**可控硅调光LED照明的应用分析**

　　近年来，随着全球LED商业照明市场的兴起，包括中国在内的众多LED制造厂商纷纷将LED商业照明产品放在了市场开发的重要位置上。特别是由于近期日本、欧美等主要市场对LED照明产品提出了高效率、长寿命、高功率因数、灵活扩展、可调光等方面的要求，使得LED驱动IC及电源行业面临着一次新的变革。因此在未来两年，LED灯具的智能调光尤其是在商业照明中的应用比重将有望得到快速提高。

　　当前面临的主要挑战在于LED光源价格在不断下降，但驱动电子技术并没有很大的革新，价格一直居高不下，成本上有压力。其次，由于LED照明多采用电流驱动模式，而现有的调光器多是电压调光，所以在兼容性方面的挑战也相当大。此外，电源的轻薄化趋势也要求LED驱动器要有更小的体积。而作为消费者，LED照明产品需要借助驱动IC调光技术提供给消费者独特的感官体验。

　　据调查分析报告，美国市场目前对调光产品需求较大，几乎100%都是调光产品。欧洲市场少一点，但也占较大比例。此外，智能LED灯泡今年有可能会出现大规模商用。而这其中绝大部分调光产品都是配合可控硅调光器使用的。因此针对可控硅调光的LED照明产品的研究就显得很有意义。

　　**1、可控硅调光简介**

　　分析传统白炽灯、卤素灯等调光系统，因为与LED灯相比，白炽灯和卤素灯是纯阻性器件，这也就意味着它的电流波形和电压波形永远是一样的，当采用可控硅来调光时，输入电压波形因可控硅导通角度变化而偏离正弦波，也就是改变输入电压的有效值，就可以实现调光的目的。

　　其电原理图如图1所示。虚线部分就是安装在墙上的可控硅调光开关。a-b之间的电阻就是白炽灯负载。所以可控硅开关直接与负载是串联的。



**图1 可控硅调光的电路图和波形图**

　　可控硅电位器中带一个开关，接在n的输入端，用于控制灯的开关。可控硅导通过程中，改变其内部可调电阻的分压比，改变其导通角，就可以改变其输出电压有效值，从而实现调光功能。除了可控硅以外，还有晶体管前沿、后沿调光技术等，基本原理都差不多。

　　**2、可控硅调光的缺点和问题**

　　在用可控硅调光时，还是会存在如下的一系列问题。

　　(1)调光过程中，随着内部导通角的变化，输入电压正弦波被可控硅破坏了，从而降低了功率因素值(PF)，通常PF低于0.5，而且在调光时，随着导通角越小，功率因素值越来越低(1/4亮度时只有0.25)。

　　(2)如上，输入电压正弦波被破坏了，非正弦的波形加大了谐波系数。

　　(3)LED驱动电路中输入非正弦的电压波形会在线路上产生严重的干扰信号(EMI)。

　　(4)调光过程中在低负载时很容易因为维持电流不足而出现不稳定现象，解决措施是必须加上一个泄流电阻。通常情况下这个泄流电阻至少要消耗1-2瓦的功率，这就降低了恒流源电路的效率。

　　(5)在使用可控硅调光电路对白炽灯调光时，当输入端的LC滤波器与可控硅产生振荡时，由于白炽灯的热惯性，人眼根本看不出这种振荡。而当可控硅调光电路与LED驱动电路配套使用时，会产生音频噪音和闪烁，这往往是不可接受的。

　　**3、可控硅调光的优势**

　　照明市场发展至今，尽管可控硅调光存在着诸多的缺点和问题，但是，因其发展历史悠久，技术成熟稳定，已经和白炽灯还有卤素灯完美的结合起来，占据了很大的调光市场。在绝大部分区域的调光场所，这些已经安装了可控硅调光的白炽灯或卤素灯的地方，消费者已经在墙壁上安装了通向灯具的两根连接导线，同时也在墙壁上安装了可控硅调光器的开关盒以及旋钮。对于消费者来说，如果能够只是单纯的更换灯头上的白炽灯或卤素灯，而不用去更换墙壁上的可控硅开关或者另外的去增加连接线的数目，那是比较简单的方案，也是比较为普遍消费者所能够接受的一种做法。这就意味着LED照明产品真正如果想要去完全取代替换白炽灯和卤素灯灯具在和可控硅调光器配合的可调光应用场合，那就必须要与可控硅调光兼容。这也是目前LED驱动IC的开发设计人员所共同需要面对的一个难题。如何针对可控硅调光以及LED特殊的驱动方式，开发出合适的IC显得那么重要。

　　**4、兼容可控硅调光的问题和缺点**

　　目前为止，很多大芯片公司都推出了专门与现有可控硅调光相匹配兼容的芯片以及解决方案，但是，目前这些解决方案还是会存在些不足。同时，兼容可控硅调光的LED目前还是在市场推广中受限制，市场接受度还不是那么高，原因如下：

　　(1)可控硅技术发展至今，已经是一个具有半个多世纪的陈旧技术。它具有很多如前所述的缺点，是一种早该淘汰的技术。社会发展需要一种更加先进、更加智能化的产品来替换它。

　　(2)目前兼容可控硅调光的LED驱动IC，很多自称具有PFC，可以实现较高的功率因素，实际上它只改善了负载的功率因素，使整体电路看上去更加接近纯阻性，而实际上并没有改善包括可控硅在内的整个系统的功率因素。

　　(3)如上所述，为了保持可控硅的维持电流不足，很多兼容可控硅的LED调光系统都需要额外加上泄流电阻，从而增加损耗，使得LED调光系统的整体效率都十分低下，这就完全损坏了LED的高能效的初衷。

　　(4)目前可控硅调光LED系统市场发展参差不齐，真正完全匹配兼容所有可控硅调光器的LED驱动基本上没有，这无形中增加了很大的开发任务。此外，真正匹配所有可控硅调光器的LED驱动还有待长时间的可靠性验证。

　　(5)安装可控硅调光的白炽灯和卤素灯所占的比例不到万分之一，而在墙里安装可控硅开关的比例在可控硅调光的灯具里连万分之一都不到，因为绝大多数安装可控硅调光的都是台灯、床头灯、立灯。更何况市面上有几十种不同规格的可控硅和晶体管调光开关，实际上所开发的IC根本不可能兼容所有的可控硅开关，而只能兼容其中的一小部分。

　　(6)LED是一种全新的创世纪的技术，它有着无可比拟的优越性。面对日益成熟的可调光LED照明产品市场的需求，可控硅调光LED驱动的开发需要持之以恒的进行。

　　由于可控硅调光器广泛使用于白炽灯等传统照明市场，简单容易被消费者所使用，符合人们的使用习惯。所以推广LED可控硅具有很好的市场前景。然而，在目前绝大多数LED调光的应用场合，可控硅调光在电路的功率因数、调光闪烁等调光性能和造价等方面还需进一步做出努力，以扩大可控硅调光在LED照明调光的应用范围。