



恩智（上海）测控技术有限公司

N62400 系列超低电压大电流直流电子负载

用户手册

©版权所有:恩智(上海)测控技术有限公司

版本 V1.02

2020-08-11

目录

1	前言	1
2	安全说明	2
2.1	安全须知	2
2.2	安全标识	2
3	产品介绍	3
3.1	简介	3
3.1.1	特点介绍	3
3.2	机型概览	4
3.2.1	基本参数	4
3.2.2	开箱检查	4
3.2.3	产品尺寸	5
3.3	主机面板介绍	6
3.3.1	主机前面板简介	6
3.3.2	主机后面板简介	6
3.4	安装	7
3.4.1	AC 输入要求	7
3.4.2	开机自检	7
3.5	连接方式	8
3.5.1	输入连接	8
3.5.2	控制连接	8
3.5.3	采样连接	9
3.5.4	低电压操作	10
4	功能与特性	11
4.1	恒电流测试功能（CC）	11
4.2	恒电压测试功能（CV）	11
4.3	恒电阻测试功能（CR）	12
4.4	恒功率测试功能（CP）	12
4.5	动态测试功能（TRAN）	13
4.5.1	连续方式（CONT）	13
4.5.2	脉冲方式（PULSE）	14
4.5.3	翻转方式（TOGGLE）	14
4.6	自动测试功能（Auto）	14
4.7	放电测试功能（Discharge）	15
4.8	充电测试功能（Charge）	15
4.9	等效直流内阻测试功能（ESR，选配功能）	16
4.10	过电流保护测试功能（OCP）	16
4.11	输入控制	16
4.11.1	打开/关闭负载	16

4.11.2	短路.....	16
4.11.3	带载/卸载电压.....	17
4.11.4	定时卸载.....	18
4.11.5	可编程保护.....	18
4.12	保护特性.....	18
4.13	斜率和最小转换时间.....	19
4.14	保存与调用.....	20
4.15	掉电保存.....	21
4.16	系统语言.....	21
4.17	控制与监视.....	21
4.17.1	远端采样.....	21
4.17.2	电流监视输出.....	22
4.17.3	外部编程输入.....	22
4.18	恢复出厂设定.....	22
5	本地操作.....	23
5.1	键盘介绍.....	23
5.1.1	功能按键.....	23
5.1.2	复合功能按键.....	24
5.1.3	数字键盘.....	24
5.1.4	旋钮.....	25
5.2	屏幕显示介绍.....	25
5.2.1	监视界面介绍.....	25
5.2.2	状态栏介绍.....	26
5.3	菜单操作.....	27
5.4	相关配置.....	28
5.4.1	系统设定.....	28
5.4.2	应用设定.....	29
5.4.3	保护设定.....	30
5.4.4	出厂设定.....	31
6	操作教程.....	32
6.1	定态操作.....	32
6.1.1	恒电流操作（CC）.....	32
6.1.2	恒电压操作（CV）.....	33
6.1.3	恒电阻操作（CR）.....	34
6.1.4	恒功率操作（CP）.....	35
6.2	动态操作.....	36
6.3	自动测试.....	38
6.3.1	编辑自动测试文件.....	38
6.3.2	运行自动测试文件.....	40
6.4	容量测试.....	40
6.4.1	放电测试.....	41

6.4.2	充电测试.....	42
6.5	内阻（ESR）测试(选配功能).....	43
6.6	OCP（过流）测试.....	46
7	维护与校准.....	47
7.1	保修服务.....	47
7.2	保修限制.....	47
7.3	日常维护.....	47
7.4	故障自检.....	47
7.5	返厂维修.....	48
8	规格.....	49
8.1	补充特性.....	49
8.2	主要技术参数.....	50
8.2.1	N62400 系列 1~3KW	50
8.2.2	N62400 系列 4~6KW	51

1 前言

尊敬的用户：

非常感谢您选择恩智（上海）测控技术有限公司（以下简称 NGI）N62400 系列超低电压大电流直流电子负载（以下简称 N62400）。以下为您做相关介绍：

关于公司

本公司主要从事仪器仪表、电子产品、机械设备、自动测试系统、计算机软件、自动控制设备、自动监控报警系统的设计、安装、销售、维修，软件测试，从事货物及技术的进出口业务等。恩智测控（NGI）为智能设备与测控仪器的专业制造商，始终秉持“以客户为中心，以奋斗者为本”的企业宗旨，致力于信息化制造、科学实验、教育科研等相关领域测控解决方案的研究与探索。通过不断深入接触并了解各相关行业的测控与电子电路技术需求，持续投入研发并向各行业合作伙伴提供具有竞争力的解决方案，NGI 已经拥有了广泛的测控和电子技术类产品线，合作伙伴遍布多个行业领域。NGI 持续的研发投入和对产业发展的追踪，寄望于为客户提供贴心的技术服务和应用体验，为智能制造业的发展做出应有的贡献。十年来，NGI 始终发扬“团结协作，勇攀高峰”的团队精神，不断推出尖端测控技术和产品，在多个领域保持技术领先地位。

NGI 与多所高校和科研机构保持紧密合作关系，与众多行业龙头企业保持紧密联系。我们努力研发高质量、技术领先产品以及高端技术，并不断探索新行业测控解决方案。NGI 公司作为国内知名的电子电路与测控技术方案提供商，近年来影响力不断提高，其自主研发生产的系列超级电容测试仪器，系统，解决方案更是业界翘楚。感谢您给予我们的相关支持，未来，我们将以最好的精神面貌去迎接更大的挑战。

关于用户使用手册

本手册版权归 NGI 所有，适用于 NGI N62400 系列超低电压大电流直流电子负载。内容包括 N62400 的安装、操作及规格等详细信息。由于仪器不断升级，本手册是以“现状”提供，且可能会在将来的版本中不经通知而被修改。为实现技术上的准确性，NGI 已仔细审查本文件；但是对本手册包含的信息的准确性不作任何明示或者默示的保证，并对其错误或是由提供、执行和使用本手册所造成的损害不承担任何责任。

同时为了保证安全以及 N62400 的正确使用，请仔细阅读手册，特别是安全方面的注意事项。

请妥善保管手册，以便使用时查阅。

2 安全说明

在操作和使用仪器过程中，请严格遵守以下安全须知。不遵守以下注意事项或本手册中其它章节提示的特定警告，可能会削弱设备所提供的保护功能。

对于用户不遵守这些注意事项而造成的后果，NGI 不负任何责任。

2.1 安全须知

请可靠接地	开启仪器前，请确认仪器可靠接地以防电击
确认保险管	确保已安装了正确的保险管
勿打开仪器外壳	操作人员不得打开仪器外壳；非专业人员请勿进行维修或调整
勿在危险环境中使用	请勿在易燃易爆环境下使用本仪器

2.2 安全标识

本仪器外壳、手册所使用国际符号的解释请参考表 2-1：

表 2-1

符号	意义	符号	意义
	直流电		零线或中性线
	交流电		火线
	交直流电		电源开
	三相电流		电源关
	接地		备用电源
	保护性接地		按钮开关按下
	壳体接地端		按钮开关弹出
	信号地		小心电击
WARNING	危险标志		高温警告
Caution	小心		警告

3 产品介绍

3.1 简介

N62400 系列超低电压大电流直流电子负载是 NGI 公司为燃料电池等相关领域测试而开发的一款高可靠性、高精度、高性价比的全功能直流电子负载产品。N62400 功率密度大，外形精致，适合桌面使用，也可安装于 19 英寸标准机柜。

N62400 大功率电子负载当前系列型号有从 1KW 到 6KW 不等，型号命名格式为 N62401-40-200，含义为电压为 40V，电流为 200A，更大功率可接受定制。N62400 大功率电子负载良好的稳定性及精心的设计，无疑是您的最佳选择。

N62400 系列电子负载型号名称解释如图 3-1 所示：

N624XX-XXXX-XXXX		
└──┘		└──┘
功率	电压	电流
01= 1KW	40V	200A
02= 2KW	40V	400A
03= 3KW	40V	600A

图 3-1 型号命名方式

如无特殊说明，本手册中所出现的“电子负载”或“负载”均表示 N62400 电子负载。

3.1.1 特点介绍

- 1200A 带载时最低可操作电压低至 0.2V
- 纯硬件恒电阻、恒功率设计，稳定可靠
- 强大充放电控制功能，可串联模式充放电，方便燃料电池测试
- 内置 ESR 测试功能（选配）
- 高达 20KHz 动态测试性能，上升下降斜率可独立设置
- 远近端量测切换
- 断电保持记忆功能
- 可编程序列测试功能，多达 100 组序列，每个序列高达 50 步
- 强大的自动测试功能，复杂测试任务一键完成
- 模拟编程接口、电流监控接口、远进程触发功能，可实现复杂功能控制和监测
- 模拟短路功能
- 大尺寸彩色液晶屏，信息显示更全面
- 标准 19 英寸模块，方便机架应用

3.2 机型概览

3.2.1 基本参数

下表描述了每个型号的基本参数特点：

型号	规格	型号	规格
N62401-40-200	40V/200A/1000W	N62404-40-800	40V/800A/4000W
N62402-40-400	40V/400A/2000W	N62405-40-1000	40V/1000A/5000W
N62403-40-600	40V/600A/3000W	N62406-40-1200	40V/1200A/6000W

3.2.2 开箱检查

收到 N62400 后，请按以下步骤对设备进行检查：

- 检查运输过程中是否造成损坏，若包装箱或保护垫严重破损，请立即与 NGI 授权经销商或售后服务部门联系。

注意：在未获得肯定答复之前，请勿将设备寄回。

- 检查附件

确认您在收到 N62400 的同时收到以下附件：

表 3-1 附件

附件	说明
电源线与保险管	接入220V交流电源
RS232串口线	连接PC
网线	连接PC
U盘	用户手册、软件与技术信息
合格证	合格证明

若存在缺失或损坏，请立即与 NGI 授权经销商或售后服务部门联系。

- 检查整机若 N62400 机箱破损或工作异常，请立即与 NGI 授权经销商或售后服务部门联系。

3.2.3 产品尺寸

N62400 主机尺寸图如下所示：

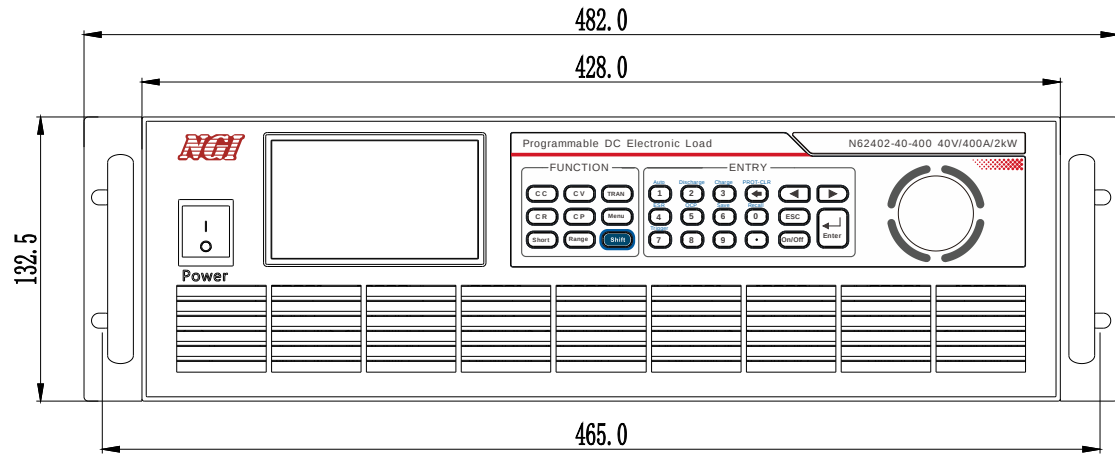


图 3-2 前面板尺寸

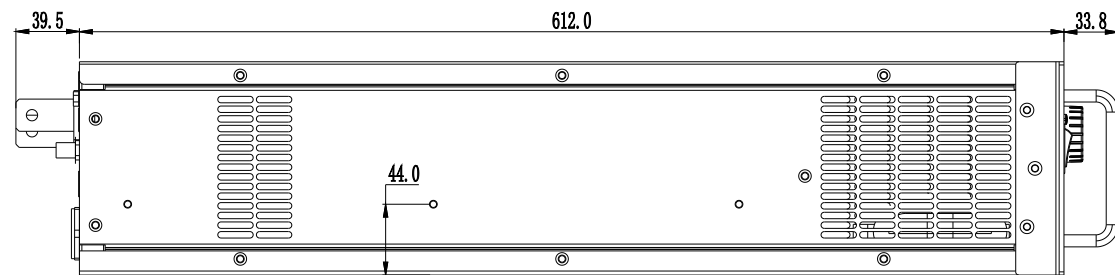


图 3-3 侧视尺寸

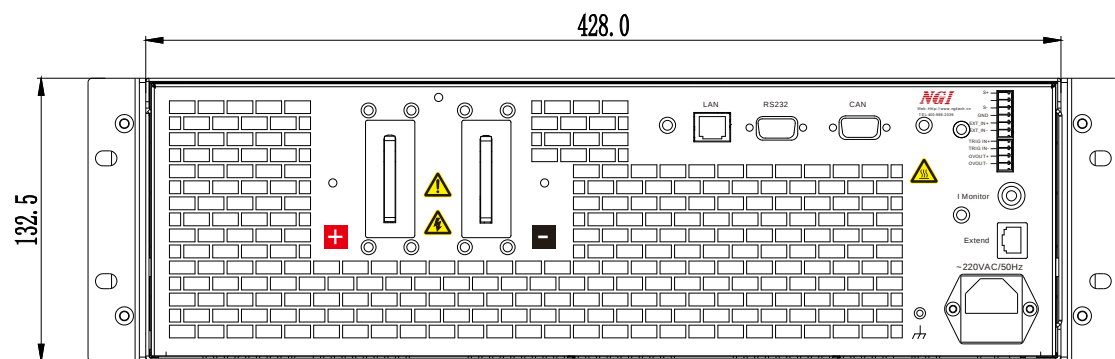


图 3-4 后面板尺寸

3.3 主机面板介绍

3.3.1 主机前面板简介

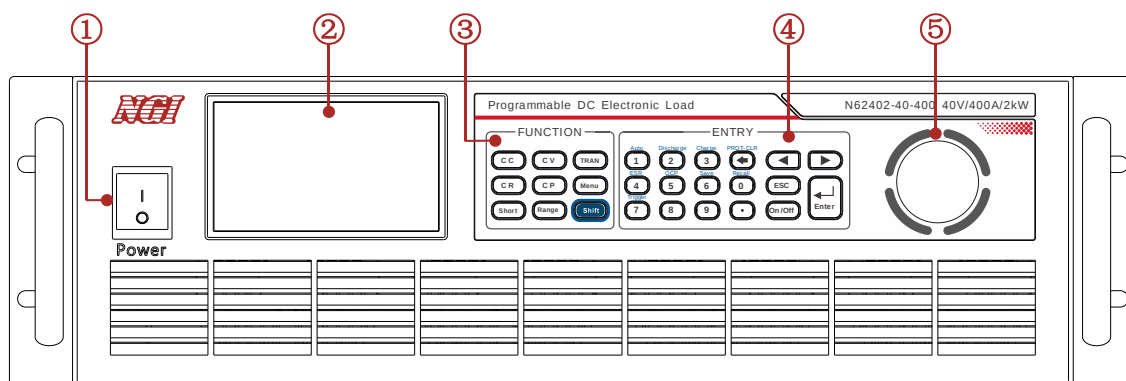


图 3-5 电子负载前面板示意图

主机前面板介绍：

- ①. 电源开关
- ②. 显示屏
- ③. 功能键盘
- ④. 数字按键
- ⑤. 旋钮

3.3.2 主机后面板简介

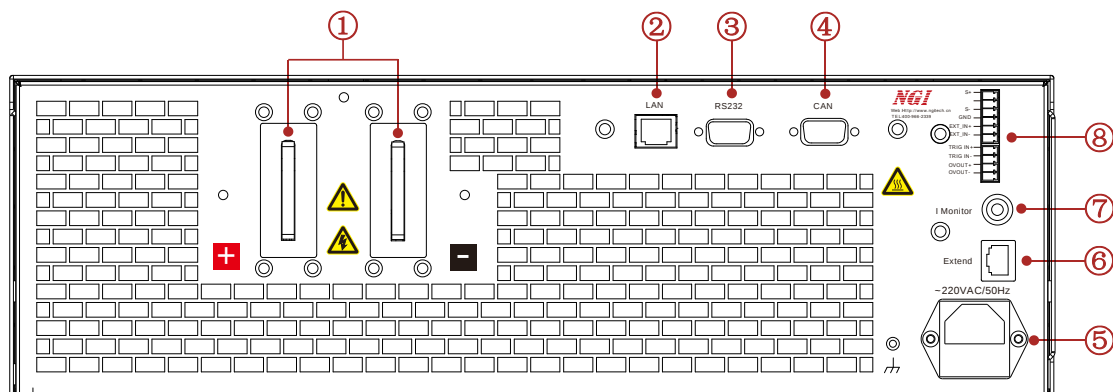


图 3-6 电子负载主机后面板示意图

主机后面板介绍：

- ①. 负载输入接线柱（正、负极）
- ②. LAN 通讯接口

- ③. RS232 通讯接口
- ④. CAN 通讯接口
- ⑤. AC220V 电源输入、输出接口
- ⑥. 功率模块扩展接口
- ⑦. 电流输出监控接口
- ⑧. 控制信号端子

3.4 安装

电子负载通过其风扇散热，安装时请确保电子负载上部及四周与其它物体保持 20 厘米以上的空隙，以便空气流通。

3.4.1 AC 输入要求

电子负载额定输入电压为 220V $\pm$ 10%，频率为 47~63Hz。

电源输入线为带接地保护的 3 芯电线。若无合适插座请勿进行任何操作。

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

3.4.2 开机自检

打开负载前，请先确认以下事项：

1. AC输入插座的标示的交流输入范围为：200V~240VAC；
2. 电源线已连接至AC输入插座。

警告：电子负载通过三芯电源线提供机壳接地。操作负载之前，请确认负载接地良好。

负载开机后，屏幕将显示开机自检画面，若无错误则显示负载型号及电压电流监视界面。



图 3-7 负载电压电流监视界面

若出现自检出错，则表示系统出错，请记录错误信息并立即与本公司授权经销商或售后服务部门联系。

若负载不能正常启动，以下方法可帮助您找到可能存在的问题：

1) 检查电源线是否接好

检查电源线是否接好，电源开关是否已打开。

2) 检查负载保险管是否烧坏

若保险管烧坏，请及时更换保险管。

更换保险管时，请将负载后面板开机源插座左边的小塑胶盖打开，替换保险管。请使用符合规格的保险管。

需更多帮助时，请与本公司技术支持部门联系。

3.5 连接方式

3.5.1 输入连接

 **警告：**为符合安规要求，电子负载连线必须足以承受连接其他设备的最大短路电流，而且不产生过热现象。

输入连接是由负载后面板的“+”和“-”端与被测设备相连。进行输入连接时，主要须注意输入连线的线径、长度和极性。避免线径过小而影响测试的精确度，且较大的发热量可能引起安全事故。连接线一般采用标准铜线，且必须短而粗，保证负载工作时连线上压降不超过 0.5V。

注意：要符合更高斜率的负载规格要求和性能，从被测设备到负载间的连线电感必须小于 5.0uH。

3.5.2 控制连接

负载后面板具备多个连接端子排。此端子排（图 3-8）用于连接远端采样线、外部编程输入、电流监视输入和扩展输入输出。

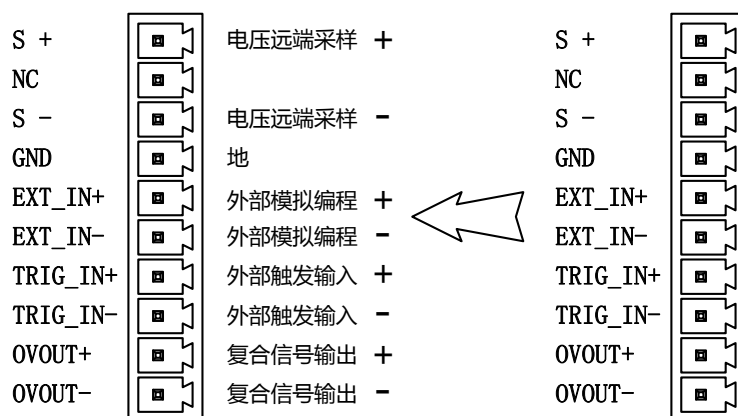


图 3-8 负载控制连接端子

每个端口的功能介绍请参考表 3-2:

表 3-2 端口功能介绍

端口	功能
S+	远端采样信号输入+
S-	远端采样信号输入-
GND	接地端
EXT_IN+	外部编程输入电压信号的正极
EXT_IN-	外部编程输入电压信号的负极
TRIG_IN+	外部触发信号输入正极，兼容 5V TTL 电平
TRIG_IN-	外部触发信号输入负极
OVOUT+	预留端口
OVOUT-	预留端口

注意：外部编程电压信号正负极间的输入电压范围为 0~10V，负电压或 10V 以上的电压，可能导致负载工作不正常，甚至损坏。

3.5.3 采样连接

负载具有远端采样和本地采样两种电压测量方式。采样方式的选择可通过“”键 -> “应用设定” -> “电压采样”选项切换实现。

● 本地采样

当负载负荷较轻时，可用本地采样方式测量输入电压。

● 远端采样

远端采样又称为四线法采样。负载工作时，输入电流会在连接导线和端口与导线的接触电阻上产生一定压降，这将影响负载的电压测量准确度。当负载工作在 CV、CR 和 CP 功能且需要精确测量时，建议使用远端采样方式。远端采样需要将远端采样端子（S+和 S-）与被测设备的电压输出端直接连接。线路连接如下图所示。

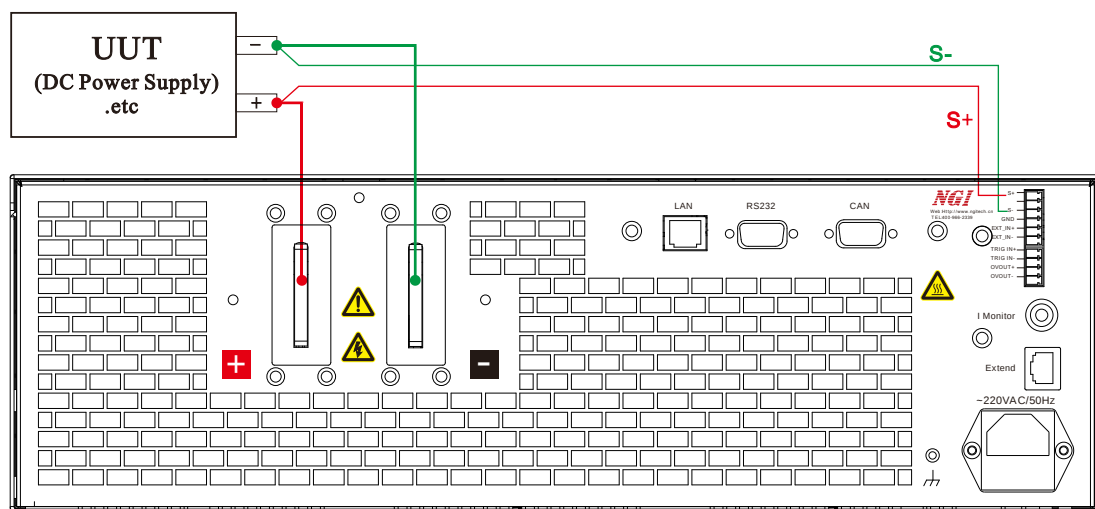


图 3-9 远端采样连线

3.5.4 低电压操作

N62400 电子负载最低满载工作电压请参考具体规格。若需要满电流测试更低电压的元器件或设备时，可串联一直流电源以补偿最低操作电压。其连接方式如图 3-10 所示。在这种配置中直流电源将提供一个固定电压，以保证在负载输入端提供一个较高的测试电压。

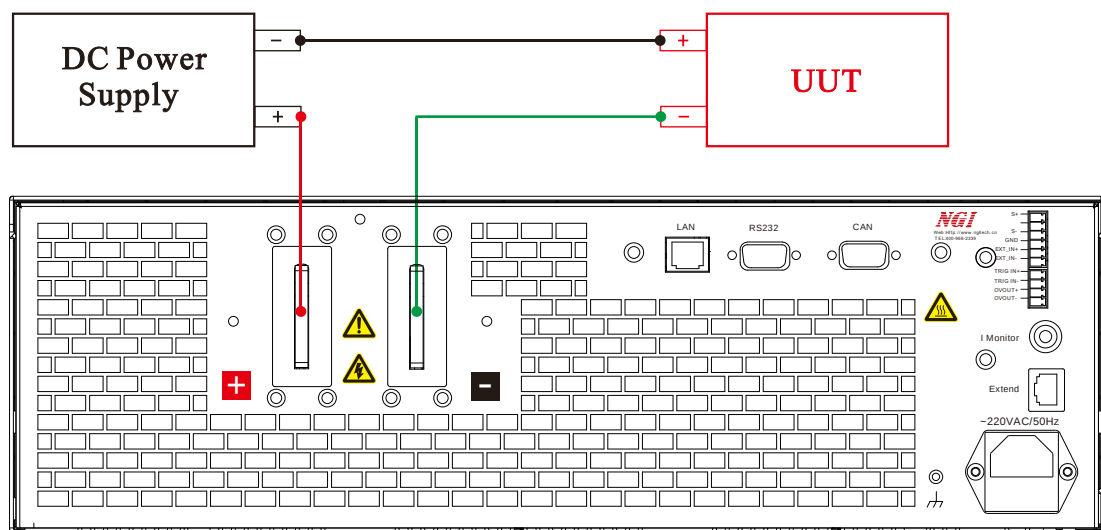


图 3-10 低电压操作

4 功能与特性

本章对电子负载的主要功能与特性进行说明。阅读本章，您将对 N62400 电子负载有更深入的认识。

电子负载提供本地控制与远程控制两种操作模式。本地控制模式下，用户主要通过电子负载的面板键盘进行设置与操作，通过液晶显示屏查看电子负载状态。电子负载开机后，用户通过面板键盘操作电子负载。液晶显示屏为用户提供参数查看、测量显示和状态指示等显示功能。远程控制模式可以实现大部分本地控制模式功能，有关远程控制模式请查看相关文档。

4.1 恒电流测试功能（CC）

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

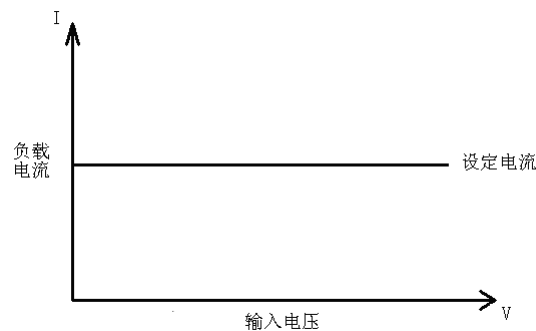


图 4-1 恒电流模式

电流量程

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

4.2 恒电压测试功能（CV）

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

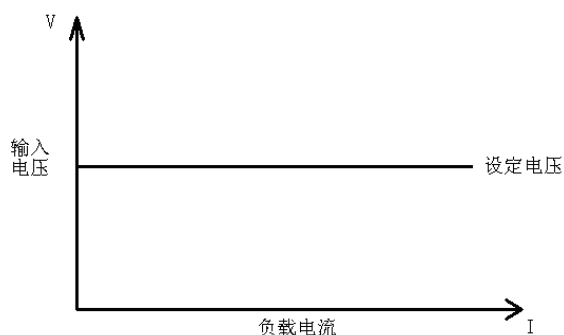


图 4-2 恒电压模式

电压量程

恒电压模式有高、低两个量程，可通过面板按键“”进行切换。

4.3 恒电阻测试功能（CR）

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

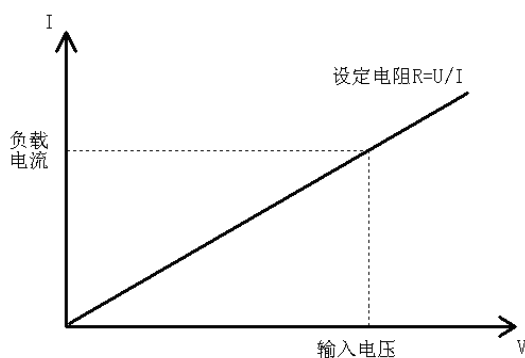


图 4-3 恒电阻模式

电阻量程

恒电阻模式有高、低两个量程。可通过面板按键“”进行切换。

4.4 恒功率测试功能（CP）

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

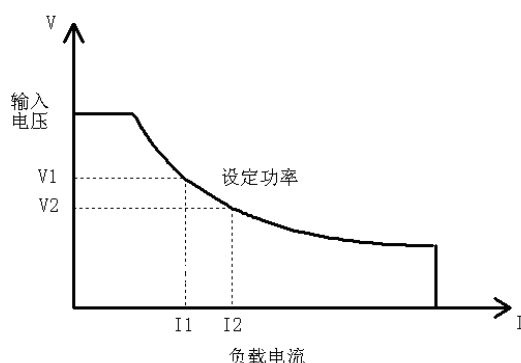


图 4-4 恒功率模式

4.5 动态测试功能（TRAN）

动态测试功能可根据设定规则使负载在两个设定参数（主值与瞬态值）间切换，适用于电源动态特性测试。按面板按键“”，可快速切换到动态测试界面。设置参数后使用按键“”，可开启或关闭动态测试功能。

动态测试功能支持 CC（恒电流）、CV（恒电压）、CR（恒电阻）3 种测试功能，从动态功能按“”键，即进入当前功能的动态测试。

动态测试具有连续（CONT）、脉冲（PULSE）和翻转（TOGGLE）三种工作模式。其中脉冲（PULSE）和翻转（TOGGLE）模式需要触发信号，触发信号为前操作面板的组合键“+”和后部的触发端子。

4.5.1 连续方式（CONT）

连续方式下，电子负载根据设定脉宽在主值与瞬态值之间连续切换。除非退出瞬态测试或负载关闭，否则负载将按设定的参数一直执行下去，此方式不受触发信号的影响。如图 4-5 所示，在连续方式下，瞬态测试使能后，负载会使其输入在主值和瞬态值之间连续切换。连续模式下，脉宽的设定范围为：0.025~60000ms。

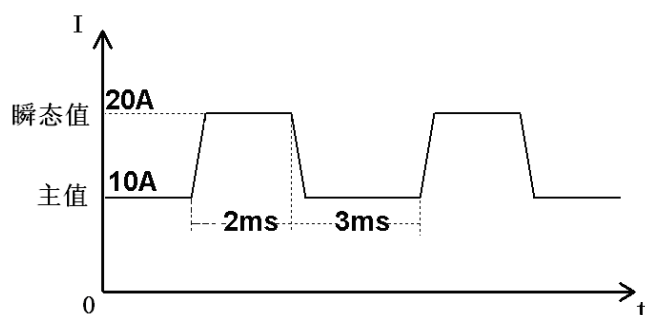


图 4-5 连续方式

4.5.2 脉冲方式（PULSE）

脉冲方式下，若收到触发信号，负载立即由主值切换至瞬态值，维持瞬态脉宽时间后回到主值。瞬态脉宽范围为：0.025~60000ms。

如图 4-6 所示，在脉冲方式下，当瞬态测试使能后，负载每接收到一个触发信号，会立即切换到瞬态值，在维持脉宽时间后，自动切换回主值。

注意：在切换到瞬态值的脉宽时间之内，负载不响应收到的触发信号。

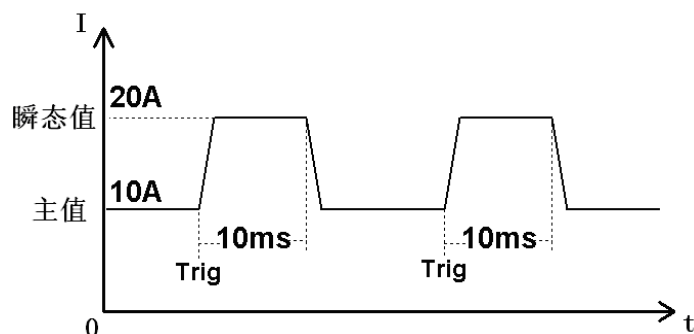


图 4-6 脉冲方式

4.5.3 翻转方式（TOGGLE）

翻转方式下，若收到触发信号，负载将在主值与瞬态值之间切换，切换时间由斜率决定。如图 4-7 所示。

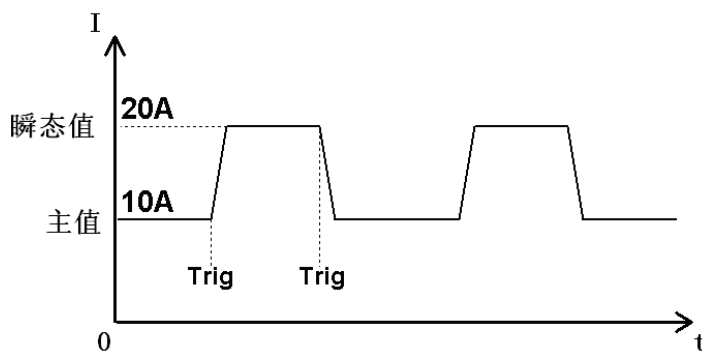


图 4-7 翻转方式

4.6 自动测试功能（Auto）

自动测试功能用于模拟真实带载波形，并提供高效的规格检查流程，可显著提高测试效率。该功能需要调用序列文件进行测试（序列文件在“序列编辑”界面下编辑），用户最多可以编辑 100 个序列测试文件，每个测试文件可支持 50 个测试步骤。每个测试步骤中，用户可设置带载模式、带载主值、上升斜率、下降斜率、单步时间和检查内容。

序列文件运行时，从第 1 步开始，负载按照测试步骤中的参数执行带载动作，当延时

到达，进行规格检查（判断采样电压/采样电流/采样功率是否在范围内），然后切换至下一步。所有测试步骤运行完，负载自动关闭输入，停止测试，给出测试结果。自动测试带载波形如图 4-8 所示。

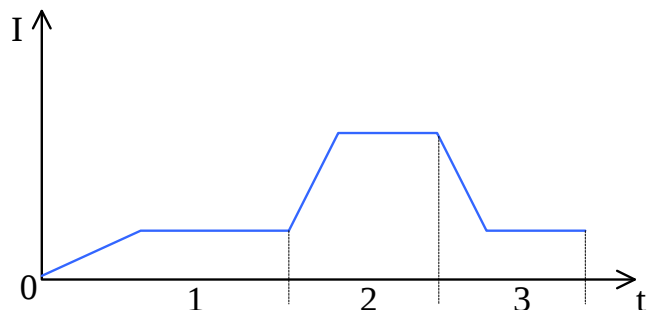


图 4-8 自动测试

4.7 放电测试功能（Discharge）

放电测试功能用于对电池或超级电容进行放电测试。测试时，电池（或电容）的电压持续降低，当电压低于终止电压时，负载关闭输入，停止放电。

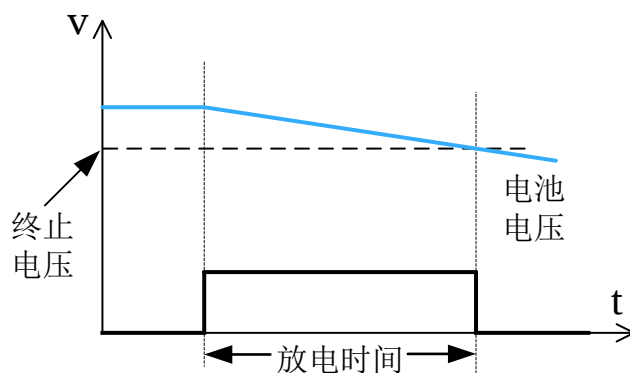


图 4-9 放电测试曲线

4.8 充电测试功能（Charge）

充电测试功能用于对电池或超级电容进行充电测试。N62400 系列负载除了提供恒电流充电方式，更增加了智能恒流转恒压充电模式，可满足客户充电质量的要求（尽量充满）。

充电测试功能需串联电源和电池（或超级电容），并使用远端电压采样线缆。具体接线如图 4-10 所示。

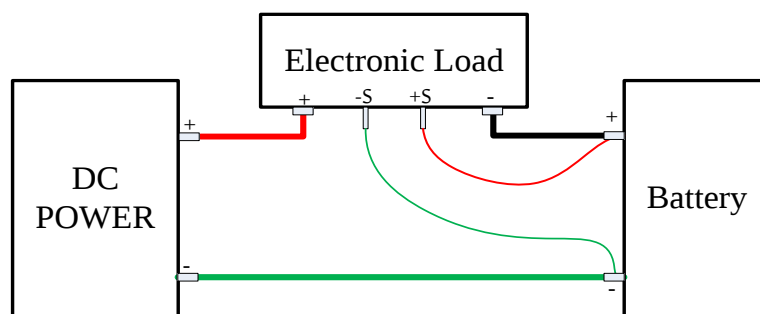


图 4-10 充电测试接线示意图

4.9 等效直流内阻测试功能（ESR，选配功能）

等效直流内阻是衡量电池（超级电容）性能的一个重要技术指标。N62400 系列负载提供专业的 ESR 测量功能，可支持多种测量标准，具有测量结果准确和重复测量结果稳定的优点。

ESR 测量功能以恒电流模式对被测物进行拉载，在电流改变的瞬间，利用 N62400 专业的内阻采样电路，可准确捕获被测物的电压落差。根据欧姆定律，即可计算出等效直流内阻。

4.10 过电流保护测试功能（OCP）

负载提供上升斜坡电流用来测试被测设备电压是否能达到终止电位，以判别 OCP 保护是否正常。此测试检查过载情况下的被测设备输出响应。

OCP 测试时，负载以恒电流模式进行拉载，同时检查被测物电压是否低于终止电压。如被测物电压低于终止电压，则记录此时的拉载电流作为测试结果，并关闭输入，停止测试。如被测物电压高于终止电压，负载增加拉载电流，直到电压低于终止电压或达到最大拉载电流。

4.11 输入控制

4.11.1 打开/关闭负载

按“”键可改变电子负载输入状态。

4.11.2 短路

在恒电流、恒电压、恒电阻、恒功率与动态测试功能下，电子负载可模拟短路操作，以测试被测设备的保护性能。负载短路时所消耗的电流取决于当前负载的工作模式及电流量程。CC、CP 模式下，最大短路电流为当前量程的最大值；CV 模式下，短路操作相当于设置负载的恒电压值为 0V；CR 模式下，短路操作相当于设置当前量程的最小值。短路操作不改变当前设定值，退出短路操作时，负载返回到先前状态。

N62400 短路操作步骤:

1. 切换功能（如 CC、CP、CV、CR 等）;
2. 按 “” 键，选择 ON;
3. 按下 “” 键负载短路，再按一次 “” 键才能退出短路状态。

注意：短路状态下不允许切换功能与量程。

4.11.3 带载/卸载电压

当被测电源输出电压上升或下降速度慢时，此功能可对其实施保护。 V_{on} 的行为方式分为锁定与非锁定两种方式：

非锁定方式：输入电压高于 V_{on} 则带载，输入电压低于 V_{on} 则停止带载。

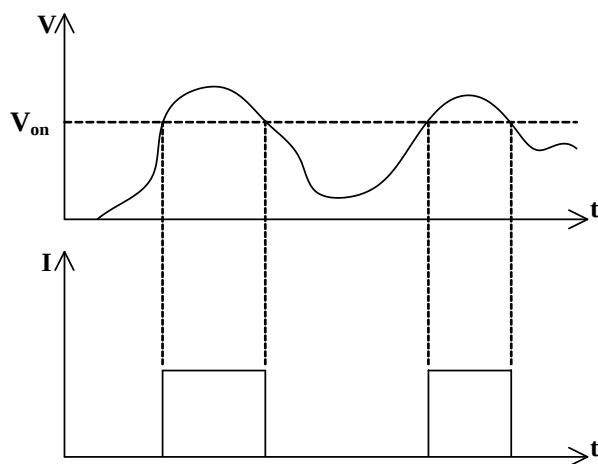


图 4-11 非锁定 V_{on} 带载

锁定方式：输入电压高于 V_{on} 开始带载，输入电压低于 V_{off} 时负载卸载。卸载后，输入电压再次高于 V_{on} ，负载也不会自动带载。

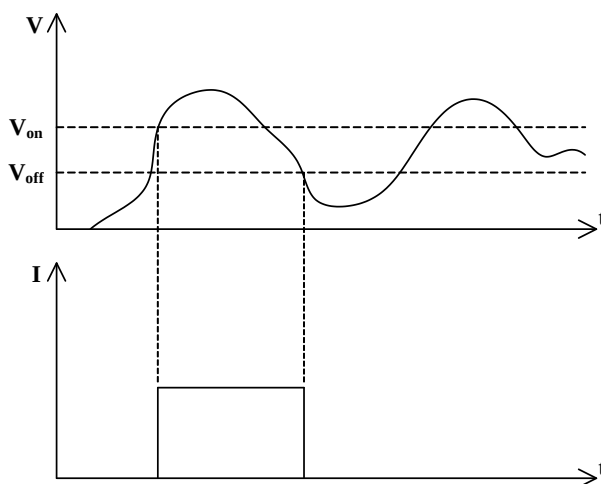


图 4-12 锁定 V_{on} 带载和 V_{off} 卸载

注意： V_{on} 的值要大于 V_{off} 的值，否则会出现工作异常。

带载电压设置仅在恒电流、恒电压、恒电阻、恒功率测试功能中有效。

4.11.4 定时卸载

负载提供定时卸载功能，带载时间达到设定值后卸载，可实现带载时间的精确控制。例如，设定带载时间为 20s，则负载将在带载 20s 后卸载。

带载时间设定步骤：

1. 按 “” 键，进入主菜单界面；
2. 在主菜单界面中选择 “保护设定”，按 “” 键确定；
3. 修改其中 “带载时间” 即可。

4.11.5 可编程保护

为保护被测试设备的安全，N62400 允许设置可编程的保护。可编程保护包括：保护电压、保护电流、保护功率、电流限制。

- 电流限制

控制输入电流，使其被限制在设定值以下。默认设定值为 I_{max} 。

- 保护电压

当电压超过保护电压时，负载关闭输入，状态栏提示 “OVP”。

- 保护电流

当输入电流超过保护电流时，负载关闭输入，状态栏提示 “OCP”。

- 保护功率

当输入功率超过保护功率时，负载关闭输入，状态栏提示 “OPP”。

4.12 保护特性

N62400 提供的保护功能包括：过电流、过电压，过功率、反相电压和过温度。

- 过电流保护（OC）

若输入电流高于最大额定值的 105%，则发生过电流保护，此时电流监视值提示为 “OCP”。

- 过电压保护（OV）

若输入电压高于最大额定值的 105%，则发生过电压保护，此时电压监视值提示为 “OVP”。

- 过功率保护（OP）

过功率保护功能主要用于保护硬件，防止元器件长时间处于过功率状态而导致迅速老化或损坏。输入功率约高于最大额定功率的 101%时，负载关闭输入在状态栏中提示“OPP”。

- 反接检测（RV）

当待测电源的极性连接不正确时，电压测量值将显示“RV”，并提示报警声。此时电子负载将处于导通状态。最大的允许反相电流与电子负载的额定电流相同。若反相电流超过负载的额定电流，则可能对电子负载造成损坏。

- 过温度保护（OTP）

负载内部具有温度检测电路，当内部温度超过安全限制时，负载关闭输入并在状态栏中提示“OT”。此时风扇满负荷工作以尽快冷却负载。

- 功率模块过热（MOT）

每个功率模块上有一个温度控制开关。当温度超限时，开关闭合，负载关闭输入并在状态栏中提示“MOT”，并提示报警声。此时风扇满负荷工作以尽快冷却负载。

- 温度传感器故障（TSF）

温度传感器损坏，负载关闭输入停止吃载，并在状态栏提示“TSF”。

- 功率模块掉线保护（MISS）

每个功率模块通过通讯线缆与主机通讯，定时上报自身状态。若线路故障，或其他异常导致功率模块与主机中断，负载关闭输入并在状态栏中提示“MISS”，并提示报警声。

 **警告：**请勿将 AC 电源的输出端施加于负载的输入端。同时，应确保输入电压不可超过最大额定输入电压规格。

4.13 斜率和最小转换时间

转换斜率定义了负载带载主值发生改变时，电流或电压的变化速度。将斜率设置为最大值时，主值与瞬态值之间的转换时间最小。图 4-13 说明了斜率设定值与实际转换时间的关系。

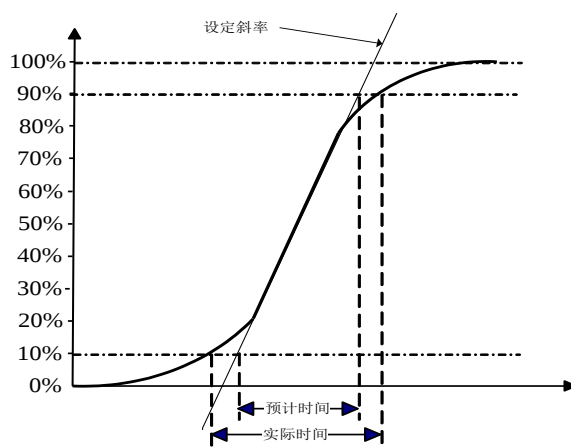


图 4-13 斜率与实际转换时间的关系

注意：当负载从小电压/小电流值切换到大电压/大电流值时，最小转换时间等于电压/电流差值除以转换斜率，但负载从大电压/大电流切换到小电压/小电流值时，由于负载的小信号带宽限制，最小转换时间会比按公式计算的时间长。

4.14 保存与调用

负载可以将 20 组常用参数保存到 EEPROM 中，方便用户快速调用。这些参数包括：CC、CV、CR、CP 与 TRAN 设定值。

您可以通过按前面板的组合键 “ + ” (Save) 和 “ + ” (Recall) 来实现保存与调用操作。若开启快速调用功能，则直接按数字键  ~  即可调用已保存的前 10 组数据（数字 0 对应第 10 组数据）。开启快速调用功能步骤如下：

1. 按 “” 键进入主菜单界面；
2. 在主菜单界面中选择 “系统设定”，按 “” 键确定；
3. 旋转 “” 或按 “ ” 键至 “快速调用” 选项，并将其设置为开启状态；
4. 按两次 “” 键退出菜单。

以定态 CR 测试保存与调用为例，说明操作步骤：

1. 定态 CR 测试时，设置电阻的定态参数，并按组合键 “ + ” (Save)，显示屏跳至保存页面；
2. 按数字键 “”，然后按 “” 键确定保存；

3. 若未开启快速调用功能，则按组合键“ + ” (Recall)接着按数字键“”

实现参数调用；若开启快速调用功能，则直接按数字键“”即可调用。

按组合键“ + ” (Recall)实现调用操作或快速调用时，若存储区中无数据，则调用操作无效。

4.15 掉电保存

N62400 电子负载提供掉电自动保存功能，可保存上一次关机时的参数，在应用设定中设置。

4.16 系统语言

N62400 电子负载提供两种操作语言：简体中文及英文。用户可根据需要进行设置。设置负载操作语言的步骤如下：

1. 按“”键进入主菜单界面；
2. 在主菜单界面中选择“系统设定”，按“”键确定；
3. 旋转“”或按“ ”键至“系统语言”选项，并将其设置为简体中文或英文；
4. 按两次“”键退出菜单。

4.17 控制与监视

负载后面板接口上都一个控制连接端子，有关端子详细定义介绍请见[章节 3.4.2](#)。

4.17.1 远端采样

S+和 S-为远端采样端子，用于为电子负载内部测量系统提供远端电压信号。

当负载工作在 CV、CR 和 CP 功能或需要精确测量被测设备输出电压时，建议将负载设置为远端采样方式。远端采样时，端子 S+和 S-直接连接到被测设备的输出端，消除了连接导线上的压降，从而得到较高的测量准确度。

注意：若采样方式选择远端模式，而远端采样端子 S+和 S-没有连接到被测设备输出端，那么电子负载在任何功能下都将无法正确测量端口电压，且恒电压、恒电阻和恒功率功能也将无法工作。

4.17.2 电流监视输出

电流输出端子提供 0~10V 的电压输出信号，用来指示 0 到满量程的端口输入电流，输入电流值与端子上的输出电压值成正比例关系。GND 为地端。在电流监视输出端子，若当前电流值为 30A，则端子“I MONITOR”电压为 1V；若当前电流值为 300A，则端子“I MONITOR”电压为 10V。

4.17.3 外部编程输入

通过在“EXT_IN+”端输入一个外部电压信号（直流或交流）可以连续控制 CC 功能。外部编程输入电压范围为 0~10V，对应于负载恒电流功能的 0 到满量程值。“EXT_IN-”为地端。

注意：

1. 外部编程功能仅在 CC、CV 测试功能下可用。
2. 禁止在外部编程端子上连接超过 10V 的外部电压。若外部编程电压超过 10V，则可能会导致负载的输入电压或电流超过额定值，进而导致负载进入保护状态。
3. 若用此功能，需在应用设定菜单中将“外部编程”选项设置为“开启”。

4.18 恢复出厂设定

负载提供恢复出厂设定功能。

注意：一旦恢复出厂默认设定，不会清除 EEPROM 中保存的自动测试文件以及用户保存的参数。恢复出厂设定后，请务必重启负载。

恢复出厂设定的步骤如下：

1. 按“”键进入主菜单界面；
2. 在主菜单界面中选择“出厂设定”，按“”键确定；

5 本地操作

本章主要介绍负载的键盘操作与显示信息。

5.1 键盘介绍

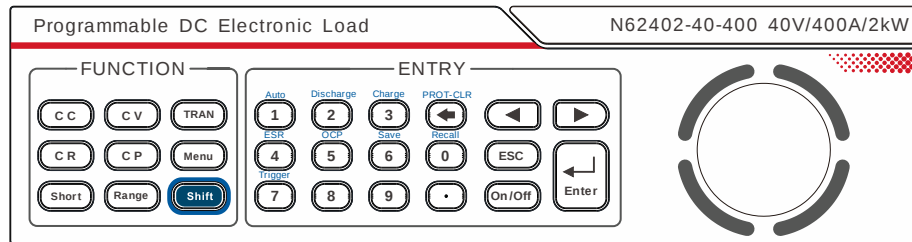


图 5-1 电子负载键盘

电子负载的键盘分为三个区域：功能键盘、数字键盘、旋钮。下面分别详细介绍。

5.1.1 功能按键

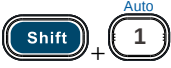
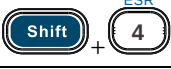
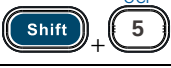
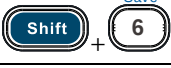
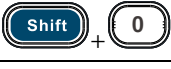
功能按键分为单一功能按键与复合功能按键，单一功能按键介绍如下。

表 5-1 单一功能按键介绍

按键	功能
	选择恒电流测试功能（CC）
	选择恒电压测试功能（CV）
	使能动态测试功能（TRAN）
	选择恒电阻测试功能（CR）
	选择恒功率测试功能（CP）
	菜单键，按下此键可进入主菜单
	短路键，按下此键可以使电子负载进入短路状态
	切换量程
	返回上一级菜单
	第二功能切换键

5.1.2 复合功能按键

表 5-2 复合功能按键介绍

复合按键	功能
	进入自动测试界面
	进入放电
	进入充电
	清除保护状态
	进入 ESR 测试界面
	进入 OCP 测试界面
	进入文件保存界面
	产生一次触发信号
	进入文件调取界面

5.1.3 数字键盘

表 5-3 数字按键介绍

按键	功能
	输入数字
	小数点
	清除输入
	用来在菜单项中移动或选择设置项，在设置参数时，这两个按键被用来控制光标在数位之间移动
	确定键，用来进入设置选项或确认输入并退出设置项。在远程控制模式下，该键的功能被解析为退出远程控制模式，并返回到本地控制状态

5.1.4 旋钮

“”具有左旋、右旋和确定（即按下状态）三种功能，在任何配置界面，转动“”都可以使光标在设置选项之间快速移动，与“ ”键相比，旋钮可以更快的定位菜单中的选项。按下“”或“”键，光标将进入设置选项，此时，可以通过数字键盘输入要设定的数值参数。如果当前设置项为可选项，转动“”可以循环显示可设选项。

在设置参数时，转动“”可以使光标所指示的位循环加一或减一。例如：主值为 10.00A，当光标位于个位，顺时针旋转“”可使个位数值加一。当主值增加到 19.00A 且继续旋转后，主值将会向十位进一，即主值变为 20.00A。按下“ ”键可以使用光标在数位之间移动。

在定态测试时，使用旋钮旋转功能更改设置值时，每次旋转后改变的值都会被立即接收到并完成设置，这一特性可以方便用户连续设置参数，同时观察被测设备的变化情况。

5.2 屏幕显示介绍

5.2.1 监视界面介绍

监视界面显示信息如图 5-2 所示。



图 5-2 监视界面

- ① 负载型号与输入范围
- ② 测量监视区
- ③ 状态信息栏
- ④ 参数设置区
- ⑤ 工作模式

5.2.2 状态栏介绍

状态栏显示的全部信息如图 5-3 所示。



图 5-3 状态栏显示信息

状态信息说明如表 5-4 所示：

表 5-4 状态信息详细说明

编号	说明
1	电子负载工作模式及使用的量程，包括 CCH、CCL、CVH、CVL、CVBH、CVBL、CRH、CRL 及 CP，量程可通过按键 “  ” 切换
2	外部编程有效标志
3	报警信息，包括 OPP、OCP、OVP、OTP、TSF、MISS、MOT
4	远端采样标志，采用近端采样则无此标志
5	电子负载当前状态（ON/OFF）

报警信息说明如表 5-5 所示：

表 5-5 报警信息说明

报警信息	说明
OPP	过功率
OCP	过流保护
OVP	过压保护
OTP	过温保护
TSF	温度传感器损坏
MISS	功率模块丢失或者接线松动
MOT	功率模块过热

5.3 菜单操作

按“Menu”键进入主菜单界面，按“◀ ▶”键或旋转“🌀”可移动光标至各选项。按下“Enter”键，将进入当前选项的子菜单，按“ESC”键则返回上一步操作。

备注：进入主菜单界面后，再按“Menu”键，可逐页切换菜单。



图 5-4 主菜单界面

5.4 相关配置

5.4.1 系统设定

按“Menu”键进入主菜单，按“◀ ▶”键或旋转“🌀”移动光标至“系统设定”，按下“Enter”键，进入“系统配置”界面。系统配置界面下，可设置负载的系统参数。



图 5-5 系统设置界面

表 5-6 系统设置界面菜单

选项	功能
网络 IP	设置负载网络通讯 IP 地址
子网掩码	设置负载网络通讯子网掩码
串口波特率	设置 RS232 通讯方式下的通信波特率
校验方式	设置 RS232 校验，可设置为无校验、奇校验或偶校验
Can 波特率	设置 CAN 通讯方式下的通信波特率
键盘声音	开启或关闭键盘声音
系统语言	设置负载操作语言，支持简体中文和英文
快速调用	设置负载打开或者关闭快速调用
设备 ID	设置设备 ID
通讯协议	设置通讯协议，可设置为 Modbus 或 SCPI 协议

5.4.2 应用设定

按“Menu”键进入主菜单，按“◀ ▶”键或旋转“🌀”移动光标至“应用设定”，按下“Enter”键，进入“应用配置”界面。



图 5-6 应用设定界面

表 5-7 应用设定界面说明

选项	功能
电压采样	可选择为近端或远端采样
外部控制	外部控制即外部触发源，可设置为 Toggle、hold 或 OFF(关闭)
外部编程	打开或者关闭外部编程接口
恒压方式	可选择充电或放电恒压，电池或者电容充放电时使用
恒压速度	可选择快速、中速、慢速，与外部电源响应速度有关。若外部电压相应速度快，则恒压速度也需要设置为快速
掉电保存	掉电自动保存功能，可保存上一次关机时的参数
上电带载	此功能打开后，开机便会按上次关机时的设置自动带载
工作模式	可选择 slow 和 fast 两种模式，fast 模式提供较快的响应速度，slow 模式则内部补偿由于响应过快导致的精度误差
恒压量程	恒压模式下的电流量程，可设置为 CCH 或 CCL
测量时间	ESR 单脉冲测试时间取值 10ms–50ms，系统默认为 10ms

5.4.3 保护设定

按“Menu”键进入主菜单，按“◀ ▶”键或旋转“🌀”移动光标至“保护设定”，按下“Enter”键，进入“保护配置”界面。

电子负载保护设定界面下，可设置负载的保护参数如下图所示。



图 5-7 保护设定界面

表 5-8 带载设置界面菜单

选项	功能
电流限定	设定可编程电流限制值
过流保护	设定可编程电流保护阈值。若禁用此功能，请设为 0A
过压保护	设定可编程电压保护阈值。若禁用此功能，请设为 0V
功率保护	设定可编程功率保护阈值。若禁用此功能，请设为 0W
带载锁存	设定开启时，表示带载电压达到时，负载汲入电流 设定关闭时，表示低于带载电压时，负载关闭带载
带载电压	设定可编程电压限制值
卸载电压	当输入电压低于卸载电压时，负载将在 1 秒后自动关闭。 若禁用此功能，请设为 0V
带载时间	设置定时卸载时间。可设定最长时间为 60000。 若禁用此功能，请设为 0s

5.4.4 出厂设定

在“Menu”菜单下，选择“出厂设定”，按“Enter”键后弹出恢复出厂设定界面。如下图所示：

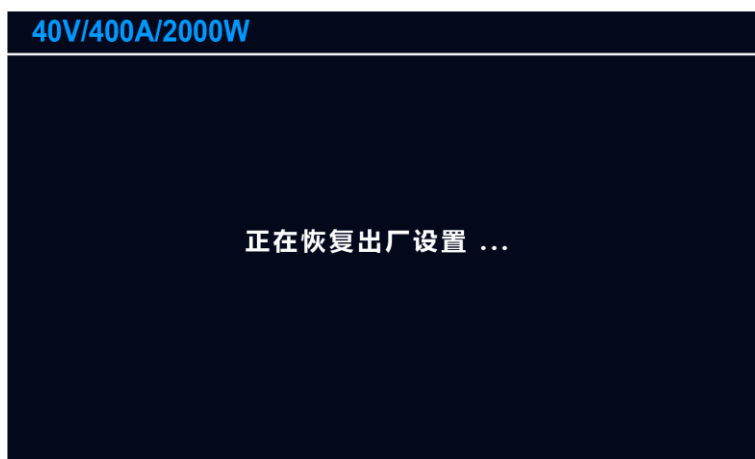


图 5-8 恢复出厂设定

6 操作教程

本章将详细介绍 N62400 电子负载的操作方法。

6.1 定态操作

电子负载默认为定态操作模式。在定态操作模式下，用户可以设置负载工作在恒电流（CC）、恒电压（CV）、恒电阻（CR）或恒功率（CP）功能。

6.1.1 恒电流操作（CC）

以下内容将演示恒电流操作过程。

1. 选择恒电流模式

按“”键切换至恒电流模式，或按“”键进入主菜单界面，在主菜单界面下，选择“恒电流”选项后按“”键进入恒电流模式。



图 6-1 恒电流工作界面

2. 选择量程

电流有高、低两个量程。建议在零到电流最大值的 10% 以内选择小量程，大于最大电流值的 10% 后选择大量程，所显示的精度会更高，数值更精确。

操作方法如下所示：

- 1) 直接按按键“”对量程进行切换。
- 2) 按“ ”键或旋转“”移动光标至“量程选择”选项，按下“”进入编辑模式，旋转“”或按“ ”键在下拉菜单中选择目标量程，按下“”即选中该量程；

3. 设定电流值

在 CC 模式下，可设定恒流值，上升与下降斜率等参数。

操作方法如下所示：

- 1) 按 “◀ ▶” 键或旋转 “🌀” 移动光标至参数选项，按下 “🌀” 进入编辑模式，使用数字键输入数值后按下 “🌀” 确定。
- 2) 按 “◀ ▶” 键或旋转 “🌀” 移动光标至参数选项，按下 “🌀” 进入编辑模式，然后按 “◀ ▶” 键移动数位光标，旋动 “🌀” 调节对应数位大小，按下 “🌀” 确定；

6.1.2 恒电压操作（CV）

以下内容将演示恒电压操作过程。

1. 选择恒电压模式

按 “CV” 键切换至恒电压模式，或按 “Menu” 键进入主菜单界面，在主菜单界面下，选择“恒电压”选项后按 “Enter” 键进入恒电压模式。



图 6-2 恒电压工作界面

2. 选择量程

电压有高、低两个量程。建议在零到电压最大值的 10% 以内选择小量程，大于最大电压值的 10% 后选择大量程，所显示的精度会更高，数值更精确。

操作方法如下所示：

- 1) 直接按按键 “Range” 对量程进行切换。

- 2) 按 “◀ ▶” 键或旋转 “⌚” 移动光标至 “量程选择” 选项，按下 “⌚” 进入编辑模式，旋转 “⌚” 或按 “◀ ▶” 键在下拉菜单中选择目标量程，按下 “⌚” 即选中该量程；

3. 设定电压值

在 CV 模式下，可设定恒压值，上升与下降斜率等参数。

操作方法如下所示：

- 1) 按 “◀ ▶” 键或旋转 “⌚” 移动光标至参数选项，按下 “⌚” 进入编辑模式，使用数字键输入数值后按下 “⌚” 确定。
- 2) 按 “◀ ▶” 键或旋转 “⌚” 移动光标至参数选项，按下 “⌚” 进入编辑模式，然后按 “◀ ▶” 键移动数位光标，旋动 “⌚” 调节对应数位大小，按下 “⌚” 确定；

6.1.3 恒电阻操作（CR）

以下内容将演示恒电阻操作过程。

1. 选择恒电阻模式

按 “CR” 键切换至恒电阻模式，或按 “Menu” 键进入主菜单界面，在主菜单界面下，选择 “恒电阻” 选项后按 “Enter” 键进入恒电阻模式。



图 6-3 恒电阻工作界面

2. 选择量程

电阻有高、低两个量程。进行电阻设置时，当所设电压为大量程时，则需保证所设的电阻在欧姆定律公式下计算出的电流处于小量程范围内。

操作方法如下所示：

- 1) 直接按按键 “” 对量程进行切换。
- 2) 按 “ ” 键或旋转 “” 移动光标至 “量程选择” 选项，按下 “” 进入编辑模式，旋转 “” 或按 “ ” 键在下拉菜单中选择目标量程，按下 “” 即选中该量程；

3. 设定电阻值

在 CR 模式下，可设定恒阻值，上升与下降斜率等参数。

操作方法如下所示：

- 1) 按 “ ” 键或旋转 “” 移动光标至参数选项，按下 “” 进入编辑模式，使用数字键输入数值后按下 “” 确定。
- 2) 按 “ ” 键或旋转 “” 移动光标至参数选项，按下 “” 进入编辑模式，然后按 “ ” 键移动数位光标，旋动 “” 调节对应数位大小，按下 “” 确定；

6.1.4 恒功率操作（CP）

以下内容将演示恒功率操作过程。

1. 选择恒功率模式

按 “” 键切换至恒功率模式，或按 “” 键进入主菜单界面，在主菜单界面下，选择 “恒功率” 选项后按 “” 键进入恒功率模式。



图 6-4 恒功率工作界面

2. 设定功率值

在 CP 模式下，可设定恒功率，上升与下降斜率等参数。

操作方法如下所示：

- 1) 按 “◀ ▶” 键或旋转 “⌚” 移动光标至参数选项，按下 “⌚” 进入编辑模式，使用数字键输入数值后按下 “⌚” 确定。
- 2) 按 “◀ ▶” 键或旋转 “⌚” 移动光标至参数选项，按下 “⌚” 进入编辑模式，然后按 “◀ ▶” 键移动数位光标，旋动 “⌚” 调节对应数位大小，按下 “⌚” 确定；

6.2 动态操作

动态测试功能支持 CC（恒电流）、CV（恒电压）、CR（恒电阻）3 种测试功能，从定态功能按 “TRAN” 键，即进入当前功能的动态测试。

动态功能可以模拟动态负载行为，以便测试电源的动态特性。本节以动态电流连续方式为例演示动态操作过程。

1. 进入动态测试

按 “TRAN” 键切换至动态电流模式。或按 “Menu” 键进入主菜单界面，在主菜单界面下，选择“动态电流”选项后按 “Enter” 键进入动态电流测试界面。



图 6-5 动态电流工作界面

2. 选择运行方式

在动态参数配置页面中，可选择运行方式，连续（CONT）/脉冲（PULSE）或翻转（TOGGLE）。

运行方式不同，对应设定的参数也不同，此处以连续方式为例。

3. 设定主值

在动态参数配置页面中，按“ ”键或旋转“”移动光标至“**电流 1**”选项，然后按“”键进入编辑模式。设置参数后按“”键确认。

4. 设定瞬态值

在动态参数配置页面中，按“ ”键或旋转“”移动光标至“**电流 2**”选项，然后按“”键进入编辑模式。设置参数后按“”键确认。

5. 设定主值脉宽（0.025ms~60000ms）

在动态参数配置页面中，按“ ”键或旋转“”移动光标至“**脉宽 1**”选项，然后按“”键进入编辑模式。设置参数后按“”键确认。

6. 设定动态脉宽（0.025ms~60000ms）

在动态参数配置页面中，按“ ”键或旋转“”移动光标至“**脉宽 2**”选项，然后按“”键进入编辑模式。设置参数后按“”键确认。

7. 设定上升斜率

在动态参数配置页面中，按“◀ ▶”键或旋转“🌀”移动光标至“上升斜率”选项，然后按“Enter”键进入编辑模式。设置参数后按“Enter”键确认。

8. 设定下降斜率

在动态参数配置页面中，按“◀ ▶”键或旋转“🌀”移动光标至“下降斜率”选项，然后按“Enter”键进入编辑模式。设置参数后按“Enter”键确认。

6.3 自动测试

序列模式可以让用户自行编辑一个复杂的变化序列，以模拟负载输入端的各种变化。以下内容将演示序列文件的编辑和运行方法。

6.3.1 编辑自动测试文件

按“Menu”键进入主菜单界面，在主菜单界面下，选择“序列编辑”选项后按“Enter”键进入序列编辑界面。注意，编辑序列文件前应停止测试。



图 6-6 编辑界面

接下来，我们一步一步介绍如何编辑一个序列文件。

1. 进入序列编辑界面后，用户通过旋转“🌀”或按数字键选择序列文件，按“Enter”键确定。
2. 用户可根据自己的实际需求设置序列长度。在序列编辑界面移动光标至序列长度设置项目，用户可旋转“🌀”或按数字键改变序列长度，按“Enter”键确定。

3. “序列长度”，用来指定当前序列文件的总步数。
4. “序列链接”，N62400 系列电子负载允许用户把所有的序列文件链接起来使用，“序列链接”栏用来指定当前序列文件运行完后紧接着继续执行的文件。
5. “编辑步”用来选择当前待编辑的测试步。一般从第 1 步开始编辑，旋转“”或按数字键改变编辑步，按“”键确定。
6. “带载模式”用来选择当前步骤的带载模式。旋转旋钮可切换不同的带载模式，包括 CCH（恒电流大量程）、CCL（恒电流小量程）、CVH（恒电压放电大量程）、CVL（恒电压放电小量程）、CVBH（恒电压充电大量程）、CVBL（恒电压充电小量程）、CRH（恒电阻大量程）、CRL（恒电阻小量程）与 CP（恒功率）。不同的带载模式具有不同的带载主值与带载斜率，用户选择了某种带载模式，其后续设置项目也将不同。按“”键确定。
7. 设置当前带载主值。带载主值设置项目与上一步的带载模式具有对应关系，例如上一步选择带载模式为 CCH，那么当前步为“电流设定”；如上一步为 CRH，那么当前步为“电阻设定”。按“”键确定。
8. 设置上升斜率。按“”键确定。
9. 设置下降斜率。按“”键确定。
10. 设置“单步延时”。用户可设置的延时范围是 0.0~100000.0s。如设置延时为 0，表示负载不做延时处理，本步的执行时间由程序运行速度决定（大概在 200us 之内）。按“”键确定。
11. 设置“检查内容”。旋转“”或按“ ”键可切换不同的检查内容，包括 OFF（不检查）、Voltage（检查电压）、Current（检查电流）与 Power（检查功率）。如用户更关注带载波形的时间精度，可关闭检查内容，按“”键确定。如果检查内容不为 OFF，则需要设置检查上限、检查下限等两个参数。
12. 设置检查上限。按“”键确定。
13. 设置检查下限。按“”键确定。
14. 重复以上操作，直至所有的测试步骤设置完成。按组合键“ + ”保存序列文件。

6.3.2 运行自动测试文件

以下内容将演示序列文件运行过程。

按组合键 **Shift** + **Auto 1** 进入自动测试功能。或按 “**Menu**” 键进入主菜单界面，在主菜单界面下，选择 “自动测试” 选项后按 “**Enter**” 键进入自动测试界面。



图 6-7 自动测试运行界面

在自动测试功能界面下，用户只需选择运行文件，按 “**On/Off**” 键即可开始自动测试。测试过程中，屏幕将显示当前序列文件的运行步数。测试完成，负载自动关闭输入，停止测试。如果当前序列文件开启了检查内容，屏幕还将显示测试结果 “**PASS**” 或 “**FAIL**”。

6.4 容量测试

负载提供容量测试功能，可测试电池，电容或者其他源的容量，以下以电池为例，容量测试的连接如图 6-8 所示。

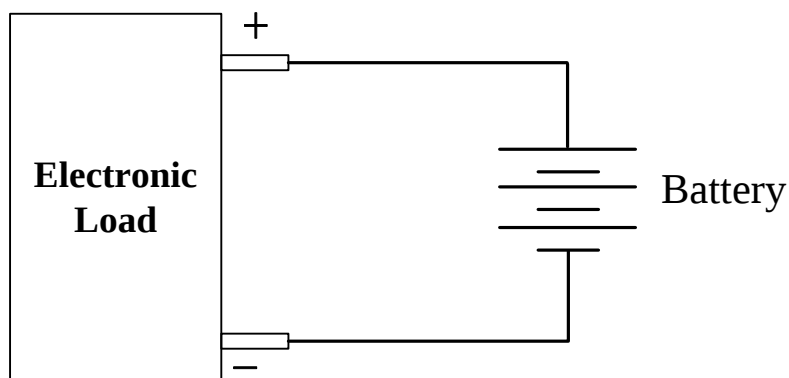


图 6-8 电池容量测试连线图

6.4.1 放电测试

放电测试操作步骤如下：

1. 连接好待测电池
2. 设置恒压方式

按“Menu”键进入主菜单界面，按“◀ ▶”键或旋转“🌀”移动光标至“应用设定”选项，按下“Enter”键，进入“应用配置”界面。将其恒压方式设置为“放电”，最后按“Enter”键确认。

3. 进入电池容量测试界面

按组合键“Shift + Discharge 2”进入电池容量放电测试界面。或按“Menu”键进入主菜单界面，在主菜单界面下，选择“放电测试”选项后按“Enter”键进入放电测试界面。



图 6-9 放电测试工作界面

4. 设置参数

放电测试需要设置两个参数，分别为放电电流和终止电压，操作方法如下所示：

- 1) 按“◀ ▶”键或旋转“🌀”移动光标至参数选项，按下“🌀”进入编辑模式，使用数字键输入数值后按下“🌀”确定。
- 2) 按“◀ ▶”键或旋转“🌀”移动光标至参数选项，按下“🌀”进入编辑模式，然后按“◀ ▶”键移动数位光标，旋动“🌀”调节对应数位大小，按下“🌀”确定；

5. 清除数据

负载对开机后的带载时间与放电量进行记录和累加。测试前，可以按“”键清除这些数据。

6. 开始测试

按“”键，开始测试。

电池电压降至终止电压时，测试结束，屏幕将显示电池容量值（单位 Ah）。

6.4.2 充电测试

充电测试操作步骤如下：

1. 连接好待测电池

2. 设置恒压方式

按“”键进入主菜单界面，按“ ”键或旋转“”移动光标至“应用设定”选项，按下“”键，进入“应用配置”界面。将其恒压方式设置为“充电”，最后按“”键确认。

3. 进入电池容量测试界面

按组合键“ + ”进入电池容量充电测试界面。或按“”键进入主菜单界面，在主菜单界面下，选择“充电测试”选项后按“”键进入充电测试界面。



图 6-10 充电测试工作界面

4. 设置参数

充电测试需要设置三个参数，分别为充电电流，充电电压和恒压时间，操作方法如下所示：

- 1) 按“◀ ▶”键或旋转“⌚”移动光标至参数选项，按下“⌚”进入编辑模式，使用数字键输入数值后按下“⌚”确定。
- 2) 按“◀ ▶”键或旋转“⌚”移动光标至参数选项，按下“⌚”进入编辑模式，然后按“◀ ▶”键移动数位光标，旋动“⌚”调节对应数位大小，按下“⌚”确定；

5. 清除数据

负载对开机后的带载时间与充电量进行记录和累加。测试前，可以按“ ”键清除这些数据。

6. 开始测试

按“ ”键，开始测试。

负载将对电池先恒流充电，当充至充电电压后，再从此刻开始恒压充电，并充到恒压时间后，停止充电，测试结束，屏幕将显示电池充电量（单位 W）。

6.5 内阻（ESR）测试(选配功能)

负载采用恒电流放电法测试电池与电容内阻。测试接线图如下所示。

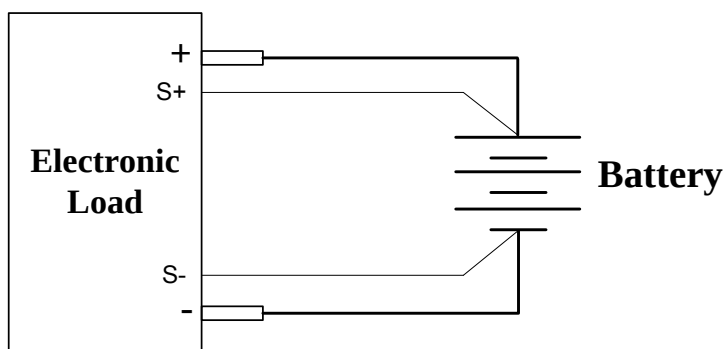


图 6-11 电池内阻测试连线图

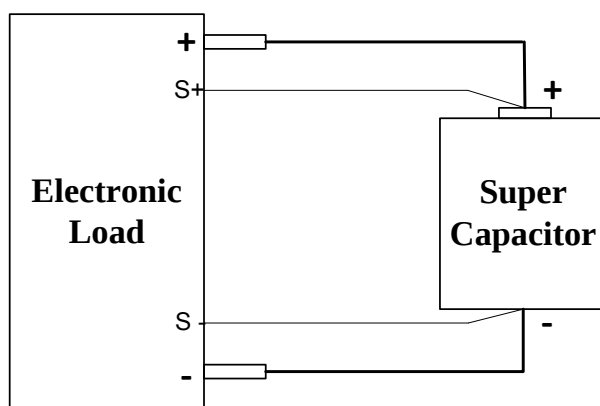


图 6-12 电容内阻测试连线图

操作步骤如下：

1. 连接好待测电池或者电容
2. 进入内阻测试界面

按组合键“ + ”进入电池内阻测试界面。或按“”键进入主菜单界面，在主菜单界面下，选择“内阻测试”选项后按“”键进入内阻测试界面。



图 6-13 内阻测试工作界面

3. 选择量程

电流有高、低两个量程。建议在零到电流最大值的 10%以内选择小量程，大于最大电流值的 10%则选择大量程，所显示的精度会更高，数值更精确。

操作方法如下所示：

- 1) 直接按按键“”，对量程进行切换。
- 2) 按“ ”键或旋转“”移动光标至“量程选择”选项，按下“”

进入编辑模式，旋转“”或按“”键在下拉菜单中选择目标量程，
按下“”即选中该量程；

4. 设置放电电流

1) 按“”键或旋转“”移动光标至“**电流设定**”选项，按下“”
进入编辑模式，使用数字键输入数值后按下“”确定。

2) 按“”键或旋转“”移动光标至“**电流设定**”选项，按下“”
进入编辑模式，然后按“”键移动数位光标，旋动“”调节对应数
位大小，按下“”确定；

5. 设置测试量程

旋转“”或按“”键至“**测试量程**”选项，然后按“”键进入编辑
模式。接着旋转“”或按“”键选择测试量程（10/100/1000mV），最后按“”
键确认。

6. 设置测试方法

旋转“”或按“”键至“**测试方法**”选项，然后按“”键进入编辑
模式。接着旋转“”或按“”键选择方波测量法（Square）或单脉冲（N-ms）
测试法，最后按“”键确认。

若选择单脉冲，则单脉冲时间通过按“”键进入主菜单界面，然后进入“**应用
设定**”菜单，即可设定测量时间。

7. 开始测试

按“”键，开始内阻测试。

注意：测试时，若线路连接有误，则负载将在屏幕中提示。

由于超级电容的内阻较小，为使得内阻测量更精确，测试时务必使用大电流测试。

6.6 OCP（过流）测试

过流测试操作步骤如下：

1. 连接好待测电源
2. 进入 OCP 测试模式

按组合键 “ + ”，进入过流测试界面。或按 “” 键进入主菜单界面，

在主菜单界面下，选择“过流测试”选项后按 “” 键进入过流测试界面。



图 6-14 OCP 过流测试工作界面

3. 设置参数

过流测试需要设置四个参数，分别为初始电流、增长电流、终止电压、单步时间，操作方法如下所示：

- 1) 按 “ ” 键或旋转 “” 移动光标至参数选项，按下 “” 进入编辑模式，使用数字键输入数值后按下 “” 确定。
- 2) 按 “ ” 键或旋转 “” 移动光标至参数选项，按下 “” 进入编辑模式，然后按 “ ” 键移动数位光标，旋动 “” 调节对应数位大小，按下 “” 确定；

4. 开始测试

按 “” 键，开始测试。

7 维护与校准

7.1 保修服务

NGI 保证本仪器的规格和使用特性完全达到手册中所声称的各项技术指标，并对本仪器所采用的原材料和制造工艺均严格把控，确保仪器稳定可靠。

自购买日起一（1）年内，仪器在正常使用与维护状态下所发生的一切故障，NGI 负责免费维修。对于免费维修的产品，用户需预付寄送到 NGI 维修部的单程运费，回程运费由 NGI 承担。若仪器从其它国家返厂维修，则所有运费、关税及其它税费均需由用户承担。

7.2 保修限制

本保证仅限于仪器主机（保险管、测试线等易损件除外）。对于因错误使用、无人管理、未经授权的修改、非正常环境下使用以及不可抗拒因素所造成的损坏，NGI 不负责免费维修，并将在维修前提交估价单。

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

7.3 日常维护

清洁设备

请用一块干布或者微湿的布轻拭，不得随意擦拭机器内部。清洁前请务必切断电源。

 **警告：在清洁之前，请断开电源！**

7.4 故障自检

设备故障自检

由于系统升级或者硬件使用过程中会出现一些相关问题。因此当仪器发生故障时，请先进行自检做好以下检查，若通过简单的检查操作能恢复仪器故障将节省您维修成本和时间。如自检无法修复请联系 NGI 工程师。自检步骤如下：

- 检查仪器是否被供电
- 检查仪器是否正常开启
- 检查仪器保险丝是否完好无损
- 检查其他连接件是否正常，包括电缆、插头等连接正确
- 检查仪器在使用过程中的系统配置是否正确

- 检查仪器是否自检成功且各项规格和性能是否在指标范围内
- 检查仪器是否显示错误信息
- 使用其他仪器代替该仪器进行操作确认

自检未能解决相关问题时，请联系 NGI 授权经销商或售后服务部门。

联系前准备

1. 请仔细阅读手册前言中的保固服务及保固限制内容。确认您的仪器符合保固服务条件。
2. 如果您的仪器需要寄回厂家进行维修，请参见“[返厂维修](#)”中的说明。
3. 提供相关的 SN 编号（SN 编号将是您得到有效的服务和完整信息的有效保证）。获取编号方式：查看仪器标签上的序列号。

校准间隔

恩智（上海）测控技术有限公司建议 N62400 系列电子负载校准频率为 1 次/年。

7.5 返厂维修

通过有效沟通后，如双方达成返厂维修协议，请仔细阅读以下内容：

包装仪器

仪器在返厂前，请参照以下步骤包装你所需要寄出的仪器：

- 请将需要维修的仪器装入发货时使用的包装箱，并附带相关附件。
- 提供详细的问题描述，如相关错误信息的拷贝文件和任何关于问题的表现信息。
- 运送时请注意阅读文档前言关于保固服务中运送费用的相关说明。

注意：

- 仪器运送过程中如果使用非指定的包装时有可能导致仪器损坏，所以请使用发货时的专用包装箱，并尽量按照发货时的包装标准进行包装。
- 请勿使用任何形状的苯乙烯微粒作为包装材料。它们不能很好的固定仪器在包装箱的位置，也不能防止仪器在包装箱内晃动，而且苯乙烯微粒产生的静电会损坏仪器，微粒进入后面板孔等情况也会损坏仪器。

8 规格

8.1 补充特性

交流电源输入等级：220V $\pm$ 10%，47~63Hz

散热方式：风冷

存储环境温度：-10~60℃

操作环境温度：0~40℃。带载功率与操作温度间的关系如图所示：

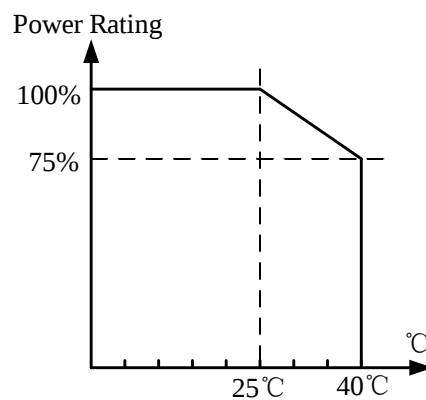


图 8-1 带载功率与操作温度间的关系

8.2 主要技术参数

注意：测量精度是在校准后一年内，负载保护温度 85℃，操作温度 0~40℃，满功率操作温度 0~25℃，推荐工作温度在 18℃~28℃，相对湿度达 80% 时来认定的。另外，精度测量前，请预热半小时。

8.2.1 N62400 系列 1~3KW

表 8-1

型号	N62401-40-200		N62402-40-400		N62403-40-600	
电压	40V		40V		40V	
电流	200A		400A		600A	
功率	1000W		2000W		3000W	
最小可操作电压	0.1V@100A 0.2V@200A		0.1V@200A 0.2V@400A		0.1V@300A 0.2V@600A	
	恒电流模式					
量程	0-20A	0-200A	0-40A	0-400A	0-60A	0-600A
分辨率	0.3mA	3.3mA	0.6mA	6.6mA	1mA	10mA
精度(23±5℃)	小量程精度：0.1%+0.1%F.S.； 大量程精度：0.1%+0.15%F.S.					
	恒电压模式					
量程	0-4V	0-40V	0-4V	0-40V	0-4V	0-40V
分辨率	0.06mV	0.6mV	0.06mV	0.6mV	0.06mV	0.6mV
精度(23±5℃)	0.05%+0.1%F.S.					
	恒功率模式					
量程	0-1000W		0-2000W		0-3000W	
分辨率	16.7mV		33.3mV		50mV	
精度(23±5℃)	0.5%+1%F.S.					
	恒电阻模式					
量程	0.004Ω~20Ω	0.08Ω~200Ω	0.002Ω~10Ω	0.04Ω~100Ω	0.002Ω~6.6Ω	0.03Ω~66Ω
分辨率	16bits					
精度(23±5℃)	0.35%+0.156S	0.35%+15.6mS	0.35%+0.312S	0.35%+31.2mS	0.35%+0.468S	0.35%+46.8mS
	斜率					
电流斜率量程	3.3-200A/ms	200-1000A/ms	6.6-400A/ms	400-2000A/ms	10-600A/ms	600-3000A/ms
电压斜率量程	0.334-16.7V/ms	16.7-166.7V/ms	0.334-16.7V/ms	16.7-166.7V/ms	0.334-16.7V/ms	16.7-166.7V/ms
功率斜率量程	3.3-200A/ms	200-1000A/ms	6.6-400A/ms	400-2000A/ms	10-600A/ms	600-3000A/ms
电阻斜率量程	3.3-200A/ms	200-1000A/ms	6.6-400A/ms	400-2000A/ms	10-600A/ms	600-3000A/ms
精度(23±5℃)	(1+35%) *设定值					
	电压测量					
量程	0-4V	0-40V	0-4V	0-40V	0-4V	0-40V
精度(23±5℃)	0.05%+0.1%F.S.					
	电流测量					
量程	0-20A	0-200A	0-40A	0-400A	0-60A	0-600A
精度(23±5℃)	0.1%+0.1%F.S.					



	功率测量					
量程	0-1000W		0-2000W		0-3000W	
精度(23±5℃)	0.5%+1%F.S.					
	瞬态测量					
T1%T2	0.025-60ms	1-60000ms	0.025-60ms	1-60000ms	0.025-60ms	1-60000ms
分辨率	1μs	1ms	1μs	1ms	1μs	1ms
精度(23±5℃)	1μs+100ppm	1ms+100ppm	1μs+100ppm	1ms+100ppm	1μs+100ppm	1ms+100ppm
	其他					
通讯接口	LAN/RS232/CAN					
交流输入	AC220V±10%，频率 47Hz-63Hz					
操作温度	0~40℃					
存储温度	-10℃~60℃					
重量	约 19.55kg		约 23.7kg		约 27.85kg	
尺寸	132.5mm(H)*482.0mm(W)*612.0mm(D)					

8.2.2 N62400 系列 4~6KW

表 8-2

型号	N62404-40-800		N62405-40-1000		N62406-40-1200	
电压	40V		40V		40V	
电流	800A		1000A		1200A	
功率	4000W		5000W		6000W	
最小可操作电压	0.1V@400A 0.2V@800A		0.1V@500A 0.2V@1000A		0.1V@600A 0.2V@1200A	
	恒电流模式					
量程	0-80A	0-800A	0-100A	0-1000A	0-120A	0-1200A
分辨率	1.3mA	13mA	1.6mA	16mA	2mA	20mA
精度(23±5℃)	小量程精度：0.1%+0.1%F.S.；大量程精度：0.1%+0.15%F.S.					
	恒电压模式					
量程	0-4V	0-40V	0-4V	0-40V	0-4V	0-40V
分辨率	0.06mV	0.6mV	0.06mV	0.6mV	0.06mV	0.6mV
精度(23±5℃)	0.05%+0.1%F.S.					
	恒功率模式					
量程	0-4000W		0-5000W		0-6000W	
分辨率	66mW		83mW		100mW	
精度(23±5℃)	0.5%+1%F.S.					
	恒电阻模式					
量程	0.001Ω~5Ω	0.02Ω~50Ω	0.001Ω~4Ω	0.02Ω~40Ω	0.001Ω~3.3Ω	0.02Ω~33.3Ω
分辨率	16bits					
精度(23±5℃)	0.35%+0.625S	0.35%+62.5mS	0.35%+0.78S	0.35%+78mS	0.35%+0.93S	0.35%+93mS



恩智（上海）测控技术有限公司

	斜率					
电流斜率量程	13.3-800A/ms	800-4000A/ms	16.7-1000A/ms	1000-5000A/ms	20-1200A/ms	1200-6000A/ms
电压斜率量程	0.334-16.7V/ms	16.7-166.7V/ms	0.334-16.7V/ms	16.7-166.7V/ms	0.334-16.7V/ms	16.7-166.7V/ms
功率斜率量程	13.3-800A/ms	800-4000A/ms	16.7-1000A/ms	1000-5000A/ms	20-1200A/ms	1200-6000A/ms
电阻斜率量程	13.3-800A/ms	800-4000A/ms	16.7-1000A/ms	1000-5000A/ms	20-1200A/ms	1200-6000A/ms
精度(23±5℃)	(1+35%) *设定值					
	电压测量					
量程	0-4V	0-40V	0-4V	0-40V	0-4V	0-40V
精度(23±5℃)	0.05%+0.1%F.S.					
	电流测量					
量程	0-80A	0-800A	0-100A	0-1000A	0-120A	0-1200A
精度(23±5℃)	0.1%+0.1%F.S.					
	功率测量					
量程	0-4000W		0-5000W		0-6000W	
精度(23±5℃)	0.5%+1%F.S.					
	瞬态测量					
T1%T2	0.025-60ms	1-60000ms	0.025-60ms	1-60000ms	0.025-60ms	1-60000ms
分辨率	1μs	1ms	1μs	1ms	1μs	1ms
精度(23±5℃)	1μs+100ppm	1ms+100ppm	1μs+100ppm	1ms+100ppm	1μs+100ppm	1ms+100ppm
	其他					
通讯接口	LAN/RS232/CAN					
交流输入	AC220V±10%，频率 47Hz-63Hz					
操作温度	0~40℃					
存储温度	-10℃~60℃					
重量	约 32kg		约 36.15kg		约 40.3kg	
尺寸	265.0mm(H)*482.0mm(W)*612.0mm(D)					

NOTE *1: 若操作电压超过满量程的 1.1 倍，将损坏电子负载

NOTE *2: 为达到所标称的精度，必须有 $I > 0.5\%F.S.$; $V_{in} > 7V$

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

NOTE *4: CR 模式测量时，若 $R_s < 0.1\Omega$ 则精度不指定

NOTE *5: 任何测试时，输入电压都必须大于电流满量程最低操作电压