

超级电容在计算机系统中的应用研究

Research on Application of Supercapacitor in Computer System

王再跃 步翠显 董兆龙

Zaiyue Wang Cuixian Bu Zhaolong Dong

合肥市经开区习友路联想科技港 中国·安徽 合肥 230031

Lenovo Science and Technology Port, Xiyou Road, Economic Development Zone, Hefei City, Hefei, Anhui, 230031, China

摘要: 本研究针对台式计算机没有电池的特点, 在计算机电源突然断电时其系统会直接关闭, 造成当前进程无法保存、资料丢失、系统损坏等问题, 探讨超级电容在台式计算机紧急供电中的应用。同时针对台式计算机电源适配器峰值功率无法满足现代处理器睿频加速的需求, 探讨超级电容在台式计算机中瞬时补能中的应用。

Abstract: In view of the fact that desktop computers do not have batteries, the system will directly shut down when the power supply of the computer is suddenly cut off, causing problems such as failure to save current processes, data loss and system damage, this study discusses the application of supercapacitors in emergency power supply of desktop computers. At the same time, aiming at the desktop computer power adapter peak power can not meet the demand of modern processor turbo boost request, the application of supercapacitor in the desktop computer instantaneous energy supplement is discussed.

关键词: 超级电容; 紧急供电; 瞬时补能

Keywords: supercapacitor; emergency service; moment fill can

DOI: 10.12346/csai.v1i2.7127

1 引言

台式计算机因为其性能较便携式计算机有较大的优势, 同时使用体验也较为舒适的特点, 使得在传统办公应用中仍然占据较高的比例, 但是台式计算机因为没有便携移动的需求, 因此台式计算机一般都不配置电池, 在外部电源突然断电的情况下, 就会导致计算机异常关机, 带来一系列问题。

2 研究背景

台式计算机一般指计算机主机与各部件(显示器、键盘、鼠标等)相分离的分体式计算机, 其相比于便携式计算机的显著特点是体积较大, 性能较强, 不易携带, 不支持移动办公。经过技术的不断进步, 现在的台式计算机已经出现多种新的形态, 例如屏幕和主机集成在一起的一体机, 主机小型化可悬挂在桌边的迷你台式机等等, 但是无论哪种台式计算机, 因为其一般不支持移动办公使用, 所以都不会配置电池。

这就导致台式计算机在外部电源突然断电时, 系统会瞬间关机, 正在进行的进程无法恢复, 正在编辑的文档或者程序无法保存, 并且因为系统是异常关机, 还可能造成操作系统程序损坏^[1]。

针对台式计算机的这个使用痛点, 市场上推出了紧急备用电源防止电脑突然断电带来的一系列问题, 但是备用电源具有体积大、需额外高价购买、普通用户不会选择等缺点, 市场推广度不高。

另外, 现代计算机的处理器瞬间超频的能力都非常强, 在遇到处理任务突然增加, 而处理器本身温度允许的条件下就会启动超频功能, 此时处理器的功率会突然增加至平均功率的数倍, 这对电源适配器的选择是个巨大的挑战, 如果要满足处理器超频峰值功率的需求就需要配备额定功率巨大的电源适配器, 其体积和成本都会大幅上升, 如果选择仅能满足处理器平均功率的电源适配器, 则必须大幅消减处理器的超频能力, 这会造成系统的性能大幅降低(见图 1)。

【作者简介】王再跃(1970-), 男, 中国浙江湖州人, 硕士, 副高级工程师, 从事半导体器件与微电子学研究。

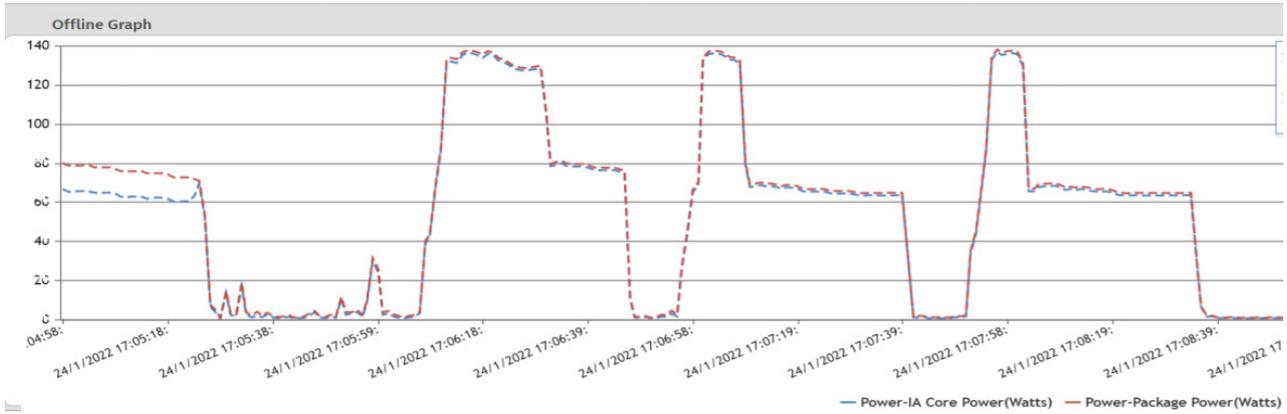


图 1 处理器实时功率图

为了解决突然断电带来的一系列问题，用户在购买台式机电脑作为重要办公用途时，往往需要为其配置一台不间断电源，这会给用户增加额外的成本，另外不间断电源也比较占用空间，对用户体验是较为不友好的。而针对第二个问题，为了保证计算机的性能能够充分发挥，计算机制造商一般会为用户配置足够大功率的电源适配器，这也带来成本的上升以及放置的不便^[2]。

3 超级电容在台式计算机应用的机会

针对以上两个问题，如果像笔记型电脑一样为计算机配置电池，问题就能迎刃而解了，不过，笔记型电脑的电池存在的根本目的是让计算机能够移动办公，而台式计算机因为体积大不能便携的缘故不适合移动办公，配置价格昂贵的电池收益较低，另外台式机由于功率较大，要配置能够满足台式机输出功率的电池其成本更加高昂^[3]。

要保证台式机在意外断电时进程不会中断，我们可以设计一个报警电路，当检测到电源意外断电时，报警电路通知计算机立即将进程保存到存储设备（S4），当通电后再次开机时计算机直接回到被中断的进程，这个从断电到存储的过程极其短暂，我们就不需要大容量的电池了，只要能够

找到一种可以支持瞬时大功率放电的器件即可，恰好，超级电容就具有放电功率高、容量小、价格低等特点，完全匹配我们的应用需求；而对于处理器的睿频加速时输入大功率需求，也属于瞬时需求，超级电容同样可以满足，因为都是为整个系统输入端提供功率，上述两个需求是否可以设计成一种电路同时满足呢？

4 超级电容在计算机中应用实例分析

上面提到了超级电容可以在台式计算机中解决电源突发断电以及睿频加速大功率需求的机会，我们还需要设计出一套电路架构来匹配超级电容以达到应用需求。

在图 2 中，电源适配器通过连接器连接到计算机电路主板为电路主板提供电力，在连接器到系统输入端供电主通路上串联一个限制电流模块，主板上的 EC 芯片（嵌入式处理器）通过检测连接到主板上的电源适配器身份码识别电源适配器的额定功率，然后根据电源适配器的额定功率来设置限流模块的限流值，例如电源适配器规格为 65 W/20 V，那么就可以将限流值设置为 3.25 A；同时设置一个比较器来检测适配器的输出电压，当检测到适配器的输出电压低于阈值时，发送报警信号给 EC 芯片；超级电容放置在系统输入电源端。

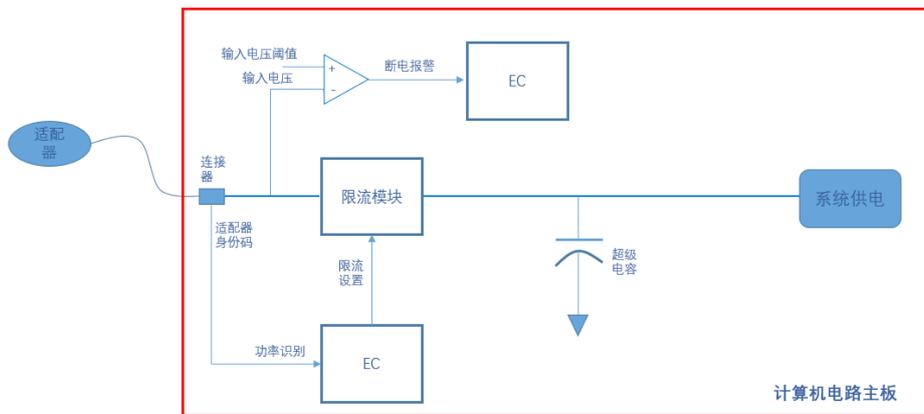


图 2 超级电容应用电路逻辑图

利用该电路解决电源突发断电以及睿频加速大功率需求的原理阐述如下：

4.1 电源突发断电

当电源适配器因电网断电或接口意外脱落造成输出电压跌落时，比较器立即发送断电报警信号给 EC 芯片，EC 芯片通过平台 ACPI 信号来通知系统进入 S4（暂停进程并存入存储器），过程如图 3 所示。

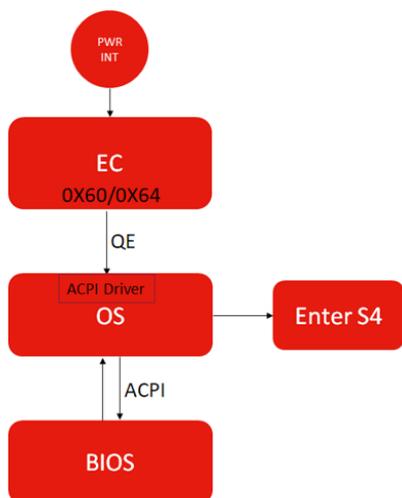


图 3 流程图

① EC 接收到 PWR INT 信号 Active，EC 通过 ACPI interface 发出 QE 给 OS ACPI Driver。

② OS 接收到相应的 QE，会 Check BIOS ACPI table 关于此 Event 的定义。

③ OS Check 后，通知 EC 进入 S4。

④ OS 保存数据到硬盘后，系统正常进入 S4。

这个过程大约需要 10~20 s，在这段时间里，适配器不再为系统提供能量，超级电容开始对系统提供能量，只要选择合适规格的超级电容，就能够提供系统在 10~20 s 内所需要的能量，从而顺利进入休眠状态（S4），当电力回复之后，使用者重新开机，计算机便会回到断电前的状态，所有系统进程都被完整保存^[4]。

4.2 睿频加速大功率需求

当系统因处理器睿频加速导致输入功率突增时，限流模块始终将电源适配器输出电流限制在适配器额定电流以下，此时，电源适配器提供输入功率不足的部分将会从超级电容里提供，由于睿频加速的时间非常短（最大 28 s），超级电容经过放电以后电压也不会下降太多，足以支撑睿频加速的过程，睿频加速结束后，系统所需的输入功率恢复到正常水平，电源适配器的输出功率将会大于系统所需功率，此时，电源适配器将会补充超级电容器泄放掉的能量，为下一次睿频加速做好准备^[5]。

在计算机系统中，电源适配器的供给电压一般是 12 V 或者 20 V，这样的电压对于超级电容来说有些稍高，需要并联多颗超级电容器才能达到这个电压，我们知道超级电容器并联需要特别注意电容器的电压均衡问题^[6-10]，给设计带来较高的复杂度；同时系统输入端电压的允许范围也较窄，以 20 V 输入电压举例，一般输入电压低于 16 V 系统就无法正常工作，这会导致超级电容的有效容量占比很小，在 20 V 的应用中当超级电容放电低于 16 V 就无法继续利用了。针对以上两个问题，我们可加入升压电路来优化设计（见图 4）。

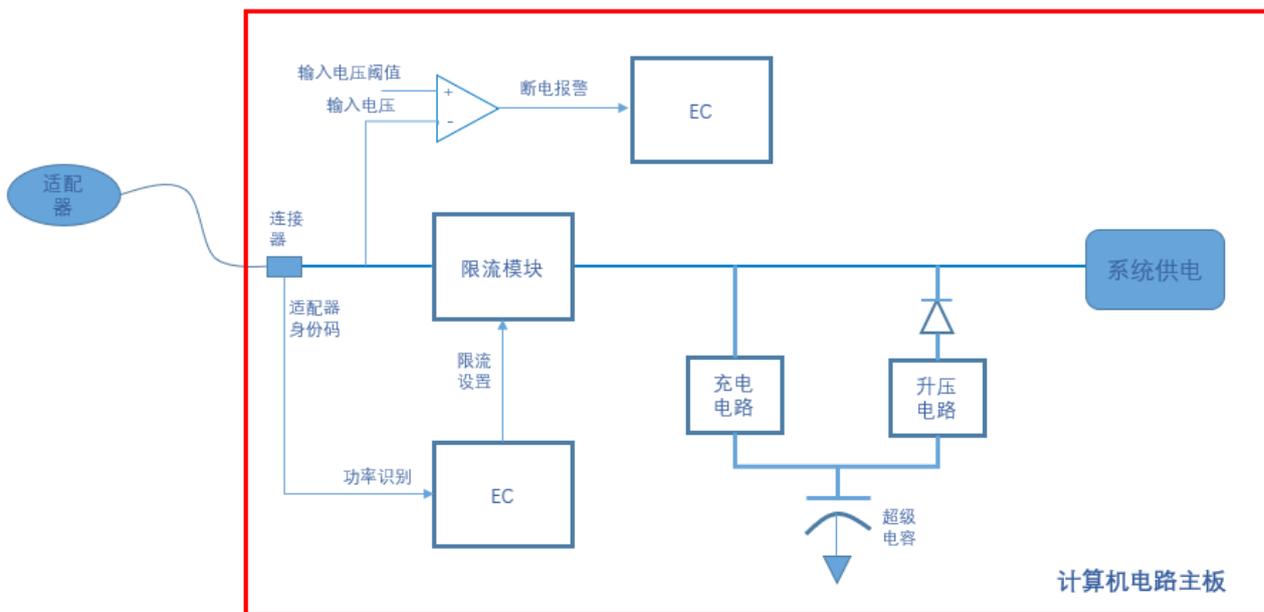


图 4 电路逻辑图

加入了升压电路之后, 超级电容不需要并联到系统输入电压电位, 而是通过升压电路达到系统输入电压电位, 这样就不需要通过并联多颗来提高超级电容电压, 另外因为有升压电路的帮助, 超级电容的能量利用率得到很大的提升, 因为升压电路本身对输入电压的允许范围较宽, 例如常用的升压电路, 当电压高于 3 V 就能进入允许工作区间。也就是说, 只要超级电容电压不低于 3 V, 升压电路都能够将电压升压到系统输入电压以维持系统正常工作^[11-13]。

5 结语

论文通过对当前台式计算机应用中的两大瓶颈分析, 结合超级电容器的优点, 探讨超级电容器在台式计算机中的应用机会。超级电容器能够很好地解决台式计算机突发断电困扰以及睿频加速功率需求, 并且价格便宜, 耐久性好, 能够在台式计算机产业中发挥出重大功用。

参考文献

- [1] 陈英放,李媛媛,邓梅根.超级电容器的原理与应用[J].电子元件与材料,2008,27(1):6-9.
- [2] 胡毅,陈轩怒,杜砚.超级电容器的应用与发展[J].电力设备,2008,9(1):19-22.
- [3] 刘成印,李强,薛安忠,等.超级电容直流操作电源[J].电力自动化设备,2008,28(11):115-117.
- [4] 郑华,赵志强,刘斯伟,等.适应新型电力系统快速频率支撑需求的混合型储能系统动态建模及其控制策略分析[J].电力建设,2022(8):13-21.
- [5] 毛颖群,张建平,程浩忠,等.考虑频率安全约束及风电综合惯性控制的电力系统机组组合[J].电力系统保护与控制,2022(11):61-70.
- [6] 文劲宇,周博,魏利岫.中国未来电力系统储电网初探[J].电力系统保护与控制,2022(7):1-10.
- [7] 姜红丽,刘羽茜,冯一铭,等.碳达峰、碳中和背景下“十四五”时期发电技术趋势分析[J].发电技术,2022(1):54-64.
- [8] 田廓,董文杰.构建新型电力系统背景下输电网架加强投资决策模型[J].智慧电力,2021(8):1-7+54.
- [9] 王辉,梁登香,韩晓娟.储能参与泛在电力物联网辅助服务应用综述[J].发电技术,2021(2):171-179.
- [10] 禹海峰,潘力强,吴亚茹,等.储能提升含高比例风电电力系统可靠性分析[J].电网与清洁能源,2020(6):92-98.
- [11] 高海翔,董超,孟子杰,等.机组-储能联合系统参与调频辅助服务市场的关键技术研究与实践[J].广东电力,2020(6):61-70.
- [12] 李东东,孙雅茹,徐波,等.考虑频率稳定的新能源高渗透率电力系统最小惯量与一次调频容量评估方法[J].电力系统保护与控制,2021(23):54-61.
- [13] 吴彬锋,傅颖,陈扬哲,等.考虑紧急备用与光伏出力不确定性的微电网分布式储能规划方法[J].浙江电力,2021(9):23-25.