

一种伺服电机测控仪的结构与外观设计*

尚世杰¹, 苏志强¹, 李兵强¹, 李海涛²

(1. 中国电子科技集团公司第二十研究所, 陕西 西安 710068; 2. 中北大学, 山西 太原 030051)

摘要:随着现代制造技术的发展进步和用户审美艺术的不断提升, 在产品设计时仅关注软件和硬件而忽略结构和外观造型的创新设计已经不能满足当下用户的使用和审美需求。因此文中提出了一种便携式伺服电机测控仪设计方案, 重点从测控仪的结构、外观造型、色彩等方面进行了详细的设计说明, 既满足了测控仪的基本功能又增加了其美感, 极大地提高了测控仪的市场竞争力。

关键词:测控仪; 结构设计; 造型设计; 色彩设计

中图分类号: TH7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-5300(2023)06-0013-03

Structure and Appearance Design of a Servo Motor Measurement and Controlling Instrument

SHANG Shijie¹, SU Zhiqiang¹, LI Bingqiang¹, LI Haitao²

(1. The 20th Research Institute of CETC, Xi'an 710068, China;

2. North University of China, Taiyuan 030051, China)

Abstract: With the development and progress of modern manufacturing technology and the continuous improvement of user aesthetic art, the innovative design that only focuses on software and hardware while neglecting structure and appearance in product design can no longer meet the use and aesthetic requirements of current users. Therefore, a design scheme for a portable servo motor measurement and controlling instrument is proposed in this paper. A detailed design explanation is carried out mainly from the structure, appearance, color and other aspects of the measurement and controlling instrument. This design scheme not only meets the basic functions of the measurement and controlling instrument, but also increases its aesthetic appeal and thus greatly improves the market competitiveness of the measurement and controlling instrument.

Key words: measurement and controlling instrument; structure design; modeling design; color design

引 言

伺服电机测控仪(以下简称“测控仪”)不仅具备控制发动机的节流阀和调节器电机的功能, 还能调节、控制其推力和混合比, 是发动机地面试车的关键设备之一。随着步进电机的广泛使用, 发动机试车面临着推力和混合比由固定状态转为可调节状态、不同工况下功能及性能应可考核的问题, 因此, 测控仪的小型化、便携式及外观设计变得越来越重要^[1]。

文献[2]采用硬件芯片、电路设计及通用串行接口协议等, 发明了一款用于教学试验的直流电力测功机的测控仪; 文献[3]基于总体功能要求开发了一套用于微钻试验台的智能测控仪, 通过硬件和软件设计, 实现了测控仪访问控制和远程定位等功能; 文献[4]利用通

用串行总线(Universal Serial Bus, USB)接口设计了一种用于内燃机参数测量的柴油机测控仪, 解决了信号处理系统通讯数据“卡脖子”的问题。

从以上文献可知, 目前国内关于测控仪的设计多数只关注软硬件功能的实现, 而对测控仪的结构设计和造型设计研究较少。因此, 本文从目前项目的实际情况出发, 为了使不同型号地面电机完成试验, 并解决试验过程中测控仪不便携、安装撤收复杂等问题, 设计了一种便携式伺服电机测控仪。运用UG10.0软件构建测控仪的三维模型, 对其结构和外观进行了设计, 并运用KeyShot9.0软件进行了色彩渲染。该测控仪具有整体结构紧凑、体积小、便携、造型美观大方等优点, 可为同类产品的结构设计和外观设计提供一定的参考。

* 收稿日期: 2023-09-09

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(12272355)

1 结构设计

1.1 功能介绍

该设备主要应用于不同型号伺服电机的地面测试和地面试验,具有工况数据信号采集、手动控制电机、电机角度锁紧、显示试验测试数据和与外部客户端连接等功能。

1.2 整体结构设计

测控仪主要由上盖板、把手、底座、左侧板和右侧板、前面板和后面板、风机组件、触摸显示屏、内部板卡组件、控制电源和可切换电机驱动电源组成,整体结构设计如图1所示。其外形尺寸为480 mm(长)×260 mm(宽)×309 mm(高)。

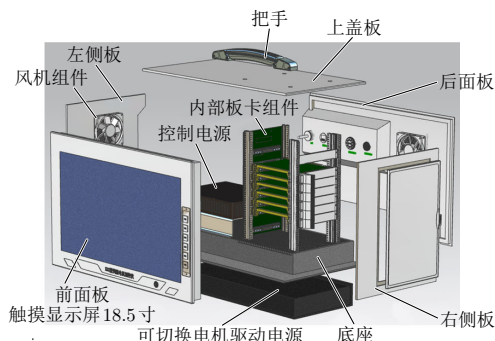


图1 测控仪整体结构

1.3 对外接口设计

该设备要求对外接口能够兼容不同型号伺服电机并实现不同型号电缆的对接,各对外接口的功能见表1。对外接口及后面板的造型设计如图2所示。

表1 对外接口功能

对外接口	型号	功能
电机测量插座	599III系列	实现电机测量与控制
电机驱动插座	599III系列	提供驱动电流
通讯、时统、报警插座	599III系列	分别连接上位机的通讯、试验台的时统和报警接口
USB	YW系列	外接键盘、鼠标
网口	YW系列	备用
AC220V插座	通用品字形插座	连接外部220 V AC, 实现AC-DC转换



图2 测控仪对外接口及后面板造型设计

1.4 电源设计

根据电源设计指标要求,设备内部电源应具备带过载和短路保护功能,因此内部采用2组电源设计,一组为28 V控制电源,尺寸为200 mm(长)×160 mm(宽)×45 mm(高);另一组为28 V/40 V可切换电机驱动电源,尺寸为400 mm(长)×180 mm(宽)×45 mm(高)。电源设计及安装方式如图3所示。

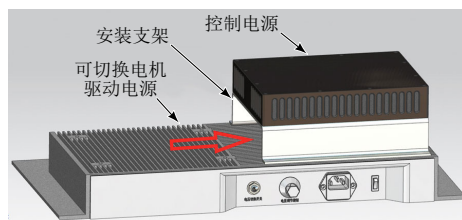


图3 测控仪电源设计

1.5 功能板卡安装设计

板卡采用标准3U设计,面板厚约20 mm,导轨采用可编码的插件板设计,标准面板一端设计助拔器,便于安装和拆卸。板卡安装设计如图4所示。

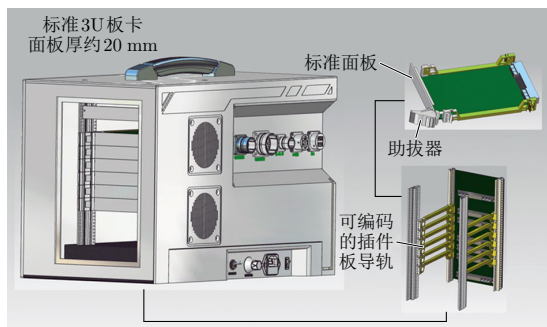


图4 测控仪功能板卡安装设计

2 外观造型设计

2.1 整体造型设计

测控仪的整体造型以方体几何形态作为原型,运用“加减”几何形态法,在满足功能的基础上多次与结构设计迭代,形成最终的外观造型^[5]。方体几何形态设计的应用既能节省安装空间,又使设备规整,给人稳定、可靠、安全的感觉。“加减”几何形态法的运用既打破了方体一体化的呆板生硬印象,又使整体造型层次更加丰富细腻,给人带来生动活泼的视觉感受。

2.2 前面板造型设计

前面板除了屏幕、按键和开关外,面上再无其他功能件,显得单调、空乏。根据线分割大面对称设计原理^[6],在屏幕下方加入了直线设计。整体采用水平直线高低错落设计,其中②号水平线略高于①号水平线,

③号水平线略高于④号水平线,且③号线长于④号线,同时将测控仪的Logo“×××型伺服电机测控仪”放置在③号水平线上,字体的高度略低于②号水平线,加上45°斜线穿插设计,整体线型起到了调整视线的作用,给人一种将设备向上托起、减轻重量的视觉效果,同时水平线的层次设计也给人一种秩序感,起到一种形散神不散的视觉效果。具体设计效果如图5所示。



图5 测控仪前面板造型

2.3 后面板造型设计

后面板运用了“形式追随功能”的设计原则。后面板散热和对外接口布局已确定,即在受测控仪功能和结构的影响下,后面板局部采用倾斜面和几何分割设计思路^[6]。含接口的面采用凹进设计,与后面板平行。该平面与其他3个方向的倾斜面相连并接至后面板上,打破了传统接口裸露在结构面板以外的方式,既节省空间,又给人一种轻巧、不规整的视觉效果。此外,后面板上运用了多边形几何分割设计,增加了后面板的层次感和美感。具体设计效果如图2所示。

2.4 左侧板造型设计

左侧板根据对称和均衡外观造型设计原则,采用“整体对称,局部均衡”形式美设计手段,达到稳定而富有动态美的效果^[7]。为打破整体形态的影响,左侧板整体采用对称式设计。左侧板左上部分在设备整体凹造型基础上,为了和谐过渡,统一形态,将凹造型轮廓线进行放大处理形成不规则的八边形,从而形成散热孔左侧的几何造型;左侧板左下部分依据左上部分造型进行了多块四边形和三角形的几何分割处理,整体宽体不超过上面的八边形几何形体,形成形散而神不散的效果;为了整体呈现一种“动中有静,静中有动”的设计效果,左侧板右上部分未与左上部分进行对称设计,而是采用均衡设计手法,进行了两个不同尺寸的八边形设计,其中小尺寸的八边形设计是为了与左上部分的凹造型轮廓形成假对称,整体趋于对称设计;右下部分设计与左下部分设计完全相同。

该设计中的对称设计手法主要体现在以散热部分为对称轴进行左右对称,给人一种稳定、庄重的感觉,但如果仅进行对称设计会给人一种呆板和单调的感觉,因此在保持对称的形式下又未完全拘泥于对称,而是进行了局部均衡设计,给人一种动态美、秩序美的感觉。具体设计效果如图6所示。



图6 测控仪左侧板造型

2.5 散热孔造型设计

散热部分根据调和与对比的外观造型设计原则^[8],采用方中有圆、圆中有方、方与圆对比的设计方法,达到对比与协调的效果。依据风扇的外方形轮廓线,左侧板和后面板局部采用了方形设计,散热部分按照风扇的叶片圆形轮廓线设计成了圆形,并在此基础上将散热孔设计成了竖直方形,具体设计效果如图7所示。通过方与圆设计要素之间的相互作用和烘托,给人一种柔和、活泼和协调的感觉。

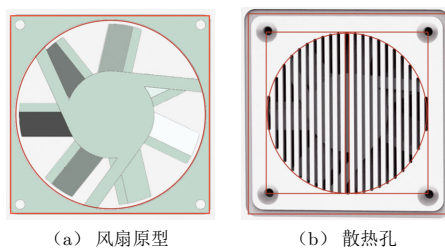


图7 测控仪风扇原型及散热孔造型

3 色彩设计

在现代工业产品中,色彩起着关键性的作用,它不仅可以体现产品的设计理念,还可以提高产品的外观质量,提升产品的附加值^[9]。

不同的色彩给人带来不同的感受,产生不同的生理和心理感知。灰色带给人稳重、安定感;白色带给人简约、纯净感;黑色带给人稳重、科技感;绿色带给人安全、舒适感;蓝色带给人清爽、孤独感;紫色带给人华丽、高贵感;黄色带给人明亮、不稳定感;橙色带给人活跃、明快感;红色带给人兴奋、危险感^[10]。根据不同色彩带给人不同的感知以及设备的使用场景,该设备选取灰色作为基础色,搭配白色、绿色和黑色形成3种不同的配色方案。这3种配色分别给人带来了不同的感受:灰白色带给人稳定、简约感;灰绿色带给人稳定、安全感;黑灰色带给人稳重、科技感。测控仪的色彩方案如图8所示。

(下转第29页)

究涉及射频性能的居多,在结构可靠性设计上鲜有对具体方法的研究。本文提供的研究思路适用于所有使用轴承的波导开关和同轴开关驱动部件的设计,为微波开关的设计奠定了基础。

参考文献

- [1] 杨军,姜立伟. 星载微波开关概述[J]. 空间电子技术, 2017(6): 39-43.
- [2] 李韵,杨晶,崔万照,等. 一种航天器有效载荷新型高功率微波开关[J]. 微波学报, 2017, 33(2): 32-35.
- [3] 于清焕,宁峰平,孙锬,等. 多因素作用下航天轴承预紧力分析[J]. 轴承, 2019(5): 1-5, 9.
- [4] 马小梅,邓四二,梁波,等. 航天轴承摩擦力矩的试验分析[J]. 轴承, 2005(10): 22-24.
- [5] 殷爱平,王浩淼,赵明宣,等. 空间伺服机构装配过程中轴承预紧力的控制[J]. 光学精密工程, 2019(11): 2384-2391.
- [6] 于乃辉,梁科删,吴伟,等. 轴承装配误差及预紧量对导引

头伺服机构谐振频率的影响与分析[J]. 国防科技大学学报, 2018(4): 112-120.

- [7] 宁峰平,姚建涛,孙锬,等. 多因素耦合对空间轴承热学特性的影响[J]. 浙江大学学报(工学版), 2016(1): 129-136.
- [8] 郑国龙,田亚伟,张庆鑫,等. 67 GHz宽频段同轴微波开关微波特性的设计及验证[J]. 空间电子技术, 2017, 14(6): 44-48.
- [9] 徐乐,唐娟,李子先,等. 热变形对射频同轴开关性能的影响[J]. 电器与能效管理技术, 2015, 478(13): 1-5.
- [10] 楚兵. 基于有限元方法的高频继电器RF性能优化技术研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2009.
- [11] HARRIS T A, KOTZALAS M N. Essential concepts of bearing technology[M]. 罗继伟,译. 北京: 机械工业出版社, 2009: 49-55.

李 丹 女,1984年生,高级工程师,主要从事航天器产品结构设计工作。

(上接第15页)



图8 测控仪色彩方案

4 结束语

结构是否准确、造型是否美观、色彩选用是否恰当将直接影响产品留给客户的第一印象。测控仪作为一款便携式小型化设备,具有使用频率高、使用场景多等特点。本文从结构、外观造型和色彩调配等方面进行了详细设计,在满足基本功能的前提下更加注重用户的使用体验,不仅提高了测控仪的使用便利性,也增加了其外观舒适性。在视觉和操控等方面大量的细节设计极大地提升了用户的使用体验,提高了用户的满意度,具有非常可观的市场前景。

参考文献

- [1] 魏京芳,刘军,孙海智,等. 液氧煤油发动机步进电机测控仪设计与应用[J]. 火箭推进, 2020, 46(3): 68-74.
- [2] 杨永胜,郭树旭,周荣轩,等. 微钻试验台智能测控仪的设计与应用[J]. 吉林大学学报, 2017, 35(6): 585-589.
- [3] 张冬,张春元,王刚,等. 一种电力测功机中测控仪的设计[J]. 机电技术, 2015(5): 10-14.

- [4] 郑永光,晋鹏宇,周泓. 基于USB总线的柴油发动机测控仪的设计与实现[J]. 工业控制计算机, 2003, 16(7): 40-42.
- [5] 王慧. 几何形态在产品造型设计中的应用研究[J]. 美与时代:创意(上), 2020(2): 93-96.
- [6] 薛澄岐. 工业设计基础[M]. 南京: 东南大学出版社, 2018.
- [7] 张俊竹. 形式美法则在展示设计中的应用研究[J]. 艺术教育, 2015(11): 264-265.
- [8] 张海波. 现代构成艺术中的形式美法则[J]. 陕西教育, 2009(4): 83-83.
- [9] 农家. 现代工业产品的色彩设计分析[J]. 工业设计, 2016(10): 165-168.
- [10] 日本奥博斯科编辑部. 配色设计原理[M]. 暴凤明,译. 北京: 中国青年出版社, 2009.

尚世杰 女,1991年生,硕士,工程师,主要从事工业设计及结构设计工作。

声 明

为适应我国信息化建设,扩大本刊以及作者的知识信息交流渠道,本刊已被封面上的数据库全文收录,其作者文章著作权使用费与本刊稿酬一次性付给。如作者不同意文章被收录,请在来稿时向本刊申明,本刊将作适当处理。