

笔记本使用可靠性测试系统构建及应用研究

System Construction and Application Research of the Reliability Test System for Notebooks

徐 洋¹ 李 明¹ 贾文川¹ 李 超²

(上海大学机电工程与自动化学院¹,上海 200072;联想(上海)集团²,上海 201203)

摘 要: 针对当前由于笔记本使用可靠性测试工作的柔性化不高而导致测试效率低的问题,提出了一种新的测试方案。基于可靠性工程思想,对现场试验进行了统计分析,建立了测试要素以获取试验参数。根据测试内容,分析了测试平台的功能需求,搭建起结构柔性化、功能综合化的机器人测试系统。对系统可靠性管理进行了探讨,约束了测试参数范围,建立了测试规范。应用表明,该测试方案提高了测试效率、规范了测试工作,机器人测试系统功能完全。

关键词: 笔记本 可靠性 测试系统 机器人 可靠性管理

中图分类号: TP206+.1 **文献标志码:** A

Abstract: At present, the reliability test for notebooks is not flexible enough, so the test efficiency is low, aiming at this situation, the new test strategy is proposed. Based on the engineering concept upon reliability, the statistics of field experiments are analyzed, and the testing elements are setup to acquire experimental parameters. In accordance with the test contents, the functional demands of the test platform are analyzed, thus the robotic test system featuring flexible structure and comprehensive functions is established. The systematic reliability management is investigated to restrict the range of test parameters and setup test specification. The application indicates that the test strategy enhances the test efficiency, and standardizes the test job; the robotic test system is fully functional performing many tasks.

Keywords: Notebook Reliability Test system Robot Reliability management

0 引言

近年来,全球笔记本销售增长势头迅猛。自 2003 年以来,笔记本年均销售量增长率均在 20% 以上。来自市场调研机构 IDC 公司资料显示,2009 年笔记本年均销售量达到 1.7 亿台,2010 年达到 2.3 亿台,2012 年预计可达 3.3 亿台^[1]。

随着集成电路和应用软件的快速发展,笔记本开发周期不断缩短,各种型号推陈出新。虽然这不代表产品性能和品质的降低,但会增加产生设计缺陷和器件缺陷的可能性。

市场经验表明,高可靠性的产品可以提升品牌价值和提高企业市场竞争力。如果产品技术性能先进,但可靠性差,也就失去了使用价值。目前,可靠性指标数值已经成为企业必须提供的产品基本数据之一。与此同时,可靠性指标数值也成为消费者购买笔记本的参考标准之一。

1 笔记本使用可靠性试验

可靠性活动贯穿于产品的整个生命周期,产品的上市离不开缜密的可靠性计划。基于可靠性工程思想,在产品开发过程中,根据成本预算、使用性能以及安全性和维修性等建立各种需求,并被转化成设计。开发过程遵循一定的程序开展相应的工程活动,如零部件的选择、制造、装配和处理。为确保产品的可靠性,需借助部分样品进行可靠性增长试验,产生足够的数据进行定量的可靠性评估。样品处在一定的环境和使用条件下,通过对应的测试系统进行可靠性测试,并经测试评估和失效分析。测试结果将反馈于各个环节并采取改进措施后再进行试验,进行“试验-分析-改进-再试验”的循环过程,优化设计调整制造工艺,逐步提高产品的可靠性^[2]。同时,可靠性管理控制整个试验过程,建立既能满足产品性能和可靠性要求,又能达到最好的经济效益的可靠性试验方法,保证测试效率、规范测试工作。

笔记本生产企业一般按照 GB/T 2423.1-51《电工电子产品环境试验》等相关标准展开可靠性试验,测试过程如图 1 所示。

修改稿收到日期: 2013-01-11。

第一作者徐洋(1988-),男,现为上海大学机械制造及自动化专业在读硕士研究生;主要从事机电产品可靠性测试和产品几何尺寸公差分析的研究。

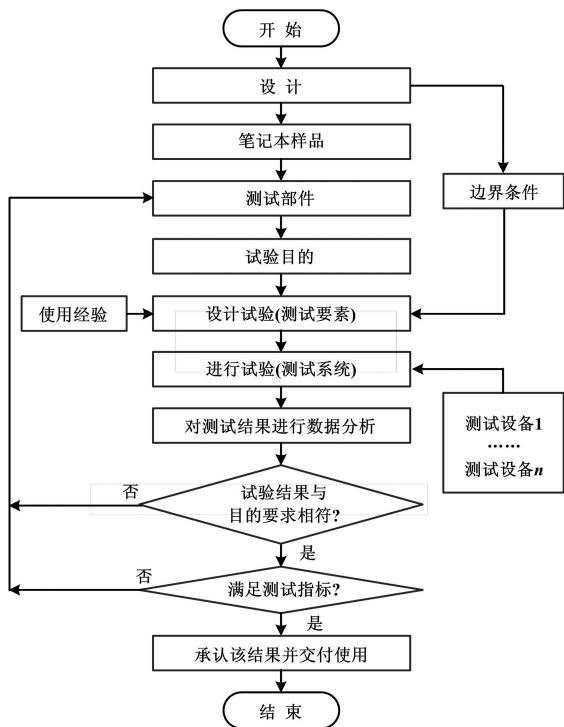


图 1 可靠性试验过程

Fig. 1 Process of reliability test

此可靠性测试虽然可使产品最终达到可靠性指标,但试验设计不够科学,测试设备功能单一,测试过程不够规范,有以下几方面有待完善。

① 可靠性试验根据测试经验和设计边界条件而非具体的使用条件来设计,试验参数和评估依据是各项试验结果的极限值。

② 测试设备结构柔性不高,设备对测试参数不能精确的控制。针对可靠性测试内容,设备功能单一,只能进行单一指标的测试工作。

③ 在整个体系的可靠性管理工作中,没有充分协调各项技术活动,没有科学约束影响因素和参数范围,测试过程未形成统一的测试规范和标准。

以极值为测试参数的试验设计,不能准确体现产品的使用特性,试验结果对产品的设计优化、零部件的工艺调整没有科学的指导意义,不利于产品的可靠性提高和研发更新。功能单一、精度较低的测试设备所提供的试验数据不能有效地提供可靠性评估依据。测试过程没有形成统一规范,会影响测试准确性和测试效率,造成测试资源的浪费。

2 测试方案构建

针对目前可靠性测试工作存在的问题,本文以可靠性工程思想为指导,从笔记本的使用条件出发,设计

可靠性试验、建立测试要素、获取实际使用参数。针对测试要求和测试内容,构建结构柔性化、控制智能化、功能综合化的测试平台。对可靠性管理工作进行组织,明确测试条件,约束测试参数范围,规范测试过程,建立一套适用于笔记本可靠性测试的新方法。

测试方案的研究工作,从测试参数获取、测试系统构建和测试规范形成几个方面展开。在当前测试工作的基础上,新方案的建立需解决以下几个关键问题。

① 分析笔记本使用过程,建立测试要素,进行可靠性试验设计,借助相关现场试验手段和统计方法,记录笔记本使用过程中的特征参数及数据范围。

② 笔记本测试内容交错繁多,用户对笔记本使用的各项内容需要真实而有效地体现到测试工作中,搭建的测试系统需要具备能模拟人动作行为的能力,可综合扩展多项试验工作,以满足动作的柔性要求和控制精确性,具备完善的软件系统,提供准确可靠的评估数据。

③ 评估分析试验结果,进行质量跟踪和设计反馈,对各种影响因素进行分析,并作出相应的取舍,确定测试参数范围,规范测试过程,全面开展可靠性管理工作。

2.1 测试要素的建立

准确的测试要素是可靠性试验开展的前提。测试工作,即根据测试内容对测试系统输入各项参数和指标,系统平台通过测试部件以不同的作用方式、不同的速度变化来加载相应大小的测试应力,完成测试工作并提供测试数据。

每一款笔记本在设计之初就确立了其目标用户群,为了体现笔记本的使用特性,对用户群进行现场使用试验。现场试验能够全面地反映笔记本的使用特性,最好的方法是对用户群体进行逐个的使用测试。但是逐一测试工作量大,测试项目繁多,难以实现。从节约试验资源、提高试验效率的角度考虑,本文采用抽样统计进行测试,通过部分用户的使用情况来估计总体目标群体的使用特征。根据产品可靠度目标和设计上限的计算,或利用“抽样规模确定表”确定抽样规模,确定试验样本数量^[3]。样本用户对笔记本的使用测试可准确地反映笔记本使用的总体情况。

对现场试验测试过程进行分析,确立测试要素。以用户使用笔记本的作用力(F)、作用时间(t)、速度(V)、加速度(a)、作用面积(S)等参数作为测试要素,构建测试参数数据库。借助各种传感器和数据记录工具,如指力传感器、测角仪、数码相机等,记录并统计人与笔记本的接触方式、作用力、部件运动以及变化

特征。样本群体的试验数据客观地反映了目标用户群在真实使用环境及维护条件下对笔记本的使用特征,比边界条件或经验值更具代表性,提升了可靠性测试参数的准确度。测试要素作为测试系统输入变量,开展测试工作。同时,测试参数作为测试平台功能条件的性能指标,指导测试系统的搭建并为测试规范建立提供数据源。

2.2 测试系统的构建

2.2.1 系统需求

笔记本使用可靠性测试内容多样,如图2所示,大致可分为对活动部件的寿命测试和固件的强度测试。测试部件各异的形态,需要对应的测试夹具。测试系统通过测试夹具对笔记本的接触方式、作用力(F)、作用时间(t)、速度(V)、加速度(a)及作用面积(S)等参数的控制是测试工作的本质。

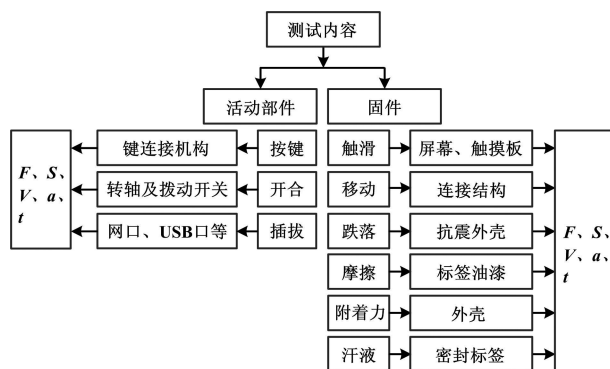


图2 笔记本使用可靠性测试内容

Fig.2 Reliability testing contents of notebook

面对按键、开合、摩擦等各项测试内容,测试系统通过更换相应工具、调用不同测试模块改变项目测试参数,进行测试工作,完成测试指标,实现测试过程的模块化、参数化。系统既要满足各项测试内容需要的运动空间、载荷变化和控制精度,同时需要对测试工作的准备和测试过程进行监控,并完成测试结果的记录以及分析评估等多项任务。

2.2.2 系统功能分析

不同的测试内容,测试参数各异。这些作用条件和参数范围对系统的机械、控制和软件部分提出了具体的功能需求。

① 系统末端夹持工具与笔记本的装夹和连接方式应符合笔记本正常使用时的安放状态及与人的接触方式,夹具应便于互换,可满足多项测试内容的综合化和扩展化。

② 测试系统机械组成应具有模仿人使用姿态的柔性化结构及运动空间范围。

③ 系统的负载能力应能满足笔记本使用过程中变化的载荷;可靠性测试过程中,测试系统的运动轨迹、运动特性能实现笔记本使用过程中的运动状态。

④ 控制系统能够对测试参数进行精确的控制,以保证测试部件的运动过程可准确复现。

⑤ 软件系统需对测试动作进行运动仿真及评估,实现测试过程的动态监控,对测试数据进行实时记录,建立测试数据库等工作。

2.2.3 系统构建

综合分析笔记本可靠性的测试内容对测试系统的结构组成、空间范围、负载特性和控制规划及接口类型等提出的条件需求,可以通过机械臂、凸轮机构、并联机构等实现。相比之下,机械臂的柔性、可控性和扩展性更能满足测试需求。

一般机械臂都有较为成熟轨迹控制函数和接口函数,便于控制和扩展,能完全模拟人的运动特征,体现目标用户群的使用方式。可通过在其末端安装各种夹持工具,实现操作工具的多样性,准确的完成测试工作,为可靠性工作提供有效的测试数据。

系统采用 Staubli TX60 机器人,结合其底层开发空间,自行搭建工作平台并进行夹具设计,针对笔记本使用可靠性测试的屏轴测试、按键测试、落球冲击试验等开发对应的测试程序和测试工具,搭建起第一阶段的测试系统。

2.3 测试规范

通过对测试数据的分析评估,将测试结果反馈至产品设计和零部件制造等环节,经优化调整最终得到满足使用性能需求和经济效益的产品。但高可靠性不是最终目的,可靠性工作的目标是得到持续一致的、可靠的和可预测的产品和生产过程,这也正是可靠性管理所要实现的。

在测试工作中,一个过程包括许多输入变量、单个或多个输出变量。输入变量包括可控和不可控因素或噪声因素,需要一种结构化、流程化和系统化的可靠性改进方法进行相关规范和标准的建立^[4]。在系统层面,规范的目的是使可靠性工作和产品的使用需求及设计优化等连接起来,带来最大限度的改善。如在可靠性试验设计过程中,样本用户群提取出的测试要素并非都是需要的测试参数。

评估试验数据,分析影响因素和使用过程,对试验参数进行调整和控制,将可靠性过程变动缩小到指定的水平(如 6σ),以改进试验结果,并进行持续性的试验和反馈,最终建立起每一输入变量的约束范围,从而规范可靠性测试过程和整个可靠性系统活动。

3 结束语

本文研究的测试方案中,根据用户实际使用情况提取测试参数进行的可靠性试验设计,相比于设计边界的测试试验,既保证部件的使用性能又为产品调整工艺、节约成本提供有效的依据。根据设计试验的参数需求,搭建综合化测试平台,扩展系统功能,减少测试资源的浪费,同时降低额外的影响因素,为测试提供可靠的评估数据。

测试规范的建立,提高了测试效率,保证了产品的实际可靠性。系统方案中,科学的试验设计和试验过程,为改进产品的设计和生提供了有利信息,为管理提供决策依据,保证了产品的可靠性。通过可靠性数据的评估和分析,提高了产品的固有可靠度,并为新技术的研究、新产品的研制提供了信息^[5]。

参考文献

[1] 刘仁龙. 笔记本电脑产业发展现状与趋势研究[J]. 科技促进发

展,2011(5):86-91.

[2] 居滋培. 可靠性工程[M]. 北京:原子能出版社,2000:78.
[3] 孙德轩,杨黎明. 统计抽样在实质性测试中的应用[J]. 审计理论与实践,1999(4):23-25.
[4] Michael G P, Kailash C K. 可靠性工程基础[M]. 康锐,张书农,译. 北京:电子工业出版社,2011:314-315.
[5] 赵宇,杨军. 可靠性数据分析教程[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2009:16.
[6] Chen H T, Wang C Q, Li M Y. Mechanical shock modeling and testing of lead-free solder joint in hard disk drive head assembly [C] // In Proceeding of Asian Crean Eledronic 2005:192-196.
[7] 杨茂强. 电子产品的可靠性试验研究[J]. 科技创新导报,2010(30):8-9.
[8] 崔玉莲. 国内外机械产品典型可靠性设计方法评述[J]. 方法与应用,2000,5(89):31-34.
[9] 陈宁宁. 机电产品可靠性管理的现状和法则趋势[J]. 机械制造,2006,44(501):56-59.
[10] 方亚. 机械产品可靠性评估方法研究[D]. 西安:西北工业大学,2007.

(上接第 76 页)

检索时,可以查询指定记录的详细信息,即该条记录对应产品的各检测点外径、厚度及内径数据,可以对该条记录的详细信息进行打印预览,并按指定格式打印测量报表。

4 结束语

本多功能测试系统采用高性能的硬件配置和 LabVIEW 软件作为编程语言,它能够同时对数据采集卡、测距传感器和超声测厚仪的数据进行高速的采集与控制,并将数据及时送入计算机中进行分析、处理,最后将结果形象地反馈给操作者。与原有人工抄表的测量相比,此系统的自动化测量方法具有明显的优势。

现场实际使用表明,此系统运行稳定可靠、易于维护,检测效率提高了 75%,大大降低了劳动强度,取得了很好的应用效果。本系统不仅满足了用户的当前要

求,而且有着很强的扩展空间,尤其模块化的软件设计使得未来的应用扩展变得更为灵活方便。

参考文献

[1] 陈锡辉. LabVIEW 8.2 程序设计从入门到精通[M]. 北京:清华大学出版社,2007.
[2] 杨高科. LabVIEW 虚拟仪器项目开发与管理[M]. 北京:机械工业出版社,2012.
[3] 杨乐平,李海涛,赵勇,等. LabVIEW 高级程序设计[M]. 北京:清华大学出版社,2006.
[4] 廖传书,刘单. 多路时间采集系统的 LabVIEW 设计[J]. 武汉理工大学学报,2007,29(2):2-7.
[5] 陈书旺,胡爱华,卢云,等. 虚拟仪器的类型及其发展情况[J]. 电脑学习,2007(4):57-58.
[6] 吕飞龙,陈照章,黄永红. 基于 LABVIEW 的虚拟仪器温度检测系统的设计[J]. 微计算机信息,2007,23(1):170-171.
[7] 陈清培,闫宝瑞,杨于光,等. 基于 LabVIEW 的多通道注塑机数据采集系统开发[J]. 中国塑料,2009,23(2):98-103.
[8] 张云亮,冯平法,鲍晨. LabVIEW 在大数据量采集与处理软件中的应用[J]. 自动化仪表,2012,33(7):19-20.

《自动化仪表》中文核心期刊 中国科技核心期刊

邮发代号: 4-304, 2014 年定价: 15.00 元,全年价: 180.00 元; 国外代号: M 721

欢迎赐稿, 欢迎订阅, 欢迎宝贵建议, 欢迎惠刊各类广告