

应用手册

在不间断电源功能区块中, 使用 IGBT 作为开关



Bourns® BID IGBT 系列

介绍

[绝缘栅双极晶体管 \(IGBT\)](#) 被认为是执行各项电能转换的出色解决方案, 它们特别适用于不间断电源 (UPS); UPS 在 AC 电源的电压出现异常时, 会供电给 AC 线路所连接的设备。

5 kW UPS 的目的是在供电中断发生时, 在备用柴油发电机启动供电前维持 AC 电源的电压。在这种情况下, UPS 会启动, 提供数分钟所需的 AC 电流, 以让发电机供应所需要的负载电流。

在不间断电源中, 设计人员不是使用 MOSFET, 而是使用 IGBT, 这让设计人员得以采用更简单和更小的散热器设计, 因为 IGBT 具有更低的功率损耗和更高的热导率。因此, [Bourns® IGBT](#) 是众多 UPS 功能区块的最佳解决方案; 这些功能区块普遍存在于数据服务器设备、网络和通讯集线器设施, 以及制造工厂, 为制造工厂中的工业机器人及通讯网络提供电力。IGBT 在静态的 UPS 系统中亦很有用, 静态的 UPS 系统用于数据中心, 以监控运作所需要的电源, 并维持电池备用自主性, 以实现供电连续性。

本文概论为什么使用 IGBT 作为 UPS 功能区块中的开关组件是有优点的, 说明将重点放在 IGBT 为 UPS 的设计提供了体积更小、重量更轻和效能更高的种种优点。本文亦概述如何实现更简单的电路和更低的物料成本, 这通常亦会使故障的组件减少、备用作业的可靠性提高, 且可拉长 UPS 的平均故障间隔时间 (MTBF)。



Bourns® BID IGBT 系列

UPS 类型

脱机型 UPS 是最常见的 UPS 类型，如图 1 的方块图所示。

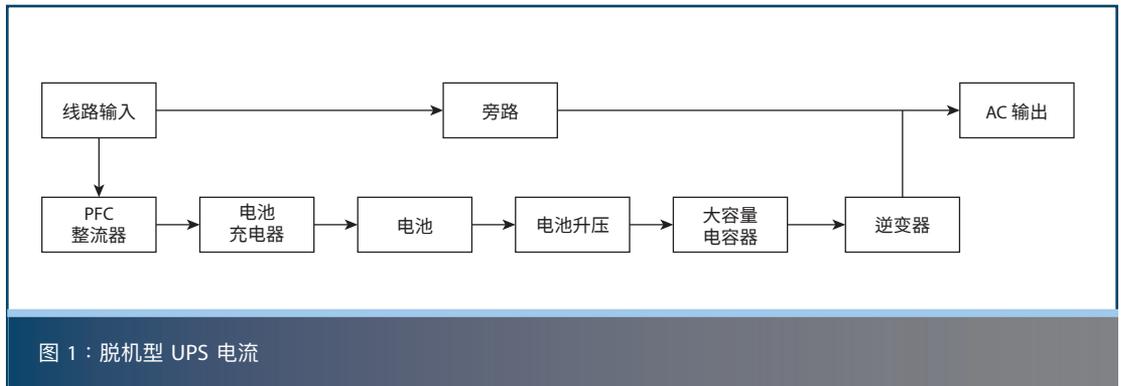


图 1：脱机型 UPS 电流

这类 UPS 的主要概念是电池以低电流缓慢充电，并以高电流快速放电，以提供 AC 输出电源。使用到 IGBT 的阶段有下列：

- PFC 整流器—电池充电器将交流电转换为直流电，并为电池充电
- 电池升压，在更高的电压下，将直流电转换成交流电
- 逆变器在相同或不同的线路频率将直流电转换成交流电

第二种最常见的 UPS 是在线型 UPS，如图 2 所示。这种 UPS 之所以被认为是在线型，系因为 AC 输出电压一直可供负载使用。负载电流连续流过直流到 AC 逆变器。

在脱机型 UPS 中，PFC 整流器以低于其在 UPS 输出作业期间所提供的电流为电池充电。在在线型 UPS 中，无论何时，只要连接的负载有需求，PFC 整流器即会供应 UPS 的全额定功率—这可能是连续的。这凸显出线上型 UPS 的主要优点：没有转换时间，转换时间系指脱机型 UPS 启动 DC 到 AC 逆变器并变更旁路继电器以从逆变器提供输出功率所需要的时间。这个时间的长度可以长到一个电源频率周期，可能是 16.7 ms，亦可能是 20 ms。

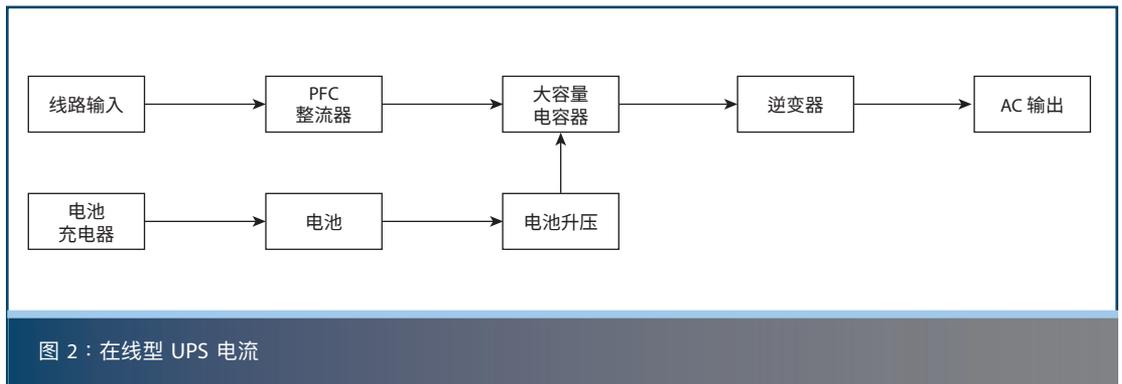


图 2：在线型 UPS 电流



Bourns® BID IGBT 系列

UPS 电源转换区块

组装这两种 UPS 所需要的电源开关功能如下：

- PFC 整流器—电池充电器将交流电转换为直流电，并为电池或大容量电容器充电
- 电池升压，在更高的电压下，将直流电转换成交流电
- 逆变器在线路输出频率上将直流电转换成交流电

下面说明使用 IGBT 的四个 UPS 转换区块：

- PFC AC 线路 208 至 250 VAC 将大容量电容器充电至标称 360 VDC，开关功率 7 kW (在线型 UPS)
- PFC AC 线路 208 至 250 VAC 将电池充电至最大 1.2 kW (脱机型 UPS)
- 40 至 60 VDC 输入到升压转换开关到 360 VDC 大容量电容器
- 逆变器 360 VDC 大容量电容器至 220 至 240 VAC 输出

蓄电池选择

每个 UPS 应用和产品定义可以是不同的，且将是不同的。对本应用手册，使用了净 5 kW 交流输出作为例子。一开始规划一个额外的电源转换器，以克服每个阶段所发生的开关损耗所导致的功率损耗。对于所有阶段的 5 kW 净输出和 90% 的效能，系统电源需要额外的 556 瓦特。

UPS 通常被设计成在有限的时间内供应标称输出电源，蓄电池将提供所需要的电流，直到其电压到达最小放电电压。使用四个容量为 100 A-h 的 12V 电池可满足这个要求。四个深循环密封铅酸电池可提供 15 分钟的 154 A 电流，最终电压为 40 V。这将是 6160 W，比需求多出 11%。这个余量允许电池老化，但仍可提供 5 kW 的输出。四个 12 V 电池在 58 VDC 下需要最大 20 A 的电流才能进行充电。



Bourns® BID IGBT 系列

功率因子校正：来自交流线路的电

脱机型开关电源转换器通常有一个不是正弦的输入电流。这个输入电流的波形含有很高的谐波量，因为电流在输入电压波形的峰值处以脉冲形式被吸收。

从 AC 电源线路取电通常会导致电源线路频率的谐波返回到交流线路上。这会产生谐波能量，使线路传输变压器产生循环电流和功率损耗 (温度升高)，这是我们不希望出现的情况。在每个线路电压峰值为电容器充电的整流器允许电流的峰值尖峰流动几毫秒。下面的图 3 显示电流尖峰。

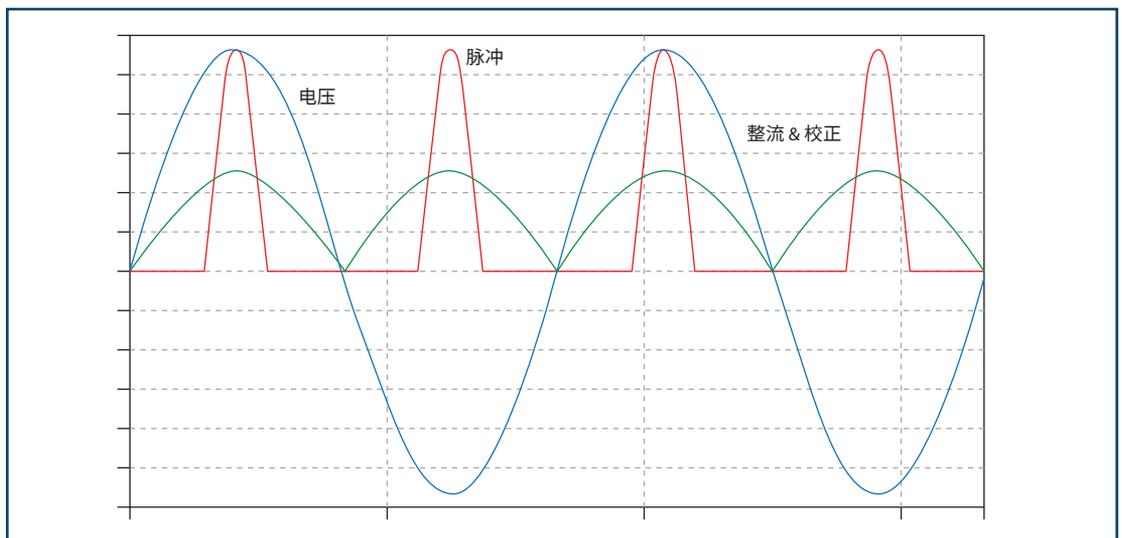


图 3：线路电压以及脉冲与整流电流

主动功率因子校正电路控制输入电流，以跟随线路电压，强迫转换器看起来像线路的电阻负载。在电流和电压波形之间，电阻负载的相移是 0° 。功率因子 (PF) 被定义为电流和电压的正弦波形之间的相位角的余弦值。因此，纯电阻负载的功率因子为 1。

使负载电流跟随线路电压、因而使相位差不存在的技术称为「功率因子校正」。当功率因子为 1 (电压和电流之间的相位角的余弦值) 时，交流线路上的功率仅在电压是高的时候流动，且谐波失真低的。PFC 仅在电压是高的时候从线路中取得电流，因而使全波二极管整流器以线路的电阻负载而出现。

在不间断电源功能区块中，使用 IGBT 作为开关



Bourns® BID IGBT 系列

PFC 转换交流线路电压 208 至 250 VAC 至 360 VDC

对在线型 UPS，功率因子校正 (PFC) 从交流线路 208 至 250 VACrms 取得电力，以将大容量电容器充电至标称 360 VDC，将 20 A 转换为 60 A。控制器透过转换 AC 输入线路电流的波形，使其对应 AC 输入线路电压的波形，因而实现近乎整功率因子。这个 PFC 阶段的控制器实施平均电流模式控制。这个控制方法可维持低失真正弦线路电流，因而将输入谐波失真减至最低。

这个 PFC 阶段的控制器实施平均电流模式控制。这个控制方法可维持低失真正弦线路电流，因而将输入谐波失真减至最低。

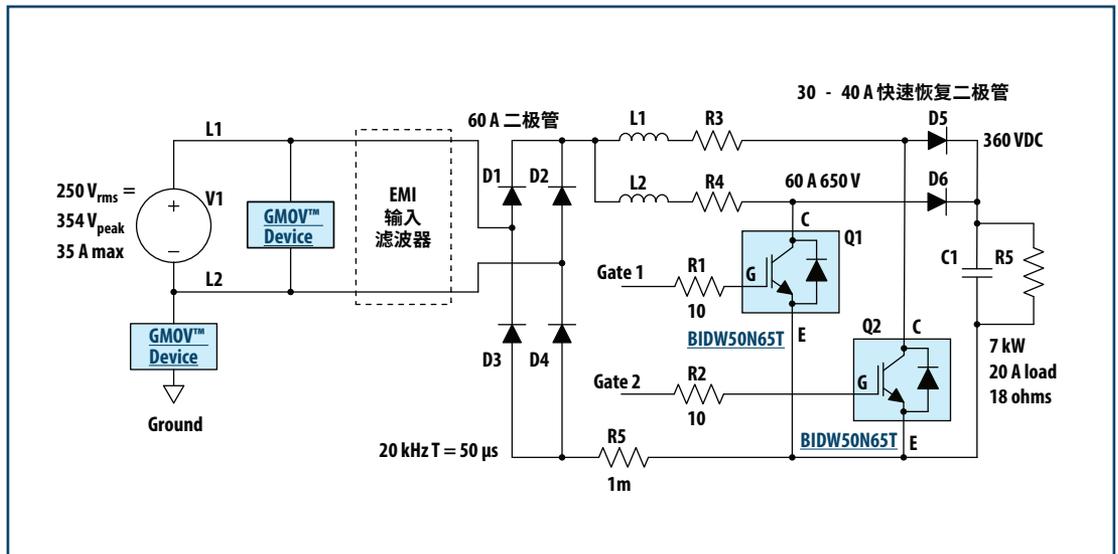


图 4：UPS 开关段 AC 线路至 360 VDC 7 kW

图 4 说明 7 kW 整流器的 PFC 开关的形式。一开始是电源线路浪涌保护，有一个 EMI 滤波器，以符合线路谐波能量要求，且有一个全波桥式整流器。两个扼流圈 (L1 和 L2) 与 IGBT 开关 U1 和 U2 一起工作，以允许电流通过。负载 R5 代表 PFC 整流器的负载。

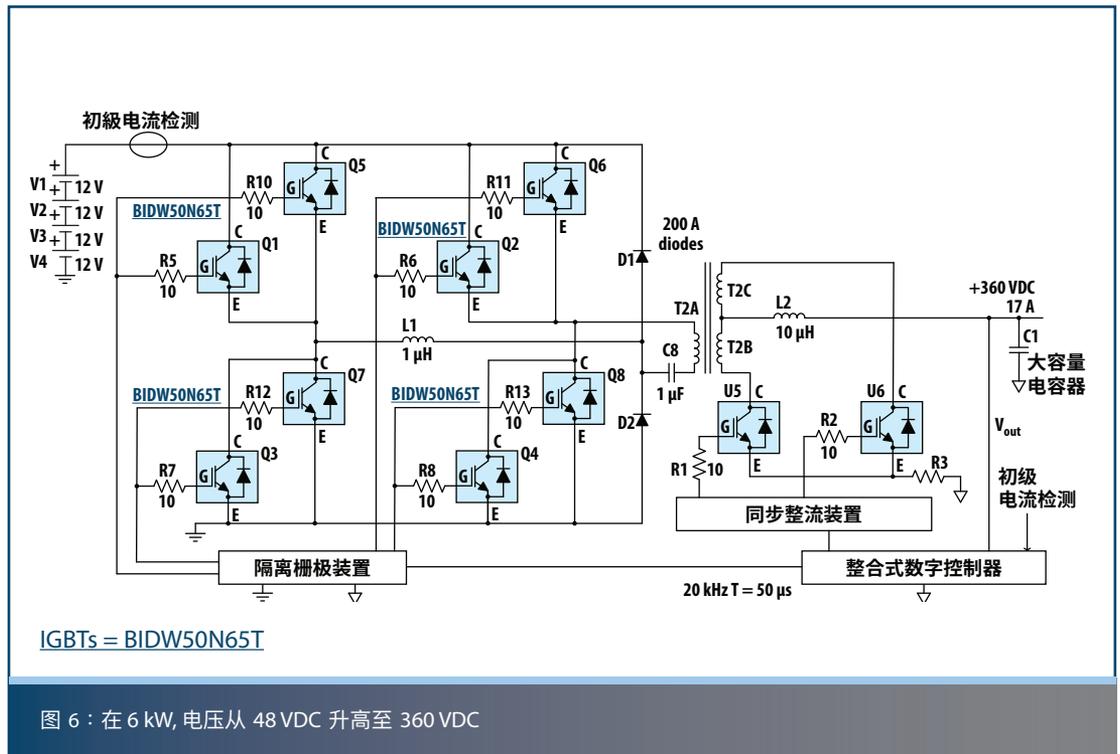
栅极 1 和栅极 2 的控制是定时的，因此当线路电压可用于提供电流时，它们会通过电流。透过计算 AC 线路何时能够向负载输送电流并调节储能电容器 C1 上的电压来启动栅极。基本的 IGBT 有效周期是从大约 20 kHz 的恒定频率计算出来的。



Bourns® BID IGBT 系列

DC 升压转换器

如图 6 所示，使用带有 H 桥主开关电路的经典弛返式输出出来将低的 DC 电压升高。透过开关 U1 至 U4，从四个串联的 12 volt 电池中取出电流，以为弛返式变压器 T2 充电。全波同步整流器 U5 和 U6 对次级变压器进行整流。透过检测输出电压、输出电流和初级电流，整合式数字控制器产生全 H 桥栅极驱动信号。





Bourns® BID IGBT 系列

DC 至 AC 逆变器 5.5 KW

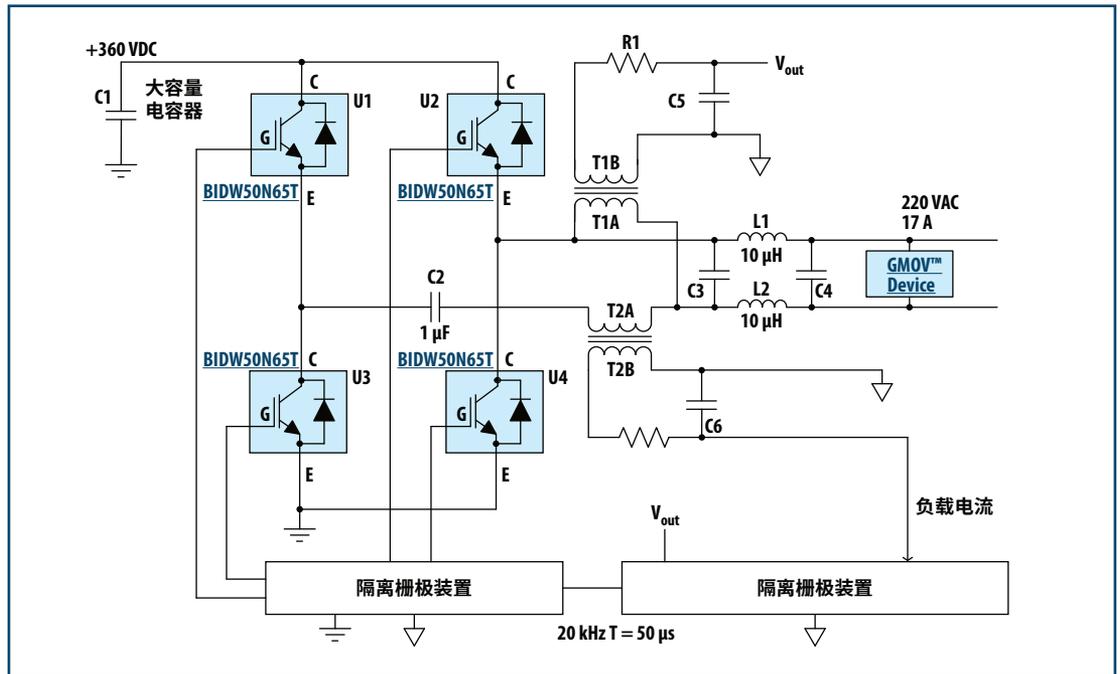


图 7：在所要求的频率 50 至 60 Hz，逆变器从 360 VDC 至 220 VAC_{rms}

图 7 显示从 360 VDC 到 220 到 240 VAC 输出的全桥式直接驱动逆变器。整合式数字控制器使用合成的 AC 电压和电流波形来控制 H 桥开关的栅极驱动。从内部算得的功率频率波形来计算开关相位，并与内部 20 kHz 时钟做比较。稳定的频率控制提供了频率稳定性和狭窄的 AC 波形公差。

应用手册

在不间断电源功能区块中，使用 IGBT 作为开关



Bourns® BID IGBT 系列

结论

在许多不同的电路配置中使用适当的 IGBT 会产生有用且多样的功率转换电路。IGBT 作为开关和整流器，结合二极管和磁性组件，为多种类型的不间断电源创造出各种架构。现代数字控制电路简化了转换电路的控制和调谐，因而可以最高效率实现所需要的功能。

Bourns 提供一系列先进的 IGBT，具有大电流和最多仅 30% 的功耗特色，使电路能够在最低量的高频噪声下运作，并可减少所需要的组件数量，有助减低总物料成本。以驱动 MOSFET 的相同方式来驱动栅极，因此非常简易，采用全新型 Bourns® IGBT 可以简化流程设计出完整的 UPS 应用电路。

有关更多完整的规格和其他应用信息，请参阅 Bourns 网页。

其他资源

- [产品页面：Bourns 离散式 IGBT](#)
- [技术数据库：Bourns 离散式 IGBT](#)
- [白皮书：了解 IGBT 数据表上的参数](#)
- [白皮书：实现快速的 IGBT 反向恢复损耗](#)
- [白皮书：量测 IGBT 传导损耗，以将效能最大化](#)
- [白皮书：Bourns® IGBT vs. MOSFET – 确定效能最大的电源开关解决方案](#)

www.bourns.com

BOURNS®

Americas: Tel +1-951 781-5500
Email americus@bourns.com

EMEA: Tel +36 88 885 877
Email eurocus@bourns.com

Asia-Pacific: Tel +886-2 256 241 17
Email asiacus@bourns.com