MS 系列

大功率机柜式程控直流电源 • 可靠电流馈电式功率处理工艺

概述

MS系列与TS系列具有相同的电力运行模块，但安装在机柜式控制柜里，并可扩展至更高的功率等级。现有MS系列型号涵盖非常广的输出范围，从5 Vdc至4,000 Vdc（浮地）电压以及最高4,500Adc的电流。30 kW型号可用于31.5”（80.0 cm）高的机柜，而45 kW～75 kW型号可用于51”（129.5 cm）高的机柜；所有机柜均配备脚轮。此外，还有几种特殊的低压、高电流型号，能够为这些需求提供具有更低成本的解决方案。所有MS系列电源均标配隔离37-pin外部I/O接口、RS232、远程接口软件和IVI驱动器，可集成到多种编程环境中。

主要特性

- SCPI远程编程API（应用程序界面）
- 高精度测量
- 主从式操作功能
- 远地感应
- 37-pin外部模拟量I/O接口
- RS232接口
- 可选配以太网接口和GPIB接口
- 0-10V外部模拟输入
- 可编程设置保护限值
- 快速瞬态响应
- 远程接口软件
- NI LabVIEWTM和IVI驱动器
- 联锁功能迅速切断输入
- 在美国设计和制造

可用选项

- 阻流二极管（+BD）
- 高隔离输出（+ISO）
- 高转换速率输出（+HS）
- IEEE-488 GPIB通信接口（+GPIB）
- LXI TCP/IP以太网通信接口（+LXI）
- 水冷（+WC）

型号

	30 kW	45 kW	60 KW	75 kW		
最大电压 (Vdc)	最大电流 (Adc)				纹波[1] (mVrms)	效能
5	2700[2]	3600[2]	4500[2]	N/A	50	84%
10	2700[2]	3600[2]	4500[2]	N/A	40	87%
16	1800	2700	3600	4500	35	87%
20	1500	2250	3000	3750	40	88%
25	1200	1800	2400	3000	40	89%
32	900	1350	1800	2250	40	89%
40	750	1125	1500	1875	40	89%
50	600	900	1200	1500	50	89%
60	498	747	996	1245	60	90%
80	372	558	744	930	60	90%
100	300	450	600	750	60	90%
125	240	360	480	600	100	90%
160	186	279	372	465	120	90%
200	150	225	300	375	125	91%
250	120	180	240	300	130	91%
300	96	144	192	240	160	91%
375	78	117	156	195	170	92%
400	72	108	144	180	180	92%
500	60	90	120	150	220	92%
600	48	72	96	120	250	92%
800	36	54	72	90	300	92%
1000	30	45	60	75	350	92%
1250	24	36	48	60	375	92%
1500	19.8	27.7	39.6	49.5	400	92%
2000	15	22.5	30	37.5	450	92%
3000	9.6	14.4	19.2	24	500	92%
4000	7.2	10.8	14.4	18	550	92%

MS系列型号订购指南

MS系列 中有106个不同型号，包括以下功率等级：30 kW、45 kW、60 kW、75 kW。

根据以下内容确定合适型号：

1. 从最左侧列中选择所需的最大输出电压（Vdc）
2. 从包含所需最大电压的同一行中选择所需最大电流（Adc）
3. 根据型号订购指南构建型号

MSD800-54/480+HS+LXI

- **产品系列**
- **前面板类型**
  A：A版基本前面板
  D：D版高级前面板
  C：空白
  注：所有前面板类型均包括计算机控制和37-接口隔离I/
- **最大电压最大电流**
- **输入电压**
  208: 208 Vac 3Φ
  240: 240 Vac 3Φ
  380: 380/400 Vac 3Φ
  415: 415 Vac 3Φ
  440: 440 Vac 3Φ
  480: 480 Vac 3Φ
- **选项码**

[1] 标准型号规定纹波。对于具有高转换速率输出（+HS）的型号，纹波更高。详情请参考选项页。

[2] 低电压、高电流型号的尺寸和额定输入电流与相同功率等级型号的额定规格不同。更多详情请联系麦格纳电子设备销售代表。

规格

交流输入规格

三相，交流输入电压 三相，3线+接地，适用于所有型号	208 Vac (运行范围 187 至 229 Vac) 240 Vac (运行范围 216 至 264 Vac) 380/400 Vac (运行范围 342 至 440 Vac) 415 Vac (运行范围 373 至 456 Vac) 440 Vac (运行范围 396 至 484 Vac) 480 Vac (运行范围 432 至 528 Vac)
交流输入电流	请参考可用型号图表
交流输入频率	50-60 Hz
功率因数	最大功率时为0.92
交流输入隔离	±2500 Vac, 对地最大输入电压

输出规格

电压纹波	请参考可用型号图表。
线调整率	电压模式：满量程的 ± 0.004% 电流模式：满量程的 ± 0.02%
负载调整率	电压模式：满量程的 ± 0.01% 电流模式：满量程的 ± 0.04%
负载瞬态响应	在2 ms内，通过50%至100%或100%至50%的负荷阶跃变化，在调节输出的±1%范围内恢复
稳定性	开机30分钟后，±0.10%范围内持续8小时
效能	请参考可用型号图表
直流输出隔离 Models Rated ≤1000 Vdc	±1000 Vdc, 对地最大输出电压
直流输出隔离 额定型号 >1000 Vdc 或具有+ISO选项的型号	±(2000 Vdc + Vo/2), 最大对地输出电压，其中Vo是最大额定电压

编程精度	电压：最大额定电压的 ±0.075% 电流：最大额定电流的 ±0.075%
测量精度	电压：最大额定电压的 ±0.2% 电流：最大额定电流的 ±0.2%
最大转换速率 标准型号	100 ms 内，输出电压从 0 至 63% 100 ms 内，输出电流从 0 至 63%
最大转换速率 具有高转换速率选项的型号 (+HS)	4 ms 内，输出电压从 0 至 63% 8 ms 内，输出电流从 0 至 63%
跳闸设定值范围	过压：最大额定电压的 10% 至 110% 过流：最大额定电流的 10% 至 110%
计算机命令协议	可编程仪器的标准命令 (SCPI)
远地感应限值 可用于额定电压小于等于1,000 Vdc的型号	从输出降至负载的最大电压的 3%

通信规格

通信接口（标准）	RS232: DB-9, 母 外部用户 I/O: DB-37, 母
通信接口（可选）	LXI TCP/IP 以太网: RJ-45 GPIB: IEEE-488

外部用户I/O规格

数字输入	5 V, 10 kΩ 阻抗
数字监控信号	5 V, 5 mA 电容
数字参考信号	5 V 输出, 25 mA 电容
模拟编程输入	0-10 V
模拟编程阻抗	10 kΩ
模拟监控信号	0-10 V, 5 mA 电容
模拟监控阻抗	100 Ω
模拟监控精度	最大额定功率的 0.2%
模拟参考信号	10 V, 5 mA 电容, 1 Ω impedance电容

物理规格

功率级别	尺寸	重量
30 kW	31.5" H x 24" W x 31.5" D (80.0 x 55.6 x 80.0 cm)	280 lbs (127.01 kg)
45 kW	51" H x 24" W x 31.5" D (129.5 x 61.0 x 80.0 cm)	395 lbs (179.17 kg)
60 kW	51" H x 24" W x 31.5" D (129.5 x 61.0 x 80.0 cm)	510 lbs (231.33 kg)
75 kW	51" H x 24" W x 31.5" D (129.5 x 61.0 x 80.0 cm)	645 lbs (292.57 kg)

交流输入规格

环境工作温度	0°C 至 50°C
储存温度	-25°C 至 +85°C
湿度	不凝结相对湿度高达95%
	最大输出电压的 0.04%/°C 最大输出电流的 0.06%/°C
风冷 标准	前进风口，后排风口
水冷 带+WC选项	25°C最大进口温度 30 kW装置的最小流量为3.0加仑/分钟（GPM） 45-75 kW装置的最小流量为4.5加仑/分钟（GPM） 80 PSI（磅/平方英寸）最大压力 尺寸为1/4" 美国标准锥管螺纹（内螺纹）母管

适用法规

EMC电磁兼容性	Complies with 2014/30/EU (EMC Directive) CISPR 22 / EN 55022 Class A
安全性	Complies with EN61010-1 Complies with 2014/35/EU (Low Voltage Directive)
CE 标志	是
通过 RoHS 认证	是

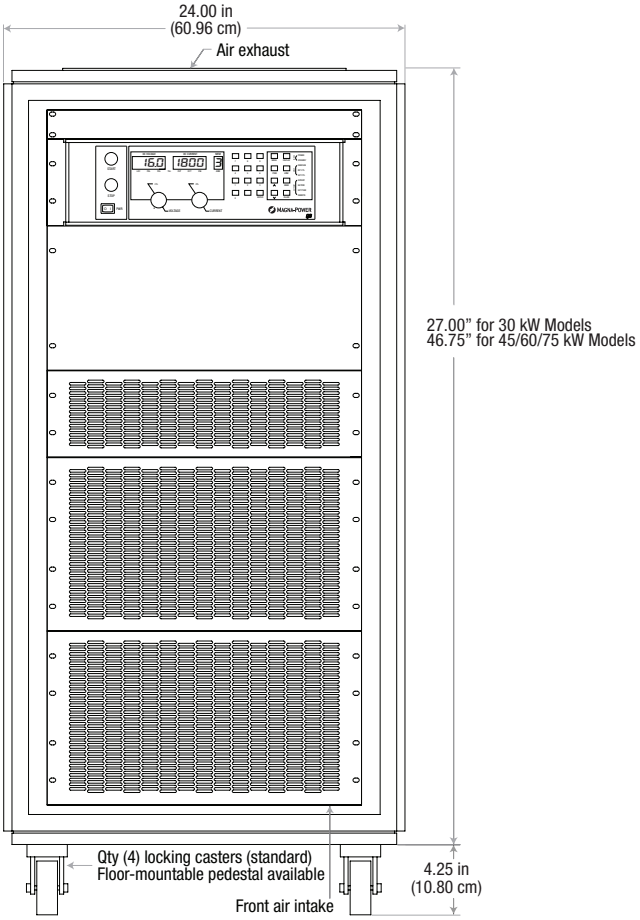
注：参数如有更改，恕不另行通知。输入电压规格为两线间规格。

MS 系列

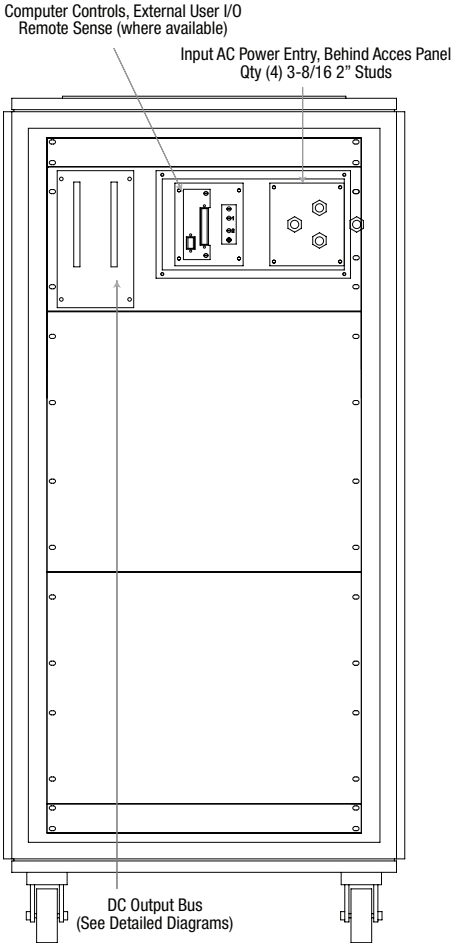
大功率机柜式程控直流电源 • 可靠电流馈电式功率处理工艺

产品图

正面

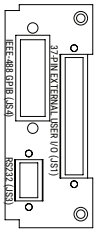


后侧



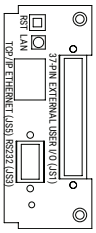
背面

IEEE-488 GPIB (+GPIB) 选项



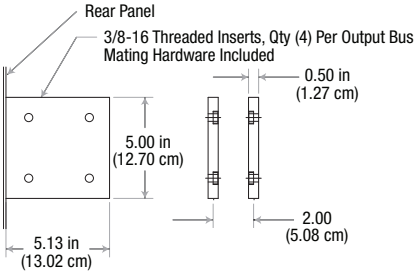
背面

LXI TCP/IP 以太网 (+LXI) 选项



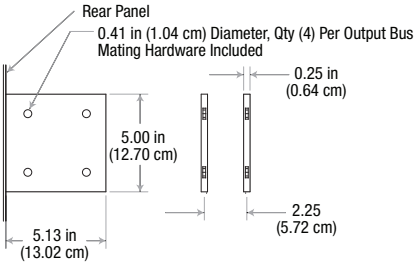
直流输出总线

额定电压小于60 Vdc的型号



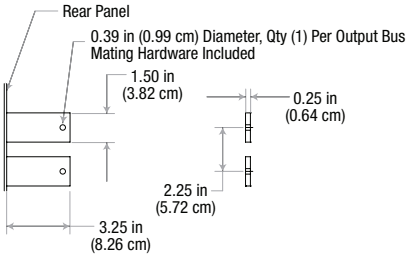
直流输出总线

额定电压为 60 Vdc～1,000 Vdc的型号



直流输出总线

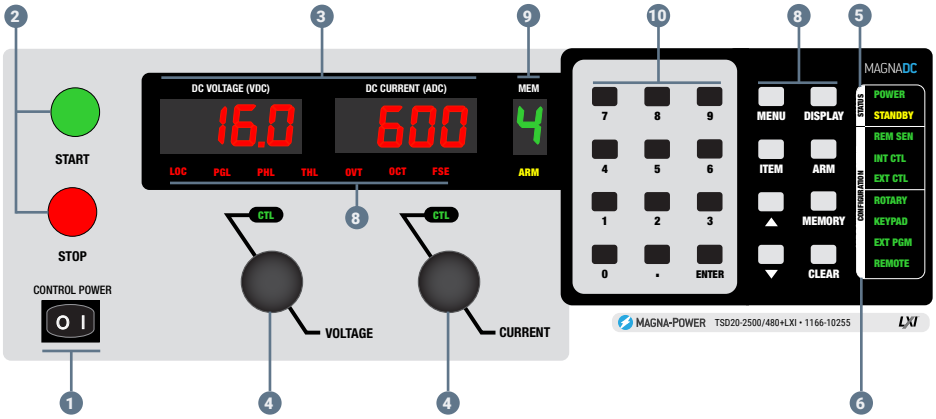
额定电压大于1,000 Vdc或带+ISO选项的型号



MS系列前面板类型

D版前面板

A版前面板提供了一个配备旋转前面板输入、隔离37-接口模拟/数字I/O和RS232计算机接口的数字显示屏。除了具有A版前面板的功能外，D版前面板还提供数字10键输入、存储能力的自动排序，以及非线性功率配置模拟的调制。



C版前面板

C版前面板为空白，提供一个实现功率控制的开关。所有控制均需通过所提供的隔离37-接口模拟/数字I/O或通过计算机接口执行。

1. 电源开关在未接通输出时接通控制电路
2. 通过集成机械接触器接通和断开总电源
3. 仪表显示输出电压/电流、电压/电流设定点、过压/过流跳闸
4. 用无级旋钮设定电压和电流
5. POWER电源：显示电源接通
   STANDBY待机：待机状态
6. 配置
   REM SEN远地感应：远地感应启用
   INT CTL内部：前面板启动/停止/启用清除
   EXT CTL外部：外部启动/停止/启用清除
   ROTARY旋转：前面板旋钮输入
   EXT PGM外部：外部模拟电压电流控制
   REMOTE远程：远程计算机控制
7. 诊断警报
   LOC/LOCK：联锁
   PGM LN：外部输入电压超限
   THERM热量：过温状态
   OVT过压跳闸：过压保护跳闸
   OCT过流跳闸：过流保护跳闸
   FUSE保险丝：显示已清除保险丝
   PHASE/PHL相位：显示交流输入缺相
8. 功能键
   MENU菜单：选择功能
   ITEM项目：选择功能内的项目
   DISPLAY or VI DIS：显示V/I设定值
   TRIP DIS跳闸显示器：显示过压/过流跳闸设置
   CLEAR清除：清除设置或重置故障
   ENTER进入：选择项目
   MEM：设置存储位置
9. 存储位置指示器，用于应用程序的自动排序
10. 数字输入键盘

MagnaDC 概述

分布式数控完全程控直流电源

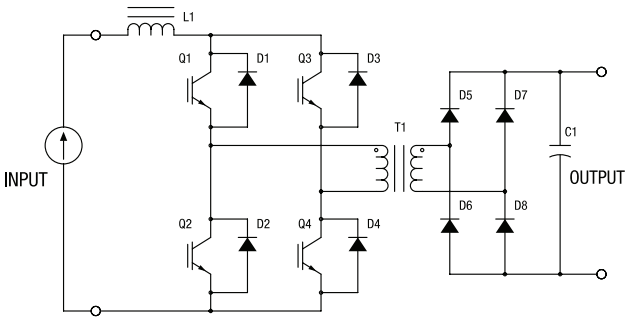
MagnaDC程控直流电源具有可编程电压/电流、保护设置以及高精度测量的特点。功能和特性可通过多种控制方法获得和设置，包括：

- 无级前面板可编程旋钮
- 37-接口隔离模拟数字用户I/O
- RS232计算机接口（配有软件和驱动器）

多种附加编程接口可用，如LXI TCP/IP以太网（+LXI）、IEEE-488 GPIB（+GPIB）、Edgeport USB配件（+USB）、RS485 配件（+RS485）。

电流馈电式拓扑控制结构：强大的功率转换能力

电流馈电式拓扑控制结构：强大的功率转换能力



所有MagnaDC程控直流电源均采用基于高频IGBT的电流馈电式拓扑结构电力运行。与传统电压馈电式拓扑结构相比，该拓扑结构添加了一个额外功率保护极，加强了控制和系统防护，从而确保即使出现故障，电源也能实现自我防护。由于该拓扑结构的自我保护特性，从而消除了电流尖峰快速上升和磁芯饱和的可能性。

除其强劲拓扑结构外，MagnaDC程控直流电源的关键性能也包括：

- 高精度电压和电流编程精度
- 领先的线性和负载调整率性能
- 高功率因数的三相交流输入，带浪涌限制电路
- 计算机和用户I/O与电源输出隔离

所有麦格纳的电源均包含与其他电力设备协同运行的电路。分级启动接触器可用于将浪涌电流保持在满量程工作电流以下。滤波器组件降低了电源发出的电流谐波量，并将功率因数提升至超过90%的水平。每个电源均在90%至125%的标称线上进行测试，以确保设备即使在最差的线路电压条件下也能正常运转。

安全设计

MagnaDC程控直流电源具有广泛的诊断功能，包括：

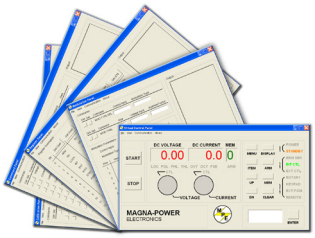
- 交流缺相
- 过热条件
- 过压跳闸（可程控）
- 过流跳闸（可程控）
- 清除保险丝
- 编程线电压过高
- 联锁故障

当处于待机状态或诊断故障时，交流电源通过嵌入式交流接触器机械式断开，从而确保该装置仅在需要时才进行电力运行。

最后，经由专用的+5V连锁输入接头和所有包含+5V参考值的模型，使用外部接触器可轻松整合外部紧急制动系统。

所包含的软件接口：RIS 面板

远程接口软件为所有电源型号标配。该软件为用户提供一种简单直观的方法，以通过远程计算机控制来操作麦格纳电源。远程接口软件共有六个窗口：虚拟控制面板、命令面板、注册面板、校准面板、固件面板以及调制面板。



高性能即插即用主从式操作

MagnaDC程控直流电源的主从式操作策略通过直接从主设备向次设备提供栅极驱动信号，从而确保以并联或串联方式添加装置时不会降低性能。除了保持单个控制循环外，该方式还可消除长距离发送模拟控制信号时常见的噪声易感性。

UID47简化了麦格纳电子设备公司直流电源的主从并联或串联配置，并根据此配置，实现近乎相等的电流或电压分配。

用于硬件在环或PLC控制的外部隔离I/O接口

使用设备后面板的隔离37-接口I/O连接器，通过外部信号可实现对MagnaDC程控电源的完全控制和监控。通过施加0-10V模拟信号可设置电压、电流、过压和过流的设定点。各诊断条件均配备指定接口，过高时其读数为+5V。通过提供参考信号（+5V和+10V）可消除对外部电压信号的需求，并允许使用干触点。

此外，电源具有常闭的外部联锁，启用时，其可允许电源与其他急停装置关联。所有这些接口均与输出端隔离，且以对地为基准——不需要额外的隔离设备或选项。

以下归纳了电源的可用I/O：

- 4 模拟输入
- 2 模拟输出
- 5 数字输入
- 15 数字输出
- +2.5V、+5V和+10V参考信号

配备高转换速率输出（+HS）选项后，高带宽操作随着快速上升的时间可启用，从而使MagnaDC程控直流电源能够满足硬件在环（HIL）的要求。

广泛编程支持

所有MagnaDC程控直流电源均配备专用的美国国家仪器公司LabVIEW™驱动器、可互换虚拟仪器（IVI）驱动器，并支持各种可编程仪器标准命令（SCPI）。这些编程接口支持对MagnaDC电源的完全控制、测量和监控。所有MagnaDC电源均为可用的通信接口，并适用以下驱动器和命令集：RS232、LXI TCP/IP以太网、IEEE-488 GPIB、USB或RS485。

在以下展示的基本代码示例中，SCPI命令通过使用基本插座连接而发送的简单ASCII文本和参数提供最简单模式的通信。可提供50多种命令，详细说明请参阅SL系列用户手册。

使用SCPI命令集的Python编程示例如下：

```
import serial
conn = serial.Serial(port='COM8', baudrate=19200)
conn.write('*IDN?\n')
print conn.readline()
conn.write('VOLT 1000\n')
conn.write('CURR 5\n')
conn.write('OUTP:START\n')
conn.write('MEAS:CURR?\n')
print conn.readline()
```

在美国设计和制造

为实现对质量的完全控制，MagnaDC程控直流电源在麦格纳电子设备公司位于新泽西佛莱明顿的垂直一体化美国制造工厂进行设计和制造。散热片和机箱均为铝制。所有金属薄片均通过内部制造和粉末涂层。磁性组件均按照根据模型的电压和电流而验证的设计，进行有序缠绕。自动化表面装配生产线将组件安装在印刷电路板，以控制、驱动辅助电源以及显示电路。最后组装后，产品将接受综合试验和NIST可跟踪校准，以及延长老化期测试。

具有集成选项的定制性能

麦格纳电源的MagnaDC程控电源具有灵活设计，具体取决于应用要求。其具有定制化集成选项，包括：

- 阻流二极管（+BD）
- IEEE-488 GPIB（+GPIB）
- 高转换速率输出（+HS）
- 高隔离输出（+ISO）
- LXI TCP/IP以太网（+LXI）
- 增强冲击震动标准（+RUG）
- 水冷（+WC）

产品选件

阻流二极管 (+BD)

集成阻塞二极管（+BD）选项在MagnaDC程控直流电源的正输出端提供一个外部散热保护二极管。该二极管保护产品的输出免受最高1,200 Vdc的反向电压的影响。所有电压传感均在保护二极管之后进行——产品的输出端——使得二极管的操作完全透明于电源性能。

对于具有显著反电动势或直流输出电压可能超过电源额定输出电压的应用，建议使用+BD选项，如以下应用：

- 直流电机驱动
- 电池和电容器充电
- 大号电磁体

在这些应用中，集成阻塞二极管可以防止反电动势从负载储存的电源中进入电源输出。此外，当电源关闭或处于待机状态时，集成阻塞二极管可防止电源内部的泄放电阻释放负载所储存的能源。

可用性

+ BD选项适用于具有以下产品系列规定的最大输出电压额定值的型号：

- TS系列，型号额定功率为125 Vdc至1000 Vdc
- MS系列，型号额定功率为125 Vdc至1000 Vdc
- MT系列，型号额定功率为125 Vdc至1000 Vdc

+BD选项不能用+ISO选项同时选择。

规格

阻断二极管（+ BD）选项的附加规范

额定反向电压	1200 Vdc
附加损耗	Up to 1.4%

高隔离输出 (+ISO)

某些应用要求调节输出电压至超出电源隔离额定值。麦格纳电子设备公司的高隔离输出选项（+ISO）使得额定输出电压峰值为250 Vdc～1,000的VdcTS系列、MS系列或MT系列型号可与高压输出隔离相匹配。改进隔离可通过具备改进控制器隔离的新型输出级来实现。除了将电源调至更高输出电压外，该选项还可根据下文参数部分的表格，将低压单元进行串联，直至新的更高隔离额定值。

可用性

+ ISO选项适用于具有以下产品系列规定的最大输出电压额定值的型号：

- TS系列，型号额定功率为250 Vdc至1000 Vdc
- MS系列，型号额定功率为250 Vdc至1000 Vdc
- MT系列，型号额定功率为250 Vdc至1000 Vdc

+ISO选项不能用+BD或+WC选项同时选择。添加+ ISO选项将导致删除产品的有线远程感应功能。添加+ ISO选项将导致删除产品的有线远程感应功能。

规格

不同配置的输出隔离

产品系列	标准输出隔离电压，无此选件	输出电压250-1,000 Vdc的型号并带+ISO选项	输出电压大于1,000 Vdc型号的标准输出隔离；无需加此选件
SL 系列	±1000 Vdc	N/A	N/A
XR 系列	±1000 Vdc	N/A	±(2000 Vdc + Vo/2)
TS 系列	±1000 Vdc	±(2000 Vdc + Vo/2)	±(2000 Vdc + Vo/2)
MS 系列	±1000 Vdc	±(2000 Vdc + Vo/2)	±(2000 Vdc + Vo/2)
MT 系列	±1000 Vdc	±4000 Vdc	±4000 Vdc

高转换速率输出 (+HS)

高转换速率输出（+HS）功能解决了开关电源设计原有局限。快速电压转换需要内部电子为输出电容器充电和放电提供能源。电源内部的峰值电流决定转换速率；使用较小的电容可实现电压在较短时间内的转换。此外，较小的电容降低了开路条件下对放电需求的要求。

标准输出级麦格纳电子设备公司的电源设计为在可用组件、规格和成本的限制下提供最低输出纹波电压。输出级的一部分有铝电解电容器组成，其具有提供这一功能所需的电气性能。当电源无负载且禁用时，这些组件需要泄放电阻器来释放任何电压。虽然这些组件的存在及其产生的性能通常是行业认可的，但在一些应用中，需要较低的输出电容和较低损耗的泄放电阻器，并且较高纹波电压是可以接受的。为满足这一需求，提供了一种高转换速率选项，该选项具有由低电容薄膜、铝电解电容器和较低损耗的泄放电阻器组成的输出级。高转换速率选项的应用包括电池充电、光伏发电模拟、功率波形生成以及中速功率脉冲。这些应用均受益于高带宽，并在许多情况下，能够承受更大的纹波电压。

适用性

对于电池充电器应用，输出电容和内部泄放电阻器本身就是连接电池的负载。

一种常见做法是用串联二极管阻挡反向电流，从而消除了成本增加和低效率。高转换速率选项具有较低输出电容和较低损耗的泄放电阻器，无需串联阻流二极管即可直接连接至电池。

对于光伏发电模拟应用，较高带宽和较低输出电容实现了更强性能（高速、最大功率算法）。最大功率跟踪器电路偏离光伏阵列的操作点以确定最大功率输出。当算法速度超过来源速度时，响应缓慢的模拟源可能出现问题。此外，由于较小的输出电容，因而缩短太阳能逆变器输入造成的操作点和转换变化可能产生较低的不必要的输入电流。

高转换速率选项使得电源能够作为低频功率脉冲发生器运作。通过为此选项选择特殊电容器，可在在直流输出端叠加波形或产生中速脉冲，以期正常电容器寿命。需要注意的是，电源输出为单象限；即输出电压或电流不能逆转。

可用性

集+HS选项可用于以下产品系列：

- SL系列
- XR系列
- TS系列
- MS系列
- MT系列

XR系列型号（大于2000 Vdc）标准配置已包含高转换速率输出功能，这些型号无需额外+HS选件。

高转换速率输出（+HS）选项附加参数

输出电压	输出电容 SL系列 (μF)	输出电容 XR系列 (μF)	输出电容 TS系列 MS系列 (μF)[1]	纹波 (Vrms)
5	4235	13200	13200	0.5
8	N/A	N/A	9000	0.5
10	1740	4080	9000	0.5
16	1740	4080	4080	0.5
20	775	2340	2340	0.7
25	775	1170	2340	0.7
32	775	1170	1170	1.4
40	760	240	1170	1.5
50	760	240	1170	1.5
60	760	240	300	1.5
80	110	240	300	1.5
100	110	160	200	1.6
125	70	160	200	1.6
160	70	160	200	1.6
200	70	160	200	1.6
250	70	160	200	1.6
300	70	160	200	1.8
375	70	160	200	1.8
400	70	160	200	1.8
500	40	56	200	2.1
600	40	56	120	2.3
800	30	52	70	2.5
1000	30	52	60	3.0
1250	N/A	18	18	3.5
1500	N/A	18	18	3.5
2000	N/A	18	18	3.5
3000	N/A	N/A	9	4
4000	N/A	N/A	9	4
6000-10000	N/A	N/A	N/A	N/A

[1] 对于20～30 kW型号，电容乘以2
对于45 kW型号，电容乘以3
对于60 kW型号，电容乘以4
对于75 kW型号，电容乘以5
对于TS系列4U / 8U型号和MT系列型号，请联系Magna-Power支持。

产品选件

IEEE-488 GPIB (+GPIB)

IEEE-488 GPIB（+GPIB）选项，有时又称为通用仪器接口总线（GPIB），是一个可以用于两个或多个设备间数据传输的通用数字接口系统，特别适合用于连接电脑和仪器。其部分关键特性如下：

· 最多15个设备可连接至一条总线

· 总线总长可达20米，设备间距离可达2米。

· 数字通信，单次信息发送为1字节（8位）

· 信息处理为硬件握手

· 数据传输速率可达1兆字节每秒

IEEE-488 GPIB接口与电源的后通信接口集成。IEEE 488接口与麦格纳电源提供的驱动程序、软件以及SCPI命令集完全兼容。

可用性

+GPIB选项可用于以下产品系列：

- SL 系列
- XR 系列
- TS 系列
- MS 系列
- MT 系列

LXI TCP/IP 以太网 (+LXI)

LXI TCP/IP以太网（+LXI）已通过LXI标准（C类，第1.4版）认证，可通过集成TCP/IP以太网接口对产品进行完全控制。LXI是基于行业标准以太网技术的仪器平台，旨在为中小型系统提供模块性、灵活性和性能。+LXI选项支持所有产品的标准SCPI命令以及所有提供的软件和驱动程序。

LXI的优势体现在其紧凑、灵活的包装中，提供了高速I/O和可靠测量。麦格纳电源LXI TCP/IP以太网选项包括一个嵌入式网络服务器，提供网络浏览器电源控制，几乎允许从任何地方控制和监测网络浏览器电源。

可用性

+LXI选项可用于以下产品系列：

- SL 系列
- XR 系列
- TS 系列
- MS 系列
- MT 系列

增强冲击震动标准 (+RUG)

增强冲击震动标准选项（+RUG）为SL系列和XR系列产品中的大功率组件和半成品提供额外机械安全性。

SL系列和XR系列中带有增强冲击震动标准选项的单元已单独进行测试，符合以下MIL-STD-810G冲击和振动规范：

- MIL-STD-810G CHG1, 标准516.7, 功能冲击，程序一；使产品经受终端锯齿形脉冲；沿三条互相垂直的轴线施加三个冲击力
- MIL-STD-810G CHG1, 标准514.7, 振动；使产品沿着每条轴线（三条互相垂直的轴线）振动两个小时

所有带有增强冲击震动标准选项的产品应保持环境操作温度为0°C～50°C，环境储存温度为-25°C～+85°C。

可用性

+RUG选项可用于以下产品系列：

- SL 系列
- XR 系列

水冷 (+WC)

水冷（+WC）选项适用于在密集封装的系统控制柜（产品标准风冷不足以排热）使用的麦格纳电子设备公司的电源。

水冷自带冷却板和一个集成中央热交换器。冷却板为热敏组件提供热传导路径，而中央热交换器将从机壳内部的空气中去除热量。当冷却板达到60°C时，内部电磁阀启用，使水流动。电磁阀运行可防止内缩合作用。

各3U和4U型号均带有尺寸为1/4” 美国标准锥管螺纹（内螺纹）母进口和出口，用于水流。对于6U，8U和落地式型号，外部管道将电源模块连接到单个1/2“NPT连接：一个用于入口，一个用于出口。对于该硬件和用户连接，建议在机壳后面至少留有2.5”的间隙。对于需要一个以上电源的系统，管道连接必须并联；即，水必须由一个电源流向另一电源。

当水冷式电源与控制柜和集成配件一同安排时，麦格纳电子设备公司将并联进水口接头和出水口接头，并为机架提供单进口和单出口。

可用性

+ WC选项适用于具有以下产品系列规定的最大输出电压额定值的型号：

- TS系列，额定电压为1000 Vdc及以下
- MS系列，额定电压为1000 Vdc及以下

+WC选项不能用+ISO选项组合。

规格

参考个别产品系列规格。

Accessories配件

控制柜和集成

控制柜和集成服务用于机架安装式程控直流电源产品。控制柜配有评定为已安装产品的风机。控制柜和集成选项的主要特点如下：

- 内部装配、承重焊接柜体结构
- 配备脚轮，包括（2）个锁定脚轮
- 与机柜风扇配套的集成电路
- 作为一个完整系统在出厂前进行安装和调试

规格

控制柜和集成规格

控制柜项目名	尺寸	内部机架空间
CAB1	31.5” H x 24” W x 31.5” D (80.0 x 55.6 x 80.0 cm)	12U
CAB2	51” H x 24” W x 31.5” D (129.5 x 61.0 x 80.0 cm)	24U
CAB3	67” H x 24” W x 31.5” D (170.2 x 61.0 x 80.0 cm)	30U
CAB4	74” H x 24” W x 31.5” D (188.0 x 61.0 x 80.0 cm)	36U
CAB3x2	67” H x 48” W x 31.5” D (170.2 x 122.0 x 80.0 cm)	60U
CAB4x2	74” H x 48” W x 31.5” D (188.0 x 122.0 x 80.0 cm)	72U

（12）个带有水冷（+WC）30 kW TS系列，封装在（4）个CAB2控制柜中

直流电源电缆

利用麦格纳电子设备公司的内部电缆制造工艺，定制直流电源电缆作为配件。下表规定了所提供的各类电缆和额定电压：

电线标准尺寸 (AWG)	额定电压 (Vdc)	单位电缆载流量 额定 (90°C)
10	15000	55
4	600	100
4	4000	100
1	600	160
1	4000	160
2/0	600	223
2/0	4000	223
4/0	600	310
4/0	4000	310

使用以下电缆配置指南和商标，为您的应用和产品确定合适电缆：

CBL-[英尺]-[电线标准尺寸]-[额定电压]-[终端 1]-[终端 2]

例如：CBL-10-4/0-600-3/8-3/8；额定电压为 600 Vdc的10英尺4/0电缆。两端均带有3/8”凸耳。

有关直流输出总线线程尺寸和连接点数量，请参考相应产品系列的产品图。

通用接口装置

麦格纳电子设备公司的UID47用于连接麦格纳电子设备公司电源的通用装置。该装置包含配置主/从并联或串联操作所用电源的必要电路。

主/从并联操作使得两个或多个电源连接在一起时，可以平分输出电流。在这两种操作模式中，主单元将控制从单元使其获得合适电压和电流。每个单元将显示其各自的电压和电流。其安装需要设置调线，在UID47和电源间布置附带的37-导缆，并以并联或串联方式连接电源输出。

UID47可用作接口，将控制和监控线路连接至外部电路。还包括印刷电路板上的一个区域，用于互连电线和布置特定用户应用的组件。

UID选项的主要特性如下：

- 与所有麦格纳电子设备公司的电源兼容
- 串并联主/从操作接口
- 用户可配置的螺栓端子连接器
- 定制电路的焊盘区域
- 附带(2)个6英尺37-接口电缆

连接器	主 1: DB-37, 母 主 2: DB-37, 母 从: DB-37, 母 用户接口电路：10-接头插塞式连接器
工作环境温度	0°C 至 50°C
储存温度	-25°C 至 +85°C
尺寸	1.24” H x 7.14” W x 4.01” D (3.15 x 18.14 x 10.19 cm)
重量	0.5 lbs (0.23 kg)

有关UID47的更多详情，请参考其使用手册。

RS485 (转换器)

RS232-RS485转换器允许不可寻址的RS-232接口装置转换为可寻址的RS-485网络。主节点控制与连接装置的所有通信。通过沿着RS-485网络分配开关情报，与单极开关“星型”配置相比，布线成本大大节约。

装置可由主节点调查，也可通过RS-232握手线路请求接入总线。这为接插元件设计用于点对点通信提供了一个通用系统。由于这些单元使用标准的RS-485信号进行通信，RS-232装置可形成自有网络或添加到现有系统中。多达32个节点并长达4,000英尺可安装在一条总线上，而无需中继器，并且485DSS的寻址方案允许一个配备中继器的单一网络上存在多达256个单元。

USB (转换器)

工业RS232-USB转换器为外围设备的连接提供即时I/O扩展性能。Edgeport是PCI卡的现成(外部)替代产品，无需打开机箱、重新配置或重新启动系统，即可在几分钟内轻松地将串行端口连接至个人电脑、服务器或客户机。

USB转换器装置直接插入电源背面，形成无缝USB接口。功能多样的设计、可靠性和无与伦比的操作系统支持使Edgeport串行USB转换器成为任务关键型企业的理想之选。USB电缆附带麦格纳电子设备公司软件光盘中包含的相关驱动程序。

光伏分布模拟软件

直观太阳能光伏模拟软件 • 1.5 kW to 3000 kW+

简介

光伏分布模拟（PPPE）软件根据用户定义的参数自动计算太阳能阵列电压和电流分布。这些分布信息将按顺序发送至麦格纳电子设备公司的电源，可模拟所定义的特性。用户可在给定时间段内定义无限量待模拟和排序的分布信息。

光伏连接电子产品的设计和生产验证需要具有灵活输出特性的光伏模拟电源。逆变器和专用DC-DC转换器采用最大功率点跟踪（MPPT）控制算法，以最大化非线性能源的利用率，例如太阳能电池板和风力涡轮机。就开发和制造而言，使用光伏阵列进行验证的成本很高，并具有不可控源头的性质。通过使用具有用户可编程输出性质的电源，用户可以评估全部电力条件。

确定分布后，可将其传输至电源，进行静态或动态模拟。时变参数在按顺序加载下一分布前定义电源应模拟该分布的时间长度。

建模和操作

分布是电源输出应模拟的电压/电流曲线。在PPPE软件中，共有三种方式生成功率分布图：

基于太阳能光伏阵列参数的自动模式

用户选择所需太阳能电池板技术、标称温度、辐照度和电压/电流值。各V-I分布图仅由新的温度和辐照度值确定。剩余参数：最大功率点（Vmp，Imp）、开路电压（Voc）和短路电流（Isc）均根据EN50530标准自动计算。

基于4-参数的自动模式

用户确定最大功率点（Vmp，Imp）、开路电压（Voc）和短路电流（Isc）。随后根据这些参数生成分布图。

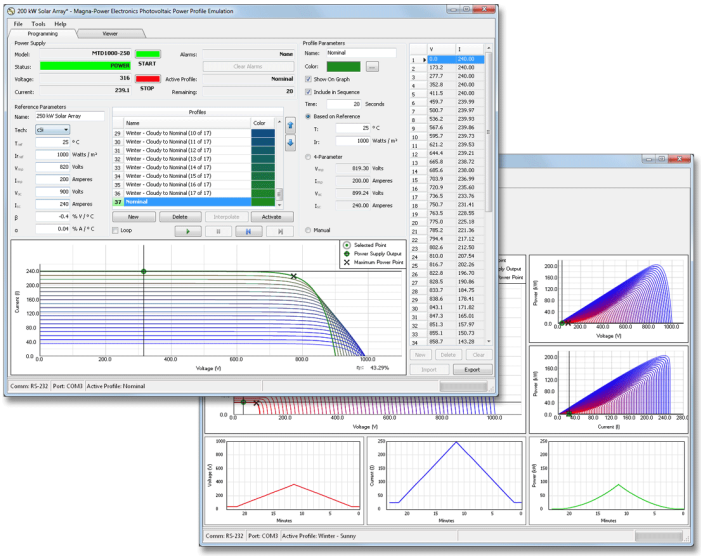
手动

用户可定义多达50个电流和电压点，供电源模拟。电源在两点间采用分段线性近似法，提供平滑的输出曲线。

主要特性

根据参考参数自动进行电压电流分布计算

- 根据用户定义的功率通过功率分布图自动进行排序
- 高级图形查看器面板，查看图形化分布视图和实时输出
- 与所有麦格纳电子设备公司的MagnaDC程控直流电源兼容，并具备调制力
- EN50530 V-I曲线生成模型
- 曲线插补，以便平滑转换
- LabVIEW中太阳能模拟功能的SCPI命令输出
- 数据记录
- 曲线输入和输出



麦格纳电子设备公司的光伏分布模拟（PPPE）软件：主编程窗口（前景）；查看器窗口（后景）

高级特性

麦格纳电子设备公司与太阳能逆变器制造商密切合作，改善PPPE功能集。部分PPPE高级特性如下：

EN50530 建模

欧洲EN50530标准为正确的太阳能电池阵列建模提供了一种新算法。PPPE 2.0引入了该模型，进一步容许选择薄膜或多晶硅参数。定义曲线就如指定所需的开路电压、短路电流和最大功率点一样简单。另外，可输入手动参数，以便从外部文件导入更多自定义建模或分布图。

实时输出查看器

新型实时输出查看器可展示六张瞬时输出参数与时间的关系图。此项数据可帮助用户查看电压、电流和功率随时间的波动。

曲线插补

添加插补功能，自动生成过渡曲线。此功能可促使一条曲线在用户定义的时间段内平滑过渡至另一条曲线。

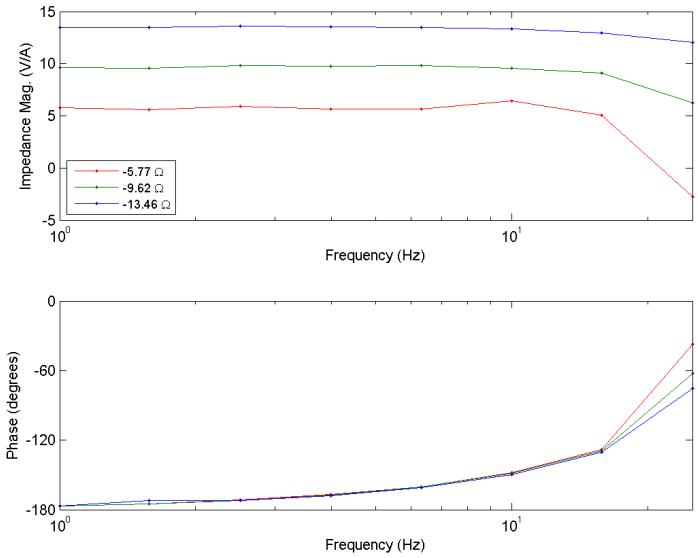
数据记录

添加可定制的数据记录功能，通过使用外部工具可生成报告和数据分析。数据将导出到以逗号隔开（.csv）的文档。

命令输出

利用PPPE中分布图生成的简易性，将产生的SCPI命令导出，并添加到单独的编程环境中，如 LabVIEW/LabWindows。

根据在太阳能阵列仿真期间的操作带宽，下图展示了电压误差：



操作说明

带宽	具有高转换速率输出（+HS）选项：15 Hz 标准型号：2 Hz
支持通信接口	RS232, LXI TCP/IP 以太网, IEEE 488 GPIB, USB
顺序分布间的最短时间	2 秒
分布序列数量	无限制
最小Voc和Isc	电源额定电压和电流的 10%
最大分布斜率	(ΔI/ΔV)×(Imax /Vmax) ≤ -0.05
短路时的瞬时负载变化	支持高转换速率输出 (+HS) 选项

1.5 MW太阳能电池阵列模拟器在科罗拉多州戈尔登的国家可再生能源实验室（NREL）使用麦格纳电子设备公司的MT系列电源

电流馈电式功率处理概述

在过去的几十年里，几十千瓦功率范围的开关式电源技术逐渐取代了传统的，基于可控硅整流器（SCR）拓扑结构的电源技术，其优缺点众所周知。开关电源的高频运行大大减小了磁性元件的体积和重量，加快了对线性和负载扰动的快速反应能力。主要缺点是，开关器件的大量使用使得大功率开关式电源不如基于SCR技术的电源可靠性更高。

现在大量的功率电路拓扑结构应用于大功率开关模式技术的产品。最常见的配置包括三种功率转换级：

· 交流-直流转换器，可将三相输入电转换为直流电压输出。

· 直流-交流逆变器或转换器，可将直流总线上的电压转换为高频交流电压。

· 二级交流-直流转换器，可将高频交流电压转换为直流电压。

除工作频率外，上述两种交流-直流转换器具有十分相似的功能；转换器主要由整流器、低通滤波器和阻尼器组成。阻尼器可限制开关的瞬变电压，并吸收寄生组件储存的能源。第二级——直流-交流转换器，可产生高频电压，以通常为20 kHZ或更高的频率驱动变压器。变压器需要电阻隔离并产生由变压器匝比决定的输出电压。直流-交流转换器是最为复杂的一级，也是目前在生产的最多的功率处理技术拓扑结构。

多数大功率直流-交流转换器采用H-桥配置，以及四个功率器件用于高频变压器励磁。H-桥由脉宽调制（PWM）或其他调制策略控制，以产生有限脉宽或幅值的电压。H-桥的调制可产生可控输出电压。

直流-交流转换器拓扑结构分为三组：刚性开关转换器、柔性开关转换器和谐振转换器。这三种拓扑结构的主要区别在于换向周期（开关过度）内开关装置的负载线。正是在换向周期内，功率器件消耗了大部分电力。

硬性开关转换器使功率器件和/或阻尼器能够吸收转换能量。柔性开关转换器具有额外的无源电路来形成功率波形，以减少换向周期内的损耗。但减少换向损耗的优势随着电路复杂性的增加、额外的导通状态损耗（由于波形修改）以及对负载条件的敏感性而被抵消。谐振功率转换器具有高度协调的储能电路，因而使器件电压或电流呈正弦曲线分布，其优缺点与柔性开关转换器相似。谐振功率转换器为第二阶，较之柔性开关转换器，时序更为重要。

硬性开关、柔性开关和谐振转换器通常设计为基于直流电压源进行操作，因此通常称为电压馈电转换器。典型的情况是，电压馈电转换器易于解决当某一器件在另一串联连接的器件开启之前无法关闭时出现的直通问题。虽然可将保护电路设计为将灾难性危害最小化，但一般来说，该保护电路必须能够在一到两微秒内有效检测直通问题。器件参数的变化以及电压馈电转换器的异常调制均可造成半周电压失衡，从而导致变压器铁芯饱和。在功率半导体中可能损坏之前，保护电路对检测此类情况产生响应。

电流馈电式功率转换器【1】-【3】是电压馈电式转换器的电对偶，也是功率转换的另一种替代方案，但多数工程师对这个技术不太了解，所以没有被广泛应用。相比于电压馈电式转换器，这些功率转换器的优势是直通和半周期对称，不会造成器件故障或磁芯饱和。这是基于SCR的转换器的特点，也是电流馈电式转换器趋于更加可靠的主要原因之一。电流馈电式转换器的主要缺点是需要第四功率转换级将直流总线电压转换为直流电流。虽然增加的转 换级会更复杂性并增加损耗，但增加的功率转换级可让产品更高效。相比电压馈电式转换器，电流馈电式功率转换器的拓扑结构运用较少，主要的原因是由于成本的增加。本文描述了电压馈电式和电流馈电式转换器之间的差异，以及对造成功率半导体敏感易损的成因。也讨论了第四功率转换级—电压-电流转换器的应用问题。

电压馈电式转换器的特性

电压馈电式转换器的简化示意图如图1所示。该转换器由H-桥、Q1-Q4绝缘栅双极型晶体管（IGBT）、T1电源变压器以及D5-D8输出整流器二极管组成。输入电压源可以是电池、直流电源或整流交流总线。出于实际原因，需要由C1电容器来确保较高频率下的低阻抗总线。L1电感器和C2电容器形成低通量滤波器，可以去除输出端的交流分量。

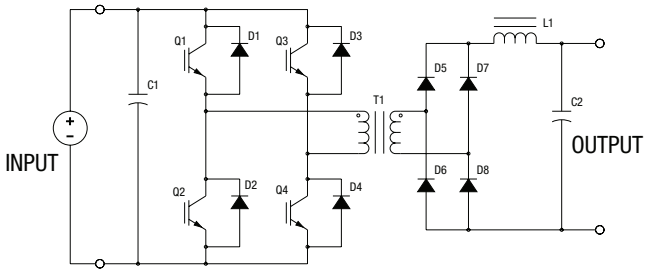


图1.电压馈电式转换器

使用传统的硬性开关PWM调制方案，Q1和Q4导通半周期的一部分，而Q2和Q3则导通另一半周期的一部分。这在交替的半周期上对变压器T1产生同样励磁作用。将变压器次级侧的整流电压进行平均，则产生与IGBT传导时间成比例的直流输出电压。

电压馈电式转换器的时序至关重要。若IGBT的Q1和Q2或Q3和Q4同时通导，传导装置中的电流将快速增加，从而在几微秒内导致装置故障。为防止此危险操作情况，设计师在调制方案中引入导通延迟，监测直流总线的电流，以及感应功率器件的导通状态条件。成功实施这些保护方案的挑战在于，电路必须同时对瞬间故障敏感，但对电噪声不敏感。同时做到这两点难度很大，尤其当系统功率达到几十千瓦时。

电压馈电式转换器的第二个问题是随着导通状态电压的变化，上升/下降时间的变化以及错误的开关状态，其将产生直流电压。如前所述，利用直流电压对变压器进行励磁会导致磁芯饱和以及功率器件故障。规避灾难性时间的典型方法是在变压器中放置气隙、布置与一次绕组变压器串联的直流阻塞电容器，以及部署电流模式调制，以实现循环电流模式调制。

电流馈电式转换器特性

电流馈电式转换器为电压馈电式转换器的电对偶。如图2所示，电流馈电式转换器由H-桥、IGBT Q1～Q4、电源变压器T1以及输出整流器二极管D5～D8。输入电流源必须通过额外的功率电子电路产生。出于实际原因，需要由L1电感器确保较高频率情况下的高阻抗总线。与电压馈电式转换器不同，输出滤波器由单一组件和电容器C1组成。

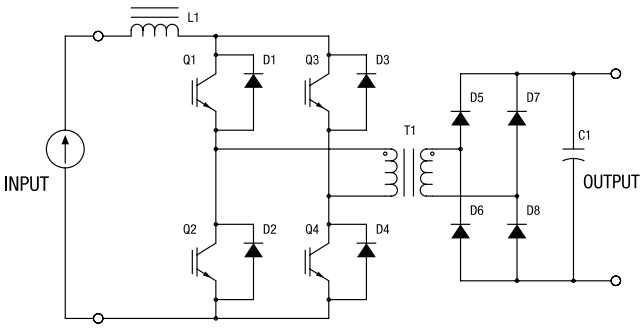


图2.电流馈电式转换器

电流馈电式转换器在其电压/电流波形从电压馈电式转换器的电压/电流波形移调时进行操作。操作需要对IGBT Q1～Q4进行PWM调制，但在这种情况下，限制条件是Q1和Q3或Q2和Q4绝不能同时处于非导通状态。该限制条件确保H桥输入阻抗总保持有限；否则，馈入开路电流的电力源将产生具有破坏性的高电压。（应当注意，对开关状态和异常操作情况的约束条件是电压馈电式拓扑结构的电对偶。）对变压器次级侧的整流电流进行平均将产生与IGBT传导时间成比例的直流输出电流。

通过电流PWM波形励磁的变压器T1，基本上对导通状态电压的变化和上升/下降时间的变化以及错误开关状态不敏感。通过电流馈电式转换器，即使是为直流电流，只要励磁匝数在正常工作范围内，也能够防止磁芯饱和。

电流馈电式转换器的缺点在于，电流源并不常用，且此类电流源必须通过电压源产生。部署降压转换器或斩波器是显而易见的选择，因为它们能够有效利用功率半导体。利用这一额外功率转换阶段，可对电流馈电式转换器或斩波器或两者实施控制。图3显示了配备三相输入整流器、斩波器、电流馈电式转换器以及输出整流器的高功率转换器。

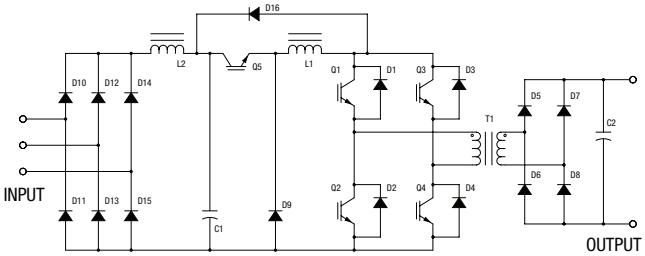


图3.整流器、斩波器和电流馈电式转换器

结合了输入斩波器的电流馈电式转换器的新特点在于其在异常 工作状态时的性能。变压器T1、IGBT Q1～Q5以及二极管D1～D8均可在系统级保护的短路状态下工作。在此情况下，电流上升率可表示为电感器L1两端施加的电压除以其电感的函数。电感器L1的尺寸通常设计为将峰间纹波电流保持为其最大值的一小部分。只要系统关机发生在斩波器切换期，峰值电流就会得到良好控制。允许延长故障检测时间可使保护电路收到良好过滤，从而在高电器噪声环境中实现可靠、无公害跳闸。

斩波器和电流馈电式转换器组合的另一主要特点在于，各电路可通过单一检测方案保护彼此电路不受异常高强度电流的影响。转换器阶段中的故障可通过关闭斩波器进行保护，而斩波器级中的故障可通过关闭电流馈电式转换器进行保护。

通过引入环流二极管D16，对电流馈电式转换器的开关状态施加的签署限制条件可以规避。当器件关闭时，该组件为IGBT Q1和Q3或Q2和Q4提供了反流路径。二极管D16将H-桥的最大断态电压限制到电容器C1两端的电压。

结论

本文介绍了大功率电压馈电式和电流馈电式转换器的一般特性，以及它们对元件参数变化和错误开关状态的敏感性。电压馈电式转换器通常在输入电容器上具有串联连接的功率器件。异常开关状态允许同时发生器件导通，从而导致电流迅速增加。此外，电压馈电式转换器还可能产生直流偏移，这可能导致主变压器的磁芯饱和。未在这些情况下保护功率半导体，需进行高速故障检测。

但不易在高电气噪声环境中对功率半导体进行保护。

电流馈电式转换器是电压馈电式转换器的电对偶，相比开路状态，其更适合于短路状态的运行。这些拓扑结构既不能产生快速上升的电流尖峰，也不能在错误条件下导致磁芯饱和。电流馈电式转换器运行时具有基于可控硅整流器电源的坚固性，且可高频工作。电流馈电式转换器增加了额外的功率处理机，有利于增强系统的可靠性和可控性。

参考文献

[1] A. I. Pressman, Switching Power Supply Design - Second Edition, New York, NY: McGraw-Hill, 1998.

[2] P. Wood, Switching Power Converters, New York, NY: Van Nostrand Reinhold Company, 1981.

[3] D. W. Shimer, A. C. Lange, J. N. Bombay, "A High-Power Switch-Mode DC Power Supply for Dynamic Loads," presented at the IEEE-IAS Annual Meeting, Oct. 1994.

程控电源和负载不断创新

麦格纳电子设备公司在美国设计并生产稳定可靠的程控直流电源产品和程控直流电子负载。制定与产品质量、规格和控制相关的行业标准。公司在电力电子方面具有丰富的经验，体现在其1.25 kW ~2000 kW产品，及产品线、优质服务和卓越声誉上。当今，你会发现麦格纳的标准产品为全球成千上万的客户提供服务、致力于电动汽车制造、为开发变频器模拟太阳能阵列、为粒子加速器操纵磁铁、为雷达系统供电、为机车研发驱动牵引控制器等方面的服务，或在很多大学里进行前沿能源的科学研究。

概要

公司成立
1981

总发货功率
330+ 兆瓦

总部及生产地点
美国 新泽西州 弗莱明顿市

场地规模
73,500 兆瓦

垂直整合 美国制造

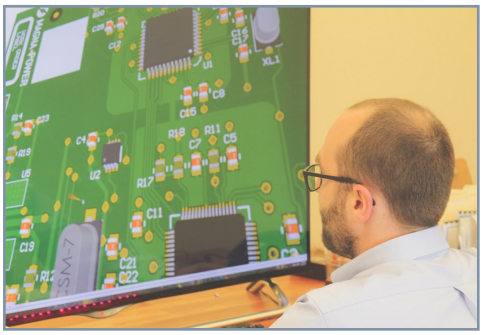
麦格纳的产品按照公司的资源垂直整合及设计方案在美国生产。公司总部位于新泽西州佛莱明顿市，公司场地面积达73,500平方英尺。公司总部承担了全部的工程设计、生产制造和北美的产品服务。

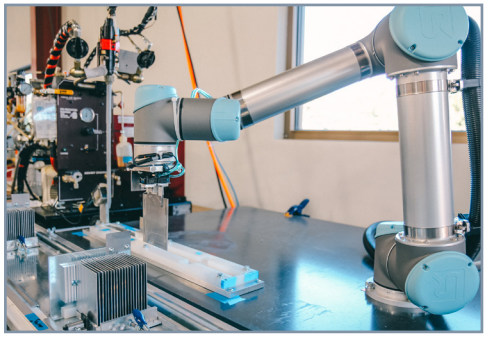
麦格纳产品在制造过程中资源垂直整合，以实现对客户订购产品的质量、成本和生产周期的控制。随着公司发展，更多运营流程纳入公司内部管理。

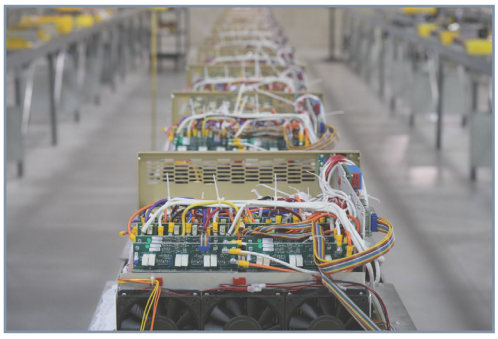
垂直整合资源使麦格纳电子设备公司能够生产各式复杂的电力电子产品，同时保持行业领先的发货周期。产线设计工程团队和制造团队协同工作，有力地促进了两个团队之间的密切合作，保证生产过程连续性，并持续提高产品性能。

内部运营流程

- 研发
- 磁学绕组
- 磁芯冲切
- 整片金属铸造
- EDM和CNC加工
- 电缆束
- 粉末涂敷
- 自动化风冷和水冷式散热设备生产
- 表面贴装与金属孔印刷电路板组装
- 产品组装、测试与老化







如何购买

麦格纳电子设备全球办事处

北美
总部，制造

Magna-Power Electronics, Inc.
39 Royal Road
Flemington, NJ 08822
United States of America

电话: 1-908-237-2200
电子邮箱: sales@magna-power.com
magna-power.com

英国
营业部

Magna-Power Electronics Limited
400 Thames Valley Park Drive
Reading, Berkshire RG6 1PT
United Kingdom

电话: +44 1189 663143
电子邮箱: sales.uk@magna-power.com
magna-power.com

中国
营业部

麦格纳电子设备（北京）有限公司
北京市朝阳区东四环中路56号远洋
国际中心A座6层
中国

电话: +86 139 1068 4490
电子邮箱: sales.zh@magna-power.com
magna-power.com/zh

麦格纳电子设备公司的分销商遍布世界各地

查询身边的销售人员，请访问以下网站:
magna-power.com/contact

麦格纳电子设备公司—通过垂直整合制造工艺流程，在美国本土设计生产高品质坚固耐用的程控电源和电子负载产品。

Published by
Magna-Power Electronics, Inc.
Flemington, NJ 08822 USA

访问我们:
magna-power.com

注意

本文信息和规格如有变更，恕不另行通知。

信息

有关更多技术、合同条款及产品价格信息，请联系最近的麦格纳电子设备销售合作方 (magna-power.com/contact).