

中等专业学校教材

铁路移动通信

南京铁路运输学校 朱银发 主编



中国铁道出版社

U285.2
04

中等专业学校教材

铁路移动通信

南京铁路运输学校 朱银发 主编
兰州铁路机械学校 顾德志 主审

中国铁道出版社

1998年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书共六章,主要包括:移动通信概述、移动通信基础、移动通信的特殊问题、铁路专用移动通信电台、移动通信天线及无线电台的主要技术指标与测试方法等内容,为便于学习,本书附有铁路常用的移动电台各组成部分电路图集。

本书可作为中等专业学校综合电信专业的师生教学用书,也可供从事移动通信的现场人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

铁路移动通信/朱银发主编.-北京:中国铁道出版社 1998.8

中等专业学校教材

ISBN 7-113-03044-0

I. 铁… II. 朱… III. 铁路通信:移动通信:无线电通信-专业学校-教材 IV. U285.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 17531 号

书 名:铁路移动通信

著作责任者:南京铁路运输学校 朱银发主编

出版·发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:武亚雯

封面设计:薛小卉

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:18.5 插页:22 字数:463 千

版 本:1998年8月第1版 1998年8月第1次印刷

印 数:1—3000 册

书 号:ISBN7-113-03044-0/TN·113

定 价:30.80 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

前 言

本书是根据中等专业学校综合电信专业《铁路移动通信》课程教学大纲编写的。

全书共分六章,主要内容为:第一章介绍移动通信的组成和特点,我国铁路移动通信概况;第二章介绍移动通信基础知识,内容有移动通信的电波传播、工作方式、干扰、移动通信电台发射机、接收机的主要单元电路工作原理,如高频功率放大器、调制、频率合成器、语音处理电路、混频、解调、静噪电路等;第三章介绍移动通信系统的区域组成、多信道选址、信令方式、入网方式的基本概念;第四章介绍我国铁路目前使用的列车无线调度电台,内容有TW-12B、TW-42、TW-43型电台及感应式列车无线调度电话系统,平面调车无线指挥系统。本章重点介绍了TW-12B型电台发射机,接收机、微机控制系统、逻辑控制系统、有线-无线转接分机、开关电源的工作原理;第五章介绍了移动通信天线的基本概念;第六章介绍了列车无线调度电台的主要技术指标及用AH-5403C型无线电话测试器测试发射机、接收机主要技术指标的方法。每章均附有小结和习题。

根据中专教学的特点,本书以讲清移动通信的基本概念为主,理论上不作过多过深的分析,在教学过程中,各校可根据培养学生的去向,选讲第四章中的有关内容。

本书由南京铁路运输学校朱银发担任主编,李嘉华担任协编,兰州铁路机械学校顾德志担任主审。书中第二章的第三、四、五、六、七、八、九、十、十一节,第四章,第五章,第六章,附录I,附录II,附录III由朱银发编写,第一章,第二章的第一、二、十二、十三节,第三章由李嘉华编写。

为了便于本书学习,同时选编了附图集,附图集电路共分两部分:TW-12B型电台电路图;AH-5403C型无线电话测试器面板图。以上电路均选自厂家产品使用说明书;为了方便读者阅读TW-12B型电台电路图,对图中使用的英文标记与缩写加标了中文说明。附图集由朱银发选编。

参加本书审稿会的有柳州铁路运输学校黄欣平、锦州铁路运输学校孙颖、武汉铁路运输学校程少靖、内江铁路机械学校徐守菊,他们提出了宝贵的修改意见,对此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

一九九八年元月

目 录

第一章 移动通信概述.....	1
第一节 什么是移动通信.....	1
第二节 移动通信系统的组成.....	2
第三节 我国铁路移动通信的使用与发展.....	3
第二章 移动通信基础	14
第一节 移动通信的无线电波传播方式	14
第二节 发射机和接收机的工作过程	20
第三节 传输线变压器、螺旋滤波器、有源滤波器	24
第四节 高频功率放大器	30
第五节 调 制	46
第六节 频率合成器	60
第七节 话音处理电路	79
第八节 高频小信号放大器	86
第九节 混 频 器	91
第十节 解 调	96
第十一节 静噪电路.....	106
第十二节 移动通信的工作方式和中继方式.....	110
第十三节 移动通信的干扰.....	113
第三章 移动通信的特殊问题.....	123
第一节 区域的组成.....	123
第二节 多信道选址.....	128
第三节 信令方式.....	132
第四节 移动通信系统与有线网的接续.....	137
第四章 铁路专用移动通信电台.....	144
第一节 单双工兼容制列车无线调度电话系统概述.....	144
第二节 TW-12VC-B 型机车无线电台	149
第三节 TW-12VZ-B 型车站无线电台	172
第四节 TW-12B 型电台有线—无线转接分机.....	197
第五节 TW-42 型与 TW-43 型列车无线调度电台	203
第六节 TW-8C 型和 TW-43 型车台、TW-12 型、TW-42 型电台开关稳压电源	208
第七节 感应式列车无线调度电话系统.....	216

第八节 平面调车无线指挥系统.....	218
第五章 移动通信无线	226
第一节 天线的基本概念.....	226
第二节 传输线的基本知识.....	229
第三节 电流元的辐射场.....	232
第四节 天线的输入阻抗.....	234
第五节 天线的方向性.....	237
第六节 天线的馈电系统.....	243
第七节 铁路专用移动通信常用天线.....	248
第六章 无线电台的主要技术指标与测试方法	259
第一节 AH-5403C 型无线电话测试器	259
第二节 AH-5403C 型无线电话测试器的正确使用	265
第三节 铁路列车无线调度电台的主要技术指标和测量方法.....	269
附录 I TW-12B 型电台英文缩写及符号说明	283
附录 II 英文字母开头的元器件编号说明	286
附录 III TW-12B、TW-42 型电台衰减器	286
主要参考文献	288

第一章 移动通信概述

20 世纪 90 年代的当今世界,谁的信息来源多、来源广,获取信息快而及时,谁就能掌握主动。因此,人们称今天已是信息时代,而现代通信是信息时代的基础。

广义地讲,将信息从一地传送到另一地均可称为通信。现代通信根据传送信息的媒介不同,可以分为有线通信和无线通信两大类。有线通信是利用导线(如架空明线、电缆、光纤等)来传递信息的;无线通信是利用空间无线电波来传递信息的。无线通信在使用中又分为两种:一种是固定点与固定点之间进行联系的固定无线电通信,如微波接力通信;另一种是固定点与移动体或移动体之间进行联系的移动无线电通信,简称移动通信。

第一节 什么是移动通信

70 年代初早春的一天,一趟长途旅客列车在我国西部铁路某甲站停靠后,正满载着旅客慢慢加速开出车站向乙站方向奔驰而去。突然,甲站值班站长接到前方乙站打来的紧急电话:由于信号与道岔办理错误,一趟货物列车正从乙站冲出驶向甲站。谁都明白,在这种单线铁路区段上,从两个方向驶来两趟列车,势必要造成正面撞车事故。双方车站行车人员心急如焚,他们无法想象在短短的十来公里区间里,几分钟以后将发生一场车毁人亡的特大事故。在当时的情况下,虽然铁路已建成了可靠的有线通信网,但车站与行驶中的机车司机间没有通信联络的手段,双方司机之间也无法通信联系。车站值班员通过有线电话及时向调度所作了汇报,但调度人员也束手无策,情况十分危急……。幸好双方司机瞭望及时,当发现对方来车后,双方均立即紧急制动,但由于列车的巨大惯性与线路有坡度的缘故,还是造成正面冲突事故,给国家与人民生命、财产带来一定的损失。

铁路通信的最终目的,就是能迅速、正确、保密、稳定地传送信息,并且不受地点与时间的限制。从以上的例子中,我们暂且把造成事故的其他原因不作分析,而从通信的角度检查,可见,仅仅有车站之间和车站与调度所之间的有线通信,是一种不完善的通信。因为它们均是固定点之间的通信,不能保证铁路行车的安全。如果当时具有车站(固定点)与机车(移动体)之间;或者机车(移动体)与机车(移动体)之间的通信手段,双方司机及时得到通知,立即采取相应的措施,这样的行车事故是完全可以避免的。这种固定点与移动体或者移动体之间的通信,称之为移动通信。也就是通信对象之间至少有一方处于移动状态的通信。旨在实现移动通信的技术系统,称为移动通信系统。

实际上,移动通信是无线电通信的最早应用。无论是马可尼^①还是波波夫^②他们最早进行的无线电通信试验都是海岸与舰船之间的通信,也就是移动通信。但是,由于当时设备使用的频率较低,工艺技术很原始,故电台的体积、重量都很大,使移动通信的发展受到极大的局限。

① 马可尼(1874~1937)意大利物理学家、工程师,无线电发明者之一。

② 波波夫(1859~1906)俄国物理学家和电工学家,无线电发明者之一。

直到最近二三十年来,随着晶体管与集成电路的发明应用,元器件的小型、低耗,给移动通信的发展开辟了新的天地。目前,小型移动电台不仅可用于车载,也可以携带手持通话,甚至可放到衬衣口袋内。特别是80年代以来,由于大规模集成电路、微处理器与其他通信新技术应用于移动通信中,促进了电台设备的自动化、信息化,使移动通信系统向大容量和多功能方向发展。因此,移动通信和卫星通信、光缆通信一起,被列为现代通信领域中的三大新兴通信手段。

目前,移动通信按活动范围可分为航空移动通信、海上移动通信和陆上移动通信;按服务对象可分为公用移动通信和专用移动通信;按工作方式划分有单工、半双工和双工三类(其定义在下一章详述)。本书以铁路移动通信系统为主,对移动通信的有关问题作讨论。

第二节 移动通信系统的组成

铁路移动通信是一种陆上移动通信,陆上移动通信用户多、应用广,移动台所处的地形与周围的环境在不断地变更之中,故本节介绍陆上移动通信的组成与特点具有移动通信的代表性。

一、移动通信的组成

一个典型的移动通信系统的组成示意图如图1—2—1所示。

它由若干个基地台、许多移动台、一个控制交换中心和相应的中继线组成。基地台和移动台均设有收、发信机和天线。每个基地台都有一个可靠通信的服务范围,称为无线区(或称电磁波场强覆盖区),在无线区内的接收机可以可靠接收该基地台的信号。无线区的大小主要由基地台发射机功率和天线架设的有效高度决定(移动台也有场强覆盖区,但范围略小些)。每一个无线区内自成一个移动通信小系统,使用一个或若干个信道^①进行通信,各个相邻的无线区须采用不同的信道,以免相互干扰。控制交换中心的主要功能是信息交换和整个系统的集中控制,并可将移动通信系统与有线通信网连接。由图1—2—1可见,多个无线区相互邻接排布,就能扩大系统的服务面积,经过基地台、控制交换中心和中继线转接传输信号,就能在整个系统内实现任意两个移动用户之间的通信联系。举例来说,无线区1的A移动台,通过基地台1、中继线1、控制交换中心、中继线3、基地台3与无线区3的移动台B进行通话。如果控制交换中心经过中继线和有线通信网连接,就能实现移动用户和有线通信网内用户之间的通信,从而构成一个有线、无线结合的移动通信系统。

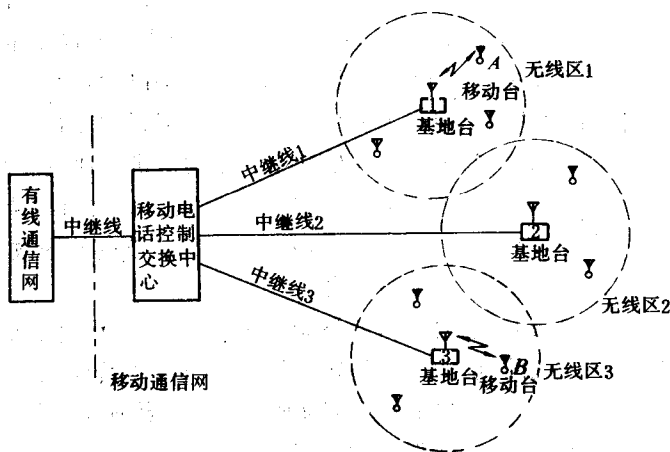


图1—2—1 移动通信系统的组成示意图

由图1—2—1可见,多个无线区相互邻接排布,就能扩大系统的服务面积,经过基地台、控制交换中心和中继线转接传输信号,就能在整个系统内实现任意两个移动用户之间的通信联系。举例来说,无线区1的A移动台,通过基地台1、中继线1、控制交换中心、中继线3、基地台3与无线区3的移动台B进行通话。如果控制交换中心经过中继线和有线通信网连接,就能实现移动用户和有线通信网内用户之间的通信,从而构成一个有线、无线结合的移动通信系统。

^① 注:信道,又称频道,波道。是无线电设备工作时所占用的通频带,作为传输信息的通道。

二、移动通信的特点

(一)在移动通信中,由于移动台在不断运动之中,受地形、地物及电波多径传播影响,接收信号强度和相位随时间、地点而不断变化,信号极不稳定,所以在系统设计与使用时必需考虑这方面因素。

(二)移动台的位置随着运动状态而变,有时远离基地台,有时靠近基地台,要求收信机具有较大的动态范围。

(三)在移动通信中,基地台往往设置若干个收、发信机,移动台的地区分布密度也不固定,通信距离也是随时变化的,这些均促使移动通信中的干扰变得很严重。最常见的干扰有同频干扰、邻道干扰、互调干扰及大信号阻塞干扰等。此外,由于移动通信使用的频率较高,受设备内部噪声与外部噪声的影响也大。故在系统设计时,应采用相应的抗干扰与消除噪声的措施。

(四)移动通信的用户数量大,为缓和用户数量大和可利用信道数有限的矛盾,除了开发新频段之外,还应采取各种有效利用频率的措施。如缩小信道间隔、多信道共用、频率重复使用等。频率拥挤问题是影响移动通信发展的关键问题之一。

(五)由于移动台可在整个通信区域内随机运动,而且不通话的移动台发射机是关闭的,它与交换中心没有固定的联系。因此,要实现通信,交换中心首先应知道移动台所在的位置,以便决定由哪一个基地台和该移动台建立联络,并分配给它一个合适的信道。为此,需要采用所谓“位置登记”技术。另外,在通话过程中,移动台可能从一个无线区进入另一个无线区,为保持正常通话,需要随时监测电场降低影响质量的情况,并及时转换基地台和信道,这称为通话中的“信道转换”。因此在大容量移动通信系统中,需要采用复杂的“跟踪交换”技术。

上述特点中涉及了不少移动通信的专用名词,读者可从下述几章中逐步了解其意义。

第三节 我国铁路移动通信的使用与发展

铁路移动通信,按服务对象分为专用移动通信和公用移动通信两大类,专用移动通信又以列车无线调度电话系统与站场无线通信系统为主。我国铁路目前主要使用专用移动通信,公用移动通信正处于开发阶段。下面对各种铁路移动通信系统作概要的介绍。

一、铁路列车无线调度电话系统

铁路部门有一套独立而且完整的有线通信网,它对指挥行车组织运输生产起很重要的作用。其中,有一种指挥行车专用的有线列车调度电话系统,它是供调度员和各车站值班人员联络的专用行车指挥电话。但是,随着国民经济的发展,铁路运量的不断增长,不但要求安全、正点,还要求提高列车速度、载重量、加大车流密度,这就需要在行车指挥人员(调度员、车站值班员)和列车乘务人员(司机、车长)之间建立直接的通话联系。显然,只有移动通信才具有这种功能,列车无线调度电话就是这样的一种专用移动通信系统。

(一)列车无线调度电话的组成和特点

1. 组成

列车无线调度电话系统由车站电台(基地台)、机车电台(移动台)、有线通信线路和有线—无线转接设备(由转接总机、转接分机构成)共同组成的。整个系统的组成方式如图1—3—1所示。可见,该图与图1—2—1基本是一致的。其中“控制交换中心”由转接设备代替,但它仅起

控制作用,没有交换性能。

2. 特点

(1)列车无线调度电话就其通信范围来看,属于带状移动通信,每个调度区段设置一套系统,适宜采用小功率多设台的方式。

由于系统是供调度所的调度员,沿线车站值班员与调度区段内运行中的机车司机通话使用(一般一个调度区段为100~150 km),铁路线又呈带状延伸,因此在调度所、车站、机车上均设置大功率电台的方法,显然是既不经济也不合理的。故宜采用沿线各车站与机车上设小功率电台的方法,调度员借助与机车接近的车站电台和司机通话。通常车站之间距离为8~10 km,每一车站和机车均设置3~5 W小功率电台。

(2)列车无线调度电话系统采用无线与有线结合的方式。

在每一车站设置小功率电台后,调度所要遥控这些电台,需通过有线电话系统作为控制通道,以及由转接总机(设在调度所)和转接分机(设在各车站)构成的控制设备来完成。可见,列车无线调度电话系统是离不开有线的。

应当指出,现场习惯将调度员,车站值班员和机车司机的通信称“大三角”通信;而车站值班员、机车司机、车长的通信称之“小三角”通信。

(二)列车无线调度电话的作用

1. 防止行车事故,保证行车安全

列车驾乘人员在运行中发现线路、桥梁、信号、道口、机车、车辆等设备发生故障和货物装载异常等,都可以及时用无线电话报告调度员、车站值班员或相邻列车的乘务人员,以便采取相应的有效措施。一旦发生危及行车安全的严重情况,调度员、车站值班员能及时用无线电话向司机发出紧急停车命令。如第一节所述之行车事故,通过无线电话完全可以避免,铁道部每年收到大量的由应用列调无线电话而防止行车事故的事例报告,故列车驾乘人员称列调无线电话为“救命电话”。倘若已发生事故,通过无线电话联系,能及时处理防止事态扩大,尽快开通区间恢复通车。

2. 使调度指挥机动灵活,明显提高运输效率

在没有列车无线调度电话时,调度员想与司机联系,只能采用请车站值班员递条子的落后方法。有了列车无线调度电话,调度员能及时、准确地下达有关列车运行的指令,司机也可随时反映情况。信息及时沟通,使列车运行组织的各个环节更加协调,从而提高了列车准点率及繁忙区段的通过能力,也加速机车车辆的周转,使运输效率明显提高。

3. 加强了铁路运输的应变能力

列车运行中,当遇有特殊情况发生时,如雾天、暴风雪、飓风等恶劣天气或水害、地震等自然灾害情况时,司机虽瞭望困难,但通过列车无线调度电话可指挥行车。车站值班员与调度员也能及时了解运行中发生的情况,及时予以处理。另外,当旅客列车上发生意外情况时,也能及时通知前方车站及调度员,以便得到妥善处理,提高了旅客列车的服务水准。

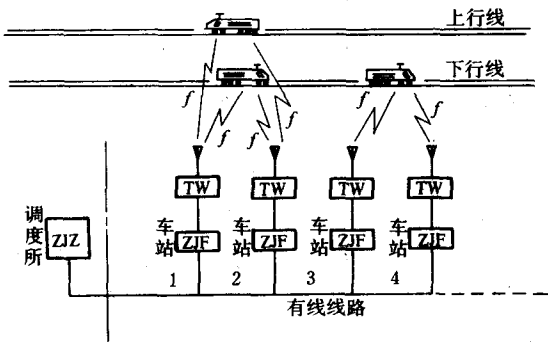


图 1-3-1 同频单工制无线列调组成示意图

图中:TW——TW 系列列调电台;

ZJZ——有线-无线转接总机;

ZJF——有线-无线转接分机。

二、铁路站场无线通信

铁路站场无线通信系统指铁路车站和编组站(场)内用的无线系统。由于车站、特别是编组站(场)内独立作业系统比较多(通常有几个至十几个左右),所以,各种铁路站场无线通信系统相互独立,自成系统。例如平面调车系统、驼峰调车系统、接发列车系统、车号员系统及列检系统等。

(一)站场无线通信系统的组成与特点

1. 组成

站场无线通信系统的组成,主要由固定台及若干个移动台组成。如图 1—3—2 所示。

根据作业的不同要求,各系统可采用不同的工作制式。如单工制、双工制、中继转发制等(详见第二章第十节),以达到固定台与移动台,或移动台之间通信联络的目的。目前,也有不少车站往往不设固定台,采用同频、单工、语音呼叫方式组网。

2. 特点

(1)设台密度高,相互干扰大

站场无线通信与无线列车调度电话不同,它是解决站场内各作业系统内部通信联络的移动通信。也可以说,是一种面上的小范围通信。一般车站范围约长 1km 左右,站内设置几个独立的移动通信系统。所谓独立,就是要求各个系统之间不能相互串话、串信号。通常的纵列式三级三场编组站由到达场、编组场(有时又分为两个平行的上、下行场)和出发场组成,每个场均有 1km 左右,全站长约 3km。在这样的站内,要设置多达十几个独立的移动通信系统,由于设台密度高,电台间相互干扰大,并特别容易产生大信号阻塞干扰。因此,在站场无线通信组网设计时,对频率配置、工作制式、场强覆盖区范围、电台性能要求等诸方面均应作详尽的考虑,否则会造成各个系统均无法通信。

(2)通信内容各不相同

站场无线通信的内容各种系统也不尽相同,通常有传语言信号(如车号员系统、接发列车系统)、传语言和音响信号(如尾部调车系统、简易驼峰系统)、传语言和色灯信号(如平面调车系统)、传色灯信号(如机械化驼峰调车系统)及传遥控信息(如列检的制动试风系统、机车遥控)等。因此,站场移动通信的设备比一般单纯通话的无线设备要求高,可靠性也要好。

(二)站场无线通信系统的作用

无论从国内还是国外的报导来看,铁路站场自采用无线设备进行作业指挥后,促进了运输生产并取得良好的经济效益和社会效益,在大型编组站尤为显著,站场无线通信已被认为是站场运输作业中最重要的技术装备之一。具体表现如下。

1. 提高作业效率

以编组站为例,铁路编组站是生产列车的“工厂”。由于编组站内解编作业量大,作业过程复杂,涉及的部门又多,车辆在站停留时间比较长。自从采用站场无线通信设备后,室内与室外作业人员可以随时联系,协调安排,减少不必要的等待时间,作业效率有明显提高。据原苏联铁路报导,可以提高调车作业效率 15%~25%,缩短解体时间 25%~30%;我国有关资料介绍,采用无线电平面调车后,可以提高作业效率 8%。同时,由于调车作业效率提高,也就减少了车

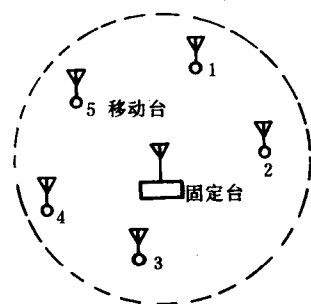


图 1—3—2 铁路站场无线通信系统的组成示意图

辆停站时间,加速机车车辆周转,加速货物送达,降低运输成本,给铁路运输生产带来一系列的好处。

2. 减轻作业人员劳动强度与提高作业安全

以调车作业为例,铁路有史以来一直采用的是灯旗指挥作业方式,白天用红、绿信号旗,晚间用红、绿信号灯表示,遇到雾天还得用口笛音响信号。调车作业时,作业人员必须一手抓牢车把,一手不间断地显示信号,随车前进,劳动强度既大又危险;遇到长距离推进作业时,臂力差的人员往往要用双手抓住车把来缓和体力,此时就会中断信号,造成不安全因素。使用无线电台后,作业人员可双手抓住车把,随时可用电台打色灯信号或通话来指挥,减轻了劳动强度。特别是遇到计划变更时,可立即用电台通知,少走不少冤枉路。另外,在调车作业时,调车司机通过电台能及时收到地面作业人员送来的停车信号而立即停车,可防止和避免意外事故的发生。即使发生事故,也可根据无线调车设备中的“调车信号自动记录仪”(俗称“黑盒子”)和调车区长的录音进行事故分析。据联邦德国铁路报导,90%的作业事故可以借助无线电设备予以防止。我国铁路采用无线电调车作业的时间较短,但在减轻劳动强度与提高作业安全方面已取得显著效果,得到广大运输作业人员的欢迎。

三、铁路公用移动通信

铁路公用移动通信是供铁路移动用户之间,或移动用户与地区用户之间的公用移动通信。移动用户也可以通过铁路地区电话总机进入铁路长途电话网或直接进入市话网通话。由于铁路有点多、线长、多工种协同作业的特点,又需兼顾为公务和旅客列车提供便利、优质的服务,故铁路公用移动通信宜采用多站制集群移动通信系统。

(一) 集群移动通信的概念

集群移动通信系统(简称集群系统)是许多(多群)用户共享数量相对较少的无线信道,并动态地使用这些信道的移动通信系统。集群系统也是一种公用无线调度通信系统,适用于铁路按专业部门(如,机务、工务、电务等)或某一车站的用户分群,共用一个移动通信系统的组网方式,故称之为“集群”方式,一改过去每一专业部门或车站的用户专用某些信道的作法(如图1—3—2)。这样,设备集中投资,统一管理,信道共用,动态分配空闲信道,充分利用频率资源。系统不仅能个别呼叫,并具有组呼、用户优先分级、动态重组、限时等特殊功能,因此,集群系统是一种性优、高效且廉价的移动通信系统,是铁路公用移动通信的发展方向。图1—3—3为集群移动通信系统示意图。

由图1—3—3可见,左侧的基本系统由无线电话总机(含主控制器与音频交换机)、信道机、互联接口、系统管理终端、调度台与用户台等各部分组成。

集群系统采用大区制方式,基本系统的服务半径最大达50km。为了扩展服务范围,常用的方式是设多站,即可根据需要设置分站,这样图左侧的基本系统称为主站,实际上分站仅在控制部分与主站不同,可以按基本系统配置,所以也可统称为基站。一典型的集群系统可设30个左右基站,每个基站有20~30个信道,系统支持600~900个信道,按每个信道可服务于20~30个用户,系统可服务12 000~27 000个用户。多个系统联网,用户数就更多。

组网的方法是将主站的主控制器与各分站的分控制器之间任选一种通道予以沟通,通道可以选用电话线,光缆或微波等多种手段。故图1—3—3实际上展示的是多站集群系统的基本结构示意图。现将主要设备的性能、作用简介如下。

1. 主控制器

主控制器是多站集群系统最重要的部件,它通过分控制器管理和控制整个多站系统的正常运行,执行的主要功能有。

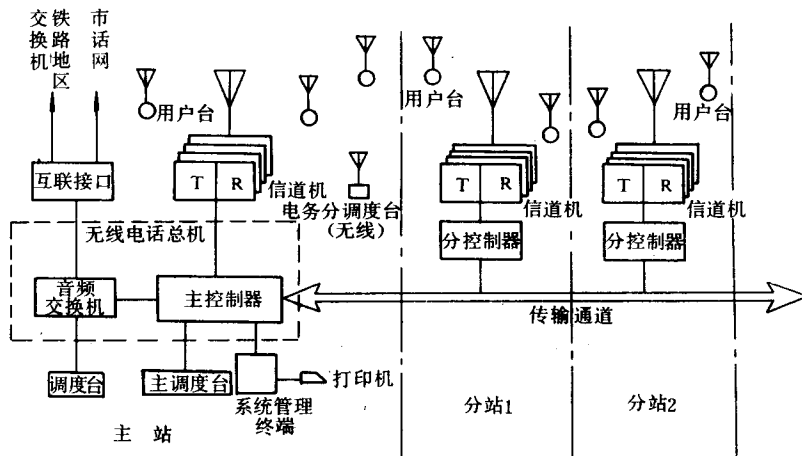


图 1—3—3 集群移动通信系统示意图(多站)

- (1)处理各种呼唤;
- (2)分配话务信道;
- (3)协调话音信号在主站与分站之间的输送;
- (4)充分发挥系统的管理与调度功能。

2. 分控制器

受主控制器指挥来控制整个分站系统的正常运行,它向主控制器汇报分站的情况。一旦分控制器与主控制器失去联系时,它以单站集群方式支持整个单站系统的正常运行。

3. 音频交换机

音频交换机提供主站连接各分站的音频或数据通道,具有交换性能。

4. 互联接口

又称电话互联终端,受主控制器控制,作为音频交换机与市话网及铁路地区交换机之间的接口,从而将以无线调度为主的集群系统扩展到有线电话网,满足部分无线用户的通信需要。一般无线用户使用双音多频(DTMF)电话机可自动拨入有线电话网而无需经过调度员协助。有线用户通过电话互联终端进入集群系统,可以进行个别选呼或同时向一组无线用户发起呼叫。

5. 系统管理终端

系统管理终端实际上是一台小型电子计算机,连接到主控制器上。操作员在系统管理终端上输入系统运行参数,如限时参数、用户优先级修改、用户入网控制等。此外,系统管理终端能够完成设备状态(如故障显示及报警)、信息打印输出等。

6. 调度台

调度台可以采用电话线或无线方式接入系统,具有调度员之间相互通信和对用户台的调度等功能。

7. 信道机(或称转发器)

基站信道机提供话务信道和控制信道(只需一个),是集群系统的主要设备。它受控制器指

挥,每个信道单独使用一套信道机,每套信道机各由一个收、发信机构成,一般基站设有 10~30 套信道机。集群信道机的天线系统包括高增益(10dB)全向天线,发射天线组合器(即发射天线共用器)和接收天线分路器组成。

8. 用户台

用户台包括车载台,手持机和固定台等。

需要指出的是,当集群系统采用多站连接后,为了实现移动用户漫游功能,必须进行位置自动登记和越区信道自动切换。

(二)集群系统的分类

由于多信道共用可以采用不同方法来实现,因此,集群系统的体制也各不相同,目前常用的分类方式如下。

按控制方式划分,有集中控制方式和分散控制方式两种。在集中控制方式中,由系统控制器统一管理系统的信务信道;而分散控制方式中,信务信道的管理分散于每一个信道机,即每一信道机都带有一个逻辑控制单元。

按信令方式划分,有共路信令方式和随路信令方式两种。所谓共路信令方式就是专用控制信道方式,即系统中设置一个控制信道来传送信令,因此信令传送的速度较快。随路信令方式是在任一个信道中既传送信令又传送语音,为了避免相互干扰,信令采用亚音频信号,因此信令传送不单独占用信道,但传送速度较慢。一般情况下,随路信令适用于信道数较少的小容量系统,而共路信令适用于信道数较多的大容量系统。

集群系统按通话占用信道方法来分类,可分为消息集群、传输集群和准传输集群三类。这部分内容在第三章介绍。

(三)集群系统的主要功能

集群系统主要具有如下一些特殊功能。

1. 组呼

通话组是集群系统中进行通信的最基层组织,也是最常用通话方式。由若干用户组成的通话组可以是一个车站或是铁路的一个基层调度部门(如:工务、电务)。组呼发起很简单,当用户与本组成员通话时,按常规操作方式,按下发送键(PTT)开关即可。用户也可以向其它通话组发起组呼,单机用户与多少通话组通信取决于单机上预置的可通话组数。

2. 通播

由若干通话组可编成一个大组,其中某些成员赋予通播功能,这些成员单机(即无线调度台或移动台)必须通过编程并在主控制器作了存储登记。有通播功能用户,可以仅占用一个信道就能同时向大组中所有成员调度通话。通播功能中有两种方式可供选择,一是“等待”方式;二是“中断”方式。

在“等待”方式下,发起者必须等待本大组中其它正在通话的成员释放发送键后才能开始通播。本大组中其它成员若试图在通播已发起的情况下发起呼叫,则将听到忙音,但不包括正在与有线用户通话的成员,一旦结束通话,它就将自动加入通播。

在“中断”方式下,当一个用户发起通播时,将立即中断大组中正在进行的通话,松开发话键后就加入通播,其它未通话成员立刻被指定到通播信道上。

从上述可知,通播使用户一次呼叫就能叫通一大批成员用户,这种方式在紧急情况下是十分有用的,在铁路、公安等部门使用广泛。

3. 系统呼叫

在整个集群系统内呼叫称为系统呼叫。它类似于通播,采取“等待”方式,系统呼叫可以从主调度台或那些已进行过“编码芯片编程”并在主控制器的数据库作过登记的用户单机发起。当系统呼叫结束,系统将返回到通常的调度操作方式。

4. 私线通话

调度台或普通用户台可选择另一个用户进行私线通话。为此,发起的用户需将工作种类开关转换到“私线通话”状态,然后选择欲私线通话用户号码,再按下发送键。任何被呼叫的车台或手机无论在哪个通话组,只要在控制信道上守候,那么都能够收到私线通话呼叫。一旦私线通话建立,双方将听不到其它呼叫。因此,私线通话结束后,用户必须将状态转换到正常调度通话状态。守候于控制信道。万一用户忘记退出“私线通话”状态,单机会发出提示音提醒用户,直至退回到正常工作状态。

5. 自动重发

由于信号衰落,或者是两个以上用户在控制信道上同时申请通话而发生碰撞时,便会出现呼叫失败现象。系统在主呼用户释放 PTT 开关后,将在 4s 内继续发出通话请求,不需要连续按下 PTT 开关,这一功能称为自动重发。一般情况下,第一次呼叫后加自动重发便可得到应答。

6. 繁忙排队与自动回叫

当全部信道均被占用时,若有用户发出呼叫申请时,则进入排队系统,一旦有空闲信道时,采取先来先服务原则,依次发出回呼音给排队用户,用户收到回呼音后即可进行通话。

7. 用户优先分级

系统一般有多种用户优先级别,其中紧急呼叫为最高级别,由用户设定,其它分别由终端调度员、系统管理员设定。

8. 动态重组

在某些特殊情况下,因工作需要,由调度员在控制信道上发出命令,批示某些用户(原来不是同组用户),临时组成一个小组,称为动态重组。调度员必须及时向主控制器报告动态重组情况。

(四)集群系统的主要特征

集群系统与蜂窝式移动通信系统(俗称“大哥大”,第三章有较详细的介绍)均可构成公用移动通信系统,且在技术上有不少相似之处,故有人把集群系统俗称为“二哥大”。但无论从用途、网络构成、工作方式诸多方面,两种系统有很大差异。为了更好地理解系统的特征,现将两种系统比较如下。

(1)蜂窝式移动电话系统中主要是无线用户(移动台)与有线用户(市话用户)之间通话;集群系统中主要业务是移动台之间通过基站进行通话。蜂窝式移动电话系统也可以进行移动台之间通信(见图 1—2—1 所示);集群系统中也允许少量用户通过基站与市话用户进行通信。总之,两种系统通话业务的主次是不同的,这一点在选用系统时必须予以考虑。

(2)两种系统通信方式不同,集群系统采用半双工通信方式,即基站工作于双工方式,而无线用户为异频单工方式,移动台之间通信通过基站转发只需一对双工频道(见图 2—12—3(a));在蜂窝式系统中,移动台相互之间若要进行通话,两个移动台必须通过各自基站及移动电话交换局,由于都是双工方式,因此需占用两对双工频道。

(3)集群系统主要用于调度、指挥,通话时间很短,为了容纳更多用户,集群系统均设有时功能,一次通话时间限定约 15~60s,而且根据业务情况,可调整限时的时间,例如当话务量

较大时间里,限时的时间短一些,而当话务量较少时间里(如深夜),限时的时间可长一些;蜂窝系统对通话时间一般不进行限制,一次通话时间与市话网平均通话时间相同,需约 3min。集群系统中也有少量无线用户与市话用户通话业务,一般只允许与市话用户的话务量占总话务量的 5%~10%。

(4)集群系统采用大区制组网方式,基站天线高架,发射功率较大,覆盖范围大,有效作用半径可达几十公里;蜂窝系统采用小区制组网方式,小区半径约几公里,系统控制比较复杂,如需要进行信号检测、定位和过境信道自动切换等,因而成本较高。

(5)两种系统都采用多信道共用,按需分配方式。但集群系统的信道利用率更高,用户在一次通话过程中,可以随机占用某一空闲信道,移动用户一旦释放按讲开关,原来发话信道立即变为公用的空闲信道,而一般多信道共用系统(包括蜂窝系统),在一次通话过程中,一直占用该信道,而不管通话中停顿、间歇等。

(五)铁路公用移动通信的作用

铁路公用移动通信可以实现随时随地不间断的通信联络。采用集群移动通信系统,不仅可以实现移动用户之间和移动用户与市话、铁路固定用户之间一对一的通信外,还具有组呼、广播、用户优先分级、动态重组等功能,十分适合铁路使用。

特别在铁道部与铁路局(分局),大型车站,编组站所在地,各部门、各系统、上下的、横向的公务通信联系十分频繁,又要求及时可靠。有了公用移动通信,无论在什么地方,只要带了移动电台,随时可以进行通信,决不会误事。对于运输生产部门的领导人来讲,其作用与效益更为显著。

四、其它铁路移动通信

近十来年中,铁路移动通信发展十分迅速。除了上述介绍的移动通信系统之外,目前铁路使用的移动通信设备主要有如下。

(一)无线寻呼系统

寻呼系统是一种传送简单信息的单向呼叫系统。它仅为有线电话用户呼叫 BP 机提供服务,故称为“寻呼”。该系统主要由寻呼控制中心,基地台与寻呼接收机(俗称 BP 机)三大部分组成,如图 1—3—4 所示。

寻呼控制中心主要由操作控制终端及编码器组成,可以是自动控制(自动寻呼),也可为人工控制(人工寻呼)。

铁路无线寻呼系统是一种专用寻呼网,要求具有汉字、数字显示,音响和震动寻呼通知,选呼,组呼,优先呼叫,复台寻呼,异地呼叫,重复呼叫,定时,天气预报等功能。

无线寻呼系统具有结构简单,安装方便,建网容易,整个系统投资较低,使用方便、及时,可提高工作效率,是一种投资少见效快的通信设备,故近几年发展十分迅速。铁路的无线寻呼网还具有发送到货通知、列车到发时间等特殊信息服务,并逐步向全路统一编号组网,尽快向全路漫游呼叫方式过渡,受到路内外广大用户的欢迎。

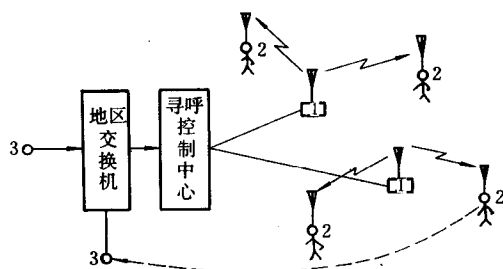


图 1—3—4 无线寻呼系统的组成

1—基地台;2—寻呼接收机(BP 机);3—有线用户。

(二)无绳电话系统

无绳电话是将有线电话的用户线用无线加以延伸的双工系统。它由基站(基地台)和手机(手持台)组成,如图 1—3—5 所示。

基站和手机均由一部完整的电话机和无线电收发信机组成。所谓“完整”是指每部电话机都具有送话器、受话器、拨号盘(键)、电铃或蜂鸣器等主要部件。

当把手机和基站放在一起时,它们的收发信机均不工作,只是手机内的电池被基站的直流电源浮充。这时整个无绳电话就相当一部普通的电话机,可以使用基站上的电话机进行拨号和通话。一旦把手机从基站上取下,它们双方的收信机接通电源,同时开始工作,监收对方发出的无线信号,形成手机与基站之间的双向通路,此时,有线用户与无绳电话用户间可进行双向呼叫与通话。

无绳电话为了防止彼此相互干扰,发射功率很低,一般输出功率小于等于 20mW,所以服务范围有限。通常在室外开阔地约为 200m,楼群间约为 100m,楼内约为 50m 左右。

以上是第一代无绳电话的组成方式,它给用户带来不少方便,例如行动不便的人,到邻居家串门的人,都能用无绳电话进行及时的通信。但是,如上所述,一部无绳电

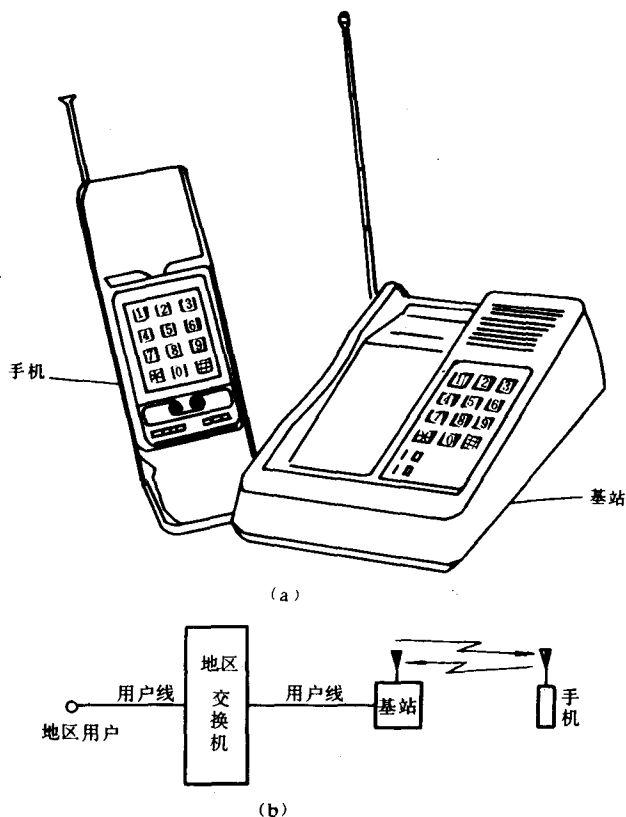


图 1—3—5 第一代无绳电话系统的组成
(a)外形(基站与手机);(b)系统组成示意图。

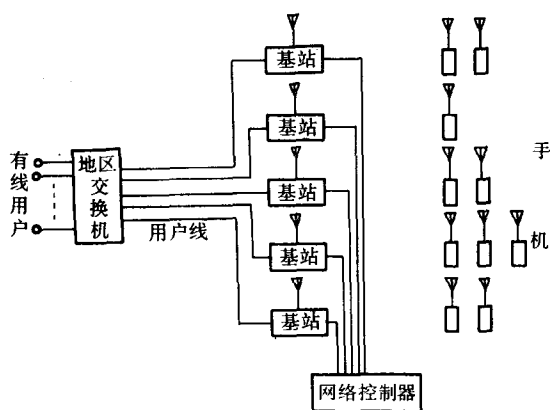


图 1—3—6 CT—2 系列无绳电话的组成

话占用一个无线信道,则信道利用率太低,这也是无绳电话初期得不到迅速发展,一般仅用于家庭用户的主要原因。

随着多信道共用技术的开发,由于无绳电话无需控制中心,可直接通过基站的用户线进入有线交换机,无绳电话得以迅速发展。

第二与第三代 CT 系列数字式无绳电话系统可由一个基站和若干个手机组成一个小型网,若干个基站小型网再构成一个系统,共用一组信道(如 CT-2 有 40 个信道),如图 1—3—6 所示。基站与手机间可采用异频双工或同频时分双工方式(即采用收 1ms、发 1ms、收发相间 1ms 的乒乓传输方式)。