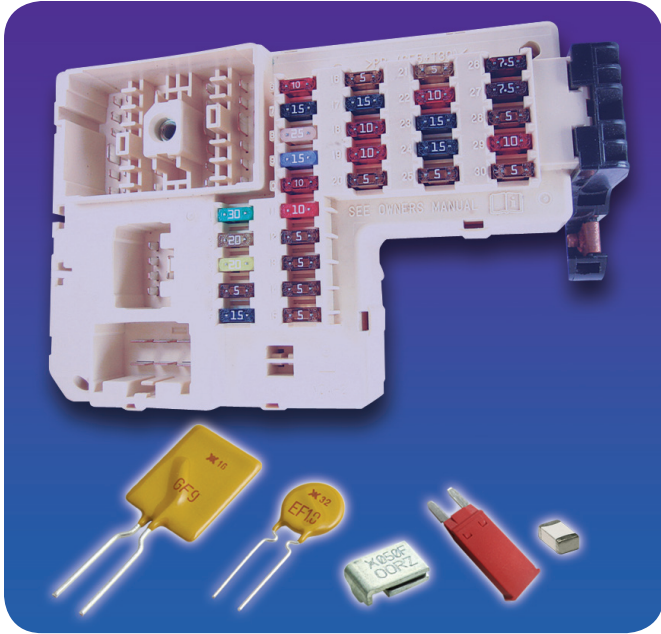


降低汽车线束设计的重量和成本



简介

汽车随著全球经济和工业的发展，已经逐步发展成一种最普遍的代步工具和交通工具。而随著绿色环保等要求，汽车制造企业在注重车辆使用安全性和舒适性的同时，也积极的为了降低二氧化碳排放水平、提高燃料能效而努力。因此，设计师们也在不断的寻求能帮助他们有效实现车辆减重的新技术和设计手段，例如减轻线束重量等。同样，为了保持市场竞争力，汽车制造商还必须降低设计成本和保修成本并改善用户满意度。所以，汽车设计师们正面临这寻找一条新出路的挑战——既要舒适安全、减轻车重，又不能牺牲成本和系统可靠性。

这种设计要求引导设计师们必须重新回顾之前采用的防止因大故障电流而损害汽车电力功能的保护方法。尽管在过流保护上使用 PolySwitch PPTC（聚合正温度系数）器件和分散式线束技术具有明显的重量和成本优势，但许多厂家仍在使用传统的熔断保护技术，导致线束重量难以减轻，设计、保修成本提高以及用户满意度下降。

汽车线束保护的要求和趋势

在汽车设计中，蓄电池和电机通过分布在全车的各种主要和次要电线总成，将电流输送到各个流向不同的电气负载。对于轿车或者小型车的 12V 电池系统来说，电路一般在 14V 系统电压之下（多数卡车和公交车是 24V 电池系统，系统电压为 28V）需要承载从 0.1A 到 30A 的电流，同时线束必须加以保护，防止因灾难性事件（如短路）等而受损。设计师们面临的难题是既要增加电路保护器件，同时又要降低设计成本和线束重量。由于典型车辆设计一般含有数百个电路和超过一公里长的线束，复杂的布线系统使传统的电路设计手段陷入困境，并会导致不必要的超安全标准设计。

虽然 TE Connectivity 早在 90 年代就推出了采用 PolySwitch PPTC 器件的分散式线束保护设计，但 OEM 采用这种方法的进展十分缓慢。事实上，随著现代汽车应用中电气和电子功能的不断增加，汽车线束布线系统已经变得比以往任何时候都要更加庞大、更沉重、也更复杂。

除了需要克服改变传统设计方法的阻力之外，使用 PolySwitch PPTC 器件的好处一直被车辆中历来使用的粗电线所制约。之前的机械强度规定车辆中使用的最细电线为 0.35mm^2 (22AWG) 可以承载 8~10A 电流。这一限制抵消了在车辆线束保护中使用 PolySwitch PPTC 器件的优势。现今的新型导线材料工艺已经能做到让直径较小的导线承载较大的电流，比如 0.13mm^2 (26AWG) 导线最大可承载 5A 电流。如果配合 PolySwitch PPTC 分散式保护架构，这种进步将会带来更多的重量节省。

一项针对中、高档乘用车，采用分散式架构和 TE Connectivity 器件的研究显示，仅铜线一项就节省重量约 50%。此外，由于采用了分散式架构，并用可恢复 PolySwitch PPTC 器件替代熔断器，系统可靠性和设计灵活性得到大大改善。

汽车保险丝盒、线束保护架构和 PolySwitch PPTC 保护器件优势

汽车布线系统的传统保护方案采用的是集中式多负载熔断技术，如图 1 所示。在这种类型的集中（或成为“星形”）架构中，每种功能都需要一条单独导线。如果单根导线支持多种功能。那么这根导线及其熔断器也必须承载所有这些功能的电流总和。当从电气中心发出的电路越来越多时，在单独一个保险丝盒中安排所有导线的出入线路并将保险丝盒布置在方便司机维修的位置，已经变得几乎不大可能了。因此，系统设计人员曾经诉诸于一些减少了部分最终效用的线束设计方案，如：

1. 把负载组合在一个电路中，牺牲了导线规格优化和故障隔离。例如：将所有车窗的电力馈线汇总到一根后接入保险丝盒内使用一个单独的熔断器进行保护。
2. 以提高成本为代价，把电气中心布置在只有经过培训的专业维修人员才能接近的位置。
3. 在各种功能系统之间来回布线，增加了布线长度、规格和成本。例如：由于熔断器必须便于维护，传统的车门模块可能要为车窗、门锁、LED 和后视镜功能提供单独的电力馈线，每条馈线都要在保险丝盒内用一个单独的熔断器进行保护。

车辆的传统集中式布线保护架构依靠数量有限的大规格熔断器来保护各种电路，防止它们因为大电流故障情况而受损。虽然熔断器相对来说不贵，但作为单一用途器件，一旦烧毁就必须更换。这一特性意味着熔断器必须安装在便于接触的保险丝盒内，这一要求决定了系统架构并迫使封装和系统布局做出让步。熔断器在相同的外形尺寸下也具有 2A 到 30A 的标称额定电流，它们也经常被误换成大于设计值的熔断器，从而无法实现及时有效的保护，甚至埋下更大的隐患。

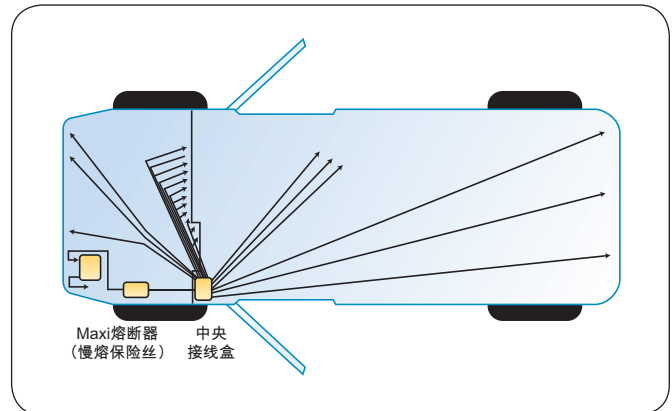


图 1. 典型集中式架构。

使用 PolySwitch PPTC 器件的分散式架构是一种优化的线束保护方案。它具有树状层次结构，主电力“干线”分为若干较小的“分支线”，而在每个分支节点提供过流保护。这种架构允许使用规格更小、更节省空间的线束，从而降低了车重和成本。它还有助于改善系统保护并提供故障隔离，因此极大的提高了可靠性。图 2 给出了分散式架构的示意图，其中多个接线箱（用黄色表示）通过电源总线供电。每条从接线箱出来，接到电源、或者接到不同功能装置的电线都可以用一个可恢复的电路保护器件保护。

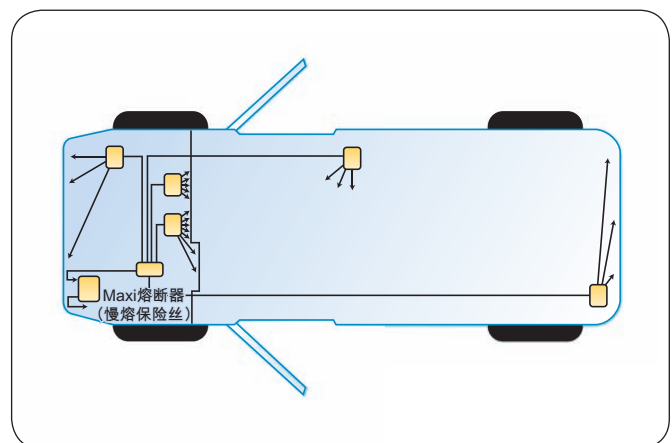


图 2. 典型分散式架构。

图 3 是局部分散式架构的一个简化版本，其中每个接线箱要么直接对一个模块供电，要么对另外一个为外围负载提供电力的节点模块供电。使用 PolySwitch PPTC 过流保护器件可以实现分散式电气系统架构。鉴于汽车级器件的可用性和在继电器上可以期待的可靠性，这些模块可以开关（切换）并保护自身的输出负载并安装在不便维修的位置。

由于 PolySwitch PPTC 器件的设计采用的是不再需要经过便于用户接近的中央熔断器座进行配电布线的方案，因此可以按照电源与负载之间最直接的路径完成布线，从而缩短了电线长度，减小了电线规格，不仅节省了大量空间、尺寸和成本，也减少了车辆中使用的各种端子、触点、开关和电子驱动电路。此外，分散式架构还可以减少所需的连接器和熔断器数量，减小保险丝盒尺寸，极限情况下甚至可以完全替代传统的保险丝盒。比如，通过在车门模块中采用 PolySwitch PPTC 器件，可以使用一条电力馈线，节省了电线使用，降低了成本和保险丝盒尺寸。

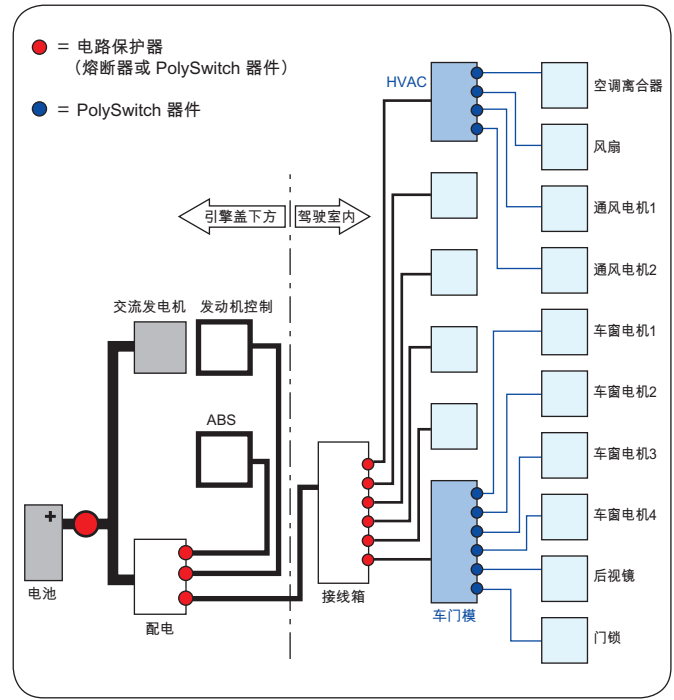


图 3. 局部分散式汽车线束架构的细节。

应用	传统集中式熔断			带 PolySwitch PPTC 器件的分散式电路保护			电线重量 Δ	
	长度 (mm)	截面 (mm ²)	重量 (kg)	长度 (mm)	截面 (mm ²)	重量 (kg)	(kg)	(%)
双电动车窗	13950	3	0.3750	3850	3	0.1035		
				10100	0.35	0.0317		
			0.3750			0.1352	-0.240	-64%
车外照明 泊车灯 / 尾灯	17050	0.8	0.1222	5650	0.8	0.0405		
				11400	0.35	0.0358		
			0.1222			0.0762	-0.046	-38%
LED 高位刹车灯	2500	1.5	0.0336	2500	0.35	0.0078	-0.026	-77%
气囊	5000	3	0.1344	500	3	0.0134		
	3800	0.35	0.0119	400	0.35	0.0013		
			0.1463			0.0147	-0.132	-90%

表 1. 传统集中式与分散式线束保护架构的电线重量比较。电线重量计算以铜密度 $8.96 \times 10^{-6} \text{kg/mm}^3$ 为依据。

表 1 给出了与传统熔断保护技术的集中式架构相比，采用分散式架构和 PolySwitch PPTC 器件所能节省的重量。如前面所论述，本例中使用的最小电线规格为 0.35mm^2 ，而在有些实际应用中，如果规则允许，完全可以使用线径规格更小的电线。

再者，使用不需要人为维护的可恢复电路保护器件为设计人员提供了大量可单独使用也可组合使用的解决方案，位于仪表板中的单一保险丝盒可以仍然使用。与熔断器不同的是，为便于更换，熔断器必须安装在保险丝盒上部（即维修人员可直接接触到的部分），而 PolySwitch PPTC 器件可以嵌入保险丝盒内部或者安装在保险丝盒的其他表面上，从而减少了正面的面积需求，如图 4 所示。

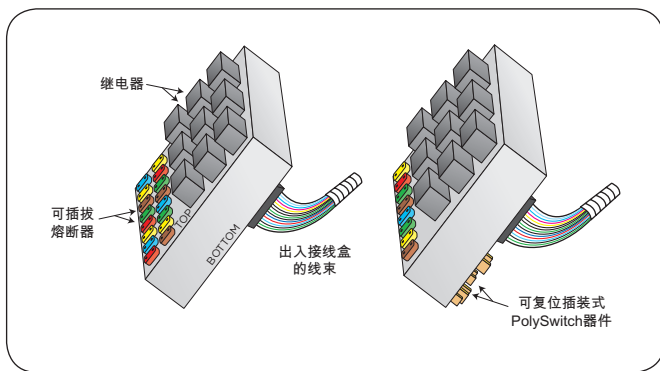


图 4. 传统保险丝盒设计（左）与尺寸缩小的保险丝和设计（右）比较。

此外，通过把保护器件靠近连接器摆放，可以缩短轨迹长度，保险丝盒外观尺寸也可以缩小。也可以选择把保险丝盒分成若干较小的单元，并围绕车身重新选择它们的位置，而不用考虑是否便于用户或者维修人员接近。在这种情况下，PolySwitch PPTC 器件可以帮助设计人员实现能更加严格的反映优化的树形结构及其伴随效益的电气结构。

PolySwitch PPTC 器件具有各种形状系数，便于实现与保险丝盒或电器组件之间的各种接口方案。插装式（通孔）器件和表面安装器件使其适合安装在使用印刷电路板的熔断器盒或者模块内。带状器件（TD）则可以用于金属电极连接。新一代的 PolySwitch PPTC 片式器件（BD）还可以象插片式熔断器或者双金属断路器那样插入保险丝盒内，虽然这些器件可以自动恢复而不需要用户更换它们。片式器件外形可以让设计人员更容易的直接更换熔断器或双金属器件，而不用等待下一次重新设计保险丝盒。

器件的可靠性和技术比较

除了节省重量和成本之外，电路保护器件的可靠性也是决定如何保护车辆电气系统的固因因素之一。与熔断器相比，PolySwitch PPTC 器件具有明显的优势，它们能够耐受汽车环境中的各种过流事件——包括诸如导线绝缘层磨损和连接器中接线端子松动等情况，而不会造成器件烧毁或降级。

PolySwitch PPTC 器件是用导电填料制造的，如炭黑，可以提供贯穿器件的导电通道。这种器件在正常工作条件下具有电阻较低的特性，而当过多电流流经该器件时，其温度会升高，晶状态聚合物会改变成非晶态。

如图 5 所示，这种瞬态会造成聚合物膨胀，导电聚合物内的导电通路断路。在故障时间过程中，器件电阻一般会增大三个数量级甚至更高。升高的电阻有助于保护电路中的设备，方法是把故障条件下流动的电流降低至较低的稳态水平。故障被排除，电路重新加电前该器件将始终保持在锁闭（高电阻）位置。在故障被排除、电路重新加电这段时间内，导电复合材料逐步冷却并结晶，使 PolySwitch PPTC 器件恢复至低电阻状态，并使受到影响的设备恢复至正常工作状态。

由于熔断器是单一用途器件，热容量较低，在某些应用中它们必须选择“加大”规格，或者规定升高的额定电流，以便防止“误烧毁”。与之相反的是，PolySwitch PPTC 器件的热容量和跳闸温度允许更密切地配合设备的损伤电流，因此缩短了较低电流故障事件中的激活事件。在某些配置中，PolySwitch PPTC 器件在指定故障电流下激活比熔断器激活更快。

“误烧毁”（Nuisance Blow）常常是因为与机动设备上存在的特定电气元件有关的浪涌电流而造成的。例如，间歇工作的电机常常设计为工作有限的一段时间。一般来说，运行这种产品的的时间如果超过了设计的最大极限，就会造成堵转、过热，

最终直至失效。出现故障条件时仍保持通电，原因要么是接触不良，要么就是用户误操作。为防止过热，电路保护器件必须迅速“跳闸”，但不能比制定时间更短，以避免对用户形成误跳闸。

平均故障间隔时间（MTTF）是选择电路保护器件的另一个重要考虑。MTTF 与 MTBF（平均无故障时间）的计算相同。其区别是 MTBF 是指可维修的系统，即一次维修道下一次故障之间的时间。而 MTTF 则用在无法维修的情况下，如某个单一元件。

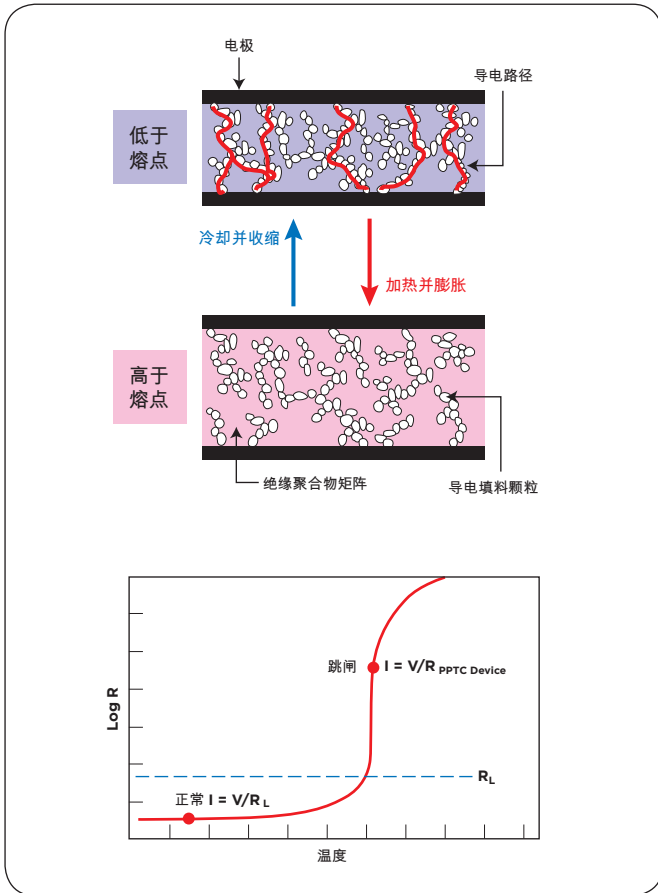


图 5. PolySwitch 通过从低阻状态转变为高阻状态来响应过流或过温条件保护电路。

使用 PolySwitch PPTC 器件的主要优势在于，能够规定该器件的跳闸电流大大低于电机的正常工作电流，但跳闸时间却可以规定为完整系统工作周期的数倍，从而防止误跳闸。当接触到超过系统工作电流的故障条件时，熔断器可能会达到不需要的温度，却又不足以导致其及时激活。与此相反的是，PolySwitch PPTC 器件的激活速度相对较快、温度稳定，因此故障电流对其表面温度影响不大。

电路保护器件	MTTF
PolySwitch 器件	29×10^{13} 小时
熔断器 < 30A	200×10^6 小时
熔断器 > 30A	100×10^6 小时
断路器循环	588×10^3 小时
断路器非循环	5.9×10^6 小时
晶体管 > 6W	100×10^6 小时

表 2. 电信应用中电路保护器件的 MTTF 比较。

表 2 按照电信行业的可靠性预测标准 Bellcore TR332 比较了 PolySwitch PPTC 器件与其他电路保护器件的 MTTF。

双金属断路器作为一种相对成本较高的保护器件，在汽车的线束保护中也偶有使用。虽然双金属断路器有著较好的动作温度的范围，但是由于要使用到双金属断路器可自行恢复的特点，一般很难避免在故障尚未排除的情况下，动作后的双金属断路器由于温度的降低而自行恢复，从而在整个故障过程中造成反复多次保护。而对于线束和负载电机等，反复多次保护引起的工作电流的通、断循环，仍然有可能使器件温度升高到不安全的温度范围。从系统可靠性角度，双金属断路器在达到了动作寿命次数之后的失效模式有可能是触点短接的通路模式，因此对线束和负载也会失去应有的保护功能。

使用 PolySwitch PPTC 器件则正好与双金属断路器相反，不仅成本较低，而且当故障出现后，PolySwitch PPTC 器件一直会处于“跳闸”状态，直至故障被排除、电路重新加电后才会恢复到正常工作状态，有效的确保了线束和负载电机等的器件温度处在安全的温度范围内。另外，PolySwitch PPTC 即使在达到了动作寿命后，其最终的失效模式依然是高阻状态，从而能有效的提高系统可靠性和安全性。

同时，TE Connectivity 作为全球具有产品创新设计能力的公司，也在开发一款将双金属断路器和 PolySwitch PPTC 器件结合在一起的 MHP 产品。该系列产品能有效的结合了双金属断路器和 PolySwitch PPTC 器件的优势，并且克服了双金属断路器和 PolySwitch PPTC 器件在单独使用时的不足。以此为将来汽车保护器件的更高的要求做好充足的准备，也为设计师们提供更可靠、更安全的保护器件的选择方案。

行业标准在设计车辆的电气/电子系统中也扮演者重要角色。AEC-Q200 是被动元件的应力测试标准，包含了用于汽车环境的 PolySwitch PPTC 器件测试要求。该试验方案包括一系列电气和环境应力测试，要求在每次受力前后进行电气验证。电气验证试验的设计目的是核查器件在三种温度下（-40°C、25°C和最高温度）是否满足电阻、跳闸时间和维持电流的性能要求。TE Connectivity 的 PolySwitch PPTC 器件具有汽车环境要求的稳健特性，符合严格的测试程序，这些程序定义了应力测试前后的性能极限。用于汽车等级器件鉴定的 TE Connectivity 的 PS400 规范涵盖了 AEC-Q200 标准，并采纳了各种 ANSI、ISO、JEDEC、UL 和军方标准中规定的有关无力、功能、环境、电气和机械要求。

PolySwitch 器件用于分散式架构的应用案例介绍

配电分散化为电气及电子系统架构的创新提供了许多机遇。下面列举了若干实例，说明了可恢复电路保护所起的作用。

缩小了直流电机和执行器的导线、端子、连接器及开关尺寸

由于失速电流较高，典型集中式配置中的电机电路一般通过大规格双金属断路器或熔断器加以保护。这种设计必须使用规格更粗的导线，因此接口引脚和连接器的规格也必须较大。其结果就是接口封装面积必须更大，从而带来了空间和重量问题。此外，由于后门车窗、门锁和后舱电动天线的电机距离其控制开关较远，电机馈线可能又长又重。

与此相反，分散式架构允许设计人员把 PolySwitch PPTC 器件安装在控制电机的开关、继电器或者电子驱动电路上，实现了电路保护器件的合理分布。PolySwitch PPTC 器件还限制了经馈线电路流向受保护电机的电流，这样就可以大大缩小馈线规格。以电动车窗为例，如果采用上游断路器进行保护的话，馈电一般要是用 3.0mm² 导线。如果在电机控制开关中采用 PolySwitch PPTC 器件，馈线规格可以缩小到 0.8mm²，由降压决定。导线规格缩小又可以使用尺寸更小的端子、接口连接器和开关。此外，车身控制（BCM）电路也可以在驱动电路中使用成本更低、功率更小的无保护晶体管。最终大大节省了导线总成及其相关硬件的成本。使用小规格导线减小了布线总成线束的尺寸，提高了导线的灵活性，改善了布线总成的外观，也减小了在车辆中安装导线需要的外力，因而降低了安装过程中造成损坏的可能性。

降低了乘用车线束重量和设计成本同时减少用户维修次数和成本

在乘用车的车窗摇窗电机设计中，一般在保险丝盒内或者在车身控制（BCM）电路中会使用单独一个或者两个熔断器来实现大电流故障时对线束的保护。为确保熔断器在线束损坏前“跳闸”，必须选择线束直径满足熔断器额定电流的规格。

图 6a 和图 6b 分别展示了使用熔断器设计和使用 PolySwitch PPTC 器件设计的车身控制器的原理图。很明显的可以看到使用熔断器的连接车窗电机和门锁的线束全部采用的是 1.0mm² 线径的导线，而使用 PPTC 器件的连接车窗电机和门锁的线束全部可以采用 0.5mm² 线径的导线。即使在线束架构不变的情况下，仅仅考虑线束本身的重量和成本，就可以为设计师们带来 50% 的节省。

同时，最终用户在实际使用过程中，难免出现一些难以在设计阶段预计的误操作，使用熔断器进行保护设计的车辆难免要求客户自行或者送修更换熔断器。而与之相反，使用 PolySwitch PPTC 进行保护设计的车辆仅需要客户在解除误操作、重新加电后自动恢复正常工作，从而减少了客户送修的次数，即便因为负载问题送修，也无需更换保护器件，减少了送修成本。

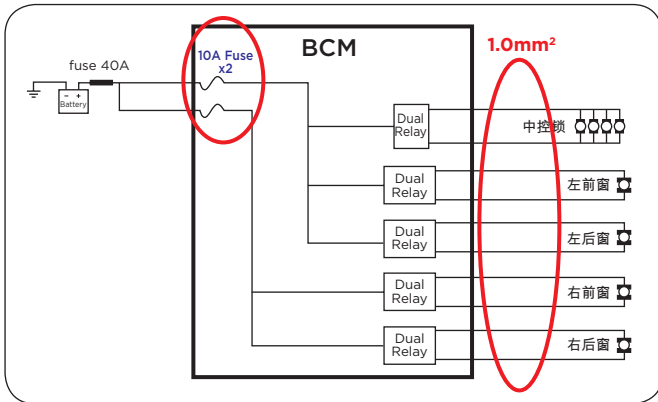


图 6a. 使用熔断器的设计原理图。

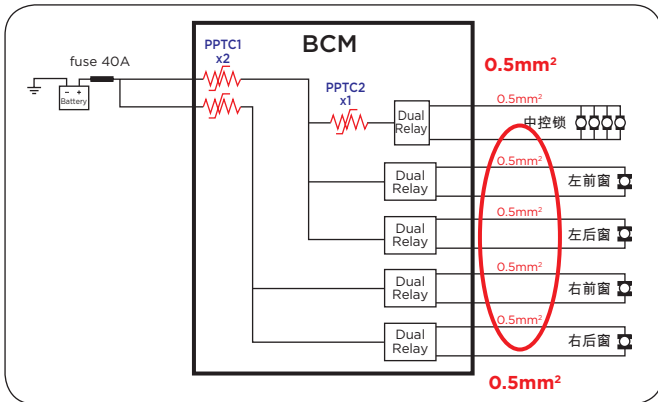


图 6b. 使用 PolySwitch PPTC 器件的设计原理图。

缩短了气囊安全电路中的馈线长度

汽车安全气囊是解释对安全电路布线总成提出严格要求的最佳例证。这些装置包括绞接信号线、专用电路街头、连接器接口上的短路棒和冗余馈线。

在典型的集中式线束保护方案中，气囊装置中的馈线从点火开关到熔断器座再到仪表盘中央的气囊控制模块。而分散式保护方案则可以合理的把 PolySwitch PPTC 器件布置在转向柱底座上。这样就可以让馈线直接从点火开关连接到气囊控制模块。这种方式使得馈线虽短了一米多。

减轻了拖车牵引灯电路的导线重量

野蛮使用、维护不一致以及进水导致的短路和过载使拖车牵引电路成为一种高风险应用。为了提高可靠性，拖车牵引灯电路一般独立使用一个熔断器和馈线电路。在这种设计中，所有车灯一般都通过安装在保险丝盒内的单个熔断器加以保护。

然而在分散式架构中，PolySwitch PPTC 器件可以安装在车灯总成、连接器或者搭接块上，有效减少了三个熔断器、一个继电器、三条长导线和相关的连接器。这种方案也简化了制动、方向和危险模块及开关的设计。图 7a 和图 7b 比较了传统集中式设计和分散式保护设计，后者在每个对应的交汇节点上使用了 PolySwitch PPTC 器件保护各车灯电路。

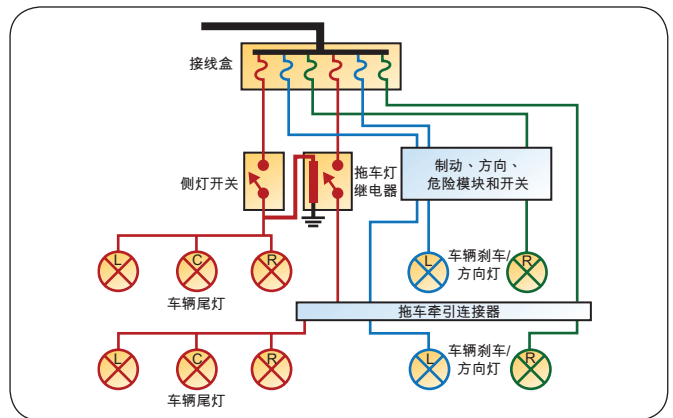


图 7a. 传统的集中式保护方案。

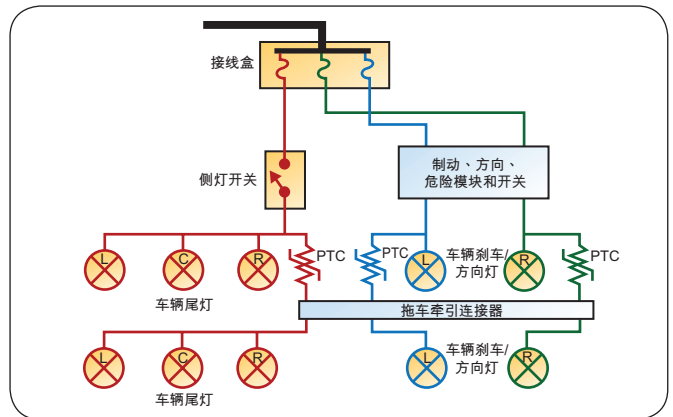


图 7b. 使用 PolySwitch PPTC 器件的分散式保护方案。

通过使用分散式架构，当发生短路或者过载时，由 PolySwitch PPTC 器件对车辆线束进行保护。当拖车与电源断开后，PolySwitch PPTC 器件会自动恢复。与传统电路保护手段不同，在发生瞬时过载时，这种设计不需要司机找出、更换烧毁的熔断器。除此以外，连接各车灯到交汇节点的导线只需承载流向此车灯的电流，而采用共用馈线及其熔断器的设计就必须承载流向所有车灯的电流总和。最重要的一点是，无论哪个拖车牵引灯电路发生过流故障，受影响的只有这个电路，其他车灯将正常工作。

缩小了 LED 中置高位刹车灯电路的导线规格

发光二极管 (LED) 所具有的低功耗和设计灵活性使其在车辆照明电路中的应用日益普及，包括中置高位刹车灯 (CHMSL)。在这种应用中用 LED 取代白炽灯的好处在于：能使用小规格低电流导线方便地在车顶内衬和靠近铰链处不容易弯曲的连接中轻松地进行布线。

如图 8 所示，采用 PolySwitch PPTC 器件和分散式架构保护 LED CHMSL 照明应用提高了设计灵活性，减少了导线数量和重量并提高了可靠性。

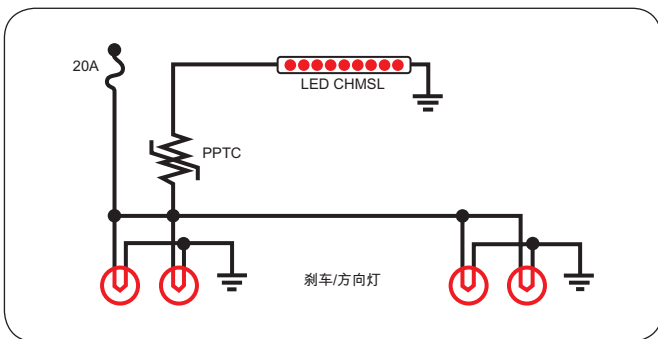


图 8. LED CHMSL 应用中的分散式线束保护。

PolySwitch PPTC 器件参考选择

作为参考，图 9 显示了适用于线束保护的 PolySwitch PPTC 器件的产品系列和建议放置。

主要应用位置	建议 PolySwitch 系列
接线盒	BD 系列
BCM (车身控制模组)	AHRF / AHEF / AGRF 系列
ECU (电控单元)	miniA / microA / nanoA SMD 系列

图 9. 用于线束保护的 PolySwitch PPTC 系列和位置。

每种线束尺寸需要不同额定电平的 PolySwitch 保护器件，针对 AHRF 和 AGRF PolySwitch PPTC 系列器件，在 -40至+85°C 的环境条件下进行了一系列应用测试，结果如图 10 所示。用于测试的线束是主要用于汽车应用的典型电线，电线长度分别为 20 米和 10 米。

PolySwitch 保护线束交叉参考表						
产品形号	电线尺寸 (mm ²) 长度：20meters					
	0.3	0.5	0.75	1	1.5	2.5
AHRF050	0	0	0	0	0	0
AHRF070	0	0	0	0	0	0
AHRF100	0	0	0	0	0	0
AHRF200	0	0	0	0	0	0
AHRF300	0	0	0	0	0	0
AHRF400	X	0	0	0	0	0
AHRF450	X	0	0	0	0	0
AHRF550	X	0	0	0	0	0
AHRF600	X	0	0	0	0	0
AHRF650	X	0	0	0	0	0
AHRF700	X	X	0	0	0	0
AHRF750	X	X	0	0	0	0
AHRF800	X	X	0	0	0	0
AHRF900	X	X	0	0	0	0
AHRF1000	X	X	X	0	0	0
AHRF1100	X	X	X	X	0	0
AHRF1300	X	X	X	X	0	0
AHRF1400	X	X	X	X	0	0
AHRF1500	X	X	X	X	0	0
AGRF400	0	0	0	0	0	0
AGRF500	0	0	0	0	0	0
AGRF600	0	0	0	0	0	0
AGRF700	X	0	0	0	0	0
AGRF800	X	0	0	0	0	0
AGRF900	X	0	0	0	0	0
AGRF1000	X	0	0	0	0	0
AGRF1100	X	X	0	0	0	0
AGRF1200	X	X	0	0	0	0
AGRF1400	X	X	X	X	0	0

PolySwitch 保护线束交叉参考表						
产品形号	电线尺寸 (mm ²) 长度：10meters					
	0.3	0.5	0.75	1	1.5	2.5
AHRF050	0	0	0	0	0	0
AHRF070	0	0	0	0	0	0
AHRF100	0	0	0	0	0	0
AHRF200	0	0	0	0	0	0
AHRF300	0	0	0	0	0	0
AHRF400	0	0	0	0	0	0
AHRF450	0	0	0	0	0	0
AHRF550	0	0	0	0	0	0
AHRF600	0	0	0	0	0	0
AHRF650	0	0	0	0	0	0
AHRF700	X	0	0	0	0	0
AHRF750	X	0	0	0	0	0
AHRF800	X	0	0	0	0	0
AHRF900	X	0	0	0	0	0
AHRF1000	X	X	0	0	0	0
AHRF1100	X	X	0	0	0	0
AHRF1300	X	X	X	X	0	0
AHRF1400	X	X	X	X	0	0
AHRF1500	X	X	X	X	0	0
AGRF400	0	0	0	0	0	0
AGRF500	0	0	0	0	0	0
AGRF600	0	0	0	0	0	0
AGRF700	0	0	0	0	0	0
AGRF800	0	0	0	0	0	0
AGRF900	0	0	0	0	0	0
AGRF1000	X	0	0	0	0	0
AGRF1100	X	0	0	0	0	0
AGRF1200	X	0	0	0	0	0
AGRF1400	X	X	0	0	0	0

0 表示保护合格 X 表示保护不合格

图 10. 用于线束保护的 AHRF 和 AGRF 系列器件应用测试结果.

请注意这些测试结果是基于 TE 内部环境测试条件和测试设备，仅供参考。设计人员可以使用这些信息来考虑为其应用选择何种 PolySwitch 器件，但是，他们必需在实际的设计条件下验证应用测试结果。

结论

TE Connectivity 提供的采用 PolySwitch PPTC 器件过流保护的分散式架构设计可以大大降低汽车线束设计重量和成本。虽然分散式方法已经成熟多年，但直到能承载大电流的细导线近期具备可用性、新的行业竞争因素出现时才使得这种方法比之传统熔断器保护技术的优势凸显出来。

在分散式线束保护方案中使用 TE Connectivity 的 PolySwitch PPTC 器件提供了许多重要的设计优势。由于其功能可以恢复、低电阻特性、额定电流值广泛，PolySwitch PPTC 器件可以帮助汽车设计师减少导线长度和重量，同时提高设计灵活性和系统可靠性。

参考资料：

1. “聚合 PTC 器件在汽车布线系统中的应用”
Malcolm Walsh, Raychem Corp.; John Gaynier, Chrysler Corp.; Glen DeGrendel, AcustarCorp. SAE 技术论文系列，1993 年。
2. “PolySwitch 器件在汽车线束保护中的问题”
Dominique Gauthier. 泰科电子 Raychem 电路保护产品，1998 年。
3. “汽车线束保护”
Guillemette Paour. 泰科电子 Raychem 电路保护产品，2008 年。

te.com

© 2014 Tyco Electronics Corporation 是 TE Connectivity 旗下的一家公司。版权所有。
1-1773735-8 05/2014

PolySwitch, TE Connectivity 和 TE Connectivity (标志) 均为商标。其它标志、产品和/或公司名称为其各自企业的商标。

TE Connectivity Ltd. 旗下的 Tyco Electronics Corporation 及其关联企业 (TE) 已尽全力确保本产品目录的准确性，但 TE 并不确保本文不会出现任何遗漏，对信息的准确性、正确性、可靠性及现实可用性，TE 亦不做任何其它说明或担保。对本文所涉及信息，TE 保留进行更改的权利，恕不另行通知。对本产品目录所述信息，包括但不限于销售或特殊用途的适用，TE 不做任何隐含担保。产品目录中的尺寸仅供参考，如有变化恕不另行通知。规格更改恕不另行通知。有关最新尺寸和设计规格请咨询 TE。