

FRE 系列双向可编程交流电源用户手册



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	有限售后保证	2
2.2	安全	4
2.3	安全规则	4
2.4	安全标识的含义	4
2.5	安全信息	5
2.6	安全注意事项	7
3	产品概述	15
3.1	一般说明	15
3.2	产品特点	16

3.3	功能方框图	17
3.4	操作描述	18
3.5	测量与数据	18
3.6	附件	19
3.7	远程控制扩展接口	20
4	技术规格	21
4.1	产品型号	21
4.2	技术规格	22
4.3	外形尺寸	32
4.4	输出电压与电流曲线	33
4.5	输出电压与频率曲线	35
4.6	输出电压 THD 与功率	40

4.7	输出电压 THD 与频率曲线.....	41
4.8	输出电压频率与功率曲线	42
4.9	输出电压精度与频率	44
4.10	谐波幅值误差与谐波次数关系曲线	45
4.11	直流模式输出功率曲线	47
4.12	输入电压与输出功率降额曲线	48
4.13	输出过流保护延迟曲线	49
4.14	环境	50
4.15	输出降额与环境温度	50
4.15.1	音频噪声与环境温度.....	51
4.15.2	音频噪声与输出功率.....	52
4.15.3	音频噪声与输出频率.....	53

4.16	安规及认证	54
5	开箱和安装	55
5.1	检查	55
5.2	搬运说明	55
5.3	检查交流输入	57
5.4	交流输入连接	57
5.5	接地要求	61
5.5.1	机壳接地	61
5.5.2	输出中点接地	62
5.6	输入交流断路器	63
5.7	桌面使用	64
5.8	机架安装	65

5.9	通风	65
5.10	噪声水平	66
5.11	液体防护	66
5.12	清洁	67
5.13	负载连接	67
5.13.1	输出接线和建议线径	68
5.13.2	三相 Y 形负载连接	69
5.13.3	三相 Δ 形负载连接	71
5.13.4	单相/直流负载连接	73
5.14	远端补偿连接	73
5.15	异常状况处理	74
5.16	机柜系统安装	75

5.16.1	标准机柜尺寸	75
5.16.2	机柜尺寸	77
5.16.3	机柜系统交流输入连接	77
5.16.4	机柜负载连接-三相 Y 形负载	77
5.16.5	机柜负载连接-三相 Δ 形负载	78
5.16.6	机柜负载连接-单相负载	78
5.17	机柜系统开机与关机时序	78
5.17.1	开机时序	79
5.17.2	关机时序	80
5.18	机柜系统选件	81
5.19	多机并联	81
5.19.1	并联系统负载连接	81

5.19.2	并机总线	82
5.19.3	主机/主机并联	82
5.20	多柜并联	83
5.20.1	输出接线	83
5.20.2	系统接地	84
6	前操作面板	85
6.1	前面板布局	85
6.2	开机/关机/复位按钮及操作	87
6.2.1	待机状态指示	87
6.2.2	开机状态指示	88
6.2.3	故障状态指示	90
6.3	输出使能按钮	91

6.3.1	输出状态指示	91
6.3.2	输出时序	92
6.3.3	输出响应时间	93
6.4	菜单键	93
6.4.1	测量键 (MEAS)	94
6.4.2	编程键 (PROG)	95
6.4.3	配置键 (CONF)	96
6.4.4	系统键 (UTIL)	97
6.5	功能键	98
6.5.1	方向键 	98
6.5.2	返回键 	98
6.5.3	确认键(OK)	98

6.5.4	翻页键.....	99
6.6	数字键.....	99
6.6.1	数字键.....	99
6.6.2	取消键.....	100
6.6.3	消除按键.....	100
6.6.4	回车键.....	100
6.7	飞梭.....	100
6.7.1	电压飞梭旋钮.....	100
6.7.2	频率飞梭旋钮.....	101
7	显示屏.....	102
7.1	测量.....	102
7.1.1	测量页面.....	108

7.1.2	电压页面	109
7.1.3	电流页面	112
7.1.4	功率页面	115
7.1.5	谐波页面	117
7.2	配置	119
7.2.1	稳态参数页面	119
7.2.2	输出设置页面	125
7.2.3	保护设置页面	126
7.2.4	波形数据页面	127
7.2.5	校准页面	131
7.3	编程	136
7.3.1	暂态 List 页面.....	137

7.3.2	暂态 Pulse 页面	142
7.3.3	暂态 Step 页面	147
7.3.4	谐波页面	152
7.3.5	间谐波页面	155
7.3.6	编程数据页面	158
7.3.7	触发设置页面	164
7.4	系统	166
7.4.1	通讯设置页面	166
7.4.2	参数存取页面	170
7.4.3	扩展设置页面	172
7.4.4	本地设置页面	173
7.4.5	系统信息页面	175

8	后面板.....	176
8.1	输入连接器.....	176
8.2	输出连接器.....	178
8.2.1	电缆尺寸	179
8.2.2	连接步骤	180
8.3	接地端子	180
8.4	线缆固定	181
8.5	远端补偿接口	181
8.6	多功能接口	183
8.6.1	触发终端	183
8.7	并机接口	186
9	远端控制	187

9.1	概述	187
9.2	通信规约	187
9.2.1	常用符号	187
9.2.2	参数格式	189
9.2.3	SCPI 指令介绍	190
9.2.4	执行次序	194
9.3	共同指令	194
9.4	仪器指令	197
9.4.1	测量指令	197
9.4.2	编程指令	219
9.4.3	设置指令	248
9.4.4	系统指令	293

9.4.5	状态指令	296
9.4.6	输出指令	299
9.4.7	触发指令	300
9.4.8	初始化指令	305
9.5	SCPI 指令树	307
10	附录 1-内置谐波示例	315
11	附录 2-编程示例	323
11.1	电压暂降示例	323
11.2	电压短时中断示例	330
11.3	短期供电电压变化试验示例	331

图 1 断开交流电源后的交流输入滤波器剩余电压检查示意图.....	11
图 2 PRE 系列功能框图.....	17
图 3 PRE1510M~ PRE1530M &PRE1530S 外型尺寸图.....	32
图 4 恒功率曲线图	34
图 5 PRE1510M 三相模式下单相输出电压与输出功率的关系	36
图 6 PRE1515M 三相模式下单相输出电压与输出功率的关系	37
图 7 PRE1520M 三相模式下单相输出电压与输出功率的关系	38
图 8 PRE1525M 三相模式下单相输出电压与输出功率的关系	39
图 9 PRE1530M 三相模式下单相输出电压与输出功率的关系	40
图 10 输出频率与输出电压 THD 百分比关系.....	41
图 11 PRE1530M 在恒功率条件下输出电压与输出电流的关系.....	42
图 12 输出频率与输出功率关系 15Hz-70Hz	43

图 13 输出频率与输出功率关系 70Hz-5000Hz.....	44
图 14 50/60Hz谐波幅值误差与次数的关系.....	45
图 15 400Hz谐波幅值误差与频次关系.....	46
图 16 PRE 系列电源直流恒压模式下输出电压与输出电流关系.....	47
图 17 降额曲线—输入电压	48
图 18 过流保护延迟曲线.....	49
图 19 温度与输出功率曲线	51
图 20 环境温度与噪声曲线	52
图 21 输出功率与噪声曲线	53
图 22 PRE 包装拆解示意图.....	56
图 23 后面板接口说明图.....	60
图 24 输出中点接地示意图	62

图 25 输入交流断路器图	63
图 26 Y 形负载连接示意图	70
图 27 Δ 形负载连接示意图	72
图 28 单相/直流负接线示意图	73
图 29 远端补偿连接示意图	74
图 30 三相四线输出接线示意图	77
图 31 开机顺序示意图	79
图 32 关机顺序示意图	80
图 33 机柜系统内部布线图	81
图 34 两台机柜系统并联示意图	83
图 35 机柜系统接地连接示意图	84
图 36 功能及区域分划图	85

图 37 开机/关机/复位按钮-待机状态	88
图 38 开机过程示意图.....	89
图 39 开机结束示意图.....	90
图 40 接通状态示意图.....	92
图 41 电源输出时序图.....	93
图 42 测量首页面.....	94
图 43 编程首页面.....	95
图 44 配置首页面.....	96
图 45 设置首页面.....	97
图 46 页面区域功能分布示图.....	102
图 47 测量-测量页面.....	108
图 48 测量-电压页面.....	109

图 49 电压波形信息图.....	110
图 50 测量-电流页面.....	112
图 51 电流波形信息图.....	113
图 52 测量-功率页面.....	115
图 53 测量-谐波页面.....	117
图 54 稳态参数页面.....	119
图 55 三角波对称度波形示例.....	122
图 56 交流分量斜率示例.....	123
图 57 输出摆率示例.....	124
图 58 输出设置页面.....	125
图 59 保护设置页面.....	127
图 60 波形数据页面.....	128

图 61 外部存储页面	129
图 62 外部波形存储页面	130
图 63 解锁校准页面	131
图 64 校准页面	132
图 65 校准电压零偏接线示意图	133
图 66 校准电压增益接线示意图	134
图 67 暂态 List 页面	137
图 68 暂态 List 页面-更多设置	138
图 69 暂态 Pulse-基波页面	142
图 70 暂态 Pulse-脉冲页面	143
图 71 暂态 Pulse 页面-更多设置	144
图 72 暂态 Step-交流页面	147

图 73 暂态 Step-直流页面	148
图 74 暂态 Step-频率页面	149
图 75 谐波页面	152
图 76 谐波存储界面	154
图 77 间谐波页面	155
图 78 间谐波页面-更多设置	156
图 79 编程数据-暂态 List 数据列表	159
图 80 编程数据-暂态 Pulse 数据列表	159
图 81 编程数据-暂态 Step 数据列表	160
图 82 编程数据-谐波数据列表	161
图 83 编程数据-间谐波数据列表	162
图 84 编程数据-外部存储-暂态	163

图 85 触发设置页面	164
图 86 通讯设置-RS232.....	167
图 87 通讯设置-LAN.....	168
图 88 通讯设置-USB.....	169
图 89 参数存取页面	170
图 90 扩展设置页面	173
图 91 本地设置页面	174
图 92 系统信息页面	175
图 93 补偿线缆连接顺序及色标	182
图 94 触发终端前面板功能划分	183
图 95 触发终端后面板功能划分	185
图 96 并机接口位置图.....	186

表 1 附件名称及数量表	19
表 2 PRE 系列型号表	21
表 3 PRE 系列尺寸重量表	22
表 4 技术规格总揽表	23
表 5 PRE 工作环境表	50
表 6 交流输入线径/线规表	58
表 7 输出线径/线规表@50Hz/60Hz	68
表 8 测量级页面快捷键功能	103
表 9 电源故障信息	104
表 10 电源状态信息表	105
表 11 数据栏数值颜色含义	107

表 12 电压波形信息计算方法表	111
表 13 电流波形信息计算方法表	114
表 14 功率信息计算方法表	116
表 15 谐波显示次数与频率的关系	118
表 16 谐波显示数据范围表	118
表 17 波形类型与频率范围关系表	120
表 18 交流(V)与工作频率范围关系表	139
表 19 有效值模式说明表	141
表 20 交流(V)与工作频率范围关系表	145
表 21 有效值模式说明表	146
表 23 工作频率与可设谐波次数的关系	153
表 24 输入连接器连接数据限值表	177

表 25 输出连接器连接数据限值表	179
表 26 编程指令的数字格式	189
表 27 可用的共同指令	194
表 28 可用的 SCPI 子系统指令	197
表 29 触发执行指令发送方式	221
表 30 谐波编程电源设置	241
表 31 电源输出频率与可设谐波次数间的关系	242
表 32 电源输出频率与交流电压给定范围间的关系	254

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

邮箱：sales@cnaction.com

2 保修与安全信息

2.1 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 PRE 产品自交货之日起一年内，保证正常使用情况下产生故障或损坏，负责免费维修。

保证期间内，对于下列情况之一者，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：

非本公司或本公司正式授权代理商直接销售的产品。

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。

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。

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。

2.2 安全

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。

2.3 安全规则

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。

2.4 安全标识的含义

警告：

警告性声明指出可能会危害操作人员生命安全的条件和行为注意。

注意：

注意性声明指出可能会对本产品或连接到本产品的其他设备造成损坏。

2.5 安全信息

本章节包括在尝试安装和启动 PRE 之前应阅读的重要信息，且供有经验的操作人员使用。经验丰富的操作人员了解并熟悉有关生命安全和安全问题的重要性。本章节主要包括：

安全注意事项；

警告；

注意；

安装准备；

安装说明；

请务必熟悉下一页所示的安全符号。这些符号贯穿于本手册，包括影响最终用户或操作人员安全的重要信息和相关问题。



注意：在安装和操作前，请先详细阅读本产品的用户手册。

 保护接地标识（等同于“PE”符号）	 三相交流	 交流（AC）
 Off（断开电源）	 On（接通电源）	 直流（DC）
 交直流（AC 和 DC）		



警告：高压危险/电击危险



注意：当您看到此警告符号时，请务必参阅本手册，以便熟悉潜在危险的性质和避免这些危险的措施。

2.6 安全注意事项

在操作、维护和维修本产品的所有阶段，必须遵守以下一般安全预防措施。遵守这些预防措施或本手册其他地方的特定警告而违反了设计、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），若以操作说明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 0-40C°，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路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_{peak}。



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。断开装置必须位于易触及的适当位置，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（ $< 5\text{Vdc}$ ）。

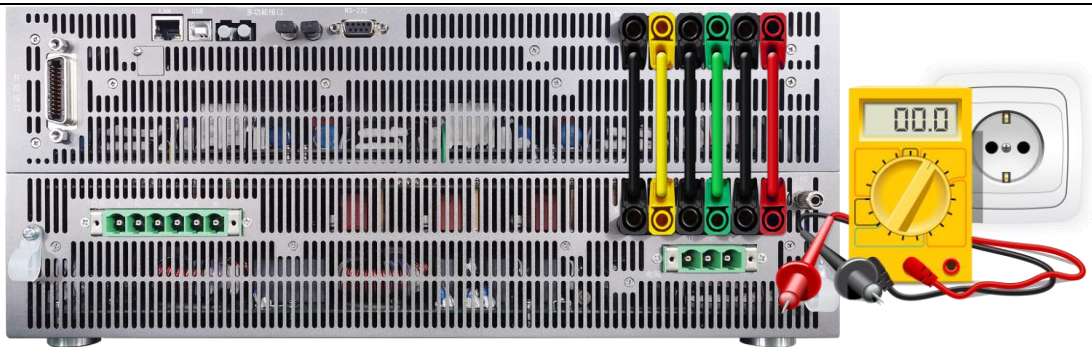


图 1 断开交流电源后的交流输入滤波器剩余电压检查示意图



警告：不要替换零件或修改

由于存在引入额外危险的风险，请勿安装替代零件或对设备进行任何未经授权的修改。应把设备邮寄回给西安爱科赛博电气股份有限公司销售服务部门提供服务 and 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使其停止工作，并加贴“故障/待维修”类似标志，以防意外操作，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妨碍任何电源断开装置容易接近的位置，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。



注意：严禁非专业人员操作

3 产品概述

本章主要描述 PRE 系列双向可编程交流电源的一般工作特性。

3.1 一般说明

PRE 双向可编程交流电源具备了“回收式电网模拟源”的能量回收功能和“可编程交流电源”高基波带宽功能及可编程功能，并将部分输出指标提升至全新高度，使应用测试更加精准、便捷。

PRE 系列双向可编程交流电源可提供精确的、稳定的、洁静的交流或直流电源，它既可通过前操作面板实现一般的功能、也能过 RS-232、LAN、USB 远程操作，实现标准测试、自动测试及开启更多功能。

PRE 系列双向可编程交流电源性能详见第 4 章节，“技术规格”中标示数据是在环境温度为 25C°、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。

其它工况下输出电压、电流、功率和频率等详细数据可参照该章节对应曲线。

PRE 共有主机 PRE1530M、从机 PRE1530S 和机柜系统 PRE1531-PRE1539 三种形式。

3.2 产品特点

以下特征适用于所有 PRE 型号。

全功率回馈，真正双向，交直流四象限输出功能；

谐波扩展至 100 次@50Hz/60Hz、25 次@400Hz；

输出电压可扩展至 L-N/450Vac@40Hz - 70Hz，无需增加升压变压器；

输出基波频率提升至 5000Hz；

恒定功率曲线输出，无需设置高、低压档位；

交流、直流、交直流输出模式；

单相、三相联动、三相独立输出模式；

可编程输出阻抗；

兼容 SCPI 的 RS-232, USB 和以太网接口；

基于 PRE 先进的功率变换技术，负载为电机、逆变器等有回馈能量的负载时，PRE 可工作于四象限状态，无需增加泄放电路。

3.3 功能方框图

PRE 系列双向可编程交流电源采用全高频器件，将性能指标提高到全新高度，图 2 展示了 PRE 内部功能示意图。

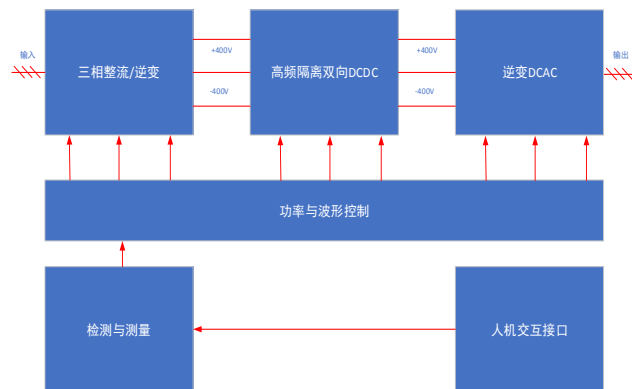


图 2 PRE 系列功能框图

3.4 操作描述

PRE 系列双向可编程交流电源采用标准的 SCPI 指令集进行通讯，有多种总线接口可供选择。前面板配置的键盘与显示屏可供手动操作。

主机 PRE1530M 有自主运行能力，即在主机不损坏的情况下，任何从机从整机中退出，系统可选择降额运行。主机与从机通过唯一的专用并机线缆连接。

3.5 测量与数据

PRE 的电压、电流、频率等运行、设置参数均可通过面板键盘或通讯端口进行读取与设置。

PRE 内部设计了高精度同步测量系统，数据包含能设置的全部信息，出厂时已经过校准并符合规格书之内容，可满足一般场合应用而无需增加额外仪器。详细数据内容及精度可参考第 4.2 章节“技术规格”。

3.6 附件

每台合格出厂的 PRE 均包含表 1 中所列附件。如发现一个或多个附件有误或丢失，请联系厂家客服。

表 1 附件名称及数量表

型号	配件名称	数量/单位	品牌
PRE1510M PRE1515M PRE1520M PRE1525M PRE1530M	输入电缆	1/根	 爱科赛博 ACTIONPOWER
	状态终端	1/个	 爱科赛博 ACTIONPOWER
	触发终端	1/个	 爱科赛博 ACTIONPOWER
	补偿电缆	1/包	 Multi-Contact 

型号	配件名称	数量/单位	品牌
PRE1530S	并机电缆 10833D	1/根	 KEYSIGHT TECHNOLOGIES Authorized Distributor
PRE1531-PRE1539	输出短接铜排	2/个	 爱科赛博 ACTIONPOWER

3.7 远程控制扩展接口

每台 PRE 标配 RS-232、LAN、USB 接口，并预留两对光纤收发接口，用户可自行设计或向厂家订购基于这两对光纤收发接口的扩展功能，光纤接口可扩展以下功能。

模拟量编程输入与输出；

编程同步输入与输出；

其它类型的通讯总线；

详细信息或内容可咨询厂家技术支持。

4 技术规格

此处所示的技术规格适用于 $25^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的环境温度，海拔不超过 2000 米。

4.1 产品型号

PRE 共有 15 个产品型号可供选择，其功率范围从 6 kVA -150 kVA ，可满足绝大部分测试需求。较灵活的配置可随着产品开发的进行，选择扩容到不同功率等级的电源系统，以降低一次性资金投入。详细产品型号见

表 2。输出模式“单相”条件下“最大电流(A_{rms})”是输出模式“三相”条件下的 3 倍。

表 2 PRE 系列型号表

产品型号	输出路数	额定功率 (kVA)	最大电压 (V _{rms})	三相最大电流 (A _{rms})	单相最大电流 (A _{rms})	最大电压 (V _{DC})	最大电流 (A _{DC})	外型
PRE1510M	三相	6	450	30	90	636	90	4U
PRE1515M	三相	7.5	450	30	90	636	90	4U
PRE1520M	三相	9	450	30	90	636	90	4U
PRE1525M	三相	12	450	30	90	636	90	4U
PRE1530M	三相	15	450	30	90	636	90	4U
PRE1530S	三相	15	450	30	90	636	90	4U
PRE1531	三相	30	450	60	180	636	180	30U
PRE1532	三相	45	450	90	270	636	270	30U
PRE1533	三相	60	450	120	360	636	360	30U
PRE1534	三相	75	450	150	450	636	450	30U
PRE1535	三相	90	450	180	540	636	540	2×30U
PRE1536	三相	105	450	210	630	636	630	2×30U
PRE1537	三相	120	450	240	720	636	720	2×30U
PRE1538	三相	135	450	270	810	636	810	2×30U
PRE1539	三相	150	450	300	900	636	900	2×30U

PRE 采用了先进的功率变换技术，体积缩小至同类产品平均体积的 1/3，重量降低至同类产品平均重量的 1/6，提高了功率密度。各型号体积尺寸见表 2-表 3。

表 3 PRE 系列尺寸重量表

参数	PRE1510M	PRE1515M	PRE1520M	PRE1525M	PRE1530M	PRE1530S	PRE1531	PRE1532	PRE1533	PRE1534	PRE1535	PRE1536	PRE1537	PRE1538	PRE1539
规格	19", 4U 机箱						19", 30U 插箱				19", 2×30U 机柜				
高度 (mm)	177						1333 (含脚轮)				1333 (含脚轮)				
箱体宽度 (mm)	435						546				2×546				
箱体深度 (mm)	630						800				800				
质量 (kg)	45						190	235	280	325	470	515	560	605	650
带包装箱质量 (kg)	55						220	265	310	355	530	575	620	665	710
带包装尺寸W×H×D (mm)	580×300×780						900×1700×1000				2×900×1700×1000				

4.2 技术规格

表 4 简要列出了环境温度为 25℃±5℃，额定输入、阻性负载条件下的数据，可满足一般选型参考。其它影响条件需要参照 4.3-4.10 之内容。

表 4 技术规格总揽表

产品型号	PRE15 10M	PRE15 15M	PRE15 20M	PRE15 25M	PRE15 30M	PRE1 531	PRE1 532	PRE1 533	PRE1 534	PRE1 535	PRE1 536	PRE1 537	PRE1 538	PRE1 539
输出模式	交流、直流、交流+直流、直流+交流													
输出相数	三相、单相、三相独立													
交流输出														
电压														
额定范围 (V_{rms})	L-N/0-300, L-L/0-520@15-2500Hz													
	L-N/0-450, L-L/0-779@15-70Hz													
	L-N/0-150, L-L/0-259@15-5000Hz													
设置分辨率 (V)	0.01													
精度 j	±0.025% F.S													
波形种类	正弦波, 三角波, 方波, 5%削波, 10%削波, 20%削波, X%削波, 自定义波													
直流分量 (mV)k	<20													
电压失真 I	<0.3%@50Hz/60Hz													
	<1%@15Hz-400Hz													
	<2%@400Hz-4000Hz													
	<3%@4000Hz-5000Hz													

产品型号	PRE15 10M	PRE15 15M	PRE15 20M	PRE15 25M	PRE15 30M	PRE1 531	PRE1 532	PRE1 533	PRE1 534	PRE1 535	PRE1 536	PRE1 537	PRE1 538	PRE1 539
负载调整率	±0.025% F.S.													
源调整率	±0.01% F.S. @10%变化													
远端补偿	自适应													
电压摆率	AC>3.0V/μs													
频率														
范围(Hz)	DC, 15.00–5000.0													
设置分辨率 (Hz)m	0.01													
精度	±0.01%													
相位														
范围	A = 0°, B = 240°, C = 120°（默认）；可编程范围 0°–359.9°													
精度 n	±0.1°@15-400Hz													
	±0.5°@400-5000Hz													
分辨率	±0.1°													
谐波														
次数	100 次@40-70Hz													
	25 次@70-400Hz；													
含量 o	40%													

产品型号	PRE15 10M	PRE15 15M	PRE15 20M	PRE15 25M	PRE15 30M	PRE1 531	PRE1 532	PRE1 533	PRE1 534	PRE1 535	PRE1 536	PRE1 537	PRE1 538	PRE1 539
幅值误差	±5%@设置值或基波值的 0.1%@40 次以下													
相位角范围	0°-359.9°													
显示方式	表格													
瞬态														
编程														
编程步数	100 步													
编程参数	电压、频率、上升时间、平顶时间、相位													
上升时间范围	100μs-999.9999s													
平顶时间范围	100μs-999.9999s													
最小编程时间步长	100μs													
编辑模式	添加、在此前插入、删除、组合、循环													
执行														
运行模式	运行、停止、循环													
电流限制														
范围(A)@三相	30	30	30	30	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
范围(A)@单相	90	90	90	90	90	180	270	360	450	540	630	720	810	900

产品型号	PRE15 10M	PRE15 15M	PRE15 20M	PRE15 25M	PRE15 30M	PRE1 531	PRE1 532	PRE1 533	PRE1 534	PRE1 535	PRE1 536	PRE1 537	PRE1 538	PRE1 539
过流保护	100% - 105%@最长 3 秒													
峰值因数 p	1-6													
峰值电流 (A)@三相	70	70	70	70	70	140	210	280	350	420	490	560	630	700
峰值电流 (A)@单相	210	210	210	210	210	420	630	840	1050	1260	1470	1680	1890	2100
精度 q	±0.25% F.S.													
输出阻抗 r														
电阻(Ω)	0~+10.0													
电感(mH)	0~2.00													
直流输出														
电压														
范围(V)	±636													
设置分辨率 (V)	0.01													
输出精度⑩	±0.1%F.S.													
输出纹波 (V _{rms})⑪	<0.35@(DC-300kHz)													
负载调整率	±0.025%F.S.													
源调整率	±0.01%F.S.@10%变化													

产品型号	PRE15 10M	PRE15 15M	PRE15 20M	PRE15 25M	PRE15 30M	PRE1 531	PRE1 532	PRE1 533	PRE1 534	PRE1 535	PRE1 536	PRE1 537	PRE1 538	PRE1 539
输出摆率	DC>3.0V/μs													
电流														
范围(A)	90	90	90	90	90	180	270	360	450	540	630	720	810	900
测量参数														
交流电压														
范围(V _{rms})	L-N:0-600													
分辨率 (V _{rms})	0.01													
精度	±0.025% F.S.													
输出频率														
范围(Hz)	15-5000													
分辨率(Hz)	0.01													
精度	±0.01%													
交流电流														
范围(A)	100	100	100	100	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
分辨率	0.01						0.05			0.1				
精度	±0.25% F.S.													
峰值电流														
范围(A)	4 倍额定													

产品型号	PRE15 10M	PRE15 15M	PRE15 20M	PRE15 25M	PRE15 30M	PRE1 531	PRE1 532	PRE1 533	PRE1 534	PRE1 535	PRE1 536	PRE1 537	PRE1 538	PRE1 539
分辨率(A)	0.01													
精度	±2% F.S.													
峰值因数														
范围	1.00~6.00													
分辨率	0.01													
精度	±2.0% F.S.													
有功功率														
范围(kW)	20	20	20	20	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
分辨率(W)	1													
精度⑫	±0.2% F.S.													
视在功率														
范围(kVA)	20	20	20	20	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
分辨率(VA)	1													
精度⑫	±0.1% F.S.													
功率因数														
范围	0.00~1.00													
分辨率	0.01													
直流电压														
范围(V)	±1000													

产品型号	PRE15 10M	PRE15 15M	PRE15 20M	PRE15 25M	PRE15 30M	PRE1 531	PRE1 532	PRE1 533	PRE1 534	PRE1 535	PRE1 536	PRE1 537	PRE1 538	PRE1 539
分辨率(V)	0.01													
精度	±0.1% F.S.													
直流电流														
范围(A)	100	100	100	100	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
分辨率(A)	0.01						0.05			0.1				
精度	±0.25% F.S.													
输入														
接线方式	三相四线 ABC+PE													
频率(Hz)	47 - 63													
电压范围 (V) ^⑬	304 - 480													
每相电流(A)	30	30	30	30	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
输入峰值电 流(A)	< 1.5 倍额定													
功率因数 ^⑭	> 0.99													
效率 ^⑭	> 0.88													
尺寸重量														
尺寸(宽×深 ×高)	435×630×173.5mm					490×800×1295mm					980×800×1295mm			
重量	45kg													

产品型号	PRE15 10M	PRE15 15M	PRE15 20M	PRE15 25M	PRE15 30M	PRE1 531	PRE1 532	PRE1 533	PRE1 534	PRE1 535	PRE1 536	PRE1 537	PRE1 538	PRE1 539
保护														
保护	有效值过流 断开@直流模式；断开@交流模式													
	峰值过流 断开													
	过功率 断开													
	过容量 断开													
	过压（设定 1%-105%） 断开													
	过温 断开													
	接入电网电压过压或欠压 断开													

注：

- ①:40Hz-70Hz范围内；
- ②:分辨率 0.01Hz或当前设置值的 0.01%，二者取数值较大值；
- ③:额定幅值 300V_{rms}的 40%，指总含量；
- ④:峰值因数指峰值电流与有效值的比值，标准正弦波典型值为 1.414。最大允许值为 6，但峰值不超过单机最大电流值，并非指额定电流下的峰值因数；
- ⑤:稳态输出下的阻抗，且不超过输出最大值；

⑥:示波器交流耦合并设置 20MHz带宽限制；

⑦:可工作的范围，输出功率降额见“降额曲线—输入电压”；

⑧:“过压或欠压”特指输入网侧过欠压；

4.3 外形尺寸

PRE1510M、PRE1515M、PRE1520M、PRE1525M、PRE1530M 与 PRE1530S 外型为标准 19 英寸机箱结构。它们具有相近的外型尺寸，见所见图 3 示尺寸。可应于标准机柜系统或桌面应用。PRE1531- PRE1539 外型见 5.16.1 章节机柜系统尺寸描述。



图 3 PRE1510M~ PRE1530M & PRE1530S 外型尺寸图

4.4 输出电压与电流曲线

传统的交流电源电压输出范围有两个档位，以提供要么高电压要么大电流。PRE 系列设计了沿一个恒定功率曲线工作的独特的单电压范围。在 L-N/167Vac@30A 时即可输出额定功率，这个工作状态范围可扩展至 L-N/450Vac@10A 输出不中断，恒定输出功率曲线见图 4。而其它电源在高低压范围切换时，会导致输出关闭以及 EUT 断电，很难胜任宽电压输入的交流产品的测试。

该特性同样适用于直流输出模式，636Vdc 的电压范围可用来提供高的直流电流和直流电压。

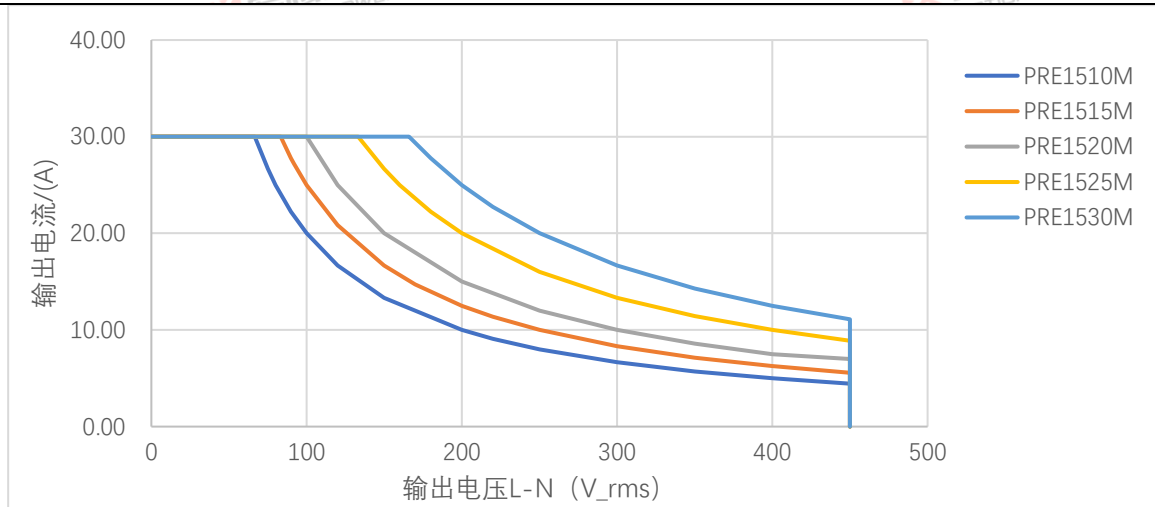


图 4 恒功率曲线图

注：

输出电压范围是受多个限制条件决定的，如频率，输出频率不同条件下，输出电压与输出功率受不同程度影响，详细见第 4.5 章节。

4.5 输出电压与频率曲线

PRE 在 40 Hz-70 Hz 条件下最大输出范围可达 L-N/450Vac，可满足 660V、690V 系统测试需求。

PRE 的最大输出频率达 5000 Hz，但受内部阻抗及无功功率影响，输出高于一定频率时，PRE 输出端口的功率会随频率升高而有所下降。PRE 系列主机其电压、频率及输出功率曲线见图 5 至图 9。

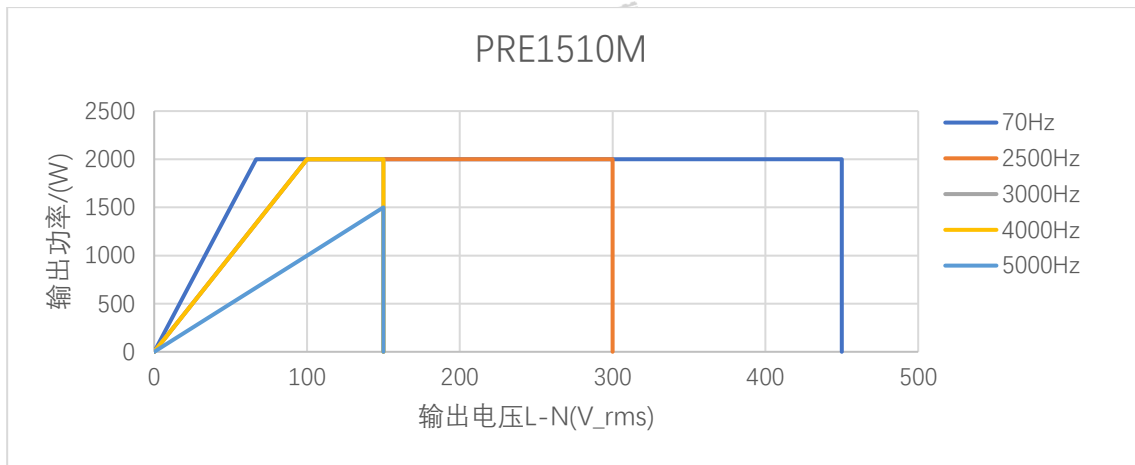


图 5 PRE1510M 三相模式下单相输出电压与输出功率的关系

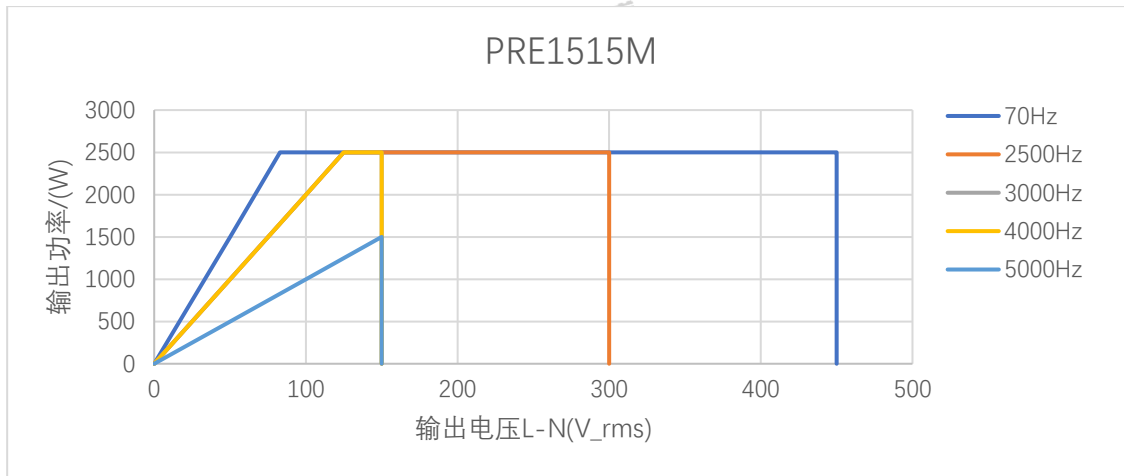


图 6 PRE1515M 三相模式下单相输出电压与输出功率的关系

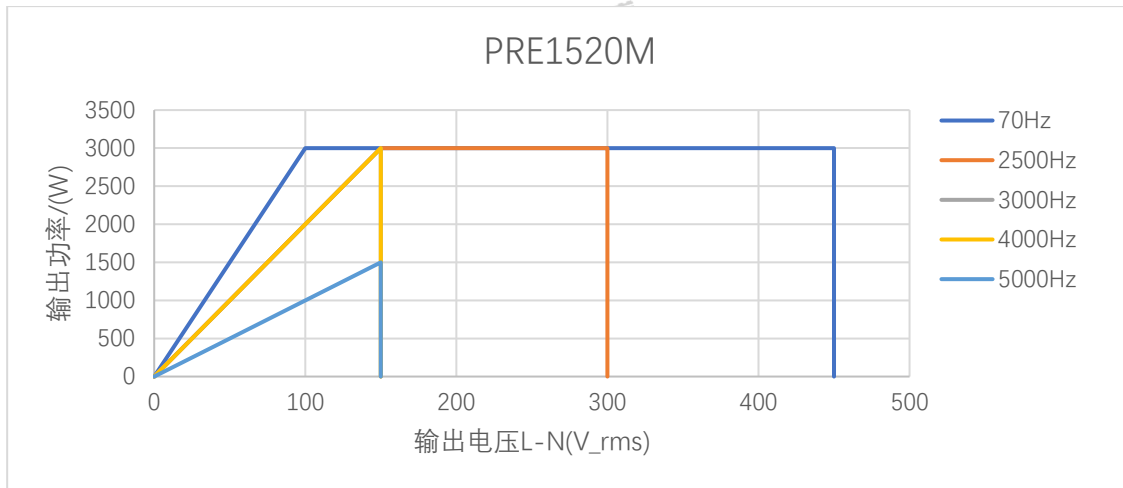


图 7 PRE1520M 三相模式下单相输出电压与输出功率的关系

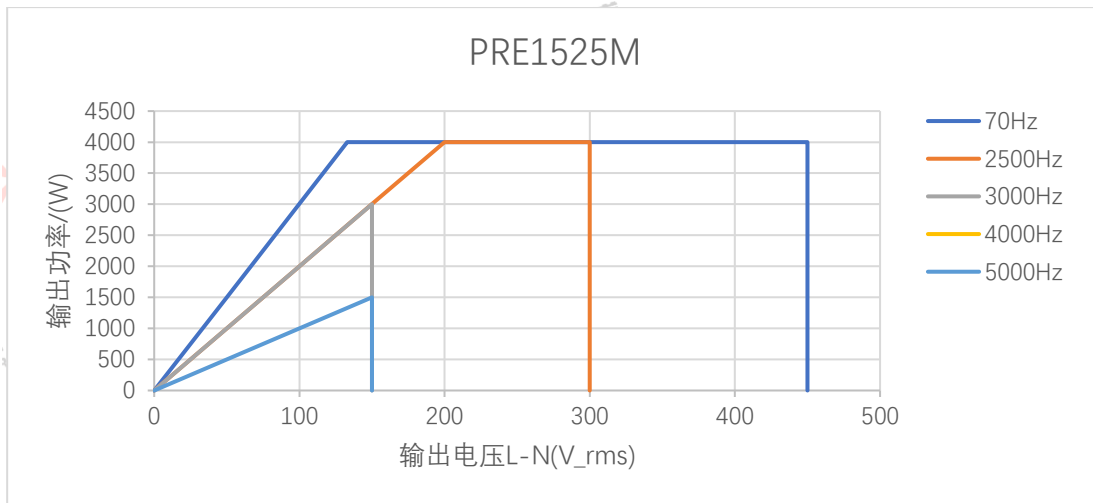


图 8 PRE1525M 三相模式下单相输出电压与输出功率的关系

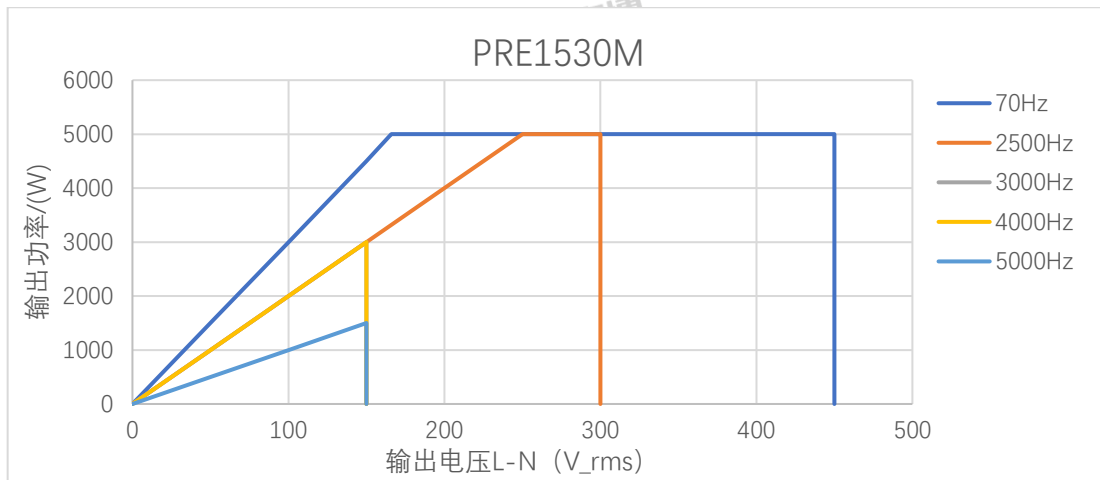


图 9 PRE1530M 三相模式下单相输出电压与输出功率的关系

4.6 输出电压 THD 与功率

稳态输出时，阻性负载功率的变化会影响输出电压的 THD 指标，表现为轻载时 PRE 有较好的 THD，随着负载功率增加 THD 值将有所升高，但最大值不超过规格表中标称值。

4.7 输出电压 THD 与频率曲线

PRE 在全频率范围内有较好的 THD 特性，可满足大部分测试要求，受极限参数影响，随着输出频率的升高其输出的 THD 值会有所上升。输出关系曲线见图 10。

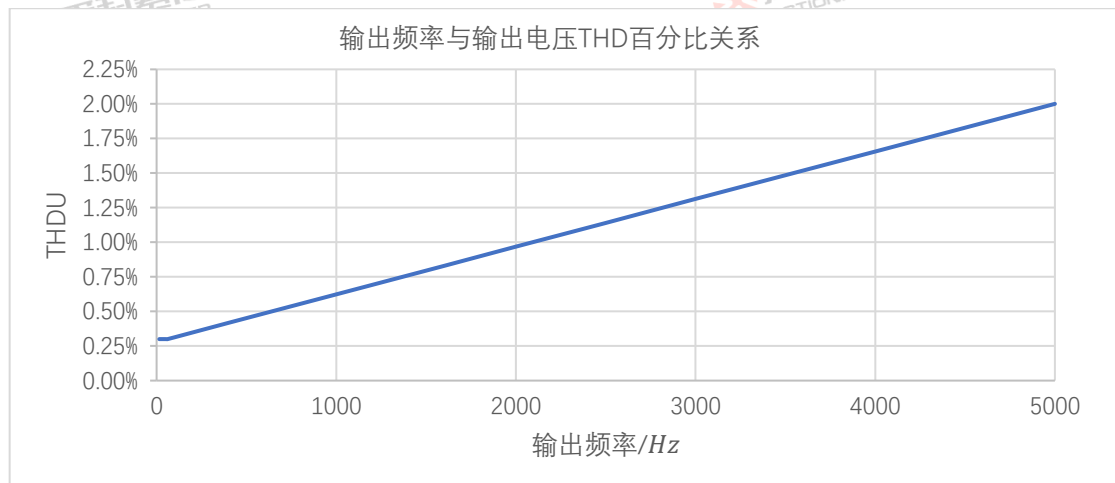


图 10 输出频率与输出电压 THD 百分比关系

4.8 输出电压频率与功率曲线

工频频率输出时, PRE 输出 L-N/167Vac 时即可达额定功率, L-N/220Vac 时仍可提供额定电流输出。但随着输出频率的增高, 输出功率也会降低, 以 PRE1530M 为例, 其典型曲线特征见图 11。

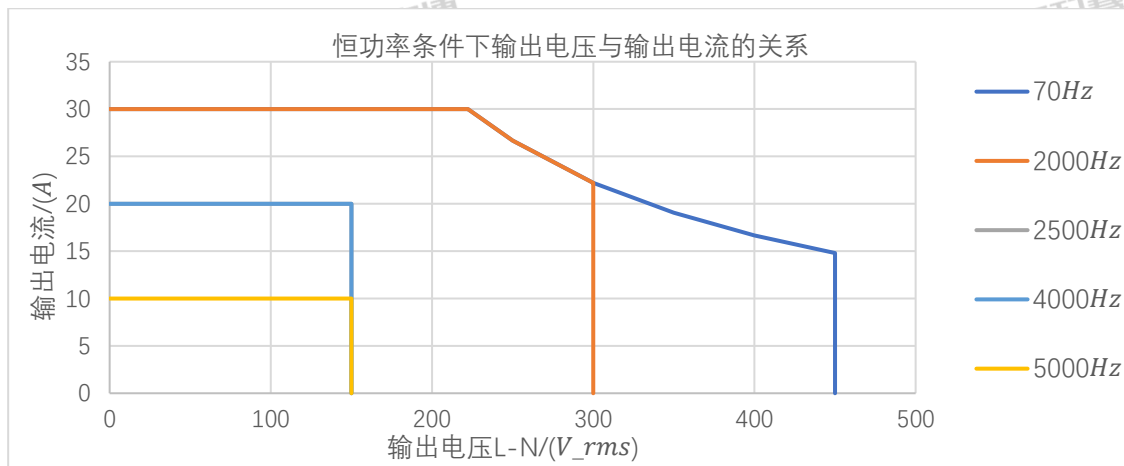


图 11 PRE1530M 在恒功率条件下输出电压与输出电流的关系

一定输出电压条件下，PRE 输出功率会随着输出频率变化有所改变，较低频率或较高频率时输出功率将有所降低，输出频率与输出功率关系见图 12-图 13。

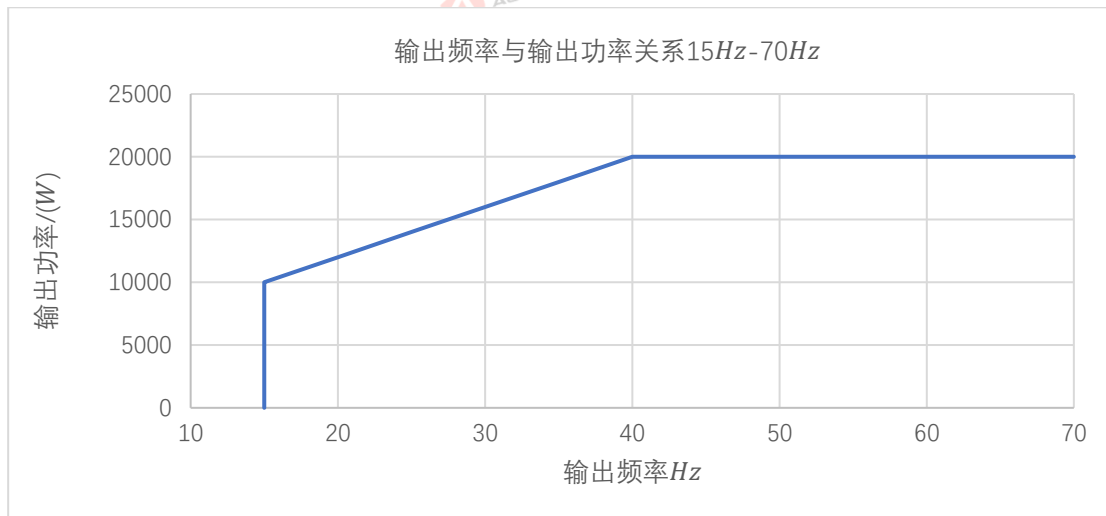


图 12 输出频率与输出功率关系 15Hz-70Hz

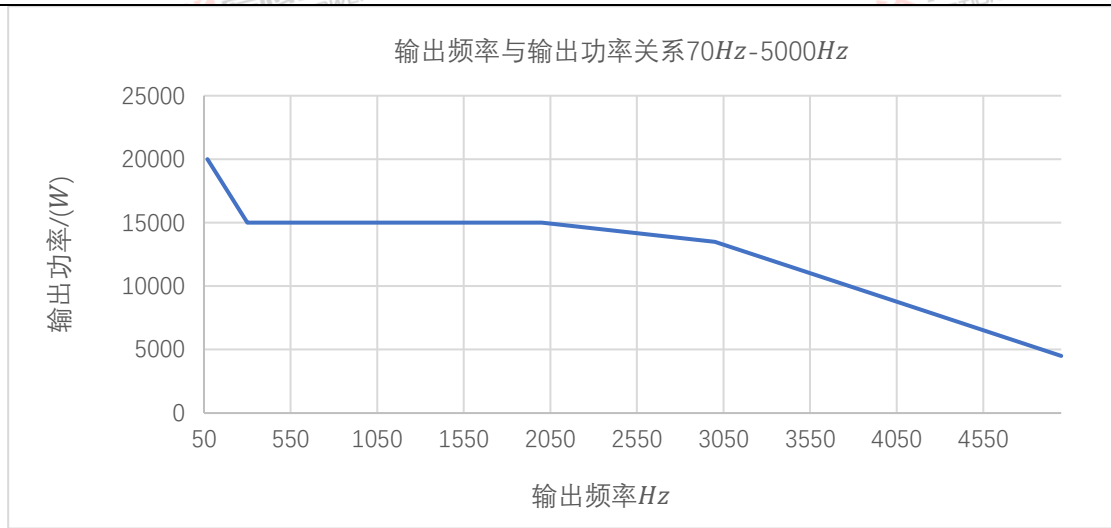


图 13 输出频率与输出功率关系 70Hz-5000Hz

4.9 输出电压精度与频率

PRE 采用了高速、高精度异步采样技术，能在较大输出范围内保持较高的电压精度。输出电压大于 15V 时，输出电压精度均小于规格表中所标示数值。

4.10 谐波幅值误差与谐波次数关系曲线

PRE 有较宽的谐波发生能力，在基波频率 50/60Hz条件下能达到 100 次，400Hz频率达 25 次谐波。随着谐波频率的升高，谐波设定值与输出值存有误差。50/60Hz时谐波幅值误差与次数的关系见图 14。

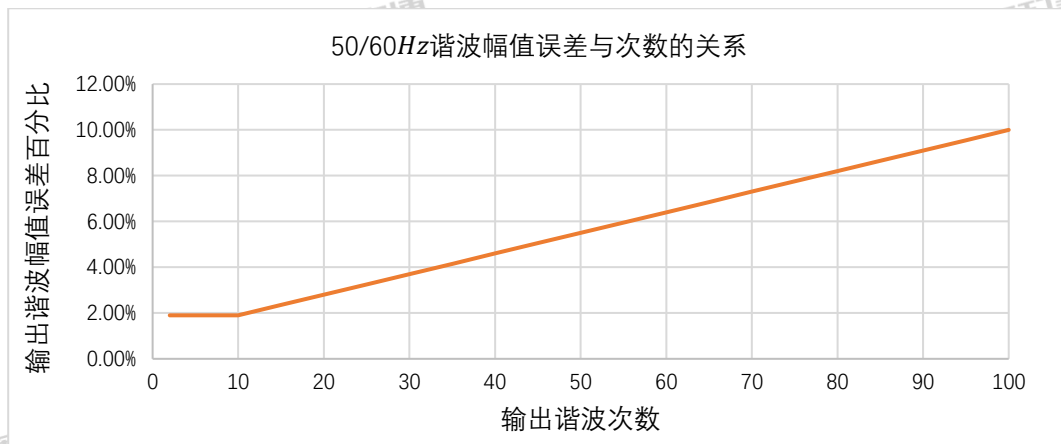


图 14 50/60Hz谐波幅值误差与次数的关系

400Hz时谐波幅值误差与频次关系见图 15。

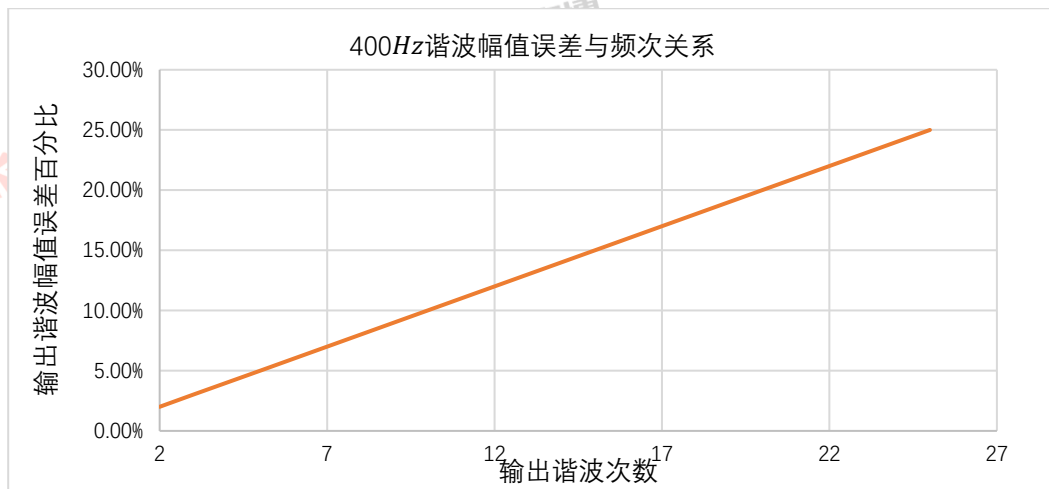


图 15 400Hz谐波幅值误差与频次关系

注：

一般使用这些功能时，谐波误差会随着负载有所变化，如果需要更高精度的谐波误差功能，可联系西安爱科赛博电气股份有限公司技术支持。

4.11 直流模式输出功率曲线

一般的交流可编程电源，其在输出直流模式时，输出电流将是交流有效值的 $1/2$ 。PRE 受益于先进的功率变换技术，选择直流模式输出时，最大输出电流平均值与交流有效值相等，且能工作在四象限状态。图 16 展示了四象限电压电流关系。

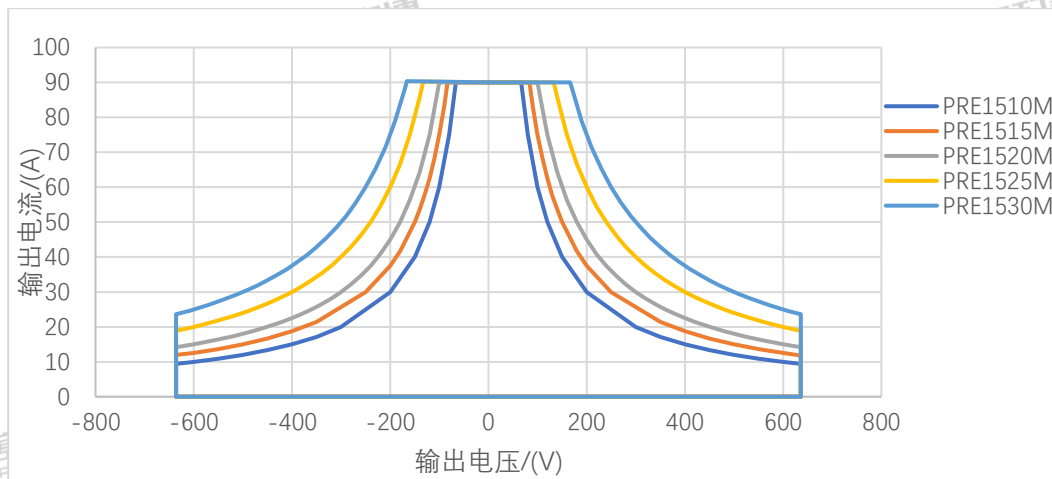


图 16 PRE 系列电源直流恒压模式下输出电压与输出电流关系

PRE 在直流输出模式下，可提供多达 3 路的独立输出，通过简单连接即可实现正、地、负三线直流输出，如产生针对航空测试系统的 $\pm 270\text{V}$ 输出。且完全适应 100%不平衡负载。也可通过并联实现一路输出，以提供 3 倍电流。

4.12 输入电压与输出功率降额曲线

PRE 采用先进的功率变换拓扑，将输入电压范围拓宽至 $L-L/(304\text{Vac}-480\text{Vac})$ ，以满足更多苛刻环境要求使用。但输入电压较低时输出功率有所降额，降额曲线见图 17。

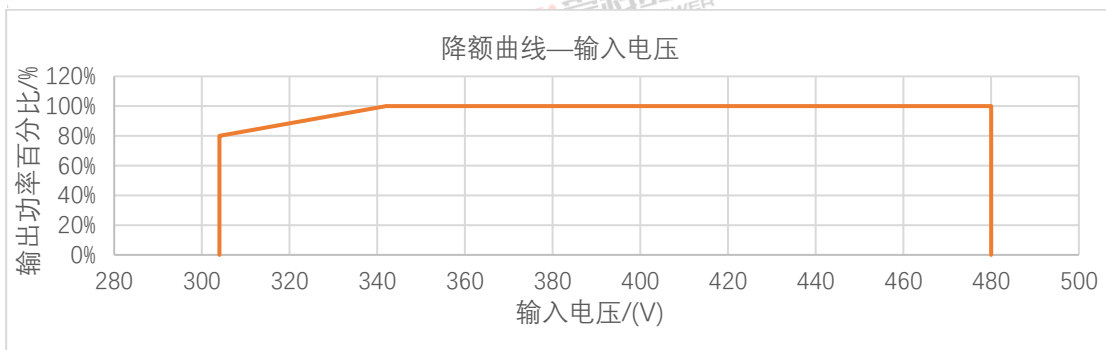


图 17 降额曲线—输入电压

4.13 输出过流保护延迟曲线

PRE 内部设置了较为完备的保护系统，特别是针对负载的各种保护，用户可根据需要进行调整，但各项均预留了最大限值。为有防止 PRE 接冲击型负载时保护装置误动作，过流保护延时时间是可以较大范围调整的，最大设置区见图 18。

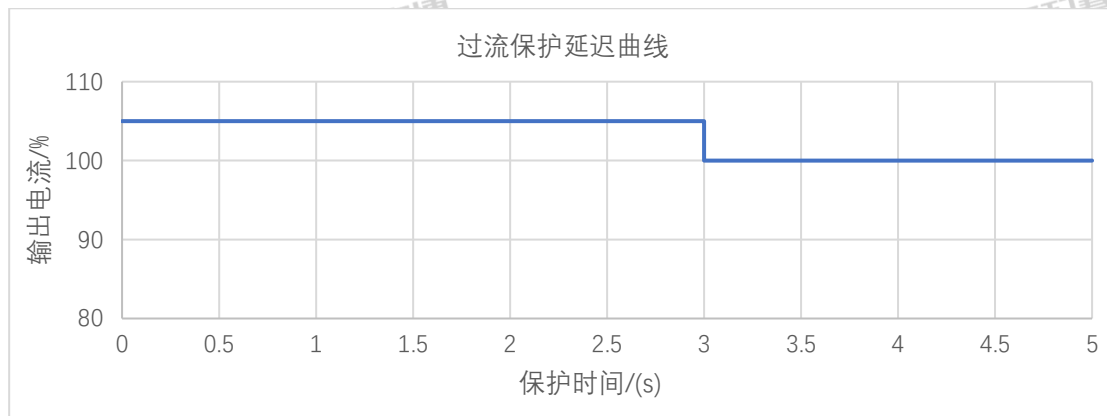


图 18 过流保护延迟曲线

相关设置操作见 7.2.3 章节。

4.14 环境

为保证 PRE 有良好的性能，保障其工作寿命，使用环境不应超过以下限制条件，工作环境见表 5。

表 5PRE 工作环境表

工作环境	
冷却方式	智能调速风扇冷却
音频噪声	标准：55dB
	满功率：80dB
工作温度	0℃-40℃
储存温度	-20℃-70℃
湿度	<80%，无凝露
海拔	不超过 2000m

4.15 输出降额与环境温度

一般电子产品开发实验室或生产线均能保证良好的温度环境，PRE 在这些环境条件下使

用能保证良好的性能指标。当环境温度升高后，PRE 输出功率会有所降低，直至过温保护。输出功率与温度曲线见图 19。

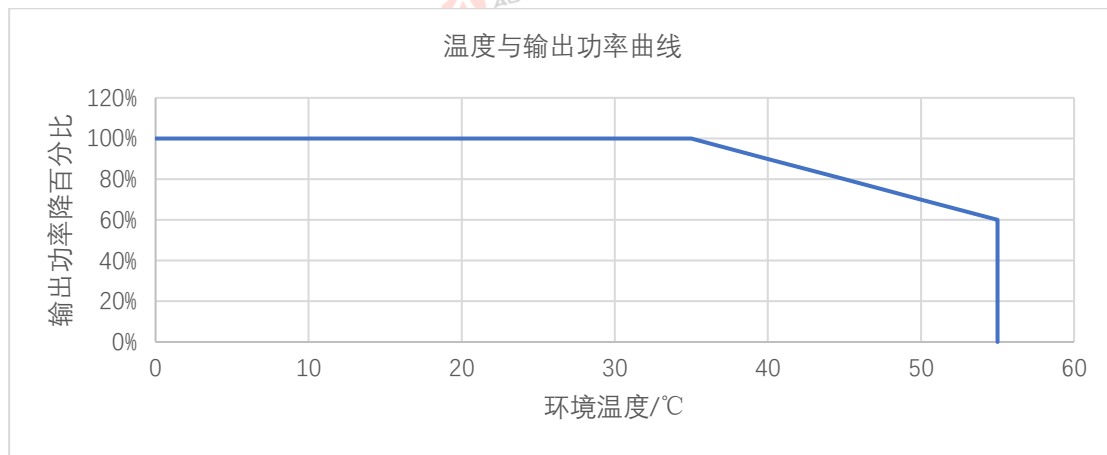


图 19 温度与输出功率曲线

4.15.1 音频噪声与环境温度

PRE 工作时会产生风扇噪声与基波噪声两种音源的音频噪声，音频噪声测试时只计算风

扇噪声。PRE 配备的智能调速风扇，能有效降较低环境温度时的音频噪声。随着环境温度升高，风扇噪声也会增大，二者关系曲线见图 20。

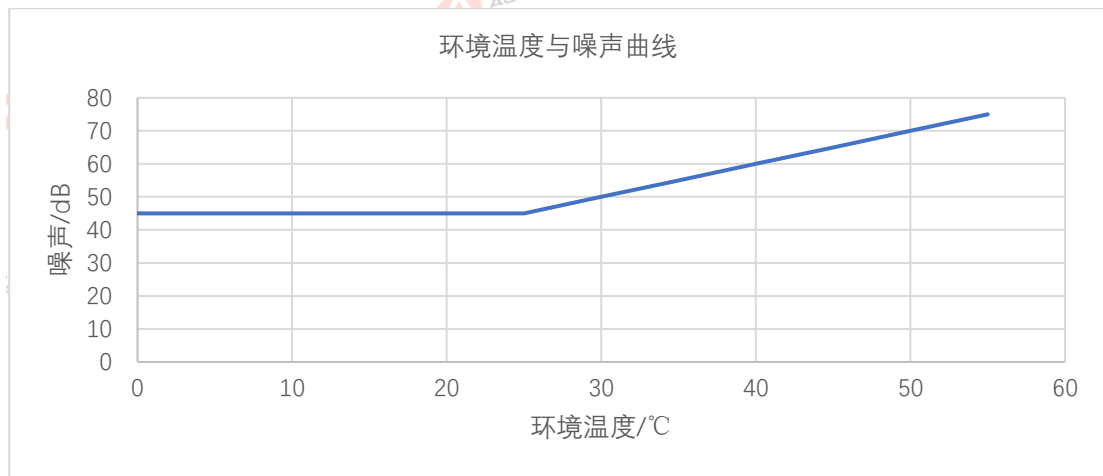


图 20 环境温度与噪声曲线

4.15.2 音频噪声与输出功率

PRE 工作时会产生风扇噪声与基波噪声两种音源的音频噪声，音频噪声测试时只计算风

扇噪声。PRE 配备的智能调速风扇，能有效降低较低输出功率时的音频噪声。随着输出功率增加，风扇噪声也会增大，二者关系曲线见图 21。

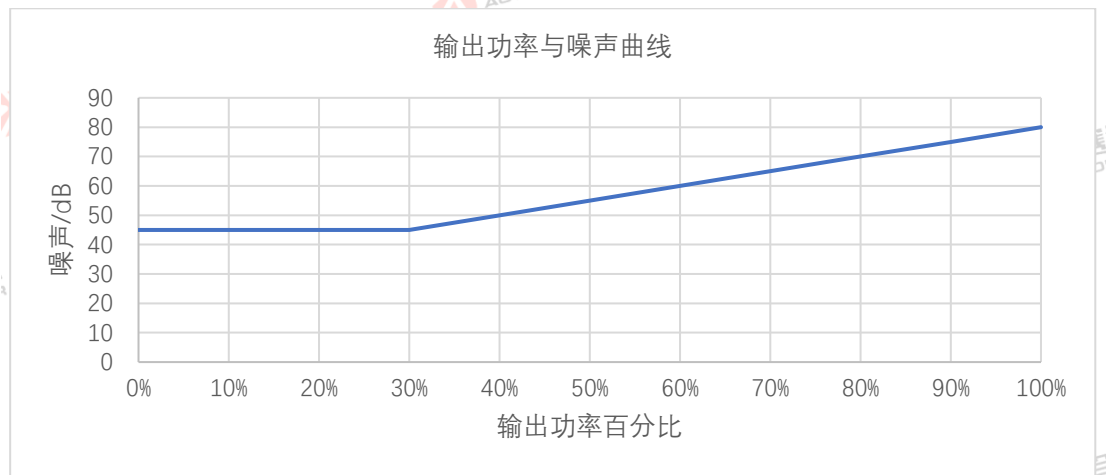


图 21 输出功率与噪声曲线

4.15.3 音频噪声与输出频率

PRE 可输出高达 5000Hz 的基波及 100 次@50Hz/60Hz、25 次@400Hz 谐波，在这些

条件下工作时，电源会产生人耳能感受到的音频噪声，因个体差异，相同条件下会有不同感受，建议敏感人群采取防护措施以保护听力。

4.16 安规及认证

安规及认证	
安规标准	IEC 61010-1:2010 (Edition 3)
EMC 限值	EN 55011:2009+A1:2010
EMC 耐受	IEC 61000-4-2, -3, -4, -5, -6, -8, -11
产品类别	IEC61326-1:2010
认证	--

5 开箱和安装

5.1 检查

开箱前请仔细检查包装完整，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股份有限公司售后。

开箱后请仔细检查附件数量是否正确，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股份有限公司售后。

所有 PRE 型号均需要三相交流输入，并配有一个可插拔接线端子模块。

有关 PRE 机柜系统的输入与输出连接查看 5.16 章节。

5.2 搬运说明



注意！

此模块很重！需要两个人来抬起或搬运这个装置。不要试图单独抬起。请勿单独使用前面板机架手柄来提升本装置。必须支撑在该模块前面和后面。

该设备重量约 45 公斤，需要两个人抬或搬运。若要从包装中取出设备，请将包装放置到适当的水平表面，打开包装后，需要两个人从包装中取出产品，包装的长边各一个人抬出，并将其放在适当的水平表面上，该表面的额定值应能支撑装置的重量。拆解包装参考右图 22。

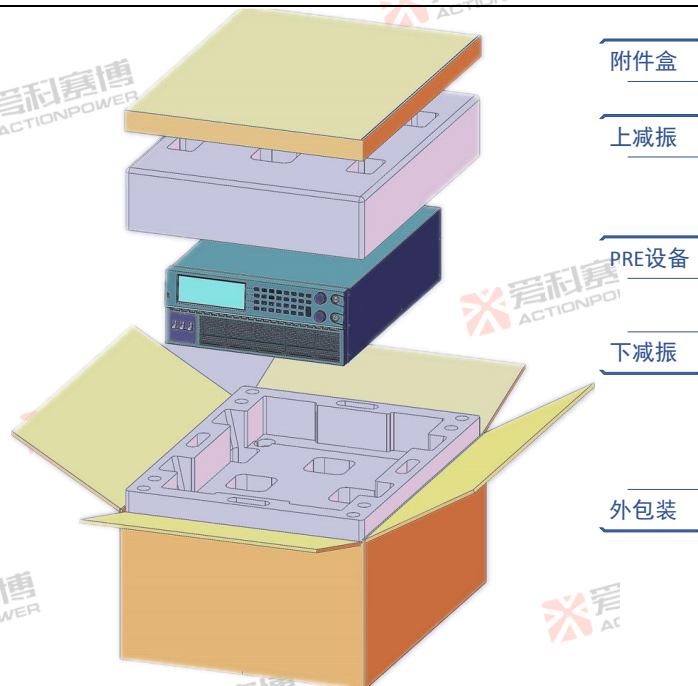


图 22 PRE 包装拆解示意图

5.3 检查交流输入

PRE 系列电源支持较宽电压与频率范围，将交流电源连接到 PRE 产品之前，必须检查设备上的类型标签，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、相位和频率不匹配，请不要将电源连接到本产品。

5.4 交流输入连接



注意！

设备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。断开装置必须位于触及的适当位置，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。PRE 各型号请按照表 6 选择相应的电缆。

表 6 交流输入线径/线规表

产品型号	额定功率(kVA)	额定输入电压(V _{rms})	额定输入电流(A _{rms})	推荐配电电流(A _{rms})	建议线径(mm ²)
PRE1510M	6	380	12	30	10
PRE1515M	7.5	380	15	30	10
PRE1520M	9	380	18	30	10
PRE1525M	12	380	24	30	10
PRE1530M	15	380	30	50	10
PRE1531	30	380	60	100	25
PRE1532	45	380	90	100	35
PRE1533	60	380	120	150	50

产品型号	额定功率(kVA)	额定输入电压(V _{rms})	额定输入电流(A _{rms})	推荐配电电流(A _{rms})	建议线径(mm ²)
PRE1534	75	380	150	200	70
PRE1535	90	380	180	250	95
PRE1536	105	380	210	250	120
PRE1537	120	380	240	300	120
PRE1538	135	380	270	300	185
PRE1539	150	380	300	350	185

交流输入连接必须在交流接线端子上。该输入端子带有三个可拆卸的橡胶安全帽和一个 R 型线缆固定夹，当产品放置在在工作台上使用时，固定好线缆后必须将橡胶安全帽盖上，并将线缆用 R 型线缆夹固定在后面板上，PRE 带有两种尺寸 R 型线缆夹，请根据电缆尺寸选择合适的线缆夹。如果安装在带门锁的机柜中，可以不固定线缆在后面板上。

交流输入端子相位标记在后面板上，如下图所示。需要四线电源连接。（L1、L2、L3 和接地）。PRE 对交流输入电压相位自适应，除非有特别需要，不必区三相独立位对应关系。接地连接位于交流线路输入接线端子的右上方，如图 23 所示。

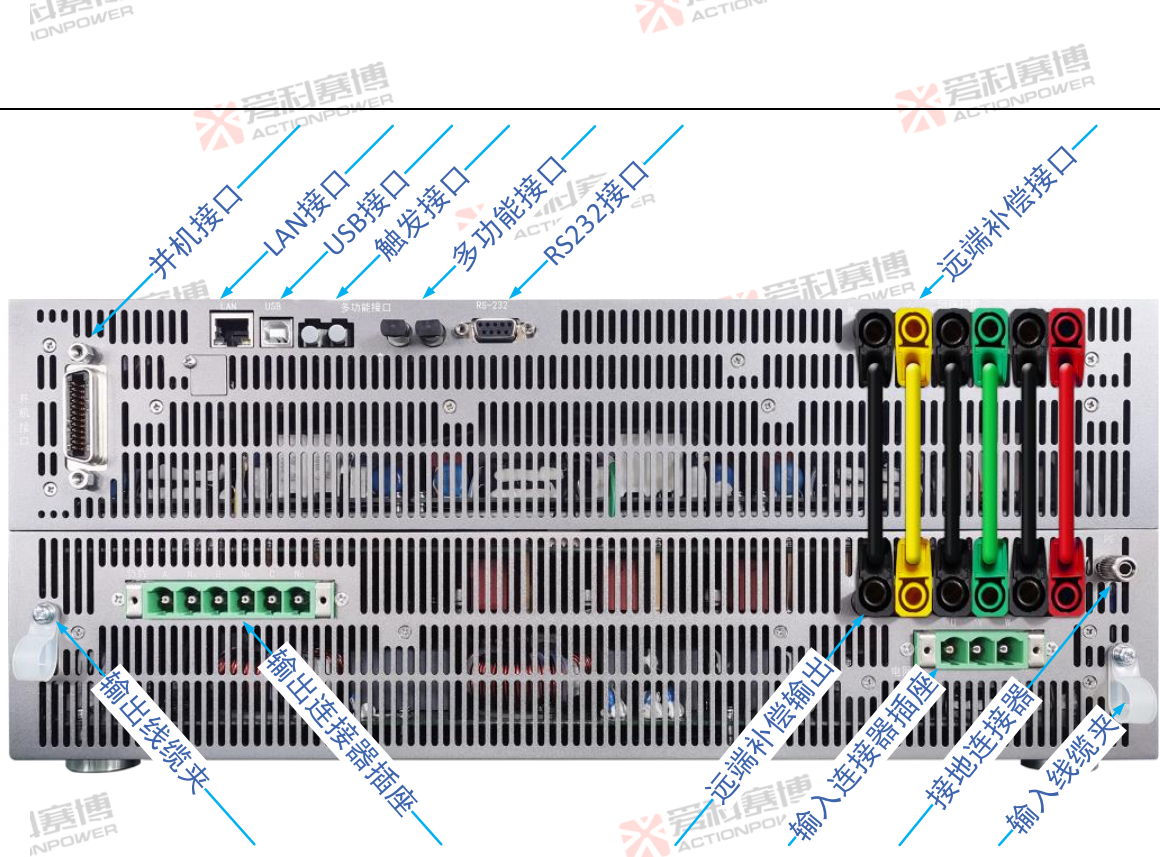


图 23 后面板接口说明图

5.5 接地要求

5.5.1 机壳接地



注意！

电击危险：设备必需接地。

该产品：

必须通过交流输入接地。

必须始终使用接地良好的线缆。

必须遵守适用国家标准的电气系统接地。

接地端子具有螺丝紧固和香蕉插座两种接口，接地连接必需使用螺丝紧固接口。香蕉插

座接口是测量系统专用快速接地接口。

5.5.2 输出中点接地

电源输出中性点端子不接地相当于输出中点悬浮。电源允许其输出相对于大地浮动。电

源中点可通过负载接地。也可将输出中点通过导线接入电源后面板上接地端子，以获得稳定的对地电位，接线方法见图 24。



图 24 输出中点接地示意图

5.6 输入交流断路器

本产品在前面板左下侧装有电源输入断路器。断路器手柄的断电位置标记为“OFF”。断路器的通电位置标记为“ON”，以 PRE1530M 为例，见图 25。



图 25 输入交流断路器图

5.7 桌面使用



注意！

将产品放在工作台或桌面上时，确保工作台/桌面最大额定承受重量大于产品的实际重量。

PRE1510M~PRE1530M 产品底部配备有仪器垫，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可能损坏桌面。

5.8 机架安装

PRE 系列主机和从机可安装在标准 19 英寸机架中,设计之初已预留 L 型支撑安装空间,因此可与其他装置或测试设备进行零堆叠安装。推荐使用机架托盘或足够强度的 L 形支架支撑本产品。工厂提供的额定输出功率大于 15kVA 的 PRE 系列标准型号已安装于 19 英寸仪器柜中,包含已连接好内部配电的输入和输出接线端子。

客户/系统集成商想在系统中安装一个或多个 PRE 机箱,可以直接订购 PRE 系列主机和多个从机 PRE1530S 自行配接,西安爱科赛博电气股份有限公司可提供相应的技术支持。

5.9 通风

PRE 系列产品采用前面板进风,后面板出风设计,为保证产品正常工作,PRE 产品安装时距后面板 20cm 处不得有障碍物阻挡出风气流流动,防止过热保护。

5.10 噪声水平



注意！

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。在距离电源前面板 1 米处电源的噪声水平可能超过 80dBA。安装人员应提供措施，将操作员使用点的噪声水平降至安全水平。这些措施包括安装降噪挡板或提供保护性耳塞。操作人员在接触到这些水平的噪声时应戴上护耳用具。

5.11 液体防护

PRE 系列产品无液体溢出的防护。不要安装在化学品或液体可能溢出的地方。

5.12 清洁

PRE 系列产品无用户清洁设计或清洁附件，满足推荐的环境下可长期使用。如有需要请联系厂家售后。

5.13 负载连接



注意！

危险输出：产品输出为危险电压水平。输出与交流输入电源有电气基本隔离。因此，必须始终将输出视为危险。在所有情况下，当交流输入接入设备时，操作人员在连接或断开输出端子接线之前，务必断开 PRE 输入。

所有产品可以配置为单相输出或三相输出。无论单相工作还是三相工作，外部电压检测

接头保持三相连接不变，通过系统配置，PRE 会自动检测通道并设置为相应的配置。

5.13.1 输出接线和建议线径

PRE 输出端子到负载的连接应使用提供的配套输出连接器。该连接器是安全的、触点容量是与电源输出匹配的，连接负载线时必须使用。

负载输出线缆是与电流大小有一定的降额定关系，50Hz/60Hz推荐参照表 7 选择相应线径/线规，还应该考虑负载线缆绝缘耐压额定值。受集肤效应影响，随着输出频率的升高，相同的导线损耗也会增加，若频率超过 120Hz应用时，建议参照标准降额使用输出导线。

表 7 输出线径/线规表@50Hz/60Hz

产品型号	额定功率(kVA)	额定输出电压(V_{rms})	额定输出电流(A_{rms})	推荐配电电流(A_{rms})	建议线径(mm^2)
PRE1510M	6	300	12	30	10
PRE1515M	7.5	300	15	30	10
PRE1520M	9	300	18	30	10
PRE1525M	12	300	24	50	10
PRE1530M	15	300	30	50	10

产品型号	额定功率(kVA)	额定输出电压(V _{rms})	额定输出电流(A _{rms})	推荐配电电流(A _{rms})	建议线径(mm ²)
PRE1531	30	300	60	100	25
PRE1532	45	300	90	100	35
PRE1533	60	300	120	150	50
PRE1534	70	300	150	200	70
PRE1535	90	300	180	250	95
PRE1536	105	300	210	250	120
PRE1537	120	300	240	300	120
PRE1538	135	300	270	300	185
PRE1539	150	300	300	350	185

5.13.2 三相 Y 形负载连接

PRE 输出三相六线是相互独立的，对接 Y 形负载时，连接方法见图 26。将 N_A、N_B、N_C 短接成一个中性点，这个中性点是所有相位的参考点。PRE 已设计了独立检测系统，无需调整检测系统。

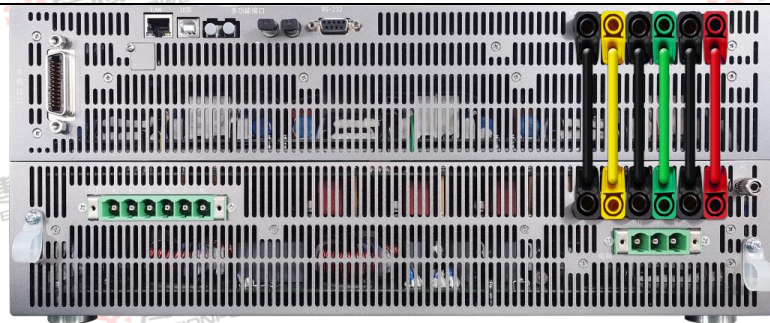


图 26 Y 形负载连接示意图

随着交流输出频率的增加，负载端电压会有较大的降低。如要在负载端口获得更精确的电压，请使用远端补偿电缆。

5.13.3 三相 Δ 形负载连接

PRE 输出三相六线是相互独立的，对接 Δ 形负载时，连接方法见图 27。PRE 已设计了独立检测系统，无需调整检测系统。

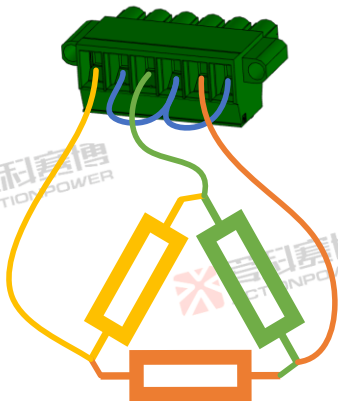
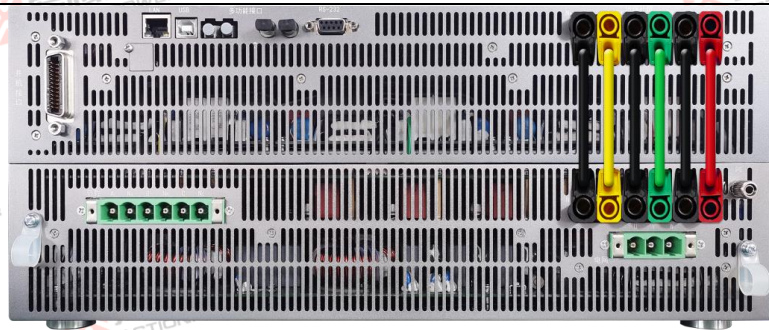


图 27 Δ 形负载连接示意图

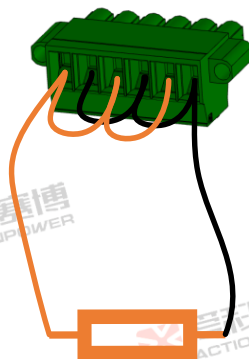
5.13.4 单相/直流负载连接

PRE 输出三相六线是相互独立的，可使用其中任意一相，也可将三相并联成单相/直流，以使输出容量扩展至额定，连接方法见图 28。PRE 已设计了独立检测系统，无需调整检测系统。

图 28 单相/直流负载接线示意图

5.14 远端补偿连接

PRE 设计了标准 4mm 香蕉插接口，使用远端补偿功能时，需要按图 29 示，将补偿线缆一端接入“远端补



偿接口”，一端接对应相序接入补偿点，远端补偿功能自动启用。



图 29 远端补偿连接示意图

5.15 异常状况处理

在不太可能发生设备故障的情况下，或者即使接入正确的交流供电，电源仍无法开机，请在电源上贴上警告标签，以表明需要维修或修理。联系西安爱科赛博电气股份有限公司或其授权代表安排服务。

5.16 机柜系统安装

为方便用户扩容与系统集成，西安爱科赛博电气股份有限公司为 15 kVA 以上的 PRE 系列电源预置了安装组件与接线，用户可直接选择这类机柜，通过查看本手册，简单操作后即可扩容。

注：

机柜系统不包括电源柜总输入、输出、远端补偿线缆，仅包含机柜内部接线及端子。

5.16.1 标准机柜尺寸

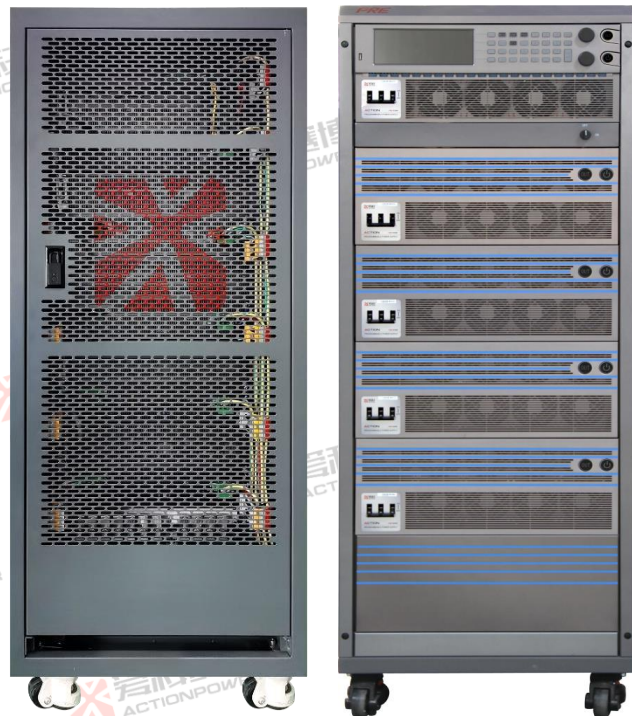
标准 PRE 机柜系统目前提供 30U 高度尺寸，最多可容纳 5 个标准 PRE 功率单元或模块。

PRE1531、PRE1532、PRE1533、PRE1534，对应功率等级为 30kVA、45kVA、60kVA、75kVA 系统。

PRE1535、PRE1536、PRE1537、PRE1538、PRE1539，对应功率等级为90kVA、105kVA、120kVA、135kVA、150kVA系统，由两个相同的30U标准机柜组成，用户需要按以下说明连接外部线缆。

注：

此信息仅适用于目录型号。对于特殊要求可选择替代机柜，具体操作请联系我们。



5.16.2 机柜尺寸

见 4.1 章节中表 3 PRE 系列尺寸重量表。

5.16.3 机柜系统交流输入连接

PRE 一般不需要中线连接，直接接入 L-L / 380Vac 的三相供电即可运行。但是，一些可用的机柜选件可能仅支持单相输入。如果是这样，必须将中线引入机柜。

5.16.4 机柜负载连接-三相 Y 形负载

PRE 机柜系统配的两个相同的输出端子短接片，将三个“N”连接到一起，“A”、“B”、“C”和“N”可组成三相四线输出系统，可接入三相 Y 形负载，见图 30。



图 30 三相四线输出接线示意图

5.16.5 机柜负载连接-三相 Δ 形负载

PRE 机柜系统配的两个相同的输出端子短接片，将三个“N”连接到一起，“A”、“B”、“C”可组成三相三线输出系统，可接入三相 Δ 形负载，见图 30。

5.16.6 机柜负载连接-单相负载

PRE 机柜系统配的两个相同的输出端子短接片，将三个“N”连接到一起，同时用另一短接片将“A”、“B”、“C”连接到一起，可组成单相输出系统，可接入单相负载。

5.17 机柜系统开机与关机时序

PRE 机柜系统为每个主机与从机配置了断路器，建议按以下时序进行开关机操作，否则可能会在显示屏上产生故障信息。

用户也可自行为 PRE 机柜系统外部配置一只满足要求的断路器，以简化开关机时序。

5.17.1 开机时序

正确的开机顺序能保证 PRE 正常运行，虽然可清除相关故障信息，建议开机时按图 31 所示，由最下层一台从机开始，顺次打开前面板“交流输入断路器”，最后打开主机前面板“交流输入断路器”。

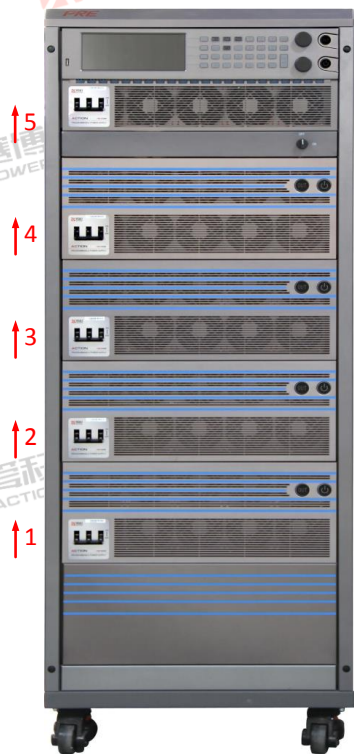


图 31 开机顺序示意图

5.17.2 关机时序

关机顺序与开机顺序相反，按图 32 所示，由最上层一台主机开始，顺次关闭前面板“交流输入断路器”。

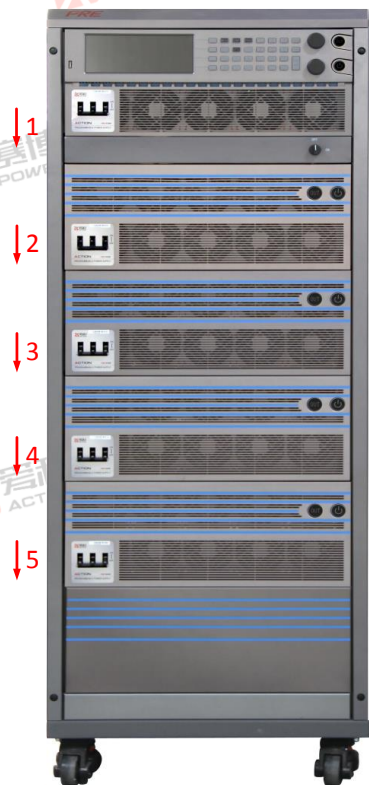


图 32 关机顺序示意图

5.18 机柜系统选件

PRE 通过机柜系统选件可实现除 3.7 章节所述功能外,还能扩展定制与 PLC 系统对接的控制接口。

5.19 多机并联

5.19.1 并联系统负载连接

PRE 机柜系统已设计单柜内最多 5 组配电布线,除并机电缆外, 75kVA 以下容量系统无需增加多余线缆, 降低了扩容的难度, 并联系统布线图见图 33。大于 75kVA 容量的系统建议使用两台相同的机柜系统进行并联实现, 以降低重心高度与安装风险!



图 33 机柜系统内部布线图

5.19.2 并机总线



注意！

为保证并机系统扩容可靠性，PRE 采用了标准的 24PIN 专用并机电缆，此电缆与标准 GPIB 物理接口相同，内部信号定义不同，使用前严禁与其它非 PRE 设备相连接。严禁带电操作并机总线！

5.19.3 主机/主机并联

暂不支持此功能！

5.20 多柜并联

并联两个或多个 PRE 机柜系统组成超过 90kVA 容量系统时，请严格按照以下说明操作，否则无法保障均流！

5.20.1 输出接线

PRE 单机柜系统最多支持 5 台设备并联，并匹配了输出、输出接线端子、输出接触器。两台机柜系统并联应按图 34 所示，在负载侧并联或通过汇流母排连接至负载。

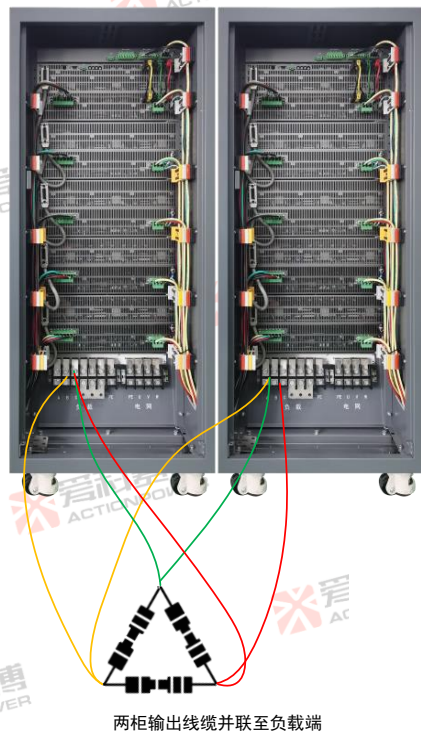


图 34 两台机柜系统并联示意图

5.20.2 系统接地

PRE 机柜系统要求采用先将两台机柜可靠连接后，再引及接地电缆，如图 35 所示。



图 35 机柜系统接地连接示意图

6 前操作面板

本章概述了 PRE 交流电源的前面板操作信息。有关远程操作，请参阅本手册中远端控制章节可用的编程命令。

6.1 前面板布局

PRE 采用了 6.9 英寸大宽高比显示屏，视觉效果更大，表格显示风格可在相对较小的区域下显示丰富的内容，使数据监测、操作更加直观便捷。各功能及区域分划见图 36。

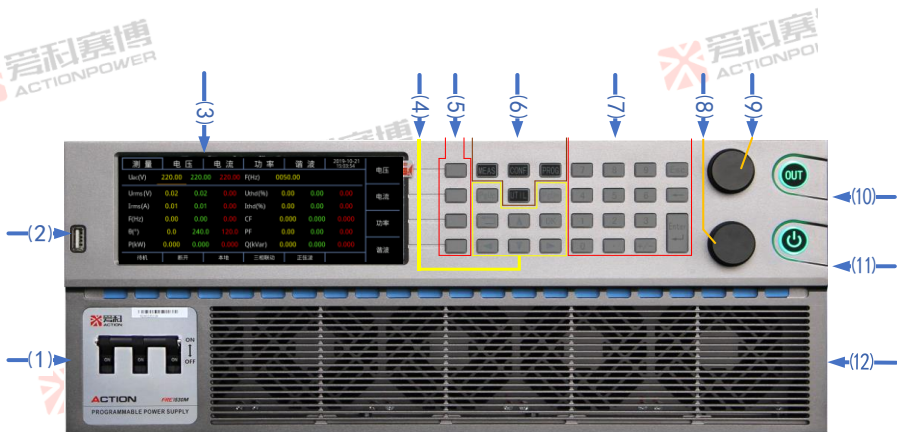


图 36 功能及区域分划图

区域与功能定义为：

- (1)：电源输入断路器；
- (2)：USB 接口， U 盘专用！请勿接入非 U 盘设备！ Type A 类型；
- (3)：显示屏；
- (4)：功能按键区；
- (5)：快捷按键区；
- (6)：菜单按键区；
- (7)：数字按键区；
- (8)：频率飞梭旋钮；
- (9)：电压飞梭旋钮；
- (10)：输出接通/断开按钮；
- (11)：开机/关机/复位按钮；

(12) : 进风栅格 ;

以上各功能及区域功能详细介绍见 6.1-6.7 章节。

6.2 开机/关机/复位按钮及操作

“开机/关机/复位按钮”采用平头自复位、带红、绿双色指示灯形式，可实现开机、关机、复位三种功能， 将“(1)”上拉至“ON”位置后，“(11)”有待机、故障两种状态指标。

6.2.1 待机状态指示

将“(1)”上拉至“ON”位置约 3 秒后，“(11)”显示为红色指示。如图 37 所示。

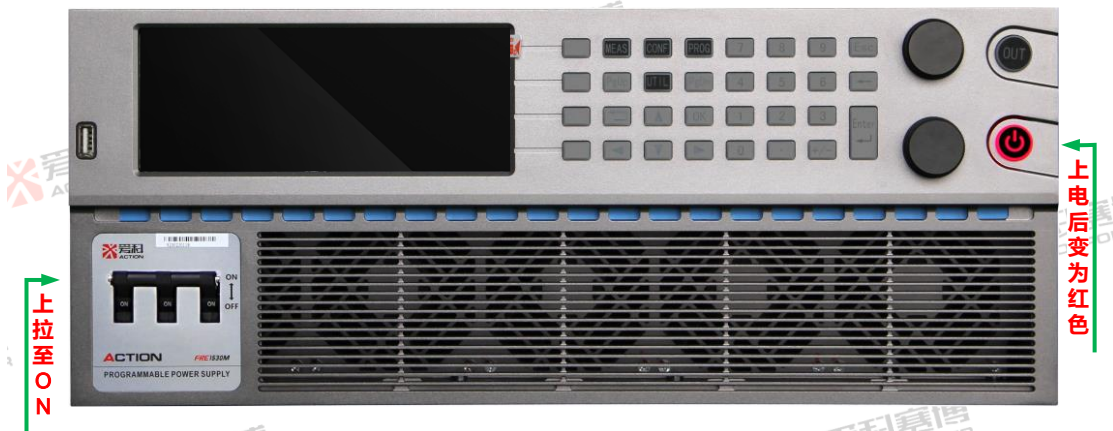


图 37 开机/关机/复位按钮-待机状态

6.2.2 开机状态指示

在“(11)”显示为红色指示和“(3)”黑屏条件下，可按动“(11)”直至显示为绿色指示后松开。此时电源执行开机时序，“(3)”显示  并直至显示出测量数据页面。

如开机后无故障，“(11)”显示为绿色，“(10)”显示为绿色，表示进入待机状态。



图 38 开机过程示意图

开机结束后如图 39 所示。



图 39 开机结束示意图

开机结束后，可按 6.3-6.7 章节进行操作。

6.2.3 故障状态指示

开机结束后或运行过程中电源出现故障，除“(3)”有故障信息指示外，“(11)”状态也显示为红色或由绿色变化为红色。

故障状态下，按下“(11)”，如果电源故障可被复位则“(11)”由红色指示变化为绿色指示，电源恢复到待机状态。如果电源故障不可被复位，恢复按下状态后，“(11)”由绿色重新变化为红色。

6.3 输出使能按钮

“输出接通/断开按钮”采用平头硅胶按键，带红、绿双色指示灯形式，可实现输出接通、断开两种功能。

6.3.1 输出状态指示

“接通状态”指连通内部电路与输出端子之间的内部继电器。在电源待机条件下，点按“(10)”后输出继电器吸合，此时“(10)”显示为红色，电源处于接通状态。如图 40 示。



图 40 接通状态示意图

6.3.2 输出时序

为延长内部继电器使用寿命，继电器的工作时序是在零输出状态下接通与负载的连接，因此在按下“(10)”后，电源会延迟一段时间输出设定的电压。输出时序如所示。T1 为按下“(10)”后继电器吸合的理论时间，时长25ms，T2 为继电器吸合后输出电压的理论时间，时长100ms。

输出接通/断开按钮按下 继电器吸合 正常输出

(电源开机结束, 无故障)

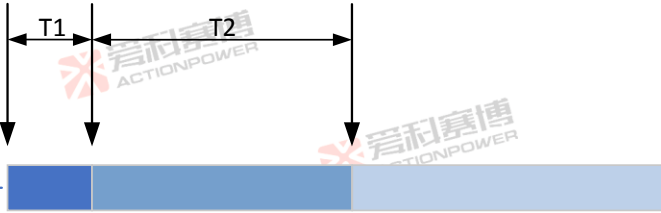


图 41 电源输出时序图

6.3.3 输出响应时间

电源输出会受到按键抖动、传输延迟、响应延迟等多种因素影响, 实际输出延迟时间会有一定延长。

PRE 先吸合继电器后输出电压的设计, 能够精准输出电压的幅值、相位信息, 同时延长设备寿命。

6.4 菜单键

菜单键所在的位置如图 36 中“(6)”区域。任意界面按下测量、编程、配置、设置按键,

均能进入对应的页面。

6.4.1 测量键 (MEAS)

任意界面下按键 (MEAS)，进入测量页面，共计“测量”、“电压”、“电流”、“功率”、“谐波”29 个子页面，其中谐波 25 个子页面，见图 42。

测 量	电 压		电 流	功 率	谐 波		2020-05-18 20:14:56	电压
Uac(V)	<u>220.00</u>	220.00	220.00	F(Hz)	0050.00			
Urms(V)	0.00	0.00	0.00	Uthd(%)	0.00	0.00	0.00	电流
Irms(A)	0.00	0.00	0.00	Ithd(%)	0.00	0.00	0.00	
F(Hz)	0.00	0.00	0.00	CF	0.000	0.000	0.000	功率
θ(°)	0.0	0.0	0.0	PF	0.00	0.00	0.00	
P(kW)	0.000	0.000	0.000	Q(kVar)	0.000	0.000	0.000	谐波
待机	断开		本地	三相联动	正弦波			

图 42 测量首页面

6.4.2 编程键 (PROG)

任意界面下按键 (PROG)，进入编程页面，共计“暂态 List”、“暂态 Pulse”、“暂态 Step”、“谐波”、“间谐波”、“编程数据”、“触发设置”7 个子页面，见图 43。

暂态 List	谐 波	间谐波	编程数据	触发设置	2021-01-25 18:43:02			添加序列
当前序列	1	总序列	1	执行序列	—	执行循环	—	
波形类型	交流(V)	直流(V)	相位(°)	占空比	变化(s)	保持(s)	频率(Hz)	删除序列
1-正弦波	220.00	—	0.0	—	1.0000	1.0000	50.0	
1-正弦波	220.00	—	240.0	—	序列组合	重复次数	相角(°)	更多设置
1-正弦波	220.00	—	120.0	—	0	0	—	
待机	断开	本地	三相联动	正弦波				开始

图 43 编程首页面

6.4.3 配置键 (CONF)

任意界面下按键 (CONF)，进入稳态参数页面，共计“稳态参数”、“输出设置”、“保护设置”、“波形数据”、“校准”5 个子页面，见图 44。

稳态参数	输出设置	保护设置	波形数据	校准	2020-05-18 20:20:04
Uac(V)	220.00	220.00	220.00	Uac(V/ms) 500.00	
Udc(V)	---	---	---	Udc(V/ms) ---	
$\theta(^{\circ})$	0.0	240.0	120.0	SR(V/us) 3.000	
F(Hz)	50.00			r(Ohm) 0.000	
D(%)	---			L(mH) 0.000	
S(%)	---				
待机	断开	本地	三相联动	正弦波	

图 44 配置首页面

6.4.4 系统键 (UTIL)

任意界面下按键 (UTIL)，进入通讯设置页面，共计“通讯设置”、“波形数据”、“扩展设置”、“本地设置”、“系统信息”5 个子页面，见图 45。

通讯设置	参数存取	扩展设置	本地设置	系统信息	2020-05-18 20:32:34	本地 远程
控制方式	本地	远程				
通讯接口	RS-232	LAN	USB			
IP地址	192	168	2	1		
子网掩码	255	255	255	0		
默认网关	192	168	1	1		
端口号	8080					
待机	断开	本地	三相联动	正弦波		

图 45 设置首页面

6.5 功能键

图 36 中“(4)”区域为功能键所在位置，功能键实现在当前页面下光标移动、页面切换，功能选项确认功能。

6.5.1 方向键

方向键控制光标上、下、左、右方向移动，与计算机标准键盘上、下、左、右按键操作与功能相同。

6.5.2 返回键

在“测量-谐波”页面 2~谐波页面 25 按返回键，页面会从当前页面切换到谐波页面 1。操作返回或取消。

6.5.3 确认键(OK)

确认当前光标所在位置的内容（非数字输入部分）。

6.5.4 翻页键

6.5.4.1 上翻页键(PgUp)

在菜单子页面上翻页功能，与标准计算机键盘操作相同。

6.5.4.2 下翻页键(PgDn)

在菜单子页面下翻页功能，与标准计算机键盘操作相同。

6.6 数字键

输入数字专用区域，与标准计算机键盘操作功能相同。

6.6.1 数字键

输入数字专用区域，与标准计算机键盘操作功能相同。“+/-”键盘为设置输出正/负切换按键，默认为输入为正值。

6.6.2 取消键

取消当前输入数值。

6.6.3 消除按键

“←”按键为逐次按位消除输入键值，与标准计算机键盘“Backspace”按键操作相同。

6.6.4 回车键

确认当前输入数值，与标准计算机键盘“Enter”按键操作相同

6.7 飞梭

PRE 设计了电压、频率两个飞梭，用于输出电压、输出频率随动调节。

6.7.1 电压飞梭旋钮

电压调节飞梭，按下后解锁，无操作 5 秒钟后锁定，解锁后按下调整光标位，左旋减小对应的光标位数值，右旋增加对应的光标位数值。

6.7.2 频率飞梭旋钮

频率调节飞梭，按下后解锁，无操作 5 秒钟后锁定，解锁后按下调整光标位，左旋减小对应的光标位数值，右旋增加对应的光标位数值。

7 显示屏

本章节主要介绍 PRE 显示屏显示信息及相关操作。PRE 共有个 4 个一级页面，44 个二级页面。

7.1 测量

测量页面有 29 个二级页面。其中 25 个谐波页面。围绕中间数据栏区域有六个功能栏/项，这些栏/项在显示屏相对位置固定，以方便记忆操作。页面区域功能分布示图见图 46 页面区域功能分布示图。

图 46 页面区域功能分布示图

菜单栏

设定栏

数据栏

状态栏

测量	电压	电流	功率	谐波	2019-10-21 15:03:54			
Uac(V)	220.00	220.00	220.00	F(Hz)	0050.00	电压		
Urms(V)	0.02	0.02	0.00	Uthd(%)	0.00	0.00	0.00	电流
Irms(A)	0.01	0.01	0.00	Itld(%)	0.00	0.00	0.00	功率
F(Hz)	0.00	0.00	0.00	CF	0.000	0.000	0.000	谐波
θ(°)	0.0	240.0	120.0	PF	0.00	0.00	0.00	
P(kW)	0.000	0.000	0.000	Q(kVar)	0.000	0.000	0.000	
待机	断开	本地	三相联动	正弦波				

时间栏

快捷项

故障栏

标题栏：二级页面的名称；

时间栏：实时时间，校准方式详见 7.4 章节；

快捷项：快捷按键定义，功能见表 8；

故障栏：显示电源当前故障信息，故障信息见表 9；

状态栏：显示电源当前状态，状态信息见表 10；

设定栏：数据设定区域；

数据栏：显示数值区域，数值颜色含义见表 11；

表 8 测量级页面快捷键功能

快捷项定义	功能
电压	切换到电压页面
电流	切换到电流页面
功率	切换到功率页面
谐波	切换到谐波首页面

表 9 电源故障信息

故障信息	故障定义
过压	输出电压超出限值
过流	输出电流超出限值
过频	输出频率超出限值
欠频	输出频率超出限值
检测断线	远端采样断开
过功率	输出视在功率超出限值
	输出有功功率超出限值
模块故障	从机故障
通信异常	从机通信故障
模块过温	温度超出限值

表 10 电源状态信息表

状态信息	状态内容	状态定义
电源状态	待机	电源正常无输出
	运行	电源正常有输出
	故障	电源故障无输出
	急停	后面板急停使能且有效，电源无输出，恢复后回到待机状态。
输出状态	接通	有输出
	断开	无输出
控制状态	本地	面板操作
	RS232	RS232 接口使能，操作面板仅支持通信参数操作
	USB	USB 接口使能，操作面板仅支持通信参数操作
	LAN	LAN 接口使能，操作面板仅支持通信参数操作
输出模式	单相	详见“ 输出设置页面”章节
	三相独立	
	三相联动	
输出波形	正弦波	详见“ 输出设置页面”章节
	方波	
	三角波	

状态信息	状态内容	状态定义
	波形 A	
	波形 B	
	波形 C	
	削波 5%	
	削波 10%	
	削波 20%	
	削波 X%	
	——	直流模式无波形输出
故障信息	过压	输出电压超出限值
	过流	输出电流超出限值
	过频	输出频率超出限值
	欠频	输出频率超出限值
	检测断线	远端补偿断开
	过功率	输出视在功率超出限值 输出有功功率超出限值
	模块故障	从机故障
	通信异常	从机通信故障

状态信息	状态内容	状态定义
	模块过温	温度超出限值

表 11 数据栏数值颜色含义

电源输出相数	黄色	绿色	红色
三相	A 相	B 相	C 相
单相	A 相	“——”	“——”

7.1.1 测量页面

电源启动后，初始页面为“测量”页面，也可按“MEAS”键直接跳转至“测量”页面。“测量”页面信息如图 47 所示。

测 量	电 压	电 流	功 率	谐 波	2021-02-05 11:06:12			
Uac(V)	220.00	220.00	220.00	F(Hz)	0050.00			电压
Urms(V)	0.00	0.00	0.00	Uthd(%)	0.00	0.00	0.00	电流
Irms(A)	0.00	0.00	0.00	Ithd(%)	0.00	0.00	0.00	
F(Hz)	0.00	0.00	0.00	CF	0.000	0.000	0.000	功率
$\theta(^{\circ})$	0.0	240.0	120.0	PF	0.00	0.00	0.00	谐波
P(kW)	0.000	0.000	0.000	Q(kVar)	0.000	0.000	0.000	
待机	断开	本地	三相联动	正弦波				

图 47 测量-测量页面

“测量”页面“数据栏”显示了电源电压、电流、功率等参数的常用信息。电压、电流、功率等全部参数可从“电压”、“电流”、“功率”、“谐波”二级页面中获得。

7.1.2 电压页面

按“电压”快捷键或通过“PgDn”/“PgUp”切换到“电压”页面。“电压”二级页面如图 48 所示。

测 量	电 压	电 流	功 率	谐 波	2021-02-05 11:21:22			
Uac(V)	220.00	220.00	220.00	F(Hz)	0050.00			电压
Urms(V)	0.00	0.00	0.00	Uthd(%)	0.00	0.00	0.00	电流
Uac(V)	0.00	0.00	0.00	Udc(V)	—	—	—	
Upk(V)	0.00	0.00	0.00	UL-L(V)	0.00	0.00	0.00	功率
F(Hz)	0.00	0.00	0.00	$\theta(^{\circ})$	0.0	240.0	120.0	
待机	断开	本地	三相联动	正弦波				谐波

图 48 测量-电压页面

电压测量波形信息图如图 49 所示。包含了幅值、频率、相位、偏置、谐波信息。各参数计算方法及公式如表 12 所示。

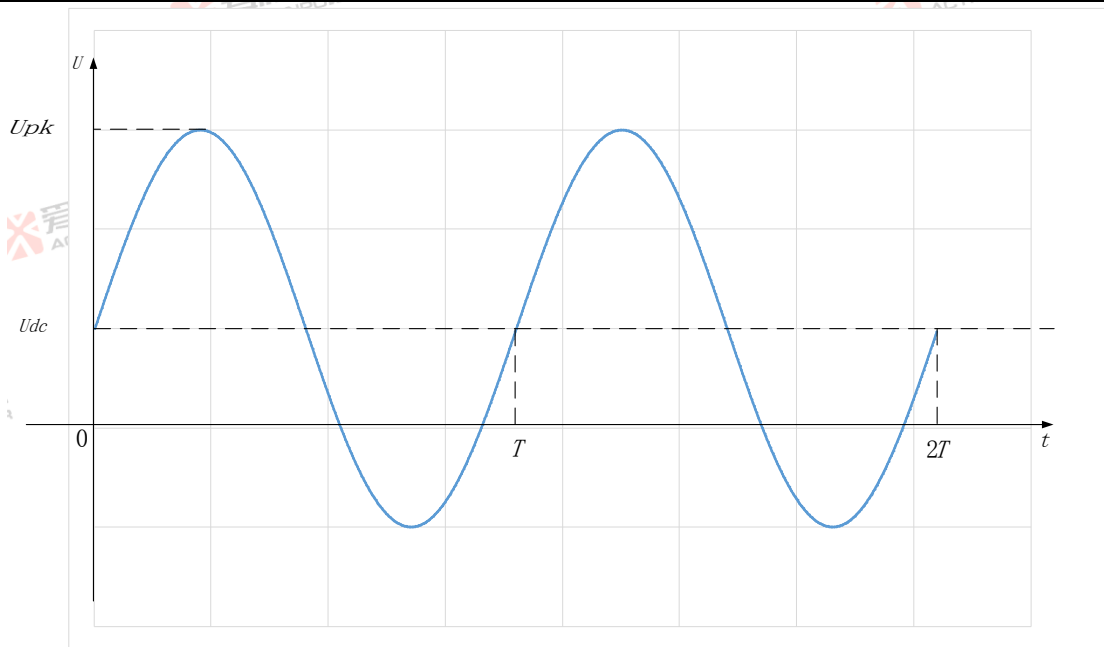


图 49 电压波形信息图

表 12 电压波形信息计算方法表

参数	计算方法	范围	单位	描述
U_{rms}	$\sqrt{U_{dc}^2 + U_{ac}^2}$	0.00~600.00	V	电压直流分量平均值与交流分量有效值平方和的平方根值
U_{thd}	$\sqrt{\sum_{n=2}^H \left(\frac{U_n}{U_1}\right)^2}$	0.00~100.00	%	电压总谐波失真，即不大于特定阶数 H 的所有谐波分量有效值 U_n 与基波分量有效值 U_1 比值的方和根，H 为表 15 中每一频率范围下的最大谐波次数。
U_{ac}	$\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (u - U_{dc})^2 dt}$	0.00~450.00	V	电压交流分量有效值
U_{dc}		-636.00~636.00	V	电压直流分量有效值
U_{pk}	过采样	0.00~1356.00	V	电压峰值的绝对值
U_{L-L}	$\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2 dt}$	0.00~1472.00	V	线电压有效值
F	—	15.00~5000.00	Hz	输出频率
θ	FFT	0.0~359.9	°	输出相位

注：

$U_{L-L}(V)$ 是两相电压矢量差，除受两相幅值误差影响外，还受相位误差影响，测量精度比相电压稍差。
 单相输出时 $U_{L-L}(V)$ 栏显示为“—”。3200.00Hz 以上 $U_{thd}(\%)$ 栏显示为“—”。

7.1.3 电流页面

按“电流”快捷键或通过“PgDn”/“PgUp”切换到“电流”页面。”电流“二级页面如图 50 所示。

测 量	电 压		电 流	功 率	谐 波		2021-02-05 11:39:51	电压	
Uac(V)	220.00	220.00	220.00	F(Hz)	0050.00				
Irms(A)	0.00	0.00	0.00	Ithd (%)	0.00	0.00	0.00		电流
Iac(A)	0.00	0.00	0.00	Idc(A)	——	——	——		
Ipk(A)	0.00	0.00	0.00	CF	0.000	0.000	0.000		功率
								谐波	
待机	断开	本地	三相联动	正弦波					

图 50 测量-电流页面

电流测量信息如图 51 所示，包含了幅值、偏置、谐波、峰值、波形系数信息。幅值、偏置信息计算方法同电压测量。峰值为采样周期内最大值，波形系数为电流峰值与有效值的比值，最大测量范围 0~6。各参数计算方法及公式如表 13 所示。

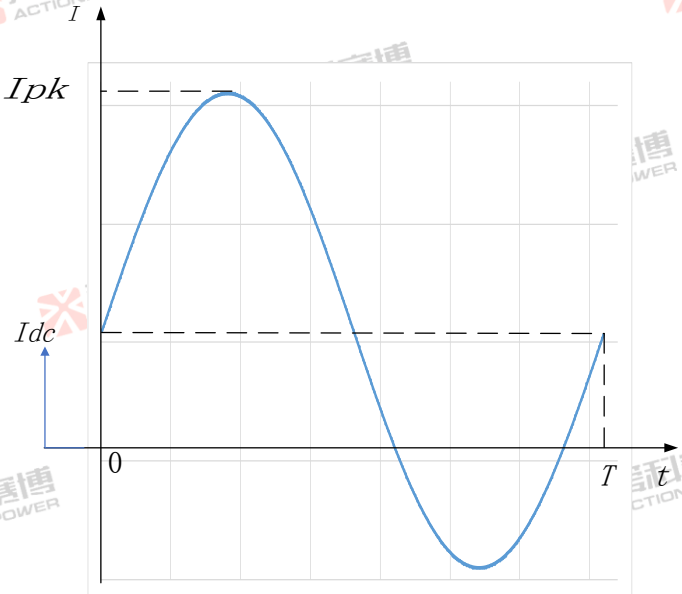


图 51 电流波形信息图

表 13 电流波形信息计算方法表

参数	计算方法	范围	单位	描述
Irms	$\sqrt{Idc^2 + Iac^2}$	0.00~44.50	A	电流直流分量有效值和电流交流分量有效值平方和的平方根值
lthd	$\sqrt{\sum_{n=2}^H \left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2}$	0.00~100.00	%	电流总谐波失真，即不大于特定阶数 H 的所有谐波分量有效值 I_n 与基波分量有效值 I_1 比值的方和根，H 为表 15 中每一频率范围下的最大谐波次数。
Iac	$\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (i - Idc)^2 dt}$	0.00~31.50	A	电流交流分量有效值
Idc	~	0.00~31.50	A	电流直流分量有效值
Ipk	~	0.00~44.50	A	电流峰值的绝对值
CF	$\frac{Ipk}{Irms}$	0.00~6.000		电流峰值因数

注：表 13 中 Irms、Iac、Idc、Ipk 的范围指 PRE1530M 参数，PRE1531~PRE1539 的范围=PRE1530M 范围*并机数。

7.1.4 功率页面

按“功率”快捷键或通过“PgDn”/“PgUp”切换到“功率”页面。“功率”二级页面如图 52 所示。各参数计算方法及公式如示。

测 量	电 压	电 流	功 率	谐 波	2019-10-21 15:07:01	
Uac(V)	220.00	220.00	220.00	F(Hz)	0050.00	电压
S(kVA)	0.000	0.000	0.000	ΣS(kVA)	0.000	电流
P(kW)	0.000	0.000	0.000	ΣP(kW)	0.000	功率
Q(kVar)	0.000	0.000	0.000	ΣQ(kVar)	0.000	谐波
PF	0.00	0.00	0.00			
待机	断开	本地	三相联动	正弦波		

图 52 测量-功率页面

表 14 功率信息计算方法表

运行参数	公式	范围	单位	描述
S	$U_{rms} \times I_{rms}$	0.000~20.000	kVA	视在功率
$\sum S$	$S_a + S_b + S_c$	0.000~20.000	kVA	总视在功率，即三相视在功率 S_a , S_b , S_c 之和
P	$\frac{1}{T} \int_0^T u i d t$	0.000~20.000	kW	有功功率
$\sum P$	$P_a + P_b + P_c$	0.000~20.000	kW	总有功功率，即三相有功功率 P_a , P_b , P_c 之和
Q	$\sqrt{S^2 - P^2}$	0.000~20.000	kVar	无功功率
$\sum Q$	$Q_a + Q_b + Q_c$	0.000~20.000	kVar	总无功功率，即三相无功功率 Q_a , Q_b , Q_c 之和
PF	$\frac{P}{S}$	0.00~1.00		功率因数

注：

功率因数 PF 无容感性之分，始终为正值。表 14 中 S、 $\sum S$ 、P、 $\sum P$ 、Q、 $\sum Q$ 的范围指 PRE1530M 参数，PRE1531~PRE1539 的范围=PRE1530M 范围*并机数。

7.1.5 谐波页面

按“谐波”快捷键或通过“PgDn”/“PgUp”切换到“谐波”页面。“谐波”二级页面共 25 个二级页面，分别显示 0-100 次电压/电流谐波信息，平均每页面显示 4 次电压/电流谐波信息。如图 53 所示。

测 量		电 压		电 流		功 率		谐 波		2019-10-21 15:08:10		电压	
Uac(V)		220.00	220.00	220.00	F(Hz)		0050.00						
Uthd(%)						I thd (%)							电流
1	100.00	100.00	100.00	1	100.00	100.00	100.00						
2	0.00	0.00	0.00	2	0.00	0.00	0.00		功率				
3	0.00	0.00	0.00	3	0.00	0.00	0.00						
4	0.00	0.00	0.00	4	0.00	0.00	0.00		谐波				
待机		断开		本地		三相联动		正弦波					

图 53 测量-谐波页面

PRE 最大可测量至 $5kH_z$ 的谐波频率，测量的次数与频率的关系如表 15 所示，未能测量

的谐波数据用“—”表示。

表 15 谐波显示次数与频率的关系

序号	频率范围(H_z)	显示谐波次数
1	[15.00,50.00]	2~100 次
2	(50.00,5000.00]	100 次与 10kHz 二者取小值

谐波显示数据范围信息如表 16 所示。

表 16 谐波显示数据范围表

序号	运行参数	范围	单位
1	电压基波含量	0.00~100.00	%
2	电流基波含量	0.00~100.00	%

7.2 配置

配置页面有 5 个二级页面。页面区域功能分布与“测量”页面相似。本页面下可配置电源“稳态参数”、“输出设置”、“保护设置”、“波形数据”、“校准”。

7.2.1 稳态参数页面

稳态参数共 12 个项目，18 个参数，分别包含了输出端口电压特性的全部变量，见图 54。

交流分量值	稳态参数	输出设置	保护设置	波形数据	校准	2020-08-17 14:06:03
直流分量值	Uac(V)	220.00	220.00	220.00	Uac(V/ms)	500.00
初始相位角	Udc(V)	---	---	---	Udc(V/ms)	---
工作频率	$\theta(^{\circ})$	0.0	240.0	120.0	SR(V/us)	1.000
输出内阻	F(Hz)	50.00			D(%)	---
输出电感	r(Ohm)	0.000			S(%)	---
	L(mH)	0.000			C(%)	---
	待机	断开	本地	三相联动	正弦波	

交流分量斜率
直流分量斜率
输出摆率
方波占空比
三角波对称度
削波百分比

图 54 稳态参数页面

交流分量值：与波形相关，在“交流”模式、“交直流”模式下有效，“正弦波”、“削波 5%”、“削波 10%”、“削波 20%”、“削波 X%”时此值为有效值，“方波”、“三角波”、“波形 A”、“波形 B”、“波形 C”时此值为幅值，其设置值范围受“工作频率”值限制，见表 17。

表 17 波形类型与频率范围关系表

波形类型	工作频率范围
正弦波	15 Hz -5000 Hz
削波 X%	15 Hz -2000 Hz
方波	15 Hz -2000 Hz
三角波	15 Hz -2000 Hz
波形 A	15 Hz -2000 Hz
波形 B	15 Hz -2000 Hz
波形 C	15 Hz -2000 Hz

直流分量值：与波形无关，只在“交直流模式”下有效，设置波形的直流分量/直流偏置值。

初始相位角：各相的起始相位相对基准相位“0.0°”的关系、各相的初始输出角度。如设置值为“90.0”、“270.0”、“30.0”，表示 A 相开机角度为 90.0°，B 相滞后 A 相 180.0°，C 相超

前 A 相 60.0° 。

工作频率：输出电压的频率，范围为 $15\text{ Hz} \sim 5000\text{ Hz}$ 。其设置值范围受“波形类型”值限制，见表 17。

方波占空比：波形选择为“方波”时有效，范围为 $0.0\% \sim 100\%$

三角波对称度：三角波上升沿时间与周期的比值，等腰三角型时对称度为 50% 。 $0\% \sim 75\%$ 对称度示例见图 55。

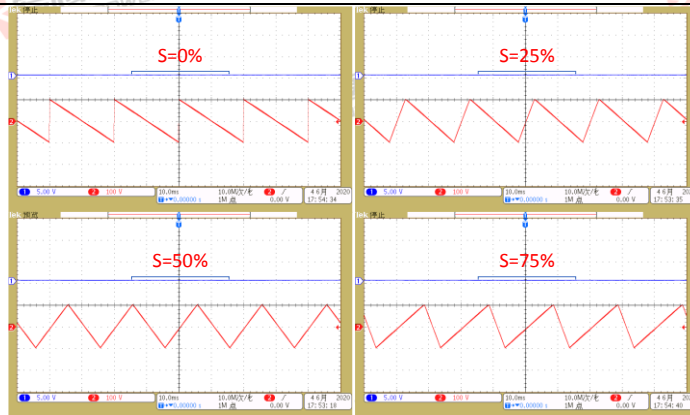


图 55 三角波对称度波形示例

交流分量斜率：交流有效值包络增量与时间的比值，示意图见图 56。

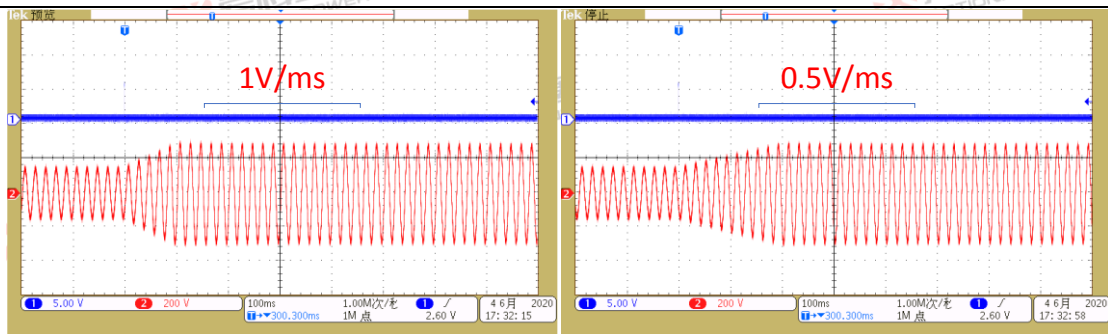


图 56 交流分量斜率示例

直流分量斜率：同“交流分量斜率”。

输出摆率：描述输出电压瞬态的参量，其值越大，响应到设定电压的时间越小，PRE 最大输出电压摆率可达 $3\text{V}/\mu\text{s}$ 。图 57 示例了大信号阶跃输出时 $1\text{V}/\mu\text{s}$ 与 $3\text{V}/\mu\text{s}$ 摆率时，输出的差异，见图 57。

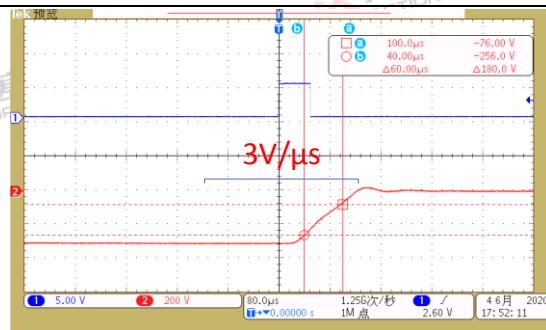
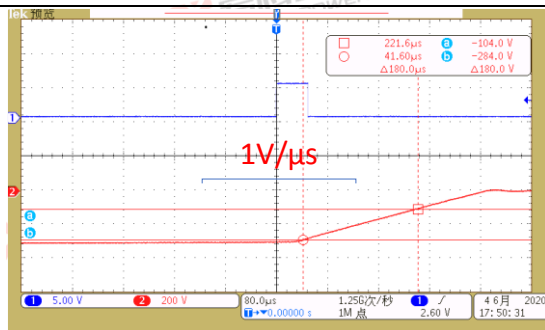


图 57 输出摆率示例

对输出响应超调量敏感的被测设备，输出三角波、方波时设置不同的“输出摆率”可改变波形品质，减少或消除超调量，以适应更加严苛的负载要求。

削波百分比：0.00% ~ 50.00%幅值范围。

7.2.2 输出设置页面

输出设置共有 5 个项目，19 个参数，可设置与输出有关的变量，见图 58。

稳态参数	输出设置	保护设置	波形数据	校准	2021-02-05 13:19:29
输出模式	电压				
给定方式	内部给定				
耦合方式	交流	直流	交直流		
输出相数	三相联动	三相独立	单相		
波形类型	正弦波	方波	三角波	波形A	波形B
	削波5%	削波10%	削波20%	削波X%	波形C
待机	断开	本地	三相联动	正弦波	

图 58 输出设置页面

输出模式：电压（电流模式暂未开放）。

给定方式：“内部给定”指通过面板、USB、RS-232、以太网进入电源内部的数字给定。

耦合方式：“交流”耦合不能设置直流分量，“直流”耦合不能设置交流分量，“交直流”耦合

可以设置直流分量和交流分量。

输出相数：“三相联动”指三相相位固定为差值为 120° ，相序可设置为正序、负序。默认相位关系为 $A = 0^\circ$, $B = -120^\circ$, $C = 120^\circ$ 。三相幅值联动调节，三相频率联动调节。“三相独立”相对三相联动，其幅值、相位均可调节，但输出为共 N 系统。“单相”输出必需并联成单相输出，幅值设置以 A 相为参考。

波形类型：电源稳态时输出的波形，“自定义”指从接口导入电源内部的 4096 点的周期性波形，不包含时间信息，操作方式见 7.2.4 章节。

7.2.3 保护设置页面

保护设置共 9 个项目，18 个参数，每项均包含了保护值与保护延迟时间，见图 59。“延时”指电源检测到输出参量超过保护值后开始计时，计时到后如输出参量持续超过保护值则触发保护，最小设置时间为 1ms。

稳态参数	输出设置	保护设置	波形数据	校 准	2020-06-12 09:57:39	650.0
Urms(V)	650.0	延时(ms) 100	Irms(A) 31.50	延时(ms) 3000		
Uac(V)	450.00	延时(ms) 100	Fmax(Hz) 5000.0	延时(ms) 100		
Udc+(V)	650.0	延时(ms) 100	Fmin(Hz) 15.0	延时(ms) 100		
Udc- (V)	-650.0	延时(ms) 100				
P(kW)	20.00	延时(ms) 100				
S(kVA)	20.00	延时(ms) 100				
待机	断开	本地	三相联动	正弦波		

图 59 保护设置页面

各参量定义见 7.1 章节下各参量解释定义。

7.2.4 波形数据页面

波形数据包含了 30 种自定义波形和 30 种内置波形，并且波形可以实时预览，以上波形均可存储至“波形 A”、“波形 B”、“波形 C”，在输出设置页面选择对应的“波型类型”，便可实现在稳态下的输出。

稳态参数		输出设置		保护设置		波形数据		校 准		2021-02-07 11:45:54		预览
波形A		DST01		波形B		DST23		波形C		DST14		
波形A	内置	DST01	DST02	DST03	DST04	DST05	DST06	确定				
		DST07	DST08	DST09	DST10	DST11	DST12					
		DST13	DST14	DST15	DST16	DST17	DST18					
		DST19	DST20	DST21	DST22	DST23	DST24					
波形B		DST25		DST26		DST27		DST28		DST29		自定义
波形C		DST30		DST31		DST32		DST33		DST34		
待机		断开		本地		三相联动		正弦波				外部存储

图 60 波形数据页面

USB 接口有正确设备接入后“外部存储”功能启用,支持的格式为 FAT、FAT32、和 exFAT。

PRE 会自动扫描可应用的文件, 如图 61 示。

稳态参数	输出设置	保护设置	波形数据	校 准	2021-02-07 09:00:50	
文件列表	文件名称		日期			上页
1	PRE-自定义波形1		2021-02-07 08:52:10			
2	PRE-自定义波形2		2021-02-07 08:54:10			下页
3	PRE-自定义波形3		2021-02-07 09:02:30			
4	PRE-自定义波形4		2021-02-07 09:12:20			读取至
5	PRE-自定义波形5		2021-02-07 09:15:10			
待机	断开	本地	三相联动	正弦波		返回

图 61 外部存储页面

超过 5 个文件 PRE 将按每页 5 个分页显示，“上页”、“下页”一次更换 5 个文件，“方向键”逐次——移动并选中文件，“读取”载入选中文件数据至章节中“波形类型”下“自定义”波形。“返回”退回“波形数据页面”。

外部存储设备可通过 USB 接口导入 PRE 的波形数据，该数据由 4096 数据点组成，波形可读取至“波形数据”下的“自定义波形”以供用户使用，如图 62 示。

稳态参数	输出设置	保护设置	波形数据	校 准	2021-02-07 09:05:23	确认
自定义波形						
USER01	USER02	USER03	USER04	USER05	USER06	
USER07	USER08	USER09	USER10	USER11	USER12	
USER13	USER14	USER15	USER16	USER17	USER18	
USER19	USER20	USER21	USER22	USER23	USER24	
USER25	USER26	USER27	USER28	USER29	USER30	
待机	断开	本地	三相联动	正弦波		返回

图 62 外部波形存储页面

7.2.5 校准页面

输出和测量的校准是通过同一程序进行的，因此不需要分别校准。PRE 出厂时已使用高精度仪器进行了校准，为保证仪器精度，建议每年进行一次校准。为防止校准参数被无意改动，校准页面需要输入“1996”密码才能进入。解锁校准页面如图 63 示。

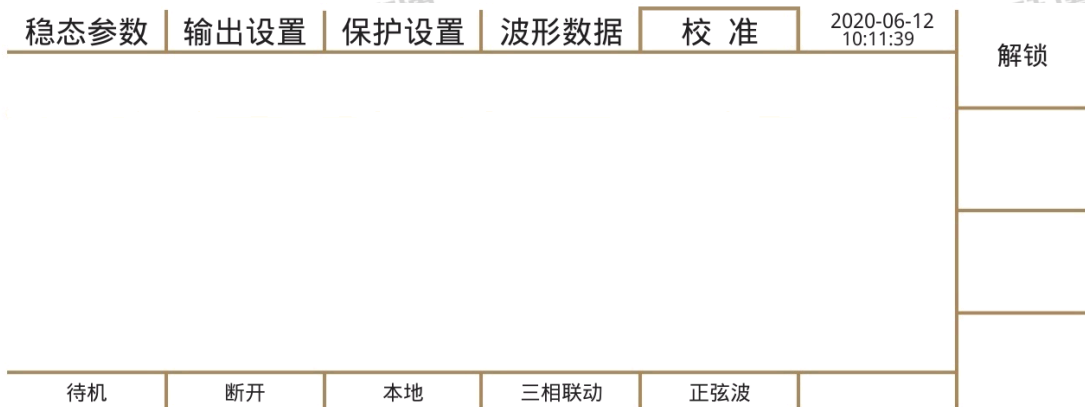


图 63 解锁校准页面

校准包括电压和电流，校准程序需要在三相模式下执行，共有 12 个校准参量。校准页

面如图 64 示。

稳态参数	输出设置		保护设置	波形数据	校 准		2020-06-12 10:33:20	校准电压 零偏
Urms(V)	0.00	0.00	0.00	Irms(A)	0.00	0.00	0.00	
电压增益	0.0000	0.0000	0.0000	电流增益	0.0000	0.0000	0.0000	校准电流 零偏
电压零偏	0.0000	0.0000	0.0000	电流零偏	0.0000	0.0000	0.0000	
								复位校准 参数
								存储校准 参数
待机	断开	本地	三相联动	正弦波				

图 64 校准页面

7.2.5.1 校准电压零偏

待机状态下，短接输出 A、B、C、Na、Nb、Nc，如图 65 示。

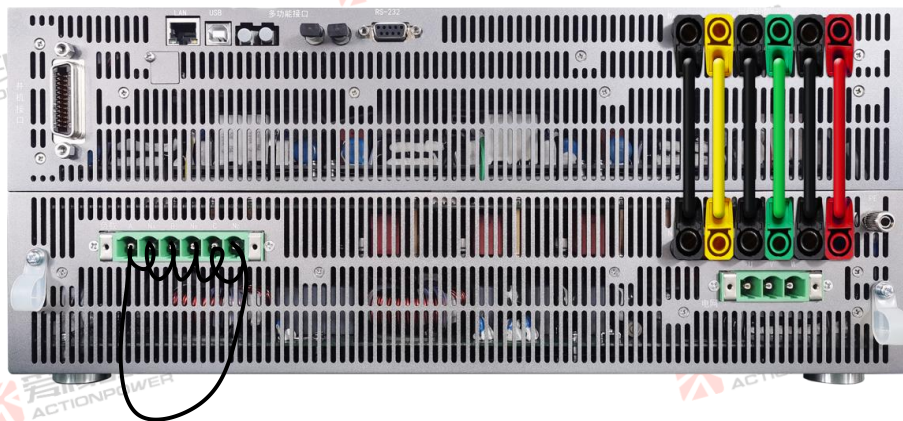


图 65 校准电压零偏接线示意图

在图 64 页面中按下“校准电压零偏”；在图 64 页面中按下“存储校准参数”，即完成校准电压零偏。

7.2.5.2 校准电压增益

拆除图 64 短接线，设定输出预期数值，接入至少 $5\frac{1}{2}$ 位精度电压表，设定 AC 或 DC 档位。分别计算各相电压表显示值与 PRE 显示值比值，填入图 64 所示“电压增益”栏中数值并按下“存储校准参数”，即完成校准电压增益。

PRE 设计了标准仪器接口，可使用标准测试线缆连接。操作方式见图 66。推荐使用 KEITHLEY、FLUKE、KEYSIGHT 等品牌仪器。

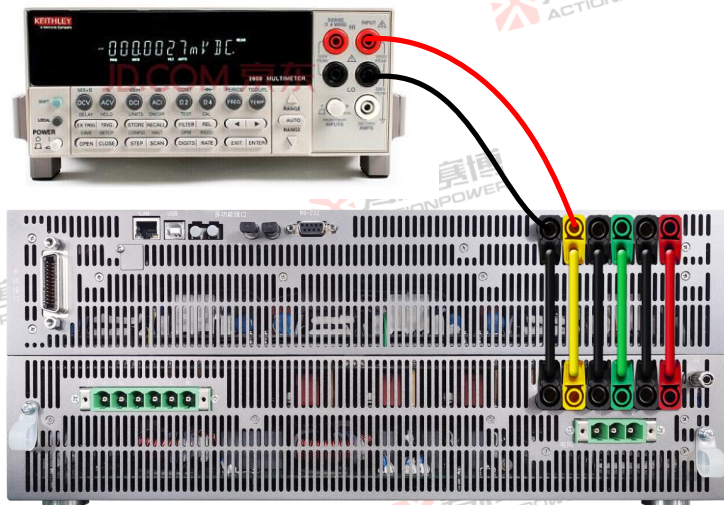


图 66 校准电压增益接线示意图

7.2.5.3 校准电流零偏

同 7.2.5 章节，在图 64 页面中按下“校准电流零偏”；在图 64 页面中按下“存储校准参数”，即完成校准电流零偏。

7.2.5.4 校准电流增益

与电压增益校准方法相似，匹配合适的负载后，接入至少4 $1/2$ 位精度电流表，设定 DC 档位。设定直流耦合方式后，调节输出电压，分别计算各相电流表显示值与 PRE 显示值之比，填入图 64 所示“电压增益”栏中数值并按下“存储校准参数”，即完成校准电流增益。

7.3 编程

编程页面有 7 个二级页面。页面区域功能分布与“测量”页面相似。“暂态 List”、“暂态 Pulse”、“暂态 Step”、“谐波”、“间谐波”页面下可设置相关的编程数据，“编程数据”页面下可从内部或外部读取编程数据，“触发设置”页面可设置与编程相关的触发参数。

7.3.1 暂态 List 页面

暂态 List 编程支持多达 100 组序列，序列之间可组合形成新的序列组，包含反映暂态 List 编程特性的全部变量，见图 67，图 68。

暂态 List	谐波	间谐波	编程数据	触发设置	2021-02-25 15:23:11			添加序列
当前序列	1	总序列	1	执行序列	—	执行循环	—	
波形类型	交流(V)	直流(V)	相位(°)	百分比	变化(s)	保持(s)	频率(Hz)	删除序列
1-正弦波	220.00	—	0.0	—	1.0000	1.0000	50.00	
1-正弦波	220.00	—	240.0	—	序列组合	重复次数	相角(°)	更多设置
1-正弦波	220.00	—	120.0	—	0	0	—	
待机	断开	本地	三相联动	正弦波				开始

图 67 暂态 List 页面

暂态 List	谐 波	间谐波	编程数据	触发设置	2020-05-18 20:28:54
循环次数	1				
有效值模式	自动	使能	禁止		
结束状态	保持	退出			
					返回
待机	断开	本地	三相联动	正弦波	

图 68 暂态 List 页面-更多设置

各参数含义如下：

当前序列：当前显示数据在暂态 List 总序列数中的序列号，范围为 1~100。

总序列：暂态 List 总序列数，范围为 1~100。

执行序列：暂态 List 运行时，正在执行的序列号。

执行循环：暂态 List 运行时，正在循环的次数。

波形类型：当前序列各相的波形类型。交流耦合下仅可选择正弦波；交直流耦合下可选择其它波形。

交流(V)：当前序列各相的交流电压目标值。其范围受当前序列中“频率(Hz)”的限制，如表 18 所示。

表 18 交流(V)与工作频率范围关系表

工作频率范围	交流(V)范围
15.00 Hz - 70.00 Hz	0.00V~450.00V
70.00 Hz - 2000.00 Hz	0.00V~300.00V

直流(V)：当前序列各相的直流电压目标值，范围-636.00VDC~636.00VDC。

相位($^{\circ}$)：当前序列各相的相对相位目标值。

百分比：仅“三角波”、“方波”或“削波”时可设，“三角波”、“方波”范围为 0.0%~100.0%，“削波”范围为 0.0%~50.0%。

变化(s)：稳态或上一序列变化到当前序列交流电压目标值、直流电压目标值、频率的时

间目标值，范围 $0.0\text{ s} \sim 999.9999\text{ s}$ 。

保持(s)：当前序列持续的时间目标值，范围 $0.0\text{ s} \sim 999.9999\text{ s}$ 。

频率(Hz)：当前序列频率目标值，范围 $15.00\text{ Hz} \sim 2000.00\text{ Hz}$ 。

序列组合：当前序列向上序列组合的个数，默认为 0，范围为 0~99。

重复次数：当前序列组合重复的次数，默认为 0，范围为 0~9999。

相角($^{\circ}$)：当前序列起始的绝对相位角，使能后可设置数值，默认禁止。相角、时间是描述同一波形时不同的维度，二者是可相互转化的，相角与上一个序列保持时间值冲突时设备按相角优先变化。

添加序列：当前序列向后插入一组新序列，除序列组合值、重复次数默认为 0，相角默认禁止外，其余初值当前序列值相同。

删除序列：删除当前序列。

更多设置：切换到编程数据-更多设置页面。

开始：电源输出后，按下开始快捷键，暂态 List 便可运行。

退出：退出暂态 List 编程。

循环次数：暂态 List 总循环次数，范围为 0~1000（0 表示无限循环）。

有效值模式：暂态 List 过程中输出电压有效值的设置，详细信息见表 19。

表 19 有效值模式说明表

有效值模式	说明
自动	波形类型为正弦波、削波或自定义波形中的 30 种内置谐波时，有效值控制有效，其它波形无效
使能	所有波形有效值控制有效
禁止	所有波形有效值控制无效

结束状态：暂态 List 结束后设备状态选择。“保持”维持最后序列输出状态；“退出”结束后回至稳态状态。

7.3.2 暂态 Pulse 页面

暂态 Pulse 编程包含脉冲和基波两种模式，包含反映暂态 Pulse 编程特性的全部变量，见图 69，图 70，图 71。

暂态 Pulse							2021-02-07 09:57:17	
执行循环								
	波形选择	交流(V)	直流(V)	相位(°)	百分比	相角(°)		
基波	1-正弦波	200.00	100.00	0.0	---	0.0		
脉冲	1-正弦波	74.00	0.00	359.9	---	频率(Hz)	更多设置	
	1-正弦波	124.00	100.00	0.0	---	60.00		
待机 接通 本地 三相独立 正弦波							开始	

图 69 暂态 Pulse-基波页面

暂态 Pulse		谐波	间谐波	编程数据	触发设置	2021-03-02 10:35:32	
执行循环							
	波形选择	交流(V)	直流(V)	相角(°)	百分比	周期(s)	脉宽(s)
基波	1-正弦波	100.00	0.00	240.0	——	2.0000	1.0000
脉冲	1-正弦波	30.00	-200.00	120.0	——	频率(Hz)	
	1-正弦波	120.00	0.00	0.0	——	60.00	
更多设置							
开始							
待机	断开	本地	三相独立	正弦波			

图 70 暂态 Pulse-脉冲页面

暂态 Pulse	谐波	间谐波	编程数据	触发设置	2020-05-18 20:28:54
循环次数	1				
有效值模式	自动	使能	禁止		
结束状态	保持	退出			
					返回
待机	断开	本地	三相联动	正弦波	

图 71 暂态 Pulse 页面-更多设置

各参数含义如下：

波形选择：当前模式界面下各相的波形类型。交流耦合下仅可选择正弦波；交直流耦合下可选择其它波形。

交流(V)：当前模式界面下各相的交流电压目标值。其范围受当前序列中“频率(Hz)”的限制，如表 20 所示。

表 20 交流(V)与工作频率范围关系表

工作频率范围	交流(V)范围
15.00 Hz - 70.00 Hz	0.00V~450.00V
70.00 Hz - 2000.00 Hz	0.00V~300.00V

直流(V)：当前模式界面下各相的直流电压目标值，范围-636.00VDC~636.00VDC。

相位($^{\circ}$)：当前模式界面下各相的交流相位目标值。

百分比：仅“三角波”、“方波”或“削波”时可设，“三角波”、“方波”范围为 0.0%~100.0%，
“削波”范围为 0.0%~50.0%。

周期(s)：“脉冲”和“基波”模式执行时间总和的目标值，范围 0.0001 s~999.9999 s。

脉宽(s)：“脉冲”模式持续时间的目标值，范围 0.0 s~999.9999 s。

相角($^{\circ}$)：“基波”模式起始相位角。

频率(Hz)：当前模式界面下频率的目标值，范围 15.00 Hz~2000.00 Hz。

更多设置：切换到编程数据-更多设置页面。

开始：电源输出后，按下开始快捷键，暂态 Pulse 便可运行。

退出：退出暂态 Pulse 编程。

循环次数：暂态 Pulse 总循环次数，范围为 0~1000（0 表示无限循环）。

有效值模式：暂态 Pulse 过程中输出电压有效值的设置，详细信息见表 21。

表 21 有效值模式说明表

有效值模式	说明
自动	波形类型为正弦波、削波或自定义波形中的 30 种内置谐波时，有效值控制有效，其它波形无效
使能	所有波形有效值控制有效
禁止	所有波形有效值控制无效

结束状态：暂态 Pulse 结束后设备状态选择。“保持”维持最后序列输出状态；“退出”结束后回至稳态状态。

7.3.3 暂态 Step 页面

暂态 Step 编程可实现交流、直流、频率随设定规律变化波形输出，包含反映暂态 Step 编程特性的全部变量，见图 72，图 73，图 74。

暂态 Step		谐 波		间谐波	编程数据	触发设置	2021-02-07 10:12:23	
执行循环								——
	起始(V)	结束(V)	增量(V)	波形选择	相位(°)	百分比	相角(°)	
交流	220.00	50.00	50.00	2-方波	0.0	50.00	0.0	
直流	220.00	220.00	0.00	1-正弦波	240.0	——	时间(s)	
频率	220.00	220.00	0.00	1-正弦波	120.0	——	10.0000	
								更多设置
								开始
待机	断开	本地	三相独立	正弦波				

图 72 暂态 Step-交流页面

暂态 Step		谐 波		间谐波	编程数据	触发设置	2021-03-02 10:40:19	
执行循环								——
		起始(V)	结束(V)	增量(V)	波形选择	相位(°)	百分比	相角(°)
交流		0.00	100.00	30.00	1-正弦波	0.0	——	0.0
直流		0.00	0.00	0.00	1-正弦波	240.0	——	时间(s)
频率		0.00	0.00	0.00	1-正弦波	120.0	——	1.0000
								更多设置
								开始
待机		断开		本地		三相独立		正弦波

图 73 暂态 Step-直流页面

暂态 Step	谐波	间谐波	编程数据	触发设置	2021-03-02 10:44:33		
执行循环 ——							
	起始(Hz)	结束(Hz)	增量(Hz)	波形选择	相位(°)	百分比	相角(°)
交流	50.00	50.00	0.00	1-正弦波	0.0	——	0.0
直流				1-正弦波	240.0	——	时间(s)
频率				1-正弦波	120.0	——	2.0000
						更多设置	
						开始	
待机	断开	本地	三相独立	正弦波			

图 74 暂态 Step-频率页面

各参数含义如下：

交流页面下的参数：

波形选择：当前模式界面下各相的波形类型。交流耦合下仅可选择正弦波；交直流耦合下可选择其它波形。

相位(°)：当前模式界面下各相的交流相对相位目标值。

百分比：仅“三角波”、“方波”或“削波”时可设，“三角波”、“方波”范围为 0.0%~100.0%，“削波”范围为 0.0%~50.0%。

相角($^{\circ}$)：交流电压执行的起始绝对相位角目标值。

时间(s)：交流电压执行时间的目标值。

起始(V)：交流电压执行的起始目标值。

结束(V)：交流电压执行的结束目标值。

增量(V)：交流电压执行的增量目标值。

直流页面下的参数：

起始(V)：直流电压执行的起始目标值。

结束(V)：直流电压执行的结束目标值。

增量(V)：直流电压执行的增量目标值。

频率页面下的参数：

起始(Hz)：交流电压频率执行的起始目标值。

结束(Hz)：交流电压频率执行的结束目标值。

增量(Hz)：交流电压频率执行的增量目标值。

更多设置：切换到编程数据-更多设置页面。

开始：电源输出后，按下开始快捷键，暂态 Step 便可运行。

退出：退出暂态 Step 编程。

循环次数：暂态 Step 总循环次数，范围为 0~1000（0 表示无限循环）。

有效值模式：暂态 Step 过程中输出电压有效值的设置，详细信息见表 21。

结束状态：暂态 Pulse 结束后设备状态选择。“保持”暂态 Pulse 结束时保持最后的输出状态；“退出”结束后回至稳态状态。

7.3.4 谐波页面

PRE 可输出 100 次谐波，每页可设置 10 组谐波数据，见图 75。

暂态 Step		谐 波	间谐波	编程数据	触发设置	2021-03-02 11:42:21	预览
	阶次	含量(%)	相位(°)	阶次	含量(%)	相位(°)	
Φ1	2	0.00	0.0	7	0.00	0.0	全部清零
Φ2	3	20.00	0.0	8	0.00	0.0	
Φ3	4	22.00	0.0	9	0.00	0.0	存储至
	5	0.00	0.0	10	0.00	0.0	
	6	0.00	0.0	11	0.00	0.0	开始
待机	断开	本地	三相独立	正弦波			

图 75 谐波页面

各参数含义如下：

含量(%)：对应阶次谐波含量，范围为 0.00%~40.00%，总谐波含量上限为 50.00%。

相位(°)：对应阶次相位，范围为 0.0° ~359.9°。

根据工作频率的不同，可设的谐波次数不同，见表 22。

表 22 工作频率与可设谐波次数的关系

工作频率范围	谐波次数
40.00 Hz - 70.00 Hz	2~100 次
70.00 Hz - 400.00 Hz	2~25 次

预览：设置好谐波参数后，可预览实际的输出波形。

全部清零：各次谐波含量和相位数据置零。

存储至：当前设置的谐波参数可存储至自定义波形，如图 76 所示。

暂态 Step	谐 波	间谐波	编程数据	触发设置	2021-02-07 10:57:45	确认
自定义波形						
USER01	USER02	USER03	USER04	USER05	USER06	
USER07	USER08	USER09	USER10	USER11	USER12	
USER13	USER14	USER15	USER16	USER17	USER18	
USER19	USER20	USER21	USER22	USER23	USER24	
USER25	USER26	USER27	USER28	USER29	USER30	
待机	断开	本地	三相联动	正弦波		返回

图 76 谐波存储界面

开始：电源输出后，按下“开始”快捷键，开始输出谐波。

更新：谐波编程开始运行后，修改谐波数据，按下“更新”快捷键，谐波输出不中断。

退出：退出谐波编程。

7.3.5 间谐波页面

间谐波支持多达 100 组序列，每组序列 6 个参数，1 个公共参数，见图 77，图 78。

暂态 Step	谐 波	间谐波	编程数据	触发设置	2021-02-25 15:35:33		添加序列 删除序列 更多设置 开始
序列	含量(%)	起始(Hz)	结束(Hz)	步长(Hz)	执行(s)	间隔(s)	
1	0.00	15.00	400.00	5.00	5.0000	1.0000	
待机	断开	本地	三相联动	正弦波			

图 77 间谐波页面

暂态 Step	谐波	间谐波	编程数据	触发设置	2021-02-07 09:10:15
循环次数	1				
					返回
待机	断开	本地	三相独立	正弦波	

图 78 间谐波页面-更多设置

每组序列中各参数定义如下：

含量(%)：间谐波含量目标值。

起始(Hz)：间谐波执行的起始频率目标值。

结束(Hz)：间谐波执行的结束频率目标值。

步长(Hz)：间谐波执行的增量步长频率目标值。

执行(s)：单步执行的时间目标值。

间隔(s)：相邻两步间谐波频率之间稳态运行时间间隔目标值。

循环次数：已设置间谐波序列的循环次数，范围为 0~1000（0 表示无限循环）。

7.3.6 编程数据页面

PRE 系列电源内置了“暂态 List”、“暂态 Pulse”、“暂态 Step”、“谐波”、“间谐波”五类数据区，“读取”可将数据读取至对应的操作页面调用使用，“存储”将对应页面当前数据存储在指定数据区，以方便后续直接调用。

暂态 List 数据区支持 10 组数据存取。

暂态 Step	谐 波	间谐波	编程数据	触发设置	2021-02-07 15:36:16	存储
数据列表						读取
暂态List	List01	List02	List03	List04	List05	
暂态Pulse	List06	List07	List08	List09	List10	
暂态Step						
谐波						
间谐波						
运行	接通	本地	三相联动	正弦波		外部存储

图 79 编程数据-暂态 List 数据列表

暂态 Pulse 数据区支持 10 组数据存取。

暂态 Step		谐 波	间谐波	编程数据	触发设置	2021-02-07 15:34:00	存储
---------	--	-----	-----	------	------	------------------------	--

图 80 编程数据-暂态 Pulse 数据列表

暂态 Step 数据区支持 10 组数据存取。

暂态 Step	谐波	间谐波	编程数据	触发设置	2021-02-07 15:31:16	存储
数据列表						读取
暂态List	Step01	Step02	Step03	Step04	Step05	
暂态 Pulse	Step06	Step07	Step08	Step09	Step10	
暂态Step						
谐波						外部存储
间谐波						
运行	接通	本地	三相联动	正弦波		

图 81 编程数据-暂态 Step 数据列表

谐波数据区支持 10 组数据存取。

暂态 Step	谐 波	间谐波	编程数据	触发设置	2021-02-07 15:28:16	
	数据列表					存储
暂态List	Harm01	Harm02	Harm03	Harm04	Harm05	读取
暂态 Pulse	Harm06	Harm07	Harm08	Harm09	Harm10	
暂态Step						内置谐波
谐波						外部存储
间谐波						
运行	接通	本地	三相联动	正弦波		

图 82 编程数据-谐波数据列表

PRE 内置了 30 组典型谐波，可将数据读取至谐波页面运行，谐波含量与波形见附录 1-内置谐波示例。

间谐波数据区支持 5 组数据存取。

暂态 Step	谐波	间谐波	编程数据	触发设置	2021-02-07 15:20:50	存储
	数据列表					
暂态List	IHarm01	IHarm02	IHarm03	IHarm04	IHarm05	读取
暂态 Pulse						
暂态Step						
谐波						
间谐波						外部存储
运行	接通	本地	三相联动	正弦波		

图 83 编程数据-间谐波数据列表

外部有存储设备时，外部存储页面见图 84，可选择不同的数据读取至对应页面。

暂态 Step	谐 波	间谐波	编程数据	触发设置	2021-02-07 15:48:54	
文件列表	文件名称		日期			上页
1	PRE-波形1		2021-02-07 11:30:20			
2	PRE-波形2		2021-02-07 11:40:20			下页
3	PRE-波形3		2021-02-07 11:45:20			读取
						返回
运行	接通	本地	三相联动	正弦波	检测断线	

图 84 编程数据-外部存储-暂态

超过 5 个文件 PRE 将按每页 5 个分页显示，“上页”、“下页”一次更换 5 个文件，“方向键”逐次一一移动并选中文件，“读取”载入选中文件数据至对应页面，“返回”退回“编程数据页面”。

7.3.7 触发设置页面

触发设置共 5 个项目，13 个参数，分别包含了触发源、触发输入、触发输出的所有模式，见图 85。

暂态 Step	谐波	间谐波	编程数据	触发设置	2021-02-07 09:39:17
暂态触发输出	单步	单循环	单次		
谐波触发输出	基波	单次			
间谐波触发输出	单步	单循环	基波	单次	
触发输入	自动	单步			
触发源	本地软件	外部硬件			
待机	断开	本地	三相联动	正弦波	

图 85 触发设置页面

暂态触发输出：

“单步”指序列开始时输出一个 50 μ s 宽度的脉冲；

“单循环”指循环开始时输出一个 50 μ s 宽度的脉冲；

“单次”指仅第一序列开始时输出一个 50 μ s 宽度的脉冲。

谐波触发输出：

“基波”指每基波周期输出一个 50 μ s 宽度的脉冲；

“单次”指谐波运行开始时输出一个 50 μ s 宽度的脉冲。

间谐波触发输出：

各项描述与以上两项相同。

触发输入：

“自动”触发后运行至结束，需要至少 50 μ s 宽度的脉冲；

“单步”每序列需要触发指令运行，需要至少 50 μ s 宽度的脉冲。

触发源：

“本地软件”指本机操作与通讯操作；

“外部硬件”指表 1 中“触发终端”。

7.4 系统

系统页面有 5 个二级页面。页面区域功能分布与“测量”页面相似。可配置通讯、参数、查询系统信息等。

7.4.1 通讯设置页面

通讯设置页面共 8 个项目，24 个参数，用以配置与通讯相关的设置变量。

通讯接口选择“RS232”后，见图 86。

通讯设置	参数存取	扩展设置	本地设置	系统信息	2020-06-22 09:59:07
控制方式	本地	远程			
通讯接口	RS-232	LAN	USB		
波特率	9600	19200	38400	57600	115200
设备地址	1				
待机	断开	本地	三相联动	正弦波	

图 86 通讯设置-RS232

控制方式：

“本地”指本地本机操作，通讯可查询；

“远程”指通讯操作，“本地”可查看“测量面面”数据。

通讯接口：RS-232, LAN, USB, 均为支持标准 SCPI 协议，详细指令参考远端控制章节。

波特率：RS-232 通信波特率，仅可选择已有的参量。

设备地址：RS-232 通信地址。

通讯接口选择“LAN”后，见图 87。各参量遵从 IPV4 标准及要求。

图 87 通讯设置-LAN

通讯设置	参数存取	扩展设置	本地设置	系统信息	2020-05-18 20:32:34	本地
控制方式	本地	远程				
通讯接口	RS-232	LAN	USB			远程
IP地址	192	168	2	1		
子网掩码	255	255	255	0		
默认网关	192	168	1	1		
端口号	8080					
待机	断开	本地	三相联动	正弦波		

通信接口选择“USB”后，见图 88。

通讯设置	参数存取	扩展设置	本地设置	系统信息	2020-06-22 10:12:47	本地
控制方式	本地	远程				
通讯接口	RS-232	LAN	USB			远程
待机	断开	本地	三相联动	正弦波		

图 88 通讯设置-USB

7.4.2 参数存取页面

参数存取页面共 2 个项目，14 个参数，包含系统参数和通讯参数两类，见图 89。

通讯设置	参数存取	扩展设置	本地设置	系统信息	2020-06-23 10:54:42	存储	
系统参数							
默认参数	参数1	参数2	参数3	参数4			读取
参数5	参数6	参数7	参数8	参数9			
通讯参数						恢复系统 参数	
默认参数	参数1	参数2	参数3				
待机	断开	本地	三相联动	正弦波		恢复所有 参数	

图 89 参数存取页面

系统参数：除“通讯设置”、“本地设置”页面外的其它页面可见参数。

默认参数（系统参数）：电源上电后执行的系统参数。

参数 1~9（系统参数）：可操作的 9 组系统参数。

通讯参数：通讯设置页面的所有参数。

默认参数（通讯参数）：电源上电后执行的通讯参数。

参数 1~3（通讯参数）：可操作的 3 组通讯参数。

恢复系统参数：将系统参数恢复为出厂设置参数。

恢复所有参数：将系统参数和通讯参数均恢复为出厂设置参数。

7.4.3 扩展设置页面

扩展设置页面共 2 个项目，4 个参数，见图 90。专为匹配 PLC（可编程逻辑控制器）使用，详见

型号	配件名称	数量/单位	品牌
PRE1530S	并机电缆 10833D	1/根	 KEYSIGHT TECHNOLOGIES Authorized Distributor
PRE1531-PRE1539	输出短接铜排	2/个	 爱科赛博 ACTIONPOWER

远程控制扩展接口 3.7 章节。

急停控制：控制后面板急停功能使能或失能。急停使能后，电源无输出。

电源输出控制：控制电源自动或手动开机，默认手动开机。设置成“自动”模式后，当接通外部输入，且交流断路器上拉至“ON”后，电源可实现自动开机。

通讯设置	参数存取	扩展设置	本地设置	系统信息	2021-02-05 13:27:50
急停控制	使能	禁止			
电源输出控制	手动	自动			
待机	断开	本地	三相独立	正弦波	

图 90 扩展设置页面

7.4.4 本地设置页面

本地设置页面共 5 个项目，20 个参数，见图 91。用以配置按键背光、显示屏亮度、按键提示音、实时时钟参量。

通讯设置	参数存取	扩展设置	本地设置	系统信息	2020-06-12 09:37:50	
按键背光	开启	关闭				开启
背光亮度	1	2	3	4	5	
提示音	开启	关闭				关闭
屏幕亮度	1	2	3	4	5	
时间设置	2020	年	6	月	12	日
	9	时	15	分	5	秒
待机	断开	本地	三相联动	正弦波		恢复本地 设置

图 91 本地设置页面

按键背光：控制电源前面板键盘背光开启或关闭，默认开启。

背光亮度：按键背光开启后，默认 3 级。

按键音：控制按键提示音开启或关闭，默认关闭。

显示屏亮度：调节显示屏背光亮度，默认 3 级。

时间设置：可通过数字键设置时间。

7.4.5 系统信息页面

系统信息页面共 3 个项目, 包含电源的设备型号、设备版本、序列号等信息, 以 PRE1530M 电源为例, 见图 92。

通讯设置	参数存取	扩展设置	本地设置	系统信息	2021-02-05 13:22:47
设备型号	PRE1530		设备版本	V01.01.01.01	
序列号	M2002E0001				
待机	断开	本地	三相联动	正弦波	

图 92 系统信息页面

设备型号：规格描述见表 2。

8 后面板

PRE 后面板提供了简洁的、标准的接口，本章节介绍后面板布局及使用注意事项。

8.1 输入连接器



注意！

设备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。断开装置必须位于初级的适当位置，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。

输入连接器采用插拔式连接器仅接入三根火线，请严格按照以下要求连接并与丝印标识内容对应。

表 23 输入连接器连接数据限值表

硬导线截面积	6 mm ² ... 10 mm ²
柔性导线截面积，不带绝缘套管	6 mm ² ... 10 mm ²
柔性导线横截面，带绝缘套管	6 mm ² ... 10 mm ²
剥线长度	12 mm
导线压接扭矩	1.7 Nm ... 1.8 Nm
法兰锁定扭矩	0.3 Nm
丝印标识：U	接火线 1
丝印标识：V	接火线 2
丝印标识：W	接火线 3

注：

请始终参考第 2 章节“安全规则”、“安全信息”、“安全注意事项”和第 5.4-5.5 章节“交流输入连接”、“接地要求”。

8.2 输出连接器



注意！

危险输出：产品输出为危险电压水平。输出与交流输入电源有电气基本隔离。因此，必须始终将输出视为危险。在所有情况下，当交流输入接入设备时，操作人员在连接或断开输出端子接线之前，务必断开电源输入。

注：

在连接负载前请始终参考第 2 章节“安全规则”、“安全信息”、“安全注意事项”和第 5.13 章节“负载连接”。

8.2.1 电缆尺寸

在进行负载连接时，主要考虑线缆压降及发热。请严格按照以下要求连接并与丝印标识内容对应。

表 24 输出连接器连接数据限值表

硬导线截面积	6 mm ² ... 10 mm ²
柔性导线截面积，不带绝缘套管	6 mm ² ... 10 mm ²
柔性导线横截面，带绝缘套管	6 mm ² ... 10 mm ²
剥线长度	12 mm
导线压接扭矩	1.7 Nm ... 1.8 Nm
法兰锁定扭矩	0.3 Nm
丝印标识：A	接火线 1
丝印标识：Na	接零线 1
丝印标识：B	接火线 2
丝印标识：Nb	接零线 2
丝印标识：C	接火线 3
丝印标识：Nc	接零线 3

8.2.2 连接步骤

将任何负载接入 PRE 或更换被测设备时请务必按照以下步骤操作。

- 1 务必确保电源开关外部交流开关处于关闭状态；
- 2 检查被测设备的输出是否关闭；

注 1：即使被测设备已关闭，其仍然可能带电，如并网逆变器、回馈型的供电系统、储能设备等。

注 2：当被测设备内部有电池等储能元件时，建议使用合适的断路器或隔离开关，使 PRE 可以从这些设备上物理断开以便于操作。

- 3 将负载电缆接到后面板输出端子或通过连接负载接到输出端子上。
- 4 按表 24 检查相关项目。

8.3 接地端子

见 5.5 章节“接地要求”。

8.4 线缆固定



注意！

单机使用时必需使用“输入线缆夹”与“输出线缆夹”将输入、输出电缆固定至后面板，防止移动或拖拽时电缆端子受力损坏。

8.5 远端补偿接口



注意！

危险输出：产品输出为危险电压水平。输出与交流输入电源有电气基本隔离。因此，必

须始终将输出视为危险。远端补偿电缆也要认为是危险的，禁止带电操作。操作人员在连接或断开远端补偿接线之前，务必断开电源输入。

不启用远端补偿功能时按图 93 所示连接。



图 93 补偿线缆连接顺序及色标

启用远端补偿功能时按 5.14 章节内容操作。

8.6 多功能接口

多功能接口将光、电、节点信号、通讯总线等经转换后接入 PRE 设备，同步触发系统接口也由此引入。

8.6.1 触发终端

PRE 标配了独立的触发终端，触发终端与 PRE 完全电气隔离，有效保障使用可靠性与安全性。触发电平为标准 TTL 电平，物理接口设计为标准 BNC 插接件，可与各类示波器、信号源等直接对接。触发终端前面板如图 94 所示。

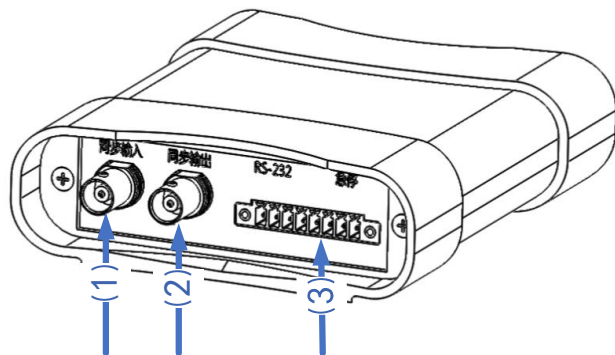


图 94 触发终端前面板功能划分

功能定义：

- (1)：同步输入 BNC 接口，同步触发脉冲信号输入
- (2)：同步输出 BNC 接口，同步触发脉冲信号输出
- (3)：RS232 信号，急停信号

触发终端后面板如图 95 所示。

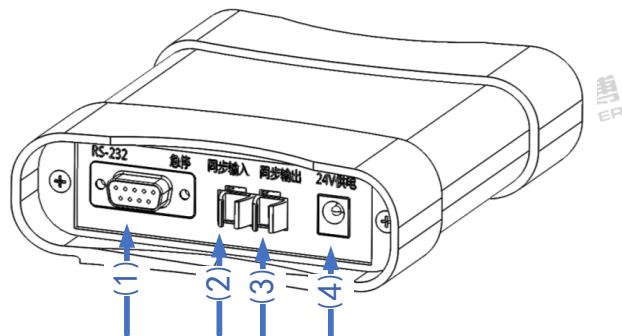


图 95 触发终端后面板功能划分

功能定义：

- (1)：与 PRE 后面板 RS232 接口连接；
- (2)：与 PRE 后面板多功能接口输出光纤接口连接；
- (3)：与 PRE 后面板多功能接口输入光纤接口连接；
- (4)：触发终端电源适配器接口。

8.7 并机接口



注意！

注意：并机接口为专用接口(图 96)，禁止连接 PRE 之外的设备，否则会造成 PRE 和连接的设备损坏！



图 96 并机接口位置图

9 远端控制

9.1 概述

PRE 采用 SCPI(Standard Commands for Programmable Instruments 可编程仪器标准指令) 远程控制。可选择 RS-232、LAN、USB 三者其一接口，推荐使用 LAN 接口。有关远程接口部分的设置可参考 7.4.1 节，SCPI 遵循 IEEE488.2 规范。

9.2 通信规约

指令及回应信息均以 ASCII 码传输，在新的指令传送之前，回应信息必须被完全读取，否则将失去保留的回应信息且会发生询问中断错误。建议命令间的延迟时间最小为 15ms，部分指令需要更长的时间。

9.2.1 常用符号

1 尖括号 <>

尖括号表示其中内容为命令参数，在使用时会用一个有效值来替换。例如<NR1>表示数字数据的特定形式，在使用时会用无小数点的数字来代替。

2 竖线 |

竖线用来分隔多个参数，使用命令时，每次只能选其中一个参数。

3 方括号 []

方括号表示其中的内容是可省略的关键字，不管关键字是否被省略，指令均会被执行。例如：[SOURce:]CHANnel?表示[SOURce:]可以省略。

4 大括号 {}

大括号表示其中的参数是多选一项。

5 终止符 <LF>

每条指令都要添加终止符<LF>，其对应的十六进制值为0x0A。

9.2.2 参数格式

远程控制输入指令和电源回应指令的格式有数字、布尔、字符串格式三种。

1. 数字格式

表 25 编程指令的数字格式

符号	描述	指令示例
NR1	数字没有小数点	123
NR2	数字有小数点	12.3
NR3	数字有小数点和指数	1.23E+2

2. 布尔格式

输入时布尔参数<Boolean>可用 ON|OFF 或者 0|1 表示。

响应时布尔参数<Boolean>仅用 0|1 表示。

3. 字符串格式

查询指令字符串回送，可能使用下列两种格式的其中一种。

<CRD>：回复字母数据，允许返回字母型字符串。

<AARD>：回复任意的 ASCII 数据。

9.2.3 SCPI 指令介绍

9.2.3.1 SCPI 指令类型

SCPI 有两种类型的指令，共同指令和仪器指令。

1 共同指令

共同指令通常与特定操作无关，用于控制 PRE 整体功能。常见命令都由一个三字母的助记符和一个星号组成：

*RST（复位指令）

*IDN?（仪器标识查询）

2 仪器指令

仪器指令执行特定的 PRE 功能。它们被组织成一个树形结构，顶部是“根”，包括多个子系统，每个子系统由一个根关键词和一个或数个层次关键字构成。SCPI 指令树详见 9.5 节。

9.2.3.2 SCPI 指令结构

SCPI 指令由一个或多个以终止符结尾的消息单元组成。终止符不是语法的一部分，其隐含在消息单元末尾。

如 84 所示，为某一复合指令的指令结构，下面对其进行详细说明。

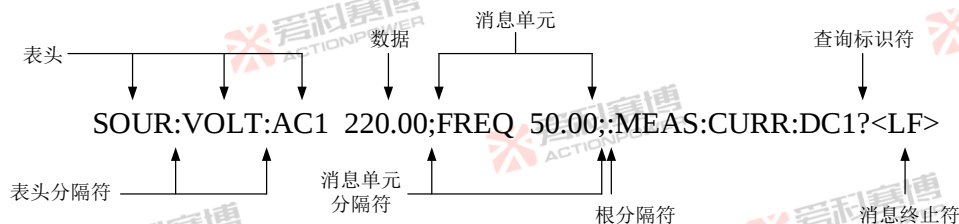


图 84 指令结构

1 表头

图中的表头有 SOUR, VOLT, AC1, FREQ, MEAS, CURR, DC1。

表头是 PRE 电源识别的指令。其可以是长格式也可以是短格式。

长格式 表头完全拼写，例如 VOLTAGE, MEASURE。

短格式 表头仅包含前三个或四个字母，例如 VOLT, MEAS。

SCPI 指令对大小写不敏感，可以全部采用大写或小写。但是如果需要缩写，必须输完指令格式中的所有大写字母，例如：

MEASure:TPOWer:ACTIve?

可缩写成：

MEAS:TPOW:ACTI?

MeaS:Tpow:ACTI?

Meas:tpow:acti?

简短的表头可加快程序执行速度。

如果命令具有多个表头，则必须使用冒号（表头分隔符）将它们分开

(SOUR:VOLT:AC1 220.00)，且表头和参数以 1 个“空格”分开。表头后面跟随多个参数，

参数之间用','分隔 (PROG:LIST:CONT 100,10,50) 。

2 查询标识符

如果指令结尾有问号 (查询标识符)，表示此命令为查询命令，执行后仪器会返回相应的应答信息 (MEAS:CURRE:DC1?) 。

3 消息单元分隔符

当两个或多个消息单元组合成一个复合消息时，请用分号分隔这些单元 (SOUR:VOLT:AC1 220.00;FREQ 50.00) 。

4 根分隔符

当冒号在消息单元的第一个表头之前时，其成为根分隔符，即为命令树的根节点。在以下示例中，请注意根分隔符和表头分隔符之间的区别：

MEAS:CURRE:DC1? 所有冒号均是表头分隔符

:MEAS:CURRE:DC1? 只有第一个冒号是根分隔符

MEAS:CURREN:DC1?;SOUR:VOLT:AC1 220.00 只有第三个冒号是根分隔符

不必在根级别命令前加上冒号，因为每个根级命令前都有一个隐含的冒号。

5 消息终止符

消息终止符通知 PRE 已到达消息末尾，其对应的十六进制值为 0x0A。在本手册的示例中，每个示例的末尾都有一个假定的消息终止符。

9.2.4 执行次序

PRE 以接收顺序来执行指令，未按照顺序发送可能会出现不可预知问题。

9.3 共同指令

PRE 中可用的共同指令如表 26 所示。

表 26 可用的共同指令

命令	功能描述
*IDN?	仪器标识查询 (Identification Query)
*RST	复位 (Reset Command)

命令	功能描述
*TRG	触发指令 (Trigger to Sequencer)
ABORt	停止触发操作 (Stop triggered action)

以下详细描述各共同指令。

指令格式 *IDN?

指令描述 查询 PRE 的“品牌”，“设备型号”，“序列号”和“设备版本”信息。
有关这些信息的具体描述，参考 7.4.5 章节。

返回数据格式 <AARD>

指令示例 *IDN?
ACTIONPOWER,PRE1530,M1091L0001,V01.01.01.01

指令格式 *RST

指令描述 复位 PRE 到出厂状态，系统参数恢复出厂默认值，系统参数的

指令示例

*RST

指令格式

*TRG

指令描述

暂态、谐波、间谐波编程触发执行指令。同一时刻下仅能执行一种编程，若要触发另一种编程，请结束当前编程。

指令示例

*TRG

指令格式

ABORT

指令描述

暂态、谐波、间谐波编程停止指令。在暂态编程时，编程触发执行指令和停止试验指令之间至少间隔 2S，确保暂态编程正常执行后才能停止。触发执行指令和停止试验指令需成对使用。

指令示例 ABOR

9.4 仪器指令

PRE 系列电源可用的子系统指令如表 27 所示。

表 27 可用的 SCPI 子系统指令

子系统指令	描述
MEASure	此类指令用于测量电源的电压、电流、功率、频率、相位、谐波和其他测量参数。
SOURce	此类指令用于设置电源的设置参数，包含电源参数、电压参数、保护参数、自定义波形设置等。
PROGram	此类指令用于设置和查询电源的暂态、谐波、间谐波编程参数。
SYSTem	此类指令执行相应的系统命令，包含电源复位及错误信息查询。
STATus	此类指令用于查询电源操作及故障状态。
OUTPut	此指令用于控制电源输出。
TRIGger	此类指令用于设置电源的触发源、触发输入及编程触发输出模式。
INITiate	此类指令用于使能暂态、谐波及间谐波编程。

9.4.1 测量指令

测量指令用于查询并返回电源运行参数值。测量指令由电压、频率、相位、谐波、其他

测量指令组成。

9.4.1.1 电压测量指令

指令格式

MEASure:VOLTage:ACDC#?

指令描述

返回选中相#的电压有效值（单位：V）。

电源输出相数为三相时，#=1 表示 A 相，#=2 表示 B 相，#=3 表示 C 相。

电源输出相数为单相时，#=1 表示单相，#=2，#=3 返回值无效。

返回数据格式

<nr2>

指令示例

MEAS:VOLT:ACDC1?

220.00

指令格式 MEASure:VOLTage:DC#?

指令描述 返回选中相#的电压直流分量（单位：V）。

电源耦合方式为直流或交直流时，若输出相数为三相，#=1 表示 A 相，#=2 表示 B 相，#=3 表示 C 相；若输出相数为单相，#=1 表示单相，#=2，#=3 返回值无效。

电源耦合方式为交流时，三相返回值均无效。

返回数据格式 <nr2>

指令示例 MEAS:VOLT:DC1?

2.25

指令格式 MEASure:VOLTage:AC#?

指令描述 返回选中相#的电压交流分量（单位：V）。

电源耦合方式为交流或交直流时，若输出相数为三相，#=1 表示 A 相，#=2 表示 B 相，#=3 表示 C 相；若输出相数为单相，#=1 表示单相，#=2，#=3 返回值无效。

电源耦合方式为直流时，三相返回值均无效。

返回数据格式

<nr2>

指令示例

MEAS:VOLT:AC1?

220.00

指令格式

MEASure:VOLTage:VLL#?

指令描述

返回选中相#的线电压有效值（单位：V）。

电源输出相数为三相时，# = 1 表示 U_{ab} ，# = 2 表示 U_{bc} ，# = 3 表示 U_{ca} 。

电源输出相数为单相时，三相返回值均无效。

返回数据格式 <nr2>

指令示例 MEAS:VOLT:VLL1?

380.00

指令格式 MEASure:VOLTage:PEAK#?

指令描述 返回选中相#的电压峰值（单位：V）。

电源输出相数为三相时，#=1 表示 A 相，#=2 表示 B 相，#=3 表示 C 相。

电源输出相数为单相时，#=1 表示单相，#=2，#=3 返回值无效。

返回数据格式 <nr2>

指令示例 MEAS:VOLT:PEAK1?

311.00

指令格式

MEASure:VOLTage:THD#?

指令描述

返回选中相#的电压 THD（单位：%）。

电源耦合方式为交流或交直流时，若输出相数为三相，#=1 表示 A 相，#=2 表示 B 相，#=3 表示 C 相；若输出相数为单相，#=1 表示单相，#=2，#=3 返回值无效。

电源耦合方式为直流时，三相返回值均无效。

返回数据格式 <nr2>

指令示例

MEAS:VOLT:THD1?

5.00

9.4.1.2 电流测量指令

指令格式

MEASure:CURRent:ACDC#?

指令描述

返回选中相#的电流有效值（单位：A）。

电源输出相数为三相时，#=1 表示 A 相，#=2 表示 B 相，#=3 表示 C 相。

电源输出相数为单相时，#=1 表示单相，#=2，#=3 返回值无效。

返回数据格式

<nr2>

指令示例

MEAS:CURR:ACDC1?

10.23

指令格式

MEASure:CURRent:DC#?

指令描述

返回选中相#的电流直流分量（单位：A）。

电源耦合方式为直流或交直流时，若输出相数为三相，#=1 表

返回数据格式

示 A 相, #=2 表示 B 相, #=3 表示 C 相; 若输出相数为单相,
#=1 表示单相, #=2, #=3 返回值无效。
电源耦合方式为交流时, 三相返回值均无效。

<nr2>

指令示例

MEAS:CURR:DC1?

2.21

指令格式

MEASure:CURRent:AC#?

指令描述

返回选中相#的电流交流分量 (单位: A)。

电源耦合方式为交流或交直流时, 若输出相数为三相, #=1 表示 A 相, #=2 表示 B 相, #=3 表示 C 相; 若输出相数为单相, #=1 表示单相, #=2, #=3 返回值无效。

电源耦合方式为直流时，三相返回值均无效。

返回数据格式 <nr2>

指令示例 MEAS:CURR:AC1?

9.99

指令格式 MEASure:CURRent:CRESt#?

指令描述 返回选中相#的电流峰值因数。

电源耦合方式为交流或交直流时，若输出相数为三相，#=1 表示 A 相，#=2 表示 B 相，#=3 表示 C 相；若输出相数为单相，#=1 表示单相，#=2，#=3 返回值无效。

电源耦合方式为直流时，三相返回值均无效。

返回数据格式 <nr2>

指令示例 MEAS:CURR:CRES1?

1.414

指令格式

MEASure:CURRent:PEAK#?

指令描述

返回选中相#的电流峰值（单位：A）。

电源输出相数为三相时，#=1 表示 A 相，#=2 表示 B 相，#=3 表示 C 相。

电源输出相数为单相时，#=1 表示单相，#=2，#=3 返回值无效。

返回数据格式

<nr2>

指令示例

MEAS:CURR:PEAK1?

14.23

指令格式 MEASure:CURRent:THD#?

指令描述 返回选中相#的电流 THD（单位：%）。

电源耦合方式为交流或交直流时，若输出相数为三相，#=1 表示 A 相，#=2 表示 B 相，#=3 表示 C 相；若输出相数为单相，#=1 表示单相，#=2，#=3 返回值无效。
电源耦合方式为直流时，三相返回值均无效。

返回数据格式 <nr2>

指令示例 MEAS:CURR:THD1?
5.00

9.4.1.3 功率测量指令

指令格式 MEASure:POWer:ACTIve#?

指令描述 返回选中相#的有功功率（单位：kW）。

电源输出相数为三相时，#=1 表示 A 相，#=2 表示 B 相，#=3 表示 C 相。

电源输出相数为单相时，#=1 表示单相，#=2，#=3 返回值无效。

返回数据格式

<nr2>

指令示例

MEAS:POW:ACTI1?

2.312

指令格式

MEASure:POWer:APParent#?

指令描述

返回选中相#的视在功率（单位：kVA）。

电源耦合方式为交流或交直流时，若输出相数为三相，#=1 表示 A 相，#=2 表示 B 相，#=3 表示 C 相；若输出相数为单相，

#=1 表示单相，#=2，#=3 返回值无效。

电源耦合方式为直流时，三相返回值均无效。

返回数据格式 <nr2>

指令示例 MEAS:POW:APP1?

2.587

指令格式 MEASure:POWer:REACtive#?

指令描述 返回选中相#的无功功率（单位：kVar）。

电源耦合方式为交流或交直流时，若输出相数为三相，#=1 表示 A 相，#=2 表示 B 相，#=3 表示 C 相；若输出相数为单相，#=1 表示单相，#=2，#=3 返回值无效。

电源耦合方式为直流时，三相返回值均无效。

返回数据格式 <nr2>

指令示例 MEAS:POW:REAC1?

0.275

指令格式 MEASure:POWer:PFACtor#?

指令描述 返回选中相#的功率因数的绝对值。

电源耦合方式为交流或交直流时，若输出相数为三相，#=1 表示 A 相，#=2 表示 B 相，#=3 表示 C 相；若输出相数为单相，#=1 表示单相，#=2，#=3 返回值无效。

电源耦合方式为直流时，三相返回值均无效。

返回数据格式 <nr2>

指令示例 MEAS:POW:PFAC1?

0.90

指令格式 MEASure:TPOWer:ACTIve?

指令描述 返回总有功功率（单位：kW）。

返回数据格式 <nr2>

指令示例 MEAS:TPOW:ACTI?

3.158

指令格式 MEASure:TPOWer:APParent?

指令描述 返回总视在功率（单位：kVA）。

电源耦合方式为直流时，返回值无效。

返回数据格式 <nr2>

指令示例 MEAS:TPOW:APP?

4.587

指令格式 MEASure:TPOWer:REACtive?

指令描述 返回总无功功率（单位：kVar）。
电源耦合方式为直流时，返回值无效。

返回数据格式 <nr2>

指令示例 MEAS:TPOW:REAC?

1.732

9.4.1.4 频率测量指令

指令格式 MEASure:FREQuency?

指令描述 返回电源运行频率（单位：Hz）。

所有相位具有相同的频率。

电源耦合方式为直流时，返回值为 0.00。

返回数据格式 <nr2>

指令示例 MEAS:FREQ?

50.00

9.4.1.5 相位测量指令

指令格式 MEASure:PHase#?

指令描述 返回选中相的电压相位（单位：°）。

电源耦合方式为交流或交直流时，若输出相数为三相，#=1 表示 A 相，#=2 表示 B 相，#=3 表示 C 相；若输出相数为单相，#=1 表示单相，#=2，#=3 返回值无效。

电源耦合方式为直流时，三相返回值均无效。

返回数据格式 <nr2>

指令示例 MEAS:PHA2?

120.0

9.4.1.6 谐波测量指令

谐波测量指令用于查询输出电压和电流的谐波含量数据。

指令格式 MEASure:HARMonic:VOLTage#?

指令描述 返回选中相#的电压谐波含量（单位：%）。

电源耦合方式为交流或交直流时，若输出相数为三相，#=1 表示 A 相，#=2 表示 B 相，#=3 表示 C 相；若输出相数为单相，#=1 表示单相，#=2，#=3 返回值无效。

电源耦合方式为直流时，三相返回值均无效。

返回 100 个<nr2>类型的数据，数据之间用“，”分隔。第 1 个

数据是电压基波含量，第 2 个数据是电压 2 次谐波含量，后续数据以此类推。

返回数据格式 <nr2>,<nr2>,<nr2>,...,<nr2>

指令示例 MEAS:HARM:VOLT1?

100.00,0.01,0.30,...,0.00

指令格式 MEASure:HARMonic:CURRent#?

指令描述 返回选中相#的电流谐波含量（单位：%）。

电源耦合方式为交流或交直流时，若输出相数为三相，#=1 表示 A 相，#=2 表示 B 相，#=3 表示 C 相；若输出相数为单相，#=1 表示单相，#=2，#=3 返回值无效。

电源耦合方式为直流时，三相返回值均无效。

返回 100 个<nr2>类型的数据，数据之间用“，”分隔。第 1 个

数据是电流基波含量，第 2 个数据是电流 2 次谐波含量，后面的数据以此类推。返回的 100 个数据中，根据电源运行频率的不同，有效数据的个数不同，详细信息如表 15 所示。

返回数据格式 <nr2>,<nr2>,<nr2>,...,<nr2>

指令示例 MEAS:HARM:CURR1?
100.00,0.01,0.30,...,0.00

9.4.1.7 其他测量指令

指令格式 MEASure:ALL#?

指令描述 返回选中相的 18 个测量参数值，数据之间用“,”分隔。参数列表如下：

电压有效值

电压 THD（直流模式下无效）

电压交流分量（直流模式下无效）

电压直流分量（交流模式下无效）

电压峰值

输出相位（直流模式下无效）

输出频率（直流模式下无效）

线电压有效值（直流、单相模式下无效）

电流有效值

电流 THD（直流模式下无效）

电流交流分量（直流模式下无效）

电流直流分量（交流模式下无效）

电流峰值

电流峰值因数（直流模式下无效）

视在功率（直流模式下无效）

有功功率

无功功率（直流模式下无效）

功率因数（直流模式下无效）

若电源输出相数为三相，#=1 表示 A 相，#=2 表示 B 相，#=3 表示 C 相。

若电源输出相数为单相，#=1 表示单相，#=2，#=3 返回值无效。

返回数据格式 <nr2>,<nr2>,<nr2>,...,<nr2>

指令示例

MEAS:ALL1?

220.00,5.00,220.00,0.00,311.00,0.0,50.00,380.00,10.00,5.00,10.00
,0.00,14.23,1.414,2.587,2.312,0.275,0.90

9.4.2 编程指令

9.4.2.1 暂态 list 设置指令

暂态 LIST 设置指令用于设置及查询电源暂态 LIST 编程参数。

指令格式	PROG:LIST:RMSMode
指令描述	设置暂态 LIST 编程有效值模式。
参数范围	<1 2 3> (1=自动, 2=使能, 3=禁止), 默认模式为自动。
参数形式	<nr1>
指令示例	PROG:LIST:RMSM 1
查询指令	PROG:LIST:RMSMode?
指令描述	返回暂态 LIST 有效值模式。
返回值形式	<nr1>

指令示例 PROG:LIST:RMSM?

1

指令格式 PROGram:LIST:ENDState

指令描述 设置暂态 LIST 编程结束状态。

参数范围 <1|2> (1=保持, 2=退出), 默认状态为退出。

参数形式 <nr1>

指令示例 PROG:LIST:ENDS 1

查询指令 PROGram:LIST:ENDState?

指令描述 返回暂态 LIST 编程结束状态。

返回值形式 <nr1>

指令示例 PROG:LIST:ENDS?

1

指令格式	PROG:LIST:EXECute?
指令描述	查询暂态 LIST 编程当前执行步数和执行循环。
参数形式	<nr1>,<nr1>
指令示例	PROG:LIST:EXEC?
	5,2

9.4.2.2 暂态 list 编程指令

暂态编程指令设置暂态编程的配置参数、各步编程数据等参数。各参数的定义参考 7.3.1 章节。

进行暂态编程前，需按顺序下发配置参数、编程数据、使能暂态编程触发指令，最后根据当前触发源和触发输入的状态发送触发执行指令，如表 28 触发执行指令发送方式所示。

表 28 触发执行指令发送方式

触发输入模式	自动		单步	
触发源	本地软件	外部硬件	本地软件	外部硬件

触发输入模式	自动		单步	
触发指令发送方式	单次下发	无需下发	多次下发	无需下发

指令格式 PROGram:LIST:SEGment

指令描述 设置暂态 LIST 编程步数

参数范围 1~100

参数形式 <nr1>

指令示例 PROG:LIST:SEG 100

查询指令 PROGram:LIST:SEGment?

指令描述 返回暂态 LIST 编程步数

返回值形式 <nr1>

指令示例 PROG:LIST:SEG?

100

指令格式 PROGram:LIST:COUNT

指令描述 设置暂态 LIST 编程循环次数

参数范围 0~1000

参数形式 <nr1>

指令示例 PROG:LIST:COUN 50

查询指令 PROGram:LIST:COUNT?

指令描述 返回暂态 LIST 编程循环次数

返回值形式 <nr1>

指令示例 PROG:LIST:COUN?

50

指令格式 PROGram:LIST:DATA#

指令描述 设置一步暂态 LIST 编程数据, #表示步数参数, 范围为

1~100。参数列表定义如下：

1. A 相交流电压

2. B 相交流电压

3. C 相交流电压

4. A 相直流电压

5. B 相直流电压

6. C 相直流电压

7. 频率

8. 变化时间

9. 保持时间

10. A 相相位

11. B 相相位

12. C 相相位

13. A 相百分比

14. B 相百分比

15. C 相百分比

16. 编程起始相位

17. 起始相位使能

18. 序列组合

19. 重复次数

20. A 相波形选择

21. B 相波形选择

22. C 相波形选择

参数范围

见 7.3.1 章节

参数形式	<nr2>,<nr2>;……,<nr1>,<nr1>,<nr1>
指令示例	PROG:LIST:DATA1 220.00,220.00,220.00,0.00,0.00,0.00,50.00,0.0210,0.0200,0.0, 240.0,120.0,0.00,0.00,0.00,0.0,0,0,0,1,1,1
查询指令	PROG:LIST:DATA#?
指令描述	返回一步暂态 LIST 编程数据，#表示步数参数，范围为 1-100。
返回值形式	<nr2>,<nr2>;……,<nr1>,<nr1>,<nr1>
指令示例	PROG:LIST:DATA1? 220.00,220.00,220.00,0.00,0.00,0.00,50.00,0.0210,0.0200,0.0, 240.0,120.0,0.00,0.00,0.00,0.0,0,0,0,1,1,1

9.4.2.3 暂态 pulse 设置指令

暂态 PULSe 设置指令用于设置及查询电源暂态 PULSe 编程参数。

指令格式 PROGram:PULSe:RMSMode

指令描述 设置暂态 PULSe 编程有效值模式。

参数范围 <1|2|3> (1=自动, 2=使能, 3=禁止), 默认模式为自动。

参数形式 <nr1>

指令示例 PROG:PULS:RMSM 1

查询指令 PROGram:PULSe:RMSMode?

指令描述 返回暂态 PULSe 有效值模式。

返回值形式 <nr1>

指令示例 PROG:PULS:RMSM?

1

指令格式 PROGram:PULS:ENDState

指令描述 设置暂态 PULSe 编程结束状态。

参数范围 <1|2> (1=保持, 2=退出), 默认状态为退出。

参数形式 <nr1>

指令示例 PROG:PULS:ENDS 1

查询指令 PROGram:PULS:ENDState?

指令描述 返回暂态 PULSe 编程结束状态。

返回值形式 <nr1>

指令示例 PROG:PULS:ENDS?

1

指令格式 PROGram:PULS:EXECute?

指令描述 查询暂态 PULSe 编程当前执行循环。

参数形式 <nr1>

指令示例 PROG:PULS:EXEC?

5

9.4.2.4 暂态 pulse 编程指令

指令格式 PROGram:PULSe:COUNt

指令描述 设置暂态 PULSe 编程循环次数

参数范围 0~1000

参数形式 <nr1>

指令示例 PROG:PULS:COUN 50

查询指令 PROGram:PULSe:COUNt?

指令描述 返回暂态 PULSe 编程循环次数

返回值形式 <nr1>

指令示例

PROG:PULS:COUN?

50

指令格式

PROGram:PULSe:DATA

指令描述

设置暂态 PULSe 编程数据，参数列表定义如下：

1. 脉冲 A 相交流电压
2. 脉冲 B 相交流电压
3. 脉冲 C 相交流电压
4. 脉冲 A 相直流电压
5. 脉冲 B 相直流电压
6. 脉冲 C 相直流电压
7. 脉冲频率
8. 脉冲 A 相相位

9. 脉冲 B 相相位

10. 脉冲 C 相相位

11. 脉冲 A 相百分比

12. 脉冲 B 相百分比

13. 脉冲 C 相百分比

14. 脉冲 A 相波形选择

15. 脉冲 B 相波形选择

16. 脉冲 C 相波形选择

17. 相角

18. 基波 A 相交流电压

19. 基波 B 相交流电压

20. 基波 C 相交流电压

21. 基波 A 相直流电压

22. 基波 B 相直流电压

23. 基波 C 相直流电压

24. 基波频率

25. 基波 A 相相位

26. 基波 B 相相位

27. 基波 C 相相位

28. 基波 A 相百分比

29. 基波 B 相百分比

30. 基波 C 相百分比

31. 基波 A 相波形选择

32. 基波 B 相波形选择

参数范围

参数形式

指令示例

查询指令

指令描述

返回值形式

指令示例

33. 基波 C 相波形选择

34. 周期

35. 脉宽

见 7.3.1 章节

<nr2>,<nr2>,...,<nr1>,<nr2>

PROG:PULS:DATA 220.00,220.00,220.00,0.00,0.00,0.00,50.00,
 0.00,240.0,120.0,0.00,0.00,0.00,1,2,3,45.8,220.00,220.00,220.00,0.
 00,0.00,0.00,50.00, 0.00,240.0,120.0,0.00,0.00,0.00,1,2,3,45.8,23.5

PROG:gram:PULSe:DATA?

返回暂态 PULSe 编程数据。

<nr2>,<nr2>,...,<nr1>,<nr2>

PROG:PULS:DATA?

220.00,220.00,220.00,0.00,0.00,0.00,50.00,0.00,240.0,120.0,0.00,
0.00,0.00,1,2,3,45.8, 220.00,220.00,220.00,0.00,0.00,0.00,50.00,
0.00,240.0,120.0,0.00,0.00,0.00,1,2,3,45.8,23.5

9.4.2.5 暂态 step 设置指令

暂态 STEP 设置指令用于设置及查询电源暂态 STEP 编程参数。

指令格式 PROGram:STEP:RMSMode

指令描述 设置暂态 STEP 编程有效值模式。

参数范围 <1|2|3> (1=自动, 2=使能, 3=禁止), 默认模式为自动。

参数形式 <nr1>

指令示例 PROG:STEP:RSM 1

查询指令 PROGram:STEP:RMSMode?

指令描述 返回暂态 STEP 有效值模式。

返回值形式	<nr1>
指令示例	PROG:STEP:RMSM? 1
指令格式	PROG:STEP:ENDState
指令描述	设置暂态 STEP 编程结束状态。
参数范围	<1 2> (1=保持, 2=退出), 默认状态为退出。
参数形式	<nr1>
指令示例	PROG:STEP:ENDS 1
查询指令	PROG:STEP:ENDState?
指令描述	返回暂态 STEP 编程结束状态。
返回值形式	<nr1>
指令示例	PROG:STEP:ENDS?

1

指令格式

PROG:STEP:EXECute?

指令描述

查询暂态 STEP 编程当前执行步数和执行循环。

参数形式

<nr1>,<nr1>

指令示例

PROG:STEP:EXEC?

5,2

9.4.2.6 暂态 step 编程指令

指令格式

PROG:STEP:COUNt

指令描述

设置暂态 STEP 编程循环次数

参数范围

0~1000

参数形式

<nr1>

指令示例

PROG:STEP:COUN 50

查询指令 PROGram:STEP:COUNT?

指令描述 返回暂态 STEP 编程循环次数

返回值形式 <nr1>

指令示例 PROG:STEP:COUN?

50

指令格式 PROGram:STEP:DATA

指令描述 设置暂态 STEP 编程数据。参数列表定义如下：

起始值

1. A 相交流电压
2. B 相交流电压
3. C 相交流电压
4. A 相直流电压

5. B 相直流电压

6. C 相直流电压

7. 频率

结束值

8. A 相交流电压

9. B 相交流电压

10. C 相交流电压

11. A 相直流电压

12. B 相直流电压

13. C 相直流电压

14. 频率

步进值

15. A 相交流电压

16. B 相交流电压

17. C 相交流电压

18. A 相直流电压

19. B 相直流电压

20. C 相直流电压

21. 频率

22. A 相相位

23. B 相相位

24. C 相相位

25. A 相百分比

26. B 相百分比

参数范围

27. C 相百分比

28. A 相波形选择

29. B 相波形选择

30. C 相波形选择

31. 相角

32. 每个步阶时间 Dwell

见 7.3.1 章节

参数形式

<nr2>,<nr2>,...,<nr1>,<nr1>,<nr2>

指令示例

PROG:STEP:DATA 120.00,120.00,120.00,0.00,0.00,0.00,50.00,
220.00,220.00,220.00,10.00,11.00,12.00,100.00,10.00,10.00,10.00
,1.00,2.00,3.00,5.00,240.0,120.0,0.00,10.00,20.00,30.0,1,1,1,45.6

查询指令

PROGram:STEP:DATA?

指令描述

返回暂态 STEP 编程数据。

返回值形式

<nr2>,<nr2>,...,<nr1>,<nr1>,<nr2>

指令示例

PROG:STEP:DATA?

120.00,120.00,120.00,0.00,0.00,0.00,50.00,220.00,220.00,220.00,
10.00,11.00,12.00,100.00,10.00,10.00,10.00,1.00,2.00,3.00,5.00,2
40.0,120.0,0.00,10.00,20.00,30.0,1,1,1,45.6

9.4.2.7 谐波编程指令

谐波编程前，先设置电源状态如表 29 所示。否则无法进行谐波编程，可参考 9.4.3.1 章节设置电源模式，参考 9.4.3.2 章节设置电源输出频率。

表 29 谐波编程电源设置

输出模式	电压
给定方式	内部给定
耦合方式	交流/交直流
波形选择	正弦波
输出频率	40Hz~400Hz

谐波编程指令设置谐波编程的各次谐波 thd 和谐波相位参数。不同的输出频率下，可设置的谐波次数不同，参考表 30，若设置谐波次数超范围，电源不会运行范围外的数据。

表 30 电源输出频率与可设谐波次数间的关系

输出频率	可设谐波次数
[40,70]Hz	100
(70,400]Hz	25

谐波编程前要顺序下发谐波编程数据、使能触发，最后下发执行指令；谐波编程过程中重新下发谐波编程数据、触发指令即可更新谐波输出。

指令格式

PROGram:HARMonic:DATA#

指令描述

设置谐波编程数据，#表示谐波次数参数，范围为 2-100，参

数列表定义如下:

1. A 相#次谐波 thd (单位: %)
2. A 相#次谐波相位 (单位: °)
3. B 相#次谐波 thd (单位: %)
4. B 相#次谐波相位 (单位: °)
5. C 相#次谐波 thd (单位: %)
6. C 相#次谐波相位 (单位: °)

参数范围 0.00~40.00, 0.0~359.9

参数形式 <nr2>,<nr2>,<nr2>,<nr2>,<nr2>,<nr2>

指令示例 PROG:HARM:DATA2 5.00,1.0,6.00,2.0,7.00,3.0

查询指令 PROGram:HARMonic:DATA#?

指令描述 返回谐波编程数据, #表示谐波次数, 范围为 2-100。

返回值形式 <nr2>,<nr2>,<nr2>,<nr2>,<nr2>,<nr2>

指令示例 PROG:HARM:DATA2?
5.00,1.0,6.00,2.0,7.00,3.0

9.4.2.8 间谐波设置指令

指令格式 PROGram:INTERharm:EXECute?

指令描述 查询间谐波当前执行步数和执行循环

参数形式 <nr1>

指令示例 PROG:INTE:EXEC?
5,2

9.4.2.9 间谐波编程指令

间谐波编程需按顺序下发间谐波编程数据、使能编程触发指令。

指令格式 PROGram:INTERharm:SEGment

指令描述	设置间谐波编程步数
参数范围	1~100
参数形式	<nr1>
指令示例	PROG:INTE:SEG 100
查询指令	PROGram:INTERharm:SEGment?
指令描述	返回间谐波编程步数
返回值形式	<nr1>
指令示例	PROG:INTE:SEG? 100
指令格式	PROGram:INTERharm:COUNT
指令描述	设置间谐波编程循环次数

参数范围	0~1000
参数形式	<nr1>
指令示例	PROG:INTE:COUN 50
查询指令	PROG:INTErarm:COUNT?
指令描述	返回间谐波编程循环次数
返回值形式	<nr1>
指令示例	PROG:INTE:COUN?

50
指令格式 PROG:INTErarm:DATA#

指令描述 设置一步间谐波编程数据，#表示步数参数，范围为 1-100。参数列表定义如下：

1. 间谐波含量 Uthd

	2. 间谐波起始频率
	3. 间谐波结束频率
	4. 间谐波步长频率
	5. 执行时间
	6. 间隔时间
参数范围	见 7.3.5 章节
参数形式	<nr2>,<nr2>,<nr2>,<nr2>,<nr2>,<nr2>
指令示例	PROG:INTE:DATA1 15.00,20.00,100.00,0.01,1.0001,2.0002
查询指令	PROG:INTE:rarm:DATA#?
指令描述	返回间谐波编程数据。
返回值形式	<nr2>,<nr2>,<nr2>,<nr2>,<nr2>,<nr2>
指令示例	PROG:INTE:DATA1?

15.00,20.00,100.00,0.01,1.0001,2.0002

9.4.3 设置指令

设置指令可修改电源的各项设置，如电源的输出模式，电压参数，保护参数等。这些命令的 SOURce 部分是可选的。

9.4.3.1 电源设置指令

电源设置指令可设置电源的给定方式，耦合方式，输出相数，波形类型等。电源输出前可更改。

指令格式 [SOURce:]COUPling <nr1>

指令描述 设置电源输出耦合方式

参数范围 <1|2|3>，1=交流，2=直流，3=交直流，默认值为交流

参数形式 <nr1>

指令示例 SOUR:COUP 1

查询指令	[SOURce:]COUPling?
指令描述	返回电源输出耦合方式。
返回值形式	<nr1>
指令示例	SOUR:COUP? 1
指令格式	[SOURce:]CHANnel <nr1>
指令描述	设置电源输出相数
参数范围	<1 2 3>, 1=单相, 2=三相独立, 3=三相联动, 默认值为三相联动
参数形式	<nr1>
指令示例	SOUR:CHAN 1
查询指令	[SOURce:]CHANnel?

指令描述 返回电源输出相数

返回值形式 <nr1>

指令示例 SOUR:CHAN?

1

指令格式 [SOURce:]WAVEform:SElect <nr1>

指令描述 设置电源输出波形。

参数范围 <1|2|3|5|6|7|8|9|10>, 1=正弦波, 2=方波, 3=三角波, 4=削波 5%, 5=削波 10%, 6=削波 20%, 7=削波 X%, 8=波形 A, 9=波形 B, 10=波形 C。默认值为正弦波。有关输出波形的详细信息, 见章节。在不同的耦合方式下, 电源可设置的输出波形不同。交流: 仅可设置输出正弦波。直流: 不可设置输出波形。交直流: 以上波形均可设置。

参数形式	<nr1>
指令示例	SOUR:WAVE:SEL 1
查询指令	[SOURce:]WAVEform:SElect?
指令描述	返回电源输出波形。
返回值形式	<nr1>
指令示例	SOUR:WAVE:SEL?

1

9.4.3.2 电压设置指令

电压设置指令可设置电源的电压模式参数。三相电压模式参数的设置与电源的输出相数密切相关。当输出相数为单相时，将三相指令中的#改为 1 即可设置相应的单相参数；当输出相数为三相独立时，可通过将指令中的#改为 1,2,3 分别设置 A 相、B 相、C 相的电压模式参数；当输出相数为三相联动时，将各指令中的#改为 1 即可设置三相参数一致。

三相电压模式参数的查询格式在输出相数为单相时，将指令中的#改为 1 即可查询相应的单相参数；在输出相数为三相时，将指令中的#改为 1,2,3 可分别查询 A 相、B 相、C 相的电压模式参数。

当电源的暂态编程、谐波编程、间谐波编程有一项正在执行时,电压设置指令控制下的所有参数均不可设置。

各电压指令的详细描述如下。

指令格式 [SOURce:]VOLTage:AC#

指令描述 设置#相交流电压给定值（单位：V）。

此指令的作用取决于所选择的输出相数。

单相：#=1 表示单相，#=2，#=3 无效。设置单相交流电压给定值。

三相：#=1 表示 A 相, #=2 表示 B 相, #=3 表示 C 相。三相独立

参数范围

时，可分别设置三相交流电压值。三相联动时，仅需要设置 A 相交流电压值，B、C 相的值自动与 A 相保持一致。
电源耦合方式为交流或交直流模式，交流电压给定值才会生效。

范围见表 31，三相默认值均为 220.00（频率默认值为 50.00Hz）。

参数形式

<nr2>

指令示例

SOUR:VOLT:AC1 220.00

查询指令

[SOURce:]VOLTage:AC#?

指令描述

返回#相交流电压给定值。

单相：#=1 表示单相，返回单相交流电压给定值。#2，#3 返回值无效。

三相：#=1 表示 A 相, #=2 表示 B 相, #=3 表示 C 相。

返回值形式 <nr2>

指令示例 SOUR:VOLT:AC1?

220.00

表 31 电源输出频率与交流电压给定范围间的关系

输出频率	交流电压给定范围
15.00~70.00Hz	0.00~450.00V
70.00~2500.00Hz	0.00~300.00V
2500.00~5000.00Hz	0.00~150.00V

指令格式 [SOURce:]VOLTage:DC#

指令描述 设置#相直流电压给定值（单位：V）。

此指令的作用取决于所选择的输出相数。

参数范围

-636.00~636.00, 三相默认值均为 0.00。

参数形式

<nr2>

指令示例

SOUR:VOLT:DC1 10.00

查询指令

[SOURce:]VOLTage:DC#?

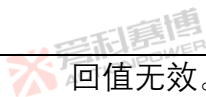
指令描述

返回#相直流电压给定值。

单相：#=1 表示单相，返回单相直流电压给定值。#2，#3 返

单相：#=1 表示单相，#=2，#=3 无效。设置单相直流电压给定值。

三相：#=1 表示 A 相，#=2 表示 B 相，#=3 表示 C 相。三相独立时，可分别设置三相直流电压值。三相联动时，仅需要设置 A 相直流电压值，B、C 相的值自动与 A 相保持一致。电源耦合方式为直流或交直流模式，设置值才会生效。



返回值无效。

三相：#=1 表示 A 相, #=2 表示 B 相, #=3 表示 C 相。

返回值形式

<nr2>

指令示例

SOUR:VOLT:DC1?

10.00

指令格式

[SOURce:]VOLTage:PHAs#

指令描述

设置#相相位给定值（单位：°）。

此指令的作用取决于所选择的输出相数。

单相：#=1 表示单相, #=2, #=3 无效。设置单相相位给定值。

三相：#=1 表示 A 相, #=2 表示 B 相, #=3 表示 C 相。可分别设



置三相相位值。

电源耦合方式为交流或交直流模式，设置值才会生效。

参数范围

0.0~359.9，A 相默认值为 0.0，B 相默认值为 240.0，C 相默认值为 120.0。

参数形式

<nr2>

指令示例

SOUR:VOLT:PHA2 240.0

查询指令

[SOURce:]VOLTage:PHAse#?

指令描述

返回#相相位。

单相：#=1 表示单相，返回单相相位值。#2，#3 返回值无效。

三相：#=1 表示 A 相，#=2 表示 B 相，#=3 表示 C 相。

返回值形式

<nr2>

指令示例

SOUR:VOLT:PHA2?

240.00

指令格式

[SOURce:]VOLTage:FREQuency

指令描述

设置输出频率给定值（单位：Hz）。

电源耦合方式为直流模式时，电源不响应此指令。

参数范围

波形类型为方波、三角波、自定义波形时，频率范围为
15.00~2000.00Hz，其余波形下频率范围为 15.00~5000.00Hz。
默认值为 50.00Hz。

参数形式

<nr2>

指令示例

SOUR:VOLT:FREQ 50.00

查询指令

[SOURce:]VOLTage:FREQuency?

指令描述 返回输出频率给定值。

返回值形式 <nr2>

指令示例 SOUR:VOLT:FREQ?

50.00

指令格式 [SOURce:]VOLTage:SRATe:AC

指令描述 设置交流电压斜率（单位：V/ms）。

电源耦合方式为交流或交直流模式，设置值才会生效。

参数范围 0.01~3000.00，默认值为 500.00。

参数形式 <nr2>

指令示例 SOUR:VOLT:SRAT:AC 500.00

查询指令 [SOURce:]VOLTage:SRATe:AC?

指令描述 返回交流电压斜率。

返回值形式 <nr2>

指令示例 SOUR:VOLT:SRAT:AC?

500.00

指令格式 [SOURce:]VOLTage:SRATe:DC

指令描述 设置直流电压斜率（单位：V/ms）。

电源耦合方式为直流或交直流模式，设置值才会生效。

参数范围 0.01~5000.00，默认值为 500.00。

参数形式 <nr2>

指令示例 SOUR:VOLT:SRAT:DC 500.00

查询指令 [SOURce:]VOLTage:SRATe:DC?

指令描述 返回直流电压斜率。

返回值形式 <nr2>

指令示例 SOUR:VOLT:SRAT:DC?

500.00

指令格式 [SOURce:]VOLTage:IMPEdance:R

指令描述 设置内阻 R（单位：Ohm）。

参数范围 0.000~10.000，默认值为 0.000。

参数形式 <nr2>

指令示例 SOUR:VOLT:IMPE:R 5.000

查询指令 [SOURce:]VOLTage:IMPEdance:R?

指令描述 返回内阻 R。

返回值形式 <nr2>

指令示例

SOUR:VOLT:IMPE:R?

5.000

指令格式

[SOURce:]VOLTage:IMPEdance:L

指令描述

设置内阻 L（单位：mH）。

参数范围

0.000~2.000，默认值为 0.000。

参数形式

<nr2>

指令示例

SOUR:VOLT:IMPE:L 1.000

查询指令

[SOURce:]VOLTage:IMPEdance:L?

指令描述

返回内阻 L。

返回值形式

<nr2>

指令示例 SOUR:VOLT:IMPE:L?

1.000

指令格式 [SOURce:]VOLTage:DCYCl

指令描述 设置方波占空比（单位：%）。

当电源输出波形为方波时，设置的方波占空比才会生效。

参数范围 0.00~100.00，默认值为 50.00。

参数形式 <nr2>

指令示例 SOUR:VOLT:DCYC 50.00

查询指令 [SOURce:]VOLTage:DCYCl?

指令描述 返回方波占空比。

返回值形式 <nr2>

指令示例

SOUR:VOLT:DCYC?

50.00

指令格式

[SOURce:]VOLTage:SYMMetry

指令描述

设置三角波对称度（单位：%）。

当电源输出波形为三角波时，设置的三角波对称度才会生效。

参数范围

0.00~100.00，默认值为 50.00。

参数形式

<nr2>

指令示例

SOUR:VOLT:SYMM 50.00

查询指令

[SOURce:]VOLTage:SYMMetry?

指令描述

返回三角波对称度。

返回值形式

<nr2>

指令示例

SOUR:VOLT:SYMM?

50.00

指令格式

[SOURce:]VOLTage:RRATe

指令描述

设置压摆率（单位：V/us）。

参数范围

0.020~15.000，默认值为 3.000。

参数形式

<nr2>

指令示例

SOUR:VOLT:RRAT 3.000

查询指令

[SOURce:]VOLTage:RRATe?

指令描述

返回压摆率。

返回值形式

<nr2>

指令示例

SOUR:VOLT:RRAT?

3.000

指令格式

[SOURce:]VOLTage:CSINewave

指令描述

设置削波百分比。

参数范围

0.000~50.000，默认值为 5.000。

参数形式

<nr2>

指令示例

SOUR:VOLT:CSIN 5.000

查询指令

[SOURce:]VOLTage:CSINewave?

指令描述

返回削波百分比。

返回值形式

<nr2>

指令示例

SOUR:VOLT:CSIN?

5.000

指令格式 [SOURce:]SHAPE:A

指令描述 波形 A 波形选择。

参数范围 1~60, 默认值为 31。

参数形式 <nr1>

指令示例 SOUR:SHAPE:A 3

查询指令 [SOURce:]SHAPE:A?

指令描述 返回波形 A 选择。

返回值形式 <nr1>

指令示例 SOUR:SHAP:A?

3

指令格式 [SOURce:]SHAPE:B

指令描述 波形 B 波形选择。

参数范围 1~60, 默认值为 31。

参数形式 <nr1>

指令示例 SOUR:SHAPE:B 5

查询指令 [SOURce:]SHAPE:B?

指令描述 返回波形 B 选择。

返回值形式 <nr1>

指令示例 SOUR:SHAP:B?

5

指令格式 [SOURce:]SHAPE:C

指令描述 波形 C 波形选择。

参数范围 1~60, 默认值为 31。

参数形式 <nr1>

指令示例 SOUR:SHAPE:C 7

查询指令 [SOURce:]SHAPE:C?

指令描述 返回波形 C 选择。

返回值形式 <nr1>

指令示例 SOUR:SHAP:C?

7

9.4.3.3 保护设置指令

保护设置指令可设置电压、电流、功率、频率保护值, 电源会根据已设保护值执行保护操作。各保护参数的设置值会被限制在参数范围内, 电流和功率保护值的最大值与当前电源的并机数量有关。

下面详细介绍各保护设置指令。

指令格式	[SOURce:]PROTect:LEVel:VOLTage
指令描述	设置过压保护阈值（此处指电压有效值，单位：V）。
参数范围	0.0~650.0，默认值为 650.0。
参数形式	<nr2>
指令示例	SOUR:PROT:LEV:VOLT 650.0
查询指令	[SOURce:]PROTect:LEVel:VOLTage?
指令描述	返回过压保护阈值。
返回值形式	<nr2>
指令示例	SOUR:PROT:LEV:VOLT? 650.0

指令格式	[SOURce:]PROTect:TDElay:VOLTage
指令描述	设置过压保护时间（此处指电压有效值的保护时间，单位： ms）。
参数范围	1~3000，默认值为 100。
参数形式	<nr1>
指令示例	SOUR:PROT:TDEL:VOLT 100
查询指令	[SOURce:]PROTect:TDElay:VOLTage?
指令描述	返回过压保护时间。
返回值形式	<nr1>
指令示例	SOUR:PROT:TDEL:VOLT? 100

指令格式	[SOURce:]PROTect:LEVel:AC
指令描述	设置电压交流分量保护阈值（单位：V）。
参数范围	0.00~450.00，默认值为 450.00。
参数形式	<nr2>
指令示例	SOUR:PROT:LEV:AC 450.00
查询指令	[SOURce:]PROTect:LEVel:AC?
指令描述	返回电压交流分量保护阈值。
返回值形式	<nr2>
指令示例	SOUR:PROT:LEV:AC? 450.00
指令格式	[SOURce:]PROTect:TDElay:AC

指令描述 设置电压交流分量保护时间（单位：ms）。

参数范围 1~3000，默认值为 100。

参数形式 <nr1>

指令示例 SOUR:PROT:TDEL:AC 100

查询指令 [SOURce:]PROTect:TDElay:AC?

指令描述 返回电压交流分量保护时间。

返回值形式 <nr1>

指令示例 SOUR:PROT:TDEL:AC?
100

指令格式 [SOURce:]PROTect:LEVel:POSItive

指令描述 设置电压正向直流分量保护阈值（单位：V）。

参数范围 0.0~650.0，默认值为 650.0。

参数形式 <nr2>

指令示例 SOUR:PROT:LEV:POSI 650.0

查询指令 [SOURce:]PROTect:LEVel:POSItive?

指令描述 返回电压正向直流分量保护阈值。

返回值形式 <nr2>

指令示例 SOUR:PROT:LEV:POSI?

650.0

指令格式 [SOURce:]PROTect:TDElay:POSItive

指令描述 设置电压正向直流分量保护时间（单位：ms）。

参数范围 1~3000，默认值为 100。

参数形式 <nr1>

指令示例 SOUR:PROT:TDEL:POS 100

查询指令 [SOURce:]PROTect:TDELay:POSitive?

指令描述 返回电压正向直流分量保护时间。

返回值形式 <nr1>

指令示例 SOUR:PROT:TDEL:POS?

100

指令格式 [SOURce:]PROTect:LEVel:NEGAtive

指令描述 设置电压负向直流分量保护阈值（单位：V）。

参数范围 -650.0~0.0，默认值为-650.0。

参数形式 <nr2>

指令示例 SOUR:PROT:LEV:NEGA -650.0

查询指令 [SOURce:]PROTect:LEVel:NEGAtive?

指令描述 返回电压负向直流分量保护阈值。

返回值形式 <nr2>

指令示例 SOUR:PROT:LEV:NEGA?
-650.0

指令格式 [SOURce:]PROTect:TDElay:NEGAive

指令描述 设置电压负向直流分量保护时间（单位：ms）。

参数范围 1~3000，默认值为 100。

参数形式 <nr1>

指令示例 SOUR:PROT:TDEL:NEGA 100

查询指令 [SOURce:]PROTect:TDElay:NEGAive?

指令描述 返回电压负向直流分量保护时间。

返回值形式 <nr1>

指令示例 SOUR:PROT:TDEL:NEGA?

100

指令格式 [SOURce:]PROTect:LEVel:CURRent

指令描述 设置过载保护阈值（单位：A）。

参数范围 根据机型，参数范围和默认值不同，具体如下表所示：

机型	参数范围	默认值
PRE1510	0.00~31.50	31.50
PRE1515	0.00~31.50	31.50
PRE1520	0.00~31.50	31.50
PRE1525	0.00~31.50	31.50
PRE153x	0.00~电源并机数 *31.50	31.50

参数形式 <nr2>

指令示例 SOUR:PROT:LEV:CURREN 31.50

查询指令 [SOURc:]PROTect:LEVel:CURREnt?

指令描述 返回过载保护阈值。

返回值形式 <nr2>

指令示例 SOUR:PROT:LEV:CURR?

31.50

指令格式 [SOURce:]PROTect:TDElay:CURRent

指令描述 设置过载保护时间（单位：ms）。

参数范围 1~3000，默认值为 3000。

参数形式 <nr1>

指令示例 SOUR:PROT:TDEL:CURR 3000

查询指令 [SOURce:]PROTect:TDElay:CURRent?

指令描述 返回过载保护时间。

返回值形式 <nr1>

指令示例

SOUR:PROT:TDEL:CURR?

3000

指令格式

[SOURce:]PROTect:LEVel:ACTIve

指令描述

设置有功功率超限保护阈值（单位：kW）。

参数范围

根据机型，参数范围和默认值不同，具体如下表所示：

机型	参数范围	默认值
PRE1510	0.00~6.60	6.60
PRE1515	0.00~8.10	8.10
PRE1520	0.00~9.60	9.60
PRE1525	0.00~12.60	12.60
PRE153x	0.00~电源并机数 *20.00	20.00

参数形式 <nr2>

指令示例 SOUR:PROT:LEV:ACTI 20.00

查询指令 [SOURce:]PROTect:LEVel:ACTIve?

指令描述 返回有功功率超限保护阈值。

返回值形式 <nr2>

指令示例 SOUR:PROT:LEV:ACT?

20.00

指令格式 [SOURce:]PROTect:TDElay:ACTIve

指令描述 设置有功功率超限保护时间（单位：ms）。

参数范围 1~3000，默认值为 100。

参数形式 <nr1>

指令示例 SOUR:PROT:TDEL:ACT 100

查询指令 [SOURce:]PROTect:TDElay:ACTIve?

指令描述 返回有功功率超限保护时间。

返回值形式 <nr1>

指令示例

SOUR:PROT:TDEL:ACT?

100

指令格式

[SOURce:]PROTect:LEVel:APParent

指令描述

设置视在功率超限保护阈值（单位：kVA）。

参数范围

根据机型，参数范围和默认值不同，具体如下表所示：

机型	参数范围	默认值
PRE1510	0.00~6.60	6.60
PRE1515	0.00~8.10	8.10
PRE1520	0.00~9.60	9.60
PRE1525	0.00~12.60	12.60
PRE153x	0.00~电源并机数 *20.00	20.00

参数形式 <nr2>

指令示例 SOUR:PROT:LEV:APP 20.00

查询指令 [SOURce:]PROTect:LEVel:APParent?

指令描述 返回视在功率超限保护阈值。

返回值形式 <nr2>

指令示例 SOUR:PROT:LEV:APP?

20.00

指令格式 [SOURce:]PROTect:TDElay:APParent

指令描述 设置视在功率超限保护时间（单位：ms）。

参数范围 1~3000，默认值为 100。

参数形式 <nr1>

指令示例 SOUR:PROT:TDEL:APP 100

查询指令 [SOURce:]PROTect:TDElay:APParent?

指令描述 返回视在功率超限保护时间。

返回值形式 <nr1>

指令示例 SOUR:PROT:TDEL:APP?

100

指令格式 [SOURce:]PROTect:LEVel:HFreq

指令描述 设置过频保护阈值（单位：Hz）。

过频保护阈值需大于欠频保护阈值，否则电源会一直报过频或欠频故障，无法正常运行。

参数范围 15.0~5000.0，默认值为 5000.0。

参数形式 <nr2>

指令示例 SOUR:PROT:LEV:HF 5000.0

查询指令 [SOURce:]PROTect:LEVel:HFreq?

指令描述 返回过频保护阈值。

返回值形式 <nr2>

指令示例 SOUR:PROT:LEV:HF?
5000.0

指令格式 [SOURce:]PROTect:TDElay:HFreq

指令描述 设置过频保护时间（单位：ms）。

参数范围 1~3000，默认值为 100。

参数形式 <nr1>

指令示例 SOUR:PROT:TDEL:HF 100

查询指令 [SOURce:]PROTect:TDElay:HFreq?

指令描述 返回过频保护时间。

返回值形式 <nr1>

指令示例 SOUR:PROT:TDEL:HF?

100

指令格式 [SOURce:]PROTect:LEVel:LFreq

指令描述 设置欠频保护阈值（单位：Hz）。

欠频保护阈值需小于过频保护阈值，否则无法正常运行。

参数范围 15.0~5000.0，默认值为 15.0。

参数形式 <nr2>

指令示例 SOUR:PROT:LEV:LF 15.0

查询指令 [SOURce:]PROTect:LEVel:LFreq?

指令描述 返回欠频保护阈值。

返回值形式 <nr2>

指令示例 SOUR:PROT:LEV:LF?

15.0

指令格式 [SOURce:]PROTect:TDElay:LFreq

指令描述 设置欠频保护时间（单位：ms）。

参数范围 1~3000，默认值为 100。

参数形式 <nr1>

指令示例 SOUR:PROT:TDEL:LF 100

查询指令 [SOURce:]PROTect:TDElay:LFreq?

指令描述 返回欠频保护时间。

返回值形式 <nr1>

指令示例 SOUR:PROT:TDEL:LF?

100

9.4.3.4 自定义波形设置指令

指令格式 [SOURce:]WAVEform:DEFine#

指令描述 下发 4096 个点的自定义波形，数据下发分为 8 组，一组 512 点数据，#表示自定义波形分组序号，支持#=1~8。

参数范围 -32768~32767

参数形式 <nr1>……<nr1>

指令示例 SOUR:WAVE:DEF1 1024,256……1024,255

SOUR:WAVE:DEF2 1025,256……1024,256

SOUR:WAVE:DEF3 1026,256……1024,257

SOUR:WAVE:DEF4 1027,256……1024,258

	SOUR:WAVE:DEF5 1025,256.....1024,256
	SOUR:WAVE:DEF6 1026,256.....1024,257
	SOUR:WAVE:DEF7 1027,256.....1024,258
	SOUR:WAVE:DEF8 1027,256.....1024,258
查询指令	[SOURce:]WAVEform:DEFine#? <nr1>
指令描述	返回选中的分组自定义波形数据，#表示自定义波形分组序号，支持#=1~8，数据返回分为 8 组，一组 512 点数据。
返回值形式	<nr1>
指令示例	SOUR:WAVE:DEF1? 1024,256.....1024,255
	SOUR:WAVE:DEF2? 1025,256.....1024,256
	SOUR:WAVE:DEF3? 1026,256.....1024,257
	SOUR:WAVE:DEF4? 1027,256.....1024,258

指令格式

指令描述

参数范围

参数形式

指令示例

指令格式

指令描述

参数范围

SOUR:WAVE:DEF5? 1024,256.....1024,256

SOUR:WAVE:DEF6? 1025,256.....1024,256

SOUR:WAVE:DEF7? 1026,256.....1024,257

SOUR:WAVE:DEF8? 1027,256.....1024,258

[SOURce:]WAVEform:LOAD

自定义波形加载指令

<1|2|3|...|30>

<nr1>

SOUR:WAVE:LOAD 1

[SOURce:]WAVEform:STORE

自定义波形存储指令

<1|2|3|...|30>

参数形式 <nr1>

指令示例 SOUR:WAVE:STOR 1

9.4.4 系统指令

系统指令中包含错误指令和故障复位指令。

9.4.4.1 系统错误指令

指令格式 SYSTem:ERRor[:NEXT]?

指令描述 从仪器错误事件队列中返回一条错误信息。如果没有错误，返回 0, "No error"，支持的错误信息如下表所示：

错误	描述
-0, "No error"	没有错误
-100, "Command error"	命令错误

-108,"Parameter not allowed"	命令后不允许有参数
-109,"Missing parameter"	命令后缺少参数
-200,"Execution error"	命令执行错误
-220,"Parameter error"	命令参数错误
-350,"Queue overflow"	错误队列溢出
-400,"Query error"	查询错误

返回值形式 <nr1>,<AADR>

指令示例 SYST:ERR?
 -100,"Command error"

9.4.4.2 故障复位指令

指令格式 SYSTem:RESet

指令描述 故障复位。

若触发故障后要正常输出，请检查故障来源，并确认故障移除后，下发故障复位指令复位故障，以便恢复正常操作。

指令示例 SYST:RES

9.4.4.3 开机选项指令

指令格式 SYSTem:POWeron

指令描述 开机选项设置。

参数范围 <1|2>（1=手动，2=自动），默认值为 1 手动。

参数形式 <nr1>

指令示例 SYST:POW 2

查询指令 SYSTem:POWeron?

指令描述 返回开机选项设置

返回值形式 <nr1>

指令示例 SYST:POW?

2

9.4.5 状态指令

指令格式

STATus:OPERation:CONDition?

指令描述

读取电源实时的操作状态，此操作状态寄存器为只读寄存器。

操作寄存器的位定义：

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
状态	REMOTE	TWI	LIST	INTE	HARM	REST	FAULT	RUN
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8
状态							STEP	PULSE

RUN：运行中

返回值形式

指令示例

FAULT：故障中

REST：复位中

HARM：谐波使能

INTE：间谐波使能

LIST：暂态 list 使能

TWI：触发等待

REMOTE:本远控模式 1-远控 0-本控

PULSE：暂态 pulse 使能

STEP：暂态 step 使能

<nr1>

STAT:OPER:COND?

64

指令格式 STATus:QUEStionable:CONDition?

指令描述 读取电源实时的问题状态，即电源的故障状态。

问题寄存器的位定义：

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
状态			FREQ	TEMP	OP		OC	OV
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8
状态					BREAK	COMM	MODULE	

OV：过压故障

OC：过流故障

OP：过功率故障

TEMP：过温故障

FREQ：过频、欠频故障

返回值形式

指令示例

MODULE：模块故障

COMM：通信故障

BREAK：断线故障

<nr1>

STAT:QUES:COND?

8

9.4.6 输出指令

在电源待机条件下控制方式为远程时，输出指令可控制电源运行和停机。

指令格式

OUTPut[:STATe]

指令描述

控制交流电源输出。

参数范围

<0|OFF|1|ON> （0|OFF=停机，1|ON=运行）

参数形式

<Boolean>

指令示例	OUTP:STAT ON
查询指令	OUTPut[:STATe]?
指令描述	返回交流电源输出状态。
返回值形式	<Boolean>
指令示例	OUTP:STAT?
	1

9.4.7 触发指令

指令格式	TRIGger:INput:SOURce
指令描述	设置触发源
参数范围	<1 2> (1=本地软件, 2=外部硬件)
参数形式	<nr1>
指令示例	TRIG:IN:SOUR 1

查询指令 TRIGger:INput:SOURce?

指令描述 返回当前触发源

返回值形式 <nr1>

指令示例 TRIG:IN:SOUR?

1

指令格式 TRIGger:INput:AUTOrun

指令描述 设置触发输入模式

参数范围 <1|2> (1=自动, 2=单步)

参数形式 <nr1>

指令示例 TRIG:IN:AUTO 1

查询指令 TRIGger:INput:AUTOrun?

指令描述 返回触发输入模式

返回值形式 <nr1>

指令示例 TRIG:IN:AUTO?

1

指令格式 TRIGger:OUTput:TRANsient

指令描述 设置暂态触发输出模式

参数范围 <1|2|3> (1 = 单步, 2 = 单循环, 3 = 单次)

参数形式 <nr1>

指令示例 TRIG:OUT:TRAN 1

查询指令 TRIGger:OUTput:TRAN?

指令描述 返回暂态触发输出模式

返回值形式 <nr1>

指令示例 TRIG:OUT:TRAN?

1

指令格式 TRIGger:OUTput:HARMonic

指令描述 设置谐波触发输出模式

参数范围 <1|2> (1=基波, 2=单次)

参数形式 <nr1>

指令示例 TRIG:OUT:HARM 1

查询指令 TRIGger:OUTput:HARMonic?

指令描述 返回谐波触发输出模式

返回值形式 <nr1>

指令示例 TRIG:OUT:HARM?

1

指令格式 TRIGger:OUTput:INTERharm

指令描述 设置间谐波触发输出模式

参数范围 <1|2|3|4> (1 = 单步, 2 = 单循环, 3 = 基波, 4 = 单次)

参数形式 <nr1>

指令示例 TRIG:OUT:INTE 1

查询指令 TRIGger:OUTput:INTERharm?

指令描述 返回间谐波触发输出模式

返回值形式 <nr1>

指令示例 TRIG:OUT:INTE?

1

9.4.8 初始化指令

指令格式 INITiate:IMMediate:LIST

指令描述 使能暂态 LIST 编程

指令示例 INIT:IMM:LIST

指令格式 INITiate:IMMediate:STEP

指令描述 使能暂态 STEP 编程

指令示例 INIT:IMM:STEP

指令格式 INITiate:IMMEDIATE:PULSe

指令描述 使能暂态 pulse 编程

指令示例 INIT:IMM:PULS

指令格式 INITiate:IMMEDIATE:HARMonic

指令描述 使能谐波编程

指令示例 INIT:IMM:HARM

指令格式 INITiate:IMMEDIATE:INTERharm

指令描述 使能间谐波编程

指令示例 INIT:IMM:INTE

9.5 SCPI 指令树

以下指令树包含 PRE 系列电源所有支持的仪器指令。若需了解每条指令的详细信息请参考 9.4 节。

MEASure

: VOLTage

: ACDC#?

: DC#?

: AC#?

: VLL#?

: PEAK#?

: THD#?

: CURRent

: ACDC#?

: DC#?

: AC#?

: CRES#?

: PEAK#?

: THD#?
: POWer
: ACTIve#?
: APParent#?
: REACTIve#?
: PFACtor#?
: TPOWer
: ACTIve?
: APParent?
: REACTIve?
: FREQuency?
: PHAse#?
: HARMonic
: VOLTage#?
: CURRent#?
: ALL#?

PROGram

: LIST

: SEGment
: COUNT
: RMSMode
: ENDState
: DATA#
: EXECute?

: PULSe

: COUNT
: RMSMode
: ENDState
: DATA
: EXECute?

: STEP

: COUNT
: RMSMode
: ENDState
: DATA
: EXECute?

: HARMonic

: DATA#

: INTERharm

: SEGment

: COUNT

: DATA#

: EXECute?

[SOURce:]

CHANnel

COUpling

REFerence

WAVEform

: DEFine#

: LOAD

: STORe

SHAPE

: A

: B

: C

VOLTage

: AC#

: DC#

: PHAse#

: FREQuency

: SRATe

: AC

: DC

: IMPEdance

: R

: L

: DCYClE

: SYMMetry

: RRATe

PROTect

: LEVel

: VOLTage

: AC

SYSTEM

: POSItive
: NEGAtive
: CURREnt
: ACTIve
: APParent
: HFreq
: LFreq
: TDElAy
: VOLTage
: AC
: POSItive
: NEGAtive
: CURREnt
: ACTIve
: APParent
: HFreq
: LFreq

: ERRor
[:NEXT]?

: RESet

: POWer on

STATus

: OPErAtion

: CONDition?

: QUEStionable

: CONDition?

OUTPut

[:STATe]

TRIGger

: INPut

: SOURce

: AUTOrun

: OUTPut

: LIST

: HARMonic

: INTERharm

INITiate

: IMMediate

: LIST

: STEP

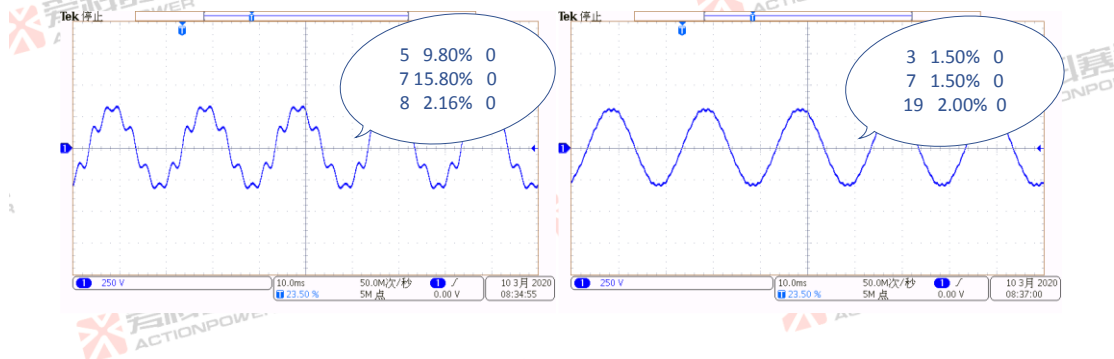
: PULSe

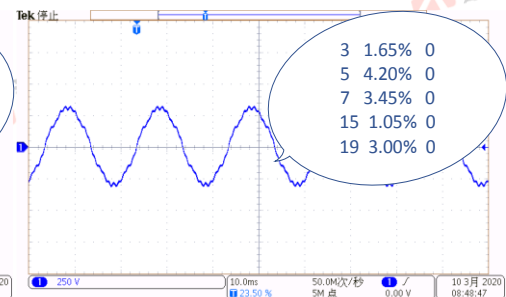
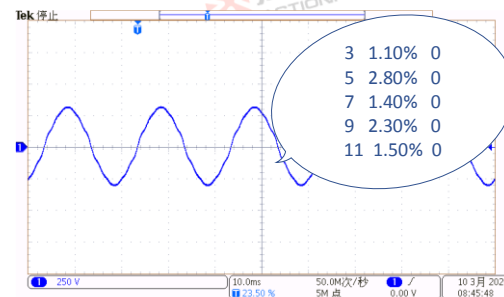
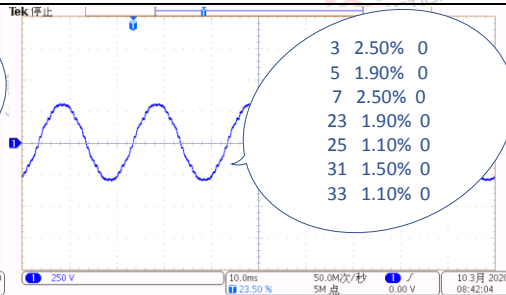
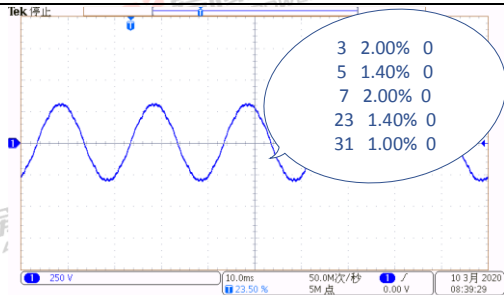
: HARMonic

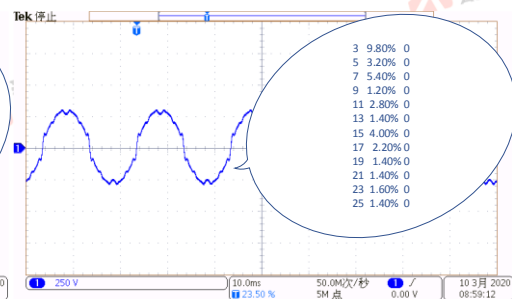
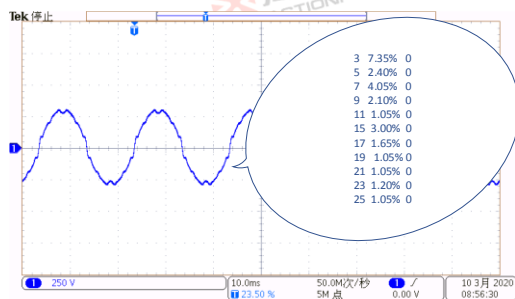
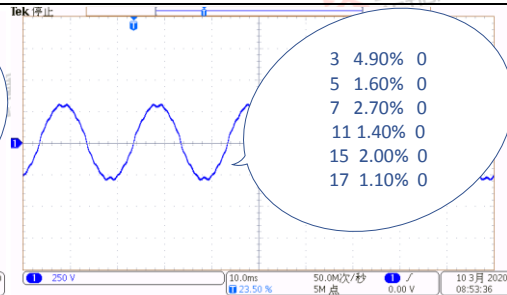
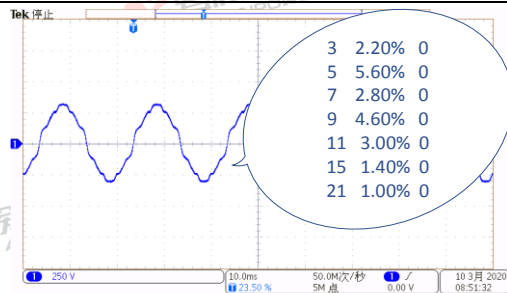
: INTERharm

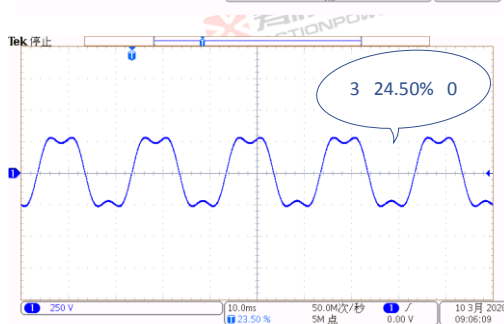
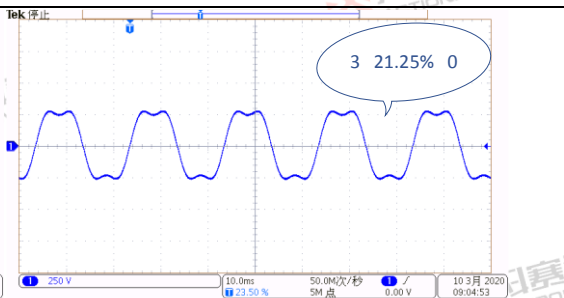
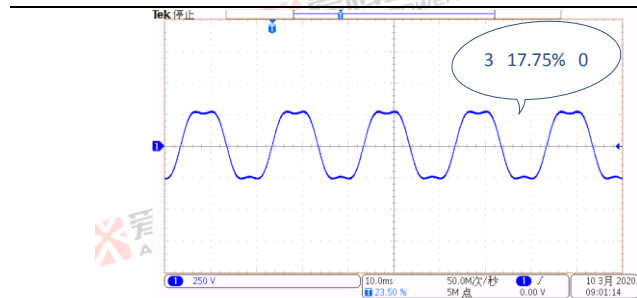
10 附录 1-内置谐波示例

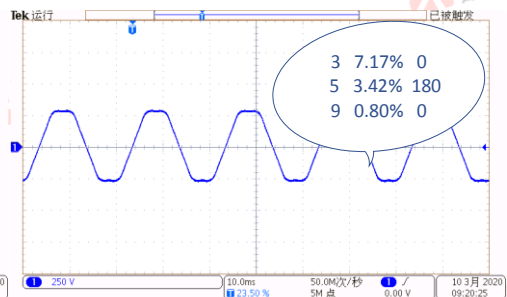
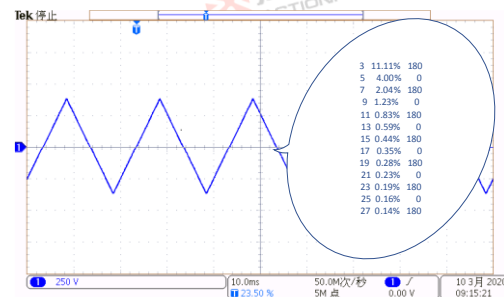
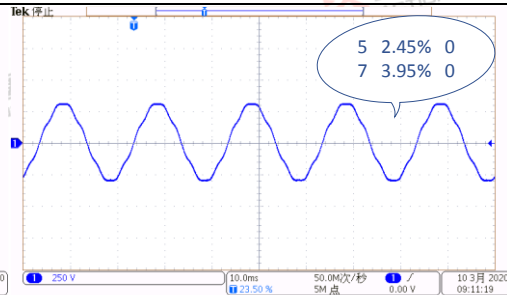
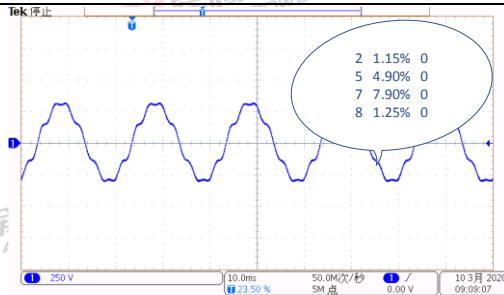
PRE 内置了 30 种常用谐波与内部命名对应图及效果示例如下，从左向右，从上向下分别为 DST01-DST30：

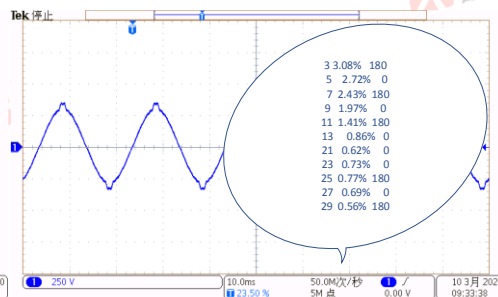
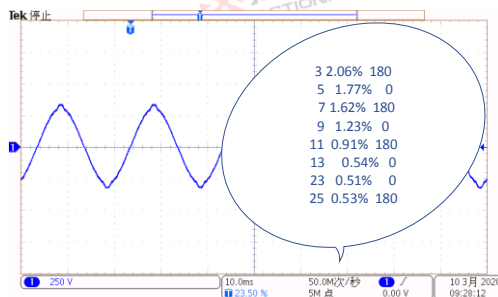
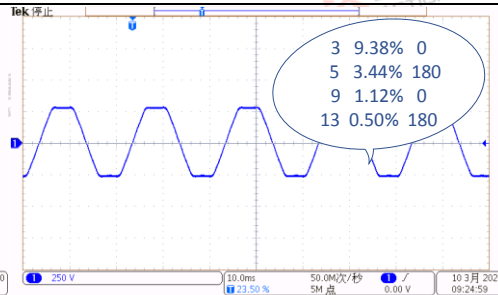
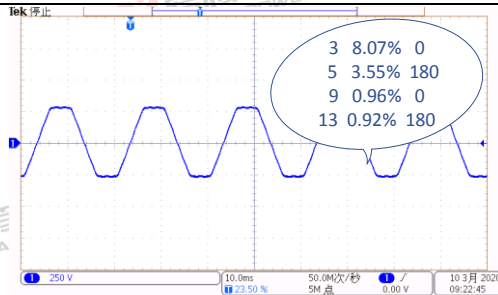


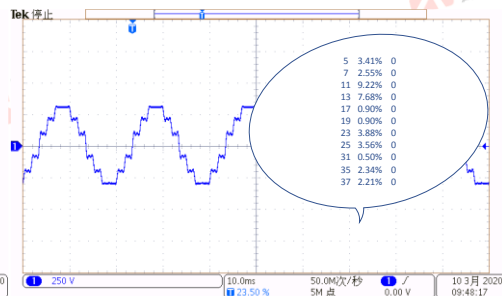
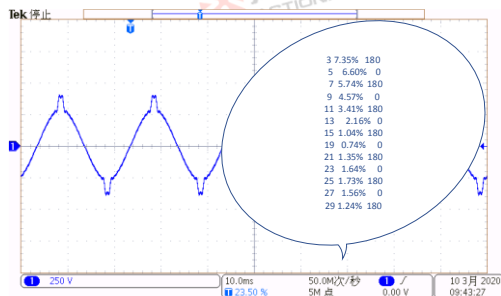
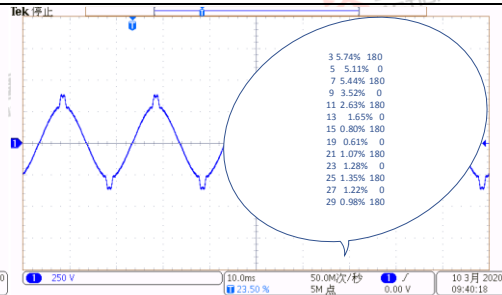
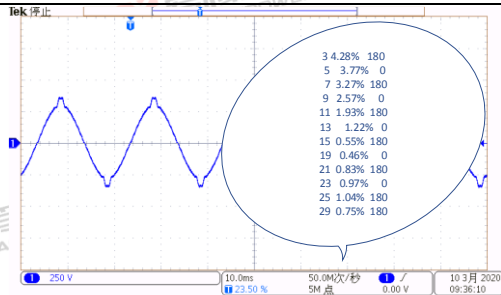


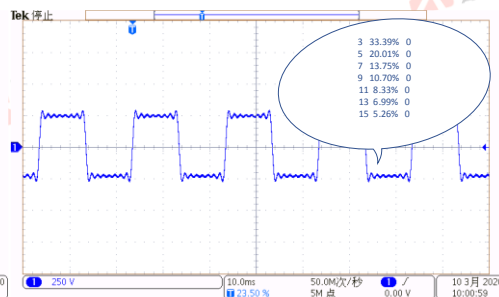
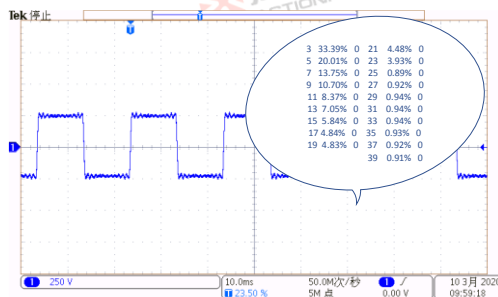
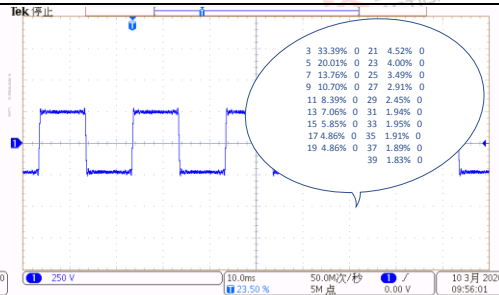
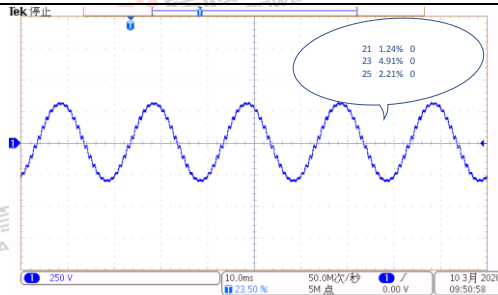












11 附录 2-编程示例

11.1 电压暂降示例

依据 IEC61000-4-11 章节电压暂降 3 类试验设置，起始相位随机，PRE 暂态页面设置如下所示，按照从上到下顺序设置数据。

当前序列	1	总序列	9	执行序列	——	执行循环	——
波形类型	交流(V)	直流(V)	相位(°)	占空比	变化(s)	保持(s)	频率(Hz)
1-正弦波	0.00	——	0.0	——	0.0000	0.0100	50.00
2-正弦波	0.00	——	240.0	——	序列组合	重复次数	相角(°)
3-正弦波	0.00	——	120.0	——	0	0	——

当前序列	2	总序列	9	执行序列	——	执行循环	——
波形类型	交流(V)	直流(V)	相位(°)	占空比	变化(s)	保持(s)	频率(Hz)
1-正弦波	220.00	——	0.0	——	0.0000	0.2000	50.00
2-正弦波	220.00	——	240.0	——	序列组合	重复次数	相角(°)
3-正弦波	220.00	——	120.0	——	0	0	——

当前序列	3	总序列	9	执行序列	——	执行循环	——
波形类型	交流(V)	直流(V)	相位(°)	占空比	变化(s)	保持(s)	频率(Hz)
1-正弦波	0.00	——	0.0	——	0.0000	0.0200	50.00
2-正弦波	0.00	——	240.0	——	序列组合	重复次数	相角(°)
3-正弦波	0.00	——	120.0	——	0	0	——

当前序列	4	总序列	9	执行序列	——	执行循环	——
波形类型	交流(V)	直流(V)	相位(°)	占空比	变化(s)	保持(s)	频率(Hz)
1-正弦波	220.00	——	0.0	——	0.0000	0.2000	50.00
2-正弦波	220.00	——	240.0	——	序列组合	重复次数	相角(°)
3-正弦波	220.00	——	120.0	——	0	0	——

当前序列	5	总序列	9	执行序列	——	执行循环	——
波形类型	交流(V)	直流(V)	相位(°)	占空比	变化(s)	保持(s)	频率(Hz)
1-正弦波	88.00	——	0.0	——	0.0000	0.2000	50.00
2-正弦波	88.00	——	240.0	——	序列组合	重复次数	相角(°)
3-正弦波	88.00	——	120.0	——	0	0	——

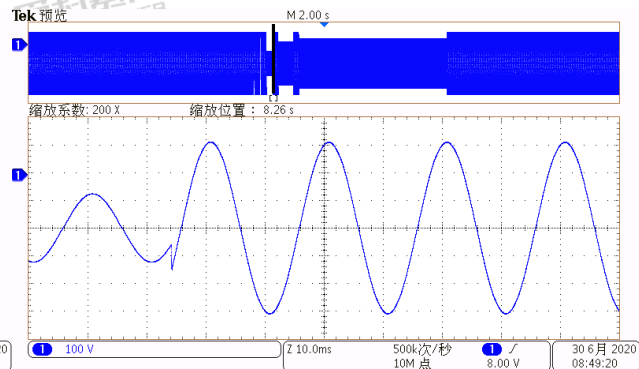
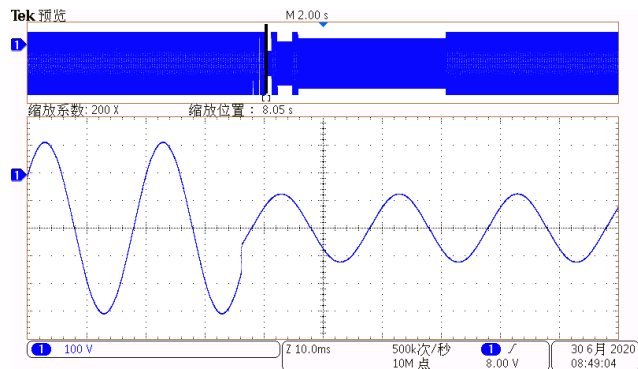
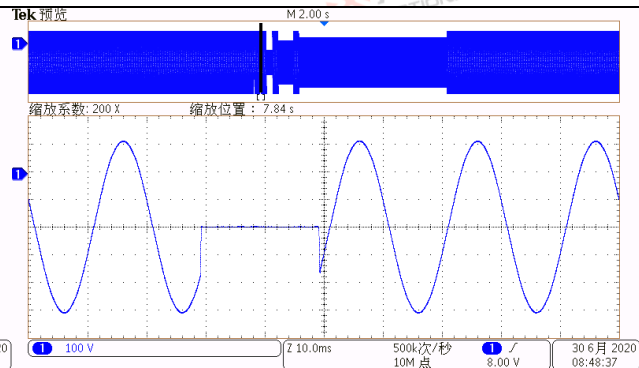
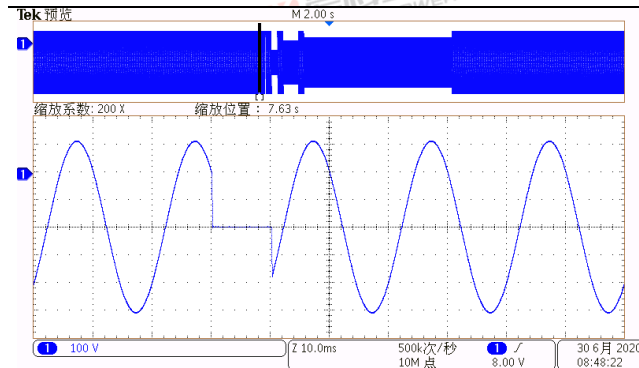
当前序列	6	总序列	9	执行序列	——	执行循环	——
波形类型	交流(V)	直流(V)	相位(°)	占空比	变化(s)	保持(s)	频率(Hz)
1-正弦波	220.00	——	0.0	——	0.0000	0.2000	50.00
2-正弦波	220.00	——	240.0	——	序列组合	重复次数	相角(°)
3-正弦波	220.00	——	120.0	——	0	0	——

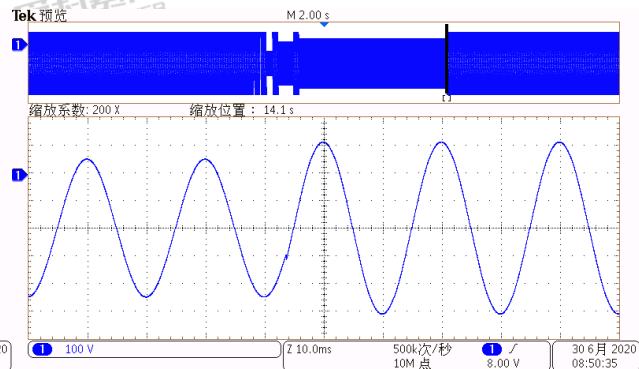
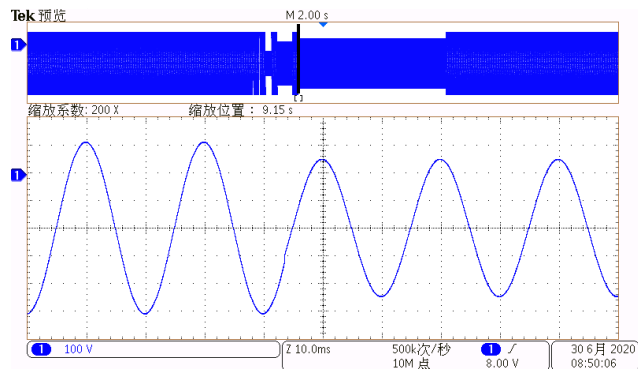
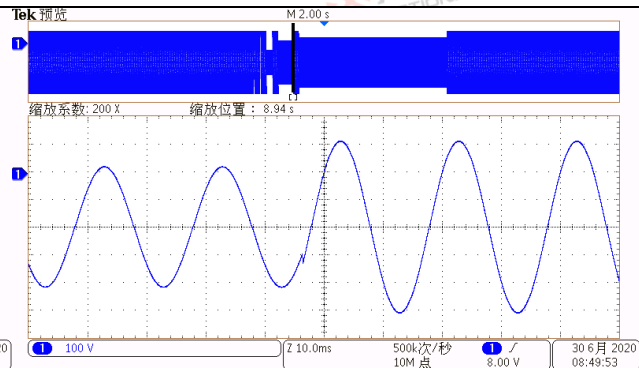
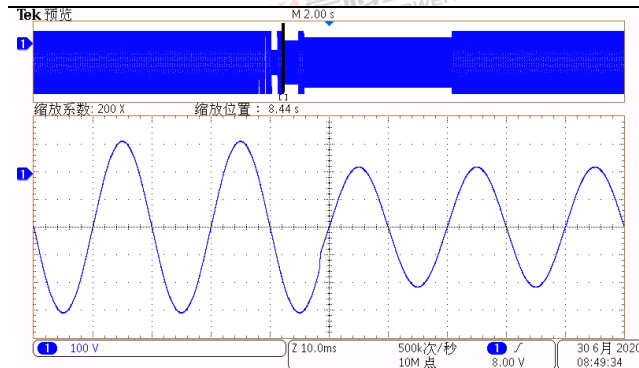
当前序列	7	总序列	9	执行序列	——	执行循环	——
波形类型	交流(V)	直流(V)	相位(°)	占空比	变化(s)	保持(s)	频率(Hz)
1-正弦波	154.00	——	0.0	——	0.0000	0.5000	50.00
2-正弦波	154.00	——	240.0	——	序列组合	重复次数	相角(°)
3-正弦波	154.00	——	120.0	——	0	0	——

当前序列	8	总序列	9	执行序列	——	执行循环	——
波形类型	交流(V)	直流(V)	相位(°)	占空比	变化(s)	保持(s)	频率(Hz)
1-正弦波	220.00	——	0.0	——	0.0000	0.2000	50.00
2-正弦波	220.00	——	240.0	——	序列组合	重复次数	相角(°)
3-正弦波	220.00	——	120.0	——	0	0	——

当前序列	9	总序列	9	执行序列	——	执行循环	——
波形类型	交流(V)	直流(V)	相位(°)	占空比	变化(s)	保持(s)	频率(Hz)
1-正弦波	176.00	——	0.0	——	0.0000	5.0000	50.00
2-正弦波	176.00	——	240.0	——	序列组合	重复次数	相角(°)
3-正弦波	176.00	——	120.0	——	0	0	——

上述配置形输出波形如下，从左向右，从上到下波形对应各序列配置。



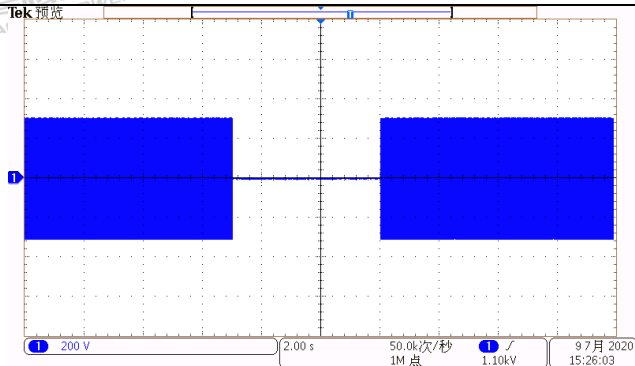


11.2 电压短时中断示例

依据 IEC61000-4-11 章节电压短时中断 3 类，起始相位随机，PRE 暂态数据设置如下所示：

当前序列	1	总序列	1	执行序列	——	执行循环	——
波形类型	交流(V)	直流(V)	相位(°)	占空比	变化(s)	保持(s)	频率(Hz)
1-正弦波	0.00	——	0.0	——	0.0000	5.0000	50.00
2-正弦波	0.00	——	240.0	——	序列组合	重复次数	相角(°)
3-正弦波	0.00	——	120.0	——	0	0	——

中断输出波形如下

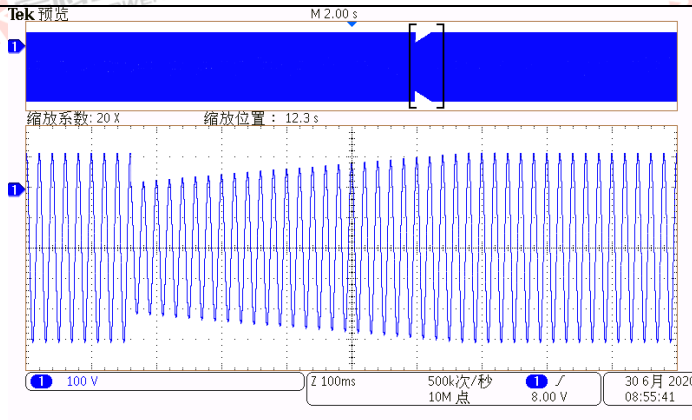


11.3 短期供电电压变化试验示例

依据 IEC 61000-4-11 章节短期供电电压变化试验进行，起始相位随机，PRE 暂态数据设置如下所示，按照从上到下顺序设置数据。

当前序列	1	总序列	2	执行序列	——	执行循环	——
波形类型	交流(V)	直流(V)	相位(°)	占空比	变化(s)	保持(s)	频率(Hz)
1-正弦波	154.00	——	0.0	——	0.0000	0.0200	50.00
2-正弦波	154.00	——	240.0	——	序列组合	重复次数	相角(°)
3-正弦波	154.00	——	120.0	——	0	0	——
当前序列	2	总序列	2	执行序列	——	执行循环	——
波形类型	交流(V)	直流(V)	相位(°)	占空比	变化(s)	保持(s)	频率(Hz)
1-正弦波	220.00	——	0.0	——	0.5000	0.0000	50.00
2-正弦波	220.00	——	240.0	——	序列组合	重复次数	相角(°)
3-正弦波	220.00	——	120.0	——	0	0	——

短期供电电压变化输出波形如下



版本修订记录

日期	版本	修订内容
2020 年 8 月	V1.0	完成本手册。
2021 年 3 月	V2.0	完成新增功能描述。
2021 年 6 月	V2.1	更新 - 9.4.2.4 的“暂态 pulse 编程指令”基波和脉波下发数据指令 - 9.4.2.8 的“间谐波设置指令”。 - 9.4.3.1 的“电源设置指令”[SOURce:]WAVEform:SElect <nr1>参数范围。 - 9.4.3.3 的“保护设置指令”ACT 改为 ACTI。 - 9.4.3.4 的“自定义波形设置指令”自定义波形加载和存储指令说明。 - 9.4.5 的“操作寄存器的位定义”。 - 9.5 的“SCPI 指令树”。