

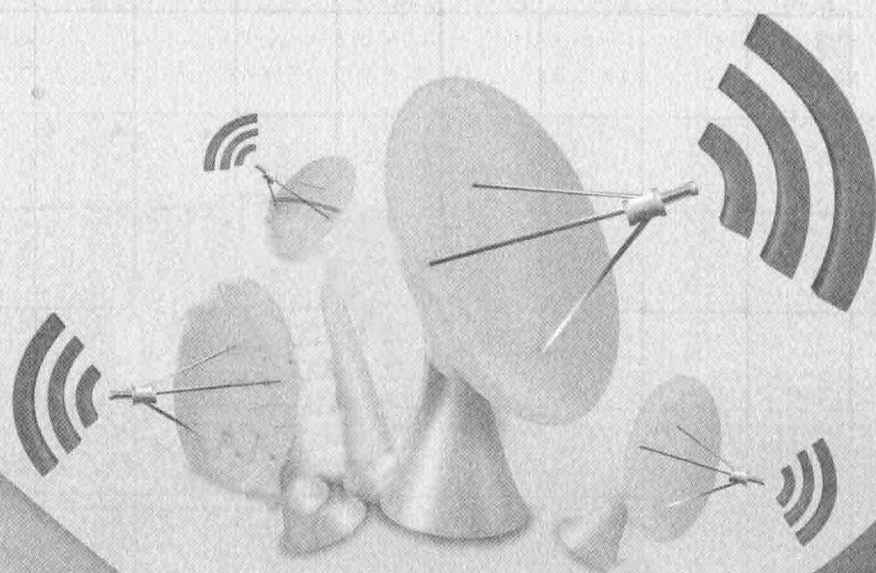
无线电 压制技术及应用

刘欣 王爱举 李安平 李长春◎著



无线电 压制技术及应用

刘欣 王爱举 李安平 李长春◎著



人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

无线电压制技术及应用 / 刘欣等著. — 北京: 人民邮电出版社, 2014. 7
ISBN 978-7-115-35824-0

I. ①无… II. ①刘… III. ①无线电信号—压制式干扰—研究 IV. ①TN911②TN972

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第145424号

内 容 提 要

本书全面介绍了无线电压制的基本概念以及压制系统所用的理论基础、各项技术、系统设计、具体应用及发展趋势等内容。全书共分9章,第1至5章介绍了无线电压制的背景、依据和基本理论,以及涉及的元器件技术及其实现;第6、7章介绍了压制系统的设计、实现及测试;第8、9章介绍了系统背景及未来的发展趋势,为压制系统进一步开发提出了有益的建议。

本书编写人员都是直接从事无线电压制系统研发制造和多次现场实际应用的工程技术人员,具有丰富的理论和实践经验。本书的主要读者对象为从事无线电管理的技术人员。本书既可作为无线电管理人员的培训教材,也可作为相关专业技术人员、高等院校相关专业师生的技术设计参考书籍。



-
- ◆ 著 刘 欣 王爱举 李安平 李长春
责任编辑 杨 凌
责任印制 杨林杰
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京天宇星印刷厂印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 12
字数: 287千字 2014年7月第1版
印数: 1-4000册 2014年7月北京第1次印刷
-

定价: 55.00 元

读者服务热线: (010) 81055488 印装质量热线: (010) 81055316
反盗版热线: (010) 81055315

前 言

随着无线电技术的快速发展，无线电通信设备已广泛应用于人们的工作、生活等领域，达到了无所不在的程度。受利益驱使，一方面，有的单位和个人随意使用国家不允许无偿使用的频率从事无线电业务，对合法用户的正常无线电业务造成干扰，导致空中无线电秩序的混乱，威胁着民航、高铁和国防等重要用频部门的安全；另一方面，一些不法商贩违法生产和销售未经国家无线电管理部门批准的无线电发射设备，私自占用正常用户的注册频率，也造成了无线电管理秩序的混乱，甚至给国家安全带来威胁。

2010年8月31日，《中华人民共和国无线电管制规定》正式公布，并于2010年11月1日起正式实施。根据该规定，在特定时间和特定区域内，可由省级人民政府组织，依法采取限制或者禁止无线电台（站）、无线电发射设备和辐射无线电波的非无线电设备的使用，以及对特定的无线电频率实施技术阻断等措施，对无线电波的发射、辐射和传播实施强制性管理。目前各级无线电管理部门都配备了一定数量的无线电压制设备，在各项保障工作中大显身手，凸显了其重要作用。无线电压制设备已成为无线电管理部门应对非法使用无线电频率行为不可或缺的技术工具。

本书较全面介绍了无线电压制的基本概念以及压制系统所涉及的理论基础、各项技术、系统设计、具体应用及发展趋势等内容。书中不仅融入了相关行业技术人员多年来从事无线电压制系统研究和开发的经验，同时也借鉴了大量其他的研究成果。希望本书的出版能对我国的无线电压制技术发展及系统研发工作起到一定的推动作用。

本书共分9章，第1章简要介绍了无线电压制技术的应用背景和基本概念；第2章介绍了无线电压制技术应用的法律依据、社会意义以及典型压制设备；第3章从压制距离、压制参数、技术仿真等方面介绍了无线电压制的理论，便于读者全面了解压制技术；第4章介绍了压制系统中用到的各种技术，包括信号源、变频器、滤波器等；第5章介绍了压制系统中用到的接收技术，尤其是对于一体化系统，接收机技术非常重要；第6章从分体设计、指标设计、功能设计等方面介绍了压制系统的设计与实现；第7章从闭路测试、开路测试、一般工程化测试、简易验证性测试4个方面介绍了压制系统的各项测试；第8章从应用背景、典型应用、应用方式、注意事项等方面介绍了压制系统的应用；第9章分析了未来压制技术的发展趋势，为压制系统的进一步开发提出了有益建议。

本书第1、2章由刘欣编写，第3章由王爱举编写，第4章由李长春、王爱举编写，第5章由李安平编写，第6章由王爱举、李安平编写，第7、8章由王爱举编写，第9章由刘欣编

写。全文由刘欣统稿和审定，并由苏帅进行校对。

本书具有较强的工程使用价值，编写人员都是直接从事无线电压制系统研发制造和多次现场实际应用的工程技术人员，具有丰富的理论和实践经验。本书在编写过程中得到了国家无线电监测中心领导和同志们的支持和指导，在此一并表示衷心的感谢！

书中的很多论述都是基于实验结果，由于作者水平有限，这些论述难免有错误和失之偏颇之处，敬请广大读者批评指正。

著 者

2014年6月

目 录

第 1 章 绪论	1
第 2 章 无线电管制概述	3
2.1 无线电管制相关法律法规	3
2.2 无线电管制的目的及意义	5
2.3 无线电管制的主要内容	6
2.4 常用无线电压制设备	6
2.4.1 基本压制目标特性参数的分析	6
2.4.2 典型系统实例	9
参考文献	13
第 3 章 无线电压制理论分析	14
3.1 无线电压制概述	14
3.1.1 电子对抗技术	14
3.1.2 无线电压制技术	16
3.1.3 压制分类和影响因素	16
3.2 电波传播	18
3.2.1 基本概念	18
3.2.2 电波传播媒介特性	20
3.2.3 电波传播频段特性	22
3.2.4 电波传播损耗计算	23
3.3 无线电压制电波覆盖和压制距离分析	25
3.3.1 极限传播视距	25
3.3.2 正常工作压制距离	26
3.3.3 压制距离影响因素	27
3.3.4 压制距离综合分析	28
3.4 影响压制效果的参数、仿真及实验	29
3.4.1 影响压制效果的信号技术特性	29
3.4.2 压制仿真计算	30

3.4.3 压制效果实验	35
3.5 压制覆盖和压制效果综合评价	36
参考文献	37
第4章 无线电压制技术	38
4.1 信号发生技术	38
4.1.1 信号产生原理	38
4.1.2 DDS 技术	42
4.1.3 锁相环技术	46
4.1.4 常用调制方式	51
4.2 混频技术	53
4.2.1 混频器基本原理	53
4.2.2 混频器常用技术参数及设计	55
4.2.3 滤波器常用技术参数及设计	69
4.3 功率放大技术	74
4.3.1 工作原理	74
4.3.2 常用技术参数	78
4.3.3 高频功率放大器设计	79
4.4 天线技术	87
4.4.1 天线分类	87
4.4.2 主要参数	88
4.4.3 压制天线的选择和实例	97
参考文献	98
第5章 无线电接收技术	99
5.1 信号接收	99
5.1.1 接收系统组成	99
5.1.2 主要技术指标	105
5.2 信号分析	106
5.2.1 频谱分析	106
5.2.2 信号参数估计	113
5.2.3 调制识别	117
5.2.4 常见信号调制与解调	122
参考文献	128
第6章 无线电压制系统设计	129
6.1 设计原则	129
6.2 压制系统分体设计	129
6.2.1 系统组成和工作原理	129

6.2.2	发射 subsystem 设计	130
6.2.3	控制 subsystem 设计	132
6.2.4	天馈线 subsystem 设计	134
6.2.5	电源 subsystem 设计	134
6.3	压制系统指标设计	135
6.3.1	频率指标要求	136
6.3.2	发射功率指标要求	136
6.3.3	发射信号特征	137
6.3.4	天馈线指标要求	137
6.4	压制系统功能设计	138
6.4.1	系统功能设计	138
6.4.2	软件功能设计	138
6.5	系统可靠性和安全性设计	139
6.5.1	系统可靠性设计	139
6.5.2	系统安全性设计	140
6.5.3	人机交互和环境适应性设计	140
	参考文献	141
第 7 章	无线电压制系统测试	142
7.1	闭路测试	142
7.1.1	闭路测试项目	142
7.1.2	闭路测试环境搭建	144
7.2	开场测试	145
7.2.1	开场测试项目	145
7.2.2	开场测试条件	146
7.2.3	开场测试环境搭建	147
7.2.4	测试结果处理	148
7.3	一般工程化测试	149
7.3.1	工程测试项目	149
7.3.2	工程测试环境搭建	149
7.4	简易验证性测试	150
7.4.1	测试仪表	150
7.4.2	测试方法	150
7.4.3	测试项目	151
	参考文献	151
第 8 章	无线电压制系统应用	152
8.1	应用背景	152
8.1.1	民用需求	152

8.1.2	军用需求	153
8.1.3	警用需求	153
8.2	典型应用	153
8.2.1	无线电管理应用	154
8.2.2	维稳处突应用	155
8.3	应用方式分析	156
8.3.1	应用目标	156
8.3.2	压制方式	156
8.3.3	环境选择和架设要求	158
8.4	分布式压制	161
8.4.1	宽带覆盖分布式压制	161
8.4.2	特定频段考试保障专用分布式压制	164
8.5	应用注意事项	167
8.5.1	无线电污染预防	167
8.5.2	使用和维护保养	168
8.5.3	故障分析与排除	168
8.6	应用专题分析	169
8.6.1	压制效果简易测试	169
8.6.2	能量辐射分析	170
8.6.3	维稳处突设备	171
8.6.4	其他应用	172
8.7	应用前景综述	174
	参考文献	174
第 9 章	无线电压制技术发展趋势	175
9.1	概述	175
9.2	工作频段和小型化趋势	176
9.3	压制功率发展	177
9.3.1	压制工作方式	177
9.3.2	发展趋势	178
9.4	智能压制网络	179
9.4.1	应用背景	179
9.4.2	发展趋势	179
9.5	数字信号压制	181
9.5.1	应用背景	181
9.5.2	发展趋势	181
	参考文献	182

第 1 章

绪论

无线电通信技术快速发展并已广泛应用于人们的工作、生活等领域，达到了无所不在的程度，利用无线电技术进行通信已经变得非常简单。正常情况下，无线电发射设备的上市，要经过无线电管理部门的核准认可；使用无线电发射设备，要符合国家相关法律法规的要求，不得随意使用。一般单位和个人必须使用国家批准使用的、公开销售的设备，而且分为两种情况：第一种是需要到无线电管理部门申请专用频率，获批后再由无线电管理部门对所购无线电发射设备进行登记注册，核发无线电台（站）执照，并应上缴频率占用费；第二种是所使用频率已经过无线电管理部门批准作为公众使用的频段，这又可进一步分为两种情况：一种是不需要关注使用频率的情况，例如手机，只需到正规销售部门购买手机和 SIM 卡后即可使用；另一种是虽然使用频率已经公开，但购买设备后也必须到无线电管理部门注册登记并按时缴纳频率占用费，例如某些频段的对讲机。

但是，并不是所有单位和个人都完全遵守了上述规则。受利益驱使，一方面，有的单位和个人随意使用国家不允许无偿使用的频率从事无线电业务，对合法用户的正常无线电业务造成干扰，导致空中无线电波秩序的混乱，威胁着民航、高铁和国防等重要用频部门的安全；另一方面，一些不法商贩违法生产和销售未经国家无线电管理部门批准的无线电发射设备，私自占用正常用户的注册频率，也造成了无线电管理秩序的混乱，甚至给国家安全带来威胁。近年来，随意生产、销售、购买并从事考试作弊的无线电设备的案例越来越多，极大地危害了社会秩序，并给社会公平带来严重的威胁。同时，敌对分子利用无线电通信设备从事颠覆性破坏活动的情况也越来越频繁，直接威胁着人民群众生命财产和国家的安全。国防建设也需要排除上述无线电干扰，以确保无线电用频武器装备的正常使用。

正是基于上述原因，2010 年 8 月 31 日，《中华人民共和国无线电管制规定》正式公布，并于 2010 年 11 月 1 日起正式实施。根据该规定第二条的定义，无线电管制是指：在特定时间和特定区域内，可由省级人民政府组织，依法采取限制或者禁止无线电台（站）、无线电发射设备和辐射无线电波的非无线电设备的使用，以及对特定的无线电频率实施技术阻断等措施，对无线电波的发射、辐射和传播实施的强制性管理。

鉴于有些违法使用无线电发射设备的行为时间非常短，在这么短的时间内将不法分子悉数抓获的可能性很小，也不现实，这是摆在管理部门面前的一道难题。而用无线电压制系统进行有效的无线电干预、阻断或扰乱其违法行为，使其违法活动无法正常进行则变为一种切实可行、行之有效的技术处理手段。

为了配合无线电管制的可靠实施，必须具有必要的实施手段，这就是技术阻断。技术阻断实际上就是通过发射有效的无线电信号以干扰目标信号，使其不能被目标接收方有效接收，或者说接收方收到的是无用的杂乱的信息（或声音），从而达到阻止目标信号传播的目的。为了实现这种技术阻断，研制可靠、实用的无线电压制系统显得尤为必要。目前各级无线电管理部门都配备了一定数量的无线电压制设备，在各项保障工作中大显身手，凸显了其重要作用。无线电压制设备已成为无线电管理部门应对非法使用无线电频率行为不可或缺的技术工具。

在国防建设中，无线电压制设备更是必不可少的战略和战术设备。在现代战争中，电磁环境效应直接影响着武器装备效能的发挥和战场上军队的生存能力。一艘现代化军舰仅雷达就有 20 余部，一架现代化战斗机上的无线电设备就多达几十部。战场上制胜的法宝首先是获取敌方信息，其次是干扰敌方的信息网络和压制敌方通信。如果己方的通信网络已处于敌方无线电有效干扰状态，则其智能武器就成了摆设，此时只有挨打的份。因此，现代化战争在很大程度上就是“电磁频谱之战”、“干扰和抗干扰之战”。电磁空间已成为敌我双方拼命争取的“第五维战场”。据近期媒体披露，一架俄罗斯苏-24 电子战飞机在黑海通过施放电磁干扰瘫痪了一艘美军宙斯盾军舰，使舰上所有的用频武器处于失控状态，可见电磁干扰手段对现代化战争的重要性。因此，开发和装备高性能的无线电压制系统，也是国防建设的迫切需要。

第 2 章

无线电管制概述

《中华人民共和国无线电管制规定》中关于无线电管制的强制性管理措施的目的，是确保在特定时间、区域和频段的无线电静默或确保特定频段的无线电发射设备有效使用。在大型军演、国家重大活动、国家领导人出席现场、大型国考、国家或局部紧急状态、反恐战斗区域、局部战争区域等情况下，都有可能实施无线电管制。

2.1 无线电管制相关法律法规

涉及无线电管制的主要法律法规有《中华人民共和国物权法》、《中华人民共和国无线电管理条例》、《中华人民共和国无线电管制规定》和《中华人民共和国刑法》。

1. 物权法中相关内容

《中华人民共和国物权法》第五十条规定：“无线电频谱资源属于国家所有。”

2. 无线电管理条例中关于无线电管制的相关内容

《中华人民共和国无线电管理条例》第四章第二十四条规定：“因国家安全和重大任务需要实行无线电管制时，管制区域内设有无线电发射设备和其他辐射无线电波设备的单位和个人，必须遵守有关管制的规定。”

3. 无线电管制规定中相关内容

《中华人民共和国无线电管制规定》对我国的无线电管制工作做了详细、全面的规定，因此有必要对其进行详细了解，具体规定如下。

第一条 为了保障无线电管制的有效实施，维护国家安全和社会公共利益，制定本规定。

第二条 本规定所称无线电管制，是指在特定时间和特定区域内，依法采取限制或者禁止无线电台（站）、无线电发射设备和辐射无线电波的非无线电设备的使用，以及对特定的无线电频率实施技术阻断等措施，对无线电波的发射、辐射和传播实施的强制性管理。

第三条 根据维护国家安全、保障国家重大任务、处置重大突发事件等需要，国家可以实施无线电管制。

在全国范围内或者跨省、自治区、直辖市实施无线电管制，由国务院和中央军事委员会决定。

在省、自治区、直辖市范围内实施无线电管制，由省、自治区、直辖市人民政府和相关军区决定，并报国务院和中央军事委员会备案。

第四条 实施无线电管制，应当遵循科学筹划、合理实施的原则，最大限度地减轻无线电管制对国民经济和人民群众生产生活造成的影响。

第五条 国家无线电管理机构和军队电磁频谱管理机构，应当根据无线电管制需要，会同国务院有关部门，制定全国范围的无线电管制预案，报国务院和中央军事委员会批准。

省、自治区、直辖市无线电管理机构和军区电磁频谱管理机构，应当根据全国范围的无线电管制预案，会同省、自治区、直辖市人民政府有关部门，制定本区域的无线电管制预案，报省、自治区、直辖市人民政府和军区批准。

第六条 决定实施无线电管制的机关应当在开始实施无线电管制 10 日前发布无线电管制命令，明确无线电管制的区域、对象、起止时间、频率范围以及其他有关要求。但是，紧急情况下需要立即实施无线电管制的除外。

第七条 国务院和中央军事委员会决定在全国范围内或者跨省、自治区、直辖市实施无线电管制的，由国家无线电管理机构和军队电磁频谱管理机构会同国务院、公安等有关部门组成无线电管制协调机构，负责无线电管制的组织、协调工作。

在省、自治区、直辖市范围内实施无线电管制的，由省、自治区、直辖市无线电管理机构和军区电磁频谱管理机构会同公安等有关部门组成无线电管制协调机构，负责无线电管制的组织、协调工作。

第八条 无线电管制协调机构应当根据无线电管制命令发布无线电管制指令。

国家无线电管理机构和军队电磁频谱管理机构，省、自治区、直辖市无线电管理机构和军区电磁频谱管理机构，依照无线电管制指令，根据各自的管理职责，可以采取下列无线电管制措施：

- （一）对无线电台（站）、无线电发射设备和辐射无线电波的非无线电设备进行清查、检测；
- （二）对电磁环境进行监测，对无线电台（站）、无线电发射设备和辐射无线电波的非无线电设备的使用情况进行监督；
- （三）采取电磁干扰等技术阻断措施；
- （四）限制或者禁止无线电台（站）、无线电发射设备和辐射无线电波的非无线电设备的使用。

第九条 实施无线电管制期间，无线电管制区域内拥有、使用或者管理无线电台（站）、无线电发射设备和辐射无线电波的非无线电设备的单位或者个人，应当服从无线电管制命令和无线电管制指令。

第十条 实施无线电管制期间，有关地方人民政府，交通运输、铁路、广播电视、气象、渔业、通信、电力等部门和单位，军队、武装警察部队的有关单位，应当协助国家无线电管理机构和军队电磁频谱管理机构或者省、自治区、直辖市无线电管理机构和军区电磁频谱管理机构实施无线电管制。

第十一条 无线电管制结束，决定实施无线电管制的机关应当及时发布无线电管制结束通告；无线电管制命令已经明确无线电管制终止时间的，可以不再发布无线电管制结束通告。

第十二条 违反无线电管制命令和无线电管制指令的，由国家无线电管理机构或者省、自治区、直辖市无线电管理机构责令改正；拒不改正的，可以关闭、查封、暂扣或者拆除相关设备；情节严重的，吊销无线电台（站）执照和无线电频率使用许可证；违反治安管理规定，由公安机关依法给予处罚。

军队、武装警察部队的有关单位违反无线电管制命令和无线电管制指令的，由军队电磁

频谱管理机构或者军区电磁频谱管理机构责令改正；情节严重的，依照中央军事委员会的有关规定，对直接负责的主管人员和其他直接责任人员给予处分。

第十三条 本规定自2010年11月1日起施行。

4. 刑法中关于违反无线电管制的相关内容

《中华人民共和国刑法》第288条明确规定了违反无线电管理相关规定的惩罚措施，具体如下。

“违反国家规定，擅自设置、使用无线电台（站），或者擅自占用频率，经责令停止使用后拒不停止使用，干扰无线电通讯正常进行，造成严重后果的，处三年以下有期徒刑、拘役或者管制，并处或者单处罚金。”

“单位犯前款罪的，对单位判处罚金，并对其直接负责的主管人员和其他直接责任人员，依照前款规定处罚。”

目前，国家在无线电管制方面的法规，基本适应了国家在重大活动或场合实施无线电管制的需要，具有纲领性、指导性的作用。

2.2 无线电管制的目的及意义

依据《中华人民共和国无线电管制规定》，我们已经知道了无线电管制的定义，从该定义出发，根据维护国家安全、保障国家重大任务、处置重大突发事件等需要，国家可以实施无线电管制。在国家的重要活动中（例如国庆阅兵、国家领导出行等）和重要场合下（例如有国家领导人出席的公共场所，如奥运会、世博会等），为了保障专用通信频率的畅通，必须对所有可能引起电磁干扰的电台进行管制，并对可能引起恐怖爆炸袭击的频率进行压制阻断。在军队演习的区域，为了确保无线电用频军事设备的正常使用，必须对所有可能引起电磁干扰的民用电台实行管制。在国家遭遇外敌侵略的局部地区，本着一切为了战争的出发点，根据战争需要，会在局部战场实施无线电管制。

平时，实施无线电管制是保护无线电频谱资源的客观需要。无线电频谱资源是国家稀缺的战略资源，属国家所有。随着无线电技术的发展，电磁频谱在世界经济中发挥的作用和对世界文明进步的贡献越来越大，无线电技术在国防方面的应用比例不断加大，频谱资源的稀缺性和重要性显得更为突出。

一方面，随着电子技术的进步，依靠无线电生存和发展的行业越来越多，通信、导航、遥控遥测、陆路交通、航海/航空/航天、网络技术、医疗、安全、现代军事装备等，都需要频谱资源。在现代战争中，战场通过无线电频谱已经从陆地延伸到了海洋、天空和太空，延伸到敌对国家的领海、领空，电磁空间的争夺成为战争双方获取单向信息透明、干扰敌方信息互通、争夺战争制高点的主要特征。军用和民用频谱资源的空前紧张，使得频谱的分配难以满足各自应用的需要。

另一方面，技术的发展使得个人和单位无线电频谱用户急剧增长，达到了前所未有的规模，无线电技术发展应用的日益广泛与大众对保护无线电频谱资源的认知缺乏形成巨大矛盾，随意设置无线电发射台站和肆意侵占无线电频谱资源的现象非常严重。例如，非法使用无线电设备进行考试作弊的现象大量存在，滥用大功率寻呼电台常常给民航飞机甚至军机带来严重干扰，直接影响民航安全和国防安全。

非法用频的行为给正常合法用频者带来危害，也给国家安全带来严重威胁。为了保证国

家安全，维护国家重大利益，确保电磁空间安全，保护无线电管制区域内重要无线电发射设备的正常使用，按照程序实行无线电管制是非常必要的。

2.3 无线电管制的主要内容

依据《中华人民共和国无线电管制规定》进行无线电管制，需要做以下工作。

- (1) 决定实施无线电管制的机关应当在开始实施无线电管制 10 日前发布无线电管制命令，明确无线电管制的区域、对象、起止时间、频率范围以及其他有关要求。但是，紧急情况下需要立即实施无线电管制的除外。
- (2) 对无线电台（站）、无线电发射设备和辐射无线电波的非无线电设备进行清查、检测。
- (3) 对电磁环境进行监测，对无线电台（站）、无线电发射设备和辐射无线电波的非无线电设备的使用情况进行监督。
- (4) 采取电磁干扰等技术阻断措施。
- (5) 限制或者禁止无线电台（站）、无线电发射设备和辐射无线电波的非无线电设备的使用。

进行无线电管制时，会在一定时间和一定频段上要求强行关闭一些用频发射设备。为确保管制的实施，需要有关技术管理部门对管制频段的频率使用情况进行不间断的监测，发现问题及时处理，对违反管制要求的无线电信号，在劝阻、警示管制无效且不影响所保障的无线电频率使用的情况下，可以使用无线电信号干扰设备对其进行阻断，以确保无线电管制的严格实施。

对在管制期间违规使用无线电发射设备的用户，应当依据《中华人民共和国无线电管理条例》以及《中华人民共和国刑法》有关内容予以处置。这对严格实施无线电管制是十分必要的。

2.4 常用无线电压制设备

2.4.1 基本压制目标特性参数的分析

1. 通用压制目标特性分析

要实施有效干扰，首先必须对工作频段内存在的主要目标相关特性进行分析，通用性目标特性分析见表 2-1。

表 2-1 目标特性分析

低端 (MHz)	高端 (MHz)	应 用	频点数	发射功率 (mW)	调制 方式	带宽 (kHz)	杂散发射 功率衰减	作用距离 (m)
5.9	26.1	短波收音机						
26.5	27.5	遥控玩具	12	几十	任意	≤8	≥45dB	100~300
26.96	27.41	民用波段（CB） 收音机						
40		无线警报						
40.5	41	遥控玩具	13	几十	任意	≤8	≥45dB	100~300
45	46	模拟无绳电话	20	≤20		≤16	≤25μW	50~300
48	48.5	模拟无绳电话	20	≤20		≤16	≤25μW	50~300
49		婴儿无线监视器						

续表

低端 (MHz)	高端 (MHz)	应 用	频点数	发射功率 (mW)	调制 方式	带宽 (kHz)	杂散发射 功率衰减	作用距离 (m)
54	88	电视台波段(2~6ch)						
72	73	遥控玩具	10	几十	任意	≤ 8	$\geq 45\text{dB}$	100~300
75.4	76	无线传声器		≤ 10	F3E	≤ 200	$\geq 30\text{dB}$	
84	87	无线传声器		≤ 10	F3E	≤ 200	$\geq 40\text{dB}$	
87	108	无线传声器		≤ 3	F3E	≤ 200	$\geq 30\text{dB}$	
88	108	调频广播			FM			
136	174	专业对讲机		4k~5k				3k~8k
174	216	生物医学遥测设备		≤ 10				
174	220	电视台波段 (7~13ch)						
189.9	223	无线传声器		≤ 10		≤ 200		
215	220	野生动物跟踪环						
220	240	起重机或传送机械 专用遥控器	12	≤ 20		≤ 16	$\leq 2.5\mu\text{W}$	50~200
220	240	电子吊秤无线传输 专用设备	5	≤ 50		≤ 50	$\leq 2.5\mu\text{W}$	50~200
220	235	无线数据传送设备	14	≤ 10		≤ 16		
314	316	民用设备无线 控制装置		≤ 10		≤ 400		
400	850	无线射频识别 (RFID)						
402	425	生物医学遥测设备		≤ 10				
409	410	民用对讲机	19	≤ 500	F3E		$< 50\mu\text{W}$	3000
430	432	民用设备无线控制 装置		≤ 10		≤ 400		
433	434.79	民用设备无线控制 装置		≤ 10		≤ 400		
450	451	电子吊秤无线传输 专用设备	5	≤ 50		≤ 20	$\leq 2.5\mu\text{W}$	50~200
470	510	无线传声器		≤ 50	F3E	≤ 200	$\geq 30\text{dB}$	
470	566	通用无线遥控设备		5		≤ 1000		
606	787	通用无线遥控设备		5		≤ 1000		
608	614	生物医学遥测设备		≤ 10				
702	798	无线传声器		≤ 50	F3E	≤ 200	$\geq 30\text{dB}$	
779	787	民用设备无线 控制装置		≤ 10				
890	960	GSM900	124	2000		200		
824	894	CDMA		200		12500	$\leq -36\text{dBm}$	
839	843	模拟无绳电话	40	≤ 10				
864	868	数字无绳电话 (CT2)						
960	1100	无线通信						
944	948	数字无绳电话 (CT2)						

续表

低端 (MHz)	高端 (MHz)	应 用	频点数	发射功率 (mW)	调制 方式	带宽 (kHz)	杂散发射 功率衰减	作用距离 (m)
960	1215	空中交通雷达控制						
1100	1350	应急/军事 GPS (L2)	2	30k				
1176	1590	Galileo						
1227	1575	GPS	1					
1246	1603	GLONASS	2					
1350	1520	卫星 (OmniSTAR L-band)						
1525	1559	Thuraya (下行)				34000		
1525	1559	Aces (下行)						
1610	1626.5	全球星 (上行)						
1616	1626.5	铱星		1.3k		31.5		
1626.5	1660.5	Thuraya (上行)				34000		
1626.5	1660.5	Aces (上行)						
1710	1880	DCS1800	374	1k			≤-36dBm	
1850	2000	PCS		5k		300		
1880	1990	模拟无绳电话		250(最大 值), 10 (平均值)				
1885	1980	3G		200				
1895	1918	PHS						
2110	2170	3G (UMTS/WCDMA)	10	200		5M		
2290	2300	深度空间无线通信						
2400	2500	WLAN、Bluetooth、 卫星 (全球星 J2)、 RFID						
2483.5	2500	全球星 (下行)				175		

2. 我国移动通信专用频段的划分

我国移动通信专用频段的划分见表 2-2。

表 2-2

移动通信频段划分

(a) GSM900 和 DCS1800 频段划分

技术体制	GSM900			DCS1800		
	上行频率	下行频率	载波号	上行频率	下行频率	载波号
标准频率	885~915	930~960	975~1023/ 1~124	1710~1785	1805~1880	512~885
中国移动	(P-GSM) 890~909	(P-GSM) 935-954	1~94	1710~1720	1805~1815	512~561
	(E-GSM) 885~890	(E-GSM) 930~935	975~1023			