



PEL-8000系列可编程直流电子负载

用户使用手册

适用型号 PEL-8150/PEL-8300

深圳市麦创电子科技有限公司

版本号: V3.0

目录

第一章 简介	1
第二章 技术规格	2
2.1 主要技术规格	2
第三章 快速入门	4
3.1 开机自检	4
3.2 如果负载不能启动	4
3.3 前面板和后面板介绍	5
3.4 键盘说明	5
3.5 菜单操作	6
第四章 面板操作	9
4.1 基本操作模式	9
4.1.1 定电流操作模式 (CC)	9
4.1.1.1 标准定电流模式	9
4.1.1.2 加载卸载定电流模式	9
4.1.1.3 软启动定电流模式	10
4.1.1.4 定电流转定电压模式	11
4.1.2 定电阻操作模式 (CR)	11
4.1.2.1 标准定电阻模式	11
4.1.2.2 加载卸载定电阻模式	12
4.1.2.3 定电阻转定电压模式	12
4.1.3 定电压操作模式 (CV)	12
4.1.3.1 标准定电压模式	13
4.1.3.2 加载卸载定电压模式	13
4.1.3.3 软启动定电压模式	13
4.1.4 定功率操作模式 (CW)	14
4.1.4.1 标准定功率模式	14
4.1.4.2 加载卸载定功率模式	14
4.2 动态测试操作	14
4.2.1 连续模式 (CONTINUOUS)	15
4.2.2 脉冲模式 (PULSE)	15
4.2.3 触发模式 (TRIGGER)	15
4.2.4 动态测试参数设置	15
4.2.5 波形控制	16
4.2.5.1 方波	16
4.2.5.2 三角波	16
4.2.5.3 梯形波	16
4.2.6 触发控制	16
4.2.7 LIST 功能	16
4.2.7.1 编辑 LIST 列表	16
4.2.7.2 执行 LIST 功能	17
4.2.8 自动测试功能	17
4.2.8.1 编辑自动测试列表	17

4.2.8.2 设置自动测试触发输出方式	18
4.2.8.3 执行自动测试功能	18
4.3 输入控制	18
4.3.1 短路操作 (SHORT)	18
4.3.2 输入开关操作	18
4.4 电子负载可操作范围	19
4.5 保护功能	19
4.5.1 过电压保护 (OV)	19
4.5.2 过电流保护 (OC)	19
4.5.3 过功率保护 (OW)	20
4.5.4 输入极性反接	20
4.5.5 过温度保护 (OH)	20
4.6 远端测试功能	20
4.7 蓄电池放电测试操作	20
4.8 通讯协议	21
4.8.1 概述	21
4.8.2 选择通讯波特率	22
4.8.3 数据	22
4.8.4 功能码	22
4.8.5 差错校验	22
4.8.6 完整命令帧解析	22
4.8.7 线圈与寄存器地址分配	25
4.8.8 命令寄存器 CMD 定义	26
4.8.9 常用操作功能说明	27

第一章 简介

PEL-8000 系列产品是采用高性能晶片， 高速, 高精度设计, 提供 0. 1mV, 0. 01mA 的解析度(基本精度为 0. 03%, 基本电流上升速度 2. 5A/ μ s)， 外观新颖, 生产工艺科学严谨， 相比同类产品， 更具性价比。 广泛用于生产线（手机充电器， 手机电池， 电动车电池， 开关电源， 线性电源）， 科研机构， 汽车电子， 航空航天， 船舶， 太阳能电池， 燃料电池等行业。

主要特点

恒流， 恒阻， 恒压， 恒功率， 恒流+恒压， 恒阻+恒压， 六种高速动作模式；

过流， 过压， 过功率， 过热， 极性反接保护；

高亮度， 真空， VFD 屏， 双排， 四路同步显示；

根据温度变化， 无极伺服， 智慧风扇系统；

电路软启动时间设定， 可根据设定电压值带载；

电池测试及短路功能；

提供动态测试， 上升下降斜率设定；

提供任意波形编辑能力（LIST 功能）；

支援自动测试功能

支援外部触发输入， 输出；

提供外部电流波形监视端子；

支援远端电压补偿， 多个资料存储；

开机自检， 软体校正， 标准仪器架设计；

支援 GPIB, RS232, RS485, USB 通讯。

第二章 技术规格

2.1 主要技术规格

型 号	PEL-8150		
额定输入	功率	150W	
	电流	0-30A	
	电压	0-150V	
定电流模式(CC)	量程	0-3A	0-30A
	分辨率	0.1mA	1mA
	精度	0.03%+0.05%FS	0.03%+0.05%FS
定电压模式(CV)	量程	0.1-19.999V	0.1-150V
	分辨率	0.1mV	1mV
	精度	0.03%+0.02%FS	0.03%+0.02%FS
定电阻模式(CR) (当输入电压和电流值 $\geq$ 满量程的10%)	量程	0.03 Ω -10K Ω	0.03 Ω -5K Ω
	分辨率	16 位	16 位
	精度	0.1%+0.1%FS	0.1%+0.1%FS
定功率模式(CW) (当输入电压和电流值 $\geq$ 满量程的10%)	量程	0-60W	0-150W
	分辨率	0.1mW	10mW
	精度	0.1%+0.1%FS	0.1%+0.1%FS
电压测量值	电压	0-19.999V	0-150V
	分辨率	0.1mV	1mV
	精度	0.015%+0.03%FS	0.015%+0.03%FS
电流测量值	电流	0-3A	0-30A
	分辨率	0.1mA	1mA
	精度	0.03%+0.05%FS	0.03%+0.08%FS
功率测量值 (当输入电压和电流值 $\geq$ 满量程的10%)	功率	100W	150W
	分辨率	1mW	10mW
	精度	0.1%+0.1%FS	0.1%+0.1%FS
电池测试功能	电池输入: 0.1-150V; 最大测量值:容量=999AH; 分辨率=0.1mA; 测试时间=1S-16HS		
动态测试功能	动态编程:0-25kHz; 2.5A/uS; T1&T2:60uS-999S;精度: $\pm 15\%$ offset+10%FS		
电流软启动时间	1mS;2mS;5mS;10mS;20mS;50mS;100mS;200mS;500mS;1000mS 精度: $\pm 15\%$ offset+10%FS		
短路功能	电流(CC)	$\approx 3.3A$	$\approx 33A$
	电压(CV)	0V	
	电阻(CR)	$\approx 55m\Omega$	
温度	工作	0~40℃	
	储存	-10℃~70℃	
尺寸	W*H*D(mm)	214*108*365	
重量	Kg	3.5	

型 号	PEL-8300		
额定输入	功率	300W	
	电流	0-60A	
	电压	0-150V	
定电流模式(CC)	量程	0-6A	0-60A
	分辨率	0.1mA	1mA
	精度	0.03%+0.05%FS	0.03%+0.05%FS
定电压模式(CV)	量程	0.1-19.999V	0.1-150V
	分辨率	1mV	10mV
	精度	0.03%+0.02%FS	0.03%+0.02%FS
定电阻模式(CR) (当 输入电压和电流值 ≥满量程的 10%)	量程	0.03Ω-10KΩ	0.03Ω-5KΩ
	分辨率	16 位	16 位
	精度	0.1%+0.1%FS	0.1%+0.1%FS
定功率模式(CW) (当 输入电压和电流值 ≥满量程的 10%)	量程	0-300W	0-300W
	分辨率	1mW	10mW
	精度	0.1%+0.1%FS	0.1%+0.1%FS
电压测量值	电压	0-19.999V	0-150V
	分辨率	1mV	10mV
	精度	0.015%+0.03%FS	0.015%+0.03%FS
电流测量值	电流	0-6A	0-60A
	分辨率	0.01mA	0.1mA
	精度	0.03%+0.05%FS	0.03%+0.08%FS
功率测量 值 (当输入 电压和电流值≥满 量程的 10%)	功率	100W	300W
	分辨率	1mW	10mW
	精度	0.1%+0.1%FS	0.1%+0.1%FS
电池测试功能	电池输入:0.1-150V;最大测量值: 容量=999AH; 分辨率=0.1mA; 测试时间=1S-16H		
动态测试功能	动态编程: 0-25kHz; 2.5A/uS; T1&T2:60uS-999S; 精度:±15% offset+10%FS		
电流软启动时间	1mS;2mS;5mS;10mS;20mS;50mS;100mS;200mS 精度:±15% offset+10%FS		
短路功能	电流(CC)	≈6.6A	≈66A
	电压(CV)	0V	
	电阻(CR)	≈25mΩ	
温度	工作	0~40℃	
	储存	-10℃~70℃	
尺寸	W*H*D(mm)	214*108*365	
重量	Kg	3.5	

第三章 快速入门

3.1 开机自检

首先用户需要把电源线正确连接并上电，下面是自检的具体步骤。

步骤	VFD 显示	详细内容
当电子负载电源上电后	SYSTEM SELF TEST Vx. x	系统自检，并显示产品型号及软体版本号
大约 1S 后	EPROM ERROR	如果 EEPROM 损坏或存在 EEPROM 中的上次负载的状态丢失，则 VFD 显示提示资讯（约 2S）
	ERROR CAL. DATA	如果存在 EEPROM 中的校准资料丢失，则 VFD 显示提示资讯（约 2S）如下
如果有有错误提示，则 大约2秒后	xxxxxxxV xxxxxxxA xxxxxxxW xxxxxxxX	VFD显示为实际输入电压、电流、功率、设置参数值及当前状态。

3.2 如果负载不能启动

用下面的方法可以帮助来解决在打开负载时您可能遇到的问题。

1) 检查电源线是否接好

应先检查电源线是否接好，负载是否已经被供电，电源开关是否被打开。

2) 检查负载的电源电压设定

负载的工作电压为110V或220V两种方式，检查您的负载的电压设置是否和供电电压相匹配。

3) 检查负载的保险丝是否烧坏

若保险丝烧坏，请您用下表中的保险丝规格来替换。

型号	保险丝规格 (110VAC)	保险丝规格 (220VAC)
PEL-8150	T0. 5A 250V	T0. 3A 250V
PEL-8300	T0. 5A 250V	T0. 3A 250V

4). 保险丝的更换方法

用平口螺丝刀将负载的后面板上电源输入插座下方的小塑胶盖打开，就可以看见保险丝，请使用上述规格相符的保险丝。（保险丝的位置如下图）



图3.1 保险丝位置

3.3 前面板和后面板介绍

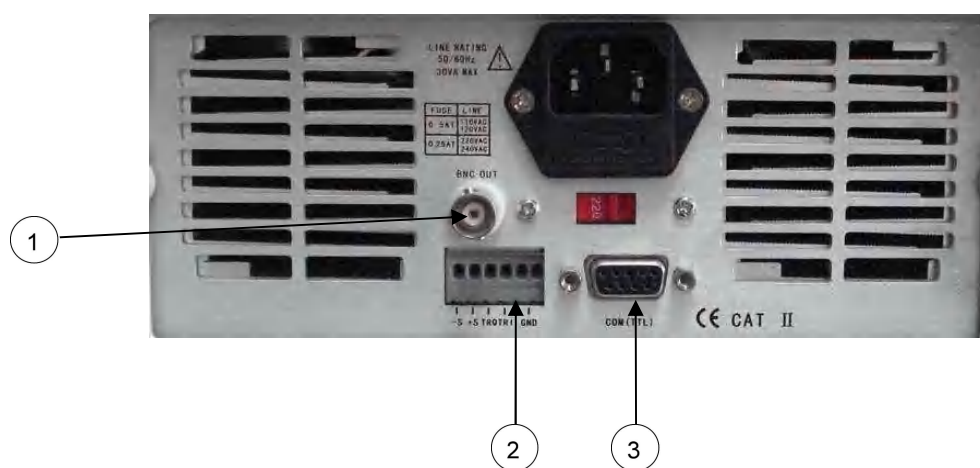
PEL-8000 系列电子负载前面板如下图所示



图3.2 前面板图

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

PEL-8000 系列电子负载后面板如下图所示



- ① 0-满量程电流，对应 0-10V 输出，可接示波器，看动态波形
- ② 远端量测端子，触发输入输出介面
- ③ 多功能通讯介面，GPIB，RS232，RS425，USB 转接

3.4 键盘说明

1 ~ 9	0~9 为数位输入键
Esc	取消键，可以在任何工作状态中退出
CC	选择定电流模式，设定电流输出值
CV	选择定电压模式，设定电压输出值
CP	选择定功率模式，设定功率输出值
CR	选择定电阻模式，设定电阻输出值
Shift	Shift 复合键
On/Off	负载开启/关闭
▲	上移动键，在功能表操作中选择菜单项
▼	下移动键，在功能表操作中选择菜单项
Enter	确认键

3.5 功能表操作

按下 **Shift+Menu** 键后进入功能表功能，此时 VFD 上显示出可选择功能表，可使用上下操作键▼ 和 ▲或旋钮来翻转 VFD 萤幕，将依序出现以下功能。此时按下 Enter 键，将会进入游标所在位置的功能选项,可使用上下操作键▼ 和 ▲或旋钮来翻转 VFD 萤幕，按下 Enter 键就可以进入下一级子功能表。按 **Esc** 键返回上一层菜单。

MENU		
CONFIG		
	INPUT RECALL	设置负载上电时的输入状态为上次关机时的状态或者为OFF 状态
	ON	负载开机时，恢复为关机前的状态。
	OFF	负载开机时，输入状态为 OFF，工作模式为 CC。
	KEY SOUND SET	键盘声音设置
	ON	键盘有声音
	OFF	键盘无声音
	CONNECT MODE	连接模式
	MAXTIDLEXING	多台
	SEPARATE	单台
	BAUDRATE SET	设置通讯串列传输速率
	2400	
	9600	
	14400	
	28800	
	57600	
	115200	
	COMM. PARITY	设置通讯校验方式
	NONE	无校验

	EVEN	偶校验
	ODD	奇校验
ADDRESS SET	设置负载通讯位址	
1~200		
KEY LOCK SET	设置键盘解锁密码（为空或 0 时表示不设密码）	
EXIT		
SYSTEM SET		
MAX CURRENT SET	设置软体电流上限, 若电流上限大于最大电流的 1/10, 电流为高量程, 否则为低量程 (如 120A 机器, 12A 以下为低量程档)	
MAX VOLTAGE SET	设置电压上限, 若电压上限大于 20V, 则电压为高量程, 否则为低量程	
MAX POWER SET	设置功率上限	
TERMINAL SEL	输入端子选择	
FRONT	选择前面板端子输入	
BACK	选择后面板端子输入	
EXIT		
LIST		
LOAD LIST	选择 LIST 档, 1~8	
EDIT LIST	编辑 LIST 档	
MINIMUM TIME	编辑最小时间细度 (0.02~1310.7mS)	
LIST MODE	LIST 输出模式	
CONTINUOUS	连续输出	
END HOLD	输出结束保持最后的输出电平	
END RESET	输出结束保持空载输出	
STEP LENGTH	总步长 (1~200)	
STEP n	1~总步长	
CURRENT	设置电流	
TIME	持续时间	
EXIT		
AUTO TEST		
LOAD AUTO TEST	选择自动测试档 1~8	
EDIT AUTO TEST	编辑自动测试档	
STEP LENGTH	设置总步长	
STEP n		
WOSJ MODE		
LOAD OFF MODE	空载模式	
CC MODE	定电流模式	
CV MODE	定电压模式	
CP MODE	定功率模式	
CR MODE	定电阻模式	
SHORT MODE	短路模式	
TEST MODE	合格性测试模式	
TEST CURRENT	测试电流	
TEST VOLTAGE	测试电压	

		TEST POWER	测试功率
		TEST RESI	测试电阻
		DELAY TIME	测试延时时间（0.2~25.5S）
		INPUT xxxx	输入设定参数，比如 CC 模式 1A
		MINIMUM xxxx	输入测试参数下限
		MAXIMUM xxxx	输入测试参数上限
SETUP AUTO TEST			
TRIGGER		触发输出选择	
WHEN PASS		当测试通过时，启动触发输出	
WHEN FAIL		当测试失败时，启动触发输出	
WHEN TEST END		当测试完成时，启动触发输出	
DISABLE		禁止触发输出	
OUTPUT		输出电气特性选择	
PULSE		脉冲输出	
LEVEL		电平输出	
EXIT			
EXIT			

第四章 面板操作

4.1 基本操作模式

电子负载可以工作在下面四种模式中：

1. 定电流操作模式 (CC).
2. 定电压操作模式 (CV).
3. 定电阻操作模式 (CR).
4. 定功率操作模式 (CW)

4.1.1 定电流操作模式 (CC)

在定电流模式下，不管输入电压是否改变，电子负载消耗一个恒定的电流，如下图所示。请注意，如果待测源能够输出的最大电流值小于设定的定电流值，负载将不能保证调整为设定电流值，待测源电压也可能被拉低。

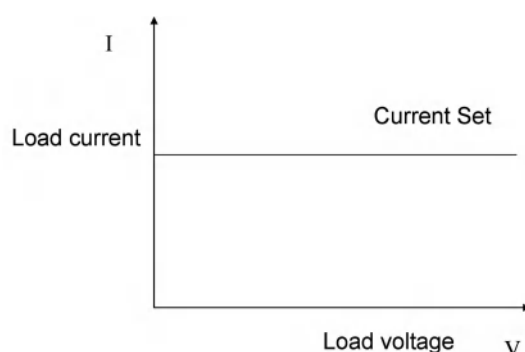


图 4.1 定电流模式

4.1.1.1 标准定电流模式

按 I-SET 按键，负载显示 “STANDARD CURR=xxxxxxx A”，提示当前定电流值，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的定电流值，并按 Enter 键确认，负载进入标准定电流模式。

此时，如果输入状态为 OFF，则显示面板右上角显示 “OFF”，如果要改变输入状态为 ON，请按 On/Off 按键，此时显示面板右上角显示 “CC” 或 “Unreg”，显示 “CC” 表示达到预想的定电流值，显示 “Unreg” 表示负载无法正确调整到预设电流值，请检查待测源是否正确连接并开启，或者待测源是否能够输出预设电流值。

此时，如果要微调设定电流值，可以使用右上角的旋转编码器，顺时针调节为增加，逆时针调节为减小，请注意，如果设定电流值已经达到负载设置的最大电流值，则无法向上调节电流值。此时，在显示面板的右下侧为设定电流值指示，其中一位元数字下有游标提示，表示当前微调细度为当前位置的 1 个单元，如果用户希望改变调节细度，可以下压旋转编码器，旋转编码器包含了一个按键，此按键每被按下一次，提示游标将会移动一格，以此实现调节细度的调整。

4.1.1.2 载入卸载定电流模式

载入卸载模式是对待测源的一种保护，当待测源电压刚开始爬升时，负载自动调整为开路状态，直到待测源电压爬升到 ONSET 载入电压之后，才开始带载，负载调整为设定定电流值。当待测源电压开始跌落，并跌落到 OFFSET 卸载电压之后，负载自动调整为开路状态。如果 ONSET 载入电压值大于 OFFSET 卸载电压值，负载将可能避免在卸载电压临界点附近频繁的带载卸载，可以更好的保护待测源。

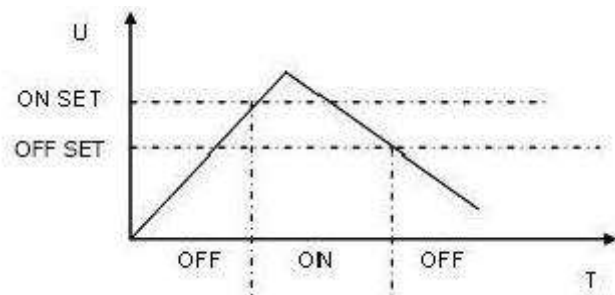


图 4.2 载入卸载模式

在标准定电流模式下，依次按 Shift+1 (V_Level) 键，进入载入卸载定电流模式，此时负载显示“ONSET VOLT=xxxxxxxV”提示当前载入电压，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的载入电压值，并按 Enter 键确认，此时负载显示“OFFSET VOLT=xxxxxxxV”提示当前卸载电压，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的卸载电压值，并按 Enter 键确认，负载进入载入卸载定电流模式。

此时，如果输入状态为 OFF，则显示面板右上角显示“OFF”，如果要改变输入状态为 ON，请按 On/Off 按键，此时显示面板右上角显示“CC_UN”或“Unreg”，显示“CC_UN”表示达到预想的定电流值，显示“Unreg”表示负载无法正确调整到预设电流值，请检查待测源是否正确连接并开启，电压是否在正常范围内，或者待测源是否能够输出预设定电流值。

此时，在载入卸载定电流模式下，按 Shift+1 (V_Level) 键，负载将会回到标准定电流模式。

4.1.1.3 软启动定电流模式

软启动定电流模式，等效与一个感性负载，其类比电感量大小正比于软启动的上升时间长短，在此模式下，待测源将可能避免大电流的瞬间冲击。

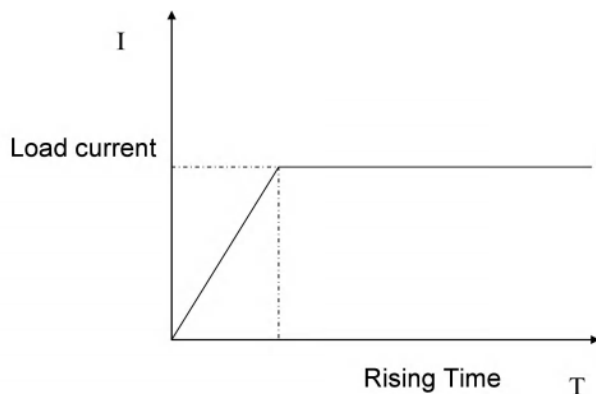


图 4.3 软启动电流模式

在标准定电流模式下，依次按 Shift+2 (S_Start) 键，进入软启动定电流模式，此时负载显示“RISING TM=xxxxxxxvmS”提示当前上升沿时间，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的上升沿时间，并按 Enter 键确认，负载进入软启动定电流模式。

此时，如果输入状态为 OFF，则显示面板右上角显示“OFF”，如果要改变输入状态为 ON，请按 On/Off 按键，此时显示面板右上角显示“CC_S”或“Unreg”，显示“CC_S”表示达到预想的定电流值，显示“Unreg”表示负载无法正确调整到预设电流值，请检查待测源是否正确连接并开启，或者待测源是否能够输出预设定电流值。

此时，在载入卸载定电流模式下，按 Shift+2 (S_Start) 键，负载将会回到标准定电流模式。

请注意，所设上升沿时间将被自动规整为 20uS 的整数倍。

4.1.1.4 定电流转定电压模式

定电流转定电压模式，可以更好的保护待测源不因过放电而损坏。

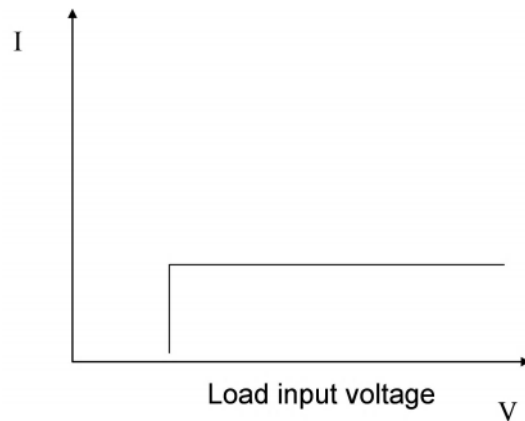


图 4.4 定电流转换定电压

在标准定电流模式下，依次按 Shift+4 (CC+CV) 键，进入定电流转定电压模式，此时负载显示“CC TO CV VOLT=xxxxxxxV”提示当前定电压值，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的定电压值，并按 Enter 键确认，此时负载进入定电流转定电压模式。

此时，如果输入状态为 OFF，则显示面板右上角显示“OFF”，如果要改变输入状态为 ON，请按 On/Off 按键，此时显示面板右上角显示“CC+CV”或“Unreg”，显示“CC+CV”表示达到预想的定电流值，显示“Unreg”表示负载无法正确调整到预设电流值，请检查待测源是否正确连接并开启，电压是否在正常范围内。

此时，在载入卸载定电流模式下，按 Shift+4 (CC+CV) 键，负载将会回到标准定电流模式。

4.1.2 定电阻操作模式 (CR)

在定电阻模式下，电子负载被等效为一个恒定的电阻，如下图所示，电子负载会消耗随着输入电压的改变来线性改变的电流。请注意，当待测源电压过高，而所设定电阻过小，导致其所消耗的电流大过待测源最大输出电流，或负载最大吸收电流时，将无法等效为恒定电阻，甚至可能引发负载的震荡。

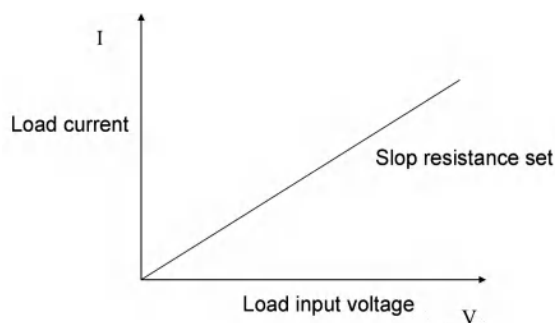


图4.5 定电阻模式

4.1.2.1 标准定电阻模式

按 R-SET 按键，负载显示“STANDARD RESI=xxxxxxxΩ”，提示当前定电阻值，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的定电阻值，并按 Enter 键确认，负载进入标准定电阻模式。

此时，如果输入状态为 OFF，则显示面板右上角显示“OFF”，如果要改变输入状态位元 ON，请按 On/Off 按键，此时显示面板右上角显示“CR”或“Unreg”，显示“CR”表示达到预想的定电阻值，显示“Unreg”表示负载无法正确调整到预设电阻值，请检查待测源是否正确连接并开启，或者待测源是否能够输出预设电阻所吸收的电流。

此时，如果要微调设定电阻值，可以使用右上角的旋转编码器，顺时针调节为增加，逆时针调节为减小。在显示面板的右下侧为设定电阻值指示，其中一位元数字下有游标提示，表示当前微调细度为当前位置的 1 个单元，如果用户希望改变调节细度，可以下压旋转编码器，旋转编码器包含了一个按键，此按键每被按下一次，提示游标将会移动一格，以此实现调节细度的调整。

4.1.2.2 载入卸载定电阻模式

载入卸载模式的原理，请参考4.1.1.2的说明

在标准定电阻模式下，依次按 Shift+1 (V_Level) 键，进入载入卸载定电阻模式，负载显示“ONSET VOLT=xxxxxxxV”提示当前载入电压，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的载入电压值，并按 Enter 键确认，负载显示“OFFSET VOLT=xxxxxxxV”提示当前卸载电压，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的卸载电压值，并按 Enter 键确认，负载进入载入卸载定电阻模式。

如果为输入状态为 OFF，则显示面板右上角显示“OFF”，如果要改变输入状态位元 ON，请按 On/Off 按键，此时显示面板右上角显示“CR_UN”或“Unreg”，显示“CR_UN”表示达到预想的定电阻值，显示“Unreg”表示负载无法正确调整到预设电阻值，请检查待测源是否正确连接并开启，电压是否在正常范围内，或者待测源是否能够输出预设电阻所吸收的电流值。

在载入卸载定电阻模式下，按 Shift+1 (V_Level) 键，负载将会回到标准定电阻模式。

4.1.2.3 定电阻转定电压模式

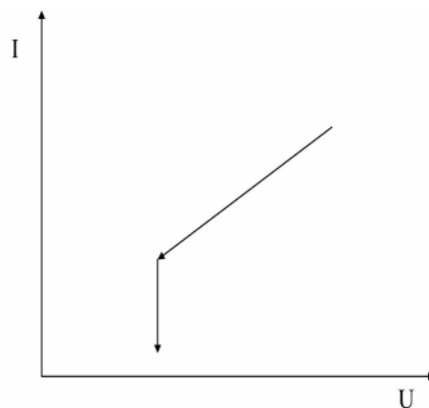


图 4.6 定电阻转换定电压模式

定电阻转定电压模式，可以更好的保护待测源不因过放电而损坏。

在标准定电阻模式下，按 Shift+5 (CR+CV) 键，进入定电阻转定电压模式，负载显示“CR T O CV VOLT=xxxxxxxV”提示当前定电压值，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的定电压值，并按 Enter 键确认，负载进入定电阻转定电压模式。

如果为输入状态为 OFF，则显示面板右上角显示“OFF”，如果要改变输入状态为 ON，请按 On/Off 按键，此时显示面板右上角显示“CR+ C V”或“Unreg”，显示“CR+ C V”表示达到预想的定电阻值，显示“Unreg”表示负载无法正确调整到预设电阻值，请检查待测源是否正确连接并开启，电压是否在正常范围内。

在载入卸载定电阻模式下，按 Shift+5 (CR+CV) 键，负载将会回到标准定电阻模式。

4.1.3 定电压操作模式 (CV)

在定电压模式下，电子负载将消耗足够的电流来使输入电压维持在设定的电压上。请注意，当待测源电压低于设定电压值，或最大输出电流超过负载所能吸收的最大电流时，负载将可能不能将电压稳定在设定值。

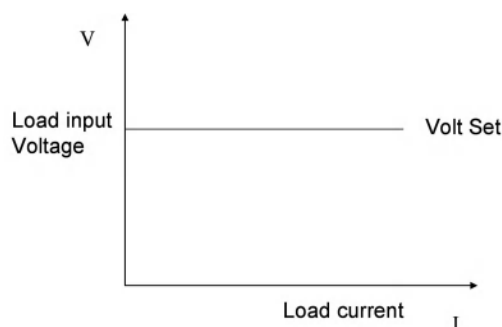


图 4.7 定电压模式

4.1.3.1 标准定电压模式

按 V-SET 按键，负载显示 “STANDARD VOLT=xxxxxxxV”，提示当前定电压值，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的定电压值，并按 Enter 键确认，此时负载进入标准定电压模式。

如果为输入状态为 OFF，则显示面板右上角显示 “OFF”，如果要改变输入状态位元 ON，请按 On/Off 按键，此时显示面板右上角显示 “CV” 或 “Unreg”，显示 “CV” 表示达到预想的定电压值，显示 “Unreg” 表示负载无法正确调整到预设电压值，请检查待测源是否正确连接并开启，或者待测源电压是否过低，或者输出电流能力超过负载最大带载电流。

如果要微调设定电压值，可以使用右上角的旋转编码器，顺时针调节为增加，逆时针调节为减小，请注意，如果设定电压值已经达到负载设置的最大电压值，则无法向上调节电压值。此时，在显示面板的右下侧为设定电压值指示，其中一位元数字下有游标提示，表示当前微调细度为当前位置的 1 个单元，如果用户希望改变调节细度，可以下压旋转编码器，旋转编码器包含了一个按键，此按键每被按下一次，提示游标将会移动一格，以此实现调节细度的调整。

4.1.3.2 载入卸载定电压模式

载入卸载模式的原理，请参考 4.1.1.2 的说明

在标准定电压模式下，依次按 Shift+1 (V_Level) 键，进入载入卸载定电压模式，此时负载显示 “ONSET VOLT=xxxxxxxV” 提示当前载入电压，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的载入电压值，并按 Enter 键确认，负载显示 “OFFSET VOLT=xxxxxxxV” 提示当前卸载电压，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的卸载电压值，并按 Enter 键确认，负载进入载入卸载定电阻模式。

如果为输入状态为 OFF，则显示面板右上角显示 “OFF”，如果要改变输入状态位元 ON，请按 On/Off 按键，此时显示面板右上角显示 “CV_UN” 或 “Unreg”，显示 “CV_UN” 表示达到预想的定电压值，显示 “Unreg” 表示负载无法正确调整到预设电压值，请检查待测源是否正确连接并开启，电压是否在正常范围内，或者待测源能够输出的最大电流是否超出了负载最大吸收电流。

在载入卸载定电压模式下，按 Shift+1 (V_Level) 键，负载将会回到标准定电压模式。

4.1.3.3 软启动定电压模式

软启动定电压模式，等效与一个容性负载，其类比电容量大小正比于软启动的上升时间长短，在此模式下，待测源将可能受到大电流的瞬间

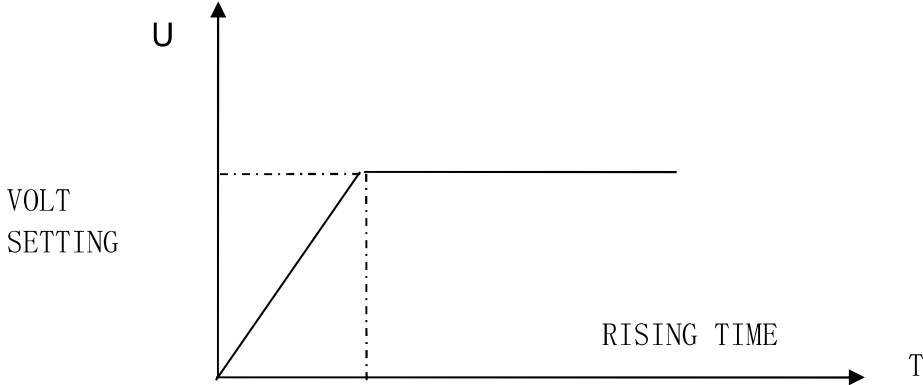


图 4.8 软启动定电压模式

在标准定电压模式下，依次按 Shift+2 (S_Start) 键，进入软启动定电压模式，负载显示 “RISING TM=xxxxxxxvmS” 提示当前上升沿时间，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的上升沿时间，并按 Enter 键确认，负载进入软启动定电压模式。

如果为输入状态为 OFF，则显示面板右上角显示 “OFF”，如果要改变输入状态位元 ON，请按 On/Off 按键，此时显示面板右上角显示 “CV_S” 或 “Unreg”，显示 “CV_S” 表示达到预想的定电压值，显示 “Unreg” 表示负载无法正确调整到预设电压值，请检查待测源是否正确连接并开启，电压是否在正常范围内，或者待测源能够输出的最大电流是否超出了负载最大吸收电流。

在载入卸载定电压模式下，按 Shift+2 (S_Start) 键，负载将会回到标准定电压模式。

请注意，所设上升沿时间将被自动规整为 20us 的整数倍。

4.1.4 定功率操作模式 (CW)

在定功率模式下，电子负载将消耗一个恒定的功率，如下图所示，如果输入电压升高，则输入电流将减少，功率 $P (=V * I)$ 将维持在设定功率上。

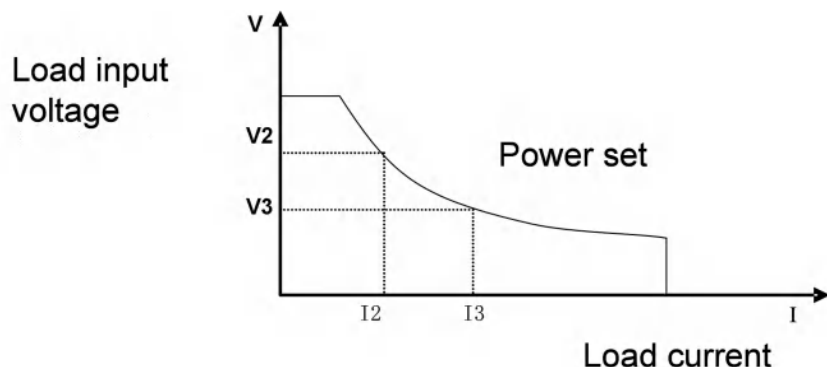


图 4.9 定功率模式

4.1.4.1 标准定功率模式

按 P-SET 按键，负载显示 “STANDARD POWR=xxxxxxxW”，提示当前定功率值，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的定功率值，并按 Enter 键确认，此时负载进入标准定功率模式。

如果输入状态为 OFF，则显示面板右上角显示 “OFF”，如果要改变输入状态为 ON，请按 On/Off 按键，此时显示面板右上角显示 “CW” 或 “Unreg”，显示 “CW” 表示达到预想的定功率值，显示 “Unreg” 表示负载无法正确调整到预设功率值，请检查待测源是否正确连接并开启，或者待测源电压是否过低，或者待测源的最大输出电流是否不足。

如果要微调设定功率值，可以使用右上角的旋转编码器，顺时针调节为增加，逆时针调节为减小，请注意，如果设定功率值已经达到负载设置的最大功率值，则无法向上调节功率值。此时，在显示面板的右下侧为设定功率值指示，其中一位元数字下有游标提示，表示当前微调细读为当前位置的1个单元，如果用户希望改变调节细度，可以下压旋转编码器，旋转编码器包含了一个按键，此按键每被按下一次，提示游标将会移动一格，以此实现调节细度的调整。

4.1.4.2 载入卸载定功率模式

载入卸载模式的原理，请参考3.1.1.2的说明

在标准定功率模式下，依次按 Shift+1 (V_Level) 键，进入载入卸载定功率模式，负载显示 “ONSET VOLT=xxxxxxxV” 提示当前载入电压，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的载入电压值，并按 Enter 键确认，负载显示 “OFFSET VOLT=xxxxxxxV” 提示当前卸载电压，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的卸载电压值，并按 Enter 键确认，负载进入载入卸载定功率模式。

如果为输入状态为 OFF，则显示面板右上角显示 “OFF”，如果要改变输入状态为 ON，请按 On/Off 按键，此时显示面板右上角显示 “CW_UN” 或 “Unreg”，显示 “CW_UN” 表示达到预想的定功率值，显示 “Unreg” 表示负载无法正确调整到预设功率值，请检查待测源是否正确连接并开启，电压是否在正常范围内，或者待测源是否能够输出预设功率所吸收的电流值。

在载入卸载定功率模式下，按 Shift+1 (V_Level) 键，负载将会回到标准定功率模式。

4.2 动态测试操作

动态测试操作能够使负载在两种负载电流或电压间反复切换，此功能可以用来测试电源的动态特性。动态测试操作可以用前面板 (Shift+Tran) 键使能或失能，在动态测试操作以前，应首先设置动态测试操作的相关参数 (Shift+S-Tran)。这些参数包括：A 值，A 脉宽时间，A 上升到 B 的上升沿时间，B 值，B 值脉宽时间，B 下降到 A 的下降沿时间，及动态测试模式。

动态测试模式可分为连续模式，脉冲模式及触发模式。

4.2.1 连续模式 (CONTINUOUS)

在连续模式下，在动态测试操作使能后，负载会连续的在 A 值及 B 值之间切换。

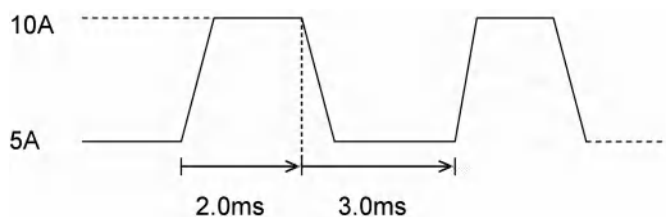


图 4.10 连续操作模式

4.2.2 脉冲模式 (PULSE)

在脉冲模式下，在动态测试操作使能后，每接收到一个触发信号，负载就会切换到 B 值，在维持 B 脉宽时间后，会切换回 A 值。

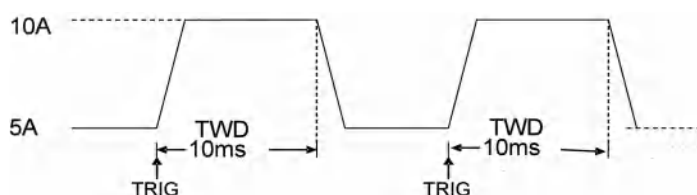


图4.11 脉冲操作模式

4.2.3 触发模式 (TRIGGER)

在触发模式下，在动态测试操作使能后，每接受到一个触发信号后，负载就会在 A 值及 B 值之间切换。



图4.12 触发操作模式

4.2.4 动态测试参数设置

依次按 Shift+6 (S_Tran) 按键，负载显示“LEVEL A CURR=xxxxxxxxxA”，提示当前设定 A 电流值，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的值，并按 Enter 键确认。

此时负载显示“WIDTH A TM=xxxxxxxxxmS”，提示当前设定 A 持续时间，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的值，并按 Enter 键确认。

此时负载显示“RISING TM=xxxxxxxxxmS”，提示当前设定从 A 到 B 的上升沿时间，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的值，并按 Enter 键确认。

此时负载显示“LEVEL B CURR=xxxxxxxxxA”，提示当前设定 B 电流值，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的值，并按 Enter 键确认。

此时负载显示“WIDTH B TM=xxxxxxxxxmS”，提示当前设定 B 持续时间，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的值，并按 Enter 键确认。

此时负载显示“FALLING TM=xxxxxxxxxmS”，提示当前设定从 B 到 A 的下降沿时间，此时可以按面板上的数位键与小数点键，从高位到低位元依次输入所需的值，并按 Enter 键确认。

此时负载显示“TRANMODE CONTINUOUS” / “TRANMODE PULSE” / “TRANMODE TRIGGER”，表示当前设定的动态测试模式，此时按 ^ 或 v 键选择所需要设定的模式，并按 Enter 键确认。

4.2.5 波形控制

4.2.5.1 方波

如果将上升沿时间与下降沿时间都设置为 0，测试模式设置为连续模式，则输出为方波。输出频率为电流 A 与电流 B 的持续时间之和的倒数，由于所有时间设置的最小细度为 20uS，所以负载可以编辑最大频率为 25KHz 的占空比为 50%的方波。

4.2.5.2 三角波

如果将电流 A 与电流 B 的持续时间都设置为 0，测试模式设置为连续模式，则输出为三角波。输出频率为上升沿与下降沿时间之和的倒数，由于所有时间设置的最小细度为 20uS，所以负载可以编辑最大频率为 25KHz 的三角波。由于三角波的上升沿与下降沿都是基于 20uS 输出频率的阶梯波，所以三角波的理想程度与输出频率成反比，在极端状况下可能等效为方波，上升沿与下降沿依据设置时间的不同，有从 0 到 100 个点的细度差异。

4.2.5.3 梯形波

如果所需设置 4 个时间参数均大于 0，测试模式为连续输出正常模式下，负载输出为梯形波。其频率特性同三角波的描述。

4.2.6 触发控制

当动态测试模式设置为脉冲模式，或触发模式时，触发控制启动。触发方式为三种：

- a、 按键触发
依次按下 Shift+Trigger 按键时，进行一次触发
- b、 外部硬体输入触发
当负载后端 TRIG_IN 端子电平连续处于低电平 5mS 以上时，进行一次触发。
- c、 上位机控制软体触发

4.2.7 LIST 功能

负载可以执行顺序操作 (LIST 功能)，最多可以编辑 8 组资料，每组可编辑 200 步，每步可编辑执行时间，用户可以在每组资料中定义不同的最小时间单元，最小时间单元为 0.02mS 的整数倍，最小时间单元的设置范围为 0.02~1310.7mS，每个单步可执行的时间范围与最小时间单元的设置相关，如果最小时间单元设置为 0.02mS，则每个单步可执行的时间范围为 0.02~1310.7mS，而如果将最小时间单元设置为 2mS，则每个单步可执行的时间范围为 2~131070mS。

4.2.7.1. 编辑 LIST 列表

1) 依次按 Shift+0 键进入功能表设置，按▲或▼键直到负载提示“MENU LIST”，按 Enter 键进入，按▲或▼键直到负载提示“EDIT LIST”，按 Enter 键进入，按▲或▼键选择要设置的序列代号，并按 Enter 键进入 LIST 编辑功能表。

2) 此时负载提示“MINIMUM TM= xxxxxx mS”，这是提示输入需要设置的最小时间单元。此值影响任意波形的调节细度与可操作长度，请谨慎选择自己合适的参数。输入资料并按 Enter 键后，负载提示以下三组输出模式，用户用▲或▼键选择，按 Enter 键确认。

“LIST CONTINUOUS” 表示为连续输出方式。

“LIST END HOLD” 表示所有点输出结束之后，保持最后一个值不变。

“LIST END RESET” 表示所有点输出结束之后，负载重定为空载。

3) 按 Enter 键确认后，负载提示“STEP LENG= xxx”，表示需要编辑的总步长，总步长必须为 1~200 的整数，按数位键确认。

4) 按数位键确认后，负载显示“STEP 1 CURR=xxxxxA”，提示用户输入第一步所需要设定的电流，按数位键编辑并按 Enter 键确认，此时负载显示“STEP 1 TM=xxxxx mS”，提示用户输入第一步定电流所持续的时间，按数字键编辑并按 Enter 键确认。

5) 按 Enter 键确认后, 如果已经编辑好全部的设定总步长, 则显示“EDIT LIST”, 表示退回 LIST 功能主功能表。如果还没有编辑完全部的设定步长, 则返回 4) 显示的是“STEP n CURR=xxxxxA”, 表示正在编辑的是第 n 步资料。

6) 由于 LIST 功能与自动测试功能公用一片存储空间, 所以编辑 LIST 功能所选择的序号时要注意, 如果此序号原本是用来做自动测试功能的, 编辑为 LIST 功能后, 原来同样序号的自动测试列表将被删除, 无法复原。

4.2.7.2 执行 LIST 功能

依次按 Shift+0 键进入功能表设置, 按▲或▼键直到负载提示“MENU LIST”, 按 Enter 键进入, 按▲或▼键直到负载提示“LOAD LIST”, 按 Enter 键进入, 按▲或▼键选择所要执行的序列代号, 并按 Enter 键结束。

由于 LIST 功能与自动测试功能公用一片存储空间, 如果有部分序号标识的列表被定义为自动测试功能, 在按▲或▼键选择序列代号时, 相对应的序号会被遮罩。

4.2.8 自动测试功能

负载可以执行自动测试功能, 最多可以编辑 8 组资料, 每组可编辑 50 步, 每步可编辑为空载、定电流、定电压、定功率、定电阻、短路 6 种工作模式, 可以编辑测试比较电流、电压、功率、电阻 4 种参数类型, 可以编辑延时测试时间参数, 延时时间为 0.1~25.5S 兼顾测试的快捷性与准确性。负载在完成一次自动测试后, 将指示通过还是失败, 如果失败, 将声音报警, 同时, 负载支援前按键面板触发以及后面板的 TRIGGER IN 硬体电平触发, 并从后面板 TRIGGER OUT 埠输出触发电平, 用户可以编辑为电平触发或脉冲触发 2 种触发方式, 可以编辑为通过触发、失败触发、完成测试触发、禁止触发 4 种触发输出选择。

4.2.8.1 编辑自动测试列表

1) 依次按 Shift+0 键进入功能表设置, 按▲或▼键直到负载提示“MENU AUTO TEST”, 按 Enter 键进入, 按▲或▼键直到负载提示“EDIT AUTO TEST”, 按 Enter 键进入, 按▲或▼键选择要设置的序列代号, 并按 Enter 键进入自动测试列表编辑功能表。

2) 此时负载显示“STEP LENG= XX”, 提示输入自动测试的总步长。按数位键输入总步长, 并按 Enter 键确认, 总步长应该为从 1~50 的整数。

3) 此时负载将显示“STEP 1 xxxxx MODE”, 提示第一步所选择的工作模式, 共有下面 6 种工作模式可供选择, 按▲或▼键选择并按 Enter 键确认。

工作模式	提示资讯	说明
空载	LOAD OFF MODE”	比较空载电压
定电流	“CC MODE”	可选择比较电流、电压、功率、电阻 4 种参数之一
定电压	“CV MODE”	可选择比较电流、电压、功率、电阻 4 种参数之一
定功率	“CP MODE”	可选择比较电流、电压、功率、电阻 4 种参数之一
定电阻	“CR MODE”	可选择比较电流、电压、功率、电阻 4 种参数之一
短路	“SHORT MODE”	比较短路电流

4) 此时负载显示“STEP 1 TEST xxxx”, 提示选择测试比较的资料类型, 有电流、电压、功率、电阻 4 种选择, 按▲或▼键选择并按 Enter 键确认。如果 3) 中选择为空载或短路模式, 则跳过此选择。

5) 此时负载显示“DELAY TM=xx.xS”, 提示进行测试比较的延时时间, 此延时时间有效范围为 0.1~25.5S, 设定数值越小, 测试所需要的时间越短, 但在特定情况下, 过小的参数将可能因为电源未达到稳定状态, 而影响测试的结果, 请用户谨慎选择此参数, 推荐资料为 0.5S。按数位键编辑并按 Enter 键确认。

6) 此时负载显示“INPUT xxxxx=xxxxxxx”提示输入工作模式所对应的设定电流/电压/电阻或功率值, 如果 3) 工作模式选择为空载或短路模式, 则跳过此设定。按数位键编辑并按 Enter 键确认。

7) 此时负载显示“MINIMUM xxxx=xxxxxx”提示输入合格性比较的下限，按数字键编辑并按 Enter 键确认。接着负载显示“MAXIMUM xxxx=xxxxxx”提示输入合格性比较的上限，按数字键编辑并按 Enter 键确认。

按 Enter 键确认后，如果已经编辑好全部的设定总步长，则显示“EDIT AUTO TEST”，表示退回自动测试功能主功能表。如果还没有编辑完全部的设定步长，则返回 3) 过程，不过此时显示的是“STEP n xxxxx MODE”，表示正在编辑的是第 n 步资料。

4. 2. 8. 2 设置自动测试触发输出方式

依次按 Shift+0 键进入功能表设置，按▲或▼键直到负载提示“MENU AUTO TEST”，按 Enter 键进入，按▲或▼键直到负载提示“SETUP AUTO TEST”，按 Enter 键进入自动测试触发输出方式编辑功能表。

此时负载提示以下 4 种触发输出时机选择，按▲或▼键选择并按 Enter 键确认。

提示资讯	意义
“TRIGGER WHEN PASS”	当检测合格的时候启动一次触发输出
“TRIGGER WHEN FAIL”	当检测失败的时候启动一次触发输出
“TRIGGER WHEN TEST END”	当检测完成的时候启动一次触发输出
“TRIGGER DISABLE”	禁止触发输出

此时负载提示以下两种触发输出电气特性

提示资讯	意义
“OUTPUT LEVEL”	当触发输出时，电平从低变高，只到有按键或触发输入时再拉低
“OUTPUT PLUSE”	当触发输出时，电平从低变高，在大约 5mS 后自动拉低

4. 2. 8. 3 执行自动测试功能

依次按 Shift+0 键进入功能表设置，按▲或▼键直到负载提示“MENU AUTO TEST”，按 Enter 键进入，按▲或▼键直到负载提示“LOAD AUTO TEST”，按 Enter 键进入，按▲或▼键选择要设置的序列代号，并按 Enter 键结束。

此时，负载右上角显示“AUT n”，表示目前状态位元自动测试模式，执行第 n 个自动测试档，右下角显示“OFF”，表示当前等待用户触发启动自动测试。如果用户已经准备好，可以按 On/Off 键启动一次自动测试，也可以通过将后面板的 TRIG IN 埠的电平拉低 5mS 以上，来启动一次自动测试。此时负载将逐步执行自动测试档，右上角依次显示“STPxx”，表示当前正在执行的步数。最右下角将显示“WAIT”、“PASS”或者“FAIL”表示单步测试的状态及结果。当完成全部测试步骤后，负载下边的中间位置将提示“ATEST PASS”或者“ATEST FAIL”，表示整个自动测试的结果。当测试失败时，蜂鸣器将发出短促的报警声，当测试通过时，蜂鸣器将间歇的发声提示测试完成。此时按任意键可以解除报警声，并等待触发下一次自动测试。

当完成一次测试后，用户可以通过按▲或▼键启动单步测试模式，负载将进行单步带载，每按一次▲或▼键，执行上一步或下一步的带载测试，此时用户可以观察到每一步的实际状况。当用户有触发输入或 ON/OFF 按键按下时，负载将自动退出手动测试模式，再次进行一次自动测试。

4. 3 输入控制

4. 3. 1 短路操作（SHORT）

负载可以在输入端类比一个短路电路。在面板操作情况下，你可以按 Shift+9（Short）键来切换短路状态。短路操作不影响当前的设定值，当短路操作切换回 OFF 状态时，负载返回到原先的设定状态。负载短路时所消耗的实际电流值取决与当前负载的工作模式及电流量程。在 CC, CW 及 CR 模式时，最大短路电流为当前量程的 120%。在 CV 模式时，短路相当于设置负载的定电压值为 0V。

4. 3. 2 输入开关操作

当输入状态为 ON 时，按 On/OFF 按键，输入状态将转为 OFF，右上角提示“OFF”。反之，当输入状态为 OFF 时，按 On/OFF 按键，输入状态将转为 ON，右上角提示当前工作状态。

4.4 电子负载可操作范围

电子负载工作在额定电流，额定电压及额定功率范围内，如下图中的阴影部分

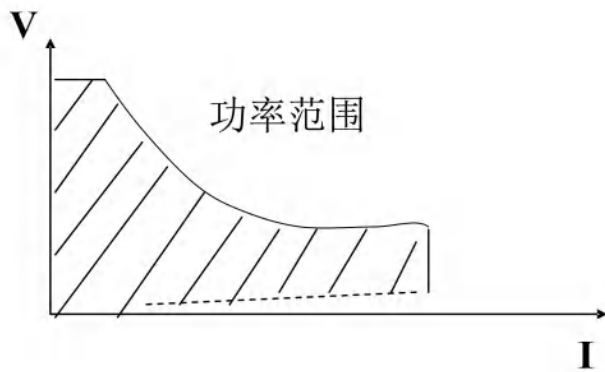


图 4-13 负载功率范围

负载模式变化

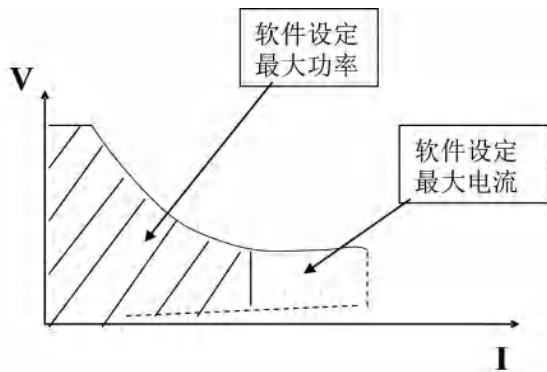


图 4-14 软体设定最大值

4.5 保护功能

负载包括下面描述的几项保护功能

4.5.1 过电压保护 (OV)

当输入电压大于最大电压值时，负载过电压保护，输入 OFF，蜂鸣器鸣叫，VFD 显示如下资讯“OVER VOLT”。

用户可以通过在 MENU 功能表中设置电压最大值，依次按 Shift+0 (Menu) 键，再按 ▼ 键负载显示 “MENU SYSTEM SET”，按 Enter 键进入，此时负载显示 “SYSTEM IMAx=xxxxxxx A”，按上下键调整，只到负载出现 “SYSTEM UMAx=xxxxxxx V” 提示，这是提示当前的电压最大值，此时用户可以通过数位键以及小数点键输入所需要的电流最大值，并按 Enter 键确认。用户可以按 Esc 键退出 MENU 主功能表。

请注意，PEL-8000 型负载的电压最大值最大为 150V，超过 150V 的设置，将被自动调整为 150V。

另外，电压最大值的设置，会影响电压显示的解析度，当最大电压值设置在 20V 或 20V 以下时，负载的电压解析度为 0.1mV，而当最大电压值设置在 20V 以上时，电压解析度只有 1mV。

4.5.2 过电流保护 (OC)

当负载输入电流增加到电流上限时，负载将调整为最大保护电流输入，蜂鸣器鸣叫，VFD 显示如下资讯 “OVER CUR”

用户可以通过在 MENU 功能表中设置电压最大值，依次按 Shift+0 (Menu) 键，再按 ▼ 键负载显示 “MENU SYSTEM SET”，按 Enter 键进入，此时负载显示 “SYSTEM I_{MAX}=xxxxxxx A”，这是提示当前的电流最大值，此时用户可以通过数位键以及小数点键输入所需要的电流最大值，并按 Enter 键确认。此时用户可以按 Esc 键退出 MENU 主功能表。

请注意，PEL-8150 型负载的电流最大值最大为 30A，超过 30A 的设置，将被自动调整为 30A。

另外，电流最大值的设置，会影响电流显示的解析度，当最大电流值设置在 3A 或 3A 以下时，负载的电压解析度为 0.01mA，而当最大电压值设置在 3A 以上时，电压解析度只有 0.1mA。

4.5.3 过功率保护 (OW)

当消耗功率增加到功率上限时，负载过电压保护，输入 OFF，蜂鸣器鸣叫，VFD 显示如下资讯 “OVER POW”，此时需要用户按任意键恢复，注意此时输入状态为 OFF，如果此时选择的按键为 “ON/OFF”，负载将再次带载，如果过功率状况没有解除，负载将再次提示 “OVER POW”。

用户可以通过在 MENU 功能表中设置功率最大值，依次按 Shift+0 (Menu) 键，再按 ▼ 键负载显示 “MENU SYSTEM SET”，按 Enter 键进入，此时负载显示 “SYSTEM I_{MAX}=xxxxxxx A”，按上下键调整，直到负载出现 “SYSTEM P_{MAX}=xxxxxxx W” 提示，这是提示当前的功率最大值，此时用户可以通过数位键以及小数点键输入所需要的功率最大值，并按 Enter 键确认。此时用户可以按 Esc 键退出 MENU 主功能表。

请注意，PEL-8300 型负载的功率最大值最大为 300W，超过 300W 的设置，将被自动调整为 300W。

4.5.4 输入极性反接

当输入极性反接时，蜂鸣器鸣叫，VFD 显示如下资讯 “REVERSE”。

4.5.5 过温度保护 (OH)

当负载内部功率器件超过 80℃ 时，负载温度保护。此时输入 OFF，蜂鸣器鸣叫，VFD 显示如下资讯 “OVERHEAT”

4.6 远端测试功能

在 CV, CR, CP 模式下，当负载消耗较大电流的时候，就会在被测仪器到负载端子的连接线上产生压降。为了保证测量精度，负载在后面板提供了一个远端量测端子，用户可以用该端子来测量被测仪器的输出端子电压。

用户可以通过在 MENU 功能表中设置远端测量功能选择，依次按 Shift+0 (Menu) 键，再按 ▼ 键负载显示 “MENU SYSTEM SET”，按 Enter 键进入，此时负载显示 “SYSTEM I_{MAX}=xxxxxxx A”，按上下键调整，直到负载出现 “SYSTEM TERMINAL SEL” 提示，这是提示设置当前的远端测试功能参数，用户继续按 Enter 键进入，负载显示 “TERMINAL SELECT FRONT” 或 “TERMINAL SELECT BACK”，此时用户可以通过上下键调整选择远端测试功能参数，并按 Enter 键确认。“TERMINAL SELECT FRONT” 表示选择源输入端子在前面板，而后面板的远端测试功能被禁止，“TERMINAL SELECT BACK” 表示选择源输入端子在后面板，而前面板的输入被禁止，此时用户可以按 Esc 键退出 MENU 主功能表。

请注意，前面板与后面板的输入端子在任意时刻，都只能有一个有效，如果用户发现负载显示电压在零点附近，并不伴随信号变化，请检查接线方式是否与远端测试功能参数相匹配。

4.7 蓄电池放电测试操作

实验证明确定蓄电池是否工作的最好方法便是带负载测试。只有进行正确的负载测试，才能确定电池是否处于预期的寿命曲线位置。PEL-8000 系列电子负载可以测试当今使用的任何类型电池。

对于任何保护性设备或不可中断服务系统所使用的蓄电池系统而言，进行负载测试都是必不可少的。因为在一个系统当中，电池几乎是可靠性最低的元件，因此，必须定期进行负载测试以保证电池的可靠性

容量测试

PEL-8000 系列电子负载使用恒流模式来进行容量测试。可编程设置关断电平，当电池电压过低时，系统确定电池达到设定阈值或非安全状态前夕，自动中断测试，在测试过程中可以观测电池的电压，放电电流，负载功率和电池已放电容量。若配合 PC 配套软体使用，则可以观察电池在放电过程中的放电曲线。这种测试可以反映电池的可靠度及其剩余寿命，因此非常有必要在更换电池之前进行此类测试。

操作方法：

- 1) 在标准定电流模式下，调节电池放电所需要的电流值
- 2) 依次按 Shift+8 (Battery) 键，VFD 显示 END TEST VOLT= xxxxxxxxV，设置关断电压，按 Enter 键开始容量测试，当电池电压跌落到关断电压时，负载自动 OFF。
- 3) 此时可以按 On/Off 键启动或暂停电池容量测试。
- 4) 按 Shift+8 (Battery) 键，可以退出电池容量测试状态。

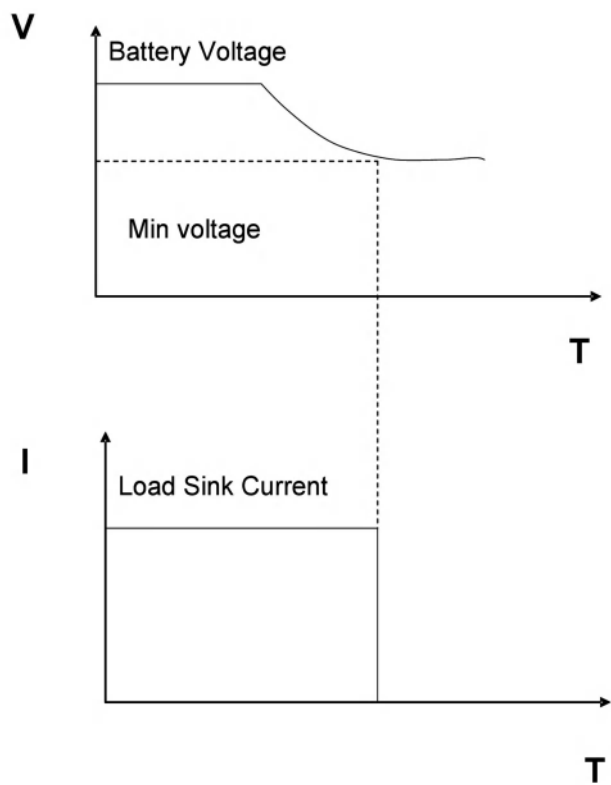


图 4-16 电池容量计算示意图

4.8 通讯协定

4.8.1 概述

PEL-8000 系列电子负载，支援 Modbus 应用协定。其资料帧结构包含 4 个部分：

附加地址	功能码	数据	差错校验
------	-----	----	------

为保证通讯的可靠性，应当保证每帧资料间隔应当大于 3.5 倍单字节字元传输时间，如果串列传输速率为 9600，则帧与帧之间的时间间隔就必须大于 $11 \times 3.5 / 9600 = 0.004$ 秒。

负载采用双向非同步通讯，固定 1 位起始位元，8 位元资料位元，1 位元停止位。支持无校验、奇校验、偶校验三种校验方式。支持 2400、9600、14400、28800、57600、115200 共 6 种串列传输速率选择。

1) 附加位址与通讯参数设置

附加位址为单字节 16 进制资料，负载只回应附加位址与本机附加位址一致的请求资料帧。

2) 设置附加位址

依次按 Shift+0 按键进入主功能表，负载显示“MENU CONFIG”，按 Enter 键确认，此时负载进入 config 配置功能表，按上下键直到负载显示“CONFIG ADDRESS SET”，提示进行附加位址设置，按 Enter 进入，此时负载显示“ADDRESS ADDR= xxx”，提示当前的附加位址，如果用户需要修改此位址，按数位键编辑，并按 Enter 确认。请注意，这个位址应该是 1~200 之间的整数。

3) 选择校验方式

依次按 Shift+0 按键进入主功能表，负载显示“MENU CONFIG”，按 Enter 键确认，此时负载进入 config 配置功能表，按上下键直到负载显示“CONFIG COMM. PARITY”，提示选择校验方式，按 Enter 进入，此时负载显示“COMM. PAR xxxxx”，提示当前的校验方式，用户可以使用上下键选择适合自己的校验方式，并按 Enter 确认。目前负载只支援无校验、奇校验、偶校验、共 3 种校验方式选择。

4.8.2 选择通讯串列传输速率

依次按 Shift+0 按键进入主功能表，负载显示“MENU CONFIG”，按 Enter 键确认，此时负载进入 config 配置功能表，按上下键直到负载显示“CONFIG BAUDRATE SET”，提示选择串列传输速率，按 Enter 进入，此时负载显示“BAUDRATE xxxxx”，提示当前的串列传输速率，用户可以使用上下键选择适合自己的串列传输速率，并按 Enter 确认。目前负载只支援 2400、9600、14400、28800、57600、115200 共 6 种串列传输速率选择。

4.8.3 数据

在部分命令帧中，资料是定长的，但在另外部分帧中，资料又是不定长的。遵循 Modbus 协定，资料域中的 16 进制资料, 以及浮点数，都是高位元组在前，低位元组在后。另外，在写线圈的输出值中，资料必须为 0x0000 及 0xFF00，其中 0x0000 表示位置零，0xFF00 表示位置 1。

4.8.4 功能码

功能码为单字节 16 进制资料，目前只开放以下 4 种功能模式

功能码	说明
0x01	读线圈，按位元定址读取数据
0x05	写线圈，按位元定址写数据
0x03	读寄存器，按字定址读取资料
0x10	写寄存器，按字定址写资料

4.8.5 差错校验

负载采用回圈冗余校验（CRC），CRC 结果为单字，其低位元组在前，高位元组在后。其生成规律如下。

- a) 设置一个 16 位的 CRC 寄存器，并赋以初值 0xFFFF。
- b) 将资料帧中的第一个位元组，也就是附加位址，与 CRC 寄存器的低 8 位按位异或，并保存在 CRC 寄存器中。
- c) 将 CRC 寄存器右移 1 位，并检测移出的最低位是否为 1，如果最低位为 1，则将 CRC 寄存器与固定数 0xA001 异或。
- d) 重复步骤 c 共 8 次。
- e) 对资料帧的下一个位元组重复步骤 b, c, d，直到资料栏的最后一个资料。
- f) 最后的 CRC 寄存器中的内容，就是最后的校验值，将其附加在资料帧的最后一个资料之后，并保持低 8 位在前，高 8 为在后的放置。

4.8.6 完整命令帧解析

1. 读线圈

请求帧	位元组长度	值
附加地址	1	1~200
功能码	1	0x01
起始位址	2	0~0xFFFF
线圈数量	2	1~16
校验码	2	
回复帧	位元组长度	值
附加地址	1	1~200
功能码	1	0x01
位元组计数	1	1~2
线圈状态	n	
校验码	2	
异常帧	位元组长度	值
附加地址	1	1~200
功能码	1	0x81
异常码	1	1~4
校验码	2	

举例：负载通讯位址为 1，读负载输入状态 ISTATE

查表 4.8.7 表 1 知 ISTATE 的地址为 0x0510

则发送请求： 0x01 0x01 0x05 0x10 0x00 0x01 0xFC 0xC3

得到正常回复 0x01 0x01 0x01 0x48 0x51 0xBE

其中 0x48 为读回的资料，其最低位元为 0，则表示负载输入状态 ISTATE 为 OFF。

2. 写线圈：

请求帧	位元组长度	值
附加地址	1	1~200
功能码	1	0x05
起始位址	2	0~0xFFFF
输出值	2	0x0000 或 0xFF00
校验码	2	
回复帧	位元组长度	值
附加地址	1	1~200
功能码	1	0x01
输出位址	2	0~0xFFFF
输出值	2	0x0000 或 0xFF00
校验码	2	
异常帧	位元组长度	值
附加地址	1	1~200
功能码	1	0x85
异常码	1	1~4
校验码	2	

举例：负载通讯位址为 1，控制负载为远端控制

查表 4.8.7 表 1 知远程控制 PC1 的位址为 0x0500，为 2 字长的浮点数
 则发送请求：0x01 0x05 0x05 0x00 0xFF 0x00 0x8C 0xF6
 得到正常回复 0x01 0x05 0x05 0x00 0xFF 0x00 0x8C 0xF6

3 读寄存器：

请求帧	位元组长度	值
附加地址	1	1~200
功能码	1	0x03
起始位址	2	0~0xFFFF
寄存器数量	2	n=1~32
校验码	2	
回复帧	位元组长度	值
附加地址	1	1~200
功能码	1	0x03
位元组数	1	2*n
寄存器值	2*n	
校验码	2	
异常帧	位元组长度	值
附加地址	1	1~200
功能码	1	0x83
异常码	1	1~4
校验码	2	

举例：负载通讯位址为 1，读当前电压值 U

查表 4.8.7 表 2 知当前电压值 U 寄存器位址为 0x0B00

则发送请求：0x01 0x03 0x0B 0x00 0x00 0x02 0xC6 0x2F

得到正常回复 0x01 0x03 0x04 0x41 0x20 0x00 0x2A 0x6E 0x1A

其中 0x41 0x20 0x00 0x2A 是读回来的电压值，表示浮点数的 10V。

4 写寄存器：

请求帧	位元组长度	值
附加地址	1	1~200
功能码	1	0x10
起始位址	2	0~0xFFFF
寄存器数量	2	n=1~32
位元组计数	1	2*n
寄存器值	2*n	
校验码	2	
回复帧	位元组长度	值
附加地址	1	1~200
功能码	1	0x10
起始位址	2	0~0xFFFF
寄存器数量	2	N
校验码	2	

异常帧	位元组长度	值
附加地址	1	1~200
功能码	1	0x90
异常码	1	1~4
校验码	2	

举例：负载通讯位址为 1，设置定电流值 IFIX 为 2.3

查表 4.8.7 表.2 知定电流值 IFIX 寄存器位址为 0x0A01，为 2 字长浮点数

则发送请求：0x01 0x10 0x0A 0x01 0x00 0x02 0x04 0x40 0x13 0x33 0x33 0xFC 0x23

得到正常回复 0x01 0x10 0x0A 0x01 0x00 0x02 0x13 0xD0

4.8.7 线圈与寄存器位址分配

表 1 线圈位定义：

名称	地址	位	属性	说明
PC1	0x0500	1	W/R	远端控制状态位元：为 1 时，前按键面板失效。
PC2	0x0501	1	W/R	本地禁止位：为 1 时，禁止使用《Shift+7》键抢回前面板控制权。
TRIG	0x0502	1	W/R	触发标记位元，可软体置 1，完成一次触发。
REMOTE	0x0503	1	W/R	1：电压远端输入，
ISTATE	0x0510	1	R	输入状态，1 为输入 ON，0 为输入 OFF
TRACK	0x0511	1	R	跟踪状态，1 为电压跟踪，0 为电流跟踪
MEMORY	0x0512	1	R	1 为输入状态记忆
VOICEEN	0x0513	1	R	1 为按键声音使能
CONNECT	0x0514	1	R	1 为多机，0 为单机工作方式
ATEST	0x0515	1	R	1 为自动测试工作模式
ATESTUN	0x0516	1	R	1 为自动测试工作模式等待触发
ATESTPASS	0x0517	1	R	1 为自动测试通过，0 为失败
IOVER	0x0520	1	R	1 为过流标记
UOVER	0x0521	1	R	1 为过压标记
POVER	0x0522	1	R	1 为过功率标记
HEAT	0x0523	1	R	1 为过热标记
REVERSE	0x0524	1	R	1 为反接标记
UNREG	0x0525	1	R	1 为定参数失败标记
ERREP	0x0526	1	R	1 为 EPPROM 错误标记
ERRCAL	0x0527	1	R	1 为标定资料错误标记

表 2 寄存器 XRAM 区定义：

名称	地址	字	属性	说明
CMD	0x0A00	1	W/R	命令寄存器：低 8 位有效，读写高 8 位无意义。
IFIX	0x0A01	2	W/R	定电流寄存器，double 型
UFIX	0x0A03	2	W/R	定电压寄存器，double 型
PFIX	0x0A05	2	W/R	定功率寄存器，double 型
RFIX	0x0A07	2	W/R	定电阻寄存器，double 型
TMCCS	0x0A09	2	W/R	电流软启动上升沿时间寄存器，double 型
TMCVS	0x0A0B	2	W/R	电压软启动上升沿时间寄存器，double 型

UCCONSET	0x0A0D	2	W/R	定电流载入电压寄存器，double 型
UCCOFFSET	0x0A0F	2	W/R	定电流卸载电压寄存器，double 型
UCVONSET	0x0A11	2	W/R	定电压载入电压寄存器，double 型
UCVOFFSET	0x0A13	2	W/R	定电压卸载电压寄存器，double 型
UCPONSET	0x0A15	2	W/R	定功率载入电压寄存器，double 型
UCPOFFSET	0x0A17	2	W/R	定功率卸载电压寄存器，double 型
UCRONSET	0x0A19	2	W/R	定电阻载入电压寄存器，double 型
UCROFFSET	0x0A1B	2	W/R	定电阻卸载电压寄存器，double 型
UCCCV	0x0A1D	2	W/R	定电流转定电压电压寄存器，double 型
UCRCV	0x0A1F	2	W/R	定电阻转定电压电压寄存器，double 型
IA	0x0A21	2	W/R	动态模式 A 相电流寄存器，double 型
IB	0x0A23	2	W/R	动态模式 B 相电流寄存器，double 型
TMAWD	0x0A25	2	W/R	动态模式 A 相脉宽寄存器，double 型
TMBWD	0x0A27	2	W/R	动态模式 B 相脉宽寄存器，double 型
TMTRANRIS	0x0A29	2	W/R	动态模式上升沿时间寄存器，double 型
TMTRANFAL	0x0A2B	2	W/R	动态模式下降沿时间寄存器，double 型
MODETRAN	0x0A2D	1	W/R	动态工作模式寄存器，u16 型
UBATTEND	0x0A2E	2	W/R	电池测试终止电压寄存器，double 型
BATT	0x0A30	2	W/R	电池容量寄存器，double 型
SERLIST	0x0A32	1	W/R	LIST 序号寄存器，u16 型
SERATEST	0x0A33	1	W/R	自动测试序号寄存器，u16 型
IMAX	0x0A34	2	W/R	电流最大值寄存器，double 型
UMAX	0x0A36	2	W/R	电压最大值寄存器，double 型
PMAX	0x0A38	2	W/R	功率最大值寄存器，double 型
ILCAL	0x0A3A	2	W/R	标定电流低端目标值，double 型
IHCAL	0x0A3C	2	W/R	标定电流高端目标值，double 型
ULCAL	0x0A3E	2	W/R	标定电压低端目标值，double 型
UHCAL	0x0A40	2	W/R	标定电压高端目标值，double 型
TAGSCAL	0x0A42	1	W/R	标定状态标记，u16 型
U	0x0B00	2	R	电压寄存器，double 型
I	0x0B02	2	R	电流寄存器，double 型
SETMODE	0x0B04	1	R	工作模式寄存器，u16e 型
INPUTMODE	0x0B05	1	R	输入状态寄存器，u16 型
MODEL	0x0B06	1	R	型号寄存器，u16 型
EDITION	0x0B07	1	R	软体版本号寄存器，u16 型

4.8.8 命令寄存器 CMD 定义

定义	CMD 值	说明
定电流	1	
定电压	2	
定功率	3	
定电阻	4	
定电流软启动	20	

动态模式	25	
短路模式	26	
LIST 模式	27	
定电流载入卸载模式	30	
定电压载入卸载模式	31	
定功率载入卸载模式	32	
定电阻载入卸载模式	33	
定电流转定电压模式	34	
定电阻转定电压模式	36	
电池测试模式	38	
定电压软启动模式	39	
更改系统参数	41	
输入 ON	42	
输入 OFF	43	

4.8.9 常用操作功能说明

表 1 远程控制操作：

操作	寄存器	值	说明
写线圈	PC1	1	必选

表 2 取消远程控制操作：

操作	寄存器	值	说明
写线圈	PC1	0	必选

表 3 本地禁止控制操作：

操作	寄存器	值	说明
写线圈	PC2	1	必选

表 4 本地允许操作：

操作	寄存器	值	说明
写线圈	PC2	0	必选

表 5 输入 ON 操作：

操作	寄存器	值	说明
写寄存器	CMD	42	必选

表 6 输入 OFF 操作：

操作	寄存器	值	说明
写寄存器	CMD	43	必选

表 7 短路操作：

操作	寄存器	值	说明
写寄存器	CMD	26	必选

表 8 定电流操作：

操作	寄存器	值	说明
----	-----	---	----

写寄存器	IFIX	Double	可选
写寄存器	CMD	1	必选

表 9 定电压操作：

操作	寄存器	值	说明
写寄存器	UFIX	Double	可选
写寄存器	CMD	2	必选

表 10 定功率操作：

操作	寄存器	值	说明
写寄存器	PFIX	Double	可选
写寄存器	CMD	3	必选

表 11 定电阻操作：

操作	寄存器	值	说明
写寄存器	RFIX	Double	可选
写寄存器	CMD	4	必选

表 12 定电流软启动：

操作	寄存器	值	说明
写寄存器	IFIX	Double	可选
写寄存器	TMCCS	Double	可选
写寄存器	CMD	20	必选

表 13 定电压软启动：

操作	寄存器	值	说明
写寄存器	UFIX	Double	可选
写寄存器	TMCVS	Double	可选
写寄存器	CMD	39	必选

表 14 定电流载入卸载模式：

操作	寄存器	值	说明
写寄存器	IFIX	Double	可选
写寄存器	UCCONSET	Double	可选
写寄存器	UCCOFFSET	Double	可选
写寄存器	CMD	30	必选

表 15 定电压载入卸载模式：

操作	寄存器	值	说明
写寄存器	UFIX	Double	可选
写寄存器	UCVONSET	Double	可选
写寄存器	UCVOFFSET	Double	可选
写寄存器	CMD	31	必选

表 16 定功率载入卸载模式：

操作	寄存器	值	说明
----	-----	---	----

写寄存器	PFIX	Double	可选
写寄存器	UCPONSET	Double	可选
写寄存器	UCPOFFSET	Double	可选
写寄存器	CMD	32	必选

表 17 定电阻载入卸载模式：

操作	寄存器	值	说明
写寄存器	RFIX	Double	可选
写寄存器	UCRONSET	Double	可选
写寄存器	UCROFFSET	Double	可选
写寄存器	CMD	33	必选

表 18 定电流转定电压模式：

操作	寄存器	值	说明
写寄存器	IFIX	Double	可选
写寄存器	UCCCV	Double	可选
写寄存器	CMD	34	必选

表 19 定电阻转定电压模式：

操作	寄存器	值	说明
写寄存器	RFIX	Double	可选
写寄存器	UCRCV	Double	可选
写寄存器	CMD	35	必选

表 20 电池测试模式：

操作	寄存器	值	说明
写寄存器	IFIX	Double	可选
写寄存器	UBATTEND	Double	可选
写寄存器	CMD	38	可选

表 21 动态测试模式：

操作	寄存器	值	说明
写寄存器	IA	Double	可选
写寄存器	IB	Double	可选
写寄存器	TMAWD	Double	可选
写寄存器	TMBWD	Double	可选
写寄存器	TMTRANRIS	Double	可选
写寄存器	TMTRANFAL	Double	可选
写寄存器	MODETRAN	0~2	可选
写寄存器	CMD	22	可选

表 22 系统参数测试模式：

操作	寄存器	值	说明
写寄存器	IMAX	Double	可选
写寄存器	UMAX	Double	可选
写寄存器	PMAX	Double	可选
写线圈	REMOTE	0xFF00/0x0000	可选
写寄存器	CMD	41	可选

安全

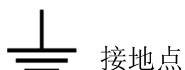
请勿自行在仪器上安装替代零件，或执行任何未经授权的修改。请将仪器送到本公司的维修部门进行维修，以确保其能安全使用。

请参考本手册中特定的警告或注意事项资讯，以避免造成人身伤害或仪器损坏。

安全标识

警告

它提醒使用者，注意某些可能导致人身伤害的操作程式、作法、状况等事项。



接地点



高压危险。（非专业人员不得打开机器）



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

认证与品质保证

PEL-8000系列可编程直流电子负载完全达到手册中所标称的各项技术指标。

品质保证

本公司对本产品的材料及制造，自出货之日起，给予一年的品质保证。

维修服务

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

品质保证限制

上述的保证不适用因以下情况所造成的损坏：

客户不正确或不适当的维修产品；

客户使用其他的的软体或介面；

未经授权的修改或误用；

在指定的环境外操作本产品，或是在非指定的维修点进行配置及维修。

客户自行安装的电路造成的损坏。

通告

本手册的内容如有更改，恕不另行通知，解释权归本公司。

联系方式：

电话：0086 755 2836 4273

邮箱：service@szmatrix.com