



USB 3.0 过电流保护 PPTC 组件应用解决方案

随着高新技术的不断提升，外围设备也在不断更新换代，在 USB 应用方面，USB3.0 除了提升速度外，同时对电力的供应也有所提高。针对业界常用的过电流保护组件高分子正温度系数热敏电阻 (PPTC) 做介绍，并于在 USB 3.0 的应用下比较与低电压半导体开关的差别。此外，我们将对 USB 3.0 与 USB 2.0 的差异，提出 USB 3.0 过电流保护 PPTC 组件应用建议，并以新一代薄型低电阻表面粘着 PPTC 组件为例说明新的导体材料开发进程，透过运用新材料，可为当前的超薄型电子产品提供良好过电流保护。

由于电子产品对速度、功率的要求不断提高，自去年 11 月 USB 3.0 规格底定后，除了速度提升至 5Gbps 外，对电力供应的要求也从 500mA 提高到 900mA。不管是在系统端或是组件端，新的速度和功率都带来了全新挑战新规格涵盖了新的数据传输协议、电源管理架构，到确保资料成功地在主机及装置间传输。不过，在这些 USB 3.0 的升级中，唯一没有改变的，就是对于安规的要求。系统工程师现在需要分配足够的电力到这些连接埠，并谨慎地整合‘过电流保护’功能。

目前 I/O 连接埠的设计通常有整合电源线，直接供电到外围设备，或提供电力读取装置端中 EEPROM 的资料。为了防止在未连接的状态下发生短路，或连接上装置后发生的异常状况造成过电流，这些电源接脚都需要做好保护的功能。PPTC 是非常适合提供此种保护的组件之一，而且也成为了电子设计中的主流，符合各种规范需求或安规要求，如 UL 60950。

用于过电流保护的 PPTC

PPTC 是一种非线性、根据温度而变化的电阻。一般情况下，PPTC 组件拥有极高的导电度，所以电路可以正常运作。但是当过电流状况发生的时候，此高电流会在 PPTC 组件上产生足够的能量(焦耳热效应)以超过其转移温度，造成 104 到 106 倍的电阻值弹跳。因此可排除过电流状况，达到保护电路及组件的目标。

在 USB 3.0 的规范中，明确要求使用限电流组件作为电源端之保护，而 PPTC 组件及低电压半导体开关常被用来做此限电流的解决方式。大部分的时候，基于多种考量，工程师比较偏好使用 PPTC 组件来防止电路受到损害。因为可支配的电流量在 USB 3.0 中提高了，限电流的组件需要通过更多电流，但却同时要保持一定的压降。表 1 为在 USB 3.0 应用中，PPTC 组件与低压半导体组件的比较，在价格、阻值、最大故障电流能量及静电敏感度等方面均更具优势。

相较于 USB 2.0，USB 3.0 建立了新的电源管理结构，并定义了新的连结状态及机制，以达到更好的整体电源效率。而在电源供应的分配上，3.0 规格大致与 2.0 相同，但提升了电力需求且放宽了压降要求。SuperSpeed 装置在与主机完成初始设定后，就可以使用到 900mA 的电流。在供电电压的要求上，主机上的根连接端口或 HUB 上的连接埠都从原本的 4.75V 降到了 4.45V，且由 USB 供电的装置必须在 4.00V 就要能够正常运作。其它规定像是瞬间电流的限制、主机休眠或待命模式下的限流等，除了更新电流配置到 150mA 或高功率的 900mA 外，其它要求都与旧规格一样严谨。

目前，针对 USB 3.0 的过电流保护，业界已出现了新的 PPTC 组件，可确保设计符合 USB 3.0 版规范要求。例如，尽管 USB 3.0 降低了在电源端的电压要求，但新一代 PPTC 组件仍可确保 PPTC 的压降在电流满载时不超过 0.1V，除可确保与 USB 2.0 装置的兼容性以外，也为主板上其它组件或线路保留了更大的设计余裕。此外，新一代过电流保护组件皆能够在 50°C 以上高温时保持电流满载且不动作，避免 PPTC 组件因为温度的关系 (thermal derating) 而误动作，尤其是在桌上型计算机的后端 USB 端口。

在 USB 应用中 PPTC 与半导体开关比较

	PPTC	半导体开关
价格	低	中
可恢复性	可以	可以
最大故障电流	高 (100A)	低
最大故障能量	高	低
静电敏感度	无	高
反应时间	毫秒 (ms)	微秒 (us)
电阻	低	中