

# 虚拟化可重构综合接口技术

任选宏、徐锋、王武斌、胡永

(中国兵器工业集团第二〇七研究所)

**摘要:** 利用硬件辅助虚拟化和现场可重构技术, 提出了一种虚拟化可重构的综合接口实现方法。采用该技术, 将多种总线接口如 CAN、1553B、串行接口、K 接口、HDSL 等虚拟成为统一的网络接口, 使通用指挥终端支持不同总线接口设备的接入, 并可以支持车电系统, 指挥终端、战术终端、驾驶终端、武器控制终端等各种应用。

**关键词:** 虚拟化; 可重构; 综合接口

## 0 引言

在以往的指挥及火力控制系统中, 装备的功能确定以后, 系统的功能也随之确定, 系统的功能如果发生改变, 往往需要重新研制或进行复杂地改造, 无法随时改变。为了实现指控设备的灵活重组能力, 以系统需求与功能重新定义装备功能, 使装备能够随着系统的需求改变, 为系统的柔性重组提供技术支撑。因此我们对火控及指控系统的信息处理装备进行了初步的技术分析。针对技术分析提出了从硬件接口重构开展信息处理装备按照系统需求和定义进行重构的技术研究工作

通过对硬件接口的可重构研究, 提高设备的通用性; 通过接口的可重构, 使一台设备可以适应不同的系统、应用环境、使用要求和作战任务, 不仅可以减少设备的种类, 也便于指挥所快速部署和重组。

## 1 技术分析

虚拟设备在实现的过程中往往采用的是虚拟设备驱动一体化解决方案, 通过虚拟设备驱动完成设备功能转换和通信协议转换。如图 1 所示。

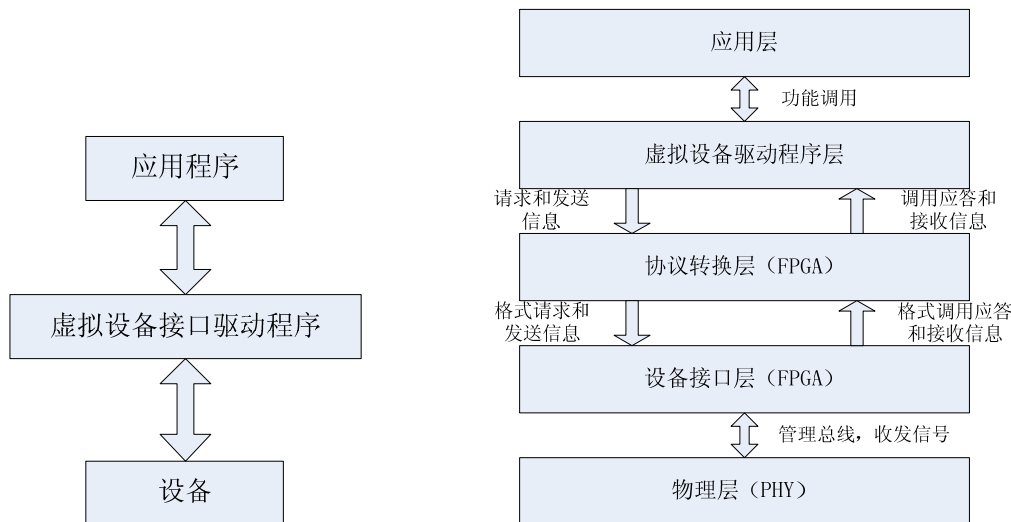


图 1 传统虚拟设备接口结构

图 2 虚拟多接口分层结构

这种方案的优点是结构简单, 在应用程序和物理设备之间只有一层。其使用方式和直接使用物理设备一致, 缺点则是虚拟设备驱动要完成应用程序交互、硬件交互、协议转换三部分工作, 会变得很复杂, 尤其是在协议转换比较复杂的情况下, 驱动程序运行在内核层, 对稳定性和安全性要求较高, 而且不方便调试。此外在这种模式下, 每种虚拟设备驱动只能用于单一类型接口转换, 扩展性也较差。所以这种模式比较适合一些简单的、单一设备接口转换。在牵涉到复杂协议的接口转换和多类型接口转换时则需要采用新的模式。

因此, 参照网络的 OSI 参考模型和 TCP/IP 模型, 数据库访问中间件等分层方式, 提出一种新的虚拟多接口分层结构。如图 2 所示, 虚拟多接口分层结构采用四层式结构, 分别是虚拟设备驱动层、协议转换层、设备接口层、物理层, 以下阐述各层次作用和层次间关系。

### 1.1 虚拟设备驱动程序层设计

设备驱动程序是一种可以使计算机和设备通信的特殊程序, 操作系统通过设备驱动程序用来将硬件本身的功能告诉操作系统, 完成硬件设备电子信号与操作系统及应用程序之间的互相翻译。简单的说驱动程序提供了硬件到操作系统的一个接口以及协调二者之间的关系。但这里不是一个普通的硬件设备, 而是一个可重构的综合接口设备。

虚拟设备驱动和普通设备驱动类似, 向上层提供一样的功能接口, 只是和下层的通信机制不同。虚拟设备不是向硬件发出指令或者请求数据, 而是将应用程序提交的请求传递到下一层(协议转换接口层)并等待应答。换句话说也就是虚拟设备驱动本身并不对操作系统的请求做处理, 而是做一个传递, 将请求传递到协议转换接口层, 并把收到的应答返回给操作系统。

### 1.2 协议转换层设计

协议转换层, 用于不同通信协议之间进行转换。主要完成两项工作, 一是将从虚拟设备驱动层传递过来的应用程序请求进行转换, 使得能够通过物理设备访问层传递下去并且能被物理层识别。二是将从物理设备接口层接收到的应答进行转换并传递到虚拟设备驱动层, 由虚拟设备驱动层返回给应用程序。协议转换层在可重构 FPGA 芯片内以协议转换 IP 核的形式存在, 对状态特别复杂的协议转换也可以在 FPGA 里利用软核 CPU 结合固件实现。

对一个虚拟设备系统来说, 目标设备是固定的, 改变的被转换的对象, 也就是物理设备, 所以虚拟设备驱动不需要作修改, 而只需要对协议转换层进行扩充。

虚拟设备驱动对同一类目标设备来说是一致的, 相对独立, 在进行多种设备到一种设备转换时可重用, 并且驱动程序只完成设备功能驱动、其复杂性也较低。

### 1.3 设备接口层设计

设备接口层和协议转换层一样, 是硬件之上的软件, 也在 FPGA 内部实现。

因为不同信息分发设备所使用的协议不同, 协议转换层也相应有所不同, 而不同接口的物理设备可能使用相同的协议, 所以把协议转换层和设备接口层分离, 以更好体现通用性和可移植性。不同的协议转换保持独立性, 从而使得系统的复杂度降低, 稳定性提高。设备接口层还可以将来自底层的 PHY 管理信息传递给配置管理模块软件。

### 1.4 物理层设计

物理层 (PHY) 主要作用是建立到物理设备的信道。采用 Link\_Port 接口标准和设备接口层实现数据收发和管理信息传递。例如一个 HDSL 的 PHY 模块在和设备接口层连接后, 通过管理总线接口 (IIC) 申请注册一个 HDSL 类型的 PHY 接口; 设备接口层将注册请求转发到配置管理模块, 配置管理模块检查活动的应用程序, 将其与相应的虚拟驱动程序进行绑定; 虚拟驱动程序请求协议转换层动态加载相应的协议转换 IP 核, 实现协议转换功能; 格式化后的信息则通过设备接口层的作用下和 PHY 模块实现正确传输。

## 2 技术实现方法

按照四层结构的思路, 利用虚拟化 IO 技术和硬件可重构技术设计虚拟化可重构综合接口模块, 设计思路借鉴软件无线电的设计思想, 实现具有极大应用灵活性的虚拟化可重构综合接口模块, 满足网络化条件下对关键信息装备的需求。

软件无线电是直接利用数字进行波形合成, 虚拟化可重构综合接口模块则面向信息域, 利用可重构的硬件模块实现不同的信息协议、接口。与软件无线电需要在最前端对天线按照波段进行分段适配相似, 虚拟化可重构综合接口模块利用外部的不同 PHY (物理层) 接口模块实现不同类型外部接口功能。

虚拟化可重构综合接口模块的技术体系结构如图 3 所示。

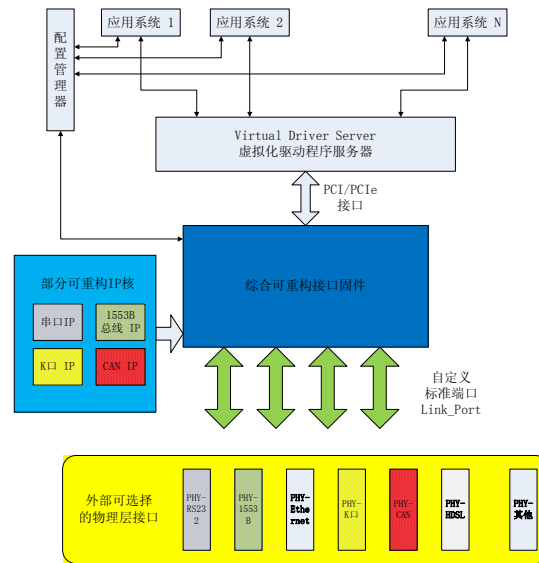


图3 虚拟化可重构综合接口模块体系结构图

虚拟化可重构综合接口模块体系结构的核心包括综合可重构接口固件和虚拟化驱动程序服务器。

其中综合可重构接口固件基于先进的现场可部分重构体系的FPGA芯片，通过配置管理器软件的合理调度实现不同信息接口类型的链路层和网络层协议，并在运行时根据外部接口所用的PHY模块类型自动协商进行重构平台的IP核动态加载和重构。

虚拟化驱动程序服务器负责实现应用层软件（APP）和外部接口相应的驱动程序的注册、加载、管理等。

外部的PHY（物理层）模块根据不同系统需求，可以是串口PHY，如RS232、RS422、RS485等；可以是CAN接口的PHY；可以是1553B总线的PHY；可以是K口的PHY；可以是HDSL的PHY等。所有这些PHY模块和综合可重构接口模块的接口则为自定义的标准接口---Link\_Port。Link\_Port接口是一种基于标准电平的串行接口，信号包括和PHY模块之间的数据收发信号、时钟信号和控制信号。Link\_Port接口同时提供PHY模块和综合可重构接口模块之间的管理接口（IIC总线），用于和配置管理器软件进行配置信息的协商和IP核的自动配置。

### 3 结束语

借鉴软件无线电的设计思路，利用硬件辅助虚拟化技术和基于FPGA的现场部分可重构技术，通过对分层的层间接口协议分析和设计，提出了一种虚拟化可重构的综合接口实现方法。可以利用该方法和技术实现多种不同种类的总线接口如CAN、1553B、串行接口、K接口、HDSL接口的综合接入功能，有效简化应用软件编程，并可减少通用指挥任务终端的设备类型。

#### 参考文献：

- [1].[美] Jesoph Mitola III。软件无线电体系结构：应用于无线系统中的面向对象的方法，机械工业出版社，2003年。
- [2].徐光辉，程东旭，黄如。基于FPGA的嵌入式开发与应用，电子工业出版社，2006年。