

电子技术丛书

黑白电视基础

王良中 编著

广东科技出版社



73.46247/
125

电子技术丛书

黑白电视基础

王良中 编著

2k423/01

广东科技出版社

黑白电视基础

王良中编著

*

广东科技出版社出版

广东省新华书店发行

广东新华印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 4.875印张 1插图 105,000字

1980年8月第1版 1980年8月第1次印刷

印数 1—32,500册

书号 15182·12 定价 0.50元

内 容 简 介

本书是电子技术丛书之一，它是一本分析电视基础知识的科技读物。讨论了视觉特性、制式原理、图象信号、图象质量等方面，并且简要地介绍了电视系统。

本书适合于一般电视技术人员、工人和有实践经验的电视爱好者；也可供有关专业的大、专院校师生参考。

出版说明

电子技术是新兴的前沿科学。近几十年来，电子技术的发展日新月异，许多人把电子技术水平作为衡量一个国家的现代化水平的标志。因此，普及电子技术与实现四个现代化有着密切的关系，而电子工业的发展是实现四个现代化的物质技术基础的重要组成部分。为了在提高整个中华民族的科学文化水平的斗争中，为普及电子技术作出应有的贡献，我们编辑出版了《电子技术丛书》。

这套丛书由冯秉铨教授主编，力求坚持以马克思主义的辩证唯物主义和历史唯物主义为指导，结合各个专题，阐述当前国内外研究电子和电磁场运动，电路理论和实践，以及信息传输系统的一般规律及其应用技术，通俗地介绍这些方面的客观规律和技术经验；同时也介绍有关的电子元件、器件、设备和系统，普及这些方面的技术知识，以促进电子技术更加广泛地应用于国民经济、国防和科学技术的各个领域。

本丛书既着眼于当前，也着眼于未来，从国内现有实际技术水平出发，又要有所提高。以具有中等文化水平的工人、技术人员以及从事电子工业生产和科研的有关人员为主要对象，也可供高等院校、中专电子学专业的师生和业余爱好者参考。

前 言

本书讨论的是黑白电视基础，也是彩色电视基础。内容并不针对黑白电视接收机或其他电视设备的电路原理，因此书中没有提供任何具体电路。本书结合实际现象论述基本概念，分析了研究电视的基本方法，讨论了制式原理、电视信号流程，比较详细地介绍了图象与图象信号的关系。这些基础知识对于解决实际电视技术问题是很有益的，有时是必要的。例如象电视接收机的调整、修理技术，虽然可以列出上百个条例，尽管这样，不少读者仍然找不到解决他所遇到的实际问题的具体指导；何况其他更繁杂的电视设备，那就全靠技术人员自己去摸索和取得经验。本书期望能够启发那些有实践经验的读者的独立思考，提高他们解决实际问题的能力。

目 录

绪 论	1
第一章 视觉特性与活动图象要素	5
一、亮度感觉与图象层次	5
二、视见曲线与复演光谱响应	16
三、视力与图象精度	18
四、视场与画面	25
五、视觉惰性与图象活动性	28
第二章 实现电视的基本方法	31
一、制式原理	31
二、扫描方式与同步	35
三、扫描过程与消隐	40
四、摄象管与显象管	46
1. 电子束的产生与扫描	47
2. 电子束的聚焦	50
3. 光子与电子的相互作用	58
4. 摄象管工作原理	55
5. 摄象管与显象管的光电转换特性	58
第三章 视频信号与图象的关系	61
一、图象信号要素	61
1. 电平与亮度	61
2. 时间与空间——频率与尺度	64

3. 视频信号特点	66
二、图象信号的加工	68
1. 钳位校正	68
2. 频率特性的校正	69
3. 电平特性的校正	74
三、辅助信号	77
1. 消隐信号	78
2. 同步信号	84
3. 测试信号	88
四、视频信号流程	90
第四章 图象质量的决定因素与评价	94
一、层次——亮度重显特性	94
二、解象力——复演精细程度	100
三、帧型与线性——几何相似性	111
四、光栅与闪烁——图象连续性	115
五、主观评价法	118
六、电视测试图	122
第五章 电视系统	125
一、闭路电视系统	125
二、广播电视系统	128
1. 电视中心	129
2. 发送电视信号的特点	131
3. 接收电视信号的要求	135
三、通讯电视系统	142
附 录	
一、光度学计量单位	144
二、各种黑白电视制式的特性(标准)	146

绪 论

电视是二十世纪发展起来的一门学科，比起许多自然科学来说还是年青的。电视首先在广播方面得到应用。第二次世界大战之前，只有少数国家开办了电视广播；战后，基本上是五十年代开始普及黑白电视广播。我国也在五十年代后期建成第一批电视中心，开办了电视广播。六十年代以后电视技术发展更为迅速。虽然在五十年代已有个别国家开始彩色电视广播，彩色电视技术直到六十年代后期才比较成熟；大多数国家也是从六十年代末开始转向彩色电视广播。我国从七十年代初开始试验彩色电视广播，研制有关设备，提高播出质量。

随着电视技术的发展，电视的应用早已越出广播领域，在工业生产、医疗、科学研究、教育、军事等各方面日益扩大应用。不同的部门应用电视各具有不同的特点，无论从应用技术的角度来看，还是就基本原理而言，都大大发展了电视这门学科。电视原理是电视在三大革命实践中概括起来的基础知识和理论，了解并掌握这些基本原理，对于本专业的工作人员固然重要，对于其他应用电视技术的自然学科的工作者也是有益的。

广义地来解释电视的含义，就是“应用电子技术延伸和扩展人的视力”。利用电视，人们可以远离现场观看即时的景象，这就延伸了人眼的可见距离。今日的电视让人们在地球

上看到宇宙航飞行员登上月球的活动，听到他们的声音，距离之遥远超过古人幻想中的“千里眼”、“顺风耳”。在不少场合，由于人眼能力所限，即使身临现场也一无所见，利用特殊的电视技术，却可以在人们面前展现出生动的图象。这样，就扩展了人的视力。例如，在没有月光、伸手不见五指的黑夜里，微光电视或红外电视能把人眼察觉不出的景象，显示成明亮清晰的电视图象。因此，电视在军事与科学研究上都有特殊的重要用途。

电视要使人们从面对现场，改变为面对图象。在电视设备中，要求至少有一部分是主要用来显示图象的，这就是显象设备。为了使显示的图象能反映现场的情景，用某种装置或设备在现场拍摄实况是必要的，这个任务通常由电视摄像机来执行。摄像功能是以光对电的调制来实现光—电转换，从光象摄取电信号。显象功能就恰恰相反，以电对光的调制来实现电—光转换，把电信号显示为可见光图象。在摄像设备与显象设备之间有信道联系。信道不仅担负传递电信号的任务，还可以对电信号施加必要的加工处理。要使这三大部分有机地协调工作，还有按特定程序统一指挥整个电视系统运行的“同步机”。电视系统示意，见图 0—1。图中箭头表示工作（信号）流程方向，同步设备与显象设备间的虚

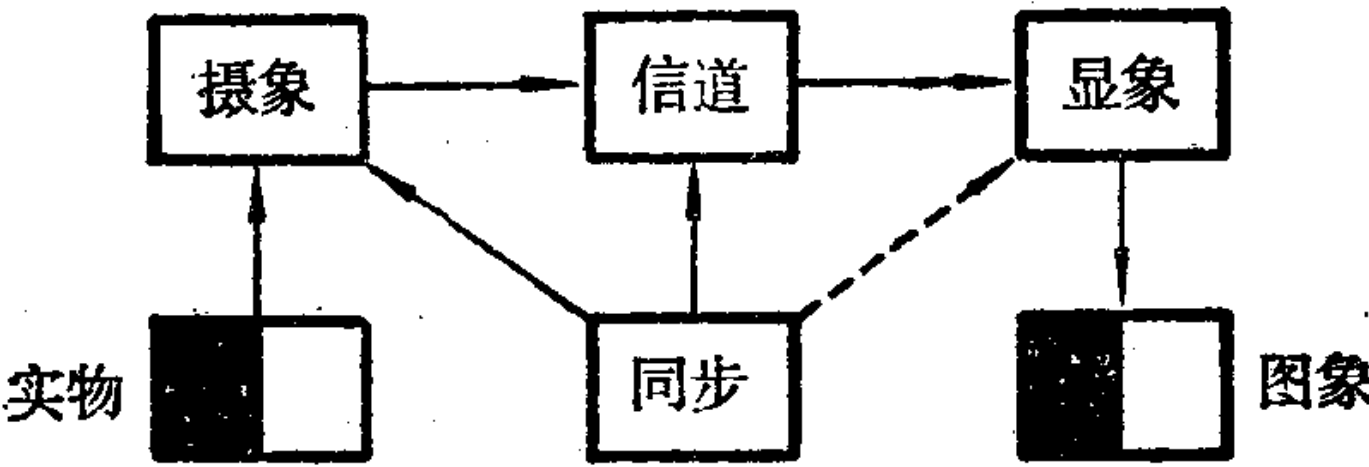


图 0—1 电视系统

线表示非必要的联系。

要从摄象设备得到良好的电信号，必须注意处理好应用光学和光电子学问题，还有电子电路技术。要使电信号重显出满意的图象，也同样有这三方面问题。作为信道，是从设备大部类上划分，在某个电视系统中它可能十分复杂、设备部件很多，例如广播电视系统即是；在另外一些电视系统中它又可能很简单，象闭路工业电视设备中，信道仅是一根电缆。同步机在广播电视系统中是起指挥作用的中心设备，它还提供一些其他用途的辅助信号。在简单的电视系统中，它蜕化成摄象机电路的一部分。总之，信道和同步设备完全是电子电路的问题。就电视系统的主要设备来说，基本上是属于电子技术。但一个电视系统以什么基本方法实现电视，要由哪些设备组成，设备又如何满足给定的图象质量指标，这些就不只是电子技术问题。关于实现电视的基本方法、电视图象质量指标的制定和电视图象质量的鉴定，都是电视基本原理研究的内容。

电视系统终端是显示现场的“图象”，它往往不可能供给人们直观现场的全部效果。但是，在大多数应用电视的场合，人们总是希望在观看电视图象时，能有接近于观看现场的感受效果。为此，必须了解人眼观看可见光景象的视觉特性，以作为对摄象技术与显象技术提出要求的依据。力求摄象设备精巧可靠，又能保证提供必要的和仿真的图象信号，使显象设备显示的图象尽量给人以逼真的感觉。这还牵涉到人的视觉生理与心理效果，这些方面的研究工作，不断受到电视技术发展的推动。而从事电视工作的人，也形成了一套独特的测定视觉特性的方法。这样，本书首先结合活动图象要素，介绍人眼的视觉特性，但不过多地讨论视觉器官与生

理。在研究电视原理和设计电视系统时，还沿用其它复制图象的基本原理和技术成果，例如摄影学理论、电影技术等。它们比电视有更长久的发展历史，其中不少基本原理、方法是与现在的电视相同的，尤其是电影与电视共同点更多。电影部门采用电视技术辅助电影制片，以提高电影质量和缩短制片时间；电视部门也广泛应用电影技术来储存图象。它们最基本的共同点，就是复制（重显）活动的图象。所以这两者已综合为统一的技术学科——电影电视技术。

上面对电视作了一般性的论述，也只能对电视系统的组成与功能有个笼统的概念，仍然不能说清楚这门学科的范畴。因为具备摄象、信道、显象这几个组成部分的装置或系统很多，如象增强器就是，即便也具备同步工作特点的电传真技术，也不把它们看作属于电视技术。更明确地划分电视的范畴，还要加上两项重要功能：其一是即时复演图象，其二是重显活动的图象。这使它又区别于电影、传真等。

第一章 视觉特性与活动图象要素

电视是复演图象的最新技术，为了使复演（重显）的图象能尽可能提供满意的观看效果，先了解图象要素和人眼的视觉特性是必要的。人们在从事绘画、摄影、电影等工作中对于复演技术与视觉特性都作了不少研究。后者本来是属于医学生理学的范畴，然而电视技术的发展对它促进甚多。一般地说，研究视觉特性，不是以电视图象为主要观看对象的。人眼的视觉特性是随着人类进步而逐渐认识的，从二十世纪中叶以来，人眼才开始观看电视图象，而且平均观看时间日益增加。当时，观看电视图象的视觉特性，尚未为人们充分掌握。为了解决图象与视觉这对矛盾，以电视图象作目标来测定视觉特性的方法逐渐增多。在这一章里，从几方面讨论活动图象要素及对应的视觉特性，同时结合电视图象的特点补充说明。

一、亮度感觉与图象层次

人眼的首要功能是感受光的刺激作用。光是特定波长范围内的电磁辐射，在光度学中通常用“亮度”来衡量单位面积上光辐射的强弱。亮度的通用单位是“尼特”。一个尼特相当于每平方米发出一个新烛光的面发光度。亮度不仅适用于衡量发光物体，如火光、灯光、日光等，也用于度量不发光物

体的“表观亮度”。这时实际上是度量此物体反射(或散射、透射)的光的强弱。显然,不发光物体的表观亮度是由它的光学属性(反射、透射或散射的特性)与照明状况共同决定的。照明状况在光度学中以“照度”来衡量,照射到单位面积上光的强弱叫做照度。照度的单位是“勒克斯”,一个勒克斯相当于每平方米面积上,受到一流明光通量的辐射。照度越大,物体显得越明亮;不发光物体的表观亮度和它表面上的照度是成比例关系的,以致不少人把两者混为一谈,因此,应当了解它们在物理含义上的不同和相互的关系。

比如某个房间由一只日光灯照明,直接用眼去看灯管,觉得它比较亮;若是用黑纸把它遮掉一大半,只露出一小段,这时用眼看露出一小段,还是觉得和未遮去大部分之前一样亮。但是整个房间却暗了许多,由于照度降低,除光管以外的物体的表观亮度都有所降低;唯有光源本身的亮度不变,虽然由于遮蔽了大部分,发出的光(通量)少了,这正是因为发光面积减少所致,而不是因为单位面积所发出的光少了。这说明光源的亮度,不是由发光表面积来决定的。

主观亮度感觉的亮或暗是由客观世界的光刺激作用引起的,上面例子可以说明感觉源于客观世界的可认识论;但感觉又是相对的、不够确切的。例如晚上看月亮,感觉很亮;白天看月亮就很不显眼,觉得不够亮。又如把一只亮着的日光灯,从较暗的房间里移到室外阳光下,这时尽管它仍然一样地亮着,还附加了它对阳光的反射,用肉眼看,感觉它不如在房间里亮。这说明主观亮度感觉与观看的环境亮度关系很大。这个视觉特性似乎是个缺陷,但对于复演图象技术来说,却是极重要的出发点。它提供一个可能性:用低亮度的图象复演高亮度的原景,在适当的环境下,可以给人十分逼

真的观看效果。为了使大家对亮度建立一定的大小概念，列表 1—1 供参考。

表 1—1

常见目标的亮度

常 见 目 标	亮 度 （单位：尼特）
太阳（透过大气层）	1500×10^6
普通电弧	150×10^6
白炽灯	$2 \sim 15 \times 10^6$
乳白灯泡	90×10^3
阳光下的雪（接近100%漫反射）	30×10^3
白 云	12×10^3
日光灯、烛光	$5 \sim 10 \times 10^3$
晴 空	4500~7900
满 月	2500
电视荧光屏最大亮度	50~300
电影院银幕最大亮度	50~300
夏天室内白墙（无日光直射）	30~150

某种恒定的亮度，不能给人提供任何有意义的信息。如果亮度随时间变化，那就具备“灯光信号”的意义，它所能给人的信息完全可以用声音信号代替，用耳朵去接收。眼的功能远高于耳，确是“百闻不如一见”。视觉的首要与基本的功能便是感知亮度差别，没有亮度差别的场面是毫无意义的。例如在一张大白纸上放上一小片相同的白纸，人眼是很难区分它们的；又如某个立方体受到各向均匀照明时显得平淡乏味，没有立体感（见图 1—1 左方）。同一个立方体，在各方面照度不同时，显示出亮度差别，看起来就有了层次，感觉明朗逼真，见图 1—1 右方。插图是平面的，只要层次表

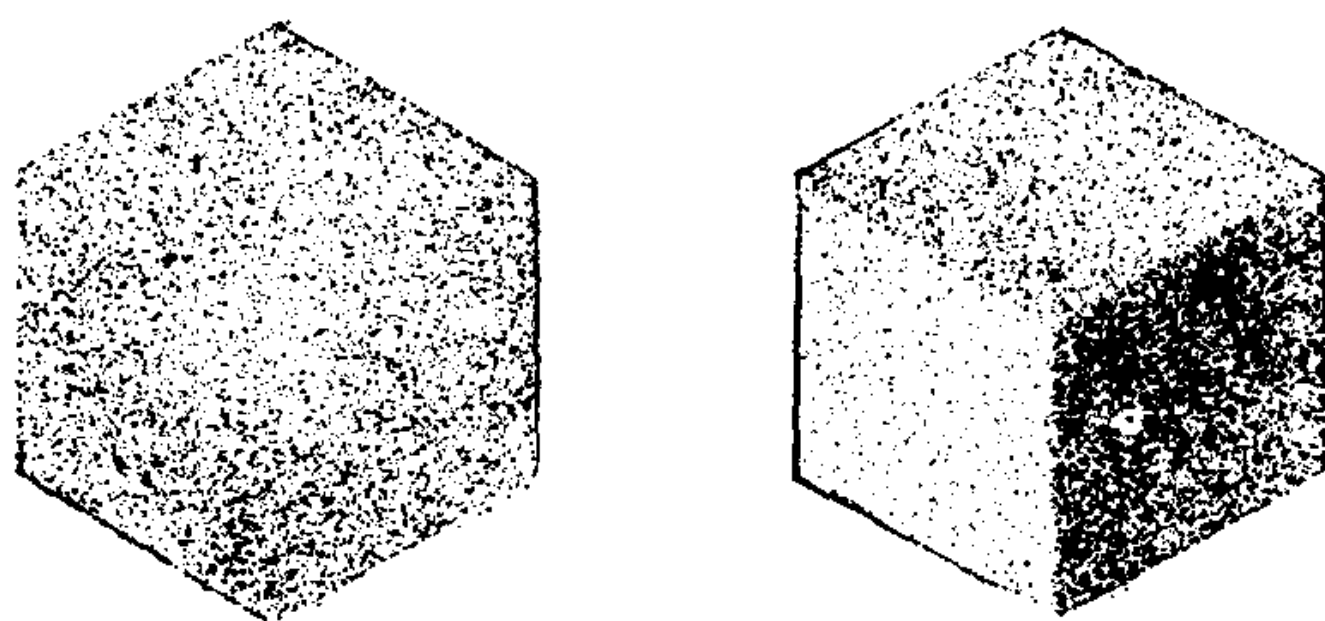


图 1—1 不同照明的效果

现得好，也会给人以立体感。现在的电视还是显示平面图象，如何重显景象的亮度差别，如何给人丰富的层次感受，这些问题的解决有赖于掌握人眼的亮度感觉特性。

测定人眼亮度感觉特性的基本方法，可以采取“逐次对比法”。这就是在一定的背景亮度（ L_s ）之下，让被试者对比正前方A与B两个区域，A、B两区域作为测试目标，可以取图 1—2 的两种形式。两区亮度相等时，人眼不能区分；逐渐改变

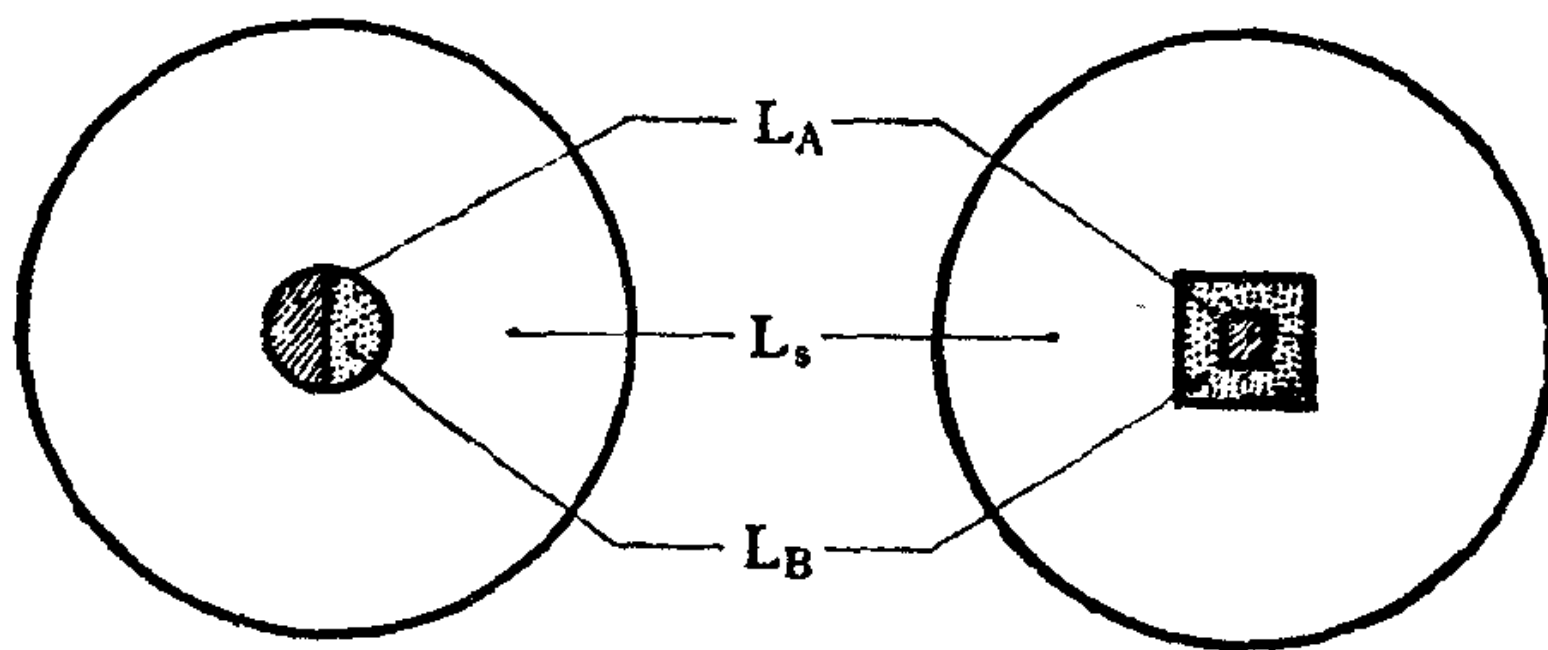


图 1—2 测定亮度感觉的逐次对比法

其中的一个区的亮度，比如逐渐增加A区亮度 L_A ，直到人眼察觉A、B两区差别为止，就可以测得一个可察觉的亮度差 ΔL_J ，它对应于一个可见亮度层次，以“JND”或“J”表示恰可分辨的差别。接着逐渐增加B区亮度 L_B ，直至发觉B区比A区更

明亮时，又可测得一个 ΔL_J ，如此交替改变A、B两区亮度所测得的 ΔL_J 值不是相同的，而是随亮度而增加的。当逐渐交替降低A、B两区亮度时， ΔL_J 则随亮度的下降而减小。测验结果发现在目标亮度与背景亮度比较，不是太小时，相对亮度微差阈 $|\Delta L_J|/L$ 接近于定值。这里的L是A区或者B区的亮度，由该次测验时固定的那个区域所决定。以后我们用 δ 来表示 $|\Delta L_J|/L$ 更为方便。另一方面，当目标亮度远小于背景亮度时，相对亮度微差阈 δ 很快增大到1。把测验结果用曲线画出，见图1—3。图中的三条曲线是在三个不同的背景亮度 L_s 之下测定的。亮度高低是以对数刻度在横坐标

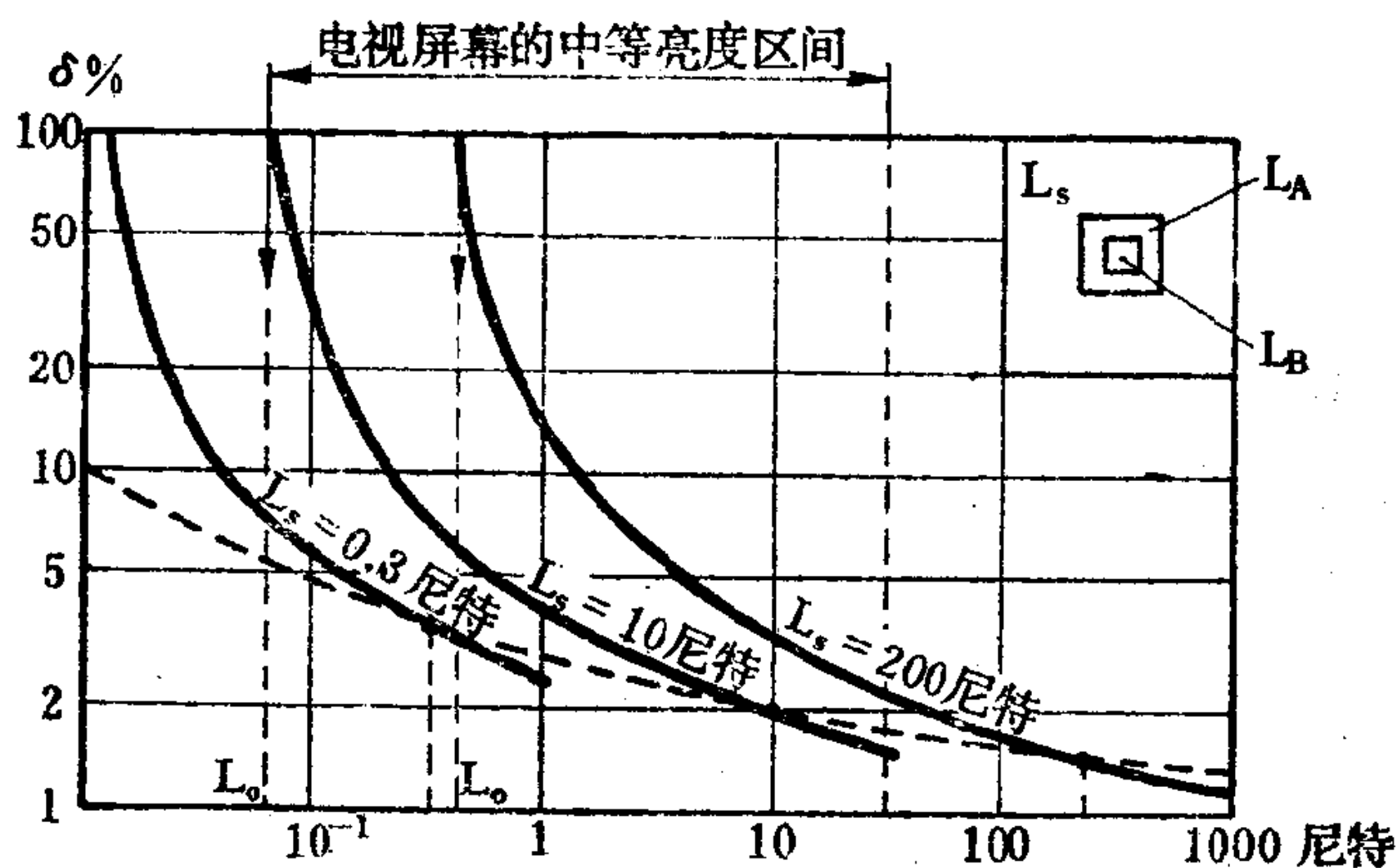


图1—3 δ 与亮度及背景的关系

上标出。图的右上角还画出测验的目标形状。曲线终点由 $\delta = 100\%$ 所确定的 L_0 是人眼区分亮度差别的最低阈值。在这个临界亮度值以下，无论如何改变A区与B区的亮度对比，人眼再也察觉不出什么差别，从而形成黑暗的感觉；因此 L_0 可