

广播数字化的探索与思考*

文 / 广播科学研究院 高鹏 邹峰

摘要：广播数字化是广播电视数字化的一个重要组成部分，代表了未来广播的发展方向，数字音频广播技术则是广播数字化的技术基础。然而迄今为止，在世界范围内各种数字音频广播制式、标准都不能称得上特别成功。本文回顾了多年来国内外对广播数字化的研究和探索历程，对我国广播数字化的发展提出了自己的思考和建议。

关键词：广播数字化 数字音频广播 DAB DRM HD Radio CDR

1 广播数字化的需求与动力

自上世纪开始，人类已经进入了技术突飞猛进的信息时代，技术的进步也深刻地改变了人们的生活方式。而相比已进入4G阶段的移动通信、进入3D/4K甚至8K时代的数字电视，广播仍停留在几十年不变的模拟调频/调幅广播阶段，这已经远远落后于同类技术的发展演变进程。

与此同时，广大听众获得信息的渠道也越来越多样化，传统广播方式也逐渐难以满足听众日益增长的需求，这主要体现在形式、数量和质量等几个方面。现有调频广播只能在发射机有限的覆盖内提供立体声广播节目，调幅广播只能提供单声道广播节目，同时由于受到频率资源的限制，每个城市能提供的广播节目数量都是有限的，加上当前大中城市无线传输环境越来越恶劣，调频调幅广播所受的干扰越来越严重，部分地区的声音质量难以保证。与现在迅猛发展的互联网/

移动互联网广播、下载音乐相比，声音质量、便利性等方面都有较大的差距。传统的广播形式如果不进行突破，则很有可能在未来的十几年内逐渐被边缘化甚至消亡，而广播数字化是广播行业实现突破的必由之路。

广播数字化的技术基础是数字音频广播技术。数字音频广播是以数字技术为基础，采用先进的音频编码、压缩、信道编码以及数字调制、传输技术，对广播节目的采集、制作、传输过程进行全面数字化处理的广播系统。从传输方式上来看，符合此定义的数字音频广播技术可以分为卫星广播、地面广播和其他方式。卫星广播是指以“地球站上传—卫星下行广播”的传输链路给用户数字声音广播节目的方式；地面广播则指通过地面发射台站发射进行覆盖的方式；其他方式则指的是通过其他系统伴随传输的方式，如数字电视伴音、移动互联网广播等等。

自上世纪80年代开始，国际上陆

续出现了数字卫星广播、Eureka-147 DAB、DRM（数字调幅广播）、HD Radio等多种标准或技术方案，这些技术方案采用的具体技术均不尽相同，但其共同点是都采用了数字编码、调制传输技术，将音频业务作为一种特殊的数据业务进行传输，可以支持多种多样的增值数据业务，并可以有效地提高频谱利用效率，可以通过单频组网技术实现大面积的有效覆盖，这使广播运营商实现业务形式上的突破成为了可能。

2 国内外对广播数字化技术的探索历程

卫星数字音频广播主要有欧洲的DSR（Digit Satellite Radio）系统、ADR（ASTRA Digital Radio）系统、世广（WorldSpace）卫星广播系统和美国的XM Sirius Satellite Radio等。这些系统都是采用人造卫星进行大面积覆盖，为其有效覆盖区域提供数字音频广播节目，其优势是能够通过卫星可

* 主要研究内容由科技部2012-2014年支撑计划项目《新媒体与数字广播应用》(2012BAH15B00)支持

以实现大面积有效覆盖,提供的数字广播节目数量多,质量好。但其缺点是发射卫星成本较高,在大城市等建筑物密集地区覆盖效果较差,需通过地面补点等方式进行补充覆盖。前面提到的四个系统中目前只有世广卫星和 XM Sirius Satellite Radio 仍在运营,但世广卫星公司的两颗在轨卫星“亚洲之星”和“非洲之星”寿命均已到期或即将到期, XM Sirius Satellite Radio 在美国的运营情况也不甚理想。

国际上应用较多的地面数字音频广播系统主要有 Eureka-147 DAB、DRM 和 HD Radio 三种。

(1) Eureka-147 DAB

Eureka-147 DAB (以下简称 DAB) 得名于 1986 年的欧共体 Eureka-147 计划,上世纪 80 年代末开始在欧洲的德国、英国等地开展试验并推广。DAB 系统在广播电视系统中最先引入了正交频分复用 (OFDM) 技术,与传统模拟调幅和调频广播系统相比,它在频谱利用效率、移动接收覆盖、大面积单频组网等方面有了极大的突破,结合其使用的 MUSICAM 信源编码和卷积编码信道保护技术,典型应用场景下它可以在 1.712MHz 带宽中传输 1.152Mbps 的系统净荷,传输 6 套以上高质量 (192~256kbps/套) 数字音频广播节目。

DAB 系统实际上给广播运营商提供了一个稳定可靠的数据传输通道,除了声音业务之外,还可以提供包括文字、图片甚至实时视频业务在内的数据业务,如本世纪初产生的基于该系统的 T-DMB 手机电视系统等。在引入了更高效的信源编码算法 HE

AAC 以后, DAB+ 在一个频点可支持的业务数量增加到 30 多套以上。

相比之下, DAB 系统应该是推广最成功的数字音频广播系统,经过近 20 年的市场开拓,目前该系统已在欧洲、亚洲、大洋洲等 30 多个国家和地区得到了较广泛的应用,其中英国、德国、瑞士、挪威等国的信号率均已达到了 98% 以上。接收机价格也稳步下降,市场占有率逐步提高,挪威已正式宣布将于 2017 年关闭模拟调频广播,全面转向 DAB 系统。

我国从上世纪 80 年代就开始对 DAB 进行跟踪研究,相继在广东、北京、上海等地分别建设了先导网,并开始数字音频广播业务的试运营。2006 年,国家广播电影电视总局将其发布为我国行业标准,北京人民广播电台在其试验网基础上还开始了推送广播业务试验。

然而, DAB 系统的一个先天的劣势是需要使用 III 波段 (我国为 167MHz~223MHz) 和 L 波段 (1452MHz~1492MHz)。在我国 III 波段均被规划为模拟电视使用,很难协调出一个全国范围内的覆盖网络,无法形成全国性的市场,接收机价格也尚未达到我国普通消费者能接受的水平,故该系统在我国应用前景仍不乐观。

(2) DRM

数字调幅广播 (DRM) 系统是继 DAB 系统之后的又一个数字音频广播系统,它采用了与 DAB 相近的卷积编码和 OFDM 调制技术,只是在信源编码算法和调制方式上有所变化。DRM 系统最先是为 30MHz 以下的中短波调幅广播数字化提出的解决方案,后来又扩展到调频频段和 III

波段的下半段 (DRM+)。在 30MHz 以下,其带宽设置沿用现有调幅广播频道设置,以 9/10kHz 为基本单位,支持半带宽 (4.5/5kHz) 和双带宽 (18/20kHz),系统传输容量最大可达 72kbps; DRM+ 的系统带宽则扩展到了 100kHz,系统传输容量最高可达 180kbps 以上。

数字化的 DRM 系统可以传输多套接近调频立体声节目质量的数字广播节目 (DRM+ 系统可以接近 CD 音质)。同时由于频段传输特性的优势,具有覆盖范围广、传输距离远等优点。

目前,全球 (主要是欧洲广播运营商) 多个广播电台全时段或定期播出 DRM 广播节目,但由于缺乏有效的商业运营模式和低成本接收机解决方案,尚未形成规模化市场,接收机价格也居高不下,因此尚未进入大规模商用阶段。

(3) HD Radio

HD Radio 系统是由美国 iBiquity 数字公司主导的,针对调频广播和中波调幅广播数字化改造的解决方案,其最突出的特点是“带内同频” (In Band On Channel) 技术,即在现有调频广播频道之间的保护间隔内,如距调频频道中心频率 $\pm 130\sim 200\text{kHz}$, 共 140kHz 的频率范围内,增加低功率 (占同频调频功率 1%~10%) 的数字广播信号,传输 2 到 3 套新增的数字广播节目,而不影响现有的调频/调幅广播。

HD Radio 系统可以在不改变现有频率规划和频道设置的条件下,利用频道之间的保护间隔开展新型数字广播业务,待数字接收机市场培育到一定程度之后再转向全面数字化。这是其与 DAB、DRM/DRM+ 等纯数字广

播系统相比最大的优势所在。

2002年10月,美国FCC(联邦通讯委员会)将HD Radio确定为美国地面数字广播标准。目前已在美国境内的多个城市进行试播,试播台站超过2200多个。国内研究机构从上世纪末开始对其跟踪研究,2007~2009年间在国内进行了系统的实验室测试和多次外场测试。

HD Radio系统另一突出特点是其独特的专利授权方式。系统所有核心专利均由iBiquity公司持有,并有一部分技术属其私有技术,根据其专利政策,使用该技术的广播运营商、发射机制造商、接收机芯片及接收机生产厂家均需得到iBiquity公司的授权并向其缴纳专利费用。这也成为HD Radio系统在国内推广的最大障碍。

以广播科学研究院为代表的国内科研机构,对这些标准开展了近三十年的研究和试验,积累了丰富的理论和实践经验,在对其进行充分的跟踪研究、试验测试之后,发现这些国外标准均有各自的优缺点,与我国的实际应用场景都有一定的差距,更重要的是,这些标准均建立在大量的专利技术,甚至是私有技术基础之上,背后可能存在巨大的政治和经济风险,不利于我国相关产业发展。

因此,在国家广播电影电视总局的统一指导下,广播科学研究院牵头承担了我国自有知识产权的数字音频广播技术(CDR)体系研究,研究工作还受到了国家科技部支撑计划专项支持,目前调频频段数字音频广播信道和复用标准已经发布,在北京、广州和深圳等地已经开始了先导网建设和充分的试验测试。

CDR系统借鉴了HD Radio、DRM等标准的优点,设计了更为灵活的

频谱配置结构,以100kHz(一个子带)为基本单位,支持数模同播模式和两个子带以上的多子带捆绑模式,可以满足从数模同播到纯数字播出过渡过程中各种实际播出场景的需要,并能保证接收机在整个过渡过程中使用统一的调谐规则。针对不同的应用场景,系统设计了三种传输模式,通过采用更先进的LDPC编码算法,系统的频谱利用效率最高可达3.5bps/Hz。CDR系统的另一个主要特点是集成了我国自主知识产权的音频信源编码算法(DRA),构成了从信源到信道完整自主知识产权的技术体系,有利于促进我国民族产业的发展。

3 关于我国广播 数字化道路的思考

在解决了技术基础问题之后,如何借鉴国外数字音频广播产业的经验和教训,避免其他系统推广时走过的弯路,促进我国数字音频广播产业的快速健康发展,则成为当前的主要问题。

结合前述国外标准的推广过程,我国广播数字化应注意以下几个方面的问题。

(1) 解决好接收机的价格瓶颈问题

作为一项新兴技术,数字音频广播接收机的价格势必会经历一个从高到低的过程,考虑到前期的研发成本和较小的市场规模,初期的接收机价格与当前成熟的调频接收机相比势必高出不少,在没有价格优势的情况下,仅靠广播运营商和终端厂家的努力,一般很难在短期内快速打开市场;而如果没有大的市场规模和预期,终端厂家也不会贸然投入大规模的技术研

发和生产成本,接收机价格又很难较快下降。这就很容易陷入一个“先有鸡还是先有蛋”的怪圈,这是困扰所有数字音频广播技术发展的共性问题。

要解决这个问题,作者认为只能采用“政府主导,企业配合”的方式,政府主管部门制定明确的产业政策和市场推广规划,从频率资源、产业政策方面支持各地广播运营商使用数模同播的方式先行建网,出台统一的示范网和接收机技术要求,构建全国范围内的规模化市场,给接收终端企业以充分的信心的同时,适当调整对市场推广前期接收机价格的心理预期,通过资源整合的方式消化数字化转换的成本,才可能在短期内突破这一瓶颈。

(2) 采用“数进模退,频率置换”的方式,逐步完成调频频段频率资源整合

当前我国调频频段频率资源已经相当紧张,在市场潜在越大的地区寻找新的空闲频率的难度也越大。如在人口、汽车保有量较多的北京、上海、广州等地,在保持现有频率规划完全不变的情况下,很难在调频频段内找出一个空闲的频道进行纯数字模式播出。这种情况下,如果只采取“数模同播、逐步过渡”的方式,则只能依据现有调频广播频率规划情况,在调频广播信号的两边增加数字频谱。这虽然是一种暂时解决频率资源紧张问题的方法,但这种过渡方式由于有模拟信号的存在,仍不易组建大范围的单频网,不利于广播运营商实现跨区域单频覆盖。

针对这种情况,作者建议可以考虑通过主管部门协调、运营商频率置换的方式,在一个城市或地区先设法协调出一个纯数字播出频道

(200~400kHz), 建设一个纯数字模式播出的区域性单频示范网, 这个使用数字技术的覆盖网络可以同时传输多套数字广播节目, 在运营一段时间, 具有一定用户规模之后, 逐步将与其相同节目内容的模拟调频关闭, 这样可以腾出多个调频广播频点。如果持续采用这种方法进行频率置换, 则可以逐步完成调频频段频率资源的整合, 有效地推动广播数字化进程。

(3) 利用数字广播平台开拓新业务形式

如前所述, 数字化技术只解决了技术基础, 而另一个关键突破则是运营模式。从手机电视、其他国外数字广播标准的市场推广过程来看, 数字化之后如果仍是原有单一广播模式, 则很难建立起维持良性发展的运营模式, 难以持久。因为仅靠节目声音质量的提高很难吸引用户花费较高的价格购买数字广播接收机, 所以必须充分利用数字广播平台的优势, 积极开拓数字广播新业务形式, 才有可能与日益强大的移动互联网音视频业务形成有效竞争。

相比之下, 广播本身具有不限用户数量、低成本大面积覆盖、用户免费接收等特点, 数字化之后更成为一个快速的数字信息发布渠道, 在系统容量范围内可以支持任何新型数据业务, 如文本、图像、视频等等, 因此广播数字化能否成功的另一个关键则是能否充分利用广播技术的先天优势, 在此全新的技术平台上构建能够吸引用户的新型广播业务。这需要广播运营商和接收机生产厂家充分发挥自己各自的优势, 借鉴智能手机和移动互联网发展的成功经验, 采用“技术、终端、业务、应用相互促进”的发展

模式, 解放思想, 才能实现较大的突破。

(4) 积极尝试与移动互联网融合的双向广播业务

如前所述, 广播系统面临互联网/移动互联网广播的严峻挑战, 但未尝不可以实现合作与共赢, 因为两者相比, 互有优劣。数字化之后, 数字广播系统实际上已成为一个快速、低成本的数字信息发布渠道, 用户可以免费接收, 而互联网广播的个性化传输势必带来较高的流量费用和网内冗余信息的增长, 无论接入速度有多快, 对用户而言, 必须为下载的每一个比特支付费用, 对于移动互联网运营商而言, 在现有模式下, 必须持续投入, 不断进行网络扩容以保证用户的良好接收体验, 而实际效果则是其收益和投入很难实现相应的增长。

因此广播运营商可以考虑与互联网运营商合作, 实现优势互补。如合作开发具备上网功能的数字广播智能终端, 动态统计互联网中用户需求量较大的共性内容, 开辟一个专门的频道或一定的信道带宽, 针对智能终端用户进行推送, 即将绝大部分用户每天所需的内容直接免费推送到用户端, 只有个性化比较强的内容才能通过移动互联网进行下载。这样用户可以降低自己的流量费用, 广播运营商则增加了回传通道, 互联网运营商则降低了流量压力, 形成多方共赢的业务模式。

4 小结

本文简要回顾了国内外在广播数字化方面的探索历程, 介绍了我国自主知识产权的调频频段数字音频广播系统的主要特点, 并对我国广播数字化提出了自己的思考和建议。如前所

述, 当前广播产业面临着其他传播途径的挑战越来越严峻, 因此广播运营商应沉着应对, 充分利用数字化带来的优势求新求变, 争取主动。

近年来国内外广播数字化的发展表明, 尽管存在各种各样的困难, 但数字化的潮流已经不可逆转, 经过多年的努力, 欧洲部分国家已经逐渐突破接收机价格瓶颈, 明确提出了关闭模拟调频广播, 全面转向数字广播的时间表。我国也应借鉴其经验教训, 抓住机遇, 政府、运营商、企业协同努力, 争取在较短时间内取得我国广播数字化进程的较大突破。RTI

参考文献:

- [1] Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting(DAB) to mobile, portable and fixed receivers.ETSI EN 301 401 V1.3.3 (2001-05).
- [2] Digital Radio Mondiale(DRM); System Specification.ETSI ES 201 980 V3.1.1 (2009-08).
- [3] NRSC-5-B In-band/on-channel Digital Radio Broadcasting Standard. April,2008.
- [4] Digital Audio Broadcasting(DAB); Transport of Advanced Audio Coding (AAC) audio. ETSI TS 102 563 V1.1.1 (2007-02)
- [5] GY/T 214-2006 30MHz~3000MHz 地面数字音频广播系统技术规范.
- [6] GY/T 268.1-2013 调频频段数字音频广播 第1部分: 数字广播信道帧结构、信道编码和调制.
- [7] GY/T 268.1-2013 调频频段数字音频广播 第2部分: 复用.