

对讲机监测方法

国家无线电监测中心
国家无线电频谱管理中心

目 录

1. 范围	1
2. 规范性引用文件.....	1
3. 术语和定义.....	1
4. 对讲机技术参数规范.....	1
4.1 对讲机概述	2
4.1.1 数字对讲机.....	2
4.1.2 对讲机组网概念	3
4.2 对讲机发射机与接收机技术参数指标及规范	3
4.2.1 对讲机发射机技术参数指标	3
4.2.3 不同种类对讲机技术参数指标对比与规范.....	4
5. 对讲机监测方法.....	5
5.1 监测设备指标及要求	5
5.1.1 监测接收机要求	5
5.1.2 测向接收机要求	5
5.1.3 接收天线指标及要求.....	5
5.2 对讲机监测方式.....	6
5.2.1 固定监测.....	6
5.2.2 移动监测.....	6
5.2.3 按照对讲机频率使用需求进行监测	6
5.2.4 按照对讲机信号类型进行监测	6
5.2.5 按照对讲机组网方式进行监测	7
5.3 频道及频段占用度统计.....	7
5.3.1 频道占用度	7
5.3.2 测试参数设置.....	7
5.3.3 测试方法及步骤	7
附录 A	8
附录 B	9
附录 C	10
附录 D	12

对讲机监测方法

1.范围

本规范规定了 30MHz~1000MHz 频段对讲机的监测方法,其中专业对讲机频段频率范围为 136MHz~174MHz 和 400MHz~470MHz (其中水上业务专用频率台站管理按现行文件执行,144MHz~146MHz 频段作为业余业务专用频段);武警公安专用频段 350MHz~390MHz;海岸用频段 220MHz;交通信号灯监控、防空警报器 223.025MHz~235MHz;业余用频段 433MHz;集群用频段 800MHz。

本规范涉及的监测方法适用于模拟及数字手持对讲机、车载移动台及转发台。

2.规范性引用文件

《工业和信息化部关于 150MHz 400MHz 频段专用对讲机频率规划和使用管理》

《ITU-R SM.1753-2 建议书 无线电噪声测量方法 20%采样点》

《ITU-R SM.1880 建议书 频谱占用度测量》

信无函 (2007) 79 号下发的《超短波频段占用度测试技术规范(试行)》

3.术语和定义

3.1 模拟无线对讲机 analog radio interphone

使用模拟调制技术 8K5F3E 制式的无线对讲设备。

3.2 数字无线对讲机 digital radio interphone

信号传输频率上全部调制均为数字的无线对讲设备。

3.3 手持电台 handset radio

手持电台是一种相对于车载电台、固定电台等架设方式的电台,通常在移动中使用,其便携性和灵活性要强于后两者。手持电台最大发射功率一般不超过5W,通常规格有0.5W、2.5W和5W等。

3.4 车载电台 vehicle radio

车载电台是一种利用车辆承载架设,简便可移动的无线电台的通称。

3.5 中继台 repeater

主要用于增大通讯距离,扩展覆盖范围的无线电收发设备。

4.对讲机技术参数规范

4.1 对讲机概述

4.1.1 数字对讲机

国际上数字常规对讲机技术标准主要有欧洲的 DMR(Digital Mobile Radio)标准和 DPMR (Digital Private Mobile Radio) 标准、美国的 P25 标准和 NXDN 标准以及国内的 NDR (Narrow-band Digital Radio) 标准和 CDMR (China Digital Mobile Radio) 标准等。

4.1.1.1 DPMR 标准

DPMR (Digital Private Mobile Radio) 是 ETSI 组织公开的数字对讲机标准。适用于商业、专业和公共安全用户的应用；dPMR 采用 6.25KHz FDMA 技术，4FSK 调制方式、数据传输速率为 4.8Kb/s。基于该技术，后续相继制定出 NXDN、DCR 等标准。

4.1.1.2 DMR 标准

DMR 标准是欧洲电信标准化协会 (ETSI) 制订的开放性标准。DMR 标准采用 TDMA (双时隙) 技术，DMR 协会于 2008 年提出最新数字移动无线系统标准协议。协议分三个层级：未授权、授权常规和授权集群三种操作模式。DMR 的主要参数如表 1 所示：

表 1 DMR 主要参数

项目	参数		
频率范围	30MHz~1GHz		
信道间隔	12.5Khz		
调制方式	4FSK		
多址方式	2 时隙 TDMA		
传输速率	9.6kb/s		
语音编码速率	2.4kb/s AMBE++		
时钟漂移误差	±2ppm		
发射功率	完全礼让的接入方式	50~137MHz	-101dBm
载波检测门限		-137~300MHz	-107dBm
		>300MHz	-113dBm
		色码匹配礼让	30MHz~1GHz
用户电话号码	单呼号、组呼号都为十进制 7 位或 8 位数字的用户电话号码，经编码后变成 24bit 的二进制码		
转发	同频转发或异频转发		

4.1.1.3 NXDN 标准和 P25 标准

NXDN 是 KENWOOD 公司和 ICOM 公司针对美国市场联合制定的数字对讲机标准。该标准采用 FDMA 制式，大区制，6.25khz，传输速率 4.8kbps。

P25 是 Project25 的简称，由美国国际公共安全通信官员协会 (APCO)、国家电信管理协会 (NASTD) 和联邦政府用户与电信工业协会 (TIA) 合作制定推行的标准。P25 标准采用大区制设计，它的演进分为两个阶段，第一阶段为 P25 Phase I，采用 FDMA 技术，4FSK 调制，信道带宽为 12.5khz，数据传输速率 9.6kbps，数模兼容；第二阶段为 P25 Phase II，

采用 TDMA 双时隙技术, QPSK 调制, 等效信道带宽 6.25 kHz, 语音编码采用 IMBE4.4kbps, 数据上行速率为 9.6kbps, 下行速率为 12kbps。

4.1.1.4 NDR标准和CDMR标准

NDR 标准是由数字对讲机标准联盟 (DRA) 制定的开放的数字对讲机标准。DRA 联盟由来自中国优秀对讲机企业、知名院校、科研机构等 30 家会员单位组成, 2009 年确定以 DPMR 作为当前的标准制定依据, FDMA 接入方式, 大区制, 6.25kHz, 传输速率 4.8kbps。

CDMR 标准是中国 CDMR 技术论坛以 DMR 数字通信技术为基础所倡导的数字对讲机标准。

4.1.2 对讲机组网概念

对讲机单机通讯, 是通过对讲机本机的发射功率, 直接呼叫另一部对讲机。由于对讲机本机功率较低 (一般为 2—4W), 单机通讯时通讯距离较近。在地形复杂、屏蔽严重的地区, 对讲机单机功率无法穿透屏蔽物, 而其绕射能力有限, 所以通讯距离更加有限。为解决上述问题, 组网技术得到广泛应用: 在需要覆盖的地区中心位置, 放置一中继台, 通过双工器、功分器、馈线等设备将中继台的接收、发射天线分布于预覆盖地区的各个角落。当对讲机发起呼叫时, 不再是靠对讲机本机功率直接呼叫另一部对讲机, 而是呼叫中继台距离该对讲机最近的接收天线, 中继台收到该天线的传回的呼叫信号后, 控制所有发射天线自动转发该呼叫信号, 这样, 无论被呼叫的对讲机在何位置, 均能接收到呼叫信号。

4.2 对讲机发射机与接收机技术参数指标及规范

4.2.1 对讲机发射机技术参数指标

- a) 频率误差 (载频容差) $<10\text{ppm}$
- b) 发射调制灵敏度 $5\text{mV}\sim20\text{mV}$
- c) 发射调制限制 (极限调制制度): 宽带 5kHz, 窄带 2.5kHz
- d) 调制失真 $<10\%$
- e) 调制特性 $300\text{Hz} -17.9\text{dB}\sim-9.5\text{dB}$
 $500\text{Hz} -9\text{dB}\sim-5\text{dB}$
 $2\text{kHz} -3\text{dB}\sim-7\text{dB}$
 $3\text{kHz} -5\text{dB}\sim-10.5\text{dB}$
- f) 发射信噪比 S/N $35\text{dB}\sim50\text{dB}$
- g) 剩余调频 绝对值 $<0.04\text{kHz}$
- h) 邻道功率 $<-60\text{dB}$
- i) 杂散射频分量 绝对值 $<-36\text{dBm}$

4.2.2 对讲机接收机技术参数指标 $>\leq\geq$

- a) 参考灵敏度 $0.15\ \mu\text{V} \sim 0.25\ \mu\text{V}$ ($-118\text{dBm} \sim -122\text{dBm}$)
- b) 音频失真 $<10\%$
- c) 接收信噪比 $\geq 40\text{dB}$
- d) 接收机音频响应 300Hz $3\text{dB} \sim 11.5\text{dB}$
 500Hz $3\text{dB} \sim 7\text{dB}$
 2kHz $-9\text{dB} \sim -5\text{dB}$
 3kHz $-15.7\text{dB} \sim -8.5\text{dB}$
- e) 接收带宽 $>8\text{kHz}$
- f) 共信道抑制 $<12\text{dB}$
- g) 阻塞 $>84\text{dB}$
- h) 邻道选择性 $>84\text{dB}$
- i) 杂散响应抗扰性 $>70\text{dB}$
- j) 互调抗扰性 $>65\text{dB}$
- k) 接收机杂散辐射 $<157\text{dBm}$

4.2.3 不同种类对讲机技术参数指标对比与规范

根据对讲机的使用方法将其分为手持台、车载/船载移动台及基站/转发台，下表为150MHz、400MHz 频段数字对讲设备无线射频技术部分指标。

表 2 150MHz、400MHz 对讲机发射技术参数指标

设备类型	手持台	车载/船载移动台	基站/转发台
信道间隔	12.5KHz	12.5KHz	12.5KHz
最大发射功率	5W; 3W; 1W	25W; 10W; 5W	30W
功率变化容限	$\pm 1.5\text{dB}$ (正常); $+2/-3\text{dB}$ (极限)	$\pm 1.5\text{dB}$ (正常); $+2/-3\text{dB}$ (极限)	$\pm 1.5\text{dB}$ (正常); $+2/-3\text{dB}$ (极限)
调制邻道信道功率	$\pm 12.5\text{KHz} \leq -60\text{dB}$ (正常) $\pm 25.0\text{KHz} \leq -70\text{dB}$ (极限)	$\pm 12.5\text{KHz} \leq -60\text{dB}$ (正常) $\pm 25.0\text{KHz} \leq -70\text{dB}$ (极限)	$\pm 12.5\text{KHz} \leq -60\text{dB}$ (正常) $\pm 25.0\text{KHz} \leq -70\text{dB}$ (极限)
双频使用方式 收发频率	/	/	5.7MHz (150MHz) 10MHz (400MHz)

间隔			
----	--	--	--

注：该表引用文件为《工业和信息化部关于150MHz 400MHz频段专用对讲机频率规划和使用管理》（工信部无[2009]666号）

5.对讲机监测方法

5.1 监测设备指标及要求

5.1.1 监测接收机要求

- a) 频率范围：30MHz~1000MHz
- b) 扫描速率 $\geq 100\text{MHz/s}$
- c) 调谐分辨率 $\leq 10\text{Hz}$
- d) 频率测量误差： $\pm 10^{-7}$
- e) 电平测量误差： $\pm 2\text{dB}$
- f) 中频通带宽度：5kHz $\pm 100\text{Hz}$
- g) 调制方式识别：SSB、USB、F3E、4FSK
- h) 调制度测量误差： $\leq 5\%$
- i) 检波方式：均方根检波(RMS)
- j) 其他：音频输出、通信端口

5.1.2 测向接收机要求

- a) 频率范围：30MHz~1000MHz
- b) 测向精度： $\Delta\theta=0.5^\circ\sim 3^\circ$
- c) 互调截点： $IP_2 > 40\text{dBm}$ ， $IP_3 > 10\text{dBm}$
- d) 响应时间： $\leq 5\text{ms}$
- e) 系统灵敏度：0dB $\mu\text{V/m}$ ~20dB $\mu\text{V/m}$

5.1.3 接收天线指标及要求

5.1.3.1 测向天线

- a) 频率范围：30MHz~1000MHz
- b) 输出阻抗：50 Ω
- c) 天线驻波比： ≤ 2
- d) 极化方式：垂直极化

5.1.3.2 定向天线

- a) 频率范围：30MHz~1000MHz
- b) 输出阻抗：50 Ω
- c) 天线驻波比： ≤ 3
- d) 极化方式：垂直极化

5.2 对讲机监测方式

5.2.1 固定监测

利用超短波监测网对对讲机信号进行交汇定位，各固定站测向设备参数设置如下：

- a) 频段范围：30MHz~1000MHz；
- b) 测向带宽、解调带宽 ≥ 12.5 kHz；
- c) 中频显示带宽 ≥ 25 kHz；
- d) 解调方式：FM、4FSK，USB；
- e) 统计时间 ≤ 10 s。

具体步骤如下：

- a) 根据各地无线电管理机构对各省（自治区、直辖市）分配指配的对讲机频率规划表发现对讲信号；
- b) 对信号进行监听、解调，并与数据库进行对比；
- c) 对合法信号进行联网监听、测向定位；
- d) 记录相关参数，将其录入数据库；
- e) 完成监测定位结果记录；
- f) 对于非法信号，应对信号进行监测、分析、记录；
- g) 重复步骤 c、d、e。

5.2.2 移动监测

通过超短波监测网确定的信号源的大致位置，利用移动监测车或便携式设备对发射源进行逼近查找，具体设备参数设置如下：

- a) 频段范围：30MHz~1000MHz；
- b) 中频显示带宽 ≥ 25 kHz；
- c) 解调带宽 ≥ 12.5 kHz；
- d) 解调方式：FM、4FSK。

具体步骤如下：

- a) 设置好设备相应参数，选择适合的方向性天线；
- b) 以 360° 方向旋转天线，根据设备显示的最大电平值确定发射源的大致方向；
- c) 选择电平值最大的方向进行场强逼近，最终确定信号发射位置。

5.2.3 按照对讲机频率使用需求进行监测

根据对讲机频率使用需求，对讲机频率分为国家专用频率和各省（区、市）无线电管理机构可分配或指配的频率。如附录 C 所示。

5.2.4 按照对讲机信号类型进行监测

对讲机信号分为模拟对讲信号和数字对讲信号，可根据不同的信号类型可设置相应的解调类型及监测参数。

表 3 对讲机信号类型

信号类型	监测设备匹配解调方式	监听带宽设置	测向带宽设置
模拟对讲信号	FM	10-20KHz	10-20KHz
数字对讲信号	4FSK	10-20KHz	10-20KHz

5.2.5 按照对讲机组网方式进行监测

对讲机频率分为单频组网和双频组网两种方式。分别如附录 D 所示。

5.3 频道及频段占用度统计

5.3.1 频道占用度

频道占用度指使用监测接收机或频谱分析仪对特定的信道进行测量，信号大于某一门限电平值的时间与总测量时间的百分比。频段占用度指在测量时间内，用监测接收机或频谱分析仪对某一频段用固定的步长（信道）进行顺序测量，大于某一门限电平值的信道数与总信道数的百分比。

5.3.2 测试参数设置

- 测量频段：30MHz~1000MHz
- 测量时间：根据具体任务确定，要求每次测量时间不小于 24 小时；
- 信道间隔：≤25kHz；
- 门限电平：设置为各频段内当地接收机平均噪声功率电平或电压指示以上 5dB。根据 ITU-R SM. 1753-2 建议书，计算背景噪声选取周边 20%采样点；
- 测量周期：测量所有信道并返回到第一个信道后所用的时间。测量周期一般小于 10 秒，137 MHz~167MHz，403 MHz~423.5 MHz 频段测量周期一般小于 1 秒（不满足的按设备实际予以标注）；
- 测量分辨率：进行频道占用度统计的时间间隔。每 60 分钟统计一次；
- 中频带宽（或 RBW）：以不大于信道间隔为原则；
- 检波方式：均值检波。

5.3.3 测试方法及步骤

- 按照以上测试参数设置占用度测量软件，开始监测记录；
- 每单位统计时间后（天/24 小时），填写附件二表格，以 excel 文件格式保存；若监测时间不足 24 小时，在表格中备注；
- 将占用度统计文件按照日期统一保存归档，以备日后为频率指配规划、查找有害干扰等情况提供依据。

对讲机监测记录表

填表人：

[illegible]

附录 B

对讲机频段占用度测量表

一、测量系统参数					
监测站名称		监测站经度		监测站纬度	
接收机（频谱仪） 型号		天线类型		天线高度 （米）	
起始频率（MHz）		终止频率 （MHz）		检波方式	
中频带宽（RBW， kHz）		门限电平		测量周期 （秒）	
测量分辨率（分 钟）		测量开始 时间		测量结束 时间	

填表人：

填表时间：

注：日频段占用度：取各时间频段占用度最大值（要注明时间）

附录 C

表 3 国家专用频率和各省（区、市）无线电管理机构可分配或指配的频率

用途	频率范围（MHz）	起始 中心频率	终止 中心频率	数量	备注
国家	137-138	137.0125	138.0125	81 个	
	138.9-140.3	139.9125	140.3000	112 个	
	141.8-143.975	141.8125	143.9875	175 对	
	147.5-149.675	147.5125	149.6875		
	149.7-149.9	149.7000	149.8875	16 个	
	149.9-150.5	149.9000	150.5000	49 个	卫星业务
	157.075-157.375	157.075	157.3750	25 对	
	162.775-163.075	162.775	163.0750		
	166.6-167	166.5875	166.9875	38 个	
	404.3-404.475	404.3000	404.4750	15 对	403-405MHz 移动为次要业务
	414.3-414.475	414.3000	414.4750		
	404.5-406	404.4875	405.9875	121 对	
	414.5-416	414.4875	415.9875		
	406-409.5	406.0000	409.5000	280 个	
410-411	410.0000	411.0000	81 对		
420-421	420.0000	421.0000			
各省（区、市）	138-138.9	138.0250	138.9000	71 个	138.025-138.2 为民航使用
	140.3125-141.8	140.3125	141.8000	120 对	
	146.0125-147.5	146.0125	147.5000		
	144-146	144	146	161 个	业余业务
	150.5-151.0	150.5125	151.0000	40 个	
	151.0125-157.0625	151.0125	157.0625	485 个	包含水上
	157.375-160.6	157.3875	160.6000	258 对	
	163.075-166.3	163.0875	166.3000		
	160.6125-162.7625	160.6125	162.7625	173 个	包含水上
	166.325-166.575	166.3125	166.5750	22 个	
	403-403.475	403.0000	403.4750	39 个	403-405MHz 移

用途	频率范围 (MHz)	起始 中心频率	终止 中心频率	数量	备注
	403.4875-404.2875	403.4875	404.2875	65 对	动为次要业务
	413.4875-414.2875	413.4875	414.2875		
	409.5-410	409.5125	409.9875	39 对	
	419.5-420	419.5125	419.9875		
	411-413.5	411.0125	413.475	199 对	
	421-423.5	421.0125	423.475		
	416-419.5	416.0000	419.5000	281 个	

国家无线电监测中心
国家无线电频谱管理中心

附录 D

单频组网方式

组网方式	频率范围 (MHz)	起始 中心频率	终止 中心频率	数量	备注
国家	137-138	137.0125	138.0125	81 个	
	138.9-140.3	139.9125	140.3000	112 个	
	149.7-149.9	149.7000	149.8875	16 个	
	149.9-150.5	149.9000	150.5000	49 个	卫星业务
	166.6-167	166.5875	166.9875	33 个	
	406-409.5	406.0000	409.5000	280 个	
各省（区、市）	138-138.9	138.0250	138.9000	71 个	138.025-138.2 为民航使用
	150.5-151.0	150.5125	151.0000	40 个	
	151.0125-157.0625	151.0125	157.0625	485 个	包含水上
	160.6125-162.7625	160.6125	162.7625	173 个	包含水上
	166.325-166.575	166.3125	166.5750	22 个	
	403-403.475	403.0000	403.4750	39 个	
	416-419.5	416.0000	419.5000	281 个	

双频组网方式

用途	频率范围 (MHz)	起始 中心频率	终止 中心频率	数量	备注
国家	141.8-143.975 147.5-149.675	141.8125 147.5125	143.9875 149.6875	175 对	
	157.075-157.375 162.775-163.075	157.075 162.775	157.3750 163.0750	25 对	
	404.3-404.475 414.3-414.475	404.3000 414.3000	404.4750 414.4750	15 对	403-405MHz 移动为次要业务
	404.5-406 414.5-416	404.4875 414.4875	405.9875 415.9875	121 对	
	410-411 420-421	410.0000 420.0000	411.0000 421.0000	81 对	
各省（区、市）	140.3125-141.8	140.3125	141.8000	120 对	

用途	频率范围 (MHz)	起始 中心频率	终止 中心频率	数量	备注
市)	146.0125-147.5	146.0125	147.5000		
	157.375-160.6 163.075-166.3	157.3875 163.0875	160.6000 166.3000	258 对	
	403.4875-404.2875 413.4875-414.2875	403.4875 413.4875	404.2875 414.2875	65 对	403-405MHz 移动为次要业务
	409.5-410 419.5-420	409.5125 419.5125	409.9875 419.9875	39 对	
	411-413.5 421-423.5	411.0125 421.0125	413.475 423.475	199 对	

国家无线电监测中心
国家无线电频谱管理中心