



# 新电波技术

## 上册

〔日〕新电波技术编辑委员会

科学技术文献出版社

73.411  
701

# 新电波技术

上册

广播 宇宙通信篇

[日]新电波技术编辑委员会编

郑春瑞 译

曾英 卢懋 校

科学技术文献出版社

## 内 容 简 介

本书比较全面地叙述了电波技术，分上下两册出版。上册的内容包括：广播、电波计测、电波监视、宇宙通信、高频设备的应用及频率分配等。本书把重点放在应用方面，并以便于理解的形式对上述内容做了具体介绍。

本书可供从事无线电通信和利用电波技术的工程技术人员、院校无线电专业的师生及业余无线电爱好者参考。

DT5012

### 新电波技术（上册）

郑 春 瑞 译

曾 英 等校

科学技术文献出版社出版

重庆印制第一厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

开本：850×1168 1/32 印张：20 字数：540千字

1981年11月北京第一版第一次印刷

印数：1—8,600册

科技新书目：12—38

统一书号：15176·542 定价：2.05元

## 序

## 言

最近，电波技术及其应用已取得惊人的进展。今天，电波应用于通信、广播、各种测定和控制，以及工业和医疗等极为广泛的范围内。在国家 and 地方自治团体的活动中，在产业、经济、文化等活动中，以及在一般家庭的生活中，几乎所到之处电波都在起着不可缺少的重要作用，而且其应用的进步和发展也是无止境的。

与此同时，电波技术也进行了专门的分化，只有一般的电波工程学和电子工程学的基础知识，很难理解和有效地利用最新的电波技术。为了充实这方面的知识，于1969年发行了《新电波技术》一书。本书出版以后，在许多方面得到了有效的运用，再版的要求也增多了，并且由于宇宙通信技术在此期间有了显著进步，所以对本书的内容做了全面的补充修订，沿用原来的书名重新出版。

在编辑这本书时，和上次一样由电波监理局与电波研究所的十几名业务负责人组成编辑委员会，从电波监理角度按部门分别选定62名专家执笔。

本书尽量避开了难以理解的表现形式，它既可在实际工作中有效地运用，也可使学习过相当于新制高级中学程度的电波工程学和电子工程学的诸位能够充分理解。关于各部门的分类，没有完全按着学科体系，而是把重点放在实用方面，并尽可能插入大量照片和图表，以便于理解和应用。

本书如能帮助读者增加一些知识，或在实际工作中起到一些作用，进而对电波技术的进步和发展多少有一点贡献，则是编者各位的无比喜悦。

新电波技术编辑委员会

编辑委员长 平野正雄

1973年6月

## 编辑委员会

|      |       |                           |
|------|-------|---------------------------|
| 委员长  | 平野 正雄 | 邮政省电波监理局<br>无线通信部长        |
| 副委员长 | 大村 保  | 邮政省电波监理局<br>监视部长          |
| 委员   | 园山 重道 | 邮政省电波监理<br>局技术调查课长        |
| 委员   | 马来 裕  | 北陆电波监理局长                  |
| 委员   | 加藤 一夫 | 邮政省电波监理<br>局频率课长          |
| 委员   | 野口 嘉彦 | 邮政省电波监理<br>局广播部技术课<br>长   |
| 委员   | 安间 俊二 | 邮政省电波监理<br>局无线通信部陆<br>上课长 |
| 委员   | 小野 健  | 邮政省电波监理<br>局监视部监视技<br>术课长 |
| 委员   | 野村 康雄 | 邮政省电波研究<br>所规化部长          |

## 执笔者（以五十音为序）

|     |     |                  |     |    |            |
|-----|-----|------------------|-----|----|------------|
| 青島  | 勇   | 电波監理局無線通信部       | 庄野  | 辰夫 | 电波監理局無線通信部 |
| 石原  | 秀昭  | 同上               | 菅原  | 光宏 | 电波監理局無線通信部 |
| 伊藤  | 三男  | 東北電波監理局          | 鈴木  | 馨  | 四國電波監理局    |
| 上田  | 义矩  | 電波監理局宇宙開發計<br>划室 | 鈴木  | 実  | 電波監理局頻率課   |
| 梅基  | 豊二  | 同上 無線通信部         | 高橋  | 达  | 電波研究所通信機器部 |
| 國城  | 博康  | 同上               | 高橋  | 剛  | 同上         |
| 大槻  | 寿治  | 同上               | 多田  | 益三 | 電波監理局無線通信部 |
| 岡井  | 元   | 同上 宇宙開發計劃室       | 立野  | 敏  | 同上 廣播部     |
| 奥寺  | 伟男  | 同上 無線通信部         | 高比良 | 昭  | 電波研究所衛星研究部 |
| 片桐  | 隆   | 同上 監視部（元）        | 高見  | 昭二 | 電波監理局監視部   |
| 金子  | 和臣  | 同上 無線通信部         | 武田  | 仁  | 同上 廣播部     |
| 神崎  | 庆治  | 同上 廣播部           | 谷屋  | 忠一 | 同上 無線通信部   |
| 北畑  | 力   | 同上 技術調查課         | 塚田  | 宏  | 同上         |
| 木村  | 修治  | 同上 無線通信部         | 塚木  | 賢一 | 電波研究所衛星研究部 |
| 九里  | 茂   | 同上               | 中島  | 劭  | 電波監理局監視部   |
| 栗田  | 金助  | 同上 監視部           | 中辻  | 明夫 | 同上         |
| 小泉  | 武久  | 同上 技術調查課         | 根本  | 平七 | 同上 無線通信部   |
| 越沢  | 义二  | 同上 無線通信部         | 服部  | 真言 | 建設省电气通信室   |
| 小林  | 輝治  | 中國電波監理局          | 林   | 猛雄 | 電波監理局頻率課   |
| 斎藤  | 不三雄 | 電波監理局無線通信部       | 日野  | 秀男 | 同上 無線通信部   |
| 梶原  | 盛吉  | 同上 廣播部           | 深谷  | 博之 | 關東電波監理局    |
| 杯   | 紀一  | 同上 頻率課           | 藤沢  | 謹一 | 電波監理局廣播部   |
| 佐藤  | 进   | 科學技術庁計画局         | 船川  | 謙司 | 電波研究所衛星研究部 |
| 佐藤  | 允克  | 電波監理局頻率課         | 古川  | 弘志 | 電波監理局廣播部   |
| 佐分利 | 义和  | 電波研究所頻率標準部       | 前原  | 敏夫 | 同上 無線通信部   |
|     |     |                  | 正木  | 嘉久 | 同上 廣播部     |

|       |            |       |                  |
|-------|------------|-------|------------------|
| 马来 裕  | 北陆电波監理局    | 森 忠久  | 电波監理局宇宙开发规<br>化室 |
| 丸 义明  | 电波監理局频率课   |       |                  |
| 三原 庸介 | 同上 无线通信部   | 森岡 辰巳 | 电波監理局監視部         |
| 三井 孝一 | 同上 广播部     | 安田 嘉之 | 电波研究所频率标准部       |
| 官岛 贞光 | 电波研究所通信機器部 | 山田 豊治 | 电波監理局广播部         |
| 村主 行康 | 同 上        | 横堀二郎平 | 同上 无线通信部         |

# 目 录

序言

编辑委员会

执笔者

|                    |    |
|--------------------|----|
| 1. 广播              | 1  |
| 1.1 总论             | 1  |
| 1.广播的内容            | 1  |
| 2.广播体制             | 2  |
| 3.接收障碍             | 2  |
| 4.共用天线电视           | 3  |
| 5.新的广播技术——卫星广播     | 3  |
| 1.2 无线电广播          | 6  |
| 1.大功率广播            | 7  |
| 2.精密同频广播           | 15 |
| 3.兼容性单边带 (CSSB) 方式 | 18 |
| 4.输电线广播            | 24 |
| 5.标准广播用发射天线        | 30 |
| 1.3 调频广播           | 38 |
| 1.调频广播的技术标准        | 39 |
| 2.立体声广播的各种播送方式     | 48 |
| 3.立体声接收机           | 57 |
| 4.调频广播用天线          | 64 |
| 5.调频广播接收天线         | 75 |
| 1.4 电视广播           | 81 |
| 1.特高频 (UHF) 电视的现状  | 82 |
| 2.特高频电视的电波传播       | 86 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 3. 特高频电视的有效作用区      | 91  |
| 4. 特高频电视电场强度计算法     | 94  |
| 5. 电视的标准方式          | 100 |
| 6. 彩色电视的摄像方式        | 115 |
| 7. 彩色电视接收机          | 120 |
| 8. 多重声音和超高频广播       | 127 |
| 1.5 有线电视广播          | 129 |
| 1. 有线电视广播的技术标准      | 130 |
| 2. 有线电视广播设施的系统设计之一例 | 146 |
| 3. 有线电视广播用设备和线路     | 149 |
| 1.6 电波障碍及其防止对策      | 172 |
| 1. 汽车噪声             | 174 |
| 2. 荧光灯噪声            | 179 |
| 3. 使用小型整流子电动机的设备噪声  | 182 |
| 4. 接收机的无用辐射         | 188 |
| 5. 由建筑物引起的电波障碍      | 192 |
| 6. 保护接收及有关法令        | 199 |
| 2. 电波计测             | 207 |
| 2.1 总论              | 207 |
| 1. 电波计测技术的动向        | 207 |
| 2. 电波计测的重要性         | 207 |
| 3. 测量标准及规格的统一       | 208 |
| 4. 电波调整关系的电波计测      | 208 |
| 2.2 频率测量            | 210 |
| 1. 频率测量概论           | 210 |
| 2. 频率测量器            | 212 |
| 3. 原子频率标准器(或原子钟)    | 220 |
| 4. 频率稳定度            | 229 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 2.3 功率测量              | 248 |
| 1. 功率测量概论             | 248 |
| 2. 基本电波的功率测量          | 249 |
| 3. 乱真信号功率测量           | 263 |
| 4. 功率标准               | 266 |
| 2.4 电场强度测量            | 269 |
| 1. 电场强度测量概论           | 269 |
| 2. 电场强度标准             | 271 |
| 3. 电场强度测量器            | 278 |
| 4. 噪声电场强度测量器 (干扰波测量器) | 281 |
| 2.5 占有频带宽度的测量         | 287 |
| 1. 占有频带宽度测量概论         | 287 |
| 2. 频带测量器 (单滤波器法)      | 289 |
| 3. 连续记录式频带测量器 (双滤波器法) | 291 |
| 4. 占有频带宽度直观测量器        | 294 |
| 2.6 接收机的特殊测量          | 295 |
| 1. 噪声指数的测量            | 295 |
| 2. 有效选择性的测量           | 299 |
| 3. 电波监视               | 306 |
| 3.1 总论                | 306 |
| 1. 前言                 | 306 |
| 2. 电波监视的国际意义          | 307 |
| 3. 日本电波监视业务的变迁        | 308 |
| 4. 电波监视机关             | 308 |
| 5. 电波监视业务的概要          | 309 |
| 3.2 电波监视用的机器          | 311 |
| 1. 综合监视装置             | 311 |
| 2. 固定式短波方位测定器         | 332 |

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 3. 无线电方位自动记录装置·····                | 338 |
| 4. 监视用天线·····                      | 340 |
| 3.3 电波监视的自动化·····                  | 346 |
| 1. 频谱记录装置·····                     | 346 |
| 2. 自动监视装置·····                     | 359 |
| 4. 宇宙通信·····                       | 373 |
| 4.1 总论·····                        | 373 |
| 1. 宇宙开发的动向·····                    | 373 |
| 2. 空间通信业务世界无线电通信行政会议(WARC—ST)····· | 382 |
| 4.2 通信卫星·····                      | 382 |
| 1. 无源通信卫星和有源通信卫星·····              | 383 |
| 2. 静止卫星和移动卫星·····                  | 384 |
| 3. 卫星·····                         | 386 |
| 4. 地面站的设施·····                     | 400 |
| 5. 通信方式·····                       | 403 |
| 4.3 卫星广播·····                      | 405 |
| 1. 概论·····                         | 405 |
| 2. 技术方面的现状·····                    | 406 |
| 3. 实验计划·····                       | 409 |
| 4.4 资源探查和气象观测·····                 | 412 |
| 1. 概论·····                         | 412 |
| 2. 地球资源技术卫星(ERTS)及其观测装置·····       | 413 |
| 3. 地球资源技术卫星(ERTS)的通信系统·····        | 416 |
| 4. 装载在气象卫星上的观测仪器·····              | 417 |
| 5. 气象卫星的种类·····                    | 418 |
| 4.5 导航援助和移动通信·····                 | 422 |
| 1. 概论·····                         | 422 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 2. NNSS (海军导航卫星系统)        | 423 |
| 3. 研究状况                   | 426 |
| 4.6 测地                    | 429 |
| 1. 利用测地卫星的测量方法            | 429 |
| 2. 测地卫星的开发                | 431 |
| 4.7 宇宙研究                  | 433 |
| 1. 科学卫星的发展状况              | 433 |
| 2. 科学卫星的通信                | 441 |
| 4.8 应用研究                  | 449 |
| 1. 概论                     | 449 |
| 2. 应用技术卫星ATS 1 ~ 5 号的技术发展 | 450 |
| 3. 应用技术卫星6号(ATS-F)计划      | 461 |
| 4.9 卫星的发射与跟踪              | 467 |
| 1. 火箭的原理                  | 467 |
| 2. 火箭的制导                  | 468 |
| 3. 人造卫星的发射轨道              | 470 |
| 4. 人造卫星的姿态控制              | 473 |
| 5. 跟踪                     | 479 |
| 4.10 阿波罗之后的计划             | 485 |
| 1. 概要                     | 485 |
| 2. 主要的计划项目                | 487 |
| 5. 利用高频的设备                | 489 |
| 5.1 总论                    | 489 |
| 1. 利用高频的设备                | 489 |
| 2. 电力线载波设备                | 490 |
| 3. 感应式通信设备                | 491 |
| 4. 医疗设备                   | 492 |
| 5. 工业用加热设备                | 492 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 6. 各种设备·····          | 495 |
| 5.2 电力线载波·····        | 495 |
| 1. 电力线载波·····         | 495 |
| 2. 电力线载波电话装置·····     | 497 |
| 3. 电力线载波的信号传输·····    | 499 |
| 4. 其它电力线载波的应用·····    | 508 |
| 5.3 感应式通信设备·····      | 511 |
| 5.4 感应加热设备·····       | 518 |
| 1. 原理及特长·····         | 518 |
| 2. 高频表面淬火·····        | 519 |
| 3. 高频钎焊·····          | 520 |
| 4. 高频压接·····          | 523 |
| 5. 感应电炉·····          | 524 |
| 5.5 电介质加热设备·····      | 529 |
| 1. 原理及特点·····         | 529 |
| 2. 在合成树脂工业等方面的应用····· | 530 |
| 3. 在木材加工方面的应用·····    | 532 |
| 4. 在橡胶硫化方面的应用·····    | 536 |
| 5. 在合成纤维方面的应用·····    | 536 |
| 6. 在食品方面的应用·····      | 537 |
| 5.6 超声波应用装置·····      | 537 |
| 1. 超声波应用装置·····       | 537 |
| 2. 超声波清洗装置·····       | 538 |
| 3. 超声波加工装置·····       | 540 |
| 4. 鱼群探测器·····         | 543 |
| 5. 超声波探伤装置·····       | 545 |
| 5.7 医疗设备·····         | 547 |
| 1. 种类·····            | 547 |
| 2. 超声波治疗器·····        | 548 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 3. 电动手术刀            | 549 |
| 4. 微波治疗器            | 550 |
| 5. 超声波治疗            | 552 |
| 6. 超声波手术            | 553 |
| 7. 超声波诊断            | 553 |
| 5.8 民生机器            | 555 |
| 5.9 放电加工设备          | 560 |
| 5.10 防止接收干扰的措施      | 563 |
| 1. 干扰电波的发生          | 563 |
| 2. 法规的现状            | 563 |
| 3. 防止接收干扰的措施        | 565 |
| 6. 频率分配和无线电台的批准     | 570 |
| 6.1 总论              | 570 |
| 6.2 电波的国际法规         | 572 |
| 1. 国际通信条约           | 572 |
| 2. 无线电通信规则          | 572 |
| 3. 补加的无线电通信规则       | 576 |
| 4. 海上人身安全的国际条约      | 576 |
| 5. 国际民间航空条约         | 576 |
| 6. 两国间的协定           | 576 |
| 6.3 电波的国内法令         | 577 |
| 6.4 电波监理            | 578 |
| 1. 电波监理机构           | 578 |
| 2. 无线电台的批准          | 581 |
| 3. 无线电设备的技术标准       | 585 |
| 4. 无线电工作者的操作范围和国家考试 | 588 |
| 5. 无线电台的运用规则        | 590 |
| 6. 政府对无线电台的监督       | 592 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 7.利用高频设备的规则.....        | 593 |
| 8.关于由高层建筑干扰引起的电波故障..... | 595 |
| 6.5 频率的分配和给定.....       | 596 |
| 1.频率分配表.....            | 596 |
| 2.频率分配.....             | 601 |
| 3.呼叫信号和呼叫名称的分配.....     | 621 |

# 1. 广 播

## 1.1 总 论

### 1. 广播的内容

所谓广播,它不是以特定对象为目标,而是以公众直接接收为目标的电波发射。广播有:中波无线电、短波广播和甚高频(VHF)带的调频(FM)广播所播送的声音广播(sound broadcasting)和电视广播(television broadcasting)的两个范畴。

这些广播能把各种大量的信息及时地同时地传送给大量的对象,因而对社会的影响是极大的。为此,强烈要求广播的公用化。

从技术方面看,由于利用的电波和调制方式不同,事实上各有特点。如中波无线电,由于社会生活汽车化的进展,汽车收音机的激增和以青年一代为中心的个人(携带式)收音机的普及,于是便有其独自の节目。目前NHK(日本广播协会)的中波无线电,第一广播和第二广播已覆盖全国2800万户的99%以上的用户。

短波广播,作为国际性的广播,对活跃在海外的日本人送去故乡的消息,对许多外国人了解日本也有积极的作用。此外,还对为了支撑海洋日本而在海上作业的渔船传送气象情报等。

调频广播是适应音乐爱好者的需要而进行的立体声广播。就NHK来说,这种广播也覆盖全国总户数的99%以上的用户。至于民间广播则只限于在东京、名古屋、大阪和福岡等地服务。

电视广播,也有只传送图象信息的,但对又听又看的需求极为迫切,一切有关方面的人们正在一致努力来满足国民的这种愿望。仅NHK的电视广播,收听收看的可能就占全国总户数的97%以上。实际上可以认为全国总户数的绝大部分都有电视接收机,都是

视听者。

根据 NHK 对国民生活时间的调查，日本的小学生、中学生和大学生每天平均有 2～3 小时收看电视。除了睡眠时间以外，在整个生活时间中求学的时间占很大比重。这个数字的确表明人们生存在电视世界里。

可以这样说，如果没有广播，就谈不上我们今天的生活，也可以说广播与人们生活的密切关系，象粮食一样重要。

## 2. 广播体制

日本广播的历史是从 1925 年实现中波无线电时开始的。在以后的 50 多年里发展成为可以称之为世界有数的广播王国之一。

其原因大概是与日本人的生活方式或国民性有关。由于电子技术的进步，可用低价买到接收机，而且这种接收机既稳定又好用，由于日本国民经济发展很快，个人平均收入提高等等，其它还可列举许多。

不过，不可忽视的是由于 1950 年 6 月实施电波法和广播法，将电波对国民广泛开放，因而诞生了民间广播。

从此以后，在日本既有 NHK 这样具有公用性的广播事业体制，又有所谓民间广播的多数私营企业，这两者共存的体制，在世界上也是特殊的广播体制，两者将各自充分发挥其特长。

由于民间广播的推动，1953 年开始了电视广播，并且广播能达到象现在这样的高普及率，民间广播节目的多样化也可以说是一个原因，仅有 NHK 的节目，大概不能这样普及。

当然，NHK 是广播界的中心，它担负着推进全国的电视和声音电波的普及任务。而且由于它的广播技术研究促使日本广播事业的发展也是众所周知的。

## 3. 接收障碍

并不是一切都像上述那样一帆风顺的，利用共同空间传送信息