

# PRO 系列双向可编程直流电源用户手册



版权所有翻印必究

如有变更恕不通知



## 目录

1	联系我们.....	1
2	保修与安全信息.....	2
2.1	关于本说明书.....	2
2.1.1	保留与使用.....	2
2.1.2	版权.....	2
2.1.3	有效性.....	3
2.2	有限售后保证.....	3
2.3	安全信息.....	5
2.3.1	安全标识含义.....	5
2.3.2	安全规则.....	8
2.3.3	安全注意事项.....	9
3	产品概述.....	17

3.1	基本描述.....	17
3.2	产品外观.....	19
3.3	产品特点.....	20
3.4	功能框图.....	21
3.5	技术参数.....	22
3.6	标准配置清单.....	30
4	开箱与安装.....	31
4.1	搬运与储存.....	31
4.1.1	搬运.....	31
4.1.2	存储.....	31
4.2	检查.....	32
4.3	环境要求.....	32
4.3.1	通风.....	32

---

4.3.2	噪声.....	33
4.3.3	液体防护.....	33
4.3.4	清洁.....	33
4.4	安装规范.....	34
4.5	挂耳连接.....	36
4.6	拉手连接.....	37
4.7	脚垫安装.....	38
4.8	交流端连接.....	39
4.9	PE 端连接.....	44
4.10	输出端连接.....	45
4.11	远端补偿连接.....	47
4.12	Magic-Box/ Magic-Bus 安装.....	49
4.13	Anyport 接口安装.....	51

---

4.14	Energy Matrix 接口安装 .....	53
5	基础介绍 .....	55
5.1	用户须知 .....	55
5.1.1	重要须知 .....	55
5.1.2	一般须知 .....	55
5.2	前面板 .....	55
5.2.1	显示屏幕 .....	56
5.2.2	厂家 LOGO .....	57
5.2.3	外部存储接口 .....	57
5.2.4	电源/复位按键 .....	58
5.2.5	输出按键 .....	58
5.2.6	左/右飞梭旋钮及按键 .....	58
5.3	后面板 .....	60

---

5.3.1	Anypoint 接口 .....	61
5.3.2	Energy Matrix 接口 .....	64
5.3.3	LAN 接口 .....	64
5.3.4	USB 接口 .....	65
5.3.5	选配接口 .....	65
5.3.6	SENSE 接口 .....	65
5.3.7	输出铜排正/负极 .....	66
5.3.8	三位输入连接器 .....	66
5.3.9	PE 连接器 .....	67
5.3.10	交流端断路器 .....	67
5.4	手动操作 .....	68
5.4.1	开/关机 .....	68
5.4.2	开启或关闭输出端 .....	71

5.4.3	复位.....	73
6	功能及应用.....	74
6.1	主界面.....	75
6.1.1	下拉快捷区.....	76
6.1.2	状态显示区.....	78
6.1.3	输出显示区.....	81
6.1.4	功能编辑区.....	89
6.1.5	菜单操作区.....	95
6.1.6	输出设置区.....	96
6.2	函数.....	98
6.2.1	波形.....	99
6.2.2	编程.....	113
6.2.3	SAS.....	148

---

6.3	设置	168
6.3.1	模式	169
6.3.2	参数	170
6.3.3	限值	176
6.3.4	保护	182
6.3.5	事件	186
6.4	配置	191
6.4.1	通讯	192
6.4.2	并联	196
6.4.3	高级	198
6.4.4	测量	202
6.4.5	Anyport	204
6.5	存储	212



---

6.5.1	日志记录 .....	213
6.5.2	数据存取 .....	216
6.6	系统 .....	220
6.6.1	屏幕设置 .....	221
6.6.2	校准 .....	224
6.6.3	关于设备 .....	227
	版本修订记录 .....	230

图 1 电源端口残余电压检查示意图.....	13
图 2 PRD 外型尺寸图 .....	19
图 3 PRD 功能框图 .....	21
图 4 PRD0618 功率曲线图	图 5 PRD1506 功率曲线图 .....
图 6 PRD2006 功率曲线图	图 7 PRD0612 功率曲线图 .....
图 8 PRD1504 功率曲线图	图 9 PRD2004 功率曲线图 .....
图 10 PRD0609 功率曲线图	图 11 PRD1503 功率曲线图 .....
图 12 PRD2002 功率曲线图 .....	29
图 13 产品放置示意图 .....	35
图 14 挂耳安装示意图 .....	36
图 15 拉手安装示意图 .....	37
图 16 脚垫安装示意图 .....	38
图 17 交流端接线方式示意图.....	41

图 18 回馈型设备的电网连接方式示意图.....	43
图 19 PE 端接线方式示意图.....	44
图 20 输出端安装示意图.....	46
图 21 远端补偿连接示意图.....	48
图 22 Magic-Box/ Magic-Bus 板的安装示意图.....	50
图 23 Anyport 的安装示意图.....	52
图 24 并机连接方式图.....	54
图 25 前面板功能分区图.....	56
图 26 厂家 LOGO 图.....	57
图 27 后面板功能分区图.....	60
图 28Anyport 输入、输出接口功能示意图.....	61
图 29 开机状态图.....	68
图 30 关机状态图.....	69

---

图 31 开启输出端状态图.....	71
图 32 关闭输出端状态图.....	72
图 33 复位状态图.....	73
图 34 功能树状图.....	74
图 35 主界面图.....	75
图 36 下拉快捷区图.....	76
图 37 状态显示区图.....	78
图 38 输出显示区图.....	82
图 39 源模式下恒阻模式电路原理图.....	85
图 40 载模式下恒阻模式原理图.....	86
图 41 功能编辑区图.....	89
图 42 飞梭功能界面.....	90
图 43 飞梭参数选择界面.....	91

---

图 44 功率曲线图.....	92	
图 45 波形重现图.....	93	
图 46 上拉快捷区图.....	94	
图 47 菜单操作区图.....	95	
图 48 Home 界面图	图 49 菜单界面图.....	95
图 50 输出设置区图.....	96	
图 51 函数功能树状图.....	98	
图 52 任意波-编辑界面图.....	100	
图 53 任意波-正弦波图示.....	102	
图 54 任意波-三角波图示.....	103	
图 55 任意波-脉冲波图示.....	103	
图 56 函数-任意波-波形界面图.....	104	
图 57 任意波预览举例图.....	105	

---

图 58 函数-波形-任意波-数据界面图 .....	106
图 59 波形数据存取示意图 .....	107
图 60 函数-波形-任意波-数据-USB 界面图.....	108
图 61 函数-波形-波形数据界面图.....	110
图 62 函数-波形-波形数据-USB 界面图 .....	111
图 63 函数-波形-波形数据-USB 导入至界面图.....	112
图 64 函数-编程-List-编辑界面图 .....	114
图 65List 波形举例图 .....	116
图 66 编程-list-配置界面图.....	117
图 67 List 配置电压、电流模式波形图.....	119
图 68 编程-List-数据界面图.....	120
图 69 编程-List-数据-USB 界面图 .....	121
图 70 编程-Wave-编辑界面图 .....	122

---

图 71Wave 波形示意图.....	124
图 72 编程-Wave-配置界面图.....	125
图 73Wave 配置电压/电流模式波形图.....	127
图 74 编程-Wave-数据界面图.....	128
图 75 编程-Wave-数据-USB 界面图.....	129
图 76 编程-Step-编辑界面图.....	130
图 77Step 波形示意图.....	132
图 78 编程-Step-配置界面图.....	133
图 79Step 配置电压/电流模式波形图.....	135
图 80 编程-Step-数据界面图.....	136
图 81 编程-Step-数据-USB 界面图.....	137
图 82 编程-Advance-编辑界面图.....	138
图 83 编程-Advance-编辑-更多界面图.....	139

---

图 84 Advance 波形示意图.....	142
图 85 序列组合与重复次数示意图.....	143
图 86 编程-Advance-配置界面图.....	144
图 87 编程-Advance-数据界面图.....	146
图 88 编程-Advance-数据-USB 界面图.....	147
图 89 SAS 功能树状图.....	148
图 90 SAS 主界面图.....	149
图 91 SAS-静态曲线-曲线模型界面图.....	150
图 92 SAS-静态曲线-曲线参数界面图.....	151
图 93 SAS-静态曲线-曲线参数界面图 (Sandia_ Advanced) .....	152
图 94 PV Tech (Sandia_ Advanced) .....	154
图 95 SAS-静态曲线-曲线参数界面图 (EN50530_ Advanced) .....	155
图 96 PV Tech (EN50530_ Advanced, c-Si) .....	156



---

图 97 PV Tech (EN50530_Advanced, User) .....	157
图 98 SAS-静态曲线-高级设置界面图.....	157
图 99 函数-SAS-静态曲线-数据界面图.....	159
图 100 函数-SAS-静态曲线-数据-USB 界面图.....	160
图 101 函数-SAS-曲线扫描-百分比界面图.....	161
图 102 函数-SAS-曲线扫描-高级界面图.....	163
图 103 函数-SAS-自定义曲线-曲线界面.....	165
图 104 函数-SAS-自定义曲线-数据界面图.....	166
图 105 函数-SAS-自定义曲线-数据-USB 界面图.....	167
图 106 设置树状图.....	168
图 107 设置-模式界面图.....	169
图 108 设置-参数-时间界面图.....	170
图 109 设置-参数-速率界面图.....	171

---

图 110 电压/电流/功率上升、下降时间示意图.....	174
图 111 输出端接通/断开延迟时间示意.....	175
图 112 设置-限值界面图.....	176
图 113 电压限值、电阻限值示意图.....	180
图 114 电流、功率限值示意图.....	181
图 115 设置-保护界面图.....	182
图 116 设置-事件界面图.....	186
图 117 事件触发示意图.....	189
图 118 触发源设置图.....	190
图 119 配置树状图.....	191
图 120 通讯-设置界面图.....	192
图 121 配置-通讯-Lan 界面图.....	194
图 122 配置-通讯-USB 界面图.....	195

---

图 123 配置-并联界面图.....	196
图 124 并机配置图.....	197
图 125 配置-高级-触发界面图.....	198
图 126 触发输出示意图.....	199
图 127 配置-高级-扩展界面图.....	200
图 128 配置-高级-采样界面图.....	201
图 129 配置-测量界面图.....	202
图 130 内阻、容量、能量选择显示界面图.....	203
图 131 配置-Anyport-输入界面图.....	204
图 132 外部使能与模拟外部给定关系示意图.....	206
图 133 配置-Anyport-输出界面图.....	207
图 134 配置- Anyport-模拟界面图.....	209
图 135 存储功能树状图.....	212

---

图 136 存储-日志记录界面图.....	213
图 137 日志记录 csv 格式图.....	215
图 138 存储-参数存取-用户参数界面图 .....	216
图 139 存储-参数存取-通讯参数界面图 .....	217
图 140 存储-参数存取-用户参数-USB 界面图.....	218
图 141 系统树状图.....	220
图 142 系统-屏幕-语言界面图 .....	221
图 143 系统-屏幕-显示界面图 .....	222
图 144 系统-屏幕-声音界面图 .....	222
图 145 系统-屏幕-时间界面图.....	223
图 146 校准密码输入界面图.....	224
图 147 系统-校准界面图.....	225
图 148 系统-关于设备-设备信息界面图 .....	228

---

图 149 系统-关于设备-软件版本界面图 .....	228
图 150 系统-关于设备-MagicBox 界面图 .....	229
表 1 技术参数 .....	22
表 2 附件名称及数量表 .....	30
表 3 Anyport 接口功能表 .....	62
表 4 快捷区功能表 .....	77
表 5 状态显示区功能表 .....	79
表 6 工作状态表 .....	87
表 7 上拉快捷区参数表 .....	94
表 8 曲线参数功能表 (Sandia_Basic, EN50530_Basic, Simple) .....	151
表 9 曲线参数功能表 (Sandia_Advanced) .....	152
表 10 曲线参数功能表 (Sandia_Advanced) .....	155

---

表 11 曲线扫描高级参数功能表 .....	164
表 12 参数详细功能表 .....	172
表 13 限值功能表 .....	177
表 14 保护设置参数表 .....	183
表 15 设置事件功能表 .....	187
表 16 Anyport 输入功能表 .....	205
表 17 Anyport 输出功能表 .....	208
表 18 模拟给定量程对应表 .....	211
表 19 日志记录信息图例 .....	215
表 20 文件扩展名表 .....	219

# 1 联系我们

地址：中国·陕西·西安新型工业园区信息大道 12 号

邮编：710119

电话：+86(029) 85691870 85691871 85691872

传真：+86(029) 85692080

网址：[www.cnaction.com](http://www.cnaction.com)

邮箱：[sales@cnaction.com](mailto:sales@cnaction.com)

## 2 保修与安全信息

### 2.1 关于本说明书

#### 2.1.1 保留与使用

本手册要放置于产品附近，方便操作时参考。当设备存放位置和/或用户变更时需一并转移。

#### 2.1.2 版权

严禁全部或部分再版、复印本用户手册或作其它用途，否则将承担该行为导致的法律后果。



### 2.1.3 有效性

本说明书仅对下列规格/型号有效：

30kW 型号/30kW Model			20kW 型号/20kW Model			15kW 型号/15kW Model		
PRD0618	PRD1506	PRD2006	PRD0612	PRD1504	PRD2004	PRD0609	PRD1503	PRD2003

### 2.2 有限售后保证

西安爱科赛博电气股份有限公司对所制造及销售的 PRD 产品自交货之日起一年内，保证在正常使用情况下产生的故障或损坏，负责免费维修。

保证期间内，对于出现下列情况，本公司不负免费修复责任，本公司于修复后依维修情况收费：

超出本产品设计之外的使用目的；

由非专业受训人员使用；

被客户重新组装过；

使用了非授权的零部件；

非本公司或本公司正式授权代理商直接销售的产品；

非经本公司同意，擅自拆卸修理或自行改装或加装附属品，造成故障或损坏；

因不可抗拒的灾变，或可归责于使用者未遵照操作手册规定使用或使用人的过失，如操作不当或其他处置造成故障或损坏。

保证期间内，故障或损坏的产品，使用者应负责运送到本公司，费用由使用者负责，修理完毕后运交使用者（仅限大陆地区）或其指定地点（仅限大陆地区）的费用由本公司负责。

本“保证”不包括所有其他明示或暗示的保证。


## 2.3 安全信息

### 2.3.1 安全标识含义


本文件下的警告段落、安全提示以及一般提示段落将以下面的符号出现于方框内：

	提示！务必先详细阅读本产品的用户手册
	注意！重要操作提示，危及产品，高压危险/电击危险
	警告！危及人身和生命安全

## 注意事项明细:

	<p>必须只能按照产品设计的用途使用本产品； 仅允许在产品标贴注明的范围下使用本产品； 请勿将任何物件特别是金属件插入产品通风孔内； 避免在产品周围使用液体物质； 避免产品受潮、弄湿或沾上冷凝物体； 产品输出打开时，不要将负载连到产品上，可能会产生火花，并引起燃烧，以及损坏设备或负载； 做电子负载用时，产品输入打开时，不要将功率源连到产品上，可能会产生火花，并引起燃烧，以及损坏设备或功率源； 操作接口卡时，一定要按照 ESD 要求规则进行； 操作接口卡时，一定要关闭产品后方可插上或取下接口卡或模块；该操作不需要打开产品外壳； 外部功率源不能反接到产品的输出端！即使产品完全关闭，仍会损坏产品； 使用前必须设置各种保护功能，避免过压、过流、过功率等参数，以匹配已接到产品的负载； 切勿将那些会产生高于产品额定电压的外部电源连接到产品上！ 本产品产交流侧仅、且只能接到电网！</p>
---	--

## 警告事项明细:

	<p>电气设备的操作意味着产品的某些部件带有危险电压。故所有带电压的部件都需带保护盖！</p> <p>产品与市电刚刚断开时，绝不可直接接触电源线或连接插头，因仍存在被电击的危险！</p> <p>关闭输出端时不可马上直接触摸输出端的触片，因其上面仍有危险电压存在！</p> <p>产品仍在运行时，即使产品直流输出/输入未打开，其直流负极/正极对地，也会存在危险电压！</p> <p>操作设备时必须总是遵循下面五个安全规则：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>和电网及负载完全断开！</li><li>确保无重叠连接！</li><li>确认设备已完全停止输出！</li><li>执行接地与短路操作！</li><li>对相邻带电部件安装保护装置！</li></ul> <p>当产品运行时，直流输出已打开，输出端会有电压或者不完全下降至零！</p> <p>当产品运行时，直流输出已关闭，输出端仍可产生很小的不可加载的电压 (&lt;2 V) ！</p>
---	--

## 2.3.2 安全规则

请勿自行安装、或更换替代零件，或执行任何未经授权的修改。若需维修，请将仪器送回到本公司的维修部门进行维修，以确保其安全特性。

请参考用户手册中特定的警告或注意事项，以避免造成人体伤害或仪器损坏。

为防止触电，非本公司授权专业人员，严禁拆开机器。

严禁将本产品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。

### 2.3.3 安全注意事项

在操作、维护和维修本产品的所有阶段，必须遵守一般安全预防措施或本手册其他地方的特定警告。若违反了设计、制造的安全标准、以及设备的预期用途，西安爱科赛博电气股份有限公司因客户未能遵守这些而不承担任何责任要求。



**警告：I 类设备**

本产品为 I 类安全设备（带保护接地端子），若以用户手册中未规定的方式使用，本产品的保护功能可能会受损。



**警告：环境条件**

本产品仅适用于安装在污染等级 2、海拔高度不超过 2000m、过电压为 OVC II、避免直接日晒、灰尘、易燃易爆气体以及强烈磁场的室内环境中使用。其工作温度 0-40℃，相对湿度小于 75%。



### 注意：通电前

确认铭牌上注明的产品交流输入规格与可用的公用电网的电压和频率等参数均匹配。



### 安全注意事项：接地

本产品为I类安全设备（带保护接地端子）。为减少电击危险，设备机壳接地端子必须连接到电气安全接地上。设备必须通过适当额定值且带有保护接地的三相电缆(L1-L2-L3-PE)连接到交流电源。



保护（接地）导体或保护接地端子的断开将导致潜在的电击危险，可能导致人身伤害。

该设备配有线路滤波器，以减少电磁干扰，必须正确接地，以尽量减少电击危险。在线路电压或频率超过型号标牌上规定的电压或频率下运行，可能导致泄露电流超过 5.0mA<sub>peak</sub>。



**警告：不要在爆炸性环境中操作。**

不要在有易燃或易爆气体环境中操作该设备。



**警告：断开装置**

交流输入连接必须包括一个断开装置（外部开关或断路器），作为安装的一部分。断开装置必须位于交流端的适当位置，且必须标记为设备的断开装置。断开装置必须同时断开所有导线。

必须提供外部过电流保护装置（如保险丝或断路器）。

过电流保护装置的分断能力与装置的额定电流相适应。

过电流保护装置电源侧极性相反的电源连接部件之间至少需要基本绝缘。

过电流保护装置不得安装在保护导体中。多相设备的中性线不应安装熔断器或单极断路器，且应按照 GB19517-2009 要求安装。

断开电网电源后，务必使用数字电压表（DMM）的**直流档位**按图 1 示检查从每个线路端子到接地螺柱的任何残余直流电压，以在接触装置或任何接线板或插脚之前检查安全电压水平（ $< 5V_{dc}$ ）。

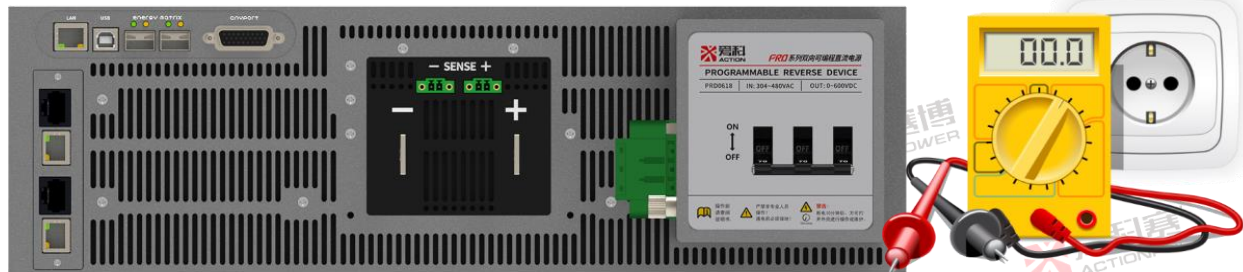


图 1 电源端口残余电压检查示意图



### 警告：不要替换零件或修改

因存在引入额外危险物体的风险，请勿私自安装替代零件或对设备进行任何未经授权的修改。应将设备邮寄回西安爱科赛博电气股份有限公司销售服务部门提供服务和维修，以确保设备得到正确的维护。

出现损坏或有缺陷的设备应立即停止工作，并加贴“故障/待维修”类似标志，避免意外操作，直到专业的维修人员对其进行维修。



**注意：仪器位置**

不要将本仪器放置在任何妨碍电源断开装置的位置，或以任何使电源断开装置难以操作的方式放置。



**注意：请保持产品表面的清洁和干燥；**



**注意：不要放置重物在设备外壳上；**



**注意：避免严重撞击或不当的处置导致机器损坏；**



**注意：不要阻塞侧板和前后板的通风口。**



**警告：为防止火灾，只允许使用本产品指定规格的保险丝；**



**注意：保养清洁**

请勿带电对本产品进行保养清洁，否则有触电危险。使用温和的洗涤剂和清水沾湿柔软

的布，不要直接喷洒清洁剂。不要使用化学或清洁剂含研磨的产品，如苯、甲苯、二甲苯和丙酮等。

非专业人员请勿对本产品实施维修及保养清洁，否则会造成人身伤害或设备损坏。



**警告：断电 10 分钟后，方可打开外壳进行操作或维护。**

本产品内部设计有电解电容，其在断电后，放电时间较长。因此，专业人员需断电后对电解电容进行放电或等至 10 分钟后电压降为安全电压时方可进行操作或维护，以防剩余电压造成电击事故。

## 3 产品概述

本章主要描述 PRD 系列双向可编程直流电源的一般工作特性。

### 3.1 基本描述

PRD 集电源与负载于一体，二者可无缝切换，在功率过零点自然过零，能简化电源配置与系统复杂度。同时还是一台高精度、高动态、易用的回馈型直流可编程源/载产品。具有行业领先的功率密度，独立的高精度测量系统，良好的行业负载适应性。

PRD 具备能量回收功能，能以高达 95%的效率将直流侧能量回馈至电网。

PRD 除了基本的源/载功能外，还内置函数发生器功能、编程功能，并支持正弦波、矩形波、三角波、自定义波等。同时具备波形点编辑功能，支持 U 盘导入/导出。

PRD 后面板配置的 USB 接口与以太网接口可远程控制 PRD，也可使用模拟接口控制。

可增加内置式接口模块 Maigc-Bus，以扩展标准 RS232、RS485、CAN 等标准工业总线。

PRD 配备了矩阵式高速光纤数字并联系统，能将多达 100 台产品组合成一个完整的系

统，形成高达 3000 kW 的总功率。并联之后的系统仍然能达到单机的性能标准。

PRD 系列双向可编程直流电源性能详见“3.5 技术”中数据。这些数据是在环境温度为 20°C-30°C、额定输入、额定输出、电阻负载条件下所测试得到的典型数据。



## 3.2 产品外观

PRD 外型为标准 19 英寸结构，可放置于标准机柜系统或桌面，其外型尺寸见图 2。

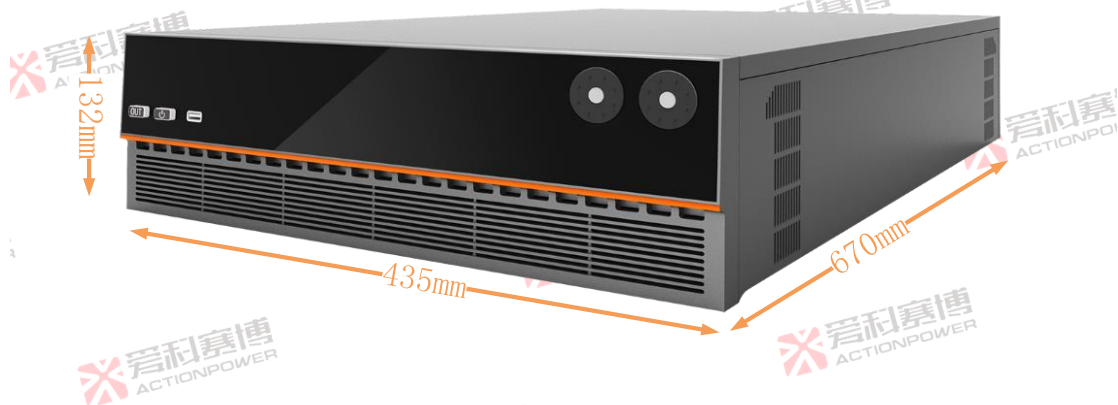


图 2 PRD 外型尺寸图

### 3.3 产品特点

高达 61/2 位的给定、测量系统；

电压/电流精确至 mV/mA 级；

功率分辨率高达 0.1W；

百 us 级的动态响应时间；

并联扩容达 3MW 容量性能指标不降额；

智能 Magic-Box、Magic-Bus 模块，快速适应各行业标准；

### 3.4 功能框图

PRD 系列双向可编程直流电源采用高频功率变换器件，将性能指标提高到全新高度，图 3 展示了 PRD 功能框图。

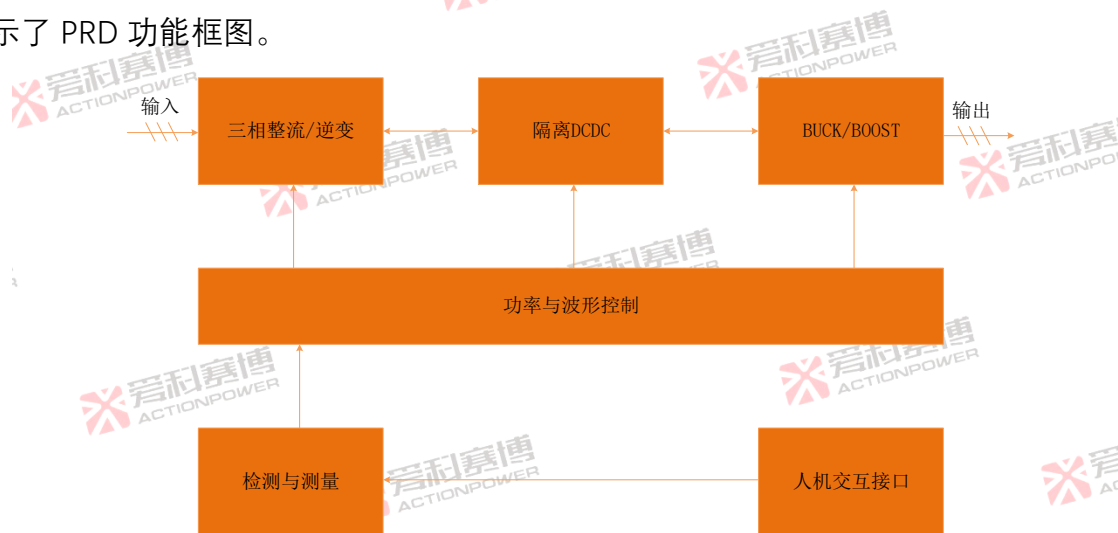


图 3 PRD 功能框图

### 3.5 技术参数

表 1 列出了环境温度为  $25^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，额定输入、阻性负载条件下的数据，可满足一般选型参考。

表 1 技术参数

参数/Parameter	30kW 型号/30kW Model			20kW 型号/20kW Model			15kW 型号/15kW Model		
	PRD0618	PRD1506	PRD2006	PRD0612	PRD1504	PRD2004	PRD0609	PRD1503	PRD2003
交流输入/AC Supply									
电压范围/Voltage Range	304Vac~480Vac/380V $\pm$ 20%								
频率/Frequency	47Hz ~ 63Hz								
接线方式/Connection	3ph+PE								
冲击电流/Inrush Current	<50A								
效率/Efficiency	~ 95%								
功率因数/Power Factor	~ 0.99								
直流参数/DC terminal									
最大电压/Max.Voltage(F.S.)	600V	1500V	2000V	600V	1500V	2000V	600V	1500V	2000V
最大电流/Max.Current(F.S.)	$\pm$ 180A	$\pm$ 60A	$\pm$ 60A	$\pm$ 120A	$\pm$ 40A	$\pm$ 40A	$\pm$ 90A	$\pm$ 30A	$\pm$ 30A
最大功率/Max.Power(F.S.)	$\pm$ 30kW	$\pm$ 30kW	$\pm$ 30kW	$\pm$ 20kW	$\pm$ 20kW	$\pm$ 20kW	$\pm$ 15kW	$\pm$ 15kW	$\pm$ 15kW

参数/Parameter	30kW 型号/30kW Model			20kW 型号/20kW Model			15kW 型号/15kW Model		
	PRD0618	PRD1506	PRD2006	PRD0612	PRD1504	PRD2004	PRD0609	PRD1503	PRD2003
过压保护范围 OverVoltage Protection Range	0 ~ 额定的 110%(±1%F.S.)								
过流保护范围 OverCurrent Protection Range	0 ~ 额定的±110%(±1%F.S.)								
过功率保护范围 OverPower Protection Range	0 ~ 额定的±110%(±1%F.S.)								
电压参数/Voltage regulation									
调节范围/Adjustment Range	0-650V	0-1550V	0-2050V	0-650V	0-1550V	0-2050V	0-650V	0-1550V	0-2050V
编程精度/Setting Accuracy(at 25°C±5°C)	± 0.02%F.S.								
编程分辨率/Setting Accuracy(at 25°C±5°C)	± 10mV								
显示精度/Display Accuracy(at 25°C±5°C)	± 0.02%F.S.								
显示分辨率/Display Resolution(at 25°C±5°C)	1mV	10mV	10mV	1mV	10mV	10mV	1mV	10mV	10mV
源调整率/Line regulation(±10%Uac)	± 0.01%F.S.								
载调整率/Load regulation(0V~100%F.S.)Δ I/O	± 0.01%F.S.								
远端补偿/Remote sensing compensation	Max.Voltage and 2%F.S./Line								
上升时间/Rise time(10-90%)F.S.	500μs								

参数/Parameter	规格/Mode			30kW 型号/30kW Model			20kW 型号/20kW Model			15kW 型号/15kW Model		
	PRD0618	PRD1506	PRD2006	PRD0612	PRD1504	PRD2004	PRD0609	PRD1503	PRD2003			
恢复时间/Transient time after (50%F.S.)	500μs 内恢复至稳态 ±0.75%F.S. 范围内, 50%至 100% or 或 100% 至 50% 负载变化											
纹波电压/Ripple(peak)@20MHz bandwied	1000mVp	2400mVp	2400mVp	1000mVp	2400mVp	2400mVp	1000mVp	2400mVp	2400mVp			
纹波电压/Ripple(rms)@300kHz LF	200mVRMS	400mVRMS	400mVRMS	200mVRMS	400mVRMS	400mVRMS	200mVRMS	400mVRMS	400mVRMS			
放电时间/Fall time without load	10-30s											
电压摆率变化范围/Slew rate(Without load)	1500V/ms	5000V/ms	5000V/ms	1500V/ms	5000V/ms	5000V/ms	1500V/ms	5000V/ms	5000V/ms			
电压摆率变化范围/Slew rate(Full load)	500V/ms	1500V/ms	1500V/ms	500V/ms	1500V/ms	1500V/ms	500V/ms	1500V/ms	1500V/ms			
电流参数/Current regulation												
调节范围/Adjustment Range	0-±180A	0-±60A	0-±60A	0-±120A	0-±40A	0-±40A	0-±90A	0-±30A	0-±30A			
编程精度/Setting Accuracy(at 25°C±5°C)	± 0.02%F.S.											
编程分辨率/Setting Accuracy(at 25°C±5°C)	± 10mA											
显示精度/Display Accuracy(at 25°C±5°C)	± 0.02%F.S.											
显示分辨率/Display Resolution(at 25°C±5°C)	1mA											
源调整率/Line regulation(±10%Uac)	± 0.01%F.S.											
载调整率/Load regulation(0V~100%F.S.)Δ UOUT	± 0.05%F.S.											
上升时间/Rise time(10-90%)F.S.	300μs											

参数/Parameter	规格/Mode			30kW 型号/30kW Model			20kW 型号/20kW Model			15kW 型号/15kW Model		
	PRD0618	PRD1506	PRD2006	PRD0612	PRD1504	PRD2004	PRD0609	PRD1503	PRD2003			
功率参数/Power regulation												
调节范围/Adjustment Range	0-30kW	0-30kW	0-30kW	0-20kW	0-20kW	0-20kW	0-15kW	0-15kW	0-15kW			
编程精度/Setting Accuracy(at 25°C±5°C)	± 0.01%F.S.											
编程分辨率/Setting Accuracy(at 25°C±5°C)	± 1W											
显示精度/Display Accuracy(at 25°C±5°C)	± 3W											
显示分辨率/Display Resolution(at 25°C±5°C)	± 1W											
电阻参数/Resistor regulation												
调节范围/Adjustment Range	0.5-3000Ω											
编程精度/Setting Accuracy(at 25°C±5°C)	0.01Ω											
编程分辨率/Setting Accuracy(at 25°C±5°C)	0.01Ω											
显示精度/Display Accuracy(at 25°C±5°C)	0.01Ω											
显示分辨率/Display Resolution(at 25°C±5°C)	0.01Ω											
多功能接口/Anyport												
功能及定义/Signals	See*Anyport interface specification"											
隔离/Isolation	707VDC											
接口/Interfaces												

参数/Parameter	规格/Mode	30kW 型号/30kW Model			20kW 型号/20kW Model			15kW 型号/15kW Model		
		PRD0618	PRD1506	PRD2006	PRD0612	PRD1504	PRD2004	PRD0609	PRD1503	PRD2003
后面板/Rear	Type-B USB、LAN、Share Bus、Magic-BUS、Magic-BOX DC terminal、AC supply、Remote sensing、Analog interface									
前面板/Front	Type-A USB、ON/OFF Button、Out Button、Touch screen、Rotary knob									
环境/Ambient										
工作温度/Operation temperature	0 °C~50°C									
存储温度/Storage temperature	-20 °C~70 °C									
湿度/Humidity	≤ 80%. Not condensing									
高度/Altitude	高于 2000m 时输出电流降额 2%/100m 或 Ta 降额 1°C/100m									
安规/Safety										
标准/Standards	EN 61010-1:2007-11, EN 50160:2011-02 EN 61000-6-2:2016-05, EN 61000-6-3:2011-09									
电磁兼容/EMC	IEC/EN 61204-3									
绝缘/Insulation										
负极-PE/Negative DC to PE	±1500 V DC									
正极-PE/Positive DC to PE	+2000 V DC									
输入-PE/AC input <-> PE	2.5 kV AC									
其它/										



参数/Parameter	30kW 型号/30kW Model			20kW 型号/20kW Model			15kW 型号/15kW Model			
	规格/Mode	PRD0618	PRD1506	PRD2006	PRD0612	PRD1504	PRD2004	PRD0609	PRD1503	PRD2003
尺寸/Dimensions	W435mm x H132mm x D670 mm(770mm With Breaker)									
重量/weight	35kg									

下图展示了 PRD 不同型号的功率曲线

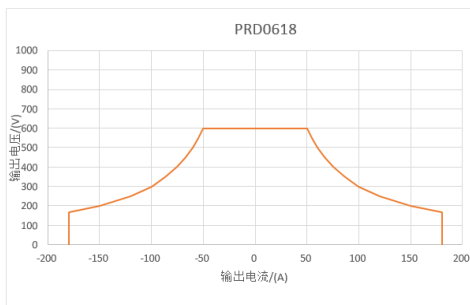


图 4 PRD0618 功率曲线图

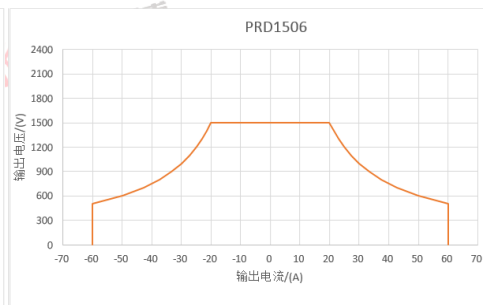


图 5 PRD1506 功率曲线图

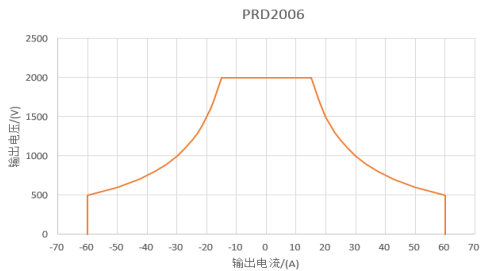


图 6 PRD2006 功率曲线图

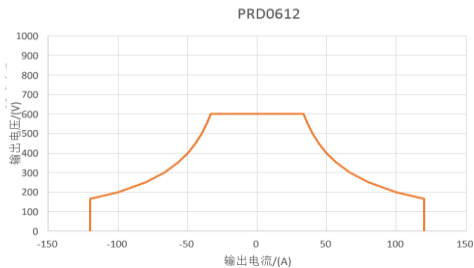


图 7 PRD0612 功率曲线图

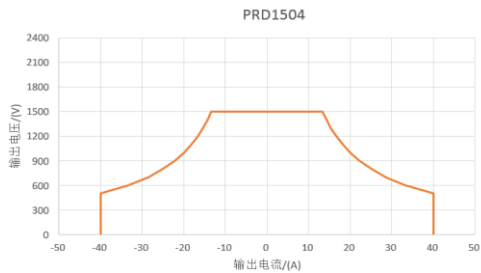


图 8 PRD1504 功率曲线图



图 9 PRD2004 功率曲线图

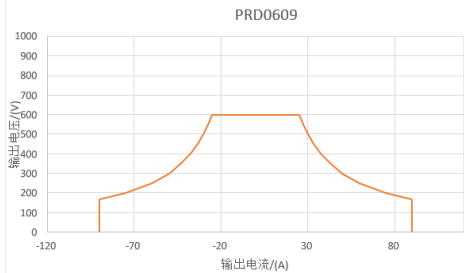


图 10 PRD0609 功率曲线图

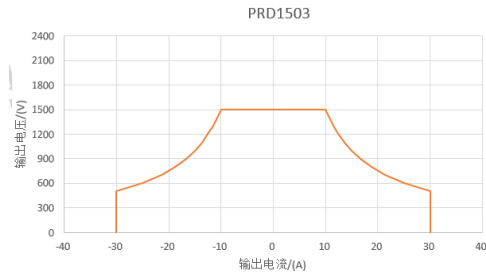


图 11 PRD1503 功率曲线图

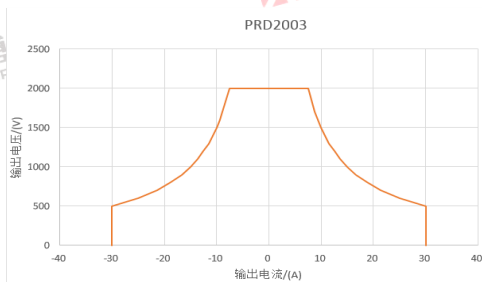


图 12 PRD2002 功率曲线图

### 3.6 标准配置清单

每台出厂的 PRD 均包含表 2 中所列附件。如发现一个或多个附件有误或丢失，请联系本公司售后。


表 2 附件名称及数量表

型号	配件名称	数量/单位
PRD0618	3 位输入连接器	1/个
PRD1506	模拟编程转接盒	1/个
PRD2006		
PRD0612	输入线缆	1/套
PRD1504		
PRD2004		
PRD0609	安装套件	1/套
PRD1503		
PRD2003	防护罩	1/个

## 4 开箱与安装

### 4.1 搬运与储存

#### 4.1.1 搬运

	<p>产品前面板的挂耳非搬运用途！ 鉴于产品的重量，应尽量避免徒手搬运。如果实在无法避免，只能托住产品底部不能是外在部件（如挂耳，端子，旋钮）进行搬运。 当产品已打开或与其它设备相连时请不要搬运它！ 产品使用位置变化时建议使用原厂包装材料进行搬运。 本产品应一直保持水平移动或安放。 移动产品时，请穿上合适的防护衣服，特别是防护鞋。一旦跌落可能会造成严重后果。</p>
---	--

在产品使用中，建议保存原厂完整的包装材料，以便产品移动或返回原厂维修时使用。

否则应按照环境保护规定处理这些包装材料。

#### 4.1.2 存储

如果产品存储时间很长，建议使用原厂的或类似的包装材料。应将产品保存在干燥的室内，尽可能封住开口处，避免产品内部元件因湿气而腐蚀。

## 4.2 检查

开箱前请仔细检查包装完整性，如有异常或认为可能引起设备损坏，请立即联系西安爱科赛博电气股份有限公司售后。

开箱后请仔细对照标准配置清单检查是否正确，如有异常或认为可能引起设备损坏，请立即联系西安爱科赛博电气股份有限公司售后。

产品有无包装进行搬运时，都应根据标准配置清单（见章节“标准配置清单”）检查产品是否完整，是否有损伤。有明显损伤（如：内部元件松脱，外壳受损）的产品在任何条件下都不能投入使用。

## 4.3 环境要求

### 4.3.1 通风

PRD 采用前面板进风，后面板出风设计。为保证产品正常工作，安装时需在产品后方预留最少 30cm 的空间通风，避免过热保护。

### 4.3.2 噪声

高温环境下当设备在额定满功率或接近额定满功率运行时，风扇转速将达到最高。在距离 PRD 前面板 1 米处，PRD 的噪声水平可能超过 70dB。操作员应提供措施，将使用点的噪声水平降至安全水平。这些措施可以包括安装降噪挡板或提供保护性耳塞。

### 4.3.3 液体防护

PRD 无液体防护功能。不要安装在化学品或液体可能溢出的地方。

### 4.3.4 清洁

PRD 无用户清洁设计或清洁附件，在满足推荐的环境下可长期使用。如有清洁需要请联系厂家售后。

## 4.4 安装规范



PRD 系列产品比较重。因此放产品的位置（桌子、机柜、架子、机架）必须能承受它的重量。

PRD 底部配备有仪器垫，在桌面使用时，能防止滑动损坏桌面。但移动产品时不要强行推动，防止仪器垫橡胶部件脱落甚至会损坏桌面。

使用机柜时，必须使用适合产品外壳宽度与重量的轨条。

产品放于机架或机柜时，必须注意产品的深度。前面板的把手只用于在机柜内推进或拉出。

连到市电前，确保供电电压是产品品牌所示电压。交流电过压可能会损坏产品。

本系列产品具有能量回馈功能，与太阳能回馈设备相似，可将能量返回本地或公共电网。返回公共电网时，绝对要按照当地供电公司的规则操作，并且在安装之前，或至少在初始调试前，应调查清楚，是否有必要安装电网保护装置。

为产品选择一个与负载或外部源连接距离尽可能短的位置安放。

给产品后方预留足够的空间通风，最少 30cm。



如图 13 所示①号位置为产品唯一正确放置方式，不允许有其他的放置方式。

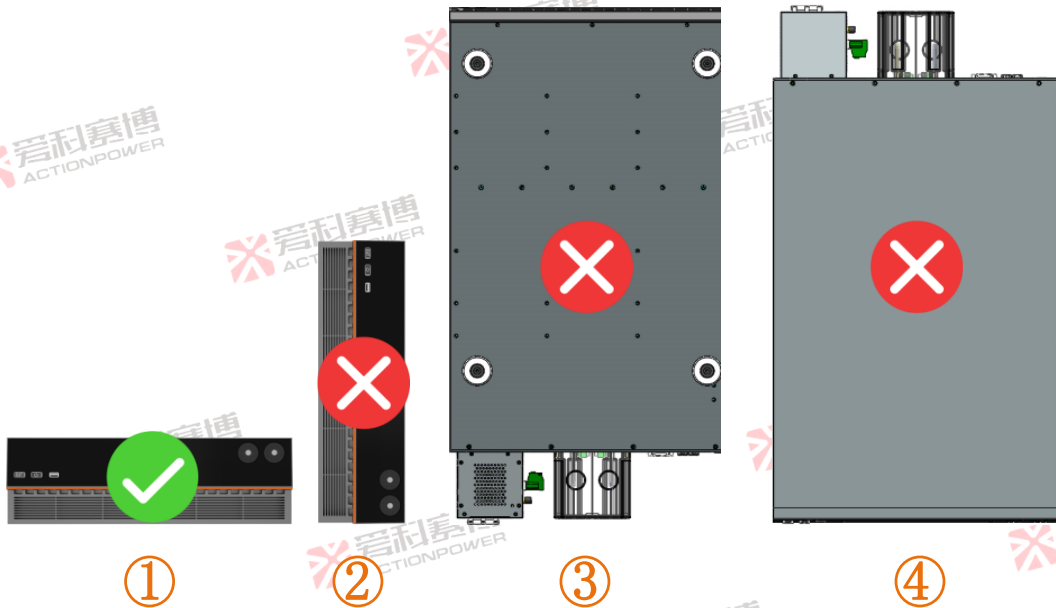


图 13 产品放置示意图

## 4.5 挂耳连接

PRD 需要放置在标准机柜时，可按图示安装挂耳，如图 14。

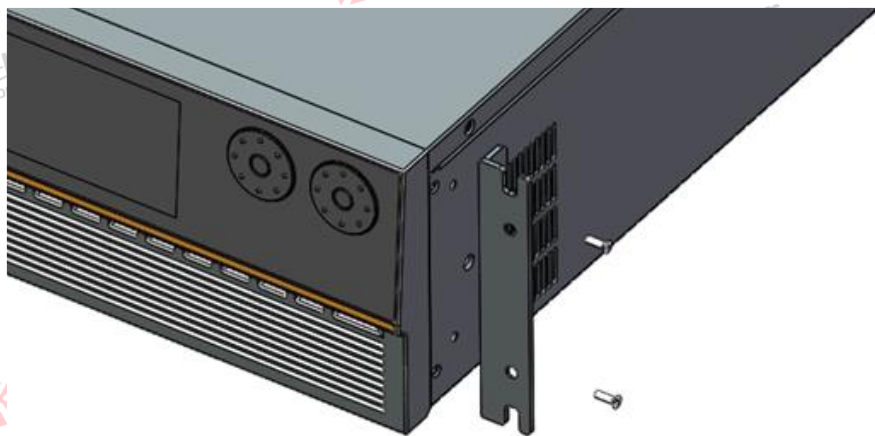


图 14 挂耳安装示意图

## 4.6 拉手连接

PRD 需要在机柜中推拉时，可按图示安装拉手，如图 15。

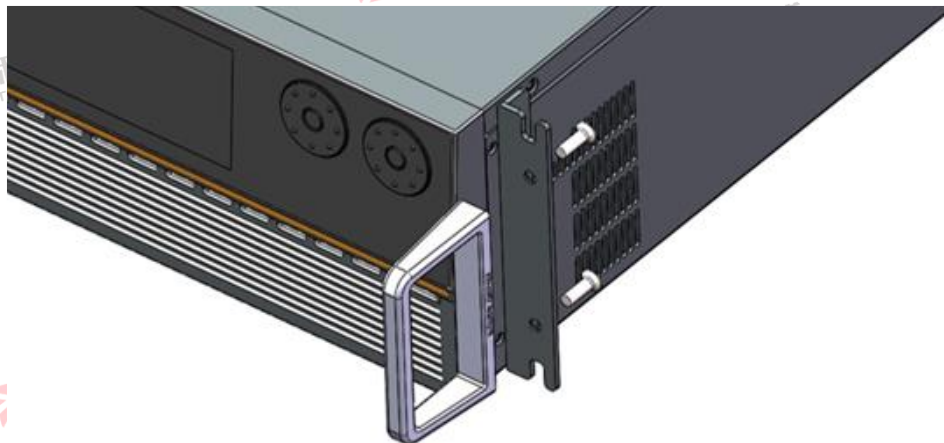


图 15 拉手安装示意图

## 4.7 脚垫安装

PRD 默认已安装了脚垫，如需将 PRD 垫高，我们为用户准备了一套高脚垫，可按照图示进行更换，如图 16。

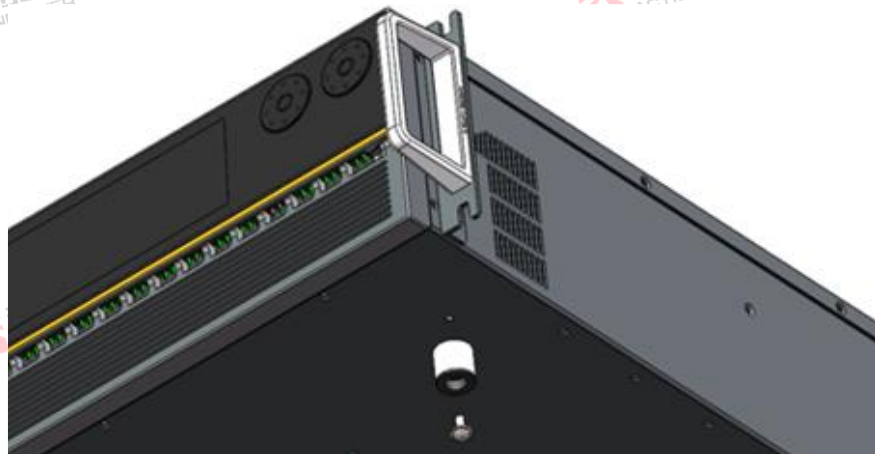


图 16 脚垫安装示意图

## 4.8 交流端连接



仅有相关专业的人员才能执行交流供电端的连接。

本产品必须直接连接到电网（此处可接变压器），而非连接到发电机或 UPS 等无吸收功率能力的设备上！

连接线的横截面必须满足产品的最大输出电流要求！

确保遵循能量返回设备与公共电网操作与连接的所有规则，且需要满足所有必要条件！

连接线必需被固定在尼龙固定圈内！

PRD 输入支持较宽的电压与频率范围，对交流输入电压相位自适应。将交流电源连接到产品之前，必须检查设备上的标签或本手册，以验证其交流输入配置是否与本地电网匹配。如果交流输入电压和频率不匹配，请不要将交流电源连接到本产品。

PRD 交流输入连接必须包括一个断开装置（外部开关或断路器），作为安装的一部分。断开装置必须位于交流端的适当位置，且必须标记为设备的断开装置。断开装置必须同时断开所有导线。

必须提供外部过电流保护装置（如保险丝或断路器）。

过电流保护装置的分断能力与装置的额定电流相适应。

过电流保护装置电源侧极性相反的电源连接部件之间至少需要基本绝缘。

过电流保护装置不得安装在保护导体中。多相设备的中性线不应安装熔断器或单极断路器，且应按照 GB19517-2009 要求安装。

根据产品的额定交流电流选择合适的截面积和线长的连接线。由于本系列单机产品在满载时的最大输入电流为 50A，每个相位的最小连线截面积至少为 6mm<sup>2</sup>。

交流供电的三位输入连接器最大可容纳 16 mm<sup>2</sup>以下的线缆。因电线中有内阻，连接线越长，其压降会越大。因此电源线应尽可能短，或使用更大截面积的线。

较长的连接线应该被固定在输入断路器下放的尼龙圈内，防止设备移动时输入连接线或端子被拉出。

交流端的接线方式如图 17 所示：

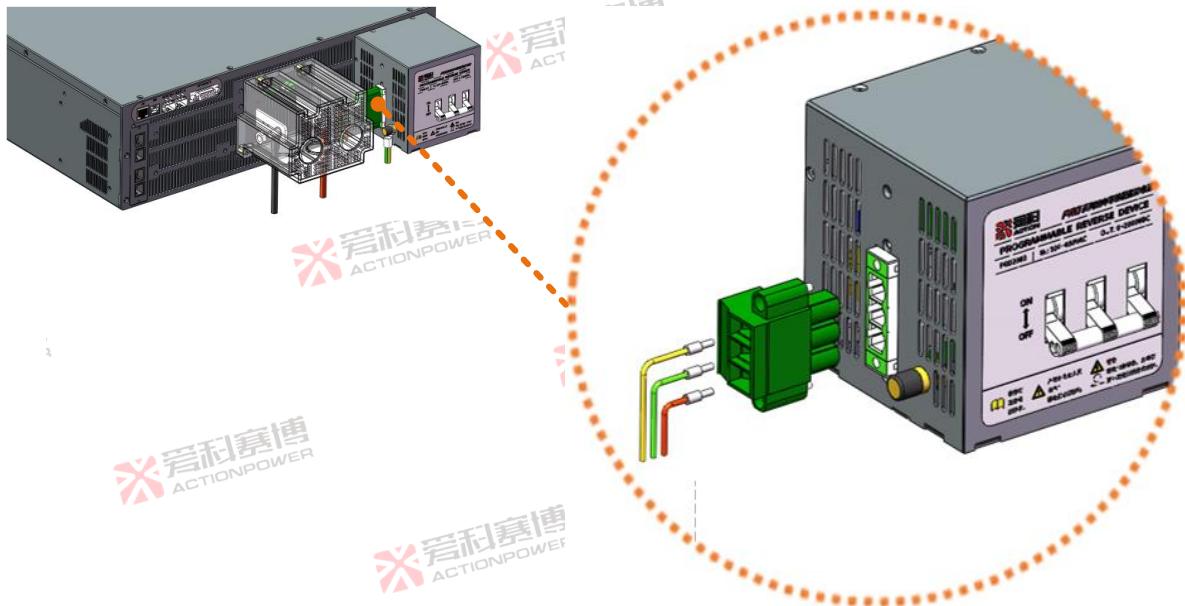


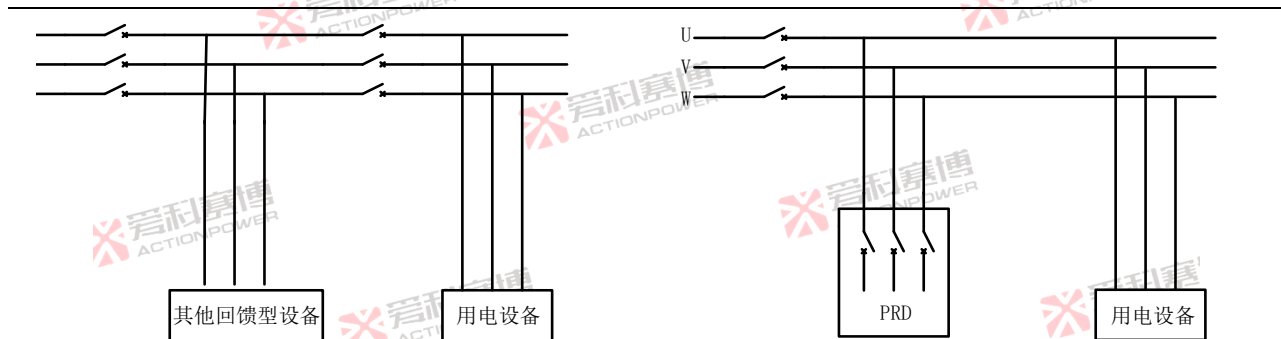
图 17 交流端接线方式示意图

注：回馈型设备的注意事项

电网上任意的两输出插座之间，通常是没有安装断路器或熔断器的，图 18 示意了其中一种典型工况。一旦任何用电设备交流部分出故障（如：短路），不仅电网会向用电设备输出大电流，PRD 设备也可能会向用电设备输出大电流，而且电流会随着回馈型设备功率的增大而增大。即使电网处的断路器跳闸，回馈型产品还是会继续给用电设备供电，从而导致用电设备故障扩大，或者引起电线或连接端起火，若要避免这类问题，必须电网两输出插座间安装断路器或熔断器。

PRD 系列产品考虑了这种危险情况，在产品内部已经安装了断路器，用户无需额外安装断路器。





(a) 其他回馈型电网连接方式

(b) PRD电网连接方式

图 18 回馈型设备的电网连接方式示意图

## 4.9 PE 端连接



PE 导线很重要，必须一直接上！PE 端的连线方式如图 19 所示。

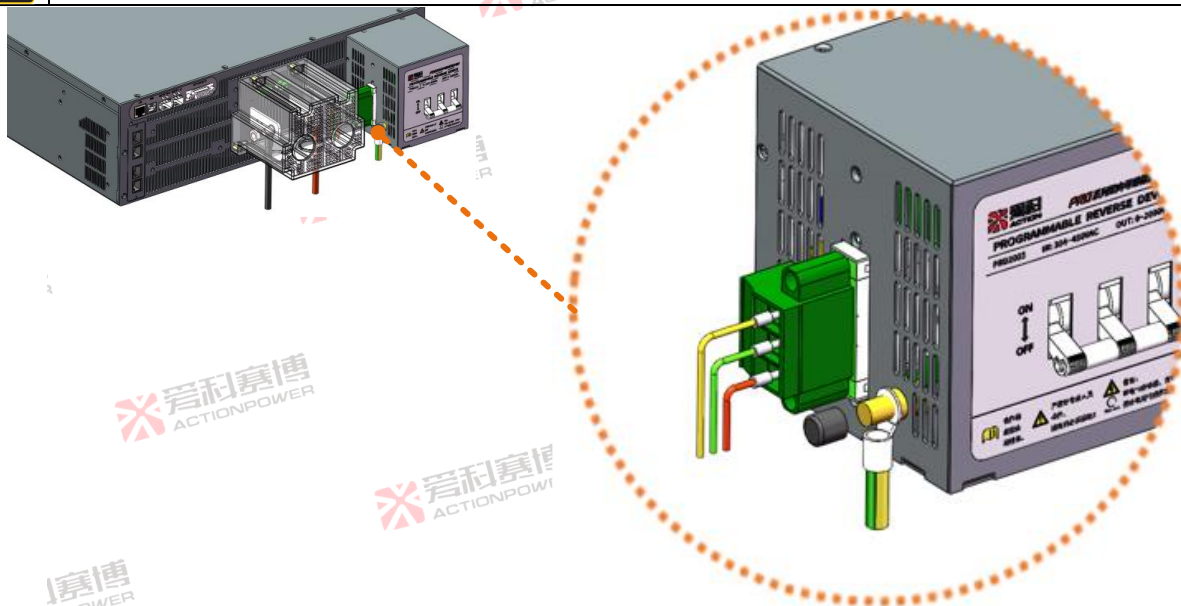


图 19 PE 端接线方式示意图

## 4.10 输出端连接



如果产品的额定电流较大，则需一条粗且重的直流连接线，这需考虑连线的重量以及输出端的拉力。特别是当产品装在机柜或类似机柜内时，连线会悬挂于输出端，此时应需使用一个固线套管来固定线缆。

由于产品结构原因，当它与外部源接上后，即使直流输入关闭，也会吸取一个很小的电流，该值约为 15mA。

本产品内部无反接保护功能！将其反极性连接到 PRD 上，会使之受损，即使其未通电都会！

输出端位于产品后面板中部。此处连线的横截面由损耗的电流、线长以及环境温度决定。

我们建议使用不超过 5 m 长的线缆，且平均环境温度不超过 30°C。

输出端安装时，需要先将线缆穿过保护罩，然后将线缆固定在输出端铜排上，最后安装保护罩即可。

输出端的连线方式如图 20 所示：

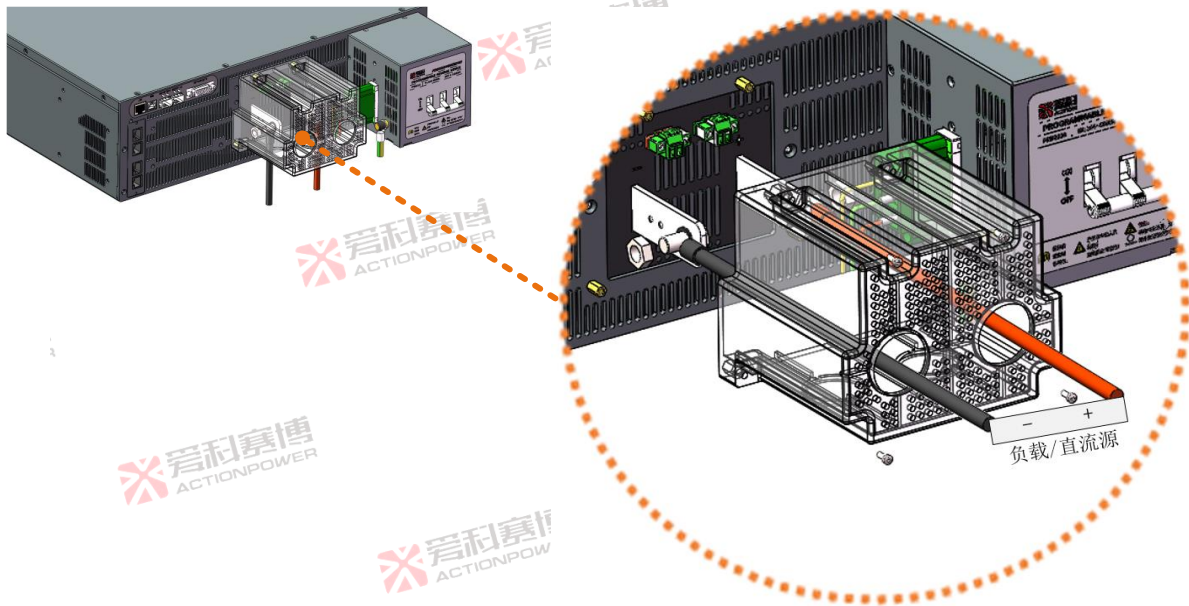


图 20 输出端安装示意图

## 4.11 远端补偿连接



补偿线的横截面积不是很重要。5 m 以下长度的线缆，截面积建议使用 0.5 mm<sup>2</sup>。

补偿线应双绞起来，放于直流线附近。

补偿线跟负载/电源之间要+与+，-与-相连，否则会损坏补偿端。

在并机模式下，补偿线仅用连到主机产品上。

补偿线的介电强度必须至少符合额定直流电压。

当使用输出电压大于 60VDC 的电源时，在补偿点有潜在的电击危险。确保负载端的连接是屏蔽的，以防止接触危险电压。

在使用屏蔽补偿线时，屏蔽层应单点接地。

为了补偿连接到负载或外部源线缆上的压降，可将远端补偿接口接到负载或外部源上。

最大可补偿值为 Max.Voltage and 2%F.S./Line。

远端补偿的连线方式如图 21 所示：

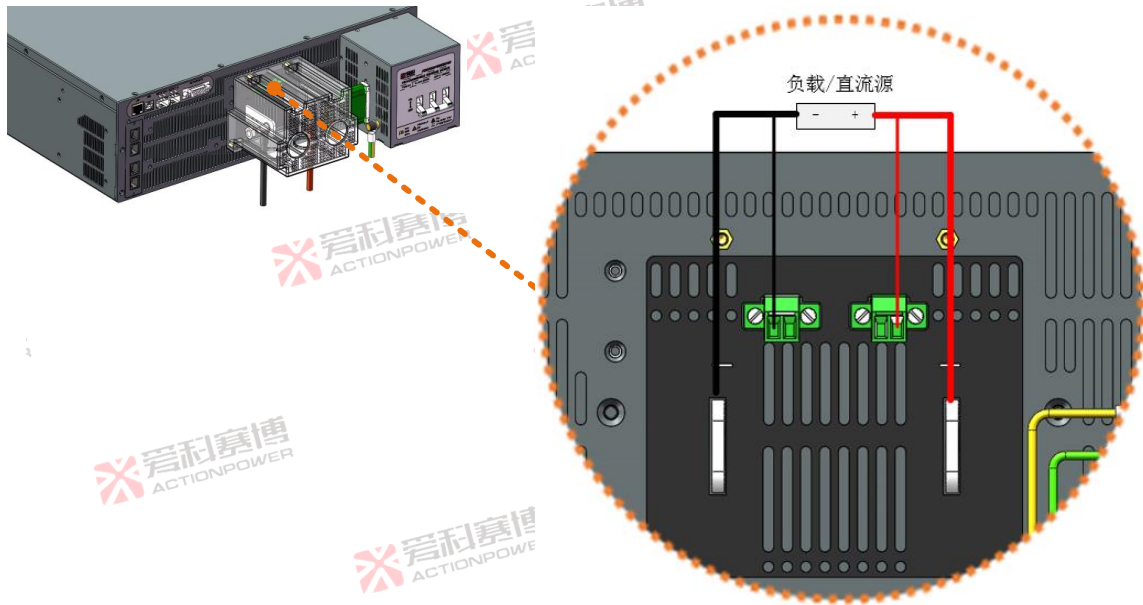


图 21 远端补偿连接示意图

## 4.12 Magic-Box/ Magic-Bus 安装



插入或更换模块时要按照 ESD 保护进行。  
插入或取下模块前必须关闭产品。  
请不要将接口模块以外的硬件插入此槽内。

PRD 有两个外置功能扩展接口，这两个接口采用总线设计，可不用区分位置使用。

Magic-Box/ Magic-Bus 板有多种型号，用户可参考 Magic-Box/ Magic-Bus 板手册选择购买。Magic-Box/ Magic-Bus 板可由用户自行拆装。

使用螺丝刀，拆下 Magic-Box/ Magic-Bus 板挡板，拔出原有的 Magic-Box/ Magic-Bus 板。再将需要的 Magic-Box/ Magic-Bus 板对准卡槽插入，最后再用螺丝刀装上挡板。

Magic-Box/ Magic-Bus 板的安装示意图如图 22 所示：

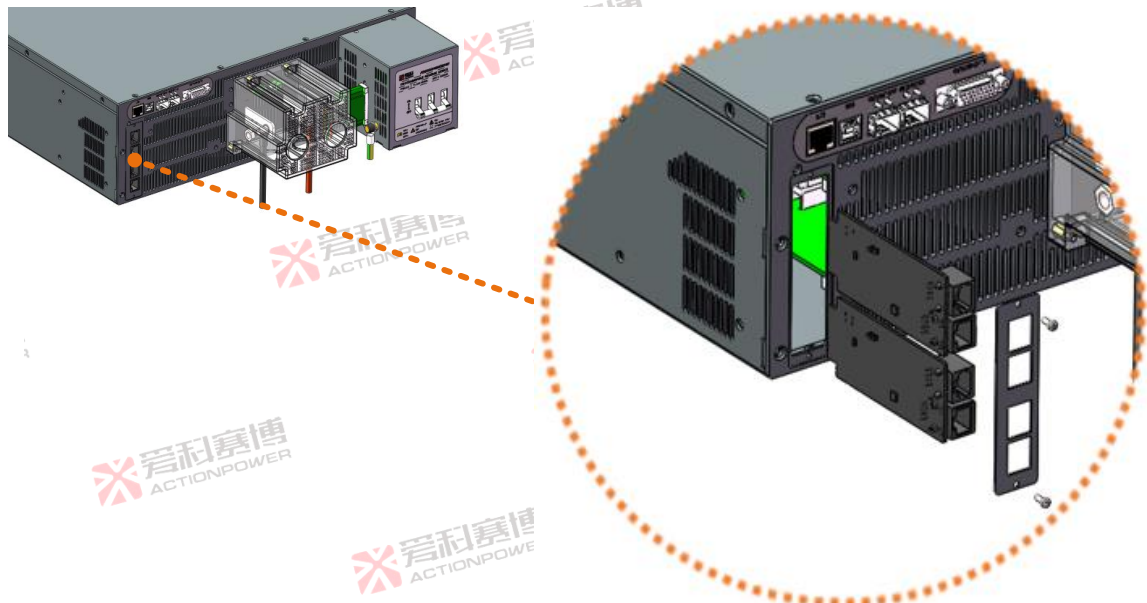


图 22 Magic-Box/ Magic-Bus 板的安装示意图



### 4.13 Anyport 接口安装

Anyport 是一个多功能接口，如需使用此接口，可使用模拟编程转换器连接，在连接或断开 Anyport 接口之前，必须端开电源输入。

Anyport 的安装方式如图 23 所示。

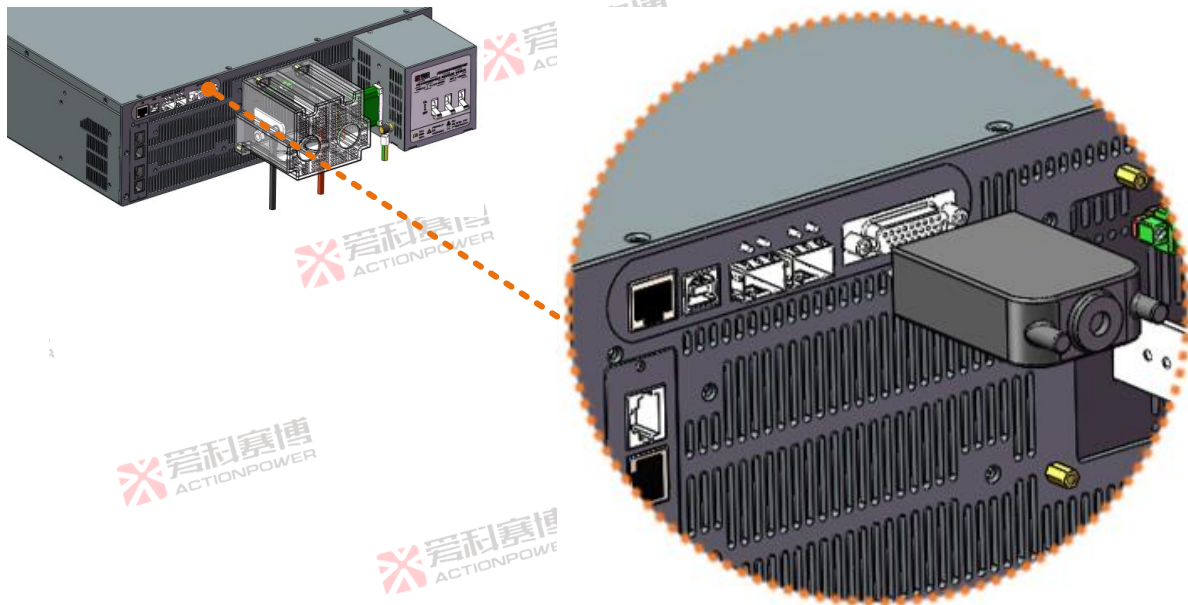


图 23 Anyport 的安装示意图

## 4.14 Energy Matrix 接口安装

PRD 并机时需要将输出铜排按正、负极性分别短接并使用光纤线来通讯。由于单方向并联受通讯速率的限制，在并联配置中可以按行、列方向分开并机实现容量的最大化。以 3 行 3 列的并联方式为例，图 24 所示，应将光纤线插入光模块中，扣紧光模块，再将光模块插入 PRD 的 Energy Matrix 接口。

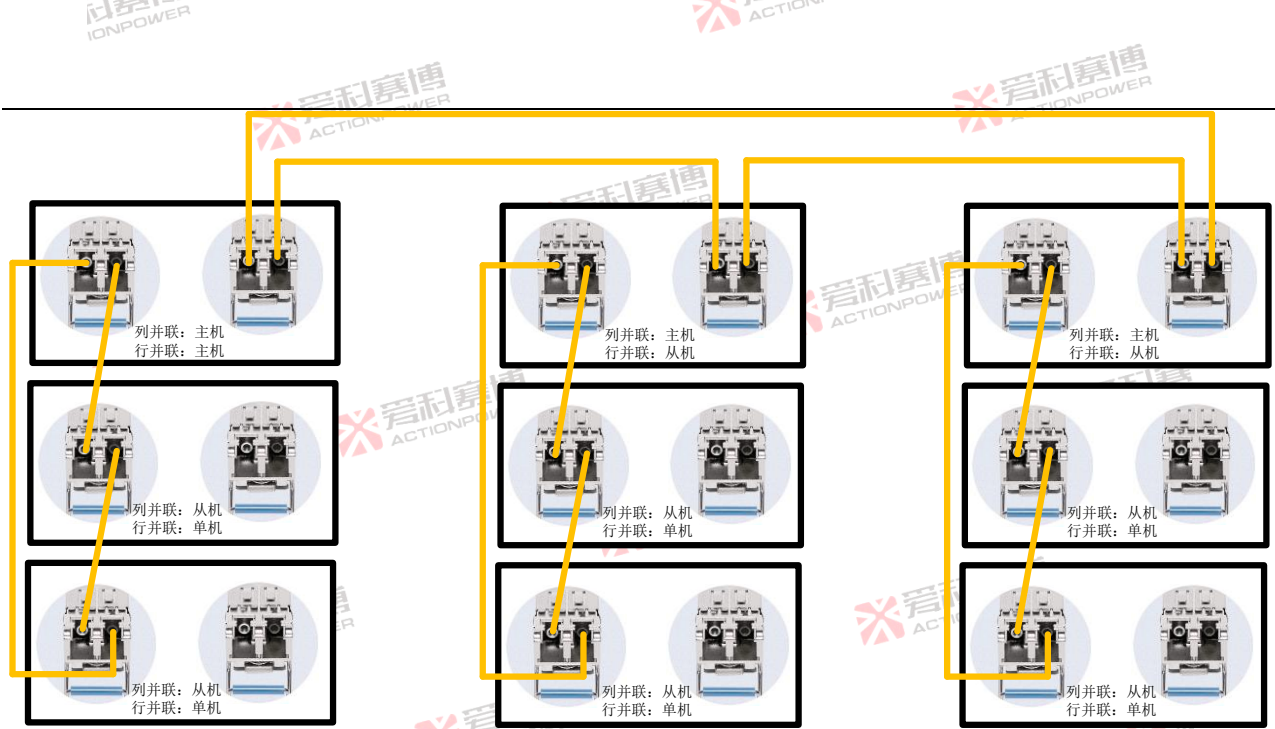


图 24 并机连接方式图

## 5 基础介绍

### 5.1 用户须知

#### 5.1.1 重要须知



为确保 PRD 使用时的安全，只有熟悉且接受过高压电安全操作规范培训的人员才可操作该 PRD。可能产生危险电压的位置，务必要使用保护装置。请仔细阅读并遵循安全 0 安全信息的所有安全警告指示！

#### 5.1.2 一般须知



PRD 最理想工作点在额定电压与电流的 10%与 100%之间。

### 5.2 前面板

PRD 设计了一体化面板，将物理按键融入面板之中，未上电状态下面板与设备完美融合。将操作功能按使用频度、操作习惯原则分配，按键功能置于左下方，旋转功能置于右上方，极大加快了操作效率，提高了准确度，操作功能的区分同时兼顾了左手惯用及右手惯用者，使每个操作者都能得心应手。

前面板功能分区如图 25 所示，包括显示屏幕、厂家 LOGO、外部存储接口、电源/复位按键、输出按键、左飞梭旋钮、左飞梭按键、右飞梭旋钮以及右飞梭按键。

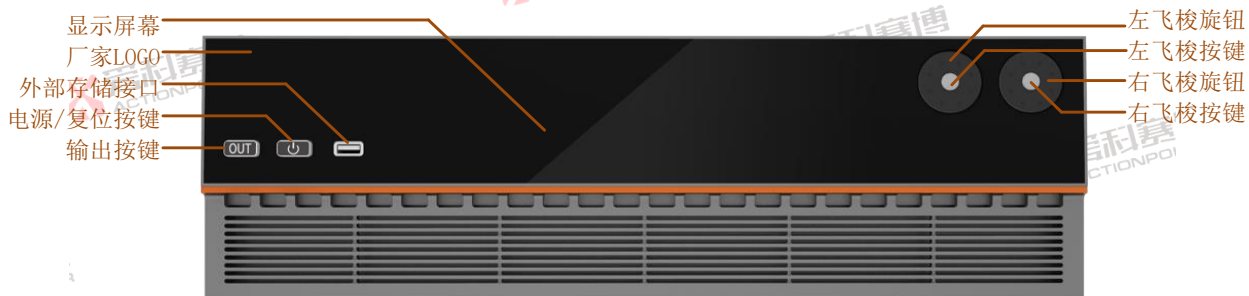


图 25 前面板功能分区图

### 5.2.1 显示屏幕

PRD 采用了 8.8 寸、1920\*480 分辨率、16 位 RGB 超大宽高比的 LCD 触摸显示屏幕，能显示更多信息。用户可通过触摸显示屏幕及物理按键来操作控制 PRD。

## 5.2.2 厂家 LOGO

厂家 LOGO 如图 26 所示，LOGO 还具有指示产品状态的功能，当 PRD 上电后 LOGO 会被点亮为红色。左上角为公司标志，右侧为产品系列名称 PRD，底部为产品的全称 PROGRAMABLE REVERSE DEVICE，即双向可编程直流电源。



图 26 厂家 LOGO 图

## 5.2.3 外部存储接口

此接口用于外接 USB 存储设备，可以将 PRD 内部及外部 USB 存储设备的信息进行存取交换，使用及操作详见相关章节。

## 5.2.4 电源/复位按键

电源/复位按键是 PRD 开启、关闭或复位的按键，带三色指示灯功能。按键指示灯显示黄色时表示 PRD 待机，显示绿色时表示 PRD 正常运行，显示红色时表示 PRD 保护。长按此按键开启或关闭设备，短按能复位或清除相关保护/告警/事件信息。

## 5.2.5 输出按键

输出按键是开启或关闭输出端功能的按键。按键指示灯未亮时表示不可操作输出端，按键指示灯显示绿色时表示输出端关闭，指示灯显示红色时表示输出端开启，指示灯显示黄色时表示等待。

## 5.2.6 左/右飞梭旋钮及按键

左右飞梭旋钮用于随动设置输出设置区的数值，用户可以通过飞梭旋钮代替屏幕数字键盘随动设置所需的数值，飞梭旋钮顺时针旋转数值增大，逆时针旋转数值减少。

飞梭按键背光熄灭状态下，按下后可开启飞梭与按键功能，左右飞梭按键可以将光标移



至相应的进制位，快速精确设置数值。按键具备防误操作功能，5秒内无任何操作，设备会自动锁定飞梭旋钮与按键。

### 5.3 后面板

后面板包括 Anyport 接口、Energy matrix 接口、LAN 接口、USB 接口、选配接口、SENSE 接口、输出铜排正极、输出铜排负极、三相输入连接器、PE 接线器、交流端断路器，如图 27 所示。

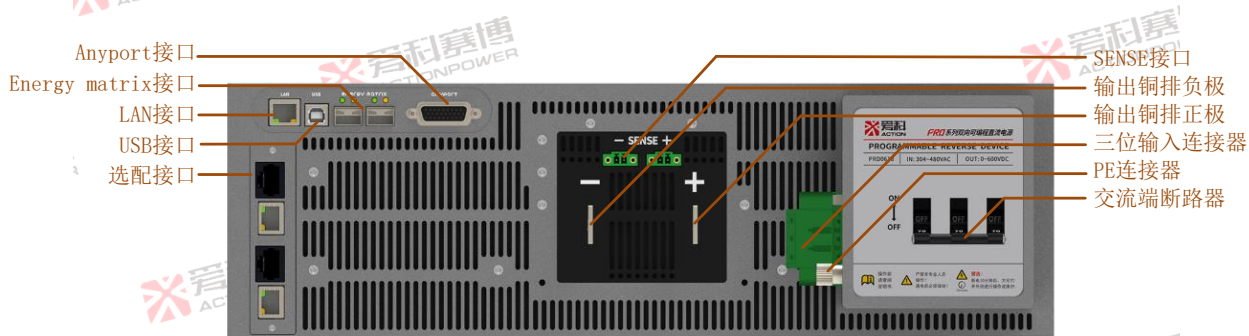


图 27 后面板功能分区图

### 5.3.1 Anyport 接口

Anyport 为多功能接口，有输入、输出与模拟三类。用户可通过配置此接口相应功能实现对 PRD 运行状态的操作与监控。

6 路输入接口、6 路输出接口均可单独配置功能以实现不同需求控制，输入、输出接口功能如图 28 所示。

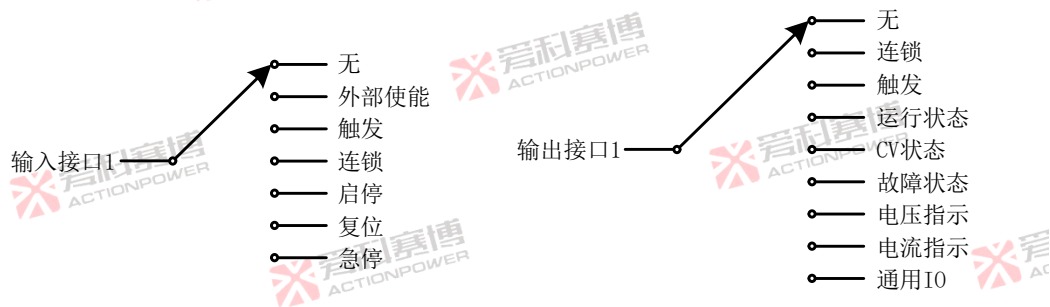


图 28Anyport 输入、输出接口功能示意图

模拟量接口功能已固定，但可配置输入量程，启用后可实现电压、电流、功率、内阻，

## 类比控制。详细功能信息见表 3。

表 3 Anyport 接口功能表

接口类型	引脚位置	信号电平	功能描述
输入	Pin10	0V~10V	6 个引脚对应 6 路输入接口，每一路都可配置外部使能、触发、连锁、启停、复位以及急停功能。接口默认为 TTL 高电平。接口配置及功能介绍详见 6.4.5.1 Anyport 输入。
	Pin11		
	Pin19		
	Pin20		
	Pin21		
	Pin22		
输出	Pin1	0V~10V	6 个引脚对应 6 路输出接口，每一个引脚都可通过配置来监控 PRD 的运行状态、cv 状态、保护状态、电压指示、电流指示。输出默认为 OC（集电极开路），使用时需先外接高电平。接口配置及功能介绍详见 6.4.5.2 Anyport 输出。
	Pin2		
	Pin3		
	Pin4		
	Pin14		
	Pin15		
模拟	Pin6	-10V~10V	该引脚为内阻外部给定，给定内阻与 PRD 内阻成正比，其最大量程对应 PRD 最大可设定内阻。量程可以在“配置-Anyport 界面”中配置，详见 6.4.5.3 Anyport 模拟。
	Pin7	-10V~10V	该引脚为功率外部给定，给定功率与输出端功率成正比，其最大量程对应 PRD 输出端额定功率。量程可以在“配置-Anyport 界面”中配置，详见 6.4.5.3 Anyport 模拟。
	Pin8	-10V~10V	该引脚为电流外部给定，给定电流与输出端电流成正比，其最大量程对应 PRD 输出端额定电流。量程可以在“配置-Anyport 界面”中配置，详见 6.4.5.3 Anyport 模拟。
	Pin9	0V~10V	该引脚为电压外部给定，给定电压与输出端电压成正比，其最大量程对应 PRD 输出端额定电压。量程可以在“配置-Anyport 界面”中配置，详见 6.4.5.3 Anyport 模拟。

接口类型	引脚位置	信号电平	功能描述
	Pin24	10V	该引脚为 10V 电压基准输出。用户可将此引脚适当做分压处理，自行连接至电压/电流/功率/内阻外部给定引脚，设置 PRD 设置值。
	Pin25	0V~10V	该引脚电压表示 PRD 输出端的电压，该电压与输出端电压成正比。
	Pin26	-10V~10V	该引脚电压表示 PRD 输出端的电流，该电流与输出端电流成正比。
接地端	Pin4 Pin12 Pin13 Pin16 Pin17 Pin 18 Pin 23		此 7 个引脚是输入、输出、模拟接口引脚的负端，共地。

### 5.3.2 Energy Matrix 接口

Energy Matrix 为能量矩阵接口，是 PRD 特有的矩阵并机功能，能轻松实现 100 台设备的并联达到扩容至 3MW 容量。一般的并联系统设备并联扩容后会有不均流情况，系统的最大输出能力会小于单机容量与并联数量的乘积，随着并联系统的数量增加，这种情况会愈加明显。PRD 的 Energy Matrix 接口能提供高达小于 0.02% 的不均流度，几乎不会损失任何容量。

Energy Matrix 接口还能提供了二维矩阵并联功能，并联相同的数量设备。系统的响应速度远小于一维并联系统。

### 5.3.3 LAN 接口

LAN 接口用于远程控制。标准的 RJ45 接口，默认端口号为 502。支持 SCPI 或 Modbus-TCP 两种协议指令集，详见 6.4.1 通讯。

注：LAN 与 USB 接口只能选择一个使用。

### 5.3.4 USB 接口

USB 接口用于远程控制，接口为 Type-B 型接口，支持 USB2.0 类型，传输速率可达到 480Mbps，为保障通讯可靠性，连接线线长不允许超过 2m，同样支持 SCPI 或 Modbus-TCP 两种协议指令集，详见 6.4.1 通讯。

注：USB 与 LAN 接口只能选择一个使用。

### 5.3.5 选配接口

选配接口可扩展 PRD 的功能，用于不同行业使用，用户可以参考 Magic-Box/Magic-Bus 手册选购需要的扩展组件。选配接口有两个卡槽位，均可自动识别 Magic-Box/Magic-Bus 功能组件，但只能安装一个 Magic-Box 和 Magic-Bus，不能识别两个不同功能的 Magic-Box 或 Magic-Bus。

### 5.3.6 SENSE 接口

PRD 拥有高达 6 位半的高精度采样系统，并设计了独立的控制采样、显示系统，即使是

在控制系统出现异常时 PRD 也能进行保护。

SENSE 接口具备远端补偿电压功能，能直接补偿输出端到外部负载/直流源线路上的压降。输出显示区显示的数值是从 SENSE 接口采样计算得到的，因此必须始终连接远端补偿线至输出端或负载端。

### 5.3.7 输出铜排正/负极

输出铜排是 PRD 的输出端，可以外接负载或直流源。使用前务必正极接正极，负极接负极。即使未开启，错误的接线也会导致 PRD 不可逆的损坏。输出端启动后可能会带有危险电压，必须按照 4.10 输出端连接，并安装保护罩。

### 5.3.8 三位输入连接器

三位输入连接器是 PRD 的交流端，可以直接连接电网，连接前务必将上级断路器拨到 OFF 处。



### 5.3.9 PE 连接器

PE 连接器是 PRD 的接地端，为保证人身及设备安全必须一直将 PE 连接器接至大地。

### 5.3.10 交流端断路器

交流端断路器是连接 PRD 与网侧的重要开关，具备过载、短路保护功能，交流端断路器拨到 ON 处通电，拨到 OFF 断电。不使用 PRD 时，务必将断路器拨到 OFF 处。

## 5.4 手动操作

### 5.4.1 开/关机

使用 PRD 时需要进行开机操作，具体操作如下：



图 29 开机状态图

Step1: 将交流端断路器拨到 ON 处，如图 29 状态 1 所示；

Step2: 等待前面板厂家 LOGO 点亮, 如图 29 状态 2 所示, 电源/复位按键指示灯颜色变为黄色后, 按下电源/复位按键直到指示灯转变为绿色后松开, 如图 29 状态 3 所示; 关闭 PRD 时需要进行关机操作, 具体操作如下:



图 30 关机状态图

Step1: 关闭输出端后, 如图 30 状态 1 所示, 按下电源/复位按键, 直至指示灯由绿色转变为黄色后松开, 如图 30 状态 2 所示;

Step2: 将交流端断路器拨到 OFF 处, 如图 30 状态 3 所示;

PRD 尽管是回馈型设备, 已具备了防孤岛功能, 在紧急状况下, 能量通过 PRD 回馈电网时, 仍可以通过直接断开交流端断路器关机。但一般情况下, 建议按照上述关机步骤规范操作。

## 5.4.2 开启或关闭输出端

开启输出端操作：待机状态下按下输出按键，输出按键指示灯由绿-黄-红即开启输出端输出，部分操作由于时间过程非常短，可能看不到指示灯黄色的状态，如图 31 所示。

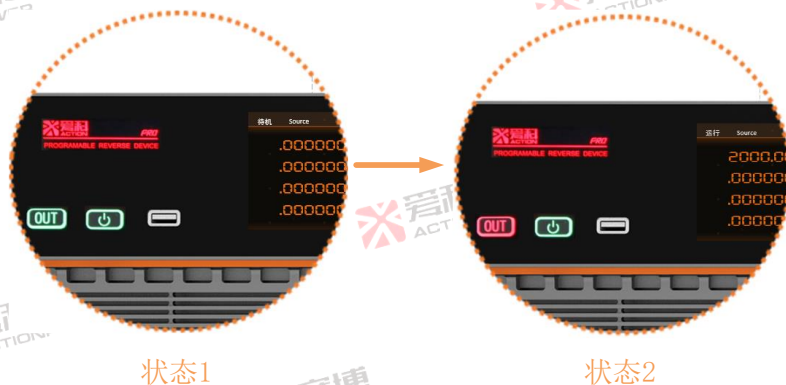


图 31 开启输出端状态图

关闭输出端操作：运行状态下按下输出按键，输出按键指示灯由红-黄-绿即可关闭输出

端输出，部分操作由于时间过程非常短，可能看不到指示灯黄色的状态，如图 32 所示。



图 32 关闭输出端状态图

### 5.4.3 复位

当输出按键指示灯变红且状态显示区出现保护状态时，如图 33 状态 1 所示，短按电源/复位按键，指示灯闪烁，直至输出按键指示灯、电源/复位按键指示灯变绿，状态显示区由保护状态变成待机状态时复位动作完成，如图 33 状态 2 所示。

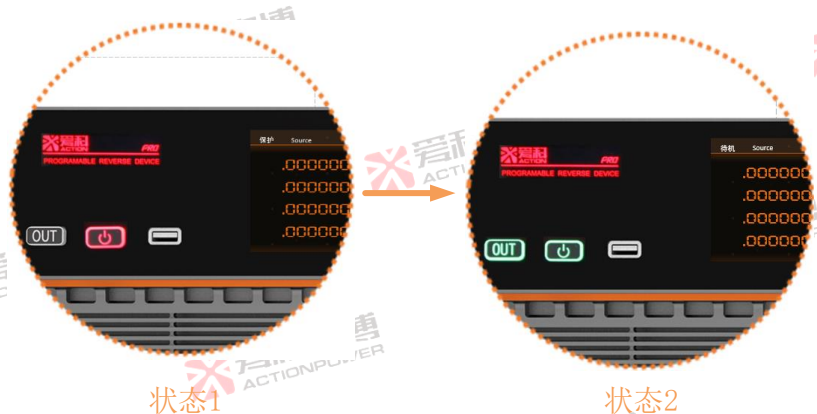


图 33 复位状态图

## 6 功能及应用

PRD 具备强大的功能，不仅可以实现基本的源/载功能，还内置函数发生器功能，支持输出正弦波、脉冲波、三角波、自定义等一系列波形。波形的参数性能可由设置功能进行调节。波形的各种模式可在配置功能进行选择。所有的功能都可以通过操作显示屏幕实现，显示屏幕功能界面分为 6 个部分，如图 34 所示。

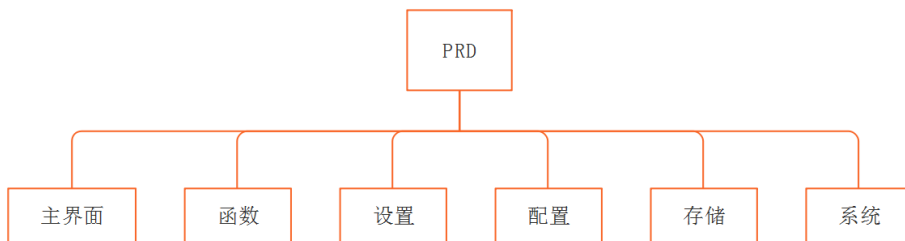


图 34 功能树状图



## 6.1 主界面

主界面如图 35 所示，分为以下 6 个区域：下拉快捷区、状态显示区、输出显示区、功能编辑区、菜单操作区、输出设置区，不同的区域可以实现不同的功能，用户可以在这些界面中快速的获取所需的信息。

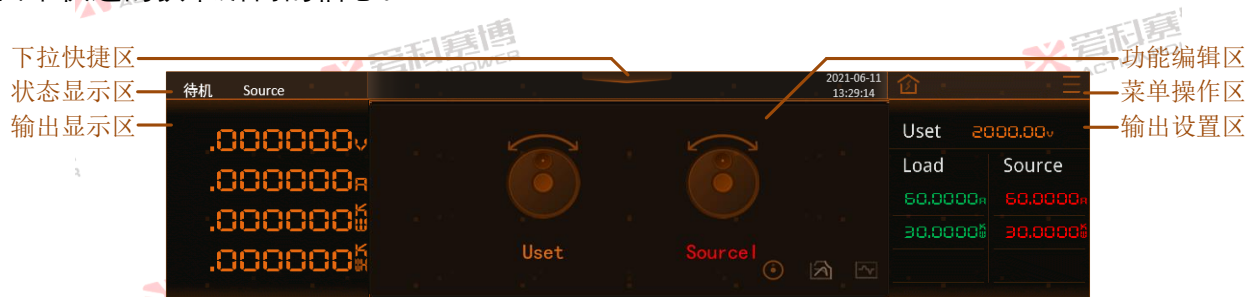


图 35 主界面图

### 6.1.1 下拉快捷区

下拉快捷区提供了常用的部分基本操作，能提升用户操作效率，同样的功能仍可在对应的菜单项中操作，相应的功能暂时不支持调整或修改。



用户可点击屏幕顶部中间按键“”呼出下拉快捷区，点击右上方的按键“”关闭下拉快捷区，既定的功能如图 36 和表 4。



图 36 下拉快捷区图

表 4 快捷区功能表

按键	释义及操作
触摸音	操作屏幕需要提示音时，点亮此按键，设备将以声音方式回馈操作结果。
报警音	需要保护/告警/事件信号声音提示时，点亮此按键，设备屏幕显示状态的同时会响起报警音提示
本控/USB/LAN	点击此按键可以在本地/USB/LAN 三种状态循环切换。
屏幕锁	防止误操作或需要锁定屏幕时，点亮此按键，但可以同样的操作解除此功能。
本地锁	防止远程指令修改控制权时，点亮此按键，设备仅能通过显示屏幕分配控制权。
清除事件	清除已发生的事件及状态。
编程	快速跳转至编程界面或相应的功能界面。

## 6.1.2 状态显示区

屏幕顶部状态显示区指示了 PRD 工作状态及工作模式，详细内容见表 5。



图 37 状态显示区图

表 5 状态显示区功能表

状态区	显示内容	释义及应用
电源运行状态	待机	PRD 输出端关闭。不需使用输出端时可将 PRD 工作在待机状态，操作方式见 5.4.2 开启或关闭输出端。
	运行	PRD 输出端启动。需要使用输出端时可将 PRD 工作在运行状态，操作方见 5.4.2 开启或关闭输出端。
	保护	PRD 进入保护状态，此时输出端关闭且需复位操作才可恢复待机状态。用户需要保护 PRD 及用户设备工作在安全的范围内时，可通过设置保护参数来进行保护，见 6.3.4 保护。
	复位	PRD 复位可以恢复到待机状态。当出现了保护/告警/事件时，用户若需要恢复到待机状态可以点击电源/复位按键或使用 Anyport 外部输入复位信号来进行复位操作，见 6.4.5.1Anyport 输入。
	急停	PRD 急停断开输出端。用户需要紧急断开输出端时，可以点击输出按键或使用 Anyport 外部输入急停信号来进行急停操作，见 6.4.5.1Anyport 输入。
电源模式状态	Load	设备吸收功率，输出电压为正值，电流为负值，用户需要吸收外部功率时可设置 PRD 工作在 Load 模式。具体操作见 6.1.6 输出设置区。
	Source	设备输出功率，输出电压为正值，电流为正值，用户需要对外输出功率时可设置 PRD 工作在 Source 模式。具体操作见 6.1.6 输出设置区。
	SAS	Solar Array Simulation 开启太阳能板仿真功能
编程使能状态	任意波	波形界面中的任意波模式加载时，此指示灯会点亮
	Step	编程界面中的 Step 模式加载时，此指示灯会点亮
	List	编程界面中的 List 模式加载时，此指示灯会点亮
	Wave	编程界面中的 Wave 模式加载时，此指示灯会点亮
	Advance	编程界面中的 Advance 模式加载时，此指示灯会点亮
	曲线扫描	光伏界面中的曲线扫描模式加载时，此指示灯会点亮
编程触发状态		当函数模式启动运行时，此图标会点亮
保护/告警/事件状态	CHAF	连锁保护
	SLAF	从机保护
	INSF	内部保护
	POWF	供电保护

状态区	显示内容	释义及应用
	OPP	输出过功率保护
	OCP	输出过流保护
	OVP	输出过压保护
	SASL	SAS 超限保护
	OTP	出风口过温保护
	PARF	并机通信保护
	COMF	通信超时保护
	SENF	遥测告警
	WAIT	输出 WAIT 告警
PARA	并机警告	
事件	事件 1	显示当前进行的事件，例：事件 1
U 盘触发状态		当 PRD 识别到外部 USB 存储设备时，此图标会点亮。
远程控制状态		远程控制开启时，此图标会点亮。
屏幕锁定状态		屏幕锁开启时，此图标会点亮。
本地锁状态		本地锁开启时，此图标会点亮。
时间状态	2021-06-11 13: 29: 14	显示当前时间（年-月-日-时-分-秒）

### 6.1.3 输出显示区

输出显示区是设备输出参量的显示区域，共分四行，前三行区域被固定显示输出端电压、输出端电流、输出端功率。第四行区域可编辑显示电量、能量、内阻三者之一，见 6.4.4 测量。

该区域数据最大显示 6 位半数据，具备调节显示分辨率及显示速率功能，较低精度应用场合或小数据范围显示时可降低显示 5 位半或 4 位半方式，以获得更好的显示效果。

设备应用于静态场景时，调节较低的显示速率，以获得较稳定的读数。设置方法见 6.4.4 测量。

PRD 采用了全自动模式设计，用户不再被限制首先设定设备的恒压、恒流等工作状态，自动模式下，用户只需要设置被测设备的工作电压、最大电流参量，被测设备的电参量将被限定在这两者之间，无论工作在源模式还是载模式。工作在自动模式时，输出显示区的左侧会指示设备不同的模式。



图 38 输出显示区图

PRD 有恒压(cv)、恒流(cc)、恒功率(cp)、恒阻(cr)四种模式指示，其中 cc、cv、cp 模式可以根据公式  $P=UI$  自动切换，即当输出端的电压、电流、功率任一参量先达到低限值时，PRD 将工作在该模式下。cr 模式必须使能内阻模式，详见 6.4.3 高级。

### 1、恒压指示(cv)

PRD 的输出端电压恒定且等于电压设定值，源模式条件下，负载阻抗与负载电流关系满足欧姆定律  $R=U/I$ ，且负载电流小于电流设定值。载模式条件下，被测设备电压高于 PRD 设定值，电流由 PRD 或被测设备决定。



当电流/功率达到了限制值，输出端电压将自动低于设定电压限值，且输出端电压仅由公式  $U=P/I$  决定，PRD 自动切换至恒流/恒功率模式。电压不再恒定，在源模式下低于设定值，载模式下高于设定值。

## 2、恒流指示(cc)

PRD 输出端流至负载的输出电流（源模式）或者从负载上吸收到的电流（载模式）恒定且等于电流设定值。源模式下，此时的电压、功率由欧姆定律  $U=IR$  决定。载模式下，此时的电压、功率由外接直流源的电压、功率决定。

当输出端电流低于设定电流限值时，而电压/功率达到了电流/功率限制值，由公式  $I= P/U$ ，PRD 才会自动切换至恒压/恒功率模式。如果电压先达到最大设定值，PRD 会自动切换到恒压模式。如果功率先达到最大设定值，PRD 会自动切换到恒功率模式。

## 3、恒功率指示(cp)

PRD 输出端的功率恒定，源模式下，此时的电压、电流根据公式  $P=UI$  以及  $P=U^2/R$  由

所接的负载的真实阻值决定。载模式下，此时的电压、电流由外接的直流源的电压、电流决定。在较低电压时，流经的电流较大，在较高电压时，流经的电流较小，从而使功率稳定在功率曲线范围内。

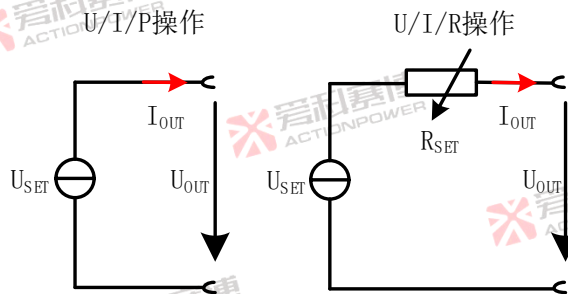
当输出端功率低于设定功率限值时，而电压/电流达到了电压/电流限制值，由公式  $P = U * I$ ，PRD 才会自动切换至恒压/恒流模式。如果电压先达到最大设定值，PRD 会自动切换到恒压模式。如果电流先达到最大设定值，PRD 会自动切换到恒流模式。

如果实际的电流值/电压值/功率值比较接近设定的电流值/电压值/功率值时，此时 PRD 可能会在 cc/cv/cp 模式上跳变转换，这种情况下 PRD 的输出参量精度将有可能超出规格书范。建议限定好既定的参量时将其他参量适当放大，使其工作在受控的模式。

例：假设 PRD 设置电压 500V，源模式设置电流为 10A，源模式设置功率 10kW。负载为 50Ω左右，此时由于实际电流在 10A 左右波动，等于 10A 时，PRD 会工作在 cc 模式，而小于 10A 时，PRD 工作在 cv 模式，导致 PRD 会在 cc/cv 模式上跳变。

#### 4、恒阻指示(cr)

PRD 的内阻恒定，在源模式下，恒阻模式的原理是模拟了一个与电压源串联的虚拟内部电阻，能够与负载串联。根据欧姆定律，由于内阻的存在会导致输出端电压下降，从而使电压设定值与实际输出端电压有偏差，原理图解见图 39。



$$U_{SET} - U_{OUT} = I_{OUT} * R_{set}$$

图 39 源模式下恒阻模式电路原理图

在载模式下，根据公式  $I_{IN} = (U_{IN} - U_{SET}) / R_{SET}$ ，（ $I_{IN}$  为输出端电流， $U_{IN}$  为输出端外接电压， $U_{SET}$  为 PRD 设定电压， $R_{SET}$  为 PRD 设定内阻），实际电流由外部供电电压与 PRD 电压设定值差异决定，如图 40 所示。

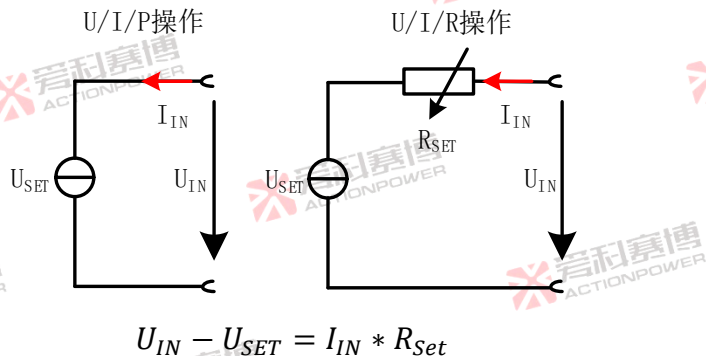


图 40 载模式下恒阻模式原理图

例：如果外接直流源的电压为 200 V，PRD 设定内阻  $R_{SET}$  为 10  $\Omega$ ，电压  $U_{SET}$  为 0 V。启动输出端输入，电流会上升至 20 A，实际阻值  $R_{MON}$  应接近 10  $\Omega$ 。将电压  $U_{SET}$  调节至 100 V

时，实际阻值  $R_{MON}$  仍维持  $10\ \Omega$ ，电流则降低至  $10\ A$ 。

注：当外接直流源输出端的电压等于设定电压时，PRD 不会吸收任何电流，转而进入 cv 模式。假如所供输入电压几乎等于或者在设定电压左右摆动，工作模式会一直在 cv 与 cr 模式之间切换。因此建议不要将设置电压与外接直流源电压调节至相同水平。

工作模式状态可参考表 6。

表 6 工作状态表

PRD 与用户设备参数设置值比较				PRD 工作状态	
电压	电流	功率	内阻	源/载模式	指示
H	H	MAX	OFF	源模式	cv
H	L	MAX	OFF	源模式	cc
H	MAX	H	OFF	源模式	cv
H	MAX	L	OFF	源模式	cp
L	H	MAX	OFF	载模式	cv
L	L	MAX	OFF	载模式	cc
L	MAX	H	OFF	载模式	cv
L	MAX	L	OFF	载模式	cp

注：

H：PRD 与用户设备设置值对比较高。

L: PRD 与用户设备设置值对比较低。

MAX: PRD 参数设为最大值运行中不会被限制。

ON: 内阻模式使能。

OFF: 内阻模式禁止。

## 6.1.4 功能编辑区

功能编辑区如图 41 所示，此区域设有飞梭功能界面、功率曲线界面、波形重现界面三个界面可供选择，通过右下方按键切换到相应的界面。



图 41 功能编辑区图

开机默认为飞梭功能界面，如图 42 所示，也可点击飞梭功能按键切换至此界面。



图 42 飞梭功能界面

某些特定应用，左右飞梭旋钮功能可被配置电压、源电流、载电流、源功率、载功率、源内阻、载内阻，七个参量之一。点击需要配置的左/右飞梭旋钮设置按键，在图 43 所示界面选择要配置的功能参量。确定功能后，设备会保持当前配置的调节参量，直到下次被更改。





图 43 飞梭参数选择界面

PRD 被设计为恒功率特性，即在输出端较低的电压 / 电流时，就可输出额定功率，为清晰表示这种状态，并直观指示限定设定值范围后的电压、电流、功率参量与额定参量的关系，显示屏幕设计了功率曲线边界指示功能。

点按 ，切换至功率曲线界面，如图 44 所示。此界面中白色线为 PRD 的额定功率曲线，橙色线为 PRD 当前输出设置的功率曲线。曲线横坐标为电流，纵坐标为电压。左半边电流为负，右半边电流为正，电压为正。

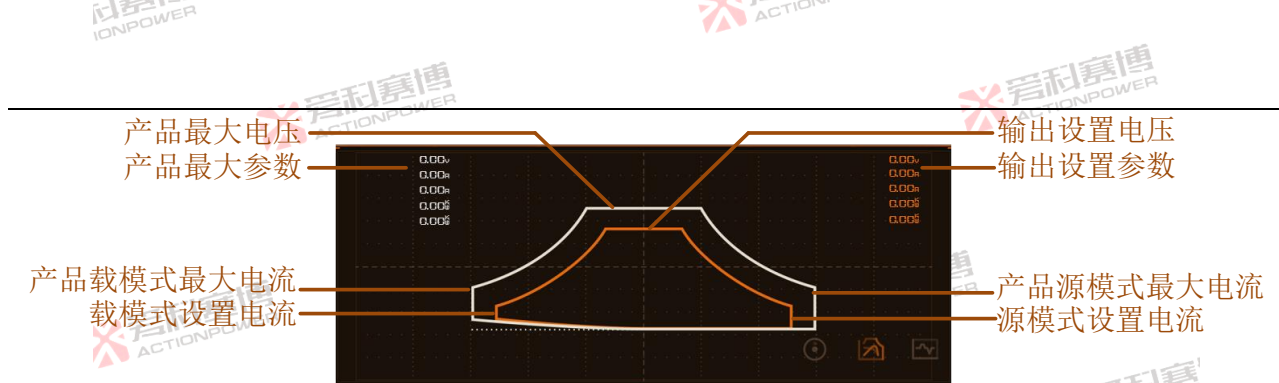



图 44 功率曲线图

PRD 设计了波形重现功能，在编程、调节输出参量时，可直观指示电压、电流、功率的变化，并将其绘制到屏幕上。

点击 ，切换至波形重现界面，如图 45 所示。波形重现功能精度受采样率、存储深度影响会有差异，较高频率波形可能会产生失真，波形仅供用户参考，若有更多要求建议使用专业的示波器。

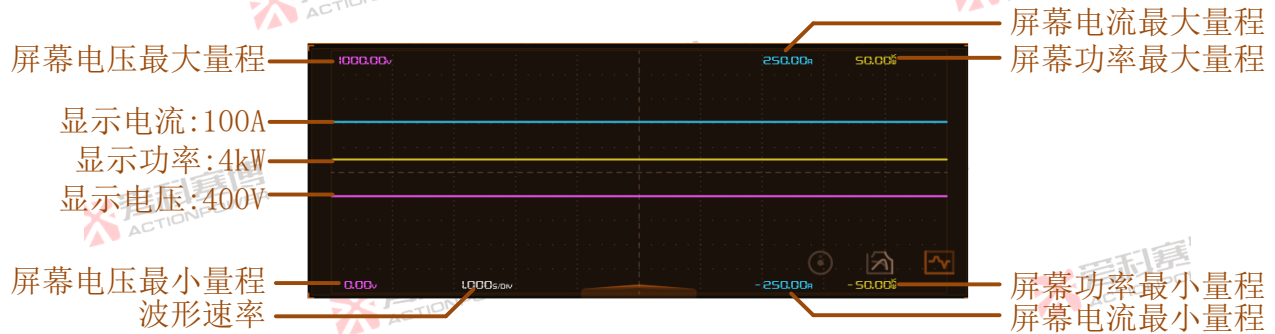


图 45 波形重现图

在波形重现界面，点击屏幕下方快捷键“”，如图 46 所示，在此界面可以设置幅值及时间标尺单位数值。



图 46 上拉快捷区图

表 7 上拉快捷区参数表

参数	单位	释义及应用	型号	分辨率	初始值	设置范围
电压量程	V/DIV	屏幕中每格代表的电压幅值。需要放大或缩小波形时可将此参数缩小或放大。	ALL	10	500	10~500
电流量程	A/DIV	屏幕中每格代表的电流幅值。需要放大或缩小波形时可将此参数缩小或放大。	ALL	1	20	1~100
功率量程	KW/DIV	屏幕中每格代表的功率幅值。需要放大或缩小波形时可将此参数缩小或放大。	ALL	1	10	1~50
波形速率	S/DIV	屏幕中每格代表的波形时间。需要加快或放慢波形速度时可将此参数缩小或放大。	ALL	0.1	1	0.1~10

## 6.1.5 菜单操作区



菜单操作区如图 47 所示，在任何界面下点击  都可进入 Home 界面，在任何界面下点击  都可进入菜单界面。



图 47 菜单操作区图



图 48 Home 界面图

图 49 菜单界面图

## 6.1.6 输出设置区

输出设置区如图 50 所示，可以在此区域设置输出端的电压、源模式或者载模式下的电流、功率以及内阻。其中内阻需要使能内阻模式后才会显示，详见 6.4.3 高级。



图 50 输出设置区图

---

PRD 集电源与负载于一体，两种模式之间可无缝切换。

电源模式：PRD 工作于电源模式，可为外部直流负载提供直流电压。在此模式下，输出端是输出端。

负载模式：PRD 工作于负载模式，可从外部直流源获取能量。在此模式下，输出端是输入端。

源和负载可实现自动切换，外接负载时，工作于电源模式；外接直流源时：

当 PRD 输出端电压大于外接直流源电压时，工作于电源模式；

当 PRD 输出端电压小于外接直流源电压时，工作于负载模式。

## 6.2 函数

PRD 配置了强大的波形及编程功能，极大地方便了用户模拟多种工况、设备的功能特征。专用的太阳能电池模拟器功能，可用于模拟多种标准的光伏阵列。选配接口还支持添加汽车、储能等各行业专用功能。函数功能如图 51。

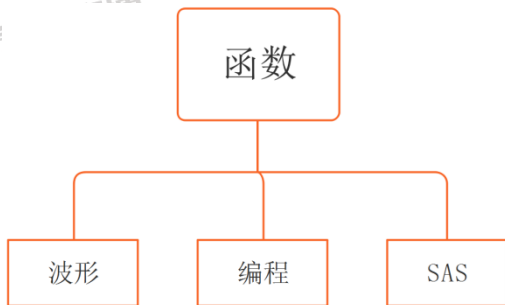


图 51 函数功能树状图



## 6.2.1 波形

此功能可实现在直流输出信号上叠加周期性地波形信息，如直流低频纹波模拟、波动模拟。除标准配置的正弦波、三角波、脉冲波外，还开放了多达 27 组可由用户自行编辑的波形，同时具备波形预览及外部存储导入功能。

波形功能有两个子项，任意波与波形数据。任意波包括了波形信息的编辑、预览功能，波形数据用于更换编辑开放的 27 组 Shap04-Shap30 数据。

### 6.2.1.1 任意波

波形-任意波界面图如图 52。共有 4 个子项。



图 52 任意波-编辑界面图

波形：预期输出的波形选择，可选择正弦波、三角波、脉冲波、Shape04~Shape30 其中之一；

模式：编辑的波形用于调节输出电压或输出电流，选择电压时，编辑的波形用于输出电压，输出电流最大值将被限制图 50 中电流设置值，如电压波形出现失真，请调节幅值或偏置以检查是否被限制。选择电流时，编辑的波形用于输出电流，输出电压最大值将被限制图 50 中电压设置值，如电流波形出现失真，请调节幅值或偏置以检查是否被限制。

偏置：预期输出波形的直流分量值，分辨率为 0.001，模式选择电压时最小值为 0 最大值为额定值，模式选择电流时最小值为负向额定、最大值为正向额定值，初值为 0；

幅值：预期输出波形的幅值，正弦波为半峰值，其它波形为峰峰值；设置时需保证幅值一定小于偏置值，否则输出波形可能会失真。分辨率为 0.001，最小值为 0 最大值为额定值，初值为 0；

频率：预期输出波形的频率，分辨率为 0.01，最小值为 0.01 最大值为 10000，初值为 1；

百分比：仅选择脉冲波与三角波时特有参数，对应脉冲波占空比、三角波对称度参数，分辨率为 0.01，最小值为 0 最大值为 100，初值为 0；受设备精度、带宽参数影响，较小的设置值与较高频率配合时，可能会出现设备不能响应的波形。如 10kHz 脉冲波 0.01% 占空比时最小脉冲宽度时间为  $1\mu\text{s}$ ，此时设备将不能输出预期波形。

加载/退出：将预期输出波形加载至可输出状态，加载后波形相关信息及参数将被锁定

为不可编辑状态，直到被触发结束或退出加载状态后才可编辑。

触发：由稳定态输出转换至预期输出波形，仅在“触发输入”选择内部时有效。

注：预期输出波形仍然受功率参数限制，不合适的功率设置有可能会使预期输出波形失真。

任意波编程选取正弦波、三角波、脉冲波波形示意图如图 53~图 55。设置这三种波形的幅值、频率、偏置，其中三角波百分比设为 25%，脉冲波百分比设为 75%。

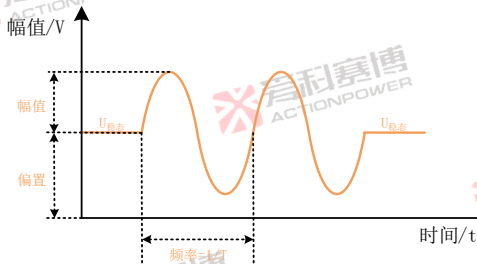


图 53 任意波-正弦波图示

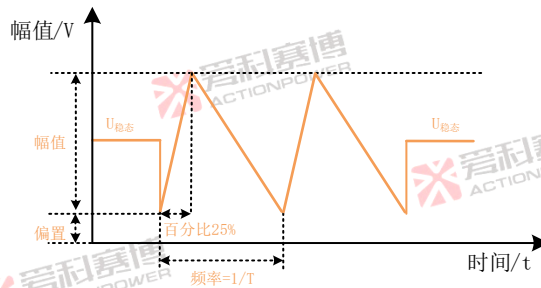


图 54 任意波-三角波图示

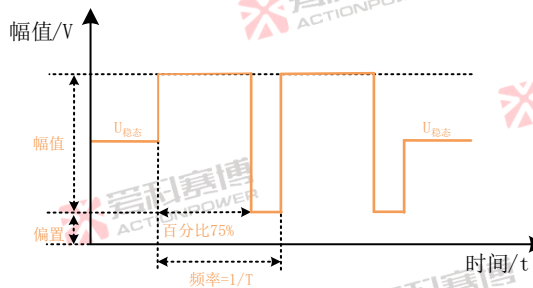


图 55 任意波-脉冲波图示

PRD 有 30 种波形可选，正弦波、三角波、脉冲波已被固定在前三项，且不可被编辑或更改，Shape04~Shape30 可被编辑或更改，界面如图 56。自定义波形编辑方法见 6.2.1.2 章节。



图 56 函数-任意波-波形界面图

PRD 配置了任意波单周期预览功能，用于查看确认波形状态，并标识出了参数信息。如设置幅值为 310V，偏置为 100V，频率为 50Hz，波形预览图如图 57。

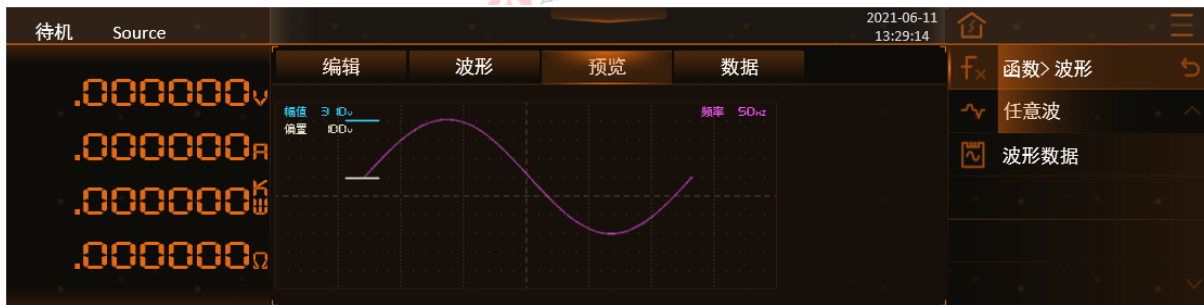


图 57 任意波预览举例图

已被配置好的任意波数据(含波形、模式、偏置、幅值、频率、百分比全部信息)可在相同的设备之间相互传递，以减少用户重复配置相同的操作。有“存储”、“读取”、“USB”三个操作按键可实现这种操作。页面如图 58 所示。



图 58 函数-波形-任意波-数据界面图

为直观描述，将设备分为“显示屏幕”、“PRD 内部存储数据（任意波 01-任意波 30）”、“外部 USB 存储数据”三个区域，但实际并不存在这种状态。

为量化及确认三个区域之间的数据传递的准确性。这三个区域始终以“显示屏幕”为介质



中转，页面如图 59 示。

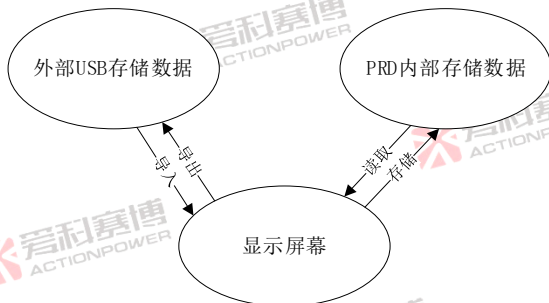


图 59 波形数据存取示意图

存储：将“显示屏”数据存储至“PRD 内部存储数据（任意波 01-任意波 30）”；

读取：将“PRD 内部存储数据（任意波 01-任意波 30）”数据读取至“显示屏”；

按下“存储”，任意波-编辑界面数据存储在选中的 No.编号中；显示屏显示“数据存储中...”，若操作成功，显示屏显示“数据存储成功！”。

按下“读取”，被选中的 No.编号中的数据读取至任意波-编辑界面；显示屏显示“数据

读取中...”，若操作成功，显示屏幕显示“数据读取成功！”。

有效的外部 USB 存储接入设备后，点击“USB”按键，会切换至如图 60 的界面。



图 60 函数-波形-任意波-数据-USB 界面图

导出：将“显示屏幕”数据存储至“外部 USB 存储数据”；

导入：将“外部 USB 存储数据”数据读取至“显示屏幕”；

按下“导出”，任意波-编辑界面参数导出到外部 USB 存储设备中；屏上会显示“数据导出中...”，若操作成功，会显示“数据导出成功！”。导出成功后，显示屏幕会刷新文件列表。

按下“导入”，将被选中的外部 USB 存储设备中的文件导入 PRD，屏上会显示文件中的参数；屏上会显示“数据导入中...”，若操作成功，会显示“数据导入成功！”。

#### 6.2.1.2 波形数据

PRD 为用户预留了 27 组可自定义编辑的波形 Shape04~Shape30。PRD 只识别由专用上位机软件校验及处理过的波形。

导入的波形可在任意波-波形界面中调用。也可将 PRD 的内部波形导出至外部 USB 存储设备，如图 61。有效的外部 USB 设备接入后导出按键有效，点击导出按键后开始导出，导出过程中显示“数据导出中...”，若操作成功，则显示“数据导出成功！”。



图 61 函数-波形-波形数据界面图

有效的外部 USB 设备接入后, USB 按键点亮, 按下后切入波形数据-USB 界面, 如图 62。从外部 USB 存储设备导入波形数据分两步, 第一步: 在图 62 界面中点击“导入至”, 切换至图 63。第二步: 在图 63 界面中选中导入的 Shapexx 编号, 点击确定后, 显示“数据导入中...”, 若操作成功, 显示“数据导入成功!”。



图 62 函数-波形-波形数据-USB 界面图



图 63 函数-波形-波形数据-USB 导入至界面图

## 6.2.2 编程

PRD 设计了关于幅值与时间编程的功能，单功能支持多达 200 序列的编程，可选择多种模式来编辑电压和电流波形，通过灵活的配置参数，可编辑出所需的波形。

整个编程策略均为从稳态开始，结束后再回到稳态。

### 6.2.2.1 List

List 功能是编程一组描述一段时间段内与幅值的关系曲线，最多可添加 200 序列的电压和电流数据编程。编程-list-编辑界面图如图 64。



图 64 函数-编程-List-编辑界面图

No.: 序列编号，最大支持 200 步；

幅值：单前序列电压/电流幅值，分辨率为 0.001，模式选择电压时最小值为 0 最大值为额定值，模式选择电流时最小值为负向额定、最大值为正向额定值，初值为 0；

时间：当前序列运行时间，分辨率为 0.0001 秒，最小值为 0，最大值 9999999 秒，初值为 1 秒；

执行：指示正在执行的序列编号；



循环：指示正在执行的循环次数；

+：在选中序列下方增加一行；

-：删除选中序列；

加载/退出：将预期输出波形加载至可输出状态，加载后波形相关信息及参数将被锁定为不可编辑状态，直到被触发结束或退出加载状态后才可编辑；

触发：由稳定态输出转换至预期输出波形，仅在“触发输入”选择内部时有效。

注：预期输出波形仍然受功率参数限制，不合适的功率设置有可能使预期输出波形失真。

List 波形解释如图 65，设置 No.1 序列的幅值和时间为  $U_{No.1}$  和  $t_{No.1}$ ，No.2 序列的幅值和时间为  $U_{No.2}$  和  $t_{No.2}$ ，No.2 序列的幅值和时间为  $U_{No.2}$  和  $t_{No.2}$ 。波形触发后在很短的上升时间内电压由稳态上升到 List 模式设置的  $U_{No.1}$ ，如图蓝色箭头处所示，上升速率由电压摆率控制最快可达  $5V/\mu s$ ，见 6.3.2 参数。 $U_{No.1}$  在  $t_{No.1}$  时间内恒定，结束后幅值快速跳变到  $U_{No.2}$ ， $U_{No.2}$  序列的幅值在  $t_{No.2}$  内恒定，结束后幅值快速跳变到  $U_{No.3}$ ， $U_{No.3}$  序列的幅值在  $t_{No.3}$  内恒定，波形输出

完成后会快速回到稳态。

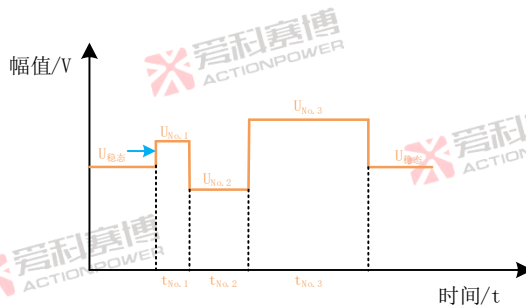


图 65List 波形举例图

编程-list-配置界面图如图 66。



图 66 编程-list-配置界面图

模式选择：编辑的波形用于调节输出电压或输出电流，选择电压时，编辑的波形用于输出电压，输出电流最大值将被限制图 50 中电流设置值，如电压波形出现失真，请调节幅值以检查是否被限制。选择电流时，编辑的波形用于输出流，输出电压最大值将被限制图 50 中电压设置值，如电流波形出现失真，请调节幅值以检查是否被限制。

连续触发：编辑的波形被触发后是否自动退出加载选择项，使能后将会保持加载后状态；

触发模式：编辑的波形被触发后是否全部运行，选择自动后会运行整个 List，单次触发运行一步。

循环次数：整个 List 做为一个循环运行的次数，最大值 9999999，初值为 1，设置为 0 为无限循环。

List 配置波形示意图如图 67。设置 No.1 序列的幅值和时间为  $U_{No.1}/I_{No.1}$  和  $t_{No.1}$ ，No.2 序列的幅值和时间为  $U_{No.2}/I_{No.2}$  和  $t_{No.2}$ ，并设置循环次数为 4 次，所设数值需在蓝线范围内。波形由稳态快速上升至  $U_{No.1}/I_{No.1}$ ，保持  $t_{No.1}$  时间后快速跳变到  $U_{No.2}/I_{No.2}$  保持  $t_{No.2}$ ，由于设置了循环次数 4，No.1 序列和 No.2 序列循环 4 次，波形结束后回到稳态。

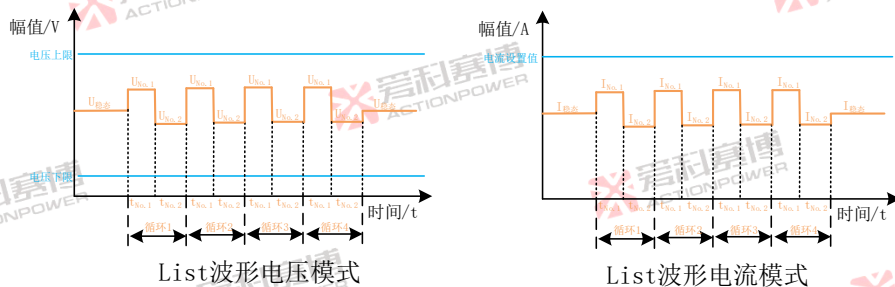


图 67 List 配置电压、电流模式波形图

已被配置好的 List 数据可在相同的设备之间相互传递，以减少用户重复配置相同的操作。有“存储”、“读取”、“USB”三个操作按钮可实现这种操作。页面如图 68。操作与 6.2.1.1 章节相关操作相似。

按下“存储”，将编辑界面的 List 数据存储至当前选中的 No.序列；显示屏幕显示“数据存储中...”，若操作成功，显示屏幕显示“数据存储成功！”。

按下“读取”，将被选中的 No.编号中的数据读取至 List 编辑界面；显示屏幕显示“数据读

取中...”，若操作成功，显示屏显示“数据读取成功！”。



图 68 编程-List-数据界面图

插入外部 USB 存储设备后，点击“USB”按键，会切换至如图 69 的界面。

按下“导出”，将被选中的 List 数据导出到外部 USB 存储设备中；屏上会显示“数据导出中...”，若操作成功，会显示“数据导出成功！”。导出成功后，显示屏会刷新文件列表。

按下“导入”，将被选中的外部 USB 存储设备中的文件导入 PRD，屏上会显示文件中的参数；屏上会显示“数据导入中...”，若操作成功，会显示“数据导入成功！”。



图 69 编程-List-数据-USB 界面图

### 6.2.2.2 Wave

Wave 功能是编程一组描述时间点与幅值点坐标(时间, 幅值)的关系曲线, 例如在 3s 后电压幅值需达到 1000V 而 5s 后电压幅值需达到 200V。通过设置一系列时刻的状态点, 系统通过这些状态点自动生成连线来编程波形。编程-Wave-编辑界面图如图 70。



图 70 编程-Wave-编辑界面图



No.: 序列编号, 最大支持 200 步;

幅值: 单前序列电压/电流幅值, 分辨率为 0.001, 模式选择电压时最小值为 0 最大值为额定值, 模式选择电流时最小值为负向额定、最大值为正向额定值, 初值为 0;

时间: 当前序列时刻, 分辨率为 0.0001 秒, 最小值为 0, 最大值 9999999 秒, 初值为 1 秒;

执行: 指示正在执行的序列编号;

循环: 指示正在执行的循环次数;

+: 在选中序列下方增加一行;

-: 删除选中序列;

加载/退出: 将预期输出波形加载至可输出状态, 加载后波形相关信息及参数将被锁定为不可编辑状态, 直到被触发结束或退出加载状态后才可编辑;

触发: 由稳定态输出转换至预期输出波形, 仅在“触发输入”选择内部时有效。

注：预期输出波形仍然受功率参数限制，不合适的功率设置有可能会使预期输出波形失真。

Wave 波形解释如图 71。设置 No.1 序列的幅值和时间为  $U_{No.1}$  和  $t_{No.1}$ ，No.2 序列的幅值和时间为  $U_{No.2}$  和  $t_{No.2}$ ，No.3 序列的幅值和时间为  $U_{No.3}$  和  $t_{No.3}$ ，No.4 序列的幅值和时间为  $U_{No.4}$  和  $t_{No.4}$ 。波形触发后由稳态  $t_0$  处开始计时，波形线性变化经过  $t_{No.1}$  时间幅值到达  $U_{No.1}$ ，经过  $t_{No.2}$  时间幅值到达  $U_{No.2}$ ，经过  $t_{No.3}$  时间幅值到达  $U_{No.3}$ ，经过  $t_{No.4}$  时间幅值到达  $U_{No.4}$ ，波形输出完成后会快速回到稳态。

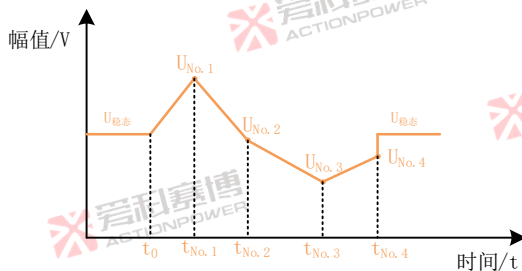


图 71Wave 波形示意图

Wave 配置界面图如图 72。



图 72 编程-Wave-配置界面图

模式选择：编辑的波形用于调节输出电压或输出电流，选择电压时，编辑的波形用于输出电压，输出电流最大值将被限制图 43 中电流设置值，如电压波形出现失真，请调节幅值以检查是否被限制。选择电流时，编辑的波形用于输出流，输出电压最大值将被限制图 43 中电压设置值，如电流波形出现失真，请调节幅值以检查是否被限制。

连续触发：编辑的波形被触发后是否自动退出加载选择项，使能后将会保持加载后状态；

触发模式：编辑的波形被触发后是否全部运行，选择自动后会运行整个 Wave，单次触发运行一步。

循环次数：整个 Wave 做为一个循环运行的次数，最大值 9999999，初值为 1，设置为 0 为无限循环。

Wave 配置波形如图 73。设置 No.1 的幅值和时间为  $U_{No.1}/I_{NO1}$  和  $t_{No.1}$ ，No.2 的幅值和时间为  $U_{No.2}/I_{NO2}$  和  $t_{No.2}$ ，并设置循环次数为 4 次，所设数值需在蓝线范围内。波形由稳态经过  $t_{No.1}$  时间线性上升至  $U_{No.1}/I_{NO1}$ ，经过  $t_{No.2}$  时间线性下降到  $U_{No.2}/I_{NO2}$ ，由于设置了循环次数 4，No.1 和 No.2 循环 4 次，波形结束后快速回到稳态。

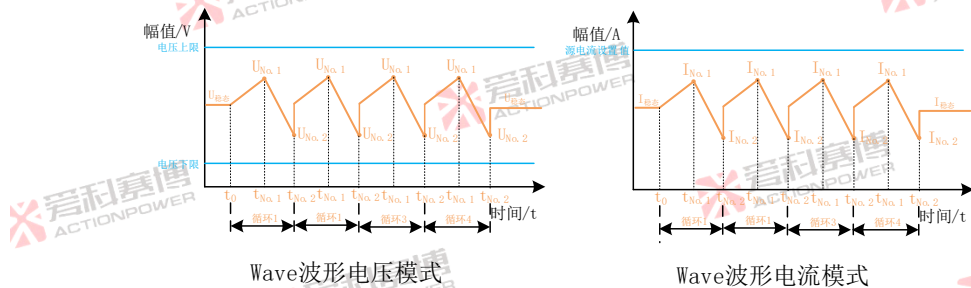


图 73Wave 配置电压/电流模式波形图

已被配置好的 Wave 数据可在相同的设备之间相互传递，以减少用户重复配置相同的操作。有“存储”、“读取”、“USB”三个操作按钮可实现这种操作。页面如图 74。操作与 6.2.1.1 章节相关操作相似。

按下“存储”，将编辑界面的 Wave 数据存储至当前选择的 No.序列；显示屏幕显示“数据存储中...”，若操作成功，显示屏幕显示“数据存储成功！”。

按下“读取”，将被选择的 No.编号中的数据读取至 Wave 编辑界面；显示屏幕显示“数据

读取中...”，若操作成功，显示屏幕显示“数据读取成功！”。



图 74 编程-Wave-数据界面图

插入外部 USB 存储设备后，点击“USB”按键，会切换至如图 75 的界面。

按下“导出”，将被选中的 List 数据导出到外部 USB 存储设备中；屏上会显示“数据导出中...”，若操作成功，会显示“数据导出成功！”。导出成功后，显示屏幕会刷新文件列表。按下“导入”，将被选中的外部USB存储设备中的文件导入PRD，屏上会显示文件中的参数；屏上会显示“数据导入中...”，若操作成功，会显示“数据导入成功！”。



图 75 编程-Wave-数据-USB 界面图

### 6.2.2.3 Step

Step 是描述将起始输出值增加/减少固定的步进量达到结束值的功能。此功能适用于精准测过/欠压, 过流保护值, 便于用户快速定位保护临界值。编程-Step-配置界面图如图 76。



图 76 编程-Step-编辑界面图



起始：开始电压/电流幅值，分辨率为 0.001，模式选择电压时最小值为 0 最大值为额定值，模式选择电流时最小值为负向额定、最大值为正向额定值，初值为 0；

结束：目标电压/电流幅值，分辨率为 0.001，模式选择电压时最小值为 0 最大值为额定值，模式选择电流时最小值为负向额定、最大值为正向额定值，初值为 0；

增量：单步进量值，特指变化量，分辨率为 0.001，最小值为 0 最大值为额定值，初值为 1；

保持：单步保持时间，分辨率为 0.001，最小值为 0 最大值为 9999999，初值为 1；

加载/退出：将预期输出波形加载至可输出状态，加载后波形相关信息及参数将被锁定为不可编辑状态，直到被触发结束或退出加载状态后才可编辑；

触发：由稳定态输出转换至预期输出波形，仅在“触发输入”选择内部时有效。

注：预期输出波形仍然受功率参数限制，不合适的功率设置有可能会使预期输出波形失真。

Step 波形解释如图 77，设置好起始、结束、增量的电压值  $U_{\text{起始}}$ 、 $U_{\text{结束}}$ 、 $U_{\text{增量}}$  以及保持

$t_{\text{保持}}$ ，波形幅值会由稳态快速跳变至  $U_{\text{起始}}$ ，开始 Wave 模式。Wave 模式会在保持时间  $t_{\text{保持}}$  内，根据设置的起始、结束、增量自动计算出跳变次数和每一步的保持时间，波形输出完成后会快速回到稳态。若最后一步增量要超出结束值时，波形会直接跳变至  $U_{\text{结束}}$ ，如图蓝色箭头处。

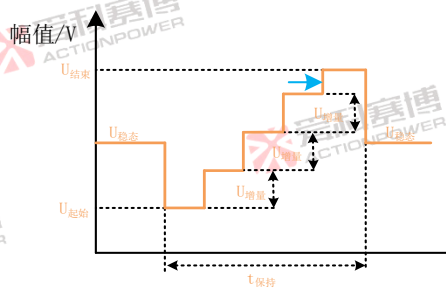


图 77 Step 波形示意图

Step-配置界面提供了更多的模式，丰富了波形的多样性，如图 79。



图 78 编程-Step-配置界面图

模式选择：编辑的波形用于调节输出电压或输出电流，选择电压时，编辑的波形用于输出电压，输出电流最大值将被限制图 43 中电流设置值，如电压波形出现失真，请调节幅值以检查是否被限制。选择电流时，编辑的波形用于输出流，输出电压最大值将被限制图 43 中电压设置值，如电流波形出现失真，请调节幅值以检查是否被限制。

连续触发：编辑的波形被触发后是否自动退出加载选择项，使能后将会保持加载后状态；

触发模式：编辑的波形被触发后是否全部运行，选择自动后会运行整个 Step，单次触发

运行一步。

循环次数：整个 Step 做为一个循环运行的次数，最大值 9999999，初值为 1，设置为 0 为无限循环。

Step 配置波形解释如图 79。设置起始、结束、增量，所设数值需在蓝线范围内，再将循环次数设为 3。波形由稳态快速下降至  $U_{\text{起始}}$  /  $I_{\text{起始}}$ ，开始 Step 模式。Step 模式会在保持时间  $t_{\text{保持}}$  内，根据设置的起始、结束、增量自动计算出跳变次数和每一步的保持时间，由于循环次数设置为 3，Step 波形会循环 3 次，循环结束后快速回到稳态。

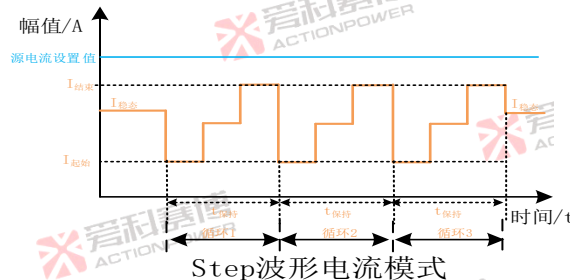
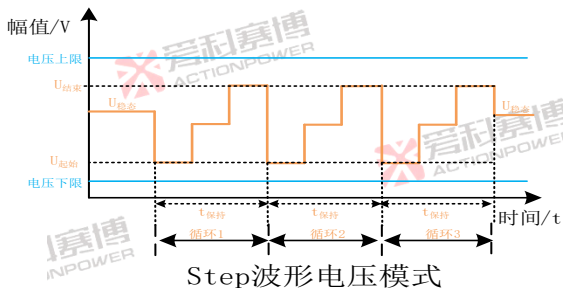


图 79Step 配置电压/电流模式波形图

已被配置好的 Step 数据可在相同的设备之间相互传递，以减少用户重复配置相同的操作。有“存储”、“读取”、“USB”三个操作按钮可实现这种操作。页面如图 80。操作与 6.2.1.1 章节相关操作相似。

按下“存储”，将编辑界面的 Step 数据存储至当前选中的 No.序列；显示屏幕显示“数据存储中...”，若操作成功，显示屏幕显示“数据存储成功！”。

按下“读取”，将被选中的 No.编号中的数据读取至 Step 编辑界面；显示屏幕显示“数据读取中...”，若操作成功，显示屏幕显示“数据读取成功！”。



图 80 编程-Step-数据界面图

插入外部 USB 存储设备后，点击“USB”按键，会切换至如图 81 的界面。

按下“导出”，会将当前显示屏幕上的 Step 数据导出到外部 USB 存储设备中；屏上会显示“数据导出中...”，若操作成功，会显示“数据导出成功！”。导出成功后，显示屏幕会刷新文件列表。

按下“导入”，会将当前选择的外部 USB 存储设备中的文件导入显示屏幕，屏上会显示文件中的参数；屏上会显示“数据导入中...”，若操作成功，会显示“数据导入成功！”。



图 81 编程-Step-数据-USB 界面图

#### 6.2.2.4 Advance

Advance 功能是 PRD 的高级编程功能，可编辑多种波形来模拟复杂的工况，编程-Advance-编辑界面图如图 82，按下更多按钮进入图 83。



图 82 编程-Advance-编辑界面图





图 83 编程-Advance-编辑-更多界面图

Advance 波形的编辑可参考任意波。

波形：预期输出的波形选择，可选择正弦波、三角波、脉冲波、Shape04~Shape30 其中之一；

频率：预期输出波形的频率，分辨率为 0.01，最小值为 0.01 最大值为 10000，初值为 1；

幅值：预期输出波形的幅值，正弦波为半峰值，其它波形为峰峰值；设置时需保证幅值一定小于偏置值，否则输出波形可能会失真。分辨率为 0.001，最小值为 0 最大值为额定值，初值为 0；

偏置：预期输出波形的直流分量值，分辨率为 0.001，模式选择电压时最小值为 0 最大值为额定值，模式选择电流时最小值为负向额定、最大值为正向额定值，初值为 0；

相位：预期输出波形的相位，分辨率为 0.01，最小值为 0 最大值为 360，初值为 0；

百分比：仅选择脉冲波与三角波时特有参数，对应脉冲波占空比、三角波对称度参数，

分辨率为 0.01，最小值为 0 最大值为 100，初值为 0；受设备精度、带宽参数影响，较小的设置值与较高频率配合时，可能会出现设备不能响应的波形。如 10kHz 脉冲波 0.01% 占空比时最小脉冲宽度时间为 1 $\mu$ s，此时设备将不能输出预期波形。

变化：从上一 No. 序列状态变化到当前 No. 序列的变化时间；

保持：当前 No. 序列状态持续的时间；

序列组合：将当前 No. 序列与前 X 序列合为一体作为组合；

重复次数：重复序列组合的次数；

加载/退出：将预期输出波形加载至可输出状态，加载后波形相关信息及参数将被锁定为不可编辑状态，直到被触发结束或退出加载状态后才可编辑；

触发：由稳定态输出转换至预期输出波形，仅在“触发输入”选择内部时有效；

注：预期输出波形仍然受功率参数限制，不合适的功率设置有可能会使预期输出波形失真。

Advance 波形解释如图 84，波形、幅值、偏置、频率与任意波一致，详见 6.2.1.1 任意波。Advance 可额外设置相位、变化、保持，相位即波形触发时的初始相角。变化是指从上一 No.状态到当前 No. 状态变化的时间，保持是指当前 No.状态持续的时间。如右图所示。

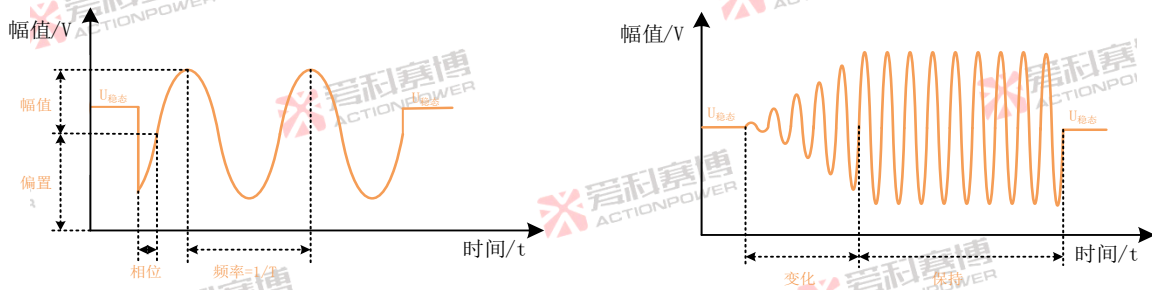


图 84 Advance 波形示意图

Advance 可在更多界面设置序列组合和重复次数波形示意，在 No.3 中将序列组合设为 1，重复次数设为 2。波形触发后，会从稳态快速跳变至 No.1，开始执行 Advance 编程。当执行到 No.3 时，由于序列组合设置为 1，将本序列与上 1 序列作为组合，重复次数设置为

2, 将组合重复 2 次, 如图 85。

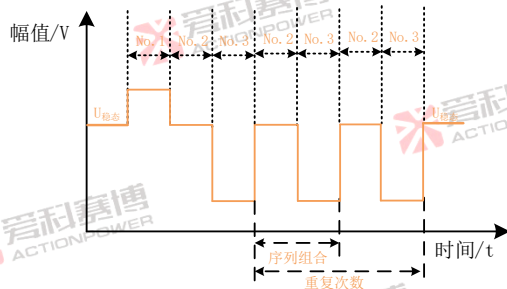


图 85 序列组合与重复次数示意图

Advance 配置功能如图 86。



图 86 编程-Advance-配置界面图

模式选择：编辑的波形用于调节输出电压或输出电流，选择电压时，编辑的波形用于输出电压，输出电流最大值将被限制图 50 中电流设置值，如电压波形出现失真，请调节幅值以检查是否被限制。选择电流时，编辑的波形用于输出流，输出电压最大值将被限制图 50 中电压设置值，如电流波形出现失真，请调节幅值以检查是否被限制。

连续触发：编辑的波形被触发后是否自动退出加载选择项，使能后将会保持加载后状态；

触发模式：编辑的波形被触发后是否全部运行，选择自动后会运行整个 Advance，单次触发运行一步。

循环次数：整个 Advance 做为一个循环运行的次数，最大值 9999999，初值为 1，设置为 0 为无限循环。

已被配置好的 Advance 数据可在相同的设备之间相互传递，以减少用户重复配置相同的操作。有“存储”、“读取”、“USB”三个操作按钮可实现这种操作。页面如图 87。操作与 6.2.1.1 章节相关操作相似。



图 87 编程-Advance-数据界面图

插入外部 USB 存储设备后，点击“USB”按键，会切换至如图 88 的界面。

按下“导出”，会将当前显示屏幕上的 Advance 数据导出到外部 USB 存储设备中；屏上会显示“数据导出中...”，若操作成功，会显示“数据导出成功！”。导出成功后，显示屏幕会刷



新文件列表。

按下“导入”，会将当前选择的外部 USB 存储设备中的文件导入显示屏幕，屏上会显示文件中的参数；屏上会显示“数据导入中...”，若操作成功，会显示“数据导入成功！”。



图 88 编程-Advance-数据-USB 界面图

### 6.2.3 SAS

PRD 有 SAS 太阳能电池模拟器功能，受界面及操作限制，设备自带的 SAS 功能仅支持简单曲线操作，与标准相关的 MPPT 效率，需要配合上位机软件，可实现光伏行业完备的测试功能。其高精度的测量与控制系统能更准确地测试出太阳能逆变器最大效率。

SAS 功能需插入具备 SAS 功能的 Magic-Box 组件后并在设置-模式设置选择 SAS 模式方可激活使用，见 6.3.1 模式章节，功能如图 89。



图 89 SAS 功能树状图

SAS 太阳能板仿真功能可以模拟 I-V 曲线，进入方式见功能编辑区相关内容，界面如图

90 所示。

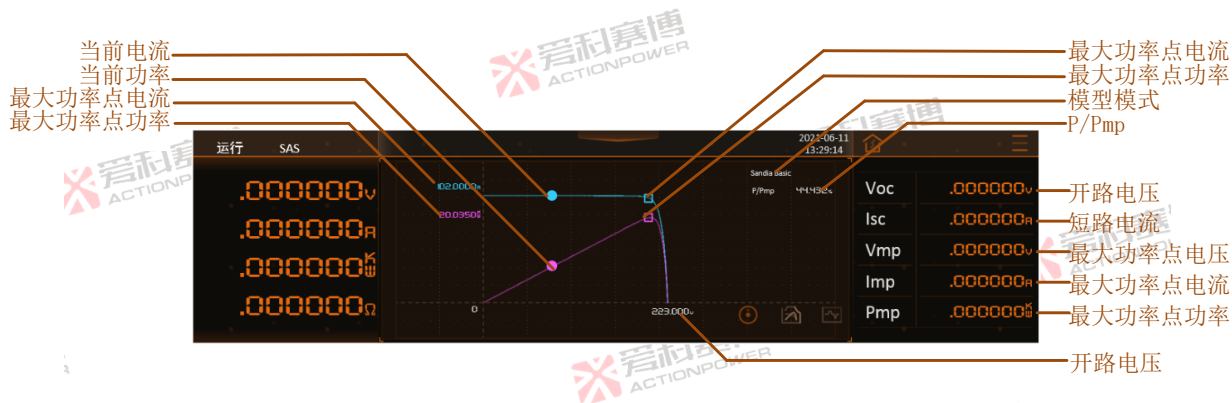


图 90 SAS 主界面图

PRD 设计了太阳能电池板曲线显示区，能同时显示 P-V 及 I-V 两条曲线，并能方框及圆点方式动态显示跟踪状态。右侧数据能显示选定模型下的曲线值。

### 6.2.3.1 静态曲线

SAS 有三种 Sandia、EN50530、Simple 常用的曲线模型，适用于大多数光伏场合。其中

Sandia、EN50530 两种模型具备 Basic 和 Advanced 两种设置模式可供用户选择，如图 91。



图 91 SAS-静态曲线-曲线模型界面图

Sandia、EN50530 模型的 Basic 模式以及 Simple 模型可快速生成 I-V 曲线，如图 92。



图 92 SAS-静态曲线-曲线参数界面图

各参数功能见表 8。

表 8 曲线参数功能表 (Sandia\_Basic, EN50530\_Basic, Simple)

参数	单位	释义及应用	型号	分辨率	初始值	设置范围
Vmp	V	最大功率点的电压	ALL	0.001	10.000	0.000~额定电压
Imp	A	最大功率点的电流	ALL	0.001	1.000	0.000~额定电流
Pmp	kW	最大功率点的功率	ALL	0.001	10.000	0.000~额定功率
Voc	v	开路电压	ALL	0.001	12.000	Vmp~额定电压
Isc	A	短路电流	ALL	0.001	1.500	Imp~额定电流

Sandia 模型 Advanced 模式支持更改外部参数生成曲线，以模拟更真实的工况，如图 93。



图 93SAS-静态曲线-曲线参数界面图 (Sandia\_Advanced)

各参数功能如下。

表 9 曲线参数功能表 (Sandia\_Advanced)

参数	单位	释义及应用	型号	分辨率	初始值	设置范围
Pmp	kW	最大功率点的功率。	ALL	0.001	0.010	0.000~额定功率
Vmp	V	最大功率点的电压。	ALL	0.001	10.000	0.000~额定电压
FF	\	填充因数, 定义为 $FF = \frac{V_{mp} \cdot I_{mp}}{V_{oc} \cdot I_{sc}}$	ALL	0.001	0.680	0.3~0.95
$\beta$	%/°C	温度系数。该参数会影响电池组温度变化导致电流和电压需要缩放的程度。	ALL	0.001	-0.380	-2.00~0.00
Irr	W/m <sup>2</sup>	太阳辐照率。	ALL	0.001	1000.000	0~3000
T	°C	太阳能电池组温度。	ALL	0.001	50.000	-40~150

参数	单位	释义及应用	型号	分辨率	初始值	设置范围
Irr.ref	W/m <sup>2</sup>	在参考或额定条件下的太阳辐照度。	ALL	0.001	1000.000	0~3000
T.ref	°C	在参考或额定条件下的太阳能电池组温度。	ALL	0.001	50.000	-40~150
PV Tech 按键	\	此按键可以查看不同电池板推荐的 FF 和 $\beta$ 参数设置值，如图 94。	ALL	\	\	\
更新按键	\	将静态曲线中的曲线模型、参数、设置更新至 PRD 处理系统中，可在功能编辑区查看更新后的曲线。	ALL	\	\	\



图 94 PV Tech (Sandia\_Advanced)



3、PRD 可以在 EN50530\_Advanced 模式下,通过高级的参数来生成 I-V 曲线,如图 95。



图 95 SAS-静态曲线-曲线参数界面图 (EN50530\_Advanced)

各参数功能如下。

表 10 曲线参数功能表 (Sandia\_Advanced)

参数	单位	释义及应用	型号	分辨率	初始值	设置范围
Pmp	kW	最大功率点的功率。	ALL	0.001	0.010	0.000~额定功率
Vmp	V	最大功率点的电压。	ALL	0.001	10.000	0.000~额定电压
Irr	W/m <sup>2</sup>	太阳辐照率。	ALL	0.001	1000.000	0~3000
T	°C	太阳能电池组温度。	ALL	0.001	25.000	-40~150

参数	单位	释义及应用	型号	分辨率	初始值	设置范围
PV Tech	\	电池板材质	ALL	\	c-Si	c-Si、Thin-Film、user
Irr.stc	W/m <sup>2</sup>	标准测试条件下的太阳辐照率。	ALL	\	\	\
T.stc	°C	标准测试条件下的太阳辐照率。	ALL	\	\	\
PV Tech 按键		此按键可以查看不同电池板推荐的参数设置值，	ALL	\	\	\



图 96 PV Tech (EN50530\_Advanced, c-Si)



图 97 PV Tech (EN50530\_Advanced, User)

PRD 可以设置曲线的高级参数，如图 98。



图 98 SAS-静态曲线-高级设置界面图

各参数功能如下。

测量周期：测量两个数据的间隔。

结束保持：适用于曲线扫描实验，设置曲线扫描结束后设备的状态，如被使能，曲线扫描实验结束后，工作点将会保持在结束时刻的曲线。

S 标准化：Sandia 模式标准化。使用 Sandia 模式来生成标准化曲线时，Sandia 模式会按一定比例来对设置参数进行缩放来提供适当测试条件下规定的电压和功率，这会导致 Sandia 模式下功能编辑区的实际参数与曲线参数中设置的参数值不一致。使能 S 标准化，系统将会把 Sandia 模式下 I-V 曲线的实际参数修正为曲线参数的设置值。

用户需要存储编辑的数据或者将数据调用在其他设备时，在 SAS-自定义曲线-数据界面可进行波形数据存取，波形数据可存取至 PRD 内部存储器或外部 USB 存储设备，如图 99。

按下“存储”，将曲线参数界面的静态曲线参数存储至当前选择的 No.编号；显示屏幕显示“数据存储中...”，若操作成功，显示屏幕显示“数据存储成功！”。

按下“读取”，从当前选择的 No.编号读取至静态曲线参数界面；显示屏幕显示“数据读取中...”，若操作成功，显示屏幕显示“数据读取成功！”。



图 99 函数-SAS-静态曲线-数据界面图

有效的 USB 存储设备接入后，点击“USB”按键，会切换至如图 100 的界面。

按下“导出”，将设备上的静态曲线数据导出到外部 USB 存储设备中；屏上会显示“数据导出中...”，若操作成功，会显示“数据导出成功！”。导出成功后，显示屏幕会刷新文件列表。

按下“导入”，会将当前选择的外部 USB 存储设备中的文件导入设备，屏上会显示文件中的参数；屏上会显示“数据导入中...”，若操作成功，会显示“数据导入成功！”。



图 100 函数-SAS-静态曲线-数据-USB 界面图

### 6.2.3.2 曲线扫描

曲线扫描是在静态曲线基础上根据开路电压、短路电流的百分比对曲线进行缩放试验。也可根据辐照率、温度进行缩放，模拟动态天气状况下的太阳能电池阵列时的 MPPT 效率，便于用户更准确的测试光伏逆变器特性，如图 101。



图 101 函数-SAS-曲线扫描-百分比界面图

## 各参数功能见表 14。

表 14 曲线扫描百分比参数功能表

参数	单位	释义及应用	型号	分辨率	初始值	设置范围
扫描模式	\	曲线扫描的方式	ALL	\	百分比	百分比、高级
扫描时间	s	曲线扫描总时长。	ALL	1	0	1~86400
切换速率	s	从开始至结束每步的切换时间。	ALL	0.001	5	0~8
V 开始	V	设置开始时开路电压 Voc 的百分比。	ALL	0.01	100.00	1~100.00
V 结束	V	设置结束时开路电压 Voc 的百分比。	ALL	0.01	100.00	1~100.00
I 开始	A	设置开始时短路电流的 Isc 百分比。	ALL	0.01	100.00	1~100.00
I 结束	A	设置结束时短路电流的 Isc 百分比。	ALL	0.01	100.00	1~100.00
V<->按键	\	交换 V 起始和 V 结束的数值。	ALL	\	\	\
I<->按键	\	交换 I 起始和 I 结束的数值。	ALL	\	\	\
开始按键	\	更新静态曲线参数，并开始曲线扫描试验。	ALL	\	\	\



高级功能用来设置模拟光照及温度动态曲线扫描，只有在静态曲线为 Sandia\_Advance, EN50530\_Advance 时，扫描模式才能使用高级模式，如图 102。



图 102 函数-SAS-曲线扫描-高级界面图

## 各参数功能表 11。

表 11 曲线扫描高级参数功能表

参数	单位	释义及应用	型号	分辨率	初始值	设置范围
扫描模式	\	曲线扫描的方式	ALL	\	百分比	百分比、高级
扫描时间	\	曲线扫描总时长。	ALL	1	0	1~86400
切换速率	s	从开始至结束每步的切换时间。	ALL	0.001	5	0~8
Irr 开始	W/m <sup>2</sup>	设置开始光照百分比，光照为静态曲线的参数 Irr。	ALL	0.01	1000.00	0~3000
Irr 结束	W/m <sup>2</sup>	设置结束光照百分比，光照为静态曲线的参数 Irr。	ALL	0.01	1000.00	0~3000
T 开始	°C	设置开始温度百分比，温度为静态曲线的参数 T。	ALL	0.01	25.00	-40~150
T 结束	°C	设置结束温度百分比，温度为静态曲线的参数 T。	ALL	0.01	25.00	-40~150
V<->按键	\	交换 V 起始和 V 结束的数值。	ALL	\	\	\
I<->按键	\	交换 I 起始和 I 结束的数值。	ALL	\	\	\
开始按键	\	更新静态曲线参数，并开始曲线扫描试验。	ALL	\	\	\

### 6.2.3.3 自定义曲线

用户需要使用非常规的 I-V 曲线测试时，可采用自定义曲线模式。使用自定义曲线模式的优势是用户不再受限于 Sandia 或 EN50503 模型生成的曲线，而可通过外部 USB 存储设备将编辑好的曲线导入 PRD，通过使用更新按键可将导入的曲线下发至功能编辑区。用户可参考论文或相关标准在上位机或 PC 中自定义绘制曲线，如图 103。

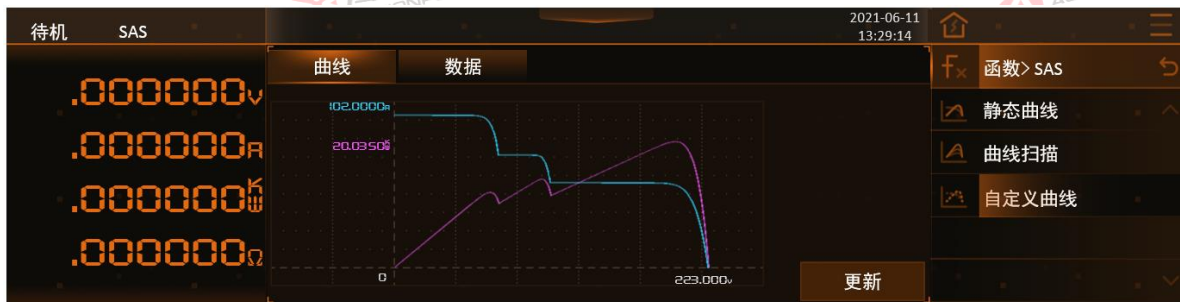


图 103 函数-SAS-自定义曲线-曲线界面

用户需要存储编辑的数据或者将数据调用在其他设备时，在 SAS-自定义曲线-数据界面可进行波形数据存取，波形数据可存取至 PRD 内部存储器或外部 USB 存储设备，如图 104。

按下“存储”，将曲线界面的参数存储至当前选择的 No.编号；显示屏显示“数据存储中...”，若操作成功，显示屏显示“数据存储成功！”。

按下“读取”，从当前选择的 No.编号读取至曲线界面；显示屏显示“数据读取中...”，若操作成功，显示屏显示“数据读取成功！”。



图 104 函数-SAS-自定义曲线-数据界面图

有效的 USB 存储设备接入后，点击“USB”按键，会切换至如图 105 的界面。

按下“导出”，将被选中的自定义曲线数据导出到外部 USB 存储设备中；屏上会显示“数

据导出中...”，若操作成功，会显示“数据导出成功！”。导出成功后，显示屏幕会刷新文件列表。

按下“导入”，将被选中的外部 USB 存储设备中的文件导入显示屏幕，屏上会显示文件中的参数；屏上会显示“数据导入中...”，若操作成功，会显示“数据导入成功！”。



图 105 函数-SAS-自定义曲线-数据-USB 界面图

### 6.3 设置

设置功能如图 106 所示, 用户可设置 PRD 工作于源载或 SAS 模式, 可设置电压、电流、功率的响应时间、响应速率。PRD 具备完善的保护和限值功能, 有端口保护、遥测保护以及输出设置区数据的限值保护功能, 这些保护措施保证了用户端设备及 PRD 的安全运行。同时 PRD 设计了事件功能, 用于提示或记录运行中的出现的突发事件。

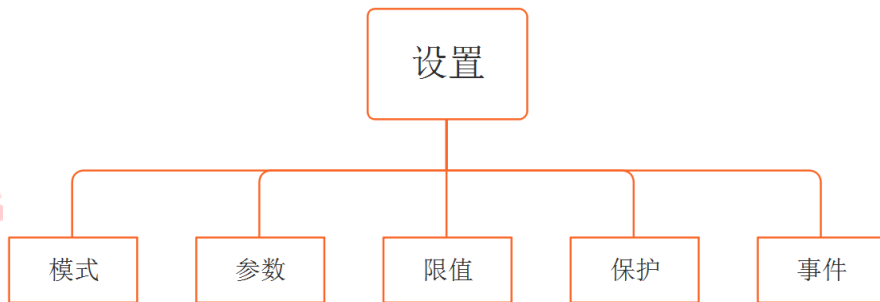


图 106 设置树状图

### 6.3.1 模式

模式设置功能可选择将 PRD 的模式状态设为源载模式或 SAS 模式。PRD 默认工作于源载模式，源载模式应用于测试类行业，可用做测试电源或测试负载，实现一机多用。SAS 模式应用于光伏行业，PRD 只有在装配了具有光伏功能的 Magic-Box 组件后，SAS 模式才可供选择。模式设置如图 107。



图 107 设置-模式界面图

## 6.3.2 参数

参数设置功能可以设置输出端参数性能，用户可以通过设置电压/电流/功率的上升/下降时间以及响应速度来匹配不同工况下的用户端设备。各参数详细功能见表 12，参数时间设置界面见图 108，参数速率设置界面见图 109。



图 108 设置-参数-时间界面图





图 109 设置-参数-速率界面图

表 12 参数详细功能表

参数项	单位	释义及应用	型号	分辨率	初始值	设置范围
电压上升	s	输出电压由给定值升至目标值的时间，输出端电压上升过快或过慢时，用户可通过设置此项来控制输出端电压上升斜率。	ALL	0.01	0	0~9999
电压下降	s	输出电压由给定值降至目标值的时间，输出端电压下降过快或过慢时，用户可通过设置此项来控制输出端电压下降斜率。	ALL	0.01	0	0~9999
电流上升	s	输出电流由给定值升至目标值的时间，输出端电流上升过快或过慢时，用户可通过设置此项来控制输出端电流上升斜率。	ALL	0.01	0	0~9999
电流下降	s	输出电流由给定值降至目标值的时间，输出端电流下降过快或过慢时，用户可通过设置此项来控制输出端电流下降斜率。	ALL	0.01	0	0~9999
功率上升	s	输出功率由给定值升至目标值的时间，输出端功率上升过快或过慢时，用户可通过设置此项来控制输出端功率上升斜率。	ALL	0.01	0	0~9999
功率下降	s	输出功率由给定值降至目标值的时间，输出端功率下降过快或过慢时，用户可通过设置此项来控制输出端功率下降斜率。	ALL	0.01	0	0~9999
接通延迟	s	按下输出按键至启动输出端的时间，用户需要延长一定时间后启动输出端时，可以通过设置接通延迟的时间来控制输出端启动时间。	ALL	0.01	0	0~9999
断开延迟	s	按下输出按键至关闭输出端的时间，用户需要延长一定时间后断开输出端时，可以通过设置断开延迟的时间来控制输出端断开时间。	ALL	0.01	0	0~9999
响应速度	\	系统的响应带宽，当输出端电压震荡时，用户可以选择不同的响应速度来适配用户设备。	ALL	\	快速	\

参数项	单位	释义及应用	型号	分辨率	初始值	设置范围
电压摆率	V/ $\mu$ s	每 $\mu$ s 电压上升幅值, PRD 能控制的最大摆率。输出端电压斜率需要调节时, 可以通过设置电压摆率来控制。	ALL	0.01	5	0~9999
电流摆率	A/ $\mu$ s	每 $\mu$ s 电流上升幅值, PRD 能控制的最大摆率。输出端电流斜率需要调节时, 可以通过设置电流摆率来控制。	ALL	0.01	5	0~9999

电压/电流/功率上升、下降时间示意图如图 110。

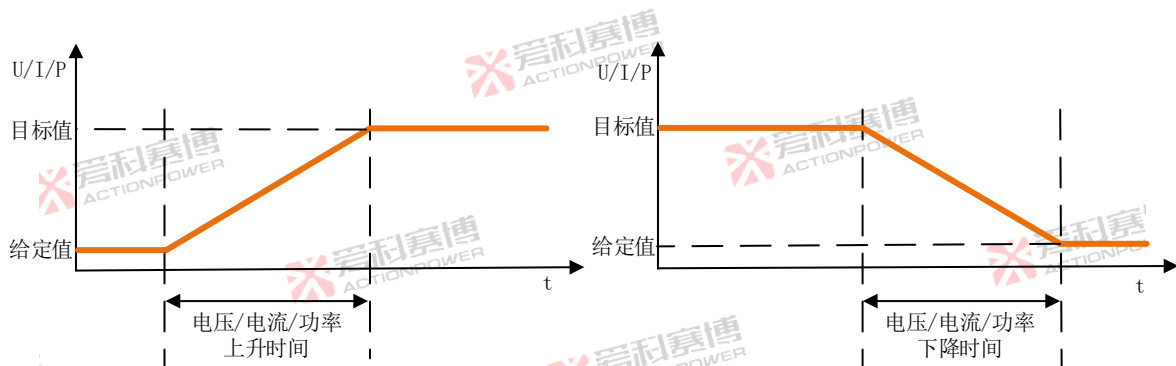


图 110 电压/电流/功率上升、下降时间示意图

输出端接通和断开延迟时间示意图如图 111。

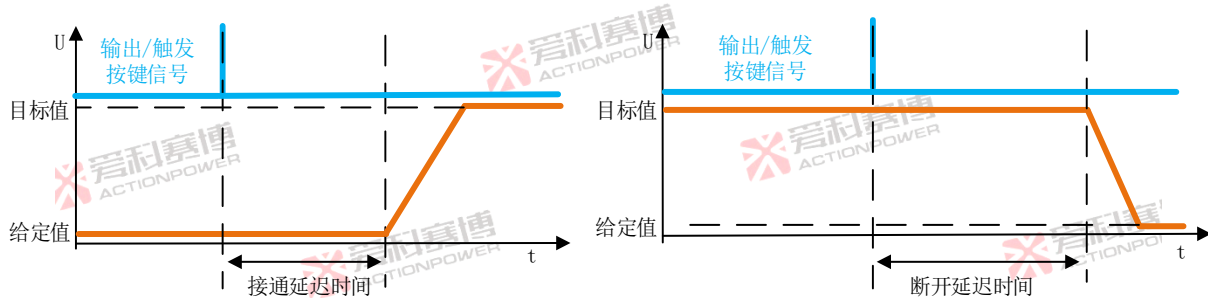


图 111 输出端接通/断开延迟时间示意

### 6.3.3 限值

限值设置功能可以限制输出设置区数值的输入范围，可有效避免用户因误操作导致的损失，有效保护用户设备。建议在使用前进行合理的限值设置，限值设置界面如图 112，限值参数介绍见表 13。



图 112 设置-限值界面图

表 13 限值功能表

参数	单位	释义及应用	型号	分辨率	初始值	设置范围
电压上限	V	输出设置区电压可设置的最大值，用户需要避免因误操作而导致输出端电压过高损坏设备时，可在此处将电压上限设置在安全范围内。	PRD0618	0.01	650	0.00~650
			PRD1506	0.01	1550	0.00~1550
			PRD2006	0.01	2050	0.00~2050
			PRD0612	0.01	650	0.00~650
			PRD1504	0.01	1550	0.00~1550
			PRD2004	0.01	2050	0.00~2050
			PRD0609	0.01	650	0.00~650
			PRD1503	0.01	1550	0.00~1550
电压下限	V	输出设置区电压能设置的最小值，用户需要避免因误操作而导致输出端电压过低损坏设备时，可在此处将电压下限设置在安全范围内。	PRD0618	0.01	0	0.00~650
			PRD1506	0.01	0	0.00~1550
			PRD2006	0.01	0	0.00~2050
			PRD0612	0.01	650	0.00~650
			PRD1504	0.01	1550	0.00~1550
			PRD2004	0.01	2050	0.00~2050

参数	单位	释义及应用	型号	分辨率	初始值	设置范围
			PRD0609	0.01	0	0.00~650
			PRD1503	0.01	0	0.00~1550
			PRD2003	0.01	0	0.00~2050
电流上限	A	输出设置区源电流能设置的最大值，用户需要避免因误操作而导致源电流过高损坏设备时，可在此处将电流上限设置在安全范围内。	PRD0618	0.01	180	0.00~180
			PRD1506	0.01	60	0.00~60
			PRD2006	0.01	60	0.00~60
			PRD0612	0.01	120	0.00~120
			PRD1504	0.01	40	0.00~40
			PRD2004	0.01	40	0.00~40
			PRD0609	0.01	90	0.00~90
			PRD1503	0.01	30	0.00~30
电流下限	A	输出设置区载电流能设置的最大值，用户需要避免因误操作而导致载电流过高损坏设备时，可在此处将电流下限设置在安全范围内。	PRD0618	0.01	- 180	-180~0.00
			PRD1506	0.01	- 60	-60~0.00
			PRD2006	0.01	- 60	-60~0.00
			PRD0612	0.01	-120	-120~0.00
			PRD1504	0.01	-40	-40~0.00
			PRD2004	0.01	-40	-40~0.00
			PRD0609	0.01	- 90	-90~0.00



参数	单位	释义及应用	型号	分辨率	初始值	设置范围
			PRD1503	0.01	- 30	-30~0.00
			PRD2003	0.01	- 30	-30~0.00
功率上限	KW	输出设置区源功率能设置的最大值，用户需要避免因误操作而导致源功率过高损坏设备时，可在此处将功率上限设置在安全范围内。	PRD0618	0.01	30	0.00~30
			PRD1506	0.01	30	0.00~30
			PRD2006	0.01	30	0.00~30
			PRD0612	0.01	20	0.00~20
			PRD1504	0.01	20	0.00~20
			PRD2004	0.01	20	0.00~20
			PRD0609	0.01	15	0.00~15
			PRD1503	0.01	15	0.00~15
			PRD2003	0.01	15	0.00~15
功率下限	KW	输出设置区载功率能设置的最大值，用户需要避免因误操作而导致载功率过高损坏设备时，可在此处将功率下限设置在安全范围内。	PRD0618	0.01	-30	-30~0.00
			PRD1506	0.01	-30	-30~0.00
			PRD2006	0.01	-30	-30~0.00
			PRD0612	0.01	-20	-20~0.00
			PRD1504	0.01	-20	-20~0.00
			PRD2004	0.01	-20	-20~0.00
			PRD0609	0.01	-15	-15~0.00
			PRD1503	0.01	-15	-15~0.00

参数	单位	释义及应用	型号	分辨率	初始值	设置范围
			PRD2003	0.01	-15	-15~0.00

电压限值示意图如图 113。

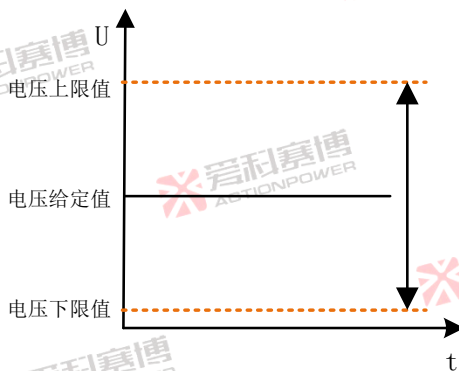


图 113 电压限值、电阻限值示意图

电流、功率限值示意图如图 114。

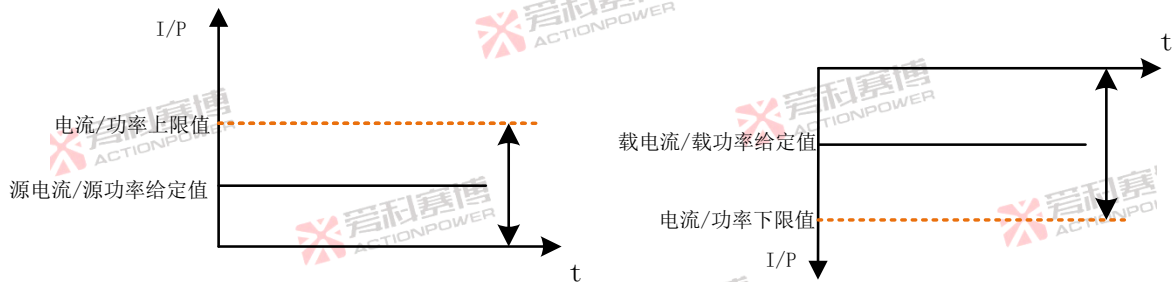


图 114 电流、功率限值示意图

## 6.3.4 保护

PRD 具备输出端与遥测端双重保护，不仅可以在输出端口处设置电压、电流、功率的保护值，还可以设置遥测电压的上限，使用户设备和 PRD 更安全，保护设置界面如图 115，参数介绍见表 14。



图 115 设置-保护界面图

表 14 保护设置参数表

参数	单位	释义	型号	分辨率	初始值	设置范围
遥测差值	V	远端电压与输出端口电压的差值的保护值，用户需要补偿线路中压降时，可在 6.4.3 高级中使能远端补偿，PRD 将会通过内部环路来控制远端电压与设置值保持一致，通过设置此参数来控制远端可以补偿的最大电压值，差值超过此参数设置值就会保护。	PRD0618	0.01	12	0.01~12
			PRD1506	0.01	30	0.01~30
			PRD2006	0.01	40	0.01~40
			PRD0612	0.01	12	0.01~12
			PRD1504	0.01	30	0.01~30
			PRD2004	0.01	40	0.01~40
			PRD0609	0.01	12	0.01~12
			PRD1503	0.01	30	0.01~30
			PRD2003	0.01	40	0.01~40
遥测上限	V	远端电压保护值，用户需要保护远端的最大电压，可设置此参数。	PRD0618	0.01	660	0.01~660
			PRD1506	0.01	1650	0.01~1650
			PRD2006	0.01	2200	0.01~2200
			PRD0612	0.01	660	0.01~660
			PRD1504	0.01	1650	0.01~1650
			PRD2004	0.01	2200	0.01~2200
			PRD0609	0.01	660	0.01~660
			PRD1503	0.01	1650	0.01~1650
			PRD2003	0.01	2200	0.01~2200

参数	单位	释义	型号	分辨率	初始值	设置范围
过压阈值	V	过压保护临界值，用户需要保护输出端的最大电压，可设置此参数。	PRD0618	0.01	660	0.01~660
			PRD1506	0.01	1650	0.01~1650
			PRD2006	0.01	2200	0.01~2200
			PRD0612	0.01	660	0.01~660
			PRD1504	0.01	1650	0.01~1650
			PRD2004	0.01	2200	0.01~2200
			PRD0609	0.01	660	0.01~660
			PRD1503	0.01	1650	0.01~1650
过流阈值	A	过流保护临界值，用户需要保护输出端的最大电流，可设置此参数。	PRD2003	0.01	2200	0.01~2200
			PRD0618	0.01	198	0.01~198
			PRD1506	0.01	66	0.01~66
			PRD2006	0.01	66	0.01~66
			PRD0612	0.01	132	0.01~122
			PRD1504	0.01	44	0.01~44
			PRD2004	0.01	44	0.01~44
			PRD0609	0.01	99	0.01~99
功率阈值	A		PRD1503	0.01	33	0.01~33
			PRD2003	0.01	33	0.01~33
			PRD0618	0.01	33	0.01~33

参数	单位	释义	型号	分辨率	初始值	设置范围
		过功率保护临界值，用户需要保护输出端的最大功率，可设置此参数。	PRD1506	0.01	33	0.01~33
			PRD2006	0.01	33	0.01~33
			PRD0612	0.01	22	0.01~22
			PRD1504	0.01	22	0.01~22
			PRD2004	0.01	33	0.01~22
			PRD0609	0.01	16.5	0.01~16.5
			PRD1503	0.01	16.5	0.01~16.5
			PRD2003	0.01	16.5	0.01~16.5

注：PRD 系列型号的额定电压/电流/功率等参数详见技术规格 3.5 技术参数。

### 6.3.5 事件

PRD 设计了事件记录功能，可以监测运行中发生的特定情况，方便用户观察并了解设备的工作情况。事件设置如图 116 所示，功能见表 15。



图 116 设置-事件界面图



表 15 设置事件功能表

参数	单位	释义及应用	型号	分辨率	初始值	设置范围
事件编号	\	当前事件编号/总事件数量, 1/10 含义: 1 代表当前位于编号 1 的事件设置界面, 10 代表总事件数量为 10。	ALL	\	1	\
触发源	\	显示为 0-无, 1-电压, 2-电流, 3-功率, 4-温度。触发源设置如图 118。当用户需要监测电压、电流、功率以及温度的状态时, 可以选择相应的触发源来触发事件。	ALL	\	0-无	\
触发阈值	%	触发源额定值的百分比, 各型号额定电压见 3.5 技术参数, 温度的额定值为 100°C。用户可通过设置触发阈值来设定事件的触发条件。	ALL	0.01	0	0~额定值
触发时间	s	超过触发阈值后到的触发事件时间。用户可设置此参数来控制事件的触发的速度。	ALL	0.001	0	0~9999
动作方式	\	警告: 警告后 PRD 可正常运行, 在状态显示区会闪烁“事件 X”字样。当事件发生时, 用户只需要警告提示时可将动作方式选择为警告。	ALL	\	警告	\
		报警: 报警后 PRD 会关闭输出端, 在状态显示区会闪烁“事件 X”字样。当事件发生时, 用户需要报警并关闭输出端时, 可将动作方式选择为报警。	ALL			
		记录: 记录事件时 PRD 可正常运行, 需要在 6.5.1 日志记录界面点击开始记录。当事件发生时, 用户只需要将事件记录在日志中, 可将动作方式选择为记录。	ALL			
阈值方向	\	电压/电流/功率/温度向上超过触发阈值时, 触发事件。用户需要向上超过触发阈值时触发事件, 需要将阈值方向设置为向上。 电压/电流/功率/温度向下超过触发阈值时, 触发事件。用户	ALL		向上	

参数	单位	释义及应用	型号	分辨率	初始值	设置范围
		需要向下超过触发阈值时触发事件，需要将阈值方向设置为向下。				
清事件	\	清除当前编号事件状态，电源/复位键也具有清事件功能。用户需要清除事件并清除状态显示区的事件状态，则可点击此按键。	ALL	\	\	\
上下箭头	\	上、下箭头代表向上、向下翻页，用于选择事件编号。	ALL	\	\	\

事件触发示意图如图 117，设置触发源为 1-电压，触发阈值为 25%，额定电压 2000V，阈值方向为向上，触发时间为 1s，事件触发参数解释图如图 117，下图事件 1 触发时间小于 1s，因此不能触发事件；事件 2 满足事件触发要求。

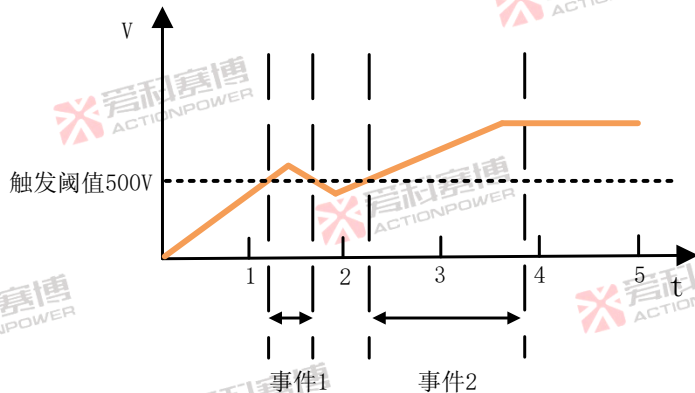


图 117 事件触发示意图

触发源设置介绍：点击触发源设置弹出数字键盘，可设置触发源范围为 0~4，设置 0 后触发源选择界面显示“0-无”，设置 1 后触发源选择界面显示“1-电压”，设置 2 后触发源选择

界面显示“2-电流”，设置 3 后触发源选择界面显示“3-功率”，设置 4 后触发源选择界面显示“4-温度”。触发源设置图如图 118。



图 118 触发源设置图

## 6.4 配置

配置功能如图 119 所示，用于配置非数值类的功能。PRD 不仅可以通过 LAN、USB 和用户设备通讯，也可以通过 Anyport 进行远程交互，当 PRD 与不同的用户设备连接时，需要在配置菜单下进行相应配置。同时用户可以配置输出显示区的数据格式，配置触发模式、自启动以及并机等功能。

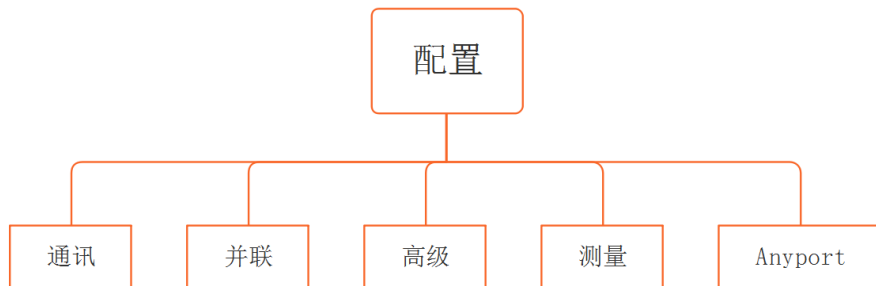


图 119 配置树状图

## 6.4.1 通讯

PRD 可以选择本地/远端通讯模式切换控制，支持 LAN、USB 以及 Magic-Bus 组件与用户设备通讯。在配置通讯功能中可以选择将 PRD 的控制权交给不同的端口，实现本地/远程控制。



图 120 通讯-设置界面图

通讯界面如图 120 所示。各参数含义如下：

通讯端口：通讯端口可以选择 PRD 的控制方式。在本地锁关闭情况下，本地或远程状

态都可以切换控制权，方便用户在远处的设备端做通讯切换。

- ① Screen：显示屏幕本地控制；
- ② Lan：以太网远程控制；
- ③ USB：USB 远程控制；
- ④ MagicBus：MagicBus 包含 485 通讯端口、CAN 通讯端口、外部扩展 Lan 端口，需要安装 Magic-Bus 组件才可使能。

地址：是设备的编号，非并机地址。在 Modbus 协议中需要设置此地址。默认为 1，可设置范围 0~127。

本地锁：本地锁是锁定本地控制权限，其他端口无法获得控制权。本地锁只有在 Screen 控制方式下才可使能，使能后无法设置远程通讯。

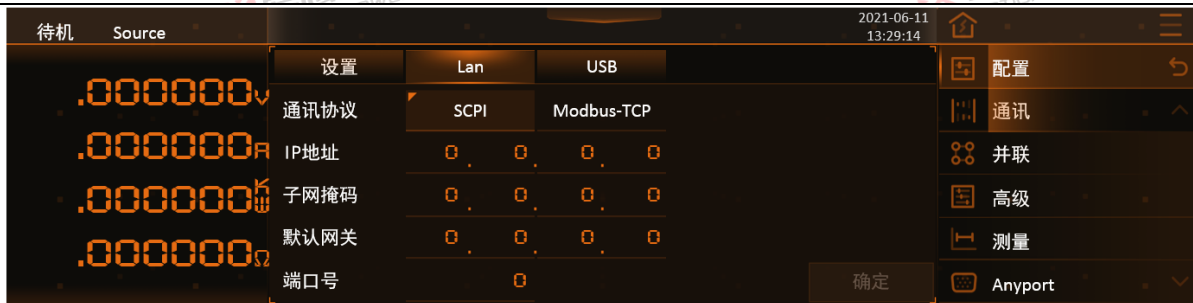


图 121 配置-通讯-Lan 界面图

当选择 Lan 端口控制时，需要设置相关网络参数，如图 121 所示。

各参数含义如下：

通讯协议：PRD 的 LAN 端口支持 SCPI、Modbus-TCP 两种通讯协议。

IP 地址：IP 地址类型为 IPv4。

端口号：默认端口号为 502。

USB 端口支持 SCPI、Modbus-RTU 两种通讯协议。当选择 USB 端口控制时，需要配置



对应的通讯协议，如图 122 所示。



图 122 配置-通讯-USB 界面图

## 6.4.2 并联

PRD 支持多机并联扩容。由于单方向并联受通讯速率的限制，在并联配置中可以将 PRD 按行、列方向分开并联实现容量的最大化。配置-并联界面如图 123 所示。



图 123 配置-并联界面图

并机配置方式如图 124 所示，箭头表示控制方向，左上角 PRD 统一控制其他 PRD。

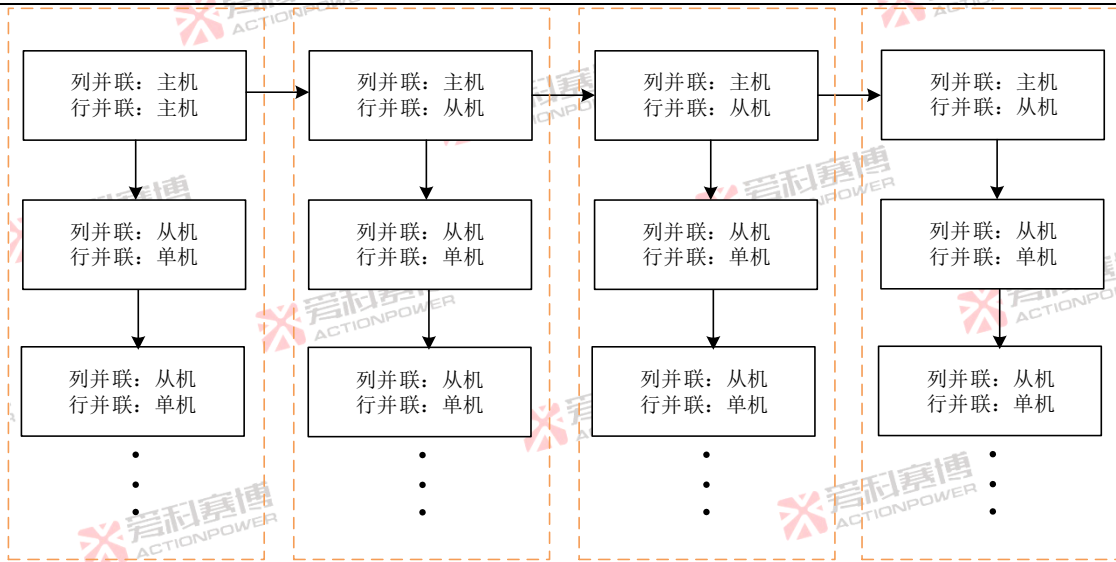


图 124 并机配置图

并联冗余：PRD 运行过程中，部分从机出现了非输出端或交流端保护，若并联冗余使能，其余 PRD 能继续运行并主动分配电流，若并联冗余禁止，其余 PRD 均会关闭输出端。

### 6.4.3 高级

高级配置设计了一些特殊的功能。其中触发功能如图 125 所示。



图 125 配置-高级-触发界面图

各参数功能如下：

触发输入：触发是在函数功能加载后的波形输出开关。触发输入有内部和外部两种方式，内部触发方式是通过函数界面中的触发按键实现触发，外部触发方式是指在 Anyport 接口处通过外部给定触发，需要在 Anyport 输入配置界面中使能触发功能。

触发输出：在 Anyport 输出界面中设置了触发功能后，PRD 在输出函数波形的同时会在 Anyport 输出端口发出脉冲信号，需要在 Anyport 输出配置界面中使能触发功能。其中单次、单步、单循环示例图如图 126 所示。

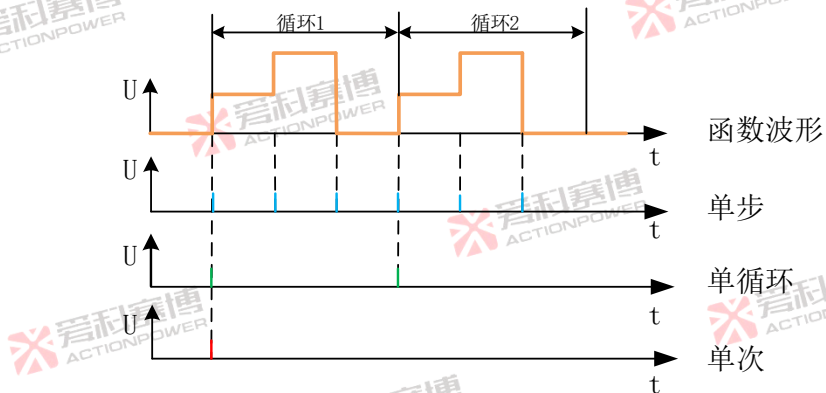


图 126 触发输出示意图

触发延时：是指 PRD 接收触发输入信号至输出波形时的延迟时间。

扩展界面中可配置多种附加功能，如图 127 所示。



图 127 配置-高级-扩展界面图

各参数功能如下：

启动方式：是指 PRD 开机启动的方式。手动方式为当交流端断路器闭合时，按下电源/复位按键开机启动；自动方式为当交流端断路器闭合时，PRD 通电后将自动开机启动，方便了用户将 PRD 融入 ATE 自动测试系统中，实现一键启动。

自动运行：使能后，PRD 开机后直接开启输出端。

注：自动运行使能后要注意危险，谨慎使用。

电压归零：使能后，当输出端连接非储能型设备时，关闭输出端后可以以恒定电流快速

放电。

远端补偿：使能后，可以补偿 PRD 连接到用户设备线路中的压降。

内阻：使能后，PRD 内阻模式使能，输出设置区将会出现内阻设置栏。

采样界面如图 128 所示，在此界面中可设置输出设置区数据的采样率，sps 代表每秒采样次数。例如正弦波采样率越高正弦波越光滑，而采样率过高由于会采样到噪声引起输出显示区数据跳变属于正常现象。



图 128 配置-高级-采样界面图

## 6.4.4 测量

测量配置用于设置输出显示区的数据格式及类型。配置-测量界面图如图 129 。



图 129 配置-测量界面图

各参数功能如下:

**分辨率:** 配置输出显示区数据的显示位数。AUTO 表示区域可显示最大位数, 其中  $4_{1/2}$  表示数据最高位只显示 0 或 1, 后四位可显示 0-9, 如 12.919, 0.1859。

**显示速率:** 输出显示区数据的刷新速率。sps 表示每秒刷新 1 次。



显示选择：选择显示输出显示区第四行的参量。容量和能量显示精度高，有助于储能类设备进行精准计量。

内阻：显示 PRD 的内阻阻值。

容量：显示了电流与时间的乘积的累计，单位 A·H。

能量：显示了功率与时间的乘积的累计，单位 KW·H。

清零：手动清零容量与能量数据。PRD 掉电后容量与能量数据也会自动清零。

测量显示选择内阻、容量、能量后，输出显示区会显示对应参数信息，内阻、容量、能量选择显示界面图如图 130。



图 130 内阻、容量、能量选择显示界面图

## 6.4.5 Anyport

Anyport 为多功能接口，应用于集中控制系统中，便于用户远程控制及快速监测 PRD 工作状态，可通过以下操作实现相应功能。

### 6.4.5.1 Anyport 输入

Anyport 输入功能：通过外部输入信号控制 PRD 工作状态，配置-Anyport-输入界面图如图 131。



图 131 配置-Anyport-输入界面图

表 16 Anyport 输入功能表

参数	参数选择	释义及应用
端口	1/6	当前端口/总端口数量。1/6 中 1 代表当前端口为 1，6 代表总端口数量为 6。
极性	正	输入高电平或悬空使能输入端口功能。高电平范围为 3V-10V，脉冲宽度需 $> 50\mu\text{s}$ 。
	负	输入低电平或接地使能输入端口功能。低电平范围为 $< 1\text{V}$ ，脉冲宽度需 $> 50\mu\text{s}$ 。
功能	无	输入接口不使能。
	外部使能	外部给定使能总开关。用户需要使用模拟外部给定功能来设置 PRD 参数，可以通过输入端口输入高电平并在此界面打开外部使能功能，再使能模拟外部给定功能即可。外部使能与模拟外部给定关系如图 132。（极性为正）
	触发	触发函数功能。用户需要通过外部信号来控制函数触发，需要在“高级-触发”界面设置触发输入为外部。当输入端口输入高电平时则控制 PRD 触发函数。（极性为正）
	连锁	PRD 触发连锁保护。用户需要通过外部来模拟连锁故障时，可在输入端口输入高电平来控制 PRD 产生连锁保护并关闭输出端，只有复位后才能恢复正常。（极性为正）
	启停	控制 PRD 输出端开启或关闭。用户需要通过外部来控制 PRD 输出端开启或关闭时，可在输入端口输入高电平控制 PRD 输出端开启（极性为正）
	复位	控制 PRD 复位。用户需要通过外部来控制 PRD 复位时，可在输入端口输入高电平时控制 PRD 复位。（极性为正）
	急停	控制 PRD 输出端紧急关闭。用户需要通过外部来控制 PRD 输出端紧急关闭时，可在输入端口输入高电平时控制 PRD 输出端紧急关闭。（极性为正）

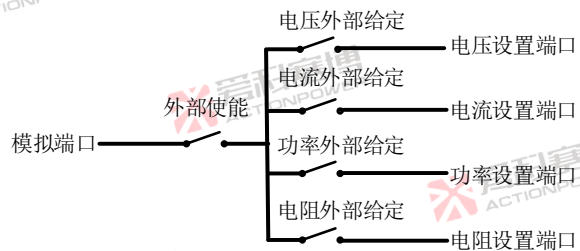


图 132 外部使能与模拟外部给定关系示意图

### 6.4.5.2 Anyport 输出

Anyport 输出功能便于指示 PRD 状态信息，配置-Anyport-输出界面图如图 133，Anyport 输出功能表如表 17。



图 133 配置-Anyport-输出界面图

表 17 Anyport 输出功能表

参数项	参数选择	释义及应用
端口	1/6	当前端口/总端口数量。1/6 中 1 代表当前端口为 1，6 代表总端口数量为 6。
极性	正	输出高电平使能输出端口功能。高电平幅值由外接电压决定。
	负	输出低电平使能输出端口功能。低电平幅值为 0V。
功能	无	无
	连锁	输出保护信号。用户需要输出连锁保护信号时，可使能连锁功能，当 PRD 出现连锁保护时输出端口输出高电平。（极性为正）
	触发	函数功能触发输出信号。用户需要函数功能触发信号时，可使能触发功能，配置好触发输出设置后见 6.4.3 高级，触发函数输出端口输出高电平。（极性为正） 脉冲宽度：40 $\mu$ s~50 $\mu$ s。
	运行状态	输出运行状态信号。用户需要在外部检测运行状态时，可使能运行状态功能，当输出端启动时输出端口输出高电平。（极性为正）
	CV 状态	CV 状态信号。用户需要在外部检测 CV 状态时，可使能 CV 状态功能，当 CV 模式时输出端口输出高电平。（极性为正）
	保护状态	输出保护信号。用户需要输出保护信号时，可使能保护状态功能，当 PRD 发生保护时输出端口输出高电平。（极性为正）
	电压指示	电压外部给定信号。用户需要指示电压给定方式为外部时，可使能电压指示功能，当使能电压外部给定功能时输出端口输出高电平。（极性为正）
	电流指示	电流外部给定信号。用户需要指示电流给定方式为外部时，可使能电流指示功能，当使能电流外部给定功能时输出端口输出高电平。（极性为正）
通用 IO	通用高、低电平信号。用户需要通用 IO 来控制外部设备时，可使能通用 IO 功能，通过设置极性来控制输出端口输出高低电平信号。	

### 6.4.5.3 Anyport 模拟

Anyport 模拟功能在外部使能状态下可通过使能电压、电流、功率及电阻外部给定，远程设定 PRD 输出设置区的数值，外部使能状态见 6.4.5.1Anyport 输入。配置- Anyport-模拟界面如图 134。



图 134 配置- Anyport-模拟界面图

各参数功能如下：

电压外部给定：使能后，可通过 Anyport 接口外部给定电压来设置电压。

电流外部给定：使能后，可通过 Anyport 接口外部给定电压来设置电流。

功率外部给定：使能后，可通过 Anyport 接口外部给定电压来设置功率。

内阻外部给定：使能后，可通过 Anyport 接口外部给定电压来设置内阻。

模拟给定量程：设置了外部给定模拟量以及输出模拟量的额定量程，可选择 5V 或 10V。

额定量程分别对应于 PRD 的电压/电流/功率/内阻的额定值。例：选择 10V 量程时，电压外部给定 0-10V 时，对应输出设置区电压 0-2000V。模拟给定量程对应表见表 18。



表 18 模拟给定量程对应表

模拟给定量程	模拟接口输入	外部给定方式	输出设置区值	模拟量输出端口	输出显示区值	模拟接口输出
5V	0~5V	电压	0~额定电压	电压	0~额定电压	0~5V
		电流	0~额定电流			
		功率	0~额定功率	电流	0~额定电流	
		内阻	0~额定内阻			
10V	0~10V	电压	0~额定电压	电压	0~额定电压	0~10V
		电流	0~额定电流			
		功率	0~额定功率	电流	0~额定电流	
		内阻	0~额定内阻			

## 6.5 存储

存储功能有日志记录和数据存取功能，日志记录可记录运行参数、状态等信息。数据存取可以将用户参数或通讯参数存取于 PRD 内部存储器或外部外部 USB 存储设备，存储功能如图 135。

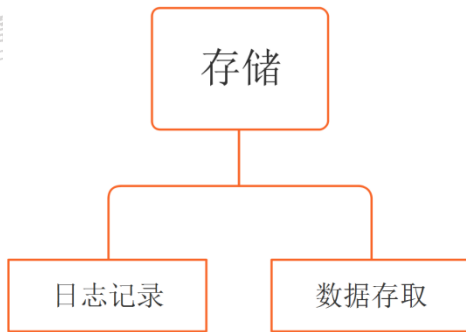


图 135 存储功能树状图

## 6.5.1 日志记录

日志记录可将运行参数、状态等信息记录在外部 USB 存储设备中，在图 136 界面中可设置采样率、记录条数以及记录方式。



图 136 存储-日志记录界面图

各参数功能如下：

采样率：采样记录速率，sps 表示每秒记录 1 条日志。

记录条数：可记录的日志条数，最大设置条数为 9999999。

记录方式：日志记录方式，包含事件触发和立即触发。事件触发：按下开始后，PRD 会在事件触发时触发日志记录。事件触发需在设置-事件界面设置触发条件，详见 6.3.5 事件。立即触发：按下开始按键后，PRD 立即触发日志记录。

开始按键：点击开始按键后，PRD 将事件自动记录至外部 USB 存储设备中。

注：

插入外部 USB 存储设备后，“开始”按键点亮。

外部 USB 存储设备支持的格式为 FAT32、EXFAT32。

日志文件只支持美版 CSV 格式。

文件命名规则：文件名前缀+文件序号+组序号，如“LOG”+“001”+“001”。

文件分割规则：文件将记录的日志条数按照 50000 条进行分割。

日志记录内容格式如图 137。详细信息见表 19。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	FRD006	1020010003																	
2	Usat (V)	Vactual (V)	Isource (A)	Iload (A)	Iactual (A)	Psource (W)	Fload (W)	Factual (W)	Factual (Wh)	Qactual (Ah)	Rsource (ohm)	Rload (ohm)	Ractual (ohm)	Rmode	Output	Mode	Error	Event	Time
3	500	45.24097	30	30	1.51895	11.98229	11.98229	0.069887	0.032132	0.658451	N/A	N/A	N/A	OFF	OFF	CV	0x0000	0x0000	00:00.0
4	500	44.33295	30	30	1.502991	11.98229	11.98229	0.069832	0.032151	0.658463	N/A	N/A	N/A	OFF	OFF	CV	0x0000	0x0000	00:01.0
5	500	45.81362	30	30	1.567841	11.98229	11.98229	0.071828	0.032171	0.657115	N/A	N/A	N/A	OFF	OFF	CV	0x0000	0x0000	00:02.0
6	500	44.58043	30	30	1.522064	11.98229	11.98229	0.067854	0.03219	0.657547	N/A	N/A	N/A	OFF	OFF	CV	0x0000	0x0000	00:03.0
7	500	45.40236	30	30	1.51062	11.98229	11.98229	0.069595	0.03221	0.657979	N/A	N/A	N/A	OFF	OFF	CV	0x0000	0x0000	00:04.0

图 137 日志记录 csv 格式图

表 19 日志记录信息图例

参数	释义	参数	释义
PRD2006	PRD 型号	Qactual(Ah)	容量显示值
1020010003	设备串号	Rsource(ohm)	源内阻设定值
Uset(V)	电压设定值	Rload(ohm)	载内阻设定值
Uactual(V)	电压显示值	Ractual(ohm)	内阻显示值
Isource(A)	源电流设定值	Rmode	内阻模式输出状态
Iload(A)	载电流设定值	Output	输出端输出状态
Iactual(A)	电流显示值	Mode	工作模式状态
Psource(kW)	源功率设定值	Error	保护码
Pload(kW)	载功率设定值	Event	事件编号
Pactual(kW)	功率显示值	Time	记录时间
Eactual(kWh)	能量显示值		

## 6.5.2 数据存取

PRD 带参数自动存储功能，也可将用户参数或通讯参数存取于 PRD 内部存储器或外部外部 USB 存储设备，如图 138、图 139 所示。通过上、下翻页箭头“ $\vee$ ”“ $\wedge$ ”可将当前用户参数或通讯参数上下翻页。选中参数后将会在“No.”下显示选中框，表示已切换为当前 No.。



图 138 存储-参数存取-用户参数界面图



图 139 存储-参数存取-通讯参数界面图

各功能参数如下：

用户参数：设置参数、Anyport 配置参数。

通讯参数：通讯配置参数。

存储：可将参数存储至 PRD 内部存储器。

读取：可将内部存储器参数读取至参数。

重置：复位所有用户参数及通讯参数。在用户参数界面下按下重置按钮后会出弹窗“恢

复出厂设置？”，若选择“确定”，则弹窗显示“重置中，请勿操作电源”，完成后将复位所有用户参数及通讯参数。

插入外部 USB 存储设备后，在存储-参数存取-用户参数界面点击 USB 按键后，界面如图 140。在此界面可将用户参数导出至外部 USB 存储设备，也可导入外部 USB 存储设备的参数至 PRD 内部存储器。存储文件的命名规则为文件名后缀（大写）+序号自动命名文件，如 LIST0001 COMM0002。文件扩展名见表 20。



图 140 存储-参数存取-用户参数-USB 界面图



表 20 文件扩展名表

数据存取内容		存取文件扩展名
用户数据	普通参数	.usua
	通信参数	.comm
编程数据	LIST 编程数据	.list
	WAVE 编程数据	.wave
	高级编程数据	.adva
	STEP 编程数据	.step
	任意波编程数据	.anyw
波形数据		.cust

## 6.6 系统

系统功能，如图 141 所示。系统功能主要可设置屏幕的交互信息，查看设备信息，且系统功能为客户提供校准功能，方便用户解决由于长期运行后输出电压或电流可能会与设置值存在偏差。

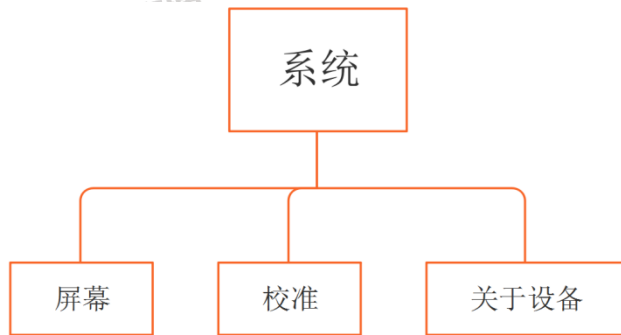


图 141 系统树状图

## 6.6.1 屏幕设置

PRD 的显示屏幕是可以自定义设置的，可以设置语言、屏幕亮度、屏保、各种屏幕声音以及当前时间，如图 142-图 145。



图 142 系统-屏幕-语言界面图



图 143 系统-屏幕-显示界面图



图 144 系统-屏幕-声音界面图



图 145 系统-屏幕-时间界面图

## 6.6.2 校准

PRD 在工作较长时间后，输出电压或电流可能会与设置值存在偏差。当偏差不超过 $\pm 5\%$ 时，用户可通过校准功能自行校准，若偏差超过 $\pm 5\%$ 需联系售后返厂校准。在进入校准界面前，需先输入密码“1996”，如图 146。进入校准界面后如图 147。

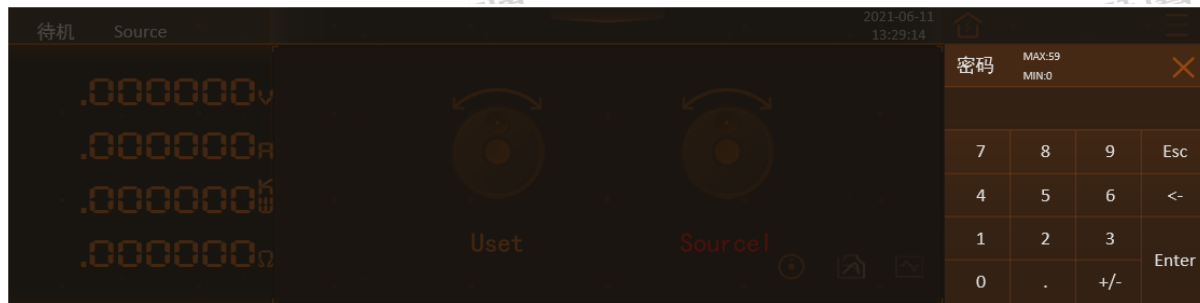


图 146 校准密码输入界面图

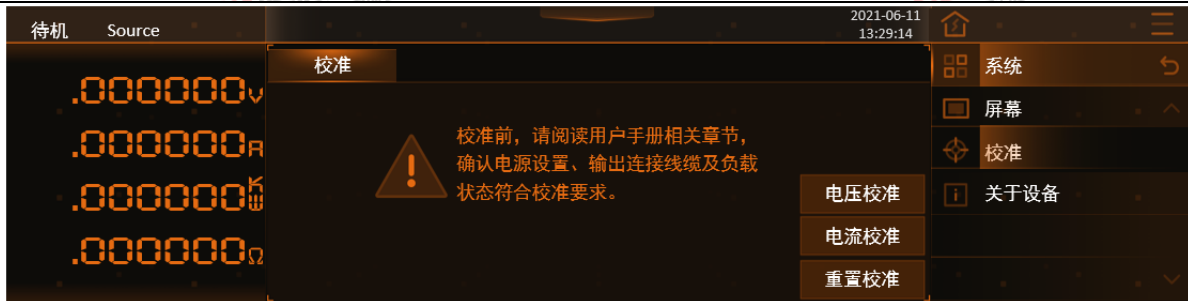


图 147 系统-校准界面图

必须在待机状态下才可进行校准，具体操作如下：

电压校准：

PRD 无需外接负载，将所有保护参数均设置为最大值，见 6.3.4 保护。点击电压校准按键，会弹窗提示“按下 OUT 键，开始校准”。按下输出按键，屏幕显示“校准中，请勿操作电源”，等待校准操作完成后，屏幕上会显示“校准完成/校准失败”。

电流校准：

PRD 需要外接双向直流源（电流需大于被校准 PRD 型号的额定电流），根据被校准 PRD 型号将外接直流源电压设置为 250V（PRD1506、PRD1503、PRD1504、PRD2006、PRD2004、PRD2003）或 100V（PRD0618、PRD0612、PRD0609）。将 PRD 所有保护参数均设置为最大值，见 6.3.4 保护。点击电流校准按键，会弹窗提示“按下 OUT 键，开始校准”。再按下输出按键，屏幕显示“校准中，请勿操作电源”，等待校准操作完成后，屏幕上会显示“校准完成/校准失败”。

重置校准：

重置校准按钮按下后，屏幕弹窗提示“重置校准”。按下确定按钮后，弹窗提示“校准中，请勿操作电源”，等待校准操作完成后，屏幕上会显示“重置完成/重置失败”。完成后恢复到校准前的初始状态。



### 6.6.3 关于设备

在关于设备界面中可以查看本机的设备信息、软件版本信息、以及 MagicBox 组件的相关信息。其中设备信息中可以查看本机的产品型号、硬件版本、本机串号、开机次数以及运行时长，出厂后的 PRD 开机次数应不超过 1 次，运行时长最小记录单位为 0.5 小时，如图 148-图 150 所示。



图 148 系统-关于设备-设备信息界面图



图 149 系统-关于设备-软件版本界面图



图 150 系统-关于设备-MagicBox 界面图

## 版本修订记录

日期	版本	修订内容
2021 年 7 月	V1.0	完成本手册
2021 年 8 月	V1.1	更新

- 全文增加 20kW 规格及相关参数信息
- 4.14 修改并机接线方式图
- 6.2.3 修改 SAS 主界面图