

搞懂难以捉摸的 V_{fp} 及其对 突发保护效能的影响

白皮书

简介

什么是前波保护电压 (Front Protection Voltage, V_{fp})? 为什么 V_{fp} 令人难以搞懂? 我为什么需要搞懂 V_{fp} ? 新的尖端电子组件产品在某些情况下非常具有创新性, 因此, 对新的专业术语必须加以定义, 以至于必须定义新术语以充分描述其性能。「复杂难懂的 V_{fp} 」即是一例。本文说明 V_{fp} 是什么、 V_{fp} 的定义和量测、为什么 V_{fp} 有时「扑朔迷离」, 以及它在什么时候对设计工程师是重要的。本文还说明 V_{fp} 的导因, 以及在保护电路免受 V_{fp} 影响时应注意的一些事项。由于 V_{fp} 可以算出受保护电路所承受的最大通过电压, 因此设计人员应熟悉 V_{fp} , 以正确思考 V_{fp} 如何影响设计人员的电路。因此, 本文还试图回答一个问题—「我是否该留意这个高通过电压?」

V_{fp} 是什么?

前波保护电压 (Front Protection Voltage, V_{fp}) 系指突发发生期间的前波 (d_v/d_t)。 V_{fp} 持续的时间典型不会超过 300 ns, 在这段时间, 电流非常小, 直到传导发生。当气体放电管 (GDT) 与金属氧化物变阻器 (MOV) 串联放置时, V_{fp} 会产生。GDT 通常具有高脉冲电压, 因此当与 MOV 结合使用时, GDT 的脉冲电压可能加到 MOV 电压上, 因而产生两者相加后的总崩溃电压。例如, 如果 GDT 的脉冲电压为 650 V, 而 MOV 的电压为 300 V, 则 V_{fp} 可能高达 950 V。 V_{fp} 是否出现取决于 GDT 和 MOV 之间的固有电容分压器, 以及 GDT 是否已经电离。如果 GDT 已经电离, 则 V_{fp} 可能是低的, 或者, 在某些情况下根本不会出现。 V_{fp} 永远不会高于「在 1 mA 崩溃电压的 MOV + GDT 的最大脉冲电压」。图1 比较了「独立的 MOV 组件」与「GDT + MOV 混合式突发保护器」的行为。



Bourns® 气体放电管 (GDT)



Bourns® 金属氧化物压敏电阻 (MOV)

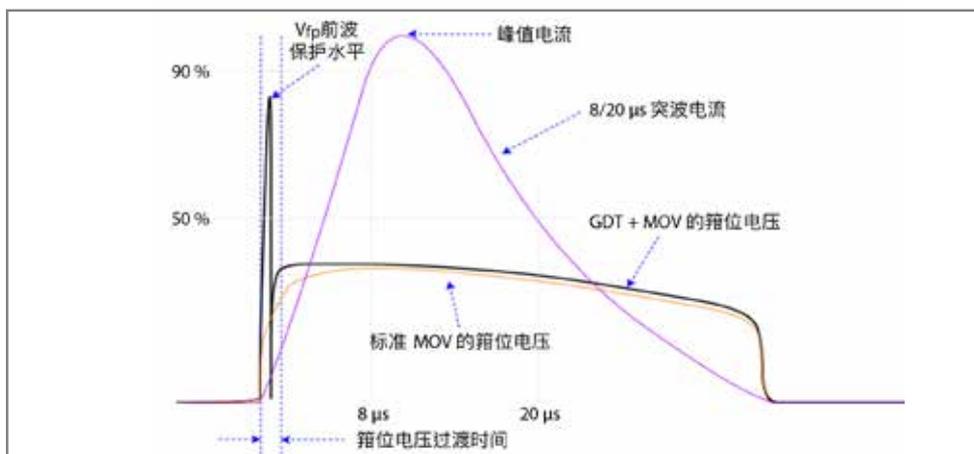


图1: 「独立的 MOV 组件」与「串联放置的 GDT + MOV」。

搞懂难以捉摸的 V_{fp} 及其对突波保护效能的影响



Bourns® 气体放电管 (GDT)



Bourns® 金属氧化物压敏电阻 (MOV)

V_{fp} 电压突波注意事项

GDT 具有撬棒 (crowbar) 特性, 亦被称为分流器 (shunt)。一旦 GDT 处于撬棒状态, 它将一直保持在撬棒状态 (通常称为「电弧模式」), 直到突波电流消散。电弧电压典型介于 10 到 20 V 之间。请参见图2。

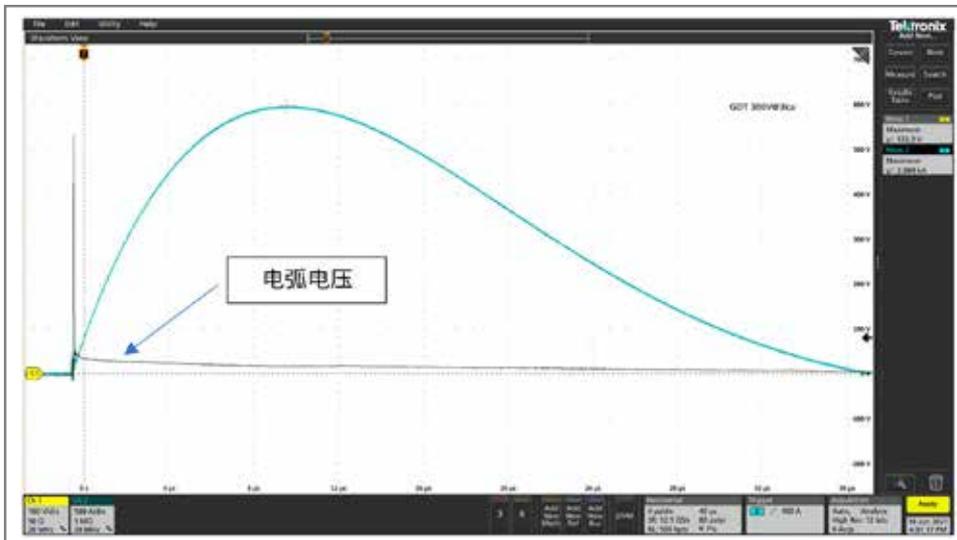
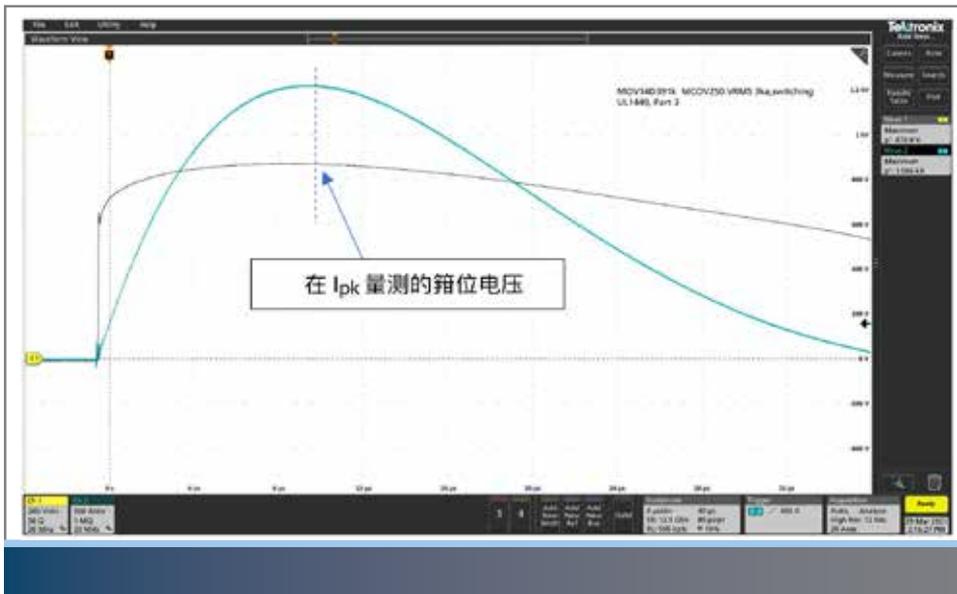


图 2 : 突波状态下的 GDT。

MOV 没有 V_{fp} 行为 (参见图3)。MOV 组件在突波开始时开始维持住电压, 且会继续维持住电压, 直到电流消散。但是, 电压会随着电流的增加而增加。规定的箝位电压是在峰值电流 (蓝线) 量测的。



搞懂难以捉摸的 V_{fp} 及其对突波保护效能的影响



Bourns® 气体放电管 (GDT)



Bourns® 金属氧化物压敏电阻 (MOV)

V_{fp} 电压突波注意事项 (续)

有些 TVS 二极管有电压折返, 看起来和 V_{fp} 非常相似, 可能会与 V_{fp} 混淆。但是, 折返电压和 V_{fp} 之间的一个重要差别在于相关电流。在电压折返期间, 大量电流会流过 TVS 二极管, 但在 V_{fp} 期间, 只有微不足道的电流流过。这点很重要, 因为在电压折返期间, 大量功率会消散。 V_{fp} 期间的功率消散太小, 小到无法被考虑。TVS 组件的箝位电压典型亦在峰值电流量测。依据安装或设置, 任何导线电感都可能导致最大箝位电压在峰值电流之后略微延迟 (参见图4)。

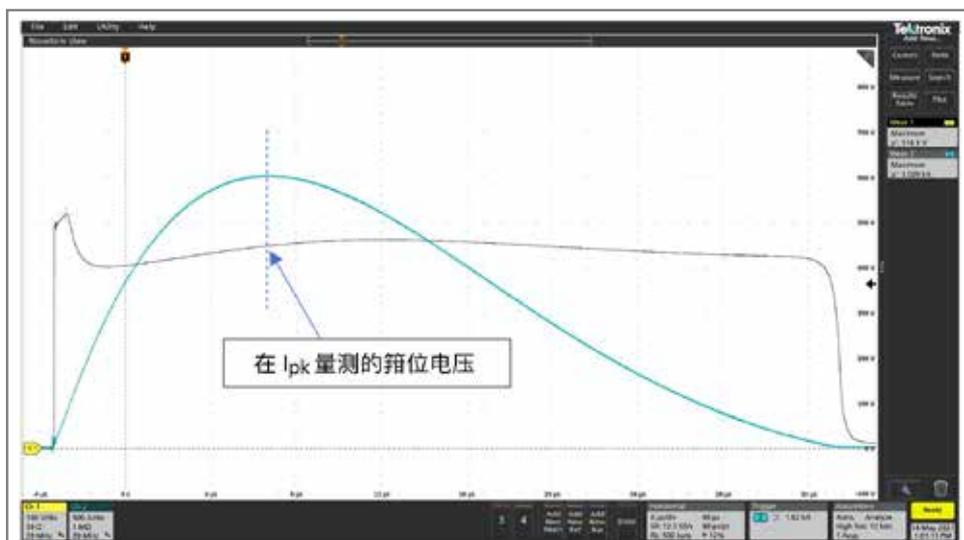


图 4 : PTVS 箝位电压 vs. 突波电流。

当将 GDT 和 MOV 串联放置时, V_{fp} 典型的持续时间不到 300 ns, 且没有电流流动。下面是 400 ns/div 时的突波波形。在这种情境下, V_{fp} 的持续时间不到 200 ns。

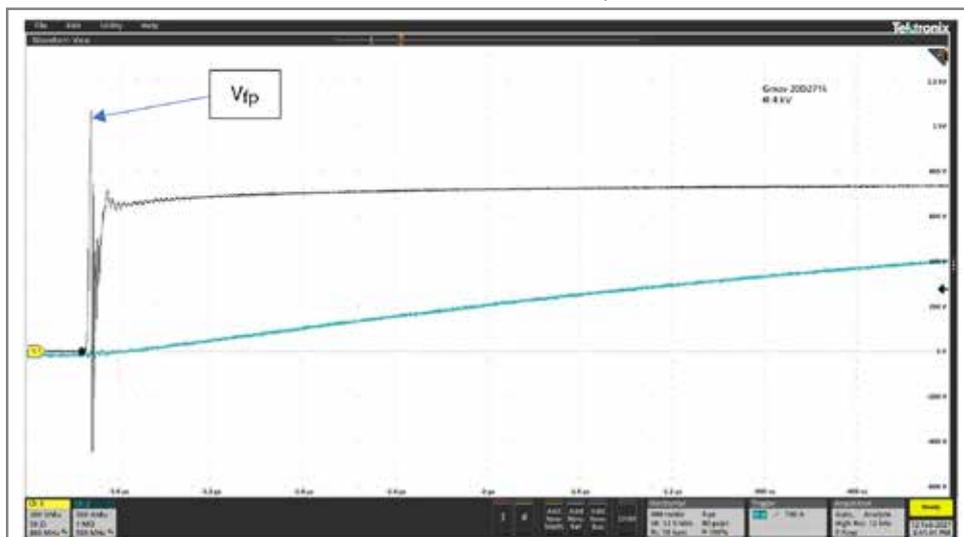


图 5 : 前波保护电压 (V_{fp})。

搞懂难以捉摸的 V_{fp} 及其对突波保护效能的影响



Bourns® 气体放电管 (GDT)



Bourns® 金属氧化物压敏电阻 (MOV)

V_{fp} 电压突波注意事项 (续)

右方的电压捕捉系在没有负载下进行的。图6 为此电压捕捉的示意图。

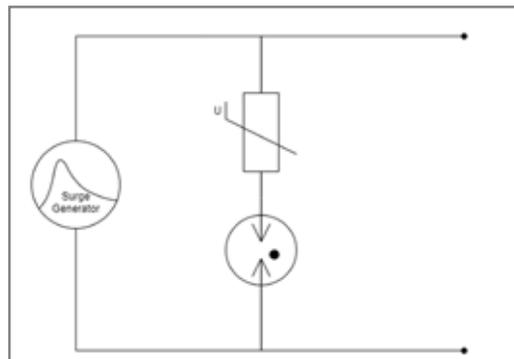


图 6：无负载的突波设置。

有负载和无负载的突波测试

在没有任何负载下进行突波测试时，可清楚看见 V_{fp} ，如图 5 所示。但是，当加入负载时（参见图 7，负载为笔记本电脑交换式电源）， dv/dt 变慢， V_{fp} 显著降低，如图 8 所示。

一开始的嗡鸣声和干扰很可能是测试设置的电感或电抗引起的。当 GDT 传导时，电压被拉低到趋近零，如图 8 所示，这类似于反向突波。此时，MOV 将开始传导，且电压将上升到它的最终箝位电压水平。

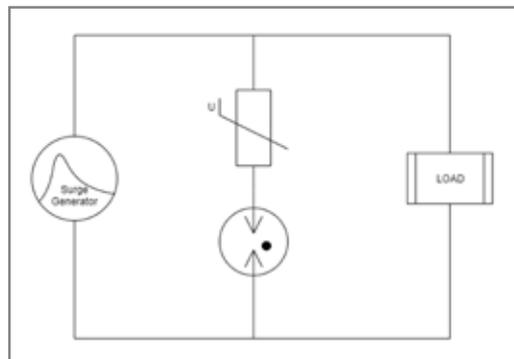


图 7：有负载的突波设置。

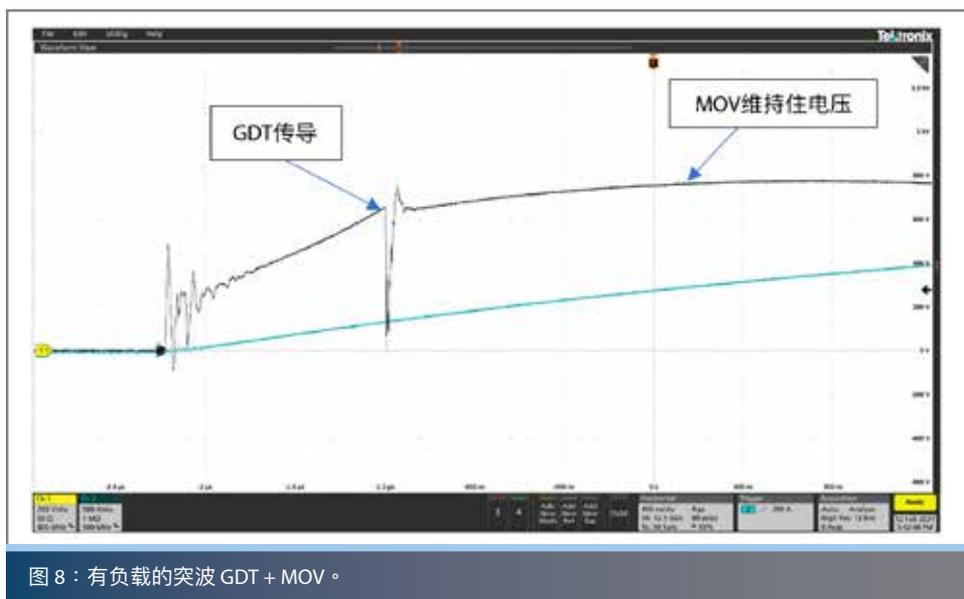


图 8：有负载的突波 GDT + MOV。

搞懂难以捉摸的 V_{fp} 及其对突波保护效能的影响



Bourns® 气体放电管 (GDT)



Bourns® 金属氧化物压敏电阻 (MOV)

有负载和无负载的突波测试 (续)

将有负载和无负载的捕捉影像迭加在一起时 (参见图 9), 可以清楚看出当负载存在时, V_{fp} 不是一个很大的威胁。

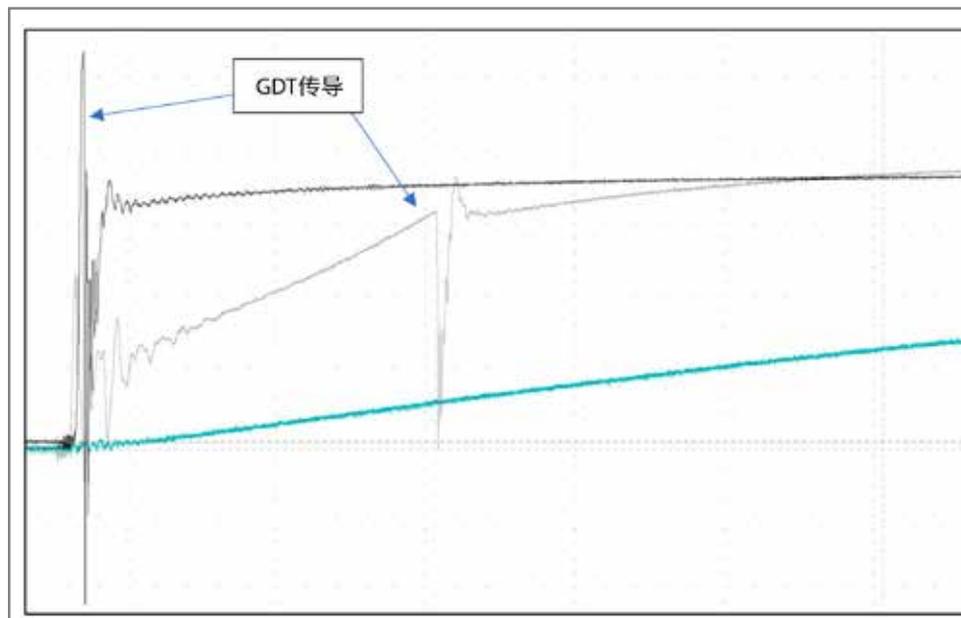


图 9 : 有负载和无负载捕捉影像迭加后的影像。

在您的电路设计中, V_{fp} 难以搞定吗?

就结论来说, V_{fp} 确实存在, 且在无负载或高阻抗负载下量测时可能看见 V_{fp} 。在 V_{fp} 期间, 线路几乎没有电流, 直到组件开始维持住电压。将负载连接保护机制时, V_{fp} 可能不存在—或难以捉摸。因为负载并非全都一样, 因此建议设计工程师自己进行测试, 以确定他们的电路是否暴露在 V_{fp} 的影响。

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. • 09/21 • e/GDT2139
「Bourns」是 Bourns, Inc. 在美国和其他国家/地区的注册商标。