

基于 DSP 的光伏并网逆变器研究

谢子青

(浙江工业职业技术学院 浙江 绍兴 312000)

【摘要】在介绍光伏并网发电系统组成逆变器的基础上,提出了一种以 DSP 芯片 TMS320LF2407 作为控制核心、由软件编程实现并网输出电流与电网电压的同频、同相的并网逆变器实现方案,实验结果验证了该方案的可行性。

【关键词】TMS320LF2407;光伏并网;逆变器

0 引言

随着能源消耗的大规模增加,可再生能源受到了广泛重视,而太阳能是最清洁、最丰富的能源,光伏发电以其独特的优点,成为太阳能开发和利用的重要发展方向。光伏并网发电系统是将太阳能光伏电池阵列产生的直流电,通过功率调节器转化为交流电后并入电网,可以与电力公司提供的交流电一起使用。为了使系统稳定运行,需要光伏与电网输出电压的幅值、相位、频率保持一致,这就要求光伏并网发电系统逆变器具有同步锁相的功能。可见在光伏并网发电系统中,以功率调节器为核心的并网逆变器是连接光伏阵列和电网的关键部件,它完成控制光伏阵列最大功率点运行和向电网注入正弦电流两大主要任务。如何使逆变器输出的交流正电流为稳定的高质量的正弦波,实现与电网电压严格同频同相,是太阳能光伏发电系统中一个非常重要的研究课题,其控制精确度直接影响到系统的并网运行性能。本文提出了一种基于 DSP 芯片 TMS320LF2407 实现数字锁相控制的方法。实验结果显示该方法应用于光伏并网逆变器系统中具有很好的控制效果。

1 光伏并网发电系统组成

单相太阳能光伏发电系统主要由太阳能光伏电池阵列、具有最大功率跟踪的 DC-DC 变换器及 DC-AC 交直流逆变器组成,完成了将太阳能电池阵列输出的直流电变换为交流电,经过交流滤波后把正弦波交流电送入电网的工作过程。光伏并网系统结构图如图 1。

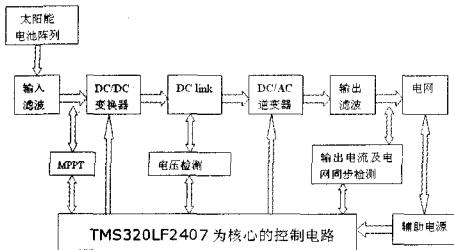


图 1 光伏并网系统结构图

系统采用两级式设计,二者相对独立,由直流母线电压产生联系:前级 DC-DC 变换器为升压斩波器,采用 Boost 结构,将光伏电池(PV)电压变换到稳定的直流母线电压,并通过 MPPT 控制调节 DC-DC 变换器的占空比来调节光伏阵列的输出功率,实现最大功率点的跟踪。后级 DC-AC 逆变器的主电路结构为单相全桥逆变电路,为输出电流受控的电压型有源逆变器,逆变器的输出侧呈现受控电流源特性,其中开关器件采用绝缘栅双极型晶体管(IGBT),开关管的栅极驱动信号来源于 TMS320LF2407 产生的 SPWM 波经驱动电路后的信号。DC/AC 逆变主电路维持 DC link 中间电压稳定并将电能转换成 220V, 50Hz 的正弦交流电。最终通过交流 LC 滤波电路滤除高频分量,把与电网电压同频和同相的并网逆变器输出的正弦电流并入电网。当系统检测到外部故障时,可立即将 DC/DC 变换器与 DC/AC 逆变器从电路中切除,实现逆变器的可靠隔离和保护。

2 逆变输出级控制

为了实现系统的并网输出电流与电网电压同频同相^[1],逆变器的控制部分采用 TI 公司生产的高速 DSP 芯片 TMS320LF2407A 作为控制核心,该芯片具有程序存储器更大、A/D 转换速度更快、处理性能更

快、外设集成度更高等特点^[2],可以很好的满足对 IGBT 单相全桥进行实时控制的要求。逆变输出级控制框图如图 2 所示。F240 的捕捉单元可以检测两个边沿的时间间隔,在本系统中是检测脉冲的上升沿,软件中使用捕捉中断来动态调整定时器的周期。系统采用单极性 SPWM 调制模式,具体工作过程如下:PWM 载波周期的定时器中断从固定数据表中读出单位正弦波数据,根据电流幅值指令信号大小进行预处理,得到临时脉宽,再将该数据和经过 A/D 采样和预测处理的电网电压值、电网电流值进行综合 PI 运算处理,得到实际的脉宽,控制逆变器各开关器件的通断。下一次 PWM 载波周期中断重复上述处理过程,这样,通过电流跟踪就可以得到由程序自由控制的并网输出电流^[3]。

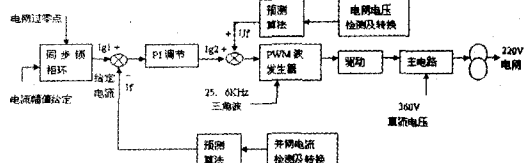


图 2 逆变输出级控制框图

3 软件设计

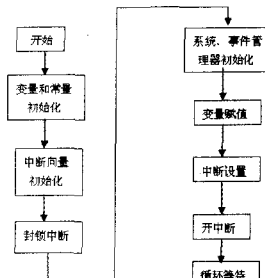


图 3 主程序

该系统程序主要由主程序、PWM 中断子程序和捕获中断子程序组成。主程序主要完成特殊寄存器以及外部事件管理器中寄存器的初始化,并对变量和常量进行定义,在主循环里完成多个非中断的功能,一旦中断来临,程序就跳到相应的中断服务子程序;即主要完成系统的启动、监控、故障检测保护,最大功率点跟踪及通信等功能;PWM 中断子程序主要实现并网逆变电流环调节,A/D 检测及 SPWM 波的输出功能;捕获中断子程序的主要功能是实现并网逆变电流同频、同相跟踪电网电压^[4]。

4 仿真实验结果

光伏并网发电实验装置由 Boost 升压(55 V/168V)电路、全桥逆变器和升压变压器(95V/220V)组成,光伏最大功率点工作电压为 55 V,负载为电阻负载。数字锁相系统主要通过 DSP 芯片的编程来实现^[5]。图 4 为锁相过程的实验波形图,从图中可看出,光伏逆变器输出电流经调整后与电网电压同频同相,数字锁相环正常(下转第 162 页)

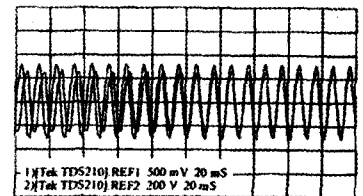


图 4 锁相过程的实验波形

论提高流体力学教学效果的新思路

郭淑青 董向元

(中原工学院能源与环境学院 河南 郑州 450007)

【摘要】流体力学伯努利方程的应用是课程教学的重点及难点,本文讨论了在该课程教学中综合运用多媒体课件和动画等现代教育技术与手段,通过计算机和网络,在课堂教学中加强学习过程中的交互性,激发学生学习的积极性,从而提高教学效果。

【关键词】流体力学;课程建设;教学改革

0 引言

流体力学是建筑环境与设备专业和热能与动力工程专业的专业基础课之一,该课程的目的是为了学习专业课以及从事技术工作提供必要的基础理论和实验技能。特别是在供热通风和燃气工程中流体应用非常广泛,热的供应,空气的调节,除尘降温等,都是以流体作为工作介质,通过流体的各种物理作用,对流体的流动有效的加以组织来实现的。学好流体力学,才能对专业范围内的流体力学现象作出合乎实际的定性判断,进行足够精确的定量估计,正确地解决专业范围内的流体力学的设计与计算问题。

因此如何使学生学好流体力学,一直是从事流体力学教学工作的教师努力寻求的。而笔者认为要想激发学生对流体力学的学习兴趣,并学好流体力学,首先应该从课堂教学环节入手,摒弃以往传统的教学理念,针对流体力学的内容特点和学生的专业需求,设计和制定流体力学课堂教学。课堂教学过程中,在紧扣教学大纲的同时,紧跟当前流体力学研究的最新进展,教师在信息、网络和多媒体教学手段上进行开发应用,使《流体力学》课程教学更加适应新时期的教学理念和现代高等教育的发展,从而达到良好的教学效果。

1 组织教学过程

流体力学的主要教学内容有流体静力学、流体动力学以及基本理论的应用。

总结以往的教学经验,各专业学生大部分主要在基础理论上的知识难点理解存在困难。主要是有些内容比较抽象,笔者认为凡是知识难点除了尽量结合典型事例激发学生的学习使命感之外,最重要的是要借助现代教育技术手段使学生能够形象具体的充分理解所学习的内容,也就是把复杂的内容简单化,抽象的内容具体化、形象化。

就流体静力学部分而言,学生在静压强的分布和压力体的画法以及等加速直线运动和等角速旋转的内容上理解接受起来有一定难度。这几部分,在课堂教学过程中,借助 flash, powerpoint 等制作简单的动画,使学生加深对基本概念的理解,并根据学生的不同情况,因人施教。实践教学针对性开设实验项目,将理论教学融入其中,既提高了学生动手能力,又加深了学生对抽象理论的深入理解。

就流体动力学部分而言,主要是学生对总水头线和测压管水头线的变化趋势理解存在误区,在画法的掌握上不够到位,以及伯努力方程的理解及应用上有难度,鉴于本部分内容在后面建筑环境与设备专业专业课的学习中尤为重要,这部分内容可以借助 c++ 等语言和 flash 等制作三维动画,使学生彻底掌握好流体力学的核心内容。同时,注重

教师和学生的互动,注重将理论知识的讲授与教学实践有机结合,考虑到流体力学课程的一些特点,适时的开展一些讨论课,既活跃了课堂教学氛围,又有效地调动了学生学习的积极性,而且能够促进学生积极思考,激发学生的潜能,对学生智力的发展起到很好的作用。对于象伯努力方程的这样的知识点,应该积极运用网络技术和多媒体技术,全面优化网络课程,致力于拓宽知识面,充分发挥网络优势和多媒体作用,积累和制作丰富多彩、形象生动的素材,完善作业库、题库及教学指导文档等,发挥网络课程的先进性、开放性、交互性、共享性和协作性,创造立体化的教学和学习环境。综合利用录像、动画、图片及计算机技术使抽象的概念具体化、形象化,可给学生留下深刻的印象,从而加强学生的记忆、调动学生的主动性和积极性、培养学生的创造性思维。在学生掌握基本理论和方法后,通过工程实际使学生能够理论联系实际,初步具有一定的分析、解决问题的能力,以及积极探索、勇于创新的精神。

值得强调的是,抓好作业、习题环节,也是流体力学教学环节的重要组成部分。通过批改作业,教师能够清楚的掌握学生的学习情况和对知识点的掌握程度。因此,在有限的课时条件下,要加强课内例题的讲解和课后作业、习题的辅导答疑,发挥传统教学方法的优点,强化重点,剖析难点,使课程内容完整,教与学互动,充分调动学生学习的积极性,实现对重点难点内容的理解和融会贯通。

2 结语

流体力学是一门既有较强理论性又有较强工程实际意义的课程,提高教学效果除了在传统的教学方法与手段上不断改进外,还应借助现代教育技术与手段,帮助学生建立清晰的概念,加深学生对教学难点的理解,同时利用网络技术,加强教与学的双向互动,充分调动学生的积极性,巧妙、合理、适度的运用现代教育技术与手段,从而达到理想的教学效果。

【参考文献】

- [1]蔡增基,龙天渝.流体力学泵与风机第二版[M].中国建筑工业出版社,1999.
- [2]严宗毅,郑桂珍.在流体力学教学中通过重大事件实例教书育人[J].力学与实践,2002(24).

作者简介:郭淑青(1975—),女,博士,讲师,从事能源利用与环境的研究,就职于中原工学院能源与环境学院。

董向元(1974—),男,博士,讲师。

[责任编辑:常鹏飞]

(上接第108页)工作。

5 结束语

本文针对太阳能光伏并网逆变器提出了一种基于 TMS320LF2407 芯片的数字化 SPWM 控制方式,实验结果证明所设计方案是可行的,能很好地实现自动同步并网,减小了谐波含量对电网干扰,提高了系统的响应速度,降低了成本,减少了功耗,简化了硬件电路,得到稳定可靠的波形。

【参考文献】

- [1]蒋燕君,张超,何湘宁.基于 DSP 的光伏并网发电系统数字锁相技术[J].电源技

术应用,2007,10(2).

[2]刘和平,严利平.TMS320LF240XDSP 结构原理及应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2002.

[3]陈晓高,付青,周龙华.基于 DSP 锁相技术的光伏并网逆变器控制[J].中山大学研究生学刊,2007,28(3).

[4]原慧军,王效华,徐进,刘伟.基于 TMS320LF2407 的光伏并网逆变器的研究[J].电源技术应用,2006,9(12).

[5]冯海峰,马德林,许良军.单级式光伏并网发电系统的仿真分析[J].计算机仿真,2008,25(3).

[6]陈道炼.DC—AC 逆变技术及其应用[M].北京:机械工业出版社,2003.

[责任编辑:王静]