

铁路职工岗位培训统编教材

通信工

(无线通信)

朱银发 主编

铁道部电务局
铁道部教育司 审定

ISBN 7-113-02397-5



9 787113 023973 >

ISBN 7-113-02397-5/T

定

价：22.

U285.2
001

铁路职工岗位培训统编教材

通 信 工

(无线通信)

朱银发 主编

翟庆锡 主审

中 国 铁 道 出 版 社

1997年·北京

(京)新登字 063 号

图书在版编目(CIP)数据

通信工:无线通信/朱银发主编.-北京:中国铁道出版社,1996
ISBN 7-113-02397-5

I. 通… I. 朱… III. 铁路通信-无线电通信-基本知识 IV. U285.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 15925 号

内 容 简 介

本书是根据铁道部教育司、劳资司教职(1991)38号文件的精神,按照铁路工人技术标准对通信工的专业知识和技能的要求,由部电务局、教育司共同组织编写的。

本书重点介绍了移动通信的内容,全书共分七章。包括移动通信系统的组成、特点、工作方式、信令、入网、干扰等,并且结合 TW-8C 电台、TW-12 型电台介绍了移动通信用电子电路、电波传播和移动通信常用天线。书中还介绍了列车调度无线电台的主要技术指标、测试方法和移动电台检修基础知识,以及铁路集群通信、无线寻呼、平面调车无线指挥系统、微波中继通信等。书中每章均附有复习思考题。

该书适用于铁路运营部门通信工岗位培训和考工时学习参考。

铁路职工岗位培训统编教材

通 信 工

(无线通信)

朱银发 主编

中国铁道出版社出版发行

(北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑 任 军 封面设计 赵敬宇

中国铁道出版社印刷厂印

开本:787×1092毫米 1/16印张:16.25 字数:397千

1997年2月 第1版 第1次印刷

印数:1-2200册

ISBN7-113-02397-5/TN·93 定价:22.70元

前 言

“岗位培训是对从业人员按照岗位需要在一定政治、文化基础上进行的以提高政治思想水平,工作能力和生产技能为目标的定向培训。”

岗位培训的专业教材应具有针对性和实用性。针对性,就是要从岗位的实际需要出发,教材的内容应当包括岗位职责要求,技术装备现状和生产管理要求;实用性,就是从培训对象的实际出发,教材所给的知识含量是必备的,而且要体现以提高技能为中心。

为了给铁路运营系统主要工种的工人岗培提供一套适用性较好、可读性较强的教材,以进一步提高培训的质量和效益,更好地为铁路运输安全生产服务,根据铁道部教育司、劳资司教职[1991]38号文件精神,由铁道部各业务局和教育司共同牵头组织统编铁路运营系统工人岗位培训教材。

这套教材包括或覆盖铁路运输(车务、客运、货运、装卸)、机务、车辆、工务、电务部门的133个工种(职名),计划在“八五”期间基本完成。这次统编教材是以新颁《铁路工人技术标准》为依据,以专业知识为主要内容,本着针对性强、实用性好、突出技能训练的原则组织编写的。它既可以作为工人新职、转岗、晋升的规范化岗位培训教材,适用于各级职工学校、站段教育室教学,也可以作为适应性岗位培训的选学之用,还可作为职工自学的课本,同时,每章后面列复习、思考、练习题,作为考工的参考题。总之,这套教材的出版力图促进培训、考工一体化的目标逐步实现。

本书是《通信工》的《无线通信》分册,由朱银发编写,铁道部电务局翟庆锡任主审。本书经铁道部电务局、教育司审定,作为全路运营系统通信工的培训、考核依据。

铁道部电务局
铁道部教育司

目 录

第一章 概 述	1
第一节 移动通信概述.....	1
第二节 移动通信的工作方式.....	4
第三节 我国铁路的移动通信系统.....	5
复习思考题	13
第二章 移动通信电子电路基础	15
第一节 发射机和接收机的工作过程	15
第二节 运算放大器在电台中的应用	16
第三节 传输线变压器和衰耗器	27
第四节 高频功率放大器	31
第五节 频率合成器	50
第六节 调制器	71
第七节 话音处理电路	84
第八节 高频小信号放大器	89
第九节 混频器	94
第十节 解调器	99
第十一节 静噪电路.....	109
第十二节 调频接收集成电路.....	116
第十三节 脉冲调宽方式开关稳压电源.....	121
复习思考题.....	126
第三章 移动通信的特殊问题	129
第一节 服务区域的组成.....	129
第二节 多信道共用.....	133
第三节 信 令.....	135
第四节 移动台的编号.....	140
第五节 公用移动电话系统与市话有线网的接续.....	142
第六节 干扰和噪声.....	143
复习思考题.....	147
第四章 无线电台的主要技术指标与测试方法	148
第一节 AH-5403C 型无线电话测试器	148
第二节 AH-5403C 型无线电话测试器的正确使用	155
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.....	160
复习思考题.....	174

第五章 移动通信天线	175
第一节 移动通信的电波传播.....	175
第二节 天线的基本概念.....	178
第三节 传输线的基本知识.....	179
第四节 电流元的辐射场.....	182
第五节 天线的输入阻抗.....	185
第六节 天线的方向性.....	188
第七节 天线的馈电系统.....	194
第八节 铁路专用移动通信常用天线.....	198
复习思考题.....	207
第六章 移动通信电台检修	208
第一节 电台检修基础.....	208
第二节 小信号电路故障检修.....	210
第三节 高频功率放大器故障检修.....	215
第四节 数字电路故障检修.....	217
第五节 移动通信电台故障检修流程.....	220
复习思考题.....	223
第七章 铁路其它移动通信和无线通信简介	227
第一节 集群通信系统.....	227
第二节 无线寻呼系统.....	229
第三节 平面调车无线指挥系统.....	232
第四节 微波中继通信.....	237
第五节 卫星通信.....	243
复习思考题.....	247
附录 TW-12B 型电台电原理图中英文缩写及符号说明	248
主要参考资料	252
教学参考学时	252

第一章 概述

第一节 移动通信概述

当今社会已进入了信息时代,人们希望能随时随地迅速、准确、可靠地与对方进行信息交换,这就必须采用移动通信技术。顾名思义,移动通信就是用以实现固定点和移动体之间或移动体与移动体之间的信息交换,其“信息”包括话音、数据、图像、传真等内容。

移动通信早在 20 世纪 20 年代就有了,当时主要用于军事通信和航运、航空等专用通信。直到进入 80 年代,随着微电子技术的迅速发展,大规模集成电路和微处理器、微型计算机的大量应用,移动通信实现了系统大容量化、服务功能多样化、设备小型化微机化、控制和交换自动化智能化,被人们广泛使用,成为公众网和专用通信网的重要组成部分,并将在 90 年代得到更加迅速的发展和普及。

移动通信系统有各种不同的分类方法,按通信区域分,可分为陆上、海上、空间移动通信系统;按用途分,可分为公用或专用移动通信系统。

陆上移动通信系统在移动通信领域内是发展最快的,在社会生活中获得广泛应用的有以下几类:

1. 公用移动电话系统。它面对全社会为各种用户服务,主要以话音通信为主,目前使用最多的是蜂窝式移动通信系统。

2. 专用移动通信系统。它主要用于机动性较大的专业或行业部门,如公安、消防、公交、铁路、航运等,既可实现话音通信,又可传输数据等其它信息。

3. 无线寻呼系统。它是一种单向通信系统,由寻呼控制中心、基站和寻呼接收机(又称 BP 机)组成。寻呼控制中心与市话网相联,主呼对象可通过市话网、寻呼控制中心、基站向被呼对象发出简单的信息,寻呼接收机接收后,会以振铃或蜂鸣声提醒用户,并将有关信息以编码或文字显示给用户,从而使被呼对象及时地获得有关信息。

4. 无绳电话系统。它是一种市话网延伸的双工系统,主要利用无线技术在有线电话用户电话机周围形成一个微型无线覆盖区,用户在覆盖区内的任意位置可利用手机与对方进行通话。无绳电话系统与蜂窝移动通信系统的结合将是移动通信技术的一个重要发展方向,它将为个人通信网的建立和个人通信的实现提供一条切实可行的路径。

一、移动通信系统的组成

移动通信系统一般由移动台、基地台、移动业务控制交换中心,以及与市话网相连接的中继线组成,如图 1-1 所示。

基地台由发信机、收信机、基站控制系统或与移动业务控制交换中心的接口设备、天线等组成。每个基地台都有一个可靠通信的服务范围,通常称为无线小区。小区的划分要考虑到用户密度和小区的信道数,其大小主要由基地台的发射功率和天线高度所决定。

移动台由发信机、收信机、天线所组成，移动台应具备以下两个功能：一是系统内全部信道的自动扫描功能。因为每个无线小区均有多个无线信道，加之移动台会从一个无线小区漫游到其它无线小区，这样不论移动台处在网内哪个小区，均可通过信道自动扫描占有空闲信道，和相应的基地台建立通信。二是发信机的输出功率可根据基地台的指令进行调整，以保证移动台在移动过程中发信时，基地台的接收电平在指标允许范围内，从而有效地减少移动台对基地台形成的互调干扰和邻道干扰。

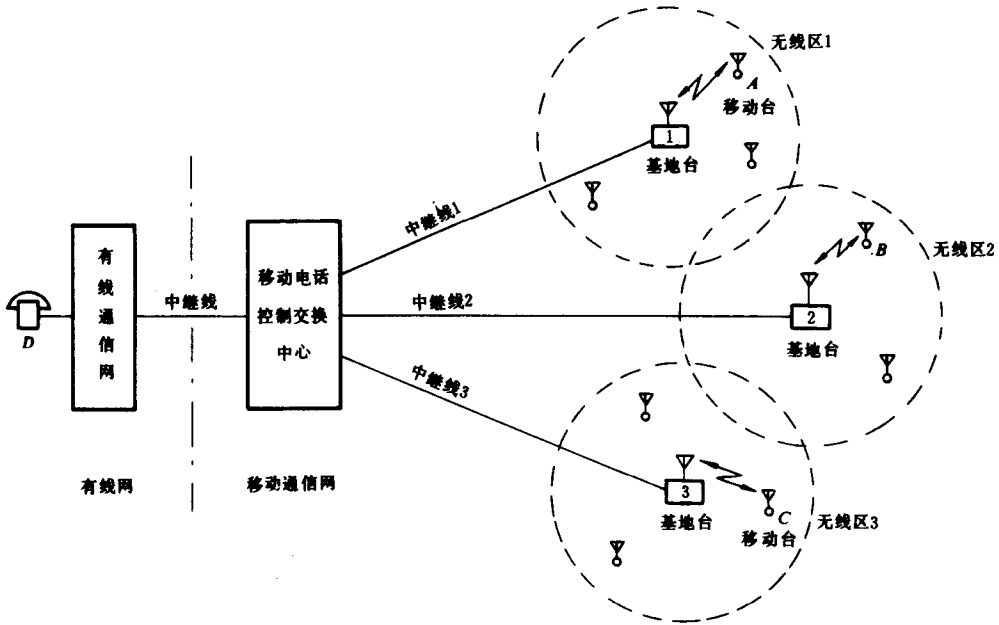


图 1-1 移动通信系统组成

移动业务控制交换中心的核心设备是一部程控交换机，它除具备市话/长途用的交换性能外，还具备移动通信交换的特有功能，如对移动台的位置识别和登记、移动台越区时信道分配等等。

由图 1-1 中可看出，处于无线小区 1 中的移动用户 A 可通过基地台 1、中继线 1、移动业务控制交换中心、中继线 2、基地台 2 与移动用户 B 建立通信。处于固定点的市话用户 D 可通过有线市话网、移动业务控制交换中心、中继线 3、基地台 3 与移动用户 C 建立通信。由此可见，移动通信系统是一个有线、无线相结合的综合通信系统。

二、移动通信的特点

移动通信与其它通信方式相比，具有以下特点：

1. 电波传播模式复杂

移动台和基地台之间、移动台和移动台之间的信道是通过无线电波的传播来实现的。由于受到地形地物的影响，使得无线小区内任一位置无线电波的场强是由直射波和各种反射波、折射波、绕射波、散射波叠加而成，有时甚至仅是后四者的叠加。这些电波由于传播模式不同、传播路径不同（称为多径传播），如图 1-2 所示，因而到达接收点的幅度和相位不同，叠加的结果

使无线小区内各点的接收场强有明显的起伏变化,其最大差值可能达 30dB 以上。这样移动台在移动过程中,接收的场强随时随地都在起伏变化,这种现象通常称为衰落。当信道频率为 150MHz、移动台以 60km/h 速度沿电波传播方向运动时,接收信号场强平均起伏变化为每秒 16 次左右,由此可见衰落严重时将影响接收机的正常工作,所以在移动通信系统设计时,必须有相应的抗衰落措施。

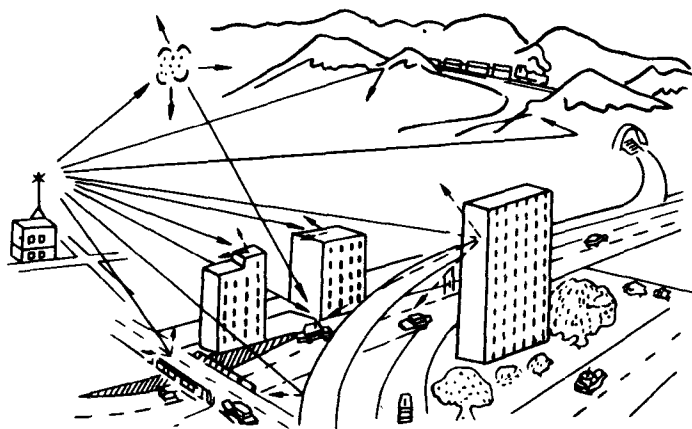


图 1-2 移动通信电波传播示意图

2. 外部干扰严重

移动通信系统采用多信道工作,在同一时间基地台、移动台有多台收、发信机同时工作,由于收、发信机设备中的非线性会形成互调干扰;由于移动台在不断移动,距基地台远近随时在变化,加之信道间隔有限会形成邻道干扰;当载频相同的电台同时工作时又会形成同频干扰。干扰信号场强达到一定值时将严重影响有用信号的接收。上述三种干扰均会影响移动通信系统正常工作,必须在设备和系统设计时给予充分重视。

除了上述干扰外,人为噪声如汽车的点火系统、电力机车受电弓接触不良形成的火花等,均向外辐射高频无线电波,对移动通信系统的正常工作也造成严重影响,也必须给予足够注意。

3. 信道容量有限

频率资源是有限的资源,在分配给移动通信使用的频段内,信道间隔一定,则信道数也随之确定。随着用户数增加,对信道数的需求量也增大,有线通信可通过增设电缆方便地对信道数进行扩容,而移动通信只能在分配的频段内采取各种有效利用频率资源的措施来解决,如缩小信道间隔、多信道共用、频率的隔区复用等,以此来解决用户数量大和信道有限之间的矛盾。

4. 用户经常移动

在移动通信网内,移动台在不停的随机运动,移动业务控制交换中心必须随时对其进行位置登记,这样一旦呼叫该移动台时,控制交换中心才能指定相应的基地台与其建立通信。当移动台由一个无线小区进入另一个无线小区时,为了保证通话的连续性,控制交换中心必须指定新的基地台在新的信道上和移动台继续通信,这就是越区切换问题。此外当移动台由该地区移动通信网进入其它地区移动通信网时,又形成了移动台漫游时通信如何建立的问题。移动通信

系统必须解决好跟踪交换技术,才能保证上述位置登记、越区切换、漫游等功能的实现。

第二节 移动通信的工作方式

移动通信的工作方式可分为单工制、双工制、半双工制。

一、单工制

所谓单工制是指收、发信设备不能同时工作,处于交替工作状态。不论那一方发信时,需按下发话按键开关,关闭收信机、开启发信机将话音发送出去;收信时,应松开发话按键开关,关闭发信机,开启收信机,接收对方发出的话音。不通信时,所有电台因发话按键松开均处于值班接收状态,如图 1-3(a)所示。

1. 同频单工

通信双方收、发使用相同工作频率的单工通信,这种方式的优点是:

(1)组网方便,本系统内任意两个台均可通话,第三者可以插话,如图 1-3(b)所示。移动台 A 与基地台通话,移动台 B 可向基地台或移动台 A 插话。

(2)由于收发信机交替工作,因而只需一副天线,不需天线共用装置,设备简单且工作稳定。

(3)耗电小,不发话时,发信机关闭,不消耗电源。

这种方式的缺点是:

(1)系统内任一时刻只允许一对电台通话,否则会形成同频干扰。

(2)使用不方便,若使用不当,双方同时按下发话按键开关发话,造成谁也听不到对方语音的后果。

2. 异频单工

通信双方收、发使用两个不同工作频率的单工通信,如图 1-3(c)所示。基地台发 f_2 收 f_1 ,所有移动台收 f_2 发 f_1 。在弱电场区段如山区、隧道内,这种方式可将基地台当作中继台使用,增加通信距离,构成两个移动台之间的通信。图 1-3(c)中,移动台 A 发 f_1 ,基地台收到后变为 f_2 转发出去,移动台 B 即可接收。同理移动台 B 发 f_1 ,经基地台转发为 f_2 ,移动台 A 也可接收。这种方式的缺点是任意两个移动台之间不能直接通话。

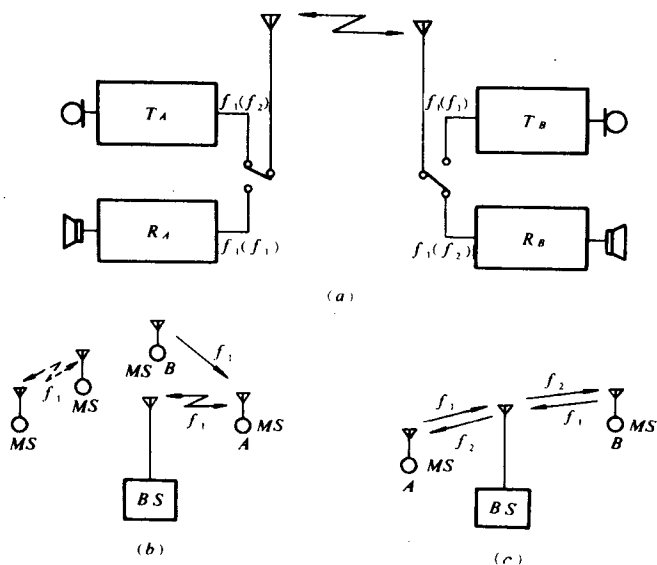


图 1-3 单工通信方式

T——发射机; R——收信机; MS——移动台; BS——基地台。

二、双工制

所谓双工制是指收、发信机同时工作，任一方在发话的同时，也能接收对方的话音，与普通市内电话相同。双工制一个信道必须占用两个频率，如图 1-4(a) 所示。

双工制的优点是使用方便，且收、发频率的间隔有一定规定，可有效地抑制发射机对接收机的干扰。

双工制的缺点是移动台与移动台通信要经过基地台转接，且占用两个信道，这对频率利用不利。如图 1-4(b) 所示，移动台 A 与基地台通信占有信道 f_1 ，移动台 B 与基地台通信占有信道 f_1 ，若移动台 A、B 间通信，通过基地台转接就要同时占有两个信道 f_1 、 f_1 。

双工制的另一个缺点是耗电大，因为不论发话与否，发信机始终工作，这对移动台非常不利。为了减少功率损耗，常常将发信机改为按键发话，收信机始终工作，这样需通信时，按下按键，电台仍为双工状态。通信完毕松开按键，发信机关闭、只有收信机工作，这种通信方式称为准双工制。

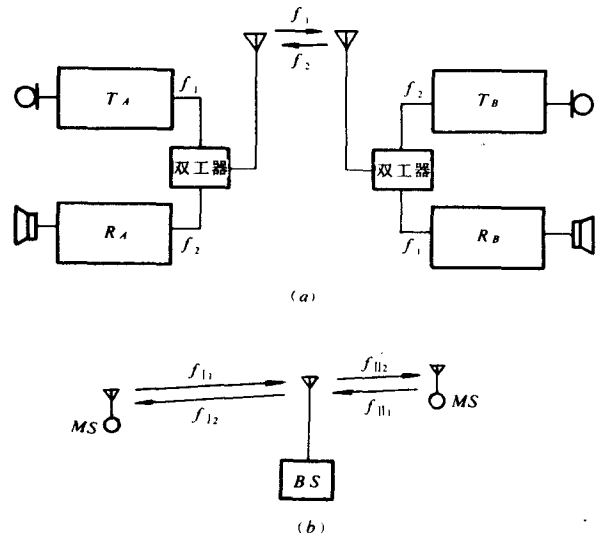


图 1-4 双工通信方式

三、半双工制

所谓半双工制是指通信的双方中，其中一方(通常为基地台)为双工制，另一方(通常是移动台)采用异频单工制，如图 1-5 所示。

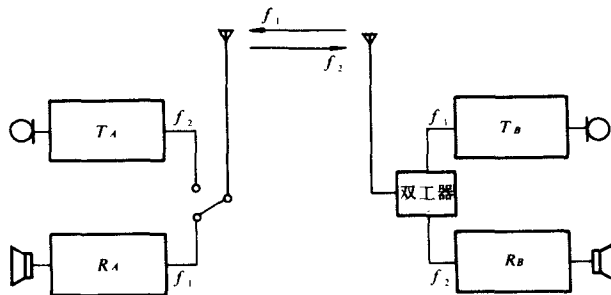


图 1-5 半双工通信方式

第三节 我国铁路的移动通信系统

我国铁路移动通信起步于列车无线调度电话。使用较广的有列车无线调度通信系统、无线站调通信系统。近几年全路还开始了无线寻呼网的建设。

我国铁路先后使用过 TW-1 型、TW-8 型列车无线调度电台。近几年又在运输繁忙干线上开始装备单、双工兼容制 TW-12 型、TW-42 型电台，列车无线调度通信系统已在全路普及。

一、列车无线调度通信系统

列车无线调度通信用于完成行车指挥中分局调度员、车站值班员、机车乘务员之间的“大三角”通信和车站值班员、机车司机、车长间的“小三角”通信。

列车无线调度通信每个调度区段设置一套系统，在组成上采用有线-无线相结合、沿铁路线采取小功率多设台的方式，构成一个带状通信系统。分局调度所到各车站采用有线信道传输，车站与机车之间采用无线信道传输。

根据我国铁路运输的实际情况，列车无线调度通信实行 A、B、C 三种制式。A 制式在调度集中区段使用，带有集中控制功能，调度员可以通过个别选呼远程指挥运行中的列车。B 制式用在繁忙干线上，平原地区使用四频组单、双工兼容通信方式，山区采用异频单工通信方式。C 制式用于一般线路上，采用同频或异频单工通信方式。从兼容性来看，A 制式兼容 B、C 制式，B 制式兼容 C 制式。

列车无线调度电话使用的频段原来是按地域划分，京广线以西采用 400MHz 频段，京广线以东采用 150MHz 频段。由于近几年铁路移动通信的迅速发展，加之 400MHz 频段在隧道内传播损耗和在电气化区段的抗干扰能力优于 150MHz 频段，铁道部无线电管理委员会决定把原按地域划分使用频段改为按业务划分使用频段，列车无线调度通信统一使用 400MHz 频段，无线站调及地区性业务统一使用 150MHz 频段，考虑到设备应用现状，上述频段划分使用，要经过全盘规划，经过较长时期才能逐步理顺。

目前全路列车无线调度通信全部用于话音通信，从发展来看，还可用于数据通信，只要在列车上安装各种传感器，采集列车运行中的各种数据，经机车电台通过无线信道传送到车站，再转接传送到业务管理中心。

下面对全路应用最多的 B、C 两种制式分别加以介绍。

(一) 单、双工兼容制(B 制式)列车无线调度电话系统

单双工兼容制列车无线调度电话系统的主要设备为：TW-12 型或 TW-42 型电台(包括站台和车台)、车长便携台、调度总机、有线分机、洞口及洞内中继器等。

系统采用有线-无线相结合的方式，沿铁路线构成带状通信区域，系统组成如图 1-6 所示。

调度总机通过四线制有线电路连接各车站有线分机，再利用有线分机控制站台和车台建立通信，这样可构成调度员、车站值班员、机车司机的“大三角”通信，调度员和机车司机间为双工通信。

在调度员不使用站台时，站台、车台、便携台，若是山区多隧道的弱电场区段，需利用洞口、洞内中继器，可构成车站值班员、机车司机、车长的“小三角”通信，其通信方式平原地区为同频单工，弱电场区段为异频单工。

双工制的优点是使用方便；通信质量高；有利于实现弱电场传输和中继传输。同频单工制的优点是组网灵活方便；容易实现小区域内的多角通信。单双工兼容制将双工制、单工制的优点融为一体，比同频单工制更能满足干线列车调度电话系统的使用要求。

1. 通信方式

单双工兼容制列车无线调度电话系统的通信方式归纳为表 1-1。

表中①车站值班员与机车司机的双工通信方式只有 TW-12 型电台具备。表中②的异频单工通信方式,实际上是将车站台作为中继转信台来实现的。

作为中继转信台的站台值班员拿起手机能听到双方通话,必要时也能插入通话。

此外,TW-12 电台还设有紧急状态通信方式,站台、车台控制盒上的“隧道”按键兼作“紧急”按键,按下“隧道”或“隧道”及其它有关按键可切断站台的原有单、双工通信状态,进入异频单工紧急通信方式,用于通报危急性,一般情况下不轻易使用。

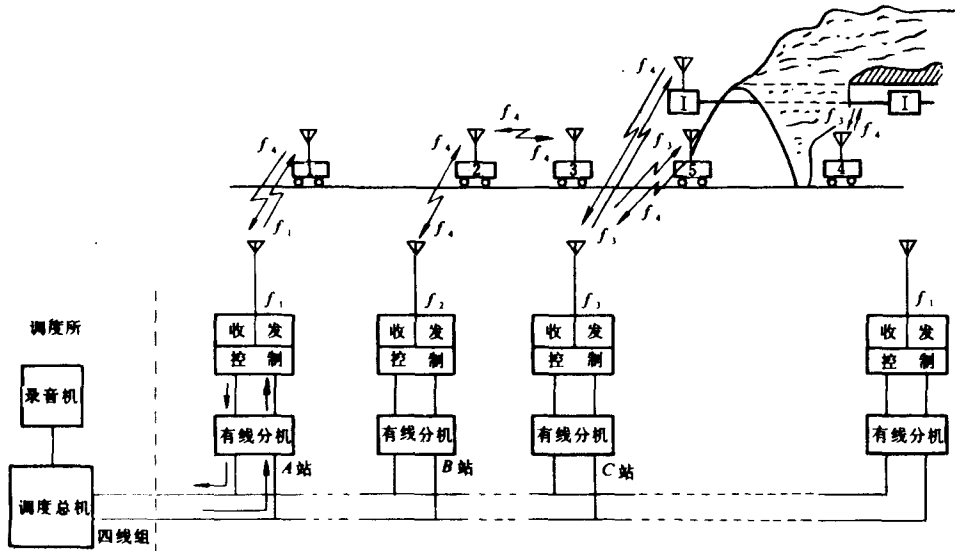


图 1-6 单双工兼容制列车无线调度电话系统

单双工兼容制列车无线调度电话通信方式

表 1-1

通信对象	通信方式	
	平原地区	山区多隧道地区
调度员—司机	双工	双工
车站值班员—司机	双工 ^① 或同频单工	双工 ^① 或异频单工
车站值班员—车长	同频单工	异频单工
车站值班员—邻站值班员	同频单工	同频单工
司机—司机	同频单工	异频单工 ^②
司机—车长	同频单工	异频单工 ^②
车长—车长	同频单工	异频单工 ^②

调度员呼叫司机可采用全呼或选站呼方式,所谓全呼就是调度员启动全部站台,所有站台均发出 5s 呼叫司机信号,5s 后调度员用语音呼叫欲与通话的司机,被呼司机一摘下手持送话器应答,就占用与之相距最近的站台,构成与调度员的双工通话,其它站台在呼叫信号停发 9s 后自动转换为守候状态。所谓选站呼就是调度员选呼与司机相距最近的一个站台,利用该站台

发出 5s 呼叫司机信号,5s 后与全呼过程相同。可见全呼要占用调度区段内的全部站台一段时间(约 14s),同时对调度区段内的所有不通话司机形成一次干扰,相比之下,选站呼比较合理。

调度员发“通告”是一种特殊的通信方式,此时调度员也是启动调度区段内的全部站台,发 5s 呼叫司机信号,以后每隔 4s 重发 0.5s 呼叫信号,让全部站台保持发射状态,调度员向管内全部司机发出调度命令,司机不必摘机就能听到通告,直至通告结束,在接收通告期间,机车台的任何操作均无效。其它通信方式的建立也是采用“群呼”与语音呼唤相结合的呼叫方式。

2. 双工制信道频率的选择

双工制信道频率的选择必须遵守以下规定:

(1) 移动通信的频道间隔为 25kHz。

(2) 双工收发频率间隔为:150MHz 频段不小于 5.7MHz,450MHz 频段不小于 10MHz; 900MHz 频段不小于 45MHz。

(3) 上行(移动台对基站台)频率发低收高;下行(基站台对移动台)频率发高收低。

(4) 为了克服同频复用造成的干扰,应保证做到在通信范围内任一点同一频率的有用信号与无用信号之比必须大于 8dB。据此通过理论计算和实验验证,同频复用距离为站台作用距离的 4~6 倍时,才不会造成同频干扰。如站台作用距离为 8km,信道频率为 f_1 ,为了克服同频干扰, f_1 复用距离为 48km 左右,如图 1-7 所示,从图中看出,同频复用两站台之间还有 32km 的场强空白区,至少应插入两个用其它信道频率 f_2, f_3 工作的电台,这样站台应采用三个信道频率交替配置 $f_1, f_2, f_3, f_1, \dots$,实现场强连续覆盖,同时克服了同频发射造成的干扰。移动的机车台在不同的区间接收频率分别为 f_1, f_2, f_3 ,而发射频率只使用一个为 f_1 ,供所有的站台接收,总共需要四个信道频率才能实现无同频干扰的双工通信,这四个信道频率称为一个四频组。

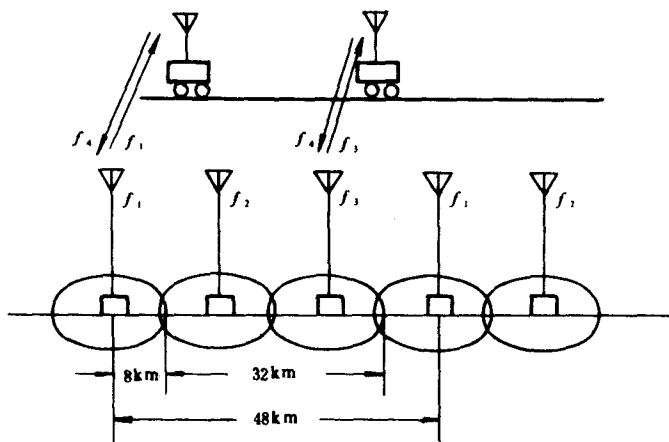


图 1-7 四频组的确定

(5) 四频组内的 4 个信道频率应按照无三阶互调的原则来选择。

TW-12 型电台是工作在 150MHz 频段的单双工兼容调频电台, TW-42 型电台是工作在 450MHz 频段的单双工兼容调频电台。在电气化铁路上, 450MHz 频段比 150MHz 频段抗干扰性好。TW-12 型和 TW-42 型电台根据上述规定选择了 4 个四频组, 其信道频率见表 1-2 和

表 1-3。四频组的转换通过电台内的开关手动控制。

上述四频组中若是异频单工通信,站台发 f_2 收 f_4 ,车台收 f_2 发 f_4 ;若是同频单工通信,站台、车台发和收均为 f_4 。

3. 车台的追踪接收与信道扫描

车台随着机车的运行,接收频率不断改变,这就要求车台有追踪接收的功能,否则司机与

TW-12 型电台四频组频率

表 1-2

组 别	f_1 (MHz)	f_2 (MHz)	f_3 (MHz)	f_4 (MHz)
I	162.850	162.950	163.100	151.000
II	162.650	162.750	162.800	150.700
III	163.150	163.300	163.050	151.500
IV	163.250	163.350	163.500	151.700

TW-42 型电台四频组频率

表 1-3

组 别	f_1 (MHz)	f_2 (MHz)	f_3 (MHz)	f_4 (MHz)
I	467.450	467.500	467.550	457.500
II	467.500	467.550	467.600	457.550
III	467.650	467.700	467.750	457.700
IV	467.775	467.825	467.875	457.825

* 是机箱面板上标有的四频组频率

调度员的通话就会中断。图 1-8 为车台追踪接收示意图。机车由 A 站向 B 站运行,当机车运行在 AC 区间时,若机车司机与调度员在通话,车台会发出导音频 T_1 (151.4Hz),站台 A 接收到 T_1 信号,通过有线分机解调,送出控制信号使站台 A 维持常发 f_1 双工工作状态,同时将站台收、发信机与四线制有线回路接通,构成调度员与司机话音通路。

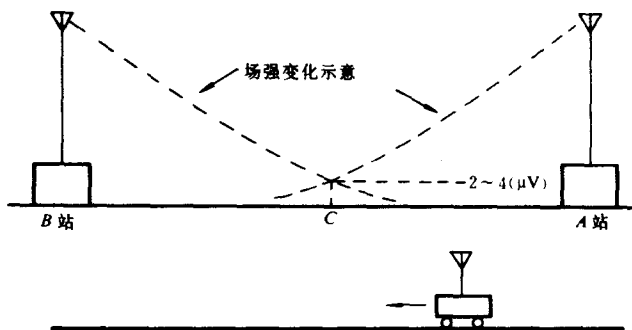


图 1-8 追踪接收示意图

当机车运行到 C 点之外(CB 区间),站台 A 发射的 f_1 场强已低于车台信号型静噪电路开启门限电平 $1\sim 4\mu\text{V}$,低放电路被锁闭。车台微机控制系统根据锁闭信号开始调用追踪子程序,并开始追踪计时。经过 1.2s 后,若检查低放仍为锁闭状态,说明车台已在站台 A 的 f_1 频率作用距离之外,车台停发导音频 T_1 ,启动发射导音频 T_2 (162.2Hz),并扫描接收 f_2 频率,扫描

时间 1.2s。若在 1.2s 时间内收到 f_2 频率信号,并能使低放电路解锁并维持 0.3s 以上,说明已进入站台 B 的作用距离内,且 f_2 的信号已超过静噪开启门限,能可靠接收。此时车台长发导音频 T_2 ,以锁定站台 B 常发 f_2 而处于双工工作状态,同时将站台 B 收、发信机与四线制有线回路接通,构成调度员与司机话音通路,调度员的话音从站台 B 发出,保持了通话的连续性,实现了追踪接收。站台 A 因 T_1 停发,有线分机对 T_1 解码的控制信号消失,有线回路切断、发射机关闭,回到值班守候状态。

在追踪接收过程中,从 f_1 的中断到 f_2 的可靠接收,至少需间隔 1.5s,若站台 B 的频率是 f_3 ,至少需间隔 2.7s($1.2s + 1.2s(f_2) + 0.3s(f_3)$),但对通话不会产生明显影响,不注意甚至不会感觉到通话的中断。

有时由于场强衰落影响,也会造成 f_1 接收信号低于 $1 \sim 4\mu V$ 切换电平。此时车台同样开始追踪计时,只要在 1.2s 时间内有连续 0.3s、 f_1 接收信号大于 $1 \sim 4\mu V$ 切换电平,接收机能稳定接收,车台立即停止追踪计时,仍接收 f_1 信道,这样可防止场强瞬间衰落造成车台接收信道的错误切换。当然场强瞬间衰落的最长时间应小于 0.9s,若超过 0.9s 同样会引起车台接收信道的错误切换。

为了实现追踪接收,车台必须具备以下二个功能:

①一旦车台接收的信号低于静噪开启门限 1.2s 后,车台具备对 f_1 、 f_2 、 f_3 三个频率的自动扫描接收功能,以寻找符合接收条件的新信道频率。双工扫描时每个频率的扫描接收时间均为 1.2s。

②在双工工作时,站台发射机的启动和维持工作以及与有线回路的接通是由车台发射的导音频控制的。对应于站台的三个发射频率,车台应能发射三个导音频, $T_1 = 151.4\text{Hz}$, $T_2 = 162.2\text{Hz}$, $T_3 = 173.8\text{Hz}$ 。导音频被站台接收后,低于话音低端频率 300Hz,可用滤波器滤除,不会干扰通信的正常进行。

而站台对导音频的解码只能是唯一的,即工作频率为 f_1 的站台只能对导音频 T_1 解码。同理工作频率为 f_2 、 f_3 的站台只能对导音频 T_2 、 T_3 解码。

由于车台是单、双工兼容,既要接收单工呼叫信号,又要接收双工呼叫信号,所以车台处于值班守候状态时,要执行等待扫描程序。各频率的扫描接收时间见表 1-4。

等待扫描时间

表 1-4

信道	f_1	f_2	f_3	f_4	f_1	f_4	f_2	f_3	f_4
时间 (s)	1.2	0.6	0.6	1.2	0.6	0.6	1.2	0.6	0.6

从表 1-4 中可看出同频单工信道 f_4 的扫描间隔时间为 1.8s,双工信道 f_1 、 f_2 、 f_3 扫描间隔最长时间为 3.0s,而站台呼叫信号发出时间为 5s。所以不论哪个信道,只要发出呼叫,在 5s 内车台都可以扫描接收到。

在列车无线调度电话系统中,调度员具有通话优先权,也就是调度员能中断车站值班员、司机、车长之间的通话,建立自己与司机间的通话,反映在通信方式上就是双工优先功能,这就要求车台在建立单工通信后,仍能对双工信道进行扫描接收监视。扫描时间每个双工信道频率均为 1.2s,只要接收机一接收到调度呼叫,车台的“双工”灯亮,“调度”灯闪亮 7s,扬声器中能听到调度员呼叫。若是被呼司机按下“调度”按键,就切断了原有单工通信,与调度员建立双工通信。若不是被呼司机,不必按下“调度”按键,7s 后,“调度灯”灭,保持原单工通话状态。双工