

# 加州仪器MX系列交直流电源

## 产品概述

- 高功率交直流程控电源：用于变频和相关产品测试应用
- 可扩展功率等级：单机输出功率15/22.5/30/45kVA, 多机并联功率高达180kVA
- 单相和三相模式：MX22.5i, MX30和MX45支持单相和三相输出模式
- 任意谐波：支持用户编辑时域和频域波形
- 支持能量反馈的电源解决方案：电源可在输出模式和反馈模式下自动切换，支持高达100%的额定输出功率返回到公用电网（-SNK选项）
- 远程控制：标配IEEE-488 (GPIB)、RS232C和USB，可选LAN接口，用于自动化测试



## 简介

MX系列高功率交直流电源为ATE和产品测试提供可控的交流和直流输出，应用广泛，性价比高。MX系列高功率交直流电源使用最先进的PWM开关技术，结构紧凑坚固，体积仅类似常规办公室复印机，但是功能强大，性能优异。无需复杂的冷却方案或布线，只需使用附带的脚轮将电源放置在指定的位置，插上电源，即可开始运行。

## 简单的操作

MX系列高功率交直流电源带有背光液晶显示屏，可显示菜单，设置数据和回读测量；其同时提供了IEEE-488, RS232C, USB和LAN远程控制接口，以及驱动程序，这使得该电源可以很容易地集成到自动化测试系统中。

对于高级测试应用，其支持生成任意波形，支持时域和频域测量，支持电压和电流波形捕获等功能。

## 配置

MX15支持单相15kVA的输出；MX22.5、MX30和MX45支持单相或三相的22.5kVA、30kVA和45kVA的输出，均具有交流、直流和交流+直流输出模式。直流模式的输出功率是交流功率的66.6%。如需更高功率，可选择MX60、MX90、MX135、MX180的多机柜型号，多机柜型号系统仅支持三相输出模式。

MX60, MX90, MX135和MX180型号若配置了多控制器选项（-MB选项），则可分成两个，三个或四个电源单元，为客户提供了更高级别的灵活性。

## 产品评估与测试

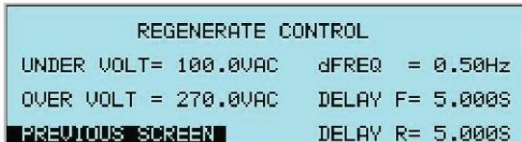
当前，大功率设备和电器制造商需要在更广泛的输入线路条件下全面评估和测试他们的产品。

MX系列高功率交直流电源提供-333输出电压选项，满足IEEE1547(表1)中要求的“异常电压的互连系统响应”，提供480VAC-L产品的120%额定电压。

其内置输出序列生成和测量功能，为客户提供强大易用的综合测试系统。

## 双向节能电源解决方案

MX系列高功率交直流电源既能提供输出电流，也能吸收电流，即支持电流双向流动。MX系列产品的放大器支持交流输入电压和电流之间的相位变换，将电能反馈到公用电网。这种操作模式在需要将能量反馈到电网的产品测试时特别有用，如电源转换器测试，并网和离网光伏逆变器测试，频率变化和电压瞬变测试等应用。



-SNK模式界面

MX系列高功率交直流电源输出频率范围达819Hz（或905Hz，-HF选项），适用于航空航天行业测试应用。精确的频率控制和负载调节是关键因素。其具有多种远程控制接口，支持便捷的SCPI命令，易于将电源集成到现有的ATE系统中。LabView™的仪器驱动程序可加速系统集成。MX系列高功率交直流电源可以减少对其他测试设备的需求，节省了成本和空间。

## 一致性测试

随着政府推广产品质量标准法规，越来越多制造商需要对产品进行一致性测试。MX系列高功率交直流电源支持相关的标准测试，如IEC61000-3-2, 3-3, 3-11, 3-12等等。

## 电压量程的选择

MX系列高功率交直流电源电压标配量程150/300VL-N，可选电压量程166/333VL-N，即260/520VL-L或287/576VL-L。

对于需要超过333VL-N（或576VL-L）的应用，可选的-HV选项以提供400VL-N（693VL-L）输出量程，仅支持交流模式。

对于更高压的应用，可选用-XV选项，提供高达600VL-N（1038VL-L）输出量程。

## 高峰值因数

MX系列高功率交直流电源可驱动高峰值因数的负载，如非线性负载。由于许多现代产品使用开关电源，这样往往拉高重复峰值电流。MX系列电源峰值因子为额定值4.5倍，每相可提供高达300A的重复峰值电流（150VAC量程）。每个型号的峰值重复电流请参考详细规格

## 远程控制

MX系列高功率交直流电源标配RS232C，USB 和IEEE-488，选配LAN远程控制接口，支持计算机编程控制，使用常规SCPI命令。

## 硬件在环

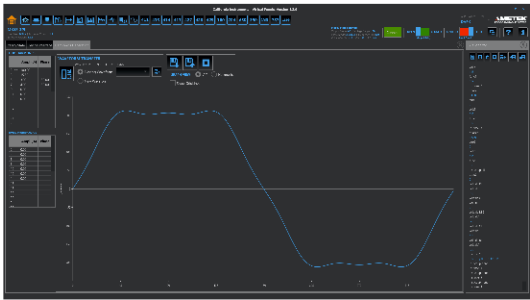
配置-EXTD选件后，MX系列高功率交直流电源支持外部模拟信号控制，本质上，电源变成一个高带宽的放大器。常见的应用包括发电厂的硬件在环（HIL）模拟、混合动力电动汽车和可再生能源发电及其对公用电网影响等应用。

如需了解更多细节，请参考网站上-EXTD白皮书。

## 应用软件

基于Windows的程控软件，无需要其他开发定制，即可控制和监测电源。电脑操作系统需要为Windows 7, 8x, 或10。软件支持以下功能：

- 稳态输出控制
- 创建、运行、保存、加载和打印测试序列
- 生成并保存谐波波形
- 生成并保存任意波形
- 测量并记录标准测量值
- 捕获和显示输出电压和电流波形
- 测量、显示、打印和记录谐波电压和电流测量
- 显示IEEE-488, RS232C, USB和LAN总线通信指令，以帮助客户开发自己的测试程序。



软件界面

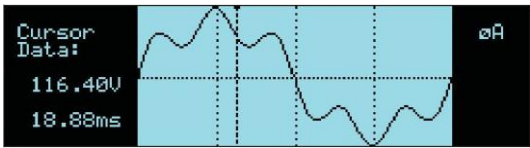
谐波波形生成

使用最新的DSP技术，MX系列高功率交直流电源可以产生谐波波形以测试谐波的敏感性。通过测试软件设置最多50次谐波的幅值和相位来定义谐波波形。

波形数据点由软件生成，并通过通信接口下载到交流电源中。非易失性存储器中可记录多达200个波形，支持用户自定义名称，方便后期调用。MX22.5、MX30和MX45型号产品支持三相谐波生成和三相相位异常等来模拟线路不平衡的状态。

任意波生成

使用标配的软件或自定义软件，用户可以编辑任意的交流波形并下载到MX系列电源中。用户可设置波形数据点来编辑波形，也可以调用软件波形库中的波形，或通过编辑将数字示波器上捕获的真实波形下载到电源中。任意波形编辑功能在模拟实际交流线路异常的影响的应用中非常实用。

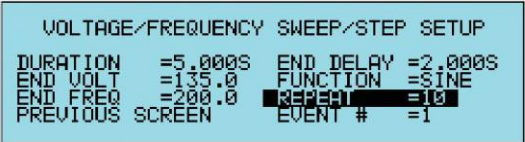


谐波失真波形

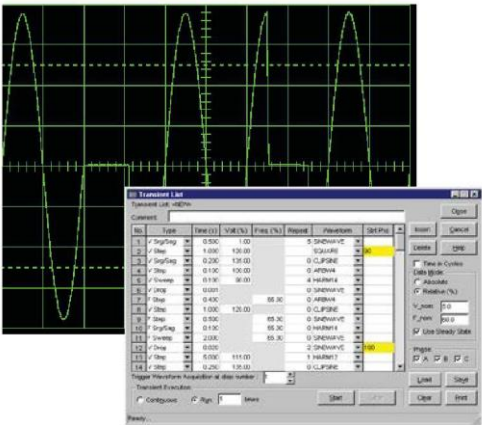
交流和直流的序列输出功能

MX 系列交直流电源具有强大的序列输出功能，支持生成和输出复杂的电压、频率和波形序列，结合任意波形生成能力，进一步增强了MX系列交直流电源模拟交流和直流线路状态或干扰的能力。三相序列步骤可独立控制，但在时间上同步。精确的相位角控制和同步为应用提供了无与伦比的精度。

仪器前面板可控制序列的列表，支持序列的执行、启动、停止、中止和恢复等操作。用户定义的瞬态序列可以保存到非易失性内存中，以便后期调用和执行。电源软件使用类似电子表格的数据输入定义序列，支持保存和调用。



前面板的序列列表



软件界面的序列列表

测量和分析

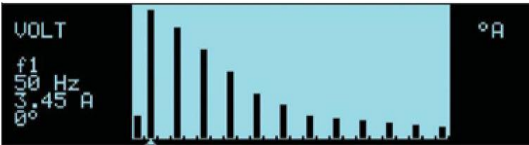
MX系列交直流电源不仅是电源，还具有数据采集系统，可连续监测交流源输出端的参数。这个数据采集系统构成了所有测量和分析功能的基础。用户通过电源前面板和远程接口查看测试数据。

常规测量

MX系列交直流电源可在前面板液晶显示器上查看常用的交直流测量参数，包括频率，电压有效值，电流有效值，电流峰值，峰值因数，实际功率(W)，视在功率(VA)和功率因数。

谐波分析

MX系列交直流电源支持50次谐波测试，包括电压和电流的幅值和相位信息(在三相模式下高达16 kHz)，谐波数据可以在前面板液晶显示屏上以表格和图形格式显示，以便立即反馈给操作员(不包括MX15)；也可使用软件获取，用于显示、打印和保存谐波测量数据。电压和电流总谐波畸变由谐波数据计算而来。



电流谐波绝对幅值柱状图(MX22. 5/30/45前面板显示)

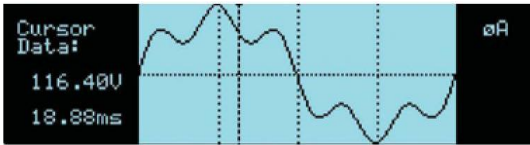
VOLT HARMONIC MEASUREMENTS			oA		
HR#	AMPL.	PHASE	HR#	AMPL.	PHASE
0	0.00	0.0	1	151.42	0.0
2	0.33	46.9	3	116.17	351.4
4	0.57	90.1	5	85.24	29.6
6	0.59	131.8	7	54.72	67.0
8	0.45	171.4	9	24.55	100.6

电压谐波绝对值测量表(MX22. 5/30/45前面板显示)

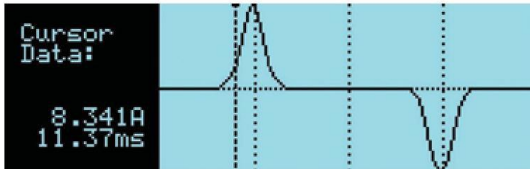
波形获取

该测量系统使用4K深采样缓冲器实时数字化电压和电流波形，提供了电压和电流波形的详细信息。

波形采集可以在特定的相位角或从序列列表中触发，以允许精确定位捕捉到相对于交流源输出的波形。



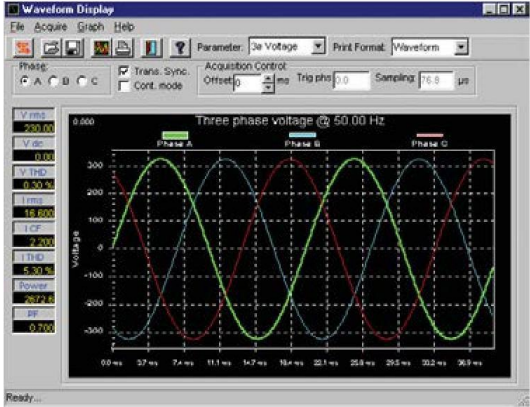
电流波形获取(MX22. 5/30/45前面板显示)



电压波形获取(MX22. 5/30/45前面板显示)

MEASUREMENTS 1			
VOLTAGE =	113.5VAC	FREQ =	60.0Hz
CURRENT =	36.9A	POWER =	4.11KW
PREVIOUS SCREEN		MORE	

MEASUREMENTS1				oABC		
FREQ =	60.0 Hz					
VOLT AC =	120.51 V	119.92 V	120.31 V			
CURR =	9.342 A	8.453 A	9.129 A			
POWER =	0.782 KW	0.763 KW	0.734 K			
PREVIOUS SCREEN		MORE				





## 型号

参考型号和配置部分

## 配件

在光盘中提供用户手册，编程手册和软件手册，RS232C串口线。

## 输入电压

需要在购买时选定输入线电压类型。

208	208V±10%L-L, 4线
230	230V±10%L-L, 4线
380	380V±10%L-L, 4线 (不包含MX15)
400	400V±10%L-L, 4线
480	480V±10%L-L, 4线

## 选件

-333	166/333VACL-N和220/440VDC输出量程
-ES	带按键的急停选件
-411	IEC61000-4-11测试选件
-413	IEC61000-4-13谐波和间谐波测试选件
-LF	500Hz频率限制
-FC	±0.25%频率精度限制
-LAN	网口
-HF	高频选件，输出频率达905Hz.
-HV	400VL-N交流输出量程
-HVC	带有恒功率模式的400VL-N交流输出量程
-XV	高电压量程选件，详询工厂。
-XVC	带有恒功率模式的的高电压量程选件 详询工厂。
-LKM	时钟同步主机选件
-LKS	时钟同步从机选件
-WHM	功率瓦时测量选件
-SNK	交流能量反馈选件
-SNK-DC	直流能量反馈选件
-EXTD	模拟量控制选件(不包含MX15)
-1399	MIL-STD-1399-300B 舰载测试选件

### 航空标准测试选件\*

-ABD	ABD0100.1.8 测试选件
-AMD	Airbus AMD24测试选件
-A350	Airbus 测试选件
-B787	Boeing 787 测试选件
-160	RTCA/DO-160D/E/G及EUROCAE测试选件
-704	MIL-STD-704 A-F 测试选件-

\*注意:航空电子设备测试选件参考手册P/N4994-971

## 包装和运输

所有MX系列产品使用可重复的木箱装运。

交流输入									
电压	须在订购时指定，所有输入均为L-L，三相输入线缆为3线+地。208±10%VAC, 230±10%VAC, 380V±10%VAC, 400±10%VAC, 480±10%VAC。注意: 380VAC和600VAC不适用于MX15								
输入线电流（每相）满载条件	相电流(MX15)				相电流(MX22.5/30/45)				
	208	230	400	480	208	230	380	400	480
	58.3 ARMS	52.3 ARMS	30 ARMS	28 ARMS	89/116/175 ARMS	79/105/157 ARMS	49/62/95 ARMS	46/60/90 ARMS	38/50/75 ARMS
失真	< 8% 满功率， <20% 35%功率条件下								
频率	47-63 Hz								
效率	85%，典型值								
功率因数	0.95，典型值								
交流参数									
接线	MX22.5/30/MX45: 前面和侧面接线，电缆通过电源底部在后面板接出。MX15: 后面板								
标准	IEC/EN 61010-1								
EMI	CISPR 11 / EN 55011, Class A, EN 61326-1, CE EMC (-400和-480型号)								
接线端子	后面板的交流输入输出端子。IEEE-488 (GPIB)接口，9针Sub-D RS232C接口*，远程电压检测接口，系统接口端子，DB-37，网口。*RS232 使用DB9至DB9连接线。								
物理尺寸/环境									
MX22.5/30/45 尺寸	高: 50.0” (1270 mm), 宽: 28.75” (731 mm), 深: 34.5” (876 mm)								
MX22.5/30/45 重量	机箱: 1150lbs/522Kg, 运输: 1231lbs/560Kg, 放大器: 63lbs/29Kg, MX22.5: 875lbs/398 Kg								
MX15 尺寸	高: 31.75” (806 mm), 宽: 24.0” (610 mm), 深: 28.0” (711 mm)								
MX15 重量	机箱: 600lbs/272Kg, 运输: 681lbs/309Kg, 放大器: 63lbs/29Kg								
机箱	MX22.5, MX30和MX45脚轮和叉车卡槽，MX15: 脚轮								
振动和冲击标准	设计满足NSTA标准的1A运输水平，运输在木箱与叉车槽								
空气进出	强制风冷，前进风，后排风								
环境湿度	0 to 95% RAH, 无凝露								
操作温度	0-40° C (30° C恒功率模式)，存储: -20 - +85° C								
具有双电压量程的程控电源									
			电压量程						
型号	交流输出功率	相数	AC/AC+DC	DC	-HV选件	333选件AC/AC+DC	333选件DC		
MX15-1Pi	15kVA	1	150/300	200/400	400VAC	166/333	220 /440		
MX22.5-3Pi	22.5 kVA	1 & 3	150/300	200/400	400VAC	166/333	220 /440		
MX30-3Pi	30 kVA	1 & 3	150/300	200/400	400VAC	166/333	220 /440		
MX45-3Pi	45 kVA	1 & 3	150/300	200/400	400VAC	166/333	220 /440		
MX90-3Pi	90 kVA	3	150/300	200/400	400VAC	166/333	220 /440		
MX135-3Pi	135 kVA	3	150/300	200/400	400VAC	166/333	220 /440		
MX180-3Pi	180kVA	3	150/300	200/400	400VAC	166/333	220 /440		
-MB 选件									
型号	交流输出功率	相数	配置						
MX90-3Pi-MB	90 kVA	3	两台 MX45-3Pi						
MX135-3Pi-MB	135 kVA	3	三台 MX45-3Pi						
MX180-3Pi-MB	180kVA	3	四台 MX45-3Pi						
再生模式下的稳态交流有效值电流(-SNK option)									
型号	标配/选配	MX15	MX22.5	MX30	MX45	MX60	MX90	MX135	MX180
150V量程, 3相	标配	N/A	50A/Ø	66.6A/Ø	100A/Ø	133.3A/Ø	200A/Ø	300A/Ø	400A/Ø
150V量程, 1相	标配	100A	150A	200A	300A	N/A	N/A	N/A	N/A
300V量程, 3相	标配	N/A	25A/Ø	33.3A/Ø	50A/ Ø	66.6A/Ø	100A/Ø	150A/Ø	200A/Ø
300V量程, 1相	标配	50A	75A	100A	150A	N/A	N/A	N/A	N/A
166V量程, 3相	-333选件	N/A	45A/ Ø	60A/Ø	90.1A/ Ø	120A/ Ø	180.2A/ Ø	270.3A/ Ø	360.3A/ Ø
166V量程, 1相	-333选件	90.1A	135A	180.1A	270.3A	N/A	N/A	N/A	N/A
333V量程, 3相	-333选件	N/A	22.5A/Ø	30A/Ø	45A/ Ø	60A/ Ø	90.1A/ Ø	135A/ Ø	180.2A
333V量程, 1相	-333选件	45A	67.5A	90.1A	135A	N/A	N/A	N/A	N/A

操作模式										
AC, DC 和 AC+DC 模式										
交流输出模式										
频率	范围: 16.00-819.0Hz, -LF选件: 16.00-500.0Hz, -HF选件: 16.00-90 Hz (补充规格适用于819 Hz以上)。 分辨率: 0.01Hz: 16.00-81.91Hz, 0.1Hz: 82.0Hz-819.1Hz, SNK: 16-500Hz, EXTD: 16-819Hz									
相位	MX15: 单相, MX22.5/30/45: 三相, 中线浮地, 直流耦合 (除-HV选件)									
总功率	MX15: 15kVA, MX22.5: 22.5kVA, MX30: 30kVA, MX45: 45 kVA, MX60: 60kVA, MX90: 90kVA, MX135: 135kVA, MX180: 180kVA									
负载因数	0-1, 满电流条件									
交流模式电压										
电压量程 (标配 150/300VAC, 选配166/333VAC)	量程	低量程		高量程		调节率				
	AC	0-150/0-166V		0-300/0-333 V		负载调节率 < 0.25%满量程, DC-100Hz, < 0.5%满量程, 100-819Hz				
	AC+DC	0-150/0-166V		0-300/0-333V		电源调节率 < 0.1%满量程, 10%线变化				
远端补偿	电压补偿 (5%满量程)									
谐波失真 (线)	<0.5%, 16-66Hz; <1%, 66-500Hz; <1.5% , 500Hz以上									
直流偏置	<20mV									
外部调制	深度: 0-10%, 频率: DC-2KHz									
电压斜率	200μs, 阻性负载10%-90%满量程变化, 0.5V/μSec									
交流模式电流										
电压量程 (标配 150/300VAC, 选配166/333VAC)	型号		MX15 1Ph	MX22.5 3Ph/1Ph	MX30 3Ph/1Ph	MX45 3Ph/1Ph	MX60 3Ph/1Ph	MX90 3Ph	MX135 3Ph	MX180 3Ph
	低量程	150 166	100 90.1	50/ø/150 45/ø/135	66.6/ø/200 60/ø/180.1	100/ø/300 90.1/ø/27.3	133.2/ø 120/ø	200/ø 180.2/ø	300/ø 270.3/ø	400/ø 360.3/ø
	高量程	300 330	50 45	25/ø/75 22.5/ø/67.5	33.3/ø/100 30/ø/90.1	50/ø/150 45/ø/135	66.6/ø 60/ø	100/ø 90.1/ø	150/ø 135/ø	200/ø 180.2/ø
	注: 恒功率模式增加电流见下表									
峰值交流电源	MX30和MX60高达4.5倍, 其他型号3.0倍 (满电压条件下电流有效值)									
编程精度	电压: ±0.3Vrms, 频率: ±0.01%编程值, 电流限值: 5%编程值+1A, 相位: <0.5°+0.2°/100Hz相位平衡									
编程分辨率	电压: 100mV      频率: 0.01Hz, 16-81.91Hz, 0.1Hz, 82-819Hz 相位: 0.1°      电流限值: 0.1A, 3相模式, 1.0A, 单相模式,									
恒功率交流模式-最大交流有效电流										
机箱尺寸										
MX15					MX22.5, MX30, MX45					

测量													
交流 测量	参数	频率	电压 有效值	电流 有效值	峰值 电流	波峰 因数	实际 功率	视在 功率	功率 因数	相角	直流 电压	直流 电流	直流 功率
	范围	16-100Hz 100-820Hz	400V	0-160A	0-400A	0.00- 6.00	0- 15 kW	0- 15 kVA	0.00- 1.00	0- 360.0	0- 400V	0- 400A	0- 10kW
	精度* (±)	0.01%+ 0.01Hz	0.05V+ 0.02% 0.1V+ 0.02%	0.15A+ 0.02% 0.3A+ 0.02%	0.15A+ 0.02% 0.3A+ 0.02%	0.05 0.05	30W+ 0.1% 60W+ 0.1%	30VA+ 0.1% 60VA+ 0.1%	0.01 0.02	2.0° 3.0°	0.5V	0.5A	30W
	分辨率*	0.01Hz/ 0.1Hz	10mV	10mA	10mA	0.01	10W	10VA	0.01	0.1°	10mV	10mA	10 W
	*测量系统带宽=DC至6.7 kHz。精度规格在100计数以上有效。MX90, MX135, MX180或MX30/45-3Pi在单相模式，电流和功率精度和范围是规格的三倍。PF精度适用于PF > 0.5和VA > 50%的范围。												
谐波 测量	参数	基频		相位		电压		电流					
	范围	16.00-1000.0Hz/ 32.00Hz-16 kHz		0.0-360.0°		基波2-50		基波2-50					
	精度* (±)	0.03%+0.03Hz/0.01 Hz		2°典型值		750mV/0.3%+750mV+0.3%/1kHz		0.5A/0.3%+150mA+0.3%/1kHz					
	分辨率*	0.01 Hz		0.5°		10mV/10mV		100mA/100mA					
	*精度规格在100计数以上有效。精度规格适用于三相模式。单相模式下MX30/45-3Pi的谐波频率范围为32hz - 48kHz												
直流输出模式													
功率		直流电压全量程下的最大直流功率。MX15：10kw，MX22.5：5kW/三相输出的每相，15 kW/单相模式，MX30：6.5kW/三相输出的每相，20kW/单相模式，MX45：10kW/三相输出的每相，30kW/单相模式											
电压量程		低量程200 V, 高量程400 V											
输出精度		± 1 Vdc											
负载调节率		< 0.25 % FS											
电源调节率		< 0.1% FS ， 10 %变化											
纹波		低量程< 2Vrms, 高量程 < 3Vrms											
最大直流电流/ 每相 FSV( 标配 200/400VAC, 选配 220/440VAC)		型号		MX15 1Ph	MX22.5 3Ph/1Ph	MX30 3Ph/1Ph	MX45 3Ph/1Ph	MX60 3Ph/1Ph	MX90 3Ph	MX135 3Ph	MX180 3Ph		
		低量程	200 220	50 45.4	25/75 22.7/68.2	33.3/100 30.3/90.1	50/150 45.4/136.3	66.6 60.6	100 90.9	150 136.3	200 181.8		
		高量程	400 440	25 22.7	12.5/37.5 11.35/34	16.6/50 15.1/45.4	25/75 22.7/68.2	33.2 30.2	50 45.4	75 68.1	50 90.9		
		注：恒功率模式增加电流见下表											
电流限值		0到选定量程的最大值											
AC+DC 输出模式													
输出功率		AC+DC模式下最大电流和功率和DC模式相同											
保护													
过载保护		进入恒流或恒压模式											
过温保护		自动关机											
存储													
非易失性存储		16个仪器设置，200个用户自定义波形											
波形													
标准波形		正弦波，方波，削顶正弦波											
自定义波形		最多4组，每组50个波形，总计200个波形，波形由1024个点组成，每组可同时被使用											
系统接口													
输入		远程急停，同步，时钟/锁定											
输出		功能选择/出发输出，时钟/锁定											
远程控制													
IEEE-488		IEEE-488 (GPIB)通信，Subset: AH1, C0, DC1, DT1, L3, PP0, RL2, SH1, SR1, T6, IEEE-488.2 SCPI 指令											
RS232C		9 pin Sub-D 接口 (提供RS232C cable)											
LAN (选件)		网口: 10BaseT, 100BaseT, RJ45											
USB		版本: USB 1.1，速率: 460 Kb/s maximum											
输出继电器		按键或总线控制继电器											
输出阻抗（不适用于SNK选件）		仅适用于MX30-3Pi 和MX45-3Pi的三相模式， 电阻: 1 - 200 mOhm，电感: 170 - 200 uH，规范适用于50Hz基波											

规格如有更改, 恕不另行通知。无特殊说明, 规格适用于 25±5°C的环境温度范围, 阻性负载, 正弦波, 并预热 30 分钟后。  
对于三相配置, 所有规格均为 L-N。相位角规格仅在平衡负载条件下有效。