

TD-SCDMA 分布式基站射频拉远模块的研究和设计

乐黎黎, 孟利民, 华惊宇

(浙江工业大学 信息工程学院, 浙江 杭州 310032)

摘要: 分布式基站是当前移动通信发展的潮流, 是我国即将大力发展的 TD-SCDMA 通信网络的重要组成部分。它是基站的延伸, 其射频拉远单元 RRU 可以放置在地铁、边远地区等信号盲区, 对提高网络的覆盖能力起着重要的作用。鉴于此, 对 TD-SCDMA 分布式基站的优势和系统设计作了描述, 并对基于软件无线电技术的分布式基站射频拉远单元(RRU)的设计结构和数据的速率做了重点论述。

关键词: 分布式基站; 射频拉远模块; 公共射频接口规范; TD-SCDMA

中图分类号: TN014

文献标识码: A

文章编号: 1006-4303(2008)02-0166-03

Research on RRU in the TD-SCDMA distributed base station

LE Li-li, MENG Li-ming, HUA Jing-yu

(College of Information Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310032, China)

Abstract: The distributed base station is the current trend of mobile communication development and it is an important part of the TD-SCDMA communications Network in China. It is the extension device of the base station and can be placed in the signal blind zone, such as Metro and remote area. It plays an important role to improve the network coverage. The advantages and system design of the distributed base station is discussed in this paper. The structure design and RRU rate in RRU based on the software radio technology are emphasized.

Key words: distributed base station; RRU; CPRI; TD-SCDMA

0 引言

随着计算机的快速发展, 小数据量的通信能力已经不能满足人们丰富的业务需求, 窄带数字系统正逐步向第三代宽带数字移动通信系统(WCDMA/CDMA2000/TD-SCDMA)演进。目前, 我国已经开始了 3 G 商用的预建设, 从而为基站设备的发展提供了强大的动力。

第一代 3 G 基站的设备以单载频扇区配置为

主, 大部分采用室内宏蜂窝基站。随着几个关键技术如基带处理技术、功放技术、高速率接入技术与射频拉远技术的重大突破, 基站性能大幅度提高, 现在已经进入了新一代 3 G 基站时代。为满足 3 G 越来越复杂的网络规划要求, 基站的形态也开始向多样化发展。人们希望基站在性能不断提升的同时, 不断压缩体积与重量, 并且希望基站的几个模块能够按照需要进行灵活组合, 这直接导致分布式基站的发展^[1]。分布式基站是一种新型基站形式, 它采用射频拉远技术, 将传统基站中的基带与射频分离, 将射频

收稿日期: 2007-09-18

基金项目: 浙江省科技厅资助项目(2007C2126)

作者简介: 乐黎黎(1982—), 女, 浙江杭州人, 硕士研究生, 主要从事软件无线电和 TD-SCDMA 技术。

拉远单元(RRU)安装在天线端,通过光纤连接到宏基站或独立的基带单元.这种模式下的 RRU 是一种室内、外一体化设备,具有容量大、易安装、环境适应性强的特点.

分布式基站^[2]优势首先在于它的体积更小,这很大程度上满足网络部署过程中对设备灵活性的要求.其次射频与基带分离是目前大多数新型基站产品的共性.这种变化使得基站的利用率大大提高.而且射频模块与基带处理的分离,使基站在容量分配和扩容上更加灵活.另外,在不同基站或者管理模块之间可以采用光纤进一步组网,这对整个网络的性能又是一个极大地提升.并且,分布式基站还可以对网络覆盖容量实现较大程度的“动态管理”,减少网络覆盖的复杂度,加大管理和存储能力,这将对运营商在 3 G 和 3 G 以后的业务发展产生积极的作用.

当前针对 TD-SCDMA 标准^[3]的基站技术研究还不充分,还有较多实际问题需要解决,其中之一就是分布式基站的研究.因此,针对 TD-SCDMA 分布式基站进行研究,试图为 TD-SCDMA 在今后几年内的应用探索一些有用的结果.图 1 为 TD-SCDMA 分布式基站的结构图,射频拉远单元 RRU 可以放置在多层商场,地铁,边远地区等信号盲区,在 RRU 中将射频信号转化为基带信号,并将基带信号通过光纤传输到基站,由基站对基带信号进行处理.

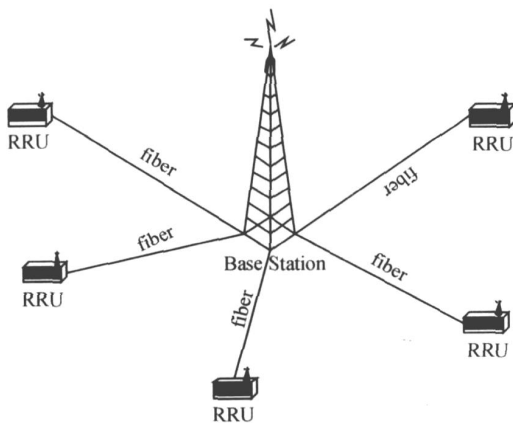


图 1 分布式基站结构图

Fig. 1 Structure of distributed base station

1 系统设计方案

本设计把传统基站中的基带与射频分离,将射频拉远模块(RRU)安装在天线端,它作为基站的延

伸,把基站覆盖范围之外的无线信号进行射频和中频处理后,通过光纤信道传输到基站,让基站只进行基带信号的处理.

射频远端模块(RRU)采用软件无线电技术,目前受器件的限制,射频直接采样还不现实,因此在中频部分对信号进行数字化处理,输出的数字基带信号直接在 RRU 和基站间传递. RRU 和宏基站间相互传送的信号是数字基带 I/Q 信号.为了在一条传输线路上同时传送多路数据,需要有一个成帧器模块对基带信号进行复用和解复用.该模块需支持 CPRI (Common Public Radio Interface) 或 OBSAI (Open Base Station Architecture Initiative) 接口规范^[4],这两个规范都定义了数字基带信号的传输格式而且都对 RRU 的远端维护等功能作了定义.

下面主要介绍基于软件无线电^[5]架构的分布式基站射频拉远单元(RRU)的设计方法.

1.1 上行设计系统

设计采用智能天线收发数据,智能天线是一种基于自适应天线原理的移动通信新技术,可以自适应地调整其方向图以跟踪信号的变化.天线阵列有均匀圆柱排列的 8 个天线振子构成,因此要处理 8 路天线的的数据.上行系统设计如图 2 所示:

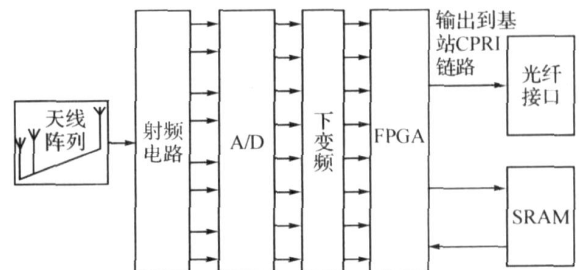


图 2 上行系统设计图

Fig. 2 Up-line system design

从智能天线传来的 8 路天线信号经射频模块后转变为 8 路中频模拟信号,经 A/D 采样芯片后输出 8 路并行采样数据,8 路并行采样数据再通过下变频芯片转化为基带 I/Q 信号,FPGA 作为成帧器,将下变频传来的基带信号根据 CPRI 协议打包成帧,通过光纤传输给基站,这里 FPGA 先通过控制读写信号将下变频传来的数据暂存到 SRAM 芯片,再以 CPRI 要求的 I/Q 数据格式输出,同时 FPGA 还需要负责时钟提取,帧头定位以及其它一些 CPRI 协议规定的控制功能.

本设计拟采用双路输入输出的 ADI 公司的 A/D 采样芯片 AD10465,该芯片采样速率最大可以达到

65 M,量化位宽为 14 位,并行输出.芯片内封装了两块 AD6644 芯片,并保持良好的幅度和相位一致性.下变频芯片采用 ADI 公司的 AD6620,SRAM 选用 IDT 公司新推出的高速同步双口静态存储器 IDT70V9289.

1.2 下行系统设计

下行是一个相反的过程,从基带传来的数据经 FPGA 的解复用,提取出 8 路 I/Q 数据缓存到 SRAM 中,再由 FPGA 控制将其分别输出到上变频芯片变为中频数字信号,经过 D/A 芯片生成模拟中频信号,由射频电路调制到射频信号后,由智能天线发射出去.这里基站传来的数据一般经过 8 倍过采样,TD-SCDMA 的码片速率为 1.28 M,因此输入上变频的每路并行数据速率为 10.24 M.上变频芯片可选用有 ADI 公司的 AD6633,DAC 芯片选用 ADI 公司的 DAC5687.

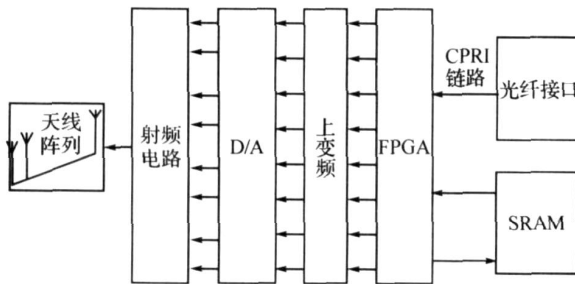


图 3 下行系统设计图

Fig. 3 Down-line system design

2 速率匹配

在本设计中,中频数字采样率的选择对于整个系统参数的制定有着十分重要的作用,下面介绍本系统的各个数据速率的匹配.

2.1 上行速率匹配

我们将上行的系统细化,取出一路来计算速率,如图 4 所示.

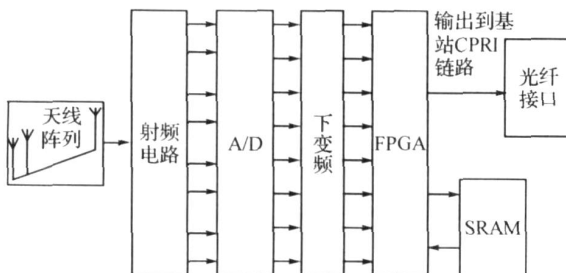


图 4 上行速率匹配

Fig. 4 Up-line rate matching

CPRI 规范定义一个基本帧的速率 3.84 M,而 TD-SCDMA 数据速率为 1.28 M,一般要求至少有 4 倍的过采样,因此不失一般性我们取下变频芯片输出的 I/Q 信号速率为 7.68 M,6 倍过采样,由于是 CPRI 帧速的三倍,易于时钟提取与数据存取传输.

我们令 RF 混频后中频为 70 MHz,根据采样定律,设定 ADC 的采样时钟为 61.44 MHz,这个时钟信号同时作为下变频芯片的时钟,ADC 采样输出的并行数据以 61.44 M 的速率输入下变频芯片,输出 61.44 M 的并行基带 I/Q 数据. K 为抽取率,我们设定为 8,从而输出数据的速率为 7.68 M,不同采样因子所需 K 不同.

FPGA 先将基带数据缓存到外部 SRAM 芯片中,然后控制 I/Q 数据,C & M 数据和同步数据复用到规定的 CPRI 帧的各个时隙上,实现数据成帧.帧数据再进行 8 b/10 b 编码和并串转换,发给光模块,以 3.84 M/S 的帧速率通过光纤传输到基站.

2.2 下行速率匹配

首先 FPGA 将从光模块接收到的信号解复用,提取出 I/Q 数据,转存到外部 SRAM.下行接收的 I/Q 信号是经过 8 倍过采样的,因此 FPGA 从 SRAM 中读取并输入上变频芯片的数据速率为 10.24 M,I/Q 数据交替输出.系统时钟 $SYCLK = 2N * CLKIN$,这里的 CLKIN 为输入时钟频率,N 为插因子,我们设定 $N = 8$,那么 $SYCLK = 10.24 M * 8 = 81.92 M$,输出载频 $F_{out} = (FTWORD * SYCLK) / 2^{32}$,我们将频率控制字 (FTWORD) 进行计算设定,即可以得到所需要的中频模拟输出信号,并将其输入到射频电路.

3 结论

TD-SCDMA 作为首个由我国提出的第三代移动通信国际标准之一,有其巨大的优势和商用性.由于采用了智能天线、软件无线电、接力切换等领先技术,TD-SCDMA 具有频谱利用率高、系统容量大、数据传输能力强、呼吸效应不明显、满足绿色环保要求,适应各种复杂环境及一系列优异性能.分布式基站为 TD-SCDMA 的网络覆盖增加了的轻便灵活性,实现较大程度的“动态管理”,减少网络覆盖的复杂度,加大管理和存储能力,对运营商在 3 G 和 3 G 以后的业务发展具有积极的作用.

(下转第 173 页)

共享的重要手段.通过这种动态关联为多样化异构产品信息之间的沟通建立了新的联系桥梁,并且能够根据需要在过程中进行动态的调整改变.

XML 语言的优越性在于实现了数据描述与数据表现的相分离,从而为实现信息重组提供了便利,XML 可扩展性给我们实现产品信息表达提供了高度的灵活性,但是这种高度灵活性同时给信息约束完整性的保证带来一定的困难.我们需要有一种较为严格的约束表示方法,同时需要制定一种约束规范,这样给产品的各种动态关联提供了统一遵循的规则以便实现对这种关联进行有效的控制与约束.

根据上述情况,我们提出了层次分形-扩展超链相结合的基元模型,在该基础上提出了统一的产品信息 DTD 结构.为保证与 XML 语言相关规范的一致,借鉴了 XML-QL 语法的表示方法,给出了相应的约束规则,从而能够充分利用 XML 语言的相关规范如 XSL T、XML-QL 等实现所需的关联.

4 结束语

异构产品信息 XML 交换的实现解决了分布式企业环境下异构信息的网上快速交换问题.它克服了传统的产品信息网上交换与共享存在的一些缺陷,主要表现在以下几个方面:

(1) 不同异构系统之间,系统与用户之间均采用 XML 信息描述方式,统一采用了 XML 文档作为信息交换格式,从而减少了不同系统间以及系统与用户间的信息转换冗余,克服了信息集成方法不统一的缺陷.

(2) 通过统一的 XML 交换方式,可以真正实现跨平台在不同系统间的信息双向传递功能,克服了原有 HTML 单向集成的缺陷.

(3) 提供了系统的开放性功能,不仅可以实现在组织内部的不同企业间信息交换,而且还可以实现不同组织间不同企业的信息交换,从而克服了原有非组织内的企业间信息交换困难的问题.

(4) 真正解决了分布式异构环境的平台异构性、系统异构性、信息异构性的信息快速交换问题.

(4) 真正解决了分布式异构环境的平台异构性、系统异构性、信息异构性的信息快速交换问题.

参考文献:

- [1] W3C. Extensible markup language (XML1. 0) [EB/OL]. [1998-02-10]. <http://www.w3.org/TR/1998/REC-xml>.
- [2] AGARWAL S, HANDSCHUH S, STAAB S. Surfing the service web[J]. Second International Semantic Web Conference, 2003, 287:211-226.
- [3] FELIX METZGER. The challenge of capturing the semantics of STEP data models precisely[EB/OL]. <http://www.ladseb.pd.cnr.it/infor/Ontology/Baselpapers/Metzger.pdf>. 2004.
- [4] 简@峰,谭建荣.一种面向 XML 表达的 WEB 数据模型[J].计算机研究与发展,2002,39(2):192-198.
- [5] 简@峰,谭建荣.基于 XML 的 STEP 产品数据网上描述与识别[J].计算机辅助设计与图形学学,2001,13(11):983-990.

(责任编辑:翁爱湘)

(上接第 168 页)

参考文献:

- [1] 李鲲鹏.一种新型无线基站——软基站介绍[J].现代有线传输,2005,1(5):38-40.
- [2] 曹世强.OTSR,RRU 及直放站在移动通信中的应用探讨[J].通信世界,2005,1(37):45-47.
- [3] 李小文,李贵勇,陈贤亮. TD-SCDMA 第三代移动通信系统、信

令及实现[M].北京:人民邮电出版社,2003.

- [4] 吴泽民.3G 数字直放站的研究与设计[J].移动通信,2005,29(7):74-76.
- [5] 杨小牛,楼才义,徐建良.软件无线电原理及其应用[M].北京:电子工业出版社,2001.

(责任编辑:翁爱湘)