

# CAN总线在并联逆变电源中的应用

Application Among Paralleled Inverters on CAN Bus

(燕山大学) 王晓寰 冯建周 顾和荣 邬伟扬

WANG XIAOHUAN FENG JIANZHOU GU HERONG WU WEIYANG

**摘要:** 针对逆变电源并联技术原理分析, 依据 TMS320LF2407A 芯片中内嵌 CAN 控制器的特点, 设计了一个基于 TMS320LF2407A 内置 CAN 总线模块的逆变电源并联系统, 实现了对并联逆变器模块运行的实时通信, 系统具有结构简洁、扩容方便、可靠性高的优点。给出了 CAN 总线接口硬件设计和软件设计, 在实验样机中得到应用和验证。

**关键词:** 现场总线; 数字信号处理器; 逆变电源; 并联

**中图分类号:** TM91:TP273 **文献标识码:** A

**Abstract:** The principle of inverters parallel operation has been analyzed. It proposed a control scheme for inverter modules in parallel operation based on CAN Bus in the DSP chip (TI TMS320LF2407A), using the CAN for communication among electronic control units. The system has many good features, which make it a very promising candidate in terms of configuration flexibility, redundancy, robustness. The method of realizing this system based on CAN Bus in hardware and software will be described in detail in this paper.

**Keywords:** CAN Bus, DSP, inverter, parallel

## 1 引言

逆变电源的并联运行, 不仅可实现功率合成, 且易于组成积木式、冗余化、智能化的分布式大功率电源网络系统, 是电源技术发展的重要方向。现场总线控制技术可以方便地构建分布式逆变电源局域控制网, 使得交流电源系统从传统的集中式供电向分布式供电乃至智能电源系统供电模式发展, 是实现系统智能化控制的有效手段。本文介绍一种基于 CAN 现场总线的逆变电源的并联, 充分利用 TI 公司 TMS320LF2407A DSP 芯片的内部资源, 通过内嵌的 CAN 总线从各并联模块获取并解析现场控制数据, 响应现场强实时性操作, 实现对模块工作的调度监控。

## 2 逆变电源并联技术

实现逆变电源的并联运行, 其关键问题在于各逆变电源要共同分担负载电流, 即要实现逆变电源的均流运行。由于逆变电源模块并联运行组成的是交流电源供电系统, 各模块输出为交流信号, 因而, 它们之间的并联要比直流电源的并联运行复杂得多。逆变电源的并联需要满足 5 项条件, 即电压、频率、波形、相位和相序的相同, 只有这样才能消除环流、均分负载功率, 达到最佳的运行状态, 真正实现逆变电源并联。电源电压幅值与相位的差异都会引起逆变电源的电流差异, 因此, 同步运行和电流输出一致成为实现逆变电源并联控制要根本解决的问题。本设计采用内嵌在

TMS320LF2407A DSP 芯片中的 CAN 总线来实现并联逆变电源的同步运行和均流。

## 3 基于 DSP 的 CAN 总线设计

基于 CAN 总线的 DSP 控制逆变电源并联控制的硬件设计结构框图如 3-1 所示。DSP 根据采样获得的反馈值与给定值进行比较, 控制输出 PWM 脉冲, 驱动逆变桥功率开关, 输出频率、幅值、相位可调的正弦电压。CAN 控制器接收来自 CAN 总线的命令实现对并联逆变电源模块的控制。

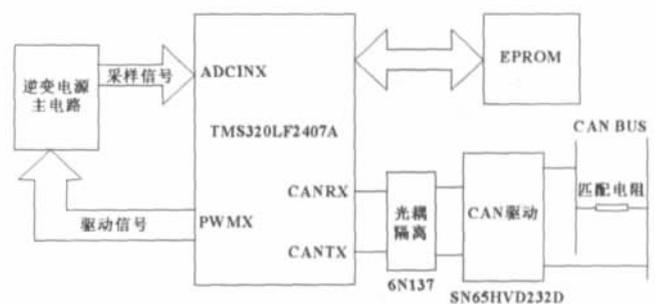


图 3-1 系统硬件结构

### 3.1 CAN 总线硬件设计

DSP 芯片 TMS320LF2407A 中内嵌了一个 CAN 控制器, CAN 总线通讯在本文实现的逆变器并联的实现中起到重要的作用, 它为并联运行提供了同步信号以及电流给定值的数据传送。当与 CAN 总线接口时, 必须配上 CAN 总线接受器, DSP 芯片 TMS320LF2407A 采用 3.3V 电源供电, TI 公司专门为 3.3 V 供电的 240x 系列 DSP 设计了 3 种型号的 CAN 总线收发器,

王晓寰: 硕士 助教

国家自然科学基金重点项目资助(50237020)

即 SN65HVD230、SN65HVD231 和 SN65HVD232。它们都是采用 3.3 V 电源, 总线上最多可连 120 个节点, 温度升高到一定值时, 总线自动关闭, 节点上电或移去对总线上的其他节点没有影响, 该系列器件支持传输速率高达 1Mbps。在本系统中就是选用了 SN65HVD232 作为 CAN 接受器, 它的引脚分布如图 3-2 所示。引脚 1(D)用于发送数据, 引脚 4(R)用于接收数据, 它们应分别连接到 DSP 芯片的 CANTX/IOP6 和 CANTX/IOP7。

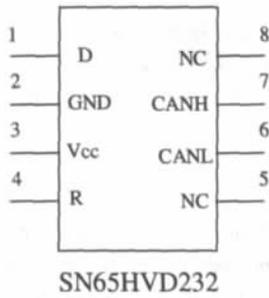


图 3-2 SN65HVD232 引脚分布图

技术创新

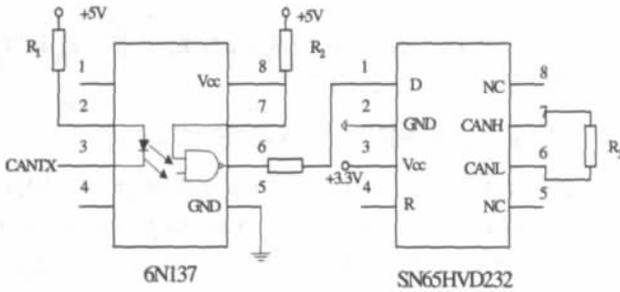


图 3-3 发送引脚隔离电路图

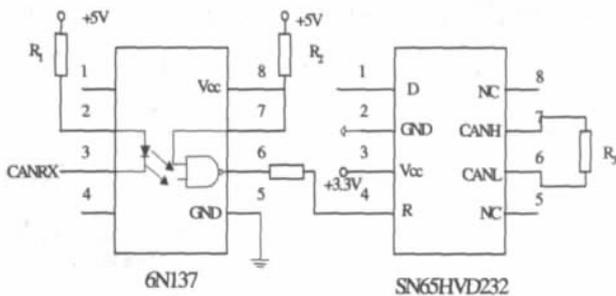


图 3-4 接收引脚隔离电路

为了进一步提高系统的抗干扰能力, 在两个 DSP 的 CAN 通讯之间使用了高速光耦 6N137 构成隔离电路如图 3-3, 3-4 所示。采用 6N137 高速光电耦合器, CAN 的网络速度可以达到和电阻网络驱动时的速度一样。数据发送隔离图中 CANTX 和数据接收隔离电路中的 CANRX 均为 DSP 上的引脚, CANTX 为 CAN 发送数据引脚, CANRX 为 CAN 接受数据引脚, 电路中的 R1 为限流电阻, 光耦 6N137 输入电流不能小于 7.5mA; 电阻 R2 为上拉电阻; 电阻 R3 为 CAN 总线网络两端的匹配电阻, 这里选取的是 120 电阻, 匹配电

阻起着相当重要的作用, 忽略掉它们, 会使系统数据通信的抗干扰性大大降低甚至无法正常工作。

### 3.2 CAN 总线软件设计

本设计采用争主的主从控制策略实现对并联逆变电源系统的通信。所有从模块的同步信号、电流瞬时幅值基准取自主模块。为了适应并联冗余的要求, 避免主模块故障导致整个系统的工作瘫痪, 主模块是动态确立的。每隔一定的时间, 各个模块都要广播一个“争主”请求, 如果尚未确立主模块、或者已经确立的主模块故障则最先发出“争主”请求的模块就可以成为新的主模块。利用争主主从控制的原则, 在某一主模块失效的情况下, 由其他从模块竞争成为主模块, 代替原有主模块的地位, 这样的机制可以保证整个系统不会因为一台通信主节点的瘫痪造成整个逆变模块通信系统的瘫痪。

对 TMS320LF2407A 的 CAN 控制器的编程主要是利用几个邮箱进行数据的接收和发送, 配置有 6 个邮箱, 2 个接收(0, 1 号), 2 个发送(4, 5 号), 2 个可配置(2, 3 号); 每个邮箱数据长度为 8B。设置邮箱 3 为发送非广播邮箱, 邮箱 2 为接收非广播信息邮箱, 邮箱 4 为发送广播的邮箱, 邮箱 0 为接收广播的邮箱。整个通信系统主要分为一个主节点和多个子节点, 其中邮箱 4, 在一定的时间定期以广播的形式向总线发送争主请求, 以探测主节点是否工作正常。邮箱 0 的功能就是接收并区分这两种信息, 并判断自身的地位, 决定是否利用邮箱 4 发送反对争主请求。邮箱 2 的主要功能是接收主节点的控制信息, 并且通知邮箱 3 发送响应的响应信息。在图 3-5 中给出了关于信息发送流程的描述。

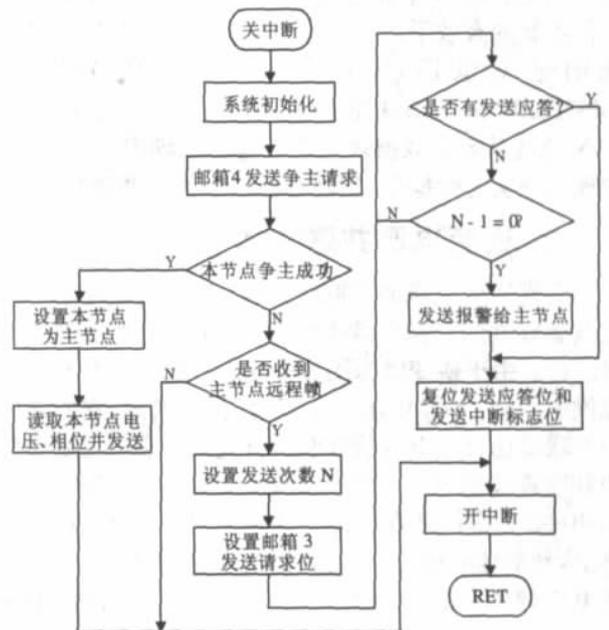


图 3-5 信息发送程序流程图

## 4 实验

根据本文提出的 CAN 现场总线的逆变电源并联

的控制方案,在两台逆变电源上进行了并联实验。图 4-1 为两台并联逆变电源输出电压,电压幅值 100V/格,图 4-2 为两台并联逆变电源输出电流,电流幅值 10A/格,表明均流效果很好。图 4-3 为从模块跟踪主模块的同步信号,图 4-4 显示的是主模块 CAN 总线发送的信号与从模块的 CAN 总线接收的信号,信号在传送过程中没有丢失,一致性非常好,达到了预期的效果。

## 5 结束语

本文的设计利用了 LF2407A 自身内嵌 CAN 总线控制技术方便地构建了分布式逆变电源局域控制网,不仅使逆变电源并联方法简便,同时为各模块提供了稳定可靠的数据通信,支持逆变电源的热插拔性,系统具有结构简洁、扩容方便、可靠性高的优点。

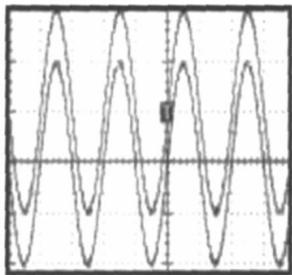


图 4-1 并联输出电压

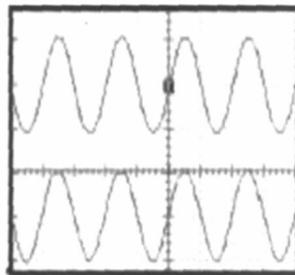


图 4-2 并联输出电流

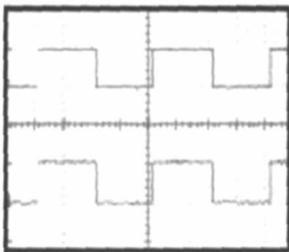


图 4-3 同步信号的跟踪

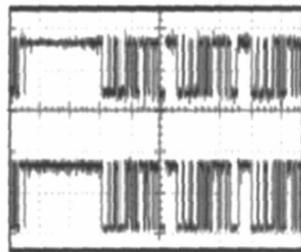


图 4-4 CAN 总线接收信号

本文作者创新点:充分利用数字信号处理器 DSP 内嵌的 CAN 现场总线实现了逆变电源的并联运行:

- (1) 应用 CAN 总线实现了争主模式的并联策略,同步信号和电流给定值等数据经 CAN 总线通讯完成;
- (2) 系统在硬件和软件设计方面比较深入研究了 CAN 总线在实际中的应用问题,制作了实验样机,实现了稳定运行;
- (3) 系统结构简单,扩容方便,便于实现冗余设计。

参考文献:

[1]田希晖,张玘,张连超,罗诗途. CAN 总线及其应用技术. 微计算机信息,2002,9:3-5

作者简介:王晓寰(1980-),女,汉,河北人,硕士,助教,研究方向为电力电子与电力传动.E-mail:fjzwxh@ysu.edu.cn;冯建周(1978-),男,回,河北人,硕士研究生,研究方向为计算机应用,网络;顾和荣(1964-),男,汉,博士研究生,副教授,研究方向为高频功率变换及控制技术;邬伟扬(1940-),男,教授,汉,博士生导师,研究方向为高频

功率变换、功率因数校正、电力传动。

Biography:Wang xiao-huan, female, the Han nationality, born in Hebei in 1980, master, teaching assistant, Yanshan University, the main research direction: power electronics and electric drive; Feng jian-zhou, male, the Hui nationality, born in Hebei province in 1978, postgraduation, Yanshan University, the main research direction: application of microcomputers, grid.

(066004 河北秦皇岛 燕山大学)王晓寰 冯建周  
顾和荣 邬伟扬

(Yanshan University, Qinhuangdao Hebei 066004, China)  
Wang Xiaohuan Feng Jianzhou Gu Herong Wu Weiyang  
通讯地址:(066004 河北省秦皇岛市 燕山大学电气工程学院)王晓寰

(收稿日期:2006.6.25)(修稿日期:2006.7.27)

(上接第 138 页)

## 5 结论

用 FPGA 实现的 NCO 具有设计灵活、精确度高、频率高和稳定性好等优点,可以产生各种调制信号,广泛应用于通信、遥测、电子对抗和仪表工业等领域。

本文作者创新点:和传统的用专用芯片产生各种调制信号的方法相比,在 FPGA 中用 NCO 实现各种调制信号的产生最主要的特点是设计灵活,同时具有精确度高、频率高和稳定性好等优点。

参考文献:

[1]NCO Compiler MegaCore Function User Guide Altera 2005.10.

[2]郭书军等. 嵌入式处理器原理及应用 北京 清华大学出版社 2004.10.

[3]陈风波,冒燕,李海鸿.基于 FPGA 的直接数字频率合成器的设计[J].微计算机信息,2006,2:189.

作者简介:郭书军(1963-),男,副教授,主要从事嵌入式系统的应用研究;臧淼(1977-),女,讲师,从事 EDA 方向的研究;张延华(1960-),男,教授,从事通信信号处理及无线接入等方面的研究工作。

Biography: Guo Shujun(1963-): male, associate professor, engaged in applied research of embedded system; Zang Miao(1977-): female, lecturer, engaged in research of EDA.

(100041 北京市北方工业大学信息工程学院)郭书军  
臧淼

(100022 北京市北京工业大学电子信息与控制工程学院)张延华

(College of Information Engineering, North China University of Technology, Beijing 100041) Guo Shujun Zang Miao  
(College of Electronic Information and Control Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100022) Zhang Yanhua

通讯地址:(100041 北京市北方工业大学信息工程学院)郭书军

(收稿日期:2006.6.27)(修稿日期:2006.7.25)