

适用于电池管理系统的电源及信号磁性解决方案

白皮书



Bourns® HCT 系列变压器



Bourns® SM91501AL
双通道隔离变压器



Bourns® SM91502AL
单通道隔离变压器

设计人员发现在设计电池管理系统的隔离变压器时需要思考许多因素。对最有效的设计来说，很重要的一点是决定对应用功能的期望、所需要的认证级别，以及确定哪些功能选项将重大影响成功的 BMS 部署。

BMS 设计的考虑因素

电池管理系统 (BMS) 连接电池组并管理电池组的充电和放电。这些系统亦监控与电池组健康状况有关的许多安全因素。此外，BMS 还透过将电池与负载或充电源连接或断开来提供应用保护。这些高度关键的组件与所有更新的电池技术搭配使用，例如锂离子或 LiFePO₄ 电池，这些电池非常容易因为过度充电、充电不足及过热而损坏。

在设计 BMS 系统时，请注意有两个主要部分需要加以思考：搭配线路驱动器使用的功率电平电路，以及设计的信号线驱动器部分。此外，将隔离和安全装置装入 BMS 时，最佳的位置在哪里？从磁性组件的角度来看，变压器通常负责提供低压侧和高压侧之间的隔离，同时亦满足安全和隔离要求。

如何选择正确的变压器

要指定用于 BMS 的正确变压器需要了解电路的关键点。峰值工作电压或是电路将看到的最高输入电压包含了开路或闭路条件下的任何瞬态影响。依据状态，电路可能需要置于过压类别之中。这暗示需要在标准设计上增加绕组之间的距离，或暗示规格要求更高的 Hi-Pot 测试电压。知道必须满足特定或哪些具体标准亦非常重要。需要思考的标准可能包含 IEC、UL、VDE、CSA 或这些标准的组合。

接下来则是必须确定需要哪些额外的绝缘水平来保护用户，或者是否变压器可单在功能水平上运作—仅在电子电路内？这是电流隔离发挥作用之处，可确保电路保持分离，以消除杂散电流以及减少不必要的接地回路的变化。透过强化绝缘，这为使用者提供了额外的保护度。

适用于电池管理系统的电源及信号磁性解决方案



Bourns® HCT 系列变压器



Bourns® SM91501AL
双通道隔离变压器



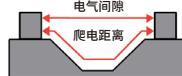
Bourns® SM91502AL
单通道隔离变压器

影响变压器选择的其他因素

可能影响设计的其他因素包括环境因素，例如所选择的变压器必须运作所在之处的海拔高度、污染程度、灰尘和污垢，或是湿度。此外，思考可能需要满足其他具体的测试要求亦是重要的，例如需要满足哪个局部放电测试或长期可靠性测试才能符合特定的标准。对于与变压器有关的距离主题，则是爬电距离和电气间隙。爬电距离系指沿着两点表面所测量出来的两点之间的距离。电气间隙是指两点之间只有空气间隙的两点之间的距离（见图 1）。

要选出正确变压器所需要了解的事项

- 峰值工作电压
- 过压类别 / Hi-Pot 测试电压
- 需要满足的具体标准
- 所需要的绝缘等级
(功能绝缘、基本绝缘、补充绝缘、增强绝缘)
- 运作条件：
 - 海拔高度高于海平面
 - 污染程度
- 具体的测试要求，亦即，局部放电测试
(评估绝缘系统的长期可靠性的测试)



峰值工作电压



过压类别



海拔高度
(高于海平面)



绝缘等级



标准：
IEC 62368
IEC 60664
IEC 61558

图 1：这张图表涵盖在设计 BMS 变压器之前，我们需要知道的最常见要素。

在设计 BMS 时，可使用多种拓扑，具体取决于应用和所需要的认证。在比较不同的变压器拓朴时，没有正确或错误的使用指示。某一个拓朴可能比另一个拓朴来得更适合某个应用。在决定拓朴时，主要的考虑是材料的磁滞回线，而不是每种拓朴类型的工作模式（参见图 2）。

适用于电池管理系统的电源及信号磁性解决方案



Bourns® HCT 系列变压器



Bourns® SM91501AL
双通道隔离变压器



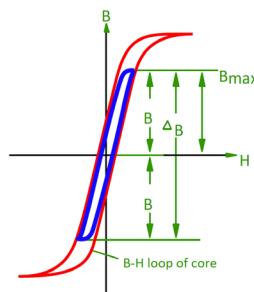
Bourns® SM91502AL
单通道隔离变压器

影响变压器选择的其他因素（续）

隔离式电源转换驱动器 - 拓扑

推挽

• 变压器(双极)



磁性组件设计与实施

+	材料利用率	-
N/A	磁通量	N/A
+	EMI 性能	-
N/A	变压器尺寸(较小)	N/A
+	漏感	-
+	气隙核心	-
-	开关时序	+
-	电压范围	+
-	绕组间电容	-
-	安全	-

反激(任何)

- 电感器
- 变压器(单极)

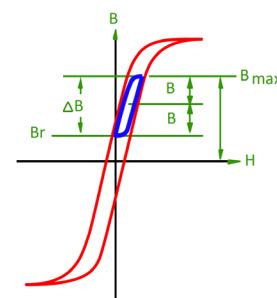


图 2: 此图表显示与每种拓扑的操作模式(蓝色)相反的材料的磁滞回线(红色)。

推挽操作实际上使用整个磁滞环，而反激变压器则使用磁滞环的较小部分。反激变压器被认为具有单象限工作模式。为了以拓扑作为基础来进行更具体的比较，Bourns 制作出一个比较图（参见图 3）。在后文中，我们将讨论新型 Bourns® HCT 系列推挽式拓扑变压器。

隔离式电源转换驱动器 - 拓扑

隔离电源拓扑比较

参数	传统反激	PSR反激	开环推挽	闭环推挽	隔离电源模块	带有数字隔离器的隔离电源
输出功率电平	弹性 (取决于变压器和 PWM 控制器)	5 W 至 7 W	5 W	弹性 (取决于变压器和 PWM 控制器)	0.5 W	0.65 W
输入电压范围	高达 42 V / 65 V	高达 42 V / 65 V	高达 5.5 V	高达 75 V	高达 5.5 V	高达 5.5 V
输出调节	1 % 或更少	1 %	5 % 至 10 %	1 % 或更少	1.5 %	1 %
分立组件数量	多於 30	21	10	46	少於 10	少於 10
隔离等级	弹性 (取决于变压器和 PWM 控制器)	弹性 (取决于变压器和 PWM 控制器)	弹性 (取决于变压器和 PWM 控制器)	弹性 (取决于变压器和 PWM 控制器)	5000 Vrms 增強	5000 Vrms 增強
排放	高	高	低	高	低	中到高

图 3: 这个比较图涵盖了可用来设计 BMS 的多种隔离电源拓扑。

适用于电池管理系统的电源及信号磁性解决方案



Bourns® HCT 系列变压器



Bourns® SM91501AL
双通道隔离变压器



Bourns® SM91502AL
单通道隔离变压器

影响变压器选择的其他因素（续）

HCT 系列的推挽式电源线驱动器可在无调节或调节的系统环境中运作。如图 3 所示，Bourns 亦提供多款反激式解决方案。Bourns 还提供 SPI 总线或 CANbus 的信号层运作解决方案，或是您希望用于 BMS 通信的任何方法。HCT 系列提供薄型组件，其结构内建了极高的爬电距离和电气间隙距离（大于 8 mm），符合 IEC 中最严格的标准。

尽管变压器最初是针对 TI SN6501 和 SN6505 推挽驱动器芯片组所设计的，但最新版的 HCT 变压器可与任何「与 TI 芯片组系列的输入和输出电压及功率水平相对应」的 IC 芯片组配合使用。例如，型号 HCTSM110103HAL 是汽车等级且符合 AEC-Q200 标准。对于必须符合 RoHS 和 REACH 的无卤、无铅操作及更大温度范围等 EHNS 要求的车辆应用，这个型号是款出色的解决方案。

与同业产品相比，HCT 系列最独特之处在于紧凑的封装满足高爬电距离和高电气间隙距离。如图 4 所示，接头的设计围绕着内部磁芯并缠绕到接头的另一侧的引脚。这会产生所谓的「盖子」，亦即环绕线圈周围的一个外壳，它延长了爬电距离和电气间隙路径，而不仅仅是两个针脚之间的距离(紫色线)。

核心到引脚的距离

HCT 系列

爬电距离 = 红色

若无盖壁，则为 50 %

• 同业产品概念

加长的盖壁 - 距离更大

• Bourns 产品概念

电气间隙 = 紫色

焊盘上限之间的距离

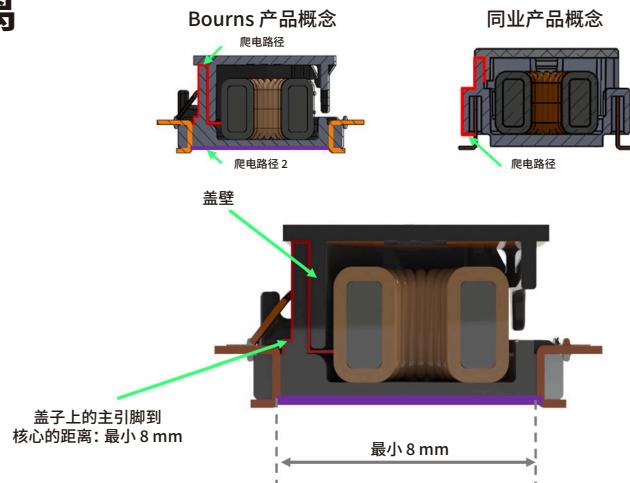


图 4: 请注意, 即使在更为紧凑的封装中, Bourns® HCT 产品的爬电距离和电气间隙仍得以维持。

适用于电池管理系统的电源及信号磁性解决方案



Bourns® HCT 系列变压器



Bourns® SM91501AL
双通道隔离变压器



Bourns® SM91502AL
单通道隔离变压器

影响变压器选择的其他因素（续）

因此，接头的类型不再是达到爬电距离和电气间隙上限的门控因子。实际上是针脚间距，因此为了满足 10 毫米的爬电距离和电气间隙距离，设计人员所要做的是选择稍微延长的接头并增加两组针脚之间的距离。

具体参考 TI 芯片组，未调节和调节部分的推拉时序，以及 FET 的交替开关（图 5 中的 A 点 和 B 点）显示你放入什么就会输出什么。这表示 C 点成为一个未调节的操作。此设计可以提供一对一信号或从 A 和 B 到 D 的电压转换。这两种方式中，不管是哪种方式，没有输出可能将信号往上带到具有纹波的 DC 水平。为此，设计人员可能必须添加一个 LDO 或小型输出电感器。结果可能是一个真正的 DC 电压，带有来自推拉驱动器的纹波输出。

推挽时序

推挽驱动器的输入/输出波形

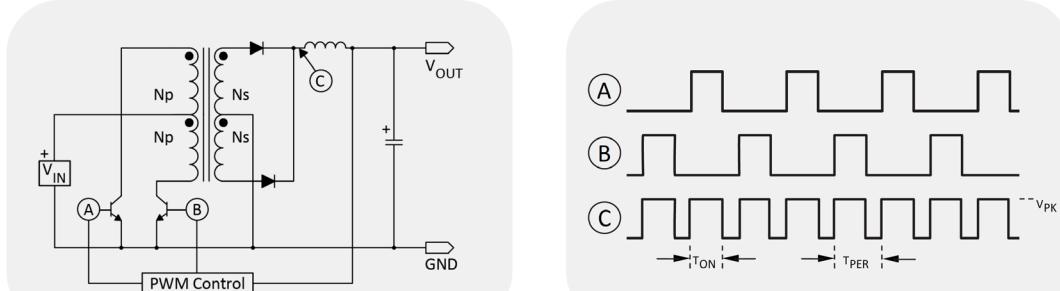


图 5: 请注意典型推挽驱动器的这些输入/输出波形之间的关系。

适用于电池管理系统的电源及信号磁性解决方案



Bourns® HCT 系列变压器



Bourns® SM91501AL
双通道隔离变压器



Bourns® SM91502AL
单通道隔离变压器

影响变压器选择的其他因素（续）

对于 BMS-SPI 接口，所使用的 Bourns® 隔离变压器基本上是隔离变压器的扩展，具有某种类型的传输线要求，例如共模扼流圈、共模扼流圈加电容，或内建于一体的共模扼流圈、电容器和电感器组合（参见图 6）。适用单信道和双信道应用的 Bourns® SM915xxAL 系列信号变压器可透过汽车级封装满足所需要的一切要求。Bourns 公司有类似的解决方案，可透过隔离变压器或以小型芯片作为基础的共模扼流圈的组合来满足类似的要求。

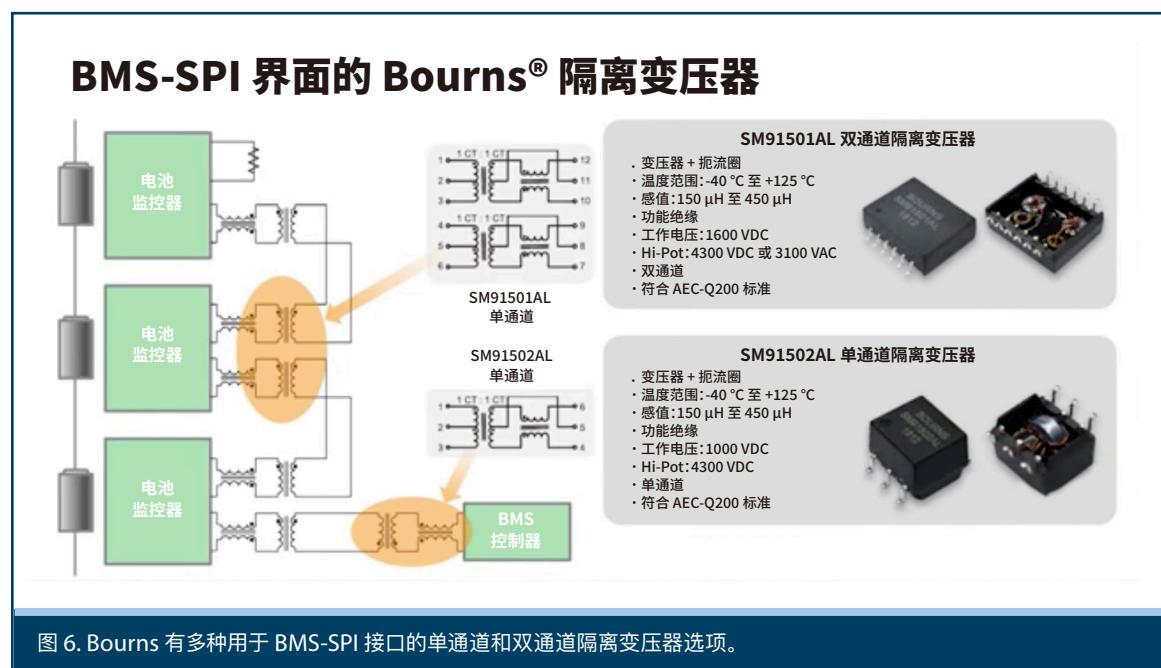


图 6. Bourns 有多种用于 BMS-SPI 接口的单通道和双通道隔离变压器选项。

安全性和隔离在 BMS 的设计过程中扮演重要的角色。低压和高压之间的隔离要求可透过不同的方式来实现。即便如此，通常还是要靠变压器来满足严格的安全要求。因为 Bourns 多年来一直致力于开发解决方案来满足功率面和信号面 BMS 的独特性能和安全要求，因此无论具体应用为何，Bourns 的磁性组件都可以提供理想的 BMS 隔离解决方案。

www.bourns.com

BOURNS®

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

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

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