

DIANZI ZHUANYE 全国中等职业技术学校电子类专业通用教材

QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUEXIAO DIANZILEI ZHUANYE TONGYONG JIAOCAI



# 电子产品 新技术应用

DIANZI CHANPIN XINJISHU YINGYONG

(第二版)



QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUEXIAO DIANZILEI ZHUANYE TONGYONG JIAOCAI

中国劳动社会保障出版社

## 全国中等职业技术学校电子类专业通用教材

QUANGUOZHONGDENGZHISHIYEXUEXIAODIANZILIZHUANYETONGYONGJIAOCAI

电工基础 (第三版)

电工基础 (第三版) 习题册

电工基础课教学参考书 (配光盘)

模拟电路基础

模拟电路基础习题册

模拟电路基础课教学参考书 (配光盘)

数字电路基础

数字电路基础习题册

数字电路基础课教学参考书 (配光盘)

无线电基础 (第四版)

无线电基础 (第四版) 习题册

无线电基础课教学参考书 (配光盘)

电子测量与仪器 (第四版)

电子测量与仪器 (第四版) 习题册

电子测量与仪器课教学参考书 (配光盘)

机械知识与钳工技能训练

机械识图与电气制图 (第四版)

机械识图与电气制图 (第四版) 习题册

电子CAD

电子EDA (Proteus)

单片机基础及应用

传感器基础知识

■ 电子产品新技术应用 (第二版)

电子基本操作技能 (第四版)

电子专业技能训练 (第二版)

电视机原理与电路分析 (第二版)

电视机装接调试与维修技能训练 (第二版)



策划编辑/闫宪新 责任编辑/盛秀芳 王笑尘 责任校对/邓 硕  
封面设计/王利民 版式设计/崔俊峰

ISBN 978-7-5045-7712-2



9 787504 577122 &gt;

定价: 21.00 元



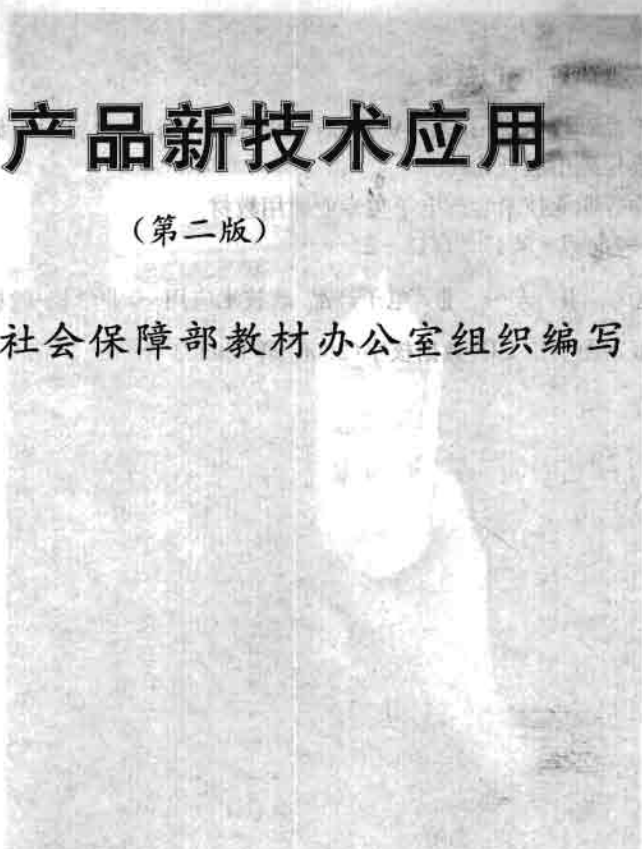
全国中等职业技术学校电子类专业通用教材

图书在版编目(CIP)数据

# 电子产品新技术应用

(第二版)

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写



计划出版并出版委员会批准在国中

《中国劳动社会保障出版社》

地址：北京市东城区东直门内大街165号

邮编：100027

电话：(010) 64491360

网址：www.cslb.com.cn

电子邮箱：cslb@163.com

印刷：北京印刷厂

发行：中国劳动社会保障出版社

ISBN 7-5045-9110-0

定价：28.00元

书号：15112018-010

印刷：北京印刷厂

发行：中国劳动社会保障出版社

ISBN 7-5045-9110-0

定价：28.00元

书号：15112018-010

印刷：北京印刷厂

发行：中国劳动社会保障出版社

中国全等职业类电子类应用电子技术专业教材

### 图书在版编目(CIP)数据

电子产品新技术应用/人力资源和社会保障部教材办公室组织编写.—2版.—北京:中国劳动社会保障出版社,2009

全国中等职业技术学校电子类专业通用教材

ISBN 978-7-5045-7712-2

I. 电… II. 人… III. 电子产品-新技术应用-专业学校-教材 IV. TN05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 129903 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

出版人:张梦欣

\*

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787毫米×1092毫米 16开本 12印张 280千字

2009年8月第1版 2009年8月第1次印刷

定价:21.00元

读者服务部电话:010-64929211

发行部电话:010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64954652



# 前 言

为了更好地适应全国中等职业技术学校电子类专业的教学要求，人力资源和社会保障部教材办公室在广泛调研的基础上，组织全国有关职业教育研究人员、一线教师和行业专家，对2003年版中等职业技术学校电子类专业教材进行了修订和补充。

这次教材开发工作的重点主要表现在以下几个方面：

第一，坚持以能力为本位，突出职业技术教育特色。根据电子类专业毕业生所从事职业的实际需要，对教材内容的深度、难度做了较大程度的调整。同时，进一步加强实践性教学内容，以满足企业对技能型人才的需要。

第二，吸收和借鉴各地中等职业技术学校教学改革的成功经验。专业课教材的编写遵循任务驱动教学理念，将理论知识与技能训练有机融为一体，尽可能再现专业岗位的工作环境，以提高学生的就业能力，同时，激发学生的学习兴趣，提高教学效果。

第三，努力反映电子技术发展，力求使教材具有鲜明的时代特征。合理更新教材内容，尽可能多地在教材中充实新知识、新技术、新设备和新材料等方面的内容，例如，教材编写充分运用了电子仿真技术。同时，在教材编写过程中，严格贯彻国家有关技术标准的要求。

第四，努力贯彻国家关于职业资格证书与学历证书并重、职业资格证书制度与国家就业制度相衔接的政策精神，力求使教材内容涵盖《电子设备装接工》《无线电调试工》《无线电设备机械装校工》《家用电子产品维修工》《电子元器件检验员》等国家职业标准（中级）的知识和技能要求。

第五，创新教材编写模式，力求给学生营造一个更加直观的认知环境。尽可能使用图片、实物照片或表格形式将各个知识点生动地展示出来，同时，针对相关知识点，设计了很多贴近生活的导入和互动性训练等，意在拓展学生思维和知识面，引导学生自主学习。

第六，强调教辅资源的开发，力求为教师教学提供更多的方便。本套教材除配有习题册、教学参考书、教学挂图外，还重点开发了多媒体教学光盘、网络课程等。

本次开发与修订的教材包括：《电工基础（第三版）》《模拟电路基础》《数字电路基础》《无线电基础（第四版）》《电子测量与仪器（第四版）》《机械知识与钳工技能训练》《机械识



图与电气制图（第四版）》《电子EDA（Proteus）》《单片机基础及应用》《传感器基础知识》《电子产品新技术应用（第二版）》《电子基本操作技能（第四版）》《电子专业技能训练（第二版）》《电视机原理与电路分析（第二版）》《电视机装接调试与维修技能训练（第二版）》。根据教学需要后期还将陆续开发和修订其他教材。

本次教材开发工作得到了河北、江苏、湖南、河南、广东、云南等省人力资源和社会保障厅及有关学校的大力支持，对此，我们表示诚挚的谢意。

人力资源和社会保障部教材办公室

2009年6月

# 简 介

《电子产品新技术应用（第二版）》的主要内容有：数字音频技术、数字图像技术、新型显示技术、数字电视技术、其他新技术与应用、音视频系统的连接与调整等。各章参考学时见下表。

本书由陈锦琪、汪明星、罗潇编写，陈锦琪主编；王为民审稿。

参 考 学 时 表

章 节	学时
第一章 数字音频技术	8
第二章 数字图像技术	6
第三章 新型显示技术	10
第四章 数字电视技术	12
第五章 其他新技术与应用	10
第六章 音视频系统的连接与调整	14
总 计	60



# 目 录

第一章 数字音频技术	( 1 )
第 1 节 数字音频处理技术	( 1 )
第 2 节 数字调音台技术	( 10 )
第二章 数字图像技术	( 30 )
第 1 节 数字图像技术基础	( 30 )
第 2 节 数字图像编码压缩技术	( 36 )
第 3 节 数码相机产品介绍	( 40 )
第 4 节 数码摄像机产品介绍	( 42 )
第 5 节 数码摄像头	( 46 )
第三章 新型显示技术	( 49 )
第 1 节 液晶显示技术	( 50 )
第 2 节 等离子体显示技术	( 61 )
第 3 节 触摸屏技术简介	( 65 )
第四章 数字电视技术	( 71 )
第 1 节 有线数字电视系统	( 71 )
第 2 节 网络数字电视系统	( 75 )
第 3 节 地面数字电视系统	( 78 )
第 4 节 数字卫星电视系统	( 81 )
第 5 节 移动数字电视系统	( 105 )
第五章 其他新技术与应用	( 117 )
第 1 节 数字高清晰度电视技术与应用	( 117 )
第 2 节 GPS 全球卫星定位技术	( 140 )
第 3 节 无线通信技术	( 142 )
第 4 节 无线传输技术在视听领域的应用	( 146 )
第六章 音视频系统的连接与调整	( 150 )
第 1 节 常见连接端子与连接线	( 150 )
第 2 节 主要视听设备的调整	( 162 )



[General Information]

书名=电子产品新技术应用

作者=人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

页数=183

SS号=12308239

出版日期=2009.08

出版社=中国劳动社会保障出版社

原书定价=21.00

参考文献格式=人力资源和社会保障部教材办公室组织编写.电子产品新技术应用.北京市：中国劳动社会保障出版社,2009.08.

内容提要=《电子产品新技术应用（第二版）》的主要内容有：数字音频技术、数字图像技术、新型显示技术、数字电视技术、其他新技术与应用、音视频系统的连接与调整等。

- 封面
- 书名
- 版权
- 前言
- 目录
- 第一章 数字音频技术
  - 第1节 数字音频处理技术
  - 第2节 数字调音台技术
- 第二章 数字图像技术
  - 第1节 数字图像技术基础
  - 第2节 数字图像编码压缩技术
  - 第3节 数码相机产品介绍
  - 第4节 数码摄像机产品介绍
  - 第5节 数码摄像头
- 第三章 新型显示技术
  - 第1节 液晶显示技术
  - 第2节 等离子体显示技术
  - 第3节 触摸屏技术简介
- 第四章 数字电视技术
  - 第1节 有线数字电视系统
  - 第2节 网络数字电视系统
  - 第3节 地面数字电视系统
  - 第4节 数字卫星电视系统
  - 第5节 移动数字电视系统
- 第五章 其他新技术与应用
  - 第1节 数字高清晰度电视技术与应用
  - 第2节 GPS全球卫星定位技术
  - 第3节 无线通信技术
  - 第4节 无线传输技术在视听领域的应用
- 第六章 音视频系统的连接与调整
  - 第1节 常见连接端子与连接线
  - 第2节 主要视听设备的调整

# 第一章

## 数字音频技术

### 第1节 数字音频处理技术

音频信号通常是指频率范围在 20 Hz~20 kHz 的信号，而数字音频处理技术就是采用最新的数字信号处理技术，对上述频率范围的信号进行各种处理的技术。数字音频信号处理过程示意图如图 1—1 所示。

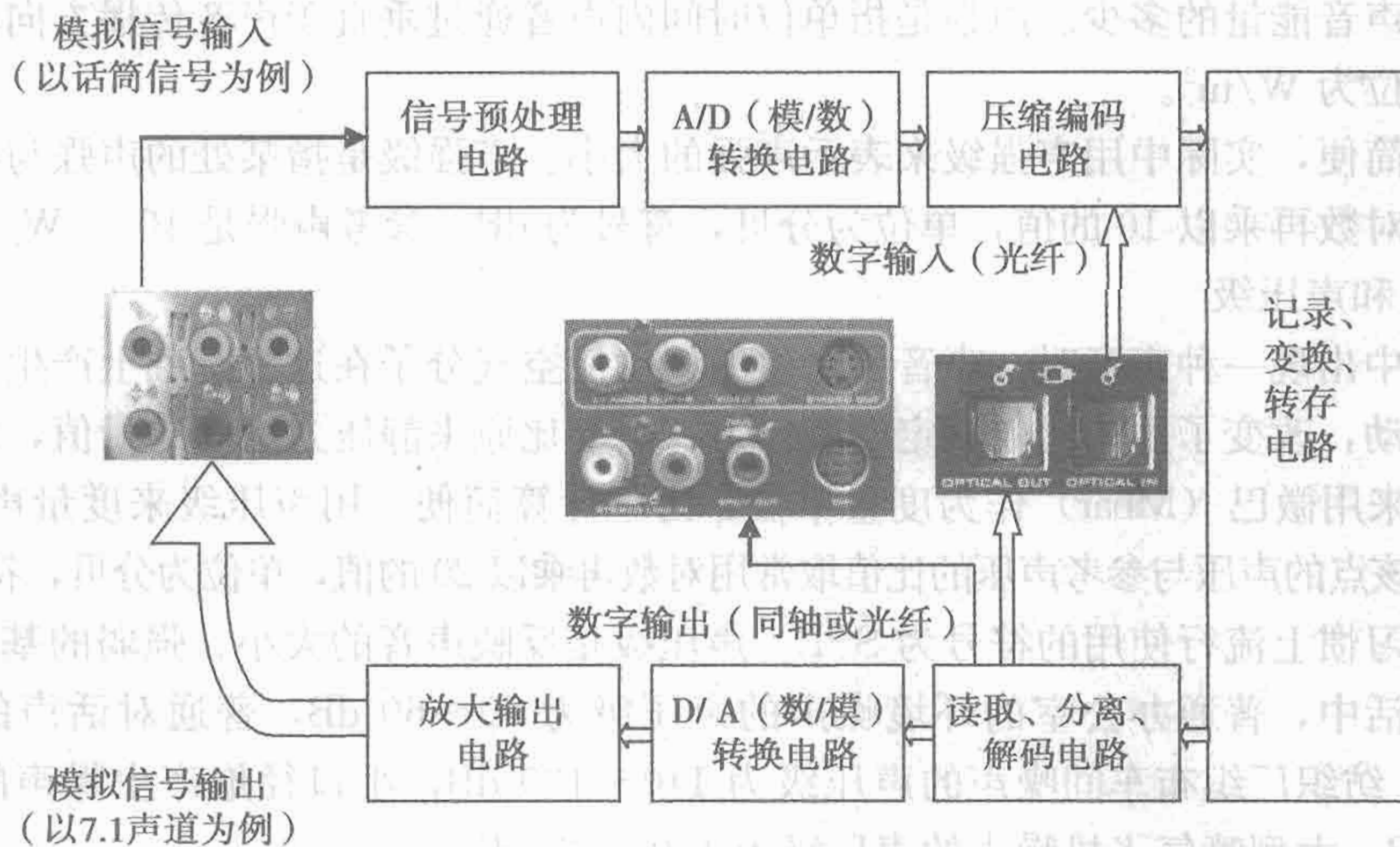


图 1—1 数字音频信号处理过程示意图

在图 1—1 中，声音信号经话筒转换为电信号，由设备的话筒接口输入，由于话筒信号较弱，需经由低噪声放大器组成的信号预处理电路进行放大、去除噪声、频率特性调整、自动电平控制等处理；A/D（模/数）转换电路将模拟信号转换为数字信号；由于转换后的信号数据量过于庞大，尤其是多声道信号数据量更为庞大，压缩编码电路可以将数据按一定的方法进行压缩并按标准进行编码；记录、变换、转存电路可以根据实际需要，把音频信号以文件的形式记录在各种载体上（如 MP3 播放机中的闪存、光盘、硬盘等），有时还需要和视频信号同步记录，或为了适合不同载体的记录方式，对文件的格式进行适当转换，由于数字信号在载体间转存时不会因多次转存而对音质产生不良影响，为以数字信号方式存储的音频



信号的转录带来了极大的方便，尤其是利用计算机拷贝文件的速度是传统方式转录所无法比拟的；读取、分离、解码电路将数字音频或包含数字音频信号的数据从载体上读出（有时需从音视频复合信号中进行分离），再经过解码得到数字音频信号；D/A 转换电路将数字音频信号还原为模拟信号；放大输出电路起到放大和阻抗变换作用。

数字接口（同轴或光纤）可以在不同设备间以数字方式传递信号，能避免不必要的 A/D、D/A 转换对音质产生不良影响，同时连线简单，抗干扰能力强，不会增加信号中的噪声。

在处理过程中，不同的音频设备所采用的技术和电路可能不同，如 DVD 机重放时，激光头读出 DVD 盘信息，经伺服预放电路和误差校正电路将数字信号送到 MPEG-2 视频解码电路，进行音频和视频数据分离。分离出来的音频数据信号又送到音频信号处理电路（AC-3 音频解码器），对音频数据流进行解码处理。处理后的脉冲编码调制（Pulse Code Modulation, PCM）信号既可由 D/A 转换器转换成模拟音频信号输出，也可以直接输出数字音频信号。

从上述分析可以看出，音频信号处理电路主要由 AC-3 解码器和音频 D/A 转换器构成。

## 一、与音频信号处理相关的听觉特征

### 1. 声强（声音强度）和声强级

为了科学、准确地评价和比较声音的大小，引入“声强”这一概念。声强即声音强度的简称，代表声音能量的多少。声强是指单位时间内声音通过垂直于声音传播方向单位面积的声能量，单位为  $W/m^2$ 。

为计算简便，实际中用声强级来表示声强的大小。声强级是指某处的声强与参考声强的比值取常用对数再乘以 10 的值，单位为分贝，符号为 dB。参考声强是  $10^{-12} W/m^2$ 。

### 2. 声压和声压级

当空气中出现一种声音时，声音所产生的振动使空气分子在这个基础上产生有规律、有指向性的运动，改变了原来比较恒定的静压力，引起比原来静压力增高的量值，就叫声压。

声压历来用微巴（Mbar）作为度量单位，为了计算简便，用声压级来度量声压的大小。声压级是指该点的声压与参考声压的比值取常用对数再乘以 20 的值，单位为分贝，符号为 dB。

声压级习惯上流行使用的符号为 SPL。声压级是反映声音的大小、强弱的基本参量。

日常生活中，普通办公室的环境噪声的声压级为 50~60 dB，普通对话声的声压级为 65~70 dB，纺织厂织布车间噪声的声压级为 110~120 dB，小口径炮产生噪声的声压级为 130~140 dB，大型喷气飞机噪声的声压级为 150~160 dB。

声音强度与声压级以及人耳的听觉感受之间的关系见表 1—1。

表 1—1 声音强度与声压级以及人耳的听觉感受之间的关系

声音强度 ( $W/cm^2$ )	声压级 (dB)	声音 (人耳的听觉感受)
$10^{-2}$	140	破坏听觉系统的声音
$10^{-3}$	130	—
$10^{-4}$	120	不舒服的声音
$10^{-5}$	110	—
$10^{-6}$	100	—



续表

声音强度 ( $\text{W}/\text{cm}^2$ )	声压级 (dB)	声音 (人耳的听觉感受)
$10^{-7}$	90	受限制的工业噪声
$10^{-8}$	80	—
$10^{-9}$	70	—
$10^{-10}$	60	正常的讲话声
$10^{-11}$	50	—
$10^{-12}$	40	声音频率为 100 Hz 时听到的最弱声音
$10^{-13}$	30	—
$10^{-14}$	20	声音频率为 10 kHz 时听到的最弱声音
$10^{-15}$	10	—
$10^{-16}$	0	声音频率为 3 kHz 时听到的最弱声音
$10^{-17}$	-10	—
$10^{-18}$	-20	—

### 3. 音量 (响度)

音量 (Loudness) 又称响度, 这是一种主观心理量, 也是人们主观感觉到的声音强弱。通常, 当声音频率一定时, 声强越大, 则音量也就越大。但是, 声音的音量与频率是有关系的, 在相同的声强条件下, 频率不同时, 音量也可能不同。

人耳对声音强度的感觉是很灵敏的, 它的动态范围也很大。一般人能感受到的最小声压为 0 dB (声强为  $10^{-16} \text{ W}/\text{cm}^2$ ), 而能承受的最大声压为 120 dB (声强为  $10^{-4} \text{ W}/\text{cm}^2$ )。从上述分析可以看出, 最大声压与最小声压的比值为  $10^{12}$ , 即 120 dB ( $10 \times \lg 10^{12} = 120 \text{ dB}$ , 因此处为功率)。由此可见, 比较两个声音的大小, 只要将两者音量的分贝 (dB) 值相减。

### 4. 音调

音调 (Pitch) 是听觉的主观属性, 是人对声音客观存在的主观评价, 它能说明人类听觉系统对声音频率的分辨能力。在实际应用中, 声音频率的范围通常在 20 Hz~20 kHz 范围内选取, 但人最为敏感的声音的音调频率为 1~4 kHz。一般男同志说话的音调比较粗, 声音深厚, 而女同志说话的音调比较高, 它从主观上概括地描述了男同志说话产生的声音低频含量比较多, 而女同志说话产生的声音高频含量比较多。

### 5. 音色 (音品)

人们在收听歌曲或音乐时, 这些歌曲或音乐的声音通常分成三部分 (声音的三要素), 它们分别为音量、音调和音色。其中音量是度量声音强度的重要参数, 也是评价声音质量的三要素之一。而音调是声音的基频, 也是衡量声音质量的参数之一。音色 (Timbre) 又称音品, 如用两种不同的乐器演奏同样的曲子 (音量、音调相同), 能正常区分乐器的种类就是靠不同的音色, 它是由声音的谐波分量来确定的, 是声音质量三要素中的一个最为重要的参数, 也是最复杂的参数。

为了说明音色和声源的关系, 特给出小提琴乐音和钢琴乐音的波形图, 如图 1—2 和图 1—3 所示。从图中可以看出, 音色取决于音频信号的包络形状, 模拟出各种乐器波形的包络



形状，也就模拟出了该乐器的音色，这就是电子乐器能模仿传统乐器的缘由。由于人的讲话声音的包络过于复杂，并因人性别的不同而不同，所以语音合成目前还只能简单地将真人的单字语音按需要进行重组，听起来还显得不够自然，而且系统只能有一个特定男声或女声。

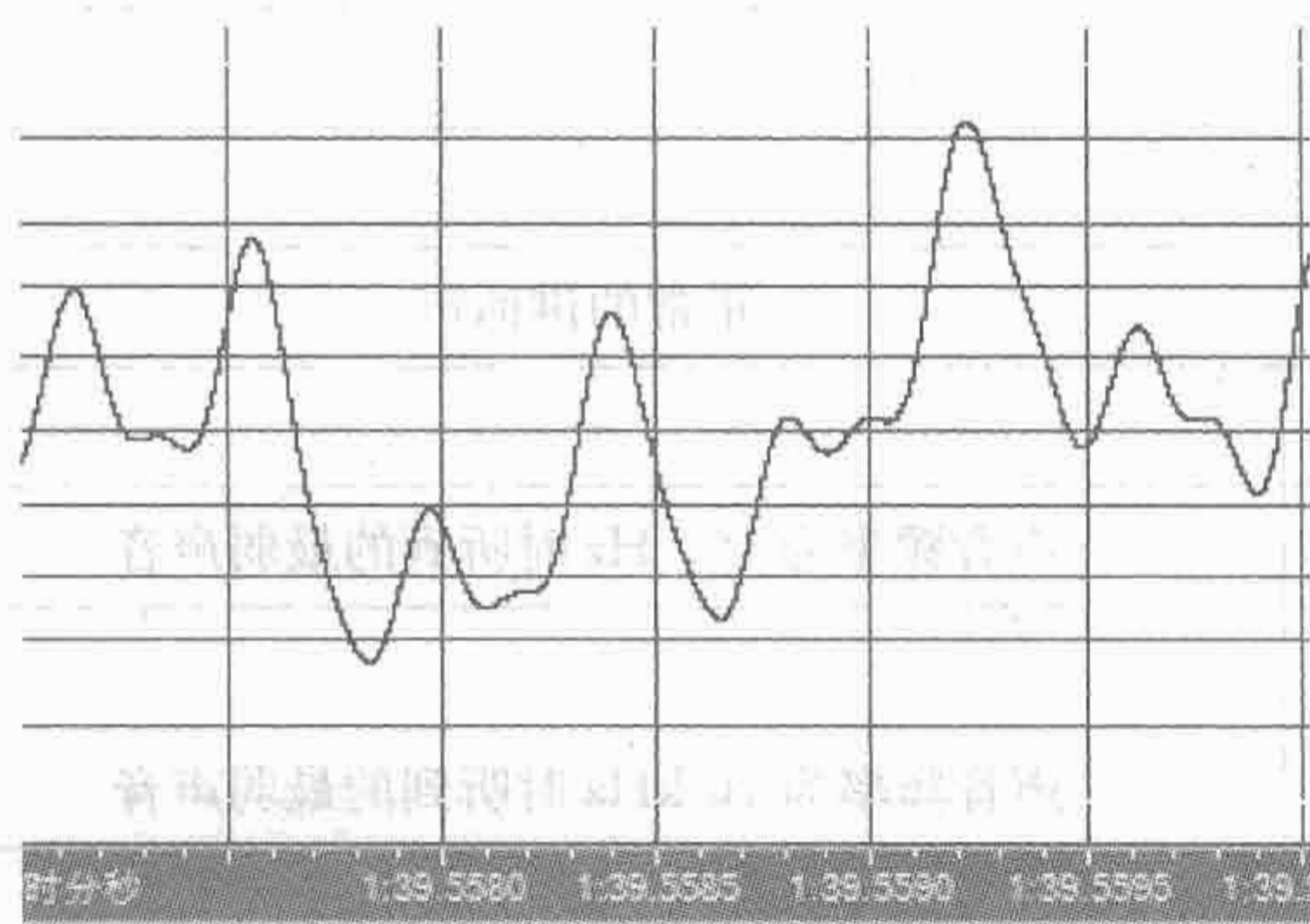


图 1—2 小提琴乐音的波形图

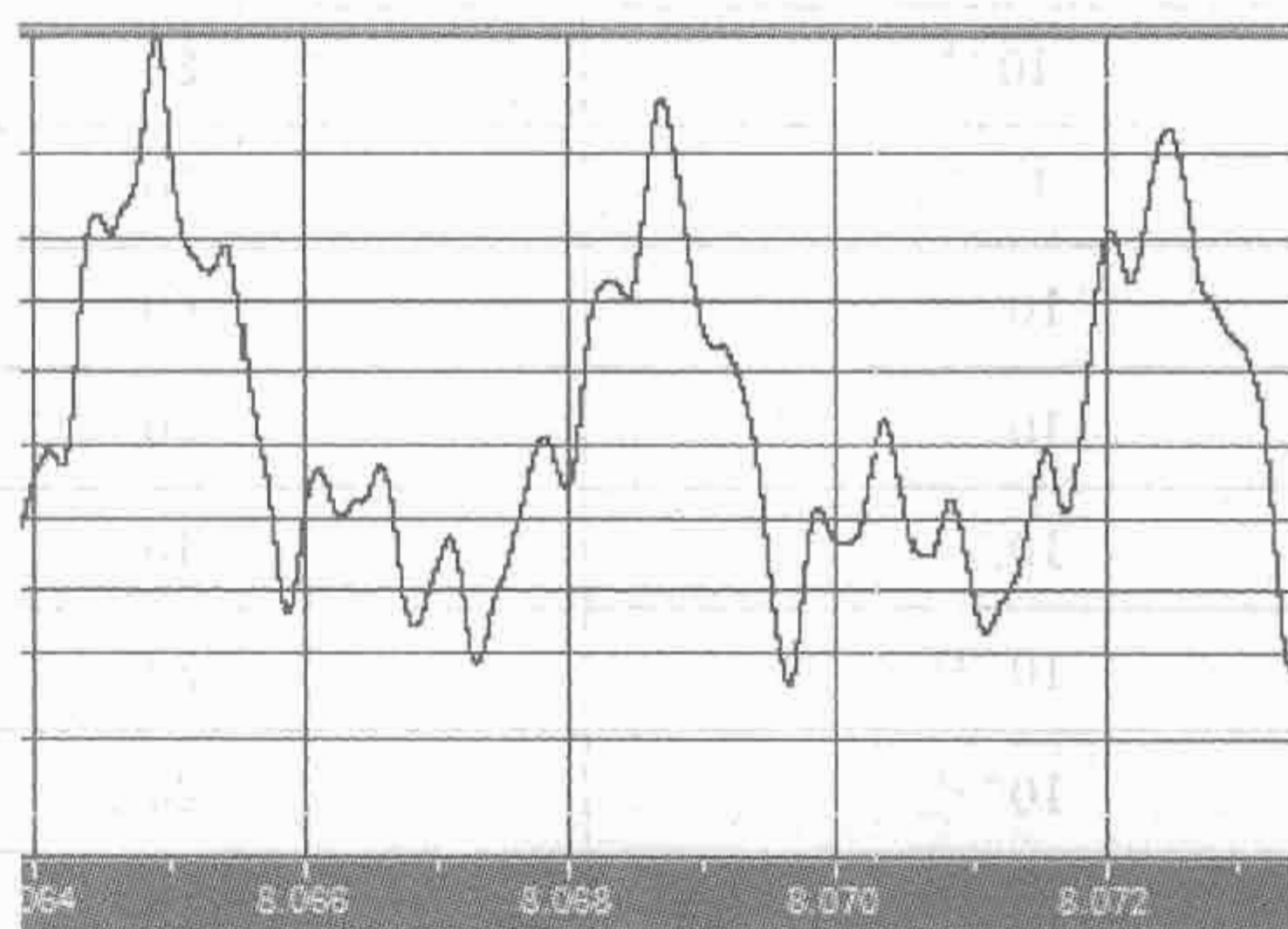


图 1—3 钢琴乐音的波形图

## 二、音频信号的数字化转换

### 1. 音频信号的模拟转数字

把模拟音频信号转成数字音频信号，称为模/数（A/D）转换，或称之为音频信号的数字化转换。其过程所用到的主要硬件设备便是模拟/数字转换器（Analog to Digital Converter，即 ADC）。采样的过程实际上是每隔一段时间就对信号的电压“测量”一次，将得到的“读数”用二进制数表示。相邻两次采样的间隔时间越短，采样的数值相差就越小；二进制数的位数越多，“测量”结果越精确，就越符合模拟信号连续变化的规律。将每隔一段时间通过采样所取得的二进制数按照一定的方式组织起来，便构成了数字音频文件。如图 1—4 所示的正弦曲线代表原始音频信号的波形，填充了阴影的方格代表采样后得到的结果，二者越吻合，说明数字化的效果越好。

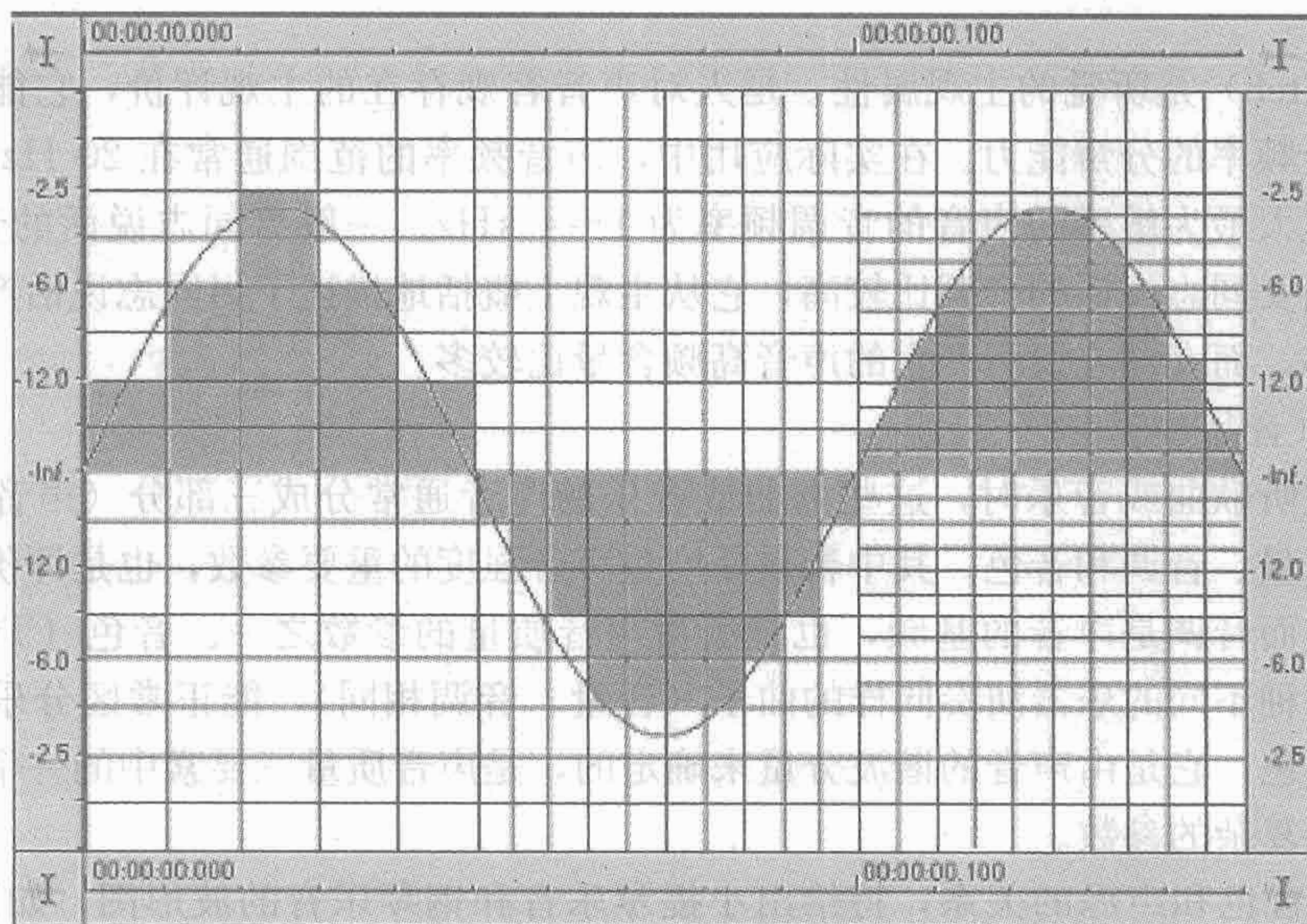


图 1—4 音频信号的模/数转换示意图



图 1—4 中的横坐标表示采样频率（即每秒钟对信号电压的测量次数），纵坐标便是采样分辨率（量化精度）。图中的格子从左到右逐渐加密，先是加大横坐标的密度，然后加大纵坐标的密度。显然，当横坐标的单位越小即两个采样时刻的间隔越小时，则越有利于保持原始声音的真实情况，换句话说，采样的频率越大，则音质越有保证；同理，当纵坐标的单位越小，则越有利于音质的提高，即采样的位数越多越好。如用 8 位（8 bit）二进制数就是把纵坐标分成  $2^8 = 256$  份；同理 16 位是把纵坐标分成  $2^{16} = 65\,536$  份；而 24 位则分成  $2^{24} = 16\,777\,216$  份。假设以采样频率为 44.1 kHz、量化精度为 16 bit 来进行立体声（即两个声道）采样，即采样成标准的 CD 音质（也称作红皮书音频）。那么就是说，一秒钟内采样 44.1 千次，每次的数据量是  $16 \times 2 = 32$  bit（因为立体声是两个声道）。而 1 个字节（Byte）含有 8 个位（bit），那么一秒钟内的数据量便是  $44.1\text{ k} \times 32\text{ bit} / (8\text{ bit} / \text{Byte}) = 176.4\text{ kByte}$ 。一个汉字在计算机里占用两个字节，那么 176.4 kB 的空间可以存储  $176.4\text{ k} / 2 = 88\,200$  个汉字，也就是说一秒钟的数字音频数据量与近九万个汉字（一部中篇小说）的数据量相当。由此可见，数字音频文件的数据量是十分庞大的。

下面来分析一下为什么把 CD 音质的采样频率规定成 44.1 kHz。在图 1—5 中，上半部分是原始音频信号的波形。若分别在图中 a、b、c、d、e、f 点处进行采样，再用 a、b、c、d、e、f 点处的采样值进行还原，就得到了下半部分还原后的波形。

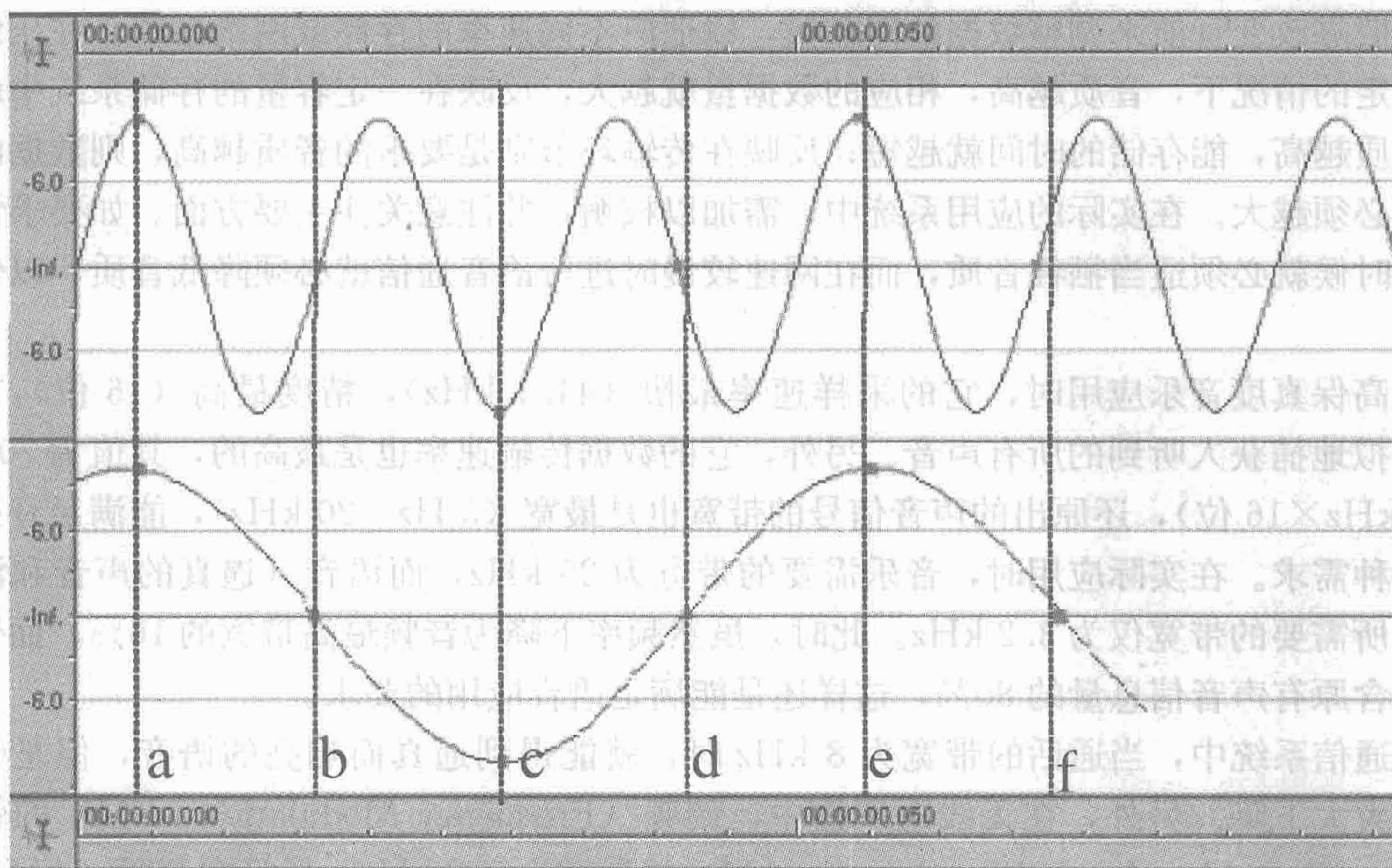


图 1—5 数字化转换中音频信号的低频失真

不难看出，数字化前后的波形原本应该相同的，可是却出现了很大的差异，之所以出现这种情况，其原因就在于采样点不够多，即采样频率不够高。由这种情况而产生的失真称为低频失真。

Nyquist（奈奎斯特）定理中对采样频率提出了明确的要求：要消除低频失真，则采样频率至少为音频信号最高频率的两倍（图 1—5 中，采样频率只是音频信号频率的  $4/3$  倍）。这个频率通常称作 Nyquist 极限。

在正常的音乐中，最高的音符也只不过  $7 \sim 8\text{ kHz}$ ，似乎  $16\text{ kHz}$  的采样频率便已足够。



其实这 7~8 kHz 仅仅表示基音的音高，还有大量的泛音未包括在内，所以用这种方法来确定采样频率是十分不科学的。其实，所谓不失真，就是人耳听不到失真。人类的听力范围是 20 Hz~20 kHz，所以采样频率至少为  $20\text{ kHz} \times 2 = 40\text{ kHz}$ ，方可保证不产生低频失真。CD 音质的 44.1 kHz 正是这样制定出来的（略高于 40 kHz 是为了留有余地）。按照 Nyquist 定理，这样的采样频率可以保证即使是 22.05 kHz 的超声波，也不会产生低频失真。而音频的工业标准所规定的 48 kHz 采样频率（如 DAT, Digital Audio Tape）则有更高的 Nyquist 极限，以满足更苛刻的要求。

## 2. 数字化音频信号的再现

那么数字音频又是如何播放出来的呢？首先，将这些由大量数字描述而成的音乐送到一个叫做数/模转换器（Digital to Analog Converter, 即 DAC）的线路里。它将采样时“测量”到的数字变成一系列相应的电压值，然后通过滤波电路在具有脉动电压的模拟信号中滤除脉动的部分，就恢复出比较平缓的模拟音频信号了，再经过放大器放大后送至扬声器，就还原出了声音。

## 三、声音质量与数据速率

在数字音频系统中，播放数据是按时间连续提供的，为避免出现数据来不及供应的情况，一般靠改变音质来调整数据的需求量，以适应不同速率的存储或网络系统。在压缩编码方法一定的情况下，音质越高，相应的数据量就越大，反映在一定容量的存储系统中就是要求的音质越高，能存储的时间就越短；反映在传输环节则是要求的音质越高，则数据的传输速率就必须越大。在实际的应用系统中，需加以权衡，并注意关注主要方面。如要求记录时间长的时候就必须适当牺牲音质，而在网速较慢时进行语音通信就必须降低音质，以保证不断音。

在高保真度音乐应用时，它的采样速率最快（44.1 kHz），精度最高（16 位），因此，它能虚拟地捕获人听到的所有声音。另外，它的数据传输速率也是最高的，其值为 706 kb/s（ $44.1\text{ kHz} \times 16\text{ 位}$ ），还原出的声音信号的带宽也是最宽（5 Hz~20 kHz），能满足音乐爱好者的各种需求。在实际应用时，音乐需要的带宽为 20 kHz，而语音（逼真的声音和洪亮的声音）所需要的带宽仅为 3.2 kHz。此时，虽然频率下降为音频最高带宽的 16%，而信号仍然能包含原有声音信息量的 80%，这样还是能满足语音应用的要求。

在通信系统中，当通话的带宽为 8 kHz 时，就能得到逼真而响亮的语音，但是音乐质量却会大大下降。另外，在无线电广播中，调频（Frequency Modulation, FM）的带宽为 20 kHz，调幅（Amplitude Modulation, AM）的带宽为 3.2 kHz。尽管在调幅（AM）台中音频声音是正常的，但音乐却较弱，并不能满足人们的需求。如在系统中采用压缩技术，则能大大降低数据速率。例如，8 kHz 采样速率用一个八位模数变换器（ADC）就能获得 64 kb/s 的数据传输速率，并能满足高保真度语音的要求。

在语音编码应用时，64 kb/s 的数据传输速率仍然太高，此时可选用线性预测编码（Linear Predictive Coding, LPC）技术来降低数据传输速率。这种技术是压缩音频信号最有效的方法之一，它利用去掉语音信号中的固有冗余来对数据流进行压缩的方法，从而达到大幅度降低数据传输速率的目的。通过线性预测编码技术处理后，系统的数据传输速率通常限制在 2 kb/s~6 kb/s，但是声音质量较差。



## 四、音频信号压缩技术

语音压缩技术是指对原始数字音频信号流运用适当的数字信号处理技术，在不损失有用信息量或所引入损失可忽略的条件下，压缩信号编码速率，也称为压缩编码，以生成适合传输的数字信号流，提高传输效率。

音频信号的压缩主要是根据人耳的听觉特性来进行的，在处理过程中，凡是人耳听不到的频率很低和频率很高的音频信号均可以去掉。另外，在可听范围以下的信号也可以去掉，这是因为人耳对可听范围内的不同频率点敏感程度是不一样的。由于人耳的掩蔽效应（即强声响掩盖弱声响、敏感音掩盖非敏感音），当有不同频率点的多个音频源发声时，人耳是听不到邻近高电平的低电平声音的，因此，这部分信号也可以去掉。根据压缩算法和压缩比率的不同，音频文件的格式也不相同，常见的音频文件格式比较见表 1—2。

表 1—2 常见的音频文件格式比较

文件格式	扩展名	相关公司或组织	主要优点	主要缺点	适用领域
WAV	.wav	Microsoft	可通过增加驱动程序而支持各种各样的编码技术	不适于传播和用做聆听。支持的编码技术大部分只能在 Windows 平台下使用	音频原始素材保存
MP3 (MPEG 音频)	.mp3	Fraunhofer - IIS	在低至 128 kb/s 的比特率下提供接近 CD 音质的音频质量	出现得比较早，音质不是很好	一般聆听和高保真聆听
RealMedia	.ra, .rma	RealNetworks	在极低的比特率环境下提供可听的音频质量	不适于网络传播之外的用途，音质不是很好	网络音频流传输
Windows Media	.wma, .asf	Microsoft	功能齐全，使用方便，同时支持无失真、有失真、语音压缩方式	失真压缩方式下音质不高，必须在 Windows 平台下才能使用	音频档案级别保存，一般聆听，网络音频流传输
MIDI	.mid, .midi, .rmi, .xmi 等	MIDI Association	音频数据为乐器的演奏控制，通常不带有音频采样	没有波表硬件或软件配合时播放效果不佳	与电子乐器的数据交互、乐曲创作等

## 五、语音合成技术

### 1. 语音合成技术简介

由人工通过一定的机器设备产生出语音的技术称为语音合成 (Speech Synthesis) 技术。语音合成是人机语音对话的一个重要组成部分。语音合成的目的是制造一种会说话的机器，它解决的是如何让机器像人那样说话的问题，使一些以其他方式表示或存储的信息能转换为语音，让人们能通过听觉方便地获得这些信息。

### 2. 语音合成的主要方法

语音合成从技术方式来分，可分为波形编辑合成、参数分析合成以及规则合成 3 种。

(1) 波形编辑合成。这种合成方式以语句、短语、词或音节为合成单元，这些单元被分别录音后直接进行数字编码，经适当的数据压缩组成一个合成语音库。重放时，根据待输出



的信息，在语音库中取出相应单元的波形数据串接或编辑在一起，经解码还原出语音。这种合成方式也叫录音编辑合成，合成单元越大，合成的自然度越好，并且系统结构简单，价格低廉，但合成语音的数码率较大，存储量也大，因而合成词汇量有限。该方式在语音库中至少包含所有单个字符的语音数据，因纯粹将单个字符重组产生的语句很不自然，人们难以接受。在一些专用系统中，如机场、车站、公交车的自动语音广播系统，因为多为格式化的语句，像“您乘坐的”“\* \*”“航空公司的”“\* \*”“1”“5”“2”“1”“次航班”，就可以录制常用词组达到语气接近正常播音的效果，但该方法在通用系统中无法实现。

(2) 参数分析合成。参数分析合成是解决存储容量与合成效果之间矛盾的一种可行的方法，这种合成方式多以音节、半音节或音素为合成单元。首先，按照语音理论，对所有合成单元的语音进行分析，提取有关语音参数，这些参数经编码后组成一个合成语音库；输出时，根据待合成的语音的信息，从语音库中取出相应的合成参数，经编辑和连接，顺序送入语音合成器。在合成器中，通过合成参数的控制，将语音波形重新还原出来。

(3) 规则合成。规则合成是通过语音学规则来产生目标语音，系统存储的是较小的语音单位（如音素、双音素、半音节或音节等）的声学参数，以及由音素组成音节，再由音节组成词或句子的各种规则。当输入字母符号时，合成系统利用规则自动地将它们转换成连续的语音波形。由于语音中存在协同发音效应，单独存在的元音和辅音与连续发音中的元音和辅音不同，所以，合成规则是在分析每一语音单元出现在不同环境中的协同发音效应后，归纳其规律而制定的，如共振峰频率规则、时长规则、声调和语调规则等。由于语句中的轻重音，还要归纳出语音减缩规则。

实用的文语转换系统是一种以文字串为输入的语音合成系统。其输入的是通常的文字串，系统中的文本分析器首先根据发音字典，将输入的文字串分解为带有属性标记的词及其读音符号，再根据语义规则和语音规则，为每一个词、每一个音节确定重音等级、语句结构和语调，以及各种停顿等，这样文字串就转变为符号代码串。根据前面分析的结果，生成目标语音的韵律特征，采用前面介绍的合成技术的一种或者是几种，合成出输出语音。

## 六、语音识别技术

### 1. 语音识别系统

语音识别系统的结构框图如图 1—6 所示，这是一种模式识别系统，由 3 个基本单元（特征提取、模式匹配和参考模式库）组成。但由于语音识别系统所处理的信息是由结构异常复杂、内容极其丰富的人类语言信息提供的，所以它的系统结构比普通模式结构要复杂得多。

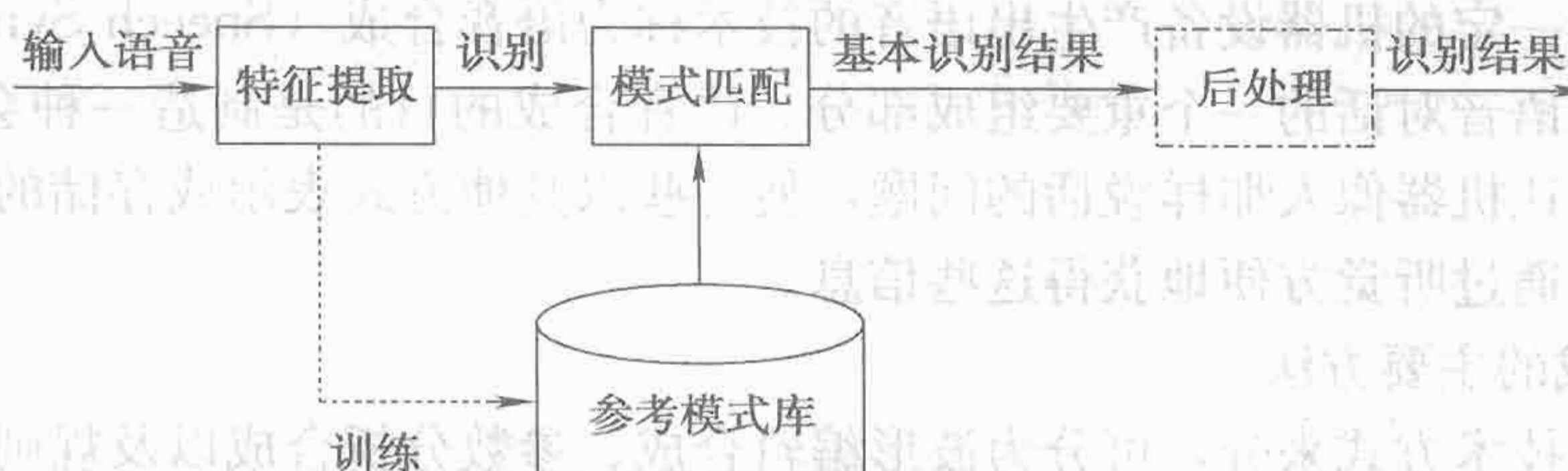


图 1—6 语音识别系统的结构框图



语音识别较语音合成更为复杂，这是因为要使计算机或数字信号处理器听懂人的语言，尚存在下列困难：

- (1) 语音信号的声学特征随着前后相连语音的不同会产生很大的变化。
- (2) 语音特征随发音人的不同、发音人心理或生理状态的变化会产生很大的差异。
- (3) 传播声设备的离散性和环境噪声的干扰也将直接影响语音特征的准确提取。
- (4) 一个语句的意思与上下文的内容、说话时的环境条件和文化背景有关。另外，语句的语法结构多变，而语境信息的利用率几乎为零。

## 2. 语音识别的分类

语音识别的分类有许多种方法，但归纳起来主要有以下几种：

- (1) 根据词汇量来分。根据词汇量来分，语音识别系统可分为小、中、大词汇量三种形式。当词汇量小于 100 时，则为小词汇表语音识别系统；当词汇量大于 100 而小于 1 000 时，则为中词汇表语音识别系统；当词汇量大于 1 000 时，则为大词汇表语音识别系统。

在进行语音识别时，词汇量越大，识别起来越困难。

- (2) 按照语音的输入方法来分。按照语音的输入方法来分，语音识别可分为孤立词、连接词和连读语音的识别。

在日常生活中，如 0~9 的数字、人名、地名、控制命令、英语单词、汉语音节或短语均属孤立词语音识别。

识别词与词之间的连接信息，均属于连接词的语音识别。

连读语音是自然语言的重要特点，它的识别是最困难的，如听写机、翻译机和智能计算机中的人机对话都属于连读语音识别。

- (3) 按照发音人的特点来分。按照发音人的特点来分，语音识别可分为特定人、限定人和非特定人的语音识别。

在进行特定人语音识别时，特定人需要进行训练，建立相应的特征库，此时只能对训练者的声音进行识别。

在进行限定人语音识别时，可以让几个人使用同一个系统进行识别。

在进行非限定人语音识别时，使用者无须训练，就能识别各种发音者的语音。

- (4) 按照说话人的声纹来分。按照说话人的声纹进行语音识别的方法通常称为说话人识别，它能根据语音来辨别说话人的身份，确定说话人的姓名。

## 七、非线性音频处理技术

在音频信号处理中，除了线性信号以外，还存在着大量的非线性信号，对这些信号的处理，应采用相应的非线性技术。

滤波器技术是非线性信号处理中的有效技术，它能降低语音信号中的宽带噪声（磁带“嘶嘶”声、模拟电路的电子噪声、蜂窝电话中的卷绕声和欢呼声等）。通常使用的线性滤波器是不可能完成上述任务的，因为噪声完全重叠在语音信号频率中（200 Hz~3.2 kHz）。

### 1. 非线性信号的特点

为了能更好地说明非线性信号的特点，特把语音信号和噪声频谱曲线分开画出，如图 1—7 所示。其中图 1—7a 所示为 16 ms 的语音段频谱（8 kHz 采样速率时的 128 采样），图中很多频率具有少量的语音信号，而且振幅较大。而图 1—7b 所示为噪声频谱，它是极不规



则的，但在低振幅时分布较为均匀。从以上分析可以看出，非线性信号具有振幅不一、重叠分布、变化杂乱的特点。

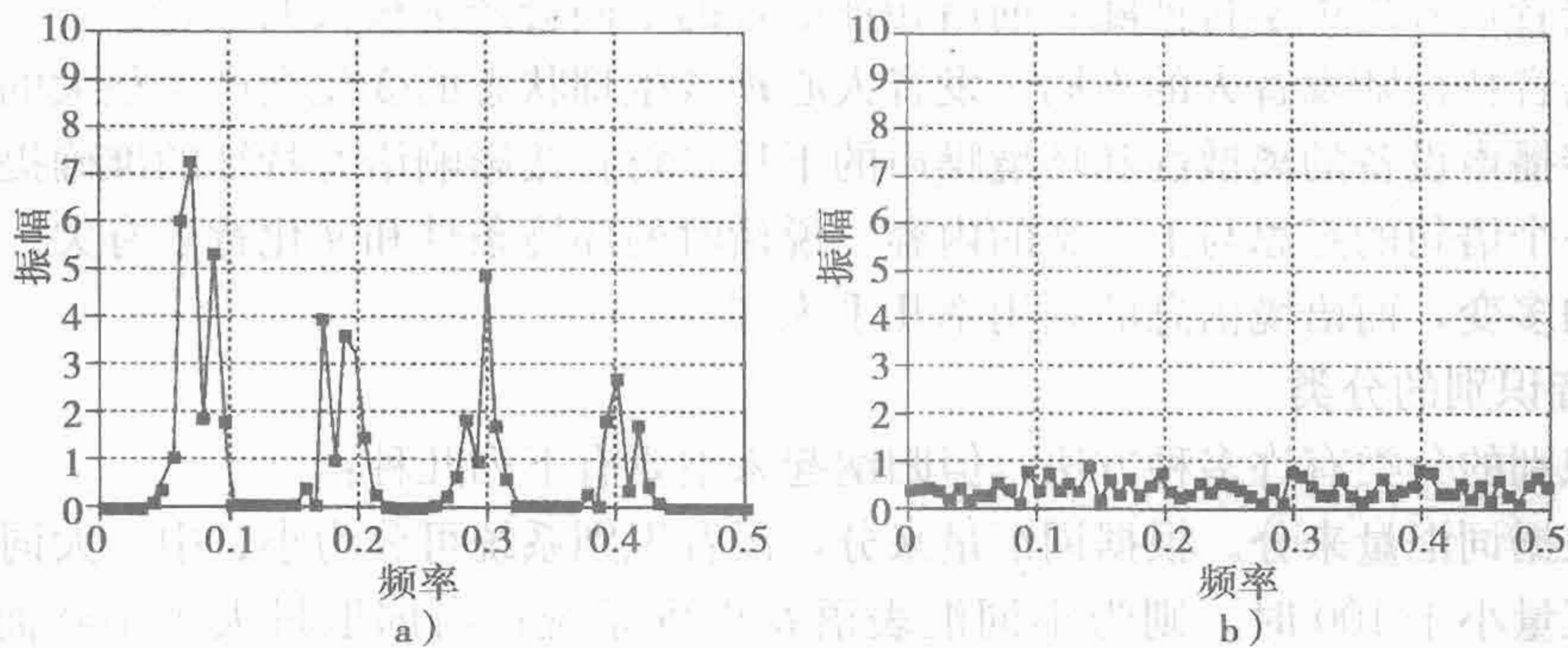


图 1—7 语音信号和噪声频谱

a) 语音段频谱 b) 噪声频谱

## 2. 非线性信号的处理方法

(1) 循环滤波器。当信号和噪声同时出现并重叠交替时，则可采用循环的方法，对每个频率的振幅进行滤波处理。如果振幅是较大值，则大部分是噪声，此时应抑制（即设置为 0）。对于中间频率分量，则采用平滑的方法进行调节。

(2) 时变维恩纳滤波器。时变维恩纳滤波器是非线性信号处理中性能较好的一种滤波器，它能让大部分频率信号通过，并能抑制大部分噪声。在实践中，只要有一些信号和噪声的一般知识，就能确定滤波器的频响，使用极为方便。

除了重新计算维恩纳滤波器的频响外，这种非线性技术均是使用与这种滤波器相同的方法（即段的频谱）进行处理的。换句话说，滤波器的频响是随着段对段变化的，并利用信号自身的特点确定。

上述两种非线性技术实践时的困难之一是长信号滤波问题，即用重叠相加法对长信号进行滤波是无效的。这是因为频响变化时，每段的时域波形不再与邻近段对准。为了克服这个缺点，可利用频率格式对音频信息进行编码处理。在操作时，只要把原来的时域信号分成重叠的段，在处理后，把一个平滑窗口加到重叠段（在重组重叠段前），这种方法能为频响从一个段到下一个段提供一种平滑过渡（转变）。

## 第 2 节 数字调音台技术

在扩声系统和影音录音中，调音台（Audio Mixing Console）是一种经常使用的设备。它具有多路输入，每路的声信号可以单独进行处理，例如，可放大，作高音、中音、低音方面的音质补偿，给输入的声音增加韵味，对该路声源作空间定位等；还可以进行各种声音的混合，混合比例可调；拥有多种输出（包括左右立体声输出、编辑输出、混合单声输出、监听输出、录音输出以及各种辅助输出等）。调音台在诸多系统中起着核心作用，它既能创作立体声、美化声音，又可抑制噪声、控制音量，尤其是数字调音台的出现，几乎能够完成绝



大多数音频处理工作，是声音处理必不可少的一种机器。

## 一、调音台的种类

调音台在输入通道数、面板功能键的数量以及输出指示等方面都存在着差异。通常把调音台分为四大部分：输入部分、母线部分、输出部分、指示部分。母线部分把输入部分、输出部分和指示部分联系起来，构成了整个调音台。

调音台分为模拟调音台和数字调音台两种，根据使用目的和使用场合的不同，又可分为：

- (1) 立体声现场制作调音台 (Stereo Field Production Console)。
- (2) 录音调音台 (Recording Console)。
- (3) 音乐调音台 (Music Console)。
- (4) 数字选通调音台 (Digital Routing Mixing Console)。
- (5) 带功放的调音台 (Powered Mixer)。
- (6) 无线广播调音台 (On Air Console)。
- (7) 剧场调音台 (Theatre Console)。
- (8) 扩声调音台 (P. A. Console)。
- (9) 有线广播调音台 (Wired Broadcast Mixer)。
- (10) 便携式调音台 (Compact Mixer)。

下面将以雅马哈 PM5D 数字调音台为例进行介绍。

## 二、数字调音台的输入通道

### 1. 输入通道 1-48

这些通道用于处理单声道信号。当输入跳线分配处在默认状态下时，来自 INPUT 插孔 1-48 的输入信号被分配至这些通道。每个通道的组成如图 1—8 所示。

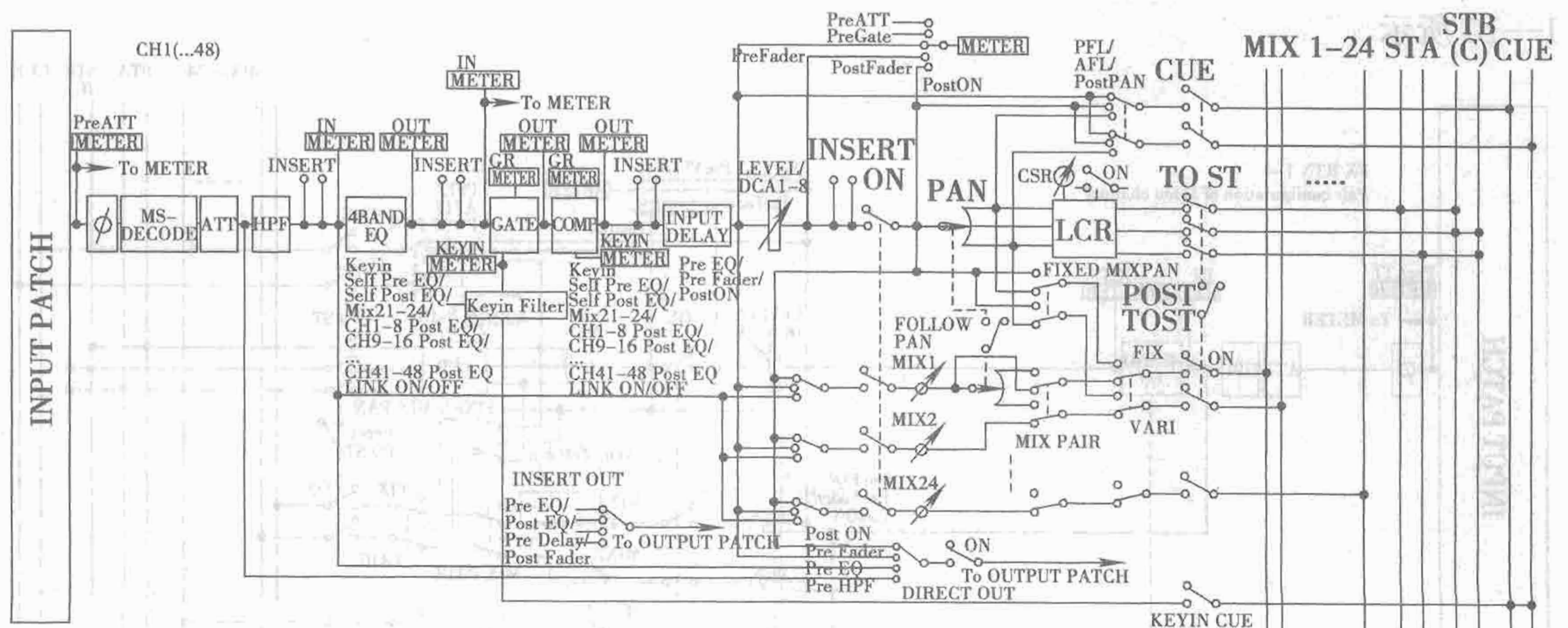


图 1—8 输入通道 1-48

在数字调音台中，由于大量使用可由计算机控制的模拟开关，不但控制的复杂程度非一般模拟调音台可比，而且可以把在排练时的最佳状态“记忆”下来，正式使用时直接调出，不仅快捷方便，还有效地避免了人为误操作的影响。具体工作过程这里不再赘述。



## 2. ST IN 通道 1-4

这些通道用于处理立体声信号。当输入跳线分配处在默认状态下时，来自 ST IN 插孔 1-4 的输入信号被分配至这些通道。立体声输入通道 1-4 的组成如图 1—9 所示。

ST IN 通道的工作原理和输入通道 1-48 相类似，不同之处在于输入通道 1-48 将一路单声道信号按比例分配到立体声母线中，其再现声像是单点的；而 ST IN 通道的信号本来就是双声道的，可对原声像作总体上的一些微调，系统基本按原声像位置再现。

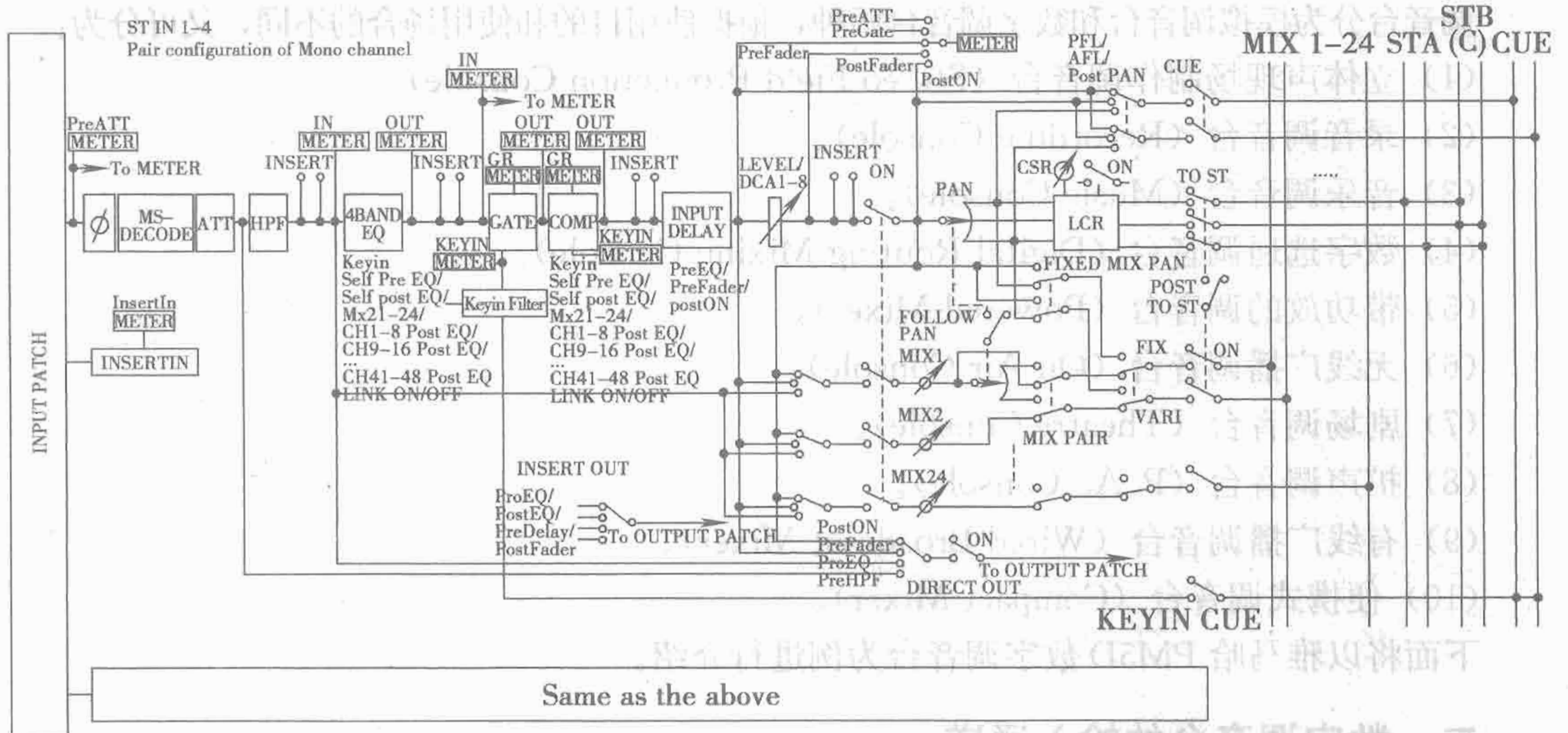


图 1—9 立体声输入通道 1-4

## 3. FX RTN 通道 1-4

这些通道主要用于处理从内部效果器返回的信号（立体声）。当输入跳线分配处在默认状态下时，内部效果 1-4 的左 / 右通道被分配至这些通道。立体声返回通道 1-4 的结构如图 1—10 所示。

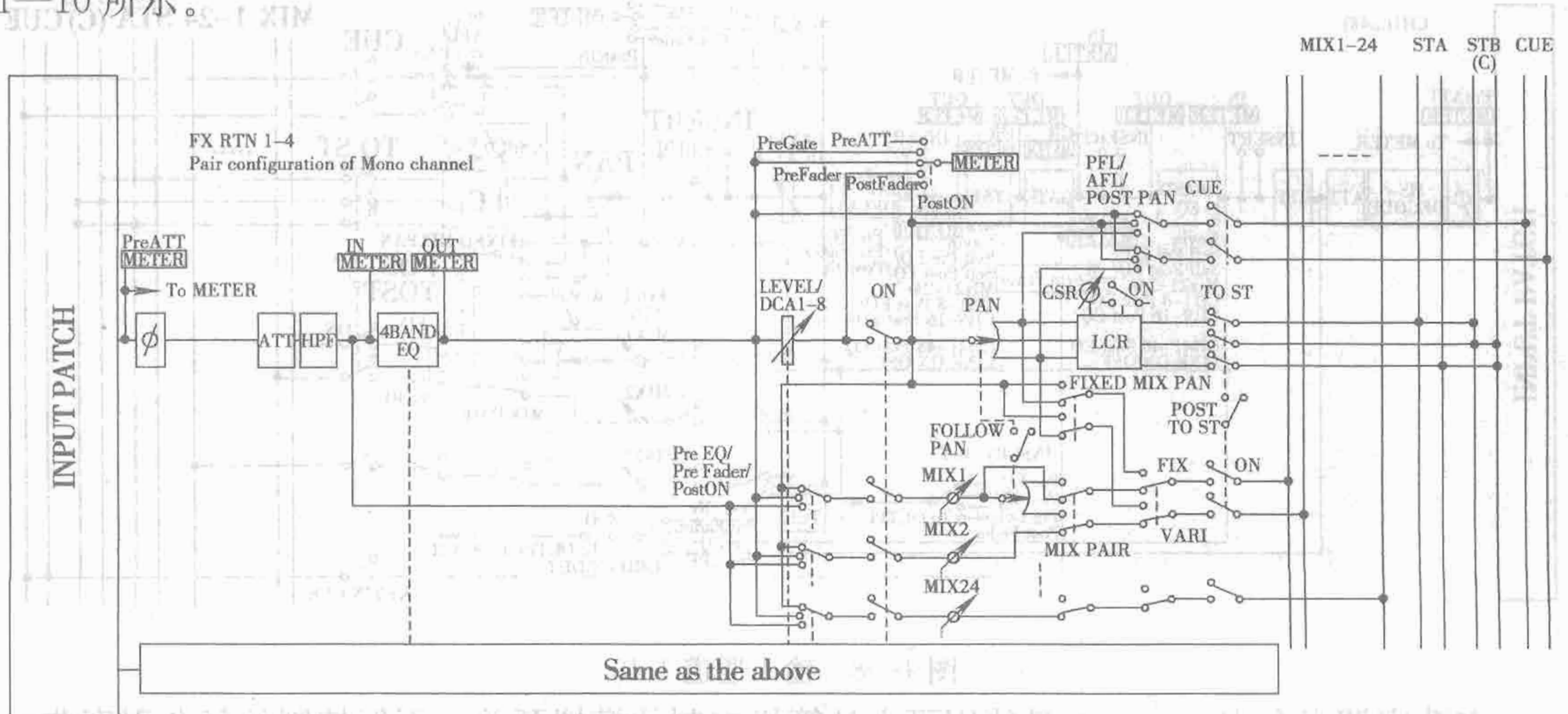


图 1—10 立体声返回通道 1-4 的结构

## 4. 输入通道各功能键的作用

- INPUT PATCH (输入跳线分配): 将输入信号分配至输入通道。



- $\phi$  (相位): 切换输入信号的相位。
- MS DECODE (仅限输入通道 / ST IN 通道): 当连接 MS 麦克风时, 切换 MS 解码处理的开 / 关状态。
- ATT (衰减器): 降低 / 提高输入信号的电平。
- HPF (高通滤波器): 切去指定频率以下区域信号的高通滤波器。
- 4 BAND EQ (4 频段均衡器): 具有 4 个频段的参数均衡器分别为 HIGH、HIGH MID、LOW MID 和 LOW。
- GATE (仅限输入通道和 ST IN 通道): 这是用于限制或降音的动态处理器。
- COMP (压缩器) (仅限输入通道和 ST IN 通道): 这是可用做压缩器、扩展器或限制器的动态处理器。
- INPUT DELAY (仅限输入通道和 ST IN 通道): 可延时输入信号, 可用于在通道间以相对时序进行微调。
- LEVEL/DCA 1-8: 调节效果的输入电平。
- ON (开 / 关): 打开 / 关闭输入通道。如果此处设定为关闭, 则该通道被静音。
- PAN (声像): 调节从输入通道发送至 STEREO 母线的信号的声像位置。如有必要, 此声像设定也可应用到发送至 2 对 MIX 母线的信号。
- LCR (左/中/右): 将 3 通道信号 (左 / 右通道和中央通道) 发送至 STEREO 母线。
- MIX 1-24 (混音发送电平 1-24): 调节从输入通道发送至 MIX 母线 1-24 的信号的发送电平。对于信号发送至 MIX 母线的源位置, 可从 4 频段均衡器之前、推子前面或推子后面进行选择。
- INSERT (仅限输入通道和 ST IN 通道): 可将所需的输出端口和输入端口分配至插出点 / 插入点, 可插入外部音效处理器或其他设备, 用于切换插出点和插入点位置。
- DIRECT OUT (仅限输入通道和 ST IN 通道): 可将其分配至输出端口, 输入信号直接从该输出端口发送。

- METER (电平表): 此处测量输入通道的电平, 可切换电平检测点。

## 5. AD IN 部分

AD IN 部分对从后面板 INPUT 插孔 1-48 和 ST IN 插孔 1-4 输入的信号进行 A/D (模/数) 转换, 并将其发送至输入跳线分配部分。其组成如图 1—11 所示。

## 6. AD IN 部分各控制键的作用

- [+48 V ON/OFF] 开关: 如果此开关打开, 则 +48V 施加到与 INPUT 插孔 1-48 相连的电容麦克风或阻抗转换盒。
- [PAD] 开关: 如果此开关打开, 则输入电平被降低 26 dB。
- [GAIN] 旋钮: 调节输入通道的输入灵敏度。调节范围为  $-34 \text{ dB}\mu$  至  $+10 \text{ dB}\mu$  (当 PAD 开关打开时) 或  $-60 \text{ dB}\mu$  至  $-16 \text{ dB}\mu$  (当 PAD 开关为关闭时)。
- [PEAK] / [SIGNAL] LED: 当输入电平达到标称电平以下 14 dB (即削波电平以下 34 dB) 时, [SIGNAL] LED 将亮起。当信号达到削波电平以下 3 dB 时, [PEAK] 指示灯将亮起。
- [INSERT ON/OFF] 开关: 此开关启用/禁用位于后面板上的 INSERT IN/OUT 插孔。
- ST IN [GAIN] 旋钮: 调节 ST IN 通道的输入灵敏度。调节范围为  $-34 \text{ dB}\mu$  至  $+10 \text{ dB}\mu$ 。



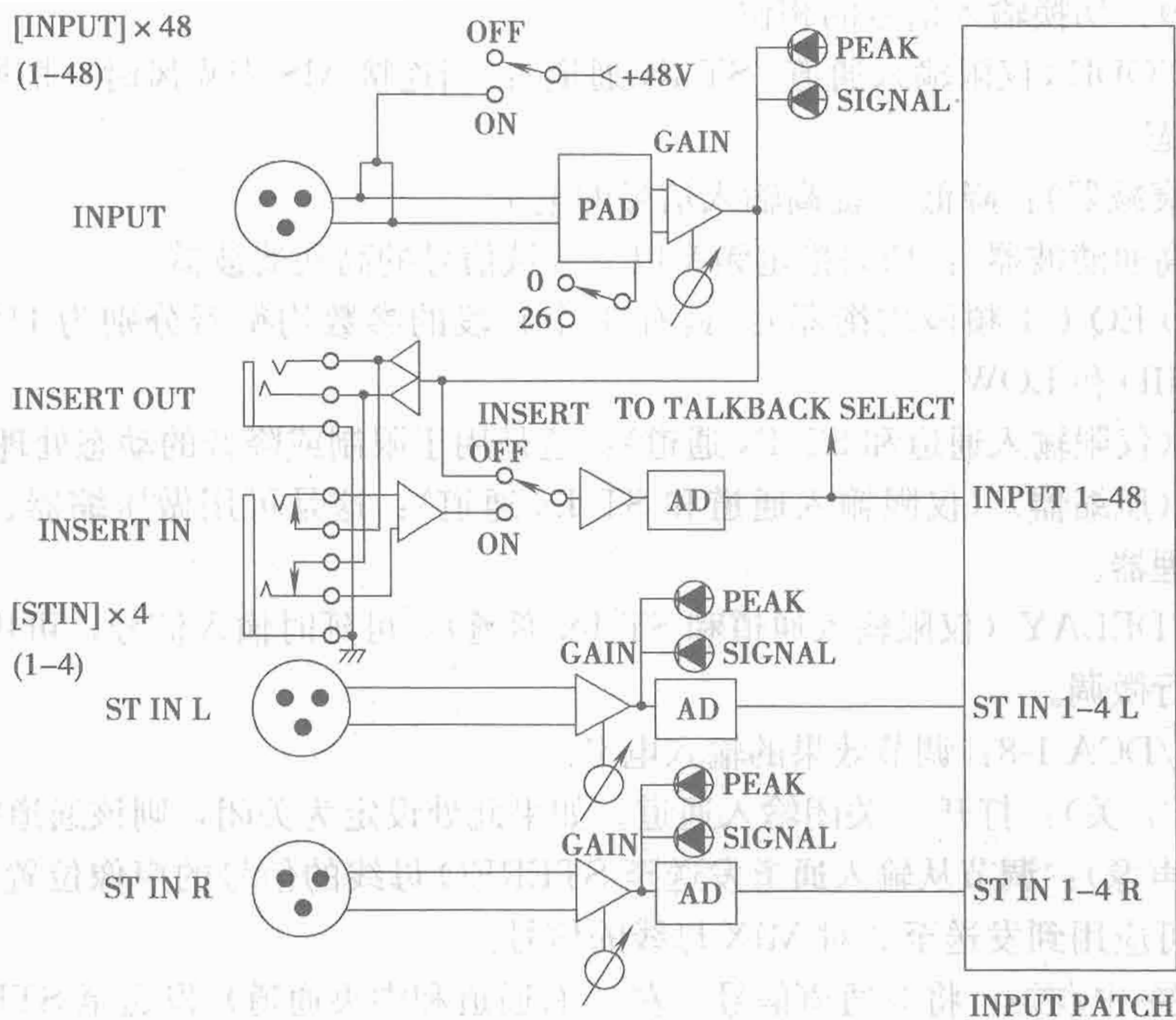


图 1—11 AD IN 部分的组成

- ST IN [PEAK] /ST IN [SIGNAL] LED: 当 ST IN 通道的输入电平达到标称电平以下 14 dB (例如, 削波电平以下 34 dB) 时, ST IN [SIGNAL] LED 将亮起。当信号达到削波电平以下 3 dB 时, ST IN [PEAK] 指示灯将亮起。
- [LAMP DIMMER] 旋钮: 此旋钮可调节连接至 LAMP 接口的灯的亮度。

### 三、数字调音台的输出通道

输出通道可混合从输入通道等处发送出来的信号, 并将其发送至相应输出插孔或输出母线。

有以下 3 种类型的输出通道:

#### 1. MIX 通道 1-24

从输入通道发送至 MIX 母线的信号通过这些通道发送至 MIX OUT 插孔 1-24 或 STEREO/MATRIX 母线。如果输出跳线分配处在其默认状态下, 则 PM5D 将 MIX 通道 1-24 分配至 MIX OUT 插孔 1-24, DSP5D 将 MIX 通道 1-22 分配至 OMNI OUT 插孔 1-22。其电路结构如图 1—12 所示。

#### 2. STEREO A/B 通道

从输入通道或 MIX 通道发送出来的信号通过这些通道发送至立体声输出 (STEREO OUT) 插孔 A/B。如果 DSP5D 的输出跳线分配处在其默认状态下, 则 STEREO A 通道被分配至 OMNI OUT 插孔 23-24。其组成如图 1—13 所示。

#### 3. MATRIX 通道 1-8

从 MIX 通道或 STEREO A/B 通道发送到 MATRIX 母线的信号通过这些通道发送至 MATRIX OUT 插孔。其组成如图 1—14 所示。



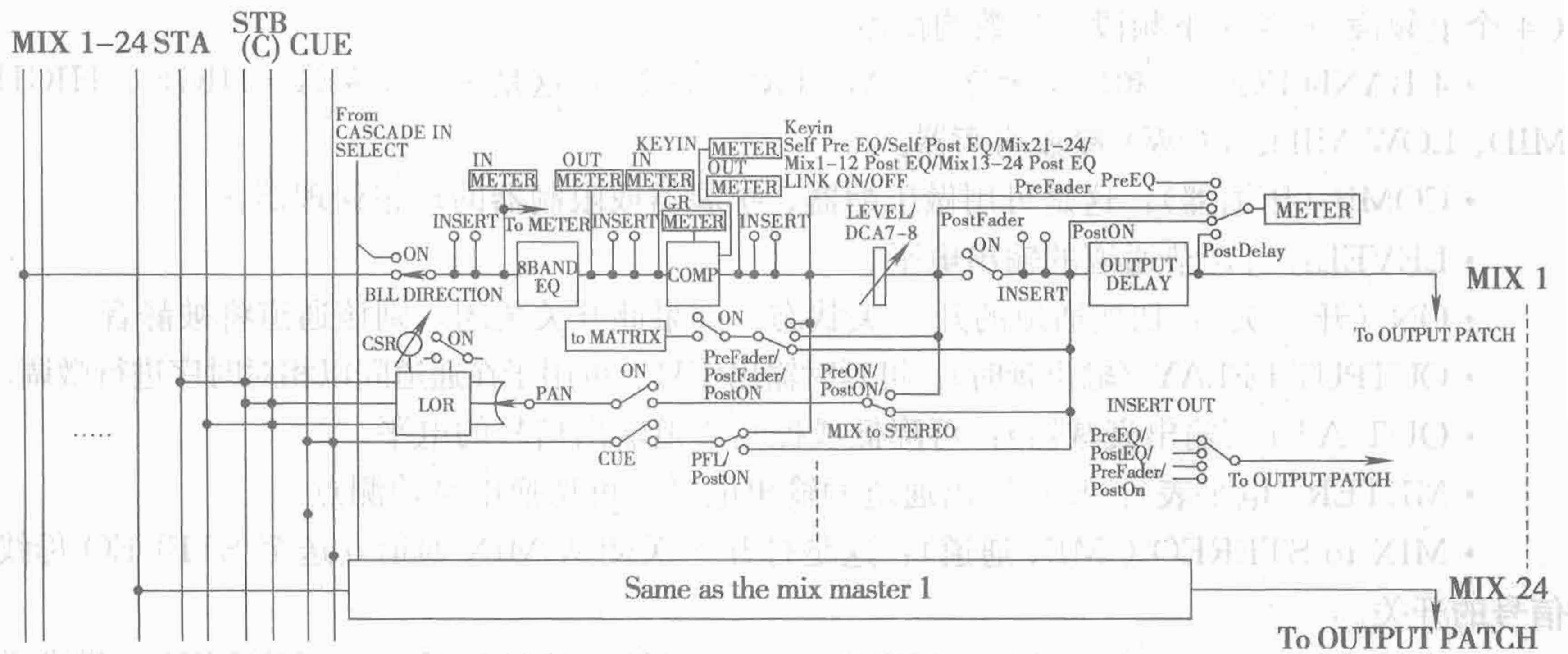


图 1-12 MIX 通道 1-24 的电路结构

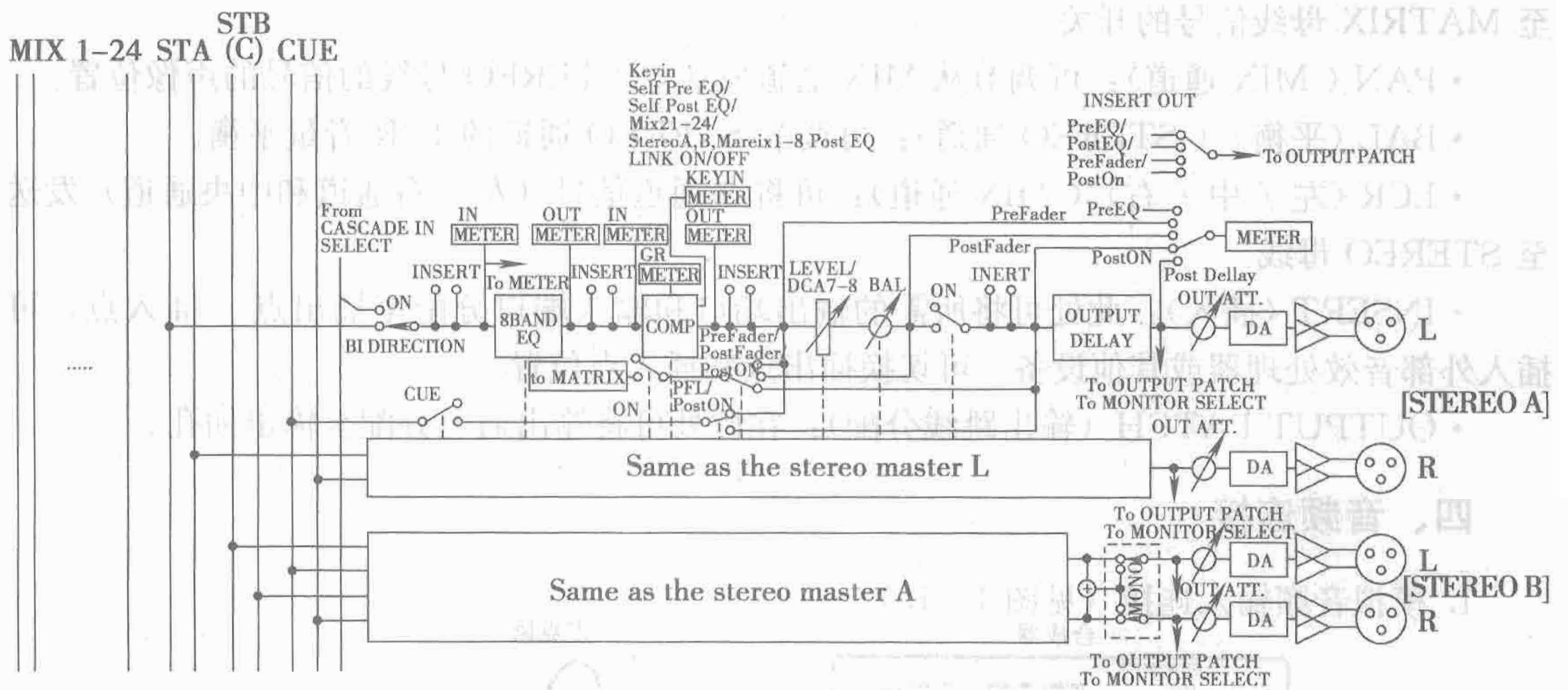


图 1-13 STEREO A/B 通道的组成

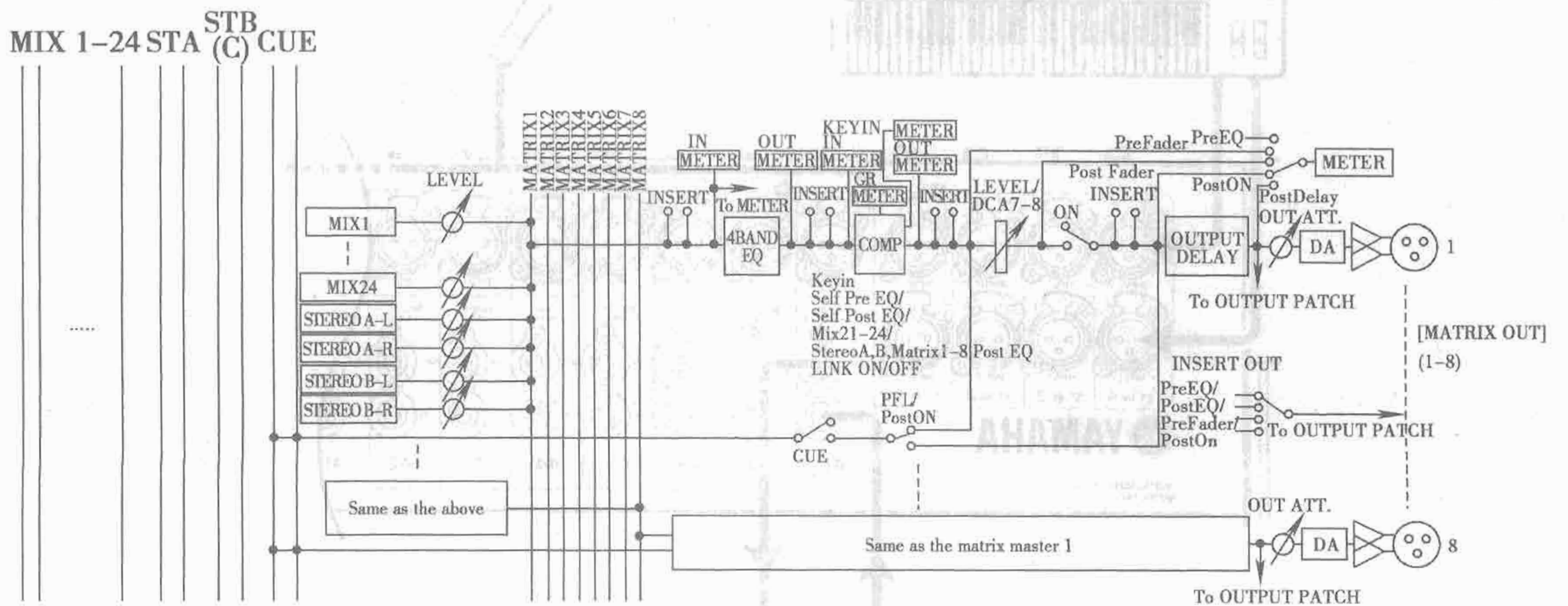


图 1-14 MATRIX 通道 1-8 的组成

#### 4. 各功能按钮的作用

- 8 BAND EQ (8 频段均衡器) (MIX 通道和 STEREO A/B 通道): 这是一个 8 频段



(4个上频段 + 4个下频段) 参数均衡器。

- 4 BAND EQ (4 频段均衡器) (MATRIX 通道): 这是一个 4 频段 (HIGH、HIGH MID、LOW MID、LOW) 参数均衡器。
- COMP (压缩器): 这是可用做压缩器、扩展器或限制器的动态处理器。
- LEVEL: 可调节通道的输出电平。
- ON (开 / 关): 切换通道的开 / 关状态。如果此开关关闭, 则该通道将被静音。
- OUTPUT DELAY (输出延时): 可延时输出信号。可用于在通道间以相对时序进行微调。
- OUT ATT (输出衰减器): 可降低或提高通道输出信号的电平。
- METER (电平表): 显示输出通道的输出电平。可切换电平检测点。
- MIX to STEREO (MIX 通道): 这是打开 / 关闭从 MIX 通道发送至 STEREO 母线信号的开关。
- to MATRIX (MIX 通道和 STEREO A/B 通道): 这是打开 / 关闭从 MIX 通道发送至 MATRIX 母线信号的开关。
- PAN (MIX 通道): 可调节从 MIX 通道发送至 STEREO 母线的信号的声像位置。
- BAL (平衡) (STEREO 通道): 可调节 STEREO 通道的 L/R 音量平衡。
- LCR (左 / 中 / 右) (MIX 通道): 可将 3 通道信号 (左 / 右通道和中央通道) 发送至 STEREO 母线。
- INSERT (插入): 此处可将所需的输出端口和输入端口分配至插出点 / 插入点, 可插入外部音效处理器或其他设备。可切换插出点和插入点位置。
- OUTPUT PATCH (输出跳线分配): 在此处可将输出通道分配至输出插孔。

#### 四、音频连接

##### 1. 模拟音频输入连接 (见图 1—15)

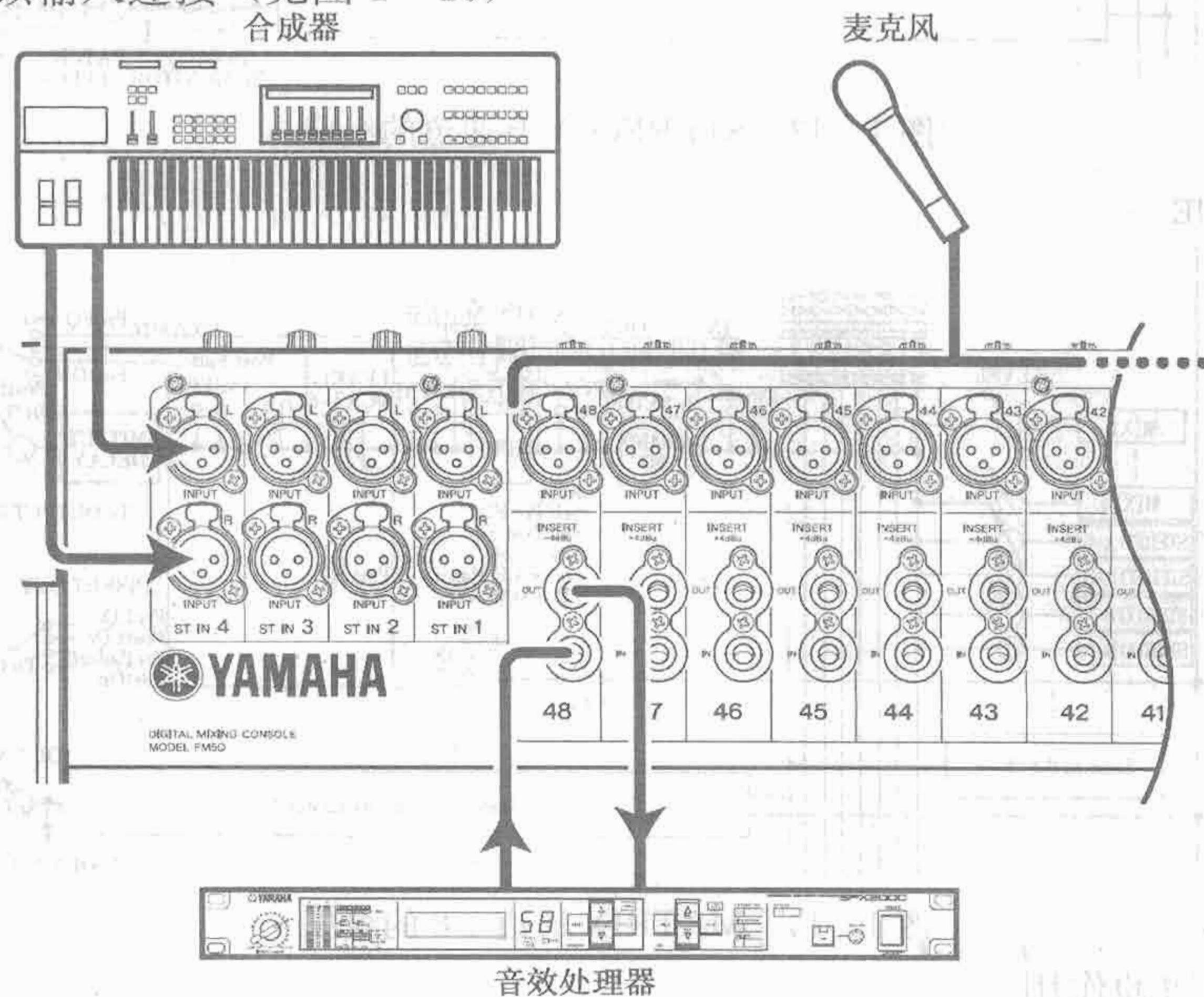


图 1—15 模拟音频输入连接



INPUT 插孔 1-48 主要用于连接麦克风或单声道线路电平设备。ST IN 插孔 1-4 主要用于连接立体声线路电平设备。

输入信号灵敏度、触控板开 / 关和幻像供电 (+48 V) 开/关通过上面板的 AD IN 部分控制。

## 2. 模拟输出连接 (见图 1—16)

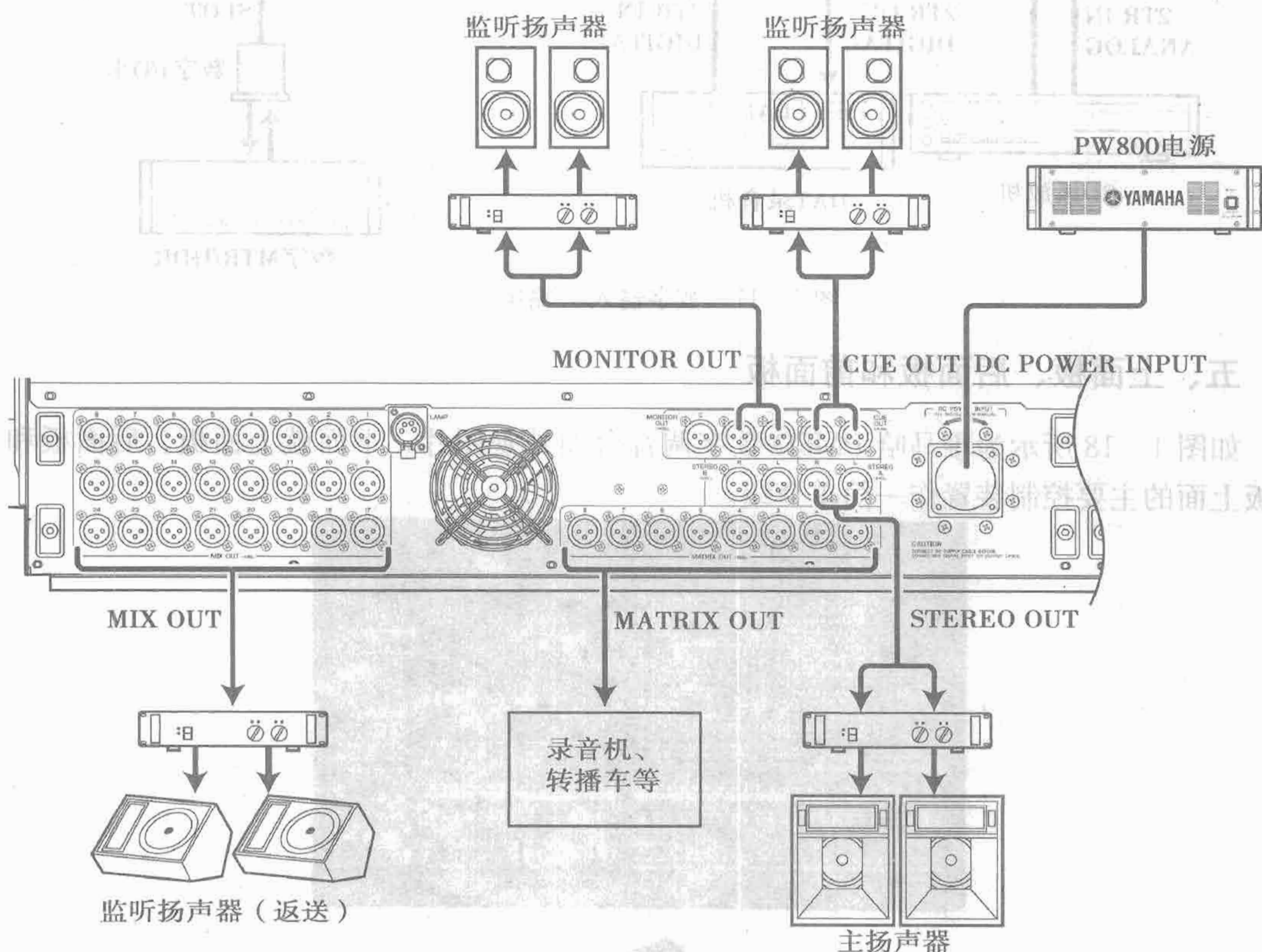


图 1—16 模拟输出连接

MIX OUT 插孔 1-24、MATRIX OUT 插孔 1-8 和 STEREO OUT A/B 插孔分别从 MIX 通道 1-24、MATRIX 通道 1-8 和 STEREO A/B 通道输出信号。

MONITOR OUT 插孔输出在上面板监听系统 (MONITOR) 部分所选的监听信号。

CUE OUT 插孔输出 [CUE] 键当前所选通道的 CUE 监听信号。

## 3. 数字输入 / 输出连接 (见图 1—17)

使用 2TR IN DIGITAL 插孔 1-3 连接 CD 播放机或 DAT 录音机等数字音源 (若要输入来自 CD 播放机或 DAT 录音机的模拟输出信号, 请使用 2TR IN ANALOG 插孔 1/2)。

使用 2TR OUT DIGITAL 插孔 1-3 将 STEREO A/B 通道信号发送至 DAT 录音机或其他数字设备。

通过将另售的 Mini-YGDAI I/O 卡安装到插槽 1-4 (DSP5D 上为 1-2), 可为 PM5D/DSP5D 添加模拟输入 / 输出插孔, 也可连接数字 MTR 或 HDR 设备等数字设备。



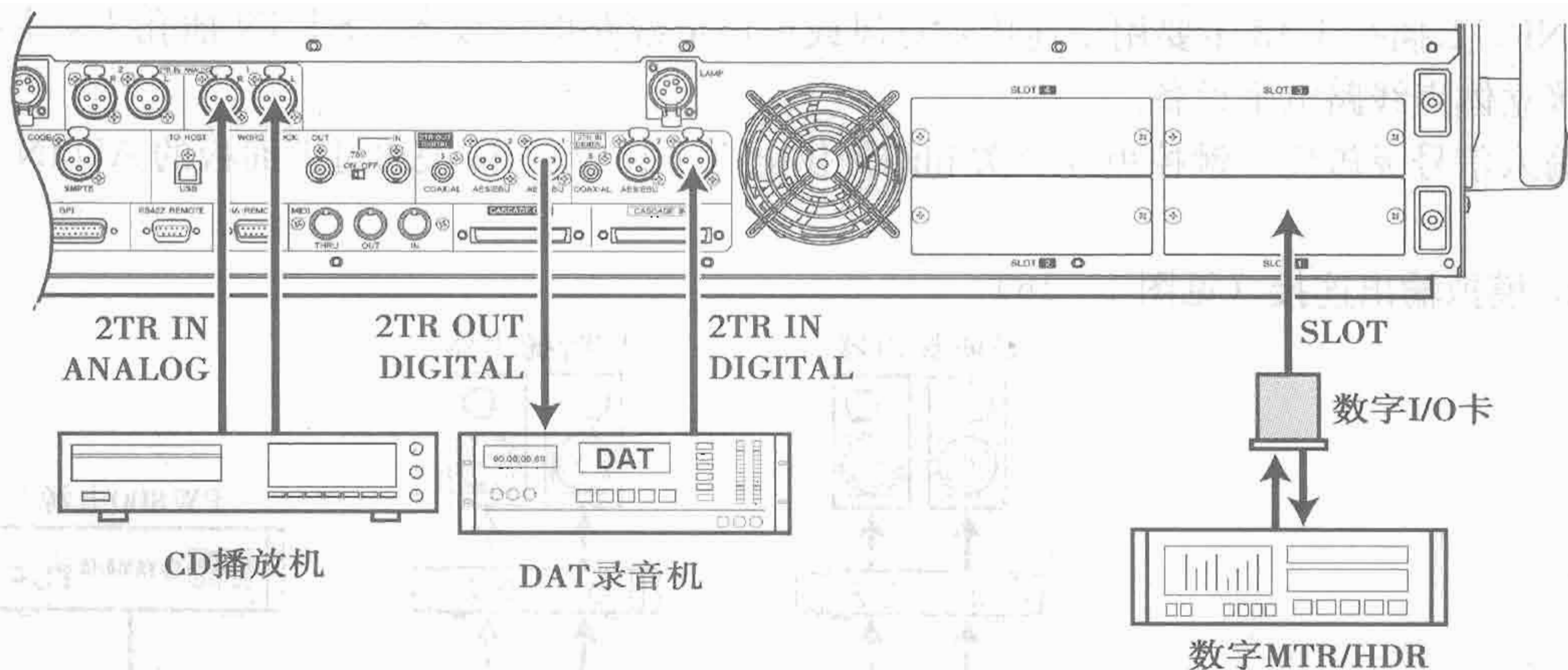


图 1—17. 数字输入 / 输出连接

### 五、上面板、后面板和前面板

如图 1—18 所示为雅马哈 PM5D 数字调音台的外观图片，下面就上面板、后面板和前面板上面的主要控制装置作一简单介绍。

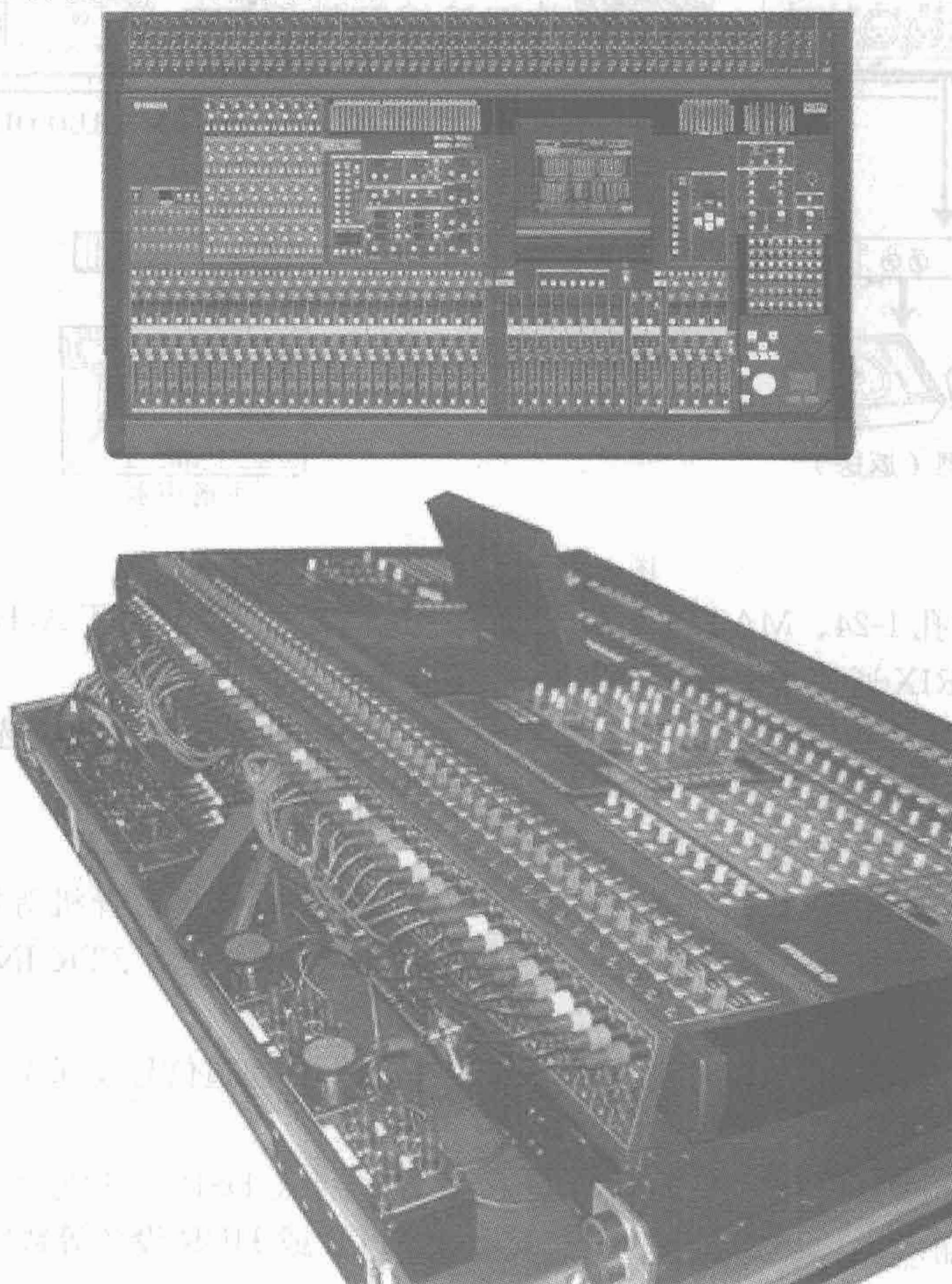
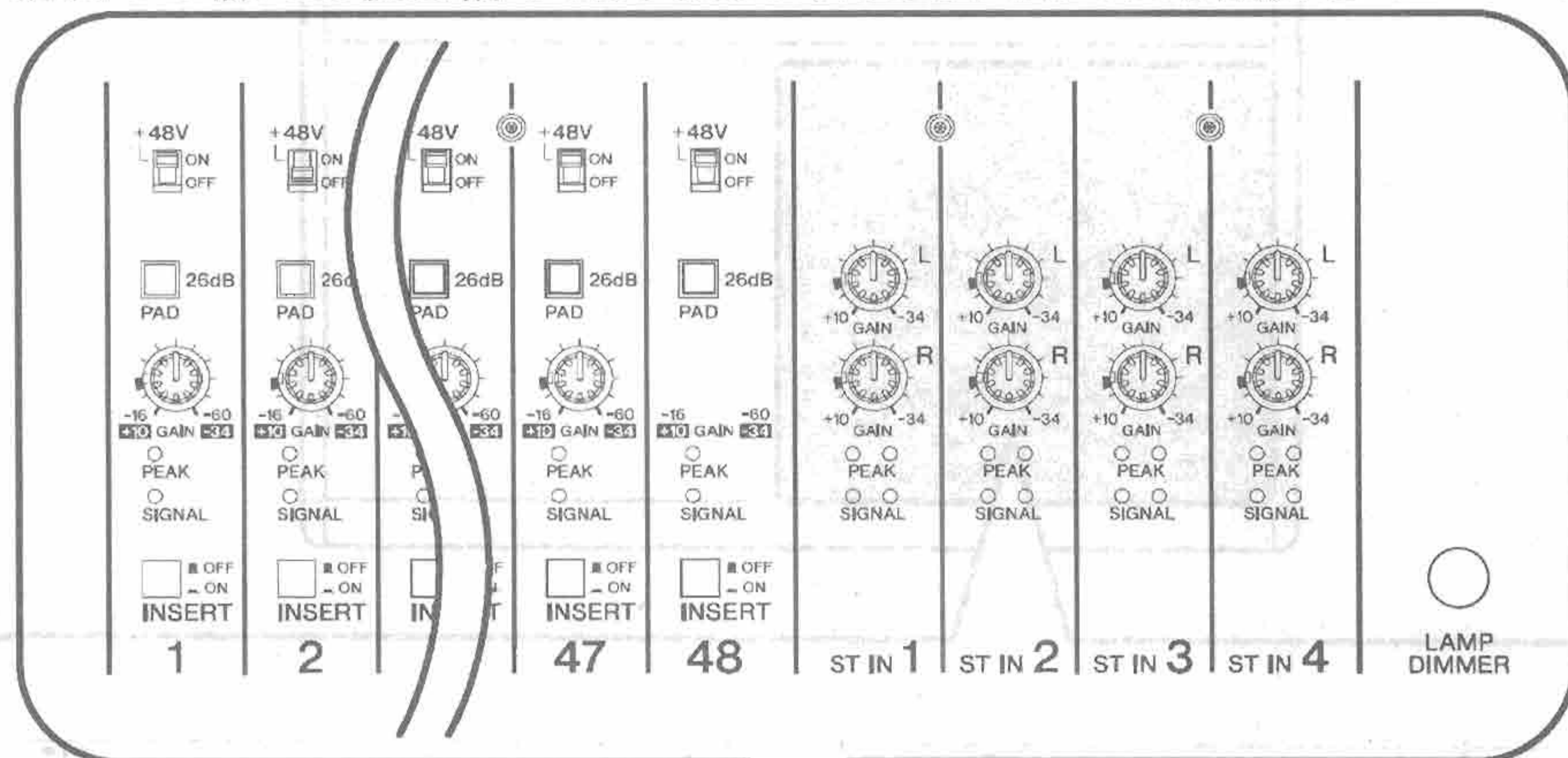


图 1—18 雅马哈 PM5D 数字调音台的外观



## 1. 上面板

①AD IN 部分 (PM5D 型号), 如图 1—19 所示: 可调节从后面板 INPUT 插孔 1-48 和 ST IN 插孔 1-4 输入的模拟信号的灵敏度、开关垫、插入和幻像供电 (+48 V) 开/关。

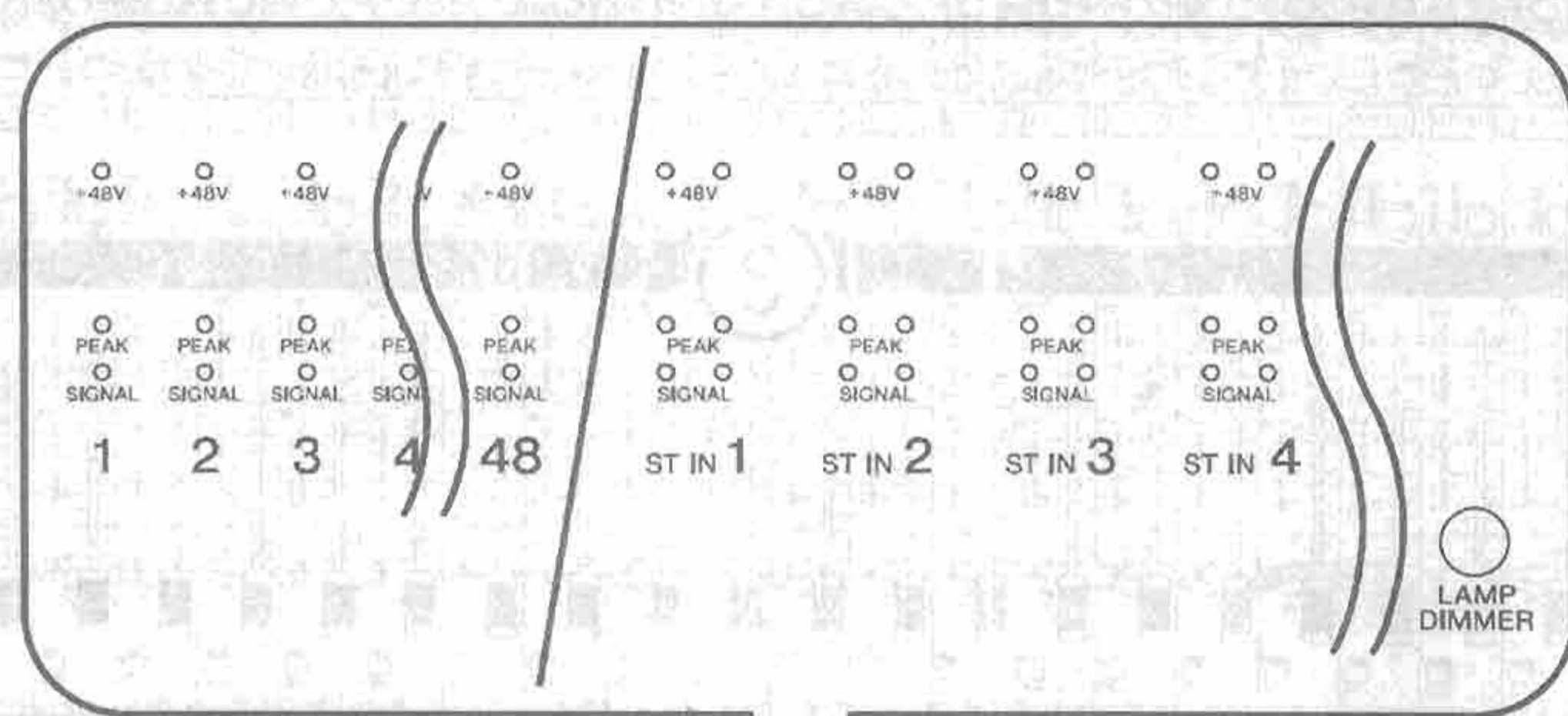


(PM5D型号)



图 1—19 AD IN 部分 (PM5D 型号)

②AD IN 部分 (PM5D—RH 型号), 如图 1—20 所示: 此区域显示从后面板 INPUT 插孔



(PM5D-RH 型号)

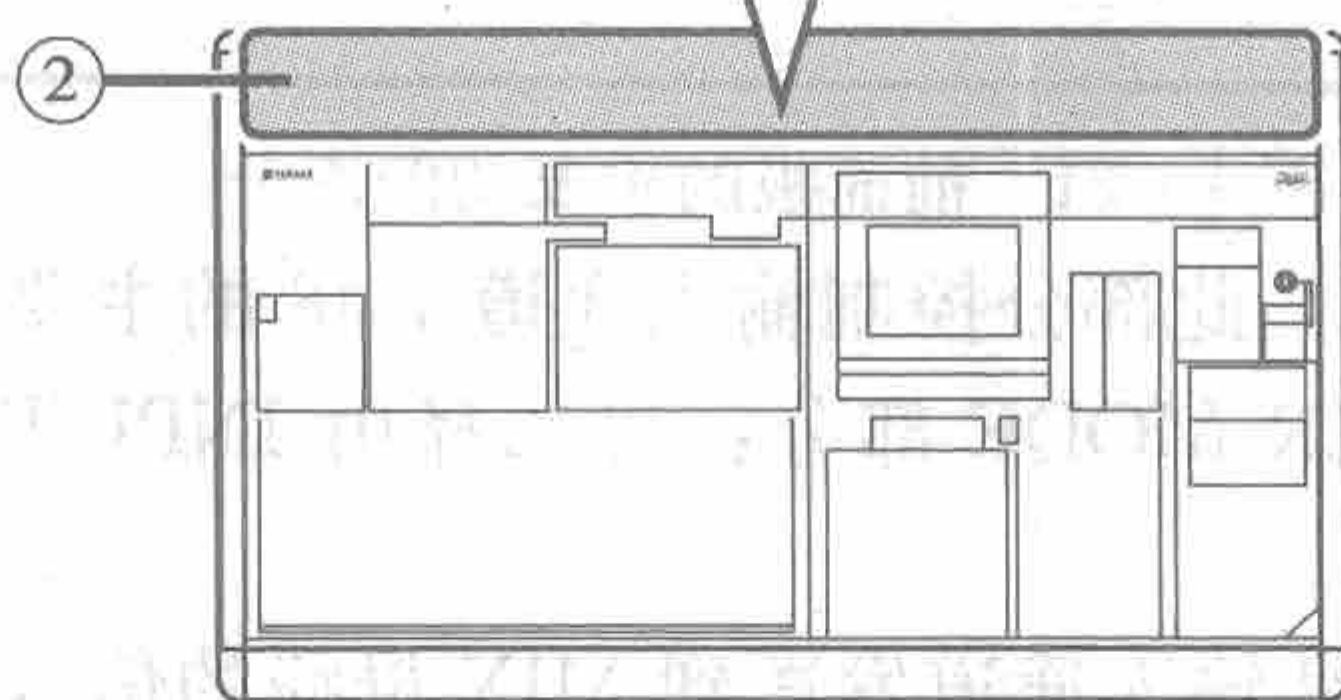


图 1—20 AD IN 部分 (PM5D—RH 型号)



1-48 和 ST IN 插孔 1-4 输入的信号的有无、峰值电平和幻像供电 (+48 V) 开/关状态。

前面板的主要功能部分, 如图 1—21 所示。

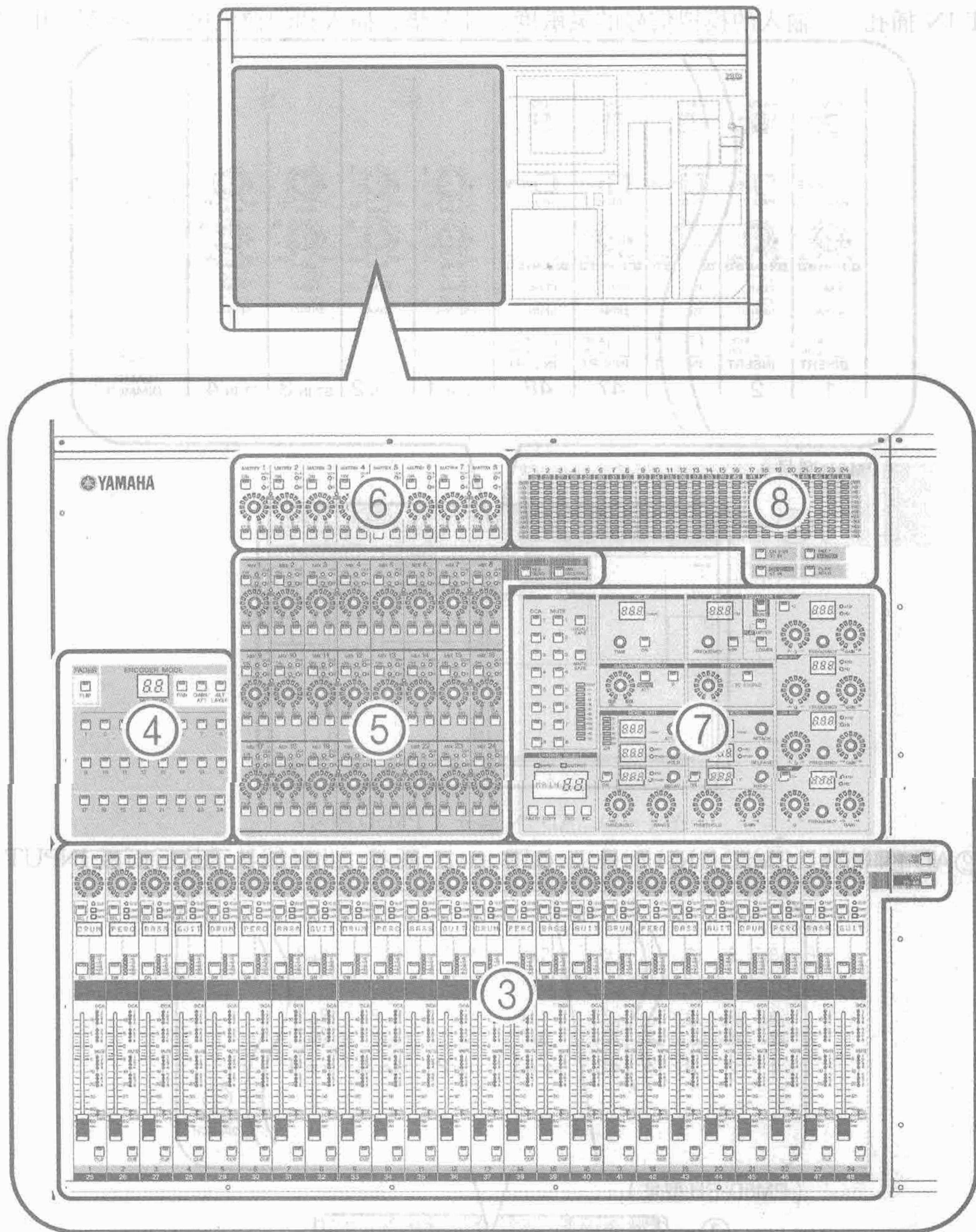


图 1—21 前面板的主要功能部分

③INPUT 通道控制条部分: 此部分控制输入通道 1-48 的主要参数。

④FADER FLIP/ENCODER MODE 部分: 可选择由 INPUT 通道控制条③的推子/编码器控制的参数。

⑤MIX 部分: 此部分控制从输入通道发送到 MIX 母线的信号的开/关状态和发送电平, 并调节 MIX 通道的主电平。



⑥MATRIX 部分：此部分控制从 MIX 通道发送到 MATRIX 母线的信号的发送电平，并调节 MATRIX 通道的主电平。

⑦SELECTED CHANNEL 部分：在此部分中，可查看和控制当前所选输入通道或输出通道的混音参数。

⑧电平表部分：此部分包括显示按键操作所选的输入通道的输入电平、输出通道的输出电平以及 CUE 监听的峰值电平计。

上面板中还有其他功能部分，如图 1—22 所示。

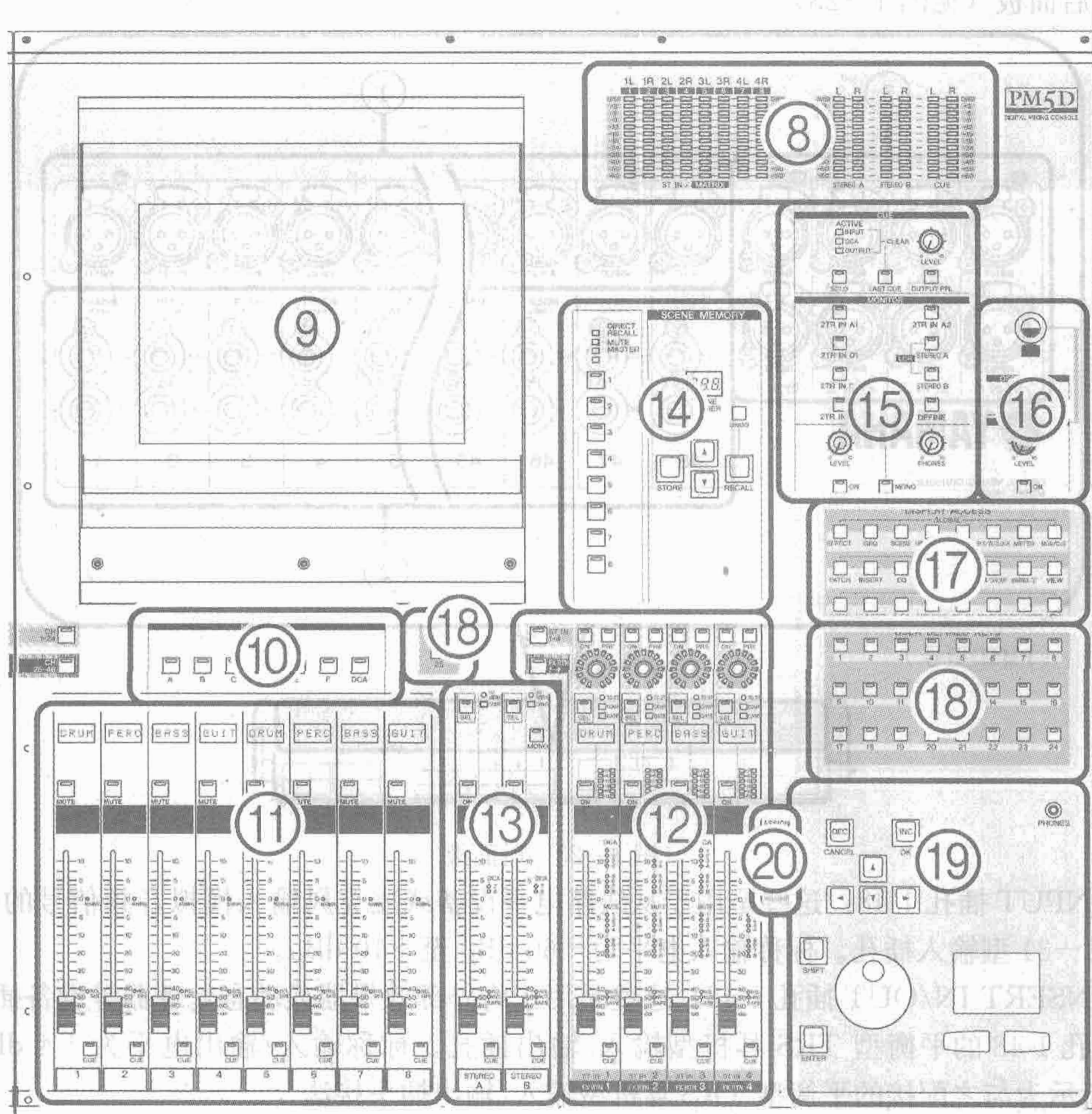


图 1—22 上面板的其他功能部分

⑨显示屏：此显示屏显示操作 PM5D 所需的信息，并可进行系统全体设定以及控制输入和输出通道的混音参数。

⑩FADER MODE 部分：在此处可选择由 DCA 控制条部分 (K) 的推子控制的通道或 DCA 编组的组合。

⑪FADER MODE 部分：在此处可选择由动态信道分配 (DCA) 控制条部分③的推子控制的通道或动态信道分配 (DCA) 编组的组合。



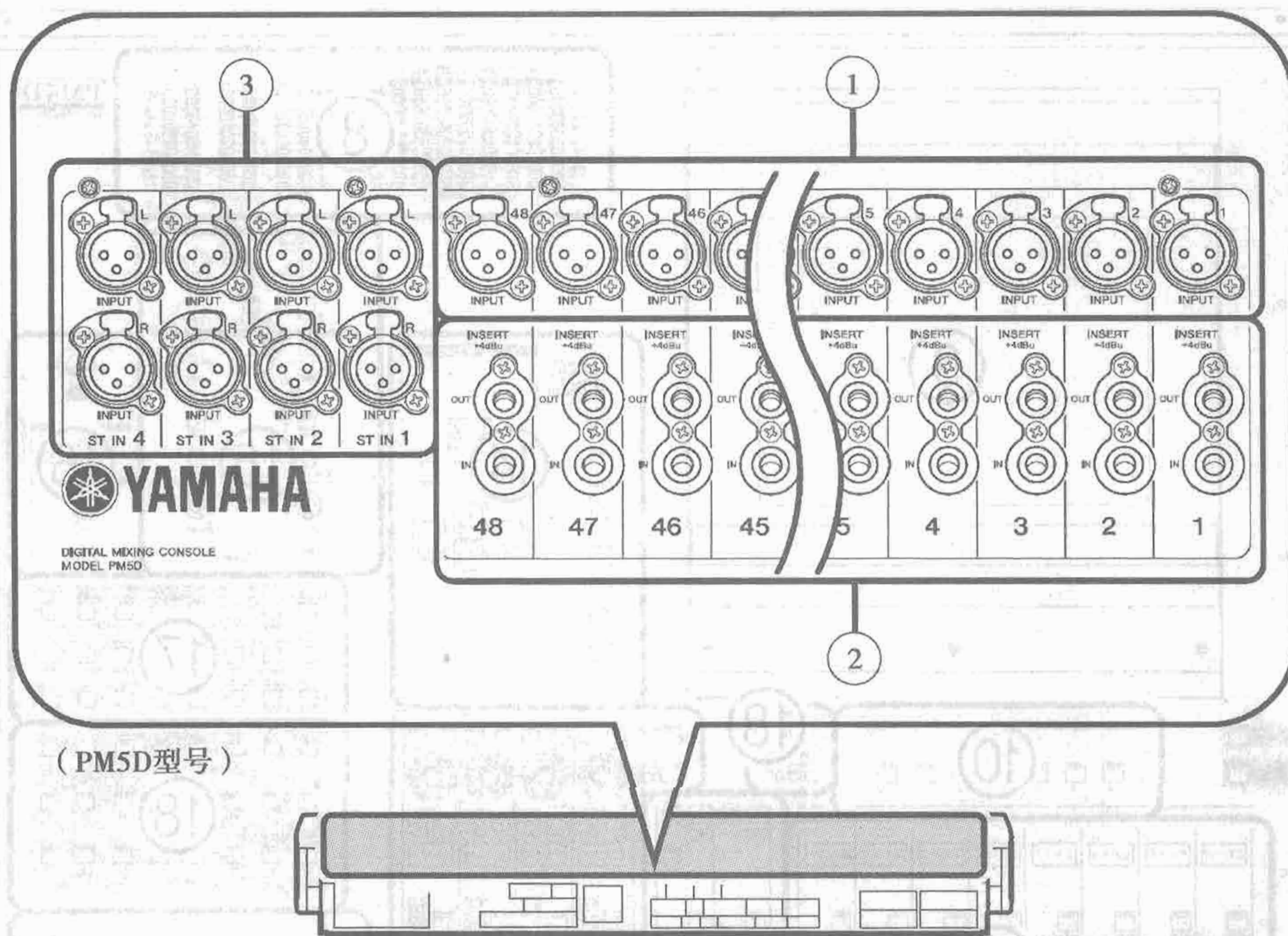
⑫DCA (动态信道分配) 控制条部分: 在此部分中, 可控制分配至 DCA 编组 1-8 的通道。

⑬ST IN/FX RTN (立体声输入/效果返回) 通道控制条部分: 此部分控制 ST IN 通道 1-4 或 FX RTN 通道 1-4 的主要参数。

⑭STEREO (立体声) 控制条部分: 此部分控制 STEREO A/B 通道的主要参数。

⑮SCENE MEMORY 部分: 此部分将混音参数作为场景记忆存储/调用。静音组 1-8 的静音操作也在此部分中执行。

## 2. 后面板 (见图 1—23)



(PM5D型号)

图 1—23 后面板

①INPUT 插孔 1-48: 这些是用于从线路电平设备或麦克风输入模拟音频信号的平衡型 XLR-3-31 型输入插孔。标称输入电平为  $-60 \text{ dB}\mu$  至  $+10 \text{ dB}\mu$ 。

②INSERT IN/OUT 插孔 1-48: 这些是用于将外部效果器或动态处理器等设备插入 INPUT 插孔 1-48 的平衡型 TRS 耳机型输入/输出插孔。标称输入/输出电平为  $+4 \text{ dB}\mu$ 。图 1—24 所示为与之配接的平衡型 TRS 耳机型输入/输出插头接法。

③ST IN (立体声输入) 插孔 1-4: 这些是用于从线路电平设备输入模拟音频信号的平衡型 XLR-3-31 型输入插孔。标称输入电平为  $-34 \text{ dB}\mu$  至  $+10 \text{ dB}\mu$ 。与之配接的平衡型 XLR-3-31 型插头如图 1—25 所示。

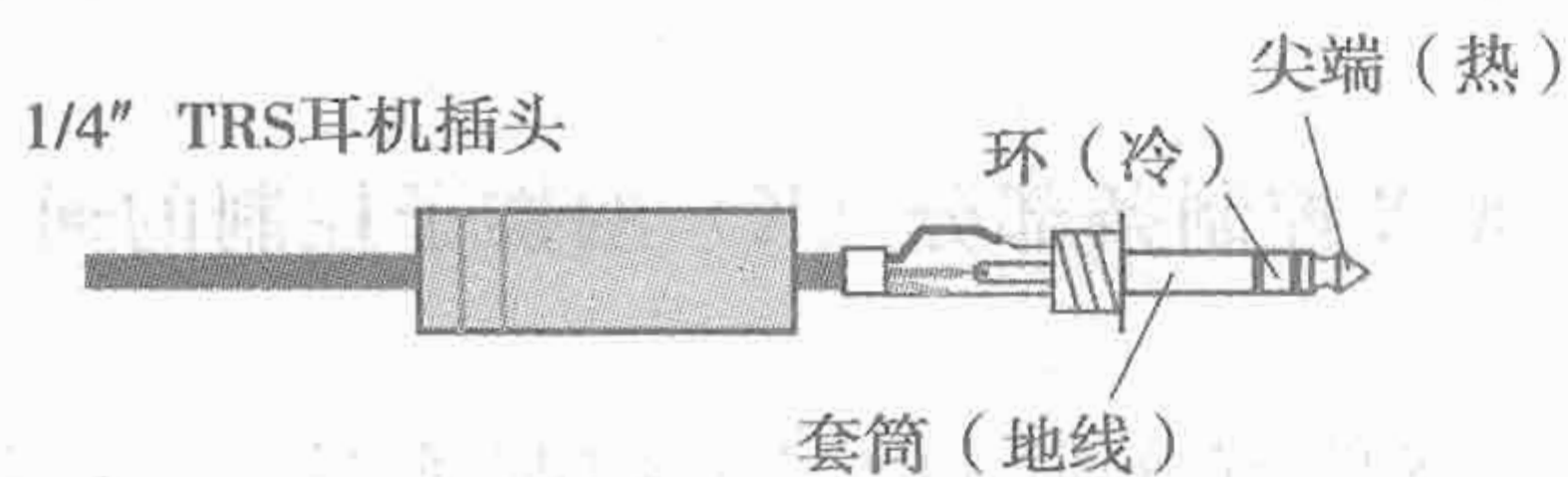


图 1—24 平衡型 TRS 耳机型输入/输出插头接法

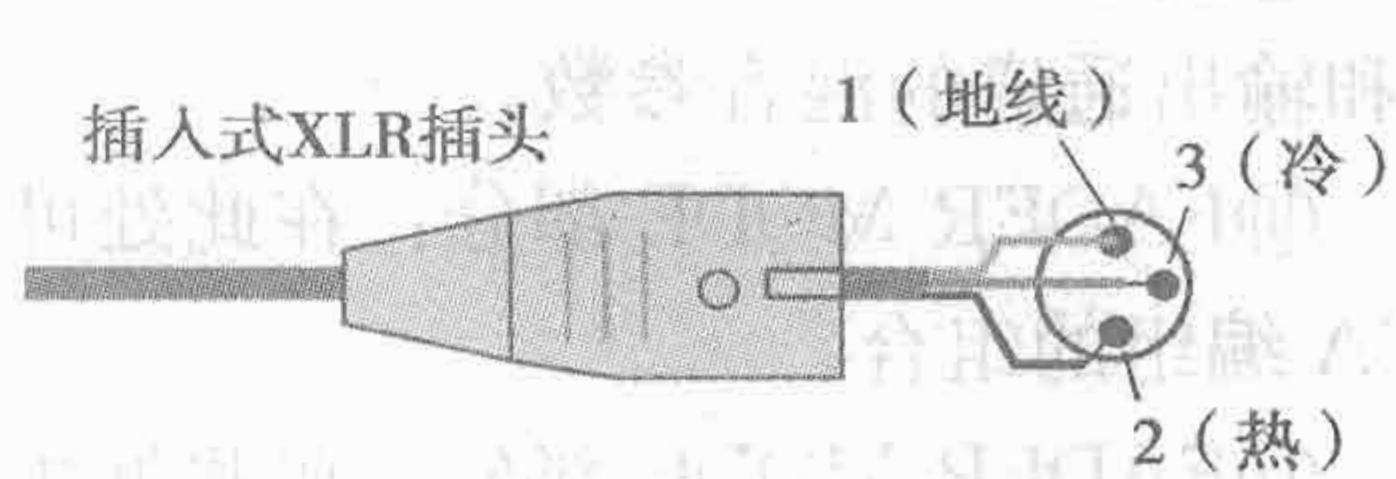


图 1—25 平衡型 XLR-3-31 型插头



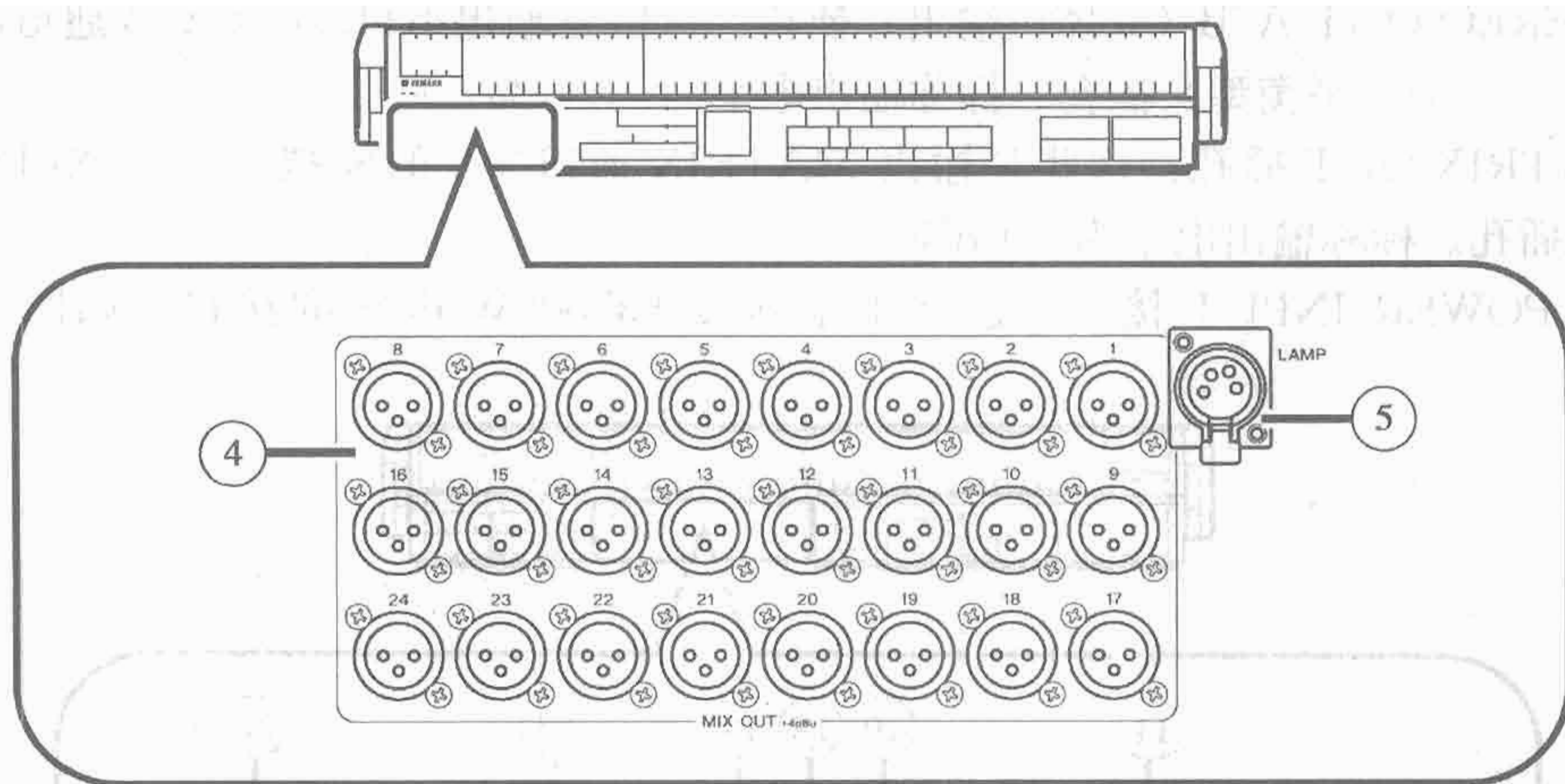


图 1—26 平衡型 XLR—3—31 型输入插孔

④MIX OUT 插孔：这些是输出模拟信号（如从 MIX 通道 1-24 分配）的 XLR—3—32（平衡型）插孔，如图 1—27 所示。标称输出电平为 +4 dB $\mu$ 。

⑤LAMP（专用照明灯电源）接口：这是用于向照明灯供电的 4 针凹入式 XLR 输出插孔，如图 1—26 所示（这些插孔分 3 个位置配备）。

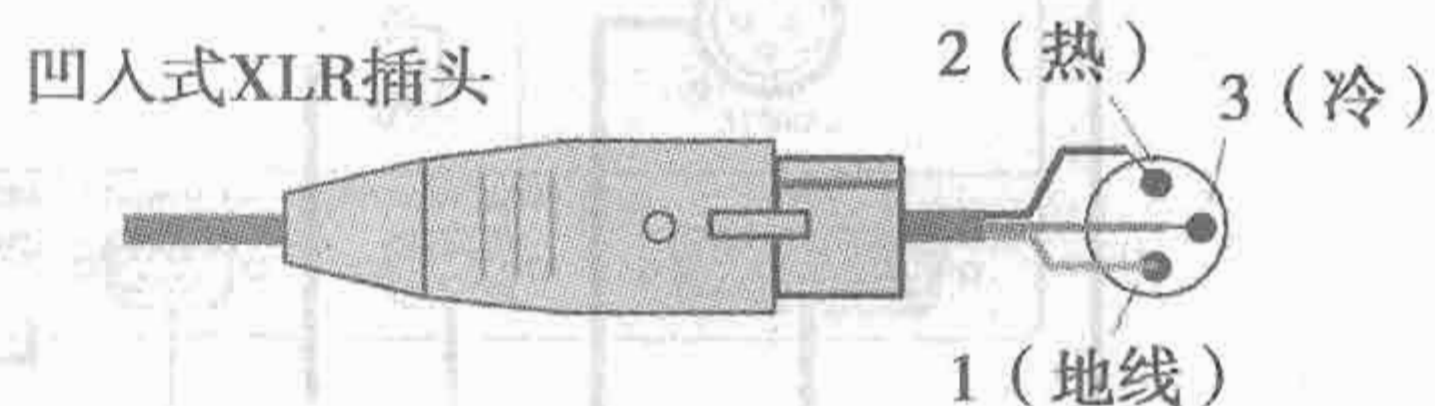


图 1—27 XLR—3—32（平衡型）插孔

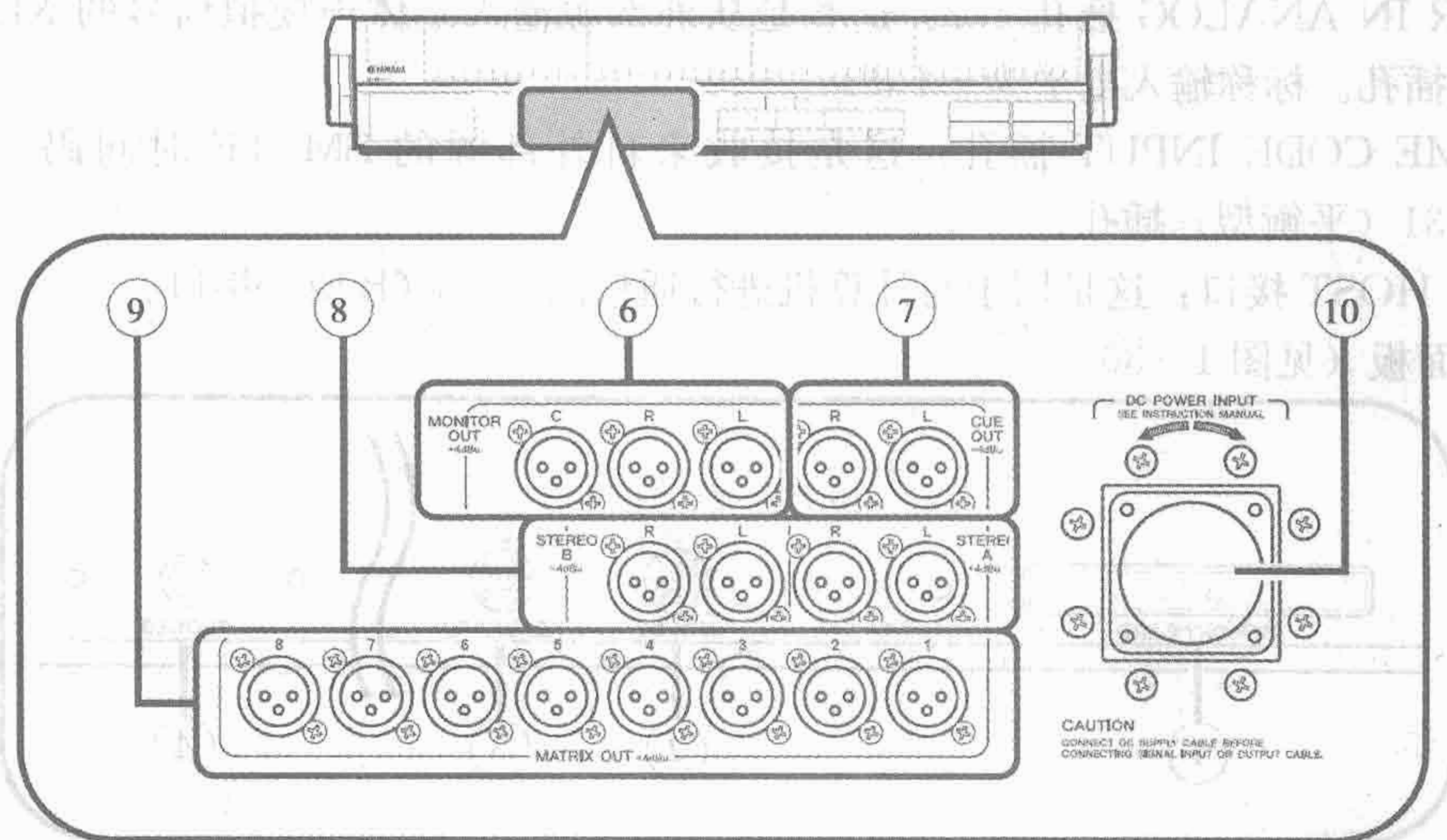


图 1—28 ⑨~⑬各接口

⑥MONITOR OUT（监听输出）插孔：这些是输出上面板的 MONITOR 部分所选监听信号的 XLR—3—32（平衡型）插孔。标称输出电平为 +4 dB $\mu$ 。

⑦CUE（选听开关）OUT 插孔：这些是从通过 [CUE] 键所选通道输出信息 CUE 监听信号的 XLR—3—32（平衡型）插孔。标称输出电平为 +4 dB $\mu$ 。



⑧STEREO OUT A/B (立体声输出) 插孔: 这些是输出 STEREO A/B 通道的模拟信号的 XLR-3-32 (平衡型) 插孔。标称输出电平为 +4 dB $\mu$ 。

⑨MATRIX OUT 插孔: 这些是输出 MATRIX 通道 1-8 的模拟信号的 XLR-3-32 (平衡型) 插孔。标称输出电平为 +4 dB $\mu$ 。

⑩DC POWER INPUT 接口: 这是用于连接 PW800W 电源的接口, 如图 1-28 所示。

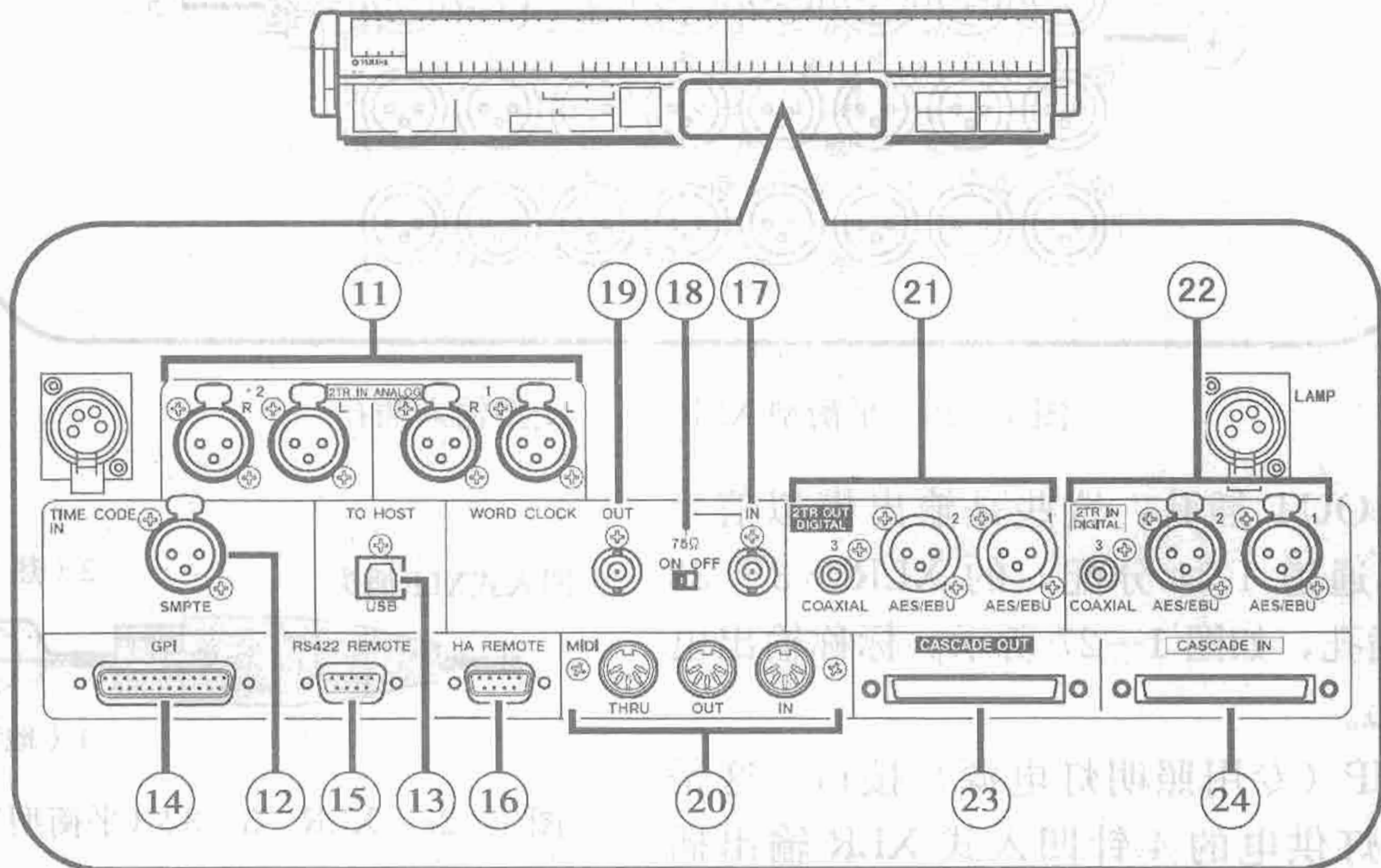


图 1-29 ⑭~⑯所列各接口

⑪2TR IN ANALOG 插孔 1/2: 这些是从外部源输入立体声模拟信号的 XLR-3-31 (平衡型) 插孔。标称输入电平为 +4 dB $\mu$ 。

⑫TIME CODE INPUT 插孔: 这是接收来自外部源的 SMPTE 时间码 (LTC) 的 XLR-3-31 (平衡型) 插孔。

⑬TO HOST 接口: 这是用于与计算机进行通信的 USB (B 型) 接口。

### 3. 前面板 (见图 1-30)

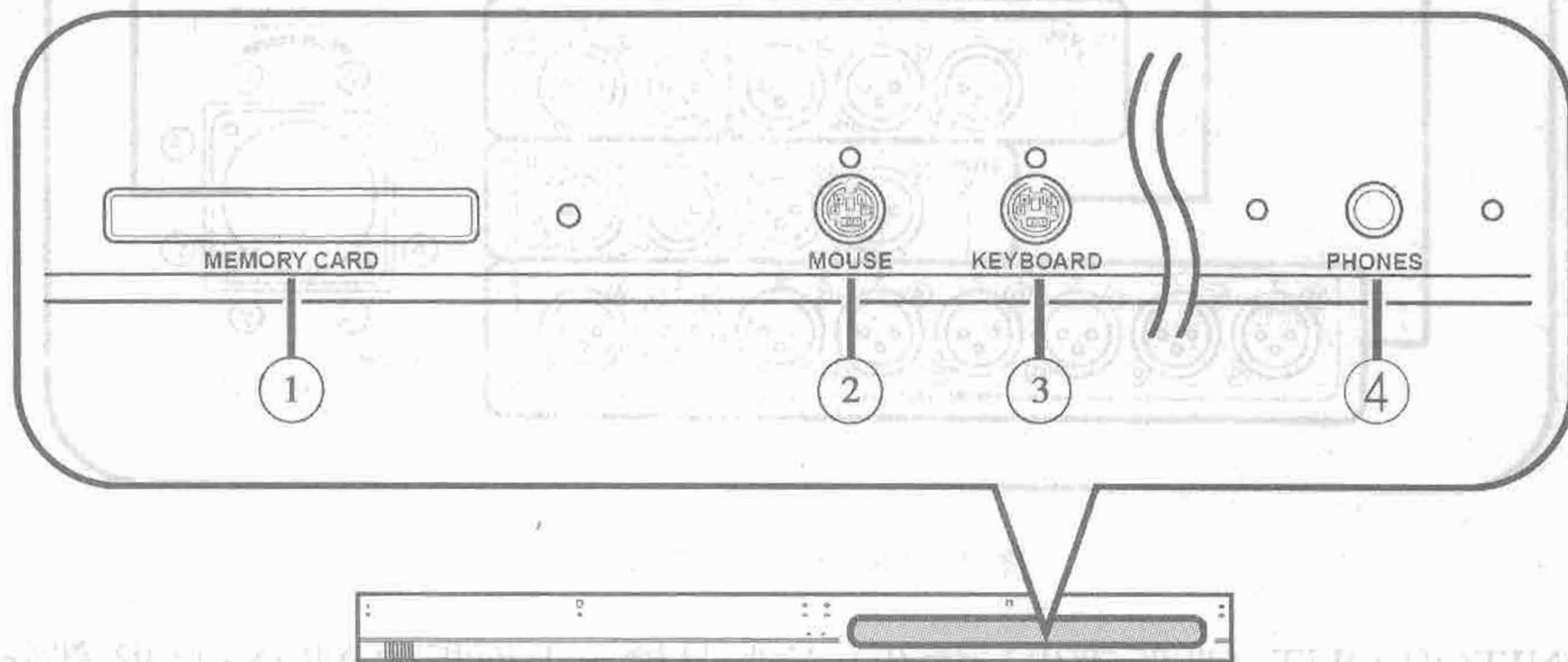


图 1-30 前面板

①MEMORY CARD (存储卡) 插槽: 此插槽中可插入存储卡, 以便保存/载入场景记忆或库数据。可使用 PCMCIA II 型闪存 ATA 卡, 或插入 PC 卡转接器的微型闪存卡。

②MOUSE (鼠标) 接口: 此接口可连接 PS/2 鼠标, 以便在显示屏上进行操作。



③KEYBOARD (键盘) 接口: 此接口可连接 PS/2 键盘, 以便在显示屏上输入文字或进行操作。

④PHONES (耳机) 插孔: 此耳机插孔可监听 MONITOR OUT 或 CUE 信号。

## 六、数字调音台操作举例

### 1. 改变输入跳线分配设定操作

在输入跳线分配部分, 可将输入端口分配至输入通道。在 PM5D 的默认状态下, 输入跳线分配设定将下列信号分配至输入通道, 见表 1—3。

表 1—3 通道分配列表

输入通道 1-48	从 INPUT 插孔 1-48 输入信号
ST IN 通道 1-4	从 ST IN 插孔 1-4 (L/R) 输入信号
FX RTN 通道 1-4	输出内部效果 1-4 (L/R) 的信号

但是, 如果想要从安装在插槽 1-4 中的 I/O 卡输入信号或从要分配至输入通道的 2TR IN DIGITAL 插孔输入信号, 则需要编辑输入跳线分配设定。以下为操作方法。

(1) 在 DISPLAY ACCESS 中, 按 INPUT [PATCH] 键数次进入 INPUT PATCH 画面, 如图 1—31 所示。

INPUT PATCH (输入跳线分配)

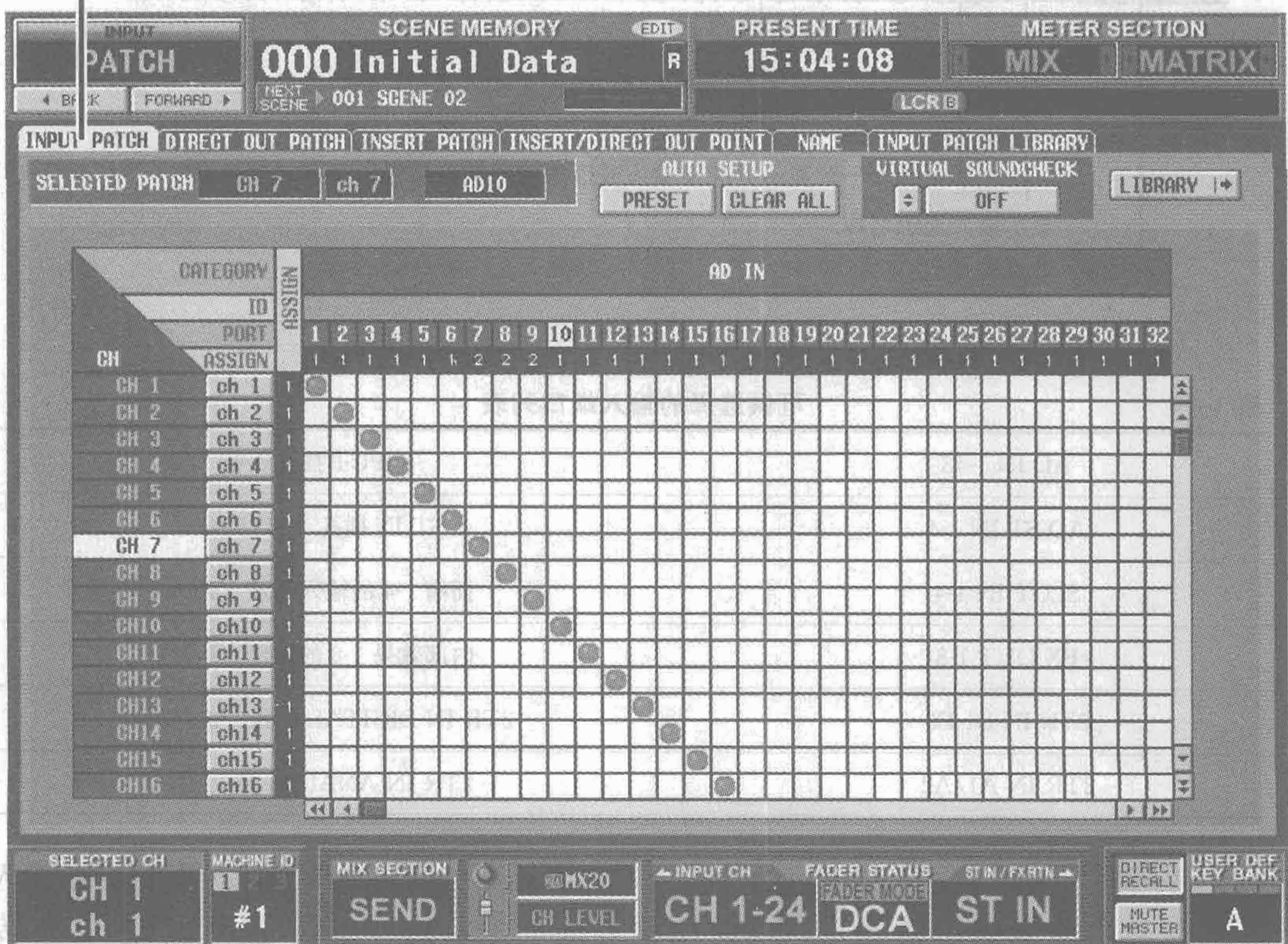


图 1—31 INPUT PATCH 画面



在 INPUT PATCH (输入跳线分配) 画面中, 可将输入端口 (后面板输入插孔或 I/O 卡的输入通道) 分配至输入通道。画面的水平方向显示输入端口 (即分配源), 画面的垂直方向显示输入通道 (即分配目的地)。如果某个输入端口分配至输入通道, 则在交叉格中将显示 ● 符号。

(2) 使用左/右滚动条显示分配源输入端口。画面的水平方向显示分配源的输入端口类型、ID 编号、端口编号以及所分配的输入通道编号。若要查看当前未显示的输入端口, 可使用水平滚动条或 [DATA] 编码器, 如图 1—32 所示, 列表见表 1—4。

从上到下分别显示的是输入端口类型和 ID 编号、端口编号以及当前所分配的输入通道编号

CATEGORY		ASSIGN	AD IN																			
CH	ASSIGN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
CH 1	ch 1	1	●																			
CH 2	ch 2	1		●																		
CH 3	ch 3	1			●																	
CH 4	ch 4	1				●																
CH 5	ch 5	1					●															

若要将输入端口分配至输入通道, 请单击此格子, 以显示 “●” 符号

显示分配至输入通道的输入端口编号

显示输入通道名称

显示输入通道编号

图 1—32 通道分配显示状态

表 1—4 可供选择的输入端口列表

AD IN 1-48	INPUT 插孔 1-48
AD ST IN 1-4	ST IN 插孔 1-4 (L/R)
SLOT IN 1-4	插槽 1-4 的输入通道 (1-16)
FX OUT 1-8	内部效果 1-8 的输出 (L/R)
2TR IN D1-D3	2TR IN DIGITAL 插孔 1-3 (L/R)
2TR IN A1/A2	2TR IN ANALOG 插孔 1/2

(3) 使用垂直滚动条显示分配目的地输入通道。画面的垂直方向显示分配目的地输入通道。若要查看当前未显示的通道, 可使用垂直滚动条, 也可按住 [SHIFT] 键并转动 [DATA] 编码器。可选择输入通道见表 1—5 所示。



表 1—5

可选择的输入通道

CH 1-48	输入通道 1-48
ST IN 1L/1R-ST IN 4L/4R	ST IN 通道 1-4 (L/R)
FX RTN 1L/1R-FX RTN 4L/4R	FX RTN 通道条 1-4 (L/R)

(4) 单击所需的分配源和分配目的地交叉部分的格子。垂直和水平红线显示的是光标所处的格子位置。画面左上部分的 SELECTED PATCH 区域显示的是光标所处格子的输入端口和输入通道，如图 1—33 所示。



图 1—33 通道状态显示

当单击格子时，将出现要求确认是否要改变分配设定的窗口。单击窗口中的 [OK] 按钮，新分配将被完成，“●”符号将出现在相应格子中。若要取消分配，可再次单击“●”符号。

## 2. 改变输出跳线分配设定

在输出跳线分配部分中，可将输出通道分配至输出端口。在 PM5D 的初始状态下，MIX 通道 1-24 被分配至 MIX OUT 插孔 1-24。其他输出通道始终连接至下列输出插孔，见表 1—6。

表 1—6

输出通道列表

MIX 通道 1-24	MIX OUT 插孔 1-24
STEREO A/B 通道	STEREO OUT 插孔 A/B
MATRIX 通道 1-8	MATRIX OUT 插孔 1-8
MONITOR OUTPUT L/R/C	监听输出插孔 L/R/C

但是，可对输出跳线分配设定进行编辑，使这些输出通道的信号也从其他并行输出端口发送出来。操作方法如下：

(1) 在 DISPLAY ACCESS 部分，按 OUTPUT [PATCH] 键数次，进入 OUTPUT PATCH 画面，如图 1—34 所示。

在 OUTPUT PATCH (输出跳线分配) 画面中，可将输出通道分配至输出端口。画面的水平方向显示输出端口 (即分配目的地)，画面的垂直方向显示输出通道 (即分配源)。当 PM5D 处在默认状态下时，MIX 通道 1-24、MATRIX 通道 1-8 和 STEREO A 通道不仅分配至始终连接的输出插孔，还分配至插槽 1-4 和 2TR OUTDIGITAL 插孔的输出通道。但是，可任意改变此分配方式。

(2) 使用水平滚动条显示分配目的地输出端口。画面的水平方向显示分配目的地的输出端口类型、ID 编号、端口编号以及所分配的输出通道编号，如图 1—35 所示。可供选择的



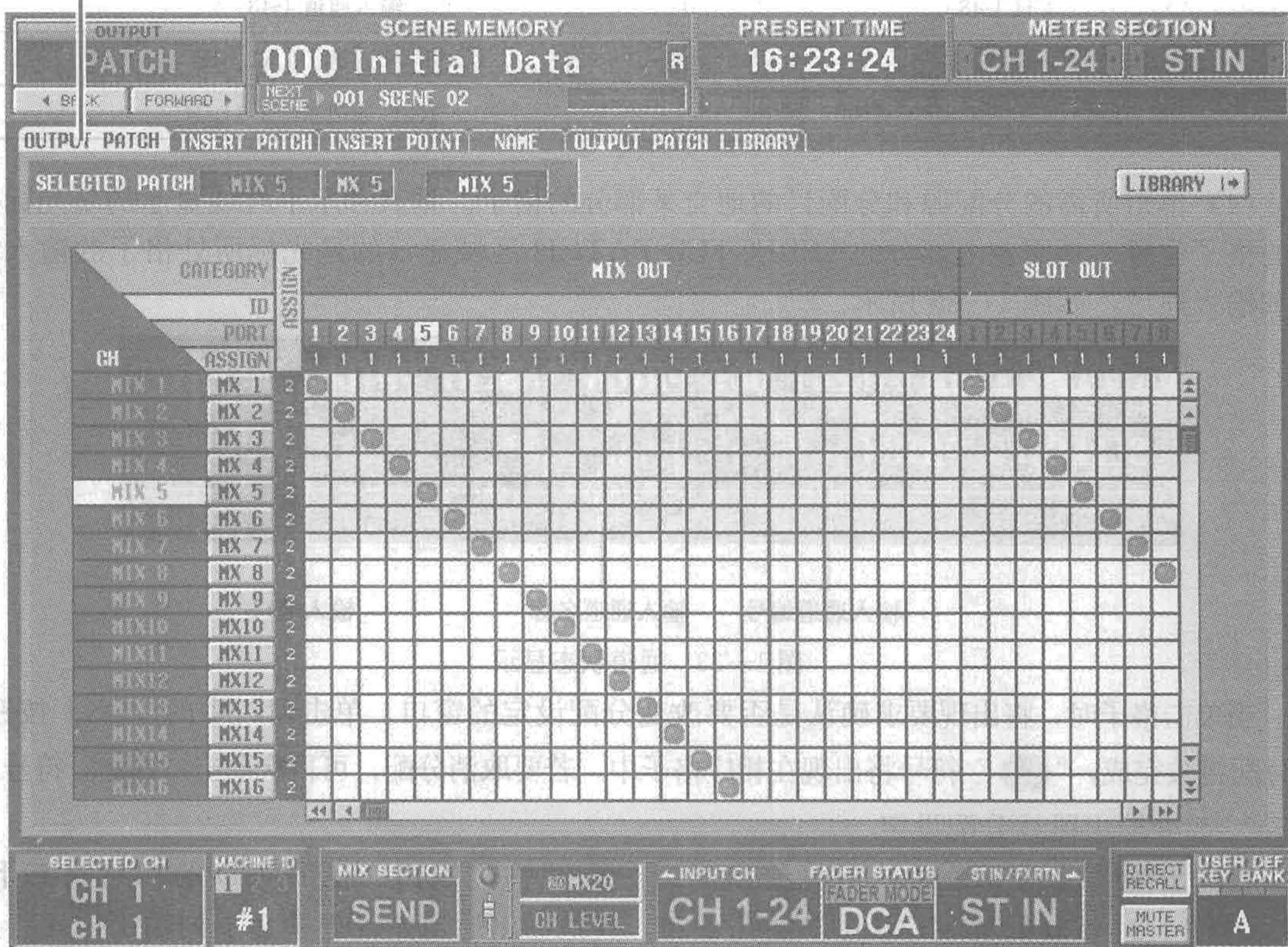


图 1-34 OUTPUT PATCH (输出跳线分配) 显示画面

输出端口见表 1-7。

从上到下，此区域显示的是输出端口类型、ID编号以及所分配输出通道的编号

CATEGORY	ID	PORT	ASSIGN	MIX OUT																		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
CH	ASSIGN			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
MIX 1	MX 1	2	2	●																		
MIX 2	MX 2	2	2		●																	
MIX 3	MX 3	2	2			●																
MIX 4	MX 4	2	2				●															
MIX 5	MX 5	2	2					●														

若要将输出端口分配至输出通道，单击此格子，以显示“●”符号

显示分配至输出通道的输出端口编号

显示输出通道编号

图 1-35 输出通道状态显示



表 1—7

可供选择的输出端口

MIX OUT	MIX OUT 插孔 1-24
SLOT OUT 1-4	安装于插槽 1-4 的 I/O 卡的输出通道 (1-16)
FX IN 1-8	内部效果 1-8 的输入 (L/R)
2TR OUT D1/D2	2TR OUT DIGITAL 插孔 1-2 (L/R)

(3) 使用垂直滚动条显示分配源输出通道。画面的垂直方向显示分配源输出通道，见表 1—8。

表 1—8

可供选择的输出通道

MIX 1-24	MIX 通道 1-24
MATRIX 1-8	MATRIX 通道
ST AL/AR	STEREO A 通道 1-8 (L/R)
ST BL/BR	STEREO B 通道 (L/R)
MONITOR L/R/C (PM5D)	监听输出 (L/C/R)
CUE L/R (DSP5D)	CUE 信息输出 (L/R)
TALKBACK OUT	对讲输出
OSC OUT	振荡器输出

(4) 单击所需的分配源和分配目的地交叉部分的格子。画面左上部分的 SELECTED PATCH 区域显示的是光标所处格子的输出端口和输出通道，如图 1—36 所示。



图 1—36 输出端口和输出通道显示

当单击格子时，将出现要求确认是否要改变分配设定的窗口。

(5) 单击窗口中的 [OK] 按钮。新分配将被完成，“●”符号将出现在相应的格子中。若要取消分配，请再次单击“●”符号。

除此以外，雅马哈 PM5D 数字调音台还具有自带效果器、均衡器、压限器、噪声门、环绕声处理等众多音频信号处理功能，这里不再一一列举。



## 第二章

# 数字图像技术

在传统照相机和摄影机中，景物通过镜头在感光胶片上形成影像，胶片上相应的部分发生光化学反应从而将影像留了下来，由于快门的作用活动影像会被“凝结”成一幅幅静止的图像。不同之处是照相机摄取单幅图像，而摄影机则按一定的时间间隔连续摄取图像（传统电影常为 24 幅/秒）。作为现代科技产物的数码照相机与数码摄像机采用图像传感器替代胶片摄取图像，用控制取样时间的长短来代替快门，用半导体存储器或磁带来记录摄取的一幅幅图像。由于摄取静止图像与活动图像的差异性越来越小，所以数码照相机常常带有摄像功能，而数码摄像机又常带有照相功能。由于数码照相机和数码摄像机的处理电路和存储器只能处理二进制数格式的数据，因此经光电转换和数字化后的图像信号需按一定的格式进行编码，同时为了让有限的存储空间记录更多的图像信息，还必须对数字图像信号经行压缩处理。下面将简要地介绍数字图像采集与处理的相关基础知识。

### 第 1 节 数字图像技术基础

#### 一、图像传感器种类

目前数码照相机与数码摄像机常用的图像传感器有电荷耦合器件图像传感器 CCD (Charge Coupled Device) 和互补性氧化金属半导体 CMOS (Complementary MetalOxide Semiconductor) 两种，两者在性能和用途上各有千秋。

##### 1. 电荷耦合器件图像传感器 (CCD)

电荷耦合器件图像传感器的外形如图 2—1 所示。它使用一种高感光度的半导体材料制成，能把光线转变成电荷，电荷耦合器件图像传感器由许多感光单位组成，通常以百万像素为单位。当电荷耦合器件图像传感器 CCD 表面受到光线照射时，每个感光单位会将电荷反映在组件上，所有的感光单位所产生的信号加在一起，就构成了一幅完整的画面。

CCD 经过长达 35 年的发展，大致的形状和运作方式都已经定型。CCD 主要是由一个类似马赛克的网格、聚光镜片以及垫于

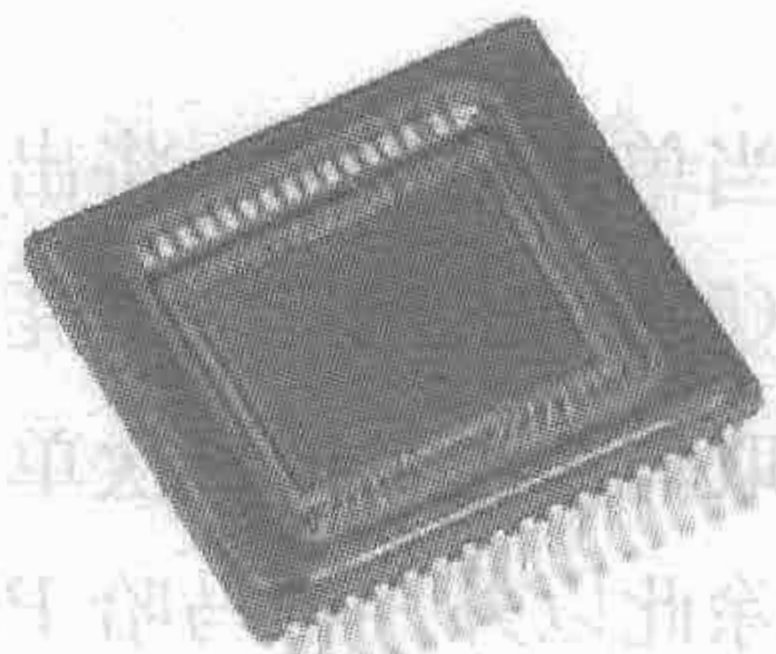


图 2—1 CCD 图像传感器



最底下的电子线路矩阵组成。CCD 传感器技术主要由索尼、夏普、松下等几家日本数码相机厂商拥有，技术已经相当成熟。如今，面对消费级数码相机应用的 CCD 传感器正朝小尺寸化方向发展，以满足消费者对数码相机小型化的需求；而针对单反数码相机市场，各 CCD 供应商已开发出 2 000 万像素以上的超级蜂窝 CCD 器件。例如，日本富士 2009 年初已发布了配备 2 068 万有效像素“超级蜂窝 CCD”的单反相机专用数码相机组件，摄影间隔约为 1.5 秒/张，最多可连拍 7 张，并具有大动态范围等特点。另外，为得到色彩丰富饱满的图片，在 CCD 传感器的色彩分辨率方面也有进展，索尼的四色滤光镜 CCD 相比传统三色 (R/G/B) 滤光镜增加了祖母绿色 (Emerald)，可减少色彩还原错误，使拍摄的自然色彩更接近于人眼所看到的颜色，对蓝绿色和红色的还原显著增强。

## 2. 互补性氧化金属半导体 CMOS

互补性氧化金属半导体 CMOS 和 CCD 一样同为在数码相机中可记录光线变化的半导体。CMOS 的制造技术和一般计算机芯片没什么差别，主要是利用硅和锗这两种元素制成，在 CMOS 上共存着带 N 型沟道 (带负电) 和 P 型沟道 (带正电) 的半导体，这两个互补效应所产生的电流可被处理芯片记录和解读成影像。然而，CMOS 的缺点就是太容易出现杂点，这主要是因为早期的设计使 CMOS 在处理快速变化的影像时，由于电流变化过于频繁而产生过热的现象。CMOS 传感器的供应商主要有佳能、美光、OmniVision 等公司，我国台湾地区也有能提供 300 万像素以下 CMOS 传感器的厂商。

## 3. CCD 与 CMOS 图像传感器的应用

目前，在数码相机和摄像机领域，普遍采用 CCD 传感器，其感光度及信噪比高、图像色彩艳丽、对比度强，尤其是图像暗部表现优秀，但由于材料和制造工艺特殊，只能做成单独的器件。带照相功能的手机、普通计算机用小型摄像头等以使用 CMOS 传感器为主。相比 CCD 传感器，CMOS 传感器具有很多优势。CMOS 传感器采用的是标准制造工艺，可利用现有的半导体制造设备制造，同时全球晶圆厂的 CMOS 生产线较多，大批量生产也有利于成本的降低。另外，CMOS 传感器的最大优势是它具有高度系统集成的条件，目前已可以将整机电路集成在一块芯片上 (包括图像存储单元)，CMOS 传感器还具有低功耗的特点。

由于半导体制造工艺的进步以及采用较大尺寸传感器可明显改善 CMOS 图像传感器的图像噪粒，其低功耗、单电源电压、便于集成等优势使 CMOS 传感器可以成功地与 CCD 相匹敌，目前 CMOS 传感器已经在高像素、大尺寸乃至全画幅 (与 35 mm 胶片画幅相等) 的高端单反相机中得到了越来越多的应用，如图 2—2 所示为全画幅 CMOS 图像传感器。不仅如此，专业级和广播级摄录产品的制造厂商索尼公司生产的高清晰度摄像机中也广泛使用了 CMOS 图像传感器，其最高像素数已达到了 2 000 万像素。

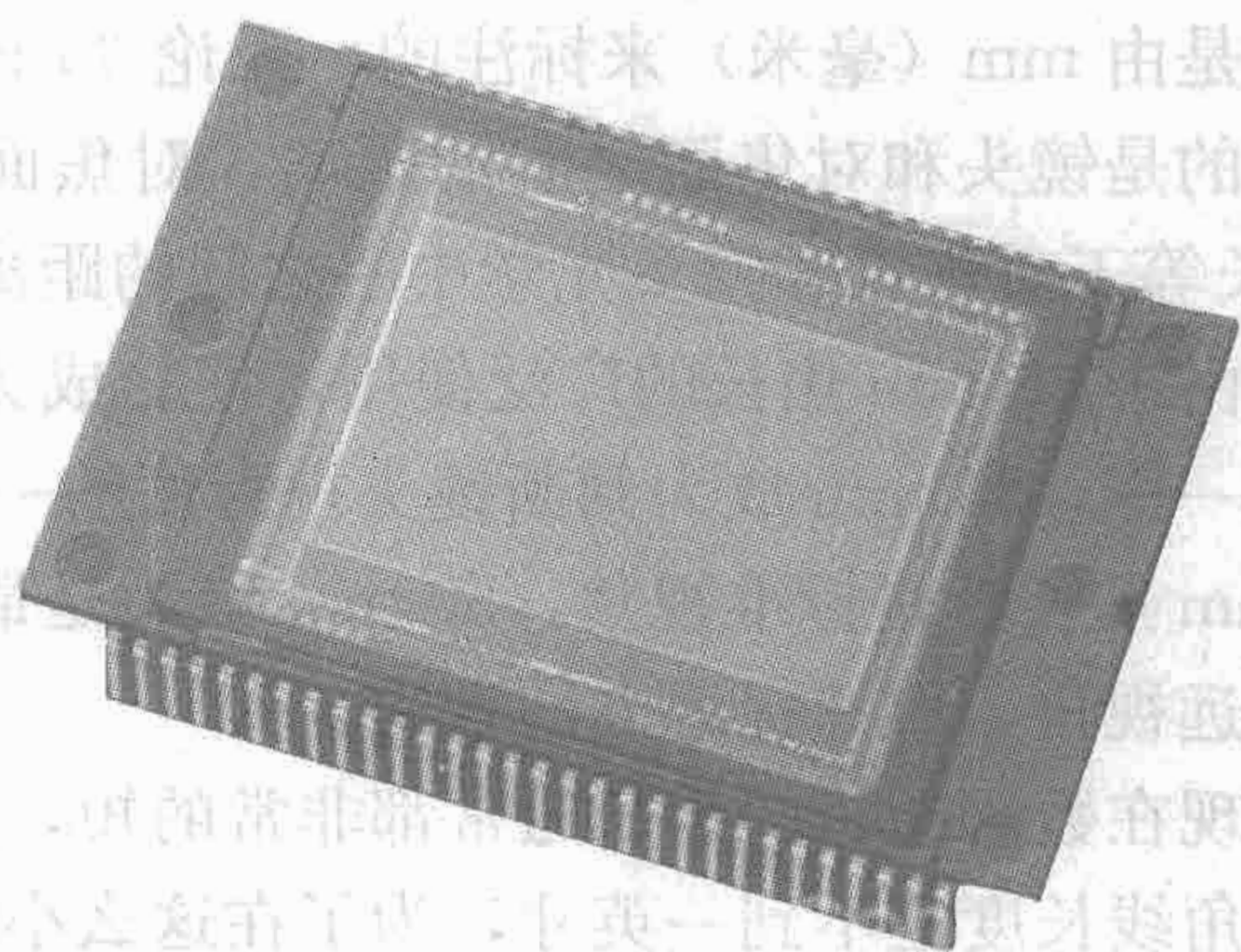


图 2—2 全画幅 CMOS 图像传感器



## 二、与图像传感器大小相关的特性

人们对图像传感器像素的要求越来越高，生产厂家的新产品发展战略也将像素数量的提高作为主要指标。

### 1. 提高同一尺寸图像传感器的像素

该方法适合在小型化的摄影摄像设备中使用，因这些产品的体积小，使用较小的图像传感器可在等效焦距（与 35 mm 相机参照）不变的同时大大减小光学系统的尺寸。在这种情形下，必须减小每个成像点的物理尺寸，这就使得每个成像点捕获的光子减少，感光度下降，加之小型镜头本身的进光量少，因此在较暗的拍摄环境中使用必须加装辅助照明。采用提高图像信号放大电路增益的方法可以提高其感光能力，但会使得图像质量大为下降。

### 2. 用加大尺寸的方法提高像素数量

这种方法不会减小每个成像点的物理尺寸，效果较好。由于图像传感器的尺寸在加大的同时必须加大光学系统的尺寸，所以这种方法常在高端产品中使用。在像素相同的前提下，图像传感器的尺寸越大，图像效果越好。

### 3. 全画幅图像传感器

传统的照相机胶卷为 35 mm 胶卷，35 mm 胶卷的感光面积为  $36\text{ mm} \times 24\text{ mm}$ 。达到这个尺寸的图像传感器被称为全画幅图像传感器。在单反数码相机中，很多都拥有接近 35 mm 的 CCD/CMOS 尺寸，例如佳能的 EOS-1Ds、EOS-5Ds 的 CMOS 面积也为  $36\text{ mm} \times 24\text{ mm}$ ，所以成像相对较好。

### 4. 35 mm 等值焦长

目前数码相机的成像器件面积多数小于普通的 135 胶卷（即 35 mm 胶卷相机）的面积，在视角相同的情况下，其镜头的光学焦距多小于普通 35 mm 胶卷相机。由于成像器件面积尺寸繁多，标注其真实光学焦距已无实际意义，加之人们已经习惯了 35 mm 胶卷相机的焦距与视角的实际关系，所以一般的数码相机或摄像机产品在标注其光学焦距的同时，还标注其相同视角 35 mm 胶卷相机的焦距，即“35 mm 等值焦长”，这样使用者才能准确判断其实际视角范围。

根据相机的光学原理，焦长越小，视角就越大，焦长越大，视角就越小。现在相机的焦长都是由 mm（毫米）来标注的，无论 35 mm 传统相机、数码相机或摄像机，镜头的焦长代表的是镜头和对焦面之间的距离，对焦面可以是胶片或者传感器。更准确的定义应该是“焦长等于对焦点和镜头光学中心之间的距离”。

由于 35 mm 焦长的广泛使用，使之成为了一种标尺，就像用米或者千克来度量长度和重量一样，35 mm 成为判断镜头视野度的一种标准。例如：28 mm 焦长可以实现广角拍摄，35 mm 焦长就是标准视角，50 mm 镜头是最接近人眼自然视角的，而 380 mm 镜头就属于超望远视角，可捕捉远方的景物。

现在数码相机的焦长通常都非常的短，这是因为绝大多数数码相机的传感器都很小，往往对角线长度还不到一英寸，为了在这么小的传感器上能够成像感光，就需要镜头和对焦面之间的距离很小，这就是为什么数码相机镜头的焦长数值都很小的缘故。

## 三、图像传感器的光学系统

如果把图像传感器比作眼球中的“视网膜”，那么光学系统就是眼球中的“晶状体”，离



开光学系统的图像传感器将发挥不了任何作用。光学系统不仅要把不同距离的景物清晰地成像在图像传感器上，还要能改变拍摄的视角，即通常所说的“推远”和“拉近”或称之为“变焦”。

光学变焦英文名称为 Optical Zoom，数码相机依靠光学镜头结构来实现变焦。数码相机的光学变焦方式与传统 35 mm 相机差不多，都是通过镜片移动来放大与缩小被拍摄的景物，光学变焦倍数越大，能拍摄的景物就越远。

### 1. 对焦范围

对焦范围即数码相机或摄像机能清晰成像的范围，通常分为一般拍摄距离与近拍距离，都标示为“ $\times \times \text{cm} \sim \infty$ ”，带近摄功能的数码相机或摄像机提供近距离拍摄功能（Macro），用来弥补一般拍摄模式下无法对焦的问题，适合用来拍摄精细的物体，但在 Macro 状态下无法对正常距离的拍摄对象实现对焦。

目前低端的数码相机或摄像机一般都只提供自动对焦功能，而中高端的数码相机或摄像机除了有普通自动对焦功能外，还提供智能对焦或手动对焦功能，如有些能识别人脸或跟踪拍摄者眼球的运动来准确调整对焦位置，以满足拍摄者的需求。

### 2. 微距拍摄

用微距拍摄可以把很普通的场景拍成戏剧性的场面，微距拍摄特别擅长表现花鸟鱼虫等细小的东西，对细节可以充分展示，而且也可以随心所欲地表现自己在选题、构图、用光方面的创意，不像拍摄风光、人物、民俗文化等题材，要受很多条件的制约。

微距摄影的目的是力求将主体的细节纤毫毕现地表现出来，把细微的部分巨细无遗的呈现在眼前。在微距摄影中，有一个名词是必须要认识的，它就是放大率（Magnification）。因为微距摄影其实就是放大摄影，故放大率直接影响着微距拍摄的效果。

现在的消费级数码相机、摄像机微距功能不等，有的为 10~20 cm，有的可以达到 1~2 cm 的微距。

对于单反数码相机来说，微距的拍摄能力由镜头所决定。现在，差不多每一只镜头皆有微距功能，但它们所指的微距功能其实是指镜头的近摄能力。一般来说，镜头的放大率要达到 1:2 甚至 1:1，才称得上是微距镜头。微距镜头是最易使用的微距拍摄器材，使用者无需外加任何配件便可立即使用。一般镜头的最高解像度和最高反差度是焦点在无限远时表现出来的，但微距镜头刚好相反，它的最高解像度和最高反差度是焦点在近距离时表现出来的，故要拍摄高质素的微距照片，必须选择微距镜头。

为配合不同的需要，市面上有不同焦距的微距镜头可供选择，由 20 mm 至 135 mm 不等。较广角的微距镜头多会连同伸缩腔一同使用。若使用 20 mm 微距广角镜头连同伸缩腔使用，便能做出高达 5:1~12:1 的放大率。

### 3. 光学变焦

光学变焦是通过镜头、物体和焦点三方的位置发生变化而进行的，如图 2—3 所示。

显而易见，要改变视角必然有两种办法，一种是改变镜头的焦距，即光学变焦，它是通过改变变焦镜头中的各镜片的相对位置来改变镜头的焦距；另一种就是改变成像面的大小，即数码变焦，它是通过改变成像面的对角线长短来调焦的。

一般来说，镜头越长的数码相机，其内部的镜片和感光器移动空间越大，所以变焦倍数也越大。而市面上的一些超薄型数码相机，一般没有光学变焦功能或者光学变焦的范围很小



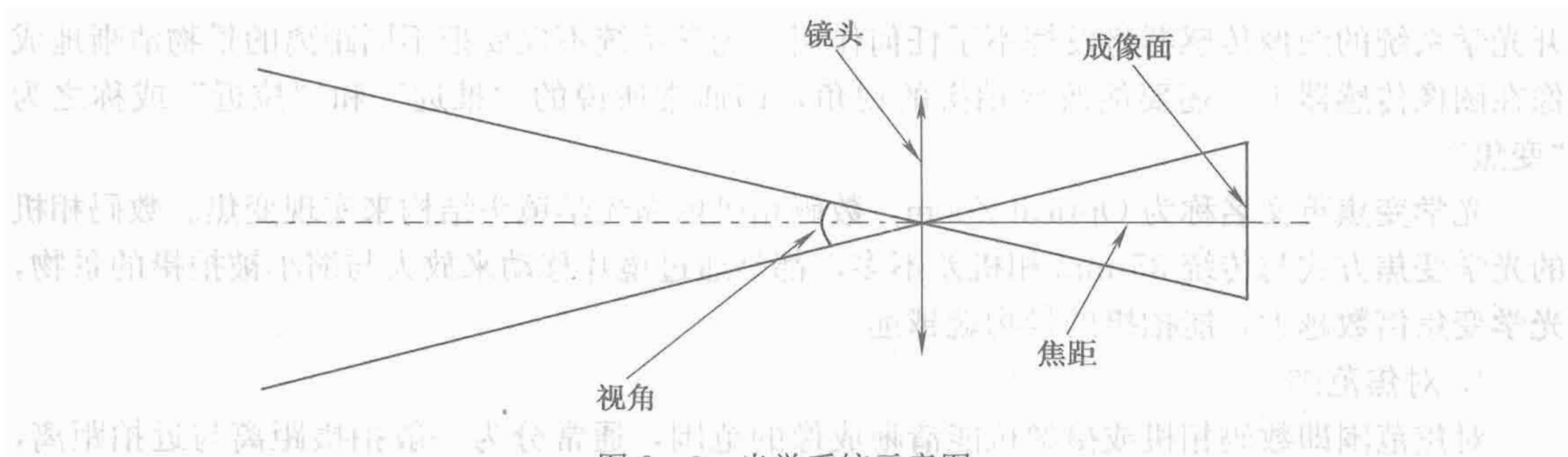


图 2—3 光学系统示意图

(一般小于 4 倍), 而像传统式样的数码相机, 虽然体积稍大, 但变焦范围却可达 10 倍或更高。由于光学变焦不缩小实际使用光电转换器件的尺寸, 因而图像的总像素水平不会下降。

#### 4. 数字变焦

数字变焦也称为数码变焦, 英文名称为 Digital Zoom, 数码变焦其实并非真实变焦, 而是通过数码相机内的处理器, 将图像的局部进行放大, 产生拍摄对象被“拉近”的感觉。由于仅使用了部分图像传感器面积, 所以会使图像的总有效像素减少, 图像效果变差, 如图 2—4 所示。



图 2—4 数码变焦示意图

a) 数字变焦前 b) 数字变焦后

与光学变焦不同, 数码变焦是在感光器件垂直方向上的变化, 而给人以变焦效果的, 如图 2—5 所示。

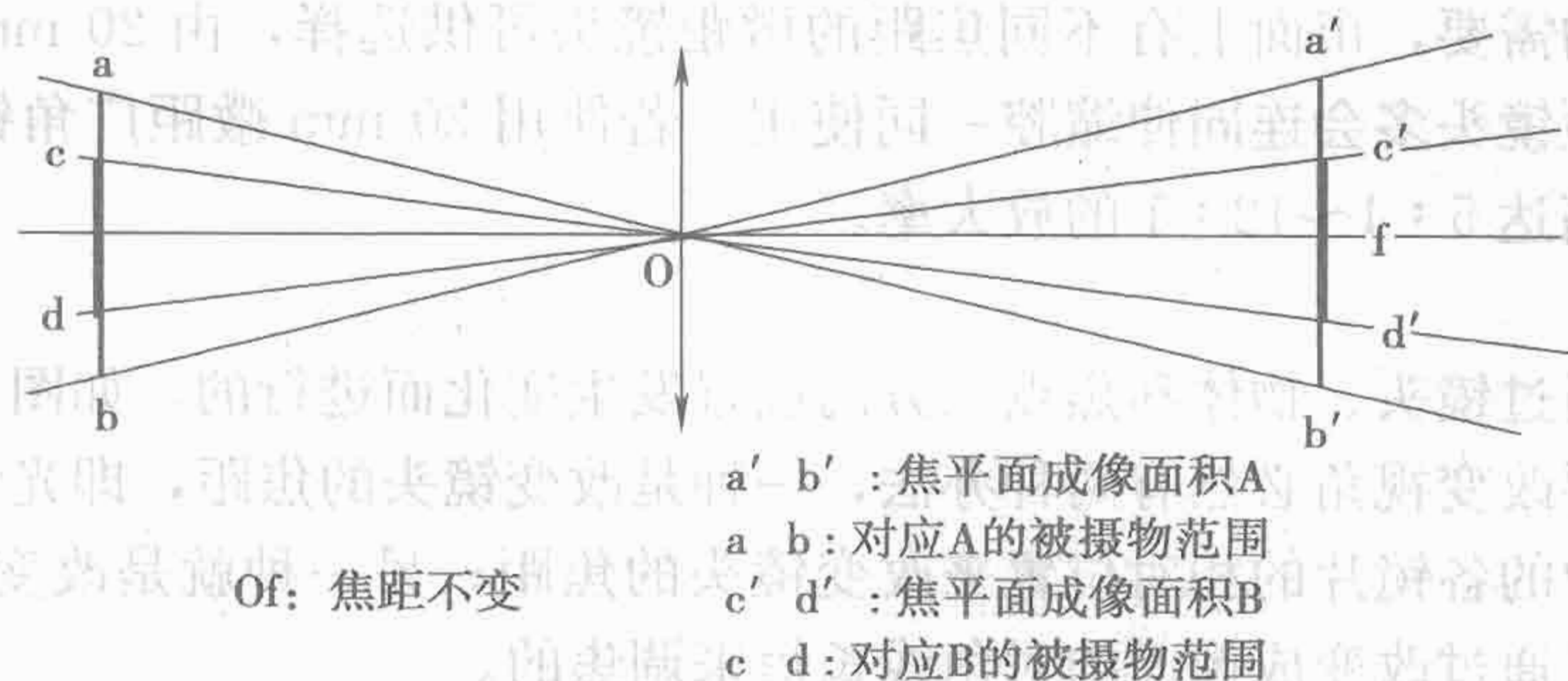


图 2—5 数字变焦示意图



通过数码变焦，拍摄的景物放大了，但它的清晰度会有一定程度的下降，所以数码变焦并没有太大的实际意义。但有些公司开发的技术可以改善数码变焦的主观视觉效果。

一台数码相机或摄像机的总变焦数为：光学变焦倍数×数字变焦倍数。为防止对图像要求较高的场合误用数字变焦，各厂家的产品一般都设计成可关闭数码变焦的操作方式。

从光学变焦实现的制造技术看，光电转换器件越小，镜头的实际焦距就越小，实现大倍率变焦就越容易。目前，一般数码相机的光电转换器件的尺寸远大于数码摄像机，因而其光学变焦倍率差距也较大：小型数码相机的光学变焦倍率都小于6倍，而数码摄像机的光学变焦倍率可达15倍以上。

## 5. 光圈范围

光圈英文名称为 Aperture，光圈是一个用来控制光线透过镜头，进入机身内感光面光量的装置，它通常是在镜头内。平时所说的光圈值 F2.8、F8、F16 等是“光圈系数”，是相对光圈，并非光圈的物理孔径，它与光圈的物理孔径及镜头到感光器件（胶片或 CCD 或 CMOS）的距离有关。

表达光圈大小用 F 值。光圈 F 值 = 镜头的焦距 / 镜头口径的直径，从以上的公式可知要达到相同的光圈 F 值，长焦距镜头的口径要比短焦距镜头的口径大。

当光圈物理孔径不变时，镜头中心与感光器件距离越远，F 数越小，反之，镜头中心与感光器件距离愈近，通过光孔到达感光器件的光密度越高，F 数就越大。完整的光圈值系列如下：F1、F1.4、F2、F2.8、F4、F5.6、F8、F11、F16、F22、F32、F44、F64。

这里值得一提的是光圈 F 值越小，在同一单位时间内的进光量便越多，而且上一级的进光量刚好是下一级的两倍，例如光圈从 F8 调整到 F5.6，进光量便变为原来的两倍，也说光圈开大了一级。多数非专业数码相机镜头的焦距短、物理口径很小，F8 时光圈的物理孔径已经很小了，继续缩小就会发生衍射之类的光学现象，影响成像。所以一般非专业数码相机的最小光圈都在 F8 至 F11，而专业型数码相机感光器件面积大，镜头距感光器件距离远，光圈值可以很小。对于消费型数码相机、摄像机而言，光圈 F 值常常介于 F2.8~F16 之间。此外许多数码相机在调整光圈时，可以做 1/3 级的调整。

## 6. 快门速度

快门速度是数码相机快门的重要参数，不同型号的数码相机的快门速度是完全不一样的，因此在使用某个型号的数码相机来拍摄景物时，一定要先了解其快门的速度，因为按快门时只有考虑了快门的启动时间，并且掌握好快门的释放时机，才能捕捉到生动的画面。

通常普通数码相机的快门速度大多在 1/1000 秒之内，基本上可以应付大多数的日常拍摄。快门不单要看“快”还要看“慢”，即快门的延迟，比如有的数码相机最长具有 16 秒的快门，可以用来拍摄夜景，然而快门速度太慢也会增加数码照片的“噪点”，即照片中会出现杂条纹。另外，主流的数码相机除了具有自动拍摄模式外，还必须具有光圈优先模式、快门优先模式。光圈优先模式就是由用户决定光圈的大小，然后相机根据环境光线和曝光设置等情况计算出快门的速度，这种模式比较适合照静止物体。而快门优先模式，就是由用户决定快门的速度，然后数码相机根据环境计算出合适的光圈大小来，快门优先模式比较适合拍摄移动的物体。在选购数码相机时，最好选购具有这几种模式的机型以保证拍摄的效果。



至于单反相机常见的 B 快门功能，虽然可自由决定曝光时间的长短，拍摄弹性更高，不过目前大多数的消费性数码相机都还不能支持，最多只能提供如 2 秒、8 秒、16 秒等较慢速度的默认值。

## 第 2 节 数字图像编码压缩技术

数字图像的编码压缩是一项非常重要的技术，它决定着数字图像技术能否普及应用。如建立在 MPEG 编码压缩技术基础上的 VCD 技术诞生前，60 分钟左右的音视频需存储在一张直径为 12 英寸（31 cm）的 LD 激光视盘上，其小型化应用几乎无从谈起。而应用了 MPEG 编码压缩技术后，一张直径为 12 cm 的普通 VCD 光盘可以播放 74 分钟普通清晰度的音视频，一张直径为 12 cm 的普通 DVD 光盘可以播放 135 分钟的高清晰度的音视频。如用压缩率更高的 Real 格式，一张直径 12 cm 的普通 DVD 光盘可以播放 8 小时以上。另外，如果没有编码压缩技术的参与，现有速度的网络根本不可能传送连续的视频信号。数字图像的编码压缩技术中的标准很多，原理也较复杂，因此只能就其主要特点作一简要介绍。

### 一、数字图像编码压缩的必要性

数字视频首先在后期制作应用中获得了成功。在后期制作中，虽然数字视频的制作成本高昂，但它可以复制无限次而无损伤。然而，后期制作中所使用的标准数字视频，其数据率高达每秒 200 兆比特以上，这就需要大容量的存储器和宽带传输。只有在存储器和带宽需求容易满足的情况下，数字视频才有可能获得广泛的应用。压缩的目的正在于此。压缩就是使数字视音频具有较低数据率的一种方式。压缩具有以下优点：

1. 对于给定的图像信号源素材，可大大减少数据的存储量。
2. 在实时工作时，压缩可降低所需带宽，使数据的传输速度更快。例如，在磁带和硬盘之间可以实现数据的快速传输；在后期应用中可以利用网络实现快速传输。
3. 采用压缩记录格式可以减少记录密度，这样就可以降低记录设备对环境因素和设备维护的要求。

### 二、静止图像的压缩处理

静止图像的压缩较为简单，首先把一整幅图像分割成若干个横条，然后再分割成易处理的像块。这样每个像块水平方向是 8 个像素点，垂直方向也是 8 个像素点，总的像素点数为 64 个（ $8 \times 8 = 64$ ），然后通过仅对每个像素块变化部分进行单独编码及降低非敏感区域编码率等方法即可减少数据量。静止图像的常见文件格式见表 2—1。

表 2—1 常见静止图像的文件格式

格式	全称	扩展名	备注
AGP	ArtGem 项目图形文件	.agp	使用 ArtGem 软件的推荐图形文件格式
AI	Adobe ILLUustrator 文档	.ai	不适用于 web。Adobe ILLUustrator 文件可以被 Adobe ILLUustrator, CorelDRAW 等程序编辑



续表

格式	全称	扩展名	备注
CDR	CorelDRAW 文档	.cdr	不适用于 web。CorelDRAW 文件可以被 CorelDRAW, Adobe ILLUustrator 等程序编辑
CPC	平面直角感知压缩 (Cartesian Perceptual Compression)	.cpc, .cpi	对于点阵图像格式具有很高的压缩比
GIF	交互图像格式 (Graphics Interchange Format)	.gif	适用于窄带连接, 可以实现透明和动画
ILBM	Inter Leaved Bit Map	.iff, .ilbm, .lbm	为 Amiga 图形设备硬件设计的平面图形图像格式
JPEG	联合影像专家组 (Joint Photographic Experts Group)	.jpg, .jpeg (containers: .jfif, .jfi)	尤其适合摄影照片图像
JPEG2000	联合影像专家组 (Joint Photographic Experts Group)	.jp2, .j2c	尤其适合摄影照片图像, 是 JPEG 的升级格式
PICT	PICT	.pict, .pic, .pct	MacOS 的元数据文件, 并不适用于发布和打印
PNG	跨平台网络图形 (Portable Network Graphics)	.png	开发此格式的目的是替代 GIF 格式
PSD	Photoshop 文档	.psd, .psb, .pdd	不适合在 web 上使用, 文件主要用于保存对于图像编辑以及操作的数据
PSP	Paint Shop Pro 文档	.psp	不适合在 web 上使用。仅可以使用支持该文件的程序编辑, 比如: Paint Shop Pro、GIMP 等
SVG	可缩放矢量图形 (Scalable Vector Graphics)	.svg, .svgz (压缩)	脚本化的矢量图像格式; 需要 Web 浏览器插件
TGA	Truevision Targa	.tga, .tpic	被很多三维渲染程序以及三维游戏使用
TIFF	标记图像格式 (Tagged Image File Format)	.tiff, .tif	扫描以及映像所使用的文档格式, 也常作为“容器”文件使用
BMP	Windows 位图	.bmp	简单并且无压缩的文件格式, 主要使用在 Microsoft Windows 操作系统上
WMPhoto	WindowsMedia photo	.wdp	轻量级、高性能、类似 TIFF 容器功能, 并且使用了高动态范围图像 (HDR) 编码的文件格式, 适用于摄影图片

### 三、视频信号 (活动图像) 的压缩处理

视频信号压缩实际上就是对活动图像信号进行压缩处理, 活动图像是由一幅一幅的静止图像组成的, 对它的压缩较静止图像复杂。一般根据一幅图像内容的特点和相邻帧之间的图



像内容的特点进行压缩。当需要保存时，可以将压缩后的信号刻录到光盘；当需要重放时，可以将压缩的信号恢复（扩展），再现原来的图像。这种图像信号的压缩和恢复的过程犹如牛奶变成奶粉以及再将奶粉冲成牛奶的过程。

### 1. 活动图像的压缩原理

活动图像在进行压缩处理时，是利用图像信号的静态特征和人眼的视觉特性来减少传输图像信号总量的。人眼对不同景物的感觉是不同的。如天空，它是一幅平淡无变化的单幅图像，人眼对它比较敏感，这种敏感称为错觉感很高；而飞机，它是比较复杂而又不断变化的活动图像，人眼对它不敏感，即使飞机有一些微小的变化也感觉不出来，这种敏感被称为错觉感很低。在图像压缩过程中，高错觉感的部分容易压缩，而低错觉感的部分难以压缩。

对于连续变化的相邻图像，人眼的感觉称为错觉。由于一幅一幅的电视图像在时间和空间上是相关的，所以图像是相似的，这种感觉可以使人从前一幅图像预测到下一幅图像。这种特点致使相邻图像越接近，错觉感越高；反之，图像变化越大，错觉感越低。

### 2. 活动图像的压缩方法

活动图像在压缩处理时，是利用帧间压缩的，即利用相邻帧在图像内容上的相似性进行处理的。当图像要记录保存时，图像的内容与前一帧相同的部分可以不必录入；有些图像的内容虽然与前一帧不完全相同，但可以根据移动矢量推测出后面图像的状态，这种情况也不需要录入全部信息，从而省去了很多信息。根据这个原理就可以进行帧间的图像压缩。

### 3. 数字图像编码压缩标准

(1) H. 261。国际电报联盟 ITU 编制的 H. 261 标准是第一个主流视频压缩标准。它主要针对双工视频会议应用，是为支持 40 kb/s~2 Mb/s 的 ISDN 网络设计的。由于可视电话对延迟敏感，用于双向的视频传送需实时编解码，因此复杂性设计得较低。

(2) MPEG-1。MPEG-1 是国际标准化组织 ISO 开发的第一个视频压缩标准。主要应用是数字媒体上动态图像与音频的存储与检索，速率为 1.15 Mb/s，主要用于 VCD。MPEG-1 与 H. 261 相似，不过编码器一般需要更高的性能，以便支持电影内容的较高运动性和优化人们的视觉感受。

(3) MPEG-2。MPEG-2 是专门针对 DVD 和数字电视开发的，它是迄今为止最成功的视频压缩标准。MPEG-2 既能够满足标准逐行视频的需求，又能够满足电视领域常用的隔行视频的需求。MPEG-2 建立在 MPEG-1 基础之上，并具备扩展功能，能支持隔行视频及更宽的运动补偿范围。MPEG-2 在传输速率为 4~8 Mb/s 时达到的质量适合消费类视频应用，因此它很快在许多应用中得到普及，如数字卫星电视、数字有线电视、DVD 以及高清电视等。MPEG-2 解码最初对于通用处理器及 DSP 具有很高的处理要求，常采用优化的固定功能 MPEG-2 解码器实现重放，随着处理器功能的日益强大以及专用多媒体指令的使用，软件实现 MPEG-2 解码已不成问题。

(4) H. 263。H. 263 是在 H. 261 之后开发的，主要是为了以更低的比特率实现更高的质量。其主要目标之一是通过普通的电话调制解调器传输质量可以接受的视频，其基本原理与 H. 261 大同小异。但是，H. 263 的发布并不能实现在普通电话线上传输质量理想的视频，



而且目前基于标准调制解调器的可视电话仍然是一个难题。不过，由于 H.263 一般情况下可提供优于 H.261 的效果，因此它成为了电视会议首选的标准。

(5) MPEG-4。MPEG-4 也是由 ISO 提出的，用来延续 MPEG-2 的成功。它的改进方面主要集中在了降低数据速率以及提高容错性上。MPEG-4 的复杂性与编码效率都高于 MPEG-2。由于其低数据率和高容错性的特点，正适合互联网视频的应用，因此它已成为了互联网流媒体专用 DivX 编解码器的基石。

(6) H.264。H.264 在压缩效率方面取得了巨大突破，在图像质量相当的前提下，可达到 MPEG-2 及 MPEG-4 标准 2 倍的压缩效率，部分应用甚至高达 4 倍。H.264 的改进创造了新的市场机遇，在传输一套模拟电视的 8MHz 频道内可以传输 6 套数字标准清晰度电视节目，在方兴未艾的数字电视产业链中有着很强的竞争优势。

#### 4. 视频文件的格式

(1) AVI 格式（文件扩展名：avi）。比较早的 AVI 是微软公司开发的。其含义是 Audio Video Interactive，就是把视频和音频编码混合在一起储存。AVI 格式上限制比较多，只能有一个视频轨道和一个音频轨道（现在有非标准插件可加入最多两个音频轨道），还可以有一些附加轨道，如文字等。AVI 格式不提供任何控制功能。

(2) WMV 格式（文件扩展名：wmv 或 asf 或 wmvhd）。WMV (Windows Media Video) 是微软公司开发的一组数码视频编解码格式的通称，ASF (Advanced Systems Format) 是其封装格式。ASF 封装的 WMV 文件具有“数字版权保护”功能。

(3) MPEG 格式（文件扩展名：dat 或 vob 或 mpg/mpeg 或 3gp/3g2）。MPEG (Moving Picture Experts Group) 是 ISO 认可的媒体封装形式，受到大部分机器的支持。其储存方式多样，可以适应不同的应用环境。MPEG 的控制功能丰富，可以有多个视频（即多角度选择）、多音轨（选择不同配音）、多字幕（选择不同语言的位图字幕）等。MPEG 的一个简化版本 3GP 还广泛的用于准 3G 手机上。文件扩展名为 dat 的文件用于 VCD、vob 用于 DVD、mpg/mpeg 用于文件播放或编辑、3gp/3g2 用于手机。

(4) Matroska 格式（文件扩展名：mkv）。Matroska 是一种新的多媒体封装格式，这个封装格式可把多种不同编码的视频及 16 条或以上不同格式的音频和语言不同的字幕封装到一个 Matroska Media 文件内。它也是一种开放源代码的多媒体封装格式。Matroska 同时还可以提供非常好的交互功能，而且比 MPEG 的方便、强大。

(5) Real Video 或者称 Real Media (RM) 格式（文件扩展名：rm 或 rmvb）。它是由 Real Networks 开发的一种视频文件格式。它通常只能存储 Real Video 和 Real Audio 编码的媒体。该格式带有一定的交互功能，允许编写代码以控制播放。RM，尤其是可变比特率的 RMVB 格式，体积很小，非常受网络下载者的欢迎。

(6) QuickTime Movie 格式（文件扩展名：mov）。它是由苹果公司开发的视频格式，由于苹果电脑在专业图形领域的统治地位，Quick Time 格式基本上已成为电影制作行业的通用格式。Quick Time 可储存的内容相当丰富，除了视频、音频以外，还可支持图片、文字（文本字幕）等。

(7) OGM 格式（文件扩展名：ogg）。Ogg Media 是一个完全开放性的多媒体系统计划，OGM (Ogg Media File) 是其视频文件格式。OGM 可以支持多视频、音频、字幕（文本字幕）等多种轨道。



(8) MOD 格式 (文件扩展名: mod)。MOD 格式是 JVC 生产的硬盘或存储卡式摄录机所采用的视频文件格式, 使用随机赠送的编辑软件, 可以方便地进行时间线连编或剪辑以及光盘刻录。

### 第 3 节 数码相机产品介绍

#### 一、单反相机

单反数码相机指的是单镜头反光数码相机, 即 Digital (数码)、Single (单独)、Lens (镜头)、Reflex (反光) 的英文缩写 DSLR。目前市面上常见的单反数码相机品牌有尼康、佳能、宾得、富士等, 其外形如图 2—6 所示。

##### 1. 工作原理

在单反数码相机的工作系统中, 光线透过镜头到达反光镜后, 折射到上面的对焦屏形成影像, 透过接目镜和五棱镜, 可以在观景窗中看到外面的景物。一般数码相机只能通过 LCD 屏或者电子取景器 (EVF) 看到所拍摄的影像。显然直接看到的影像比通过处理看到的影像更利于拍摄。



图 2—6 佳能单反 1Ds Mark II

在 DSLR 拍摄时, 当按下快门钮, 反光镜便会往上弹起, 感光元件 (CCD 或 CMOS) 前面的快门幕帘便同时打开, 通过镜头的光线便投影到感光原件上感光, 然后反光镜立即恢复原状, 观景窗中可以再次看到影像。单镜头反光相机的这种构造, 确定了它是完全透过镜头对焦拍摄的, 它能使观景窗中所看到的影像和胶片上永远一样, 它的取景范围和实际拍摄范围基本上一致, 十分有利于直观地取景构图。

##### 2. 主要特点

单反数码相机的一个很大的特点就是可以交换不同规格的镜头, 这是单反相机天生的优点, 是普通数码相机不能比拟的。

另外, 现在单反数码相机都定位于数码相机中的高端产品, 因此在关系数码相机摄影质量的感光元件 (CCD 或 CMOS) 的面积上, 单反数码相机的面积要远远大于普通数码相机, 这使得单反数码相机的每个像素点的感光面积也远远大于普通数码相机, 因此每个像素点能表现出更加细致的亮度和色彩范围, 使单反数码相机的摄影质量明显高于普通数码相机。

#### 二、卡片相机

卡片相机在业界内没有明确的概念, 小巧的外形、相对较轻的机身以及超薄时尚的设计是衡量此类数码相机的主要标准。其中索尼 T 系列、奥林巴斯 AZ1 系列和卡西欧 Z 系列等都应划分于这一领域。索尼 T 系列相机的外形如图 2—7 所示。



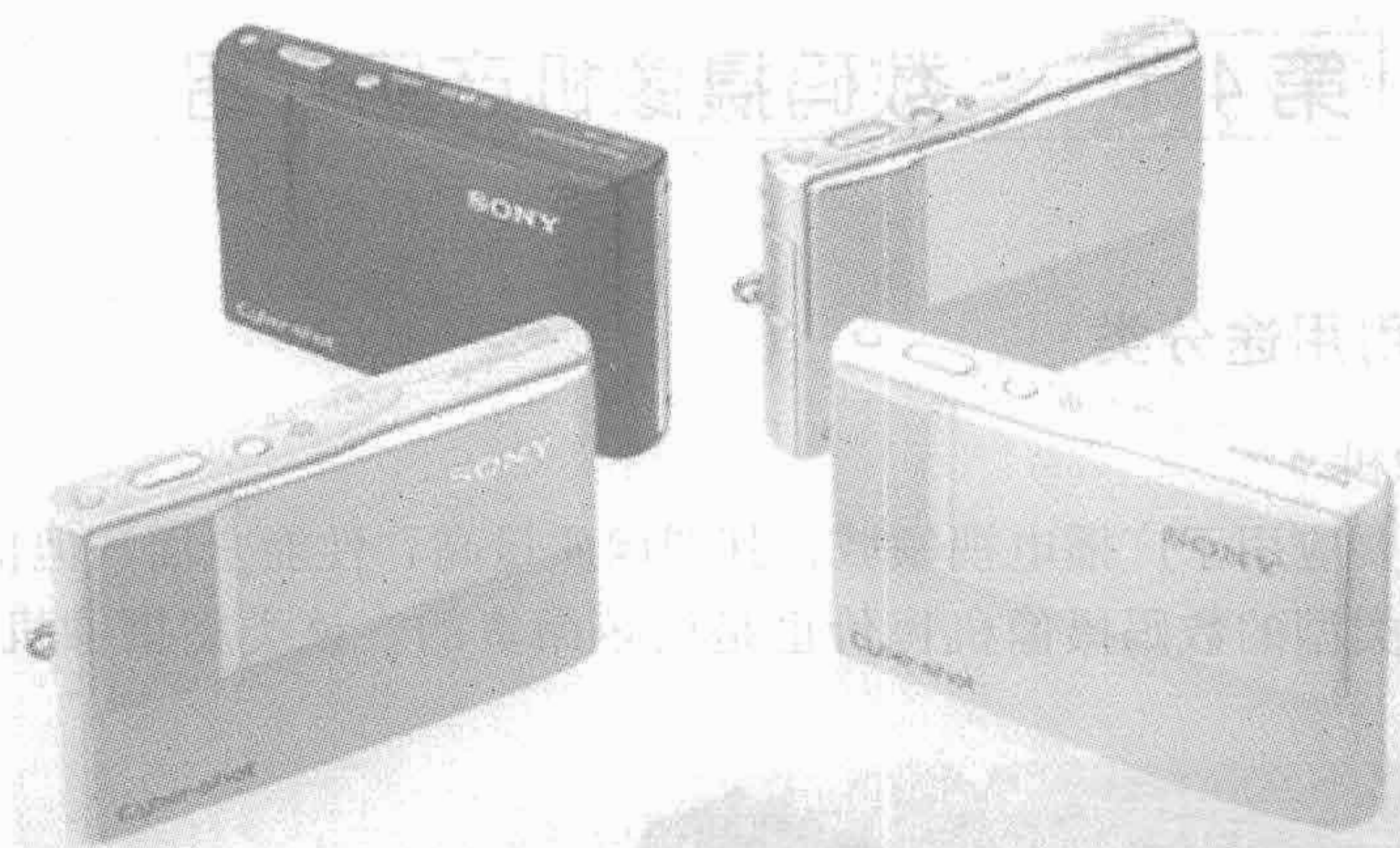


图 2—7 索尼卡片机 T10

### 1. 主要特点

卡片机的主要特点是便于随身携带、屏幕尺寸较大，有的机型为了最大限度地使用大尺寸的显示屏，就把屏幕做成了触摸屏以减少机械按键。

### 2. 卡片相机的优缺点

优点：外观时尚、液晶屏尺寸大、机身小巧纤薄、操作便捷。

缺点：手动功能相对薄弱、超大的液晶显示屏耗电量较大、镜头性能较差。

## 三、长焦相机

长焦数码相机（见图 2—8）指的是具有较大光学变焦倍数的相机，而光学变焦倍数越大，能拍摄的景物就越远。代表机型有美能达 Z 系列、松下 FX 系列、富士 S 系列、柯达 DX 系列等。镜头越长的数码相机，其内部的镜片和感光器移动空间越大，所以变焦倍数也越大。



图 2—8 佳能长焦相机 S3IS



## 第4节 数码摄像机产品介绍

### 一、按照使用用途分类

#### 1. 广播级摄像机

这类摄像机主要应用于广播电视领域。其图像质量高，性能全面，但价格较高，体积也比较大，当然，该类型的数码摄像机售价也是比较昂贵的。该类型摄像机的外形如图 2—9 所示。



图 2—9 广播级摄像机

#### 2. 专业级摄像机

这类摄像机一般应用在广播电视以外的专业电视领域，如电化教育等。其图像质量低于广播用摄像机，不过近几年一些高档专业摄像机在性能指标等很多方面已超过旧型号的广播级摄像机，价格一般在数万至十几万元之间。

相对于消费级摄像机来说，专业级摄像机不仅外形更时尚，而且在配置上要高出很多，比如采用了有较好品质的镜头、CCD 的尺寸比较大等，在成像质量和适应环境上更为突出，有着很高的性价比。代表机型有索尼公司的 DVCAM 系列等，如图 2—10 所示。



图 2—10 索尼 DVCAM 系列专业级摄像机



### 3. 消费级摄像机

这类摄像机主要是指家庭使用的摄像机，应用在图像质量要求不高的非业务场合，比如家庭娱乐等这类摄像机体积小、质量轻，便于携带，操作简单，价格便宜。可以用它制作个人家庭的 VCD、DVD 等，价格一般在数千元至几万元之间。

如果再把消费级摄像机细分的话，大致可以分为以下几种：入门摄像机、中端消费级摄像机和高端准专业摄像机。

## 二、按照存储介质分类

### 1. 磁带式摄像机

磁带式摄像机最早在 1994 年由 10 多个厂家联合开发而成，如图 2—11 所示，它通过 1/4 英寸的金属蒸镀带来记录高质量的数字视频信号。



图 2—11 磁带式摄像机

### 2. 光盘式摄像机

光盘式摄像机指的是 DVD 数码摄像机，存储介质是 DVD-R、DVD+R，或是 DVD-RW、DVD+RW。它操作简单、携带方便，拍摄中不用担心重叠拍摄，更不用浪费时间去倒带或回放，尤其是可直接通过 DVD 播放器播放，省去了后期编辑的麻烦，如图 2—12 所示。



图 2—12 光盘式摄像机



DVD 数码摄像机是目前所有介质数码摄像机中安全性、稳定性最高的，既不像磁带摄像机那样容易损耗，也不像硬盘式摄像机那样对防震有非常苛刻的要求。它的不足之处是 DVD 数码摄像机的价格与磁带摄像机相比略微偏高了一点，而且可刻录的时间相对较短。

### 3. 硬盘式摄像机

硬盘式摄像机指的是采用硬盘作为存储介质的数码摄像机。2005 年 JVC 率先推出了硬盘式摄像机，它用微硬盘作为存储介质，如图 2—13 所示。

大容量的硬盘式摄像机能够支持长时间拍摄，而且拍摄完的内容通常是用拍摄时间加序号为文件名的视频文件，因此可以直接存入电脑保存或播放，易于分类存储与管理。



图 2—13 硬盘式摄像机

微硬盘的体积和 CF 卡相当，和 DVD 光盘相比体积更小，使用时间上也是众多存储介质中最长的，但是由于硬盘式摄像机产生的时间并不长，还多多少少的存在着如防震性能差等不足，故市场占有率还不是很高，但是随着价格的进一步下降，未来需求人群必然会增加。

### 4. 存储卡式摄像机

存储卡式摄像机指的是采用存储卡作为存储介质的数码摄像机，常见的存储卡如图 2—14 所示。

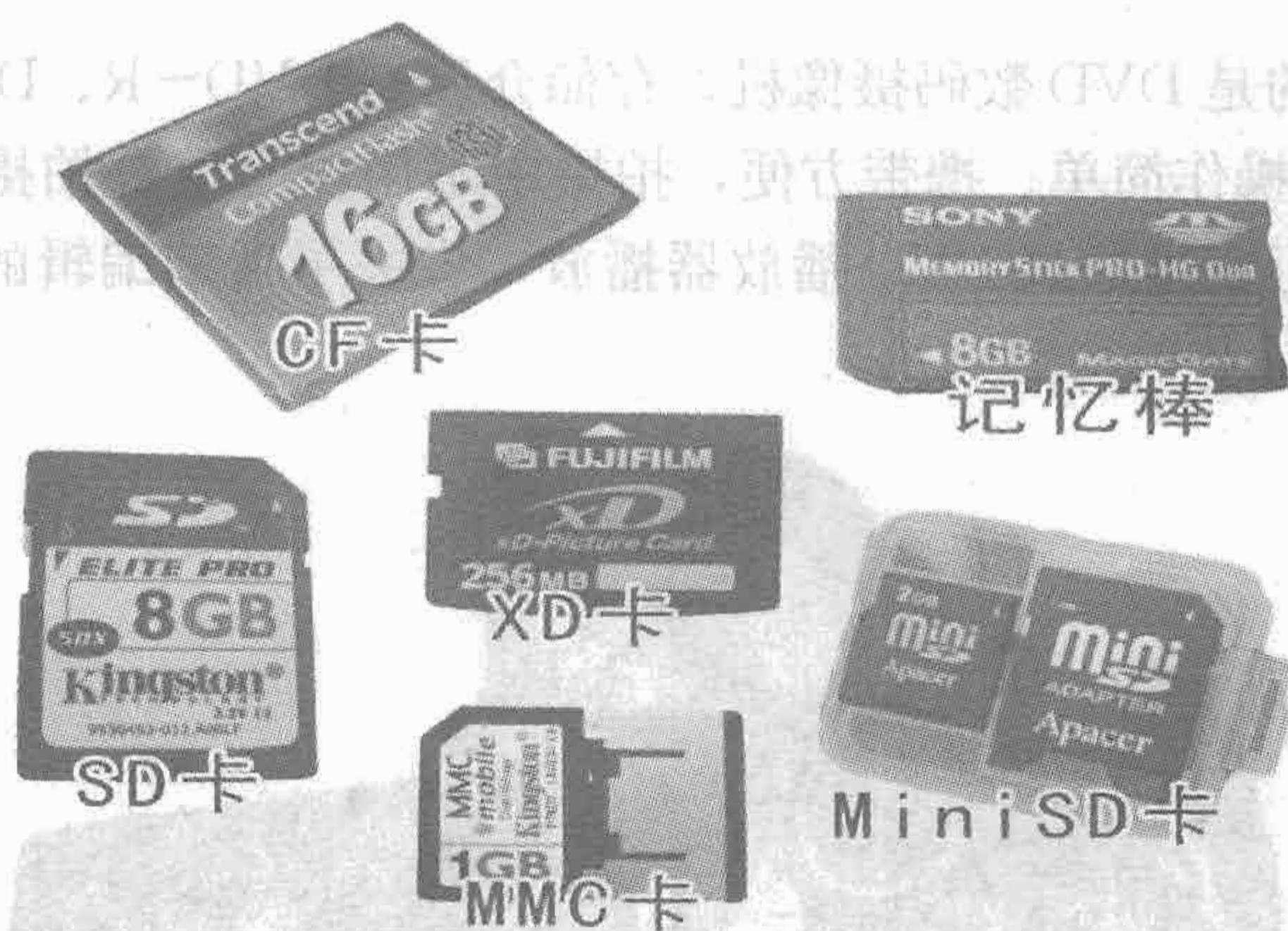


图 2—14 各类存储卡

## 三、按照传感器类型和数目分类

### 1. 按传感器类型分类

摄像机的传感器有 CMOS 与 CCD 两种，在相同分辨率下，CMOS 价格比 CCD 便宜，



但是 CMOS 器件产生的图像质量相比 CCD 来说要低一些。到目前为止，市面上绝大多数的消费级以及高端数码相机都使用 CCD 作为传感器；CMOS 传感器则作为低端产品应用于一些摄像头上，不过一些高端的产品也采用了特制的 CMOS 作为传感器，例如索尼的数款高端 CMOS 机型，如图 2—15 所示为一款采用 CMOS 作为传感器的摄像机。



图 2—15 CMOS 摄像机

## 2. 按传感器数目分类

图像传感器数量即数码摄像机传感器件 CCD 或 CMOS 的数量，多数的数码摄像机采用了单个 CCD 作为其传感器件，而一些中高端的数码摄像机则是用 3CCD 作为其传感器件。

单 CCD 是指摄像机里只有一片，CCD 并用其进行亮度信号以及彩色信号的光电转换。由于一片 CCD 同时完成亮度信号和色度信号的转换，因此拍摄出来的图像在彩色还原上达不到很高的要求。如图 2—16 所示为一款采用单 CCD 作为传感器的摄像机。



图 2—16 单 CCD 摄像机

3CCD 顾名思义就是一台摄像机使用了 3 片 CCD。众所周知，光线如果通过一种特殊的棱镜后，会被分为红，绿，蓝三种颜色，而这三种颜色就是三原色。如果分别用一片 CCD



接收这三种颜色中的一种，并将其转换为电信号，然后经过电路处理后产生图像信号，这样就构成了一个 3CCD 系统。3CCD 系统几乎可以原封不动地显示影像的原色，不会因经过摄像机演绎而出现色彩误差的情况。如图 2—17 所示为一款采用 3CCD 作为传感器的摄像机。



图 2—17 3CCD 摄像机

## 第 5 节 数码摄像头

### 一、简介

数码摄像头 (Digital CAMERA) 又称为电脑相机、电脑眼等，它作为一种视频输入设备，被广泛运用于视频会议、远程医疗及实时监控等方面。近年来，随着互联网技术的发展，网络速度的不断提高，再加上感光成像器件技术的成熟并大量用于摄像头的制造上，使得它的价格降到了普通消费者可以承受的水平。另外，数码摄像头也被广泛应用在了手机上，这样也促进了感光成像技术的进一步提高，2008 年底，市场上已有超过 500 万物理像素的数码摄像头问世。

### 二、数码摄像头的工作原理

数码摄像头的工作原理大致为：景物通过镜头 (LENS) 生成的光学图像投射到图像传感器表面上，然后转为电信号，经过 A/D (模数转换) 转换后变为数字图像信号，再送到数字信号处理芯片 (DSP) 中加工处理，再通过 I/O 接口传输到计算机中进行处理，通过显示器就可以看到图像了。其主要工作流程如图 2—18 所示。

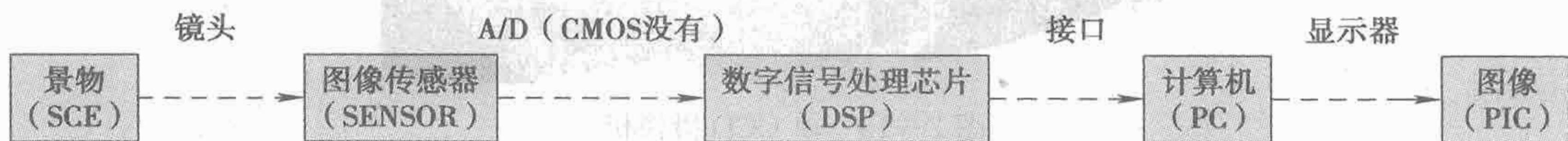


图 2—18 数码摄像头的工作流程图



### 三、使用技巧

使用摄像头，尤其是采用 CMOS 芯片的产品时一定要掌握一些使用技巧。

1. 不要在逆光环境下使用（这点在使用 CCD 芯片的摄像头时也一样），尤其不要直接指向太阳，否则会因为太阳光聚焦在图像传感器上而将其烧坏。

2. 环境光线不要太弱，否则直接影响成像质量。克服这种困难有两种办法：一是加强周围亮度；二是选择要求最小照明度的产品。

3. 注意合理使用变焦功能。摄像头一般没有光学变焦，如前所说，数码变焦会降低图像质量，对于本身像素不高的摄像头来说尽量不要变焦。在单幅图像采集（即摄像头照相）时，如需放大图像可在后期用专门软件进行处理，往往效果要好于数码变焦；而在采集活动图像时放大图像应采用数码变焦的方式。

摄像头采用 CCD 图像传感器的为数不多，主要原因是采用 CCD 图像传感器成本较高。但在手机上广泛使用 CMOS 摄像头的原因则是体积因素，因为 CMOS 摄像头便于集成，而 CCD 摄像头由于工艺的原因只能以组件的形式进行安装，如图 2—19 所示。

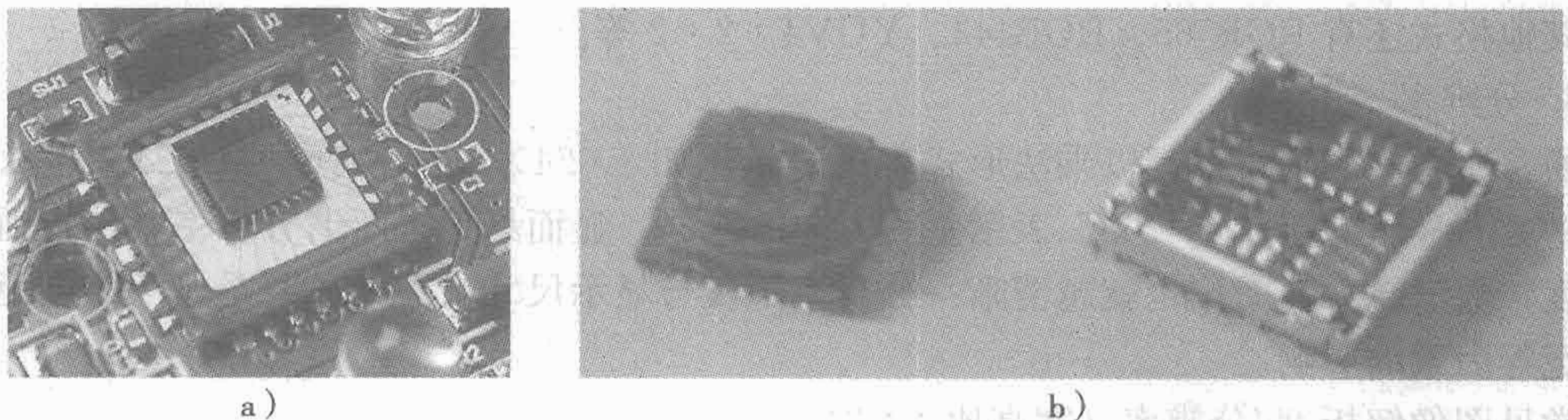


图 2—19 内置摄像头组件

a) 集成的 CMOS 摄像头 b) 以组件方式安装的摄像头

### 四、数码摄像头的技术指标

#### 1. 图像压缩方式

数码摄像头的图像压缩方式是静态图像压缩方式。它是一种有损图像质量的压缩方式。压缩比越大，图像质量也就越差。当图像精度要求不高、存储空间有限时，可以选择这种格式。目前大部分数码摄像头都使用 JPEG 格式。

#### 2. 图像噪音

图像噪音指的是图像中的杂点干扰，表现为图像中有固定的彩色杂点。

#### 3. 视角

与人的眼睛成像是相同原理，简单来说视角就是成像范围。

#### 4. 电源

摄像头内部需要两种工作电压：3.3 V 和 2.5 V。因此好的摄像头内部电源也是保证摄像头稳定工作的一个重要因素。

#### 5. 彩色深度（色彩位数）

彩色深度反映对色彩的识别能力和成像的色彩表现能力，就是用多少位的二进制数字来记录三种原色；实际就是 A/D 转换器的量化精度，是指将信号分成多少个等级，常用色彩



位数 (bit) 表示。量化精度越高, 获得的影像色彩就越艳丽动人。非专业应用的一般是 24 位; 专业应用的至少是 36 位。

#### 6. 输出/输入接口

串行接口 (RS-232/RS-422): 传输速率慢, 为 115 kb/s。

并行接口 (PP): 传输速率可以达到 1 Mb/s。

红外接口 (IrDA): 传输速率也是 115 kb/s, 一般笔记本电脑有此接口。

异步串行总线 (USB): 即插即用的接口标准, 支持热插拔。USB1.1 传输速率可达 12 Mb/s, USB2.0 可达 480 Mb/s。

IEEE1394 (火线) 接口 (亦称 iLink): 其传输速率可达 100 M~400 Mb/s。

#### 7. 图像格式

RGB24, I420 是目前最常用的两种图像格式。

RGB24: 表示 R、G、B 三种颜色各 8 bit, 最多可表现 256 级浓淡, 从而可以再现  $256 \times 256 \times 256$  种颜色。

I420: YUV 格式之一, 彩色图像的颜色模式有 RGB、YUV、CMYK、Lab 等。

其他格式还有 RGB565、RGB444、YUV4:2:2 等。

#### 8. 分辨率

通常所看到的分辨率都以乘法形式表现的, 比如  $1024 \times 768$ , 其中“1024”表示屏幕上水平方向显示的点数, “768”表示垂直方向的点数。显而易见, 所谓分辨率就是指画面的解析度, 数值越大, 图像也就越清晰。分辨率不仅与显示尺寸有关, 还要受显像管点距、视频带宽等因素的影响。

常见图像解析度/分辨率 (宽高比 4:3):

SXGA ( $1280 \times 1024$ ) 又称 130 万像素;

XGA ( $1024 \times 768$ ) 又称 80 万像素;

SVGA ( $800 \times 600$ ) 又称 50 万像素;

VGA ( $640 \times 480$ ) 又称 30 万像素 (35 万像素是指  $648 \times 488$ );

CIF ( $352 \times 288$ ) 又称 10 万像素;

SIF/QVGA ( $320 \times 240$ );

QCIF ( $176 \times 144$ );

QSIF/QQVGA ( $160 \times 120$ )。

### 五、数码摄像头的发展趋势

当今的电子技术飞速发展, 数码摄像头也已开始集合其他功能, 以提升机器本身的价值。如在医疗应用方面, 数码摄像头搭配显微镜, 直接从事显微拍摄; 在交通监控领域, 通过数码摄像头可以直接将实时的交通图像传回控制中心, 以便于交通的输导。目前数码摄像头的技术已经日趋完善和成熟, 开始走向了专业化、多元化的道路。



## 第三章

# 新型显示技术

进入 21 世纪，随着液晶、等离子等大屏幕平板显示设备制造技术的不断成熟，相关产品的售价急剧下降。尤其是到了 2009 年，在 2008 年北京奥运会的推动下，各地已基本实现了有线电视的数字化转换，加上高清电视频道在各地的陆续开通，具备高清显示能力的大尺寸平板电视机已逐渐成为主流。

电子显示器可分为主动发光型和非主动发光型两大类。前者利用信息来调制各像素的发光亮度和颜色，进行直接显示；后者本身不发光，而是利用信息调制外光源而使其达到显示的目的。显示器件的分类方法有很多种，例如，按显示屏幕面积的大小来分，可分为中、小型（约  $1\text{ m}^2$  左右）、大型（大于  $1\text{ m}^2$ ）和超大型（大于  $4\text{ m}^2$ ）显示器；按显示颜色来分，可分为黑白、单色、多色和彩色显示器；按显示内容、形状可分为数码、字符、轨迹、图表、图形和图像显示器；按所用显示材料来分，可分为固体（晶体和非晶体）、液体、气体、等离子体和液晶显示器。但是最常见的是按显示原理分类，主要有：阴极射线管（CRT）显示、液晶（LCD）显示、等离子体显示器（PDP）显示、电致发光（ELD）显示、发光二极管（LED）显示、有机发光二极管（OLED）显示、真空荧光管（VFD）显示、场发射（FED）显示。其中 7 种皆为主动发光显示，只有 LCD 是非主动发光显示。其他还有电致变色（ECD）显示、旋转球（TBD）显示、电化学（ECD）显示等，但这几种显示器件应用面不大，市场也较小。

各种显示器件的特性比较见表 3—1。

表 3—1 各种显示器件的特性比较

显示特性	非主动发光型		主动发光型							
	LCD		PDP		FED	LED	OLED	VFD	ELD	CRT
	PM 型	AM 型	AC 型	DC 型						
工作电压 (V)	AC 2~5		AC 90~150	DC 180~250	DC 530~ $1 \times 10^4$	DC 2~5	DC 3~15	DC 10~40	AC 130~200	DC $(2 \sim 3) \times 10^4$
单位面积消耗电流	数微安		数毫安		数十微安	数十毫安	十几毫安	数毫安	数毫安	约 1 微安
对比度	10~25	50~80	20~50		约 100	约 40	约 40	约 50	约 40	约 100
响应时间	30~ 200 ms	20~ 60 ms	2~20 $\mu\text{s}$		约 1 $\mu\text{s}$	约 1 $\mu\text{s}$	2~3 $\mu\text{s}$	约 10 $\mu\text{s}$	5~50 $\mu\text{s}$	约 1 $\mu\text{s}$



续表

显示特性	非主动发光型		主动发光型							
	LCD		PDP		FED	LED	OLED	VFD	ELD	CRT
	PM型	AM型	AC型	DC型						
亮度 (cd/m <sup>2</sup> )	0		250~400		300	170~ 1 600	10 <sup>2</sup> ~10 <sup>3</sup>	180~1500	70~200	140~500
显示色	黑白、多色~全色		红橙、多色~全色		黑白、全色	红、橙、 绿、蓝	红、绿、 蓝、全色	蓝绿、 红橙、绿	黄橙、绿、 红、蓝	黑白 多色~全色
存储功能	△		○		×	×	×	×	△	×
工作寿命	○		○		△	○	△	○	○	○

注：○——不存在问题，容易实现；  
 △——存在一些问题，可以实现；  
 ×——存在难以解决的问题或不能实现；  
 PM——无源矩阵型；  
 AM——有源矩阵型。

## 第1节 液晶显示技术

### 一、液晶彩色显示器的结构

液晶显示器件从结构上说属于平板显示器件，其基本结构呈平板形。典型液晶显示器件的基本结构示意图如图3—1所示，它主要由如图3—2所示的几大部件组成。

当然，不同类型的液晶显示器件，其部件可能会有不同，例如，相变型、高分子散布型

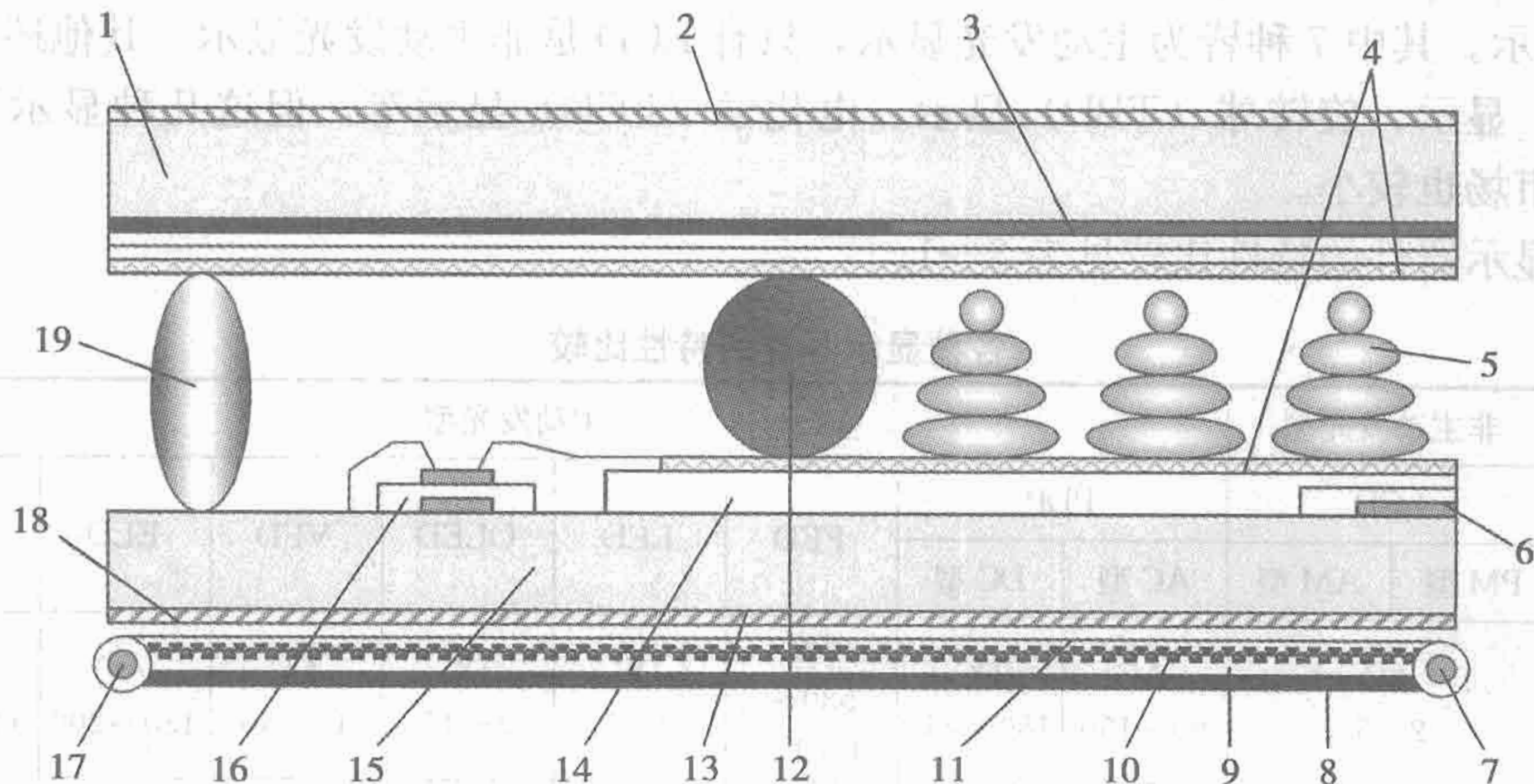


图3—1 典型液晶显示器件的基本结构示意图

- 1、15—玻璃基板 2、13、18—偏光板 3—彩色滤光片 4—配向膜 5—液晶  
 6—存储电容 7—灯管 8—反射板 9—导光板 10—偏光片 11—扩散板 12—隔板  
 14—显示电极 16—晶体管 17—灯管 19—框胶



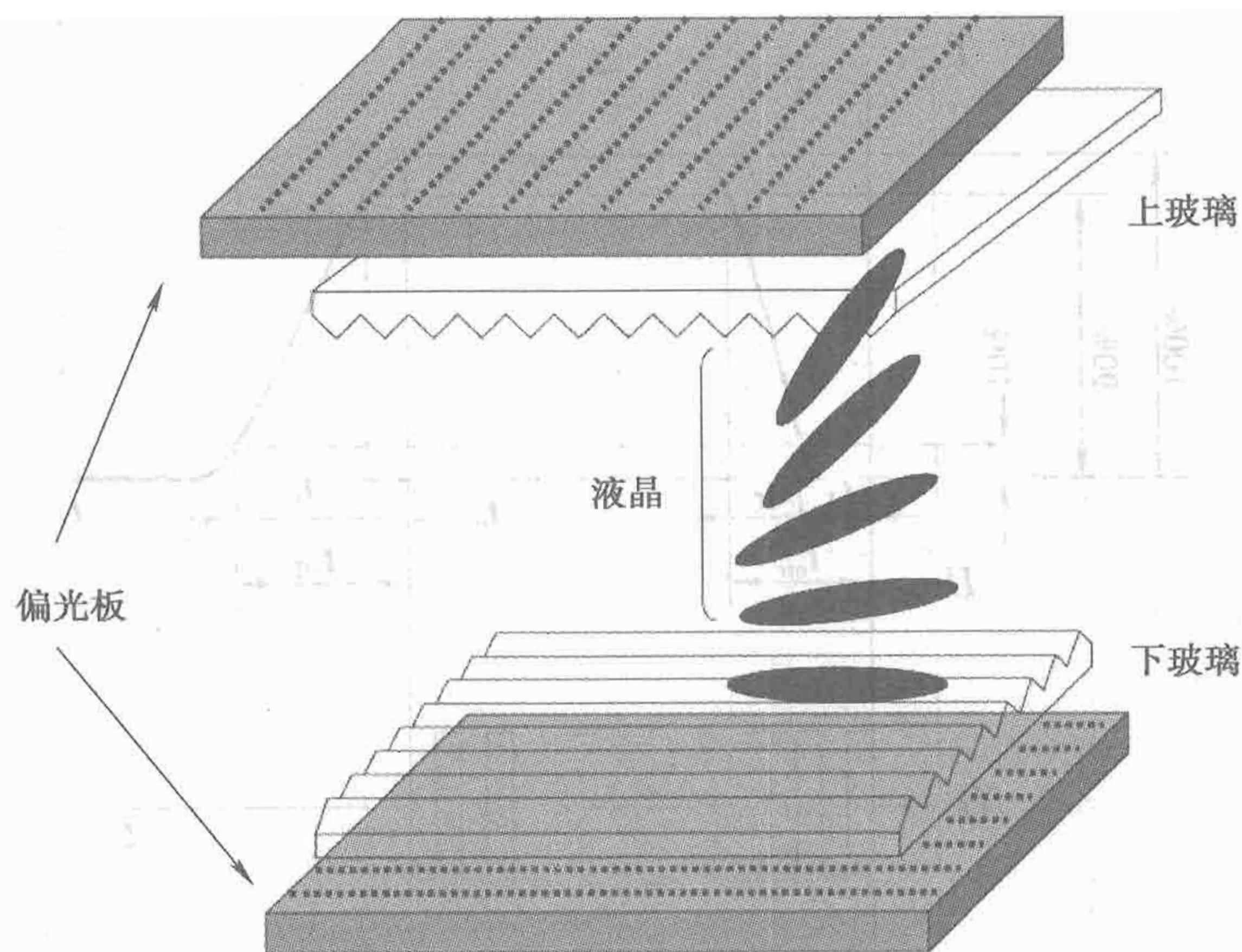


图 3—2 液晶显示器件的几大部件结构示意图

(PDLC)、多稳态型液晶显示器件没有偏振片，有源矩阵型液晶显示器件在基板上制作有有源矩阵电路等，但是所有液晶显示器件都可以认为是由两片光刻有透明导电电极的基板夹持一个液晶层，封接成一个偏平盒，有时在外表面还可能贴装上偏振片等构成。

下面以典型的扭曲向列型 (TN) 液晶显示器件为例进行介绍，如图 3—1 所示。将两片经过特殊处理的平板玻璃相对放置在一起，这种玻璃的表面上先镀有一层透明而导电的薄膜，以作电极之用。这种薄膜通常是一种铟 (Indium) 和锡 (Tin) 的氧化物 (Oxide)，简称 ITO。然后再在有 ITO 的玻璃上镀上表面配向剂，让液晶顺着一定且平行于玻璃表面的方向排列。四周用环氧胶密封，但在一侧封接边上留有一个开口，该开口称为液晶注入口。液晶材料即是通过该注入口在真空条件下注入的。注入后，用树脂将开口封堵好，然后在该液晶盒前后表面呈正交地贴上前后偏振片 (即前后两块偏振片偏振方向相互垂直)，即完成了一个完整的液晶显示器件。当然，作为扭曲向列型液晶显示器件，在液晶盒内表面还应制作一层定向层。该定向层经定向处理后，可使液晶分子在液晶盒内以及前后玻璃基板表面都呈平行排列，而在前后玻璃基板之间的液晶分子又呈  $90^\circ$  扭曲排列，从而使其具有了如图 3—3 所示的光学和电光学特性。

在图 3—3 中下半部分的  $U$  轴坐标表示施加在液晶板电极上的电压，上半部分  $T$  轴坐标表示液晶盒背光的通过率。从图 3—3 中可以看出：当使液晶盒通光的电压出现时，要延迟  $t_{on}$  时间后液晶盒才能达到稳定通光率的 90%，反之，撤销控制电压后，要延迟  $t_{off}$  时间后才能使通光量降低到 10%。 $t_{on}$ 、 $t_{off}$  实际上反映了液晶显示面板相应控制信号是有延迟的。要求延迟越小越好 (30 ms 以下)，以提高动态图像的显示效果。

现将构成液晶显示器件的三大基本部件及其特点介绍如下：

### 1. 玻璃基板

这是一种表面极其平整的浮法生产的薄玻璃片，其表面蒸镀了一层  $In_2O_3$  或  $SnO_2$  透明导电层，即 ITO 膜层，经光刻加工制成透明导电图形。这些图形由像素图形和外引线图形组成。因此，外引线不能进行传统的锡焊，只能通过导电橡胶条或导电胶带等进行连接。如



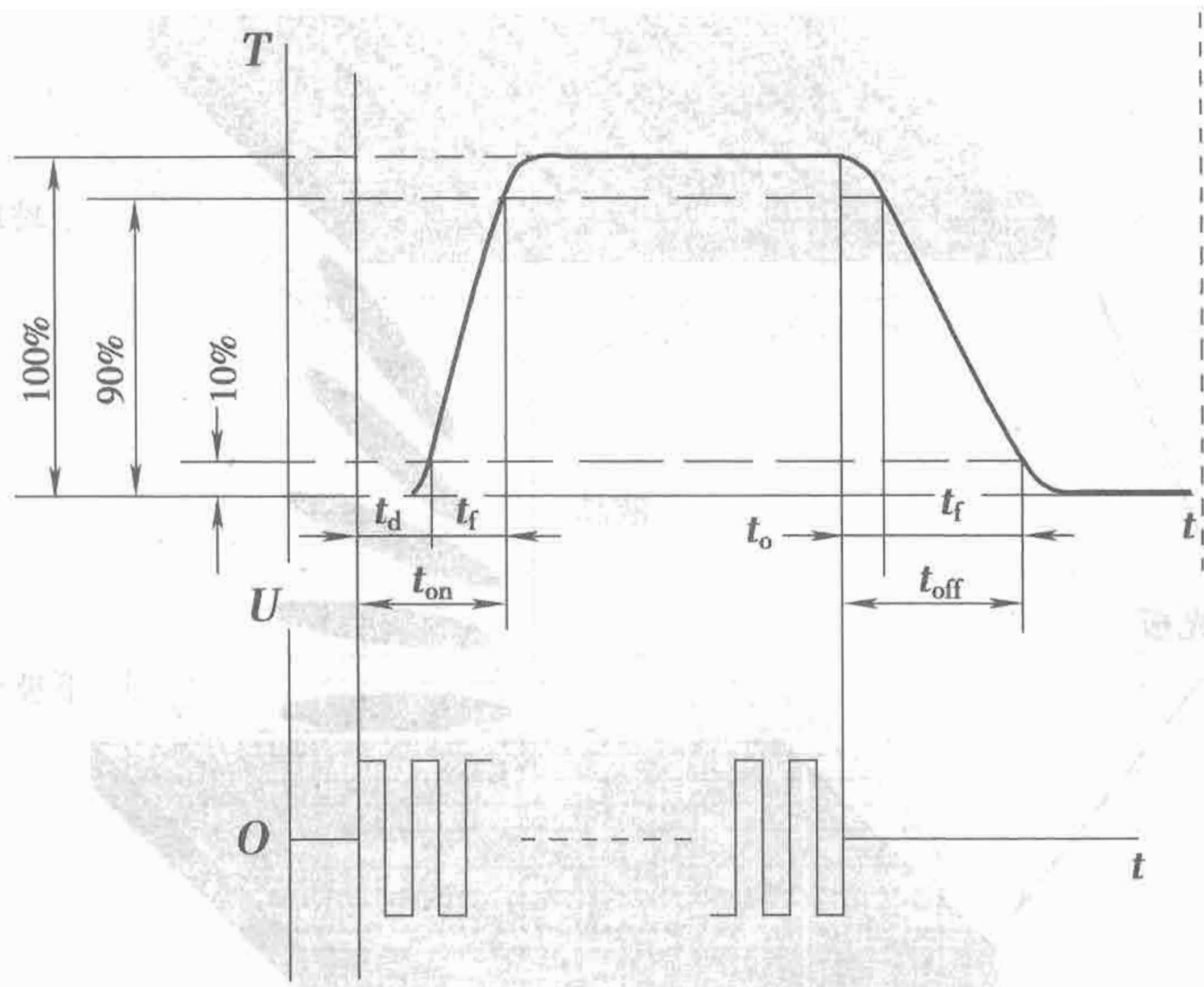


图 3—3 扭曲向列型 (TN) 液晶显示器件光电响应曲线

果划伤、割断或腐蚀，则会造成器件报废。

### 2. 液晶

液晶材料是液晶显示器的主体，不同器件所用液晶材料不同，大都是由几种乃至十几种单体液晶材料混合而成的。每种液晶材料都有自己固定的清亮点  $T_L$  和结晶点  $T_s$ 。因此，也要求每种液晶显示器件必须使用和保存在  $T_s \sim T_L$  的一定温度范围内。如果使用或保存温度过低，结晶会破坏液晶显示器件的定向层；而温度过高，液晶会失去液晶态，也就失去了液晶显示器件的功能。

### 3. 偏振片

偏振片又称偏光片，由塑料膜材料制成，涂有一层光学压敏胶，可以贴在液晶盒的表面。前偏振片表面还有一层保护膜，使用时应揭去。

## 二、LCD 的光学结构

液晶显示器 (Liquid Crystal Display, LCD) 的光学性能完全由液晶屏和背光照明系统决定，为了改善 LCD 的光学性能，必须了解 LCD 的光学结构，如图 3—4 所示。

LCD 由液晶盒和背光照明系统两个相对独立的组件构成。背光照明系统由均光系统、

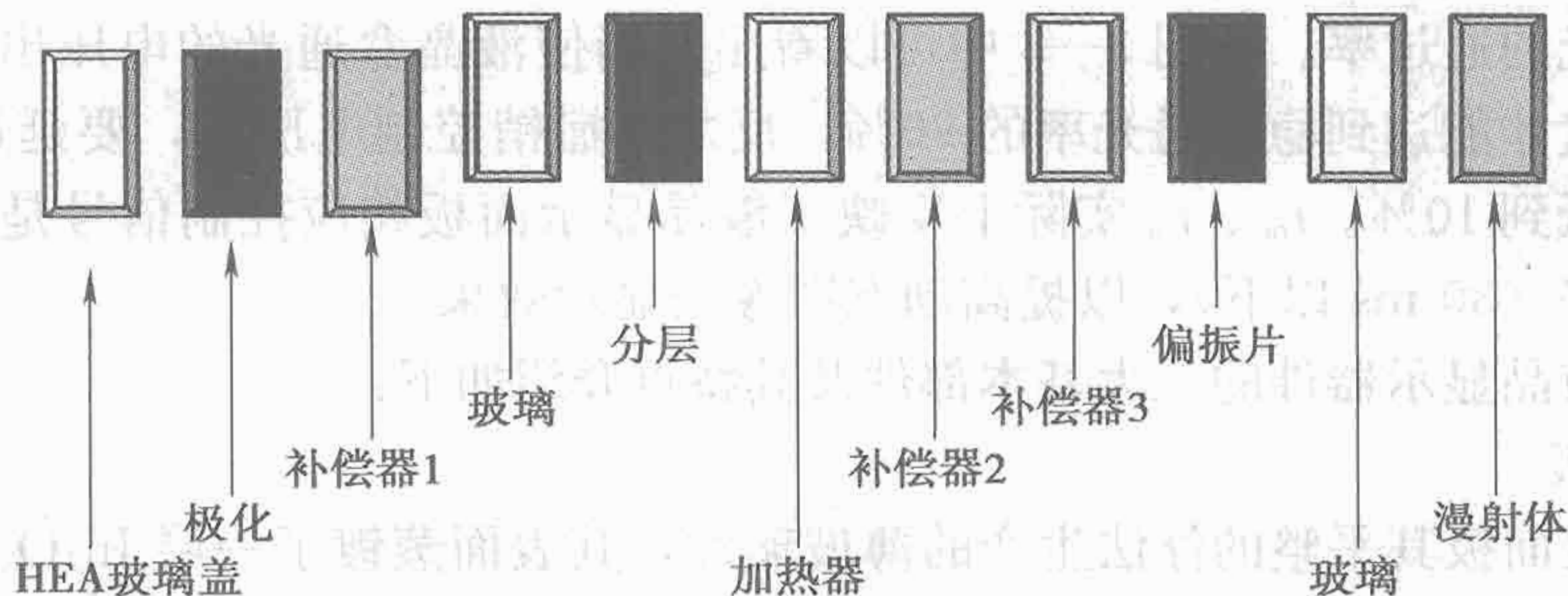


图 3—4 液晶显示器的光学结构图



背光源、反射板等组成。

### 1. 液晶盒

液晶盒由上、下两块玻璃基板以及基板之间的液晶材料组成。基板材料可使用无碱玻璃、硼硅玻璃、石英玻璃、硅基板等，每块基板的厚度一般为 1.1 mm。此外，还有 0.7 mm、0.5 mm、0.4 mm 的。基板之间的液晶层只有几微米厚。前后基板的内侧镀以 ITO（铟和锡的氧化物）透明导电膜（白膜）电极、红绿黄三色滤光片、薄膜晶体管（TFT）阵列、行列扫描线、液晶分子取向膜、垫片等。在前基板的前表面和后基板的后表面还粘有偏振片，两偏振片的透光轴相互正交或平行，其作用是在透明电极的作用下，控制背光是否能够通过液晶盒以及通过的比例。

### 2. 均光系统

均光系统由透明漫射片和光控膜（LCF）构成。漫射片是一塑料基片，基片上均匀地沉积着直径只有 7  $\mu\text{m}$  左右的光学材料微粒。两张漫射片之间夹有一张光控膜，用以消除背光灯的斑点。

### 3. 背光源

背光源通常是 U 形或 W 形冷阴极荧光灯（CCFL），目前少数 LCD 也采用平面发光灯。用于 LCD 背光源的冷阴极荧光灯具有发光效率高（80 lx/W）、使用寿命长（ $2 \times 10^6$  h）、薄而轻（灯管外径可小到 1.8 mm）、色温高（8 500 K）、抗振动和抗冲击等特点。

## 三、液晶显示屏

### 1. 液晶及其物理性质

液晶是这样一种有机化合物，当其温度为  $T_1$  时，它具有类似于晶体的光学各向异性，且为混浊黏稠的液体；当继续加热至温度  $T_2$  时，则变成光学各向同性而透明的液体。在  $T_1$  与  $T_2$  之间则既有液体的流动性，又有晶体的光学各向异性，因而称为液晶。它既不同于不能流动的晶体，也有别于光学各向同性的液体。液晶材料在常温下即处于液晶体状态。

从结构上看，液晶屏由两片线性偏光器和一层液晶构成。其中，两片线性偏光器分别位于液晶面板的内外层，每片只允许透过一个方向的光线，它们放置的方向呈  $90^\circ$  交叉（水平、垂直），也就是说，如果光线保持一个方向射入，必定只能通过某一片线性偏光器而无法透过另一片，默认状态下，两片线性偏光器间会维持一定的电压差，滤光片上的薄膜晶体管就会变成一个个的小开关，液晶分子排列方向发生变化，不对射入的光线产生任何影响，液晶显示屏会保持黑色。一旦取消线性偏光器间的电压差，液晶分子会保持其初始状态，将射入光线扭转  $90^\circ$ ，顺利透过第二片线性偏光器，液晶屏幕就亮起来了。也就是由液晶板后面的荧光灯管投射出光源，这些光源会先经过一个偏光板，然后再经过液晶，这时液晶分子的排列方式决定是否改变穿透液晶的光线角度，然后这些光线还必须经过前方的彩色滤光膜与另一块偏光板。因此，只要改变刺激液晶的电压值，就可以控制最后出现的光线强度与色彩，并进而在液晶面板上变化出有不同深浅的颜色组合。如图 3—5 所示是一个很简单的原理模型，真正的液晶面板内还有更复杂的电路结构。



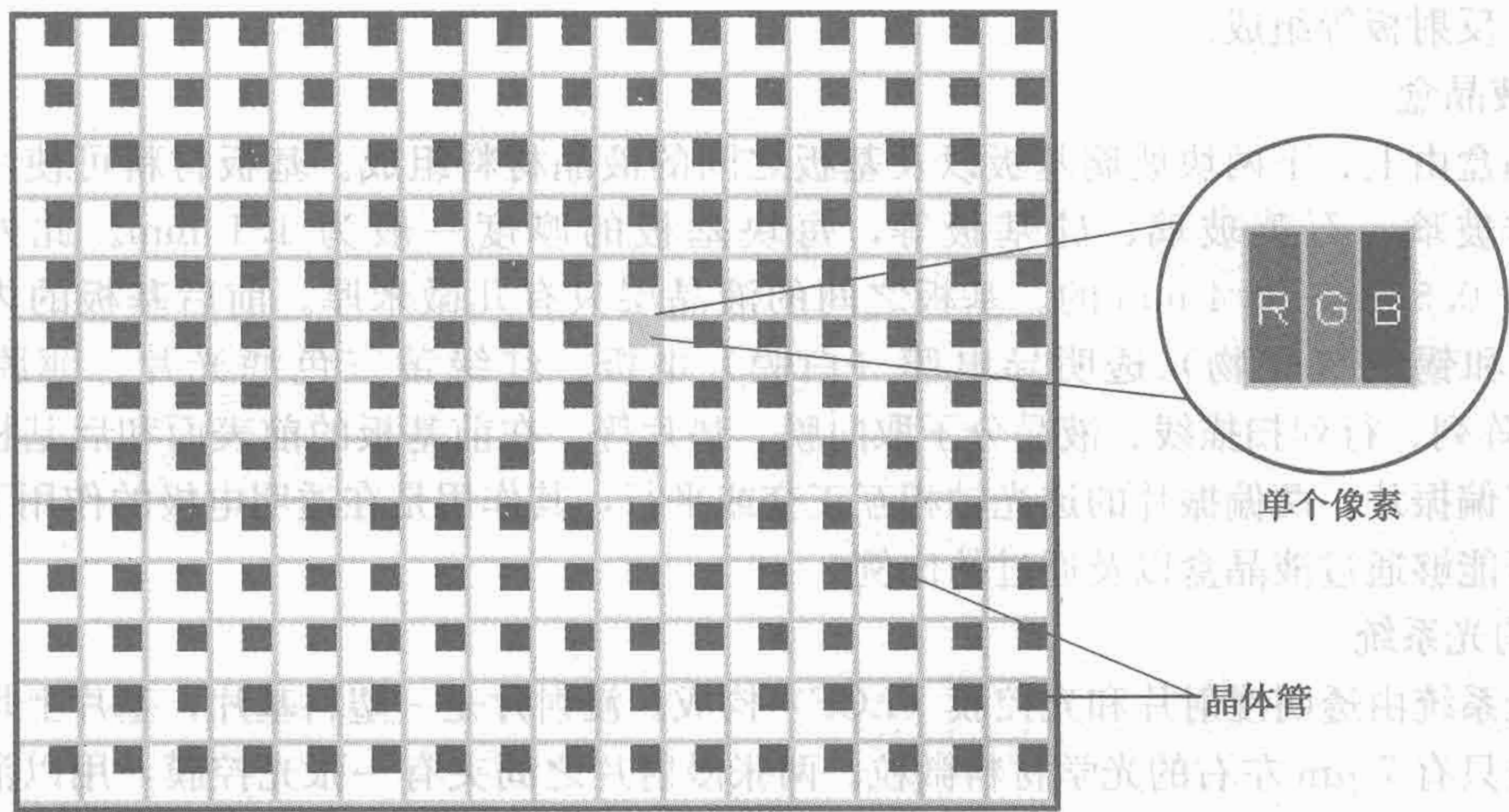


图 3—5 液晶面板成像原理示意图

在图 3—5 中，取出一个像素单元（图中晶体管为灰色的较大方框），其中包含三原色的滤光片，白色的背光通过它们会分别呈现出红、绿、蓝色，它们分别驱动可使红、绿、蓝色的比例发生变化，从而合成一个彩色像素，众多像素构成一幅彩色图像。图中黑色小方块表示平面型晶体管，因其在结构上不可缺省，使得液晶板的透光率下降。

液晶由细长的棒状分子组成，各棒状分子长轴平行，指向某一方向，或分子长轴不完全相同，但宏观上有某一平均方向。正是由于液晶分子有指向性的排列这一特点，使其物理参数在分子长轴方向及其垂直方向取不同值。由于液晶分子的排列结构不像晶体结构那样坚固，在电场、磁场、温度、应力等外部条件的影响下，其分子容易发生再排列，使液晶的各种光学性质随之发生变化。液晶这种各向异性及其分子排列易受外加电场、磁场控制的特性，正是液晶能用于显示器件的物理基础。

液晶分子长轴方向的介电常数与短轴方向的介电常数是不同的，在外加电场作用下，液晶分子的排列状态就会发生变化。这种由于外加电场的作用使液晶分子排列变化而引起液晶光学性质改变的现象，称为液晶的电光效应。利用液晶的电光效应，可实现光被电信号调制，从而制成液晶显示器件。

## 2. 液晶显示器的结构

在液晶显示器所用的液晶材料中，目前最主要的是扭曲向列型液晶材料——TN-LCD 及超扭曲向列型液晶材料——STN-LCD，如图 3—6 所示是其工作原理示意图。

TN-LCD 是在一对平行放置的偏光板间填充液晶，这一对偏光板的偏振光方向相互垂直。液晶分子在偏光板间排列成多层，通过取向膜使靠近偏光板的液晶分子平行于偏光板偏振方向排列。在不同层间，液晶分子的长轴沿偏光板平行平面连续扭转  $90^\circ$ ，如图 3—6a 所示，与偏光板的偏振光方向一致的直线偏振光垂直射向无外加电场的 TN-LCD 时，入射光将因其偏振方向随液晶分子轴的扭曲而旋转射出，故称为扭曲向列型液晶显示器。

若对液晶施加适当的电场，改变液晶分子的排列，如图 3—6b 加电压时所示，液晶分子长轴将改变为与电场方向平行，此时液晶分子不再能透光，而是把光遮断。显然，若两偏光片的偏振光方向相互平行，则透光、遮光的情况会相反。把两偏光片平行放置、无须液晶分



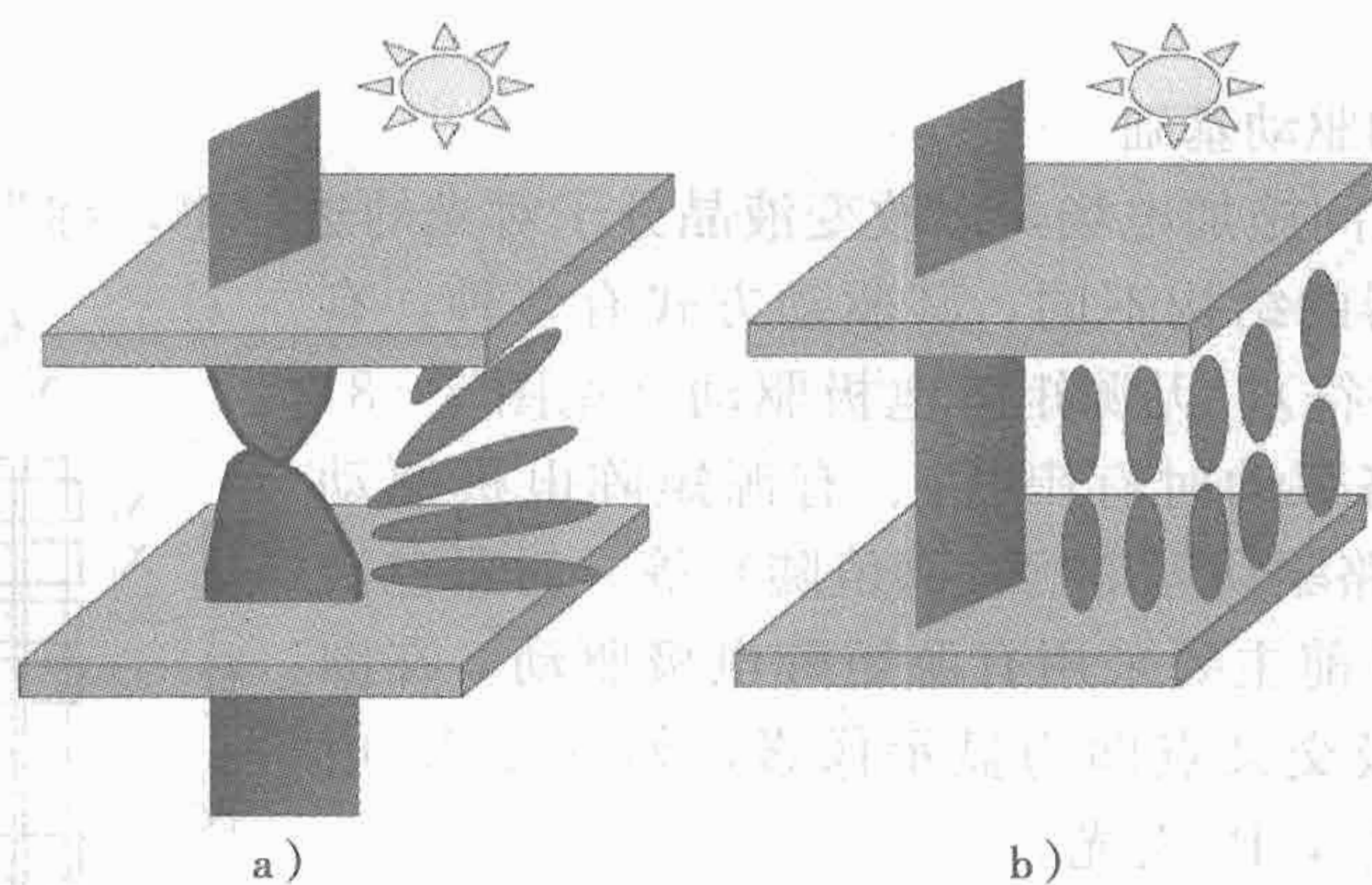


图 3—6 扭曲向列型液晶显示器的工作原理示意图

a) 不加电压时 b) 加电压时

子旋转光轴就能透光的方式称为常亮模式；两偏光片垂直放置、需液晶分子旋转光轴才能透光的方式称为常暗模式。

显示器本身不发光，需设外光源。外光源可以是阳光，也可以是装在显示器背面的荧光灯。

### 3. 液晶的光电响应特性

给液晶施加一定的电压时，液晶分子在电场的作用下将重新排列，用液晶分子的扭曲角度及光透过率随外加电压的变化来表示液晶的光电响应特性，如图 3—7 所示。

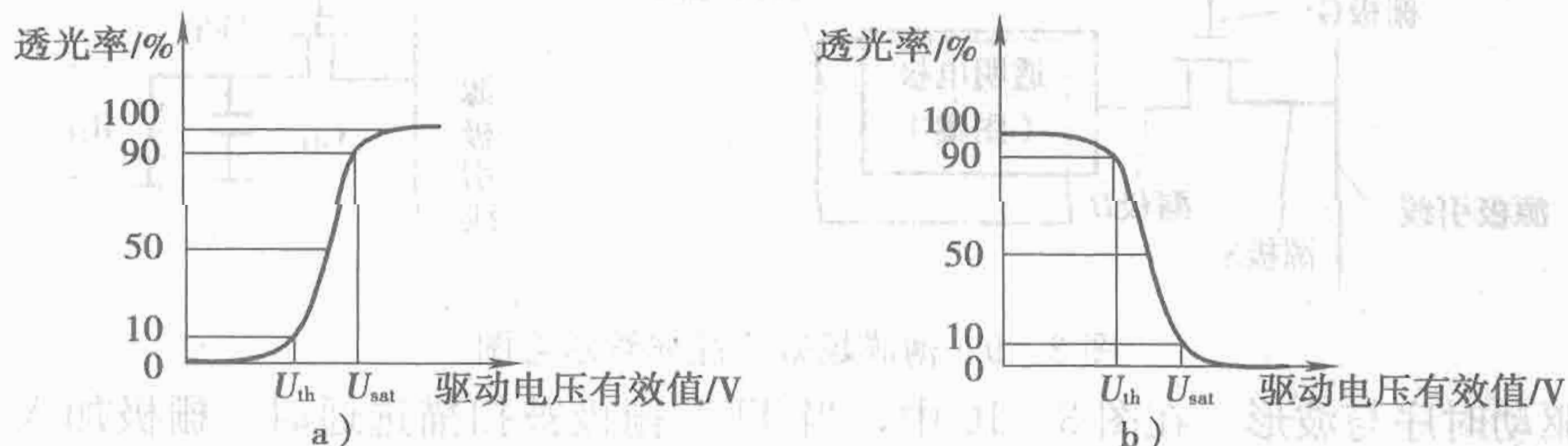


图 3—7 液晶显示器的光电特性

a) 常暗模式 b) 常亮模式

从图 3—7 可见，液晶的光电特性表明，液晶在外加电压控制下可视为一个光阀，因液晶在直流电压作用下易发生化学变化，故常用交流电压驱动液晶。由于液晶对驱动电压的响应具有时间积分特性，所以其光电特性受驱动电压有效值的控制。

在常暗模式下，液晶透过光的强度与驱动电压有效值的关系如图 3—8a 所示，驱动电压有效值达到阈值  $U_{th}$ （一般低于 3 V）后，液晶开始透过光线，达到饱和电压  $U_{sat}$  时，透过光的强度不再明显增加。常亮模式液晶透过光的强度与驱动电压有效值的关系如图 3—7b 所示，驱动电压有效值达到阈值  $U_{th}$ （一般高于 3 V）后，液晶的透光量开始减少，达到饱和电压  $U_{sat}$  时几乎不再透光。在  $U_{th}$  与  $U_{sat}$  之间时，透过光的强度与外加电压有效值几乎呈线性关系。令液晶工作于这一线性段，可显示不同灰度。为此，驱动液晶的图像信号电压须转换为与其呈线性关系的有效值（体现为驱动脉冲幅度）。

### 4. 彩色液晶显示器

彩色液晶显示器的构成方法有多种，目前应用较多的是彩色滤光器方式。其结构如图



3—1 所示。

### 5. 液晶显示器的驱动基础

在两透明电极之间施加电场，以改变液晶分子对光的透射率，称为对液晶显示器的驱动。由于液晶显示器的结构不同，其驱动方式有多种，有段电极驱动（显示字符）、无源矩阵电极驱动（见图 3—8，可显示图像，但多路驱动时有串扰）、有源矩阵电极驱动（像素独立寻址，多路驱动无串扰、阈值陡）等。对彩色液晶显示屏的驱动，目前主要采用有源矩阵电极驱动。在图 3—8 中，行、列电极交叉点即为显示像素，如  $Y_3$ 、 $X_3$  电极同时选通了像素  $P_{33}$ ， $P_{33}$  发光。

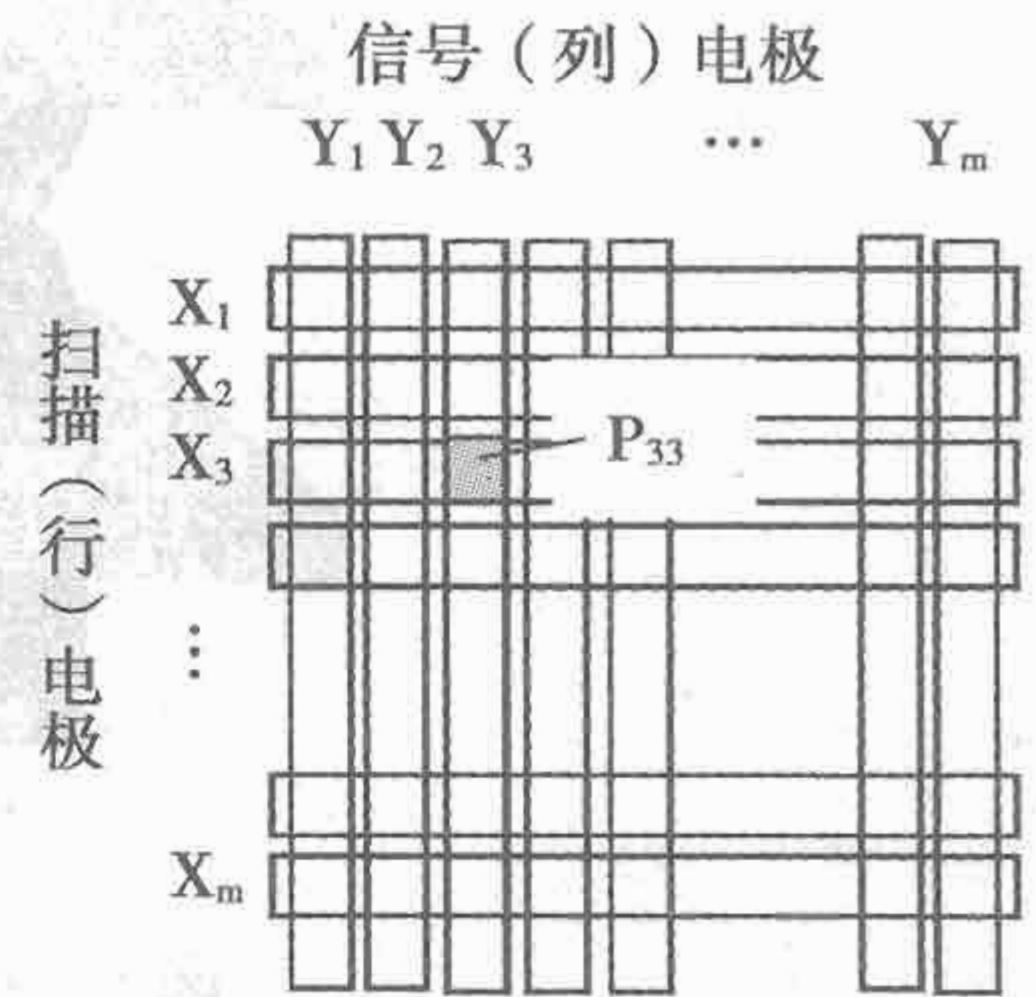


图 3—8 无源驱动矩阵电极结构

(1) 有源矩阵液晶显示屏。有源矩阵液晶显示屏分为晶体管驱动和非线性元件驱动两大类。这里只介绍目前应用最多的晶体管驱动显示屏。

(2) 薄膜场效应晶体管。如图 3—9 所示是薄膜场效应晶体管（Thin Film Transistor, TFT）驱动的液晶显示器的一个像素，薄膜场效应晶体管 TFT 是开关器件。它的导通与截止状态接近理想开关，因此，各个像素之间的寻址完全独立，从而消除了各液晶像素之间的交叉串扰，大大改善了液晶显示图像的对比度和清晰度。



图 3—9 薄膜场效应晶体管示意图

(3) 驱动时序与波形。在图 3—10 中，当 TFT 栅极被扫描选通时，栅极加入一正高压脉冲  $V_g$ ，TFT 导通，若此时源极有信号  $V_{LD}$  输入，液晶像素即加上了信号电压  $V_{LD}$ 。 $V_g$  消失后， $C_{LC}$  上的电荷将保持相当长的时间，直至再次被选通后信号电压  $V_{LD}$  的到来， $C_{LC}$  上的电荷才改变。

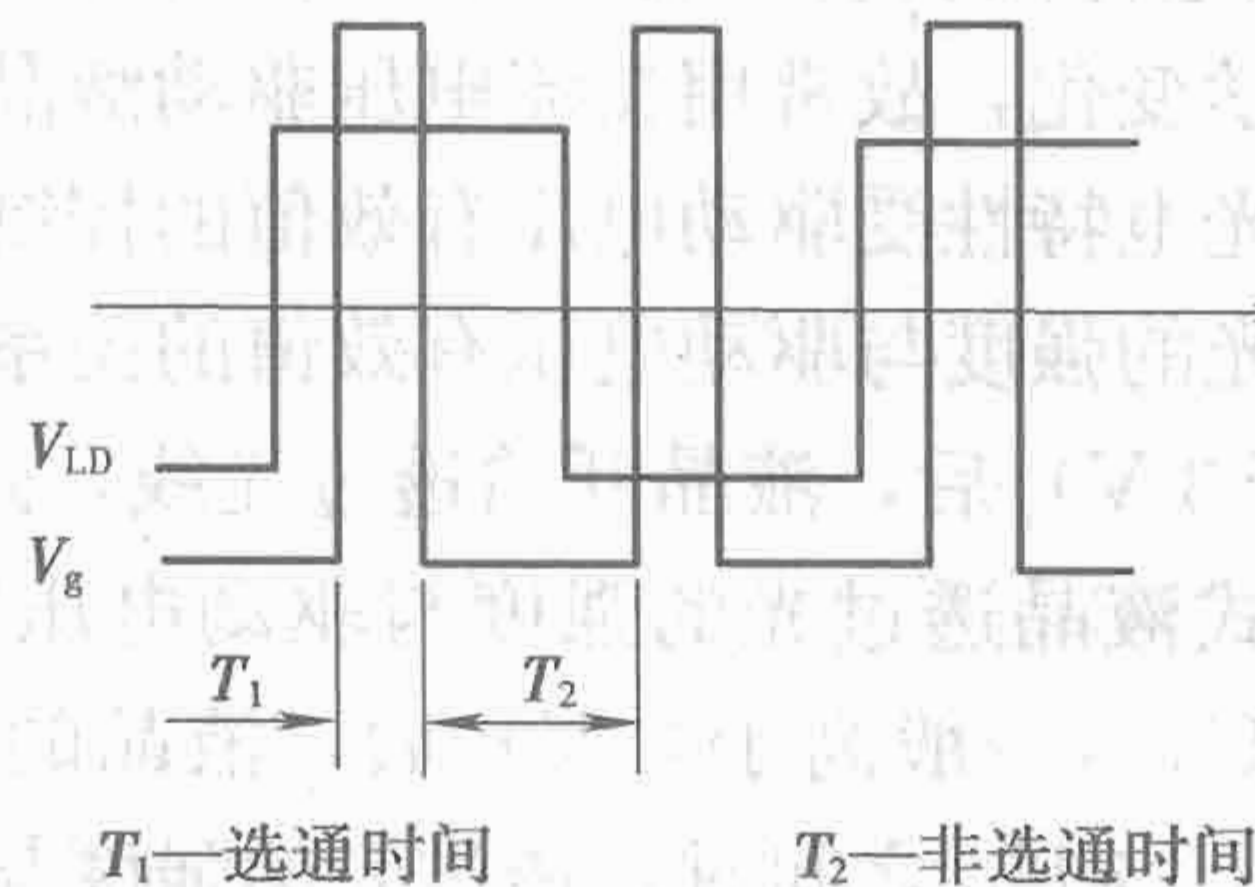


图 3—10 TFT 驱动时序

(4) TFT-LCD 驱动矩阵的结构。如图 3—11、图 3—12 所示，当行线  $X_i$  加高电平脉冲时，连接在  $X_i$  上的 TFT 全部被选通，图像信号经缓冲器同步加在源极母线 ( $Y_1 \sim Y_m$ ) 上，经 TFT 将信号电荷加在液晶像素上。 $X_i$  每帧被选通一次， $Y_1 \sim Y_m$  每行都要被选通。



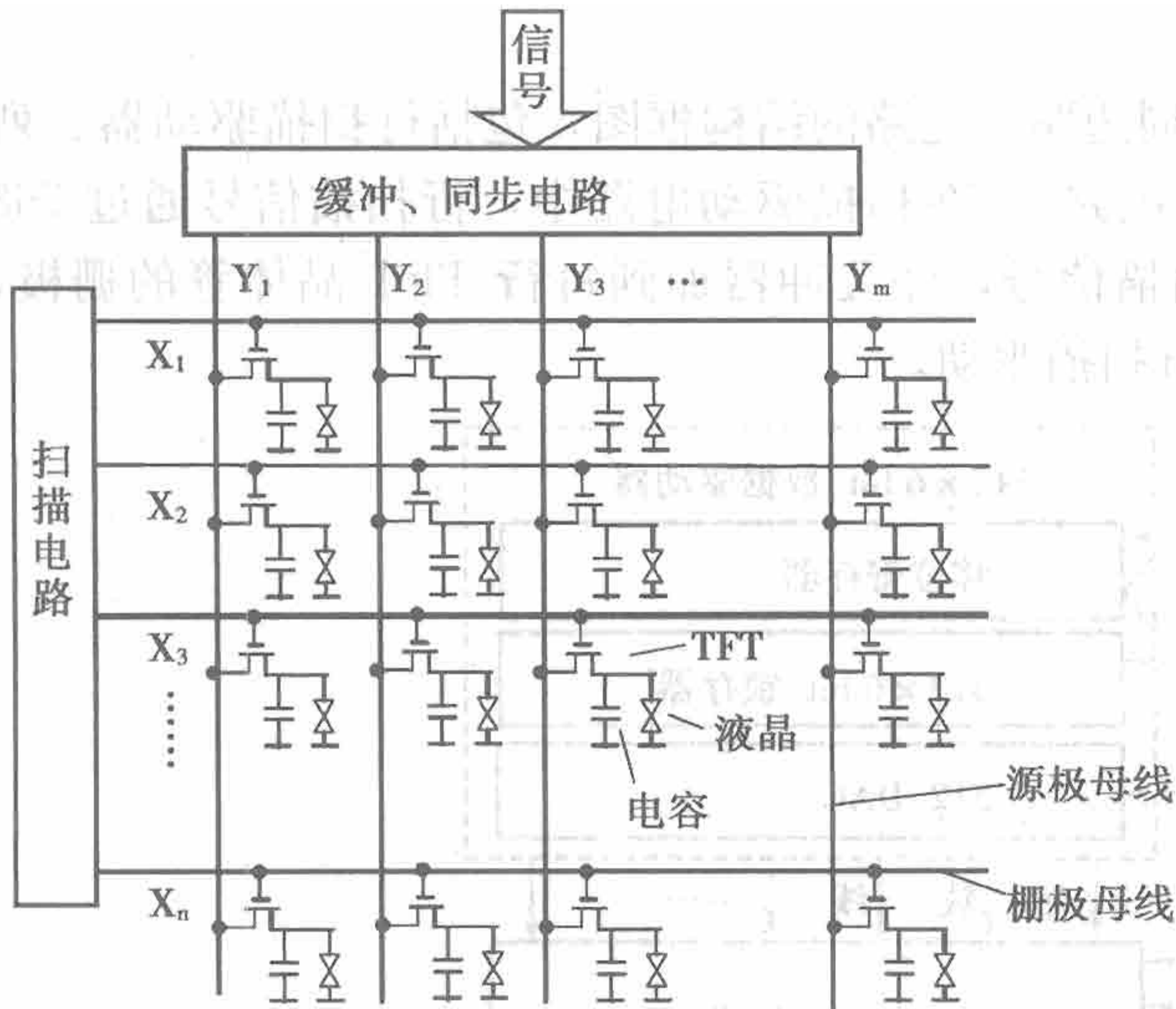


图 3—11 有源矩阵电极驱动电路

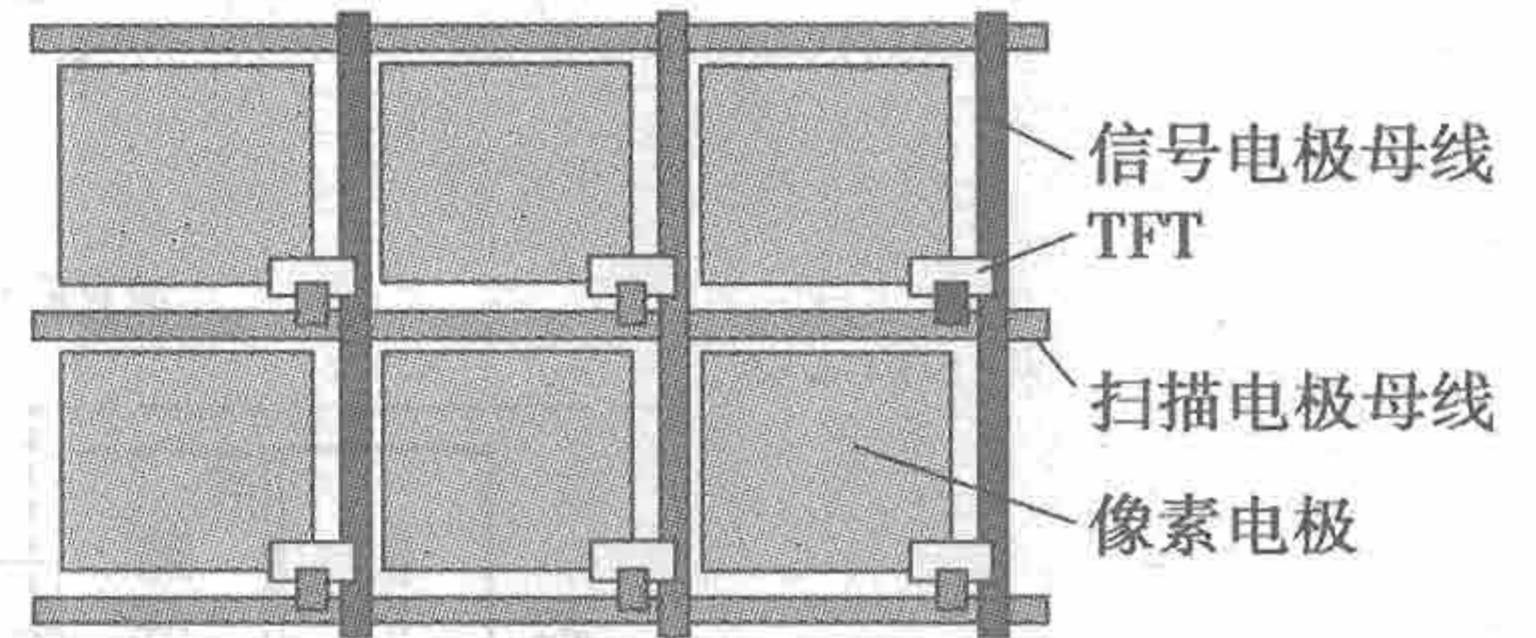


图 3—12 有源矩阵彩色液晶显示屏电极排列

(5) 彩色 TFT-LCD 有源矩阵显示器。在下玻璃板上制作扫描线 (X) 和寻址线 (Y)，在其交叉处制作 TFT 及像素电极 (透明)，上玻璃下的整体透明电极是公用电极，在其上用精细加工方法制作 RGB 滤色膜，滤色膜与 TFT 像素矩阵上下对应。最后经封盒、灌注、堵孔、贴偏振片、表面防眩处理等一系列工艺制成器件，如图 3—13 所示。

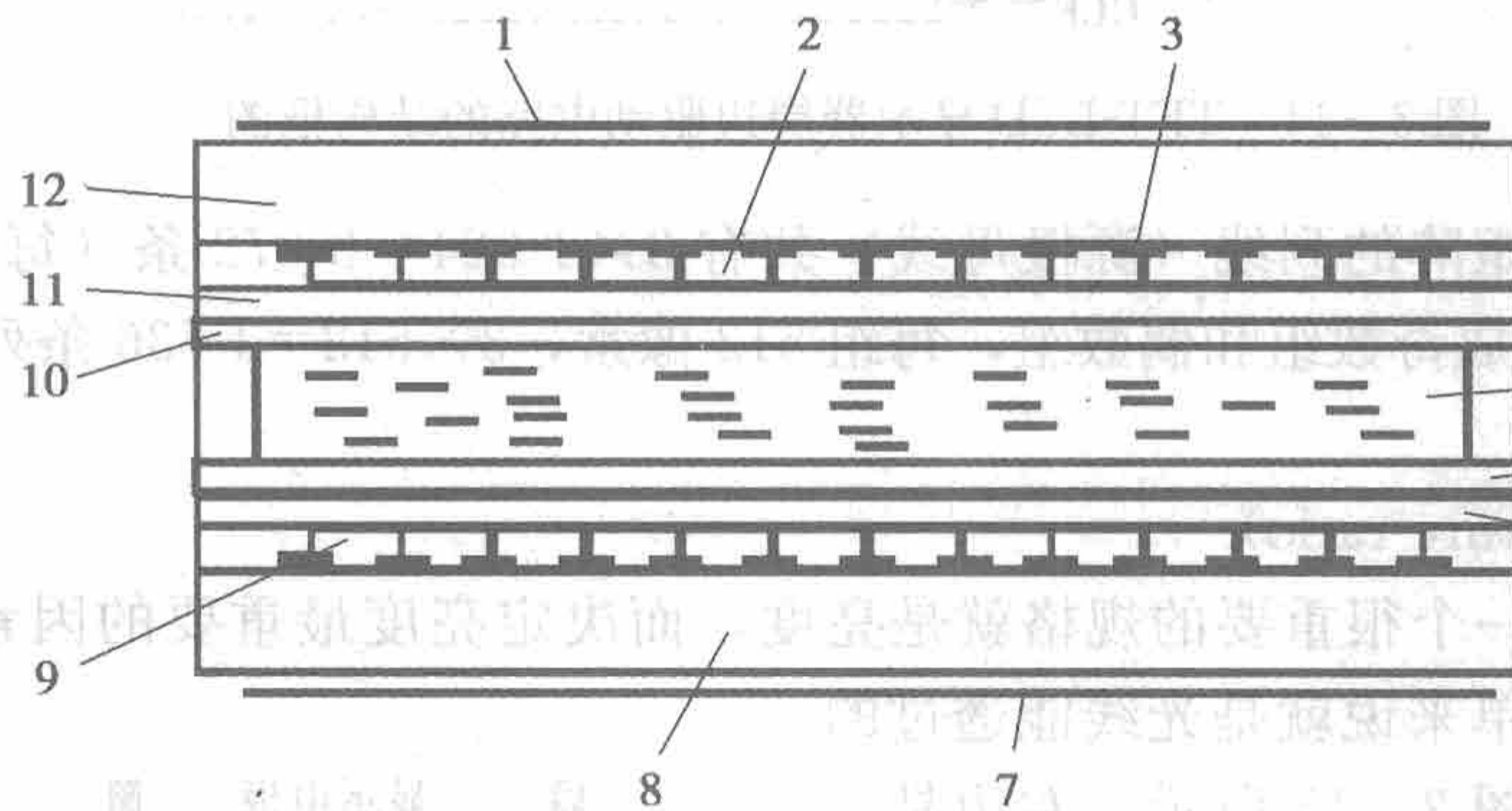


图 3—13 彩色 TFT 有源矩阵液晶显示器

1、7—偏光片 2—彩色膜 3—黑色膜 4—液晶 5、10—取向膜  
6—钝化膜 8、12—玻璃 9—TFT 像素矩阵 11—透明电极

### (6) TFT-LCD 有源矩阵驱动的优点

- 1) TFT-LCD 有源矩阵驱动的路数只与 TFT 特性有关，而与液晶的电光响应特性无关，这就彻底解决了液晶多路驱动的难题。
- 2) 因每个像素独立寻址，所以没有交叉串扰问题以及对比度、清晰度下降等缺陷。
- 3) 这种独立寻址驱动受液晶电光响应速度的影响小，可以显示视频活动图像，闪烁或拖尾现象不明显。



## 6. TFT-LCD 的驱动电路

如图 3—14 所示是 TFT-LCD 显示器周边驱动电路的结构框图，包括行扫描驱动器、列数据输入驱动器（包含数/模转换器 DAC 电路）。在扫描驱动电路中，行扫描信号通过 768 位移位寄存器产生与列信号同步的逐行扫描信号，经缓冲器加到每行 TFT 晶体管的栅极，通过移位去逐行打开 TFT 晶体管，实现行扫描驱动。

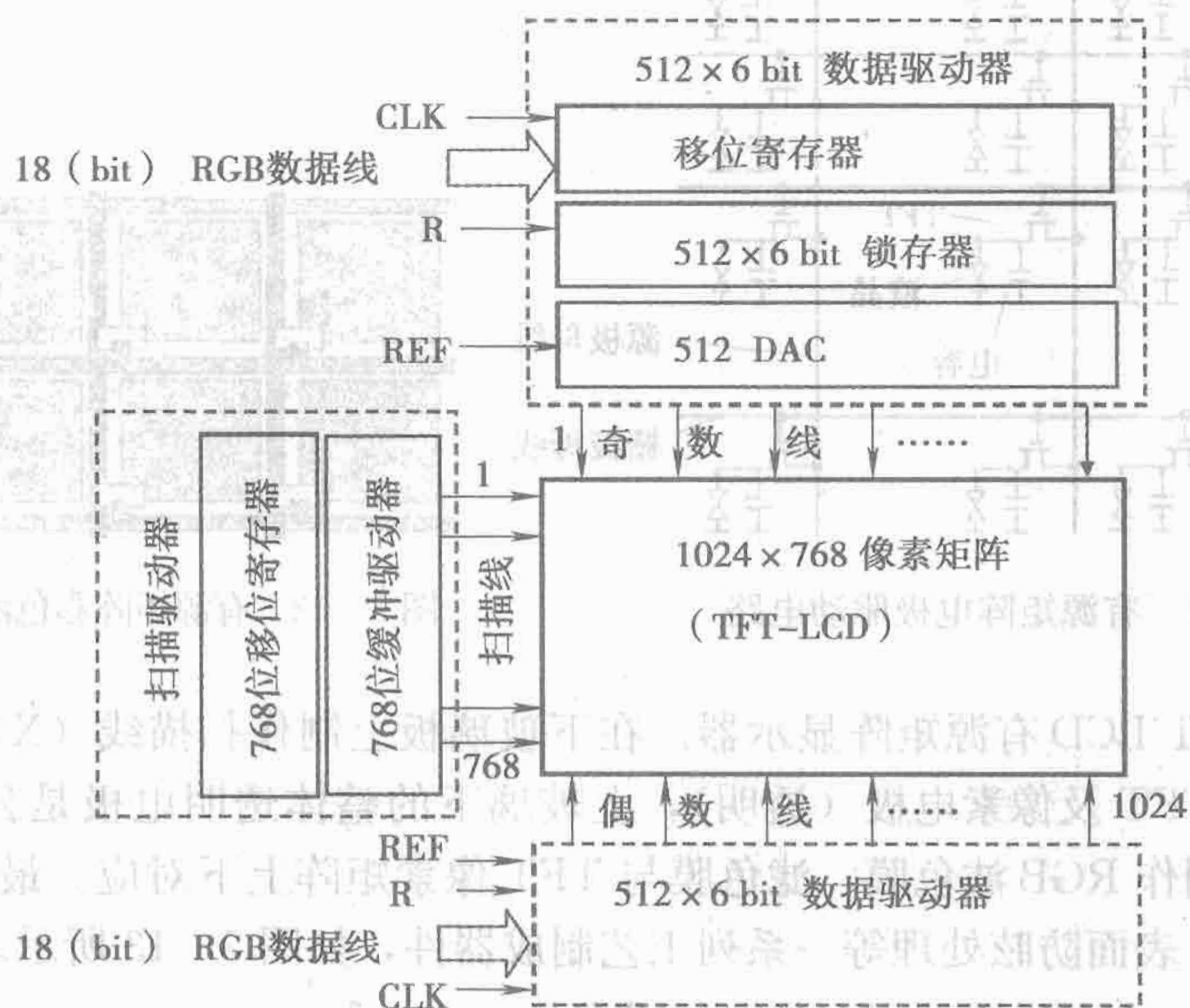


图 3—14 TFT-LCD 显示器周边驱动电路的结构框图

1 024×768 显示矩阵的列线（源极母线）共有  $3 \times 1\,024 = 3\,072$  条（每个像素有 RGB 三原色显示单元），分成奇数组和偶数组，每组 512 像素， $3 \times 512 = 1\,536$  条列线。列数据的分辨率为 6bit。

## 7. 开口率 (Aperture ratio)

液晶显示器中有一个很重要的规格就是亮度，而决定亮度最重要的因素就是开口率。开口率是什么呢？简单来说就是光线能透过的有效区域的比例。如图 3—15 所示，左边是一个液晶显示器从正上方或是正下方看过去的结构图。当光线经由背光板发射出来时，并不是所有的光线都能穿过面板，液晶面板中的电子器件、信号走线等这些不可或缺的部件，有的完全不能透光，有的虽然能够部分透光，但不能受信号控制改变透光率，会影响到图像尤其是暗图像的显示，所以必须将其遮挡为不透光，以免干扰到其他透光区域的正确亮度。所以有效的透光区域，就只剩下图 3—15 右边所显示的区域而已。这一块有效的透光区域与全部面积的比例就称为开口率。

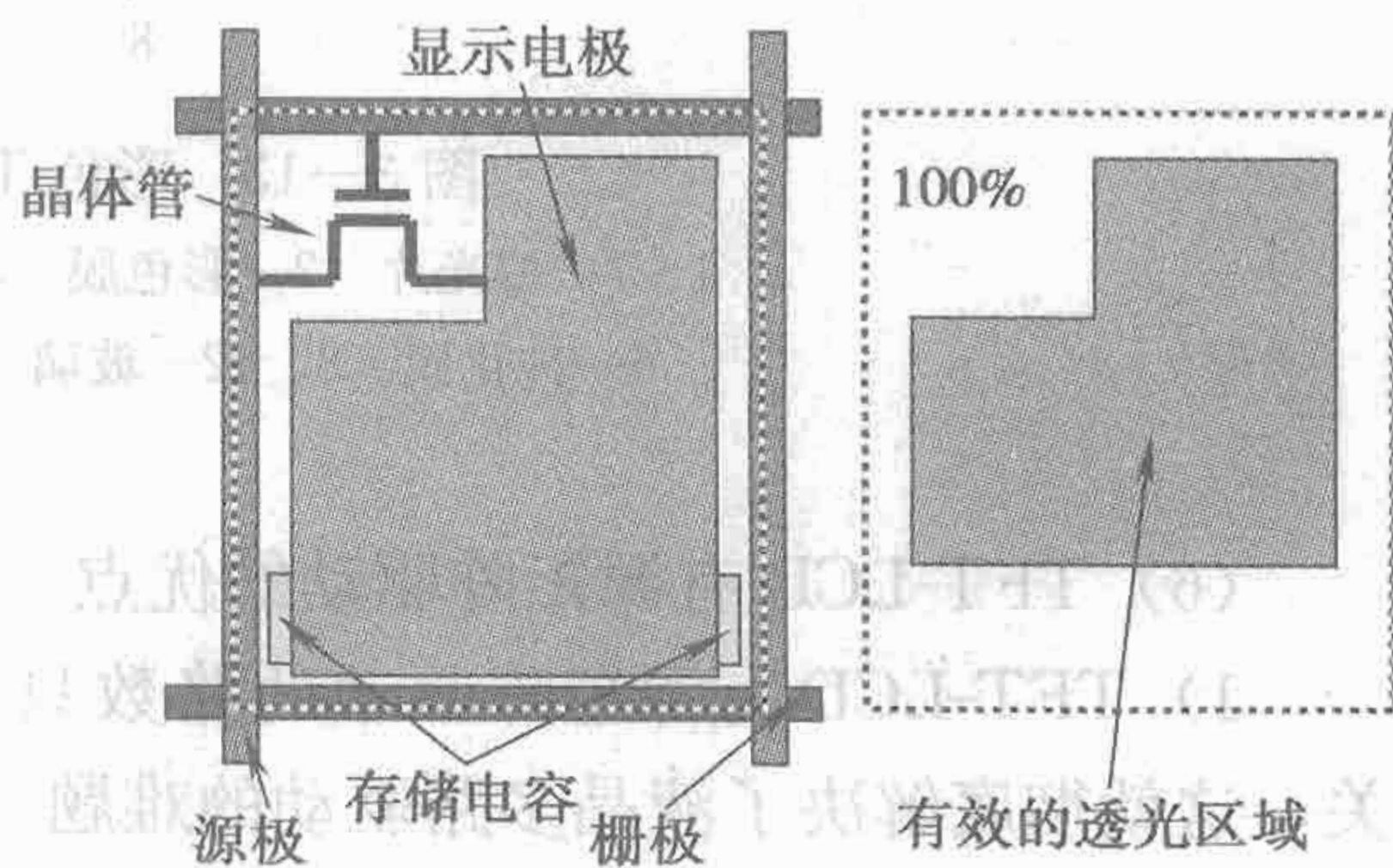


图 3—15 开口率的计算



#### 四、液晶显示的三种方式

##### 1. 反射式

反射式可以利用外光，节省功率。TN 液晶器件一般工作在反射式，如图 3—16 所示为反射式 TN 型液晶显示器的结构示意图。入射光先穿过液晶盒，然后被反射器所反射。反射器由一个漫反射器和一个镜面组成，它们黏附在底玻璃外表面上。为简单起见，有时用擦亮的锡箔代替漫反射器和镜面。当两个偏振片正交，器件工作于正性显示时，不加电时光通过上偏振片变成线偏振光，经过液晶层时，偏振方向扭转  $90^\circ$ ，刚好可通过下偏振片到达反射器，反射回来的光偏振性没有改变，又再次穿过液晶盒和上偏振片到达人眼。当加上足够高的电压后，液晶分子将与电场平行，光的偏振面不再发生旋转，所以光不能穿过液晶盒到达反射面。

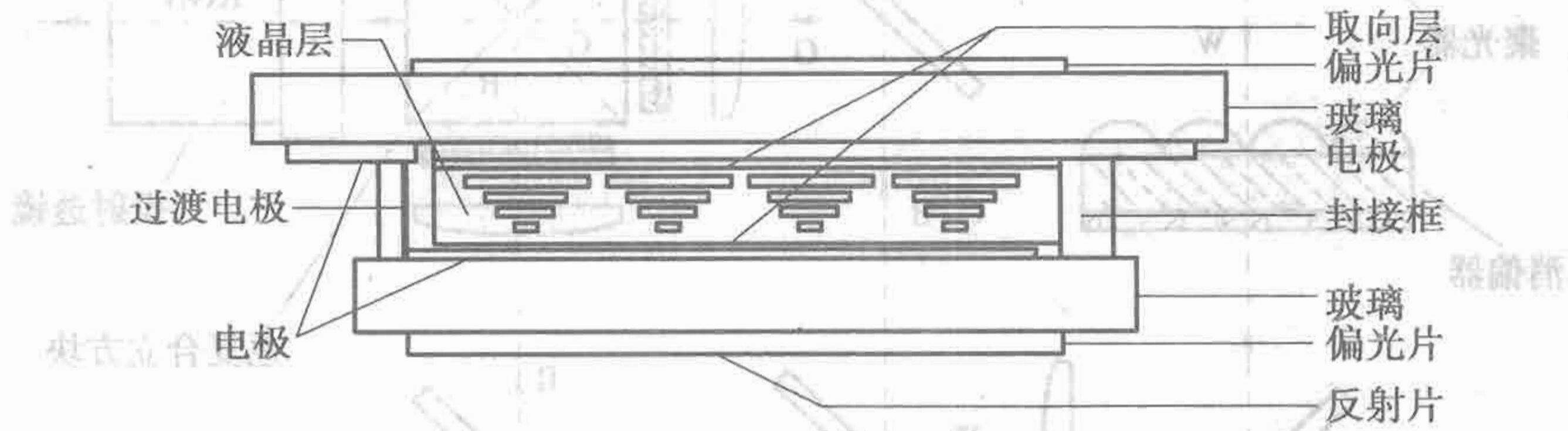


图 3—16 反射式 TN 型液晶显示器的结构示意图

反射式显示即使在阳光直射下，也不会被冲刷。然而，当在暗处或在背景亮度不够高处观察液晶器件时，需要加别的人工光源，为此常在漫反射板的边缘处装一个小灯泡。

##### 2. 透射式

TN 型液晶也可以工作于透射式，如图 3—17 所示。

液晶盒上方的偏振片为线性起偏器，下方的偏振片为线性检偏器，它们的偏光轴互相平行，并都与顶部基片内表面处的液晶分子取向一致。当未加外电场（常暗型），入射光到达盒的底部时，光的偏振面将与检偏器的偏光轴垂直，光线被检偏器挡住，从背面看过去液晶盒不透明，如图 3—17a 所示。加外电场后，入射光经过液晶盒时不发生旋转，能从检偏器穿过，液晶盒仿佛是透明的，如图 3—17b 所示。所以透射式液晶是将光源放在显示器之后，显示器调制入射光。

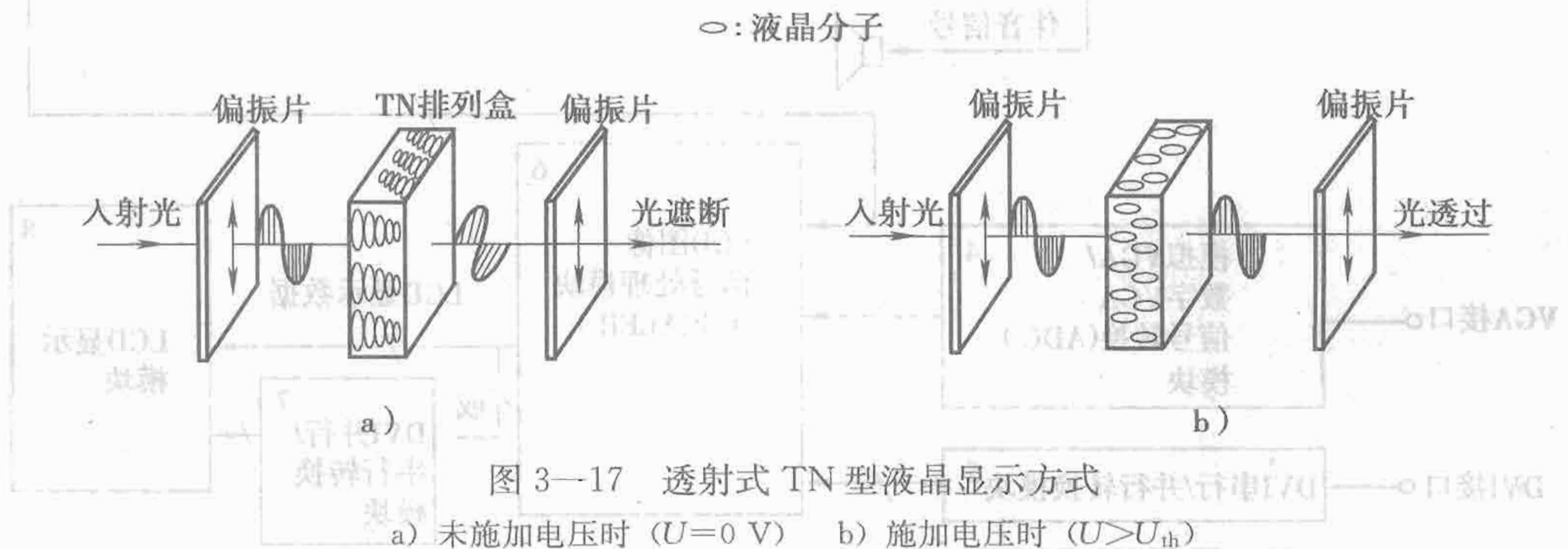


图 3—17 透射式 TN 型液晶显示方式

a) 未施加电压时 ( $U=0\text{ V}$ )    b) 施加电压时 ( $U>U_{th}$ )

##### 3. 投影式

液晶显示器起投影仪中的幻灯片的作用，对投射光源起调制作用，所以称为液晶光阀。早期液晶光阀是将液晶盒与光敏层组合在一起，中间隔一层遮光层。光敏物质为非晶硅、硒、镉



等光电导膜。利用光电导层接收不同光量时电阻改变的特性，从而调制加在液晶上的电压。后来采用可电写入的电荷耦合器，但是现在多采用液晶盒加有源矩阵，近年来发展很迅速的硅基液晶更是投影式的典型。在硅基液晶中有源矩阵直接制作在单晶硅片上，尺寸可以做得很小，并可充分利用发展已很成熟的硅集成工艺。一种液晶投影系统的工作原理示意图如图 3—18 所示。

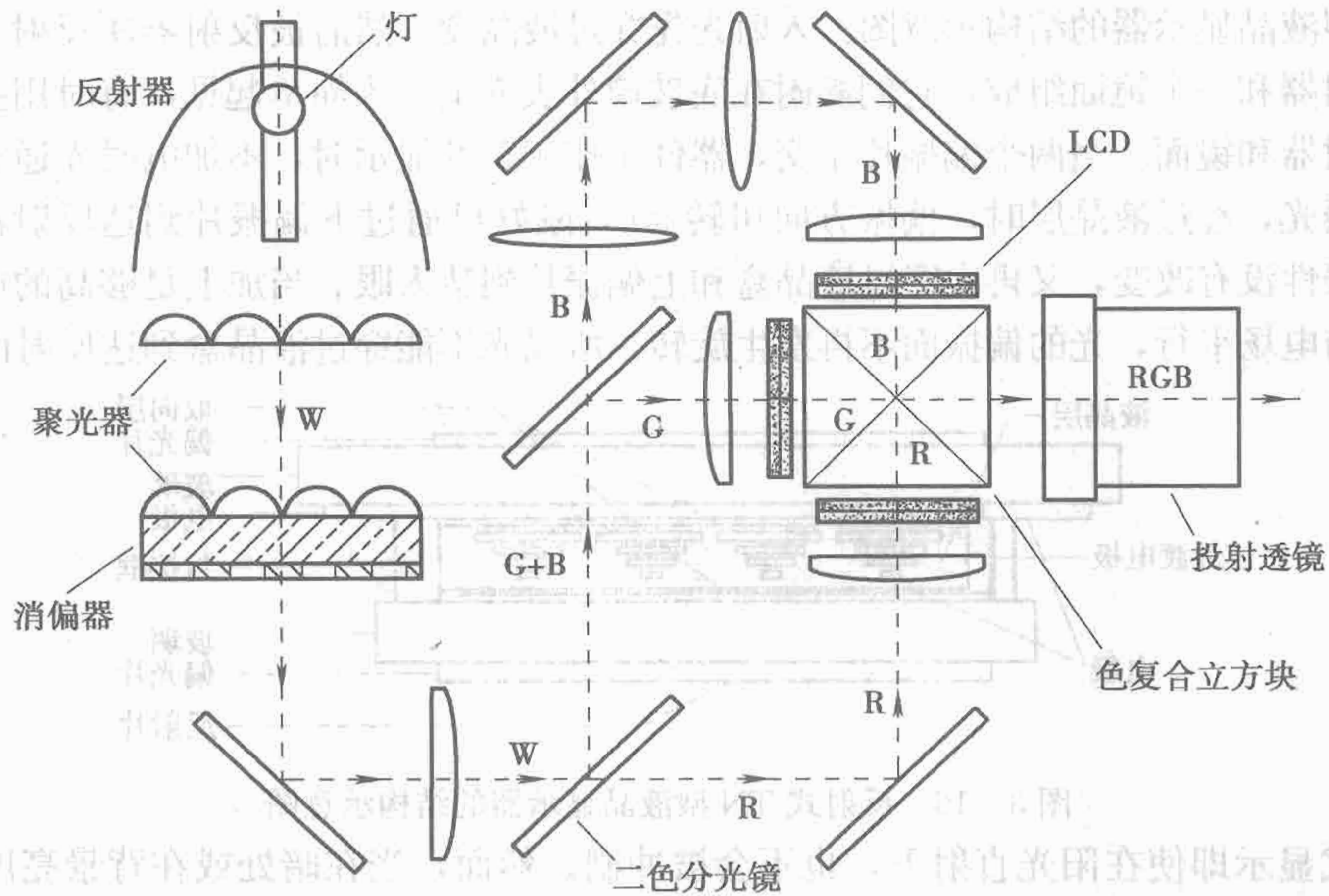


图 3—18 一种液晶投影系统的工作原理示意图

## 五、液晶电视机的电路原理

液晶电视机的原理框图如图 3—19 所示，主要由以下几个部分组成：

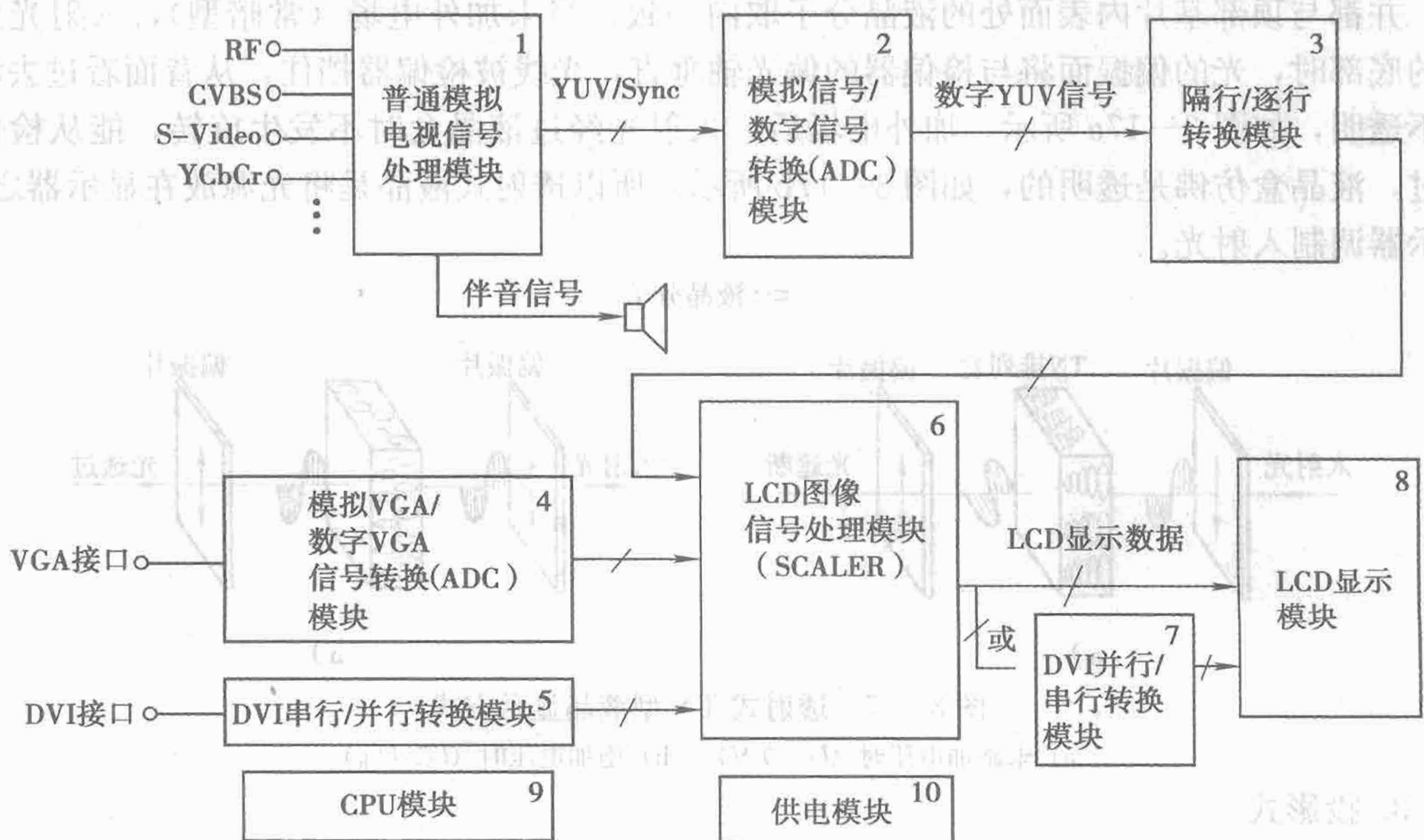


图 3—19 液晶电视机的原理框图



### 1. 普通模拟电视信号处理模块

该模块与普通电视机中的电视信号处理部分功能相同，其可接收多种输入信号格式，如 RF 电视射频信号、CVBS 复合电视信号、S-Video 信号、色差分量信号等。RF 电视射频信号的接收一般使用一体化二合一高频头进行处理，处理后可直接输出复合电视信号和解调的伴音信号。同时，高频头也可输出第二伴音中频信号 SIF 提供给带丽音解码的机型使用。高频头输出的复合电视信号经视频解码 IC 处理后，输出模拟 YUV（或 RGB）信号及行场同步信号供数字板进行处理使用。

### 2. 模拟信号/数字信号转换模块

该模块把三通道模拟 YUV（或 RGB）信号通过 A/D 转换器处理后，转变为 24 路数字 YUV（或 RGB）信号，提供给逐行处理板使用。

### 3. 隔行/逐行转换模块

该模块把隔行格式的数字 YUV（或 RGB）信号进行逐行处理后，输出一标准逐行格式的数字 YUV（或 RGB）信号。

### 4. 模拟 VGA/数字 VGA 信号转换模块

该模块主要把 PC 输出的标准模拟 VGA 视频信号转变成 24 位的并行数字 VGA 视频信号。

### 5. DVI 串行/并行转换模块

这部分的功能主要由 DVI 接收器来实现。其接收 PC 输出的标准串行数字视频 DVI 信号，然后将其转变为 24 位（或 48 位）并行数字视频信号。

### 6. LCD 图像处理模块（SCALER）

该模块的核心是一个高性能的平板图像处理器，可对前端进来的多种格式数字视频信号进行处理，输出平板显示模块可接收的平板图像显示数据格式。其主要功能有：数字色度亮度处理、彩色 Y 校正、图像大小缩放、画质改善、运动补偿、边缘平滑等。

### 7. DVI 并行/串行转换模块

这部分的功能主要由 DVI 发送器来实现。其接收平板图像处理器输出的 24 位（或 48 位）平板图像显示数据，然后将其转变为 DVI 标准的串行输出数据格式，直接连接带 DVI 输入接口的 LCD 显示模块。

### 8. LCD 显示模块

该模块是液晶电视的显示终端，其接收平板图像处理器输出的平板图像显示数据（或 DVI 格式的平板图像显示数据，与 LCD 显示模块的输入接口有关），经内部时序控制电路转换后，驱动 LCD 屏显示出正确的视频图像。

### 9. CPU 模块

提供人机接口及对电路的各个功能模块进行功能设置和控制。

### 10. 供电模块

对电源接口输入的 12 V 和 24 V 直流电进行 DC/DC 转换后，提供系统需要的各种不同电压。

## 第 2 节 等离子体显示技术

等离子体显示屏（Plasma Display Panel，简称 PDP）是继阴极射线管（CRT）和液晶



屏 (LCD) 之后的一种新颖直视式图像显示器件。等离子体显示器以出众的图像效果、独特的数字信号直接驱动方式而成为优秀的视频显示设备和高清晰的计算机显示器, 它将是高清晰度数字电视的重要显示屏幕。在台湾地区被称为电浆显示屏。

### 一、PDP (等离子体) 的定义

PDP 技术是一种利用气体放电的显示技术, 其工作原理与日光灯很相似。它采用了等离子体管作为发光元件, 屏幕上每一个等离子体管对应一个像素, 屏幕以玻璃作为基板, 基板间隔一定距离, 四周经气密性封接形成一个个放电空间, 如图 3—20 所示。放电空间内充入氖、氙等混合惰性气体作为工作媒质。在两块玻璃基板的内侧面上涂有金属氧化物导电薄膜作为激励电极。当向电极上加入电压时, 放电空间内的混合气体便发生等离子体放电现象。

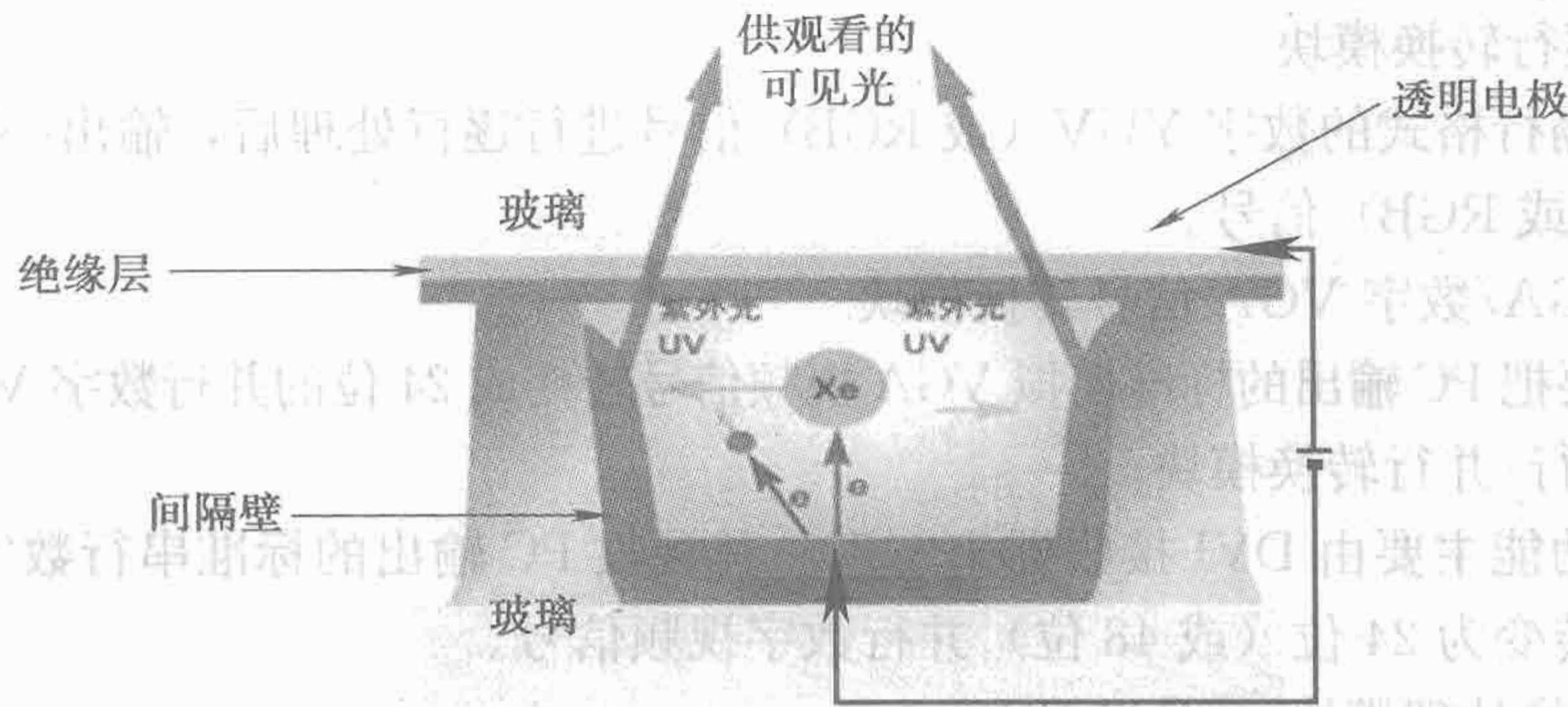


图 3—20 等离子体管发光原理

气体等离子体放电产生紫外线, 紫外线激发荧光屏, 荧光屏发射出可见光, 显现出图像。当使用涂有三原色 (也称三基色) 荧光粉的荧光屏时, 紫外线激发荧光屏, 荧光屏发出的光则呈红、绿、蓝三原色, 如图 3—21 所示。当每一原色单元实现 256 级灰度后再进行混色, 便实现彩色显示。等离子体显示器技术按其工作方式来分, 可分为电极与气体直接接触的直流型 PDP 和电极上覆盖介质层的交流型 PDP 两大类。目前研究开发的彩色 PDP 的类型主要有三种: 单基板式 (又称表面放电式) 交流 PDP、双基板式 (又称对向放电式) 交流 PDP 和脉冲存储直流 PDP。PDP 曾被误认为只是一种过渡性技术, 但从技术原理看, 由于 PDP 屏幕中发光的等离子体管在平面中均匀分布, 这样显示图像的中心和边缘完全一致, 不会出现扭曲现象, 实现了真正意义上的纯平面。由于其显示过程中没有电子束运动, 不需要借助于电磁场, 因此, 外界的电磁场也不会对其产生干扰, 具有较好的环境适应性。

由于 PDP 发光不需要背景光源, 因此, 没有 LCD 显示器的视角和亮度均匀性问题, 而且实现了较高的亮度和对比度。而三原色共用同一个等离子体管的设计, 也使其避免了聚焦和汇聚问题, 可以实现非常清晰的图像。与 LCD 显示技术相比, PDP 的屏幕越大, 图像的景深和保真度越高。除了亮度、对比度和可视角度优势外, PDP 技术也避免了 LCD 技术中的响应时间问题, 而这些特点正是动态视频显示中至关重要的因素。因此, 从目前的技术水平看, PDP 显示技术在动态视频显示领域的优势更加明显, 更加适合作为电视机或家庭影院显示终端使用, 特别是大画面的显示更适合在高清电视系统 (HDTV) 中作为显示终端。PDP 显示器无扫描线扫描, 完全是像素对像素进行显像, 因此, 图像清晰稳定无闪烁, 不会导致眼睛疲劳。PDP 也无 X 射线辐射。



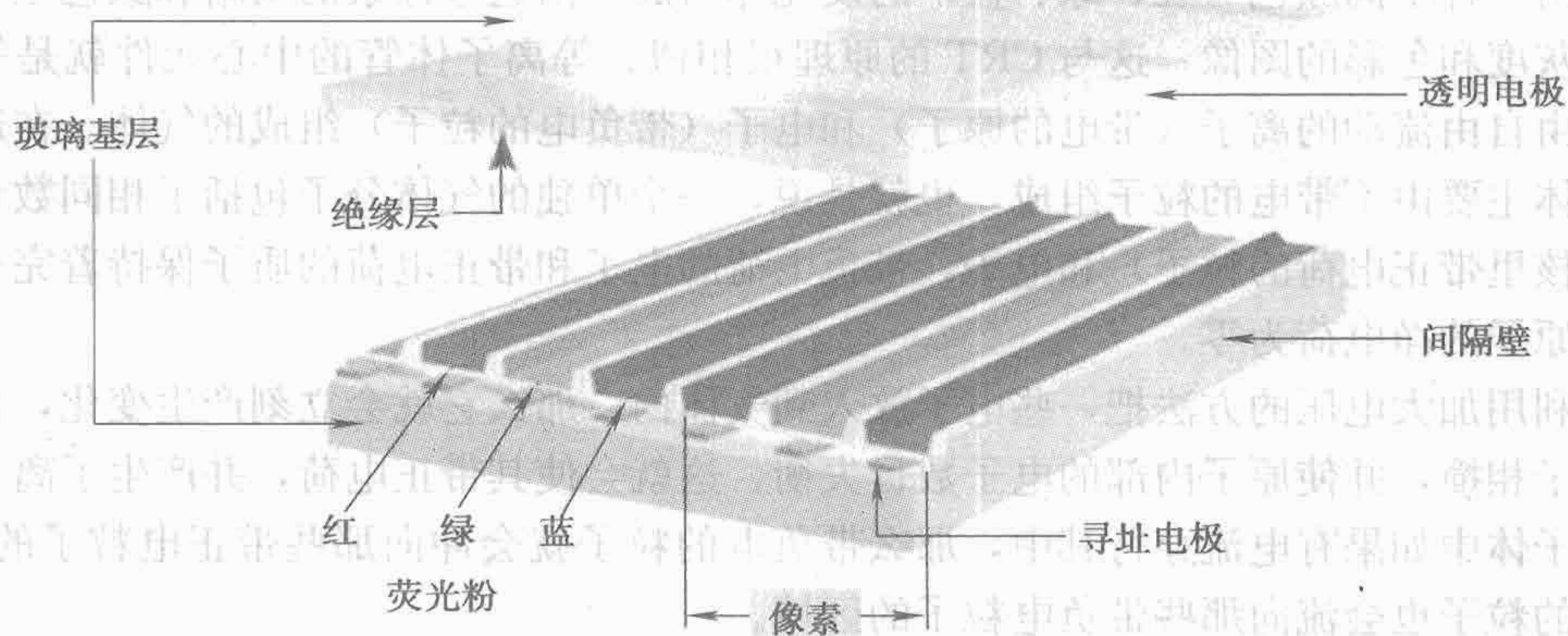


图 3—21 彩色像素显示原理

## 二、PDP 工作原理

显像管主要由电子枪、偏转线圈及阴极射线管组成，单就其图像还原的亮度、对比度等特性而言，是非常优秀的。显像管由于是由玻璃制造的，所以非常易碎，并且屏幕有不易察觉的抖动，不过它的致命弱点并不是上述这些，而是它过于庞大的体积。显像管技术具有如下规律：屏幕面积越大，显像管也就越长，只有这样才能保证扫描电子枪有足够的深度空间，把电子束打到整个屏幕上。

而 PDP 电视具有更加宽大的显示屏，但它的厚度只有 10 cm 左右。PDP 影像的形成主要取决于屏幕上数以百万计的小点（称之为“像素”）所产生的亮度，在绝大多数电视上，共有 3 种（红、绿、蓝）颜色的像素，这 3 种颜色的像素被平均地分布在整个屏幕上。所有的色彩都可以通过选定的 3 种单色光以适当的比例混合而成。这 3 种选定的颜色被称为三原色。三原色相互独立，其中任一种基色不能由另外两种基色混合而得到，但它们相互以不同的比例混合，就可以得到不同的其他颜色，各像素组合便得到一幅完整的彩色图像，如图 3—22 所示。

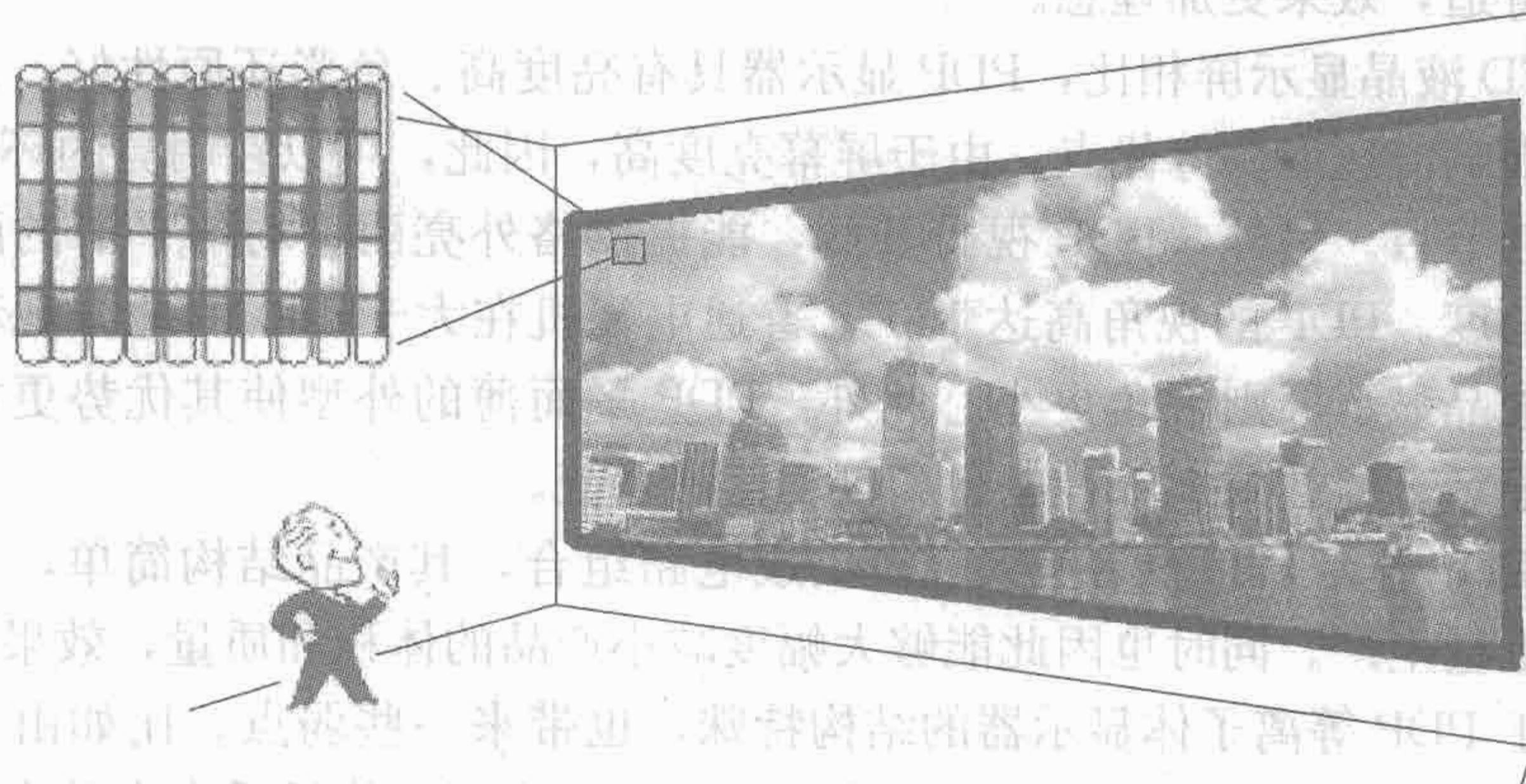


图 3—22 PDP 显示屏示意图

等离子体显示屏是一种利用气体放电的显示装置，其每个像素都采用了等离子体管作为发光元件。大量的等离子体管排列在一起构成整个全屏幕。每个等离子体管作为一个像素，



每个像素由三种不同颜色（红、绿、蓝）的发光体组成。由这些像素的明暗和颜色组合变化产生各种灰度和色彩的图像，这与 CRT 的原理很相似。等离子体管的中心元件就是等离子体，它是由自由流动的离子（带电的原子）和电子（带负电的粒子）组成的气体。在通常情况下，气体主要由不带电的粒子组成，也就是说，一个单独的气体分子包括了相同数量的质子（原子核里带正电荷的粒子）和电子，带负电荷的电子和带正电荷的质子保持着完美的平衡，所以原子的净电荷为零。

如果利用加大电压的方法把一些电子放入到气体内，那么它就会立刻产生变化，自由的电子与原子相撞，并使原子内部的电子数目失衡，这就会使其带正电荷，并产生了离子。在稳定等离子体中如果有电流穿行其中，那么带负电的粒子就会冲向那些带正电粒子的区域，而带正电的粒子也会流向那些带负电粒子的区域。

在这样的运动中，双方的粒子不断地进行着撞击。这些撞击激发了等离子体中的气体原子，促使它们发出了光。这个工作原理很类似于普通日光灯。

等离子体显示屏上每个等离子体对应的小室内都充有氖、氙原子，当它们被撞击时，便发出了光。一般来讲，这些原子发出的光只是紫外光，而紫外光是人眼所无法辨别的。由这些紫外光激发三原色的荧光粉便产生了人们可见的光线。

### 三、等离子体显示的特点

等离子体显示技术比传统的显像管和 LCD 液晶显示屏具有更高的技术优势，表现在：

(1) 与直视型显像管彩色电视机相比，PDP 显示器的体积更小、质量更轻，而且无 X 射线辐射。另外，由于 PDP 各个发光单元的结构完全相同，因此，不会出现显像管常见的图像几何畸变。PDP 屏幕亮度非常均匀，没有亮区和暗区，不像显像管屏幕中心比四周亮度要高一些，而且 PDP 不会受磁场的影响，具有更好的环境适应能力。PDP 屏幕也不存在聚焦的问题，因此，完全消除了显像管某些区域聚焦不良或年月长久开始散焦的缺陷；不会产生显像管的色彩漂移现象，而表面平直也使大屏幕边角处的失真和色纯度变化得到彻底改善。同时，其高亮度、大视角、全彩色和高对比度意味着 PDP 图像更加清晰，色彩更加鲜艳，感受更加舒适，效果更加理想。

(2) 与 LCD 液晶显示屏相比，PDP 显示器具有亮度高、色彩还原性好、灰度丰富、对迅速变化的画面响应速度快等优点。由于屏幕亮度高，因此，可以在明亮的环境之下尽情欣赏大画面的视频节目。另外，PDP 视野开阔，能提供格外亮丽、均匀平滑的画面和前所未有的更大观赏角度。PDP 的视角高达  $160^\circ$ ，普通电视机在大于  $160^\circ$  的地方观看时画面已严重失真，至于液晶显示屏则视角更小。此外，PDP 平而薄的外型使其优势更加明显，特别适合公共信息显示、壁挂式大屏幕电视和自动监视系统。

(3) 由于 PDP 显示器很容易与大规模集成电路组合，其产品结构简单，易于拆装，很适合现代化大批量生产。同时也因此能够大幅度减小产品的体积和质量，效果十分理想。

当然，由于 PDP 等离子体显示器的结构特殊，也带来一些弱点。比如由于等离子体显示器是平面设计，而且显示器上的玻璃极薄，所以它的表面不能承受太大的大气压力，更不能承受意外的重压。PDP 显示器的每一颗像素都是独立地自行发光，相比于显像管电视机使用一支电子枪而言，耗电量自然大增。一般等离子体显示器的耗电量高于 300 W，同时由于发热量大，PDP 显示器背板上还装有多组用于散热的风扇。



## 四、PDP 的分类

### 1. 直流型 (DCPDP)

放电气体与电极直接接触, 电极外部串联电阻作限流之用, 发光位于阴极表面, 且为与电压波形一致的连续发光。

### 2. 交流型 (ACPDP)

放电气体与电极用透明介质层隔离, 隔离层为串联电容作限流之用, 放电因受该电容的隔直通交作用, 需用交变脉冲电压驱动, 为此无固定的阴极和阳极之分, 发光位于两电极表面, 且为交替脉冲式发光。

### 3. SM-PDP

以金属荫罩代替传统的绝缘介质障壁。具有制作工艺简单, 易于实现大批量生产; 放电电压低、亮度高、响应频率快的优点。

## 第 3 节 触摸屏技术简介

触摸屏具有坚固耐用、反应速度快、节省空间、易于交流等许多优点。用户只要用手指轻轻地碰触触摸屏上的图形或文字, 就能实现对主机的操作, 从而使人机交互更为直截了当, 极大地方便了不熟悉计算机操作的用户, 赋予了多媒体以崭新的面貌。触摸屏在我国的应用范围非常广阔, 主要有公共信息的查询, 如电信局、税务局、银行、电力等部门的业务查询; 城市街头的信息查询; 此外还可广泛应用于政府办公、工业控制、军事指挥、电子游戏、点歌点菜、多媒体教学、房地产预售等, 将来, 触摸屏还要走入家庭。随着城市向信息化方向发展和计算机网络在日常生活中的渗透, 信息查询都将以触摸屏——显示内容可触摸的形式出现。

### 一、触摸屏的工作原理

为了操作上的方便, 人们用触摸屏来代替鼠标或键盘。工作时, 必须首先用手指或其他物体触摸安装在显示器前端的触摸屏, 然后系统根据手指触摸的图标或菜单位置来定位选择信息输入。触摸屏由触摸检测部件和触摸屏控制器组成; 触摸检测部件安装在显示器屏幕前面, 用于检测用户触摸的位置, 接收后送触摸屏控制器; 而触摸屏控制器的主要作用是从触摸点检测装置上接收触摸信息, 并将它转换成触点坐标, 再送给 CPU, 它同时能接收 CPU 发来的命令并加以执行。

### 二、触摸屏的主要类型

从技术原理上来分, 触摸屏可分为 4 个基本种类: 电阻技术触摸屏、电容技术触摸屏、红外线技术触摸屏、表面声波技术触摸屏。红外线技术触摸屏的价格低廉, 但其外框易碎, 容易产生光干扰, 不适宜在表面为曲面的显示设备上使用; 电容技术触摸屏的设计理论较好, 但其图像失真问题很难得到根本解决; 电阻技术触摸屏的定位准确, 但其价格颇高, 且怕刮易损; 表面声波技术触摸屏克服了以往触摸屏的各种缺陷, 清晰度高, 适用于各种场



合，缺点是触摸屏表面粘到的水滴、尘土会使触摸屏的反应变得迟钝，甚至不能工作。

### 1. 电阻技术触摸屏

电阻技术触摸屏的屏体部分是一块与显示器表面非常匹配的多层复合薄膜，如图 3—23 所示，由一层普通玻璃或有机玻璃作为基层，表面涂有一层透明的氧化铟导电层，上面再盖有一层外表面经硬化处理、光滑防刮的塑料层，它的内表面也涂有一层氧化铟，在两导电层之间有许多细小（小于千分之一英寸）的透明隔离点把它们隔开以至绝缘。当手指接触屏幕时，两层氧化铟导电层出现一个接触点，因其中一面导电层接通 Y 轴方向的 5 V 均匀电压场，使得侦测层的电压由零变为非零，控制器侦测到这个情况后，进行 A/D 转换，并将得到的电压值与 5 V 相比，即可得到触摸点的 Y 轴坐标，同理得出 X 轴的坐标，这就是电阻技术触摸屏的最基本工作原理。电阻技术触摸屏根据引出线数多少分为四线、五线等多线电阻触摸屏。五线电阻触摸屏的 A 面是导电玻璃而不是导电涂覆层，导电玻璃的工艺使其使用寿命得到极大的提高，并且可以提高透光率。

电阻技术触摸屏的 ITO 涂层比较薄且容易脆断，涂得太厚又会降低透光且形成内反射降低清晰度，ITO 外表面虽多加了一层薄塑料保护层，但依然容易被锐利物件所破坏；且由于经常被触动，表层 ITO 使用一定时间后会出现细小裂纹，甚至变形，如其中一点的外层 ITO 受破坏而断裂，便失去作为导电体的作用，触摸屏的使用寿命就不长久。但电阻技术触摸屏不易受尘埃、水、污物的影响。

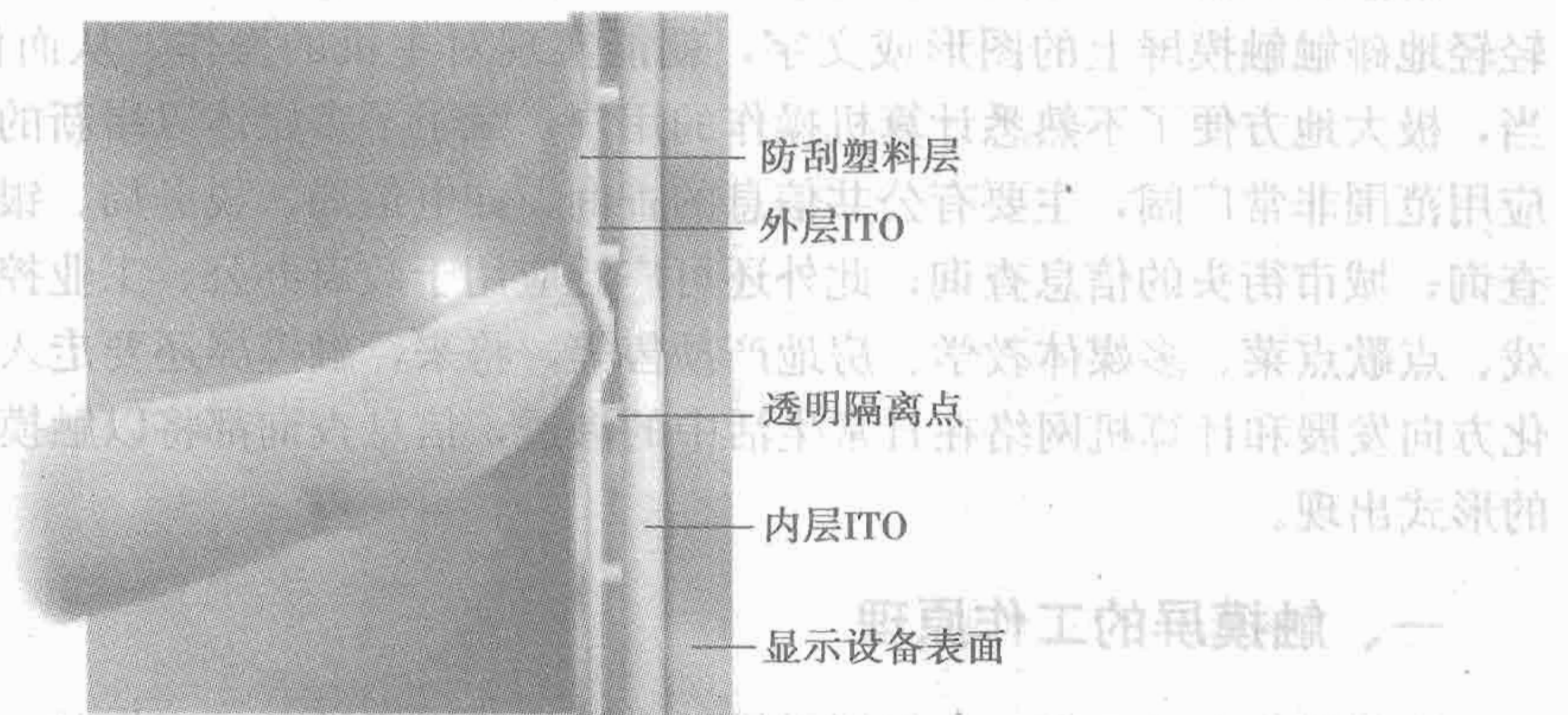


图 3—23 电阻技术触摸屏的工作原理示意图

这种触摸屏利用压力感应进行控制。它用两层高透明的导电层组成触摸屏，两层之间的距离仅为  $2.5 \mu\text{m}$ 。当手指按在触摸屏上时，该处两层导电层相接触，电阻发生变化，在 X 和 Y 两个方向上产生信号，然后送触摸屏控制器。这种触摸屏能在恶劣环境下工作，但手感和透光性较差，适合佩戴手套和不能用手直接接触控的场合。电阻技术触摸屏的关键在于材料。常用的透明导电涂层材料有：

(1) 氧化铟 ITO。为弱导体，特性是当厚度降到  $1800 \text{ \AA}$  ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ ) 以下时会突然变得透明，透光率为 80%，若厚度继续变薄，透光率反而下降，到  $300 \text{ \AA}$  厚度时透光率又上升到 80%。ITO 是所有电阻技术触摸屏及电容技术触摸屏都会用到的主要材料，实际上电阻技术触摸屏和电容技术触摸屏的工作面就是 ITO 涂层。

(2) 镍金涂层。五线电阻触摸屏的外层导电层使用的是延展性好的镍金涂层材料，外导电层由于被频繁触摸，一般使用延展性好的镍金材料，可延长使用寿命，但是工艺成本较为



高昂。虽然镍金导电层的延展性好，但是只能作透明导体，不适合作为电阻技术触摸屏的工作面，因为它的导电率高，而且金属不易做到厚度非常均匀，不宜作电压分布层，只能作为探层。

## 2. 电容技术触摸屏

电容技术触摸屏的构造主要是在玻璃屏幕上镀一层透明的薄膜体层，再在导体层外加上一块保护玻璃，双玻璃设计能彻底保护导体层及感应器。

电容技术触摸屏在触摸屏四边均镀上狭长的电极，在导电体内形成一个低电压交流电场。用户触摸屏幕时，由于人体电场的作用，手指与导体层间会形成一个耦合电容，四边电极发出的电流会流向触点，而电流强弱与手指到电极的距离成正比，位于触摸屏后的控制器便会计算电流的比例及强弱，准确算出触摸点的位置。电容技术触摸屏的双玻璃不但能保护导体及感应器，更能有效地防止外在环境因素对触摸屏造成的影响，就算屏幕沾有污秽、尘埃或油渍，电容技术触摸屏依然能准确算出触摸的位置。如图 3—24 所示为电容技术触摸屏的结构示意图。

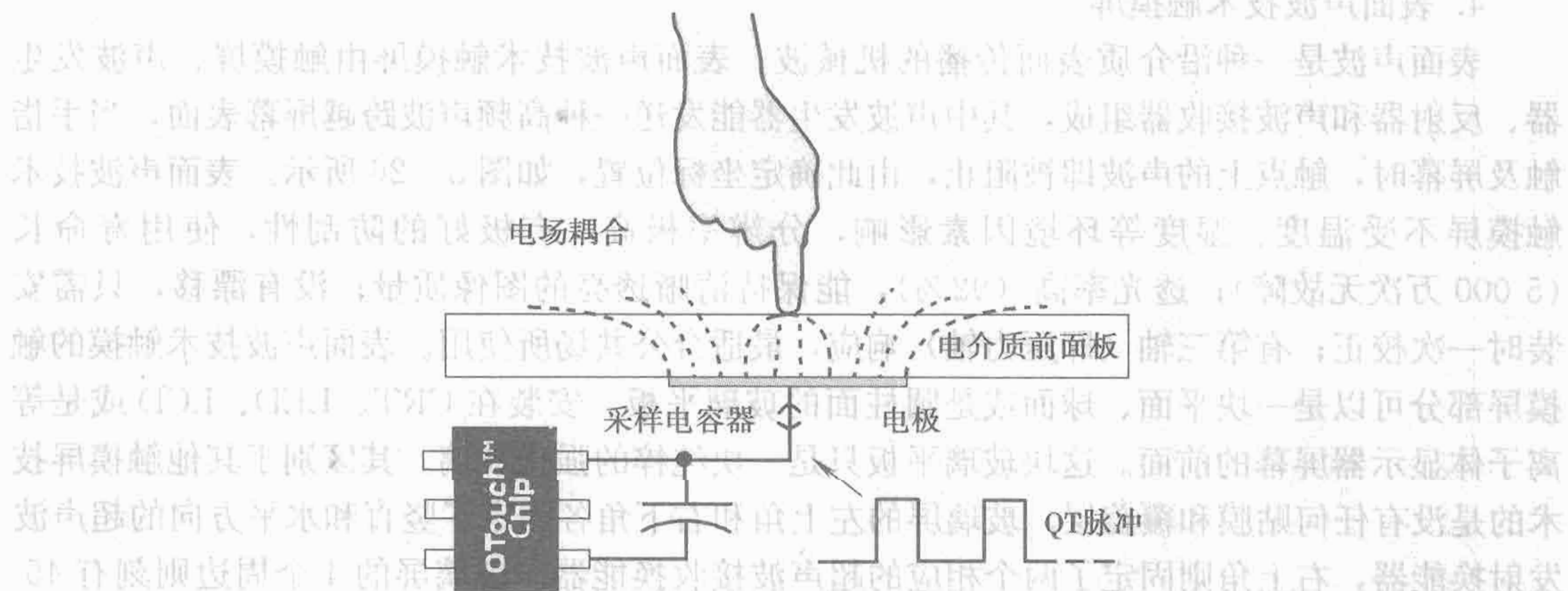


图 3—24 电容技术触摸屏的结构示意图

电容技术触摸屏是在玻璃表面贴上一层透明的特殊金属导电物质。当手指触摸在金属层上时，触点的电容就会发生变化，使得与之相连的振荡器频率发生变化，通过测量频率变化，可以确定触摸位置并获得信息。由于电容随温度、湿度或接地情况的不同而变化，故其稳定性较差，往往会产生漂移现象。该种触摸屏适用于系统开发的调试阶段。

## 3. 红外线技术触摸屏

该触摸屏由装在触摸屏外框上的红外线发射与接收感测元件构成，在屏幕表面形成红外线探测网，触摸动作可改变触点上的红外线而实现触摸屏操作。红外线技术触摸屏不受电流、电压和静电干扰，适用于某些恶劣的环境条件下。其主要优点是价格低廉、安装方便、不需要其他控制器，可以用在各档次的计算机上。此外，由于没有电容充放电过程，响应速度比电容技术触摸屏要快，但分辨率较低。如图 3—25 所示为红外线技术触摸屏的结构示意图。

红外线技术触摸屏的动作原理很简单，只是在显示器上加上光点距架框，无须在屏幕表面加上涂层或接驳控制器。光点距架框的四边排列了红外线发射管及接收管，在屏幕表面形成一个红外线网。用户以手指触摸屏幕某一点，便会挡住经过该位置的横竖两条红外线，计算机便可即时算出触摸点位置。不过，由于只是在普通屏幕上增加了框架，在使用过程中框



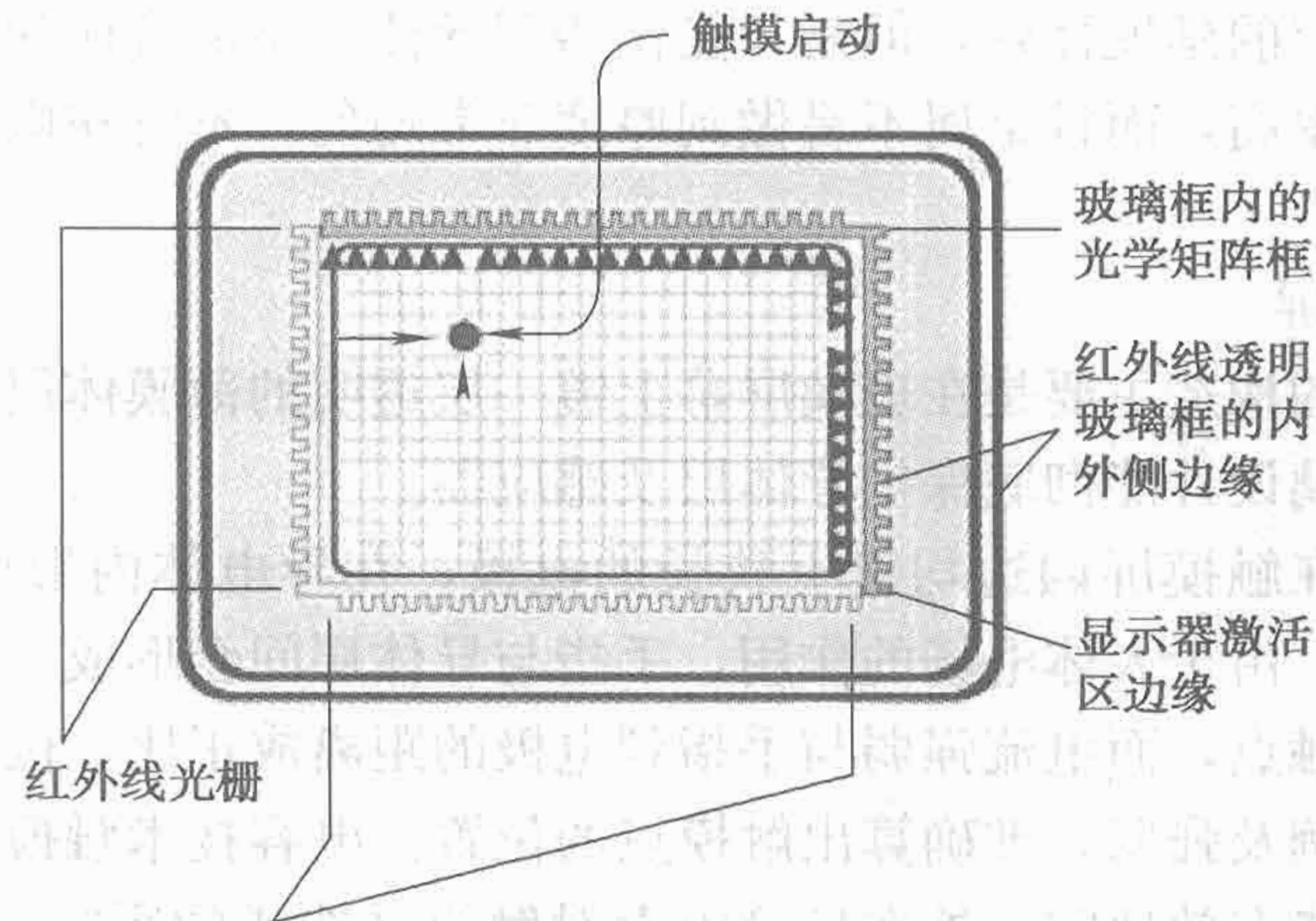


图 3—25 红外线技术触摸屏的结构示意图

架四周的红外线发射管及接收管很容易被损坏。

#### 4. 表面声波技术触摸屏

表面声波是一种沿介质表面传播的机械波。表面声波技术触摸屏由触摸屏、声波发生器、反射器和声波接收器组成，其中声波发生器能发送一种高频声波跨越屏幕表面，当手指触及屏幕时，触点上的声波即被阻止，由此确定坐标位置，如图 3—26 所示。表面声波技术触摸屏不受温度、湿度等环境因素影响，分辨率极高，有极好的防刮性，使用寿命长（5 000 万次无故障）；透光率高（92%），能保持清晰透亮的图像质量；没有漂移，只需安装时一次校正；有第三轴（即压力轴）响应，最适合公共场所使用。表面声波技术触摸的触摸屏部分可以是一块平面、球面或是圆柱面的玻璃平板，安装在 CRT、LED、LCD 或是等离子体显示器屏幕的前面。这块玻璃平板只是一块纯粹的强化玻璃。其区别于其他触摸屏技术的是没有任何贴膜和覆盖层。玻璃屏的左上角和右下角各固定了竖直和水平方向的超声波发射换能器，右上角则固定了两个相应的超声波接收换能器。玻璃屏的 4 个周边则刻有 45° 角由疏到密、间隔非常精密的反射条纹。

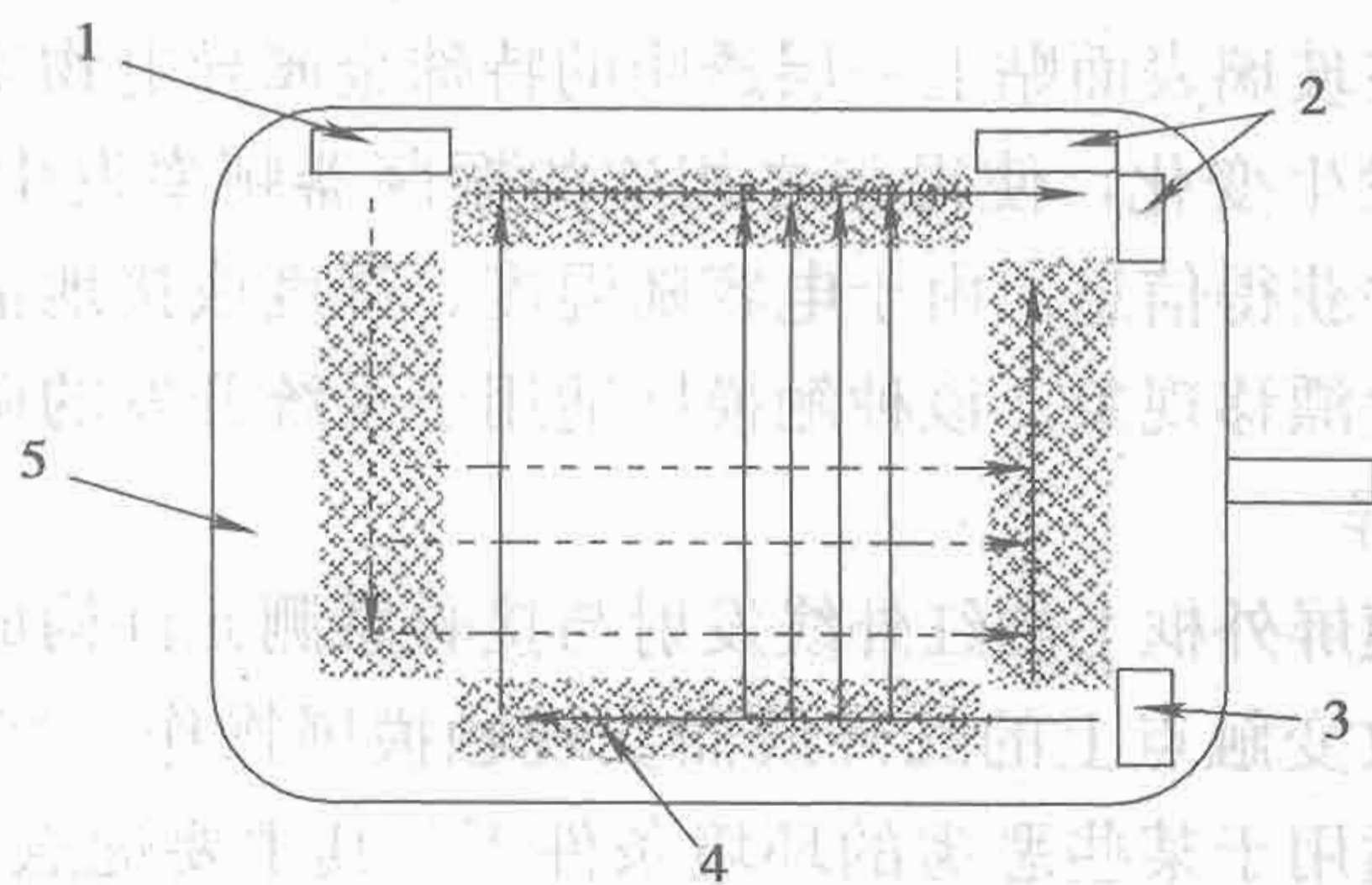


图 3—26 表面声波技术触摸屏的工作原理示意图

1、2、3—换能器 4—反射器 5—普通玻璃或钢化玻璃

### 三、触摸屏的基本技术特性

#### 1. 透明性能

触摸屏是由多层复合薄膜构成的，透明性能的好坏直接影响到触摸屏的视觉效果。触摸



屏透明性能的好坏，不仅要从它的视觉效果来衡量，还应该包括透明度、色彩失真度、反光性和清晰度这4个特性的情况。

## 2. 绝对坐标系

传统的鼠标是一种相对定位系统，只和前一次鼠标的位置坐标有关。而触摸屏则是一种绝对坐标系，要选哪个就直接点哪个，与相对定位系统有着本质的区别。绝对坐标系的特点是每一次定位坐标与上一次定位坐标没有关系，每次触摸的数据通过校准转为屏幕上的坐标，不管在什么情况下，触摸屏这套坐标在同一点的输出数据是稳定的。不过由于技术原理的原因，并不能保证同一点触摸的每一次采样数据都是相同的，不能保证绝对坐标的定位，而会有漂移现象。对于性能较好的触摸屏来说，漂移现象并不严重。

## 3. 检测与定位

各种触摸屏技术都是依靠传感器来工作的，甚至有的触摸屏本身就是一套传感器。各自的定位原理和所用的传感器决定了触摸屏的反应速度、可靠性、稳定性和使用寿命。

几种常用触摸屏的特性比较见表3—2。

表3—2 几种常用触摸屏的特性比较

类别	红外线技术触摸屏	电容技术触摸屏	四线电阻技术触摸屏	五线电阻技术触摸屏	表面声波技术触摸屏
清晰度	—	一般	一般	较好	很好
分辨率	100×100	4 096×4 096	4 096×4 096	4 096×4 096	4 096×4 096
反光性	—	较严重	有	较少	很少
透光率	—	85%	60%左右	75%	92%
漂移	—	有	—	—	—
材质	塑料框架或透光外壳	多层玻璃或塑料复合膜	多层玻璃或塑料复合膜	多层玻璃或塑料复合膜	纯玻璃
防刮擦	—	一般	主要缺陷	较好，怕锐器	非常好
反应速度	50~300 ms	15~24 ms	10~20 ms	10 ms	10 ms
使用寿命	损坏概率较大	2千万次	5百万次以上	3千5百万次	大于5千万次

## 四、触摸屏的常见问题

由于触摸屏大多数放置在公共场所或大厅中，供广大普通用户使用，而这些用户的使用水平可能差别很大，这就很难保证触摸屏在使用过程中不会出现问题，这里将一些常见问题介绍如下：

### 1. 与硬件相关的问题

触摸屏一般用串口进行信号的传输，从PS/2端口取来信号，而与触摸屏配合使用的屏幕是从主机电源直接取电，如果指示灯不亮，说明没有取到信号，可能是控制盒上的PS/2线损坏；如果指示灯亮，但依旧不闪烁，说明控制盒损坏，因此，必须更换控制盒。如果更换控制盒依然无效，有可能是屏幕被压得太紧，需要将四周的螺钉稍微拧松一下，因为触摸屏是由特殊材料组成的，本身不太容易损坏。

如果串口是坏的或被禁用，将导致驱动程序无法安装，因为安装驱动程序时，会自动寻



找串口。即使能够安装，也会出现鼠标不动或无法定位的问题。最好不要用串口鼠标来判断串口的好坏。如果屏幕被压住，或者地线没有接好，都会导致无法定位的问题。如果发生有些区域无法点击或反应迟缓的情况，有可能是受灰尘影响，需拆开外壳来除去灰尘。

2. 与软件相关的问题  
软件问题主要是指驱动程序的安装，一台主机上不要安装两种或两种以上的触摸屏驱动程序，否则将导致触摸屏无法使用。

3. 其他相关问题  
更换显示分辨率、调整屏幕大小和第一次安装驱动程序时都会出现单击不准或漂移的现象，此时需启动应用程序中自带的定位程序进行重新定位，定位时尽量用比较细的笔或指尖进行定位，这样比较准确。应用程序中还包括调出鼠标右键，设置拖拉式以及触摸屏硬件信息等。

表 5-1 触摸屏常用接口

表 5-1 续

接口名称	接口类型	接口说明	分辨率	分辨率	备注
USB	USB	通用	3000 × 2000	1024 × 768	通用
RS-485	RS-485	工业	1024 × 768	1024 × 768	工业
串口	串口	工业	1024 × 768	1024 × 768	工业
并口	并口	工业	1024 × 768	1024 × 768	工业
触摸板	触摸板	工业	1024 × 768	1024 × 768	工业
电容	电容	工业	1024 × 768	1024 × 768	工业
电阻	电阻	工业	1024 × 768	1024 × 768	工业
红外	红外	工业	1024 × 768	1024 × 768	工业
其他	其他	工业	1024 × 768	1024 × 768	工业

#### 四、触摸屏常见问题

触摸屏常见问题包括：触摸屏无法识别、触摸屏无法定位、触摸屏无法点击、触摸屏无法拖拽、触摸屏无法缩放、触摸屏无法旋转、触摸屏无法放大、触摸屏无法缩小、触摸屏无法全屏、触摸屏无法退出全屏、触摸屏无法返回桌面、触摸屏无法返回主界面、触摸屏无法返回上一级菜单、触摸屏无法返回上一级界面、触摸屏无法返回上一级应用、触摸屏无法返回上一级系统、触摸屏无法返回上一级网络、触摸屏无法返回上一级设备、触摸屏无法返回上一级用户、触摸屏无法返回上一级权限、触摸屏无法返回上一级角色、触摸屏无法返回上一级组织、触摸屏无法返回上一级部门、触摸屏无法返回上一级岗位、触摸屏无法返回上一级职责、触摸屏无法返回上一级任务、触摸屏无法返回上一级目标、触摸屏无法返回上一级计划、触摸屏无法返回上一级策略、触摸屏无法返回上一级政策、触摸屏无法返回上一级制度、触摸屏无法返回上一级规范、触摸屏无法返回上一级标准、触摸屏无法返回上一级流程、触摸屏无法返回上一级程序、触摸屏无法返回上一级系统、触摸屏无法返回上一级平台、触摸屏无法返回上一级应用、触摸屏无法返回上一级服务、触摸屏无法返回上一级支持、触摸屏无法返回上一级保障、触摸屏无法返回上一级安全、触摸屏无法返回上一级稳定、触摸屏无法返回上一级可靠、触摸屏无法返回上一级可信、触摸屏无法返回上一级可控、触摸屏无法返回上一级可管、触摸屏无法返回上一级可评、触摸屏无法返回上一级可持续。

#### 一、触摸屏无法识别

触摸屏无法识别的原因有很多，可能是驱动程序没有安装正确，也可能是触摸屏硬件损坏，还可能是触摸屏与主机的连接有问题。解决方法如下：  
1. 检查驱动程序是否正确安装。  
2. 检查触摸屏硬件是否完好。  
3. 检查触摸屏与主机的连接是否正确。  
4. 检查触摸屏的分辨率和刷新率是否正确。  
5. 检查触摸屏的触摸灵敏度是否正确。  
6. 检查触摸屏的触摸延迟是否正确。  
7. 检查触摸屏的触摸精度是否正确。  
8. 检查触摸屏的触摸速度是否正确。  
9. 检查触摸屏的触摸方向是否正确。  
10. 检查触摸屏的触摸力度是否正确。  
11. 检查触摸屏的触摸时间是否正确。  
12. 检查触摸屏的触摸位置是否正确。  
13. 检查触摸屏的触摸形状是否正确。  
14. 检查触摸屏的触摸颜色是否正确。  
15. 检查触摸屏的触摸声音是否正确。  
16. 检查触摸屏的触摸震动是否正确。  
17. 检查触摸屏的触摸反馈是否正确。  
18. 检查触摸屏的触摸提示是否正确。  
19. 检查触摸屏的触摸帮助是否正确。  
20. 检查触摸屏的触摸教程是否正确。



## 第四章

# 数字电视技术

广播电视与通信、互联网等行业正处在大融合、大会聚、大转型的过程中，传统的行业界限正在模糊，新兴的产业群不断出现。世界各国都加大了政策支持力度，加快了广播电视数字化进程，广播电视数字化已从政府推动进入到推广普及新业务的阶段。数字化为广播电视赢得技术浪潮的相对优势，带来了新的机遇：一是节目频道容量大为增加，频道资源大大节省；二是图像质量大为提高，视听效果大大改善；三是接收更加方便，用户可通过电子节目指南方便地查询节目、预定节目、选择节目，收藏自己喜爱的节目频道；四是业务功能和服务领域大大扩展，人们不仅可以看电视、听广播，还可以获得电子政务、新闻资讯、生活信息、视频点播、电子商务等海量的信息服务。

数字电视技术的应用不仅大大地提高了电视机播出节目的画质和音质，而且还增添了很多新的功能。液晶高清和等离子体高清电视机的出现，使电视机在技术上步入了数字高清的时代。如今数字电视已走入千家万户，人们已享受到数字电视所带来的乐趣。数字电视按其传送方式和接收对象的不同，分为有线数字电视系统（DVB-C）、网络数字电视系统（DVB-IPTV）、地面数字电视系统（DVB-T）、数字卫星电视系统（DVB-S）和移动数字电视系统（DVB-H）。

### 第1节 有线数字电视系统

#### 一、有线数字电视系统的组成

有线数字电视系统包括有线数字电视前端（DVB-C前端）、有线数字电视分配网和有线数字电视机顶盒几大部分。在DVB-C前端中，所有的节目源都是数字式，即用MPEG-2编码标准压缩的。这些信息在DVB-C前端中经过正交幅度调制（Quadrature Amplitude Modulation, QAM），调制后送到有线数字电视分配网。

##### 1. 有线数字电视前端

有线数字电视前端包括节目源、复用器、QAM调制器和管理系统。其组成框图如图4-1所示。

节目源包括来自数字卫星电视广播、数字通信干线、地面数字电视广播的节目，以及经过MPEG-2编码压缩的本地自办节目。节目源部分的主要设备包括数字卫星综合解码器、



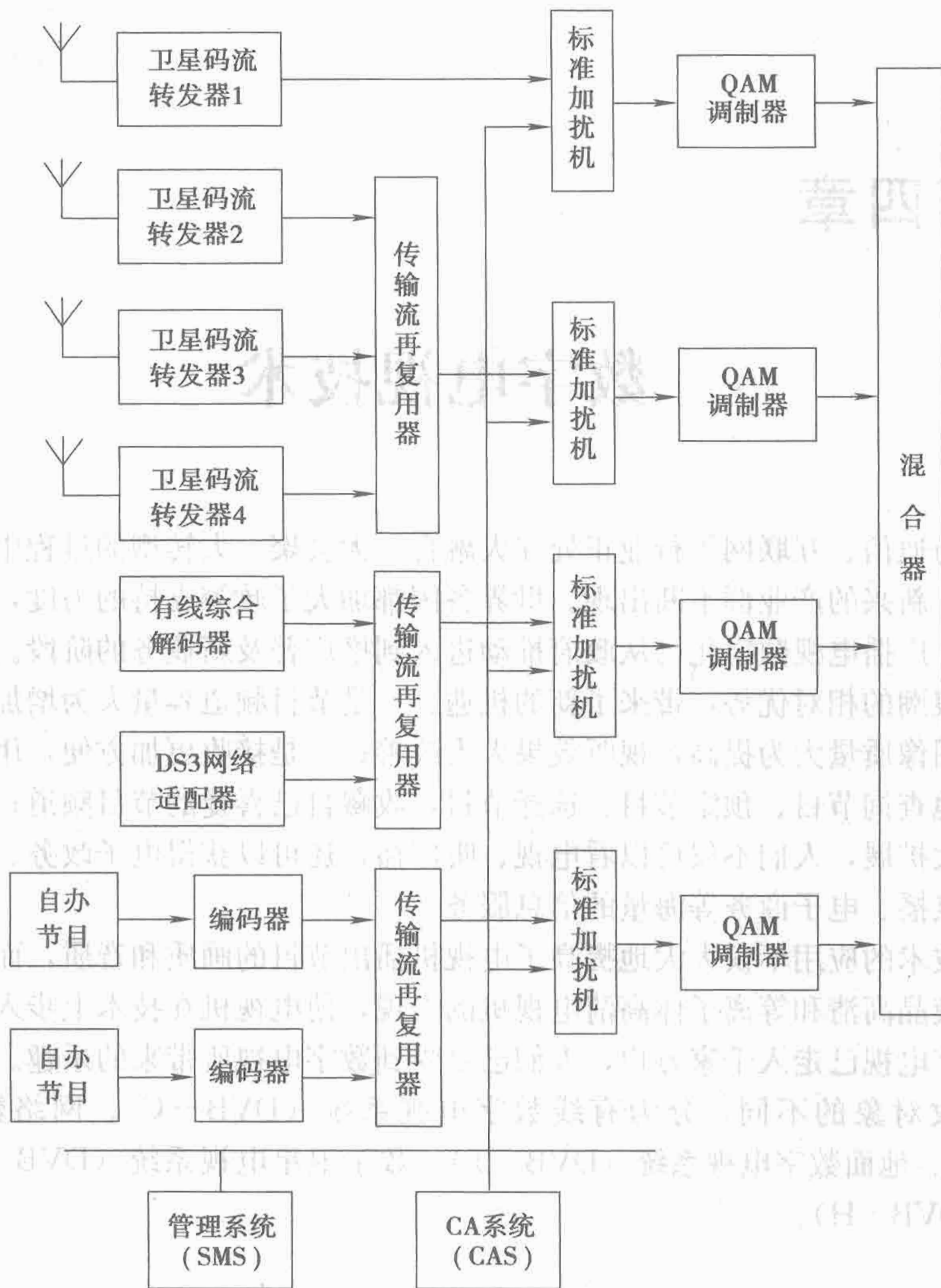


图 4—1 有线数字电视前端系统框图

有线综合解码器、数字通信干线适配器、地面数字电视接收机和 MPEG-2 编码器等，这些设备接收来自各个节目源的数字节目。其中，数字卫星综合解码器、有线综合解码器、地面数字电视接收机、数字通信干线适配器分别接收来自卫星广播、省市有线电视广播、地面广播和通信干线的数字节目；MPEG-2 编码器用来将自办节目的音、视频信号按 MPEG-2 标准进行编码压缩。这些节目都以码流的形式送入复用器。

复用器包括节目复用器和传输流复用器。节目复用器把视频、音频和数据编码器输出的数据混合成一个符合 MPEG-2 标准的节目码流，并以固定数据包的格式输出；传输流复用器用来把多个节目码流混合成一个打包的传输码流（传输包）。

QAM 调制器包括复用适配器、前向纠错（FEC）和 QAM 调制器等部分。复用适配器把每 8 个传输包合为 1 个超帧，然后由能量扩散单元对传输包中的数据（同步字节除外）进行扰码，即随机化处理。前向纠错由 3 层组成，分别是外码编码器、卷积交织器和内码编码器。外码编码器采用 R-S 编码，它是在 188 字节的传输包后按一定规律加上 16 个校验字



节，形成 R-S (204, 188, T=8) 误码保护数据包；卷积交织器把输出数据的顺序按一定规律打乱；内码编码器采用收缩卷积编码。前向纠错编码的作用是提高传输的可靠性。由于前向纠错编码单元输出的是随机的数字信号，这种信号要占用很宽的带宽，因此，必须对它进行成形滤波，使其与卫星信道相匹配。基带成形电路采用快速傅里叶变换对输出信号进行平方根升余弦滚降滤波，滚降系数为  $\alpha=0.15$ 。QAM 是将输入调制器的 TS 码流中的每个字节转换成 6 位或 8 位一组的符号，接着将开始两位进行差分编码，再与剩余的 4 位转换成 QAM 星座图中的点。经过 QAM 调制后的信号再进行 D/A 转换、带通滤波、上变频等处理，最后转换成射频 (RF) 信号输出。

### 2. 有线数字电视分配网

有线数字电视分配网主要由同轴电缆组成的分配网络、微波传输网络和由混合光纤同轴电缆 (HFC) 组成的传输网络。数字传输系统要求传输网络能提供窄带、宽带数字业务及模拟、数字视频业务。同轴电缆传输系统由于噪声积累和带宽的限制，高速数据和话音不能和模拟视频信号一起通过长级联的放大器传输，不能完成视频点播 (VOD)、Internet 接入和电话等交互服务，因此，不能适用于数字传输系统。HFC 网既有光纤传输网作为视频、话音和数据的一种透明传输介质，可以建立前端到用户节点的高质量传输和分配链路，又比非对称数字用户线路 (ADSL) 和无源光纤网 (PON) 经济，因此，有线数字电视宽带综合服务网主要采用 HFC 网。

### 3. 有线数字电视机顶盒

有线数字电视机顶盒由电缆调谐器、QAM 解调器、解复用器、MPEG 解码器、视频编码器、音频 D/A 转换器、智能卡读卡器和整机控制电路等部件组成。其组成框图如图 4—2 所示。

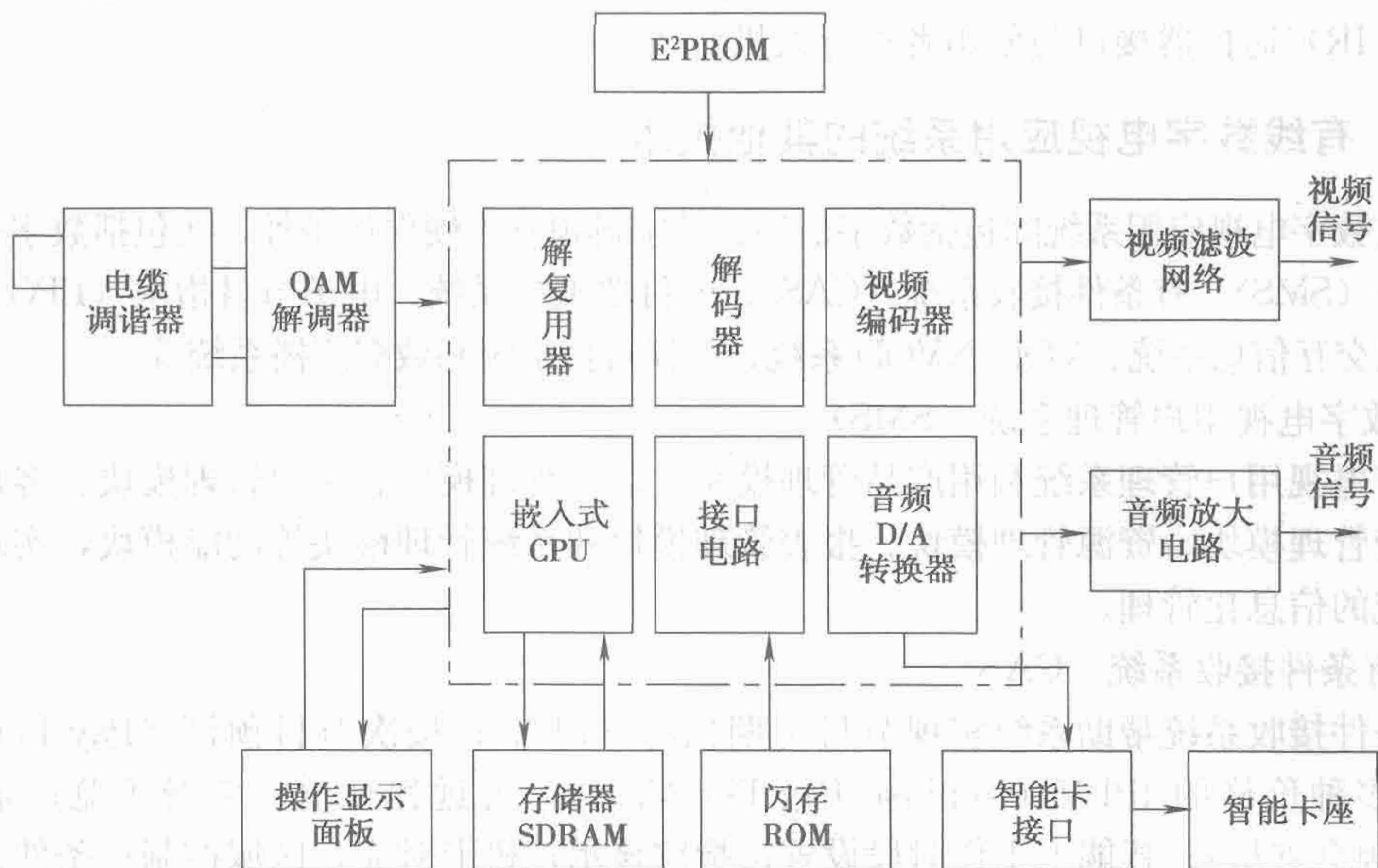


图 4—2 有线数字电视机顶盒的组成框图

有线数字电视机顶盒接收由有线数字电视分配网络传输的信号。电缆调谐器接收来自有线电视数字前端的 RF 信号，经过前置放大、混频后转换成两路中频信号 (I 信号和 Q 信



号),再由 A/D 转换器转换成解调器所需的数据。由于该信号是在前端经过 QAM 处理的信号,因此,必须由 QAM 解调器进行解调处理。QAM 调制有 16QAM、32QAM、64QAM、128QAM 和 256QAM 几种调制方式,解调也对应于这几种方式进行。QAM 解调器除解调方式外,其信道解码部分与 DVB-S 有很多相同之处,有相同的帧结构、相同的伪随机序列扰码、相同的 R-S 纠错、相同的卷积去交织等。输入信号经过解调和前向纠错 (FEC) 处理后,就成为传输码流 (TS 流),再送到解复用器和解码器作进一步处理。

由于传输码流是一种包含了多种成分的复用码流,因此,解码前必须对传输码流解复用,将其分解成只包含音频或视频的基本码流。解复用器从传输码流中提取一系列相关参数,并对这些参数进行分析,得到所选择节目的进程标识符 (PID) 值,从而将单个节目及音频、视频码流分解开来。MPEG 解码器包括音频解码器和视频解码器,其中视频解码器通过检测视频码流中的包头提取控制信息,并按照 MPEG-2 编码格式对视频图像数据进行解码运算、反量化和反离散余弦变换等解压缩处理,将其还原成编码压缩前的原始图像数据,然后输出符合 ITU-R 601 建议格式的视频数据。音频解码器的解码过程与此相似,解码后输出 PCM 立体声数据。

视频解码器输出的视频数据还要进行 D/A 转换,然后按照 ITU-R 601 建议的要求,将视频信号变换成符合 NTSC 或 PAL 制式的模拟电视信号,并以 CVBS 复合视频信号或 S 视频信号输出。音频解码器输出的 PCM 音频数据将由音频 D/A 转换器转换成具有左、右声道的模拟立体声音频信号,再作为音频广播或电视伴音输出。

由主 CPU、程序存储器 (EPROM 或 Flash)、数据存储器 (DRAM、SDRAM)、总线驱动器和各种接口电路组成的控制电路是数字机顶盒的控制中心,其主要的作用是控制和协调各部分电路的工作,按照设计的程序完成数字机顶盒的各种功能,以及通过操作面板接口和红外 (IR) 遥控器接口与使用者进行人机对话。

## 二、有线数字电视应用系统的其他技术

有线数字电视应用系统除包括数字前端、数字机顶盒等硬件设备外,还包括数字电视用户管理系统 (SMS)、有条件接收系统 (CAS)、节目单编排系统、电子节目指南 (EPG) 播出系统、电视交互信息系统、VOD/NVOD 系统、电视短信系统和数据广播系统等。

### 1. 数字电视用户管理系统 (SMS)

数字电视用户管理系统利用产品管理模块、运营管理模块、用户管理模块、客户服务模块、计费管理模块、资源管理模块、报表管理模块和系统管理模块等功能模块,实现对整个运营系统的信息化管理。

### 2. 有条件接收系统 (CAS)

有条件接收系统帮助系统实现节目定期预订 (PPC); 按次节目预订 (Pay Per View, PPV); 多种价格的 IPPV (Impulse Pay Per View), 可远程充值; 免费预览; 录像控制 (需要机顶盒支持); 智能卡工作时段设置; 指纹显示; 机卡对应; 区域控制; 条件禁播和准播; 按频道、节目、基础流方式的加扰控制; 按照多频道打包、多节目打包的授权控制; 节目分级控制, 家长锁定; 广播寻址方式的 OSD 屏显和电视邮件; 标准的同密和多密; 机顶盒软件的空中下载等。

### 3. 节目单编排系统



节目单编排技术应用于数字电视台、电台，完全符合 DVB 标准的规定，方便地编辑各类的节目附加信息。输出的 MPEG 数据既可以提供给 EPG 播出系统，也可以用于电视台、电台间的数据交换。

#### 4. 电子节目指南 (EPG) 播出系统

电子节目指南 (EPG) 系统包括丰富的节目附加信息。如节目简介、演员信息、节目分类、节目的家长等级。EPG 应用是以 EPG 数据为核心的，通过它可以方便地浏览各频道的节目单、每个节目的简介和演员列表、分类查询节目信息、快速定位自己喜欢的节目等，EPG 应用已成为数字电视用户收视的导航。

#### 5. 电视交互信息系统

电视交互信息系统是面向专业频道的互动应用内容制作系统。通过该系统的应用，电视节目的编导可以不用重复编写程序也能制作随时更新的增强型互动电视，为实现互动节目的大量生产提供了最为便捷的方式。

#### 6. VOD/NVOD 系统

VOD (Video On Demand) 是视频点播技术的简称。在快节奏的现代社会中，能够预先安排自己的时间，按照自己的需要自由地点播电视节目已经成为人们美好而迫切的愿望。数字电视技术的发展，解决了实现 VOD 所面临的带宽、安全、回传等问题，为 VOD 的实现提供了现实的可能性。VOD 系统还支持 NVOD 功能，NVOD (Near Video On Demand) 准视频点播是运用于单向数字电视系统的点播技术，是利用视频服务器将一个数字电视节目在几个数字通道中延时播放，使用户在点播该节目时可以等待一段时间后完整地观看该节目。

#### 7. 电视短信系统

数字电视短信技术首次将数字电视业务扩展到其他网络，是将数字电视网与移动网完美结合的一项数字电视业务。电视短信系统为数字电视短信业务提供了一套全面的软件解决方案。整个系统分成两个子系统：前端子系统和终端电视短信接收子系统。其中前端子系统又分成 3 个独立模块：短信网关模块、电视短信播发模块和业务数据模块。

#### 8. 数据广播系统

数据广播系统，采用 QAM/QPSK 调制方式，它是一个通过 CATV 网对用户进行高速数据广播的系统，以支持广播式的单向数据传输业务为主，同时也可以通过外交互方式支持双向 Internet 接入业务。

典型的数据广播系统通常在下行方向选用现有的有线网络提供一条“海量”数据通道，上行方向的数据通道则利用外交互的方式实现；而播出的方式本身就以播发具有共性需求的信息为主。因此，数据广播系统是一种针对非对称应用的宽带接入方案。

## 第 2 节 网络数字电视系统

为了满足人们对交互视频的需求，出现了基于 PC 的流媒体 VOD 和数字视频广播 (DVB) 等多种视频服务方式，但是这两种解决方案都存在着一些不尽如人意之处。交互式网络电视 (IPTV) 能够克服这些不足，它符合人们在电视机上收视视频节目的习惯，并提供了强大的交互功能以及丰富的应用。



IPTV 是利用宽带网络，以家用电视机（需配置机顶盒）作为主要收视终端，通过互联网协议来提供包括电视节目在内的多种交互式数字媒体服务。

如图 4—3 所示 IPTV 业务系统是一套开放的多媒体业务平台，包含内容系统（内容制作和内容分发）、业务系统（用户管理、终端管理、网络管理）、宽带网络（路由器、交换机、BAS 和 DSLAM）和家庭网络 4 个组成部分，并通过 IP 网络传送广播电视、点播电视和互动娱乐服务。

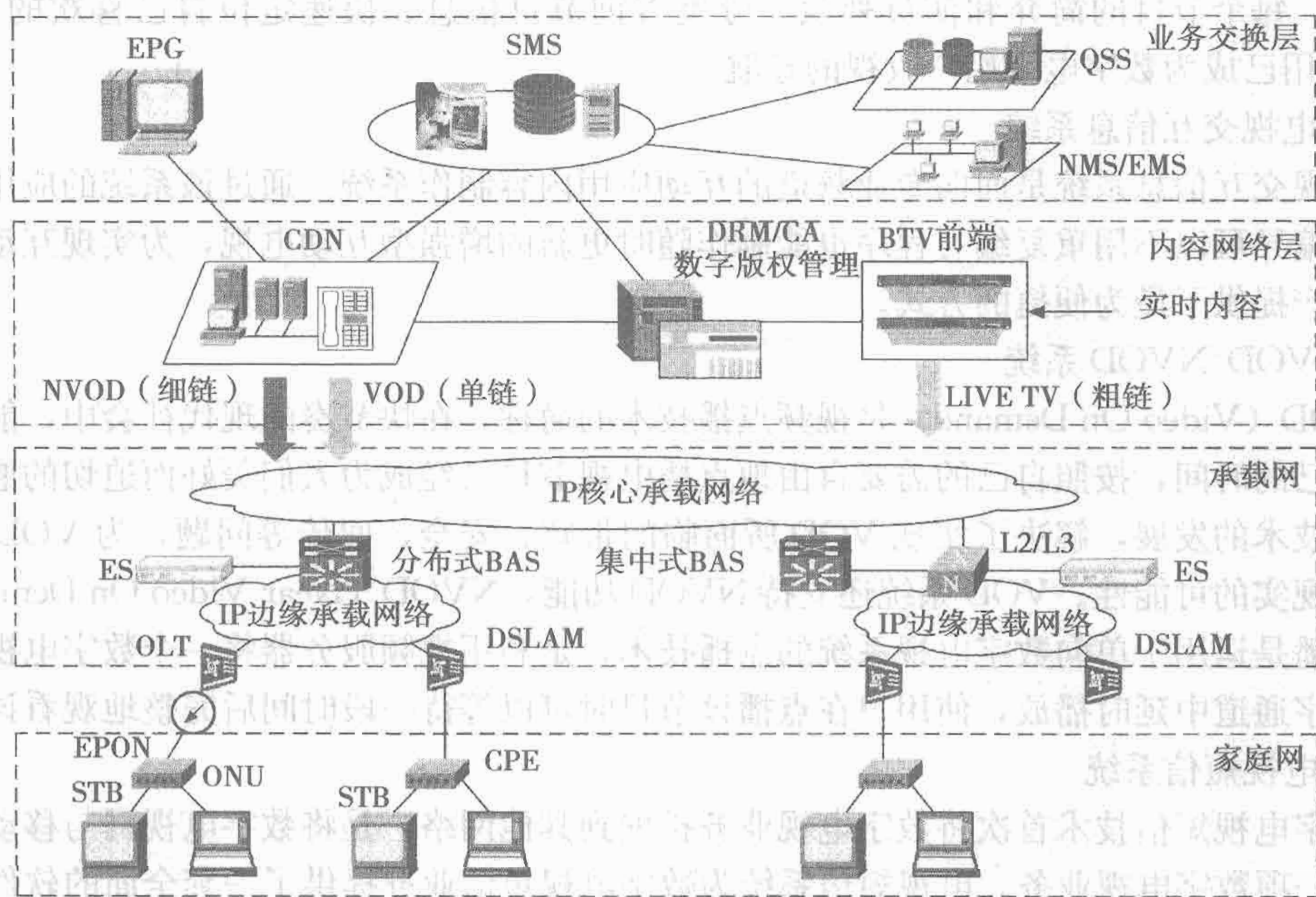


图 4—3 IPTV 业务系统

## 一、IPTV 的特点

IPTV 融合了电信网、广电网、互联网三网技术，具有视频数字化、播放流媒体化、传输双向化、收视（听）互动化和个性化等技术特点。IPTV 采用 MPEG—4、H. 264 等视频编解码技术，使 IPTV 节目信号以 IP 包的方式，通过因特网协议，基于 IP 宽带传输网络互动地传送或分发给用户，IPTV 用户主要以 IPTV 机顶盒为接收设备、以电视机或计算机显示器为显示设备。IPTV 业务与传统电视业务的最大区别在于交互性和个性化按需收视（听），可实现用户与媒体内容提供商的实质性互动。IPTV 技术平台目前能够支持直播电视、时移电视、视频点播、网页浏览、电子邮件、可视电话、视频会议、互动游戏、在线娱乐、电子节目单、多媒体数据广播、互动广告、信息咨询和远程教育等内容广泛的个性化交互式多媒体信息服务。

### 1. 高质量数字媒体服务

IPTV 播出的节目一般采用 MPEG—4 或者 H. 264 的编码压缩标准，在使用 STB+电视机作为终端时，1.2 Mb/s 的码流能够达到 DVD 的播出品质。目前，无论是以太网、ADSL，还是 Cable Modem 的接入带宽都能够达到上述要求。因此，用户使用 IPTV 业务能



够获得高质量的媒体服务。

### 2. 自由选择节目内容

IPTV 提供 VOD 的功能，能够让观众自由选择自己感兴趣的内容，无须等待。用户也不用担心错过节目的播出时间，节目保存在媒体库中，可随时点播。用户从被动地接收变成了主动选择。

### 3. 实现媒体提供者和媒体消费者的实质性互动

在模拟电视时代，播出者和收看者之间几乎是没有任何联系的。节目播出后，播出者很难知道哪些用户收看了节目，而观众与播出者之间的互动交流也十分有限（如电话、短信以及网络聊天室等）。IPTV 将改变这种状况，它允许媒体的消费者和提供者进行实时的、实质性的互动，让提供者能够更了解消费者的需求，而消费者能够在更大的程度上影响提供者。

### 4. 丰富的应用内容

IPTV 采用的播放平台将是新一代家庭数字媒体终端的典型代表，它能根据用户的选择配置多种多媒体服务功能，包括互联网浏览、收发电子邮件以及多种在线的信息咨询、娱乐、教育及商务功能。

## 二、典型 IPTV 系统的组成

一个典型的 IPTV 系统主要包括节目编码制作、节目播出、IP 网络、IP 机顶盒和运营支撑系统等子系统。其功能结构可以从横向上划分为内容制作、内容管理、服务展现、内容分发、内容服务和内容消费几层。在纵向上可以分为应用服务系统、服务访问控制和运营支撑几个系统。IPTV 系统功能结构如图 4—4 所示。

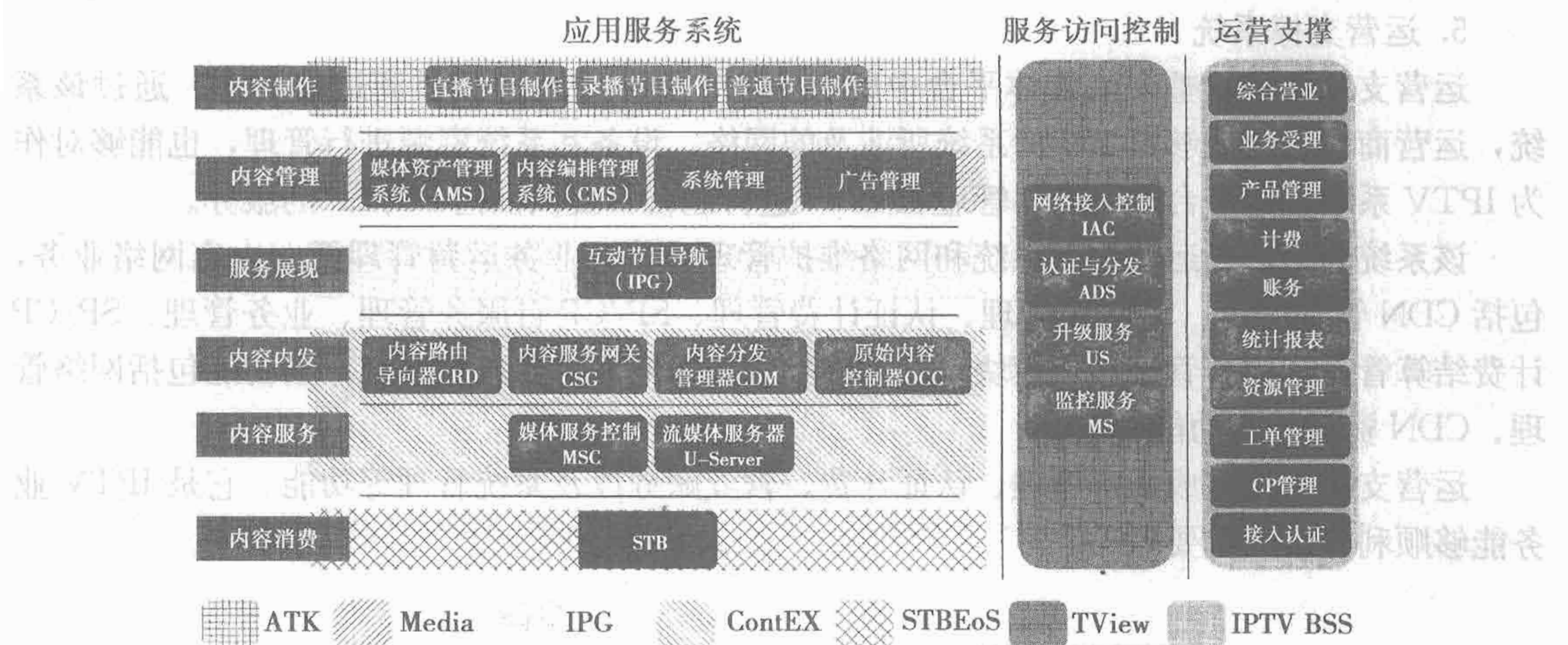


图 4—4 IPTV 系统功能结构

该 IPTV 应用系统是一个基于内容服务的整体解决方案。该系统包括从视频编码、视频元数据定义、内容管理、内容发布、内容服务导航、内容路由、内容分发、内容购买、用户认证和计费流程在内的完善的宽带内容服务应用系统，实现完整的流媒体视音频内容制作、发布、应用与管理平台，实现对服务器设备、流媒体内容、用户的集中统一管理，充分满足电信运营商运营的需要。



### 1. 节目编码制作

节目编码制作的主要功能是将其他形式的节目内容编码压缩成为适合在 IPTV 中使用的流媒体文件格式。节目编码制作系统的输入是模拟信号或者高比特率的数字流，输出是经过压缩和编码的流或者流格式媒体文件，用于在 IP 网络上传输。一个典型的编码器是运行特定软件的 PC 或者特定的硬件设备。硬件设备也可能包含一些使其成为媒体服务器的功能。

### 2. 节目播出

播出模块主要负责响应用户的点播请求，将存储设备中的媒体文件发送到 IP 网络上。一般该模块是流媒体服务引擎。

### 3. IP 网络

高速、可靠地使用 IP 的通信网络。经过流化的媒体文件在 IP 网络上传输到客户端。

### 4. IP 机顶盒

IP 机顶盒是 IPTV 的终端设备，它能够实时地将 IP 网络上传输的媒体内容解压缩编码，变成适合在电视机、显示器上播出的信号。机顶盒上一般安装了流媒体播放器。IP 机顶盒是一种专用数字计算处理设备，它可以充当电视机和宽带网络之间的接口。除了对电视信号进行解码并呈现其内容外，IP 机顶盒还可以提供包括视频点播（VOD）、电子节目指南（EPG）、数字权限管理（DRM）以及各种交互式服务和多媒体服务在内的功能。IP 机顶盒可以支持用户占主动的功能，比如 Web 浏览、电子邮件及其附件浏览、高级的多媒体编码解码器、家庭网络、个人计算机连接、网关功能、即时消息（IM）和实时的网络电话（VoIP）通信。这些类型的高级功能将应最终用户的要求而提供，它们扩展了网络运营商的服务空间。

### 5. 运营支撑系统

运营支撑系统对整个流媒体平台中所有资源、服务、服务提供商进行管理。通过该系统，运营商一方面能够对 IPTV 系统所涉及的网络、设备和系统资源进行管理，也能够对作为 IPTV 系统基础平台的流媒体管理和 CDN 进行运营，提供面向 CP/SP 的服务。

该系统分为业务运营管理系统和网络维护管理系统。业务运营管理面向内容网络业务，包括 CDN 管理门户、SP/CP 管理、认证计费管理、SP/CP 自服务管理、业务管理、SP/CP 计费结算管理和内容管理功能模块；网络维护管理面向网络和应用系统，其功能包括网络管理、CDN 资源管理功能模块。

运营支撑系统完成用户管理、认证计费、营业账务以及系统管理等功能。它是 IPTV 业务能够顺利开展的重要保障。

## 第 3 节 地面数字电视系统

数字电视地面广播传输系统是广播电视系统的重要组成部分，它不但具有支持传统电视广播服务的基本功能，还具有适应广播电视服务的可扩展功能。该系统要具有灵活的适应性，可根据应用业务的特性和组网环境，选择不同的传输模式和参数，并支持多业务的混合模式，达到业务特性与传输模式的匹配，实现业务运营的灵活性和经济性。



## 一、地面数字电视系统的组成

地面数字电视广播系统是将广播电视节目以电波形式通过地面进行传输的系统。该系统主要包括由视频编码器、音频编码器、复用器、信道编码器和调制器等部分组成的地面数字电视广播系统（见图 4—5）以及地面数字电视接收机。地面数字电视广播系统有 DVB-T、DMB-TH 等标准。我国的地面数字电视广播系统遵循 DMB-TH 标准，这是我国具有自主知识产权的标准。DMB-TH 标准采用了 PN 序列填充的时域同步正交频分复用（TDS-OFDM）多载波调制技术，这种独特的先进技术有机地将信号在时域和频域的传输结合起来。在频域传送有效载荷，在时域通过扩频技术传送控制信号，以便进行同步、信道估计，实现快速码字捕获和稳健的同步跟踪性能。

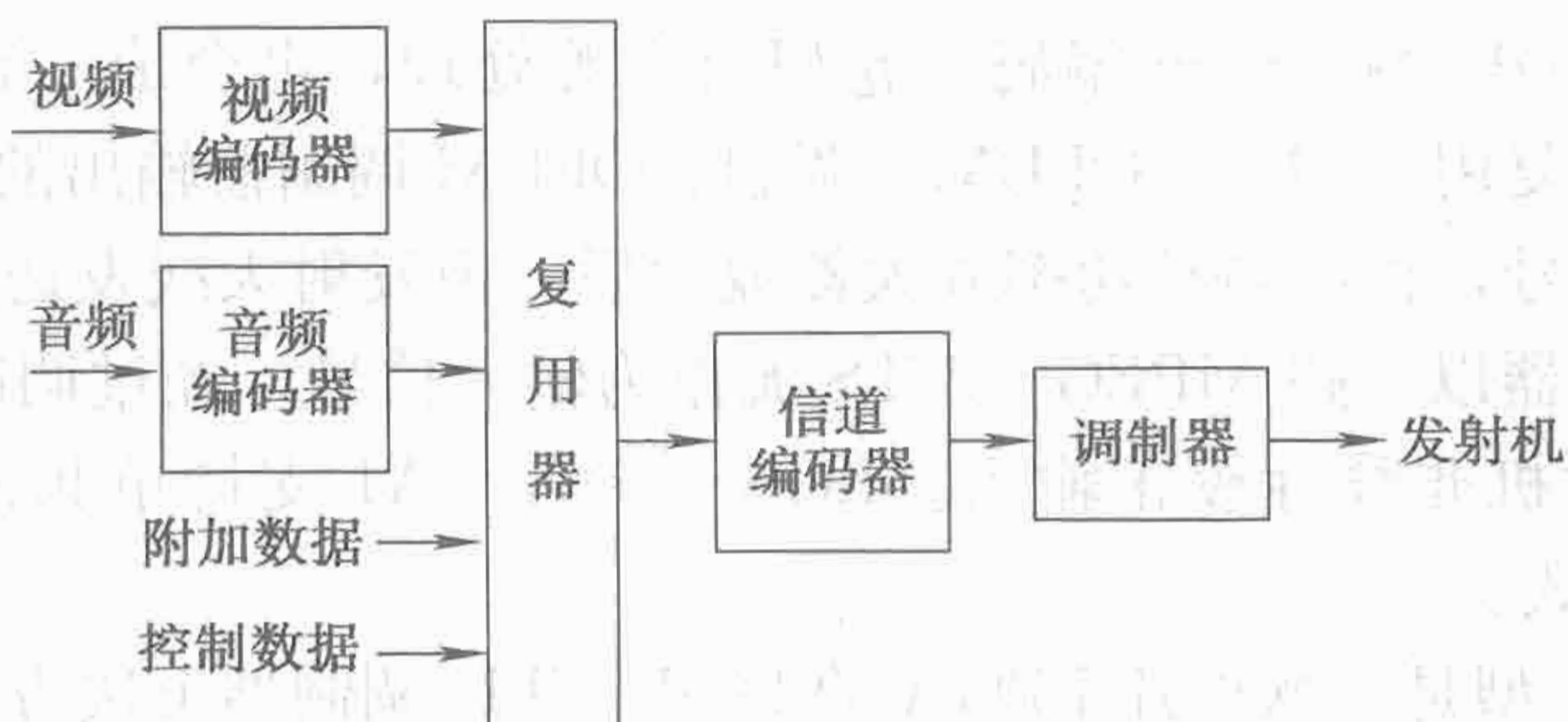


图 4—5 地面数字电视广播系统框图

DMB-TH 针对其他标准无法支持双向互动、互联网扩展等问题，进行了支持互联网的扩展设计，以便适应未来信息的数字化、多样化和多媒体化拓展。在现有数字电视无线广播基础上可进一步扩展互联网业务、多播、点播、导呼等增值业务，甚至进而拓展视频、数据和语音等综合、交互、移动和便携方面的应用。针对数字视音频产业已有的成果，DMB-TH 设计了灵活的接口方案，支持国际上通用的 MPEG-2 TS 数据流格式，可以支持任何类型的数据压缩和数据格式。DMB-TH 还采用了不同于已有数字电视技术标准的与自然时间同步的分层复帧结构来支持单频网。单频网不但能够更好地支持移动数字电视服务，而且能够解决单个发射机无法覆盖的盲区问题。

### 1. 视频、音频编码器

地面数字电视广播系统中的视频编码器、音频编码器和辅助数据编码器也采用 MPEG-2 编码方式，由于 DVB 系统的兼容性很强，这些编码器的组成和作用与 DVB-S 和 DVB-C 中的编码器完全相同。为了将一些重要信息选用保护率较高的纠错方法，而将非重要信息选用保护率较低的纠错方法，系统中使用了分离器，以便尽可能利用频道容量。分离器是根据优先等级，将输入的码流分为两个独立的 MPEG-2 传输流，并通过具有相应输入数目的映射器和调制器，将这两个码流映射到信号的星座上。

### 2. 复用器

地面数字电视广播系统中的复用器也有节目流复用器和传输流复用器两种。视频编码器和音频编码器输出的视频和音频基本流在进入复用器之前要先经过打包器，由打包器加上 PES 包头后输出打包的基本流 PES。PES 包头中包含了节目说明、解码时间标志（DTS）和显示时间标志（PTS）。PES 流在节目流复用器和传输流复用器中形成节目流（PS）和传



输流 (TS)。其中节目流的包长度是可变的, 传输流的包长度是固定的, 为 188 B。其中, 包头占 4 B, 有效数据占 184 B。

由 MPEG-2 定义的节目特定信息 (PSI) 由 4 个表组成: 节目相关表 (PAT)、节目映射表 (PMT)、条件接收表 (CAT) 和网络信息表 (NIT)。PAT 说明传输流中有多少节目及其相应 PMT 的 PID; PMT 说明一个节目中有多少种码流及各自的 PID; CAT 说明码流是否加密, 解码器利用 CAT 寻找加密控制信息 (ECM) 和加密管理信息 (EMM); NIT 说明提供节目的网络信息。DVB 系统在 PSI 的基础上经过扩充, 就形成了 DVB 的业务信息 (SI) 标准。

### 3. DMB-TH 调制器

节目复用器或传输复用器输出的传输包经过分离器送到信道适配部分, 分两层进行复用适配和能量扩散、Reed-Solomon 编码、卷积交织等处理, 再合成一路进行基带成形处理及时域同步正交频分复用 (TDS-OFDM) 调制。OFDM 调制器输出的调制信号经过 RF 上变频器转换成射频信号, 再经高频功率放大器放大后, 由发射天线发送出去。

DMB-TH 调制器以一路 MPEG-2 TS 流作为输入信号, 经过调制处理输出数字的 I/O 信号可以作为发射机非线性校正输入。LGS-1904-A1 支持单频网 (SFN) 和多频网 (MFN) 两种工作模式。

LGS-1904-A1 型是一款单片 FPGA 的 DMB-TH 调制器解决方案。该调制器完全符合 DMB-TH 协议, 并且能够直接嵌入到某些设备中进行产品设计, 例如发射机和专门的测试设备。该调制器以一路 MPEG-2 TS 流作为输入信号, 经过调制处理输出数字的 I/O 信号可以作为发射机非线性校正输入。LGS-1904-A1 支持单频网和多频网两种工作模式, 其工作原理框图如图 4-6 所示。

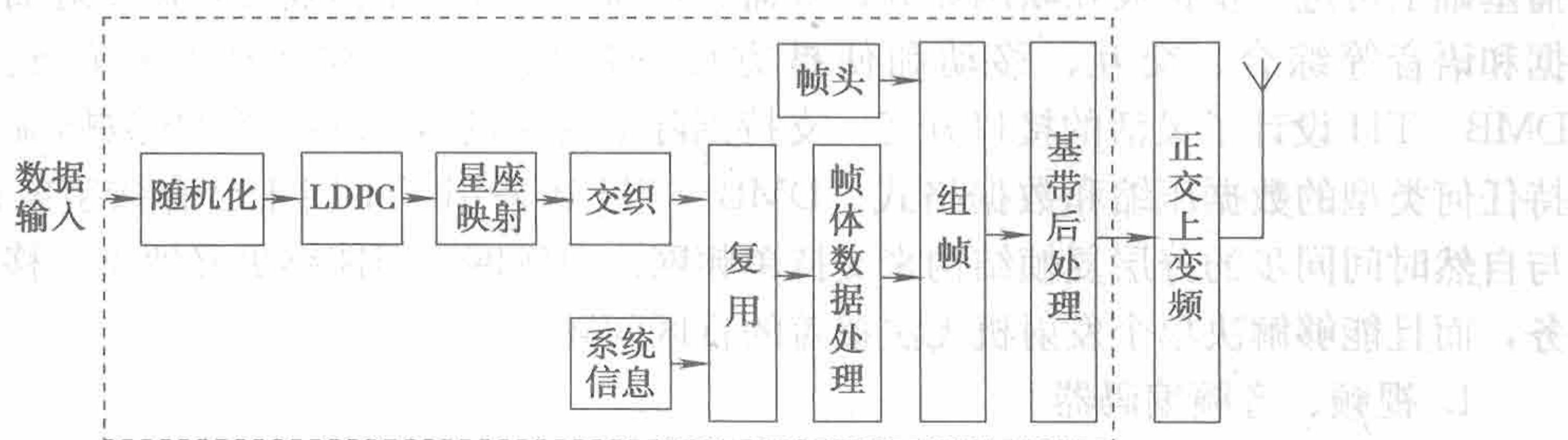


图 4-6 LGS-1904-A1 型调制器的工作原理框图

## 二、我国的地面数字电视标准

我国的地面数字电视接收机采用 DMB-TH 标准。由于该标准采用了时域同步正交频分复用 (TDS-OFDM) 调制方式和 LDPC 前向纠错编码技术, 可以更加可靠地支持更多的无线多媒体业务, 因此, 地面数字电视接收机也能用做移动数字电视接收机。OFDM 调制方式把一个高速率的串行数据流划分为多个比特的符号, 每个符号可有数千比特, 然后用这数千个比特去调制被置于一个频段内间隔很小的数千个相互正交的载波。通过合理设置这些载波的保护间隔和边带能量的位置, 可使某一特定载波在邻近频道上的能量降为零, 因而增强了抗干扰能力。大量随机调制信号的总和构成高斯分布信号, 提供了较好的邻频抑制能力。保护间隔则为多径接收形成的延迟回播提供了空间, 射频采样通过避开保护间隔来抑制



多径接收的影响。数据在时域和频域传输中所受干扰信号的影响可使用纠错算法进行修复。DVB-T 系统中使用 2 KB 和 8 KB 两种模式的 OFDM 技术。2 KB 模式所需的 FFT 点数较少, 结构较为简单, 最大保护间隔为 50  $\mu\text{s}$  以上, 适合于普通系统; 8 KB 模式具有更强的抵抗 ISI 的能力, 最大保护间隔可达 200  $\mu\text{s}$  以上, 比较适合于单频网。保护间隔越长, 系统抵抗 ISI 的能力越强, 但要付出更多的频带资源作为代价。实现 SFN 的好处是可以大大节省地面广播的频谱资源。OFDM 解调器中也包括前向纠错编码处理, 以保证数字节目的有效接收。传统的 OFDM 调制方式存在某些缺陷, 插入强功率同步导频会使传输系统的有效性、可靠性蒙受损失。TDS-OFDM 调制方式采用基于 PN 序列扩频技术的高保护同步传输技术和巧妙利用 OFDM 保护间隔的填充技术克服了这种缺陷, 同时还提高了传输系统的频谱利用效率和抗噪声干扰性能。新的 TDS-OFDM 信道估计技术还克服了信道估计迭代过程较长的不足, 提高了移动接收性能。

地面数字电视接收机中的解复用器用来将经过 TDS-OFDM 解调的传输码流分解成基本的音频、视频码流和专用数据流, 再由 MPEG 解码器解码。其具体的解码过程与各机型选用的解码芯片有关, 解码方法与有线数字电视接收机基本相同。

## 第 4 节 数字卫星电视系统

数字卫星电视广播是把数字电视节目信息集中后经卫星地面发射站用微波发送到离地面 36 000 km 高度的同步卫星上, 同步卫星用微波将电视节目信息转发回地面, 用户电视机通过卫星接收天线和卫星接收机收视节目。

数字卫星电视广播的特点是覆盖面广, 质量较好, 资源丰富。一颗大容量卫星可转播 100~500 套节目, 是未来多频道电视广播的主要方式。

随着科学技术的飞速发展, 人造地球通信卫星陆续被送入太空, 人们利用现代先进的卫星技术和电子技术开创了卫星电视广播系统, 从而解决了直接进行广阔地面电视高覆盖的难题。

### 一、卫星电视广播的特点

电视信号通常使用 VHF 或 UHF 波段进行传输。该波段信号的特点是视距传输。由于地球表面为一球形, 微波在地球表面传播的距离不大, 一般只有几十千米, 早期为实现远距离传送, 采用在地面上设立中继站的方法, 如图 4-7 所示。它像接力赛跑那样, 通过众多的中继站一站接一站地把微波传送出去。众多的中继站不但要大大地增加设备的投资成本, 而且经过多次转接, 信号的衰减很大, 信号质量大大降低。光纤传输虽能很好地解决这一问题, 但因其技术特点只能点到点传输, 不适合广播式传送。

在赤道平面上空 35 785.6 km 处的同步轨道上, 以 120° 的间隔配置 3 颗卫星, 就可以实现除地球两极附近的盲区以外的全球通信。这是因为卫星在该同步轨道上绕地球运行一周的周期正好等于地球自转的周期, 卫星相对于地球就像是静止不动的, 即所谓静止卫星。当在卫星上安装电视转发器时, 犹如将电视塔建在三万多千米的高空一样, 每颗卫星与地球表面形成的切线所包围的区域, 便是该卫星的电波覆盖区, 它约为地球表面的 1/3。这样, 在地球上的大部分接收点或接收装置至少能“看”到一颗卫星, 如图 4-8 所示。



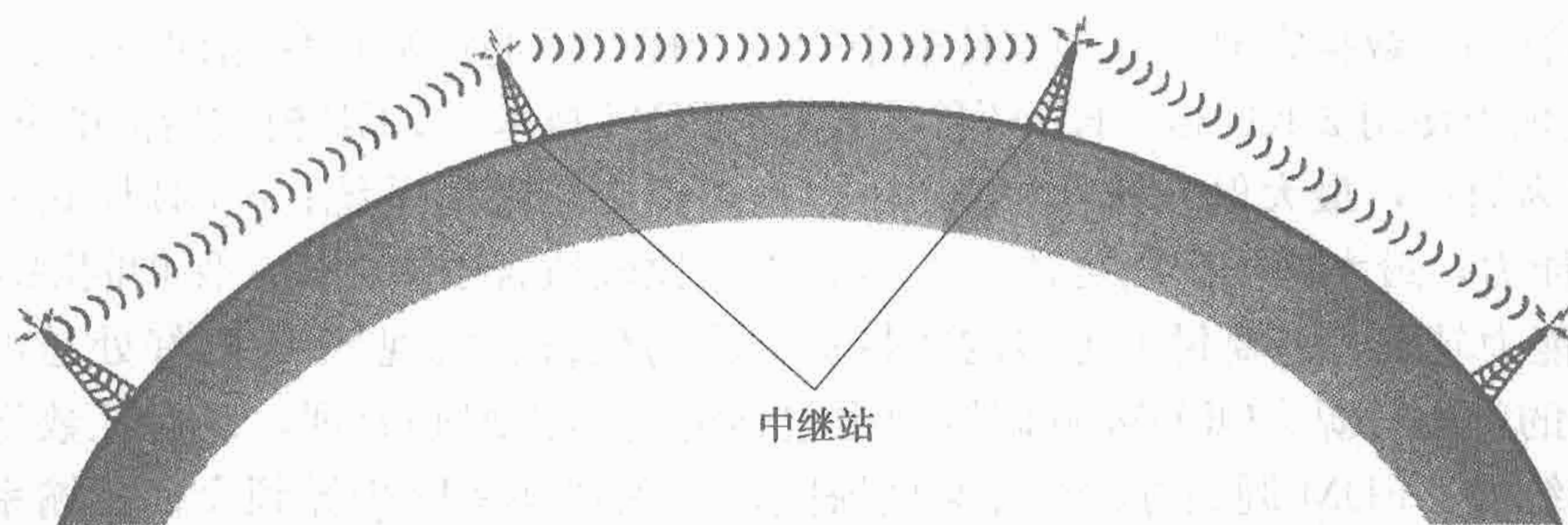


图 4—7 地面电视信号的中继传输

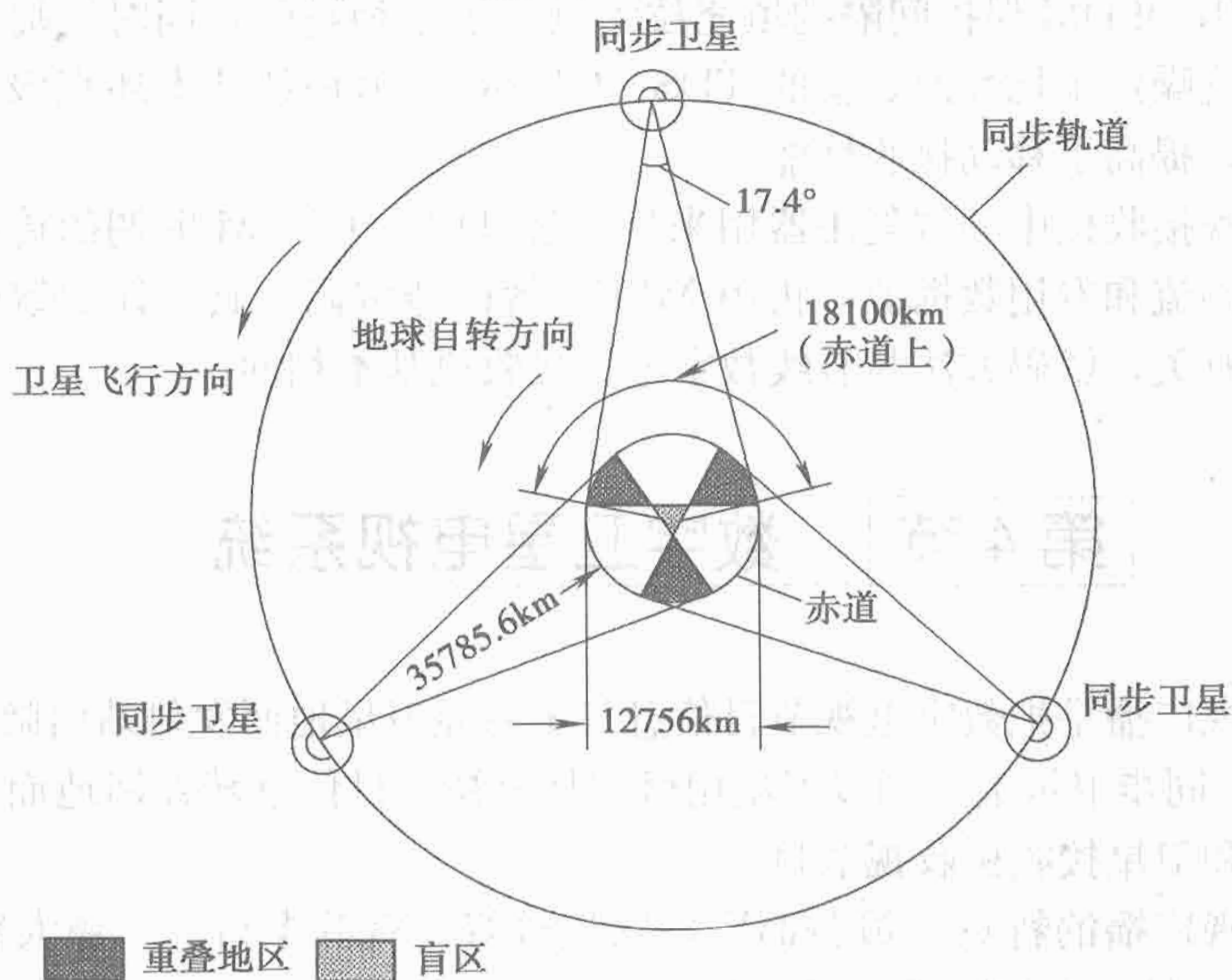


图 4—8 利用地球静止卫星实现全球通信和广播

## 二、数字卫星电视广播

自 20 世纪 60 年代开始，卫星开始应用于全球广播电视业，由于卫星信道质量相对地面广播要好得多，同时覆盖面大，无须中继站，特别适合节目分配和广播，因而得到广泛的应用。但是，早期传送的电视节目为模拟制式，占用频带宽，如一个 36 MHz 的卫星转发器只能传送一路模拟电视信号，信道利用率不高，且卫星租金昂贵，除了那些需要覆盖全国的电视节目外，一般不采用卫星广播，这使得卫星电视的大规模化受到制约。

1993 年 12 月，美国休斯公司（现波音卫星系统公司）做出了世界上第一个采用数字压缩技术的电视直播卫星系统，用户只需要安装 0.45 m 口径的卫星接收天线，就可以收看到数十套数字卫星电视节目。这是卫星第一次直接面向个人用户开展业务。

与模拟广播相比，数字卫星电视广播的主要优点是：

(1) 传输效率高。采用数字压缩技术和高效的调制方式，能够有效地减小传输频带宽度，从而大大地提高传输信道和无线电频率资源的利用率，降低每路节目的传输费用。

(2) 抗干扰能力强。与原始模拟信号相比，数字电视信号具有较强的抗干扰能力，能消除信号失真和噪声的积累，不易受外界的干扰，避免了串台、串音、噪声等影响，从而提高



了图像传输的质量。

(3) 可扩展性。数字卫星电视广播采用多工复用技术,可实现图像、语音和数据等多媒体信息的兼容传输,从而促进了卫星电视网、电信网和计算机网“三网合一”的进程。

20世纪90年代末,我国就在 $100.5^{\circ}\text{E}$ “亚洲2号”卫星C波段开展了DVB-S数字卫星电视转播业务,利用卫星传送多路数字电视节目,扩大电视广播的覆盖范围,解决了山区和边远地区的接收转发站电视节目信号源难接收的问题。而已经在 $92.2^{\circ}\text{E}$ “中星9号”卫星上开展的数字卫星电视直播业务,更具有广阔的应用前景。

### 三、数字卫星电视接收系统

根据用途不同,卫星地面接收系统可分为3种类型:个人单收站、集体接收站和接收转发站。这3种类型的卫星地面接收系统的卫星电视信号的接收部分都是相同的,不同之处仅在于集体站和转发站需要对接收信号进行再调制处理和传输。

#### 1. 个人单收站

个人单收站是最基本的卫星电视接收站,其输出端直接与用户电视机连接。图4—9所示为个人单收站的系统框图,用户使用小型天线和简易接收设备收看卫星电视节目。

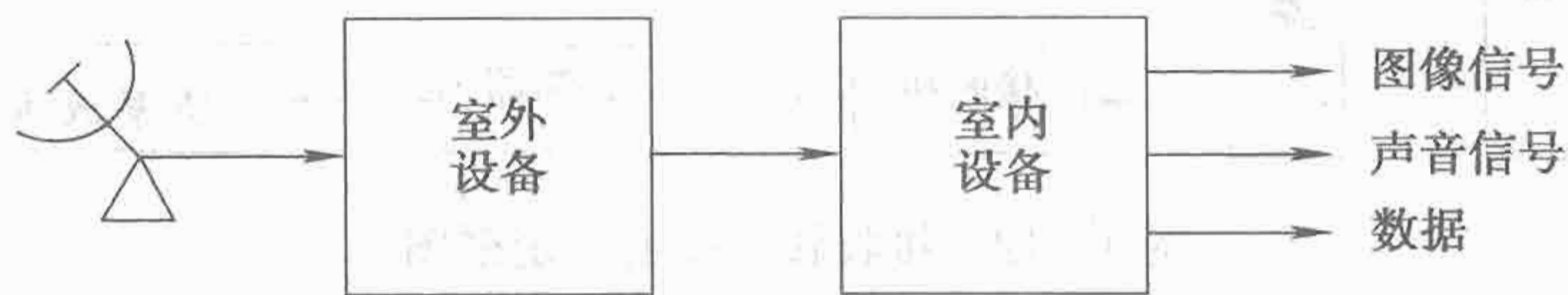


图 4—9 个人单接收站的系统框图

#### 2. 集体接收站

图4—10所示为集体接收站的系统框图,室外设备的输出经过功率分配后,可以为多个室内设备提供卫星中频信号,各室内设备可以分别进行收看。

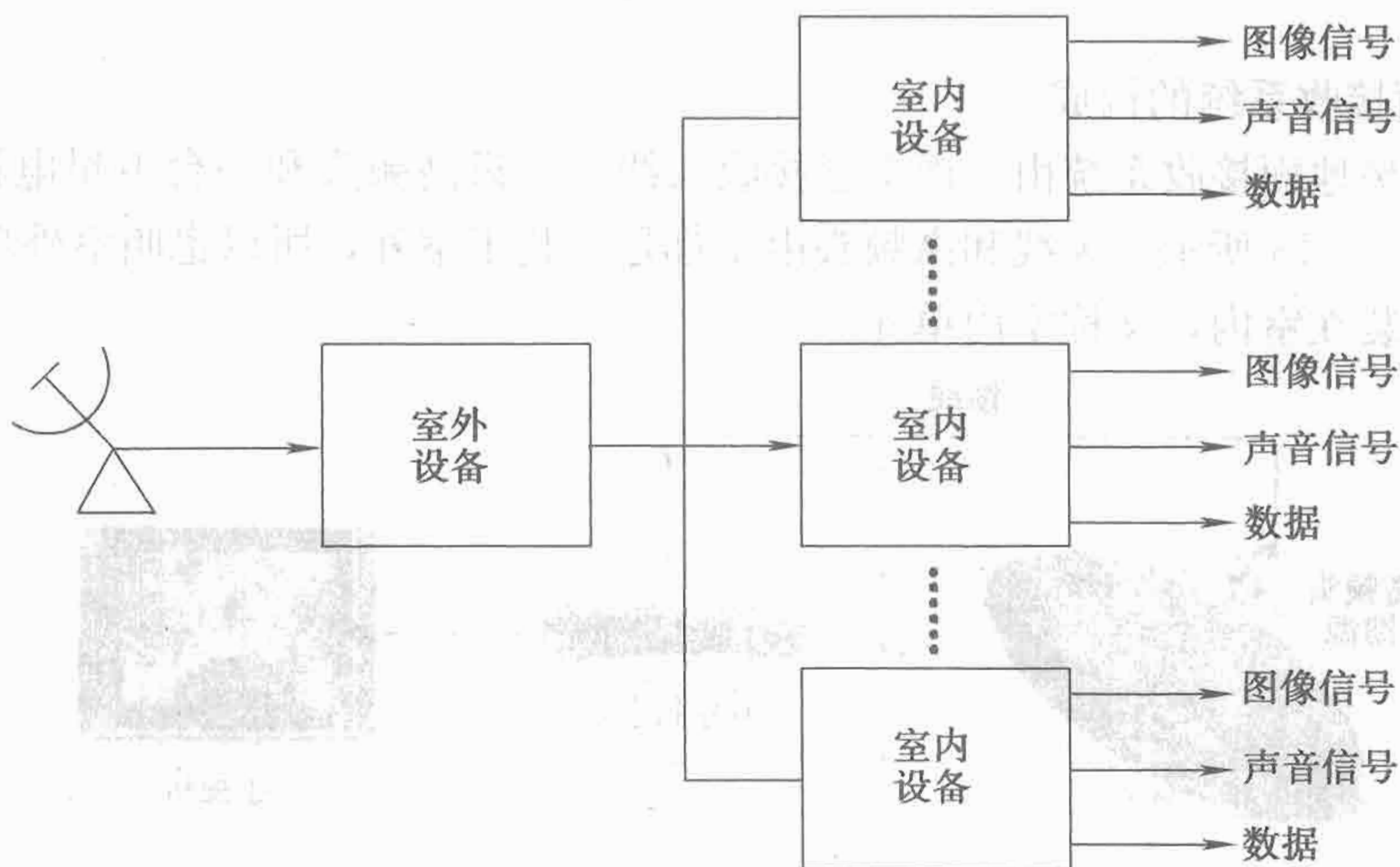


图 4—10 集体接收站的系统框图

图4—11所示为有线电视前端卫星节目地面接收系统的框图,它的前面接收部分与集体接收站完全相同,不同之处在于其输出的图像和伴音信号不是直接送给用户,而是经射频调制、混合后,送入闭路电视网或有线电视网,再传送给用户。



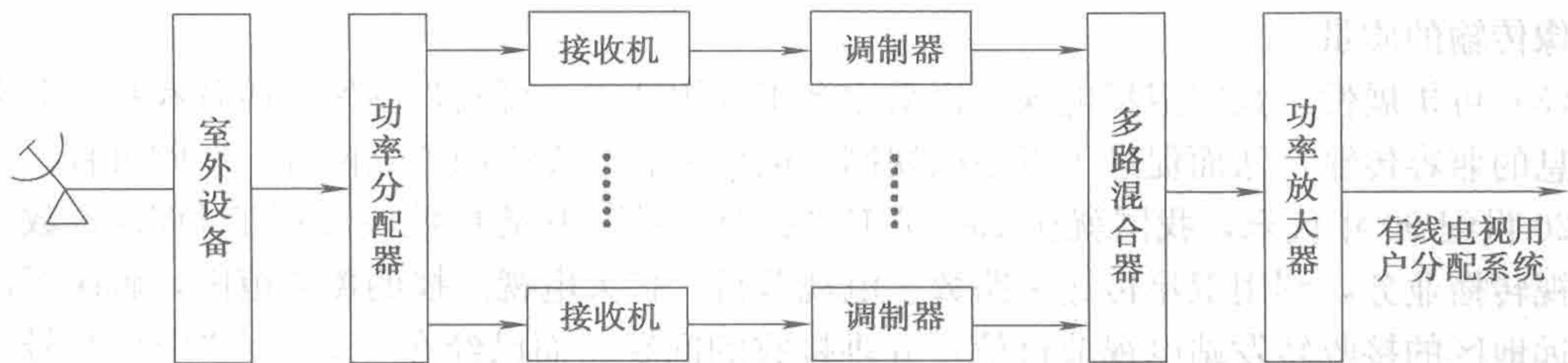


图 4—11 有线电视前端卫星节目地面接收系统框图

### 3. 接收转发站

接收转发站的作用是接收卫星下发的电视信号，作为信号源供设在该地区的电视台或转播台进行转播。接收转发站设施较复杂，图 4—12 所示为接收转发站的系统框图。

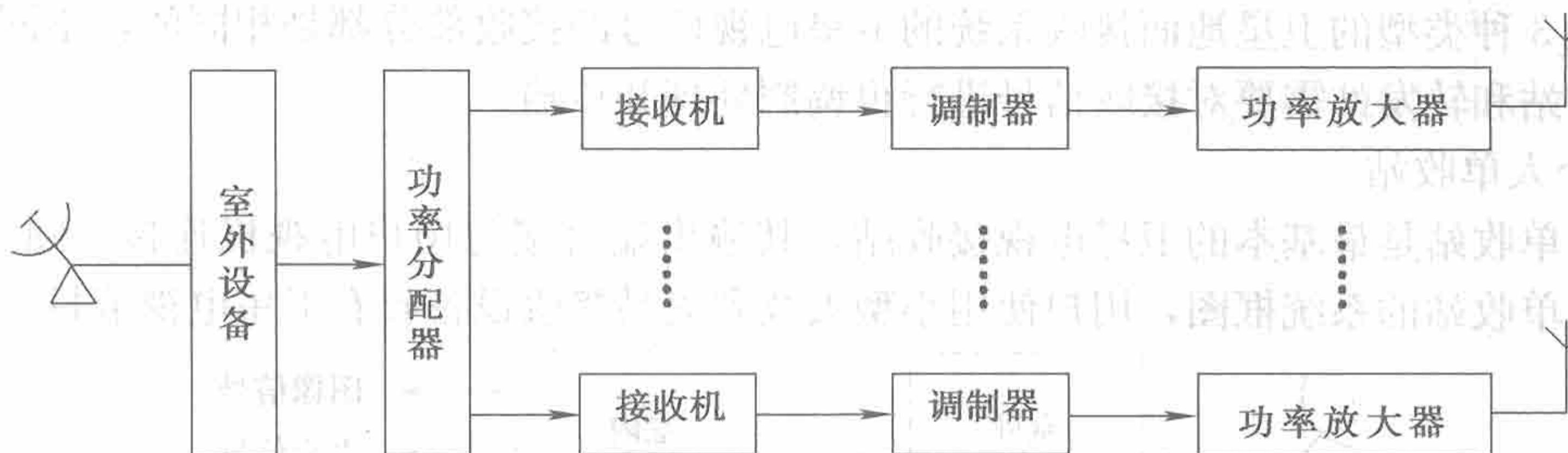


图 4—12 接收转发站的系统框图

接收转发站将经过卫星接收设备解调后的图像与伴音信号重新调制到地面电视频道上，并通过功率放大器放大后，从天线上再发射出去，这样用户的电视机能直接从空中接收到转发的卫星电视节目。一些接收转发站还可把有线电视增补台、无线电视台及卫视台合并，通过有线电视的同轴电缆传送电视节目信号。如距离较远时，也可用微波多路分配系统 (MMDS) 传送。

### 4. 卫星地面接收系统的构成

最基本的卫星地面接收系统由一面卫星接收天线、一只高频头和一台卫星电视接收机 3 部分组成，如图 4—13 所示。天线和高频头由于都是安装于室外，所以也叫室外单元；而卫星接收机都是安装在室内，又称室内单元。

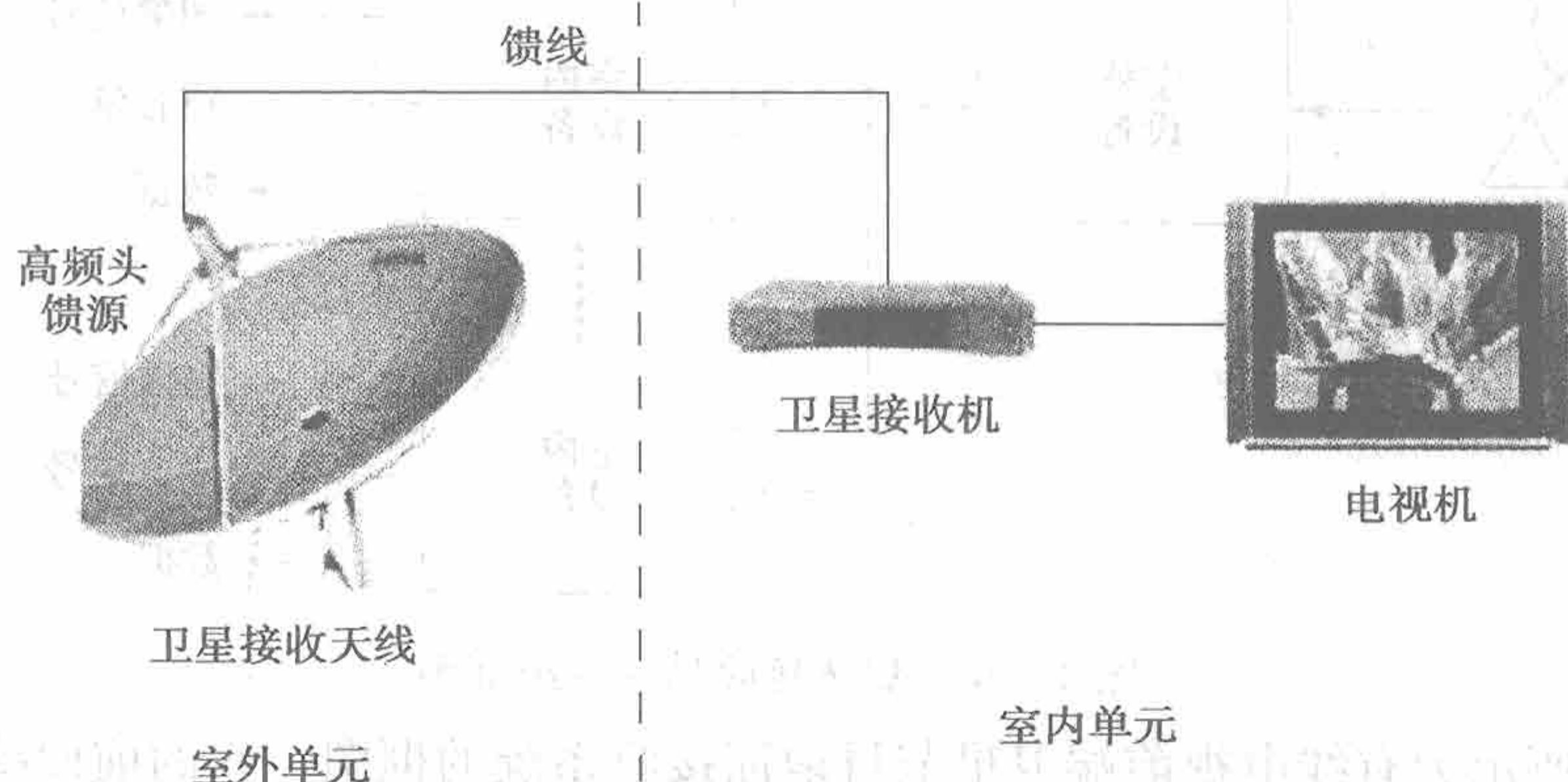


图 4—13 最基本的卫星地面接收系统



(1) 室外单元——天馈系统。室外单元的接收天线、馈源（包括高频头）合称天馈系统。常见的接收天线为抛物面天线，其作用是利用几何光学的原理把电波反射后集中到焦点上，处于焦点上的馈源可将接收的电波信号传导输送给紧接其后的高频头。

高频头的作用是将接收到的卫星信号进行放大、下变频处理，转换为符合接收机频率范围（950~2 150 MHz）内的射频信号，再通过同轴电缆传送到卫星接收机。

(2) 室内单元——卫星接收机。室内单元的卫星接收机是数字卫星接收机，作用是接收 C、Ku 等波段高频头输入的第一中频信号，经过接收机内部调谐电路处理后输出第二中频信号，然后经过数字解调、解码等处理，输出模拟的图像和声音信号，供电视机接收。

## 四、天线与馈源

### 1. 天线

常见的抛物面卫星接收天线由反射面、馈源和支撑杆 3 部分组成。根据天线的结构即反射面与馈源所处的相对位置的不同，可以把抛物面天线分为前馈天线、后馈天线、偏馈天线 3 种，如图 4—14 所示。

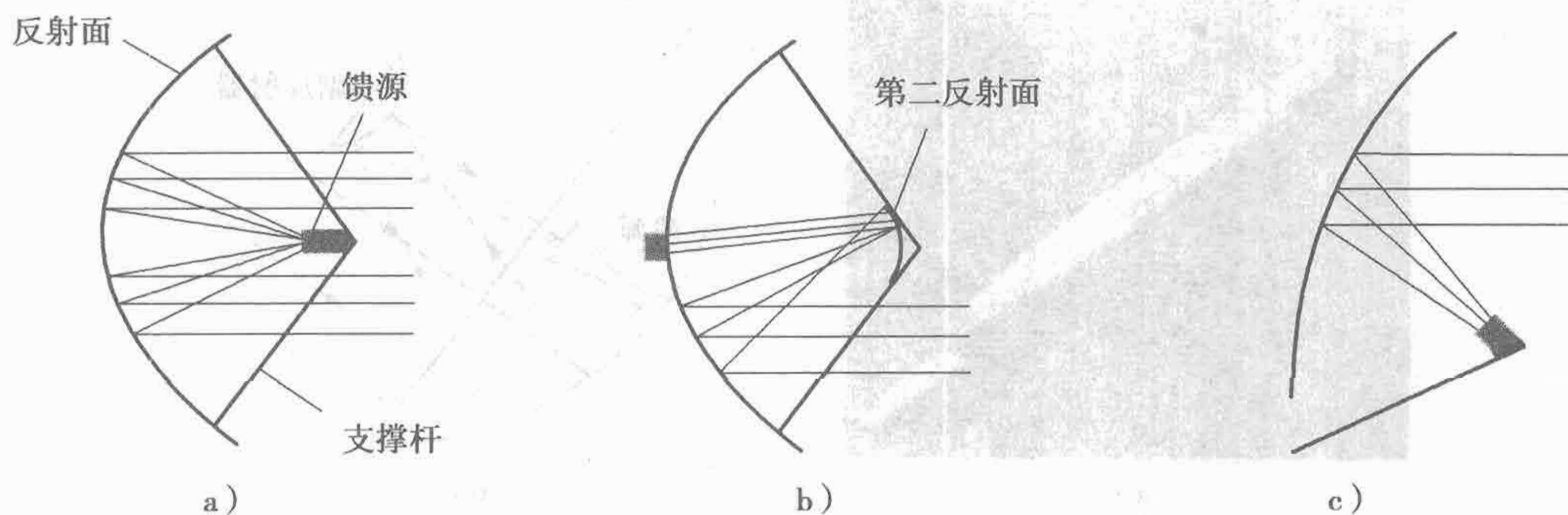


图 4—14 3 种抛物面天线的结构示意图

a) 前馈天线 b) 后馈天线（格里高利天线） c) 偏馈天线

(1) 前馈天线。前馈天线又称中心聚焦天线、正焦天线或正馈天线，也就是人们常说的“大锅”。馈源位于天线抛物面焦点处，卫星信号经天线的抛物面反射后聚焦到馈源上。前馈天线反射面一般呈圆形，也有呈矩形的，其结构十分简单。考虑到安装和调整馈源的方便，这种天线的口径一般在 4 m 以内。常见的圆形前馈天线口径有 1.0 m、1.2 m、1.35 m、1.5 m、1.65 m、1.8 m、2.1 m、2.4 m、3.7 m、4.2 m 等多种规格，多用于接收 C 波段信号。

根据天线的固定形式来分，圆形前馈天线有地盘式和立柱式两种，如图 4—15 所示。

(2) 后馈天线。如图 4—16 所示，后馈天线属于二次反射式天线，有两个反射面，主反射面是抛物面，其焦点处设有一副反射面，将聚焦的卫星信号进行二次反射，经波导管传到天线背部的高频头上。采用后馈天线的目的主要是提高接收效率，改善驻波比。后馈天线的接收效率最高可达 75%，而普通的前馈天线的接收效率最高只有 70%。另外，后馈天线可避免高频头在炎热地区受光照过多而造成的高温影响，但由于其结构复杂、制造成本比较



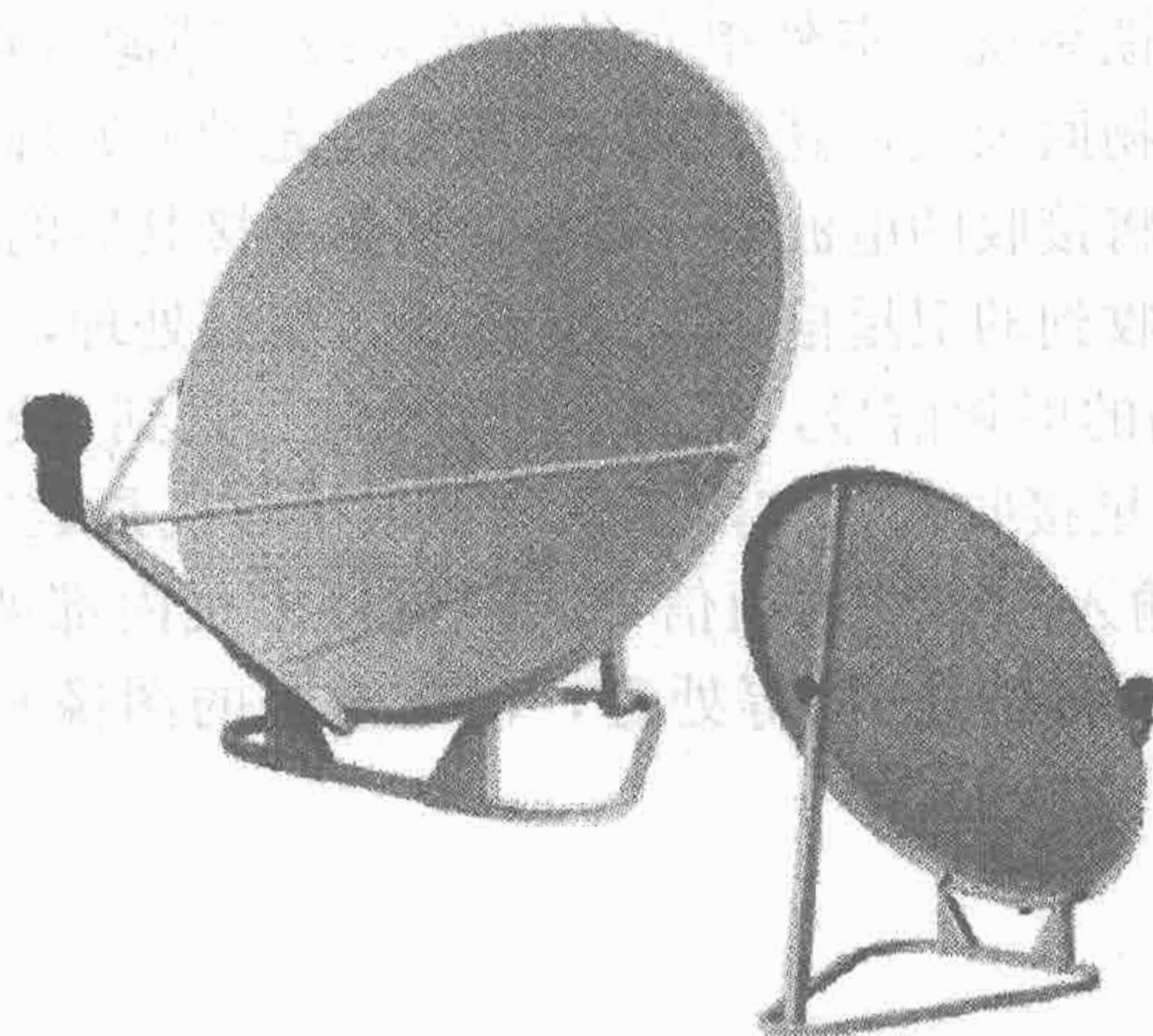


图 4—15 圆形前馈天线

高，通常口径较大的天线才采用这种后馈式结构，以方便馈源的安装和调整，在个体接收中一般不采用。

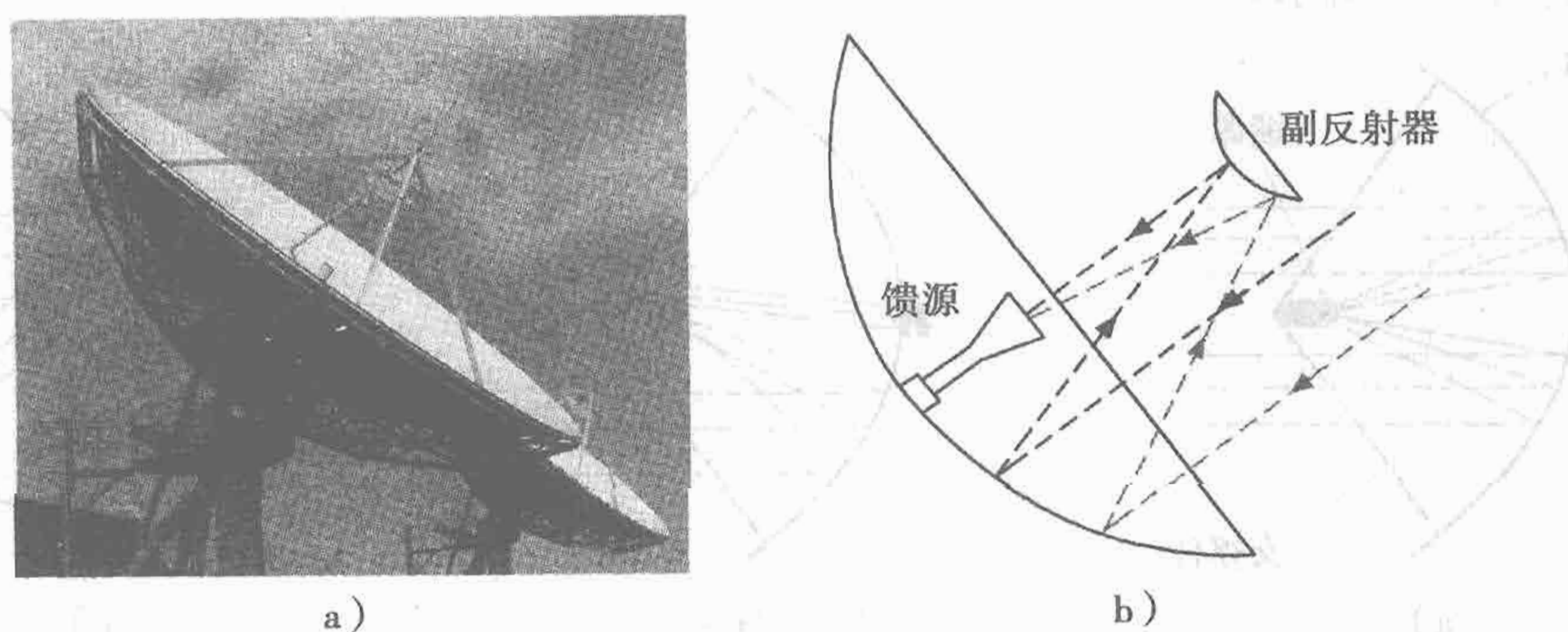


图 4—16 后馈天线

a) 外观图 b) 示意图

(3) 偏馈天线。偏馈天线是利用前馈或后馈天线部分反射面，其馈源或副反射面偏离反射面的正前方，不会阻挡卫星信号，因而效率较高，如图 4—17 所示为偏馈天线的接收原理示意图。偏馈天线的反射面大多呈椭圆形或菱形，该天线常用于 Ku 波段信号的接收。

偏馈天线有一次反射式天线和二次反射式天线两种，一次反射式天线即常见的普通偏馈天线，如图 4—18 所示，国内俗称小锅或小耳朵，国外称为碟形天线。其结构简单、造价低廉，一般用于单星接收。常见的偏馈天线反射面为椭圆形，口径有 0.35 m、0.45 m、0.55 m、0.60 m、0.75 m、0.85 m、0.90 m、1.2 m、1.5 m、1.8 m 等多种规格。

二次反射式天线属于多曲面天线（多焦天线），如图 4—19 所示，其反射器使用变形的球面或抛物面，如用球面上截取的矩形，或用两种曲线构成反射器，水平方向是圆弧，垂直方向是抛物线的一部分。这样在天线上装有多多个馈源，就可将卫星信号反射到不同位置的多个馈源内，每个馈源分别接收不同卫星的信号，从而实现一面天线对多颗相邻卫星的同时接收。



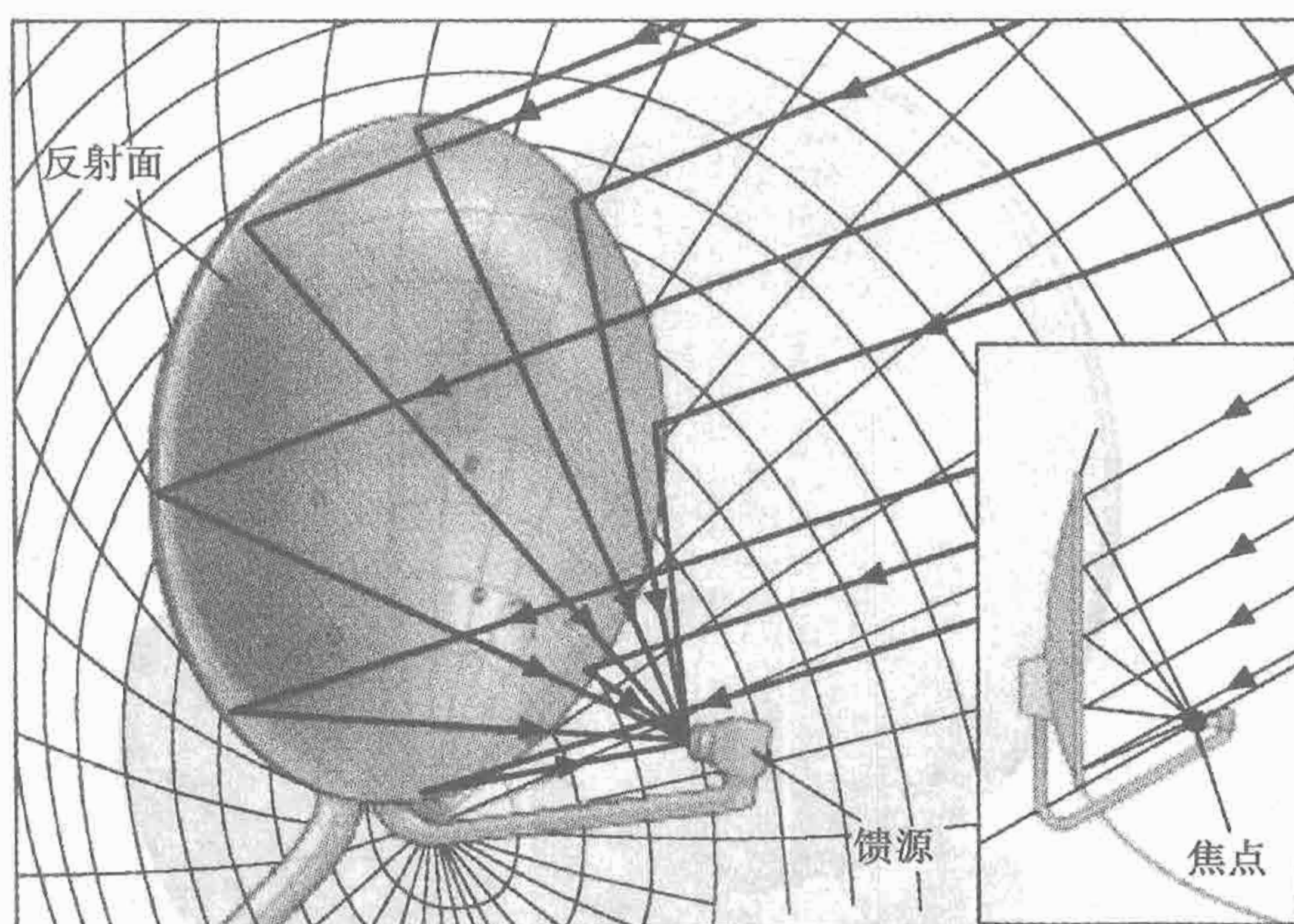


图 4—17 偏馈天线的接收原理示意图

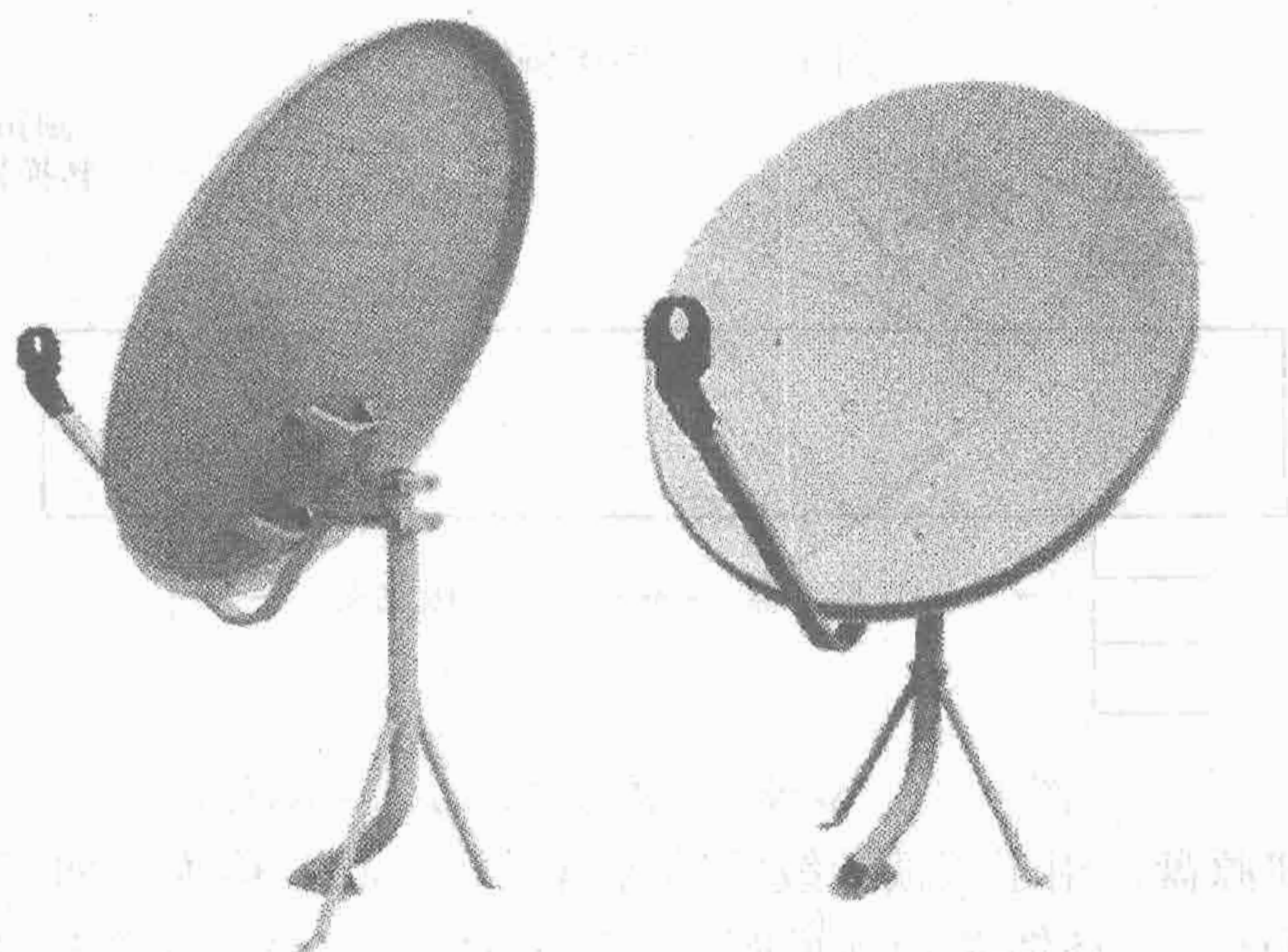


图 4—18 普通偏馈天线

## 2. 馈源

馈源是在卫星天线的焦点处设置的一个汇集卫星信号的喇叭，其意为馈送能量的源，要求能将会聚到焦点的能量全部收集起来，因此，也称为集波器、馈波器。馈源系统由馈源盘、极化器和  $90^\circ$  移相器共同构成，有时也统称为馈源。如图 4—20 所示为双极化分体式馈源的结构示意图。

馈源系统是天线系统中的重要部分，针对卫星信号接收来讲，馈源系统的主要功能有两个：一是为抛物面天线提供高效的信号会聚，二是对接收的电磁波进行极化。

(1) 馈源盘。馈源盘又称馈源喇叭，天线常用馈源盘的形式有角锥喇叭、圆锥喇叭、开口波导和波纹喇叭等。前馈馈源盘常采用波纹喇叭，又称波纹盘；后馈馈源盘常用介质加载型喇叭。



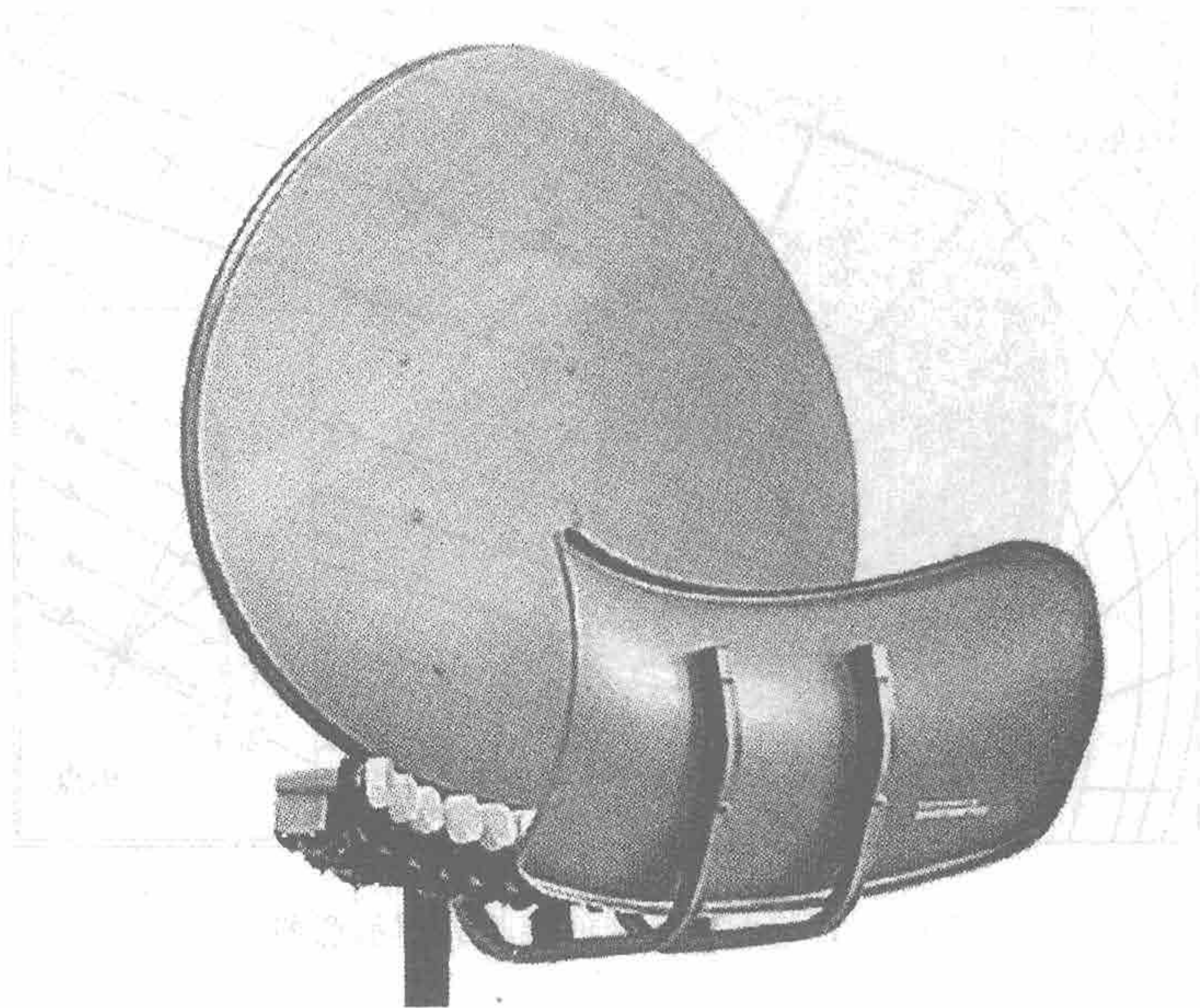


图 4—19 多焦偏馈天线

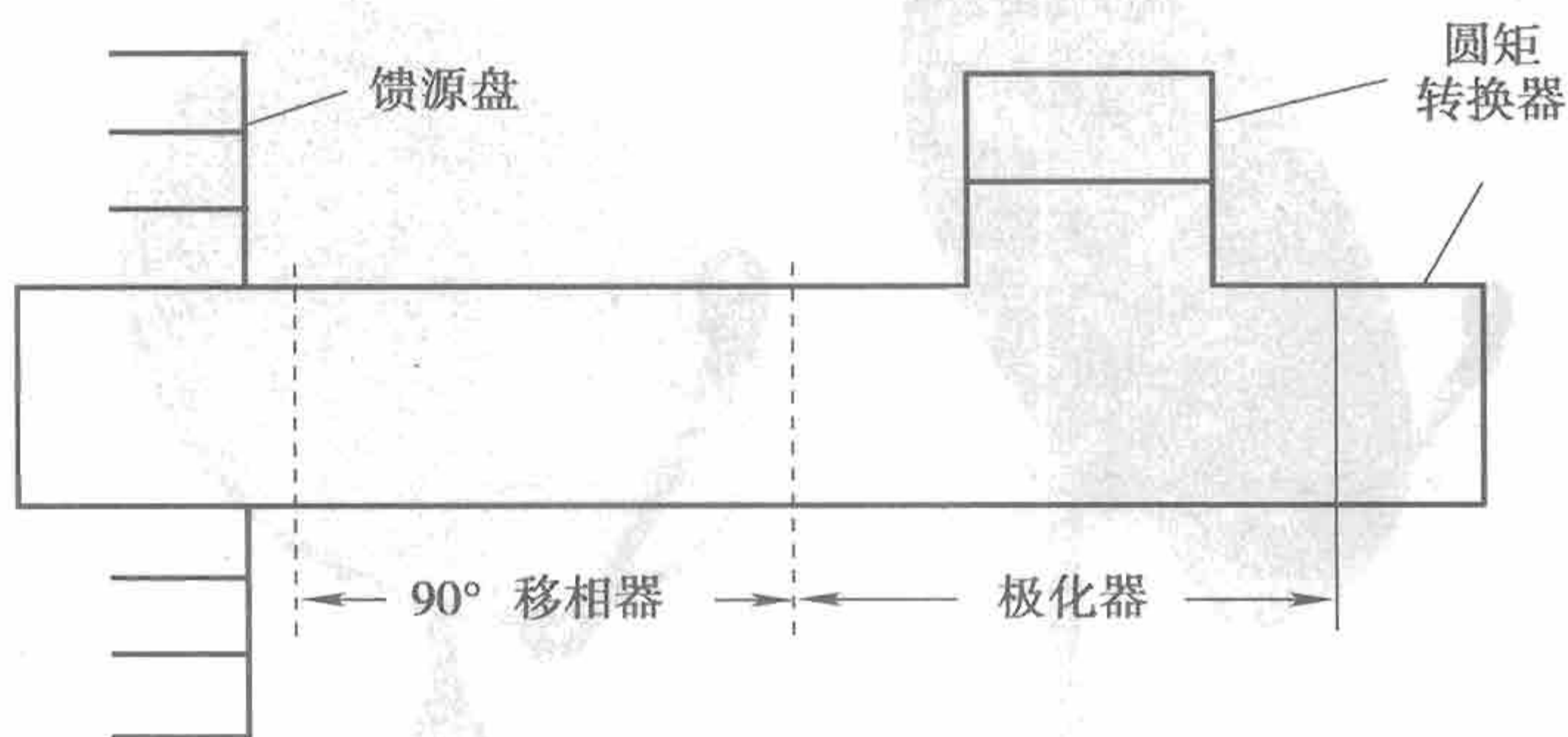


图 4—20 双极化分体式馈源的结构示意图

1) 正馈天线馈源盘。用于正馈天线的馈源盘呈水平状，称为平面馈源盘。常见的 C 波段平面馈源盘有两环、三环馈源盘（见图 4—21 和图 4—22），也有四环馈源盘。Ku 波段平面馈源盘多为三环馈源盘，图 4—22 所示为 Ku 波段三环平面馈源盘和波导管组成的馈源。

2) 偏馈天线馈源盘。用于偏馈天线的馈源盘呈梯形漏斗状，称为梯形馈源盘。梯形馈源盘实际上就是大张角波纹喇叭天线，采用变槽深、槽宽的宽带技术，使之在接近倍频程的带宽内有良好的电压驻波比和辐射特性，梯形馈源盘广泛用于高性能宽带前馈或偏馈天线中。

卫视爱好者常用此馈源盘配合 C 波段高频头。小型偏馈天线接收 C 波段信号，并称之为高效馈源，其实质是 C 波段偏置馈源，是专门为在偏馈天线上接收 C 波段信号而设计的。其原理和 Ku 波段馈源一体化高频头上的馈源一样，配合偏馈天线，能最大程度地吸收由天线面反射回来的信号，提高集波效率。



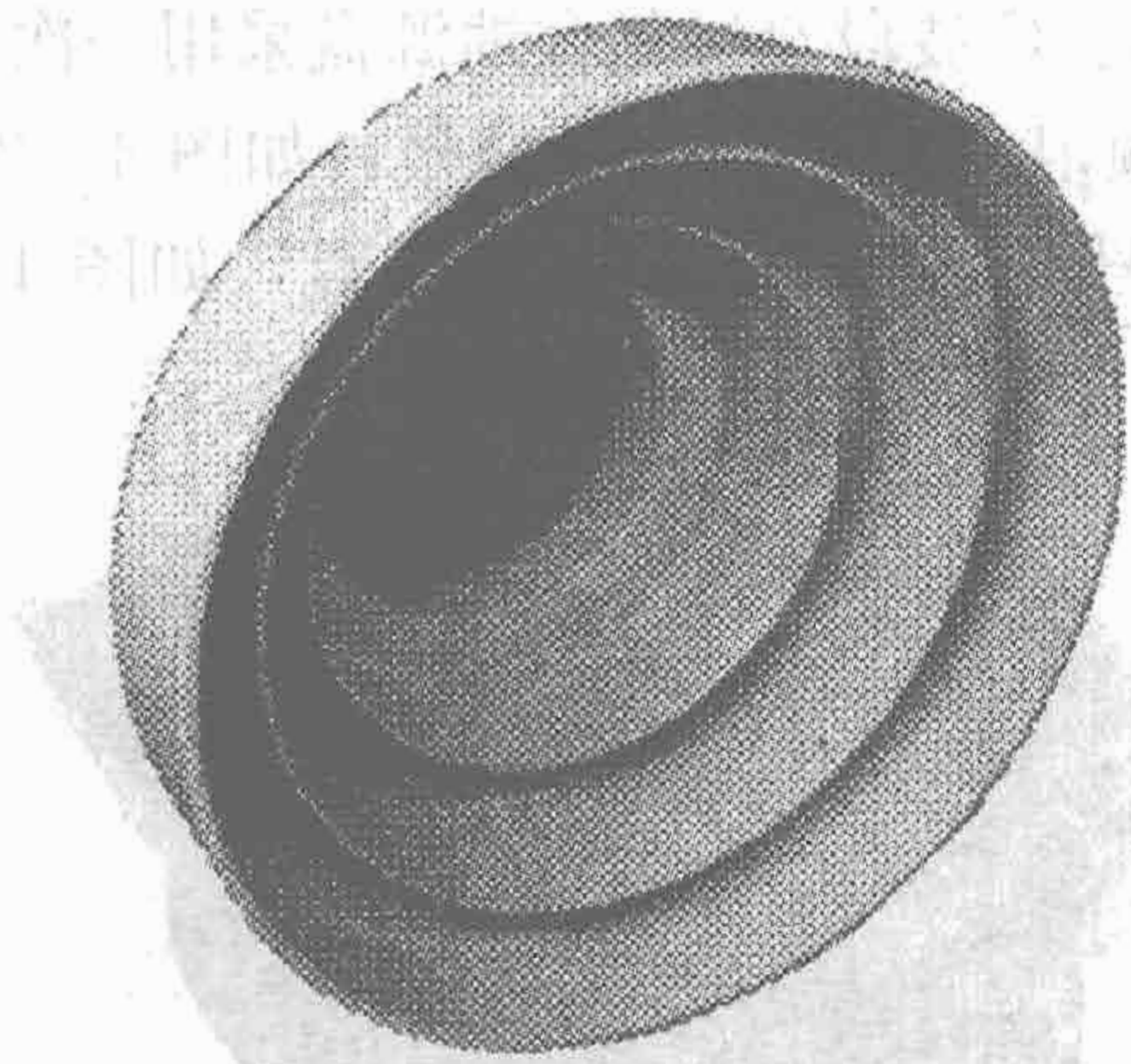


图 4—21 C 波段三环平面馈源盘

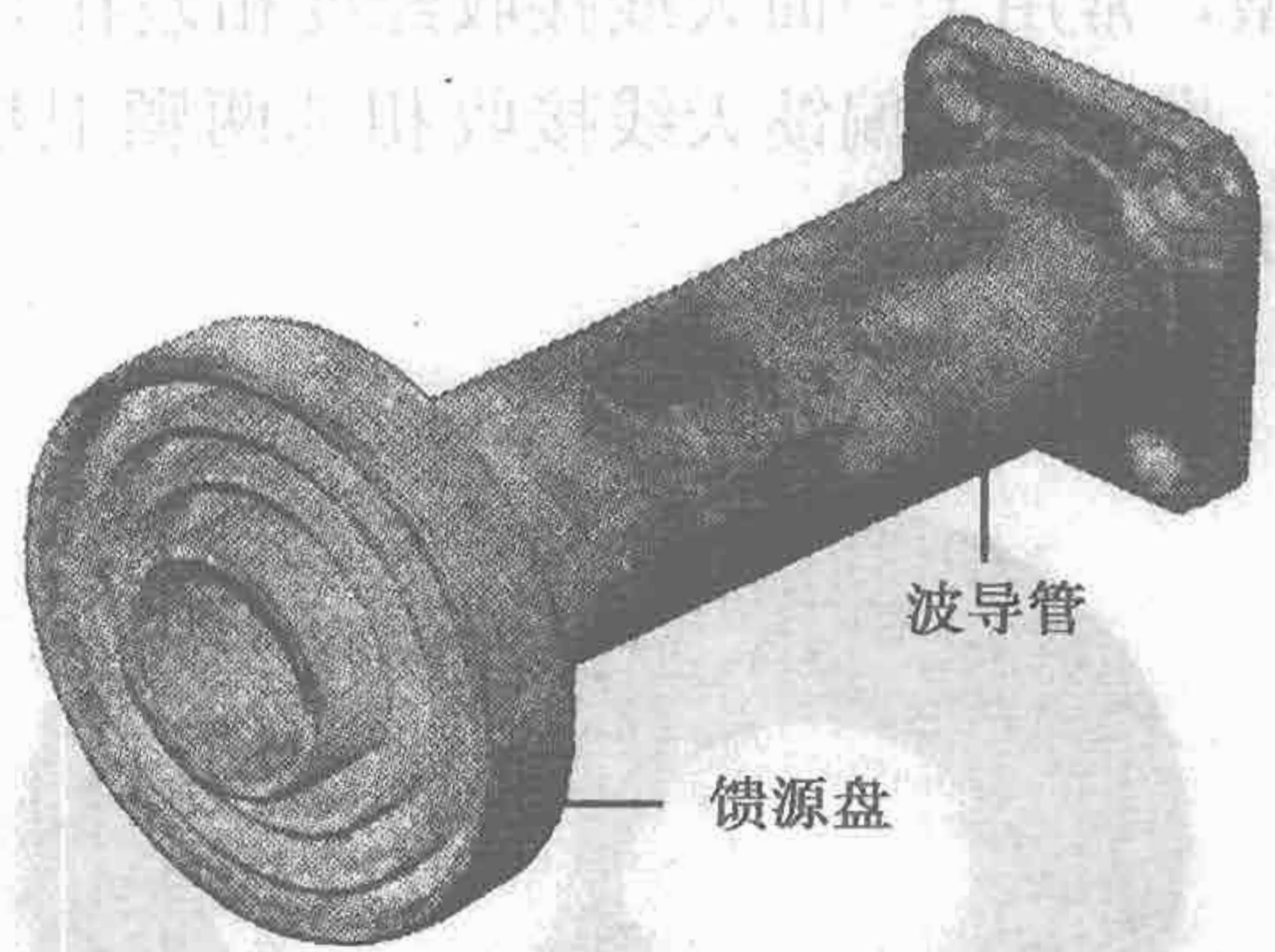


图 4—22 Ku 波段三环平面馈源盘和波导管外形

常见的 C 波段梯形馈源盘有三环的（见图 4—23），也有五环的。

早期或者用于工程接收的偏馈天线的馈源盘通常采用的是四环分体结构，如图 4—24 所示。

对采用小型天线的馈源系统来讲，Ku 波段信号的接收精度要求更加严格。传统上分体式馈源与高频头的连接部位会因机械加工误差或安装误差而带来增益损失，因此，现在的 Ku 波段高频头大多采用馈源一体化（LNBF）结构，如图 4—25 所示。这是将馈源系统和高频头加工在一起，这样使得安装更为方便，性能更加稳定，产品一致性也更好。

3) 复合馈源盘。为了能够进行相邻卫星间的双星接收，市场上出现了一种正馈天线用

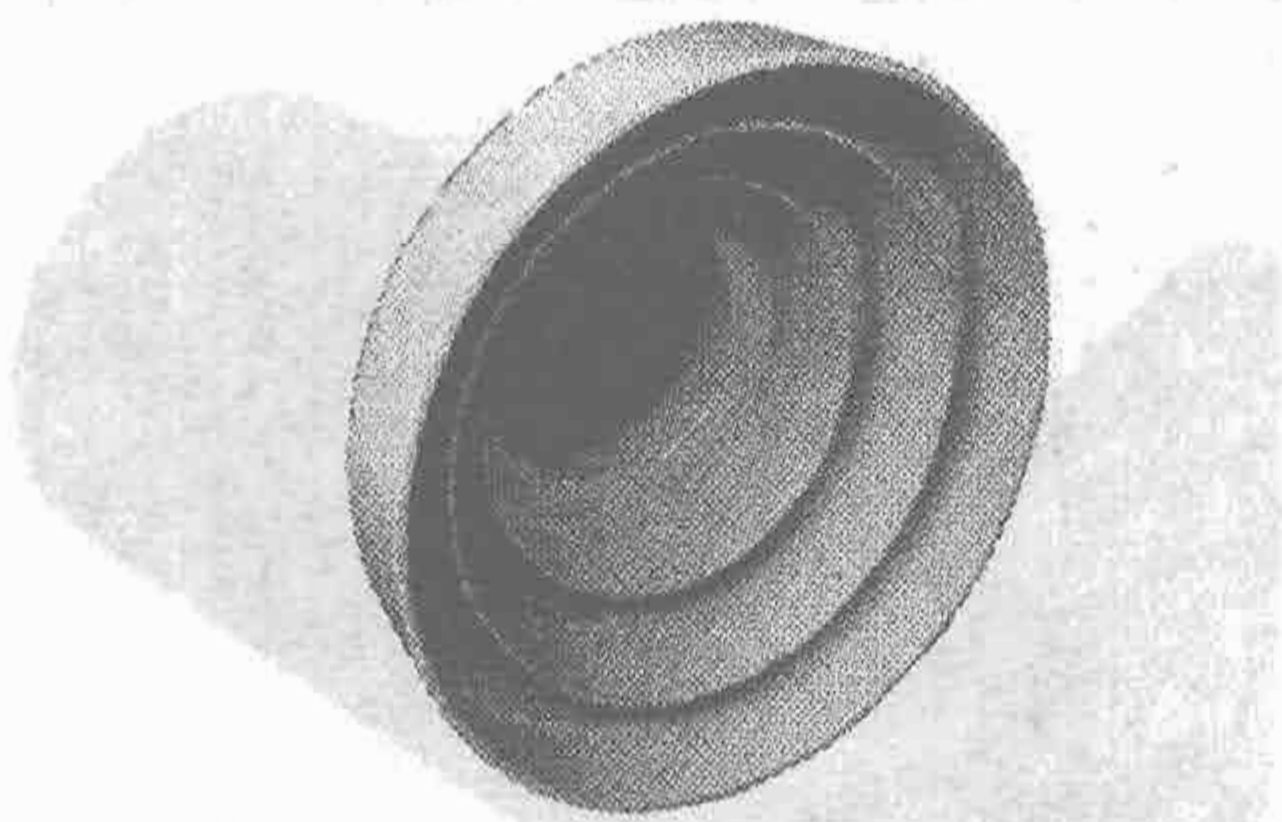


图 4—23 C 波段三环梯形馈源盘外形

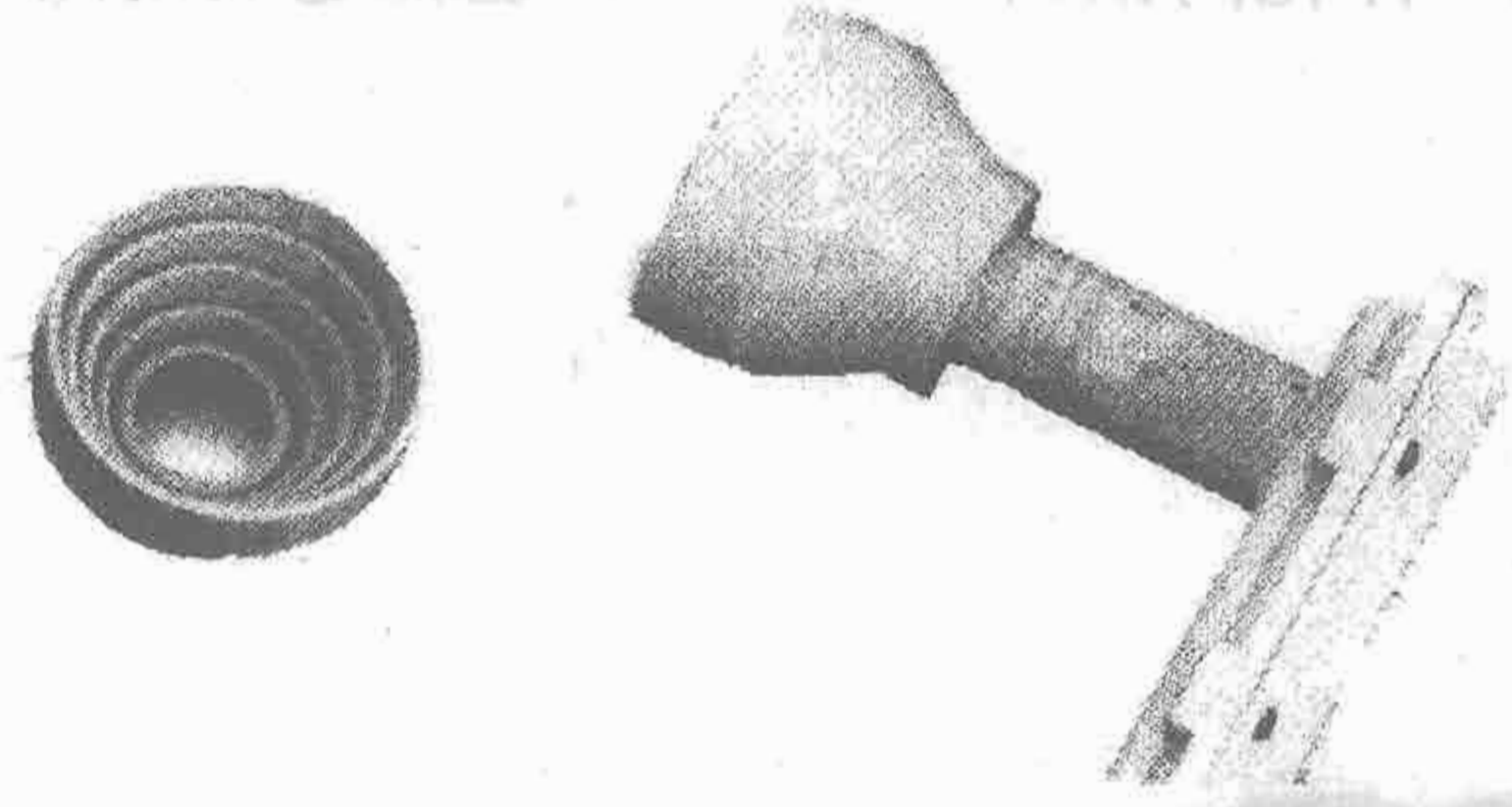


图 4—24 Ku 波段四环梯形馈源盘外形

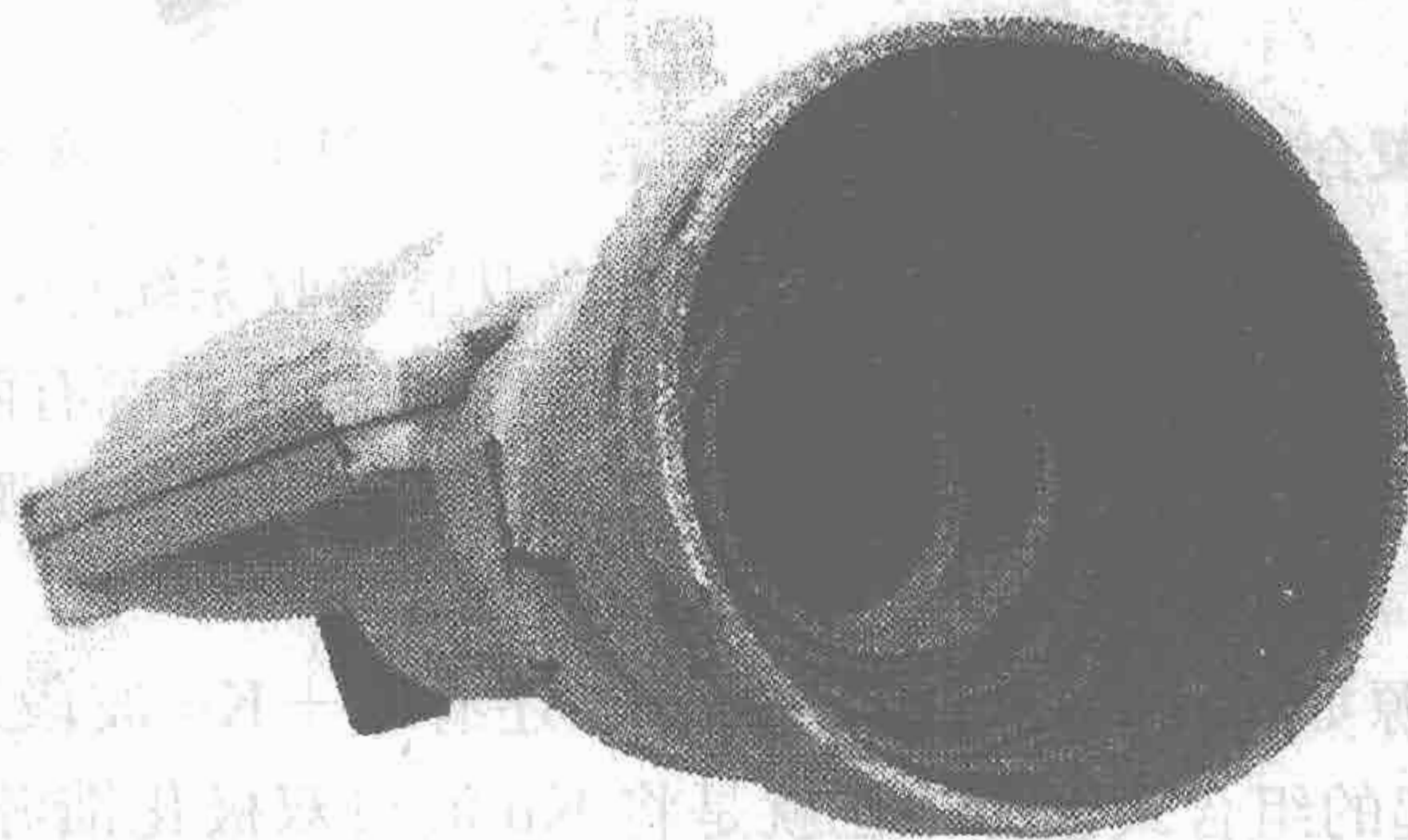


图 4—25 Ku 波段馈源一体化高频头外形



的 C 波段双星两环复合平面馈源盘，如图 4—26 所示。C 波段双星复合馈源盘采用一次压铸成型，常用于一面天线接收经度相差在  $5^\circ$  以内的两颗卫星上的 C 波段信号，如图 4—27 所示。也有用于偏馈天线接收相邻两颗卫星 C 波段信号的五环复合梯形馈源盘，如图 4—28 所示。

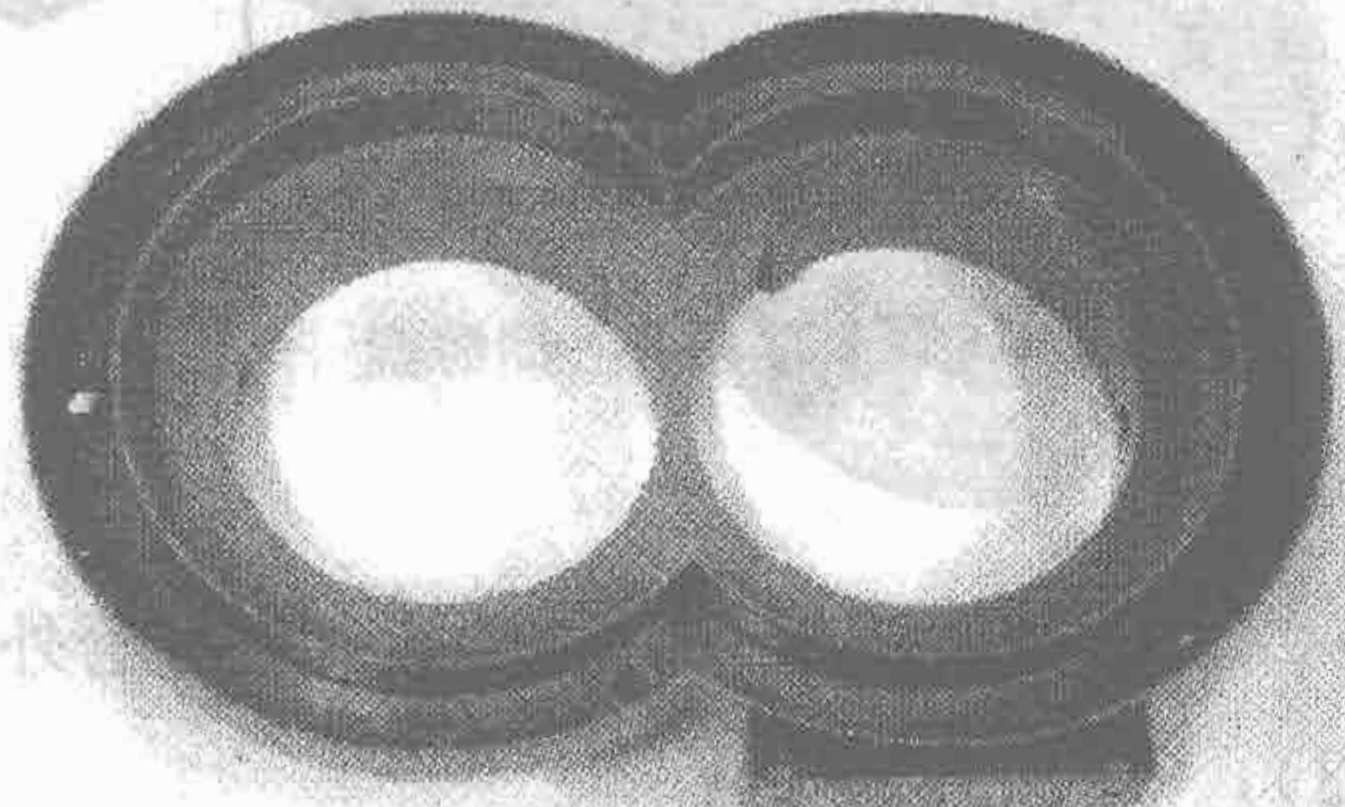


图 4—26 C 波段双星两环复合平面馈源盘外形

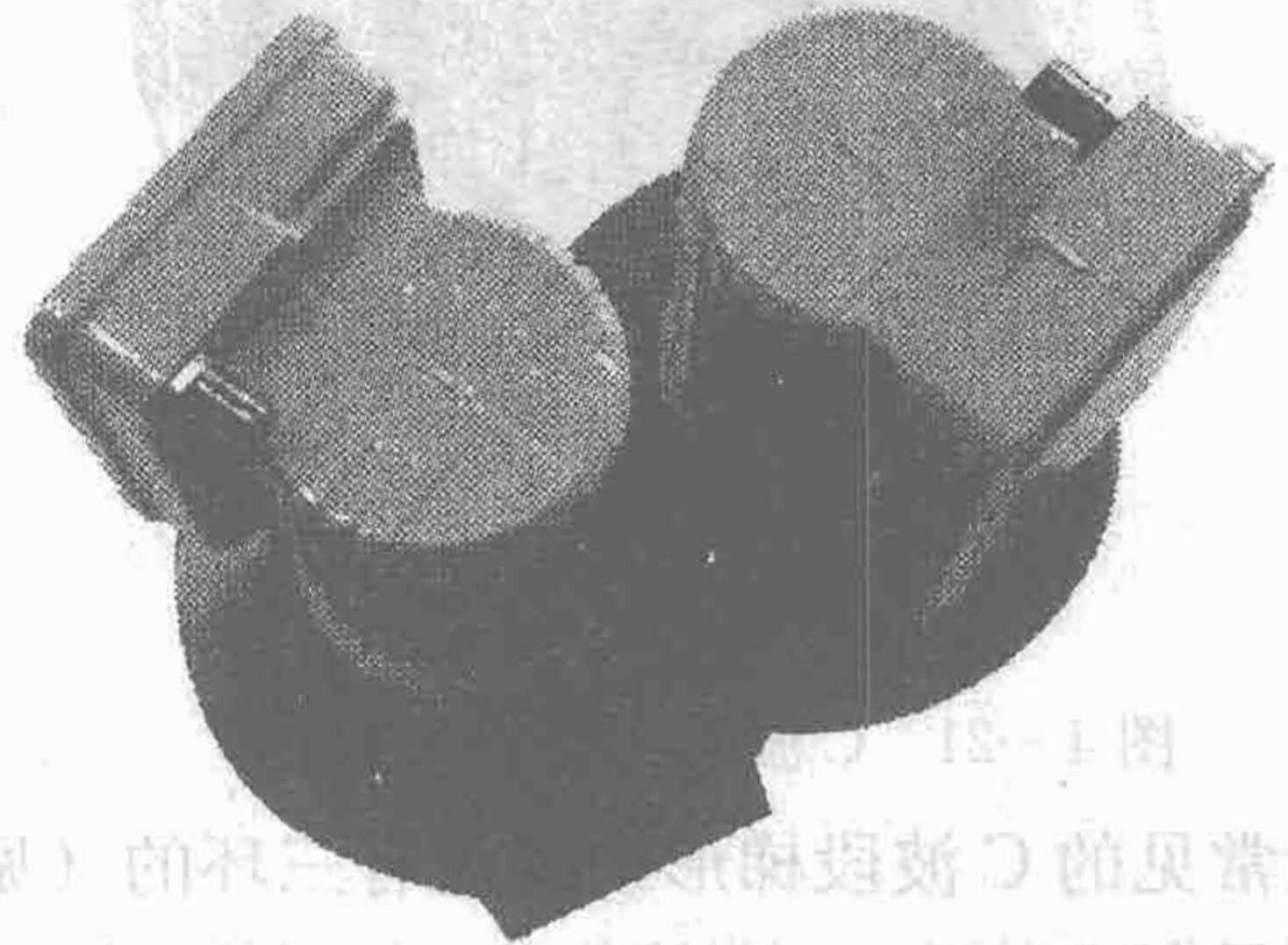


图 4—27 双星接收馈源系统外形

(2) 极化器。馈源从极化的匹配上来分，可分为单极化馈源和双极化馈源两种。

1) 单极化馈源。早期的卫星所采用的转发器为单极化馈源，通过单极化馈源配合单极性高频头接收，如图 4—29 所示。现代卫星为了扩大传输容量，利用两个不同方式极化波相互隔离的特性来传送不同内容的节目，即频率复用技术。因此，现在的个人接收机上常用双极性馈源一体化高频头 (LNBF)，也就是双极性高频头和单极化馈源已做成一个整体。

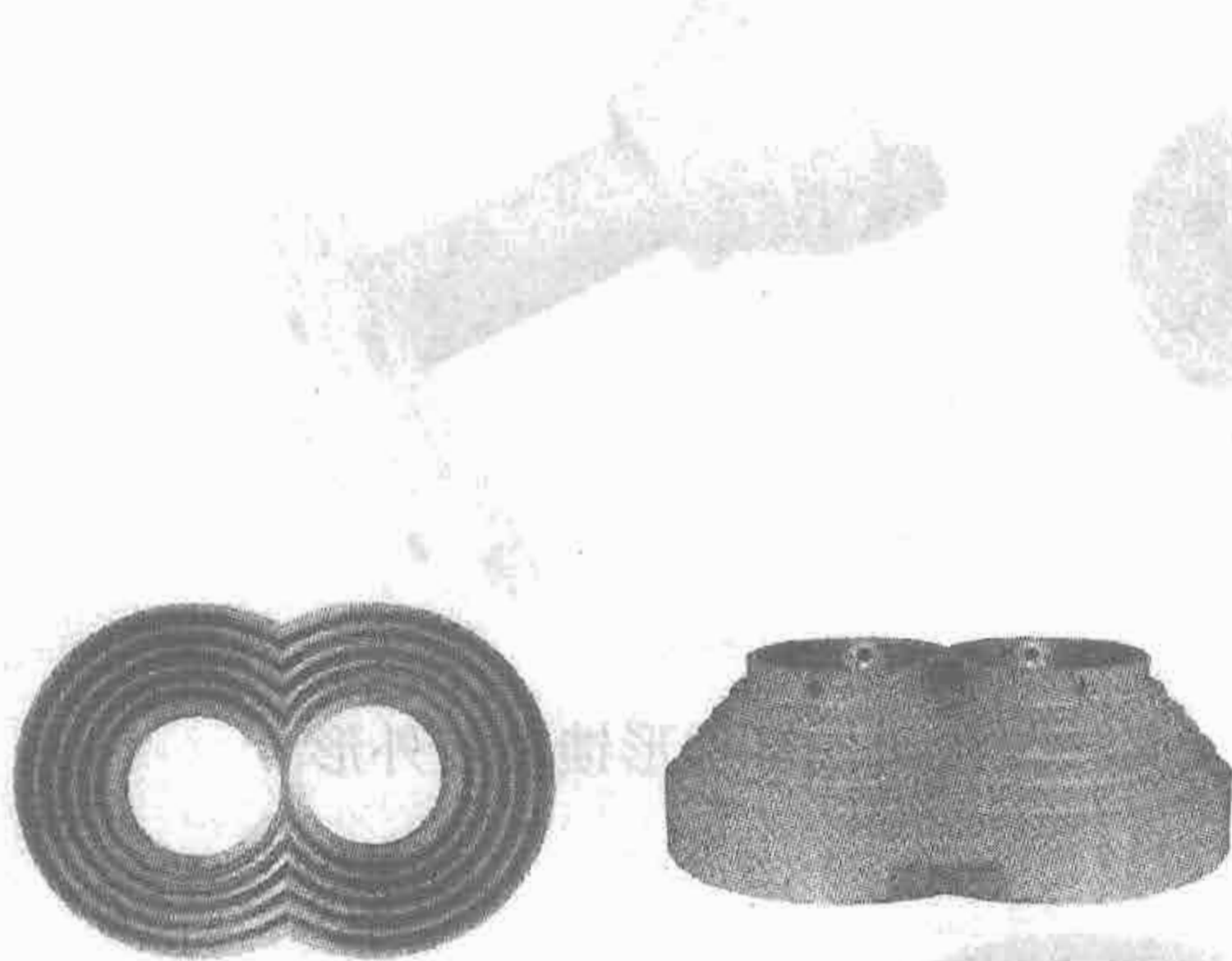


图 4—28 C 波段五环复合梯形馈源盘外形

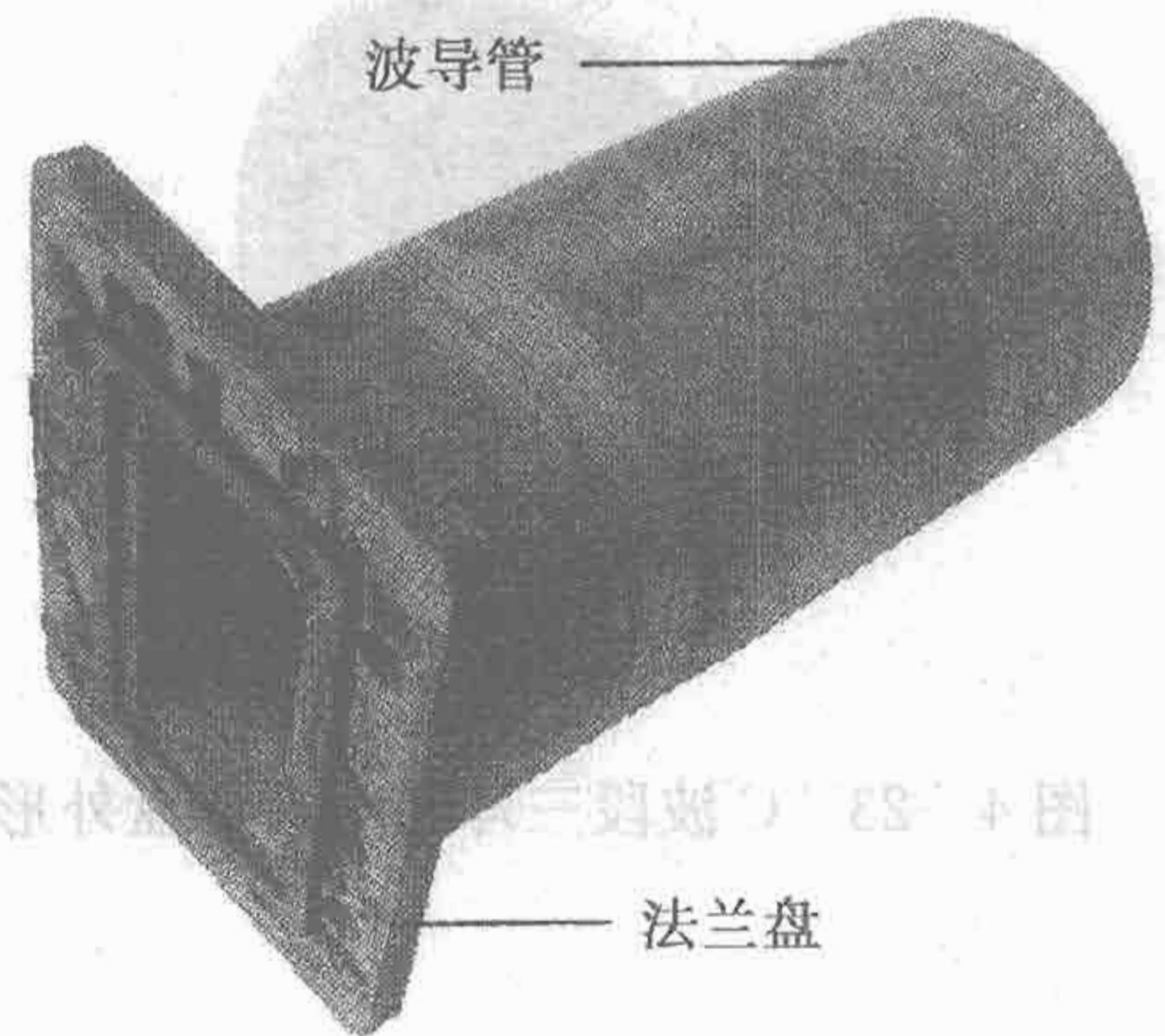


图 4—29 单极化馈源外形

2) 双极化馈源。在集体接收站或有线电视前端卫星接收系统中，通常是采用双极化馈源来实现对两个不同方式的极化波同时接收的。常用的双极化馈源有两种形式：一种是馈源的两个法兰盘位于同一个平面上，如图 4—30a 所示；而另一种是馈源的两个法兰盘位于相互垂直的平面上，如图 4—30b 所示。

Ku 波段双极化馈源如图 4—31 所示。此外，还有 C+Ku 波段复合馈源，它是将 C、Ku 波段馈源安装在一起的组合式馈源，也就是将 Ku 波段双极化馈源的波导管插入 C 波段双极化馈源的波导管的中间，两个波导管口相齐并组合在一起，共用一个馈源盘，完成一颗卫星上所有 C+Ku 波段双极化信号的接收，如图 4—32 所示。



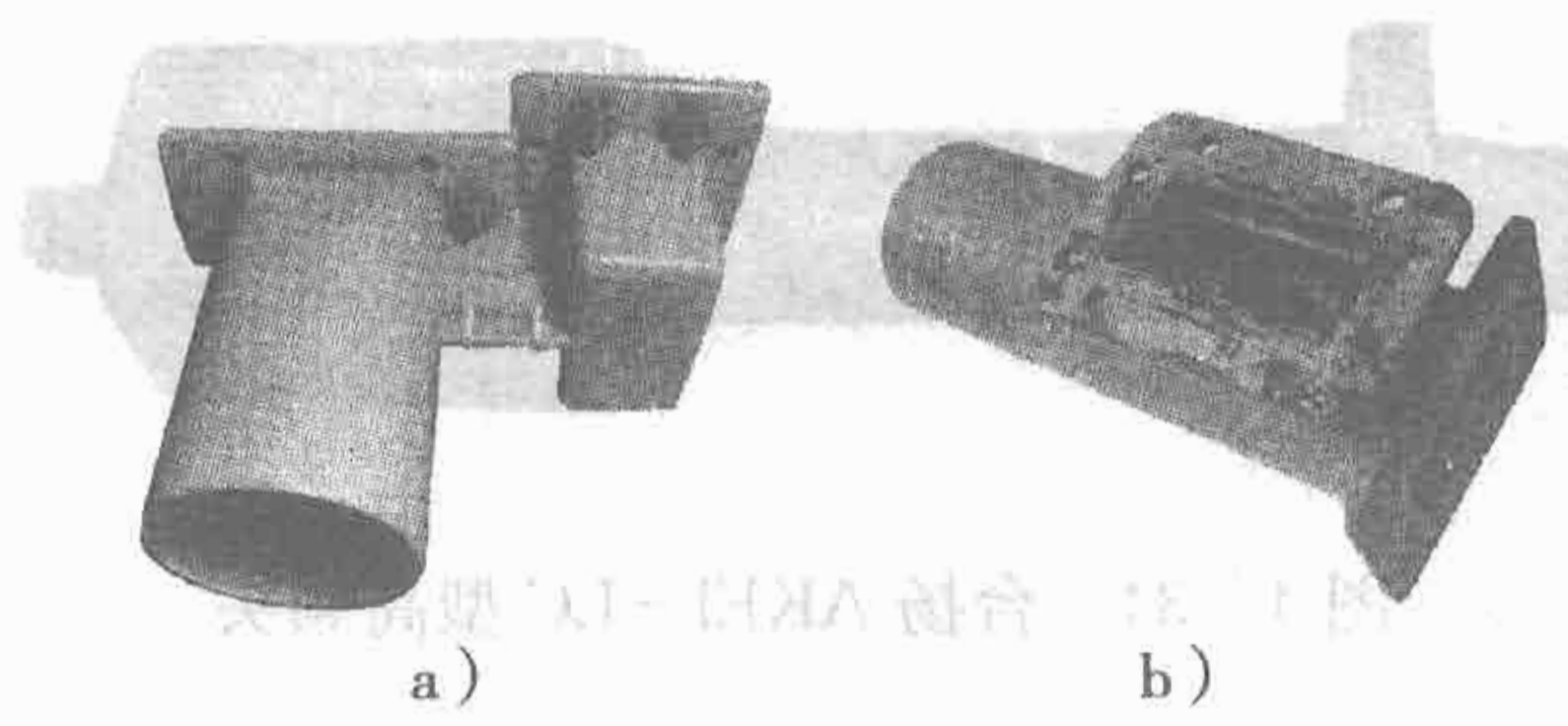


图 4—30 C 波段双极化馈源  
a) 两法兰盘同平面 b) 两法兰盘相垂直

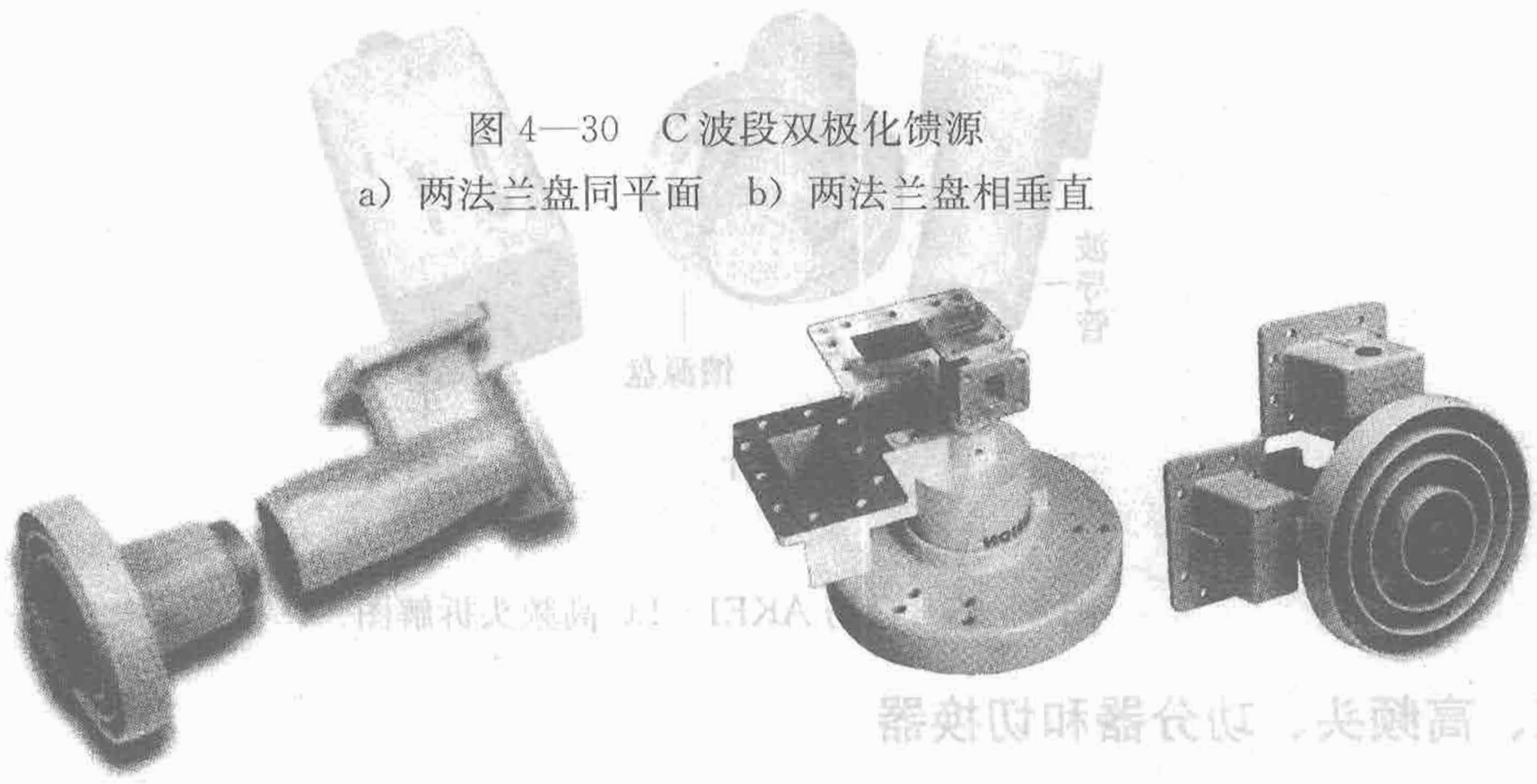


图 4—31 Ku 波段双极化馈源外形

图 4—32 C+Ku 波段双极化馈源外形

(3) 90°移相器。由于卫星电视发射信号具有极化性质，馈源必须与发射信号具有相同的极化和旋向特性，以实现极化匹配，从而接收到全部能量。接收线极化波的馈源可接收圆极化波，接收圆极化波的馈源也可接收线极化波，但会有 3 dB 的极化损失，而通过 90°移相器则可以减少这种极化损失。90°移相器用于控制馈源系统的极化方向，选择与卫星信号一致的极化波，抑制其他形式的极化波，以获得极化匹配，实现最佳接收。

常用的 90°移相器为介质移相器，通过插入极化介质片就可以进行线—圆极化波转换；去掉极化片，即可接收线极化信号。馈源与极化片如图 4—33 所示。

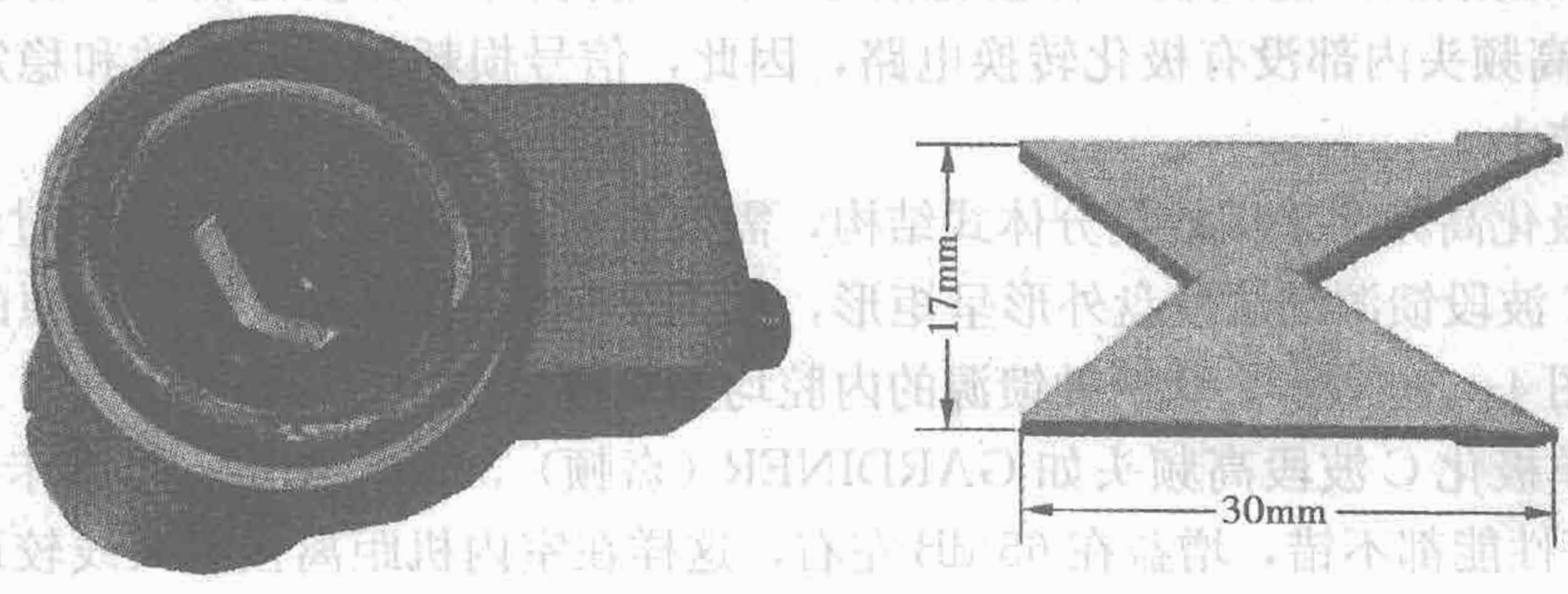


图 4—33 馈源与极化片

图 4—34 所示为日本 BS 卫星专用的正馈一体化台扬 AKEI—LC 型高频头，其本振频率为 10.678 GHz。由于是接收圆极化信号，从图 4—35 所示的结构分解图中可以清楚地看出，它是由高频头、波导管、极化片、馈源盘 4 部分构成的。



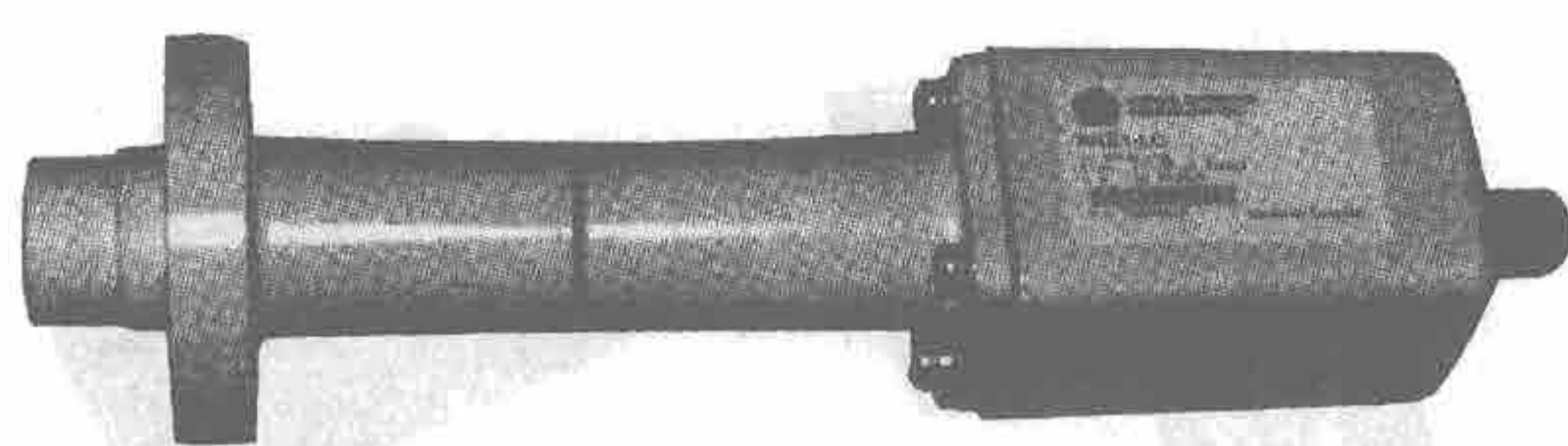


图 4—34 台扬 AKE1—LC 型高频头

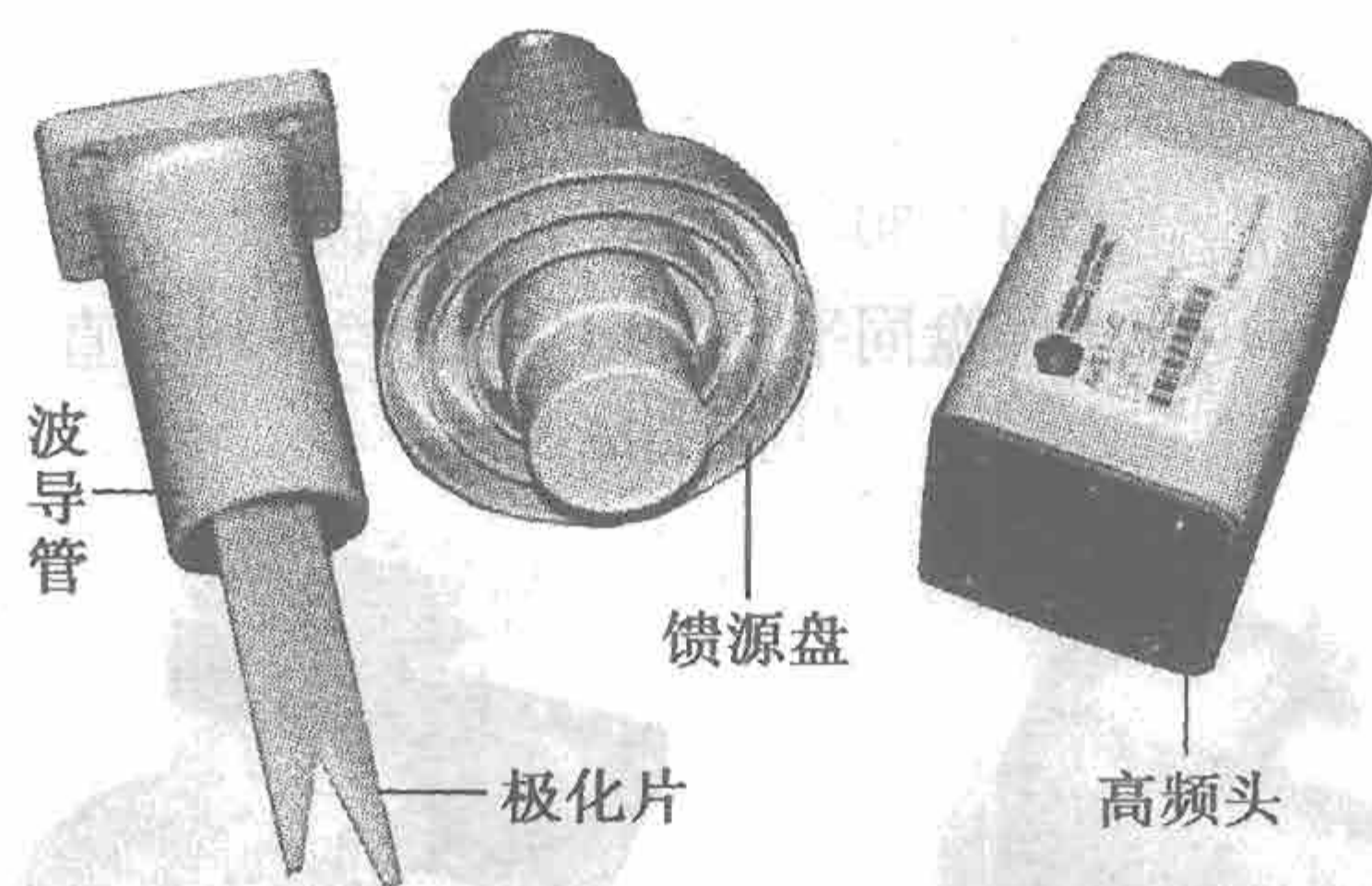


图 4—35 台扬 AKE1—LC 高频头拆解图

## 五、高频头、功分器和切换器

### 1. 高频头

高频头按外部结构形状划分，可分为单极化分体式和双极性馈源一体化两种。其中高频头馈源一体化的设计有助于将馈源和高频头两者的驻波系数综合考虑，以达到最佳的噪声匹配；同时又省去了馈源与高频头的连接，有利于减少损耗和降低安装不当带来的增益损失和噪声增加。

双极性馈源一体化的高频头种类较多，按本振方式来分，可分为单本振和双本振两种；按输出端口来分，可分为单输出、双输出、多输出等。

(1) 单极化分体式高频头。单极化分体式高频头的波导腔体里只有一个极化振子，也称极化探针。该高频头只能接收一种极化信号，如要接收另一种极化信号，需将高频头旋转 $90^\circ$ 。单极化高频头内部没有极化转换电路，因此，信号损耗较小，增益和稳定性较高，多用于工程系统上。

由于单极化高频头采用的是分体式结构，需配装馈源，馈源输出端是通过法兰盘和高频头连接的。C 波段馈源的法兰盘外形呈矩形，如图 4—36 所示；Ku 波段馈源的法兰盘外形呈方形，如图 4—37 所示。这两种馈源的内腔均呈矩形。

常用的单极化 C 波段高频头如 GARDINER (嘉顿) 3605、ASK (奥斯卡) BC213 (见图 4—38) 等性能都不错，增益在 65 dB 左右，这样在室内机距离接收天线较远时，较大的增益会弥补馈线上的损耗。在单极化 Ku 波段高频头中，常见的是 PBI PLK—900 高频头，如图 4—39 所示。

(2) 双极性单本振单输出高频头。最常接触到的高频头是双极性单本振单输出高频头。拆下高频头波导管上的塑料防护盖，可以发现其波导管内部有两个互相垂直的探针，如图 4—40 所示，分别接收水平 (H)、垂直 (V) 两个极化信号，其间还有一个极化隔离棒，起



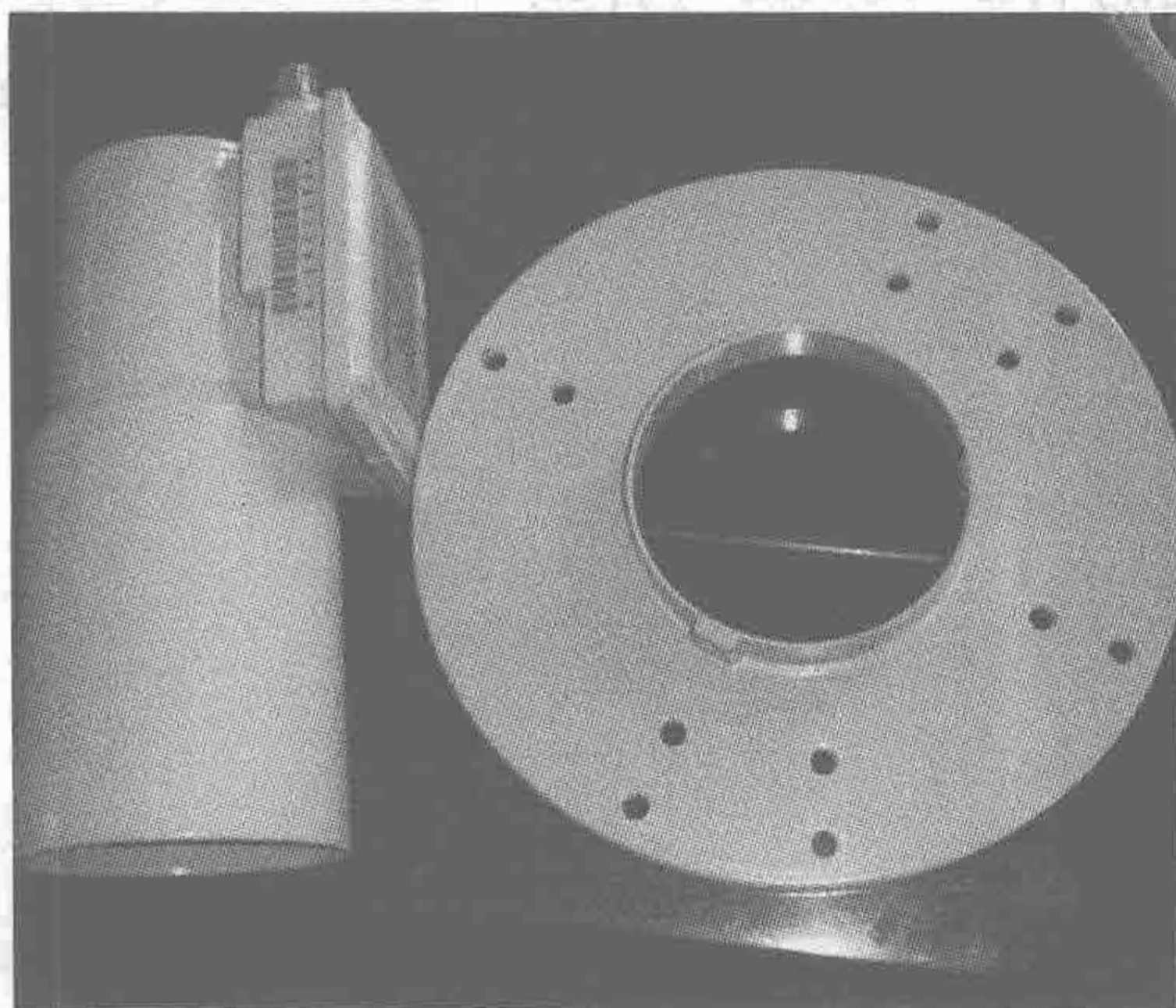


图 4—36 单极化 C 波段高频头

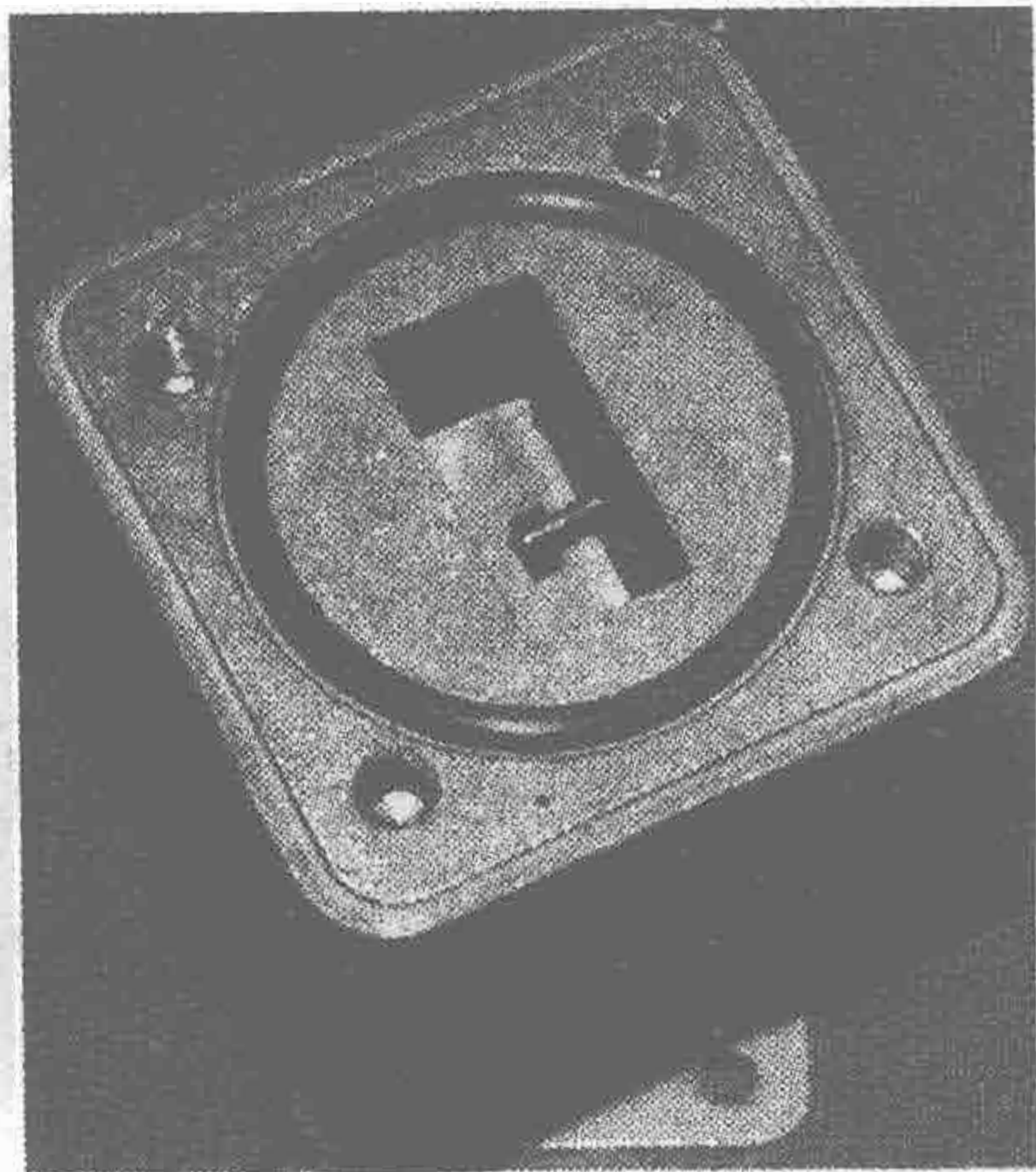


图 4—37 单极化 Ku 波段高频头

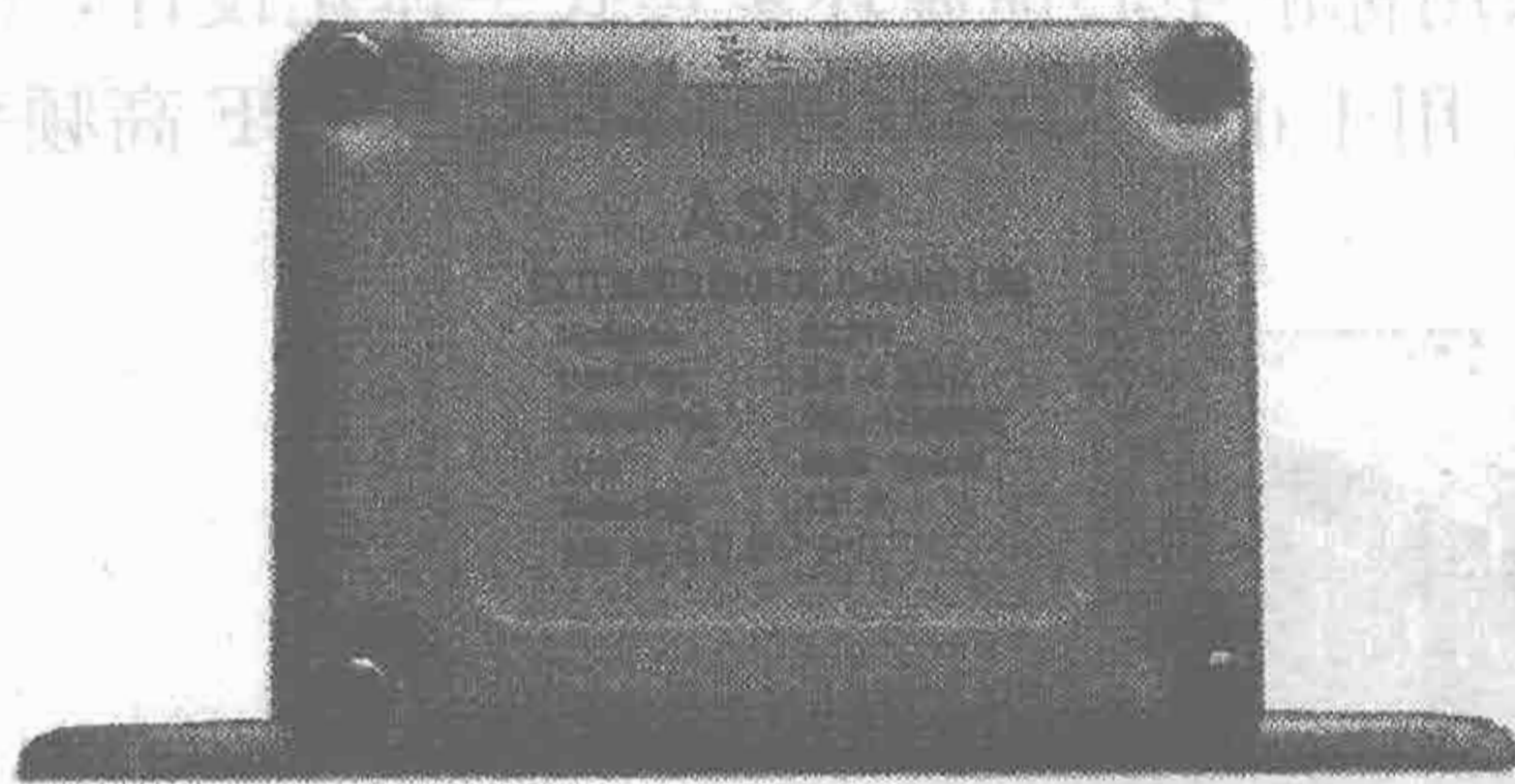


图 4—38 ASK BC213 高频头



图 4—39 PBI PLK-900 高频头

极化隔离作用。

双极性单输出高频头实际上是两个单极化分体式高频头共用一个馈源，并将 13/18 V 电子切换开关电路引入到腔体内部，自动识别接收机送来的极化电压高低（是 18 V 还是 13 V），以选择相应的水平或垂直的极化探针工作，从而达到双极性单输出的目的。由于双极性单本振单输出高频头每次只能输出一个极化信号，因此，只适用于个人单收站，不适用于有线电视前端等集体接收站上。

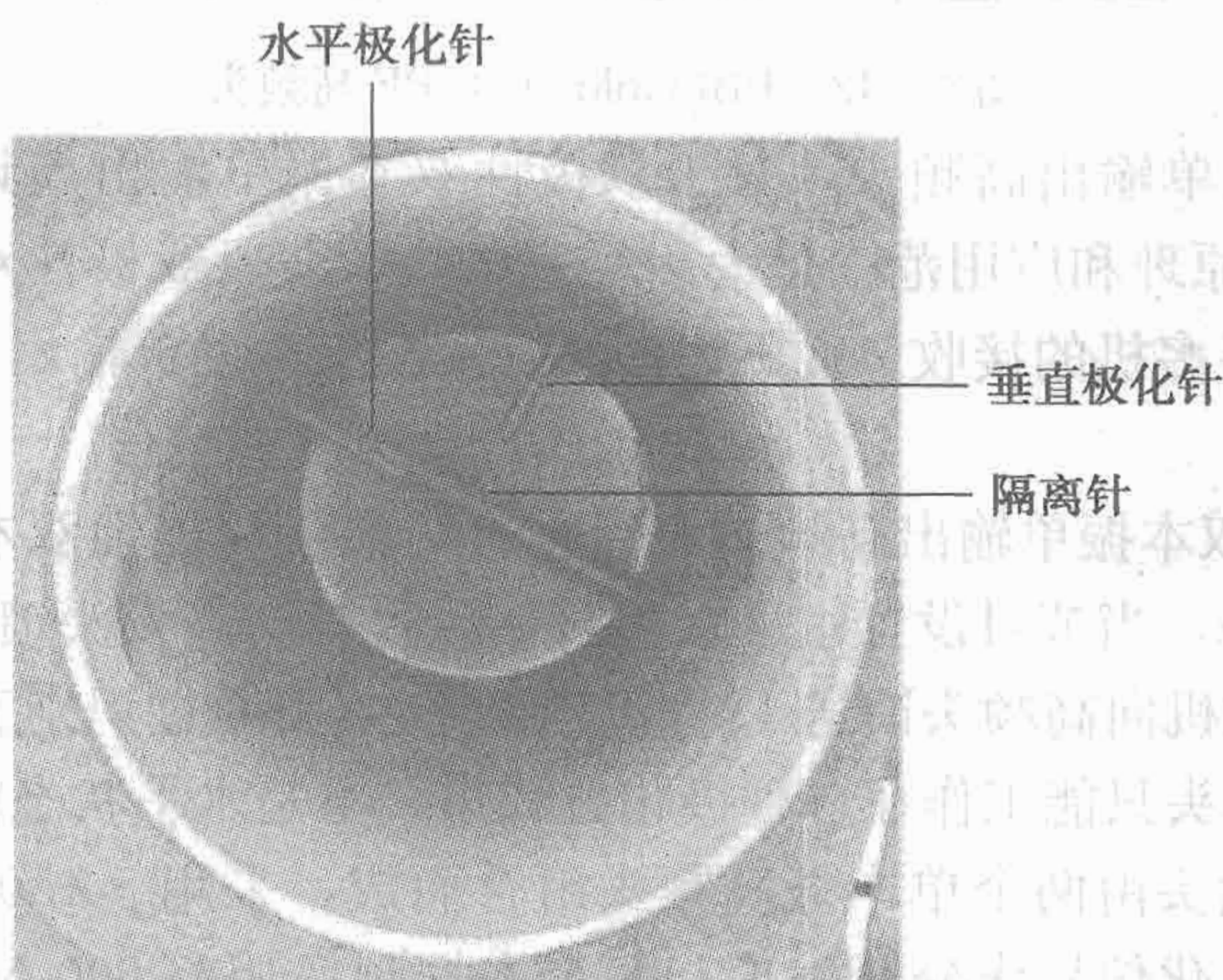


图 4—40 双极性高频头波导管的内部结构



双极性单本振单输出高频头 C 波段常见的有 PAUXIS (普斯) PX-900、OrbSat (百昌) OS222 等型号, 本振频率均为 5 150 MHz。图 4-41 所示为 PBI Turbo-1800 高频头。

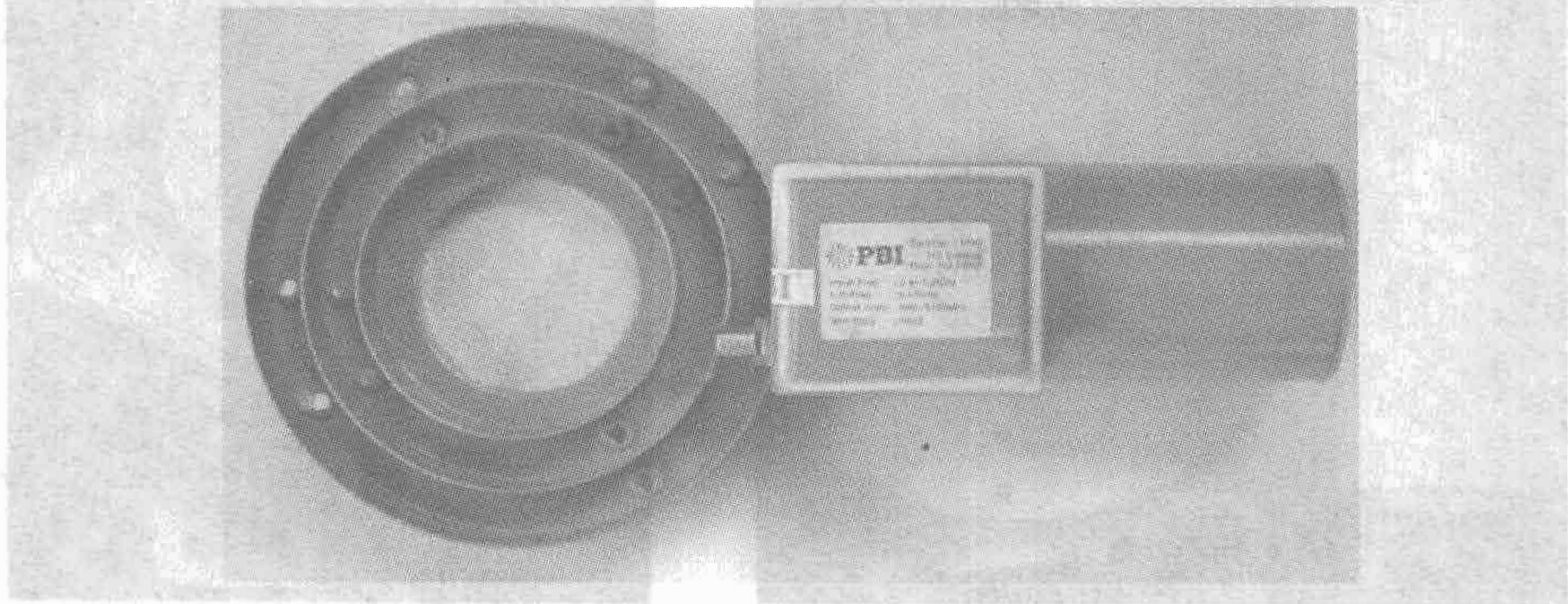


图 4-41 PBI Turbo-1800 高频头

Ku 波段双极性单本振单输出高频头均采用标准中心馈源环聚焦式一体化设计, 品种型号很多, 最常用的是直头 ASKKu07 高频头、用于正馈天线的 PBI Gold 1040 PF 高频头 (见图 4-42) 等。

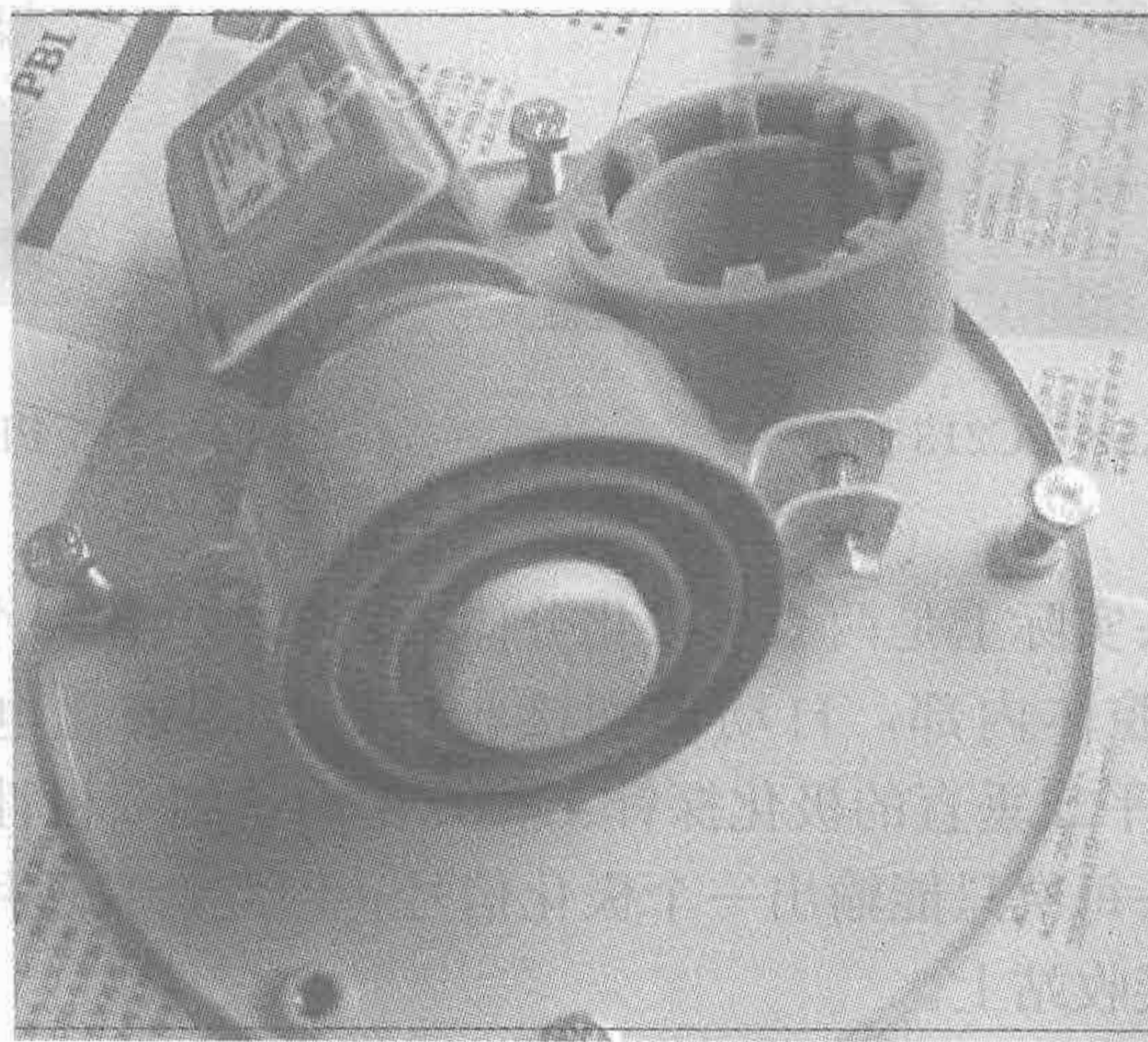


图 4-42 PBI Gold 1040 PF 高频头

(3) 双极性双本振单输出高频头。对于双极性双本振单输出高频头, C 波段高频头和 Ku 波段高频头的工作原理和应用范围是大相径庭的。C 波段双极性双本振单输出高频头主要用于 C 波段信号一星多机的接收, 而 Ku 波段双极性双本振单输出高频头则用于 Ku 波段全频带信号的接收。

1) C 波段双极性双本振单输出高频头。普通的 C 波段双极性双本振高频头一般只有一个本振频率 5 150 MHz。当节目设置水平极化时, 接收机向高频头馈送 18 V 电压; 当节目设置垂直极化时, 接收机向高频头馈送 13 V 电压。高频头通过识别工作电压, 使相应的极化探针工作, 所以高频头只能工作在一种极化方式里, 不是水平状态就是垂直状态。

双本振 C 波段高频头由两个单本振高频头组合而成, 采用 5 150 MHz、5 750 MHz 两个本振频率对 H、V 极化信号作分开处理, 两个本振频率相差 600 MHz, 足以使两种极化信号的中频频率拉开距离, 这样在 3.6~4.2 GHz 范围内的两个极化信号就被分别变频为



950~1 550 MHz 和 1 550~2 150 MHz 内互不重叠的中频频率信号，因而可共用一根馈线传送，配合接收机就可同时收到两个极化的信号。此时接收机识别到的只是不同频率的信号而已，与极化设置是水平还是垂直没有关系。

常用的 C 波段双极性双本振单输出高频头有 PBI Turbo-2100 高频头（见图 4—43）以及 PAUXISPX-1200 高频头等。

2) Ku 波段双极性双本振单输出高频头。Ku 波段双极性双本振单输出高频头的工作频带很宽，达到 2 GHz，涵盖 Ku 波段 10.7~12.75 GHz 的所有频段，因此，在欧洲称为“Universal LNB”，意思是通用型的高频头。

为什么 Ku 波段双本振高频头频带如此之宽呢？是因为在这种高频头里采用了高、低两种本振频率，从而使得接收频率分为两段：低段是 10.7~11.8 GHz，本振频率是 9.75 GHz，相应的中频输出是 950~2 050 MHz；高段是 11.7~12.75 GHz，本振频率是 10.75 GHz（或 10.6 GHz），相应的中频输出是 950~2 000 MHz（或 1 100~2 150 MHz）。在 Ku 波段双本振高频头里内置了 0/22 kHz 本振频率切换电路，当卫星接收机输出的 22 kHz 脉冲打开时，高频头工作在高段，反之则工作在低段。

在 Ku 波段双本振单输出高频头里，只允许有一个本振电路、一个极化信号在工作。如果两个本振电路同时工作，将使高低段的中频重叠而互相干扰，这样就不能从一个端子输出，这也是其和 C 波段双极性双本振单输出高频头的本质区别。

对于 Ku 波段，如果两个本振同时工作，两个本振频率叠加之后，总的频率范围高达 950~3 350 MHz，远远超出目前接收机中频频率所允许的输入范围。

常见的 Ku 波段双本振单输出高频头有用于前馈天线的 ASK Ku50 高频头（见图 4—44），还有外观呈弯头形状的，又称 L 形头的 PBI Gold 1040L10M 高频头（见图 4—45）等。国外用一种 ALPS（阿尔卑斯）高频头，如图 4—46 所示，其体积小，尤其适用于多个距离很近的卫星 Ku 波段信号的一锅多星接收。

(4) 双极性单本振双输出高频头。双极性单本振双输出高频头同样有 C 波段和 Ku 波段之分。

1) C 波段双极性单本振双输出高频头。C 波段双极性单本振双输出高频头两路输出端口分别输出水平、垂直极化信号，两路端口可以同时工作，但每一路端口只能选择其中的一种极化信号，如配合二进（H、V）四出或二进六出等切换开关，可为四台、六台等卫星接收机提供无干扰接收信号。

常用的 C 波段双极性单本振双输出高频头有 PBI Turbo-2200 高频头（见图 4—47）等。

2) Ku 波段双极性单本振双输出高频头。Ku 波段双极性单本振双输出高频头是将两个独立的高频头电路做在同一印制电路板上，共用稳压电路和振荡电路，并共用一副馈源和探针，能够同时接收双极化卫星信号，并分两路独立输出，每路均可进行水平、垂直切换，互



图 4—43 PBI Turbo-2100 高频头



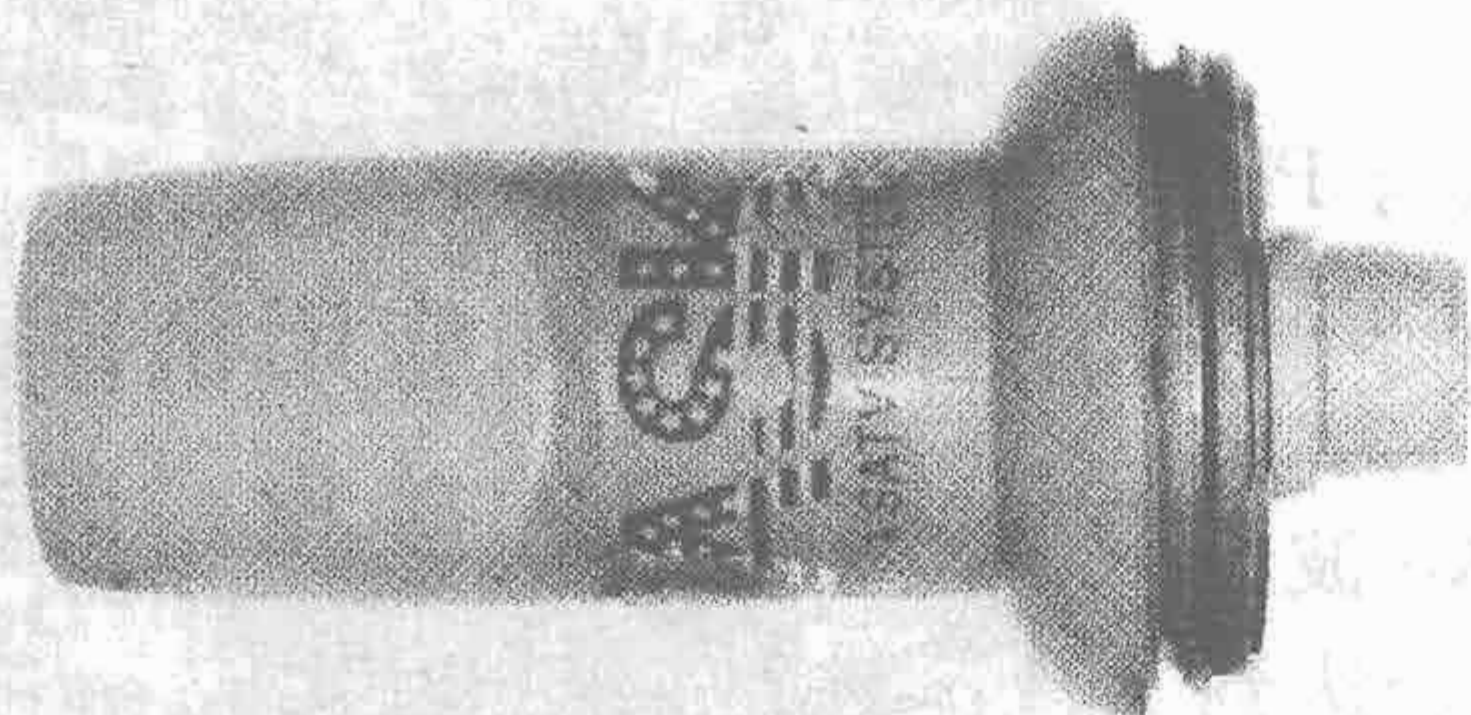


图 4—44 ASK Ku50 高频头



图 4—45 PBI Gold 1040L10M 高频头

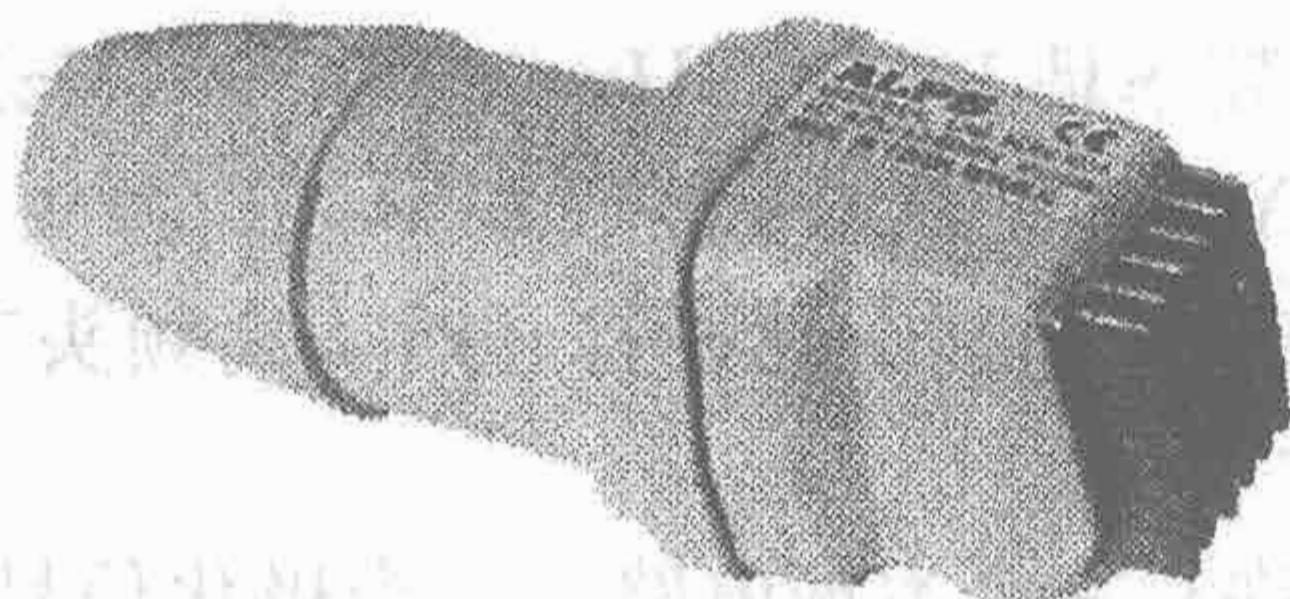


图 4—46 ALPS 高频头

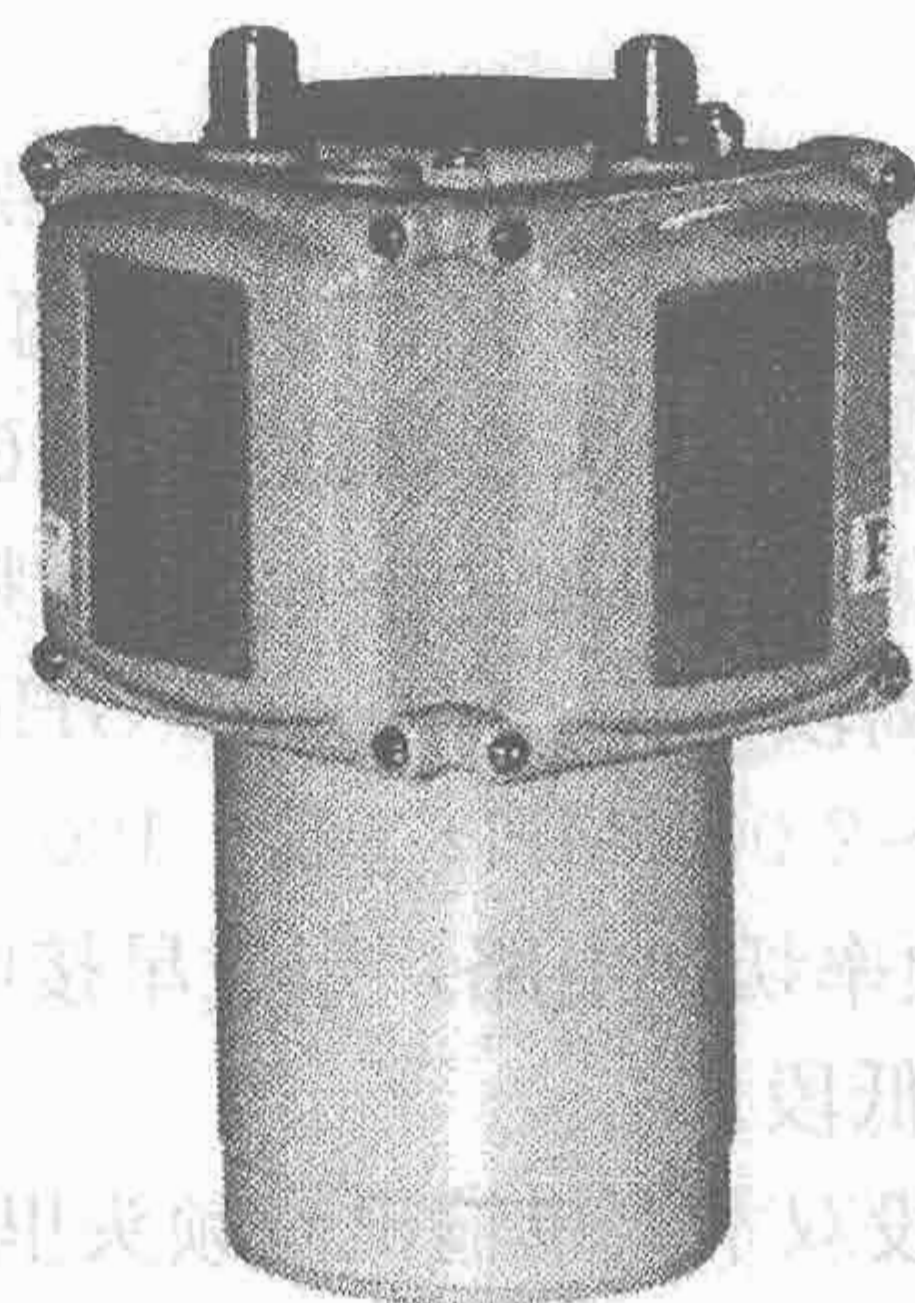


图 4—47 PBI Turbo-2200 高频头

不影响，信号损耗极小，参数稳定性高。

常用的 Ku 波段双极性单本振双输出高频头有 PBI Gold-2050 高频头（见图 4—48）、ASK Ku2688 高频头等，可直接为两台卫星接收机提供无干扰的接收信号。

(5) 双极性双本振四输出高频头。双极性双本振四输出高频头多用于 Ku 波段信号的接收，如 GARDINER GKF8488 高频头、台扬（MTI）AP84-XT2 高频头等，其原理和上面介绍的 C 波段双极性单本振双输出高频头相类似。如图 4—49 所示为台扬 AP84-XT2 双极性双本振四输出高频头，其低频端（L）和高频端（H）的信号各自分成水平（H）和垂直（V）两个端口输出，共有 V/L、V/H、H/L 和 H/H 四个输出端口，尤其适用于集体用户多机接收的工程中。在国外还有一种双极性双本振四输出高频头，和上述不同的是每一个端口都具有双极性双本振功能，都能接收所有 Ku 波段信号。

(6) 复合高频头。为了增强高频头的波段及端口接收功能，缩小其安装体积，市面上出现了一种复合高频头，常见的有 C+Ku 双频高频头和 Ku+Ku 组合高频头两种。

1) C+Ku 双频高频头。C+Ku 双频高频头将 C 波段高频头和 Ku 波段高频头制造在一起，可完成一颗卫星上所有的 C、Ku 波段信号的接收。如图 4—50 所示 PBI Turbo-4200 复合高频头是由一个本振为 5 150 MHz 的双极性单输出 C 波段高频头和一个本振为 10.75 GHz 的双极性单输出 Ku 波段高频头组合而成，其拆解图如图 4—51 所示。



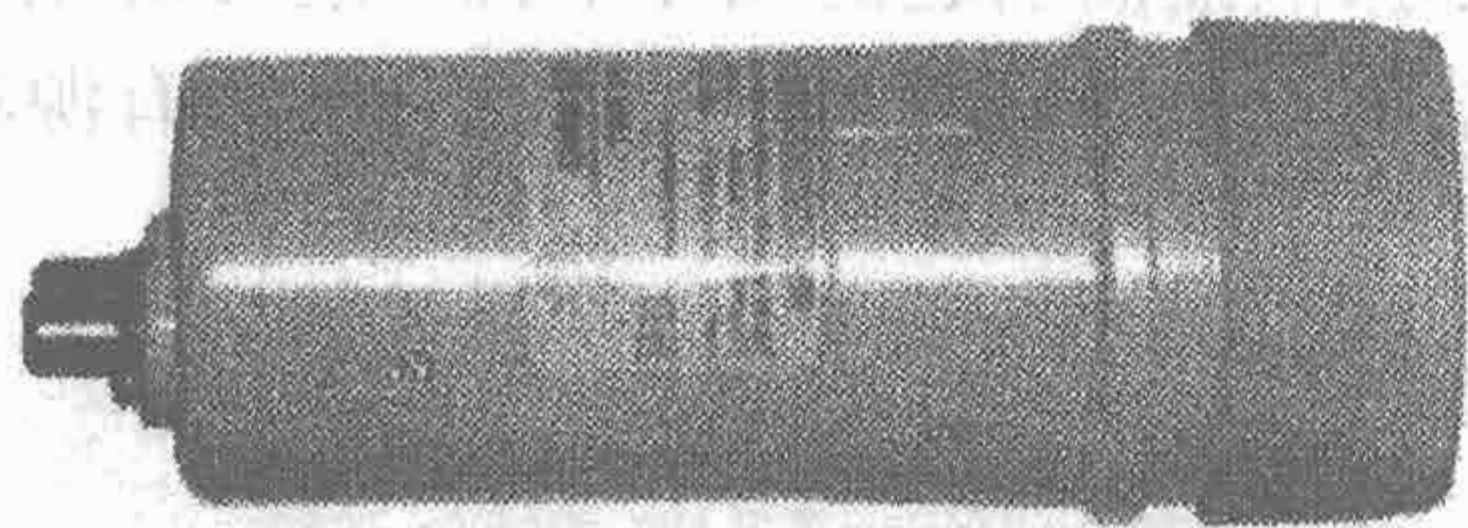


图 4—48 PBI Gold—2050 高频头

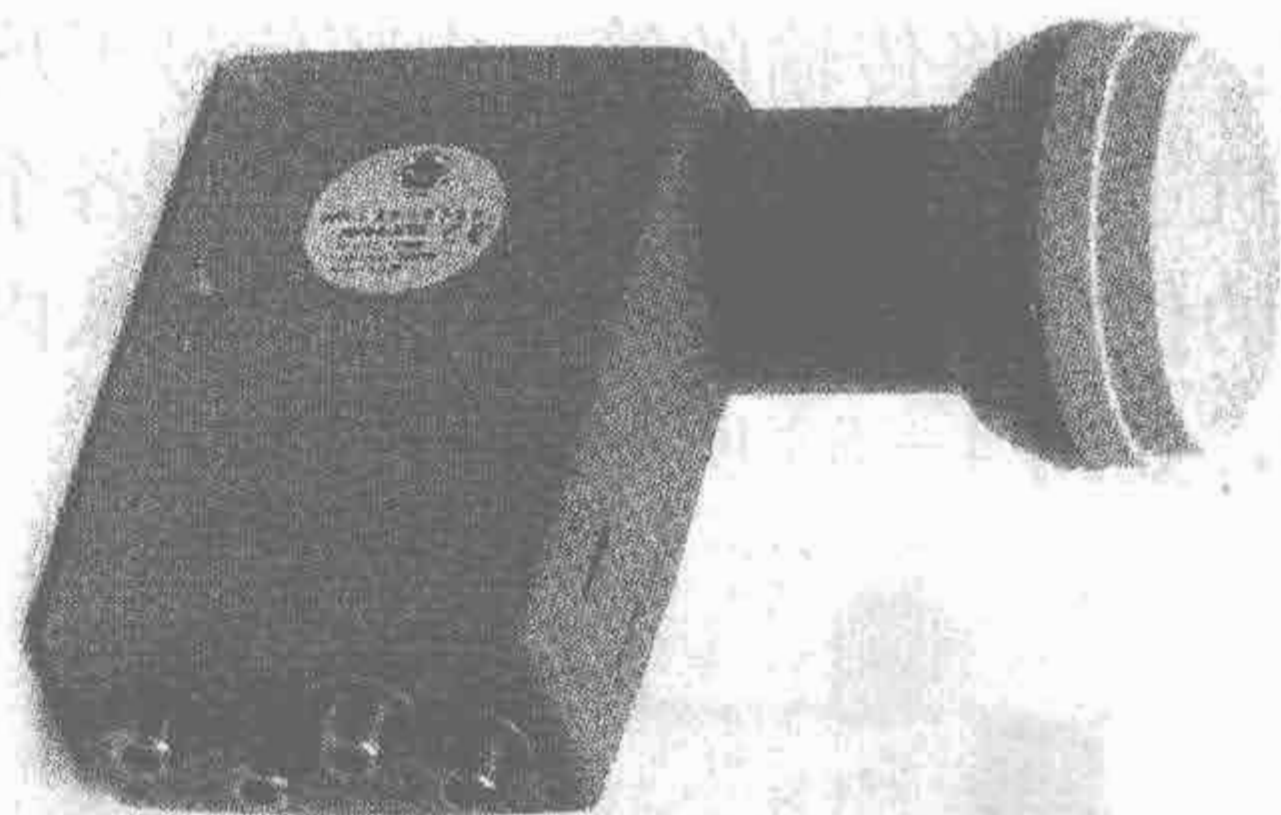


图 4—49 台扬 AP84—XT2 高频头

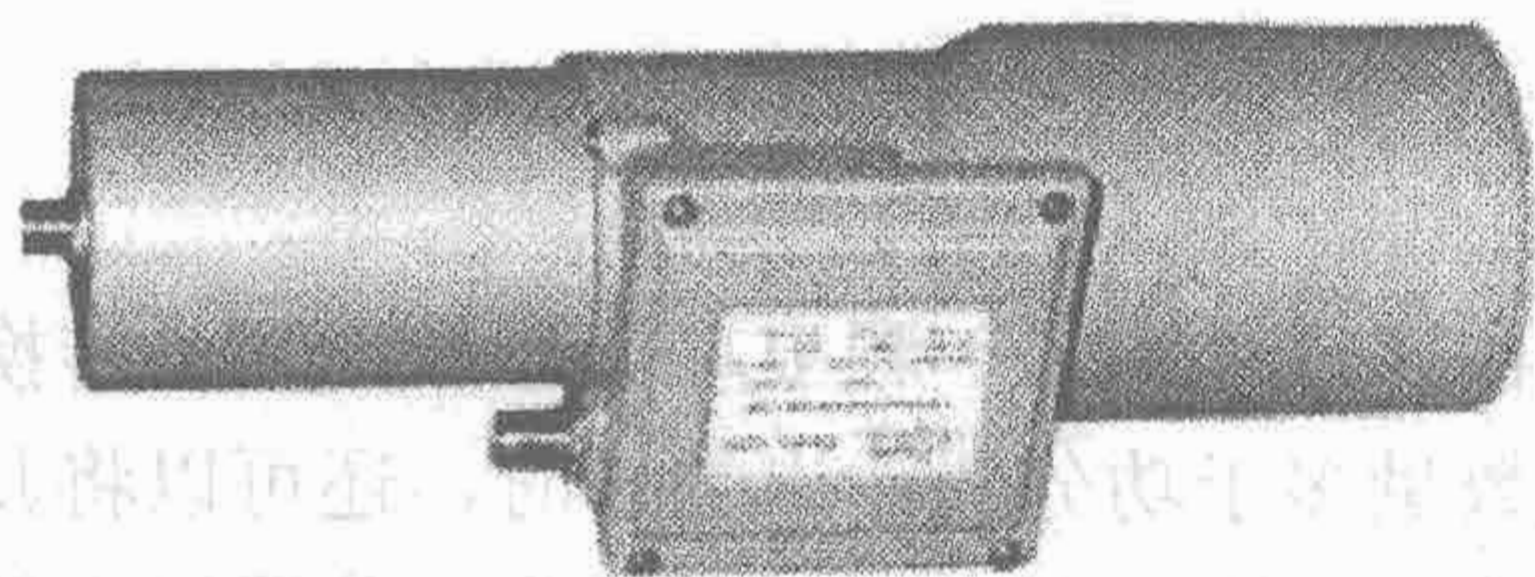


图 4—50 PBI Turbo—4200 复合高频头

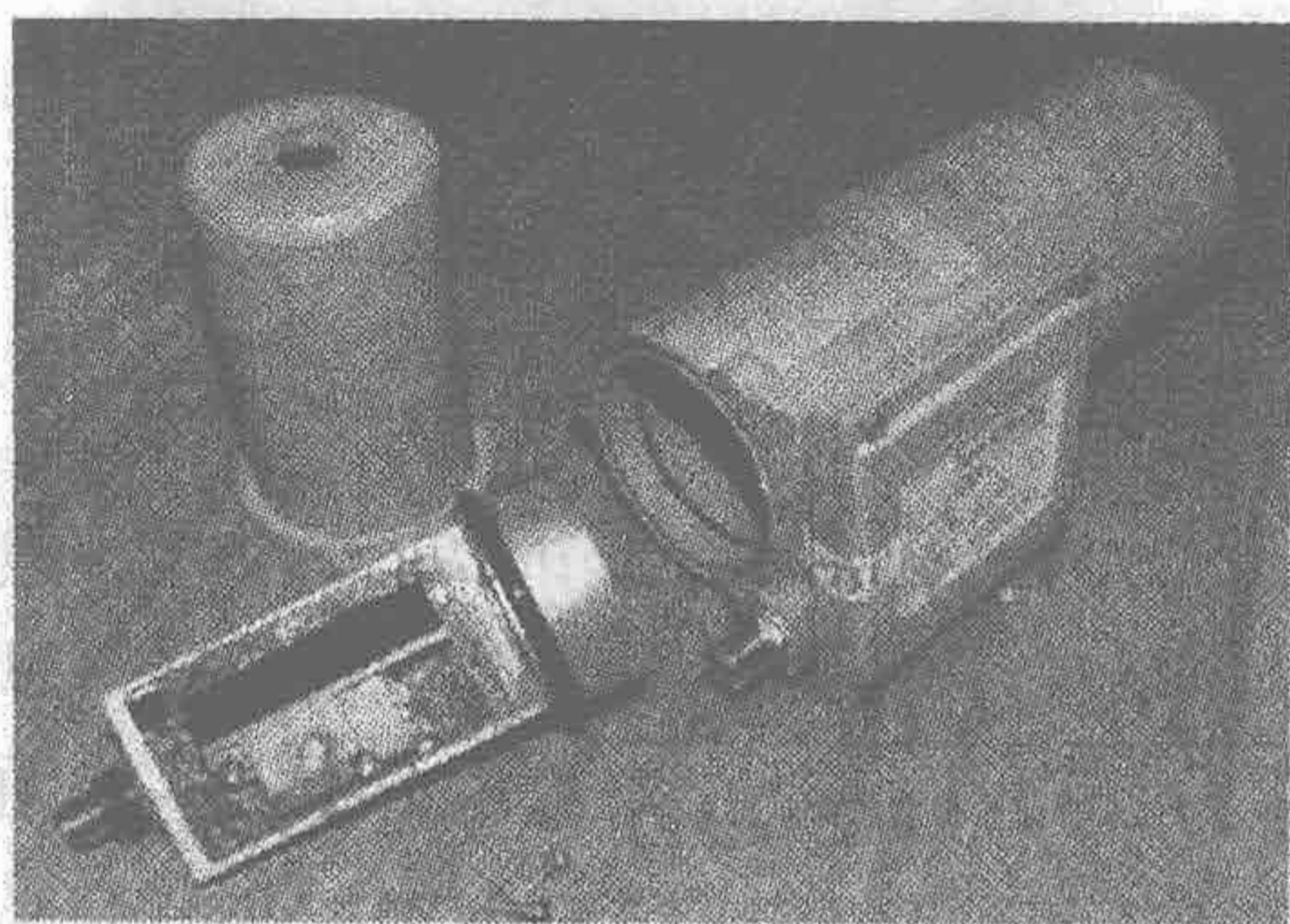


图 4—51 PBI Turbo—4200 高频头拆解图

而 PBI Turbo—4400 复合高频头则是由 C 波段双输出高频头 PBI Turbo—2200 和 Ku 波段双输出高频头 PBI Gold—2050 组合而成的，它集 C、Ku 波段的水平、垂直极化的接收功能于一体，具有 4 个独立的输出端口。

2) Ku+Ku 组合高频头。Ku+Ku 组合高频头是将两个或多个性能参数相同的 Ku 波段高频头做成一体，可共用一个端口，通过一面天线来完成两颗或多颗轨位相接近卫星 Ku 波段信号的接收，如国内的 BOLT 双星高频头、台扬 AK51—M12 双星双本振单输出高频头（见图 4—52）等，国外还有 Direc TV Three 三星高频头。

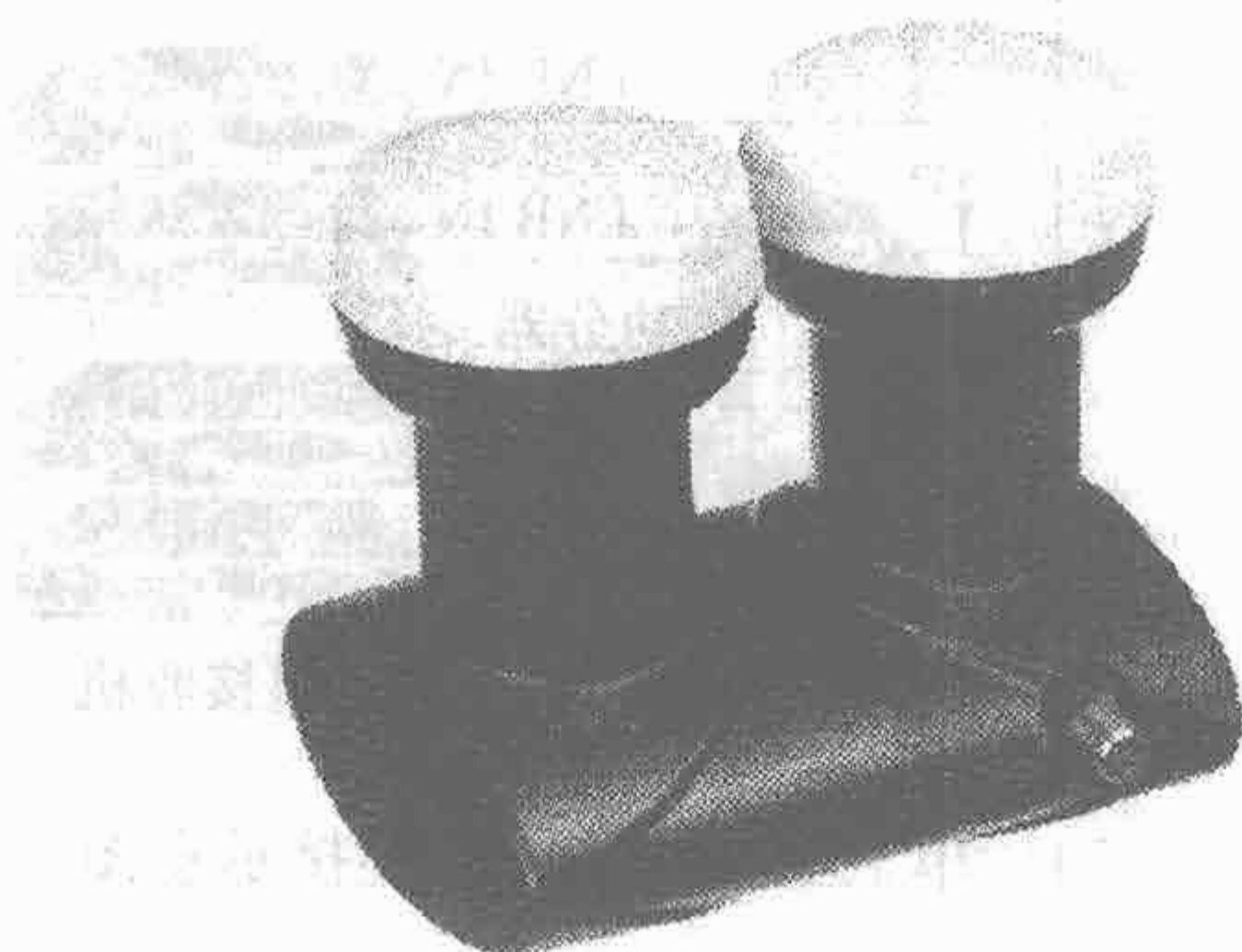


图 4—52 台扬 AK51—M12 双星双本振单输出高频头

## 2. 功分器

功分器是功率分配器的简称，是将接收到的高频信号经同轴电缆均等地分成多路输出的器件。功分器是卫星多接收机系统中的一个重要组成部件。卫星接收机前端的功分器有两个



功能：一是将传输的第一中频信号平均分配为若干路，提供给各个卫星接收机；二是对卫星接收机进行有效的隔离，以减少由各个接收机本振泄漏而引起的相互干扰，还可防止接收机之间的供电电源交叉短路。功分器从内部电路结构上来分，可分为无源功分器和有源功分器两种，如图 4—53 所示。

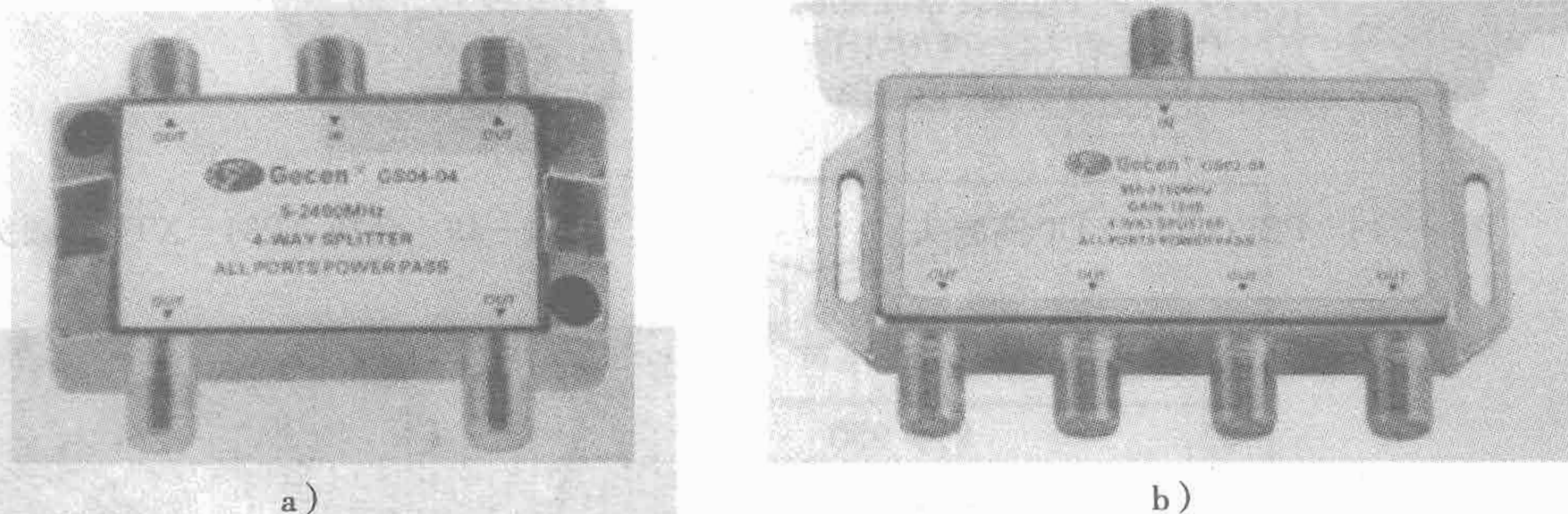


图 4—53 功分器

a) 佳讯 GS04—04 无源功分器 b) 佳讯 GS02—04 有源功分器

功分器的典型应用是单卫星多接收机系统，在该系统中，一颗卫星信号经高频头转换为中频后，由功分器分配给多个接收机，在接收机数量多于功分器输出端子时，还可以将其组合使用。如图 4—54 所示为单卫星 8 接收机的连接示意图，图 4—55 所示为功分器组合使用的单卫星 20 接收机的连接示意图。

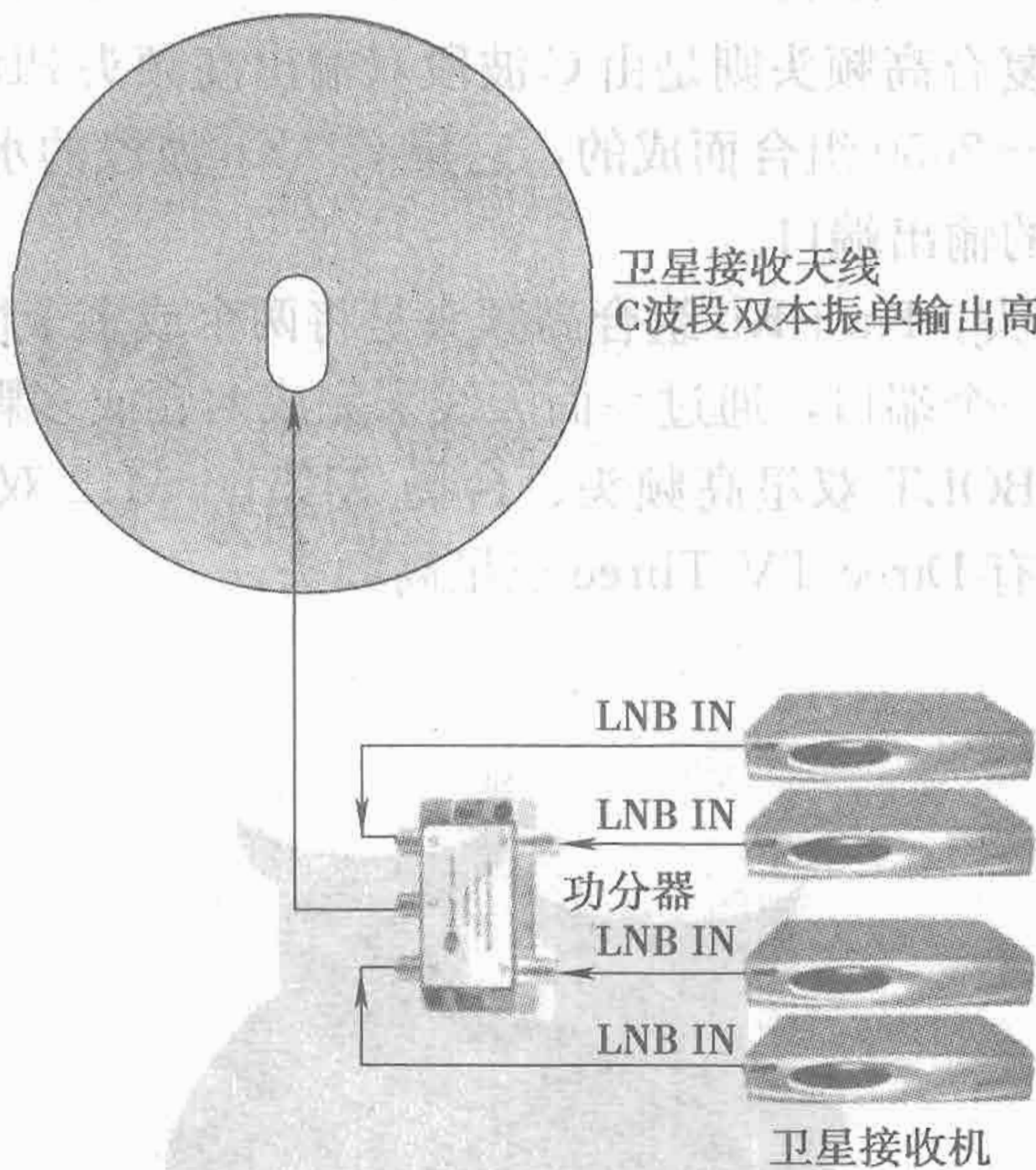


图 4—54 单卫星 8 接收机的连接示意图

### 3. 切换开关

卫视接收方案中的切换开关主要用于多星接收方案中的卫星中频信号切换，根据切换性质来分，可分为电压、频率这两种基本型切换开关和组合切换开关共 3 种。其中电压切换开关是通过输入直流电压的高低来控制继电器或电子开关进行端口切换的一种器件，有 0/12 V 和 13/18 V 两种；频率切换开关是通过 22 kHz 脉冲信号来控制继电器或电子开关端口



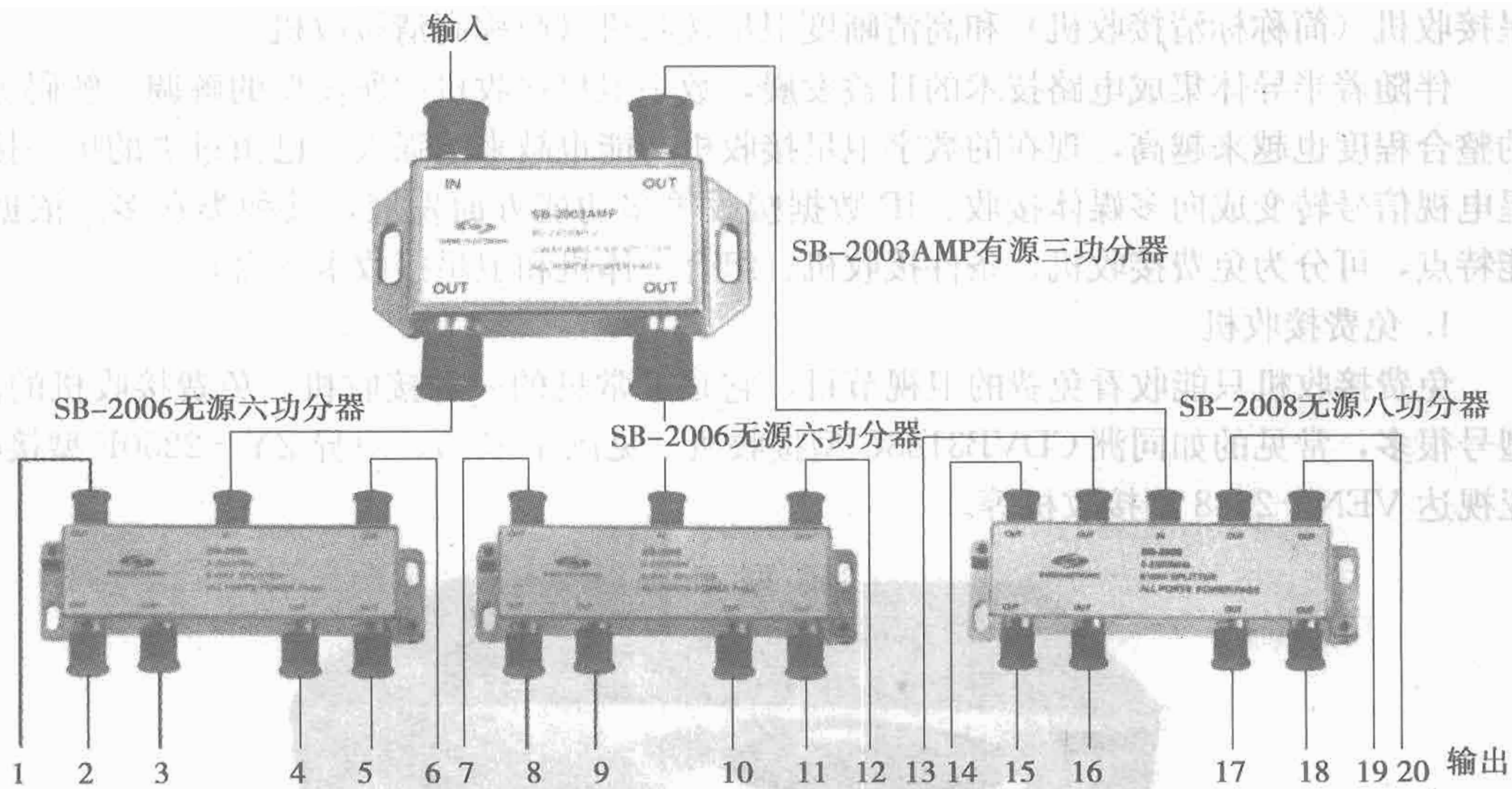


图 4—55 单卫星 20 接收机的连接示意图

切换的一种器件，有 0/22 kHz 和 DiSEqC 两种；组合切换开关是上述电压、频率开关及分配器件组合而成的一种器件，以实现各种复杂接收方案的安装要求。

切换器的典型应用是在多卫星系统中。如当某台接收机需要接收更多卫星节目信号时，就需架设多副天线并使用多个高频头。图 4—56 所示为典型的多星接收系统的连接示意图（图中为接收来自 8 颗卫星的信号）。

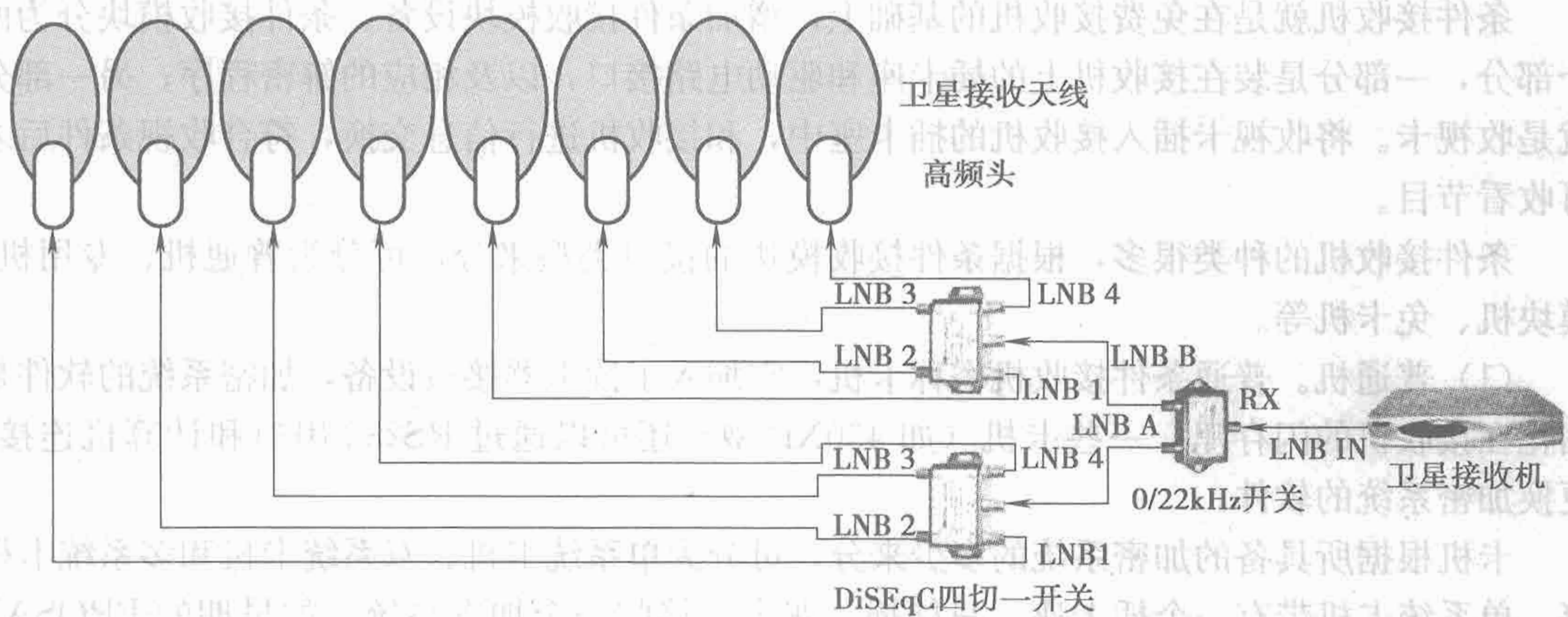


图 4—56 8 卫星单接收机系统连接示意图

## 六、卫星接收机

卫星接收机是卫星电视接收系统中的关键组成部分，根据接收信号的特点，有早期的模拟卫星接收机和现今的数字卫星接收机两种。

数字卫星接收机的种类繁多，应用在不同的领域内，叫法也各不相同。如在家庭个体接收中称为家用数字卫星接收机或卫星数字接收机顶盒；在有线电视工程前端系统中，称为数字工程机或数字卫星综合接收解码器。如果按输出图像的清晰度来分，可分为标准清晰度卫



星接收机（简称标清接收机）和高清晰度卫星接收机（简称高清接收机）。

伴随着半导体集成电路技术的日益发展，数字卫星接收机中所需要的解调、解码等芯片的整合程度也越来越高，现在的数字卫星接收机功能也越来越强大，已由过去的单一接收卫星电视信号转变成向多媒体接收、IP 数据接收等多功能方面发展，其种类繁多。依据其功能特点，可分为免费接收机、条件接收机、组合一体机和卫星接收卡（盒）。

### 1. 免费接收机

免费接收机只能收看免费的卫视节目，它是最常见的一种接收机。免费接收机的品牌、型号很多，常见的如同洲 CDVB3188C 型接收机（见图 4—57）、卓异 ZY—2250F 型接收机、亚视达 VEN—2688 型接收机等。

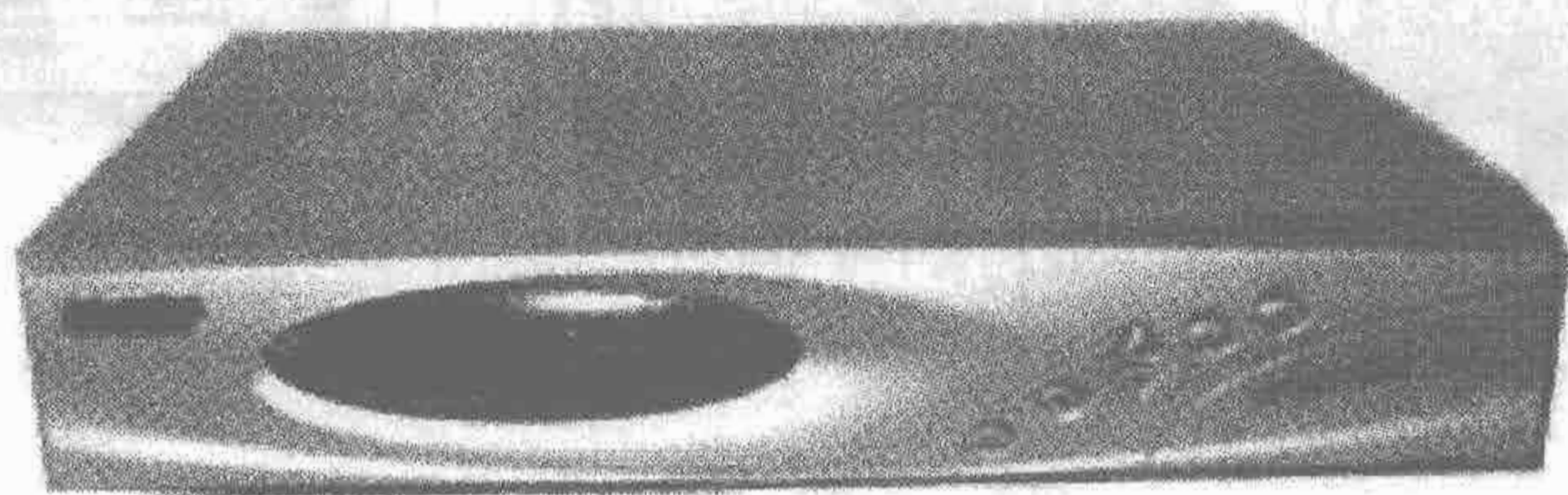


图 4—57 同洲 CDVB3188C 型接收机外形

### 2. 条件接收机

条件接收机是为接收加密节目而设计的。电视节目的加密系统有很多种，目前主要有法国电信公司 Viaccess（维莎）系统、荷兰爱迪德公司 Irdeto（爱迪德）系统、瑞士耐瑞唯信公司 Nagravision（南瓜）系统、挪威康纳斯有限公司 Conax（康奈斯）系统等。

条件接收机就是在免费接收机的基础上，增加条件接收模块设备。条件接收模块分为两个部分，一部分是装在接收机上的插卡座和驱动电路接口，以及相应的解密程序；另一部分就是收视卡。将收视卡插入接收机的插卡座中，和接收机进行信息交换，符合收视条件后方可收看节目。

条件接收机的种类很多，根据条件接收模块的接口类型来分，可分为普通机、专用机、模块机、免卡机等。

(1) 普通机。普通条件接收机俗称卡机，它加入了读卡器接口设备，加密系统的软件是固化在接收机的闪存里。一些卡机（如 430XP 型）还可以通过 RS232 串口和计算机连接，更换加密系统的软件。

卡机根据所具备的加密系统的多少来分，可分为单系统卡机、双系统卡机和多系统卡机等。单系统卡机带有一个插卡座，只能插一张卡，接收一个加密系统。如早期的 PROSAT（百胜）3900 型（见图 5—58）、Dibson（帝霸）901 型、同洲 CDVB2000E 型等。

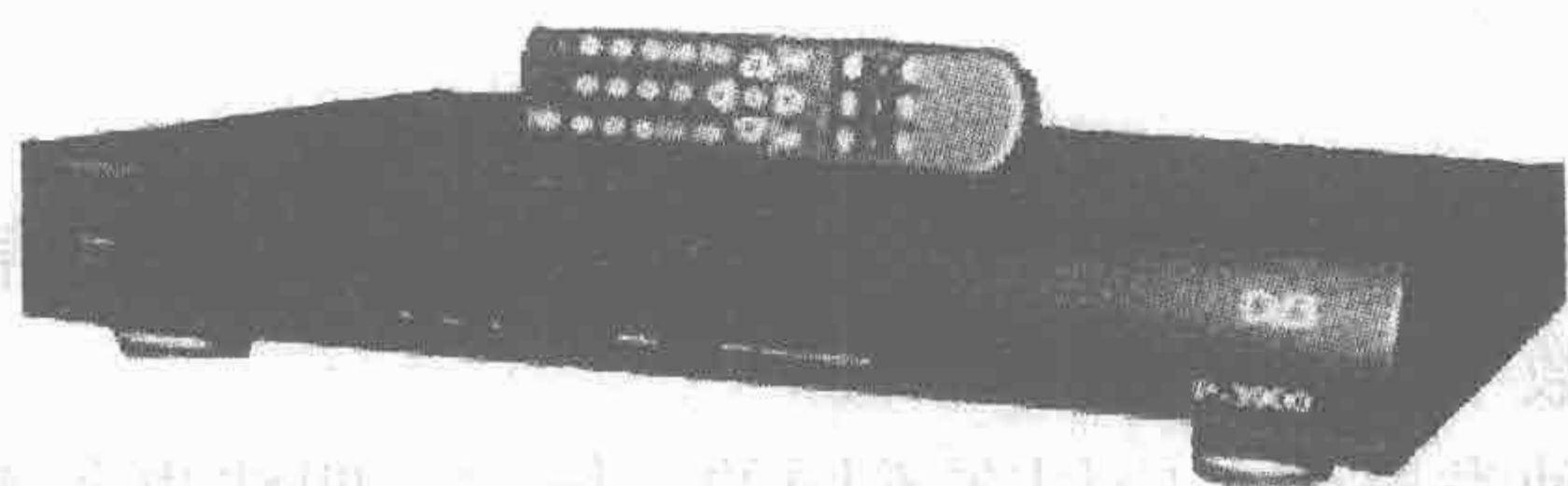


图 4—58 PROSAT 3900 型卡机外形



双系统卡机有一到两个插卡座，可解密两个系统。如 Kevin268 型卡机，可解密法国电信的维莎和爱迪德加密系统。多系统卡机有三、四、五等加密系统和多个插卡座，可插入相应的收视卡，通过手动或遥控器进行各个加密系统间的切换。如百胜 E911S 型、航科 CATV430（见图 4—59）有 3 个插卡座，可解密法国电信的维莎和爱迪德、南瓜加密系统。

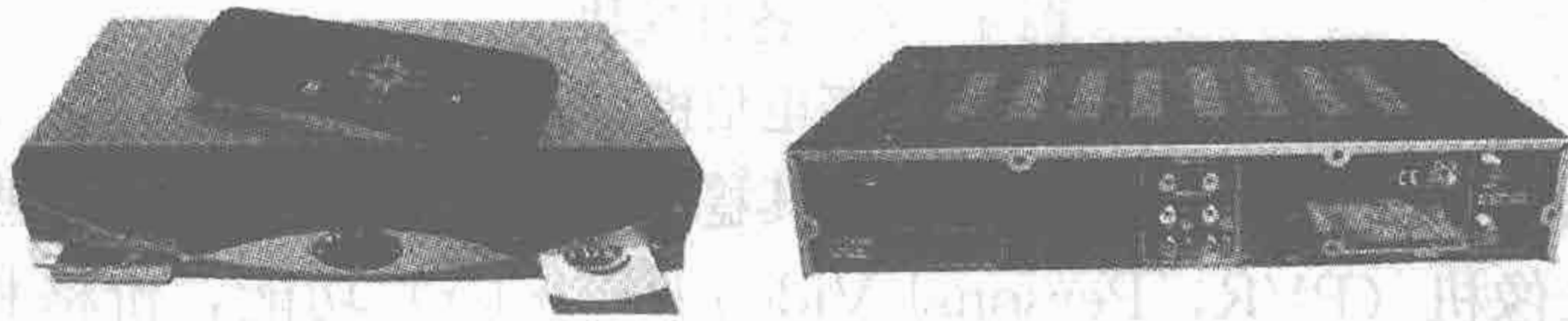


图 4—59 CATV430 型卡机外形

(2) 专用机。为接收某卫星加密系统节目专用，可操作功能较少，但音视频性能好、稳定性高。如 DTH310 型凤凰卫视电影台专用机、原 110.5° E “鑫诺 1 号” 卫星 BTV 专用机——NOKIA（诺基亚）DVB8830S 型专用机等，原央视高清影视频道（CCTV—HD）专用机——深圳同洲 CDVB8800HD 高清插卡接收机，如图 4—60 所示。

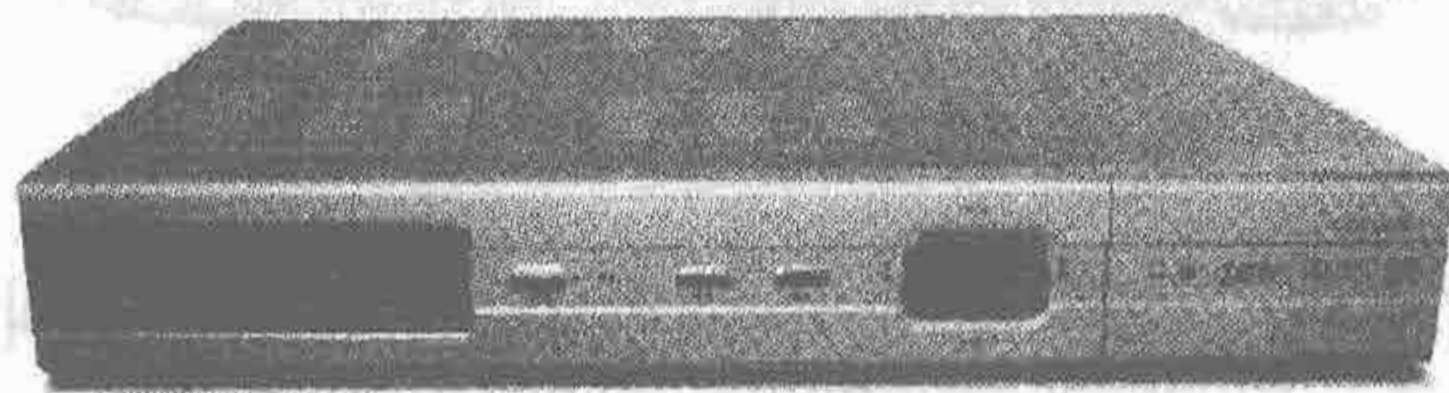


图 4—60 同洲 CDVB8800HD 高清插卡接收机

(3) 模块机。模块机（CI）又叫万能插卡机，它是在普通的接收机上增加 PCMCIA 标准计算机接口（CI，Common Interface）的设备，即 CICAM，通过换插各种不同解密系统的模块和收视卡（见图 4—61），实现对各个加密系统节目的解密。在模块机中，解密软件和机器是分离的，如不插入模块，只是一台免费接收机。在多系统插卡机未出现时，购一台模块机，通过换插不同系统的模块，就相当于购置多台单系统卡机。



图 4—61 模块和收视卡

早期生产的模块大多是单系统模块，如维莎红模块/黑模块、爱迪德模块等；一个模块对应一个加密系统，在模块里插上相应的收视卡，就能收看相应系统的加密节目。图 4—62 所示是永新同方、法国电信、爱迪德模块。





图 4—62 各种模块

a) 永新同方模块 b) 法国电信模块 c) 爱迪德模块

模块机的硬件用料、软件设计比较严谨，其稳定性、可靠性较高。一些模块机还内置硬盘，具有个人视频录像机（PVR, Personal Video Recorder）功能，价格相对较高，适合于发烧友使用。常见的模块机有柏卫 DSR—3300CI、迪加通 Strong4355、九洲 DVS—2018CIB（见图 4—63）等。

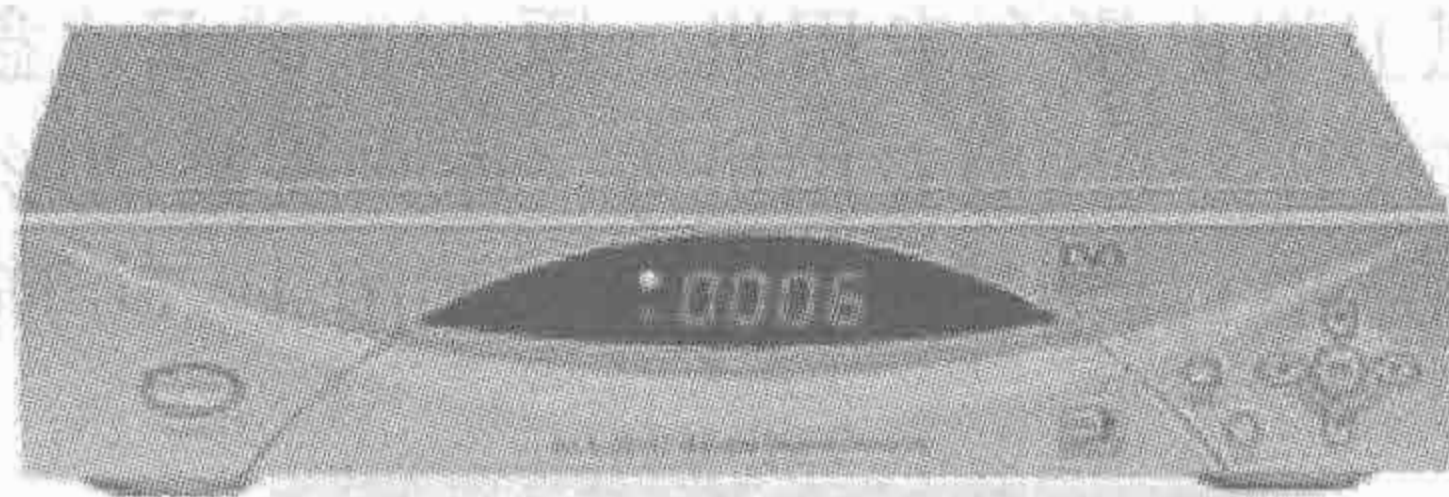


图 4—63 九洲 DVS—2018CIB 模块机

(4) 免卡机。免卡机（见图 4—64）是免插收视卡的卫星接收机，它是将 CAM 设备做到接收机内，内置软件解密系统，从而无须插卡就可以看到加密节目。在免卡机内部存有各个加密系统的系统信息，还内置了软解密程序和用于解密的 Key 码。当收看这类加密节目时，机器自动调出预存的 Key 码进行解密，从而达到免卡收视的目的。

早期的免卡机只能收视已破解的、可获取 Key 码的加密节目，如 VS9000、AT9100、山东泰信 TX6886 免卡机等。由于这些免卡机并不是卫视节目供应商提供的授权机种（即正版机），实际上就是盗版机，因此，很难维持长期生存。

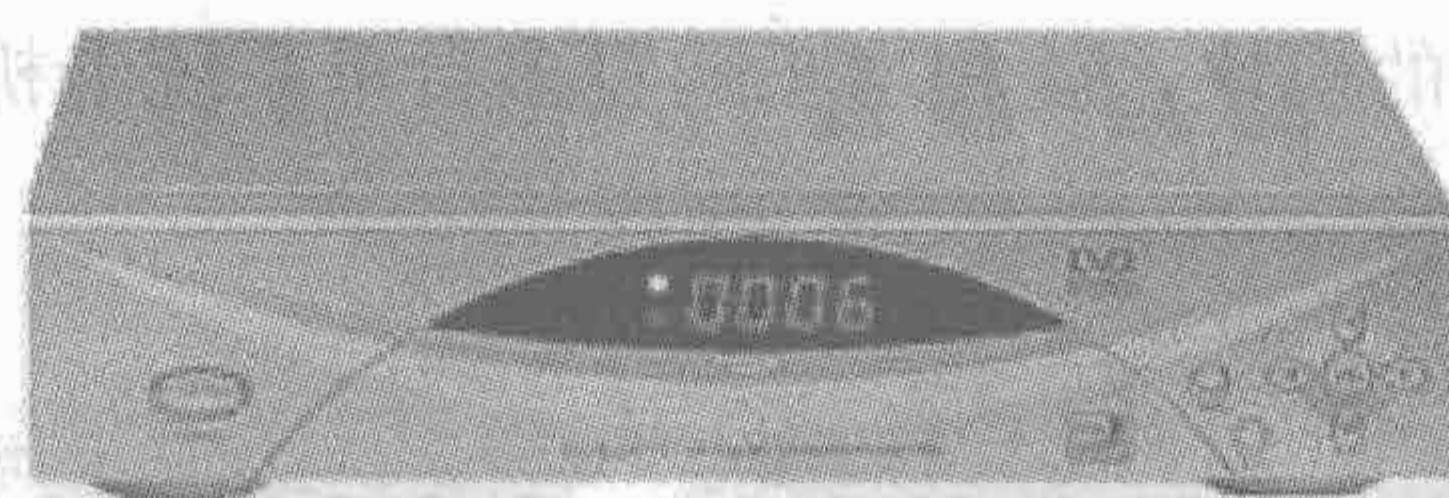


图 4—64 长城 218 A 专用免卡机

### 3. 组合一体机

组合型卫星接收一体机有 DVB—S/T 一体机、DVR/DVB 一体机、DVD/DVB 一体机等。

(1) DVB—S/T 一体机。DVB—S/T 一体机是将数字卫星接收机和数字地面接收机合二为一，由于兼容两大数字接收系统，俗称 Combo（康宝）接收机，国内早期的有百胜 7885、TX6832ST 等 DVB—S/T 一体机，可接收 DVB—S、DVB—T 信号。现行市面上还推出了具有 DVB—S/S2 和国家标准 DMB—TH 双接收功能的二合一高清接收机 UNISAT DW8622DTS2，具有 DVB—S2/DVB—C/DMB—TH 三合一功能的珠海中大 SCT—3688M 高清接收机，如图 4—65 所示。





图 4—65 珠海中大 SCT—3688M 接收机

(2) DVR/DVB 一体机。DVR (Digital Video Recorder) 即数字视频录像机或数字硬盘录像机, 俗称硬盘录像机。卫星接收机通过内置 DVR 系统, 利用硬盘配合相关的软硬件进行音、视频存储处理, 以代替外置模拟录像机来录制所需要的卫视节目。由于 DVR 采用了数字记录技术, 在节目的处理、记录、检索等方面远远优于传统的模拟录制设备。常见的 DVR/DVB 一体机早期的有迪佳通 DT800PVR、NOKIA 的 Mediamaster 9902—S 等, 目前流行的为 Dream Box 系列, 如 DM600、DM7000、DM7020 (见图 4—66)、DM8000 等均内置硬盘, 可进行数字电视信号的录制。



图 4—66 DreamBox DM 7020 接收机

(3) DVD/DVB 一体机。在 DVD/DVB 一体机中内置 DVD 影碟机, 两者共用 MPEG—2 解码电路, 可切换收看 DVD 碟片和卫视节目, 如高斯贝尔 GDV—848A、HUMAXDV—1100S、EURO—910 (见图 4—67) 等 DVD/DVB 一体机。

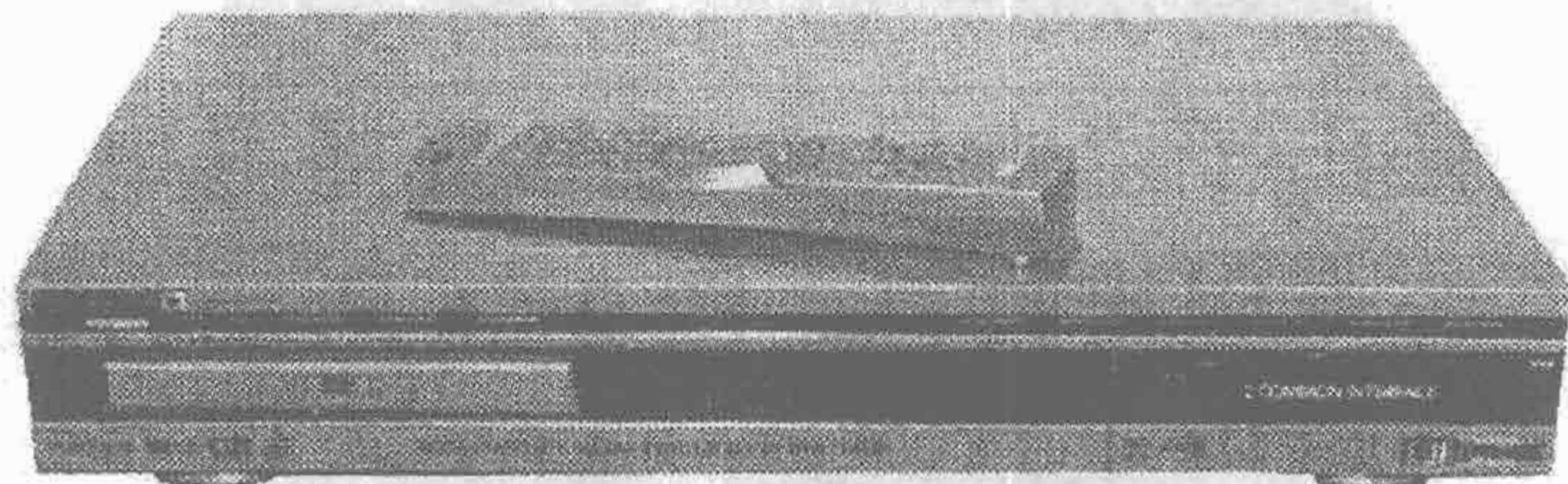


图 4—67 EURO—910 接收机

#### 4. 卫星接收卡 (盒)

卫星接收卡 (盒) 是和计算机结合的装置, 一般是通过内置式 PCI 卫星接收卡或外置式 USB 卫星接收盒, 配合计算机及相应的软件进行卫视节目、IP 信息的多媒体接收。



(1) PCI 卫星接收卡。PCI 卫星接收卡安装在台式计算机主机 PCI 扩展插槽内，首先计算机 CPU 控制该接收卡的信道传输流，经 PCI 总线进入计算机的系统内存中，然后由相应的软件通过计算机的 CPU 进行解复用和解码。对于软解压的卫星接收卡，不论接收的是何种格式的卫星信号或数据，只要计算机配有相应的软件，就可以进行处理。

卫星接收卡配合计算机能接收卫星信号和数字广播信号，可完成实时录像、定时录像、时光平移 (Time Shifting)、多频道预览、视频捕捉等功能，还可以通过下载破解软件收看加密卫视节目。它适合于既懂卫视接收，又玩转计算机的卫星发烧友使用。

常见的卫星接收卡主要有深圳同洲 CDVB Any2030S、四川九洲 DVB Dat 2001S、Vision Plus 的 VP-1020A 型 (见图 4-68) 等，可接收免费节目和已破解的加密节目。

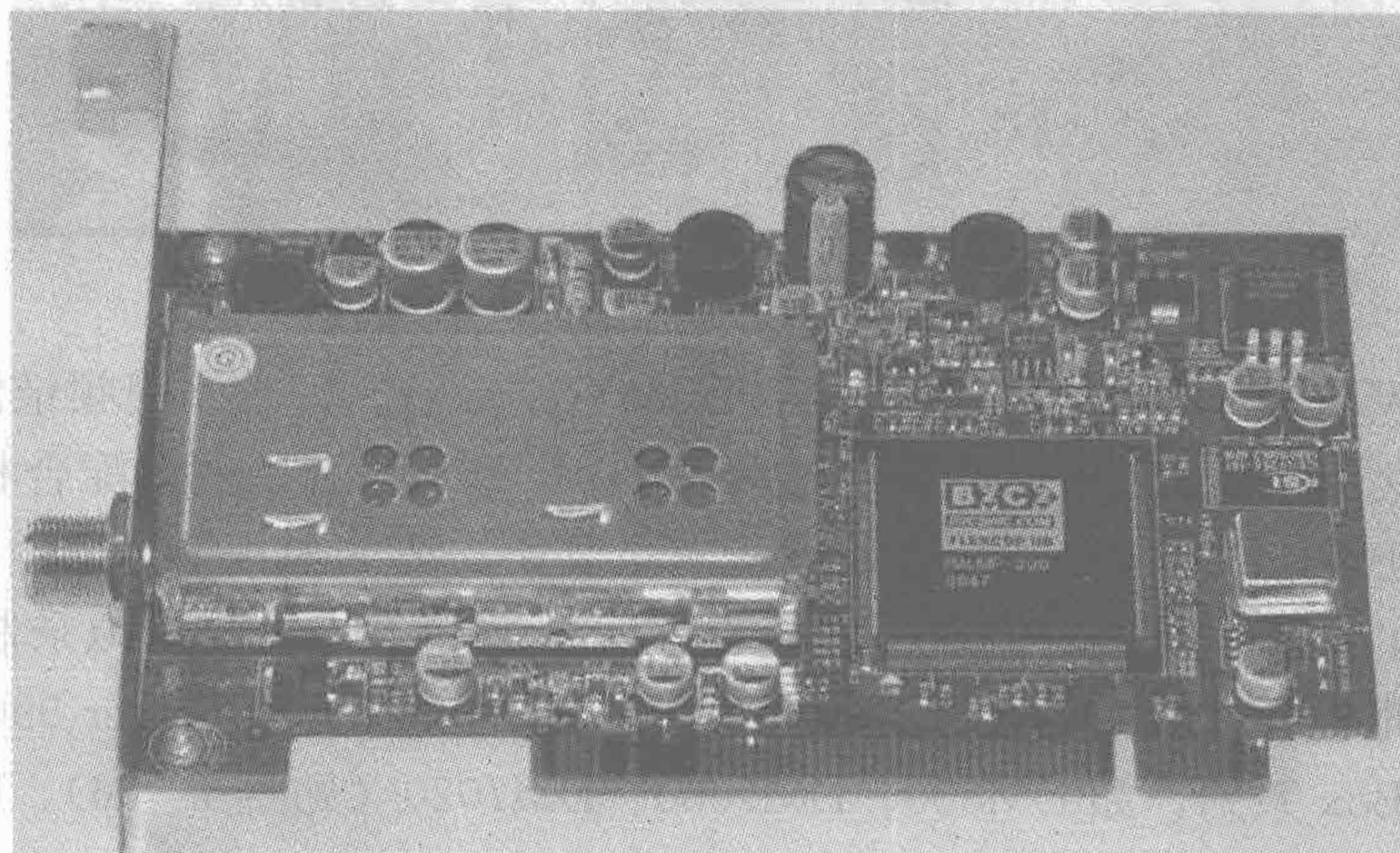


图 4-68 PCI 卫星接收卡

(2) USB 卫星接收盒。卫星接收盒是一种外置式接收装置，插在计算机 USB (通用串行总线) 接口上使用，接口采用 USB 2.0 高速数据传输标准，可快速向计算机传输由卫星接收盒解调出来的数据流 (见图 4-69)。卫星接收盒非常适合笔记本电脑使用，其工作原理和使用功能与卫星接收卡相类似。



图 4-69 卫星接收盒



## 第5节 移动数字电视系统

移动数字电视是指发送端采用数字广播技术（主要指地面传输技术）播出，接收终端分为两类，一类是安装在汽车、地铁、火车、轮渡、机场及各类流动人群集中和其他公共场所的移动载体上的接收终端，另一类是手持接收设备（如手机、超便携 PC 等），以满足移动人群的收视需求的电视系统。移动数字电视支持第一类车载终端的统称为车载移动数字电视，支持第二类移动终端的称为手持移动数字电视。目前在手持移动数字电视产品中占绝对数量的是手机电视。

### 一、移动数字电视系统总体框架

按功能来分，数字电视系统由 3 大部分组成：信源部分、信道部分和信宿部分（图中未标出）。图 4—70 给出一个移动数字电视系统的基本组成框图。该系统在应用中可以分为发送和接收 2 个子系统。在技术上，数字电视系统又可以分为信源和信道两部分。

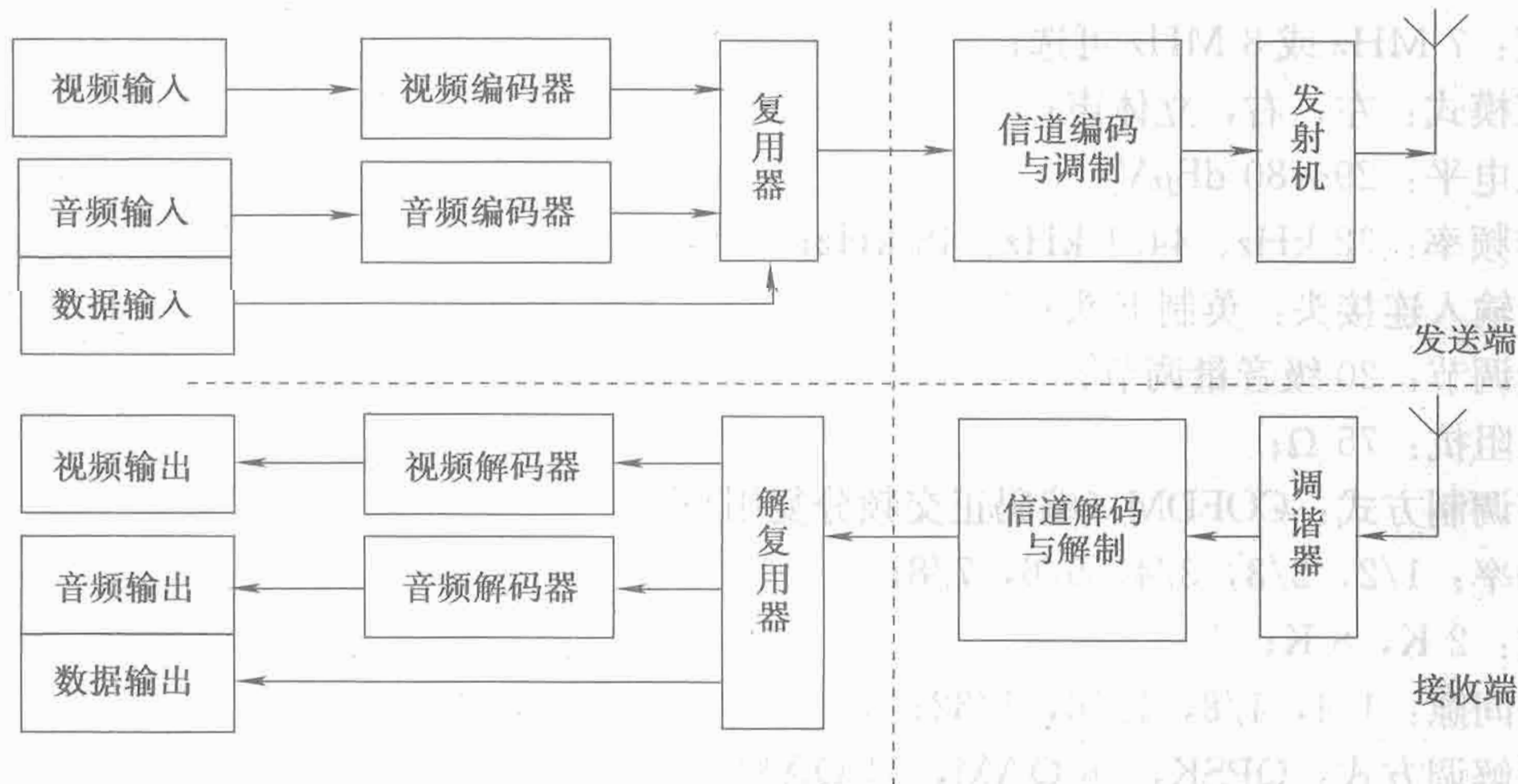


图 4—70 移动数字电视系统总体框架

信源编码部分包括信源（音频/视频）编码器和复用器。信源编码对视频/音频信号进行压缩编码，在一定压缩率的前提下得到最高的解码图像质量。移动数字电视信源部分算法主要依照 H. 264 标准，该标准可以大大提高压缩比，而且能够保证具有很高的分辨率，在 1.8 Mb/s 速率下能使移动数字电视的画质达到 DVD 水平。

信道传输部分包括信道编码与调制、发射机、传输媒质、接收机和信道解调与解码等。根据媒质的不同在信道传输部分中将会采取不同的信道编码和调制方式，移动数字电视信道传输主要有 2 种方式：地面广播、卫星广播。

信道部分包括解复用器、音视频解码器等。



## 二、车载移动电视接收机

车载移动电视接收机采用最新 STi5518 芯片，完全符合 MPEG-2 和 DVB-T COFDM (编码正交频分复用) 标准，可无线接收 VHF 或 UHF 频段内以 3.7~23.8 Mb/s 速率在空中传输的地面广播数字电视信号，具备 160 km/h 高速移动接收能力。7 MHz 和 8 MHz 带宽 (8 MHz 信道内传输的有效净比特码率在 4.98~31.67 Mb/s 范围内) 可选。有断电记忆功能和 EPG 节目指南显示功能；采用增强式 OSD 中文屏幕显示菜单；有自动搜索功能，可方便地面数字电视信号 (DVB-T) 的接收；且应用最新软、硬件结合技术，以保证长期稳定运行。

### 1. 特点

完全符合 DVB-T 和 MPEG-2 标准；(软件设置频道间隔 7 MHz 或 8 MHz)；支持 OSD 和 VBI 图文输出；支持多语言字幕；全自动搜索、手动搜索、快速搜索；具备 160 km/h 高速移动接收能力；有 2 000 个可编辑的节目；软件通过 RS-232 口升级；强制、自动 PAL/NTSC 切换；支持父母锁控制；低耗待机；可进行时间校正。

### 2. 技术指标

高频头输入频率：48~855 MHz UHF 和 VHF；

遵循标准：ISO/IEC 13818-3；

带宽：7 MHz 或 8 MHz 可选；

声道模式：左，右，立体声；

输入电平：29~80 dB $\mu$ V；

采样频率：32 kHz、44.1 kHz、48 kHz；

信号输入连接头：英制 F 头；

音量调节：20 级音量调节；

输入阻抗：75  $\Omega$ ；

数字调制方式：COFDM (编码正交频分复用)；

代码率：1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8；

模式：2 K, 8 K；

保护间隙：1/4, 1/8, 1/16, 1/32；

数字解调方式：QPSK, 16 QAM, 64 QAM；

程序闪存：2 MB；

内存 (系统和图形处理部分)：8 MB；

节目存储数：2 000；

视频去加重：CCIR REC. 405-1, 625 行；

遵循标准：ISO/IEC 13818-1；

最大输入码流：60 Mb/s (串行)、7.5 Mb/s (并行)；

视频输出阻抗：75  $\Omega$ ；

视频输出电平 (p-p)：1.0 V；

视频带宽：5.5 MHz；

视频格式：4:3, 16:9；



遵循标准: ISO/IEC 13818-2, MPEG-2MP@ML;

分辨率: 最大  $720 \times 576$ ;

音频方式: 单声道, 立体声;

音频输出频率范围:  $20 \text{ Hz} \sim 20 \text{ kHz}$ ;

音频输出阻抗: 低阻;

音频输出电平:  $0 \text{ dBm}$ ;

输入码率: 最大  $15 \text{ Mb/s}$ ;

功放:  $4 \times 12 \text{ W } 4 \Omega$  或  $2 \times 24 \text{ W } 4 \Omega$  (BTL);

电源输入电压:  $\text{DC } 8 \sim 24 \text{ V}$ ;

电源功耗 (max):  $10 \text{ W}$ 。

### 三、列车移动数字电视系统

列车移动数字电视系统由七部分组成: 数字视频服务器、视频发布系统软件、视频直播服务器、播控工作站、机顶盒、调制器、混合器。其示意图如图 4-71 所示。

(1) 列车广播室设置视频服务器、直播服务器 (可选)、视频制作工作站等系统后台核心设备。

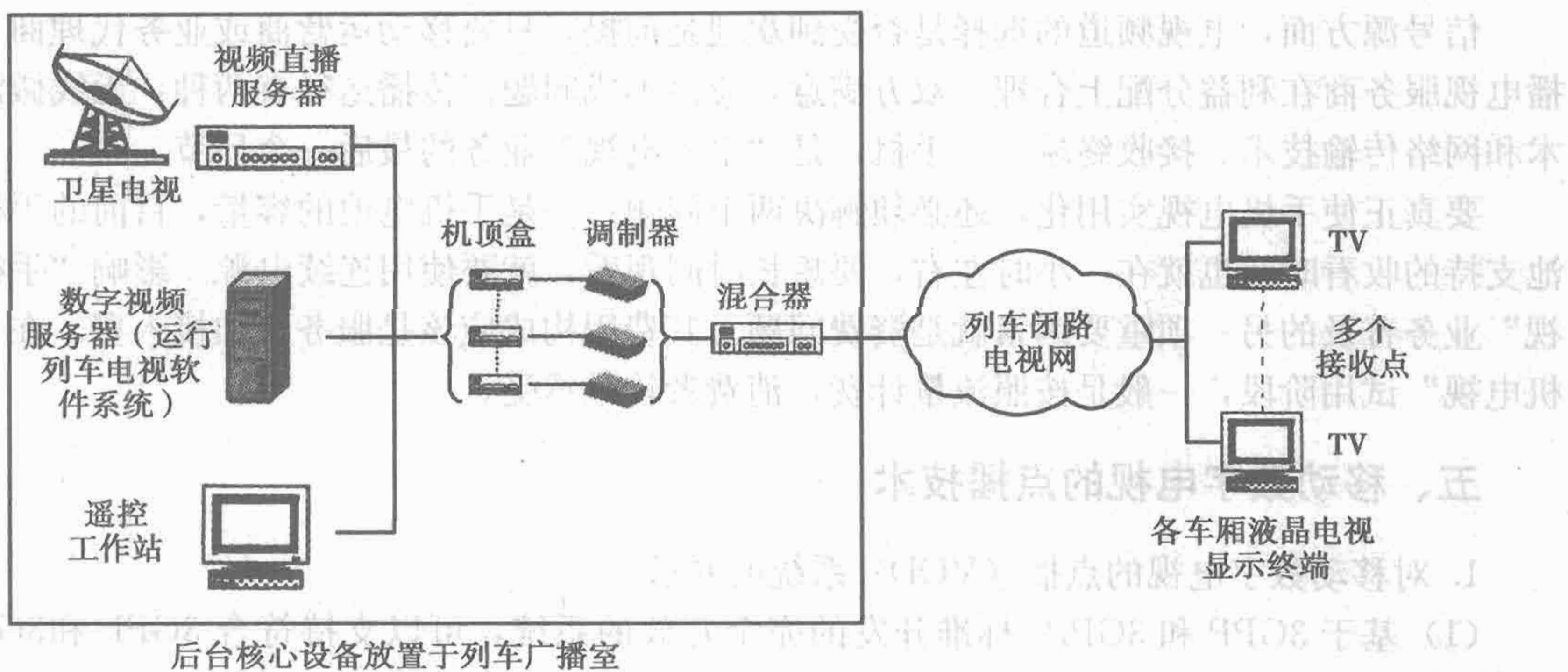


图 4-71 列车移动数字电视系统的组成示意图

(2) 普通液晶电视显示终端利用列车闭路电视网传输视频信号, 其优点是操作简便, 性能稳定, 在多台终端播放同一套节目, 系统造价低。

### 四、手机电视技术

#### 1. 手机电视的技术要求

所谓手机电视业务, 就是利用具有操作系统和视频能力的智能手机观看电视的业务。显然, 由于手机用户普及率高且手机拥有携带方便等特性, 手机电视业务显示出了比普通电视更广泛的影响力。

随着我国移动通信 3G 运营牌照的发放, 手机电视业务优先被看好。3G 性能价格比优良, 与 2.5G 技术相比具有更高速率、更高频谱效率、更强的业务支撑能力。3G 乃至超 3G



技术的发展将使目前 GSM 网数据业务应用的带宽瓶颈获得全面突破。

通过 3G 流媒体技术提供手机电视业务, 必须满足以下要求:

(1) 对网络带宽的适配功能。由于手机用户随时处于移动状态中, 网络带宽也处于动态变化中, 所以用统一带宽速率压缩的内容无法满足不同用户的实时播放需求。流媒体技术应根据用户的实际使用状况, 提供带宽适配的功能。当用户在播放流媒体内容时, 流媒体业务平台能够探测用户当前的实际带宽, 然后把接近实际带宽速率压缩的内容发送给用户, 保障用户能够在不同的带宽情况下看到连续的播放内容。

(2) 负载均衡功能。当流媒体系统有多个流媒体服务器时, 系统应具备为用户的流媒体服务请求选择最合适的流媒体服务器的能力。

(3) 流媒体服务的中断和续传。无线传输由于其网络的特殊性以及带宽瓶颈等因素的影响, 容易出现阻塞和中断, 影响用户观看, 因此, 断点续传功能比较重要。

(4) 容错功能。音视频信号在传输的过程中会受诸多因素干扰产生损耗, 并且多媒体信息经过压缩后对错误特别敏感, 手机电视系统通过采用带宽冗余和丢包重发机制来保证容错。

## 2. 手机电视技术

要在手机上收看电视节目, 技术上需要 3 个环节: 信号源、传播途径和接收终端。

信号源方面, 电视频道的选择是否受到欢迎是前提, 只要移动运营商或业务代理商与广播电视服务商在利益分配上合理, 双方满意, 应该不成问题。传播途径有两种: 无线微波技术和网络传输技术。接收终端——手机, 是“手机电视”业务的最后一个环节。

要真正使手机电视实用化, 还必须解决两个问题: 一是手机电池的容量, 目前的手机电池支持的收看时间也就在一小时左右, 要想长时间观看, 就要使用连续电源。影响“手机电视”业务普及的另一项重要因素就是资费问题。其费用构成应该是服务费加接入费。在“手机电视”试用阶段, 一般是按照流量计费, 消费者较难承受。

## 五、移动数字电视的点播技术

### 1. 对移动数字电视的点播 (VOD) 系统的要求

(1) 基于 3GPP 和 3GPP2 标准开发的完全开放的系统, 可以支持符合 3GPP 和 3GPP2 标准的终端产品。

(2) 可以在 2.5G 的 GSM/GPRS、CDMA 2000 1x 和 3G 的 TD-SCDMA、CDMA 2000、W-CDMA 等系统上提供视频点播、视频直播、电视节目转播、视频节目下载等业务。

(3) 系统设计依据分布式体系结构, 使主干线路传输不存在“瓶颈”。

(4) 实现对移动用户的分层管理。

(5) 实现按时长、内容、储值卡、移动话费捆绑等不同方式的计费管理。

(6) 软件系统技术先进, 管理界面友好, 具有较强的稳定性及容错性。

(7) 系统具有良好的可扩展性和安全性。

### 2. 移动 VOD 系统的基本业务

移动 VOD 系统的基本业务可以分为以下 3 种典型业务模式: 点播、直播、下载。移动 VOD 系统能很好地实现这 3 种业务。



移动 VOD 系统相对于互联网上的流媒体有一些区别,其兼容的格式更多,功能更强,要求在 20 kb/s、30 kb/s 码率的基础上能达到一定的视频效果。

### 3. 移动流媒体系统编码的基本要求

- (1) 视频编解码应支持 H. 263、MPEG-4 和 H. 264。
- (2) 在 QCIF (176×144), 65 kb/s 模式下视频帧频不低于 12 帧/秒。
- (3) 音频编解码应支持 G. 723. 1、AMR、AAC、MIDI 和 13 K QCELP 编码。
- (4) 可选支持 EVRC、MP3 和 SMV 格式。
- (5) 要保证视频和音频的同步。
- (6) 支持 3 G2、MP4、3 GP、RM 和 WMV 格式。
- (7) 支持移动通信网要求的所有流媒体格式。

### 4. 移动 VOD 系统主要业务应用

(1) 移动音乐、MP3。移动运营商联合唱片公司每星期发布 PoP Music 排行榜,用户在试听歌曲片段后,可通过小额费用支付下载到手机上,相当于运营商开唱片店。这项业务要求手机必须具备 MP3 功能。

(2) 移动 TV。用户通过手机收看电视节目,以简便操作获取娱乐感受,相当于运营商开设电视台。为了保证收视效果,速率必须保证在 100 kb/s 左右。考虑到空中带宽的有限性和巨大的用户数量,建议运营商采用广播方式而不要采用 VOD 方式。电视节目可精选为新闻、卡通、幽默短片、MTV 一经典片断、电影预告片、TV 节目预告、精彩片断等,以满足大部分用户的需求,同时保证方案的低成本。

(3) Infotainment on Demand。新闻、体育、时尚消费资讯、偶像资讯等。

(4) Live 直播。体育赛事、演唱会、会议等大型事件的直播,也可用于交通、家庭等需要监控的场所。

(5) 视频广告。可通过多种媒体(视频、图像、文字)组成商品广告、电影广告、旅游广告等。

(6) 视频短片。搞笑短片、旅游景点介绍、广告宣传、企业形象宣传等。

(7) 各种融合业务形态。融合流媒体和 MMS,将一些视频片断通过 MMS 在用户之间转发;融合流媒体和位置业务,将路况、道路指引等信息通过流媒体的形式展示给用户。

### 5. 移动 VOD 系统应用示意图

移动 VOD 系统示意图如图 4-72 所示。点播中心由视频点播服务器、管理服务器、视频直播服务器组成。在 VOD 服务器中安装存储阵列,存储大量的视频节目,供用户点播之用。直播时安排有摄像机和多套视频编码器。

## 六、PC 机上的移动数字电视终端产品

### 1. 产品分类

主要按照接口类型来分,可分为:USB 接口 PC 接收终端,PCI 接口 PC 接收终端,以及 PCICAM PC 接收终端。DVB-T 接收技术规格参数见表 4-1。



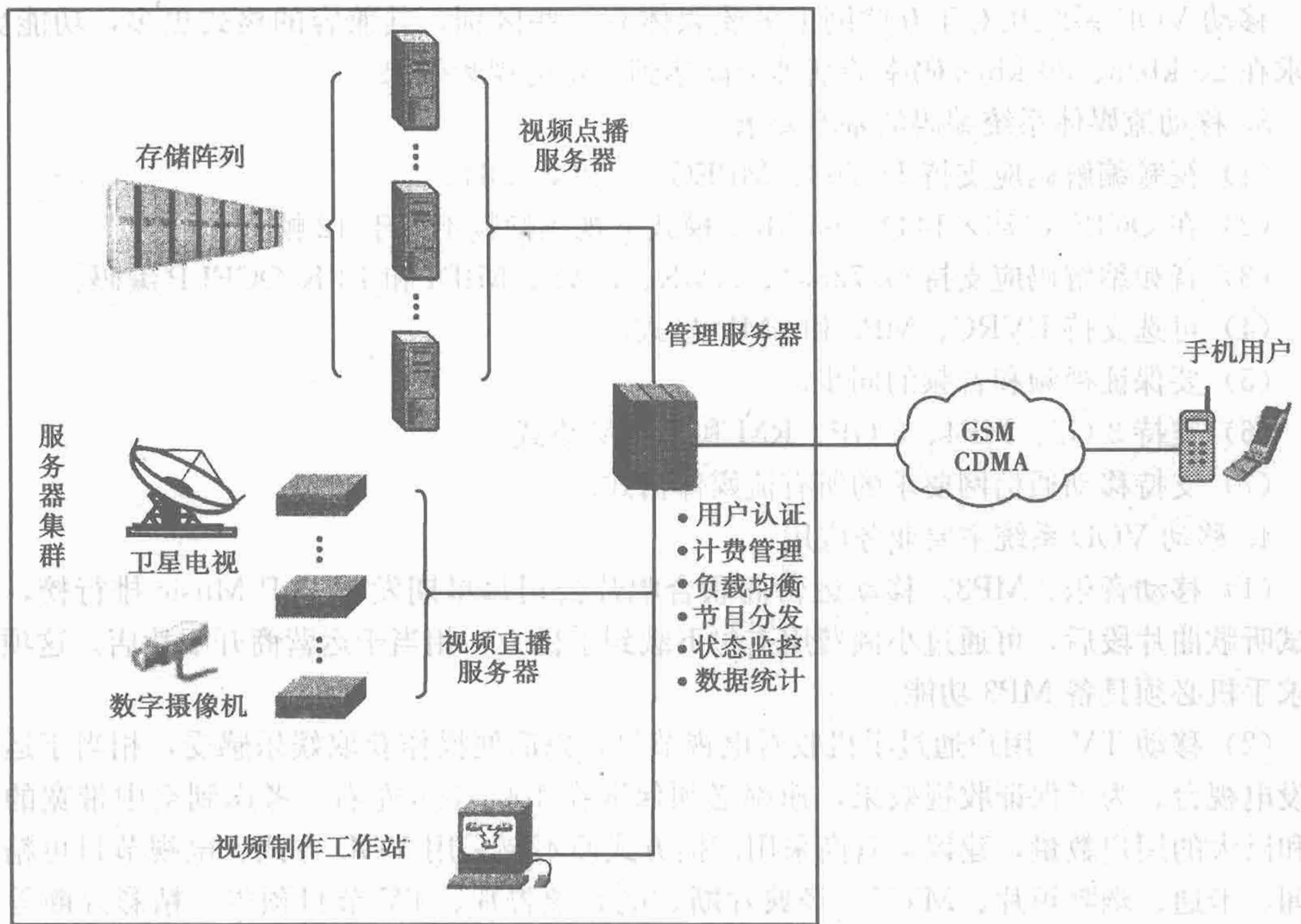


图 4—72 移动视频点播系统示意图

表 4—1 DVB-T 接收技术规格参数

高频头	输入阻抗: 75 Ω 接收频率: 48.25~855.25 MHz
COFDM&FEC	2 K 或 8 K FFT Size FEC: 1/2、2/3、3/4、4/5、5/6、7/8 带宽: 6 MHz、7 MHz 或 8 MHz
PCI 接口	PCI bus: PCI 2.2 compliant 数据口径: 132 Mbyte/s Host bus width: 32 bit
USB 接口	USB 2.0 标准 标准扁形 USB 接口
PC MCIA 接口	PC MCIA Card Bus
CA 支持	爱迪德、数码视讯
A/V 基本格式	视频格式: MPEG-2 Main Profile & Main Level 音频格式: MPEG-2 Audio layer I & II
AN 扩展格式	支持 MPEG4、H. 264

## 2. 系统要求

系统要求如下:



(1) 支持室外数字广播电视天线或室内数字电视天线。

(2) Microsoft Windows 2000, WinXP。

(3) CD-ROM 或 DVD 光驱。

(4) 系统须安装 Microsoft DirectX8.1 以上。

(5) 800 MHz CPU 或者以上。

(6) 至少 128 MB 随机存取内存。

### 3. 基本功能要求

(1) 支持 DVB-T 透明流信号的播出。

(2) 通过独立方案或者机卡分离方案实现现行加扰信号的接收 (CA 有条件接收) 和播出。

(3) 支持即时录像功能, 能够将即时节目录制到硬盘中。

(4) 支持预约录像功能, 能够将将来播出的节目录制到硬盘中。

(5) 支持电子节目指南 EPG 功能。

(6) 支持截图照相的功能。

(7) 支持频道预览功能。

(8) 软件方便升级。

(9) 频道自动搜索功能。

(10) 支持遥控器。

(11) 使用安装方便。

### 4. 可以扩展的功能

(1) 实时录像功能, 支持对外制接口实现外制摄像机、录像机信号的存储。

(2) 支持 HDTV; 支持文字广播系统。

(3) 支持 H.264、MPEG-4 等流媒体格式节目的播出。

(4) 支持数据广播应用的需要。

### 5. 机型以及相关规格

(1) PCI 接口: PC 接收终端。采用 PCI 接口, 标准的 PCI 卡。一般需要安装在 PC 机内, CA 加扰可以采用独立方案或者机卡分离方案 (如国威方案), 支持标准天线。

(2) PCI CAM PC 接收终端

一般用于笔记本, 支持 PCI CAM 接口, CA 加扰可以采用独立方案或者机卡分离方案, 支持标准天线。

(3) USB 接收终端。通用的 USB 接收终端, 支持 PC、笔记本电脑等一系列带 USB 接口的系统, 产品使用范围比较广。从外型来看, 可以分为 3 类: 标准 USB 接收终端、迷你 USB 接收终端与 USB 电视盒。

1) 标准 USB 接收终端采用与机顶盒几乎相同的高频头, 接收性能与机顶盒相似, 大小适中。CA 多采用独立的方案, 也有采用机卡分离的厂商。智能卡做过小型化处理, 有卡内插型与卡外插型两种。

2) 迷你 USB 接收终端。迷你 USB 接收终端的高频头做过小型化处理, 芯片体积比较小、便于携带、使用方便、造型美观, 但高频头性能会大打折扣, 天线也需要转接外制天线。CA 以独立方案居多, 当然经过特殊处理, 产品也可采用机卡分离方案。图 4-73、图



4—74、图 4—75 分别为 SD 卡接收系统、USB 接收终端和迷你型 USB 接收系统。

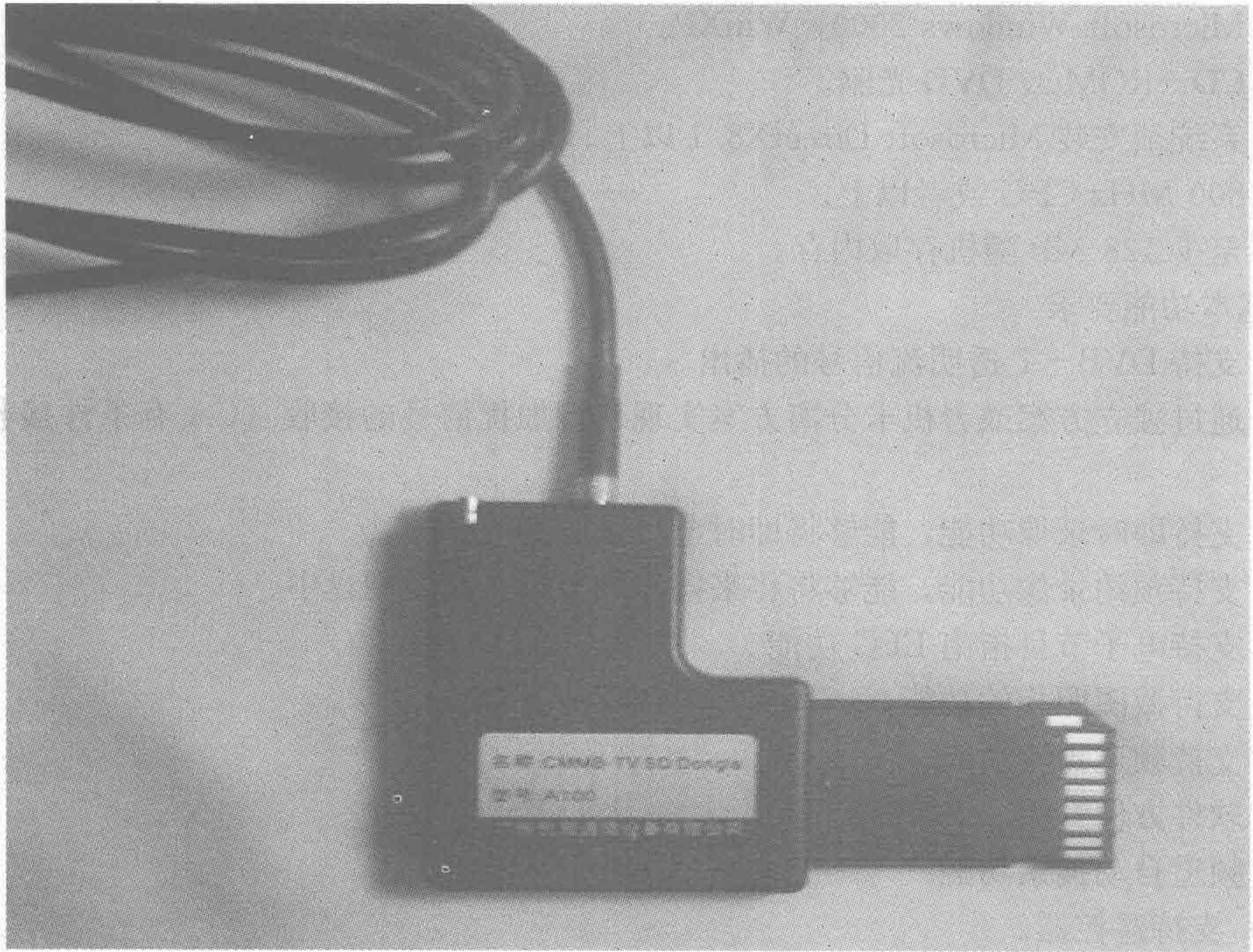


图 4—73 SD 卡接收系统

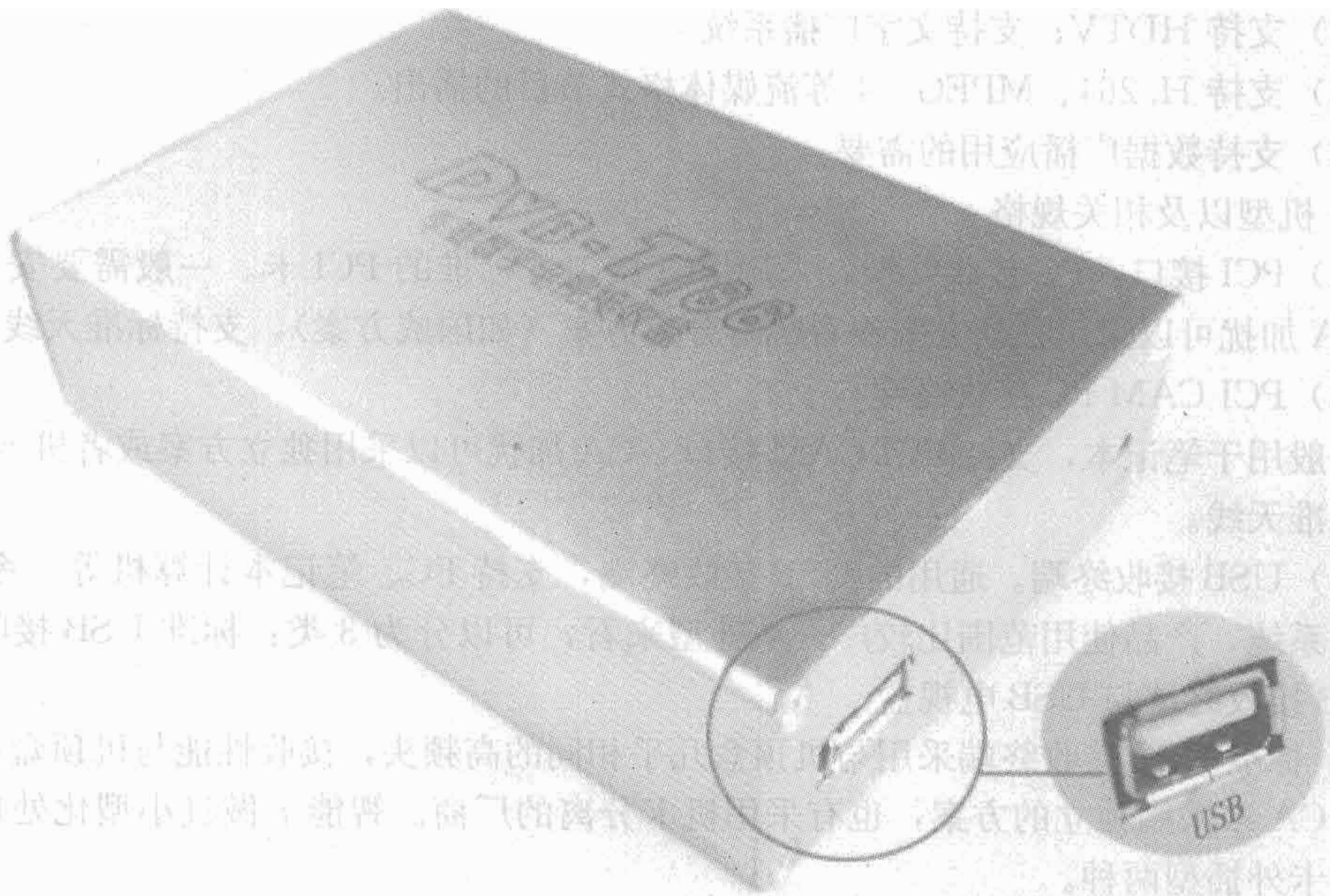


图 4—74 USB 接收终端



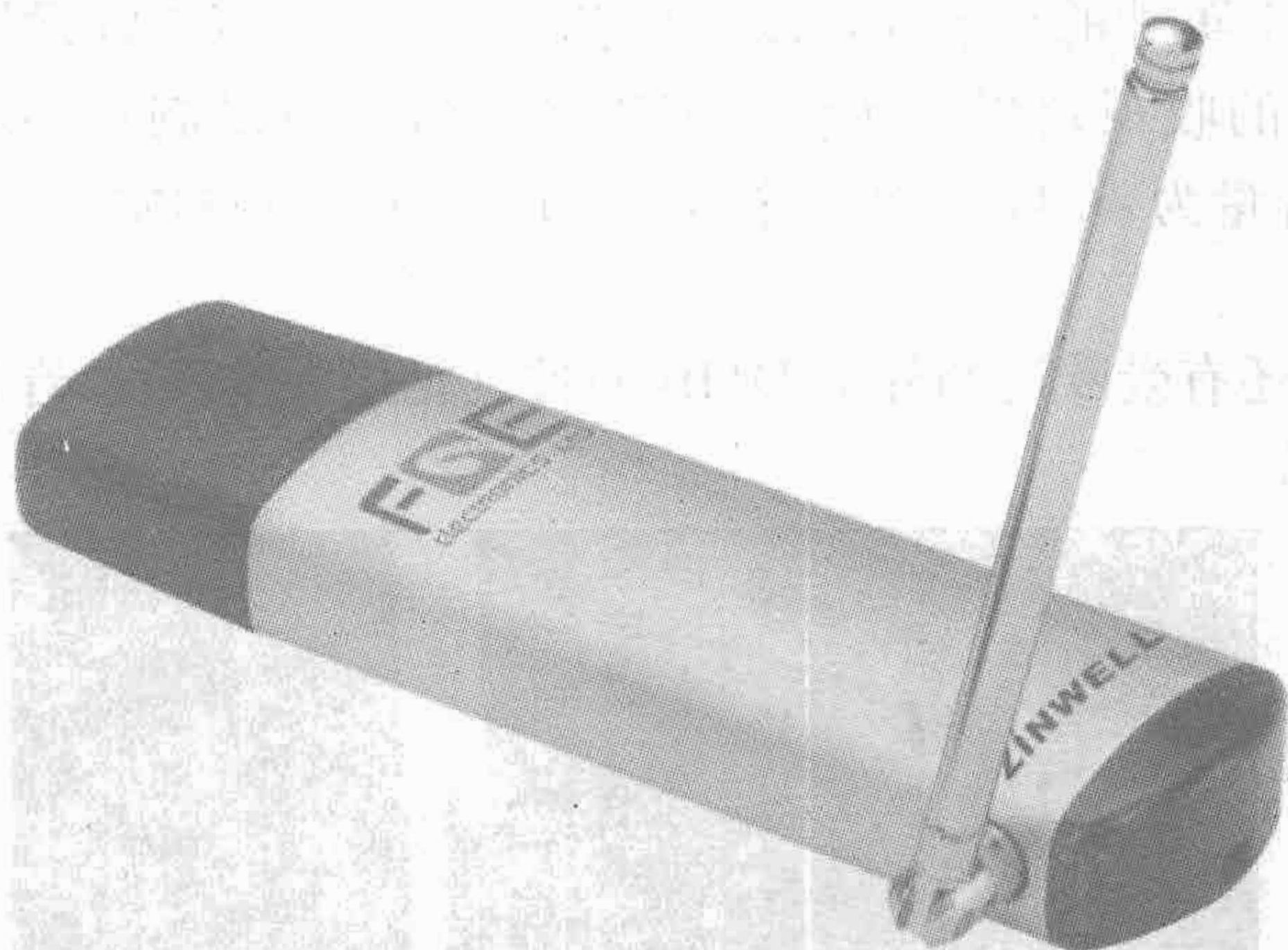


图 4—75 迷你型 USB 接收系统

3) USB 电视盒。体积类似于小型机顶盒，可以经过机顶盒改造而成，该产品采用与机顶盒几乎相同的高频头，可以通过 USB 延长线连接 PC，用于固定接收的场合比较大，接收性能与机顶盒相似，体积相对较大。CA 采用独立方案的居多，也有采用机卡分离方案的。

## 七、移动数字电视便携式一体机

### 1. 移动数字电视便携式一体机举例

法国 Archos 公司推出了一款集数字电视接收与录制功能于一体的多功能手持式数字电视 AV 700 TV，如图 4—76 所示。

AV 700 TV 随机配备了两个天线以及两个数字电视调谐器，分别用于接收和录制数字

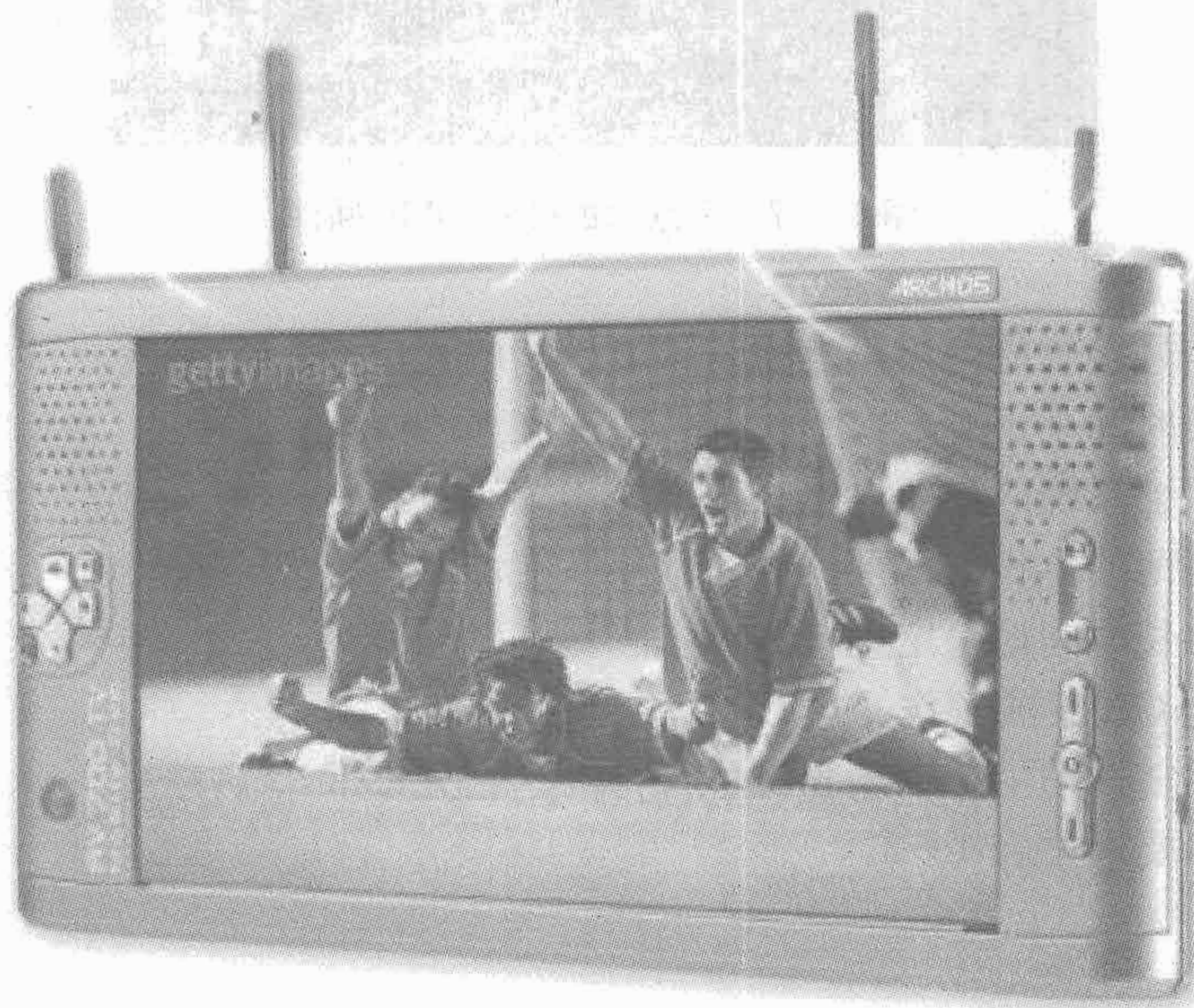


图 4—76 法国 Archos 公司推出的多功能手持式数字电视 AV 700 TV



电视。还配备了一个7英寸的显示屏,以使观看效果舒适,双天线设计使得在高速行驶的汽车上也能够获得满意的收视效果。此外,该机还支持定时录制功能,使用起来十分方便。AV 700 TV 硬盘的容量为40 GB,可以存储35 h的数字电视内容、160 h的PC视频或者20 000首歌曲。

此外,类似产品还有爱欧迪的外接DMB插件(见图4—77)、音悦汇CMMB普及机型Q20(见图4—78)等。

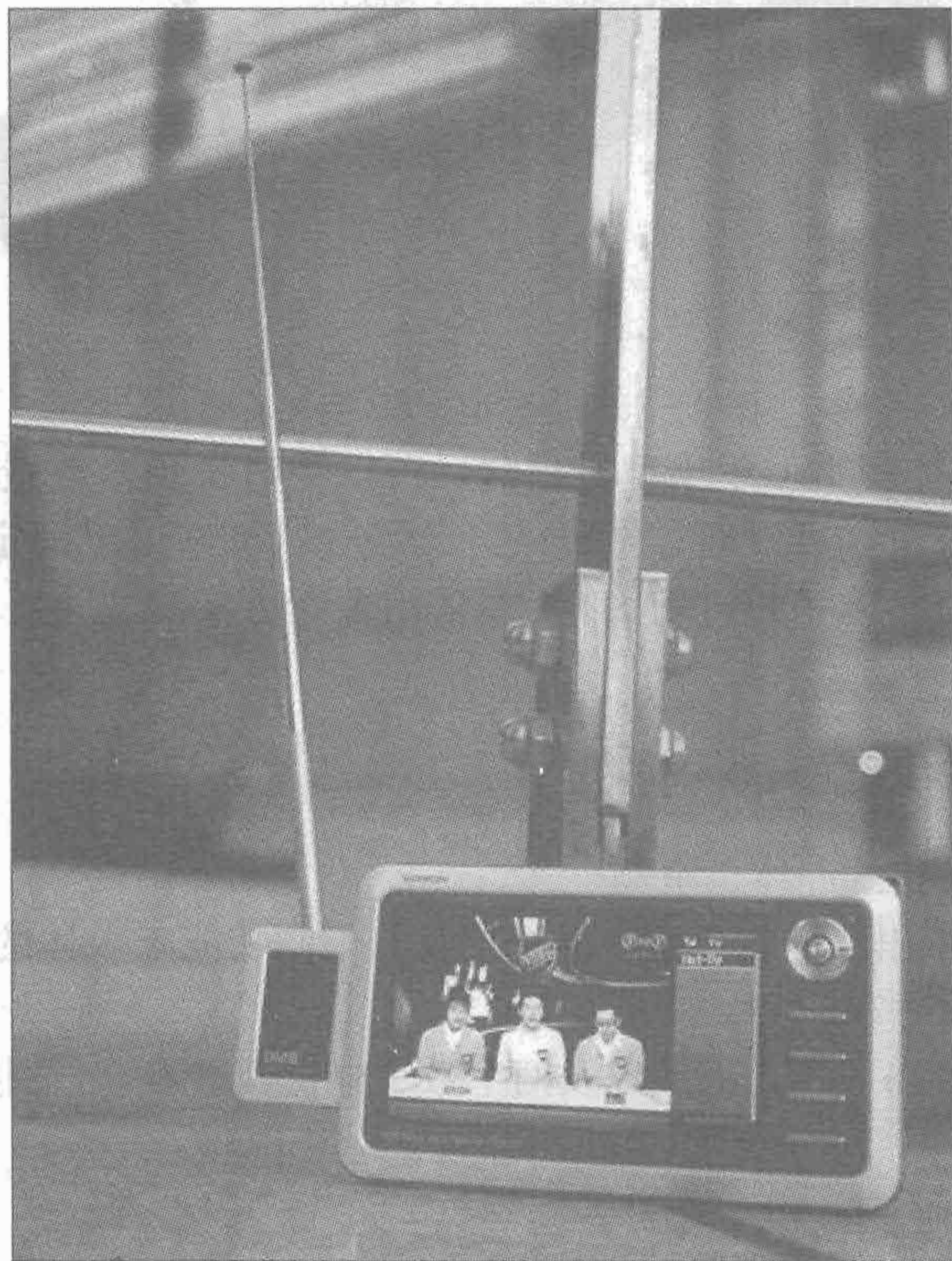


图4—77 爱欧迪的外接DMB插件

## 2. 整机要求

- (1) 良好的信号接收能力、没有视音频不同步的现象。
- (2) 频道切换时间小于1 s。
- (3) 电池应保证系统的最短供电时间不小于3 h。
- (4) 在尽量轻薄的体积中保证良好的散热性能。
- (5) 整机能够长时间地稳定运行。
- (6) 产品中的CA集成工作经过CA厂家继认证。
- (7) 厂家承诺整机的生产工艺和质量符合国家相关标准。

样机示例技术要求见表4—2。



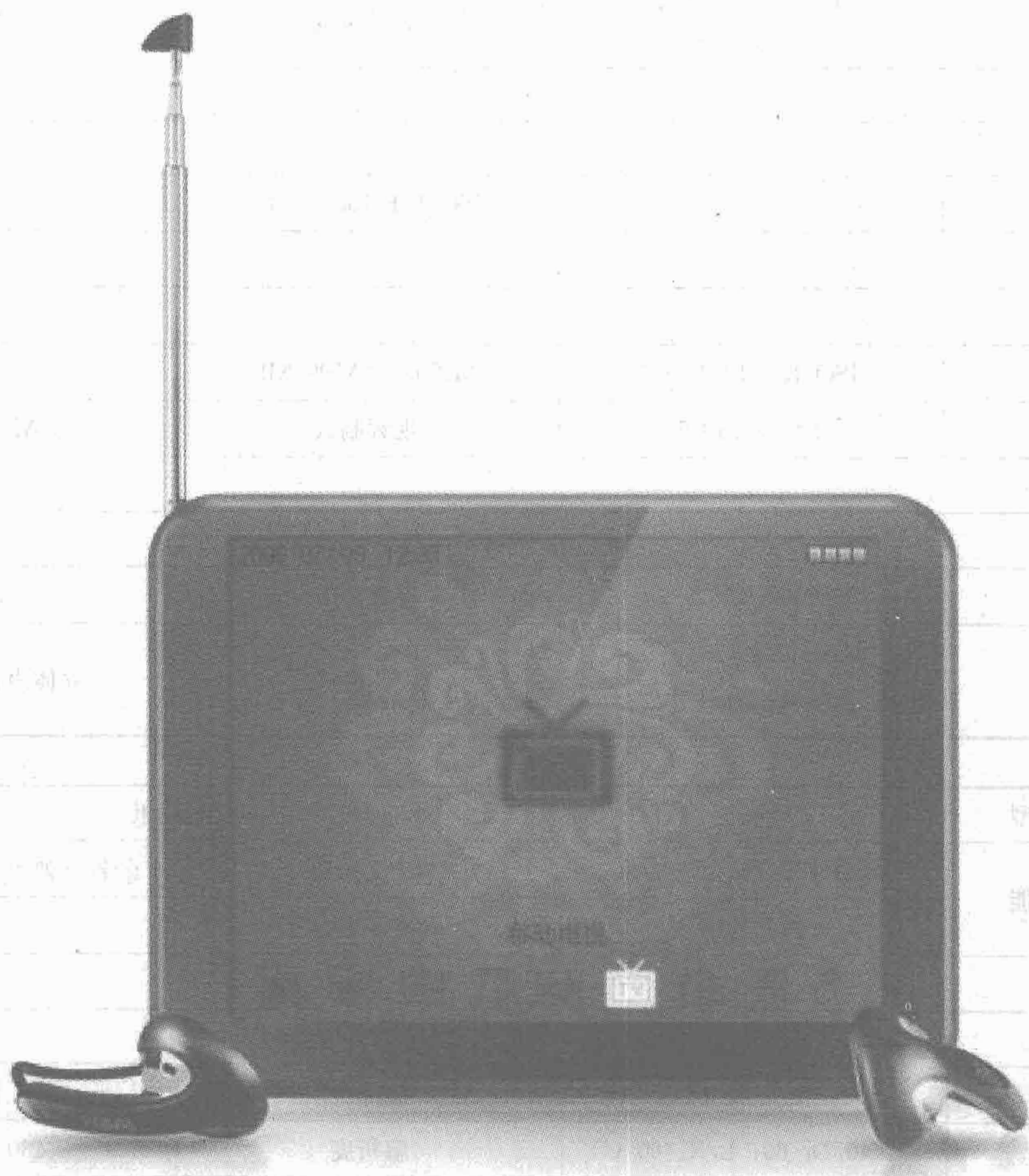


图 4—78 音悦汇 CMMB 普及机型 Q20

表 4—2 样机示例技术要求

主机指标			
高频头			
频率输入范围	470~862 MHz UHF	射频输入电平	-72~20 dBmV
输入阻抗	75 Ω	锁频点	526~534 MHz
解调方式			
标准	EN300744	解调	QPSK, 16 QAM, 64 QAM
模式	2 k, 8 k	保护间隔	1/4, 1/8, 1/16, 1/32



续表

内码率	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	频带宽度	8 MHz
解复用			
标准	ISO/ICE 13818-1		
视频解码			
标准	ISO/ICE 13818-2	MPEG-2MP@ML	
视频格式	4:3, 16:9	视频制式	PAL/NTSC
音频解码			
标准	ISO/ICE 13818-3	音量等级	32
声音解码	MPEG-1&MPEG-2 Layer I and II	声道模式	立体声, 左, 右
继承 CA 类型			
	爱迪德	数码视讯	
其他必备功能	自动检测升级信息功能	EPG 功能	公告 (弹出、滚动) 功能
	邮件功能	指纹显示功能	
液晶屏指标			
屏幕尺寸	5~7 英寸	液晶屏	TFT 液晶屏
可视角度	U: 40/D: 60; L/R: 60 (°)	解析度	480×234
响应时间	小于 25 ms	屏幕比例	16:9
对比度	300:1	图像观看方式	16:9, 4:3
亮度	500 cd/m <sup>2</sup>	工作温度	0~45 °C
附件要求			
AV 输出线	耳机	汽车电源适配器	交流电源适配器
遥控器 (配电池)	外接充电电池	说明书	保修卡
合格证	附带接收天线	可固定在靠枕上的皮套	



## 第五章

### 其他新技术与应用

#### 第1节 数字高清晰度电视技术与应用

##### 一、数字高清晰度电视标准

数字高清晰度电视是指在拍摄、编辑、制作、播出、传输、接收等一系列电视信号的获取、制作、播出和接收全过程都使用数字技术，并遵循如下高清晰度电视标准的电视系统。

##### 1. 国际电讯联盟 (ITU) 推荐的高清晰度电视标准

ITU-R BT. 709-3 建议书部分内容摘录如下：

- (1) 每行有效像素点数：1 920。
- (2) 每帧有效扫描行：1 080。
- (3) 取样结构：正交取样。
- (4) 像素形状：方形像素。
- (5) 画面宽高比：16 : 9。
- (6) 每帧扫描行数：1 125 行 (原 1 250 行标准已经取消)。
- (7) 垂直扫描类型：逐行或 2 : 1 隔行扫描。
- (8) 垂直扫描频率：逐行 23.976/24/25/29.97/30/50/59.94/60 帧，隔行 50/59.94/60 场。
- (9) 取样频率：74.25 MHz (亮度信号)，37.125 MHz (色度信号)。
- (10) 标称带宽：30 MHz (亮度信号)，15 MHz (色度信号)。
- (11) 量化精度：8 或 10 bit。

##### 2. 中国国家广电总局的 HDTV 标准

GY/T 155—2000《高清晰度电视节目制作及交换用视频参数值》部分内容摘录如下：

- (1) 每行有效像素点数：1 920。
- (2) 每帧有效扫描行：1 080。
- (3) 取样结构：正交取样。
- (4) 像素形状：方形像素。
- (5) 画面宽高比：16 : 9。



- (6) 每帧扫描行数：1 125 行。
- (7) 垂直扫描类型：逐行或 2 : 1 隔行扫描。
- (8) 垂直扫描频率：逐行 24 帧，隔行 50 场。
- (9) 取样频率：74.25 MHz (亮度信号)，37.125 MHz (色度信号)。
- (10) 标称带宽亮度：30 MHz (亮度信号)，15 MHz (色度信号)。
- (11) 量化精度：8 或 10 bit。

数字高清电视机 (HDTV) 可以分为一体机和分体机两种。一体机就是内置了机顶盒完整功能 (信源解码、信道解码、条件接收) 的电视显示器。

分体机是不带机顶盒的数字电视显示器，市场上的数字电视机大多属于分体机，用户需购置机顶盒后才能收看数字高清电视节目。

由于能够按高清电视标准显示的数字电视显示器早于高清电视信号出现，并且其接收装置仍为传统模拟电视，只是留有高清音视频信号的接口，在数字高清机顶盒出现之前，人们只能通过高清播放机或计算机欣赏有限的高清节目。但随着中央电视台和其他传媒机构的高清频道的陆续开播，这种状况已得到了很大改善，人们收看高清节目的方式和内容已逐渐多元化。

## 二、利用计算机实现高清信号的播放

高清电视直播开始前，因为高清数字电视尚未普及，加上高清影碟 (光盘) 市场没有正式在中国出现，人们利用平板电视享受高清节目首先想到的办法是通过计算机来连接电视，输出高清信号。其技术基础是：计算机带有的 VGA 或 DVI 接口性能优于高清晰度电视标准，并能很容易转换为分量输出接口且其输出信号参数可以通过软件进行设定，而支持高清的显示装置又普遍带有 VGA 输入接口或分量信号输入接口，这就为两者的互联扫清了障碍。另外，计算机可以连接各种光盘驱动器、大容量的硬盘，并支持多种方式的网络连接，可以安装各种带有解码功能的播放软件等特点，也都为高清信号的播放打下了坚实的基础。由于这种方式首先在家庭影院系统中得到应用，因此这种计算机又被称为家庭影院计算机 (Home Theater Personal Computer, HTPC)。

### 1. HTPC 的特点

(1) 配置灵活，性价比高。HTPC 从初期投入看要高过传统的 DVD 播放机，不过 HTPC 可以根据每个人的预算投入和实际的需要，随时选择各种品牌、各种性能的配件，这是普通的 DVD 播放机无法实现的。因为 DVD 播放机只能实现购买时功能，要增加和升级只有整台更换，后期投入很大，即便是高端的模块化 DVD 机，可以用插件和软件升级的方法支持新的视频格式，但价格也极高。HTPC 采用开放性架构，使得升级极其容易，而且价格又合理，任何部分不满意都能随时更换，它可以通过升级软件支持新的媒体格式以及得到更多的功能，可以最大限度地为用户节省升级设备的开支。

(2) 片源选择性更广泛。由于专门用来承载 HDTV 内容的高清晰视频光盘标准之争刚刚以蓝光 DVD 的胜出而尘埃落定，所以相关片源不仅数量不足，而且价格极高。但是，HTPC 由于具备大容量硬盘和虚拟光盘存储技术，所以消费者之间交流片源非常便利，片源的选择性更广泛。



(3) 多媒体和娱乐功能进一步拓展。HTPC 凭借强大的处理能力,能够实现以往系统需要多台设备才能实现的功能,如播放机功能、数字环绕声解码功能、录像功能等。另外,HTPC 还可以用来工作、玩游戏、编辑视频、上网等。

(4) HTPC 与普通计算机的区别。虽然 HTPC 和普通计算机没有本质上的区别,但两者的用途却不尽相同。HTPC 具备家电的特征,其外观上相比普通计算机更为时尚一些,体积一般也比普通家用计算机要小。高画质、高音质、低干扰、低噪声是对 HTPC 的基本要求。同时,因 HTPC 工作时的发热量一般高于普通计算机,更高于普通播放机,所以良好的散热和极低的风扇噪声是设计时必须考虑的问题。

## 2. HTPC 的组成

虽然 HTPC 有很多的优点,也可以根据不同的需求灵活搭配,但综合以上特点,对于 HTPC 的组建还是有一定的特殊要求。HTPC 的基本组成如图 5—1 所示。

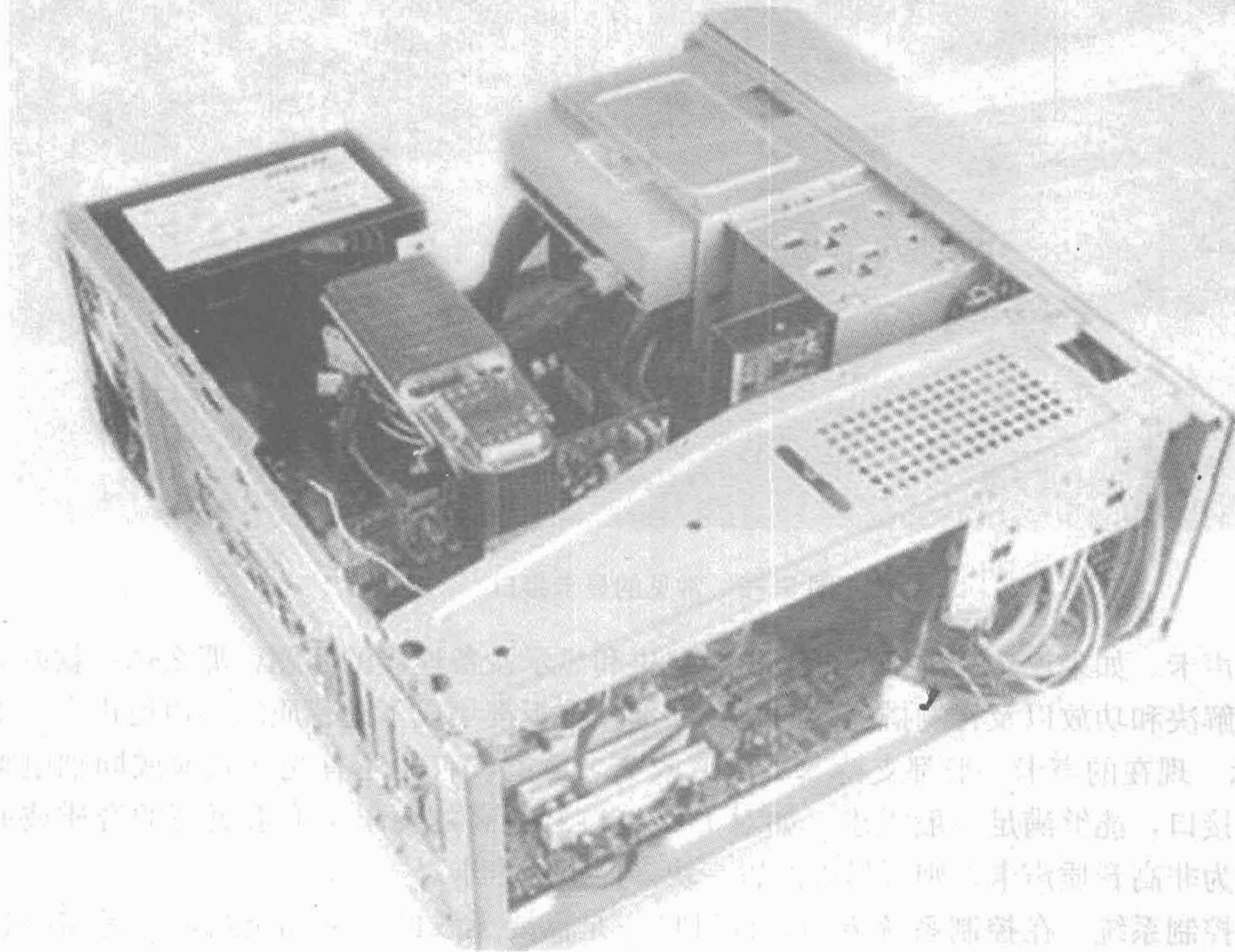


图 5—1 HTPC 的组成

(1) 机箱和电源。由于 HTPC 内部配件数量较多,而且对静音性要求高,因此对 HTPC 的机箱散热提出了更高要求,应尽量考虑固体或热管散热方式(如需使用风扇),应尽量选择噪声较低的产品。再则,要预留一定的扩展性,为今后安装新的板卡留下升级空间。电源要有一定的功率余量,以保证为各部件提供充足、稳定的电力供应,一般应选择 500 W 左右的,静音要好,如果可能应尽量选用无风扇电源。

(2) 显卡。显卡的选择主要是考虑和电视的连接,对于配置了 VGA 或者 DVI 接口的显示设备,如液晶电视机(显示器)、等离子体(PDP)电视机、投影机等,连接相对容易一



些，因为一般显卡都有相应的接口。如需用色差分量接口连接，由于显卡一般不会直接配置色差分量接口，可以通过色差分量输出转接盒转接的方式，分离出色差分量接口，再和电视机连接。在显卡性能上，应选用数据口径大一些的产品，现在 PCI-E 接口的显卡基本都能满足要求。由于高清信号的种类较多，一般都使用软件解码，所以对显卡的硬解压功能除非有特殊需要一般不作要求，常见的显卡接口如图 5—2 所示。

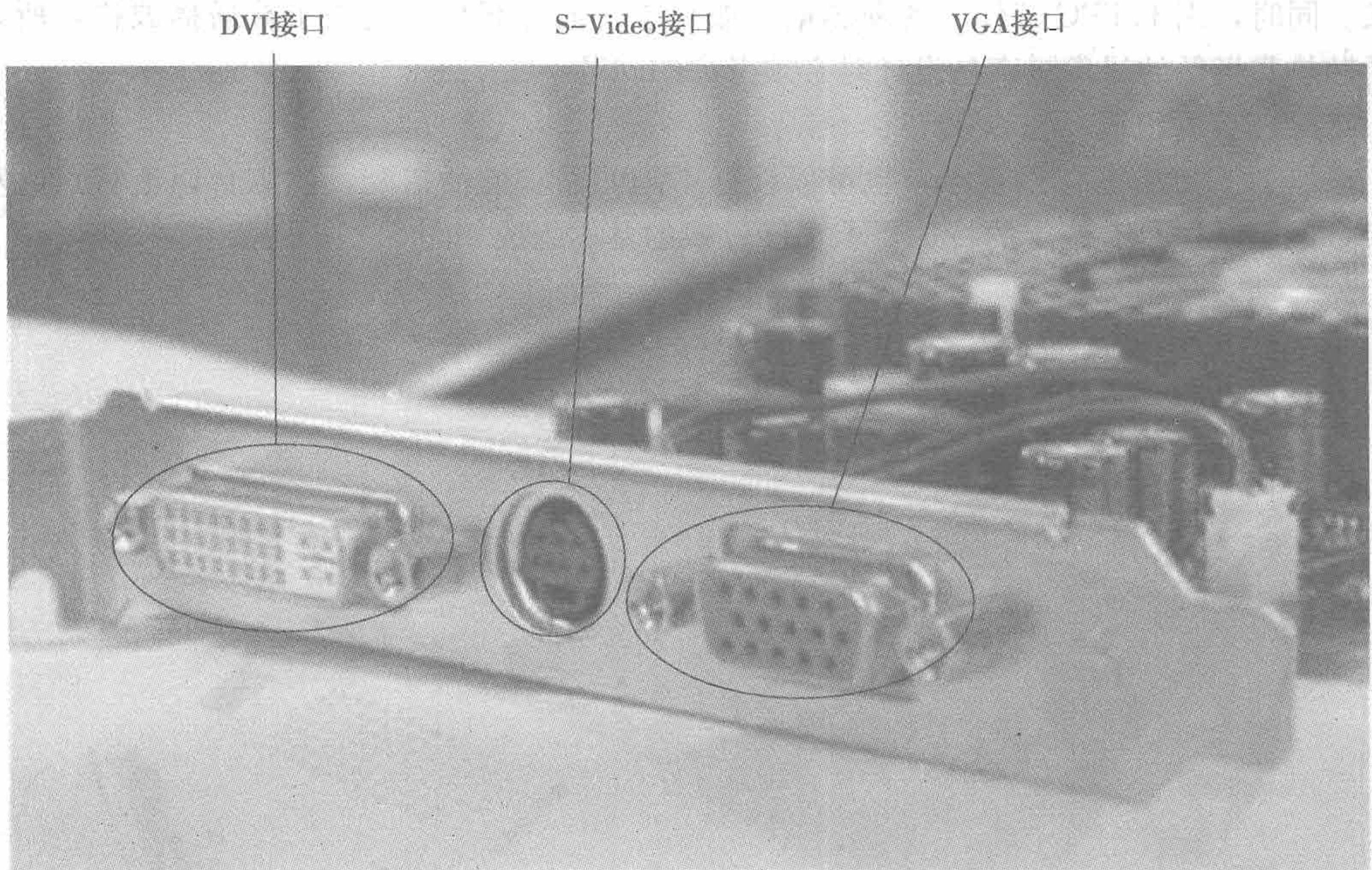


图 5—2 常见的显卡接口

(3) 声卡。如果说选一款好的显卡，能解决和显示设备连接的问题，那么选一款好的声卡，就能解决和功放以及音响搭配的问题。大部分主板都集成了高音质的多声道声卡，如图 5—3 所示。现在的声卡一般都支持 5.1 声道或 7.1 声道，有的还有光纤光缆或同轴电缆等数字音频接口，能够满足一般需求。如对 I/O 接口有更高的要求、追求更高的音质或原主板集成的为非高品质声卡，则可另外配置一块多声道的声卡。

(4) 控制系统。在控制系统方面，HTPC 一是需要无线的鼠标和键盘，二是需要遥控器。如图 5—4 所示，无线键盘和鼠标根据采用的技术不同，使用的有效距离也有区别，HTPC 比较常用的此类设备的有效距离应可达到 10 m。对 HTPC 的遥控器也有一定的要求，比如应能像电视遥控器一样调音量、开机、关机、选曲目；具备多媒体键盘功能，对于上网操作有前进、后退、刷新、翻页等功能键；对播放音乐有上一曲、下一曲、播放、暂停、音量大小调节快捷键等。

### 3. HTPC 的播放软件配置

目前最常用的高清播放软件有 Power DVD、终极解码和 KMPlayer 等，它们在高清播放方面都有着较好的表现。



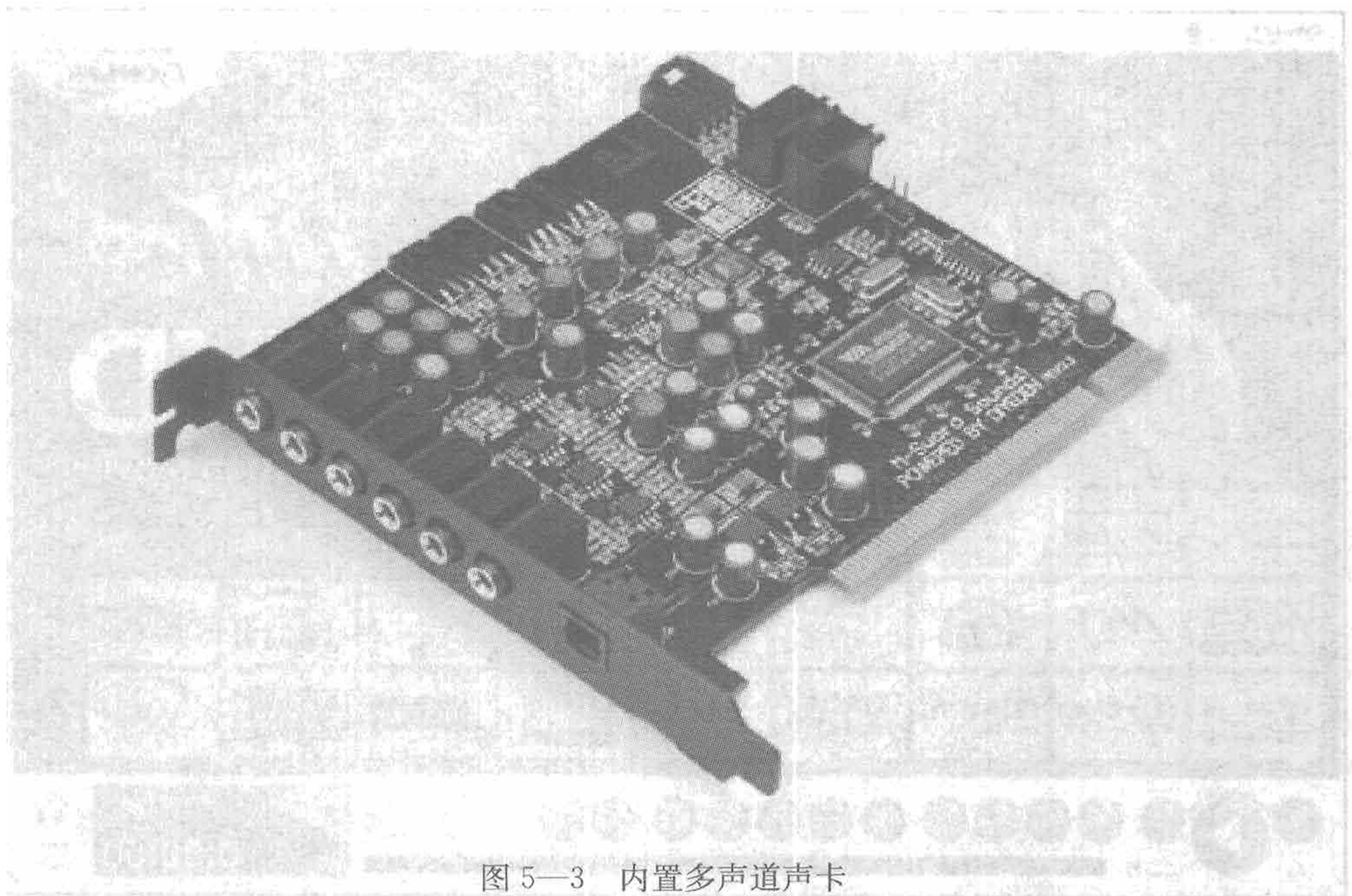


图 5—3 内置多声道声卡



图 5—4 HTPC 中使用的无线键盘和鼠标

(1) PowerDVD 播放软件的设置。PowerDVD 设置简单，并能直接开启硬件及解码，是目前较好的软件解压 VCD/DVD/HDTV 播放工具，同时它自带了 HDTV 硬件加速的编码，使得调用极其简单。PowerDVD 的主界面如图 5—5 所示。

Power DVD 分别可以对 H. 264、VC-1、MPEG-2、X264、XVID、DVIX 等格式进行解压，也就是说基本上主流的 DVD/DVDrip、HDTV/HDrip 都可以解码，并且在显卡有硬解功能时无须任何设置即可开启硬解。

检查硬加速是否已经打开，除了看 CPU 占用率是否降低之外，还可以查看显卡相应的



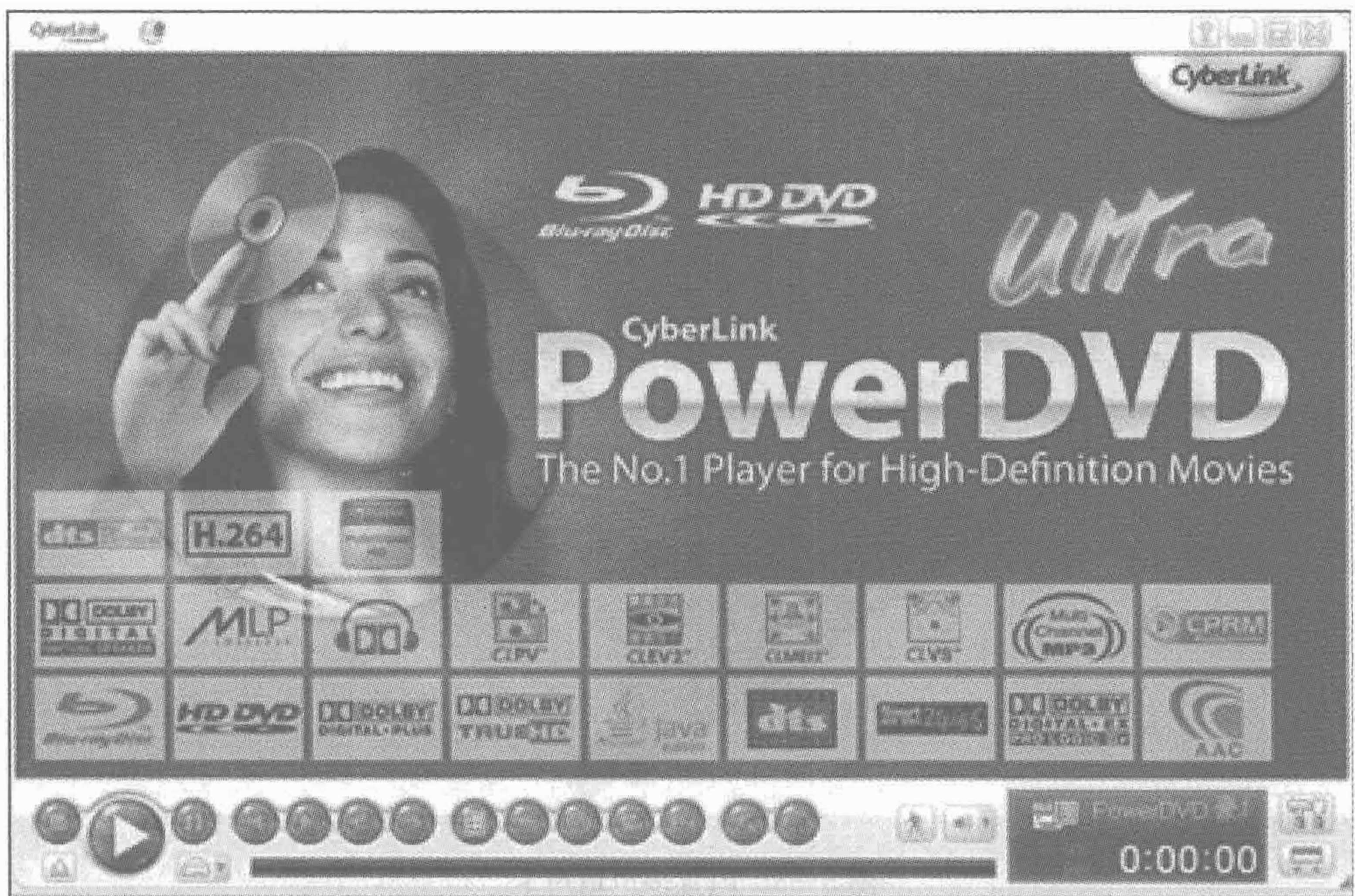


图 5—5 PowerDVD 主界面

加速技术是否被勾选，若被勾选就证明已经开启了加速技术，如图 5—6 和图 5—7 所示。

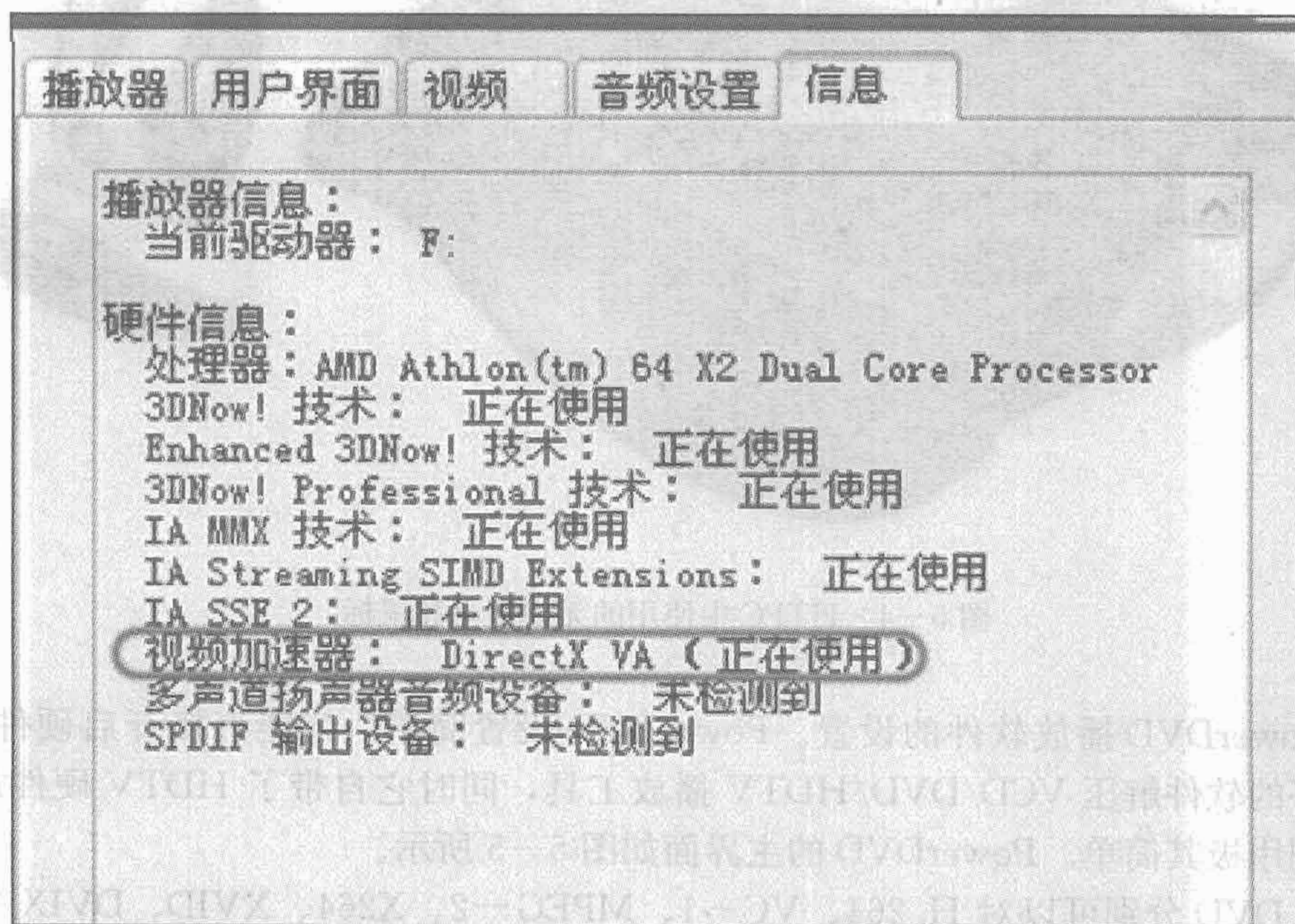
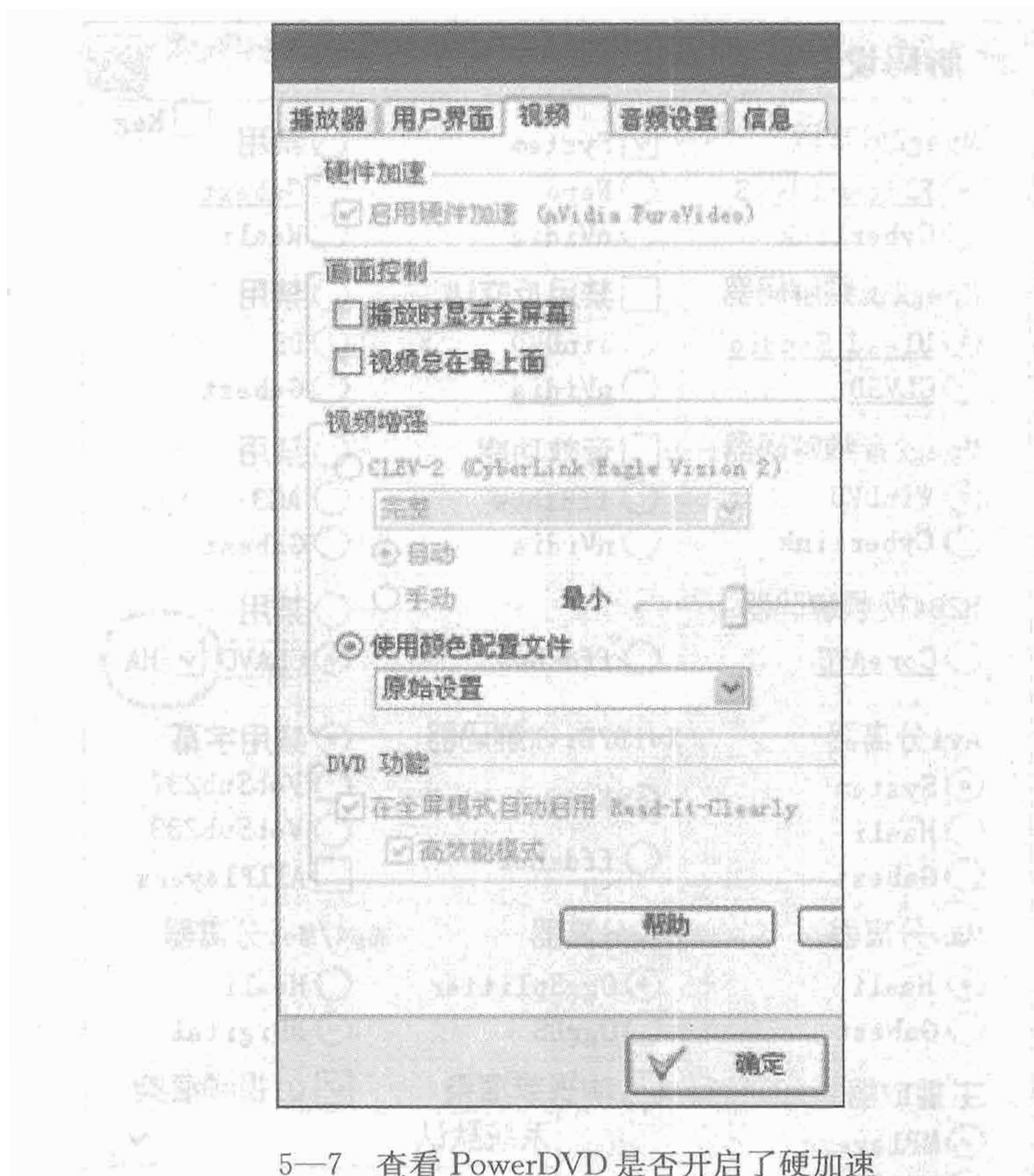


图 5—6 硬件信息





5-7 查看 PowerDVD 是否开启了硬加速

PowerDVD 非常适合普通消费者使用硬解看高清影片，即使是软解，它也能非常迅速地找到解码器，不会出现画面、音频不正确的情况，而这一切都是无须设置的。但 PowerDVD 不支持外挂字幕，这是该软件的一大缺陷。

PowerDVD 的缺点还有它不可配置，其分离器也比较少，对 AVI 这种老的封装分离都有问题，当然，这可能和现在 HDTV 的 AVI 封装了 dts 多音轨有些关系。其他方面，尽管 PowerDVD 是靠播放 DVD 起家，但是如果碰到了 MPEG-2 PS 封装的 EVO 文件，PowerDVD 一样无法对其分离。

另外要注意的一点就是 PowerDVD 一定要优先于其他播放器安装。如果 Power DVD 工作不正常，有可能是解码器/分离器混乱，重装之后一般可以解决问题。

Power DVD 优点：使用方便，无须设置，有众多同时存在不同级加速的解码器，可即开即用，是 HD DVD/BD 碟的最佳播放器。

Power DVD 缺点：Power DVD 对网上下载的 Remux 非 TS 封装片源无法正常分离，碰到 HDrip 的 MKV 格式更是无能为力，并且无法挂任何字幕。

(2) 终极解码的设置。终极解码其实就是一个软件大集合，其中包括了大多数热门的播放器、解码器以及分离器。由于终极解码的设置会自动修改系统设置，并且自由度不高，所以可以把终极解码当成一个解码器以及分离器的软件包来安装。也就是说，只使用它自带的解码器或者分离器，甚至是播放器，但不使用它自带的设置器。终极解码设置中心的界面如





图 5—8 终极解码设置中心的界面

图 5—8 所示。

在安装了终极解码之后，其装在系统里的解码器和分离器种类是由当前设置所决定的，比如现在想使用 NVIDIA VIDEO Decoder，就需要将相应的选择调至 NVIDIA VIDEO Decoder 选项并且应用之后，它才会调出 NVIDIA VIDEO Decoder 进行安装。

另外，要注意在一般情况下，最好不要用终极解码对 KMPlayer 进行设置，因为 KMPlayer 的设置功能更为强大。不过终极解码设置的优先级较高，在设置了终极解码的选项之后，再用 KMPlayer 设置基本无效，所以推荐在另外安装 KMPlayer 或者是已经有 KMPlayer 绿色免安装版的同时，在终极解码里调用这个选项。把终极解码的默认播放器设置为 Media Player Classic，如图 5—9 所示。这样不仅不会对 KMPlayer 造成直接影响，还在提供解码器/分离器的同时，又多了一个 Media Player Classic 作为备选播放器。

终极解码优点：可支持目前主流的 3 个播放器并且可以进行调试。设置选项比较丰富，



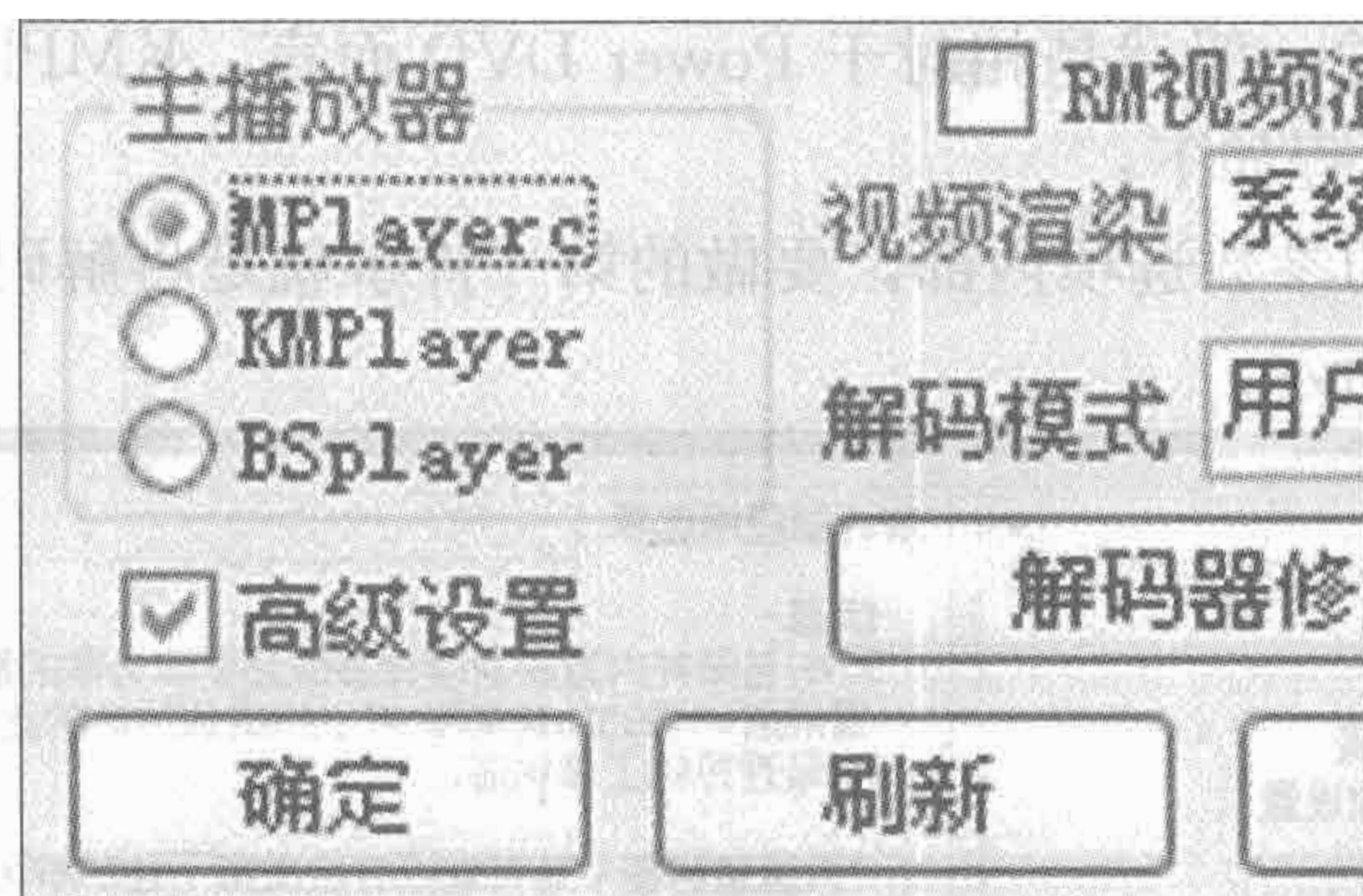


图 5—9 设置 MPlayer 为主播放器

解码器/分离器应有尽有。

终极解码缺点：调试难度较大，由于自带的解码器/分离器太多，有可能会和原有播放软件的解码器起冲突，因此最好单独安装。

### (3) KMPlayer 的设置

1) 常规设置。韩国音像全能播放器 KMPlayer 的默认设置可以支持各种格式的影音文件播放，并可通过各种插件扩展来支持层出不穷的新格式，而且它拥有众多的快捷键，可以对显示大小、长宽比例、色彩随意等进行控制。最重要的是它的分离器比较优秀，在对 RMVB/RM 快进或者后退时，几乎没有任何滞后和延迟，这是一般播放器无法做到的。KMPlayer 的主界面如图 5—10 所示。



图 5—10 KMPlayer 主界面

KMPlayer 播放器的自由度非常高，甚至可以根据不同的流媒体格式设置不同的分离器，根据不同的编码格式设置不同的解码器，这也是播放高清信号最为需要一个功能。不过



它的缺点也是显而易见的，那就是相对于 Power DVD 而言，KMPlayer 的设置实在太复杂了。KMPlayer 的设置过程如下：

①进入 KMPlayer 的参数选项内部，要做的第一件事就是将解码器以及分离器设置为无条件使用，如图 5—11 所示。

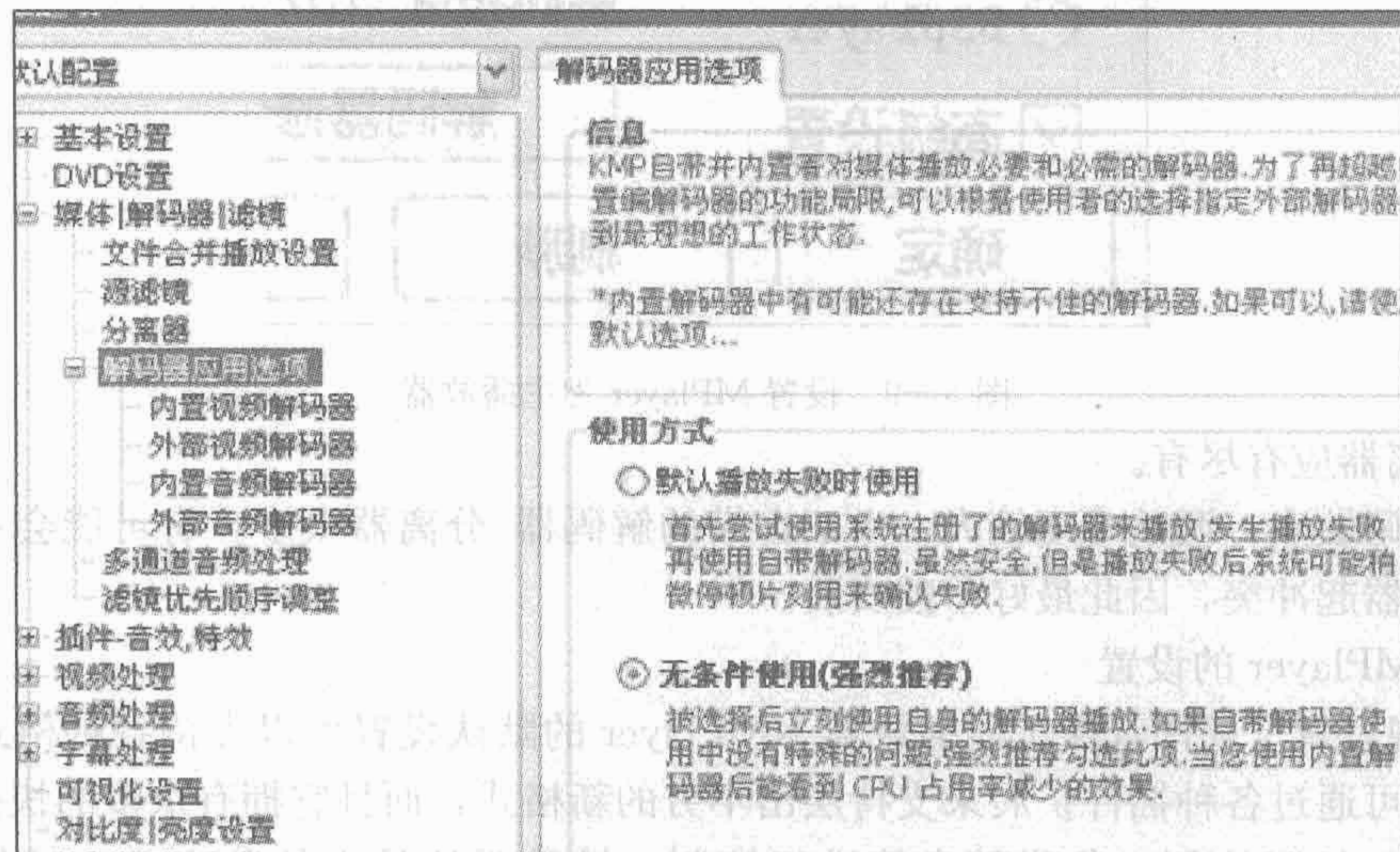


图 5—11 设置解码器和分离器为无条件使用

②取消所有的默认内置解码器，使用自定义的解码器。选择全部不选即可，如图 5—12 所示。

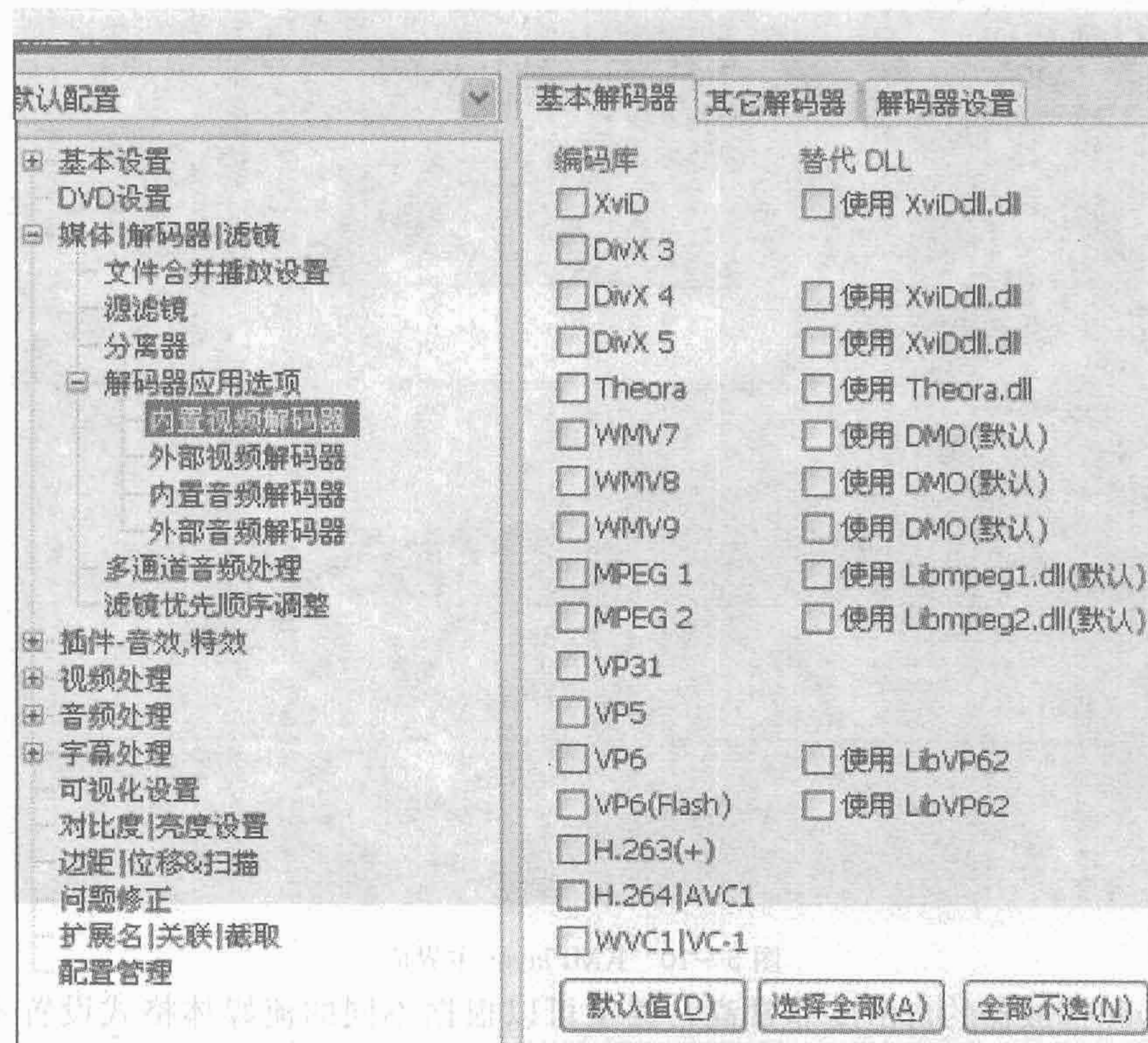


图 5—12 取消所有的默认内置解码器



在选择外部视频解码器时，原先是除了默认的由 libcodec.dll 处理之外，没有其他的可以调用，所以要点击“用户自定义外部解码器”来搜索当前系统存在的所有解码器，如图 5—13 所示。

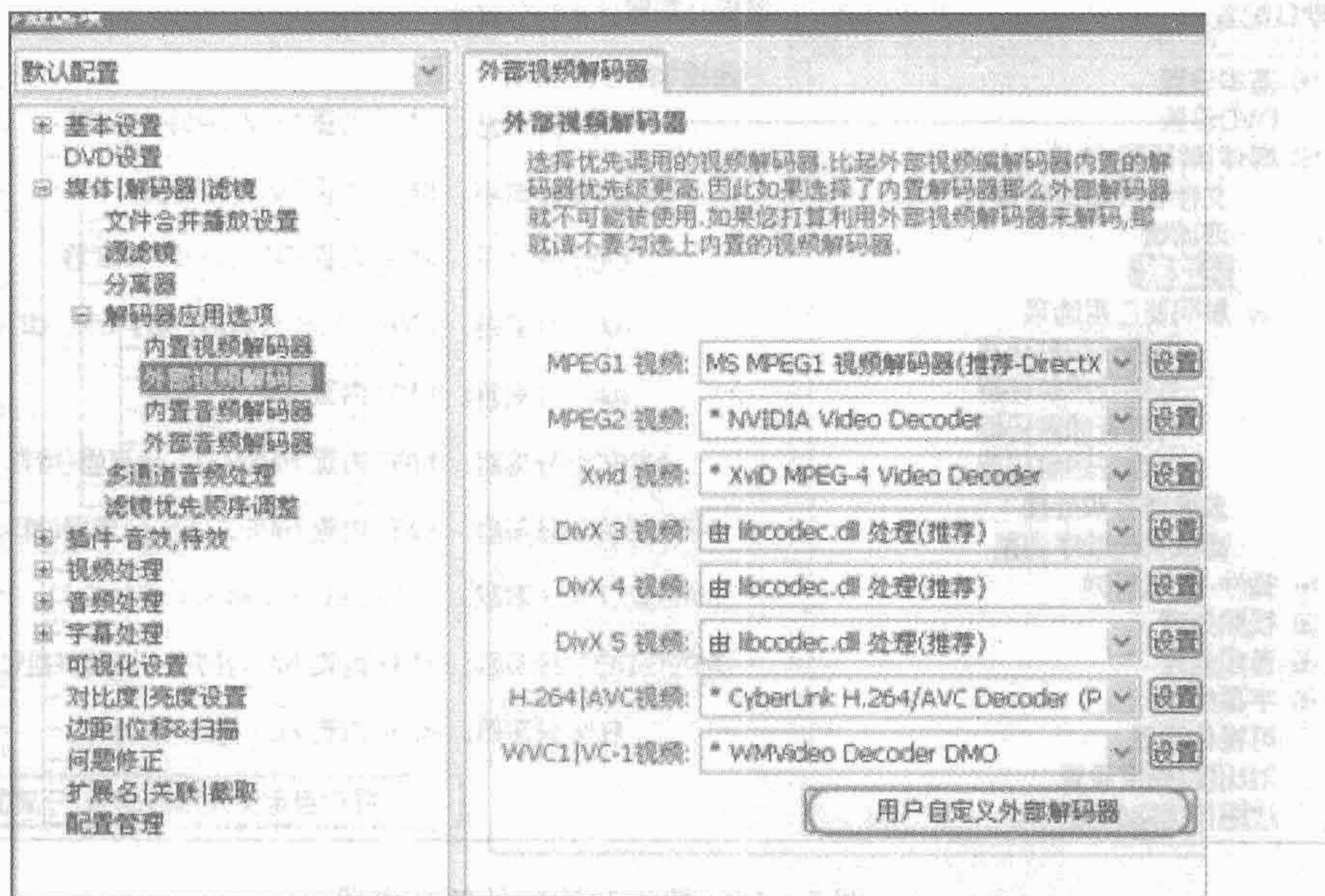


图 5—13 搜索当前系统存在的所有解码器

③如之前安装过终极解码软件包，系统内部将含有多种解码器/分离器，只要按下搜索并添加就可以把所有已经注册的解码器/分离器全部找出，如图 5—14 所示。



图 5—14 找出所有已经注册的解码器/分离器



④对分离器的使用进行设置，其搜索和管理外部分离器的方法与解码器一样，如图 5—15 所示。其过程在此就不再赘述了。

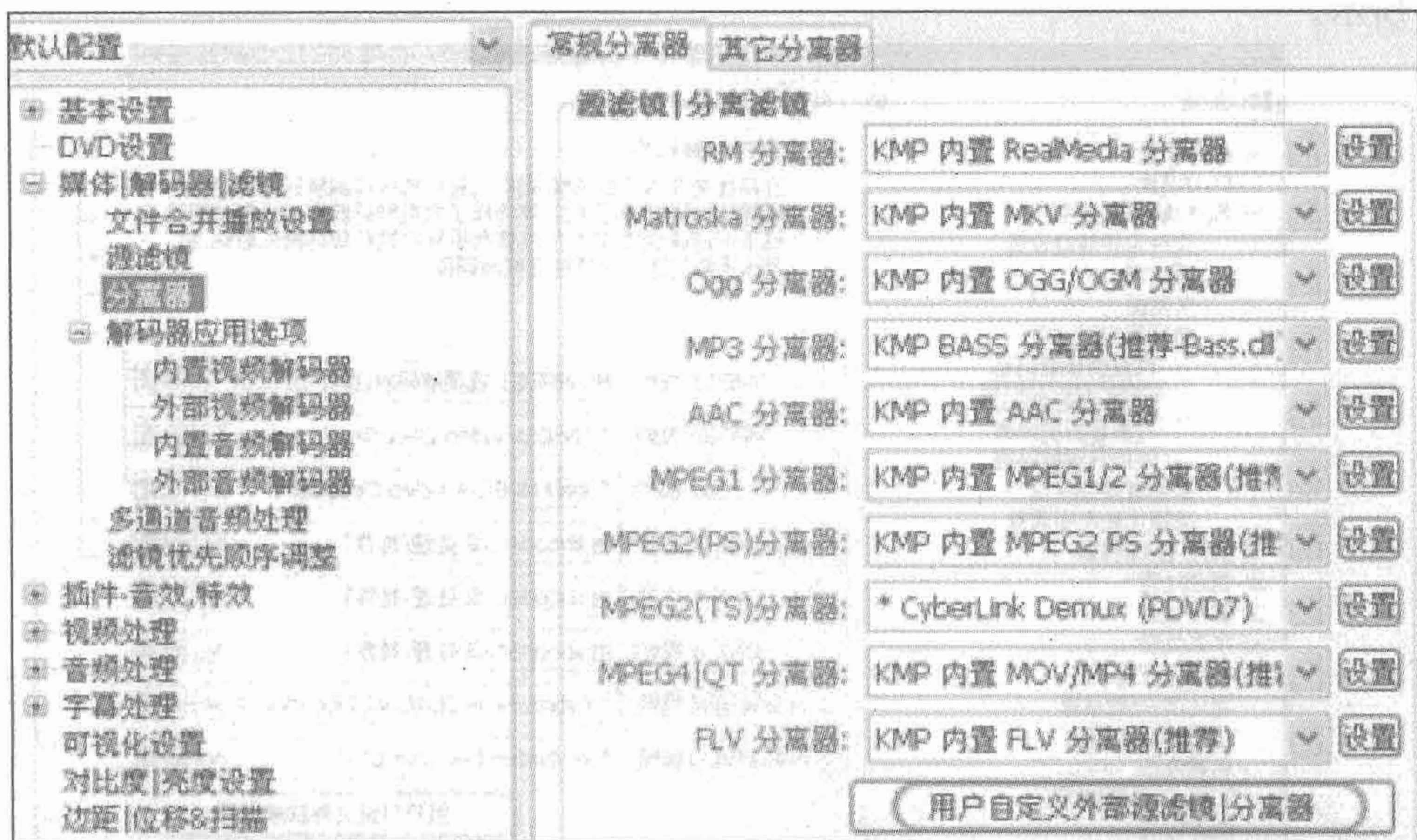


图 5—15 搜索和管理外部分分离器

另外，现在时下比较流行的 Haali 分离器，可以很好地对 MPEG2—TS、MPEG—PS 和 MKV 等封装进行分离，建议使用。但是 Haali 分离器在分离器选项里是找不到的，KMPlayer 专门有管理 Haali 分离器的模块，如图 5—16 所示。

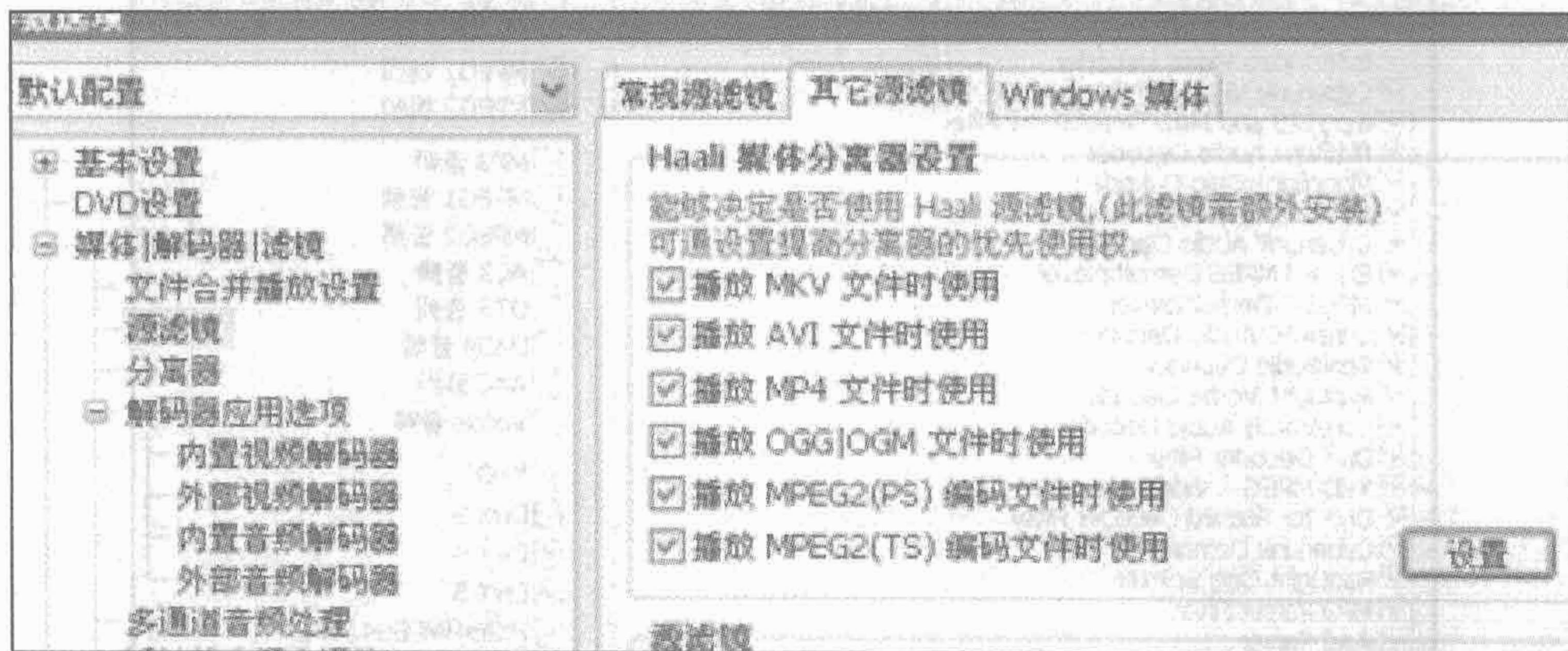


图 5—16 KMPlayer 中设置 Haali 分离器的界面

不过经过研究发现，在这里对 Haali 分离器进行设置未必有效果，最好是在安装 Haali 分离器时直接选定，如图 5—17 所示。

⑤判定 Haali 分离器起作用。除了在 KMPlayer 里查看之外，最简单的判定方法就是不论任何播放器调用了 Haali 分离器之后，其右下角都会出现一个如图 5—18 所示的图标，这就表明已经正确调用了。



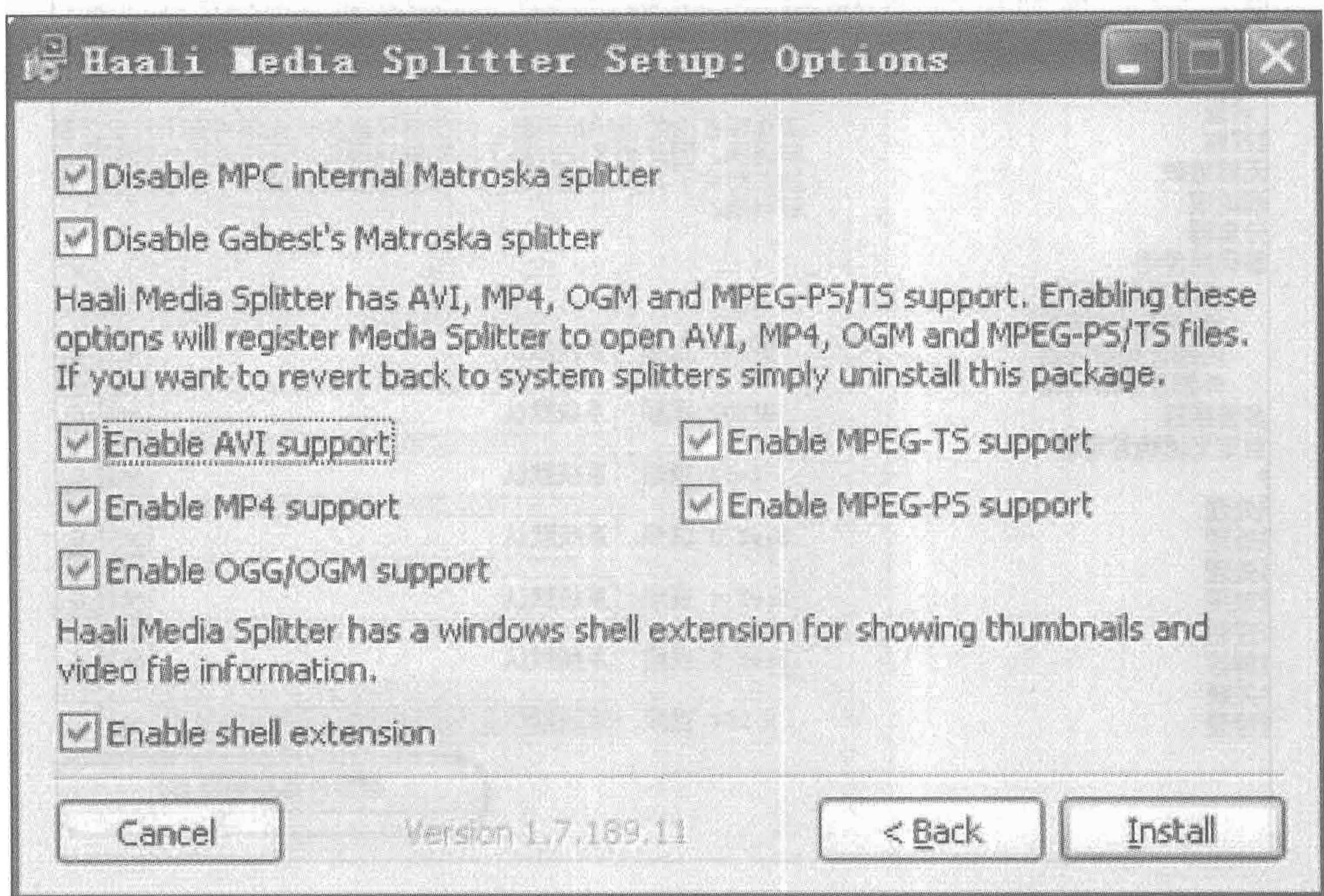


图 5—17 在安装 Haali 分离器时直接选定

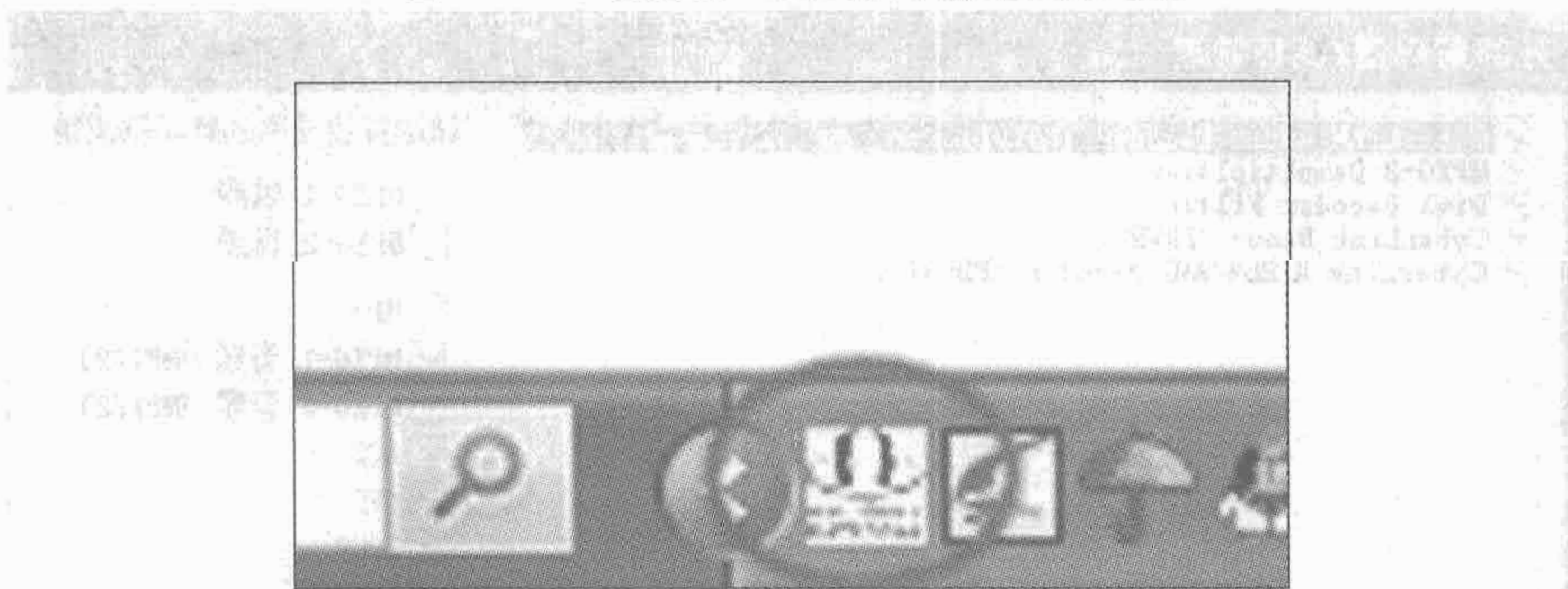


图 5—18 Haali 分离器正确调用的图标

2) 设置 H. 264 硬解。H. 264 解码设置相对比较容易，其要求是在设置前已经安装上了 PowerDVD 7. X 的 H. 264 解码器。另外，分离器尽量不要用内置的分离器，有时候调用 Nero 分离器或者内置的分离器，即使解码器能正常使用，也开不了硬件加速。H. 264 硬解的设置过程如下：

①选择外部视频解码器。如果之前没有调入或者搜索过外部解码器，这些选项内都将是“系统默认”字样，如图 5—19 所示。

②单击“搜索外部解码器”按钮后，所有的外部解码器都将被显示出来，如图 5—20 所示。

③在相应的编码格式里选择对应的解码器，此处选择 PowerDVD 的 H. 264 解码器，如图 5—21 所示。



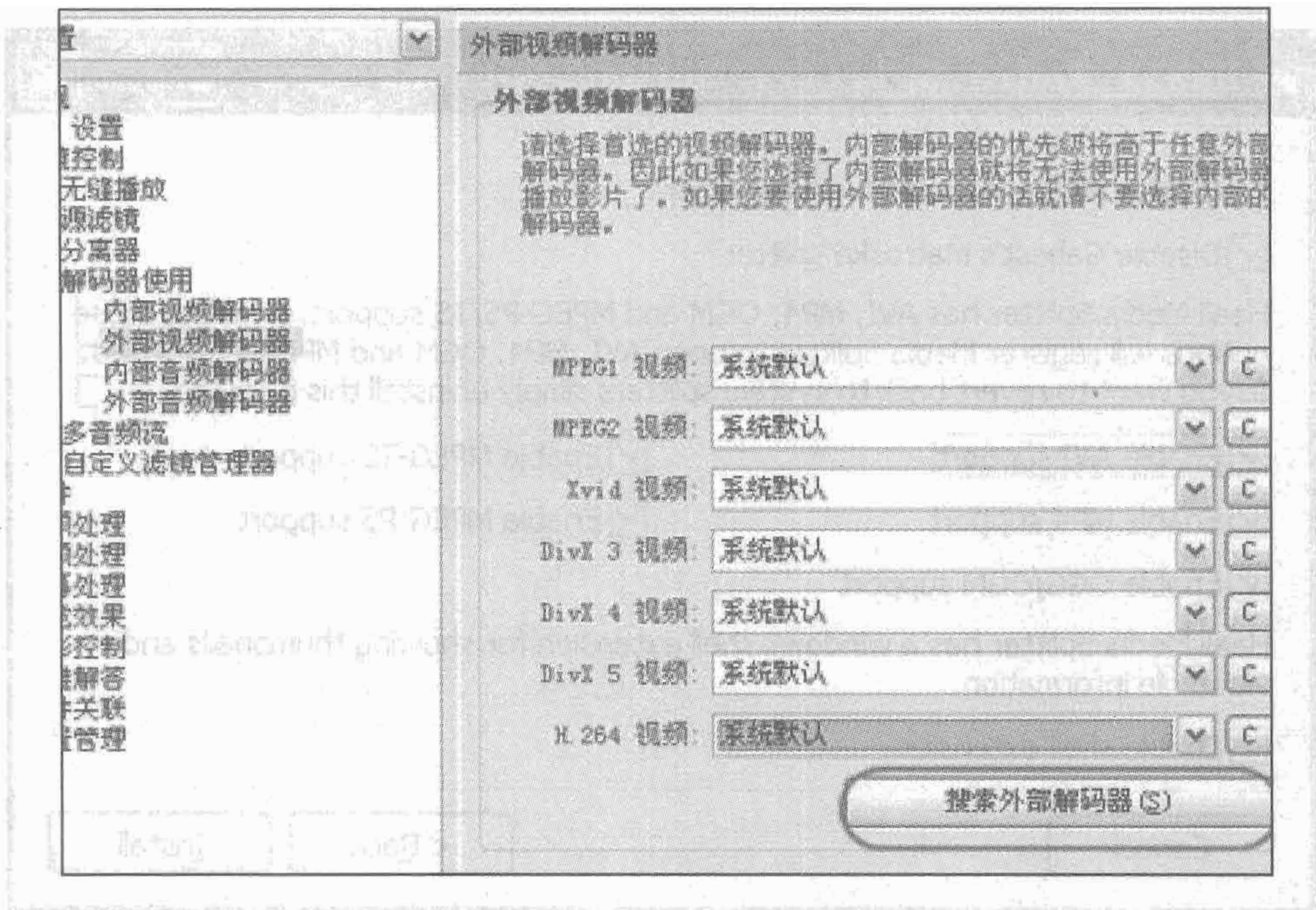


图 5—19 搜索外部视频解码器

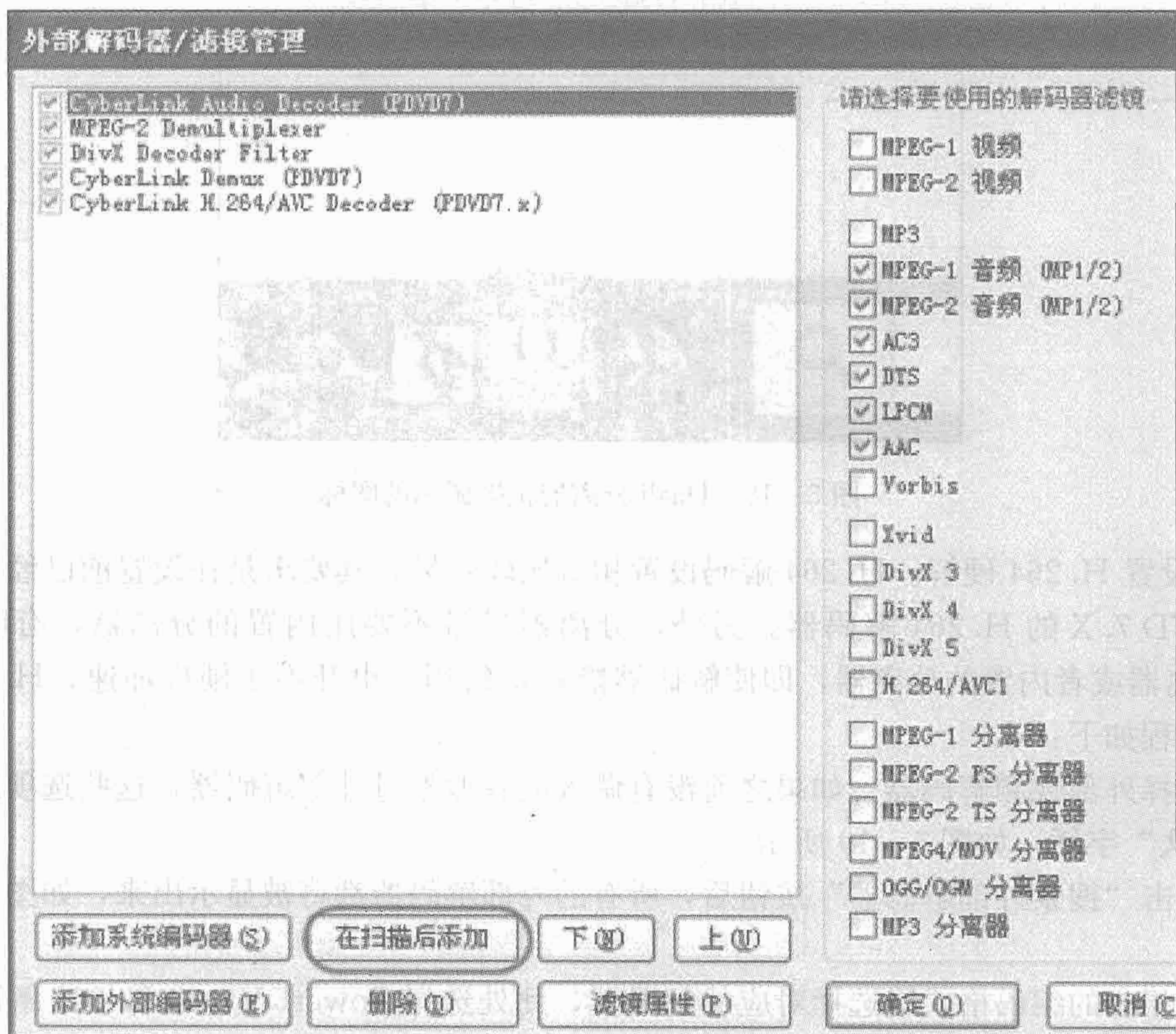


图 5—20 搜索出的外部解码器



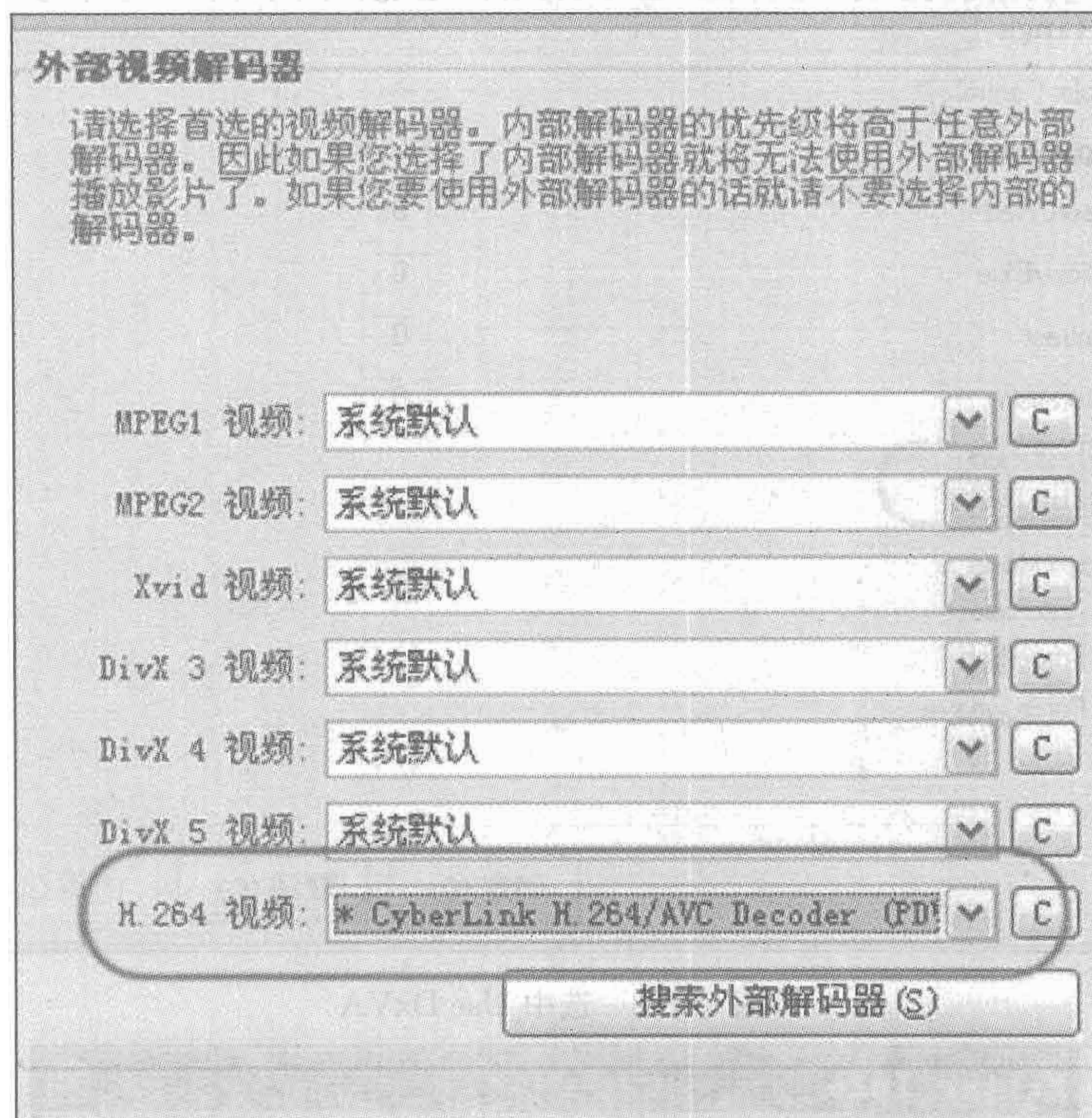


图 5—21 选择相应的解码器

④单击右边的“C”按钮，就可以进入该解码器进行调节，再将 Use DxVA 的选项勾上，即可打开硬件加速，如图 5—22 所示。

此外，有必要介绍一下 CoreAVC 这个软解 H.264 的软件，它是公认的软解 H.264 的优秀解码器，尽管它只是软件运算，但是拥有比 FFDSHOW 更低的 CPU 占用率，成为了软解解码器的首选。CoreAVC 软解界面如图 5—23 所示。

3) 设置 VC—1 硬解。VC—1 的硬解情况比较复杂，首先要选用版本比较新的 KMPlayer，自从 2.9.3.1288 之后 KMPlayer 开始增加了 VC—1/WMV HD 选项，使得 KMPlayer 硬解 VC—1 不再是梦想。

另外，需要确定的是安装了 Window Media Player 11，或者有 Window Media Player 11 里自带的解码器 wmfdist—11.exe 这个文件，这个解码器安装了之后，就可以在 KMPlayer 里调用了，如图 5—24 所示。



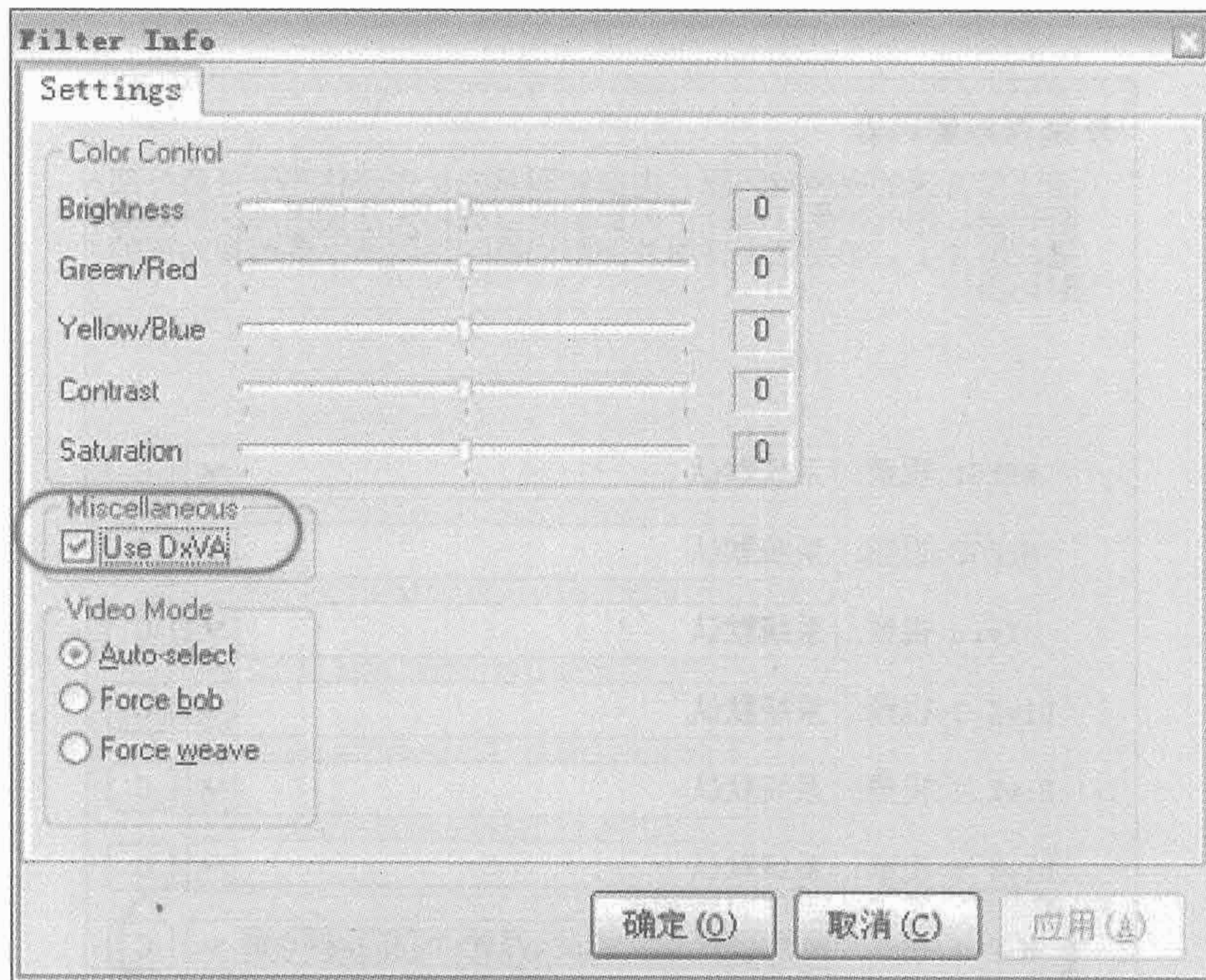


图 5—22 选中 Use DxVA

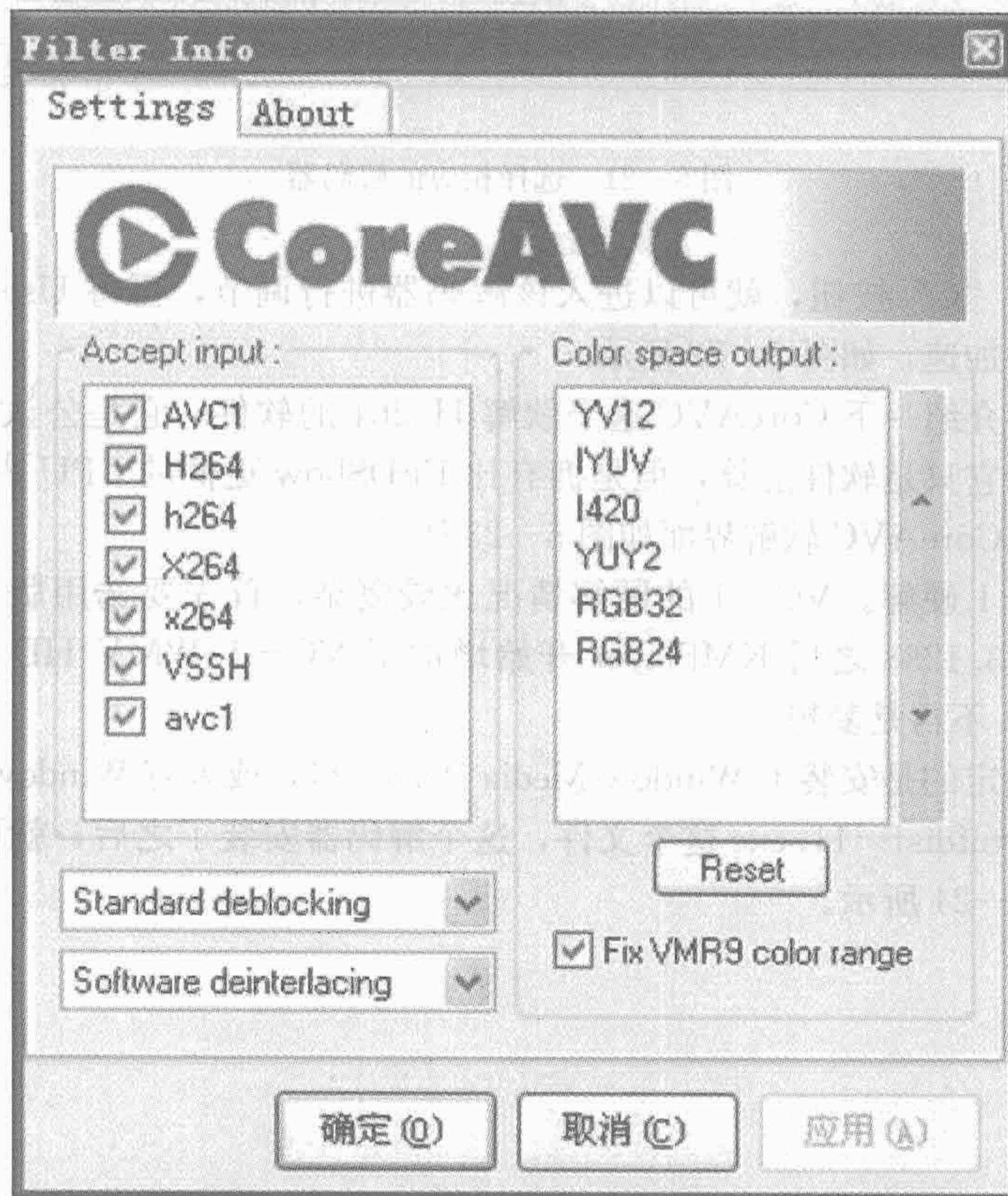


图 5—23 Core AVC 软解界面



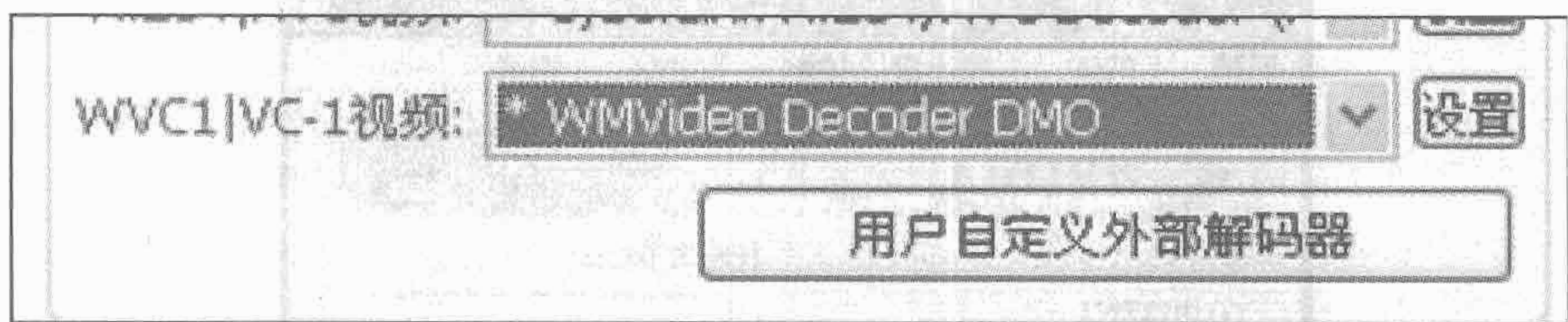


图 5—24 调用 Window Media Player 11 自带的解码器

不过在 KMPlayer 里是无法对 WMVideo 解码器进行设置的，还得利用一个设置程序 WMV PowerToy.exe 对 WMVideo 解码器进行设置（WMV PowerToy.exe 非 KMPlayer 自带程序，需从网上下载）。然后按如图 5—25 所示的设置方法，即可开启 VC—1 加速。

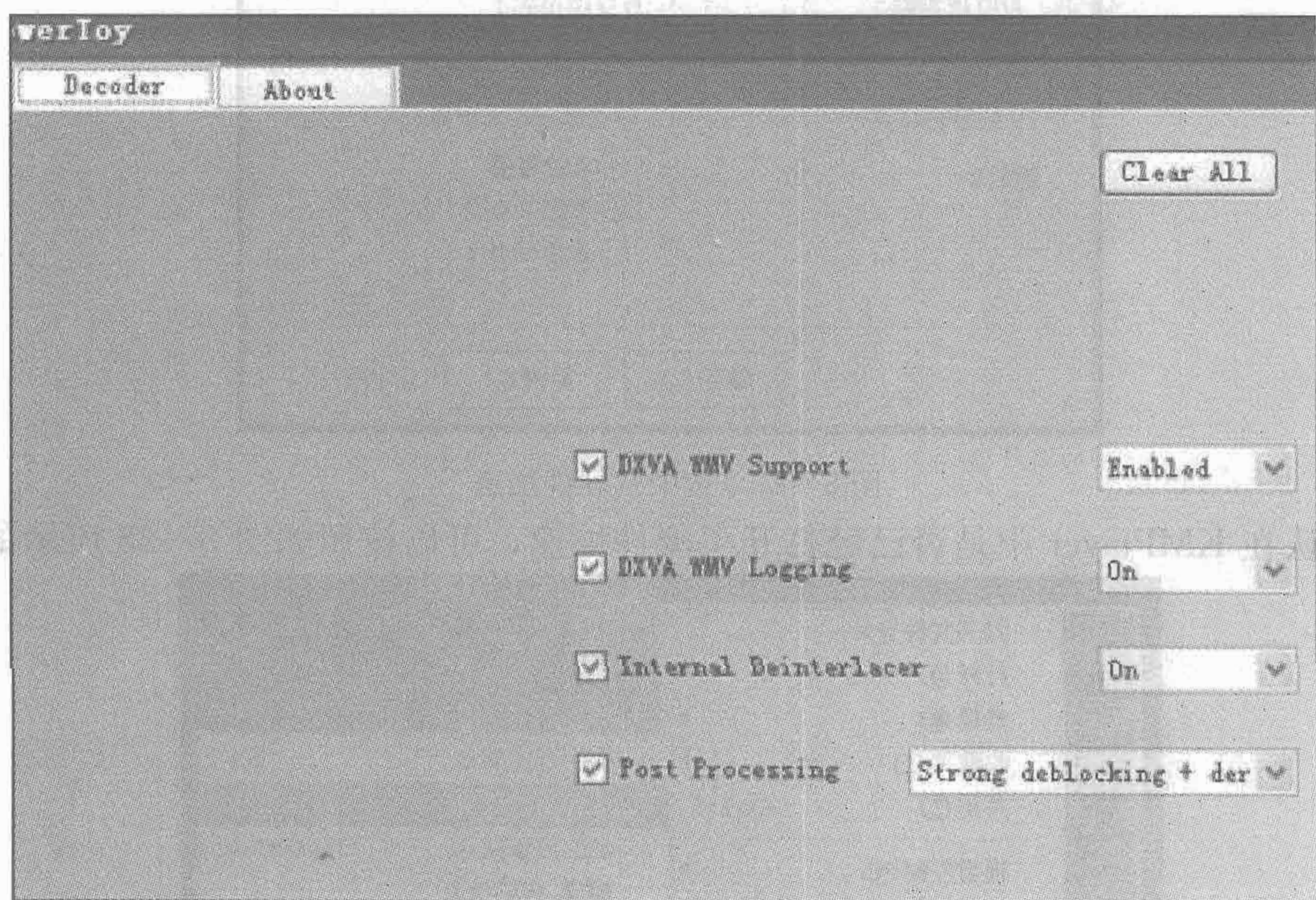


图 5—25 WMV PowerToy 的设置

4) 设置 MPEG2 硬解。MPEG2 的硬解不管是 NVIDIA 的显卡还是 ATI 或者是 INTEL 的显卡，都需要调用 NVIDIA Video Decoder，如图 5—26 所示。MPEG2 硬解的设置过程如下：

①单击右边的“C”按钮弹出设置窗口，在其中选定“硬件加速”，如图 5—27 所示。

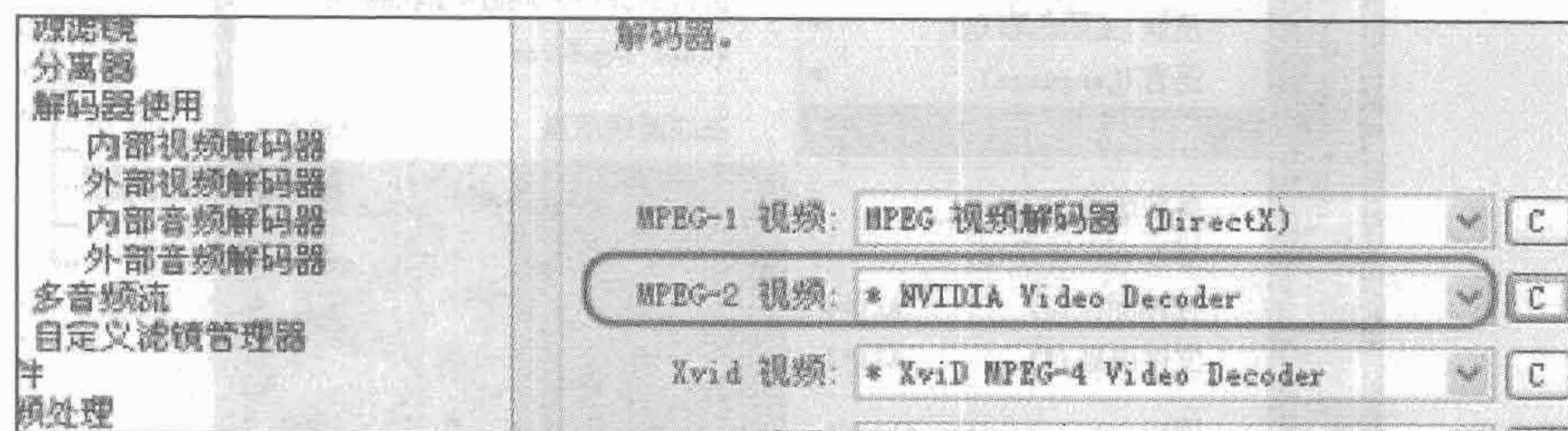


图 5—26 调用 NVIDIA Video Decoder



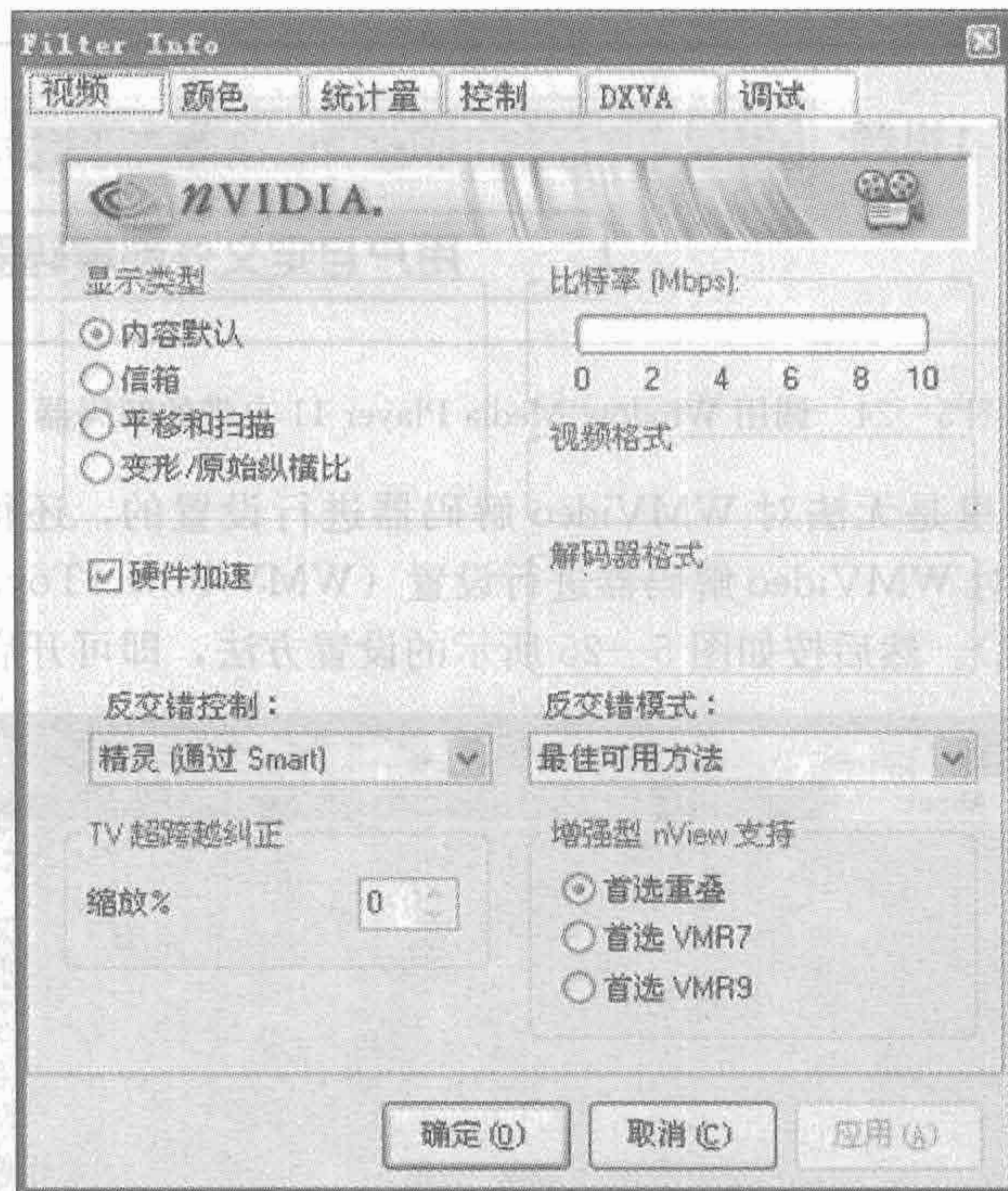


图 5—27 选中“硬件加速”

②确认在 KMPlayer 中是否已经打开了硬件加速，可以按照如图 5—28 所示的步骤操

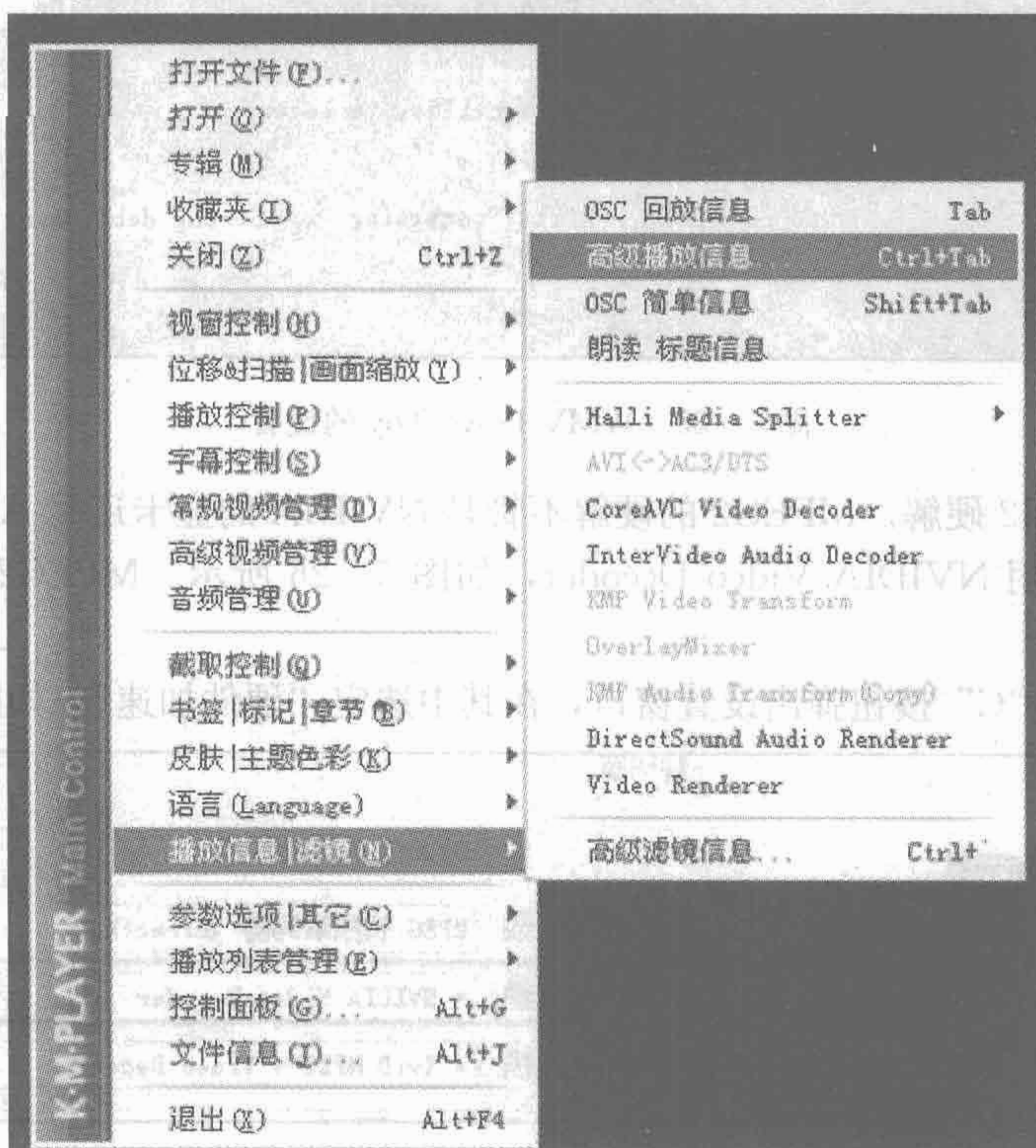


图 5—28 查看 KMPlayer 是否已打开硬件加速



作，然后打开如图 5—29 所示的窗口。解码器被正确调用，并且对解码器的设置也正确，在“综合播放信息”中就会出现 DXVA 的字样，不论是何片源，只要 DXVA 出现就代表硬件解码被打开了。

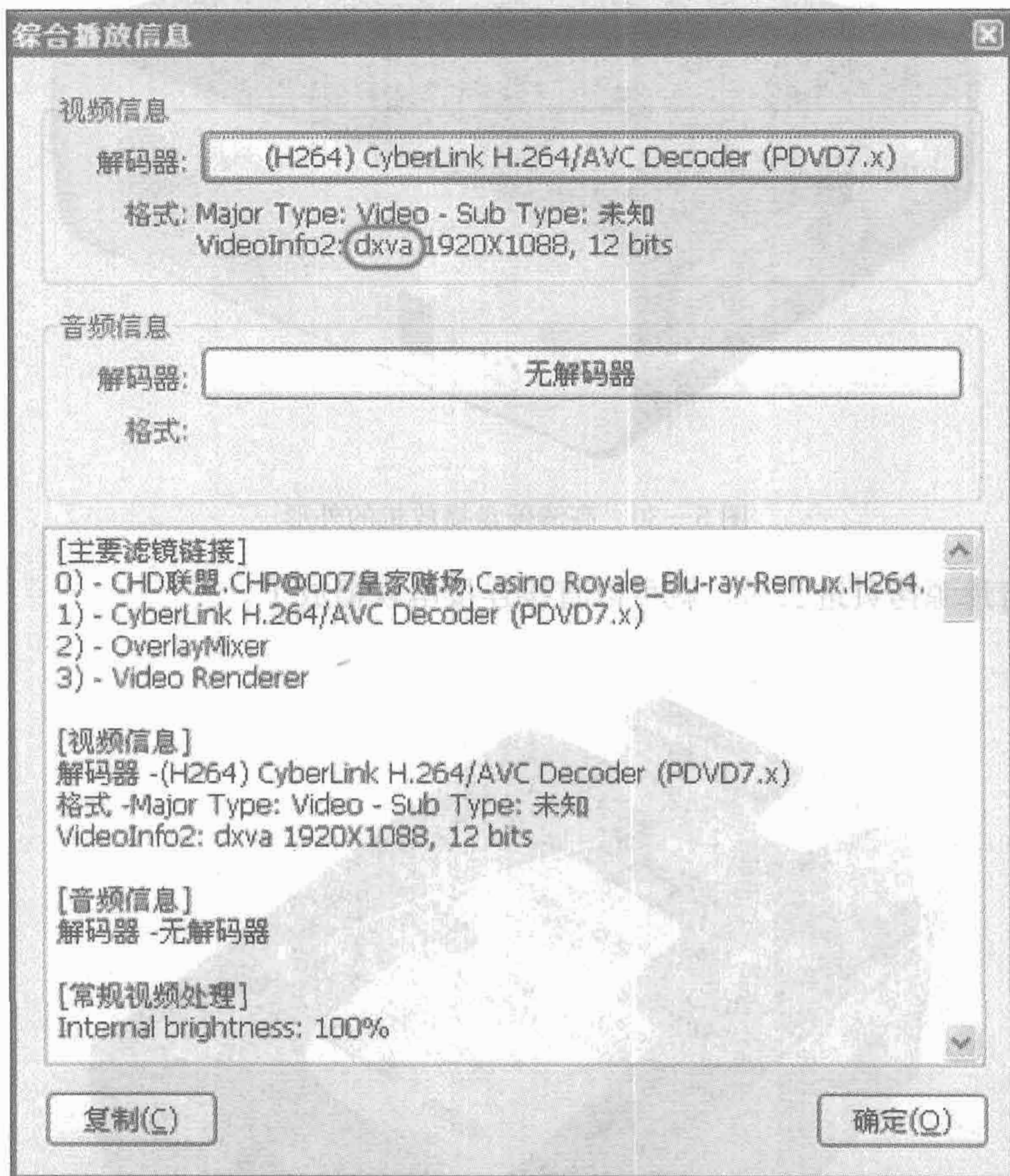


图 5—29 “综合播放信息”窗口

KMPlayer 的优点：功能强大，具有很高的自由度，可以打造一个适合个人的播放器，能够通过增加插件来实现更多的视频播放。

KMPlayer 的缺点：通过插件来支持硬件播放，使得操作比较复杂，不适合初学者。

### 三、通过高清硬盘播放机实现高清信号的播放

高清硬盘播放机是早些时候为了弥补市场中没有高清信号源而出现的产物，它通过一个多媒体处理器进行高清的硬解码，支持 1 080p 的输出，可以读取硬盘内拷入的高清片源来播放。虽然目前片源的获取和拷入硬盘的时间问题还未能完美地解决，不过使用高清硬盘播放机仍然是目前一个主流的高清组建方案。该播放机的外形如图 5—30 所示。

高清硬盘播放机通常能够提供分量接口和 DVI 数字接口，少数高端型号可以提供 HDMI 输出，不过无论使用哪种数字接口，都可以很好地输出 1 080p 信号，让电视的清晰度发挥得淋漓尽致。

通过数据线将高清硬盘播放机与计算机连接后，它就变成了一个移动硬盘（见图



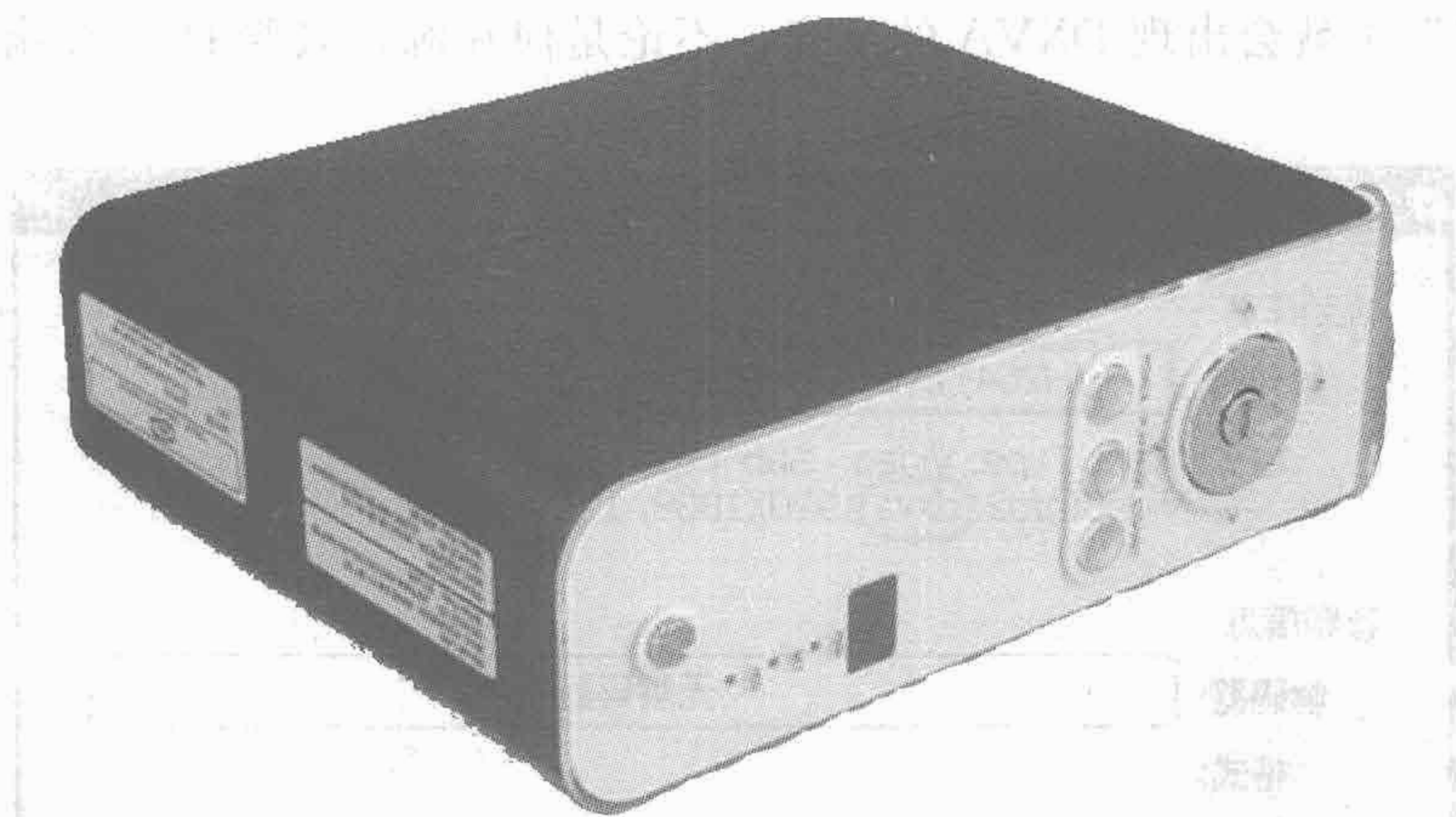


图 5—30 高清硬盘播放机的外形

5—31), 将高清片源拷贝进去后, 就可以直接连接电视播放了。



图 5—31 高清硬盘播放机内部的硬盘

#### 四、使用蓝光 DVD 播放机实现高清信号的播放

使用蓝光 DVD 播放机实现高清信号的播放是目前主流的播放方式, 它的适合群体非常大。蓝光 DVD 播放机既有 1 080/24p 的标准全高清图像信号输出, 又有完美的 7.1 声道环绕声音频输出, 并且内置了多种音频解码, 有的甚至集成了多声道数字功放、硬盘录像系统等, 是极具竞争力的一款高清信号播放产品。松下的 DMP—BD30 就是一款优秀的蓝光 DVD 播放机 (见图 5—32)。



DMP-BD30 型蓝光 DVD 播放机是目前松下公司结合蓝光光碟规格推出的首款产品, 它可以达到  $1920 \times 1080$  的图像分辨率, 并且能够产生高级格式的高质量环绕声音 (如 Dolby True HD 和 DTS)。最新的蓝光视频最终标准 1.1 版 (Final Standard Profile, FSP) 赋予了蓝光光碟全新的播放特性。松下 DMP-BD30 型蓝光 DVD 播放机的突出功能有:

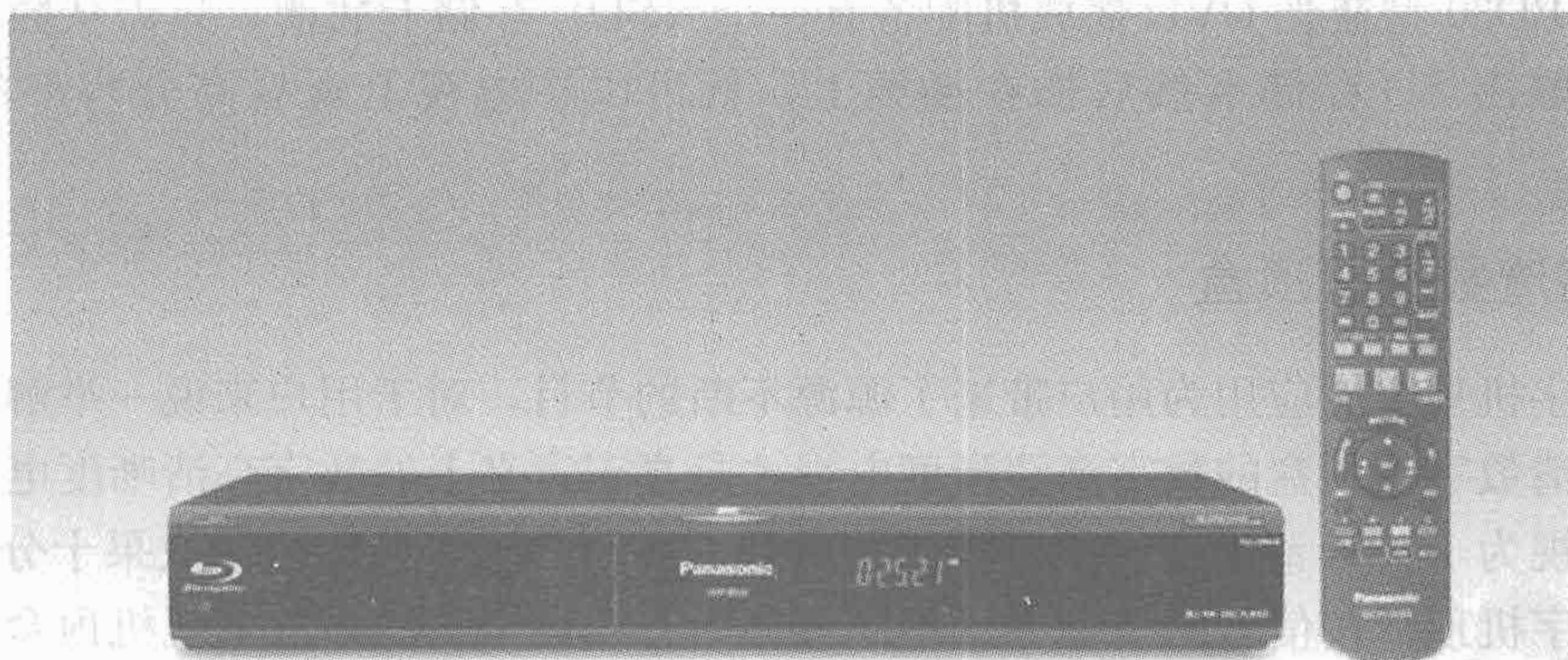


图 5—32 松下 DMP-BD30 型蓝光 DVD 播放机

### 1. 画中画功能

蓝光视频最终标准 1.1 版为用户带来了各种更高级的娱乐体验。它提供了许多新功能, 如画中画 (在子窗口中显示第二个图像), 这种功能能让用户在观看电影时得到更多的娱乐选择。

使用画中画功能时, 一个小的子窗口将显示在主图像上。画中画共有 4 种模式, 每种模式都具有不同的功能。它可以包括评论解说、舞台道具信息、动画片幕后制作花絮和音频混合。

(1) 评论解说。与许多 DVD 电影中的音频解说相比, 蓝光光碟媒体向前迈进了一大步, 如导演解说电影。导演或演员可以出现在子窗口中实时讲解影片内容, 大大增加了影片的感染力和观众对影片的理解。

(2) 舞台道具信息。通过此功能可以获取关于蓝光光碟影片中人物、地点或物品的补充信息。使用遥控器选择屏幕上的突出元素, 一个带有上述信息的子窗口就会打开。例如, 可以看到关于演员穿戴的衣服或首饰, 以及拍摄场景所在的饭店等信息。

(3) 动画片幕后制作花絮。播放配音电影 (如长篇动画片等) 时, 通过本功能在子窗口中可看到配音演员配音念台词的情景及其动作等, 让观众领略到整个电影制作过程。

(4) 音频混合。通过此功能可选择主窗口或子窗口中正在播放的声音, 也可以同时播放两者的声音。

### 2. 精确数字视频输出功能

DMP-BD30 型蓝光 DVD 播放机能每秒处理 150 亿个像素, 并且对每一个像素都进行优化处理, 因此可以输出高分辨率的图像。

### 3. 精确数字音频输出功能

DMP-BD30 型蓝光 DVD 播放机支持 HDMI 1.3 的技术规格, 因此能够以比特流输出蓝光光碟中的高比特率音频信号 (Dolby True HD、DTS-HD), 与兼容的 AV 功放配套使



用时可获得录音室母带般的音质，支持所有媒体音频的原版更新。DMP—BD30 型蓝光 DVD 播放机的音频原版更新功能可补偿刻录蓝光光盘和 DVD 光盘时在压缩过程中丢失的数据，因而能够产生更加饱满、丰富并且极度忠实于原声的音频。

#### 4. SD 存储卡读取功能

DMP—BD30 型蓝光 DVD 播放机配备有一个 (SD) 存储卡插槽。只需从数码相机或高清摄像机上取出 SD 存储卡然后插在插槽上，就可以在电视上观看高分辨率的照片和视频。

### 五、高清数字机顶盒

高清数字机顶盒的应用为用户带来了源源不断的节目，对于用户来说一举解决了片源问题，搭配高清数字机顶盒的数字高清晰度电视才是真正意义上的数字高清晰度电视。目前我国的高清电视为 1 080i 清晰度，能基本满足电视的高清需求，所以显示效果十分出色。

高清数字机顶盒按信号的传输方式不同可分为有线数字高清晰度电视机顶盒和网络高清晰度电视机顶盒。

#### 1. 有线高清晰数字电视机顶盒

目前常用的该类机顶盒为长虹 DVB—C7000B 型高清数字机顶盒。其外形和背面接口如图 5—33 和图 5—34 所示。

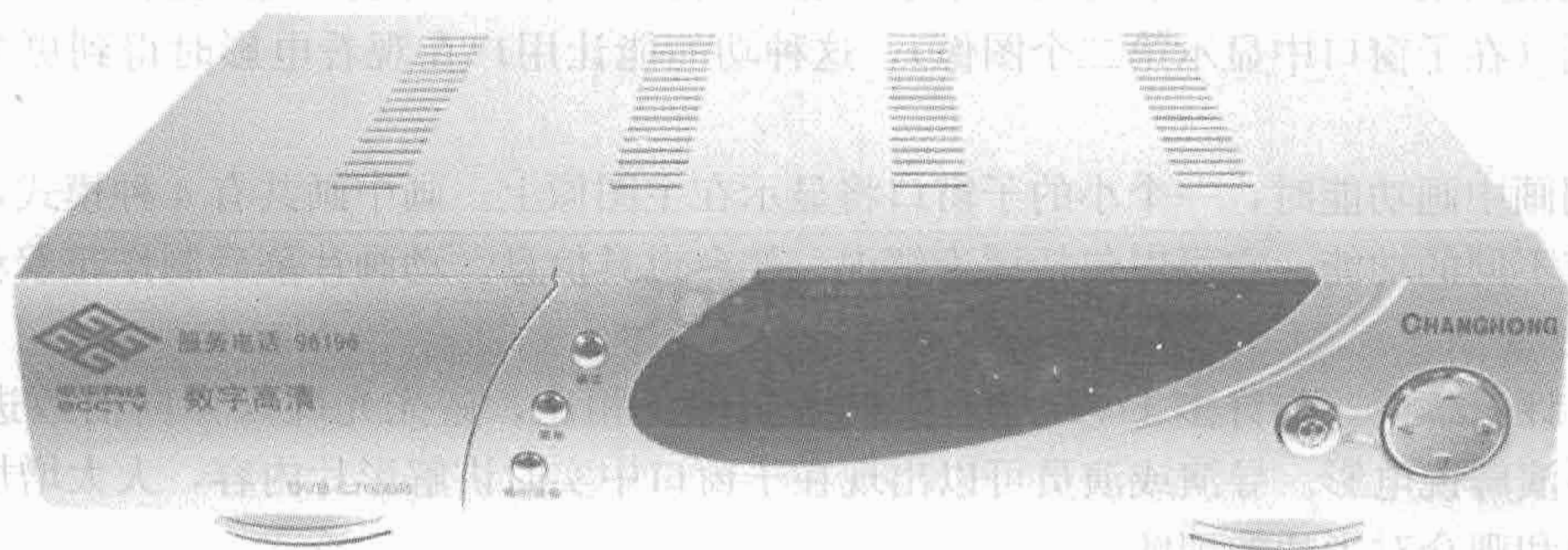


图 5—33 长虹 DVB—C7000B 型高清数字机顶盒外形

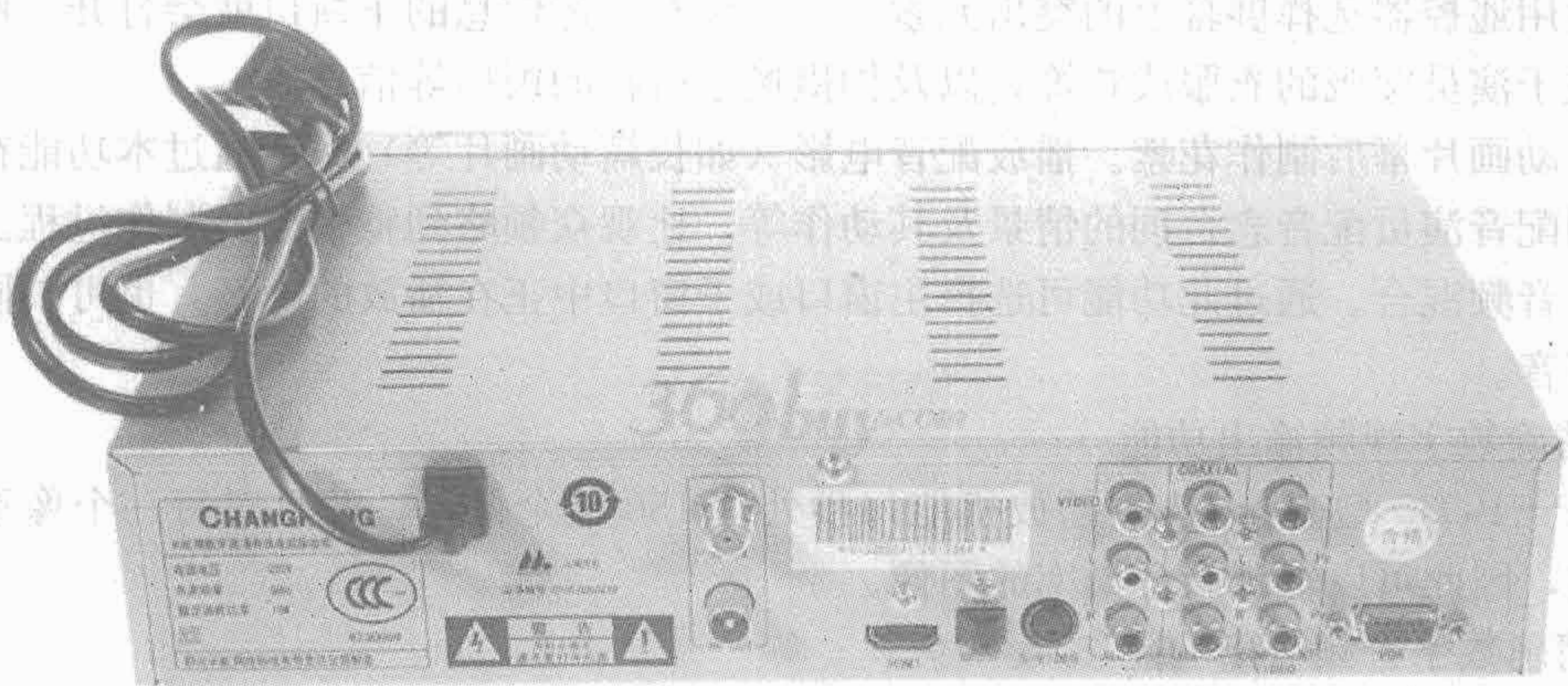


图 5—34 长虹 DVB—C7000B 型高清数字机顶盒背面接口



在长虹 DVB-C7000B 型高清数字机顶盒的背部，提供了全面的接口，包括同轴有线电视电缆输入及环路输出接口，用于节目点播的 RJ-45 网络接口，VGA、HDMI、分量、S-Video、复合等多种视频信号输出接口，光纤数字音频、立体声模拟音频输出接口等。

## 2. 网络高清晰数字电视机顶盒

中兴 ZXV10 B700 型网络高清晰数字电视机顶盒是一款嵌入式视音频解码设备，采用优化的 H.264 视频压缩算法，能提供优异的高清解码能力，使图像传输更加清晰流畅逼真。

此外，ZXV10 B700 型机顶盒具有强大的功能扩展性，除为用户提供带实时点回放的电视、视频点播、网页浏览等基本功能外，同时提供 JVM 支持能力，支持游戏、证券等各种丰富的增值服务应用。图像分辨率支持 720p（普通 IPTV）、1080i（高清晰度 IPTV）。其外形及背面接口如图 5-35 和图 5-36 所示。

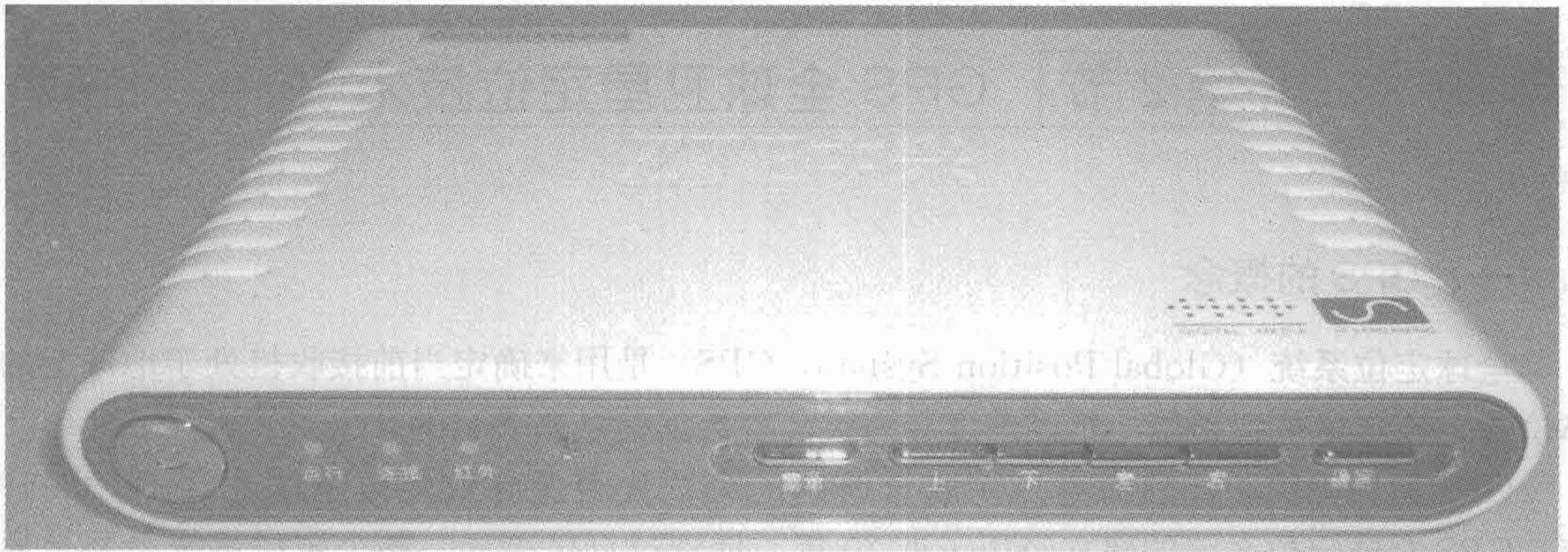


图 5-35 中兴 ZXV10 B700 型高清数字机顶盒外形

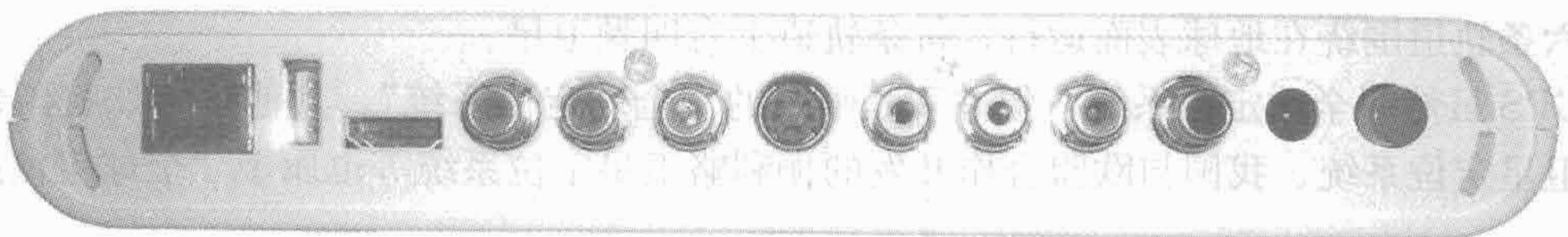


图 5-36 中兴 ZXV10 B700 型高清数字机顶盒背面接口

高清数字机顶盒背面带有 RJ-45 网络接口，HDMI、分量、S-Video、复合等视频信号输出端子，可连接无线网卡的 USB 接口等。

由于中兴 ZXV10 B700 型高清数字机顶盒播放高清信号时所需的网络带宽达 10-Mb/s，一般的 ADSL 电路很难满足要求，因此常与中兴 ZXA10 D400 型光缆接入设备配合使用。ZXA10 D400 型光缆接入设备的外形和背面接口分别如图 5-37 和图 5-38 所示。

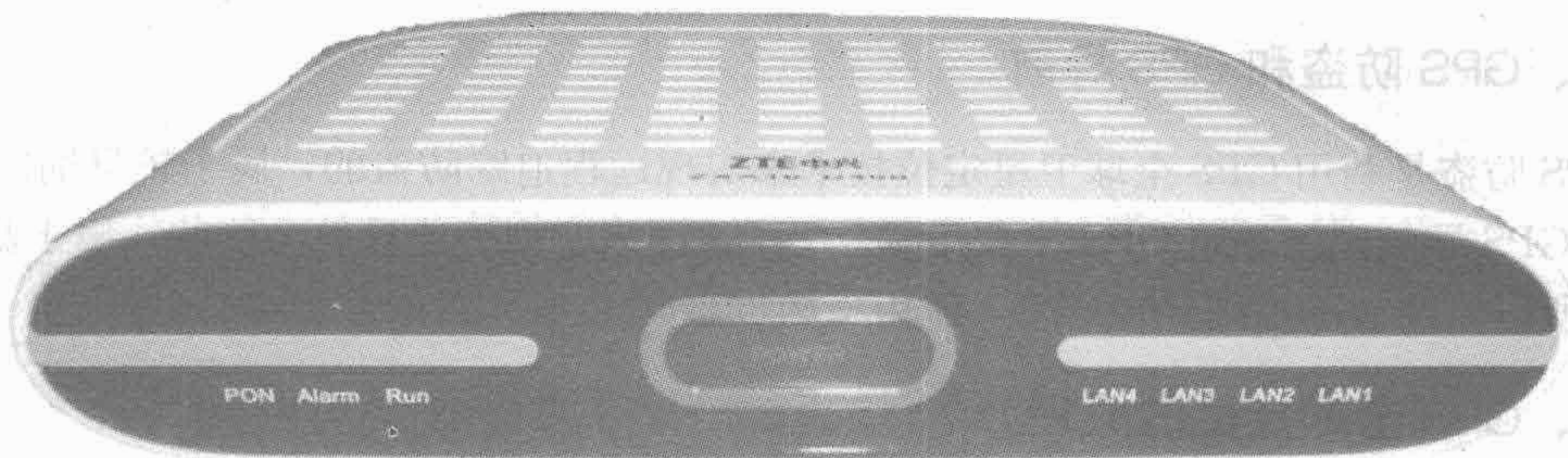


图 5-37 ZXA10 D400 型光缆接入设备的外形



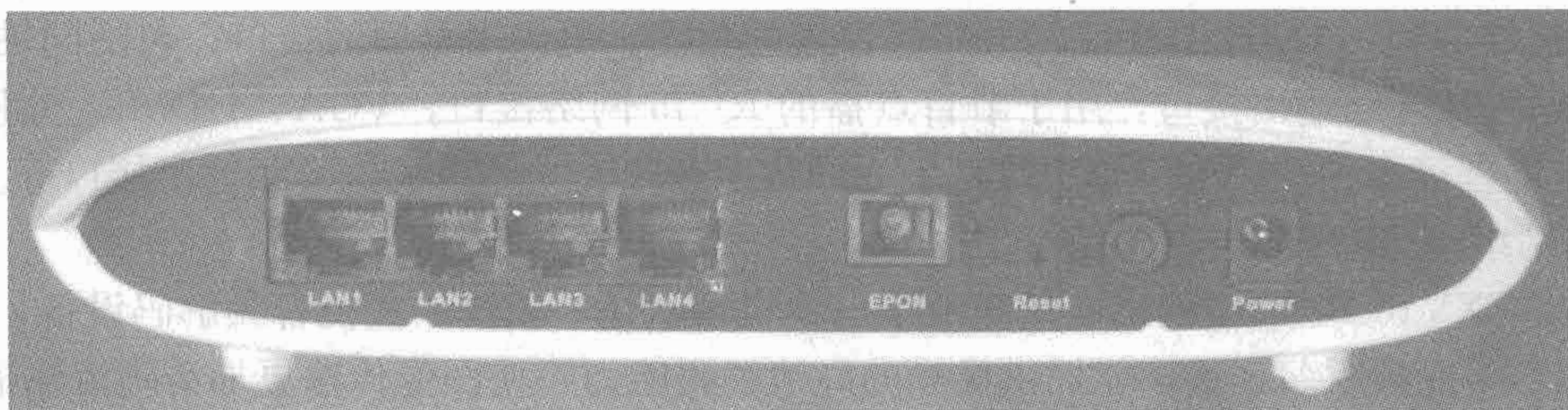


图 5—38 ZX10 D400 型光缆接入设备的背面接口

图 5—38 中 EPON 为光缆接口，连接局端；LAN1~LAN4 为局域网口，中兴 ZXV10 B700 的网络接口与其中的一个网口相连。

## 第 2 节 GPS 全球卫星定位技术

### 一、GPS 的概念

全球定位系统 (Global Position System, GPS) 是用来确定当前接收机处于地球上的具体位置，该具体位置是用一组经纬度和海拔高度数据信息来表示的。

GPS 是美国国防部陆海空三军联合研制的第二代卫星导航定位系统，自 1973~1993 年，GPS 全球定位系统的建立经历了近 20 年，耗资过百亿美元。整个定位系统主要是通过围绕在地球表面的 24 颗人造卫星来实现全天候、全球性和高精度的连续定位的，这 24 颗卫星分六条轨道围绕在地球表面运行，每条轨道上有四颗卫星。

GPS 虽然叫全球定位系统，但并不是唯一的“全球定位系统”，其他系统如我国建立的北斗卫星定位系统、我国与欧盟合作开发的伽利略卫星定位系统等也属于“全球定位系统”。

### 二、车载导航

通过借助 GPS 全球定位功能及车载电子地图，然后在导航系统内输入目的地后，导航系统将会在汽车行驶过程中自动在电子地图上规划出到达目的地的最佳行车路线，并配有专业导航语言及文字导航信息来引导正确行驶至目的地，这就是车载导航的功能。要实现导航功能必须满足两个基本条件：第一是有 GPS 全球定位系统的终端设备，即能接收和处理卫星信号；第二就是要有电子地图。

### 三、GPS 防盗和 GPS 导航

GPS 防盗是利用 GPS 全球卫星定位技术来实现远程追踪防盗的，属于较早期的 GPS 产品；而 GPS 导航则是利用 GPS 技术并配合电子地图来实现智能导航功能的，属于高新 GPS 产品。所以，两者不是同一个概念，作用当然也不同。

### 四、GPS 全球定位的原理

GPS 系统包括三大部分：空间部分——GPS 卫星星座；地面控制部分——地面监控系



统；用户设备部分——GPS 信号接收机。

### 1. GPS 卫星星座

由 21 颗工作卫星和 3 颗在轨备用卫星组成的 GPS 卫星星座，也称做 (21+3) GPS 星座。24 颗卫星均匀分布在 6 个轨道平面内，轨道倾角为  $55^\circ$ ，各个轨道平面之间相距  $60^\circ$ ，即轨道的升交点赤经各相差  $60^\circ$ 。每个轨道平面内各颗卫星之间的升交角距相差  $90^\circ$ ，同一轨道平面上的卫星比西面相邻轨道平面上的相应卫星超前  $30^\circ$ 。

在两万公里高空的 GPS 卫星，当地球对恒星来说自转一周时，它们绕地球运行两周，即绕地球一周的时间为 12 恒星时。这样，对于地面观测者来说，每天将提前 4 min 见到同一颗 GPS 卫星。位于地平线以上的卫星颗数将随着时间和地点的不同而不同，最少可见到 4 颗，最多可见到 11 颗。在用 GPS 导航定位时，必须最少搜索到 4 颗 GPS 卫星，这 4 颗卫星在观测过程中的几何位置分布对定位精度有一定的影响。对于不能测得精确点位坐标的时间段，称做“间隙段”。但这种“间隙段”是很短暂的，并不影响全球绝大多数地方的全天候、高精度、连续实时的导航定位测量。

### 2. 地面监控系统

对于导航定位来说，GPS 卫星是一动态已知点。卫星的位置是依据卫星发射的星历——描述卫星运动及其轨道的参数计算得到的。每颗 GPS 卫星所播发的星历是由地面监控系统提供的，卫星上的各种设备是否正常工作，以及卫星是否一直沿着预定轨道运行，都要由地面设备进行监测和控制。地面监控系统的另一重要作用是保持各颗卫星处于同一时间标准——GPS 时间系统，这就需要地面站监测各颗卫星的时间，求出钟差。然后由地面注入站发给卫星，卫星再用导航电文发给用户设备。GPS 工作卫星的地面监控系统包括 1 个主控站、3 个注入站和 5 个监测站。

### 3. GPS 信号接收机

GPS 卫星发送的导航定位信号，是一种可供无数用户共享的信息资源。对于陆地、海洋和空间的广大用户，只要用户拥有能够接收、跟踪、变换和测量 GPS 信号的接收设备，即 GPS 信号接收机，就可以在任意时间用 GPS 信号进行导航定位测量。根据使用目的的不同，用户需要的 GPS 信号接收机也各有差异。目前世界上已有几十家工厂生产 GPS 接收机，产品也有几百种。

GPS 信号接收机的任务是捕获按一定卫星高度截止角所选择的待测卫星的信号，并跟踪这些卫星的运行，对所接收到的 GPS 信号进行变换、放大和处理，以便测量出 GPS 信号从卫星到接收机天线的传播时间，解译出 GPS 卫星所发送的导航电文，实时地计算出 GPS 信号接收机的三维位置以及其载体的运动状态参数。

在静态定位中，GPS 接收机在捕获和跟踪 GPS 卫星的过程中固定不变，接收机高精度地测量 GPS 信号的传播时间，利用 GPS 卫星在轨的已知位置，解算出接收机天线所在位置的三维坐标。而动态定位则是用 GPS 接收机测定一个运动物体的运行轨迹，GPS 信号接收机所处的运动物体叫做载体（如航行中的船舰，空中的飞机，行走的车辆等），载体上的 GPS 接收机天线在跟踪 GPS 卫星的过程中相对于地球运动，接收机用 GPS 信号实时地测得运动载体的状态参数（瞬间三维位置和三维速度）。

接收机硬件、机内软件以及 GPS 数据的后处理软件包，构成了完整的 GPS 用户设备。GPS 接收机的结构分为天线单元和接收单元两大部分。对于测地型接收机来说，两个单元



一般分成两个独立的部件，观测时将天线单元安置在测站上，接收单元置于测站附近的适当地方，用电缆线将两者连接成一个整机。也有的将天线单元和接收单元制作成一个整体，观测时将其安置在测站点上。

GPS 接收机一般用蓄电池做电源，同时采用机内、机外两种直流电源。设置机内电池的目的在于更换外电池时可以不中断连续观测。在用机外电池的过程中，机内电池自动充电。关机后，机内电池为 RAM 存储器供电，以防止丢失数据。

## 第 3 节 无线通信技术

### 一、3G 移动通信技术

第三代移动通信技术 (3rd Generation, 3G) 是相对于第一代模拟制式手机 (1G) 和第二代 GSM、CDMA 等数字手机 (2G) 而言，第三代手机一般是指将无线通信与国际互联网等多媒体通信结合的新一代移动通信系统。它能够处理图像、音乐、视频流等多种媒体形式，提供包括网页浏览、电话会议、电子商务等多种信息服务。为了提供这些服务，无线网络必须能够支持不同的数据传输速度，也就是说，在室内、室外和行车的环境中能够分别支持至少 2 Mb/s (兆字节/每秒)、384 Kb/s (千字节/每秒) 以及 144 Kb/s 的传输速度。

按照国家工业与信息化部颁发的 3G “牌照”，国内由 3 大运营网提供 3G 移动通信服务，它们分别是由原网通公司与联通公司合并后的新联通公司运营的 W-CDMA 移动通信网；中国电信运营的 CDMA2000 移动通信网；中国移动兼并铁通公司后运营的 TD-SCDMA 移动通信网。

#### 1. W-CDMA

W-CDMA 即 Wideband CDMA，也称为 CDMA Direct Spread，意为宽频码分多重存取，其支持者主要是以 GSM 系统为主的欧洲厂商，包括欧美的爱立信、阿尔卡特、诺基亚、朗讯、富士通、夏普等厂商。这套系统能够架设在现有的 GSM 网络上，对于系统提供商而言可以较轻易地过渡，而 GSM 系统相当普及的亚洲对这套新技术的接受度预料也会相当高，因此 W-CDMA 具有先天的市场优势。

#### 2. CDMA2000

CDMA2000 也称为 IMT-CDMA、Multi-Carrier 或 IS-136，它最初是由美国高通北美公司作为主导提出的，后来，摩托罗拉、Lucent 和韩国三星也都参与了进来，现在韩国三星成为该标准的主导者。这套系统是从窄频 CDMA One 数字标准衍生出来的，可以从原有的 CDMA One 结构直接升级到 3G，建设成本低廉。但目前使用 CDMA 的地区只有日、韩和北美，所以 CDMA2000 的支持者不如 W-CDMA 多。不过 CDMA2000 的研发技术却是目前各标准中进度最快的，许多使用该通信网的 3G 手机已经率先面世。

#### 3. TD-SCDMA

TD-SCDMA 标准是由我国自主制定的 3G 标准，1999 年 6 月 29 日，由原邮电部电信科学技术研究院 (大唐电信) 提出。该标准将智能无线、同步 CDMA 和软件无线电等当今国际领先技术融于其中，在频谱利用率、业务支持灵活性、频率灵活性及成本等方面有独特



的优势。另外，由于国内的庞大市场，该标准受到了各大主要电信设备厂商的重视，全球一半以上的设备厂商都宣布自己的产品可以支持 TD-SCDMA 标准。

W-CDMA、CDMA2000 和 TD-SCDMA 是不同的 3G 网络，相互之间不能兼容，就好像 2G 的 GSM 和 2.5G 的 CDMA 不兼容一样。

## 二、无线网络技术

### 1. 无线应用通信协议 (WAP)

无线应用通信协议 (Wireless Application Protocol, WAP) 是移动通信与互联网结合的第一阶段的产物。这项技术可以让使用者通过手机之类的无线装置上网，透过小型屏幕遨游在各个网站之间。而这些网站也必须以无线标记语言 (WML) 编写，相当于国际互联网上的超文件标记语言 (HTML)。

WAP 其实就是一个小互联网，互联网能实现的功能在 WAP 上一样能够实现，如浏览新闻，在线聊天，在线游戏，实时股票行情与交易，下载铃声、图片、游戏、软件等。

WAP 是一种 GPRS 应用模式，它与 GPRS 的接入方式是无关的。WAP 应用的实现方式是“终端+WAP 网关+WAP 服务器”的模式，不同于一般 Internet 的“终端+服务器”的工作模式。其主要目的是通过 WAP 网关完成 WAP-Web 的协议转换，以达到节省网络流量和兼容现有 Web 应用的目的。

WAP 网关从技术的角度讲，只是一个提供代理服务的主机，中国移动 GPRS 网络目前只有唯一的一个 WAP 网关：10.0.0.172，由中国移动提供，用于 WAP 浏览 (HTTP) 服务。需要注意的是，WAP 网关和一般意义上的局域网网关是有差别的，标准的 WAP 网关仅仅实现了 HTTP 代理的功能，并不具备完整的局域网网关的功能，这就决定了它在应用上所受到的限制。

### 2. 接入点 CMWAP 与 CMNET 的区别

在国际上，通常只有一种 GPRS 接入方式，但在我国的 GPRS 却有 CMNET 和 CMWAP 两种接入点，其实 CMWAP 和 CMNET 只是中国移动人为划分的两个 GPRS 接入方式。前者是为手机 WAP 上网而设立的；后者则主要是为计算机、笔记本电脑、PDA 等利用 GPRS 上网服务的。它们在实现方式上并没有任何差别，但因为定位不同，所以和 CMNET 相比，CMWAP 便有了部分限制。CMWAP 接入方式是中国移动特有的，中国移动对 CMWAP 做了一定的限制，主要表现在 CMWAP 接入时只能访问 GPRS 网络内的 IP (10.\*.\*.\*)，而无法通过路由访问 Internet。而 CMNET 接入的却可以直接浏览和计算机上网一样的 WWW 网站，还有在线电视等。

### 3. 手机频段

关于手机频段，首先应明确频段实质上是硬性划分的，这主要是由于频率资源有限所致，目前我国主要由工业和信息化部负责相关事宜。

我国手机常用的频段主要有 CDMA 手机占用的 CDMA1X、800 MHz 频段；GSM 手机占用的 900/1 800/1 900 MHz 频段；GSM1X 双模占用的 900/1 800 MHz 频段；3G 占用的 900/1 800/1 900/2 100 MHz 频段。

### 4. WLAN

无线局域网 (Wireless Local Area Network, WLAN) 是指应用无线通信技术将计算机



设备互联起来，构成可以互相通信和实现资源共享的网络体系。无线局域网本质的特点是不再使用通信电缆将计算机与网络连接起来，而是通过无线的方式连接，从而使网络的构建和终端的移动更加灵活。

WLAN 通信系统作为有线 LAN 以外的另一种选择一般用在同一座建筑内。WLAN 使用 ISM (Industrial、Scientific、Medical) 无线电广播频段通信。WLAN 的 802.11a 标准使用 5 GHz 频段，支持的最大速度为 54 Mb/s，而 802.11b 和 802.11g 标准使用 2.4 GHz 频段，分别支持最大 11 Mb/s 和 54 Mb/s 的速度。

### 5. Wi-Fi

Wi-Fi 的全称是 Wireless Fidelity，又叫 802.11x 标准。它的最大优点就是传输速度较高，另外它的有效距离也很长，同时与已有的各种 802.11 设备兼容。无线保真传输 (Wireless Fidelity, Wi-Fi) 在掌上设备上的应用越来越广泛，而智能手机就是其中一分子。与早前应用于手机上的蓝牙技术不同，Wi-Fi 具有更大的覆盖范围和更高的传输速率，因此 Wi-Fi 手机成为了目前移动通信业界的时尚潮流。由于 Wi-Fi 的频段在世界范围内是无需任何电信运营执照的免费频段，因此 WLAN 无线设备提供了一个世界范围内可以使用的，费用极其低廉且数据带宽极高的无线空中接口。用户可以在 Wi-Fi 覆盖区域内快速浏览网页，随时随地接听拨打电话。而其他一些基于 WLAN 的宽带数据应用，如流媒体、网络游戏等功能等都很实用。有了 Wi-Fi 功能打长途电话 (包括国际长途)、浏览网页、收发电子邮件、音乐下载、数码照片传递都会非常方便。

## 三、其他术语

### 1. GSM

全球移动通信系统 GSM (Global System for Mobile Communications) 是全球最成熟的数字移动电话网络标准之一，目前世界上大概有 75% 的手机使用的标准是 GSM。截止到 2001 年，全世界 162 个国家已经建设了 400 个 GSM 通信网络。

### 2. 2.5G

目前已经普遍应用的 2.5G 移动通信技术是从 2G 迈向 3G 的衔接性技术，由于 3G 是个相当浩大的工程，所牵扯的层面较多且复杂，要从目前的 2G 迈向 3G 不可能一下就衔接得上，因此出现了介于 2G 和 3G 之间的 2.5G。HSCSD、WAP、EDGE、GPRS、蓝牙 (Bluetooth)、EPOC 等技术都是 2.5G 技术。

### 3. HSCSD

高速电路交换数据服务 HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) 是 GSM 网络的升级版，它能够透过多重时分同时进行传输，而不是只有单一时分而已，因此能够将传输速度大幅提升到平常的 2 至 3 倍。目前新加坡 M1 与新加坡电讯的移动电话都采用 HSCSD 系统，其传输速度能够达到 57.6 kb/s。

### 4. GPRS

整合封包无线服务 GPRS (General Packet Radio Service) 是利用“分封交换” (Packet-Switched) 的概念发展出来的一套无线传输方式，是在现有的 GSM 系统上发展出来的一种新的分组数据承载业务，可以将 GPRS 理解为 GSM 的一个更高层次。所谓的分封交换，就是将数据分装成许多独立的封包，再将这些封包一个一个地传送出去，形式上有点



像寄包裹。采用分封交换的好处是只有在有资料需要传送时才会占用频宽，而且可以以传输的资料量计价，这对用户来说是比较合理的计费方式。

GPRS 属于移动的 2.5G 网络，能为用户通过手机访问互联网提供更高的速率、更短的连接时间、更优惠的资费。GPRS 的开通为 WAP 业务的发展提供了更加广阔的空间，GPRS 网络就像是高速公路，而 WAP 就好比是行驶在路上的汽车，在高速公路上汽车可以跑得更快，在 GPRS 网络上，WAP 也将运行得更成功。

GPRS 的等级 (GPRS Class) 是根据信道数量多少、手机使用的 GPRS 功能来划分的，可分为 Class 8/10/12 共 3 个等级。GPRS Class 8 只支持 1 个上行信道，它只能同时使用 4 个 (或以下) 下行信道和 1 个上行信道；GPRS Class 10 最高支持 2 个上行信道，还可以同时使用 4 个下行信道和 1 个上行信道，又或者可以同时使用 3 个上行信道和 2 个下行信道；而 GPRS Class 12 可以支持 4 个上行信道，不但可以同时使用 4 个下行信道和 1 个上行信道，而且也可以同时使用 1 个下行信道和 4 个上行信道。

#### 5. EDGE

改进数据率 GSM 服务 EDGE (Enhanced Data rate for GSM Evolution) 主要在于能够使用宽带服务，能够让使用 800 MHz、900 MHz、1 800 MHz、1 900 MHz 频段的网络提供第三代移动通信网络的部分功能，并且能大大改进目前在 GSM 和 TDMA/136 上提供的标准化服务。该技术可以提供 384 Kb/s 的广域数据通信服务和大约 2 Mb/s 的局域数据通信服务，这样可以充分满足未来无线多媒体应用的带宽需求。

### 四、智能手机操作系统

判定一款手机是否为智能手机，并不是看其是否支持 MP3、是否支持 HTML 页面浏览、是否支持外插存储卡等功能，而是看其是否是一款具有操作系统的手机。也就是说，要看操作系统的程序扩展性，看其是否可以支持第三方软件的安装与应用。

目前，在智能手机市场上，我国仍以个人信息管理型手机为主，随着更多厂商的加入，整体市场的竞争已经开始呈现出分散化的态势。从市场容量、竞争状态和应用状况来看，整个市场仍处于启动阶段。

目前应用在手机上的操作系统主要有 Symbian、Windows Mobile、Palm OS 和 Linux 4 种。

#### 1. Symbian 操作系统

Symbian 公司是由摩托罗拉、西门子、诺基亚等几家大型移动通信设备商共同出资组建的一个合资公司，专门研发手机操作系统。而 Symbian 操作系统的前身是奶酪式电子块 EPOC (Electronic Piece Of Cheese)，EPOC 的原意为“使用电子产品时可以像吃奶酪一样简单”，这就是它在设计时所坚持的理念。

#### 2. Windows Mobile 操作系统

Windows Mobile 是微软为智能移动终端设备设计的操作系统，Windows Mobile 将用户熟悉的 Windows 桌面模式扩展到了移动设备上。基于 Windows Mobile 操作系统的智能终端设备分为两个大类 Pocket PC 和 Smartphone。其中 Smartphone 更倾向于手机功能，同时具备一定的数据管理和处理能力；而 Pocket PC 有非常强大的数据管理和处理能力，同时，具备基本的电话功能。



### 3. Palm OS 手机操作系统

Palm OS 是 3COM 公司开发的一种 32 位的嵌入式操作系统, PALM 智能手机所用的 Palm OS 操作系统与 PALM 掌上电脑所用的操作系统非常相似。因此, 基于该操作系统的手机拥有的第三方软件较多, 以前用惯了 PALM 掌上电脑的用户能非常快速地掌握这类的智能手机。

### 4. Linux 手机操作系统

与 Windows Mobile 系列操作系统一样, Linux 手机操作系统是由计算机 Linux 操作系统“变化”而来的。简单地说, Linux 是一套免费使用和自由传播的操作系统。它支持 32 位和 64 位处理器, 在计算机领域中, 主要用于配备 Intel x86 系列 CPU 的计算机; 在手机领域中, 较具代表性的产品有摩托罗拉 A768。

## 第 4 节 无线传输技术在视听领域的应用

未来的数字家庭影院系统将是一个相当智能化的统一整体, 影院中每个环节都能够很好地连接和配合, 用户可以通过一个遥控器控制整套影院系统的工作状态, 同时享受到优质、高效的视听感觉。一套完整的家庭影院系统包括信号源、放大器、视频显示终端(如电视机、投影机等)和音频输出终端(如音箱)几部分, 它们之间要建立良好的对应连接和信号传输, 必须依靠传输介质。传统的传输介质就是经常提及的各种各样的线材, 而这里要着重介绍的是另一种新型传输手段——无线传输技术。

传统的家庭影院在装设的时候视听布线较为复杂, 既要考虑当前的器材连接需要, 也要为将来可能进行的升级或者室内布局变动预留调整空间, 而组建一个无线的家庭影院将会很轻松地解决这些问题。

### 一、无线影院的信号传输方式

在无线家庭影院中, 目前主要有 3 种信号传输方式: 红外线传输、蓝牙传输和 Wi-Fi 传输。

#### 1. 红外线传输

红外线传输是一种短距离无线传输技术, 其发展历史可以追溯到 1974 年, 它是利用人眼看不到的红外线波段的电磁波来传送数据的, 通信距离在 0~4 m 之间, 传输速率最快可达 16 Mb/s, 通信介质为波长为 900 nm 左右的近红外线。

不过红外线传输受空间限制条件较大, 例如信号对应接收角度比较小, 一般在 30°左右, 同时收发双方之间不允许有障碍物阻隔, 而且在不同类型或者品牌设备之间会存在串扰现象, 其中一个遥控器发出的指令除了被对应设备接收以外, 还可能同时被第三方设备错误读取和解析, 发生误操作的情况。

其实, 红外线传输技术很早就已经广泛应用在家庭影院设备中, 最常见的就是各种家电产品的遥控器, 该技术目前已经发展得相当成熟。

#### 2. 蓝牙 (Bluetooth) 传输

蓝牙传输也是一种短距离无线传输技术, 它是在 1998 年由爱立信、诺基亚、东芝、



IBM 和英特尔 5 家大公司在联合开展无线通信技术标准化活动的时候提出的, 1999 年被微软、摩托罗拉、三康、朗讯公司大力推广开来, 其数据传输通过 RF 2.4 GHz 载波进行, 有效传输速度为 721 kb/s, 最高数据传输速度为 1 Mb/s。

蓝牙传输没有角度和方向的限制, 在半径约 15m 的范围内信号都能有效覆盖和传输, 不会被墙壁或其他障碍物阻隔。但是, 目前蓝牙技术发展仍然有一定局限性, 如容易受干扰、产品成本较高等。

目前蓝牙传输在手机等通信类的电子产品中应用较广泛, 但是在家庭影院的使用中尚处于尝试摸索阶段, 能够完整配套使用的产品更是寥寥无几, 而且价格不菲。

### 3. Wi-Fi 传输

无线保真传输 Wi-Fi (Wireless Fidelity) 是一种无线传输规范, 物理层定义在 2.4 GHz 的 ISM 频段上。目前 Wi-Fi 技术定义了多个标准版本, 其中应用比较广泛的 IEEE 802.11b 最高传输速率为 11 Mb/s, IEEE 802.11g 为 54 Mb/s, 更高级版本的 IEEE 802.11g+ 传输速率可达到 108 Mb/s。

除了传输速率更快以外, Wi-Fi 传输较前两种技术的优势还在于其覆盖范围更广, 100 m 以内可以实现优秀的传输质量, 通过最新的 Wi-Fi 交换机能够把通信距离扩大到数公里。此外, 由于 Wi-Fi 传输在信号的安全性、保密性、准确性方面定义了更加严格具体的标准, 因此可以确保用户指令能够被系统更高效准确地读取和反应。

目前, Wi-Fi 传输是无线家庭影院的一个热点发展方向, 从播放机、功放, 到电视机、投影机、音箱等设备都已经出现对应产品。

## 二、无线影院的技术与产品

在组建无线影院的过程中, 同样可以把系统划分为信号源、放大器、视频显示设备和音频输出设备几大部分, 而取代传统影院的线材部分的, 就是无线信号收发模块。这个无线信号收发模块可以作为独立的设备而存在, 也可以集成分布到各个子设备的机体内部, 并成为功能模块之一。

### 1. 最新的 DLNA 无线传输技术在家庭影院中的应用

从适用角度来说, 独立的无线信号收发设备可以很好地对应到原本不具备无线传输功能的影院设备身上, 用户消费投资相对较少, 不需要购置全新的整套影院系统, 只要在原有影院产品中分别对应连接无线信号发射器和接收器, 就可以实现影院的无线功能升级过程。

而把无线收发功能集成添加到影院系统各个子设备中的方式, 对产品的配套要求较高, 多数情况下消费者需要从信号源、功放到视音频输出设备都整套购进, 以确保各个产品之间能够实现优质高效的对应, 一次性投资较大。

### 2. 无线影院的具体产品应用

尽管无线影院的产品在技术上尚未完全成熟, 也没有被家庭用户广泛了解和接受, 但是同样可以看到个别相当出色的产品正在渐渐走进人们的生活。

在信号源方面, 无线网络播放机已成为了新兴产品, 如 Linksys 公司推出的 KiSS 1600 型播放机 (见图 5—39), 可以播放 CD 和 DVD, 支持无线传输视频、音频和图片等多媒体格式文件到平板电视机、投影机和音箱等设备, 最高支持 720P 高清信号格式。



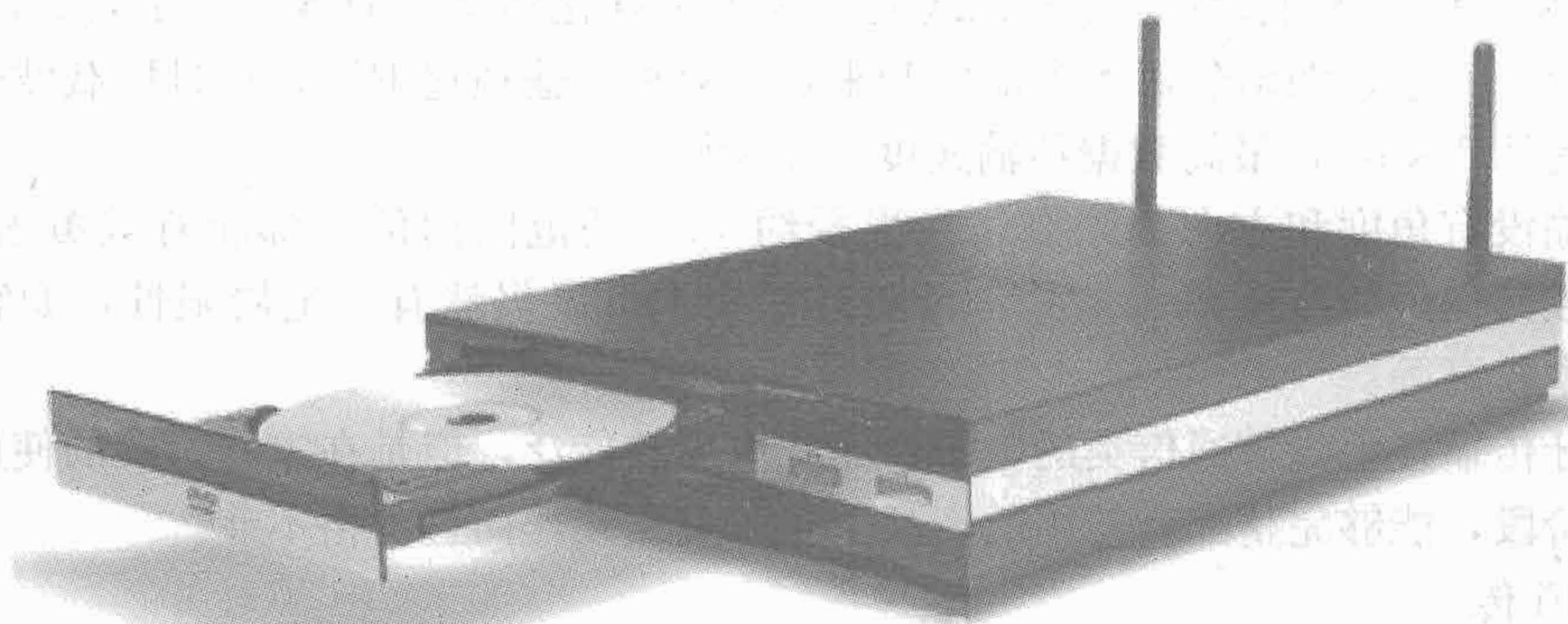


图 5—39 Linksys 公司的 KiSS 1600 型播放机外形

在功放方面，高端的功放产品都支持 Wi-Fi 无线传输，如天龙次世代 AVR-4308 型功放（见图 5—40），除了具备无线传输功能以外，还提供双路 HDMI 1.3 接口，兼容 DTS-HD 和 Dolby TrueHD 格式解码，支持 DeepColor 和 x.v.Color。此类产品还包括雅马哈、安桥、先锋、马兰士等品牌。



图 5—40 天龙次世代 AVR-4308 型功放的外形

在显示设备方面，三洋公司推出了一款无线高清投影机，其最高数据传输速率达到了 1.5 Gb/s，支持 720p 和 1 080p 高清信号格式，响应时间在 1 ms 以内。此外，来自韩国的两大电子公司三星和 LG 也都推出了支持无线 Wi-Fi 接收的大屏幕等离子体电视产品，夏普也推出了内置 Wi-Fi 接收功能支持 Linux 系统的 32 英寸液晶电视。而苹果公司推出的 Apple TV 可以实现内置硬盘或者计算机上的多媒体文件无线高速传输和在线播放。

在音频输出设备方面，蓝牙音箱在小型 PC 影院系统中应用较广，支持 Wi-Fi 传输的音箱目前较少，多数是配合整套影院系统出现，如索尼、飞利浦、LG、天龙等品牌都推出了相应的无线音响系统产品，其中飞利浦的无线环绕系统是集合了时尚造型和优质效果于一





图 5—41 飞利浦 HTS9800W 6.1 型家庭影院外形

体的典范，如图 5—41 所示。

在独立的无线影音收发产品方面，国内市场大众经济型产品有飞图 5000/3000 系列和佳的美 VC108 型等，国外高端产品有索尼 Location Free 系统等。





## 第六章

# 音视频系统的连接与调整

## 第1节 常见连接端子与连接线

### 一、常规音视频端子与连接线

#### 1. 莲花插座 (RCA)

RCA (Radio Corporation of American) 是莲花插座的英文简称, RCA 接头是目前最常用的一种音/视频接线端子, 如图 6—1 所示。RCA 接口又称 AV 接口 (复合视频接口), 通常都是成对使用的, 把视频和音频信号“分开发送”, 避免了因为音/视频混合干扰而导致的图像质量下降。但由于 AV 接口传输的仍是一种亮度/色度 (Y/C) 混合的视频信号, 所以仍需显示设备对其进行亮/色分离和色度解码才能成像, 这种先混合再分离的过程必然会造成色彩信号的损失, 所以目前它主要被用在入门级音视频设备和应用上。



图 6—1 RCA 接头

常见的莲花插座如图 6—2 所示, 黄色为视频接口, 白色为音频左声道接口, 红色为音

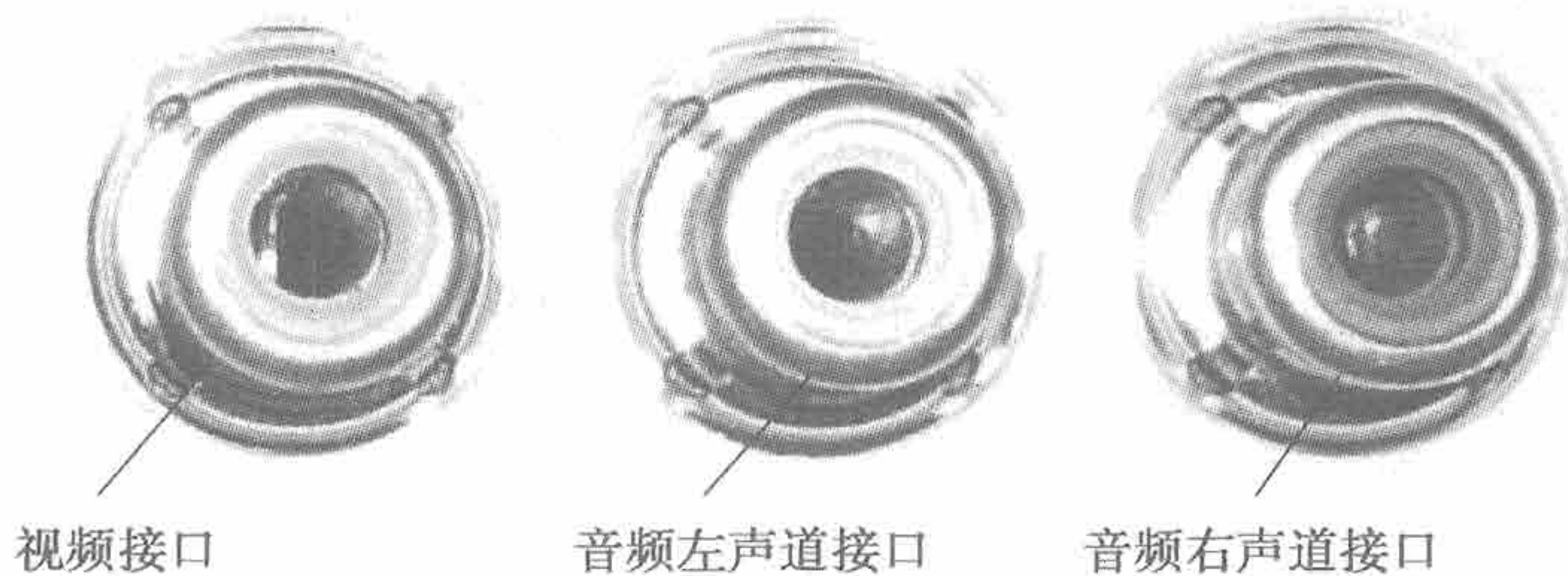


图 6—2 莲花插座



频右声道接口，使用时只需将带莲花头的标准 AV 线缆与输入、输出设备（如放像机、影碟机、电视机等）上的相应接口连接起来即可。

### 2. 音频转 RCA 线

音频转 RCA 线常用于 RCA 接口与 3.5 mm 二芯插口立体声音频的连接，如图 6—3 所示。计算机声卡与功放机的连接就是利用的音频转 RCA 线。

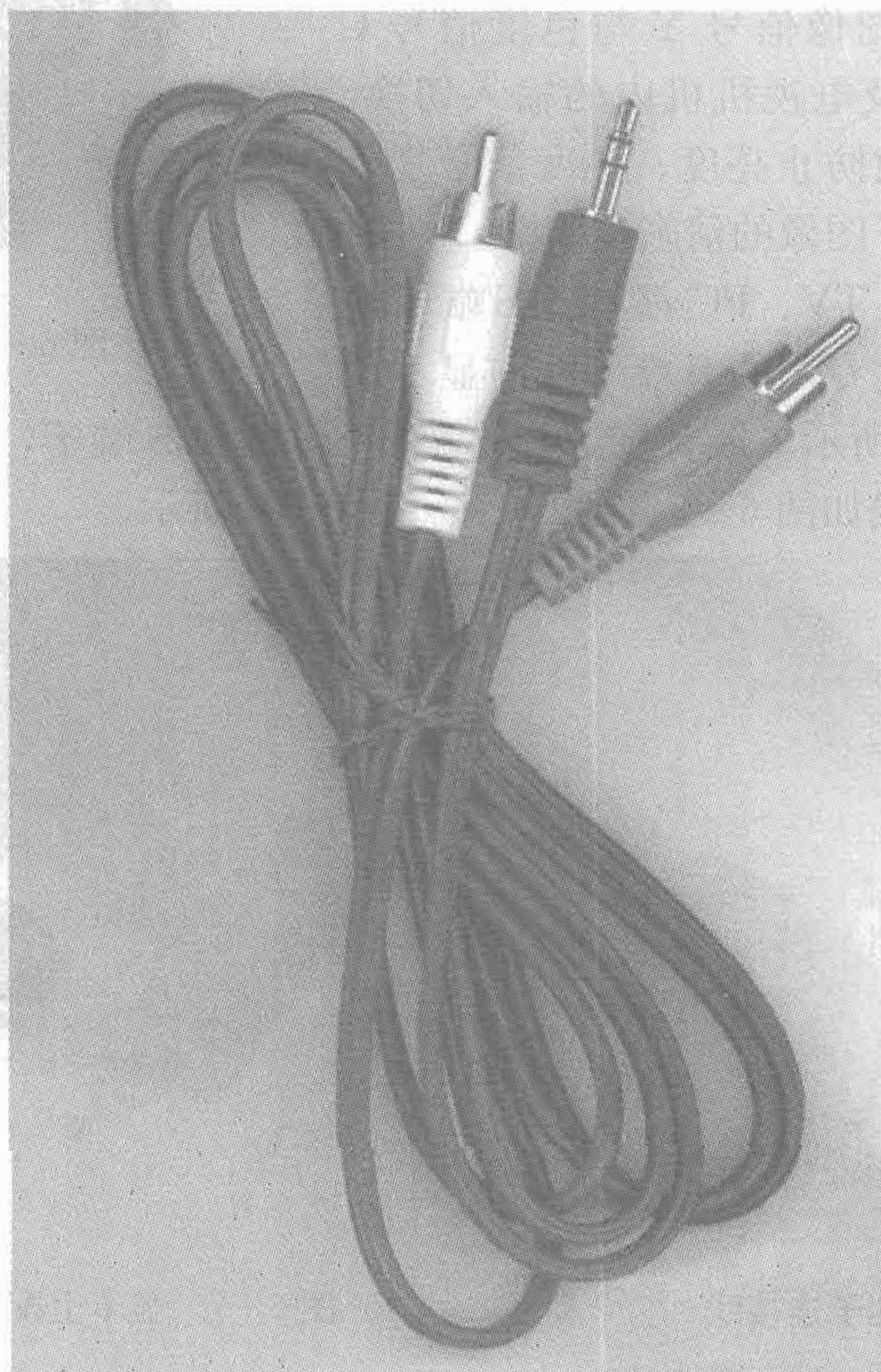


图 6—3 音频转 RCA 线

### 3. RCA 转接延长头

RCA 转接延长头用于两根 RCA 连接线的对接延长，如图 6—4 所示。

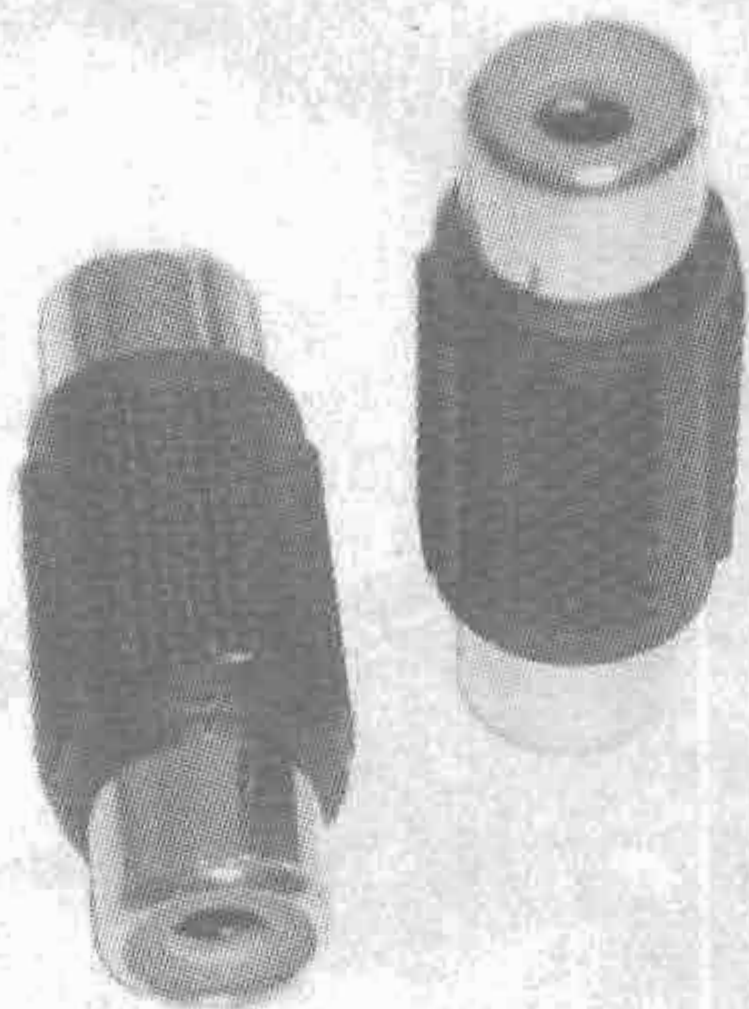


图 6—4 RCA 转接延长头



#### 4. S-Video 视频端子

S 端子 (S-Video) 是应用最普遍的视频接口之一, 是一种视频信号专用输出接口, 如图 6—5 所示。常见的 S 端子是一个 5 芯接口, 其中两路传输视频亮度信号, 两路传输色度信号, 一路为公共屏蔽地线, 由于省去了图像信号 Y 与色度信号 C 的综合、编码、合成以及电视机机内的输入切换、矩阵解码等步骤, 可有效防止亮度、色度信号复合输出的相互串扰, 提高了图像的清晰度。

一般 DVD 或 VCD、TV、PC 都具备 S 端子输出功能, 这些设备可通过专用的 S 端子线向显示设备输出信号, 如图 6—6 所示。还有显卡上配置的 9 针增强 S 端子, 可转接色差, 如图 6—7 所示。其他 S 端子连接线如图 6—8、图 6—9、图 6—10 所示。

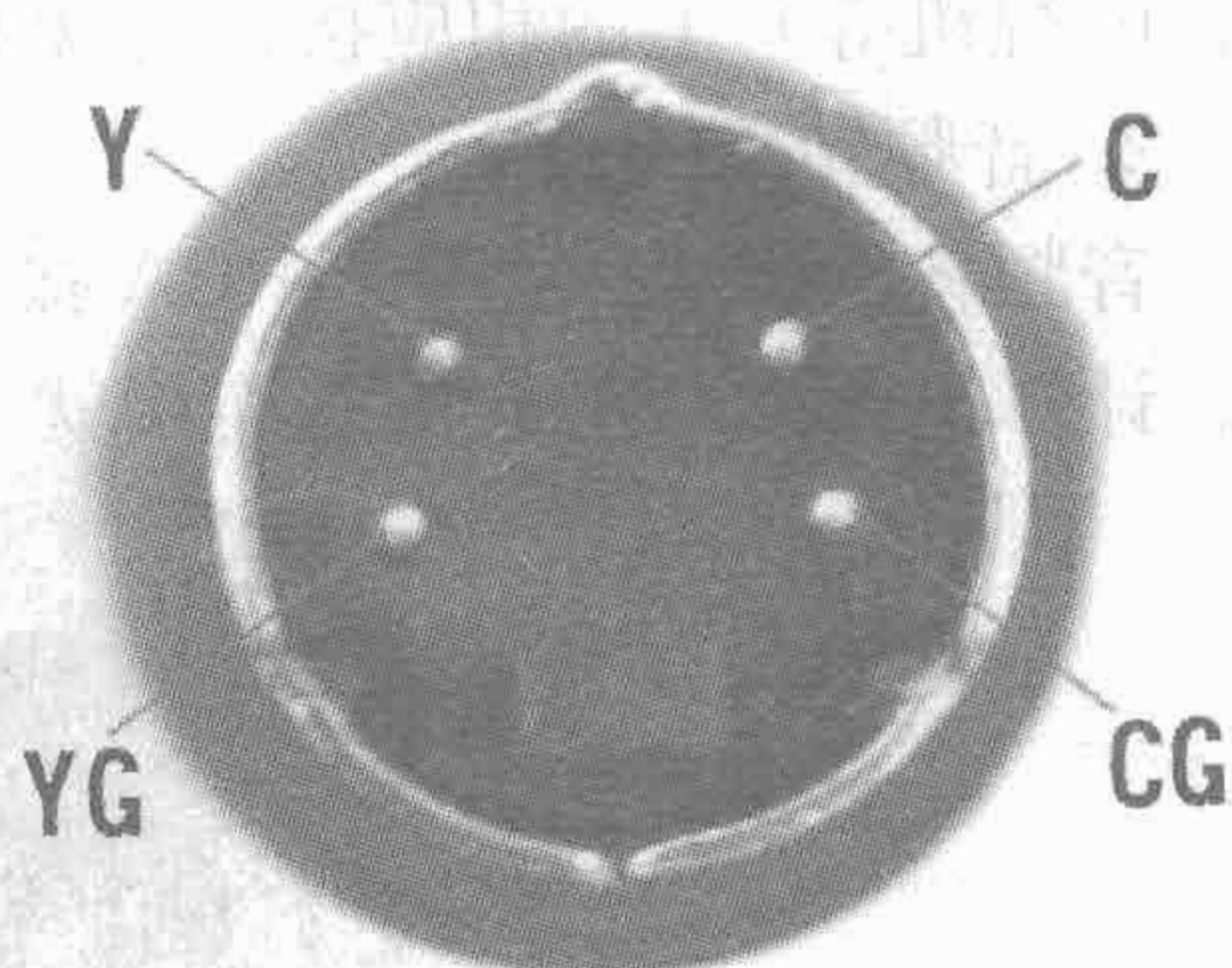


图 6—5 标准 S 端子

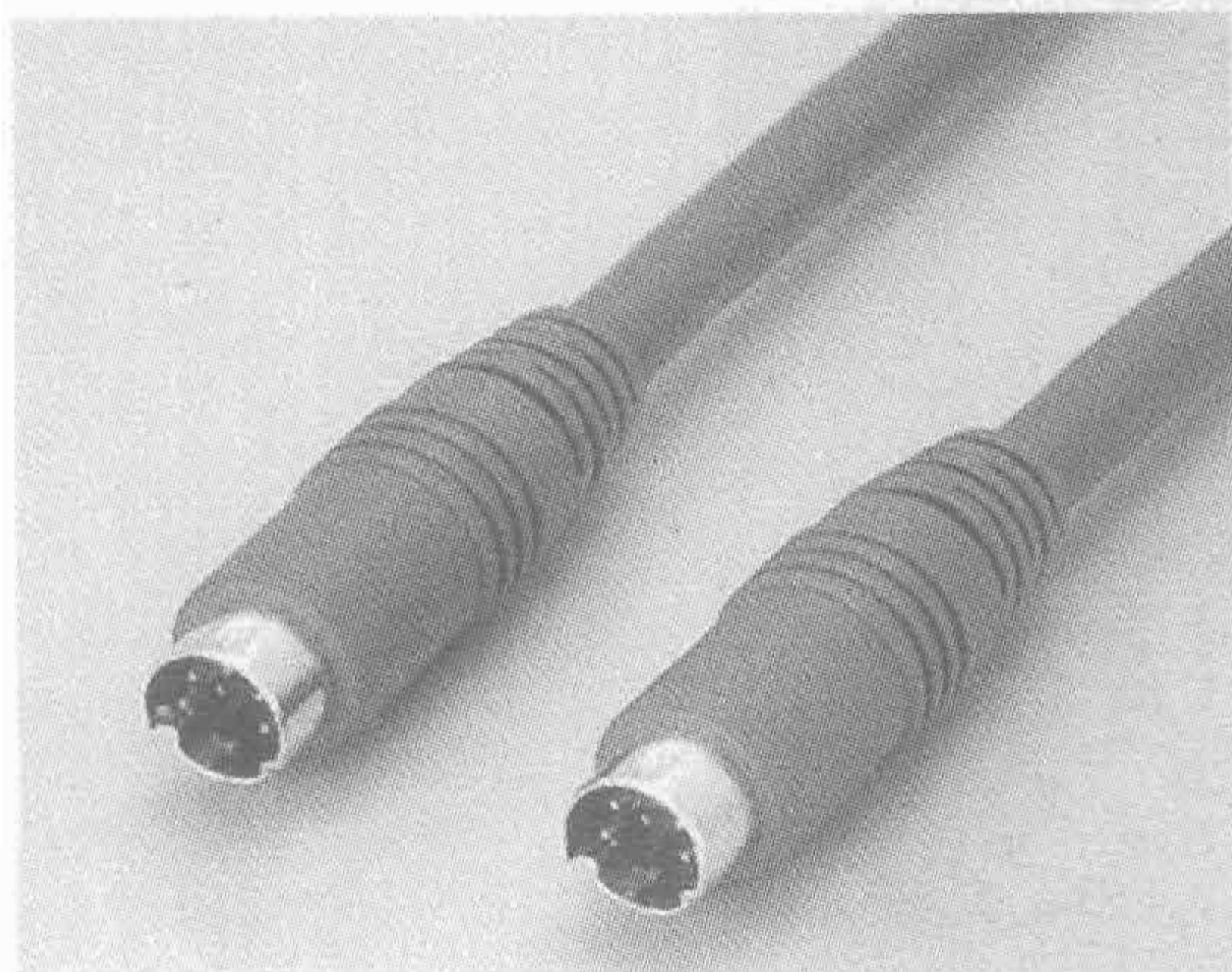


图 6—6 标准 S 端子连接线

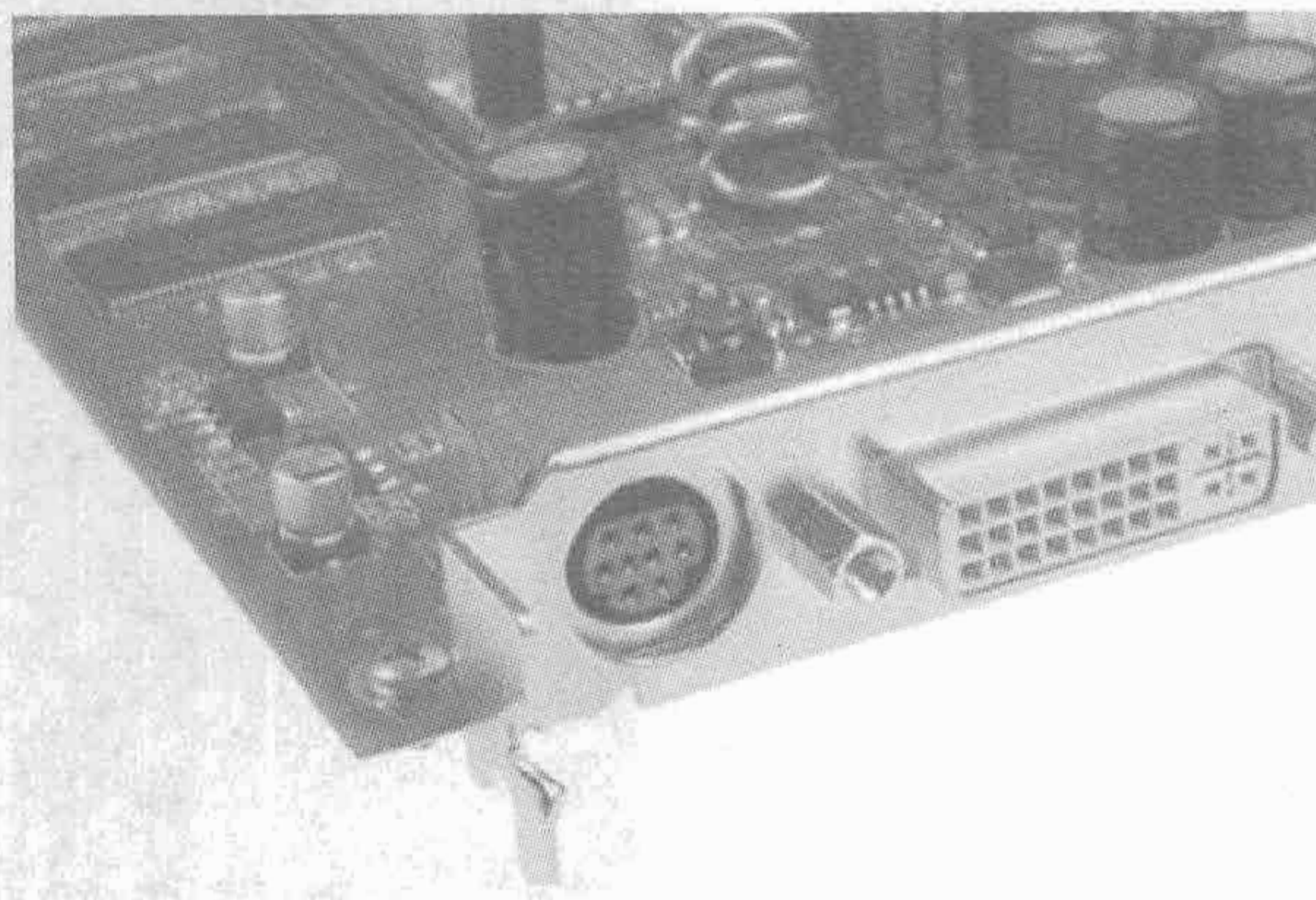


图 6—7 显卡上配置的 9 针增强 S 端子

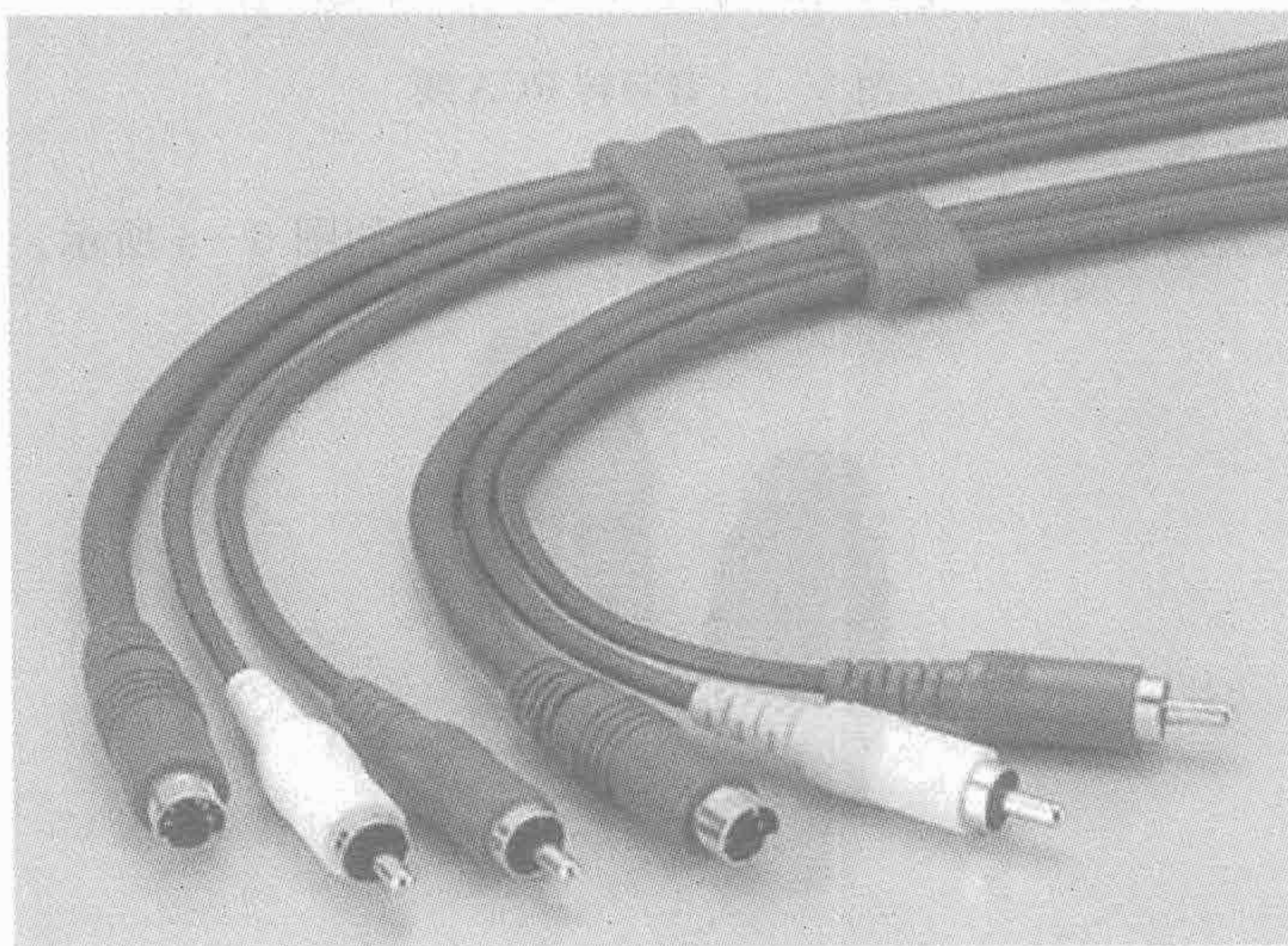


图 6—8 S 端子转接线



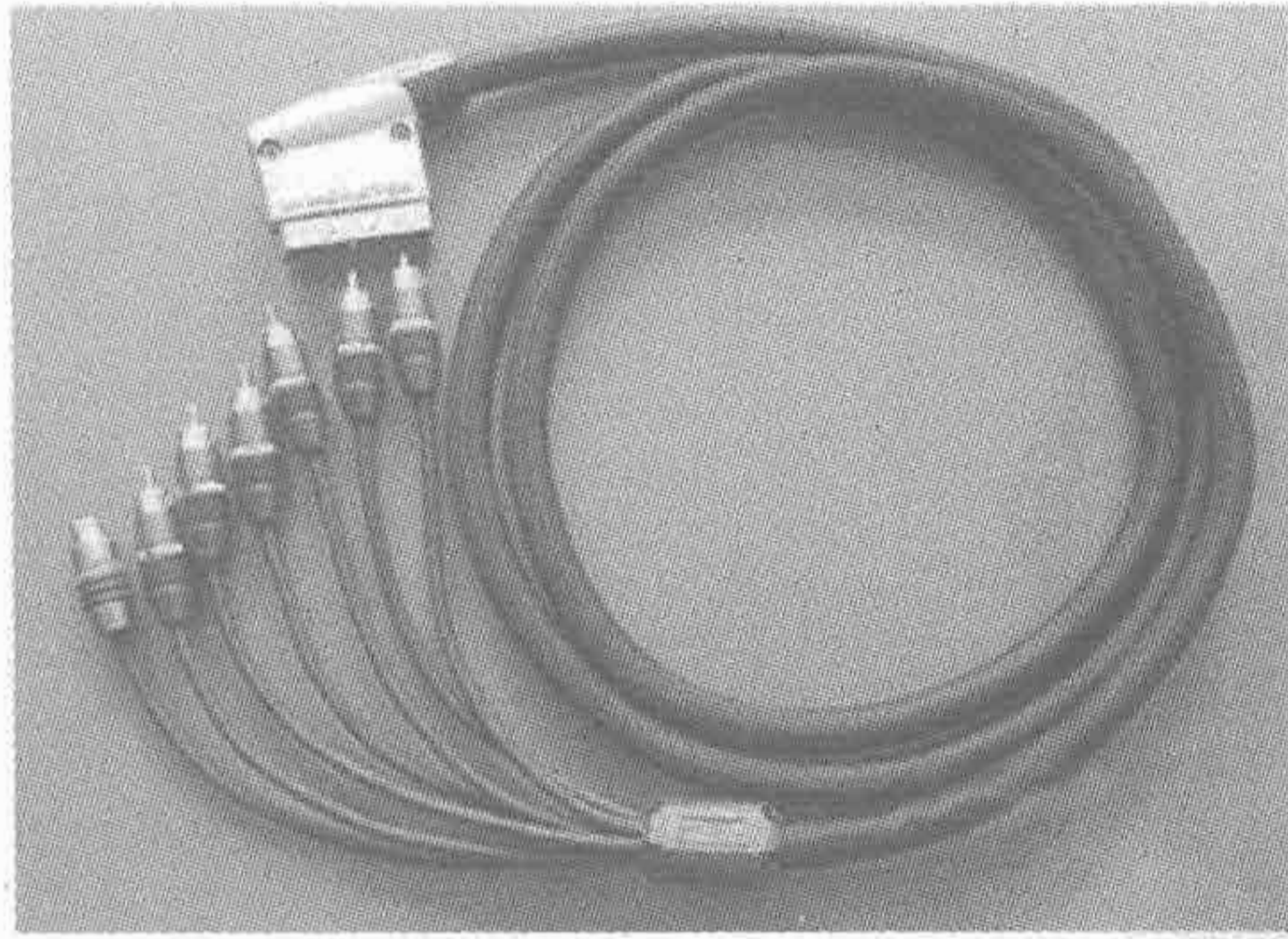


图 6—9 欧洲插转色差、S 端子和 AV

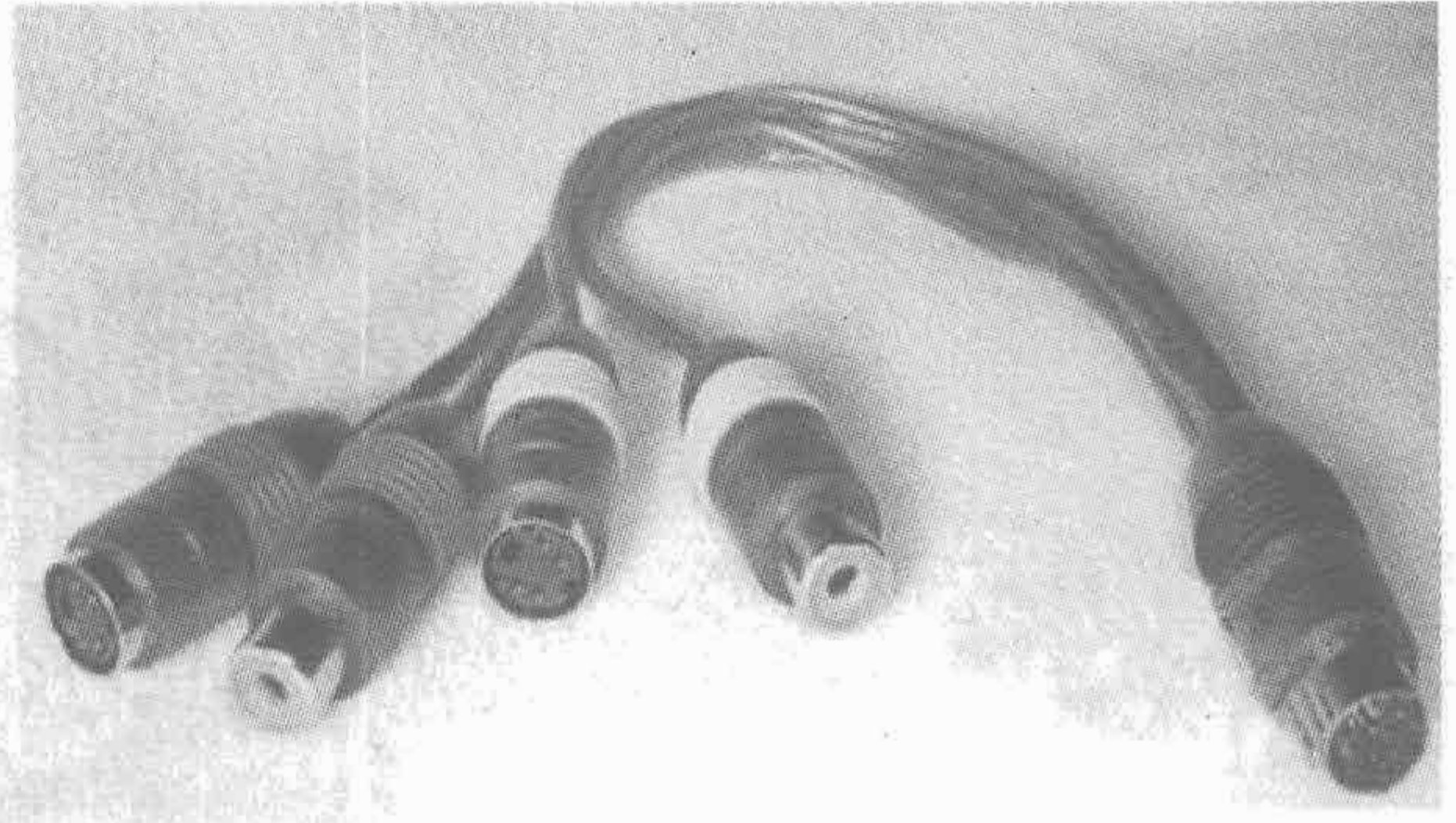


图 6—10 与计算机 S 端子连接使用的专用线

S 端子在一些投影机厂家的称呼中又被称为 mini-DIN 接口，如图 6—11 所示，它包含 4 芯（不带音效输出）、5 芯、6 芯（见图 6—12）、7 芯、8 芯（见图 6—13）、9 芯（如图 6—14 所示，它能提供 6 个声道的信号输出）等几种规格。另外还有 mini-DIN 接口转 RCA 连接头（见图 6—15）等不同的产品在投影机上被使用。

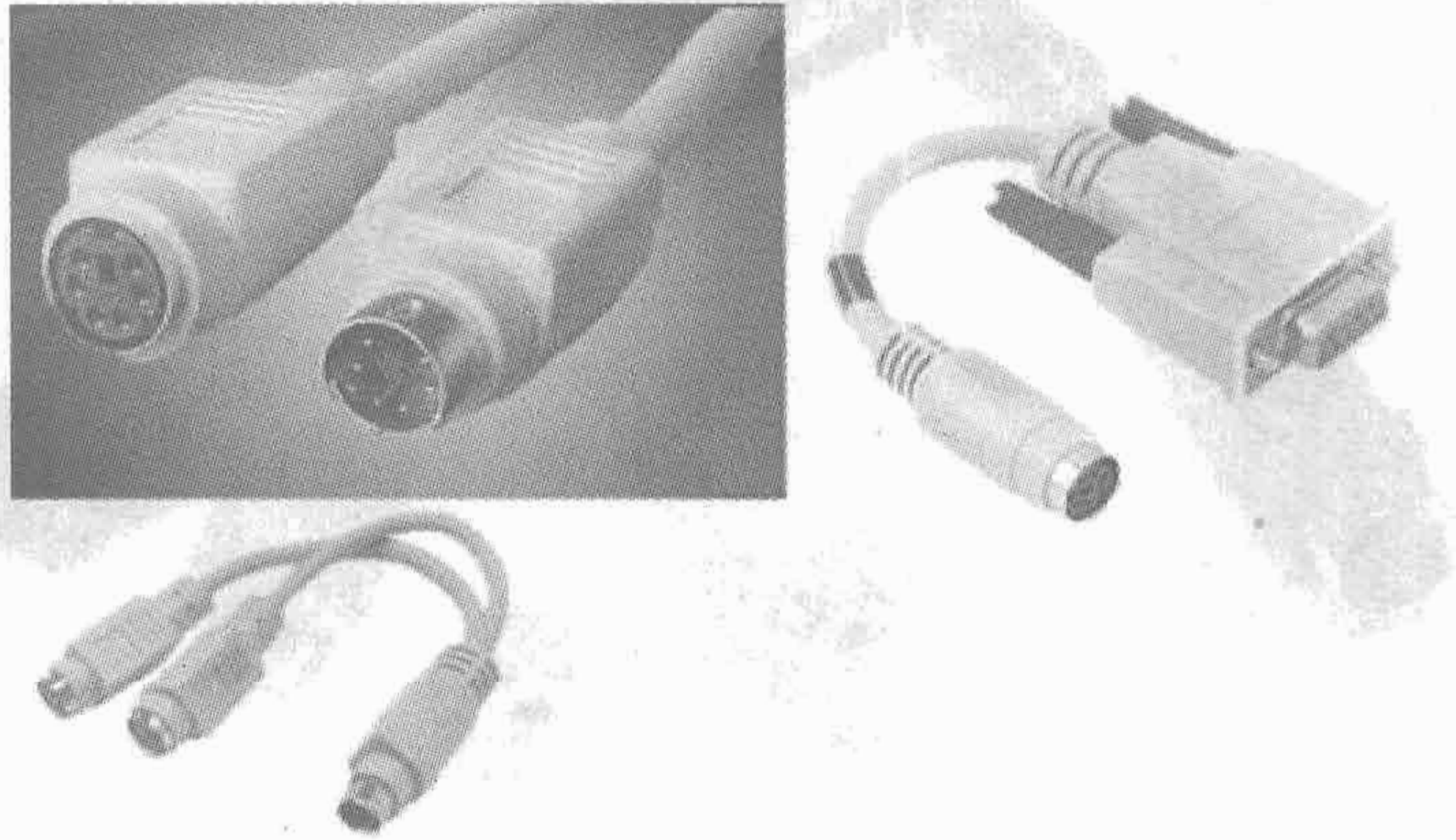


图 6—11 mini-DIN 接口和转接头

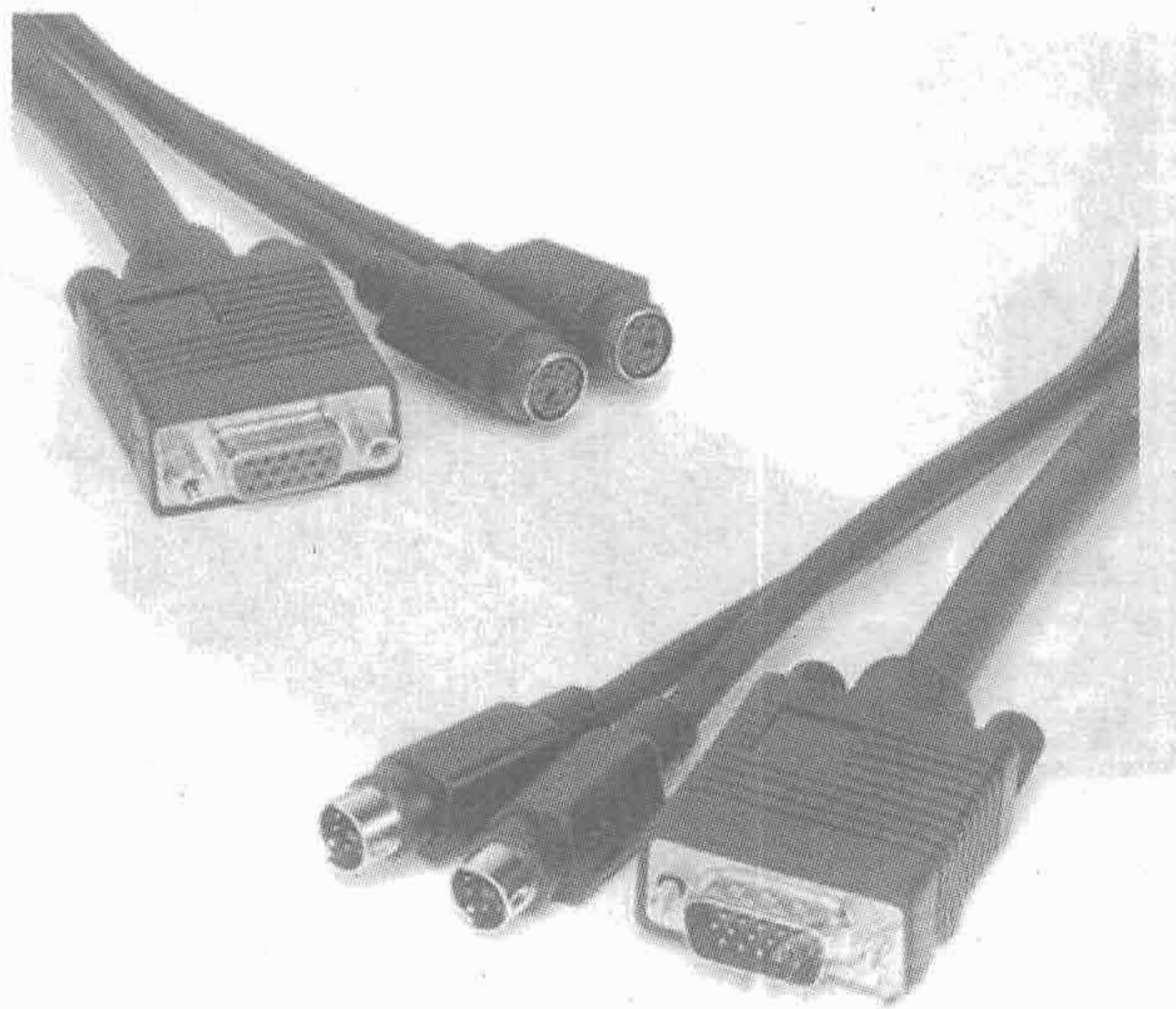


图 6—12 6 芯 mini-DIN 接口转接 VGA 线



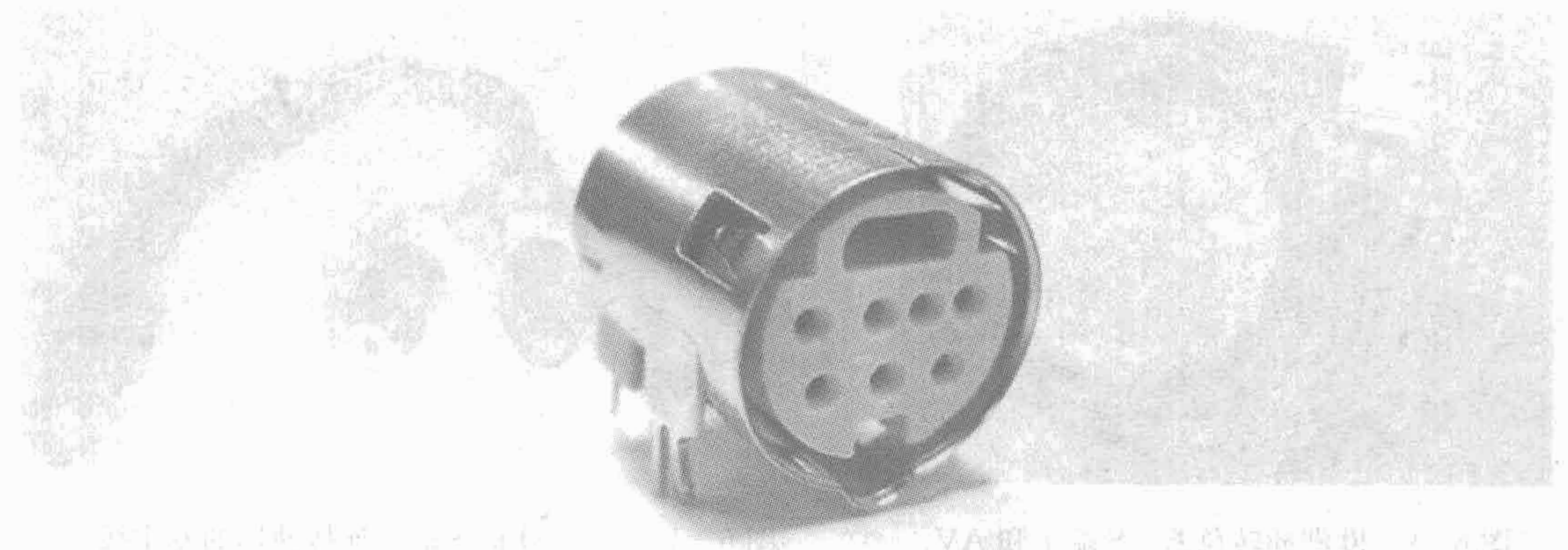


图 6—13 8 芯 mini-DIN 接口

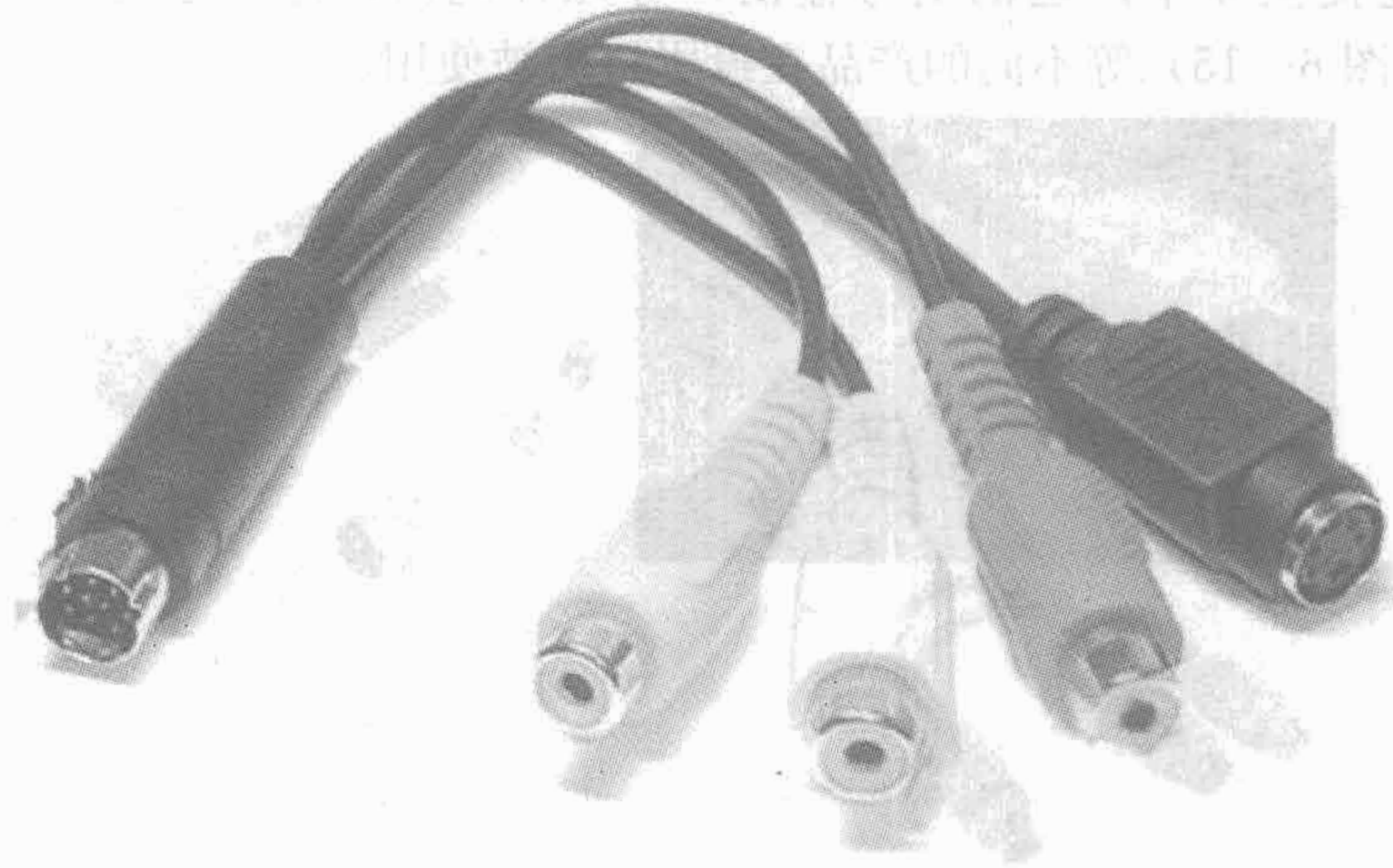


图 6—14 9 芯 mini-DIN 接口转 S 端子和 RCA



图 6—15 mini-DIN 接口转 RCA 接头



## 5. VGA 接口

VGA (Video Graphics Array) 接口, 也叫 D-Sub 接口。其传输的输入输出信号都是模拟信号。VGA 接口上面共有 15 个针孔, 分成三排, 每排五个, 如图 6-16 所示。VGA 接口是显卡上应用最为广泛的接口类型, 多数的显卡都带有此种接口。有些不带 VGA 接口而带有 DVI (Digital Visual Interface) 数字视频接口接口的显卡, 也可以通过一个简单的转接头将 DVI 接口转成 VGA 接口。

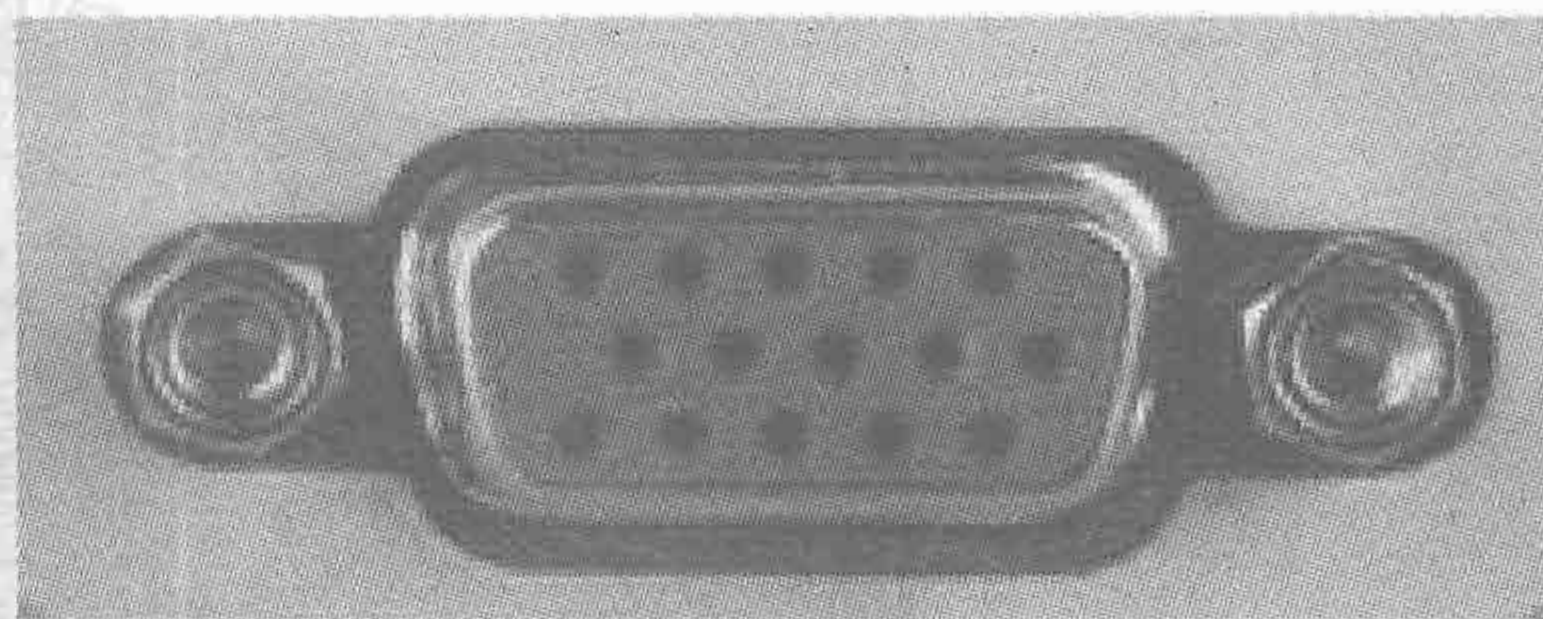


图 6-16 VGA 接口

目前 VGA 接口不仅被广泛应用在计算机上, 投影机、影碟机、TV 等视频设备也有很多都标配此接口。但由于 VGA 接口传输的是模拟信号, 技术较陈旧, 故目前 DVI 接口正在取代 VGA 接口, VGA 接口已逐渐退出历史舞台。

## 二、特殊的视频接口

### 1. 分量视频接口

分量视频接口也叫色差输出/输入接口, 又叫 3RCA。分量视频接口通常采用 YPbPr 和 YCbCr 两种标识, YPbPr 是逐行输入/输出, YCbCr 是隔行输入/输出。分量视频接口是在 S 端子的基础上, 把色度 (C) 信号里的蓝色差 (b)、红色差 (r) 分开发送, 其分辨率可达到 600 线以上, 可以输入多种等级信号, 从最基本的 480i 到倍频扫描的 480P, 甚至 720P、1080i 等。如图 6-17 所示为 3RCA 连接线。标准的 3RCA 线头与 3RCA 转接头分别如图 6-18、图 6-19 所示。

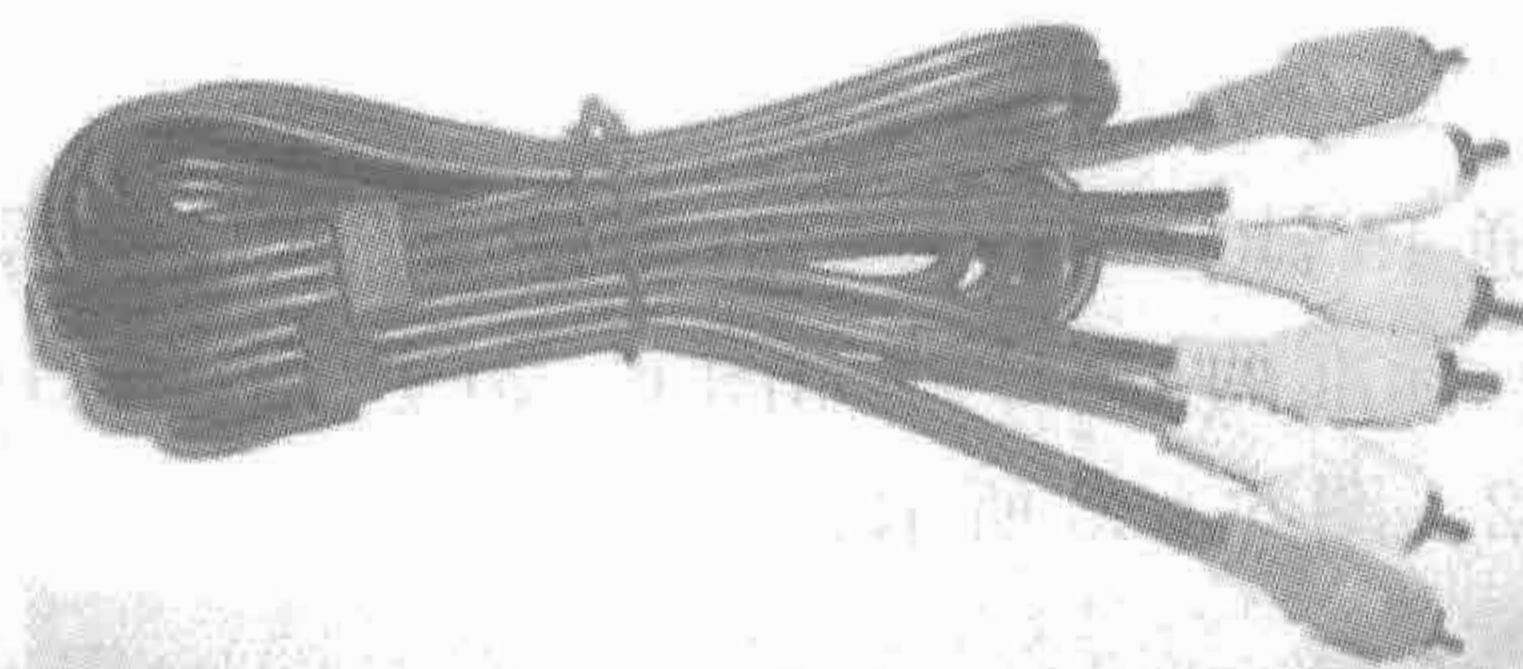


图 6-17 3RCA 连接线

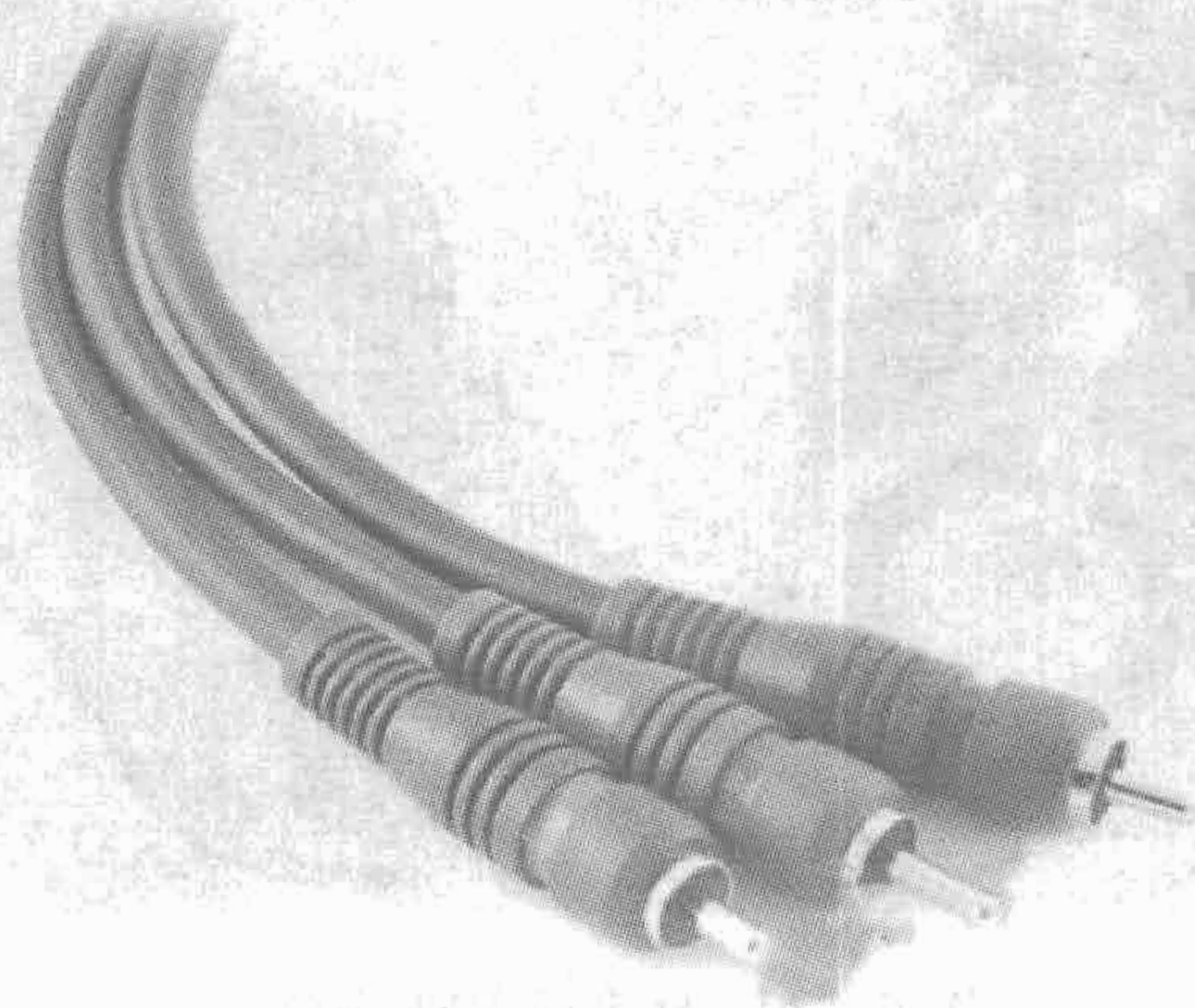


图 6-18 标准的 3RCA 线头



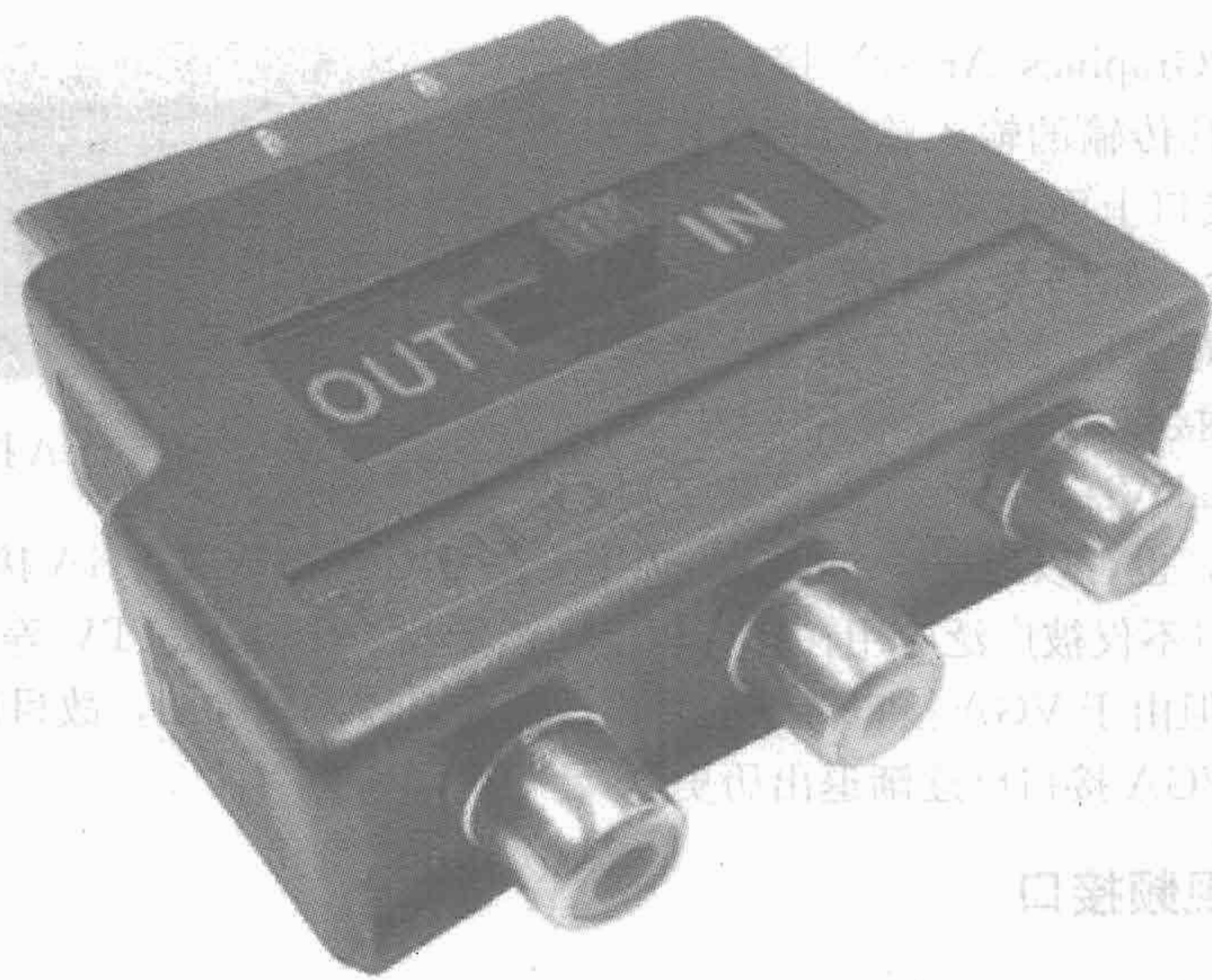


图 6—19 3RCA 转接头

分量视频接口是一种高清晰数字电视专业接口，可连接高清晰数字信号机顶盒、卫星接收机、影碟机、各种高清晰显示器/电视设备。分量视频接口与 S 端子相比，要多传输 PB、PR 两种信号，避免了两路色差混合解码并再次分离的过程，避免了因繁琐的传输过程所带来的图像失真，保障了色彩还原的准确性，同时能保证信号之间互不产生干扰，所以其传输效果优于 S 端子。

## 2. BNC 端子

BNC 端子是有别于普通 15 针 D—SUB 标准接头的特殊显示器接口，或称（RGB 端子、5RCA），如图 6—20 所示。标准的 BNC 线如图 6—21 所示，VGA 转 BNC 接头和 DVI 转 BNC 接头，分别如图 6—22、图 6—23 所示。

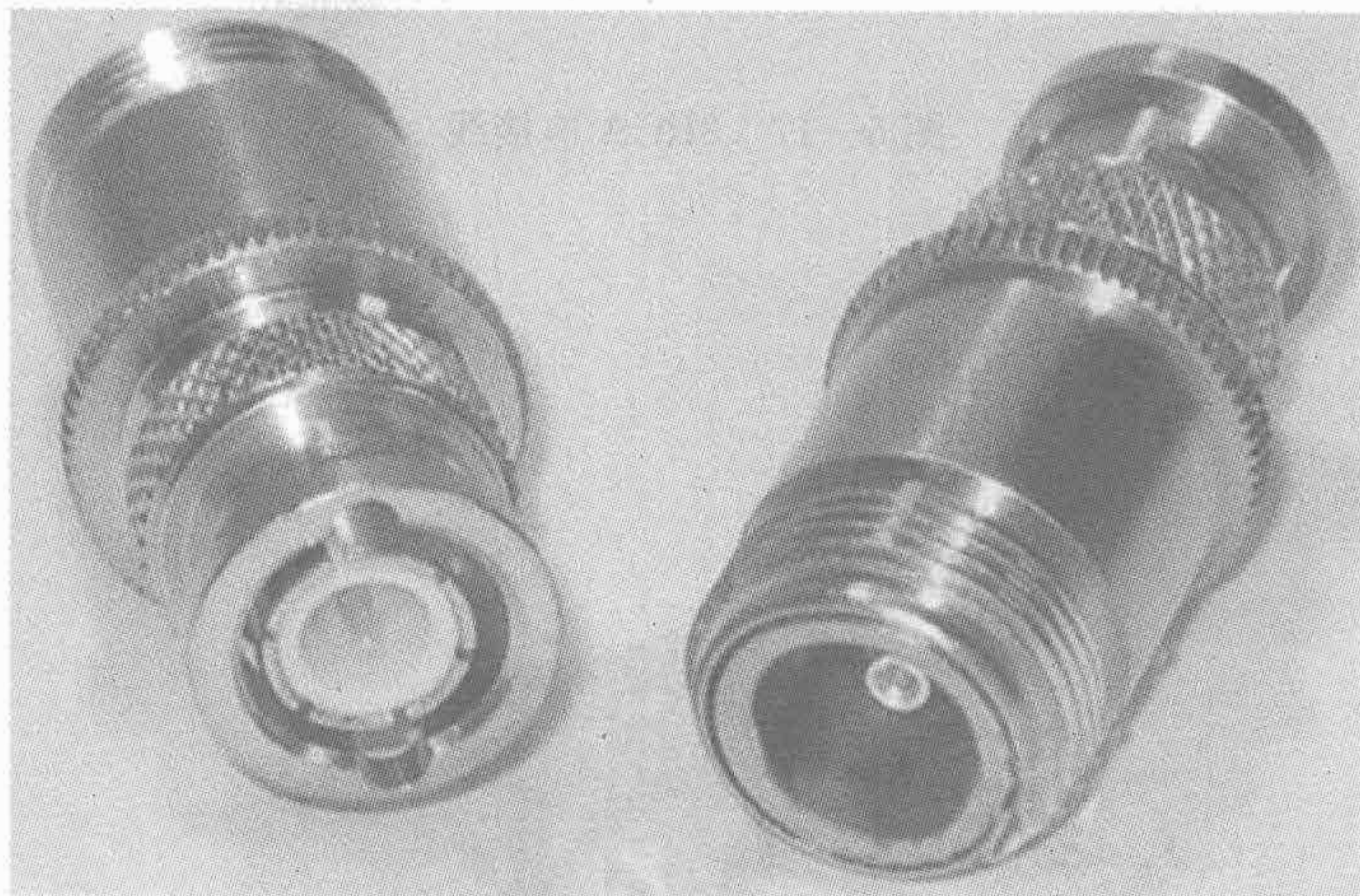


图 6—20 标准的 BNC 端子



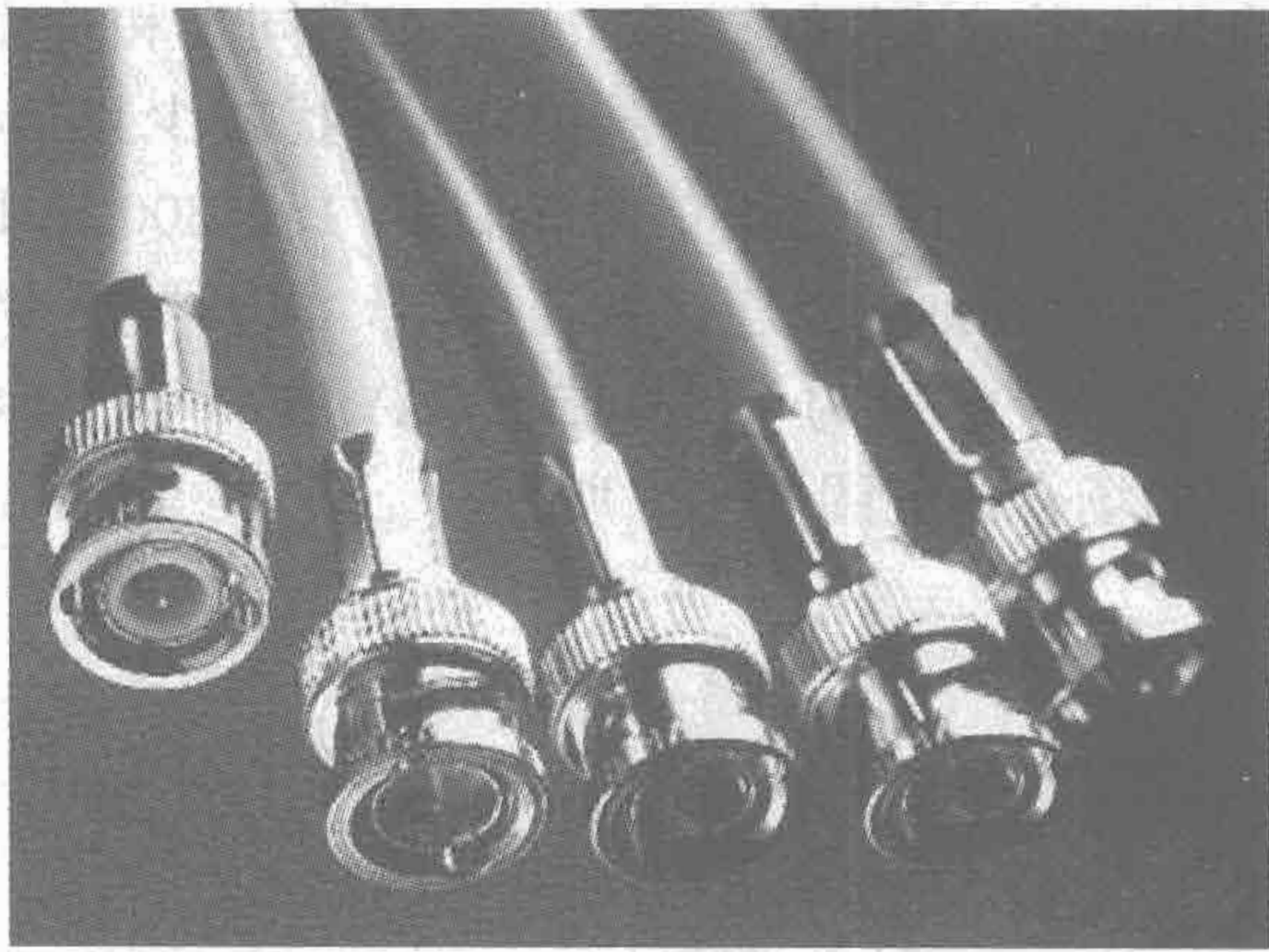


图 6—21 标准的 BNC 线

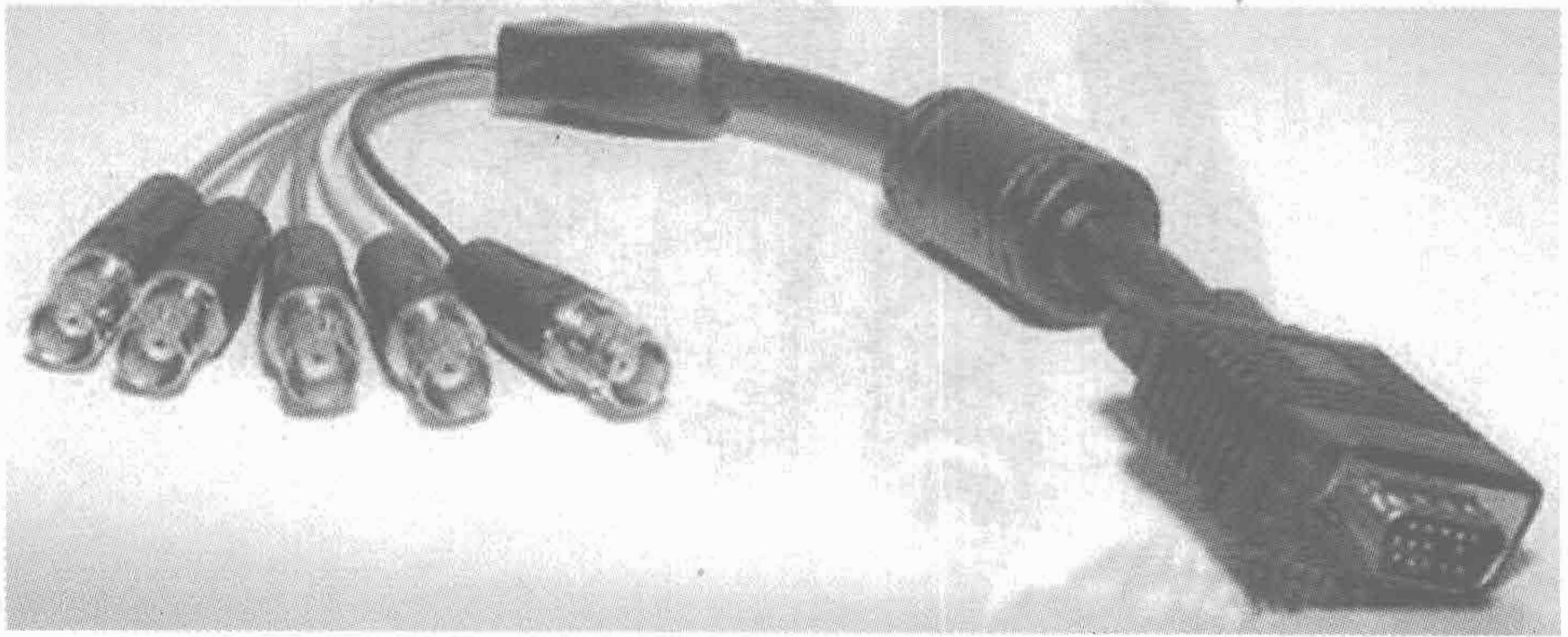


图 6—22 VGA 转 BNC 接头

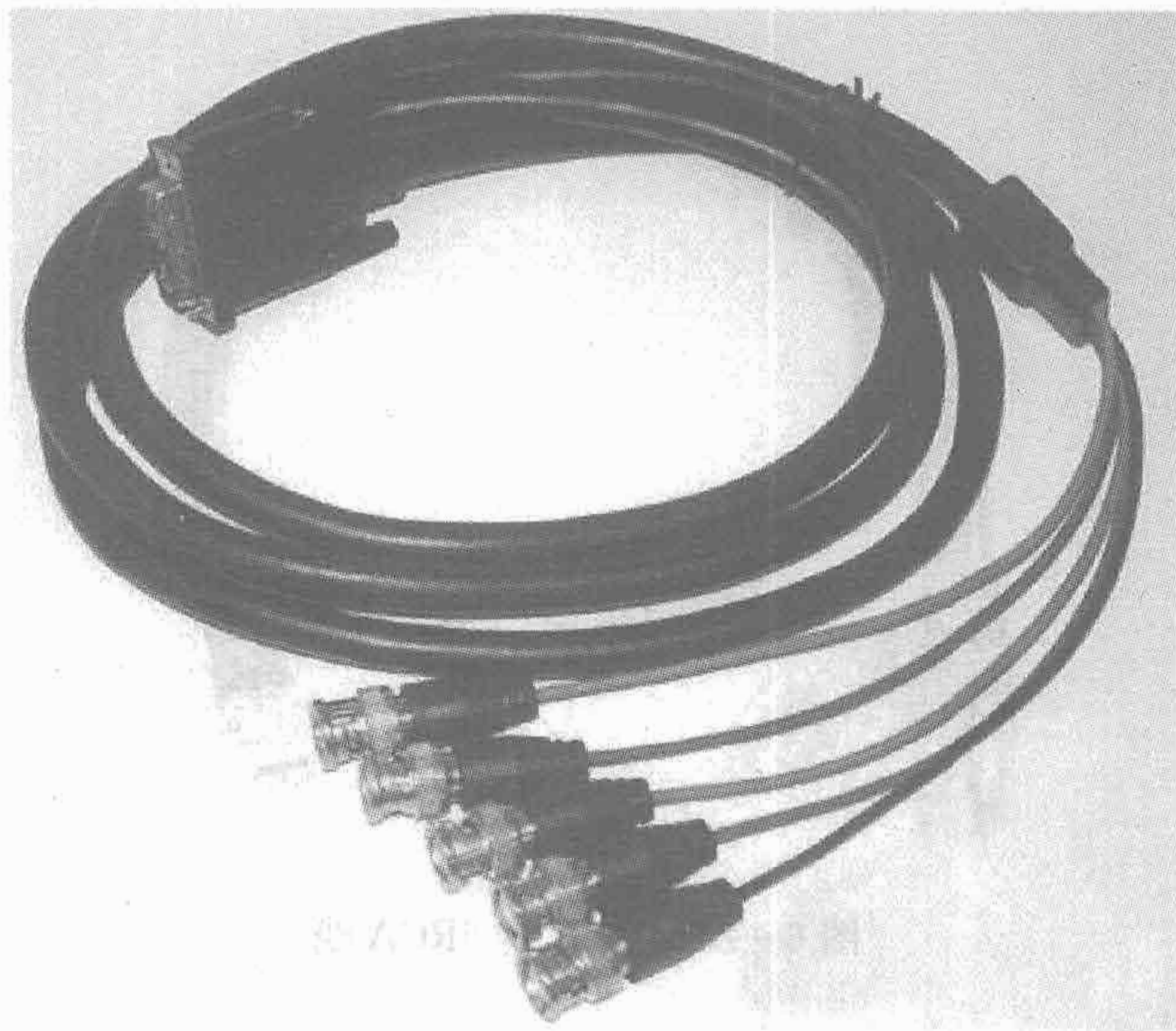


图 6—23 DVI 转 BNC 接头



5RCA 线缆有 5 个连接头用于接收红、绿、蓝、水平同步和垂直同步信号，如图 6—24 所示。5RCA 可以隔绝视频输入信号，使信号相互间干扰减少且信号频宽较普通 D—SUB 大，可达到最佳信号响应效果。可将数字信号传送至 150/300 m 以上，模拟信号传送至 300 m 以上。通常用于工作站和同轴电缆连接的连接器，以及标准专业视频设备输入、输出等领域，投影机上也 very 常见。最常见的 VGA 转 5RCA 线，可用于投影机没有标配 VGA/DVI 接口（标配 HDMI）的场合，如图 6—25 所示。



图 6—24 5RCA 线缆

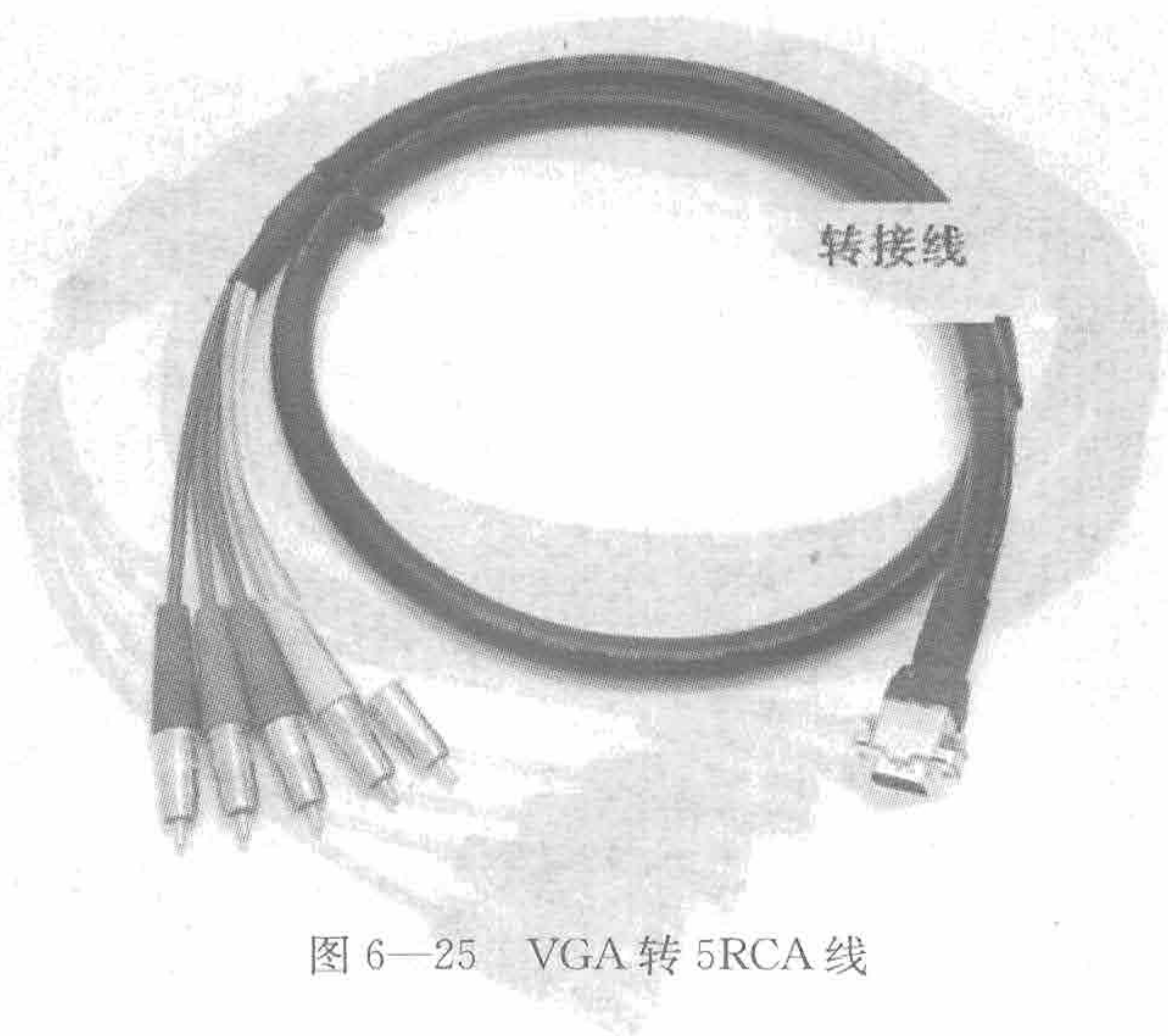


图 6—25 VGA 转 5RCA 线



### 三、数字高清接口

#### 1. DVI 接口

目前的 DVI 接口有两种，一种为 DVI-D (Digital) 纯数字接口，只能接收数字信号，接口上只有 3 排 8 列共 24 个针脚，其中右上角的一个针脚为空，它不兼容模拟信号，如图 6—26 所示。另一种为 DVI-I (Interface) 通用接口，可同时兼容模拟（可以通过一个 DVI-I 转 VGA 转接头，如图 6—27 所示，实现模拟信号的输出）和数字信号，目前多数显卡、液晶显示器、投影机皆采用这种接口。

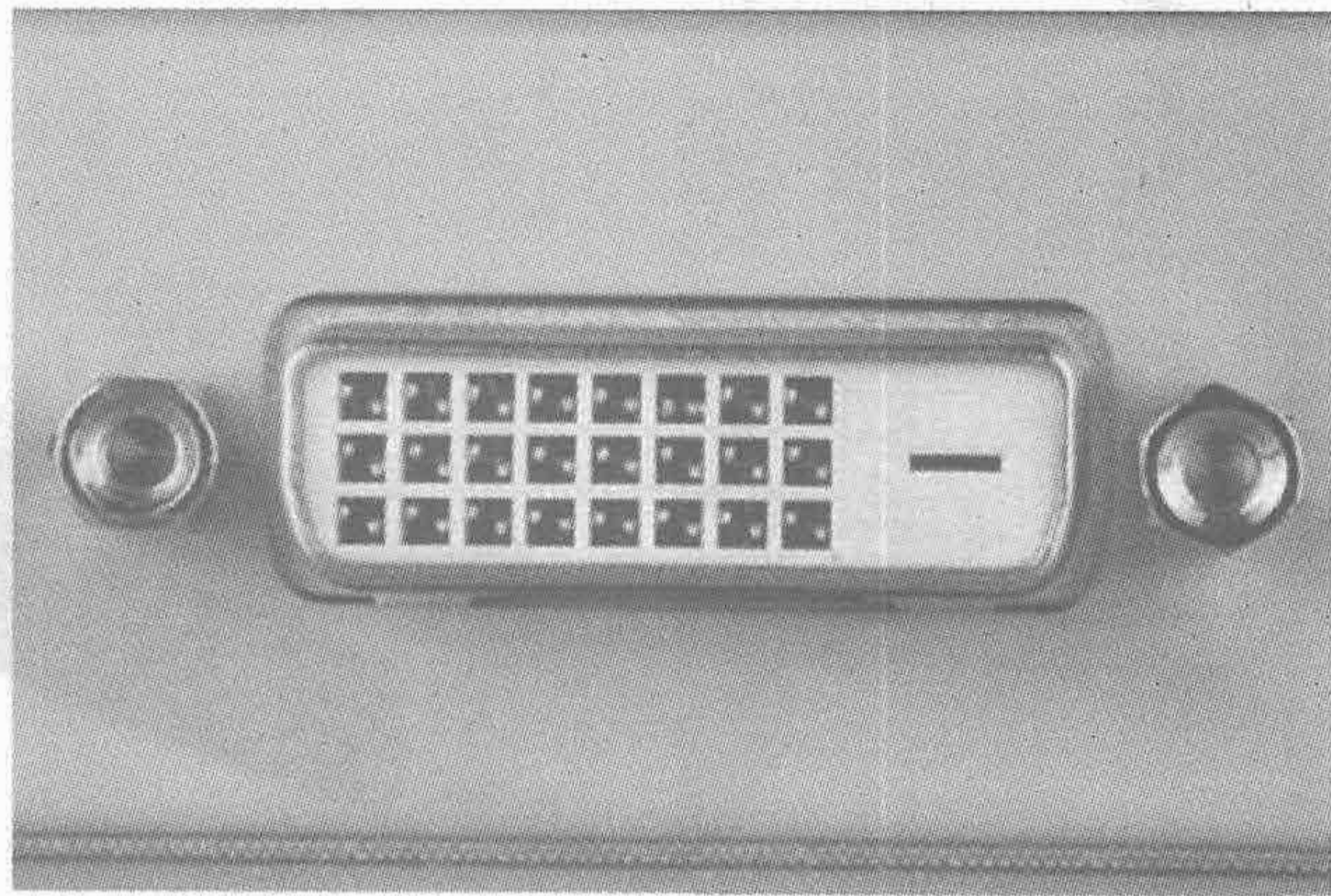


图 6—26 DVI-D 接口

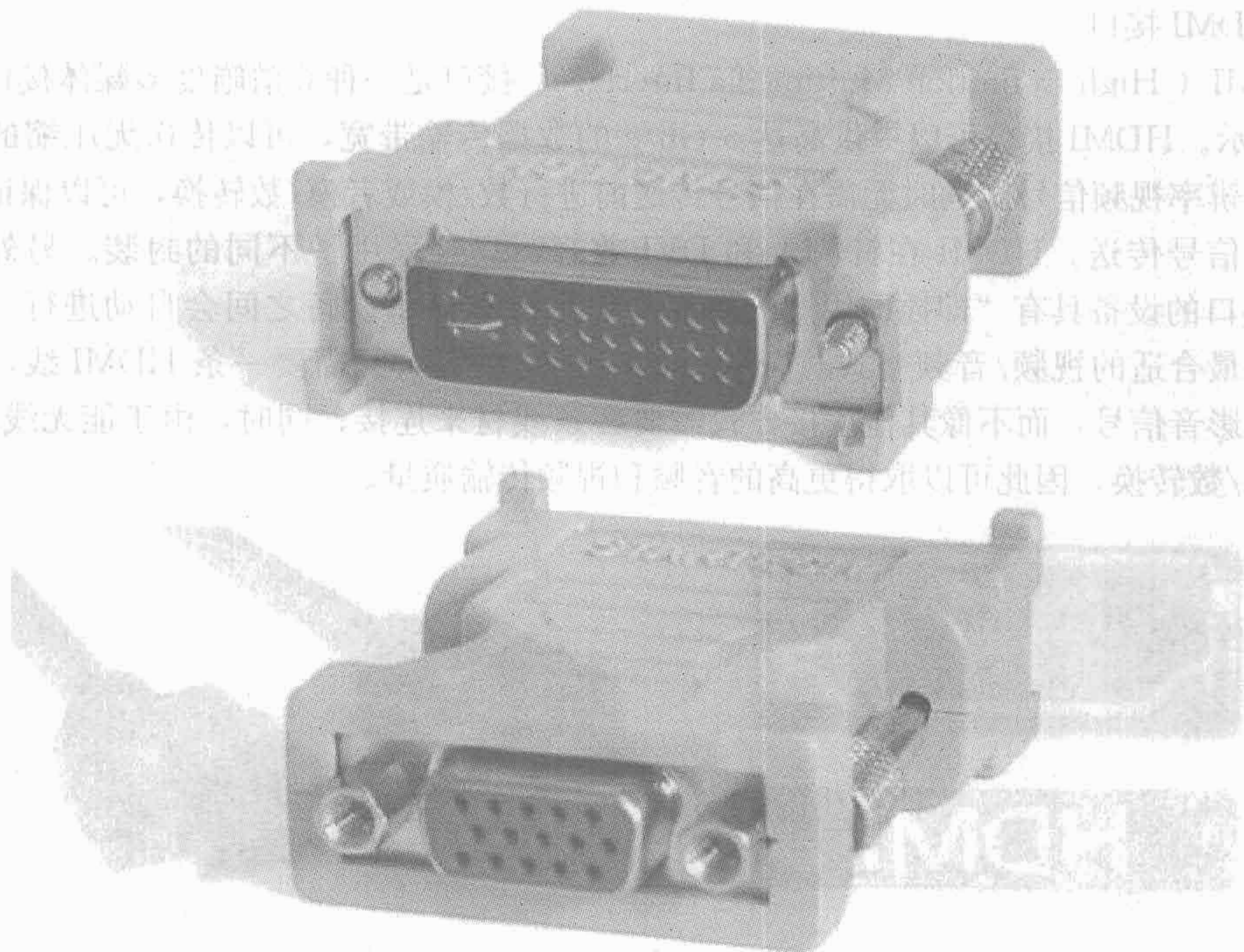


图 6—27 DVI-I 转 VGA 转接头



两种 DVI 接口的显卡接口相互之间不能直接连接使用。如果播放设备采用的是 DVI-D 接口，而投影机是 DVI-I 接口，那么还需要另配一个 DVI-D 转 DVI-I 的转接头（见图 6—28）或转接线才能正常连接。DVI 传输的是数字信号，数字图像信息不需经过任何转换，就会直接被传送到显示设备上，从而减少了数字→模拟→数字繁琐的转换过程，大大节省了时间，因此它的传输速度更快，能有效消除拖影现象，而且使用 DVI 进行数据传输，信号没有衰减，色彩更纯净，更逼真，更能满足高清信号传输的需求。

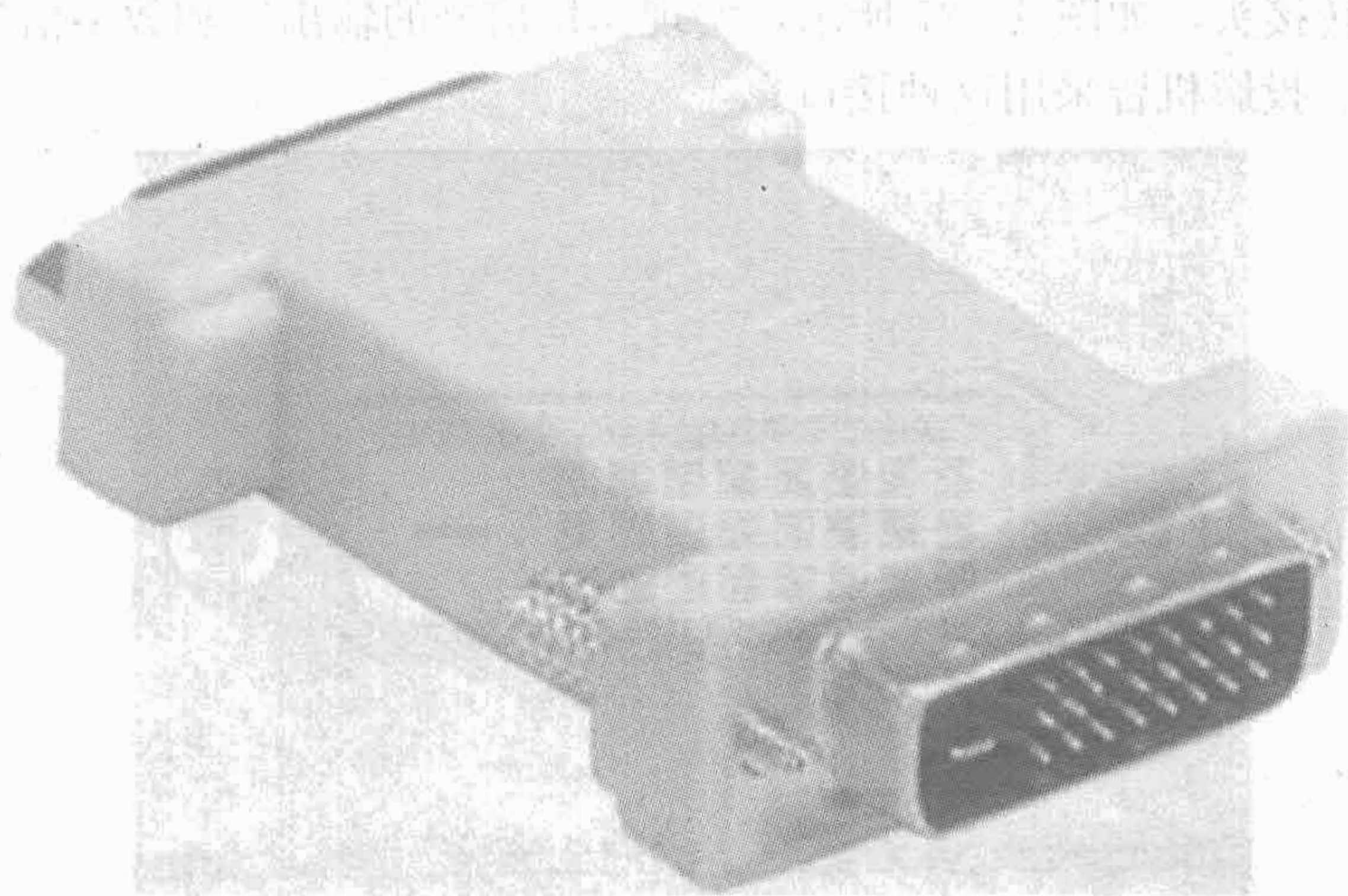


图 6—28 DVI-I 和 DVI-D 之间的转接头

## 2. HDMI 接口

HDMI (High Definition Multimedia Interface) 接口是一种高清晰度多媒体接口，如图 6—29 所示。HDMI 接口可以提供高达 5 Gb/s 的数据传输带宽，可以传送无压缩的音频信号及高分辨率视频信号。同时无需在信号传送前进行数/模或者模/数转换，可以保证最高质量的影音信号传送。HDMI 在针脚上和 DVI 兼容，只是采用了不同的封装。另外，具有 HDMI 接口的设备具有“即插即用”的特点，信号源和显示设备之间会自动进行“协商”，自动选择最合适的视频/音频格式。应用 HDMI 的好处是：只需要一条 HDMI 线，便可以同时传送影音信号，而不像其他连接方式需要多条线材来连接；同时，由于能无线进行数/模或者模/数转换，因此可以取得更高的音频和视频传输质量。

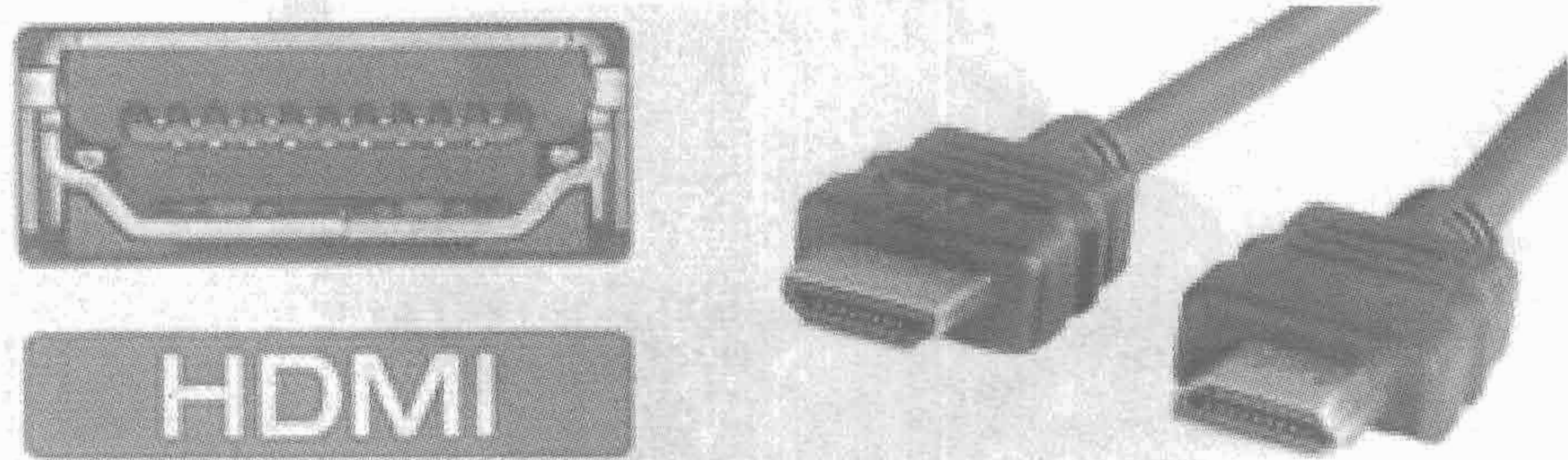


图 6—29 HDMI 接口



## 四、其他接口

### 1. RS232C

RS232C (串口) 是一个通信接口, 如图 6—30 所示。RS232C 接口通常用于将计算机信号输入到投影机。

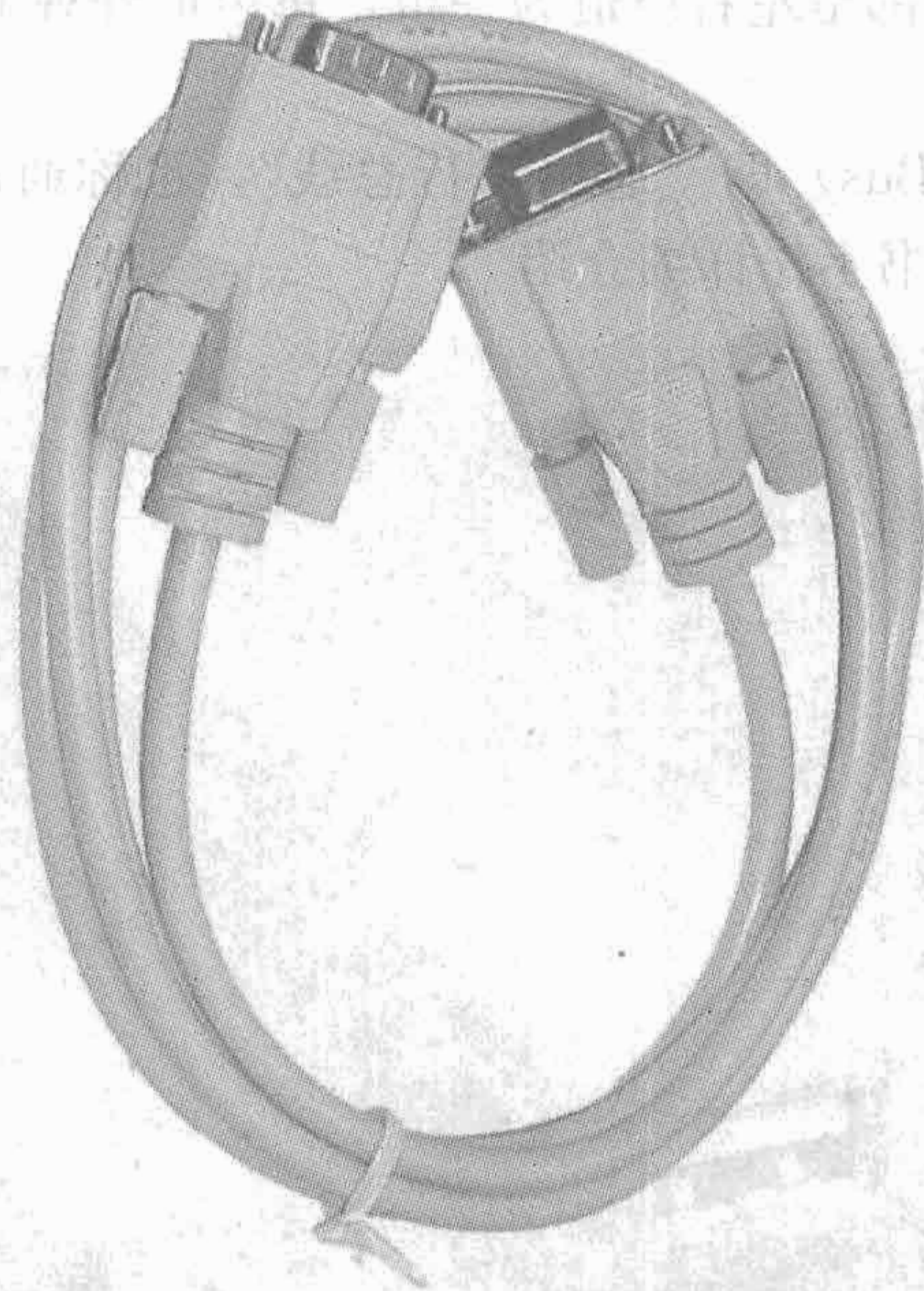


图 6—30 RS232C (串口)

### 2. RJ45 接口

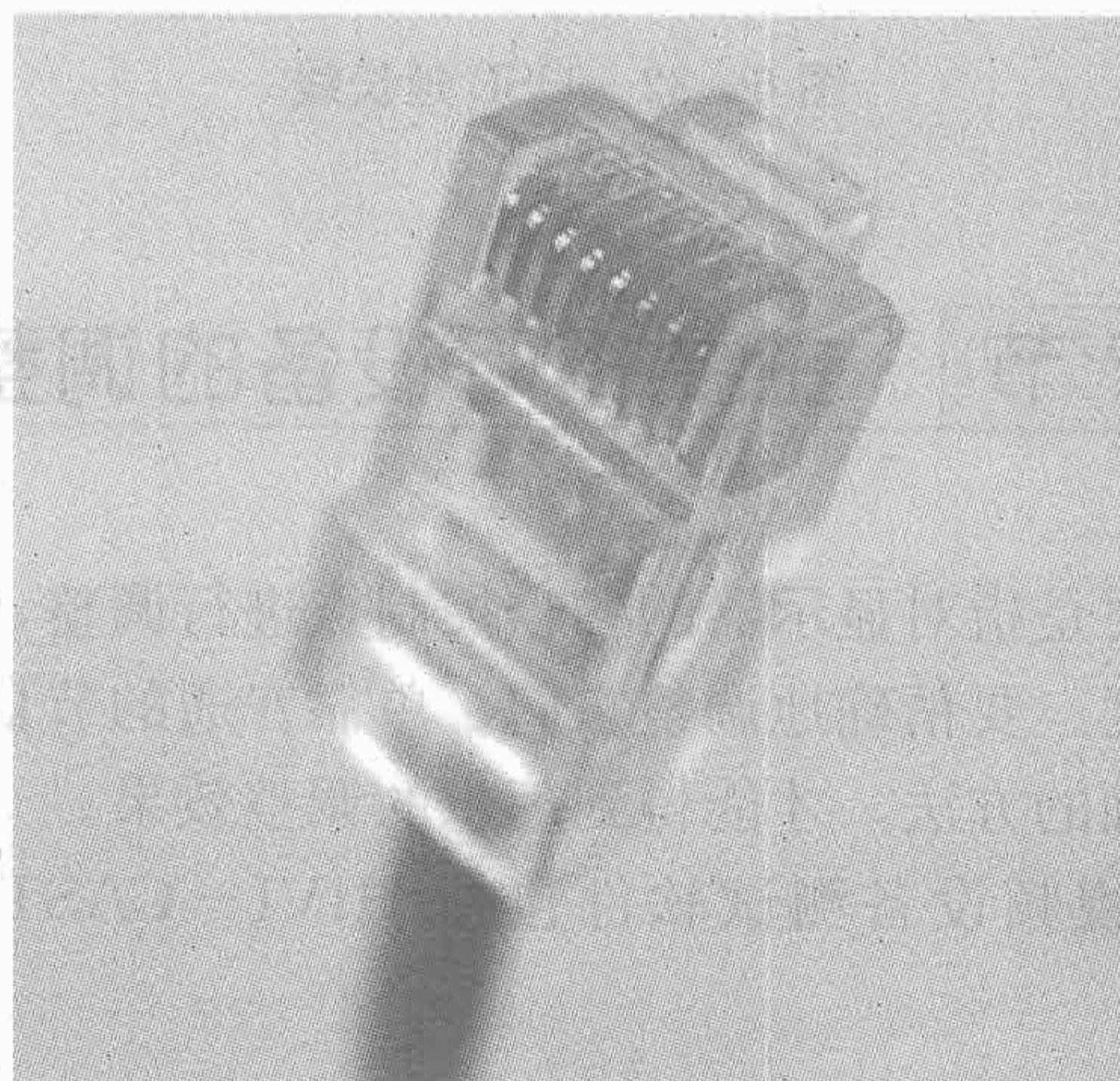


图 6—31 RJ45 插头

RJ45 是网络设备的标准接口, 指的是由 IEC 603—7 标准化, 使用由国际性的接插件标准定义的 8 个位置 (4 或 8 针) 的模块化插孔或者插头, 如图 6—31 所示。



### 3. 音频输入接口

音频输入接口又叫 2RCA 接口, 可将计算机、录像机、影碟机等音频信号输入进来, 用自带扬声器播放。RCA 音频端子一般成对地用不同颜色标注: 右声道用红色 (或者用字母“R”表示“右”); 左声道用黑色或白色。有的时候, 中置和环绕声道连接线会用其他的颜色标注来方便接线时区分, 但整个系统中所有的 RCA 接头在电气性能上都是一样的。一般来讲, RCA 立体声音频线都是左右声道为一组, 每声道外观上是一根线。

### 4. USB 接口

USB (Universal Serial Bus) 即“通用串行总线”, 也称通用串联接口, 如图 6—32 所示。USB 接口非常常见, 本书不作详细介绍。

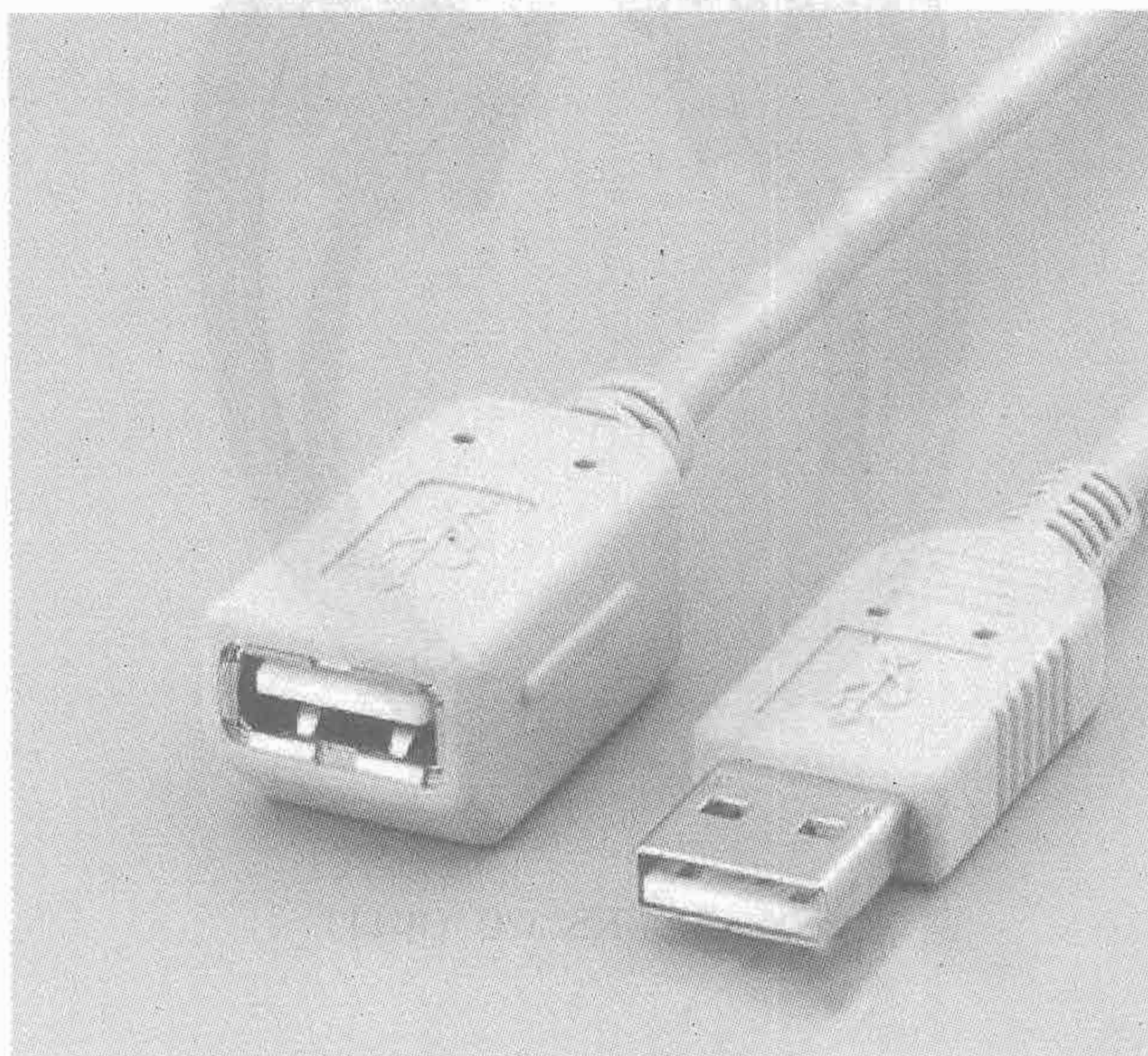


图 6—32 USB 延长线

## 第 2 节 主要视听设备的调整

对视频设备的调整主要是指对显示器的各个控制点进行调整, 包括亮度、对比度、色彩饱和度和色彩平衡以及锐度。要精确地调整它们, 单靠普通的节目源是不行的, 必须在专用测试图的辅助下, 运用正确的方法, 才能得到理想的调整效果。

目前市面上最流行的视频设备测试软件包括 HIVI—CAST、AVIA、DVE 等, 如图 6—33 所示。

### 一、对比度和亮度的调整

对比度 (Contrast) 和亮度 (Brightness) 是显示器上最常见的调节参数, 但是, 如果简单的认为对比度是用于调节画面的黑白反差, 亮度控制器的作用是调节画面的明亮程度, 那是不正确的。准确的说法是对比度控制器用于调整峰值白色水平, 亮度控制器用于调整画



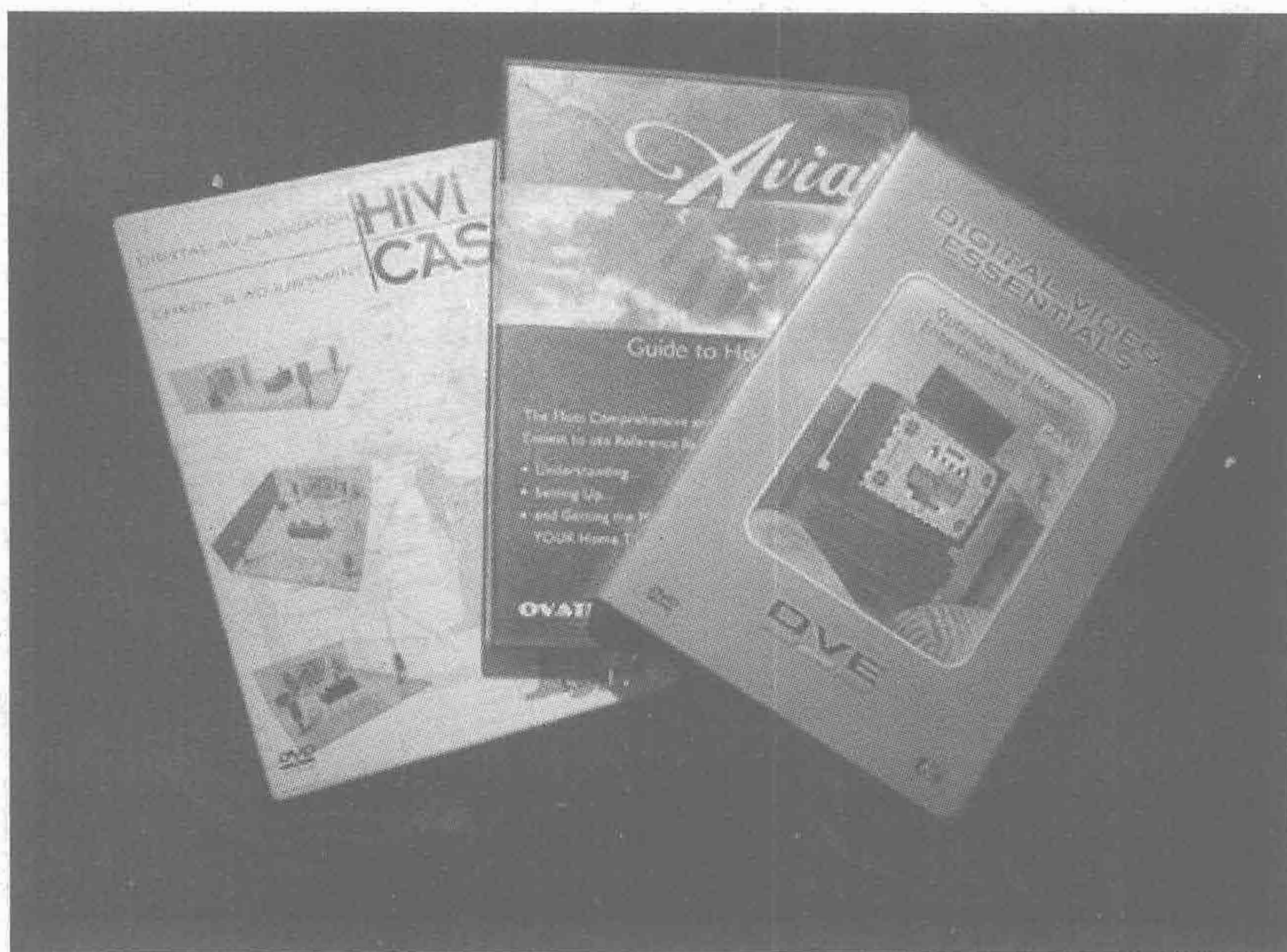


图 6—33 市面上流行的视频设备测试软件

面的黑色水平。

如果显示器的亮度控制器调整得过高，就会使画面中本应为黑色的部分变成灰色；反之，如果亮度控制器调整得过低，又会使画面中灰色部分变成黑色，使画面的层次减少，暗部细节被淹没。在一定的背景亮度下，正确的亮度调整点是唯一的，要精确地找到这个点，必须借助于专门的测试图。

### 1. 对比度的调节

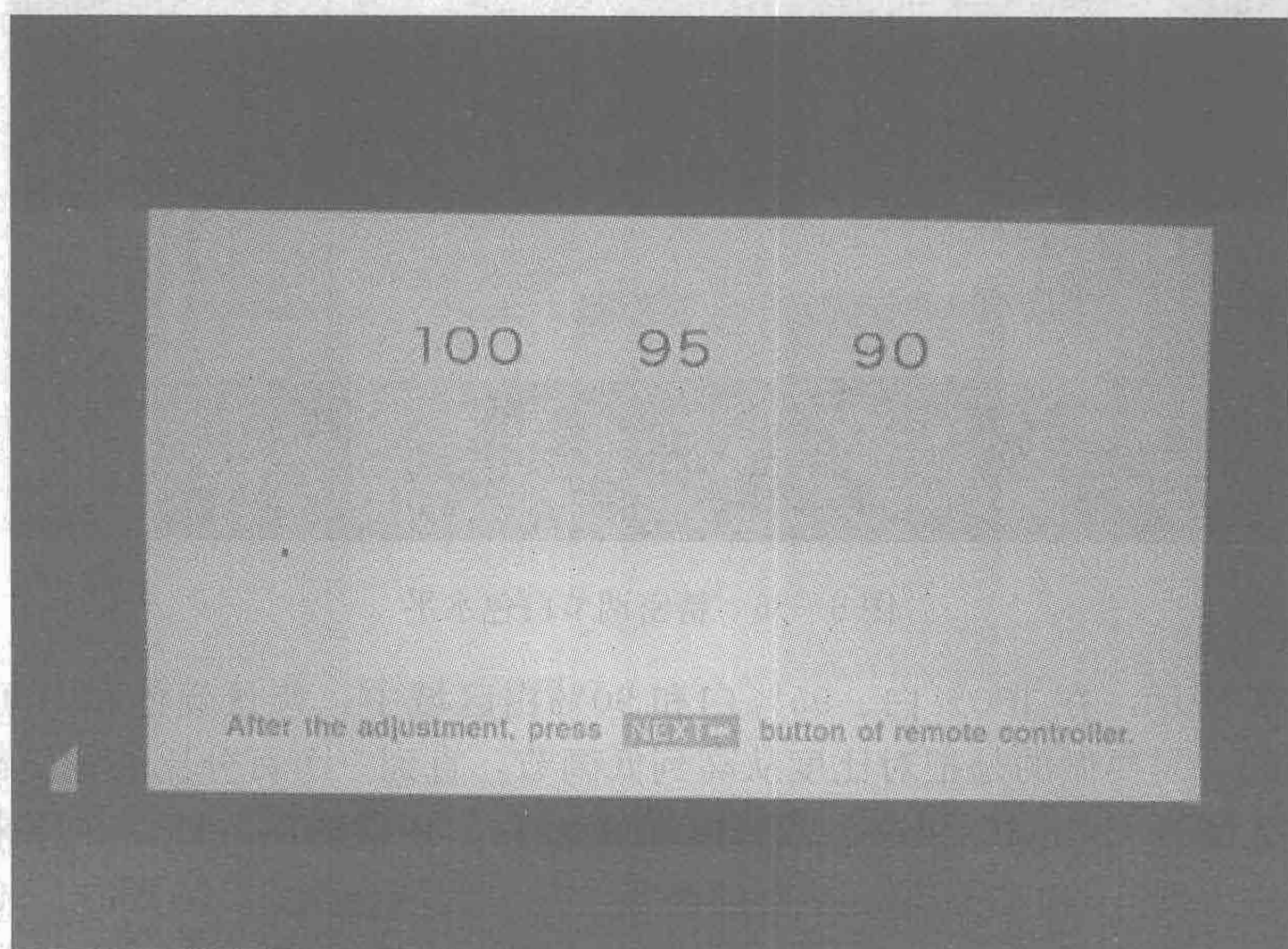


图 6—34 基础调节白色水平



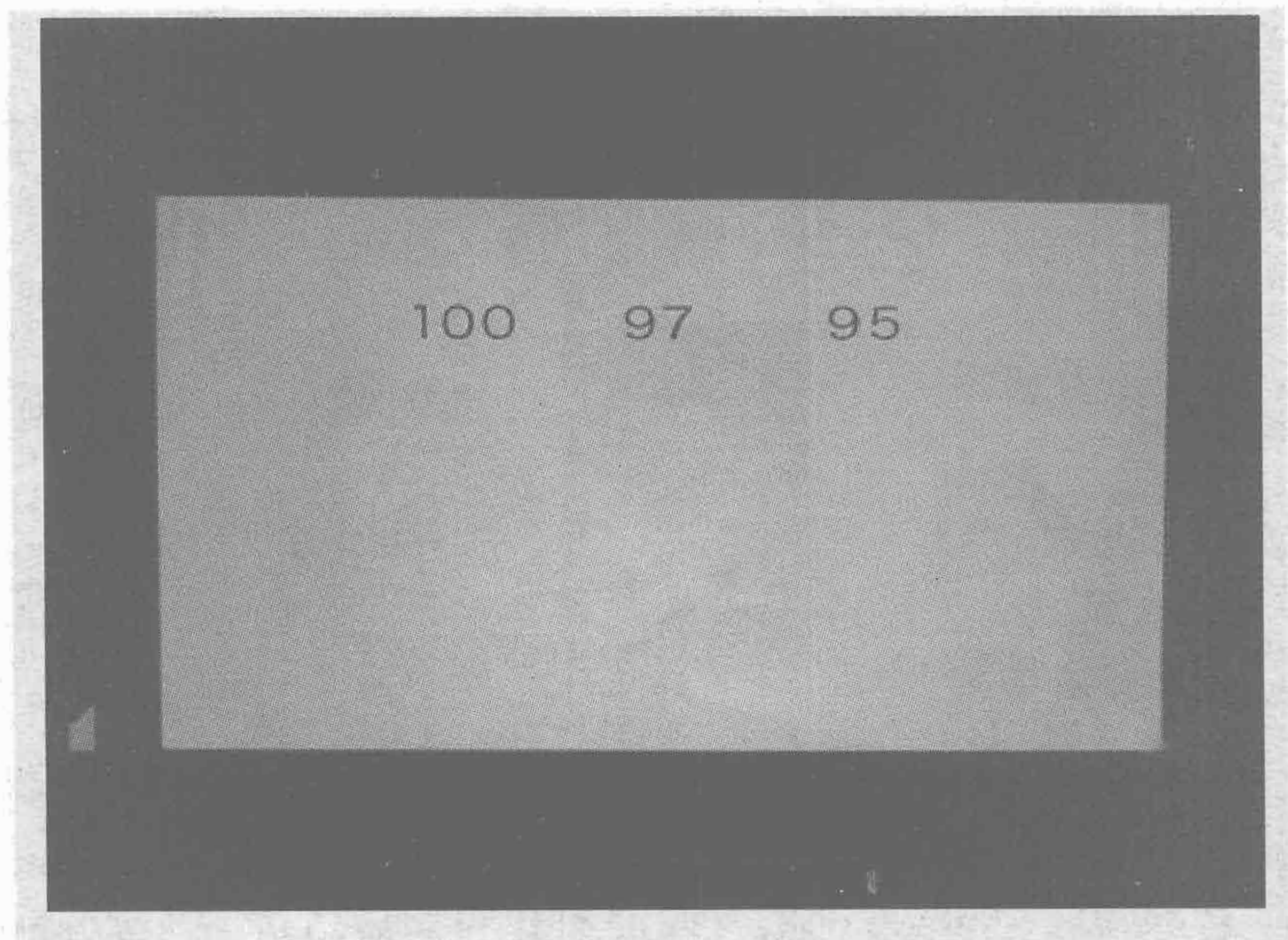


图 6—35 在上一步调节的基础上微调

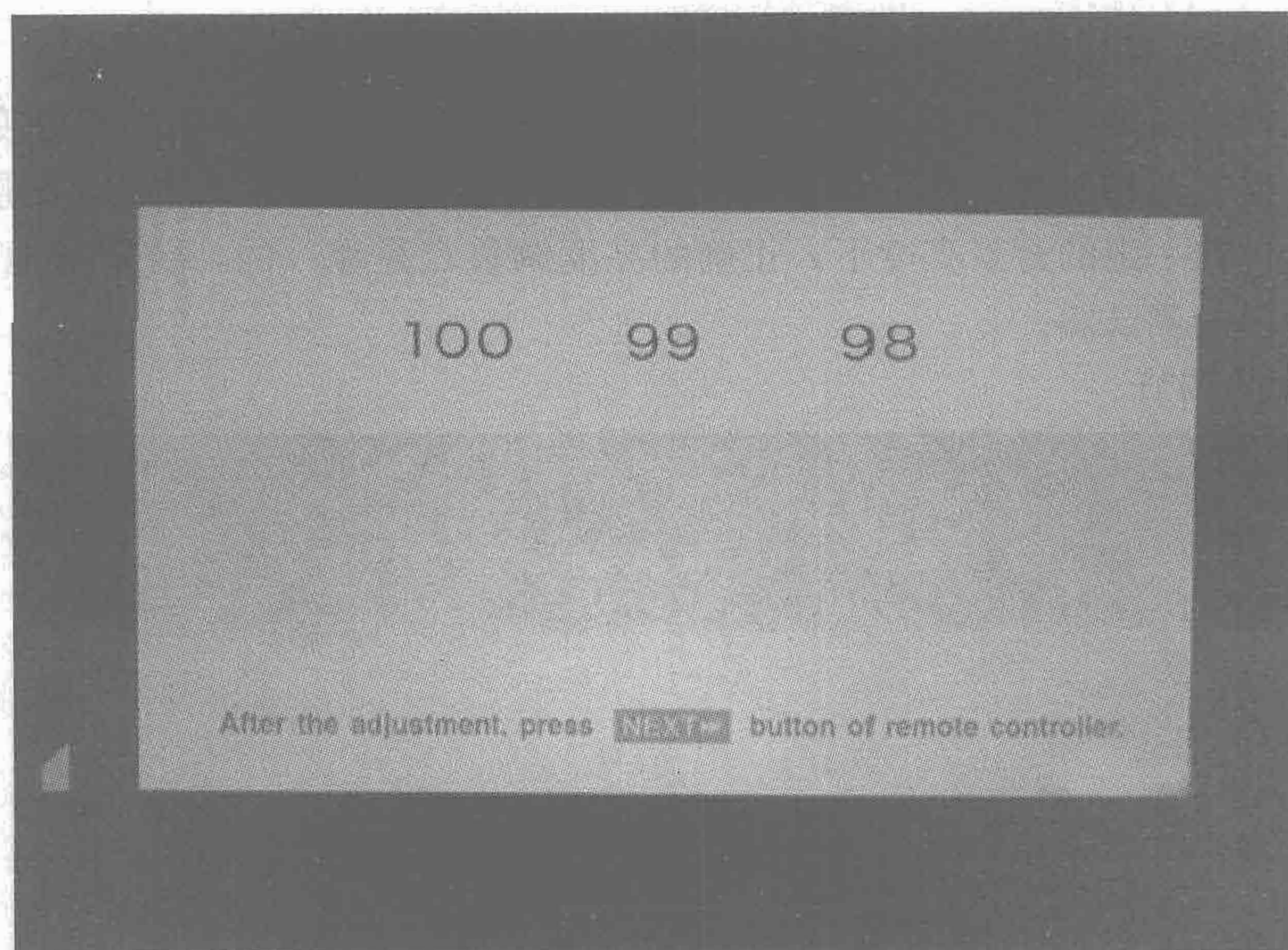


图 6—36 精密调节白色水平

如图 6—34 所示，在 100%白、95%白和 90%白区域中，背景颜色和中间的 95%区域的颜色是相同的。需要做的是把对比度从高到低调节，直到三个百分比的画面都能够区别开来。接下来进入图 6—35，100%白、97%白和 95%白，用同样的方式，在原来的基础上继续微调。最后进入图 6—36，这是最精密的调整，三个区域分别是 100%白、99%白和 98%白，如果能较好地表现出这三个区域，说明显示器的效果不错。要注意的是，100%白，99%白和 98%白其实是很微小的差异，如果将这三个区域调节得差异很大也是不正确的。



对比度在-1和0之间的调节画面如图6-37和图6-38所示，这应该是已调节到最合适的情况。

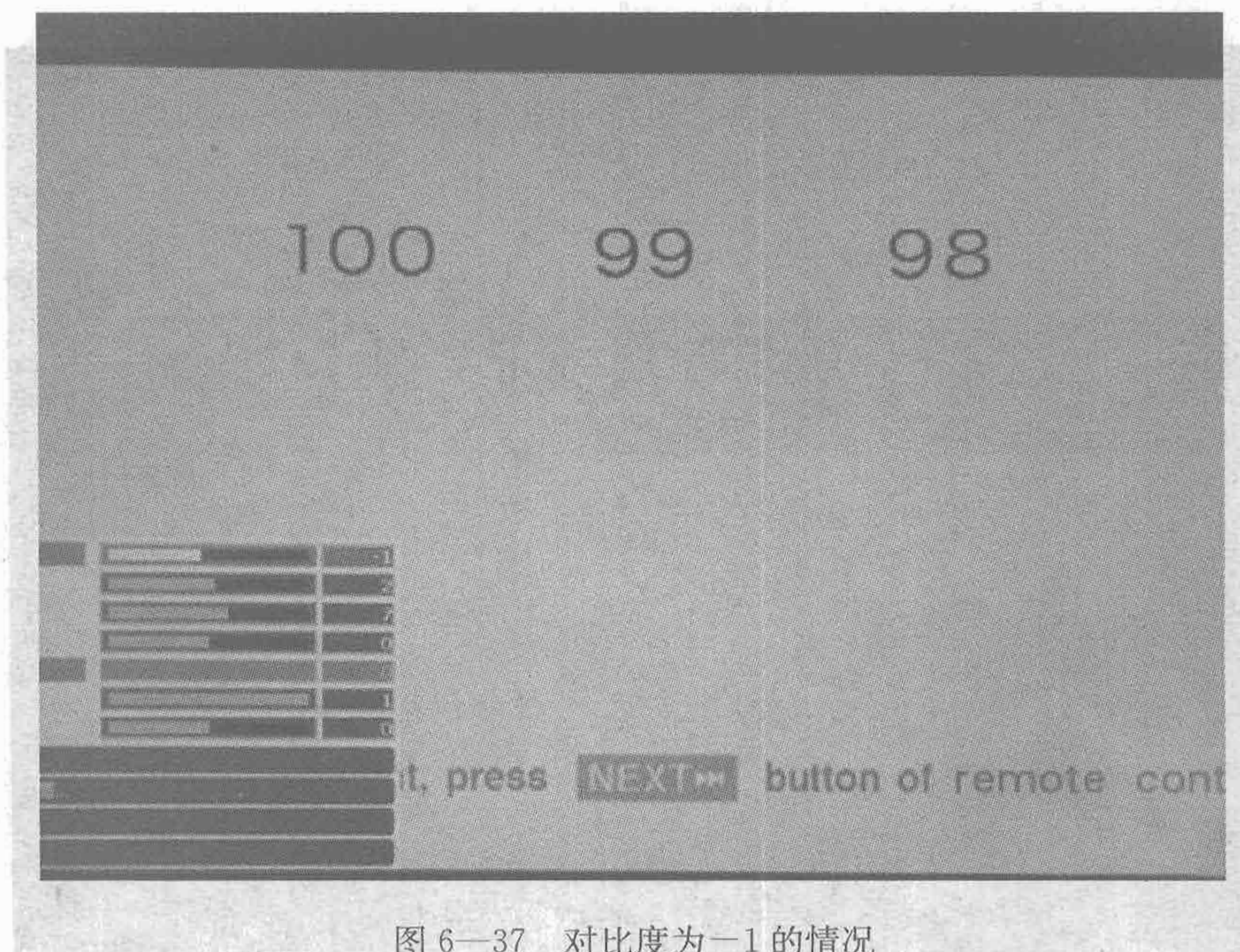


图6-37 对比度为-1的情况

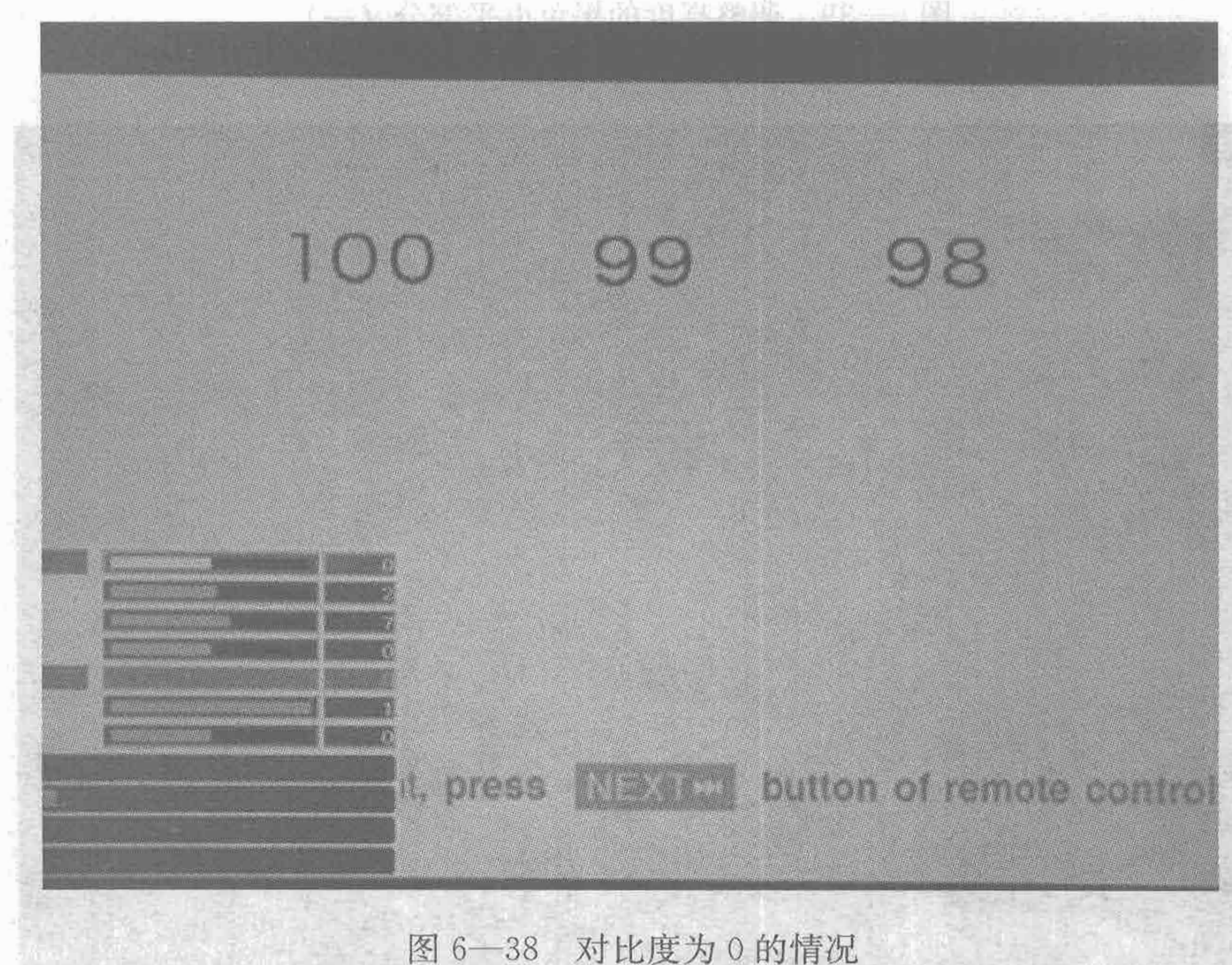


图6-38 对比度为0的情况

随着显示设备显示质量的提高，现在很多显示设备都能比较好地完成这个测试图，特别是一些投影仪，而在传统的CRT显示器上，不管是S输入还是AV输入，调节都会很困难。

## 2. 亮度的调节

接下来调整亮度的黑色电平部分，当0%黑、5%黑和10%黑出现后，可以试着调节亮



度，从小到大，可逐渐看到有区别显示的三个区域，如图 6—39、图 6—40、图 6—41 所示。一般情况下，显示器不用调节都能轻松地通过三个测试图。

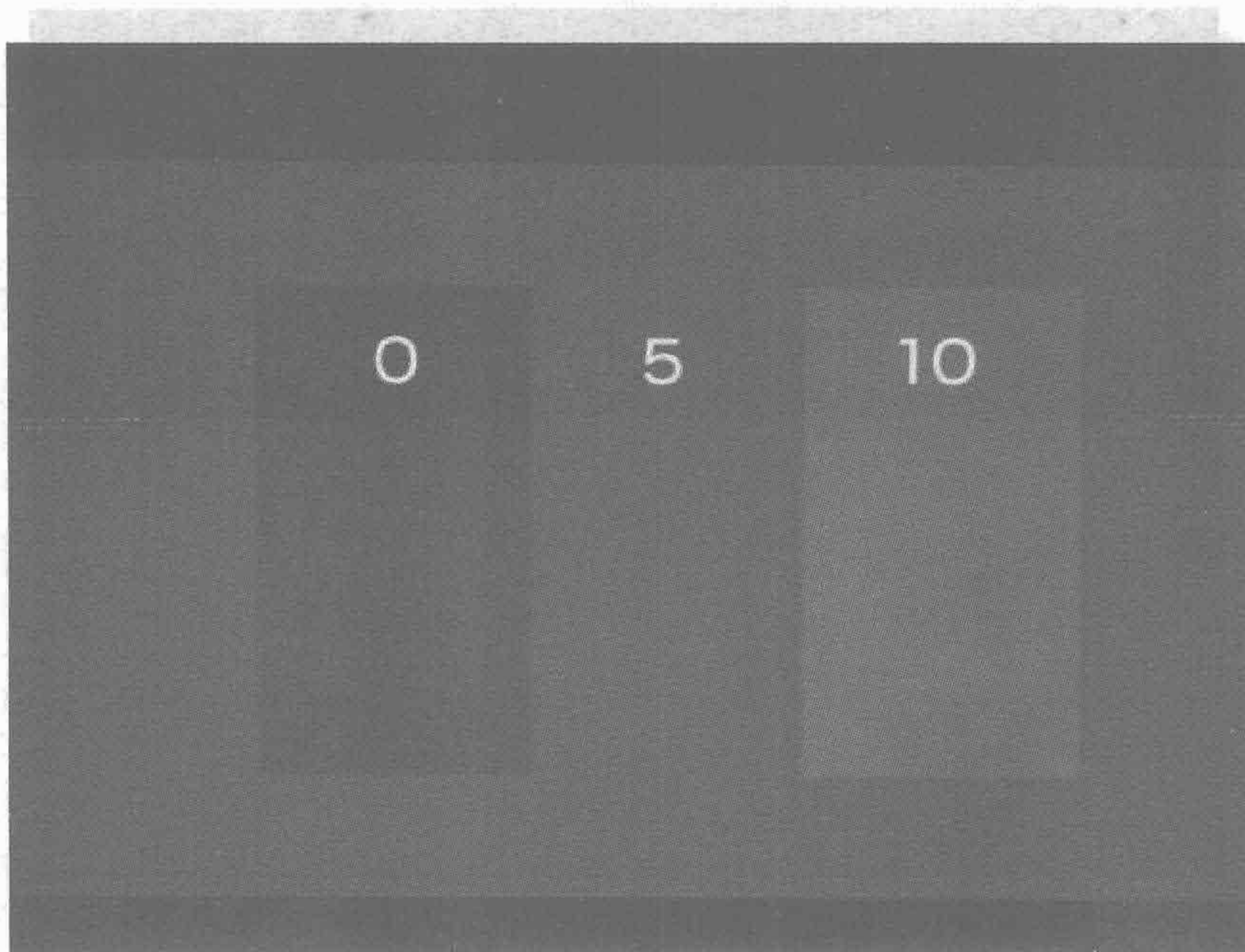


图 6—39 调整亮度的黑色电平部分（一）

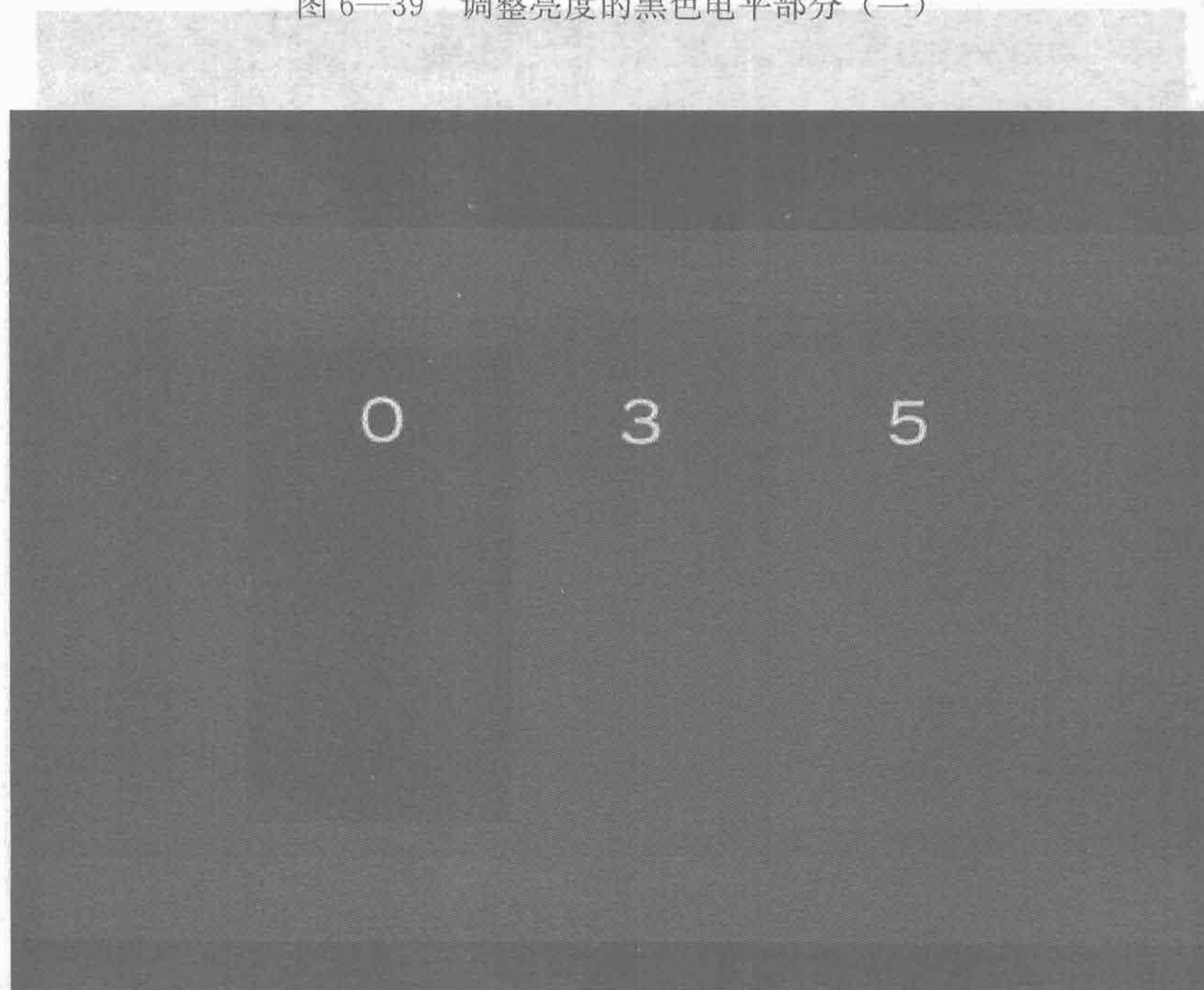


图 6—40 调整亮度的黑色电平部分（二）



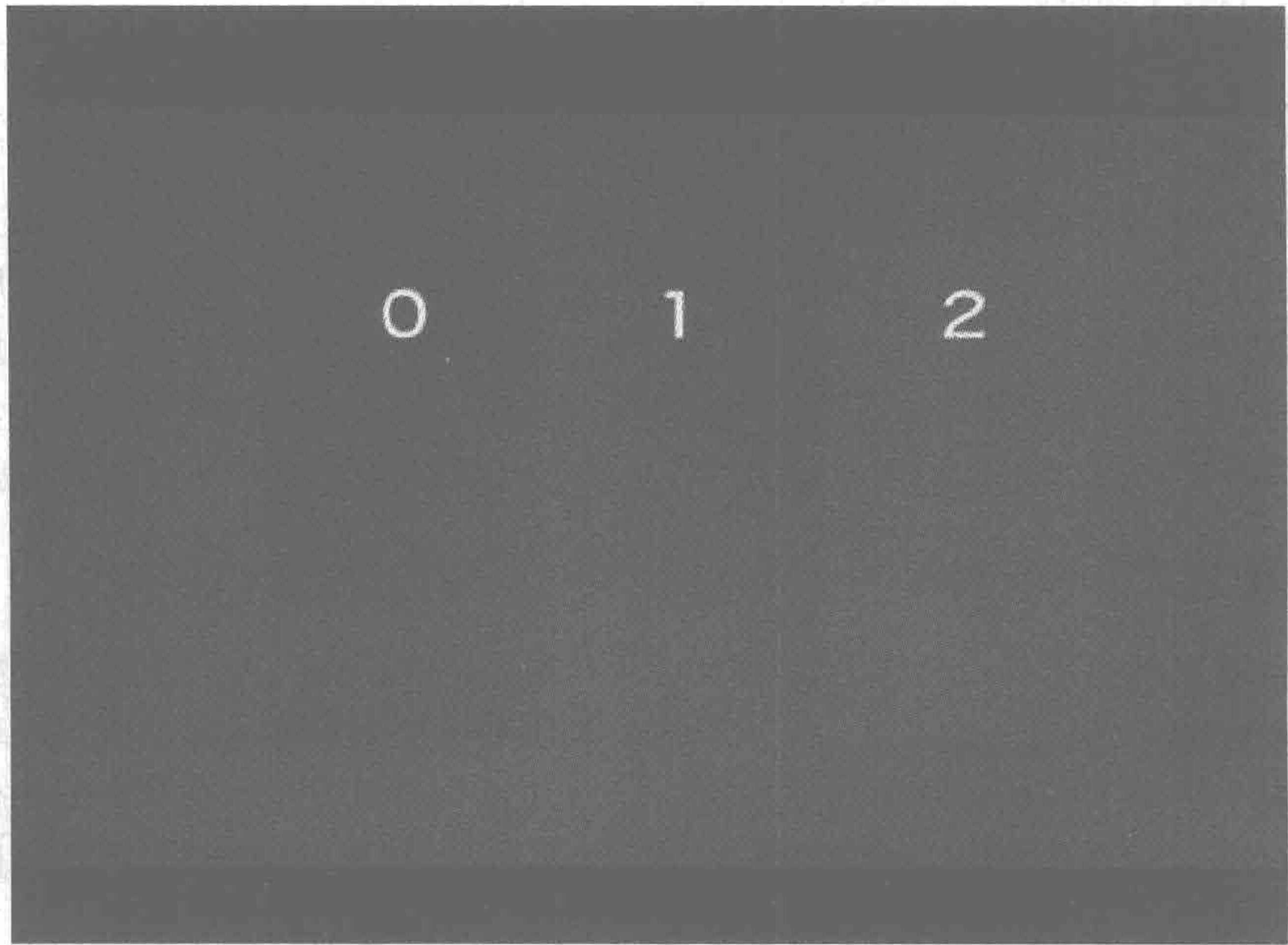


图 6—41 调整亮度的黑色电平部分 (三)

事实上，不同的信号源会产生很大的差异，不同的 DVD 或者通过不同的接口接同一个显示器，都会有很大的不同。如果用上述方法都无法调整到位的话，应试着对信号源作适当的调节。如果还不行，可以试着换个输入端口，一般情况下都能调好。

### 3. 利用 AVIA 调节对比度和亮度

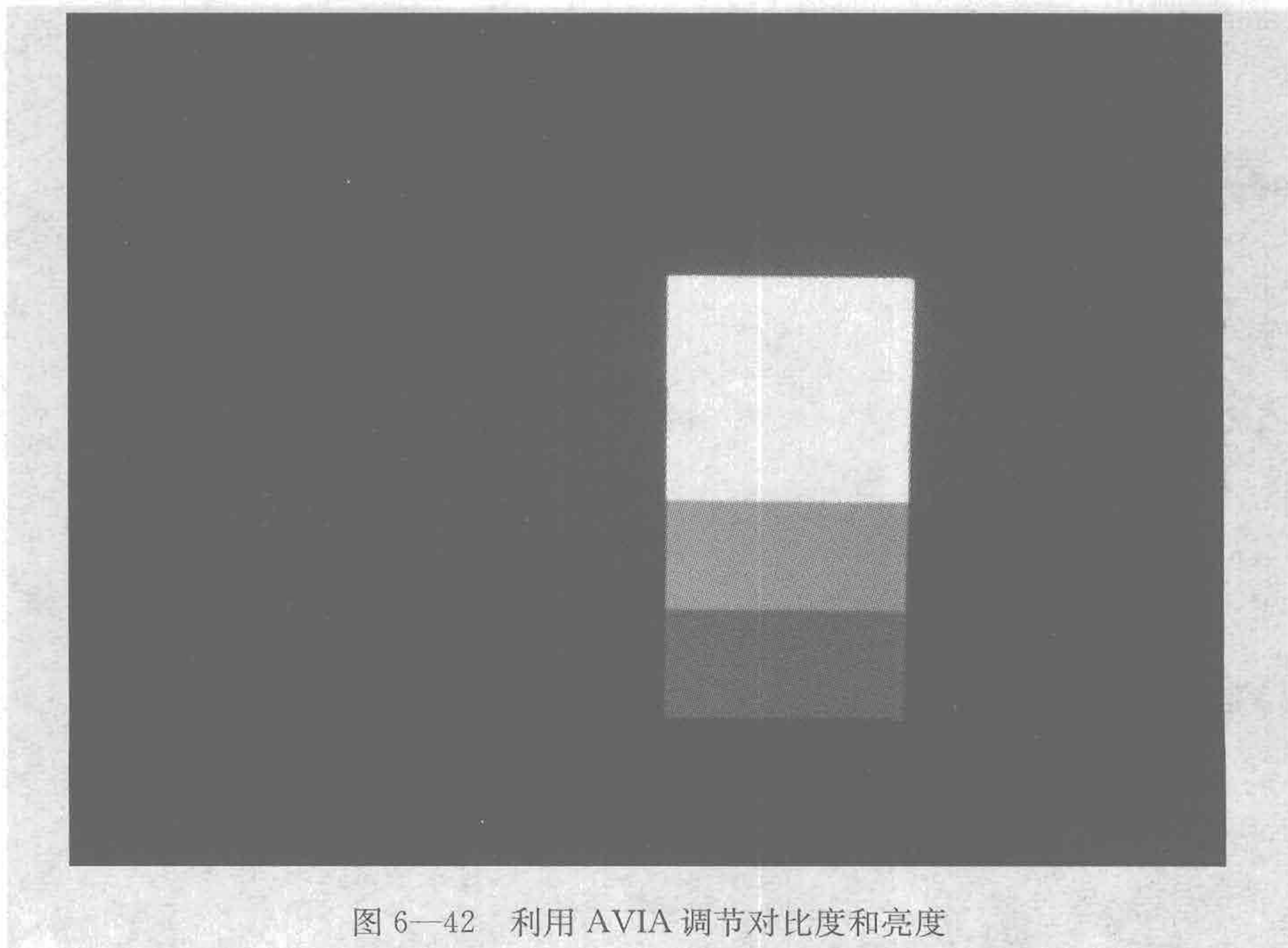


图 6—42 利用 AVIA 调节对比度和亮度

如图 6—42 所示的背景颜色就是标准的黑色，左半部分有三个不同亮度的竖条，中间一条和背景亮度是一样的，也是标准的黑色；右面竖条比黑色的亮度稍高，而左面的竖条的亮



度则是“比黑更黑”。右半部分是四个不同亮度的矩形，代表画面中的灰度等级。其中最上面的一个就是亮度为100%的白色，即峰值白色。

调试的时候，先把对比度和亮度关小，接下来慢慢开大亮度，使得画面在尽可能暗的情况下，依然能够看出左面的三个竖条。接下来逐渐开大对比度，当对比度开得很大时，会发现右侧最上面的矩形大了一些，这种现象称为“开花 (blooming)”，表明峰值亮度超过了允许值，应该调小对比度，即减小峰值亮度，使所有的方格看上去都一样大。对比度和亮度是会相互影响的，减小对比度常常会使画面的黑色水平降低，再次用亮度控制器调高黑色水平又会使峰值白色电平升高，需要将对比度再次减小。两者需反复调整若干次才能达到最佳效果。

## 二、色饱和度 (Hue 或 Tint)、颜色 (color) 和锐度的调整

对于一台既定的显示器，要想获得准确的色彩还原，对色饱和度和颜色的调整就要非常准确。色饱和度的正确调整点只有一个，不能根据个人喜好而随意设置，但是，单纯依靠普通的节目源和个人的判断是很难找到这个唯一正确点的。因为节目本身会有制作偏差，创作人员也会有自己的偏好，如果不知道原始节目的颜色，就更加无法判断显示器还原出来的颜色是否正确。为此，专业人员制定了一些彩色测试图以方便色饱和度的调整。

### 1. 色饱和度的调整

进行色饱和度调整时，要使用滤光片，HIVI-CAST 只提供了蓝色滤光片。如图 6—43、图 6—44、图 6—45 所示是同一图像的三张图，通过调节色饱和度，三张画面的显示效果将明显不同，接下来要做的就是通过滤光片，使得画面不同颜色的部分看起来尽量接近。

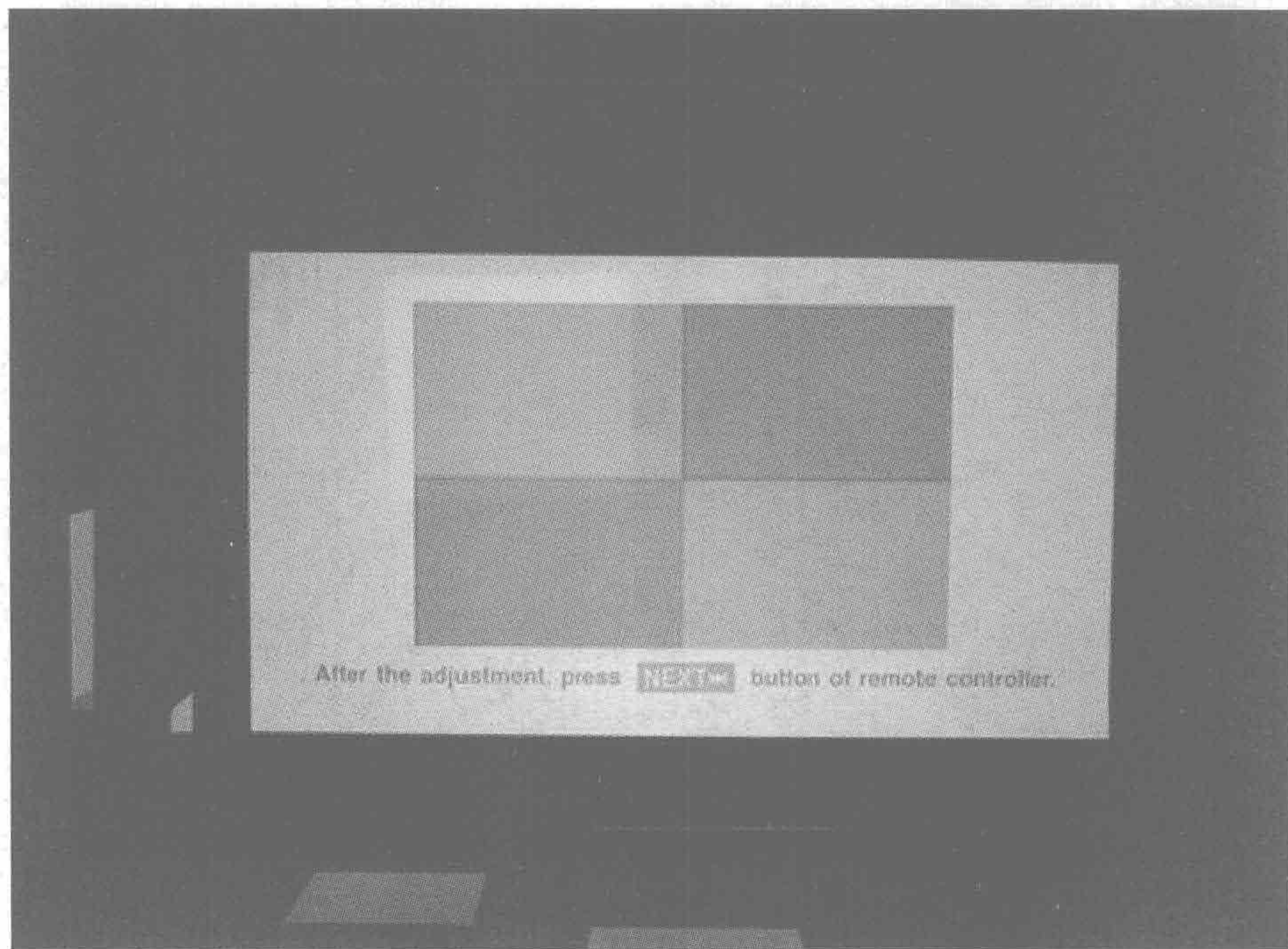


图 6—43 色饱和度的测试图形 (一)



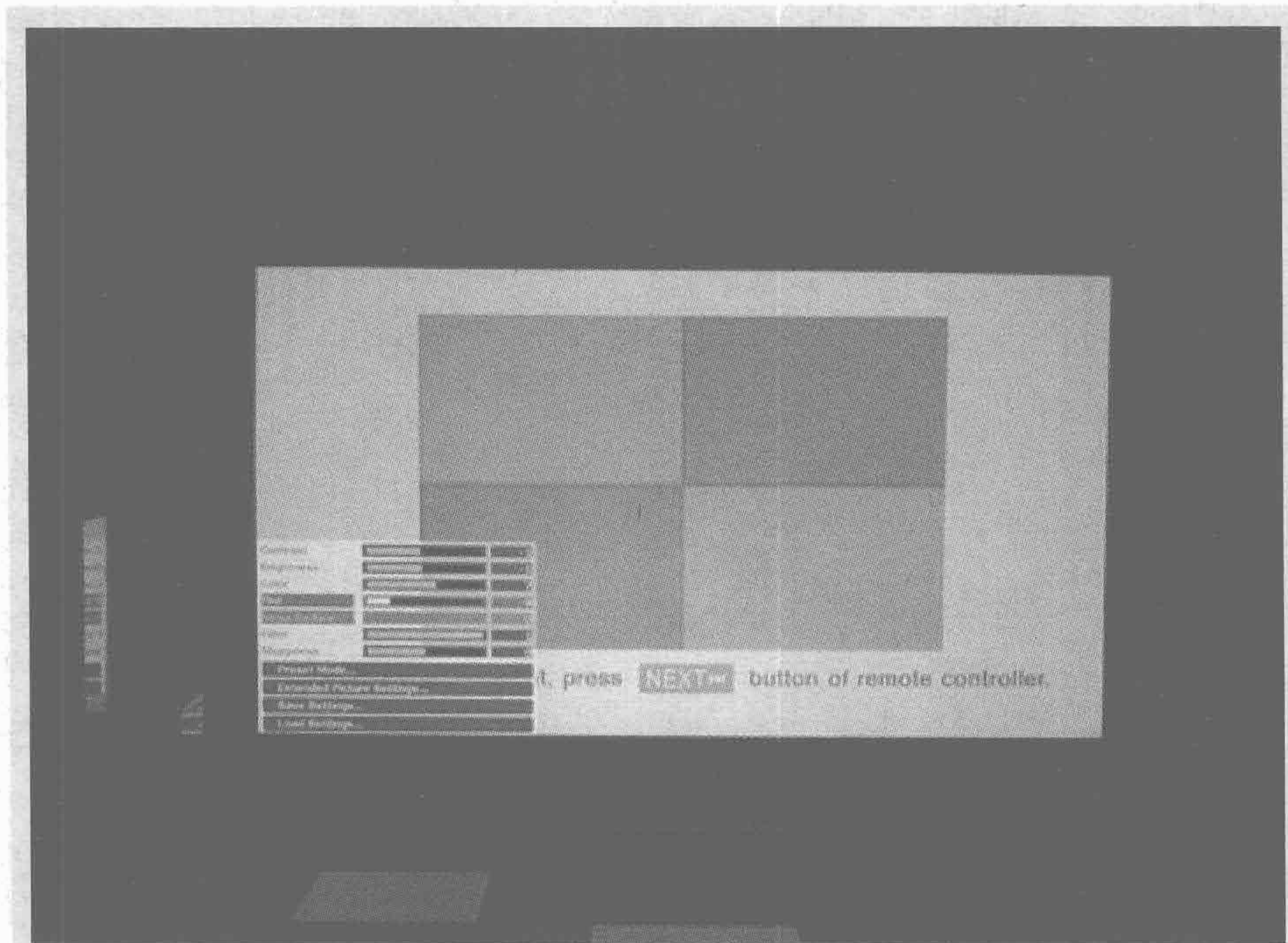


图 6—44 色饱和度的测试图形 (二)

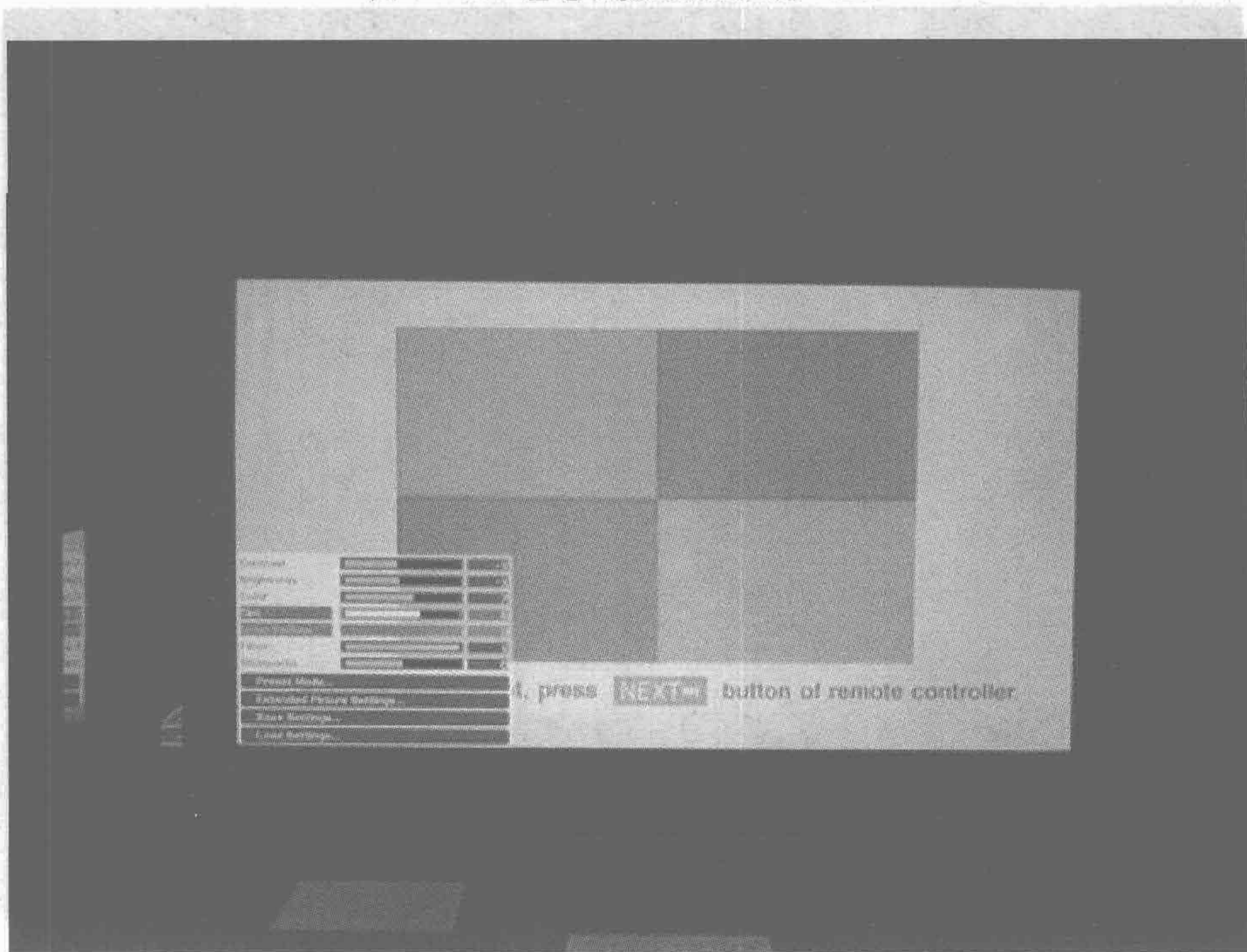


图 6—45 色饱和度的测试图形 (三)

如图 6—46 所示是透过滤光片观察到的尚未调节好的情况，有明显的色偏。如图 6—47 所示是接近最佳状况的情况。



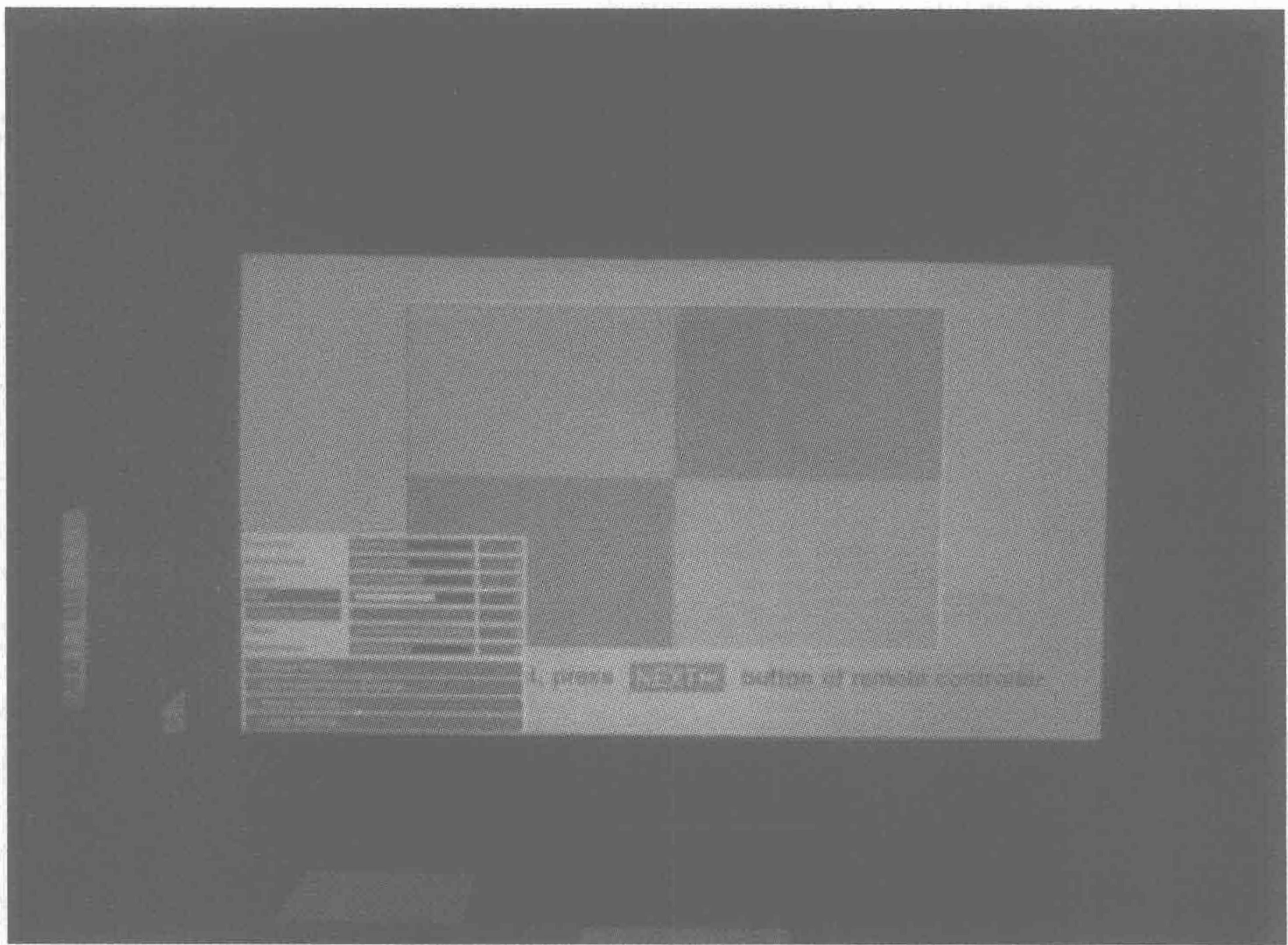


图 6—46 尚未调节好的情况

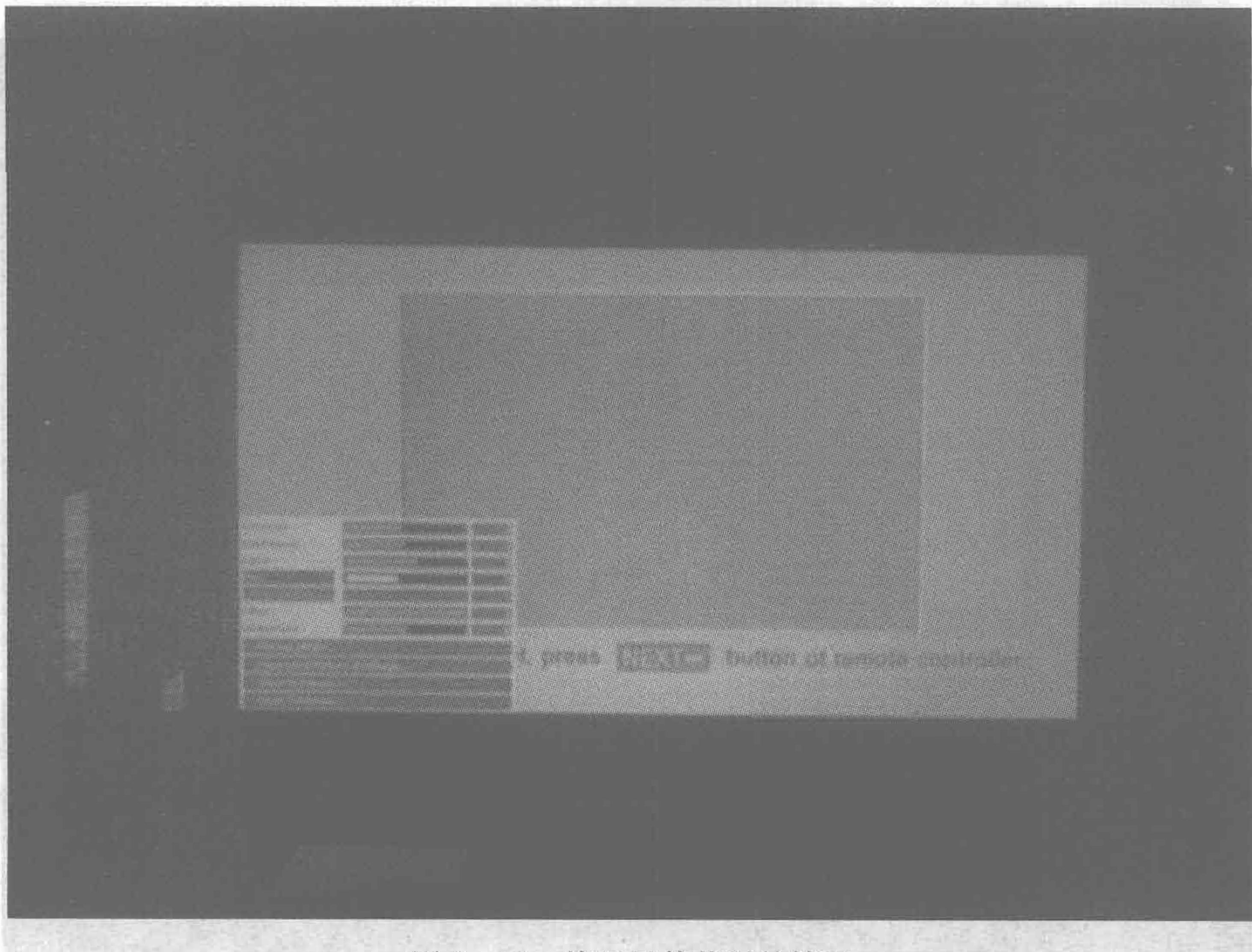


图 6—47 接近最佳状况的情况

有一点需要注意，那就是几乎不可能把四个方块调节得完全一样。

## 2. AVIA 的颜色调试

在如图 6—48 所示的测试图上，经常会看到红、绿、蓝、黄、靛青、紫红、白这七种色



彩，它们就是 SMPTE 色块图上的色彩。由于显示出的所有色彩都是由红、绿、蓝混合而成的，而红绿蓝任何两种相混都无法产生自身的红、绿、蓝三色，所以红绿蓝是三种“原色”。另外，黄色是红色与绿色的混合，靛青是蓝色与绿色的混合，紫红是蓝色与红色的混合，白色是红、黄、蓝三色的混合。这七种色彩加上不同程度的黑与灰，就构成了测试图中各种测试色彩表现的要素，这也是 SMPTE 色块图要选用这七种色块的原因，因为它们之间相互都有关系。

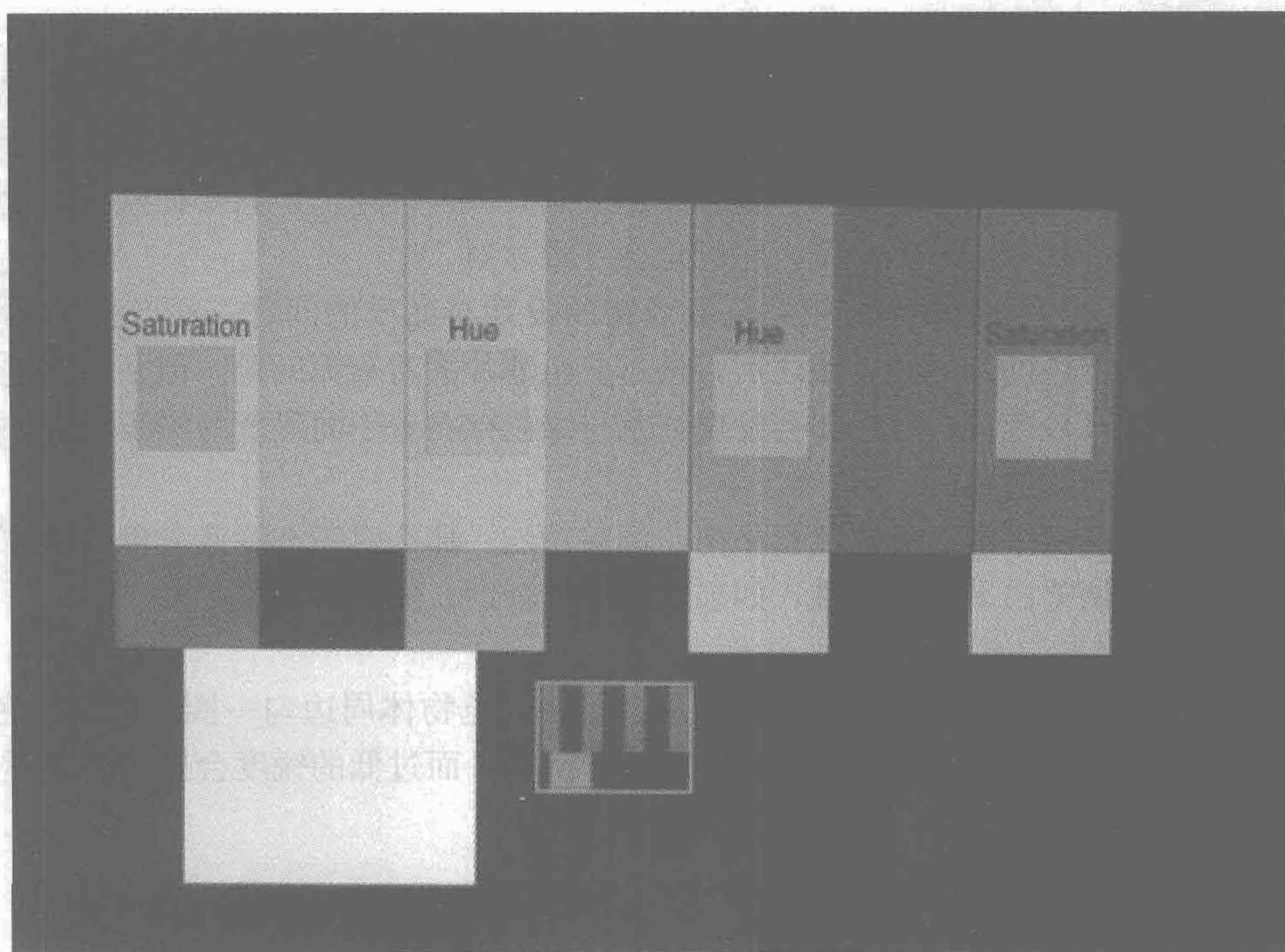


图 6—48 SMPTE 色块图上的色彩

该图主要就是用测试颜色的正确与否。通过这个图，可以较精确地对图像的颜色和饱和度进行调节。如果使用色差端子，则只能调饱和度值，因为色彩值已经固定了。

AVIA 在 SMPTE 色块图以及测亮度值的图上安排了会晃动的亮条，在观看 SMPTE 色块图时，要注意右下角灰阶部分也要看得到晃动的亮条。这样才会得到最正确的对比值与亮度值。

另外，本 SMPTE 色块图中，左下方那块白色是亮度最高（100IRE）的白，其余存在于色块图中的大、小白色其实都是灰色的。为什么要安排不同的白色与灰色呢？这是因为 SMPTE 色块图是 75% 的 IRE 亮度，所以在色块图上所看到的白色块是略带灰色的。本测试片中另外还提供了各种不同形式的色块图，其中就有 100IRE 的色块。

在各种不同的七色色块图中，可以反复用红绿蓝三种滤片来观看三色的准确程度。但很难把红绿蓝三色都调得完全准确。假如发现红色实在是太过量时，不妨改以红色为准，尝试透过红色滤片去调节饱和度值，看能否调出比较正常的红色。其他颜色的调节也是一样的道理。

AVIA 在 SMPTE 色块图上安排了四个会闪烁的方块，这四个闪烁方块的用意在于增加调整的精确度。当透过红绿蓝滤片看 SMPTE 色块图时，如果还能清楚地看到方块在闪烁，就表示还没有调到最佳状态。一定要调到肉眼感觉不到方块在闪烁，那才是最正确的位置。



假如显示设备能轻易地调到方块看不到闪烁的地步，就表示显示设备在色彩方面的准确度很高。反之，如果无论怎么调都能看到方块在闪烁，那就说明显示设备在色彩显示方面存在问题。

在此还有一个细微的地方要注意，当在调 SMPTE 色块图时，不要忘了右下角有两条亮条在晃动，左边也有两条亮条在晃动。

为什么测试片要提供红绿蓝三种滤片呢？

理论上，在 SMPTE 色块图中，只要有蓝色参与的色彩（白、蓝、靛青、紫红），其蓝色的含量应该都是一样的。所以，如果透过蓝色滤片把其他色彩过滤之后，肉眼所看到的应该就是亮度一致的蓝色块。测试图就是利用这种特性，以及蓝色的量改变之后肉眼所看到的变动最大这两个原因，来做颜色值与色饱和度值的调整的。理论上，只要把蓝色的量调到一致，其他红色与绿色的量应该不必调，它们也会一致才对。

但是实际上，显示设备却因为相关色彩线路的设计与品质的问题，而产生了不同的结果。有时候，当把蓝色的量调到一致之后，透过蓝色滤片去看毫无问题。但是当透过红色或绿色滤片去看 SMPTE 色块图时，却会发现红色与绿色存在着不同程度的深浅亮度，这往往是显示设备自身的问题造成的。

假如显示设备有白平衡（或称色彩平衡）调整功能，那么对于红绿蓝三色的量才能有更改的机会。不过，调整白平衡非常难，如果没有仪器辅助，则很难调整正确。

### 3. 锐度的调节

过高的锐度会使得画面有明显的勾边显现，即在深色物体周边勾一圈细细的浅色的边，或在浅色的物体周围勾一圈深色的边，如图 6—49 所示；而过低的锐度会导致画面不够锐利清晰，如图 6—50 所示。

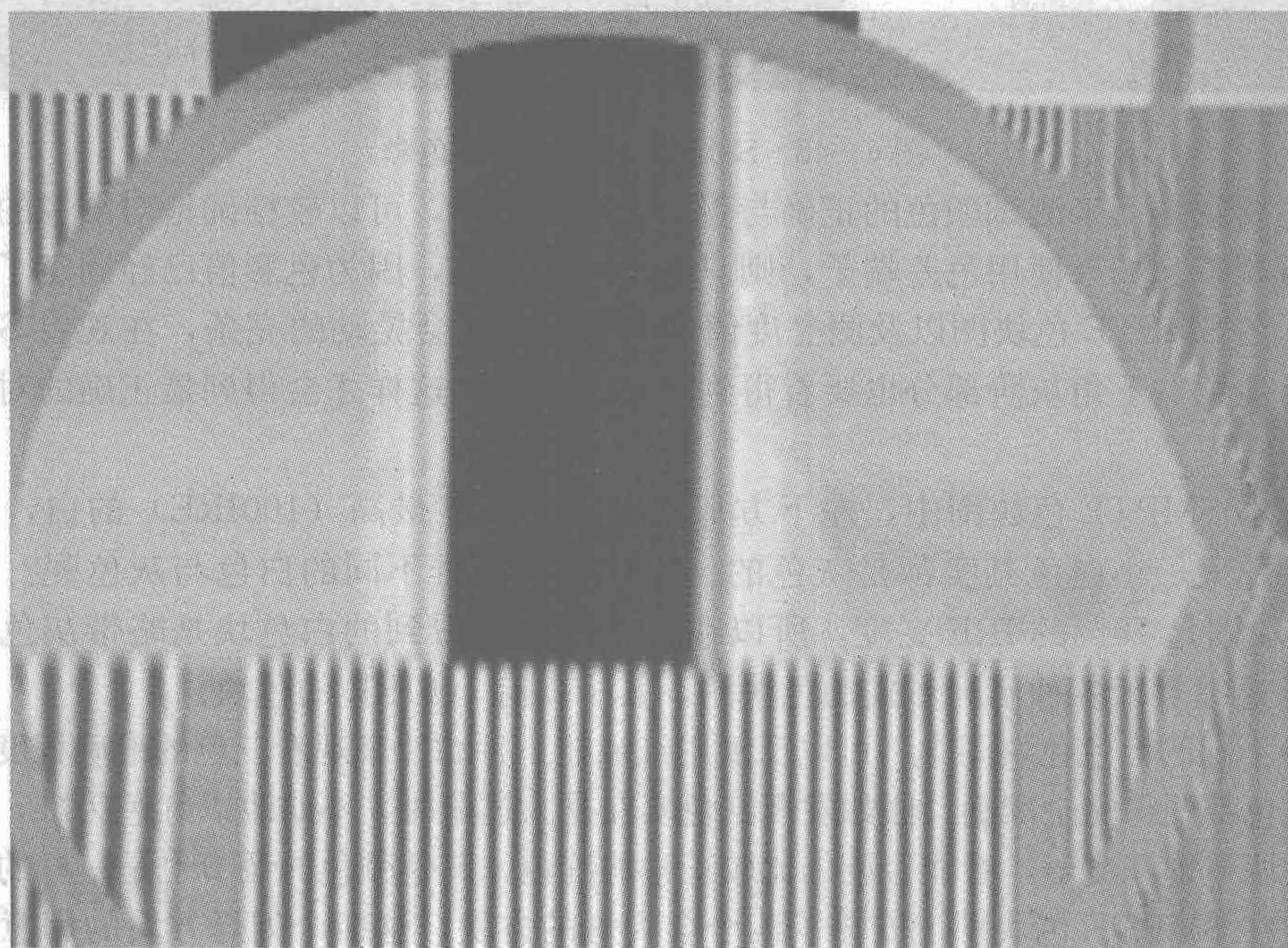


图 6—49 锐度过高



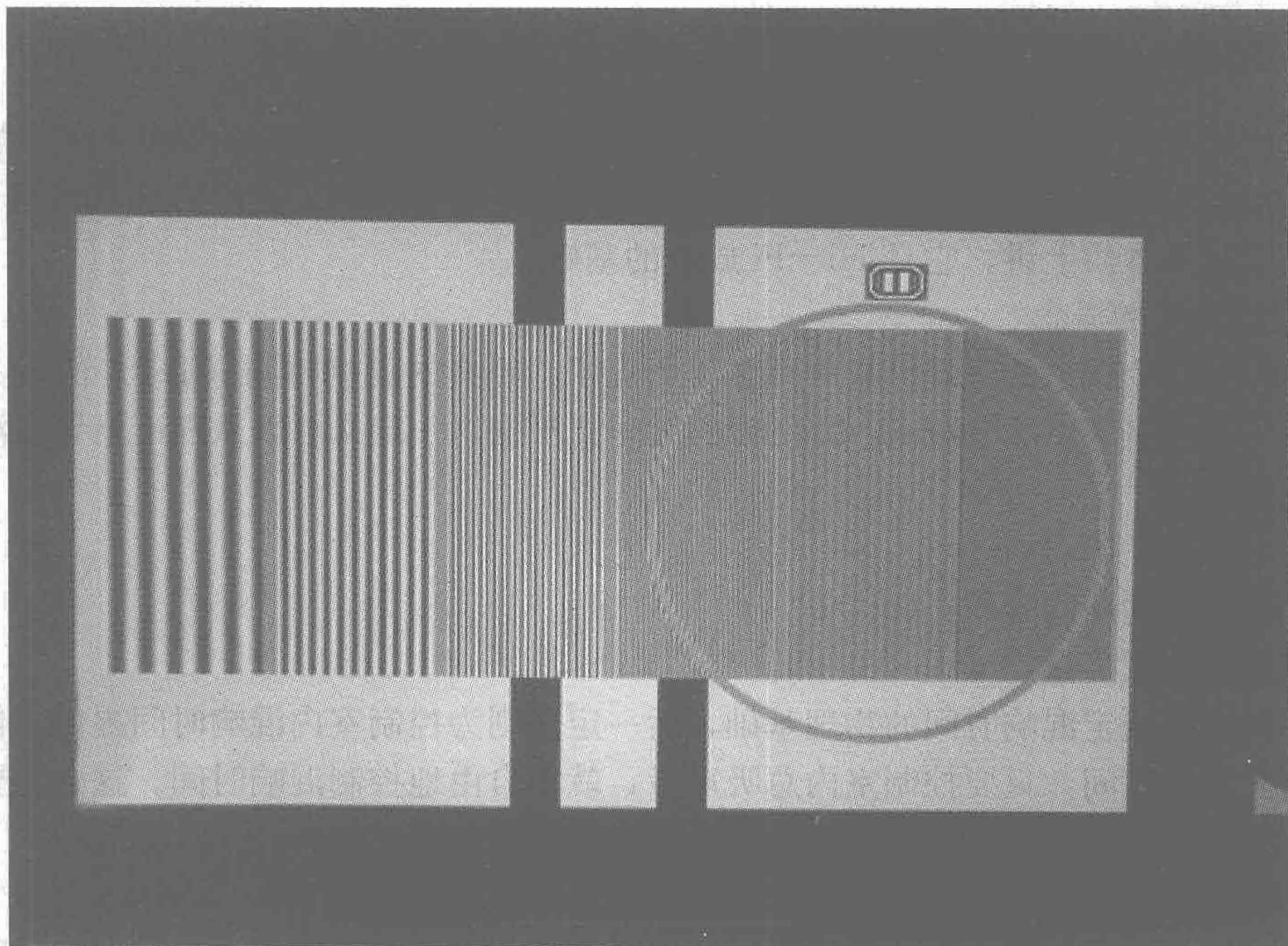


图 6—50 锐度过低

这时只需要调节显示器上的锐度即可。不过实际上，要完全消除如图 6—49 所示的测试图上的勾边，基本上是做不到的，只能在尽可能的范围内进行调整，如图 6—51 所示为调试后的效果。

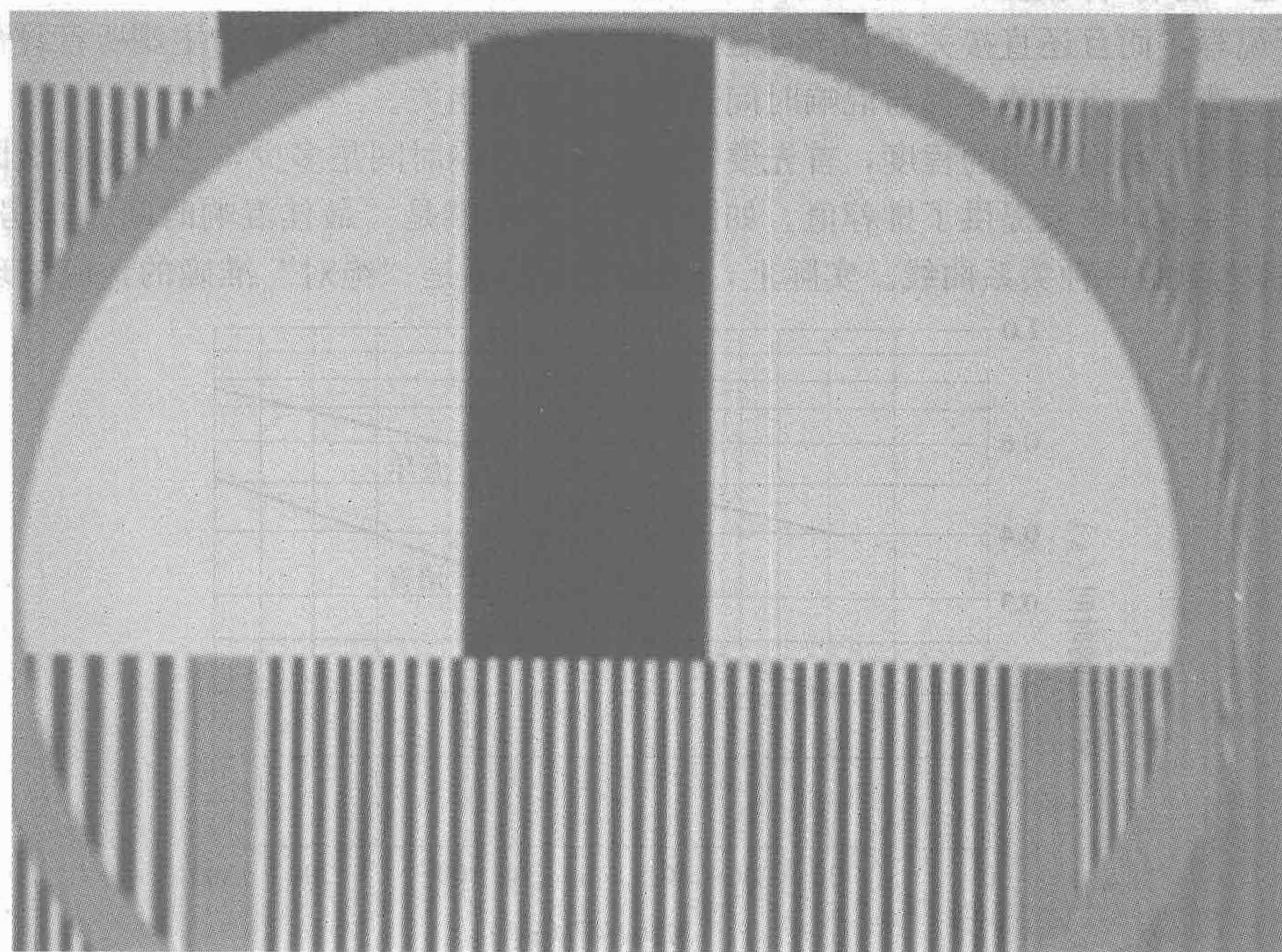


图 6—51 调试后的效果



### 三、听音效果的调整

要有好的声音，就必须要有比较好的环境。吸声处理是听音室中最重要的声学处理之一，它直接关系到房间的混响时间是否适当。必须清醒地认识到，适当的混响时间不仅能美化声音，而且从本质上讲，它是 Hi-Fi 放音的基础。

#### 1. 混响时间的概念

混响时间这个概念的出现已有一百多年历史了，经典的混响时间 ( $T_{60}$ ) 的定义是：声源停止发声后，室内声压衰减 60 dB 所需的时间。根据这一定义可以从理论上导出混响时间的数字定义：

$$T_{60} = 0.16 V/A \text{ (s)}$$

公式中， $V$  为房间容积，( $m^3$ )；

$A$  为室内总吸声量， $m^2$ 。

前一定义是测定混响时间的物理基础，后一定义则为控制室内混响时间提供了依据，即对于给定大小的房间，只要控制室内总吸声量，就能自由地控制混响时间。这个重要公式称为“赛宾公式”，它最初是由赛宾通过实验建立起来的。

#### 2. 最佳混响时间

通过对厅堂音质及其混响时间的大量调查和分析，声学家提出了“最佳混响时间”的概念。要想获得良好的音质，房间的混响时间不应过长，但也不是越短越好，而是要适当，这个适当的混响时间范围称为“最佳混响时间”。

最佳混响时间是声学史上第一个反映房间音质的客观参数。平时常说“混响能美化音质”，就是“混响时间适当”带来的效果。事实上，房间混响是否适当，不仅仅关系到声音是否动听悦耳，而且还直接关系到声音是否真实、自然的程度。许多的主观听音评价，如丰满、温暖、清晰、空间感等都与混响时间是否适当密切相关。

要把混响控制到适当的程度，首先要知道适当的混响时间是多少，它又受什么因素的影响。对此，许多声学家提供了推荐值。如图 6—52 所示就是“最佳混响时间”与房间容积/音乐/语言之间的一种关系曲线。实际上，这组曲线并不是“绝对”准确的，应该理解为是

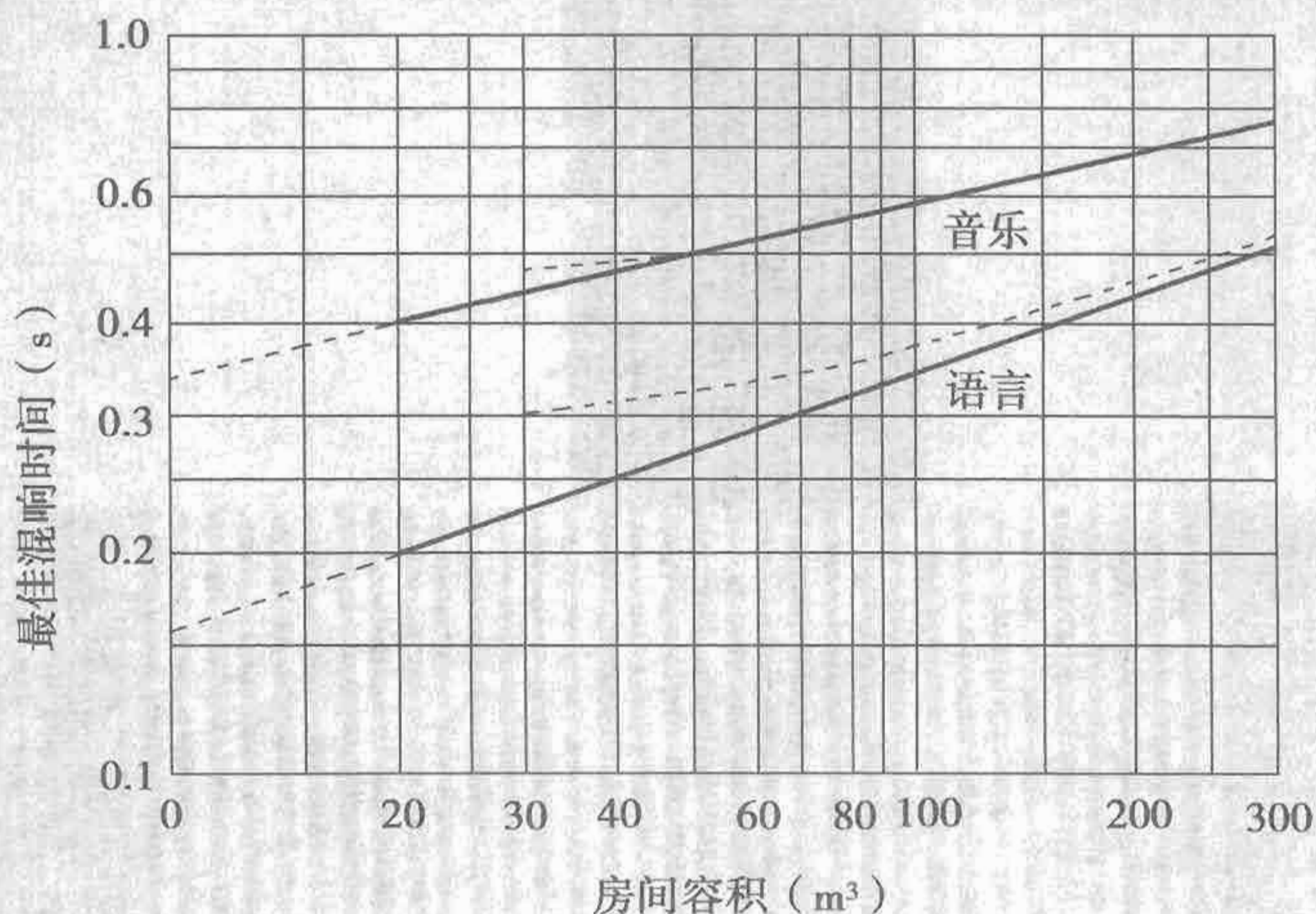


图 6—52 混响时间与房间容积曲线图



与房间容积和声音类别相关的“最佳混响时间”的大致数值，相对于各种实际情况，可能有 $+10\% \sim -20\%$ 的变动范围。尽管如此，它还是提供了两条重要信息：一是让“最佳混响时间”有了一个基本的数量概念；二是提供了“最佳混响时间”的一些影响因素及其变化趋势。为了进一步理解混响时间对声音的影响，下面作一些简单的说明。

首先，如果房间较大，“最佳混响时间”也应相应长一些。这是因为房间空间增大，需要较大的响度才能使声音听起来更适当些。而增加混响时间能起到提高响度的作用。音乐厅的混响时间（1.5 s左右）比听音室大得多，就是这个道理。

其次，适合语言的“最佳混响时间”总是比音乐所需的混响时间短一些，这又是什么原因呢？原来这两类声音都可看做是一连串音节或音符组合而成的。每出现一个音，都对应一个用房间混响时间度量的声音衰变过程，如图6—53所示。如果房间混响时间过长，前一个音尚未充分衰减，后一个音就已经到来，二者之间重叠部分（阴影部分）就会过多，两个音就不易听清楚，声音会显得模糊不清而混浊；反之，如果房间混响时间过短，两个音之间重叠很小甚至相互分开，此时每个音听起来虽然还算清楚，但往往不够响亮和丰满，这是因为直达声得不到混响声的有力支持，就清晰度而言，此时也未必能达到最好的程度。显然，只有当混响时间比较适当时，才可能听到既丰满响亮又清晰的声音。由于人们对语言的满意程度主要取决于听清听懂内容的程度，因而混响时间短一些比较有利。相比之下，人们对音乐往往不要求听清每个音符，倒是常常希望相互之间有些“掩盖”，以避免听到乐器的某些缺陷或不足，这样声音反而更为丰满动听，因此混响时间长一些为好。

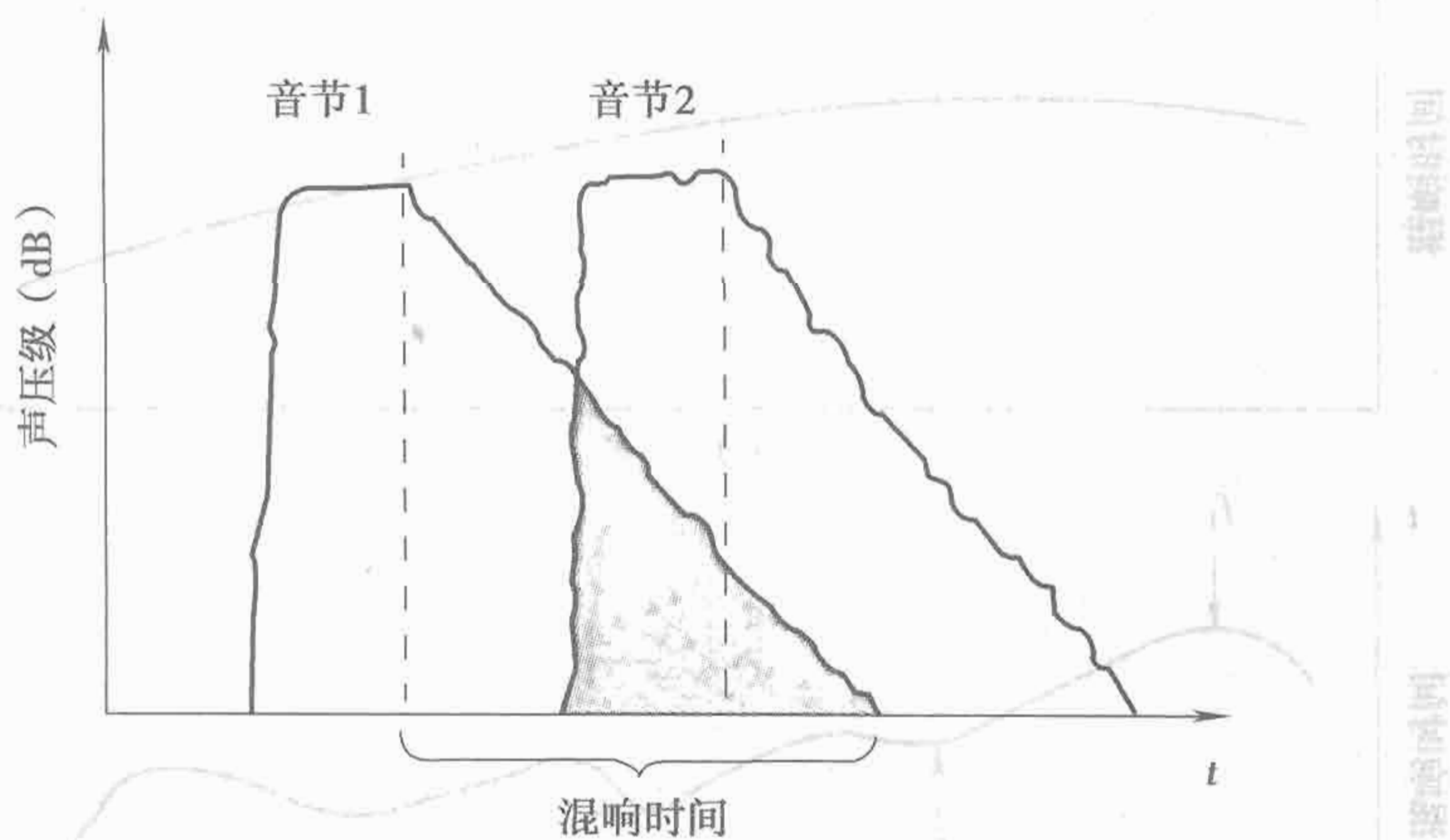


图6—53 混响时间与声压级曲线图

最后要说明的是，作为容积不大的家庭听音室，大多以欣赏音乐为主要使用目的，在设计听音室时，“最佳混响时间”初始值应该适当取得大一些，至少不应小于0.5 s。如果需要，在此基础上循序渐进地降低混响时间，通过试听就比较容易找到符合实际情况的“最佳混响时间”了。

以上“最佳混响时间”都是中频500 Hz时的值。目前室内声学中所涉及的频率范围大多限于125~4 000 Hz。因此混响时间的控制还包括控制“最佳混响时间”的频率响应问题。关于混响时间的频率响应，一般希望从低频到高频大致平直均匀。不过平直的高频响应对某些乐器的声音是好的，对另一些泛音丰富的乐器则可能会感到过于刺耳。综合起来看，高频适当降低一些比较适宜。至于低频可以适当提升一些，这样有利于改善小房间低频重放



效果，因此图 6—54b 的混响频率特性也是不错的。不过，当小房间中低频驻波比较严重时，加强低频的吸音，使低频混响时间从中频开始平滑地缓慢下降的特性，也是常用的混响频率特性，尤其小房间使用大音箱的情况下更为合适。

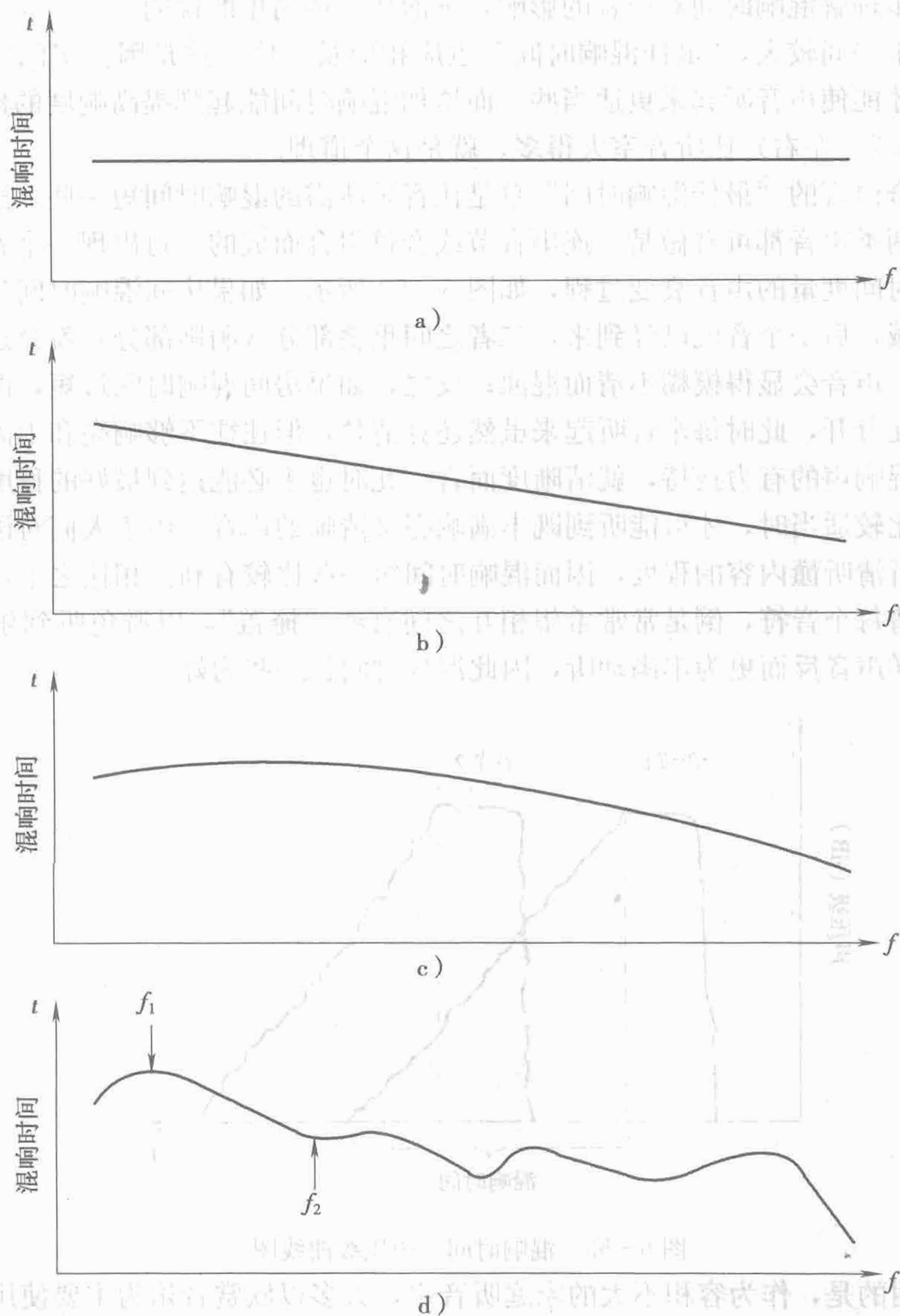


图 6—54 混响均匀性要求

要避免的是图 6—54d 那样起伏较大的混响特性。与峰值对应的频率  $f_1$  的混响时间长，与谷值对应的频率  $f_2$  的混响时间短， $f_1$  就会对  $f_2$  的信号产生“掩蔽”效应，尤其当  $f_2$  信号幅度较小时，将几乎完全被  $f_1$  所“淹没”，从而失去很多本来可以听到的微妙的乐音，这对 Hi-Fi 重放自然是很不利的。当室内驻波引起的共振得不到很好的抑止时，低频段常会出现上述情况，从而使声音产生失真或染色。因此在设计听音室时，特别要注意防止低频共振频率出现“兼并”并加强对它的吸声处理。



总之，对于图 6—54a~图 6—54c 的混响频率特性不能一概地说哪种好哪种不好，因为这与房间驻波和音乐类型有关。不过大致来说，相对于中频而言，高频混响时间希望控制在 0~10% 的范围内，低频混响时间控制在 +50%~-20% 的范围内，大概是普遍能够接受的。

### 3. 材料的吸声系数

初步选定了“最佳混响时间”及其频率响应要求后，接下来要对房间的吸声材料做出大致的安排。

主要材料的吸声系数见表 6—1。

表 6—1 主要材料的吸声系数

材料名称规格	吸声系数					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz
大理石	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
混凝土	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
抹灰墙	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04
木地板	0.15	0.11	0.10	0.07	0.06	0.07
普通门	0.16	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10
普通玻璃窗	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
尼龙地毯	0.05	0.06	0.07	0.06	0.12	0.25
毛织地毯	0.09	0.08	0.21	0.26	0.27	0.37
丝绒帷幕 (0.77 kg/m <sup>2</sup> )						
贴墙直挂	0.08	0.12	0.35	0.45	0.38	0.36
折叠面积 50%	0.14	0.35	0.55	0.72	0.70	0.65
棉布帷幕 (0.50 kg/m <sup>2</sup> )						
贴墙直挂	0.04	0.07	0.13	0.22	0.32	0.35
折叠面积 25%	0.04	0.23	0.40	0.57	0.53	0.40
折叠面积 50%	0.07	0.31	0.49	0.81	0.66	0.54
墙角吸声器 (抄细玻璃棉 600 mm×600 mm×600 mm) 每只	2.5	2.0	1.7	1.6	1.5	1.8
人坐在木椅上 (每人)	0.25	0.25	0.31	0.35	0.37	0.35
人坐在软皮椅上 (每人)	0.24	0.33	0.36	0.45	0.39	0.37
人坐在丝绒软椅上 (每人)	0.28	0.38	0.42	0.46	0.48	0.46
人坐在硬背椅上 (每人)	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04

可以根据吸声系数表，计算出室内具体的表面积，根据赛宾公式来计算总的吸声量，然后和要求的“最佳混响时间”进行对比，再根据实际情况，来增加或者减少吸收或者扩散的材料，但有些材料在装修后已经很难再增加或者减少，而有些是比较容易添加的，比如第三类材料。

第三类材料是由多孔性棉毛织物所构成的，地毯和挂帘（即帷幕）是其代表品种，也是历史上最早使用的吸声材料。这类材料的特性是中高频吸声系数较高，而低频吸声系数很



低，因此一般作为中高频吸声材料使用。但由于它主要只对中高频吸声，而且常常导致声间发浑，清晰度不佳等问题，再加上现在可用做吸声的材料和结构颇多（甚至可以自制），所以第三类材料一般适合业余使用，在一定范围内具有调整吸声系数的特点。折叠面积（%）是指挂帘折叠悬挂时其展开部分的面积与其全部摊开悬挂时的面积之比。折叠悬挂时的吸声系数大为提高，主要是折叠后等于增加了挂帘本身的厚度，因而吸声系数就会增大。另外，当折叠面积（%）增加到一定程度后，吸声系数会出现明显的峯形特性。这是因为折叠面积（%）大时，挂帘后的空气层厚度也增大，形成类似于共振吸声的吸声特性。表中的丝绒帷幕也有类似的特点。只要充分了解挂帘的上述特性，再与低频吸声材料合理搭配使用，就完全能够在全频段取得所希望的吸声特性。

具体需要多少材料、怎么排布，要看具体情况来处理。在没有混响测量仪器的条件下，对房间进行混响时间的计算，看起来是毫无意义的，但其实恰恰相反，因为根据混响时间的计算便于大致设置出多种不同的房间混响特性，从而有可能通过试听和比较，从多种房间混响特性中找到最满意的混响特性。这样在一定程度上弥补了没有混响测量仪器带来的不足。

#### 4. 音箱位置的摆放

正确地摆放音箱是改善声音效果的最佳方法，它不用再投资就可以提高分辨声音质素的能力，而且可以令平凡的效果变得出色，在将器材升级或进行吸音工程之前，请先确定是否已经利用音箱摆位将体系的潜质发挥尽致。为音箱找到最佳位置之后，便要加上厂家供应的钉脚，四个（或三个）钉脚都应该负担同样重量，这样音箱才会站稳，不会左摇右摆。可通过音响摆位来控制声音效果，改变音响至后墙或侧墙的距离可控制低频质量，改变音箱及聆听者的位置可以减低房间谐振的影响。

关于多声道系统音箱的摆位问题到目前并没有一个统一的说法，一直存在着一些争议。

如图 6—55 所示为日本某测试软件中推荐的音箱摆放位置。

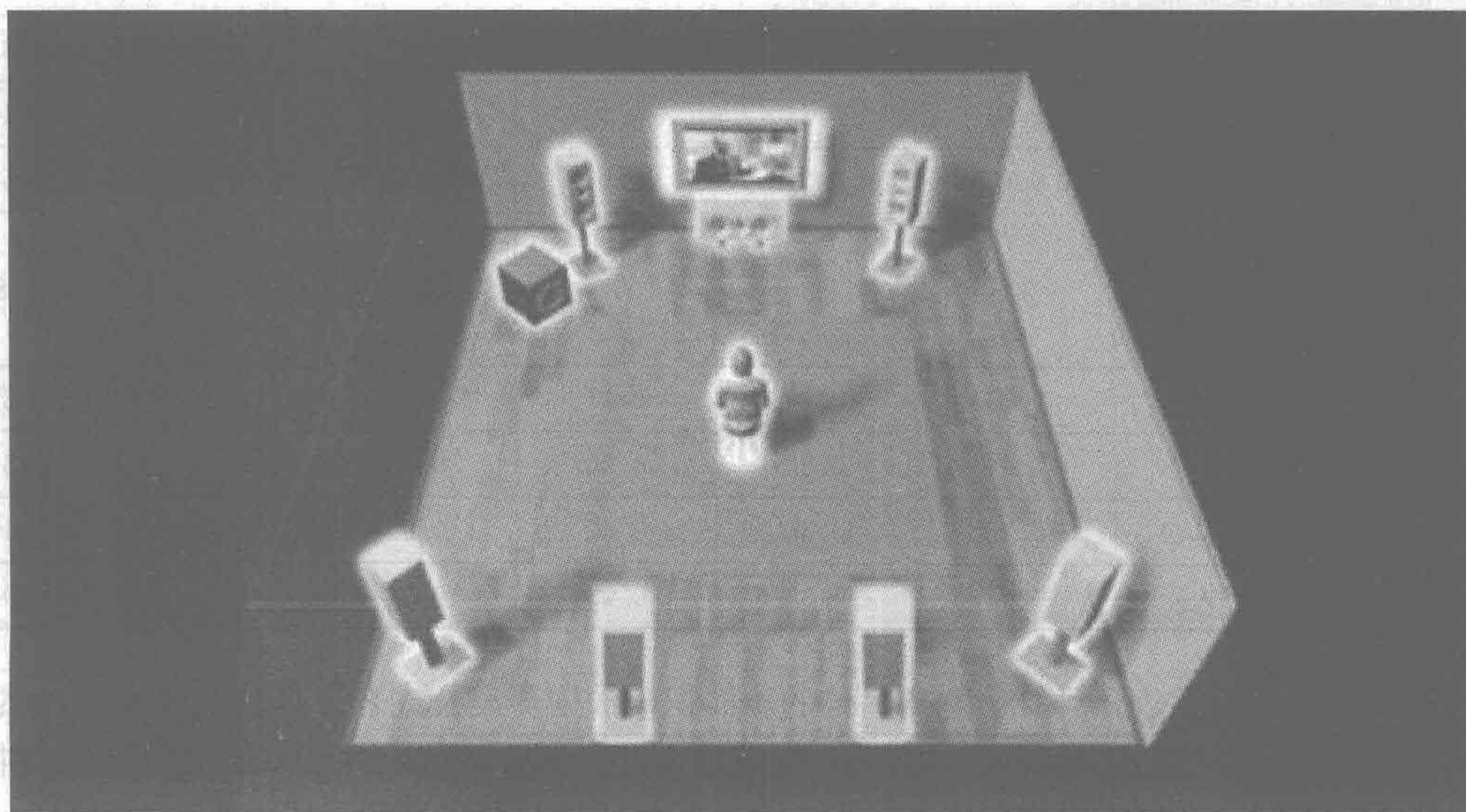


图 6—55 某测试软件中推荐的音箱摆放位置



左前置音箱的摆位：与 Y 轴的距离 = X 轴长度  $\times$  0.18，与 X 轴的距离 = Y 轴长度  $\times$  0.15。

中置音箱的摆位：与 Y 轴的距离 = (X 轴长度  $\times$  0.18) / 2，与 X 轴的距离 = Y 轴 / 2。

右前置音箱的摆位：与 Y 轴的距离 = X 轴长度  $\times$  0.18，与 X 轴的距离 = Y 轴 - Y 轴长度  $\times$  0.15。

左环绕音箱的摆位：与 Y 轴的距离 = X 轴长度  $\times$  0.535，与地面的距离 = Z 轴  $\times$  0.75。

右环绕音箱的摆位：与 Y 轴的距离 = X 轴长度  $\times$  0.535，与地面的距离 = Z 轴  $\times$  0.75。

后环绕音箱的摆位：两个后环绕音箱之间的距离为 30 cm，并且以 Y 轴长度 / 2 为基准，与地面的距离 = Z 轴长度  $\times$  0.75（注：此摆位必须使用双向或是单向发声环绕音箱，三向发声音箱不适用）。

低音炮摆位：低音炮与 X 轴（左侧墙或是右侧墙）的距离 = Y 轴长度  $\times$  0.039；与 Y 轴的距离 = X 轴的长度  $\times$  0.738。

最佳聆听位置：与 Y 轴的距离 = X 轴长度  $\times$  0.535，与 X 轴的距离 = Y 轴长度 / 2（应该说这是一种方式，但大量实践下来的实际听感，也许并不是最好的，特别是在后方有着后环绕的情况下，左右环绕太过靠后）。

对于多声道家庭影院系统的摆位，如图 6—56、图 6—57 所示。

(1) 在确定最佳视觉距离之后，再调整前方左右音箱的距离，使两只音箱至听音者连线成夹角为  $45^\circ \sim 60^\circ$ ，高音单元与听音者耳朵齐平。

前置左右音箱之间需要一定的距离，太近和太远都难以真正表现出适当的声场。 $45^\circ \sim 60^\circ$  的夹角是比较适合的，当然对于家里不同的环境，适当的调整是可以的，只是要尽量靠近这个值。至于前置左右音箱是否要内凹面对着听音者问题，一般在大空间中，可以做适当的内凹，比如听音者位置离开音箱有 5 m 以上，如果空间不大，只要让音箱平行向前就可以了。

(2) 中置音箱前后位置应与左右主音箱平齐，并且与左右音箱处于同一水平高度，一般把防磁中置音箱置于电视机的顶上。

有时候如果用的是投影仪，可能中置音箱一般会放得比较低，其实也可以接受，只是把中置音箱前端稍稍垫高，把单元口朝向听音者会稍好些；另外中置最好不要置于封闭的电视机柜内，这样有利于声音的表现。

(3) 侧环绕音箱摆位采用“侧墙安装法”为最佳，就是把两只环绕音箱面对面指向，放在与听音者等距离的两侧墙上。并使其比听音者高 60~100 cm。若室内限制无邻近侧墙的，可以把环绕音箱放在地面支架上，安装方法与“侧墙安装法”相同。

也可把侧环绕音箱放在听音者的稍偏后面，但到听音者位置的连线与水平线之间的夹角不宜超过  $15^\circ$ 。

(4) 两只后环绕音箱至听音者连线的夹角最好大于  $30^\circ$  小于  $60^\circ$ 。有些爱好者推荐把两只后环绕靠得很近，这样的方式是不正确的，它违背了 7.1 声道的初衷。后环绕音箱到听音者的距离最好和侧环绕音箱保持一致，高度同侧环绕音箱。

(5) 至于低音音箱由于其没有方向性，可放在家具下面或后面，只要使低音丰满而清晰即可。



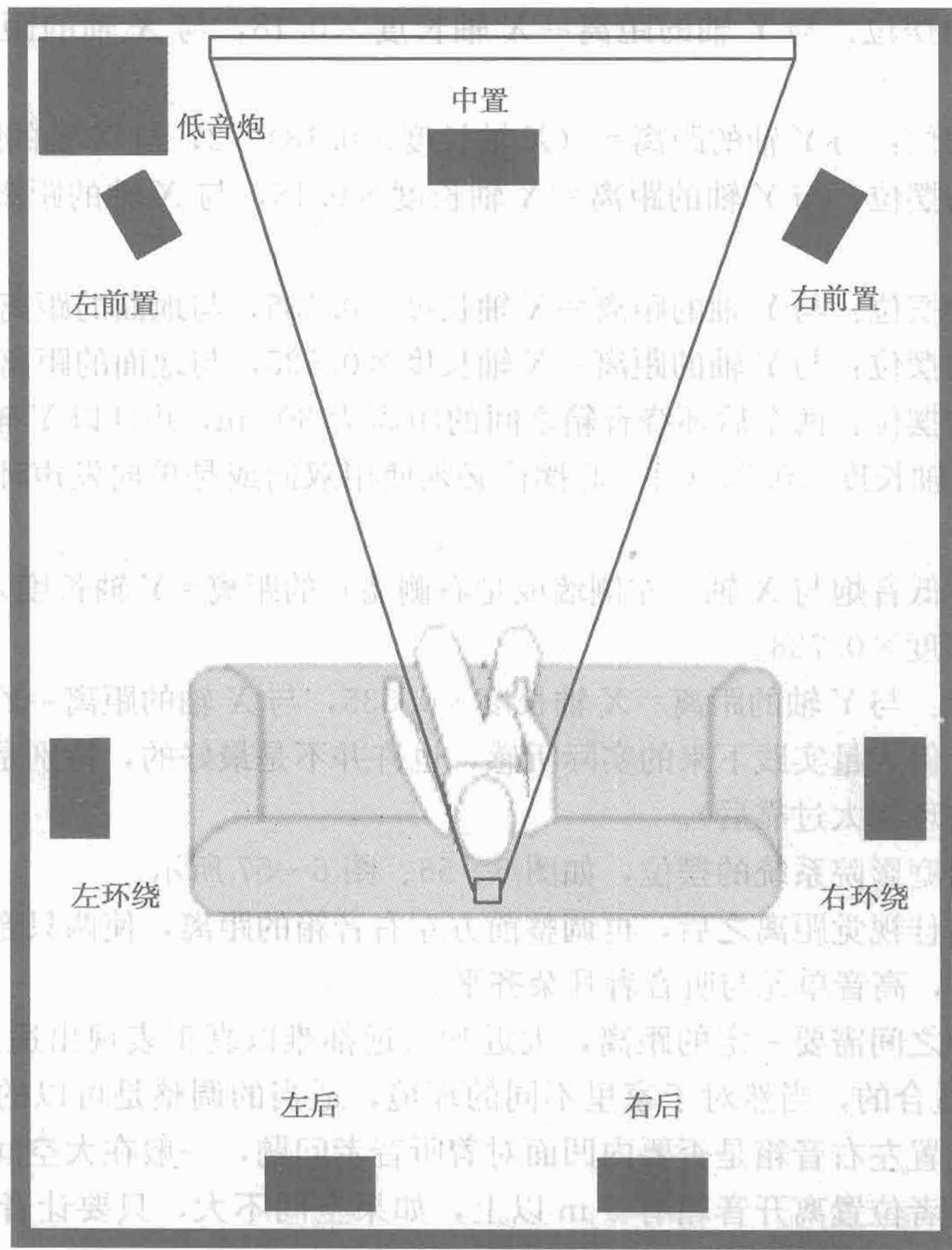


图 6—56 多声道家庭影院系统的摆位

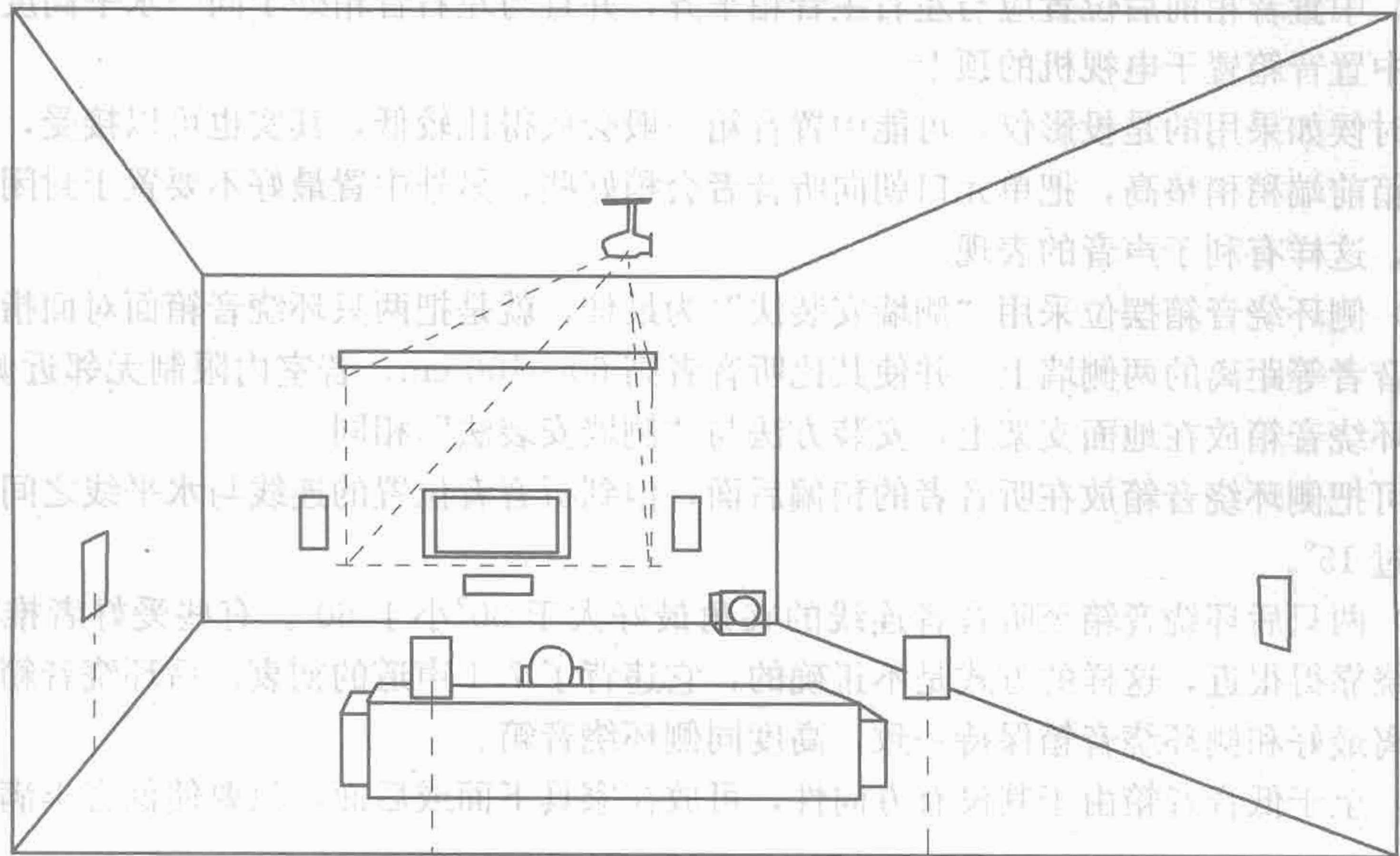


图 6—57 家庭影院音响立体图



## 5. 环绕声前级的设置

在家庭影院系统中，正确地设置环绕声前级，将获得效果最好的声音。要不然出来的效果将和原始的意图千差万别，如图 6—58、图 6—59 所示。

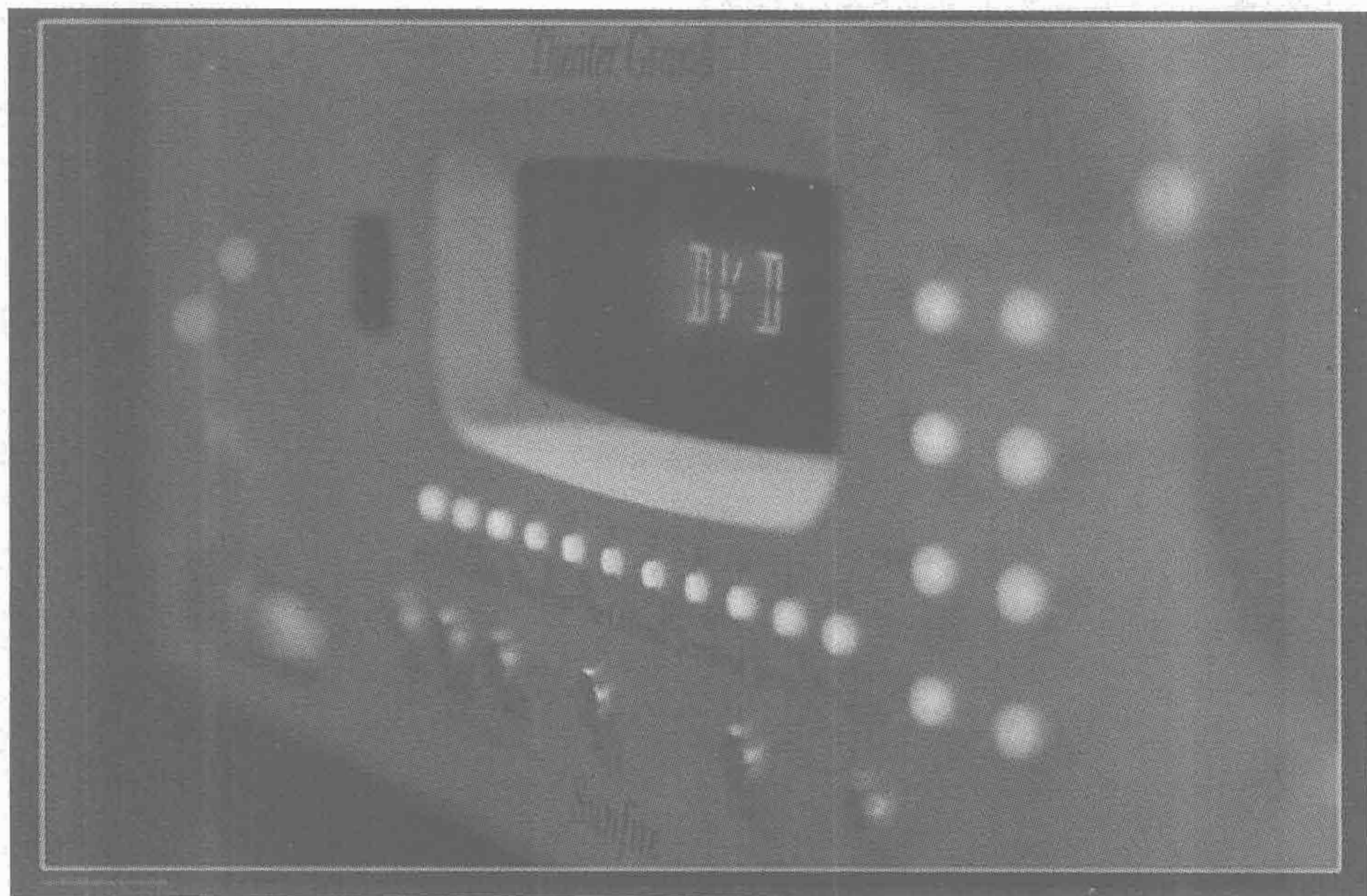


图 6—58 环绕声前级的设置（一）

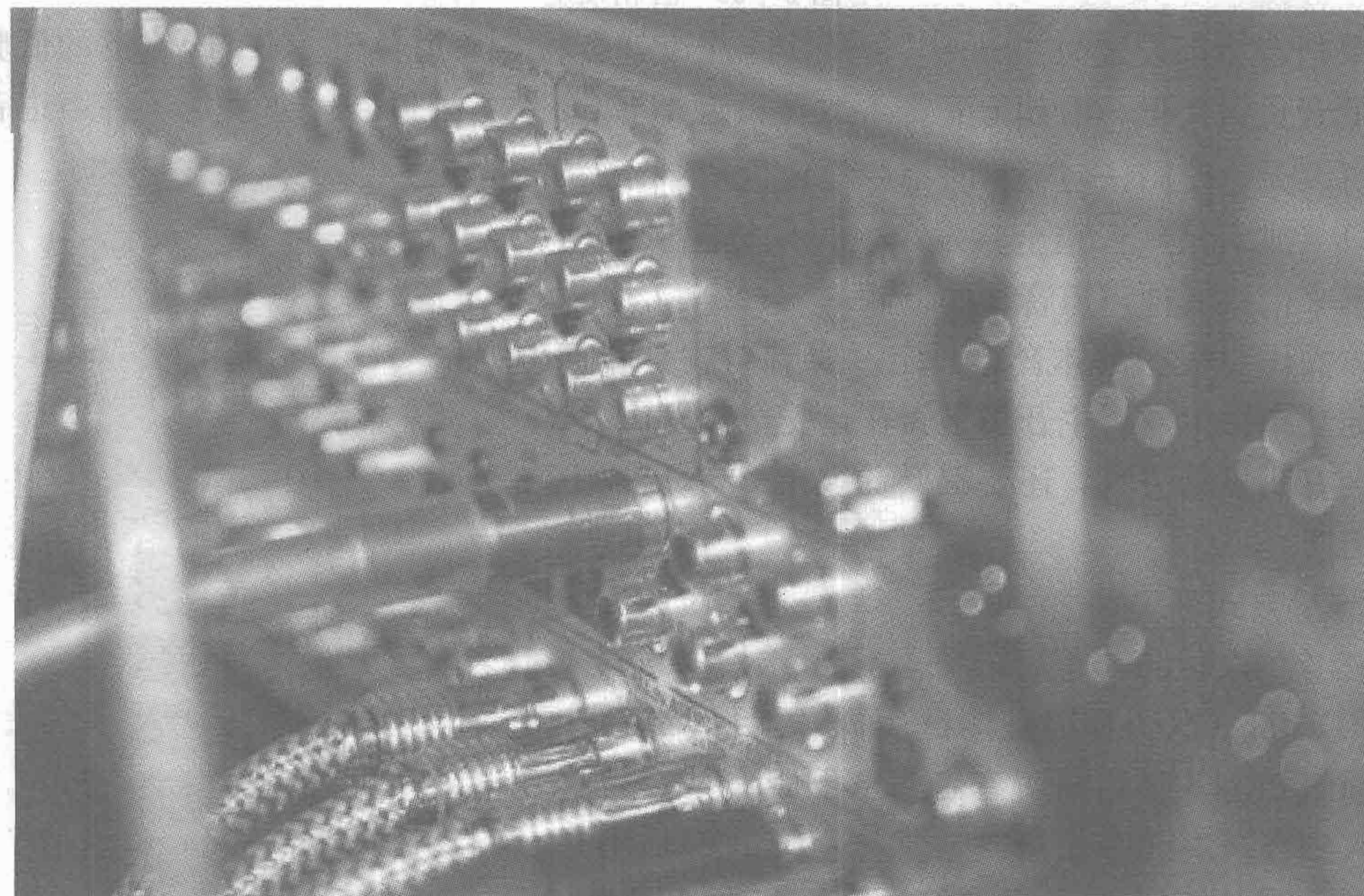


图 6—59 环绕声前级的设置（二）

市场上的环绕声前级多如繁星，不过，设定项目和方法基本一致。

## 6. 音箱设定

顾名思义，这项设定是让环绕声前级知道所使用的音箱的大小，一般来说有两挡选择，



分别是大 (Large) 和小 (Small), 如图 6—60 所示。照常理推算, 如果有低音炮的情况, 可以将音箱都设置为 “Small”, 这样功放就会把更多的低频交给低音炮, 而其他音箱可以不负担过多的低频压力, 功放可以更加充裕的来推好无源音箱。

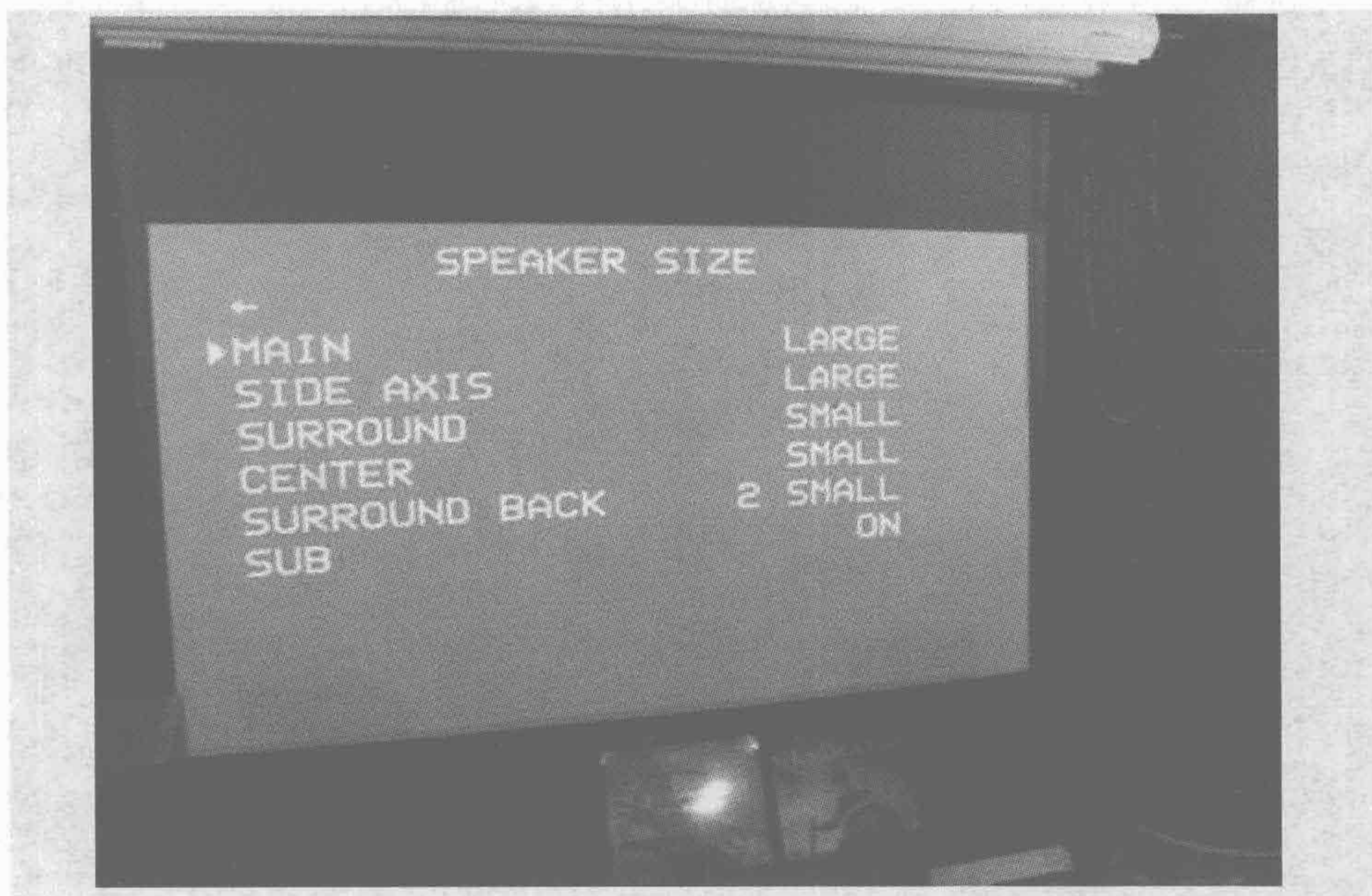


图 6—60 音箱设定

如果把音箱都设置为 “Small”, 环绕声前级就会将各声道位于 100 Hz 以下的低频全部交给超低音负责, 但一般超低音都不太擅长近 100 Hz 左右的低频, 亦浪费了各声道音箱的低频, 所以无论使用任何音箱时都要设定为 “Large”, 任由 5 只 (或 7 只) 音箱全频发声, 再调校超低音的交叉频率来衔接其他声道音箱的低频。

具体操作要根据具体音箱而定。要看功放是否拥有充足的功率预留, 看主音箱是否在接收全频发声时, 极低频会有明显的失真, 还要看低音炮在 100 Hz 以上相应的情况。

### 7. 测量方式

虽然名称不同, 但不论是 Channel Delay 或 Speaker Distance (两者都是测试用碟), 目的都是让环绕声前级知道各音箱与听音者头部的距离, 然后将数值输入到环绕声前级便可。通常测量方式都是用一把卷尺来丈量, 不过为了更加简便, 可以一人操作, 使用激光测距仪来测量这个距离, 如图 6—61 所示。在测量时不用太执著于具体尺度上, 因为大部分环绕声器材的量度尺度都只是以 10 cm 为单位, 所以有一些误差不用介意。



图 6—61 激光测距仪



## 8. 声道电平调试 (Channel Level)

Dolby 实验室推荐重播 5.1 环绕声时每声道的声音要达到 75 dB，因为制作软件音效时都是依照这个标准去录制的。要想准确迅速地做好调校工作，必须使用较为精准的声压计，如图 6—62 所示。



图 6—62 声压计

至于量度方法亦十分简单，先关好全部门窗，室内所有会发声的东西都要暂时收藏起来，防止影响声音的准确性，之后将声压计用三脚架撑起，置于“最佳听音位置”处，高度调校至耳朵水平，如果没有三脚架，可以用双手代劳，自己坐在“最佳听音位置”，手持声压计来量度，之后启动环绕功放的噪声测试信号功能，此时要一面加减各声道的音量，一面盯着声压计的提示，直至调校到各声道都在 75 dB 水平才算完成。当然，要各声道高度丝毫不差地连到 75 dB 水平是一件十分困难的事，一般来说 $\pm 0.5$  dB 是可以接受的。另外，在设定超低音时，可不必考虑 75 dB 这个规定，因为经多次尝试后发现，45 dB 的超低音音量已让人难以接受，一般来说只要将超低音的音量调到大致刚好失真，再略为调低一点便会有理想的效果。