

一种冰箱性能测试装置的设计与试验研究

Study on Design and Verification of A Performance Testing Device for Refrigerator

陈开松 尚殿波 张魁仓 杨林

(合肥美菱股份有限公司 合肥 230601)

摘要：基于现有冰箱新品更新换代的快速要求以及性能验证存在较慢的问题，开发设计出一款冰箱性能测试装置，该装置包括测试设备、控制程序等，同时完成冰箱载体样机的性能验证。结果表明，此款冰箱性能测试装置内置冰箱性能测试控制程序，既能以手动的方式完成冰箱压缩机变频控制、化霜等测试要求，也能以联动控制的方式完成冰箱整机性能的测试，所得耗电量测试结果与冰箱正式控制程序测试结果基本一致。故此款冰箱性能测试装置可以满足冰箱新品的性能测试要求，加快新品性能验证速度，确保新品冰箱可以提前进入市场。

关键词：测试装置；冰箱；控制程序

Abstract : A refrigerator performance testing device is designed based on the quick requirements of existing new refrigerator replacement and the problem of slow performance verification. The device comprises test equipment, control procedures, etc., and the performance verification of refrigerator is completed. The results show that the refrigerator compressor frequency control and defrosting test manually and the performance test of the refrigerator by the linkage control can be completed through this kind of test control procedures built-in refrigerator performance testing device. The power consumption of the test results and the test results of formal refrigerator control procedures are basically the same. Therefore, the refrigerator performance testing device can meet the requirements of performance test on new refrigerator, accelerate speed of new product performance verification and the refrigerator products enter the market shift to an earlier date.

Key words : testing device; refrigerator; control program

随着人们生活水平的提高，家电市场的竞争越演越烈，市场家用电器产品的更新换代速度加快。就冰箱产品而言，为满足市场的需求，确保可靠最高、性能最好、功能最齐全的冰箱可以及时投入市场来满足人们的多种生活需求，冰箱公司开始进行研发速度提效的改进设计。实际新品冰箱在开发过程中，存在着新品样机载体的完成进度早于冰箱各控制板制作与性能控制程序语^[1]的编制与验证速度等问题，以致于在新品冰箱样机载体制作完成时，冰箱性能如耗电量等试验不能尽快进行测试验证，延长了冰箱新品的开发周期^[2]，使新品进入市场速度减慢。

基于以上存在的问题，为提高新品开发速度，设计出一种冰箱性能测试装置，该套性能测试装置包括测试设备结构、集成化主控板、强弱电端面板、软件可视化界面^[3]以及控制程序等，在冰箱新品主控板、显板与控制程序未完成的条件下，提前进行新品载体性能测试。

1 具体方案

该款冰箱性能测试装置主要分为三部分：性能测试设备、控制程序以及连接方式。此套性能测试装置的设计，可以实现手动控制不同冰箱各部件单独运行，如压缩机、化霜加热器、风扇与风机等，同时可以联动控制冰箱各

部件运行,进行冰箱各种性能测试。

1.1 冰箱性能测试设备设计

为实现此款装置的性能测试设备结构小型化、便于携带的设计要求,该冰箱性能测试设备如图1所示,结构尺寸为445 mm×340 mm×200 mm(长×宽×高),外部采用拉丝银材质设计,光滑柔亮,总体感觉较佳。内部为ABS材质固定支架结构件,可以实现集成主控板、变频板、电源、强电端面板以及弱电端面板等电控部件的固定要求,具体电控部件如图2所示。

从图2的各控制部件中可以看出,图2(a)为集成控制主板,该集成主板集成现有冰箱几乎所有功能部件控制需求为一体的集成化设计,包括电动风门、电动阀、风扇电机以及翻转梁加热器等部件的控制接口,确保现在所有冰箱的功能部件都集成在此集成控制板上,实现通用功能设计要求。图2(b)为变频板,该种变频板可以实现不同压缩机不同频段的转速控制需求,可以满足冰箱使用不同变频压缩机的启动要求。图2(c)为强电端部件及面板,该部分主要具有电源端接口,熔断保护装置,与冰箱强电端对接的接口以及电源显示灯等部件,强电端的单独设计,主要为确保实际使用过程中不出现安全事故。图2(d)为弱电端部件及面板,该部分主要由串口、冰箱内各功能部件如冷藏电动风门、变温电动风门、冷冻风门、电动阀、冷藏风机、冷冻风机、冷凝风机、门开关等信号输出/输入端口组成。

以上描述的集成主控板、变频板、强电端面板以及弱电端面板均置于冰箱性能测试设备中,再加上设备名称面板构成了整个性能测试设备主体。各面板之间通过线束连接,进行冰箱各项性能测试,具有便于操作、便于携带等便捷功能。

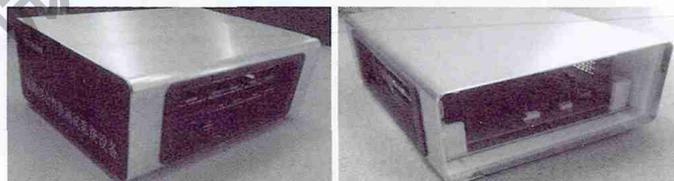
1.2 控制程序设计

为确保此款冰箱性能测试装置可以实现比较通用的要求,故设计出满足通用化设计要求的通

用控制程序。

这套控制程序主要分为两部分,一部分为可视化界面设计,一部分为可视化界面内置的冰箱性能测试通用控制程序。可视化界面主要分为三个界面,一个是通信设置界面,一个为参数设定界面,第三个为日志记录界面。

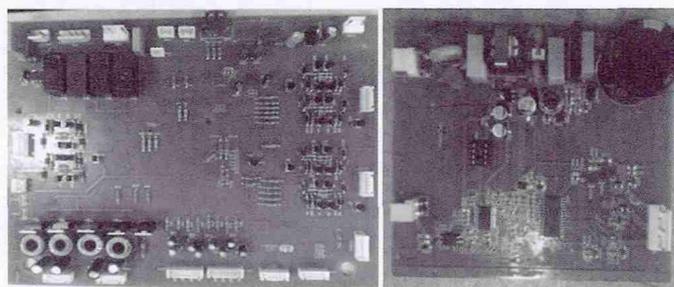
通信设置界面如图3所示,从图中可以看出,该界面中主要包含串口设置、传感设备、开关设备、翻转梁加热以及电动阀等。其中串口设置分为串口与波特率。传感设备主要为冰箱各间室内温度传感器、化霜传感器、加热器以及温湿度传感器等,这些部件根据实际载体冰箱的实际配置,在实际的使用过程中进行选择。开关设备主要分为冰箱各间室的门灯开关、风门开关以及风机开关,还有部分冰箱的冷凝风扇开关,这些部件根据实际载体冰箱的实际配置,在实际的使用过程中自行进行选择。翻转梁加热分为开、关两种,视实际载体冰箱配置需求而定。电动阀主要根据实际载体冰箱制冷系统来选择一进两出或一进三出的状态。



(a) 外部结构

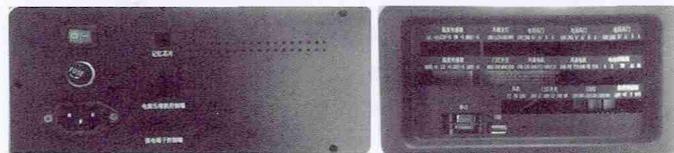
(b) 内部结构

图1 冰箱性能设备主体结构



(a) 集成主控板

(b) 变频板



(c) 强电端部件及面板

(d) 弱电端部件及面板

图2 测试设备中电控部件

参数设定界面如图4所示,从图中可以看出,该参数界面主要包括温度参数设置、部件状态、风机状态、翻转梁加热状态、化霜以及压缩机控制等。

①其中参数设置一栏中主要是冰箱各间室特性温度设定,以及不同间室开停机点的设定,通过实际测试结果,可以确定冰箱开停机温度点。

②部件一栏中主要是各间室温度的实时数据监测,以及运行状态是正常还是故障,可以实时提醒,确保冰箱性能测试装置运行过程中有问题时可以及时修改、更正。风门开启或电磁阀是否选中状态为冰箱各间室实时运行状态,可以通过此界面知道测试状态的冰箱风门与电磁阀运行状态是否正确。

③风机状态一栏中,载体冰箱的间室制冷时,风扇就会运行,否则风机就处于“关”状态,如果出现故障,“运行状态”就显示故障。

④翻转梁加热一栏中,分为停止、运行时间数值设定,根据实际使用要求,设定满足要求的停止与运行时间。

⑤化霜一栏中,冰箱不同间室的化霜加热器开、关状态实时显示,化霜退出温度按需求设定,化霜传感器温度实时监测,可以实时确定冰箱各间室制冷是否正常,如果出现温度故障,运行状态将显示故障提示。同时,该栏还有一个重要的化霜间隔时间设定,根据新国标的要求,设定满足标准要求要求的化霜间隔时间。

⑥压缩机控制栏中,根据实际冰

箱不同使用的环境温度进行手动设置,设置方式简单。除了上面介绍的功能之外,还具有“速冻”功能键,只要启动此键,冰箱冷冻间室温度就会自动设定为“-32℃”,冷冻转速自动调整为冰箱设定的最高运行转速。环境温度根据冰箱使用的环境设定。

以上所有参数设定完毕,点击“载入”键,就会将所设定的运行状态输入到控制程序中,再点“运行”键,载体冰箱就可以联动控制冰箱运行,进行冰箱各种性能验证测试。

日志界面如图5所示,从图中可知,此日志界面可以对冰箱在运行过程中的各阶段进行实时监测与记录,确保出现故障运行时,可以实时查找原因,及时发现问题与解决问题。



图3 通信设置界面

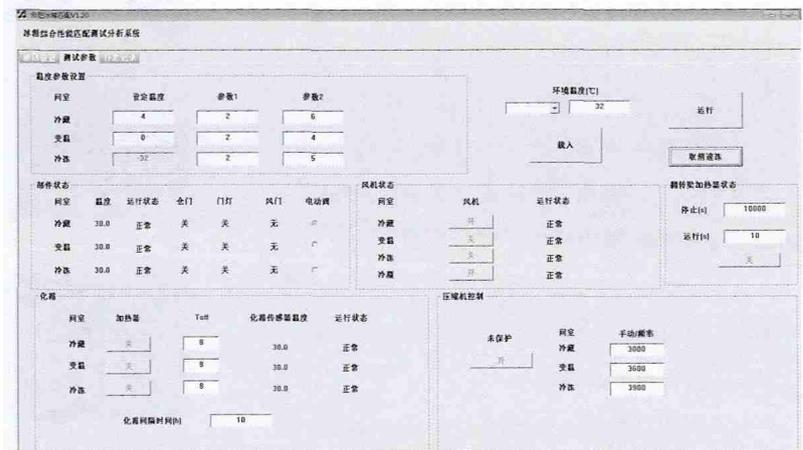


图4 参数设定界面

冰箱性能测试通用控制程序采用 C++ 语言编写，主要为满足不同类型冰箱、不同电器部件、不同制冷系统等的控制要求，实现手动与联动控制运行要求，确保一台测试分析设备配备，一种通用控制程序实现几乎所有冰箱的性能验证要求。通用控制程序界面如图 6 所示。

1.3 连接方式设计

性能测试装置整体部件连接如图 7 所示。

从图 7 中可知，以上所述的测试界面与软件通用控

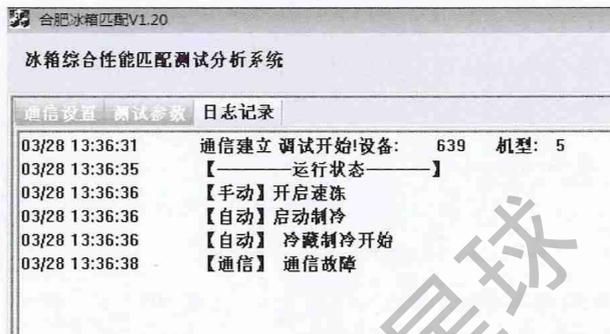


图 5 日志界面

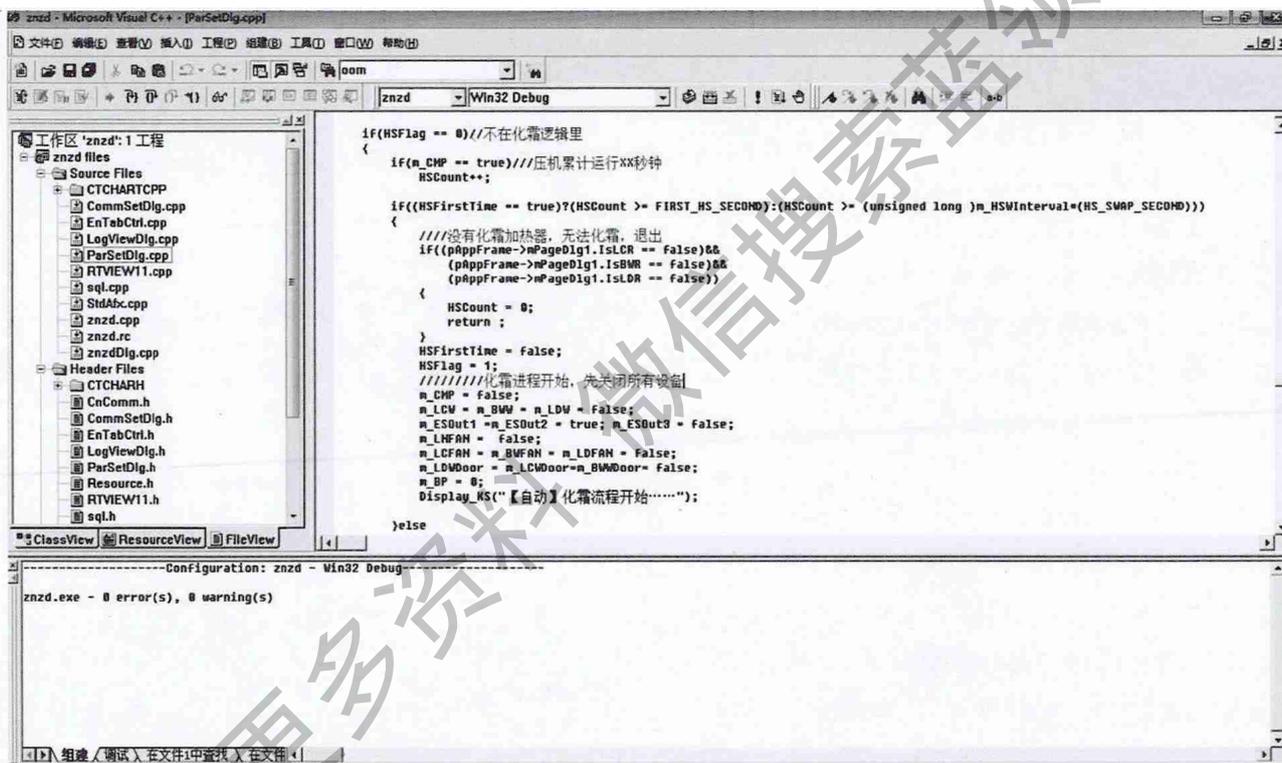


图 6 通用控制程序

制程序均置于电脑终端，主板与各接线端口置于测试分析设备中，电脑终端与测试分析设备之间通过信号线连接，测试设备与冰箱载体之间通过各种线束连接。此种方式连接简单，便于操作，确保实际使用此套设备时可以快速完成接线，快速进入性能测试验证阶段。

2 试验结果分析

2.1 测试系统手动控制运行结果分析

根据以上描述的性能测试装置测试软件界面各种功

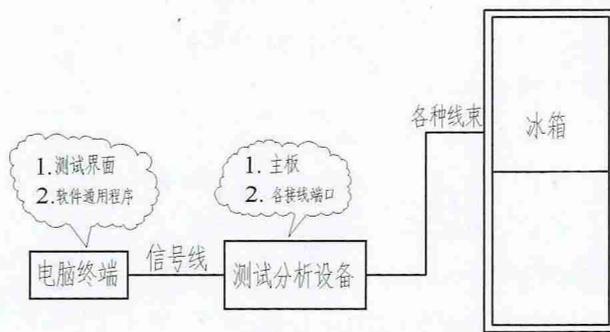


图 7 连接方式

能参数设定栏的设置要求，以下分别就不同控制功能进行手动控制冰箱运行测试，具体测试结果如下：

2.1.1 温度参数设置

初始设定参数如图 8 (a) 所示，具体运行结果见测试结果 8 (b)，手动修改冷藏间室的参数 1 数值由 2 变为 4，变温室的参数 2 数值由 4 变为 6，冷冻间室的设定温度由 $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 变为 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，所得测试结果见测试结果图 8 (b) 所示。从图 8 (b) 测试结果来看，在冷藏、变温室设定温度不变的条件下，调整冷藏参数 1，变温室的参数 2，冷藏间室停机点温度上移，变温室实际开机点温度下移，而冷冻室的设定温度降低，实际测试结果冷冻室温度也降低。以上参数设置的变化与测试结果比较对应，说明通用控制程序下的参数设定功能可以满足既定要求。

2.1.2 化霜控制

化霜界面初始设定状态如图 9 (a) 所示。将此界面中的化霜时间间隔由原来的 18 h 调整为 36 h，化霜退出温度由原来的 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 调整为 $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，测试结果如图 9 (b) 所示。

由化霜测试测试曲线可知，该测试系统的化霜退出温度与冰箱实际测试结果比较相符，化霜间隔时间为压缩机累计运行时间，不同的化霜间隔时间设定条件下，实际测试结果与设定化霜时间间隔相符，满足程序控制要求。

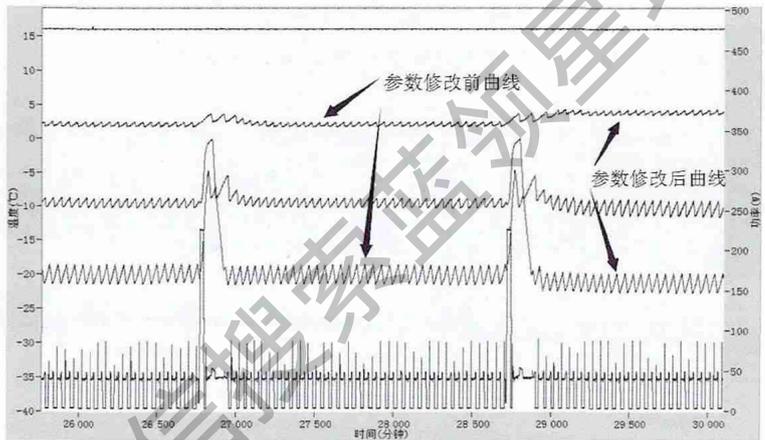
2.1.3 压缩机变频控制

压缩机变频控制界面如图 10 (a) 所示。

冷藏、变温与冷冻间室的压缩机转速先按照 3 000 rpm 设定，运行一段时间后，手动将转速调整为 1 800 rpm。从压缩机变频测试曲线中可以看出，从高转速到底转

间室	设定温度	参数1	参数2
冷藏	4	2	6
变温	0	2	4
冷冻	-32	2	5

(a) 初始设定参数



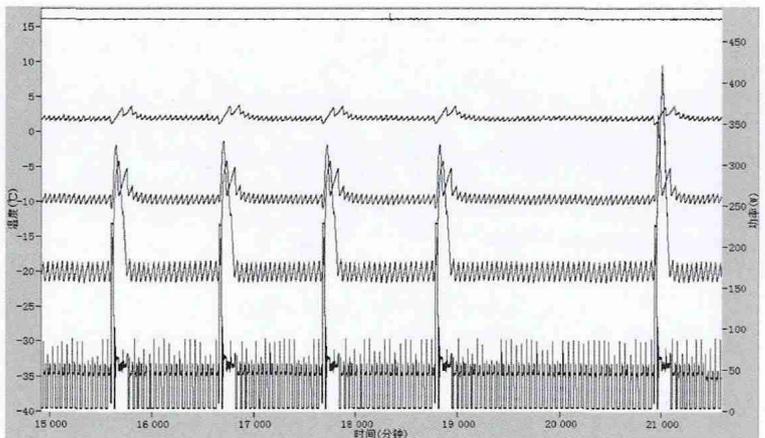
(b) 测试结果

图 8 温度参数设定状态与测试结果图线

间室	加热器	Toff	化霜传感器温度	运行状态
冷藏	关	8	30.0	正常
变温	关	8	30.0	正常
冷冻	关	8	30.0	正常

化霜间隔时间(h) 10

(a) 初始设定参数



(b) 化霜测试曲线

图 9 化霜设定状态与测试曲线

速的参数设定,实际冰箱压缩机运行的开机率变大,压缩机功率测试曲线与测试系统要求的测试结果相符,满足设计要求。

2.1.4 翻转梁加热控制

翻转梁加热控制程序界面,如图 11 (a) 所示。

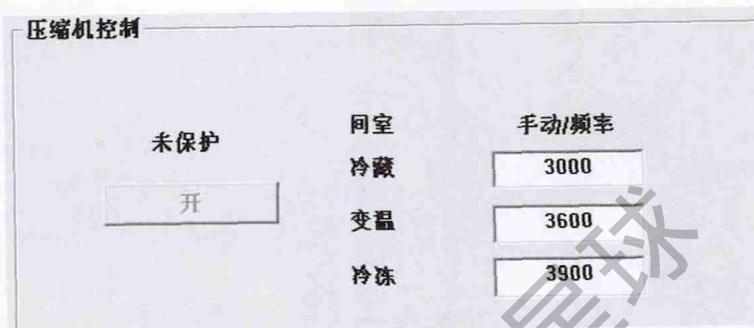
设定翻转梁加热器的停止时间为 60 s,运行时间为 60 s,实际测试结果见图 11 (b) 所示,从测试结果来看,控制程序设定的方案与实际测试曲线结果相符,满足控制程序要求。

以上是在手动控制方式条件下,进行每一个功能单独运行调试与验证试验,确保了每一个功能的可靠性。

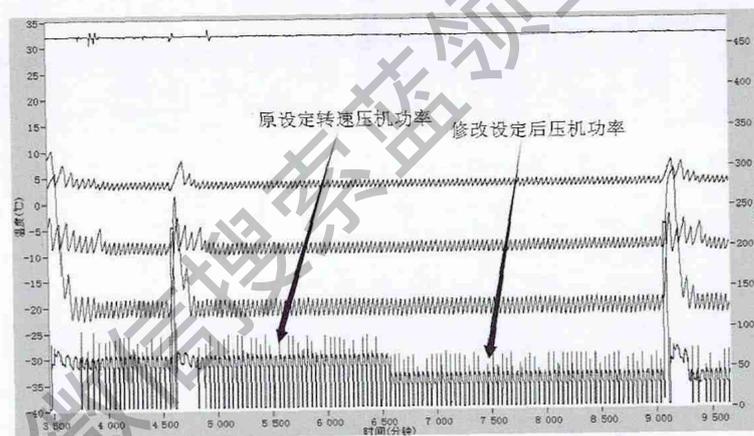
2.2 测试系统联动控制测试结果分析

实际冰箱测试过程中,需要的是整个冰箱制冷系统、控制系统等各部件联动控制运行,联动运行正常,所得测试结果准确才是这套性能测试装置的价值体现。

为验证此种冰箱性能测试装置设备、控制程序等可靠性与准确性,将该套测试系统与冰箱连接,如图 12 (a) 所示,冰箱与测试设备均置于我司冰箱性能测试实验室。该测试室环温为 16 °C,按照上面介绍的连接方式,将冰箱内各部件的线束与测试设备线束对接端口之间可靠对接,测试设备与装有冰箱性能测试程序的电脑通过信号线连接。测试设备的电源直接接实验室测试台位的电源接口 (220 V/50 Hz)。以 BCD-650W* 冰箱为载体样机,此款冰箱载体内的冷藏、变温与冷冻间室温度传感器布点按照新国标 (GB 12021.2-2015) 的要求进行布点。冷藏室设定温度为 4 °C,变温室设定温度为 -8 °C,冷冻室设定温度为 -20 °C。

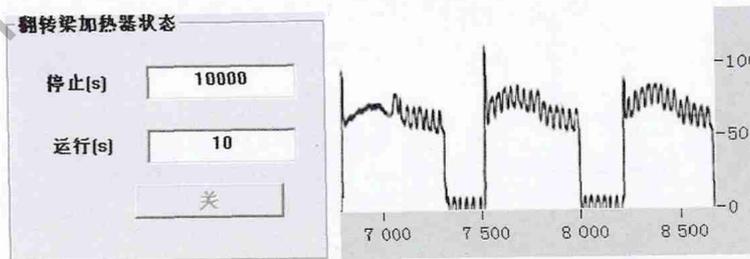


(a) 压缩机变频控制界面



(b) 压缩机变频测试曲线

图 10 压缩机变频设定与测试曲线



(a) 参数设定界面

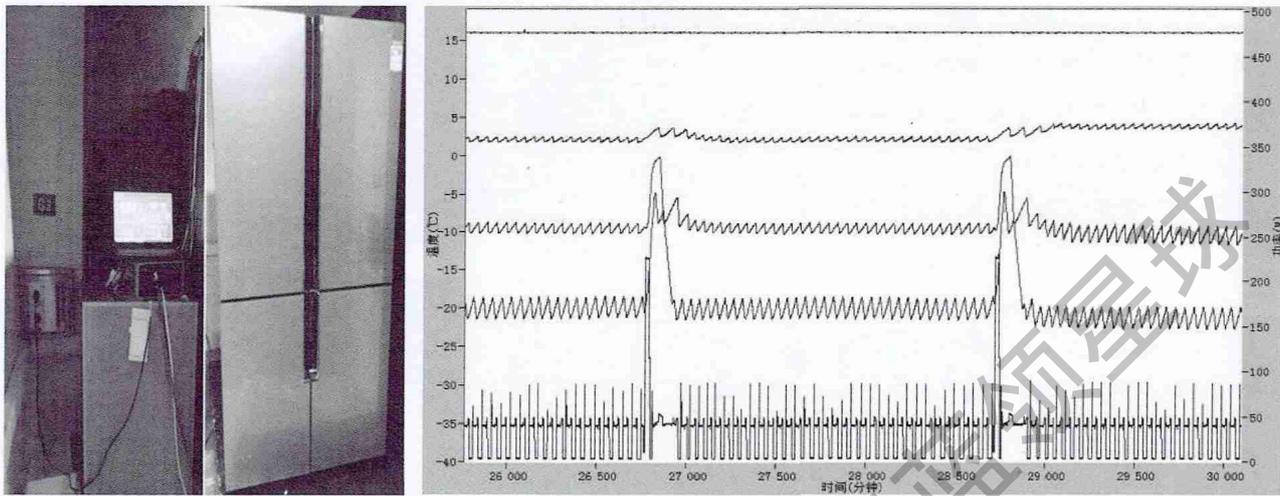
(b) 测试结果

图 11 翻转梁测试参数设定与测试结果

从图 12 (b) 性能测试结果曲线图来看,在 16 °C 环温条件下,控制程序可以联动控制,冷藏间室平均温度约为 3.6 °C,变温间室平均温度约为 -8.9 °C,冷冻间室平均温度约为 -19.8 °C,各间室温度与设定温度基本一致。同时压缩机功率与设定运行转速 (1 500 rpm) 比较相符,所得的稳态耗电量与冰箱正式程序的稳态耗电量基本一致,说明此套性能测试装置的功能可以满足既定设计要求。

3 结论

本文创新地设计出满足冰箱性能测试要求的性能测试装置,通过



(a) 冰箱与性能测试装置整体连接测试图

(b) 性能测试结果曲线图

图 12 联动控制性能测试结果

较简单的连接方式实现冰箱与测试装置之间的连接，手动可以实现冰箱各部件单独控制运行测试，联动控制可以实现冰箱载体样机正常运行测试，所得测试结果与冰箱正式程序测试结果基本一致，同时测试界面修改参数简便，测试日志记录测试过程，便于问题的发现与解决。在主控板、显板等部件未完成设计条件下，可以利用此套冰箱性能测试装置提前进行新品冰箱性能测试验证，加快了新品的开发速度。

参考文献：

- [1] 丛迎九. 基于 VB 的冰箱测试系统设计与实现 [D]. 青岛: 中国海洋大学, 2006.
- [2] 王敬生, 章义刚等. 基于 PROFIBUS 的冰箱性能集成测试系统 [J]. 合肥学院学报: 自然科学版, 2004(04):32-36.
- [3] 韩继红. 测试系统中数据可视化技术的研究与应用 [J]. 山西经济管理干部学院学报, 2012(02):111-114.

(上接 57 页)

并有针对性地提出了多套外罩卡扣结构改善方案。新的设计方案解决了窗式空调一直以来插条装配异常的问题，同时为设计开发人员提供了完整的解决方案，避免产品开发过程中临时增加实验验证或者售后反馈质量异常时再重新整改模具，节约大量开发和返修时间。各方案均有优缺点，实际生产中可根据空调的使用环境进行选择，以期在保证产品质量的前提下实现成本最低化、生产效率最高化。

参考文献：

- [1] 丁惠文. 窗式空调外罩百叶窗模具设计的工艺分析 [J]. 金属加工 (热加工), 2006(7):81-82.
- [2] 王成璞. 狭长型零件的冲裁 [J]. 模具制造, 2003(3):27-29.