

指定 Bourns® 浪涌保护组件 以符合 UL/IEC 62368-1 标准

白皮书

简介

金属氧化物压敏电阻器 (MOVs) 广泛用在电子产品交流电 (AC) 输电主線端口的浪涌保護上。它们亦常用于 AC 输电主线所要使用的外部浪涌保护器。由于成本低, 再加上对大浪涌电流的处理能力, MOV 多年来一直是受欢迎的浪涌保护解决方案。

UL/IEC 62368-1 的音频/视频暨资通讯设备标准是新的产品安全标准更新, 会影响 MOV 的合规性。以下是 UL/IEC 62368-1 标准的部分内容:

IEC 62368 的这个部分规范音频、视频和资通讯技术领域内的电气和电子设备, 以及额定电压不超过 600 V 的商用和办公室设备的安全性。本标准没有设备性能或功能特性的有关要求。

附注1: 本标准范围内的设备举例见附录 A。

附注2: 额定电压 600 V 被认为包含额定 400/690 V 的设备。

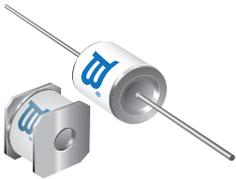
IEC 62368 的这个部分亦适用右列: 预定用于这类设备的组件和部件。这类组件和部件无需遵守本标准的每项要求, 前提是含有这类组件和部件的完整设备确实符合要求; 为 IEC 62368 这个部分所规范的设备供应电源的外部电源供应器; 拟用于 IEC 62368 这个部分所规范之设备的附件。

IEC 62368 的这个部分不适用不构成设备一部分的供电系统, 例如电动发电机组、备用电池系统和输电变压器。

要符合 UL/IEC 62368-1, MOV 现在所需要符合的要求更具挑战性。过去依据 IEC 60950-1 所制定的 MOV 要求不再足以符合产品安全有关规定。但挑战不单是如此, 许多设计人员注意到附录 G.8 对 MOV 的新要求在用词上令人感到困惑。本文的目的是厘清这些困惑。本文还将说明 Bourns® MOV、GMOV™、IsoMOV™ 混合保护器和气体放电管 (GDT) 产品如何帮助设计工程师符合新的标准。



Bourns® 金属氧化物压敏电阻器 (MOVs)



Bourns® 气体放电管 (GDTs)



Bourns® GMOV™ 组件

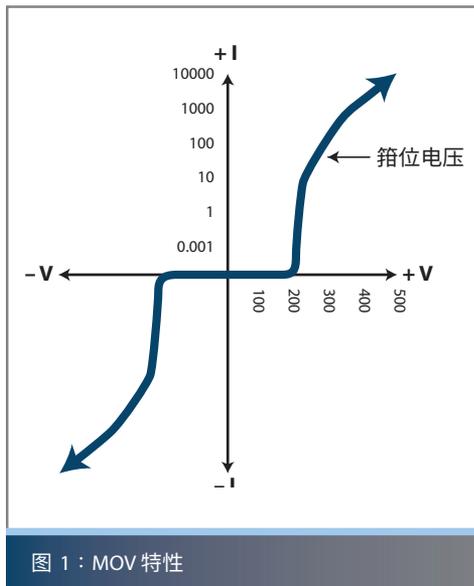


Bourns® IsoMOV™ 混合保护器

指定 Bourns® 浪涌保护组件以符合 UL/IEC 62368-1 标准

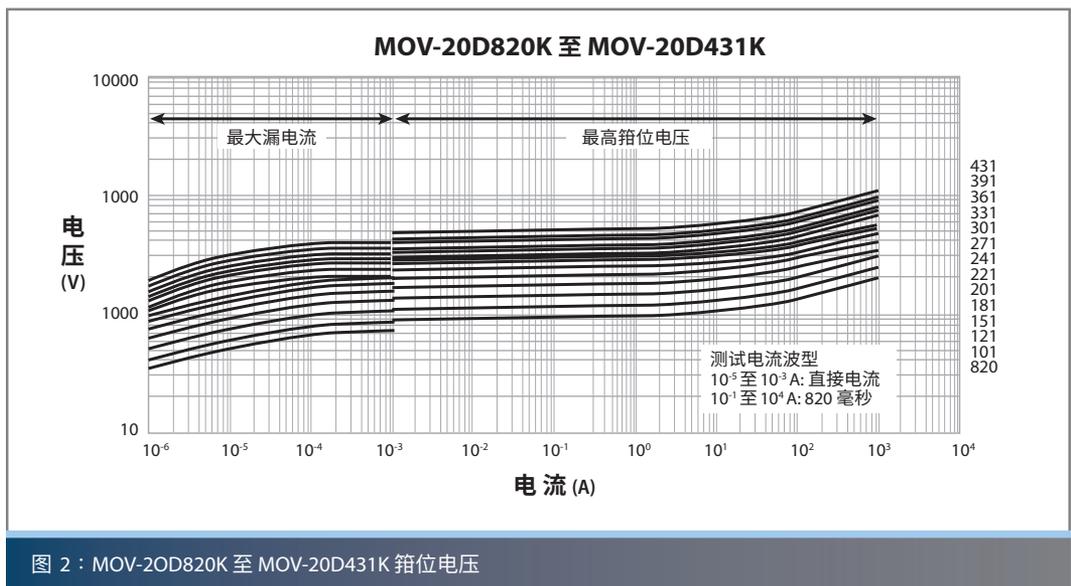
MOV™ 是什么？

金属氧化物压敏电阻器 (MOVs) 是双向和非线性的浪涌抑制器组件，广泛用来在各种应用的浪涌或瞬态事件中限制电压。因为 MOV 是非线性组件，因此它的特性不会逐渐变化，而是在电压达到或超过额定阈值时突然变化 (参见图1)。



MOV 亦具有类似二极管的非欧姆电流电压特性。但是，相较于二极管，MOV 对两个方向的横向电流具有相同的特性。

随着流经 MOV 的电流增加，箝位电压亦会增加，如下面图 2 所示。传统上，MOV 在电流达到 1 毫安时的电压配得一个标称额定值。当低于这个额定值的电压时，电流被视为是漏电流。当高于这个电压额定值，MOV 处于保护状态且显现箝位电压。从图 2 可以看出电流增加会导致箝位电压增加。



指定 Bourns® 浪涌保护组件以符合 UL/IEC 62368-1 标准



Bourns® 金属氧化物压敏电阻器 (MOVs)



Bourns® 气体放电管 (GDTs)



Bourns® GMOV™ 组件



Bourns® IsoMOV™ 混合保护器

MOV 失效模式

MOV 典型会传导少量的漏电流，即使所施加的电压远低于它们的标称阈值电压。如 MOV 承受超出其额定值的浪涌，可能会发生永久性损坏，因而导致漏电流增加。在某些应用中，仅是几毫安的漏电流就可能存在电击危险。

此外，如果漏电流变得够高，MOV 内部会发生自发热现象。如前文所说的，MOV 内所消散的瞬时功率是「所施加的电压」乘以「MOV 上的电流」。当 MOV 持续连接 AC 输电主线时，这种自发热会产生正反馈，增高的漏电流会导致更高的自发热，而这会导致漏电流更高。

随后的浪涌会进一步加速这种失效。在某个时间点，MOV 会进入热失控模式，产生大量热并损坏 MOV。在某些情况下，MOV 产生的热会成为潜在点火源 (PIS) 并导致附近的可燃物燃烧。

MOV 的替代品

很少有浪涌保护组件可以处理 AC 输电主线上典型发生的高浪涌电流 (数千安培)。除了 MOV，另一个可以承受极高浪涌电流的常见浪涌抑制组件是气体放电管 (GDT)。

GDT 具有令人印象深刻的电流处理能力，因为它们会突然地触发电压，在该电压下，它们会进入导通状态，发挥几乎同于短路的功用。这有时被称为是「撬棍」特性。请注意，当一个两端浪涌保护组件正在传导时，该组件内的瞬时功耗为：

$$\text{功耗} = (\text{组件上的电压}) \times (\text{流经组件的电流})$$

因此，与 MOV 不同的是，GDT 可以承受大量浪涌电流，因为在触发时，GDT 上的电压会降至低值 (大约 10 V，通常称为「弧光电压」)。这会使瞬时功耗保持在低水平。结果是，当浪涌电流能力是相同时，GDT 的体积可能小于 MOV。例如，如果 MOV 在 1000 A 时将电压箝位至 900 V，它会消散 900 kW，相较之下，只发生 10 V 压降的 GDT 仅消散 10 kW。

指定 Bourns® 浪涌保护组件以符合 UL/IEC 62368-1 标准

MOV 的替代品 (续)

图 3 比较了浪涌电流期间的 MOV 和 GDT 电压。

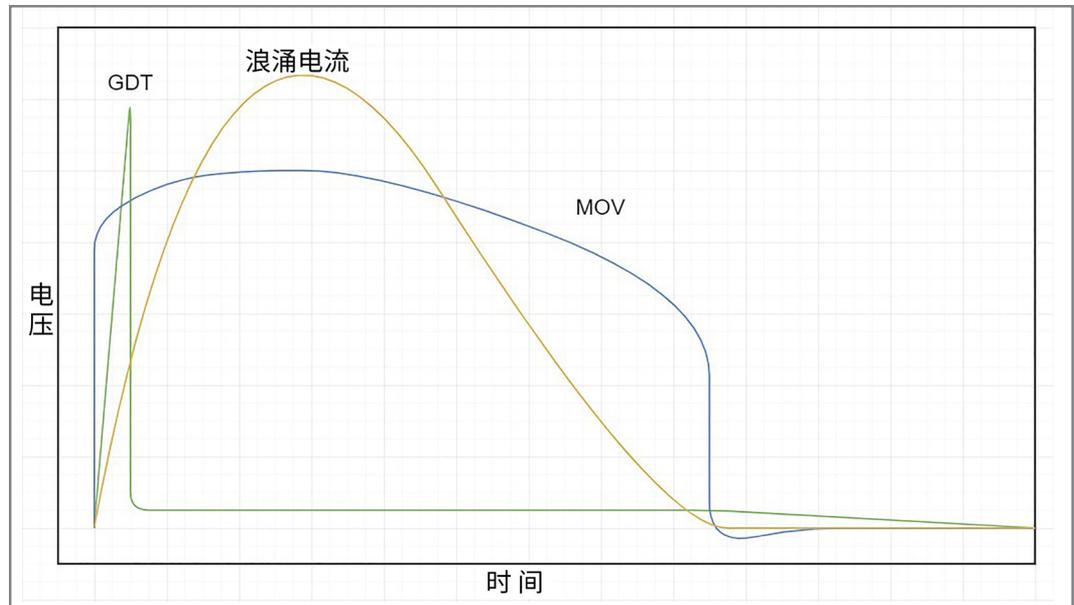


图 3：浪涌电流期间内 MOV 和 GDT 之间的电压比较。

图 4 提供浪涌额定值相当的典型 MOV 和 GDT 之间的并排比较。两个组件的标称额定电流均为 5 kA。



一旦触发进入导通状态，GDT 需要电流下降到近乎是零才能将 GDT 重置为关闭状态。当施加 60 Hz AC 波形，每周期的电流下降至零两次，相当于每 8.3 毫秒，因此这似乎提供了所需要的断开 (turn-off) 机会。不幸的是，如果过压状况使 GDT 保持传导状态超过几秒钟，则 GDT 内部所累积的热将阻止 GDT 断开来响应 60 Hz AC 输电主线波形的极短零交叉。因此，GDT 本身不足以作为连接 AC 输电主线之 MOV 的替代品。

指定 Bourns® 浪涌保护组件以符合 UL/IEC 62368-1 标准

重要的 MOV 电气参数

虽然 MOV 的一般性能类似两个阴极对阴极的雪崩二极管，但 MOV 能够承受的浪涌电流要高很多。MOV 数据表典型会载明当 MOV 不导通显著电流时可连续承受的最大 AC_{rms} 电压（亦称为最大连续工作电压-MCOV）。IEC 60950-1 和 UL/IEC 62368-1 两者都要求 MOV 的额定电压至少为设备的额定电压的 125%。因此，对于 240 V_{rms} 的输电主线电路，MOV 的额定电压必须至少为 300 V_{rms}。

在 240 V_{rms} 的正常输电主线电压下，额定值为 300 V_{rms} 的 MOV 的导通电流将小于 1 mA。但是，如对 MOV 施加浪涌，则 MOV 会导通较多的电流，且会将浪涌限制为典型小于 1 kV。由于 AC 输电主线上的雷击浪涌可能超过 6 kV 且可能有超过 3000 A 的峰值电流，因此 MOV 能够在没有损害下将这类浪涌限制在低于 1 kV 的能力是非常有用的第一道浪涌保护防线。

当以标准 8/20 μs 脉冲浪涌进行测试时，图 5 中的小颗 MOV (10 mm) 可以处理 100 次的 1000 A 浪涌而不会受到损害，而大颗的 MOV (20 mm) 可以处理 100 次的 3000 A 浪涌。此外，当以 3000 A 浪涌进行测试时，小颗的 MOV 将浪涌电压限制在 550 V，而大颗的 MOV 将浪涌电压限制在 450 V。下图显示电压相同的 10 mm 与 20 mm 尺寸的 MOV 相对于浪涌电流的箝位电压。

因此，除了选择导通阈值合适的 MOV 外，设计人员亦必须思考 MOV 在整个寿命中可能遭受的浪涌强度和数量。虽然体积较小的 300 V_{rms} MOV 通常比大体积的 MOV 来得便宜，但它在实际应用中可能损坏。UL/IEC 62368-1 中的某些要求和测试系特别制定的，目的在协助设计人员避免使用体积过小的 MOV。为了遵守 UL/IEC 62368-1 的浪涌耐受力要求（在 3 kA 时，10 个正压和 10 个负压），多数 AC 输电主线应用将要求 MOV 的圆盘直径至少为 14 mm。

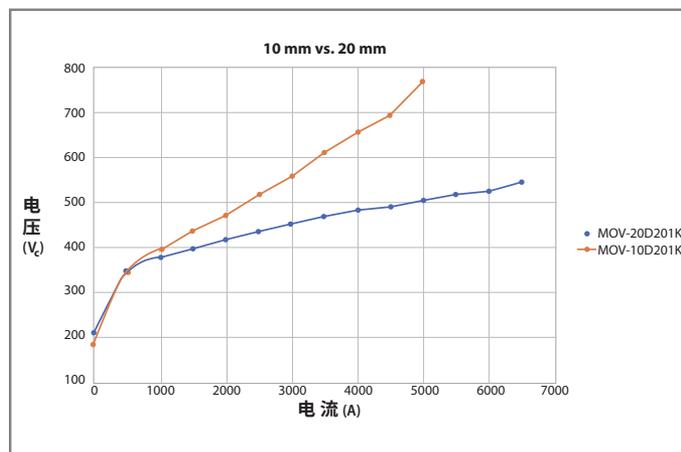


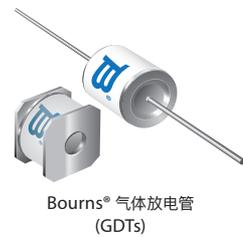
图 5：10mm 和 20mm MOV 的比较。

有关如何选择正确 MOV 的重点说明，请点击下面的连结后参阅「[选择正确 MOV 浪涌抑制器的要诀](#)」白皮书：

<https://www.bourns.com/docs/technical-documents/technical-library/varistors/bourns-tips-on-selecting-the-right-mov-surge-suppressor-white-paper.pdf>

指定 Bourns® 浪涌保护组件以符合 UL/IEC 62368-1 标准

关于电击危险的要求



A 型插头有两根或三根针脚。2 针脚的插头仅连接 AC 输电主线，在设备不需要接地来确保安全时使用。3 针脚的插头有一根接地针，用来接地。通常这类设备的接地仅是透过 AC 输电干线插头上的这根接地针。

有时，墙壁插座中的接地线未正确接地。此外，某些使用者使用「廉价转接器」(图6) 来将 3 针脚插头插入仅接受 2 针脚插头的墙上插座。因为这些原因，使用插拔式 A 型插头来实现接地不被认为是完全可靠的方法。

如前文所说的，如果 MOV 系从 AC 输电主线连接保护地，则行经 MOV 的漏电流就只会流向保护地。但是，如果没有完成预定的接地，则需要采取措施来预防使用者接触未按规定接地的导电部位时发生触电。

对于插拔式 A 型设备，要防止 MOV 漏电流成为触电危险的最常见解决之道是将一个或多个 GDT 与 MOV 串联。在所施加的电压接近 GDT 导通电压前，GDT 几乎没有漏电流。如果 GDT 的标称导通电压为 $300 V_{rms}$ ，则在 AC 输电主线施加 $240 V_{rms}$ 的电压时，不会有显著的漏电流流过。

为了提供节省空间、效率更高的解决方案，Bourns 设计出两款新的混合浪涌保护组件：GMOV™ 和 IsoMOV™ 保护器。这两款混合设计都将 GDT 和 MOV 整合到一个组件中，可作为现有 MOV 的直接替代品。GMOV™ 保护器结合了两个组件，而 IsoMOV™ 保护器提供了创新的设计方法，将两种技术的功能结合成一个充分整合的组件。因为这项正在申请专利的金属氧化物技术设计，IsoMOV™ 组件在相同尺寸下亦具有更高的电流额定值。例如，一颗尺寸为 14 mm 的 IsoMOV™ 保护器（其标称电流额定值为 5 kA）相当于一颗尺寸为 20 mm 的 GMOV™ 保护器或 MOV。

指定 Bourns® 浪涌保护组件以符合 UL/IEC 62368-1 标准

关于电击危险的要求 (续)

Bourns® GMOV™ 或 IsoMOV™ 混合过压保护器为图 7 中的应用提供了最佳解决方案：

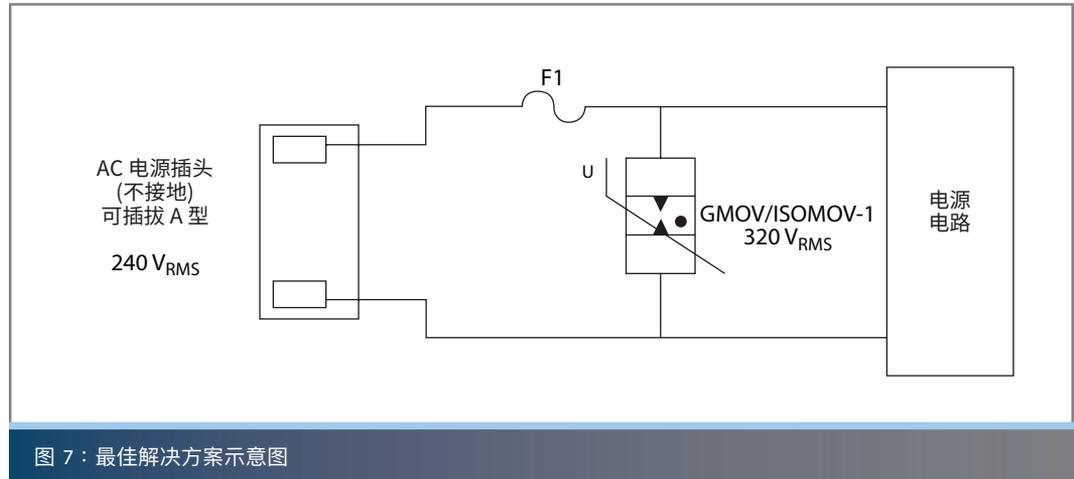


图 7：最佳解决方案示意图

图 8 与图 7 示意图相等，供比较用：

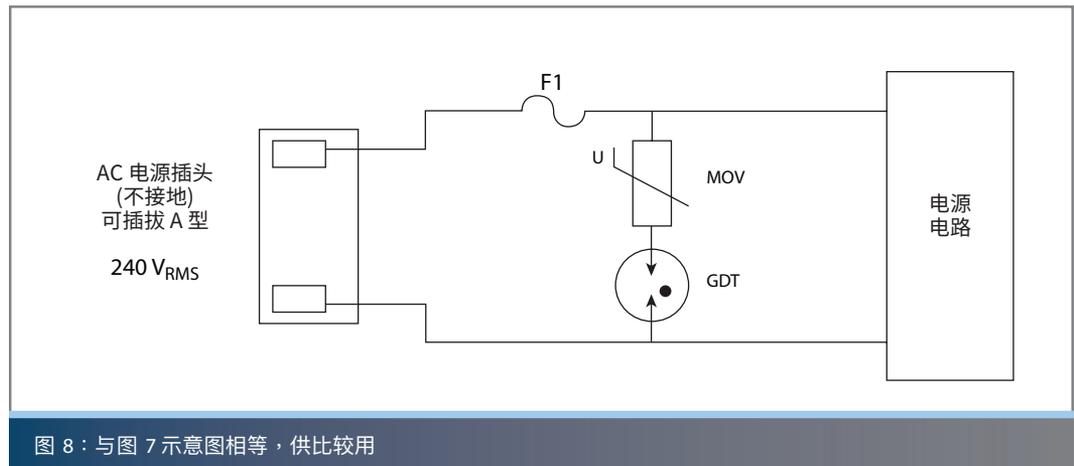


图 8：与图 7 示意图相等，供比较用

指定 Bourns® 浪涌保护组件以符合 UL/IEC 62368-1 标准

关于电击危险的要求 (续)

从图 7 中的电路可以看出使用 GMOV™ 或 IsoMOV™ 混合过压保护器，火灾的风险是低的，因为导通阈值远高于正常的 AC 输电主线电压。当使用串联放置的典型 GDT 和 MOV 时，导通电压大约是这两个组件的总电压的 60% 至 90%。例如，300 V GDT + 300 V MOV 为 600 V，但导通电压可能位在 360 V 到 540 V 之间。因为偏压被 GDT 阻断，且 MOV 上没有恒定电压，因此，性能退化和漏电流问题几乎不存在。

为了减低火灾风险，某些标准豁免了导通阈值远高于正常 AC 输电主线电压的 MOV。原因在于如果浪涌损坏 MOV 的可能性是低的，则可充分避开火灾风险。在 UL/IEC 62368-1 中，表 G.10 确认这一点，表示若 $MCOV > 2xV_r$ ，则不需要测试。GDT+MOV 组合的美妙之处在于导通阈值的行为类似电压较高的 MOV，但却具有同于电压较低的 MOV 的箝位电压。

符合 UL/IEC 62368-1 的一个方法是在火线 (L) 以及/或是零线 (N) 到保护地 (PE) 之间添加保护，如这个举例 (图9) 所显示的：

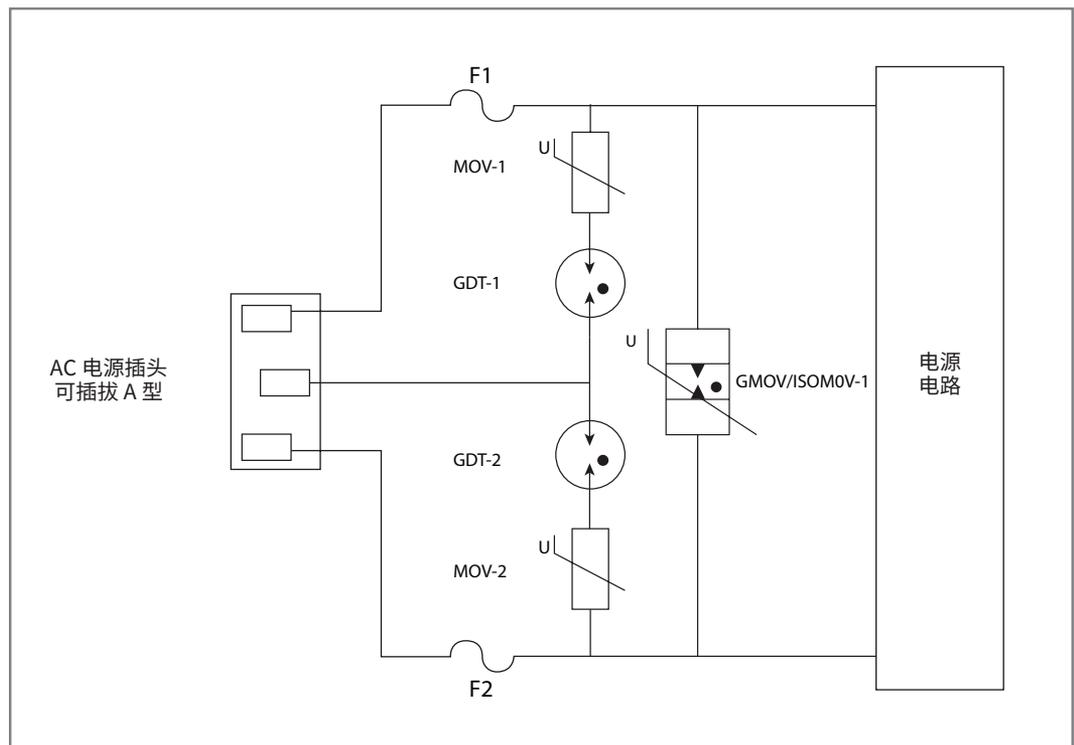


图 9：UL/IEC 62368-1 合规示意图

指定 Bourns® 浪涌保护组件以符合 UL/IEC 62368-1 标准

关于电击危险的要求 (续)

依照 UL/IEC 62368-1 第 5.4.9.1 节, 测试电压依据三种测试方法 (耐受电压、工作电压和暂时电压) 的最高值决定。这三个电压的最高峰值成为 GDT 测试电压, 以峰值 AC 或 DC 电压被施加。例如, 120 VAC 输电主线分别产生 1.5 kV 峰值 (过压类别II)、243 V 峰值和 2 kV 峰值的测试电压值。

同理, 230 VAC 输电主线提供 2.5 kV 峰值 (过压类别II)、465 V 峰值和 2.5 kV 峰值的测试电压值。由于在这些测试期间不会出现绝缘崩溃 (亦称为 GDT 直流击穿), 因此对 120 VAC, GDT 直流击穿电压至少必须是 2.5 kV, 对 230 VAC, 则必须是 3 kV。将这些 GDT 与位于 AC 输电主线与保护地面之间的 MOV 串联, 所代表的意义是当电压低于 1.4 kVAC 或 1.7 kVAC 时, 视 AC 输电主线电压, 可能是没有导通或保护的。1.4 kVAC 和 1.7 kVAC 的数值乃分别从 2.5 kVDC 和 3 kV GDT 的下限算出的。GDT 有 20% 的公差, 且额定值典型为 DC, 因此 2.5 kVDC 的下限为 1.98 kVDC, 而 3 kVDC 的下限则为 2.4 kVDC。1.4 kVAC 的峰值电压为 1.98 kVAC, 而 1.7 kVAC 的峰值电压为 2.4 kVp。

目前, Bourns 不提供高压 (> 1 kV) 的 GMOV™ 或 IsoMOV™ 组件来满足「火线到地」和「零线到地」的要求。因此, 必须使用分立组件, 如图 9 所示。



Bourns® 金属氧化物压敏电阻器 (MOVs)



Bourns® 气体放电管 (GDTs)



Bourns® GMOV™ 组件



Bourns® IsoMOV™ 混合保护器

指定 Bourns® 浪涌保护组件以符合 UL/IEC 62368-1 标准

第 G.8 条的探讨

当谈到 MOV 的 UL/IEC 62368-1 合规性时，标准明订这个压敏电阻器必须遵守第 G.8 条。第 G.8 条的一般要求 (G.8.1) 规定 MCOV 必须至少为设备额定电压 (V_r) 的 1.25 倍或至少为设备额定电压范围的上限电压的 1.25 倍。对于标称额定值为 230 VAC 的设备，最小 MCOV 为 288 VAC。如设备有电压范围，例如 85 VAC 至 250 VAC，则最小 MCOV 为 313 VAC。

另外，第 G.8.2 条强调 MOV 应被视为是潜在点火源 (PIS)，且强调应采取减少起火的可能性并防止火势蔓延。

此外，第 G.8.2.2 条的要求必须应用在 MOV 或过压保护电路，如果这个过压保护电路含有 MOV，且这个 MOV 被连接在 AC 输电导通 (L to N) 中、火线到地 (L to PE) 之间或零线到地 (N to PE) 之间。测试方式是逐步增加 MOV 内的功率，直到 MOV 打死。所使用的测试电压应依据 V_r 的 2 倍值 ($2 \times V_r$)，且应透过一个串联电阻器来定义有关的短路电流。短路电流从 0.125 A、0.5 A、1 A、2 A、4 A 等开始。基本上，对每个步骤，电流应加倍。当电路断开 (保险丝断开) 或当发生失效事件时，例如隔离开关运作 (亦即，热保护 MOV)，测试即终止。

对在更高遮断电流进行测试且测试中可能有很长的运作延迟时间及超过隔离开关能力的电流，这条规定并未对这种测试状况的隔离开关机制明订要求。「 $2 \times V_r$ 」的电压源限制了电路诱发 MOV 失效的可能性。选择 MCOV 为 $2 \times V_r$ 的 MOV 代表永远不会有大量的电流传导，且测试变得无关紧要。

在 UL/IEC 62368-1 中，表 G.10 确认这一点，表示若 MCOV 是 $2 \times V_r$ ，则不需要测试。对于测试单个 MOV，MCOV 的 2 倍值可确保 MOV 运作到损耗。与 GDT 串联的保护电路会妨碍电流流动，使测试变得无关紧要。即使第 G.8.2.2 条的这类测试会导致热保护 MOV 的产生，但它主要用于 AC 输电主线连接，当 MOV 与高压 GDT 串联时，就不是必要的了。

符合第 G.8.2.3 条暂时过压 (TOV) 所必要的测试仅应用在「L to PE」或「N to PE」。请注意，对「L to N 端子」，是没有测试的。由于高压 GDT 的直流击穿电压，2.5 kV 过压类别 II 测试可能无关紧要，因为 GDT 不会被击穿。



Bourns® 金属氧化物压敏电阻器 (MOVs)



Bourns® 气体放电管 (GDTs)



Bourns® GMOV™ 组件



Bourns® IsoMOV™ 混合保护器

指定 Bourns® 浪涌保护组件以符合 UL/IEC 62368-1 标准

总结

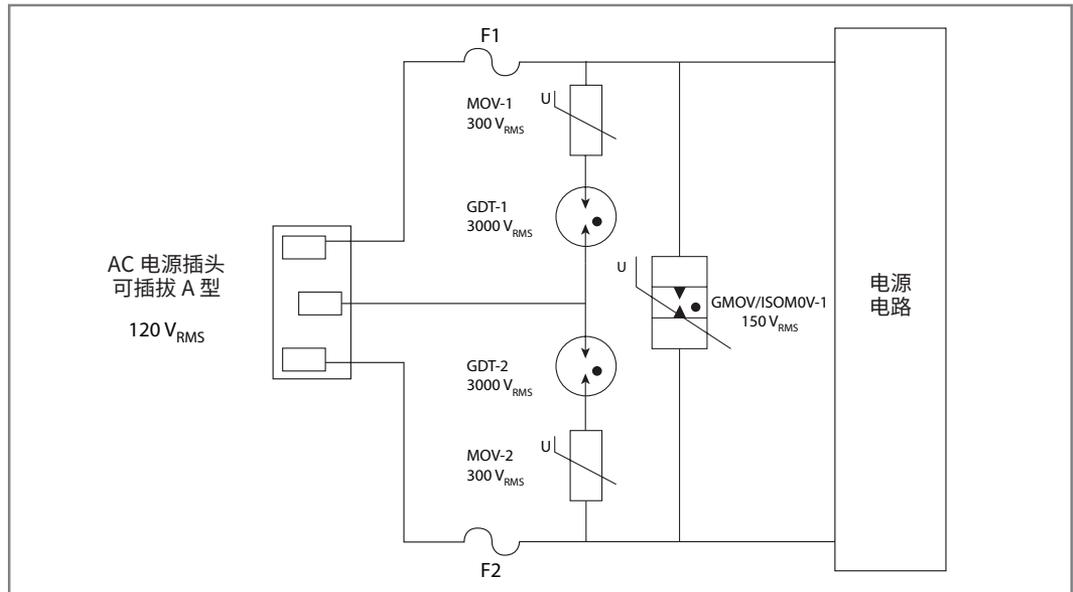


图 10 : 120 VAC 保护

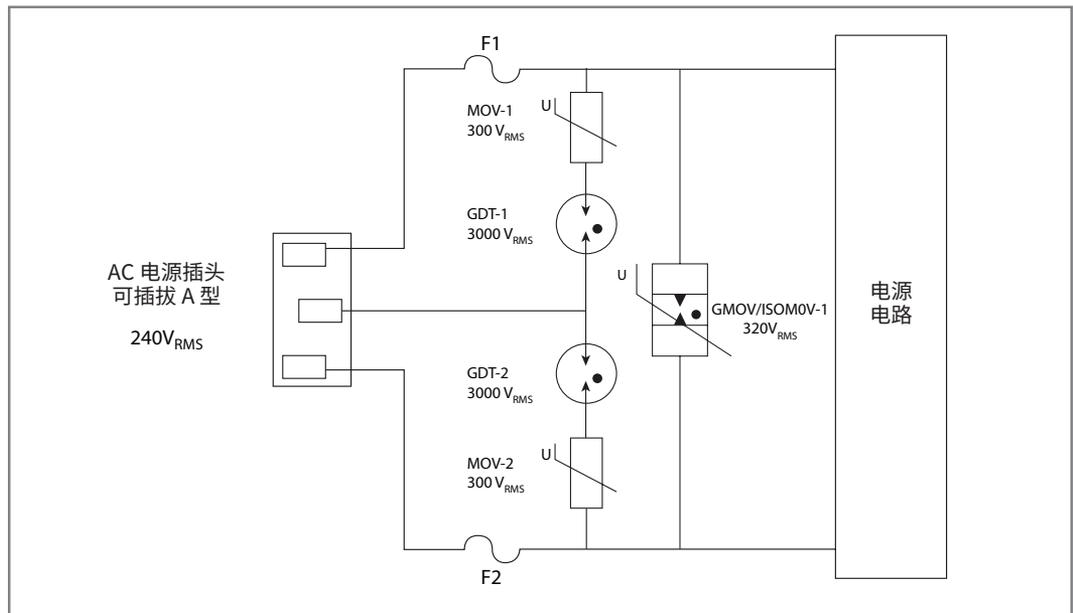


图 11 : 240 VAC 保护 (或高达 240 VAC 的电压范围设备)

* 前述电路保护解决方案反映了 Bourns 对标准的解释。读者应独立检视标准，且应就标准的要求做出自己的结论。

指定 Bourns® 浪涌保护组件以符合 UL/IEC 62368-1 标准



Bourns® 金属氧化物压敏电阻器 (MOVs)



Bourns® 气体放电管 (GDTs)



Bourns® GMOV™ 组件



Bourns® IsoMOV™ 混合保护器

总结 (续)

UL/IEC 62368-1 的目标是载明过载 MOV 可能造成电击危险及引起火灾的可能性。UL/IEC 标准的建议是添加一个串联的 GDT, 以尽量减少这些潜在问题。有了这个添加的串联高压 GDT, 压敏电阻器过载 (G.8.2.2) 和暂时过压 (TOV) (G.8.2.3) 可能变得无关紧要, 因为测试电压的要求低于 GDT 的击穿电压*。虽然如此, 仍应进行测试, 以确保符合标准的要求, 尤其是第 G.8.2.2 条和第 G.8.2.3 条的要求。如果 Bourns 对标准的解读是正确的, 那么前页所显示的浪涌保护解决方案图似乎足以满足标准的要求。但是, Bourns 鼓励读者自行查看标准, 并对标准的要求做出自己的结论。

参考数据

查看更多 Bourns® MOV 产品信息:

<https://www.bourns.com/products/circuit-protection/varistor-products/through-hole>
建议型号: CVQ300K14 或 MOV-14D471K

查看更多 Bourns® GDT 产品信息:

[https://www.bourns.com/products/circuit-protection/gas-discharge-tube-\(gdt\)-surge-arrestors/2-electrode-gdts/high-voltage-series](https://www.bourns.com/products/circuit-protection/gas-discharge-tube-(gdt)-surge-arrestors/2-electrode-gdts/high-voltage-series)
建议型号: 2093-300-SM 或 SA2-3000-Cxx-STD

查看更多 Bourns® GMOV™ 保护器产品信息:

<https://www.bourns.com/products/circuit-protection/varistor-products/hybrid>
建议型号: GMOV-14D151K (for 120 VAC) 或 GMOV-14D321K (for 240 VAC)

查看更多 Bourns® IsoMOV™ 保护器产品信息:

<https://www.bourns.com/products/circuit-protection/varistor-products/hybrid>
建议型号: ISOM3-175 (for 120 VAC) 或 ISOM3-320 (for 240 VAC)

* 前述电路保护解决方案反映了 Bourns 对标准的解释。读者应独立检视标准, 且应就标准的要求做出自己的结论。

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

COPYRIGHT © 2021 • BOURNS, INC. • 06/21 • e/GDT2122

「Bourns」是 Bourns, Inc. 在美国和其他国家/地区的注册商标。
「IsoMOV」和「GMOV」是 Bourns, Inc. 的商标。