态测试的设置过程。

- 1、运行 FaithLoad 软件，正确配置通讯参数，点击“联机”按钮。使 FaithLoad 与负载间通讯正常（已联机指示灯为绿色）；
- 2、点击标签页中的“瞬态测试”，然后在“设置”框中设置各种参数并按“设置”按钮；
- 3、按“启动”按钮启动测试。

CC 模式下的瞬态测试时的电压电流曲线如图 7-2 所示。

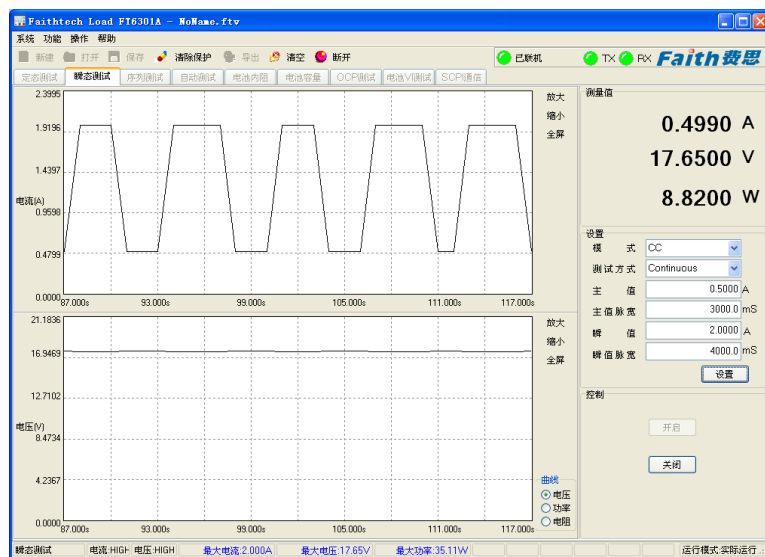


图 7-2 CC 下的瞬态测试时的电压电流曲线图

III. 序列测试

以 CC 为例说明序列测试的设置过程。

- 1、运行 FaithLoad 软件，正确配置通讯参数，点击“联机”按钮。使 FaithLoad 与负载间通讯正常（已联机指示灯为绿色）；
- 2、点击标签页中的“序列测试”，然后在“序列测试设置”框中选择序列编号；

序列编号为 1~8，与负载的序列文件编号相对应。当前选择的文件编号为“1”，然后点击“上传”按钮。若负载的 EEPROM 中存在序列文件 1，则负载将上传序列文件 1 的参数给 PC；若文件不存在则上传一个单步数为 0 的空文件。另外，也可在“序列测试设置”中编辑测试文件的参数并按“控制”框中的“下载”按钮将编辑好的文件下载到 EEPROM 中。

- 3、按“启动”按钮启动测试过程。

测试过程中按“Trigger”按钮将暂停测试。

CC 模式下的序列测试时电压电流曲线如图 7-3 所示。



图 7-3 CC 下的序列测试时的电压电流曲线图

自动测试的实现方法与序列测试类似，在此不另作说明。

IV. 电池 VI 测试

电池 VI 测试功能是 FaithLoad 软件提供的扩展功能，此功能在面板操作中无法实现。电池 VI 测试包括：恒电流和恒电压两种方式。

电池 VI 测试恒电流方式下的基本原理：在定电流模式下，调整电池输出电流并测量电池电压，然后绘出电压与电流的 V-I 曲线并找出曲线中功率最大的点。

电池 VI 测试恒电压方式下的基本原理：在定电压模式下，调整电池输出电压并测量电池电流，然后绘出电压与电流的 V-I 曲线并找出曲线中功率最大的点。

电池 VI 测试功能主要为测试电池的最大功率及最大功率时的电压电流值。

以某干电池的 VI 测试（恒电流方式）为例说明操作过程：

1、正确连接电池与负载。连接方式与第 5 章“电池内阻测试”方式相同；

- 2、运行 FaithLoad 软件，正确配置通讯参数，点击“联机”按钮。使 FaithLoad 与负载间通讯正常（已联机指示灯为绿色）；
 - 3、点击标签页中的“电池 VI 测试”，然后在“设置”框中选择“恒电流”方式并设置各种参数；
 - 4、在“控制”框中按“开启”按钮启动测试过程。
- 电池 VI 测试时的电压电流关系曲线如图 7-4 所示。

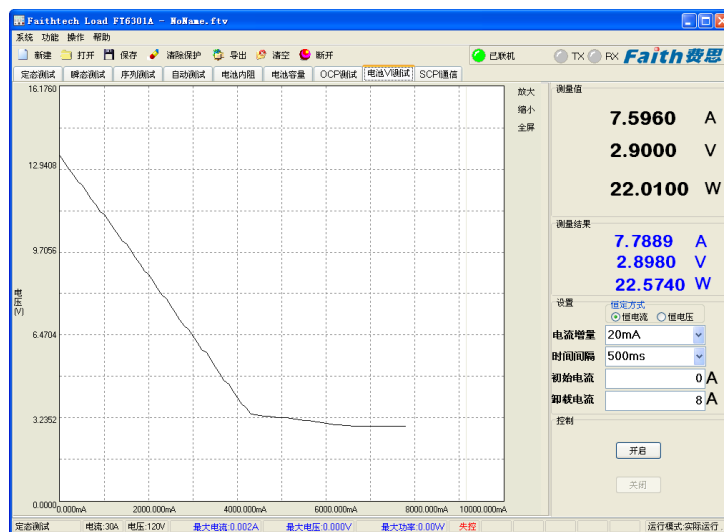


图 7-4 电池 VI 测试时的电压电流关系图

电池的 VI 测试（恒电压方式）的操作过程及接线方法与之类似，在此不另作说明。FaithLoad 软件的其它功能，在此不一一介绍，软件详细信息请参阅 FaithLoad 的帮助文档。

规格

主要技术参数

注意：测量精度是在校准后一年内，负载工作温度在 18°C~28°C (64°F~82°F)，相对湿度达 90% 时来认定的。另外，精度测量前，请预热半小时。

	FT6301A	FT6302A	FT6303A	FT6304A	FT6305A	FT6306A
输入额定值 (0~40 °C)						
电压*1	0~120V	0~120V	0~500V	0~120V	0~500V	0~120V
电流	0~30A	0~30A	0~15A	0~60A	0~30A	0~120A
功率	150W	300W	300W	300W	600W	600W
最小操作电压	1.4V@30A	1.2V@30A	6V@15A	1.6V@60A	1.8V@30A	1.8V@120A
恒电压模式						
量程	20V/120V	20V/120V	50V/500V	20V/120V	50V/500V	12V/120V
分辨率	1mV/10mV	1mV/10mV	1mV/10mV	1mV/10mV	1mV/10mV	1mV/10mV
低量程精确度	0.05%+4mV	0.05%+4mV	0.05%+10mV	0.05%+4mV	0.05%+10mV	0.05%+3mV
高量程精确度	0.05%+30mV	0.05%+30mV	0.05%+130mV	0.05%+30mV	0.05%+130mV	0.05%+30mV
恒电流模式						
量程	3A/30A	3A/30A	3A/15A	6A/60A	3A/30A	12A/120A
斜率	0.7A/us	0.6A/us	0.3A/us	1.2A/us	1.2A/us	3A/us
分辨率	0.1mA/1mA	0.1mA/1mA	0.1mA/1mA	0.1mA/1mA	0.1mA/1mA	1mA/10mA
低量程精确度	0.05%+3mA	0.05%+3mA	0.05%+1.5mA	0.1%+6mA	0.1%+3mA	0.1%+12mA
高量程精确度	0.1%+30mA	0.1%+30mA	0.1%+15mA	0.1%+60mA	0.1%+30mA	0.1%+120mA
恒电阻模式*2 *3						
量程	10Ω/100Ω/1000Ω/4000Ω					

分辨率	1mΩ/10mΩ/100mΩ/1Ω					
0.100~9.999Ω 精确度	1%+30mΩ					
10.00~99.99Ω 精确度	1%+300mΩ					
100.0~999.9Ω 精确度	1%+3Ω					
1K~4K Ω 精确度	1%+32Ω					
恒功率模式*2 *3						
量程	100W/150W	100W/300W	100W/300W	100W/300W	100W/600W	100W/600W
分辨率	1mW/10mW	1mW/10mW	1mW/10mW	1mW/10mW	1mW/10mW	1mW/10mW
低量程精确度	1%+100mW					
高量程精确度	1%+150mW	1%+300mW	1%+300mW	1%+300mW	1%+600mW	1%+600mW
电流测量值						
低量程精确度	0.1% +3mA	0.1% +3mA	0.1% + 3mA	0.1% +12mA	0.1% +3mA	0.1% + 12mA
高量程精确度	0.2%+45mA	0.2%+45mA	0.2%+45mA	0.2%+60mA	0.2%+45mA	0.1%+120mA
电压测量值						
低量程精确度	0.02% + 4mV	0.02% + 4mV	0.02% + 10mV	0.02% + 4mV	0.02% + 10mV	0.02% + 4mV
高量程精确度	0.02% + 30mV	0.02% + 30mV	0.02%+130mV	0.02% + 30mV	0.02%+130mV	0.02% + 30mV
功率测量值*2 *3						
低量程精确度	1%+100mW	1%+100mW	1%+100mW	1%+100mW	1%+100mW	1%+100mW
高量程精确度	1%+150mW	1%+300mW	1%+300mW	1%+300mW	1%+600mW	1%+600mW
电池容量测试功能	输入: 0.10~120/500V; 最大测量容量: 99999AH					
	分辨率: 0.1mAH					
电池内阻测试功能	精度: ±4%					
	分辨率: 0.1mΩ					
瞬态模式	频率范围: 0.083Hz~1KHz					
外部触发	触发时间>5us; 触发间隔>500 us					

NOTE *1: 若操作电压超过满量程的 1.1 倍, 将损坏电子负载

NOTE *2: 为达到所标称的精度, 必须有 $V_{in} > 6V$

NOTE *3: CR、CP 模式测量时, 若 $I < 0.5\%F.S.$ 则精度不指定

补充特性

内存容量: **20**组

推荐校准频率: 1次/年

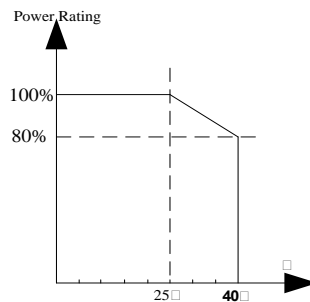
交流电源输入等级: $220V \pm 10\%$, 50Hz

散热方式: 风扇

存储环境温度: 0 to 60 °C

使用环境: 室内使用设计, 最大湿度 95%

操作环境温度: 0 to 40 °C。带载功率与操作温度间的关系如图所示:



带载功率与操作温度的关系

设备尺寸: 213mmW × 134mmH × 374mmD (FT6301A/FT6302A/FT6303A/FT6304A)

213mmW × 134mmH × 474mmD (FT6305A/FT6306A)

最后, 衷心感谢您选择费思科技的产品, 我们将竭诚为您服务。