超级电容器在汽车启动中的应用

王鑫

(哈尔滨侨航通信设备有限公司，黑龙江哈尔滨150090)

摘要：根据超级电容器的结构特性，介绍在汽车启动过程中如何利用超级电容器减小对车内其他电子设备的干扰，改善汽车的启动性能，延长蓄电池使用寿命。

1引言

蓄电池是汽车中的关键电器部件，其性能直接影响汽车的启动。现在的汽车启动无一例外地采用启动电动机启动方式。在启动过程中特别是在启动瞬间，由于启动电动机转速为零，不产生感生电势，故启动电流：I=E/(RM+Rs+Rl)；其中：为蓄电池空载端电压，R为启动电动机的电枢电阻，Rs为蓄电池内阻、R为线路电阻。由于RM、R、R均非常低，启动电流非常大。例如用12V、45Ah的蓄电池启动安装1.9L柴油机的汽车，蓄电池的电压在启动瞬间由12.6V降到约3.6V，启动过程的蓄电池电压波形如图1所示。启动瞬时的电流达550A，约为蓄电池的12C的放电率>启动过程的蓄电池电流波形如图2所示。电流传感器的电流/电压变换比率为100A/V。

尽管车用蓄电池是启动专用蓄电池，可以高倍率放电，但从图1可以看出，10倍以上高倍率放电时的蓄电池性能变得很差，而且，如此高倍率放电对蓄电池的损伤也是非常明显的。启动过程的电压剧烈变化也是极强的电磁干扰，可以造成电气设备掉电.迫使电气设备在发电机启动过程结束后重新上电，计算机在这个过程中非常容易死机。因此，从改善汽车电气设备的电磁环境、改善汽车的启动性能和蓄电池性能或延长蓄电池使用寿命来考虑，改善汽车电源在启动过程中的性能是必要的。解决问题的方案之一是加大蓄电池的容量，但需要增加很多。并使其体积增大。这并不是好的选择。而将超级电容器与蓄电池并联可以很好地解决这个问题。

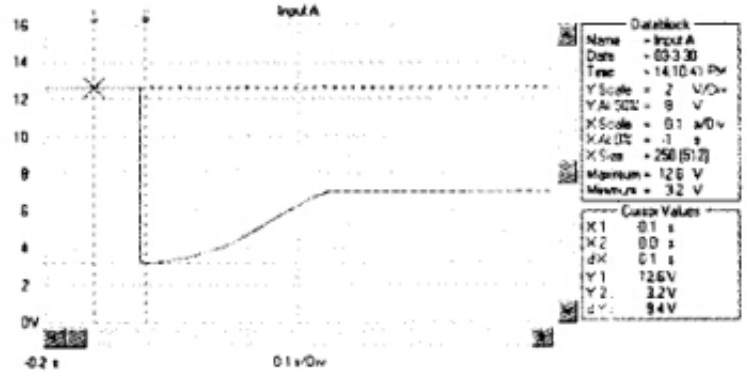

图 1 启动过程中蓄电池的电压波形

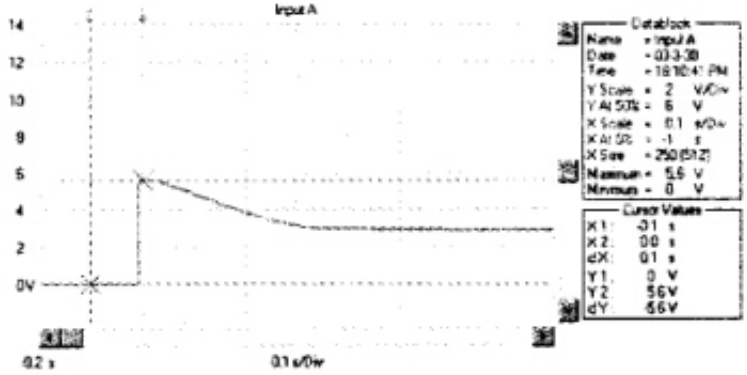

图 2 启动过程中蓄电池的电流波形

2超级电容器的原理及特点

2.1超级电容器的原理

超级电容器是一种电容量可达数千法拉的极大容量电容器。以美国库柏Cooper公司的超级电容为例。根据电容器的原理，电容量取决于电极间距离和电极表面积，为了得到如此大的电容量，要尽可能缩小超级电容器电极间距离、增加电极表面积，为此，采用双电层原理和活性炭多孔化电极。

超级电容器的结构如图3所示。双电层介质在电容器的二个电极上施加电压时，在靠近电极的电介质界面上产生与电极所携带的电荷极性相反的电荷并被束缚在介质界面上，形成事实上的电容器的二个电极。如图3所示，很明显，二个电极的
距离非常小，只有几nm
，同时活性炭多孔化电极可以获得极大的电极
表面积，可以达到200m^2
/g。因而这种结构的超级电容器具有极大的电容量并可以存储很大的静电能量。就储能而言，超级电容器的这一特性介于传统电容器与电池之间。当二个电极板间电势低于电解液的氧化还原电极电位时，电解液界面上的电荷不会脱离电解液，超级电容器处在正常工作状态(通常在3V以下)，如果电容器二端电压超过电解液的氧化还原电极电位，那么，电解液将分解，处于非正常状态。随着超级电容器的放电，正、负极板上的电荷被外电路泄放。电解液界面上的电荷响应减少。由此可以看出超级电容器的充放电过程始终是物理过程。没有化学反应。因此性能是稳定的，与利用化学反应的蓄电池不同。

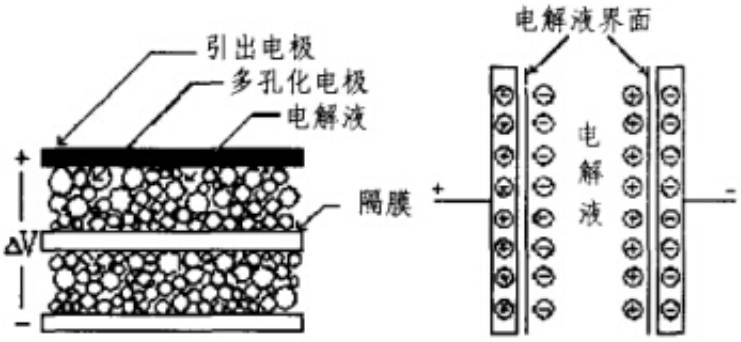

图 3 超级电容的结构

2.2超级电容器的主要特点

尽管超级电容器的能量密度是蓄电池的5%或更少，但是这种能量储存方式可以应用在传统蓄电池不足之处与短时高峰值电流中。与电池相比，这种超级电容器具有以下几点优势：

一是电容量大，超级电容器采用活性炭粉与活性炭纤维作为可极化电极。与电解液接触的面积大大增加，根据电容量的计算公式，二个极板的表面积越大，电容量就越大，因此，一般双电层电容器容量易于超过1F。它的出现使普通电容器的容量范围骤然跃升了3～4个数量级，目前单体超级电容器的最大电容量可达5000F；

二是充放电寿命很长，可达500000次或90000h，而蓄电池的充放电寿命很难超过1000次；

三是可以提供很高的放电电流，如2700F的超级电容器额定放电电流不低于950A，放电峰值电流可达1680A。一般蓄电池通常不能有如此高的放电电流，一些高放电电流的蓄电池，在如此高的放电电流下，使用寿命大大缩短；

四是可以在数十秒到数分钟内快速充电，而蓄电池在如此短的时间内充满电将是极危险或几乎不可能的：

五是可以在很宽的温度范围内正常工作(-40℃～+70℃)，而蓄电池很难在高温特别是在低温环境下工作；

六是超级电容器的材料是安全和无毒的，而铅酸蓄电池、镍镉蓄电池均具有毒性，而且，超级电容器可以任意并联使用来增加电容量，若采取均压措施后，还可以串联使用。

3超级电容器在汽车启动中的应用

3.1电性能的改善

超级电容器与蓄电池并联时，汽车启动过程的电压波形如图4所示，电流波形如图5所示。与图1和图2相比，启动瞬间电压跌落由只采用蓄电池时的3-2V提升到7.2V；启动电流从560A提高到1200A；启动瞬时的电源输出功率从2kW上升到8.7kW；启动过程的平稳电压由7V提高到9.4V；启动过程的平稳电流由280A提高到440A；启动过程的电源平稳输出功率从2.4kW提高到4.12kW。

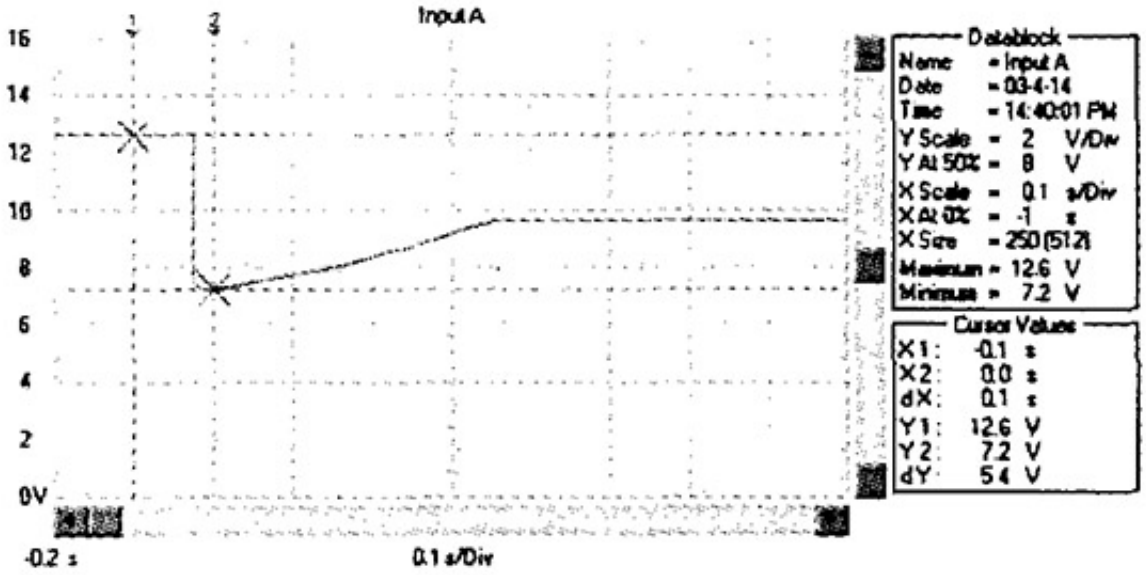

图 4　并联超级电容器的启动电压波形

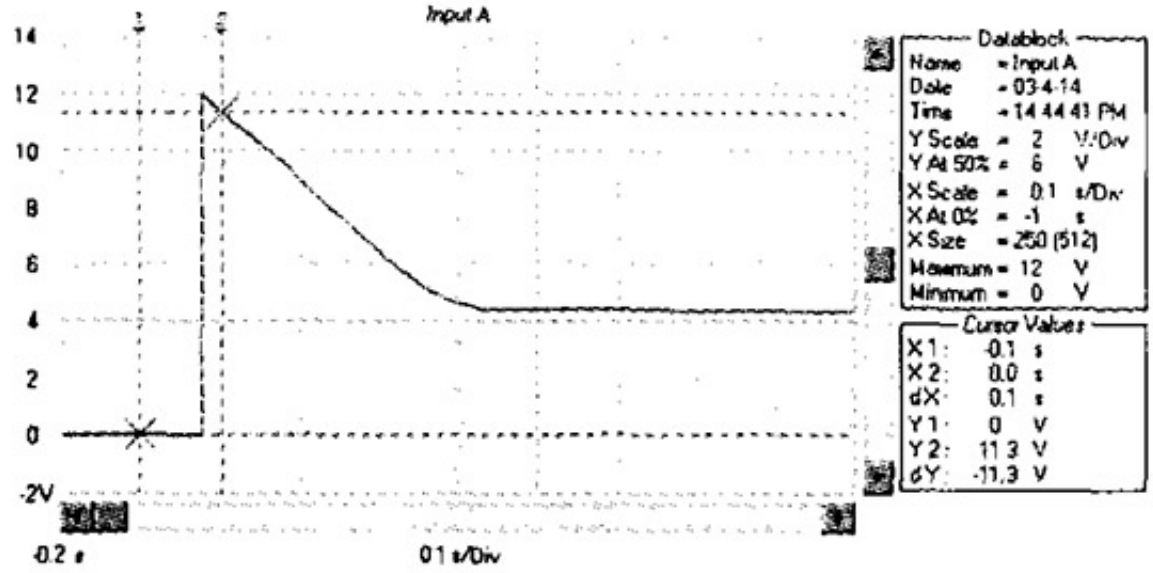

图 5　并联超级电容器的启动电流波形

3.2启动性能的改善

超级电容器与蓄电池并联应用可以提高机车的启动性能。将超级电容器(450F/16.2V)与12V、45Ah的蓄电池并联来启动安装1.9升柴油机的汽车。在10°C时平稳启动。尽管在这种情况下不连接超级电容器蓄电池也可以启动，但采用超级电容器与蓄电池并联时启动电动机的速度和性能都非常好。由于电源输出功率的提高。启动速度由仅用蓄电池时的300r/m增加到450r/m。超级电容器尤其能提高汽车在冷天的启动性能(更高的启动转矩)。在-20°C时，由于蓄电池的性能大大下降，很可能难以正常启动或需多次启动才能点火，而超级电容器与蓄电池并联时仅需一次点火，其优点是非常明显的。

3.3蓄电池应用状态的改善

超级电容器与蓄电池并联时，由于超级电容器的等效串联电阻(ESR)远低于蓄电池的内阻，因此，在启动瞬间，1200A启动电流中的800A电流由超级电容器提供。蓄电池仅提供400A的电流，明显低于仅采用蓄电池的560A，有效降低了蓄电池极板的极化，阻止了蓄电池内阻的上升，使启动过程的平稳电压得到提高。最为重要的是蓄电池极板极化的减轻不仅有利于延长蓄电池的使用寿命。而且也可以消除频繁启动对蓄电池寿命的影响。

参考文献：

[1]刘玉珍，冀常鹏.基于CAN Bus的汽车发动机智能电子控制器研究[J].现代电子技术，2005，28(4)：7-9.

[2]王力生.扭杆平衡机构在大型车载天线中的应用及优4E[J].现代电子技术，2005，28(7)：11l一113.

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/99463.html