



# 用户手册

375X 系列电子负载

## 目录

安全说明 .....	1
第一章 概述 .....	3
1.1 功能特点 .....	3
1.2 前面板描述 .....	4
1.3 后面板描述 .....	4
1.4 键盘功能描述 .....	5
1.5 指示灯描述 .....	7
1.6 显示 .....	8
1.6.1 主菜单描述 .....	8
1.6.2 端口配置菜单描述 .....	9
1.6.3 瞬态测试菜单描述 .....	10
1.6.4 序列测试菜单描述 .....	11
1.6.5 基本模式菜单设置及显示信息描述 .....	13
1.6.5.1 CC 模式菜单 .....	13
1.6.5.2 CR 模式菜单 .....	14
1.6.5.3 CV 模式菜单 .....	15
1.6.5.4 CP 模式菜单 .....	16
1.6.5.5 +CV 模式菜单 .....	18
1.6.6 错误及报警菜单 .....	18
1.6.7 存储菜单描述 .....	19
1.6.7.1 应用存储菜单描述 .....	19
1.6.7.2 调用存储菜单描述 .....	20
1.7 远程编程 .....	21
第二章 功能与特性 .....	22
2.1 本地和远程控制 .....	22
2.2 主要功能 .....	22
2.3 基本测试功能 .....	23
2.3.1 定电流测试 .....	23
2.3.1.1 电流设定范围 .....	24
2.3.1.2 立即电流值 .....	24
2.3.1.3 触发电流值 .....	24
2.3.1.4 瞬态电流值 .....	24
2.3.1.5 软件电流保护 .....	25
2.3.2 定电压测试 .....	25
2.3.2.1 电压设定范围 .....	26
2.3.2.2 立即电压值 .....	26
2.3.2.3 触发电压值 .....	26
2.3.2.4 瞬态电压值 .....	26
2.3.3 定电阻测试 .....	27
2.3.3.1 电阻设定范围 .....	27
2.3.3.2 立即电阻值 .....	28
2.3.3.3 触发电阻值 .....	28

2.3.3.4 瞬态电阻值 .....	28
2.3.4 定功率测试 .....	28
2.3.4.1 功率设定范围 .....	29
2.3.4.2 立即功率值 .....	29
2.3.4.3 触发功率值 .....	29
2.3.5 定电流 + 定电压测试 .....	30
2.3.6 定电阻 + 定电压测试 .....	30
2.3.7 定功率 + 定电压测试 .....	30
2.4 瞬态测试 .....	31
2.4.1 连续方式 .....	31
2.4.2 脉冲方式 .....	33
2.4.3 翻转方式 .....	35
2.5 序列测试 .....	37
2.6 触发功能 .....	38
2.7 输入控制 .....	39
2.7.1 负载输入的打开与关闭 .....	39
2.7.2 启动电压和启动电压锁定 .....	39
2.7.3 限制电流功能 .....	40
2.7.4 电流上升速率 .....	40
2.7.5 电流下降速率 .....	41
2.8 测量功能 .....	41
2.9 保存和调用 .....	42
2.10 读取远程错误 .....	43
2.11 状态报告 .....	43
2.12 保护及报警功能 .....	44
2.12.1 清除异常锁定状态 .....	44
2.12.2 过电压 .....	44
2.12.3 过电流 .....	45
2.12.4 过功率 .....	45
2.12.5 过温度 .....	45
2.12.6 极性反接 .....	46
第三章 安装 .....	47
3.1 初始检查 .....	47
3.2 环境和安置 .....	47
3.3 上电自检 .....	47
3.4 后面板连接 .....	48
3.5 前面板 .....	50
3.6 使用连接 .....	51
第四章 本地操作 .....	55
4.1 本地控制描述 .....	55
4.2 前面板主要操作 .....	55
4.3 电子负载与电源连线 .....	56

4.4 负载输入打开 / 关闭 .....	56
4.5 基本测试 .....	56
4.5.1 定电流测试 .....	56
4.5.2 定电压测试 .....	58
4.5.3 定电阻测试 .....	61
4.5.4 定功率测试 .....	63
4.6 + 定电压模式测试 .....	65
4.6.1 定电流 + 定电压模式测试 .....	65
4.6.2 定电阻 + 定电压模式测试 .....	65
4.6.3 定功率 + 定电压模式测试 .....	66
4.7 瞬态测试 .....	67
4.7.1 连续方式瞬态测试 .....	68
4.7.2 脉冲方式瞬态测试 .....	69
4.7.3 翻转方式瞬态测试 .....	71
4.8 序列测试 .....	72
4.8.1 序列编辑 .....	72
4.8.2 序列测试功能启动和停止 .....	76
4.9 负载保存和调用 .....	76
4.10 负载保护状态查看和清除 .....	78
4.11 负载触发 .....	78
4.12 电子负载主菜单 .....	79
4.12.1 蜂鸣器 .....	80
4.12.2 编码器 .....	80
4.12.3 触发 .....	80
4.12.4 校准 .....	80
4.12.5 设备信息 .....	81
4.12.6 安全码 .....	81
4.12.7 日期 .....	82
4.12.8 时间 .....	83
4.12.9 显示语言 .....	84
4.12.10 恢复出厂值 .....	84
<b>第五章 远程操作 .....</b>	<b>85</b>
5.1 通信端口 .....	85
5.1.1 RS232 .....	85
5.1.2 USB .....	85
5.1.3 GPIB .....	86
5.2 远程控制显示 .....	88
5.3 发送一个远程设置命令 .....	89
5.4 返回数据 .....	89
5.5 远程编程命令 .....	89
5.5.1 基本测试模式 .....	89
5.5.2 瞬态值 .....	89

5.5.3 可编程电流保护 .....	89
5.6 定电流模式的例子 .....	90
5.7 定电压模式的例子 .....	90
5.8 定电阻模式的例子 .....	90
5.9 连续方式瞬态测试的例子 .....	91
5.10 脉冲方式瞬态测试的例子 .....	91
主要技术参数 .....	93
外框图 .....	97
声明 .....	98

## 安全说明

本章节包含操作和存储时必须遵照的重要安全说明。在操作前请仔细阅读以下内容，确保安全 and 最佳化的使用。

### 安全指南

1. 勿将重物置于仪器上。注：仅可以垂直放置2 台
2. 避免严重撞击或不当放置而损坏仪器。
3. 避免静电释放至仪器。
4. 请使用匹配的连接线，切不可用裸线连接。
5. 请勿阻止或妨碍风扇通风。
6. 若非专业技术人员，请勿自行拆装仪器。
7. 该仪器不可用于测量CAT I、 III 和IV。

(测量等级) EN 61010-1:2010 规定了如下测量等级，该仪器属于等级 II：

- 测量等级IV：测量低电压设备电源。
- 测量等级III：测量建筑设备。
- 测量等级II：测量直接连接到低电压设备的电路。
- 测量等级I：测量未直接连接电源的电路。

### 8. 电源

- AC 输入电压:100~120VAC/200~240VAC(90~132VAC/180~250VAC)
- 频率：47~63Hz
- 功率:3751A: 110VA Max
- 将交流电源插座的保护接地端子接地，避免电击触电。

9. 清洁前先切断电源, 中性洗涤剂 and 清水沾湿软布擦拭仪器。不要直接将任何液体喷洒到仪器, 不要使用含苯, 甲苯, 二甲苯 and 丙酮等烈性物质的化学药品 or 清洁剂。

10. 操作环境  地点：室内，避免阳光直射，无灰尘，无导电污染

- 温度：0° C~50° C
- 湿度：0~90% RH

(污染等级) EN 61010-1:2010 规定了如下污染程度。该仪器属于等级2：

污染指“可能引起绝缘强度 or 表面电阻率降低的外界物质，固体，液体 or 气体(电离气体)”。

- 污染等级1: 无污染或仅干燥, 存在非导电污染, 污染无影响。
- 污染等级2: 通常只存在非导电污染, 偶尔存在由凝结物引起的短暂导电。
- 污染等级3: 存在导电污染或由于凝结原因使干燥的非导电性污染变成导电性污染。此种情况下, 设备通常处于避免阳光直射和充分风压条件下, 但温度和湿度未受控制。

11. 存储环境  地点: 室内

温度:  $-20^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$

湿度:  $<90\% \text{ RH}$

12. 处理

勿将电子设备作为未分类的市政废弃物处理。请单独收集处理或联系设备供应商。请务必妥善处理丢弃的电子废弃物, 减少对环境的影响。

# 第一章 概述

## 3751A 电子负载介绍

ARRAY 3751A 电子负载是亚锐电子研制的新一代高性能可编程电子负载。本电子负载不但提供有强大的测试功能和友好的人机界面，而且还可配备 RS232、USB、GPIB 接口，支持 SCPI 可编程仪器标准指令和 Labview 开发平台。广泛适用于航空航天、船舶制造、汽车电子、太阳能电池、燃料电池等科研和生产领域。

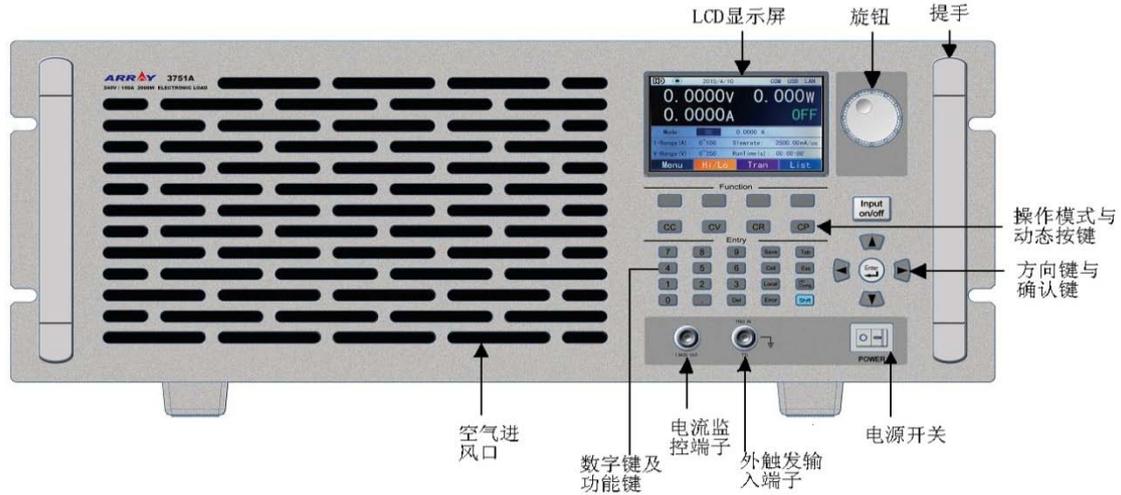
如无特殊说明，本手册中出现的“电子负载”或“负载”均表示 ARRAY 3751A 电子负载。

### 1.1 功能特点

ARRAY3751A电子负载主要功能和特点如下：

- 定电流、定电压、定电阻、定功率四种基本测试功能，CCL、CCH、CVL、CVH、CRL、CRH、CP、CCL+CV、CCH+CV、CRL+CV、CRH+CV、CP+CV十二种基本工作模式。
- 采用16bits D/A转换器和24 bits A/D转换器，极大地提高了设定和测量分辨率。500kHz 的D/A转换速率，全面提升高速性能。
- 最低全电流工作电压小于1.8V，配合专用低电压测试选件，即使在0V输入电压下也可达到最大电流，尤其适用于燃料电池和汽车充电器等新能源的测试应用。超强保护功能，有效应对复杂的测试环境。
- 高分辨率TFT-LCD显示屏。
- 高速瞬态测试功能，最高测试频率可达50kHz, 电流响应速度15A/us。
- 强大的序列测试功能，最小步长10微秒，最大步长99999秒，循环次数可自由设定，并可链接至其他序列，实现更为复杂的测试过程。
- 高效智能散热系统，确保设备长时间满功率无故障连续工作。
- 自动打开/关闭功能，有效简化测试操作。
- 旋钮和数字键盘相结合，操作更方便。
- 存储/调用功能，可保存多组常用设置。
- 具有OCP, OPP, OTP保护功能，OV, RV报警功能。
- 支持SCPI可编程仪器标准指令，并提供上位机软件和对Labview的支持。

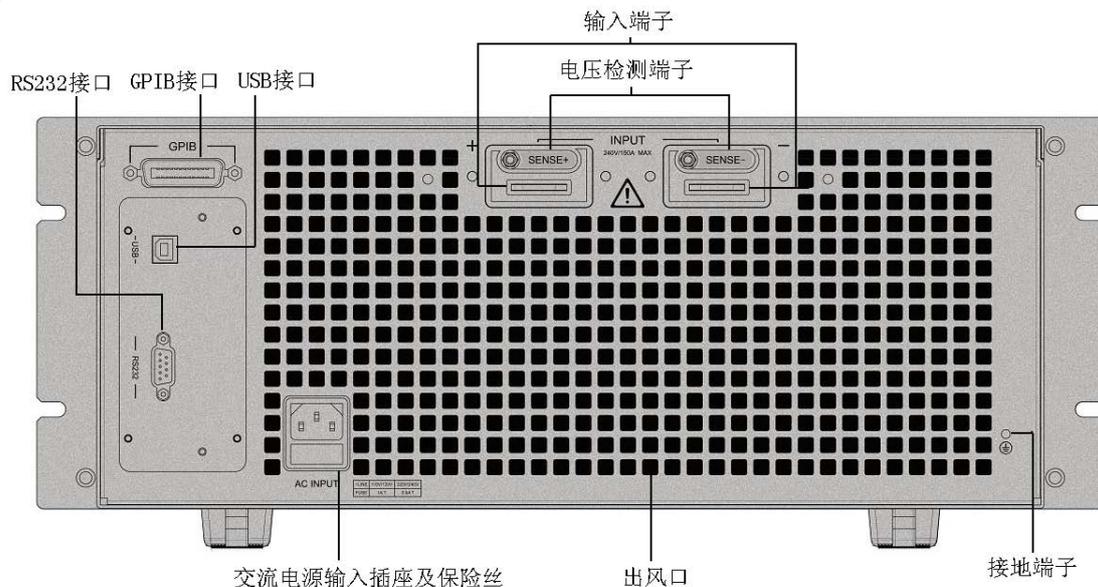
### 1.2 前面板描述



空气进风口	散热风道进风口
LCD 显示屏	显示仪器状态、测量值、设定参数
动态功能键	按键功能对应于屏幕下端显示的功能
电源开关	市电输入开关
操作模式按键	切换电子负载工作模式
数字按键及功能键	用于数字和功能输入
方向按键与确认键	用于移动光标和确认
旋钮	用于调整数值
电流监控端子	用于当前电流测量后隔离输出
外触发输入端子	用于输入外触发信号

### 1.3 后面板描述

375XA 系列电子负载后面板上的连接端子包括输入端子（INPUT +和 INPUT -）、电压检测端子（SENSE +和 SENSE -）。如图 3-2 所示。



1. GPIB 接口（选配）
2. USB 接口
3. RS232 接口
4. 输入端子
5. 电压检测端子
6. 交流电源输入插座及保险丝
7. 出风口
8. 接地端子：用于机架安装时和系统大地连接

## 1.4 键盘功能描述

键盘按键主要分为功能键、数字及第二功能复合键和方向键四类。在复合键中，按键上黑体字体为第一功能，面板上蓝色字体为第二功能。例如：按键  的“CV”为第一功能，面板上+CV为第二功能。如需使用其第二功能，应先按  键，然后再按相应的复合键。

表 1-1 按键说明：

	数字 0
	数字 1
	数字 2
	数字 3
	数字 4
	数字 5
	数字 6
	数字 7
	数字 8
	数字 9
	小数点
	清除
	表位移动键
	保存键
	调用键
	输入打开/关闭键
	确认键
	左移键

	右移键
	上移键
	下移键
	删除键
	本地键
	错误代码显示键
	输入/输出端口配置键
	恒流模式选择键
	恒压模式选择键
	恒阻模式选择键
	恒功率模式选择键
	第二功能切换键

## 1.5 指示灯描述

表 1-3 指示灯指示说明:

	输入打开正常工作时绿色常亮
	负载处于待机状态时黄色常亮

## 1.6 显示



- |            |                    |
|------------|--------------------|
| 1. 日期与时间显示 | 用于显示当前的日期和时间       |
| 2. 系统状态显示  | 用于显示当前的系统状态        |
| 3. 测试值显示   | 用于显示当前的电压，电流和功率值   |
| 4. 操作状态显示  | 用于显示当前的操作模式和输入状态。  |
| 5. 设定显示区域  | 用于显示当前用户的设定值       |
| 6. 软开关键显示  | 用于指示屏幕下方与之对应的按键的功能 |

### 功能菜单菜单描述

#### 1.6.1 主菜单描述

按动态  键进入主菜单，如下图：



主菜单内容如下：

蜂鸣器	通过蜂鸣器选项可以控制蜂鸣器是否工作
编码器	通过编码器选项可以控制编码器是否工作。
触发器	通过触发器选项可以控制触发器是否工作。
校准	通过校准选项可以校准负载的精度，详细的操作方法见设备校准方法。
设备信息	显示该设备的出厂信息。
安全码	为该设备设置安全码可以保护校准菜单的误操作。
日期	通过日期选项调整系统的当前日期。
时间	通过时间选项调整系统的当前时间。
语言切换	通过语言切换选项调整系统的当前语言。
恢复出厂值	通过恢复出厂值选项可以使当前系统恢复到出厂值。

## 1.6.2 端口配置菜单描述

使用  键进入端口配置菜单。



端口配置		串口	USB	GPIB
RS232 端口	波特率	2400	9600	19200 38400 57600 115200
	校验位	无校验 偶校验 奇校验		
	数据位	8 位 9 位		
	停止位	1 位 2 位		
USB 端口	选择 USB			
GPIB 端口	GPIB 地址	地址值		

### 1.6.3 瞬态测试菜单描述

在基本模式下，按动态 **瞬态** 键进入相应的瞬态测试，瞬态模式设定菜单内容如下：

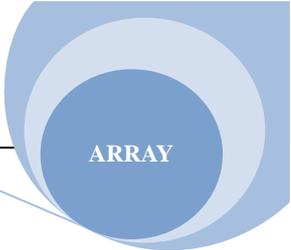


功能	说明	参数举例
瞬态低值	设置低电流值	1.000A
瞬态高值	设置高电流值	6.000A
低值时间	瞬态低值保持时间	0.6s
高值时间	瞬态高值保持时间	0.6s
上升时间	瞬态上升沿时间	0.01s
下降时间	瞬态下降沿时间	0.01s
模式	连续(Cont) 脉冲(Puls) 翻转(Togg)	Cont

注：瞬态测试功能在定电流、定电压、定电阻、定功率模式下有效。

#### 1.6.4 序列测试菜单描述

在基本模式下，使用动态 **序列** 键进入序列测试菜单，显示内容如下：



电压测量值	显示当前输入端子两端电压
功率测量值	显示当前功率值
电流测量值	显示当前电流值
工作模式	显示当前负载的工作模式
负载输入状态	ON 为打开，OFF 为关闭
编号	序列编号（0-19）
名称	序列名称（5 个字符）
总步数	序列测试的总步数
执行次数	循环次数（1-999）
链接	链接（0-19, off）
 按钮	按此动态键将返回主菜单
 按钮	按此按钮将启动序列测试
 按钮	按此按钮将清除当前编号下的序列测试
 按钮	按此按钮将进入当前编号下序列数据编辑模式

在序列测试菜单，按 ▲、▼、◀、▶ 键或  键选择功能，通过旋钮或者数字

键选择数据修改或编辑，使用动态 **Enter** 键确认已经编辑的数据，显示格式如下：

2016/08/01 08:34

Step	Mode	Value	Time
001	CCL	0.0000 A	0.0000 s
002	CCL	0.0000 A	0.0000 s
003	CCL	0.0000 A	0.0000 s
004	CCL	0.0000 A	0.0000 s
005	CCL	0.0000 A	0.0000 s

Esc    H/L    Prev    Next

## 1.6.5 基本模式菜单设置及显示信息描述

### 1.6.5.1 CC 模式菜单

描述：定电流模式下，负载单元通过改变电流值维持在一个恒定电流值。定电流模式详情见 52 页。

2016/03/23 09:40

0.0000 V	0.0000 W
0.0000 A	CCH OFF
参数设置: 0.0000 A	运行时间: 00:00:09
启动电压: 0.0000 V	上升速率: 15.000 A/us
限制电流: 150.00 A	下降速率: 15.000 A/us
菜单	高/低    瞬态    序列

电压测量值	显示当前输入端子两端电压
功率测量值	显示当前功率值
电流测量值	显示当前电流值
工作模式	CCH 表示大电流模式，CCL 表示小电流模式
负载输入状态	ON 为打开，OFF 为关闭

工作时间	显示本次负载打开的时间，关闭或切换模式时将复位
参数设置	设置恒流模式立即电流值，单位 A
启动电压	设置负载启动电压值，设置值设置为 0 时表示该功能不启用
限制电流值	限制该模式下的最大电流值
上升速率	控制启动时电流的上升速率
下降速率	控制启动时电流的下降速率
 菜单 按键	按此动态键将进入主菜单
 高/低 按键	按此按键将在 CCL 与 CCH 之间切换
 瞬态 按键	按此按键将进入瞬态模式
 序列 按键	按此按键将进入序列模式

### 1.6.5.2 CR 模式菜单

描述：定电阻模式下，负载单元通过改变电流值维持在一个恒定电阻值。定电阻模式详情见 57 页。



电压测量值	显示当前输入端子两端电压
功率测量值	显示当前功率值

电流测量值	显示当前电流值
工作模式	CRH 表示大电阻模式，CRL 表示小电阻模式
负载输入状态	ON 为打开，OFF 为关闭
工作时间	显示本次负载打开的时间，关闭或切换模式时将复位
参数设置	设置恒阻模式立即电阻值，单位 $\Omega$
启动电压	设置负载启动电压值，设置值设置为 0 时表示该功能不启用
限制电阻值	限制该模式下的最小电阻值
上升速率	控制启动时电流的上升速率
下降速率	控制启动时电流的下降速率
 按键	按此动态键将进入主菜单
 按键	按此按键将在 CRL 与 CRH 之间切换
 按键	按此按键将进入瞬态模式
 按键	按此按键将进入序列模式

### 1.6.5.3 CV 模式菜单

描述：定电压模式下，负载单元通过改变电流值维持在一个恒定电压值。定电压模式详情见 54 页。



电压测量值	显示当前输入端子两端电压
功率测量值	显示当前功率值
电流测量值	显示当前电流值
工作模式	CVH 表示大电压模式，CVL 表示小电压模式
负载输入状态	ON 为打开，OFF 为关闭
工作时间	显示本次负载打开的时间，关闭或切换模式时将复位
参数设置	设置恒压模式立即电压值，单位 V
启动电压	设置负载启动电压值，设置值设置为 0 时表示该功能不启用
限制电阻值	限制该模式下的最小电阻值
上升速率	控制启动时电压的上升速率
下降速率	控制启动时电压的下降速率
 按键	按此动态键将进入主菜单
 按键	按此按键将在 CVL 与 CVH 之间切换
 按键	按此按键将进入瞬态模式
 按键	按此按键将进入序列模式

#### 1.6.5.4 CP 模式菜单

描述：定功率模式下，负载单元通过改变电流值维持在一个恒定功率。CP 模式详情 58 页。



电压测量值	显示当前输入端子两端电压
功率测量值	显示当前功率值
电流测量值	显示当前电流值
工作模式	CP 表示恒功率工作模式
负载输入状态	ON 为打开, OFF 为关闭
工作时间	显示本次负载打开的时间, 关闭或切换模式时将复位
参数设置	设置恒功率模式立即功率值, 单位 W
启动电压	设置负载启动电压值, 设置值设置为 0 时表示该功能不启用
限制电阻值	限制该模式下的最小功率值
上升速率	控制启动时电流的上升速率
下降速率	控制启动时电流的下降速率
 按键	按此动态键将进入主菜单
 按键	此处动态按键无功能
 按键	按此按键将进入瞬态模式
 按键	按此按键将进入序列模式

### 1.6.5.5 +CV 模式菜单

描述：CV 模式可以加至 CC、CR 和 CP 模式。+CV 模式详情见 60 页。



电压测量值	显示当前输入端子两端电压
功率测量值	显示当前功率值
电流测量值	显示当前电流值
工作模式	CCL 表示小电流模式，+CV 表示+恒压模式
负载输入状态	ON 为打开，OFF 为关闭
工作时间	显示本次负载打开的时间，关闭或切换模式时将复位
参数设置	设置恒电流模式立即电流值，单位 A
加电压值	设置+恒电压值
限制电流值	设置该负载的限制电流值，当负载处于打开状态时，负载输入端子上的电流将被限制在此设置的电流值
上升速率	控制启动时电流的上升速率
下降速率	控制启动时电流的下降速率
 按键	按此动态键将进入主菜单
 按键	按此按键将在 CCL 与 CCH 之间切换

	按此按键将进入瞬态模式（需退出+CV 模式）
	按此按键将进入序列模式

## 1.6.6 错误及报警菜单



负载出现**报警和保护**时，液晶屏上会显示相应的报警和保护状态。下图为极性反接保护状态显示。

报警状态包括过电流 (OC)、过电压 (OV)、过功率 (OP)、过温度 (OT)、过电压 (OV)、极性反接 (RV)。

保护状态包括过电流 (OC)、过电压 (OV)、过功率 (OP)、过温度 (OT)。

## 1.6.7 存储菜单

### 1.6.7.1 应用存储菜单



存储位置	(0-9) 共 10 个
动态  键	返回上级菜单
动态  键	清除所选择位置数据

### 1.6.7.2 调用存储菜单



存储位置	(0-9) 共 10 个
动态  键	返回上级菜单
动态  键	清除所选择位置数据

## 1.7 远程编程

指令通过远程接口 (RS232、GPIB、USB) 发送到电子负载，经处理器解码并执行。如命令有误，处理器可判别命令错误以及辨别错误类型。处理器也能够维护状态寄存器。

## 第二章 功能与特性

本章对电子负载的功能与特性进行说明。阅读本章，你将对 ARRAY 3751A 电子负载有更深入的了解。

### 2.1 本地和远程控制

ARRAY 3751A 电子负载可以由其自带的键盘和旋钮进行控制，也可以通过远程端口，由远程控制器进行控制。如需通过其自身的键盘和旋钮进行控制，负载必须处于本地控制状态。电子负载开机后即自动进入本地控制状态。当电子负载的 RS232 接口接收到远程命令 SYSTem:REMOte，或者其 USB 或 GPIB 接口接收到命令时，显示屏上显示 Remote 状态，负载进入远程控制状态。

在远程控制状态下，所有的键盘和旋钮操作均无效（ 键除外），电子负载的一切操作均受远程控制器控制。在接收到返回本地控制的指令 SYSTem:LOCAl 后，显示屏上显示 Remote 状态消失，电子负载返回本地控制状态。在远程控制状态下，也可以通过按下  键，让电子负载返回本地控制状态。

本地操作的细节在“本地操作”章节有详细描述。远程编程操作的基本方法在“远程操作”章节有说明，更详细的编程说明请参见《Array 3751A 电子负载编程参考手册》。

### 2.2 主要功能

电子负载的主要测试功能如下：

- 定电流测试：CCL, CCH
- 定电压测试：CVL, CVH
- 定电阻测试：CRL, CRH
- 定功率测试：CP
- 定电流加定电压测试：CCL+CV, CCH+CV
- 定电阻加定电压测试：CRL+CV, CRH+CV
- 定功率加定电压测试：CP+CV
- 瞬态测试：TRAN

- 序列测试: LIST

## 2.3 基本测试功能

本负载有定电流、定电压、定电阻、定功率四种基本测试功能，包括CCL、CCH、CVL、CVH、CRL、CRH、CP、CCL+CV、CCH+CV、CRL+CV、CRH+CV、CP+CV十二种工作模式。

可以通过前面板或者远程命令来设定测试模式和相关参数。除非用户改变设定，否则电子负载将始终保持在当前模式。如果负载输入处于打开状态，模式改变时，为避免可能发生的电流冲击，电子负载将自动关闭。

电子负载的设定值在负载打开时立即有效。假如输入的设定值超出了范围，它将被自动限制在最大值或最小值处。

### 2.3.1 定电流测试

定电流测试分为大电流模式(CCH)和小电流模式(CCL)。大电流模式提供了更大的测试范围，小电流模式则提供了更高的电流分辨率。在定电流状态下，不管输入电压如何改变，电子负载始终吸收一个恒定的电流，如图 2-1。在基本测试状态，通过动态 **高低** 键选择 CCH 或 CCL 定电流模式，通过数字键或者旋钮结合 **◀**、**▶** 键来输入电流值，使用 **Enter** 键确认。定电流测试模式和参数也可以通过远程命令来设定：

```
MODE CCL | CCH
```

```
CURRent <Nrf+>
```

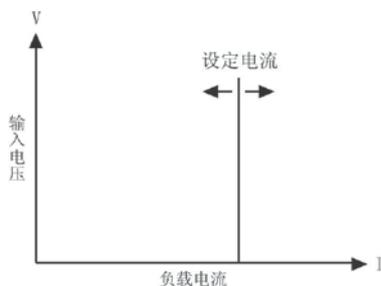


图 2-1 定电流模式

### 2.3.1.1 电流设定范围

负载的电流设定范围如下：

	型号	3751A
模式	CCL	0~6A
	CCH	0~150A

如果负载输入原来处于打开状态，模式改变时负载输入会自动关闭。例如：从 CCL 转换至 CCH 时，负载输入会自动关闭。另外值得注意的是，改变电流模式，电流设定值将会发生，改变后的值是当前模式下已设置的当前值。例如，原先的设定为 CCH 150.000A，从 CCH 切换到 CCL 时，电流设定值会改变为 CCL 模式的当前值 0A。

### 2.3.1.2 立即电流值

立即电流值就是定电流模式下的电流设定值。立即电流值可以在电流模式下参数设定菜单里设定，也可通过远程命令 `CRRRent <Nrf+>` 设定。在定电流模式时，立即电流值还可以通过左右键（、）和旋钮直接进行修改。

### 2.3.1.3 触发电流值

触发电流值用于在电子负载里预置一个电流值，一旦接收到触发信号，负载就自动将这个预置的电流值设定成为立即电流值。如果当时负载输入已打开并且正处于定电流模式，输入电流会立即因此而改变；如果当时不处于定电流模式，这个电流值不会直接影响负载输入直到定电流模式有效。

触发电流值只能通过远程命令 `CURRent:TRIGgered <Nrf+>` 来设置。一旦一个触发电流值被触发，随后的触发将会无效直至接收到新的触发电流值设置命令。触发操作将会在后面的内容中描述。电子负载的状态寄存器可跟踪是否有触发或其它的操作条件。这个状态寄存器在《Array 3751A 系列电子负载编程参考手册》中有详细描述。

### 2.3.1.4 瞬态电流值

在瞬态电流测试状态，负载电流在瞬态电流和立即电流之间切换。瞬态电流值可以在瞬

态测试菜单里设定，也可以通过远程命令设定：

```
CURRent: TLEVel <NRf+>.
```

### 2.3.1.5 软件电流保护

电子负载允许用户通过远程命令设定一个保护电流值(范围等同于 CCH 电流范围)。当负载电流超过保护电流值一个可编程的时间(0.001s-60s)后，电子负载会关闭，同时发出声音报警。保护电流值在任何一个模式(不仅仅限于定电流模式)下都是有效的。远程设定命令如下：

```
CURRent:PROTection <NRf+>
```

```
CURRent:PROTection:DELaY <NRf+>
```

### 2.3.2 定电压测试

在定电压模式下，不管输入电流如何变化，电子负载将始终维持输入电压的恒定，如图 2-2。在基本测试状态，通过动态 **高/低** 键选择定 CVL 或 CVH 模式，通过数字键或者旋钮结合 **◀**、**▶** 键输入电压值，使用 **Enter** 键确认。定电压模式和参数也可以通过远程命令设定：

```
MODE CVL|CVH
```

```
VOLTage <NRf+>
```

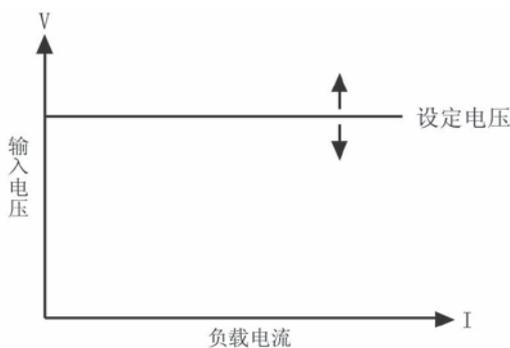


图 2-2 定电压模式

### 2.3.2.1 电压设定范围

各型号负载的电压设定范围如下：

型号		3751A
电 压	CVH	0~240V
	CVL	0~24V

### 2.3.2.2 立即电压值

立即电压值就是定电压模式下的电压设定值。立即电压值可以在模式与参数设定菜单里设定，也可通过远程命令 `VOLTage <NRf+>` 设定。在定电压模式时，立即电压值还可以通过左右键（、）和旋钮直接进行修改。

### 2.3.2.3 触发电压值

触发电压值用于在电子负载里预置一个电压值，一旦接收到触发信号，负载就自动将这个预置的电压值设定成为立即电压值。如果当时负载输入已打开并且正处于定电压模式，输入电压会立即因此而改变；如果当时不处于定电压模式，这个电压值不会直接影响负载输入直到定电压模式有效。

触发电压值只能通过远程命令 `VOLTage:TRIGgered <NRf+>` 设置。一旦一个触发电压值被触发，随后的触发将会无效直至接收到新的触发电压值设置命令。触发操作将会在后面的内容中描述。电子负载的状态寄存器可跟踪是否有触发或其它的操作条件。这个状态寄存器在《Array 3751A 电子负载编程参考手册》中有详细描述。

### 2.3.2.4 瞬态电压值

在瞬态电压测试状态，负载电压在瞬态电压和立即电压之间切换。瞬态电压值可以在瞬态测试菜单里设定，也可以通过远程命令设定：

`VOLTage: TLEVel <NRf+>`

### 2.3.3 定电阻测试

定电阻测试分为小电阻（CRL）和大电阻（CRH）二种模式。在定电阻模式下，电子负载等效于一只恒定的电阻，会随着输入电压的变化而线性调节输入电流，使得  $I = U / R$ ，如图 2-3。在基本测试状态，按 **CR** 键进入模式与参数设定菜单，通过动态 **高低** 键选择定电阻模式范围，通过数字键或者旋钮结合 **◀**、**▶** 键来输入电阻值，使用 **Enter** 键确认。定电阻测试模式和参数也可以通过远程命令设定：

```
MODE CRL | CRH
```

```
RESistance <NRf+>
```

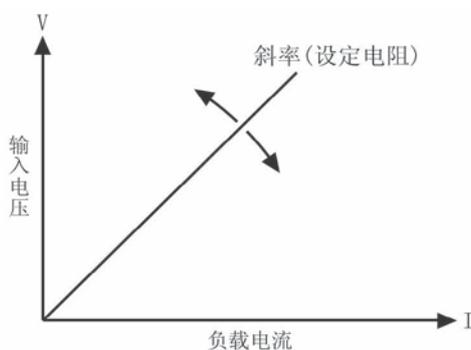


图 2-3 定电阻模式

#### 2.3.3.1 电阻设定范围

3751A 负载的电阻设定范围如下：

	型号	3751A
模 式	CRL	0.01 Ω ~ 240000 Ω
	CRH	0.2 Ω ~ 2400K Ω

如果负载输入处于打开状态，模式的改变会引起负载输入自动关闭。例如：从 CRL 转换到 CRH 时，负载输入会关闭。另外值得注意的是，改变电阻模式，电阻设定值可能也会发生改变以适应新的范围。以 3751A 为例，原先的设定为 CRH 10.000 Ω，从 CRH 转换到 CRL 时，电阻设定值会改变为 CRL 的最小值 0.0000 Ω。

### 2.3.3.2 立即电阻值

立即电阻值就是定电阻模式下的电阻设定值。立即电阻值可以在模式与参数设定里设定，也可通过远程命令 RESistance <NRf+> 设定。在定电阻模式时，立即电阻值还可以通过数字键盘或左右键（、）和旋钮直接进行修改。

### 2.3.3.3 触发电阻值

触发电阻值用于在电子负载里预置一个电阻值，一旦接收到触发信号，负载就自动将这个预置的电阻值设定成为立即电阻值。如果当时负载输入已打开并且正处于定电阻模式，负载电阻会立即因此而改变；如果当时不处于定电阻模式，这个电阻值不会直接影响负载输入直到定电阻模式有效。

触发电阻值只能通过远程命令 RESistance:TRIGgered <NRf+> 设置。一旦一个触发电阻值被触发，随后的触发将会无效直至接收到新的触发电阻值设置命令。触发操作将会在后面的内容中描述。电子负载的状态寄存器可跟踪是否有触发或其它的操作条件。这个状态寄存器在《Array 3751A 系列电子负载编程参考手册》中有详细描述。

### 2.3.3.4 瞬态电阻值

在瞬态电阻测试状态，负载电阻在瞬态电阻和立即电阻之间切换。瞬态电阻值可以在瞬态测试菜单里设定，也可以通过远程命令设定：

```
RESistance: TLEVel <NRf+>
```

## 2.3.4 定功率测试

定功率模式为定功率电压源模式(CP)，适合于电压源的测试。在定功率工作模式下，不论外部电源的电压和电流如何变化，电子负载都将根据设定从电源吸收恒定的功率，使得电子负载的输入电压和电流满足  $U * I = P$ ，如图 2-4。在基本测试状态，按  键进入模式与参数设定菜单，通过数字键或者旋钮结合 、 键输入功率值，使用  键确认。定功率测试模式和参数也可以通过远程命令设定：

```
MODE CP
```

POWer &lt;NRf+&gt;

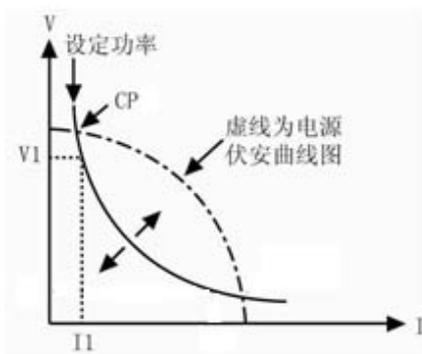


图 2-4 恒功率模式

### 2.3.4.1 功率设定范围

各型号负载的功率设定范围如下：

型号	3751A
功率	0~2000W

### 2.3.4.2 立即功率值

立即功率值就是在定功率模式下的功率设定值。立即功率值可以在模式与参数设定菜单里设定，也可通过远程命令 POWer <NRf+>设定。在定功率模式时，立即功率值还可以通过左右键（◀、▶）和旋钮直接进行修改。

### 2.3.4.3 触发功率值

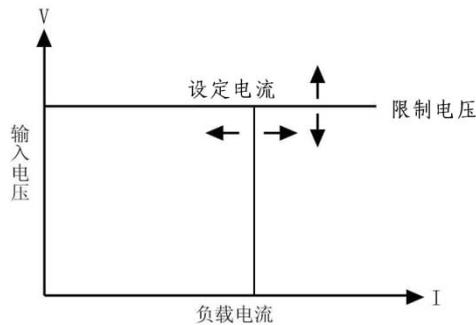
触发功率值用于在电子负载里预置一个功率值，一旦接收到触发信号，负载就自动将这个预置的功率值设定成为立即功率值。如果当时负载输入已打开并且正处于定功率模式，负载输入功率会立即因此而改变；如果当时不处于定功率模式，这个功率值不会直接影响负载输入直到定功率模式有效。

触发功率值只能通过远程命令 POWer:TRIGgered <NRf+>设置。一旦一个功率值被触发，随后的触发将会无效直至接收到新的触发功率值设置命令。触发操作将会在后面的内容中描

述。电子负载的状态寄存器可跟踪是否有触发或其它的操作条件。这个状态寄存器在《Array 3751A 系列电子负载编程参考手册》中有详细描述。

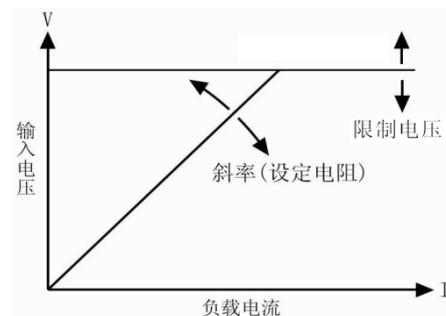
### 2.3.5 定电流+定电压测试

在定电流+定电压模式下，如果输入电压大于限制电压，不管输入电流如何变化，电子负载将始终维持输入电压在限制电压。如果输入电压小于限制电压，不管输入电压在限制电压以下如何变化，电子负载始终维持输入电流在设定电流。



### 2.3.6 定电阻+定电压测试

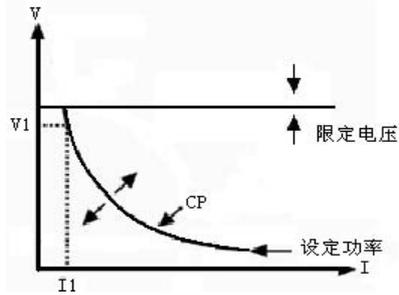
在定电阻+定电压模式下，输入电压大于限制电压，不管输入电流如何变化，电子负载将始终维持输入电压在限制电压。当输入电压小于限制电压，不管输入电压在限制电压以下如何变化，电子负载等效于一只恒定的电阻，会随着输入电压的变化而线性调节输入电流，使得  $I = U / R$ 。



### 2.3.7 定功率+定电压测试

在定功率+定电压模式下，输入电压大于限制电压，不管输入功率如何变化，电子负载将始终维持输入电压在限制电压。当输入电压小于限制电压，，电子负载都将根据设定从电

源吸收恒定的功率，使得电子负载的输入电压和电流满足  $U * I = P$ 。



## 2.4 瞬态测试

瞬态测试允许负载在瞬态高值 (LevelH)、瞬态低值 (LevelL) 两个设定值之间切换。这可用于测试电源的动态特性。瞬态测试可以工作在定电流、定电压、定电阻、定功率模式下，具有连续 (Continuous)、脉冲 (Pulse)、翻转 (Toggle) 三种工作方式。瞬态测试开始之前，请确保序列测试功能已关闭。

瞬态测试设定参数有：瞬态低值 (LevelL)、瞬态高值 (LevelH)、低值时间 (TimeL)、高值时间 (TimeH)、上升沿时间 (TimeR)、下降沿时间 (TimeF) 以及模式。

瞬态高、低值的设定范围与相应定电流、定电压、定电阻、定功率模式的设定范围相同。

高、低值时间的设定范围是 10us ~ 10s；上升、下降沿时间的设定范围是 10us ~ 10s；分辨率均为 10us。最高测试频率为 50kHz。

瞬态测试功能的打开和关闭可以通过前面板上的动态 **瞬态** 键或者远程命令 `SYSTEM:STATe TRANSient` 设定。

**注：瞬态测试时，应该考虑到启动电压和保护电流等参数。这些参数设置不当有可能引起负载输入关闭，从而中断测试。**

### 2.4.1 连续方式 (Cont)

在连续方式下，负载周期性地在高、低两个瞬态值之间切换。此方式不受触发信号的影响。瞬态低值 (LevelL)、瞬态高值 (LevelH)、低值时间 (TimeL)、高值时间 (TimeH)、上升沿时间 (TimeR)、下降沿时间 (TimeF) 以及工作方式等参数可以在瞬态测试菜单里设定，也可以通过以下远程命令设定：

```

SYSTem:STATe TRANsient // 进入瞬态模式
CURRent <NRf+> // 瞬态低值
CURRent: TLEVel<NRf+> // 瞬态高值
VOLTagE <NRf+>
VOLTagE: TLEVel<NRf+>
RESistance <NRf+>
RESistance: TLEVel <NRf+>
TRANsient:LTIMe <NRf+>
TRANsient:HTIMe <NRf+>
TRANsient:RTIMe <NRf+>
TRANsient:FTIMe <NRf+>
TRANsient:MODE CONTinuous

```

例如：假定负载当前处于 CCH 模式，负载输入关闭，按如下操作设置瞬态参数：

按动态  键进入瞬态测试。

在瞬态测试菜单里设定下列参数：

```

瞬态低值 : 5.000A
瞬态高值 : 10.000A
低值时间 : 0.00050s
高值时间 : 0.00050s
上升时间 : 0.00020s
下降时间 : 0.00020s
模式 : Cont

```

然后按  键打开负载输入；

也可通过远程命令设定：

SCPI 命令	描述
SYST:STAT TRAN	进入瞬态测试功能
CURR 5	设置立即电流值为 5A
CURR: TLEVel 10	设置瞬态电流值为 10A
TRAN:LTIM 0.0005	设置瞬态低值时间为 0.00050s

TRAN:HTIM 0.0005	设置瞬态高值时间为 0.00050s
TRAN:RTIM 0.0002	设置瞬态上升沿时间为 0.00020s
TRAN:FTIM 0.0002	设置瞬态下降沿时间为 0.00020s
TRAN:MODE CONT	选择连续工作方式
INP ON	打开负载输入

图 2-6 显示出负载的电流波形：负载输入电流经过 200us 上升沿到达瞬态高值（10A），维持 500us，然后经过 200us 下降沿到达瞬态低值（5A），再维持 500us，如此循环往复。

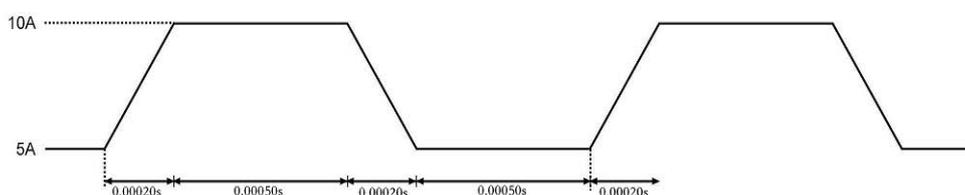


图 2-6 连续方式

## 2.4.2 脉冲方式 (Puls)

脉冲方式需要结合触发功能一起使用。未被触发时，负载维持在瞬态低值，触发以后，就会产生一个包括上升沿、瞬态高值、下降沿三个阶段的脉冲，最后再次返回到瞬态低值状态。瞬态低值 (LevelL)、瞬态高值 (LevelH)、高值时间 (TimeH)、低值时间 (TimeL)、上升沿时间 (TimeR)、下降沿时间 (TimeF) 以及脉冲方式等参数可以在瞬态测试菜单里设定，也可以通过以下远程命令设定：

SYSTem:STATe TRANsient	进入瞬态模式
CURRent <NRf+>	设置瞬态低电流值
CURRent: TLEVel <NRf+>	设置瞬态高电流值
VOLTage <NRf+>	设置瞬态低电压值
VOLTage: TLEVel <NRf+>	设置瞬态高电压值
RESistance <NRf+>	设置瞬态低电阻值
RESistance: TLEVel <NRf+>	设置瞬态低值时间
TRANsient:HTIME <NRf+>	设置瞬态高值时间
TRANsient:RTIME <NRf+>	设置瞬态上升沿时间

TRANsient:FTIME <NRf+> 设置瞬态下降沿时间

TRANsient:MODE PULSe 设置瞬态工作模式

触发可以由外触发端子输入的信号产生，也可以由远程命令\*TRG 或者 TRIGger 产生。触发仅当负载处于瞬态低值期间有效，每一个触发引起一个脉冲。在脉冲持续的整个上升沿、瞬态高值、下降沿期间，任何触发都会被忽略。触发前应先对负载进行触发初始化操作，否则负载不会响应触发。

例如：假定负载当前处于 CCH 模式，负载输入关闭，按如下操作设置瞬态参数：

按动态  键进入瞬态测试界面。

在瞬态测试界面里设定下列参数：

瞬态低值(LevelL)： 5.000A

瞬态高值(LevelH)： 10.000A

高值时间(TimeH)： 0.50ms

上升沿时间(TimeR)： 0.10ms

下降沿时间(TimeF)： 0.10ms

模式 (Mode)： Puls

然后按  键打开负载输入；

向负载发送触发初始化命令：

INIT

也可通过远程端口设定：

SCPI 命令	描述
TRIG:SOUR EXT	选择外部输入触发命令
SYSTem:STATe TRANsient	进入瞬态模式
CURR 5	设置立即电流值为 5A
CURR:TLEVe1 10	设置瞬态电流值为 10A
TRAN:HTIM 0.0005	设置瞬态高值时间 500us
TRAN:RTIM 0.0001	设置瞬态上升沿时间 100us
TRAN:FTIM 0.0002	设置瞬态下降沿时间 200us
TRAN:MODE PULS	选择脉冲工作方式
INP ON	打开负载输入

INIT

触发前的初始化

从外触发端子输入触发信号。图 2-7 显示出触发前后负载的电流波形：负载输入打开后，电子负载开始工作在瞬态低值(5A)，每一次触发，负载电流都会经过 100us 上升沿后到达瞬态高值(10A)，然后持续 500us，再经过 200us 下降沿返回到瞬态低值(5A)。

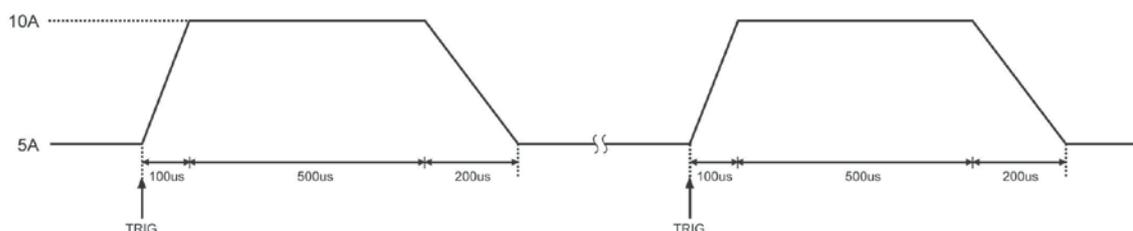


图 2-7 脉冲方式

### 2.4.3 翻转方式(Togg)

翻转方式需要结合触发功能一起使用。未被触发时，负载维持在某一瞬态值，每一次触发以后，负载就会产生一个反转，经过上升沿或下降沿到达另一个瞬态值。瞬态低值(LevelL)、瞬态高值(LevelH)、上升沿时间(TimeR)、下降沿时间(TimeF)以及翻转方式等参数可以在瞬态测试菜单里设定，也可以通过以下远程命令设定：

CURRent <NRf+>	设置瞬态低电流值
CURRent:TLEVel <NRf+>	设置瞬态高电流值
VOLTage <NRf+>	设置瞬态低电压值
VOLTage:TLEVel <NRf+>	设置瞬态高电压值
RESistance <NRf+>	设置瞬态低电阻值
RESistance:TLEVel<NRf+>	设置瞬态高电阻值
TRANSient:RTIME <NRf+>	设置瞬态上升沿时间
TRANSient:FTIME <NRf+>	设置瞬态下降沿时间
TRANSient:MODE TOGGLE	设置瞬态模式为触发模式

触发可以由外触发端子输入的信号产生，也可以由远程命令\*TRG 或者 TRIGger 产生。触发前应先对负载进行触发初始化操作，否则负载不会响应触发。

例如：假定负载当前处于 CCH 模式，负载输入关闭，按如下操作设置瞬态参数：

按动态 **瞬态** 键进入瞬态测试界面。

在瞬态测试界面里设定下列参数：

瞬态低值 (LevelL) : 5.000A

瞬态高值 (LevelH) : 10.000A

上升沿时间 (TimeR) : 0.10ms

下降沿时间 (TimeF) : 0.20ms

模式 (Mode) : Togg

然后按 **Input on/off** 键打开负载输入；

向负载发送触发初始化命令：

INIT

也可通过远程端口设定：

SCPI 命令	描述
TRIG:SOUR EXT	选择外部输入触发命令
SYSTem:STATe TRANsient	// 进入瞬态模式
CURR 5	设置瞬态电流低值为 5A
CURR:TLeVel 10	设置瞬态电流高值为 10A
TRAN:RTIM 0.0001	设置瞬态上升沿时间 100us
TRAN:FTIM 0.0002	设置瞬态下降沿时间 200us
TRAN:MODE TOGG	选择翻转工作方式
INP ON	打开负载输入
INIT	触发前的初始化

从外触发端子输入触发信号。图 2-8 显示出触发前后负载的电流波形：负载输入打开后，电子负载刚开始维持在瞬态低值 (5A)，第一次触发，负载电流经过 100us 上升沿后到达并维持在瞬态高值 (10A)，第二次触发，负载电流经过 200us 下降沿后到达并维持在瞬态低值，依此类推，每一次触发，负载状态就发生一次翻转。

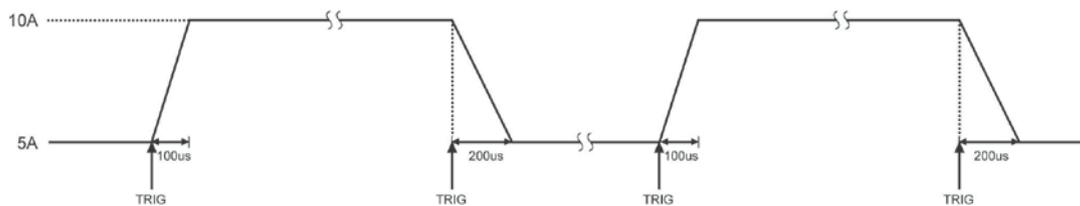


图 2-8 翻转方式

## 2.5 序列测试

除了瞬态测试功能外，电子负载还提供了更加灵活的序列测试功能。它可以使负载按照某一预先设定的测试序列进行工作。

序列测试功能允许用户自己定义一系列测试步骤，每一步的工作模式、负载值和工作时间均可设定。序列测试可以工作在定电压、定电流、定电阻和定功率模式下，每一步最短时间为 10 $\mu$ s，最长时间 99999s（约合 27.78 小时）；序列测试可以循环执行多次，用户可以指定循环次数；序列可以相互链接，每个序列执行完毕，还可以通过链接启动另一测试序列，进一步扩展序列测试的能力，完成更为复杂的测试任务；每个序列最多可包含 50 个测试步骤，电子负载可以保存 10 个测试序列。

序列测试的各项参数可以在序列测试菜单里进行编辑和设定，也可以通过相关的远程命令来进行。本负载提供有便捷的序列编辑功能，用户在输入/编辑序列测试步骤时，可以方便地查看前、后测试步骤，并可即时进行修改和删除，有效降低了序列输入时的工作量。

序列每一步的设定值在退出测试步骤编辑菜单时自动保存。序列的其它参数在编辑后立即保存。

序列测试功能也可以通过远程命令实现。

启动序列测试功能之前，请确保瞬态测试功能已关闭。图 2-9 为一个 5 步的测试序列运行图。详细操作步骤在第四章“序列测试”有详细解释。

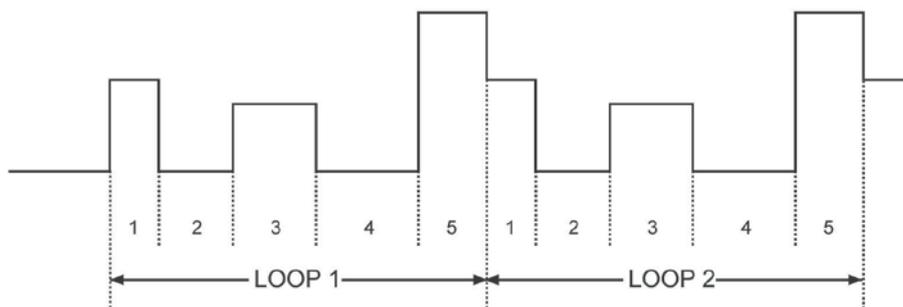


图 2-9 序列测试

注：序列测试时，应该考虑到启动电压和保护电流等参数。这些参数设置不当有可能引起负载输入关闭，从而中断测试。

## 2.6 触发功能

触发功能主要用于使电子负载与其它测试仪器或者外部事件保持同步。本负载提供了多种触发方式，可以应用于下列场合：

- **触发一个预置值**

把所有未触发的触发值设定成为立即值。如果负载输入已打开，对于当前的模式，新的值将会立即出现在负载输入端；对于其它模式，则要等到该模式有效才会影响负载输入。

- **触发一个瞬态脉冲**

当脉冲瞬态方式有效时，触发会使负载按照先前设定的瞬态参数产生一个测试脉冲。

- **触发一个瞬态翻转**

当翻转瞬态方式有效时，触发会使负载按照先前设定的瞬态参数在瞬态低值和瞬态高值之间产生一次瞬态翻转。

- **触发一个序列测试功能**

在序列测试时，触发会使负载启动当前的测试序列。

远程控制时有三种触发方式：GPIB 的<GET>信号，\*TRG 以及 TRIGger 命令。负载的前面板上的外触发输入端子。

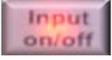
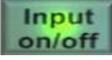
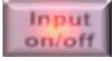
电子负载有三个触发源：总线（BUS）、外部（EXTernal）和保持（HOLD）。

- **总线（BUS）**：GPIB 的<GET>信号或\*TRG 作为触发源。
- **外部（EXTernal）**：选择电子负载的触发输入端子作为触发源。触发端子输入信号为 TTL 电平，下降沿触发。
- **保持（HOLD）**：只能使用 TRIGger[:IMMEDIATE]命令作为触发源。此时其他的触发方式，包括\*TRG，都是无效的。

注：命令 TRIGger:IMMEDIATE 可作用于三个触发模式。只能通过远程命令 TRIGger:SOURce BUS | EXTernal | HOLD 选择触发源。触发前应先对负载进行触发初始化操作，否则负载不会响应触发。

## 2.7 输入控制

### 2.7.1 负载输入的打开与关闭

负载输入的打开和关闭可以通过  按键，也可以通过远程命令 `INPut ON | OFF` 实现。在负载输入关闭状态，按  键打开负载输入，黄色指示灯  变为绿色  指示灯，屏幕上显示 ON；在负载输入打开状态，按  键关闭输入，绿色指示灯  变为黄色指示灯 。打开和关闭负载输入不会影响负载设定。

在本地控制时，如果负载输入打开，基本测试、瞬态测试、序列测试等状态是不能够互相直接转换，从某一测试状态转换至另一种测试状态负载会自动关闭。

### 2.7.2 启动电压和启动电压锁定

当外部输入电压低于启动电压时，即使负载输入已经打开，负载也不会启动。只有当外部输入电压达到或超过启动电压时，负载才开始工作。启动电压的默认值是 0V。

启动电压锁定用于锁定负载的启动状态，启动电压的值是 0V 表示启动电压锁定功能未启用。如果需要打开启动电压锁定功能，只需调节启动电压栏的值到需要设定的值。在负载输入打开以后，一旦输入电压达到启动电压时，负载就自动启动，低于启动电压时，负载就自动关闭。如图 2-11；如果设置启动电压值时 0，该项功能将不起作用。通过设置启动电压和启动电压锁定，可以实现负载输入自动打开和关闭，有效简化测试操作。

启动电压可以在主菜单里设定，也可通过远程命令 `VOLTage:STARt <Nrf+>` 设定。

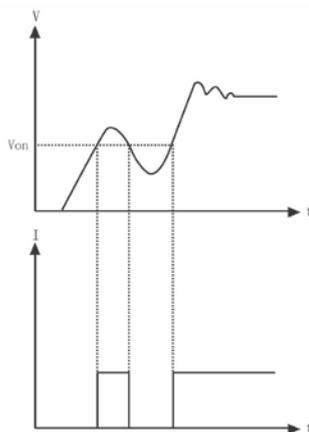


图 2-11 启动电压值 Von

### 2.7.3 限制功能

定电流、定电压、定电阻、定功率模式限制功能用于限制以上三种模式下各自设置的最大值，如果负载设置（电流、电压、电阻、功率）值达到或超过限制值时，负载将工作在限制值（电流、电压、电阻、功率）状态，从而实现限制值功能。如图 2-13。

例：限制电流功能可通过远程命令 `INPut:LiMit:CURRent <NRf+>` 设定。

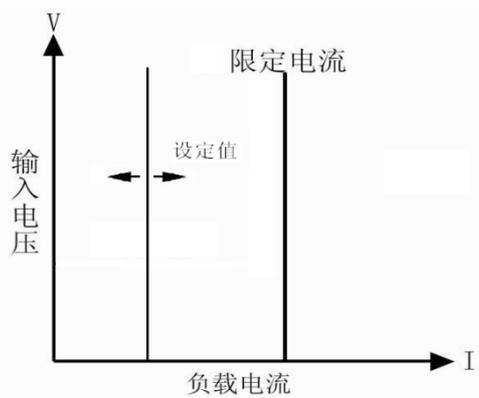


图 2-13 定电流模式电流限制功能示意图

### 2.7.4 电流上升速率

电流上升速率（Curr Rise Rate）用于设定定电流、定电阻、定功率模式下的电流上升速率。该参数可以在主界面里设定，也可通过远程命令 `CURRent:SLEWrate:POSitive <NRf+>` 设定。

如果电流上升速率为  $0.1\text{A}/\mu\text{s}$ ，电流设定值为  $20\text{A}$ ，那么负载输入打开时的电流上升速率如图：

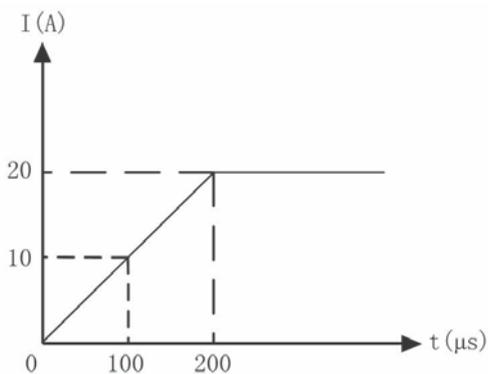


图 2-14 电流上升速率示意图

### 2.7.5 电流下降速率

电流下降速率 (Curr Rise Rate) 用于设定定电流模式下的电流下降速率。该参数可以在主菜单里设定，也可通过远程命令 `CURRENT:SLEWrate:NEGative <NRf+>` 设定。

如果电流下降速率为  $0.1\text{A}/\mu\text{s}$ ，电流设定值为  $20\text{A}$ ，那么负载输入关闭时的电流下降速率如图：

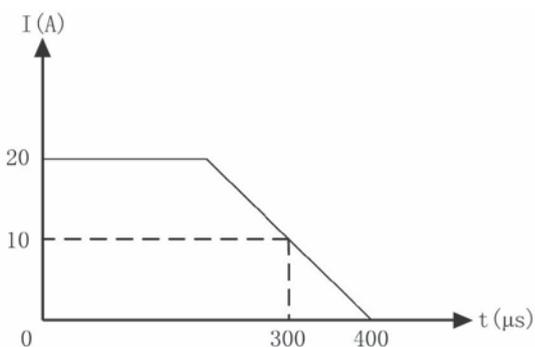


图 2-15 电流下降速率示意图

## 2.8 测量功能

电子负载具有高分辨率测量系统，可实时测量输入电压和电流。输入功率和电阻是根据输入电压和输入电流计算得到的。测量值可以通过液晶屏直接查看，也可通过以下远程命令读取：

```
MEASure:VOLTage?
```

```
MEASure:CURREnt?
```

```
MEASure:RESistance?
```

MEASure:POWer?

## 2.9 保存和调用

电子负载具有 EEPROM 存储器，用于保存各项参数，包括模式、输入状态、电流、电压、电阻、瞬态设定、保护值等。3751A 电子负载可以保存 10 组参数，表 2-1 列出了保存/调用操作涉及到的所有参数及其默认值（以 3751A 为例）。

表 2-1

功能	作用	默认值
Input	输入状态	Off
Mode	工作模式	CCL
Current	立即电流值	0A
Current Rise Rate	电流上升速率	0.6A/us
Current Fall Rate	电流下降速率	0.6A/us
Current TLEVel	瞬态电流值	0A
*Current Protection Level	电流保护限制值	150A
*Current Protection Delay	电流保护延时	60s
*Current Protection State	启用/禁用电流保护	Off
Voltage	立即电压值	240v
CV Current Limit	定电压模式电流限制	150A
Voltage TLEVel	瞬态电压值	240v
Resistance	立即电阻值	2000 $\Omega$
Resistance TLEVel	瞬态电阻值	2000 $\Omega$
Power level	立即功率值	0W
Transient Operation	瞬态测试	Off
Transient Mode	瞬态工作模式	Continuous

Transient Htime	瞬态高值时间	0.00001s
Transient Ltime	瞬态低值时间	0.00001s
Transient Rtime	瞬态上升沿时间	0.00001s
Transient Ftime	瞬态下降沿时间	0.00001s
*Trigger Source	触发源	External
Latch Voltage Level	负载启动电压	0V

### \*仅仅在远程状态才可以操作

使用键盘操作时，可以使用 **Save** 键和 **Call** 键，来保存和调用存储在位置 0 ~ 9 的 10 组参数；也可以通过远程命令 \*SAV < NR1 > 和 \*RCL < NR1 > 命令来保存和调用参数。

负载每次开机时都会自动调用位置 ‘0’ 所保存的参数。

## 2.10 读取远程错误

当远程控制发生错误时，屏幕右上角显示 ERROR 信息。错误代码分为如下几类：

- -1xx 命令错误
- -2xx 执行错误
- -3xx 特定设备错误
- -4xx 查询错误

使用 ERROR 键可以进入错误代码界面。远程查询命令 SYSTem:ERRor? 可以在远程状态查询错误代码和信息。

错误信息保存在一个错误队列之中，这是一个先进先出结构的缓冲区，最多可保存 20 条错误信息。如果产生的错误信息超过 20 条，电子负载会将存储在队列中的最后一条错误信息替换为 -350, “Too many errors”，此刻除非错误信息被读取或者被清除，否则电子负载将不再保存更多错误信息。一旦错误被读取，它将会被自动从错误队列中清除。

## 2.11 状态报告

电子负载具有状态报告寄存器。电子负载的各种状态可以通过查询状态寄存器来获得。使用者可通过设置状态寄存器组中的使能寄存器来确定哪些事件被报告，这些寄存器在

《Array 3751A 电子负载编程参考手册》中有详细描述。

## 2.12 保护及报警功能

电子负载具备以下几种报警功能：

- 过电压 (OV)
- 极性反接 (RV)

电子负载具备以下几种报警及保护功能：

- 过电流 (OC)
- 过功率 (OP)
- 过温度 (OT)

负载一旦出现异常，负载输入立即关闭并会发出声音报警，显示屏显示故障原因，负载进入异常锁定状态，状态寄存器内相应的状态标志会置位。除了特定的操作，负载将不再响应其它指令。例如：当过温过高时，负载输入会关闭并发出声音报警，显示屏右上角会显示 OT，不再响应其它操作指令。

### 2.12.1 清除异常锁定状态

当负载进入异常锁定状态后，不再响应其它指令，只有通过组合键 **Shift** + **Esc** 或者远程命令 `INPut:PROtection:CLear` 清除锁定状态，才可恢复正常操作。当然导致负载进入异常锁定状态的原因必须要解除，否则又会立即再次引起异常锁定。

另外，在软件电流保护功能打开时，如果过流时间还没超过设定的保护时间，负载会显示保护状态 PT，但并不关闭负载输入。此时通过组合键 **Shift** + **Esc** 或者远程命令 `INPut:PROtection:CLear` 可以清零过流时间。

### 2.12.2 过电压

过电压保护值是由厂家在生产时设定的，用户无法改变。当输入电压超过预设电压时，触发过压报警，负载输入关闭并显示 OV。同时可疑状态寄存器中的 OV 和 VF 标志置位，并且一直保持到它们被复位且过电压状态解除。

### 2.12.3 过电流

电子负载允许用户定义一个电流保护限制值。当这个限制值被超过时，过流定时器开始计时，但负载输入并不立即关闭；当计时时间达到设定的延迟时间后，触发过电流保护，负载输入关闭并显示 OC。同时可疑状态寄存器中的 OC 和 PS 标志置位，并且一直保持到它们被复位且过电流状态解除。

电流保护限制功能只能通过以下远程命令来设定：

SCPI 命令	描述
CURRent:PROTection:STATe ON   OFF	用于打开或关闭该功能
CURRent:PROTection < Nrf+>	设定电流限制值
CURRent:PROTection:DELay < Nrf+>	设定关断负载的延迟时间

### 2.12.4 过功率

电子负载具备硬件恒功率和软件过功率保护功能。

一旦负载的输入功率超过其最大额定输入功率，硬件恒功率电路就会立即启动，将输入功率限制在负载可承受的范围内并且发出过功率报警。同时负载也通过计算，测量当前的实际功率。不论是硬件恒功率电路启动，还是通过软件测量计算，只要持续过功率时间超过 10S，就会触发过功率保护。

过功率报警发生后，负载显示 OP，并且蜂鸣器发出报警声。同时可疑状态寄存器中的 OP 和 PS 标志置位，并且一直保持到它们被复位且过功率状态解除。

### 2.12.5 过温度

如果负载内部温度超出了安全极限，就会触发过温度报警并且保护，负载输入关闭并显示 OT。同时可疑状态寄存器中的 OT 和 PS 标志置位，并且一直保持到它们被复位且过温度状态解除。在清除异常锁定状态时，必须等待负载温度降到正常范围。在出现 OT 报警时，请不要关闭电源，负载的散热风扇有助于尽快降低其内部温度。

### 2.12.6 极性反接

在输入端电源极性接反的情况下，触发极性反接报警功能，负载输入关闭并显示 RV。同时可疑状态寄存器中的 RV 和 VF 标志置位，并且一直保持到它们被复位且极性反接状态解除。

## 第三章 安装

### 3.1 初始检查

收到负载后，请立即检查负载是否在运输过程中发生明显损坏。同时保存好包装材料，以备将来送修时使用。

确认按键和旋钮没有破损，机壳和面板表面没有凹陷或刮痕，显示屏有无破裂或刮痕。

包装明细（以下配件加图）



1. 主机，
2. 端子配件，
3. 电源线，
4. USB 线，
5. RS232C 线，
6. 使用/编程手册 CD，
7. 校准报告，
8. 检验证书。

### 3.2 环境和安置

负载在  $0^{\circ}\text{C}$  到  $40^{\circ}\text{C}$  的环境温度下可满功率运行。在  $40^{\circ}\text{C}$  到  $50^{\circ}\text{C}$  的环境中需降功率使用，否则会因温度过高而引起过温保护。

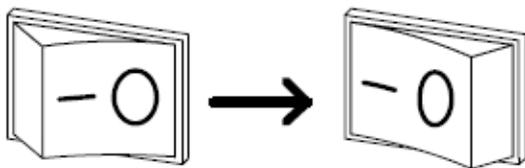
负载要放置在通风良好的环境中，同时远离电磁干扰环境，环境中不许有易燃易爆物体。安装于机架中时，如空间局限在4U高度，必须拆除机架下方的四个垫脚。负载工作时从机身前方吸入冷空气，从后面板出风口排出热空气来进行散热，因此安装时必须在其前方及后方留出足够空间以保证空气流通。

### 3.3 上电自检

上电自检能够检测出负载基本的工作状况，从而作为负载验收的初步检验手段。

通电之前，首先检查交流电源电压，确保负载后面板上的电压选择开关与当地供电电压一致。

接好交流电源线，按下前面板电源开关（如下图），负载上电进行自检。



如果未能正常开机，请联系供应商

如自检异常，会有错误信息显示。错误信息列表如下表所示：

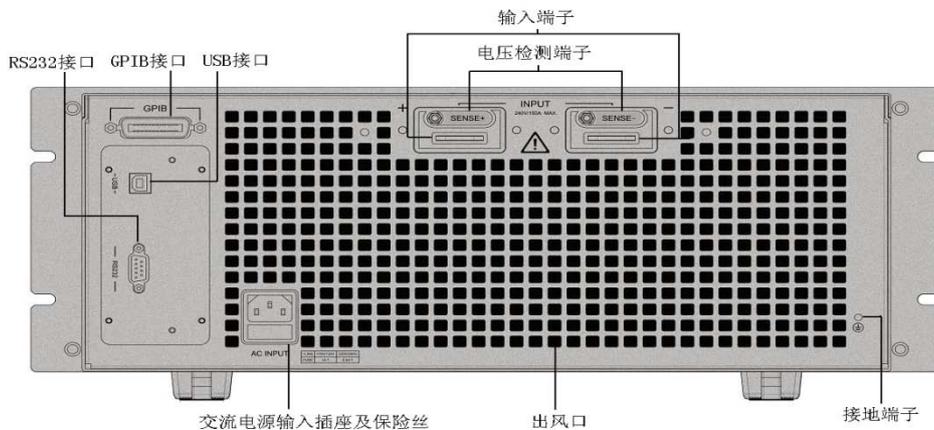
错误代码	错误说明
601	Lcd selftest error (液晶测试错误)
603	System ADC test failed (ADC 系统测试失败)
607	Rundown too noisy (信号太嘈杂)
608	Keypad selftest error (键盘测试错误)
609	EEPROM checksum failed (EEPROM 校验和错误)
630	Temperature test failed (温度检测错误)

若一切正常，则负载进入初始开机界面；默认出厂进入 CCL 模式界面，负载输入关闭；然后通电预热三十分钟，进行下面测试：

连接一台具备 CV 和 CC 模式的电源到电子负载的输入端，正负极性对应，执行 CCH 5A 及 CV 5V 操作，负载应工作正常，吸收 5A 的电流或调整输入电压为 5V，误差应在手册规定的误差范围内。至此可断定电子负载基本工作正常。

### 3.4 后面板连接

3751A 电子负载的后面板配置如图 3-1 所示，主要包含测试输入部分、交流输入部分和通讯接口部分。交流输入部分包括交流输入和保险丝插座，电压选择开关。通讯接口包括 RS-232 接口、USB 接口以及用户选配的 GPIB 扩展接口。



1. GPIB 输入接口 (选配)
2. USB 输入接口

3. RS232C 输入接口
4. 负载输入端子 Input (+, -) 连接被测试元件。
5. 电压检测端子 Remote sense(+, -) 远端测试连接端口
6. 交流输入插座及保险丝, 输入电压切换。
7. 接地端子 用于机架安装时和系统大地连接

## 1. 交流输入插座及保险丝:

交流电源线缆类型要符合当地使用标准。

保险丝规格为 250V T1A。

电压选择开关可以选择到 110V、120V、220V、240V 电压档位, 选择的电压应与当地供电电压规格一致。

## 2. 负载输入端子

后面板提供了两个大型铜排式接线端子 (INPUT +, INPUT -), 用于连接输入, 连接线缆的最大直径为 6mm。进行大电流测试时, 为了提高测试的准确度, 减小测量误差, 应尽量使用较粗的线缆。

## 3. 远端电压检测端子

前面板提供了两个电压检测端子 (SENSE +和 SENSE -), 用于远端电压检测, 防止因负载输入连接导线上的压降对电压测量造成影响, 提高电压检测精度。3751A 电子负载可自动检测远端电压输入信号, 因此使用远端电压检测功能时无需修改参数设定或改变硬件接线。

## 4. 通信接口

### RS-232 接口:

负载提供一个 RS-232 接口, 这是一个标准的 DB9 针型连接器, 使用 DTR 和 DSR 信号进行流控制, 引脚定义如下所示。

Pin	Input/Output	描述
1	-	没有使用
2	Input	RXD 接收数据
3	Output	TXD 发送数据
4	-	没有使用

5	Common	GND 信号地
6	-	没有使用
7	-	没有使用
8	-	没有使用
9	-	没有使用

接口参数通过端口配置菜单进行设置（如下图），电子负载使用 SCPI 命令进行编程。



#### GPIB 接口：

负载可另外安装一个 GPIB 接口，其地址可以通过端口配置菜单进行设置，范围为 0 到 30。在同时连接多台 GPIB 设备时，要保证每台 GPIB 设备的地址是唯一的，并且不可被其它类型接口总线上的仪器使用。负载在出厂时的默认地址为 05。

#### USB 接口：

用户需在计算机上安装相应的驱动程序方可与负载进行通信。

### 5. 接地端子

用于机架安装时和系统大地连接。

### 3.5 前面板

375XA 系列电子负载前面板上的连接端子包括外触发输入端子和电流监控输出端子。如图 3-2 所示。

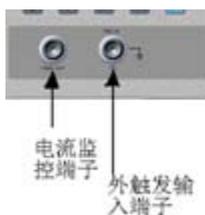


图 3-2

1. 外触发输入端子是一个 BNC 连接端子，中间为输入正端，外壳为输入负端。接收 5V TTL 兼容的下降沿触发信号。为保证可靠触发，低电平时间应大于 10us。
2. 电流监控输出端子： 连接示波器，可以监控电流的实时状况（该端子和通讯端子共地，与负载输入端子绝缘电压 3000VAC）。

### 3.6 使用连接

描述：后面板输入端子适合 M8 型号螺钉，且配有一对线鼻子。

步骤：

1. 关机
2. 关闭 DUT 电源
3. 负载线与输入端相连

将负载的正 (+) 输入端与 DUT 的高电势输出端相连。

将负载的负 (-) 输入端与 DUT 的低电势输出端相连。

#### 负载接线

**线规：**与电源连接前，必须将线规考虑在内，负载线必须足够大，可以抵抗短路时产生的热量，负载连接线的型号，极性和长度都是需要考虑的因素，每根负载线上的压降不超过 1V，规格如下表：

负载连接线规格表

AWG 线规	直径 mm	$\Omega/\text{km}$	最大电流
0000	11.684	0.16072	380
00	10.4038	0.2027	328
00	9.26529	0.25551	283
0	8.25246	0.32242	245

1	7.34822	0.40639	211
2	6.54304	0.51266	181
3	5.82676	0.64616	158
4	5.18922	0.81508	135
5	4.62026	1.02762	118
6	4.1148	1.29593	101
7	3.66522	1.6341	89
8	3.2639	2.0605	76
9	2.90576	2.59809	64
10	2.58826	3.2764	55
11	2.030378	4.1328	47
12	2.05232	5.20864	41
13	1.8288	6.56984	35
14	1.62814	8.282	32

负载线电感：当使用 3751A 时必须考虑压降以及由负载线电感和电流变化引起的电压。电压的极端变化可能超过最大电压限制，会使 3751A 损坏。

使用如下公式计算产生的电压值：

$$E=L \times (\Delta I / \Delta T)$$

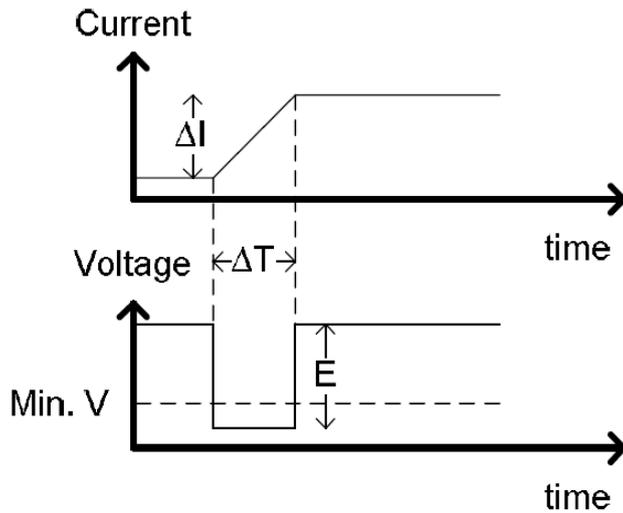
E 产生电压的值

L 负载线电感

$\Delta I$  电流改变值 (A)

$\Delta T$  时间变化值 (us)

负载线电感 (L) 可以近似等于  $1U_h/1m$ , ( $\Delta I/\Delta T$ ) 为转换率 A/us

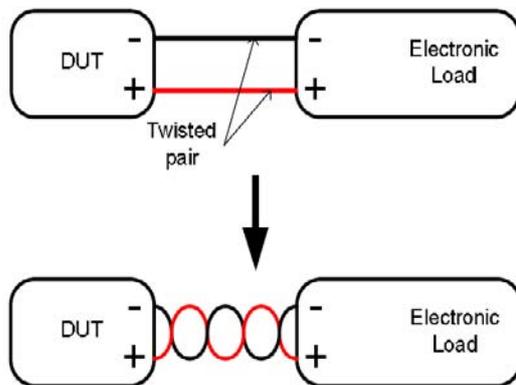


上图显示出电源对电压的影响，

限制负载线电感 以下两种方法可以降低负载线电感

1. 尽可能缩短负载线长度
2. 将正负负载线扭合在一起

在切换 CR 或 CC 模式时，通过限制电流的转换率可以限制负载端子上产生的感应电压。



### 负载线连接

3751A 负载的输入端子在机箱的后面板上，所有负载的连接请严格按照操作进行，确保人身和仪器安全。3751A 负载与待测物连接时，确保二者极性一致，确保最大输入电压不查过 240V。

如果输入端极性接反，当检测到的反向电压超过-0.3V 时，反向电压提醒功能报警。开机后请勿再触摸负载输入端。

负载输入端极性接反后会损坏 DUT 和负载。

### 远端检测连接

当负载有电流流过时，受连接电源与负载的导线电阻影响，负载输入端的电压会低于电源输出电压。如需要通过负载精确测量电源电压，可利用负载的远端电压检测端子。连接后负载会自动切换到远端测量状态。远程传感用于电缆补偿，电缆越长，其电阻和电感越大。对于大电感导线，可扭合电缆减小电感以及使用  $V_{sense}$  端子补偿负载导线的压降，在 CV、CP 和 CR 模式下非常有用。接线如图 3-3 所示。

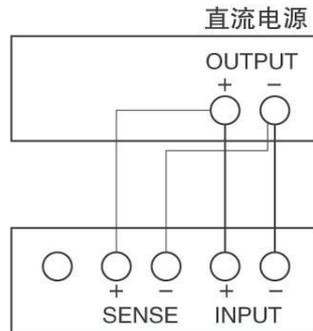


图 3-3

### 多台负载并联

当需要更大的功率或电流时，可以将两台或更多台负载进行并联操作。不过值得注意的是：并联操作仅限于定电流、定电阻和定功率模式。并连接线方法可参考图 3-4。

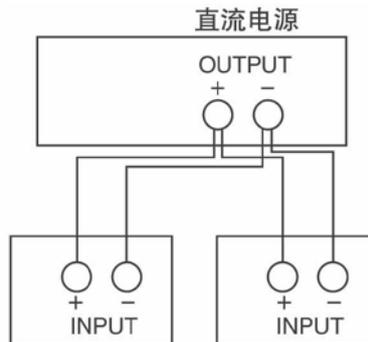


图 3-4

## 第四章 本地操作

第二章“功能与特性”对电子负载的本地操作进行了简要说明，本章将结合实例，更详细介绍的 3751A 电子负载的本地操作。

### 4.1 本地控制描述

如果需要通过前面板的键盘和旋钮操作电子负载，电子负载必须处于本地控制状态。电子负载开机后即处于本地控制（前面板）状态，同时自动调入先前保存在 EEPROM 位置 0 的相关参数。

在远程控制状态，所有的键盘和旋钮操作无效（**Local** 除外）。当电子负载通过 RS232、USB 或者 GPIB 接收到远程命令 SYSTem:REMOte 时，REM 在液晶屏右上角显示，远程控制生效。在远程控制状态下，电子负载的一切操作均受远程控制器控制，在接收到返回本地控制的指令 SYSTem:LOCa1 后，REM 显示字符熄灭，电子负载返回本地控制状态。在远程控制状态，即使没有接收到返回本地控制的指令，也可以通过按下 **Local**，让电子负载返回本地控制状态。

### 4.2 前面板主要操作

- 电子负载与电源连线
- 输入打开与关闭
- 定电流测试
- 定电压测试
- 定电阻测试
- 定功率测试
- 连续方式瞬态测试
- 脉冲方式瞬态测试
- 翻转方式瞬态测试
- 参数保存与调用
- 保护状态清除
- 负载错误信息

- 负载触发
- 电子负载主菜单

### 4.3 电子负载与电源连线

电源正极连接电子负载后背板输入（INPUT）的红色端子（“+”），电源负极连接电子负载输入（INPUT）的黑色端子（“-”）。如正负极接反，电子负载将处于 RV 保护状态。如果出现电子负载处于 RV 保护状态，请重新连接电源与电子负载。

正确连接电源与电子负载后，如果想取消电子负载的 RV 保护状态，按  键加  键取消保护状态或直接重新启动电子负载，详细介绍请参考下述的“负载保护状态清除”。

### 4.4 负载输入打开/关闭

按  启动或者关闭电子负载输入。负载启动时  按键呈现绿色 ，负载输入关闭时按  键呈现橙色 。

### 4.5 基本测试

基本测试操作步骤如下：

1. 按功能键 、、、 进入模式与参数设定菜单。
2. 使用 、 键选择需要设定的参数。
3. 使用数字键或者旋钮结合 、 键输入设定值。
4. 按  键确定。
5. 按  键打开负载输入。

#### 4.5.1 定电流测试

定电流测试分为大电流模式 (CCH) 和小电流模式 (CCL)。

例 1：以 3751A 为例，在 CVL 模式下，设置负载为大电流模式 (CCH)，电流值为 80A。打开负

载。步骤如下：

第一步：按  键进入  模式与参数设定菜单。

第二步：使用动态  键选择  模式。

第三步：使用数字键或者旋钮结合 、 键输入电流值 80.000。

第四步：按  键确定。

第五步：使用 、 键切换到其他需要的选项。

第六步：按  键打开负载。

上述步骤对应的 SCPI 命令为：

MODE	CCH	； 设定模式
CURR	80	； 设定设定值
INP	ON	； 打开负载

例 2：在 CCH 模式下，设置电流值为 16A，上升速率 0.1A/us，下降速率 0.5A/us，启动电压 10V，限制电流 25A，打开负载。步骤如下：

第一步：使用 、 键切换到参数设置选项。

第二步：使用  键将光标移动到十位下。旋转旋钮设定十位值为 1 或使用数字键盘输入 1，使用  键将光标移动到个位下，旋转旋钮设定个位值为 6 或使用数字键盘输入 6，按  键确定。

第三步：使用 、 键切换到启动电压选项。

第四步：使用  键将光标移动到十位下。旋转旋钮设定十位值为 1 或使用数字键盘输入 1，使用  键将光标移动到个位下，旋转旋钮设定个位值为 0 或使用数字键盘输入 0，按  键确定。

第五步：使用 、 键切换到限制电流选项。

第六步：使用  键将光标移动到十位下。旋转旋钮设定十位值为 2 或使用数字键盘输入 2，使用  键将光标移动到个位下，旋转旋钮设定个位值为 5 或使用数字键盘输入 5，按  键确定。

键确定。

第七步：使用 、 键切换到上升速率选项。

第八步：使用  键将光标移动到个位下。旋转旋钮设定个位值为 0 或使用数字键盘输入 0，使用  键将光标移动到十分位下，旋转旋钮设定十分位值为 1 或使用数字键盘输入 1，按  键确定。

第九步：使用 、 键切换到下降速率选项。

第十步：使用  键将光标移动到个位下。旋转旋钮设定个位值为 0 或使用数字键盘输入 0，使用  键将光标移动到十分位下，旋转旋钮设定十分位值为 5 或使用数字键盘输入 5，按  键确定。

第十步：按  键打开负载。

注：（旋转旋钮立即改变设定值。使用数字键输入时需要按  键确定，如未按  键确定，则本次通过数字键盘输入的内容无效。负载打开时，该设定值立即在输入端生效。）

上述步骤对应的 SCPI 命令为：

```
MODE          CCH          // 设定模式
CURR          16           // 设定设定值
CURR:SLEW:POS 0.1         // 上升速率 0.1A/us
CURR:SLEW:NEG 0.5         // 下降速率 0.5A/us
VOLT:STAR 10             // 启动电压 10V
CURR:LIM 25             // 限制电流 25A
INP           ON          // 打开负载
```

注：CCH 定电流模式下，右下角显示  标志；CCL 定电流模式下，右下角显示  标志。

## 4.5.2 定电压测试

例 1：以 3751A 为例，在 CCH 模式下，设置负载为定电压模式 (CVH)，电压值为 50V。打开负

载。查看当前功率。步骤如下：

第一步：按  键进入 **CVL** 模式与参数菜单页面。

第二步：使用动态  键选择 **CVH** 模式。

第三步：使用数字键或者旋钮结合 、 键输入电压值 50。

第四步：按  键确定。

第五步：按  键打开负载。

上述步骤对应的 SCPI 命令为：

MODE	CVL	； 设定模式
VOLT	50	； 设定设定值
INP	ON	； 打开负载

例 2：在 CVH 模式下，设置负载电压值为 60V，启动电压 20V，限制电压 100V，上升斜率 20V/us，下降斜率 24V/us。打开负载。步骤如下：

第一步：使用 、 键切换到参数设置选项。

第二步：使用  键将光标移动到十位下。旋转旋钮设定十位值为 6 或使用数字键盘输入 6，使用  键将光标移动到个位下，旋转旋钮设定个位值为 0 或使用数字键盘输入 0，按  键确定。

第三步：使用 、 键切换到启动电压选项。

第四步：使用  键将光标移动到十位下。旋转旋钮设定十位值为 2 或使用数字键盘输入 2，使用  键将光标移动到个位下，旋转旋钮设定个位值为 0 或使用数字键盘输入 0，按  键确定。

第五步：使用 、 键切换到限制电流选项。

第六步：使用  键将光标移动到十位下。旋转旋钮设定十位值为 5 或使用数字键盘输入 5，使用  键将光标移动到个位下，旋转旋钮设定个位值为 0 或使用数字键盘输入 0，按  键确定。

第七步：使用 、 键切换到上升速率选项。

第八步：使用  键将光标移动到个位下。旋转旋钮设定十位值为 2 或使用数字键盘输入 2，

使用  键将光标移动到个位下，旋转旋钮设定个位值为 0 或使用数字键盘输入 0，按  键确定。

第九步：使用 、 键切换到下降速率选项。

第十步：使用  键将光标移动到个位下。旋转旋钮设定十位值为 2 或使用数字键盘输入 2，

使用  键将光标移动到个位下，旋转旋钮设定个位值为 4 或使用数字键盘输入 4，按  键确定。

第十步：按  键打开负载。

注：（旋转旋钮立即改变设定值。使用数字键输入时需要按  键确定，如未按  键确定，则本次通过数字键盘输入的内容无效。负载打开时，该设定值立即在输入端生效。）

上述步骤对应的 SCPI 命令为：

MODE	CVH	； 设定模式
VOLT	60	； 设定设定值
VOLT:SLEW:POS	20	； 上升速率 20V/us
VOLT:SLEW:NEG	24	； 下降速率 24V/us
VOLT:STAR	20	； 启动电压 20V
VOLT:LIM	100	； 限制电压 100V
INP	ON	； 打开负载

注：定电压模式下，液晶屏中显示绿色 **CVH** 标志；

例 3：以 3751A 为例，在 CCH 模式下，设置负载为定电压模式(CVL)，电压值为 10V，其余选择默认值，打开负载。步骤如下：

第一步：按  键进入 **CVL** 模式与参数菜单页面。

第二步：使用数字键或者旋钮结合 、 键输入电压值 10。

第三步：按  键确定。

第五步：按  键打开负载。

上述步骤对应的 SCPI 命令为：

MODE	CVL	； 设定模式
VOLT	10	； 设定设定值
INP	ON	； 打开负载

### 4.5.3 定电阻测试

定电阻测试分为小电阻（CRL）、大电阻（CRH）二种模式。

例 1：以 3751A 为例，在 CV 模式下，设置负载为小电阻模式（CRL），电阻值为 1.5 Ω。打开负载。查看当前功率。步骤如下：

第一步：按  键进入  模式与参数设定菜单界面。

第二步：使用数字键或者旋钮结合 、 键输入电阻值 1.5。

第三步：按  键确定。

第四步：按  键打开负载。

上述步骤对应的 SCPI 命令为：

MODE	CRL	； 设定模式
RES	1.5	； 设定设定值
INP	ON	； 打开负载

例 2：在 CRH 模式下，设置负载电阻值为 20K Ω，启动电压 15V，限制电阻 80K Ω，上升速率 0.5A/us，下降速率 0.2A/us。打开负载。步骤如下：

第一步：使用 、 键切换到参数设置选项。

第二步：使用  键将光标移动到十位下。旋转旋钮设定十位值为 2 或使用数字键盘输入 2，

使用  键将光标移动到个位下，旋转旋钮设定个位值为 0 或使用数字键盘输入 0，按  键确定。

第三步：使用 、 键切换到启动电压选项。

第四步：使用  键将光标移动到十位下。旋转旋钮设定十位值为 1 或使用数字键盘输入 1，

使用  键将光标移动到个位下，旋转旋钮设定个位值为 5 或使用数字键盘输入 5，按  键确定。

第五步：使用 、 键切换到限制电阻选项。

第六步：使用  键将光标移动到十位下。旋转旋钮设定十位值为 8 或使用数字键盘输入 8，使用  键将光标移动到个位下，旋转旋钮设定个位值为 0 或使用数字键盘输入 0，按  键确定。

第七步：使用 、 键切换到上升速率选项。

第八步：使用  键将光标移动到十位下。旋转旋钮设定个位值为 5 或使用数字键盘输入 5，使用  键将光标移动到其它位下，旋转旋钮设定其它位值为 0 或使用数字键盘输入 0，按  键确定。

第九步：使用 、 键切换到下降速率选项。

第十步：使用  键将光标移动到十位下。旋转旋钮设定个位值为 2 或使用数字键盘输入 2，使用  键将光标移动到其它位下，旋转旋钮设定其它位值为 0 或使用数字键盘输入 0，按  键确定。

第十一步：按  键打开负载。

注：（旋转旋钮立即改变设定值。使用数字键输入时需要按  键确定，如未按  键确定，则本次通过数字键盘输入的内容无效。负载打开时，该设定值立即在输入端生效。）

上述步骤对应的 SCPI 命令为：

MODE	CRH	； 设定模式
RES	20KR	； 设定设定值
CURR:SLEW:POS	0.5	； 上升速率 0.5A/us
CURR:SLEW:NEG	0.2	； 下降速率 0.2A/us
VOLT:STAR	15	； 启动电压 15V
RES:LIM	80KR	； 限制电阻 80KΩ

INP ON ; 打开负载

注: CRH 定电阻模式下, 屏幕显示 **CRH** 绿色标志; CRL 定电阻模式下, 屏幕显示 **CRL** 绿色标志。

#### 4.5.4 定功率测试

例 1: 以 3751A 为例, 在 CRL 模式下, 设置负载为定功率模式 (CP), 功率值为 1000W。打开负载。查看当前功率。步骤如下:

第一步: 按 **CP** 键进入 **CP** 模式。

第二步: 使用数字键或者旋钮结合 **◀**、**▶** 键输入功率值 1000。

第三步: 按 **Enter** 键确定。

第四步: 按 **input on/off** 键打开负载。

上述步骤对应的 SCPI 命令为:

```
MODE      CPV      ; 设定模式
POW       1000    ; 设定设定值
INP       ON      ; 打开负载
```

例 1: 以 3751A 为例, 在 CRH 模式下, 设置负载为定功率模式 (CP), 功率值为 1000W, 启动电压 20V, 限制功率 1200W, 上升速率 10A/us, 下降速率 6A/us。打开负载。步骤如下:

第一步: 按 **CP** 键进入 **CP** 模式与参数设定菜单界面。

第二步: 使用 **▲**、**▼** 键切换到参数设置选项。

第三步: 使用 **◀** 键将光标移动到千位下。旋转旋钮设定千位值为 1 或使用数字键盘输入 1, 使用 **▶** 键将光标移动到其它位下, 旋转旋钮设定其它位值为 0 或使用数字键盘输入 0, 按 **Enter** 键确定。

第四步: 使用 **▲**、**▼** 键切换到启动电压选项。

第五步: 使用 **◀** 键将光标移动到十位下。旋转旋钮设定十位值为 2 或使用数字键盘输入 2,

使用  键将光标移动到个位下，旋转旋钮设定个位值为 0 或使用数字键盘输入 0，按  键确定。

第六步：使用 、 键切换到限制功率选项。

第七步：使用  键将光标移动到千位下。旋转旋钮设定千位值为 1 或使用数字键盘输入 1，使用  键将光标移动到百位下，旋转旋钮设定百位值为 2 或使用数字键盘输入 2，使用  键将光标移动到其它位下，旋转旋钮设定其它位值为 0 或使用数字键盘输入 0，按  键确定。

第八步：使用 、 键切换到上升速率选项。

第九步：使用  键将光标移动到十位下。旋转旋钮设定十位值为 1 或使用数字键盘输入 1，使用  键将光标移动到其它位下，旋转旋钮设定个位值为 0 或使用数字键盘输入 0，按  键确定。

第十步：使用 、 键切换到下降速率选项。

第十一步：使用  键将光标移动到个位下。旋转旋钮设定个位值为 6 或使用数字键盘输入 6，使用  键将光标移动到其它位下，旋转旋钮设定其它位值为 0 或使用数字键盘输入 0，按  键确定。

第十二步：按  键打开负载。

注：（旋转旋钮立即改变设定值。使用数字键输入时需要按  键确定，如未按  键确定，则本次通过数字键盘输入的内容无效。负载打开时，该设定值立即在输入端生效。）

上述步骤对应的 SCPI 命令为：

MODE	CP	； 设定模式
POW	1000	； 设定设定值
CURR:SLEW:POS	10	； 上升速率 10A/us
CURR:SLEW:NEG	6	； 下降速率 6A/us
VOLT:STAR	20	； 启动电压 20V
POW:LIM	1200	； 限制功率 1200W

INP ON ; 打开负载

## 4.6 +定电压模式测试

### 4.6.1 定电流+定电压模式测试

例：以 3751A 为例，在 CCH 模式下，设置负载为大电流模式 (CCH)，电流值为 80A，限定电压值为 50V。打开负载。步骤如下：

第一步：使用  键+  切换到 **CCH+CV** 模式。

第二步：使用 、 键切换到参数设定选项。

第三步：使用数字键或者旋钮结合 、 键输入电流值 80.000。

第四步：按  键确定。

第五步：使用 、 键切换到限制电压选项。

第六步：使用数字键或者旋钮结合 、 键输入电压值 50.000。

第七步：按  键确定。

第八步：按  键打开负载。

上述步骤对应的 SCPI 命令为：

MODE	CCH+CV	;	设定模式
CURR	80	;	设定设定值
VOLT:ADD:LIM	50	;	加电压限定值 50V
INP	ON	;	打开负载

### 4.6.2 定电阻+定电压模式测试

例：以 3751A 为例，在 CRL 模式下，设置负载，电阻值为 1.5Ω，限制电压为 20V。打开负载。步骤如下：

第一步：使用  键+  切换到 **CRL+CV** 模式。

第二步：使用 、 键切换到参数设定选项。

第三步：使用数字键或者旋钮结合 、 键输入电阻值 1.5。

第四步：按  键确定。

第五步：使用 、 键切换到限制电压选项。

第六步：使用数字键或者旋钮结合 、 键输入电压值 20。

第七步：按  键确定。

第八步：按  键打开负载。

上述步骤对应的 SCPI 命令为：

MODE	CRL+CV	；	设定模式
RES	1.5	；	设定设定值
VOLT:ADD:LIM	20	；	加电压限定值
INP	ON	；	打开负载

### 4.6.3 定功率+定电压模式测试

例：以 3751A 为例，在 CP 模式下，设置负载为定功率值为 1000W，限制电压为 30V。打开负载。步骤如下：

第一步：使用  键+  切换到  模式。

第二步：使用 、 键切换到参数设定选项。

第三步：使用数字键或者旋钮结合 、 键输入功率值 1000

第四步：按  键确定

第五步：使用 、 键切换到限制电压选项

第六步：使用数字键或者旋钮结合 、 键输入电压值 30

第七步：按  键确定

第八步：按  键打开负载。

上述步骤对应的 SCPI 命令为：

MODE	CP+CV	； 设定模式
POW	1000	； 设定设定值
VOLT:ADD:LIM	30	； 加电压限定值
INP	ON	； 打开负载

## 4.7 瞬态测试

瞬态测试操作步骤如下：

1. 按动态  键进入瞬态模式与参数设定菜单界面(如下图)，



2. 使用功能键 ( , , ,  ) 选择某一基本测试模式，按动态  键确定功能的高低档。
3. 使用 ,  键选择需要设置的参数。
4. 使用数字键或者旋钮结合 ,  键设定瞬态低值，瞬态高值，低值时间，高值时间，上升时间，下降时间。使用 ,  键或旋钮设定 Mode 值，按  键确认。
5. 按  键，打开负载。
6. 如果是脉冲方式瞬态测试或翻转方式瞬态测试，触发端子 (TRIG IN) 信号为低电平，执行一次触发。

### 4.7.1 连续方式瞬态测试

例 1: 以 3751A 为例, 设置负载电压值在 10V 与 150V 之间来回切换, 上升沿时间值 10ms, 高电平时间值 200ms, 下降沿时间值 20ms, 低电平时间值 400ms, 工作方式为连续方式。步骤如下:

第一步: 使用 **CV** 键进入 **CVL** 模式, 按动态 **瞬态** 键进入参数设定菜单界面, 使用动态 **高/低** 键进入 **CVH** 模式。见下图:



第二步: 使用 **▲**、**▼** 键或 **Tab** 键选择“瞬态低值”设定项。使用数字键或者旋钮结合 **◀**、**▶** 键设定瞬态低值为 10, 按 **Enter** 键确定。

第三步: 使用 **▲**、**▼** 键或 **Tab** 键选择“瞬态高值”设定项。使用数字键或者旋钮结合 **◀**、**▶** 键设定瞬态低值为 150, 按 **Enter** 键确定。

第四步: 使用 **▲**、**▼** 键或 **Tab** 键选择“低值时间”设定项。使用数字键或者旋钮结合 **◀**、**▶** 键设定低值时间为 0.40000, 按 **Enter** 键确定。

第五步: 使用 **▲**、**▼** 键或 **Tab** 键选择“高值时间”设定项。使用数字键或者旋钮结合 **◀**、**▶** 键设定高值时间为 0.20000, 按 **Enter** 键确定。

第六步: 使用 **▲**、**▼** 键或 **Tab** 键选择“上升时间”设定项。使用数字键或者旋钮结合 **◀**、**▶** 键设定上升时间为 0.01000, 按 **Enter** 键确定。

第七步：使用 、 键或  键选择“下降时间”设定项。使用数字键或者旋钮结合 、 键设定下降时间为 0.02000，按  键确定。

第八步：使用 、 键或  键选择“模式”设定项。使用旋钮调节模式，选择值为 Cont，按  键确定。

第九步：按  键，打开负载。

上述步骤对应的 SCPI 命令为：

MODE	CVH	；	设定模式
SYST:STAT	TRAN	；	进入瞬态
VOLT	10	；	设置瞬态低值
VOLT:TLeV1	150	；	设置瞬态高值
TRAN:LTIME	400ms	；	设置低电平持续时间
TRAN:HTIME	200ms	；	设置高电平持续时间
TRAN:RTIME	10ms	；	设置上升沿持续时间
TRAN:FTIMR	20ms	；	设置下降沿持续时间
TRAN:MODE	CONT	；	选择连续工作方式
INP	ON	；	打开负载

## 4.7.2 脉冲方式瞬态测试

例 1：假设负载是外部触发模式，设置负载电流在 1A 与 5A 之间来回切换，上升沿时间值 10us，高电流时间值 1ms，低电流时间 1ms，下降沿时间值 10us，工作方式为脉冲模式，同时执行一次触发。步骤如下：

第一步：按动态  键进入参数设定菜单界面，使用  键选择  模式。

第二步：使用 、 键或  键选择“瞬态低值”设定项。使用数字键或者旋钮结合 、 键设定瞬态低值为 1，按  键确定。

第三步：使用 、 键或  键选择“瞬态高值”设定项。使用数字键或者旋钮结合 、 键设定瞬态低值为 5，按  键确定。

第四步：使用 、 键或  键选择“低值时间”设定项。使用数字键或者旋钮结合 、 键设定低值时间为 0.00100，按  键确定。

第五步：使用 、 键或  键选择“高值时间”设定项。使用数字键或者旋钮结合 、 键设定高值时间为 0.00100，按  键确定。

第六步：使用 、 键或  键选择“上升时间”设定项。使用数字键或者旋钮结合 、 键设定上升时间为 0.00001，按  键确定。

第七步：使用 、 键或  键选择“下降时间”设定项。使用数字键或者旋钮结合 、 键设定下降时间为 0.00001，按  键确定。

第八步：使用 、 键或  键选择“模式”设定项。使用旋钮调节模式，选择值为 **Pulse**，按  键确定。

第九步：按  键，打开负载。

第十步：向负载发送触发初始化命令：INIT 或者 INIT:CONT

第十一步：发端子（TRIG IN）信号为低电平，执行一次触发。

上述步骤对应的 SCPI 命令为：

MODE	CCL	;	设定模式
SYST:STAT	TRAN	;	进入瞬态
CURR	1	;	设置瞬态低值
CURR:TLeV1	5	;	设置瞬态高值
TRAN:LTIME	1ms	;	设置低电平持续时间
TRAN:HTIME	1ms	;	设置高电平持续时间
TRAN:RTIME	10us	;	设置上升沿持续时间
TRAN:FTIMR	10us	;	设置下降沿持续时间
TRAN:MODE	PULS	;	选择脉冲方式
INP	ON	;	打开负载
INIT		;	触发初始化
TRIG		;	执行一次脉冲

### 4.7.3 翻转方式瞬态测试

例 1: 假设负载是外部触发模式, 设置负载电阻在  $200\ \Omega$  与  $500\ \Omega$  之间来回切换, 上升沿时间值  $10\ \text{ms}$ , 下降沿时间值  $10\ \text{ms}$ , 高值时间值  $200\ \text{ms}$ , 低值时间  $100\ \text{ms}$ , 工作方式为翻转模式, 同时执行一次触发。步骤如下:

第一步: 按动态  键进入参数设定菜单界面, 使用  键选择  模式, 使用动态  键进入  模式。

第二步: 使用 、 键或  键选择“瞬态低值”设定项。使用数字键或者旋钮结合 、 键设定瞬态低值为  $200$ , 按  键确定。

第三步: 使用 、 键或  键选择“瞬态高值”设定项。使用数字键或者旋钮结合 、 键设定瞬态低值为  $500$ , 按  键确定。

第四步: 使用 、 键或  键选择“低值时间”设定项。使用数字键或者旋钮结合 、 键设定低值时间为  $0.10000$ , 按  键确定。

第五步: 使用 、 键或  键选择“高值时间”设定项。使用数字键或者旋钮结合 、 键设定高值时间为  $0.20000$ , 按  键确定。

第六步: 使用 、 键或  键选择“上升时间”设定项。使用数字键或者旋钮结合 、 键设定上升时间为  $0.0100$ , 按  键确定。

第七步: 使用 、 键或  键选择“下降时间”设定项。使用数字键或者旋钮结合 、 键设定下降时间为  $0.0100$ , 按  键确定。

第八步: 使用 、 键或  键选择“模式”设定项。使用旋钮调节模式, 选择值为 **Togg**, 按  键确定。

第九步: 按  键, 打开负载。

第十步: 向负载发送触发初始化命令: **INIT** 或者 **INIT: CONT**

第十一步: 触发端子 (TRIG IN) 信号为低电平, 执行一次触发。

上述步骤对应的 SCPI 命令为：

MODE	CRL	； 设定模式
SYST:STAT	TRAN	； 进入瞬态
RES	200	； 设置瞬态低值
RES:TLEV	500	； 设置瞬态高值
TRAN:LTIME	200ms	； 设置低电平持续时间
TRAN:HTIME	200ms	； 设置高电平持续时间
TRAN:RTIME	1ms	； 设置上升沿持续时间
TRAN:FTIMR	1ms	； 设置下降沿持续时间
TRAN:MODE	TOGG	； 选择脉冲方式
INP	ON	； 打开负载
INIT		； 触发初始化
TRIG		； 执行一次翻转

## 4.8 序列测试

序列测试操作步骤如下：

1. 在开机初始界面按动态 **序列** 键进入序列测试界面。如下图：



2. 使用数字键或旋钮选择序列编号，按 **Enter** 键确定。
3. 使用 **▼** 键选择序列名称，使用旋钮和 **◀**、**▶** 键设定名称值（5 个字符），按 **Enter** 键

确定。

4. 使用  键选择链接功能，使用 、 键或旋钮选择链接编号或是否链接，按  键确定。（ON 表示链接，OFF 表示不链接）
5. 使用  键选择总步数功能，使用 、 键或旋钮选择加数字键输入设定步数，按  键确定。
6. 使用  键选择执行次数功能，使用 、 键或旋钮选择加数字键输入需要执行的次数，按  键确定。
7. 按动态  键，进入功能编辑界面。如下图：

2016/08/01 08:34

Step	Mode	Value	Time
001	CCL	0.0000 A	0.0000 s
002	CCL	0.0000 A	0.0000 s
003	CCL	0.0000 A	0.0000 s
004	CCL	0.0000 A	0.0000 s
005	CCL	0.0000 A	0.0000 s

List:04

Esc    H/L    Prev    Next

8. 使用 、 键选择需要编辑的步数，使用 TAB 键选择需要编辑的参数，使用 、 键或旋钮选择加数字键输入值，按  键确定，数据将被保存到指定的 EEPROM 里。
9. 按动态  键返回序列测试界面。
10. 选择动态  键系统将启动序列测试程序。
11. 在启动状态下，按动态  系统将停止序列测试程序。
12. 在序列测试界面下，按动态  键，系统将清除当前编号下的程序。

### 4.8.1 序列编辑

例 1：编辑一组新的序列。序列编号为 0。名称是 Test0。序列步数：第 1 步为 CCL，

1A,1S; 第 2 步为 CCH, 20A,1S; 第 3 步为 CVH, 10V,1S; 第 4 步为 CRL, 1Ω,1S; 第 5 步为 CP, 200W,1S。序列操作循环次数 10 次。序列链接关闭。启动序列测试。停止序列测试。步骤如下:

第一步: 在初始界面下按动态键序列进入序列测试界面。如图

第二步: 使用数字键或旋钮设定 No.为 0, 按 **Enter** 键确定。

第三步: 使用 **▼** 键选择名称项, 使用 **◀**、**▶** 键和旋钮编辑名称是 Test0。

第四步: 使用 **▼** 键选择链接项, 使用 **◀**、**▶** 键和旋钮编辑链接项是 OFF。

第五步: 使用 **▼** 键选择总步数选项, 使用 **◀**、**▶** 键和旋钮编辑总步数选项值是 5。

第六步: 使用 **▼** 键选择执行次数选项, 使用 **◀**、**▶** 键和旋钮编辑执行次数选项值是 10。

第七步: 按动态 **编辑**, 进入功能编辑界面, 如下图:

步号	模式	数值	时间	单位
0001	CCL	0.0000	0.0000	s
0002	CCL	0.0000	0.0000	s
0003	CCL	0.0000	0.0000	s
0004	CCL	0.0000	0.0000	s
0005	CCL	0.0000	0.0000	s

第八步: 使用 **▲**、**▼** 键选择 0001 步, 使用旋钮选择模式是 CCL, 使用 TAB 键选择数值选项, 使用 **◀**、**▶** 键和旋钮编辑值是 1.0000, 使用 TAB 键选择时间选项, 使用 **◀**、**▶** 键和旋钮编辑值是 1.0000。

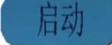
第九步: 使用 **▲**、**▼** 键选择 0002 步, 使用旋钮选择模式是 CCH, 使用 TAB 键选择数值选项, 使用 **◀**、**▶** 键和旋钮编辑值是 20.000, 使用 TAB 键选择时间选项, 使用 **◀**、**▶** 键和旋钮编辑值是 1.0000。

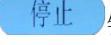
第十步：使用使用 、 键选择 0003 步，使用旋钮选择模式是 CVH, 使用 TAB 键选择数值选项，使用 、 键和旋钮编辑值是 10.000，使用 TAB 键选择时间选项，使用 、 键和旋钮编辑值是 1.0000。

第十一步：使用使用 、 键选择 0004 步，使用旋钮选择模式是 CRL, 使用 TAB 键选择数值选项，使用 、 键和旋钮编辑值是 1.0000, 使用 TAB 键选择时间选项，使用 、 键和旋钮编辑值是 1.0000。

第十二步：使用使用 、 键选择 0005 步，使用旋钮选择模式是 CP, 使用 TAB 键选择数值选项，使用 、 键和旋钮编辑值是 200.00, 使用 TAB 键选择时间选项，使用 、 键和旋钮编辑值是 1.0000。

第十三步：按动态返回键返回序列测试界面。

第十四步：按动态  键启动当前编号的序列测试，序列测试完成后将自动停止。

第十五步：在序列测试过程中，按动态  键将停止本次的序列测试。

上述步骤对应的 SCPI 命令为：

LIST: NUMB	0	； 调用序列编号为 0 的序列
LIST: MEMO	“Test0”	； 序列注释为 Test Power
LIST: EDIT	0, CCL, 1A, 1S	
LIST: EDIT	1, CCH, 20A, 1S	
LIST: EDIT	2, CVH, 10V, 1S	
LIST: EDIT	3, CRL, 1R, 1S	
LIST: EDIT	4, CP, 200W, 1S	； 以上 5 条命令为序列步数
LIST: COUN	10	； 本序列循环次数
LIST: CHA	OFF	； 本序列链接序列关闭
LIST	ON	； 启动序列测试
LIST	OFF	； 关闭序列测试

## 4.8.2 序列测试功能启动和停止

例 1：启动序列编号为 0 的序列。停止已启动的序列测试功能。

第一步：在初始状态界面，按动态序列键进入序列测试界面。

第二步：使用数字键或旋钮设定 No. 为 0，按 **Enter** 键确定（调用序列编号指定的 EEPROM 里的序列）。

第三步：按动态 **启动** 启动序列测试。

第四步：按动态 **停止** 停止序列测试。

第五步：按动态返回键返回到初始测试界面。

上述步骤对应的 SCPI 命令为：

```
LIST:          NUMB    0          ; 调用序列编号为 0 的序列
LIST           ON      ; 启动序列测试
LIST           OFF     ; 关闭序列测试
```

## 4.9 负载保存和调用

负载保存和调用操作步骤如下：

1. 按 SAVE 键，进入电子负载保存菜单，如下图：或按 CALL 键，进入电子负载调用菜单。



2. 按 **◀**、**▶** 键或旋钮，选择保存或调用位置。

3. 按 **Enter** 键确定，该参数将被保存到 EEPROM。该位置指定的 EEPROM 里有存储值时，保存的位置将显示绿色，如上图：

4. 按 、 键或旋钮选择保存的位置，按动态清除键将清除该保存位置的值清除。清除后该位置的值已被清空，同时该位置菜单将不再显示绿色。

例 1: 设置电子负载为 CCL 模式，电流值为 2A。打开电子负载。保存该状态到位置 0 指定的 EEPROM 里，开机自动加载。

第一步：设置电子负载为 CCL 模式，电流值为 2A，打开负载。（详细操作参照 4.5.1 节）

第二步：按 SAVE 键进入电子负载保存界面。

第三步：按 、 键或旋钮选择保存的位置 0。

第四步：按  键确定保存，按动态返回键退出电子负载保存菜单。

上述步骤对应的 SCPI 命令为：

MODE	CCH	； 设置负载 CCH 模式。
CURR	2	； 设置电流值 2A。
INP	ON	； 打开负载。
*SAV	0	； 保存当前状态到位置 0 指定的 EEPROM 里。

例 2: 在上例的基础上，设置电子负载为 CV 模式，电压值为 40V。关闭电子负载。现在调用保存在位置 0 指定的 EEPROM 里的值。具体操作步骤如下：

第一步：设置电子负载为 CV 模式，设定电压值为 40V。关闭电子负载。（详细操作参照 4.5.2 节）

第二步：按 CALL 键，进入电子负载调用菜单。

第三步：按 、 键或旋钮，选择调用位置 0。

第四步：按  键确定，按动态返回键返回初始界面。

上述步骤对应的 SCPI 命令为：

MODE	CV	； 设置负载 CV 模式。
VOLT	40	； 设置电压值 40V。
INP	OFF	； 关闭负载。
*RCL	0	； 调用位置 0 指定的 EEPROM 里的值。

## 4.10 负载保护状态查看和清除

负载保护状态查看和清除操作步骤如下：

1. 排除引起电子负载保护的原因。
2. 按 ERROR 键进入错误显示界面（如下图）。



3. 错误界面将显示系统在上次推出错误界面后发生的错误。
4. 按动态返回键返回系统初始界面。
5. 如果错误已经排除，系统在下次进入错误界面时将不再显示。

例 1：清除电子负载 RV 保护状态。具体操作步骤如下：

第一步：重新正确连接电源与电子负载。

第二步：按 ERROR 键进入错误显示界面查看发生过的错误。

第三步：按动态退出键退出错误界面。

上述步骤对应的 SCPI 命令为：

SYST:ERR? ; 查询错误代码和信息。

INP:PROT:CLE ; 清除负载保护状态。

## 4.11 负载触发

在触发模式为外部（EXTernal）模式时，触发操作如下：

1. 设置待触发功能（详细内容见 2.8 节）。
2. 对负载进行触发初始化操作。

3. 触发端子(TRIG IN) 接收到 TTL 低电平, 触发一次触发对象。

例 1: 在触发功能选择 List, 触发一个序列测试。序列为 4.8.1 节例 1 的序列。具体操作步骤如下:

步骤	操作细节
第一步	在主菜单中触发功能选择 List (详细操作参照 4.14.6 节)。
第二步	发送初始化命令 INIT 或者 INIT:CONT。
第三	触发端子(TRIG IN) 接收到 TTL 低电平, 负载输入根据序列参数进行改变。

上述步骤对应的 SCPI 命令为:

TRIG:FUNC LIST ; 触发功能选择 LIST。

INIT ; 触发初始化

TRIG ; 执行一次触发。

## 4.12 电子负载主菜单

电子负载主菜单操作步骤如下:

1. 按动态 **菜单** 进入主菜单如下图。



2. 使用 **▲**、**▼** 键或 **◀**、**▶** 键选择菜单项。

3. 按 **Enter** 键确定。

4. 按动态 **返回** 键退出主菜单。

### 4.12.1 蜂鸣器

举例：蜂鸣器禁用。具体操作步骤如下：

第一步：按动态  键进入主菜单。

第二步：使用 、 键或 、 键选择蜂鸣器选项，按  键确定。

第三步：显示如下图所示界面，使用 、 键选择禁用，按  键确定。

第四步：按动态返回键退出主菜单。

### 4.12.2 编码器

举例：编码器禁用。具体操作步骤如下：

第一步：按动态  键进入主菜单。

第二步：使用 、 键或 、 键选择编码器选项，按  键确定。

第三步：显示如下图所示界面，使用 、 键选择禁用，按  键确定。

第四步：按动态返回键退出主菜单。

### 4.12.3 触发

举例：触发禁用。具体操作步骤如下：

第一步：按动态  键进入主菜单。

第二步：使用 、 键或 、 键选择触发选项，按  键确定。

第三步：显示如下图所示界面，使用 、 键选择禁用，按  键确定。

第四步：按动态返回键退出主菜单。

### 4.12.4 校准

见<<3751A 校准手册>>

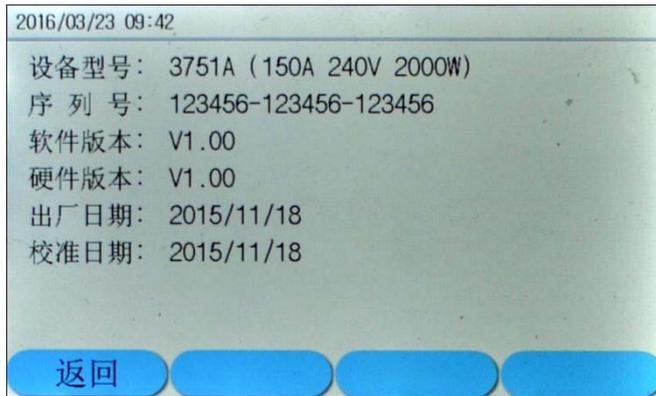
### 4.12.5 设备信息

举例：查看设备信息。具体操作步骤如下：

第一步：按动态  键进入主菜单。

第二步：使用 、 键或 、 键选择设备信息选项，按  键确定。

第三步：设备信息如下图所示界面。



第四步：按动态返回键退出主菜单。

### 4.12.6 安全码

更改安全码，具体操作步骤如下：

第一步：按动态  进入主菜单。

第二步：使用 、 键或 、 键选择安全码选项，按  键确定。



第三步：显示如下图所示界面。

第四步：按动态返回键退出主菜单。

例 1：更改系统安全码为 123456。具体操作步骤如下：

第一步：按动态  键进入主菜单。

第二步：使用 、 键或 、 键选择安全码选项，按  键确定。

第三步：显示如上图所示界面。

第四步：使用数字键输入系统安全码 003751（系统出厂默认安全码），按  键确定。第五

步：使用数字键输入 123456，按  键确定。按动态返回键退出到主菜单。

例 2：取消系统安全码。具体操作步骤如下：

第一步：按动态  键进入主菜单。

第二步：使用 、 键或 、 键选择安全码选项，按  键确定。

第三步：显示如上图所示界面。

第四步：使用数字键输入系统安全码 003751（系统出厂默认安全码），按  键确定。系统显示如下界面。

第五步：不输入任何字符，直接按  键确定。按动态返回键退出到主菜单。

## 4.12.7 日期

举例：查看设备信息。具体操作步骤如下：

第一步：按动态  键进入主菜单，

第二步：使用 、 键或 、 键选择日期选项，按  键确定。

第三步：日期如下图所示界面。



第四步：使用 ▲、▼ 键或 ◀、▶ 键选择需要设定的日期，按 **Enter** 键确定后初始界面显示所设定的日期。

第五步：按动态 **返回** 键退出主菜单。

#### 4.12.8 时间

举例：查看设备信息。具体操作步骤如下：

第一步：按动态 **菜单** 键进入主菜单。

第二步：使用 ▲、▼ 键或 ◀、▶ 键选择时间选项，按 **Enter** 键确定。

第三步：时间如下图所示界面。



第四步：使用 ◀、▶ 键选择需要设定的时、分、秒，使用数字键盘或旋钮调节数值，

按 **Enter** 键确定后初始界面显示所设定的时间。

第五步：按动态 **返回** 键退出主菜单。

#### 4.12.9 显示语言

本系统的显示语音可以在 English 和中文间相互切换。具体操作步骤如下：

第一步：按动态 **菜单** 键进入主菜单，

第二步：使用 **▲**、**▼** 键或 **◀**、**▶** 键选择显示语言选项，按 **Enter** 键确定。

第三步：语言选项如下图所示界面。



第四步：选择是，将切换系统语言，选择否将不切换语言。

第五步：按动态 **返回** 键退出主菜单。

#### 4.12.10 恢复出厂值

该菜单可以使用户恢复系统到出厂时的设置。具体操作步骤如下：

第一步：按动态 **菜单** 键进入主菜单，

第二步：使用 **▲**、**▼** 键或 **◀**、**▶** 键选择恢复出厂值选项，按 **Enter** 键确定。

第三步：弹出对话框，选择是，系统将恢复出厂值，选择否将不恢复出厂值。

第五步：按动态 **返回** 键退出主菜单。

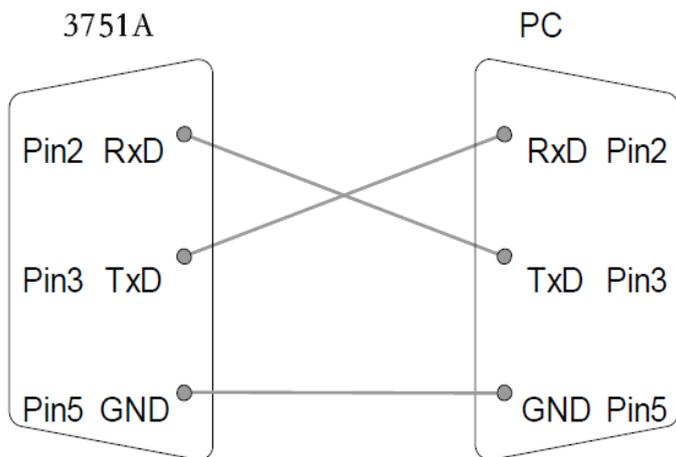
## 第五章 远程操作

本电子负载支持本地手动操作和计算机远程控制两种操作模式，如何使用仪器自带的按键或者旋钮操作电子负载在前面章节已经详细介绍，本章将要介绍如何使用远程端口对电子负载进行操作。在本地和远程编程的一些相似性随着你读这一段将会显现出来。

本章首先帮助你快速熟悉电子负载的远程操作，编程的例子用的是 SCPI 最简形式，更详细的编程说明请参见《Array 3751A 电子负载编程参考手册》。

### 5.1 通信端口

#### 5.1.1 RS232



RS232 串口通信端口是本负载的标准配置。用随机自带的串口连接线将负载和计算机正确连接，在仪器 I/O Config 配置菜单中选择 RS232 通信端口，并设置相应的波特率，奇偶校验位，数据位，停止位通信参数，计算机软件设置相同的参数，在计算机软件界面输入合法的 SCPI 命令即可操作电子负载。

#### 5.1.2 USB

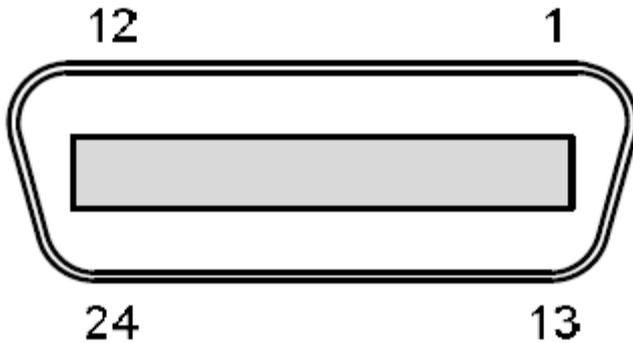
USB 通信端口是仪器的标配端口。用 USB 连接线将仪器和计算机正确连接，在仪器 I/Oconfig 菜单里选中 USB 端口，在计算机软件界面输入合法的 SCPI 命令即可操作电子负载。

### 5.1.3 GPIB

GPIB 通信端口是仪器的选配端口。只有在负载和计算机上装入相应的 GPIB 通信模块和计算机上装入相应的 GPIB 通信模块驱动才能使用该功能。用 GPIB 连接线将仪器和计算机正确连接，在仪器 I/Oconfig 菜单里选中 GPIB 端口，设置 GPIB 地址，计算机软件选择不同的 GPIB 地址，在计算机软件界面输入合法的 SCPI 命令即可操作电子负载。

GPIB address 0~30 最多一次连接15 台设备，线长20m，每台设备间隔2m。

每台设备分配唯一地址



Pin 分配

Pin Signal Pin Signal

1~4 Data I/O 1~4 13~16 Data I/O 5~8

5 EOI 17 REN

6 DAV 18 Ground (DAV)

7 NRFD 19 Ground (NRFD)

8 NDAC 20 Ground (NDAC)

9 IFC 21 Ground (IFC)

10 SRQ 22 Ground (SRQ)

11 ATN 23 Ground (ATN)

12 SHIELD Ground 24 Single GND

例 1: 选择 RS232 通信接口 (Interface), 设置波特率为 9600, 奇偶检验为无, 数据位为 8, 停止位为 2, 流控制为打开。

第一步: 按  键进入通讯设置菜单。



第二步：使用 、 键选择串口菜单项，按 键进入。



第三步：使用 、 键选择波特率菜单项，使用旋钮选择参数 9600。按 键确定。

第四步：使用 、 键选择数据位菜单项，使用旋钮选择参数 8。按 键确定。

第五步：使用 、 键选择校验位菜单项，使用旋钮选择参数 None。按 键确定。

第六步：使用 、 键选择停止位菜单项，使用旋钮选择参数 2。按 键确定。

第七步：按动态 退出串口设置菜单。

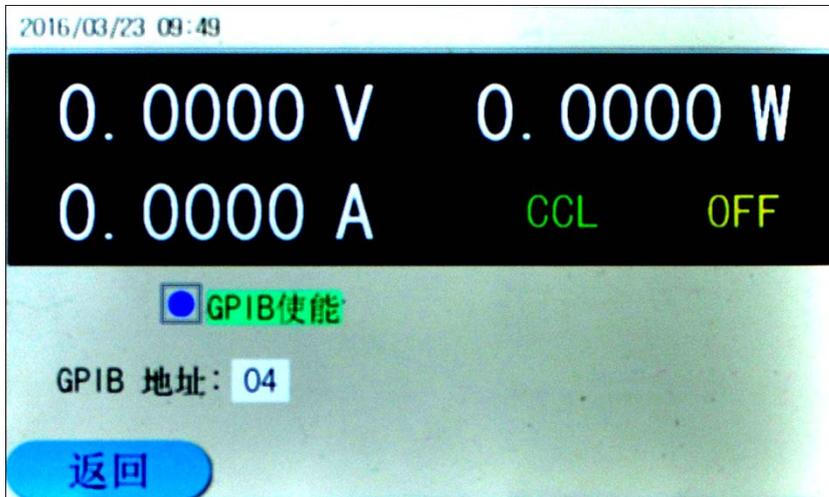
第八步：按动态 退出通讯设置菜单。

例 2：选择 GPIB 通信接口，设置地址为 4。

第一步：按 键进入通讯设置菜单。



第二步：使用 、 键选择 GPIB 菜单项，按 键进入。



第三步：使用旋钮选择参数 4。按 键确定。

第四步：按动态 退出 GPIB 设置菜单。

第五步：按动态 退出通讯设置菜单。

## 5.2 远程控制显示

当电子负载通过 RS232 接收到远程命令 SYSTem:REMOte 或者通过 USB、GPIB 接收到命令时，屏幕右上角显示 远程状态，负载进入远程控制状态。在远程控制状态下，所有的键盘和旋钮操作均无效（ 除外），电子负载的一切操作均受远程控制器控制。在接收到返回本地控制的指令 SYSTem:LOCa1 后，屏幕右上角不再显示 远程状态，电子负载返回本地控制状态。在远程控制状态下，也可以通过按下 键，让电子负载返回本地控

制状态。

### 5.3 发送一个远程设置命令

如同本地操作仪器一样，可以使用计算机远程设置仪器的工作模式，工作参数。

### 5.4 返回数据

电子负载可以返回参数设置值、输入电压值、输入电流值、输入功率值等参数到计算机，也可以返回关于它内部信息和仪器标识的信息。举个例子，“MEASure:CURRent?” 查询命令是要求电子负载返回输入端的实际电流。查阅《Array 3751A 电子负载 SCPI 编程参考手册》可以得到查询命令的详细信息。电子负载的输出缓冲区一直保存这些反馈信息直到它被计算机读取或者新的消息替代。

### 5.5 远程编程命令

SCPI 命令中有许多为编程者提供的可选关键字，熟悉这些关键字会使您对编程有更加深刻的了解。大多数命令有一个查询语法，查询语法是用来把目前的参数设定值返回到控制器，详细内容参见《Array 3751A 电子负载 SCPI 编程参考手册》。电子负载的主要功能通过相关的一些命令可以远程编程。当你远程编程电流值，电阻值，电压值和功率值时，下面的一些点是很有必要去记住的。

#### 5.5.1 基本测试模式

不管相应的基本测试模式是否处于工作状态，定电流，定电压，定电阻，定功率的值可以远程编程。假如输入打开，当相应的模式被选择，相应的编程值将会在输入端起效。

#### 5.5.2 瞬态值

瞬态的定电压，定电流，定电阻高值必须大于各自的瞬态低值，否则瞬态测试关闭。

#### 5.5.3 可编程电流保护

当可编程电流保护功能打开时，电流保护值和电流延迟时间都超过时，电子负载输入关

闭。

## 5.6 定电流模式的例子

这个例子设置了电流值为 0.5A，然后读回实际的电流值。

- 1 "INP OFF" ; 关闭电子负载输入
- 2 "MODE CCL" ; 选择小电流定电流模式
- 3 "CURR 0.5" ; 设置电流值为 0.5A
- 4 "INP ON" ; 打开负载输入
- 5 "MEAS:CURR?" ; 测量实际输入电流

## 5.7 定电压模式的例子

这个例子预先设置了触发电压值为 5V，选择了外部触发源。

- 1 "INP OFF" ; 关闭电子负载输入
- 2 "MODE CV" ; 选择定电压模式
- 3 "VOLT:TRIG 5" ; 预先设置触发电压值 5V
- 4 "TRIG:SOUR EXT" ; 选择外部输入作为触发源
- 5 "INP ON" ; 打开负载输入

在这个例子中，当电子负载接收到外部触发信号，输入电压值将会设置到 5V。

## 5.8 定电阻模式的例子

这个例子设置了电流保护限制值为 10A，电流保护延迟时间 10s，电阻值 10 欧姆以及返回计算的功率。

1. "INP OFF" ; 关闭电子负载输入
2. "MODE CRL" ; 选择低电阻模式
3. "CURR:PROT 10" ; 设置电流保护限制值 10A
4. "CURR:PROT:DEL 10" ; 设置电流保护延迟时间 10s
5. "CURR:PROT:STAT ON" ; 打开电流保护
6. "RES 10" ; 设置电阻值 10 欧姆
7. "INP ON" ; 打开电子负载输入

8. "MEAS:POW?" ; 测量计算的输入功率值

## 5.9 连续方式瞬态测试的例子

这个例子设置了电压瞬态高值，电压瞬态低值，上升沿时间，下降沿时间，高值时间，低值时间及瞬态方式参数。

```

1 "INP OFF" ; 关闭电子负载输入
2 "MODE CVL" ; 选择定电压模式
3 "SYST:STAT TRAN" ; 打开瞬态测试功能
4 " VOLT 0.5" ; 设置瞬态低值为 0.5v
5 " VOLT: TLEV 1" ; 设置瞬态高值为 1v
6 "TRAN:LTIM 200us" ; 设置瞬态低值时间为 200us
7 "TRAN:HTIM 300us" ; 设置瞬态高值时间为 300us
8 "TRAN:RTIM 10us" ; 设置瞬态上升沿时间为 10us
9 "TRAN:FTIM 20us" ; 设置瞬态下降沿时间为 20us
10 "TRAN:MODE CONT " ; 选择连续瞬态操作
11 "INP ON" ; 打开电子负载输入

```

## 5.10 脉冲方式瞬态测试的例子

这个例子选择了定电压脉冲方式瞬态测试，选择了总线作为触发源，设置了 1ms 高电平脉冲宽度。

```

1 "INP OFF" ; 关闭电子负载输入
2 "MODE CVL" ; 选择定电压模式
3 "SYST:STAT TRAN" ; 打开瞬态测试功能
4 "TRIG:SOUR BUS" ; 选择触发源为总线
5 " VOLT 0.5" ; 设置瞬态低值为 0.5v
6 " VOLT: TLEV 1" ; 设置瞬态高值为 1v
7 "TRAN:HTIM 1ms" ; 设置瞬态高值时间为 1ms
8 "TRAN:RTIM 10us" ; 设置瞬态上升沿时间为 10us
9 "TRAN:FTIM 10us" ; 设置瞬态下降沿时间为 10us
10 "TRAN:MODE PULSE " ; 选择脉冲瞬态操作

```

- 11 "INP ON" ; 打开电子负载输入
- 12 "INIT" ; 初始化, 等待触发信号
- 13 "\*TRG" ; \*TRG 命令使电子负载输入端产生一个 1ms 高电平的脉冲

## 主要技术参数

型号	3751A
电流	0~150A
电压	0~240V
功率*1	2000W at 40°C
输入特性曲线	<p>The graph shows the input characteristic curve of the device. The vertical axis is Voltage (V) and the horizontal axis is Current (I). The curve starts at 240V on the y-axis and 0A on the x-axis. It drops to 13.33A at 240V, then curves down to 1.8V at 150A. A 2000W power line is indicated.</p>
定电流模式	
低量程	0~6A
分辨率	0.1mA
精度	± (0.2%+5mA)
高量程	0~150A
分辨率	1mA (0~100A) 10mA (100~150A)
精度	± (0.2%+10mA)
定电压模式	
量程	0~240V
分辨率	1mV (0~100V) 10mV (100~240V)
精度	± (0.2%+10mV)
定电阻模式	
高量程	0.2Ω~2.4MΩ
分辨率	0.1mΩ
精度 @I<6A	± (0.5%+12mΩ)
低量程	0.01Ω~240K

分辨率	0.1m $\Omega$
精度 @V>6A	$\pm (0.5\%+12m\Omega)$
<b>定功率模式</b>	
量程	0~2000W
分辨率@P<100W	1mW
@P $\geq$ 100W	10mW
@P $\geq$ 1000W	100mW
精度	$\pm (0.2\%+600mW)$
<b>电流测量值</b>	
低量程	0~6A
分辨率	0.1mA
精度	$\pm (0.2\%+8\text{ mA}) +V_{in}/50K\Omega$
高量程	0~150A
分辨率	1mA (0~100A) 10mA (100~150A)
精度	$\pm (0.2\%+8\text{ mA}) +V_{in}/50K\Omega$
<b>电压测量值</b>	
量程	0~240V
分辨率	1mV (0~100V) 10mV (100~240V)
精度	$\pm (0.2\%+8mV)$
<b>功率测量值</b>	
量程	0~2000W
分辨率@P<100W	1mW
@P $\geq$ 100W	10mW
@P $\geq$ 1000W	100mW
精度	$\pm (0.2\%+600mW)$
<b>电流速率</b>	
设定范围 CCH	1mA/us~15A/us

CCL <sup>*3</sup>	100uA/us~600mA/us
分辨率	1mA/us
精度 <sup>*4</sup>	± (3% + 10us)
<b>瞬态测试</b>	
瞬态模式	连续、脉冲、翻转
频率范围 <sup>*5</sup>	0.025Hz~50kHz
高/低值时间	10us~10s
分辨率	10us
精度	± (0.2%+10us)
上升/下降沿时间	10us~10s
分辨率	10us
精度	± (0.2%+10us)
<b>序列测试</b>	
步长定时	10us~99999s
分辨率	10us
精度	± (0.2%+10us)
序列长度	1~50 步
循环次数	1~255
存储容量	10 组
扩展功能	Chain
<b>最大速率</b>	
电流	15A/us
电压	0.6V/us
开路电阻	≥20k Ω
<b>触发输入</b>	
触发电平	TTL 下降沿
触发脉冲宽度	≥10us
<b>最大直流输入</b>	
电流	151A

电压	242V
保护功能	过流, 过温, 过功率
报警功能	过压, 极性反转
<b>反向电流容量</b>	
输入 OFF	120A
输入 ON	150A
<b>纹波和噪声</b>	
电流 (rms/p-p)	3mA/30mA
电压 (rms)	5mV
<b>工作环境</b>	
温度	0~50°C
相对湿度	≤90%
远程接口*6	RS232, GPIB, USB
编程语言	SCPI
<b>交流输入</b>	
电压	(AC110V、AC120V、AC220V、AC240V) ±10%
频率	48 to 63Hz
输入功率	110VA
净重	26.5kg

\*1、环境温度在40°C以下时仪器最大连续输入功率可达到额定功率，40°C以上

至50°C，最大连续输入功率由额定功率的100%线性下降至75%。

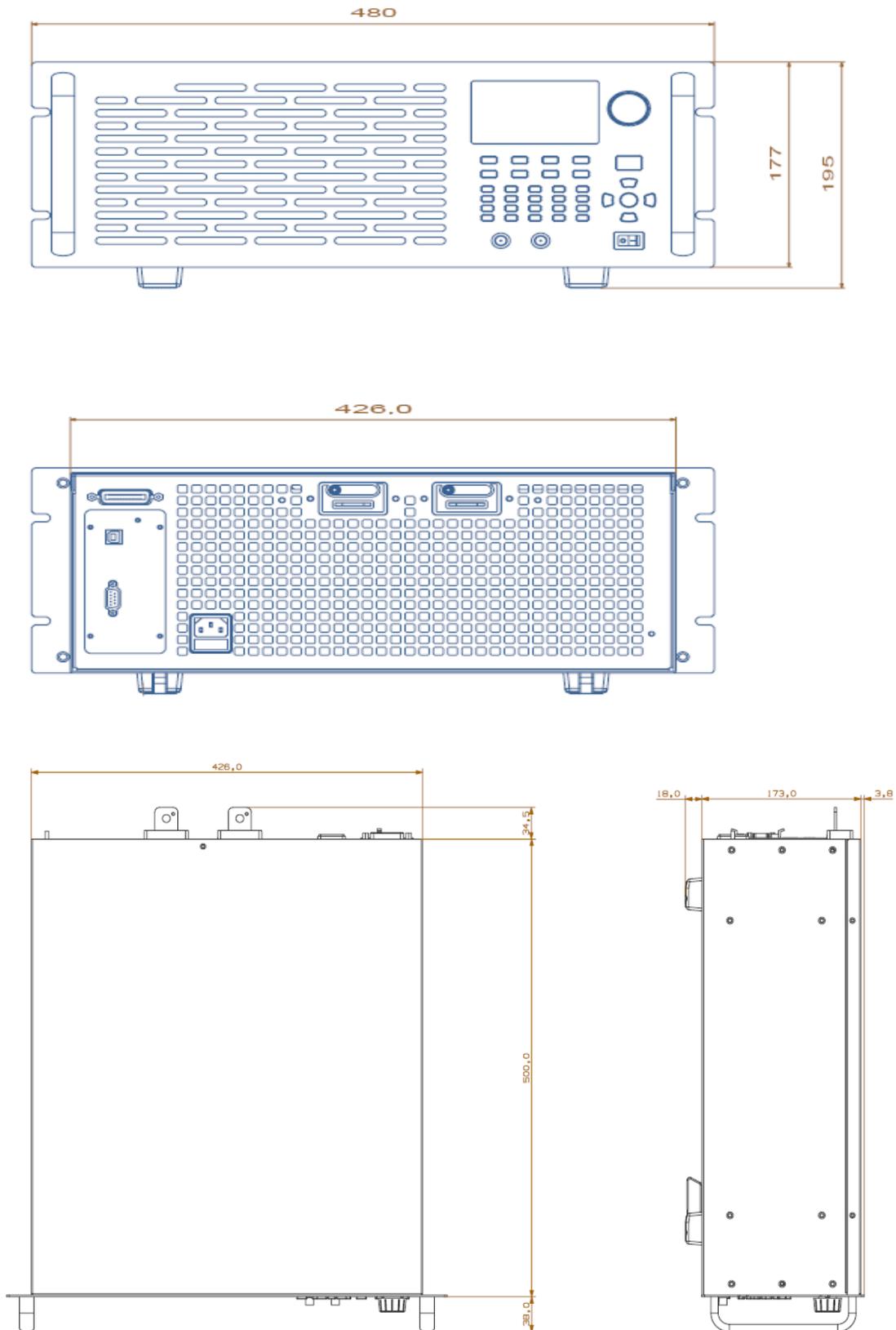
\*3、CCL 模式下的电流变化率是设定值的 1/25。

\*4、转变时间是指输入变化从 10%到 90%所需要的时间。

\*5、瞬态测试频率由高/低值时间和上升/下降沿时间决定。

\*6、标准配备 RS232 接口和 USB 接口, 另可选配 GPIB。

## 外框图



## 声 明

电子信息产品中有毒有害物质或元素的名称及含量

 部件名称	有毒有害物质或元素					
	铅 (Pb)	汞 (Hg)	镉 (Cd)	六价铬 (Cr(VI))	多溴联苯 (PBB)	多溴二苯醚 (PBDE)
外壳	○	○	○	○	○	○
电路板组件*	×	○	○	○	○	○
电源线	×	○	○	○	○	○
软件CD、印刷品、包装	○	○	○	○	○	○

\*：电路板组件包括印刷电路板及其构成的零部件，如电阻、电容、集成电路、连接器等。  
 ○：表示该有毒有害物质在该部件所有均质材料中的含量均在 SJ/T 11363-2006 标准规定的限量要求以下。  
 ×：表示该有毒有害物质至少在该部件的某一均质材料中的含量超出 SJ/T 11363-2006 标准规定的限量要求；但是上表中打“×”的部件，其含量超出是因为目前业界还没有成熟的可替代的技术。

### 注意：

表格中的某些配件可能不为您的设备标配，请以实际包装盒内的配件为准。

环保使用期限的起始日期以产品的生产日期为准，部分无法从产品本身直接查询生产日期的配件则以设备整机的生产日期为准。产品在正常使用的情况下环保使用期限可达 10 年。超过环保期限之后，对于可回收和不可回收的物品，请用户做好分类工作，保护环境。

修订记录/RECORDS				
日期 DATE	版本 REVISION	修订次数 EDITION	修改内容 DESCRIPTION	工程更改 ECO NO
2016-05-16	A0	0	初始版本	N/A

