

陶圣华◎主编

智能数字电视 终端技术问答与实施



中国  播电视出版社
CHINA RADIO & TELEVISION PUBLISHING HOUSE



智能数字电视 终端技术问答与实施

陶圣华◎主编

中国  播电视出版社
CHINA RADIO & TELEVISION PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (C I P) 数据

智能数字电视终端技术问答与实施 / 陶圣华主编

— 北京 : 中国广播电视出版社, 2013. 3

ISBN 978-7-5043-6852-2

I. ①智… II. ①陶… III. ①数字电视—信号设备—研究 IV. ①TN949.197

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第030755号

智能数字电视终端技术问答与实施

陶圣华 主编

责任编辑 樊丽萍
装帧设计 阮全勇

出版发行 中国广播电视出版社
电 话 010-86093580 010-86093583
社 址 北京市西城区真武庙二条9号
邮 编 100045
网 址 www.crtip.com.cn
电子信箱 crt8@sina.com

经 销 全国各地新华书店
印 刷 北京高岭印刷有限公司

开 本 889 毫米 × 1194 毫米 1/16
字 数 320 (千) 字
印 张 12
版 次 2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5043-6852-2
定 价 38.00 元

(版权所有 翻印必究 · 印装有误 负责调换)

编委会

主 编 陶圣华

执行主编 张 建 朴英金

编 委 付建林 房 冰 程国海 徐 翠

李兆雷 宋倩倩 马瑞云 杨世杰

王 懿

序言

智能终端包含智能电视、平板电脑、智能手机等高性能嵌入式终端，是继 PC 时代之后，基于互联网的又一次终端产业革命。它的发展不仅直接关系到亿万消费者，还关系到网络运营商、互联网公司、硬件设备制造商以及众多应用软件开发者和自由软件开发者的利益，产业规模巨大，其涉及范围远大于传统的 PC 机产业，是未来新的经济增长点。为此，发展智能终端产业已被列入“十二五”国家战略新兴产业规划，这为电视机顶盒终端向智能化方向发展提供了一个前所未有的机遇。

所谓智能，就是指当嵌入式 SoC 硬件性能达到一定程度之后，可以搭载比较复杂和完备的操作系统，像传统 PC 那样用户可自行安装和卸载各类应用软件，成为可通过软件，持续对功能进行扩充和升级的高性能 SoC 系统。这种“智能” SoC 系统可以将以前各种外设集成在单颗芯片中，不仅系统可以更高效地运行，而且耗电也会更少，更绿色环保，也更适合未来移动互联网终端的发展需要。智能终端技术的进步，也为芯片产业提供了更大的发挥空间。据有关媒体报道，Intel 已宣布开始从 22nm 芯片工艺向 SoC 转型，将会有更多的外设被放在一颗芯片中，继而引领传统 PC 产业向 SoC 方向发展。

与 PC 时代不同的是，在互联网环境下，“智能”概念更贴近人们的日常生活。智能终端在加载了个性化的应用之后，就可以满足人们个性化、碎片化的需求，成为个人信息管理和娱乐的中心，并迅速改变人们在 PC 时代养成的消费习惯。

智能手机在经过 5 年的高速发展之后，软硬件标准基本成型，并向高清大屏方向发展，迅速将“智能”概念延伸到了电视。2012 年，智能电视开始呈现爆发式的发展。受此影响，电视机不再是以往只用来看电视的传统产品，而是变得与智能手机一样，

逐渐具备了 PC 的性能，可以浏览网页，观看网络视频和进行视频通话，运行海量的个性化应用。由于智能电视芯片没有手机的发热功耗限制，可以更高速地运行，实现语音、手势识别、3D 游戏等需要大运算量的功能，并向超高清方向发展，其发展空间将更为巨大。在 CES 2013 展会上，各厂家均大力推广自己的超高清电视产品，超高清电视已经成为电视技术发展的新趋势。Netflix 抢先有线电视运营商一步，开始在三星等超高清智能电视上推出了超高清网络电视业务。遗憾的是，智能技术的快速推进和高清、超高清电视的快速成长好像与大多数广电无缘，因为它们至今仍被绑架在广电数字化初期的“集成式机顶盒”软硬件捆绑的技术体系上。所谓集成机顶盒，顾名思义就是机顶盒中的各种软件与硬件是集成在一起的，一次成型难以改变，就像非智能手机一样，想要改变里面的软件以增加功能非常困难。在“集成式机顶盒”技术体系下，几乎所有应用软件的开发和升级都需要通过机顶盒厂商，由此形成了对运营商和机顶盒厂商的相互捆绑局面：运营商任何需求的改变都需要机顶盒厂商的支持，而机顶盒厂商也将长期为用户不断更新的需求提供服务。在这种技术体系下，不仅运营商被束缚住发展的手脚，机顶盒厂商也付出了大量的重复劳动，不仅大幅增加服务成本，更直接影响和阻碍未来发展。广电“集成式机顶盒”技术开始大幅落后，而 IPTV 及 OTT 机顶盒，还有电视机已经发展到了智能 4 核时代。

众所周知，在广电行业数字化之初，机顶盒曾经是一个受用户欢迎的高科技产品，广电运营商也曾怀有通过机顶盒提供增值应用以吸引用户并盈利的梦想，但十多年时间过去了，这个梦想始终没有实现，机顶盒也演变成运营商收费的工具，面对网

络化、智能化发展趋势，根本无法满足用户日益增长的多方面需求。

其实，曾经给广电运营商带来巨大收益的机顶盒本身并没有错，而是错在“集成式机顶盒”所采用的 CA 加密技术标准的缺失，进而引起对机顶盒技术的绑架：数字电视加密技术延续了古老的密码黑箱单纯靠封闭保密的传统，但机顶盒安全却与主机分离，智能卡解密出的密钥还需要向机顶盒传输，这就很容易被检测到并将其扩散。因此，这种加密技术为了保证加密系统的安全，只能对密钥传输加密，将封闭的黑箱机制继续向机顶盒方向延伸。这种技术封闭的延伸与需要开放发展的终端智能化背道而驰，由此限制了芯片、软件的竞争，使得数字电视技术在源头就失去了活力，也对电视终端的标准化和市场化形成了阻碍，影响了运营商的业务开发与拓展，使运营商市场发展空间被大大压缩。

面对智能化、高清、超高清技术发展趋势和“三网融合”竞争的严酷现实，如何挽救广电产业？单纯从技术角度看，首先必须解除传统黑盒 CA 加密技术对机顶盒的捆绑，否则广电终端向标准化、智能化和市场化发展就只能是一句空话，技术进步带来的红利也肯定与广电无缘。从运营角度看，部分运营商一直认为，借助封闭的 CA 加密技术可以绝对控制自己网络内的机顶盒和运营的业务，但事实证明这种封闭式的绝对控制思维，既限制了广电集采机顶盒的技术进步，又未能阻止开放市场的智能多屏终端的发展。在这种封闭垄断思维的支配下，市场将越做越小。

为了破除黑盒加密技术对机顶盒的捆绑，国家广电总局 2012 年 3 月出台 GY/T 255-2012 标准——《可下载条件接收系统技术规范》。该规范将安全基础向芯片硬件转移，淘汰了落后的智能卡 CA 技术体系，让 CA 软件的开发第一次实现了可以和硬件平台无关，彻底消除了传统 CA 技术对数字电视技术发展的封闭捆绑。该标准同时也对基于 Java 开发下载 CA 的接口进行了规范。不仅如此，可下载 CA 标准的出台还为智能电视机直接接收广电数字电视信号提供了支持，便于与 DRM 技术融合。可以说，《可下载条件接收系统技术规范》在世界广播电视领域第一次对困扰行业发展的 CA 技术进行了详细的定义，

巩固了下载 CA 作为未来广电基础技术标准的权威性，对数字电视产业的健康发展意义重大。

在下载 CA 标准出台之后，总局又陆续颁布了一系列 NGB 技术标准，为我国广电的统一规划、统一建设、统一管理、统一运营的健康发展模式奠定了技术基础。美国、日本广电运营商继中国之后也陆续开始了对下载 CA 技术的引进和探讨，这从一个侧面证明中国广电行业在下载 CA 技术领域走在了世界的前列，为世界广电产业的健康发展作出了重大贡献。

为了更好地推广智能电视和下载 CA 技术，本书第五章介绍了如何在智能机顶盒上基于 Java 接口开发下载 CA 和智能卡 CA。在智能卡 CA 的开发实例中，将现有智能卡的封闭性进行最大限度的收敛，做到智能卡 CA 的开发也尽量与机顶盒硬件无关，便于智能卡 CA 从封闭的技术体系向开放的技术体系平稳过渡。通过第五章的介绍，读者还可以了解到下载 CA 具有很强的可实施性，而且非常适合应用于智能平台。读者也可以看到下载 CA 技术的开发细节，以便更深入地掌握在智能终端上开发应用软件。数字电视应用软件的开发可以不再依赖原始机顶盒软件提供商，这减少了原始机顶盒开发商的售后服务负担，而运营商的业务开展所需的应用软件也将可以有更多的选择。

我国已经是电视生产和消费大国，有线电视用户超过 2 亿，覆盖的电视机数量超过 3 亿。为帮助芯片厂家进入这个庞大的市场，泰信开发了可用于芯片的下载 CA 芯片 IP 核，以帮助有创新实力的芯片厂家快速进入数字电视终端市场，为数字电视终端市场增添活力。

泰信自 1995 年成立以来就一直从事数字电视机顶盒的软硬件研究开发，有着丰富的数字电视技术开发经验以及完善的测试及案例实现环境。泰信希望通过自身的努力能为广电网络运营商的智能终端战略和普及下载 CA 技术提供帮助。

本书将从数字电视的发展史出发，对目前广电行业存在的问题从各个侧面进行解读。

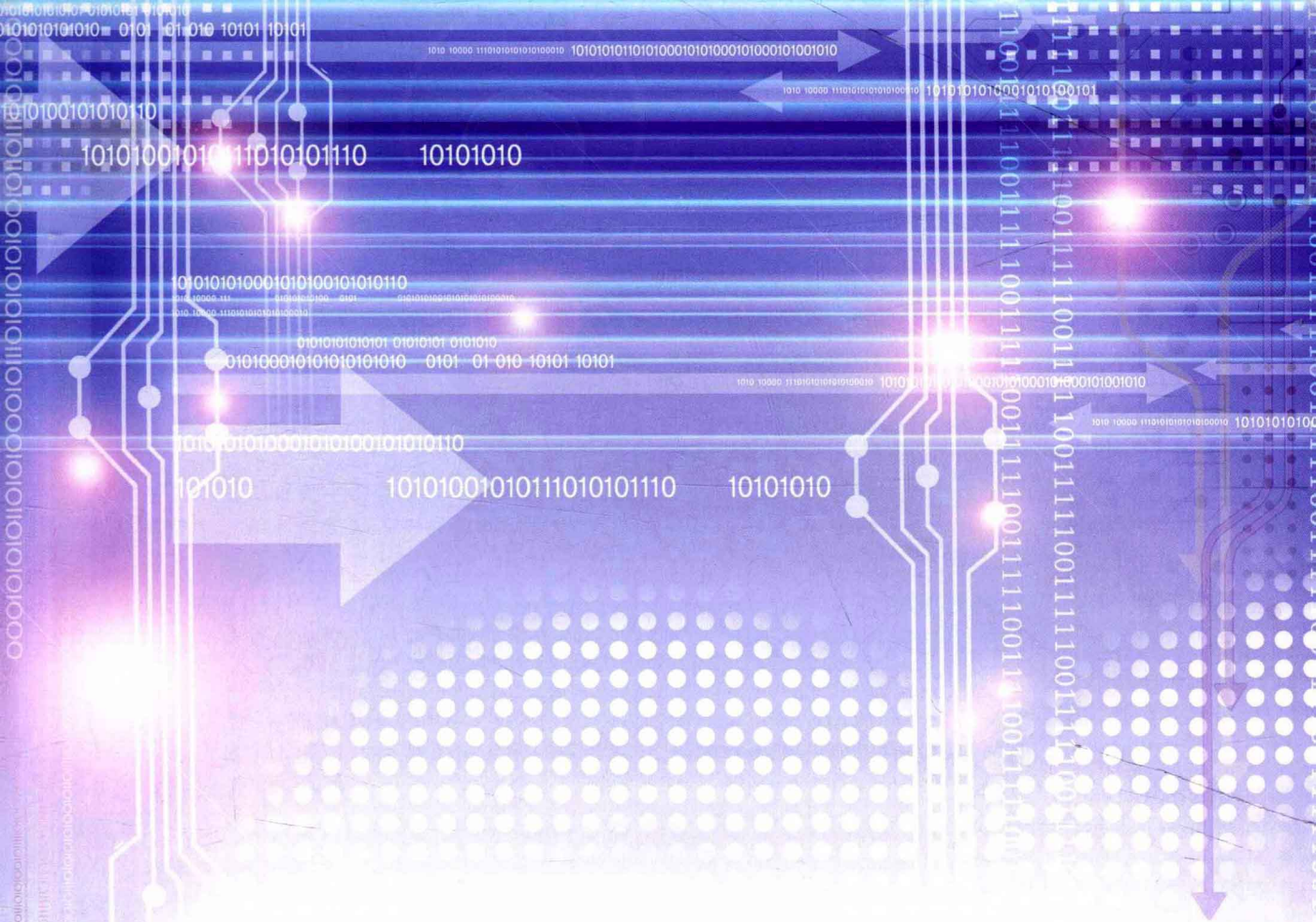
因认知所限，书中部分观点难免存在偏颇或失当之处，还请业内有关专家批评指正。

CONTENTS

目录

第一章 数字电视发展简介	1
1.1 数字电视发展历史	3
1.2 DVB 数字电视技术标准	4
1.3 DVB 技术标准在数字电视系统中的位置及作用	5
第二章 数字电视终端的发展概况及趋势	7
2.1 机顶盒概念的由来	9
2.2 数字电视机顶盒的发展历史	9
2.3 数字电视机顶盒需要持续的市场驱动力	10
2.4 数字电视终端的发展趋势	10
2.5 关于数字电视终端技术的 NGB 标准化进展	10
第三章 数字电视加密技术标准	13
3.1 数字电视加密技术标准 DVB-CSA 介绍	15
3.2 传统数字电视加密技术封闭的起因	16
3.3 传统数字电视 CA 技术的破解	17
3.4 智能卡 CA 的 CW 网络共享破解	17
3.5 NGB 下载 CA 技术标准	18
3.6 下载 CA 技术向多终端扩展	20
第四章 泰信对产业发展的探索	21
4.1 技术封闭对行业的捆绑	23
4.2 业界探索解除封闭的努力	23
4.3 泰信“软硬件分离”的探索努力	24
4.4 三网融合让泰信的努力最终得到认可	25
第五章 基于泰信 DTVOS 的 NGB 下载 CA 和智能卡 CA 的应用开发	27
5.1 智能数字电视操作系统 DTVOS	29
5.1.1 基于 DTVOS 的网络电视安全管控实现原理	30
5.1.2 基于 DTVOS 的数字电视应用开发实施细则	31

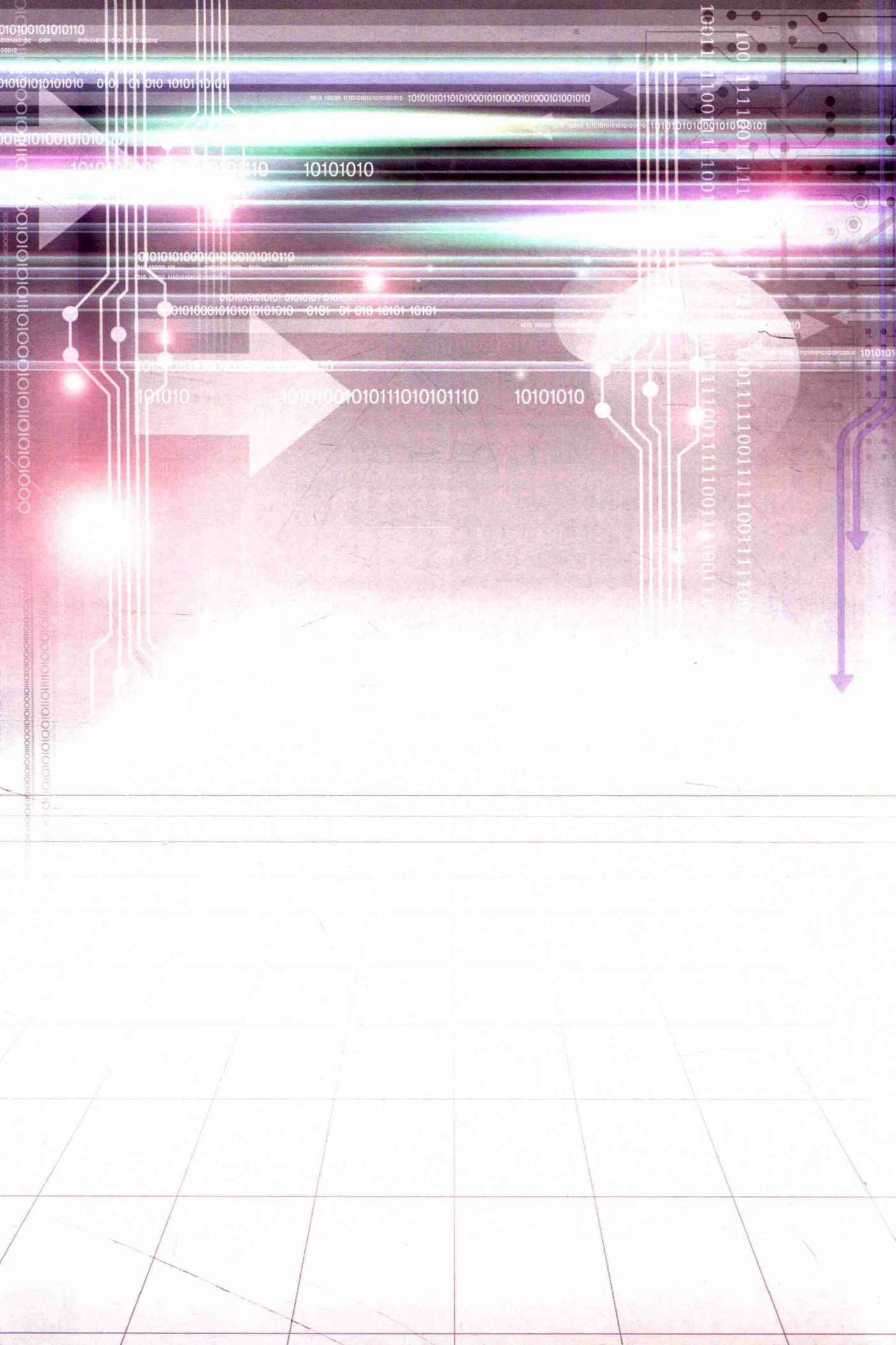
5.2 基于 Android/Linux 平台的下载 CA 环境的实施细则	43
5.2.1 基于 Android 平台的下载 CA 环境实施细则	43
5.2.2 基于 Linux 平台的下载 CA 环境实施细则	49
5.3 基于 NGB 中间件及 Linux/Android 平台的智能卡 CA 的应用开发实例	59
5.3.1 基于 NGB 中间件的智能卡 CA 的应用开发接口	59
5.3.2 基于 Linux/Android 的智能卡 CA 开发实例	65
 第六章 智能电视知识 100 问	69
 第七章 下载 CA 技术 100 问	119
 第八章 附件 (行业参考文章)	161
中国广电 NGB 标准基本完善, 即将驶入发展的快车道	163
下载 CA 进展迅速, 引各界关注	164
NGB 标准出台, 再创中国广电辉煌	165
下载 CA 规范: 广电即将拥抱广阔市场!	165
广电参与三网融合竞争必须讲“硬”道理	167
智能手机进入 4 核时代, 广电何时开启智能战略?	169
广电发展 DVB+OTT 的十大要素	170
2013, 广电参与三网融合的十大猜想	174
利用先进技术手段实现广电智能终端可管可控的具体方法和实践	181
IEEE 调查显示机顶盒行将灭亡	183

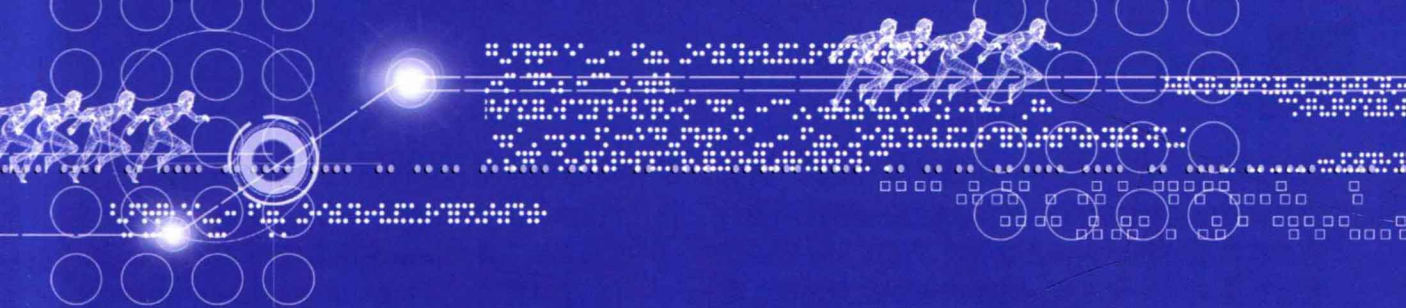


第一章

数字电视发展简介







※ 引言

数字电视的基础是半导体和计算机技术，是嵌入式计算机系统中对运算和图形处理要求较高的部分的一个最重要分支。电视数字化后，电视技术发展速度明显加快，到现在已经开始进入超高清时代。站在数字电视技术的角度，如果能走开放的全球统一的技术路线，其发展速度将有望超越 PC 机，不仅成为家庭娱乐中心，也有望取代家用 PC 的地位，对计算机和通讯技术的推动作用将是巨大的。而站在传统 IT 行业的角度，电视的智能化和网络化，不论从技术还是商务模式上，都打通了电视与传统 IT 行业融合的通道，也是传统 IT 行业将要施展本领的新战场（参见第六章《智能电视知识 100 问》）。

人类利用视觉感官探索未知世界的欲望永无止境。可以带来更清晰、更细腻、更真实感觉的电视技术不断满足了人们的这种基本的需求，所以，从事数字电视技术的研究是一项非常有意义的事业。

1.1 数字电视发展历史

虽然电视的数字化概念提出较早，但实际意义上的数字电视技术则是诞生于 20 世纪 80 年代末。人们对模拟电视信号进行数字化处理后，便可以对图像数据进行压缩，通过数字通讯技术传输到接收端后再解压，这样可以降低传输带宽和存储空间，特别在当时昂贵的卫星信道传输中使用这种技术，可以大幅降低传输成本。1993 年 12 月，美国休斯电子公司率先发射一颗数字直播卫星，并在此基础上组建了采用数字压缩技术的商用电视直播卫星系统，开启了数字电视规模应用的先河，从此数字电视技术的发展进入快车道。

1993 年，欧洲成立了国际数字视频广播（DVB）组织。DVB 组织决定，新的技术必须是建立在 MPEG-2 压缩算法上的、以市场为导向的数字技术。DVB 组织的宗旨是要设计一个通用的数字电视系统，在此系统内的各种传输方式之间可以通过最简单的方式进行转换，尽可能地增加通用性。DVB 组织为此

制定了一套完整的、适用于不同媒介的数字电视系统标准，它们分别是 DVB-S、DVB-C、DVB-T、DVB-SMATV、DVB-MS 和 DVB-MC，对应的传输媒介包括卫星、有线、地面、SMATV。这些标准真正开始规模使用是在 1997 年之后。

随着数字电视技术的发展，DVB 技术标准不但在数字电视领域得到了应用，在通讯、计算机软硬件等领域也都得到了广泛的应用，比如我们电脑上的播放器，经常使用的手机、平板电脑，甚至数字电视的竞争者 IPTV，乃至网络电视以及上游的芯片产业，都遵循了上述基本的 DVB 技术标准。所以，DVB 技术标准与 IP 标准一样，已经成为 IT 产业的基础性标准，涉及整个软硬件产业。可见，DVB 技术标准的发展达到了 DVB 组织的最初目的，并将长期具有其存在的合理性和必要性。从这个角度看，DVB 技术已经过时甚至会被淘汰的说法是站不住脚的。但数字电视产业采用黑盒技术作为行业技术标准传统，对行业的发展造成了严重的负面影响，需要深刻反思。

1995 年，我国也开始通过卫星传输数字电视节目，各地有线电视台获得了丰富的节目源，有线电视频道数量因此大幅增加，并出现了有线电视频道增补器，即我国有线电视的第一代模拟机顶盒。泰信也在这个时期推出了用于有线电视模拟机顶盒的单片控制芯片。在之后的近 10 年中，我国的卫星电视开始从模拟向数字转变。

我国的有线电视数字化开始于 2000 年，当时一些地方陆续开展零星的数字电视业务。2003 年起我国开始首批数字电视转换试点，其中青岛市率先完成了有线电视由模拟到数字的整体转换，给千家万户带来了信息化服务。据有关研究统计：截至 2012 年 10 月底，我国有线数字电视用户达到 13296.2 万户，有线数字化程度约为 65.98%（有线电视用户基数为 20152 万户，数据来源于国家广电总局）。

其实，STB 的核心技术部分与 VCD、DVD 都是相同的，即都是用数字技术对视频信号进行处理。最早的 STB 技术也是从 DVD 延伸过来的，甚至主芯片



Directly over IP Protocols(在 DVB 业务中直接传输 IP 协议数据的音视频编码方法)。

TS 101 154 Specification for the Use of Video and Audio Coding in Broadcasting Applications Based on the MPEG-2 Transport Stream(基于 MPEG-2 的广播系统中音视频编码规范);

EN 300 468 Specification for Service Information (SI) in DVB Systems(在DVB系统中业务信息的复用技术标准)；

TS 101 162 Allocation of Service Information
(SI) Codes for DVB Systems(业务信息代码的分配技术报告):

EN 301 775 Standard for Conveying VBI Data
in DVB Bitstreams(场逆程VBI数据的传输复用规范)。

ETR 289 Support for Use of the Scrambling and Conditional Access(CA) within Digital Broadcasting Systems(在数字电视广播系统中加扰和条件接收使用的技术报告):

A011r1 DVB Common Scrambling Algorithm –
Distribution Agreements(通用加扰算法代理协议蓝
皮书):

TS 100 289 Support for Use of the DVB Scrambling Algorithm Version 3 within Digital Broadcasting Systems (在数字电视广播系统中通用加扰算法 V3 使用的技术报告):

TS 103 197 Head-end Implementation of SimulCrypt (DVB 条件接收同密前端系统结构和同步技术规范);

TR 102 035 Implementation Guidelines of the
DVB SimulCrypt Standard (DVB 条件接收前端系统同
密实施执行技术报告);

EN 50221 DVB Common Interface Specification
for Conditional Access and Other Digital Video

目前,数字电视技术绝大部分已经实现了标准化。信源压缩方面,有 MPEG (Motion Picture Experts Group) 国际标准组织。在突破了国外 DVD 专利组织的封锁之后,我国也推出了自主的 AVS (Audio and Video Coding Standard) 音视频信源压缩技术标准,并成为新型数字电视解码芯片的标配,但音频解码技术仍处于被国外个别公司垄断的状态。

在信道解码方面，有 DVB 标准的 DVB-S、DVB-S2、DVB-C、DVB-T、DVB-T2，以及美国的 ATSC 和我国的 DMB-TH。除了 DVB-S、DVB-S2 和 DVB-C 之外，其他均为地面数字电视解码技术标准。之所以出台这么多地面数字电视解码技术标准，主要原因是各国通过技术壁垒对本国产业进行保护，针对中国企业的意味浓厚，但我国制订的技术标准也起到了反制作用。随着跨国活动人口的增加，多种地面数字电标准会带来困惑，所以，近年来国际上有统一全球地面数字电视技术标准的呼声。

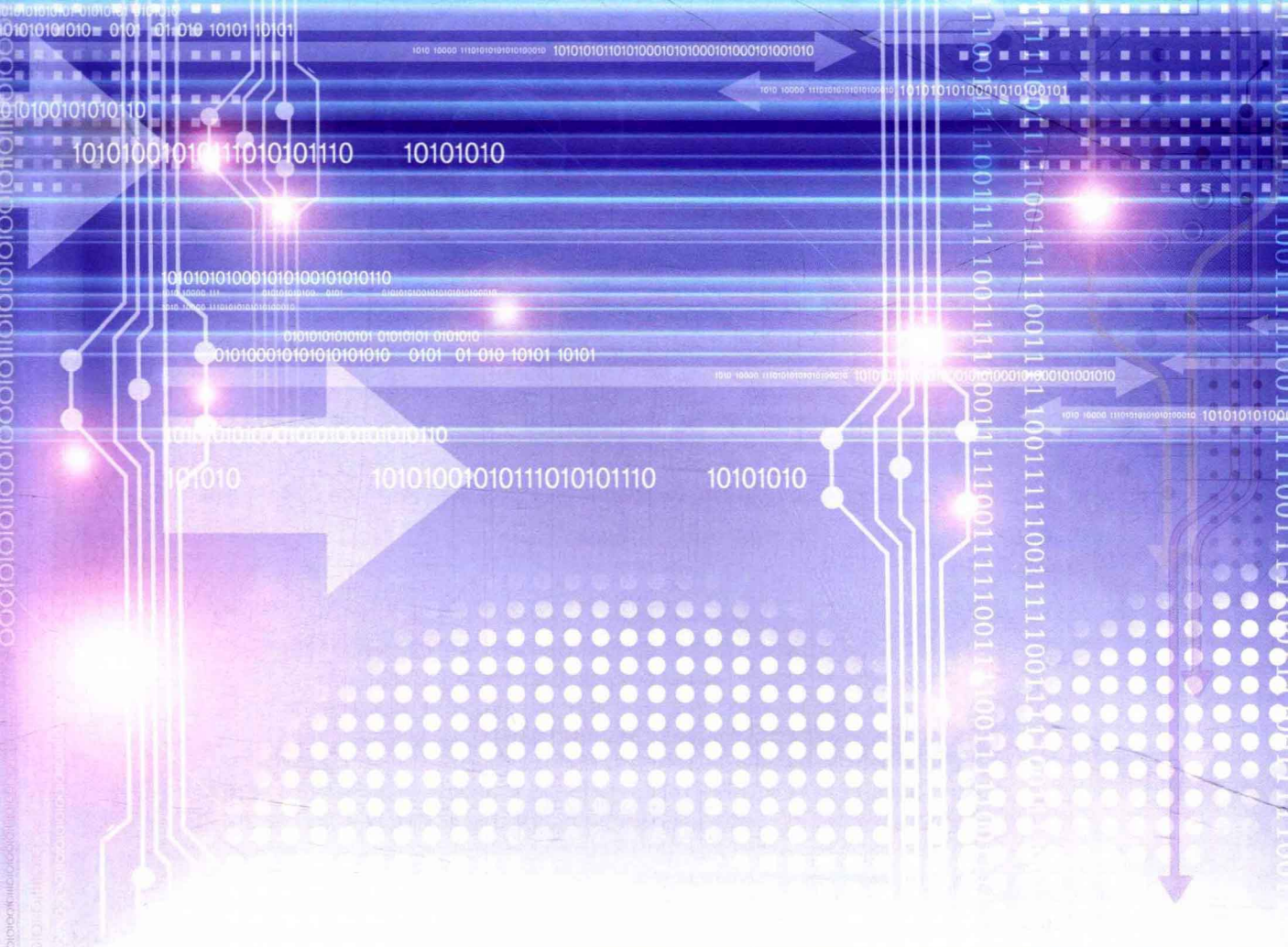
在硬件方面，数字电视信道解码器之后部分的标准化工作做得比较好，这就是 DVB 核心标准体系，全世界都是统一的。具体标准如下：

(1) 系统采用 MPEG-2 压缩的音频、视频及资料格式作为资源, 包括:

TS 101 154 Specification for the Use of Video and Audio Coding in Broadcasting Applications Based on the MPEG-2 Transport Stream(基于 MPEG-2 的广播系统中音视频编码规范):

TS 102 154 Implementation Guidelines for the Use of MPEG-2 Systems, Video and Audio in Contribution Applications(在系统设备中 MPEG-2 系统层, 视频、音频的使用实施指南);

TS 102 005 Specification for the Use of
Video and Audio Coding in DVB Services Delivered

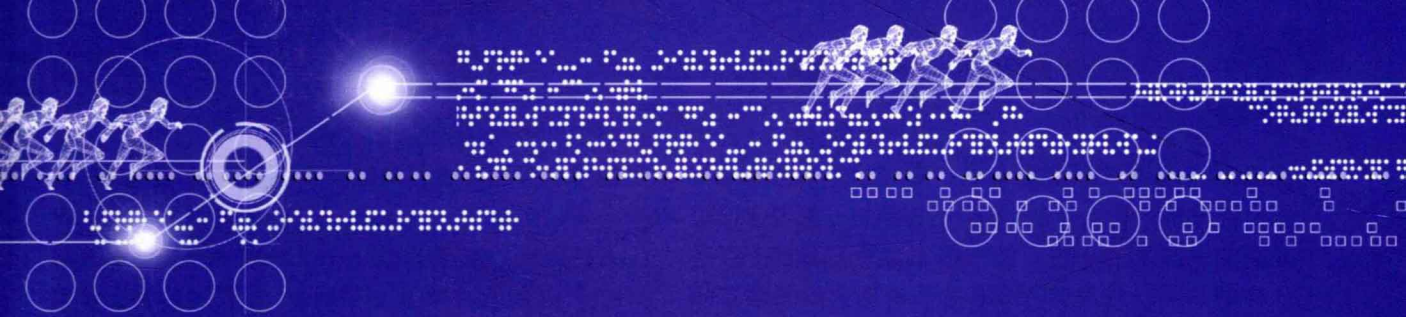


第二章

数字电视终端的发展 概况及趋势







※ 引言

提起数字电视终端,人们自然想起数字电视机顶盒。严格意义上讲,凡是能进行数字电视信号处理接收、能够用来收看电视的终端都应该涵盖在数字电视终端的范围内。所以,除了广电运营商的机顶盒外,数字电视机、IPTV机顶盒、网络电视播放器、平板电脑甚至PC和手机,都可以称之为数字电视终端。随着技术的发展,各种终端技术正趋于融合,人们在不同的场景下使用不同的终端看电视,例如,包含1080P清晰度以下的视频将倾向于在电脑、平板甚至手机小屏上显示,而电视大屏将显示4K以上的超高清。因为4K电视生产技术已经成熟,或许不久的将来,4K将成为标配,8K才是真正的超高清,从CES 2013展会上可以很明显地看出这种趋势。如果广电运营商继续通过机顶盒发展业务,必将面临更换机顶盒终端投资的风险。所以,如果把看现在意义的标清和高清电视继续仅仅定义于通过机顶盒,将在战略方向上产生失误,不但需要付出高昂的终端投资,也会导致广电运营商的市场萎缩。

另外,随着文化建设的繁荣和发展,各种优质的电视节目逐渐丰富,人们看电视的时间不是在减少,而是在增加,只不过开始在多终端上看电视,这会给电视新媒体的定义、监管和产业政策的制定方面带来新问题。所以,广播电视终端的定义需要扩展,更需要冲破仅仅定义机顶盒作为广电终端的桎梏。

2.1 机顶盒概念的由来

在模拟电视时代,有线电视因为大量增加频道,受老式电视机接收频段限制,原来接收频道较少的模拟电视机需要外接一个用于增加接收频道数量的接收器,一般将其放在电视机上面。国外称其为Set Top Box,简称STB,就是机顶盒的意思,台湾地区称其为机上盒。因为北美电视收费较高,当时出现了对模拟电视信号进行加密的系统,机顶盒兼具解密功能。

最初的数字电视终端称作综合数字解码器,简称IRD(参见第三章3.1的内容),IRD进入家庭后,延续了模拟时代机顶盒的称谓。在当时人们就已经认识到,机顶盒是一个过渡产品,将来会融合到电视机中。但出乎意料,机顶盒自诞生起延续了至少20年,直到今天,有线电视运营商还在主要依靠机顶盒发展业务。造成这一局面的原因很多,首先是在电视机没有实现智能化前,在性能上与机顶盒相比优势不明显;其次是对机顶盒技术没有实现类似智能终端的标准化;最后是围绕机顶盒形成的利益群体阻碍广电终端的智能化和标准化以及向一体机方向的发展。

2.2 数字电视机顶盒的发展历史

数字电视机顶盒的发展得益于DVB技术标准的制定。在1996年DVB技术标准完善并颁布之后,数字电视机顶盒开始迅速发展。

由于DVB技术标准在欧洲制定,颁布后并不公开,除参与者外,第三方需要缴纳上万欧元才能拿到标准文本,而不像现在可以在网上随便下载。中国国内公司开发机顶盒需要派人到欧洲学习,花费不菲。所以,欧洲的数字电视技术公司,包括机顶盒和CA公司占有了先机,导致最先生产机顶盒及芯片的厂家都集中在欧洲,诺基亚也在当时生产IRD和机顶盒,国际上较大的CA公司均来自于欧洲。当时,在机顶盒和CA技术的开发方面,中国落后欧洲至少5年时间,机顶盒生产主要是引进技术。

直到2000年之后,中国的数字电视机顶盒研发才开始逐渐起步,结合中国制造的生产优势,在本土技术研发方面也逐渐赶上。当时的CA技术仍然主要来自欧洲公司,其特殊的私有捆绑特点,使其垄断了国内市场,让国内CA厂家在很长一段时间内发展艰难。直到后来,靠国内政策的扶持和明显的价格优势,国内CA厂家借助国内有线数字电视的发展才成长起来,并同国产机顶盒一起发展壮大。

最初的机顶盒电路复杂,CPU、解码芯片、音频DA、时钟分别由不同的芯片完成,线路板面积很大,