

利用模块化 DC/DC 变换器来 满足欧洲铁路应用的标准



在欧洲，铁路上应用的电器和电子设备的性能由两个国际标准来管理。

在设计的规格中，最常用为 IEC571 标准 - "铁路车辆的电子设备"，同时亦唤作欧洲规范 EN50155 - "运载设备用电子设备"，而在英国，则需用标准 RIA12 "用于拖动及运载设备的直流控制系统中瞬态浪涌保护的通用规范" 此规范是由铁路工业联合会开发制定的，这两个标准在很多方面是很相似的，RIA12 标准更要求有专门对抗浪涌的能力。

下面讨论的是怎样使用 Vicor 公司的 DC/DC 变换器模块来帮助设计出可满足此两个标准的完整电源。

EN50155(IEC571)的电器需求

工作电压范围——表一列出于铁路应用上电源的标称输入电压(Vn)。在正常工作期间，设备由电池直接供电，而无其他稳定器情形下，需于 0.7(Vn)至 1.25(Vn)之间正常操作，在启动电源时，设备可能还须承受输入电压降至 0.6Vn 达 100 毫秒及过压浪涌至 1.4Vn 达 1 秒。

表一展示出这些规范，除一些情况外，标准的 Vicor DC/DC 变换器完全覆盖所有的输入范围和瞬态条件。

表一 EN50155 的输入规范与 Vicor DC-DC 变换器比较				
标称输入 (Vn)	输入范围	瞬态		Vicor DC-DC 变换器输入范围
		低(0.1s)	高(1s)	
24V	17-30V	14V	34V	18-36V ¹
36V	25-45V	22V	61V	21-56V
48V	34-60V	29V	67V	36-76V ²
72V	50-90V	43V	101V	55-100V ³
96V	67-120V	58V	135V	66-160V
110V	77-137V	66V	154V	66-160V

1 下限为 18V
2 下限为 36V
3 当电压为 45V 时，功率会下降至负载的 75%

快速瞬态规范

设备还必须能承受一个持续 50 μs 的 1800V 直接瞬态电压，瞬态源的阻抗规定为 100 欧姆，瞬态能量大约 100mJ。为防止损坏 DC/DC 变换器，模块必须接上一个抑制器件，例如瞬态电压抑制器(TVS)，可直接跨接在输入端上，一个 1.5KE 系列的 TVS 能承受达到 1.5J 就很

合用。TVS 的钳制电压必须选择出来，这样就不会超出模块的最高电压或瞬态限制。

RIA12 浪涌保护

RIA12 标准规定设备必须能承受大于正常输入电压 3.5 倍的过压浪涌达 20ms。为满足这标准，DC/DC 变换器必须使用一个抑制电路。

对每一个标准输入电压，最大的输入浪涌如下：-

Vn	3.5(Vn)
24V	84V
36V	126V
48V	168V
72V	252V
96V	336V
110V	385V

由于这个过压脉冲的源阻抗是 0.2 欧姆，一个共模钳制器件（诸如一个 TVS）将不能提供一个合适的解决方案，因为能量的消耗将如下：-

$$E = \frac{3.5(Vn) - Vzener}{0.2} \cdot Vn \cdot 0.02$$

作为替代，一个如图一所示的有源电路是必要的。

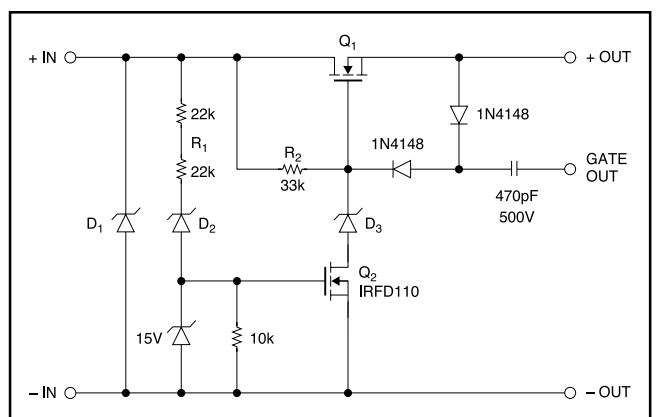


图 1 防止快速瞬态和浪涌的有源电路

铁路标准

在此电路中，D1 钳制快速高压尖峰，而由 D2, D3 和 Q1, Q2 组成一个有源器件来限制浪涌。在正常运作期间，由 1N4148 二极管和 470pF 电容组成的充电泵电路使 Q1 保持全导通，从变换器的输出闸门信号驱动充电泵。当过

压出现时，二极管D₂导通，由R₂限制电流，然后使Q₂导通。随著Q₂导通，Q₁的栅压被限为D₃的齐纳电压。输出电压相等于D₃的齐纳电压减去Q₁的栅源电压。当过压现象终止时，系统仍然会正常工作。

元件选择——图一电路中所用的元件在任何输入电压范围的情况下是完全相同的，主要场效应管Q₁和钳制二极管D₁，D₂及D₃则需根据正常工作电压和功率来选择。

选择Q₁必须考虑3.5(V_n)值和工作电流(I_n)，以提供足够的安全工作区来限制20ms的单脉冲。R_{DS(on)}也必须计算在内，因为在正常工作条件下，功耗计算如下：-

$$P = R_{DS(on)} \cdot I_N^2$$

二极管D₂和D₃可以有相同的击穿电压，在那种情况下，输出（钳制）电压将等于D₃减去栅源电压。

RIA12标准规定输入电压可变化至1.5(V_n)维持一秒钟，要使变换器的输入电压范围可承受这条件，D₂和D₃的击穿电压必须大于1.5(V_n)，以免保护电路在低于此条件下工作。但击穿电压也必须小于模块的最高输入。

D₁二极管钳制高压尖峰，该尖峰能量低，但幅度可能超过1000V。因此D₁必须是一个高于3.5(V_n)的钳制电压的TVS，以防止被此瞬态电压损坏。

图二和图三显示出20ms的输入瞬态和输出电压钳制于变换器的上限。

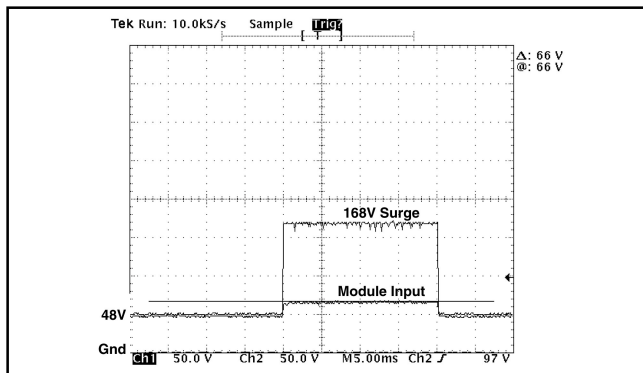


图2 在48V输入时，一个20ms的输入瞬态连同输出电压被模块的上限钳制

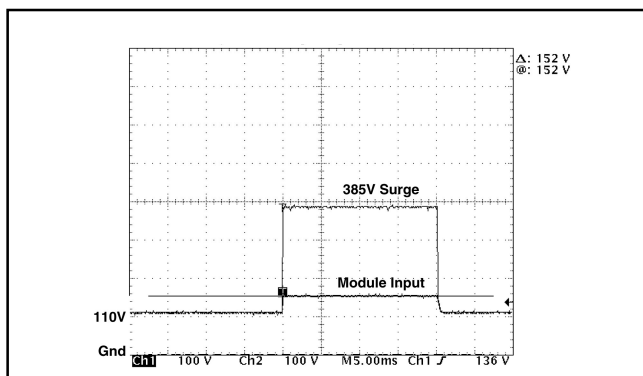


图3 在110V输入时，一个20ms的输入瞬态连同输出电压被模块的上限钳制

测试结果——此电路已分别以48V和110V输入（两种铁路应用中最常用的电压）连接150W的DC-DC变换器在实验室中进行了测试。下面图表列出所用的元件：

元件	48V _n	110V _n
D ₁	1.5KE200A	1.5KE440A
D ₂	68V / 0.5W	160V / 0.5W
D ₃	68V / 0.5W	160V / 0.5W
Q ₁	IRFP250	IRFP450

实际需求

工作温度范围——工作温度根据环境的严峻性分为四级，如表二所示。当设计电源时，必须考虑如第三栏所示，在起动期间的过温情况。

在某些铁路应用中，电子设备是悬挂在运载车的墙壁上，这种装置能利用 Vicor 变换器基板的平面直接安装在机壳上，这样机壳就可作为一个大散热器使用。

振动和冲击——EN50155规定电子设备固定安装在汽车框架的板及箱上，必须能承受三个方向的振动，标准如下：-

- 频率范围：5~150Hz
- 跨越频率：8.2Hz 交岔
- 位移幅度（跨越频率以下）：7.5mm 交岔
- 加速幅度（跨越频率以上）：20m/s² 交岔

电子设备还必须能承受一个50m/s²振幅的半正弦冲击达50ms。因为 Vicor 电源模块是整个包藏在环氧树脂之内，它很容易可以抵受这些机械的压力。当然，对印刷板的设计和布线必须加倍留意，避免任何移动而使模块端子承受不必要的压力。

Vicor的应用手册包括了怎样使用Vicor电源产品的全部信息。如需Vicor DC/DC变换器规范以外的应用条件，请立即联系 Vicor 或各分销，我们的应用工程师将为您提供解决方案。

工作温度级别	室内温度	室内过温 (10分钟)	印刷板附近空气温度
T1	-25/+55 °C	+15 °C	-25/+70 °C
T2	-40/+55 °C	+15 °C	-40/+70 °C
T3	-25/+70 °C	+15 °C	-25/+85 °C
TX	-40/+70 °C	+15 °C	-40/+85 °C