

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R M.1850 建议书
(01/2010)

国际移动通信-2000 (IMT-2000)
卫星部分无线电接口
的详细技术要求

M系列
移动、无线电测定、业余
无线电以及相关卫星业务



国际电信联盟

前言

无线电通信部门的职责是确保卫星业务等所有无线电通信业务合理、平等、有效、经济地使用无线电频谱，不受频率范围限制地开展研究并在此基础上通过建议书。

无线电通信部门的规则和政策职能由世界或区域无线电通信大会以及无线电通信全会在研究组的支持下履行。

知识产权政策 (IPR)

ITU-R的IPR政策述于ITU-R第1号决议的附件1中所参引的《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策》。专利持有人用于提交专利声明和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>获得，在此处也可获取《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策实施指南》和ITU-R专利信息数据库。

ITU-R系列建议书

(也可在线查询 <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>)

| 系列 | 标题 |
|----------|---------------------------|
| BO | 卫星传送 |
| BR | 用于制作、存档和播出的录制；电视电影 |
| BS | 广播业务（声音） |
| BT | 广播业务（电视） |
| F | 固定业务 |
| M | 移动、无线电定位、业余和相关卫星业务 |
| P | 无线电波传播 |
| RA | 射电天文 |
| RS | 遥感系统 |
| S | 卫星固定业务 |
| SA | 空间应用和气象 |
| SF | 卫星固定业务和固定业务系统间的频率共用和协调 |
| SM | 频谱管理 |
| SNG | 卫星新闻采集 |
| TF | 时间信号和频率标准发射 |
| V | 词汇和相关问题 |

说明： 该ITU-R建议书的英文版本根据ITU-R第1号决议详述的程序予以批准。

电子出版
2010年，日内瓦

ITU-R M.1850建议书
国际移动通信-2000(IMT-2000)卫星部分
无线电接口的详细技术要求*

(2010)

范围

本建议书提出了IMT-2000卫星无线电接口的技术要求，最初的依据是国际电联之外的活动成果所确认的一些关键特性。

这些卫星无线电接口支持IMT-2000的特性与设计参数，包括确保全球兼容性、国际漫游和接入高速数据业务的能力。

目录

| | | 页码 |
|-------|-----------------------------|----|
| 1 | 引言..... | 2 |
| 2 | 相关建议书..... | 3 |
| 3 | 要考虑的问题..... | 4 |
| 3.1 | IMT-2000卫星组成部分的无线电接口 | 4 |
| 3.2 | 外部研究制定的技术要求材料的归并 | 4 |
| 3.3 | 卫星部分的接口 | 5 |
| 3.3.1 | 无线电接口 | 6 |
| 3.3.2 | 其他接口 | 6 |
| 4 | 提出的建议(卫星部分)..... | 7 |
| 4.1 | 核心网络接口 | 7 |
| 4.2 | 卫星/地面终端接口 | 7 |
| 4.3 | 卫星无线电接口技术要求..... | 8 |
| 4.3.1 | 卫星无线电接口A的技术要求 | 8 |
| 4.3.2 | 卫星无线电接口B的技术要求 | 19 |
| 4.3.3 | 卫星无线电接口C的技术要求 | 38 |
| 4.3.4 | 卫星无线电接口D(SRI-D) 的技术要求 | 79 |

* 此处推荐的IMT-2000无线电接口的详细技术要求是含在核心全球技术要求中的，这些核心全球技术要求以引用国际电联网站统一资源定位器(URL)的方式成为本建议书的一部分。有些经认可的外部组织已将这此核心全球技术要求转化为或部分转化为各自的标准予以批准，在这种情况下，本建议书以引用各组织的网站URL的方式纳入了相应的外部文本。这种引用并不意味着外部文本作为单独文件出现时具备国际电联建议书的地位。引用的外部文本在本建议书批准之时是准确的。由于外部文本有可能修订，请本建议书的使用者与外部文本的提供者联系以确认引文是否仍然适用。本建议书将定期更新。更新工作将与相应负责被引用的外部文本的经认可的外部组织进行协调。

| | 页码 |
|--------------------------------------|-----|
| 4.3.5 卫星无线电接口E的技术要求..... | 93 |
| 4.3.6 卫星无线电接口F的技术要求..... | 103 |
| 4.3.7 卫星无线电接口G的技术要求..... | 113 |
| 4.3.8 卫星无线电接口H的技术要求..... | 150 |
| 5 关于来自IMT-2000卫星系统终端的无用发射限值的建议书..... | 170 |
| 附件1 – 缩写..... | 170 |

1 引言¹

IMT-2000是第3代移动系统，通过一条或多条无线电链路提供接入由固定电信网络(例如PSTN/ISDN/网际协议(IP))支持的广泛的电信业务，以及接入移动用户所特有的其他业务。

该系统包括各类移动终端，与地面和/或基于卫星的网络相连，可用于移动应用或固定应用。

IMT-2000的关键特征：

- 全球范围内产品设计的高度通用性；
- IMT-2000 内以及与固定网络间业务的兼容性；
- 高质量；
- 全球范围应用的小型终端；
- 全球范围的漫游功能；
- 多媒体应用的能力，以及广泛的业务和终端。

IMT-2000 由一系列互为依赖的建议书做出规定，本建议书为其中之一。

ITU-R M.1457建议书是对ITU-R M.1225建议书规定的IMT-2000无线电接口做出详细说明的程序的其中一部分。ITU-R M.1457建议书提出了IMT-2000地面无线电接口的详细技术要求。

本建议书是对ITU-R M.1225建议书规定的IMT-2000无线电接口做出详细说明的程序的最后一部分。本建议书提出了IMT-2000卫星无线电接口的详细技术要求。

本建议书对卫星无线电接口所做的更新和改进一直遵循既定的形成和复审程序，以确保符合IMT-2000的原有目的和目标，同时不忘满足全球市场日新月异的要求。

通过更新现有技术、统一现有接口并注意新的机制，IMT-2000仍会处在移动无线电技术的最前沿。

¹ 附件1列出了本建议书所用的缩写。

2 相关建议书

下列现有的IMT-2000建议书被认为对制定本建议书具有重要意义:

| | |
|------------------|--|
| ITU-R M.687建议书: | 国际移动通信-2000 (IMT-2000) |
| ITU-R M.816建议书: | 得到支持的国际移动通信-2000 (IMT-2000) 业务的框架 |
| ITU-R M.817建议书: | 国际移动通信-2000 (IMT-2000) 网络体系结构 |
| ITU-R M.818建议书: | 国际移动通信-2000 (IMT-2000) 系统内的卫星操作 |
| ITU-R M.819建议书: | 发展中国家的国际移动通信- 2000 (IMT-2000) |
| ITU-R M.1034建议书: | 国际移动通信-2000 (IMT-2000) 无线电接口的要求 |
| ITU-R M.1035建议书: | 国际移动通信-2000 (IMT-2000) 无线电接口和无线电子系统功能框架 |
| ITU-R M.1036建议书: | 在1 885-2 025 MHz和2 110-2 200 MHz频带内实施国际移动通信 - 2000 (IMT-2000) 的频率安排 |
| ITU-R M.1167建议书: | 国际移动通信-2000 (IMT-2000) 卫星部分的框架 |
| ITU-R M.1224建议书: | 国际移动通信-2000 (IMT-2000) 术语词汇 |
| ITU-R M.1225建议书: | 评估IMT-2000的无线电传输技术的指南 |
| ITU-R M.1308建议书: | 陆地移动系统向IMT-2000的演进 |
| ITU-R M.1311建议书: | 在IMT-2000中的模块化和无线电通用性框架 |
| ITU-R M.1343建议书: | 1-3 GHz频带内用于全球非对地静止卫星移动业务系统的移动地球站的基本技术要求 |
| ITU-R M.1457建议书: | 国际移动通信 - 2000 (IMT-2000) 无线电接口的详细技术要求 |
| ITU-R M.1480建议书: | 实施卫星全球移动个人通信 (GMPCS) 的对地静止卫星移动系统的移动地球站的基本技术要求 — 1-3 GHz范围内部分频带的谅解备忘录安排 |
| ITU-R SM.329建议书: | 杂散域内的无用发射 |
| ITU-T Q.1701建议书: | IMT-2000 网络的体系结构 |
| ITU-T Q.1711建议书: | IMT-2000的网络功能模型 |
| ITU-T Q.1721建议书: | IMT-2000能力集1的信息流 |
| ITU-T Q.1731建议书: | IMT-2000 第2层无线电接口的与无线电技术无关的要求 |

陆地移动(包括无线接入)手册第2卷 — 向IMT-2000/FPLMTS演变的原则和方法的原理与方法。

3 要考虑的问题

3.1 IMT-2000卫星组成部分的无线电接口

IMT-2000由地面部分和卫星部分的无线电接口组成。本建议书提供的资料涵盖并规定了IMT-2000的所有卫星无线电接口。

由于卫星系统设计和部署方面的诸多限制，对IMT-2000来说要求有好几个卫星无线电接口(更多的考虑见ITU-R M.1167建议书)。

由于卫星系统的资源有限(如功率和频谱受到限制)，其无线电接口因此主要是根据总的系统优化程序规定的，并受制于市场需求和商业目标。为卫星和地面这两种IMT-2000设备设置一种共用接口，从技术层面而言一般是不现实的，从商业观点看一般是不可行的。但不管怎么说，在设计和开发IMT-2000卫星系统时，都希望与地面部分获得尽可能高的通用性。

由于IMT-2000卫星系统在技术设计和商业目标之间存在着很强的依赖性，所以就要求卫星无线电接口的规范具有很大的灵活性。尽管如此，为了适应市场需求、商业目标、技术发展和运行以及与地面IMT-2000系统最大化的通用性，这些规范还是要做进一步修改和更新。

ITU-R M.1457建议书的第5节详细阐述了地面部分的无线电接口。本建议书的第4节详细阐述了卫星部分的无线电接口。

3.2 外部研究制定的技术要求材料的归并

IMT-2000是一个全球参与开发活动的系统，本建议书提出的IMT-2000无线电接口技术要求是由国际电联与无线电接口技术倡议组织、全球合作计划组织和区域标准研发组织(SDO)合作研究制定的。国际电联提供了全球性的和整个框架和要求，并与这些组织联合制定了全球性的核心技术要求。标准细节已由这些经认可的外部组织(见注1)与无线电接口技术倡议组织和全球合作计划组织一同着手制定。因此本建议书大量引用了外部研究制定的技术要求。

注1 — 本文件中“经认可的组织”意为具有法定资格、固定秘书处、指定代表以及采用开放、公正和文档记录齐全的工作方式的组织。

这一方法被认为是保证在国际电联制定的紧张的时间计划内完成本建议书最为合适的解决方法，同时也是主管部门、运营商和制造商的需要。

在构思本建议书时充分利用了这一工作方法的优势，全球标准化的时间进度因此得以保证。本建议书的主要部分由国际电联制定，给出了每种无线电接口更详细资料的具体位置。含有这种详细资料的个小节由国际电联和经认可的外部组织合作制定。这种引用资料的方法保证了本建议书中高水平的部分及时完成，而修改管理程序、转化(将核心技术要求变为SDO的成果)和公开征询程序则由经认可的外部组织在其内部承担。

考虑到需要尽量避免工作重复以及需要促进和支持日常维护与更新程序，从经认可的外部组织收到的详细技术要求的结构一般不做改动直接采纳。

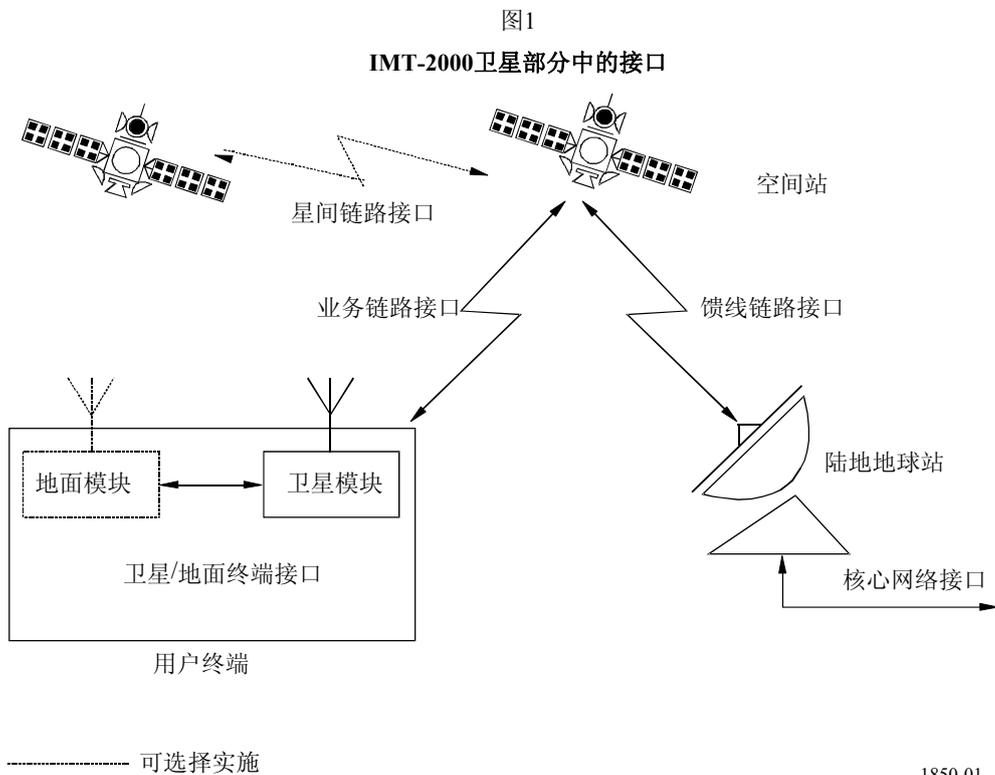
完成无线电接口的详细技术要求在很大程度上应借鉴经认可的外部组织的工作，这种原则上的一致意见不仅突出了国际电联在先进电信技术发展中所起的激励、协调和促进等催化剂作用，还突出了国际电联在制定本建议书和面向21世纪的其他电信标准中体现出的具有前瞻性的灵活姿态。

3.3 卫星部分的接口

地面部分和卫星部分互为补充，地面部分向人口密度较高、被认为能够较经济地采用地面系统的大面积地域提供覆盖，而卫星部分则靠全球覆盖向其他地域提供服务。因此IMT-2000无所不在的覆盖只有通过卫星和地面无线电接口的结合才能实现。

为了涵盖之一应用范围，本建议书在注意到国际用途自然要通过卫星系统的全球覆盖来保证的同时，描述了获得世界范围的兼容性必须考虑的那部分内容。该描述包括所有卫星部分接口要考虑的问题。

图1是根据ITU-R M.818建议书的图1绘制的，它示出了IMT-2000卫星部分的各种接口。



3.3.1 无线电接口

3.3.1.1 业务链路接口

业务链路接口是移动地面站(MES)(用户终端(UT)的卫星模块)和空间站之间的无线电接口。

3.3.1.2 馈线链路接口

馈线链路接口是空间站与陆地地球站(LES)之间的无线电接口。馈线链路类似于用于载荷去/来地面基站(BS)业务流的回程固定链路上所用的无线电接口。在设计一个卫星系统时,会出现根据具体系统实施馈线链路的情况,因为:

- 馈线链路可在那些规定用于IMT-2000以外的若干频带中的任一频带内工作;
- 每条馈线链路都有自己的问题,有些与卫星系统结构相关,有些与工作频带相关。

因此馈线链路接口主要是系统内的技术要求,可以看做实施问题。ITU-R M.1167建议书探讨了这一问题,该建议表明“卫星与陆地地球站之间的无线电接口(即馈线链路)不属于IMT-2000标准化的范围”。所以这一接口的技术要求超出了本建议书的范围。

3.3.1.3 星间链路接口

星间链路接口是两个空间站之间的接口,注意有些系统可能不用这一接口。上文在馈线链路接口部分讨论的问题在这儿也同样存在,因此星间链路接口主要是系统内的技术要求,可以看做实施问题。所以这一接口的技术要求超出了本建议书的范围。

3.3.2 其他接口

人们认为,下文所述的核心网络(CN)接口和卫星/地面终端接口都不是无线电接口。但是大家也认为它们对卫星无线电接口的设计和规范以及全球范围的工作兼容性有着直接的影响。其他IMT-2000建议书也都提到了这些接口。

3.3.2.1 CN 接口

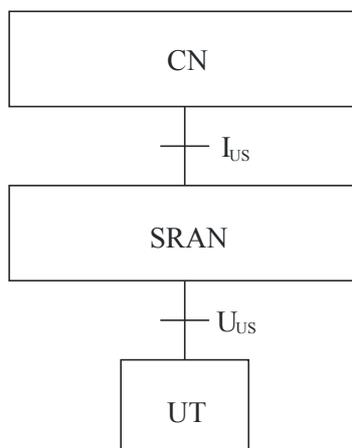
CN接口是LES(陆地地球站)无线电接入部分与CN之间的接口。

下文描述了卫星部分连至CN的一种可能的结构,示于图2。这一结构与地面部分有些可兼容。此例中用于卫星部分的CN接口称为Ius。Ius接口的功能类似于ITU-R M.1457建议书第5.1和第5.3节描述的Iu接口的功能,且设计时将尽可能与Iu接口有更强的共性,以便与Iu接口兼容。

卫星无线电接入网络(SRAN)由陆地地球站和卫星以及馈线链路和星间链路(如果有的话)共同组成。SRAN用Ius接口与CN通信,用Uus接口与用于卫星业务设备的用户终端通信。Uus接口是第4.3节中说明的卫星业务链路无线电接口。

由于IMT-2000的卫星部分通常是全球性的,因此不必提供从一个卫星网络的SRAN至另一卫星网络的SRAN的接口。同一卫星网络的LES间的接口是卫星网络的内部实施问题,因此这一接口不需要标准化。

图 2
卫星网络接口结构举例



1850-02

3.3.2.2 卫星/地面终端接口

卫星/地面终端接口是卫星与用户终端上地面模块之间的接口。对于将IMT-2000卫星部分和地面部分合并在一起的终端，需要确定两个部分如何在一起工作以及它们之间是否需要接口。

例如ITU-R M.818建议书强调“应制定某种协议，以确定对某一给定呼叫该用地面部分还是该用卫星部分”。ITU-R M.1167 建议书也认为“IMT-2000用户应该不必非得要求终端接入卫星或地面部分”，并认为“为了促进漫游，特别重要的是只拨单一的一个号码就能通达用户，而不管当时移动终端是接入地面部分还是卫星部分”。

4 提出的建议(卫星部分)

国际电联无线电通信全会建议第4.1和第4.2节中描述的原则应适用于提供IMT-2000卫星部分的卫星系统。这两节描述了核心网络接口和卫星/地面终端接口的基本功能和特性。

国际电联无线电通信全会建议第4.3节中描述的无线电接口应成为 IMT-2000卫星部分的无线电接口。

4.1 核心网络接口

卫星部分连至核心网络的方式应与连至地面部分的方式类似。这样，IMT-2000 的主要要求，如适当的呼叫路由、自动网络漫游、共同的计费方式等，就能在考虑技术和市场的影响的同时获得支持。但为了支持某种特定的卫星无线电接口，可能也需要存在某些差别。

4.2 卫星/地面终端接口

IMT-2000卫星用户终端将提供一种或一种以上操作模式：卫星模式一种，地面模式可能有一种或一种以上。如果执行了某种地面模式，终端应能自动选择卫星或地面操作模式，或在用户控制下做出选择。

卫星/地面终端接口执行下述功能：

- 提供地面网络和卫星网络中的承载业务协商能力；
- 支持地面网络和卫星网络之间的漫游；
- 按照IMT-2000 建议书确定业务管理和配置。

地面部分和卫星部分之间的切换不是IMT-2000的要求。它是由网络运营商决定是否实施地面部分和卫星部分之间的切换。如果不实施切换，地面部分和卫星部分之间的漫游可以仅为一种转换功能，即如果一个用户终端失去其地面网络的连接，它会在卫星网络中找到连接。

在地面数据库和卫星数据库之间采用标准位置更新程序来登记和更新终端所在位置，以反映在不同的公众地面移动网络(PLMN)之间位置的变化。

对于地面网络和卫星网络之间的漫游，因为两个网络可分别看做是 PLMN，所以可采用PLMN中使用的标准位置更新程序。例如，当一用户从地面网络覆盖区漫游到卫星覆盖区，采用的是对PLMN之间的漫游进行检测并启动位置更新的标准程序。当一用户从卫星网络覆盖区漫游到地面网络覆盖区，且终端将地面网络配置作为优选网络时，与PLMN之间漫游所用程序类似，终端将通过采用检测并启动位置更新的程序在地面网络登记。

应有可能采用一个单一的号码对某一IMT-2000终端进行寻址，而不管该终端当时采用的是哪一部分(地面或卫星)。

4.3 卫星无线电接口技术要求

各卫星无线电接口的技术要求由以下小节给出。这些仅包括与业务链路接口相关的部分；馈线链路和星间链路接口不在本建议书中规定。

由于无线电接口设计与整个卫星系统优化之间有很强的依赖性，本节除包括无线电接口的射频和基带技术要求，也包括结构和系统描述。

4.3.1 卫星无线电接口A的技术要求

卫星宽带码分多址(SW-CDMA)是用于满足第三代(3G)无线通信系统卫星部分要求的一种卫星无线电接口。SW-CDMA无线电接口目前正由ETSI SES技术委员会作为IMT-2000卫星无线电接口系列中的一种非强制性标准对其进行评价。

SW-CDMA以IMT-2000 CDMA直接扩谱地面无线电接口[通用地面无线电接入(UTRA)频分双工(FDD)或宽带码分多址(WCDMA)] 为基础，在卫星环境中做出适应性改动(见ITU-R M.1457建议书第5.1节)。其目的是对相同核心网络的再用和对Iu和Cu接口的无线电接口技术要求的再用。仅改动Uu接口以适应卫星环境。

SW-CDMA操作于FDD模式，对各传输方向RF信道带宽可以是2.350或4.700 MHz。半速率2.350 MHz选项提供了更为精细的频谱颗粒度，从而允许不同系统间易于频谱共用。

SW-CDMA提供从1.2至144 kbit/s的广泛的承载业务。高质量的电信业务得到支持，包括全球覆盖卫星环境中话音质量的电话和数据业务。SW-CDMA与前面所述的地面无线电接口有差别的方面概要如下：

- 所支持的最高比特速率限于144 kbit/s。

- 在提供卫星分集的星座中采用永久软切换前向链路操作。
- 在提供卫星分集的星座中合并永久反向链路卫星分集。
- 馈线链路(网关-卫星)和卫星至用户链路的波束中心多普勒预补偿。
- 两步骤(不同于地面的三步骤)前向链路捕获程序。
- 提高频谱颗粒度的可选半码片速率模式。
- 为提高建筑物内的穿透性引入的大功率寻呼信道。
- 通信信道中采用可选(非标准)方式的导频符号。
- 采用多级预测功率控制环来降低功率控制频次以对付长传输延迟。
- 前向链路中较短的扰码序列长度(2 560 码片)。
- 前向链路中的短扰码序列(256 码片)的可选使用在单用户终端层面减轻了CDMA干扰。
- 较长的随机接入前缀序列。

SW-CDMA提供与地面无线电接口之间最大程度的通用性，使IMT-2000地面部分与卫星部分之间的互操作更为容易。

4.3.1.1 结构描述

4.3.1.1.1 信道结构

本无线电接口技术要求仅针对业务链路，馈线链路不在其中。

业务链路由卫星站与MES(移动地球站)之间的一条前向链路和反方向的一条反向链路组成。

在物理层，流向MES和从MES流出的信息由ITU-R M.1035建议书规定的逻辑信道传送。那些逻辑信道是用物理信道作为承载媒体的，如表1所示。

表1
物理信道至逻辑信道的映射

| 逻辑信道 | 物理信道 | 方向 |
|--------------|-----------------|----------|
| BCCH | 主CCPCH | 前向 |
| FACH PCH | 次CCPCH | 前向 |
| DSCH | PDSCH PDSCCH | 前向 前向 |
| RACH RTCH | PRACH | 反向 |
| DCCH | DPDCH | 双向 |
| DTCH | DPDCH | 双向 |
| 第1层信令 | DPCCH | 双向 |

预计在前向有两条广播物理信道，即主和次公共控制物理信道(CCPCH)。主CCPCH支持用于广播系统和波束专用信息的广播控制信道(BCCH)。次CCPCH支持两条逻辑信道，也就是前向接入信道(FACH)和寻呼信道(PCH)。在知道MES的位置时由FACH向该确定的MES传送控制信息，而PCH则作为高穿透性寻呼信道。

物理随机接入信道(PRACH)支持随机接入信道(RACH)和随机业务信道(RTCH)。RACH运载控制信息，RTCH运载短用户分组。

专用物理控制信道(DPCCH)用于运载第1层信令数据。

专用物理数据信道(DPDCH)不是控制通过专用控制信道(DCCH)传送的较高层信令等信息,就是控制通过专用业务信道(DTCH)传送的双向用户数据。

可利用以上承载业务提供电路交换业务和分组数据业务。在前向链路上,分组业务不是由FACH信道支持,就是由吞吐量要求更高的专用信道支持。FACH是一种在同一连接上利用时分复用结构支持多用户业务的下行链路共用信道(DSCH)。在反向链路上,偶发的短用户分组的传输可利用RACH信道来支持。对于非偶发的,但仍为适中吞吐量和/或低占空比的分组业务,将由LES向用户分配一特别的代码以避免与RACH信道上的其他用户发生代码碰撞。在这种情况下RTCH仍映射成如RACH型的物理信道。但数据部分可能是可变长度的(不论什么情况都是物理层帧长度的倍数)。对于反向链路上的较高吞吐量分组信道,会分配一对DPCCH/DPDCH。DPDCH仅在分组队列不是空的时才发送。在这种情况下,一个分组也可能扩展到多个物理层帧。这种情况也支持速率捷变。

预计会出现一种高穿透性消息发送业务,是一种支持几十字节消息的低数据速率单方向业务(在前向方向,即卫星站和MES之间)。其主要应用范围是针对建筑物内MES的寻呼业务或铃声提示。

除ITU-R M.1035建议书规定的信道外,还为第1层信令引入了一条专用物理信道。它载荷的基准符号用于信道评估和同步。

4.3.1.1.2 星座

SW-CDMA未限定任何特殊的星座。它设计为采用LEO、MEO、GEO或HEO星座来支持。

虽然多个卫星的分集可确保最佳的系统性能,但不能将其视为强制性系统要求。

4.3.1.1.3 卫星

SW-CDMA为限定任何特殊的卫星结构。它不是可在弯管透明卫星转发器上运行,就是可通过可再生转发器结构运行。对于反向链路,采用卫星通路分集则需要弯管转发器,就像地面设备要进行解调一样。

4.3.1.2 系统描述

4.3.1.2.1 业务特性

根据MES的类别,SW-CDMA支持从1.2 kbit/s至最高144 kbit/s的承载业务,相应的最大比特差错率(BER)在 1×10^{-3} 至 1×10^{-6} 之间。

最大允许延迟为不超过400 ms,与上面提到的任一卫星星座兼容。

4.3.1.2.2 系统特性

前向链路和反向链路都支持两种扩展速率,即3.840 Mchip/s(全码片速率)和1.920 Mchip/s(半码片速率)。

传输以帧的形式组织进行。对于3.840 Mchip/s选项,帧周期为10 ms,而对于1.920 Mchip/s则为20 ms。帧按分层结构组成。每一复帧(MF)由8帧(全速率选择)或4帧(半速率选择)构成。MF的周期是80 ms。复帧再构成超帧(SF)。每一超帧由9复帧构成,周期为720 ms。

闭环功率控制是对前向链路和反向链路二者实施的。设置这一闭环的动因是要在RAKE分支之后结合目标值设置被测SNIR值。目标值本身是由较慢的外控制环根据帧差错率(FER)测量值以自适应方式修改的。为支持FER测量值,在每帧的数据上附加8比特(对2400 bit/s为4比特)的循环冗余检验码(CRC)。

对分组传输和在呼叫建立阶段的功率起始设置提供开环功率控制。

通过编码和交织的串接支持三种基本业务等级：

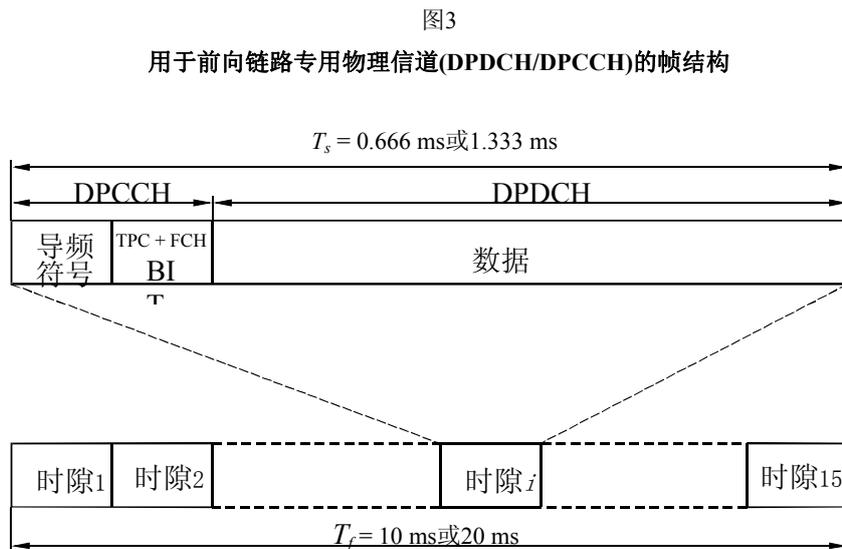
- 采用内部编码(1/3 卷积速率, 多项式557、663、711)和只进行交织的标准业务, 目标BER等于 1×10^{-3} ;
- 采用内部编码和交织加外RS编码和交织(或可选Turbo编码)的高质量业务。目标BER等于 1×10^{-6} ;
- 采用业务专用编码的业务。对于这些业务在无线电接口上不采用专用的FEC编码技术。可能FEC编码完全在较高层控制。

这些类别可满足卫星业务的各种QoS要求且如果通过选择业务专用码还可进一步提高QoS。

根据实际数据速率, 交织方式在呼叫建立时可忽略不计。交织深度的取值范围是帧周期的整数倍。交织块在一个功率两列的若干列上每行写一次, 指数取决于实际数据速率。在接收时, 交织块以洗牌顺序每列读一次, 即以倒序读二进制列指数。

接入描述 — 前向链路

DPDCH/DPCCH - The DPDCH/DPCCH的帧结构示于图3。每帧分为15时隙而每时隙载荷着时分复用的DPDCH和相应的DPCCH。



1850-03

DPCCH载荷着可选(见注 1)基准(导频)符号、功率控制信息字段(TPC)和指示实际DPDCH格式和速度的帧控制报头(FCH)。基准导频符号是可选的。

DPDCH的格式和数据速率在通信时可按帧改变: MES 可检测来自FCH的当前帧的格式和速度。甚至在有些帧中可以没有DPDCH当DPDCH的数据速率改变时, DPDCH和DPCCH的相对功率电平也改变。

TPC信息字段由两个比特组成。因为是较大的环路延迟TPC功能仅每帧指令一次增加/减小就足够了。但是，多电平环路可使变成信道条件的反应更快。为此目的又为每帧分配了一个附加比特。

FCH信息字段由三个比特组成。由这3个比特可寻址到八种不同的DPDCH格式：由于可能的DPDCH格式多于八种，FCH将从在呼叫建立协议期间规定的可用格式的子集中实际选择一种数据格式。

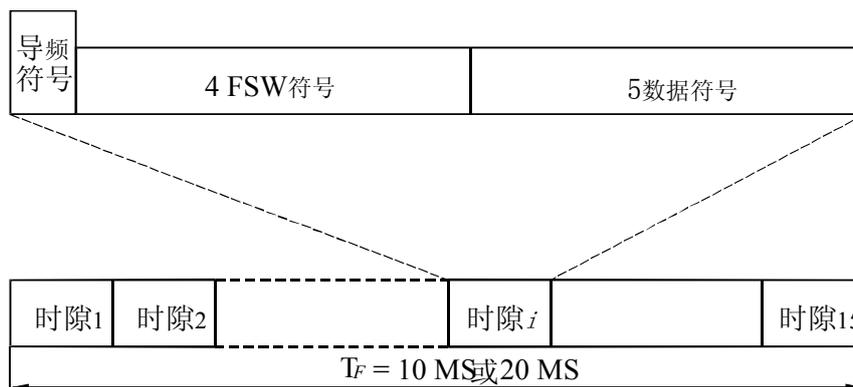
TPC和FCH比特通过将得到的5比特字映射为一个属于32序列一族的15比特长序列(码字)被编在一起。建议的长度为15比特的序列族可通过长度 $24 - 1$ 的ML序列的全部15循环移位加上全零序列加上所有以前序列的对映来获得。可用序列的总数是32。序列间的互相关既可是 1 也可是 -15 。这些序列可以是几乎正交的也可以是对映的。

注1 — 典型的信道估算通过在单个DPCCH中不需导频符号的CCPCH来完成。

CCPCH — 主和次CCPCH的帧结构示于图4。

主CCPCH是以固定传输速率(全码片速率选择时为15 kbit/s 而半码片速率选择时为 7.5 kbit/s)连续发送的。它用于载荷BCH和帧同步字(FSW)。

图4
用于公共控制物理信道(CCPCH)的帧结构



1850-04

对于该信道的主CCPCH信道编码对所有波束和卫星都是相同的且所有MES都知道。用到两个不同的FSW。一个FSW是用于除每MF的第一帧的所有帧，而MF的第一帧是利用另一FSW。可见在CCPCH上没有采用导频符号。假设为此采用了公共导频。

次CCPCH载荷寻呼信道(PCH)和前向接入信道(FACH)。该信道也是恒定速率信道且仅在用户业务出现时才传送。在次CCPCH，FACH和PCH是在SF结构内按一帧一帧时间复用的。帧的设置使FACH和PCH可分别在BCCH上广播。在主和次CCPCH中不执行功率控制策略。

PDSCH/PDSCCH — 物理下行链路共用信道(PDSCH)载荷至MES的分组数据，对每一用户无需分配一可能会带来下行链路编码短缺的永久DCH。PDSCH信道采用OVSF码树的一个分枝。每帧一个MES适于码分枝的较低SF节点(即枝根)的情况采用。每帧多个MES在采用较高的超帧因子的情况(即在分枝树中的较低节点)通过码复用可代为适用。所有PDSCH信道共用一个物理下行链路共用控制信道(PDSCCH)它以码复用的方式传送并载荷码指配、所有用户的FCH和TPC信息。

调制和扩展

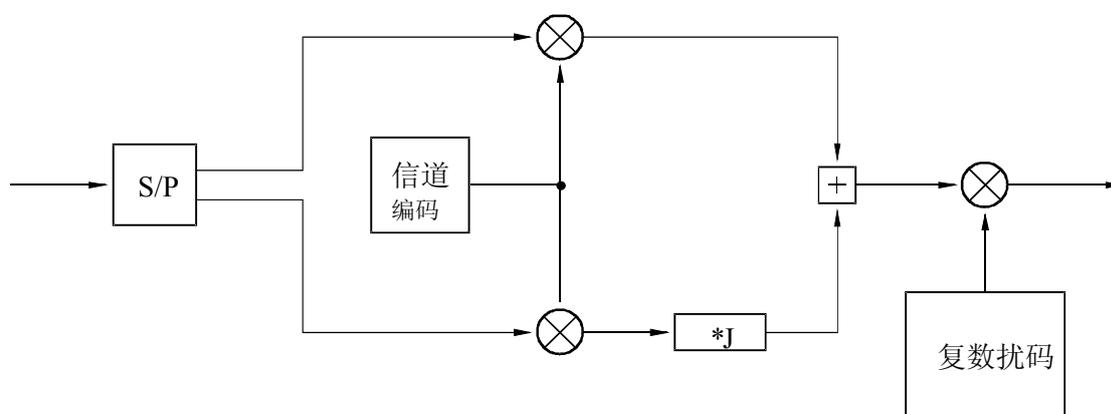
调制方式(见图5)是各比特对映射为I和Q分支的QPSK。在此之后以相同的信道编码cch扩展至码片速率，并通过相同的波束专用完整扰码cscramb进行扰码。

对于较低用户数据速率($\leq 4\ 800$ bit/s)，代之QPSK 调制而采用BPSK 调制以减小对相位误差的敏感度。

短扩展码的选用允许在MES中实施线性最低输出能量(MOE)自适应 CDMA 解调器。CDMA MOE 检测器的选用是为了增加系统容量和/或在空间段不产生影响的情况下提高业务质量。

图5

用于前向链路物理信道的QPSK调制/BPSK扩展



1850-05

编码配置和同步

扰码 — 扰码是一个长2 560码片的完全四进制序列。基于MOE的情况可选择 CDMA 干扰平滑在MES进行，并看好采用较短(256 码片)实际扰码。

相同的扰码(用固定数量的码片错开)对一给定卫星的各波束可再用。给各空间飞行器指配不同的扰码组。如果一给定空间飞行器由相同频隙上的不同LES接入的话，它们必须相互同步或它们应使用不同的扰码。依据轨道参数，在相同区域非同时可见的卫星中可再用扰码序列。根据若干政策也根据星座和载荷(透明或再生)的类型和LES站的同步精度共同完成扰码的指配。

CCPCH公共导频需要支持起始码和频率捕获且支持卫星分集操作。对于支持自适应天线会需要在公共导频之外选用基准符号。

信道编码 — 信道编码属于正交可变扩展因子(OVSF)家族。这些编码在不同速率和扩展因子的前向链路信道之间保持正交性。注意CCPCH与DPDCH的不同仅在于信道编码(见注 2)，它们与相应的地面无线电接口不同 CCPCH是与DPDCH正交的。

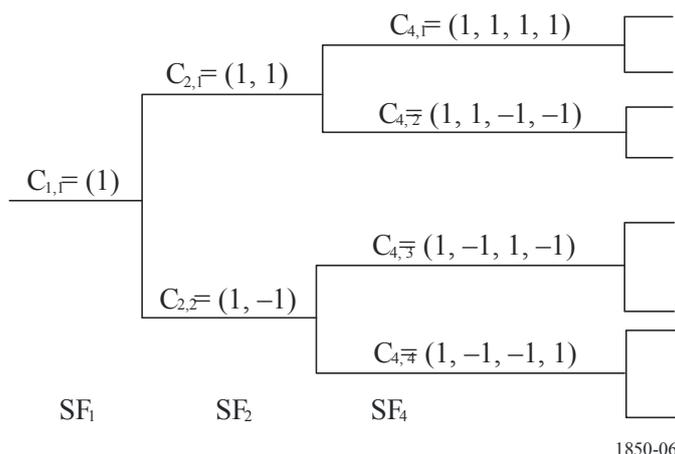
OVSF 码可采用图6的码树来规定。

码树中的各层规定了长度为 Sf_i 的信道编码。码树中的所有编码在相同的波束中不同时采用。如果和仅因从专用码至根的通路上无其他编码或在下面子树中采用，那么一个波束中可用一种编码。这就是说可变信道编码数不是固定的，而是取决于各物理信道的速率和扩展因子。

注1 — CCPCH共用相同的DPDCH扰码。

图6

用于OVSF码的码树形成



1850-06

捕获和同步

在MES，起始捕获通过公共导频进行。该导频是以低速率已知方式调制的且其信道化的编码是已知的(典型的是全零序列码)。已知方式调制的公共导频为了支持卫星分集操作其作用范围延伸到整个信号周期。开机后，MES搜寻公共导频的扰码。

该搜寻的效率和起始捕获的收敛速度取决于搜寻的编码数和候选卫星知道的可能的MES。对不同卫星波束建议采用错开的扰码序列将有助于减小起始捕获时间。不同卫星间扰码序列的再用也是减小起始搜寻空间范围的一种方法。

一旦请求一导频，主CCPCH可去扩展且BCCH复原。这样在候选卫星列表上保持专用信息和相应的扰码以加速其他卫星的捕获。

切换

已知四种可能的切换情况：波束切换、卫星切换、LES切换和频率切换。

波束切换 — MES 始终测量从相邻波束接收到的去扩展导频的 $C/(N + 1)$ 并向 LES报告测试结果。当波束导频的质量接近系统门限水平时，LES 典型地起始波束切换程序。根据MES 导频报告，LES 将决定向两个不同波束(软波束切换)发送相同的信道且命令 MES 增加一个分支解调这一额外增加的信号。LES 一旦接收到收到该新信号的确认后，立即释放旧的波束连接。

星间切换 — 该程序模拟了波束间切换的。唯一的不同是MES 还要搜寻不同的导频扰码。如果检测到一个新的导频扰码，该测量要返回向LES报告，该LES 通过向不同卫星发送相同的信号来决定利用卫星分集。

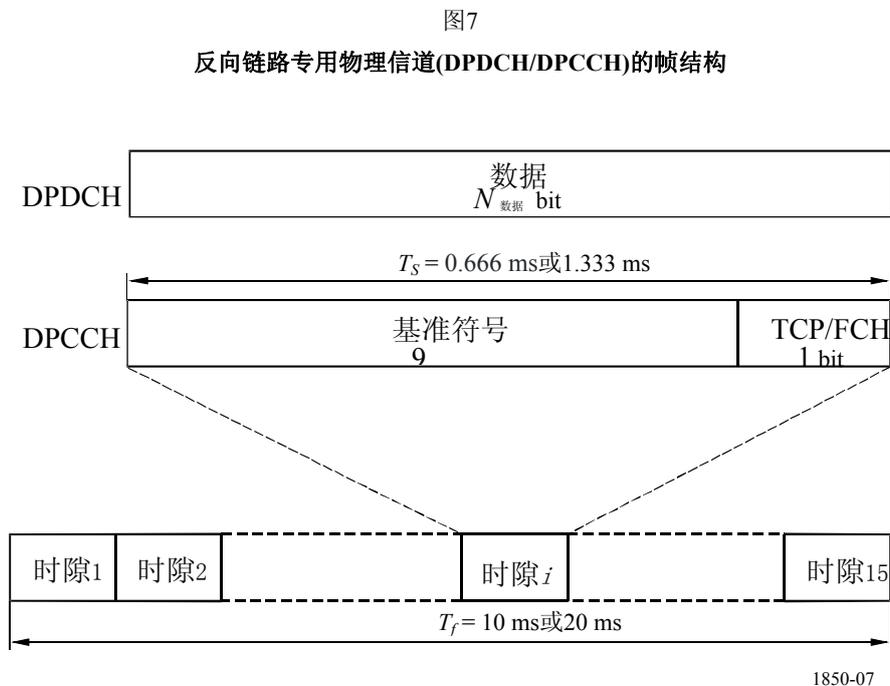
当卫星星座提供多径分集时，有助于操作移动用户进入永久软切换模式。在这种情况下LES 将相同的信道结合成最强卫星分集路径。MES 通过最大结合比利用路径分集。

LES间切换 — 依据星座特性有些情况会需要LES间切换。LES间切换应在LES间有协议。特别是当新LES开始向移动台发送其载波的同时旧LES命令搜寻新LES信号。当MES确认旧LES也收到来自新的LES的，则旧LES停止向MS的发送。

频率间切换 — 仅支持频率间的硬切换。该切换既可是网关之内的也可是网关之间的。

接入描述 — 反向链路

DPDCH/DPCCH帧结构 — DPDCH/DPCCH在反向链路中的帧结构(见图7)与前向链路中相同。但不同于前向链路的是DPDCH和DPCCH编码的且不是时分复用的。



1850-07

在DPCCH中，TCP/FCH信息字段与在前向链路中的功能相同。正如在前向链路中的，这些比特映射为一个属于32序列一族的序列。建议的长度为15比特的序列族可通过长度24 - 1的ML序列的全部15循环移位加上全零序列加上所有以前序列的对映来获得。这些序列可以是几乎正交的也可以是对映的。

表2中描述了基准比特图形。阴影部分可用做帧同步字。不同于帧同步字的导频比特值将为1。帧同步字倒置后标明一个MF的开始。

基准符号的速率，TPC/FCH比特是固定的且全码片速率选择时等于15 kbit/s 而半码片速率选择时等于7.5 kbit/s。

与前向链路类似，分别用于TPC和FCH功能的2和3比特将每帧发送。

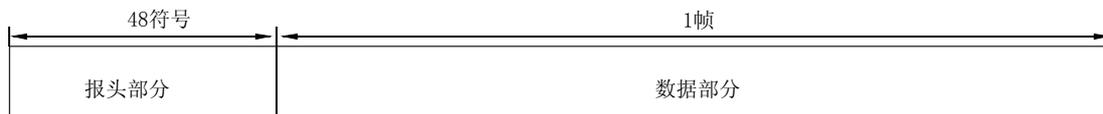
— 每 DPDCH 时隙的比特数与物理信道的扩展因子SF有关， $SF = 256/2^k$ 其中 $k = 0, \dots, 4$ 。这样扩展因子的大小可从256减小至16。

表2
用于 DPCCH的基准比特图形

| 时隙编号 \ 比特编号 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 6 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 9 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 12 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 13 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 15 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

PRACH帧结构 — PRACH的帧结构示于图8。

图8
物理随机接入信道(PRACH)的帧结构



1850-08

报头部分的构成是通过将一个48符号的码字调制在一个周期为256码片的扩展码上形成的。

这48符号码字的报头码是由MES在一小组四进制码字中随机选取的。扩展码是在用于随机接入的有效扩展码中随机选取的。有效扩展码的相关信息在BCCH信道上给出。

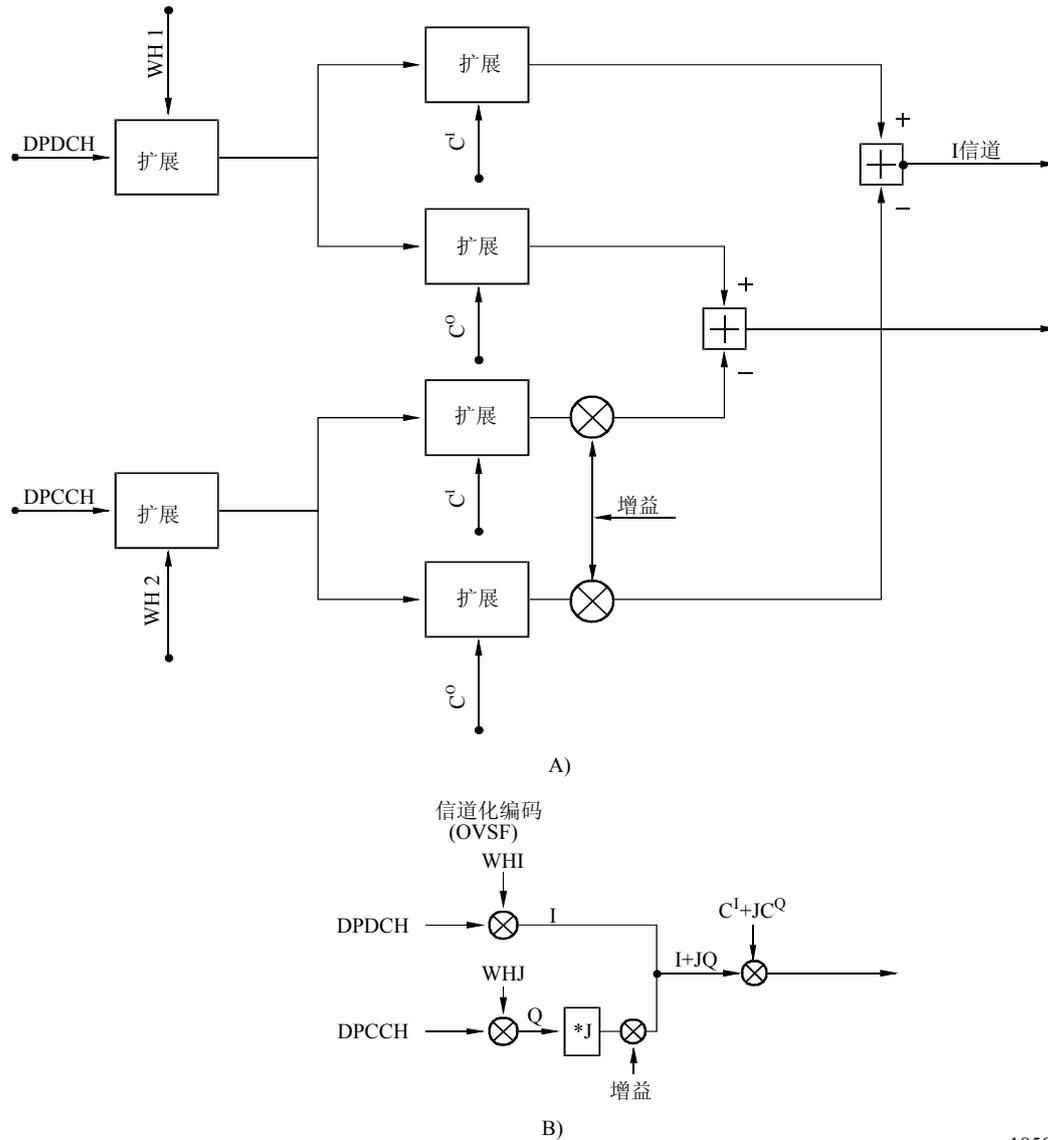
RACH突发的数据部分实际是由为相干解调载荷基准符号和与I分支数据速率和格式有关的FCH报告的一个I传输分支上的数据信道和一个Q传输分支上的相关控制信道组成。报头部分的数据速率不是固定的，而根据码片速率选择可等于15 千符号/s或7.5千符号/s。RACH突发数据部分的长度等于一帧的长度(即10 ms或20 ms，根据码片速率选择)。

RACH信道上不支持分集组合。

调制和扩展 — 反向链路中使用的调制/扩展码示于图9。数据调制为 BPSK，其中 DPDCH和 DPCCH 分别映射到载波I和Q分支上。I和Q分支此后用两种不同的信道编码cD/cC 扩展至码片速率并接着用MS 专用完整四相扰码进行完全扰码。

图 9

用于专用物理信道的反向链路扩展调制方式a)及其复数表示b)



1850-09

扰码长度为一帧(38 400码片)。针对短码(256)的选择与结合采用一种基于MMSE的干扰减小技术进行评价。扰码序列与技术要求TS25.213(由3GPP制定)中规定的相同。

扰码是由LES以半永久方式指配给MES的。

信道编码与前向链路的OVSF码相同。

4.3.1.2.3 终端特性

SW-CDMA支持四类MES：手持式(H)、车载式(V)、可搬移式(T)和固定式(F)。表3给出了终端特性与终端类别的对应关系。

表3
承载业务

| 载体数据速率 (kbit/s) | 支持的QoS | MES类别 |
|--------------------|-----------------------------|---------|
| 1.2 | 10^{-6} | H,V,T,F |
| 2.4 | $10^{-3}, 10^{-5}, 10^{-6}$ | H,V,T,F |
| 4.8 | $10^{-3}, 10^{-5}, 10^{-6}$ | H,V,T,F |
| 9.6 | $10^{-3}, 10^{-5}, 10^{-6}$ | H,V,T,F |
| 16 | $10^{-3}, 10^{-5}, 10^{-6}$ | H,V,T,F |
| 32 | 10-3, 10-5, 10-6 | V,T,F |
| 64 | 10-5, 10-6 | V,T,F |
| 144 | 10-5, 10-6 | T,F |

4.3.1.2.4 RF 技术要求

4.3.1.2.5 卫星站

卫星站 RF 技术要求取决于实际空间段的结构。

4.3.1.2.6 MES

表4给出了用于不同MES类别的RF技术要求。

表4
MES RF 技术要求

| RF 参数 | MES 类别 | | |
|----------------------|---|---|---|
| | H | V | T |
| 信道带宽(kHz) | 2 350 ⁽¹⁾ , 4 700 ⁽²⁾ | 2 350 ⁽¹⁾ , 4 700 ⁽²⁾ | 2 350 ⁽¹⁾ , 4 700 ⁽²⁾ |
| 上行链路频率稳定度(ppm) | 3 | 3 | 3 |
| 下行链路频率稳定度(ppm) | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 最大 e.i.r.p.(dBW) | 3.0 | 16.0 | 16.0 |
| 每信道平均 e.i.r.p.(dBW) | ⁽³⁾ | ⁽³⁾ | ⁽³⁾ |
| 天线增益(dBi) | - 1.0 | 2.0 ⁽⁴⁾ , 8.0 ⁽⁵⁾ | 4.0 ⁽⁴⁾ , 25.0 ⁽⁵⁾ |
| 功率控制范围(dB) | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| 功率控制步长(dB) | 0.2-1 | 0.2-1 | 0.2-1 |
| 功率控制速率(Hz) | 50 ÷ 100 | 50 ÷ 100 | 50 ÷ 100 |
| 发/收隔离度(dB) | > 169 | > 169 | > 169 |
| G/T(dB/K) | -23.0 ⁽⁴⁾ , -23.0 ⁽⁵⁾ | -23.5 ⁽⁴⁾ , -20.0 ⁽⁵⁾ | -23.5 ⁽⁴⁾ , -20.0 ⁽⁵⁾ |
| 多普勒漂移补偿 | 采用 | 采用 | 不可用 |
| 移动性限制(最高速度)(km/h) | 250 ⁽¹⁾ , 500 ⁽²⁾ | 250 ⁽¹⁾ , 500 ⁽²⁾ | 不可用 |

⁽¹⁾ 半速率选择(1.920 Mchip/s)。

⁽²⁾ 全速率选择(3.840 Mchip/s)。

⁽³⁾ 取决于卫星站特性。

⁽⁴⁾ 对 LEO 星座的典型值。

⁽⁵⁾ 对 GEO 星座的典型值。

基带技术要求

表5提供了基带技术要求。

表5
基带特性

| | | |
|--------|------------------|--|
| BB-1 | 多址接入 | |
| BB-1.1 | 技术 | 直接序列 CDMA |
| BB-1.2 | 码片速率(此处适合的) | 1.920 Mchip/s 或 3.840 Mchip/s |
| BB-1.3 | 时隙(此处适合的) | 每帧 15 时隙 |
| BB-2 | 调制类型 | — 上行链路中双码 BPSK — 下行链路中 QPSK 或 BPSK |
| BB-3 | 动态信道分配(是/否) | 否 |
| BB-4 | 双工方式(例如 FDD、TDD) | FDD |
| BB-5 | FEC | — 标准质量: 编码速率 1/3 或 1/2 约束长度 $k=9$ 的卷积码。可变重复穿孔以满足所需信息速率 — $GF(2^8)$ 的高质量级联 RS 码, 与速率为 1/3 或 1/2, 约束长度 $k=9$ 的内部卷积码级联。Turbo 编码器作为可选 |
| BB-6 | 交织 | — 以帧为基础交织(缺省) — 以复帧为基础交织(可选) |
| BB-7 | 卫星间同步要求(是/否) | — 工作于不同卫星 BS 间无需同步 — 工作于相同卫星 BS 间需要同步 |

详细技术要求

SW-CDMA 无线电接口详细技术要求基于以下一组文件:

- 物理层: 多数 SW-CDMA 文件的新近版本都是从 25.200 系列导出(见注1)。
- 协议: 25.300 技术要求草案的最新版本(见注2)。

注1 — 这一组详细技术要求目前在 ETSI TC-SES S-UMTS 工作组内以 IMT-2000 卫星无线电接口自愿提供标准族中的部分正精心制定。该技术要求也将提供 SW-CDMA 空中接口物理层的一般描述。

注2 — 正在 3GPP RAN TSG 中研究制定。该文件可从下面网址找到: <http://www.3gpp.org/RAN> 和 <http://www.3gpp.org/RAN4-Radio-performance-and>。该技术要求描述的文件 3GPP TSG RAN WG 4 正在制定。

4.3.2 卫星无线电接口B的技术要求

W-C/TDMA(宽带码/时分多址)是为满足第三代(3G)无线通信系统(见注 1)的卫星部分的要求而设计的一种卫星无线电接口。

W-C/TDMA 无线电接口建议书要符合无线电接口 CN 和对 Iu 和 Cu 接口的相关技术要求。

W-C/TDMA 是基于一种混合编码以及对各传输方向 RF 信道带宽可以是 2.350 或 4.700 MHz 的时分多址 (C/TDMA) 技术。

W-C/TDMA 的特性是时隙化的结构，上行链路的准同步操作导致单个、多波束卫星系统的最大无线资源的准正交分隔。

根据相关的 IMT-2000 卫星频带的规则，基带双工方式是 FDD 的；然而 TDD/FDD 方式中的哪一个还要看传输发生在相关接收的不同时隙中和不同的频带中。半速率选择提供了更细的频谱细化和与码片同步相关的增强以及对具有高多普勒漂移的信道的跟踪。

W-C/TDMA 提供一个从 1.2 kbit/s 高至 144 kbit/s 的宽泛的承载业务。可支持包括话音质量的电话和全球覆盖卫星环境的数据业务的高质量电信业务。W-C/TDMA 支持诸如高渗透寻呼信道措施的卫星环境的额外专用特性。

W-C/TDMA 有吸引力的主要特性概要如下：

- W-C/TDMA 在窄带上提供优质的 TDMA 或 FDMA 系统。
- 支持 FDD/TDD 模式的操作，仅要求终端具有较低要求的天线双工器。
- 应感谢 CDM/CDMA 的最高端的无线资源的高比例的正交分隔 (TDM/TDMA)，它提供了资源分配更多的灵活性。
- 允许全频率再用，简化了频率规划。
- 与窄带系统比较用户数据速率更细的细化措施避免了高峰值平均功率。
- 无外加方式的精确的用户定位措施。
- 支持高渗透消息业务。

注 1 — W-C/TDMA 无线电接口目前正由 (ETSI) SES 技术委员会以 IMT-2000 卫星无线电接口自愿提供标准族中的部分做评价。

4.3.2.1 结构描述

4.3.2.1.1 信道结构

该无线电接口技术要求只涉及业务链路，馈线链路不作为本要求的一部分。

该业务链路由卫星站和 MES 之间的正向链路和相反方向的反向链路组成。

在物理层，信息流传向和来自 MES 正如 ITU-R M.1035 建议书中规定的由逻辑信道传递。

那些逻辑信道用物理信道作承载媒体。

W-C/TDMA 采用了与地面无线电接口相同的物理信道结构。物理信道与逻辑信道之间的对应关系示于表 6。

已知在前向有两个广播物理信道，主和次公共控制物理信道，P/S-CCPCH。

主 CCPCH 支持用于广播系统和波束专用信息的广播控制信道。

次 CCPCH 支持当 MES 位置已知时载荷至该确定的 MES 的控制信息的两个称为前向接入信道 (FACH) 的逻辑信道。

物理随机接入信道(PRACH)支持载荷控制信息的随机接入信道(RACH)和载荷短用户分组的随机业务信道(RTCH)。

表6

物理信道与逻辑信道的对应关系

| 逻辑信道 | 物理信道 | 方向 |
|--------------|----------|----|
| BCCH | 主CCPCH | 前向 |
| FACH | 次CCPCH | 前向 |
| Pilot | PI-CCPCH | 前向 |
| PCH | HP-CCPCH | 前向 |
| RACH RTCH | PRACH | 反向 |
| DCCH | DDPCH | 双向 |
| DTCH | DDPCH | 双向 |
| 第1层信令和导频符号 | DCPCH | 双向 |

专用物理控制信道(DCPCH)用于第1层信令。

专用物理控制信道(DDPCH)用于载荷控制信息，诸如较高层的信令通过专用控制信道(DCCH)传送和通过专用业务信道(DTCH)传送双向用户数据。

以上承载业务可提供电路交换业务和分组数据业务。

采用时分复用结构多用户业务可支持相同的连接。

关于已介绍的专用物理控制信道支持 HP-CCPCH前向链路中的高渗透寻呼信道、主要目的作为寻呼业务或MES位置处于建筑物内的铃声提示的低数据速率业务。

4.3.2.1.2 星座

W-C/TDMA并不强求任何特殊的星座。它设计于支持LEO、MEO、GEO或HEO星座。

尽管多个点波束覆盖将保证得到最佳的系统性能，但是将不作为强制性的系统要求。

4.3.2.1.3 卫星

W-C/TDMA并不强求任何特殊的卫星结构。它即可以操作于弯管透明卫星转发器也可以是再生转发器结构的。

4.3.2.2 系统描述

4.3.2.2.1 业务特性

根据MES的类别，W-C/TDMA 支持从1.2 kbit/s 高至 144 kbit/s 相应最大 BER 在 1×10^{-3} 至 1×10^{-6} 范围内的承载业务。

最大允许延迟不超过400 ms，兼容上述任何一种卫星星座。

4.3.2.2.2 系统特性

在前向和反向链路中可支持两种扩展速率，3.840 Mchip/s(全速率)和1.920 Mchip/s(半速率)。

闭环功率控制是在前向和反向链路上实施。驱动这一闭环为了在RAKE值与目标值结合之后设置被测 SNIR值。目标值是通过基于 FER 测量的较慢的外控制环自适应修改的。为支持 FER 测量在每帧的数据上附加8比特的CRC(对2 400 bit/s为4比特)。

对分组传输和在呼叫建立阶段的功率起始设置提供开环功率控制。

通过编码和交织的串接支持三种基本业务等级：

- 采用内部编码(1/3 卷积速率，多项式557、663、711)和只进行交织的标准业务，目标 BER 等于 1×10^{-3} ；
- 采用内部编码和交织加外 RS 编码和交织的高质量业务。内部解码之后的目标BER等于 1×10^{-6} ；

采用业务专用编码的业务。对于这些业务在无线电接口上不采用专用的FEC 编码技术。可能 FEC编码完全在较高层控制。

这些等级可满足卫星业务的各种QoS要求且如果通过选择业务专用码还可进一步提高QoS。

根据实际数据速率，交织方式在呼叫建立时可忽略不计。交织深度的取值范围是帧周期的整数倍。交织块在一个功率两列的若干列上每行写一次，指数取决于实际数据速率。在接收时，交织块以洗牌顺序每列读一次，即以倒序读二进制列指数。

卫星分集

在多卫星覆盖的情况，LES可决定卫星覆盖的反向链路信号与通过初始卫星接收到的反向链路的信号结合以改善SNIR和减小阴影概率。由于准同步操作受限于初始卫星，用户异步接收第二卫星解调器导致的SIR一般较低。尽管这些SIR有偏差，但仍能表示结合可用于增加反向链路功率效率和容量的技术来自最大比率的实际增益。

接入描述

在卫星站至MES的前向链路中采用一正交CTDM。在从MES卫星站的反向链路中采用准同步 W-C/TDMA。

按帧组织传输，如图10所示。帧周期为20 ms 且细分为8时隙。帧又以8个普通帧加一个超帧构成一个复帧(MF，周期为180 ms)。

同步业务和异步业务(起始接入)之间的共存是由一分隔逼近控制的，其可用资源在时间上分开成两帧，各帧保留其自身特殊的用途。

前向链路帧0专用于广播公共功能(寻呼、高渗透消息信道、同步等)。

各MF(帧0)中的第一帧保留用做异步业务：在反向业务中，在各复帧中的帧0由 MES异步发送分组如图11所示。

突发 — 以突发形式发生的传输可以是一时隙长也可延长为时隙的整数倍。

图10
前向链路和反向链路的帧结构

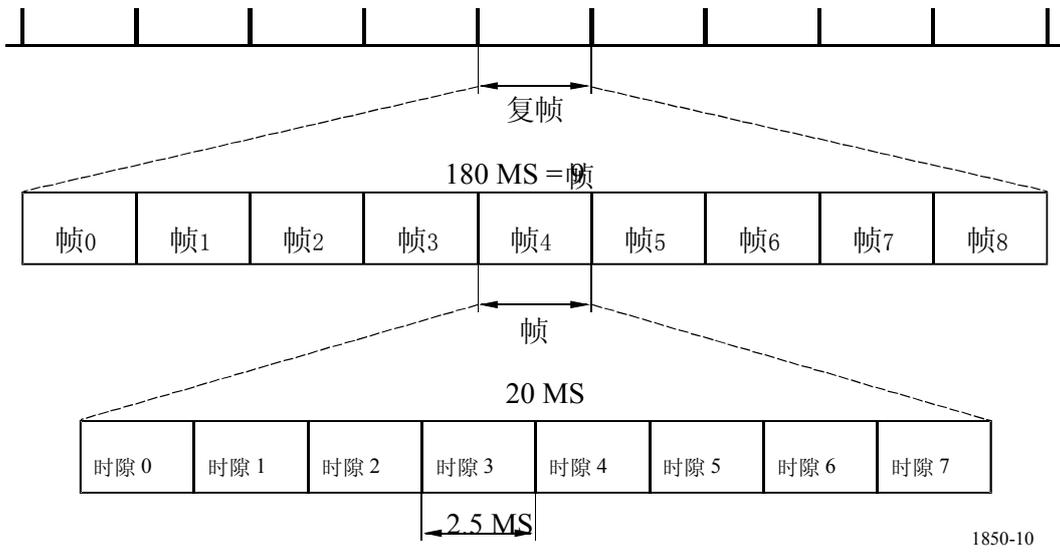
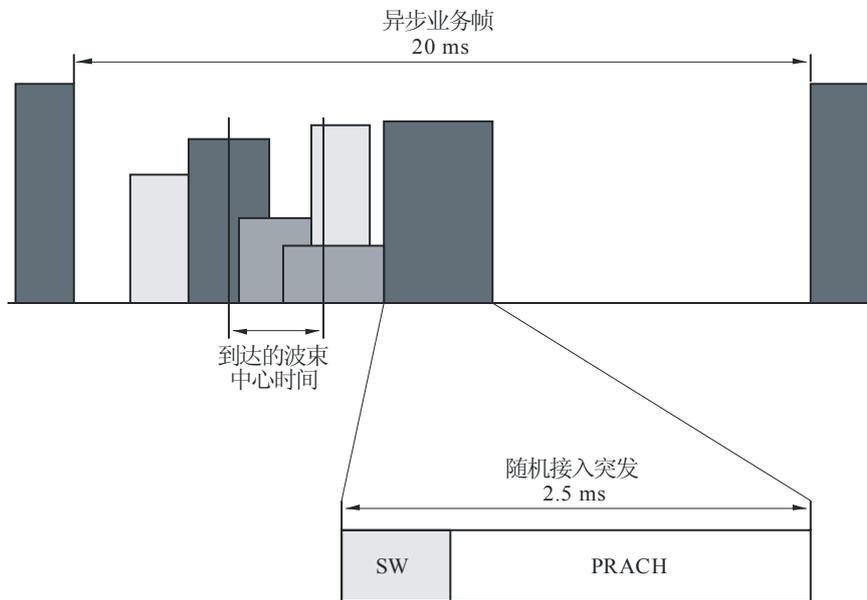


图11
反向链路, 帧0中的异步传输



在同步业务的情况，突发可延长为时隙的整数倍，但不需邻接。

在异步业务的情况，突发是以非时隙化的帧传送的，以随机次数试探而不影响相邻帧。

已知有两种大小的突发：短的，容纳160字节而长的容纳320字节。

突发的时长取决于被选码片速率和扩展因子。

突发的大小和扩展因子由LES 控制并在通话期间不能修改。信息速率可按一个突发一个突发地改变。

前向链路

DCPCH/DDPCH — 在前向链路 DCPCH和DDPCH 复用在相同的突发中(前向链路专用突发)。突发结构示于图12。

DPCCH载荷基准(导频)符号、功率控制信息字段(TPC)、指示实际编码速率和时间与频率控制信息字段(TFC)准同步操作所需的帧控制报头(FCH)。

图12
前向链路专用突发

| DCPCH | | | | DDPCH |
|------------------------|-----------|-----------|-------------|-----------|
| FCH | TPC | TFC | 导引 | 用户数据 |
| n_{FFD} | n_{TPD} | n_{TFD} | (n_{PFD}) | n_{DFD} |
| n_{OFD} | | | | |
| 控制数据和用户数据的交织、导引字符的同等扩展 | | | | |
| 1、 2 或 4 时隙 | | | | |

1850-12

前向链路公共突发载荷CCPCH。其结构示于图13。

图13
前向链路公共突发

| | |
|--------------|-----------|
| CCPCH | |
| FCH | 数据 |
| n_{FFC} | n_{DFC} |
| n_{OFC} | |
| 控制数据和用户数据的交织 | |
| 1、2 或 4 时隙 | |

1850-13

前向链路同步突发载荷高渗透寻呼信道(HP-CCPCH)。其结构示于图14。

图14
前向链路同步突发

| | | |
|-----------|-----------|-----------|
| HP-CCPCH | | |
| SW | 导引 | 数据 |
| n_{SWS} | n_{PFS} | n_{DFS} |
| n_{OFS} | | |
| SW | 导引字符的同等扩展 | |
| 1 时隙 | | |

1850-14

反向链路

已知反向链路有两种结构的突发：随机接入突发和反向链路专用突发。它们的结构分别示于图15和图16。

图15

反向链路随机接入突发

| | | |
|-----------|-----------|-----------|
| PRACH | | |
| SW | 导引 | 数据 |
| n_{SRR} | n_{PRR} | n_{DRR} |
| n_{ORR} | | |
| SW | 导引字符的同等扩展 | |
| 1 时隙 | | |

1850-15

图16

反向链路专用突发

| | | | |
|------------------------|-----------|-------------|-----------|
| DCPCH | | | DDPCH |
| FCH | TPC | 导引 | 用户数据 |
| n_{FRD} | n_{TRD} | (n_{PRD}) | n_{DRD} |
| n_{ORD} | | | |
| 控制数据和用户数据的交织、导引字符的同等扩展 | | | |
| 1、 2 或 4 时隙 | | | |

1850-16

突发参数的规定

表7至表11规定了突发的参数。

表 7
前向链路专用突发

| | | 短 突 发 | | 长 突 发 | |
|------|--------|-------|------|-------|------|
| | | 符号 | 百分比 | 符号 | 百分比 |
| 总数 | NOFD | 160 | 100 | 320 | 100 |
| 数据 | NDFD | 112 | 70 | 256 | 80 |
| (导频) | (NPFD) | (16) | (10) | (32) | (10) |
| FCH | NFFD | 16 | 10 | 16 | 5 |
| TPC | NTPD | 8 | 5 | 8 | 2.5 |
| TFC | NTFD | 8 | 5 | 8 | 2.5 |
| 总开销 | | 48 | 30 | 64 | 20 |

表 8
前向链路公共控制突发

| | | 短 突 发 | | 长 突 发 | |
|-----|------|-------|-----|-------|-----|
| | | 符号 | 百分比 | 符号 | 百分比 |
| 总数 | NOFC | 160 | 100 | 320 | 100 |
| 数据 | NDFC | 144 | 90 | 304 | 95 |
| FCH | NFFC | 16 | 10 | 16 | 5 |
| 总开销 | | 16 | 10 | 16 | 5 |

表 9
前向链路同步突发

| | | 短 突 发 | |
|-----|------|-------|-----|
| | | 符号 | 百分比 |
| 总数 | NOFS | 160 | 100 |
| 数据 | NDFS | 112 | 70 |
| SW | NSWS | 32 | 20 |
| 导频 | NPFS | 16 | 10 |
| 总开销 | | 48 | 30 |

表 10
随机接入突发

| | | 短突发 | |
|-----|------|-----|-----|
| | | 符号 | 百分比 |
| 总数 | NORR | 160 | 100 |
| 数据 | NDRR | 112 | 70 |
| SW | NSRR | 32 | 20 |
| 导频 | NPRR | 16 | 10 |
| 总开销 | | 48 | 30 |

表 11
反向链路专用突发

| | | 短突发 | | 长突发 | |
|-----|------|-----|-----|-----|------|
| | | 符号 | 百分比 | 符号 | 百分比 |
| 总数 | NORD | 160 | 100 | 320 | 100 |
| 数据 | NDRD | 120 | 75 | 264 | 82.5 |
| 导频 | NPRD | 16 | 10 | 32 | 10 |
| FCH | NFRD | 16 | 10 | 16 | 5 |
| TPC | NTRD | 8 | 5 | 8 | 2.5 |
| 总开销 | | 40 | 25 | 56 | 17.5 |

信道分配和传输模式

扩展码数量的分配与复帧中的时隙数的分配结合构成一个有效信道分配。编码数可以等于1，但若考虑MES具有多码接收和/或传输的能力则可大于1。专用信道的时隙分配限于帧1~帧8(每一复帧中每5帧的帧5为可选)。在通话期间信道分配是有效的。

OVSF 码的原理允许带有相应不同扩展因子的正交信道或准正交信道的共存。前向链路和反向链路的扩展码、时隙、突发类型和其他链路参数在通话期间由LES分配。建议在通话期间不改变扩展码(扩展因子)。可变速率传输仅由改变编码速率来实现。

考虑的不同传输模式：

- 双向流动模式传输：前向链路和反向链路上分配一条通信信道。
- 前向链路流动模式单向传输：仅在前向链路上分配一条通信信道。
- 反向链路流动模式单向传输：由于在前向链路上不可能发送 TFC 指令，因此该模式被禁止。

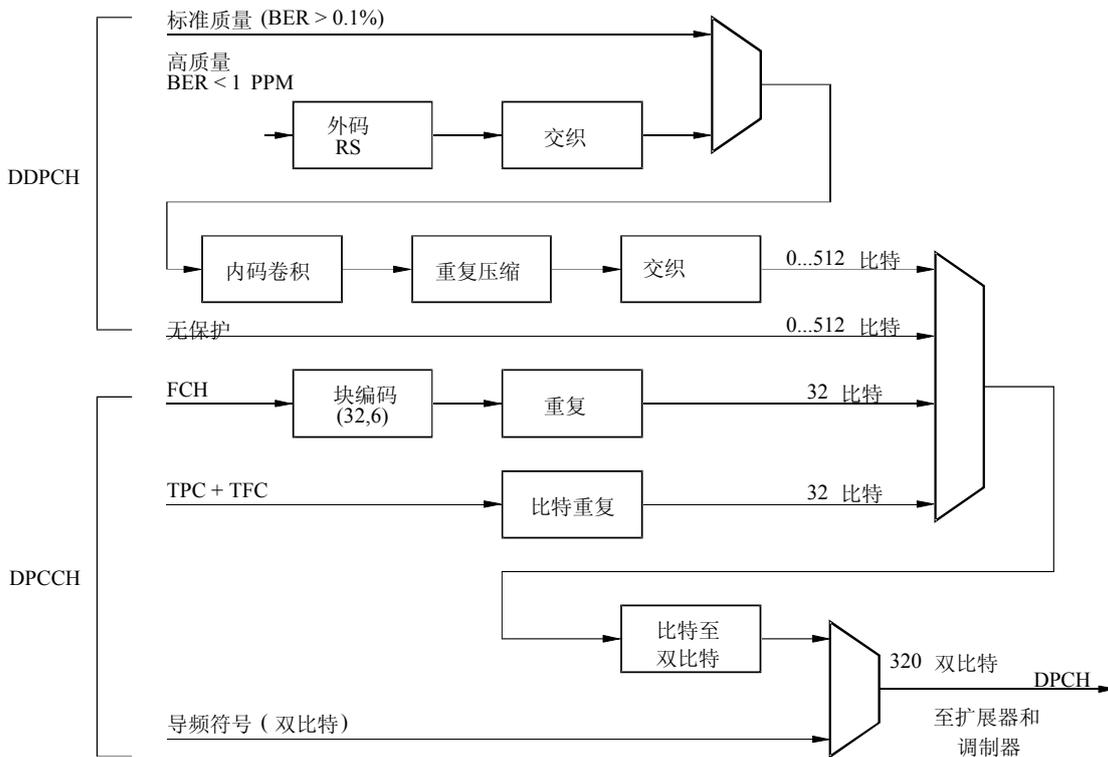
— 分组数据传输：如果分组的频率相对同一目的地较低时，不分配信道而分组在帧 0 中传送。这在双向都有效。(帧 0 的边缘区假设拥塞发生率较低，则在反向上传输分组更为可取。)如果在一次通话期间可证实至同一目的地的分组频率足够高，则可在帧 1~帧 8 中分配一专用信道。

为分组数据传输分配专用信道的合理门限的最佳选择是关键性的。选择该门限时应避免特别是在反向链路中的帧 0 的过载和节省卫星功率。无连接分组数据传输不允许功率控制。因此，必须为分组传输所需的较高的链路裕量提供更多的卫星功率。另一方面，信道分配需要的信令开销也需要额外的卫星功率且会减小容量。

信道编码、速率适配器和业务复用

信道编码和业务复用方式示于图17并可用于前向和反向链路的专用物理信道。该图代表一般情况，它用于在单一编码信道中以一单个突发用规定的质量和传输速率只传送一种业务的简单情况也用于在单一编码信道中以一单个突发用不同速率和质量同时传送多种业务的更常见的情况。

图17
编码和复用方式



1850-17

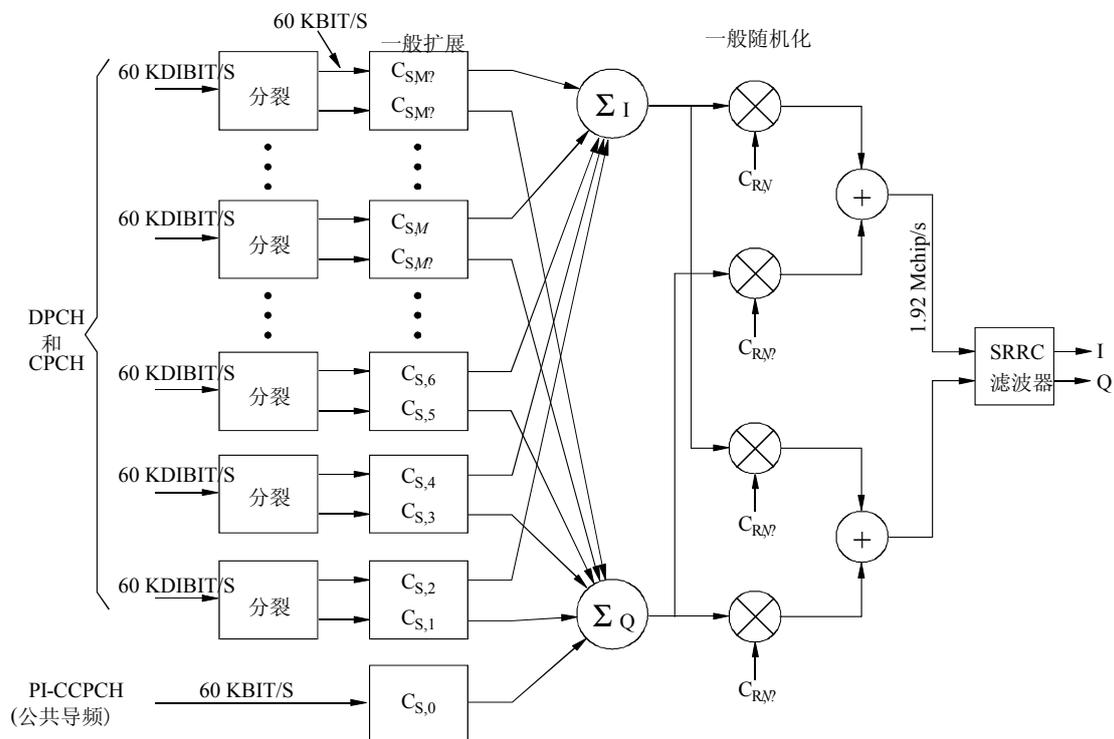
用于接收侧的去复用和解码方式在FCH中表明。

调制和扩展

图18分别表示了建议用于前向和反向链路的通用扩展器和调制器。为前向和反向链路建议的扩展和调制方式的原理描述如下：在插入(复用)导频符号(双比特)(如果需要)之后，双比特流分裂为两个双极性数据流，称为I数据流和Q数据流。这些数据，被锁定在符号速率，与扩展码矢量表示的 $c_{s,m}$ 双极性部分复用，这样一个双极性数据取样是一个编码矢量的标量因子。这一操作被称为扩展或信道化。

图18

前向链路一般扩展器和调制器
(标明的速率基于1.920 Mchip/s的选择和32的扩展因子)



1850-18

这些生成的I和Q扩展传输序列用称为随机码，表示为 c_r, n 的双极性 PN序列再进行随机化，这样传输信号呈现出接收机的噪声，接收机不是同步的或不再用与扩展码相同的编码。随机化有三种不同的方式：

- 采用一单独随机编码的实数随机化；
- 采用一对随机编码和整个复数复用的复数随机化；
- 采用一对随机编码，其中一编码与I分支信号复用而另一编码与Q分支信号复用的I/Q独立随机化。

对于QPSK和双BPSK既采用实数随机化也采用复数随机化的可能的编码配置见表12所列。

表12

扩展和随机化编码配置

| 数据调制 | 扩展码 | 随机化编码 | 注释 |
|-------|--------------------------|--|--------------|
| QPSK | $c_{s,m} = c_{s,m-1}$ | $c_{r,n} = c_{r,n-3}, c_{r,n-1} = c_{r,n-2} = 0$ | 实数随机化 |
| QPSK | $c_{s,m} = c_{s,m-1}$ | $c_{r,n} = c_{r,n-2} \neq c_{r,n-1} = c_{r,n-3}$ | 复数随机化 |
| 双BPSK | $c_{s,m} = c_{s,m-1}$ | $c_{r,n} = c_{r,n-3}, c_{r,n-1} = c_{r,n-2} = 0$ | I和Q分支上不同的随机化 |
| 双BPSK | $c_{s,m} \neq c_{s,m-1}$ | $c_{r,n} = c_{r,n-3}, c_{r,n-1} = c_{r,n-2} = 0$ | 实数随机化 |
| 双BPSK | $c_{s,m} \neq c_{s,m-1}$ | $c_{r,n} = c_{r,n-2} \neq c_{r,n-1} = c_{r,n-3}$ | 复数随机化 |

与用于相应地面无线电接口的方式一致，建议对于1.920 Mchip/s选择是基于长度为128比特Walsh-Hadamard码组的而对于3.840 Mchip/s选择基于长度为256比特Walsh-Hadamard码组的正交可变扩展因子(OVSF)码。

前向链路

前向链路扩展器和调制器的一般形式示于图18。除了公共导频信道(PI-CCPCH)，可采用不同配置的扩展和随机化编码。由于相同的随机化方式应用于所有同时发送的前向链路信道，所以在随机化之前求和。

建议可采用QPSK也可采用BPSK且对所有DPCH和CPCH采用实数随机化。通常，许多编码信道在前向链路上同时发送至使在此情况循环进行I/Q幅度分配。这样实数随机化要求复杂性减至足够小。

双BPSK的采用会将正交码信道的数量减少至一半，因为在I和Q分支上采用不同的扩展码。用I/Q独立随机化的单独扩展码双BPSK代表一种可避免以增加对载波相位误差的敏感度作为代价的上述码本限制。

对于同步突发(HP-CCPCH)采用实数随机化的双BPSK。PI-CCPCH映射在全1序列的扩展码0上。PI-CCPCH数据只不过是一1 s的无尾序列，在同步突发发送时就从那些时隙终止。因此，PI-CCPCH的随机化编码就是其本身。

反向链路

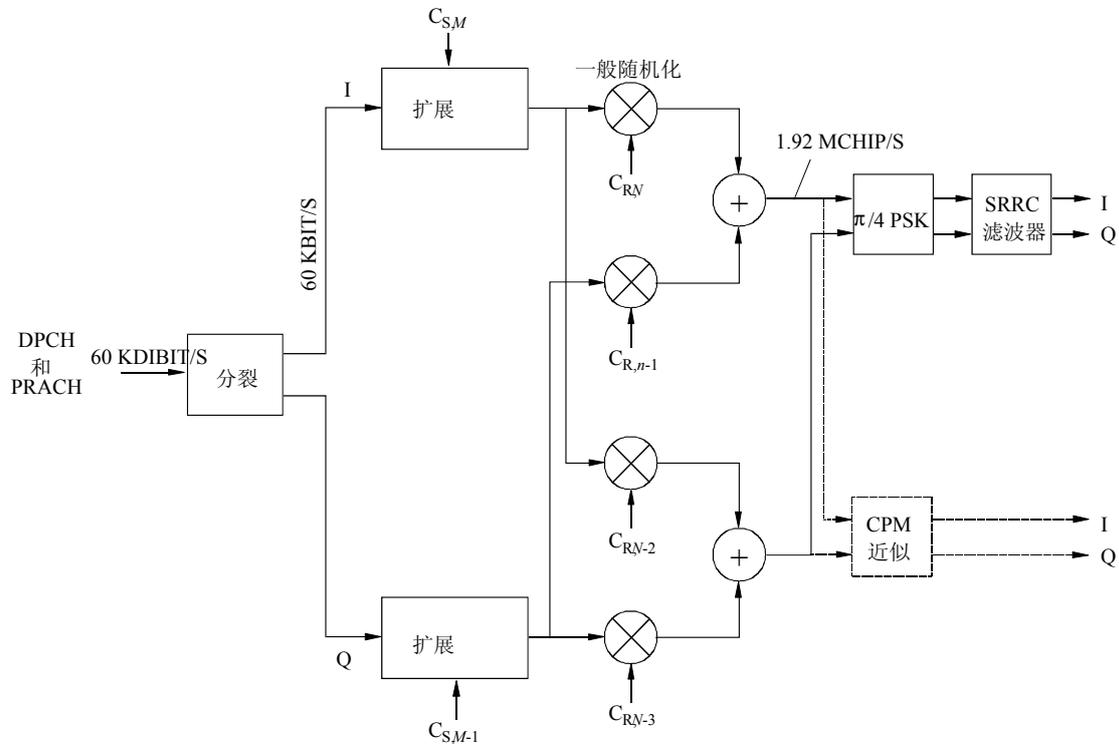
反向链路扩展器和调制器的一般形式示于图19。可采用的扩展和调制编码的不同配置与前向链路的相同。

建议可采用QPSK也可采用BPSK数据调制对DPCH二者都采用复数随机化。正交双BPSK的采用会将编码信道的数量减少至一半。采用I/Q独立扩展(无编码信道减少)的双BPSK可考虑为此时码本大小是一关键问题。对随机接入突发(PRACH)建议采用复数随机化这一更强健的双BPSK。

与前向链路大大不同，为了减小包络起伏建议采用 $\pi/4$ -QPSK扩展调制。可知预补偿频率调制(PFM)可作为另一种选择。PFM是设计成可与标准奈奎斯特滤波的 $\pi/4$ -QPSK接收机一起工作的一种恒定包络调制技术。PFM表现出在邻道(频带)干扰(ACI)、编码信道串话和AWGN条件下的BER性能之间的折衷。

图19

反向链路一般扩展器和调制器
(标明的速率基于1.920Mchip/s的选择的32的扩展因子)



1850-19

系统的时间和频率基准

假设系统的时间和频率基准有效地位于卫星上。这就意味着由卫星相应的标称频率和定时发送该信号。在透明转发器的情况，LES 对其馈送上行链路的发送时间、频率、码片速率等等进行补偿，因此信号到达所需去的卫星时与标称的系统时间和频率是同步的。在业务链路中会额外采用波束专用时间漂移和多普勒预补偿。对于反向链路假设LES 各 MT的定时，这样反向链路信号到达所需去的卫星时与标称的系统时间和频率是准同步的。在业务链路中会额外采用波束专用时间漂移和频率补偿。

由于对所有波束馈送传播时间的变化实际方式是相同的，因此在本文中对馈送下行链路不再提要求。

卫星内波束间的同步

建议在相同卫星定位的所有波束中保持发送时间(帧结构)。为了允许在相同卫星的所有波束中相同随机化编码的再用有一个仅在几个码片周期量级的很小且有意的固定时间补偿。

如果一颗卫星的所有波束都将采用相同的随机化编码，则来自不同波束到达卫星的信号的反向链路帧结构也需要时间补偿。建议对反向链路帧结构采用相同的时间补偿。LES 以一种在LES接收机发生的上述补偿控制 MT。

一般来说，在前向链路和反向链路帧结构之间将有一固定的补偿。

系统范围的星间同步

建议属于相同SRAN的所有卫星之间保持时间同步。它就意味着不同卫星的发送与其他的卫星从帧结构上都应对准，其精度在一个ms量级。在透明载荷和无星间链路的情况，系统范围的同步可通过地面网络互连的LES来保持。卫星对之间时间校准限制了最小可能的帧定时差。相信这对卫星通路分集和切换是有益的。

随机化编码的分配

扩展码覆盖随机化的目的是使相邻波束和星间干扰在任何情况任何时间的出现更像噪声。分配下述一般随机编码以接近此目的：

- 为属于相同 SRAN 的每颗卫星分配一专用和一共用用于前向链路的随机编码序列(实数随机化)。
- 为属于相同 SRAN 的每颗卫星分配一对用于反向链路的专用随机编码(复数随机化)。
- 在 SRAN 中的专用前向链路随机编码是独特的并用于相同卫星的所有波束的所有前向链路传输(除了同步突发)。
- 在 SRAN 中的专用反向链路随机编码对是独特的并用于相同卫星的所有波束的所有准同步和异步反向链路传输。
- 属于相同 SRAN 的所有卫星的所有波束在前向链路同步突发(HP-CCPCH)上都用一公共编码。
- 用于前向链路同步业务和反向链路的准同步业务的专用和公共随机编码的开始与帧 0 时隙 1 的第一码片有关。随机码的时钟定时通过前向链路上的 HP-CCPCH 传输的任何周期或准同步业务被中断的反向链路上的异步业务帧来延续的。
- 在异步业务的情况，专用随机编码序列对的开始与随机接入突发的第一码片有关。

用于同步突发的公共随机编码的使用简化了前向链路的捕获并允许以最少的系统信息对 HP-CCPCH 进行编码。在HP-CCPCH 接收时去随机化中的附带干扰在这种方式中不可避免。为了减低捕获失败的概率或减小复用卫星情况的区域延迟重合中的消息丢失，建议以在某一时间仅一颗工作的卫星发射满功率的方式，而其他卫星由人工改变它们的同步突发的功率约6 dB。功率改变仅应用于覆盖延迟重合区域的那些波束。

前向链路捕获和同步

建议了下述前向链路的捕获和同步程序：

- MES 通过采用帧 0 的时隙 1 中发射的周期 SW 起始捕获前向链路同步(时间和频率)。扩展的 SW 的长度为 $32 \times 30 = 960$ 码片(对应半速率选择)且对所有波束和卫星是共同的。
- 如果检测到来自不同的波束或卫星的若干 SW，则选择一个相对最大相关峰值建立频率、帧、符号和码片的同步。
- MES 采用公共导频信道(PI-CCPCH)对照 SRA 中所有可能采用的随机化序列从相关的接收信号提取对某卫星的独特的随机编码。
- MES 采用 PI-CCPCH 尝试对时间和频率同步的进一步改善。
- MES 读取在帧 0 中主 CCPCH 上发送的 BCCH 以捕获所有相关高层同步和系统信息。

反向链路同步捕获

以下程序建议用于起始接入和反向链路的同步捕获和跟踪：

- 只在成功建立前向链路同步之后才允许 MES 接入 LES。
- MES 读取帧 0 中有关瞬时多普勒的信息和由 LES 广播的波束中心点的延迟。
- MES 应用多普勒预补偿和定时超前，这样卫星上就可以接收到最小的多普勒漂移和定时误差的随机接入突发。为此 MES 使用通过在前向链路上采集的信息计算频率预补偿和突发定时并用于反向链路上。
- MES 在计算好的时间在帧 0 中发送预补偿随机接入突发。(计算好的随机接入突发的定时可额外轻微随机一点以避免异步业务帧中的干扰热点。但这一偏移必须在随机接入突发的内容中表明。)
- 如果 LES 已成功捕获随机接入突发，它建立了时间和频率(测量了残余定时和多普勒误差)并发送一信道分配，它还用 CCPCH 向 MES 发送定时和频率校准。
- 在成功接收前向链路消息的基础上，MES 校正其多普勒预补偿和码片定时并开始准同步业务帧中分配的时隙内发送突发。反向链路传输现在可认为与其他到达 LES 的业务是准同步的。反向链路可认为是相对载频和码片时钟的完整多普勒预补偿的。
- MES 继续跟踪前向链路载频和码片定时并根据接收的由 LES 连接发送的 TFC 命令校正反向链路载频和码片定时。

认识到所要求的精确同步会偶尔丢失(例如由阴影导致的)，为了快速恢复同步还规定了再捕获程序。

通过在接收的若干突发上测量的 BER 超过某一规定门限的实际情况，同步丢失会在 LES 或 MES 表明。同步丢失的情况发生，LES 会起始一次再捕获程序。再捕获程序类似于前向和反向链路捕获程序且建议如下：

- 一旦 LES 丢失反向链路同步，则立即采用专用逻辑控制信道请求再捕获。
- 在收到再捕获请求或自身同步丢失指示时，MES 立即停止发送业务，如果需要，尝试再捕获前向链路同步(使用公共导频足以达到此目的)。
- 在任何情况，MES 仅在 LES 请求时用随机接入突发发送一再捕获消息。(由于定时不定度与起始接入情况比可假设为很小，具有较低阻塞的接近异步业务帧的边缘的特殊部分可用于此目的。)
- 在恢复了全部同步之后，业务传输会继续。LES 继续发送 TFC 命令跟踪反向链路同步。

准同步 W-C/TDMA 反向链路

准同步反向链路的优点将波束内的干扰保持在最小，从而允许更大的波束间或卫星间的干扰。缺点是需要 LES 提供更精确的定时控制。考虑到多卫星通路分集，一颗卫星只有一部分的 MES 与其同步(由 SRAN 指配这些 MES 给这颗卫星)。其他 MES 的反向链路信号指配给另外的卫星且只能异步接收。

FDD/TDD 模式操作

建议的W-C/TDMA 方式计划支持频分/时分双工模式操作的终端。由ETSI建议的针对地面部分双向传输的采用相同载波频率的纯 TDD 模式在此不予考虑。

MES以不同时间段操作于频分/时分发送和接收信号且在不同的载波频率 但始终不会同时进行。这种MES对天线端口的双工器要求较简单。

与地面网络大大不同，对于非静止轨道的卫星，在一次连接期间波束足迹内的传播时间会变化很大。为此LES将反向链路定时控制在波束特定的补偿，以保持到达卫星的信号的帧定时。

一般来说，在相同波束的前向和反向链路帧结构之间也会有一个不知道但是固定的补偿。当卫星(LES)保持了一固定的反向链路定时时，当通路长度改变时对于一个MES 的观察者来说反向链路帧定时相对于前向链路的是持续漂移的。MES 在相同波束的足迹内的停留期间，根据卫星系统帧漂移的变化可高达近 12 ms。

操作在FDD/TDD 的一个MES 的相对帧补偿意指为避免发送/接收碰撞为时隙再分配时间的要求。FDD/TDD 模式主要适用于手持终端。

4.3.2.2.3 终端特性

W-C/TDMA 支持四种类型的 MES：手持式(H)、车载式(V)、可搬移式(T)和固定式(F)。表13 给出了终端特性与终端类别的对应关系。

表13

承载业务

| 载体数据速率 (kbit/s) | 支持的 QoS | MES 类别 |
|--------------------|-----------------------------|---------|
| 1.2 | 10^{-6} | H,V,T,F |
| 2.4 | $10^{-3}, 10^{-5}, 10^{-6}$ | H,V,T,F |
| 4.8 | $10^{-3}, 10^{-5}, 10^{-6}$ | H,V,T,F |
| 9.6 | $10^{-3}, 10^{-5}, 10^{-6}$ | H,V,T,F |
| 16 | $10^{-3}, 10^{-5}, 10^{-6}$ | H,V,T,F |
| 32 | $10^{-3}, 10^{-5}, 10^{-6}$ | V,T,F |
| 64 | $10^{-5}, 10^{-6}$ | V,T,F |
| 144 | $10^{-5}, 10^{-6}$ | T,F |

4.3.2.3 RF 技术要求

4.3.2.3.1 卫星站

卫星站 RF 技术要求取决于实际空间段的结构。

4.3.2.3.2 MES

表14给出了用于不同MES类别的RF技术要求。

表14
MES RF技术要求

| RF 参数 | MES 类别 | | |
|----------------------|---|---|---|
| | H | V | T |
| 信道带宽(kHz) | 2 350 ⁽¹⁾ , 4 700 ⁽²⁾ | 2 350 ⁽¹⁾ , 4 700 ⁽²⁾ | 2 350 ⁽¹⁾ , 4 700 ⁽²⁾ |
| 上行链路频率稳定度(ppm) | 3 | 3 | 3 |
| 下行链路频率稳定度(ppm) | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 最大 e.i.r.p.(dBW) | 8.0 ⁽³⁾ , 12.0 ⁽⁴⁾ | 11.0 ⁽³⁾ , 18.0 ⁽⁴⁾ | 20.0 ⁽³⁾ , 20.0 ⁽⁴⁾ |
| 每信道平均 e.i.r.p.(dBW) | ⁽⁵⁾ | ⁽⁵⁾ | ⁽⁵⁾ |
| 天线增益(dBi) | 2.0 | 2.0 ⁽⁶⁾ , 8.0 ⁽⁷⁾ | 4.0 ⁽⁶⁾ , 25.0 ⁽⁷⁾ |
| 功率控制范围(dB) | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| 功率控制步长(dB) | 0.2/1 | 0.2/1 | 0.2/1 |
| 功率控制速率(Hz) | 50 ÷ 100 | 50 ÷ 100 | 50 ÷ 100 |
| 发/收隔离度(dB) | > 169 | > 169 | > 169 |
| G/T(dB/K) | - 23.0 ⁽⁶⁾ , - 22.0 ⁽⁷⁾ | - 23.5 ⁽⁶⁾ , - 20.0 ⁽⁷⁾ | - 23.5 ⁽⁶⁾ , - 20.0 ⁽⁷⁾ |
| 多普勒漂移补偿 | 采用 | 采用 | 不可用 |
| 移动性限制(最高速度)(km/h) | 250 ⁽¹⁾ , 500 ⁽²⁾ | 250 ⁽¹⁾ , 500 ⁽²⁾ | 不可用 |

⁽¹⁾ 在1.920 Mchip/s。

⁽²⁾ 在3.840 Mchip/s。

⁽³⁾ FDD/TDD 模式。

⁽⁴⁾ FDD 模式。

⁽⁵⁾ 取决于卫星站特性。

⁽⁶⁾ 对 LEO 星座的典型值。

⁽⁷⁾ 对 GEO 星座的典型值。

4.3.2.4 基带技术要求

表15中概括了整个W-C/TDMA的基带特性。

表15
基带特性

| | | |
|--------|------------------|--|
| BB-1 | 多址接入 | |
| BB-1.1 | 技术 | 前向链路： 混合宽带 正交 CDM/TDM (W-O-C/TDM) 反向链路： 混合宽带 准同步 准正交 CDMA/TDMA (W-QS-QO-C/TDMA) |
| BB-1.2 | 码片速率 | 3.840 Mchip/s 或 1.920 Mchip/s |
| BB-1.3 | 时隙 | 每帧 8 时隙 |
| BB-2 | 调制类型 | — QPSK 或上行链路中双码 BPSK — QPSK 或下行链路中 BPSK(低数据速率) |
| BB-3 | 动态信道分配(是/否) | 否 |
| BB-4 | 双工方式(例如 FDD、TDD) | FDD 或 F/TDD |
| BB-5 | 前向纠错 | — 标准质量：编码速率 1/3 或 1/2 约束长度 $k=9$ 的卷积码。可变重复穿孔以满足所需信息速率 — $GF(2^8)$ 的高质量级联 RS 码，与速率为 1/3 或 1/2，约束长度 $k=9$ 的内部卷积码级联 Turbo 编码器作为可选 |
| BB-6 | 交织 | — 以突发为基础交织(缺省) — 以多个突发为基础交织(可选) |
| BB-7 | 卫星间同步要求 | — 工作于不同卫星的相同信道的 LES 间需要同步 — 工作于相同卫星的不同信道的 LES 间无需同步 |

4.3.2.5 详细技术要求

W-C/TDMA 无线电接口详细技术要求基于以下一组文件：

- 物理层：多数 W-C/TDMA 文件的新近版本都是从 25.200 系列导出(见注 1)。
- 协议：25.300 技术要求草案的最新版本(见注 2)。

注1 — 这一组详细技术要求目前在 ETSI TC-SES S-UMTS 工作组内以IMT-2000卫星无线电接口自愿提供标准族中的部分正精心制定。该技术要求也将提供W-C/TDMA 空中接口物理层的一般描述。

注2 — 正在3GPP RAN TSG中研究制定。该文件可从下面网址找到：<http://www.3gpp.org/RAN>和<http://www.3gpp.org/RAN4-Radio-performance-and>。该技术要求描述的文件3GPP TSG RAN WG 4正在制定。

4.3.3 卫星无线电接口C的技术要求

SAT-CDMA是提供由IMT-2000卫星环境规定的最高数据速率144 kbit/s的各种先进的移动通信业务的一种卫星无线电接口。

该系统包括了用于全球国际通信的LEO上48颗卫星组成的星座。

SAT-CDMA 的主要技术方式是码片速率为3.84 Mchip/s的宽带码分多址(W-CDMA)。

该系统将按照与 IMT-2000 地面部分具有更多的共通性的目的研究开发。

4.3.3.1 结构描述

4.3.3.1.1 关于 LEO卫星

4.3.3.1.1.1 星座

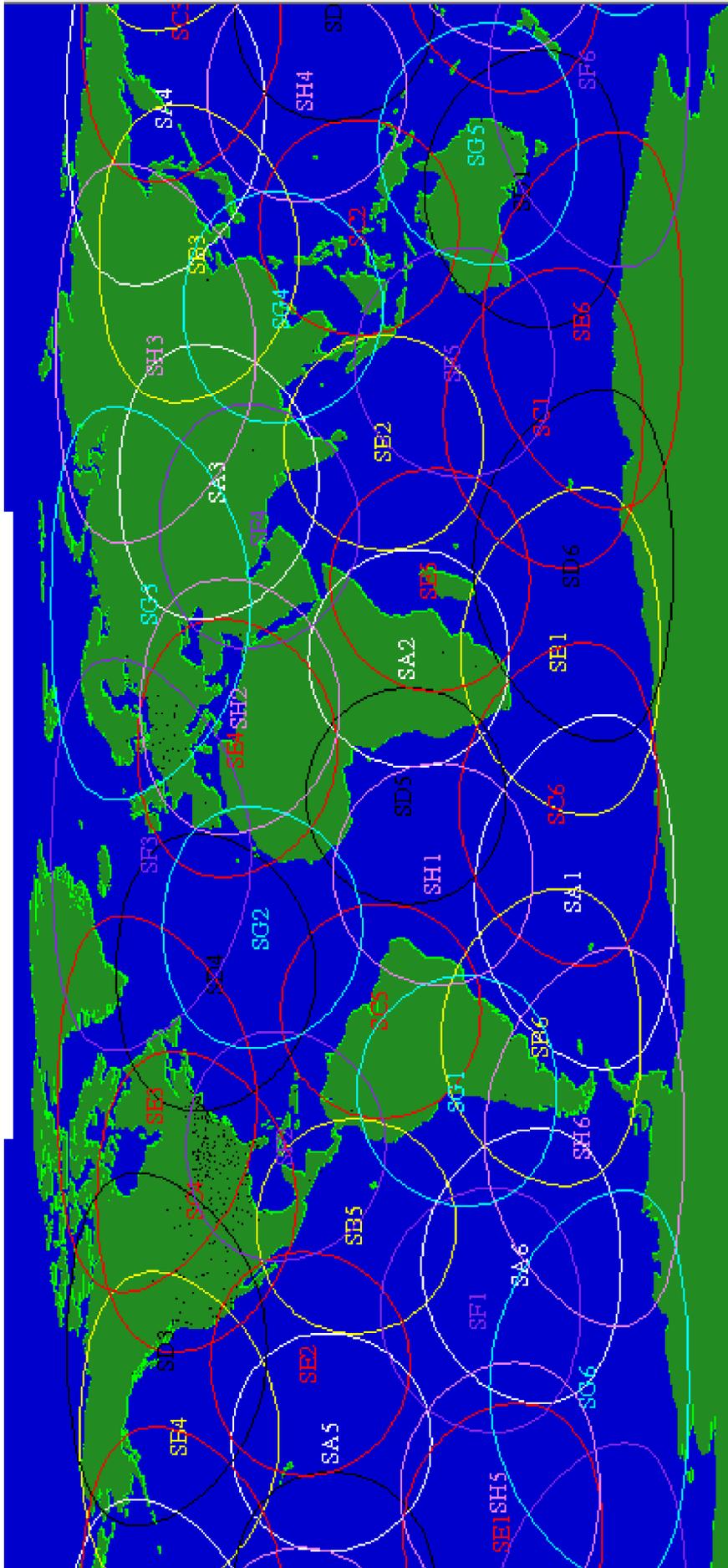
SAT-CDMA由在1600 km高度的LEO上的48颗卫星组成卫星星座。为了得到高仰角、经济地设计卫星星座、高数据速率业务、小功率的MES和卫星以及合理的辐射量，假设LEO卫星的高度在1 600 km 较为合理。卫星安排在倾角为54° 的8° 个轨道平面上。每个轨道平面由6颗等间隔卫星组成。卫星每 118.2 min走完一个完整的轨迹。卫星星座的配置可以覆盖最低仰角15° 南纬69° 和北纬69° 之间服务区内的用户链路。馈线链路的最低仰角为10° ，可采用星间链路。表16描述了决定配置的参数概况。

表16
卫星星座的配置

| | |
|------------------|-------|
| 轨道配置 | LEO |
| 轨道高度(km) | 1 600 |
| 轨道倾角(°) | 54 |
| 轨道平面数 | 8 |
| 每轨道平面的卫星数 | 6 |
| 相邻轨道卫星之间的相位偏移(°) | 7.5 |
| 轨道周期(min) | 118.2 |

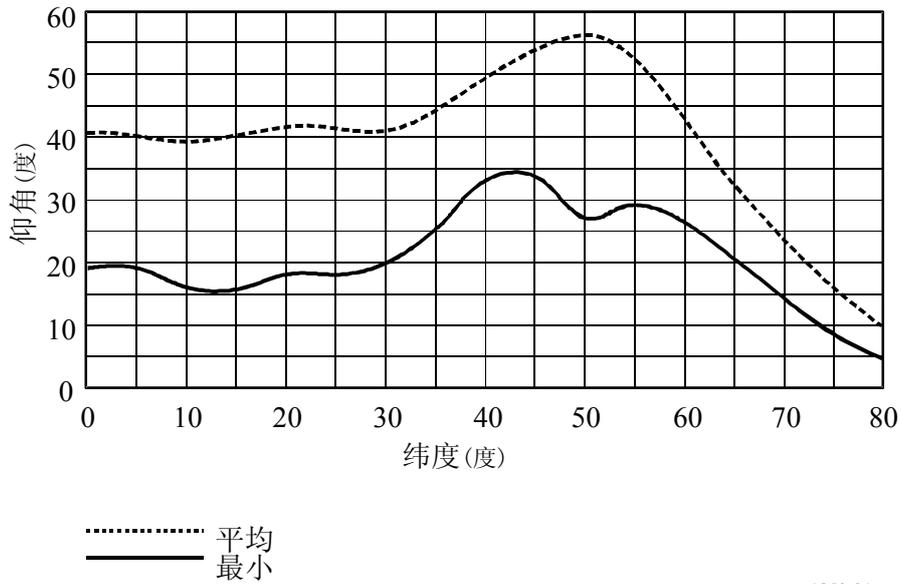
图20给出当最小仰角为15° 时卫星的用户链路覆盖。已证实了最低仰角对应纬度30° 至 60° 的人口稠密区应在20° 以上而平均仰角在该区域应在40° 以上如图21所示。

图20
最小仰角为15°时卫星的用户链路覆盖



1850-19

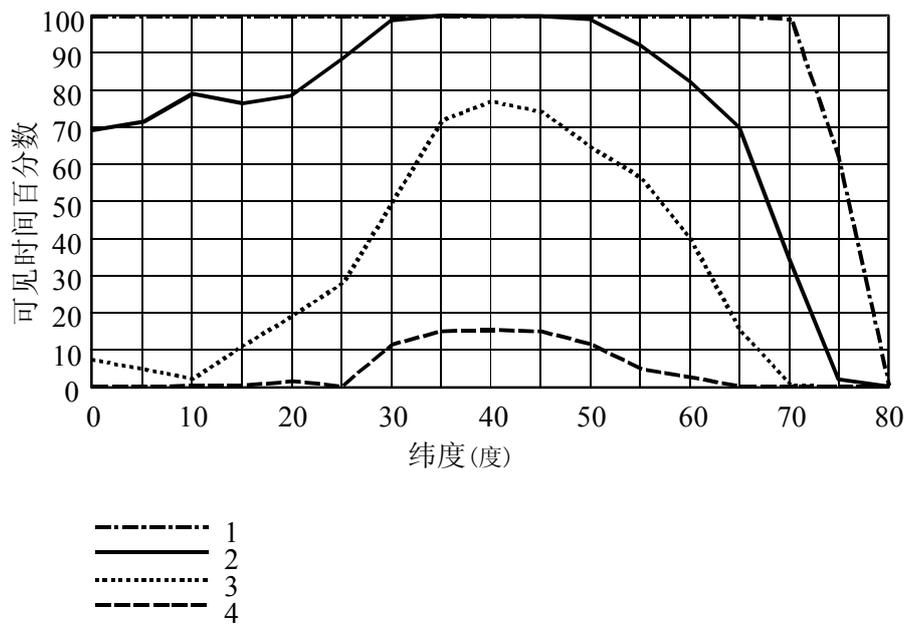
图21
作为纬度的函数的最小和平均仰角分布



1850-21

图22表示通过纬度不断增加的若干卫星(1-4颗)的卫星视角时间百分数，表明最低仰角 15° ，在纬度为 30° 至 50° 之间的区域中多于两颗卫星同时接入的百分比 $>98\%$ 。

图22
最低仰角 15° 以上时的可见卫星的时间百分数

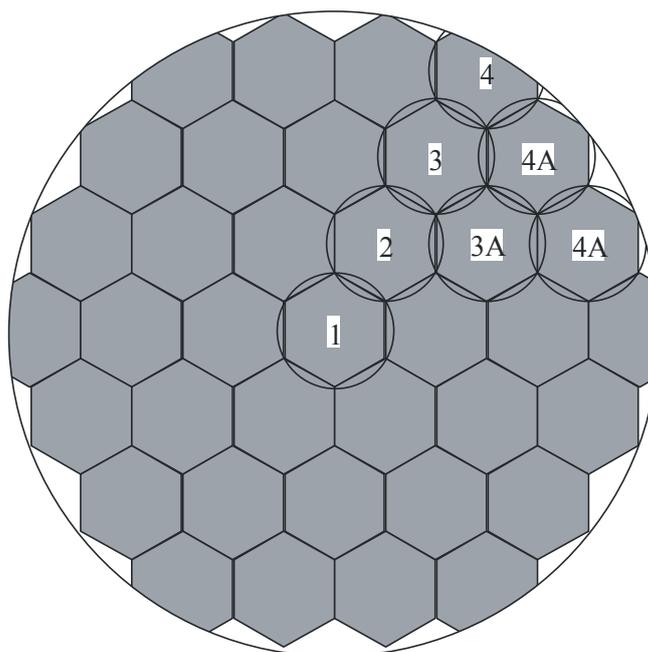


1850-22

4.3.3.1.1.2 卫星

每颗卫星通过交叠覆盖的37个一组的固定点波束向用户终端提供移动链路覆盖。图23表示从大约2 721.4 km高度的一颗卫星辐射所获得的一组点波束覆盖图。表17中描述了每个波束的直径。经过一颗卫星覆盖的路径约为16 min。

图23
一颗卫星的点波束覆盖图



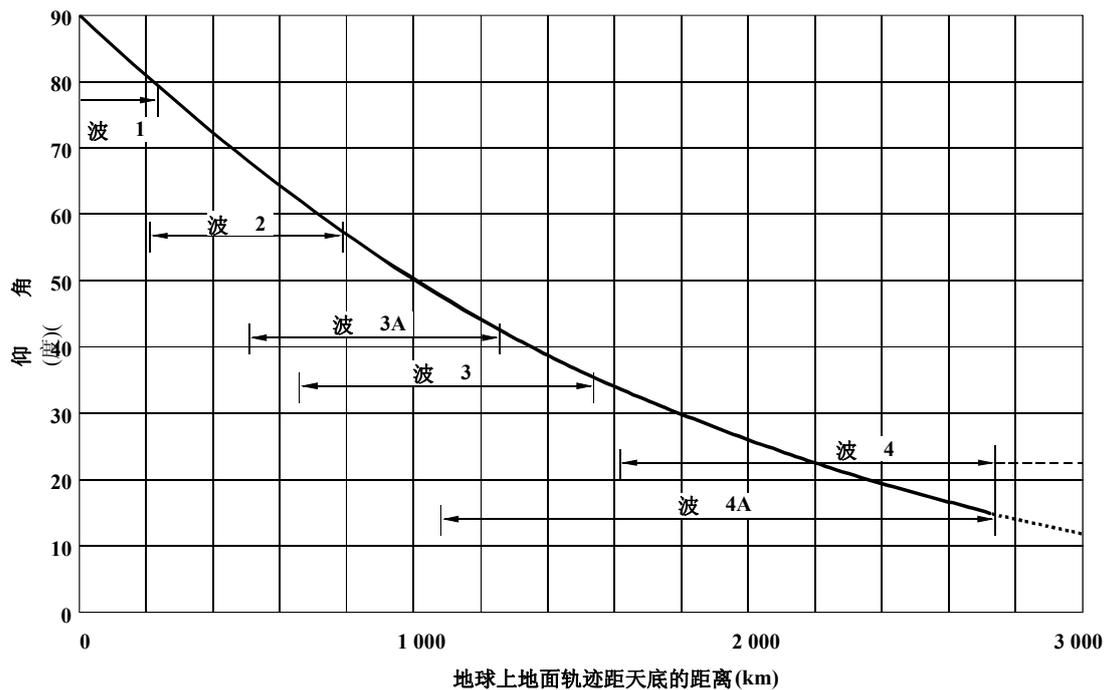
1850-23

表17
点波束的大小

| 点波束的类型 | 点波束的大小 (km) |
|--------|----------------|
| 1 | 519.6 |
| 2 | 584.6 |
| 3A | 763.8 |
| 3 | 893.1 |
| 4 | 1 310.1 |
| 4A | 1 654.0 |

图24

地球天底的点波束位置及提供的仰角



1850-24

4.3.3.1.2 有关 GEO 卫星

GEO 卫星的体系结构包括全球波束，具有一颗卫星的多波束配置或具有多颗卫星的多波束配置。

4.3.3.2 系统描述

4.3.3.2.1 业务特性

4.3.3.2.1.1 基本承载业务

SAT-CDMA 支持的基本承载业务包括数据速率从 2.4 kbit/s 至 64 kbit/s 的语音通信和数据通信。

4.3.3.2.1.2 分组数据业务

提供数据速率从 2.4 kbit/s 至 144 kbit/s 的分组数据业务。

4.3.3.2.1.3 电信业务

电信业务包括诸如紧急呼叫、短消息业务、传真发送、可视电话业务、寻呼业务等语音传输。

4.3.3.2.1.4 深度寻呼业务

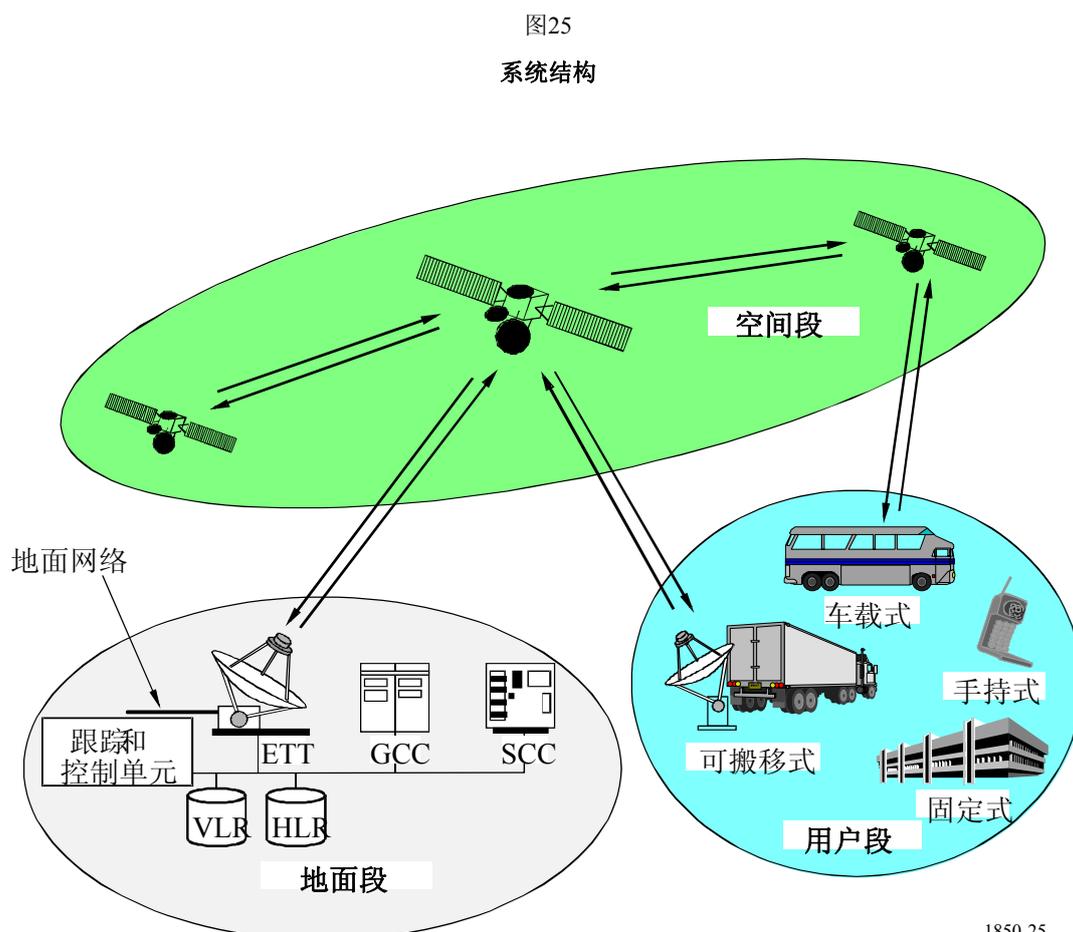
提供的深度寻呼业务用于当移动终端用户所在区域是诸如无法提供普通业务的建筑物深处。

4.3.3.2.1.5 多媒体广播与多射程业务 (MBMS)

多媒体广播与多射程业务包括单向点到多点业务，即从单一信息源体向特定区域的一群用户发送数据，如文件转移和数据流业务等。它也可利用回程链路传送诸如用户请求之类的控制信息。

4.3.3.2.2 系统特性

SAT-CDMA 系统由三部分组成：空间部分、用户部分和地面部分。图25表示了系统结构。



空间部分包括由 48颗在1 600 km LEO中的卫星组成的卫星星座。卫星被安排在 54° 倾角的8个轨道平面中。每个轨道平面由6颗等间隔的卫星组成。卫星每118.2 min运行一完整的轨迹。

卫星载荷由星上处理单元和提供2.5 GHz频带用于用户终端的移动链路、4/6 GHz 频带用于网关的馈线链路和60 GHz频带用于星间链路的转发器组成。

地面部分由 LES、卫星控制中心(SCC)和地面控制中心(GCC)组成。

4.3.3.2.3 终端特性

4.3.3.2.3.1 关于 LEO 卫星

用户终端类型有手持式终端、可搬移式终端、车载式终端和固定式终端。

表18

各终端类型的移动性限制

| 终端类型 | 应用的业务数据速率 (kbit/s) | 正常的移动性限制 (km/h) |
|------|--------------------|-----------------|
| 手持式 | 2.4-16 | 500 |
| 车载式 | 2.4-32 | 500(最高 1 000) |
| 可搬移式 | 2.4-64 | 0 |
| 固定式 | 2.4-144 | 0 |

4.3.3.2.3.2 关于 GEO 卫星

在用户终端类型中有手持式、便携式、车载式、可搬运式和航空用等。

表18a

用于 GEO卫星的每一终端类型的移动性限制

| 终端类型 | 应用的业务数据速率 (kbit/s) | 移动性限制的标称值 (km/h) |
|------|--------------------|------------------|
| 手持式 | 2.4-32 | 500 |
| 便携式 | 2.4-64 | 500 |
| 车载式 | 2.4-144 | 500 (最高 1 000) |
| 可搬移式 | 2.4-384 | 0 |
| 航空用 | 2.4-64 | 1 000 |

4.3.3.2.4 切换

SAT-CDMA 将支持从一颗卫星无线信道至另一颗卫星的无线信道上的切换。切换机制是移动辅助网络决定的切换。

4.3.3.2.4.1 波束间的切换

由于 MES或卫星的移动使 MES 从一个波束的覆盖移至另一波束的覆盖时需要这种切换。MES 监测来自相邻波束的导频信号电平并向网络报告这些导频正好位于或高于给定的一组门限值。根据这一信息和已知的星历表，网络可决定通过两个不同波束发送相同的信息并命令MES 解调这一附加信号。MES 采用最大比值合并(MRC)技术进行不同信号的相干合并。网络一旦收到来自MES 收到新信号的确认，立即释放原来的信号。

4.3.3.2.4.2 卫星间的切换

当MES和LES 都位于两个以上卫星的覆盖交叠区时且为保持从MES 至 LES 以及通路分集连接连续性的通信传送需要这种卫星间的切换。MES 有配置在不同卫星上的两个以上的资源，并监测来自不同卫星的导频信号电平和向网络报告。根据这一信息和已知的星历表，网络可决定通过两个不同卫星发送相同的信息并命令MES 解调这一附加信号。在这种情况下采用卫星通路分集。当看不到第一颗卫星时就需要进行卫星间的切换，当获取了新的卫星后可释放第一个信道。

4.3.3.2.4.3 LES 间的切换

当出现需要卫星切换时而新的卫星还未像原来的卫星那样连接到相同的 LES，则需要同时进行 LES至LES的切换。

LES间的切换应在 LES之间协议好的。新的LES 开始向MES发送其载波的同时原来的LES 命令MES搜寻新的LES信号。当原来的LES得到来自 MES 收到新的LES的新信号的确认，则原来的LES停止向MES的发送。

4.3.3.2.5 卫星分集

在通常情况 MES 看卫星时是处于无阻挡视野并可得到一与典型的地面链路不同的清晰的直视信号。当然也有从地面和附近物体上反射的多路径信号，致使信号直接与漫反射Rician 信号相加。然而，这一多径是发散的且都是从相对短距离的地方反射过来的。这种多径以大家所知的链接地面蜂窝的 RAKE 接收机的方式是无法解决的。幸运的是这种漫射多径的能量通常相当小。不管RAKE 接收机能否对付这类多径，但该接收机仍是非常有价值的。

事实上在 SAT-CDMA系统中的覆盖区上至少有两颗不同卫星的波束，每颗卫星在前向中会被分配给一MES 接收机且通过最大比值合并技术将两颗卫星的功率有效地合并。

多卫星分集扮演了一个双重角色。首先，它通过增加在清晰视线内至少有一颗卫星的机会而降低了阴影的概率。此外，它引入了人为的多径，致使可以采用在MES接收机中被称为人工 RAKE 接收机的接收机。典型的分集优点是不仅平均接收功率增加，而平均值周围的波动也减小了。

4.3.3.3 RF技术要求

4.3.3.3.1 用户终端

4.3.3.3.1.1 关于LEO 卫星

手持用户终端(UT)将向个人通信用户提供话音和低速率数据业务。

手持UT的天线在半球面上具有一个接近全向增益的分布。最大e.i.r.p. 的要求由用户安全的要求来决定。G/T是由接近全向天线这一要求决定的。手持终端所支持的最大数据比特速率可规定为16 kbit/s。

车辆上安装的终端是物理性装配在车辆中的。天线安装在车外，提供给终端的电源通过物理连接至车内。手持式终端和便携式终端可在车内使用而有些终端会设计成双模式的(手持式/车载式或便携式/车载式)。车辆可以是小汽车、电动摩托车、卡车、公共汽车、火车、船、飞机。

车载式终端支持的最高数据速率可规定为 32 kbit/s。

有一些不能用于搬运的较重的 MS，它们的电源一般由一些外部电源提供。可搬移式终端由于它可以放置于某一地点且可加电即工作，因此可作为一种固定终端操作。可搬移式终端可支持的最高数据速率可规定为64 kbit/s。

这些工作于一固定地点的终端通常电源是通过外部电源提供。使用固定终端采用固定终端设备的业务程序且与PBX连接。固定终端也可像用于船上 PC的船坞站那样工作。

表19

UT 特性

| 终端类型 | 手持式 | 车载式 | 可搬移式 | 固定式 |
|-------------------|-------|-------|-------|------|
| 最大 e.i.r.p.(dBW) | 2.0 | 15.8 | 21.0 | 36.0 |
| 最大功率(W) | 1.0 | 14.8 | 17 | 20.0 |
| 天线增益(dBi) | 2.0 | 2.0 | 4.0 | 23.0 |
| 接收机温度(K) | 300 | 300 | 300 | 500 |
| G/T(dB/K) | -22.8 | -22.8 | -20.8 | -4.0 |

4.3.3.3.1.2 关于 GEO 卫星

在卫星环境下使用3G标准的手持式终端时，要求适应MSS频带的频率灵活性。基本假设是UE的功率级别是1、2、3，并配备有标准的全向性天线。

便携式终端配备有一台带有外接天线的笔记本电脑。

车载式终端是通过在车顶上安装一个射频模块组成的，而该射频模块是连接到驾驶座的UE的。

搬移式终端带有一台笔记本电脑，该计算机盖上有一扁平补贴的天线(共同指向卫星)。

航空用终端在其机身顶部装有一根天线。

表19a

GEO星座型的UT特性

| 终端类型 | 手持式 | | | 便携式 | 车载式 | 搬移式 | 航空用 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| | 1级 | 2级 | 3级 | | | | |
| 最大 e.i.r.p.(dBW) | 3.0 | -3.0 | -6.0 | 5.0 | 13.0 | 17.0 | 6.0 |
| 最大功率(W) | 2.0 | 0.5 | 0.25 | 2.0 | 8.0 | 2.0 | 2.0 |
| 天线增益(dBi) | 0 | 0 | 0 | 2.0 | 4.0 | 14.0 | 3.0 |
| 接收机温度(K) | 290 | 290 | 290 | 200 | 250 | 200 | |
| G/T(dB/K) | -33.6 | -33.6 | -33.6 | -26.0 | -25.0 | -14.0 | |

4.3.3.3.2 卫星

4.3.3.3.2.1 关于 LEO 卫星

表20

卫星信息

| | |
|-------------------|------|
| 标称 e.i.r.p.(dBW) | 9.6 |
| Rx. 天线增益(dBi) | 20 |
| 噪声温度(K) | 500 |
| G/T(dB/K) | -7.0 |

4.3.3.3.2.2 关于 GEO 卫星

表20a

一个卫星情况下全球波束的卫星信息

| | |
|--------------------|-----|
| 标称 e.i.r.p. (dBW) | 64 |
| Rx天线增益(dBi) | 30 |
| 噪声温度(K) | 550 |
| G/T (dB/K) | 2.6 |

表20b

一个卫星情况下多波束的卫星信

| | |
|--------------------|----------|
| 标称 e.i.r.p. (dBW) | 64-74 |
| Rx 天线增益 (dBi) | 36-39 |
| 噪声温度(K) | 550 |
| G/T (dB/K) | 8.6-11.6 |

表20c

多卫星情况下多波束的卫星信息

| | |
|-------------------|-----------|
| 标称e.i.r.p. (dBW) | 74 |
| Rx天线增益(dBi) | 42-47 |
| 噪声温度(K) | 550 |
| G/T (dB/K) | 14.6-19.6 |

4.3.3.3.3 信道带宽

信道带宽约为5 MHz。

4.3.3.3.4 功率控制

预定的功率控制步长为 0.25 dB和1 dB。因为手持终端放大器的限制，预期功率控制的动态范围小于20 dB。

较长的环回延迟(1 600 km 高度的SAT-CDMA的斜距最大为 21.52 ms)会限制快速闭环功率控制的动作。当然它足以在每10 ms帧内提供一条功率控制命令(2比特)。

4.3.3.3.5 频率稳定度

上行链路和下行链路的频率稳定度分别为 1和0.1 ppm。

4.3.3.3.6 多普勒补偿

4.3.3.3.6.1 关于 LEO 卫星

在SAT-CDMA，多普勒漂移的补偿是在发射机(预补偿)和接收机(后补偿)中同时进行的。

由于后补偿的限制和减轻后补偿的负担需要进行预补偿。通过根据已知的发射机和接收机的位置的预测还有卫星的位置和速度控制发射频率对其进行多普勒漂移的补偿。

后补偿需要两个阶段的载频恢复程序：粗略补偿和细致补偿。

粗略补偿与 PN 码定时捕获同时进行，因为这两者其中一个在另一个成功之后也就很容易解决。建议对于PN 码定时捕获和多普勒漂移二者采用一个二维搜寻算法。用 FFT 计算去扩展信号的频谱和通过检测 FFT 输出的最大信号功率的频率粗略估算多普勒漂移。通过当最大信号功率超过某一给定门限时搜寻 PN码定时完成PN码定时的捕获。

对于细致多普勒漂移补偿，建议闭环结构且建议采用基于FFT频域频率检测算法，因为当它与前面提到的二维搜寻算法结合时可减少电路的复杂性和功率消耗。

4.3.3.3.6.2 关于GEO卫星

由于GEO卫星的运动而引起的多普勒漂移、比起UE的运动引起的多普勒漂移，是忽略不计的。这样，具有GEO星座型的SAT-CDMA的多普勒漂移就很容易得到补偿，即仅仅在接收机上进行后补偿。

后补偿要求两级载频恢复程序：粗略的和精确的补偿。

粗略补偿与PN码定时的捕获这两项是同时完成的，这是因为两项中的一项、在另外一项完成后就很简单地解决了。对于PN码定时的捕获和多普勒漂移的补偿，我们建议采用二维搜索算法。用这种算法，通过检测FFT 输出端的最大信号的频率，就能计算出利用FFT的非扩展信号的频谱、以及粗略估算出多普勒漂移。PN码定时捕获是通过搜索其最大信号功率超过给定门限的PN码定时来完成的。

对于精确的多普勒漂移补偿，建议一种闭合式环路结构，建议采用基于FFT的频率域频率检测算法，因为当加进上述的二维搜索算法的情况下，这种算法能使电路的复杂性和功率消耗最小。

4.3.3.3.7 终端的发射机/接收机隔离

对发射机部分和接收机部分独立操作的终端要求隔离度要在110 dB以上。

4.3.3.3.8 衰落裕量

4.3.3.3.8.1 对于 LEO 卫星

在低仰角时信号电平一般在标称电平的 -7 dB 以下和 $+4$ dB 以上变化，这是由漫射(由多径反射引起的)和镜像成分(单独由地面反射引起的)共同造成。较高仰角时这一变化较小。对于一辆移动的汽车，典型的衰落时段为100-200 ms。在非常低仰角($10^\circ \sim 20^\circ$)特别在郊区环境镜像多径占主要成分时，偶尔会衰落至标称电平以下 -10 dB。在这种情况下一个绝对固定的用户能承受 $10 \sim 20$ s 时间的衰落。

4.3.3.3.8.2 对于 GEO 卫星

应该从这几个方面考虑GEO卫星的正确的衰落裕量，即仰角、多路径和UE终端的运动。

4.3.3.4 基带技术要求

4.3.3.4.1 信道结构

4.3.3.4.1.1 逻辑信道

4.3.3.4.1.1.1 公共信道

广播控制信道(*BCCH*)

BCCH是为广播系统的控制信息用的下行链路信道。

寻呼控制信道(*PCCH*)

PCCH是传输寻呼信息的下行链路信道。当网络不知道UE的位置地址时、或UE处于地址连接状态(正在执行UE休眠程序)的情况下,采用这种信道。

公共控制信道(*CCCH*)

CCCH是在网络与UEs之间传输控制信息的双向信道。该信道是在地址重选之后接入新的地址时,由RRC与网络无连接的UEs、和采用公共传送信道的UEs共同使用的。

专用控制信道(*DCCH*)

DCCH是在UE和网络之间传送专用控制信息的一条点对点双向信道。这种信道是通过RRC连接建立规程建立起来的。

通知的公共控制信道(*NCCH*)

NCCH是传送通知的信道。只有在对控制信息要求通知的情况下,这种信道才能代替MCCH。

MBMS 控制信道(*MCCH*)

MCCH是用来将有关MBMS业务的控制信息传送给UEs的信道。

4.3.3.4.1.1.2 通信信道

专用通信信道(*DTCH*)

DTCH是供一部UE专门传送用户信息的一种点到点信道。一条DTCH能够在上行链路和下行链路中同时存在。

共用通信信道(*CTCH*)

CTCH是向全部或一组特定UEs传送专用户信息的一种点到多点的无(方)向信道。

MBMS 通信信道(*MTCH*)

MTCH是传送MBMS业务信息的信道。

4.3.3.4.1.2 传输信道

4.3.3.4.1.2.1 公共信道

广播信道(*BCH*)

BCH是用于各波束对MES广播系统控制信息的一条下行链路信道。

寻呼信道(*PCH*)

PCH是当系统不知道MES所处的波束时用于载荷发送至MES控制信息的一条下行链路信道。PCH与产生寻呼指示的物理层相关并支持有效的睡眠程序。

前向接入信道(FACH)

FACH 是用于载荷至 MES的用户或控制信息的一条下行链路信道。该信道用于当系统知道MES所处的波束。

下行链路共用信道(DSCH)

DSCH 是由若干 MES共用的一条下行链路信道且与一个或若干下行链路 DCH连接。

随机接入信道(RACH)

RACH 是用于载荷从MES至LES的用户或控制信息的一条上行链路。

公共分组信道 (CPCH)

CPCH是用来将用户信息从MES传送到LES的一条上行链路信道。 CPCH联合下行链路的公共控制信道，以提供功率控制和CPCH的控制命令。

4.3.3.4.1.2.2 专用信道(DCH)

DCH是在整个波束或只在波束的一部分上发送的一条下行链路或上行链路信道。

4.3.3.4.1.3 物理信道

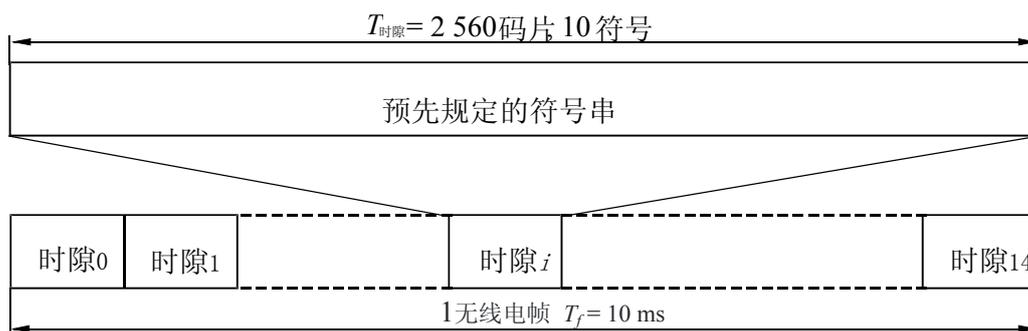
4.3.3.4.1.3.1 下行链路信道

4.3.3.4.1.3.1.1 公共导频信道 (CPICH)

CPICH 载荷预先规定符号序列 $1 + j$ 的一条固定速率(30 kbit/s, SF = 256)的下行链路物理信道。图26给出了CPICH的帧结构。公共导频信道有两种类型，主CPICH和次CPICH(S-CPICH)。主CPICH用基本扰码进行扰码且作为所有其他下行链路物理信道的相位基准。次CPICH 既可由基本扰码也可由第二次扰码进行扰码且可作为次CCPCH和下行链路 DPCH的基准。

图26

公共导频信道的帧结构(CPICH)

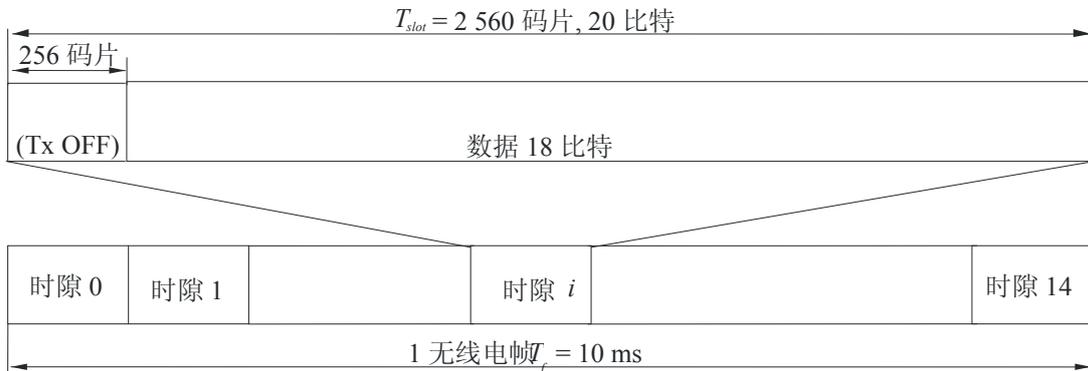


1850-26

4.3.3.4.1.3.1.2 主公共控制物理信道 (P-CCPCH)

P-CCPCH是用于载荷BCH的一条固定速率(30 kbit/s)的下行链路信道。P-CCPCH 在各时隙的头256 码片期间不发送。

图 27
主公共控制物理信道(P-CCPCH)的帧结构

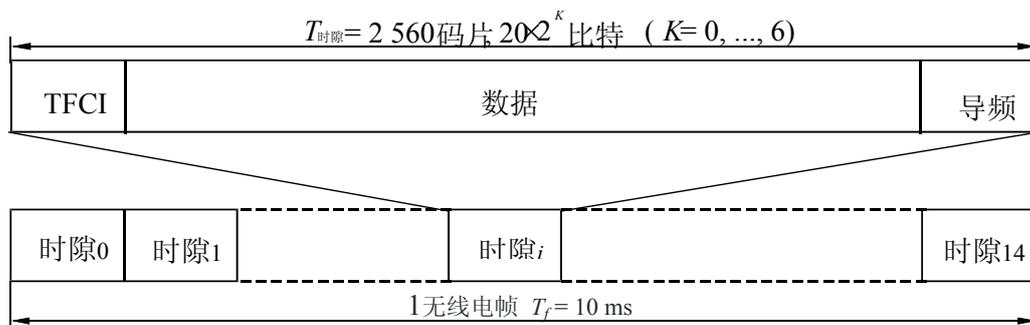


1850-27

4.3.3.4.1.3.1.3 次公共控制物理信道 (S-CCPCH)

S-CCPCH用于运送PCH和FACH。图28表示次CCPCH的帧结构。传送格式组合指示符(TFCI)向接收机指出,这是已映射为S-CCPCH无线电帧的传送信道的瞬时传送格式组合。图28中的参数k决定每个下行链路次CCPCH的时隙中全部的比特位数。该参数与物理信道的扩展因子SF有关,即 $SF = 256/2k$ 。该扩展因子的范围从256降低到4. FACH和PCH能够被映射为同一个或单独分开的次CCPCHs。

图28
次公共控制物理信道(S-CCPCH)的帧结构



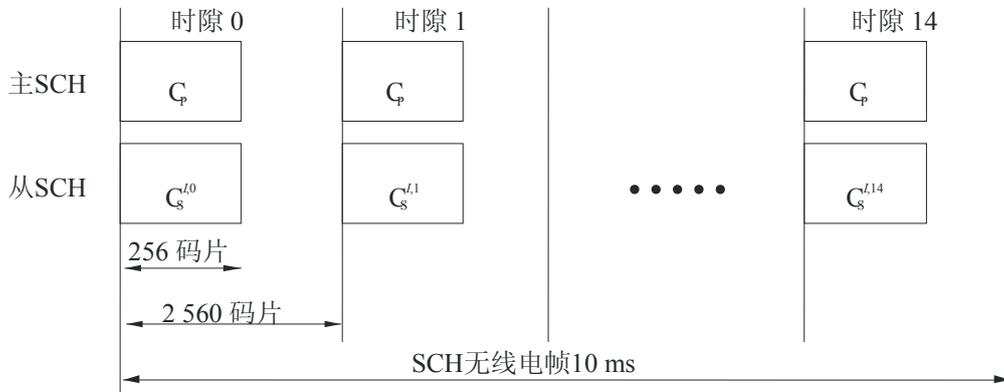
TFCI:传送格式合成指示

1850-28

4.3.3.4.1.3.1.4 同步信道 (SCH)

SCH 是用于波束搜寻的一条下行链路信号。SCH 由两个子信道组成,主SCH和次SCH。主SCH和次SCH的10 ms无线电帧分为15时隙,每时隙长 2560 码片。图29表明了SCH无线电帧的结构。主SCH包括长度为256码片的已调制码、图29 中用cp表示的主同步码(PSC),每时隙发送一次。系统中每个波束的PSC都相同。次SCH包括长度为256码片的已调制码重复发送15次组成的序列、次同步码(SSC)。

图29
同步信道(SCH)的帧结构



1850-29

图29中用 csi,k 表示SSC, 其中 $i = 0, 1, \dots, 63$ 是扰频码组号而 $k = 0, 1, \dots, 14$ 是时隙号。每一SSC是从长度为256的一组16个不同编码中选择出来的。次SCH上的这一顺序指出, 波束的下行链路扰频码是属于哪一个码组。

4.3.3.4.1.3.1.5 物理下行链路共用信道 (PDSCH)

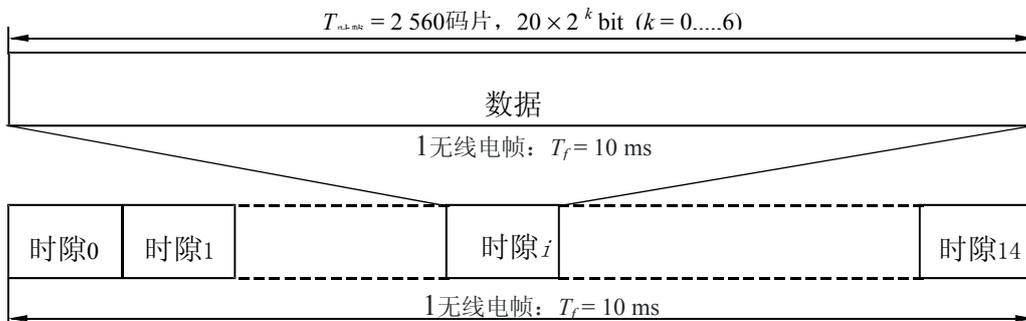
PDSCH 用于载荷 DSCH。

以一个MES为基础 PDSCH 分配在一无线电帧上。在一无线电帧内, 卫星无线电接入网(SRAN)基于编码复用在相同的PDSCH根信道化编码下可为不同的MES分配不同的 PDSCH。在相同的无线电帧内, 多个并行的 PDSCH以相同的扩展因子可能会分配到一个MES。

PDSCH帧和时隙的结构示于图30。扩展因子可在4 至256之间变化。

对每无线电帧, 各PDSCH对应一个下行链路DPCH。所有相关第1层控制信息在相应DPCH 的DPCCH 部分上发送。

图30
物理下行链路共用信道(PDSCH)的帧结构



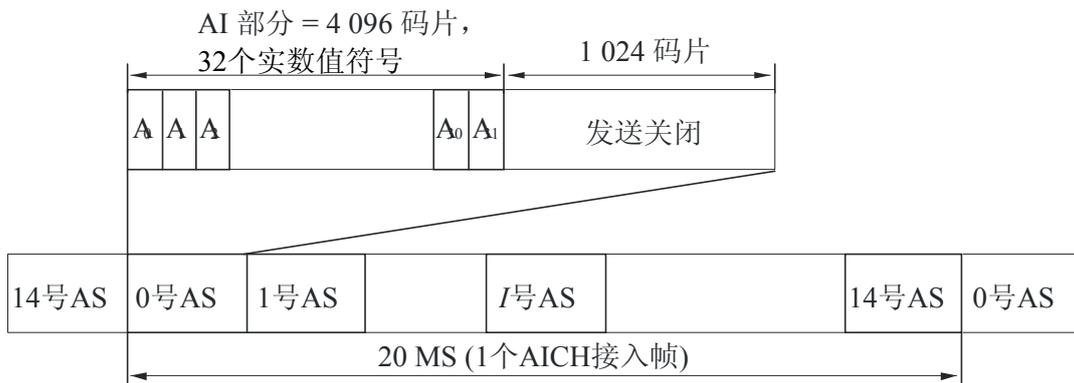
1850-30

4.3.3.4.1.3.1.6 捕获指示信道(AICH)

AICH是一条用于载荷捕获指示(AI)的固定速率(SF = 256)的物理信道。AI相当于在 PRACH上的署名。AICH所用的相位基准是主CPICH。

AICH在SRAN中是可选的，而在MES中支持AICH是强制的。在PRACH报头中未采用署名的情况，不传送AICH。

图31
AICH的结构



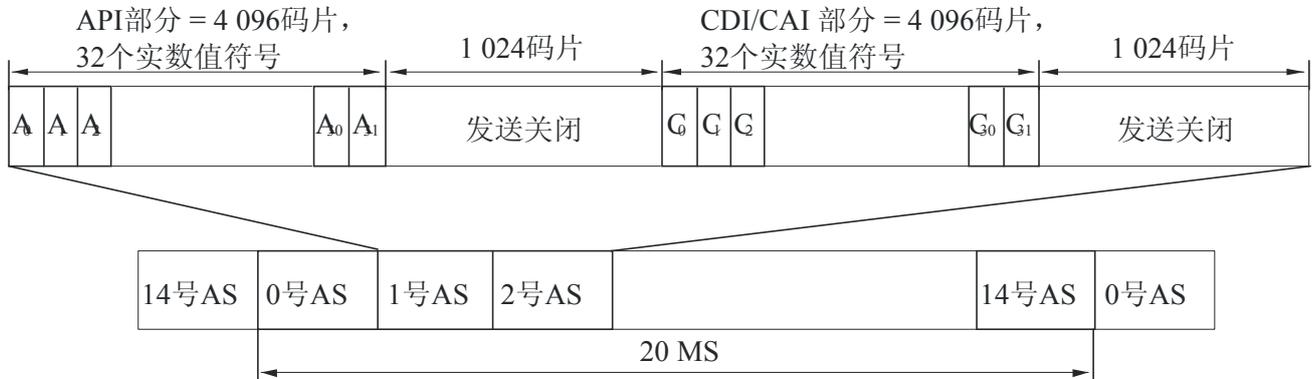
1850-31

4.3.3.4.1.3.1.7 CPCH接入的报头捕获 /冲突检测/信道分配指示符信道(APA/CD/CA-ICH)

APA/CD/CA-ICH是用来传送CPCH的AP捕获指示符(API)和CD 指示符/CA 指示符 (CDI/CAI)的一条固定速率(30 kbit/s)的物理信道。APA/CD/CA-ICH和AICH可以采用相同或不同的信道编码。图32表示APA/CD/CA-ICH的结构。APA/CD/CA-ICH具有部分4096码片的间隔，其中API或CDI/CAI的任何一个，是紧接着部分1024码片的无传输间隔之后发送的。当子接入帧未被用于PRACH时，就不会在第一接入时隙(AS No. 0)上传送APA/CD/CA-ICH。一对API和CDI/CAI是在第一接入时隙之后的、连续两个接入时隙的API/CDI/CAI部分上传送的。在每一个AICH帧上，能够传送一对或若干(最多到7)对API和CDI/CAI。当子接入帧被用于PRACH时，就不会在第一接入时隙(AS No. 0)上、第八个接入时隙(AS No. 7)和第九个接入时隙(AS No. 8)上传送APA/CD/CA-ICH。一对API和CDI/CAI是在两个连续接入时隙上的API/CDI/CAI部分传送的。AS No. 1/AS No. 2、AS No. 3/AS No. 4和AS No. 5/AS No. 6这三对运送API和CDI/CAI，而该API和CDI/CAI是与偶数子接入帧传送的PCPCH报头相对应。AS No. 9/AS No. 10、AS No. 11/AS No. 12和AS No. 13/AS No. 14这三对运送API和CDI/CAI，而该API和CDI/CAI是与奇数子接入帧传送的PCPCH报头相对应。

图32

APA/CD/CA-ICH的结构



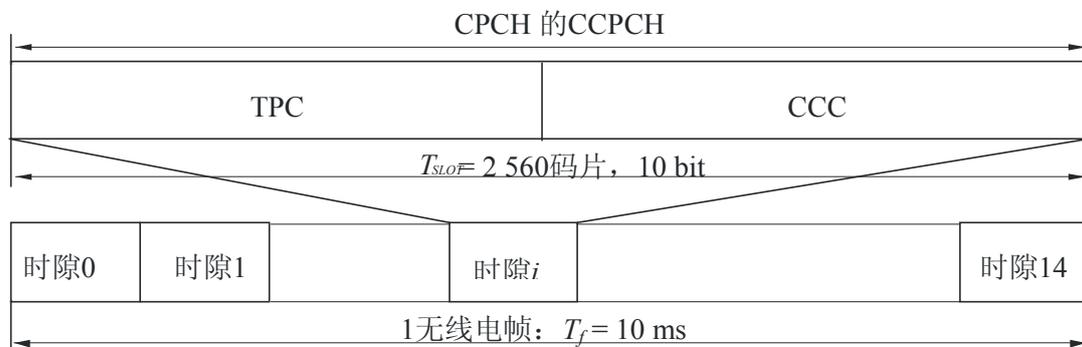
1850-32

4.3.3.4.1.3.1.8 CPCH的公共控制物理信道(CPCH-CCPCH)

CPCH的CCPCH是用于控制一组CPCH内的上行链路PCPCH的一条固定速率(30 kbit/s)的下行链路物理信道。下行链路的CPCH-CCPCH扩展因子是256。图33表示CPCH-CCPCH的帧结构。

图33

下行链路CPCH-CCPCH的帧结构



1850-33

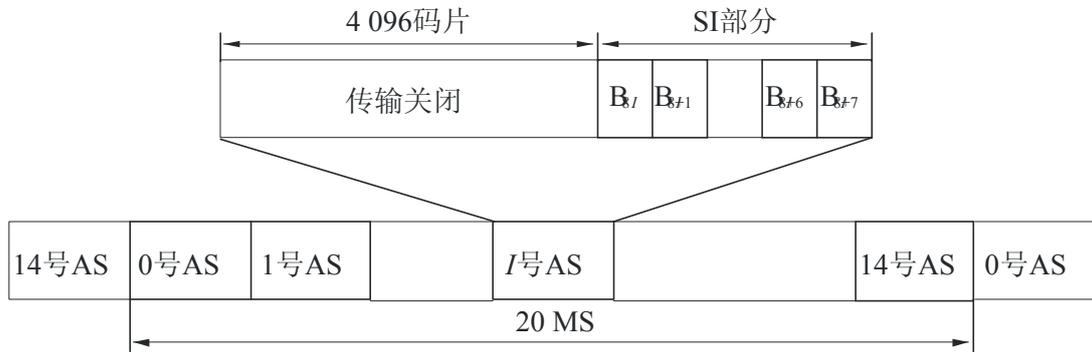
CPCH-CCPCH的无线电帧内的每一时隙，都与CPCH组中的上行链路的PCPCH相联系。*i*号时隙和第*i*号(*i* = 0, 1, ..., 14) PCPCH之间存在着一对一的映射关系。如果相联系的PCPCH未在上行链路上使用，则不发送时隙。

CPCH-CCPCH的每一时隙都由TPC命令和CPCH控制命令(CCC)组成。每一个CCC字段和TPC字段分别由12位和8位组成。为了向所联系的PCPCH提供CPCH信令而使用的4比特长的CCC命令，是按比特重复并映射为CCC字段的。2比特长的TPC命令是按比特重复并映射为TCP字段的。

4.3.3.4.1.3.1.9 CPCH状态指示符信道(CSICH)

CSICH是用于运送CPCH状态信息的一条固定速率(30 kbit/s)的物理信道。CSICH始终与用做传输APA/CD/CA-ICH的物理信道相联系，并使用相同的信道和扰频码。图34表示CSICH的帧结构。CSICH帧由每个长度40比特(位)的15个连续接入时隙(AS)组成。每一个接入时隙由两部分组成一个是无传输的4096码片间隔部分，另一部分是由8比特组成的状态指示符(SI)。每个CSICH帧内应传送N个状态指示符。

图34
CPCH状态制式复信道(CSICH)结构



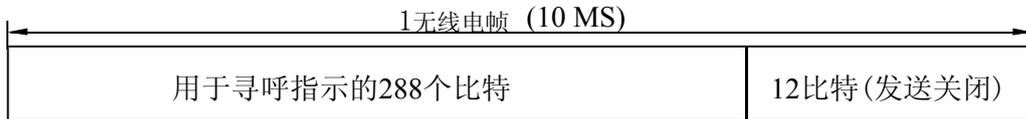
1850-34

4.3.3.4.1.3.1.10 寻呼指示信道 (PICH)

PICH是一条用于载荷寻呼指示(PI)的固定速率(SF = 256)的物理信道。PICH 总是对应一条其PCH传输信道被映射的S-CCPCH。

图35表示出 PICH的帧结构。一个10 ms 长的PICH 无线电帧由300比特构成。其中，288比特用于载荷寻呼指示。其余12比特不是 PICH 的正式部分且并不传送。

图35
寻呼指示信道(PICH)的结构



1850-35

4.3.3.4.1.3.1.11 下行链路专用物理信道 (下行链路DPCH)

下行链路 DPCH 用于载荷层 2 及上面即专用传输信道(DCH)产生的数据。扩展因子的范围可从4~512。

在一条下行链路 DPCH中，DCH 与第1层产生的控制信息(已知是导频比特和TCFI/TPC 比特)以时间复用的方式传输。

图36表示出下行链路 DPCH的帧结构。每个长 10 ms 的帧分为 15 时隙，每时隙长度为 $T_{\text{时隙}} = 2560$ 码片，每无线电帧对应一个功率控制周期。

4.3.3.4.1.3.2 上行链路信道

4.3.3.4.1.3.2.1 物理随机接入信道 (PRACH)

物理随机接入信道用于运送 RACH。随机接入传输基于ALOHA 方式。在表示接入帧的许多已定义时间间隔的开始处，MES可启动随机访问传输。如图37所示，每一接入帧具有2无线电帧的长度。每一接入帧由两个子接入帧组成，即偶子接入帧和奇子接入帧。子接入帧的使用是任选项。当使用子接入帧时，MES可在偶子接入帧或奇子接入帧(其中任何一个)的开始处，启动随机接入传输。在偶子接入帧处和奇子接入帧处的随机接入传输采用不同的扰频码。

图36
下行链路DPCH的帧结构

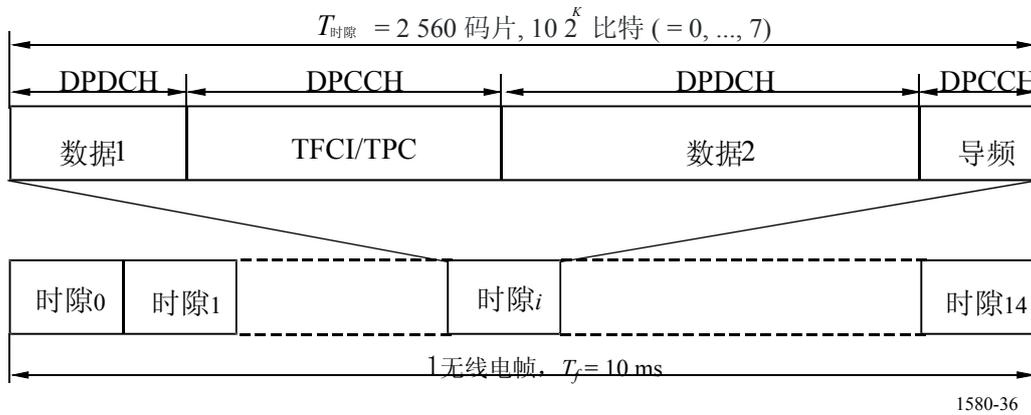
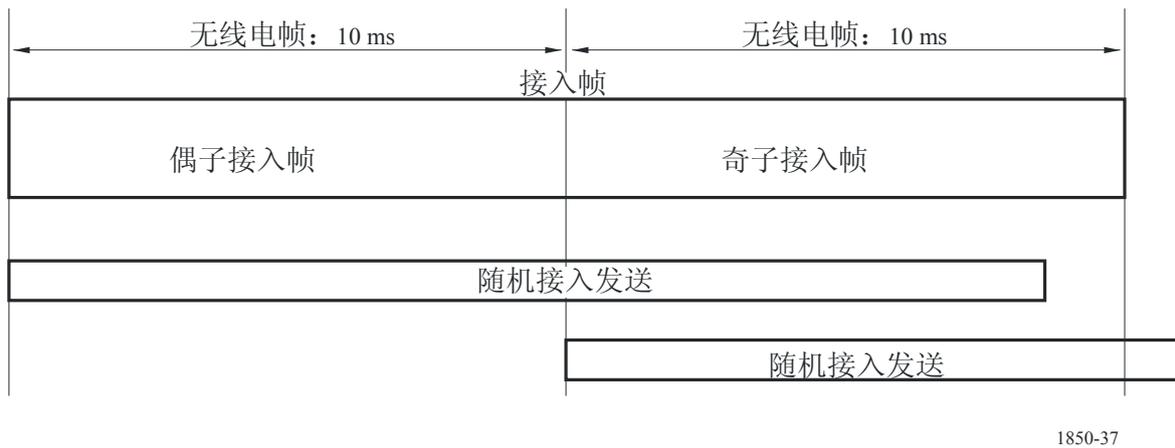


图37
随机接入帧



随机接入传输由一个长 $N_p \times 4096$ 码片的报头和10 ms或20 ms 长度的消息组成，如图38所示。

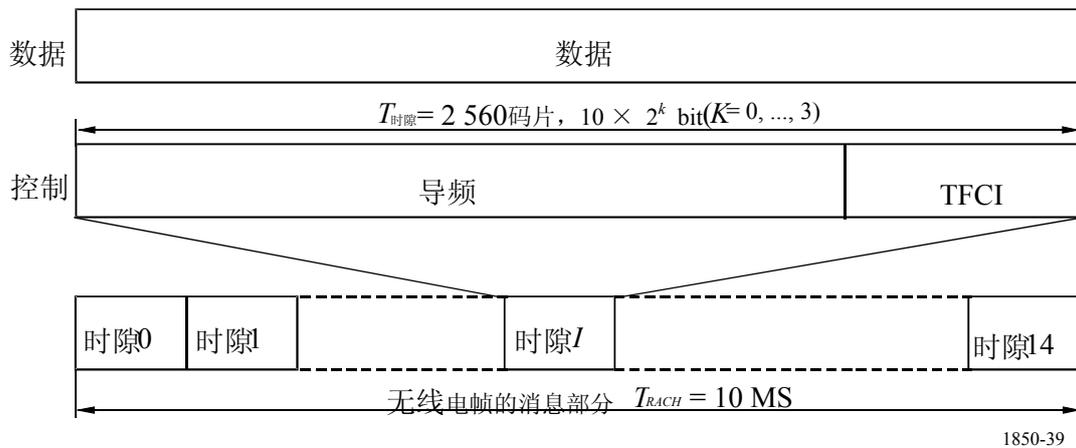
图38
随机接入发送的结构



报头由 N_p 个子报头组成。 N_p 的值是由高层提供的。子报头是4096长的码片且由重复的签名组成。每一个子报头具有相同的长度。签名和扰频码。最后一个子报头的编码是在前面的子报头中所用编码的共轭码。

图39表示随机接入报文部分的结构。一份报文由15时隙组成。每一时隙由两部分组成，即第2层的信息数据部分和第1层的控制部分。数据部分由 10×2^k 比特组成，其中 $k = 0, 1, 2, 3$ 。控制部分由8个所熟知的导频位和2个TFCI位组成。有关CPCH报文控制部分的扩展因子应该是256。无线电帧的TFCI指示出(已映射为瞬时传送的报文部分无线电帧的)RACH运送信道的运送格式。

图39
随机接入消息部分的结构



1850-39

4.3.3.4.1.3.2.2 物理公共分组信道(PCPCH)

PCPCH用于传送CPCH。其接入帧的定时与结构和PRACH完全相同。图40表示CPCH接入传输的结构。PCPCH接入传输由一对或若干对的下列项目组成：长度为 $N_p \times 4096$ 码片的接入报头(AP)、长度为4096码片的冲突检测报头(CDP)、长度为 L_{ITP} 个时隙的起始传输报头(ITP)和可变长度为 $N \times 10 \text{ ms}$ 的报文。

图40
CPCH接入发送的结构



1850-40

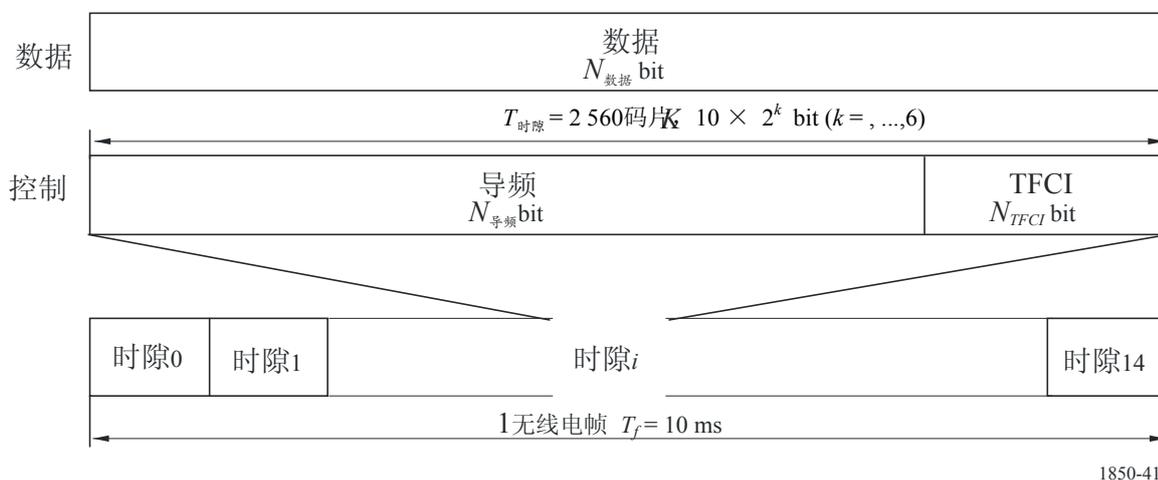
AP 部分的结构与PRACH的报头部分完全相同。所选择的扰频码是与RACH报头不同的扰频码，或者在共享签名组的情况下是与RACH报头相同的扰频码。

CDP 部分的结构是与PRACH子报头完全相同的。其扰频码与用于CPCH接入报头部分的扰频码是相同的。

ITP部分由Litp 时隙组成。ITP 的长度Litp 是较高层的参数。时隙的格式应该与后跟的报文部分的时隙格式相同。

图41表示CPCH报文部分的结构。每一报文由最多NMax_frames 帧组成，其中 NMax_frames是较高层的参数。每10ms一个的帧被分为15时隙，每时隙的长度是 $T_{\text{时隙}} = 2560$ 码片。每一时隙由两部分组成，即数据部分和控制部分。CPCH报文部分的控制部分的格式与RACH报文部分的相同。数据部分由 10×2^k 比特 组成，其中 $k = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$ 。这分别与扩展因子256, 128, 64, 32, 16, 8, 4相对应。

图41
与PCPCH有关的链路数据和控制部分的帧结构



1850-41

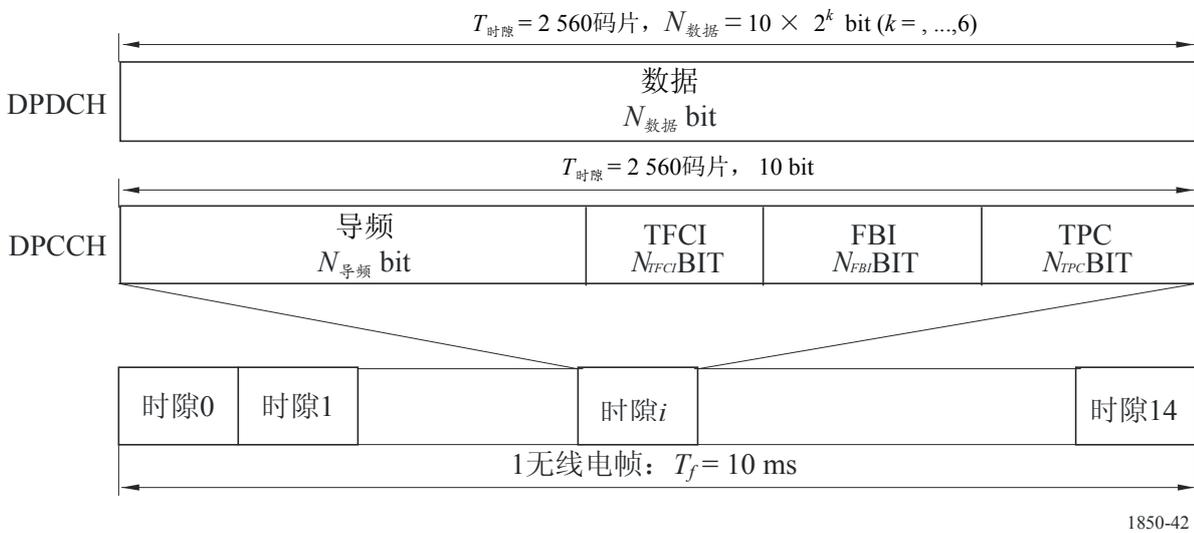
4.3.3.4.1.3.2.3 上行链路专用物理信道

上行链路DPCH由上行链路专用物理数据信道(上行链路DPDCH)和上行链路专用物理控制信道(上行链路 DPCCH)组成。DPDCH和DPCCH在各无线电帧中进行I/Q编码复用。

DPCH 用于载荷层2及其以上所产生的数据，而 DPCCH用于载荷第1层产生的专用控制信息。扩展因子的范围可从4 ~ 256。

图42表示出上行链路DPCH的帧结构。每个长 10 ms 的帧分为 15 时隙，每时隙长度为 $T_{\text{时隙}} = 2560$ 码片。每无线电帧对应一个功率控制周期。

图42
上行链路DPCH的帧结构



第1层控制信息由已知为相干检测支持信道建立的导频比特、结合指示/发射功率控制传输格式(TFCI/TPC)的和—个可选反馈信息(FBI)组成。FBI比特用于支持需要从MES反馈到SRAN的卫星选择分集传输技术。

4.3.3.4.1.4 传输信道至物理信道的映射

发送波束SFN的P-CCPCH被用做所有物理信道的定时参考，对下行链路是直接的而对上行链路是间接的。图43描述了下行物理信道的帧定时。

SCH (主和次)、CPICH (主和次)、P-CCPCH, CPCH-CCPCH和PDSCH均有相同的帧定时。不同的S-CCPCHs可能有不同的S-CCPCH定时，但是与P-CCPCH帧定时的偏差是256码片的倍数。PICH的定时在其与S-CCPCH的帧定时对齐之前是7680码片，即运送(带有相应寻呼信息的) PCH传送信道S-CCPCH的定时。AICH的偶数子接入帧具有与(SFN modulo 2) = 0的P-CCPCH帧相同的定时，而AICH的奇数子接入帧具有与(SFN modulo 2) = 1的P-CCPCH帧相同的定时。AICH的No. 0号接入时隙与(SFN modulo 2) = 0的P-CCPCH帧，在同一时间启动。对于不同的DPCHs，其定时可能不同，但是与P-CCPCH帧定时的偏差是256码片的倍数。

4.3.3.4.1.4.1 PRACH/AICH 定时的关系

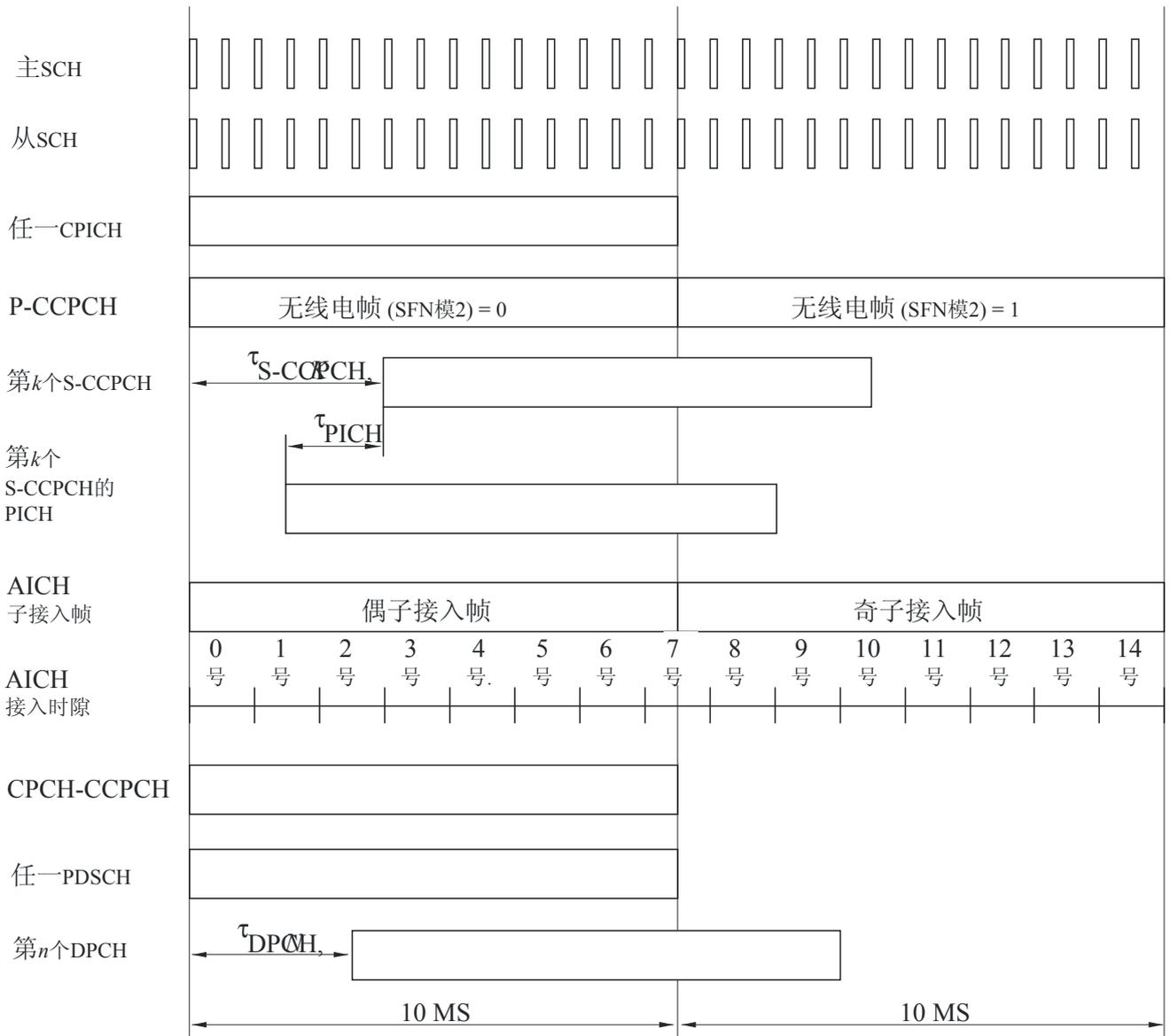
4.3.3.4.1.4.1.1 对于 LEO 卫星

下行链路的AICH的接入帧和子接入帧在时间上，是与P-CCPCH对准的。上行链路的PRACH的接入帧和子接入帧在时间上，是与下行链路AICH的接入帧和子接入帧的收妥信息对准的。在编号为n(n = 0, 1, ..., 15)的下行链路接入帧收妥之前，从MES τ_{p-a} 码片传送编号为n的上行链路接入帧。图43表示PRACH/AICH的定时关系。传输偏差 τ_{off} 是范围 $-\tau_{off,max} - \tau_{off,max}$ 之间的一个值，其中 $\tau_{off,max}$ 是最大传输偏移，它是由较高层告知的。报头至报头的距离 τ_{p-p} 应该大于或等于最小的报头至报头距离 $\tau_{p-p,min}$ 。除了 $\tau_{p-p,min}$ 外，报头至AI的距离nce τ_{p-a} 定义如下：

- 当AICH_传输_定时被设置为0时， $\tau_{p-p,min} = 230\ 400$ 码片(6无线电帧)，且 $\tau_{p-a} = 153\ 600$ 码片(4无线电帧)。
- 当AICH_传输_定时被设置为1时， $\tau_{p-p,min} = 307\ 200$ 码片(8无线电帧)，且 $\tau_{p-a} = 230\ 400$ 码片(6无线电帧)。

参数AICH_传输_定时是由较高层告知的。

图43
下行链路物理信道的帧定时和时隙定时



1850-43

4.3.3.4.1.4.1.2 对 GEO 卫星

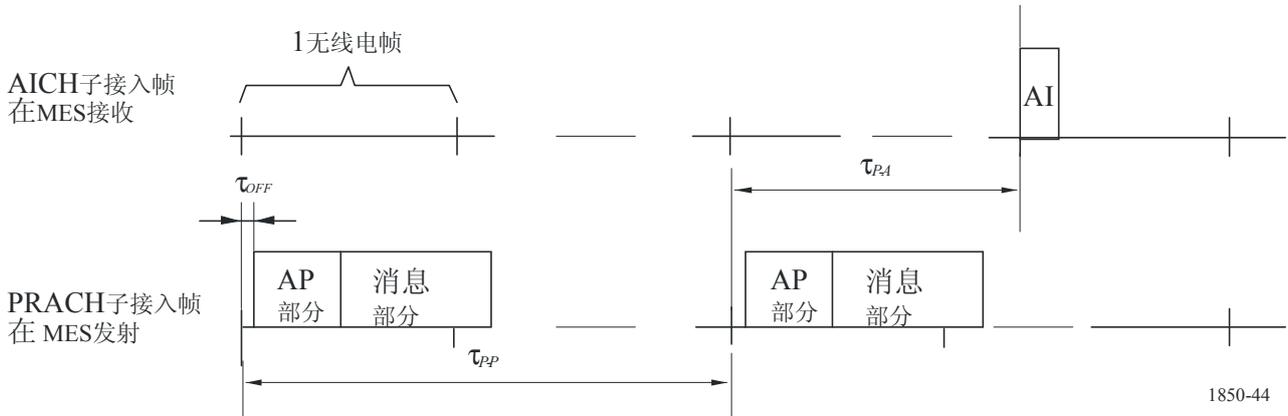
下行链路的AICH的接入帧和子接入帧在时间上，是与P-CCPCH对准的。上行链路的PRACH的接入帧和子接入帧在时间上，是与下行链路AICH的接入帧和子接入帧的收妥信息对准的。在编号为n(n = 0, 1, ..., 15)的下行链路接入帧收妥之前，从MES p-a 码片传送编号为n的上行链路接入帧。图44表示PRACH/AICH的定时关系。传输偏差 τ_{off} 是范围 $-\tau_{off,max}$ - $\tau_{off,max}$ 之间的一个值，其中 $\tau_{off,max}$ 是最大传输偏移，它是由较高层告知的。报头至报头的距离 τ_{p-p} 应该大于或等于最小的报头至报头距离 $\tau_{p-p,min}$ 。除了 $\tau_{p-p,min}$ 外，报头至AI的距离 τ_{p-a} 定义如下：

- 当AICH_传输_定时被设置为0时， $\tau_{p-p,min} = 1152000$ 码片(30无线电帧)，且 $\tau_{p-a} = 1075200$ 码片(28无线电帧)。
- 当AICH_传输_定时被设置为1时， $\tau_{p-p,min} = 2150400$ 码片(56无线电帧)，且 $\tau_{p-a} = 2073600$ 码片(54无线电帧)。

参数AICH_传输_定时是由较高层告知的。

图44

在MES所见到的PRACH与AICH之间的定时关系



1850-44

4.3.3.4.1.4.2 PCPCH/AICH 定时关系

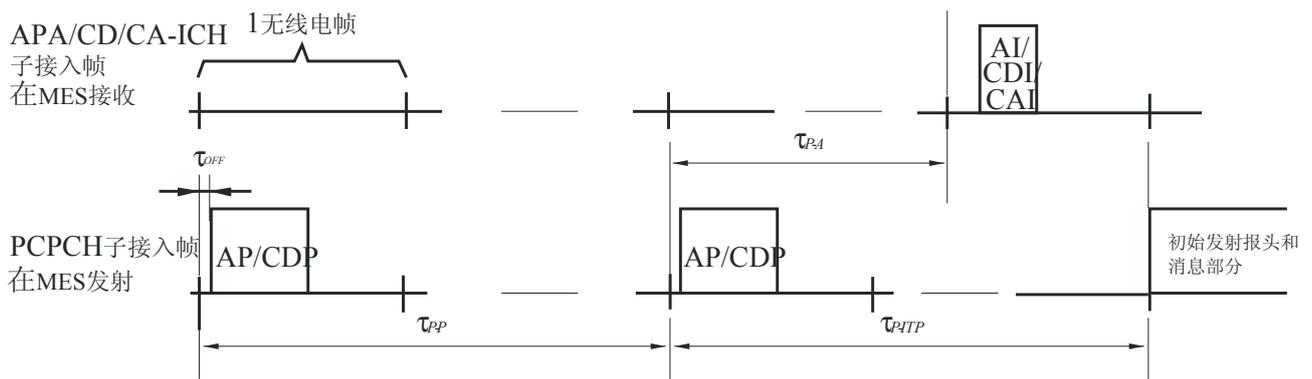
4.3.3.4.1.4.2.1 对于 LEO 卫星

下行链路的APA/CD/CA-ICH的接入帧和子接入帧在时间上，是与P-CCPCH对准的。上行链路的PCPCH的接入帧和子接入帧在时间上，是与下行链路APA/CD/CA-ICH的接入帧和子接入帧的收发信息对准的。

AP/CDP和APA/CD/CA-ICH之间的定时关系是与RACH报头和AICH相同的。注：冲突解析报头成功地跟随在接入报头之后而无任何间隙。图45表示PCPCH/AICH的定时。

图45

在MES所见到的PCPCH与APA/CD/CA-ICH之间的定时关系



1850-45

除了 $\tau_{p-p,min}$ 之外，报头--AI 的距离 τ_{p-a} 和报头--ITP 距离 τ_{p-itp} 被定义如下：

- 当 T_{cpch} 被设置为 0 时，则 $\tau_{p-p,min} = 230\ 400$ 码片 (6无线电帧) 而 $\tau_{p-a} = 153\ 600$ 码片 (4无线电帧) 和 $\tau_{p-itp} = 230\ 400$ 码片 (6无线电帧)。
- 当 T_{cpch} 被设置为 1 时，则 $\tau_{p-p,min} = 307200$ 码片 (8无线电帧) 而 $\tau_{p-a} = 230400$ 码片 (6无线电帧) 和 $\tau_{p-itp} = 307200$ 码片 (8无线电帧)。

T_{cpch} 定时参数与PRACH/AICH的传输定时参数是相同的。

4.3.3.4.1.4.2.2 对于GEO 卫星

下行链路的APA/CD/CA-ICH的接入帧和子接入帧在时间上，是与P-CCPCH对准的。上行链路的PCPCH的接入帧和子接入帧在时间上，是与下行链路APA/CD/CA-ICH的接入帧和子接入帧的收妥信息对准的。

AP/CDP和APA/CD/CA-ICH之间的定时关系是与RACH报头和AICH相同的。注：冲突解析报头成功地跟随在接入报头之后而无任何间隙。图45表示PCPCH/AICH的定时。

除了 $\tau_{p-p,min}$ 之外，报头--AI 的距离 τ_{p-a} 和报头--ITP 距离 τ_{p-ity} 被定义如下：

- 当 T_{cpch} 被设置为 0 时, 则 $\tau_{p-p,min} = 1152000$ 码片 (30无线电帧)而 $\tau_{p-a} = 1075200$ 码片 (28无线电帧)和 $\tau_{p-ity} = 1152000$ 码片 (30无线电帧);
- 当 T_{cpch} 被设置为 1 时, 则 $\tau_{p-p,min} = 2150400$ 码片 (56无线电帧)而 $\tau_{p-a} = 2073600$ 码片 (54无线电帧)和 $\tau_{p-ity} = 2150400$ 码片 (8无线电帧)。

T_{cpch} 定时参数与PRACH/AICH的传输定时参数是相同的。

4.3.3.4.1.4.3 PCPCH/CPCH-CCPCH的定时关系

在传送PCPCH初始传输报头之前，要接收到与CPCH-CCPCH帧相联系的38400码片的起始信号。CPCH-CCPCH帧的起始信号表示为TCPCH-CCPCH，而与PCPCH报文帧相联系的起始信号表示为 T_{PCPCH} 。任何CPCH-CCPCH帧，是通过关系 $T_{PCPCH} - T_{CPCH-CCPCH} = 38\ 400 + L_{ity} \times 2\ 560$ 码片、与一个PCPCH报文帧发生联系的。

4.3.3.4.1.4.4 DPCH/PDSCH的定时关系

DPCH帧的起始信号表示为TDPCH，而与PDSCH帧相联系的起始信号表示为 T_{PDSCH} 。任何 DPCH 帧是通过关系 $46\ 080\ chips \leq T_{PDSCH} - T_{DPCH} < 84\ 480$ 码片、与一个PDSCH帧发生联系的。

4.3.3.4.1.4.5 DPCCH/DPDCH的定时关系

在MES处，当对应于下行链路的DPCCH/DPDCH帧的第一条有效通路收妥之后，上行链路的DPCCH/DPDCH帧进行约 T_0 码片的传输。 T_0 是被定义为 $38\ 400 + 1\ 024$ 码片的一个恒定值。

4.3.3.4.2 信道编码和复用

4.3.3.4.2.1 处理步骤

编码和复用步骤示于图46，其中TrBk：传输块和DTX：不连续传输。

4.3.3.4.2.2 差错检测

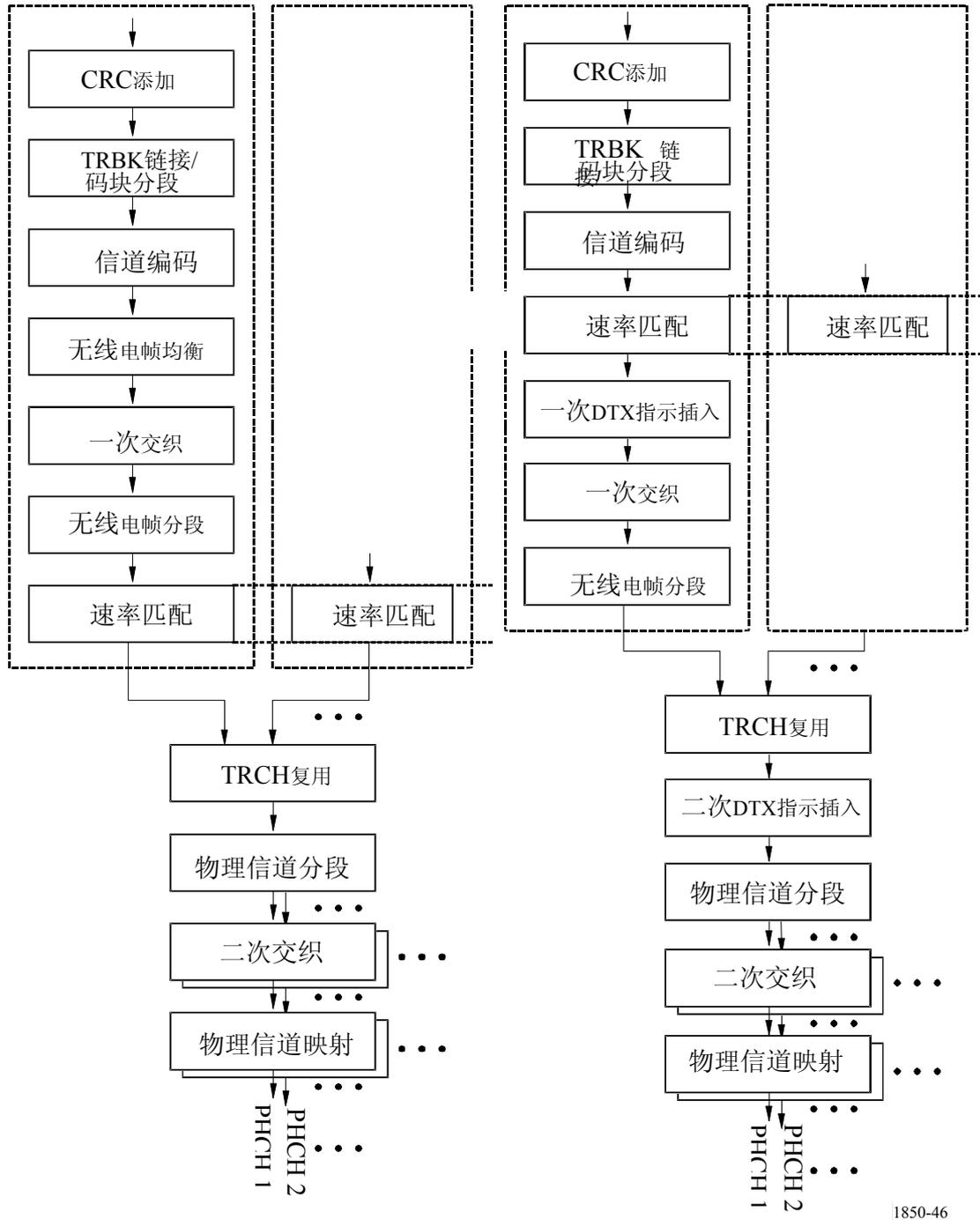
在传输信道模块上通过CRC提供差错检测。CRC为24、16、12、8或0比特且采用哪个CRC 长度的信令来自较高层，CRC长度应是用于各传输信道的。

整个传输模块是用于计算各传输模块的CRC 奇偶校验比特的。奇偶校验比特由以下循环发生器多项式之一所产生：

- $G_{CRC24}(X) = X^{24} + X^{23} + X^6 + X^5 + X + 1;$
- $G_{CRC16}(X) = X^{16} + X^{12} + X^5 + 1;$
- $G_{CRC12}(X) = X^{12} + X^{11} + X^3 + X^2 + X + 1;$
- $G_{CRC8}(X) = X^8 + X^7 + X^4 + X^3 + X + 1。$

图46

传输信道(TrCH)至物理信道的处理步骤(左: 上行链路, 右: 下行链路)



4.3.3.4.2.3 信道编码

对于SAT-CDMA中的信道编码，有两种方法可以使用：

- 积编码；
- Turbo 编码。

信道编码选择是由较高层指示的。为了将传输差错随机化，进一步执行符号交织。

表21

用于逻辑信道的信道编码方式

| 传输信道 | 编码方式 | 编码速率 |
|-----------------|---------|----------|
| BCH | 卷积编码 | 1/2 |
| PCH | | |
| RACH | | |
| DCH, DSCH, FACH | Turbo编码 | 1/3, 1/2 |
| | | 1/3 |

4.3.3.4.2.3.1 卷积编码

规定了约束长度为9的卷积编码和编码速率为1/3和1/2。

速率为1/3的编码发生器的函数为 $G_0 = 557(\text{OCT})$ 、 $G_1 = 663(\text{OCT})$ 和 $G_2 = 711(\text{OCT})$ 。

速率为1/2的编码发生器的函数为 $G_0 = 561(\text{OCT})$ 和 $G_1 = 753(\text{OCT})$ 。

图47

码率为1/3、约束长度为9的卷积编码发生器

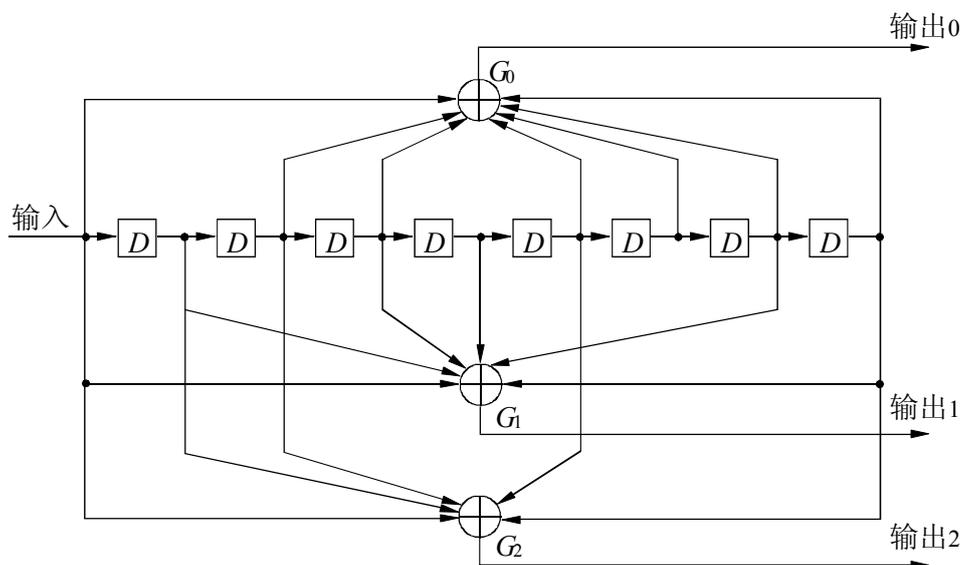
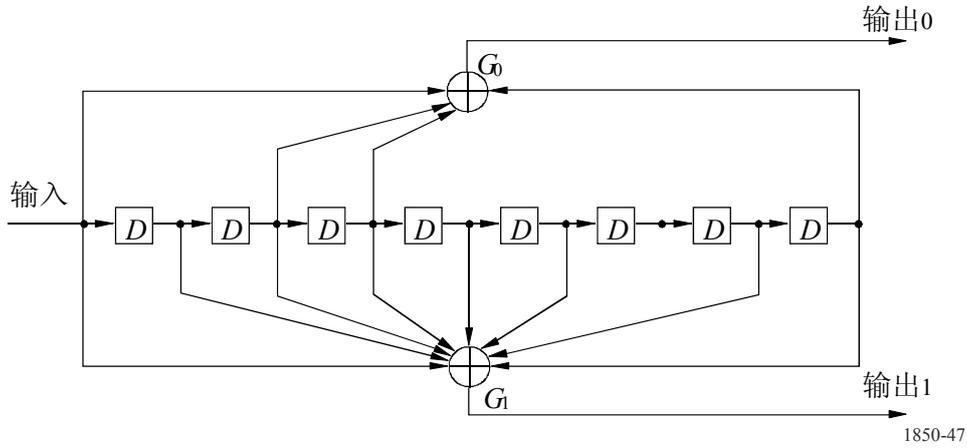


图48
码率为1/2约束长度为9的卷积编码发生器



1850-47

4.3.3.4.2.3.2 Turbo 编码

Turbo 编码器的方式是一个具有两个8态分量编码器和一个Turbo码内部交织器的并行连接卷积编码(PCCC)。Turbo 编码器的编码速率为 1/3。

对于PCCC 8态分量编码的转移函数为：

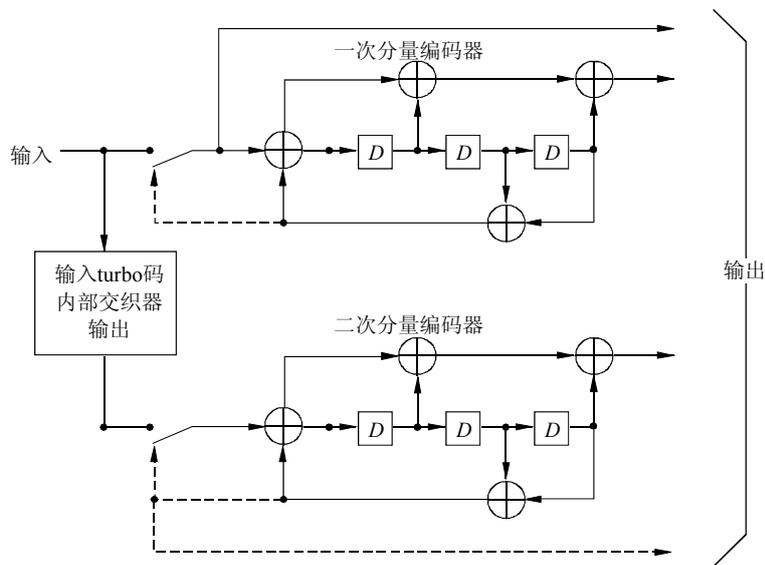
$$G(D) = \begin{bmatrix} 1, g_1(D) \\ g_0(D) \end{bmatrix}$$

其中：

$$g_0(D) = 1 + D^2 + D^3$$

$$g_1(D) = 1 + D + D^3.$$

图49
码率为1/3的turbo编码发生器(点划线仅用于treillis终端)



1850-49

4.3.3.4.2.4 交织

第一交织器是一个采用内部纵列置换的(M 行 N 列)块交织器。第一交织器的大小 $M \times N$ 是传输时段(TTI)的整数倍。

第二交织器是一个采用内部纵列置换的(M 行 N 列)块交织器。第二交织器的大小 $M \times N$ 为对应一个物理信道一无线电帧内的比特数而列数 N 为30。内部纵列置换方式是 $\langle 0, 20, 10, 5, 15, 25, 3, 13, 23, 8, 18, 28, 1, 11, 21, 6, 16, 26, 4, 14, 24, 19, 9, 29, 12, 2, 7, 22, 27, 17 \rangle$ 。

4.3.3.4.2.5 速率匹配

传输信道上的比特数在不同传输时段之间是可变的。在上行链路中,传输信道上的比特被重复或压缩以保证传输信道复用之后的总比特速率与分配给 DPCH的总信道比特速率相同。在下行链路中,传输信道复用后的总比特速率低于或等于由较高层指配信道化编码给出的总信道比特速率。如果比特数比最大值低时则传输中断。

4.3.3.4.2.6 传输信道复用

每10 ms,从各传输信道传递一无线电帧至传输信道复用。这些无线电帧被顺次复用成一个编码组合传输信道。

4.3.3.4.2.7 TFCI 编码

TFCI是用二阶Reed-Muller码的一种 (32, 10)子码而进行编码的。码字是10个基本序列的线性组合。TFCI的信息位应该与RRC层所定义的TFC标志符相对应,以便表示该TFC是与DPCH的无线电帧相联系的。

如果DCH中的一个与DSCH相联系,那么就可以按照这样的方法将TFCI码字加以分割,即不要从每个波束传送与TFCI的活动指示信息有关的码字。这种功能的利用应由较高层的信令加以指示。利用一种(16, 5)位正交码(或一阶Reed-Muller码)对TFCI进行编码。(16, 5)位正交码的码字是5个基本序列的线性组合。第一组TFCI的信息位应该与RRC层所定义的TFC标记相对应,以便表示出与所联系的DPCH无线电帧中, DCH CCTrCH的TFC。第二组TFCI的信息位应该与RRC层所定义的TFC标记相对应,以便表示出,在对应的PDSCH无线电帧中的、相联系的DSCH的TFC。

码字的比特位是直接映射为无线电帧的时隙的。按照 $d_k = b_{k \bmod 32}$,已编码的比特位 b_k 被映射为已传送的TFCI 比特位 d_k , 此处 $k = 0, \dots, K - 1$ 。在无线电帧的TFCI字段内所用的比特位的数量 K ,与该帧所用的时隙格式有关。

4.3.3.4.2.8 TPC命令的编码

2位的TPC命令是通过重复循环来编码的。TCP命令比特位(a_0, a_1),应该与功率控制规程定义的TPC相对应。输出的码字比特位 b_k ,由 $b_k = a_{k \bmod 2}$,给定,其中 $k = 0, \dots, 15$ 。

对于上行链路和下行链路信道二者,码字的比特位被映射为无线电帧的15时隙。按照 $d_k = b_{k \bmod 15}$,其中 $k = 0, \dots, K - 1$,已编码位 b_k 被映射为已传送TPC的比特位 d_k 。无线电帧内TPC字段可用的比特位数 K ,与用于帧的时隙格式有关。

4.3.3.4.3 调制和扩展

4.3.3.4.3.1 上行链路扩展

对于上行链路信道扩展调制采用正交复数 QPSK(OCQPSK)。

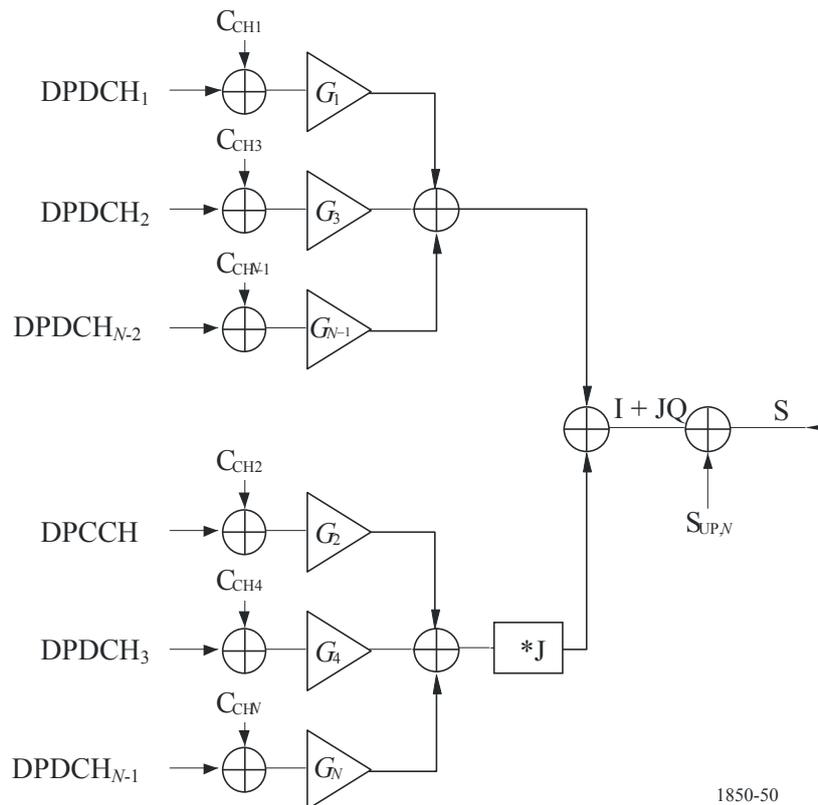
扩展操作由两部分操作组成:对信道化的短码扩展和扰码的长码扩展。

采用长码的直接序列扩展将应用于上行链路信道。

图50表示出上行链路扩展的配置。信道化编码，C信道 i ， $i = 1, 2, \dots, N$ ，首先扩展一个DPCCH信道和DPDCH信道。然后信号经功率增益因子的调整，将 G_i 同时加在I分支和Q分支上，并以复数扰码 $S_{UP, n}$ 进行复用。

如果只需要一个DPDCH，则只传送DPDCH₁和DPCCH。在多码传输时，若干DPDCH用I分支和Q分支传送。

图50
对上行链路DPDCH/DPCCH的扩展



1850-50

用于上行链路DPCH的信道化编码是OVFSF码。

长码是以长序列 $c_{k, 1, n}$ 和 $c_{k, 2, n}$ 分量构造的。这两个序列从定位法则模2加两个二进制 m 序列 x_n 和 y 的38 400码片部分获得。取决于所选扰码序列数 n 的 x_n 序列从 m 序列发生器多项式 $X^{25} + X^3 + 1$ 获得而 y 序列从发生器多项式 $X^{25} + X^3 + X^2 + X + 1$ 获得。

用于上行链路的长码发生器的配置示于图51。

通过下面的公式定义二进黄金序列 z_n ：

$$z_n(i) = x_n(i) + y(i) \text{ modulo } 2, \quad i = 0, 1, 2, \dots, 2^{25} - 2.$$

这些二进序列要被转换为实值序列 Z_n 。按照下列公式定义实值长扰频序列 $c_{long, 1, n}$ 和 $c_{long, 2, n}$ 。

$$c_{long, 1, n}(i) = Z_n(i), \quad i = 0, 1, 2, \dots, 2^{25} - 2 \text{ 和}$$

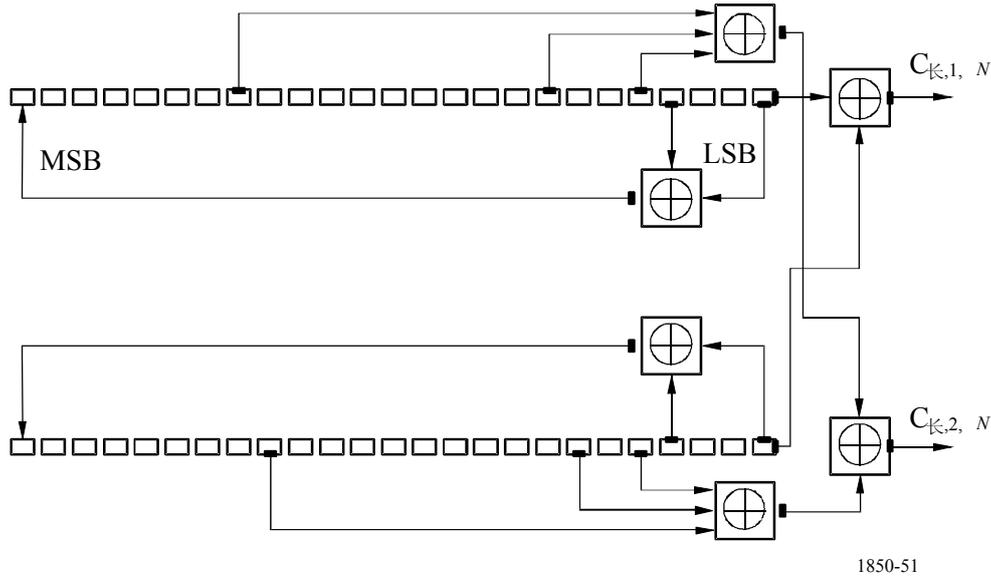
$$c_{long, 2, n}(i) = Z_n((i + 16\ 777\ 232) \text{ modulo } (2^{25} - 1)), \quad i = 0, 1, 2, \dots, 2^{25} - 2.$$

最后，将复值长扰频序列 $C_{\text{long},n}$ 定义如下：

$$C_{\text{long},n}(i) = c_{\text{long},1,n}(i) \left(1 + j(-1)^i c_{\text{long},2,n}(2\lfloor i/2 \rfloor) \right)$$

此处 $i = 0, 1, \dots, 2^{25} - 2$ 和 $\lfloor \cdot \rfloor$ 表示化整为最近的最小整数。

图51
上行链路长码发生器



4.3.3.4.3.1.1 PRACH和PCPCH 编码

接入报头码的长度是 $N_p \times 4\ 096$ 码片，并且由 N_p 个子报头码组成。子接入码 $C_{\text{pre},n,s,i}$ 是一种复值序列。它是由下述的报头扰频码 $S_{\text{r-pre},n}$ 和报头签名 $C_{\text{sig},s}$ 组成的：

— 当 N_p 被置为1时，则：

$$C_{\text{pre},n,s,0}(k) = S_{\text{r-pre},n,s}(k) \times e^{j\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2}k\right)}, k = 0, 1, 2, 3, \dots, 4\ 095$$

— 当 N_p 大于1时，则：

$$C_{\text{pre},n,s,i}(k) = S_{\text{r-pre},n,s}(k) \times C_{\text{sig},s}(k) \times e^{j\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2}k\right)}, k = 0, 1, 2, 3, \dots, 4\ 095, i = 0, 1, \dots, N_p - 2$$

$$C_{\text{pre},n,s,N_p-1}(k) = S_{\text{r-pre},n,s}(k) \times C_{\text{sig},s}(k) \times e^{j\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2}k\right)}, k = 0, 1, 2, 3, \dots, 4\ 095$$

此处 $k = 0$ ，对应于第一时间发送的码片。

与某个签名对应的报头签名由256次重复的、长16的签名组成。该签名来自一组长16的16个Hadamard码。

报头部分的扰频码由长扰频序列构成。第*n*个报头扰频码定义如下：

$$S_{pre,n}(i) = c_{long,1,n}(i),$$

其中 $i = 0, 1, \dots, 4\,095$ 。当子接入帧被用于PRACH时，第*n*个报头扰频码(*n*是偶数)是用于以偶数子接入帧传送的报头。第*n*个报头扰频码(*n*是奇数)是用于以奇数子接入帧传送的报头。

用 $S_{r-msg,n}$ 表示的第*n*个PRACH(其中 $n = 0, 1, \dots, 8\,191$)的报文部分的扰频码，是以长扰频序列为基础的，并且定义为：

$$S_{r-msg,n}(i) = C_{long,n}(i + 4\,096), \quad i = 0, 1, \dots, 38\,399$$

用 $S_{c-msg,n}$ 表示的第*n*个PCPCH(其中 $n = 8\,192, 8\,193, \dots, 40\,959$)的报文部分的扰频码，是以扰频序列为基础的，并且定义为：

在采用长扰频码的情况下：

$$S_{c-msg,n}(i) = C_{long,n}(i), \quad i = 0, 1, \dots, 38\,399$$

4.3.3.4.3.2 上行链路调制

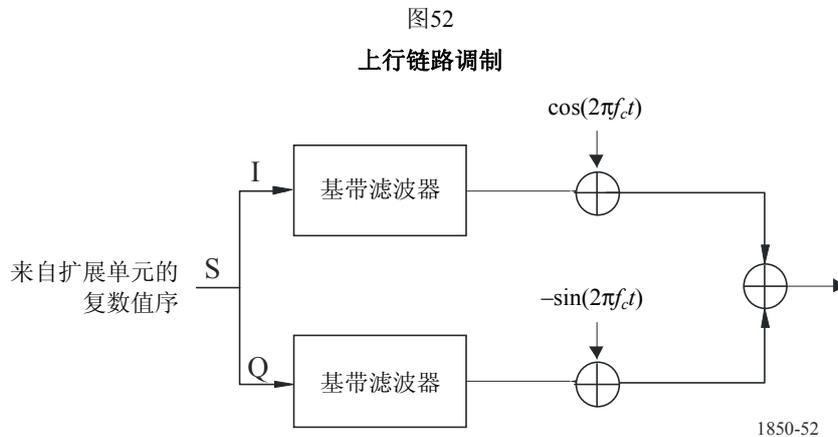
调制码片速率为3.84 Mchip/s。

在上行链路中，调制为双信道 QPSK。

已调DPCCH映射为Q信道，而主DPDCH映射为I信道。

其后增加的DPDCH交替映射为I信道或Q信道。

图52表示上行链路调制的配置。



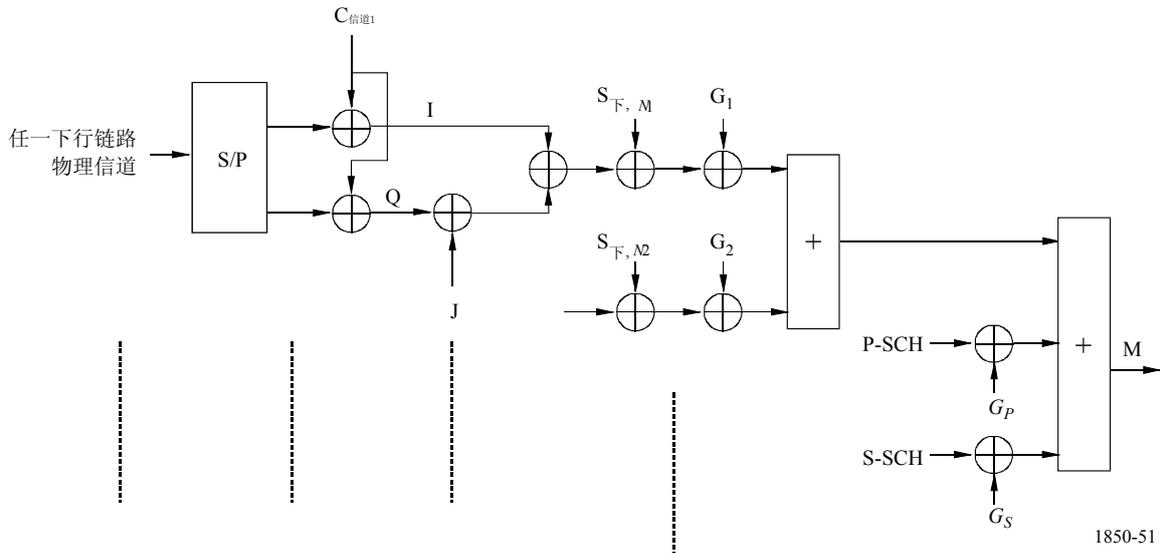
4.3.3.4.3.3 下行链路扩展

OCQPSK不用于下行链路。扩展操作由两部分操作组成：对信道化的短码扩展和对扰码的长码扩展。采用长码的直接序列扩展将应用于下行链路信道。对于下行链路信道，该长码将以周期38 400码片为其周期。长码的长度等于10 ms的帧长。

图53表示出下行链路扩展的配置。

图53

对下行链路物理信道的扩展



1850-51

用于下行链路物理信道的信道化与用于上行链路的同样为OVSF。

扰码是由两个实数序列结合成一个复数序列构成的。这两个实数序列各自都是从定位法则模 2 加两个二进制 m 序列 x 和 y 的 38 400 码片部分获得。 x 序列从发生器多项式 $X^{18} + X^7 + 1$ 获得。 y 序列从发生器多项式 $X^{18} + X^{10} + X^7 + X^5 + 1$ 获得。 x 序列的起始条件是 (00...1)，其中 1 为 LSB。 y 序列的起始条件是 (11...1)。图 54 表示出下行链路扰码发生器的配置。

然后将第 n 个黄金码序列 z_n 定义为：

$$z_n(i) = x((i + n) \text{ modulo } (2^{18} - 1)) + y(i) \text{ modulo } 2, i = 0, \dots, 2^{18} - 2.$$

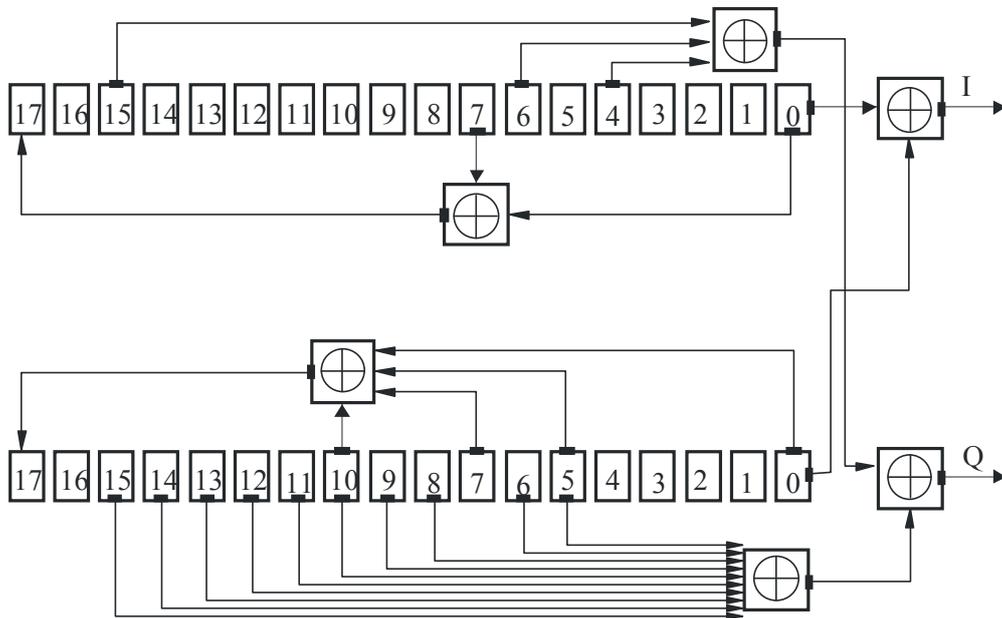
这些二进制序列要转换为实值序列 Z_n 。最后，将第 n 个复数扰频码序列 $S_{dl,n}$ 定义为

$$S_{dl,n}(i) = Z_n(i) + j Z_n((i + 131\,072) \text{ modulo } (2^{18} - 1)), i = 0, 1, \dots, 38\,399.$$

注：从阶段 0 到阶段 38399 的式样是重复的。

将扰频码分为 512 个组，且每个组包括一个主扰频码和 15 个次扰频码。主扰频码由扰频码 $n = 16 \times i$ (其中 $i = 0 \dots 511$) 组成。第 i 组次扰频码由扰频码 $16 \times i + k$ (其中 $k = 1 \dots 15$) 组成。在一个组内，每个主扰频码和 15 个次扰频码之间存在着一一对应的关系，从而使第 i 个主扰频码与第 i 组次扰频码相对应。因此，采用扰频码 $n = 0, 1, \dots, 8\,191$ 。进一步将主扰频码的组分为 64 个扰频码群，每一群由 8 个主扰频码组成。第 j 群扰频码由主扰频码 $16 \times 8 \times j + 16 \times k$ (其中 $j = 0 \dots 63$ 和 $k = 0 \dots 7$) 组成。

图54
下行链路扰码发生器



1850-54

4.3.3.4.3.3.1 同步码

4.3.3.4.3.3.1.1 对于 LEO 卫星

主同步码(PSC), C_{psc} 是按照两个一般化的分级式戈莱(Golay)序列构成的。

定义:

- $a_1 = \langle x_1, x_2, x_3, \dots, x_{16} \rangle = \langle 1, -1, 1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1, -1, -1, 1, 1, -1 \rangle$
- $a_2 = \langle y_1, y_2, y_3, \dots, y_{16} \rangle = \langle 1, -1, 1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, -1, -1, -1, -1 \rangle$.

PSC是通过经戈莱互补序列调制的 a_1 和 a_2 序列进行重复循环、并创建一个具有相同实数和虚数分量的复数值序列而产生的。将PSC C_{psc} 定义为:

$$C_{psc} = (1 + j) \times \langle a_1, -a_1, -a_1, -a_1, -a_1, a_1, -a_1, -a_1, a_2, a_2, -a_2, a_2, -a_2, a_2, a_2, a_2 \rangle.$$

16 次同步码(SSCs), $\{C_{ssc,1}, \dots, C_{ssc,16}\}$ 是具有相同实数和虚数分量的复数值, 并且是从Hadamard序列和z序列的定位法则乘法构成的, 并定义为:

- $z = \langle b_1, b_1, b_1, b_1, b_1, b_1, -b_1, -b_1, b_2, -b_2, -b_2, b_2, b_2, -b_2, b_2, -b_2 \rangle$, 其中:
- $b_1 = \langle x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, -x_9, -x_{10}, -x_{11}, -x_{12}, -x_{13}, -x_{14}, -x_{15}, -x_{16} \rangle$ 和 $x_1, x_2, \dots, x_{15}, x_{16}$, 与上述 a_1 序列的定义相同。
- $b_2 = \langle y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7, y_8, -y_9, -y_{10}, -y_{11}, -y_{12}, -y_{13}, -y_{14}, -y_{15}, -y_{16} \rangle$ 和 $y_1, y_2, \dots, y_{15}, y_{16}$, 与上述 a_2 序列的定义相同。

Hadamard序列是按照递归构成的矩阵 H_8 的矩阵行而获得的。将第 n 个Hadamard序列表示为编号 $n = 0, 1, 2, \dots, 255$ (从头到尾)的矩阵 H_8 的矩阵行。进一步, 让 $h_n(i)$ 和 $z(i)$ 分别表示 h_n 和 z 的第 i 个符号, 此处 $i = 0, 1, 2, \dots, 255$ 。

然后, 第 k 个 SSC, $C_{ssc,k}$, $k = 1, 2, 3, \dots, 16$ 被定义为:

$$C_{ssc,k} = (1 + j) \times \langle h_m(0) \times z(0), h_m(1) \times z(1), h_m(2) \times z(2), \dots, h_m(255) \times z(255) \rangle$$

此处 $m = 8 \times (k - 1)$ 。

有64个SCH序列且每个序列由15个SSCs组成。在构成64个次SCH序列时,要使其循环移位是唯一的,也就是说,64个移位中任何15个以内的非零循环移位、与64个序列中任何其他序列的循环移位并不等效。还有,任何15个以内的非零循环移位与其本身(本身具有15个以内的任何其他循环移位)也不等效。

4.3.3.4.3.3.1.2 GEO构象的同步编码

将主同步码(PSC), C_{psc} 构成为一种所谓的一般化分级式戈莱码序列。进一步选择PSC使其具有好的非周期自相关特性。

定义:

- $a = \langle x_1, x_2, x_3, \dots, x_{16} \rangle = \langle 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, -1, 1, -1, 1, -1, -1, 1 \rangle$.

PSC是通过将经戈莱互补序列调制的序列进行重复循环、并创建一个具有相同实数和虚数分量的复数值序列而产生的。将PSC C_{psc} 定义为:

- $C_{psc} = (1 + j) \times \langle a, a, a, -a, -a, a, -a, -a, a, a, a, -a, a, -a, a, a \rangle$

其中该序列中最左边的码片与第一时间发送的码片是相对应的。

16次同步码(SSCs), $\{C_{ssc,1}, \dots, C_{ssc,16}\}$ 是具有相同实数和虚数分量的复数值,并且是从Hadamard序列和z序列的定位法则乘法构成的,并定义为:

- $z = \langle b, b, b, -b, b, b, -b, -b, b, -b, b, -b, -b, -b, -b, -b \rangle$, 其中:

- $b = \langle x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, -x_9, -x_{10}, -x_{11}, -x_{12}, -x_{13}, -x_{14}, -x_{15}, -x_{16} \rangle$ and $x_1, x_2, \dots, x_{15}, x_{16}$, 与上述a序列的定义相同。

序列是作为递归构成的矩阵 H_8 的矩阵行、用下面的公式得到的:

$$H_0 = (1)$$

$$H_k = \begin{pmatrix} H_{k-1} & H_{k-1} \\ H_{k-1} & -H_{k-1} \end{pmatrix}, \quad k \geq 1$$

矩阵行是从最上即矩阵行0开始编号的(全1序列)。

将第n个Hadamard序列表示为编号 $n = 0, 1, 2, \dots, 255$ (从头到尾)的矩阵 H_8 的矩阵行。

进一步,让 $h_n(i)$ 和 $z(i)$ 分别表示 h_n 和 z 的第 i 个符号, 此处 $i = 0, 1, 2, \dots, 255$, 且 $i = 0$ 对应于最左边的符号。

然后,第k个SSC, $C_{ssc,k}$, $k = 1, 2, 3, \dots, 16$ 被定义为:

- $C_{ssc,k} = (1 + j) \times \langle h_m(0) \times z(0), h_m(1) \times z(1), h_m(2) \times z(2), \dots, h_m(255) \times z(255) \rangle$
- 此处 $m = 8 \times (k - 1)$, 且序列最左边的码片与第一时间发送的码片相对应。

在构成64个次SCH序列时,要使其循环移位是唯一的,也就是说,64个移位中任何15个以内的非零循环移位、与64个序列中任何其他序列的循环移位并不等效。还有,任何15个以内的非零循环移位与其本身(本身具有15个以内的任何其他循环移位)也不等效。表6描述了用来对64个不同扰频码群进行编码的任何SSCs序列。表6中的各个项表示,对于不同的扰频码群的不同时隙内,采用什么样的SSC,例如,项目“7”的意思就是对于不同的扰频码群和时隙,应采用SSC $C_{ssc,7}$ 。

4.3.3.4.3.4 下行链路调制

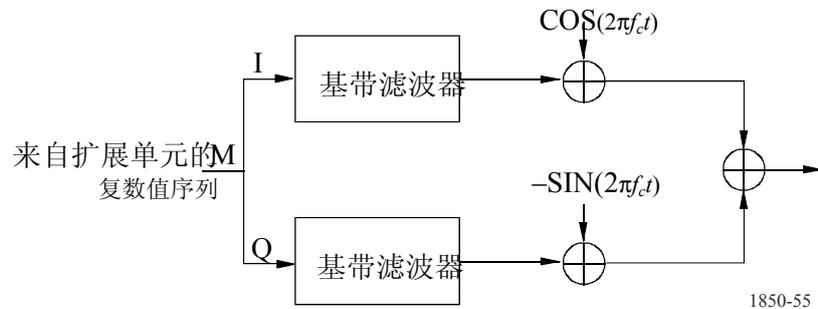
调制码片速率为3.84 Mchip/s。

在下行链路中,DPCH的数据调制为QPSK。

已调DPDCH和DPCCH是时分复用的。

图55表示下行链路调制的配置。

图55
下行链路调制



4.3.3.4.4 程序

4.3.3.4.4.1 波束搜寻

波束搜寻通过三个步骤实现：

步骤1：MES用SCH的第一同步码捕获至波束的时隙同步。

步骤2：MES用SCH的第二同步码序列寻找帧同步且辨别步骤1中找到的波束的码组。

步骤3：MES确定找到的波束所用的适当的基本扰码。SCH的第二同步码序列寻找帧同步且辨别步骤1中找到的波束的码组。

在第一步骤和第二步骤中，由多普勒漂移导致的载波频率误差会需要一次粗略频率搜寻和/或采用差分检波技术。

在第二步骤和第三步骤中，MES可使用卫星星座上和其位置处的本地存储信息。这样可缩短波束搜寻时间。

4.3.3.4.4.2 随机接入

4.3.3.4.4.2.1 RACH 规程

当有数据要传送时，MES选择RACH的类别并在重传周期上开始。如果重传周期数大于最大重传周期时，MES终止执行程序并向较高层RLC或RRC报告。

在各重传周期的开始，MES用当前值更新与RACH程序有关的参数，包括初始传输功率。之后MES根据保持值决定是否在当前帧开始RACH传输。如果不允许传输，MES重复来自下一帧中的保持值核验。如果允许传输，MES开始一升斜面传输周期。如果重复周期数大于最大升斜面重传，MES重新开始下一帧的重传。

在升斜面重传周期内，MES执行以下物理随机接入程序：

步骤1：通过利用在给定RACH等级内可用的RACH子信道集(合)、在下一个完全的接入帧集内获得可用的上行链路接入帧。在上已确定的接入帧中，随机地选择一个接入帧。当子接入帧被用做PRACH时，MES就从已选择的接入帧内的偶数和奇数子接入帧中，随机地选择一个子接入帧。

步骤2：从给定的RACH等级内可用的签名集中随机地选择一个签名。

步骤 3: 将报头重传计数器置为最大报头重传(Preamble Retrans Max)。

步骤 4: 将报头功率置为报头初始功率(Preamble_Initial_Power)

步骤 5: 在 $-\tau_{off,max} - \tau_{off,max}$ 码片范围内, 随机地选择一个传输时偏 τ_{off}

步骤 6: 利用已选择的接入帧(或子接入帧)发送这样一些内容, 即一个报头部分和一个报文部分、传输时偏、签名和报头传输功率。随机接入报文控制部分的传输功率应该是 $Pp-m$ (dB), 大于报头功率。

步骤 7: 如果在与已发送的上行链路接入帧(或子接入帧)对应的下行链路AICH(或子接入帧)中, 检测到的、与已选择签名相对应的既不是正捕获指示符也不是负捕获指示符, 那么:

步骤 7.1: 在给定RACH等级内可用的RACH子信道集(合)内选择下一个可用的接入帧。当子接入帧被用做PRACH时, MES就从已选择的接入帧内的偶数和奇数子接入帧中, 随机地选择一个子接入帧。

子步骤 7.2: 从可用的签名中, 选择一个新的签名。

子步骤 7.3: 将报头功率增加 $\Delta P_0 =$ 功率缓变步长。

子步骤 7.4: 将报头重传计数器减少1。

子步骤 7.5: 如果报头重传计数器 > 0 , 则从步骤5重复。否则, 将L1状态“AICH上无认可信息”(“No ack on AICH”)报告给较高层(MAC), 并退出物理随机接入程序。

步骤 8: 如果在下行链路接入帧(或子接入帧)(该帧与所选择的上行链路接入帧(或子接入帧)相对应)中, 未检测到与所选择签名对应的负捕获指示符, 则将“Nack on AICH received”(AICH上接收到否认信息Nack)这一L1状态向较高层(MAC)报告, 并退出物理随机接入程序。

步骤 9: 将“Ack on AICH received”(在AICH上接收到认可信息Ack)这一L1状态报告给较高层(MAC)并退出物理随机接入程序。

在一条RACH子信道定义为, 在时间上与P-CCPCH帧对准的一组上行链路接入帧。

在RACH报头和报文的传输过程中, MES根据对下行链路载频的多普勒漂移估算, 可采用多普勒预补偿技术。

在MAC层, 当L1指示在AICH上接收到认可信息时, 应该向较高层表示MAC的传输控制程序已成功完成。当L1指示在AICH上接收到否认信息时, 就要进行新一轮重传周期。当L1指示接收到否认信息时, MES便获得了补偿时间。在补偿时间过后, 就启动新一轮重传周期。

如果在随机接入程序期间的任何时间、在较高层(RLC或RRC)接收到对已发送RACH报文的响应报文, 则MES应停止RACH规程。

4.3.3.4.2.2 CPCH 规程

对于一组CPCH内的每一条CPCH物理信道都分配了一个波束, 物理层的参数包括在BCH的系统信息报文中。物理层应应按照以下步骤完成CPCH规程:

步骤 1: 一旦接收到来自MAC层的接入请求, MES应该对当下传输的SI值进行测试。如果该数值表明最大可用的数据速率小于所请求的数据速率, 则MES就放弃这一接入尝试。

步骤 2: MES将报头发送功率设置为Preamble_Initial_Power。(报头初始功率)。

步骤 3: MES将AP重传计数器设置为 $N_{AP_Retrans_Max}$ 。

步骤 4: 通过利用与所有求的数据速率相对应的、接入资源组合的接入帧子信道群, MES就能获得可用的接入帧。该MES从获得的可用接入帧内, 随机地选择一个上行链路接入帧。当子接入帧用于PRACH时, MES就从已选择的接入帧内的偶数和奇数子接入帧中, 随机地选择一个子接入帧。

步骤 5: MES从与所要求的数据速率相对应的、接入资源组合内的一组可用签名中, 随机地选择一个AP签名。

步骤 6: MES从CD签名组内随机地选择一个CD签名。

步骤 7: 在 $-\tau_{off,max}$ to $\tau_{off,max}$ 范围内, 随机地选择一个传输时偏 τ_{off} 。

步骤 8: MES应该对状态指示符的值进行测试。如果该值指示, 最大可用的数据速率小于所要求的数据速率, 则该MES应放弃接入尝试并向MAC层发送一份失败报文。否则, 该MES就利用所选择上行链路接入帧(或子接入帧)发送AP、签名、传输时偏和起始报头传输功率, 还要成功地发送一个与AP具有相同功率的CD报头。

步骤 9: 如果MES从与所选择上行链路接入帧(或子接入帧)相对应的、下行链路接入帧(或子接入帧)的APA/CD/CA-ICH中, 没有检测到分别与所选择的AP签名和CDP签名相对应的正或负的AP捕获指示符和CDI, 则应执行下述步骤: :

子步骤 9a: 在所用的子信道群内选择下一个可用的接入帧。当子接入帧用于PRACH时, MES就在已选择的接入帧内的偶数和奇数子接入帧之间, 随机地选择一个子接入帧。

子步骤 9b: 从CD签名组内随机地选择一个新的CD签名。

子步骤 9c: 将报头传输功率增加一个规定的偏差 ΔP 。除非在负的AICH定时器工作时采用频率偏差 ΔP_1 , 否则就采用 ΔP 。

子步骤 9d: 将 AP重传计数器减1。

子步骤 9e: 如果AP重传计数器 < 0 , 则MES放弃接入尝试并向MAC层发送一个失败报文。如果AP重传计数器等于或大于0, 则该MES就从步骤7重复。

步骤 10: 如果MES从与所选择上行链路接入帧(或子接入帧)相对应的、下行链路接入帧(或子接入帧)的APA/CD/CA-ICH中, 检测到与所选择的AP签名相对应的、负的AP捕获指示符, 则MES便放弃这次接入尝试并向MAC层发送一个失败报文。该MES设置负的AICH定时器, 以便指示用 ΔP_1 作为报头功率偏差直至计时器到时。

步骤 11: 如果MES接收到一个与所选择AP签名相对应、以及与其签名和一个CD报头内的签名不匹配的CDI相对应的负的AP捕获指示符, 则MES放弃接入尝试并向MAC层发送一个失败报文。

步骤 12: 如果MES从具有匹配签名的AP/CD/CA-ICH中接收到一个正的AP捕获指示符和一个CDI, 还有, 如果CA报文向PCPCHs中的一个指出: 这些PCPCHs曾经被告知、它们将要被最后收到的CSICH广播释放的话, 则MES就按照从AP/CDP的起始中的测量、在 τ_{p-ip} ms之后发送初始传输报头。起始传输功率应比AP/CDP的高 ΔP_{p-m} (dB)。在起始传输报头之后, 立即启动突发的报文部分的传输。按照与CPCH-CCPCH上的PCPCH相联系的、下行链路时隙中的TCP命令, 完成报文部分内的功率控制。

步骤 13: 在CPCH 分组数据传输期间, MES和卫星-RAN 在PCPCH 的报文部分完成内环功率控制。

在报头和报文传输中, 根据对下行链路载频上的多普勒漂移的估算, MES可采用多普勒预补偿技术。

4.3.3.4.4.3 功率控制

4.3.3.4.4.3.1 上行链路的功率控制

功率控制的目的是克服远近的问题。视现有的反馈信息，有开放式功率控制和闭合式功率控制。

4.3.3.4.4.3.1.1 开放式环路功率控制

开放式环路功率控制用来调整DPCH的发送功率。与闭合式功率控制相比，开放式功率控制能够减少H/W的复杂性。在传输DPCH之前，MES应该测量已收到的下行链路P-CCPCH的功率。DPCH的发送功率是由CSI和上行链路的SIR确定的。

MES 应该连续地完成下述的OLPC 规程：

步骤 1: 如果MES在空闲状态下从卫星RAN接收数据，则它就检查DPCCH和/或CPICH和/或S-CCPCH的导频字段。

步骤 2: MES从信道估算中获取CSI。

步骤 3: MES对已接收的下行链路CCH/DPDCH 的SIR进行估算。

步骤 4: MES将目标SIR与已接收的SIR进行比较。

步骤 5: MES按照下列公式确定DPCH的发送功率：

$$P_{DPCH}(i) = P_{DPCH}(i-1) \pm \Delta_e(i-1) \quad \text{dBm}$$

此处：

$$\Delta_e(i) = SIR_{est}(i) - SIR_{target}(i)$$

4.3.3.4.4.3.1.2 闭合式环路功率控制

上行链路的闭合式环路功率控制规程同时控制DPCCH的功率及其对应的DPDCHs(如果出现的话)。DPCCH和DPDCHs之间的相对功率偏差是由网络确定的，并且利用较高层的信令告知MES。

为了将已接收的上行链路的信(号)扰比(SIR)保持在给定的SIR目标值 SIR_{target} 。上行链路内环功率控制要调节MES的发送功率。在MES的发送功率低于最大可允许的输出功率的情况下，应该进行上行链路的功率控制。

在启动DPCCH上的帧之前，上行链路DPCCH的发送功率应立即发生一些变化。DPCCH功率相对于其以前的值而发生的变化，是由MES获得的并用 Δ_{DPCCH} (dB)表示。

按照下述规则，卫星RAN估算已接收上行链路DPCH的信扰比 SIR_{est} ，产生TPC命令和每无线电帧一次地发送这些命令；

定义变量：

$$\Delta_e = SIR_{est} - SIR_{target}$$

$\Delta_p(i)$ = 按照i-h 帧的 TPC_cmd，功率控制级的值被确定为 $\{-\Delta_L, -\Delta_S, \Delta_S, \Delta_L\}$ 的其中之一，此处级的大小 Δ_S, Δ_L 是在卫星RAN控制之下的。

Nf_{frame} = 以帧表示的环路延迟。

那么然后， $\Delta_p(i)$ 是利用 Δ_ε 和过去的 N_{frame} 功率控制级 $\Delta_p(k)$ 产生的， $k = i - N_{frame} - 1, \dots, i - 1$ 如下：

计算：

$$\Delta_{\varepsilon,c} = \Delta_\varepsilon + \chi \sum_{k=i-N_{frame}}^{i-1} \{\Delta_p(k) - \alpha\Delta_p(k-1)\}$$

此处环路延迟补偿指示符 χ 在MES为软提交的情况下是“1”，而在MES不是软提交的情况下是“0”。积累减少因子 $\alpha(0 < \alpha < 1)$ 是较高层参数，并且对相同波束内的所有MESs是相同的。

- 若 $|\Delta_{\varepsilon,c}| < \varepsilon_T$ 且 $\Delta_{\varepsilon,c} < 0$, $\Delta_p(i) = \Delta_S$
- 若 $|\Delta_{\varepsilon,c}| < \varepsilon_T$ 且 $\Delta_{\varepsilon,c} > 0$, $\Delta_p(i) = -\Delta_S$
- 若 $|\Delta_{\varepsilon,c}| < \varepsilon_T$ 且 $\Delta_{\varepsilon,c} < 0$, $\Delta_p(i) = \Delta_L$
- 若 $|\Delta_{\varepsilon,c}| < \varepsilon_T$ 且 $\Delta_{\varepsilon,c} > 0$, $\Delta_p(i) = -\Delta_L$

利用当下已接收的两个功率控制级 $\Delta_p(i)$ 和 $\Delta_p(i-1)$ ，MES对带有一级 Δ_{DPCCH} (dB)的上行链路DPCCH的发送功率进行调节，如下述：

- 在MES不是软提交的情况下：

$$\Delta_{DPCCH} = \Delta_p(i) \alpha \Delta_p(i-1)$$

其中 α 与正在使用的波束内的完全相同，并且由较高层告知

- 在MES是软提交的情况下：

$$\Delta_{DPCCH} = \kappa \Delta_p(i)$$

其中 κ 是由较高层告知的功率控制级减少因子。

$\Delta_p(i)$ 和发射机功率控制命令 TPC_cmd之间的关系示于表22。

表22

$\Delta_p(i)$ 和TPC_cmd之间的关系

| TPC_cmd | $\Delta_p(i)$ |
|---------|---------------|
| -2 | $-\Delta_L$ |
| -1 | $-\Delta_S$ |
| 1 | Δ_S |
| 2 | Δ_L |

当MES不处于软提交状态时，在每无线电帧内仅接收到一个TPC命令。在这种情况下，应按照以下所述获得TPC_cmd的值：

- 如果接收到的 TPC 命令等于 00, 则对于那一帧的 TPC_cmd 是 -2.
- 如果接收到的 TPC 命令等于 01, 则对于那一帧的 TPC_cmd 是 -1.
- 如果接收到的 TPC 命令等于 10, 则对于那一帧的 TPC_cmd 是 1.
- 如果接收到的 TPC 命令等于 11, 则对于那一帧的 TPC_cmd 是 2.

当MES处于软提交状态时，在来自激活组内不同波束的每无线电帧中，可以接收到多个TPC命令。在一个以上的无线电链路处于相同的一个无线电链路组的情况下，应该将来自相同无线电链路组的多个TPC命令组合成为一个TPC命令，并将这一TCP命令进一步与来自其他无线电链路组的TCP

命令结合起来。MES应该对每一个功率控制命令 TPC_i ，实施软符号决策 W_i 其中 $i = 1, 2, \dots, N$ ，而 N 是大于1的数，并且是来自不同无线电链路组的无线电链路的TPC命令的数量。MES获得了一个组合的TPC命令即 TPC_cmd ，作为全部 N 个软符号决策 W_i 的一种函数 γ ， $TPC_cmd = \gamma(W_1, W_2, \dots, W_N)$ ，其中 TPC_cmd 能够取的值为2, 1, -1或-2。函数 γ 应该完全满足下述准则：

如果 N 个TPC命令是随机的且无相关性、传送“00”，“01”，“10”或“11”的概率是相等的话，那么 γ 的输出大于或等于1的概率应该大于或等于 $1/(2N)$ ，并且 γ 的输出小于或等于-1的概率应该大于或等于0.5。进一步而言，如果来自所有无线电链路组的TPC命令确实是“11”，则 γ 的输出应该等于2，如果来自任何无线电链路组的TPC命令确实是“00”的话，则 γ 的输出应该等于-2。

对于PCPCH的上行链路功率控制，在启动报文部分的帧之前，PCPCH发送功率应立即进行一些变化。网络应估算已接收的PCPCH信扰比 SIR_{est} 。然后，网络应该产生TPC命令并按照所述对DPDCH/DPCCH相同的规则、每帧一次的发送这些命令。按照所述对DPDCH/DPCCH相同的规则，MES为每无线电帧获得一个TPC命令即 TPC_cmd 。在获得一个TPC命令即 TPC_cmd 之后，该MES应该用按照所述对DPDCH/DPCCH相同的规则确定的一级 $\Delta_{PCPCH-CP}$ (dB)，对上行链路PCPCH控制部分的发送功率进行调节。

4.3.3.4.4.3.2 下行链路的功率控制

下行链路的发送功率控制规程，同时控制一个DPCCH的功率及其对应的多个DPDCHs。功率控制环调节该DPCCH的功率和具有相同数量的多个DPDCHs。DPCCH字段和DPDCHs之间的相对发送功率偏差是由网络确定的。

为了将已接收的下行链路的SIR保持在给定的 SIR_{target} ，即 SIR_{target} ，下行链路内环功率控制要对网络的发送功率进行调节。MES要估算下行链路DPCCH/DPDCH的信扰比 SIR_{est} ，然后所得到的SIR的估算值 SIR_{est} 由MES按照下述规则用来产生TPC命令：

- 如果 $|SIR_{est} - SIR_{target}| > \epsilon_T$ 和 $SIR_{est} > SIR_{target}$ ，则发送的 TPC 是 “00”
- 如果 $|SIR_{est} - SIR_{target}| > \epsilon_T$ 和 $SIR_{est} < SIR_{target}$ ，则发送的 TPC 是 “10”
- 如果 $|SIR_{est} - SIR_{target}| > \epsilon_T$ 和 $SIR_{est} > SIR_{target}$ ，则发送的 TPC 是 “01”
- 如果 $|SIR_{est} - SIR_{target}| > \epsilon_T$ 和 $SIR_{est} < SIR_{target}$ ，则发送的 TPC 是 “11”。

当MES处于软提交且BSDT并未激活的情况下，该MES应该从激活组内所有波束的下行链路信号中估算 SIR_{est} 。

在往返延迟之后，MES应采用预测算法估算未来的SIR值。通过对激活组内CPICH/S-CCPCH/DPCHs的SIR过去的变化轨迹、进行观察的方法来实现对SIR变化的预测。为了支持采用预测算法的MES，由较高层告知了波束(MES就属于该波束)的一种标称往返延迟。在往返延迟之后，已预测的SIR变量 Δ_{pred} 被MES用来按照下述规则产生TPC命令：

定义 $SIR_{est,pred} = SIR_{est} + \Delta_{pred}$ ，那么：

- 如果 $|SIR_{est,pred} - SIR_{target}| > \epsilon_T$ 和 $SIR_{est,pred} > SIR_{target}$ ，则发送的TPC命令是“00”
- 如果 $|SIR_{est,pred} - SIR_{target}| > \epsilon_T$ 和 $SIR_{est,pred} < SIR_{target}$ ，则发送的TPC命令是“10”
- 如果 $|SIR_{est,pred} - SIR_{target}| > \epsilon_T$ 和 $SIR_{est,pred} > SIR_{target}$ ，则发送的TPC命令是“01”
- 如果 $|SIR_{est,pred} - SIR_{target}| > \epsilon_T$ 和 $SIR_{est,pred} < SIR_{target}$ ，则发送的TPC命令是“11”。

接收到TPC命令后，卫星RAN应该相应地调节其下行链路DPCCH/DPDCH的功率。卫星RAN应该估算已发送的TPC命令的 TPC_{est} 并且更新每一帧的功率。在估算了第 k 个TPC命令之后，卫星RAN应该按照下列公式，将当前的下行链路功率 $P(k-1)$ (dB)调节为 $P(k)$ (dB)：

$$P(k) = P(k-1) + P_{TPC}(k) + P_{bal}(k)$$

此处 $P_{TPC}(k)$ 是因内环的功率控制而得出的第 k 个功率调节，而 $P_{bal}(k)$ (dB)是按照下行链路功率控制规程、为将无线电链路功率平衡为公共参考功率而作的一种校正。 $P_{TPC}(k)$ 是按照以下所述计算的：

$$P_{TPC}(k) = \begin{cases} -\Delta_L & \text{if } TPC_{est}(k) = 00 \\ -\Delta_S & \text{if } TPC_{est}(k) = 01 \\ +\Delta_S & \text{if } TPC_{est}(k) = 10 \\ +\Delta_L & \text{if } TPC_{est}(k) = 11 \end{cases}$$

4.3.3.4.4.4 波束选择发散性传输

波束选择发散性传输(BSDT)是软提交中的一种宏发散性方法。这种方法在卫星RAN内是任选的。MES从其激活组内的多个波束中选择一个波束作为“主要波束”，而所有其他波束均为“非主要波束”。当下行链路的DPDCH不从非主要波束发送时，则从主要波束发送。

为了选择主要波束，给每一个波束指定一个临时标识符(ID)，并且MSE周期性地ID告知所连接的波束。MES经过上行链路DPCCH上的FBI字段，将主要波束的ID传送给运行的波束。

在BSDT期间，为每个波束给定一个临时ID，且将该ID用做波束选择信号。一组15位的ID编码是在一无线电帧内发送的。

根据仅为主要波束的下行链路信号，MES应该在上行链路DPCCH的TPC字段内，产生对网络发送功率进行控制的TPC命令。通过对运行波束发送的、已接收的CPICHs信号功率进行测量的方法，MES周期性地选择一个主要波束。

如果同时满足下述条件，则认为波束的状态是非主要的：

- 接收到的ID码与自己的ID码不匹配；
- 接收到的上行链路质量满足网络规定的质量门限。

激活组内波束的状态(主要或非主要)是同步更新的。如果一个波束在上行链路的 j 号帧内接收到已编码的ID，那么波束的状态就在下行链路的第 $(j+1+T_{os})$ 号帧内被更新，此处 T_{os} 是由较高层提供的(T_{os} 的值是按照波束的往返延迟由网络确定的)。

4.3.4 卫星无线电接口 D (SRI-D) 的技术要求

SRI-D已经与一特定卫星系统进行了优化操作。该系统由MEO中的卫星星座和位于世界各地与地面网络互连的12个LES共同组成。这一配置设计为提供所有时间整个地球表面的覆盖。该系统将业务从地面网络经LES，LES将选择一颗卫星并经此卫星将呼叫连接到用户。来自UT的业务将通过卫星星座接至适当的固定或移动网络。系统将向处于地球上的任何地方的用户提供进入电信业务的接口。SRI-D支持以频谱和功率有效利用的方式，功能强而灵活的话音和数据，速率可高达38.4 kbit/s。系统中采用的最多的UT预计是真正的手持-便携且具有双模(地面和卫星)操作功能。也支持包括车载、航空和船舶移动台以及半固定终端的广泛的其他类型的UT。

以下小节只规定那些与本建议书相关的部分，以解决基本的全球范围的兼容性和国际应用。

4.3.4.1 结构描述

地面部分采用许多标准部件这使系统符合地面电信标准。结构(示于图56)组成：

- 位于世界各地的12个互连的 LES；
- 双重网络控制中心；
- 双重计费和管理中心。

每个LES的组成：

- 五副天线以及与卫星通信的设备；
- 移动交换中心和寄存器，包括HLR和VLR；
- 与地面网络的互连。

LES通过地面链路与其他LES互连，由此建立的基本平台提供系统的全球移动通信业务。向PSTN、PLMN和数据网络提供接口，但只提供单个网络内的切换。互通功能(IWF)将传递与其他地面(第二代和第三代)移动网络的自动漫游。

4.3.4.1.1 星座

表23概括了卫星星座的配置。

全球应用是IMT-2000的关键特性，对星座的描述提供了真正的全球覆盖，尽管在低仰角需要保持可看到多颗卫星，如图57和图58。

每颗卫星为UT和LES提供仰角最小到0° 的无线覆盖。图57给出可见卫星数作为纬度的函数的百分数。对于地球上的所有区域至少90% 的时间可见到两颗或两颗以上的卫星。

该系统对于卫星和/或LES的单个故障具有很强的恢复能力，这是因为：

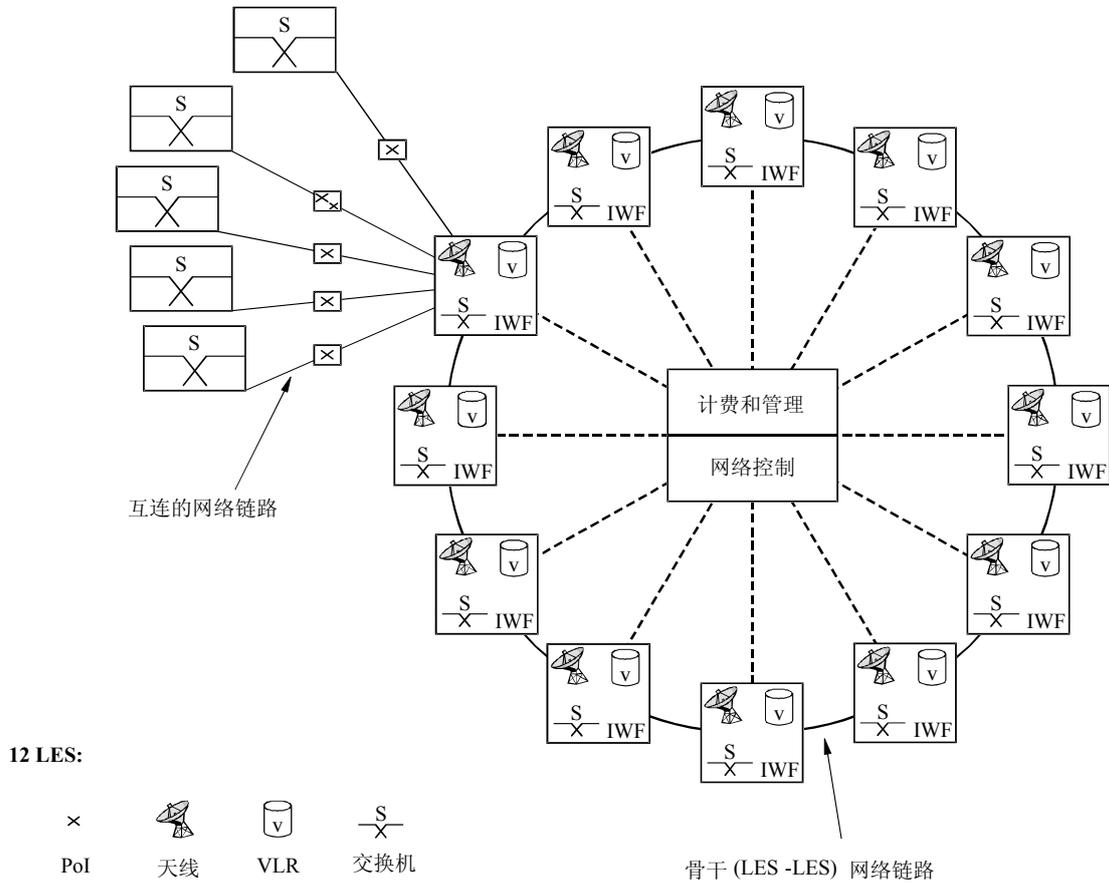
- 每个轨道平面中至少有四颗卫星时可保持完整的全球覆盖；
- 单个LES故障一般不会导致周围的LES业务丢失。

图58给出了在可见卫星作为纬度的函数中那些给出最高仰角的即最近的卫星的最低仰角和平均仰角。在大部分区域最低仰角和平均仰角分别超过20°和40°。纬度在20°和50° 之间的区域，星座提供的最低仰角优于25°而平均仰角大于50°。

图56
地面网络

与其他网络的互连

— 系统与互连网络PSTN、PLMN和PSDN之间的PoI

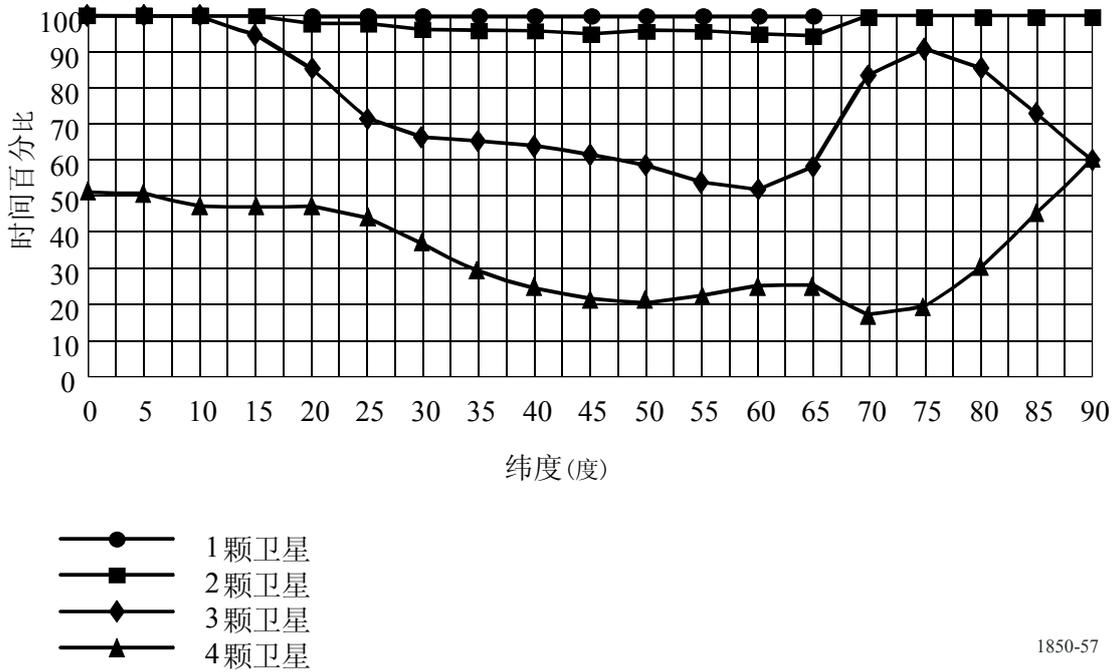


1850-56

表23
卫星星座的配置

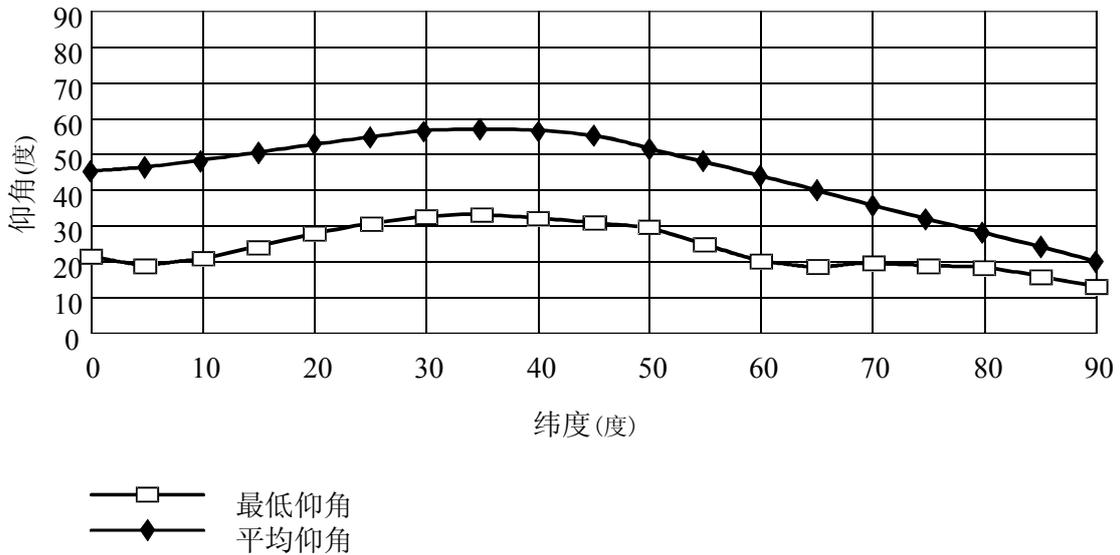
| | |
|-----------|---|
| 轨道类型 | MEO |
| 轨道高度 | 标称 10 390 km |
| 轨道倾角 | 45° |
| 轨道平面数 | 2 |
| 平面间隔 | 180° |
| 每轨道平面的卫星数 | 5-6 |
| 平面内的卫星间隔 | 10 颗卫星的星座一个平面内的卫星间隔(2 个平面每个平面 5 颗卫星)为 72° 如果全部 12 颗卫星都发射成功(2 个平面每个平面 6 颗卫星)一个平面内的卫星间隔为 60° |

图57
对卫星星座(10颗卫星)的典型可见性的统计



1850-57

图58
最近的卫星(10颗卫星)的典型最低和平均仰角



1850-58

4.3.4.1.2 卫星

空间飞行器

为满足MEO中独特的飞行要求对卫星已引入的专用特性包括：

- 3 个波束和 127 个发收分离的直接辐射阵(DRA)天线共同提供业务链路至移动用户的全视野覆盖。
- 束成形和转发器的信道化与数字技术共同使 490 个卫星滤波信道在 163 个激活生成的波束之间切换。这使卫星当它们改变轨道时可对业务和干扰要求做出反应。
- 载自校设备对在轨的业务链路天线性能进行检测，如果需要可进行校正。这样可在整个空间飞行器的寿命期内可保持天线增益和频率再用性能。

通信子系统

有效负荷是采用窄带波束成型、数字波束成型和数字信道化的全数字设计的。在业务链路，有效负荷产生一个163个点波束的固定格栅，由固定在空间飞行器的对地翼板上发/收结合的 DRA 天线进行全视野的覆盖。

在轨数字处理器在其信道化和接续信号至163个业务链路点波束时是透明的，不对信号进行解调和再生。170 kHz的490个滤波信道在处理器中生成而每个信道都可以业务链路的30 MHz带宽中的任何一个150 kHz 的频率段接续至163个波束的任意一个。490个信道的每一个都可考虑为等效于一个常规的转发器。

信道至波束的接续可以通过轨道连续地改变，使卫星按预定和预测的要求对业务和干扰做出响应。这也使有效频谱可灵活应用。

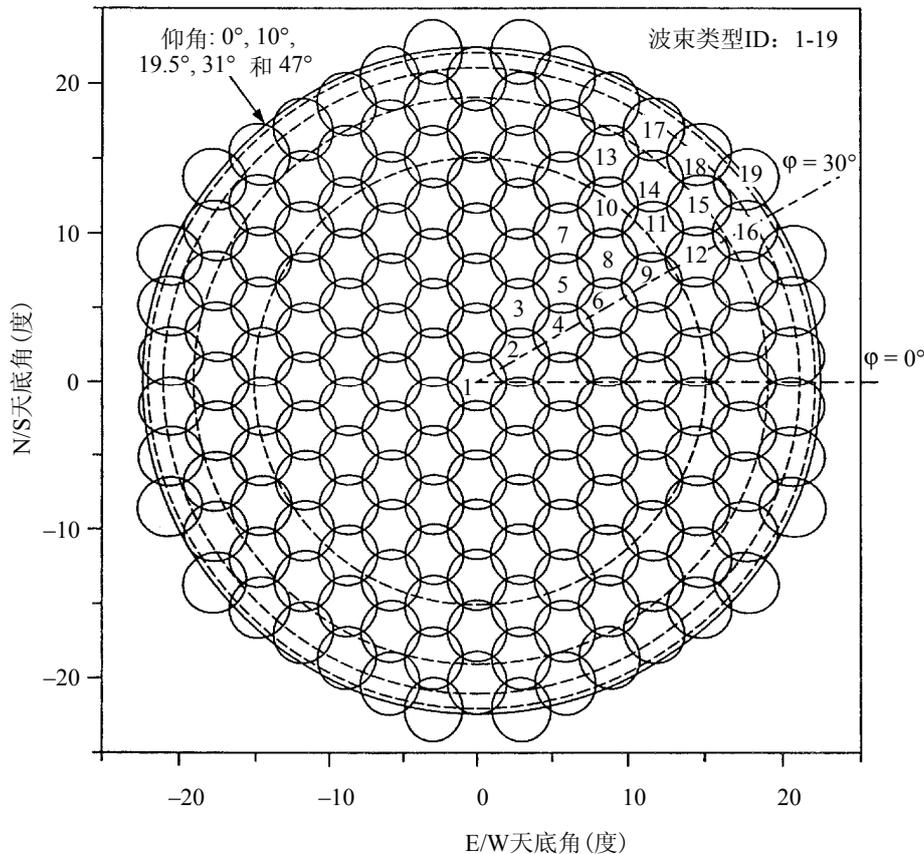
此外，数字处理器通过对每个波束的127个单元的每一个产生幅度和相位的系数形成所有163个业务链路点波束。单元激励系数的整体证明可用于星载自校系统，每个单元内的激励系数借助于自由升降感应器经外部进行馈送。这样在整个卫星寿命期内可保持主瓣和旁瓣都能实现点波束，且保证维持点波束之间的频率再用。

点波束

每颗卫星中以辐射圆蜂窝小区状排列的163个相同的发和收移动波束如图59所示环绕成子卫星小区。波束依靠电子去偏角控制保持与空间飞行器速度矢量相对应的小区形状。在最低点和覆盖边缘之间波束方向性变化约为2 dB。

图59

六角形网络表示的19波束类型



1850-59

小区的中心规定为每个波束的 -3 dB等值线的形心。有19种波束类型，以它们从最低点按角距增加的顺序编号。每种波束类型具有相同的路径延迟和相同的多普勒范围($\pm 10\%$)。

表24概要列出了额定小区参数。

表24

额定小区参数

| | |
|--------------|---------|
| 小区大小 | 3.343° |
| 波束宽度 | 3.860° |
| 小区再用 | 4 |
| 小区区域大小 | 9.678° |
| 小区再用区域 | 38.714° |
| 再用区域中心至中心的间隔 | 6.686° |
| 再用旁瓣间隔 | 5.015° |

频率再用

频率规划的功能是在保证不发生系统内有害干扰的同时最大化的使用移动链路频谱。整个卫星星座的频率规划目前集中在网络管理中心。

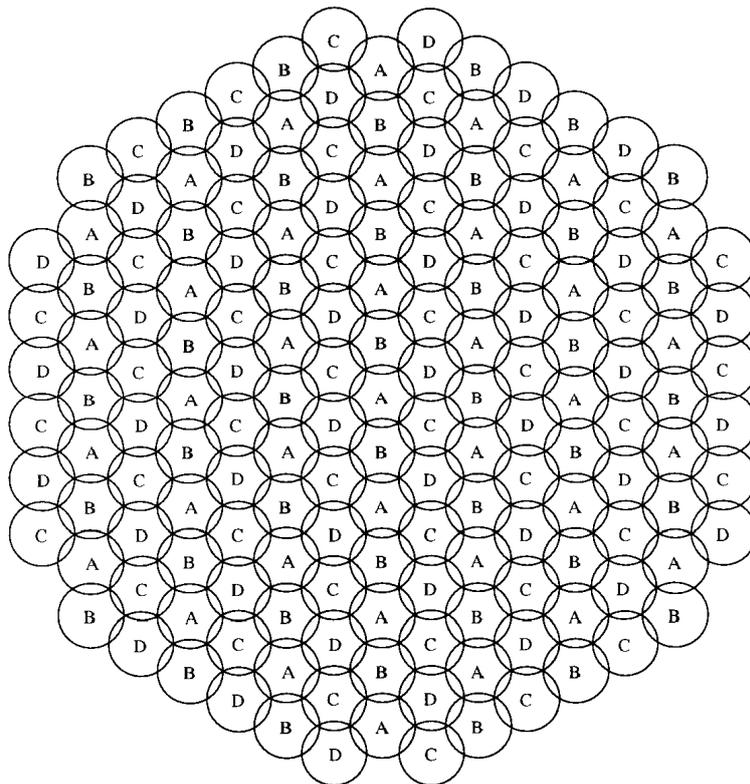
在一给定频率无充分隔离时永远不同时使用两个波束的情况下频率规划规定星座中各波束分配的频谱作为时间的函数。将波束旁瓣控制在163个点波束图形中允许4小区频率再用。频率规划自适应于业务变化和星座的演进。

频率规划是一个由卫星发起的频率分配计划。各波束中使用的频率当卫星在轨道中移动时保持在波束中相应不变。移动终端在波束切换时通常需要改变频率。

此处给出频率规划的例子是为两个轨道平面中10颗卫星星座，每颗卫星具有163个固定点波束以4小区频率再用图形覆盖整个视野而制定的，如图60所示。类似的频率规划可用于12颗卫星的星座。

移动链路频谱被分为16个频率块，如图61所示。每个卫星平面分配8块：第1块~第8块分配给平面1，第9块~第16块分配给平面2。

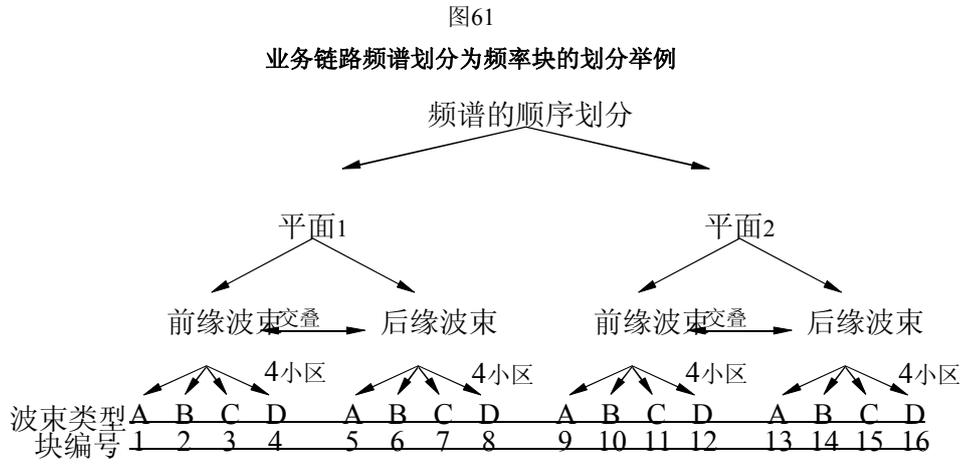
图60
典型的4小区频率再用方式



1850-60

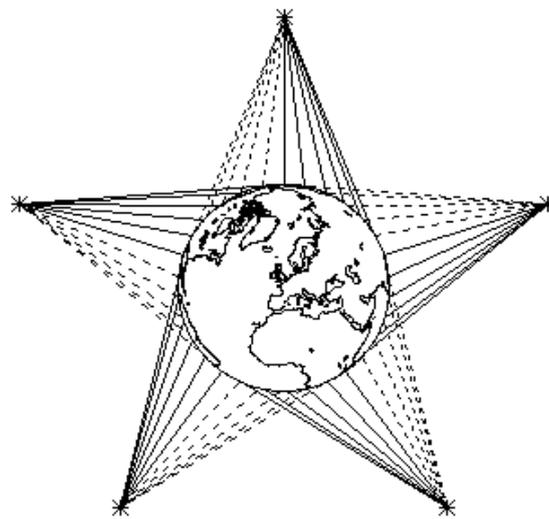
在一个卫星平面内，所有5颗卫星的相对位置保持不变。各卫星的163个波束对于视野的前缘和后缘分为两组。如图62所示，所有5颗卫星的前缘不交叠，同样5个后缘也如此使用。由此，通常分配给平面1的8个频率块分为两个4块的子平面：一个是5颗卫星的前缘波束(第1、2、3和4)，另一个是后缘波束(第5、6、7和8)。平面2中的分法类似。平面1中卫星的频率规划示于图63。当子平面设计成

在波束隔离的限制允许的情况下由许多波束组成时，前缘子平面和后缘子平面在中心波束是交叠的。



1850-61

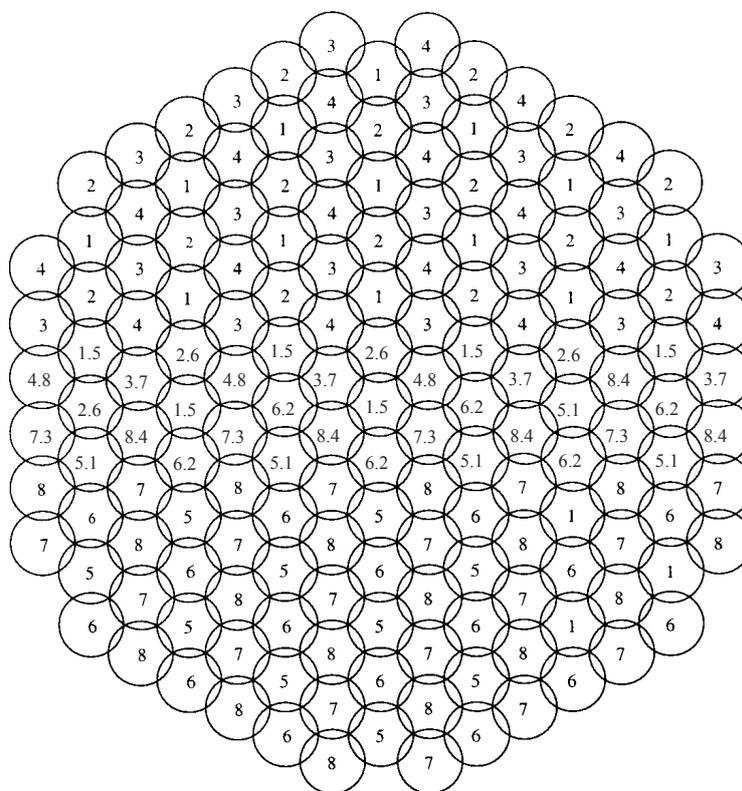
图62
前缘和后缘波束子设计图举例



—— 前缘波束
---- 后缘波束

1850-62

图63
平面1中卫星频率计划举例



1850-63

4.3.4.2 系统描述

4.3.4.2.1 业务特性

系统通过简便地接入期望的从归属网络到被访网络业务和不论位于何处通过透彻的业务分集用户对业务的体会从视觉和感觉都是透明的而实现支持相互代换业务可携带性的UPT。

系统可以支持以下范围的电信业务、承载业务、交替业务、补充业务和消息业务：

- 信业务：包括电话、紧急呼叫、3类传真(速率高达 14.4 kbit/s)。

为了 SRI-D 已对通常的话音编码方式进行了优化。编码速率为 4.8 kbit/s。普通话音编解码器也支持前向和反向双向发送的透明 DTMF。无线电接口能支持其他的编解码器。

- 承载业务：支持各种数据速率且能根据应用类型来使用。信道速度可根据系统资源和用户需求变化。不补偿传输介质的损伤不采用此功能。不采用可变速率源编码。通过前向和反向链路上的 TDMA 时隙的不对称分配对数据业务可采用不对称传输。支持中速数据速率(采用时隙集合速率高达 38.4 kbit/s)包括下面的不全列出的数据速率(注意采用了多时隙和/或多 RF 信道以实现比可用的单时隙(编码前的 2.4 kbit/s)更高的数据速率)：

- 异步透明和非透明电路交换数据：0.3、1.2、2.4、4.8、9.6、14.4、19.2、28.8和 38.4 kbit/s。
- 同步透明和非透明电路交换数据：1.2、2.4、4.8、9.6、14.4、19.2、28.8和 38.4 kbit/s。

- 分组交换数据：系统和其无线电接口可支持分组交换业务；目前正对其实施进行评价。
- 补充业务；包括线路鉴别业务、前向业务、呼叫等待业务、多方通话业务、呼叫限制业务、计费通知业务和定位业务。
- 消息业务；包括话音消息、传真消息和移动始发与移动终端的 SMS。

4.3.4.2.2 系统特性

切换

支持同卫星的波束间的系统切换、支持不同卫星波束间的切换和支持陆地地球站之间的切换。

UT在切换时可能需要改变频率。UT 辅助的切换通过采用 UT 测量和控制交换而被使用。支持硬切换和软切换。软切换是在执行切换时无中断，是由UT做出切换决定的。当软切换不可能时，采用一个中断预置程序。

多普勒补偿

对卫星运动的知识 and UT 的位置提供的信息使多普勒补偿得以实现。预补偿使多普勒漂移在前向链路限制在 1.1 kHz 以下而反向链路在 40 Hz 以下。

信道分配

星上数字信道化使 490 个卫星滤波信道可在 163 个激活产生的波束间切换。预测信道分配的采用使卫星能对在整个轨道上变化的业务和干扰要求切实可行地做出响应。它也使可用频谱能灵活应用。

分集

支持时间、空间和频率分集：

- 所支持的时间分集可用于采用 RLP 的数据传输、层 2 重传的信令和重复的寻呼/通知/广播/RACH。
- 所支持的空间分集允许经任意可见卫星(卫星路径分集)一个 UT 与网络进行通信的业务和信令。大多数时间系统星座通过来自两颗或两颗以上卫星的两条或两条以上不同路径提供一个区域的覆盖，如图 57 所示。系统设计时通过对所有业务充分利用星座的卫星路径分集能力提高直视卫星的概率。
- 所支持的频率分集可用于 BCCH 和公共控制信道。

每个 UT 的最少 RF 接收机/天线数允许卫星路径分集为 1。获得改善的程度取决于基础条件，但因为路径是非相关的，所预期的改善典型地在 5 dB ~ 8 dB。

话音激活

要求在前向和反向链路上的话音激活传输使前向链路上增加容量而节省卫星功率和使反向链路上节省卫星和 UT 的功率。采用话音激活以分别加大有效反向链路裕量和增加 UT 通话时间。典型的话音激活因子为 40%。

4.3.4.2.3 终端特性

通过卫星的IMT-2000业务的提供，特别是真正手持-便携终端已有很大的需求。必须采用与较高传输功率和较低层(2或4态的)调制方式结合的充分的源编码以达到经卫星链路的BER与地面网络的相似。特别是对于手持-便携终端，这些要求(编码、功率和调制这些直接影响频谱利用的因素)必须与地面终端在大小、重量和电池性能方面的要求类似而进行折衷。

在业务中将会提供广泛的终端类型。预计大部分UT具有可操作于卫星和地面的能力，并适合于简便地接入期望的从归属网络到被访网络业务和不论位于何处通过透明的业务分集用户对业务的体会从视觉和感觉都是透明的而实现支持业务的可携带性。终端与其技术特性和业务的举例概要列于表25。

表25
终端类型的举例

| 终端 | 业务 | 比特速率 (kbit/s) | BER(1) |
|----------|----|------------------|-----------|
| 手持终端 | 话音 | 4.8 | 4% |
| | 数据 | 2.4-9.6 | 10^{-5} |
| 坚固的可搬移终端 | 话音 | 4.8 | 4% |
| | 数据 | 2.4-9.6 | 10^{-5} |
| 私人汽车终端 | 话音 | 4.8 | 4% |
| | 数据 | 8.0-38.4 | 10^{-5} |
| 商用汽车终端 | 话音 | 4.8 | 4% |
| | 数据 | 8.0-38.4 | 10^{-5} |
| 半固定式终端 | 话音 | 4.8 | 4% |
| | 数据 | 8.0-38.4 | 10^{-5} |

(1) 话音业务的 BER 是纠错前的。

这些终端中使用的技术也预期与一广泛的其他UT类型结合，这些UT类型包括车载、航空和船舶移动终端和诸如农村公用电话和社区电话的半固定终端。

4.3.4.3 RF 技术要求

功率控制

当网络要求时UT将控制其输出而网络将以对每个信道的方式控制陆地地球站的输出功率。功率控制的目标是使LES、UT和卫星对各无线信道足以保持可接受的接收信号质量的条件下采用最小的发射功率。在前向和反向业务信道采用闭环功率控制。也可采用开环功率控制。功率控制可使：

- 系统容量增加；
- UT电池寿命延长；
- 干扰减小。

功率控制的动态范围为16 dB，采用1 dB的步长。每秒内的功率控制周期数为每秒2周。功率控制比特速率从每2路径每0.5 s 2~10 比特可变。

信道带宽、比特速率和符号速率

RF信道间隔为25 kHz。RF信道比特速率和符号速率取决于信道类型和其相应的调制。表40提供了信道类型和相应调制的进一步的信息。

对于采用QPSK或GMSK调制的信道，RF信道比特速率为36 kbit/s。对于采用BPSK调制的信道，RF信道比特速率为18 kbit/s。

对于采用QPSK或BPSK调制的信道，信道符号速率(调制后)为18千符号/s。对于采用GMSK调制的信道，信道符号速率(调制后)为36千符号/s。

UT的e.i.r.p.和G/T

列举的各种终端类型UT的e.i.r.p.和G/T标称值由表26给出。

表26

UT的e.i.r.p.和G/T标称值

| 终端 | 增益 (dBi) | G/T (dB/K) | 峰值 e.i.r.p. (dBW) | 最大峰值 e.i.r.p. ⁽¹⁾ (dBW) | 时间平均 e.i.r.p. ⁽²⁾ (dBW) |
|----------|----------|------------|-------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 手持终端 | 2 | -23.8 | ≤ 7 | -9 | ≤ -4 |
| 坚固的可搬移终端 | 3.5 | -21.5 | ≤ 7 | -9 | ≤ -4 |
| 私人汽车终端 | 3.5 | -21.5 | ≤ 10 | -6 | ≤ -1 |
| 商用汽车终端 | 6.5 | -18.0 | ≤ 10 | -6 | ≤ -1 |
| 半固定式终端 | 10.5 | -14.0 | ≤ 10 | -6 | ≤ -1 |

⁽¹⁾ 考虑了功率控制。

⁽²⁾ 假设单时隙语音使用不连续传输的峰值 e.i.r.p. 所算出的时间平均。未计入功率控制。

卫星的 e.i.r.p.和G/T

为了有助于卫星e.i.r.p.和G/T性能的描述，图64规定了各种卫星最低角的范围(对应地球上等同的表面区域)。

业务链路 e.i.r.p. 资源可以通过上行链路(馈线链路)频率的适当选择灵活地分配给任意的163 个点波束，而该频率是对应卫星滤波信道选路至所需的点波束的。表27给出如果所有指向该环的e.i.r.p.仅为把其他环中的波束除外之后的各环中的标称最大e.i.r.p.。在实际的业务应用中，所有环中分布的e.i.r.p.都比各环的峰值e.i.r.p.小。

用于点波束的各环的标称业务链路G/T分配由表28给出。

图 64

从卫星上e.i.r.p.规定区域的确定

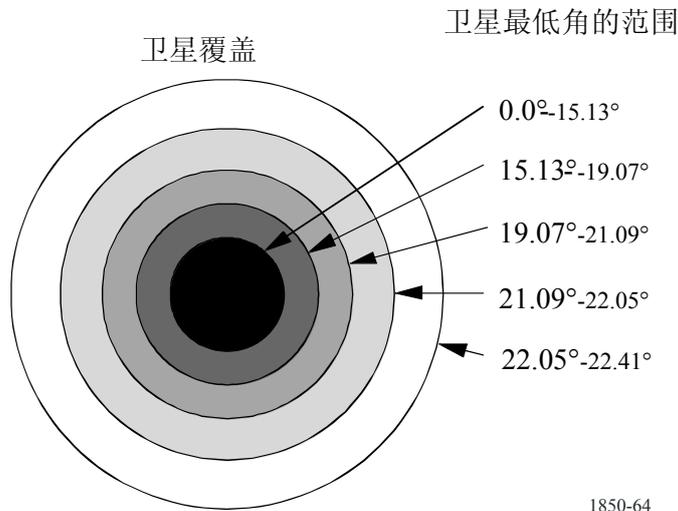


表27

对每个环的标称业务链路最大e.i.r.p.

| | 环 1 | 环 2 | 环 3 | 环 4 | 环 5 |
|--------------------|------|------|------|------|------|
| SSPA 组合输出功率(dBW) | 28.5 | 28.5 | 28.5 | 28.5 | 28.5 |
| 输出损耗(dB) | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| 天线平均增益(dB) | 30.6 | 29.6 | 28.9 | 28.7 | 28.2 |
| e.i.r.p.(dBW) | 58.2 | 57.4 | 56.7 | 56.6 | 56.1 |
| 在最坏增益设置时的功率盗用(dB) | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.7 |
| 有用 e.i.r.p.(dBW) | 58.1 | 56.9 | 56.1 | 55.9 | 55.4 |

表28

对每个环的标称业务链路最坏情况的G/T

| | 环 1 | 环 2 | 环 3 | 环 4 | 环 5 |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|
| 天线平均增益(dB) | 30.4 | 29.4 | 28.7 | 28.5 | 28.1 |
| 系统噪声温度(dB/K) | 25.5 | 25.0 | 24.3 | 23.9 | 23.8 |
| 无损耗时的 G/T(dB(K ⁻¹)) | 4.9 | 4.4 | 4.4 | 4.6 | 4.3 |
| 低处理增益时的损耗(dB) | 2.3 | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 2.8 |
| 低处理增益时的 G/T(dB(K ⁻¹)) | 2.6 | 2.0 | 1.8 | 1.9 | 1.5 |

同步和频率稳定度

要求比特时钟的LES-LES 同步。2σ 定时精度为 1 μs 而外部系统基准是 GPS。

网络控制UT突发的定时。UT同步于前向链路定时，LES 从期望值测出偏移并将所用的校正值通过控制信道发至UT。UT的定时参考时钟精度典型值为3 ppm。

卫星发送信号的频率稳定性为0.5 ppm。

UT的发送频率是由网络控制的。UT同步于前向链路频率，SAN从期望值测出偏移并将所用的校正正值通过控制信道发至UT。UT传输的频率稳定性为3 ppm(未锁定)和0.1 ppm(锁定)。

极化

上行链路(地对空)和下行链路(空对地)的极化是 RHCP。

频率再用

典型的4小区频率再用图形用做频率规划的基础。进一步的细节见第4.3.4.1.2节。

4.3.4.4 基带技术要求

多址

系统工作于FDD模式，但一般对与UT和来自UT的通信地对空和空对地频率之间并无固定的频率关系(双工间隔)。FDMA和TDMA结合起来使用。每个25 kHz RF 载波支持40 ms的帧长。每一帧支持6个TDMA 时隙，因此每时隙的长度为~6.67 ms(40/6 ms)。每时隙包含在其头和尾的2个保护符号。

调制

调制方式的采用取决于信道类型。表29提供了载波类型和其相应的调制的信息。

表29

载波类型和其相应的调制

| 载波类型 | 调 制 |
|---------|----------------------|
| 话音(TCH) | QPSK(GMSK 在反向上行链路) |
| 数据(TCH) | QPSK(GMSK 在反向上行链路) |
| BCCH | BPSK |
| RACH | BPSK(S-BPSK 在反向上行链路) |
| SDCCH | BPSK |

编码

所采用的卷积编码速率取决于载波类型。表30提供了所采用的编码速率的信息。

表30

编码速率

| 载波类型 | 编码速率 |
|---------|------|
| 话音(TCH) | 1/3 |
| 数据(TCH) | 1/2 |
| BCCH | 1/2 |
| RACH | 1/6 |
| SDCCH | 1/4 |

采用了软判决解码。

载波比特速率

每时隙支持一个6 kbit/s的比特速率(每帧具有6 时隙 36 kbit/s 的信道比特速率)。提供4.8 kbit/s的数据和1.2 kbit/s的帧和带内信令。

对于TCH, 每时隙对数据支持2.4 kbit/s的标称用户信息比特速率(编码前)和4.8 kbit/s的语音(编码后)。

对于BCCH和RACH, 支持18 kbit/s 的编码比特速率。

对于相应的控制信道, 支持 160 bit/s(SACCH)和80 bit/40 ms(FACCH)的最大比特速率。

交织

对于语音(TCH), 采用突发间的交织。对于数据(TCH), 采用突发间的交织和4个突发上的交织。

4.3.5 卫星无线电接口E的技术要求

为了与对地静止卫星星座连接以便为多媒体终端提供世界范围的覆盖, 且与IMT-2000的目标对卫星天线接口 E(SRI-E)进行了优化。尽管为了卫星环境已对SRI-E进行了优化, 但仍考虑了IMT-2000的精神和目标所要求的广泛的兼容性。与SRI-E连接使用的可预见的基本终端类型是与计算机搭接或与掌上计算机连接的插入定向天线的小型、便携通信单元。采用这样的终端SRI-E可达到的信息传送速率为144 kbit/s。SRI-E可以满足从静止的(包括 FWA)至速度达到飞机速度范围的所有终端的移动性。

基本业务目标是数据, 特别是用于连接至互连网和连接至专用内部网, 支持经这些网络的所采用的典型应用如电子邮件和信息浏览。尽管每载波的比特速率为144 kbit/s, 但对半固定终端通过载波集合也可达到更高的比特速率。用于支持SRI-E的卫星应采用对地静止技术发展水平的每颗卫星装备大量的点波束, 共同覆盖大陆范围的区域和模仿地面蜂窝系统方式进行频率再用。

设计 SRI-E 时的一个关键目标已使其完全独立于传输的业务和业务类型。这被看做是为多媒体系统服务的一个基本特性。在MAC层, SRI-E 与 ATM非常相似, 例如它采用一个48二进位信息的有效负载的用户数据的 TDMA 时隙, 使其能载荷任何业务的类型经过 ATM。由此, SRI-E 并不束缚于采用任何特殊的协议或特定业务的算法。例如, 当载荷语音业务时, 不必从属于任何特殊的语音压缩技术。可预见将采用 ITU-T G.729建议书, 但如果需要更高的技术或较小的带宽而不影响无线电接口时, 则会采用其他技术。

共享的接入载体是一个术语, 意指能支持在无线网络子系统(RNS)和用户终端(UE)之间传送数据的特定卫星信道。按照规定, 共享的接入载体每次支持一个以上的连接。共享资源的机制涉及到一种技术组合, 其中, 在一个共享接入载体上传送的每个单独的分组, 都具有一个能识别该连接的地址。

资源管理系统帮助支持系统内多载体类型的工作。空中接口(Air Interface)协议利用一种信令系统。物理载体足以不依赖上层而支持几乎任何信令系统。

对于这种配置的最佳资源管理方式是采用以时分复用/时分复用接入(TDM/TDMA)为基础的信道。

4.3.5.1 结构描述

4.3.5.1.1 星座

如前所述, 为了实现与对地静止卫星系统的操作已对SRI-E 进行了优化。星座参数概要列于表 31。

表31

用于SRI-E的卫星星座特性

| | |
|-----------|----------------------|
| 卫星高度 | 36 000 km |
| 轨道倾角 | $\leq \pm 4.8^\circ$ |
| 轨道平面数 | 1 |
| 每轨道平面的卫星数 | 全球覆盖时为 3 颗 |
| 卫星分集方式 | 未采用卫星分集方式 |

卫星

有望与SRI-E一起使用的卫星载荷设备的复杂性限于目前的星载技术。它允许采用多点波束，且提供能使高速率的信息传送到较小的移动终端所需的RF功率。

与SRI-E一起使用的理想的卫星特性示于表32。

表32

用于 SRI-E 的卫星星座特性

| | |
|-----------------------------|---|
| 每颗卫星的点波束数量 | 可高达 300，取决于所要求的覆盖 |
| 点波束的配置 | 假设点波束为简单的锥形。为响应业务型式的演进在系统寿命期内配置应灵活而可重新配置 |
| 点波束的大小 | 波束宽度约为 1° ，即星下点直径 800 km 的范围 |
| 频率再用 | 频率再用计划以 7 波束为一组 在卫星环境，点波束的频率分配遵循简单、有规律的方式。频率计划不影响如信令、同步、与地面网络互连的其他系统方面 |
| 卫星波束业务链路的 G/T | 平均： 12 dB/K 最小： 10 dB/K |
| 各波束的业务链路的饱和 e.i.r.p. | 最小： 38 dBW 最大： 53 dBW |
| 每颗卫星的业务链路的总饱和 e.i.r.p. | 66 dBW |
| 每 RF 载波的卫星 e.i.r.p.: 38 dBW | 最大 e.i.r.p.: 38 dBW 平均 e.i.r.p.: 35 dBW |
| 所需频率稳定度 | ± 1 ppm |
| 功率控制 | 使卫星功率平均节省 3 dB 左右；这样致使有效业务容量翻倍 |
| 功率控制步长 | 0.5 dB |
| 每秒内的功率控制周期数 | 1 |
| 功率控制的动态范围 | 8 dB |
| 有功率控制时的最低发射功率电平 | 7 dBW |

4.3.5.2 系统描述

4.3.5.2.1 业务特性

基线SRI-E卫星系统设计用于传送、支持UMTS类型的应用和提供与UMTS类型应用的互操作性。

空中接口是一个分组数据系统，这意味着承载信道是共用的接入承载信道，因此在某次连接中用户数据速率是随业务量而变的。通过能保证用户数据速率的服务质量参数集定义，电路交换类型的应用(话音、ISDN)也可获得支持。

4.3.5.2.1.1 适应多媒体业务的能力

多媒体业务与传统的电信业务在许多方面有所不同，如下面各节所描述的。在设计SRI-E时已考虑了这些业务，如下面各标题下的解释。

传输和应用之间的独立性

第二代移动网络具有无线传输和基本应用特性即语音传输之间是紧密结合的。对于多媒体网络极不希望有这种结合。而无线电接口应设计成尽可能通用且支持广泛的业务，包括那些目前还未预见到的。这些原则是ATM设计的基础。

SRI-E 完全支持这一目标。它对上面所采用的协议和业务不做假设。与地面ATM兼容(例如，采用一个48二进位信息组的用户载荷)保证任何可由ATM载荷的业务也可由SRI-E载荷(只要带宽足够)。

基于IP的业务的支持

在未来的十年对于信息共享与交换和数据的实时分配，国际互连网将假设为与国际电话网络同等重要的全球骨干网。的确，有人断定对于载荷话音它甚至可取代电话网的角色，尽管对这种断言还有争议。除了共享国际互连网，公司和其他组织现在基本围绕着国际互连网技术共享他们的内部信息，引领出称为内部互连网以及用于闭合用户群的外部互连网。

与真实的二十一世纪的世界结合和任何通信技术的设计必须与国际互连网合作，并以其相应的协议作为一种基本的操作模式。以最高效地控制该业务的能力将成为区分有效实施的通信技术的判据。

与传统的电信比较，国际互连网业务的基本特性之一就是其突发特性。一个用户将典型的所需信息相对集中于突发中，例如下载一张网页或一张表格且在一段时间后仅需要很低的带宽。这是今日网络众所周知的特性，可以统计复用，典型的可允许出现稳定带宽的用户数的五倍。传统网络，在一个呼叫期间强调固定带宽，而以不良的配置来解决这些业务。该业务的另一特性是不对称。典型的是某一方向(通常是流向用户方向)的数据流量以量级的大小超过另一方向。

SRI-E 设计时已将支持与国际互连网连接作为其基本目标。它的可变带宽业务提供对变化的业务的瞬态响应，特别对于远端的用户。在到达的业务之间和相应带宽的分配中没有再转让或增加的其他时延，尽管假设可采用后者。当发生带宽争抢(即发生资源不满足瞬态需求时)它以同等可用方式自动共享。尽管还未包括在目前的建议书中，但仍在研究更好的方式，例如，当发生争抢时，根据由商业价格所定的业务质量，有些呼叫可按享用更多带宽的方式接收。

动态带宽分配自然也允许不对称业务。典型的国际互连网用户与反向业务一起混合，例如业务处理历史或遥测数据的上传，将自动优化带宽的使用。

国际互连网使用的另一特性(包括类似国际互连网的业务例如内部互连网)是除全时连接的用户之外，在其他部分应用时不激活请求，例如发出或终止一个呼叫时仅激活与该呼叫有关活动的。(这种操作模式由国内拨号用户勉强支持，但在合作环境中并不发生且确实人工PSTN不适合这种业务。)因此希望有一种接入技术能提供一种基于全时连接的低收费模式，而实际带宽只在响应业务需要时才占用。

SRI-E提供这样一种选择，相应于ATM网络中的未定比特速率(UBR)。当一个用户未激活时(由业务监测确定)不使用无线资源。当它们转成激活，即基站接收到业务或接收到来自用户终端的业务，通过呼叫恢复程序分配无线资源。

支持多个同时发生的呼叫

多媒体业务会常要求不同或相同目的地且为不同质量要求的多个呼叫。例如，ITU-T H.323建议书标准对多媒体会议假设了这种能力。

SRI-E 支持任何的呼叫混合，各呼叫可有其自己的目的地和QoS，但应在一个信道的总容量限制之内(144 kbit/s)。SRI-E 自动将不同的终端呼叫复用在—个信道中，但如果需要可以将整个信道给一个终端专用。

切换能力不仅用于支持地理上的移动性，但也优化信道的利用。一个终端会以一个低带宽呼叫(例如话音)开始其呼叫活动，然后进一步增加呼叫直至信道的共享容量不适合为止。到此调用切换机制将终端(或确切地是另一终端)移到具有所需容量的另一信道上。类似的，当呼叫挂断后，带宽的有效使用会要求不同信道操作中的终端集中于一个信道，而释放资源可作它用。

定位的支持

对移动系统日益增长的一条合法要求是要求它们能报告终端的物理位置的安全和紧急业务。为了提供这一能力将需要得到在许多国家中的运行许可。此外，不同国家的规章会影响终端或业务和所需位置信息的使用。

采用SRI-E的系统应使用—独立GPS接收机以获得精确(± 100 m)位置信息。信令协议包括将其发送到基站的方式。如果在地面环境中采用SRI-E，那么GPS接收机可用无线电定位方式取代。

4.3.5.2.1.2 质量方面

SRI-E 没有增加固有的任何特殊话音质量要求。可预见ITU-T G.729建议书及其规定的质量将被采用。可能低一些或高一些的质量(会相应影响带宽要求)不会影响无线电接口。

传输质量是SRI-E的强项之一。用FEC差错率来规定差错率。链路适配将是为了提供稳定应优于 1×10^{-3} 的差错率。这对所有多媒体应用都足够了，对无线电接口或接口层不用提更高的要求。(对于要求完整性笔者还高的应用，无疑会具备各自所用的较高层数据完整性协议。)

SRI-E采用自适应turbo编码，其中编码率(因此也指用户数据速率)会随着信道条件的变化进行实时调整，以保持码块差错率维持在 10^{-3} 。

此外，SRI-E还在卫星中继段上使用以高层数据链路控制(HDLC)为基础的协议，对卫星环境做了优化。分组交换链接(互动或背景类别)采用确认工作方式，丢失的包会重新发送。电路交换和流类别的分组交换连接采用非确认/透明方式工作，可能会产生丢包现象。

SRI-E对所用的业务协议没有什么限制，SRI-E将采用新的4 kbit/s的多频带自适应激励(AMBE+2TM)编解码器，对该解码器的测量表明，主观话音质量产过了ITU-T G.729建议书中提到的作为长途质量语音传输的要求。这与IMT-2000要求一致。

在某些工作方式中，比如确认方式，在切换期间是不会丢包的，因为所有的业务均停止。对于非确认方式，业务有可能停止，不过这也许只对视频流应用有显著影响。透明方式，主要是话音，可能会导致丢帧，这会影响话音质量。对于非实时业务，比如互联网接入，信源损失可以采用ITU-T V.42建议书D完整性增强协议来恢复，因而对应用而言是透明的。传输差错在统计学上更为常见，看来也可以用同样的方式处理。

信号质量中的变化从用户看采用激活功率控制比通过降低业务质量来解决更好。这更适合于多媒体环境，这些应用与诸如话音的传输业务情况比典型的对数据差错或差错恢复的效果更为敏感。

4.3.5.2.2 系统特性

网关

对于点波束指向卫星网关的呼叫决定呼叫将落于哪一终端。这是一简单的选路功能。PSTN/ISDN交换可用于此目的，只要适当的IN支持可用于控制移动性管理。各网关中至少要有一个网关必须能看到系统中的所有卫星。这样在对地静止卫星环境-对于全球系统至少需要一颗或三颗卫星的环境只需要少量的网关。

网络接口

SRI-E对网络接口没有任何限制。对于ISDN或PSTN互通不需要额外的PSTN功能。类似的，对于国际互连网路由器没有增加限制。然而，SRI-E可以利用紧急目标互连网特性例如带宽预留。

依据已发布的标准例如ITU-T Q.931、Q.2931和Q.761建议书可以使用常规的网络接口。诸如切换和移动性管理这样的卫星和移动专用特性在网络接口上并不涉及。

对于SRI-E地面线路网络不需要修改即可通过ISDN承载业务的标准设置。所有地面线路ISDN和其他业务及特性都可在SRI-E信令协议中传递，SRI-E信令协议已按此进行设计。

切换/自动无线链路转换(ALT)

要求用户进行有效管理，这有可能导致用户被从一个波束移动到另一个波束。可能有若干种方案：

- 移动到同一卫星上同一类型的另一个波束，受同一无线电网络控制器(RNC)控制。
- 移动到同一卫星上同一类型的另一个波束，受另一RNC控制。
- 移动到另一位姓上同一类型的另一个波束。

切换完全在SRI-E内的不同层处理。切换由某一无线电资源管理(RRM)事件触发，由承载控制层对目标承载控制程序进行配置，但不启动源承载控制程序。某个心灵程序帮助目标承载控制程序进行重新配置并与RNC进行通信。在重新连接和确认信令之后，原有的连接被拆除。

切换可能会导致一些数据丢失。对于话音而言，如果采用的是ITU-T G.729建议书，则无可闻影响。对于数据，ARQ机制保证了数据完整性。

切换从两方面影响到系统的复杂性:

- 需要额外的协议机制 — 只对软件产生影响且由此不影响单个终端的费用;
- 要求 BS 信道单元是可分离的且在切换期间要将老的和新的无线信道结合 — 这点仍对终端无影响。

动态信道分配

根据业务负载的情况频率可以动态地分配给点波束。在卫星环境, 传播条件中的实质性变化并不出现, 因此 SRI-E 对于所需调整更大的变化的情况的频率效率更高(且对非常宝贵的卫星功率的利用也更有效)。

功率消耗

SRI-E 已设计为在不可能接近主电源的情况下使用。因此它优化了功率消耗, 不论是在待机模式还是在操作模式都达到尽可能的经济。发射和接收操作都可根据业务需求间断进行。甚至当采用了可变带宽呼叫(例如对于国际互连网业务), 除了正在接收一个业务的突发以外, 可采用断续接收。

在待机模式, 终端不用像通常那样发送, 而接收则需要以0.5%的时间激活。当接收机不是在所有相关的整机电路中激活时(不论是激活模式或待机模式), 例如DSP, 也能降低功率且以约0.5%的时间只接收合并的寻呼/同步突发。仅在为涉及的带宽CIR分配时隙期间或当为可变比特速率业务采用额外带宽时激活终端接收。这样涉及一个8 kbit/s 话音呼叫的终端仅在1/18的时间内发送和接收。可行性研究已表明对于通信单元750 gm 的目标重量(加上用户自己终端的重量例如台式计算机或便携式计算机)是可行的, 工作时的电池使用时间为2 h 而待机时间足以超过 24 h。如果用户终端未处于使用时其发送功率是关闭的, 后者的时间当然远比前者长, 这是使用了与计算机设备所采用的功率抑制类似的方法。

定时校正

卫星通信的自然特性是, 因移动通信地理位置的变化而使无线电信号的传播路径在长度上大不相同。通常, 在FDMA单路单载波(SCPC)系统中, 这不算什么问题, 但是在共享接入系统中, 当多个移动发射机利用相同的物理资源时, 最重要的是要保证移动体之间互不干扰。这一点可用这儿提供的两种方法中的任何一种来达到, 即利用卫星定位或GPS, 或通过某种结合、即在移动传输之间提供防护时间、和为每一个移动传输提供定时校正信息(相对于RNS接收机的参考)这二者的结合。载体控制子层负责监视和校正定时差错。

定时测量和校正所要求的准确性, 取决于正在工作的特定物理层。

一旦校正了初始定时偏差, 来自每个单独移动体的传输定时就连续受到监视, 而且必要时还可提供不同的校正机制。

频率校正

UE将锁定到前向载体上, 并校正它自己的长期频率稳定性。

4.3.5.3 RF技术要求

频带

SRI-E 的使用没有频带限制。原则上它可用于任意频带, 尽管传播条件和天线技术的限制使它最适宜在1~3 GHz之间的频率上使用。

多址

SRI-E 一般是建立在已充分理解和验证过的技术之上的。这也包括了TDM/TDMA/FDMA的使用。

对于计划的信息速率, 如果在性能方面有任何改善的话, 扩谱技术的使用就要做出些让步且需要一个不可接受的大的RF带宽。

双工方式

SRI-E 设计为 FDD的。最小上/下频率间隔这一成本取决于所实现的功能。

调制和编码

前向链路和反向链路上的调制和编码是相同的。都采用 16-QAM 调制及半速率 turbo 码。采用 turbo编码主要为了获取高频谱效率。

SRI-E支持范围很广的移动终端的天线设备和e.i.r.p.的能力，因此，不可能提供单一一种解决方法，它既能使传输速率最佳化、而又能保持所有类型的终端通信。这种情况下，解决这一问题的方法是引入某种范围的载体类型，其工作方式是反向为16-QAM和4-ary调制。在前向采用16-QAM载体和QPSK信令。为使从每个终端获得的效率和比特速率最大，使用了作为变量编码而描述的技术。为获得高的频谱利用率，这一技术是至关重要的。

可变的编码技术，涉及到利用多数预定义的收缩矩阵中的一个矩阵，对turbo编码产生的奇偶流进行收缩，从而使得由这种编码提供的冗余度水平是可变的。有了这一点，当移动体工作在信道条件好的情况下时，就允许经单一信道传送到移动体、或由移动体传送出的信息增加，相应地，当移动体工作在信道条件差的情况下时，要减少允许保持的通信链路。

C/N要求

已设计的系统是这样的，即为获得必须的 10^{-3} 的突发差错率性能，按照 C/N_0 的要求编码率的级提供标称的1 dB级。这种方法也能用来对慢衰落效应进行计数。根据所报告链路的 C/N_0 值，卫星网关控制编码率。

载波间隔和多路传输

RF 载波间隔为 100 kHz。不采用载波交织。每个 100 kHz 的载波可支持高达16个采用ITU-T G.729建议书的话音呼叫、或高达144 kbit/s 的可变速率数据(例如国际互连网接入)、该速率所能构成的任何用户呼叫数或二者的结合。

尽管其他滤波器带宽也是可能的，但建议采用200 kHz带宽的RF信道滤波器，即每滤波器 2 RF 载波。采用相对更窄带宽(每信道100 kHz)和窄信道滤波器使 SRI-E 具有对频率分配和共用的更高的灵活性。这一点在卫星环境中特别重要，因为这使增加拥挤的频谱中的频率协调得以简化。采用窄频隙的能力意味着可以很灵活的方式根据当地条件方便地进行部署。

频谱效率

对于对地静止卫星系统，采用当今技术的SRI-E可达到很高的频谱效率。由于采用了先进的调制和编码技术可以提供 1.4 bit/s/Hz的基本调制效率。而采用业务敏感统计复用进一步提高了频谱效率。在数据和国际互连网业务的情况，由于很强的灵活可变带宽机制，可计入统计复用增益的有效率的范围为 3-7 bit/s/Hz。在话音业务的情况，话音激活可使基本原信道效率提高一倍。

移动地球站特性

假设用户终端采用增益范围从10 dBi ~ 15 dBi的简单平面指向天线。只要满足规定的e.i.r.p.数值，也可采用其他的设计。要求的移动终端最大 e.i.r.p. 为 15 dBW。在假设的天线类型时，当激活或忙时状态相应的最大发射峰值功率为 1.5 dBW。终端的平均功率输出取决于业务情况。对于8 kbit/s的话音业务，平均输出约为100 mW。

在待机模式，无强发射。(一个地点每24小时的更新是对规定的电平，即平均为几毫瓦。)

UEs频率合成器

对MS频率合成器的要求列于表33。

表33

频率合成器的要求

| | |
|-------|-------------|
| 步长 | 100 kHz |
| 转换速度 | 20 ms |
| 频率范围 | 仅取决于频谱分配 |
| 频率稳定度 | ± 1 ppm |

多普勒补偿方法

由于SRI-E是为对地静止系统设计的，因此无需明显的多普勒补偿。接收机的 AFC 适合于所有的移动终端速率包括那些客机上的终端。残余频率补偿将采用 DSP 技术在基带上确定。

传播因子

多径干扰仅在目标环境中对其影响予以限制。在链路预算中要考虑进去。采用自适应均衡可减小多径影响。

衰落率比符号速率低得多，因此由于改变时延扩展方式引起的符号间干扰可忽略不计。

4.3.5.4 基带技术要求

比特率

前向链路

视移动体和信道条件支持的载体类型的不同，前向链路的数据能以21.6 kbit/s 至512 kbit/s的速率传送。因为用户在频点波束的中心移动，所以用户的数据速率要发生变化、以便响应信道C/N0的变化。可以在突发基数的某个突发上，由RNS对数据速率进行动态调节，如果编码率与完全帧的不同，则这种动态调节是由唯一码字和第一FEC码组内的属性值对(AVP)告知的。

反向链路

相似地，反向所支持的数据速率与移动能力和信道条件有关。反向载体也能以19.2 kbit/s 至 512 kbit/s的速率传送。还有，数据速率可以在突发基数的某个突发上加以调节，这是由RNS控制的，而部分则是由UE本身控制的。

帧结构

前向帧结构

已经将正向帧结构以及初始唯一码字和分布式导频符号的组合用于前向。帧的间隔是80 ms.已经设计出三种类型的载体：

- 第一种载体以8.4 ksymbol/s的速率工作且主要用于全球波束，载体采用QPSK。每一帧占用10.5 kHz
- 第二种载体以33.6 ksymbol/s的速率工作(占用42 kHz)且用做信令和为小孔径终端服务。每一帧被分成为四个20 ms 的FEC码组。载体采用QPSK和16-QAM。
- 第三种载体是以151.2 ksymbol/s (189 kHz)速率工作的一种所谓“宽”载体。这种载体运送通信数据。每一帧被子分为八个10 ms的 FEC码组。这可以导致前向的时延从20 ms 减少到 10 ms。这一点对于执行时间敏感的应用如话音特别重要。

反向突发的结构

在反方向，已经选择了两种突发间隔：5 ms和20 ms。对于最高速率的载体，已将一个突发内码组的数量从一增加到二，以避免过度增加对turbo编码器存储容量的要求。为使执行时间最小，已选择了5 ms的突发间隔。

turbo编码码组的最小可变有效负载是20个8位组，这对于采用5ms时隙所设置的范围是比较小的——它只能被用于具有符号速率最小为33.6 ksymbol/s(当采用16-QAM调制时)的载体、或符号速率为67.2 ksymbol/s(当采用4-ary调制时)的载体。

专门用语

表34a

载体名称的定义

| 方向 | 帧/突发间隔 (ms) | 符号率 (乘数) (ksymbol/s) | 调制 | 每一帧的FEC码组 |
|-------|----------------|----------------------------|--------------------------|-----------|
| F:正向 | 80 | 0.25 × 33.6 | X: 16-QAM Q: QPSK | 1B |
| | | 1 × 33.6 | | 4B |
| | | 4.5 × 33.6 | | 8B |
| R: 反向 | 20 5 | 0.5 × 33.6 | X: 16-QAM Q: π/4 QPSK | 1B |
| | | 1 × 33.6 | | 2B |
| | | 2 × 33.6 | | |
| | | 4.5 × 33.6 | | |

表34b

正向载体类型总览

| 标识符 | 帧间隔 (ms) | 符号率 (ksymbol/s) | 调制 | 每一帧的FEC码组 |
|-------------|-------------|--------------------|--------|-----------|
| F80T0.25Q1B | 80 | 0.25 × 33.6 | QPSK | 1 |
| F80T1X4B | 80 | 33.6 | 16-QAM | 4 |
| F80T4.5X8B | 80 | 4.5 × 33.6 | 16-QAM | 8 |
| F80T1Q4B | 80 | 33.6 | QPSK | 4 |

表34c

反向载体类型综述

| 标识符 | 突发间隔 (ms) | 符号率 (ksymbol/s) | 调制 | 每一突发的FEC码组 |
|---------|--------------|--------------------|--------|------------|
| R5T1X | 5 | 33.6 | 16-QAM | 1 |
| R5T2X | 5 | 2 × 33.6 | 16-QAM | 1 |
| R5T4.5X | 5 | 4.5 × 33.6 | 16-QAM | 1 |
| R20T1X | 20 | 33.6 | 16-QAM | 1 |
| R20T2X | 20 | 2 × 33.6 | 16-QAM | 1 |

表34c (续)

| 标识符 | 突发间隔 (ms) | 符号率(ksymbol/s) | 调制 | 每个突发的FEC 码组 |
|----------|--------------|-------------------|--------------|----------------|
| R20T4.5X | 20 | 4.5×33.6 | 16-QAM | 2 |
| R5T2Q | 5 | 2×33.6 | $\pi/4$ QPSK | 1 |
| R5T4.5Q | 5 | 4.5×33.6 | $\pi/4$ QPSK | 1 |
| R20T0.5Q | 20 | 0.5×33.6 | $\pi/4$ QPSK | 1 |
| R20T1Q | 20 | 33.6 | $\pi/4$ QPSK | 1 |
| R20T2Q | 20 | 2×33.6 | $\pi/4$ QPSK | 1 |
| R20T4.5Q | 20 | 4.5×33.6 | $\pi/4$ QPSK | 1 |

编码

为了使每个移动体可获得的效率和比特率最大，采用了一种所谓可变编码的技术。可变的编码技术，涉及到利用多数预定义的收缩矩阵中的一个矩阵，对turbo编码产生的奇偶流进行收缩，从而使由这种编码提供的冗余度水平是可变的。

有了这一点，当移动体工作在信道条件好的情况下时，就允许经单一信道传送到移动体、或由移动体传送出的信息增加，相应地，当移动体工作在信道条件差的情况下时，要减少允许保持的通信链路。

为获得必须的 10^{-3} 的突发差错率性能按照 C/N_0 的要求，编码率的级提供标称的1 dB级。这种方法也能用来对慢衰落效应进行计数。根据所报告链路的 C/N_0 值，卫星网关控制编码率。

表35

空中接口变量

| 调制 | 符号率 (ksymbol/s) | 编码率 |
|----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| QPSK, $\pi/4$ QPSK, 16-QAM | 8.4, 16.8, 33.6, 67.2, 151.2 | 0.34, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.84 |

参量算法设计

为获得全方位的工作，要求有更多的编码率，然而又要求移动体将存储容量保持在最少。对于控制编码器和解码器的功能，收缩矩阵和信道交织矩阵是以算法的形式描述的、而不是以表格的形式描述。这种方法确保使规范及其实现中的错误最少。

唯一码字

编码率是由用做突发的唯一码字做信令的，这一方法对系统设计的限制最小，并保证每一帧或突发都能够正确地加以解调和解码，而无需事先知道发射机当时在突发或帧传输中采用的编码率。

时延

利用唯一码字的信令和以低的 E_s/N_0 工作情况下，如果采用经典技术，则会产生突发检测的性能和同步机制方面的问题。SRI-E融入了一种新技术从而大大改善了性能。

由于信道编码、比特交织、时帧化等不包括源编码的总处理造成的无线传输处理时延从信道编码器的输入至天线加上从天线至信道解码器的输出的接收机时延对于8 kbit/s 的话音为55 ms而对144 kbit/s的数据为10 ms。

回声控制

卫星传输时延意味着不管无线电接口技术要求如何，在卫星中要进行回声控制。SRI-E 环回时延对于8 kbit/s的连接，不包括传输时延时为 100 ms。显然，对于对地静止卫星系统后者是占主要的，要加约 600 ms 且使回声控制不可缺少。在地面使用时 SRI-E无需回声控制。

对线性发射机的要求

建议工作于 2 dB 输出补偿。

对接收机的要求

接收机的动态范围规定为10 dB。由于基带滤波之后的峰值与平均功率比为3 dB，完全足以满足信号电平变化的要求。

所需发/收隔离度

40 dB。

4.3.6 卫星无线电接口F的技术要求

Satcom2000卫星无线电接口F为采用先进结构和技术支持不同用户环境中各种业务应用的个人卫星移动系统提供空中接口技术要求。

采用Satcom2000 无线电接口的个人卫星移动系统将作为地面网络的全球延伸和补充，为 IMT-2000 系统提供优质和各种想像的业务。与地面网络的操作者合作，该系统可向用户提供一电话和若干几乎是他们所需的所有通信种类。该系统将提供各种话音和数据业务，包括话音、数据、传真的传送、国际互连网接入、电子邮件、语音邮件、寻呼和消息应用的组合。

4.3.6.1 结构描述

采用智能天线、混合多址接入方式、星上处理和星上交换以及其他先进技术，使用 Satcom2000 无线电接口的个人卫星移动系统设计为最佳频谱、空间和功率资源。可选择其他多址接入方式的能力使得可为选择的业务和环境采用最适合的方式。基带交换为专用用户数据提供通路上的高等级控制。而基带处理和编码使用户信道上具有较低的BER。

Satcom2000 无线电接口结构的方框图示于图65。图中网关设备(网关控制器和天线子系统)和卫星星座组成SRAN。馈线链路和星间链路是SRAN的详细的内部实施。与CN的接口被称为Ius接口，而与用户终端的接口被称为Uus接口。该系统的物理实施包括每颗卫星具有大量高增益点波束的交换型数字通信卫星的星座。

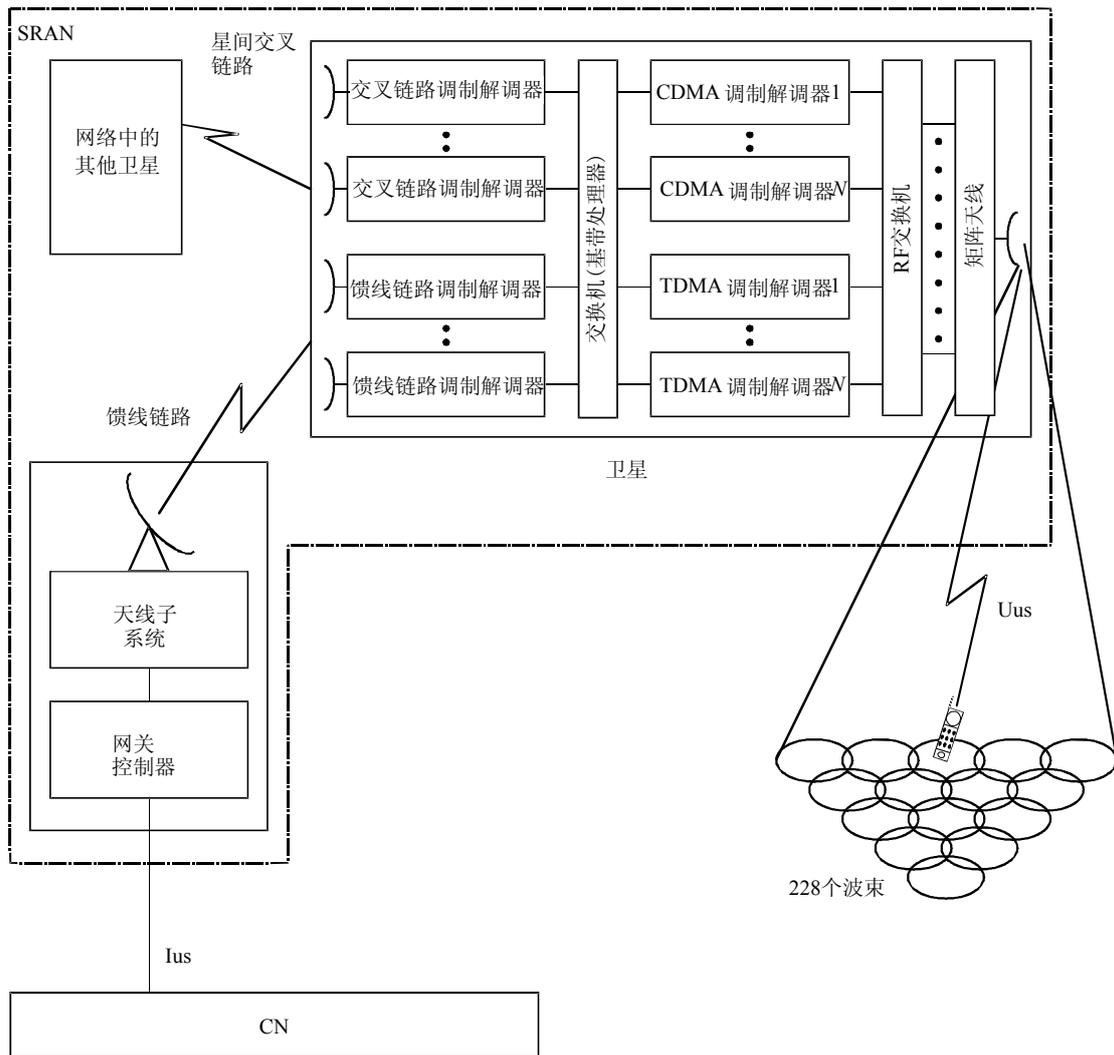
SRAN 执行下述功能：

- 控制消息的分配 — SRAN 将决定从星座上接收的消息至目的地的适当的路由。该功能包括将消息接续至 CN 也包括至其他接入网。
- 接受对 CN 的协议。
- 寻呼 — 在寻呼请求时 SRAN 将提供寻呼分配。
- 卫星网络资源管理功能。这些功能包括：

- 接入网络功能的协调，包括资源配置和分配、控制呼叫建立和释放，
- 切换控制，包括一颗卫星中波束间的切换、星座中不同卫星间的切换和卫星与地面之间的切换，
- QoS 协议(可能需要与 CN 互动)，
- 对卫星资源利用的统计采集。

图65

Satcom2000的结构



4.3.6.1.1 星座

Satcom2000 个人卫星移动系统由分布在8个接近极轨的96颗LEO卫星构成的星座组成，每个轨道平面中等间隔的有12颗卫星(间隔除外)。在轨道选择准则中，对商用业务的保证和系统的技术可行性下列各条都十分重要：

- 任何时间需要向地球整个表面提供全球覆盖；
- 要求与相邻卫星的相对间隔和相对视角要固定或缓慢改变，以简化控制星间链路的星上子系统；
- 要求减小整个星座的投资；以及
- 减小高度对硬件价格的影响(即折衷考虑高海拔辐射环境会明显增加费用，而低海拔要求更多的燃料和站保持运作)。

图66中所示的卫星星座提供地球整个表面的覆盖。这一选取的轨道可按照优化系统的设计进行调整。

该卫星系统的主要星座参数示于表36。

图66
卫星星座

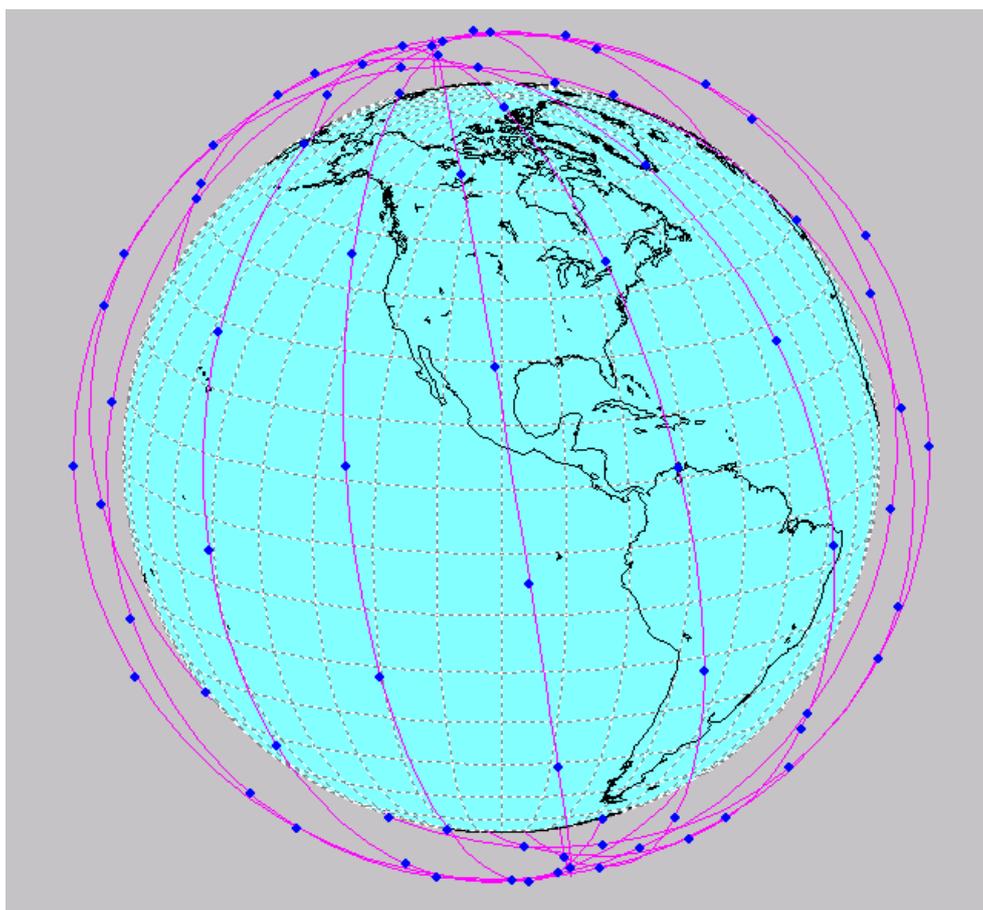


表36

星座参数

| | |
|-----------|--|
| 轨道类型 | LEO |
| 卫星数 | 96 |
| 轨道平面数 | 8 |
| 每平面的卫星数 | 12 |
| 倾斜类型 | 极轨 |
| 倾斜度 | 98.8° |
| 轨道周期 | 6 119.6 s |
| 远地点高度 | 862.4 km |
| 近地点高度 | 843.5 km |
| 近地点的幅角 | 270° |
| 激活业务弧段(s) | 未采用 – 全球覆盖 |
| 升交点的右上升 | 160°, 183.5°, 207°, 230.5°, 254°, 277.5°, 301°, 324.5° |

4.3.6.1.2 卫星

系统空间段的96颗卫星将从空间通过全球覆盖提供空间业务的实施。

星座中的所有卫星像位于空中的—个交换数字通信网络那样链接在一起，且以地面蜂窝网络的原理提供最大频率再用。各卫星采用点波束在地球表面构成小区。多个且相关的小波束提供高卫星天线增益并降低来自卫星和用户的用户设备所需的RF功率。点波束的数量当系统性能优化时甚至当卫星在轨时也可以调整。

各卫星通信载荷的主要特性示于表37。

表37

主要卫星通信载荷的特性

| | |
|------------------------------|-----------------|
| 每颗卫星的点波束数 | 228(性能改进时有可能调整) |
| 用户的最小仰角 | 15° |
| 星间链路(是/否) | 是 |
| 星上基带处理(是/否) | 是 |
| 地理覆盖(例如全球、接近全球、纬度 xx 度以下、区域) | 全球 |
| 动态波束分配(是/否) | 是 |

通过卫星点波束实现的频谱区分经多小区内的时间和频率再用提高了频谱效率。频率再用方式可基于实际业务条件甚至当卫星在轨时也可重新配置。

每颗卫星可根据实际业务需求做出响应从一个波束到另一个波束动态地分配其功率和带宽资源。例如，由于灾害救援事件，如果一个波束中的业务需求高于其正常业务，卫星可将分配给其他波束的功率和带宽重新分配给这一热点波束，这样该波束就可适应更多的业务。

与用户单元通信的需求是通过构成蜂窝状波束的一个复杂卫星天线支持的。在空间飞行器上有一双相控阵天线，一个用于发送另一个用于接收，支持上行链路和下行链路。发送和接收相控阵天线对产生几乎相等和一致的上行链路和下行链路波束。为了便于信道再用每颗卫星的轨迹分为波束组。发送天线的任何波束端可由一个或一个以上载波信号同时激活。根据需要服务的用户单元的数量和用途对应频段中等量的专用频率和时隙，各波束动态地分配一组信道。为了有效地适应变化的业务，硬件上使每波束中的若干连接自动地按需分配。

波束也可以适应业务条件和交叠覆盖的变化而打开或关闭。例如，为了减小来自交叠卫星轨迹的可能的干扰和节省卫星功率，系统将采取当各卫星跨越从赤道至极地区域时将波束关闭的小区管理方式。

联络业务链路天线子系统是固定在星体上的。其指向精度取决于卫星姿态控制稳定系统。

连接轨道中卫星的星间链路构成空中的全球电信网络。这些链路提供轨道平面内和轨道平面之间的连接。

各卫星都具备通过馈线链路与地球上的网关建立链路的能力。系统将适应各种数量的网关。布置网关的实际数量将取决于技术和业务的考虑。

此外除了上述通信链路，通过位于世界各地的遥测、指令和控制(TT&C)站卫星具有建立遥测、跟踪和指令链路的能力。

图67给出了一颗卫星在美国上空853 km高度时的在轨覆盖。

4.3.6.2 系统描述

Satcom2000 个人卫星移动系统的设计是为满足全球移动通信总要求的日益增长，提供要求更高和可变数据速率能力的接入业务，以及使卫星业务与地面固定网络和移动网络能进一步的扩展和综合。

该系统将能为世界上的任何地点的多种用户设备之间提供双向话音、数据、消息和多媒体通信业务，以及将这样的用户设备互连至 PSTN、PSDN、PLMN和其他地面网络，包括全球漫游和与 IMT-2000 网络的地面部分的互操作。

为了提供这样广泛的业务，Satcom2000将采用TDMA和CDMA两种无线电接入技术，在每颗卫星上都包含FDMA/TDMA和FDMA/CDMA信道操作。这是将混合多种无线电接入方式并入一个卫星系统以满足二十一世纪无线用户对不同个人通信的需求，且对这种多种业务需求提供有效的频谱利用。

图67

一颗卫星的覆盖区域，853 km,15°仰角



1850-67

Satcom2000 个人卫星移动系统由5部分组成：

- 空间部分有高度为854 km的LEO中的96颗卫星组成星座，它们分布在8个轨道平面上，每个平面12颗卫星；
- 系统控制部分为整个卫星星座提供集中的TT&C；
- 地面部分网关和包括与地面网络和业务分配接口的基础设施的相应设备；
- 用户部分的特点是双模(卫星/地面业务兼容)多标准和多频用户终端；且
- 业务和用户支持部分由计费系统和用户服务中心等组成。

采用 Satcom2000 的卫星系统与ITU-R M.1457建议书第5节中描述的 IMT-2000的地面部分互连是有可能的。地面网络与卫星网络之间可支持漫游。大多数情况也可支持地面网络与卫星网络之间的自动切换。

4.3.6.2.1 业务特性

该个人卫星移动系统提供全双工通信方式的话音、数据和消息业务。带宽和比特速率都可按需分配，可支持通过卫星的寻呼(报警)业务。为了适应不对称的国际互连业务的这一固有特性，该系统具备对应不对称数据传输的相应措施。同时也支持异步数据传输。

下面的表38概括了该个人卫星移动系统的关键业务特性。

表38

关键业务特性

| | |
|---------------|---|
| 按需分配带宽(是/否) | 是 |
| 按需分配比特速率(是/否) | 是 |
| 异步数据(是/否) | 是 |
| 不对称数据(是/否) | 是 |

4.3.6.2.2 系统特性

该个人卫星移动系统的关键特性概括于表39。

表39

关键系统特性

| | |
|-----------------------------------|--|
| 多址接入方式 | FDMA/TDMA和FDMA/CDMA |
| 切换技术(例如卫星内和卫星间的切换, 软切换或硬切换或混合型切换) | 卫星内和卫星间的切换, 采用软/硬切换 |
| 分集(例如时间、频率、空间) | 时间、空间等等 |
| 最小卫星信道 | TDMA: 27.17 kHz CDMA: 1.25 MHz |
| 工作于ITU-R M.1034建议书的卫星无线工作环境 | 城市卫星环境 乡村卫星环境 卫星固定安装环境 室内卫星环境 |

Satcom2000提供2种不同的卫星业务链路无线空中接口: 一种基于 TDMA 多址接入技术, 另一种基于 CDMA多址接入技术。两种接口都采用基于FDMA方式的各载波分开的频率计划。TDMA和CDMA操作之间的分配将按照符合业务类型和用户环境与满足业务需求和最大系统效率进行优化。

CDMA 子系统可在功率控制技术是保持所有用户都在相类似的功率电平时得到高频谱效率。但是卫星系统受到阻碍功率控制反馈环路效率的相对较长的通路时延。由于功率控制的低效, 使CDMA的频谱效率下降。

对于用户环境和由此引起的信号电平变化快的例如移动话音业务, TDMA方式在频谱效率和业务质量两方面都将获得较好的性能。对于诸如用户环境改变较慢而能够进行有效功率控制的高速数据业务, CDMA 方式则更为适合。这种可混合实施的方式可以卫星资源的最佳利用支持各种业务类型。

为了满足或优于可用性的要求, TDMA 链路为各种用户环境提供了较大的衰落裕量。CDMA 链路以适合于专用业务的链路裕量包容了很大范围的数据速率。

Satcom2000 支持一颗卫星内波束间的切换和不同卫星间波束间的切换, 也支持地面 IMT-2000网络和该卫星网络之间的切换。包括呼叫保持的切换管理由SRAN控制。

4.3.6.2.2.1 FDMA/TDMA 无线电接口

一个基本FDMA/TDMA话音信道各以34.545 kbit/s 的突发速率传送, 采用QPSK调制时各占27.17 kHz。允许每波束的峰值密度为每1 MHz 147个话音信道, 而每1.25 MHz 为184个话音信道。

为了从最少比特数得到最佳话音质量，Satcom2000 在其声码器的设计中采用了技术先进的语音编码技术。在声码器中还并入了速率为2/3的FEC。

FDMA/TDMA方式的关键参数概括于表40。

表40

FDMA/TDMA 话音信道特性

| | |
|-------------|---------------|
| 话音时隙数/帧 | 4 |
| 突发速率 | 34.545 kbit/s |
| 信道间隔 | 27.17 kHz |
| 信息速率 | 2.4-4 kbit/s |
| FEC(与声码器集成) | 速率 = 2/3 |
| 调制类型 | QPSK |

4.3.6.2.2 FDMA/CDMA 无线电接口

分配给CDMA部分的频带将分成1.25 MHz的若干子频带。各子频带中的CDMA接入方式允许多个用户同时共享频谱。各卫星波束上的频谱可以再用，使得该CDMA子系统具有很高的频率再用因子。CDMA 链路将提供高达144 kbit/s的可变用户数据速率。

CDMA 无线电接口基于与地面IMT-2000兼容的标准。它具有1.25 MHz的带宽，并采用直接扩展频谱接入方式。峰值信道比特速率为9.6 kbit/s。无线电接口上行链路为1/3的卷积编码，下行链路采用速率为1/2 的编码。功率控制信道采用压缩卷积编码加在各信道上。

FDMA/CDMA方式的关键参数概括于表41。

表41

FDMA/CDMA 数据信道特性

| | |
|------|---|
| 子帧/帧 | 2 |
| 扩展率 | 1.228 ~ 4.096 Mbit/s |
| 信道间隔 | 1.25 MHz |
| 信息速率 | 至 9.6 kbit/s (采用信道复用时可高达 144 kbit/s) |
| FEC | 速率 □ 1/2 下行； 1/3 上行 |
| 调制类型 | 16-QAM/QPSK |

采用信道复用时一条数据链路将能提供速率高达144 kbit/s的数据业务。

4.3.6.2.3 终端特性

系统卫星部分的用户设备将为各种应用提供服务。用户设备的各种类型将支持包括固定、游动、便携、移动、海事和航空终端。这些终端的大多数都将具备多业务能力(例如结合电话、消息和数据的终端)。实际用户设备类型和所包含的多业务能力将根据实际需求开发。

有些用户设备只能控制一个信道，而有些是可以具有控制多个信道的能力。例如，一个手持终端将只能使用一个信道，而一个固定终端可控制一个信道或由一个复用器复用在一起的多个信道。高速数据终端采用多个基本数据信道一起工作提供高速业务。

终端的关键特性示于表42。

表42
终端特性

| | |
|--------------------------------------|--|
| 终端类型 | — 手持 — 便携 — 游动 — 固定 — 航空 — 海事 其他 |
| 多业务能力(例如电话、寻呼、数据终端的结合) | 是 |
| 对各种终端类型的移动性限制(例如高达 xx km/h 或 yy m/s) | 对于手持式可高达 500 km/h 对于空中的可高达 5 000 km/h |

4.3.6.3 RF 技术要求

Satcom2000个人卫星移动系统将工作于2 GHz频带，每个波束覆盖地球上相对较小的一块面积，产生蜂窝状的波束以提供一个较大的卫星业务链路裕量。本节中规定的RF参数是在2 GHz上的数值。它们也可经修改后操作于为IMT-2000卫星部分分配的其他频带上。

Satcom2000要求TDMA和CDMA无线电接入子系统操作于分开的频谱区段上。由此为卫星系统分配任何频谱时，都将按TDMA和CDMA两部分进行分配。

Satcom2000 提供话音业务和数据业务。基本话音业务提供一个较高的链路裕量且分集支持衰落环境中的操作。在无阻挡视线(CLoS)区域的较低链路裕量可换取更有效的带宽利用。在低衰落裕量的区域这些业务可提供较高的数据速率。而在高衰落区域数据业务工作于较低速率。在FDMA结构中因为有 TDMA和CDMA多址接入信道的覆盖，因此根据所需类型和操作环境决定的用户业务质量提供适当的接入方式。

由于通路时延大约 20 ms，在该LEO卫星系统中对于 CDMA 的最大功率控制速率为 50 Hz。这一点使得除了诸如数据应用或具有至卫星的CloS信号路径的固定业务之外的慢衰落的用户环境中，CDMA 技术的效率受到了限制。这些应用将可以取IMT-2000 地面协议的数据控制能力与它们的容量增益两方面的优点。为了减小干扰，功率控制步长定为0.5 dB。CDMA 手机将采用 FDD 模式同时发送和接收，要求发收之间的隔离度约为 63 dB。调制类型尽可能选择与IMT-2000 地面系统所采用的技术相同。由于这些应用通常用于 CloS环境，为了进一步提高频谱效率，可能会采用一些较高阶的调制方式如 16-QAM。

TDMA 系统的容量受高衰落应用的影响较小，因此将其用于环境变化快的移动话音通信。功率控制完全用于降低用户设备和卫星的功率消耗。在TDMA子系统中可以采用一较粗的功率控制步长。功率控制率是通路时延和帧长的函数。为了降低发收之间隔离度的要求，TDMA 用户终端可操作于 TDD模式。

用户设备和卫星二者的无线增益和功率电平以优化业务性能和系统实施为要求设计。这些设计参数的初步取值由表54给出。卫星可控制若干不同类型的用户终端。这些终端根据它们的应用和大小有着不同的 e.i.r.p. 电平，由此可支持不同衰落裕量的业务。这些的最终确定都将取决于市场需求。

Satcom2000的RF参数示于表43。

表43
RF 技术要求

| | |
|---|---|
| 用户终端发射 e.i.r.p. — 各种终端类型的最大 e.i.r.p. — 各种终端类型的平均 e.i.r.p. | 对于手持终端为 $-2 \sim 4$ dBW 其他终端类型取决于市场 对于手持终端为 $-8 \sim -2$ dBW 其他终端类型取决于市场 |
| 各终端的用户终端 G/T | 对于手持终端为 -24.8 dB/K 其他终端类型取决于市场 |
| 各种终端类型的天线增益 | 对于手持终端为 2 dBi 其他终端类型取决于市场 |
| 最大卫星 e.i.r.p. | 29.6 dBW |
| 最大卫星 G/T | 0.1 dB/K |
| 信道带宽 | TDMA: 27.17 kHz CDMA: 1.25 ~ 5 MHz |
| 复用信道的能力(是/否) | 是 |
| 功率控制: 范围 步长 速率 | 25 dB TDMA: 2 dB CDMA: 0.5 dB 50 Hz |
| 频率稳定度 上行链路 下行链路 | 0.375 ppm(AFC) 1.5 ppm(热噪声) |
| 多普勒补偿(是/否) | 是 |
| 终端发/收隔离度 | 63 dB |
| 对各种业务类型的最大衰落裕量 | 话音: 15 ~ 25 dB 消息/寻呼: 45 dB |

4.3.6.4 基带技术要求

多址方式

Satcom2000无线电接口的多址方式如第4.3.6.2.2节中所述包括FDMA/TDMA和FDMA/CDMA两种，各自可采用TDD也可采用FDD。

帧长

帧长为40 ms。每帧由8.88 ms一个的4时隙加一个4.48 ms的保护带组成。

信道编码

业务信道采用的信道编码将由一个RS外码和一个压缩成可变比特速率保护的卷积内码组成一个级联码。外码的目的是提供卷积码所不能提供的突发差错检测能力。根据所要求的业务质量将在许多不同的卷积码中选用。

ARQ

除了FEC，一些非实时的业务还将包括ARQ。在实时业务中由于要求实时性能且需要较高的BER，因此不实施ARQ方式例如可视电话会议。然而，诸如文本转换协议(FTP)会根据所传输的文件类型要求较高的传输完整性且可能需要实施ARQ方式。由于明显的原因可执行文件在传送数据中要

求绝对无差错，这样就基本要有ARQ方式。Satcom2000中的ARQ方式包括可选重复方式和后退 N 步方式，至于选择哪种取决于实际应用。

交织

Satcom2000中并入了交织以将突发的差错影响分散到若干数据段中，这样在一给定数据段中各数据段导致的差错是各自独立的。所选择的交织结构是对总系统时延无影响的。

Satcom2000的基带参数示于表44。

表44
基带技术要求

| | |
|---------------|---|
| 多址技术 | FDMA/TDMA 和 FDMA/CDMA |
| 双工方式 | TDD/FDD |
| 突发速率(TDMA 模式) | 34.545 kbit/s |
| 时隙(TDMA 模式) | 4 时隙/帧 |
| 帧长 | 40 ms |
| 信息速率 | TDMA: 2.4-4 kbit/s CDMA: 0.048 ~ 9.6 kbit/s 采用信道复用配置时可达到 144 kbit/s |
| 码片速率(CDMA 模式) | 1.228 ~ 4.096 兆码片/s |
| 调制类型 | TDMA: QPSK CDMA: 16-QAM/QPSK |
| FEC | TDMA: 速率 2/3 CDMA: 下行速率 1/2, 上行速率 1/3 |
| 动态信道分配(是/否) | 是 |
| 交织(是/否) | 是 |
| 卫星间要求同步(是/否) | 是 |

4.3.7 卫星无线电接口G的技术要求

这一卫星无线电接口是以ITU-R M.1457建议书第5.1节所叙述的IMT-2000 CDMA DS无线电接口为基础的。旨在采用这一接口的移动卫星系统，将会使用户设备(UE)完全与IMT-2000 CDMA DS兼容，以适合相邻移动卫星业务(MSS)的频带。

采用标准技术以及与地面IMT-2000频带相邻的卫星IMT-2000频带时，允许将这些MSS系统特性纳入3G手机而无需更改波形，其结果是低价格的冲击。这一点大大优化了市场进入和渗透。

这一无线电接口的关键业务和操作特性如下：

- 支持大面积覆盖的低速数据业务(例如1,2 kbit/s)直至高速数据传输(384 kbit/s)。
- 通过在每一连接上支持多种并行的可变速率业务，而具有高度的业务灵活性。
- 有效分组接入。
- 对未来的容量/覆盖—增强技术提供内置支持，如自适应天线、高级接收机结构和发射机的发散性。

— 为层式网络结构的操作，支持频率间提交和向其他系统提交，包括向GSM提交。

4.3.7.1 结构描述

图68表示系统的结构。

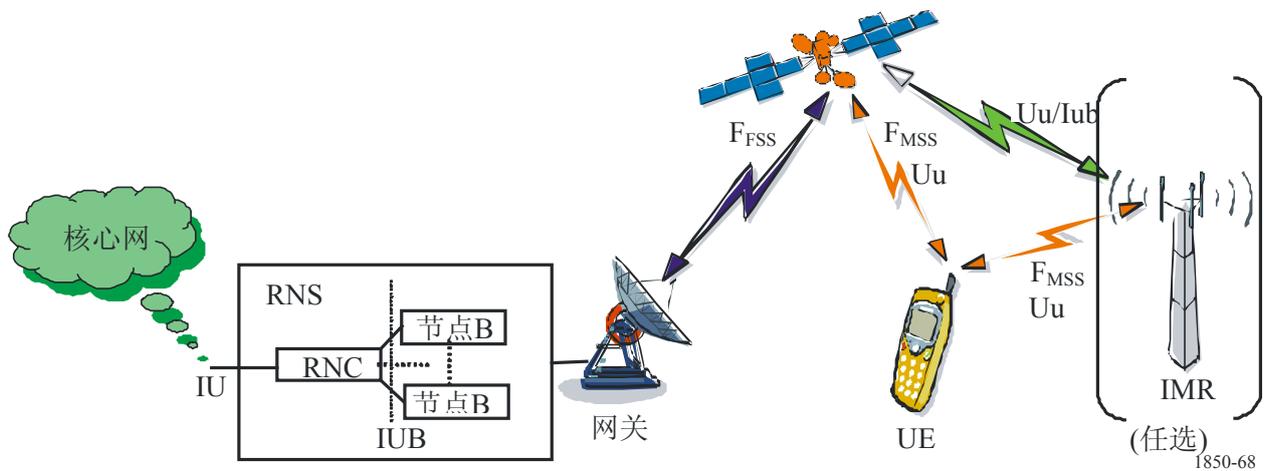
该系统可提供单卫星星座或多卫星星座，每个卫星可提供单波束覆盖或多波束覆盖。

对于漫游用户，一个定位区可以是一个波束、也可以是一群波束。

用户设备(UEs)通过一个或多个卫星连接到网络，而卫星将无线电信号反射到网关或反射来自网关的无线电信号。根据运营者的要求，系统允许将网关设置为中心式网关或地理上分散的一群分布式网关。网关将信号连接到无线网络子系统(RNS)，即Node Bs和RNC。至于将Node Bs和/或RNC是集成在网关内、还是放置在网关外的决策，应由制造厂家做出选择。

在卫星环境中，由于建筑物、高山等而会使信号的传输衰变。高度盲区内的覆盖连续性可能用中继器(IMRs)加以补充，其原理是重新利用和卫星相同的频率，将发送到卫星和来自卫星的信号进行放大和转接。IMRs的问题是系统应用和实现方面的问题，因此，它不是本卫星无线电接口所属部分。有关IMRs的技术、运行和管理方面的问题还未进行评估。

图68
系统架构



4.3.7.1.1 星座

本接口能适用于多种类型的卫星星座，如LEO, HEO, MEO或GSO。但是本节介绍的是GSO型星座详细的体系结构和性能。

4.3.7.1.2 卫星

根据通过量的要求，设想了若干种体系结构。以下举例假定是欧洲的覆盖区。全球波束结构的意思是，有一种覆盖整个欧洲区的唯一波束。

多波束结构的意思是一个卫星为多个波束服务，例如每个语言区1个波束(7个多波束结构)，或每个完整区域内1个波束(扩展的多波束结构)。

另外一种可能的结构是由多个卫星配置的系统，其中的每个卫星为多个波束服务。

图69
全球波束和7个多波束卫星配置

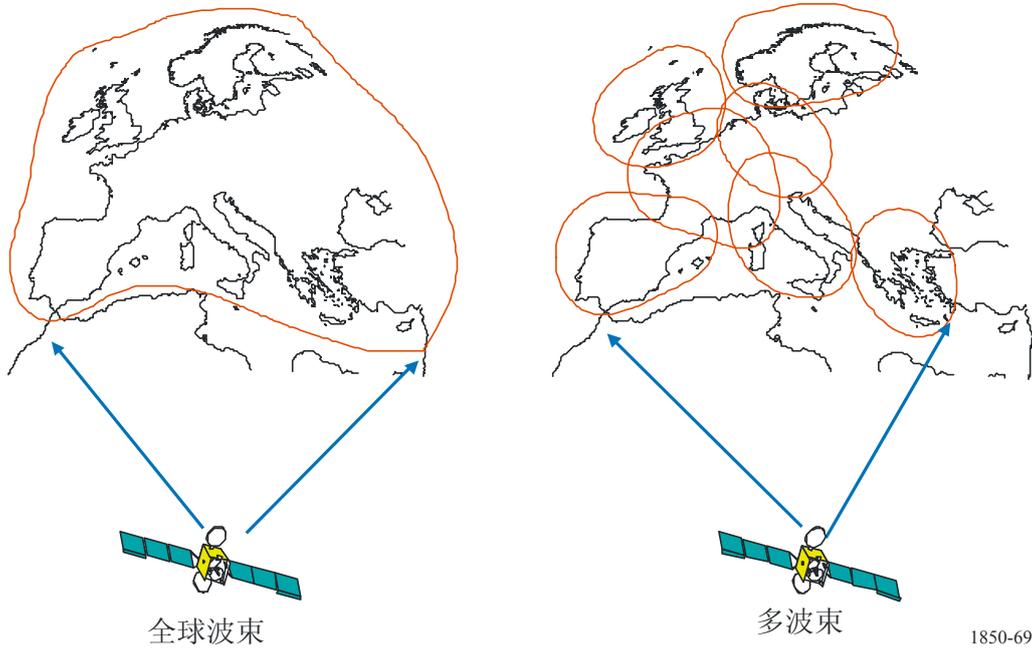
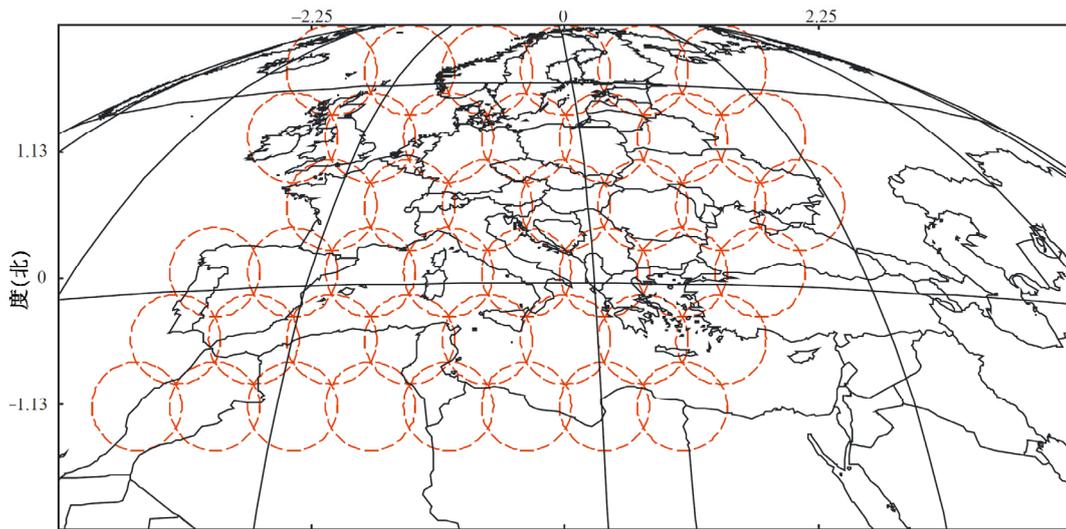


图70
扩展的多波束配置

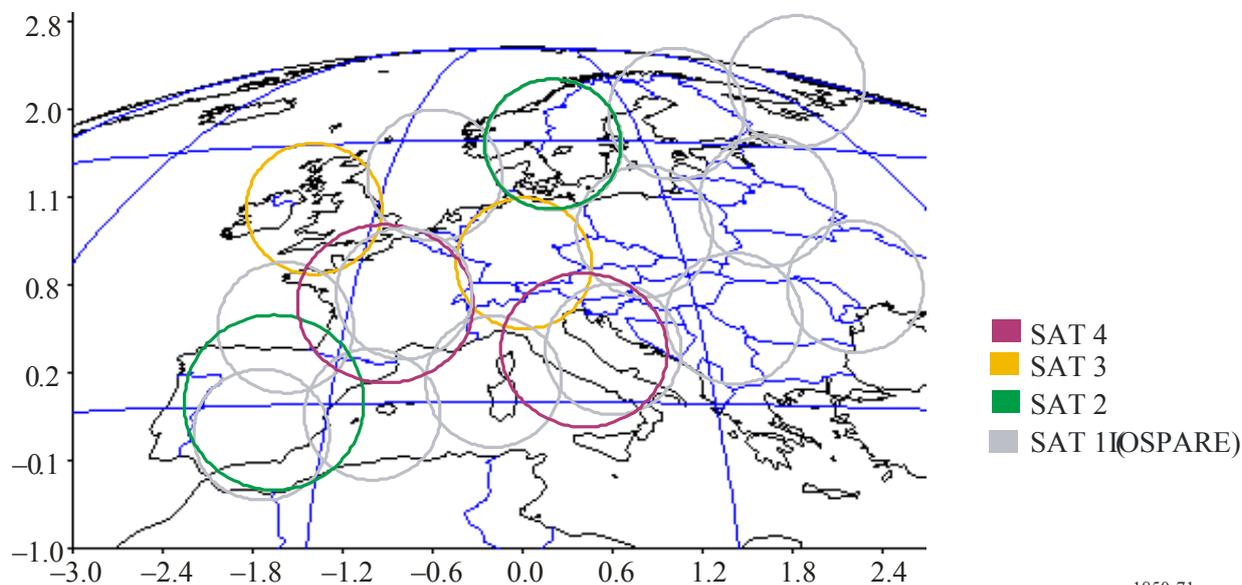


卫星16.00 0.00 35786。

1580-70

中心点18.00 40.40 0。

图71
多卫星和多波束配置



1850-71

4.3.7.2 系统描述

4.3.7.2.1 业务特性

4.3.7.2.1.1 基本承载业务

SAT-CDMA支持的基本承载业务包括数据速率从2.4 kbit/s至64 kbit/s的话音通信和数据通信。

4.3.7.2.1.2 分组数据业务

提供数据速率从2.4 kbit/s 至 144 kbit/s 的分组数据业务。

4.3.7.2.1.3 电信业务

电信业务包括诸如紧急呼叫、短消息业务、传真发送、可视电话业务、寻呼业务等语音传输。

4.3.7.2.1.4 深度寻呼业务

提供的深度寻呼业务用于当移动终端用户所在区域是诸如无法提供普通业务的建筑物深处。

4.3.7.2.1.5 多射程业务

多射程业务是通过一条直达的卫星分布链路提供给UE的本地缓存的，而该直达卫星分布链路开发了MBMS(ITU-R M.1457建议书第5.1节所述的多射程广播多媒体业务)上的扩展业务。多射程业务的比特率为1.2 kbit/s 至 $n \times 384$ kbit/s ($n = 2, 3$ 或视结构不同而更多)。

4.3.7.2.2 系统特性

本无线电接口基于表45列出的关键技术特性。

表45

SRI-G的关键技术特性

| | |
|------------|------------------------------------|
| 多接入方案 | DS-CDMA |
| 双工方案 | FDD |
| 码片速率 | 3.840 Mchip/s |
| 载频间隔 | 5 MHz (200 kHz 载频光栅) |
| 帧长度 | 10 ms |
| 波束间同步 | 无需准确同步 |
| 多速率/可变速率方案 | 可变扩展因子 + 多码 |
| 信道编码方案 | 卷积编码 (率 1/2 - 1/3) Turbo 编码 1/3 |
| 分组接入 | 双模 (共用和专用信道) |

4.3.7.2.3 终端特性

用户设备的类型五花八门有：手持式、便携式、车载式、移动式或航空式。表46列出每一类型终端的数据传输速率和移动性的限制。为了评估最大容量，有必要区分前向链路和反向链路。

表46

对每种类型终端移动性的限制

| 终端类型 | 所用业务的数据率 (反向链路) (kbit/s) | 所用业务的数据率 (前向链路) (kbit/s) | 移动性的限制的 标称值 (km/h) |
|------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| 手持式 | 1.2-12.2 | 1.2-384 | 500 |
| 便携式 | 1.2-384 | 1.2-384 | 500 |
| 车载式 | 1.2-384 | 1.2-384 | 500 (maximum 1 000) |
| 移动式 | 1.2-384 | 1.2-384 | Static |
| 航空式 | 1.2-384 | 1.2-384 | 5 000 |

4.3.7.2.4 切换

本无线电接口支持将通信从一个信道切换到另一个信道。切换的战略是“移动体辅助、网络决策”的切换。

支持适度切换和较适度切换。

以下是系统内最通用的切换类型。

波束转移

UE始终对来自相邻波束的导频 $C/(N + I)$ 的电平进行测试，并将这一信息报告给LES。然后，该LES决定通过两条不同的波束(适度波束转移)发送相同信道，并且命令UE参与解调该附加信号。一旦LES接收到有关新信号已被收妥的确认信息，它就将旧的连接断开。因为实际上没有引入路径的发散性，所以事实上没有余地再做一次延伸的波束间适度转移。

卫星间转移

卫星间转移的规程与波束间转移规程类似。唯一不同的是，UE也对不同卫星特定的导频扰码进行搜索。如果检测到一个新的、足够强的导频扰码，则要把这一测量结果回报给LES，该LES便能够决定通过不同卫星发送相同信号的方法，发挥卫星的分散性。

与上述情况不同，现在有了路径分散性的优点，这一点对于利用全部足够强的分散性路径是很有用的。

然后便可进行最大比率的组合(通过主CCPCHs MF同步,完成时间二重性解析)。

频间转移

仅支持强频间转移。这一转移可以是网关内或网关间。

一般不需要频间转移。这一转移由LES决定而无需UE的任何支持(即该转移类型不是移动体辅助的转移)。

在反向链路上，LES通过不同的波束和/或不同的卫星，代为聚合从相同UE接收的所有信号。

4.3.7.2.5 卫星的分散性

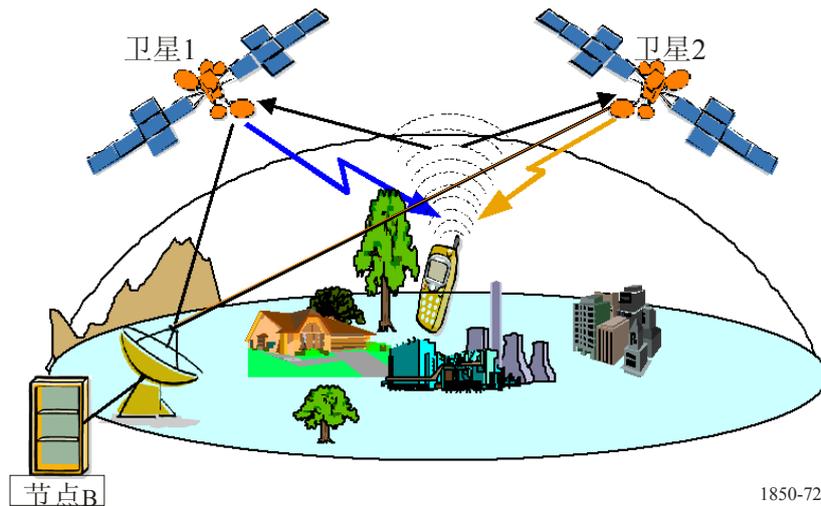
当整个系统是由若干颗卫星构成时就能提供卫星的分散性。其优点是：

- 解决卫星系统潜在的通路堵塞问题；
- 在卫星信号大幅度衰减(但还未完全恶化)的情况下，降低对链路余量的要求；
- 通过覆盖面移动时减少UE的切换。

此方法也可用于属于给定卫星的波束(波束的分散性)。

在下面的情况下，假定具有分散性的卫星的数量，限定为2。

图72
卫星分散



当切换到卫星分散性模式时，UE同时将无线信号连接到同一载频上的两颗卫星。

在反向链路，UE发送一种唯一信号(一种唯一的扰码)。两颗卫星接收到这一上行链路信号、重定向至网关并在节点B的分离多径接收机上加以组合。

在前向链路，每颗卫星各发送一种不同的扰码，UE的分离多径接收机将这两个信号组合起来。

启动对两颗卫星、多个UE情况下的模拟：

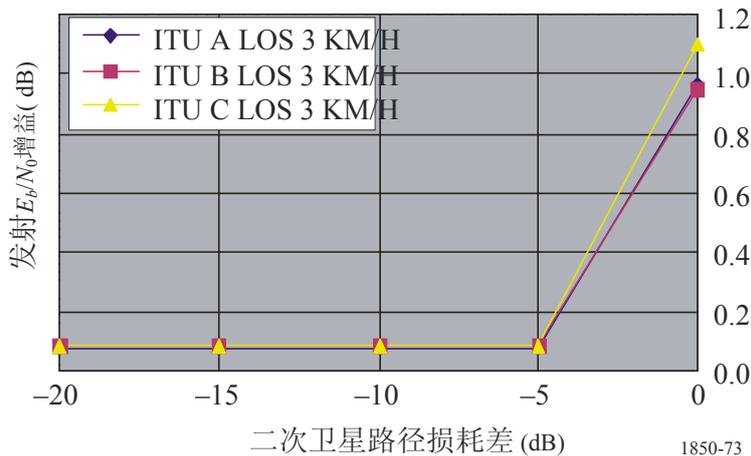
- 一颗卫星的LoS，另一颗卫星NLoS：LoS的构成有这样的优势，即其性能等效于具有LoS的一颗单独卫星。波束选择分集传输(SSDT)机制允许关闭第二颗卫星，以免浪费稀缺的卫星发送功率。
- 两颗卫星的LoS。
- 无卫星 LoS。

以下的模拟结果，着重介绍了因卫星的分散性而带来的Tx E_b/N_0 增益，即为达到BLER 是1%的目标，在有卫星分散性的情况下得到的Tx E_b/N_0 、和没有卫星分散性的情况下得到的Tx E_b/N_0 之差。给出的结果作为第二颗卫星的通路损耗差、即将UE和第一颗卫星之间的通路损耗差作为参考。要对国际电联信道模型A、B、C(如ITU-R M.1225建议书所述)进行测试。

4.3.7.2.5.1 两颗卫星的LoS

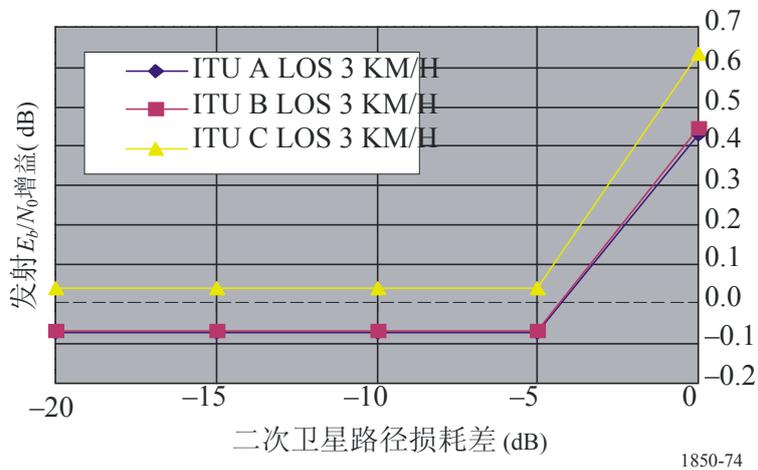
要将通路损耗差理解为不同卫星的Rx天线增益(上行链路)/ Tx卫星功率能量(下行链路)。

图73
卫星分集增益；视距(LoS)；上行链路；12.2 kbit/s



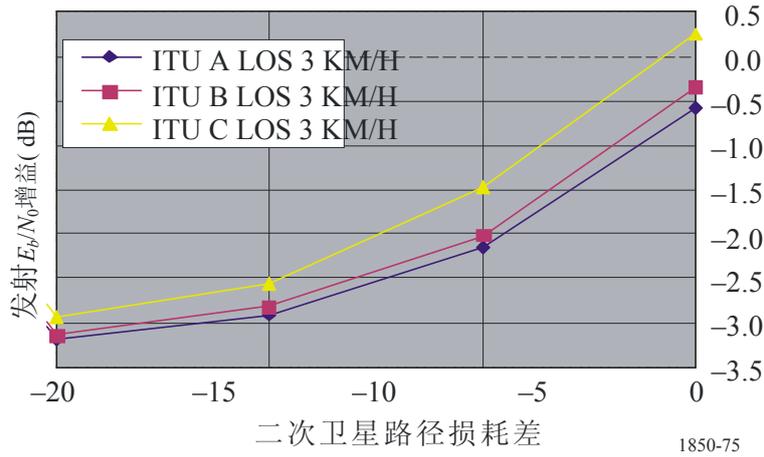
实际上，分散性增益与UE从0 km/h to 50 km/h的速度是相同的。分散性增益限定最大为~1 dB (12,2 kbit/s)。

图74
卫星分集增益；视距(LoS)；上行链路；64/144 kbit/s



在下行链路方向，Tx E_b/N_0 增益是负值，而且不管业务的数据速率是多少其值都是相同的。由于两颗卫星的扰频码不存在正交性，所以通过增加干扰来平衡Tx功率增益。尽管如此，但为了允许在高业务负荷状态下卫星之间动态功率分布，还是要观察卫星的分散性。

图75
卫星分集增益；视距(LoS)；下行链路



4.3.7.2.5.2 无卫星的LoS

当UE容忍无卫星的NLoS时，卫星分散性就是值得注意的。更进一步说，第二颗卫星通路损耗差为0 dB的情况，看上去是一种高度可能的假设。低速UEs可达到最大的Tx E_b/N_0 增益。在下行链路方向，该增益几乎与业务的数据速率无关。

图76
卫星分集增益；非视距(NLoS)；上行链路；12.2 kbit/s；3 km/h

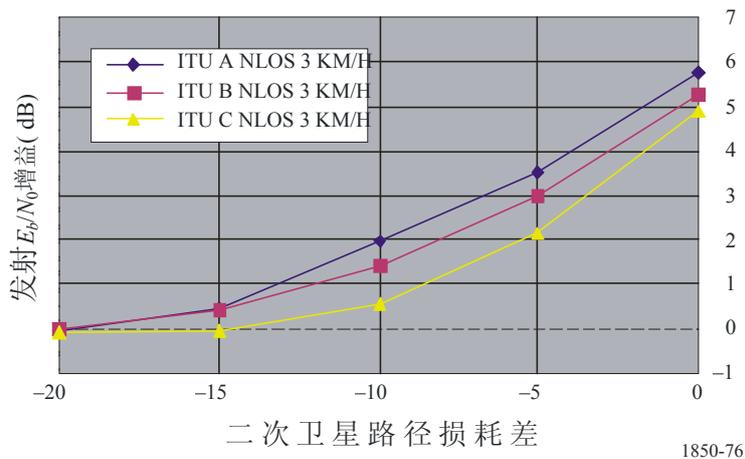


图77

卫星分集增益; 非视距(NLoS); 上行链路; 64/144 kbit/s; 3 km/h

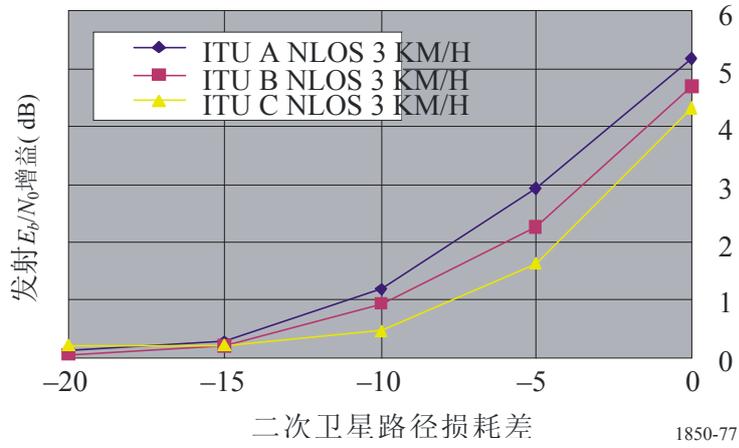


图78

卫星分集增益; 非视距(NLoS); 上行链路; 12.2 kbit/s; 50 km/h

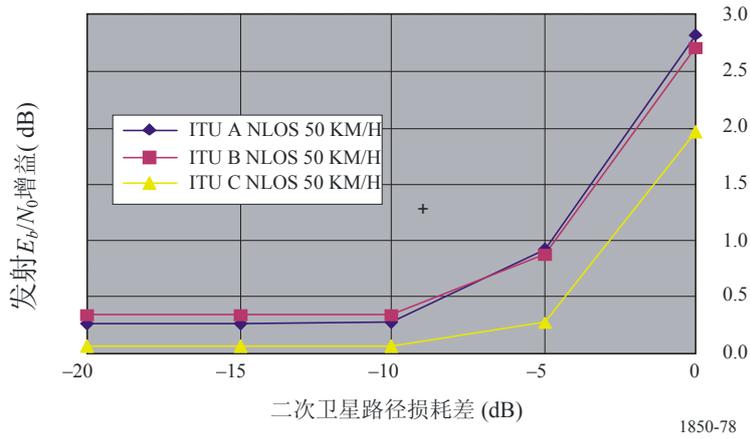


图79

卫星分集增益; 非视距(NLoS); 上行链路; 64/144 kbit/s; 50 km/h

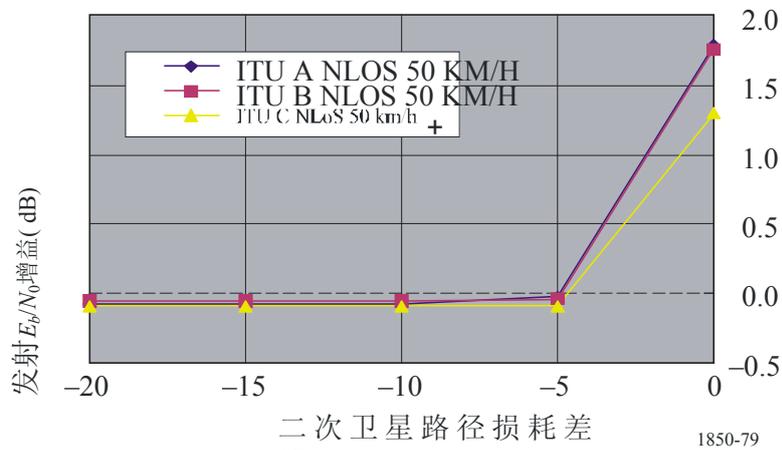


图80

卫星分集增益; 非视距(NLoS); 下行链路; 3 km/h

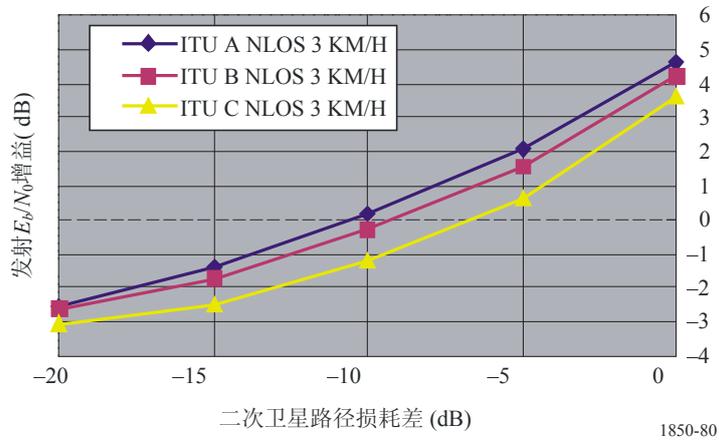
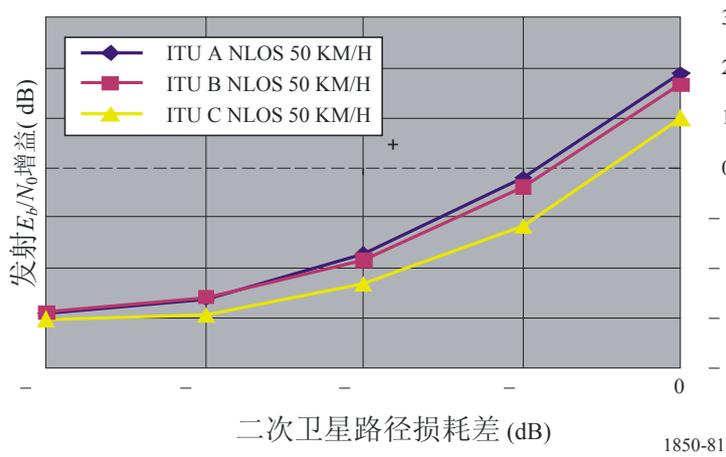


图81

卫星分集增益; 非视距(NLoS); 下行链路; 50 km/h



4.3.7.3 射频(RF)的规范

4.3.7.3.1 卫星站

a) 全球波束的体系结构

在以2 FDM工作的欧洲共享区内, 全球波束体系结构提供的总通过量为3.84 Mbit/s。例如, 若提供384 kbit/s的业务, 每个FDM携带最多5个信道编码。

每个FDM占用MSS频带中的5 MHz 带宽。

表47综述了卫星的性能。

表 47

卫星的全球波束的体系结构

| | 全球波束 |
|---|---------------------------------|
| 波束的数量 | 1 |
| 下行链路 (卫星至 UE) 频率 (卫星至 UE) (MHz) 极化 每载频星载e.i.r.p. (dBW) | 2 170-2 200 LHCP或RHCP 64 |
| 上行链路 频率 (UE 至卫星) (MHz) 极化 Rx天线增益 (dB) | 1 980-2 010 LHCP或RHCP ~30 |

b) 多波束体系结构

表48综述了卫星性能。

表48

卫星的7多波束体系结构

| | 7 个多波束 |
|---|---|
| 波束的数量 | 7 |
| 下行链路 (卫星至 UE) 频率 (卫星至 UE) (MHz) 极化 每载频星载e.i.r.p. (dBW) | 2 170-2 200 LHCP或RHCP 从64至 74 (见注1) |
| 上行链路 频率 (UE 至卫星) (MHz) 极化 Rx天线增益 (dB) | 1 980-2 010 LHCP或RHCP 36 -39 |

注 1 – 与所考虑的波束和频率再用样式有关。

c) 扩充的多波束体系结构

表49综述了卫星的性能。

表49

卫星的扩展多波束结构

| | 扩展的多波束 |
|---|-----------------------------------|
| 波束的数量 | 30 |
| 下行链路 (卫星至 UE) 频率 (卫星至 UE) (MHz) 极化 每载频星载e.i.r.p. (dBW) | 2 170-2 200 LHCP或RHCP 74 |
| 上行链路 频率 (UE 至卫星) (MHz) 极化 Rx 天线增益 (dB) | 1 980-2 010 LHCP或RHCP 42-47 |

4.3.7.3.2 MES

移动地面站也被命名为用户设备(UE)。有若干种类型的UE。

3G 标准手机：在卫星环境下使用时 要求能适用MSS频带的频率灵活性。基本假设是，配备有标准全向天线的UE功率等级1/2和3。

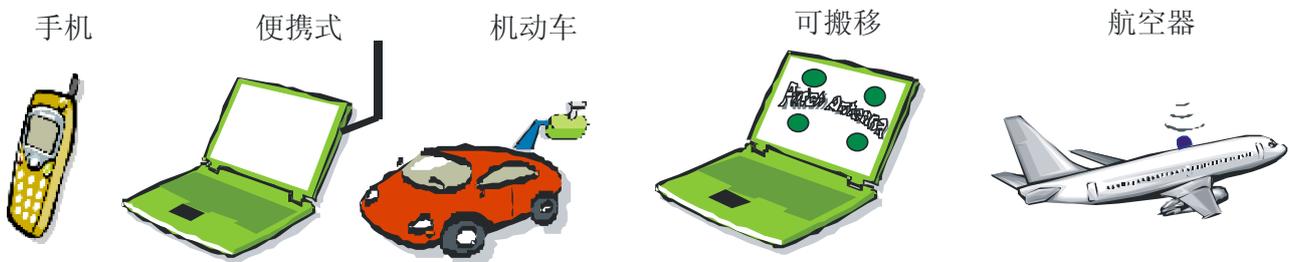
便携式：便携式终端是用一台笔记本电脑配置的，其上装有一根外接天线。

车载式：车载式终端是由车顶上的一个射频(RF)模块装配而成的，该模块与驾驶座内的UE连接。

移动式：移动式终端配置有一台笔记本电脑，计算机盖包含平板式天线(人工调整，将其指向卫星)。

航空式：航空式终端是由装在机身上的天线构成的。

图82
UE的配置



1850-82

表50综述了这四种UE配置的功率和增益特性。

表50
UE 的最大发送功率, 天线增益和EIRP

| UE 类型 | 最大发送功率 | 参考天线增益 (见注 1) | 最大EIRP | 天线温度 | 增益/温度 |
|-------|-----------------|------------------|--------|-------|------------|
| 3G 手机 | | | | | |
| 1级 | 2 W (33 dBm) | 0 dBi | 3 dBW | 290 K | -33,6 dB/K |
| 2级 | 500 mW (27 dBm) | | -3 dBW | | |
| 3级 | 250 mW (24 dBm) | | -6 dBW | | |
| 便携式 | 2 W (33 dBm) | 2 dBi | 5 dBW | 200 K | -26 dB/K |
| 车载式 | 8 W (39 dBm) | 4 dBi | 13 dBW | 250 K | -25 dB/K |
| 移动式 | 2 W (33 dBm) | 14 dBi | 17 dBW | 200 K | -14 dB/K |
| 航空式 | 2 W (33 dBm) | 3 dBi | 6 dBW | | |

注 1 - 典型值。

4.3.7.4 基带技术要求

4.3.7.4.1 信道结构

4.3.7.4.1.1 传输信道

4.3.7.4.1.1.1 公共信道

广播信道(BCH)

BCH 是用于各波束对 MES广播系统控制信息的一条下行链路信道。

寻呼信道(PCH)

PCH 是当系统不知道 MES 所处的波束时用于载荷发送至MES控制信息的一条下行链路信道。PCH 与产生寻呼指示的物理层相关并支持有效的睡眠程序。

前向接入信道(FACH)

FACH 是用于载荷至 MES的用户或控制信息的一条下行链路信道。该信道用于当系统知道MES所处的波束。

下行链路共用信道(DSCH)

DSCH 是由若干 MES共用的一条下行链路信道且与一个或若干下行链路 DCH连接。

随机接入信道(RACH)

RACH 是用于载荷从MES至LES的用户或控制信息的一条上行链路。

公共分组信道(CPCH)

CPCH是一条上行链路信道、用来将用户信息从MES运送到 LES。CPCH与一条下行链路的公共控制信道相联系的，而这条公共控制信道提供功率控制命令和CPCH的控制命令。

4.3.7.4.1.1.2 专用信道 (DCH)

DCH是在整个波束或只在波束的一部分上发送的一条下行链路或上行链路信道。

4.3.7.4.1.2 物理信道

4.3.7.4.1.2.1 下行链路信道

4.3.7.4.1.2.1.1 公共导频信道 (CPICH)

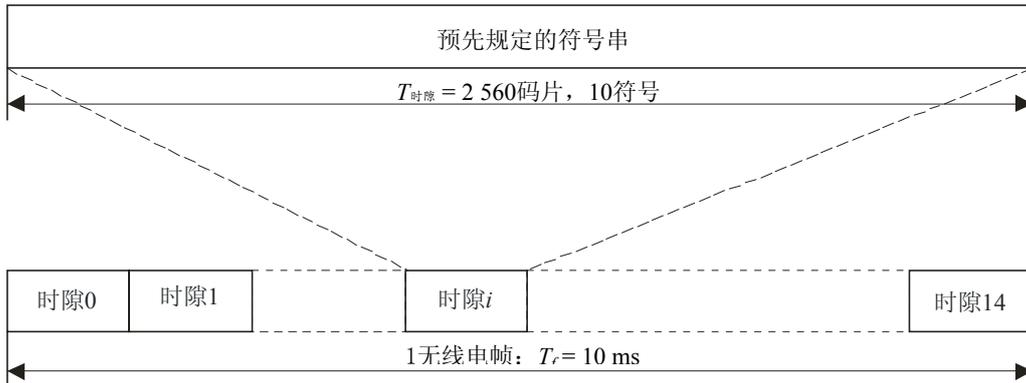
CPICH 是一种固定速率(30 kbit/s, SF = 256) 的下行链路物理信道，用以运载预定义的比特/符号序列。

定义了两种类型的CPICH，即主CPICH和次CPICH。二者的不同是，其使用方面和对它们的物理特性施加的限制方面：

- 主公共导频信道(P-CPICH):
 - 对 P-CPICH始终采用相同的信道化编码；
 - P-CPICH是由主扰频码扰频的；
 - 每个波束有一条、而且是仅仅一条P-CPICH；
 - P-CPICH在整个波束上是广播型的；
 - 对于下行链路物理信道，主CPICH 是一种相位参考。

- 次公共导频信道(S-CPICH):
 - 一种随意信道化编码 $SF = 256$ 用于S-CPICH;
 - S-CPICH 是用主扰频码或次扰频码中的任何一种进行编码的;
 - 每个波束内可能有零个、一个或多个S-CPICH ;
 - S-CPICH可在整个波束或波束的一部分上发送;
 - 子CPICH可以是下行链路DPCH的相位参考。

图83
公共导频信道的帧结构(CPICH)

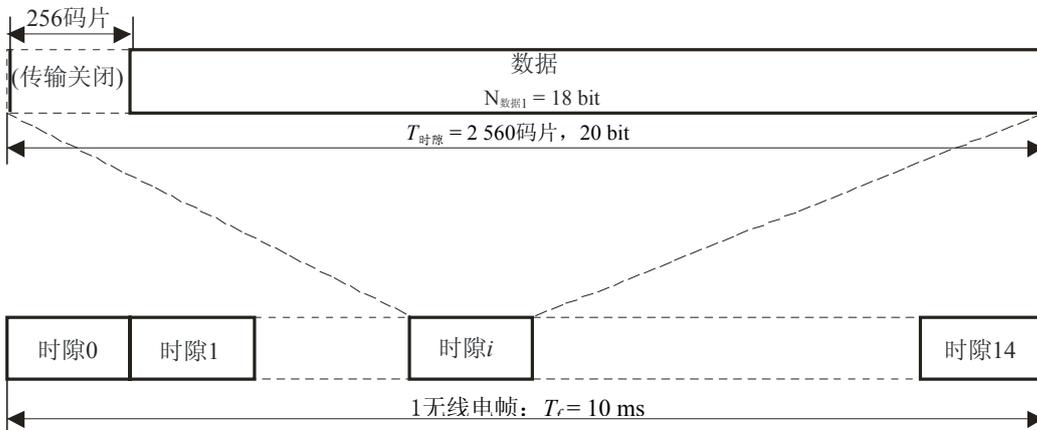


1850-83

4.3.7.4.1.2.1.2 主公共控制物理信道(P-CCPCH)

主CCPCH是一条用于携带BCH传送信道的规定速率(30 kbit/s, $SF = 256$)的下行链路物理信道。在每时隙的头256码片期间，不发送主CCPCH。而在此周期内代之以发送主SCH和次SCH。

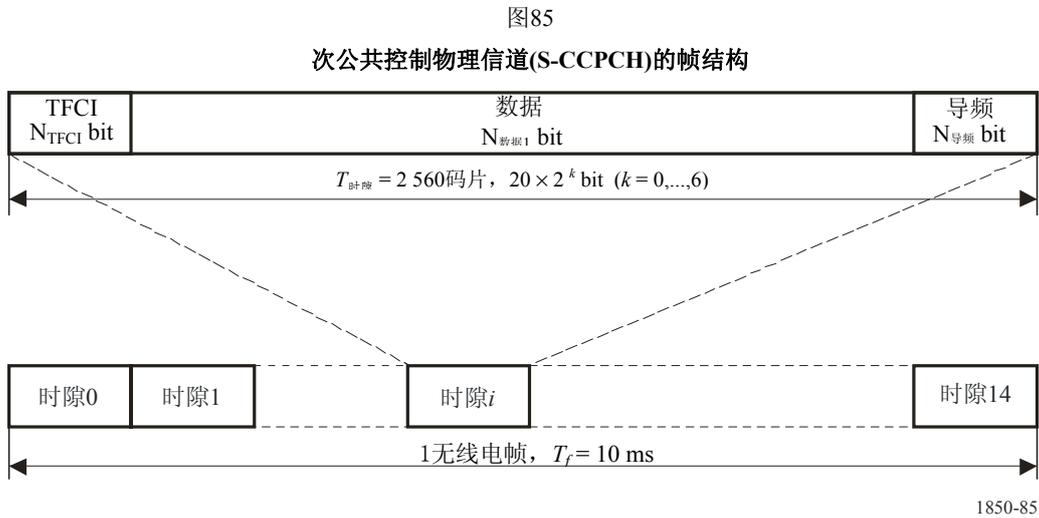
图84
P-CCPCH的帧结构



1850-84

4.3.7.4.1.2.1.3 次公共控制物理信道 (S-CCPCH)

次CCPCH用于携带FACH和PCH。有两种类型的次CCPCH: 一种包括TFCI而另一种不包括TFCI。次CCPCH有一组可能的速率与下行链路DPCH的相同。



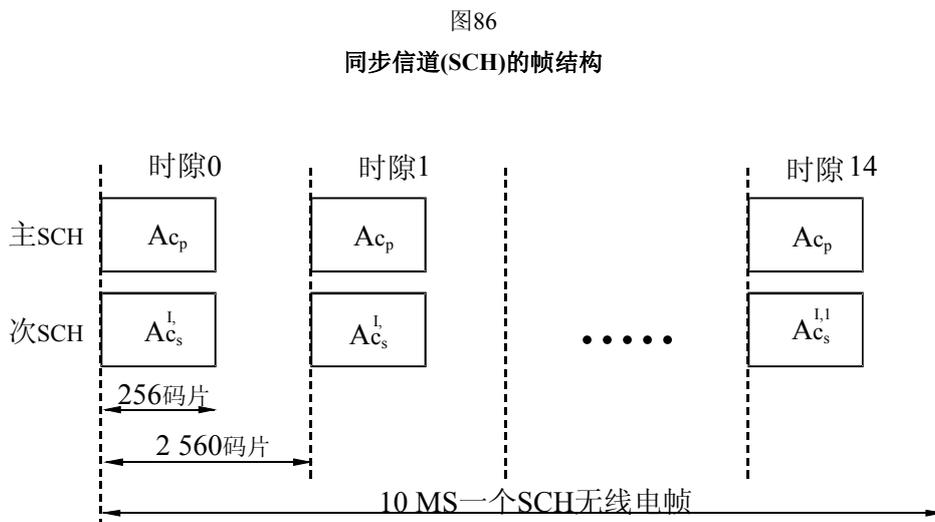
1850-85

图85中的参数 k 确定了下行链路次CCPCH的每时隙的总比特数。该比特数与物理信道的扩展因子SF有关，且关系是 $SF = 256 / 2^k$ 。扩展因子的范围是从256降到4。

FACH和PCH能够被映射为相同或不同的次CCPCHs。如果 FACH和PCH被映射为相同的次CCPCH，则它们便能被映射为相同的帧。CCPCH和下行链路专用物理信道之间的主要差别是CCPCH不是内环功率控制的。主和次CCPCH之间的主要差别是，被映射为主CCPCH (BCH)的传送信道，只能有一种固定的预定义传送格式组合，而次CCPCH支持采用TFCI的多种传送格式组合。

4.3.7.4.1.2.1.4 同步信道 (SCH)

同步信道 (SCH)是用于波束搜索的一种下行链路信号。SCH 由两个子信道、以及主和次SCH组成。主和次SCH的10 ms无线电帧被分成为15 时隙，每时隙的长度是2 560码片。



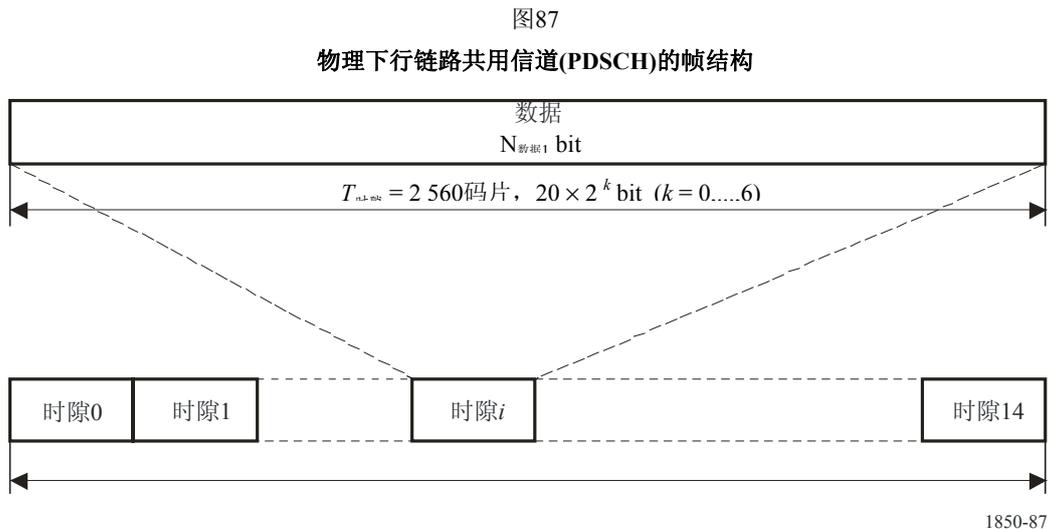
1850-86

主SCH 由图86中用 c_p 表示的一种长度为256 码片的、每时隙发送一次的已调制编码即主同步码(PSC)组成。该 PSC对于系统内 每个波束都是相同的。

次SCH是由重复发送的一种长15个已调制码(每个已调制码长度为256码片)的序列组成、即与主SCH并行发送的次同步编码(SSC)。在图86中, SSC表示为 $c_s^{i,k}$ 其中 $i = 0, 1, \dots, 63$ 是扰频码群的数量, 且 $k = 0, 1, \dots, 14$ 是时隙的数量。每一SSC是从长度256的16个不同编码的一组编码中选择的。位于次SCH上的这种序列能指示出表示的下行链路扰频码属于哪个编码群。

4.3.7.4.1.2.1.5 物理下行链路共用信道 (PDSCH)

PDSCH 用于载荷 DSCH。



一条PDSCH是以无线电帧为基础而分配给单个UE的。在一无线电帧内, 在编码复用的基础上, UTRAN可将相同PDSCH根信道码之下的不同PDSCHs, 分配给不同的UEs。在相同的无线电帧内, 可将具有相同扩展因子的复用并行PDSCHs, 分配给单个UE。这是多码传输的一种特殊情况。所有的PDSCHs是与无线电帧同步工作的。

分配给不同无线电帧上同一UE的PDSCHs, 可以具有不同的扩展因子。

对于每无线电帧, 每一PDSCH都与一个下行链路的DPCH相联系。PDSCH和相联系的 DPCH不必要具有相同的扩展因子、也不必要对帧做调准。

所有有关第1层的控制信息, 都是在与DPCH相联系的DPCCH部分上传送的, 也就是说PDSCH并不携带第1层的信息。要向UE指出, DSCH上有数据要解码、应该使用与DPCH相联系的TFCI字段。

TFCI 告知UE, 立即传送与 PDSCH相关的格式参数以及PDSCH的信道编码。

对于 PDSCH, 所允许的扩展因子从256至 4之间变化。

4.3.7.4.1.2.1.6 捕获指示符信道 (AICH)

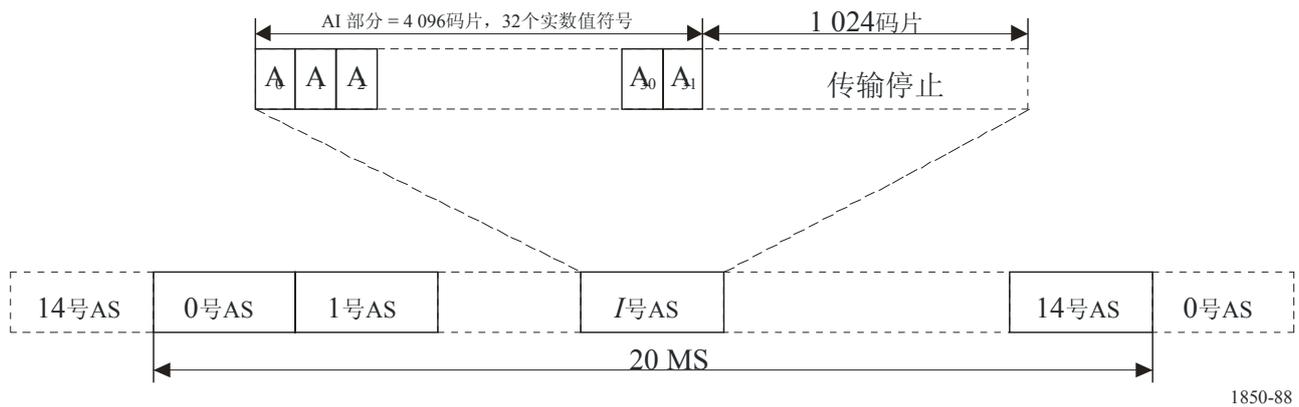
AICH 是一条用于载荷捕获指示符(AI)的固定速率(SF = 256)的物理信道。AI 相当于在 PRACH上的署名。

每个接入时隙由两部分组成，一个是由32个实值符号 a_0, \dots, a_{31} 组成的捕获指示符(AI)，另一个是1024码片长的一部分间隔，在这些间隔内不进行传输，它也不是AICH正式的一部分。不进行传输的这部分时隙是留给CSICH可能时用、或者有可能将来其他的物理信道要用。

用于AICH信道化的扩展因子(SF) 是 256。

AICH的相位参考是主CPICH。

图88
AICH的结构



1850-88

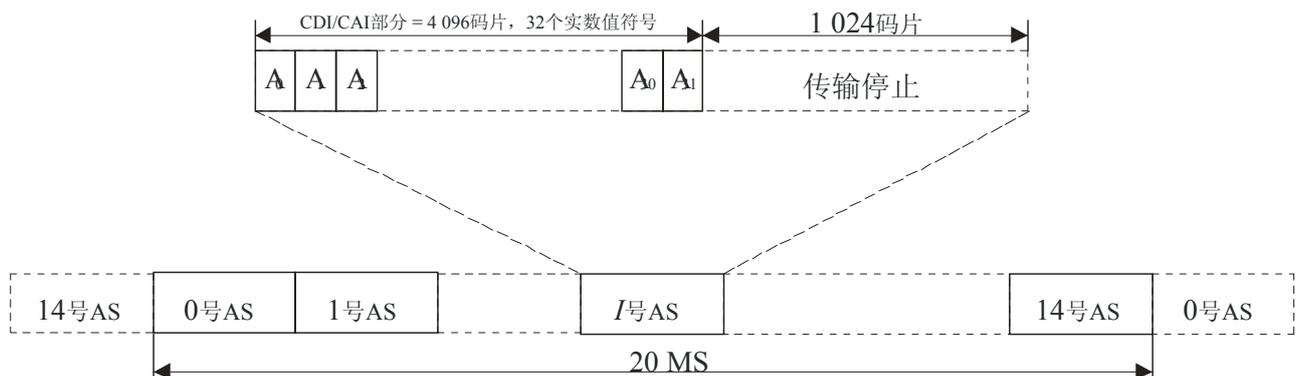
4.3.7.4.1.2.1.7 CPCH 冲突检测/信道分配指示符信道(CD/CA-ICH)

CD/CA-ICH是一条固定速率(SF = 256)的物理信道，仅仅在CA未激活的情况下，利用该物理信道携带CD 指示符 (CDI)，或者在CA激活的情况下，利用该物理信道同时携带CD 指示符/CA指示符 (CDI/CAI)。CD/CA-ICH和AP-AICH可采用相同或不同的信道编码。

CD/CA-ICH的长4 096码片的间隔部分传送CDI/CAI，其后紧跟有长1 024码片的间隔部分，但其上无任何传送，它也不是CD/CA-ICH正式的一部分。不进行传输的这部分时隙是留给CSICH可能时用、或者有可能将来其他的物理信道要用。

用于CD/CA-ICH信道化的扩展因子(SF) 是 256。

图89
CD/CA-ICH的结构



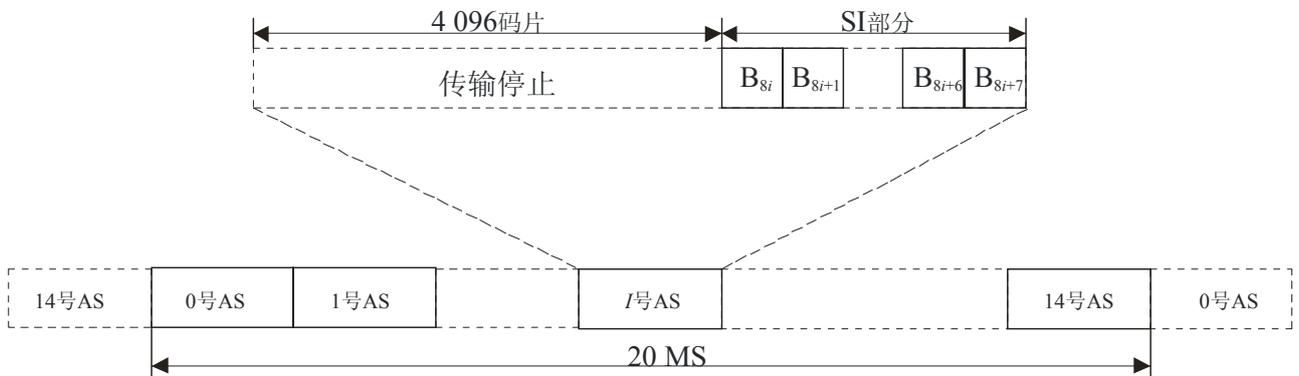
1850-89

4.3.7.4.1.2.1.8 CPCH 状态指示符信道(CSICH)

CPCH CSICH是用于携带CPCH状态信息的一条固定速率(SF = 256)的物理携带。

CSICH始终与一条用做传送CPCH AP-AICH的物理信道相联系，并且采用相同的信道编码和扰频码。CSICH帧由15个连续接入时隙(AS)组成，其中每个接入时隙的长度是40比特。每个接入时隙由两部分组成，一部分是长4096码片的间隔，其上无传输且不是CSICH的正式部分，另一部分是由8 bits b_{8i}, \dots, b_{8i+7} 组成的状态指示符(SI)，其中*i*是接入时隙的数量。不进行传输的这部分时隙是留给AICH, AP-AICH或CD/CA-ICH用的。CSICH所用调制方式与PICH所用的相同。CSICH的相位参考是主CPICH。

图90
CSICH的结构



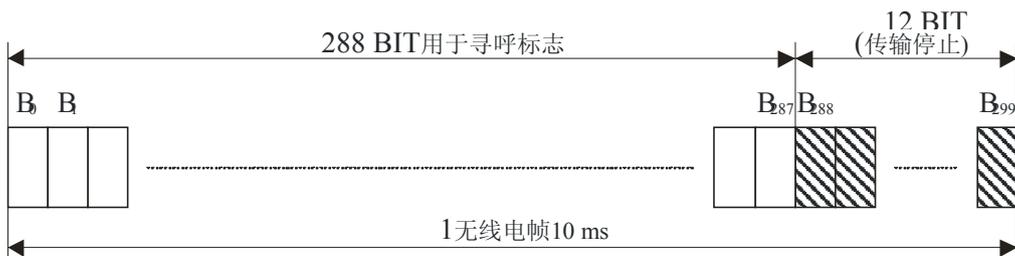
1850-90

4.3.7.4.1.2.1.9 寻呼指示信道 (PICH)

PICH是一条用于携带寻呼指示符(PI)的固定速率(SF = 256)的物理信道。PICH 始终与一条S-CCPCH相联系，而PCH传送信道则是被映射到该S-CCPCH。

应该长10ms的PICH无线电帧由300比特组成。其中的288比特用来携带寻呼指示符。余下的12比特不是PICH的正式部分并且不应将其传送。帧内不传送的部分留作将来使用。

图91
PICH的结构



1850-91

4.3.7.4.1.2.1.10 下行链路专用物理信道(下行链路 DPCH)

有两种类型的专用物理信道，即 DPDCH和专用物理控制信道(DPCCH)。

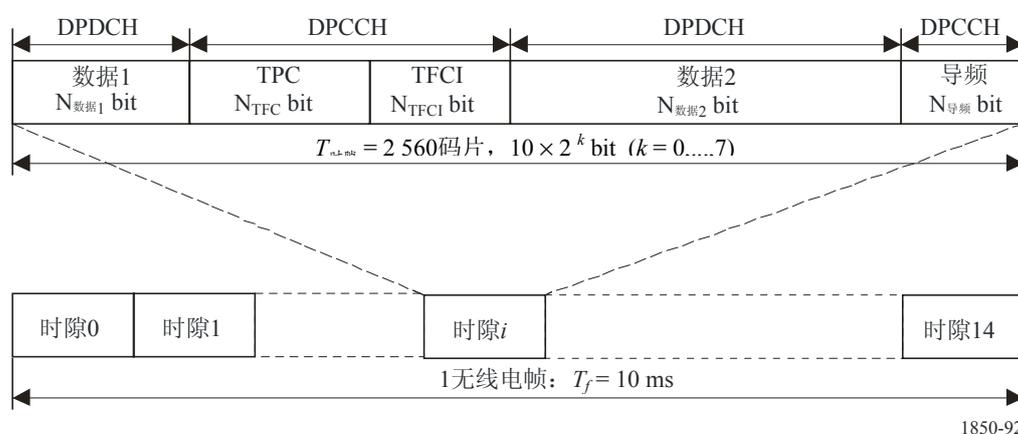
DPDCH用来携带运送由第2层或上层即专用传送信道产生的数据。

DPCCH用来携带运送由第1层产生的控制信息。这些控制信息包括熟知的导频位、以支持相干检测的信道估算，还有发送功率控制命令和传送格式组合指示符(TFCI)。

传送格式组合指示符告知接收机，有关在专用物理数据信道上复用的不同业务的瞬时速率。在TFCI不出现的情况下，也有可能采用盲目检测(Blind Detection)。

图92

下行链路DPCH的结构



1850-92

对于下行链路，在每无线电帧内，DPDCH和DPCCH是时间复用的，且用QPSK调制方式发送。

长度10ms的每一帧被分解为15时隙，每时隙的长度 $T_{slot} = 0,666$ ms (2560 码片)。在每时隙内DPDCH和DPCCH是时间复用的。由于卫星的传播时延，功率控制周期与快速衰落校正并不匹配。为了减少对地面UE和节点B(Node B)调制解调器进行修改的要求，无论如何要保持时隙结构不变。

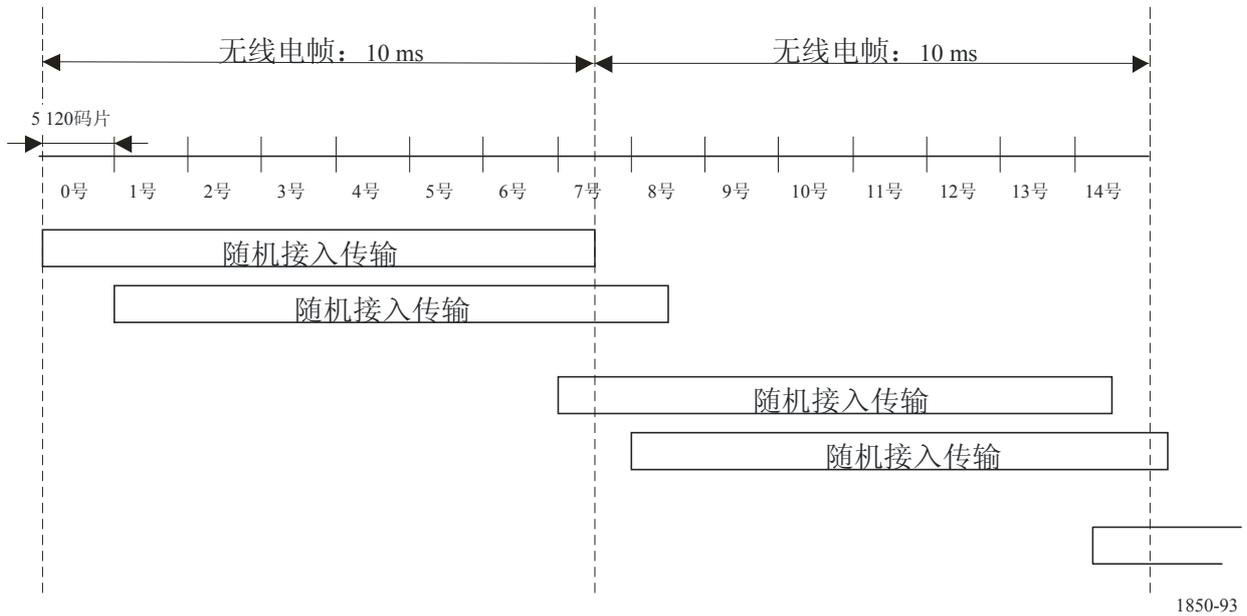
图92中的参数k确定每个下行链路DPCH时隙的总比特数。该参数与物理信道的扩展因子SF的关系可表示为 $SF = 512 / 2^k$ 。这样，扩展因子的范围就是从512下降到4。

4.3.7.4.1.2.2 上行链路信道

4.3.7.4.1.2.2.1 物理随机接入信道(PRACH)

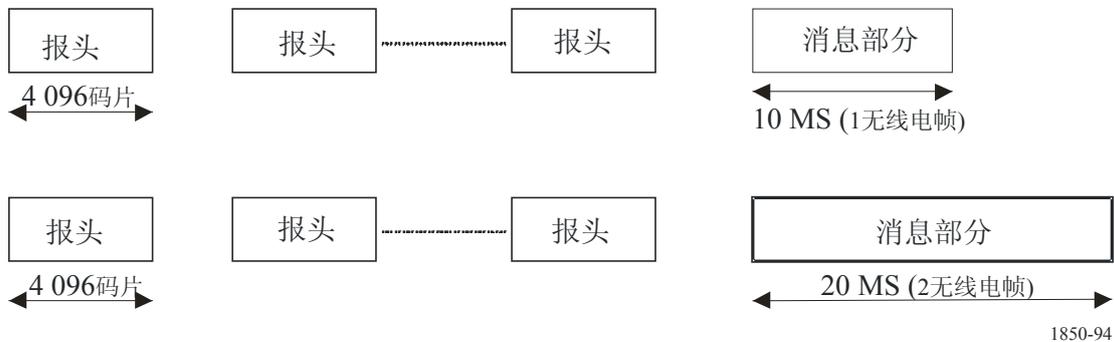
随机接入传输是以带有快速捕获指示的Slotted ALOHA方式为基础的。在许多完善定义的时间间隔(用接入时隙表示)的开始处，UE就能启动随机接入传输。每两帧有15个接入时隙，而且它们被5120码片间隔开。

图93
下行链路DPCH的帧结构



随机接入传输由一个或若干个长4096码片的报头和长10 ms或20 ms的一份报文组成。

图94
RACH接入时隙编号及其间隔



每一报头的长度为4096码片，且由256个长16码片的重复签名组成。

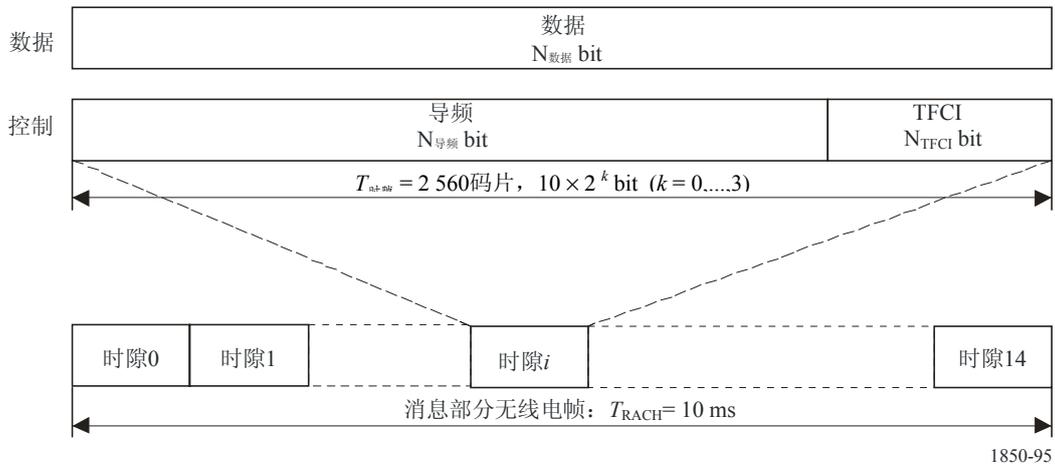
10 ms报文部分的无线电帧被分解成15时隙，每时隙的长度为 $T_{slot} = 2560$ 码片。每时隙由两部分组成，一个是数据部分，RACH传送信道被映射到该数据部分，另一部分是携带第1层控制信息的控制部分。数据部分和控制部分是并行传输的。10ms的报文部分由一个报文部分的无线电帧组成，而20ms的报文部分则由连续的两个10ms报文部分的无线电帧组成。报文部分的长度等于使用中的RACH传送信道的传输时间间隔。

数据部分由 10×2^k 比特组成，其中 $k = 0, 1, 2, 3$ 。这与用于报文数据部分的扩展因子256, 128, 64和32分别对应。

控制部分由支持相干检测的信道估算的熟知8位导频和2 TFCI比特组成。这与报文控制部分的扩展因子256相对应。随机接入报文中TFCI比特的总数是 $15 \times 2 = 30$ 。一无线电帧的TFCI指出，RACH的传送信道的传送格式，已经映射到同时发送的报文部分的无线电帧。在20ms长的PRACH报文部分的情况下，TFCI在第二无线电帧内重复。

图95

随机接入消息部分无线电帧的结构



4.3.7.4.1.2.2.2 物理公共分组信道(PCPCH)

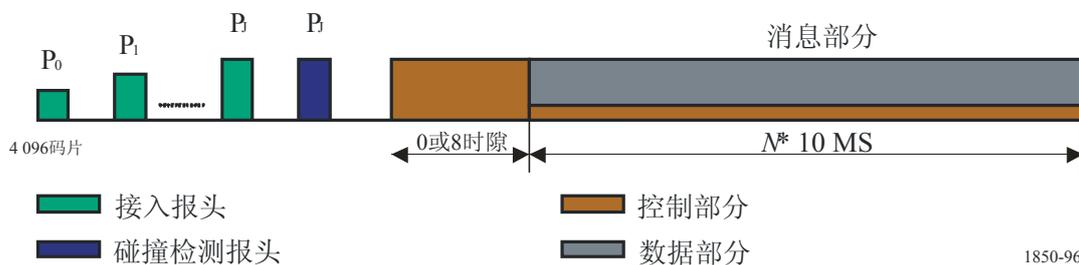
CPCH传输是以带有快速捕获指示的DSMA-CD方式为基础的。UE是在许多熟知的已定义时间间隔(与已接收当前波束的BCH的帧界限相关)的开始处启动的。接入顺序的定时和结构与RACH相同。PCPCH接入传输由一个或多个长4096码片的接入报头(A-P)、长4096码片的一个冲突检测报头(CD-P)、长为0时隙或8时隙(其中任何一个)的一个DPCCH功率控制报头(PC-P)和可变长度为 $N \times 10$ ms的一个报文组成。

与RACH报头部分相似。采用RACH报头签名序列。所用序列的数量要比在RACH报头内用的少。扰频码可用这儿所述的任何一种方法加以选择,即为构成RACH报头的扰频码而使用的黄金编码的不同码段、或者是在共享签名组的情况下相同的扰频码。

与RACH报头部分相似。采用RACH报头签名序列。将扰频码选择成为为构成RACH和CPCH报头的扰频码而使用的黄金编码的不同码段。

图96

CPCH接入传输的结构



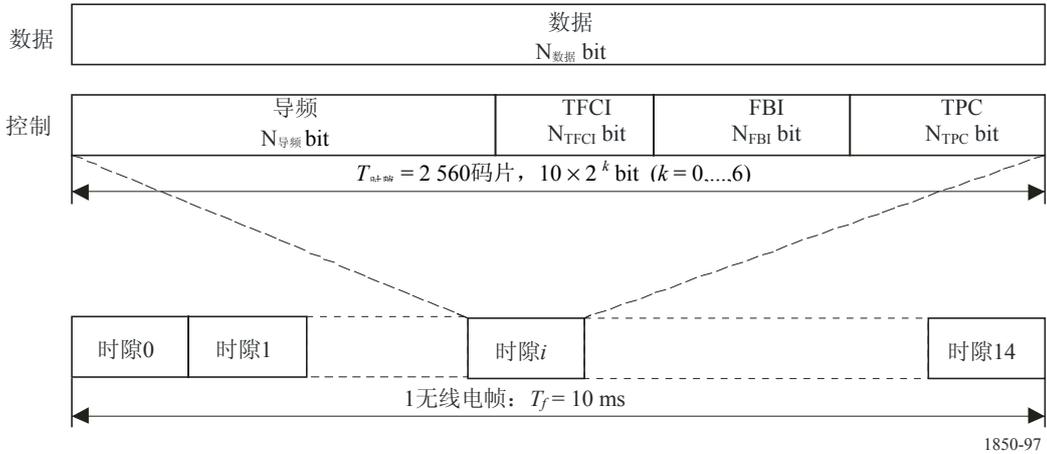
功率控制报头段称为CPCH 功率控制报头 (PC-P)部分

功率控制报头的长度应取值为0或8时隙。

每一分报文由最多N个10ms长的帧组成。每个10ms帧被分成为15时隙,每时隙的长度 $T_{slot} = 2560$ 码片,对应于一个功率控制周期。每时隙由两部分组成即携带较高层信息的数据部分和携带第1层控制信息的控制部分。数据部分和控制部分是并行传输的。

CPCH报文部分的控制部分的扩展因子是256。

图97
与PCPCH有关的上行链路数据和控制部分的帧结构



数据部分由 10×2^k 比特组成，其中 $k = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$ 分别与扩展因子256, 128, 64, 32, 16, 8, 4相对应。

4.3.7.4.1.2.2.3 上行链路的专用物理信道(上行链路 DPCH)

对于上行链路，在每一帧内，DPDCH和DPCCH是I/Q编码复用、且采用双信道QPSK传输。每一个附加的DPDCHs，是在带有该第一信道对的I-或Q的分支上进行编码复用的。

图98表示上行链路专用物理信道帧结构的原则。每个长10ms的帧被分成为15时隙，每时隙长 $T_{\text{slot}} = 0,666$ ms (2560 码片)，与一个功率扩展周期相对应。在每时隙内DPDCH和DPCCH是并行发送的。

图98
上行链路专用物理信道的帧结构

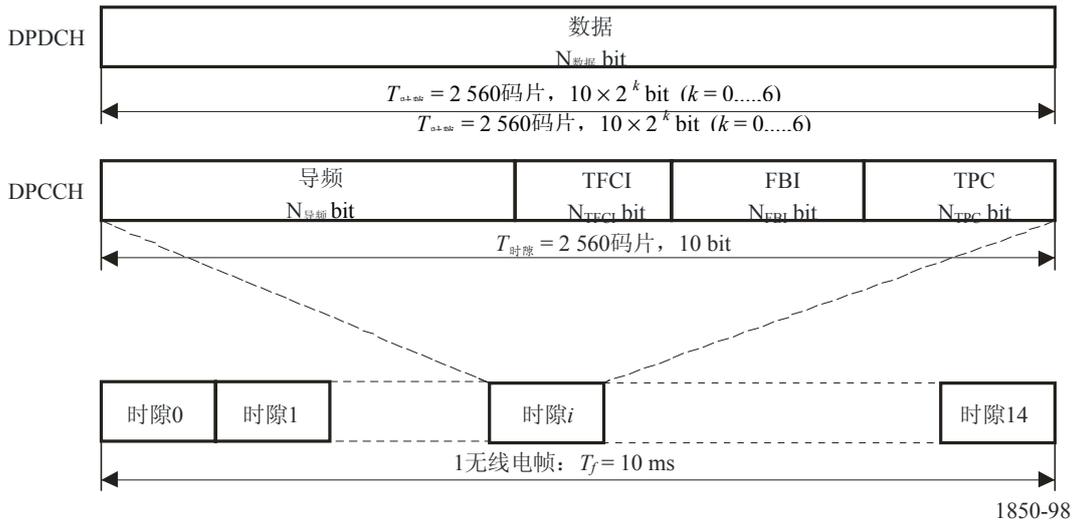


图98中的参数 k 确定每个DPDCH时隙的比特数。该参数与物理信道的扩展因子SF有关，其关系 $SF = 256/2^k$ 为。扩展因子的范围可从256降到4。上行链路DPCCH的扩展因子始终等于256，也就是说每个上行链路DPCCH的时隙有10比特。

FBI比特支持要求将UE反馈回RAN接入点的技术，包括闭环环路式传输的发散性技术和波束选择分集传输(SSDT)技术。

72 个连续的上行链路帧，构成一个长720 ms的超帧。

4.3.7.4.1.3 物理信道之间定时的关系

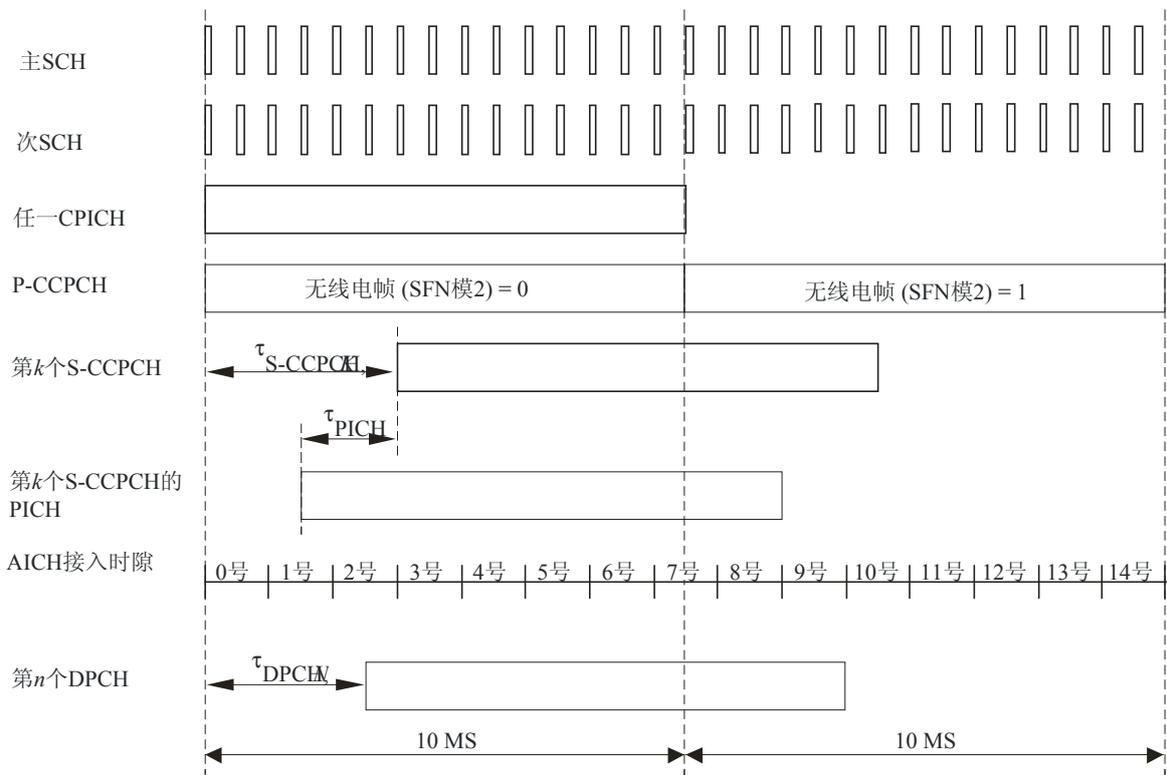
在其上发送SFN的P-CCPCH被用做对全部物理信道(直接对下行链路的物理信道，间接对上行链路的物理信道)的定时基准参考。

图99表示下行链路物理信道的帧定时。对于AICH，包括接入时隙的定时。上行链路物理信道的发送定时，是由已接收的下行链路物理信道的定时提供的。

SCH (主和次)，CPICH (主和次)，P-CCPCH，CPCH-CCPCH和PDSCH具有相同的定时。对于不同的S-CCPCHs，S-CCPCH的定时可能不同，但是与P-CCPCH帧定时的偏差是256码片的倍数。在PICH的定时与S-CCPCH的帧定时对应之前，PICH的定时是7680码片，即携带具有对应寻呼信息的PCH传送信道的S-CCPCH的定时。AICH的偶数子接入帧的定时，与具有(SFN 模块 2) = 0的P-CCPCH的帧的定时是相同的，而AICH的奇数子接入帧的定时，与具有(SFN 模块 2) = 1的P-CCPCH的帧的定时是相同的。AICH的No. 0号接入时隙与带有(SFN 模块 2) = 0的P-CCPCH帧在同一时间启动。对于不同的DPCHs的定时可能不同，但是与P-CCPCH帧定时的偏差是256码片的倍数。

图99

下行链路物理信道的无线电帧定时和接入时隙定时



1850-99

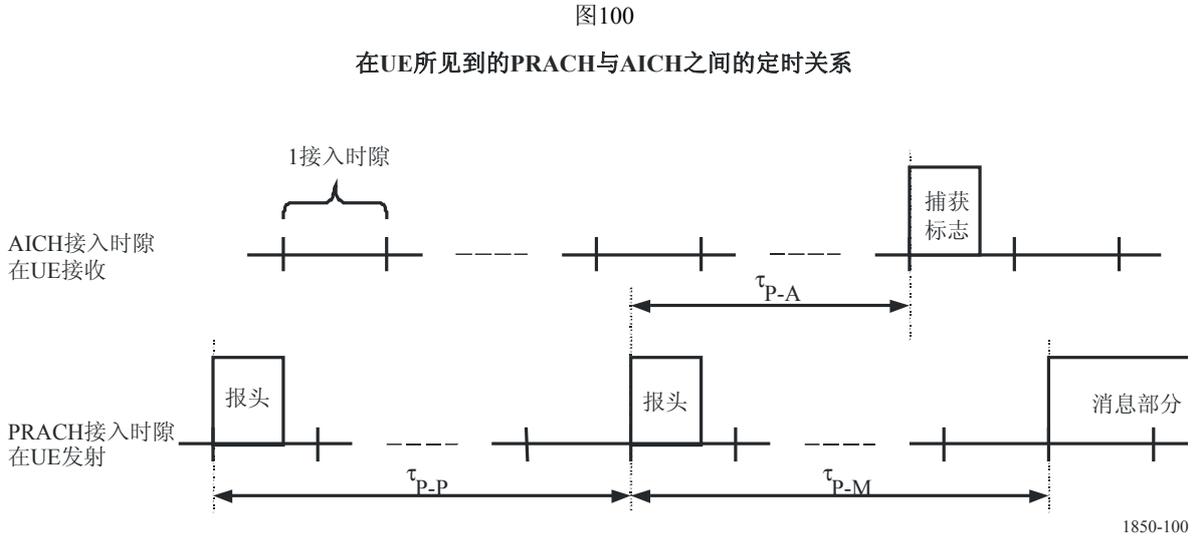
4.3.7.4.1.3.1 PRACH/AICH的定时关系

下行链路AICH被分为若干下行链路接入时隙，每个接入时隙长为5120码片。下行链路时隙在时间上与P-CCPCH是对准的。

上行链路PRACH被分为若干上行链路接入时隙，每个接入时隙长为5120码片。在收妥下行链路接入时隙数 n ， $n = 0, 1, \dots, 14$ 之前，要从UE τ_{p-d} 码片中发送上行链路接入时隙数 n 。

在下行链路接入时隙的开始处，才能启动下行链路捕获指示符的传输。相似的，在上行链路接入时隙的开始处，才能启动上行链路RACH报头和RACH报文部分的传输。

图100表示 PRACH/AICH 的定时关系。



4.3.7.4.1.3.2 DPCCH/DPDCH的定时关系

在上行链路，从UE发送的DPCCH和全部 DPDCHs 具有相同的帧定时。

在下行链路，针对一个UE的专用型DPCCH和全部 DPDCHs 具有相同的帧定时。

在UE处，在对应的下行链路DPCCH/DPDCH帧的第一个检测的路径(时间上)收妥之后，大约进行 T_0 码片时间的、上行链路DPCCH/DPDCH帧的传输。 T_0 是被定义为1024码片的常数。

4.3.7.4.2 信道编码和复用

4.3.7.4.2.1 处理步骤

图101和图102表示编码和复用步骤，其中，TrBk表示传送码组，而DTX表示不连续传输。

4.3.7.4.2.2 差错检测

通过CRC为传送信道码组提供差错检测。CRC是24, 16, 12, 8或0比特的，并由较高层告知每个传送信道应该采用哪种长度的CRC。

利用整个传送码组去计算每个传送码组的CRC奇偶位。奇偶位是由下列循环发生器多项式中的一个产生的：

- $G_{CRC24}(X) = X^{24} + X^{23} + X^6 + X^5 + X + 1$
- $G_{CRC16}(X) = X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$
- $G_{CRC12}(X) = X^{12} + X^{11} + X^3 + X^2 + X + 1$
- $G_{CRC8}(X) = X^8 + X^7 + X^4 + X^3 + X + 1。$

图101
上行链路

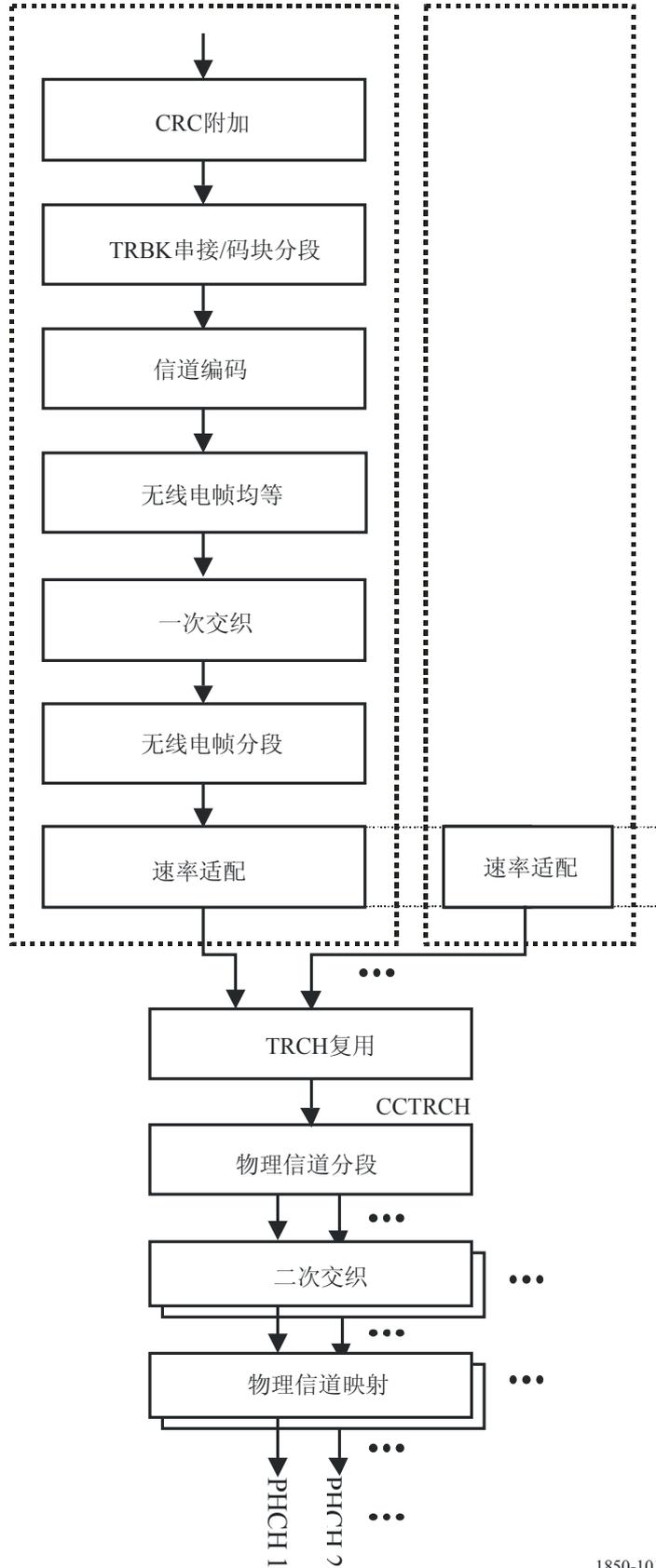
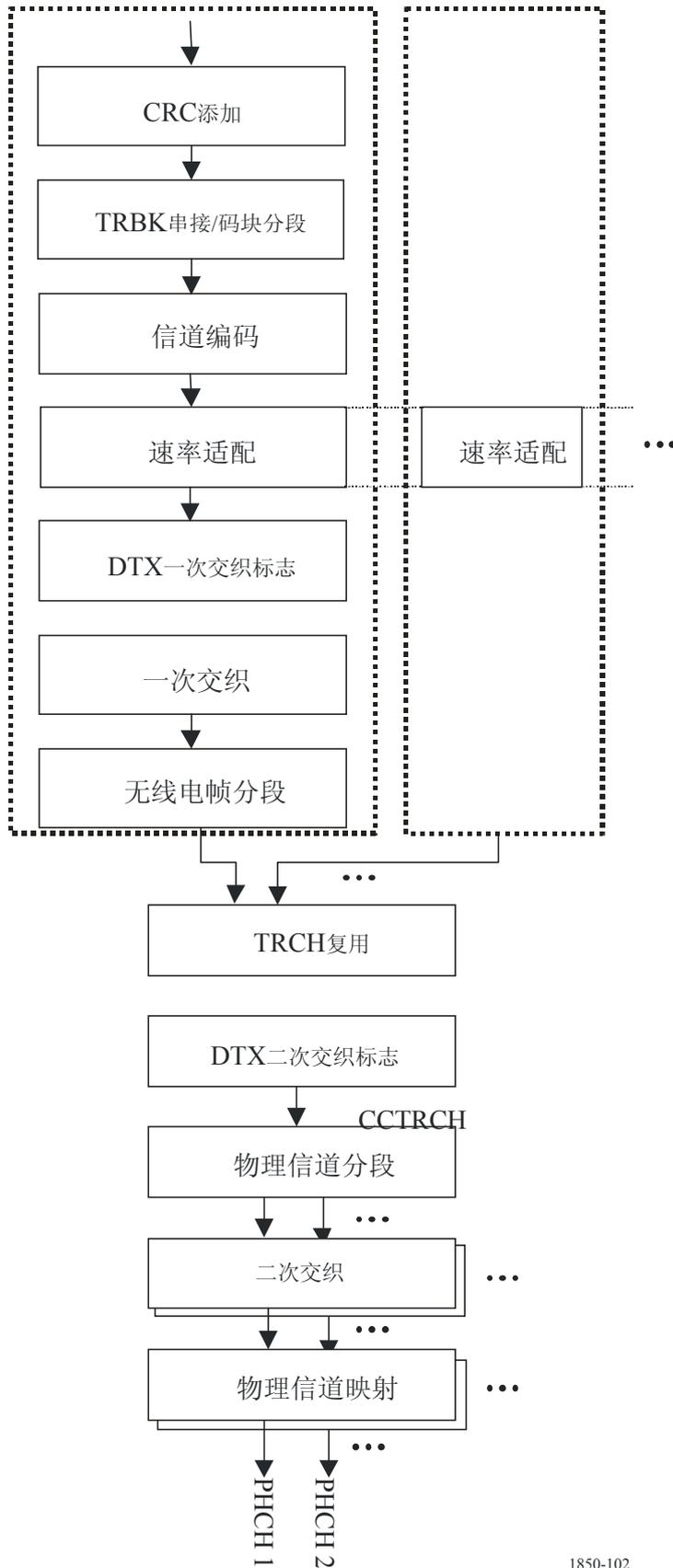


图102
下行链路



4.3.7.4.2.3 信道编码

对于SAT-CDMA中的信道编码，有两种方法可以使用：

- 卷积编码；
- Turbo 编码。

信道编码选择是由较高层指示的。为了将传输差错随机化，进一步执行符号交织。

Turbo编码器的机制属于并联卷积码 (PCCC)，采用两个八态分量编码器和一个turbo码内部交织器。

表51

用于逻辑信道的信道编码方式

| 传输信道 | 编码方式 | 编码率 |
|-----------------------|---------|----------|
| BCH | 卷积编码 | 1/2 |
| PCH | | |
| RACH | | |
| CPCH, DCH, DSCH, FACH | Turbo编码 | 1/3, 1/2 |
| | | 1/3 |
| | 无编码 | |

4.3.7.4.2.3.1 卷积编码

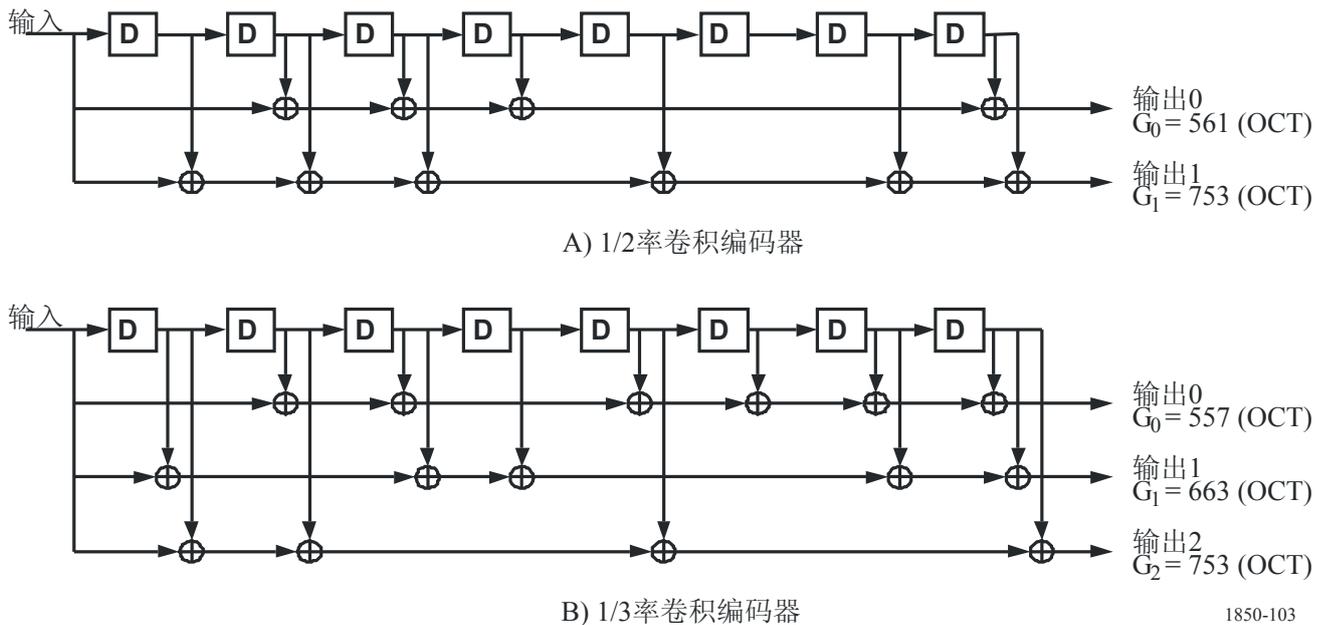
规定了约束长度为9的卷积编码和编码率为1/3和1/2。

码率为1/3的编码发生器的函数为 $G_0 = 557(\text{OCT})$ 、 $G_1 = 663(\text{OCT})$ 和 $G_2 = 711(\text{OCT})$ 。

码率为1/2的编码发生器的函数为 $G_0 = 561(\text{OCT})$ 和 $G_1 = 753(\text{OCT})$ 。

图103

码率为1/2和1/3的卷积码发生器

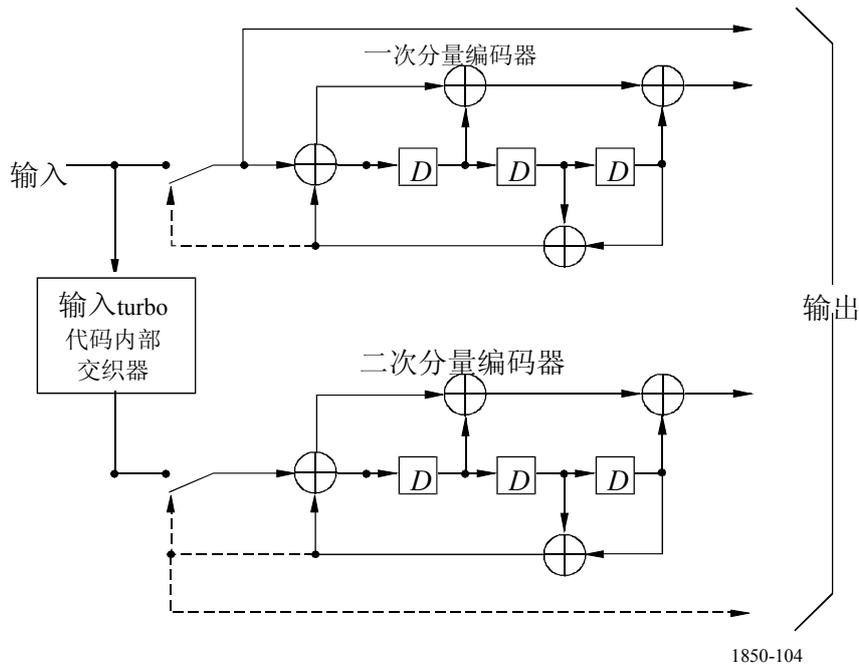


4.3.7.4.2.3.2 Turbo 编码

Turbo 编码器的方式是一个具有两个8态分量编码器和一个Turbo码内部交织器的并行连接卷积编码(PCCC)。Turbo 编码器的编码速率为 1/3。

图104

码率为1/3的turbo编码发生器(点划线仅用于treillis终端)



1850-104

用于PCCC的八态分量码的传递函数为：

$$G(D) = \left[1, \frac{g_1(D)}{g_2(D)} \right]$$

EMBED Equation 3 EMBED Equation 3

其中：

$$g_0(D) = 1 + D^2 + D^3$$

$$g_1(D) = 1 + D + D^3$$

4.3.7.4.2.4 交织

第一交织器是一个采用内部纵列置换的(M行N列)块交织器。第一交织器的大小M×N是传输时段(TTI)的整数倍。

第二交织器是一个采用内部纵列置换的(M行N列)块交织器。第二交织器的大小M×N为对应一个物理信道一无线电帧内的比特数而列数N为30。内部纵列置换方式是 <0, 20, 10, 5, 15, 25, 3, 13, 23, 8, 18, 28, 1, 11, 21, 6, 16, 26, 4, 14, 24, 19, 9, 29, 12, 2, 7, 22, 27, 17>。

4.3.7.4.2.5 速率匹配

传输信道上的比特数在不同传输时段之间是可变的。在上行链路中，传输信道上的比特被重复或压缩以保证传输信道复用之后的总比特速率与分配给 DPCH的总信道比特速率相同。在下行链路中，传输信道复用后的总比特速率低于或等于由较高层指配信道化编码给出的总信道比特速率。如果比特数比最大值低时则传输中断。

4.3.7.4.2.6 传输信道复用

每10 ms，从各传输信道传递一无线电帧至传输信道复用。这些无线电帧被顺次复用成一个编码组合传输信道。

4.3.7.4.2.7 TFCI编码

TFC采用二阶R-M代码的(32, 10)子代码进行编码。码字是10个基本序列的线性组合。TFCI信息比特将对应着TFC索引，该索引由RRC规定，用于指代相关DPCH无线电帧的TFC。

如果其中一个DCH与某个DSCH有关联，则TFCI码字可以采用这种方式分割，即与TFCI活动标志相关的码字不是每个波束都发送。这种功能的使用将由高层信令表明。TFCI用(16, 5)双正交(或一阶R-M)代码进行编码。(16, 5)双正交代码的码字是5个基本序列的线性组合。第1组TFCI信息比特将对应着由RRC层规定的用于指代相关DPCH无线电帧中的DCH CCTrCH的TFCI的TFC索引。第2组TFCI信息比特将对应着由RRC层规定的用于指代相应PDSCH无线电帧中的有关DSCH的TFCI的TFC索引。

码字的比特直接映射到无线电帧的时隙。编码比特 b_k 映射到发送TFCI比特 d_k ，且 $d_k = b_{k \bmod 32}$ ，其中 $k = 0, \dots, K - 1$ 。无线电帧中TFCI字段可用的比特数目 K 取决于帧中时隙所用的格式。

4.3.7.4.2.8 TPC命令编码

两比特的TPC命令是重复循环编码的。TPC命令比特(a_0, a_1)的集合将对应着由功率控制程序规定的TPC命令。输出码字比特 b_k 由公式 $b_k = a_{k \bmod 2}$ 给出，其中 $k = 0, \dots, 15$ 。

不管是上行链路信道还是下行链路信道，码字的比特都映射至某一无线电帧的15时隙内。编码比特 b_k 映射至发送TPC比特 d_k ，且 $d_k = b_{k \bmod 15}$ ，其中 $k = 0, \dots, K - 1$ 。无线电帧中TPC字段可用的比特数目 K 取决于帧中时隙所用的格式。

4.3.7.4.3 调制和扩展

4.3.7.4.3.1 上行链路扩展

上行链路的扩展调制采用正交复用QPSK (OCQPSK)。

扩展对物理信道适用。扩展包括两种操作。第一个是信道化操作，将每一数据符号变换为若干码片，因此增加了信号的带宽。每数据符号中所含的码片数目称为扩展因子(SF)。第二个操作是扰码操作，给扩展信号加上一个扰频码。

通过信道化，在所谓的I和Q分支上的数据符号分别于一个OVSF代码相乘。通过扰码操作，I和Q分支上的最终信号进一步与具有复数值的扰频码相乘，其中I和Q分别指的是实数和虚数部分。

图105示出了上行链路扩展的配置。信道化代码 $C_{ch, i}$, $i = 1, 2, \dots, N$ ，首先扩展一个DPDCH信道和若干DPDCH信道。然后用功率增益因子 G_i 对信号进行调整，并同时加到I和Q分支上，在乘以一个复数的扰频码 $S_{up, n}$ 。

如果只需要一个DPDCH，则只有DPDCH₁和发送信号。在多代码传输中，若干DPDCH采用I和Q分支发送信号。

长扰频码由长序列 $c_{long, 1, n}$ 和 $c_{long, 2, n}$ 分量组成。两个序列是由包含两个二进制 m 序列 x_n 和 y 的38 400码片段按位取模2和得到的。 x_n 序列取决于所选的扰码序列数目 n ，是从 m 序列生成多项式 $X^{25} + X^3 + 1$ 导出的，而 y 序列是从省城多项式 $X^{25} + X^3 + X^2 + X + 1$ 导出的。

上行链路长代码发生器的配置在图106中给出。

二进制黄金序列 z_n 由下式给出：

$$z_n(i) = x_n(i) + y(i) \text{ 模} 2, \quad i = 0, 1, 2, \dots, 2^{25} - 2。$$

这几个二进制序列转换为具有实数值的序列 Z_n 。实数值长扰码序列 $c_{long,1,n}$ 和 $c_{long,2,n}$ 规定如下：

$$c_{long,1,n}(i) = Z_n(i), \quad i = 0, 1, 2, \dots, 2^{25} - 2, \text{ 且}$$

$$c_{long,2,n}(i) = Z_n((i + 16\,777\,232) \text{ 模 } (2^{25} - 1)), \quad i = 0, 1, 2, \dots, 2^{25} - 2。$$

最后，复数值长扰码序列 $C_{long,n}$ 规定为：

$$C_{long,n}(i) = c_{long,1,n}(i) + j(-1)^i c_{long,2,n}(2\lfloor i/2 \rfloor)$$

其中 $i = 0, 1, \dots, 2^{25} - 2$ 和 $\lfloor \cdot \rfloor$ 表示舍到最接近的较小整数。

图105
上行链路扩展

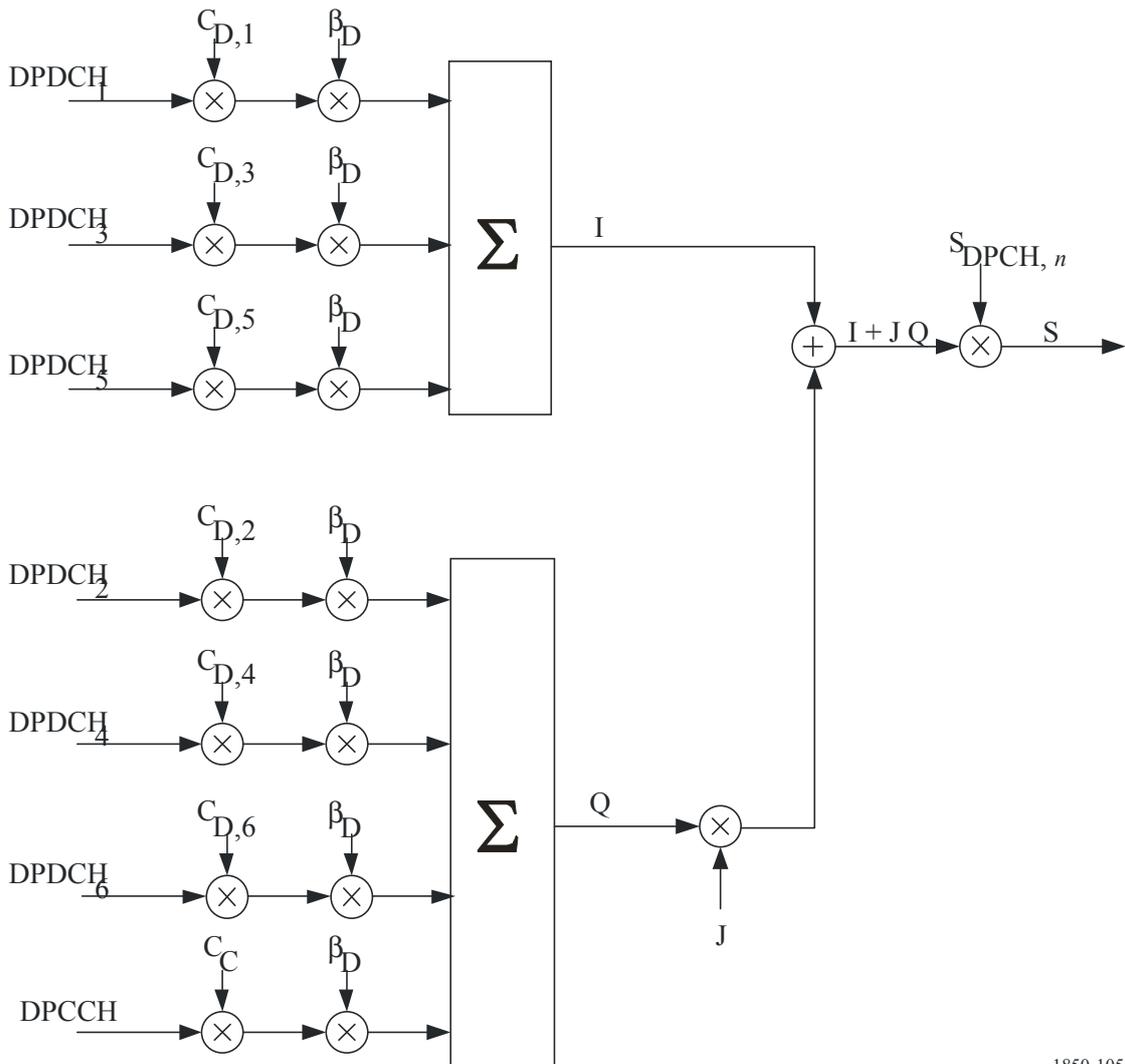
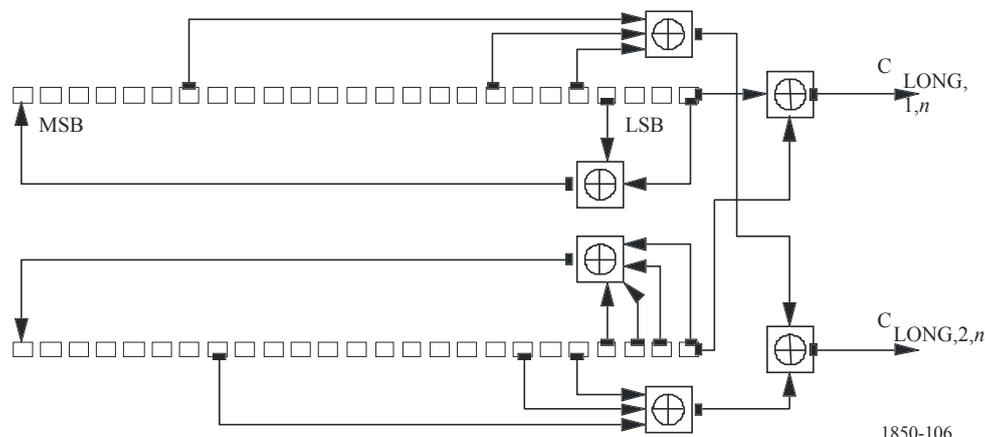


图106

上行链路的长代码发生器



4.3.7.4.3.1.1 PRACH和PCPCH代码

接入报头代码具有 $N_p \times 4096$ 码片的长度，由 N_p 个子报头代码组成。子报头代码 $C_{\text{pre},n,s,i}$ 是一个复数值的序列。它是从报头扰频码 $S_{\text{r-pre},n}$ 和报头签名 $C_{\text{sig},s}$ 按如下方法构造的：

– 若 N_p 设为 1，则

$$C_{\text{pre},n,s,0}(k) = S_{\text{pre},n}(k) \times C_{\text{sig},s}(k) \times e^{j\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2}k\right)}, k = 0, 1, 2, 3, \dots, 4095$$

– 若 N_p 大于 1，则：

$$C_{\text{pre},n,s,i}(k) = S_{\text{pre},n}(k) \times C_{\text{sig},s}(k) \times e^{j\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2}k\right)}, k = 0, 1, 2, 3, \dots, 4095, i = 0, 1, \dots, N_p - 2$$

$$C_{\text{pre},n,s,N_p-1}(k) = S_{\text{pre},n}(k) \times C_{\text{sig},s}(k) \times e^{j\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2}k\right)}, k = 0, 1, 2, 3, \dots, 4095$$

其中 $k=0$ 对应着时间上最先发送的码片。

与签名 S 相对应的签名报头由长度为 16 的签名重复 256 次构成。签名取自长度为 16 的 16 个 Hadamard 代码组成的集合。

报头部分的扰频码是从长扰码序列构造的。第 n 个报头扰频码规定为：

$$S_{\text{pre},n}(i) = c_{\text{long},1,n}(i)$$

其中 $i = 0, 1, \dots, 4095$ 。在把子接入帧用于 PRACH 时， n 为偶数的第 n 个报头扰频码用于在偶数子接入帧上发送的报头。 n 为奇数的第 n 个报头扰频码用于在奇数子接入帧上发送的报头。

第 n 个 PRACH 消息部分扰频码称为 $S_{\text{r-msg},n}$ ，其中 $n = 0, 1, \dots, 8191$ ，以长扰码序列为基础，规定如下：

$$S_{\text{r-msg},n}(i) = C_{\text{long},n}(i + 4096), i = 0, 1, \dots, 38399$$

第 n 个 PCPCH 消息部分扰频码称为 $S_{\text{c-msg},n}$ ，其中 $n = 8192, 8193, \dots, 40959$ ，以扰码序列为基础，规定如下：

在采用长扰频码的情况下：

$$S_{\text{c-msg},n}(i) = C_{\text{long},n}(i), i = 0, 1, \dots, 38399$$

4.3.7.4.3.2 上行链路调制

调制码片速率为3.84 Mchip/s。

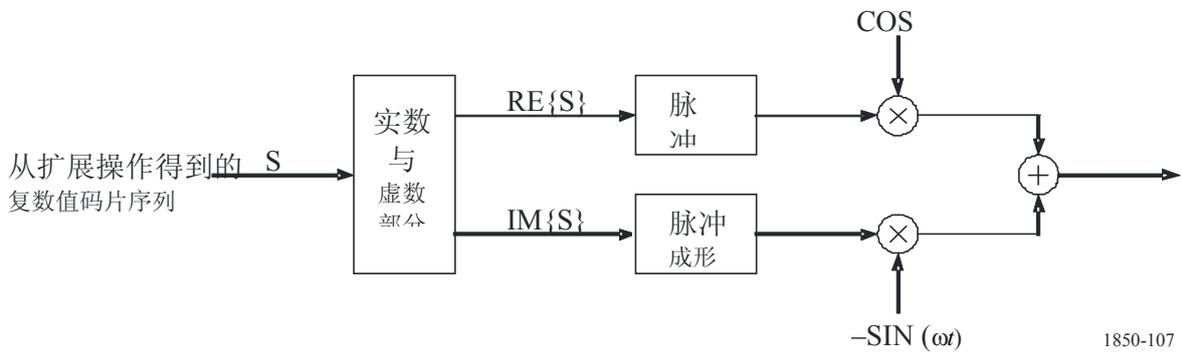
在上行链路中，调制为双信道 QPSK。

已调DPCCH映射为Q信道，而主DPDCH 映射为 I 信道。

其后增加的DPDCH交替映射为I信道或Q信道。

图107表示上行链路调制的配置。基带滤波器(脉冲成形滤波器)是频域内滚降率 $\alpha = 0.22$ 的根升余弦滤波器。

图107
上行链路调制

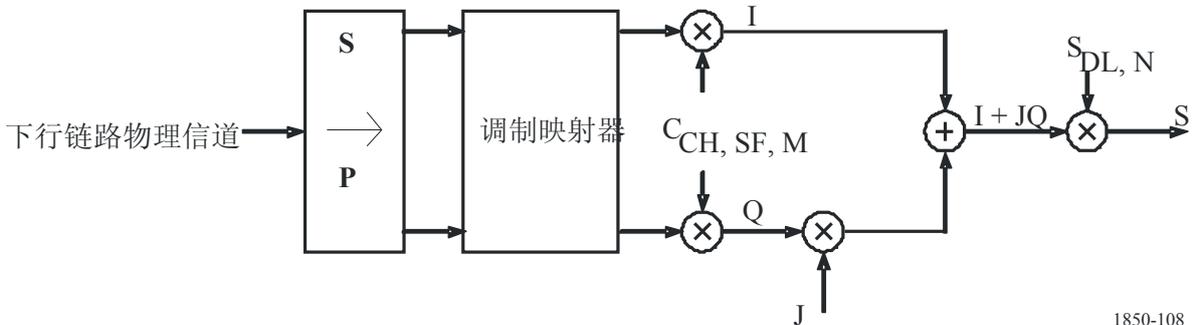


1850-107

4.3.7.4.3.3 下行链路扩展

两个连续的实数值符号首先进行串并转换，然后映射到I和Q分支。调制映射器的定义是，偶数和奇数符号分别映射到I和Q分支。除采用签名的指示符信道外，对其他所有信道而言，规定编号为0的符号为每帧的第一个符号。对于采用签名的指示符信道，规定编号为0的符号为每一接入时隙的第一个符号。I和Q分支用同样的实数值信道化代码 $C_{ch,SF,m}$ 都扩展到码片速率。信道化代码序列应在时间上与符号边界对齐。然后将I和Q分支上的实数值码片序列作为单独的复数值码片序列处理。该码片序列用复数值扰频码进行 $S_{dl,n}$ 扰码。

图108
对SCH之外的所有下行链路物理信道进行扩展

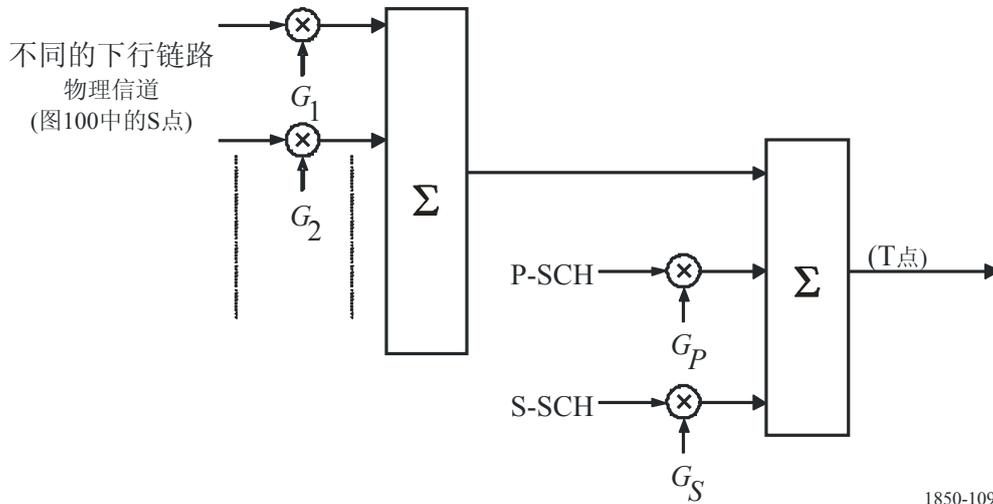


1850-108

图109示出了不同的下行链路信道是如何组合到一起的。在图109中与S点对应的每一复数值扩展信道分别由一个加权系数 G_i 加权。复数值P-SCH和S-SCH分别用加权系数 G_p 和 G_s 加权。然后用复数加法对所有下行链路物理信道进行组合。

图109

下行链路物理信道的合并



1850-109

图109中的信道化代码与上行链路所用的相同，即正交变量扩展因子(OVSF)代码，这些代码保留了不同速率和扩展因子的下行链路信道之间的正交特性。

扰频码是将两个实数序列组合成一个复数序列而构造成的。两个实数序列中的每一个都是由两个二进制 m 序列 x 和 y 的38 400码片段的位置模2和得出的。 x 序列由生成多项式 $X^{18} + X^{10} + X^7 + X^5 + 1$ 得出。 x 序列的初始条件是(00...1)，其中1是最低有效位。 y 序列的初始条件是(11...1)。

第 n 个黄金代码 z_n 则规定如下：

$$z_n(i) = x((i + n) \text{ 模 } (2^{18} - 1)) + y(i) \text{ 模 } 2, i = 0, \dots, 218 - 2.$$

这些二进制序列转换为实数值序列 Z_n 。最后，第 n 个复数扰频码序列 $S_{dl,n}$ 规定为：

$$S_{dl,n}(i) = Z_n(i) + j Z_n((i + 131\ 072) \text{ 模 } (2^{18} - 1)), i = 0, 1, \dots, 38\ 399.$$

注意，相位0一直到相位38 399的码型是重复的。

扰频码划分成512个集合，每个集合由1个主扰频码和15个次扰频码组成。主扰频码由扰频码 $n = 16 * i$ 组成，其中 $i = 0 \dots 511$ 。次扰频码的第 i 个集合由扰频码 $16 * i + k$ 组成，其中 $k = 1 \dots 15$ 。每个主扰频码与15个次扰频码之间存在一对一的映射，集合之间的关系是，第 i 个主扰频码对应着次扰频码的第 i 个集合。因此所用的扰频码为 $n = 0, 1, \dots, 8\ 191$ 。

主扰频码的集合进一步划分为64个扰频码群，每个群由8个主扰频码组成。第 j 个扰频码群由扰频码 $16 * 8 * j + 16 * k$ 组成，其中 $j = 0 \dots 63$ 和 $k = 0 \dots 7$ 。

4.3.7.4.3.3.1 同步代码

主同步代码 (PSC) C_{psc} 被构造造成两个一般化的分级Golay序列。

定义：

$$a_1 = \langle x_1, x_2, x_3, \dots, x_{16} \rangle = \langle 1, -1, 1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1, -1, -1, 1, 1, -1 \rangle$$

$$a_2 = \langle y_1, y_2, y_3, \dots, y_{16} \rangle = \langle 1, -1, 1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, -1, -1, -1, -1 \rangle.$$

用Golay互补序列对序列a1和a2加以调制，然后不断重复，并生成一个实数分量和复数分量相等的复数序列，就形成了PSC。PSC C_{psc} 规定如下：

- $C_{psc} = (1 + j) \times \langle a_1, -a_1, -a_1, -a_1, -a_1, a_1, -a_1, -a_1, a_2, a_2, -a_2, a_2, -a_2, a_2, a_2 \rangle$ 。

16个次同步代码(SSC) $\{C_{ssc,1}, \dots, C_{ssc,16}\}$ 是实数分量和复数分量相等的复数值，由Hadamard序列和下面规定的z序列执行按位相乘计算而形成：

- $z = \langle b_1, b_1, b_1, b_1, b_1, b_1, -b_1, -b_1, b_2, -b_2, -b_2, b_2, b_2, b_2, -b_2, b_2, -b_2 \rangle$ ，其中：
- $b_1 = \langle x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, -x_9, -x_{10}, -x_{11}, -x_{12}, -x_{13}, -x_{14}, -x_{15}, -x_{16} \rangle$ 和 $x_1, x_2, \dots, x_{15}, x_{16}$ 与上文a1序列的定义相同。
- $b_2 = \langle y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7, y_8, -y_9, -y_{10}, -y_{11}, -y_{12}, -y_{13}, -y_{14}, -y_{15}, -y_{16} \rangle$ 和 $y_1, y_2, \dots, y_{15}, y_{16}$ 与上文a2序列的定义相同。

Hadamard序列由按照递归方法构造的 H_8 矩阵的各行组成。令第n个Hadamard序列为按顺序从上到下编号为 $n = 0, 1, 2, \dots, 255$ 的 H_8 矩阵中的一行。又令 $h_n(i)$ 和 $z(i)$ 分别为序列 h_n 和z的第i个符号，其中 $i = 0, 1, 2, \dots, 255$ 。

第k个SSC $C_{ssc,k}(k = 1, 2, 3, \dots, 16)$ 则规定如下：

$$C_{ssc,k} = (1 + j) \times \langle h_m(0) \times z(0), h_m(1) \times z(1), h_m(2) \times z(2), \dots, h_m(255) \times z(255) \rangle$$

其中 $m = 8 \times (k - 1)$ 。

共有64个次SCH序列，每一序列包括15个SSC。构造这64个次SCH序列时采用其唯一的循环移位，也就是说64个序列中任一序列的小于15的非零循环移位都不同于这64个序列中任何其他序列的循环移位。另外，任一序列的小于15的非零循环移位也不同于自己小于15的任何其他循环移位。

4.3.7.4.3.4 下行链路调制

调制码片速率为3.84 Mchip/s (百万码片/秒)。

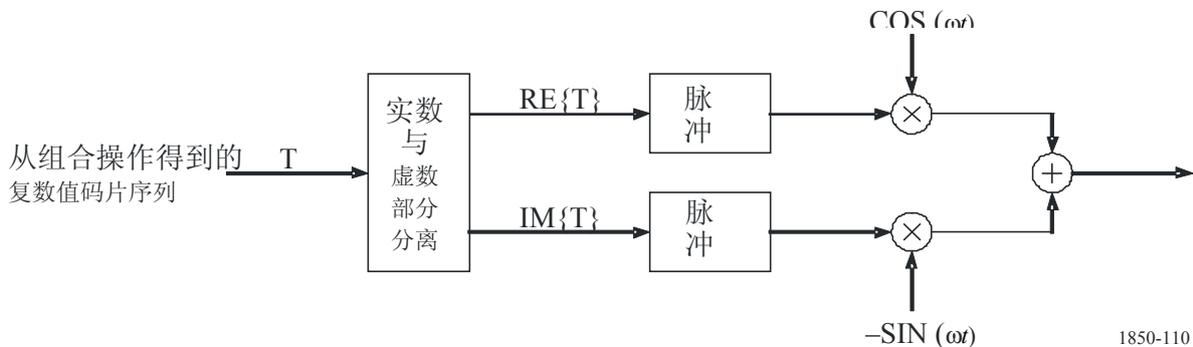
在下行链路中，DPCH的数据调制为QPSK。

已调DPDCH和DPCCH是时分复用的。

图110表示下行链路调制的配置。

图110

下行链路调制



4.3.7.4.4 程序

4.3.7.4.4.1 波束搜索

在波束搜索期间，UE搜索卫星的波束并确定那个卫星波束的下行链路扰频码和公共信道的帧同步码。

在波束搜索期间，MES搜索卫星的波束并确定那个波束的下行链路扰频码和帧同步码。波束搜索是典型地按照三个步骤完成的：

步骤 1: 波束同步

在波束搜索过程的步骤1期间，MES利用SCH的主同步码获取对波束的时隙同步。利用与所有波束共用的主同步码匹配的单一匹配滤波器(或任何类似部件)就能做到这一点。通过检测匹配滤波器的输出峰值就能获得波束的时隙定时。

步骤 2: 帧同步于码群识别

在波束搜索过程的步骤2期间，MES利用SCH的次同步码寻找帧同步并识别在步骤1中找到的波束的码群。通过使接收到的信号与所有可能的次同步码序列相关联，并识别出最大相关值的方法就能做到这一点。因为该序列的循环移位是唯一的，那么就能确定码群以及帧同步。

步骤 3: 扰频码的识别

在波束搜索过程的步骤3和最后一步期间，MES要确定由已找到波束使用的正确的主扰频码。通过一个符号一个符号的在CPICH上、与步骤2中识别的码群内的所有编码相关联的方法，识别出主扰频码。在主扰频码已被识别后，就能检测主CCPCH、同时能读出系统与波束特定的BCH信息。

在步骤1和步骤2期间，因多普勒漂移造成的载频差错，可能需要大致的频率搜索和/或差分检测技术。

在步骤2和步骤3期间，MES能够利用有关卫星星座及其位置的本地存储的信息。这一点便可减少波束搜索的时间。

4.3.7.4.4.2 随机接入

4.3.7.4.4.2.1 RACH规程

在MAC层，当数据要重发时，MES就选择RACH的类型并启动重发循环周期。如果重发循环周期的数量大于最大的重发循环周期，则MES就终止执行程序并向较高一层报告。

在每一重发循环周期的开始，MES用更新值刷新与RACH规程有关的参数，这些参数包含在BCH上的系统信息的报文广播内。然后MES就决定是否按照持续性值、开始在当前帧内传输RACH。如果不允许传输，MES就从下一帧的持续性校验重复。如果允许传输，MES就以升斜面重传周期启动。如果循环周期数大于最大的升斜面重传，则MES就在下一帧内重新启动重传循环周期。

在升斜面重传周期内，该MES应按照下述步骤完成物理随机访问规程：

步骤1: 为了在给定ASC内的一组可用的RACH子信道、在下一个完全访问时隙组内，获取可用的上行链路访问时隙。在前已确定的访问时隙中，随机地选择一个访问时隙。如果在选择的一组内无可用的访问时隙，则可以从下一组访问时隙内，选择一个与给定ASC中的一组可用的RACH子信道相对应的上行链路访问时隙；

步骤 2: 从给定ASC内的一组可用签名中随机选择一个签名；

步骤3: 将报头重传计数器值设置为最大的报头重传值；

步骤 4: 将可用的报头功率设置为初始报头功率;

步骤 5: 在可用的报头功率超过允许的最大值情况下, 将报头传输功率设置为可允许的最大值。否则将报头传输功率设置为可用的报头功率。利用所选择的上行访问时隙、签名和报头传输功率发送一个报头;

步骤 6: 如果在与所选择的上行链路访问时隙相对应的下行链路访问时隙内、未检测到与所选择的签名对应的正捕获或副捕获指示符, 则采取下述步骤:

步骤 6.1: 在给定ASC中的一组可用的RACH内, 选择下一个可用的访问时隙。

步骤 6.2: 在给定ASC内的一组可用的签名中, 随机选择一个新的签名。

步骤 6.3: 将可用的报头功率增加 $\Delta P_0 = \text{Power Ramp Step (dB)}$ 。如果该可用报头功率比允许的最大功率超过6 dB, 则MSE可将L1状态(“No ack on AICH”)传递给较高一层(MAC)、并退出物理随机访问的执行程序。

步骤 6.4: 将报头重传计数值减少1。

步骤 6.5: 如果报头重传计数值 > 0 , 则从步骤5重复。否则, 将L1状态(“No ack on AICH”)(在AICH上无认可信息)传递给较高一层(MAC)、并退出物理随机访问的执行程序。

步骤 7: 如果在与所选择的上行链路访问时隙相对应的下行链路访问时隙内、检测到与所选择的签名对应的副捕获指示符, 则将L1状态(“Nack on AICH received”)(在AICH上收到否认信息)传递给较高一层(MAC)、并退出物理随机访问的执行程序。

步骤 8: 根据AICH的传输定时参数的情况, 在最后一个已发送报头的上行链路访问时隙之后, 发送随机访问报文的三或四个上行链路访问时隙。随机访问报文控制部分的传输功率应该是 P_{p-m} (dB)、大于已发送的最后报头的功率。

步骤 9: 将L1的状态“已发送的RACH报文”(“RACH message transmitted”)传递给较高层、并退出物理随机访问的执行程序。

在RACH报头和报文的传输规程中, 以下行链路载频的多普勒漂移发射为基础, MES就可以采用多普勒补偿技术。

如果在随机访问程序期间的任何时间、在较高一层(RLC或RRC)接收到对已发送的RACH报文的相应报文, 则MES应该停止执行RACH程序。

4.3.7.4.4.2.2 CPCH规程

对于分配给一个波束的一组CPCH内的每一个CPCH物理信道, 物理层的参数包括在BCH内的系统信息报文中。物理层应该完成下述的CPCH规程:

步骤 1: 接收到MAC层的访问要求之后, MES应测试最近传输的SI值。如果该值指示出最大可用的数据传输速率小于所要求的数据速率, 则该MES就放弃访问意图。

步骤 2: MES将报头发送功率置为报头初始功率(Preamble_Initial_Power)。

步骤 3: MES将AP重传计数器值设置为 $N_{AP_Retrans_Max}$ 。

步骤 4: MES利用与所要求的数据速率相对应的、访问资源组合的访问帧子信道群, 获取可用的访问帧。该MES从所获取的可用访问帧中, 随机选择一个上行链路访问帧。当子访问帧被用做PRACH时, MES就从已选择的访问帧内的偶数和奇数子访问帧中, 随机地选择一个子访问帧。

步骤 5: MES从与所要求的数据速率相对应的、访问资源组合的一组可用签名中, 随机地选择一个AP签名。

步骤 6: MES从CD签名组内随机地选择一个CD签名。

步骤 7: 在 $-\tau_{off,max} - \tau_{off,max}$ 的范围内随机选择一个传输时(间)偏(差) τ_{off} 。

步骤 8: MES应该测试状态指示符的值。如果该值指示出最大可用数据速率小于所要求的数据速率, 则该MSE应放弃这一访问意图、并向MAC层发送一个失败报文。否则, MSE就利用已选择的上行链路访问帧(或子访问帧)、签名、传输时偏和初始报头传输功率等发送AP, 并且以和AP相同的功率成功发送一个CD报头。

步骤 9: 如果MES没有从对应于已选上行链路访问帧(或子访问帧)的下行链路访问帧(或子访问帧)内的APA/CD/CA-ICH中, 分别检测到AP的正或负捕获指示符和对应于AP签名及CDP签名的CDI, 则应执行下述步骤:

步骤 9a): 在所用的子信道群内选择下一个可用的访问帧。当子信道帧用于PRACH时, MES就在已选择的访问帧内的偶数与奇数访问帧之间, 随机地选择一个子访问帧。

步骤 9b): 从CD签名组内选择一个新的CD签名。

步骤 9c): 将报头传输功率增加 ΔP (即功率偏差)。一般情况下功率偏差用 ΔP_0 。除非当时工作的是负的AICH定时器时就用 ΔP_1 代替。

步骤 9d): 将AP重传计数器值增加1。

步骤 9e): 如果AP重发计数器值 < 0 , 则MES就放弃这次访问意图、并发送一个失败报文给MAC层。如果AP重发计数器值等于或大于0, 则该MES就从步骤7重复。

步骤 10: 如果MES从对应于已选择上行链路访问帧(或子访问帧)的下行链路访问帧(或子访问帧)内的APA/CD/CA-ICH中, 检测到与已选择AP签名相对应的负的AP捕获指示符, 则该MES就放弃这次访问意图并向MAC层发送一个失败报文。该MES设置负的AICH定时器以便指示要采用 ΔP_1 作为报头功率偏差、直至该计时器计满。

步骤 11: 如果MES接收到的是对应于已选择AP签名的正的AP捕获指示符、而且还接收到一个其签名并不与CD报头中的签名相匹配的CDI, 那么该MES就放弃访问意图并向MAC层发送一个失败报文。

步骤 12: 如果MES接收到一个正的AP捕获指示符、以及从一个具有匹配签名的APC/CD/CA-ICH接收到一个CDI, 而且如果CA报头向PCPCHs中的一个指出已经被最后收到的CSICH广播释放, 则该MES按照从AP/CDP起始测得的时间滞后 τ_{p-ip} ms后发送起始传输报头。起始传输功率应该比AP/CDP的功率高 ΔP_{p-m} (dB)。在初始传输报头之后, 要立即启动突发的起始报文部分。按照与CPCH-CCPCH上的PCPCH、相关联的下行链路缝隙中的TPC命令, 完成报文部分的功率控制。

步骤 13: 在CPCH分组数据传输期MES和卫星RAN对PCPCH报文部分完成环内功率控制。

在报头和报文传输中, 根据下行链路载频的多普勒漂移发射, MES可以采用多普勒预补偿技术。

4.3.7.4.4.3 功率控制

4.3.7.4.4.3.1 开放式环路的功率控制

开放式环路功率控制用来调节物理随机访问信道的发送功率。在传输一个随机访问帧之前, MES对接收到的下行链路主公共控制物理信道的功率, 进行长时间的测量以便消除非可逆多通路衰减的影响。从估算得到的功率和所了解的主CCPCH的发送功率(BCCH上的广播), 就能够找到下行链路的通路损耗、包括静区衰减。从对这一通路损耗的估算以及对上行链路干扰电平和所要求的已接

收SIR的了解，就能够确定物理随机访问信道的发送功率。该上行链路干扰电平和所要求的已接收SIR是BCCH上的广播信息。

开放式环路功率控制也可用于专用业务信道的建立，并且作为选项将其连续激活直至该专用业务信道被释放。

4.3.7.4.4.3.2 闭合环路功率控制

根据MSE对下行链路的测量报告和对上行链路的信号测量，由第3层(RRC)处理缓慢的闭合环路功率控制。

此外，第1层的闭合环路控制采用每帧的一个周期性的发送功率控制(TPC)。

4.3.7.4.4.4 波束选择发送的发散性

波束选择传输分集(SSTD)是软提交中的一种宏发散性方法。这种方法在卫星RAN内是任选的。MES通过对所接收的、由运行波束发送的CPICHs信号功率进行测量的方式，周期性地从其运行的一组波束内选择一个波束作为“主要波束”，而所有其他波束均为“非主要波束”。通过检测，将具有最高CPICH功率的波束作为主要波束。在下行链路的DPDCH不从非主要波束发送时，则从主要波束发送。

为了选择主要波束，给每一个波束指定一个临时标识符(ID)，并且MSE周期性地将ID告知所连接的波束。MES经过上行链路上的FBI字段将主要波束的ID传送给运行的波束。

在SSTD期间，为每个波束给定一个临时ID，且将该ID用做波束选择信号。一组15位的ID编码是在一无线电帧内发送的。

如果同时满足下述条件，则认为波束的状态是非主要的：

- 接收到的ID码与自己的ID码不匹配；
- 接收到的上行链路质量满足网络规定的质量门限。

运行组内波束的状态(主要或非主要)是同步更新的。如果一个波束在上行链路的j号帧内接收到已编码的ID，那么波束的状态就在下行链路的第(j + 1 + T_{os})号帧内被更新，此处 T_{os} 是由较高层提供的(T_{os} 的值是按照波束的往返时延由网络确定的)。

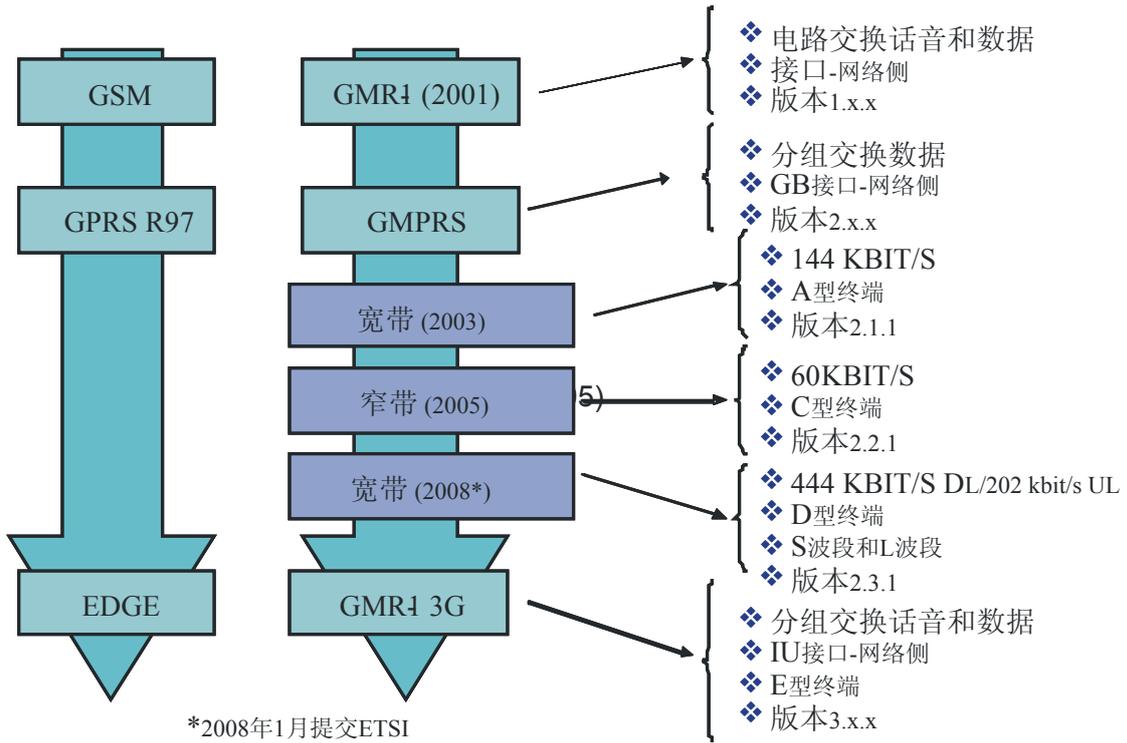
4.3.8 卫星无线电接口H的技术要求

SRI-H空中接口是一种进化的第三代(3G)移动卫星系统的空中接口，它是以早已证明并采用的GMR-1空中接口为基础的。GMR-1(地球移动无线电-1)是一种移动卫星空中接口规范，已经在2001年、通过ETSI (ETSI TS 101 376)和TIA (S-J-STD-782)两个文件发布。ETSI的版本已经通过改进、附加特性和日常的修修补补而更新了多次。本部分是该空中接口的简单综述。有关较全面的阐述请见已出版的规范。为使GMR-1空中接口于2008年演变成为ETSI的GMR-1 3G空中接口规范，现正在将3G的一些特性和服务引入GMR-1并进行审查。

GMR-1的开发和标准化的途径，是跟随着图111所示的GSM/EDGE无线电接入网或GERAN的演变路线的。

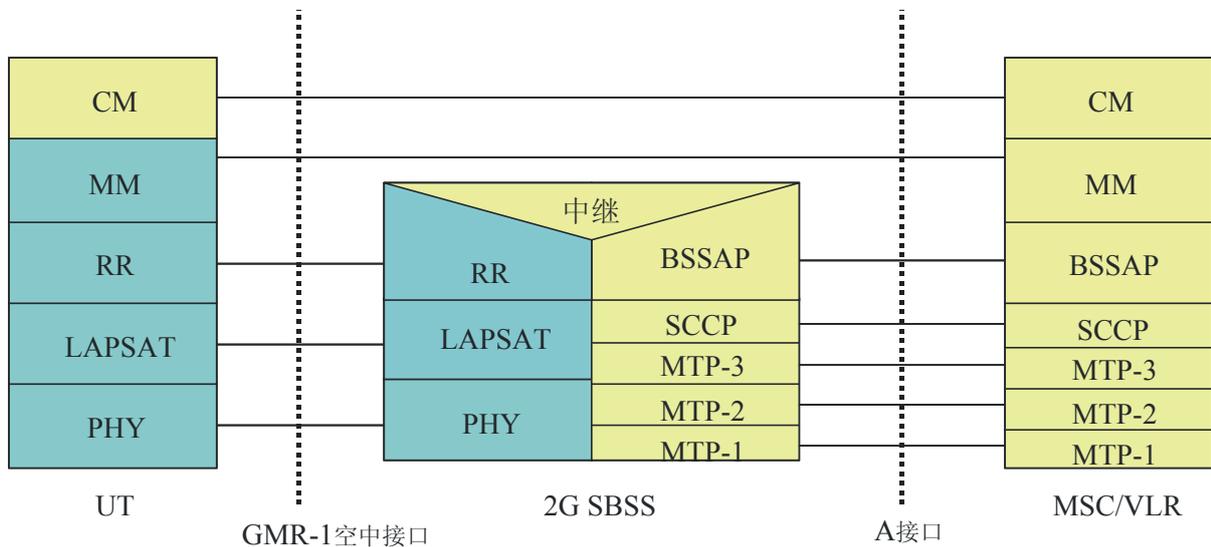
以TDMA为基础的GMR-1空中接口规范、又在GSM协议的体系结构的基础上、添加了卫星特定的优化并采用了与核心网的A接口后、于2001年首次成为ETSI标准(GMR-1 第1版)。GMR-1 第1版支持与GSM兼容的服务并再次利用GSM网的基础设施。所设计的网络能被双模终端(卫星终端/地面终端)使用，从而允许用户在GMR-1无线网和GSM地面网之间漫游。特性包括有效利用频谱的语音、时延允许的传真、速率高达9.6 kbit/s的可靠不透明数据服务、SMS、蜂窝广播服务、定位服务、用户身份模块(SIM)漫游、高空飞行报警和卫星单跳端-端呼叫等。以GMR-1 第1版为基础的系统今天正在欧洲、非洲、亚洲和中东使用。

图111



1850-111

图112



1850-112

ETSI SES技术委员会对电路交换的规范，已经在2002年(1.2.1 版本)和2005年(1.3.1版本)进行了另外两次更新。

GMR-1在前向链路上采用时分复用、在返程链路上采用时分多址。

2003年为GMR-1增加了分组交换数据的功能，并颁布了GMPRS-1(地球移动分组无线电系统)或GMR-1 第2版。GMPRS-1能够为采用GPRS技术(具有与核心网的一种Gb接口)的终端提供IP数据业务。图113和图114表示有关利用Gb接口、连接核心网的用户面板和控制面板的、GMR-1空中接口协议的体系结构。在协议层的PHY层和MAC层引入了许多增强卫星特性的内容，以便改善通过量和提供较好的频谱利用率。

图113

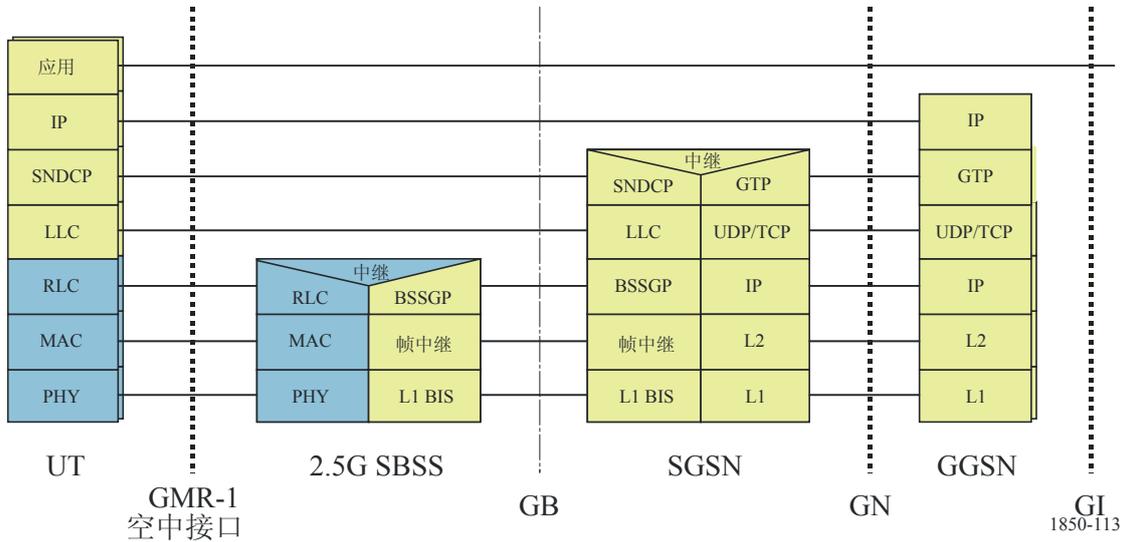
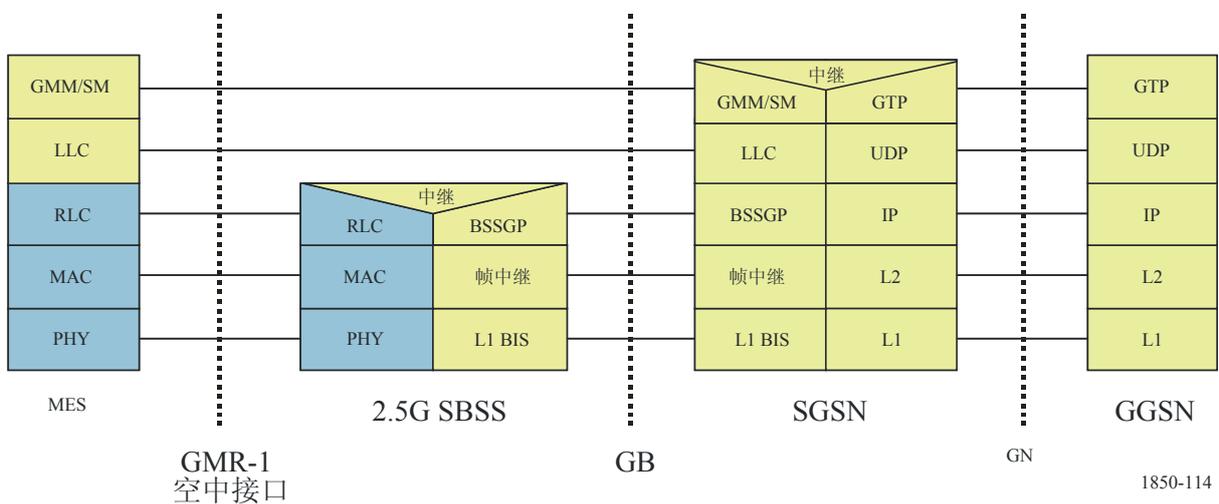


图114



GMPRS-1 2.1.1版本支持高达144 kbit/s速率的双向分组数据传输、跨接用户的服务质量(QoS)鉴别和动态链路适配。2005年颁布的GMPRS-2. 2.1版本支持为手持终端提供窄带分组数据业务，其允许速率是：上行链路28.8 kbit/s、下行链路64 kbit/s。为新版本的A5尺寸移动终端提供的宽带分组业务被扩展至：前向链路444 kbit/s、返程链路202 kbit/s，该新版本正在由ETSI SES移动卫星系统(MSS)技术委员会进行审查。这一新版本将作为GMPRS-1 2.3.1.版本颁布。该系统也允许通过外接天线改善速率，使其上行链路的速率高达400 kbit/s。这一组最新的规范在PHY层采用了现代化技术如LDPC编码和32-APSK调制，并能提供双向信息传输业务。

采用GMR-1第2版的系统已经在现场成功使用，并正扩大在欧洲、非洲、亚洲和中东的使用。

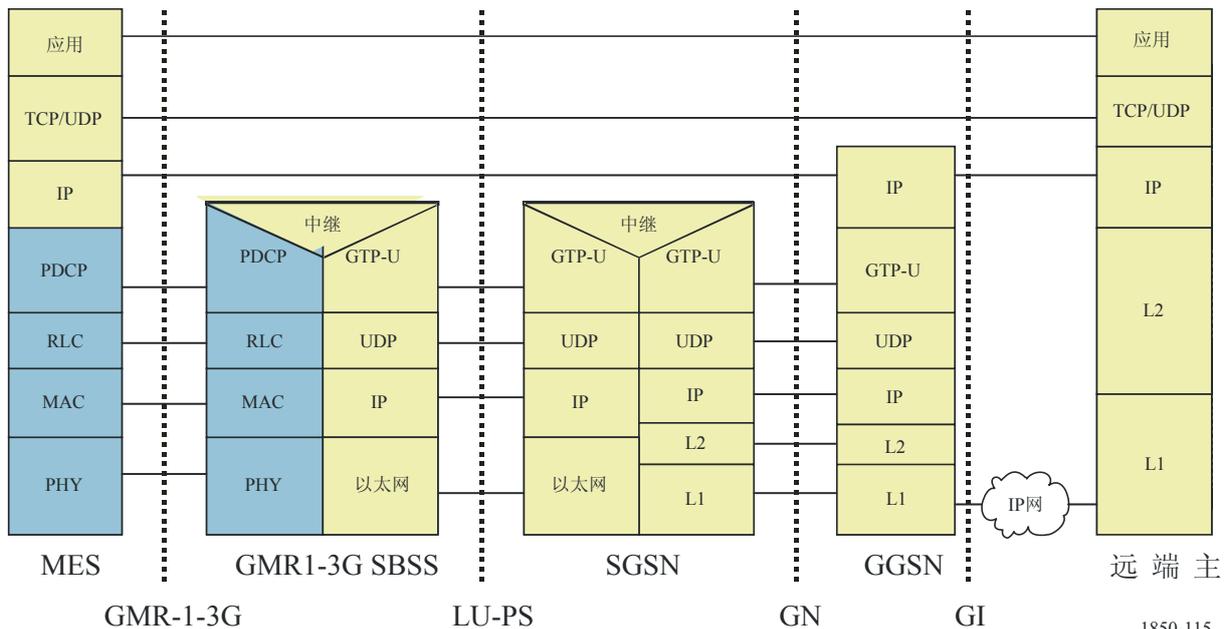
GMR-1 3G现正被提交到ETSI SES MSS技术委员会于本年度进行审查，准备在IMT-2000卫星无线电接口系列中作为无偿标准。GMR-1 3G是以适应ETSI TDMA EDGE无线电空中接口(见ITU-R M.1457-6建议书, IMT-2000 TDMA Single-Carrier)为基础的。因此，GMR-1 3G就是相当于EDGE的卫星接口标准。协议的体系结构是以3GPP第6版为基础，但是空中接口是TDMA。与ETSI 3GPP规范一样，所以卫星基站等效于GERAN。所设计的GMR-1 3G要满足第三代(3G)无线电通信系统卫星部分的要求。

GMR-1 3G规范在无线网和核心网之间采用Iu-PS接口。目标是允许MSS运营者提供一种所谓的以“前视全部IP IMS”为基础的服务。这一空中接口包括的关键特性如下：

- 具有零字节报头压缩的有效频谱多速率VoIP
- 为具有地面波形因子UTs的链路闭合用的增强波形
- 高达 592 kbit/s的通过量
- 多载频带宽运行
- 多终端类型-手持、PDA、车载、便携和固定终端等
- IP多媒体服务
- 跨接用户的已鉴定QoS(服务质量)和应用
- 动态链路适配
- IPv6 兼容性
- 性能增强代理
- 地面/卫星转移
- 具有COTS核心网的未修改非接入层(NAS)协议。

现正在为全世界以1.5/1.6 GHz和2 GHz频带运行的MSS运营者、开发以GMR-1 3G空中接口规范为基础的其他目标特性，包括MBMS和资源有效的按钮操作传话。图115和图116表示有关利用Iu-PS接口、连接核心网的用户面板和控制面板的、GMR-1 3G空中接口的协议体系结构。

图115



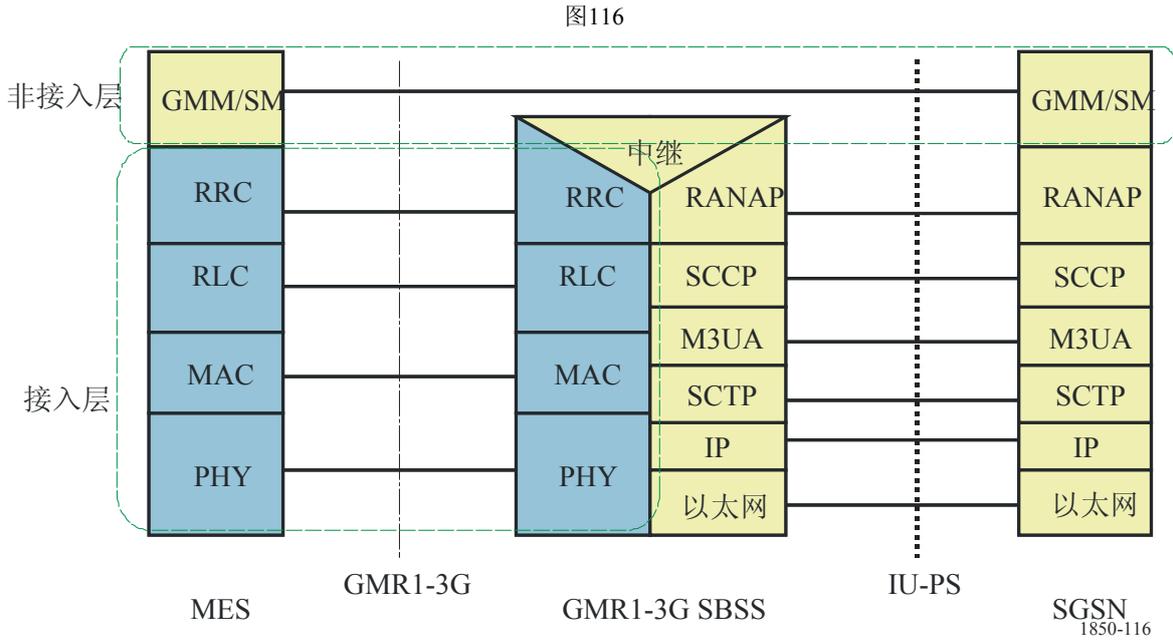
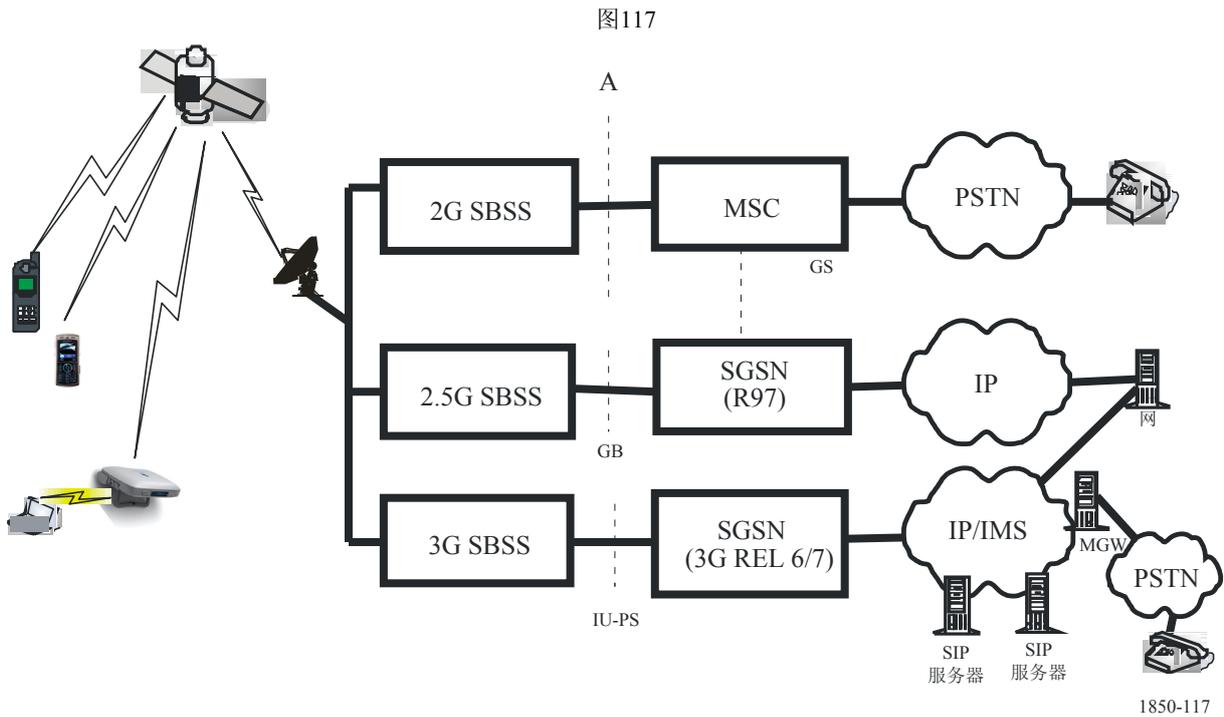


图117描绘出如何使用具有不同核心网接口的GMR-1 3G空中接口的端-端体系结构。运营者可任选一种单个的体系结构(A, Gb, Iu-PS)或某种组合。

本说明中“GMR-1”意指空中接口的属性和采用A接口和Gb接口的系统属性。在某种特定属性仅仅适用于A接口或Gb接口的地方，就分别称其为GMR-1 (A 模式)或GMR-1 (Gb 模式)。GMR-1 3G这一术语意指空中接口的属性和采用Iu-PS接口的系统的属性，并称其为GMR-1 3G (Iu 模式)。如果不涉及到接口，属性对于全部接口都是共同的。



GMR-1 3G以FDD模式运行，而该FDD模式具有从31.25 kHz 至最高312.5 kHz的射频信道带宽。提供精细的频谱粒度从而使不同系统内比较容易地共享频谱。

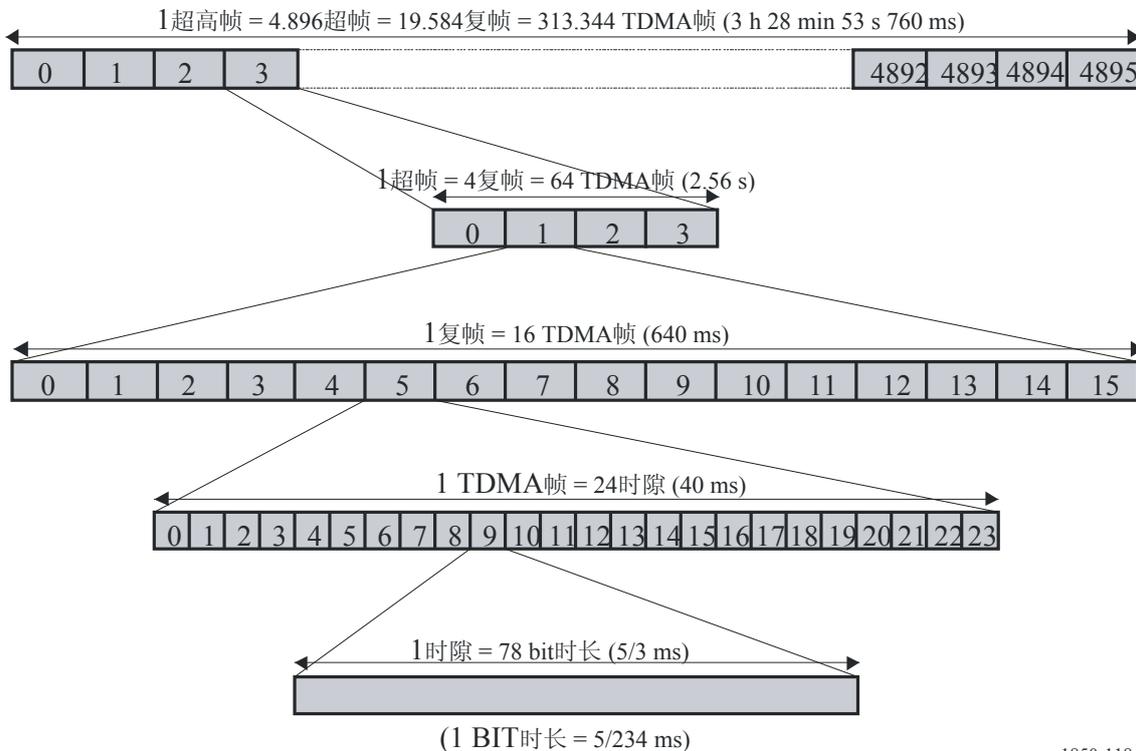
GMR-1 3G提供从1.2 至最高592 kbit/s的大范围侧位服务。可支持的高质量电信业务包括高质量电话和覆盖全球卫星环境的数据业务。

4.3.8.1 时间结构

图118表示时间参考结构(ETSI TS 101 376-5-7)。每一TDMA帧内的时隙是从0-23加以编号的，而且有一个特定的时隙是用它的时隙号(TN)表示的。TDMA帧是用帧号(FN)编号的。帧号码是循环的且其范围是0- FN_MAX = (16 × 4 × 4 896) - 1 = 313 343。每当某一TDMA帧结束时，帧号就增加。帧号从0 -FN_MAX的一个完整的循环被定义为超高帧。其他的帧组合如下述：

- 复帧。每一复帧由16 TDMA帧组成。要对复帧进行排列从而使复帧内的第一帧的FN(因模数是16)始终是0；
- 超帧。每一超帧由4复帧组成。要对超帧进行排列从而使超帧内的第一帧的FN(因模数是64)始终是0；
- 系统信息循环。系统信息循环具有和超帧相同的间隔。但是，系统信息循环的第一帧要被延迟，延迟的数量是从一个超帧启动算起的帧的整数(0-15)。为了减少对卫星峰值功率的要求，实际时延可从点波束到点波束随意变化。利用FCCH和BCCH达到在MES处的系统信息循环的同步。

图118



4.3.8.2 信道

要求无线电子系统支持一定数量的逻辑信道ETSI TS 101 376-5-2, 可将其分为两大类:

- 通信信道(TCHs);
- 控制信道(CCHs)。

4.3.8.2.1 通信信道

表52列出了电路交换或A模通信信道。这些通信信道都是双向的。

表52

| 信道类型 | 用户的通信功能 | 净数据传输率 | 调制 | 信道编码 |
|------|---|--------------|---------------|-------|
| TCH3 | 编码话音 | 5.85 kbit/s | $\pi/4$ CQPSK | Conv. |
| TCH6 | 用户数据: 4.8 kbit/s 传真: 2.4或4.8 kbit/s | 11.70 kbit/s | $\pi/4$ CQPSK | Conv. |
| TCH9 | 用户数据: 9.6 kbit/s 传真: 2.4; 4.8或9.6 kbit/s | 17.55 kbit/s | $\pi/4$ CQPSK | Conv. |

规定分组信道提供8.8 kbit/s和587.2 kbit/s之间的数据传输率。

一条分组数据通信信道(PDTCH)、与为了传输数据而分配给物理信道上的单一MES的资源相对应。可能有不同的逻辑信道复用同一条PDTCH。PDTCH采用 $\pi/2$ BPSK, $\pi/4$ QPSK, 16 APSK, 或32 APSK调制。所有的分组数据通信信道都是单向的, 上行链路(PDTCH/U)用做起始的移动分组传送, 而下行链路(PDTCH/D)用做结束的移动分组传送。

利用PDTCHs、以Gb或Iu模式中的任何一种模式进行分组数据通信。表53表示以Gb模式进行分组数据通信的情况, 表54表示以Iu模式进行分组数据通信的情况。用后缀(m, n)定义不同的PDTCHs, 此处 m 表示映射有PDTCH的物理信道的带宽即 $m \times 31.25$ kHz, n 定义了分配给这一物理信道的时隙的数量。表53和表54综合了几种不同类型的分组数据通信信道, 以下是表53的主要内容: PDTCH($m, 3$), 其中($m = 1, 4, 5$ 和 10), 突发间隔5 ms; PDTCH($m, 6$), 其中($m = 1, 2$), 突发间隔10 ms; 和PDTCH($m, 12$), 其中($m = 5$), 突发间隔20 ms。

当把一条专用信道(DCH)分配给以分组专用方式工作的终端时, 就用一条专用通信信道(DTCH)传送用户的业务数据。DTCH是单向的。DTCH/U被用做上行链路而DTCH/D被用做下行链路。一条DTCH可支持速率为2.45或4.0 kbit/s的编码话音通信。表54综合了几种不同类型的分组数据通信信道, 以下是表54的主要内容: DTCH($m, 3$), 其中($m = 1, 4, 5$ 和 10), 突发间隔5 ms; DTCH($m, 6$), 其中($m = 1, 2$), 突发间隔10 ms; 和PDTCH($m, 8$), 其中($m = 1$), 突发间隔13.333 ms。

表53

| 信道 | 方向 (U:上行链路, D:下行链路) | 符号传输速率 (ksymbol/s) | 信道编码 | 调制 | 传输带宽 (kHz) | 峰值有效负载的传输 速率(无 CRC) (kbit/s) | 峰值有效负载的传 输速率(有 CRC) (kbit/s) |
|--------------|---------------------------|-----------------------|-------|---------------|---------------|------------------------------------|------------------------------------|
| PDTCH(4,3) | U/D | 93.6 | Conv. | $\pi/4$ -QPSK | 125.0 | 113.6 | 116.8 |
| PDTCH(5,3) | U/D | 117.0 | Conv. | $\pi/4$ -QPSK | 156.25 | 145.6 | 148.8 |
| PDTCH(1,6) | U/D | 23.4 | Conv. | $\pi/4$ -QPSK | 31.25 | 27.2 | 28.8 |
| PDTCH(2,6) | D/D | 46.8 | Conv. | $\pi/4$ -QPSK | 62.5 | 62.4 | 64.0 |
| PDTCH2(5,12) | D | 117.0 | LDPC | $\pi/4$ -QPSK | 156.25 | 199.2 | 199.6 |
| PDTCH2(5,12) | D | 117.0 | LDPC | 16-APSK | 156.25 | 354.8 | 355.2 |
| PDTCH2(5,12) | D | 117.0 | LDPC | 32-APSK | 156.25 | 443.6 | 444.0 |
| PDTCH2(5,12) | U | 117.0 | LDPC | $\pi/4$ -QPSK | 156.25 | 199.2 | 199.6 |
| PDTCH2(5,12) | U | 117.0 | LDPC | 16-APSK | 156.25 | 399.2 | 399.6 |
| PDTCH2(5,3) | U/D | 117.0 | LDPC | $\pi/4$ -QPSK | 156.25 | 169.6 | 171.2 |
| PDTCH2(5,3) | U/D | 117.0 | LDPC | 16-APSK | 156.25 | 342.4 | 344.0 |
| PDTCH2(5,3) | U/D | 117.0 | LDPC | 32-APSK | 156.25 | 380.8 | 382.4 |

表54

| 信道 | 方向 (U:上行链路, D:下行链路) | 符号传输速率 (ksymbol/s) | 信道编码 | 调制n | 传输带宽 (kHz) | 峰值有效负载的传输速 率(无CRC) (kbit/s) | 峰值有效负载的传输 速率(有CRC) (kbit/s) |
|--------------|---------------------------|-----------------------|-------|---------------|---------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| PDTCH(1,6) | U/D | 23.4 | Conv. | $\pi/4$ -QPSK | 31.25 | 27.2 | 28.8 |
| DTCH(1,3) | U/D | 23.4 | Conv. | $\pi/4$ -QPSK | 31.25 | 28.8 | 32.0 |
| DTCH(1,6) | U/D | 23.4 | Conv. | $\pi/2$ -BPSK | 31.25 | 14.4 | 16.0 |
| DTCH(1,6) | U/D | 23.4 | Conv. | $\pi/4$ -QPSK | 31.25 | 8.8 | 10.4 |
| DTCH(1,8) | U/D | 23.4 | Conv. | $\pi/2$ -BPSK | 31.25 | 10.8 | 12.0 |
| PDTCH3(2,6) | U/D | 46.8 | Turbo | $\pi/4$ -QPSK | 62.5 | 62.4 | 64.0 |
| PDTCH3(5,3) | U/D | 117.0 | Turbo | $\pi/4$ -QPSK | 156.25 | 156.80 | 160.00 |
| PDTCH3(5,3) | D | 117.0 | Turbo | 16-APSK | 156.25 | 252.80 | 256.0 |
| PDTCH3(5,12) | U/D | 117.0 | Turbo | $\pi/4$ -QPSK | 156.25 | 185.2 | 186.0 |
| PDTCH3(5,12) | D | 117.0 | Turbo | 16-APSK | 156.25 | 295.2 | 296.0 |
| PDTCH3(10,3) | D | 234.0 | Turbo | $\pi/4$ -QPSK | 312.50 | 344.0 | 347.20 |
| PDTCH3(10,3) | D | 234.0 | Turbo | 16-APSK | 312.50 | 587.20 | 590.40 |

公共用户信息(PUI)和私人用户信息(PRI)

MAC/RLC 码组由 PUI (公共用户信息)和PRI (私人用户信息)组成, 如图119 (ETSI TS 101 376-4-12)所示。

图119



1850-119

有效负载是由链路层传送到物理层的私人信息(PRI)。PRI 包括 MAC的信息头和其他较高层的开销。峰值有效负载传输率(无CRC)被定义为: 在连续传输(即利用一帧内的全部24时隙)情况下, 可达到的最大PRI数据传输率。以上峰值速率是这样获得的: 对于 PDTCH(4,3)和PDTCH(5,3), 采用3/4 的速率编码, 而对于PDTCH(1,6)和PDTCH(2,6), 采用4/5的速率。LDPC 编码的 PDTCH2(5,12)和LDPC 编码的 PDTCH2(5,3)的峰值速率, 是针对具有下列编码率组合的不同的调制方式得到的:

- 下行链路: 32 APSK 速率 4/5, 16 APSK 速率 4/5, $\pi/4$ QPSK 速率 9/10。
- 上行链路: 16 APSK速率 9/10, $\pi/4$ QPSK 速率 9/10。

Turbo编码的 PDTCH2(5,12)和PDTCH2(5,3)的峰值速率, 是针对具有下列编码率组合的不同的调制方式得到的:

- 下行链路: 16 APSK 率 2/3, $\pi/4$ QPSK 率 5/6。
- 上行链路: $\pi/4$ QPSK 率 5/6。

Turbo编码的 PDTCH3(10,3))的峰值速率, 是针对具有下列编码率组合的不同的调制方式得到的:

- 下行链路: 16 APSK 率 2/3, $\pi/4$ QPSK率 5/6。

4.3.8.2.2 控制信道

控制信道(ETSI TS 101 376-5-2)旨在传送信令信息或同步数据。定义了三种类型的控制信道: 广播控制信道、公共控制信道和专用控制信道。又定义了这三种控制信道类型中的特定信道。和通信信道一样, 有些控制信道适用于A, Gb和Iu模式, 而有些则特定用于一个模式子集。在不指明模式的情况下, 控制信道适用两种模式。对两组控制信道做了定义。视可用的卫星e.i.r.p.的不同, 一组控制信道可能优先于其他一组控制信道。所有广播和公共控制信道都是在31.25 kHz载频上传送。

广播控制信道包括

FCCH或FCCH3

FCCH或FCCH3传送的是移动地球站(MES)的频率校正信息。只有无线电子系统的运行才要求频率校正。FCCH用做MES的系统信息循环的同步。FCCH仅为下行链路。

FCCH突发是一种跨越三时隙的实际线性调频脉冲信号。已传送突发信号的包迹定义如下(ETSI TS 101 376-5-4):

$$x(t) = p(t) \left[e^{j\varphi_0} \sqrt{2} \cos(0.64\pi(t - 58.5T)^2) \right]$$

此处 φ_0 是随机相位、 $p(t)$ 是已颁布规范规定的斜坡函数。这一信号定义了线性调频脉冲的扫描范围是(-7.488 kHz, 7.488 kHz)。

FCCH3突发是一种跨越十二时隙的实际线性调频脉冲信号，已传送突发信号的包迹定义如下：

$$x(t) = p(t) \left[e^{j\varphi_0} \sqrt{2} \cos(0.32\pi(t - 234T)^2) \right]$$

此处 φ_0 是随机相位、 $p(t)$ 是已颁布规范规定的斜坡函数。这一信号定义了线性调频脉冲的扫描范围是(-3.744 kHz to 3.744 kHz)。

GBCH或GBCH3

GBCH或GBCH3向MESs传送全球定位系统(GPS)的定时信息和GPS的卫星位置推算表信息。(以下所述的PCH也可能包含日历数据)。GBCH仅仅是下行链路。

每一GBCH突发包含108位的信息，并且是采用双时隙的DC2突发的广播信息。DC2突发利用 $\pi/4$ CQPSK调制并采用卷积码编码。GBCH3包含的信息与GBCH包含的信息相同，但是，是经过了格式化以便适合DC12突发的结构。DC12突发的结构采用 $\pi/2$ BPSK调制和卷积码编码。每一GBCH3突发包含192位信息。

BCCH

BCCH向MESs传送广播系统信息且仅为下行链路。(ETSI TS 101 376-4-8)叙述了BCCH系统信息的参数。每一BCCH突发包含192位信息。BCCH是利用BCCH突发结构或利用DC12突发结构的广播。该BCCH突发结构长6时隙、采用 $\pi/4$ CQPSK调制和卷积码编码。

公共控制信道

CCCH包括下列公共控制型的信道。

PCH

寻呼信道(PCH)：仅仅是下行链路，用于寻呼MESs。每一PCH突发包含192位信息，并且是利用6时隙长的DC6突发或DC12突发。DC6突发是采用 $\pi/4$ CQPSK调制的广播且为卷积码编码。

RACH或RACH3

随机访问信道(RACH)：仅仅是上行链路，用于请求分配通信信道资源。

AGCH

访问准许信道(AGCH)：仅为下行链路，用来给终端分配通信信道资源。每一AGCH突发包含192位信息并且是利用6时隙长的DC6突发或DC12突发的广播。

BACH

基本告警信道(BACH)：仅为下行链路，用来向MESs告警。每一BACH突发是2时隙间隔 并且是采用6PSK的广播。

4.3.8.3 FEC

GMR-1 3G采用各种现代科学技术的方案(ETSI TS 101 376-5-3)。表55列出GMR-1 3G支持的FEC方案。

表55

| FEC 编码 | FEC 码组尺寸 (信息位) | 评论 |
|-----------------|---------------------|---|
| 卷积码 | 20-1 000 bits之间 | 限制长度 $K = 5, 6, 7, \text{ and } 9$. $1/4, 1/3, \text{ and } 1/2$ 率的母码.通过收缩的各种速率.小的FEC码组的尾位 |
| Turbo码 | 200-6 000 bits之间 | 以3GPP/3GPP2 Turbo 码为基础. 通过收缩的各种速率 |
| R-S码 | 9个信息符号的码组, 每个信息符号4位 | 系统 (15,9) R-S码 |
| 扩展的戈莱码 | 12 位信息位 | (12,24) 扩展的戈莱码 |
| LDPC 低密度奇偶校验) 码 | 500-9 000 bits之间 | 以 DVB-S2 LDPC为基础. 进一步对短的FEC的码组长度进行优化 |
| CRC (循环冗余校验) 码 | 20-9 000 bits之间 | 3, 5, 8, 12, 16 bit CRC的差错校正 |

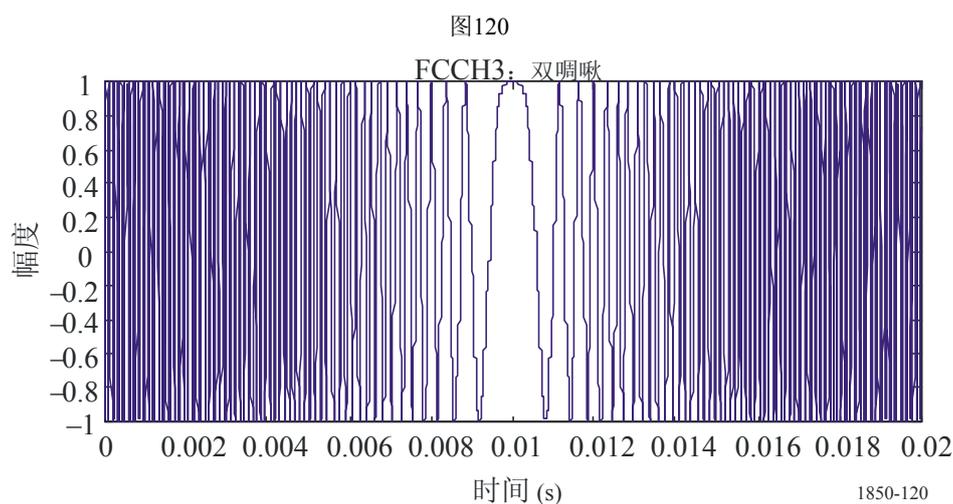
在调制之前, 要对FEC的已编码位额外地加以收缩、交织和扰频。其细节可在ETSI TS 101 376-5-3内找到。

4.3.8.4 调制

GMR-1 3G采用ETSI TS 101 376-5-4规定的功率和有效利用频谱的调制。规定的调制方案是:

- 双线性调频脉冲;
- $\pi/2$ -BPSK, $\pi/4$ -QPSK, 16 APSK和32 APSK。

双线性调频脉冲(双啁啾)示于图120。双线性调频脉冲是一种恒定包络的调频信号, 用于UT的起始定时和频率校正信道(FCCH)的频率捕获。



根据数据速率, 控制信道采用 $\pi/2$ -BPSK或 $\pi/4$ -QPSK, 通信信道采用 $\pi/2$ -BPSK, $\pi/4$ -QPSK, 16 APSK或32 APSK。图121表示 $\pi/2$ -BPSK和 $\pi/4$ -QPSK的信号构象, 而图122则表示16 APSK,和32 APSK的信号构象。

图121

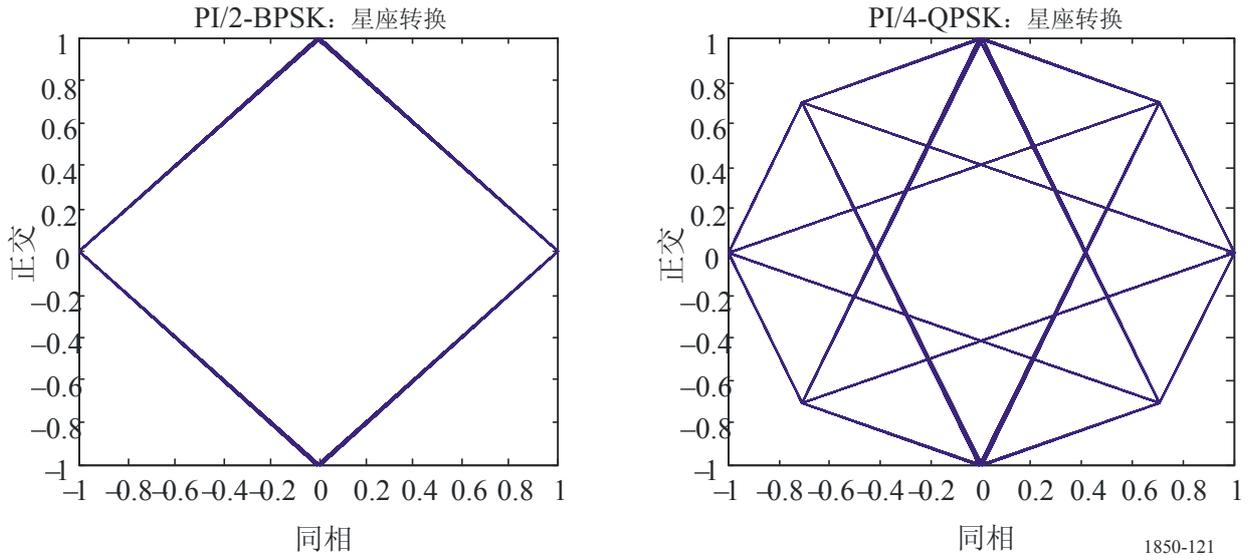
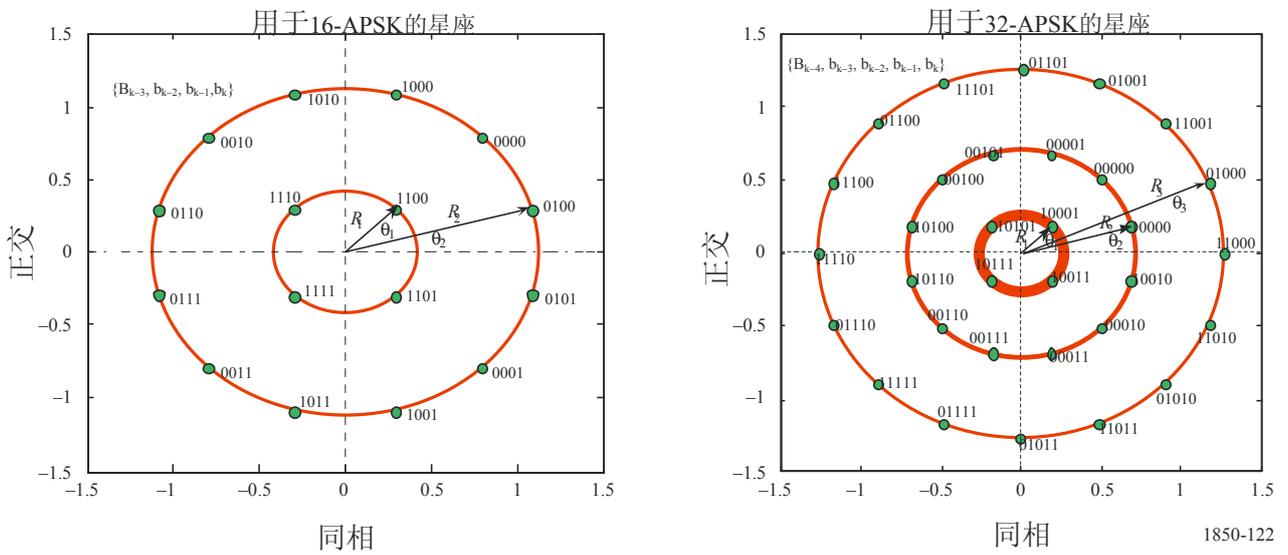


图122



利用具有向上转移因数为0.35的均方根升余弦(SQRC)滤波器，对已调制信号进行整形。作为举例，图123表示、经 $\pi/4$ -QPSK调制的PNB3(5,3)的功率频谱密度(PSD)。

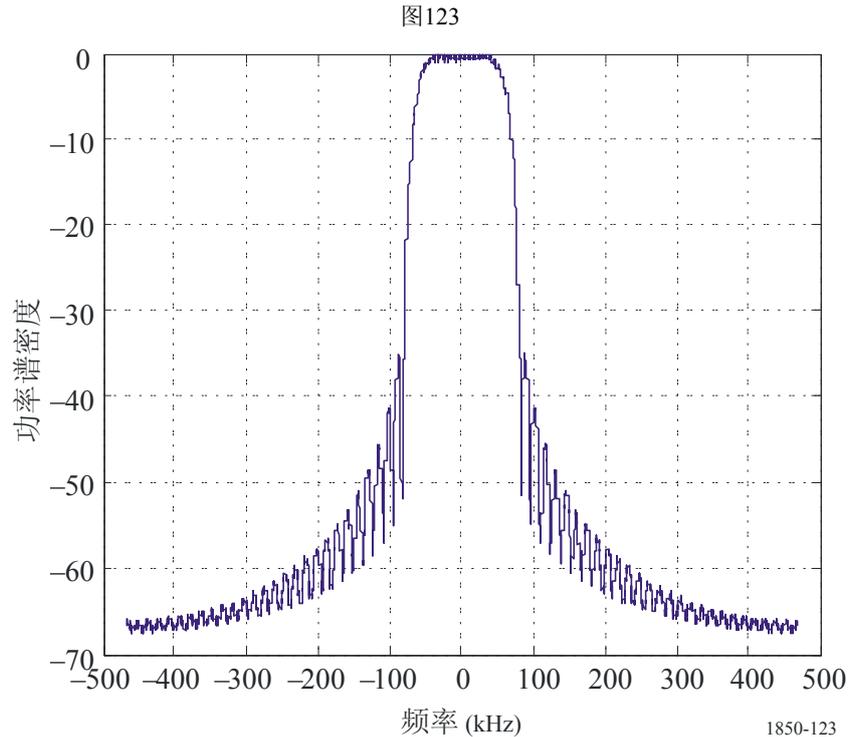


表56列出了不同调制方案的峰值功率/平均功率比(PAPR)。GMR-1 3G采用的调制方案如 $\pi/2$ -BPSK, $\pi/4$ -QPSK,或16-APSK的PAPR, 要比常用的调制方案BPSK, QPSK和16-QAM的PAPR低得多。

表56

| 调制 | $\pi/2$ -BPSK | BPSK | QPSK | $\pi/4$ -QPSK | 16-QAM | 16-APSK | 32-APSK |
|----------------|---------------|------|------|---------------|--------|---------|---------|
| 峰值功率/平均功率比(dB) | 1.84 | 3.86 | 3.86 | 3.17 | 6.17 | 4.72 | 5.91 |

4.3.8.5 功率控制与链路适配

正如ETSI TS 101 376-5-6的规定, GMR-1 3G支持功率控制和链路适配。功率控制和链路适配, 允许系统按照用户的信道质量、对无线电资源进行最佳管理。

采用调制编码率的目标是:

- 按照保持可靠传输情况下、每一用户的唯一信道环境, 对传输的通过量进行调节。

对于移动回程链路, 功率控制的目标是:

- 通过确保从不同的UTs、以与卫星处近似相同的电平、接收到全部信号的方法, 降低同频道干扰。
- 通过利用(为给定的信道状态而)关闭链路所必须的最小e.i.r.p., 排除最小的UT功率。

链路适配

分组数据业务在前向链路和回程链路两个方向上, 采用编码率和调制方式的控制规程 (ETSI TS 101 376-5-6)。

根据网络可用的信号质量和功率电平信息或终端的报告, 网络在前向和回程两个方向上选择编码率/调制方式。

终端通过读取每一前向突发上的物理层头(PUI)的方法, 识别由网络选择的编码率和调制方式。

功率控制

专用信道在返程链路和前向链路两个方向上采用功率控制(ETSI TS 101 376-5-6)。在分组数据业务中, 功率控制用在返程方向上。要对UT的发送功率进行调节使其获得所期望的、但不超过网络端的信号质量。能够对在(具有0.4 dB分辨率的)最大功率24 dB以下范围内、终端所发送的功率进行更改

闭合式环路和开放式环路的功率控制二者均可支持。

在闭合式环路控制中, UT的发送功率是根据网络端测得的已接收信号的质量加以控制的。由于往返时间, 就闭合式环路而言, 对信道变化的反应速度较慢。闭合式环路控制旨在减轻静区事件。网络根据在UT发送的突发上、由网络的物理层进行的信号质量测量结果, 选择对终端的功率控制。

在开放式环路功率控制中, 如果在UT处接收到的信号质量突然变差, 那么就要对其进行测量、并利用该测量结果快速调节UT的发送功率。这一方法假定在接收与发送静区之间存在某种程度的统计相关性。在UTs处, 用这一方法可提高功率控制在应对意外静区事件方面的反应速度。

4.3.8.6 控制信道的组织

为了同步, 移动卫星可以采用3时隙的FCCH或12时隙的FCCH3突发中的任何一种(ETSI TS 101 376-5-2)。究竟选择哪一种要视该卫星可用的e.i.r.p.决定。表57列出了采用FCCH的情况下、用于广播信道和公共控制信道的突发类型, 而表58则列出了采用FCCH3的情况下、用于广播信道和公共控制信道的突发类型。

MES对FCCH或FCCH3进行扫描, 并且能够根据它接收到的是哪个版本的频率校正信道接收其他控制信道。

表57

| 控制信道 | 突发类型 |
|------|------|
| FCCH | FCCH |
| BCCH | BCCH |
| GBCH | DC2 |
| PCH | DC6 |
| AGCH | DC6 |
| BACH | BACH |

表58

| 控制信道 | 突发类型 |
|-------|-------|
| FCCH3 | FCCH3 |
| BCCH | DC12 |
| GBCH3 | DC12 |
| PCH | DC12 |
| AGCH | DC12 |
| BACH | BACH |

图124表示采用FCCH的情况下、在31.25 kHz BCCH/CCCH信道上的控制信道广播的组织。注意，FCCH是3时隙突发，而BCCH和PCH是6时隙突发。图125表示24时隙帧的情况。注意，在每一帧内，GBCH是比BCCH/CCCH靠后两时隙的广播。在该帧内，从时隙12 至时隙23的未用时隙，可被用来通信。

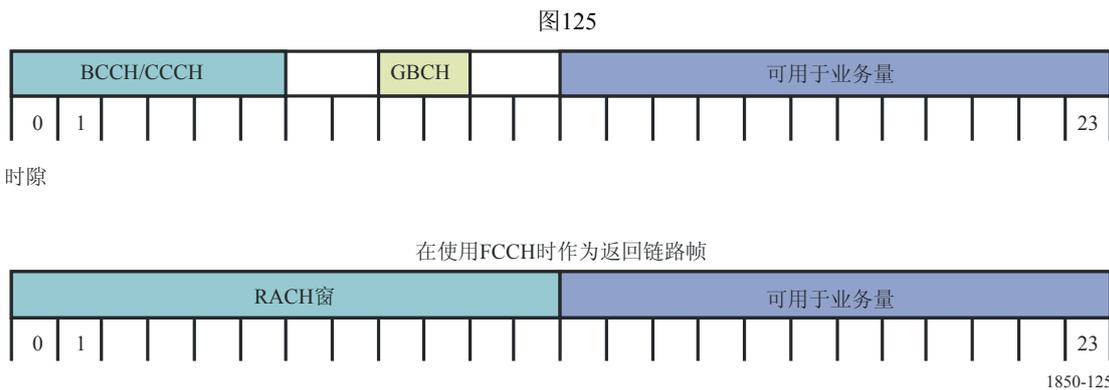
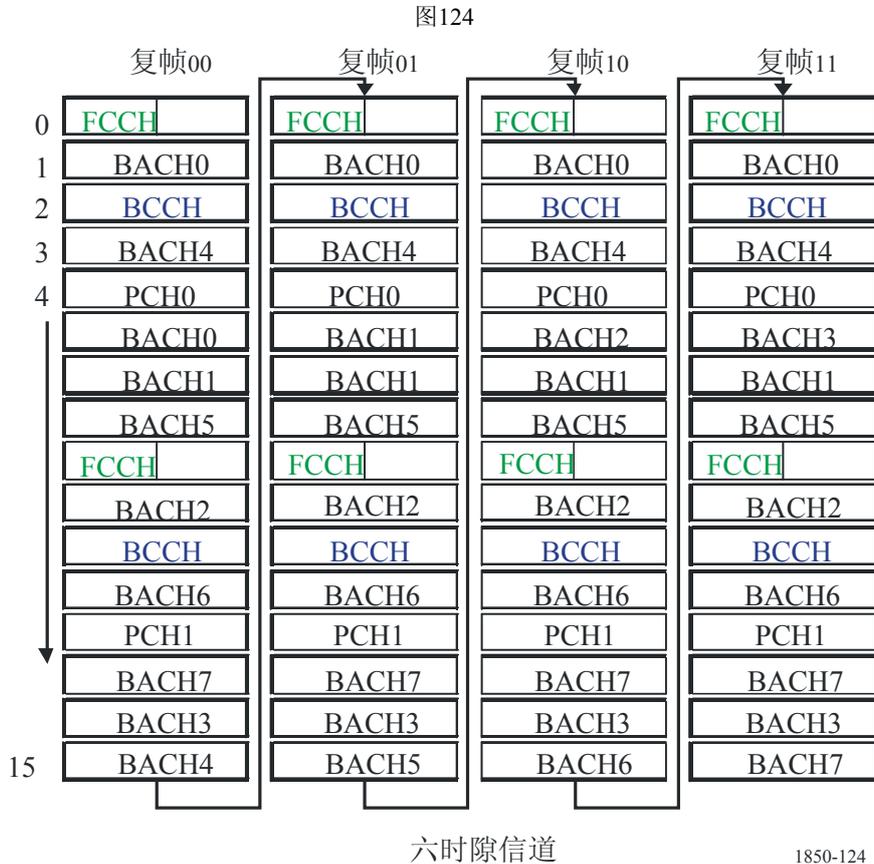


图126表示，当采用FCCH3时控制信道的传输顺序和组织。正如从图127看到的，24时隙帧的头12时隙用以发送控制信道，而余下的12时隙用做通信。

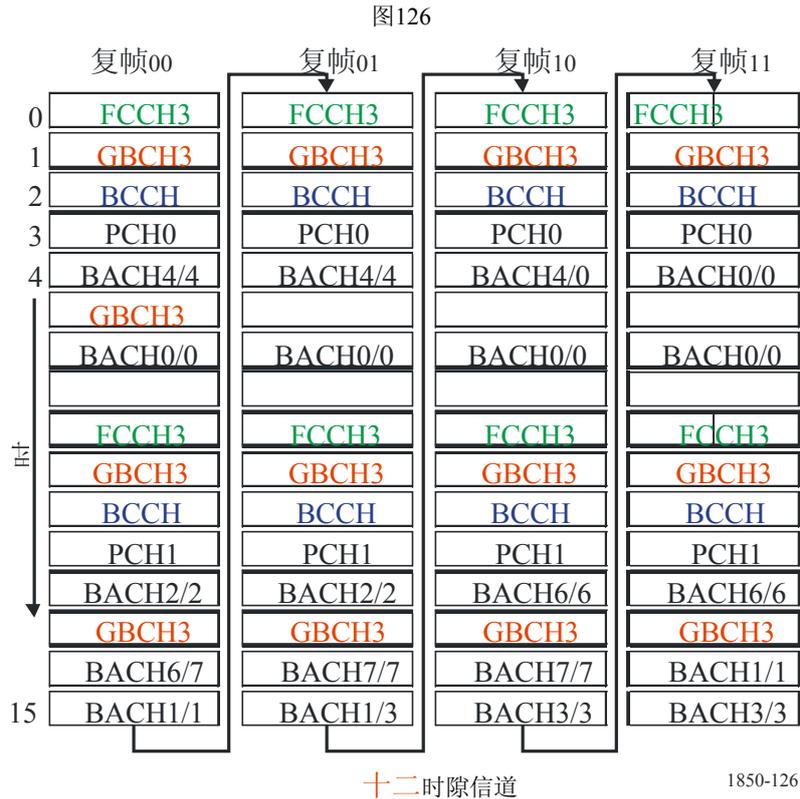
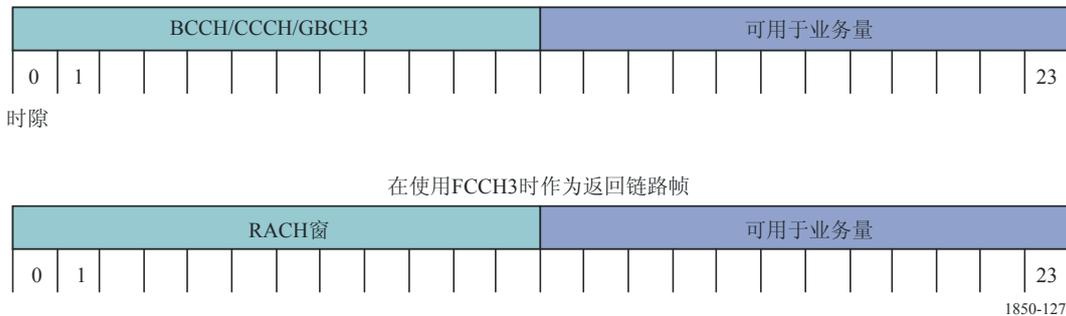


图127



4.3.8.7 MAC/RLC 层的设计

就SRI-I空中接口而言，MAC层的设计(ETSI TS 101 376-4-12)是在GPRS/EDGE MAC (也见 3GPP 44.160)的基础上、用卫星特定的最优化去减轻长时延影响的方式进行的。这些最优化是通过使协议的无用信息最少、最大的利用物理层提供的带宽来改善通过量的。以这些MAC层性能增强为基础的移动卫星系统，已经在现场被成功地使用。

MAC 提供如下功能：

- 对逻辑信道和基本信道之间的映射进行配置
- 为无线电信令侧位选择逻辑信道
- 为用户无线电侧位选择逻辑信道
- 为某个 TBF，安排、重新配置和释放共享资源
- UT测量报告和报告的控制
- BCCH 与 CCCH的广播/监听

- 对Iu 模式中的透明模式加密和解密
- 对共享信道上的一個或多个MESs的不同通信信息流的识别
- 较高层 PDU的复用/分解
- 同一 PDTCH上多重TBFs的复用/分解.
- RLC/MAC数据和被传送到(共享信道上的)物理信道的控制 PDU的调度
- 将RLC/MAC PDU分解到若干共享逻辑信道，或从若干共享逻辑信道重新组合成RLC/MAC PDU。

RLC以认可模式(AM)运行或否认模式(UM)运行。功能包括:

- 将上层的PDU分割成为RLC数据码组
- 将上层的 PDU连接到RLC的数据码组
- 填满RLC数据码组
- 将RLC数据码组重新组装成上层的PDU
- 按顺序传送上层的PDU
- 链路适配
- 在 Iu模式中加密和解密
- 校验序列号以便检测丢失的RLC码组。

对于Iu模式的运行来说，为了传送有效利用频谱的VoIP业务，RLC也能够以透明方式工作。

除以上所述而外，当RLC以ACK模式运行时还能提供下列功能:

- 反向差错校正(BEC)规程，该规程能选择性地重传RLC数据码组；
- 按照相关无线电侧位的时延要求，丢弃还未被分割成为RLC PDU的RLC SDUs。

4.3.8.8 RRC层的设计

有关SRI-I的无线电资源控制(RRC)层的设计，是以ETSI GERAN Iu 模式的 RRC 规范 (3GPP 44.018和3GPP 44.118)为基础的，这些规范具有一些为卫星特定的最优化功能，以便满足长时延环境和改善频谱的有效利用。

RRC的状态模型是以3GPP TS 44.018规定的RRC状态为基础的。图128表示这一状态模型。

RRC的功能包括:

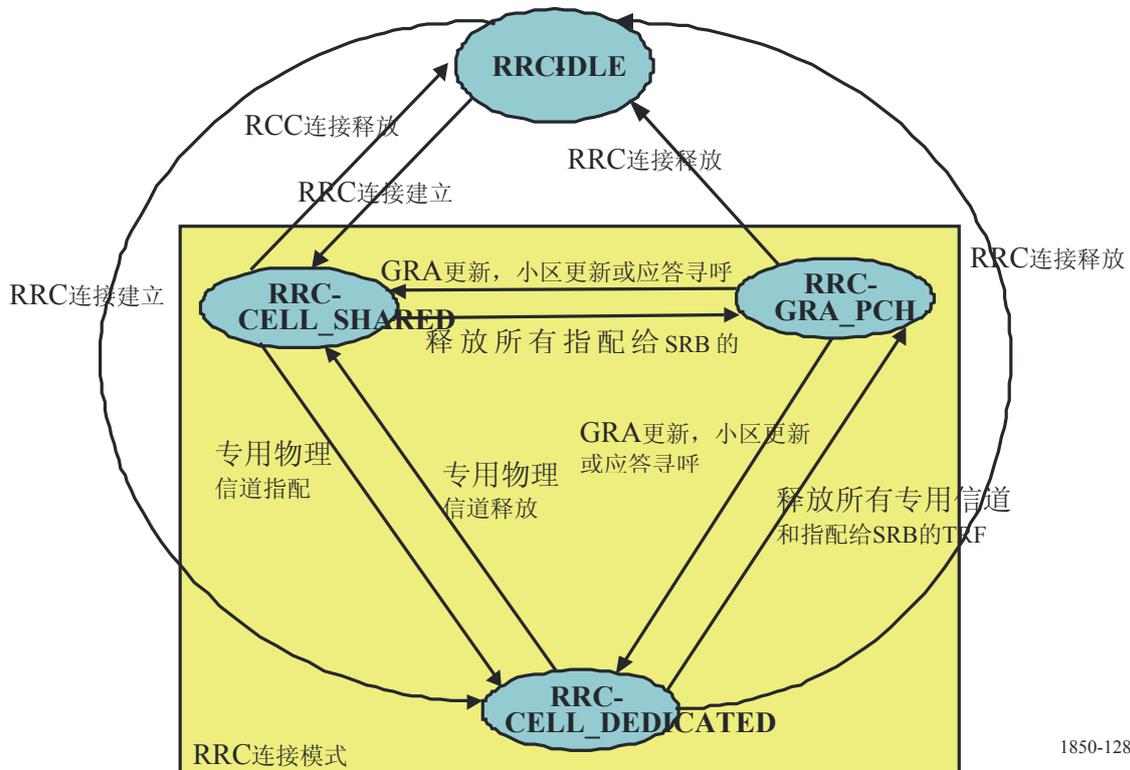
- 为 RRC的连接而安排、重新配置和释放无线电资源
- 建立、重新配置和释放无线电测位
- 释放信令连接
- 寻呼
- 较高层PDU的路由选择
- 已请求的QoS的控制
- 加密与完整性保护的控制
- 完整性保护
- 支持定位服务
- 定时超前控制。

RRC层的卫星特定增强功能包括：

- 增强蜂窝更新规程以减少往返的次数
- RRC利用RACH加快RRC的连接
- GRA 利用RACH/PRACH加快GRA的更新

- 利用 AGCH加快RRC的连接拒绝/连接释放。

图128



1850-128

4.3.8.9 PDCP 层的设计

分组数据收敛性协议(PDCP)层的设计是以3GPP TS 25.323为基础的, 其中具有卫星特定的一些增强功能。图129表示PDCP的结构。

PDCP 完成下述功能:

- 分别对发送与接收端的IP数据流的信息头(例如, IPv4与 IPv6的TCP/IP和RTP/UDP/IP的信息头)进行压缩与解压。
- 传送用户数据。该功能用于在PDCP服务的用户之间运送数据。
- 保持 PDCP 的序列号。

PDCP采用的是由无线电链路控制(RLC)的子层提供的服务。

卫星特定的优化包括: :

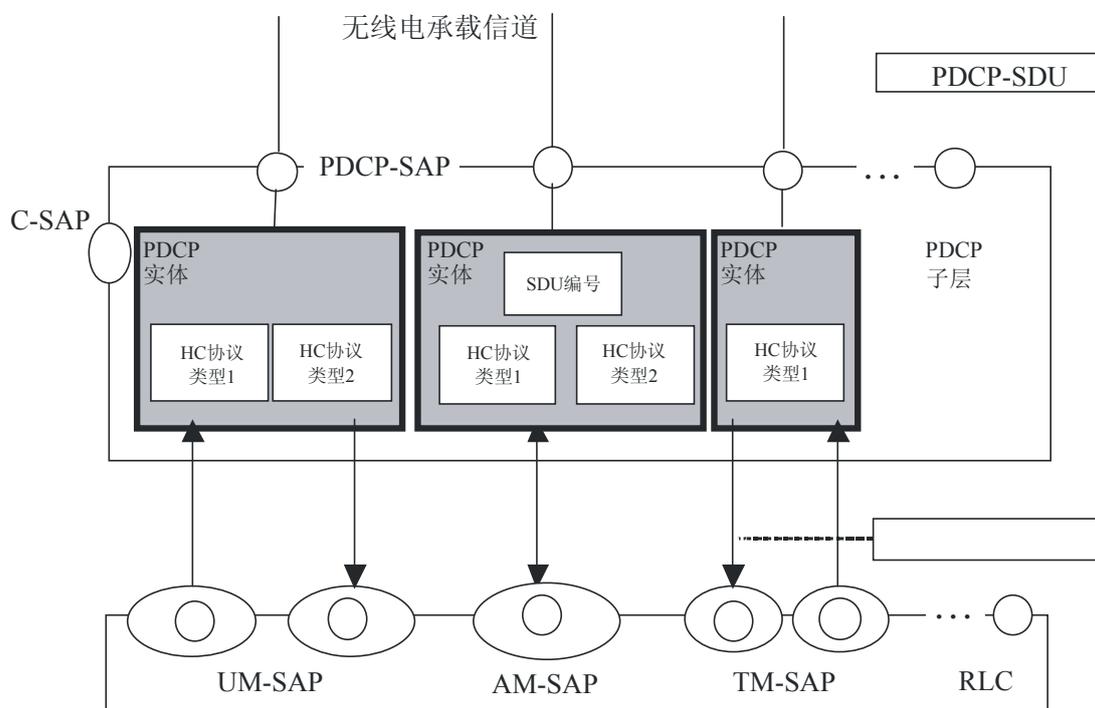
- 提早进行上下文建立规程
- 零字节信息头压缩
- RTCP分组的有效控制
- IPv6 RTP/UDP/IP 信息头的有效控制
- 与TCP性能增强代理互工作。

PDCP层功能的效益包括:

- 改善频谱有效利用和减少卫星功率的使用
- 改善容量
- 改善 UT 电池的使用寿命

- 改善交互的响应时间
- 减少分组的丢失率。

图129



1850-129

4.3.8.10 终端类型

GMR-1 3G支持的终端类型相当广泛，从小的手持终端到大的高增益固定终端或高增益可移动终端(ETSI TS 101 376-5-2)。采用零字节信息头压缩后、支持的话音通信的速率为2.45和4 kbit/s，还支持具有各种带宽(其带宽视终端类型而不同)的IP数据通信。以下所述是所支持终端的特性。

- GMR终端类型标识符(信令码点)
- 多时隙等级(对小终端突发传输的限制)
- 功率等级(见已颁布的规范书)
- 所支持信道的类型 (FCCH和/或FCCH3, 等)
- 传输能力(半双工或全双工)
- 应用方式(手持或固定等)
- 天线类型(内置或外接天线、线性或圆极化天线等)
- 所支持的网络接口 (A, Gb或Iu 模式)
- 运行频带 (2 GHz, 1.5/1.6 GHz)。

4.3.8.11 结论

GMR-1 3G是已颁布的标准ETSI (ETSI TS 101 376)和TIA (S-J-STD-782)中、关于移动卫星通信的、支持IMT-2000业务的标准GMR-1的扩充。GMR-1现在被用于全球许多地方的移动卫星通信系统、涵盖非洲、亚洲和中东地区。GMR-1 3G现正在北美使用。

GMR-1 3G为各种各样的终端提供IMT-2000业务，并且所支持的分组数据的通过量从2.45到592 kbit/s

GMR-1 3G支持有效利用频谱的零字节信息头压缩的语音通信。

现在 GMR-1是被当做已颁布的ETSI (ETSI TS 101 376)和TIA (S-J-STD-782)的空中接口规范使用的，而将GMR-1 3G引进标准这个大舞台以便考虑和审查。

5 关于来自IMT-2000卫星系统终端的无用发射限值的建议书

来自IMT-2000系统终端的无用发射应该符合相关的ITU-R建议书(例如，对工作在1-3 GHz范围的、一定频带内的非-GSO和GSO卫星系统，所有终端应该符合分别在ITU-R M.1343和ITU-R M.1480建议书中规定的电平)。

附件1

缩写

| | |
|-------|------------------|
| 3GPP | 第3代一体化项目 |
| AI | 捕获指示符(器) |
| AICH | 捕获指示符信道 |
| ALT | 自动无线电链路传送 |
| AP | 访问报头 |
| ARQ | 终端重复请求 |
| AS | 访问时隙 |
| AVP | 属性值(成)对 |
| BCH | 广播信道 |
| BCCH | 广播控制信道 |
| BEC | 反向差错校正 |
| BER | 比特(位)差错比 |
| BPSK | 二进制相移键控 |
| BS | 基站 |
| BSDT | 波束选择分集(发散性)传输技术。 |
| CCCH | 公共控制信道 |
| CCPCH | 公共控制物理信道 |
| CDMA | 码分复用接入 |
| CDP | 冲突检测报头 |
| CLoS | 无障碍视距 |
| CN | 核心网络 |
| CPCH | 公共分组信道 |
| CPICH | 公共导频信道 |

| | |
|----------|-----------------|
| CSICH | CPCH状态指示符信道 |
| CTCH | 公共通信信道 |
| DCCH | 专用控制信道 |
| DPCCH | 专用物理控制信道 |
| DPDCH | 专用物理数据信道 |
| DRA | 直接辐射阵 |
| DS-CDMA | 直接扩谱CDMA |
| DSCH | 下行链路共用信道 |
| DTCH | 专用通信信道 |
| DTMF | 双音多频 |
| FACH | 前向接入信道 |
| FBI | 反馈信息 |
| FCH | 帧控制头 |
| FCCH | 频率校正信道 |
| FDD | 频分双工 |
| FDMA | 频分多址 |
| FEC | 前向纠错 |
| FER | 帧差错比 |
| FFT | 快速傅里叶变换 |
| FSW | 帧同步字 |
| FTP | 文件传送协议 |
| GBCH | 全球定位系统(GPS)广播信道 |
| GCC | 地面控制中心 |
| GERAN | GSM EDGE 无线电接入网 |
| GMR-1 | 地面移动无线电-1 |
| GPS | 全球定位系统 |
| HDLC | 高级数据链路控制规程 |
| HP-CCPCH | 高穿透性公共控制物理信道 |
| IMS | IP多媒体子系统 |
| IMR | 中间模块转发器 |
| IP | 网际协议 |
| IWF | 互通功能 |
| LDPC | 低密度奇偶校验码 |
| LES | 陆地地球站 |
| MAC | 媒体接入(访问)控制 |
| MBMS | 多媒体广播/多射程服务 |
| MC | 多载波 |
| MES | 移动地球站 |

| | |
|----------|-----------------------|
| MF | 复帧 |
| MOE | 最小输出能量 |
| MRC | 最大比率组合 |
| MTCH | 多媒体广播/多射程服务(MBMS)通信信道 |
| MTs | 移动终端 |
| NCCH | 通知的控制信道 |
| OCQPSK | 正交复合性正交相移键控 |
| OVSF | 正交变量分布因子 |
| PBX | 专用小交换机 |
| PCCC | 并联卷积码 |
| PCH | 寻呼信道 |
| PC-P | 功率控制报头 |
| PCPCH | 公共物理分组信道 |
| P-CPICH | 主公共导频信道 |
| PDCP | 分组数据收敛协议 |
| PDSCH | 下行链路共用物理信道 |
| PDSCH | 下行链路共用物理控制信道 |
| PDTCH | 分组数据通信信道 |
| PDU | 协议数据单元 |
| PFM | 预补偿调频 |
| PI-CCPCH | 导频公共控制物理信道 |
| PLMN | 公众陆地移动网 |
| PRACH | 物理随机接入信道 |
| PRI | 私人用户信息 |
| PSC | 主同步码 |
| PSDN | 公众交换数据网 |
| PSTN | 公众交换电话网 |
| PUI | 公共用户信息 |
| QoS | 访问质量 |
| QPSK | 正交相移键控 |
| RACH | 随机接入信道 |
| RF | 射频(无线电频率) |
| RLC | 无线电链路控制 |
| RNC | 无线网络控制器 |
| RNS | 无线网络子系统 |
| RRC | 无线电资源控制 |
| RRM | 无线电资源管理 |
| RTCH | 随机通信信道 |

| | |
|----------------|--------------------------------------|
| S-CCPCH | 次公共控制物理信道 |
| S-CPICH | 次公共导频信道 |
| SC | 单一载波 |
| SCC | 卫星控制中心 |
| SCH | 同步信道 |
| SCPC | 单路单载波 |
| SDO(s) | 标准开发组织 |
| SDU | 业务数据单元 |
| SF | 扩展因子 |
| SFN | 系统帧的号码 |
| SI | 状态指示符(器) |
| SIR | 信号干扰比 |
| SIM | 用户身份模块 |
| SMS | 短报文业务 |
| SRAN | 卫星无线电接入网 |
| SRI-E | 卫星无线电接口E |
| SS | 用户站 |
| SSC | 次同步码 |
| SSDT | 波束选择分集传输 |
| SSTD | 波束选择传输分集 |
| SW-CDMA | 卫星宽带码分多址(CDMA) |
| TDD | 时分双工 |
| TDMA | 时分多址 |
| TFCI | 运送格式组合指示符 |
| TPC | 发送功率控制 |
| TT&C | 遥测、通信与控制 |
| TTI | 传输时间间隔 |
| UBR | 不确定的比特率 |
| UE | 用户设备 |
| URL | 统一资源定位器 |
| UT | 用户终端 |
| UTRA | 通用地面无线电接入 |
| WCDMA | 宽带码分多址(CDMA) |
| W-C/TDMA | 宽带(混合)码和时分多址 |
| W-O-C/TDM | (混合式)宽带正交码分复用(CDM)/时分复用(TDM) |
| W-QS-QO-C/TDMA | (混合式)宽带准同步准正交码分复用接入(CDMA)/时分多址(TDMA) |
