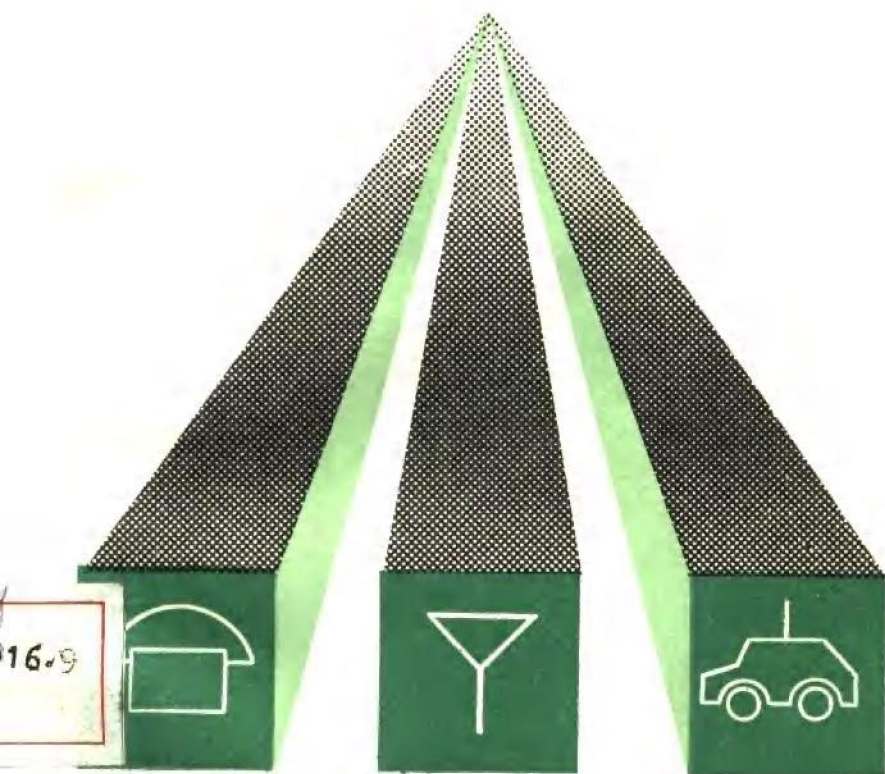


移动电话



16.9

中国通信学会通信科普读物研究会主编

内 容 提 要

本书通俗地介绍了移动电话的特点和系统的构成,无线传呼电话、汽车移动电话、铁路移动无线电话、船岸无线电话、航空移动电话等的工作原理、通信方式及其主要应用,最后还简要地讲述了移动电话的发展情况。

读者对象:通信部门的广大干部、工人、技术人员,无线电爱好者。

中国通信学会通信科普读物研究会 主编

移 动 电 话

高家福 编著

责任编辑 陈 涛

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本: 787×1092 1/32 1985年12月 第一版
印张: 4 28/32 页数: 78 1985年12月河北第一次印刷
字数: 108 千字 印数: 1—3,500 册

统一书号: 15045·总3154-普802

定价: 1.00 元

作 者 的 话

随着社会生产的发展和人民生活水平的不断提高，社会活动的内容和范围越来越扩大，固定点间的地区或城市电话以及长途电话等业务虽然普及很快，但这仍难以解决移动中的电话联系问题。为了满足人类社会活动中移动体（汽车、船舶、飞机、火车等）的电话联络，各种用途的移动无线电话，如无线电传呼找人、汽车电话、内航船舶电话、铁路移动电话、船岸移动电话、交通管理系统、航空移动电话以及矿山站场移动电话等等正在迅速地发展。

移动电话是通过无线电波的传播构成移动台间、移动台和固定台间或通过固定台经无线或有线转接而构成移动台间的电话通信（为区别于固定点间的通信，本书将固定台称为基地台）。移动电话具有灵活机动、使用方便等特点，在各种场合的实际应用中都取得了显著的经济和社会效益。为使通信部门的干部、职工以及广大读者了解移动电话的基本知识和用途，本书通俗地介绍了移动无线电话的基本概念、系统构成，实用中的移动电话系统以及其它移动通信系统。

本书初稿完成后，北方交通大学无线通信研究室李振玉同志审阅了全稿，并提出了进一步修改的意见，在此表示衷心感谢。

一九八五年一月

目 录

一、概述	(1)
(一)什么是移动电话	(1)
(二)移动电话的特点	(2)
(三)移动电话的类型	(5)
(四)移动通信的服务范围	(8)
二、移动电话的系统构成	(10)
(一)工作方式	(10)
(二)移动电话的区域划分	(17)
(三)移动电话网加入市话网的中继交换方式	(30)
(四)信号方式	(34)
(五)天线	(46)
(六)移动电话通信的干扰	(58)
三、移动电话的应用	(65)
(一)无线传呼系统	(65)
(二)汽车电话系统	(70)
(三)铁路移动电话系统	(78)
(四)船岸无线电话系统	(102)
(五)航空移动无线通信	(104)
(六)移动电话在交通管理中的应用	(107)
(七)内航船舶移动电话系统	(110)
(八)军事移动电话	(115)
四、其它移动电话系统	(121)

(一)无线调度电话系统.....	(121)
(二)携带无线电话系统.....	(125)
(三)单边带移动通信.....	(127)
(四)卫星移动通信系统.....	(129)
(五)移动电话的其它用途.....	(142)
五、移动电话的发展动向.....	(144)

一、概 述

(一)什么是移动电话

贝尔发明电话后的很长一段时间内，电话通信都是在固定点与固定点之间进行的。至于移动体与固定点或移动体与移动体之间的通信是无线电发明以后才有的，而移动电话通信则是近十几年来发展起来的新技术。

所谓移动电话，就是指固定点至移动体间或移动体与移动体之间的无线电话通信。利用移动电话，人们可以不受时间和地点的限制，迅速、可靠地传送语言信息。现在电影上，常常可以看到正在行驶的汽车上，驾驶员们利用移动汽车电话和伙伴们谈笑风声；欣赏过罗马尼亚电影《沸腾的生活》的人，也可能被厂长随身携带的无线电话机所吸引；看过《坦桑格拉大桥》这部电影的同志或许对地面调度室能同行驶的列车用电话联系产生过怀疑。所有这些，都清清楚楚地说明，移动电话通信在生活中已经生根、发芽并茁壮成长，它为人类带来了经济和社会效益。相反，由于没有使用移动无线电话，曾发生过不少骇人听闻的大事故，给人类生命、财产等方面造成很大损失。如1962年5月3日，在日本的常盘线上发生了震惊世界的三河岛大事故，三列火车连续撞车，有159名旅客及1名职工死亡，伤296名，景象之惨难以目睹。那么怎么会发生三列火车相撞呢？原来是有一列货车高速驶入三河岛车站，按信号显示，本应停车等待另一列客车通过后再行驶，但司机一时错认，货车

继续前进，撞在安全线的车挡上，使机车和车辆脱轨，堵塞了下行正线。当一列客车开来时，与脱轨车辆相撞，又堵塞了上行正线。正巧，这时又有一列上行电动车组满载乘客向三河岛车站驶来，与脱轨的客车相撞，一时间车头、车辆横躺竖卧，有的车辆从七米高的路基上滚了下去。事故发生的原因除了人为因素以外，列车上既无安全防护设备，又无移动电话系统及时联络也是一个重要的原因。后来，日本国营铁路除了很快增加了安全信号设备以外，还普遍应用了列车无线电话及防护无线设备。

应用移动无线电话可以提高工作效率，如工矿企业通过移动无线电话调度，可以缩短联系时间，提高生产效率。领导干部携带移动电话机到生产第一线，可以及时指挥或听取汇报。汽车系统采用移动电话可以大幅度提高运输效率。假如我们站在繁华的大街旁仔细观察，就可以看到穿流不息的车流中，运输公司的货物汽车空车率一般要达半数左右。据外国统计，如果汽车公司能采用汽车电话，至少可以减少空车率三分之一。在北京、上海等大城市，有些出租汽车已经装备有无线移动电话。有了它，调度员根据顾客的需要可以随时与出租汽车联系，就近出车，尽量不空载。这样不但提高利用率，节约能源，而且当车辆在外发生故障时也可直接请调度员给以救援。

(二)移动电话的特点

人们对打电话是比较熟悉的，那是指的城市有线电话，也可称为固定电话，但对移动电话接触较少，不少人感到陌生。其实移动电话也是一种电话，只是在系统中加入了无线传输，解决移动中打电话的问题。究竟移动电话和日常使用的固

定电话（市内电话）有哪些不同呢？概括起来，移动电话具有下列特点：

1. 移动电话的应用范围很广，为许多部门提高生产效率，保障作业安全等发挥了显著的作用。目前应用的范围包括：公众移动电话、呼叫找人系统、汽车电话、铁路列车无线电话、公安移动无线电话、消防移动电话、航海移动无线电报与电话、航空移动通信、卫星移动电话以及救生移动电话等等，也可以用于军事方面，诸如携带电台，坦克、汽车及飞机等移动电话。

2. 移动电话在组织通信网方面，将无线通信和有线通信有机地结合起来。如城市汽车无线电话网、航运无线电话网、铁路列车无线电话网、城市无线呼叫找人电话网、船岸无线电话网等都是通过巧妙设计，利用现有的有线技术，使系统利用较窄的频带，解决大范围内移动电话间的交换通话问题。对于较远距离的中继，有的使用有线，也有的使用无线，还有的采用光缆。究竟采用哪一种，这要根据各方面的条件，综合考虑确定。

3. 移动无线电话是用无线电波传播，必须注意电波干扰。这些干扰不但来自无线电台间产生的无线电波干扰、无线电台邻道干扰以及设备内外噪声干扰，而且还可能受供电线路、电气化铁道牵引供电线、建筑物反射、工业用电及自然界天电等的干扰。因此，在设计一个无线通信系统时，必须充分考虑到产生这些干扰的可能性，要尽可能采取措施避免干扰。与此同时，也要避免对其他电台造成干扰。

4. 要有效地使用有限的频带。无线电波的传播是无国界的，尽管近年来移动电话开发使用更高的频段，但终归还是有限的，这就要求合理利用频率，否则不但自己不能正常通话，

而且破坏了各部门移动电话的通话秩序。目前除了国家强调严格管理以外，还在技术上采取必要的措施。如缩小无线通道间隔频率和频率复用等。

5. 移动电话设备要坚固耐用。移动电话设备实际上就是无线电台，这些设备往往都是由用户直接保管使用，而且移动体对移动电台产生不同程度的震动和冲击，因此对移动电话设备的要求比固定电话要严格得多，有些场合还要求耐高温或大的温差。又如对轮船上的电台要求具有防水和防盐腐蚀的性能；在飞机上或宇航器上则要求体积小，重量轻。

6. 移动电话设备要具有操作方便，易于掌握的特点。随着移动电话的飞跃发展，使用移动电话的人数将大幅度增加，各行各业的人员，如各种车辆、船舶、飞机的驾驶员都要掌握使用，只有设备易于被非专业通信人员所掌握，才能推广应用。

7. 移动电话设备要便宜。移动电话系统往往是设一个基地台（或几个基地台），配属许多移动电台。在一个通信网中，基地台数量很少，而移动台的数量很大。从经济角度考虑，宁肯使基地台的工作方式和设备复杂一些、价格贵一些，也要保证大量的移动台设备简单、工作可靠、价格便宜。

8. 移动电话潜力很大，有着广阔的发展前景。移动电话不但能进行一般的电话通信，而且还将用于传真、传输各种数据等新的领域。它在未来的无人驾驶火车、船舶等方面可以可靠地传送各种控制信息。到那时，调度中心的值班员可以不用司机控制机车行驶与停车，通过计算机管理各种工作中的设备。另外，移动电话在可使用的频带方面不断地被突破。随着科学技术的发展，更多的可用频段将被开发，信道间隔的压缩也将为更大范围使用移动无线电话创造条件。

9. 移动电话也有其难以克服的弱点。如移动无线电台本身的干扰和相互间的干扰，自然界天电及电力线干扰，各种噪声的影响，高大建筑物的反射，高山及森林的阻挡及反射等因素，都影响了移动电话的通信质量。

(三)移动电话的类型

1. 地面移动电话通信

所谓地面移动电话通信是指陆地上固定点与移动体或移动体与移动体之间进行电话通信联络的一种通信方式，用于固定电话用户或调度员通过交换设备、基地台与汽车、火车、拖拉机、坦克司机以及行人等进行通话联系。这类移动体与基地台之间随着移动地点的变化，往往受到高大建筑物、高山、森林及隧道等的阻挡，使无线电波传播距离和范围受到限制，此外这些移动体的接收天线高度也受到一定限制（如汽车、拖拉机等天线高度一般都只有一米左右），这就使通常所使用的超短波（米波）波段的通信距离被限制在某一范围内。

早期的移动无线电话主要用于治安、消防、急救以及公共汽车等的业务联系，近年来应用范围不断扩大，甚至一般的企业和个人都开始有了应用移动无线电话的愿望。

地面移动无线电话所使用的频率，由几兆赫(MHz)逐步发展到几十兆赫，并广泛应用 150 兆赫频段。由于移动无线电台数量增加很快，现有的频率不能满足需要，又开始利用 400 兆赫频段，还进行了使用更高频率技术的研究，如在汽车电话方面，研究利用 800 兆赫及 900 兆赫的频段。

为了在规定的有限移动无线电频段上，取得更大的通信容

量，已经研究并解决了缩小移动无线电台频道间隔的方法、共用频率的选择性呼叫方式、窄带通信以及引入无线电区的复用频率方式等新技术，使目前规定的频率得到更有效地利用。

移动无线通信随着无线电技术的进步，将超出电话通信的范围，它可以在传真、用户电报、数据等通信方面使用，在遥控遥测方面也将发挥效能。

除了以上所述的应用之外，近来对防灾无线电网、大城市的移动无线电话网以及建设省、市、县的无线电话网等方面开展了大量的研究工作。在这些通信网中移动无线电话将占有很主要的地位。

2. 海上移动无线通信

这类无线电通信主要是指陆地与沿海船舶、陆地与远航船舶，以及船舶与船舶之间的通信。这种通信的环境是宽阔无边的海面，天线高度也不会象陆地上移动体的天线高度那样受限制，一般可在10米以上，最高可达50米。因此系统设计比地面移动电话网要简单得多。

早期的船舶移动无线通信一般使用短波和中波。由于内河航运和小型渔船等使用无线通信设备的数量增加很快，致使频率拥挤，发展受限制。为此，规定首先在中短波波段逐步实现单边带化(SSB)，以节约和充分利用宝贵的频率资源，并且在短波和超短波临近的27兆赫频段上发展单边带业务。

近些年来，为了克服移动无线通信频率的不足，世界各国开始大量应用超短波波段进行海上移动通信。如有的用150兆赫电台组织国际无线电话业务、港湾和近海通信，还有些沿海的内河航运船舶也使用150兆赫及更高的频段进行电话通信。

远涉重洋的船舶可以通过无线电话向上级或调度汇报航行

状况，报告船位、进出港口日期以及听取指示命令。随着移动无线技术的发展，船上的工作人员和旅客向工作单位或家庭打电话已成为现实，并将逐步普及。

远航船舶的移动通信最重要的作用是保证安全航行。通过及时联系，可以避免风浪、触礁、搁浅以及船舶间相撞的危险。台风是航海的最大威胁，许多船只被台风袭击而沉没；通过移动通信网不断向海上船只发布各个海区的气象预报，可以及时采取预防措施。近年来许多国家在航海中已使用无线电气象传真机，直接显示出用各种代号表示的气象图。

为了防止因航道改变、海面异常或航标失灵以及出现新的障碍，国际上组成了“无线电航行警告网”，通过许多警告区，及时发送航行警告，使船只及时绕过危险地带，防止船舶遇难。在发生海上航行事故时，船舶可发出求救信号“SOS”，以便附近过往船只收到信号后及时前往救援。

3. 航空移动无线通信

航空无线电话，主要用于航空交通管理和飞机与地面进行业务联络。飞机公用航空移动电话，已在美国一些地区使用。由于飞机的航行日趋高速化，飞行时间逐渐缩短，降低了这种业务的急迫性。但随着社会活动的增加，对于建立不管何时何地都能进行通信联络的旅客公用电话系统还是十分必要的。

短波波段大多用于国际通信线路，频率已很拥挤，为了保证飞机远距离航行的安全，要提高通信质量，因此当前航空移动通信已普遍使用短波单边带。根据国际规定，到1983年为止，全部飞机上的短波通信设备都要实现单边带化。此外，在航空交通管制通信中，广泛使用超短波波段的118~136兆赫频段。散射通信是一种远距离通信方式，在许多主要航线上也已

使用。为满足日益增加的航空远距离通信的需要，正在向更高频率发展，采用静止通信卫星作为中继站的移动通信方式。

数字通信技术近年来获得了重大发展，它在航空通信中有助于实现通信自动化及交通管制自动化。目前已用数字通信技术向飞机播送气象资料和多种航空情报资料。

采用121.5兆赫和243兆赫频率的遇难呼救无线通信设备已经普及，当前正在研究指示飞行中遇难飞机位置和用卫星通信系统发现遇难飞机位置的新技术。

移动无线通信技术的发展趋势是：

A. 进一步完善现有的移动通信系统，增加业务品种，合理设计服务区，降低成本，减少用户费用；

B. 增加移动通信信道，充分利用频率资源，开辟新的频段，缩小频道间隔，采用选择呼叫系统等；

C. 卫星通信是一种全天候、全时、全球的具有多种业务功能的中继通信系统。在当前短波单边带通信仍然是航海、航空远距离通信的主要手段的情况下，有效地实现卫星通信与传统的无线通信相结合，将是一种可行的方案；

D. 数字通信的范围逐步扩大，如将电话、传真、电视信号数字化，大力推广应用微型计算机，对数据通信和计算机通信的需要越来越多等。

可以预见，移动无线通信将出现广泛的美好发展前景。

(四)移动通信的服务范围

从上面介绍的各种移动通信类型来看，陆地上移动通信的电波传播受到许多自然条件的限制，比航海、航空的传播条件复杂得多。下面主要介绍地面电波传播的特性及其通信范围。

地面上移动通信都是按设计要求在一定范围内通信，这里所指的范围叫做“覆盖面积”。每个电台都有一定的覆盖面积。就基地电台来说，就是指这个基地电台与移动体之间通信的通达范围。

移动通信的覆盖面积或通信的通达范围，主要取决于下列几个主要因素：

1. 移动通信系统所采用的频带；
2. 基地电台发射机的输出功率；
3. 采用天线的类型，发射机天线的位置和高度；
4. 覆盖地区的地形与建筑物影响；
5. 接收机的灵敏度。

在上述因素中，发射机、接收机的输出功率、所使用的频带以及接收机的灵敏度都是预定的。因此要掌握的重要因素是根据地形和地物的影响确定天线的形式和天线的位置和高度。

地面上常使用超短波或微波波段的电波，它们都有直线传播的特性。在遇有高楼大厦等建筑物或高山的阻挡时，在其背后就难以收到从基地电台发来的电波。这就是我们常说的“无线电阴影区”。

一般来说，天线越高，其覆盖面积就越大，因此多数基地台天线设立在高楼的楼顶、铁塔或山顶上。天线的形式则应按要求选择应用。例如：铁路和公路等要求建立狭长覆盖区，最好选用定向天线，这样可以沿铁路或公路实现最佳的通信覆盖区。而对城市、工矿企业或农村地区，则可使用全向天线；这种天线能向四周发射电波，可以构成周围一定范围的通信覆盖区。

二、移动电话的系统构成

(一)工作方式

移动电话的种类虽多，但归纳起来，其工作方式有以下几种。

1. 按运用方法分类

从运用方法的角度可分为三类，即单向通信方式、双向通信方式及三向通信方式。

(1)单向通信方式 这是最简单、最原始的通信方式。它可以是以两个移动电台为通话对象，一个单发，另一个单收。也可以以基地台（固定台）为一方，移动台为另一方，基地台向移动台单方向发射信号，发送命令、通知等。前者海上船舶遇难进行呼救就是一例，通过无线电话进行调度作业或无线电广播是后一种单向通信的例子。其工作原理如图 1 所示。

(2)双向通信方式 这种方式就象我们平时打电话那样，双方可以对话。基地台（或移动台）和移动台都能发送和接收信号，这是一般移动电话所采用的方式。图 2 是一种单工双向移动电话的示意图。

(3)三向通信方式 其形式就好象三个人在一起谈话。除去基地台和移动台可以相互对话外移动电台之间也可以进行通话，或者是三个移动电台都能相互进行通话联络。如图 3 所示。这两种方式的特点是电台使用频率相同，只不过图 3 (b)

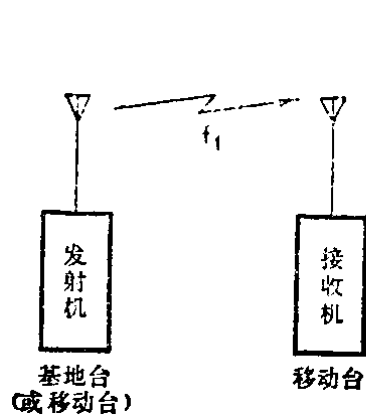


图 1 单向通信方式

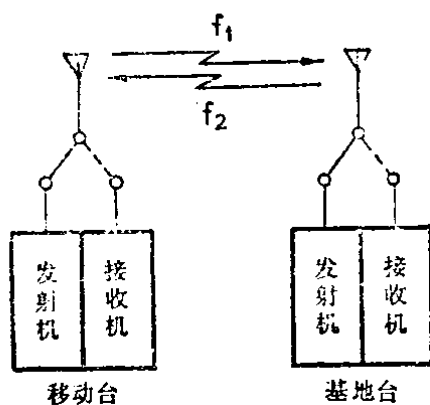


图 2 双向单工通信方式

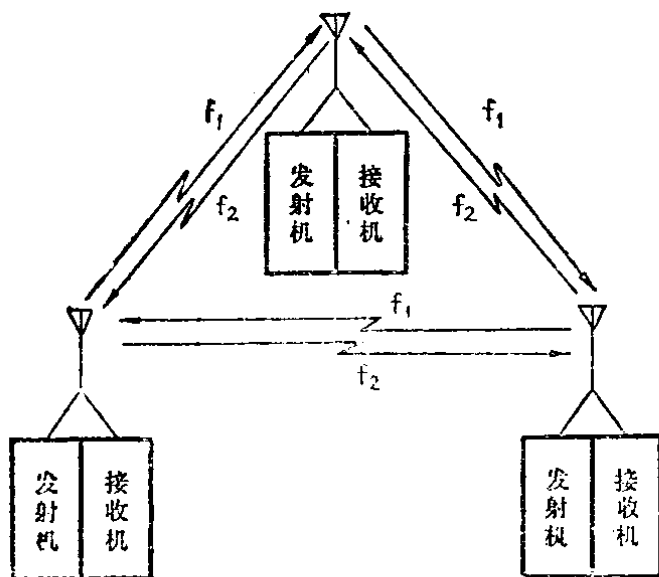
使用单一频率，使用按键发话方式。

2. 按使用频率分类

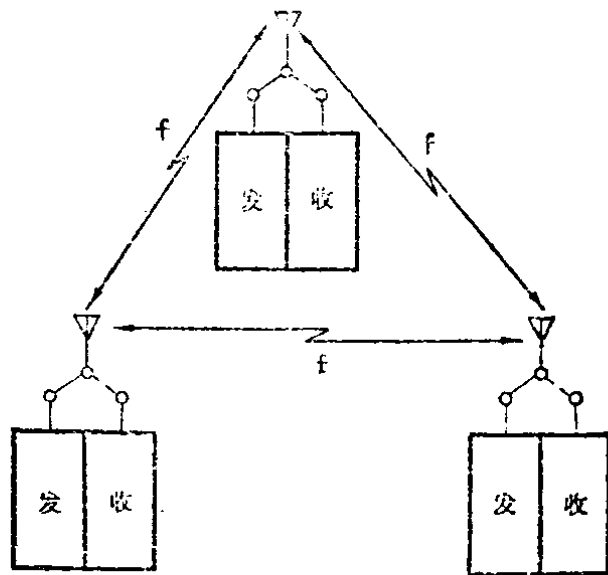
从使用频率的角度可分为三种工作方式。即单工制、半双工制及双工制。

(1) 单工工作制

这是一种基地台和移动台均使用相同频率进行单方向通话的工作方式。采用按键发话方式，即电台 A 发话时，要按下按



(a)



(b)

图 3 三向通话方式

键使发射机工作，发话者才能通过话筒和发射机把话音发射出去。这时 A 台的接收机不工作，而 B 台的接收机接收从 A 台发来的话音。同样，A 台接收时，发射机即停止工作。其工作程序和上述相同，其工作原理如图 4 所示。这种制式多用于各种调度作业。

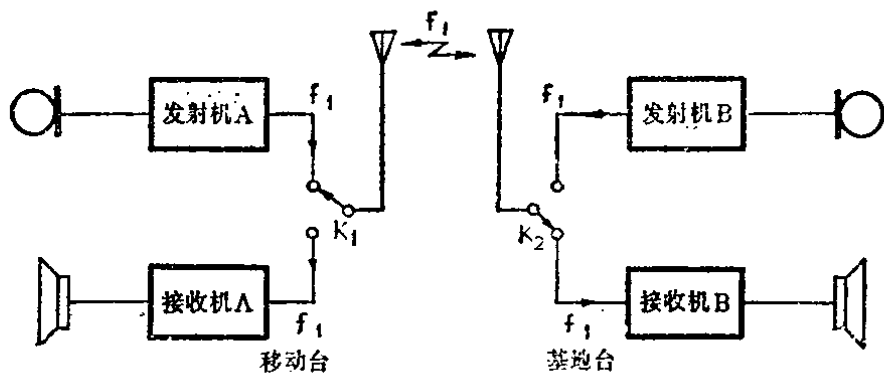


图 4 单工工作制

采用单工工作制的好处是：仅使用一个频率，任两电台在通信区内都能建立通话，宜于在开阔的陆地上、水域或空中组织移动无线电通信；收、发信机交替工作，不会产生收、发