

开关电源数字化控制技术研究

Research on the Digital Control Technology of Switching Power Supply

聂慧芳

(中航工业洛阳光电设备研究所 洛阳 471009)

NIE Hui-fang

(AVIC Luoyang Institute of Electro-Optical Devices, Luoyang 471009, China)

【摘要】论文研究的主要目的是对数字化开关电源控制技术进行深入研究,论文首先对数字化开关电源的研究现状进行简单分析,阐述了开关电源数字化技术的优势,对开关电源数字化技术的控制方法进行系统研究,分析了各个控制方法的研究进展。以供相关读者参考借鉴。

【Abstract】The main purpose of this paper is to study the digital control technology of switching power supply. The paper firstly makes a simple analysis of the research status of digital switching power supply, expounds the advantages of the digital technology of switching power supply. And then, it systematically studies the control methods of the digital technology of switching power supply, analyzes the research progress of each control method, so as to provide some reference for the relevant readers.

【关键词】数字化;PID 控制方法;模糊控制方法

【Keywords】digital; PID control method; fuzzy control method

【中图分类号】TN86

【文献标志码】A

【文章编号】1673-1069(2018)10-0137-02

1 引言

随着我国社会的快速进步,各种电子设备成为人们生活当中不可缺少的生活用品。开关电源技术是电子产品技术的主要部分,完善的电源系统是电子设备正常运行的必要条件,与此同时,近年来市场上对数字化开关电源的需求量逐渐增大,各个行业领域对电子设备电源系统的性能要求也在不断提高。以上因素使开关电源行业要不断提高电源的精确度、效率,减小电源的体积,使开关电源的整体性能得到提高。基于此,本文对开关电源数字化控制技术进行研究分析,对提高开关电源的性能具有重要意义。

2 开关电源数字化控制技术研究现状

数字化电源的本质特征是电源对输出电压以及电流的 PWM 调节是由控制芯片按照数字控制算法以及方式进行的,受数字控制器材自身性能限制,当开关的频率达到 MHz 时,数字控制技术就不能达到开关的设计要求。另外,数字控制器材成本较高,所以,目前模拟开关电源依旧在开关市场中占据主导地位^[1]。现如今,开关电源数字化控制技术研究主要分为

两类,首先是研发数字化控制芯片,其次是研究数字化电源开关。近些年,开关数字化主要有以下几个研究方向:一是研究数字化控制方案,其主要是研究不同性能的数字芯片,应用于数字化开关电源;二是研究数字控制技术算法,针对拓扑结构进行数字分析,进而提出更加合理的数字控制算法;三是研究智能化设计,以实现对电源的智能化监管。基于此,本文对开关电源数字化控制技术进行系统研究。

3 开关电源数字化控制技术的优势

电源开关的体积很小、重量很轻且电源变换效率较高,使其广泛应用于计算机、机器控制设备、家用电器等电器当中。但随着经济水平的提高以及科学技术的发展,人们对电源开关的要求也逐渐提高,以前的电源开关设计时大多采用模拟控制技术,该技术只适用电力较小、频率较低以及功能少的开关,并且该电源开关存在电路较为复杂、控制器件多等缺点^[2]。相比之下数字化开关电源有如下几点优点:一是数字化电源开关应用了先进的控制技术以及智能控制系统,使开关电源性能更高,能更好地满足人们的智能化需求;二是该开关控制系统较为灵活,控制系统可以随时进行升级改进,可以在线对控制算法以及控制数据进行修改,可以有效减短电源开关的设计周期;三是电源开关的控制电路中器件数量很少,可以有

【作者简介】聂慧芳(1983-),女,河南沈丘人,工程师,从事程控电源技术研究。

效减小控制面板体积,使系统的抗干扰能力得到很大的提高;四是电源开关的控制系统可靠性能得到很大提高,便于进行标准化生产,并且生产制造方便快捷。

4 开关电源数字化技术的控制方法研究

开关电源数字化控制方法是现如今电源研究当中的重点,随着数字化技术的广泛应用,许多离散控制方法也应运而生,主要包括无差别控制、PID 控制、模糊控制、滑膜变结构控制等,进而推动了开关电源数字化技术的快速发展。

4.1 无差拍控制

无差拍控制是基于电路方程的一种控制方法,其应用信息状态的反馈机制实现了零点以及极点的对消,并且在原点上配置了另外一个极点。在达到预期效果的情况下,输出可以与给定完美匹配,畸变率相对较小^[3]。所以,在开关频率较低条件下,无差拍控制也能够有保证波形的高质量,使数字化开关电源的性能有所提高。与此同时,无差拍控制法也有相应的缺点,首先,该控制法的采集时间以及计算时间较长,限制了输出脉冲的占比;其次,无差拍控制的系统参数灵敏度较差。由于无差拍控制技术自身的局限性,使无差拍控制技术的应用受到一定的限制。

4.2 PID 控制

PID 控制技术是一种经典的控制方法,凭借其结构简单以及可靠性高等优点得到广泛应用。传统的开关多采用模拟 PID 控制法,与其他的控制法相比,PID 控制方法主要具有以下优势:首先,PID 算法包含了动态控制整个过程的信息数据,可以使整个控制过程更加精确、快速、稳定,有非常好的控制效果;其次,PID 控制法在整个控制过程中对控制系统参数的依赖性低,进而控制系统参数的变化对控制效果的影响小,使控制系统的整体性能得到有效提高^[4]。最后,PID 控制法已经较为完备,可以应用到数字化开关电源的设计当中。但是,当 PID 控制法应用到数字化开关电源的设计当中时,也有一些局限性。首先是系统的误差降低了 PID 算法的分辨率,使 PID 的控制精度降低;其次,采样以及计算时间延长使得控制系统时间滞后。

4.3 模糊控制

电子设备是一个复杂的、多变的、非线性的系统,控制系统的复杂性与电源控制系统的准确性之间存在着一定矛盾。然而,模糊控制系统能够精确找到二者之间平衡点,对系统当中的复杂状况做出准确判断,并及时对信息进行处理。模糊控制方法在开关电源的控制系统中主要有以下几方面优点:首

先,模糊控制在设计的过程当中不需要对被控制对象进行准确的数学建模,其具有较强的适应性与鲁棒性;其次,系统处理器查找模糊控制数据只需要用很少的时间,所以,可以应用很高的采样率对系统中的实际偏差进行补偿,进而提高了整体系统的精确度^[5]。目前,受技术水平的限制,模糊变量的分类以及模糊规则数都受到了一定程度的限制,没有统一的理论对确定隶属函数进行指导。因此,当前的模糊控制准确度还有待提高。

4.4 滑膜变结构控制

滑膜变结构控制在本质上是不连续的开关电源控制方法,该种控制方法将电源系统的跟踪误差以及误差导数控制在一条固定的滑膜曲线之上,该过程与系统的参数变动和外部的干扰完全无关,使电源开关控制系统的鲁棒性得到增强。滑膜变结构控制有非常明显的优势。但是,该控制方法也存在一定的缺陷,其存在着控制系统的稳定性不强,在高频率的状态下容易抖动,很难选到理想当中的滑膜切面,与此同时,系统控制效果容易受采样率等相关因素的影响。因此,要强化滑膜变结构控制在开关电源设计中的应用,还需要对该技术进行进一步的研究。

5 结论

通过对文章的分析可知,数字化电源开关是未来发展的趋势,伴随着数字化技术的发展,性能较高的开关电源成为广大科技工作人员的研究热点,应用数字化控制技术,可以简化传统开关电源中的复杂电路,提高开关电源的整体性能。基于此,本文对开关电源数字化控制技术进行系统探究,通过应用 PID 控制方法、无差拍控制方法、模糊控制方法、滑膜变结构控制方法等可以有效提高开关电源的整体性能,满足市场对电源开关的性能需求。

【参考文献】

- [1] 夏良.1.4kW 数字化开关电源整机系统设计与实现 [J]. 华侨大学, 2017, 15(24):24-35.
- [2] 董明华,吕仙阳.全数字化高频双脉冲开关电源在电镀及电泳上的应用研究[J].现代涂料与涂装,2016,19(05):20-32.
- [3] 姜东东.基于 STM32 的单细胞电动进样数字化电源设计及控制方法研究[J].广西师范大学,2016,24(23) 24-37.
- [4] 张禁.开关电源并联系统数字化平均电流自动均流技术的研究[J].安徽工程大学,2016,15(34):25-31.
- [5] 刘胜利.开关电源数字化技术的新天地(九)数字控制兼容的双底边±4A、MOSFET 驱动器 UCD7021:具有可编程的公用电流检测(上)[J].电源世界,2016,24(08):32-44.