

<http://www.phei.com.cn>

# 解读

# 数字电视投影机

中国电子视像行业协会大屏幕投影显示设备分会 编著



 电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

# 解读数字电视投影机

中国电子视像行业协会大屏幕投影显示设备分会 编著

電子工業出版社

**Publishing House of Electronics Industry**

北京 · BEIJING

## 内 容 简 介

本书以问答的形式,系统、全面地介绍了数字电视投影机,投影机光和色的基本概念,LCD、DLP、LCoS 3 种方式 MD 投影机和 CRT 投影机技术原理,MD 投影机光源和光源技术,MD 投影机的主要关键件,投影机特性参数标准及测试方法,投影机的应用和发展。为了方便读者阅读和理解本书各章节的内容,附录中还收集了本书涉及的我国已公布的与数字电视投影机相关的标准(摘录),供读者阅读时参考。

本书不仅适合广大消费者阅读,而且对从事 MD 投影电视生产和研发的工程技术人员和企业管理人员,以及高等院校相关专业的师生也有很高的参考价值。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

解读数字电视投影机 / 中国电子视像行业协会大屏幕投影显示设备分会编著. —北京: 电子工业出版社, 2008.7

ISBN 978-7-121-06898-0

I. 解… II. 中… III. 数字电视: 投影电视—电视接收机 IV. TN949.191

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 087265 号

责任编辑: 张 剑

印 刷: 北京机工印刷厂

装 订: 三河市鹏成印业有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 720×1000 1/16 印张: 17 字数: 263 千字 彩插: 2

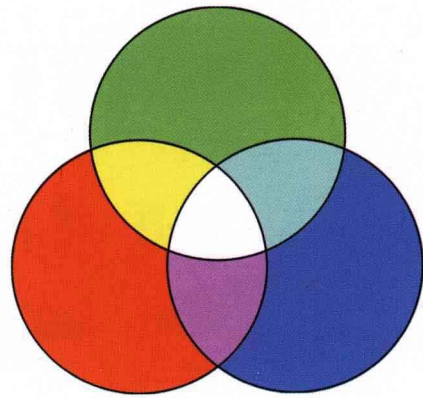
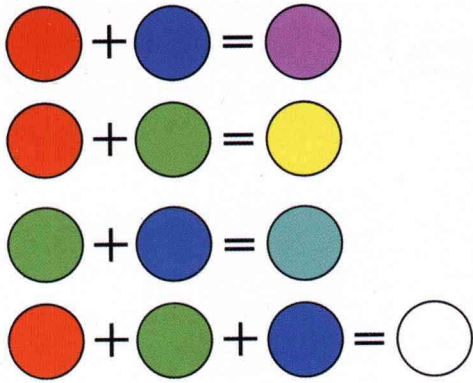
印 次: 2008 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 38.00 元

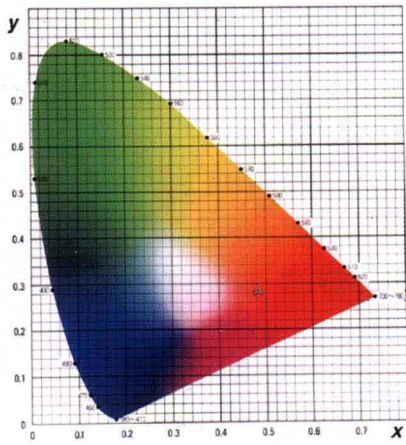
凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 [zlt@phei.com.cn](mailto:zlt@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

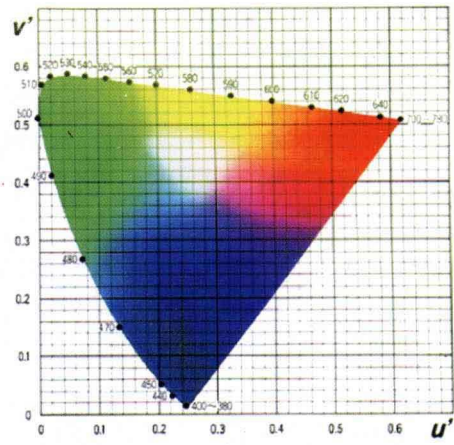
服务热线: (010) 88258888。



■ 红、绿、蓝三基色相加混合示意图



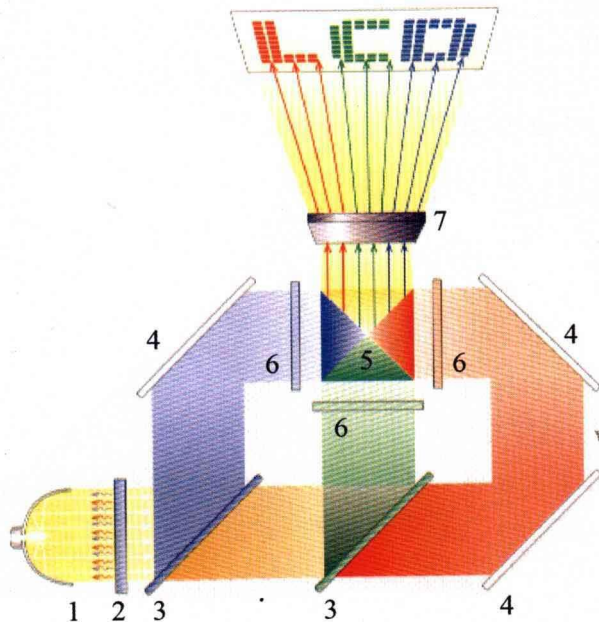
■ CIE1931 x、y 色度坐标图

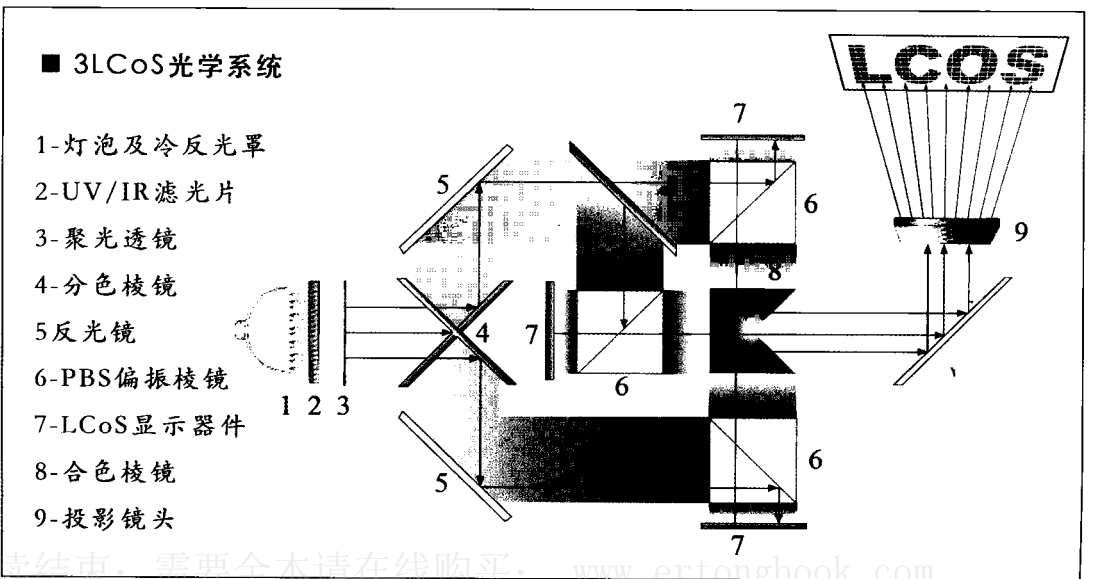
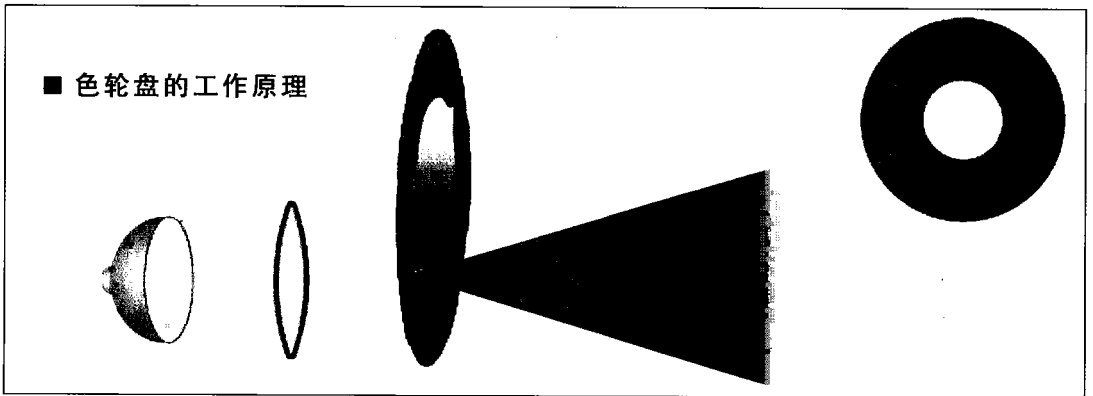
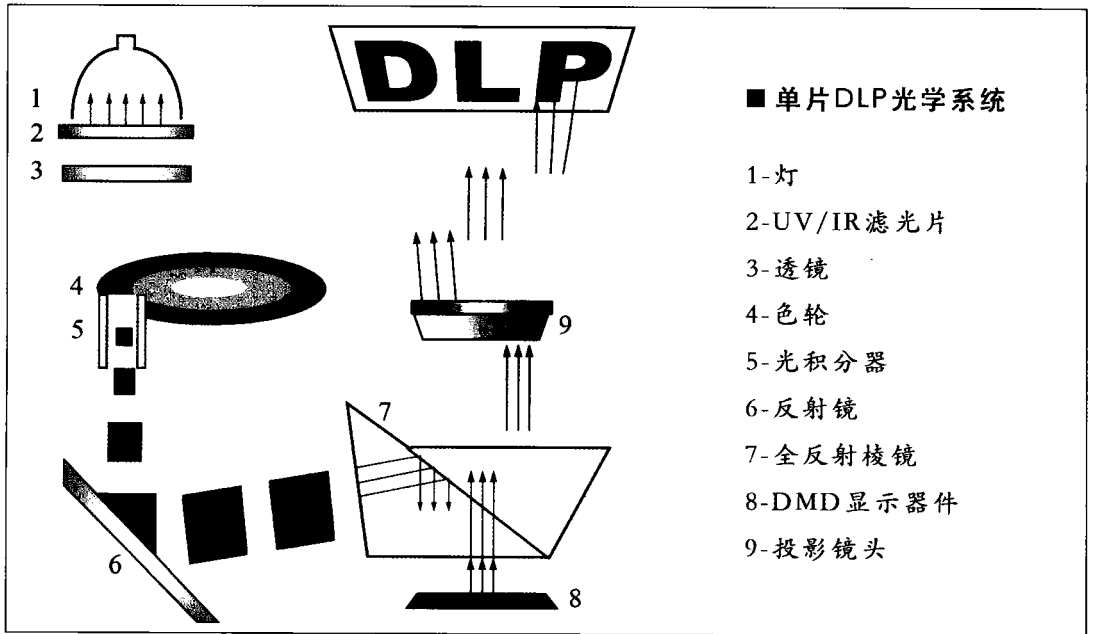


■ CIE 1976 u'、v' 色度坐标图

■ 3LCD光学系统

- 1-灯
- 2-UV/IR滤光片
- 3-二向色分光镜
- 4-反光镜
- 5-合色棱镜
- 6-LCD芯片
- 7-投影镜头





# 《解读数字电视投影机》编委会

编委会主任：赵汉鼎

特邀编委：谢敬 张海宏 温真雄

编委会委员：卢家唐 刘全恩 洪隆昌 骆东淼 韩景福

阎双耀 谢生豪 张京黔 赵林

# 前 言

随着信息化技术的发展，图像的终端显示设备在信息系统中的作用越来越重要。特别是信息量的增加，图像的可视化管理，多媒体信息集中显示，多功能显示等，使得大屏幕显示系统的需求越来越大。市场的需求推动了技术发展，不同成像原理的大屏幕投影显示技术因此应运而生，并在多元化显示技术中展现出越来越多的优越性。

20 世纪 60 年代，我国开始研发投影电视。20 世纪 70 年代至 80 年代初，随着改革开放的深入开展，我国一方面从国外引进技术、设备，另一方面进行自主研发，研制成功了 102 cm (40 in)、107 cm (42 in) CRT 彩色背投电视机并批量投放市场。

20 世纪 90 年代初，薄膜晶体管液晶 (TFT-LCD) 微显示成像器件问世。随后，微显示投影机投放市场，微显示投影技术发展迅猛，技术不断进步，用微显示投影技术生产的前投影机和背投影机，在图像的清晰度、亮度等指标方面大大超越了 CRT 彩色背投电视机。在微显示投影技术中，我国自主研发了光源、投影镜头及光学系统等关键元器件。我国的微显示投影电视行业发展迅速，已建成较完整的产业链。随着数字高清电视的推进，图像数字化，显示大屏幕化，新型的微显示 (MD) 投影技术日益成熟，其投资少、成本低、图像质量高、可靠性高、省电、环保等突出优点得到了业界的公认。

微显示投影技术是采用微显示成像器件，通过投影镜头将图像放大，投影显示在大屏幕上。目前成像器件可分为 3 种：

- 透射式液晶 (HTPS-LCD)
- 微镜数字光处理 (DLP)
- 反射型液晶 (LCoS)

这 3 种成像器件都具有性价比高、省电、环保等优点。经过全行业的工程技术人员与广大职工的努力，MD 微显示投影产业链本土化已基本构成，具有自主知识产权的质优价廉的大屏幕数字高清投影电视将供应市场。

MD 投影电视是一种新型的高科技产品。为了让广大消费者全面、准确地了解 MD 投影技术与产品，提高对 MD 投影电视的认知度，帮助消费者更好地选购大屏幕投影数字高清电视机，指导消费者正确使用与维护，我们组织国内长期从事投影电视行业生产、科研的专家编写了本书。本书采用问答的方式，以通俗的语言来阐述 MD 投影原理与技术，并尽可能用图表来表述元件与系统的构

成，做到图文并茂。

本书分为 10 章，分别介绍数字电视投影机，投影机光和色的基本概念，LCD、DLP、LCoS 3 种方式 MD 投影机和 CRT 投影机技术原理，MD 投影机光源和光源技术，MD 投影机的主要关键件，投影机特性参数标准及测试方法，投影机的应用和发展。为了方便读者阅读和理解本书各章节的内容，附录中还收集了本书涉及的我国已公布的与数字电视投影机相关的标准（摘录），供读者阅读时参考。

本书全面、系统地介绍了 MD 投影机技术原理，不仅适合广大消费者阅读，而且对从事 MD 投影电视生产和研发的工程技术人员和企业管理人员，以及高等院校相关专业的师生也有很高的参考价值。

希望本书的出版能使更多的人了解 MD 投影技术与产品，对开拓 MD 投影产品市场及发展我国具有优势的 MD 投影产业作出一定的贡献。

由于 MD 投影显示是一门发展很快的技术，一些最新的成果可能没有在本书中反映出来，请读者谅解。书中错误和不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 著 者



# 目 录

<b>第 1 章 数字电视投影机</b> .....	1
1. 什么是投影显示技术? .....	1
2. 什么是微显示 (MD) 投影机? .....	2
3. 什么是数字电视投影机? .....	4
4. 什么是标准清晰度数字电视背投影机? .....	5
5. 什么是高清晰度数字电视背投影机? .....	5
6. 什么是前投影机? .....	5
7. 投影机的图像格式有哪些? .....	7
8. 什么是像素和像素数? .....	9
9. 什么是投影机的固有分辨力? .....	10
10. 投影机的基本接口有哪些? .....	10
11. 什么是数字视频接口 (DVI)? .....	14
12. 什么是高清晰度多媒体接口 (HDMI)? .....	17
<b>第 2 章 投影机光和色的基本概念</b> .....	21
1. 光的辐射量是如何计量的? .....	21
2. 光度量的基本单位有哪些? .....	23
3. 人眼主要生理特性是怎样的? .....	27
4. 人眼的颜色视觉是怎样的? .....	29
5. 什么是三基色? .....	30
6. 如何理解三基色加法原理? .....	31
7. 怎样重现电视彩色图像? .....	35
8. 用于投影机的加法混色技术有何特点? .....	37
<b>第 3 章 LCD 微显示投影机技术原理</b> .....	39
1. 什么是液晶? .....	39
2. 液晶显示的特点是什么? .....	40
3. 什么是偏振光? .....	40
4. 为什么液晶显示器件工作时必须使用偏振光? .....	42

5. 液晶显示器是如何调制透过它的光通量大小的? .....	43
6. LCD 投影微显示器件的工作原理是怎样的? .....	46
7. LCD 投影机由哪些部分组成? .....	48
8. LCD 投影机的电路系统是如何工作的? .....	49
9. LCD 投影机的电源电路有何特点? .....	51
10. LCD 投影机的灯泡驱动电路有何特点? .....	52
11. 3LCD 光学引擎结构是怎样的? .....	53
12. 3LCD 光学引擎的光源组件有何特点? .....	55
13. 微透镜阵列有何作用? .....	57
14. 偏振分光棱镜是怎样工作的? .....	58
15. 分色/合色系统是怎样工作的? .....	58
16. 投影镜头有何特点? .....	60
17. LCD 光学引擎的结构件有何特点? .....	61
<b>第 4 章 DLP 微显示投影机技术原理</b> .....	<b>63</b>
1. DMD 微显示器件的工作原理是怎样的? .....	63
2. DLP 投影机的电路系统是如何工作的? .....	66
3. 单片 DLP 光学引擎的结构是怎样的? .....	67
4. 单片 DLP 光学引擎的光学系统关键件有哪些? .....	69
5. 单片 DLP 投影机的机械结构有何特点? .....	73
6. 3 片 DMD 的 DLP 光学引擎结构是怎样的? .....	74
7. 3 片 DMD 的 DLP 光学引擎是怎样工作的? .....	75
<b>第 5 章 LCoS 微显示投影机技术原理</b> .....	<b>77</b>
1. LCoS 微显示器件的工作原理是怎样的? .....	77
2. LCoS 微显示器件有何特点? .....	78
3. LCoS 投影机的电路系统是如何工作的? .....	80
4. 单片 LCoS 色轮式光学引擎结构是怎样的? .....	83
5. 单片 LCoS 旋转棱镜式光学引擎结构是怎样的? .....	84
6. 单片 LCoS 旋转棱镜式光学引擎工作原理是怎样的? .....	87
7. 3 片式 LCoS 光学引擎结构是怎样的? .....	88
8. 采用 Color Quad 的光学引擎有何特点? .....	91

<b>第 6 章 MD 投影机的光源</b> .....	95
1. 为什么 MD 投影机必须使用光源? .....	95
2. 日光辐射的光谱特性是怎样的? .....	96
3. 光源与物体表面反射特性的视觉影响如何? .....	97
4. 什么是光源的色温和相关色温? .....	99
5. 投影机使用的外光源有哪些? .....	102
6. 超高压汞灯组件是怎样构成的? .....	103
7. 超高压汞灯是如何工作的? .....	104
8. 金属陶瓷氙灯有何特点? .....	105
9. 金属卤化物灯有何特点? .....	107
10. 投影机 LED 光源有何特点? .....	107
11. 投影机激光光源有何特点? .....	109
<b>第 7 章 MD 投影机的主要关键件</b> .....	113
1. MD 投影机的主要关键件有哪些? .....	113
2. 什么是 UV/IR 滤光镜? .....	113
3. 什么是偏振分光棱镜 (PBS)? .....	115
4. 什么是偏振光转换器 (PCS)? .....	116
5. 什么是 TIR 棱镜? .....	117
6. 光积分棒的工作原理是什么? .....	118
7. 什么是 1/2 波片? .....	119
8. 什么是偏振片? .....	121
9. 什么是色轮? .....	124
10. 什么是二向色分光镜? .....	126
11. 什么是合色棱镜? .....	128
12. 投影镜头有哪些种类? 有哪些主要参数? .....	131
13. 投影镜头的成像原理是什么? .....	133
14. 什么是投射比 (Throw Ratio)? .....	134
15. 投影镜头有哪些特殊要求? .....	136
16. 什么是光束扩展值 (Etendue)? .....	137
17. 投影机的散热是如何处理的? .....	140

18. 投影机的反光镜有何要求? .....	142
19. 常用的前投影屏幕有哪几种? .....	143
20. 常用的背投影屏幕有哪几种? .....	145
21. 怎样选择前投影屏幕? .....	148
22. 怎样选择背投影屏幕? .....	148
23. 背投影屏幕包含哪些先进技术? .....	150
24. 背投影屏幕有哪几种结构? .....	151
25. 微球面背投影屏幕的光学原理是什么? .....	151
26. 背投影屏幕设计中的关键问题有哪些? .....	153
27. 投影机基本电路的模块有哪些? .....	154
<b>第 8 章 CRT 投影机技术原理</b> .....	<b>155</b>
1. CRT 基色投影管有何特点? .....	155
2. CRT 投影管结构是怎样的? .....	156
3. CRT 背投影机电路是怎样构成的? .....	158
4. CRT 背投影机会聚电路是怎样构成的? .....	160
5. CRT 背投影机有何特点? .....	161
<b>第 9 章 投影机特性参数及测量方法</b> .....	<b>163</b>
1. 什么是投影机的对比度? .....	163
2. 投影机的对比度如何测量? .....	164
3. 什么是 ANSI 对比度? .....	166
4. 什么是通断比? 如何测量通断比? .....	167
5. 投影机亮度是如何表示的? 如何测量投影机的亮度? .....	168
6. 如何测量光输出? .....	170
7. 什么是前投影机的照度均匀性? 如何测量? .....	171
8. 什么是背投影机的亮度均匀性? 如何测量? .....	172
9. 怎样确定投影机的白场色温? .....	173
10. 在投影机的特性中色域和色域覆盖率表示什么含义? .....	174
11. 如何测量投影机的色域覆盖率? .....	176
12. 什么是投影机的白平衡和白平衡误差? .....	178
13. 什么是背投影机的可视角? 如何测量可视角? .....	178

14. 什么是投影机的像素缺陷? .....	181
15. 什么是投影机的图像清晰度? 如何测量? .....	182
16. 我国标准中 SDTV 复合测试图各部分是什么含义? .....	185
17. 我国标准中 HDTV 复合测试图各部分是什么含义? .....	186
18. 我国高清晰度电视是如何认证的? 认证标志是什么? 为什么有两种认证标志? .....	187
19. 什么是“CCC”强制性产品认证制度? .....	189
20. 目前国内外前投影机的标准有哪些? 有什么异同? .....	191
<b>第 10 章 投影机的应用和发展</b> .....	<b>199</b>
1. 什么是拼接显示墙? .....	199
2. 拼接显示墙有何特点? .....	201
3. 什么是无缝拼接? .....	201
4. 如何选择拼接墙显示单元? .....	203
5. 采用双灯的光机有何特点? .....	205
6. 如何选购前投影机? .....	207
7. 如何选购背投影机? .....	208
8. 不同应用领域的用户如何选择合适的投影机? .....	210
9. 什么是微型投影机? .....	212
10. 什么是投影机显示模块? .....	214
11. 什么是薄型背投影机? .....	214
12. 什么是数字电影系统? .....	216
13. 什么是数字电影放映机? .....	220
<b>附录 A SJ/T 11338—2006 《数字电视液晶背投影显示器通用规范》</b>	
摘录 .....	223
<b>附录 B SJ/T 11340—2006 《液晶前投影显示器通用规范》</b> 摘录 .....	229
<b>附录 C SJ/T 11341—2006 《数字电视阴极射线管背投影显示器通用规范》</b>	
摘录 .....	235
<b>附录 D SJ/T 11346—2006 《电子投影机测量方法》</b> 摘录 .....	241
<b>附录 E 投影设备中常见的英文缩写及含义</b> .....	259
<b>参考文献</b> .....	261

# 第1章 数字电视投影机

## 1. 什么是投影显示技术？

显示器分为两大类，即直视型显示器和投影型显示器。

直视型显示器的特点是，直视型显示器所显示的图像是呈现在显示器件上的，人们是在显示器件上来观看图像，显示器件的几何尺寸与所显示图像的尺寸基本一致。因此，对于直视型显示器件来说，若想显示大尺寸的图像，就必须把显示器件本身的尺寸做大。

直视型显示器可分为以下几类。

1) CRT 显示器 (CRT, Cathode Ray Tube) 阴极射线管显示器是利用从电子枪发射电子束轰击涂有荧光粉的荧光屏，实现电光转换，显示彩色图像的显示器。

### 2) 平板显示器

(1) 液晶平板显示器 (LCD, Liquid Crystal Display): 液晶平板显示器是利用外光源，并对液晶器件外加电压，改变液晶分子取向以调制透过液晶的光强度，产生彩色图像的显示器。

(2) 等离子体平板显示器 (PDP, Plasma Display Panel): 等离子体平板显示器是利用气体放电产生的等离子体，引发紫外线束激发红、绿、蓝荧光粉发光，形成彩色图像的显示器。

(3) 有机发光二极管显示器 (OLED, Organic Light Emitting Diode): 有机发光二极管显示器是使用有机材料的电流注入型固态自发光器件来产生彩色图像的显示器。

(4) 发光二极管显示器 (LED, Light Emitting Diode): 发光二极管显示器是利用发光二极管的阵列来显示彩色图像的显示器。屏幕拼接为模块化。

(5) 表面传导电子发射显示器 (SED, Surface conduction electron-Emitter Display): 表面传导电子发射显示器是利用表面电子发射轰击荧光粉发光形成彩色图像的显示器。

投影型显示器的特点是，投影显示器是把输入的图像或文本信息通过显示器件转换成图像光信号，再经过投影镜头投影到屏幕上，形成放大的图像或文本，人们最终观看在投影屏幕上显示的被放大的图像。因此，投影显示器件本身的尺寸与所能显示的图像尺寸是不一致的。投影显示系统组成图如图 1-1-1 所示。由图中可以看出，投影显示系统由电路系统、光学系统、显示器件、投影镜头和投影屏幕组成。显示器件分为自发光 CRT 投影管和非自发光而是对光源光进行调制的微型显示（MD，Micro Display）两类。

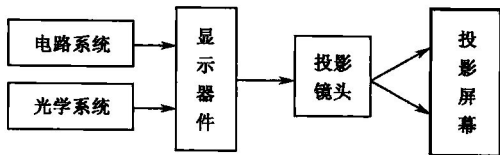


图 1-1-1 投影显示系统组成图

投影型显示器分为两类。

(1) CRT 阴极射线管投影机：利用 CRT 的成像原理，把 CRT 荧光屏上的图像通过投影镜头放大，成像在屏幕上的投影机。CRT 投影机技术成熟，价格便宜，但光输出和清晰度不足。

(2) MD 投影机：利用微显示器件（MD）调制恒流光源，经投影镜头放大在屏幕上成像的投影机。MD 投影机具有令人满意的光输出和清晰度，已成为投影机的主流产品。

## 2. 什么是微显示（MD）投影机？

微显示器件简称 MD，通常图像矩阵的对角线尺寸不大于 25 mm，一般尺寸为 10 mm 或更小的显示器件称为微显示器件。为提高器件的分辨力和开口率，有时器件尺寸会有所增加，也可将图像矩阵对角线尺寸小于 1.5 in 的显示器件称为微显示器件。微显示器件体积小、重量轻、携带方便、信息含量高。显示器件体积小很有意义，可以大大降低产品体积和成本。

目前微显示技术主要应用有两个方面，一是投影应用方面，把一个放大数十倍乃至数百倍的实像投影到屏幕上观看，如前投影机和背投影电

视；另一个是近目观看系统，通过目镜观看放大的虚像，如头盔和手提摄像机。

LCD 投影机、DLP 投影机和 LCoS 投影机这 3 种投影机都采用微型显示器件，LCD 模块、微型的 DMD 模块和 LCoS 模块作为核心显示器件对于外部光源可起到调制恒流光源的作用，所以这 3 种投影机还有一个共同名称，即微显示（MD）投影机，其分类如图 1-2-1 所示。

微显示（MD）投影机按显示技术可分为以下 3 种。

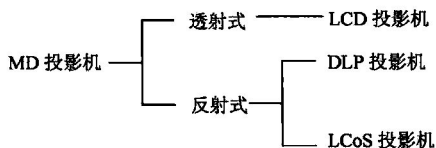


图 1-2-1 MD 投影机分类

(1) LCD 投影机：LCD 投影机采用高温多晶硅-薄膜晶体管-液晶器件（HTPS-TFT-LCD），经过分色后的入射光再经过透射式液晶模块的调制，再经过合成，由投影镜头放大在屏幕上形成彩色图像。

(2) DLP 投影机：数字光处理（DLP，Digital Light Processing）投影机，采用数字微反射镜阵列器件（DMD，Digital Micromirror Device），通过数字图像信号控制微反射镜的偏转，对经过分色投向微镜的入射光进行调制，再经过合成，由投影镜头放大在屏幕上形成彩色图像。

(3) LCoS 投影机：LCoS 投影机采用硅基液晶显示（LCoS，Liquid Crystal on Silicon）器件，经过分色后的入射光经过反射式 LCoS 的调制，再经过合成，由投影镜头放大在屏幕上形成彩色图像。

微显示（MD）投影机按投影方式可分为前投影机和背投影机两种。

(1) 前投影机的投影光线与观众在屏幕的同一侧，屏幕为反射幕。

(2) 背投影机的投影光线与观众分别在屏幕两侧，屏幕为透射幕。

使用投影机时，环境光直接照射到屏幕上将导致图像对比度下降，应尽量避免。尤其是采用反射幕前投影机，受环境光影响较大；采用透射幕的背投影机受环境光影响相对较小。



### 3. 什么是数字电视投影机?

数字电视 (DTV, Digital Television) 是数字电视系统的简称, 它是音频、视频和数据信号从信源编码、信道编码与调制、传输、接收和处理等均采用数字技术的电视系统。

数字电视按图像质量和图像格式分为 720×576 的标准清晰度电视 (SDTV, Standard Definition Television) 和 1920×1080 的高清晰度电视 (HDTV, High Definition Television) 两种级别。因而数字电视并不都是高清晰度电视。

HDTV 接收机内置数字电视地面广播机顶盒, 一般也称为一体机, 能接收、解调由高清晰度电视信号调制的射频信号, 解码、显示符合 GY/T 155 规定的数字电视视频信号, 显示图像宽高比与 GY/T 155 规定的图像宽高比对应, 图像清晰度约为 PAL-D 模拟电视机的 2 倍。HDTV 接收机应能接收和显示 SDTV 等其他图像格式数字电视信号, 并能解码、输出数字电视声音信号。

在我国有关标准中规定, HDTV 接收机至少应能处理和显示 1920×1080 格式的电视图像信号, 并应向下兼容处理和显示其他格式电视图像信号。HDTV 接收机所显示图像的宽高比应为 16:9, 对固有分辨力 HDTV 显示器, 显示图像的水平 and 垂直清晰度均应大于等于 720 电视线。对 CRT 型 HDTV 显示器, 图像中心的水平和垂直清晰度均应大于等于 620 电视线, 这是相关标准中对 HDTV 终端设备在清晰度方面的最低要求。实际上, HDTV 电视信号提供有更精细的图像细节信息, 随着显示器件 (屏) 和整机生产技术的进步, 应追求显示更清晰的 HDTV 图像。

投影机作为终端显示设备, 若具备接收、解调由数字电视信号调制的射频信号, 并能解码、显示数字电视视频信号, 就可以称为数字电视投影机。这里主要是指内置数字电视地面广播机顶盒的数字电视背投影机。按实际达到的具体技术条件, 数字电视背投影机也可以分为 SDTV 和 HDTV 两种级别。

至于前投影机, 一般机型均没有内置机顶盒, 所以不能接收、解调 DTV 的射频信号, 对输入的数字电视视频信号能够进行解码、处理并显