

液晶显示模块数字化产品平台开发与应用

黄东洋^{1,2*}, 张华松^{1,2}, 王军义^{1,2}

(1. 中国电子科技集团公司第五十五研究所, 南京 210016; 2. 国家平板显示工程技术研究中心, 南京 210016)

摘 要: 建立了液晶显示模块数字化产品设计平台。明确了设计平台的建设方法,使产品设计标准化、通用性程度提高。实例表明,这种设计平台的建设方法可以提高成熟设计方案、数据模型的借用率,缩短设计周期,提高产品可靠性,具有可行性和实用性,对大批量定制仅外形有差异的液晶显示模块设计开发,具有一定的参考意义。

关键词: 液晶显示模块; 产品设计平台; 大批量定制

中图分类号: TH128; TN873.93 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-488X(2021)04-0320-04

Development and Application of Digital Product Platform for LCD Module

HUANG Dongyang^{1,2}, ZHANG Huasong^{1,2}, WANG Junyi^{1,2}

(1. *The 55th Research Institute of China Electronic Technology Group Corporation, Nanjing 210016, CHN*; 2. *National Flat Panel Display Engineering Research Center, Nanjing 210016, CHN*)

Abstract: The digital product design platform of liquid crystal display module was established. The construction method of design platform was made clear, and the standardization and universality of product design were improved. The example showed that this design platform construction method could improve the borrowing rate of mature design scheme and data model, shorten the design cycle, improve the reliability of products, and was testified to be feasible and practical, which had certain reference significance for the design and development of liquid crystal display module with different shapes for mass customization.

Key words: liquid crystal module(LCM); product design platform; mass customization

引 言

随着显示技术的快速发展,液晶显示模块在机载、车载、舰载等领域得到越来越广泛的应用^[1]。液

晶显示模块发展到今天,各项技术日益成熟,各零部件已形成一定的标准化、模块化体系^[2]。同时,客户对于产品的需求具有功能相似、几何外形相似等特点。为了充分继承现有成熟的设计方案、设计准

收稿日期:2021-06-01

作者简介:黄东洋(1987—),男,工程师,研究方向为加固液晶显示模块结构设计;(E-mail:huangdongyang1987@126.com)

张华松(1990—),男,工程师,研究方向为加固液晶显示模块总体设计;

王军义(1980—),男,高级工程师,研究方向为加固液晶显示模块结构设计。

* 通讯作者

则,提高产品的可靠性,缩短设计周期,需要建立适合企业的产品设计平台^[3]。

当前,许多液晶显示模块产品的设计开发还是按照新品开发的模式进行,没有有效地借鉴前期成熟项目的设计方案、数据模型等。为了提高设计效率,提升产品的标准化程度与可靠性,文中提出了基于产品平台的机载显示模块设计方法。产品设计平台是对前期项目的继承、归纳、总结与创新。其自身就是一个实例化的设计模型。该设计模型中明确了平台的可调变量和固定量。平台的可调变量通过骨架模型来进行描述,通过改变骨架模型中的设计参数,得到满足用户需求的设计模型。平台的固定量通过对前期项目的归纳和总结,利用产品设计和制造过程中的相似性^[4](功能相似、几何形状相似)建立标准化的工艺组件、背光组件、工艺加固措施等。

1 基于产品平台的设计流程

基于产品设计平台的产品设计方法和传统产品设计方法存在较大差异^[5]。对前者而言,如何选用合理、成熟的设计方案,以及如何利用现有设计知识库的资源来设计能够满足用户个性化需求的产品成为关键。因此,文章建立了基于产品设计平台的设计方法及其设计流程,如图1所示。首先对项目进行需求分析,对客户技术协议、产品通用需求进行分析,识别设计参数。根据设计参数选择产品的设计平台,根据用户设计参数对设计平台可调参数进行参数配置。主要设计参数配置完成后,产

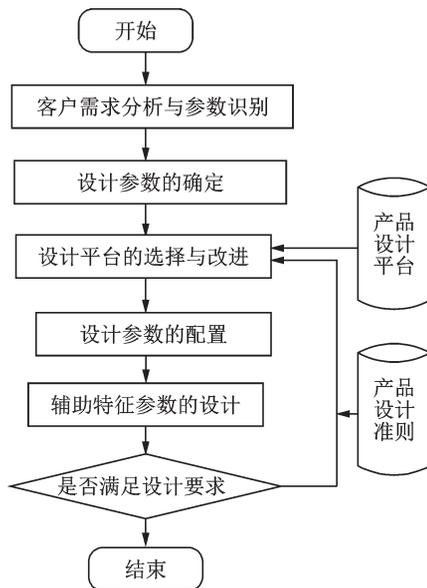


图1 基于产品设计平台的设计流程

Fig.1 Design process based on product design platform

品的主体部分已经建立,依次进行产品辅助特征参数的设计,根据设计准则库评估产品是否满足设计要求,不满足则修改设计。

2 产品设计平台的建立

如图2所示,显示模块的三维数字化模型是由组件级的结构、工艺、电路部分所构成,每一个组件又是由特定的零件所组成。零件是一系列特征的集合,这些特征最终都可化为特征参数和特征值。

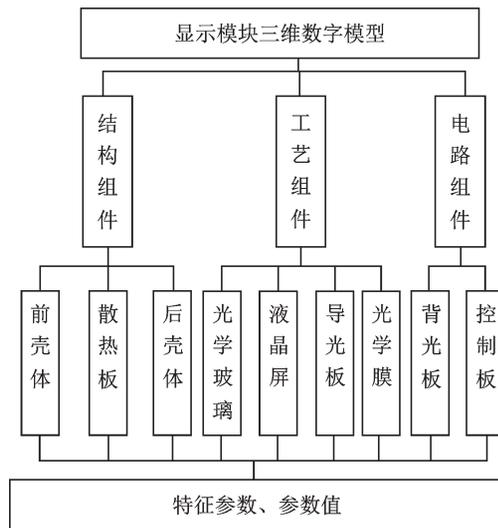


图2 显示模块特征单元组成示意图

Fig.2 Schematic of characteristic unit composition of display module

设计平台是所有特征参数和参数值的集合,参数值分为可调变量和固定量,可以应用同一个平台的项目具有相同的特征参数,只是可调变量的具体参数值不同。

2.1 可调变量的建立

可调变量是描述与用户需求相关的可调节变量,如图3所示的尺寸变量 $L1\sim L12$ 、 $C1$ 、 $D1$ 。对于一个规格的液晶屏,不同的用户会提出不同的外形尺寸、机械接口等要求。利用几何相似性,分析同一规格不同型号的机载液晶显示模块,提炼特征参数,建立设计平台的可调变量如表1所示。

建立骨架模型描述与用户需求相关的可调变量。骨架模型^[6]由一组基准面、轴线、点、坐标系、曲线等组成,勾勒了产品的主要构造、外形和机械接口等,作为装配的参考和设计零部件的参考,也作为传递用户需求信息的一个媒介。

以二维曲线定义平面内的可调变量:前端面板

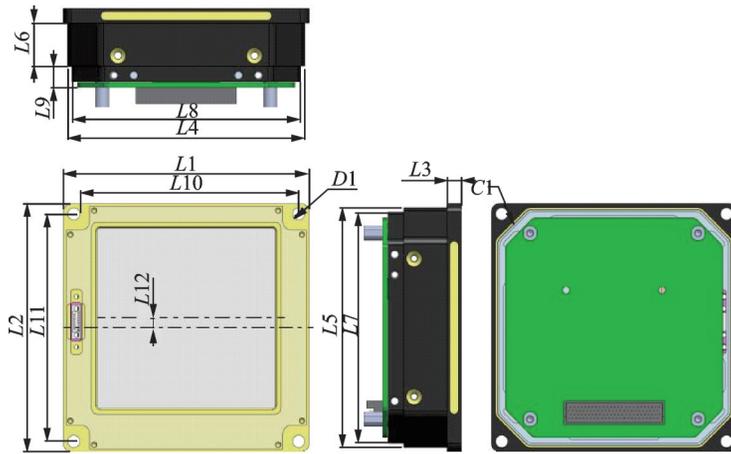


图 3 与用户需求相关的尺寸变量

Fig.3 Dimensional variables related to user requirements

表 1 与用户需求相关的可调变量

Tab.1 Adjustable variables related to user requirements

型号	前端面板尺寸 $L1 \times L2 \times L3$	用户后端主体 $L4 \times L5 \times L6$	后端接口 $L7 \times L8 \times L9$	后端倒角 C1	安装孔 D1	安装孔中心距 $L10 \times L11$	显示区与外形 相对位置 L12
项目一	85×85×5	80.6×80.6×13.7	78×78×7	C10.9	4.2	75.6×75.6	0
项目二	85×85×6	81×81×32.5	78×78×6	C11.5	4.2	77.7×77.7	0
项目三	85×85×5	80.6×80.6×20.6	79×79×7	C10.9	4.3	77.7×77.7	0
项目四	85×85×5	82×82×14.7	79×79×7.3	C11	4.3	77.7×77.7	偏移 3.25

外形轮廓、后端主体外形轮廓、后端用户接口部分外形轮廓；以空间基准面来定义用户高度方向的可调参数：前端面板的厚度、后端主体部分厚度、用户接口厚度；以二维基准点来定义法兰边安装孔位、导光面板安装孔位、后端主体部分安装孔位。识别用户潜在需求，分析潜在需求对内部工艺组件的影响，尽量规避。

2.2 固定量

固定量是指围绕一款液晶屏加固所涉及到的固定设计参数。为了满足机载加固显示模块在强阳光、高低温、振动等多种恶劣环境下能够正常工作的需求，需要对商用液晶屏进行复合光学玻璃、加热、改良商用背光等多种加固处理措施。通常，用户针对某个型号的液晶显示模块的功能需求是相似的，针对用户功能需求的相似性，可以提炼一个通用的加固内核，以供重用。这个加固内核包括：标准化的液晶屏组件、光学组件、背光组件、电路组件。

为了提炼这个加固内核，需要对前期的项目进行归纳、总结，对存在于零件几何形状、产品互联、部件功能以及工艺过程之间的相似性加以归纳，形成标准的零部件模块、标准的产品结构和标准的工艺文件，以供重用，这些对于减少产品的内部多样化具有非常重要的意义。

列表对应用同一型号液晶屏的产品进行统计（主要统计各工艺零部件尺寸、相对空间位置）。统计的目的在于提炼标准化的内部组件，标准化的内部组件具备的特征有：

1. 最小化的工艺零部件外形尺寸；
2. 通用的加热柔带引出位置；
3. 生产安装工艺相关结构特征的标准化；
4. 标准化的内部组件可以适用多个项目。

产品设计平台固定量必须是经过多学科专家评审、可靠性试验验证的，不然很容易引起批次性的质量问题。背光组件由背光 FR4 和背光铝基板组成，作为显示模块的光源，其特征主要有发光区、走线区、固定、电气连接、机械连接等，如图 4 所示。根据产品的功能需求、电气走线规则、背光 FR4 固定、背光铝基板固定原则，设计最小外形尺寸的背光 FR4 和铝基板。

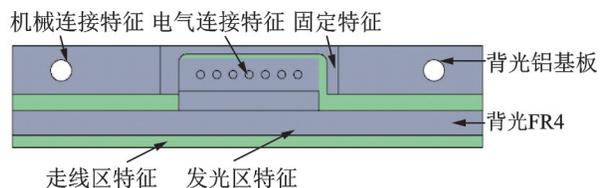


图 4 背光组件特征组成图

Fig.4 Characteristic composition diagram of backlight assembly

3 设计实例

如图5所示,首先建立顶层骨架模型来描述用户输入特征参数、零部件配合基准面;各零部件通过三维设计软件中“复制几何”命令继承顶层基本骨架的相关信息建立各自的分零件骨架,各分零件依据分零件骨架进行独立设计;标准化零部件通过标准化零件的装配骨架与分零件实现装配;可调部分的分零件设计与固定部分的标准工艺组件装配形成完整显示模块三维数字化模型。

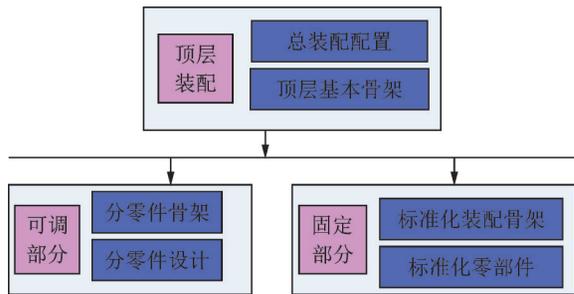


图5 详细设计流程图

Fig.5 Detailed design flow chart

按表2建立顶层基本骨架模型,完成后的骨架模型如图6所示。

表2 顶层基本骨架要素表

Tab.2 Table of top level basic skeleton element

几何要素	标识号
点输入信息	PNT_用户法兰安装孔
	PNT_用户后端安装孔
线输入信息	CV_前端输入参数控制曲线
	CV_主体部分输入参数控制曲线
	CV_后端部分输入控制曲线
	CV_导光板接插件位置曲线
面输入信息	DTM_主视图最前端面
	DTM_前壳体壁厚控制面
	DTM_法兰高度面
	DTM_主体部分高度控制面
	DTM_散热板终止面-后壳体起始面
	DTM_后端部分高度控制面

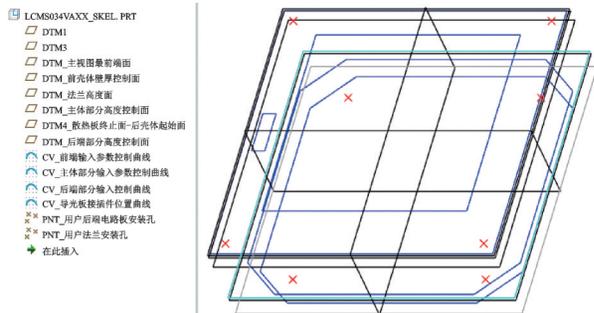


图6 顶层基本骨架模型

Fig.6 Top level basic skeleton model

分零件从顶层骨架模型继承约束自身的曲线、基准面、基准点,建立自身的骨架模型;可调的设计变量便可通过顶层骨架模型向下传递设计信息了。各分零件依据自身骨架模型,以及设计准则建立满足要求的结构特征。

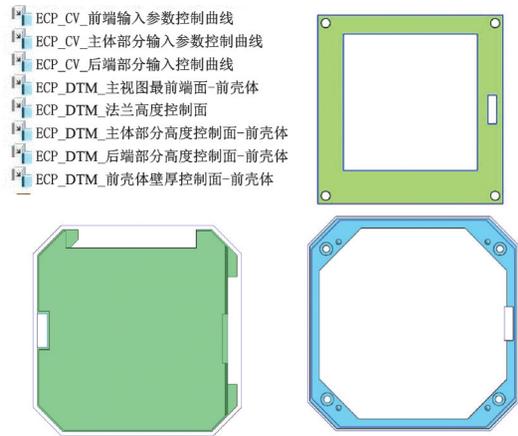


图7 各分零件设计图

Fig.7 Design drawing of each sub-part

通过2.2节标准化内部组件提炼准则,提炼如图所示的标准化的内部组件,该内部组件由前屏组件、光学组件、背光组件、加热柔带、TCON柔带通用压卡等部分组成;标准化的内部组件通过标准化装配骨架和各分零件实现连接,组装形成显示模块的三维数字化模型,如图9所示。

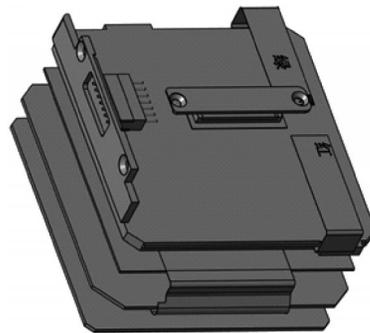


图8 标准化的内部组件

Fig.8 Standardized internal components

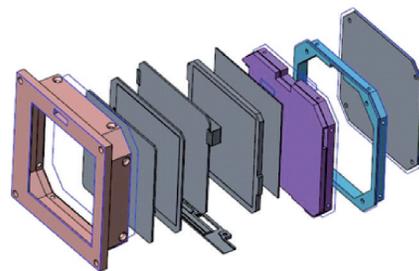


图9 显示模块总体模型图

Fig.9 Overall model diagram of display module