

交互式电子 白板技术开发

JIAOHUSHI DIANZIBAIBAN JISHU KAIFA

刘春生 李海振 王宝军 著

HEUP 哈尔滨工程大学出版社

交互式电子白板技术开发

刘春生 李海振 王宝军 著

 哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

交互式电子白板是具有人机交互功能的计算机输入设备,作为一种变革性的教学手段,交互式电子白板的推广应用可以促进课堂教学方式的改革,有利于教师和学生之间、学生和学生之间的互动学习,有利于推动信息技术与学科教学的整合。本书对电磁式、红外式、光学式等交互式电子白板技术开发进行了较为详尽的论述,涉及系统实现原理、传感器设计、高精度定位算法研究等方面。

本书可以作为工程技术人员进行交互式电子白板产品开发的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

交互式电子白板技术开发/刘春生,李海振,王宝军著. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2015. 1

ISBN 978 - 7 - 5661 - 0974 - 3

I. ①交… II. ①刘… ②李… ③王… III. ①计算机
辅助教学 IV. ①G434

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 013416 号

出版发行	哈尔滨工程大学出版社
社 址	哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码	150001
发行电话	0451 - 82519328
传 真	0451 - 82519699
经 销	新华书店
印 刷	哈尔滨市石桥印务有限公司
开 本	787 mm × 960 mm 1/16
印 张	8.75
字 数	199 千字
版 次	2015 年 1 月第 1 版
印 次	2015 年 1 月第 1 次印刷
定 价	38.00 元

<http://www.hrbeupress.com>
E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前言

交互式电子白板是具有人机交互功能的计算机输入设备,有着非常实用的交互功能。作为一种变革性的教学手段,交互式电子白板可以促进课堂教学方式的改革,有利于教师和学生之间、学生和学生之间的互动学习,有利于推动信息技术与学科教学的整合。交互式电子白板可以极大地提升教学设施的现代化程度,对发展远程教育、共享教学资源、优化教学资源配置有相当积极的意义。交互式电子白板集合了黑板、白板、幻灯投影的功能优势,既能很好地体现教学过程,又能呈现多媒体信息,具有极强的交互性,能够以其数字化的交互性技术优势,充分、有效地体现教师的主导地位、作用和学生的主体地位。

2010年以来,随着技术的成熟,交互式电子白板在国内中小学教育领域得到了广泛应用,取得了良好的效果。但由于国内进行交互式电子白板开发的时间较短,在精度、可操作性等方面存在很多不足,还有很大的提升空间。目前,国内还没有系统论述交互式电子白板开发的书籍,本书填补了这一空白,对电磁式、红外式、光学式等电子白板开发进行了较为详尽的论述,本书可以作为工程技术人员进行交互式电子白板产品开发的参考书。

从2002年以来,通过研究、工程实践应用,在定位精度、工艺成本、超大尺寸电子白板开发方面取得了创新成果,主要涉及以下几方面:

1. 通过实验获得线圈与电子笔的线性区间,提出了根据线性关系进行计算的定位算法,将电磁式电子白板的定位精度由1 mm提高到0.05 mm。

2. 采用多环路绕线规则替代原有的单环路绕线规则,系统扫描芯片数量降低85%,传感器焊点数量降低94%,实现了板卡分离。极大地降低了生产及售后成本,有效地提高了电磁感应式电子白板的性能和成本优势。

3. 开发了国内首款基于多机通信的超大尺寸电子白板,系统根据电磁定位原理实现精确定位,采用多机通信技术将多块电子白板拼接成超大尺寸电子白板,解决了超大尺寸显示屏的交互操作和书写问题。系统可以进行全屏对应操

作和区域映射操作,方便用户对超大尺寸电子白板的使用。

全书共分5章。第1章介绍了交互式电子白板的基本概念、行业发展以及技术分类。第2章介绍了电磁式电子白板的技术原理及开发方案。第3章介绍了超大尺寸可全屏书写的拼接式电子白板的技术实现方案。第4章介绍了红外电子白板的技术开发方案。第5章介绍了光学电子白板的技术原理及开发方案。

本书由刘春生、李海振、王宝军共同撰写,第1章、第2章由刘春生撰写,第3章、第4章由李海振撰写,第5章由王宝军撰写。

由于作者水平有限,书中难免有错误和不当之处,敬请读者批评指正。

著 者

2014年11月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 交互式电子白板简介	1
1.2 交互式电子白板的发展与研究现状	3
1.3 交互式电子白板的分类	5
1.4 交互式电子白板的应用	10
第 2 章 电磁感应式交互式电子白板系统设计	12
2.1 电磁感应式交互式电子白板系统工作原理	12
2.2 电磁感应式交互式电子白板定位原理	13
2.3 电磁感应式交互式电子白板板体结构	18
2.4 电子白板硬件系统设计	19
2.5 抗干扰设计	35
2.6 软件设计	40
第 3 章 超大尺寸电子白板设计	51
3.1 巨龙超大尺寸电子白板	51
3.2 全屏书写超大尺寸电子白板设计	54
第 4 章 红外交互式电子白板	67
4.1 红外交互式电子白板的原理	67
4.2 红外交互式电子白板的硬件系统设计	69
4.3 高分辨率的实现	86
4.4 抗强光干扰的实现	89
4.5 多点触摸的伪点去除算法	90
4.6 HID 设备开发	94

第5章 光学式交互式电子白板开发	108
5.1 基于机器视觉的触控系统特点	108
5.2 基于机器视觉的交互式电子白板	109
5.3 系统设计	113
参考文献	133

第1章 绪 论

1.1 交互式电子白板简介

随着计算机技术、多媒体信息技术在教育领域的快速发展,学校的教学模式、教学手段等也在悄然发生着改变。

20 世纪 90 年代中后期,以计算机、投影仪等为主的多媒体教学工具日益普及,将文字、声音、图像、视频等多媒体信息整合为一体的多媒体课件走进了课堂。此类多媒体系统虽然能弥补黑板无法显示数字化信息这一缺陷,但它还是不能够完美地实现信息技术和日常课堂教学的有机整合,把教师束缚在计算机的周围,限制了教师与学生们之间的互动。交互式电子白板技术的出现解决了这一问题,并逐渐成为课堂教学信息化的主流,教学工具的改进、教学方式创新在提高学生学习的积极性、主动性,推动现代教育技术的发展和进步方面起到了很重要的作用。教学工具从黑板发展到白板,从白板发展到复印式电子白板,再从复印式电子白板到交互式电子白板,经过不断创新与改革,交互式电子白板已经成为信息化教育最有力的辅助工具。

交互式电子白板是一种先进的教育或会议辅助人机交互设备,可以与计算机进行信息通信,将电子白板连接到计算机,并利用投影机将计算机上的内容投影到电子白板屏幕上,在专门的应用程序的支持下,可以构造一个大屏幕,如图 1-1 所示。交互式电子白板利用特定的定位笔代替鼠标在白板上进行操作,实现无尘书写、随意书写,还具有对文件进行编辑、注释、保存等功能。

交互式电子白板是近年来新兴的多媒体教学设备,它将电子交互白板、计算机技术和课堂教学有机地整合起来,实现了人-人、人-机以及以教学应用为主的资源和资源之间的交互,改变了教学内容的呈现方式,也带来了课堂教学方式的巨大变革。

1. 交互式电子白板的基本功能

(1) 书写、批注与绘画功能

它可以用于讲授和参与者之间的交流。

(2) 编辑与交互控制功能

它可以在电子白板上直接编辑文件和与计算机进行实时交互控制操作。

(3) 重点强调功能

它使用聚光灯、拉幕、放大镜等,强调重要信息。

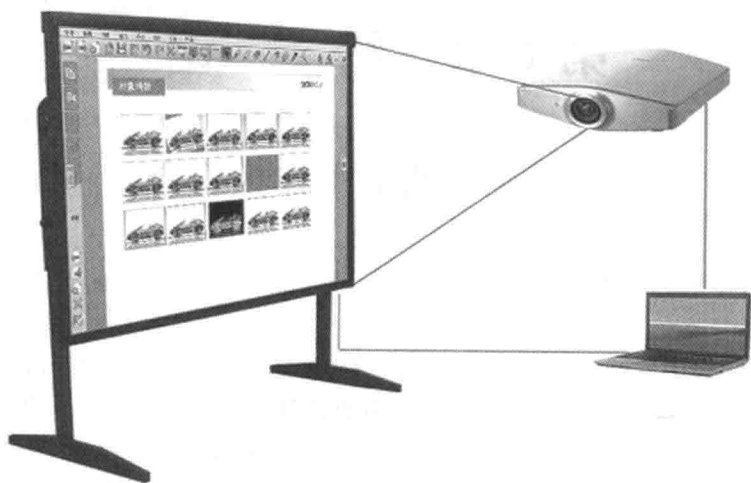


图 1-1 电子白板应用系统示意图

(4) 备课与记录存储功能

对于 Office 文档及 PDF 文档直接进行注解和修改,有屏幕捕获,可以记录存储。

(5) 资源库功能

提供大量的软件资源和网站资源。

(6) 无限页书写与多字体识别功能

不用擦白板,板面无限长,手写字可以转化为标准字体。

2. 交互式电子白板的优点

交互式电子白板是多媒体教学系统中重要的组成部分,真正地实现了白板与计算机、教师、学生之间的互动,使得教学这一单调的单向传授过程变得充满活力。通过交互式电子白板,老师既可以像在传统的黑板上一样进行书写勾画,又可以实现多媒体教学,从而实现了教师与学生的互动。

交互式电子白板使师生之间的交流变得十分方便。操作者使用白板笔在特制的电子白板屏幕上就能够控制计算机,进行相应的操作,不再将用户束缚在计算机系统的周围。交互式电子白板在教学中有以下优势。

(1) 教学资源展示的多样性

交互式电子白板技术能够方便地引入多种类型的数字化信息资源,例如,视频、图像、音频等,并且能够对这些多媒体信息进行有效的组织、整合和控制,它能够灵活地将数字化资源呈现在学生面前,它解决了传统的多媒体投影教学中,使用幻灯片和课件等教学材料,结构比较固定的问题。在传统的黑板教学中,在黑板上仅能呈现手写文字和手绘图形,当

采用交互式电子白板教学后,老师既可以像传统的教学一样自由书写,又能够编辑、展示图片、视频等多媒体材料,大大提高了学生的学习兴趣。

(2) 教学展示过程的可控性

交互式电子白板的应用,使得教学过程中教师对计算机的操作访问更加方便,教师不必拘束于计算机前,而是对电子白板进行操作,能对计算机中的多媒体教学素材的展示进行有效的控制。这使得在课堂教学中,能够充分发挥教师的身体语言,同时避免了教师在黑板与计算机之间往返走动分散学生的注意力。

(3) 教学信息的即时存储

交互式电子白板能够即时存储教学过程中的板书内容。在教学过程中呈现在电子白板屏幕上的文字、图形、图像都能够被保存到存储设备中,以备他用。存储下来的教学内容有利于学生的学习、复习以及老师之间的交流。

互动性是交互式电子白板受到广大消费者青睐的主要原因。交互式电子白板能够使用户直接在电子白板屏幕上自由灵活地操作计算机,调动计算机中的教学资源,然后通过投影机将计算机屏幕上的内容反映到白板屏幕上。也就是说,交互式电子白板能够直接通过电子白板屏幕实现对计算机程序系统和文件的操作控制,包括对 PowerPoint, Word, Excel 等文档及各种格式的图片等进行修改、批注以及保存。

1.2 交互式电子白板的发展与研究现状

1991年,世界上第一块白板是由加拿大的 SMART-board 公司生产的。此后,其他公司也纷纷研究、生产,使得电子白板的技术飞速发展。教学设备从黑板到交互式电子白板大致经历了三个发展阶段。

1. 黑板到白板阶段

由于用粉笔在黑板上书写产生的粉尘对师生身体健康有很大的影响,学校逐渐采用各类无尘粉笔,但效果不是很理想。再后来出现了白板,老师可以使用各类彩色书写水笔,在白板上进行书写,并使用特别制作的板擦来擦除书写的内容。

2. 白板到复印式电子白板阶段

20世纪末,随着计算机技术、电子技术的快速发展,电子白板逐渐出现。早期的电子白板其实只是具有电子装置的一种书写白板。它只可以对书写在白板上内容存储、打印。

随着计算机技术的进一步发展,电子白板可以将书写的内容存储在微机中,并进行进一步的处理。此时的电子白板与计算机的关系始终是单向的,有两种实现方式:一种是将电子白板上书写的内容存储到微机中,作进一步的加工处理,但是其处理结果不能显示到电子白板上;另一种是计算机通过投影仪可以将其显示屏上的内容投影到电子白板上,此

时电子白板仅作为一个屏幕使用。

3. 电子白板到交互式电子白板阶段

交互式电子白板既是电子白板,也是计算机显示屏,它能够实现电子白板与计算机之间的双向通信与操作。在交互式电子白板上可以实现对计算机的各种操作,也可以将在交互式电子白板上书写的内容及其处理结果存储在计算机中并呈现在电子白板上。

交互式电子白板的发明迅速在欧洲发达国家的中小学教育行业得到应用。在英国,20世纪90年代后政府一直在持续对ICT(信息与通信技术)产业投下巨资,交互式电子白板的推广和应用也是其中一部分。据英国教育通信和科技署2004报告,2001—2004年,政府对ICT的支持金额为10亿英镑。2007年,在英国初中课堂采用电子白板的比率占到了98%,而在小学这个数字为100%,实现了白板在小学的全面覆盖。英国的教育部曾许下诺言,总有一天,要把电子白板送进英国的每一间小学及中学的课堂内。其他国家对ICT的重视也是不遗余力、不惜重金。美国每年会有约7亿美金花在ICT产业上,澳大利亚于1999年在ICT产业上花掉了43亿美金。

电子白板首先在欧美国家兴起,尤其在英国最为盛行。我国对电子白板的研究主要集中在教学实验、教学案例研究以及在电子白板技术开发后用于课堂教学。但是随着电子技术、软件技术的不断发展,交互式电子白板系统逐渐在不同的应用领域发挥了重要作用。

例如,在会议室应用方面,每个公司几乎都会举行各种会议,加上各种针对员工的培训,或是年底的各种总结等,传统的投影机已经显得有些不足。多媒体以及交互式的简报,已经逐渐成为员工喜爱的方式。

在商务领域,交互式电子白板嵌入了绘图板、会议系统、视频会议系统以及中控系统等装置。当进行远程会议时,使用者可以用电子白板把会议的板书、音频乃至参会者的细节都准确地传送到另外一端,让世界各个角落的参会者都能感受到会议现场的氛围。

2004年之前,国内市场电子白板需求量小,市场主要由SMART, Promethean等国际品牌占据。2005年开始,随着教育多媒体条件逐步成熟,国内品牌电子白板开始崭露头角,逐步扩大了销量规模。2008年开始,伴随着投影机市场超短焦、短焦投影机的大规模出现,电子白板使用中的投影光线遮挡问题得到了有效控制,全球范围内的电子白板需求迅猛扩张,国内电子白板的应用迅速成熟,整个行业加速成熟。

我国电子白板的市场起步较晚,在技术水平上与国外知名厂商差距较大。特别是在高端市场,国外品牌占据大部分的市场份额。但是,国内品牌经过数年的积累和发展,在技术、应用和服务等层面,也已经不逊于国外品牌。其中,一些国内电子白板厂商已经掌握了电子白板的先进技术,在激烈的市场竞争中脱颖而出。据统计,我国的电子白板的销售数量,2005年仅为8000块,短短7年过去,2012年增加到了34万块。

1.3 交互式电子白板的分类

交互式电子白板系统融合了大屏幕投影技术、坐标转换算法、精确定位的测试技术等。从工作原理上来讲,交互式电子白板是系统的主体,它既是感应笔书写与操作的界面,又是计算机的显示器和投影器的幕布,感应笔具有书写笔和计算机鼠标的双重功能,笔尖可以在白板上书写,同时笔尖相当于鼠标左键,可以单击和双击,笔筒上的按钮相当于鼠标右键。计算机显示屏上的内容可以通过投影机投射到白板上。当感应笔在白板上书写或操作时,通过红外扫描以及白板与计算机之间的馈线将数字信息输送到计算机中,并迅速通过投影机投射到白板上呈现出来,从而实现交互白板的各类基本操作。

按照不同的定位原理,现阶段交互式电子白板大体可以分为五类:电磁感应式、电阻式、红外式、超声波式、CCD 式。下面分别介绍这几类交互式电子白板的定位原理及特点。

1.3.1 电磁感应式交互式电子白板

电磁波的一个特性是它可以穿过空气或者绝缘物体进行辐射传播,电磁感应式交互式电子白板根据电磁波的这种特点,采用一种发射固定频率电磁波的电磁笔,当电磁笔接近纵横两个方向绕制的板芯线圈时,根据法拉第电磁感应定律,闭合线圈的磁通量发生了变化,变化的磁场产生电场,从而使电磁笔接触的位置通过电动势的变化反映出来,通过特定的计算方法即可获得笔所在的 X, Y 的坐标。电磁感应式交互式电子白板定位原理如图 1-2 所示。

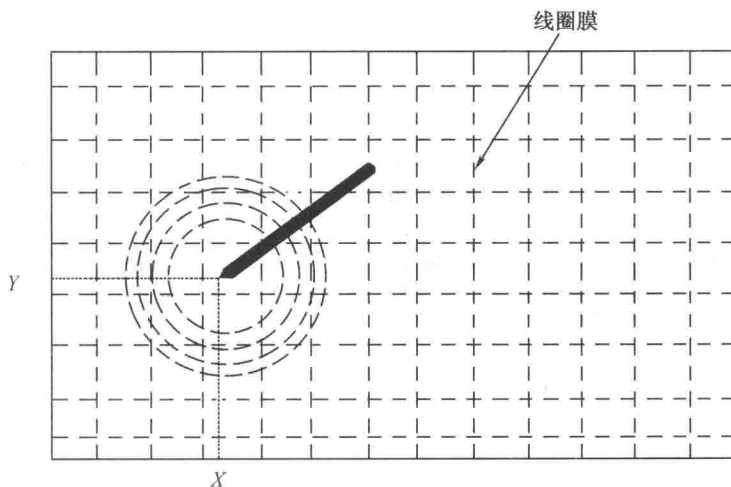


图 1-2 电磁感应式交互式电子白板定位原理图

1. 电磁感应式交互式电子白板的优势

- ①定位准确,书写更精确;
- ②书写过程中笔尖有压感,即根据书写的轻重不同,笔迹的粗细会不同;
- ③显示区域的均匀度较好;
- ④反应速度快,教师书写便利,符合实际教学;
- ⑤因其使用电磁感应,板面不怕划伤;
- ⑥可实现超大面积的板面制作;
- ⑦产品技术成熟,市场价格较低。

2. 电磁感应式交互式电子白板的劣势

- ①必须使用专用笔才能书写,不能作触摸操作;
- ②怕强电磁干扰,如高压电。

1.3.2 电阻式交互式电子白板

它的基本结构有几层膜构成:水平线电阻膜、垂直线电阻膜、导电膜、绝缘膜等。基本工作原理是:在电阻膜上加一个固定大小的电压,在没有作用力加在它之上时,导电膜和电阻膜不接触,这时没有电压显示变化,故没有定位信息反馈。当在电阻膜上的一点施加一个作用力时,导电膜和电阻膜相接处就会有电压显示,且这个电压的大小与按压点的坐标有关系,根据它从水平、垂直方向上的电压大小,用一定的算法即可求出按压点的具体坐标。电阻式交互式电子白板技术定位原理如图 1-3 所示。

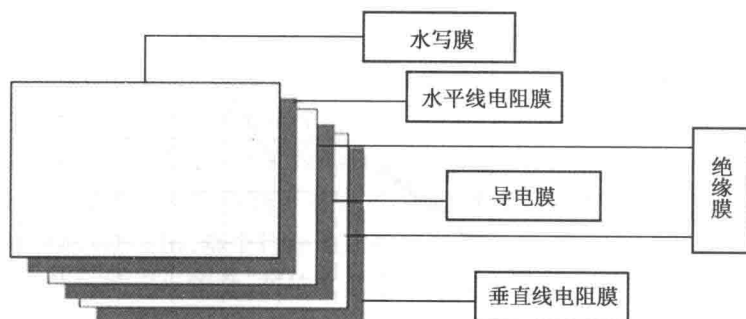


图 1-3 电阻式交互式电子白板技术定位原理示意图

1. 电阻式交互式电子白板的优势

- ①定位相对准确;

②无需专用笔,可做触摸操作。

2. 电阻式交互式电子白板的劣势

- ①书写较吃力,力度不够字迹显示不出来;
- ②怕划伤,一旦中间出现划伤整块板就可能不能用了;
- ③反应速度较慢,无法快速书写;
- ④较难实现鼠标右键功能,对计算机操作较困难;
- ⑤价格昂贵。

1.3.3 红外式交互式电子白板

白板四周上下左右四条边分别安装有红外发射管和与之对应的红外接收管, X 和 Y 方向上会连续不断地有扫描信号探测,一旦有阻隔物遮挡住发射管和接收管之间的光路,就会产生定位信息。如图 1-4 所示,当用户使用挡光的笔或直接用手接触到电子白板的界面时,发射管到接收管之间的光路就会被遮挡住,光信号的改变会引起光探测电路输出变化的电信号,经过处理最后变成定位信息。

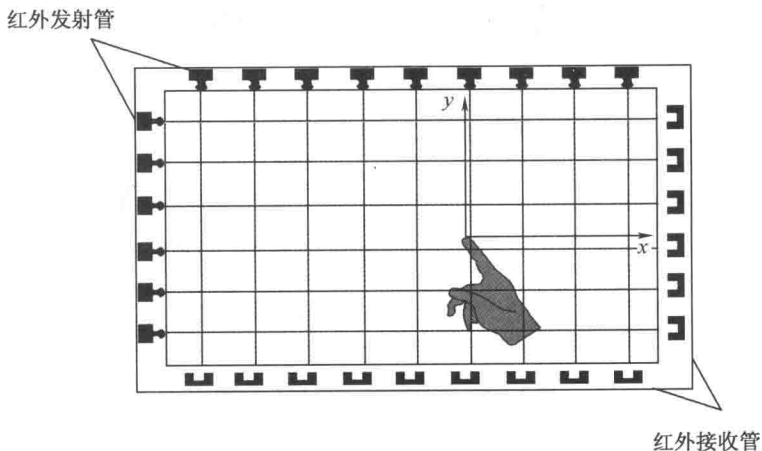


图 1-4 红外式交互式电子白板定位原理示意图

1. 红外式交互式电子白板的优势

- ①定位准确、精度较高;
- ②无需专用笔,可用手指、教鞭等进行书写或触摸操作;
- ③可实现多点触摸;
- ④不怕划伤,即便板中有任何划伤也不影响操作使用。

2. 红外式交互式电子白板的劣势

- ①无压感反应;
- ②可能受强红外光、灰尘、温度的影响;
- ③使用寿命较短,3~5年;
- ④反应速度慢,不适于快速书写。

1.3.4 超声波式交互式电子白板

超声波在空气中的速度为 340 m/s,此类型的电子白板就是根据超声波从发射到接收之间的时间差来定位。如图 1-5 所示,在屏幕的两边放置两个超声波接收器,电子白板的专用笔是超声波发射器,它发射出的超声波会被图 1-5 所示的两个信号接收器接收到,由于超声波的传播速度较慢,专用笔发出信号到接收器接收到信号需要一定的时间,由时间可以兑换成接触点到接收点的距离。利用简单的三点定位的原理,即已知三角形两个点的位置及三条边的边长,可以算出第三点的位置。

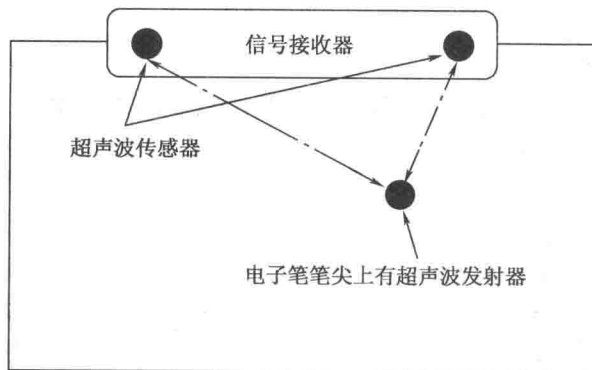


图 1-5 超声波技术原理示意图

1. 超声波式交互式电子白板的优势

- ①定位相对准确;
- ②适应性强,可在不同面积的设备上使用。

2. 超声波式交互式电子白板的劣势

- ①定位精度不均匀;
- ②受温度影响较大;
- ③需用专用笔书写。

1.3.5 CCD 式交互式电子白板

在电子白板的一侧装有一个红外发射器 LED 和两个 CCD 线阵探测器,位置如图 1-6 所示。在白板的其它三边分别安装具有很好的反射性的反射膜。当表面没有遮挡物的时候,CCD 线阵探测器检测到的是一条完整的光带,当有物体遮挡住显示区域内的光路时,CCD 线阵探测器会检测到没有反光区域的光带,根据对应的区域计算出遮挡物在白板上的坐标。

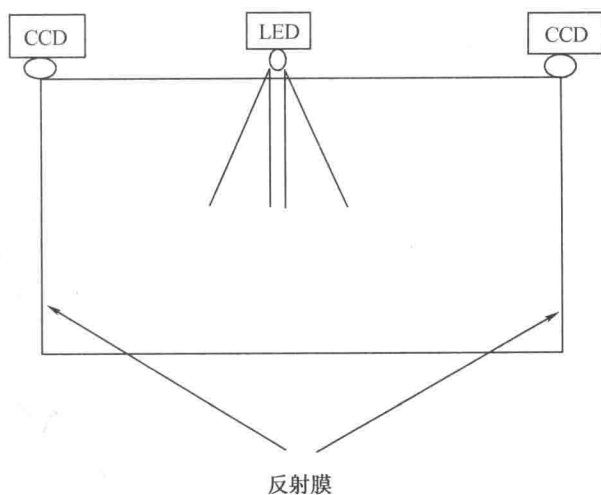


图 1-6 光学电子白板技术原理示意图

1. CCD 式交互式电子白板的优势

- ①板面不怕划伤;
- ②可以手触操作,多点同时操作。

2. CCD 式交互式电子白板的劣势

- ①易受外界因素影响,如:强光、温度、灰尘;
- ②容易误操作。

不同类型的交互式电子白板的技术对比如表 1-1 所示。

表 1-1 不同类型的交互式电子白板的技术对比表

技术方式	电阻	电磁感应	红外	超声波	CCD 扫描
基本传感方式	面	面	线	点	点
触摸操作	O	X	O	X	O
专用笔	X	O	X	O	X
手势识别	O	X	O	X	O
矩阵扫描方式	O	O	O	X	X
表面覆膜	O	O	X	X	X
使用耗材	X	电池	X	电池	X
使用寿命	中	长	中	中	中
响应速度	慢	快	中	中	快
多级压感	O	O	X	X	X
主材料	电阻膜	带线圈的板体	红外发射接收 LED	超声检测器	光检测器
教鞭操作	O	O	O	X	O
定位算法依据	X,Y	X,Y	X,Y	距离	角度
定位精度算法	模拟电压计算	插值计算	插值计算	距离换算	角度换算
显示区域均匀度	一致	一致	一致	近优远差	近优远差
市场比例趋势	下降	平稳	平稳	下降	少
环境影响因素	划伤	电磁波	强光、灰尘	强噪声和温度	强光、温度、灰尘
背投影模式	差	X	好	好	好
同类技术	触摸屏	数字画板	触摸屏	测距仪	扫描装置
超大面积	难	易	难	易	易

O——表示项目存在；

X——表示项目不存在。

1.4 交互式电子白板的应用

交互式电子白板主要应用在教育领域和企业培训领域。近年来,随着科学技术的发展和多媒体教育的普及,交互式电子白板的应用领域在不断扩大,包括军事、金融、科学研究、远程医疗、工程、项目设计、政府、媒体等各种行业的会议讨论、培训、宣传、展览和演示活动。具体归纳为如下几方面的应用。