



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109547096 B

(45) 授权公告日 2021.12.07

(21) 申请号 201811599855.5

H04L 12/741 (2013.01)

(22) 申请日 2018.12.26

H04L 29/12 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109547096 A

(56) 对比文件

CN 108881029 A, 2018.11.23

CN 102831089 A, 2012.12.19

CN 102118456 A, 2011.07.06

EP 1746731 A1, 2007.01.24

US 5736959 A, 1998.04.07

US 2018160311 A1, 2018.06.07

US 2017331577 A1, 2017.11.16

(43) 申请公布日 2019.03.29

(73) 专利权人 西安空间无线电技术研究所

地址 710100 陕西省西安市西街150号

(72) 发明人 马伟 肖嵩 田洲 刘晓旭 范继

惠蕾放 何婧

审查员 方晴

(74) 专利代理机构 中国航天科技专利中心

11009

代理人 武莹

(51) Int. Cl.

H04B 7/185 (2006.01)

H04L 12/721 (2013.01)

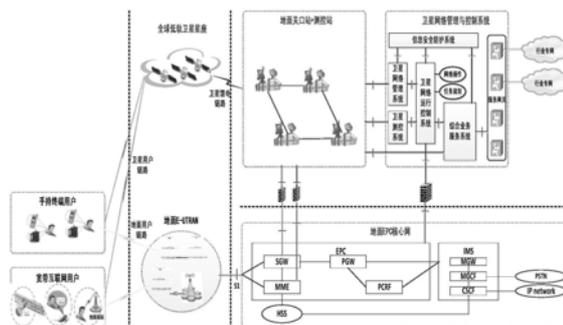
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

一种适用于全球低轨卫星星座的编址与路由方法

(57) 摘要

一种适用于全球低轨卫星星座的编址与路由方法,首先划分全球低轨卫星星座系统组织结构,然后进行单一系统多平行地址空间独立编址,最后搭建全球低轨卫星星座路由。本发明通过单一系统多平行地址空间独立编址方法,将同一个系统划分为多个地址空间,各自独立编址,从而将复杂的用户地址管理问题与低轨卫星星座本身解耦,解决了端口/网段匹配与用户地址管理问题,与现有技术相比充分考虑了全球低轨卫星星座系统的任务需求和卫星系统的能力特点,方法简单高效,具有工程可行性。



1. 一种适用于全球低轨卫星星座的编址与路由方法,其特征包括如下步骤:

(1) 划分全球低轨卫星星座系统组织结构;将终端用户、地面EPC核心网、卫星网络管理与控制系统划归为第一地址空间,将全球低轨卫星星座、地面关口站划归为第二地址空间;

(2) 进行单一系统多平行地址空间独立编址;具体方法为:在第一地址空间中采用链路层MAC地址、网络层IP地址的编址方法,使用MAC地址和IP地址进行寻址转发;第二地址空间采用基于节点身份标识的编址方法,每个卫星节点、地面关口站使用分配的唯一NODE-ID进行寻址转发;当同一地址空间中的两个节点间的通信数据需要通过另一个平行地址空间中的节点转发时,将数据发送给当前能够接入的另一平行地址空间边界节点,数据在另一平行地址空间内的路由交换与寻址转发过程独立实现;

(3) 搭建全球低轨卫星星座路由,具体方法为:为第一地址空间包括的终端用户、地面EPC核心网、卫星网络管理与控制系统分配MAC地址和IP地址,采用链路层MAC地址、网络层IP地址进行寻址转发;为第二地址空间中全球低轨卫星星座包括的卫星路由交换设备与地面关口站分配唯一的身份标识NODE-ID,其中,第二地址空间中全球低轨卫星星座包括的卫星路由交换设备与地面关口站没有按端口分配的MAC地址和IP地址;构建卫星-星下用户MAC映射表、域内路由表+星间馈电链路端口-邻居节点映射表、星下用户MAC-卫星逻辑信道映射表,实现卫星路由交换设备与地面关口站的数据路由交换与寻址转发。

2. 根据权利要求1所述的一种适用于全球低轨卫星星座的编址与路由方法,其特征在于:所述的终端用户包括手持终端用户、宽带互联网用户,终端用户通过星地用户链路接入全球低轨卫星星座,再通过地面关口站接入地面EPC核心网,或者通过地面用户链路接入地面增强基站,再通过有线链路直接接入地面EPC核心网。

3. 根据权利要求2所述的一种适用于全球低轨卫星星座的编址与路由方法,其特征在于:所述的全球低轨卫星星座包括的卫星路由交换设备,实现接入控制、无线资源分配、波束跨星切换时的资源调配、数据的路由与传输交换;地面关口站,实现卫星与地面EPC核心网间的接口业务协议适配与转换,星地业务数据、控制信息的转发;地面EPC核心网,实现用户注册、鉴权、移动性管理、语音与数据业务处理、计费功能;卫星网络管理与控制系统,实施卫星测控、卫星星座的管理控制。

4. 根据权利要求1所述的一种适用于全球低轨卫星星座的编址与路由方法,其特征在于:所述的卫星-星下用户MAC映射表由地面EPC核心网生成并周期通告给第二地址空间中的每台卫星路由交换设备,包括各个卫星路由交换设备身份标识号、星下用户MAC地址列表。

5. 根据权利要求4所述的一种适用于全球低轨卫星星座的编址与路由方法,其特征在于:所述的域内路由表包括当前卫星路由交换设备身份标识号、目的卫星路由交换设备身份标识号、下一跳卫星路由交换设备身份标识号,星间/馈电链路端口-邻居节点映射表包括当前卫星路由交换设备身份标识号、邻居卫星路由交换设备身份标识号、端口映射关系,星下用户MAC-卫星逻辑信道映射表由卫星路由交换设备生成,包括卫星路由交换设备身份标识号、星下用户MAC地址列表、用户占用逻辑信道号。

6. 根据权利要求5所述的一种适用于全球低轨卫星星座的编址与路由方法,其特征在于:根据步骤(3)搭建的全球低轨卫星星座路由后,业务数据星上路由转发的方法为:

(1) 假设卫星NODE-1的用户11与卫星NODE-3的用户31通信,控制用户11计算得到用户

31的MAC地址,再按照卫星链路帧格式对需要传输的数据进行封装,并填写计算得到的目的MAC,将数据帧发送给卫星NODE-1;

(2) 当卫星NODE-1接收到用户11发送的数据帧后,将卫星链路帧帧头目的MAC作为检索值,在卫星-星下用户MAC”映射表中查找得到用户31所在卫星的NODE-ID;

(3) 控制卫星NODE-1在用户11发送的数据帧前添加包括目的NODE卫星NODE-3的内部帧头,得到数据包;

(4) 控制卫星NODE-1将目的NODE作为检索值,在域内路由表中查找得到下一跳卫星NODE-ID-i;其中,i为正整数;

(5) 将NODE-ID-i作为检索值,在星间/馈电链路端口-邻居节点映射表中查找,得到下一跳卫星的输出端口,并将数据包由输出端口输出至卫星NODE-ID-i;

(6) 控制卫星NODE-ID-i收到转发数据包后,将目的NODE作为检索值得到其对应的下一跳卫星NODE-ID-j;其中,j为正整数且不等于i;控制卫星NODE-ID-i检索得到下一跳卫星NODE-ID-j对应的输出端口,将数据包由输出端口输出;

(7) 重复步骤(6)直至目的NODE收到转发数据包;

(8) 控制目的NODE去除卫星11添加的内部帧头,用目的MAC值在星下用户MAC-卫星逻辑信道映射表中检索查找,得到目的MAC占用的下行逻辑信道,将数据包通过对应逻辑信道的下行链路发送给最终用户31。

一种适用于全球低轨卫星星座的编址与路由方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种适用于全球低轨卫星星座的编址与路由方法,属于卫星通信领域。

背景技术

[0002] 全球低轨卫星星座系统由分布于多个轨道基于星间链路互联的多颗卫星组成,系统与地面网络相比存在着显著差异,同时也带来了一系列设计难题,集中体现在以下几个方面:

[0003] 1) 星座传输链路形式为无线链路,无线链路带来了更大的丢包率、传输时延等,同时完全改变了网络组织结构。地面路由交换设备每个端口对应一个网段,通常连接一台特定类型的网络设备;而在卫星系统中每个端口通常对应一个或多个波束,需要同时连接多个不同类型的网络设备,上述特性使得地面现有的网络模型与路由协议无法直接应用;

[0004] 2) 星座拓扑周期变化,卫星节点高速移动。低轨卫星星座涉及多个轨道面,卫星间的星间链路、卫星与用户间的星地用户链路及卫星与地面关口站间的星地馈电链路周期断续、规律变化。地面网络中一个系统只使用一个地址空间,系统内采用一套统一的编址方法;同时地面网络中的路由交换设备按端口划分网段,每个端口均需配置单独的IP和MAC地址;对于全球低轨卫星星座系统而言,如果采用地面网络现有的编址和路由方法,卫星与用户及卫星之间的相对快速移动,将带来极其复杂的端口/网段切换匹配和地址管理问题;同时现有的二层路由方法不区分端口,三层路由方法从处理复杂度和性能等方面均难以满足全球低轨卫星星座系统的任务要求;

[0005] 3) 卫星系统资源有限、处理能力受限。受空间辐照环境影响,卫星路由交换设备在元器件选用方面受到很大限制,造成卫星资源和处理能力受限;因此低轨卫星星座系统所设计采用网络协议,协议报文交互不能过于频繁、计算处理开销不能过高。

发明内容

[0006] 本发明解决的技术问题是:克服地面网络现有编址和路由方法应用于全球低轨卫星星座系统带来的问题,提供一种适用于全球低轨卫星星座的编址和路由方法,解决卫星与用户及卫星之间相对快速移动带来的端口/网段切换匹配和地址管理问题,同时以低开销代价解决低轨卫星星座路由问题。

[0007] 本发明的技术方案是:一种适用于全球低轨卫星星座的编址与路由方法,包括如下步骤:

[0008] (1) 划分全球低轨卫星星座系统组织结构;

[0009] (2) 进行单一系统多平行地址空间独立编址;

[0010] (3) 搭建全球低轨卫星星座路由。

[0011] 所述的全球低轨卫星星座系统包括全球低轨卫星星座、地面关口站、终端用户、地面EPC核心网、卫星网络管理与控制系统。

[0012] 所述的终端用户包括手持终端用户、宽带互联网用户,终端用户通过星地用户链路接入全球低轨卫星星座,再通过地面关口站接入地面EPC核心网,或者通过地面用户链路接入地面增强基站,再通过有线链路直接接入地面EPC核心网。

[0013] 所述的全球低轨卫星星座包括的卫星路由交换设备,实现接入控制、无线资源分配、波束跨星切换时的资源调配、数据的路由与传输交换;地面关口站,实现卫星与地面EPC核心网间的接口业务协议适配与转换,星地业务数据、控制信息的转发;地面EPC核心网,实现用户注册、鉴权、移动性管理、话音与数据业务处理、计费功能;卫星网络管理与控制系统,实施卫星测控、卫星星座的管理控制。

[0014] 所述的划分全球低轨卫星星座系统组织结构的方法为:

[0015] (1) 将全球低轨卫星星座系统划分为多个平行地址空间,其中,每个平行地址空间采用独立统一的编址方法;

[0016] (2) 将每个平行地址空间作为一个独立的整体,多个平行地址空间通过彼此之间的边界节点进行通信。

[0017] 所述的进行单一系统多平行地址空间独立编址的方法为:

[0018] (1) 将终端用户、地面EPC核心网、卫星网络管理与控制系统划归为第一地址空间,在第一地址空间中采用链路层MAC地址、网络层IP地址的编址方法,使用MAC地址和IP地址进行寻址转发;

[0019] (2) 将全球低轨卫星星座、地面关口站划归为第二地址空间,第二地址空间采用基于节点身份标识的编址方法,每个卫星节点、地面关口站使用分配的唯一NODE-ID进行寻址转发。

[0020] 所述的搭建全球低轨卫星星座路由的方法为:

[0021] (1) 为第一地址空间包括的终端用户、地面EPC核心网、卫星网络管理与控制系统分配MAC地址和IP地址,采用链路层MAC地址、网络层IP地址进行寻址转发;

[0022] (2) 为第二地址空间中全球低轨卫星星座包括的卫星路由交换设备与地面关口站分配唯一的身份标识NODE-ID,其中,第二地址空间中全球低轨卫星星座包括的卫星路由交换设备与地面关口站没有按端口分配的MAC地址和IP地址;

[0023] (3) 构建卫星-星下用户MAC映射表、域内路由表+星间馈电链路端口-邻居节点映射表、星下用户MAC-卫星逻辑信道映射表,实现卫星路由交换设备与地面关口站的数据路由交换与寻址转发。

[0024] 所述的卫星-星下用户MAC映射表由地面EPC核心网生成并周期通告给第二地址空间中的每台卫星路由交换设备,包括各个卫星路由交换设备身份标识号、星下用户MAC地址列表。

[0025] 所述的域内路由表包括当前卫星路由交换设备身份标识号、目的卫星路由交换设备身份标识号、下一跳卫星路由交换设备身份标识号,星间/馈电链路端口-邻居节点映射表包括当前卫星路由交换设备身份标识号、邻居卫星路由交换设备身份标识号、端口映射关系,星下用户MAC-卫星逻辑信道映射表由卫星路由交换设备生成,包括卫星路由交换设备身份标识号、星下用户MAC地址列表、用户占用逻辑信道号。

[0026] 根据步骤(3)搭建的全球低轨卫星星座路由后,业务数据星上路由转发的方法为:

[0027] (1) 假设卫星NODE-1的用户11与卫星NODE-3的用户31通信,控制用户11计算得到

用户31的MAC地址,再按照卫星链路帧格式对需要传输的数据进行封装,并填写计算得到的目的MAC,将数据帧发送给卫星NODE-1;

[0028] (2)当卫星NODE-1接收到用户11发送的数据帧后,将卫星链路帧帧头目的MAC作为检索值,在卫星-星下用户MAC”映射表中查找得到用户31所在卫星的NODE-ID;

[0029] (3)控制卫星NODE-1在用户11发送的数据帧前添加包括目的NODE卫星NODE-3的内部帧头,得到数据包;

[0030] (4)控制卫星NODE-1将目的NODE作为检索值,在域内路由表中查找得到下一跳卫星NODE-ID-i;其中,i为正整数;

[0031] (5)将NODE-ID-i作为检索值,在星间/馈电链路端口-邻居节点映射表中查找,得到下一跳卫星的输出端口,并将数据包由输出端口输出至卫星NODE-ID-i;

[0032] (6)控制卫星NODE-ID-i收到转发数据包后,将目的NODE作为检索值得到其对应的下一跳卫星NODE-ID-j;其中,j为正整数且不等于i;控制卫星NODE-ID-i检索得到下一跳卫星NODE-ID-j对应的输出端口,将数据包由输出端口输出;

[0033] (7)重复步骤(6)直至目的NODE收到转发数据包;

[0034] (8)控制目的NODE去除卫星11添加的内部帧头,用目的MAC值在星下用户MAC-卫星逻辑信道映射表中检索查找,得到目的MAC占用的下行逻辑信道,将数据包通过对应逻辑信道的下行链路发送给最终用户31。

[0035] 本发明与现有技术相比的优点在于:

[0036] (1)本发明中的单一系统多平行地址空间独立编址方法,将同一个系统划分为多个地址空间,各自独立编址,从而将复杂的用户地址管理问题与低轨卫星星座本身解耦,解决了端口/网段匹配与用户地址管理问题;

[0037] (2)本发明中的新型全球低轨卫星星座路由实现方法,基于身份标识结合三级映射表设计,解决了现有的二层路由方法不区分端口,三层路由按端口划分网段,为每个端口分配独立的MAC地址和IP地址的方法应用于全球低轨卫星星座时,带来的端口/网段频繁切换匹配、地址管理复杂、星上计算开销过高、路由难以快速收敛等问题;

[0038] (3)本发明充分考虑了全球低轨卫星星座系统的任务需求和卫星系统的能力特点,方法简单高效,具有工程可行性。

附图说明

[0039] 图1为本发明的全球低轨卫星星座系统组织结构示意图;

[0040] 图2为本发明的全球低轨卫星星座系统通信链路分类示意图;

[0041] 图3为本发明的单一系统多平行地址空间独立编址方法示意图;

[0042] 图4为本发明的全球低轨卫星星座路由实现方法与地面路由实现方法对比示意图。

具体实施方式

[0043] 本发明针对现有技术的不足,提出了一种适用于全球低轨卫星星座的单一系统多平行地址空间独立编址方法,解决了地面用户和星上路由交换设备地址频繁更换与网内寻址问题;同时,基于该编址方法,提出了一种新型的全球低轨卫星星座路由实现方法,以低

开销代价解决了低轨卫星星座网内路由问题。

[0044] 本发明涉及三方面的问题：(1) 全球低轨卫星星座系统组织结构与功能划分；(2) 单一系统多平行地址空间独立编址方法；(3) 一种新型的全球低轨卫星星座路由实现方法。

[0045] 如图1所示为本发明的全球低轨卫星星座系统组织结构示意图，如图2所示为本发明的全球低轨卫星星座系统通信链路分类示意图，全球低轨卫星星座系统包括低轨卫星星座(含有卫星路由交换设备等)、地面关口站、各类终端用户(手持终端用户、宽带互联网用户等)、地面EPC核心网、卫星网络管理与控制系统。

[0046] 手持终端用户、宽带互联网用户可通过两种渠道接入系统并获取服务：

[0047] 1) 通过星地用户链路接入全球低轨卫星星座，再由星地馈电链路通过地面关口站接入地面EPC核心网；

[0048] 2) 通过地面用户链路接入地面E-UTRAN(地面增强基站)，再通过有线链路直接接入地面EPC核心网。

[0049] 在业务处理方面，系统各组成部分负责实现的功能说明如下：

[0050] 1) 卫星路由交换设备：负责实现业务接入控制、无线资源分配、波束/跨星切换时的资源调配、数据的路由与传输交换等；

[0051] 2) 地面关口站：负责实现卫星与地面EPC核心网间的接口/业务/协议适配与转换、星地业务数据、控制信息等的转发；

[0052] 3) 地面EPC核心网：负责实现用户注册、鉴权、移动性管理、话音与数据业务处理、计费等功能，即：与用户及业务相关的控制功能主要由地面EPC核心网实现；

[0053] 4) 卫星网络管理与控制系统：负责实施卫星测控、卫星星座的操作与管理控制等功能。

[0054] 参照图3，单一系统多平行地址空间独立编址方法描述如下：

[0055] 1) 将全球低轨卫星星座系统划分为多个平行地址空间(如：两个)，每个地址空间内采用独立统一的编址方法；

[0056] 2) 将每个平行地址空间作为一个独立的整体，多个平行地址空间通过彼此之间的边界节点进行通信，如图3种圆圈标注的边界节点；

[0057] 3) 将各类卫星用户终端、地面EPC核心网、地面运行控制系统划归在同一个地址空间(如：地址空间-1)，在地址空间-1中采用链路层MAC地址结合网络层IP地址的编址方法；地址空间-1中基于MAC地址和IP地址进行寻址转发；

[0058] 4) 将全球低轨卫星星座和地面关口站划归在另一个地址空间(如：地址空间-2)，地址空间-2采用基于节点身份标识的编址方法(即为每个卫星节点和地面关口站分配一个唯一的NODE-ID)；地址空间-2中基于NODE-ID进行寻址转发；

[0059] 5) 当同一地址空间中的两个节点间的通信数据需要通过另一个平行地址空间中的节点转发时，将数据发送给当前能够接入的另一平行地址空间边界节点，数据在另一平行地址空间内的路由交换与寻址转发过程独立实现、与其无关。

[0060] 参照图4一种新型的全球低轨卫星星座路由实现方法描述如下：

[0061] 1) 将全球低轨卫星星座与地面关口站划归在一个路由自治域(如：SAT-AS)；

[0062] 2) 为SAT-AS内的每个卫星路由交换设备和地面关口站分配唯一的身份标识，即：NODE-ID；

[0063] 3) SAT-AS内的卫星路由交换设备和地面关口站不按端口划分和区分网段,不为每个端口分配MAC地址和IP地址;

[0064] 4) SAT-AS内的数据路由交换与寻址转发基于三级映射表实现,描述如下:

[0065] 第一级:“卫星-星下用户MAC”映射表(sat_user-mac_map_table)

[0066] sat_user-mac_map_table表项生成方式:由地面EPC核心网生成并周期通告给SAT-AS内的每台卫星路由交换设备;

[0067] sat_user-mac_map_table表项格式定义如下:

[0068]

序号	卫星路由交换设备身份标识号	星下用户 MAC 地址列表
1.	NODE-1: 0x01	USER1_MAC: 0x00001200
		USER2_MAC: 0x00001201
		USER3_MAC: 0x00001203
		...
2.	NODE-2: 0x02	USER21_MAC: 0x00002200
		USER22_MAC: 0x00002201
		USER23_MAC: 0x00002203
		...
3.	NODE-3: 0x03	USER31_MAC: 0x00003456
		USER32_MAC: 0x00003457
		USER33_MAC: 0x00003458
		...
...

[0069]

[0070] 第二级:域内路由表(as_route_table)+星间/馈电链路端口-邻居节点映射表(port_neighbor_map_table)

[0071] as_route_table和port_neighbor_map_table表项生成方式:SAT-AS内卫星路由交换设备和地面关口站运行相同的域内路由协议,通过协议交互最终生成表项(本专利描述的方法与具体采用的路由协议无关,因此对域内路由协议本身不做描述);

[0072] as_route_table表项格式定义如下:

[0073]

序号	当前 NODE-ID	目的 NODE-ID	下一跳 NODE-ID
1.	NODE-1: 0x01	DEST_NODE-ID: 0x03	NEXT_HOP_NODE-ID: 0x02
		DEST_NODE-ID: 0x04	NEXT_HOP_NODE-ID: 0x02
	
2.	NODE-2: 0x02	DEST_NODE-ID: 0x03	NEXT_HOP_NODE-ID: 0x03
	
3.	NODE-3: 0x03	DEST_NODE-ID: 0x03	NEXT_HOP_NODE-ID: 0x03

[0074]

	
...	

[0075] port_neighbor_map_table表项格式定义如下：

[0076]

序号	当前 NODE-ID	邻居 NODE-ID	端口映射关系
1.	NODE-1: 0x01	NEIGHBOR_NODE-ID: 0x02	PORT_MAP: 0x04
	
2.	NODE-2: 0x02	NEIGHBOR_NODE-ID: 0x01	PORT_MAP: 0x01
		NEIGHBOR_NODE-ID: 0x03	PORT_MAP: 0x04
	
3.	NODE-3: 0x03	NEIGHBOR_NODE-ID: 0x02	PORT_MAP: 0x01
	
...	

[0077] 第三级：“星下用户MAC-卫星逻辑信道”映射表 (user-mac_sat-ch_map_table)

[0078] user-mac_sat-ch_map_table表项生成方式：由卫星路由交换设备(内部集成的无线资源控制/RRC功能模块)生成；

[0079] user-mac_sat-ch_map_table表项格式定义如下：

序号	卫星路由交换设备 身份标识号	星下用户 MAC 地址列表	用户占用逻辑信道号		
[0080] 1.	NODE-1: 0x01	USER1_MAC: 0x00001200	<ul style="list-style-type: none"> ● UP_CH: 0x0001 ● DOWN_CH: 0x0001 		
		USER2_MAC: 0x00001201	<ul style="list-style-type: none"> ● UP_CH: 0x0002 ● DOWN_CH: 0x0002 		
		USER3_MAC: 0x00001203	<ul style="list-style-type: none"> ● UP_CH: 0x0003 ● DOWN_CH: 0x0003 		
[0081] 2.	NODE-2: 0x02		
		USER21_MAC: 0x00002200	<ul style="list-style-type: none"> ● UP_CH: 0x0021 ● DOWN_CH: 0x0021 		
		USER22_MAC: 0x00002201	<ul style="list-style-type: none"> ● UP_CH: 0x0022 ● DOWN_CH: 0x0022 		
		USER23_MAC: 0x00002203	<ul style="list-style-type: none"> ● UP_CH: 0x0023 ● DOWN_CH: 0x0023 		
			
		3.	NODE-3: 0x03	USER31_MAC: 0x00003456	<ul style="list-style-type: none"> ● UP_CH: 0x0031 ● DOWN_CH: 0x0031
				USER32_MAC: 0x00003457	<ul style="list-style-type: none"> ● UP_CH: 0x0032 ● DOWN_CH: 0x0032
USER33_MAC: 0x00003458	<ul style="list-style-type: none"> ● UP_CH: 0x0033 ● DOWN_CH: 0x0033 				
...	...				
...		

[0082] 5) 参照图4,用户业务数据星上路由转发处理流程描述如下:

[0083] ①卫星1 (NODE-1) 下的用户-1需要与卫星3 (NODE-3) 下的用户-31通信;

[0084] ②用户-1首先根据用户-31的电话号码计算得到其对应的MAC地址为: 0x00003456;其后按照卫星链路帧格式对需要传输的数据进行封装,封装后的卫星链路帧帧头“目的MAC”字段填写:0x00003456,并将数据帧发送给卫星1 (NODE-1);

[0085] ③卫星1 (NODE-1) 接收到用户-1发送的数据后,将卫星链路帧帧头“目的MAC”字段 (0x00003456) 作为检索值,在sat_user-mac_map_table中查找,得到用户-31 (0x00003456) 所在卫星的NODE-ID为0x03,即:在卫星3下;

[0086] ④卫星1 (NODE-1) 在用户-1发送的数据帧前添加内部帧头,其中的“目的NODE”字段填写0x03 (即:卫星3);

[0087] ⑤卫星1 (NODE-1) 将“目的NODE” (0x03) 作为检索值,在as_route_table中查找,得到下一跳NODE-ID为0x02 (即:应该将数据包转发给卫星2);

[0088] ⑥卫星1 (NODE-1) 将下一跳NODE-ID (0x02) 作为检索值,在port_neighbor_map_

table中查找,得到对应卫星2的输出端口为端口3,因此将数据包由端口3输出;

[0089] ⑦卫星2 (NODE-2) 收到卫星1转发来的数据包后,将“目的NODE” (0x03) 作为检索值,在as_route_table中查找,得到下一跳NODE-ID为0x03 (即:应该将数据包转发给卫星3);

[0090] ⑧卫星2 (NODE-2) 将下一跳NODE-ID (0x03) 作为检索值,在port_neighbor_map_table中查找,得到对应卫星3的输出端口为端口3,因此将数据包由端口3输出;

[0091] ⑨卫星3 (NODE-3) 收到卫星2转发来的数据包后,将“目的NODE” (0x03) 作为检索值,在as_route_table中查找,得知下一跳NODE-ID就是自己;

[0092] ⑩卫星3 (NODE-3) 去除卫星1之前添加的内部帧头,同时用“目的MAC” (0x00003456) 作为检索值,在user-mac_sat-ch_map_table查找,得到“目的MAC” (0x00003456,即:用户-31) 占用的下行逻辑信道为0x0031,于是将数据包通过对应逻辑信道为0x0031的下行链路发送给最终用户(用户-31)。

[0093] 本发明说明书中未作详细描述的内容属本领域技术人员的公知技术。

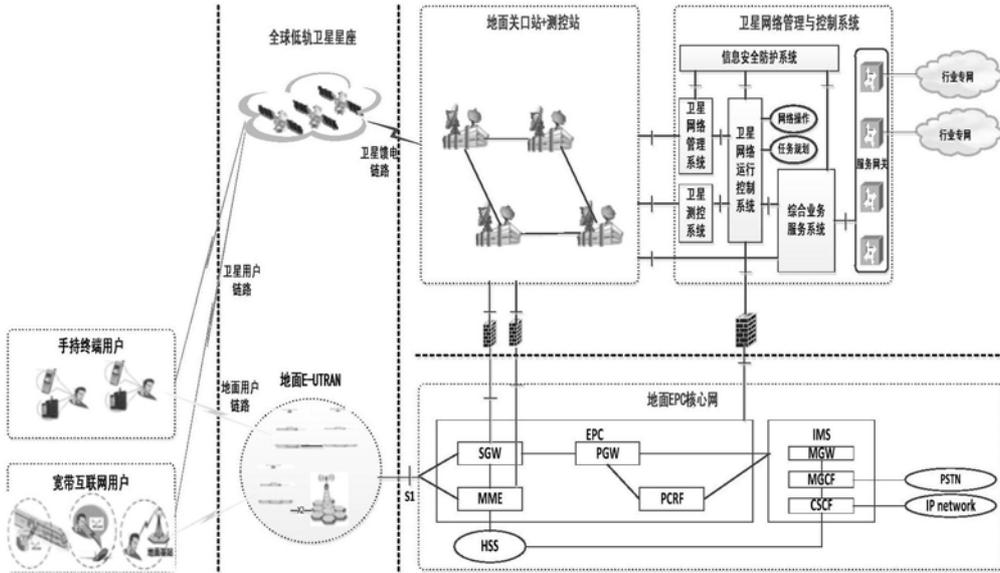


图1

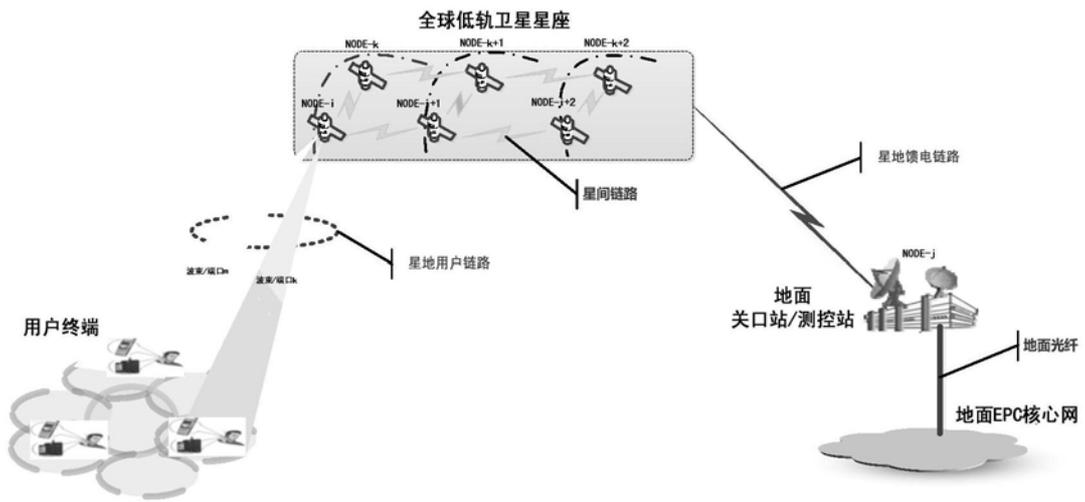


图2

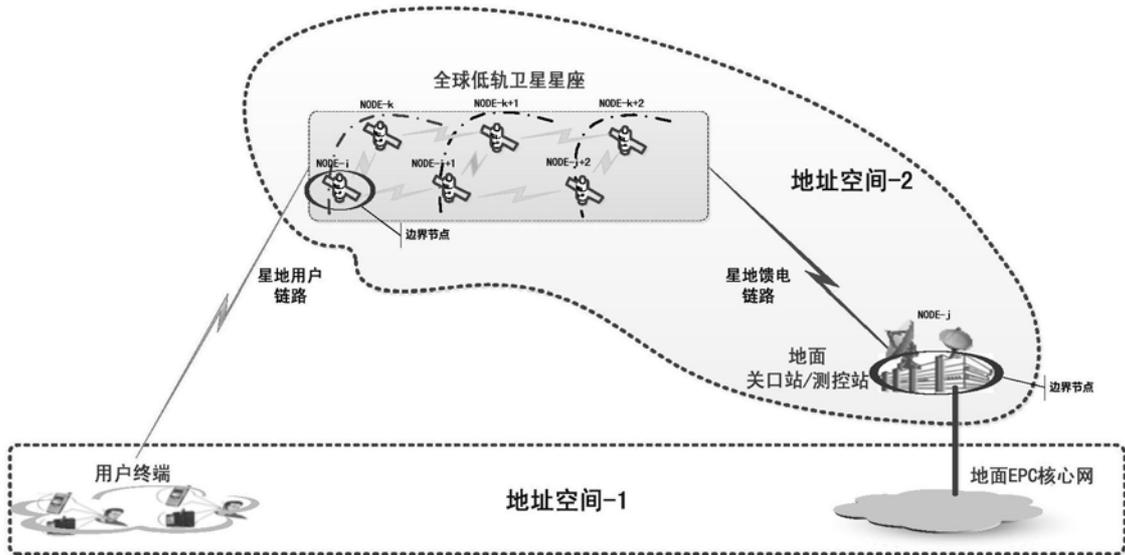


图3

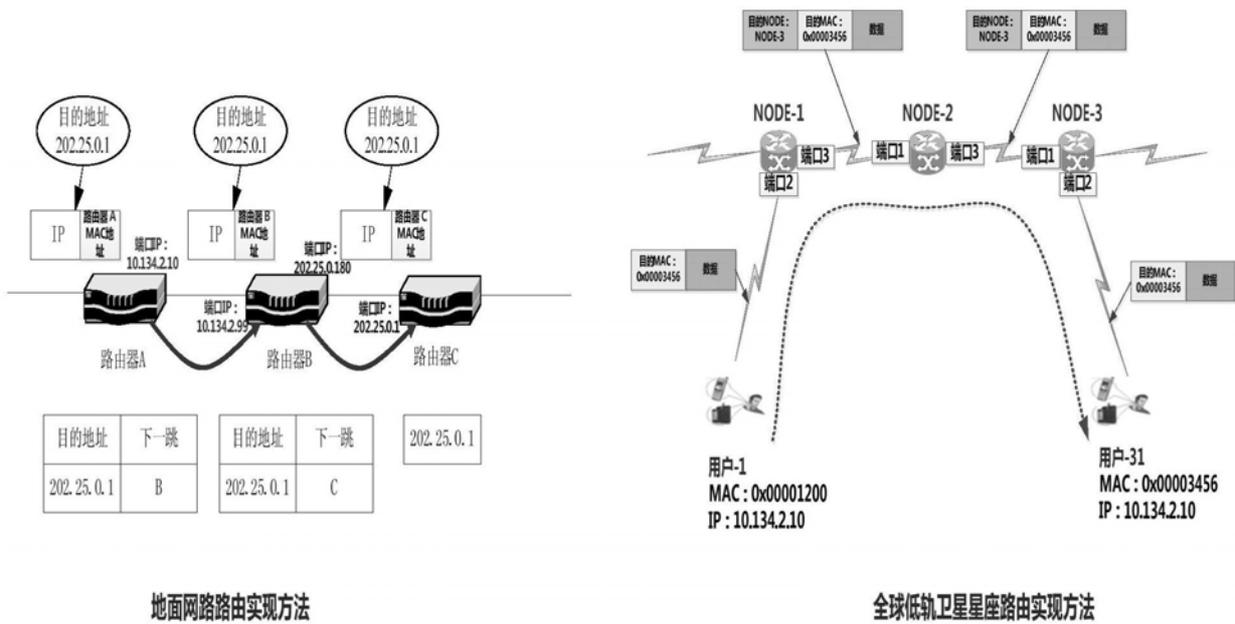


图4