

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，以确保其安全特性。

请参考本手册中特定的警告或注意事项信息，以避免造成人体伤害或仪器损坏。仪器内部并无操作人员可维修的部件，如需维修服务，请联络受过训练的维修人员。

安全规则

为防止触电，非本公司授权人员，严禁拆开机器。严禁将本设备使用于生命维持系统或其他任何有安全要求的设备上。我们对于使用本产品时可能发生的直接或间接财务损失，不承担责任。

品质保证

KL7100系列直流可编程电子负载完全达到手册中所标称的各项技术指标。

保固

本公司对本产品的材料及制造，自出货之日起，给予三年的质量保固。

保固服务

本产品若需保固服务或修理，必须将产品送回本公司指定的维修单位。送回本公司作保固服务的产品，顾客须支付寄送到本公司维修部的往返运费，产品若从其它国家回厂维修，则所有运费、关税及其它税赋均须由顾客负担。

安全标识

警告 它提醒使用者，注意某些可能导致人体伤亡的操作程序、作法、状况等事项。

注意 它提醒使用者可能导致仪器损坏或数据永久损失的操作程序、作法、状况等事项。


 直流电

 交流电

 直流和交流电

 接地地线标识。

 高压危险

 参阅相关文件中的警告，注意提示。

保证限制

上述的保证不适用因以下情况所造成的损坏：

顾客不正确或不适当的维修产品。顾客使用自己的软件或界面。未经授权的修改或误用。在指定的环境外操作本产品，或是在不当的地点配置及维修。顾客自行安装的电路造成的损坏，或顾客使用自己的产品造成的瑕疵。产品型号或机身序列号被改动、删除、移除或无法辨认。损坏源于事故，包括但不限于雷击、进水、火灾、滥用或疏忽。

通告 本手册的内容如有更改，恕不另行通知。

注意 为了保证测量精度，建议热机后半小时后开始操作；

建议 为了保证测量精度，每年需要对仪器做一次校准。校正方法请另外参考校准文件（联系厂家）。

第一章 快速入门

1.1 产品概述

1.1.1 简介

KL7100系列为可编程直流电子负载。本系列可编程直流电子负载配备有RS232/RS485通讯接口，可根据您设计和测试的需求，提供多用途解决方案。

本系列产品具有国际先进水平的特殊功能和优点：

- 高可见度的汽车LCD显示屏，亮度可调；
- 数字键盘、旋转式编码开关，操作快速容易；
- 全数位化可程序接口；
- 高分辨率和高精确度；
- 远端量测功能；
- 动力电池容量和内阻测试功能；
- 自动测试功能；
- 动态测试功能；
- 自动步序列表测试功能；
- 过流保护点/保护时间测试功能
- 过电压/过电流/过功率/过热/极性反接保护；
- 定电压CV/定电流CC/定电阻CR/定功率CP四种工作模式；
- 具有PASS/FALL信号输出，TRIG触发信号输入；
- 配备提手的可携式坚固机箱；
- PWM温控智能型风扇控制；
- 内建Buzzer作为警告提示；
- 断电保持记忆功能；
- 可通过计算机进行软件监控；

1.1.2 开机自检

用户确保交流220V电源接入正确之后，按下电源开关按钮。此时所有按键都将亮起，LCD显示屏所有笔画也全部点亮1S，之后显示仪器型号和通讯地址1S，然后进入默认的工作状态，显示电压、电流、功率和设置值。

1.1.3 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。

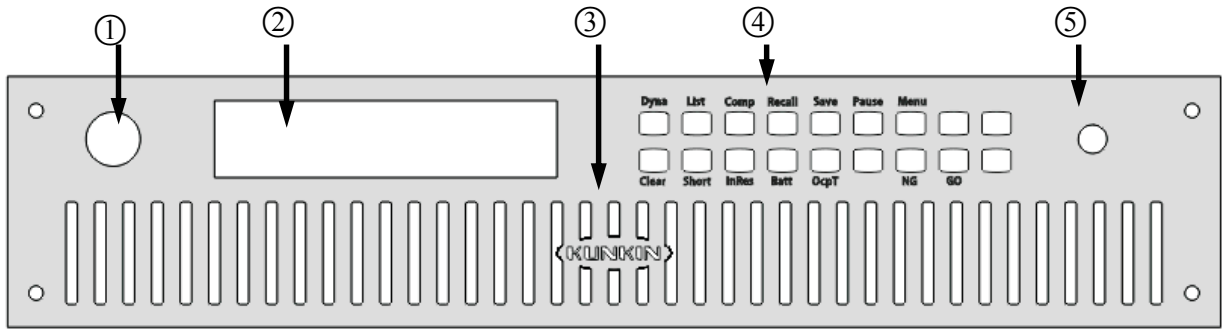
- 检查电源线是否接好
应先检查电源线是否接好，负载是否已经被供电，电源开关是否被打开。
- 检查负载的电源电压是否为 $220V \pm 5\%$ ，
- 检查负载的保险丝是否烧坏，若保险丝烧坏，请您使用正确的保险丝规格来替换，保险丝规格为250VAC 0.5A，
保险丝的更换方法：用平口螺丝刀将负载后面板上的电源插座下方的小塑料盖打开，就可以看见保险丝，请使用上述规格相符的保险丝。

警告：电子负载出厂时提供了一个三芯电源线，您的负载应该被连接到三芯的接线盒上。



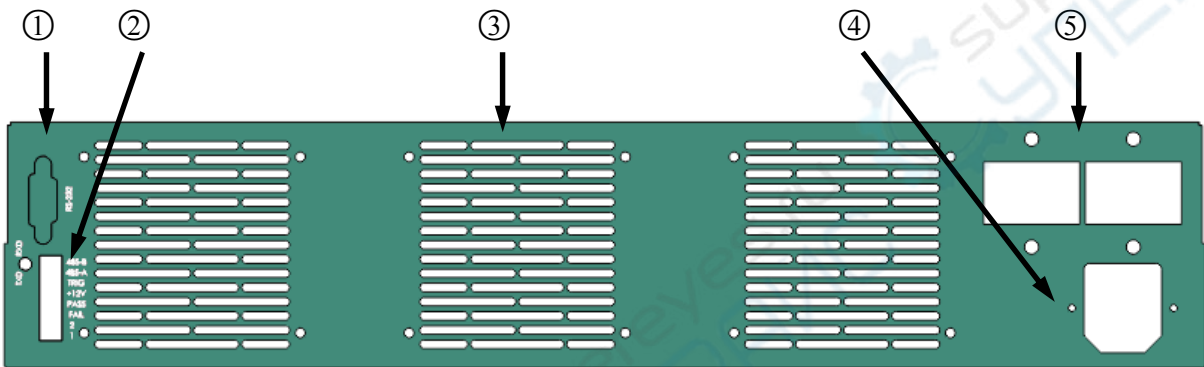
在操作负载之前，您应首先确定负载接地良好。

1.2 前面板介绍



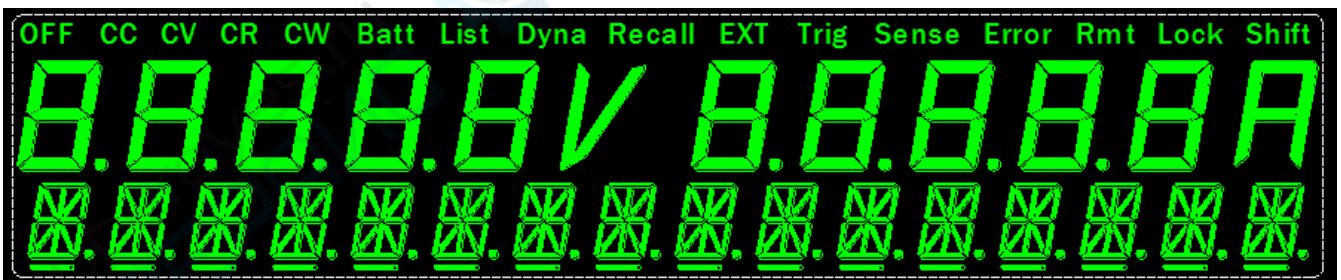
- ① 电源开关 ② 显示屏 ③ 散热窗口 ④ 键盘 ⑤ 编码旋钮

1.3 后面板介绍



- ① RS232通讯接口 ② 功能接口 ③ 散热窗口 ④ 交流供电插座 ⑤ 输入接线端子

1.4 LCD显示屏/指示灯功能描述



显示区域介绍:

中间一行显示测量电压和测量电流

最下面一行从左到右依次显示: 测量功率/容量--保护标志 (0T/0V/0P) 一拉载设定值

最上面一行小标志显现所代表的意义:

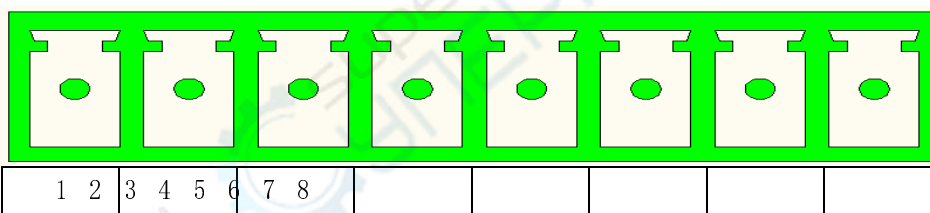
- OFF: 拉载关闭 CC: 拉载模式为定电流模式 CV: 拉载模式为定电压模式 CR: 拉载模式为定电阻模式
 CW: 拉载模式为定功率模式 Batt: 电池模式已开启 List: 列表测试功能已开启
 Dyna: 动态测试模式已开启 Recall: 处于参数调用状态 EXT: 外部信号控制打开 Trig: 外部触发
 Sense: 远端电压测量打开 Error: 运行错误 Rmt: 上位机软件控制状态 Lock: 键盘上锁
 Shift: 按键功能已切换为副功能

1.5 按键功能介绍

常规功能键		快捷功能键（先按Shift再按其他键）	
ON	拉载ON/OFF	Shift + 1	打开/关闭 短路测试（按键1灯亮/灭）
CC	拉载模式切换到CC并设置拉载电流	Shift + 2	打开/关闭 内阻测试（按键2灯亮/灭）
CV	拉载模式切换到CV并设置拉载电压	Shift + 3	打开/关闭 电池测试（按键3灯亮/灭）
CW	拉载模式切换到CW并设置拉载功率	Shift + 4	打开/关闭 过流保护点和时间测试（按键4灯亮灭）
CR	拉载模式切换到CR并设置拉载电阻	Shift + 5	打开/关闭 动态测试（按键5灯亮/灭）
Shift	Shift复合键	Shift + 6	打开/关闭 列表测试（按键6灯亮/灭）
Menu	进入菜单设定	Shift + 7	开启/关闭 比较测试（按键7灯亮/灭）
.	小数点	Shift + 8	调用设定参数
← →	设定位左右移动	Shift + 9	存储设定参数
↑ ↓	设定值增减或设定参数上下切换	Shift + 0	清除功能测试结果
Enter	确认	Shift + .	暂停 功能测试（按键小数点灯亮/灭）
Esc	返回/退出/取消	Shift + CV	打开关闭 LED模式（按键CV灯亮/灭）
其他按键指示灯代表的意义			
← (NG)	测试结果不良（灯亮红色）	(HIGH)	不良测试值高于上限值（灯亮白色）
→ (GO)	测试结果PASS（灯亮绿色）	(LOW)	不良测试值低于下限值（灯亮白色）

快捷功能键为组合键，例如Shift + 1组合键的按法为，先按 Shift，再按 1，而并非同时按下 Shift 和 1。

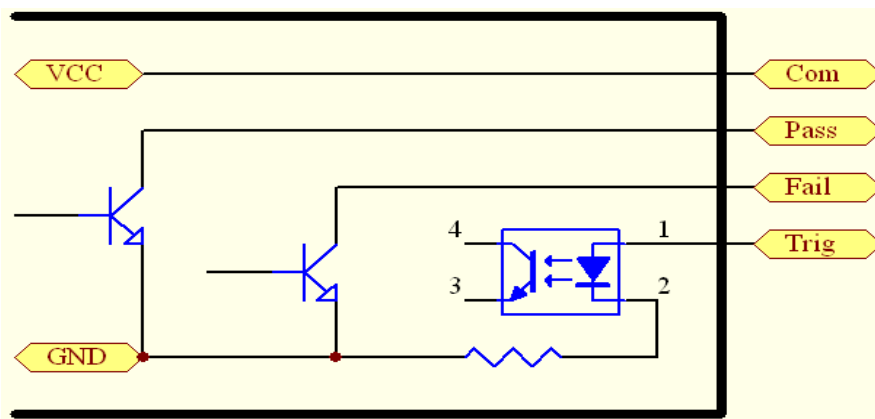
1.6 扩展口详细描述



各引脚定义如下：

1	Sense+	电压远端测量接口+
2	Sense-	电压远端测量接口-
3	Fail	Fail信号
4	Pass	Pass信号
5	Com	I/O口公共端
6	Trig	触发输入口
7	485+	485通讯接口+
8	485-	485通讯接口-

其中，Fail、Pass、Com、Trig引脚在负载内部的接线原理图如下：



1.7 菜单功能介绍

KL7100系列负载的各种功能和相应参数，需要在菜单中进行相应设置，如果设置不恰当，可能造成无法使用，或功能不正常等现象，请仔细阅读以下对菜单内容和功能的详细说明，以更好的使用本负载。

菜单介绍：按Shift,再按Menu键进入菜单，菜单树结构如下表：

一级菜单	二级菜单	设定值或范围	功能描述
A. SYSTEM 系统设置	A.1 ADDRESS 通讯地址 1-199	在与上位机通讯时的	设备地址
	A.2 BAUDRATE 波特率		可选2400/4800/9600/19200/38400/57600/115200
	A.3 ONLINE MODE 多机联动模式	OFF LINE	多机联动模式为不联机
		MASTER	多机联动模式为主机将多台KL5100系列的负载通过通讯端口连接起来，其中一台设置为主机，其他设置为从机，主机上的操作，将通过通讯端口发送到从机，从而实现同样的操作。
		SLAVE	多机联动模式为从机
	A.4 INPUT RECALL 拉载记忆功能	ON	拉载记忆功能打开，在负载开机时，负载自动恢复到上次关机前的拉载状态
		OFF	拉载记忆功能关闭，在负载开机时，负载总是OFF状态
	A.5 KEY SOUND 按键声	ON 按键有声音	
	OFF 按键无声音		
A.6 BACKLIGHT 背光灯 1-100	设置LCD显示屏背光灯的亮度，1-100可选		
1.7 PASSWORD 键盘密码 0, 1-9999	设置不为0时，值为键盘锁的密码，设置为0时，键盘无密码		
B. CONFIG 功能配置	B.1 VSENSE PORT 电压测量点	FRONT 本地	测量，电压测量点为前面板输入端子
		BACK 远端	测量，电压测量点为后面板端子SENSE+、SENSE-
	B.2 ONLOAD LEVEL 拉载门槛电压	0-150V	拉载门槛电压，当输入电压低于此设置值时，负载自动关闭拉载。
	B.3 SLEW UP RATE 电流爬升率	0.1-499.9 A/mS	在CC模式下，电流爬升速率。在拉载打开，或拉载电流设置值增加时，负载电流不是直接切换到设定值，而是被控制以此项设定的速率，从当前值爬升到设定值。
	B.4 SLEW DOWN RATE 电流下降率	0.1-499.9 A/mS	在CC模式下，电流下降速率。在拉载关闭，或拉载电流设置值减小时，负载电流不是直接切换到设定值，而是被控制以此项设定的速率，从当前值减小到设定值。
	B.5 LED MODE		LED测试模式
	B.6 CV LOOP SPEED FAST/LOW	CV模式反馈速度设定	FAST高速，LOW低速
	B.7 FACTORY RESET 恢复出厂设置	YES 进入此项，按ENTER键可将所有菜单设定恢复出厂设置	
C. BATTERY 电池测试	C.1 END TEST VOLT 放电终止电压	0-150V	放电终止电压，当电池电压低于此设定值时，负载自动关闭拉载（如果设置了半电流放电，则转到半电流放电流程）。
	C.2 HALF CURRENT 半电流放电	ON/OFF	ON为打开半电流放电功能，OFF为关闭此功能。如果打开此功能，则在电池电压首次低于终止电压时，负载将切换到半电流继续放电，此时电压会小幅上升到放电终止电压以上，当继续放电到电池电压再次下降到放电终止电压以下时，才彻底关闭拉载停止放电。此功能目的在于更彻底的放完电池残余电量。
	C.3 CAPACITY UNIT 容量单位 AH/WH	选择电池容量计算的单位，AH为安时，WH为瓦时	
	C.4 OVER SIGNAL 放电结束信号输出方式	ONE ALARM	蜂鸣器响一声
LAST ALARM		蜂鸣器持续响，直到任意键按下	
LEVEL OUT		后面板PASS信号动作，并在下次放电测试开始时复位	
D. COMPARE 自动测试	D.1 VOLTAGE HIGH 电压上限 0-150V	放电终止电压	
	D.2 VOLTAGE LOW 电压下限 0-150V	1/2电流放电打开	
	D.3 CURRENT HIGH 电流上限 0-60A	1/4电流放电打开	
	D.4 CURRENT LOW 电流下限 0-60A	放电结束一声报警	
	D.5 NG ALARM 不良报警信号	NO ALARM	无信号
		DI--DI--DI	蜂鸣器连续短声报警
DI-----		蜂鸣器持续长声报警	
	LEVEL OUT	后面板PASS FAIL信号动作	
E. DYNAMIC 动态测试	E.1 LEVEL A CURRE 电流 A点 0-60A	动态测试时的	A 电流设置值
	E.2 WIDTH A TIME A点周期 0.05mS-99.99S		动态测试时的 A 电流周期
	E.3 LEVEL B CURRE 电流 B点 0-60A	动态测试时的	B 电流设置值
	E.4 WIDTH B TIME B点周期 0.05mS-99.99S		动态测试时的 B 电流周期

F. AUTO- LIST 自动列表 测试	F.1 LOAD LIST 1-19 加载步序		测试文件, 最多可	保存19个步序测试文件						
	F.20 SELECT LIST		1-19 选择	被编辑的步序文件						
	F.21 LIST LENGTH		1-49 设置	当前被编辑步序文件的步长						
	F.22 TRIG MODE 选择开始测试的触 发方式		KEY ON AUTO 触	发模式为键盘ON键启动 且运行至结束						
			VIN TRIG AUTO	触发模式为输入电压上升到设置的触发电压以上						
			EXT TRIG AUTO	触发模式为后面板TRIG口, 且触发一次运行至结束						
			EXT TRIG STEP	触发模式为后面板TRIG口, 且触发一次运行一步						
	F.23 STOP MODE 选择结束测试的停 止方式		CONTIOUNS 停止	模式为不停止(一直 循环)						
			FAIL STOP	遇到不良即停止						
			END HOLD 所有	步序完 成后停止, 停止保持在最后一步						
			END RESET 所有	步序完 成后停止, 停止后恢复 空载						
	F.24 SET ALL STEP 单步 设置 (设 置各 个步 骤的 执行 功能)		步序号 1-49 选择被编辑的步序	END 结束步, 每套步序文件必须以 END步结束						
				COMP	IL 电	流 比	较的	下	限	
					IH 电	流 比	较的	上	限	
					VL 电	压 比	较的	下	限	
					VH 电	压 比	较的	上	限	
					PL 功	率 比	较的	下	限	
					PH 功	率 比	较的	上	限	
					RL	电	阻比	较的	下	限
					RH	电	阻比	较的	上	限
				DELAY	延时					
				LOAD	CC CC	模式拉载, 并设置拉载电流值				
					CV CV	模式拉载, 并设置拉载电压值				
					CW CW	模式拉载, 并设置拉载功率值				
					CR CR	模式拉载, 并设置拉载电 阻值				
				SLEW	UP	设定电流上升下降 斜率				
					DN					
F.25 WHEN OUTPUT		DISABLE	不输出信号							
		WHEN STEP	每走完一步输出信号							
		WHEN END 所有	步 走完输出信号							
F.26 OUTPUT TYPE		ALARM 测试	结果信号输出方式为不良时蜂鸣器报警							
		PULSE	测试结果信号输出方式为后面板PASS/FAIL号输出一个 脉冲(此系列机型无此信号输出)							
		LEVEL	测试结果信号输出方式为后面板PASS/FAIL信号输出持续的电 平(此系列机型无此信号输出)							
F.27 SAVE SETTING		每次对步序文件进行编辑后, 最后 必须在此菜单下按一次 ENTER, 以保存到FLASH, 否则这些编辑数据会在负载关机后 丢失。								
G. OCP TEST 过流保护 测试	G.1 START CURRENT 0-60A 过流保		护测试时, 开始 带载的起始电流值							
	G.2 STEP CURRENT 0.001-60A 过流保		护测试时, 每步增加的电流值							
	G.3 STEP TIME 1-59999 mS 过流保		护测试时, 每增加一个步进值的 间隔时间							

● 菜单操作方式:

所有菜单路径操作中, 按ENTER键为进入当前菜单的下一级菜单(如果有), 按ESC键为返回当前菜单的上一级菜单, 按方向键为在当前菜单的同级菜单中切换。在最末级菜单按ENTER键为查看此项的值, 而按方向键(当值为选项类型)或数字键(当值为数值类型)可对其进行修改。完成单项修改后, 需按ENTER键修改才被保存, 而按ESC键将不被保存, 无论按ENTER还是ESC都将返回上一级菜单。

● 注意:

对于LIST菜单中的新设定, 还需要进入SAVE SETTING菜单后按ENTER键, 才能将所设定的内容保存到FLASH(保存成功后会有一声长响提示), 下次开机才能加载正确, 否则这些设置内容在负载掉电后将丢失。

1.8 选件和配件

出厂标准配件件: 以一台机器为参考标准, 配有电源线一根, 中文用户手册一本。
 可选附件: 通讯电缆; 通讯适配器、上位机软件;

第二章 技术规格

2.1 主要技术参数

指标	型号	KL7100	KL7101	KL7102	KL7103	KL7103A	KL7104	KL7104A	KL7105	KL7106	
输入	输入电压	AC 220V ±10%, 50±2Hz									
	功耗	小于40 W									
负载	负载电压	1-150V	1-150V	1-150V	1-150V	1-300V	1-150V	1-300V	1-150V	1-300V	
	负载电流	0-60A	80A	0-100A	0-200A	0-200A	0-200A	0-200A	0-200A	0-300A	
	负载功率	600W	800W	1200W	2400W			3600W		4800W	
	负载电阻	0.1 Ω -10000 Ω									
测量分辨率	主电流	0.001A									
	主电压	0.001V									
	电阻	0.001 Ω									
	功率	0.001W									
测量精度	主电流	I _{max} ±0.05%+4mA (24bit A/D, 15ppm/°C基准)									
	主电压	V _{max} ±0.05 %+4mV (24bit A/D, 15ppm/°C基准, 输入阻抗 1MΩ)									
控制精度	电流	I _{max} ±0.1%+4mA (16bit D/A, 15ppm/°C基准)									
	电压	V _{max} ±0.1%+4mV (16bit D/A, 15ppm/°C基准)									
	电阻	R _{max} ±0.1%+0.1 Ω (16bit D/A, 15ppm/°C基准)									
	功率	P _{max} ±0.1%+0.1W (16bit D/A, 15ppm/°C基准)									
保护	过压	160V	160V	160V	160V	310V	160V	310V	160V	310V	
	过温	85°C									
	过功率	650W	850W	1250W	2500W			3800W		5000W	
	过流	60A	80A	100A	200A	200A	200A	200A	200A	200A	300A
通讯接口	程控接口	RS232, RS485									
	监控软件	支持 PC 联机, 官方网站直接下载使用 (开放通讯协议, 支持二次开发)									
超级功能	工作模式	定电流CC 定电压CV 定电阻CR 定功率CP									
	常规功能	动态测试(最高 10KHZ), 短路测试, 高精度电池测试(安时AH, 瓦时 WH)									
	自动测试功能	过流保护点/保护时间测试, 内阻测试, 列表测试									
扩展端口	外部触发	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
	PASS, FAIL 输出	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
	远端电压测量	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
配件	RS232 通讯线, 负载大电流紫铜镀银冷压端子, 通讯扩展端子、电源线、说明书、保修卡										
使用环境温度范围	满载范围: 0~30°C (超过30 °C降额使用, 降额率 40W/°C)										
使用环境湿度范围	10~60RH										
DC输入端 对机箱耐压	±250VDC										
DC输入端 对机箱绝缘电阻	>20M Ω, 500VDC时										
AC输入端 对机箱绝缘电阻	>20M Ω, 500VDC时										
外形尺寸	2U*19"*360mm				4U*19"*360mm			6U*19"*360mm		8U*19"*360mm	
大概重量 (Kg)	7.0	7.5	10	19	19	28	28	37	37		
支持 4.8KW——48KW 大功率程控电子负载定制											

2.2 补充特性

内存容量: 49 组; 交流电源输入等级 220V ±5% 50Hz/60Hz

建议校准频率: 1次/年, 校准必须专业的人员使用标准仪器才能操作, 校准方法请另咨询本公司技术支持人员

散热方式:	温度	25-80° C	85° C
	风扇状态	PWM控制 (约1000-6000RPM)	温度保护 (OT), 带载关闭

风扇控制方式: PWM

操作环境温度: 0 to 40 °C, 储存环境温度: -20 to 70 °C

使用环境: 室内使用设计, 最大湿度 95%

第三章 功能操作

3.1 基本工作模式和操作方法

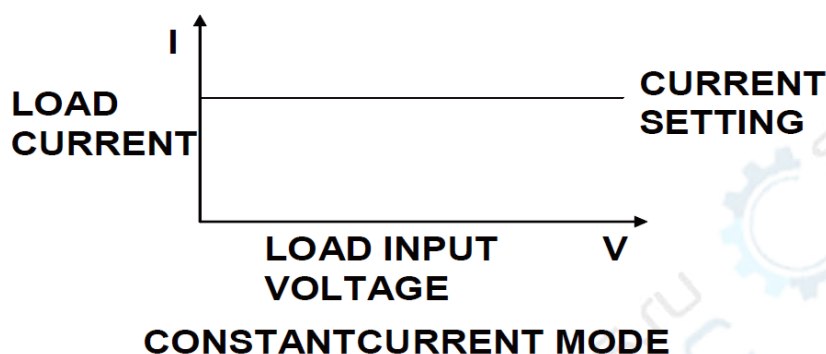
电子负载可以工作在下面四种模式中：

- 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)

按键盘上的CC、CV、CR、CW按键，可切换到相应的工作模式，并进入相应模式的拉载值的设置状态。按数字键输入设定值，按Enter键确定保存设定并退出设置，按ESC键则为不保存拉载值的修改并退出设置。设置好拉载值后，按ON键即可带载，再按ON键可关闭带载。

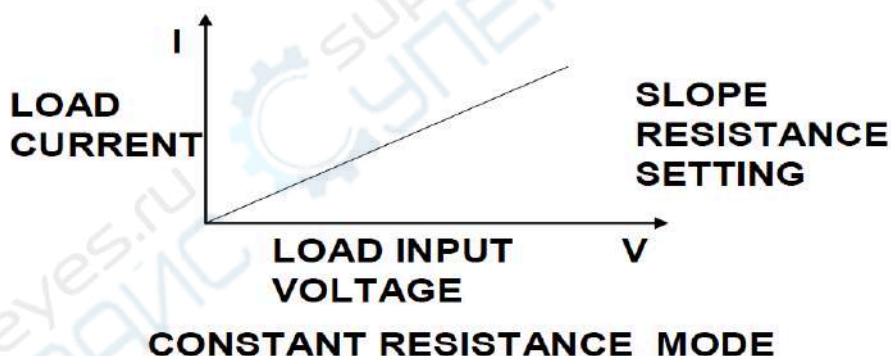
3.1.1 定电流工作模式 (CC)

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。



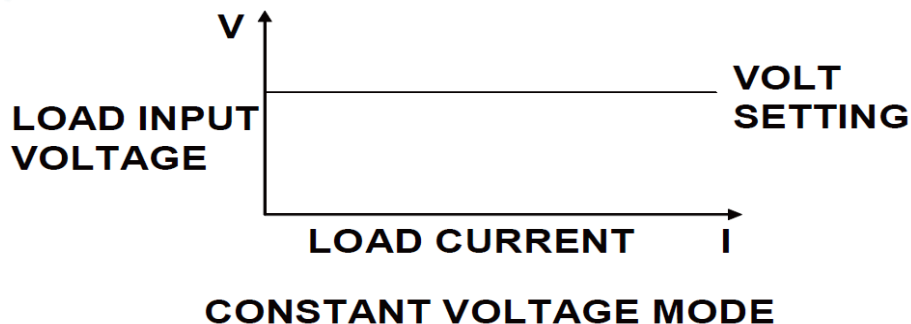
3.1.2 定电阻工作模式 (CR)

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，电子负载会随着输入电压的改变来线性改变电流。



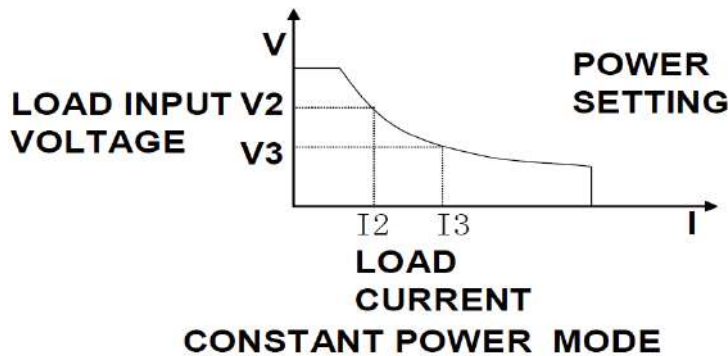
3.1.3 定电压工作模式 (CV)

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。



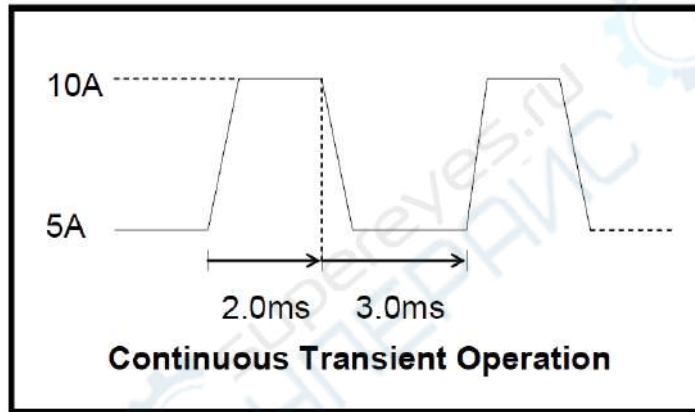
3.1.4 定功率工作模式 (CP)

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。



3.2 动态测试

KL7100系列电子负载具有动态测试的功能，能够使负载在两种负载电流间反复切换，此功能可以用来测试电源的动态特性。使用动态测试功能前，应先在菜单E.DYNAMIC中设置好动态测试的相关参数，具体设定包括：A值、A脉宽时间、B值、B脉宽时间。然后在前面板上先按Shift键，再按数字5，来进入和退出动态测试工作模式。当进入动态测试模式后，按ON键，负载即会连续的在A值及B值之间按设定的相应周期来回切换，再按ON键可停止负载。



A值10A、A脉宽时间2.0mS、B值5A、B脉宽时间3.0mS

3.3 电池测试功能 (BATTERY)

KL7100系列电子负载具有电池测试的功能，在菜单C.BATTERY中设置好END TEST VOLT终止电压（一般为电池电量消耗完后的电压）、HALF CURRENT是否进行半电流放电、CAPACITY UNIT容量计算单位、OVER SIGNAL放电结束信号输出方式等参数后，退出菜单，按Shift键，再按数字3键，即可进入或退出电池测试模式，注意只有在CC模式下，才可打开电池测试功能。进入电池测试模式后，按CC键设置需要的放电电流值，再按ON键可开始或停止放电，开始放电后，负载将持续检测实际输入电压并累计消耗掉的容量值（以设定的单位显示在左下角），当输入电压低于设定的终止电压值时（一般表明电池电量耗尽），负载将自动停止放电（如果打开了半电流放电，则在输入电压首次低于终止电压时，切换到设定电流的一半值继续放电，此时输入电压一般会小幅上升到终止电压以上，当输入电压再次低于终止电压时，负载才停止放电），停止放电时，负载会以设定的方式提示放电结束，此时显示的容量值即代表被测电池的容量，此容量值的显示为持续累计，按Shift再按数字0键，可以清除，退出电池测试模式也会自动清除。

3.4 自动测试 (AUTO LIST)

KL7100系列电子负载具有自动测试的功能，在菜单D.COMPARE中设置好电压电流的上限和下限，以及测试结果输出方式，退出菜单，按Shift再按数字7键，即进入或退出自动测试模式，进入自动模式后，负载将实际电压电流测量值持续和设定的上下限比较，并输出结果。

3.5 列表测试 (AUTO LIST)

列表测试可以为生产线自动化测试带来极大的便利性。通过预设列表测试的步骤，可以将被测产品的多个测试步骤编辑成列表顺序完成，依据最后的测试结果来判断整个产品的好坏。

KL7100系列最多可以设置存储19组列表测试数据，以对应19种规格的被测产品。每一组数据里面最多可以设置49步测量步骤，每一步可以设置6种带载模式或其它相应参数。

3.5.1 列表测试设定方法

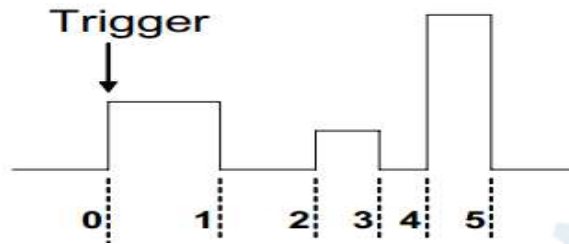
先按Shift再按数字6可以进入或者退出列表测试功能。

进行列表测试之前要先确认列表步序文件的设定是否正确，在菜单F.AUTO LIST下设定具体的测试步骤。并且在LOAD LIST子项中输入测试组号再按ENTER，以加载被选择的列表步序文件。进入列表测试模式后，以设定的方式触发，负载即按设定的步骤开始运行整个列表和输出测试结果。

3.5.2 列表测试运行步骤

列表测试有四个基本动作，分别为LOAD拉载、DELAY延时、COMP比较、SLEW增减，以及一个结束动作END。使用此4个动作，并设置每个动作具体参数，即可编辑出一系列测试步骤并得出测试结果。

列表测试的具体运行步骤为：等待启动信号→运行第一步（如此步为拉载，则负载将按设定的值拉载；如为延时，则负载保持上一步的拉载状态；如为比较，则负载将当前测量值与设定的规格比较并输出结果，如为增减，则相应的将拉载值增加或减小）→运行第二步……运行最后一步→结束。



3.6 短路保护测试 (OCP TEST)

KL7100系列电子负载具有短路保护测试的功能，用于测试被测电压的短路保护时间。在菜单G.OCP TEST中设置START CURRENT起始电流值，STEP CURRENT步进电流值，STEP TIME 步进间隔时间，退出菜单，按Shift键再按数字4键，进入或退出短路保护测试模式。在短路保护模式，按ON键开始测试，负载以设定的起始电流值开始拉载，并持续检测被测电源是否进入短路保护状态（以输入电压和电流跳变到0为依据），如未保护，则在设定的步进时间后，在当前拉载电流值的基础上再增加一个设定的步进电流值，并重新开始计时，同时继续检测被测电源是否进入短路保护状态，如此循环步进，直到拉载电流大于被测电源的过流保护点，负载检测到电源进入短路保护状态，此时负载关闭拉载，并得到从最后一个步进到出现短路保护的时间，此值即为被测电源的短路保护时间，最后一步的拉载值即为被测电源的短路保护点。

3.7 内阻测试 (INTERNAL RESIS)

KL7100系列电子负载具有内阻测试的功能。在菜单H.INTERNAL RESIS 中设定2个不同的拉载电流点，和对应的拉载持续时间，退出菜单，按Shift键再按数字2键，进入或退出内阻测试模式。在内阻测试模式下，按ON键开始测试，负载依次按设定的拉载值和持续时间拉载，并测量相应的电压，从而计算出被测电源的内阻。

3.8 存储和调用

KL7100系列电子负载具有存储和调用基本工作模式下拉载值的功能，先将当前工作模式和拉载值设定为需要保存的预设值，按Shift键再按数字9键，负载将显示存储编号，输入编号，负载即将当前拉载模式和拉载值保存到输入编号的存储器。按Shift键再按数字8键，负载将显示存储编号，输入编号，负载即读取输入编号对应的预设工作模式和拉载值为当前设定值。

3.9 输入控制

3.9.1 短路操作 (SHORT)

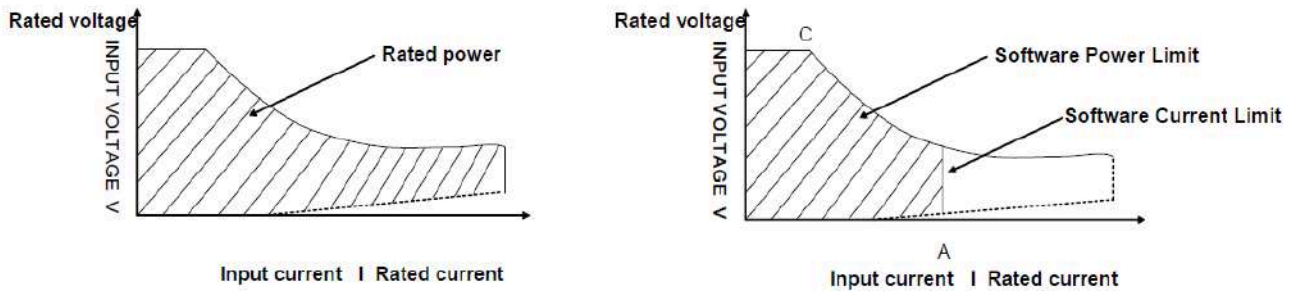
负载可以在输入端模拟一个短路电路。在面板操作情况下，你可以先按Shift再按Short来切换短路状态。短路操作不影响当前的设定值，当短路操作切换回OFF状态时，负载返回到原先的设定状态。负载短路时所消耗的实际电流值取决于当前负载的工作模式及电流量程。在CC,CP及CR 模式时，最大短路电流为当前量程的120%。

3.9.2 输入开关操作

在面板操作情况下，你可以按On键来切换输入开关状态。输入开关操作不影响当前的设定值。

3.9.3 电子负载可操作范围

电子负载应在限定电流，限定电压及限定功率范围内，如下图中的阴影部分，如超出负载规格，将出现相应的保护动作。



负载模式变化

3.10 保护功能

负载包括下面描述的几项保护功能。

3.10.1 过电压保护 (OVP)

当输入电压大于最大电压值时，负载将过电压保护：带载关闭，蜂鸣器鸣叫，VFD显示OVP。

3.10.2 过电流保护 (OCP)

在CC、CP及CR模式时，当负载输入电流增加到电流上限时，负载将限制在最大保护电流输入，显示电流值闪烁。

3.10.3 过功率保护 (OPP)

在正常操作模式下，当消耗功率增加到功率上限时，负载将调整为最大保护功率输入，带载电流将被限制在最大保护功率之内。

3.10.4 输入极性反接

当输入极性反接时，蜂鸣器鸣叫警报，负载将以最大电流输入。如果被测电源的最大电流限制大于负载的最大电流限制，极性反接可能导致负载损坏；如果负载的最大电流限制大于电源的最大电流限制，极性反接可能导致电源保护或者损坏。故应尽量避免此状态发生，如产生极性反接报警，应立即将拉载回路断开。

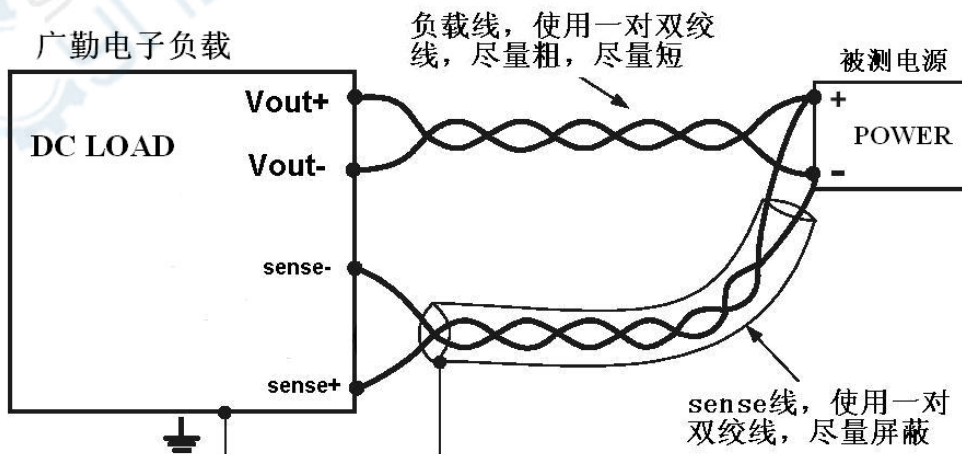
3.10.5 过温度保护 (OTP)

当负载内部功率器件超过80°C时，负载将温度保护。此时输入OFF，蜂鸣器鸣叫，VFD显示OTP。

3.11 远端测试功能

在CC、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，负载提供了一个远程量测端子（部分型号没有此项功能），用户可以用该端子来测量被测仪器的输出端子电压。在使用远程测量功能前，必需要先在菜单B.1 VSENSE PORT中设定负载为远程量测模式。

电子负载电压远端测量接线示意图



注意：如果负载被设置成远端测量模式，而远端测量线又未正确接入，则负载会出现电压无显示或显示值错误等现象，请慎重设置。

3.12 拉载门槛电压

KL7100系列负载具有一个拉载保护门槛电压的功能，在菜单B.2 ONLOAD LEVEL中设置，即当输入电压低于此门槛时，负载将自动关闭拉载，当输入电压高于门槛时，负载将自动恢复拉载（如果负载为ON）。

此功能用于防止被测电源故障时，继续拉载可能导致的进一步损坏。

也可将此功能应用为简易的自动测试，先设置好拉载值，并按ON键一直打开拉载，将被测产品接入负载时（有电压输入），负载自动开始拉载，而将被测产品从负载断开时（无电压接入），负载自动关闭拉载，从而省去每次测试都要按ON键的操作。

注意：如果负载的拉载门槛被设置为不合适的值，则可能出现拉载ON却无电流的现象，请慎重设置。

3.13 其他系统设置

3.13.1 带载记忆功能

菜单A.4“INPUT RECALL”为负载带载状态记忆功能开关，设为ON为打开此功能，OFF为关闭此功能。如果打开此功能，且在关机前的状态为带载ON，则在负载再开机时将直接为带载ON状态，带载值为关机前的设置值。如关闭带载记忆功能，则开机时为默认的带载OFF状态。

3.13.2 按键声音功能

菜单A.5“KEY SOUND”为按键声音开关，设为ON时，每次按键蜂鸣器短鸣一次，设为OFF则按键无声。

3.13.3 键盘锁

菜单A.7“PASSWORD”为键盘锁设置，如密码设置为0表示键盘无密码，如设置为其他密码（1-9999的数字），则在通过键盘对负载进行任何设置前都需要输入此密码（On键除外）。

3.13.4 恢复出厂设置

菜单B.7“FACTORY RESET”为恢复出厂设置功能，如用户在使用过程中不清楚菜单各项的设置是否正确，可在此菜单下按ENTER键，当显示屏显示 YES时，再按ENTER键，则负载的所有菜单设置都将恢复到出厂设置。

第四章 安装

4.1 验货

确保您在收到负载的同时收到以下各个部件，若有任何缺失，请联系经销商。

4.2 清洁

1. 定期给排风扇除尘。
2. 如果需要清洁机器外壳，请用一块干布或者微湿的布轻拭，不得随意擦拭机器内部。



警告：在清洁之前，务必要断开电源

4.5 电源线的连接

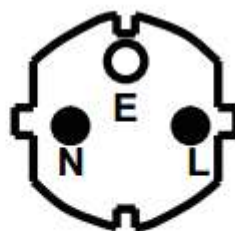
请选择正确的电源线，确保电子负载供电正常。请从下面的电源线规格中选择适合您所在地区的型号。如您购买时弄错了型号，请联系经销商调换。



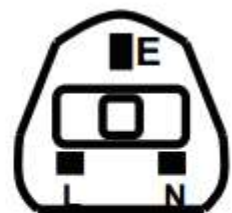
中国
IT-E171



美国，加拿大
IT-E172



欧洲
IT-E173

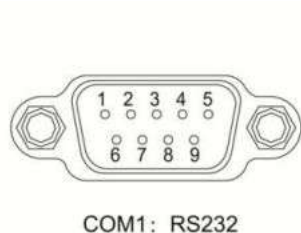


英国
IT-E174

第五章 通讯

5.1 通讯功能及接口说明

KL7100系列电子负载后面板上具备一个RS232和一个RS485通讯接口。RS485分A/B两条线连接，RS232如下：



COM1引脚定义

接口	PIN	引脚定义
COM1 (RS232)	2	RS232 RXD
	3	RS232 TXD
	5	GND

注意，RS232串口线必须使用两端孔对孔直通非交叉的类型

5.2 通讯参数的设置

使用通讯功能前，应先在菜单A.1 ADDRESS中设置通讯地址，菜单A.2 BAUDRATE中设置波特率。

5.3 协议

KL7100系列电子负载采用MODBUS-RTU串行通讯协议，所有功能通过读写相应的功能寄存器实现。

5.3.1 寄存器列表

名称	地址	字节	读写属性	取值范围	说明
KEY SOUND	0x0100	1	R/W	0,1	按键声音控制寄存器。0：按键无声；1：按键有声。
PASSWORD	0x0102	2	R/W	0,1-9999	按键密码寄存器。密码可设为1-9999，设0表示无密码。
INPUT RECALL	0x0106	1	R/W	0,1	输入拉载状态记忆寄存器。0：不记忆；1：记忆。
HEAT	0x0108	1	R	0,1	过热保护状态寄存器。0：未过热保护；1：已过热保护。
VSENSE PORT	0x010A	1	R/W	0,1	电压测量端口选择寄存器。0：选择前面板接线柱；1：选择后面板远端测量。
SHORT	0x010C	1	R/W	0,1	短路控制寄存器。0：不短路；1：短路。
LOAD ONOFF	0x010E	1	R/W	0,1	加载控制寄存器。0：加载OFF；1：加载ON。
LOAD MODE	0x0110	1	R/W	0-3	加载模式寄存器。0：CV；1：CC；2：CR；3：CW。
CV SETTING	0x0112	4	R/W	0-150000	CV模式加载电压设定值寄存器，单位1mV。
CC SETTING	0x0116	4	R/W	0-30000	CC模式加载电流设定值寄存器，单位1mA。
CR SETTING	0x011A	4	R/W	0-80000	CR模式等效电阻设定值寄存器，单位1Ω。
CW SETTING	0x011E	4	R/W	0-2500	CW模式加载功率设定值寄存器，单位0.1W。
U MEASURE	0x0122	4	R	0-150000	实时电压测量值寄存器，单位1mV。
I MEASURE	0x0126	4	R	0-30000	实时电流测量值寄存器，单位1mV。
ONLOAD LEVEL	0x012A	4	R/W	0-150000	加载门槛电压寄存器，单位1mV，输入电压上升到大于此值才允许加载。
DYNA ONOFF	0x0132	1	R/W	0,1	动态测试功能开关寄存器。0：关闭动态测试；1：开启动态测试。
LEVEL A CURR	0x0134	4	R/W	0-30000	动态测试A点带载电流设定值寄存器，单位1mA。
WIDTH A TIME	0x0138	4	R/W	0-30000	动态测试A点带载持续时间，单位1mS。
LEVEL B CURR	0x013C	4	R/W	0-65535	动态测试B点带载电流设定值寄存器，单位1mA。
WIDTH B TIME	0x0140	4	R/W	0-65535	动态测试B点带载持续时间，单位1mS。
BATT ONOFF	0x0144	1	R/W	0,1	电池放电测试功能开关寄存器。0：关闭电池测试；1：开启电池测试。
END TEST VOLT	0x0146	4	R/W	0-150000	电池放电终止电压寄存器，单位1mV。
CAPACITY	0x0148	4	R		容量值（单位AH）
HALF CURR	0x014A	1	R/W	0,1	电池半电流放电功能开关寄存器。0：关闭半电流放电功能；1：打开半电流放电功能，在电池达到放电终止电压后继续以设定电流的一半继续放电。
CAPACITY_UN IT1	0x014C	1	R/W	0,1	电池容量计算方式寄存器。0：以AH为单位；1：以WH为单位。
OVER SIGNAL	0x014E	1	R/W	0-2	电池放电结束提示信号输出方式寄存器。0：蜂鸣器响一声；

					1: 蜂鸣器持续响; 2: 后面板扩展口输出持续电平信号。
LIST ONOFF	0x0150	1	R/W	0, 1	列表测试功能开关寄存器: 0: 关闭列表测试功能; 1: 开启列表测试功能。
LOAD LIST	0x0152	1	R/W	1-4 9	当前加载的列表测试文件序号寄存器, 最大可存储49个列表文件。
SELECT LIST	0x0154	1	R/W	1-4 9	当前编辑的列表测试文件序号寄存器, 最大可存储49个列表文件。
SET LENGTH	0x0156	1	R/W	1-4 9	当前编辑的列表测试文件步长寄存器, 最长可设置49步。
SET TRIG MODE	0x0158	1	R/W	0-2	列表测试开始运行的触发方式寄存器。0: 按键ONFF触发运行所有步; 1: 后面板脉冲触发运行所有步, 2: 后面板一个脉冲触发运行一步。
SET STOP MODE	0x015A	1	R/W	0-3	列表测试终止方式寄存器。0: 不终止, 一直循环运行, 直到按下ONOFF键; 1: 遇到不良的步即终止; 2: 运行到最后一步终止, 并保持最后一步的带载状态; 3: 运行到最后一步终止, 并复位到空载状态。
STEP NUMBER	0x015C	1	R/W	1-4 9	当前编辑的步序号寄存器, 是设置以下6个寄存器时的目标步的序号: LOAD MODE、LOAD SETTING、DELAY TIME、TEST CONTENT、MAXIMUM、MINIMUM。
LOAD MODE	0x015E	1	R/W	0-8	当前STEP NUMBER寄存器所指示步的带载模式寄存器: 0: CC 1: CV; 2: CR; 3: CW; 4: CC增加; 5: CC减少; 6: CV增加; 7: CV减少; 8: 保持上一步的状态不变。
LOAD SETTING	0x0160	4	R/W	0-150000	当前STEP NUMBER寄存器所指示步的带载值, 或带载增加值, 或带载减小值寄存器, 单位对应为1mA、1mV、1Ω、0.1W、1mV。。
DELAY TIME	0x0164	2	R/W	0-65535	当前STEP NUMBER寄存器所指示步的持续时间寄存器, 单位0.1S。
TEST CONTENT	0x0166	1	R/W	0-4	当前STEP NUMBER寄存器所指示步的测试内容寄存器, 指示判定对象为以下4种选项之一: 0: 电流; 1: 电压; 2: 等效电阻; 3: 功率; 4: 第二路电压。
MAXIMUM	0x0168	4	R/W	0-150000	当前STEP NUMBER寄存器所指示步的TEST CONTENT寄存器所指定的测试对象的上限, 单位对应为1mA、1mV、1Ω、0.1W、1mV。
MINIMUM	0x016C	4	R/W	0-150000	当前STEP NUMBER寄存器所指示步的TEST CONTENT寄存器所指定的测试对象的下限, 单位对应为1mA、1mV、1Ω、0.1W、1mV。
WHEN OUTPUT	0x0172	1	R/W	0-2	测试结果信号输出时机选择寄存器: 0: 不输出; 1: 每步结束时更新输出; 2: 流程终止时输出
OUTPUT TYPE	0x0174	1	R/W	0,1	测试结果信号输出方式选择寄存器: 0: 脉冲方式; 1: 电平方式(集电极开路)

5.3.2 指令格式

以下指令举例中的数值均为16进制表示。

● 读取单个寄存器的值

上位机发送: 【设备地址】 【命令号】 【寄存器地址高字节】 【寄存器地址低字节】 【读取字节个数高字节】 【读取字节个数低字节】 【CRC校验高字节】 【CRC校验低字节】

负载响应: 【设备地址】 【命令号】 【返回数据字节个数】 【数据1】 【数据2】 【数据3】 【数据4】 【CRC校验高字节】 【CRC校验低字节】

例如要读取一通道电压量测值, 发送: 01 03 01 22 00 04 FF E5

负载响应: 01 03 04 00 01 24 F8 71 B1 (电压值为0x000124F8, 即75000mV)

例如要读取一通道电流量测值, 发送: 01 03 01 26 00 04 3E A4

负载响应: 01 03 04 00 00 3C B4 44 EB (电流值为0x00003CB4, 即15540mA)

- 读全局数据

上位机发送：【设备地址】【命令号】【起始寄存器地址高字节】【起始寄存器地址低字节】【读取字节个数高字节】【读取字节个数低字节】【CRC校验高字节】【CRC校验低字节】

负载响应：【设备地址】【命令号】【返回数据字节个数】【电压测量值Bit24-31】【电压测量值Bit16-23】【电压测量值Bit8-15】【电压测量值Bit0-7】【电流测量值Bit24-31】【电流测量值Bit16-23】【电流测量值Bit8-15】【电流测量值Bit0-7】【按键声音】【键盘密码Bit8-15】【键盘密码Bit0-7】【带载状态记忆】【温度保护状态】【远端测量】【短路功能】【带载状态】【带载模式】【动态测试开关】【电池功能开关】【半电流放电使能】【电池容量单位】【放电结束信号设置】【列表测试使能】【列表测试加载文件序号】【CRC校验高字节】【CRC校验低字节】

例如，上位机发送：01 03 01 22 00 19 F6 25

负载响应：01 03 18 00 XX XX XX 00 00 XX XX 00/01 XX XX 00/01 00/01 00/01 00/01 00-03 00/01 00/01 00/01 00/01 00-02 00/01 0-4 9 CRCH CRCL

- 写单个寄存器

上位机发送：【设备地址】【命令号】【寄存器地址高字节】【寄存器地址低字节】【写入寄存器个数高字节】【写入寄存器个数低字节】【写入数据字节个数】【数据Bit24-31】【数据Bit16-23】【数据Bit8-15】【数据Bit0-7】【CRC校验高字节】【CRC校验低字节】

负载响应：【设备地址】【命令号】【寄存器地址高字节】【寄存器地址低字节】【写入寄存器个数高字节】【写入寄存器个数低字节】【写入数据字节个数】【CRC校验高字节】【CRC校验低字节】

例如，设定一通道拉载电压值为12V，发送：01 06 01 12 00 01 04 00 00 2E E0 7 B 83

负载响应：01 06 01 12 00 01 04 4D 33

设定一通道拉载电流值为10V，发送：01 06 01 16 00 01 04 00 00 27 10 9C 84

设置一通道拉载状态为ON，发送：01 06 01 0E 00 01 04 00 00 00 01 CA 5 F

设置一通道拉载状态为OFF，发送：01 06 01 0E 00 01 04 00 00 00 00 0A 9E

- 设置列表测试文件

上位机发送：【设备地址】【命令号】【起始寄存器地址高字节】【起始寄存器地址低字节】【写入寄存器个数高字节】【写入寄存器个数低字节】【写入数据字节个数】【被编辑列表文件的序号】【本组列表长度】【触发模式】【停止模式】【信号输出时机】【输出信号类型】【保存设定】【CRC校验高字节】【CRC校验低字节】

负载响应：【设备地址】【命令号】【寄存器地址高字节】【寄存器地址低字节】【写入寄存器个数高字节】【写入寄存器个数低字节】【写入数据字节个数】【CRC校验高字节】【CRC校验低字节】

例如，上位机发送：01 10 01 54 00 07 07 01 05 00 03 04 01 01 34 8A

负载响应：01 10 01 54 00 07 07 52 67

- 设置列表文件的某一步

上位机发送：【设备地址】【命令号】【起始寄存器地址高字节】【起始寄存器地址低字节】【写入寄存器个数高字节】【写入寄存器个数低字节】【写入数据字节个数】【被编辑的步序号】【加载模式】【加载设定值Bit24-31】【加载设定值Bit16-23】【加载设定值Bit8-15】【加载设定值Bit0-7】【测试对象】【单步持续时间高字节】【单步持续时间低字节】【测试对象上限值Bit24-31】【测试对象上限值Bit16-23】【测试对象上限值Bit8-15】【测试对象上限值Bit0-7】【测试对象下限值Bit24-31】【测试对象下限值Bit16-23】【测试对象下限值Bit8-15】【测试对象下限值Bit0-7】【交流输入选择】【CRC校验高字节】【CRC校验低字节】

负载响应：【设备地址】【命令号】【寄存器地址高字节】【寄存器地址低字节】【写入寄存器个数高字节】【写入寄存器个数低字节】【写入数据字节个数】【CRC校验高字节】【CRC校验低字节】

例如，设置列表测试文件第一步为CC模式加载电流5A，持续时间3S,测试电流范围4.9A-5.1A,交流输入220VAC),上位机发送:

01 10 01 5C 00 08 12 01 00 00 00 13 88 00 00 1E 00 00 13 EC 00 00 13 24 02 E2 7 B

负载响应: 01 10 01 5C 00 08 12 0D A1

5.3.3 CRC校验计算方法

CRC数据校验采用RTU标准，初始值0xFFFF，多项式0xA001，

发送数据时，将16位校验码按高字节在前，低字节在后的方式附在指令之后。

C语言计算CRC校验码的函数如下:

```
unsigned short Get_CRC16RTU(volatile unsigned char *ptr,unsigned char len)
{
    unsigned char i;
    unsigned short crc = 0xFFFF;
    if(len==0) len = 1;
    while(len--)
    {
        crc ^= *ptr;
        for(i=0; i<8; i++)
        {
            if(crc&1)
            {
                crc >>= 1;
                crc ^= 0xA001;
            }
            else crc >>= 1;
        }
        ptr++;
    }
    return(crc);
}
```

KL7100系列大功率电子负载配备专用的上位机联机软件，使用LABVIEW编写，可扩展电子负载的各种用途，操作更方便。

如果需要上位机联机软件，请联系广勤客服人员。如果需要进行上位机软件的二次开发，请联系广勤技术支持。