

个人通信 移动通信 频谱利用 电磁兼容

学术研讨会论文集

(上册)

中国通信学会无线通信委员会

中国通信学会微波通信委员会

中国通信学会电磁兼容委员会

全国无线电干扰标准化技术委员会S(系统)分会

一九九二年十一月二十五日

《个人通信、移动通信、频谱利用、电磁兼容》 学术研讨会资料目录 上 册

一、个人通信

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| 1、对发展我国个人通信的看法 | 朱近康 李世鹤 辛正茂 程时昕 (1) |
| 2、从全球个人通信的整体高度促进移动通信的大发展 | 辛进良 (7) |
| 3、个人通信频率的选择 | 杨 俊 程时昕 (12) |
| 4、通信领域的新目标——个人通信系统 | 孙学明 (16) |
| 5、个人通信业务(pcs)的发展概述 | 万海鸥 (25) |
| 6、一个高级个人通信系统及TDMA时隙管理技术 | 谢光正 (29) |
| 7、扩频技术在个人通信中的应用趋势 | 冯所椿 (37) |
| 8、从频谱分配角度看世界个人通信发展 | 吕 然 (42) |
| 9、新型介质同轴谐振腔天线双工器的研究 | 叶秉坤 胡清兰 韩淑坤 (46) |

二、移动通信

- | | |
|------------------------------|---------------|
| 1、加强技术开发, 促进移动通信业务的发展 | 杨春青 (56) |
| 2、移动通信的发展 | 赵志法 (59) |
| 3、移动通信的发展 | 郭梯云 (76) |
| 4、移动通信发展综述 | 胡廷锋 (88) |
| 5、蜂窝状模拟移动通信手持机的基带系统 | 李 军 (98) |
| 6、国外移动卫星通信的最新发展 | 魏晨曦 (110) |
| 7、码分多址在移动通信中的应用 | 胡廷锋 (124) |
| 8、陆上移动通信发展概述 | 刘晓华 (129) |
| 9、蜂窝移动无线系统网络化技术 | 刘伟起 雷翔林 (135) |
| 10、我所感到的通信发展趋势 | 宋笑亭 (139) |
| 11、亚洲地区移动通信发展概况及动向 | 宋玉斌 (159) |
| 12、发展集群移动系统 更新专用调度系统 | 严尔林 (173) |
| 13、关于开发900 MHz频段移动通信系统的方案与建议 | 姜慧娟 (178) |
| 14、计算机移动数据通信网系统性能分析 | 王高山 孟晓伟 (183) |
| 15、移动通信中的数字调制 | 祁玉生 (188) |
| 16、移动通信中电波传播地形地物修正因子 | 蒋忠涌 (191) |
| 17、大哥大中发信频率合成器的实现 | 杨章平 (201) |
| 18、集成900MHz频段微带压控振荡器 | 杨章平 (207) |
| 19、无线电超短波山峰绕射损耗分析 | 张建国 李荣熬 (213) |
| 20、900MHz蜂窝状模拟移动通信手持机的整机测试技术 | 张晓丽 (217) |
| 21、陆地移动蜂窝无线电系统规划和设计时的考虑 | 聂宏斌 (224) |
| 22、我国移动通信的应用及市场展望 | 陈育平 (235) |

三、无绳电话

- | | |
|------------------|--------------------------|
| 1、数字无绳电话的发展策略和建议 | 舒英华 梁雄健 徐岩 李曾湘 唐守康 (239) |
| 2、无绳电话业务的演变 | 张 森 (244) |
| 3、CT-2的组网方式及系统设计 | 杜燎原 (249) |
| 4、CT-2的应用研究 | 王世顺 边永乐 (262) |
| 5、CT-2系统的构成及特点 | 杜燎原 (269) |
| 6、无绳电话技术要求编制说明 | 孙学明 孙利民 (287) |

下 册

四、频谱管理与利用

- | | |
|-------------------------------|-------------------|
| 1、加拿大无线频谱管理 | 李德继 (289) |
| 2、无线电频谱共用技术简介 | 谢远生 (294) |
| 3、集群移动通信系统频谱效率与特点 | 查光明 黄建军 (297) |
| 4、蜂窝移动通信系统的频谱效率和容量 | 吕凡 符荣寿 查光明 (305) |
| 5、关于数字蜂窝移动通信多址方式系统容量的比较 | 查光明 符荣寿 吕凡 (309) |
| 6、移动通信网的频率计算机管理 | 赵姚同 孟庆翔 金豪 (315) |
| 7、微型计算机辅助频谱管理系统 | 查光明 唐友喜 (320) |
| 8、数字蜂窝移动通信系统的频率复用 | 韩建敏 (324) |
| 9、一种提高频谱利用率的扩频通信方案及实现 | 吴雪梅 屈玉贵 朱近康 (331) |
| 10、提高移动通信和个人通信频谱利用的措施 | 袁 翔 (337) |
| 11、防干扰的无中心多信道选址系统搜索方法 | 沙予明 田翠云 (342) |
| 12、邻信道约束条件下的信道排序借用方法 | 张 军 刘根泉 (347) |
| 13、海岸电台高频无线电电话频道干扰的计算方法简介 | 杨秉曦 (351) |
| 14、认真研究CCIR的资料 | 阎乃惠 (357) |
| 15、日本移动通信频率选择技术动向 | 刘殿文 (359) |
| 16、开展无线电频谱年抽样监测是保证有效利用频谱的重要措施 | 盖振宇 张跃年 (368) |
| 17、加强频谱管理 完善技术手段 | |
| 一介绍无线电监测综合控制系统 | 刘 原 (373) |
| 18、努力培养频谱管理人才提高管理水平 | 符荣寿 刘亚康 黄建君 (381) |
| 19、移动卫星通信的频谱利用 | 曾继东 贺仲云 (384) |
| 20、世界无线电行政大会WARC-92简介 | 胡宇梅 (390) |

五、电磁兼容和国家几个无线电管理标准的介绍

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------|
| 1、无线电管理国家标准简介 | 谢远生 (399) |
| 2、移动通信电磁兼容考虑与测量 | 李凯华 (416) |
| 3、电视广播与移动通信业务的电磁兼容 | 刘吉克 (420) |
| 4、无线寻呼发射台与其他无线电系统的电磁兼容 | 戴美泰 焦曦东 全观友 刘吉克 (427) |
| 5、计算机站的电磁兼容 | 梁奎端 (437) |
| 6、无线电通讯设计组网时频谱利用和电磁兼容的考虑 | 郑可柏 (447) |
| 7、《100—1000MHz频段固定业务传播特性》国家标准(报批稿)简介 | 刘胜祥 (451) |
| 8、《视距微波接力通信系统传播特性》国家标准(报批稿)简介 | 刘胜祥 (461) |
| 9、等效天线噪声温度的测量 | 邹家禄 余锡金 (473) |
| 10、对工、科、医(IMS)电磁干扰搜测分析与ISM测试标准 | 郝 健 (478) |
| 11、电子方舱的电磁屏蔽 | 吴崇善 韩志强 (485) |
| 12、建筑群对电波传播影响的探讨 | 朱子光 (489) |
| 13、测量电源线上的宽带EMI的陷波网络 | 杜丽冰 (495) |
| 14、电磁辐射对人、动物与植物的影响 | 刘文魁 孙天佑 王 凤 (501) |
| 15、视屏(VDT)作业人员心电图的观察 | 刘文魁 侯俊兰 陈 涛 (503) |
| 16、电源干扰对计算机化设备的影响及其抑制 | 杜丽冰 (507) |

加拿大无线电频谱管理

国家无线电管理委员会办公室 李德继

加拿大有健全的频谱管理组织机构，有一整套的法规、标准和程序，特别是在频谱管理自动化方面有突出的特点。近年来由于经费等原因加政府不断紧缩开支，但任务量逐年增加，平均每年净增10%左右。在这种情况下加方频谱管理仍保持在先进行列中，其主要原因之一在于频谱管理自动化水平高，计算机辅助技术应用相当广泛，全国形成计算机网络，各大区、地区也有自己的计算机网络，管理自动化程度相当高。因此，使加拿大的有限频谱资源得到了充分有效的利用。另外加方使用无线电频谱监测设备也不是当今世界上最先进的一流设备，但计算机和辅助技术发挥了极大作用。于是，加拿大频谱管理、频谱监测工作都保持在世界领先的地位。

下面作一简单介绍：

一、加拿大频谱管理概况：

加拿大通信部白副部长主持日常工作，下设地区工作总局、技术研究总局、频谱管理及研究总局、文化及广播事业总局、政策总局和行政事务总局，主管每个总局工作的是助理副部长。

其中频谱管理及研究总局负责加拿大的无线电通信管理，该局共有800多人，分别在该局的总部，大区办公室和地区办公室。各部分人数大体上各占三分之一。其中工程和管理人员占15%，技术人员占40%，其它工作人员占45%。根据加拿大“通信部法”和“无线电通信法”负责全国无线电频谱管理工作，根据“广播法”，由“加拿大无线电广播、电视和通信委员会”（CRTC）管理广播电（视）台，执照由该CRTC核发，核发前通信部颁发建台和设备技术性能审核证书。

加拿大全国共分五个大区，分别是大西洋大区、魁北克大区、安大略大区、中部大区和太平洋大区。加通信部对无线电执照的颁发采取两种方式。第一种对设台单位总台核发一个执照，所有属台核发一个执照。第二种对总台核发一个执照，所有属台各发一个执照。加方对全国无线电设备和数量没有准确统计，即对上述两种发照方式颁发执照总数进行统计，他们认为无线电管理重要的是频谱管理，以及对全国电磁兼容分布情况的掌握，从大类上分，加拿大全国无线电执照颁发情况如下：（1989年1月数字）

- | | |
|----------|---------|
| 1 无线电台 | 850,000 |
| 2 市民波段电台 | 300,000 |

（一年前不发执照）

（27MHz 功率3W以下）

3 电视广播电台 2,800

从电台执照种类上分,大体可分类如下:

1 陆地电台(含业余电台) 133,298

2 移动电台(含飞机制式电台) 668,101

3 船台 46,715

4 海岸电台 201

5 地球站 1,666

6 太空台 5

7 市民频段电台 302,512

共有1,152,507张电台执照

其中,每年加拿大政府颁发新执照150,000张,更新老执照900,000张,修改指标更改执照85,000张,每年大约递增20%新用户,每年有10%左右的执照报废。

目前加拿大有六种执照,操作员必须持有操作证(操作证有近十种)。

二、无线电监测网

加拿大频谱管理机构由国家集中统一管理,主要负责制订全国范围内方针政策、行政法规和技术法规。行政上设有5个大区、10个省、31个地区。通信部设立频谱管理及研究总局负责全国无线电频谱管理工作,设有大区 and 地区办公室(有的地区办公室还设有下属办公室),地区办公室设有频谱观测中心。

加拿大监测站,分别为魁北克的圣罗密监测站、安大略的埃克顿监测站和位于不列颠哥伦比亚的朗列监测站。监测站主要负责HF、VHF和UHF频段的监测工作,各地区有一个频谱观测中心(Spectrum Observation center),共31个。它们拥有VHF和UHF频段监测设备,全国还有31个频谱监视点(Spectrum Surveillance Site)。这些监视点不设置设备,只有电话线作为计算机连线接入全国监测网,以供移动监测车监测时使用。另外还有五辆大型监测车,供频谱占用度监测之用。各地区办公室还拥有一些无线电检查车和测向车。

大区频谱管理办公室主要负责大区频谱监测及协调;大型监测设备(移动)使用、协调及调度;技术培训;大区设备的维护保养,对大区内申告进行调查以及其它相关工作。

地区监测站在频谱管理中作为重要的技术辅助手段起着重要作用。它们主要任务是:确定台站是否符合执照及技术证书规定业务,是否符合技术指标要求;

对监测出的疑异现象进行分析以减少潜在干扰;

确保授权用户按规则正常工作;

对非法操作无线电台站进行调研;

其它辅助工作(如无线电台执照的刊印、无线电台检查、干扰调研和贯彻实行无线电通信法规等)

三、频谱管理自动化

加拿大无线电频谱管理的最大特点是在全国范围内广泛采用了计算机辅助技术, 频谱管理计算机辅助系统(以下简称计算机辅助系统, 主机属于DOC总部, 设在国家计算中心, 全国各大区和地区的频谱管理办公室和监测站通过终端设备和系统中心联网操作。一方面将计算机辅助系统所需的各种数据送到中央数据库存储, 另一方面调用数据库中的数据资料或利用联机程序进行频谱管理工作。

数据库是计算机辅助系统的主要组成部分, 系统任何功能的实现都离不开数据库的支持, 加拿大系统仅与执照有关的数据库的容量就为900M比特。

数据库中主要包括综合无线电执照系统数据, 国内频率表数据, 地区VHF/UHF频率指配数据, 美国FCC/NTIA数据, 及有关参考技术数据; 数据库中还包括了点点对点接力通信、地球站、地面接收站、雷达、空间移动业务等方面的数据, 并且随着发展的需要, 数据库可以很容易地进行扩展。

该系统主要应用于无线电执照的颁发, 电磁兼容分析和频谱监测等方面。

在执照核发系统中, 申请执照主要包括: 申请者名称、地址、预设台经纬度、业务性质、频率有关指标、天线有关指标、功率、设备情况及执照类型等。

执照主要包括频率、带宽、有效辐射功率、授权通信条件等八项指标。

电磁兼容分析具备以下可选择功能: 频率信息, 数据处理、技术检查、EMC分析等。

频谱监测系统主要任务是获取频谱占用度信息, 根据频谱占用情况进行频率指配, 在未采用计算机辅助系统以前138—174MHz频段的频谱利用率仅有20%左右, 而现在的频谱利用率可达70%—75%。

占用度数据主要包括平均日占用度数据, 基地台一小时平均占用度和新增移动业务占用度。

加拿大的频谱控制实际上是对用户申诉及违章问题的处理。他们专门设立这样一个机构, 目的在于对这些活动指导、组织协调、总结和报告, 并努力从中找出倾向性和规律性的东西, 从而制定出相应对策, 制定出管理办法和程序, 提高无线电管理水平。

频谱控制可分为两部分, 一部分叫做频谱服务活动; 另一部分叫做质量保证活动。

频谱服务活动主要包括频谱测量服务、无线电通信调查、公众调查、船舶调查和广播调查等内容。

频谱质量保证活动旨在收集信息, 帮助频谱管理人员开发各种频谱管理程序。该活动主要包括陆地固定台检查、执照检查、直接调查、强制措施和频谱监视五部分。

为了确保评估频谱质量所需技术和操作数据, 确定按执照参数工作的程序, 对检查出的疑点进行必要的校正测量等。加拿大通信部采取抽样检查办法, 收集信息, 支持频谱质量保证计划。

四、电磁兼容分析

电磁兼容(EMC)分析在加拿大频谱管理中占有重要地位, 它是自动无线电管理的核

、频率规划、频率指配、干扰处理等都要进行 EMC 分析。

在加拿大电磁兼容分为电磁兼容分析和技術检查两部分。

加拿大电磁兼容分析重点放在移动业务，特别是陆地移动业务。

在进行陆地移动业务电磁兼容分析时，主要进行频率分析、减敏分析和互调分析。

EMC 分析范围视同频干扰、插入频率干扰和邻频干扰分别分析 $120 \times \pi$ (km) 和 $35 \times \pi$ (km) 和 $20 \times \pi$ (km) 三个同心圆面积。

所谓频率分析就是分析已设电台和预设电台可能造成同频、邻频和插入频率之间的干扰。

所谓减敏分析是虽然干扰与被干扰信道相差 0.035 MHz 以上，但由于发射机功率较大，距接收机较近，一强信号加在接收机输入端，使接收机处于非线性工作状态，因而灵敏度大大降低，甚至阻塞，对这种现象分析称减敏分析。

交调是由几个发射机信号在非线性状态混合即成新的频率信号，且干扰接收机。

技术检查指对用户申请的覆盖范围或发射功率进行校核。一种是根据发射功率计算覆盖范围，另一种是根据申请覆盖范围计算发射功率。

加拿大频谱管理无论是在频率规划、频率指配和干扰协调方面均进行 EMC 分析。说明他们频谱管理的科学性。加拿大共有 120 万份执照，而他们的移动台大部分无执照，实际电台远大于 120 万台。再有，尽管加拿大幅原辽阔，但人口较集中在南部与美国接壤的 300 公里狭长地带。于是无线电台多数集中于此，若不进行合理电磁兼容，无线电台工作在此密度下，其干扰是可想而知的。这也说明加拿大由于进行 EMC 分析使频谱利用率高而合理。

五、加拿大无线电设备检测

加拿大政府早在 1954 年就建立了检测实验室，通信部依据通信法颁布了一系列的法规和条例来保证设备检测的顺利进行，设备检测工作由私人实验室或通信部检测工程处所属实验室承担，用户有权挑选检测实验室，但只有检测工程处有权发放检测合格证。

该处有设备测试实验室、工程测试室、维修校准室、电离层研究室等五个办公室，分别负责设备检测认可；协助改进测试标准；维护校准仪表和采集遥控数据等工作，该处有一套完整的检测程序。

六、低功率无线电设备和工科医无线电设备的管理

加拿大通信部对于低功率无线电设备使用的频段要求比较宽，原则上讲，除了卫星下行线、射电天文、雷达系统以及保证生命安全所使用的频段外，低功率无线电设备可使用其它任何频段。在这些频段中，有些是低功率无线电设备的专用频段，有些则与其它无线电业务共用同一频段。在后一种情况下，低功率无线电设备必须贯彻不对无线电业务产生干扰，同时也不对低功率设备给予保护的原则。因此，DOC 制定了一条信号与干扰功率比 (S/I) 的曲线，即视低功率设备的发射为干扰，其所在频段的无线电业务发射为信号。其信号与干扰功率比小于曲线上所给定的发射值时，则认为干扰为低功率发射，否则，不能视为低功率。

加拿大低功率无线电设备的概念比较广，不仅包括无绳电话、无线话筒、防盗铃、无线

寻呼接收机、模型遥控器；同时，发射机的谐波发射、杂散发射等也被视为低功率的范围，其指标必须满足信号与干扰功率比（S/I）的曲线。

DOC 已经制定了部分低功率无线电设备的技术标准，目前正在着手制定一套完整的低功率设备的技术标准。

加拿大各生产工科医无线电设备的厂家在其销售每一种产品之前，必须给当地无线电管理主管部门提供一份详细的产品性能说明书。当无线电管理主管部门确认其性能符合工科医无线电设备辐射噪声允许值的条件时方可批准其产品销售。但产品准销之前，无线电管理主管部门并不负责对其产品进行测试。只由生产厂家自己进行指标测试，或厂家聘请私人实验室进行测试。无论哪种方式都必须有专业工程师在测试报告上签字。当产品投放市场后，隶属于无线电管理主管部门的实验室不定期地对市场上产品进行抽测，或当有人向无线电管理主管部门投诉某产品干扰了其无线电通信的正常工作以及电视接收受到干扰等情况时，实验室再进行产品性能测试。如发现某产品的测试性能与该厂家提供给无线电主管部门的产品性能说明书不符合且超出了 DOC 制定的工科医无线电设备辐射噪声允许值时，无线电管理主管部门将劝告厂家停止销售该类产品。如厂家拒不服从劝告，继续销售其劣质产品，无线电管理主管部门将向法院起诉，对其厂家进行停止销售和罚款等处罚。

七、人员培训

DOC 非常重视无线电管理人员素质，凡欲进入 DOC 工作的人员都必须取得无线电管理方面大专学历证书，即便如此，一旦被录用，都必须经过严格的在岗培训，经考试合格后，方可上岗。

管理人员培训一般需要三年时间，第一年 50% 时间进行授课教学，其余时间参加实际工作，第一阶段教学主要包括无线电管理目的、概况、文件分类、无线电管理法案、法规、频率长期规划等 20 余项内容，第二年用 20% 时间进行授课教学，主要包括 EMC 分析、频率选择、频率协调程序、天线特性、发射机特性、监测技术及干扰处理等 20 余项内容，第三阶段，培训大约占 15% 时间，主要包括确定干扰源位置，提出解决干扰问题的正确建议，频谱监测的设备操作，行政报告的形成等 15 项内容。

对已取得资格证书的人员进行知识更新短期培训，每年大约一周时间。由于每年都有新技术和应用于无线电通信的新设备出现，为使无线电管理人员能适应新技术发展，DOC 组织有关厂家、专家，进行讲授，使管理人员了解新技术理论和熟悉新设备特点，并判定出相应管理措施和办法。

通信部将无线电管理分为若干部分并制定出工作程序，DOC 还对工作在各部门的人员进行具体的技能培训，使其在各自工作领域成为真正专家。

目前加无线电管理工作人员培训工作已进入正规化、系统化、规范化阶段，它有一整套培训教材，且每套教材都有明确的课程目的、教学计划、课堂作业和标准试题等内容。

无线电频谱共用技术简介

国家无委 谢远生

一、引言

当前,随着无线电技术的发展,无线电业务种类的不断增多和应用领域的不断扩大,申请使用无线电频谱的无线电用户逐年增多,有限的无线电频谱资源与广大无线电用户日益增加对频谱需求的矛盾越来越突出。要解决这一矛盾,最主要的办法就是增加各无线电业务之间的频谱共用,发展新技术,提高频谱的利用率。

二、频谱共用的技术方法

无线电业务的频谱共用是指两种或两种以上业务有效地使用相同的频段。一般来说,无线电频谱的使用与共用取决于频率、时间、空间位置和正交信号这四维参数的隔离,因此,任何频谱的共用必须考虑一个或多个这四维参数的隔离。这四维参数中,当任何两个相同时,第3和第4个参数就必须有足够的隔离度,才能保证所有共用频段的业务正常地工作,也只有在这种情况下,频谱共用才能成功,当这四维参数都相同时,这时频谱共用比较困难,只能在一定的技术条件下实现。通常,我们可以通过一定的技术方法,来实现频率、时间、空间位置和正交信号这四维参数的隔离,从而达到频谱共用的目的。

1、频率隔离的技术方法

如果无线电指配的频率具有足够的隔离,可以保证无线用户实现时间、空间位置、正交信号三个参数的频谱共用。为了使指配频率达到一定的间隔,又不导致频率利用率的降低,一般可采取以下技术方法:

①频道规划:精心规划所使用的各个频道,并避免各频率间产生干扰(如互调干扰等)。

②动态实时频率指配:随时测量各频点的频率占用度,寻找未占用的频道来进行频率指配。例如,一种实时性不强的业务A(比如无线数据传输)与另一种实时性很强但使用次数较少的业务B(比如应急、报警)所用的频率可以共用。平时频道由A业务使用,一旦B业务使用时,计算机立即寻找空闲信道,若无空闲信道则暂停业务A使用的几个信道,待B业务使用完毕后,全部信道立即归业务A使用。

③频分多址方式(FDMA)技术:即在卫星通信中,把转发器的射频频带分割成若干互不重叠的部分,分配给各地球站所要发送用的各载波使用,以实现频率隔离。类似技术在地面微波通信中也得到应用。

④纠错编码与压缩编码技术:利用这些技术可有效地利用有限的频道。

⑤控制发射机的发射特性:即提高发射机的杂散发射、带外发射等发射特性的指标,减少频率复用的间隔,增加射频信道复用的数目,提高频谱的利用率。

⑥动态变量频谱分割技术:指两个业务A、B实时共用某段频谱,其中A业务优先于B业务。将这一段频谱动态分割成两个部分的信道,分别对应于A、B这两个业务。在响应实

际（或预先安排）业务 A 信道需要时，这种分割是实时不断变化的。当 A 业务需要信道时，网络控制中心必须能立即响应，提供所需的信道。因此，必须建立几个缓冲的信道来立即响应这种需要。这种共用的方法有人已用蒙特—卡罗法进行模拟，但未达到实用。

⑦控制发射机频率容限：发射机频率容限的指标直接影响双工中收发频率间隔和邻近信道的使用等，提高该指标，可增加频谱的利用率。

2、空间位置隔离的技术方法

①位置选择：通过电磁兼容分析，精心选择电台的空间位置，可保证电台在频率、时间和正交信号三个参数的频谱共用。

②天线模式鉴别：天线辐射方向和极化若存在一定的鉴别度，能使频率复用电台间距缩短。

③物体障碍方法：利用一定的自然物体障碍，可使干扰信号衰减，达到电台空间位置的隔离。

④干扰功率控制：通过控制发射机的功率，降低干扰电平，增加频谱共用。可采取以下三种方法，即动态实时控制发射机功率电平；控制载波饱和通量密度；采用能量扩散技术，控制功率谱密度的大小。

⑤空分多址方式（SDMA）技术：卫星通信中，卫星天线有多个窄波束（点波束），分别指向不同区域的地球站，利用波束在空间指向差异来区分不同地球站，这样可达到空间位置隔离。

3、时间隔离的技术方法

运用合适的时间隔离技术方法，实现频率、空间位置和正交信号三种参数的频谱共用，可采用以下方法：

①控制信号保持时间与间歇时间的比率，从而达到时间隔离的目的。

②时分多址方式（TDMA）技术：即在卫星通信中，把卫星转发器的工作时间分割成周期性的互不重叠的时隙，分配给各站使用，以实现时间隔离。类似的技术，在地面微波通信、移动通信中也得到应用。

③实行动态实时频率指配技术：系统根据测量频率一天或一段时期的占用度情况，实现实时或阶段性调整频率指配，使用户分时共享频率资源，从而达到时间隔离的目的。

④纠错编码与压缩编码技术：采用这种技术，可使信道在一定的时间内传输更多容量的信息，提高频谱的利用率。

⑤控制发射机的发射特性：提高发射特性的指标，将有利于通信系统实现时分多路复用；反之则不利于时分多路复用。

4、正交信号隔离的技术方法

①码分多址方式（CDMA）技术：CDMA 的基本特征是各地球站所发的信号在结构上各不相同并且相互具有正交性，即达到正交信号隔离，实现频率、时间、空间位置这三个参数的频谱共用。另外，载波上加基带信号调制和地址码调制后，频谱宽度大为扩展，这种方式也称扩谱多址方式。

②天线圆极化隔离：这种隔离方式相当于两种信号相互具有正交性，达到频谱共用方式。以上讨论的方法，有些必须引入新的设备和新技术、计算机化分析及新的思想才能实现。

些方法（例如实时计算机控制频率管理）比较复杂。一般说来，有关技术参考和指标（例如调制特性，干扰标准）对实现频谱共用具有影响。

三、增加频谱共用的通信系统

1、数字通信系统

随着数字通信技术的发展，应用先进纠错和编码技术，在现存的干扰环境下，提高系统的抗干扰指标和信息传输容量，这就大大增加了不同数字系统共用的可能性。当今无线电业务种类很多，不可能各种业务都单独分配给一段频谱，但许多业务都可使用数字通信系统，由于其数字信号通常具有类似的特性，因而这些不同的业务可共用同一段频谱。

2、低功率短距离通信系统

近年来，人们发现短距离的无线电通信系统有着广泛的应用前景，这种通信系统功率非常小（约100mW以内），通信距离短（约500m以内），因此，频率可多次复用，频谱利用率大大增加。典型的这种通信系统有英国的第二代无线电CT2，加拿大的CT2+，欧洲的数字无线电DCT900和DECT等，有人将这些系统统称为个人通信网PCN。美国在1850—1900MHz开辟PCN的实验频段，该频段与微波接力系统共用。此外，短距离的100Mb/s无线区域网不久也将达到实用化。总之，由于光纤通信的发展与广泛应用，许多长距离的无线通信链路的发展速度相对放慢，低功率短距离的通信系统必将会有大的发展。

3、多功能通信系统

所谓多功能通信系统，就是在一个通信系统上实现多种通信业务功能，例如某系统能同时满足空间应用、航空控制系统、定位、遥测及安全等业务需要。这种通信系统所提供的综合信号能提取或确定用于以上各业务的各种具体信号。该系统由于能为许多种业务服务，节省了许多频率，从而提高了频谱利用率。

4、扩谱通信系统

扩谱通信指将发射信号的平均能量扩散到非常宽的带宽中去，该带宽比信号带宽宽得多。这种系统在传输带宽内其平均功率谱密度非常低，因而对工作在同一频段的干扰信号增加了抑制能力，这样有利于增加频谱共用。美国将扩谱通信系统与工科医设备（ISM）频段共用，对扩谱系统的用户没有限制，但对发射功率却限制很严。

四、结论

现代科学技术的发展，特别是集成电路、计算机技术、数字信号处理技术、传播研究的发展，使得许多复杂的频谱共用通信系统变成可能。频谱使用的根本问题是技术问题，频谱资源包括空间位置、使用时间和具体频段。无线电频谱资源在无线电通信发展中扮演着越来越重要的角色，要想最优地有效地使用这些宝贵的资源，缓和频谱拥挤矛盾，唯一的途径是发展新技术，增加频谱共用，提高频谱利用率。

集群移动通信系统频谱效率与特点

成都电子科技大学 查光明 黄建平

【摘要】本文综述了集群移动通信系统的结构、特点和发展背景与方向，重点分析集群移动通信系统具有较高的频谱利用率问题。

Abstract: The configuration, characteristics, background of the development and tendency of the current development of the trunking mobile communication system is discussed, and it is emphasized that the efficiency of the channel of the trunking mobile communication system is quite well.

一、引言

移动通信是指通信双方或至少有一方在运动中进行信息交流的系统，例如移动体之间、移动体与固定点之间的通信。它是二十世纪运输与通信高度发展相互结合的产物。它集有线通信、无线通信、交换技术与微电子技术的最新科技成果于一体，是实现任何人，任何时间，任何地点进行通信的先进手段。移动通信分为两大类：即公用移动通信网与专用移动通信网。在专用移动通信网中又可分为：

- 中小容量自动拨号调度系统
- 集群无线电话系统
- 分布控制无中心多信道选址通信系统
- 无线寻呼系统
- 农村移动电话系统

本文主要讨论集群调度移动通信系统。

所谓调度系统是在给定的业务范围内，为本单位服务的无线通信系统。在一般情况下，它不接入公用电话网，通过用户人工交换机或用户自动交换机构成专用移动电话网。该系统由调度员直接控制或遥控调度站与用户电台（包括固定用户）组成。每个无线基站的覆盖范围一般为20—30公里。

典型的无线调度系统如图1所示。

所谓集群就是多个无线电信道为多用户公用，做到共享时间、共享设备、共同分担费用，是一种频谱效率高的系统。众所周知，专用调度通信系统是出现很早的通信系统之一，在技术上经历了由一对一的单机对讲形式，同频单工组网形式，异频单（双）工组网形式，发展为带选呼的系统和多信道自动拨号系统。近十年来，由于陆地移动通信迅速发展，为缓解频率紧张的矛盾，除了开辟新频段或采用减小信道间隔、缩小频率覆盖区域、在地理位置上使用频率复用技术外，各国都从通信体制上着手，目标是提高频率利用率，增加通信信道效率，扩大用户量，来缓解频率资源紧缺的局面。集群系统就是在这样的背景下发展起来的专用调度系统。

集群系统将基台集中控制，有效地降低了用户的建网费用。图2是集群系统的简单示意图。

在图2中，全部无线信道（M个）供覆盖区内所有用户共用，每个用户通话可使用 $F_1, \dots, F_M$ ($F_1' \dots F_M'$) 中的任一对频率，信道的选取由集群系统中心控制器（TSC）自动选译。通过信令指配、调整待通话的用户到空闲信道，这样可以减小阻塞。系统中采用

共用天线设备,可以降低造价,减小天线间干扰。网内的无线用户通过终端交换设备可呼叫任一无线或有线用户。

可见,集群通信系统是在中小容量自动拨号无线电话调度系统基础上发展起来的新系统,是专用调度系统的高级发展阶段。它将基地台和控制中心统一设置,集中管理,每个用户只需安排供各自调度用的指令台和移动台即可入网,从而做到共用频率,按需分配信道,共用覆盖区,共享时间,共享通信业务,共同分担费用等,是一种多功能而又廉价的先进自动拨号系统。

从集群的发展过程来看,首先是建立基本系统(单控制中心和单基站构成),发展为由主多个基本系统(多基站)组成地域覆盖,进而构成具有漫游功能跨地区的区域网,基本系统按集群控制方式分成两种:

A. 共路信令集中控制方式。

B. 随路信令分布控制方式。

如图3所示,在构成区域网时,这两种结构的系统都要增加一个有交换控制功能的区域控制器用以控制、管理整个区域,处理越区登记和漫游等,如图4所示,此外,也可用多个区域控制器组成地域更广,容量更大的网,如图5所示。各基站与区域控制器之间,区域控制器之间可以通过无线通信,微波链路或光纤传输等方式链接。

集群系统分类如下:

按控制方式划分,有集中控制和分散控制两种。

按信令方式划分,有共路信令和随路信令两种。

按呼叫处理的方式划分,有损失制和等待制两种。

按信令共用信道的方式划分,有固定式和搜寻式两种,也称专用式和非专用式。

按通话占用信道的方式划分,有消息群和传输集群两种。由于传输集群有用户消息延迟的问题,所以在每次(一句话)通话完后,信道多保持一段时间(0.5—1.5)用以缓减延迟,这就构成了准传输集群。

二、集群的频谱利用率和呼损率

利用马尔可夫过程单通道损失制模型,并设系统只有一个信道,呼叫按泊松分布流进入系统,到达强度为 λ ,通话时间服从指数分布^[3],其强度为 μ

$$f(t) = \mu e^{-\mu t}$$

$$\text{可以得出: } P_{\text{损}} = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \quad (1)$$

其中 $P_{\text{损}}$ 为呼损率

假若此信道平均每分钟有0.8次呼叫即 $\lambda = 0.8$,平均通话时间为1.5分钟,则:

$$P_{\text{损}} = 0.545$$

即有54.5%的呼叫不能成功,呼损率太高。

因此应当增加信道数以降低呼损率。采用多信道损失制模型,设有 n 个信道,其余条件不变,则:

$$P_{\text{损}} = \frac{\frac{\rho^n}{n!} e^{-\rho}}{\sum_{n=0}^m \frac{\rho^n}{n!} e^{-\rho}} \quad (2)$$

$$\text{其中 } \rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

若一系统有3条信道，其余数据与上例相同，则：

$$P_{\text{单}} = 0.09$$

为保持每个信道的平均到达强度为0.8次/分钟，将 λ 增加到上例的三倍，即 $\lambda = 2.4$ 次/分钟，则：

$$P_{\text{单}} = 0.41$$

同理，把不同 λ 值和不同信道数时的呼损率计算出来列入表1。

表1 不同 λ 值和信道数时系统的呼损率（平均每信道到达强度保持为0.8， $\mu = 0.667$ ）

单信道	λ 次/分	0.8	1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	5.6	6.4
$P_{\text{单}}$		0.275	0.545	0.78	0.938	0.98	0.99	0.99	0.99
多信道	λ	3信道0.8	3信道1.6	4信道2.4	5信道3.2	6信道4.0	7信道4.8	8信道5.6	9信道6.4
$P_{\text{多}}$			0.09	0.41	0.78	0.938	0.98	0.99	0.99

从表1可以看出，单信道系统 λ 越大则 $P_{\text{单}}$ 越大，为降低 $P_{\text{单}}$ 就应增加信道数。集群系统在保持每个信道的平均 λ 值相同的情况下，呼损率比单信道系统大大降低。但是对于某个固定的平均 λ 值时，并不是信道数越多 $P_{\text{多}}$ 越小，而是有个最佳值。例如上表中，对 $\lambda_{\text{平均}} = 0.8$ 次/分的集群系统，采用6信道最佳，对不同的 $\lambda_{\text{平均}}$ ，最佳信道数也不同，但总的趋势是 $\lambda_{\text{平均}}$ 越大，则最佳信道数也越大。

因此应根据 $P_{\text{多}}$ 、 λ 来确定集群系统的信道数。

呼损率的降低可以解释如下：集群中单个信道阻塞率较高，但所有信道同时阻塞概率是很小的，如图7所示。

频谱利用率的提高解释如下：在系统呼损率不变时，集群系统的每信道平均用户数比非集群单一信道的用户数多，而且集群信道越多，则每信道的用户数也增加得越多，频谱利用率越高，而且，不同的集群系统，频谱利用率不同。传输集群的利用率最高，准传输集群之，消息集群最低，如图8所示。

三、集群系统的技术特点

集群系统大都采用数字信令方式，这是因为：1.速度快，2.系统和移动台采用数字集成电路在体积、价格、可靠性等方面都比模拟电路更可取，3.集群系统的控制复杂，必须采用单片机和微机控制，采用数字信令更易于处理。

性能良好的集群通信系统需要有完善的工作协议的支持。诸如信令格式、编码方案、优先级设置、差错控制方式、争用控制方式、信令传送方式、辅助功能设置、软硬件协调等问题。同市话网或综合业务数字网互连的系统还要考虑过网和漫游的问题。一般的集群体制，信道较少的小容量系统可采用随路信令的集群方式，同市话网互连的系统应采用消息集群（或准传输集群）。要求接续快、保密性好的系统应采用传输集群。

四、集群系统的发展趋势

由于中国国内尚未制定相应的信令标准，而且国际上也没有统一的标准，中国只能引用国外的现有信令。现有的数字信令主要有以下几种：

1. 公开的共用信令MPT-1327, 码率1200 b/s, 采用动频长ALOHA协议。

2. 专用集群信令, 如美国的MOTOROLA公司的Smartnet和Smartzone, 采用自己的专用信令(尚未公开)。码率3600 b/s, 采用时隙ALOHA协议。直接使用涉及产权问题!

3. 随路信令, 如UNIOEN公司的ZETRON 49系统用LTR信令。

国内经过专攻讨论, 日前初步决定在国内使用共路信令集中控制的集群系统。因此国内集群的发展趋势是采用MPT-1327信令或某些专用集群信令的共路信令集中控制的集群系统。采用MPT-1327信令系统的发展趋势是开发800 MHz甚至更高频率的系统。

此外, 国内、国外的长期发展方向是全数字化集群, 话音信道也数字化, 可以通过编码和窄带高效调制等新技术进一步提高频谱利用率和话音质量而且便于与各种日益增多的数字通信网互连, 例如与ISDN互连。由于采用数字化, 还可以使调度系统的功能增强, 同时设备兼容性也会改善。

参考资料

- 1 《移动通信》, 张以进, 人民邮电出版社。
- 2 《移动通信工程》, 中国通信学会主编, 人民邮电出版社。
- 3 《排队论及其应用》, 电子科技大学微机所。
- 4 《集群移动通信系统》, 机电部通信广播研究中心。
- 5 《数字通信网组网》, [日] 西田寺。
- 6 《移动通信及组网》, [英] Lee。
- 7 《通信系统》, 洪福明, 刘荣富, 黑龙江科学技术出版社。
- 8 《Robust检测的二十年》, 刘有恒。

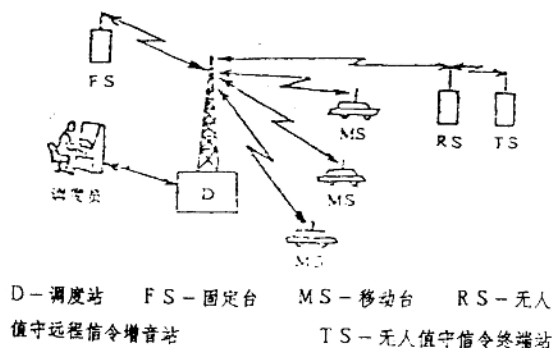
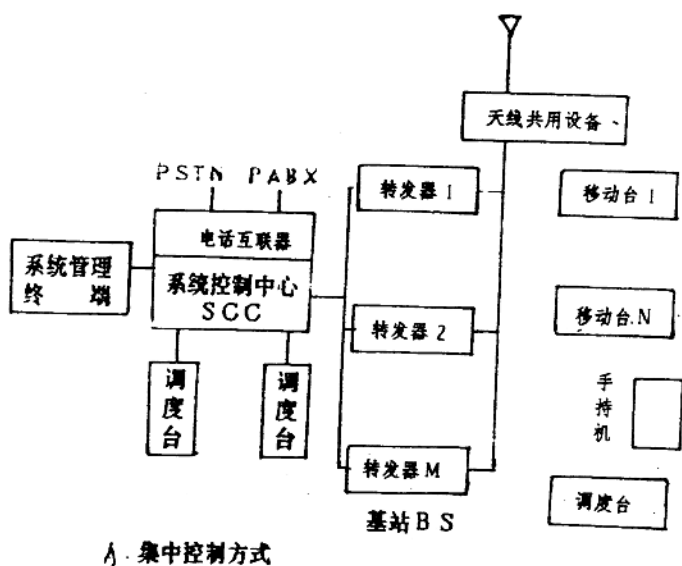
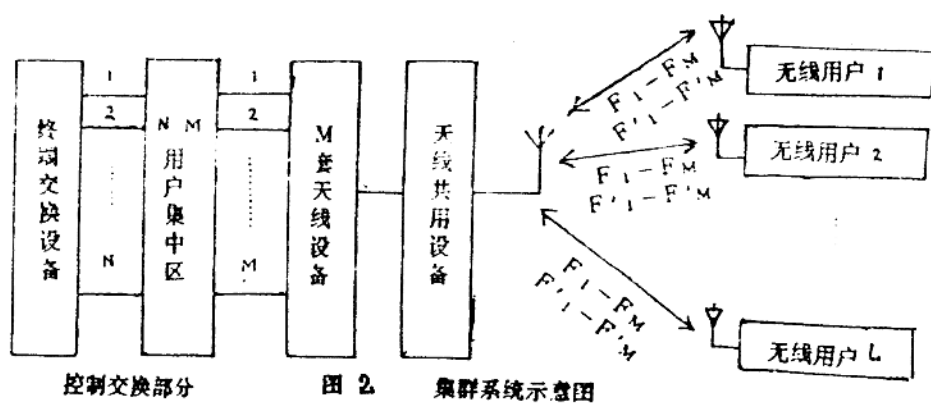
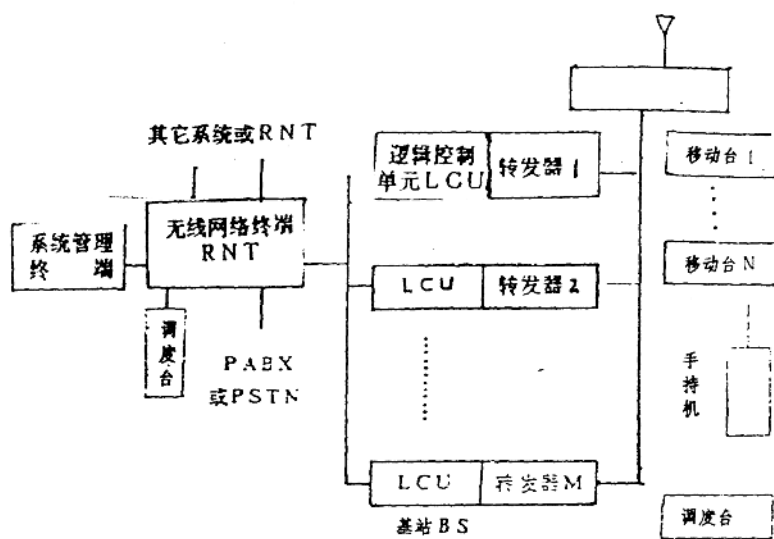


图1 典型的无线调度系统





B. 分布控制方式

图 3 基群网络基本结构示意图

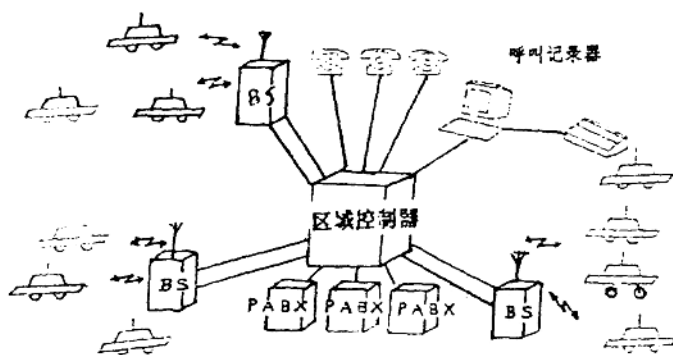


图 4 一个区域控制器的网络