

集成化 LED 显示器光强均匀性自动测试研究

何万涛

(西南技术物理研究所, 成都, 610041)

郭英智

(南京理工大学电子工程与光电技术学院, 南京, 210014)

摘要: 本文对集成化矩阵 LED 显示器光强均匀性的自动测试进行了深入细致的研究, 并在此基础上提出了积分球-光电倍增管(PMT)测试方案, 研制出了矩阵 LED 显示器光强均匀性自动测试仪。在该装置中采用 MCS-51 单片机控制系统实现了快速、自动检测, 该装置具有很强的人机对话功能, 能适应各种规格的 LED 矩阵显示器的测试要求。经过对各个部分的误差分析和调校, 测试仪精度高达 1.7%。

关键词: 矩阵显示器 光强均匀性

Study of automatical measurement for image point intensity homogeneity of matrix LED display

He Wantao

(Southwest Institute of Technical Physics)

Guo Yingzhi

(Nanjing University of Science & Technology)

Abstract: In this paper, the research how to measure automatically the image point homogeneity of a high density matrix LED display is summarized. Based on the measuring method of integrating sphere-photomultiple tube (IS-PMT), the device of automatical measuring of image point homogeneity of a matrix LED display has been developed. The device adopts the MCS-51 microcomputer on chip to realize the functions of automatical measurement and to have a good interface between user and computer for measuring all kinds of high density matrix LED displays. After correcting the measuring errors, the precision of the measurement equipment is up to 1.7%.

Key words: matrix display intensity homogeneity

一、引 言

当前世界各国对平板显示器的开发、研究极为活跃,工业发达国家将其视为显示器的更新换代。平板显示器(包括 LED 平面显示器)已在显示器市场上占有很大的比重,例如在日本,1985 年仅 LED, LCD, VFD, PDP 四种平板显示器的产值已占到光电显示器件总产值的 30% 左右,该比例还有逐年上升的趋势^[1]。

在众多的电子显示器件中,尤为引起人们关注的是发光二极管显示器,近年来,由于国内外对集成化发光二极管平板显示器的研制成功,给一些民用和军工产品的小型化带来了可观的前景。

自 1988 年国内开始研制集成化 LED 显示器以来,已研制成功如下的 LED 显示屏:(1)象素数 50×20 ,象素间距 0.45mm;(2)象素数 50×20 ,象素间距 0.35mm;(3)象素数 64×32 ,象素间距 0.35~0.3mm。现正在研制的有:(1)象素数 64×64 ,象素间距 0.35~0.3mm;(2)象素数 128×128 ,象素间距 0.7mm;(3)象素数 128×128 ,象素间距 0.35mm。在 LED 显示器的译码集成方面,目前已研制成功 5/25 的译码电路芯片,对于 5/32 译码集成电路芯片的研制工作也正在进行中。LED 屏的专用译码技术的研究方面,国内正在进行光电混合集成技术的研究。

随着 LED 技术的飞速发展,它在军事上的应用令人关注。在国外,瑞士研制的炮星系统采用了 128×128 的 LED 显示器。

矩阵 LED 显示器作为精密测量记录仪器和武器系统的关键器件,其产品的可靠性及象面光强均匀性等指标愈来愈受到生产厂家和用户的重视。如军用飞机飞行员座舱里的各种 LED 平面显示仪表和火炮瞄准控制系统中的矩阵 LED 显示器,若要因象素发光强度的不均匀而造成飞行员和射手的误判,将可能产生不可想像的后果。因此对于矩阵 LED 显示器象素发光强度均匀性的测量已成为生产厂家急待解决的问题。

对于单个管的光度测量是成熟的技术,如利用光度计^[2]。但对于高密度的矩阵显示器如何快速、自动地测量每个象素的发光强度,以便能够定量的测量出光输出的非均匀性,从而判断出产品的优劣,这正是本文所要研究内容。作者在工作中,根据任务需要研制出了一台矩阵 LED 显示器光强均匀性自动检测仪,解决了这一急待解决的难题。

二、自动检测仪光机设计

1. 测试方案的提出

积分球是球形光度计的核心部件,该球是内壁均匀涂有白色漫反射层的空腔球形壳体。如果球内放一待测光源,光源发出的光被球内壁漫反射层多次反射以致最终在球内壁任何一处的照度均为:

$$E = \frac{P \cdot \rho}{4\pi R^2(1 - \rho)} \quad (1)$$

式中, ρ 是积分球内壁漫反射率, P 是被测光源的总能量, R 是积分球内壁半径^[3]。

由(1)式可以看出,球内壁上任意一位置的辐照度(挡去直射光后)与被测光源的总能量成正比,在一定的光源下,若要使球壁上的辐照度增加,则必须减小球的半径和提高漫反射涂层

的反射比。假如在球壁上开一测光窗口,用一探测器测窗口处的光照度,由(1)式可得出待测光源的总能量。

为实现用单个探测器逐点测量显示器每一发光元(象素)的光强,并完成自动测量,必须有一控制系统以一定频率使显示器逐点发光并采样记录。另外,这个控制系统还应对每个被测点进行编码,以便了解被测点在矩阵显示器中的坐标位置,根据测试要求,我们提出如图 1 所示的方案。

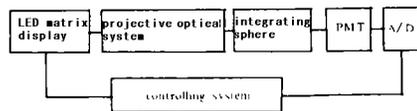


Fig. 1 Block diagram of detective system

2. 自动检测仪总体设计

为实现用单个探测器逐点测量显示器每一发光元(象素)的光强,并完成自动测量,必须有一控制系统以一定频率使显示器逐点发光并采样记录,发射信号与采集信号的同步。另外,这个控制系统还应对每个被测点进行编码,以便了解被测点在矩阵显示器中的坐标位置,而单片机是一种适用于工业测控、智能仪表,数据采集和处理,机电一体化的理想机型。

积分球使得来自 LED 的光被球的白色粗糙内壁散射和反射,在球的内壁任何一处都形成均匀的照度。为了保证测量精度,球的入射光孔和出射光孔的直径都有所限制,由于要使阵列显示器上每个发光点所发出的光都能进入球的入射光孔内,因此必须在入射光孔前加一投影系统,使显示器经投影系统后,成象于球内或球的入射口。

在出射光孔处,探测器选用光电倍增管,由光电倍增管接收到光信号,经放大、鉴别,送往 A/D 转换器,将转换结果储存在 RAM 内,最后将转换结果打印或显示出来。

为了使测试仪能测试各种规格的矩阵显示器,该测试仪应具有人机对话功能,以便根据不同的显示器,输入不同起始坐标,分别完成测试任务,整个系统如图 2 所示。

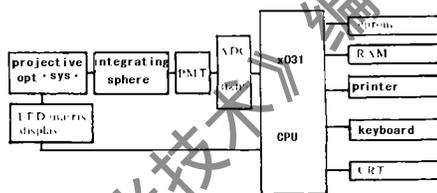


Fig. 2 Construction diagram of the system

3. 自动检测仪光机设计

我们在前面根据(1)式所进行的讨论是理想的情况,然而实际情况与理想情况有偏差:

- (1)球内壁反射不可能均匀漫射,各点的反射率会有少量变化。
- (2)出射光孔屏蔽了部分球面。
- (3)反射率多少与波长有关。
- (4)反射光的部分将被球体内壁再次吸收。

由于以上原因,将给测量带来困难,并给测量带来误差,因此我们在制作积分球时,应尽可能增大积分球,尽可能地减小窗口,在它内部应涂具有高反射率的涂料。

传统的积分球,球体外壳一般用木材、金属、石膏、石棉水泥。内壁表面一般涂 1mm 厚的氧化镁或硫酸铜漫反射涂层。其中硫酸钡涂层牢固耐久外,不易泛黄,比较接近中性,但价格较贵。氧化镁涂层反射比高,接近中性,价格便宜,但易污染和变质。本方案中,球体外壳用铅制成二个可拆装的半球,将 F₄ 漫反射材料压入铅外壳内壁,这种积分球的内壁面形误差较小,反射比高,漫反射内壁不必定期涂抹,使用方便,价格便宜。

被检测的显示器是点阵式火控瞄准系统的关键器件,它在实际系统中也是经过了一个投影系统,所以检测装置中加入投影系统更接近实际情况,如投影系统仅用单透镜对显示器上的

点成像,由于物镜 D/f 较小,因而要使轴外点的光都能进入积分球内,势必使投影系统加长。为使仪器小型化可选用二块相同参数的物镜进行组合。

三、控制系统设计

1. 硬件配置和设计

本测试装置采用 MCS-8031 为测控系统的理想机型,以此来完成被测点发光,数据采集与发光点同步,显示被测点坐标位置,信号值大小等功能。主机无片内程序存储器,所以扩展一片 EPROM2764(8K)作程序存储器。因主机输入/输出口占用较多,故扩展一片 8255A 可编程外设接口。有无键按下,通过查询它的 PC.7;它的其它口线作为扩展接打印机用。由于需要针对不同规格的 LED 矩阵显示器输入不同的起止点坐标,在硬件设计时,扩展了一片 8279 芯片,这是一种通用的可程序的键盘、显示接口器件,单个芯片就能完成键盘输入和 LED 显示控制两种功能。由于被测点的数量较多,而每个点的测试数据均需存储,以便输送给打印机用,所以,另扩展一片数据存储器 6264(8K)。A/D 转换器选用字长 8 位,逐次逼近型的 ADC0809,时钟频率为 500kHz 时,转换速度为 128 μ s。由于 PMT 输出的是负脉冲电压信号,故 ADC0809 通过外接简单的偏置电路变成双极性输入的 A/D 转换器。整个控制系统的电路如图 3 所示。

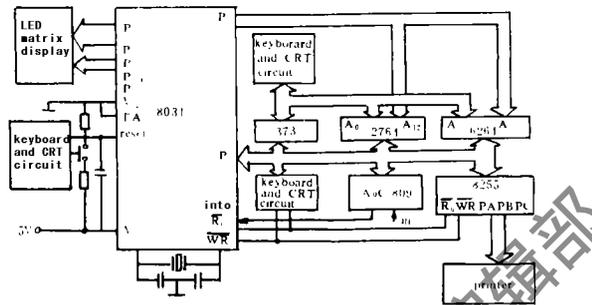


Fig.3 Hardware circuit diagram

整个控制系统的电路如图 3 所示。

2. 测控系统软件设计

硬件系统设计基本定型以后,控制系统的正常运转必须由软件控制,由于系统的程序量不是很大,故采用汇编语言编程。汇编语言程序结构紧凑、灵活、汇编成目标程序效率高,占用存储器空间少,运算速度快,实时性强。因此适合实时测控应用系统的要求。

为了便于编程、调试和查错,采用模块化、层次化程序设计思想,将总体功能分成若干个子功能块,由若干个子程序来完成子功能的要求,最后再由主程序来调用这些子程序。这样可随着设计的不断深化,逐步对细节问题给予更详细的考虑,最后构成一个完整的复杂程序。

该软件总体结构如下:

(1)初始化准备程序。完成键功能操作前的准备工作,它包括:

1. 初始化程序:将系统中所有命令、状态及有关存储单元置成初始态。

2. 提示符显示程序:当初始化完成以后,应在显示器上显示正常标志,本机有 5 个 LED 显示 "In-H₁". 此时也提醒操作者输入相应的坐标值,在输入该值后,程序将它存入相应的内存单元。

3. 键盘分析程序:有无键按下,系统在对 8255PC.7 口进行查询后,将会自动判断。如果有键按下,程序便进入键功能处理;如果无键按下,则等待,直到你输完程序运行所需的 5 个数据(H₀, L₀, H₁, L₁, n)。

1989;(3);21 唐鹏千.电子技术,1

ment, 199028(Martin G. Measuren

激光技术3 北京:邓世才编.光辐射,海

时林林院.激光辐射的光学原理.3

象处理方面的工作. 合刊

接收稿日期:1994-06-20 收到

版权所有 © 《激光技术》编辑部