

# XR 系列

2U 程控直流电源 · 可靠电流馈电式功率处理工艺



## 概述

2U XR系列通过在2 kW, 4 kW, 6 kW, 8 kW和10 kW的2U封装中提供高电压(大于1500 VDC)和高电流(大于250 ADC)模型,从而补充了1U SL系列。XR系列具有Magna-Power产品中最高的电压范围,最多10,000 VDC和高电流型号高达600 ADC,所有这些型号都利用了公司的签名电流喂养的功率处理来提供强大的电源转换。此外,高精度编程和监视水平使电源测量值有信心,从而消除了对外部电力计的需求。

## 型号

	2 kW	4 kW	6 kW	8 kW	10 kW		
<b>最大电压 (Vdc)</b>	<b>最大电流 (Aac)</b>					<b>纹波<sup>1</sup> (mVrms)</b>	<b>效能</b>
5	375	600	N/A	N/A	N/A	50	80%
10	N/A	375	600	N/A	N/A	50	84%
16	N/A	N/A	375	500	600	50	84%
20	N/A	N/A	300	375	500	45	87%
25	N/A	N/A	N/A	320	400	45	88%
32	N/A	N/A	N/A	N/A	310	40	88%
2000	1	2	3	4	5	450	93%
3000	0.6	1.3	2	2.6	3.3	500	93%
4000	0.5	1	1.5	2	N/A	6500	93%
6000	0.33	0.66	1	1.33	N/A	7500	93%
8000	0.25	0.5	0.75	1	N/A	8500	93%
10000	0.2	0.4	0.6	0.8	N/A	9500	93%
<b>交流输入电压 (Vac)</b>	<b>每相输入电流 (Aac)</b>						
208/240 Vac, 1Φ	17	N/A	N/A	N/A	N/A		
208/240 Vac, 3Φ	8	15	22	29	35		
380/415 Vac, 3Φ	5	9	12	16	19		
440/480 Vac, 3Φ	4	8	11	14	17		

## 主要特性

- 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 LabVIEW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

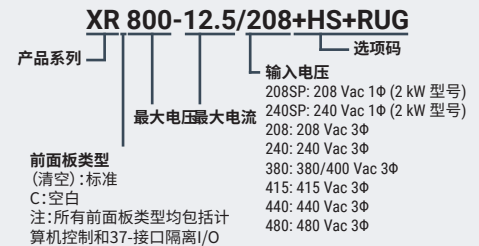
- 高转换速率输出(+HS)
- IEEE-488 GPIB通信(+GPIB)
- LXI TCP/IP以太网通信(+LXI)
- 增强冲击震动标准(+RUG)

## XR系列型号订购指南

XR系列中有136个不同型号,包括以下功率等级:2 kW、4 kW、6 kW、8 kW、10 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(Aac)。
3. 根据型号订购指南构建型号。



<sup>1</sup> 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。详情请参选项页。

## 规格

### 交流输入规格

<b>单相, 交流输入电压</b> 单相, 2线+接地 可用于2 kW型号	208 Vac (208SP; 运行范围 187 至 229 Vac) 240 Vac (240SP; 运行范围 216 至 264 Vac)
<b>三相, 交流输入电压</b> 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)
<b>交流输入电流</b>	请参考可用型号图表
<b>交流输入频率</b>	50-400 Hz
<b>功率因数</b>	最大功率大于0.92; 具有三相交流输入的类型 最大功率大于0.70; 具有单相交流输入的类型
<b>交流输入隔离</b>	±2500 Vdc, 对地最大输入电压

### 输出规格

<b>电压纹波</b>	请参考可用型号图表。
<b>线调整率</b>	电压模式: 满量程的 ±0.004% 电流模式: 满量程的 ±0.02%
<b>负载调整率</b>	电压模式: 满量程的 ±0.01% 电流模式: 满量程的 ±0.04%
<b>负载瞬态响应</b>	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
<b>稳定性</b>	开机30分钟后, ±0.10%范围内持续8小时
<b>效能</b>	请参考可用型号图表
<b>直流输出隔离</b> 额定型号 ≤1000 Vdc	±1000 Vdc, 对地最大输出电压
<b>直流输出隔离</b> 额定型号 >1000 Vdc 且 ≤3000 Vdc	±(1500 Vdc + Vo/2), 最大对地输出电压, 其中Vo是最大额定电压
<b>直流输出隔离</b> 额定型号 >3000 Vdc	无输出隔离, 在订购时需指明正或负输出极性

<b>编程精度</b>	电压: 最大额定电压的 ±0.075% 电流: 最大额定电流的 ±0.075%
<b>测量精度</b>	电压: 最大额定电压的 ±0.2% 电流: 最大额定电流的 ±0.2%
<b>最大转换速率</b> 标准型号	< 170 ms 内, 输出电压从 0 至 63% < 200 ms 内, 输出电流从 0 至 63%
<b>最大转换速率</b> 具有高转换速率选项的型号 (+HS), 额定型号 >3000 Vdc	< 5 ms 内, 输出电压从 0 至 63% < 10 ms 内, 输出电流从 0 至 63%
<b>跳闸设定值范围</b>	过压: 最大额定电压的 10% 至 110% 过流: 最大额定电流的 10% 至 110%
<b>计算机命令协议</b>	可编程仪器的标准命令 (SCPI)
<b>远地感应限值</b> 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%

### 外部用户I/O规格

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

### 物理规格

<b>机架安装标准</b>	EIA-310
<b>后支撑轨</b>	包括在内

功率级别	机架单元	尺寸	重量
<b>2 kW</b>	2U	3.50" H x 19" W x 24" D (8.89 x 48.26 x 60.96 cm)	45 lbs (20.41 kg)
<b>4 kW</b>	2U	3.50" H x 19" W x 24" D (8.89 x 48.26 x 60.96 cm)	47 lbs (21.32 kg)
<b>6 kW</b>	2U	3.50" H x 19" W x 24" D (8.89 x 48.26 x 60.96 cm)	48 lbs (21.77 kg)
<b>8 kW</b>	2U	3.50" H x 19" W x 24" D (8.89 x 48.26 x 60.96 cm)	48 lbs (21.77 kg)
<b>10 kW</b>	2U	3.50" H x 19" W x 24" D (8.89 x 48.26 x 60.96 cm)	48 lbs (21.77 kg)

### 交流输入规格

<b>工作环境温度</b>	-25°C 至 50°C
<b>储存温度</b>	-40°C 至 +85°C
<b>湿度</b>	不凝结相对湿度高达95%
<b>空气流</b>	前置进风口, 后置出风口
<b>温度系数</b>	最大输出电压的 0.04%/°C 最大输出电流的 0.06%/°C

### 适用法规

<b>EMC电磁兼容性</b>	欧盟测试和测量产品EMC指令, 2014/30/EU
<b>安全性</b>	符合 EN61010-1:2010
<b>CE 标志</b>	是
<b>通过 RoHS 认证</b>	是

### 通信规格

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

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。

#### 数据表 (4.6.0)

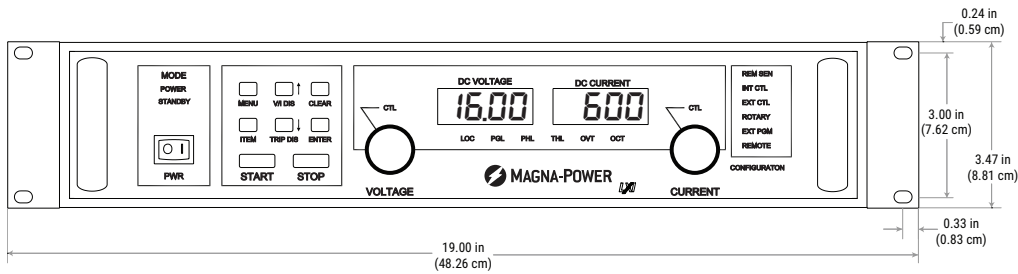
MagnaDC 程控直流电源

# XR 系列

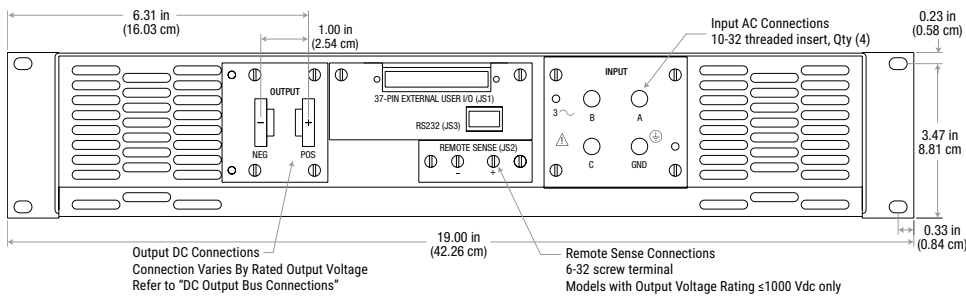
2U 程控直流电源 · 可靠电流馈电式功率处理工艺

## 产品图

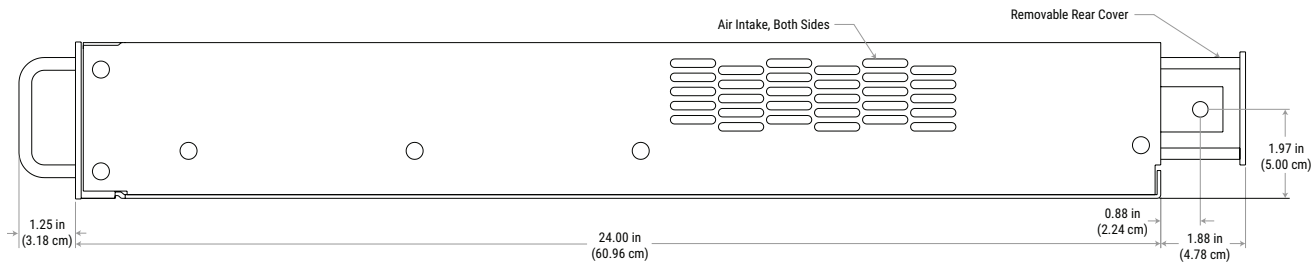
### 前面板



### 前面板

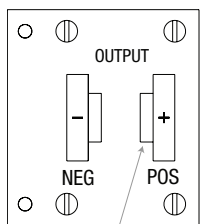


### 前面板



### 直流输出总线

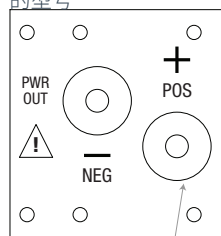
额定电压  $\leq 1,000$  Vdc 的型号



0.250 x 1.000 Tin Plated Copper Bus  
3/8-16 Threaded Insert, Qty (2)

### 直流输出总线

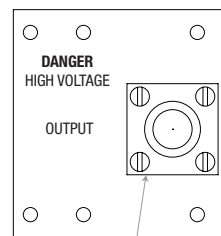
额定电压  $> 1,000$  Vdc 且  $\leq 3,000$  Vdc 的型号



1/4-20 Bolt, Qty (2)

### 直流输出总线

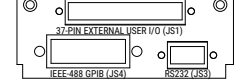
额定电压  $> 3,000$  Vdc 的型号



83-1R Receptacle  
High Voltage Mating Cable Provided

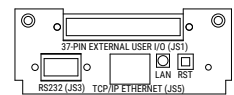
### 背面

IEEE-488 GPIB (+GPIB) 选项



### 背面

LXI TCP/IP 以太网 (+LXI) 选项



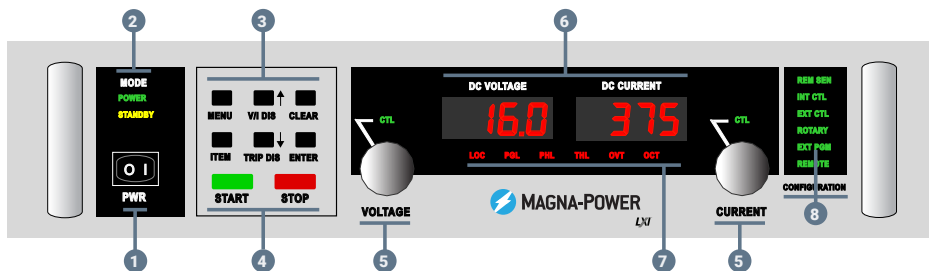
### 高压输出电缆

包含于额定电压大于 3,000 Vdc 的型号



## 前面板概述

### 标准 XR 系列前面板



### C 版前面板-空白



- 1 电源开关: 在未接通输出时接通控制电路
- 2 POWER电源: 显示电源接通  
STANDBY待机: 待机状态
- 3 功能键  
MENU菜单: 选择功能  
ITEM项目: 选择功能内的项目  
V/I DIS V/I显示器: 显示电压和电流设置  
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
- 4 通过集成机械接触器接通和断开总电源
- 5 用无级旋钮设定电压和电流
- 6 仪表显示输出电压/电流、电压/电流设定点、过压/过流跳闸
- 7 诊断警报  
LOC: 联锁  
PGL: 外部输入电压超限  
THL: 超高温条件  
OVT过压跳闸: 过压保护跳闸  
OCT过流跳闸: 过流保护跳闸
- 8 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



(15) XR系列电源, 选配+CAB3选件



## 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

390+ 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

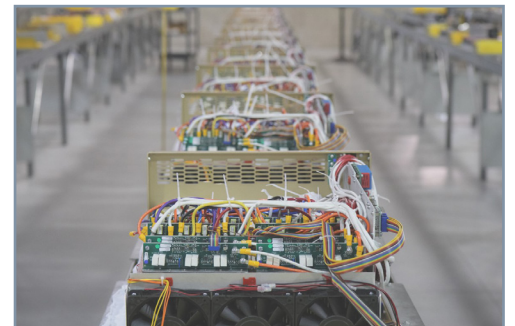
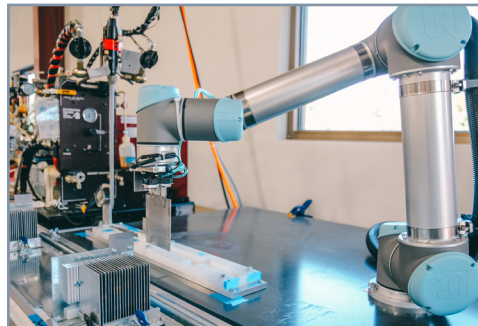
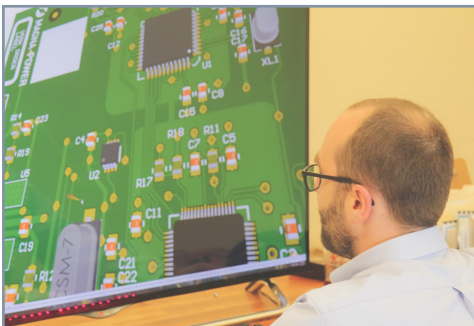
麦格纳的产品按照公司的资源垂直整合及设计方案在美国生产。公司总部位于新泽西州弗莱明顿市,公司场地面积达73,500平方英尺。公司总部承担了全部的工程设计、生产制造和北美的产品服务。

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



# MagnaDC 概述

## 分布式数控完全程控直流电源

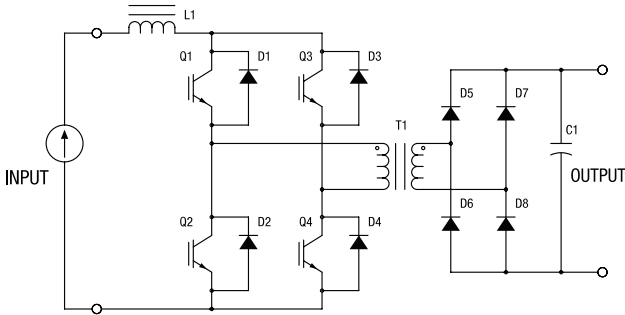
MagnaDC程控直流电源具有可编程电压/电流、保护设置以及高精度测量的特点。功能和特性可通过多种控制方法获得和设置,包括:

- 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:

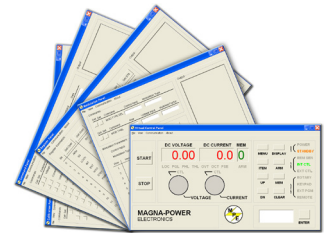
- 交流缺相
- 过热条件
- 过压跳闸(可编程)
- 过流跳闸(可编程)
- 清除保险丝
- 编程线电压过高
- 联锁故障

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)



## 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量。

### 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40 Vdc至1000 Vdc
- MS系列，型号额定功率为40 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

<b>额定反向电压</b> 额定型号 125 Vdc 至 1000 Vdc	1200 Vdc
---	----------

<b>额定反向电压</b> 型号低于 125 Vdc	200 Vdc
----------------------------------	---------

<b>附加损耗</b> 额定型号 125 Vdc 至 1000 Vdc	Up to 1.4%
---	------------

<b>附加损耗</b> 型号低于 125 Vdc	Up to 2.5%
--------------------------------	------------

## 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	±1500 Vdc	N/A	N/A
XR 系列	±1500 Vdc	N/A	±(1500 Vdc + Vo/2)
TS 系列	±1000 Vdc	±(3000 Vdc + Vo/2)	±(3000 Vdc + Vo/2)
MS 系列	±1000 Vdc	±(3000 Vdc + Vo/2)	±(3000 Vdc + Vo/2)
MT 系列	±1000 Vdc	±6000 Vdc	±6000 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选项。

### 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 ( $\mu\text{F}$ )	输出电容 XR系列 ( $\mu\text{F}$ )	输出电容 TS系列 MS系列 ( $\mu\text{F}$ ) <sup>1</sup>	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

<sup>1</sup> 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。

## 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*

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化、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散热)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(外螺纹)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。

## 控制柜和集成

Magna-Power 的重型机柜外壳由 Magna-Power 制造,可集成或不集成产品,深受众多行业客户的信赖,包括:军事和国防、航空航天、工业研发、产品测试和教育。

- 冷轧美国 1008 钢  
Magna-Power 的机柜外壳采用 12 号冷轧美国 1008 钢,在 Magna-Power 的金属加工操作中弯曲和焊接。然后对由此产生的重型框架进行粉末涂层,并仔细掩盖接地面。
- EIA-310 标准  
前后横跨机柜长度的垂直 EIA-310 导轨由 12 号镀锌钢制成。
- 脚轮或底座  
带有低阻力轴承的标准每脚轮额定 700 磅允许轻松滚动重负载。可选的焊接底座将重量限制增加到 4,000 磅以上。

## 规格

配置	体化机组的冷却方式	尺寸	内部机架空间
A1	Air	31.5" H x 24" W x 31.5" D	12U
B1	Water	(80.0 x 55.6 x 80.0 cm)	
A2	Air	51" H x 24" W x 31.5" D	24U
B2	Water	(129.5 x 61.0 x 80.0 cm)	
A3	Air	67" H x 24" W x 31.5" D	30U
B3	Water	(170.2 x 61.0 x 80.0 cm)	
A4	Air	74" H x 24" W x 31.5" D	36U
B4	Water	(188.0 x 61.0 x 80.0 cm)	
A5	Air	67" H x 48" W x 31.5" D	30Ux2 (60U Total)
B5	Water	(170.2 x 122.0 x 80.0 cm)	
A6	Air	74" H x 48" W x 31.5" D	36Ux2 (72U Total)
B6	Water	(188.0 x 122.0 x 80.0 cm)	
A7	Air	67" H x 72" W x 31.5" D	30Ux3 (90U Total)
B7	Water	(170.2 x 182.9 x 80.0 cm)	
A8	Air	74" H x 72" W x 31.5" D	36Ux3 (108U Total)
B8	Water	(188.0 x 182.9 x 80.0 cm)	

## 冷却解决方案

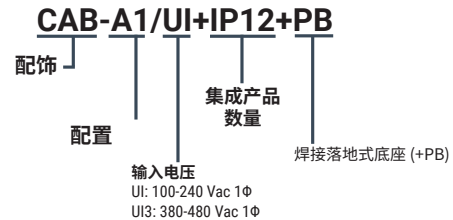
- 除了安装之外, Magna-Power 还为其机柜外壳提供必要的冷却集成,旨在与 Magna-Power 可编程直流电源和电子负载集成。根据集成产品是风冷还是水冷,提供不同的冷却解决方案作为标准。
- 2,300 CFM+ 风冷  
对于集成到机柜中的风冷产品,安装了高质量的顶部安装风扇,从机柜底部开口吸入空气并从顶部排出。提供的带有单独熔断器的控制变压器允许风扇使用与集成产品相同的电压供电。此外,集成继电器可确保除非启用集成产品的控制电源,否则风扇不会打开。
- 铜水冷歧管  
对于集成到外壳中的水冷产品,铜歧管按订单加工,为机柜提供单个入口和出口,PEX 管在内部平行于已安装产品的入口和出口冷却路径。

## 自定义集成

提供完整的产品安装和测试以及附加附件,例如断路器、互连母线工作、索环和紧急停止按钮。Magna-power 的标准集成包括一个带脚轮和适当冷却的全封闭机柜。提供各种附加配件。有关自定义集成的更多信息,请联系您的 Magna-Power 销售合作伙伴。

## 订购指南

有许多标准的 Magna-Power 机架式机箱配置可用。下面的订购指南提供了配置标准机柜的指南。定制机架机箱将从 Magna-Power 的销售团队获得一个特殊的部件号。



数量 (39) SL 系列设备的数量 (2) CAB2 (左) 和数量 (1) CAB1 (右)



CAB1 中的数量 (4) XR 系列设备

# 配件

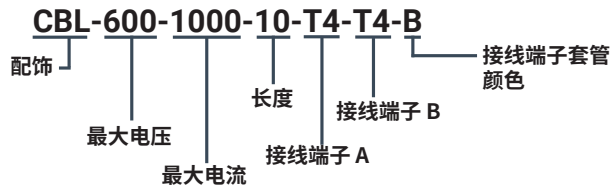
## 直流电力电缆

Magna-Power 提供各种直流电源电缆, 这些电缆是利用 Magna-Power 的内部电缆制造业务在内部构建和测试的。

### 订购指南

根据要求, 有多种直流电缆配置可用。下面的订购指南提供了配置适当电缆配置的指南。有关直流输出总线螺纹尺寸和连接点数量的信息, 请参阅相应产品系列的产品图。

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。



下表提供了电缆额定值和端接的可用性:

最大电压	最大电流							长度	接线端子						终端套管颜色
	3.3 Adc	55 Adc	100 Adc	160 Adc	223 Adc	310 Adc	1000 Adc <sup>1</sup>		T0	T1	T2	T3	T4	T5	
600 Vdc	x	x	✓	✓	x	x	x	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 75, 100, 200, and 300 feet	✓	✓	✓	✓	x	x	B: Black G: Green O: Orange R: Red
2000 Vdc	x	x	x	x	✓	✓	x		✓	✓	✓	✓	x	x	
6000 Vdc	x	x	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	x	x	
15,000 Vdc	x	✓	x	x	x	x	x		✓	✓	✓	✓	x	x	
20,000 Vdc	✓	x	x	x	x	x	x		x	✓	x	x	x	✓	

### 最大额定电流

Magna-Power 的直流电源线提供 7 种不同的额定电流, 对应于线规。多条电缆可以并联连接以增加电流容量。有关可用连接点的数量, 请参阅 MagnaDC 或 MagnaLOAD 产品图。

所有额定电流均在 50 °C 电缆温度和 25 °C 环境温度下在自由空气中指定。

下表提供了对应于指定电流额定值的线规:

最大电流额定值	线规
3.3 Adc	RG8-U Coaxial Cable
55 Adc	10 AWG (Flexible)
100 Adc	4 AWG (Flexible)
160 Adc	1 AWG (Flexible)
223 Adc	2/0 AWG (Flexible)
310 Adc	4/0 AWG (Flexible)
1000 Adc <sup>1</sup>	Custom Fabricated, 1.25" diameter (Flexible)

<sup>1</sup> 1000 ADC 最大额定电流电缆仅与 T4 端接兼容

### 终止

Magna-Power 根据上面的电缆订购指南为其电缆提供各种端接。

下表定义了可用的终端:

终端	描述	应用
T0	None	
T1	1" Stripped	
T2	1/4" Ring Terminal/Lug	
T3	3/8" Ring Terminal/Lug	
T4	Dual 3/8" Ring Terminal/Lug (Cembre CL750-D38)	
T5	Coaxial BNC	

# 配件

## 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

<b>连接器</b>	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
<b>工作环境温度</b>	-25°C 至 50°C
<b>储存温度</b>	-40°C 至 +85°C
<b>尺寸</b>	1.24" H x 7.14" W x 4.01" D (3.15 x 18.14 x 10.19 cm)
<b>重量</b>	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)

# 配件

## DBx Module



DBx模块是一个用于串联MagnaDC程控直流电源的性能增强的插件模块,可以实现超高稳定性、低纹波、高分辨率和高精度的电压、电流和功率控制模式。两个产品的组合为磁铁电源方案提供了更大的电压电流和功率范围,可用户高能物理研究和医学应用,包括驱动偶极子,四级,和转向磁铁,以及线圈供电,来建立稳定的磁场。此外,高功率密度和高精度和低纹波特性的组合可以为自动校准系统提供了理想的解决方案。

### 低纹波性能

DBx模块—A配置利用三级滤波器抑制差分线对线EMI,共模线对地电磁干扰和直流母线的电源纹波。

内部的共模和差模EMI滤波器集成在DBx模块—A配置中,插入损耗高达62 dB;典型结果如下表所示。为了滤除电源输出纹波,DBx模块—A配置通过使用低至功率频率的器件优化了线性稳压器,从而实现串联功率半导体的低直流压降。调节器需要两个反馈回路:一个是在线性稳压器上保持1.25 Vdc电压降,另一个是在串联功率半导体上产生交流纹波消除电压,与输入端的交流纹波电压相等且相反。在稳压器上增加一个串联二极管可以保护电流浪涌和过电压瞬变,这是传统线性稳压器的一个弱点。

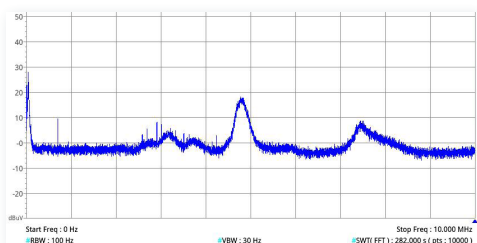
### 超稳定、高精度、高分辨率

一个超稳定的浮栅直流电流互感器(DCCT)可用千从电源的直流输出串联进行高精度的隔离测量。这种超稳定传感器与DBx模块的低温漂移电阻和温度稳定数字编程电路相结合,提供高度精细化的编程(18位)和回读(24位),使长期稳定性低千10ppm。关键部件被小心地放置在一个特别设计的温度室中,以减少温度稳定的时间。

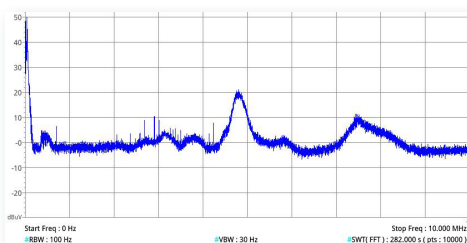
Insertion Loss Measurements <sup>1</sup>						
Frequency (MHz)	0.05	0.15	0.50	1.0	10.0	30.0
Differential Mode (dB)	41.0	58.7	46.3	62.7	55.1	50.5
Common Mode (dB)	30.0	47.0	57.4	67.6	56.4	25.4



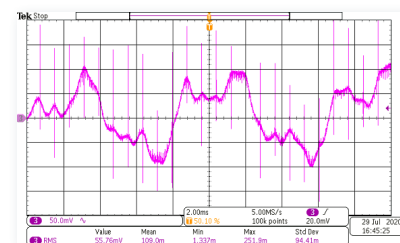
DBx Module rear view with DC input and DC output covers removed



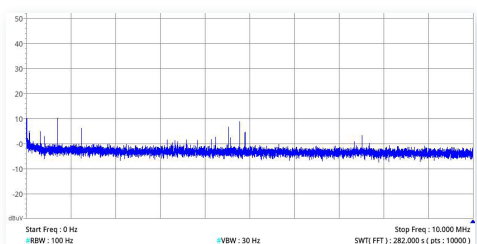
Differential mode noise on DC output without DBx Module



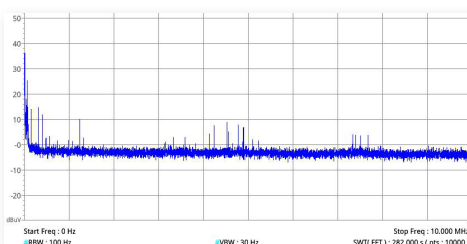
Common mode noise on DC output without DBx Module



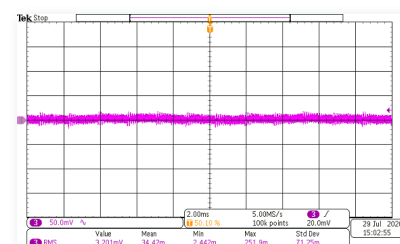
Voltage ripple on DC output without DBx Module



Differential mode noise on DC output with DBx Module<sup>1</sup>



Common mode noise on DC output with DBx Module<sup>1</sup>



Voltage ripple on DC output with DBx Module<sup>1</sup>

### 关键点

- MagnaDC 电源的附加模块
- 提供 1.5 kW 至 3,000 kW+
- < 10 ppm 稳定性
- 高达 24 位分辨率
- 高达 10 倍的输出纹波降低
- 额定电流高达 6,000 Adc, 系统高达 24,000 Adc
- 额定电压高达 1,000 Vdc
- 电压、电流和功率控制

### 设置和控制

DBx 模块配置 A1 和 B1 提供带螺纹插件的铜母线,用于直流输入和直流输出连接。在这些配置中,直流电源输出连接到 DBx 模块的直流输入,所有电流检测都在 DBx 模块内部完成。被测负载/设备连接到 DBx 模块的直流输出母线。DBx 模块配置 C1 使用带有控制信号的外部 DCCT,通过其外部用户 I/O 连接器向 DBx 模块提供反馈。在所有配置中,为了让 DBx 模块能够控制电源,提供的电缆将 DBx 模块的接口连接器连接到电源的 JS1 37 针外部用户 I/O 连接器。

使用 DBx 模块通过前面板旋钮或键盘、前面板上箭头进行高度精细的单比特控制,或通过提供的 MagnaWEB 软件使用计算机接口连接或使用 SCPI 命令的用户定义软件。包含的通信接口包括 RS485 和 USB 以及可选的 TCP/IP 以太网。

## DBx Module (Continued)

### 配置

DBx 模块提供三种不同的配置——A1、B1 和 C1——在最大电流能力和内部级方面有所不同。

DBx 模块配置 **A1** 包含所有级, 包括线性稳压器、差模和共模 DC EMI 滤波器、温度稳定超高稳定性控制器和 DCCT。配置 A 占用 1U (1.75 英寸高) 机架安装外壳, 适用于 10 Vdc 至 1,000 Vdc 的电压和三种不同的最大额定电流, 分别为 75 Adc、150 Adc 和 225 Adc。

DBx 模块配置 **B1** 适用于不需要额外直流滤波且仅包含温度稳定超高稳定性控制器和 DCCT 的应用。配置 B 占用 1U 机架安装外壳, 适用于 10 Vdc 至 1,000 Vdc 的电压和三种不同的最大额定电流, 分别为 75 Adc、150 Adc 和 225 Adc。

DBx 模块配置 **C1** 适用于高电流应用, 其中 1U 机架安装外壳仅包含温度稳定的超高稳定性控制器, 提供的外部 DCCT 通过后连接器连接到 DBx 模块。配置 C 适用于 10 Vdc 至 1,000 Vdc 的电压和 300 Adc 至 6,000 Adc 的最大额定电流。

#### Available Configurations

Config	EMI/Ripple Filter	High Stability, Precision, Accuracy	Max Voltage Rating Available	Max Current Rating Available	Form Factor
A1	✓	✓	10 Vdc to 1,000 Vdc	37.5, 75, or 150 Adc	1U Enclosure
B1	✗	✓	10 Vdc to 1,000 Vdc	37.5, 75, or 150 Adc	1U Enclosure
C1	✗	✓	10 Vdc to 1,000 Vdc	500, 750, 1500, 3000, 5000, or 10000 Adc	1U Enclosure + External Transducer

### 型号订购指南

DBx 模块型号由配置类型和数量 (请参阅“可用配置”表)、最大额定电压和最大额定电流定义。Magna-Power 的标准 MagnaDC 电源产品提供任何电压, 从 10 Vdc 到 1,000 Vdc。DBx 模块分辨率步长和校准是其最大额定值的函数, 因此建议指定最符合要求的模型。



DBx Module right side view (top) and left side view (bottom)

### 参数

#### Performance Specifications

<b>Stability, A1 and B1 Configuration</b> Voltage or Current Control	< 10 ppm; long-term drift (8 hr) Measured FWHM
<b>Stability, C1 Configuration</b> Voltage or Current Control	< 50 ppm; long-term drift (8 hr) Measured FWHM
<b>Temperature Coefficient</b> Voltage Control	< 0.05 ppm/°C
<b>Temperature Coefficient</b> Current Control	< 0.5 ppm/°C
<b>Programming Resolution</b>	18-bit
<b>Measurement Resolution</b>	24-bit
<b>Programming Accuracy</b>	± 0.04%; voltage control ± 0.04%; current control
<b>Rise/Fall Time</b> Maximum	电压模式: 6 s, 10% 至 90% 最大额定电压的 电压模式: 6 s, 10% 至 90% 最大额定电流的 功率模式: 6 s, 10% 至 90% 最大额定功率的
<b>Power Loss</b> Configuration A1 Only	Current output x 1.5 volts

#### Connection Specifications

<b>单相</b> 单相, 2线+接地	100-240 Vac, IEC 60320 C13 receptacle
<b>DC Input (A1, B)</b>	Bus bars with 3/8" threaded insert; 250 Adc max
<b>DC Output</b>	Bus bars with 3/8" threaded insert; 250 Adc max
<b>通信接口 (标配)</b>	USB 主机 (前置): B类型 USB 主机 (后置): B类型 RS485 (后置): RJ-45 外部用户输入/输出: 标准形母口
<b>通信接口 (选件)</b>	LXI 以太网 (后置): RJ-45

#### 机身数据

<b>Size and Weight</b> Configuration A1 and B1	1U 1.75" H x 19" W x 24" D (4.4 x 48.3 x 61.0 cm) 35 lbs (15.88 kg)
<b>Size and Weight</b> Configuration C1	1U (See Above) + External Transducer External transducer size and weight will vary depending on current rating

#### 交流输入规格

<b>工作环境温度</b>	0°C 至 50°C
<b>储存温度</b>	-25°C 至 +85°C
<b>湿度</b>	不凝结相对湿度高达95%
<b>空气流</b>	前后进风口, 顶部排风口

#### 适用法规

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



## BDx Module



### High-power rack-mount blocking diode solution

For applications or products where the Integrated Blocking Diode (+BD) option is not available or desired, the BDx Module offers a turn-key rack-mount blocking diode solution, including:

- Fully integrated and enclosed heatsinking and fan cooling
- User I/O status feedback including a temperature alarm state
- Front panel status indicator
- Heavy-duty tin-plated copper bus bars
- Remote sensing terminal for voltage feedback compensation
- Universal single phase active-PFC AC input connection

Internally, semiconductors are secured to Magna-Power manufactured heatsinks with fans and integrated thermocouples. An internal microprocessor monitors the internal temperature and provides +5V digital output signal when the system is powered and in a normal operating state. This +5V signal can be easily integrated into interlock systems, to ensure power is only driven through the BDx Module when its powered on and cooling is functional. Additional, a +5V digital input allows control of when the BDx Module is turned off and on, providing complete integration with a connected power supply.

### Specifications

#### 交流输入规格

单相 单相, 2线+接地	100-240 Vac, IEC 60320 C13 receptacle
AC Input Frequency	50-60 Hz
AC Input Isolation	±1500 Vac, maximum input voltage to ground

#### 机身数据

机架安装标准	EIA-310
后支撑轨	包括在内
Size and Weight Configuration A1	1U 1.75" H x 19" W x 24" D (4.4 x 48.3 x 61.0 cm) 35 lbs (15.88 kg)

#### 交流输入规格

工作环境温度	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%
空气流	前后进风口, 顶部排风口

#### 适用法规

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

### Key Facts

- Add-on module for MagnaDC power supplies
- 4 models addressing broad range of applications
- Protection up to 1,200 Vdc
- Forward current up to 1,200 Adc
- Fully integrated cooling with status indicator
- Power supply user I/O controls interface
- Included fixed rail rack-mount kit



#### Back EMF Protection

Prevent back-electromotive force (EMF) from electric motors or from the connection of charged batteries and capacitors from flowing back into the output of your power supply.



#### High Voltage Protection

Protect your power supply and other DC power equipment from externally generated DC bus voltages that could exceed the equipment's maximum ratings.



#### Mixed Voltage Paralleling

Connect multiple power supplies with different voltage ratings in parallel and protect lower voltage products high bus voltages.

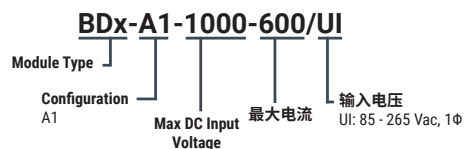


#### Prevent Load Discharge

Prevent the power supply's internal bleeder network from discharging batteries, capacitors or fuel cells when the power supply is standby, faulted state, or turned off.

### Model Ordering Guide

BDx Module models are defined by the configuration type and number, the maximum DC input voltage rating, and the maximum current rating.



Model	Config	Max DC Input Voltage	Max Current	Reverse Voltage Raing	Typical Losses
BDx-A1-1000-300/UI	A1	1000 Vdc	300 Adc	1200 Vdc	Up to 1.4%
BDx-A1-150-600/UI	A1	150 Vdc	600 Adc	200 Vdc	Up to 2.5%
BDx-A1-1000-600/UI	A1	1000 Vdc	600 Adc	1200 Vdc	Up to 1.4%
BDx-A1-150-1200/UI	A1	150 Vdc	1200 Adc	200 Vdc	Up to 2.5%

### External User I/O Specifications

External User I/O Port	15-pin D-sub DB-25, female See User Manual for pin layout
Digital Output Voltage System Status	+5V when systems normal. 0V when off or faulted state. Connected to MagnaDC interlock input via provided cable.
Digital Input Voltage Enable	+5V to engage cooling fans. 0V to disable product. Connected to MagnaDC power status output via provided cable.
Remote Sense	6-32 screw connection for positive terminal

# 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验证需要具有灵活输出特性的光伏模拟电源。逆变器专用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 ( $V_{mp}$ ,  $I_{mp}$ )、开路电压 ( $V_{oc}$ ) 和短路电流 ( $I_{sc}$ ) 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 ( $V_{mp}$ ,  $I_{mp}$ )、开路电压 ( $V_{oc}$ ) 和短路电流 ( $I_{sc}$ )。随后根据这些参数生成分布图。

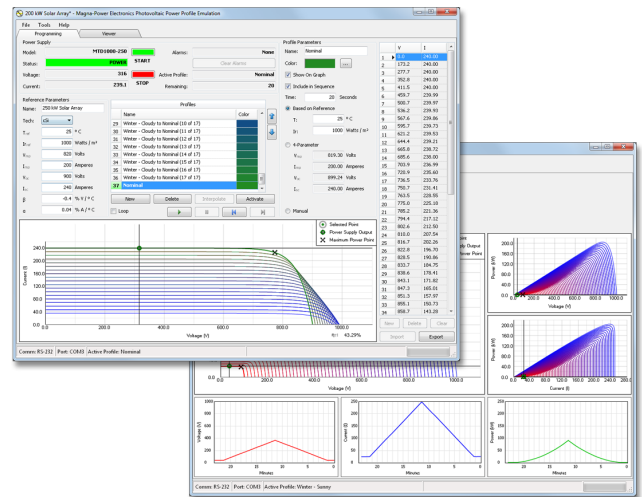
### 手动

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。

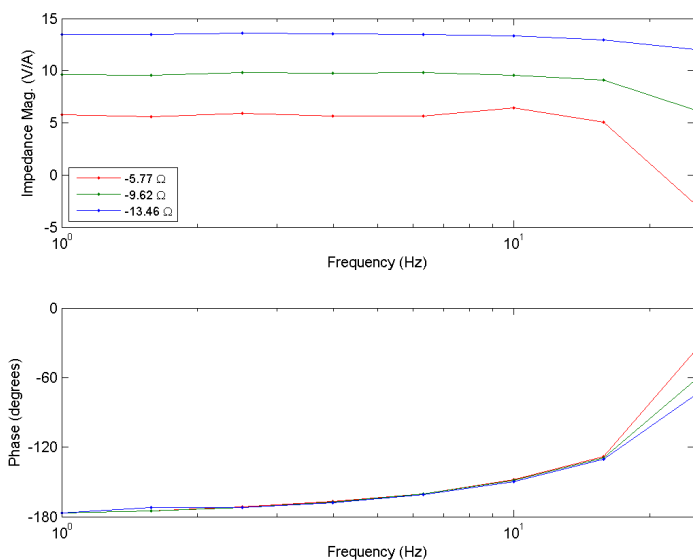
### 命令输出

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。

## 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	$(\Delta I / \Delta V) \times (I_{max} / V_{max}) \leq -0.05$
短路时的瞬时负载变化	支持高转换速率输出 (+HS) 选项

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:



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量。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。

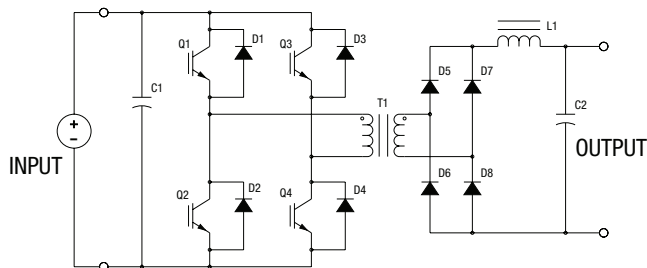


图1. 电压馈电式转换器

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同时导通,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,将其产生直流电压。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。

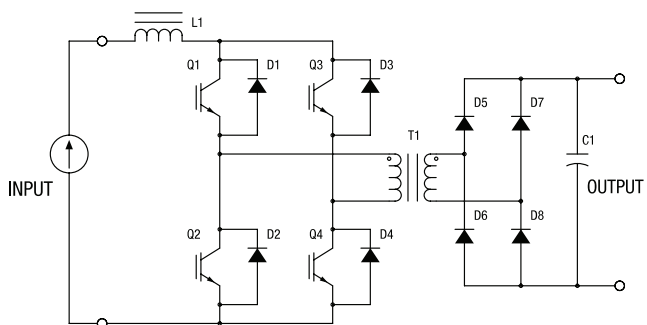


图2. 电流馈电式转换器

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,馈入开路电路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。

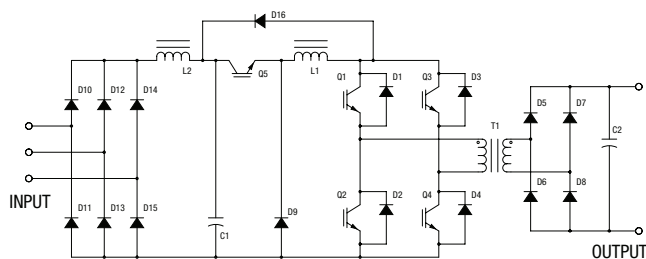


图3.整流器、斩波器和电流馈电式转换器

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.