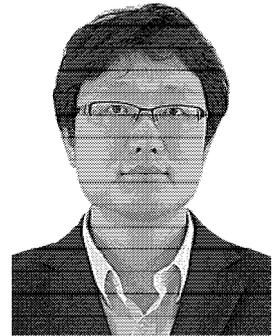


学
术
交
流

新一代乘客信息显示器研制

李 伦, 任三刚, 康国良

(株洲南车时代电气股份有限公司 技术中心, 湖南 株洲 412001)



作者简介: 李 伦(1985-), 男, 工程师, 现从事车载信息
显示装置和温度监测装置
的研发工作。

摘 要: 基于原先设计的乘客信息显示器的不足, 在性能参数、显示效果、结构设计、功耗、产品维护等方面进行了改进, 重新设计了新一代乘客信息显示器, 并在CRH380AL动车组上得到广泛应用, 满足客户更高要求。

关键词: CRH380AL 动车; 乘客信息显示器; 低功耗; 模块; FPGA

中图分类号: TN873; U292.91*4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-128X(2014)03-0062-03

Development of New-generation Passenger Information Display

LI Lun, REN San-gang, KANG Guo-liang

(Technology Center, Zhuzhou CSR Times Electric Co., Ltd., Zhuzhou, Hunan 412001, China)

Abstract: Aimed at the deficiencies of original passenger information display, the new-generation passenger information display was designed with improvement of performance parameter, display effect, structure design, power consumption and maintenance, which was widely used in the CRH380AL EMUs for satisfying the higher requirement.

Keywords: CRH380AL EMUs; passenger information display; low power; module; FPGA

0 引言

LED乘客信息显示器作为动车组旅客信息系统的重要组成部分, 输出文字和图片内容, 与广播装置配合告知旅客列车当前到站、列车当前速度、列车目的地、沿途站点、外界气温、紧急情况、乘车注意事项等信息。为了让旅客更方便地查看这些信息, 每一代动车组的LED乘客信息显示器在分辨率、亮度、可视面积、可视角度、色彩、显示内容组织等方面都不断完善, 力争提供给广大旅客最大的便利。

1 显示器的基本架构和技术参数

高速动车组CRH380AL上安装的LED乘客信息显示器, 在多个方面相比上一代LED乘客信息显示器都进行了优化和提高。

1.1 显示器的网络拓扑和内部组成

显示器通过RS485总线通信方式与广播控制装置进行通信, 是广播控制装置的从设备, 其根据广播控

制装置的控制指令, 在LED矩阵屏幕上显示滚动或者居中的字符信息。显示器拓扑图如图1。

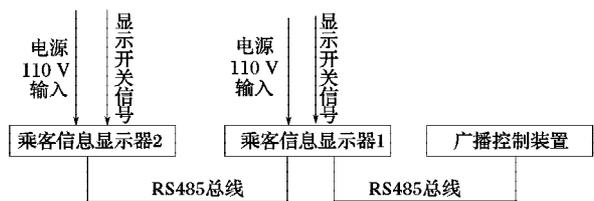


图1 单车厢乘客信息显示器拓扑图

如图2所示, 显示器由电源板、控制板和2块显示板构成, 电源板负责将输入的直流110 V电压转换为3.3 V和5 V直流电压; 控制板与广播控制装置通信, 接受指令并处理, 读取字库, 组成显示矩阵数据, 生成驱动波形驱动显示子系统; 显示子系统由2块显示板构成32 × 256的显示阵列。

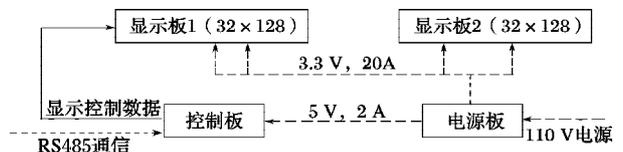


图2 乘客信息显示器系统框图

1.2 技术参数对比

新一代显示器的主要技术指标得到了优化和改进, 分辨率和可视面积这2个影响视觉效果的主要参数

得到了大幅度的提升, 显示效果更加细腻、清晰、稳定, 相关参数对比见表1。

表1 两代乘客信息显示器参数对比

项目	上一代	新一代	说明
可视面积	512 mm × 64 mm	646.4 mm × 80.8 mm	可视面积提高 60%
分辨率	128 × 16	256 × 32	4 倍总像素
像素点距	4 mm	2.525 mm	像素密度提高 40%
显示颜色	红绿双色	琥珀色	
显示波长	575 nm/615 nm	605 nm	
画面刷新速率	200 Hz	1 200 Hz	6 倍刷新率
亮度	300 cd/m ²	1 560 cd/m ²	5 倍亮度
水平视角 /°	-60° ~ +60°	-70° ~ +70°	可视角度提高
垂直视角 /°	-60° ~ +60°	-70° ~ +70°	可视角度提高
外形尺寸	626 mm × 130 mm × 65 mm	686 mm × 108 mm × 35 mm	体积只有上一代产品的一半
质量	3.9 kg	2.2 kg	质量减小 43.5%
输入功耗 (全部点亮)	50 W	55 W	单位亮度功耗降低到上一代的 21.1%

2 新一代显示器设计

2.1 创新结构

传统的钢结构壳体, 多使用钣金工艺, 体积越小, 结构误差越大, 导致组装困难, 后续维护不便。

新一代乘客信息显示器采用了铝挤压型材壳体, 见图3。

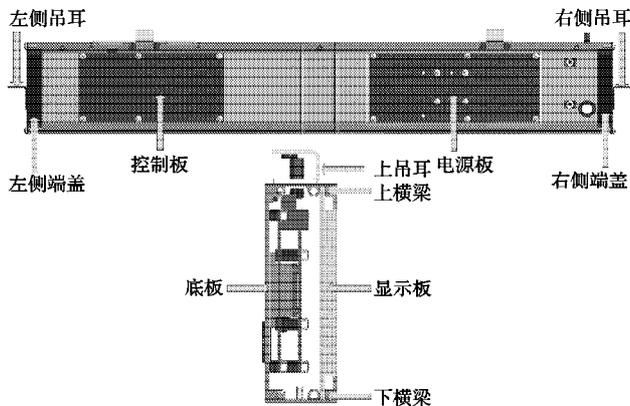


图3 乘客信息显示器结构图

壳体的主体部分由5个铝合金挤压模块构成, 底板用来安装控制板和电源板并负责电源板的散热, 显示板在垂直方向由2根横梁固定, 由左右端盖进行水平固定, 模块化的设计令壳体组装简单, 并简化了生产, 铝的散热性能也好于钢制壳体, 有利于LED颗粒寿命的提高。

壳体上的附属结构, 比如吊耳、接地柱等, 各自均为单独的零部件, 使用螺钉或者铆钉固定在主体结构上, 当形状发生改变时, 只需更改对应部分的零部件, 位置变化时, 主体结构上的固定孔换位即可, 不需要更改主体结构。

铝合金挤压型材的长度可以根据需要裁减, 所以壳体增减长度十分简单, 降低了产品改型的成本。

2.2 低功耗供电

新一代乘客信息显示器的像素总数和亮度需求大

幅度提高, 这通常会带来功耗的大幅度提升。为了抑制功耗提升, 须从单颗LED导通发光时的电流路径进行分析, 见图4。

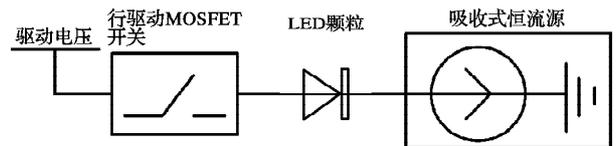


图4 LED矩阵点亮时的电流路径

LED为恒流驱动, 当LED矩阵中的某一颗LED被点亮时, 它的阳极连接行驱动MOSFET的输出, 阴极连接的是恒流源芯片的一个输入。

琥珀色LED在导通时的压降在2 V到2.5 V之间, 当使用5 V电源时, 剩下的2.5 V电压由恒流源芯片吸收, 产生热量, 而这些能量对于LED发光不起任何作用, 当3.3 V电压供电, 恒流源芯片只需要吸收0.8 V电压, 相对于5 V供电, 降低显示板整体功耗34%, 见图5。

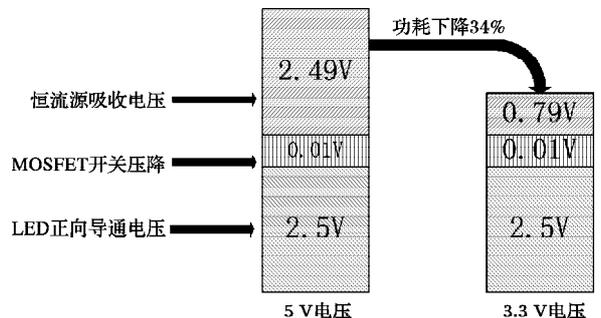


图5 3.3 V和5 V供电功耗分布对比

控制板使用的是5 V供电电压, 和显示板的3.3 V电压, 两者之间互相独立, 避免了显示板行切换时电流波动造成的电压波动影响控制板正常运行。

2.3 使用CPU+FPGA代替单一CPU架构

控制板硬件框图见图6。

使用CPU+FPGA代替单一CPU架构。CPU负责通信

和显示点阵生成, FPGA根据CPU送过来的显示点阵数据和显示控制参数进行扫描驱动工作, 避免了单一CPU结构的通信影响扫描, 造成屏幕闪烁的问题, 同时大幅度提高了像素输出率, 满足了新一代乘客信息显示器在像素数量增加的同时提高刷新频率的要求。

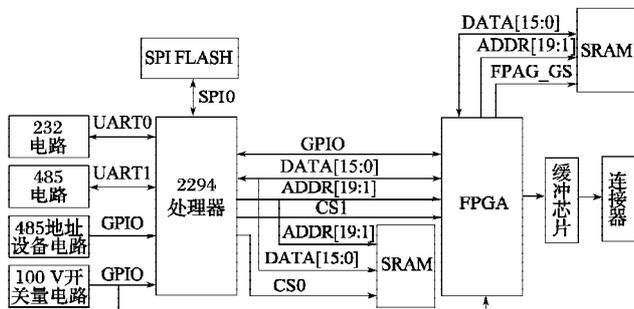


图6 控制板硬件框图

2.4 显示子系统设计

2.525 mm点距的LED显示板的工艺处理难度较大, 单一显示板上的LED元件的数量为4 096个, 过高的密度和元件数量会导致一次焊接成品率大幅度下降, 因此显示板采用了驱动元件和LED矩阵分离的结构。LED矩阵由16×16的LED矩阵模块组成, 以提高成品率, 并降低返修难度, 模块与显示板之间的间隙在显示器的工作状态下, 构成了热空气的自然对流通道的, 为显示模块散热。

1) LED颗粒亮度

LED显示板的设计第1步就是要满足亮度指标, 亮度需求1 560 cd/m², 像素密度为160 000 点/m², 扫描占空比1/16, 最高环境温度50°。设计过程如下:

第1步: 单个像素的平均亮度需求 = 显示器亮度 / 像素密度 = 9.75 mcd。

第2步: 单个像素的亮度需求 = 平均亮度 / 扫描占空比 = 156 mcd。

第3步: 热衰减后的亮度需求 = 像素亮度 / 温度降额系数 = 195 mcd。

经过计算需要20 mA电流通过时, 亮度为195 mcd的LED颗粒, 实际设计的模块在功耗允许范围内适当提高了驱动电流, 从而降低了对LED颗粒亮度的要求。

2) 亮度和色彩一致性控制

由于制造工艺的离散型, 即便是同一片晶圆上的同一规格LED颗粒其波长和亮度都会有区别, 不采取任何措施的话, 显示屏将出现严重的色斑现象, 严重影响显示效果, 为了保证整台乘客信息显示器显示的一致性, 需要从以下3个层面来保证:

模块级, LED颗粒在焊接到模块前进行预筛选, 根据人眼生理特点, 按照波长3 nm, 亮度差15%进行分组,

确保每块LED模块内部LED颗粒的波长和亮度一致;

显示板级, 在显示板制造阶段, 确保每块显示板上的模块均为同一等级;

显示器级, 组装每台显示器时确保所用的显示板均为相同波长和亮度等级。

2.5 电源完整性PDS设计

为了降低功耗, 将显示板的供电电压更改为3.3 V, 虽然降低了34%的功耗, 但是电压的降低, 降低了对电压波动的承受能力, 为此采取了以下措施来保证电源完整性:

①加倍显示板到电源板之间的电源线数量以降低电流路径上的电感, 降低电压波动, 增加电源线数量同时也降低了线路电阻, 进一步降低路径损耗;

②显示板的PCB设计了独立的电源层, 目的也是降低电流路径的电感, 从而降低电压波动;

③在行驱动MOSFET附近放置储能电容, 就近供应每行点亮时的瞬态电流, 将瞬态电流限制在局部范围内, 防止干扰到其他电路。

2.6 信号完整性设计

FPGA的应用大大提高了像素输出率, 像素输出率达到了9.8 Mpixel/s。这么高的像素输出率对信号完整性的要求很高。因此首先调低了FPGA的输出驱动电流, 从20 mA降低到4 mA, 增大波形边沿上升时间; 在信号的具体输出上, 采用交错切换策略, 信号分组, 分别切换, 有效降低了FPGA的同步开关噪声; 输出信号电缆尽可能短; 输出信号电缆每根有效信号线都搭配1根地线, 降低信号电缆的特征阻抗; 同时在控制板上串联33 Ω电阻进行始端串联阻抗匹配, 降低阻抗不匹配造成的信号反射。

3 结语

新一代乘客信息显示器在各项性能上都超过了之前的产品, 在显示效果大幅度提升的情况下, 维持了功耗基本不变, 工作稳定可靠, 满足了新一代动车组对乘客信息显示器的要求, 目前已经在CRH380AL等多种动车组上批量应用。

参考文献:

- [1] 田耘, 徐文波. Xilinx FPGA开发实用教程[M] 北京: 清华大学出版社, 2008.
- [2] OSRAM公司. Thermal consideration of LEDs in video display applications[M] 美国: OSRAM公司, 2004.

(本文章为南车株洲电力机车研究所有限公司学术交流论文)

