

2017年全国小功率电机学术交流会

论 文 集

中国电器工业协会分马力电机分会
中国电工技术学会小功率电机专业委员会

二〇一七年十月

目 录

- 1、变桨伺服无速度传感器控制 孙欣 肖曦(1)
- 2、风浪组合发电系统用直线旋转电机的设计与分析 王建豪 林明耀 付兴贺(8)
- 3、应用组合式磁极以提升弱磁性能的定子无磁轭模块化轴向永磁电机优化设计
..... 王晓远 许思佳(16)
- 4、高功率因数斯特林制冷机驱动系统设计 谭广颖 林明耀 张贝贝 杨公德(23)
- 5、电枢绕组结构对 PMSM 最优驱动电流的影响 毕超(28)
- 6、基于多传感器的永磁球形电动机转子两自由度位置检测研究
..... 李雪逸 钱喆 王群京 李国丽 过希文 鞠鲁峰(34)
- 7、基于果蝇优化算法的主动径向磁悬浮轴承多变量多目标优化设计
..... 王晓远 张德政 高鹏(40)
- 8、基于 SIC-MOSFET 的永磁同步电机电流环带宽扩展 杨鹏 王伟华 肖曦(48)
- 9、小功率伺服电机零件智能生产线设计 邵国安 宋家春(52)
- 10、一种油烟机电机调速接线方式 伍光祥 漆凌君(58)
- 11、PMSM 中产生 ZCP 误差的电磁因数 毕超(62)
- 12、基于电磁力分析的分槽集中绕组永磁同步电机的结构优化
..... 魏家明 钱喆 王群京 李国丽 过希文 鞠鲁峰(67)
- 13、加工波动对单相异步电动机性能研究分析 姚俊 伍光祥 漆凌君(71)
- 14、小功率伺服电机前端盖自动车镜面工装设计 宋家春 邵国安(76)
- 15、小电容电机变频器控制策略研究 张贝贝 林明耀 谭广颖 杨功德(80)
- 16、高磁性能永磁转子初探 高晓峰 李庆 陈东锁(84)
- 17、基于馈电技术具有多档加载功能的电机测试平台
..... 赵波 邵国安 时晓霞 李志林(87)
- 18、无刷电机降噪转子的初步研究 李庆 高晓峰 陈东锁(92)
- 19、直流无刷电机常数系数 K_V 、 K_E 研究 郑丽娇 曹姣容 漆凌君 李艺文(94)
- 20、三相鼠笼式异步电机多故障诊断系统设计 李文宇(98)

基于互联互通的智能家居系统

王晓东

(杭州鸿雁电器有限公司, 浙江 杭州 310013)

摘要: 智能单品已成为智能家居乃至物联网发展的趋势。但是物联网的建设往往针对特定领域的特定应用群体, 各个应用相互独立, 用户使用不便。比如各家公司、各个部门做的智能单品都需要安装自己的 APP 应用程序。本文重点介绍如何通过云服务平台实现不同物联网应用之间的互联互通。

关键词: 智能; 互联互通; 云平台; 照明

Intelligent home system based on interconnection

Wang XiaoDong

(Hangzhou Hongyar Electric Co., Ltd.)

Abstract: intelligent single product has become the development trend of smart home and the Internet of things. However, the construction of the Internet of things is often targeted at specific areas of specific application groups, each application is independent of each other, the user inconvenience. For example, each company, each department to do smart products are required to install their own APP applications. This article focuses on how to achieve interoperability between different networking applications through the cloud service platform.

Keywords: intelligent, interconnection, cloud platform, lighting

1 现状分析

目前,物联网的建设和运行建设如火如荼,但实际上离这个理想的“网络”效益差距很远,根本原因在于目前的物联网建设注重感知系统建设,对网络如何传输互通共享重视不够。同时,物联网系统的建设往往针对特定领域的特定应用群体,并不对所有用户开放。在这种状况下,各个物联网应用相互独立,用户使用不便。比如各家公司、各个部门做的智能单品都需要安装自己的 APP 应用程序。如果用户对智能家居系统感兴趣,就会发现满足智能家居系统的要购买许多智能单品,而使用一个智能单品就需要一个 APP。各个物联网应用的开发过程也不能实现分工,建设效率低下。各个厂商都要开发 APP,去应对多个平台、多个操作系统、多个版本的繁重工作量。最终,物联网项目变得成本高、效益低,难以赚钱并可持续发展。根本原因也在于物联网系统不能互联网互通,各个环节

不能采取分工合作的方式完成,导致效率低下。

2 方案设计

基于互联互通的智能家居系统是基于云主机 IAAS 基础上开发的多功能平台系统。云服务平台主要在以下几点上展开深入研究:跨空间的通讯交互,云服务平台提供了通道将控制命令送达家庭网关及下属设备,将状态信息反馈给移动客户端到达到远程控制和移动互联的目的;云平台间的互联互通,云服务平台将通用硬件设备进行虚拟化,提供通用硬件设备 XML 接口描绘,实现功能设备的软件架构化屏蔽硬件设备的复杂多样性,以统一的接口连接互联网运营服务商以及其他设备生产商云平台达成互联互通;云特殊服务,云平台提供云间存储和基于大数据的智慧计算功能为使用设备的客户提供设备固件远程更新、在线帮助、在线维护、异常告警,客户状态分析,推送优化情景方案等。

2.1 系统架构

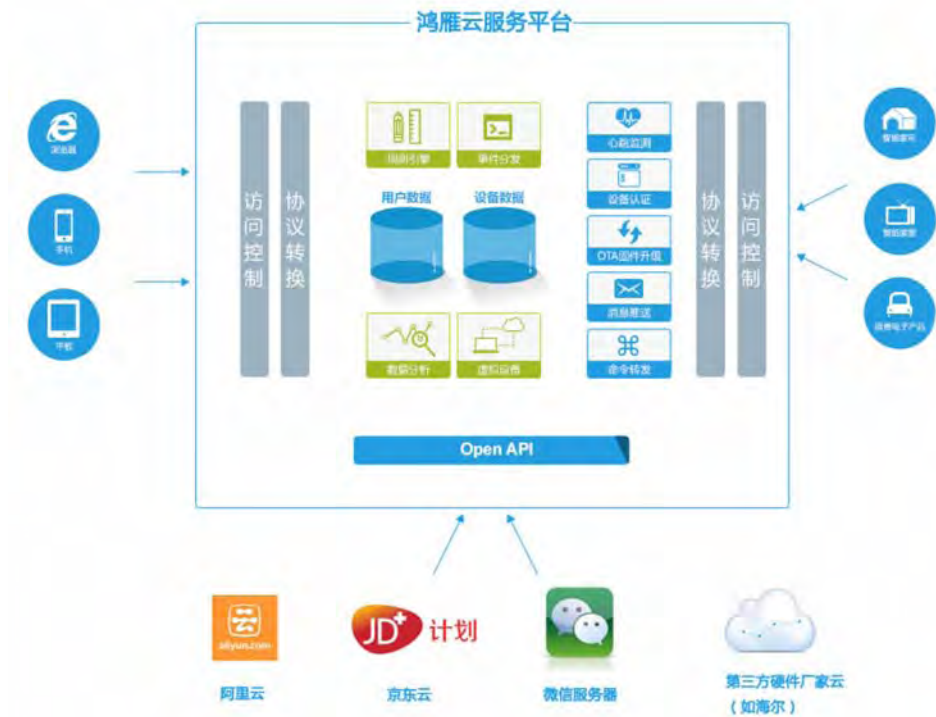


图 2-1 基于互联互通的智能家居架构图

如上图所示，云平台系统主要由三个部分组成：

1. 面向设备部分：提供设备接入和控制服务，包括设备认证、设备心跳监测、OTA 固件升级、消息推送、命令转发等。这里主要实现了对终端设备的链接，并且将终端设备的各类功能进行了虚拟化打包，为云平台系统其他部分提供了设备操作和状态宣告支持能力。

2. 面向用户部分：提供跨终端控制方式和联合账号体系。跨终端控制可以帮助用户可使用电脑、平板、手机等不同终端设备通过互联网接入云平台实现设备的远程控制和移动互联。联合账号体系可以是用户免于多次申请账号，可借用客户现有的微信、QQ、淘宝账号实现系统登录控制。

3. 面向第三方服务部分：提供 OpenAPI 给第三方，实现与其他平台的互联互通。支持可自定义的规则，实现一个开放可扩充有弹性的体系结构，让各种异构的智能设备和设备之间，设备和应用服务之间的互联互通变得简单。这里其他云平台主要分为两大类，一种是互联网企业开发的以应用融合为主的云平台，我们提供的是更细节的应用服务和更多的数据支持，支持快速弹性功

能扩充；一种是其他智能硬件设备商开发的以为自身产品服务为主的云平台，在互联互通中系统主要支持相互控制和联动执行，实现多功能合成的复杂场景应用。

2.2 系统功能设计

1) 远程控制功能：借助于云平台的帮助实现跨空间的终端设备控制。例如对灯具设备的开关、调光控制，状态查询等；

2) 移动互联功能：支持各类形态的移动终端的连接和控制操作，基于移动终端的特性实现特定功能；

3) 互联互通功能：云际互联，开放式的架构，面向服务(SOA)的设计理念，支持和互联网企业应用融合云平台以及其他硬件设备商的设备控制云平台之间服务和系统的互联互通；同时可根据不同云平台的特性提供不同侧重的开放 API；开放式用户认证：通过 OAuth/OAuth2 方式支持各大平台(阿里、腾讯、华为等)的用户登录；

4) 云服务支持功能：提供基于云平台自身特性的智能远程设备固件更新，支持各种不同规则的 OTA 升级，可如按地域、设备型号、时间、甚至按一些自定义的值进行部分升级；在线文档帮助；

在线事件通知功能,支持邮件、短信、QQ、微信、智能手机消息推送等方式;

5) 基于大数据的智能服务功能:利用云存储功能实现对用户数据的保存;运用云计算的高性能,对积累的用户操作行为数据、设备运行数据进行综合分析,构建用户使用习惯模型,推送切换用户习惯的建议和操作模型;

6) 云平台管理功能:提供一些行业中常见的报表,如每日新增设备数、设备运行状态等,让你对自身产品的运行情况了如指掌;提供自定义报表功能,提供丰富的工具,让你根据不同的数据维度,自己DIY数据报表;可以方便的查看所有设备的整体运行状态,也可以看到某个单一设备的具体情况;用户的所有操作可选择保存记录,支持各种的审计需求;可以随时随地在授权情况下导出用户和设备的数据;

3 系统特点

3.1 一键连接和安全性保障

1) 零配置连接:设备上电后,通过自动搜索的方式实现一键连接,快速连接到端进行注册,获取运行所需配置,无须人工操作;

2) 设备密钥保护:有效的安全机制,设备原生安全防护;

3) 多级验证:设备、手机、用户都可以进行身份校验,让使用更安全、放心;

3.2 云端互联和设备互通

1) 规则引擎:可自定义的规则,让各种异构的智能设备间的联动变得如此的简单,比如通过环境传感器的数据,来控制不同厂家的空调、净化器等设备;

2) 虚拟设备:支持根据设备功能以及接口类型对实体硬件进行虚拟描述;通过虚拟设备与真实设备完成云端和设备底层的功能控制;

3) OpenApi:提供不同需求侧重的第三方接入接口,十分方便地实现和各类云端的互联互通;

4) OTA 固件升级:支持各种不同规则的 OTA 升级,如按地域、按设备型号、按时间等,甚至可以按一些自定义的值进行小部分升级的 A/B 测试,使智能设备拥有更强大的生命力;

3.3 大数据人工智能

1) 用户信息共享:将环境数据、家电状态、故障情况、安防情况等时通过 APP、微信等方式推送给用户,并提供人性化的问题解决方案;

2) 用户行为分析:通过对用户与设备交互的行为进行分析,提供相应的报表,帮助产品设计人员可以更好的完善产品;

3) 设备使用分析:通过对设备的运行情况进行分析,总结用户使用习惯,帮助用户建立切合自身的预设模式,实现更加智能化的模糊处理,为用户提供人工智能的服务。

4 系统应用

4.1 系统原理

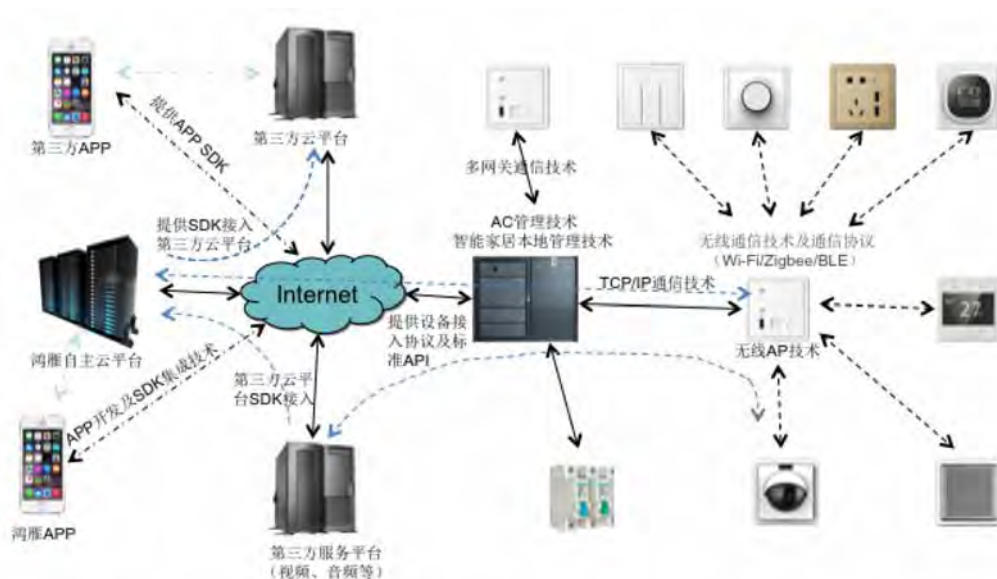


图 4.1 基于互联互通的智能家居系统

基于互联互通的智能家居系统主要包括云平台、网络系统、智能终端、APP 软件以及第三方云服务平台。智能面板是作为智能终端,满足用户需求。APP 软件作为用户与设置之间的交互媒介,通过人性化的 UI 设计来体现智能家居系统的用户需求。云服务平台是支持整个智能家居系统的后台,通过强大的云计算能力,为用户提供设备的远程操控、查询业务、异常报警、信息服务、数据分析、互动分享等,云服务将作为未来智能家居的数据分析中心,为用户提供更加人性化、智能化的服

务和体验。

4.2 智能场景

1) 舒适的家居环境优化系统

通过检测温度和湿度自动控制空调,实现最佳的睡眠温度和湿度。按照我国室内空气标准,夏季室内湿度以 40%~80%为宜,冬季应控制在 30%~60%。老人和小孩适合的室内湿度为 45%~50%,哮喘等呼吸系统疾病患者适宜的室内湿度在 40%~50%之间。

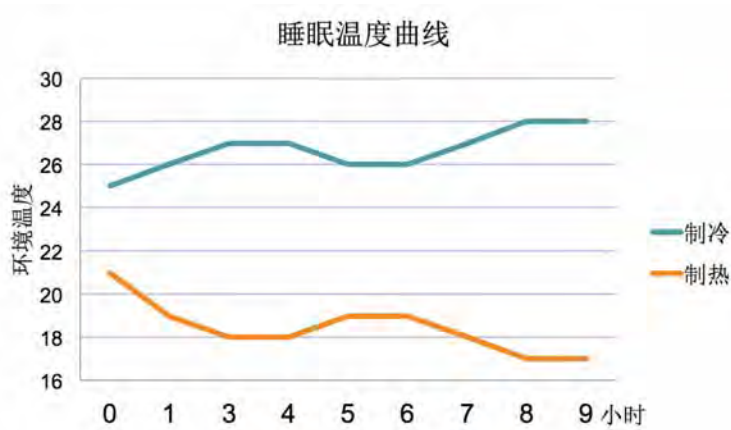


图 4.2 家居环境温度动态曲线

2) 健康的家居空气净化系统

室内空气质量直接关系到家人的健康,尤其是新装修房间甲醛、苯等有害气体超标,成为目前世界上最大的健康杀手之一,通风换气是改善室内空气的有效方法。

每天 9 时~11 时、14 时~15 时是最佳换气时间,可通过远程控制或定时控制推窗器和电动窗帘。如果空气检测传感器和气象传感器遇到雾霾或者刮风下雨,会自动关闭窗口,通过打开空气净化器和加湿器来净化控制。



图 4.3 家居环境净化设备

3) 健康的家居光环境系统

目前家中的灯光亮度和色温基本上是一成不变的,而实际上健康的照明应该是动态的,是可以根据不同的天气、人群进行手动或自动调节的。

利用传感器检测家中的灯光亮度和色温,从而通过照明控制系统进行自动控制,以达到最佳的健康照明。

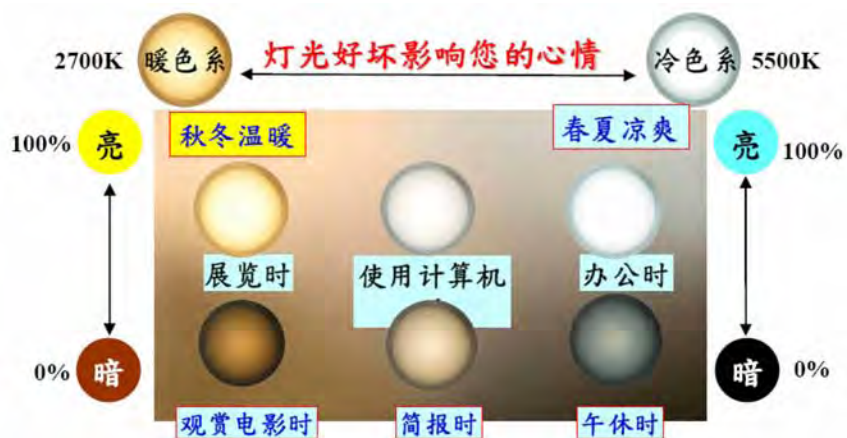


图 4.4 光对人生理和心理的影响

5 总结

基于互联互通的智能家居系统解决了智能单品发展中存在的应用分散,碎片化的问题。通过开发云服务平台的接口,与第三方云服务平台进行对接,实现数据的交互和识别,从而实现不同系统之间设备的互联和互通。对于用户来说,减少了很

多不必要的麻烦,降低使用成本。

参考文献:

- [1] 刘兵, 罗红. 智能家居系统互联互通的研究与实现[J]. 2012.
- [2] 杨萃. 智能家居开放互通体系架构关键技术研究与应用[D]. 中国科学院大学, 2015.

人工智能在智能插座中的运用

骆德元¹, 刘水强², 周贻培¹, 余泽平¹

(1. 飞利浦科技有限公司, 浙江 仙居 317300; 2. 中国质量认证中心, 北京 100070)

摘要: “人工智能”一词最初是在 1956 年 Dartmouth 学会上提出的。它是计算机科学、控制论、信息论、神经生理学、心理学、语言学等多种学科互相渗透而发展起来的一门综合性学科。近年随着大数据、云计算的快速发展和广泛应用, 人工智能越来越多的进入到我们的视线来到我们身边, 人工智能产品也越来越多样化, 近年来智能家居也越来越来深得消费者推崇, 相关产品也快速走向市场化, 智能插座是智能家居中一个非常重要的节点, 如何真正走向智能化, 具有人性化, 人机互动, 是我们现实中需要去思考的问题。

关键词: 智能插座, 智能家居, 人工智能, 插座

The application of artificial intelligence in the smart socket

Abstract: the term “artificial intelligence” was first brought forward at the Dartmouth institute in 1956. It is a comprehensive discipline computer science, permeate each other and developed by cybernetics, information theory, neurophysiology, psychology, linguistics and other disciplines. In recent years, with the rapid development of big data, cloud computing and wide application of artificial intelligence is more and more, which come into our vision, artificial intelligence product is also becoming more and more, in recent years smart home is becoming more and more popular to the consumers, related products also towards market rapidly, intelligent electrical outlet is a very important node in the smart home, how to truly become smarter; humanized, human-computer interaction, we need to think about problems in reality.

Keywords: intelligent socket, intelligent household, artificial intelligence, socket

人工智能(Artificial Intelligence), 英文缩写为 AI, 也称机器智能。“人工智能”一词最初是在 1956 年 Dartmouth 学会上提出的。它是计算机科学、控制论、信息论、神经生理学、心理学、语言学等多种学科互相渗透而发展起来的一门综合性学科。从计算机应用系统的角度出发, 人工智能是研究如何制造智能机器或智能系统, 来模拟人类智能活动的的能力, 以延伸人们智能的科学。



1 人工智能的发展

对于人工智能的研究一共可以分为五个阶段。

第一个阶段是人工智能的兴起与冷落, 这个时间是在 20 世纪的 50 年代。这个阶段是人工智能的起始阶段, 人工智能的概念首次被提出, 并相继涌现出一批科技成果, 例如机器定理证明、跳棋程序、LISP 语言等。由于人工智能处于起始阶段, 很多地方都存在着缺陷, 在加上对自然语言的翻译失败等诸多原因, 人工智能的发展一度陷入低谷。同时在这一个阶段的人工智能研究有一个十分明显的特点: 对问题求解的方法过度重视, 而忽视了知识重要性。

第二个阶段从 20 世纪的 60 年代末到 70 年代。专家系统的出现将人工智能的研究再一次推向高潮。其中比较著名的专家系统有 DENDAL 化

学质谱分析系统、MTCIN 疾病诊断和治疗系统、Hearsay-11 语言理解系统等。这些专家系统的出现标志着人工智能已经进入了实际运用的阶段。

第三个阶段是 20 世纪 80 年代。这个阶段伴随着第五代计算机的研制,人工智能的研究也取得了极大的进展。日本为了能够使推理的速度达到数值运算的速度那么快,于 1982 年开始了“第五代计算机研制计划”。这个计划虽然最终结果是失败,但是它却带来了人工智能研究的又一轮热潮。

第四个阶段是 20 世纪的 80 年代末。1987 年是神经网络这一新兴科学诞生的年份。1987 年,美国召开了第一次神经网络国际会议,并向世人宣告了这一新兴科学的诞生。此后,世界各国在神经网络上的投资也开始逐渐的增加。

第五个阶段是 20 世纪 90 年代后。网络技术的出现和发展,为人工智能的研究提供了新的方向。人工智能的研究已经从曾经的单个智能主体研究开始转向基于网络环境下的分布式人工智能研究。在这个阶段人工智能不仅仅对基于同一目标的分布式问题求解进行研究,同时还对多个智能主体的多目标问题求解进行研究,让人工智能有更多的实际用途。



2 智能插座的现状

智能安全插座,是一种全新理念的安全插座。该系列产品是集一路可编程(PLC)自动控制安全节能转换器和电器智能化待机节电插座于一体的新型智能安全插座。该类型智能插座主要功能是节电、安全。主要用于家用及办公用电器,将智能 IC 芯片嵌入插座中自动在线检测电流变化从而实现电器待机自动断电,解决“待机能耗”问题。该类型智能插座采用红外线感应的方式来开启电源,不

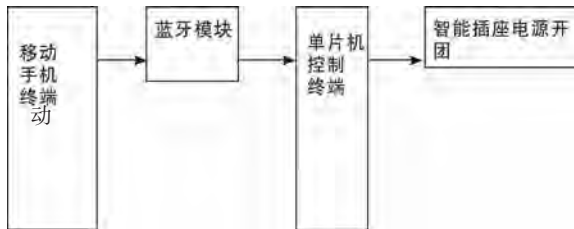
改变人们原有使用电器的习惯,使用更方便,真正做到省电。并且内设防雷电、防高压、防短路、防过载的功能,真正做到安全。该智能插座系列插座会自动检测电器的电流变化从而断电,彻底消除待机能耗问题,节能减排、绿色环保。

3 人工智能在智能插座的用途

随着人工智能技术的发展,现代几乎各种技术的发展都涉及到了人工智能技术,可以说人工智能已经广泛应用到许多领域,在科幻小说和神话中的世界确实成为了现实,智能插座也不例外,当前的智能插座,就是通过智能手机,借助 Wi-Fi 网络,对插座进行控制的一种插座。集成了远程控制,定时控制,电量计量,安全防护等功能,甚至有的厂家进一步扩大其功能,增加了各种插件,可以接入摄像头,人体红外感应,红外遥控发射,各种环境传感器等,将智能插座作为一个控制平台,丰富了各种外围功能,可谓百花齐放,各显奇能。使用时,只需要将智能插座,连接到自家的 Wi-Fi 网络上,然后只要让智能手机上网,就可以在任何有网络的地方,随时随地的做这些很科幻的事情:掌控插座的状态,远程开关,可以随时知道插座上使用的设备用了多少电;通过摄像头查看家里的情况,可以跟家里的人远程视频通话;通过传感器感知家里的温湿度,是否通过红外遥控来打开空调;通过人体感应来检测是否有人闯入,可以录像和报警;用电设备故障自动断电保护;这些功能的加入,极大的扩大了插座的使用范围,以及插座使用的便利性,安全性。但是如果智能插座上引入人工智能将是一种革命性的产品,您可以在到家前半小时开始煲饭,您可以在孩子放假期间限制电视、电脑等家用电器能够打开的时间段,登陆的网络以及可以播放的电视节目;您可以让饮水机上班前自动打开,下班了自动切断。此外,智能接口技术已经取得显著成果,文字识别、语言识别、语音合成、图像机器翻译以及自然语言理解等技术已经实用化。当你烦恼的时候可以跟它说,它会跟你讲一些最让你理解和舒心的话,让你正确的走出烦恼,当你生病的时候,它会像你亲人一样照顾你,找到让你很快好起来的方法,并系统性的叮嘱你,该吃药了,该锻炼啦。当你做在电脑前工作时,定时的提醒你该补充水分了,该做眼睛保健操了,该起来

走走了,坐姿要端正,屏幕暗了等提醒。在生理上,且不说他们可以通过建筑材料获得金刚不坏之身,关键是他们不知苦不叫累,在这样一个电力充足的时代,简直是电动版的“永动机”。因此人工智能插座的出现也有着非凡的意义,甚至可以说具有划时代的意义,并推动了人工智能更进一步的发展。

3.1 手机蓝牙终端进行遥控控制



采用此方案进行设计具有控制方便灵活,不用额外携带控制设备即可实现家用电器的开启关闭的操作,同时蓝牙遥控具有密码匹配在操作安全性上有很好的保证,同时又不需要缉拿相应的通信费用。

3.2 手机蓝牙终端进行遥控控制

电源管理系统设置

系统电源管理系统电路主要包括 5V 稳压输出电路,5V 转 3.3V 稳压电路,电源滤波电路和电源输出指示电路。系统 9V 转直流 5V 电压部分电路如图 3-1 所示,5V 转 3.3V 稳压电路如图 3-2 所示。

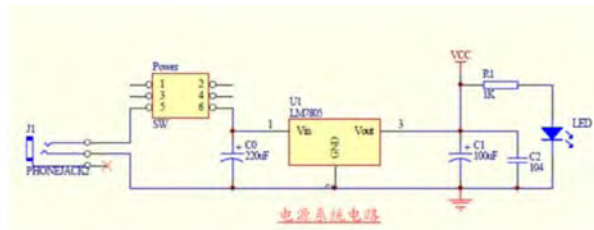


图 3-1 系统电源管理电路

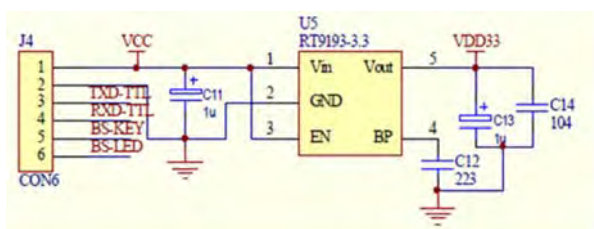


图 3-2 系统电源管理电路

图 3-1 为系统 5V 输出电压管理电路,其中 J1 为 DC005 电源输入接口,用于链接 DC9V 直流电源,SW 为系统电源开关,用于控制整个系统的电源的开启与关闭,C0 为电解电容,一般取值在 220uf 到 680uf 之间,此电解电容是用于滤除电源线上存在的高频干扰,U1 为三端稳压芯片 LM7805,LM7805 输入电压范围在 7-16V 情况下,稳定输出直流 5V 电压,输出稳定度在 5V 正负 0.05mv 的波动内变化,能够很好的保证单片机系统电压的稳定性,电容 C1 和 C2 分别用于滤除输出电压上存下的低频干扰和高频干扰,LED 为电源指示灯,当系统电源输出正常的情况下 LED 灯点亮,电阻 R1 为 1K 阻值的限流电阻,保证 LED 在允许的工作电流下工作,避免 LED 被电流过高造成的损坏。图 3-2 为系统 5V 转 3.3V 电源管理电路,VCC 为 5V 电压输入,C1 为滤波电容,U5 为 RT9193-3.3V 稳压芯片,U5 的第 5 脚为 3.3V 电压输出,C13 和 C14 为输出电压滤波电容,分别用于滤除高频和低频干扰,C12 为 LDO 电源芯片的启动电容。

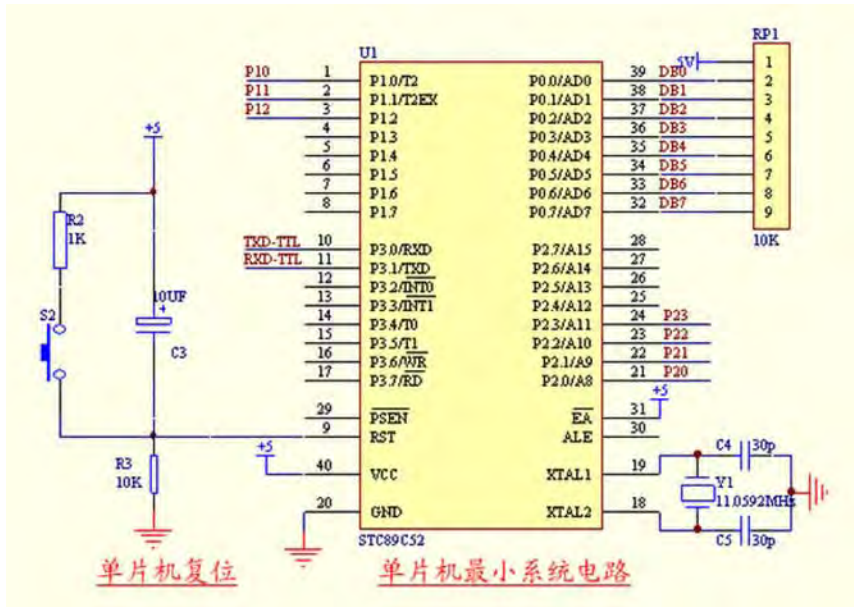
4 电路设计

4.1 主电路设计

系统主控电路由单片机、时钟振荡电路与复位电路组成。STC89C52 中有一个构成内部振荡器的高增益反相放大器,引脚 XTAL1 和 XTAL2 分别是该放大器的输入和输出端,用于外接晶体振荡器,Y1 为 11.0592M 的晶体振荡器,选择 11.0592M 是为了便于计算单片机运行的周期,Y1 两端的电容 C4,C5 接在放大器的反馈回路中构成并联振荡电路。电容 C4 和 C5 应选择瓷片电容,至于点热闹过容值的大小没有严格的限定,只是电容容量的大小会轻微影响振荡频率的高低、振荡器工作的稳定性、起振的难易程度及温度的稳定性。如果使用石英晶体,推荐电容使用 30pF 士 10pF。STC89C52 单片机为高电平复位使能,在单片机最小系统电路设计中需要保证上电的时候能够复位单片机,同时当系统运行过程中出现出现跑飞或者进入死循环的时候能够通过相应的按键实现单片机的复位,因而单片机复位需要有上电复位和按键复位两种复位方式,复位电路设计如图 3-1 所示,其中 S2 为复位按键。上电复位的工

作原理为:通电时,电容两端相当于短路,于是RST引脚上为高电平,然后电源通过电阻对电容C3充电,RST端电压慢慢下降,降到一定程度,即为低电平,单片机开始正常工作;按键复位的工作原理

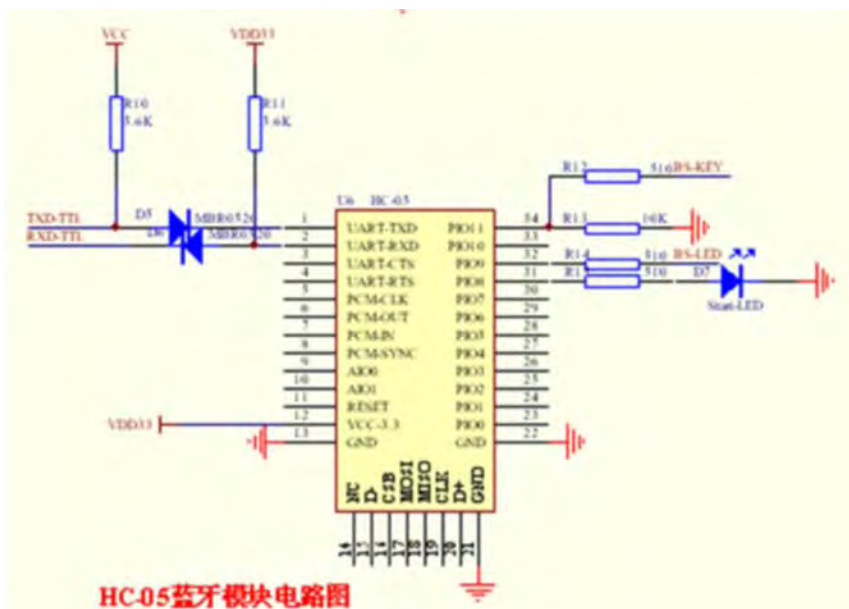
为:当S1被按下后,电容C3迅速放电,使RST引脚为高电平,从而实现复位。当S1弹起后,电源通过10KΩ的电阻R3放电,电平变为低电平,复位停止。



4.2 蓝牙电路设计

U6为系统蓝牙通信模块HC-05模块,二极管D5、D6和电阻R10、R11组成电平转换电路以保证系统可以同时工作在5V和3.3V的电压下,D7为蓝牙模块工作状态指示灯,其工作状态有以下三种:一,在模块上电的同时把BS-KEY引脚设置为高电平(或接到VCC)此时D7以亮一秒灭一秒的频率慢闪,模块进入AT状态,此时波特率为固

定的38400。二,在模块上电的同时把BS-KEY引脚设置为低电平(或接地),此时D7以一秒闪烁2次的频率快闪,表示模块进入可配对状态,如果此时再将BS-KEY引脚电平置高,模块会进入AT状态,但是D7的闪烁频率不变。三,模块配对成功,此时D7双闪,一次闪2下,2秒闪一次。系统有了D7指示灯就能够很直观的判断模块的当前状态,方便使用。



5 蓝牙模块流程图



6 蓝牙模块与手机蓝牙之间的设置与匹配



7 结束语

人工智能一直处于计算机技术的前沿，其研究的理论和发现在很大程度上将决定计算机技术、控制科学与技术的发展方向。今天，对大多数人而言，所有这些人工智能领域的进步都将体现为他们每天都在使用的互联网服务的不断进步，它不仅是我们在技术上的里程碑，更是展示了人类智慧的力量和功能。将来，人工智能技术的发展将会给人们的生活、工作和教育等带来更大的影响，它将帮助人类实现更多的价值成为人类的好助手。

参考文献：

- [1] 李朝青. 单片机原理及接口技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.
- [2] 康华光. 电子技术基础模拟部分(第五版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2005.
- [3] 阎石. 数字电子技术基础(第四版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005.
- [4] 白延敏. 51 单片机典型系统开发实例精讲[M]. 北京: 电子工业出版社, 2009.
- [5] 张齐, 杜群贵. 单片机应用系统设计技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.
- [6] 杨金岩等. 8051 单片机数据传输接口扩展技术与应用实例[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005.
- [7] 求是科技. 单片机通信技术与工程实践[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005.
- [8] 郭永贞主编. 数字电子技术[M]. 西安电子科技大学出版社, 2000.
- [9] 李广弟. 单片机基础[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001.
- [10] 张洪润. 电子线路与电子技术 [M]. 清华大学出版社 [M], 2005.
- [11] 张齐, 杜群贵. 单片机应用系统设计技术[M]. 电子工业出版社, 2004.
- [12] Julian W. Gamder, Intelligent Data Acquisition System B, 2005, 4:109-115.
- [13] Dejie Song, Boxue Tan, Wenfeng Liu. Application of Wireless Communication in Temperature Measurement [J]. Berlin Heidelberg: Springer -Verlag, 2011, 175 (1): 428-433.
- [14] Xingrui Liu and Guohong Gao. Temperature Monitoring System Based on AT89C51 [J]. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2011, 105(1): 601-605.

智能插座的发展及安全要求

贾跃辉

(嘉兴威凯检测技术有限公司,浙江 嘉兴 314050)

摘要: 伴随着科学技术的发展,人们的生活观念正不断变化。相比于传统的安全且耐用的普通电器,消费者更倾向于使用更为便捷、功能更加强大的智能化电器,而插座作为日常最普遍电源供给端,也在从单一的供电作用发展为不同功能集成一体的智能化插座。本文对于不同功能、不同结构的各种智能插座做了简单的介绍,并结合 GB2099.1-2008《家用和类似用途插头插座 第1部分:通用要求》以及其他功能件的安全标准对智能插座的安全要求进行了简单的论述。

关键词: 智能插座、多功能、安全

Abstract: With the development of technology, the concept of people's lives is constantly changing. Compared to the traditional appliances which are safe and durable, consumers tend to use intelligent appliances. The intelligent appliances are convenient and powerful. As a daily power supply appliance, socket also change the role from a single power supplier into the different functions of the intelligent socket. Paper is a brief introduction of intelligent socket. Combined with GB2099.1-2008 "Plugs and socket-outlets for household and similar purposes - Part 1: General requirements" and other safety standards of the functional parts, safety requirements for intelligent socket are described in the articles.

Keywords: Intelligent socket, Versatile, safe

引言

人们日常生活中免不了要触碰到家用的插座,相比于较为简单的传统插座,智能化插座在结构、功能等方面的安全要求更为复杂,作为新兴的产品,满足怎样的要求才能保证产品的安全,才能让消费者生活在一个用电相对安全的环境中呢。本文将结合 GB2099.1-2008《家用和类似用途插头插座 第1部分 通用要求》、GB2099.3-2008《家用和类似用途插头插座 第2部分 转换器的特殊要求》、GB14536.1-2008《家用和类似用途电自动控制器 第1部分 通用要求》、GB4706.1-2005《家用和类似用途电器的安全 第1部分 通用要求》、GB18802.1-2011《低压配电系统的电涌保护器(SPD)第1部分 性能要求和试验方法》等标准,就智能插座的安全性能进行简单论述,以促进人们的安全用电意识。

1 防雷插座

防雷插座 主要适用于低压交流电源(220V)

系统子电器设备的防雷(过压)保护,如计算机、通讯设备、传真机、高档音响、影视设备、精密仪器、仪表等。这种插座具有防雷击保护功能,能够有效吸收来自电源系统的电涌脉冲,确保电器在恶劣环境下和多雷地区的安全使用。

防雷插座基本原理是应用避雷管或压敏电阻等瞬变电压吸收器在输入线之间,平常表现为一个无限大阻抗;当瞬变电压发生的时候,器件阻抗迅速降低,将瞬变能量进行转移,保护内部用电设备。

适用标准:GB2099.1-2008《家用和类似用途插头插座 第1部分 通用要求》

GB18802.1-2011《低压配电系统的电涌保护器(SPD)第1部分 低压配电系统的电涌保护器性能要求和试验方法》

2 定时插座

定时插座是将定时器与插座相结合,通过定时功能来控制插座的通断的一种智能插座。现在市场上的定时插座大致分为机械定时和电子定时

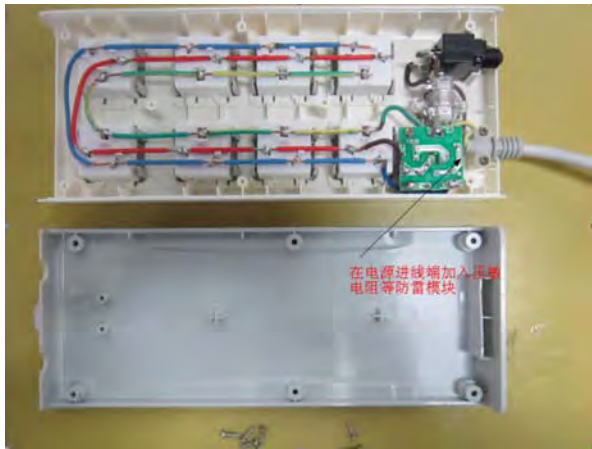


图 1 常见防雷插座



图 3 机械式定时插座

两种多功能插座。常见的定时插座多为定时转换器。



图 2 常见电子式定时插座

适用标准:GB2099.1-2008《家用和类似用途插头插座 第1部分 通用要求》

GB2099.3-2008《家用和类似用途插头插座 第2部分 转换器的特殊要求》

GB14536.1-2008《家用和类似用途电自动控制器 第1部分 通用要求》

3 USB 电线加长组件

USB 电线加长组件是一种将 USB 模块与插座结合在一起的多功能插座。这是随着人们日常生活中智能手机等设备的普及及 USB 充电技术的发

表 1 防雷插座与传统插座

产品差异	防雷插座(电线加长组件类)	传统插座
适用标准	GB2099、GB18802	GB2099
产品标示	除插座所需标示外,应有如下标示: a. 最大持续工作电压 b. 试验类别 c. 放电参数 d. 标称放电电流 e. 电压保护水平等	依据 GB2099 标志章节要求,插座应有: a. 电流 b. 电压 c. 最大额定功率 d. 制造商 e. 型号 f. 端子标示等
结构要求	除满足传统插座相关要求外,应特别注意以下要求: a. 装在电器附件里的元件,均应符合有关标准(如 GB18802)的要求 b. 防雷部分的接线应能保证插座部分的结构符合要求	符合 GB2099 中第 13 章、第 14 章等结构要求以及第 27 章爬电距离与电气间隙等要求
性能要求	除插座满足 GB2099 外,应满足 GB18802 中 7.5、7.6、7.7 条款要求	正常操作次数应不低于 5000 次,温升测试值应低于 45K
其他要求	a. 当防雷部分损坏后,整体防雷插座应无法正常使用或用户可以直观的发觉防雷功能的损坏(无对应条款要求,但应保证用户在正常使用中的财产安全) b. 在插座部分只有单相两极(双用)插孔时,防雷部分应设计得可靠接地 c. 符合 GB18802、GB2099 其他要求	符合 GB2099 其他要求

表 2 定时插座与传统插座的比较

产品 差异	定时插座(转换器)	传统插座
适用标准	GB2099.1、GB2099.3、GB14536.1	GB2099
产品标示	除插座所需标示外,应有如下标示(方法 D,声明文件或说明书): a. 操作时间 b. 1 型或 2 型动作及其附加特性 c. 污染状况 d. 其他防护等级及额定脉冲电压等要求	依据 GB2099 标志章节要求,插座应有: a. 电流 b. 电压 c. 额定功率 d. 制造商 e. 型号 f. 转换器类产品中,电流和/或功率应有 MAX 标示等
结构要求	除满足传统插座相关要求外,应特别注意以下要求: a. 装在电器附件里的元件,应符合有关标准(如 GB14536)的要求 b. 定时器部分除满足 GB14536 结构要求外,其接线应能保证插座部分的结构符合 GB2099 要求	符合 GB2099 中第 13 章、第 14 章等结构要求以及第 27 章爬电距离与电气间隙的要求
性能要求	定时器部分除满足 GB14536 中耐久、发热试验要求外,应满足不正常操作的要求,另电子式定时器若带有软件,应保证其软件稳定性	正常适用情况下操作 5000 次,温升低于 45K
其他要求	符合 GB14536、GB2099 其他要求,并应保证强弱电之间的其他安全要求	符合 GB2099 其他要求

展而出现的一种智能插座。这种插座无需专用充电器便可满足消费者随时随处充电的需求,但在方便快捷的同时,如何保证这种新兴产品的使用安全也是一个复杂的问题。根据国家要求,带 USB 电线加长组件应按照 GB2099.1-2008《家用和类似用途插头插座 第 1 部分:通用要求》第 14 章“插头和移动式插座的结构”中 14.19 条的规定,USB 接口电源模块部分应符合 GB4706.1《家用及类似用途的电器的安全 第 1 部分:通用要求》相关条款的要求,且应采用 II 类结构。

适用标准:GB2099.1-2008《家用和类似用途插头插座 第 1 部分:通用要求》



图 4 常见带 USB 电线加长组件

GB4706.1-2005《家用及类似用途的电器的安全 第 1 部分:通用要求》

4 其他功用插座

除以上常见的几种智能插座外,另有一些具有不同功能的插座,如带有电量表的插座,将即时的电流及总功率等参数在显示屏上显示以便利于用电安全与电量平衡;通过手机 APP 在 WIFI 系统中控制通断的插座等。这些插座虽将不同功能的元件通过各种硬件、软件的方式组合在一起,设计为可以满足不同功能的集成使用,或控制电源的通断,或用以保护终端电器设备,但是目前的多数智能插座还是存在着或多或少的安全问题。

结论:市场上所销售的智能插座多种多样,而能符合国家相关要求的产品是少部分,多数多功能插座是为了满足消费者的需求而将不同元件拼凑在一起,这样的产品虽然表面上看给我们的生活带来了一时的便利,但是其因其复杂的结构而带来的安全隐患也不可小觑,新兴的智能化插座,在符合国家相关标准要求的基础上,仍需接受时间的考验。

表 3 常见带 USB 电线加长组件与传统插座的安全要求概述

产品 差异	带 USB 模块插座(电线加长组件)	传统插座(电线加长组件)
适用标准	GB4706.1、GB2099.1	GB2099.1
产品标示	除插座所需标示外,USB 部分应有如下标示: a. 额定输入功率/额定电流 b. 器具型号 c. USB 部分额定电压电压范围 d. USB 部分电源性质 e. USB 部分额定频率	依据 GB2099 标志章节要求,插座应有: a. 电流 b. 电压 c. 额定功率 d. 制造商 e. 型号 f. 电流和/或功率应有 MAX 标示等
结构要求	除满足传统插座相关要求外,应特别注意以下要求: a. 装在电器附件里的元件,均应符合有关标准(如 GB4706)的要求 b. 定时器部分除满足 GB4706 结构要求外,其接线应能保证插座部分的结构符合 GB2099 要求	符合 GB2099 中第 13 章、第 14 章等结构要求以及第 27 章爬电距离与电气间隙的要求
性能要求	USB 部分应满足 GB4706 中不正常操作、发热等试验要求	正常适用情况下操作 5000 次,温升低于 45K
其他要求	符合 GB4706、GB2099 其他要求,并应保证强弱电之间的其他安全要求	符合 GB2099 其他要求

参考文献:

- [1] GB2099.1-2008 《家用和类似用途插头插座 第 1 部分:通用要求》。
- [2] GB2099.3-2008 《家用和类似用途插头插座 第 2 部分:转换器的特殊要求》。
- [3] GB14536.1-2008 《家用和类似用途电自动控制器 第 1 部分:通用要求》GB4706.1-2005《家用和类似用途电器的安全 第 1 部分:通用要求》、GB18802.1-2011《低压配电系统的电涌保护器(SPD)第 1 部分 低压配电系统的电涌保护器 性能要求和试验方法》。

基于 QCA4004 的智能插座的研究与设计

左海成, 杨睿毅, 叶晶晶

(公牛集团有限公司, 浙江 慈溪 315314)

摘要: 本文介绍了基于 QCA4004 的 WiFi 智能插座的设计方案, 该设计方案以高通平台 QCA4004 为控制核心, 集成了电源电路、无线通信、继电器开关、电能计量等功能模块, 具有定时功能、远程开关、电能计量和智能过流保护等功能。通过此设计方案可以实现手机 APP 对插座的远程控制和用电信息的查询, 在保证安全用电的同时, 实现了传统家电的网络化和智能化。

关键词: 智能插座; QCA4004; 电能计量; WiFi

Abstract: This paper introduces the design scheme of WiFi smart socket based on QCA4004, the design scheme based on Qualcomm platform QCA4004 as the principal controller; integrated power circuit, wireless communication circuit, relay switch, electric energy metering modules and so on, and it has the function of timing function, remote switch, electric energy metering and intelligent overcurrent protection. The design scheme can also realize the remote control of the mobile phone APP to the smart socket and the query of the electricity information, while using electricity safely, to realize the networking and intellectualization of the traditional household appliances.

Keywords: Smart Socket; QCA4004; Electric energy measurement; WiFi

0 引言

随着物联网技术的进步, 智能家居产品近年来逐步获得了国家和企业的大力重视和推广。智能插座作为家用电器的控制监控的入口, 已成为智能家居产品的重要部分。随着用户安全用电、节能用电意识的提高, 用户对智能插座的待机功耗和通信性能质量的要求也越来越重视^[1-2]。

本文介绍了一种基于高通平台 QCA4004 的 WiFi 智能插座的设计方案。基于 QCA4004 的智能插座与普通智能插座相比具有待机功耗低、传输距离远、性能稳定可靠等优点。用户通过使用该智能插座可以随时随地控制和监控家用电器的工作状态, 查询家用电器电量信息。同时, 家用电器用电异常后, 智能插座自动切断电源输出, 并提示用户家用电器相关告警信息, 保证安全用电, 实现传统家电的网络化和智能化^[3]。

1 系统设计方案

基于高通平台 QCA4004 的 WiFi 智能插座与家庭无线网关通过无线 WiFi 通信方式进行数据交换, 手机通过与家庭无线路由器通信后, 实现通

过手机 APP 进行智能插座相关控制操作和信息查询。

系统以 Qualcomm 公司物联网最新解决方案 QCA4004 芯片作为核心控制器, 通过 WiFi 板载天线完成核心控制器和外部设备的信息数据交换, 通过低功耗高精度的功率计量芯片 HLW8012 对家用电器的功率、电流、电压等参数进行信息采集后送到核心控制器进行处理传递, 通过开关驱动电路和继电器模块实现智能插座的通断电的控制, 通过按键电路、指示灯电路来实现智能插座配网及通断电开关的状态指示灯等功能。

智能插座系统设计框图如图 1 所示:



图 1 智能插座系统设计框图

2 硬件电路设计

2.1 微处理器

微处理器选用 Qualcomm 公司物联网最新的解决方案 QCA4004 作为控制核心。微处理器是智能插座的核心控制器,负责无线通信协议的处理、接口数据的处理和功能模块的通信控制。

QCA4004 具有丰富的片上资源,集成配备了一个单芯片处理器和内存,无需使用其它微处理 MCU 即可实现智能插座控制的相关功能,降低了产品的复杂度和成本。

QCA4004 的系统结构框图如图 2 所示:



图 2 QCA4004 的系统结构框图

QCA4004 提供了 POWER_DOWM、SUSPEND、HOST_OFF 和 SLEEP 模式,多种省电模式让产品的功耗性能更优越。基于 QCA4004 的 WiFi 智能插座在市电下继电器关闭状态下待机平均功耗为 0.67W 左右,继电器导通状态下为 0.96W 左右,待机功耗与同类产品相比性能优越。

2.2 电源转换模块

电源部分主要分为三个电源平面:交流输入输出电压 220V;计量芯片供电电压和继电器控制电压 5V;微处理器模块 QCA4004 和外围器件电路的电源 3.3V。交流输入市电通过宽输出非隔离交直流转换芯片 PN8015N 输出 5V 电源;为了得到更高质量的 3.3V 电源,采用了 AMS1117-3.3V 模块对 5V 进行电源电平转换,并通过外围滤波保护电路,使 5V 和 3.3V 的电源稳定可靠。

2.3 电量计量模块

电量计量模块功能主要通过单相多功能计量芯片 HLW8012 实现。HLW8012 芯片采用 5V 单电源供电,内置电源监控电路和电压参考源,通过 CF 和 CF1 管脚以脉冲频率计数的方式输出智能

插座上家用电器的用电信息。

电路设计时,采用非隔离电阻采样方式,HLW8012 芯片的 SEL 管脚与 QCA4004 的普通 IO 口相连接,通过 IO 的输出高低电平选择 CF1 管脚输出电压有效值信息、电流有效值信息。QCA4004 芯片通过检测 CF 和 CF1 管脚的脉冲周期,计算家用电器的功率、电流和电压等电量参数信息。

2.4 无线通信模块

QCA4004 芯片控制器内部集成了无线双频模式 2.4G 和 5G,集成了放大器 PPA/LNA,可支持扩展的 PA/LNA,天线前端可支持单、双向;同时,QCA4004 支持 IEEE802.b/g/n 模式。通过设计载波频率为 2.4G 的倒置的 F 型板载内置天线,智能插座与家庭各种品牌的无线路由器可靠的通信链接,实现稳定的数据传输。

2.5 其它功能电路

(1) 电源开关输出控制电路

智能插座的电源开关输出控制电路通过 QCA4004 微处理的 IO 口控制,利用三极管 MMSS8050-H-TP 驱动低功耗继电器 SJ-S-105LMH;当 IO 口电平为高电平时,继电器吸合,智能插座电源输出交流电;当 IO 口电平为低电平时,继电器关闭,智能插座无输出电压^[9]。为了用电安全考虑,设计时 IO 口默认为低电平,智能插座无输出电压。

(2) 数据存储电路

为了确保智能插座掉电后数据不丢失,WiFi 智能插座相关计量信息和控制信息程序采用型号为 W25X40CL 的 SPI FLASH 为存储器。W25X40CL 芯片具有 4M-bit 存储空间,采用 SPI 通信协议接口,功耗低,利于程序扩展和升级,满足存储要求。

(3) 按键指示电路

按键电路通过普通的机械开关按键与 QCA4004 芯片的 IO 口连接,用于智能插座恢复出厂设置和继电器开关状态切换使用。指示灯电路部分采用红蓝双色指示灯,用于指示智能插座配网状态和继电器开关状态。

3 系统软件设计

系统软件设计采用功能模块化的方式,智能插座软件部分主要包括无线通信模块、数据存储

模块、开关控制模块、电量计量模块、告警保护模块等功能模块。智能插座软件主程序通过调用各功能模块实现智能插座的功能。

智能插座软件设计流程图如图3所示：

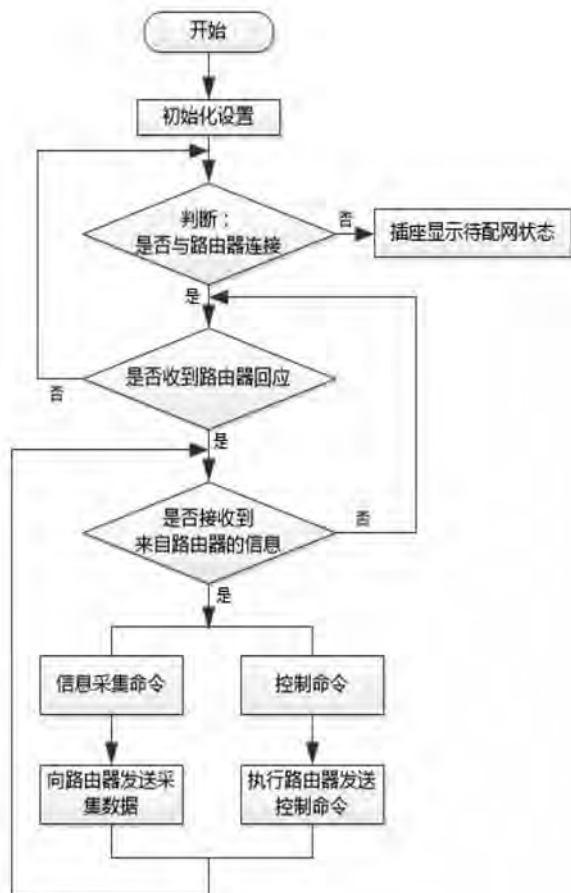


图3 智能插座软件设计流程图

智能插座上电后，首先 QCA4004 对定时器、IO 口及功能接口进行初始化，初始化结束以后进入相应的工作模式，通过无线通信完成相关通信指令的接受控制和上传。用户可以根据自定义设置智能插座的电流、功率保护值，实时检测的计量信息，判断家用电器用电电流、功率是否异常短路或超过设定的保护值。如果家用电器超过设定值，处理器关断继电器供电，达到智能保护家庭用电安全的目的。

4 结论

基于 QCA4004 的 WiFi 智能插座实现了家用电器的定时开关、远程控制、实时监测并显示电量信息、过流自动保护等智能功能，同时具有待机功耗低、通信控制可靠性高等特点。此外，智能插座采集的家用电器的相关电量信息，可以作为大数据分析用户用电情况和家电状态的基础数据。随着物联网和智能家居技术的发展，WiFi 智能插座的应用场景将更加广泛。

参考文献：

- [1] 徐伟,姜元建,王斌,智能插座在智能家居系统中的设计和应用[J].中国仪器仪表,2010(10):45-47.
- [2] 马艳,智能插座在高校节能减排工程中的设计和应用[J].科技通报,2013(9):102-105.
- [3] 李伟,李一真,王志梁等.基于物联网技术的智能插座设计与实现[J].山东电力技术,2015(06):55-58.
- [4] 金逸超,孙力娟,王汝传等.物联网环境下智能插座的设计[J].计算机研究与发展,2010,47(2):321-326.

作者简介：

左海成(1984—),男,河南周口人,工程师,硕士。主要从事智能电子产品开发设计研究工作。

杨睿毅(1978—),男,江苏无锡人,工程师,硕士。主要从事物联网方向研究工作。

叶晶晶(1994—),女,安徽芜湖人,助理工程师,本科。主要从事智能家居方向研究工作。

浅谈蓝牙智能插座的设计

刘远方, 石应杰, 胡兰芳
(浙江正泰建筑电器有限公司, 浙江省 温州市 325604)

摘要: 插座电量计量功能设计是蓝牙智能插座的主要部分, 它们设计的成败直接影响蓝牙智能插座的成败。电量计量准确性和稳定性在本项目中占有很大一部分。

关键词: 分段测量法; 脉冲频率计算法

引言

生活之中, 我们确实遇到这样的难题, 即匆匆离家难免会有遗忘, 如充电器、电蚊香、电热毯等不起眼的小家电常常忘记断电, 这无疑给爱家带来潜在的安全危害, 而智能插座或许是个不错的选择。蓝牙智能插座采用蓝牙 BLE 技术, 实现手机 APP 控制开关, 定时开关, 过载保护, 电量计量等功能。

然而这些功能在给人们生活提供方便的同时, 也增加了设计者的设计难度。其中插座电量计量数据的准确性和快速性的设计是难点。由于我

们用 HLW8012 作为电量计量芯片, 针对该芯片特点我们软件采用分段测量的脉冲频率计算法来计算电流, 电压, 功率等脉冲周期从而计算出对应的电量参数。

1 芯片 HLW8012 工作原理

HLW8012 为插座厂家和智能家居厂家提供了一个高度精确且成本低廉的电能测量解决方案。该集成芯片专为住宅用单相电能表或智能插座设计, 可精确测量电流有效值 IRMS 和电压有效值 VRMS、有功功率和电量。

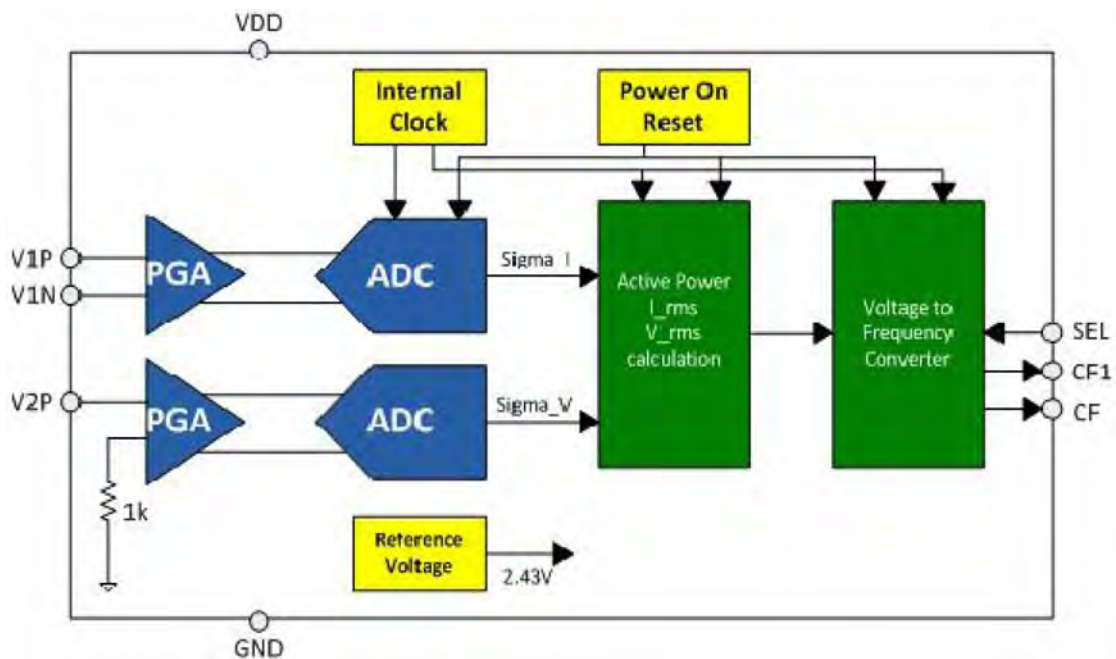
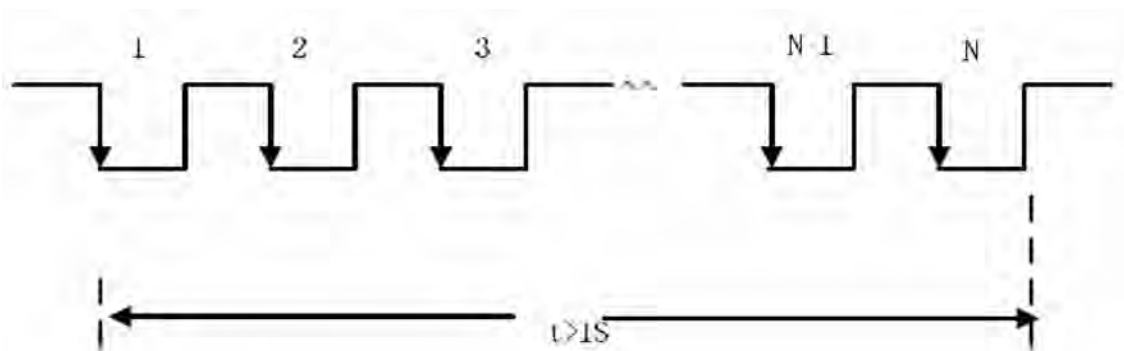


图 1 HLW8012 内部结构

HLW8012 的 V1P 和 V1N 引脚输入电流信号波, 电流通道集成一个固定增益放大器, 允许的最大差分输入信号为 $\pm 43.75\text{mV}$; 电压通道允许的最大输入信号是 $\pm 700\text{mV}$ 。HLW8012 可以使用低成本的锰铜采样电阻或电流互感器来测量电流, 并使用分压电阻或电压互感器来测量电压, 其芯片的脉冲输出频率与有功能量成正比。

2 脉冲频率(周期)的计算方法

CF 输出的频率在 0-2KHz 之间 (参考文档: HLW8012 输出频率参考), 对应的周期最小值是 0.5ms。如果以 50 μs 的定时器去测量脉冲周期, 5ms 以上的脉冲周期, 误差基本可以忽略, 但是在测量小于 5ms 的脉冲周期, 误差会越来越来, 甚至达到 10%(脉冲周期 0.5ms)。



3 流程图及软件请参考附件文档(见下页)

4 计量功能校准算法

测量值出现误差或测量值不准确, 有可能是以下两个因素造成的:

4.1 软件的测量方法引起的误差

由于软件定时器和脉冲计数有一定偏差, 导致在使用这两个中间参数计算电能的结果也会存在误差。

4.2 校准引起的误差

校准引起的误差比较多: 比如采用的校准源是非纯组性负载; 用来校准的大功率负载设备不稳定; 大功率负载上电后, 容易发烫, 功率值也会随之发生变化; 校准程序未采用取平均值的方式等等。

软件校准流程:

1. 接好标准的校准负载, 用按键或者 APP 发

考虑到测量精度和测量时间的关系, 我们采用分段测量的方法。

硬件资源如下:

<1> 1ms 定时器

<2> I/O:3 个, 其中两个外部中断口

软件测量方法:

<1> 被测脉冲周期大于等于 100ms, 采用测量单个周期的方法, 测量误差 = $1\text{ms}/T$, 因为 $T > 100\text{ms}$, 所以测量误差小于 1%;

<2> 被测脉冲周期小于 100ms 时, 我们采用定时测量 >1S 时间方法, 计算公式下:

$$T = t/N$$

参数说明: N: 单位时间内出现的脉冲个数

T: 被测信号脉冲周期

指令进入校准模式

2. 采用限幅滤波的方法, 等待被校准参数稳定然后采样。

3. 通过计算把校准参数写入 E2ROM 里面。

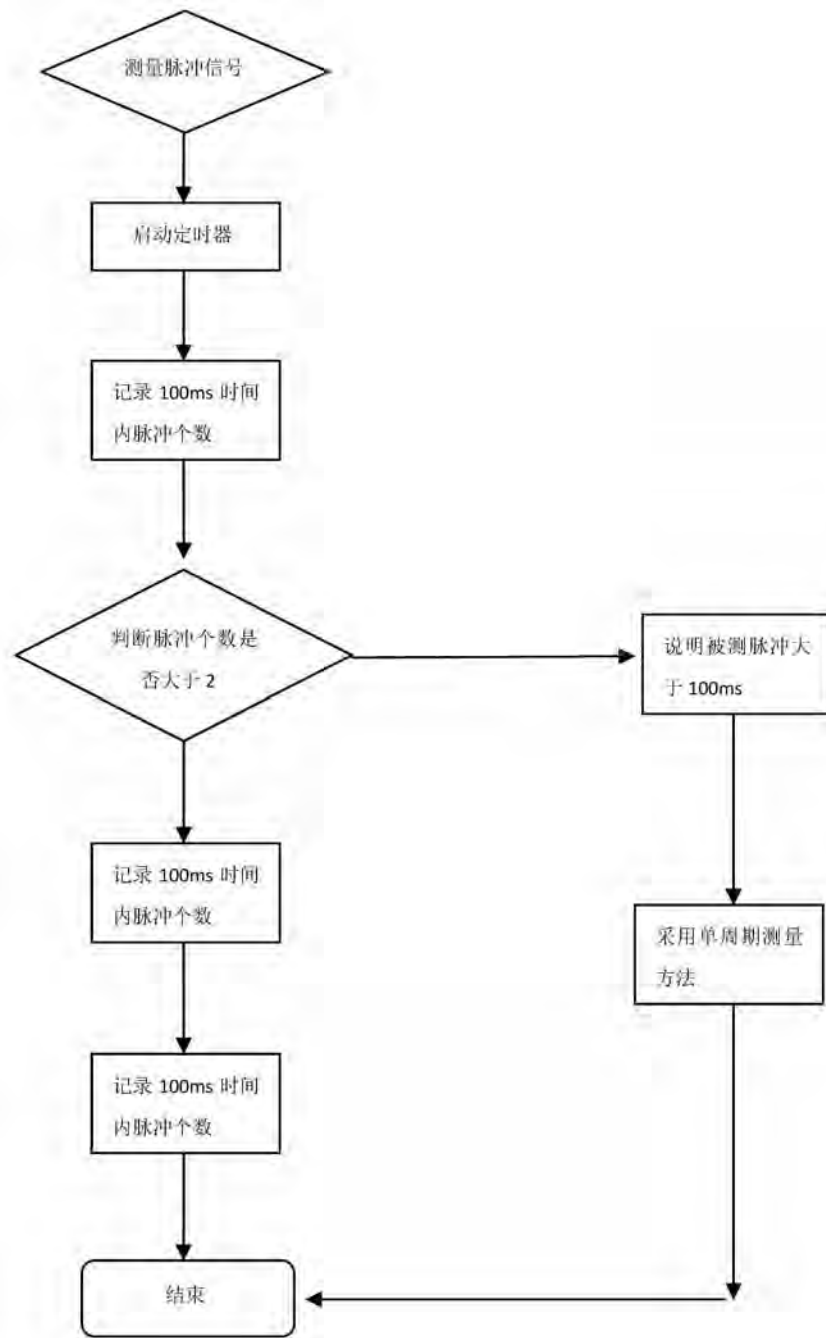
5 结论

本文以蓝牙计量插座为例, 分析了电量计量的软件算法, 从而设计出测量准确稳定的电量计量插座。结论如下:

1. 采用分段测量的方法, 对于大于 100ms 的脉冲采用单周期, 对于小于 100ms 脉冲采用脉冲频率算法。

2. 对于校准的时候, 要等待稳定时候再测试。此时采用限幅滤波的方法采取更稳定的校准参数。

3. 为了保证电量计量参数的安全性, 把校准参数备份多次。



参考文献:

- [1] 涂强 HLW8012 用户手册 REV1.1 深圳:合力为科技.
- [2] 涂强 HLW8012 输出频率参考值 深圳:合力为科技.

基于 ZigBee 技术在开关、插座面板产品中的应用

柯寒文, 郑德信, 吕小兵

(浙江德力西国际电工有限公司, 浙江 杭州 310023)

摘要: 基于 ZigBee 技术的智能家居应用, 把 ZigBee 模块嵌入到家居墙壁开关、插座面板产品中, 本文简要说明了智能墙壁开关、插座的功能定义和系统方案特色, 实现对家居照明、电器设备的智能控制。

关键词: ZigBee 功能定义系统方案特色

引言

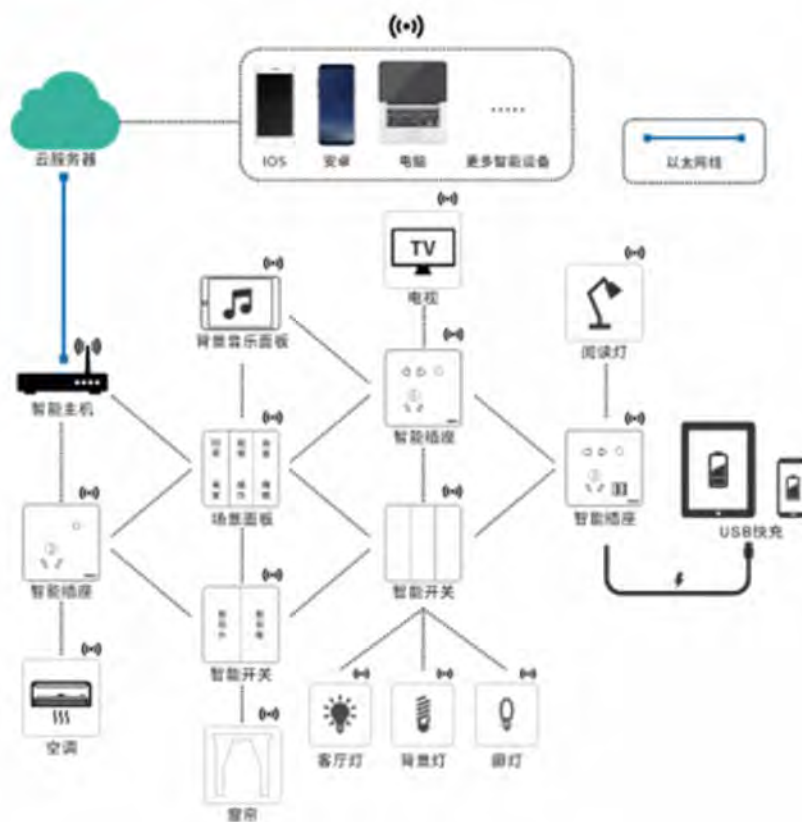
20 世纪 90 年代开始, 国内外各大主力家电企业和一些互联网公司在智能家居领域布局谋篇, 因受到产品价格及安装成本居高不下、市场环境、消费者消费意识、经销商销售渠道不够完善等方面影响, 国内市场一直处于缓慢发展中。

当前, 智能家居正以挡不住的态势奔涌而来, 海尔、三星、长虹、美的、乐视、小米、华为等, 均发

布了智能家电或智能家居战略, 智能开关面板、插座在智能家居领域是必不可少的组成产品, 德力西国际电工结合智能家居的发展趋势和现状, 运用目前主流的 ZigBee 无线组网技术, 研制开发了智能开关面板、插座控制系统。

1 系统结构与组成

1.1 网络示意图



图一 (智能家居系统图)

1.2 系统组成部分介绍

如图一所示德力西智能家居系统，利用自身开关和插座的传统生产、制造、设计等优势，结合光照度传感、LED 智能灯等外设传感产品，组成一套完整的智能家居小系统，该系统主要包括如下几个部分：

(1) APP 与云平台；采用开放的协议平台，如阿里的 Alink，京东微联，苹果的 homekit 等；

(2) 智能网关；目前这款网关主要有两部分硬件来完成，一部分是采用高通方案的 AR4531 芯片方案的 WIFI 模组，另一部分是集成 TI 方案低功耗版 Zigbee，组成了稳定、可靠数据收发的智能网关。智能网关中的高通 AR4531 是在 LINUX 标准内核基于 OpenWrt 和 Android 系统开发下完成的，提供完善的 SDK 库，方便进行软硬对接，并集成透传、ZHA、ZLL 三种协议为一体的智能网

关，真正意义上实现了互联互通。

(3) 智能终端；

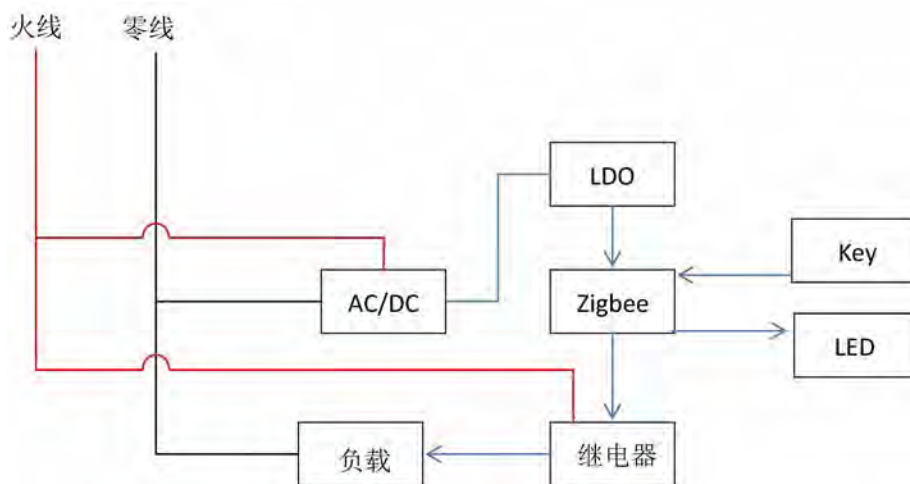
包括智能开关、智能插座、光照、LED 智能灯、红外转发等多种传感器。均采用符合 zigbee light link, zigbee home automation, zigbee pro 标准国际规范的射频收发器和微处理器，它具有通讯距离远、超低功耗、抗干扰能力强、组网灵活稳定等优点和特性；可实现一点对多点及多点对多点之间的设备间数据的传输；实用的 MESH 组网方式。

除可实现一般的点对点数据通信功能外，还可实现多点之间的网络通讯。

2 系统原理与介绍

2.1 zigbee 在智能开关上的设计方案

2.1.1 设计原理图

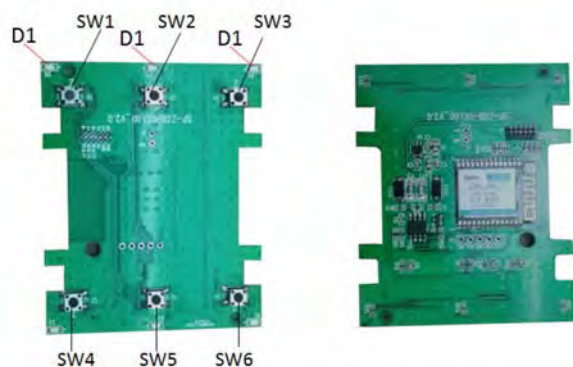


图二 (设计原理图)

本系统原理如图二所示，系统分为 Zigbee 发射、接收模块，按键控制模块，继电器模块，电源模块和显示模块等。电源模块 AC/DC 是把交流电转变为直流电，经过 LDO 模块稳压后给 Zigbee 无线传感器模块供电，发射、接收模块采用 Zigbee 无线传感器模块，根据接收到的信号，经模块内处理器分析，用于对继电器模块进行控制操作。LED 显示模块用于显示当前开关或插座的通断状态，按键模块用对开关或插座的控制操作，并把操作的状态结果通过 Zigbee 模块，反馈到无线控制终端和 LED 显示模块上。继电器模块的作用是利用接收模块驱动，通过控制继电器的吸合来控制开关插

座供电电路的通断。

2.1.2 开关功能定义



图三 (PCB 控制板)

2.121 本地控制如图三所示：正常状态下面板灯 D1\D2\D3 为亮（夜间指示作用），当控制 SW1\SW2\SW3(或 SW4\SW5\SW6)为开时,开关面板上面的 D1/D2/D3 灯灭,继电器闭合为开;控制 SW1\SW2\SW3(或 SW4\SW5\SW6)为关时,开关面板上面的 D1/D2/D3 灯亮,继电器断开为关。

2.122 远程 APP 控制：和本地控制状态一样,通过 APP 控制会增加可控制 D1\D2\D3 开和关功能。

2.123 场景控制:通过 APP 及手动轻触按键 SW1 表示启动情景:“起床”功能;通过 APP 及手动轻触按键 SW2 表示启动情景“睡眠”功能;通过 APP 及手动轻触按键 SW3 表示启动情景“回家”功能;通过 APP 及手动轻触按键 SW4 表示启动情景“离家”功能。通过场景的设定,可以增加生活的乐趣,增强生活所需的功能化。

2.124 联动控制:可通过光照、环境传感器等相关产品的设定值,通过策略的设定,来联动开关或者灯光等其它传感器做相应的控制,实现家庭真正的智能化、去操作化。

2.22 插座功能定义

2.221 本地控制:控制复位重置开关为开时,插座上面灯亮起,继电器闭合为开;控制复位重置开关为关时,插座上面的灯灭,继电器断开为关,APP 控制:控制插座开时,插座上面灯亮起,继电器闭合为开,APP 状态显示为开;控制插座为关时,插座上面的灯灭,继电器断开为关,APP 状态显示为关。

2.222 远程控制:和本地控制状态一样,通过 APP 可远程控制家中空调、冰箱、电视等用电器;

2.223 USB 功能:具有 USB 充电功能;充电时,红灯亮起;不充电或者充电完成时,红灯灭。

2.224 计量功能:实现电气连接和计量功能。可以检测用电器的电量、电流、电压、有功功率等电参数信息。

2.225 联动控制:可与家中其它标准 ZHA 协议的传感器,相互联动实现控制。

2.226

3 系统方案特色

3.1 采用 ZHA 标准协议:

ZHA 全称 ZigBee Home Automation,即 zigbee 家庭自动化控制;由 zigbee 联盟发布,定义了设备

介绍以及在住宅或者商业照明场所普遍应用的标准做法。安装场景不仅适用单个房间,更适合全屋智能。主要应用包括照明、暖通空调、窗帘遮阳、安防、门锁、电力测量、智能家用电器等。该协议提供标准接口和设备定义以允许不同 zigbee 设备厂商间实现互联互通。德力西的开关、插座等产品都是基于 ZHA 标准协议方案,可非常方便接入或者连接其它任何品牌或厂家标准协议的产品。

3.2 实用性强

智能家居所想要实现的是一个轻松、舒适、便捷、高效、安全的生活环境,所以实用性是智能家居产品的核心。

其一,开关与插座,是一个家庭中出现频率和占有率最高的产品,也是家庭中不可或缺的产品,实现开关与插座的智能化,正是符合大众所需;

其二,通过 APP 或是远程实现控制,可以解决人们对家庭设备的管理,真正实现出门忘关电灯、家用电器等烦恼,给生活带来便利。

3.3 安全可靠性强

智能家居的系统实现了智能化的控制,随之而来的安全问题,也是大家非常关注的点。

首先在软件控制上,对开关、插座在电源、系统备份等方面都采取了一定的容错措施,保证其能正常工作,并且应对各种复杂的环境变化;

其次,在硬件上采用 ZigBee 技术,zigbee 提供相应的安全规范,包括秘钥建立、秘钥传输,帧的保护和设备管理办法的安全服务,这些安全服务形成了 ZigBee 设备内实现安全策略的结构单元;

再次,通过安防传感产品的加入,实现传感器间的联动控制,也增加了家庭的安全性。

3.4 兼容性、可扩展性高

智能家居的控制系统一直困扰大家的一个问题,就是互联互通性差;不同的厂商,都有自己设计的控制协议,这在很大程度上限制了用户的可选择性,更限制了整个行业的发展。而德力西的开关与插座等一系列智能化的产品,采用基于标准 ZHA 协议的通讯模块,很好地解决了这个问题,真正实现了多功能、开放、可扩展的功能,提高了智能家居系统集成的兼容扩展能力。

4 关键技术介绍(ZIGBEE)

4.1 zigbee 技术:

ZigBee 技术是一种近距离、低复杂度、低功耗、低速率、低成本、自组网、高可靠的双向无线通信技术。ZigBee 作为一种无线连接,可工作在 2.4GHz(全球流行)、868M(欧洲流行)和 915MHz(美国流行)3 个频段上,分别具有最高 250kb/s,20 kb/s 和 40 kb/s 的传输速率。通信距离从标准的 75 米到几百米、几公里,并且支持无限扩展。它可以嵌入各种设备,主要用于短距离、低功耗且传输速率不高的各种电子设备之间进行数据传输以及典型的有周期性数据、间歇性数据和地反映实际数据传输的应用,特别是自动控制和远程控制领域。

4.2 zigbee 芯片及模块厂家:

目前市场上主流的 zigbee 芯片厂家,主要为 TI、NXP、Freescale、Siliconlabs 等几家主流厂商;早在 2012 年初,德州仪器(TI)、飞思卡尔(Freescale)、恩智浦半导体(NXP)、上海顺舟电子、立达信等 IC 设计公司、网络设备公司、照明系统公司已分别推出芯片级和系统级的基于 zigbee 技术的解决方案。

4.3 zigbee 联盟组织

zigbee 联盟是成立于 2004 年的由公司和其他组织构成的联合体,旨在维护基于 IEEE 的 802.15.4 个人局域网的 zigbee 无线标准,同时继续开发并提供操作性测试。经过十多年的发展,zigbee 联盟已经将来自许多领域的供货商结合起来,成为了一个完整的生态系统,为所有用 zigbee 标准的产品提供测试认证,截至目前全球已经有超过 400 家会员。

5 使用安装建议

5.1 门口处:一般可安装 2 个三键智能开关和一

个情景开关,用于控制客厅电视墙射灯、吊顶灯及客厅电动窗帘、阳台灯等,通过门口的开关设定来做相关的灯光等场景设定;并且可加以配合安防相关产品,如门磁、人体感应等做相应的联动控制或报警信号上传。

5.2 客厅:客厅内可安装 1 个带显示触摸屏的情景开关,结合家中灯光、窗帘、空调、电视、安防监控等各个设备,设置早安模式、离家模式、回家模式等各种类型的场景模式。

5.3 卧室:卧室门口和床头根据需要,安装相应的开关与插座设备;入门处,安装 1-2 个智能开关,用于控制卧室灯光控制;床头处可安装 1 个智能开关和 1 个情景开关,情景开关可根据需要设定起床、睡眠、起夜、看书等不同场景模式;床头与电视、电脑桌(有安装)处,安装普通 10A 插座,带 USB 充电功能。

5.4 厨房与餐厅:安装智能开关与情景开关,可以设定就餐等相应场景;安装插座,用于控制厨电设备的控制;可以安装相应安防设备,如煤气检测、浸水检测设备。

5.5 卫生间:安装智能开关,用于控制灯具的灯光和排气扇;

7 结束语

智能家居正以势不可挡之势袭来,并且已经在各地陆续落地很多实际应用案例;德力西作为一个老牌的电工电气厂商,将在自身产品上升级,打造智能化产品的优势,为智能家居系统集成添彩添色。

浅谈 GB/T 11918.4-2014 国家标准及其应用

马壮宏,丁汉辉

(汕头市东亚电器厂,广东 汕头 515041)

摘要: 本文介绍了国家标准 GB/T 11918.4-2014《工业用插头插座和耦合器 第4部分:有或无联锁带开关的插座和连接器》的联锁技术应用,阐述工业插座为什么要有联锁的原因和有关技术发展趋势。

关键词: 国家标准;工业插头插座;联锁装置;应用

A Brief Talk on Application of the China Standard GB/T 11918.4-2014

MA Zhuanghong, DING Hanhui,

(Shantou Eastasia Electrical Apparatus Factory Shantou 515041)

Abstract: This article introduce technical application of Interlock device of China Standard GB/T 11918.4-2014《Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purpose Part 4: Switched socket-outlets and connectors with or without interlock》, and introduce the reason and the tendency of technical development of relative product of socket-outlets for industrial purpose.

Keywords: China Standard Plugs, Socket-outlets for Industrial purpose Interlock or interlocking device application

1 概述

经国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会批准,新版国家标准 GB/T 11918.4-2014《工业用插头插座和耦合器 第4部分:有或无联锁带开关的插座和连接器》于 2014-06-24 发布,标准实施日期 2015-01-22。本标准修改采用 IEC 60309-4:2012,是现有 GB/T 11918 系列标准发布的第 3 个标准,国际国内首次发布,从标准内容看体现了世界对安全、对绿色经济的重视。下面谈谈标准一些主要技术内容在电气装置中的安全必要性以及应用体会。

随着我国技术标准的迅速发展,对工业用电的可靠性,安全性有明显作用的工业用插头插座标准及产品的应用,改变了以往不安全的接电方法或施工方法。采用工业用插头插座的插接作为电源与设备电的连接及电缆之间的连接,替代了老的不安全的手工接线方法,新的连接方法在防

水性能、安全性、可靠性有了很大提高,使我们在电工技术这一领域赶上国际先进水平。但工业用插头插座如何与电气设备配套以达到安全可靠使用,标准 GB/T 11918.4-2014 的发布为我们解决这个问题提供了方法和技术规范要求,为工业用插头插座的应用提供了许多安全保护措施,为这个产品系列如国际上发达国家一样的广泛应用提供了技术支撑。因为带联锁装置的工业插座应用产品很多(见图 2),故以下先简单谈谈 GB/T 11918.4 为什么重点规范联锁技术要求。

我们知道,插头插座若带电插拔,这过程相当于开断电路,电极间隙中会产生电弧这一现象。电弧的产生一方面是电路仍旧保持接通状态,延迟了电路的开断,一方面将烧损用来接通和开断电路的电极触头以及可能破坏绝缘,在最严重的情况下,甚至能引起电器的爆炸和火灾。虽然电弧的物理过程比较复杂,但不同触头材料的最小起弧电压和最小起弧电流却不大,如铜触头材料分别

是 13V 和 0.43A,而且当电流达到一定程度是触头电极间的电弧弧柱温度相当高,单位 K(见图 1)。

由上可见,插头插拔限制电弧产生十分重要,所以 GB/T 11918 工业用插头插座和耦合器标准系列增加“第 4 部分:有或无联锁带开关的插座和连接器”,其主要技术内容就是规定了工业用的有

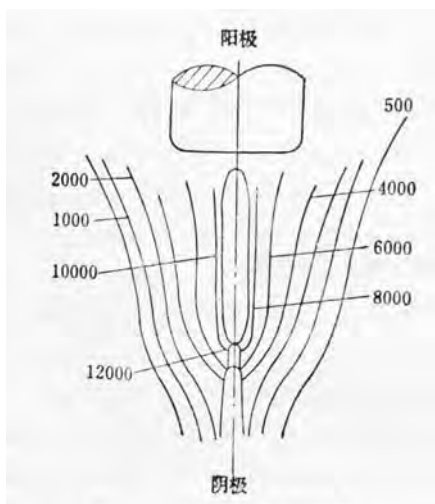


图 1 200 安碳电极电弧的温度场

或无联锁带开关的插座和连接器的防触电保护、联锁、开关及其元件、结构、机械强度、电气性能等技术要求,这是实践中必然产生的安全性与可靠性的需要,为有插座电路采取限制电弧产生和电路保护提供了有效措施,为和谐社会的安全做出了贡献。



图 2

2 GB/T 11918.4-2014 标准及应用

GB 11918.4—2014《工业用插头插座和耦合器 第 4 部分:有或无联锁带开关的插座和连接器》是使用重新起草法修改采用 IEC 60309-4:2012 制定的,国际和国内版本都是第一次发布。标准共分 29 章,为:1 范围;2 规范性引用文件;3 术语和定义;4 总则;5 标准额定值;6 分类;7 标志;8 尺寸;9 防触电保护;10 接地措施;11 端子和端头;12 联锁、开关及其元件;13 橡胶和热塑料材料的耐老化;14 一般结构;15 插座的结构;16 插头和连接器的结构;17 器具输入插座的结构;18 防护等级;19 绝缘电阻和电气强度;20 分断能力;21 正常操作;22 温升;23 软电缆及其连接;24 机械强度;25 螺钉、载流部件和连接;26 爬电距离、电气间隙和穿通密封胶距离;27 耐热、耐燃和耐电痕化;28 耐腐蚀与防锈;29 限制短路电流耐受试验,它结合 GB 11918.1—2014 一起使用。

从标准内容可以知道,有些内容是经常接触到的,重点在于规定电器附件带联锁或开关等要求,它主要起到操作安全的目的,因这些要求其他

标准没有,是本文主要探讨的问题,而对于插座、连接器的防触电、过载等保护功能的应用本文不予讨论。

2.1 联锁

关于插座联锁要符合 GB 11918.4—2014 第 12 章要求,插座或连接器的联锁目的就是使插头不能带电插拔插座或连接器,即触头不得带负载断开或接通。在实际应用中,由于存在插头插座插拔电极开断电路最小起弧电压和最小起弧电流问题,我们如何确定多大电流的插座就必须采取联锁措施呢?

我们认为,第一要根据实际需要确定,如火花或电弧对电路的干扰等因素会不会影响电路的正常工作等。第二要根据相关标准确定,如 IEC 60204-32:1998 Safety of machinery —Electrical equipment of machines — Part 32: Requirements for hoisting machines (机械安全—机械的电气设备—第 32 部分:起重机械的要求)规定 63A 插座及以上需加开关器件联锁。而在 IEC 60204-32-2008 版,修改为 32A 及以上的插座要加开关器件联锁,保证在开关处于断开位置时才能连接(插头插入)

和断开(拔插头出)插头。但国内有些标准还在采用 IEC:1998 年老版本,没有及时跟踪 IEC 的换版,滞后于技术发展,所以有出口的单位要了解。

GB 11918.4—2014 的发布按 IEC60309-4:2012 版起草,及时适应技术发展需要,保持了技术先进性。插座或连接器的联锁一般有电气、机械和电气机械结合几种方法,叙述如下:

2.1.1 电气联锁装置

工业插头、插座在 63A 及以上规格产品中间皆有一个控制触头,其作用是当插头座主触头可靠插接后,两控制极再互相接触,利用这个极,通过适当的连接,如在配电箱上接上指示灯或其他信号器,我们可以通过信号器了解电路通断情况,也可以做为电气联锁触头控制接触器等继电器来控制电路。如图 3 是电气联锁的 2 个例子。

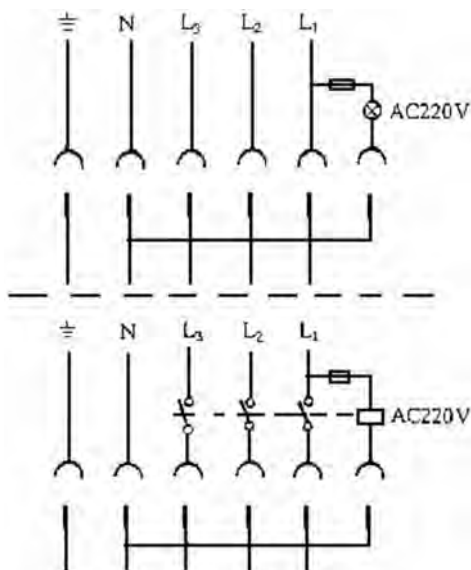


图 3

有电气联锁的插座或连接器的控制电路和开关,要符合 14048.5-2008《低压开关设备和控制设备 第 5-1 部分 控制电路电器和开关机电式控制电路电器》与 GB15092.1-2010《器具开关 通用要求》标准要求。值得一提的是,这些元器件的动作有一个时间,虽然很短,但当这个时间长于插头拔出插座触头的时间,就相当于电气联锁失效,会引起电弧,所以应用电气联锁时一定要设计和计算好有关参数。

2.1.2 机械联锁装置

机械联锁装置相对复杂,要根据插座的具体

结构来设计,开模具的零部件较多,成本高,但它有联锁作用明显可靠的优点,一般应用较多。见下面应用线路和产品面板图(图 4、图 5)。

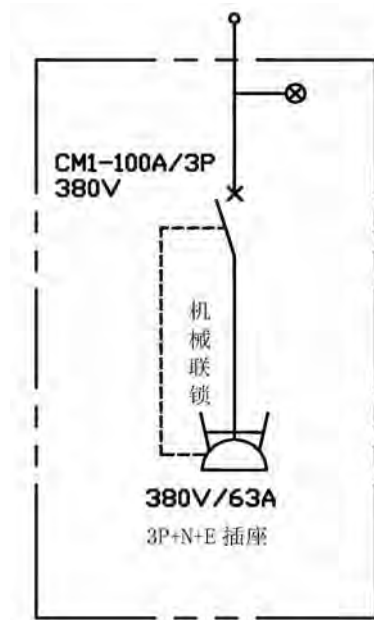


图 4



图 5

2.1.3 电气、机械结合联锁装置

电气、机械结合联锁顾名思义就是上述两种联锁机构(线路)结合来实现,装置比较复杂和可靠,但反过来讲相对复杂的东西反而可靠性要低,所以设计时要权衡比较。目前在应用上多采用简单的结合机构装置。

随着中国制造 2025 的倡导,智能化发展迅速,国民经济很多生产领域现场作业已经实现无人操作的远程控制自动化。联锁带开关的插座和连接器产品在这方面能作为普通接线的技术进步应用产品得以应用,有配套需求。联锁带开关的插座产品推广应用,关键在于适应技术需求,标准和

产品技术须与时俱进,如机械和电气结合联锁装置要和电磁铁、伺服电机,甚至应用机器人配合完成。所以,对我们电器附件企业来说,将面临新的技术进步挑战。

4 结束语

GB 11918.4—2014 标准提供了有或无联锁带开关的插座和连接器产品,提高了工业用插头插座产品安全可靠性和防护性能,能更大范围满足国家建设需要,反映了国际新技术向更加安全可靠和绿色环保要求的方向发展,我们要对产品予以更大范围的推广应用。随着中国制造 2025 的发展,本标准和技术自身也要不断创新发展,设计、

制造部门和应用单位技术人员应该为此加倍努力,为电工技术进步做出贡献。

参考文献:

- [1] 张冠生《电器学》[M].北京:机械工业出版社,1980 26~41.
- [2] GB/T 11918.1—2014 工业用插头插座和耦合器 第 1 部分:通用要求[S].
- [3] GB/T 11918.4—2014 工业用插头插座和耦合器 第 4 部分:有或无联锁带开关的插座和连接器[S].
- [4] 丁汉辉 马壮宏 黄继彬 2014 年新发布 GB/T 11918 国家标准系列介绍及其应用[J].日用电器,2014,2014 增刊-电器附件专题:46~50.

英国 BS8546 旅行转换器标准介绍和案例探讨

吴 洋, 张 军

(上海天祥质量技术服务有限公司, 上海 200233)

摘 要: 本文通过介绍新出版的英国 BS8546:2016 旅行转换器标准的主要内容, 详细探讨了该标准的侧重点。并对英国市场上该类产品质量现状进行实例分析, 给生产厂家在产品设计和生产上提供一些指导性的建议。

关键词: 旅行转换器, 英国标准, 检测要求, 安全设计

Introduction of UK BS8546 for travel adaptors and case study

Abstract: A safety standard of UK BS8546:2016 for travel adaptor was newly published. An introduction and research were made on various aspects in this standard. Considering the designing of such product being in a messy and uneven quality status, some guidance relating to manufacturers in designing and production was provided.

Keywords: travel adaptor, British standard, testing requirement, safety design.

1 引言

英国于 2016 年 4 月出版了全新的旅行转换器标准 BS 8546:2016。据悉, 该标准从立案到发布, 前后经历了 5 年多的漫长的过程, 它侧面反映了英国在标准制定中谨慎的、认真的态度。

BS8546:2016 的编制是基于市场的迫切需要。在此之前, 到处可见的“旅行转换器”已经在英国流行很多年, 它们甚至不符合最基本的要求(图 1), 如不存在保护门、没有 BS1362 保险丝、关键尺寸不合格等, 一直以来也没有专门的旅行转换器标准来检测产品是否足够安全, 即使有, 只有少部分的产品按其他 BS 标准做了有限的测试, 表 1 是英国 BS 标准的应用举例, 这些标准的测试范围都有局限性。

随着市场上越来越多的各种样式旅行转换器产品的出现, 监管机构意识到解决安全上的问题或隐患已经变得刻不容缓了, 意识到这些“熟悉的”产品在使用中可能是相当危险的, 若仍没有评估它们的标准, 将不可能有效地排除这些有缺陷的产品, 这将使得用户一直置于潜在的风险中。

据悉, 编制组起草标准的初期曾考虑直接强

制要求插头或插座必须满足相关国家标准尺寸等要求, 但如果这样, 很多功能新颖的旅行转换器将被阻碍进入市场, 故最终出版的标准在很多测试要求上是尽可能包容的和考虑周全的, 比如如何允许各种类型的插头插座(如多用孔插座)在安全有保证的条件下可以合理的使用; 如何允许用户操作配置机构来切换插头或插座部分; 如何允许可调节的、可折叠插销的结构的使用; 如何考核其中 USB 充电电路等等, 所有这些都是为了保证必要程度上的安全但同时给产品有发展的空间。

2 标准主要内容简介和探讨

导读: BS8546:2016 规范了主要与英国插头插座系统相关的旅行转换器, 它是一个相对独立编写的专用标准, 它意在涵盖英国市场上的大部分类型的旅行转换器产品并逐渐地将它们引入安全产品的正轨。

BS8546 对旅行转换器的结构、额定值、标识、尺寸和测试方面都有比较全面的描述, 它原则上允许各种类型插头插座进行合理的组合或重叠; 它包含了很多新结构或新功能的具体检测要求,



图 1 英国市场常见的旅行转换器产品及一些问题

表 1 BS 标准的应用说明

图片或信息	基本描述或参数	适用标准	结构说明
	插头和插座都是 BS1363 形式的，	BS1363-3:2016 ²	多于两位以上必须有 BS1362 高分断的熔断器
	插头是 BS1363-1，插座是 2P，插座孔型可以被 BS 4573; BS EN 50075, NEMA 1-15P 插合。	BS 1363-3:2016 (剃须刀用转换器) (shaver adaptor)	必须有熔断器，熔断器的规格必须是 BS646, 1A 的。
	一般不提供接地连续性，见左图：1)用工具打开上盖，2)将 BS EN 50075 的插头与弹套相接，3)合上外壳。	BS 1363-5:2016 ³ 转换插头 (conversion plug)	需要用工具打开。因不同厂家的插头外壳大小不一、形式多样，此转换插头与它们很难广泛兼容。
	一般是套装，插头或插座都不是完全的标准尺寸。	BS5733 ⁴ 电气附件的通用要求-规范	BS5733 在英国可算一个万能标准。附件产品找不到适用标准时有时也可以采用它。

比如检测带熔断器的、有可拆分插头的、有可配置机构的；在测试方法上，它也融入的其它标准(如 IEC60884-1)的要求，比如带不同类型插头的旅行转换器施加在墙壁插座的附加力矩、用于容易的拔出转换器的抓夹面的检测、按不同情况做温升

和判断数值等。并根据本国情况对嵌入的充电用 USB 电路新增了额外要求，重新考虑了插销绝缘套的耐磨要求等等。

下表 2 是内容简介，主要介绍的是与 BS1363-3 不一样的一些内容。

表2 BS 8546:2016 适用于UK 英国插头和插座系统的旅行转换器-规范

条款	标准主要内容简介	探讨
1	范围	
	该标准规定了用于临时连接电气设备的旅行转换器的结构、额定值、标记、尺寸和测试方面的基本要求。	“临时连接”是趋势，它区别于常规的家用的插头或插座系统。
	适用于至少有一个插头或插座可与 BS 1363 插头或插座插合的（以适合于连接非 BS 1363 插头或非 BS 1363 插座）的旅行转换器。	产品范围主要都与英国系统有关。见表 1。与英国系统无关的其它组合可能用 BS5733 等
	包含了充电用 USB 电路的旅行转换器的相关测试要求。	装有 USB 电路的产品需要结合相关标准，标准要求之间衔接通过主标准 BS8546 来引导，详见章节 13.19 及附录 F。
	适用于家用、商用和轻工业用的旅行转换器，其电压额定值 $\leq 250V$ a.c. 电流额定值最小 5A，最大 13A。	注意电流额定值“最小 5A”这个新要求
	在该标准范围内旅行转换器不转换电压。	
	该标准不包括符合 BS 1363-3 的转换器和符合 BS 1363-5 转换插	BS8546 与 BS1363-3 和 BS1363-5 是并行的。
2	引用标准	
	此 BS8546 的引用的重要标准中有 BS 1363-1/-2/-3/-4/-5; BS5733; BS EN60950-1; BS EN 62368-1; BS EN 62680-1	BS 1363-1/-2/-3/-4/-5:2016 是新版。62368-1 被建议代替 60065 与 60950-1 的新版本
3	术语和定义	
	3.1 可配置的旅行转换器(configurable travel adaptor): 插头部分或插座部分的样式由用户配置。	附图是一种可配置的旅行转换器。根据说明书配置。 
	3.6 正常使用(normal use): 根据制造的目的和按照制造商预期的方式而进行的使用 来源: BS 5733:2010 + A1:2014, 3.5	本标准的“正常使用”的定义是新颖的，它间接地给了制造商一定的主动权。由制造商来主导产品设计和使用。
	3.9 标准尺寸页(standard sheet): 国家和国际标准中规定的插头插座的尺寸要求。备注: 有关标准的更多信息，请参考 IEC TR 60083:2015。	IEC TR 60083:2015 ¹ 是一个有用的信息类标准，可以查到许多国家的标准代号和插头插座的基本样式，但详细要求和尺寸需要在相对应的国家标准中查看。
	3.10 旅行转换器(travel adaptor): 偶尔或临时的使用的，插头部分与相对应的插座插合。插座部分可接纳一个或多个插头的移动式附件。	与其它标准中定义相同。
4	分类	
	旅行转换器大致有如下分类，如： a) 单位或多位； b) 带保险丝或不带保险丝； c) 可配置或不可配置的； d) 带或不带接地； e) 在英国使用（如带有 BS 1363 插头部分）； f) 在英国以外使用（如带有 BS 1363 插座部分）。	
5	通用要求	
	5.1 旅行转换器的设计和结构应使其在正常使用时性能可靠，并对用户或周围环境的危险降至最低。	我们都知道“安全”是相对的，这里可指安全评估可交给使用标准的（认证机构或实验室）。
6	型式试验	
	BS8546: 2016 的表 1 所列的测试计划和样品数量是 BS 标准特有的，一般情况下需要 9 组样品。	如果具有多个插头或插座孔是多用孔的，需要的样品数还要增加。
7	额定值	
	额定电压 $\leq 250V$ a.c. $5A \leq$ 额定电流 $\leq 13A$ 。 额定电压不能低于转换器所插入的插座的电压。 额定电流必须是以下最低的 a) 所有插座之和，且 $\leq 13A$ ； b) 额定值最低的插头部分的额定值，且 $\leq 13A$ ； c) 熔断器的额定值，且 $\leq 13A$ ；	英国市场上，某些配有 2.5A 熔断器的旅行转换器产品将需升级或改进或退出市场。 

条款	标准主要内容简介	探讨
8	标识	
	8.1.1 (摘取) b) 英国标准号, 如 BS8546:2016 c) 额定电流 d) 额定电压 f) 保险丝符号 g) 意向用于无接地的旅行转换器上可以标“注意: 仅用于未接地的电器”; h) 此转换器不能转换电压; i) USB 端口符号。	标志有标准号是英国标准的特色之一
	8.1.2 旅行转换器的安全信息应包括制造商声明的兼容插头和插座系统。安全信息尽可能在本体上, 实在不可行时, 可以在包装上和/或随产品一起的说明书。	安全信息是否完全或实用的评估没有详细介绍。
	8.1.3 c),d),g),h)的标识在转换器与插座插合时应是可见的。	重要标识的位置是正常使用中是可见的。
9	尺寸和布置	
	在所声明的兼容的插头和插座系统中, 应不可能: a) 将一个旅行转换器的插头部分与一个额定电压较高的插座插合; b) 将插头的一个带电插销与旅行转换器的插座部分的接地触头插合; c) 将插头的一个接地插销与旅行转换器的插座部分的带电触头插合; d) 将插头与旅行转换器的插座部分插合时而其接地电路是断路的。	
10	电气间隙、爬电距离和固体绝缘	
	旅行转换器根据附录 A 分类为过电压类别 III。 旅行转换器指示灯的引脚间的距离至少为 1mm。	过电压类别 III 是英国的新要求, 在 IEC 等标准中, 移动式产品分类仍然是过电压类别 II。III 类的要求比 II 类的严格, 比如电气距离和脉冲耐压测试值。
11	带电部件的触及	
11.1	旅行转换器 (含可配置的旅行转换器): BS EN61032:1998 第 11 探针 (作用力 5N) 不应接触到带电部件。测试是在: a) 旅行转换器或任何部件是部分或完全与插座接合; b) 插头与旅行转换器部分或完全接合。	IEC 60884-1 ed.3.2:2013 ² 第 10.1 中的备注供参考: 在下列国家不进行插头部分插入试验: CH (瑞士), CA (加拿大), DK (丹麦), JP (日本), US (美国)。另见表 3, 的探针图, 它等同于标准测试手指。
11.3	带可分拆的插头部分的转换器: BS EN61032:1998 第 13 探针不应接触到带电部件。测试是在插头部分是与一个插座接合时进行。	
11.4	由保护门保护的插座孔: 带电部件的触及: 带保护门的插座孔一般需要经受图 1 的测试针 (直径 1mm 长度为 20mm, 作用力为 5N) 和适用类型的插销 (可参见 IEC TR 60083 找到对应国家的标准中的插头, 作用力为 20N) 的测试。	BS8546 的图 1 与 BS 1363-3 的图 1 是等同的。另见表 3 的探针图
11.5	不带保护门的插座孔: BS EN61032:1998 第 13 探针不应接触到带电部件。	另见表 3 的探针图
11.6	单插销插入: a) 旅行转换器的任何一个接地插销, 或者与转换器插合的插头上的接地插销不能与带电插套接触, b) 旅行转换器上的或者与转换器插合的插头上的任何一个带电插销, 在任何其他带电插销处于易触及状态时, 应不能使旅行转换器的带电插套接触。	
11.7	接地触头: 接地插销应先与接地插套连接, 然后载流插销才带电。 当拔出插头时, 载流插销应在接地插销断开之前断开。 对于有接地的旅行转换器, 当没有相关接地连接时, 应不能将载流插销插合到插座中。	
11.8	有熔断器的旅行转换器: 在转换器的插头与插座插合时, 应不可能接触到熔断器。	
11.9	可拆解:	

条款	标准主要内容简介	探讨
	除了可配置的一些旅行转换器, 应不可能通过手或一般工具拆解它。	
11.10	弹性外壳: 11.10.1 有弹性外壳应不可能被 BS EN61032:1998 第 13 探针接触到带电部件, 作用力为 30N。 11.11.2 可能薄弱的地方进行按标准中图 2 所示进行 240N 下的压力测试, 受压过程中, 在带电体与接地的压力块之间进行耐压测试。	另见表 3 的探针图
12	接地措施	
13	结构	
13.1	载流部件或接地触片部分必须是黄铜、铜或磷铜。铜的含量应 50%	锌合金等新型材料暂不在考虑范围。
13.3	如果旅行转换器的插座部分有接地, 插头部分要有接地。	
13.4	规定了旅行转换器的熔断器的类型。带有 BS1363-1 插头的旅行转换器应有符合 BS1362 的熔断器。带有熔断器的其它插头的熔断器可以是其它类型 (BS1362, BS EN60269, BSEN60127), 但必须是高分断类型的。	
13.5	熔断器的接触: 用实心钢制的量规进行 10 次替换测试。	
13.6.1	旅行转换器的保护门要求: 旅行转换器的插座部分, 若插座部分在相关国家要求有保护门, 则此旅行转换器的插座部分要求有保护门。	
13.6.2	适用类型的插头与旅行转换器的插座部分的机械耐久操作: 拔出和插入 5000 次 (10000 个行程)。 对于可以接纳多种尺寸插销的插套, 最不利的插头应当被选用于测试, 至少最小和最大应当被使用。	
13.7	旅行转换器施加在墙壁插座的附加力矩要求: 总重量不得超过 800g, 带有 BS1363-1 插头的旅行转换器可以是 0.7Nm, 其它的一般按 0.25Nm 要求。	0.25Nm 的要求在一些国家有例外, 如: 瑞士允许至 0.5Nm。
13.7.3	旅行转换器的抓夹面: 旅行转换器的形状应设计, 用手能容易地把它从相应的插座中拔出。 它应满足至少下述一项要求: — 在轴线方向具有至少 55mm 的可抓紧长度; — 转换器必须配备一条或几条凹痕以便直径 12mm±1mm 的球在两个相对的方向上各自压入至少 2mm 深或在一个方向上压入至少 4mm 深; — 装有用于拔出的特殊装置, 例如钩、环等	BS8546 对转换器的抓夹面尺寸有了更详细的规定。
13.8.1	旅行转换器的插座插套应当与对应插销的两个相对面接触。插套的弹性应当是自适应的, 不能通过绝缘材料传递压力。	
13.11	旅行转换器的插销应防转动, BS1363 的插销是 1Nm, 其它的插销 0.4Nm。 一些带有旋转插销的转换器可以接受, 但角度和旋转次数根据情况被限定。	
13.12	插销绝缘套的耐磨损: 绝缘套经受 1250V 耐压测试, 绝缘套的耐磨次数为 5000 次。	BS1363-1 第 12.17 节对绝缘套耐磨次数要求是 10000 次。这里降为 5000 次。
13.13	插销绝缘套的耐高温压痕测试: 扁插销的或圆插销的绝缘套在高温 200℃ 的加热箱里进行 2 小时的压痕测试后, 绝缘套的厚度不能减少到 50% 以下。	由于带 2.5A 熔断器的旅行转换器不在本标准范围之内, 原文中的 120℃ 应是打印错误。
13.14	旅行转换器的插头插销和 ISOD (绝缘保护门打开装置): 对于非实心插销, 0.2mm 的钢丝探针被用于检测所有的缝。	ISOD 也可简称为“塑料接地针”。
13.15	插销的强度: 旅行转换器插头插销应当有足够的机械强度	这里只考虑了 BS1363 形式的插销强度, 其它形式的插销强度暂没有详细要求。
13.16	ISOD (绝缘保护门打开装置) 机械强度: 非 BS1363-3 的非实心插销按图 7 装置需经受 100N 力。	
13.17	带 BS1363 形式的非实心或镀镍插销和/或 ISOD: 内容等同于 BS1363 标准。	
13.18	可配置的旅行转换器: 单个的相线或中性线的插销和对应插套间的电压降在额定电流和电	

条款	标准主要内容简介	探讨
	压压下不得超过 40mV, 可移动部分要能耐受 300 次的操作或装配, 重新进行的电压降测试值不得超出耐久前测量值的 50%。	
13.19	带 USB 充电端口的旅行转换器: 要求见本标准的附录 F	
13.20	旅行转换器不得装配开关	
13.21	旅行转换器中的电子元件: 电子元件应符合本标准的附录 G G1: 相关的标准 (如浪涌) G2: EMC, BS EN 61000-6-1 和 BS EN 61000-6-3	电子元件的国家差异性的详细要求暂时没有详述。
14	螺钉, 载流部件和连接	
14.2.1	用于电气连接的并有机械固定作用的铆接应当防松或防转动。	
14.3	电气连接件中不能有通过塑料来传递压力。	
15	耐老化	
16	耐潮湿	
	任何有弹簧的盖子应当在测试打开。	
17	绝缘电阻和电气强度	
	测试前, 指示灯或类似的一极应断开。	
18	温升	
	旅行转换器根据 18.2 和 18.3 章节的温升不得超过下列限值: a 相线和中性线的垫片上 (见 18.3.2 和图 8): 37K b 非 BS1363 形式的插销上的夹持块: 45K c. (非 BS1363) 测试插头的端子或端头: 45K d. BS1363 测试插头的端子或端头: 52K e. 可触及的外表面: 52K	18.3 节里对带有非 BS1363 形式插头和带有 BS1363 形式插头的转换器分别有了通用要求, BS 标准中谈到了 IEC60884-1 标准关于金属夹块的使用。
19	机械强度	
19.2	滚桶测试 将旅行旅行器置于图所示滚桶中进行试验。此滚桶以约 5r/min 的速率旋转, 每个转换器跌落 25 次。	BS 标准的滚桶测试设备的跌落面是 5 层 x1.4mm 的胶合板。
19.4	插销的保持力 滚桶测试完成后, 转换器先在 70℃ 加热箱中烘 1 小时, 然后每个插销经受 100N 1min 的拉力测试。	插销上测试拉力统一成 100N。 现 IEC60884-1 第 24.10 节是按表 16 的最大拔出力的值进行拉力测试的, 比如 2P+E CEE7/VI 插头的最大拔出力是 54N。
20	耐热	
20.1	耐热的通用要求: 置于 70℃ 温度的加热箱中 60 分钟。试验期间, 它们应不能出现影响今后使用的变化, 且密封胶 (若有) 不可流动到露出带电部件。	区别于 IEC60884-1 第 25.1 节的加热箱温度 100℃。
20.2	弹性材料: 在 70℃ 温度的加热箱中进行高温下压缩测试 (20N, 60min)。	
20.3	球压测试: 相关试验后, 压痕不超过 2mm (摘录) c) 将载流部件保持在正常位置的绝缘材料和 ISOD (塑料接地针): 125℃ d) 其它材料: 75℃	125℃ 的温度与国际标准 IEC60884-1 一致。
21	绝缘材料的耐异常热和耐火	
	将载流部件保持在正常位置的绝缘材料: 750℃ 不是将载流部件保持在正常位置的绝缘材料: 650℃	本标准主体部分与 BS 1363 标准类似, 注意附录 F7 中的附加要求, BS EN 60950-1 或者 EN 62368-1 对 USB 充电端口周边绝缘材料有着复杂的附加要求, 比如有些外壳绝缘材料要求是 V-1 等级。
22	抗过度的剩余应力和防锈	
	本节要求与 BS 1363 等同。	
附录 A	额定脉冲电压、额定电压和过电压类别之间的关系	
附录 B	污染等级	
附录 C	额定脉冲电压测试	
附录 D	电气间隙和爬电距离的测量	
附录 E	相比漏电起痕指数 (CTI) 和耐漏电起痕指数 (PTI) 的测定	

条款	标准主要内容简介	探讨
附录 F	为移动设备充电的 USB 电路:	
F.1	F.1.1 USB 电路应符合下列标准的要求 a) BS EN 60950-1;或 b) BS EN 62368-1;或 c) BS EN 61558-2-16 和 BS EN 61558-2-6; 和 d) BS EN 62680-1-1。	注意这里的“或”和“和”关键词, F.2 至 F.7 这些是英国标准对 USB 部分的附加要求。
附录 G	内嵌电子元件的要求	
	G.1 通用要求:内嵌电子元件应符合相关标准 G.2 EMC 要求: BS EN 61000 系列,特别: a) BS EN 61000-6-1; 和 b) BS EN 61000-6-3.	

通过如上的基本内容介绍,我们可以看到 BS8546:2016 的编制格式与其它 BS 标准有很大的不一样,测试要求融入了 BS1363 标准,如各种插销(含 ISOD)的强度测试,另外也融入或考虑了国际标准 IEC60884-1 的要求,如温升、插销的扭力、球压测试等,这样,当同一产品若按其它国家标准进行检测时,测试结果将有共性。

BS8546 的一些要求是特殊的,但笔者认为要求有待商榷,如:

- 7.1 节不允许 5A 以下的旅行转换器,即使它配置了合适的熔断器或过流保护装置。
- 13.7 节带非 BS1363 插头的转换器的附加力矩统一要求为 0.25Nm。
- 10.1 旅行转换器的过电压类别是 III,这样将提高移动设备中充电用的 USB 电路的考核要

求,而其它标准中移动类 USB 产品的过电压类别一般是 II。

- 20.1 节耐热测试中加热箱里的温度是 70℃,它远低于 IEC 标准要求的 100℃;

因为英国法规的规定,BS8546 的一些要求是强制的并且是严格的,制造商需要进行更加精心的设计才能达到;如

- 带英式插头的旅行转换器必须带有熔断器(如 BS1362 保险丝)。
- 带英式插座的旅行转换器必须有保护门,但同时旅行转换器的插座部分往往有多用孔,甚至曾大量在市场上流行的万用孔型(见图 2)。

另外,我们有必要总结一下 BS8546 的部分探针的应用,见表 3,这些探针对理解防触电的检查有帮助。



图 2 插座孔型是多用孔或万用孔的例子

表 3 BS 8546 中的部分探针总结

BS EN 61032 第 11 探针 (标准测试手指,检测带电体的可触及)	BS EN 61032 第 13 探针 (直径 3mm-4mm, 长 15mm, 检测特殊结构的转换器带电体的可触及)	BS8546 的图 1 探针 (直径 1mm, 长 20mm, 主要用于检查保护门处的带电体的触及)

3 英国市场上旅行转换器的案例探讨

据英国官方信息，英国市场上的旅行转换器的质量和安全是令人堪忧的，比如不能防止插头和插座间的危险的连接和误配合了、在需要接地时没有提供“安全接地”、可触及的部件可能会带电、使

用不兼容的插头会导致不正常的插合、明显的误用不兼容的部件、绝缘材料或金属材质严重不良、有潜在的危险结构等等。让我们看看旅行转换器产品有哪些可能的质量问题或安全问题吧，见表 4。

表 4 旅行转换器一些质量或安全问题的分析举例

实例照片	可能的质量或安全问题	来自标准的具体要求
	标签标识不规范，许多此类产品乱标 CE 标识，甚至缺少销售商名称或商标。	欧盟颁布的 LVD 低电压指令 2014/35/EC 附件 II 的相关规定，此类旅行转换器产品不在 LVD 指令范围内。
	结构不合格，如对有多个插头的转换器，一个插头带电的同时，另一个是带电的。	旅行转换器上的或者与转换器插合的插头上的任何一个带电插销，在任何其他带电插销处于易触及状态时，应不能使旅行转换器的带电插套接触。（BS 8546:2016 第 11.6 节）
	a) 用于接地的金属插销上有绝缘套，这在英国是禁止的。 b) 左图中显示的 ISOD（塑料接地针）不是正确的形状和尺寸	在技术上没有先进性时，产品的插头或插座部分应符合相应国家（如英国）的标准尺寸页。（BS8546, BS 1363 第 9 章要求）
	重要尺寸不符合，如插座孔到插座契合面的距离过小。	用于接纳相线和中线插销的孔的任意部分到插座契合面的外围的距离不应低于 9.5mm，当保护门因载流插销同时插入时保护门动作，从插座的最低边缘算起，此尺寸可增至不少于 18mm。（BS1363-3 第 13.10 节）
<p>（这个旅行转换器的插座部分是万用孔的，它至少可以接纳 BS1363, EN50075, GB1002, AS/NZS 3112 等多种插头）</p>	插座部分的用单插销的最小拔出力量可能不合格。	如果插座能让具有不同尺寸的插销的插头插入，应选取相应的最小尺寸。
	缺少保护门（若使用国家要求有保护门）。	若申明可以插入 BS1363 插头。BS1363-3 13.7 节“保护门是强制的”
	绝缘材料可能不耐热（加热箱测试）	置于 70℃ 温度的加热箱中 60 分钟。试验期间，它们应不能出现影响今后使用的变化，如不得露出带电部件（BS 8546 第 20.1 节）。
	绝缘材料不耐热（球压测试）	用以将载流部件和接地电路的部件保持在正常位置所必须的绝缘材料部件，要经受 125℃ 球压试验。（BS 8546 第 20.3 节）
	电气连接通过塑料传递压力。（不接受的示意图之一）	电气连接不能通过塑料传递压力（BS 8546 第 14.3 节）（可接受的示意图之一）
	可能的其它问题：a) 如插套夹持在一些插头的绝缘套上；b) 如绝缘套可能不耐 200℃ 高温下压痕。	不同国家的插头的绝缘套长度是不一样的，带绝缘套的插销与插座插套的插合可能存在不适当的配合。

4 结语

虽然 BS8546 标准内容详实,但实际的产品是千变万化的,标准中的测试要求难免会存在要求过高、疏漏或者不合理等,标准的修订仍然是必须的,总之,英国标准的本意是确保产品在安全有相对保证的情况下进行合理的使用和设计,在技术上有先进性的设计时,各制造商可以与资深机构进行探讨。

参考文献:

[1] BS 8546:2016 Travel adaptors compatible with UK plug and socket system – Specification[S].

作者简介:

吴洋(1971-),工学学士,从事电器附件产品检测研究。

- [2] BS 1363-3:2016. 13 A plugs, socket-outlets, adaptors and connection units. Specification for adaptors[S].
- [3] BS 1363-5:2008. 13 A plugs, socket-outlets, adaptors and connection units. Specification for fused conversion plugs[S].
- [4] BS 5733:2010 + A1:2014. Specification for general requirements for electrical accessories[S].
- [5] IEC 60083:2015 ed.5: Plugs and socket-outlets for domestic and similar general use standardized in member countries of IEC [S].
- [6] IEC 60884-1:ed.3.2 (AMD1:2006+AMD2:2013): Plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 1: General requirements[S].

基于自动化制造的 RJ45 信息插座设计

毛仲元, 缪海兵

(西蒙电气(中国)有限公司, 江苏 海安 226600)

摘要: RJ45 信息插座是一种用于信号传输的网络接口, 是信息传输的关键节点。随着云数据时代的到来, 信息插座的用量突飞猛进, 传统的人工装配制造方式已无法满足稳定高效的生产要求。本文基于自动化制造, 分析探讨了 Cat6A RJ45 信息插座的设计。

关键词: 自动化制造、RJ45 信息插座设计

1 引言

RJ45 信息插座是一种标准接口的以太网连接器, RJ 是 Registered Jack 的缩写, 是 FCC (美国联邦通信委员会标准和规章) 中的定义, 其来源于贝尔系统的 USOC 代码 (Universal Service Ordering Codes 通用服务分类代码), USOC 是一系列已注册的接口, 由贝尔系统开发。RJ45 信息插座接口是一种国际标准的八针接口, RJ45 信息插座是铜缆布线物理层电信号传输的关键节点, 其性能极大的影响整个传输链路的性能, 其广泛用于楼宇布线、数据中心、智能建筑的接口。相比于国际成熟的标准体系, RJ45 信息插座产品的国家标准即将发行。

信息插座内部结构复杂, 我们国家的高频高性能 RJ45 信息插座的制造更多的是利用人工装配, 相比于发达国家应用的自动化制造技术, 国内的 RJ45 信息插座制造在自动化应用方面则存在一定的差距。

本文第二节分析了实现 Cat6A RJ45 信息插座自动化制造的关键技术, 第三节讲述了基于自动化制造的 Cat6A RJ45 信息插座的设计过程。

2 关键技术

高性能 RJ45 信息插座内部有一种是八根 $\phi 0.46\text{mm}$ 的镀金圆针, 通过内部结构保证可靠的电接触, 以用于电信号的传输。当电信号频率超过 250MHz 时, 8 根金针各自的形状与布局需要采用交叉平衡设计, 金线的设计形状则会较复杂, 而

复杂的金线设计形状带来的问题是人工装配效率底, 难实现自动化制造。

8 根 $\phi 0.46\text{mm}$ 的圆金针装配则成了实现自动化制造的主要难点, 其过程需实现在自动机内穿针、折弯、成型、固定。圆金针自身优点为弹性好, 难点在于成型尺寸难控制。

综上所述, 自动化制造的关键技术在于实现 8 根金针的装配。如何基于金针的特性与自动化制造的要求, 设计出合理的金线形状与布局, 去解决 500MHz 带宽的传输性能的问题与实现自动化制造是本文研究的重点。

3 Cat6A RJ45 信息插座设计

3.1 金针的设计计算

RJ45 插座金针的设计属于线弹簧或片弹簧设计, 弹簧一端固定, 另一端为自由端, 主要用于承受静载荷。

本文金针选材为 $\phi 0.46\text{mm}$ 的锡青铜, 其具有较高的耐磨性, 耐腐蚀性和防磁性能。为了保证产品的电气性能, 金线表面需镀金处理, 截面如下图 1 所示。

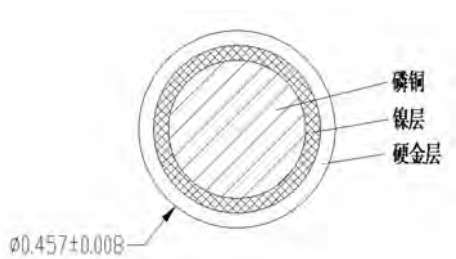


图 1 金线截面

关于使用插拔次数,IEC60603 标准中有 750 次与 2500 次两种等级规定,本文结构基于 2500 次进行设计验证,则金针选用的设计布局如图 2 所示。

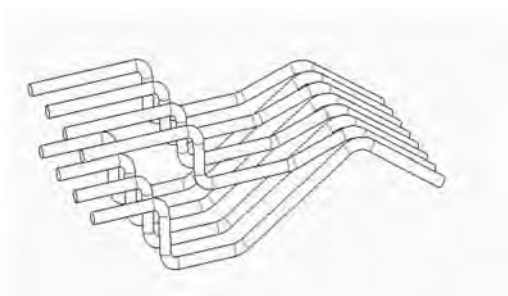


图 2 金针设计布局

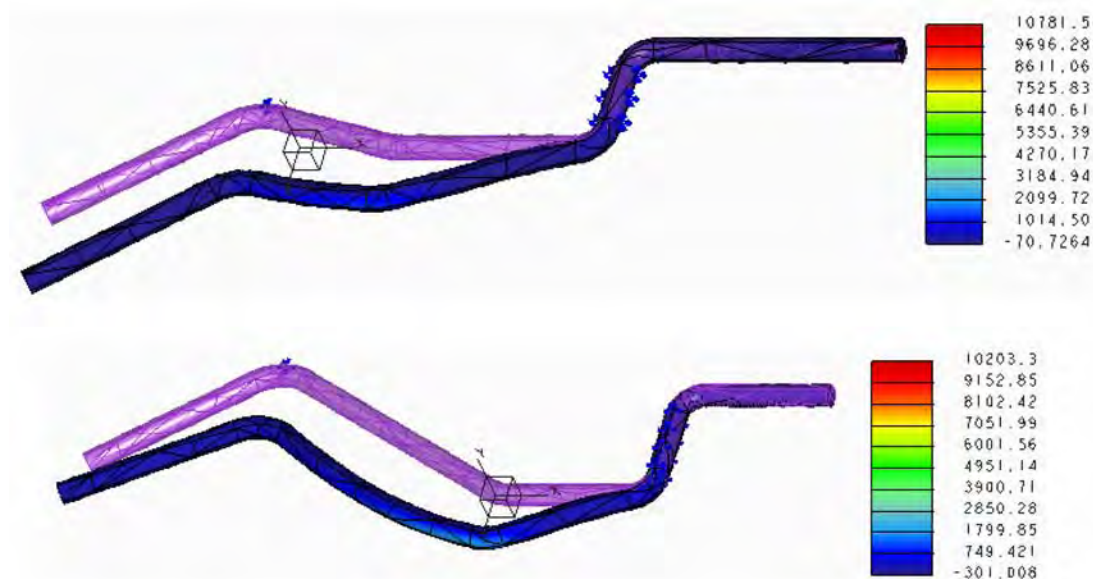


图 3 金针应力分析

影响插座自身阻抗连续性与内部串扰的常见因素有金属成分、金针形状、空间布局、邻近感应补偿、PCB 电路板阻抗匹配性、补偿量和补偿位置。

基于上述分析,如图 2 所示,500MHz 的信息插座在空间布局上采用四上四下双排平行布局,侧向下压后投影为交叉平衡式,重点再结合 PCB 板性能调试,经过验证测试性能优异,如图 4 所示。

3.3 绝缘结构设计

传输性能调试完毕后,则进行绝缘部分的塑料件结构设计。因塑料件需经过 230℃ 的无铅波峰

金针设计的最大形变量为 1mm,利用 Simulation 软件分别对 2 种形状的金线进行应力分析,分析数据结果在许用应力范围之内,如图 3 所示。

3.2 传输性能设计

本文研究的 Cat6A 超六类 RJ45 模块的传输带宽为 500MHz,传输性能的设计主要从阻抗匹配、串扰消除、接触区三个方向综合设计。

插座在信号传输时会存在平行干扰、不平衡干扰、补偿附加干扰、邻近干扰,一般会通过结构设计材料与材料来抑制信号的干扰。500MHz 插座的设计在传输性能方面需主要考虑阻抗连续性与减少抑制内部串扰与外部串扰。

焊,则塑件选用耐高温的聚碳酸酯类材料。

塑料件的设计主要考虑点有:具备利用自动机将 8 根金线同时穿入塑件进行成型的条件,有辅助支撑结构控制塑件回弹,可具备直接插针结构。同时基于软件分析的结果,对应力大处辅以结构支撑。

基于上述考虑项设计出图 5 所示结构。

3.4 自动机设计

基于性能调试合格的 Cat6A 模块结构,本节研究了核心部件金线组件的自动机设计要点,规划的自动机工艺路径图如图 6 所示。

金线组件主要由三部分组成:金线、固定座、

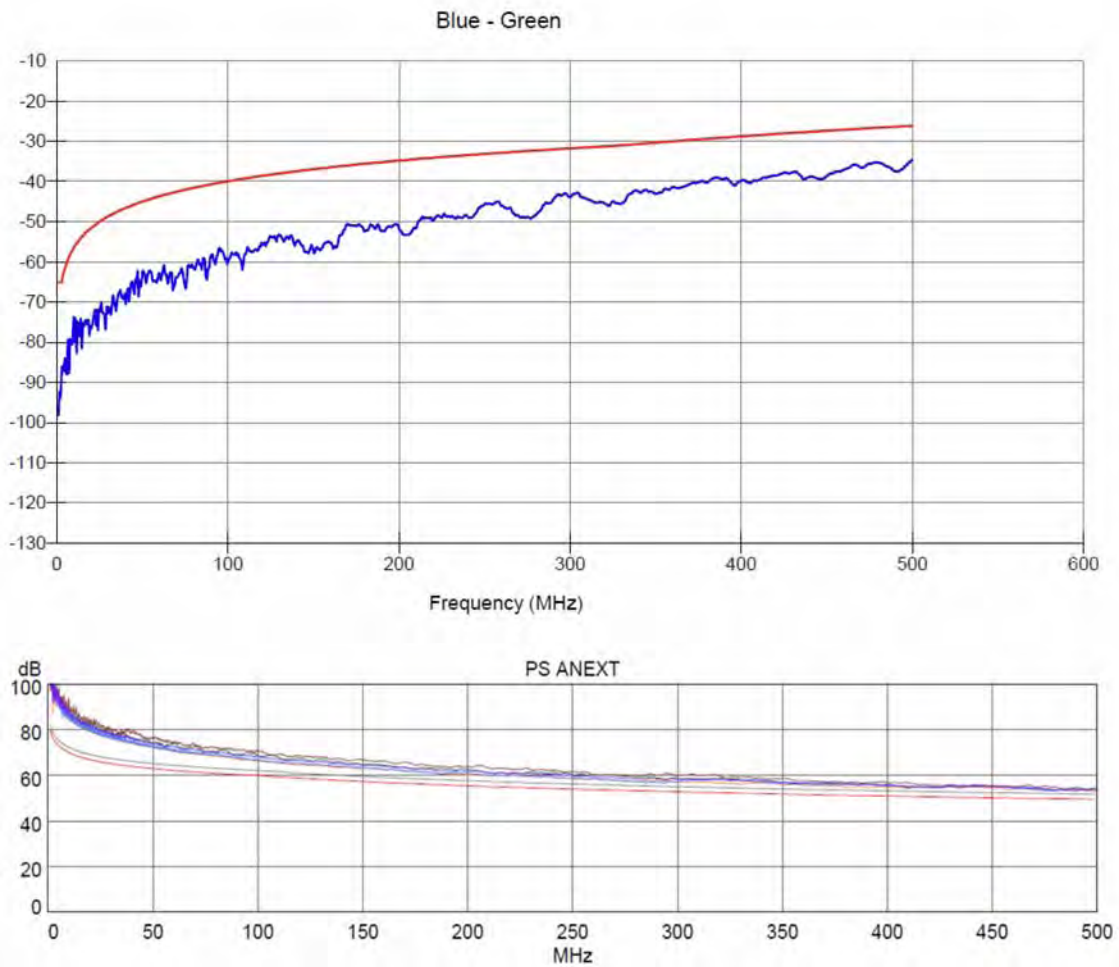


图 4 Cat6A 网络分析仪输出

支撑座。如图 5 所示,其中精确穿针与可靠准确的成型难度较大。由于需保证金针 1.02mm 的中心距,所以金针与固定座只能采用小间隙的配合,金针直径为 0.45mm,固定座的设计孔尺寸则选为 0.48mm,穿针按四一两进方式,第一步将上排四根平行的金线同时穿入塑件,此步骤要求送料步进一致,送料长度准确,切断端面无毛刺,为了实现在固定座上初步固定金线,则利用滚轮式刷针机构完成 90 度角的折弯,同时将下排金线送入固定座。

由于金线材料为 $\phi 0.45\text{mm}$ 的锡青镀金铜丝,且金线的成型需要在自动机上实现,所以在自动机上实现金线的成型且能稳定控制回弹量是重点之处。控制回弹量要从两方面入手,一是控制金线原材料特性以保证原材料的一致性,包括控制关键材料的物理特性,检测产品的力学性能如抗拉强度、断后伸长率等,基于几个批次的金线物料固



图 5 Cat6A 结构布局

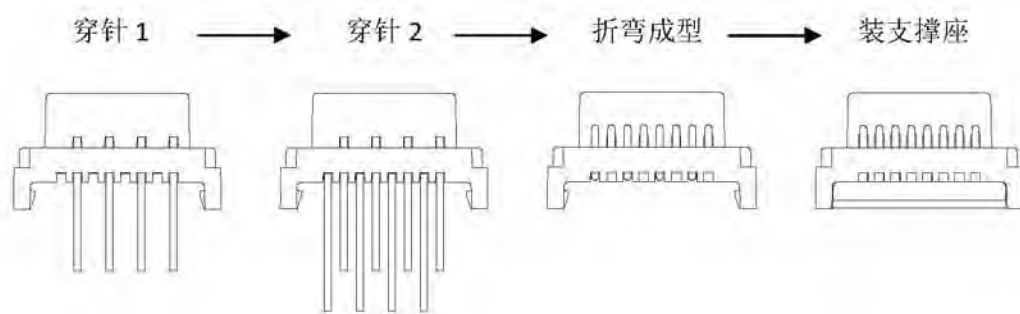


图 6 自动化装配工序布局

化出一个参数控制范围。有了性能稳定的原材料后,二是通过调整成型头去控制成型尺寸,固化成型部件的材料与尺寸,金线成型后再利用支撑件辅以固定金线。完成后的组件自动化设备如图 7 所示。

金线组件完成后利用半自动机实现将金线组件插入 PCB 拼板上,并利用波峰焊接完成组件连接固定,固定后进入流水线进行与其余部件的组装与固定,并实现在线性能的全检。



图 7 Cat6A 模块的自动化设备

4 小结

本文主要分析研究了基于 500MHz 的 RJ45 Cat6A 信息插座设计,分析研究了信息模块的均衡设计及其自动化制造可行性和实施性,为 Cat6A 模块的部件设计趋势提供范例及参考;另外,未来信息插座的制造趋势应是将各个自动化工步整

合,实现全模块自动化制造。

参考文献:

- [1] 杨建华. 数据通信与计算机网络工程新技术应用手册. 科大电子出版社.2006.9:24-36.
- [2] 张道宽. 高频传输 RJ45 连接器设计问题思考 [J]. 中小企业管理与科技(上旬刊). 2013(09).

带 USB 插口插座的专利风险分析

蔡映峰, 石建坤

(公牛集团有限公司, 浙江 慈溪 315314)

摘要: 本文主要针对一篇重点专利, 进行侵权比对和无效策略的分析。该专利对带有 USB 充电功能的插座有较大影响, 因此对该专利审查过程进行深入分析, 分析其保护范围和无效的方向, 以期对插座行业略尽绵薄之力。

关键词: 插座, 专利, 侵权, USB

Abstract: In this paper, we analyse a key patent for making infringement comparison and analysing the way of voiding the patent. The patent has a great influence on the socket with USB, so we have made a deep analysis of the patent exam in and review process, to confirm the scope of the claim and invalid direction, in order to make a few contribution to socket industry.

Keywords: socket, patent, infringement, USB

1 前言

随着电子行业的发展, 人们对插座的功能要求越来越高, 特别是手机等移动电子设备的普及, 使得带有 USB 充电功能的插座得到广泛的认可。因此, 带有 USB 插座的专利保护也越来越受到行业的关注。

2 专利内容介绍

目前, 发现行业内一值得关注的专利, 该专利的专利号为 ZL200710074848.9, 发明名称为“一种多功能插座”, 其申请日为 2007 年 6 月 8 日, 授权日为 2011 年 11 月 30 日。申请人为中国香港的吴君武等三人。该专利主要保护在插座上设置 USB 插口的方案。其权利要求 1 如下:

一种多功能插座, 包括插座面板, 插座面板上具有常规电源插口, 所述的常规电源插口用于连接交流市电, 其特征在于: 所述的插座面板中还设置 USB 接口, 所述的插座面板内设置一个交直流转换模组, 该交直流转换模组输入端连接交流市电, 其输出端输出直流电, 与 USB 接口相连, 所述的交直流转换模组包括整流滤波模块、调制降压模块、电流取样与保护模块、电压基准模块和反馈控制模块, 整流滤波模块和调制降压模块依次相连, 电流取样与保护模块和电压基准模块与反

馈控制模块相连, 反馈控制模块输出连接至调制降压模块, 其中:

1) 所述的整流滤波模块对输入的交流电进行整流、滤波处理, 产生粗调直流电输出至调制降压模块;

2) 所述的调制降压模块通过变压器和开关芯片, 产生调制信号, 再经整流、滤波输出二次直流电压至电流取样与保护模块和电压基准模块;

3) 所述的电流取样与保护模块获取回路电流, 并将过流信号传递至反馈控制模块, 控制回路电流参数;

4) 所述的电压基准模块将电压信号传递至反馈控制模块, 通过该电压基准模块与反馈控制模块输出与标准 USB 接口的电参数相符的直流电压;

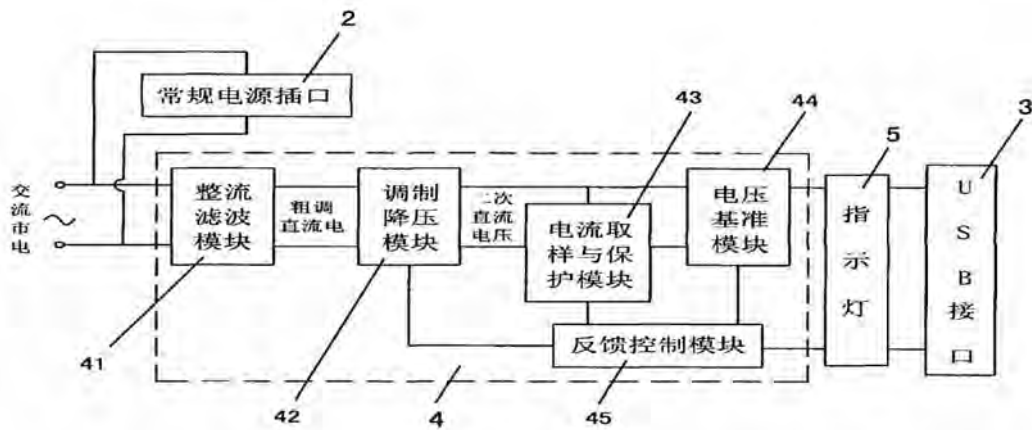
5) 所述的反馈控制模块向调制降压模块返回电流、电压控制信号。

其主要的附图如下:

由权利要求 1 和附图结合, 可知该专利保护的重点在于经过二次调制的电流通过反馈控制模块返回控制信号, 对电流和电压进行调整, 以防止电流过大等发生过充问题, 并将该技术应用在市电插座上。

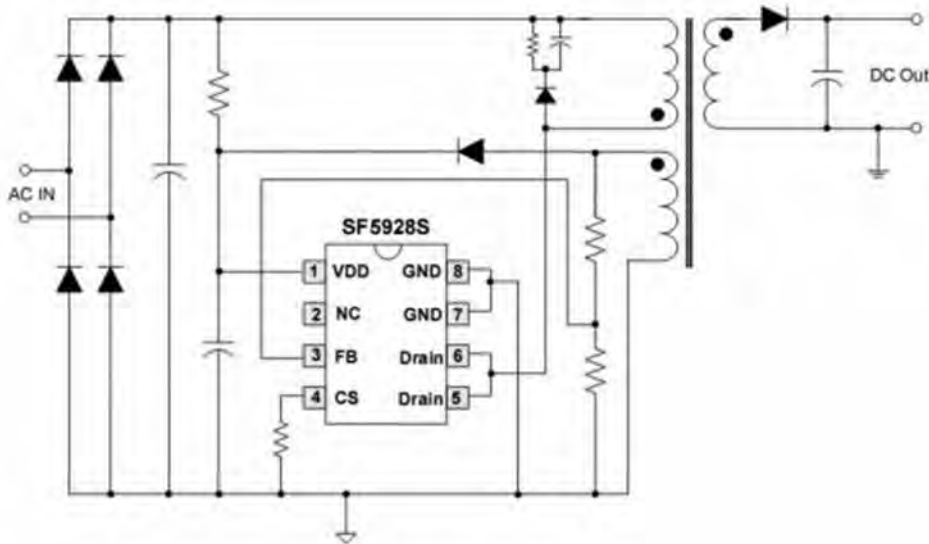
3 技术革新分析

据了解, 上图的反馈模式在当前的 USB 电路



中已经很少被应用了。如下图所示,目前的 USB 防过充电路,均用这种“原边反馈”的模式进行反馈,即电流不经过上面所说的二次调制就进行反馈。

因此运用这种新的反馈模式的 USB 防过充电路的插座产品,均不会侵犯 ZL200710074848.9 的专利权。



4 审查及复审过程的启示

值得注意的是,即使应用该专利中的反馈电路,也不是所有的带 USB 插口的插座都侵权。

该专利在授权的过程中经历了两次审查意见答复,并修改了权利要求书,将上述具体电路的部分增加到了权利要求 1 中。结果是审查员发出了驳回通知,认为其权利要求无创造性。之后,申请人向复审委提出复审请求,请求对该专利申请进行复审,撤回驳回决定。最后的复审决定为撤回驳回决定,给予该专利授权。

在上述授权过程中,申请人答复审查意见和在复审请求书中均多次强调,其保护的插座是应

用在墙面的固定式插座,而非移动式插座,并在复审请求书的第四点理由中进行了如下陈述:

对于审查员认为本申请并不局限于用于墙体的插座,申请人再次说明:首先,背景技术是描述与本申请最接近的技术方案,其虽然不是对技术特征的描述,但是依据专利法的要求,背景技术应该为权利要求所描述技术特征的依据,也就是说其与权利要求是密切相关的;其次,应用于何种领域,并不是单纯依靠文字来进行说明的,而是由技术方案所描述的结构决定的,从本申请所描述的技术方案以及说明书部分对技术方案的进一步描述,可以明确地得出本申请所应用的技术领域,这是不以个人意志为转移到,也是申请人在答复意

见陈述书时,依据原始文件,主动明确限定的保护范围,审查员也应当予以接受。

对此,复审委在复审决定中不置可否。根据“禁止反悔原则”,即《最高人民法院关于审理侵犯专利权纠纷案件应用法律若干问题的解释》第六条:

专利申请人、专利权人在专利授权或者无效宣告程序中,通过对权利要求、说明书的修改或者意见陈述而放弃的技术方案,权利人在侵犯专利权纠纷案件中又将其纳入专利权保护范围的,人民法院不予支持。^①

因此,可以基本得出结论,移动式的带USB插口的插座不在该专利的保护范围之内。

另外,复审决定中并没有增加新的对比文件,最后的结论是给予该专利申请授权,然而据了解该种反馈模式的电路在很早之前就随芯片的产品公布在芯片的产品说明书中,所以该专利被无效的可能并非没有。

作者简介:

蔡映峰,正高,1983年毕业于武汉水运工程学院(武汉理工大学),分配到电力部杭州机械设计研究所从事工程机械的设计和研发,1998年-2001年移居到新加坡,在PORTEK公司从事港口机械的改型设计,现为公牛集团有限公司总工,全国附件标委会委员,专长结构计算、产品研究和技术管理。

石建坤(1988-),2011年毕业于江苏大学,之后一直从事企业内的专利工作,现担任专利工程师一职。

最后,该专利申请了美国、澳大利亚、欧洲的专利,并在美国和欧洲都获得了授权。

5 结论

综上,用“原边反馈”形式的电路,无论是移动式插座还是固定插座均不会造成侵犯该专利的专利权;移动式插座用该专利电路也基本不会构成侵权;该专利有被无效的可能性,但须做好取证等工作。关于该专利的无效具体问题,未做进一步深入研究。

以上是我方经过分析的结论,希望能对各位同仁有所启示。

参考文献:

- [1] 《最高人民法院关于审理侵犯专利权纠纷案件应用法律若干问题的解释》,法释[2009]21号,2009年12月21日最高人民法院审判委员会第1480次会议通过。

基于铜条连接的延长线插座模块化设计研究

章卫军, 张希伟

(公牛集团有限公司, 浙江 慈溪 315314)

摘要: 传统延长线插座异位同极插套之间以及插套、开关和其他功能单元相互之间的电气连接采用的是锡焊的导线连接方式, 其自动化实现难度高, 生产效率低, 产品质量稳定性差。该文以铜条连接取代导线连接为宗旨, 采用模块化设计思想, 对延长线插座内部结构进行了模块划分, 本着产品装配自动化难度系数最低原则, 对各模块结构进行了优化设计, 各模块间的电气连接采用铜条连接的方式。实践表明, 设计的延长线插座结构和性能指标均满足相关标准要求, 产品组装自动化程度提高, 人为因素造成产品质量问题发生的概率降低。同时, 模块化设计的产品能快速响应市场客制化需求。

关键词: 延长线插座, 自动化, 铜条, 模块化设计

Abstract: The electrical connection between different homopolar sockets of traditional cord extension sets is realized by soldering wire, and also sockets, switches and other functional units are connected by soldering wire. But it is difficult to realize automation for the operation of soldering wire, whose production efficiency is low and product quality is unstable. Based on the idea of replacing wire connection by copper strip connection, the author divides the internal structure of cord extension sets into several modules using modular design method. For minimizing the difficulty coefficient of product assembly automation in line, the author optimizes each module design and realizes the electrical connection between modules using copper strip. It has been demonstrated that the structure and performance indicators of cord extension sets designed by the way in this paper can satisfy the requirements of relevant standards, the product assembly automation is improved and the occurrence probability of product quality problems caused by human factors is reduced. At the same time, products designed with modular method can quickly response the market demands of customization.

Keywords: Cord extension sets, Automation, Copper strip, Modular design

1 引言

传统的延长线插座行业市场竞争依旧激烈, 大多数生产企业为提高产品市场竞争力, 除了不断提高产品品质外, 最重要的途径就是持续谋求产品装配自动化程度最高化, 提高生产效率, 降低成本。然而, 受限于延长线插座传统结构的限制, 装配自动化提升维度几近极限。尤其是多位延长线插座各功能单元之间的电气连接采用的是锡焊的导线连接方式, 其自动化操作实现难度大, 人工操作易出现虚焊、假焊等接触不良问题, 甚至出现由焊接操作不当引起的短路等危及人身财产安全的问题。虽然出现了整体铜条插套模式, 即把代替连接导线的铜条与所有同极插套加工成一体, 避免了连接异位同极插套的焊接操作, 内部整齐美观, 但其结构复杂, 品种众多, 五金模具投入多, 并

且模具精度和产品装配自动化精度要求高。要解决装配自动化问题, 除加大企业自动化设备投入和研制力度外, 最根本的是要对产品内部结构进行优化设计, 从结构方面尽可能消除造成产品装配自动化系数低的因素。模块化设计具有独立性、互换性和通用性的特点。因此, 可以依据相关标准, 采用模块化设计思想来对延长线插座结构进行优化, 使产品模块化, 各模块间的电气连接主要采用易于实现自动化的压接加锡焊的铜条连接方式, 从而大幅度提高产品装配自动化程度。同时, 产品模块化后, 可以根据市场客制化需求, 快速选择模块并组装成相应改型新品, 降低设计难度, 缩短市场多样化需求响应周期。

2 模块化设计理论概述

2.1 模块化设计概念

模块是指由元件和零部件组成的、具有一定独立功能的、可成系列的、能单独制造的标准化单元,通过不同形式的接口与其它单元组成产品,可分、可合、可互换。其实质是内求通用性、标准化,外求多样化。

模块化设计是在对产品进行市场预测、功能需求分析的基础上,划分并设计出一系列通用的功能模块,根据市场需求,对这些模块进行选择和组合,构成不同功能或相同功能但规格不同的产品的设计方法。采用模块化思想对延长线插座内部结构再设计的过程,就是对延长线插座进行功能分析、模块划分和模块设计的过程。

2.2 模块化设计原则

模块化设计应力求以少量的模块组成尽可能多的产品,在满足要求的基础上使产品精度高、性能稳定、装配简单、成本低廉,并且模块化后产品的模块应能系列化。

总的原则就是以有限的品种和规格来最大限度且经济合理地满足用户需求^[1],这也是延长线插座内部结构优化设计的价值所在。

2.3 模块化设计关键

模块化设计的关键包括:

1)模块划分。如何合理划分模块,是模块化过程的一个关键问题。模块划分的好坏直接影响到模块化设计的成功与否。应首先对产品进行透彻的、系统的功能分析和结构分析。在此基础上,科学划分出功能意义明确、复杂程度适中、相互关系弱、独立性强的功能模块,同时应考虑模块间连接和分离的便捷性。

2)模块标准化。它是指模块结构应标准化,尤其是模块接口应标准化。显然,为了保证不同功能模块间的快速组合和相同功能模块间的互换,模块应具有组合性和互换性两个特征,而这两个特征主要体现在接口上。因此,模块接口的设计应达到一定的标准化、通用化、和规格化程度,同时接口之间的对接操作方式应便于自动化实现。

以上两点,正是延长线插座内部结构优化设计的核心所在。

3 延长线插座模块化设计

3.1 延长线插座模块划分

根据模块化设计理论的相关思想,结合延长

线插座功能结构分析,对延长线插座进行模块划分。

3.1.1 功能和结构需求分析

延长线插座俗称“排插”、“插排”、“接线板”、“插线板”、“拖线板”或“插座”等,在 GB2099.7 中定义为“一根带有一个插头和一个一位或多位移动式插座的软缆组成的组件”,通俗理解为带电源线和插头且可移动的多孔插座。它是家庭生活必备的电工产品,其主要功能及其结构需求分析如下:

1) 延长线插座应能为不同类型的家用电器提供取电接口,即插孔。

一般家用电器使用的基本电路是交流电的“零线”和“火线”,所以采用的至少是两级插头,但带有金属外壳的家用电器为了安全起见采用的是两极加接地的三极插头。因此,延长线插座内部电路应包括“零线”、“火线”和“接地线”三种。并且,延长线插座的插孔结构,既需要能提供插入两极插头的“两孔”形式,又需要能提供插入三极插头的“三孔”形式。为此,设计的常见孔型有“两扁孔”、“三扁孔”、“双用孔”以及由它们形成的“五扁孔”、“小五孔”等组合形式。

2) 延长线插座提供插孔的插座应是可移动的。

为了适应家用电器摆放位置的灵活性,为其提供电源接口的插座必须是可以移动的。因此,延长线插座外部应能牢靠地接入一定长度的电源线,便于插座带电移动。同时电源线的另一端应装有便于从电源处获取电能的插头,该插头应是三极插头。

3) 延长线插座应具有防触电保护的功能。

为保证延长线插座通电但没有用电设备插入时,用手指或者金属物体不易触及带电部件,插孔处应设计“保护门”结构,预防触电事故发生。

4) 延长线插座一般具有“一座多用”的特点。

延长线插座应不仅能插入一个家用电器,而且应能同时插入一定数量的多个家用电器。为达到这样既节省空间又节省电路的目的,延长线插座就根据需要增加插座位数,即插孔数量。在结构上,就出现了单排、双排等系列多位延长线插座。

5) 延长线插座一般具有电路通断控制的功

能。

为减少用电设备在插座上的插拔次数,在一定程度上保护电器和插座,插座上会设计一个控制电路通断的开关装置。当电器不用电时,不必从插座上拔出,只需关掉插座开关即可。当然,为了更人性化,出现了一种每位插座带有一个开关的延长线插座,即“多开关插座”,当关掉其中某一位插座的开关后,不影响插入其他位插座的电器正常用电。

3.1.2 模块划分

对延长线插座常规功能和结构需求分析之后,可以采用模块划分思想对延长线插座内部结构单元进行模块划分,力求划分的模块功能明确、结构简洁独立、分合便捷。

延长线插座的插孔根据需要具有不同的形式,形成不同的模块,并定义为“孔型模块”,包括“小五孔模块”、“五扁孔模块”、“双用孔模块”、“五扁孔+双用孔对排模块”和“小五孔+双用孔对排模块”等形式。每种孔型模块又包括插套、支撑插套的小座子和固定用的盖板等零件。并且 GB2099.7 规定,延长线插座必须有防触电的保护门,因此可以将保护门机构划入孔型模块中,形成一个模块,从而减少模块数量。

延长线插座带插头的电源线,是插头和电源线形成的组件,为插座提供电能输入路径,可明确地定义为“电源线模块”。

对于不含电源线模块的延长线插座,为便于用户快捷地将外部电源线接入插座内部电路,需要有专门连接并夹紧固定电源导线的接线装置,可定义为“接线端子模块”。

延长线插座上的开关装置,是一套独立的机械结构,可定义为“开关模块”。

延长线插座各孔型模块之间及其与其他模块之间的电气连接需要独立的连接装置,为便于自动化操作,采用铜条连接取代传统的导线连接,可称之为“铜条模块”。在大双排系列的延长线插座中,为将两排之间的同极电路快捷连接起来,则需要一个所谓的“桥接模块”。

由此,如图 1 所示,实现延长线插座基本功能的内部结构大致可以划分成“孔型模块”、“电源线模块”、“接线端子模块”、“开关模块”、“铜条模块”和“桥接模块”。



图 1 延长线插座结构组成

3.2 延长线插座模块设计

根据延长线插座模块划分的结果,对各模块进行相应的结构设计,特别是模块间的接口设计。设计过程中,对延长线插座各模块的内部结构和与外部配合尺寸做出统一规定,形成标准化,实现各模块的通用性和互换性。同时模块间的接口结构设计,应本着装配简便化、自动化原则,采用铜条连接的方式,保证模块组装省时省力,提高生产效率,降低产品成本。

3.2.1 孔型模块设计

GB 1002 中规定了插座插孔的三种基本形式,即两扁孔、三扁孔和双用孔。根据 GB2099.7,插座插孔也允许使用国标孔组合的形式,如五扁孔、小五孔、五扁孔+双用孔和小五孔+双用孔等。市场上常见的延长线插座孔型如图 2 所示。

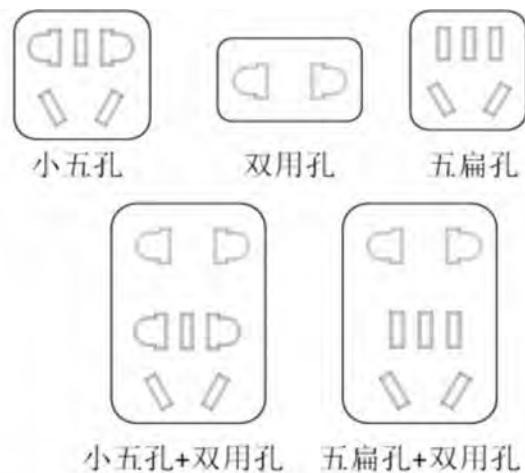


图 2 延长线插座常见孔型

结合市场需求,延长线插座的孔型模块对应设计了“小五孔模块”、“五扁孔模块”、“双用孔模块”、“五扁孔+双用孔对排模块”和“小五孔+双用

孔对排模块”等类型。

为了获取不同风格的延长线插座面板外观,延长线插座的面板设计了两种结构形式,相应的每类孔型模块也设计了两种形式。如图3所示,一种是用孔型模块的盖板作为插座的面板,上盖上的开孔仅作为模块安装孔,插孔开在孔型模块的盖板上,插座的面板成分离状态,即面板分体式;另一种则是插座的面板就是上盖的外表面,插孔开在上盖上,即面板整体式。两种形式的孔型模块仅盖板结构不同。

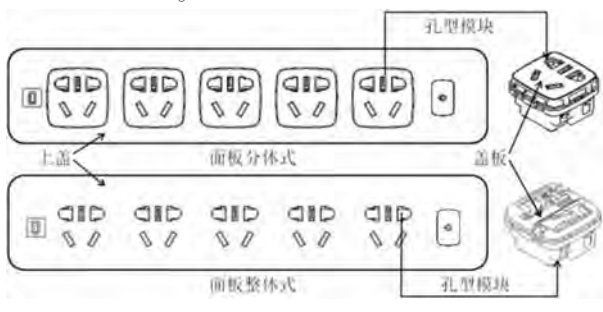


图3 两种面板形式的孔型模块

各孔型模块的结构设计如图4所示,由小座子、插套、保护门机构和盖板等零部件组成。

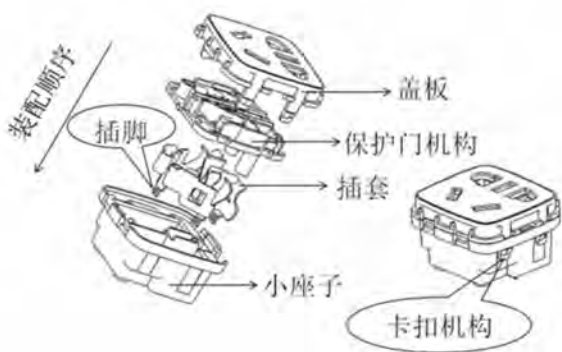


图4 孔型模块结构

(以面板分体式小五孔模块为例)

各孔型模块零部件尺寸设计均满足相应国标要求,并进行标准化,实现通用性和互换性。模块零部件组装简便,不需要特殊工具,只需要将插套和保护门机构顺序放入小座子中,最后将盖板扣在小座子上即可。盖板与小座子的连接设计采用易于实现自动化操作的卡扣机构,装配效率高。各孔型模块的电气输入接口则由插套插脚提供。

3.2.2 电源线模块设计

现有延长线插座的电源线大都是穿过固定在

插座上下盖之间的护线套后,靠装有两个螺钉的压线板压紧固定在插座内。该方式零件较多,装配复杂,无法适用于自动化装配生产线,生产效率低。

为此,将电源线外护套与插座护线套注塑成一体,形成电源线模块,如图5所示。护线套上设计有舌片和卡位台阶。产品装配时,只需将舌片和卡位台阶放入插座上盖对应设计的定位槽内即可完成电源线模块装配。装入定位槽并盖上下盖后,舌片可限制电源线模块轴向移动以及转动,起到抗拉防脱、防转的作用,卡位台阶一方面起到限制电源线模块轴向和径向运动的作用,另一方面增强电源线抗拉防脱能力。



图5 电源线模块

可以看出,采用电源线模块后,零件数量减少,装配简化,电源线固定可靠性也高。

为了标准化和系列化,可根据不同线径、不同线长的需求,设计不同规格的电源线模块,便于不同规格产品选配。

3.2.3 接线端子模块设计

延长线插座中,对于不含电源线模块的产品,为便于用户快捷地将外部电源线接入插座内部电路,专门设计了接线端子模块,包括压线螺钉、固定架和绝缘座^[2],如图6所示。

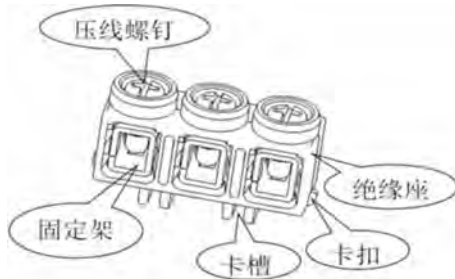


图6 接线端子模块

接线端子模块的绝缘座上设计有定位和固定用的卡槽和卡扣结构,便于产品装配时接线端子

模块快速正确地安装固定在插座中。当用户接入外部电源线时,将电源线芯线从对应端插入固定架内,旋紧压线螺钉,便可将电源线芯线与导电铜条牢靠地压接在一起,不需要焊接操作。这样,既能适应产品组装自动化生产线的场景,又能方便用户快速完成外部电源线与插座内部电路的电气连接。

3.2.4 开关模块设计

目前常用的开关由于结构原因,装配自动化程度不高。通过对按钮开关重新研究,把开关分为开关主体和开关帽两部分,如图7所示,对开关主体结构进行优化、标准化,对经常变化的开关帽外形进行客制化。

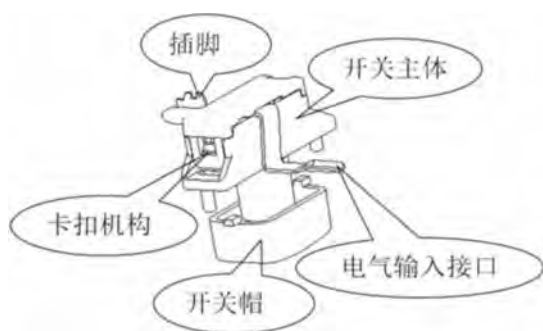


图7 开关模块(举例)

开关模块开关帽与开关主体之间连接采用过盈配合的形式,开关主体靠卡扣机构组成整体,而开关模块的电气输入和输出接口设计采用可靠的防脱插接方式,以上连接结构均能适应自动化生产的需要。

3.2.5 铜条模块设计

为实现各模块之间特别是各孔型模块之间电气连接操作的自动化,设计采用铜条连接取代传统的导线连接。依据内部电路,对应的铜条设计了L极、N极和E极三种铜条。为减少模具投入,降低成本,采用通用性设计原则,尽量减少铜条种类。

如图8所示,铜条上设计翻边孔,便于各模块导电片的插脚插入与铜条实现钩接^[3]。翻边孔的尺寸设计也为产品装配提供了一定的误差裕度,降低自动化装配精度要求。同时,铜条长度可根据产品规格需要进行设计和加工,并形成标准系列,便于选配组装。

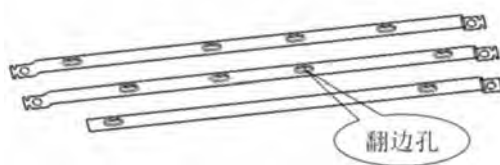


图8 铜条模块(举例)

3.2.6 桥接模块设计

针对大双排产品,专门设计了桥接模块,实现双排产品两排同极电路之间铜条模块连接,解决以往由导线锡焊连接带来的自动化实现困难,装配效率低、质量一致性差的问题。

如图9所示,桥接模块主要由壳体、盖板和三根铜条组成,铜条放入壳体后,扣上盖板,盖板与壳体间通过盖板圆柱与壳体方孔过盈配合的形式组成一体,模块零件组装简便。桥接模块铜条上的插脚为电气连接接口。壳体上的圆柱结构与插座上盖的方孔过盈配合,实现桥接模块在插座中的安装固定,利于产品装配自动化生产。

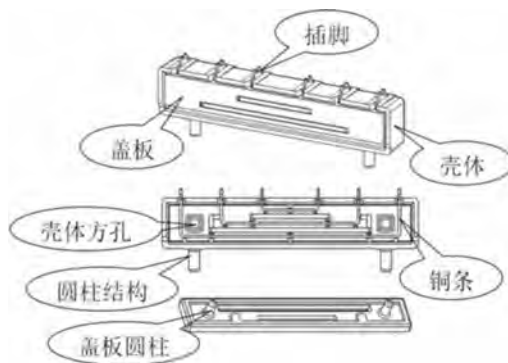


图9 桥接模块

4 模块化延长线插座客制化实现

产品模块化后,可以快速实现市场客制化需求。由于各模块是通用的、互换的,接口结构是标准的,因此可以首先根据市场需求来快速选配模块,然后仅需要设计出满足要求的不同风格的插座上盖和下盖即可。这样就大大降低了设计难度,能快速达到产品客制化要求,缩短市场多样化需求满足周期。

从结构上来看,以上模块能够组合成常见的单排系列、双排系列和多开关系列产品。每个系列产品又可以选取不同的孔型模块来组合成不同规格的产品。

当然,延长线插座产品除了基本的“取电”功能外,针对不同的市场要求和产品定位,可以设计增加一些“过载保护”、“防雷保护”、“漏电保护”等保护功能的模块,同时也可以设计一些具有无线遥控、网络控制、主副控等功能的模块来实现插座智能化,以适应新的市场多样化需要。

5 模块化延长线插座生产工艺性分析

模块化设计的延长线插座,从零件生产、模块组装到产品组装均具有很高的自动化程度。

零件生产包括塑胶件生产和五金件生产。塑胶件采用注塑工艺成型,五金件采用冲压工艺成型。当前注塑工艺非常成熟,先进的注塑机得到普及,塑胶件自动化生产线也已形成。对于五金件,插套及铜条的冲压模具采用了先进的级进模形式,经科学设计和精密制造,其精度及可靠性非常高,再加上冲床高达 100~600 次/分钟的冲压速率,其生产效率极高。

各模块的零件之间以及各模块与插座壳体之间的机械连接机构主要采用的要么是卡扣或挂钩机构,要么是过盈配合俗称“紧配”的方式,其特点都是操作简便、易于自动化。以产品装配孔型模块为例,面板分体式孔型模块与插座上盖之间采用的是挂钩机构,面板整体式孔型模块与插座上盖之间采用的是紧配形式,如图 10 所示。

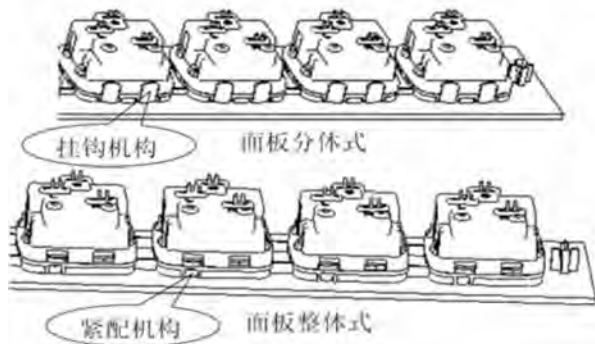


图 10 产品装配孔型模块结构示意图

各模块之间,特别是孔型模块、开关模块之间的电气连接主要采用的是压接加锡焊的铜条连接方式。如图 11 所示,铜条模块平放,使得各模块的导电插脚插入对应的铜条翻边孔内,然后经压接、锡焊,使得各模块之间的电路可靠的连接在一起。铜条的压接和锡焊均可实现自动化操作。

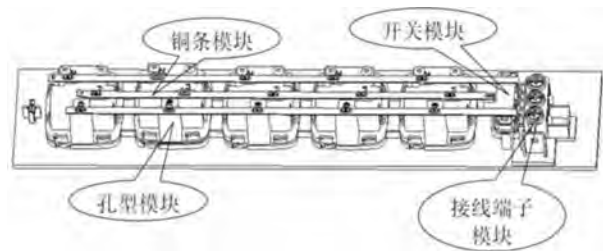


图 11 铜条连接示意图

模块化产品装配自动化,分为模块装配自动化和产品总装自动化两大部分。根据产品模块的特点和产品组装节拍,有的模块放在总装自动化线上进行,有的则在总装自动化线外进行。通过分析,开关模块、电源线模块的零件装配需在总装自动化线外进行,而其余模块的零件装配可在总装自动化线上进行,并且是所有模块在产品上的装配均可在总装自动化线上进行。此外,产品的检测、激光打标、贴标贴和包装也均可在产品总装自动化线上进行。因此,产品装配整体自动化系数高,生产效率高。尤其是从图 12 延长线插座铜条连接与导线连接操作对比中可以明显看出,实际生产中,新设计的延长线插座不仅在生产效率方面而且在产品高质量的一致性^[4]和安全性方面均比传统结构的延长线插座具有明显优势。

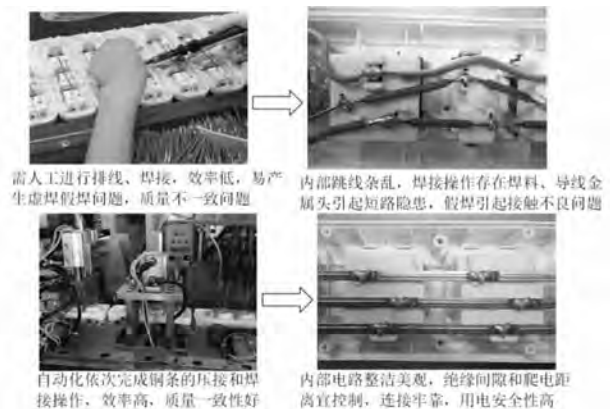


图 12 导线连接和铜条连接操作对比

6 模块化延长线插座标准符合性分析

延长线插座各模块结构在设计时,除考虑满足市场需求和易于实现自动化组装外,最重要是务必保证产品设计的结构、尺寸和性能符合相关标准。

各孔型模块插孔结构和尺寸的设计严格执行

了 GB 1002 和 GB 2099.7 的有关规定; GB 2099.7 还规定,使用在延长线上的插座应采用保护门[5],并规定了驱动方式,孔型模块中设计有符合要求的保护门机构;对于 GB2099.1 中规定的电气间隙、爬电距离等,各模块设计时严格执行,并且电气连接采用铜条连接代替导线连接后,内部电路简洁美观,电气间隙和爬电距离的保证能力显著提高;产品设计时,各零件合理设计结构、选用符合要求的材料,能够满足 GB2099.1 中规定的防触电保护、接地措施、绝缘电阻、电气强度、温升、耐老化、耐热、耐燃、防潮、防锈、正常操作和机械强度等性能要求。

采用本方法设计的某些规格的延长线插座已经批量生产,经实际验证,产品结构和性能指标也是满足相应标准要求的。

7 结束语

延长线插座采用模块化设计,并且电气连接采用铜条连接代替传统导线连接后,产品装配自

动化程度整体得以提高,人工参与度降低,产品质量一致性改善。并且,设计的产品在结构和性能指标方面均可满足相关标准要求。同时,模块化设计的延长线插座可快速响应市场客制化需求。从长远来看,采用该方法设计的延长线插座在市场上具有一定的竞争优势。

参考文献:

- [1] 于清.模块化设计在企业标准化中的应用[J].家电科技,2013,(6):36-37.
- [2] 公牛集团有限公司.插座电源线连接模块(P).中国实用新型专利,CN203377386U.2014-01-01.
- [3] 公牛集团有限公司.插座电气连接结构(P).中国发明专利,CN104253334A.2014-12-31.
- [4] [美]杰弗里·布思罗伊.装配自动化与产品设计(原书第2版)(M).熊永家等,译.北京:机械工业出版社,2009.8.
- [5] GB2099.7-2015,家用和类似用途插头插座 第2-7部分:延长线插座的特殊要求(S).

作者简介:

章卫军,工程师,1991年毕业于湘潭大学,分配到兵器工业部627厂从事军品结构件、工程机械和建筑机械的设计工作,1998年-2008年来到浙江慈溪从事灯具、小家电的研究与设计,2008年来到公牛集团从事插座/转换器的研究与设计工作,现在公牛集团研究院工作。

张希伟,工程师,2009年毕业于西安交通大学机械工程专业,获硕士学位,2009年-2010年在北京总装备部工程设计研究总院从事航天发射装置机械和传动结构设计工作,2010年-2015年先后在中航光电科技股份有限公司和泰科电子(厦门)有限公司从事电连接器和流体连接器研发设计工作,现在公牛集团有限公司研究院从事墙壁开关、插座/转换器研究与设计工作。

浅谈插套插拔力的设计

徐建昌, 张 梅

(浙江正泰建筑电器有限公司, 浙江省 温州市 325604)

摘 要: 插套是插座的核心部件, 也是插座使用是否舒适、安全的决定性因素。本文介绍了针对不同标准而设计更加优化的插套, 同时分析了插套形状对插拔力大小的影响, 从而最终影响消费者使用的舒适度和安全性能。

关键词: 插套; 插拔力; 舒适度

引言

随着生活水平的日益提高, 人们对日常生活用品的追求也逐渐提高。开关、插座作为电气化生活时代的必需品, 人们对产品使用的舒适度有一定要求也是必然的。作为消费者, 除了选择产品外观美观以外, 最终需要的肯定是产品本身的性能及使用舒适度。

开关——随着时代的变迁, 从最早的拉线开关, 到小拇指开关, 再到大按钮开关, 直到最新的无边框按钮开关。产品的演变无非围绕着产品外观美观, 及使用者在按开关时的舒适度。

插座——逐渐变化最多也就是产品安全性能的提升。从需要增加保护门, 到对保护门探针测试的要求以及插套单极, 多极力度的测试。标准的逐渐更新无一不是对产品的使用、安全性能及舒适

度的提升。

在日常使用插座的生活当中, 大家时常能感受到有些插座既很难插入, 同时很难拔出。或者插入和拔出都太松, 从而导致电器使用接触不良。故而在满足标准要求的前提下, 插套插拔力舒适度显得尤为重要。本文就插套插拔力受何种因素影响进行了分析; 同时根据不同的标准而设计不同形状的插套, 来满足标准的要求和使用的舒适度。下面通过两种不同标准的插座来分析如何设计既满足标准又具有良好插拔力的插套。

1 GB 2099.1-2008 家用和类似用途插头插座

在 GB2099.1-2008 中规定了对于插座的插拔力做了如下规定。

表 1

表 16—插头和插座的最大和最小拔出力

额 定 值	极 数	拔 出 力 N		
		多插销量规 最大	单插销量规 最小	单插销量规 最大 ^a
≤10 A	2	40	1.5	17
	3	50		
>10A~16A	2	50	2	18
	3	54		
	多于 3	70		
>16A~32A	2	80	3	27
	3	80		
	多于 3	100		

a 此拔出力仅是检测插头的弹性接地插套组件时所用的。

从表 1 中可以看出, 标准规定 16A 三极插最大拔出力是 54N, 而当插拔力是 54N 时, 虽然满足

标准, 但这种插拔力的插座在使用过程中是不舒适的。下面介绍两种插套设计的优缺点:



图 1

1.1 撕破型铜件设计

从图 1 中不难看出此种结构的插套最大的优点在于材料的利用率很高, 而插套开口处没有弹性且尺寸很难控制, 同时容易损伤插头插销。

这样的铜件的插拔力很生硬、力度很大且很难控制。下面通过用 Proe5.0 中的 Mechanica 模块对铜件的变形量和所受应力进行分析。结果如图 2 所示。

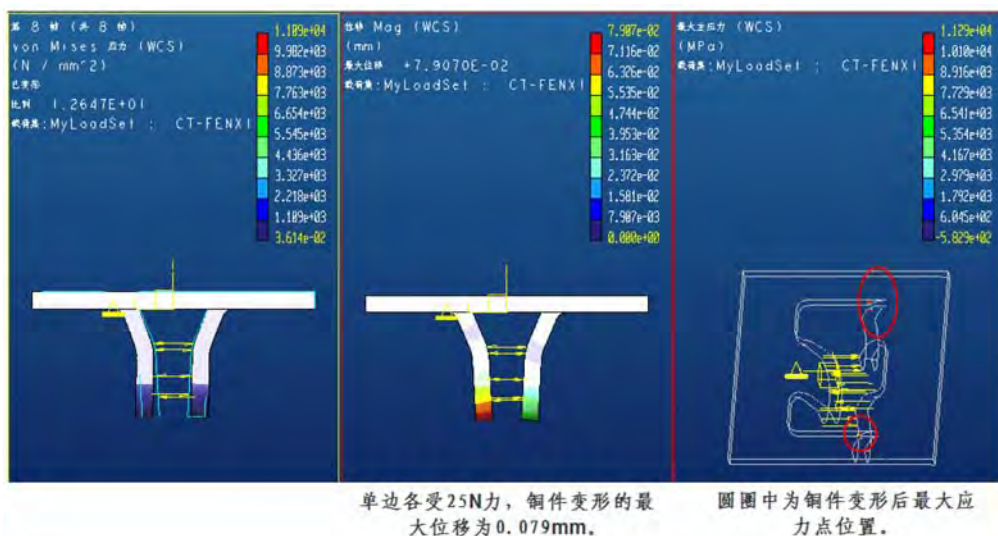


图 2

1.2 折弯型单边变形铜件设计

从图 3 中不难看出此种结构的插套材料的利用率不高, 插套开口处弹性太好, 容易导致插头插拔力偏小, 致使插头接触不良。下面列举几种不同的设计方案, 然后利用 Proe5.0 中的 Mechanica 模块对铜件的变形量和所受应力进行对比分析, 来选择最优的方案, 最终获得最舒适的插拔力。



图 3

展平图

1.2.1 塑料件没有做任何辅助支撑。如图 4 所示：

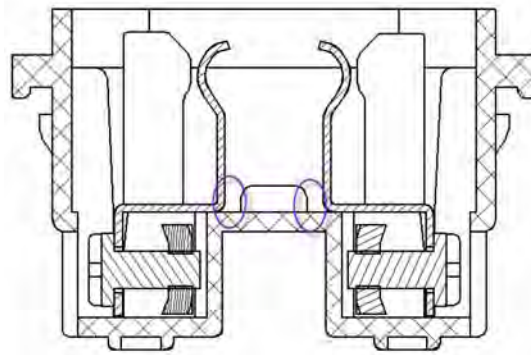


图 4

然后利用 Proe5.0 中的 Mechanica 模块分析，铜件变形量太大，应力集中根部圆角处。结果如图 5 所示：从图中可以看这种情况下不仅

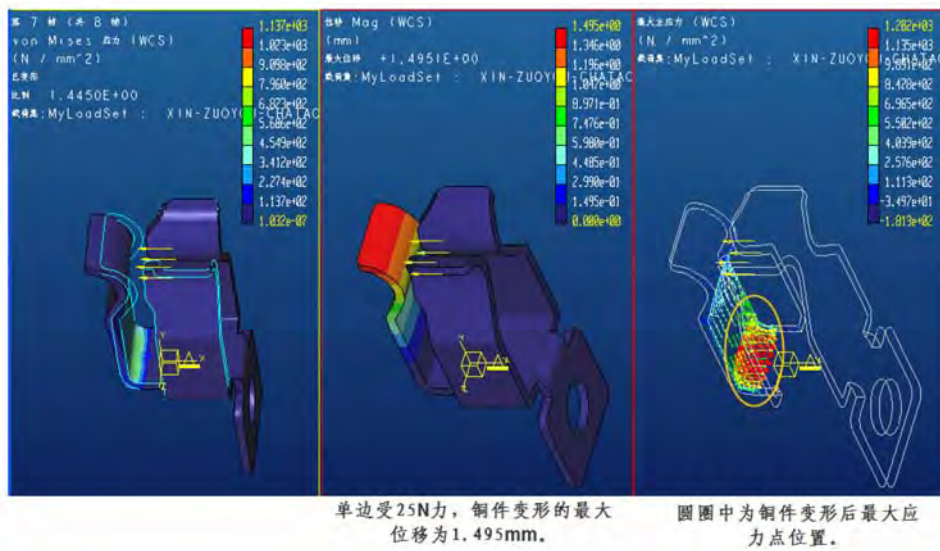


图 5

1.2.2 塑料件辅助支撑太高。如图 6 所示：

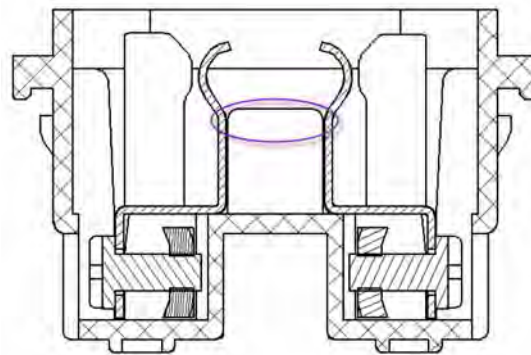
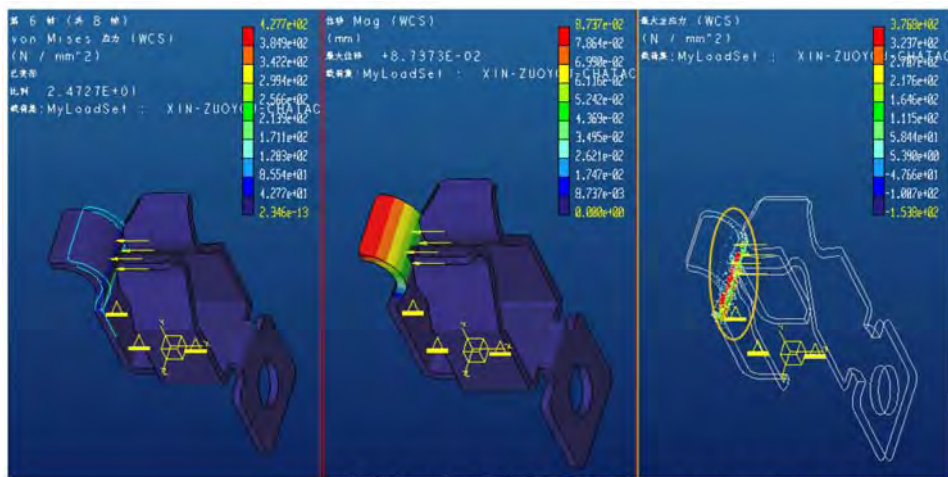


图 6

然后利用 Proe5.0 中的 Mechanica 模块分析，变形量太小，应力集中在过渡边圆角处。结果如图 7 所示：从图中可以看这种情况下铜件



单边受25N力，铜件变形的最大位移为0.087mm。 圆圈中为铜件变形后最大应力点位置。

图 7

1.2.3 塑料件辅助支撑高度适中。如图 8 所示：

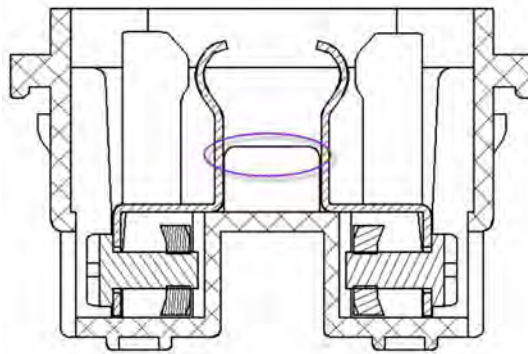
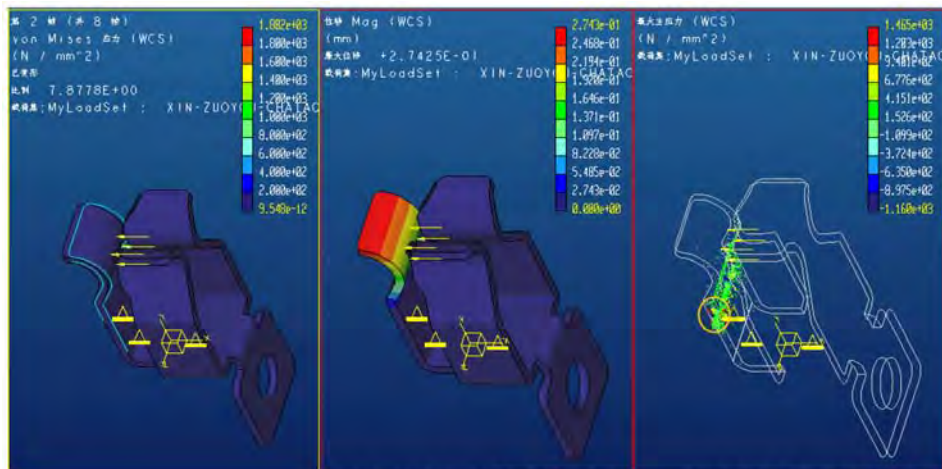


图 8

然后利用 Proe5.0 中的 Mechanica 模块分析， 变形量适中,应力很小。
结果如图 9 所示：从图中可以看这种情况下铜件



单边受25N力，铜件变形的最大位移为0.274mm。 圆圈中为铜件变形后最大应力点位置。

图 9

1.2.4 铜件上做加强筋,但塑料件完全没有辅助。如图 10 所示:

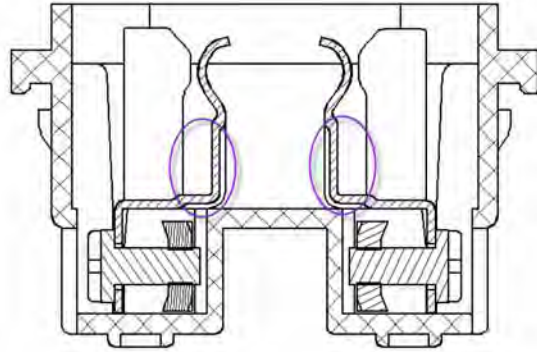


图 10

然后利用 Proe5.0 中的 Mechanical 模块分析, 变形量稍大,应力集中在加强筋处。结果如图 11 所示:从图中可以看这种情况下铜件

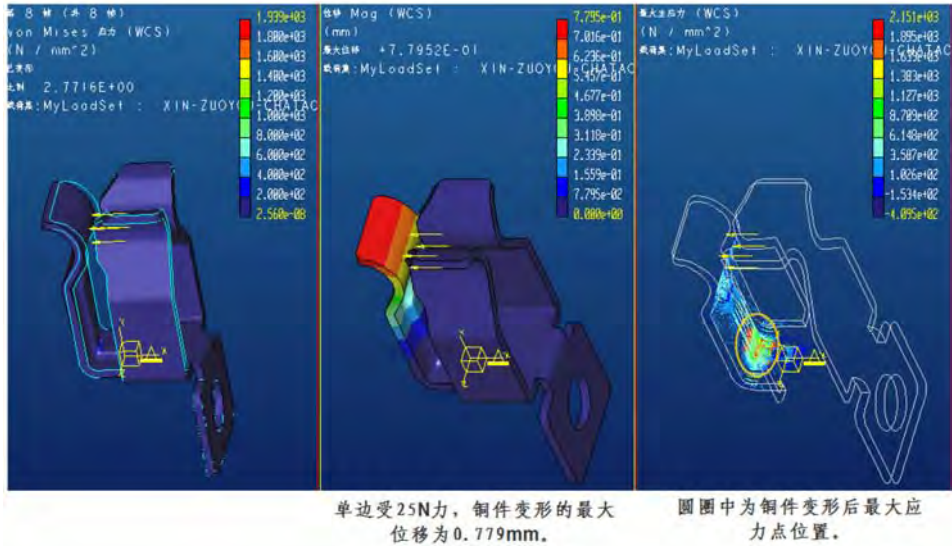


图 11

1.2.5 铜件上做加强筋,塑料件稍做辅助。如图 12 所示:

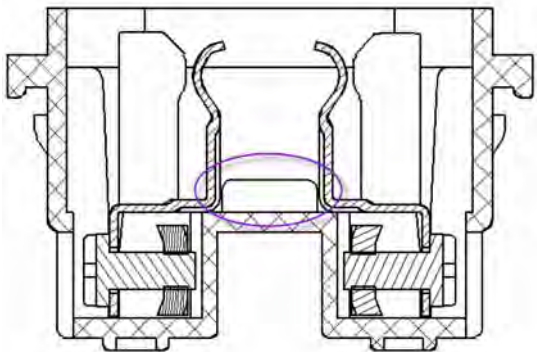


图 12

然后利用 Proe5.0 中的 Mechanica 分析, 结果如图 13 所示; 从图中可以看这种情况下铜件变形

量适中, 应力非常小。

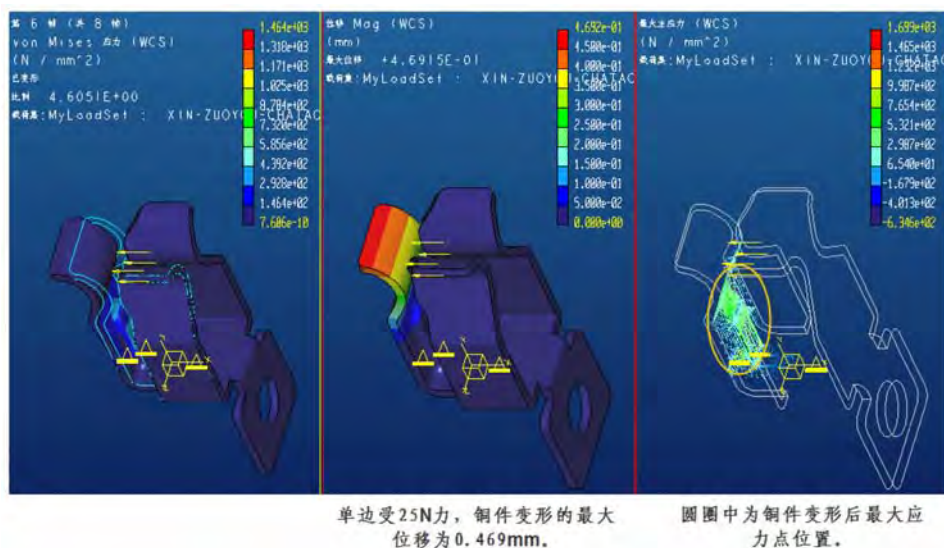


图 13

由此我们很容易得出, 此种插套的最优设计方案便是图 12 这种方式。

回过头来把图 2 与图 5 放在一起做对比不难发现图 5 铜件弹性非常好, 然而由于这种铜件的

弹性太好, 且应力集中在底部折弯处。故需要加于改善处理, 如图 14。从而得到合适变形量, 消除了应力, 最终满足标准要求的插拔力、寿命要求和消费者使用的舒适度。

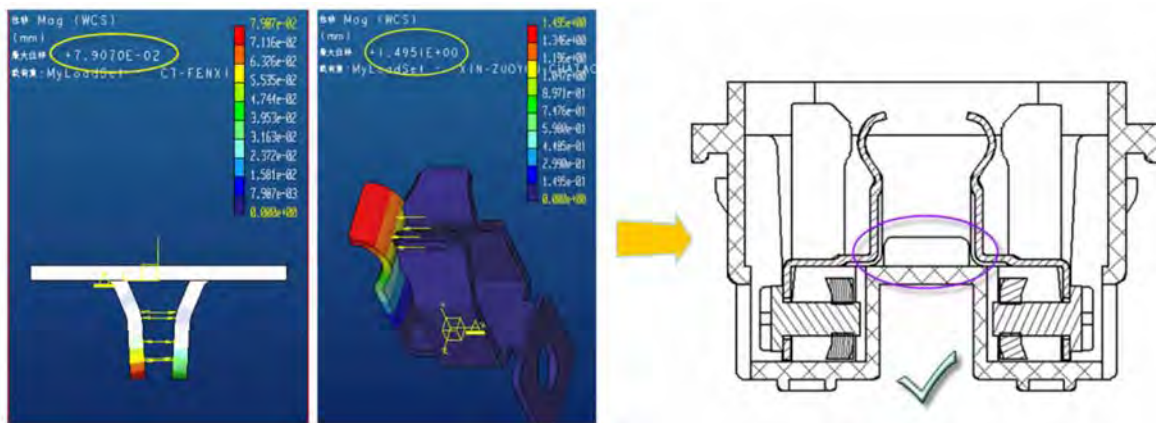


图 14

2 NF C61-314:2008 家用和类似用途插头插座

由于每个国家根据自身插头、插座系统的不同而所规定的插拔力的大小也有所差异。在有些国家所规定的插拔力大小的标准中, 对于通过铜件自身变形来控制插拔力显的更加重要。下面以 NF C61-314:2008 标准为例。

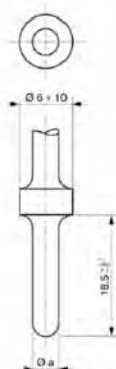
从表 2 中可以看出, 16A 三极插座最大拔出力是 54N, 单插销量规最小拔出力是 2.0N。单从这条来看和 GB2009.1-2008 中的规定是相同的, 但在 NF C61-314:2008 中同时还规定了使用如图 15 所示量规逐个插入触点孔中, 向下垂直悬挂, 在 30S 内不允许因自身重量掉出触点插孔。下面同样介绍两种插套设计的优缺点:

表 2

Tableau 16 – Forces d'extraction maximales et minimales pour fiches et socles

Valeurs assignées de l'appareil	Nombre de pôles de l'appareil	Force d'extraction N		
		Calibre multibroche maximale	Calibre broche unitaire minimale	Calibre broche unitaire maximale ³
6 A	2	40	1,5	
16 A	2	50	2,0	
	3	54		25

³ Ces forces d'extraction ne s'utilisent que pour l'essai de l'alvéole de terre élastique d'une fiche.



寿前吊重值 寿后吊重值

Appareil	Calibre	a mm	Masse (g)		
			Article 9*	Article 22.2*	Article 22.1.2
Socle 6 A	C 4 A	3,94 ± 0,01	300	150	
Socle 16 A	C 4 B	3,80 ± 0,01	400	200	
Fiche 16 A	C 4 C	4,60 ± 0,01	400	200	2500

图 15

2.1 单边折弯型铜件



图 16

从图 16 中可以看出,此种插套设计的弹性变形非常好,但回弹效果很差。材料利用率比较

高。通过用 Proe5.0 中的 Mechanica 模块对铜件的变形量和所受应力进行分析结果如图 17 所示。

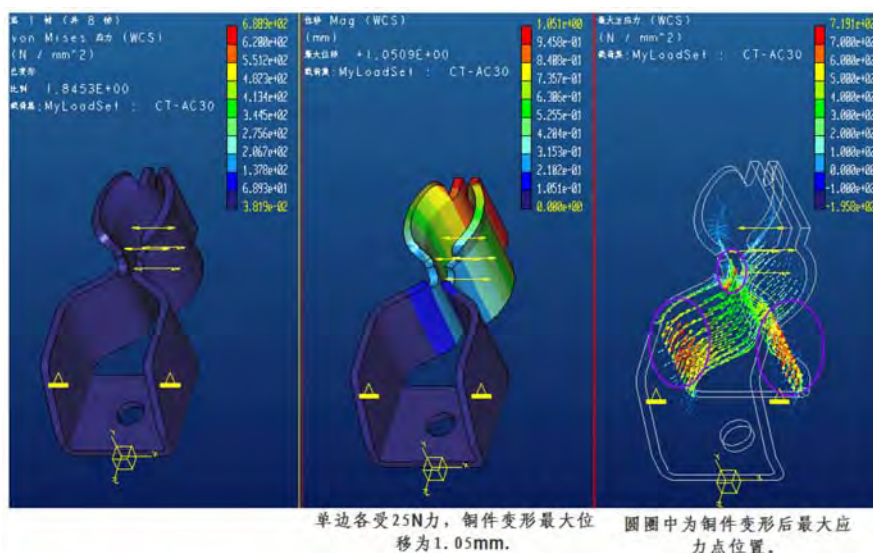


图 17

从图中可以看出由于开口变形量太大,且在插拔 10 次之后很难恢复原状。因此要满足表 2 标准的要求,则需要在开口处用塑胶对其变形量进行控制。如图 18 所示。但由于 NF C61-314:2008 中图 15 量规的尺寸为 3.8mm,插头的尺寸为 4.8mm。在做吊重实验前先用插头插拔 10 次之后再图 7 所示量规测量。因此当用插头插拔 10 次

之后,插套孔就会变的很大。此时根本无法满足 400g 量规吊重测试。为此像此种插套结构,则需要使用图 19 所示方式来控制插拔力的大小及吊重测试。依靠卡簧的弹性来控制插套形状的变化,从而完全依靠铜件的自身的弹性来控制插拔力的大小及舒适度,塑料件则仅仅作为一个辅助作用。

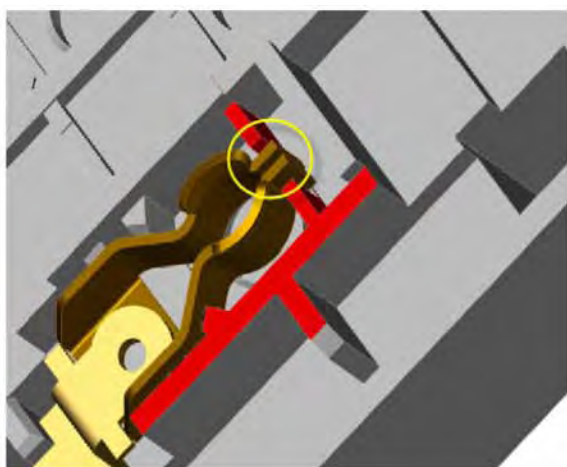


图 18

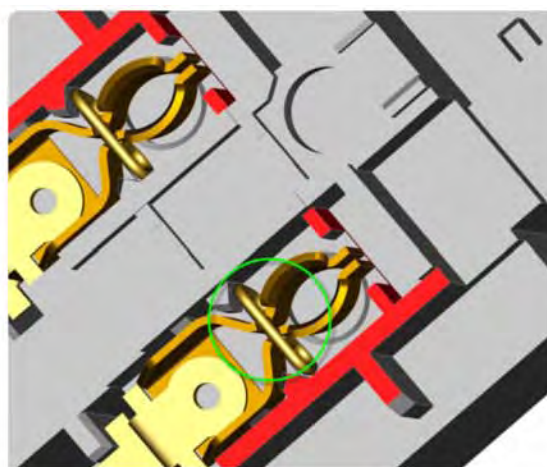
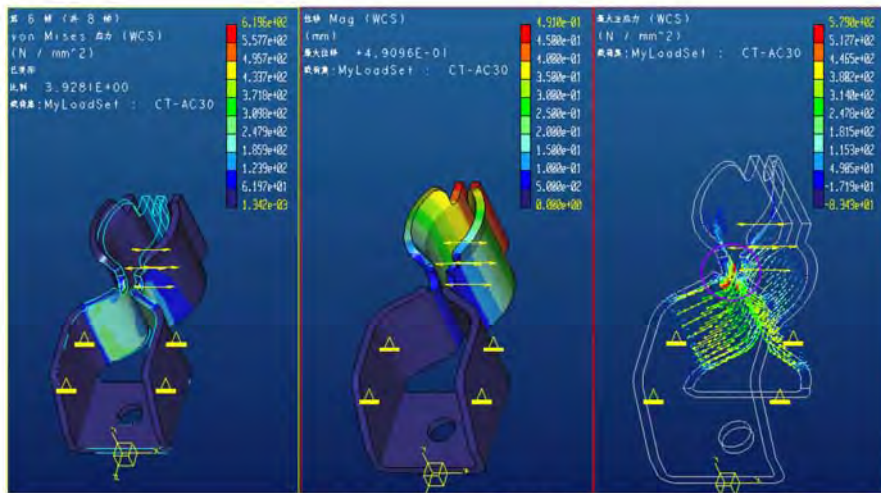


图 19

利用 Proe5.0 中的 Mechanica 对带卡簧的插套进行分析,结果如图 20 所示,从图中可以看这种

情况下铜件变形量适中,应力非常小。



单边各受25N力，铜件变形最大位移为0.49mm。 圆圈中为铜件变形后最大应力点位置。

图 20

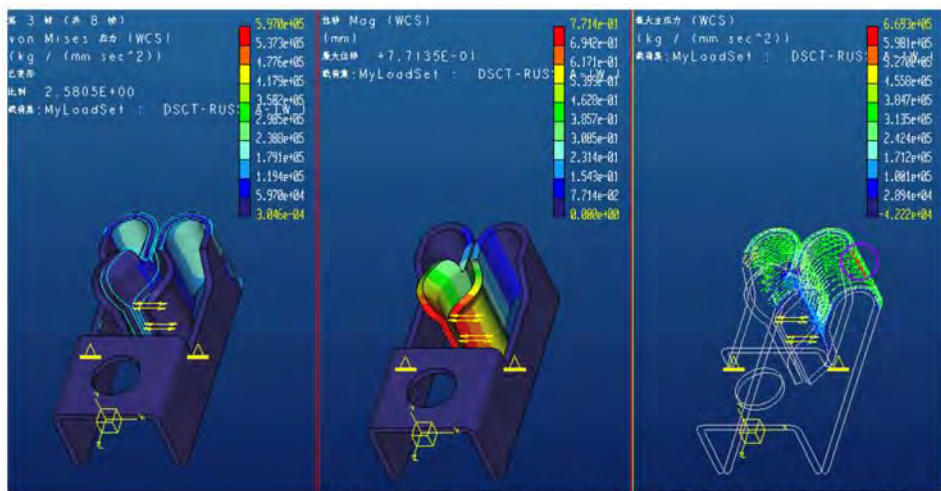
2.2 回转折弯型铜件



图 21

从图 21 可以看出此种插套的设计铜件弹性变形好,且回弹效果也很好。材料利用率也很高。通过用 Proe5.0 中的 Mechanica 对铜件的变形量和

所受应力进行分析,结果如图 22 所示,从图中可以看出这种情况下铜件变形量适中,应力非常小。



单边各受25N力，铜件变形最大位移为0.77mm。 圆圈中为铜件变形后最大应力点位置。

图 22

通过图 17 与图 22 进行对比可以发现,图 22 中的铜件的变形量更大,可自身回弹,应力小,故此铜件设计更优。虽然前者通过增加卡簧这种方

式之后,铜件各方面性能也能达到要求,但却需要增加卡簧,成本高,故后者铜件设计的形状方案更优。如图 23。

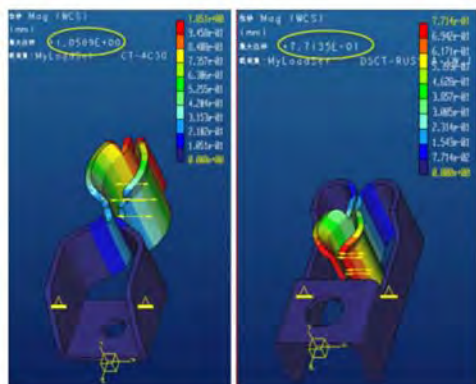


图 23



3 结论

本文详细分析了插套形状对插拔力大小的影响,以及如何设计更加优化的插套。通过以上讲述不难得出,插套插拔力的大小和舒适度,完全取决于以插套铜件的设计,而铜件的设计需要考虑以下四点:

- 1、铜件的本身形状必须具备良好的弹性。
- 2、铜件不仅只有弹性就可以了,而且铜件在变形之后能够恢复到一定的程度。

3、需要考虑铜件变形后所产生应力点的位置,然后通过某种方法消除应力。

4、需要先了解标准的规定,根据不同的标准来设计不同的形状从而控制插套变形量,最终控制插拔力的大小及使用的舒适度。

参考文献:

- [1] GB2009.1-2008 家用和类似用途插头插座.
- [2] NF C61-314:2008 家用和类似用途插头插座.

新一代开关在智能照明系统中的应用

王晓东

(杭州鸿雁电器有限公司,浙江 杭州 310013)

摘要: 智能照明是照明发展的未来,在满足基本照明的需求上,用户会越来越追求照明的品质和舒适性。智能照明的发展需要借助控制手段,但是目前大部分所谓的智能灯具直接通过手机 APP 控制,这种控制方式虽然可以发挥出智能照明的特点,但是操作过于繁琐,不符合用户的使用习惯。本文重点介绍关于智能开关在照明控制系统中的应用,在不改变用户使用习惯的前提下,实现照明的智能化控制。

关键词: 智能; 照明; 开关; 控制

Intelligent switching applications in the lighting control system

Wang XiaoDong

(Hangzhou Hongyar Electric Co., Ltd.)

Abstract: Intelligent lighting is the future development of lighting, lighting in Meeting basic needs, users will increasingly pursue lighting quality and comfort. The development of intelligent lighting needs the means of control, but at present most of the so-called intelligent lighting control directly via mobile phone APP, this control method, although the characteristics of intelligent lighting can play, but the operation is too complicated, does not meet the user's habits. This article focuses on intelligent switches used in lighting control system, without changing user habits premise of achieving intelligent lighting control.

Keywords: Intelligent; lighting; switch; control

1 引言

智能照明是照明发展的必然趋势,根据机构预测,2016 年国内 LED 照明应用市场规模将达 823 亿元,中国有望成为全球排名前 5 的 LED 照明消费国。预计到 2019 年,智能照明系统将在软件及服务方面为业界带来约 5500 亿美元的收益,而产品销售所得的收益仅为 500 亿美元。

现阶段智能照明在发展的过程中,也面临着一定的困局。从技术上来说,普遍的智能照明产品都存在互不兼容、操作繁琐、产品功能同质化现象严重等;从消费者层面来说,智能照明产品更多是功能的叠加,使用不人性,手机控制方式让人沮丧,让消费者自然对智能照明产生抵触的消费心理;同时从企业角度出发,大企业在智能照明研发上持续投入,但是由于市场始终不温不火,无法找

到智能照明用户需求的真正痛点。这些都是智能照明亟需解决的难题。由此看来,智能照明在智能家居领域的真正落地并没有那么简单,智能照明想要发展首先要从技术层面上要突破,通过更加人性化的技术设计吸引消费者,同时通过技术上的发展降低成本,吸引消费者购买。

智能照明不是单一的联网灯具或功能复合,未来智能照明一定是融入到智能家居系统中,并与智能家居其他系统相融合,例如智能开关。本文将重点介绍如何利用智能开关实现智能照明的人性化控制。

2 系统介绍

如图 1 所示是基于智能开关的智能照明控制系统。智能照明系统的未来,不仅仅是用手机控制灯具开关、变换颜色或者远程控制这么简单,我们

需要的智能照明,要更加人性化、关联互动、提前预判用户需求的方向发展。

在产品应用层面,通过调研发现,开关面板是目前最受用户青睐的照明控制终端,而开关本身在家庭分布广、数量多、高频使用、操控直观、支持

原位替换、老人儿童可操作、产品形态成熟,应用成本低等优点,也是其成为智能家居入口和平台的天然优势。因此,本方案通过整合智能开关和手机 APP 两种操控方式,让用户在家里家外都能更方便地操作。

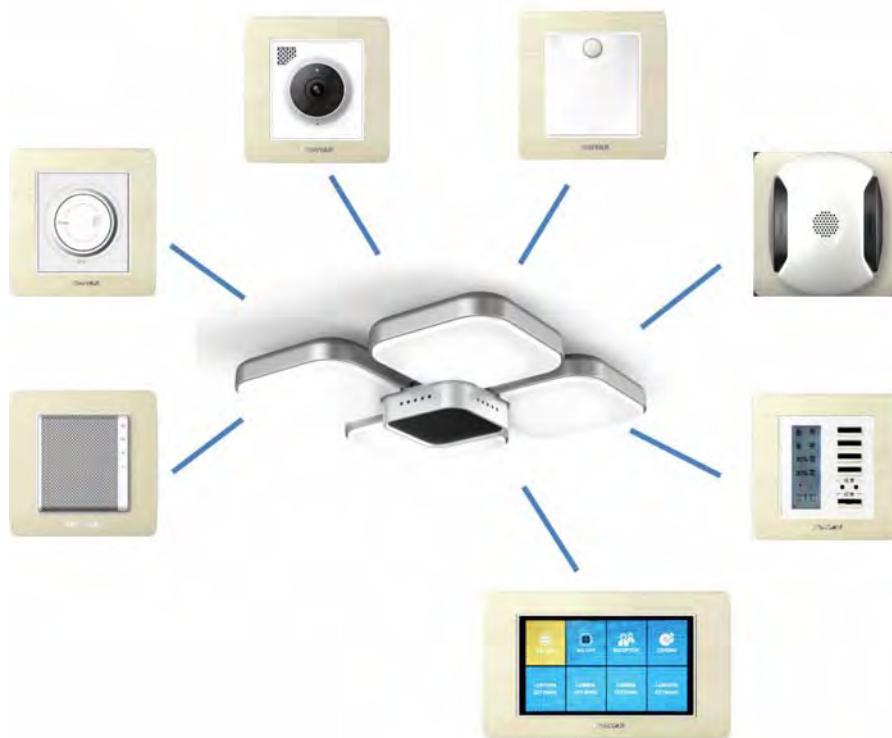


图 1 基于智能开关的智能照明控制系统图

在通讯方式上,采用有线和无线相结合的通信方式,其中有线方面,采用单火电力线的数字调光技术,这个技术简称“D.L.CON”(译:达凌通),可以通过电力线直接控制 LED 灯具的亮度、色温甚至色彩,D.L.CON 相比无线通信方式最大的优势:第一、开关和灯具之间通过有线方式通信,信号更加稳定、可靠、安全;第二、采用单火线取电和信号通信,完全兼容家庭现有的布线系统,原位替换原有墙面开关;第三、兼容性更好,可以兼容不同厂商的支持 D.L.CON 标准的开关和灯具,可以和各种无线通信标准相互融合,具有良好的可扩展型。无线方面,采用 Wi-Fi、ZigBee、Bluetooth 等无线通信标准,实现智能开关之间,以及智能面板与其他设备的互联互通和一键触摸式场景控制。这样一来,就可以在不改变用户使用习惯的基础上,为用户提供解决方案。

下面具体介绍一下智能开关在智能照明系统中的应用方案。

3 智能开关介绍

3.1 调光开关

在传统照明时代,人们通过开关控制灯的通断是最习惯的控制方式。传统灯具是固定式照明,无法调光调色温,但实际上在不同的使用场合,灯光的需求是不同的,比如观看电影时需要调暗灯光,会客时需要调亮灯光;寒冷的冬天时需要暖色调的灯光,而清凉的夏天则需要冷色调的灯光。这些需求在 LED 照明时代,通过 D.L.CON 调光开关可以轻松解决。如图 2 所示是 D.L.CON 调光开关示意图,它有两个旋钮,外圈旋钮可以调节 D.L.CON 灯具的亮度,内圈旋钮可以调节 D.L.CON 灯具的色温。



图 2 D.L.CON 调光开关示意图

D.L.CON 开关与之配套的 D.L.CON 灯具（蜡烛灯、球泡灯、筒灯、吸顶灯等）之间通过单火线传输数字信号，该通信方式最大的优势是不改变原有电工的布线规范，不需要额外布设零线，完全原位替换，符合用户的操作习惯。与此同时，该方案还解决了单火线开关的待机电流大导致闪灯问题，通过实际验证，目前 D.L.CON 调光开关完全可以集成 ZigBee、Bluetooth 等无线通信模组，实现照明控制系统的无线扩展。如图 2 D.L.CON 调光调色温控制原理图。



图 3 D.L.CON 调光调色温控制原理图

3.2 感应开关

传统的人体感应开关大量应用在公共领域，通过“人来灯亮，人走灯灭”的方式来实现节能。本方案介绍的感应开关是通过无线通信方式与照明系统联动，不仅具备红外人体感应功能，还有具有温度、湿度和照度检测功能，更甚至集成了紧急按钮和小夜灯，如图 4 所示为人体感应开关的示意图。



图 4 人体感应开关示意图

本方案设计的人体感应开关是家居照明的控制中心。首先，通过红外感应方式检测人体移动，一旦检测到有人活动就点亮小夜灯，为家人提供夜间的安全照明，同时通过 ZigBee 无线通信方式联动打开相关联的灯具（如走廊、卫生间灯具），提供引导性照明控制。然后，通过感应开关检测的温度、湿度和照度，自动为家人调整灯光的亮度和色温，提供更加舒适的灯光。最好，一旦家中老人如果遇到突发事件，只要点按感应开关上的“紧急呼叫”按钮，本地联动灯光会快速闪动，提醒家里其他人，同时通过网络推送呼救报警信息到关联的手机，实现最快速的紧急呼救。

3.3 环境开关

空气污染问题不仅影响到当代人，甚至影响到我们的下一代。室外空气质量的好坏需要靠全社会的功能努力，而家庭内部的空气质量需要靠我们自己。如何实时了解家中空气质量情况，是解决家庭空气污染的基础。如图 5 所示是一款集成了 PM2.5、VOC、CO、温湿度和照度的环境检测开

关。

该环境检测开关通过 ZigBee 无线通信方式与照明系统互联,不仅通过专用的 APP 可以实时查看环境数据,而且根据检测到的温湿度、空气质量、有毒气体等控制灯具的颜色,不同灯光颜色代表不同的环境等级,提醒用户采取对应的措施。



图 5 环境检测开关示意图

3.4 视频开关

视频监控在家居安防系统中是最常见的实现手段,通过网络化的视频监控可以实现远程查看家中视频、和家人实时对讲、录像拍照、移动监测及报警等功能。本方案将视频监控与智能开关相结合,并通过无线通信方式与照明系统关联。如图 6 所示为视频监控开关示意图。



图 6 视频监控开关示意图

该视频监控开关利用手机可远程查看家中视频图像,同时能够最准确的查看家里照明等设备是否处于关闭状态。甚至可以通过摄像头检测灯光光谱,与灯具形成闭环,进而对不同的环境来自

动调整灯光的光谱,以达到最佳的灯光效果。

3.5 音控开关

灯光与音乐的互动可以增添温馨、活跃的气氛。本方案将音箱和智能开关相结合,通过蓝牙推送方式与手机音乐播放器连接,实现音乐的播放。如图 7 所示为蓝牙音箱开关的示意图。



图 7 蓝牙音箱开关示意图

蓝牙音箱开关通过 ZigBee 无线通信方式与照明系统联动,当通过音箱播放音乐时,关联的灯具可以跟随音乐的节奏变换灯光色彩和快慢,用户在享受音乐的同时充分享受灯光视觉盛宴。

3.6 场景开关

如何在不同的生活场合中,需要快速切换灯光的效果,而传统独立式的灯光开关控制方式太繁琐、不够人性。本方案采用场景控制开关来实现灯光的一键式模式切换。如图 8 所示为场景开关的示意图,通过触摸显示的方式直接明了的展示给客户不同的场景按钮。



图 8 场景开关示意图

场景开关通过 ZigBee 无线通信方式与照明系统联动,通过配置实现单个 LED 灯具或者多个 LED 灯具,以及相关辅助设备(如电动窗帘)组合

成一种灯光模式,例如影音模式,会客模式、就餐模式、离家模式等。利用 ZigBee 的 Mesh 组网方式来实现全宅智能设备的一键式场景控制。

4 总 结

把“智能开关”融入到整个智能照明系统解决方案中,因为开关在房间中分布最广泛、涉及的节点数量最多,又能和其它家居设备形成联动,作为智能家居平台的企业,也都在呼唤“智能开关”的加入,而集成了“智能开关”的智能家居解决方案,也更能满足用户的全方位显、隐性需求。

在过去的十几年中,已经涌现了非常多的智慧照明、智能家居产品,但这些产品相对孤立、功能鸡肋,因此制约了市场的进一步发展。但在智能

家居 2.0 时代,我们把智能面板等固定端作为操控核心,结合有线、无线的通讯方式,能更好地可以实现设备和数据交互,而“智慧照明”在用户体验和商业价值的挖掘也能有更大突破和更多的想象空间。

参考文献:

- [1] IEC 62756-1 Ed. 1: Digital load side transmission lighting control (DLT)-Part 1: Basic requirements.
- [2] 智慧城市网. 下一个战场智能照明成传统家电企业转型必争之地.2016.
- [3] 顾瑞红,张宏科.基于 ZigBee 的无线网络技术及其应用[J].电子技术应用. 2005.
- [4] 张岳军,吴明光.智能照明系统控制网络的研究[J].照明工程学报.2004 年 04 期.

自动化技术在开关组装中的应用

张建国, 徐大庆

(松下电气机器(北京)有限公司, 北京 100176)

引言:

对制造业来说,如何降低不断上升的人工成本是每个企业面临的重要课题。特别是近些年来,人工成本上涨不断地加速,推行自动化则是解决这种课题的重要手段。

为此,我们也顺应市场大势,开发了自动组装设备。在前期,首先是对象品的兼容性评价论证,其次是对自动化实现程度的论证,接下来要从品质控制的角度考虑设定工程检查,综合以上几点最终形成设备工艺布局,同时也总结了自动化企画中所考虑的一些要点等等,供交流参考,还请行业专家指正。

1 工艺布局中针对对象品兼容性问题的考虑

在自动化推行过程中,首先要确定实现自动化对象品是什么,接下来就要考虑自动组装时兼容性问题。

以上问题的解决要从分解产品的构成和分析组装流程入手,从而确定组装的先后顺序及部品的布局。这样就可以初步确定自动组装整体的工艺流程和布局。

1.1 对象品种的确

单控开关及双控开关是制造中的主力品种,由于是主力品种在生产制造过程中所用人工工多,同时这两款产品在结构上有较多的共通之处,如果采用自动化组装,应能取得可观的省人化效果,所以选定单控开关及双控开关为对象品种来开发自动化设备。

1.2 产品构成分解

单控开关(一位、二位)部品构成分解(表 1):

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
名称	本体1	卡扣1	弹片	端子1	端子2	开闭端子1	卡子1	卡子2	开关板	弹簧
一位	○	○	○	○	○	○	○	--	○	○
二位	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○

双控开关(一位、二位)部品构成分解(表 2):

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
名称	本体1	卡扣1	卡扣2	弹片	端子1	端子3	端子4	开闭端子2	卡子1	卡子2	开关板	弹簧
一位	○	○	○	○	○	○	○	○	○	--	○	○
二位	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○

由以上2表摘录出单双控开关组装共通部品一览表(表3)

序号	1	2	3	4	5	6	7
名称	卡扣1	弹片	端子1	卡子1	卡子2	开关板	弹簧

通过以上产品构成分解表(表1,表2)可以看出单控开关分为1位和2位两种规格,由10种部品构成;双控开关也分为1位和2位两种规格,由12种部品构成。4种规格产品所用部品15种,有7种部品共通(表3)。

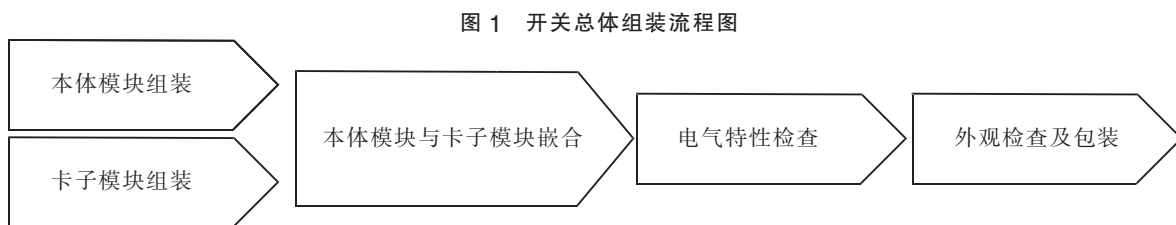
1.3 现状组装流程分析

要实现同时对应4种规格产品的自动化,需

要比较现状的组装流程,找出它们的兼容的地方和不同的地方,以此为基础来设计自动化组装流程。

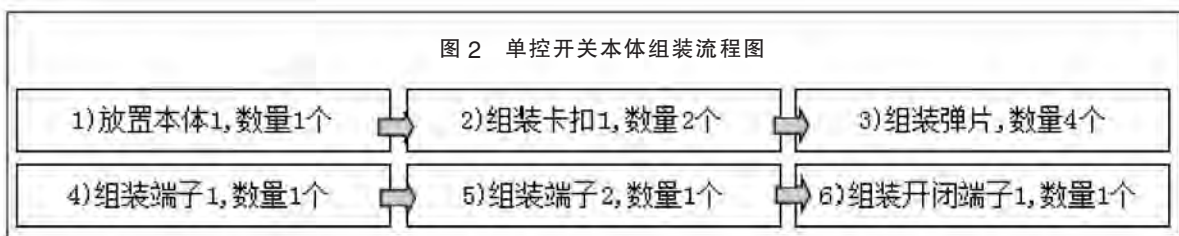
1.3.1 开关组装的总体流程调查

经调查,开关现状的组装流程如下图(图1)所示



1.3.2 单控开关本体组装流程调查

以下为单控开关本体组装流程图(图2)及组装部品构成表(表4)



组装步骤	本体设定	卡扣组装	弹片组装	端子组装		开闭端子组装
部品名称	本体1	卡扣1	弹片	端子1	端子2	开闭端子1
数量	1	2	4	1	1	1

1.3.3 双控开关本体组装流程调查

以下为双控开关本体的组装流程图(图3)及组装部品构成表(表5)

1.3.4 卡子组装流程调查

以下为卡子组装的组装流程图(图4)及组装部品构成表(表6)

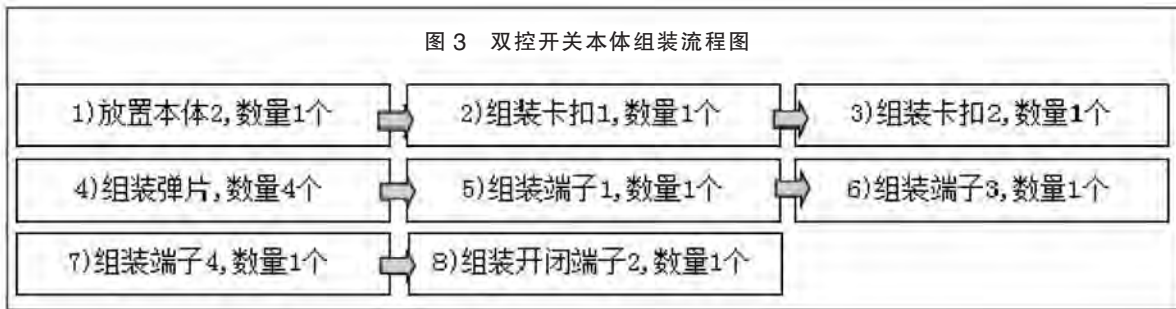


表5 双控开关本体组装部品构成表

组装步骤	本体设定	卡扣组装		弹片组装	端子组装			开闭端子组装
部品名称	本体1	卡扣1	卡扣2	弹片	端子1	端子3	端子4	开闭端子2
使用数量	1	1	1	4	1	1	1	1

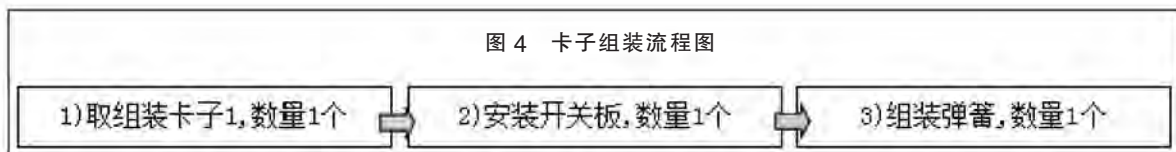


表6 卡子组装部品构成表

组装步骤	卡子设定		○组装中选用	—组装中不选用
	卡子1	卡子2	组装开关板	组装弹簧
部品名称	卡子1	卡子2	开关板	弹簧
数量	1	1	1	1
一位	○	—	○	○
二位	—	○	○	○

1.3.5 单双控开关总体顺序组装构想初步形成

下部品组装顺序表(表7)

由以上部品构成及组装流程分析汇总得出以

总体流程来看,组装由两部分组成,本体模块

表7 单控开关 & 双控开关部品构成及组装顺序表

○组装中选用 —组装中不选用

组装模块	组装顺序	本体模块组装											卡子模块组装			
		本体设置		卡扣组装		弹片组装		端子组装			开闭端子组装		卡子设置		开关板组装	弹簧组装
部品序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
部品名称	本体1	本体2	卡扣1	卡扣1	卡扣2	弹片	端子1	端子2	端子3	端子4	开闭端子1	开闭端子2	卡子1	卡子2	开关板	弹簧
数量	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
单控开关	一位	○	—	○	○	—	○	○	○	—	—	○	—	○	—	○
	二位	○	—	○	○	—	○	○	○	—	—	○	—	○	—	○
双控开关	一位	—	○	○	—	○	○	○	—	○	○	—	○	—	○	○
	二位	—	○	○	—	○	○	○	—	○	○	—	○	—	○	○

组装及卡子模块组装,然后是两部分的嵌合,经过电气特性检查后,再进行外观检查和包装作业。

2 整体自动化程度判断及一般自动化技术应用要点介绍

2.1 自动化程度判断

经过以上部品构成及组装工艺的分析,形成了整体自动化方案的初步流程,但是,这只是第一步,到底这样的构想是否适合自动化,还要进行进一步评价论证。如何评价请参考表8。

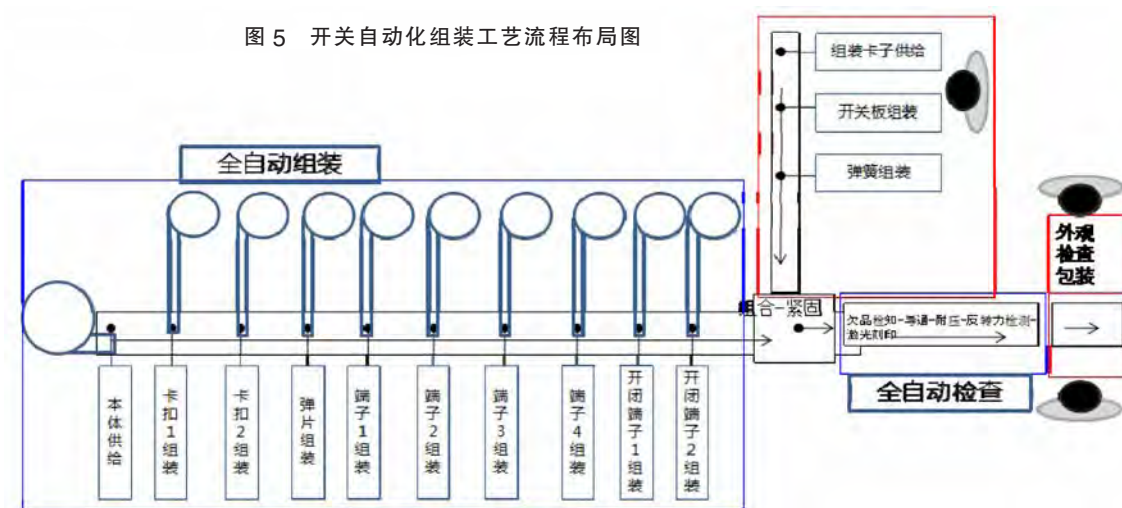
表8 自动化实施评价表

工程	项目 (部品或工程)	注目点描述	自动 输送	自动组 装检测	预计 费用	评价	结论
本体 组 装	本体1	形状、尺寸稳定	可	--	低	整体来看各部品实现自动供料,自动组装均可,可靠性风险无,无复杂工程,投资费用适中	本体组装实现自动化
	本体2	形状、尺寸稳定	可	--	低		
	卡扣1	形状、尺寸稳定	可	可	低		
	卡扣2	形状、尺寸稳定	可	可	低		
	弹片	形状、尺寸稳定	可	可	低		
	端子1	形状、尺寸稳定	可	可	低		
	端子2	形状、尺寸稳定	可	可	低		
	端子3	形状、尺寸稳定	可	可	低		
	端子4	形状、尺寸稳定	可	可	低		
	弹簧	形状、尺寸稳定	可	可	低		
	开闭端子1	形状、尺寸稳定	可	可	低		
开闭端子2	形状、尺寸稳定	可	可	低			
卡子 组 装	卡子1	体积大,选别困难	困难	可	高	卡子1,卡子2体积大开发自动供料器占地面积大,不利于产线布局;组装后的卡子组件需要进行方向识别和姿态调整方案复杂;实施自动化效果小,投资大	不建议自动
	卡子2	体积大,选别困难	困难	可	高		
	开基板	形状、尺寸稳定	可	可	低		
	弹簧	形状、尺寸稳定	可	可	可		
检 查 工 程	缺件检测	--	可	可	可	检查工程可实现自动输送,自动检查,技术成熟,投资费用适中	检查工程实现自动化
	导通检测	--	可	可	可		
	耐压检测	--	可	可	可		
	反转力检测	--	可	可	可		
	激光刻印	--	可	可	可		
外 观 检 查 包 装	外观检查	取代人工检查外观缺陷,检查条件设定困难	可	可	高	外观检查可通过视觉识别系统实现,但是由于品种多,外观自动检查条件设定困难 手柄种类多,实现自动组装要应对的多种切替情况,设备结构复杂 包装箱的品种多,自动开箱,自动装入要考虑多种情况 由于要应对以上多种复杂的组装要求,设备结构势必复杂,成本会高大幅增加	自动化可,但从投资经济性的角度不建议自动化
	手柄安装	手柄种类多,自动化切替复杂					
	自动装箱	箱子种类多,自动切替复杂	可	可	高		

由以上表中的评价的结果可知本体组装、检查工程实现自动化可行性高,而卡子组装工程和外

观检查包装工程不建议自动化。那么综上1,2论述得出以下开关自动化组装工艺流程布局如图5。

图5 开关自动化组装工艺流程布局图



2.2 自动化技术的应用考虑

一般来说组装自动化要在以下几个基本环节考虑应用自动化:自动送料、自动搬运、自动取放、自动检知。以下就这些技术的概要作基本的介绍。

(1)自动送料:

自动送料就是将自由状态的部品整理排序,将部品排列成我们希望达到的姿态,以便后续工程的取出组装。整理排列一般采取螺旋振动盘送料的方式,也有的时候采用离心机送料,输送则采用直线振动供料器;采用什么方式需要依据部品的形状尺寸,材质,设备所要求的送料速度来确定。

(2)自动搬运:

自动组装过程中,部品需要从前一工程移送到下一工程,一般是通过自动搬运装置实现这一功能。自动搬运方式有分度盘转盘方式、传送带方式及前后往复移送装置。这些方式各有优缺点。

分度盘的方式优点是结构简单,造价低。但由于是多工位向心结构,设备空间在多工位情况下会变得过于紧凑而不利于维护。同时对于工位过多的产品,则布局困难,部件也容易过于拥挤而影响效率化作业。

传送带方式结构简单,为了达到精确定位,一般要辅助以专用载具进行输送;缺点是节拍慢,生产线工位多的情况下,专用载具的制作会提高制作成本。适用于单一品种情况。

前后往复移动移栽方式,优点是搬运速度快,稳定;但是由于在动作时序上有极高的要求,设备构造复杂,要求很高的设备加工精度和可靠的驱动方式。设备的成本也随之提高。

(3)自动取放

部品的取放指将部品从送料端取出,在工作位投入的过程。实现这一功能的单元统称组手单元,实现方式有气动、电动、液压、凸轮或以上几种方式的混合。但在夹取方式上一般有电动夹手、气动夹手、真空吸附三种方式。电动夹手可变化夹持尺寸,但成本高;气动夹取则适合于单一夹持尺寸的场所;吸附取放适用于取放表面光滑,质量相对小的部品。

(4)自动检知装置

自动化离不开检知技术,在自动化设备中,传感器发挥着重要的作用。

传感器通过感知技术代替人的感觉感知,将其得到的信号传送给中央控制单元,经中央处理器判断处理后,向执行元件发出正确的操作指令。它是整体自动化设备能正常正确运转的基本感知单元。应用于部品的有无判断、位置、方向的识别、位移的测量等等场合。

感知方式有接近传感、光电传感、视觉传感等多种方式。在自动组装中应用较为普遍的是光电传感技术。尤其在部品送料端的前端到位感知,一般均采用激光对射传感器;使用中为了减少由于

光线漫反射造成的误检，必要的情况下要配备聚光透镜。

3、自动化过程中的工程检查的考虑

工程检查在自动化过程中必不可少。自动化本质是用设备取代人的作业，而设备不具备人的认知判断能力，如果在每个组装过程结束后不进行工程结果判定，继续执行自动化工程，首先会造成不良品流出。其次，可能由于错误的组装造成设备损坏，或者造成后续不必要的工程联动，产生部品浪费。另外，即使不良在最终的工程检查中能够判定区分出来，但是前述工程的组装作业也是无效的，这种多余的设备动作，会造成设备效率低下，也是一种浪费。

因此，在自动化组装过程中，组装中间品由前一组装工程移行至下一工程之前设置工程检查显得尤为必要。究竟对哪个工程设置工程检查呢？以下以我们的项目为例，进行介绍说明：

3.1 首先明确工程检查判断的内容：

- 1) 部品的有无

- 2) 部品方向
- 3) 部品的类别
- 4) 组装后姿态(组装是否正常)

3.2 判定结果处理原则

1)判断结果正常:后续关联工程进行正常作业处理,组装完成品最终由良品口排出

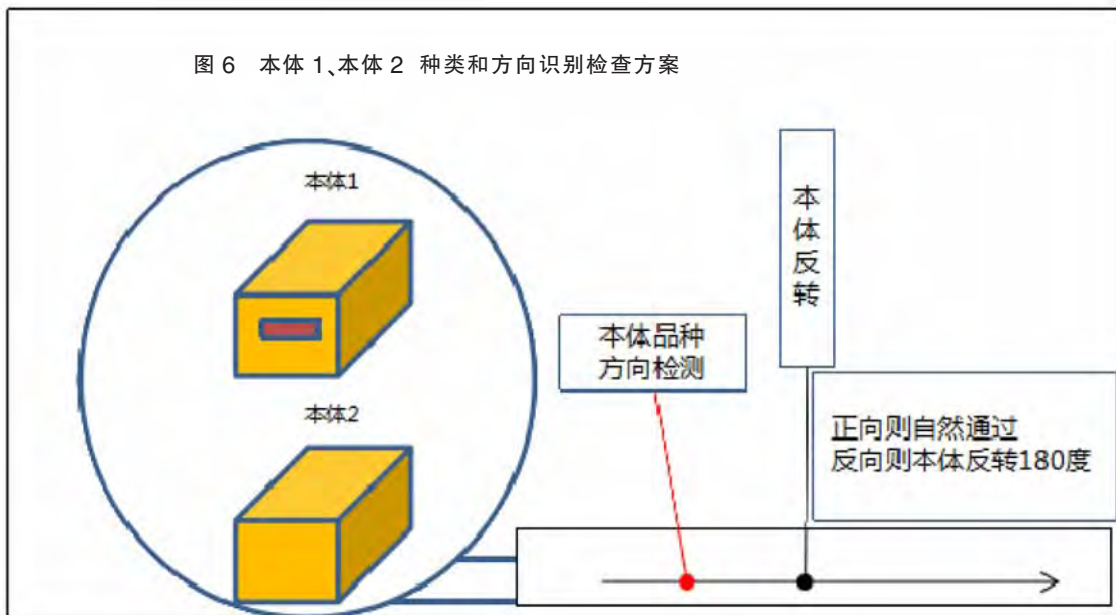
2)判断结果异常:后续关联工程不进行作业处理,组装完成品最终由不良品口排出

3)如果连续异常:设备自动报警停机(连续异常判断次数由控制系统设定)

3.4 现以本体输送工程结果判定为例进行阐述如何考虑设置工程检查。

对本设备来说,兼容两类本体组装,同时由于本体形状的对称性在供料器端无法实现供料方向的甄别,所以本体由供料器输出以后要进行品种判断和方向识别。判断结果如果是部品混入则后续扣组装等工程对其不进行作业处理,如果是反向进入则反转工程对其进行 180 度旋转作业。

如图 6



其他工程设置工程检查也是同样的考虑方法。

4 组装自动化推进中的其他注意点

4.1 排除组装部品潜在的干涉性，

一般情况下，组装过程中由于部品搬送或部

品姿态不稳定，会出现先组装的部品发生少量的偏移、倾倒的情况，这样会对后续部品的组装造成干涉。在手动组装的情况下，可以通过人工调整来解除这种干涉。但在自动组装过程中，即使发生少量的组装部品偏移倾倒也会造成后续工程的不正常作业，由此会带来频繁的短时停机，直接影响设

备的稳定运转。所以在项目初期要彻底识别并评估这些风险,采取对策预案,同时也要看到自动化对部品尺寸的一致性要求高,必要时要通过变更产品结构来实现。

4.2 振动的消除

手动组装实现速度低,且是在静止状态下实现的,动作缓慢稳定,自适应性强。自动组装较之手动组装来说是在动态环境下完成的。所以如何消除由振动以及其他机械动作造成的振动影响,是要考虑的因素。例如,对于振动供料器应与组装设备主机处于分离状态。

4.3 确保部品尺寸稳定,以免影响设备的稳定运转

自动供料过程中如果部品尺寸不稳定将造成供料倾倒、堵塞,所以在企画初期要调查确认,部品尺寸偏差大的要考虑整合部品制造工艺,消

除部品制造或运输过程中产生的毛边、毛刺、变形等现象。

综上所述,自动化设备在开发初期要从对象品种构成出发,分析兼顾各品种商品的部品构成及各自的组装工艺流程,在此基础上设计合理的自动化组装流程布局,同时也要考虑到自动化实现的难易度及投资的性价比;另外还要从品质的可靠性和设备稳定运转等方面,设定合适的检查工程;根据部品的一致性程度,进一步修正自动化结构设计的仕様要点。

经过这样的过程,自动化方案就会由概念逐步清晰,仕様要求也变得越来越明确。由此形成一个既能满足我们现场需要、可靠性高、价格合理的自动化方案。

图7是我公司自动化开发的项目之一的设备实体,供参考。

图7 开关自动组装机



参考文献:

[1] GB 16915.1-2014 家用或类似用途固定式电气装置的开关 通用要求.

[2] 李首文,何贵兵.自动技术在软件测试过程中的研究与实施[J].科技信息.2011(15).

[3] 秦大同,谢里洋《机械设计手册》第六版2014.

[4] 刘昌祺,刘庆立,蔡昌蔚《自动机械的凸轮机构设计》.

墙壁开关自镇流负载的研究

田贍民, 孙言言

(公牛集团有限公司, 浙江 慈溪 315314)

摘要: 本文从 LED 灯出发, 提出了浪涌的计量方法, 指出了当前自镇流负载市场现状及标准负载柜存在的问题, 在此基础上提出了标准负载柜的验收要求, 同时提出了标准条款修正意见。

关键词: 自镇流、负载柜、验收、标准

Abstract: This paper studied the LED first, present the measurement of surge, then state the SBL (Self-ballasting Load) current market situation and the problem of SBL. On the basis of this the requirement of SBL is presented, and the receiving rule of SBL is hoped to setup. At the same time, the suggestion about the standard item is presented.

Keywords: SBL; Load; Receive; Standard

1 引言

由于 LED 灯节能效果非常明显, 市场上应用越来越广, 但是 LED 灯在起动瞬间冲击电流非常大, 且在 90° 相位时达到峰值, 根据我们的测试结果峰值浪涌系数从几十倍至 1000 多倍不等, 实际中大多数在此 100 至 300 倍之间, 如此大的冲击电流将对电路控制元件, 如墙壁开关, 造成毁灭性破坏。

LED 灯是一种自镇流灯, 在研究自镇流灯之前, 我们首先来了解一下自镇流灯的概念。

所谓自镇流灯 (Self ballasted lamp, SBL) 就是含有灯头、光源及使灯起动和保持稳定燃点所必须的元件并使之为一体的灯, 灯不被永久破坏是不可拆卸的。自镇流灯的特点是直接接入市电就可以使用了, 与镇流器组合成一体紧凑型荧光灯及 LED 灯都属于自镇流灯。由此可见前期流行的节能灯也属于自镇流灯; 随着节能灯逐渐退出, 目前最典型的自镇流灯就是 LED 灯。

目前墙壁开关是 LED 灯控制的主要元件, 下面我们从墙壁开关的角度出发来研究 LED 灯 (以下统一称为自镇流负载) 相关问题。

2 浪涌能量的计量

目前市场反馈, 有部分用户用现有开关接自镇流负载灯, 很快发生烧毁, 极端情况操作一次就烧毁。由于目前市场上的自镇流负载灯种类多、品

牌杂, 质量参差不齐, 同样额定功率的自镇流负载灯对开关的破坏不一样, 其主要原因是浪涌相差大, 尤其是接通瞬间的浪涌最大, 如何衡量自镇流负载灯对开关破坏的影响, 也就是对浪涌进行计量, 成为本文的基本问题。根据国标 GB16915.1-2014 第 19.3 章的规定, 已对自镇流负载的峰值电流 I_{peak} 及冲击能量 I_t 进行了标准化, 如表 1 及图 1 所示, 其指标公差范围为 $\pm 5\%$, 但是并没有对浪涌的计量进行标准化。

表 1 标准 SBL 浪涌参数

用于 SBL 的开关额定电流 (A)	SBL 电路的额定功率 (W)	SBL 负载最大电流峰值 I(A)	SBL 负载最大浪涌电流的 I_t
≤ 10	100	108	2.8
>10 且 ≤ 13	150	142	5.5
>13 且 ≤ 16	250	192	13
>16 且 ≤ 20	350	232	20

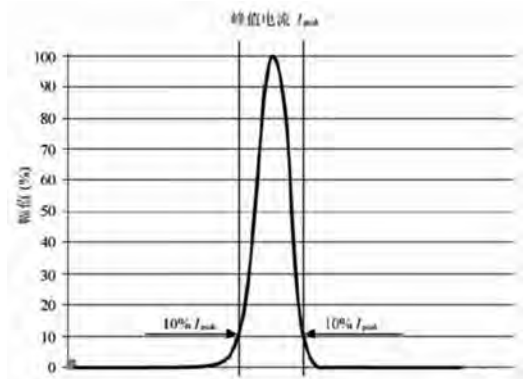


图 1 从电流峰值 I_{peak} 的 10% 到 10% 的积分

目前根据 GB16915.1-2014 第 19.3 章生产的负载柜品种很多,有些负载柜自带计量功能,同时又声称自带的计量功能不准确,需用另外的方法来计量,还有些设备不带计量功能。我们通过对几种典型设备的研究发现,设备厂家提供的计量方法得到的数据相差大,远远超过标准要求。做为设备的使用单位无法知道是设备本身问题还是计量问题,或者是电源不稳定造成的,为了解决此问题,首先要有一个准确的计量方法。为此我们摸索到一种自己可以掌控的计量方法,我们采用的方

法是将示波器采集到的数据以 excel 表格的形式读出,再在 excel 表中进行数据分析处理。如图 2 是我们用示波器采集到数据的并已保存在 excel 表中的数据示例,有了这些数据之后,我们就很容易得到我们想要的结果,且结果是无误的。这个方法得到结果的精度取决于示波器的采样频率,采样频率越高得到的数据越多,分析结果越精确,我们使用的示波器一次可采样 12.5 万个数据,足以满足要求。

Model	Firmware Version	Point Format	Horizontal Units	Horizontal Scale	Sample Interval	Filter Frequency	Record Length	Gating	Probe Attenuation	Vertical Units	Vertical Offset	Vertical Scale	Label	t	u	I	I2t	积分80%	I	I2t	
Model	DPO2024B																				
Firmware Version	1.56																				
Point Format	Y													0.000000000	-0.82	38	0.00023104	0.000036960	0.12	12	2.3E-05
Horizontal Units	S													0.000001600	-0.82	-82	0.00107584	0.0000371200	0.1	10	0.000016
Horizontal Scale	0.002													0.000003200	-0.5	-60	0.0000576	0.0000372800	0.1	10	0.000016
Sample Interval	1.60E-07													0.000004600	-0.16	-18	0.00005184	0.0000374400	0.1	10	0.000016
Filter Frequency	2.00E+08													0.000006400	1.44	144	0.00331776	0.0000376000	0.1	10	0.000016
Record Length	125000													0.000008000	-1.1	-110	0.001936	0.0000377600	0.12	12	2.3E-05
Gating	0.0% to 100.0%													0.000009600	0.2	20	0.000064	0.0000379200	0.1	10	0.000016
Probe Attenuation	10													0.000011200	-0.12	-12	0.00002304	0.0000380800	0.1	10	0.000016
Vertical Units	V													0.000012800	0.44	44	0.0030976	0.0000382400	0.1	10	0.000016
Vertical Offset	0													0.000014400	-0.38	-38	0.00023104	0.0000384000	0.1	10	0.000016
Vertical Scale	0.5													0.000016000	0.1	10	0.000016	0.0000385600	0.1	10	0.000016
Label														0.000017600	-0.16	-16	0.0004096	0.0000387200	0.1	10	0.000016
														0.000019200	0.32	32	0.0016384	0.0000388800	0.1	10	0.000016
														0.000020800	0.02	2	0.0000064	0.0000390400	0.1	10	0.000016
														0.000022400	-0.06	-6	0.00000576	0.0000392000	0.08	8	1.02E-05
														0.000024000	-0.02	-2	0.0000064	0.0000393600	0.1	10	0.000016
														0.000025600	0.24	24	0.0009520	0.0000395200	0.12	12	2.3E-05
														0.000027200	-0.02	-2	0.0000064	0.0000396800	0.12	12	2.3E-05
														0.000028800	-0.04	-4	0.00000256	0.0000398400	0.1	10	0.000016
														0.000030400	0.04	4	0.00000256	0.0000400000	0.12	12	2.3E-05
														0.000032000	0.14	14	0.00003136	0.0000401600	0.1	10	0.000016
														0.000033600	2.15E-08	2.1458E-06	7.38693E-19	0.0000403200	0.12	12	2.3E-05
														0.000035200	0.02	2	0.0000064	0.0000404800	0.12	12	2.3E-05
														0.000036800	0.14	14	0.00003136	0.0000406400	0.1	10	0.000016
														0.000038400	0.08	8	0.00001024	0.0000408000	0.12	12	2.3E-05
														0.000040000	0.06	6	0.00000576	0.0000409600	0.1	10	0.000016
														0.000041600	-0.04	-4	0.00000256	0.0000411200	0.12	12	2.3E-05
														0.000043200	0.06	6	0.00000576	0.0000412800	0.12	12	2.3E-05
														0.000044800	0.04	4	0.00000256	0.0000414400	0.1	10	0.000016
														0.000046400	0.02	2	0.0000064	0.0000416000	0.1	10	0.000016
														0.000048000	0.04	4	0.00000256	0.0000417600	0.12	12	2.3E-05
														0.000049600	0.08	8	0.00001024	0.0000419200	0.14	14	3.14E-05
														0.000051200	0.04	4	0.00000256	0.0000420800	0.1	10	0.000016
														0.000052800	0.08	8	0.00001024	0.0000422400	0.12	12	2.3E-05
														0.000054400	0.06	6	0.00000576	0.0000424000	0.08	8	1.02E-05
														0.000056000	0.06	6	0.00000576	0.0000425600	0.12	12	2.3E-05
														0.000057600	0.05	5	0.00000576	0.0000427200	0.12	12	2.3E-05
														0.000059200	0.06	6	0.00000576	0.0000428800	0.12	12	2.3E-05
														0.000060800	0.05	5	0.00000576	0.0000430400	0.12	12	2.3E-05
														0.000062400	0.06	6	0.00000576	0.0000432000	0.12	12	2.3E-05
														0.000064000	0.05	5	0.00000576	0.0000433600	0.12	12	2.3E-05
														0.000065600	0.04	4	0.00000256	0.0000435200	0.12	12	2.3E-05
														0.000067200	0.06	6	0.00000576	0.0000436800	0.12	12	2.3E-05
														0.000068800	0.08	8	0.00001024	0.0000438400	0.1	10	0.000016
														0.000070400	0.04	4	0.00000256	0.0000440000	0.12	12	2.3E-05
														0.000072000	0.06	6	0.00000576	0.0000441600	0.12	12	2.3E-05
														0.000073600	0.04	4	0.00000256	0.0000443200	0.12	12	2.3E-05
														0.000075200	0.04	4	0.00000256	0.0000444800	0.14	14	3.14E-05
														0.000076800	0.06	6	0.00000576	0.0000446400	0.12	12	2.3E-05
														0.000078400	0.06	6	0.00000576	0.0000448000	0.12	12	2.3E-05
														0.000080000	0.05	5	0.00000576	0.0000449600	0.12	12	2.3E-05
														0.000081600	0.04	4	0.00000256	0.0000451200	0.12	12	2.3E-05
														0.000083200	0.06	6	0.00000576	0.0000452800	0.14	14	3.14E-05
														0.000084800	0.06	6	0.00000576	0.0000454400	0.14	14	3.14E-05
														0.000086400	0.04	4	0.00000256	0.0000456000	0.12	12	2.3E-05
														0.000088000	0.08	8	0.00001024	0.0000457600	0.14	14	3.14E-05
														0.000089600	0.06	6	0.00000576	0.0000459200	0.12	12	2.3E-05
														0.000091200	0.06	6	0.00000576	0.0000460800	0.12	12	2.3E-05
														0.000092800	0.04	4	0.00000256	0.0000462400	0.14	14	3.14E-05

图 2 波形数据示例

在掌握了以上计量方法之后,我们就先对 LED 灯的浪涌进行测试及分析,我们将 3W,9W,28W,12W (功率因素分别为 0.5,0.5,0.7,0.5)4 种

LED 灯分别并联成 100W,150W,250W,350W 左右,并将测试结果与标准参数对比,如表 2 所示,代表波形如图 3 所示:

表 2 LED 灯浪涌分析

SBL 负载最大电流峰值 I(A) 及浪涌系数	LED 灯的类型	总功率 (W)	90° 相位时峰值电流 I (A) 及浪涌系数	去除电流小于峰值电流 10%的 I_t^2
108/ 238	品牌一, 3W	99	110/244	1.79
	品牌一, 9W	99	84/187	1.06
	品牌二, 28W	112	96/189	1.38
	品牌三, 12W	96	132/303	2.71
142/ 208	品牌一, 3W	150	168/246	3.55
	品牌一, 9W	153	106/152	1.87
	品牌二, 28W	168	148/194	3.64
	品牌三, 12W	156	160/226	5.17
192 /169	品牌一, 3W	249	158/140	6.68
	品牌一, 9W	252	134/117	3.88
	品牌二, 28W	252	136/119	4.12
	品牌三, 12W	252	174/152	9.19
232/ 146	品牌一, 3W	351	174/109	10.68
	品牌一, 9W	351	156/98	6.75
	品牌二, 28W	336	148/97	6.26
	品牌三, 12W	348	210/133	15.45

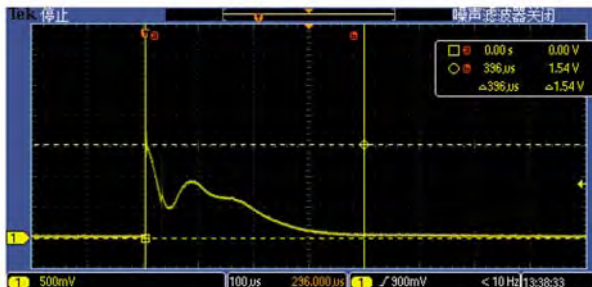


图 3 实际自镇流负载浪涌波形

上表中的 I_t^2 是开关触头在相位角为 90° 闭合时, 电流峰值的平方对时间 t 的积分, 去除电流小于峰值电流 10% 的部分, 即在如图一所示的区间内积分。说明一下, 由于没有设备控制 LED 在 90° 相位接通, 我们采用先记录一个较大浪涌, 然后再用一个更大的浪涌去代替, 直到找不到更大的浪涌为止。

根据上表分析可以得出以下结论:

- 1) 电流浪涌系数及浪涌能量基本上在 100~300 之间;
- 2) 电流浪涌系数及浪涌能量与负载的功率大小有关, 功率越小, 电流浪涌系数及浪涌能量越大;

3) 电流浪涌系数及浪涌能量与品牌有关, 不同品牌相差较大。

以上是按标准额定功率等级并联多个负载的情况, 如果是单个负载条件下, 电流浪涌系数及浪涌能量相比多个灯组合差别很大, 我们测试的电流浪涌系数在几十到 1200, 造成这个现象的原因可能是每个负载产生的浪涌不同步, 由于技术领域的不同及篇幅的关系这里不予以论述。

我们比较图 1 及图 3 显而易见, 实际浪涌波形与标准中理论波形不一样, 事实上对开关破坏的关键影响因素是电流浪涌系数及浪涌能量, 所以我们不用关注波形的形状。

在掌握了浪涌的计量方法之后, 我们就可以对标准自镇流负载柜的浪涌进行计量, 进而就可判定其浪涌是否达到标准要求。

3 标准自镇流负载柜浪涌的计量

我们总共考察、计量了三家设备供应商, 图 4 是二种代表波形, 但符合标准要求的只有“德牌”一家, 总体来说, 设备存在的问题主要有以下几点:

- 1) 一家设备自带计量计算功能, 但厂家自己

声称计量计算不准确,需要外接示波器进行计量,而用我们的计量方法计量时,还是无法达到标准要求;

2) 设备触发浪涌不可靠,有时不能触发浪涌;

3) 一家设备自带计量计算功能,厂家自己声称计量计算准确,实际上存在杂波时,有的情况下

计算也不准确;

4) 设备厂商往往将浪涌不达标的原因归于电源容量不够及不稳定;

5) “德牌”设备虽然符合标准要求,但设备没有自动计量计算功能,该设备只提供了计量端口,我们必须外接示波器及取样电阻,将数据传送到电脑后再进行人工计算。

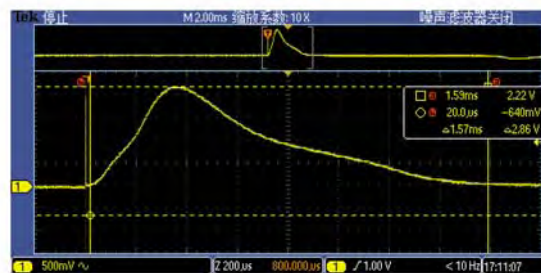
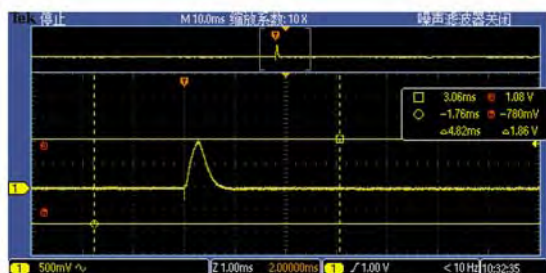


图4 标准自镇流负载柜代表波形

根据自镇流负载柜目前的现状,其基本要求是要满足浪涌标准要求,如果设备自带计量计算功能,将大大方便用户,但是如何保证设备自带计量计算功能的公正性,这又是一个不容易解决的问题。本文认为采用独立的外部计量模块是较为公正、可靠的方法,另外考虑到对用户来说,计量不是日常工作,公正、可靠的方法才是核心问题,这一方法也可供计量机构参考。另外,如果设备自带计量计算功能,计量机构如何计量设备呢?因此本文推荐外部计量模块的方法。

4 计量方法标准化

在计量方法确定之后,如何使之可以推广,具有可操作性,又是后续要解决的问题。解决这个问题的最好方法就是将计量方法标准化,如取样电阻、示波器采样频率、滤波方法、计算方法等相关技术手段标准化,计算最好是采用程序自动计算,将大大提高计量效率,这样将有效地规范自镇流负载柜设备市场,从而为自镇流负载开关的发展奠定可靠的技术基础。

作者简介:

田贻民,2009年1月3日入职“公牛”,现任研究院“结构设计高级工程师”,从事产品人性化与性能研究工作。已在国内一级及核心、省级期刊发表专业论文10余篇,并获得过一等及其它奖项。

孙言言,学士,2012年毕业于长沙理工大学,目前就职于公牛集团有限公司。2015年来到公牛集团从事开关插座结构设计及人性化研究。

5 标准问题

这里顺便指出,GB16915.1-2014第19.3规定电流峰值 I_{peak} 和 I_t 值公差都是 $\pm 5\%$,如果 I_{peak} 值的公差为 $+5\%$,假设整个波形随 I_{peak} 同步变化, I_t 的误差将会达到 $+10.25\%$,理论上 I_{peak} 值的公差应为 I_t 公差的平方根。

6 结论

本文希望通过自镇流负载计量的标准化来规范自镇流负载柜市场,以此推动自镇流负载开关的发展,为行业的技术进步起到应有的作用,顺便提出了对相关标准条款的不同意见,以供参考。

参考文献:

- [1] GB 16915.1-2014 家用和类似用途固定式电气装置的开关的一部分:通用要求.
- [2] 自镇流负载柜内部资料.
- [3] Tektronix DPO2024B 示波器(200MHz 1GS/s)内部资料.

一种多位单火线取电智能控制开关的研究

余 孟, 郭 毅

(宁波公牛电器有限公司, 浙江 慈溪 315311)

摘 要: 本文通过详细介绍多位单极单火线智能控制开关的工作原理, 重点分析其技术难点, 并提出了解决方案。同时, 对多位双控单火线智能控制开关做了衍生思考。为读者呈现一种全新的单火线智能控制开关的设计思路。

关键词: 多位单极、多位双控、单火线

Abstract: In this paper, the working principle of multi-button single-control single-fire wire intelligent control switch is introduced, its technical difficulties are analyzed, and the solutions are also proposed. At the same time, multi-button dual-control single-fire wire intelligent control switch to do a derivative thinking. For the reader describes a new single-fire wire intelligent control switch design ideas.

Keywords: multi-button single-control, multi-button dual-control, single-fire wire

1 前言

到目前为止, 在电器智能控制领域内, 智能控制开关应用越来越广泛, 尤其以智能家居控制系统为多, 但是多数智能开关为零火线接入控制, 所以需要额外布线, 这样就面临一个很大的困扰, 使用智能家居控制系统就必须重新布局线路系统, 这给装修带来很大的麻烦。在这样的背景下, 如图 1 所示的单火线取电智能控制开关的开发成为热点, 但是也面临着一系列技术难题。

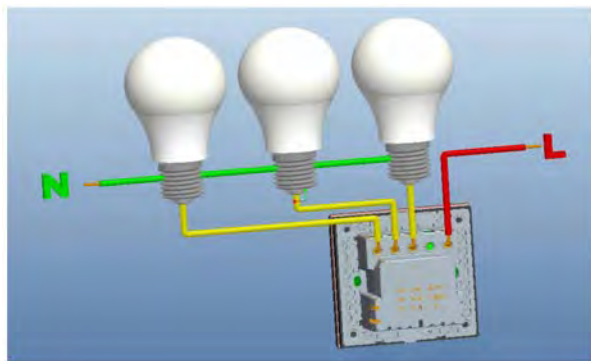


图 1 多位单极单火线取电智能控制开关接线图

2 多位单极单火线取电智能控制开关的工作原理

如图 2 所示, 多位单极单火线取电智能控制

开关分开态取电和关态取电两部分, 当开关处于全关状态时, 开关通过电源模块取电; 当开关有一路或多路处于打开状态时, 开关通过 MOS 管取电。无论是开态取电或关态取电, 它们取得的电供给 LDO 稳压供电芯片和磁保持继电器, LDO 稳压供电芯片的输出电供给低功耗智能主控芯片和 LED 指示灯, 低功耗智能主控芯片控制磁保持继电器的通断和 LED 指示灯的亮灭。

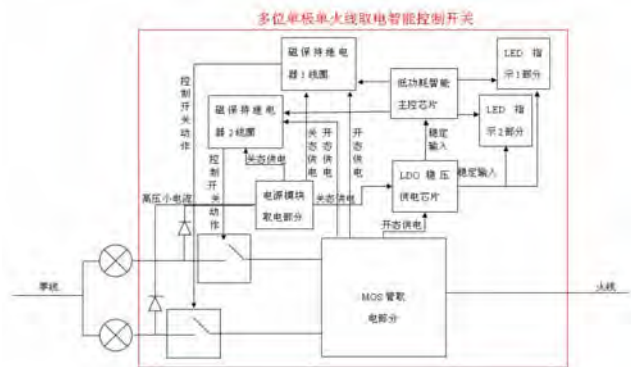


图 2 多位单极单火线取电智能控制开关原理框图

3 多位单极单火线取电智能控制开关技术难点分析及解决方案的提出

3.1 低静态功耗研究

由于压敏电阻漏电流很大, 导致关态取电时开关静态功耗过大, 如图 3 所示, 通过串联一个玻

璃放电管或气体放电管,不仅能起到抗浪涌的作用,而且也能有效降低静态功耗。

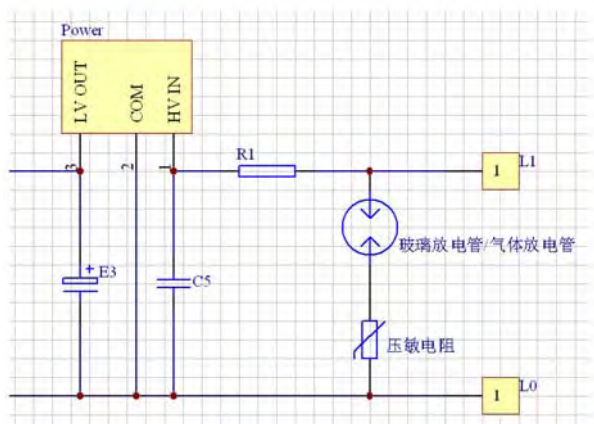


图3 关态取电电路原理图

关态取电电路输出端尽量不要有限流电阻和一些静态功耗大的元器件,否则会增加开关的静态功耗。

可以通过选择高亮LED指示灯,并串联合适的限流电阻,既能提高指示灯的亮度,同时降低静态功耗。

芯片应选择低功耗芯片或right touch芯片,增加并优化休眠程序,可以通过分段休眠方式,既能降低静态功耗,又能提高开关的灵敏度。

3.2 灵敏度问题

如图4所示,一种触摸式玻璃面板,面板体的背面设有一层导电层,导电层的覆盖区域大于按

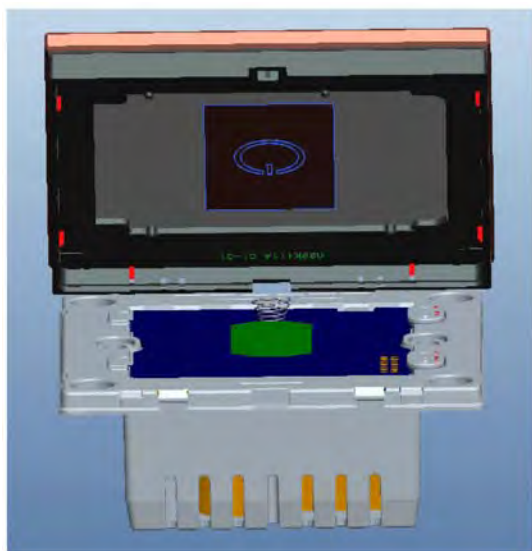


图4 按键设计图

键符号的覆盖区域,导电层压紧PCB板上的弹簧,弹簧和低功耗触摸芯片的IO口相连。用户只要大概触碰到按键符号附近的导电层区域,就可以控制开关的通断,而不要求用户一定要对准按键符号范围内的区域进行操作。这种设计比亚克力按键的设计灵敏度更高,按键面积也能做得更大。

芯片程序可以设计成分段休眠方式,能在相同功耗下,提高开关的灵敏度。同时,可以通过合理的设置上下门限值,增加开关的灵敏度。

3.3 高低温高低压时开关性能变化问题

低温时开关存在误触发现象,测试发现是由于触摸芯片低温门限变化所致,通过改变外置贴片电容容值,使开关不会误触发。

低温时小功率负载那路继电器动作,另一路LED灯会闪烁,通过加大稳压管,可以有效解决此问题。

低温低压时一路按键不停开关,会使芯片复位,通过换芯片和加大电解电容,可以有效解决此问题。

高温时存在电源模块损坏问题,通过对电源模块加保护,可以有效解决此问题。

3.4 散热设计

如图5所示,通过在贴片MOS管(Q2)焊盘的漏极上打过孔,并在底层大面积铺铜,来达到良好的散热效果。

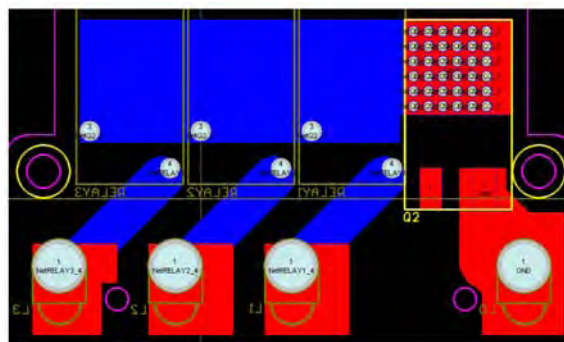


图5 MOS管散热设计图

3.5 EMC设计

3.5.1 抗浪涌设计

如图6所示,通过压敏电阻和玻璃放电管(气体放电管)组成的抗浪涌设计,降低了浪涌残压,使残压降低到电源模块的额定输入电压范围内,从而保护了电源模块。

3.5.2 抗静电放电设计

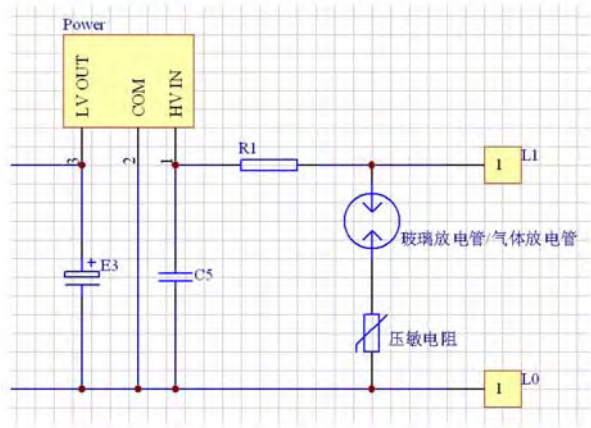


图 6 抗浪涌设计图

如图 7 所示,通过玻璃面板设计,能有效的抵抗静电放电。



图 7 抗静电放电设计

3.5.3 抗快速脉冲群设计

可以选择抗快速脉冲群能力强的芯片,并且硬件通过单点接地设计,从而有效解决此问题。

3.5.4 抗传导干扰设计

如果开关无法通过传导干扰测试,可以通过程序加抗干扰的算法,从而有效解决此问题。

3.6 上下板设计

如图 8 所示,电子组件采用上下板设计,此设计可有效利用 86 盒内部空间。同时,两板间距不小于 6.6mm,根据国标规定,该距离不小于 6.6mm,可有效保证线路板上板和线路板下板之间不会出现空气放电,保证了产品的可靠性。

3.7 多按键设计

目前市面上的三位开关,由于 PCB 板尺寸所限,按键面积小(灵敏度低),按键靠得紧(易误触发),用户体验差。

本文提出了一种多按键的解决方案,能同时



图 8 上下板配合图

解决上述问题。如图 9 所示的一种三位开关,为了突破 PCB 板的尺寸限制,将按键和背光板均设计在玻璃面板上,从而加大了按键面积和按键间距,同时又避免了背光板和安装螺丝孔的干涉,便于用户安装。

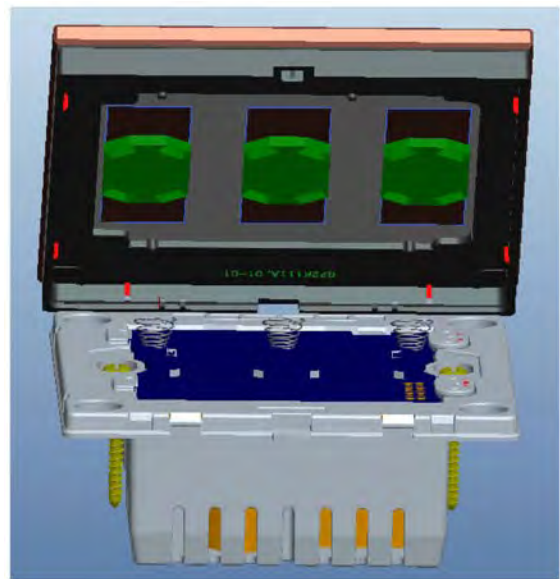


图 9 多按键设计图

通过此创造性设计,使开关的用户体验更佳。

4 多位双控单火线取电智能控制开关的衍生思考

如图 10 所示,多位双控单火线取电智能控制开关分主路开态取电和多路关态取电两部分,当开关处于全关状态时,开关通过电源模块取电;当开关主路处于打开状态时,开关通过 MOS 管取

电。无论是开态取电或关态取电,它们取得的电供给LDO稳压供电芯片和磁保持继电器,LDO稳压供电芯片的输出电供给低功耗智能主控芯片和LED指示灯,低功耗智能主控芯片控制磁保持继电器的通断和LED指示灯的亮灭。

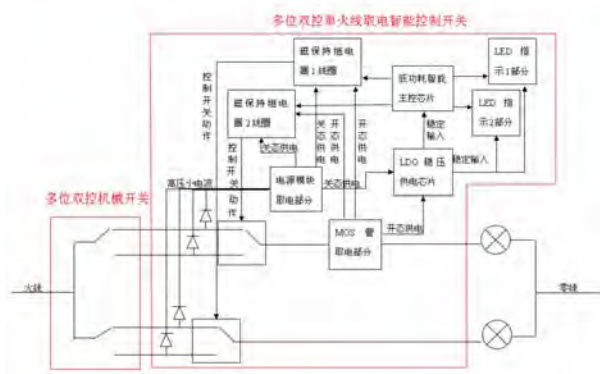


图10 多位双控单火线取电智能控制开关原理框图

本方案可在不破坏现有装修布线的情况下,直接替换传统多位双控机械开关。

本方案不仅能设计一位,而且能设计多位双控单火线取电智能控制开关。

本方案两个开关不采用有线或无线通讯方

作者简介:

余孟,2008年毕业于浙江海洋学院(浙江海洋大学),现为宁波公牛电器有限公司工程师,长期从事单火线取电智能控制开关的研究,专长电子设计、结构设计、产品研发。

郭毅,1990年毕业于复旦大学,现为宁波公牛电器有限公司电子研发部经理,专长智能仪表、智能硬件产品研发和技术管理工作。

式,无需定期更换电池,无作用距离限制,低抗干扰要求。

本方案多位双控单火线取电智能控制开关能和传统机械双控开关配合使用。

本方案无主、从开关之分,两个开关都能单独用于单控。

本方案安装时两个开关不需要对码。

本方案用继电器控制通断,能带大功率负载。

5. 结束语

单火线取电智能控制开关的关键技术难点在于低静态功耗、高灵敏度和高EMC设计要求,三者不能偏废。这就要求设计者在设计时将它们达到某种意义上的妥协和最优化。本文通过分析在设计开发过程中遇到的技术问题,提出了有效解决上述问题的一系列方案。

参考文献:

- [1] GB 16915.1-2014 家用和类似用途固定式电气装置的开关 第1部分:通用要求.
- [2] GB 16915.2-2012 家用和类似用途固定式电气装置的开关 第2部分:特殊要求 第1节:电子开关.

关于开关触点弹跳的数据分析

赵佰勇

(浙江正泰建筑电器有限公司,浙江省 温州市 325604)

摘要: 对不同开关触点弹跳情况及正常操作后温升数据的进行组合分析, 分析开关产品触点弹跳的相关影响。

关键词: 触点弹跳 温升

0 引言

机械开关因内部载流部件金属物理性能的特性, 在通断的瞬间可能会出现弹跳多次后才停止下来。开关触点的电气间隙比较小, 一旦达不到灭弧距离, 在整个触点弹跳过程中开关可能处于持续拉弧状态, 电弧会烧蚀开关触点, 严重时将导致开关触点熔焊。

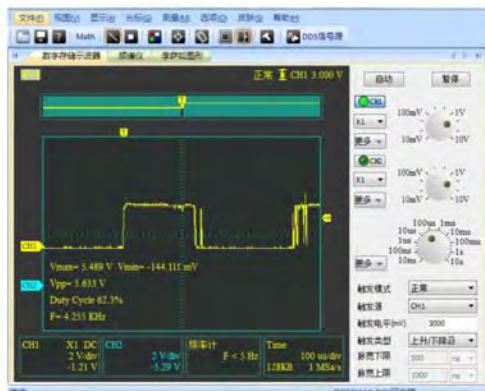
因此通过分析开关触点的弹跳状况及产品的性能参数, 可以协助设计工程师选择最合理的开关结构和最适用的零部件材料, 找到不同材质的

不同设计方案, 提高开关质量性价比。

1 试验方案及装置

此次试验分析选取高中低三档产品, 使用专用设备测量各自的触点弹跳情况, 再按国标要求对产品分别进行温升试验, 最后整理触点弹跳数据、温升数据进行结合分析。

开关弹跳测试分析仪对样品的电路情况进行监测, 采集电路变化波形分析触点的弹跳情况。温升测试台对样品进行端子处温升试验, 使用电脑软件采集温度数据并绘制温度变化曲线图。



触点弹跳采集图



温升测试台

2 试验数据

本次分析实验采用同种钮子驱动相同基座结构的三款一联双控开关样品进行比对分析, 每种各取 3 只未进行任何试验的样品手动各 20 次通断验证分析, 测得 180 组开关弹跳试验数据。表 1、2、3 分别汇总了三款样品的开关在通断过程中

触点每次通断时的弹跳次数及弹跳时间。

从表 1、2、3 的测试数据来看, 首款产品触点弹跳平均为 6 次~11.6 次, 次款产品触点弹跳平均为 5.1 次~9.5 次, 末款产品触点弹跳平均为 11.4 次~22.6 次。三款产品的触点弹跳情况差距不是很大, 但末款产品有明显的弹跳次数翻倍情况, 其在正常操作过程中烧蚀也会更加严重。

表 1 首款产品触点弹跳次数及弹跳时间

次数				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	时间 ms
首款	1#	L1-L2	通	12	11	14	10	8	12	12	13	11	13	2.4-3.0
			断	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	
		L1-L3	通	6	6	7	5	6	5	4	6	6	9	1.8-2.1
			断	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	2#	L1-L2	通	6	6	6	7	7	9	6	10	10	7	1.7-3.8
			断	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	
		L1-L3	通	6	9	8	10	8	8	11	6	12	6	1.7-4.3
			断	0	0	0	0	0	0	2	3	1	1	
	3#	L1-L2	通	11	8	11	15	13	12	10	9	9	16	1.6-2.4
			断	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
		L1-L3	通	9	9	9	10	11	8	7	10	8	9	1.9-2.5
			断	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	

表 2 次款产品触点弹跳次数及弹跳时间

次数				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	跨度 ms
次款	1#	L1-L2	通	4	7	6	5	9	6	9	8	5	8	1.0-1.5
			断	2	7	0	8	8	5	0	1	1	1	
		L1-L3	通	3	5	6	6	7	4	4	5	6	9	0.5-1.1
			断	1	2	0	2	3	1	1	1	1	3	
	2#	L1-L2	通	6	12	8	8	7	6	9	7	6	7	1.3-1.6
			断	3	3	4	2	1	1	1	2	1	2	
		L1-L3	通	8	7	8	8	14	10	8	10	12	10	2.0-2.4
			断	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	
	3#	L1-L2	通	5	6	3	4	6	2	6	4	7	8	0.8-1.3
			断	1	3	1	1	1	0	3	1	1	1	
		L1-L3	通	5	3	4	5	5	6	7	8	13	10	1.3-1.8
			断	1	4	4	3	1	4	1	1	3	3	

表 3 末款产品触点弹跳次数及弹跳时间

次数			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	时间 ms		
末款	1#	L1-L2	通	12	13	17	22	29	21	18	25	31	25	2.2-4.0	
			断	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		L1-L3	通	17	13	13	12	12	15	13	14	14	14	13	1.9-4.8
			断	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2#	L1-L2	通	11	7	6	7	16	12	14	17	10	14	1.7-5.0	
			断	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		L1-L3	通	16	34	21	20	18	25	19	28	20	25	1.1-2.8	
			断	1	1	0	1	0	3	0	0	0	0		
	3#	L1-L2	通	13	17	14	17	14	13	9	14	14	18	3.0-4.6	
			断	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
		L1-L3	通	15	22	11	12	13	17	13	14	10	16	1.1-3.2	
			断	2	1	0	1	0	0	0	0	0	1		

另外三款的产品触点弹跳时间间隔分都在 10ms 之内,其中次款产品弹跳时间间隔要相对低于其它两款,只有 0.5ms 到 2.4ms。

按照国标 GB 16915.1 对 9 只样品进行正常操作普通负载试验, 试验电压 250V, 试验电流

10A, 功率因素 0.6, 操作速率每分钟 30 次。9 只样品均完成 40000 正常操作未损坏, 再对 9 只样品进行正常操作后的温升试验, 得到 18 组温升数据, 如表 4 所示。

表 4 正常操作后的温升试验数据

温升 (K)		1#		2#		3#	
		L1-L2	L1-L3	L1-L2	L1-L3	L1-L2	L1-L3
首款	1.1	27.4	16.5	26.6	23.1	20.6	15.8
	1.2	35.4		27.9		24.1	
	1.3		20.9		32.5		18.7
次款	1.1	22.5	16.3	26.7	26.1	26.4	30.3
	1.2	22.8		31.1		31.6	
	1.3		18.9		40.3		37.3
末款	1.1	36.0	25.5	16.1	28.1	34.1	24.3
	1.2	44.0		17.9		35.1	
	1.3		34.0		33.6		25.5

根据表 4 的数据可以看出, 首款产品的温升为 15.8K 到 35.4K, 次款产品的温升为 16.3K 到 40.3K, 末款产品的温升为 16.1K 到 44.0K。从温升数值来看, 三款产品的最低温升基本相同, 最高温升成阶梯式增高。三款产品的结构基本相同,

都是使用翘板驱动扭子顶端滑动来改变开关的通断, 可见其内部使用的零部件物理性能的材质差异造成触点接触时弹跳次数的不同带来的影响也各不相同。

再单独看每款产品的 3 只数据比对来看, L1-

L2 和 L1-L3 触点弹跳平均次数大的一方, 由于触点间的持续拉弧较多, 触点烧蚀更加严重, 影响了触点的接触电阻变大, 温升数据相对都要高一些。其中特殊的末款产品的 3# 样品两方的弹跳平均数相同, 其中 L1-L2 方弹跳时间持续长, 触点受电弧烧蚀久一点, 造成温升高于 L1-L3 方。

3 结语

结合开关触点的弹跳次数及正常操作后温升情况, 初步可以看出, 开关触点的弹跳次数和弹跳时间均是对触点损坏的原因, 但由于触点每次弹

跳时间比较短, 相对弹跳次数影响仅起到叠加风险作用。

因此在整个正常操作过程中, 开关触点的弹跳次数多少就成了触点损伤的主要原因。在产品设计时对触点弹跳情况进行摸底, 进而改进开关动作结构, 改善零部件性能, 降低因开关触点弹跳过多导致开关失效的风险。

参考文献:

- [1] GB/T 16915.1-2014, 家用和类似用途固定式电气装置的开关 第 1 部分: 通用要求[S].

基于 Moldflow 的墙壁开关面板浇口 CAE 优化分析

潘赛国, 薛 葵, 王军朋

(浙江正泰建筑电器有限公司, 浙江省 温州市 325604)

摘 要: 文章分析了墙壁开关面板的成型工艺特点, 运用 Moldflow 软件对面板单浇口与双浇口、潜浇口与侧浇口进行了压力、熔接线、收缩变形因素的 CAE 模拟分析, 得到了单浇口与双浇口、潜浇口与侧浇口设计的优缺点, 确定了最优浇口模具设计方案, 为设计出优良的模具奠定了理论基础。

关键词: Moldflow; 浇口; 模具设计

引言

在模具设计前期尤其是对复杂易变、外观要求质量高的模具设计前期, 应用 CAE 分析软件在注塑成型分析方面提供理论解决方案, 可以协助模具设计人员在模具设计前期及早发现模具和成型中可能存在的问题, 从而提高设计效率和准确性^[1-3]。注塑产品的品质在很大程度上取决于模具设计, 而浇口的形式和位置是很重要的模具结构参数。对聚碳酸酯(PC)塑料进行模具设计时, 由于 PC 塑料的流动性较差, 流道系统和浇口的尺寸都应较大, 应优先考虑采用侧浇口、扇形浇口, 但是为满足自动化生产, 采用潜浇口、牛角浇口居多。

本文以墙壁开关面板为例, 设计了侧浇口与潜浇口两种形式, 进行了两种情况的对比验证。第一种情况是以侧浇口形式为基础, 进行了单浇口与双浇口的对比验证; 第二种情况是以双浇口为基础, 进行了侧浇口与潜浇口的对比验证。两种情况都运用了 Moldflow 软件进行分析验证, 从而分析预测出模具设计中浇口的数量与类型, 为设计出优质的模具提供理论依据。

1 面板成型工艺分析

图 1 所示为一开关面板, 塑料材料为聚碳酸酯(PC), 收缩率为 0.4%~0.7%, 熔融温度为 270~325℃, 成型模温为 80~120℃。PC 材料的主要缺点: 1、自身流动性差, 即使在较高的成型温度下, 流动亦相对缓慢; 2、在成型温度下对水分极其敏感, 微量的水分即会引起水解, 使制件变色、起泡、

破裂; 3、PC 材料的缺口冲击强度非常高, 抗疲劳性、耐磨性较差, 缺口效应敏感。

该产品属于外观件, 外形尺寸为 143.8×83.8×2.8mm, 有 14 处扣脚, 要求一模两穴, 外观质量要求高, 不允许有浇口雾斑、明显的熔接线等外观缺陷。通过经验分析, 最佳设计方案是应用热流道或三板模设计, 但为了实现降本增效的公司方针目

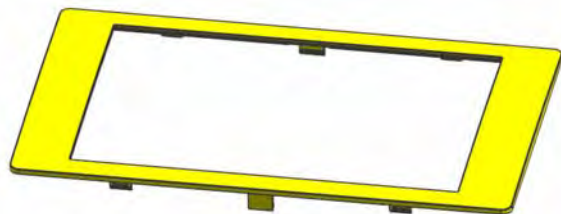


图 1 开关面板

标, 决定实施传统的模具设计方案。

2 侧浇口: 单浇口与双浇口对比分析验证

2.1 压力、熔接线、变形分析

通过利用 Moldflow 软件中 MPTGATE LOCATION 可以对塑件进行最佳浇口分析, 为浇口位置的确定提供参考。最佳浇口位置分析主要根据流动的平衡性、型腔内的流动阻力、产品的形状和壁厚、注塑成型中浇口位置的可行性、实践经验等因素^[4-5], 对此本论文不作具体阐述。本论文根据经验分析, 确定了产品浇口位置, 然后通过 Moldflow 软件进行了压力分布分析、熔接线分析、变形分析, 从而对产品性能进行对比分析。压力分布分析如图 2 所示。如图 2 可知, 单浇口填充时, 压力最大

达到 101.2MPa, 浇口处压力为 75.89MPa 左右, 而两个浇口填充时, 最大压力为 84.78MPa, 两个浇口

处压力为 63.58MPa 左右。因而可知模具设计两个浇口时, 填充压力明显减小。

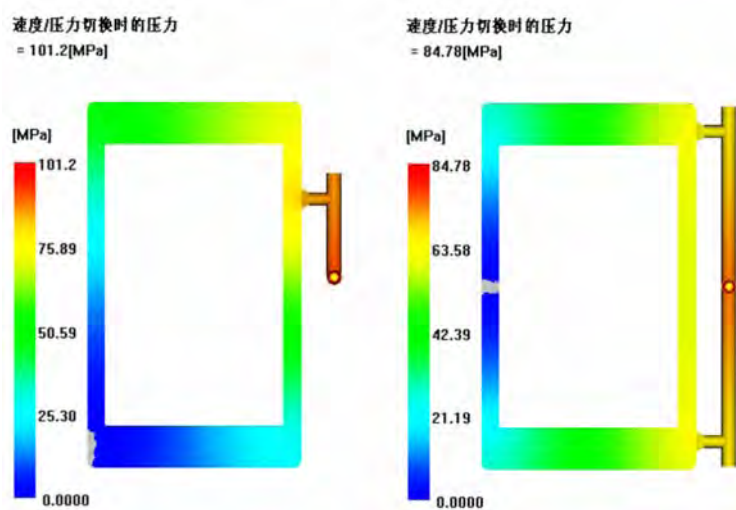


图 2 压力分布分析

熔接线分析如图 3 所示。当 2 个或多个熔体流动前沿汇合时, 会形成熔接线, 其产生位置上分子趋向变化明显, 此处机械强度明显减弱, 甚至出现凹陷、色差等质量缺陷。从图 3 可知, 单浇口填

充时出现一处熔接线; 两个浇口填充时, 出现两处熔接线。熔接线深浅、长短可以通过增加模具温度和熔料温度进行改善, 从而增强产品熔接线处的机械强度。

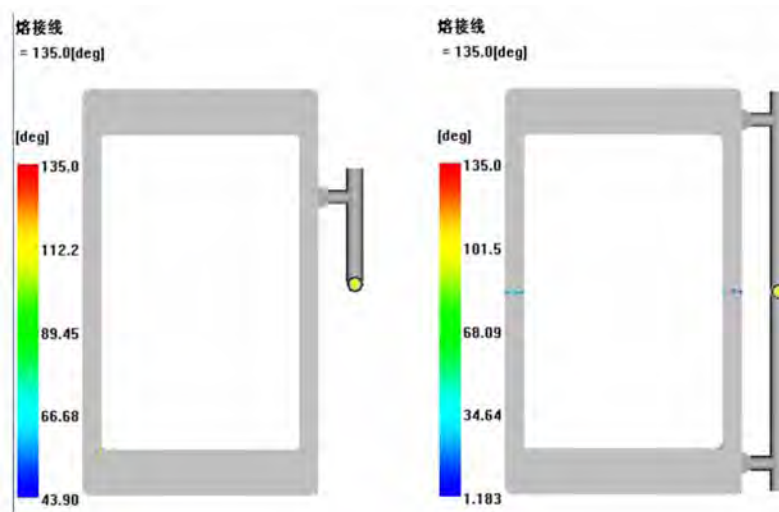


图 3 熔接线分析

变形分析如图 4 所示。收缩不均匀是制品出现缩痕和翘曲变形的重要原因之一。在充模过程中, 大多数聚合物分子将沿着聚合物的流动方向排列, 这样会造成沿熔体流动方向上的分子取向大于垂直流动方向上的分子取向。在充模完成后, 分子试图恢复卷曲的状态, 导致塑件有在该方向

上缩短的趋势, 因此, 在 2 个方向上的收缩不平衡, 导致塑件翘曲变形。从图 4 可知, 单浇口时, 产品体积收缩率范围为 3.49~5.49%, 双浇口时, 产品体积收缩率范围为 1.732~3.63%, 从而可知双浇口填充时, 产品变形小, 收缩均匀, 能较好地提高产品的尺寸和形状精度。

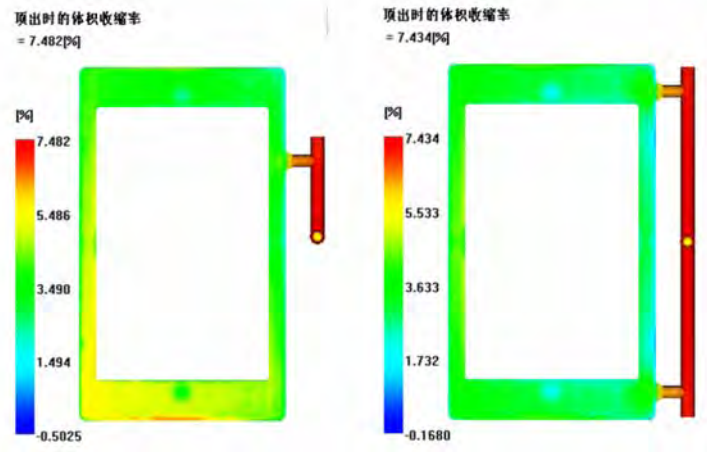


图 4 产品变形(体积收缩率)对比分析

通过压力、熔接线、收缩率变形分析可知,应用两个浇口进行填充时,填充压力小且分布相对均匀,收缩变形较小,因此最优方案是选择两个浇口进行填充。

3 双浇口:潜浇口与侧浇口对比分析验证

以两个浇口填充为基础,设计了侧浇口与潜

浇口结构形式,如图 5 所示。侧浇口进胶点搭接在产品底面,潜浇口进胶点位于设计的筋位上,此筋位对于产品装配没有影响。然后进行了潜浇口与侧浇口的压力、熔接线、收缩变形的对比分析验证。压力分布分析如图 6 所示,熔接线分布分析如图 7 所示,收缩变形分析如图 8 所示。图示中左侧为侧浇口设置,右侧为潜浇口设置。

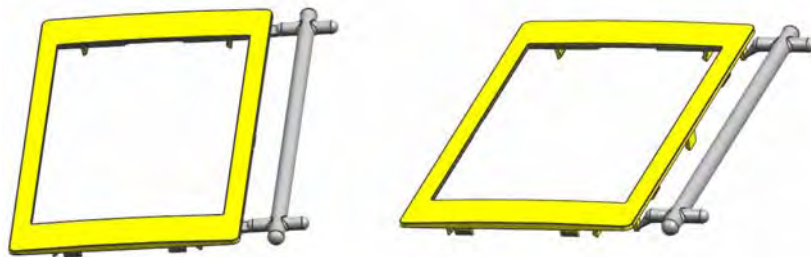


图 5 侧浇口结构形式与潜浇口结构形式

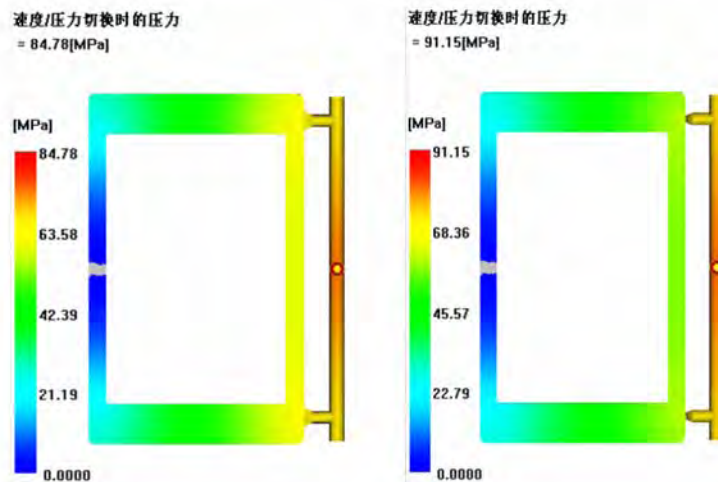


图 6 压力分布分析

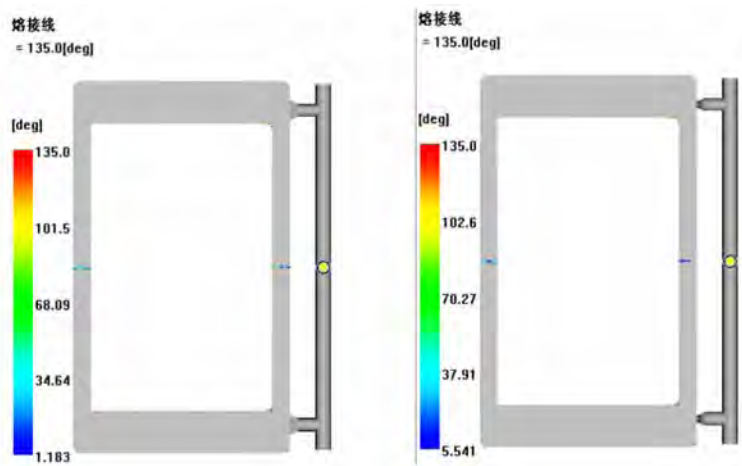


图7 熔接线分布分析

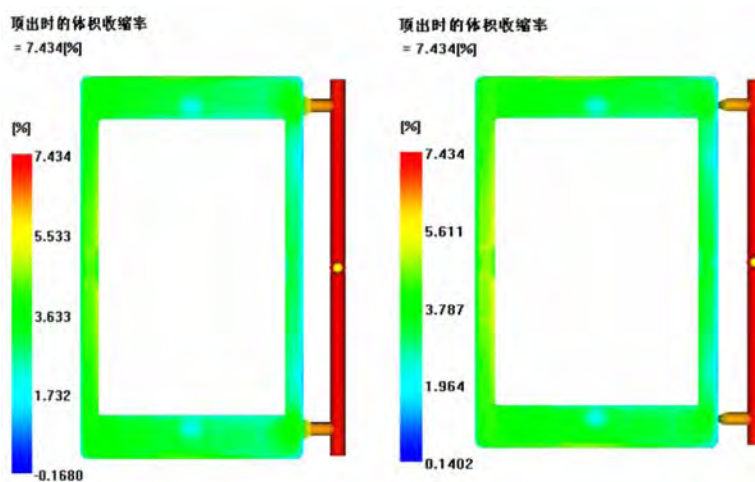


图8 收缩变形分析

由图6分析可知,侧浇口填充时,最大压力为84.78MPa,浇口处压力为63.58MPa左右,潜浇口填充时,压力最大为91.15MPa,浇口处压力为55MPa左右,两种浇口形式压力差别不大。由图7可知,两种形式填充时都会出现两处熔接线,位置相同。由图8可知,两种浇口形式体积收缩率范围基本一致且收缩较均匀。

综上所述,应用两种浇口形式,填充压力、熔接线、收缩变形等因素区别不大。应用侧浇口填充时,需要人力切断浇口,且在产品外表面有印痕。应用潜浇口填充,浇口可以自动剪切分离,适应自动化生产,且在产品外表面不会有影响。综合此产品分析,选择潜浇口两种浇口形式进行模具结构设计。

4 结论

本文以墙壁开关面板为例,分析设计了侧浇口与潜浇口两种形式,并应用Moldflow软件分析了模具设计中压力、熔接线、收缩变形参数,从而为设计出优质的模具提供理论依据。结论如下:

- 1、侧浇口填充时,应用双浇口形式与单浇口相比,填充压力小且收缩相对均匀;
- 2、侧浇口与潜浇口相比,填充压力与收缩变形差别不大;
- 3、综合降本增效、外观质量、自动化生产等因素,设计潜浇口模具形式是理想的选择;
- 4、在模具设计前期,应用Moldflow软件进行各因素分析,可以弥补模具设计经验不足带来的

缺陷,提高设计效率和准确性。

参考文献:

- [1] 王卫兵.MOLDFLOW 中文版注塑流动分析[M].北京:清华大学出版社,2008.
- [2] 单岩,王蓓,王刚. MOLDFLOW 模具分析技术基础[M].北京:清华大学出版社,2004.
- [3] 单岩,王刚. MOLDFLOW 模具分析应用实例[M].北京:清华大学出版社,2005.
- [4] 吴梦陵,张珑.塑料成型 CAE—Moldflow 应用基础[M].北京:电子工业出版社,2010.
- [5] 余小鲁,曹志敏.基于 Moldflow 的手机外壳注塑成型分析[J].塑料工业,2010,38(增刊):89-92.

墙壁开关基座的热流道注射模设计

王军朋, 潘赛国, 汤海明, 薛 葵

(浙江正泰建筑电器有限公司, 浙江省 温州市 325604)

摘 要: 多型腔注塑模具设计需从浇注系统、排气、冷却、顶出、注塑工艺等多方面考虑, 各个因素相互配合相互影响。本论文模具设计验证了热流道多型腔注塑技术, 随着技术的改进, 注塑模具会得到快速发展。

关键词: 开关基座; 热流道; 模具设计; 多型腔注塑

1 塑件结构与成型工艺分析

基座是墙壁开关的重要组成部分, 基座外形如图 1 所示。基座外形尺寸 63.9×54.3×23.75mm, 主体料厚 1.0~1.5mm, 外观要求无明显外观缺陷。基座产品材料选用聚酰胺 PA66(尼龙), 聚酰胺 PA66 弹性好, 强度高, 耐磨性好, 流动性好易于成型, 成型收缩范围及收缩率大, 方向性明显, 易产生缩孔、变形等, 因而对模具结构及注塑工艺要求高; 此材

料热容量大, 其注射成型模须设计能充分进行冷却的冷却回路; 产品筋位较多, 最深处有 0.9mm×14.6mm, 因而应合理拆分镶件, 合理设置拔模角度; 此基座产品年产量大, 为了适应迅速发展的经济形势, 探究多型腔注塑的技术, 在总结原有 1 出 8 的模具结构设计经验上, 进行 1 出 16 的模具结构设计, 因而需重点考虑浇注系统、注射压力、填充变形等因素。



图 1 基座

2 模具结构设计

2.1 浇注系统设计

冷流道是注塑模具的基本形式。所谓冷流道就是常规的注塑模具, 注塑结束后在流道中有凝料需要取出。

热流道模具^[1], 分为绝热流道结构和微型半热流道结构, 绝热流道结构是一个热嘴对应一个塑件, 模具内没有冷流道料把, 热嘴多是应用针阀式热嘴, 此热嘴带有中心阀针和气路, 能进一步降低注射压力, 减少产品变形, 可防止开模时出现拉丝及流涎现象, 但价格较贵, 此种结构因为没有料把

的分离问题,更适合注塑机全自动生产;微型半热流道结构是一个热嘴对两个或 4 个塑件供料,热嘴适合应用开放式热嘴,此热嘴结构简单,安装方便,进胶量大,价格便宜,适用于外观要求不高的产品,模具生产时在热嘴与浇口之间有冷流道料靶,但可以解决多型腔模具塑件间距远的问题,也可以解决因塑件本身结构原因而不能使用直接热嘴的问题,同时可以减少热流道热嘴数量,降低模具成本。

热流道模具相比冷流道模具,料靶重量明显减少,可以明显节约原材料;应用热流道系统可以实现多浇口、多型腔模具及大型塑件的低压注射,在产品产量要求多、生产急需的情况下,热流道系统是一个必然的选择;另外,应用热流道系统,在一定程度上能克服塑件由于补料不足而形成的凹陷、缩孔、变形等缺陷。

此基座产品 1 出 8 的模具设计浇注系统为冷流道系统,其静模仁排位如图 2 所示,应用此种模具得到的注塑产品,产品单重 9.4g,料靶重量为 10g,成型周期为 18S。

为了结合热流道优势与降本增效的目标,本

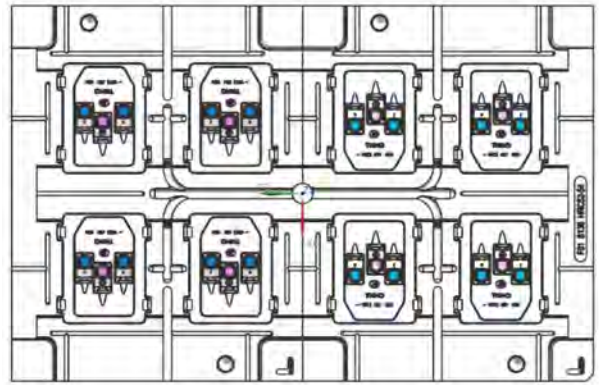


图 2 1 出 8 冷流道产品排位图

次 1 出 16 模具结构设计,选用 4 点式分流板即应用 4 个热嘴的微型半热流道结构和开放式热嘴;流道采用平衡式流道布排方式,截面采用圆形,直径为 5mm;浇口采用潜浇口进胶^[2],进胶点开设在静模侧,浇口截面大小为 1.09×0.82mm;模仁加工采用两块模仁配合方案,单块模仁外形大小为 340×205×40.5mm。模具热嘴进胶点位置设计即静模仁排位如图 3 所示,此排位可以保证模具进胶点平衡。

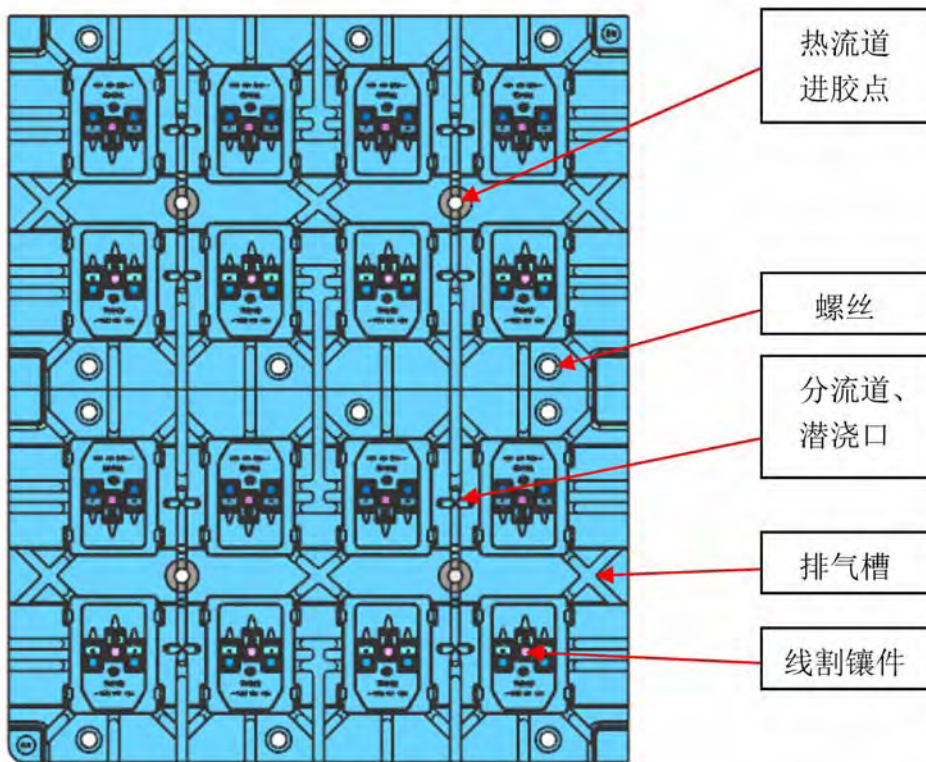


图 3 热流道 1 出 16 产品排位图

2.2 排气系统设计

在注塑模具中,注塑时熔融的塑料急速填充型腔,驱赶空气,如果空气不能有效地排出,淤积于流动的末端,则会导致产品产生烧焦、困气等缺陷。本模具的设计中,主要应用分型面排气、线切割镶件排气、顶出机构排气和铣排气槽排气。在产

品深的骨位处,对应于静模和动模,都有做线割镶件,如图3、图4所示,图示中与模仁颜色不一致处均为线割镶件;排气槽开设在静模侧,槽宽6mm,由于聚酰胺PA66流动性很大,为了防止发生飞边毛刺等缺陷,槽深0.015mm,如图3所示。

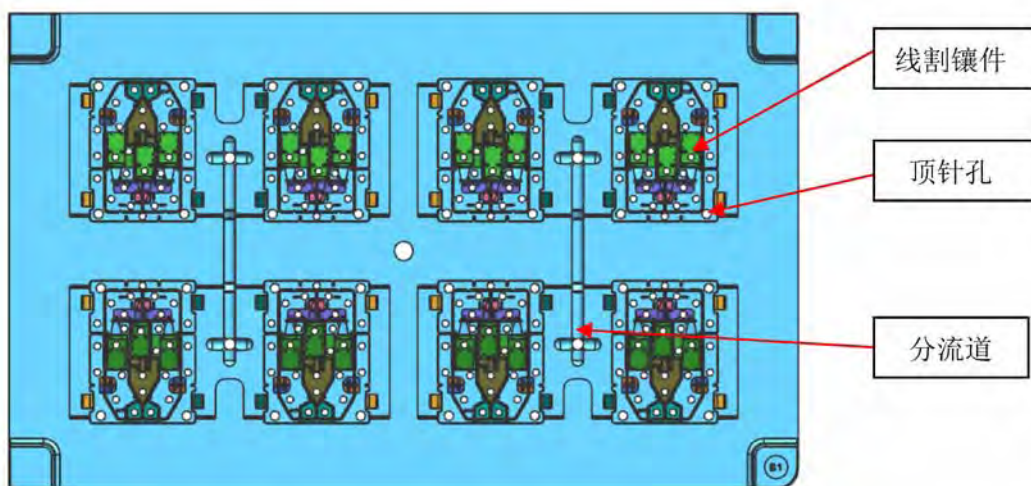


图4 动模仁 B1 板排位与线割镶件图

2.3 冷却系统的设计

在注射成型过程中,模具的温度对塑料熔体的充模流动、固化定性、生产效率以及制品的形状和尺寸精度有重要影响^[3]。模具温度过低将影响塑料的流动,增大流动剪切力,使塑件内应力增大,甚至还将造成流痕、银丝、注不满等缺陷;模具温度过高又会使冷却时间大大延长,降低生产效率,且塑件在脱模后尺寸波动较大。

模具设计良好的冷却系统可以将模具温度控制在适当的范围内。本模具设计采用水作为冷却

介质。由于PA66塑料收缩率大,模具冷却水路设计应尽量沿塑件收缩较大的方向排布冷却水路,为了避免开放式热嘴出现的拉丝及流涎现象,需要重点对热嘴处进行冷却处理。静模仁冷却水路结构设计如图5所示。由图5可知,按照此种冷却方式,产品四周都能被均衡冷却,中间环形冷却水路是为了冷却平衡热嘴处温度,环形水路是通过浇口衬套和静模仁共同构造而成,浇口衬套设计如图6所示。动模冷却水路布局采用普通沿产品一周水路设计。

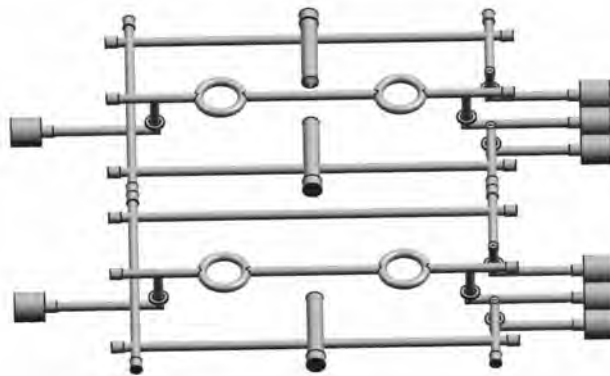


图5 静模冷却水路结构

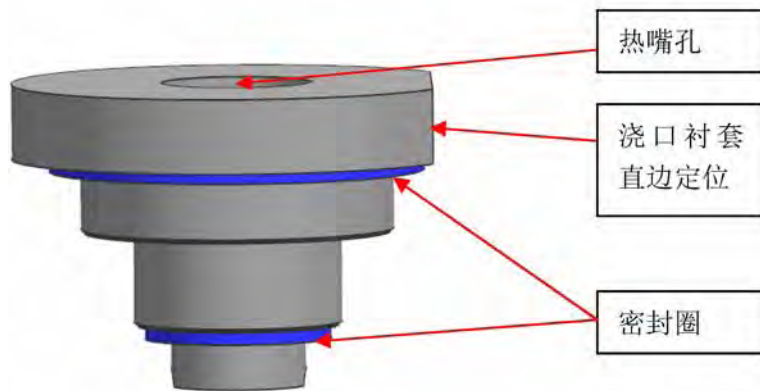


图 6 浇口衬套

2.4 推出机构设计

常规顶出方式有 5 种：顶杆脱模、顶管脱模、顶板脱模、顶块脱模和多元件综合脱模^[4]。

考虑产品结构及模具设计特点，本模具设计

采用顶杆脱模；本模具设计为直身模结构，模架大小为 500×600mm，为保证模仁质量和回位顺利，采用四个支撑柱支撑动模板，并采用 6 个弹簧用于回位。顶杆、弹簧、支撑柱排位结构如图 7 所示。

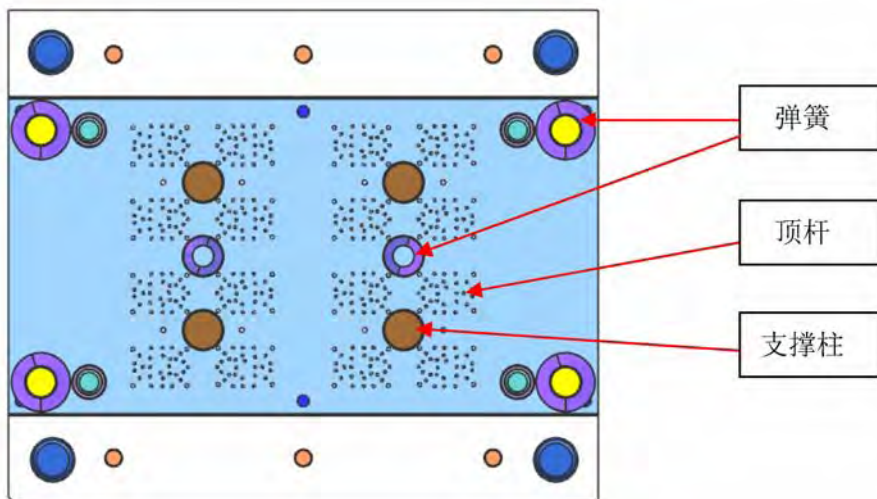


图 7 顶杆、弹簧、支撑柱排位结构

2.5 注塑工艺调节

调节合理的注塑工艺参数是注塑出优良产品的关键。在热流道模具的注塑中，可以先调节温控箱的温度而不先进行静模冷却水路循环，多次试验后则会找到合适的温控箱调节温度和冷却水路的温度控制。本次注塑工艺，熔料温度分为四段，温度范围为 180–215℃；注塑压力分为三段，压力范围为 85–125MPa，注塑时间为 3S，保压压力选择 45MPa，保压时间 1S。

经此工艺调节，注塑产品质量合格，无外观

缺陷。产品单重 9g，料耗重量 8.5g，成型周期 24S。

2.6 产能分析

通过分析基座 1 出 16 热流道模具和 1 出 8 冷流道模具，可以得出，生产单个基座产品时间提升 0.75S，效率提升 33.3%，按照年产量 1 千万计算，则可以节省生产时间 87 天；生产单个基座产品节约 PA66 材料 1.12g，按照年产量 1 千万计算，则可节约材料 11.2 吨，每吨材料价格 3.1 万左右，则每年可节省材料费用 34.7 万元。

3 结论

本文重点分析了开关基座的成型工艺,介绍了1出16基座的热流道浇注系统、排气系统、冷却系统、推出系统模具设计与注塑工艺调节参数,验证了多型腔注塑的技术。采用热流道系统满足了大批量生产的要求,节约了能源材料,提高了生产效率。随着经济发展、人们物质文化水平要求不断提高,在能源和材料短缺的情况下,在注塑模具设计中将会越来越广泛的应用多型腔注塑技术与

热流道浇注系统。

参考文献:

- [1] 王楠,李金国.注射模加热系统多通道温控系统设计与试验研究[J].模具工业,2015,41(1):43-45.
- [2] 申开智.塑料成型模具[M].北京:中国轻工业出版社,2006.
- [3] 奚永生.精密注塑模具设计[M].北京:中国轻工业出版社,1997.
- [4] 叶屋臣一.注射模具的设计与应用[M].北京:中国轻工业出版社,1989.

一种按键延时开关的可靠性试验探究

许启进, 胡兰芳, 时春峰

(浙江正泰建筑电器有限公司, 浙江省 温州市 325604)

摘要: 本文介绍了一种按键延时开关的可靠性试验方案, 通过对电源、工作环境及负载类型的组合变换进行可靠性验证, 并分析了不同变量对整个试验的影响, 为此类产品的可靠性试验提供了一种可能的方法。

关键词: 按键延时开关; 可靠性; 环境

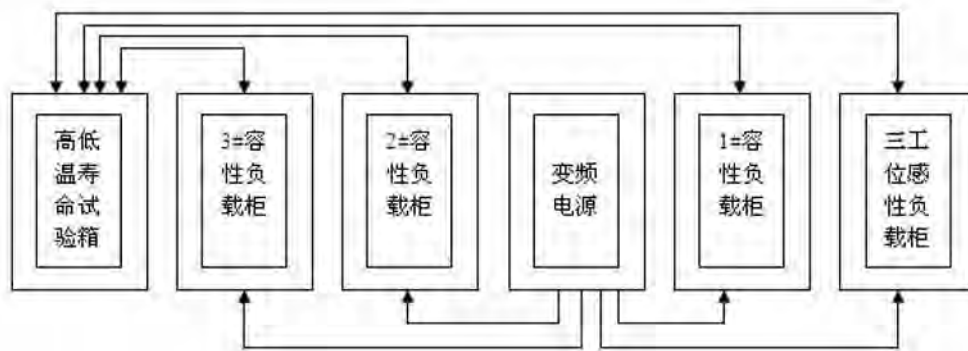
引言

随着人民生活水平的提升, 电子产品的应用也越来越普及。电子产品的市场竞争也越来越激烈, 具有相同功能的同时, 电子产品的可靠性变得越来越重要。按键延时开关只需轻轻触按就可点亮负载, 延时一段时间后负载自动熄灭。使用时较为方便, 广泛用于楼道、卫生间等。对按键延时开关的可靠性试验主要是集环境试验、电应力试验、

寿命试验为一体。

1 总体方案

设计一套可靠性实验设备, 整套设备由一台高低温寿命试验箱、三台容性负载柜(编号为 1#、2#、3#)、一台三工位感性负载柜、一台变频电源组成。可同时对三只样品进行可靠性试验。系统示意图如下:



试验时, 由变频电源供电, 样品置于高低温寿命试验箱中, 箱中装有触发装置, 定时触发样品工作, 用负载柜提供负载(可选择容性或感性)。高低温寿命试验箱中环境温度可调节。整个可靠性设

计变量因子为电源变量因子、环境变量因子、负载类型变量。对这三个变量分别组合进行寿命试验, 以检验样品在不同条件下的可靠性, 试验方案如下表:

序号	电压 V	频率 Hz	电流 A	温度℃	湿度%RH	负载	时间 h
1	0.85U	47	1.1I	40	93	容性	24
2	0.85U	50	I	50	/	感性	24
3	U	55	0.9I	-10	/	容性	24
4	U	47	1.1I	40	93	感性	24
5	1.15U	50	I	50	/	容性	24
6	1.15U	55	0.9I	-10	/	感性	24
7	0.85U	47	1.1I	40	93	容性	24

表中 U 代表按键延时开关的额定电压、I 代表按键延时开关的额定电流。

2 实验参数分析

2.1 电源变量

对按键延时开关进行可靠性试验,需要在样品正常通电工作的前提下进行。考虑到按键延时开关工作时所面临的复杂的环境,其可靠性除了与环境因素有关外,还跟电源系统有很密切的关系,故试验设计供电电压从样品额定电压的0.85倍至1.15倍之间变化,通过加大或减小电源电压来考验按键延时开关整机的可靠性。

2.2 环境变量

当研究外部环境对电子产品的影响时,一般认为环境温度每上升 10°C ,电子产品的寿命减少一半,这就是 10°C 规则。这也表明外部环境对产品寿命(可靠性)的巨大影响。在实验设计时结合按键延时开关的实际情况,在一个试验周期内(7天)样品工作的环境条件涵盖了高温、低温、湿热三种环境并循环一次。最后以湿热结束,以便整个周期试验后进行样品的耐压及绝缘电阻的测试。

施加的环境条件的顺序对最终的结果也是有一定影响的,例如,湿热试验会使样品内部的缝隙进水,而低温结冰时会使该缝隙变大,从而导致样品性能下降或失效;湿热试验后,凝结在样品中的水蒸气,在样品通电工作时,容易电解,导致离子迁移,使一些元器件参数漂移,最终导致样品整机工作不稳或失效。通过试验计划表可以看到,整个试验周期尽可能涵盖了环境顺序,尽可能的使样品存在的可能的缺陷暴露出来。

2.3 负载类型

本实验设计了两种不同类型的负载,主要是模拟用户在使用时可能使用的不同的负载类型,使产品适应不同类型负载。

负载为容性负载时,按键延时开关接通及断开时电容充/放电电流很大,可能使继电器触点溶蚀,也可能使线路板的某一焊点熔焊。所以在本可靠性实验时,将冲击电流的倍数设为40倍,能够更好地验证按键延时开关的可靠性。

而当负载为感性负载时,负载功率因数设为0.85,这时电流相位会滞后电压相位,启动负载时的启动电流比正常工作时的电流大5倍左右,而电感的一个特性就是阻碍电流的变化。当开关启动时,电路中电流变大,电感会阻碍电流变大;当开关断开时,电路中电流变小,电感会阻碍电流变小。

3 结论

本可靠性实验是一种多种因素共同作用下的综合性可靠性试验方案,通过本方案可验证按键延时开关在不同电源、不同环境、不同负载共同作用下的可靠性,经试验验证本方案能够达到预期,可作为按键延时开关的可靠性验证方案。

参考文献:

- [1] GJB 1032-1990 电子产品环境应力筛选方法.
- [2] GJB 899A-2009 可靠性鉴定和验收试验.
- [3] GB/T 24986.1-2010 家用和类似用途电器可靠性评价方法 第一部分:通用要求.

墙壁开关抗熔焊性能研究

申会员, 田瞻氏

(公牛集团有限公司, 浙江 慈溪 315314)

摘要: 熔焊(粘结)是墙壁开关(以下简称开关)的失效模式之一,特别是随着LED灯的普及,这一问题尤为突出,已成为消费者重点投诉之一,因此,抗熔焊性能研究对开关具有十分重要的意义。本文从结构、触点材料和灭弧油在不同性质的负载下对开关熔焊的影响进行了观察、测试和分析,给出了改善开关抗熔焊性能的建议,希望对同行有所帮助。

关键词: 墙壁开关 浪涌 熔焊 电弧 LED 灯

1 引言

开关在某些环境中存在触头熔焊(粘结)在一起,失去开关功能。这一问题由来已久,尤其是近年来随着LED灯的普及更加突出,已成为消费者关注和投诉的焦点之一,这也是行业内一直没有得到很好解决的难题。为此,我们对这一问题进行了专门的研究,希望能找到解决的办法。

2 熔焊现象分析

熔焊,顾名思义是两个物体在高温下熔融而焊接在一起。对开关而言,在带载情况下闭合触头,由于闭合时的预击穿或触头弹跳过程中形成的电弧,使动、静触头接触面金属熔融而形成熔焊,当触头的分断力大于触头的熔焊力时,所造成的熔焊可以恢复,称为可恢复性熔焊;反之,称为不可恢复性熔焊。本文所提到的熔焊均指不可恢复性熔焊。

根据常识,造成熔焊的直接原因是高温,而温度的产生主要有两方面,一是当开关闭合长时间通电因电阻大而产生温度升高,二是当开关在“开”和“关”瞬间的电弧产生高温。一般而言,开关在额定电流下长时间通电的温升不会太大,最多为45K,除非开关触点已烧蚀或接触不良,这不是本文件的重点,而电弧既产生高温又烧蚀触点,是产生熔焊的根本原因,因此我们先来看看电弧是如何产生。

从电工基础知识可知,电弧产生的内因有:触头本身及触头周围介质含有大量可被游离的电

子;电弧产生的外因有:触头间存在足够大的外加电压及达到生弧阈值的间距,而且电路电流也达到最小生弧电流,其间的介质就会强烈游离形成电弧。即当电场强度($E = U/d$)超过 $3 \times 10^6 \text{V/m}$ 时阴极表面的电子就会被电场力拉出而成为两极间的自由电子,自由电子在电场力的作用下向阳极作加速运动,途中不断地和间隙中的介质相碰撞,最后介质被击穿而产生电弧,如不改变外界条件,电弧将会一直持续下去。

电弧具有导电性强、能量集中、温度高、亮度大、质量轻、易变性等特点,人们根据这些特点制作了强光源如弧光灯、紫外线源如太阳灯、强热源如电弧炉、电焊机等。但电弧的这一特点对开关却是一个最不利的因素,因电弧高温使触头材料产生烧蚀转移。

为了仔细研究开关电弧产生和熄灭过程,我们通过高速摄影进行了全程拍摄,图1为闭合瞬间电弧,图2为断开瞬间电弧,同时发现闭合过程中动静触点弹跳而多次闪弧。这些电弧使触头不断在电弧高温作用下发生烧蚀,当烧蚀达到一定极限时,就会发生熔融而粘结在一起(见图3)。

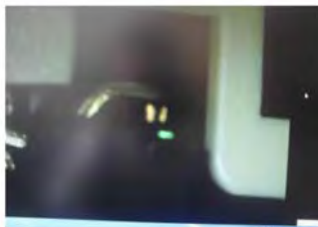


图1 闭合瞬间电弧情况

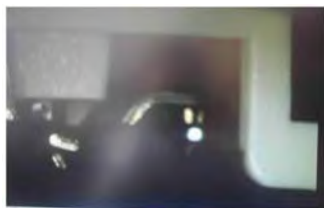


图2 断开瞬间电弧情况



图3 熔融而粘结失效情况

根据理论原理和高速影像观察可知,电弧的产生和强度与电压、距离、介质、负载大小、负载性质等相关,而电弧对开关触头的危害与持续时间、弹跳次数、接触压力、触点材料相关。对于我们研

究的家用开关,其电压值、断开时动静触点的间距等基本为一常数,而负载性质、结构(影响持续时间、弹跳次数、接触压力)、触点材料和介质对熔焊的影响是我们研究重点。

这里需要说明的是,带载开关两端电压降在导通时几乎为零,断开时为额定电压。

3 电源性质分析

负载有阻性、感性、容性之分。纯阻性负载 $\cos\Phi=1$,其特征是电流和电压几乎同时加载没有相位差;感性负载的特征是电流滞后于电压,分断时会产生瞬间的过电压;容性负载的特征是电压滞后电流,分断时会有充放电过程,会产生瞬间的过电压。日常使用的电器并不是纯感性负载或纯容性负载,一般都是混联电路,若容抗比感抗大,电路呈容性,反之呈感性。从相关资料了解到不同负载的浪涌情况见表1。同时我们对不同类型的灯具浪涌情况进行了实测,相关数据见表2。

表1 不同负载的浪涌情况

浪涌指标	白炽灯	电机	感性	容性
浪涌系数	10~15	5~10	10~20	20~40
浪涌宽度	0.33S	0.2~0.5S	0.07~0.15S	0.008~0.03S

表2 实测不同类型灯具的浪

灯具类型	额定功率(W)	额定电流(A)	浪涌电流(A)	浪涌电流/额定电流
白炽灯	100	0.45	5.6	12.4
日光灯	18	0.082	10.8	123
节能灯	3	0.014	9.6	686
	20	0.09	18.4	204
	60	0.27	21.6	80
LED灯	3	0.014	16.8	1200
	3	0.014	13.92	994
	3	0.014	6.88	491
	7	0.032	24	750

注:表中额定电流未考虑功率因数,实际情况灯具浪涌系数应小于表中值。

从表2可知,同等功率的灯具中LED灯浪涌电流最大,由此可以推断LED灯负载对开关熔焊性影响也最大,所以我们将LED灯作为验证开关结构抗熔焊能力的负载。

4 开关机构

根据电接触抗熔焊性理论计算公式: $I=K\sqrt{P}$ 。其中I是开关不发生熔焊能通过的最大电

流, K 是与触点材料相关的系数, P 为接触压力。可见提高接触压力也是提高开关抗熔焊性能方法之一, 综上所述无论是触点弹跳时间、次数、还是接触压力, 都主要由开关机构决定。那么怎样的机构

最好呢? 我们用总功率为 2200W LED 灯大负载, 分别对 4 种不同结构的开关进行通断操作寿命测试, 测试结果见表 3。

表 3 不同结构开关 LED 灯负载通断操作测试结果汇总表

开关结构类型	样品编号	平均弹跳次数	平均弹跳时间 (ms)	触点压力 (N)	LED 球泡灯负载 2200W 正常操作次数	结果
A	1	8	7.48	1.5	17392	触点粘结
	2	8	7.56	1.5	9030	触点粘结
	3	8	7.63	1.5	8580	触点粘结
B	4	0	0	3.5	40000	通断正常
	5	1	0.2	3.5	40000	通断正常
	6	1	0.3	3.5	40000	通断正常
C	7	6.2	4.27	1.6	40000	通断正常
	8	6	4.28	1.6	33714	触点粘结
	9	6.4	4.4	1.6	40000	通断正常
D	10	11.4	6.22	1.24	8	触点粘结
	11	10.8	8.88	1.24	4	触点粘结
	12	7.4	5.89	1.24	16	触点粘结

从表 3 中可以得知不同结构的开关的抗熔焊能力存在较大差异, B 最好, C 次之, A 第三, D 最差。我们对测试、验证结果进行统计、分析、归纳后发现: 具有触点弹跳次数少、弹跳时间短、触点压力相对偏大的开关结构就具有较好的抗熔焊性能。所以我们在设计开关时应充分考虑这些因素。我们建议: 闭合时触点弹跳次数少于 6 次, 时间少于 4ms, 触点压力 2~3N。当然这些建议只是为了提高开关的抗熔焊能力, 实际上我们还要综合考虑开关的手感、柔顺、声音、寿命等各方面的因素。所以上述建议仅作参考, 具体设计还要看实际情况而定。

5 触点材料

触点是开关的核心零件, 对触点材料的要求: 良好的导电、导热性、耐电弧烧损、抗熔焊、电磨损性小、接触电阻低且稳定, 不与环境介质发生化学反应, 有一定的强度且易于机械加工等。长期以来墙壁开关触点材料多用银氧化镉合金和银镍合金, 近年来开始有用银氧化锡合金。

为了比较不同触点材料对开关抗熔焊性的影响, 我们做了两种考虑: 即在同一开关结构中用不同的触点材料和在不同结构开关中用同一触点材料进行测试验证。在测试过程中依然使用总功率为 2200W LED 灯大负载, 测试结果见表 4。

表 4 不同触点材料开关 LED 灯负载通断操作测试结果汇总表

开关结构类型	样品编号	触点材料	LED 球泡灯负载 2200W 正常操作次数	结果
A	1	AgCd015	8580	触点粘结
	2	AgCd015	17392	触点粘结
	3	AgSn02In	10044	触点粘结
	4	AgSn02In	13200	触点粘结
	5	AgSn02	5920	触点粘结
	6	AgSn02	13472	触点粘结
	7	AgZnO	588	触点粘结
	8	AgZnO	3772	触点粘结
B	9	AgCd015	40000	通断正常
	10	AgZn010	40000	通断正常

从表4中可以看出,目前在用的不同触点材料对同一结构开关的抗熔焊性能的影响不明显,对于A结构开关来看,银氧化锌合金稍差,当然由于我们测试验证时采用2200W LED灯大负载,不易观察到较小的区别;对于B结构开关不同的触点材料测试结果都较好,这再次证明了开关结构对开关抗熔焊性能的重要影响程度。

从电接触抗熔焊性理论计算公式: $I=K\sqrt{P}$ 。K是与触点材料相关的系数中可以得知,触点材料对开关的抗熔焊性能的影响是存在的,但影响程度与多方面的因素有关,有关研究显示:对于燃弧类触点材料来说,同种成分不同组织结构的触点材料其理化性能和电气使用性能差别很大,从某种意义上讲,组织结构可能是影响燃弧类电接

触材料各种性能的更为关键的因素。所以目前有触点材料企业以复合氧化物的合成、多元合金氧化合成、改性添加剂、组织优化等多手段组合的方式研究开发新触点材料。

6 灭弧油

我们已经知道闭合电弧是动熔焊的直接原因,所以采取灭弧措施来改善提高开关抗熔焊性能也是研究探索的途径之一,但由于墙壁开关本身尺寸、结构、安装空间及成本等因素限制,很难在开关内部增加灭弧机构,所以我们考虑采用灭弧油(脂)的办法来进行相关的测试验证,在测试过程中依然使用总功率为2200W LED灯大负载,测试结果见表5。

表5 加灭弧油与不加灭弧油开关LED灯负载通断操作测试结果汇总表

油脂类型或版号	施加处	LED 球泡灯负载 2200W 正常操作次数	结果
正常在用的润滑油	支点处	8580~17392	触点粘结
G335 灭弧脂	触点处	3100~4000	不导通
G335 灭弧脂	支点处	2948	不导通
G956 灭弧脂	触点处	4748	不导通

从测试的结果来看,加灭弧油并没有得到预期的抗熔焊性效果,反而很快就出现开关失效的现象,这可能与电弧的高温特性有关,电弧高温使灭弧油很快变质而不再具有原来的特性了,电阻增大至近乎绝缘体,导致开关失效。

7 结 论

根据我们的研究,为了改善或提高开关抗熔

焊性能,最有效的方法是设计出一种好的机构,能够使触点弹跳次数少、弹跳时间短,触点压力适度,同时又能兼顾手感柔顺、舒适,噪音小、寿命长的要求。对于新型触点材料,虽然目前还没有理想的效果,但潜力很大,值得我们继续关注和研究。而灭弧技术(如灭弧油)在现有开关的应用还不成熟。

关于电气附件预埋盒的尺寸与施工和安装的关系

陈钦鹏, 王勇

(浙江德力西国际电工有限公司, 浙江 杭州 310024)

摘要: 接线盒是电气接线安装的重要辅料, 用的较多的为暗盒, 使用时埋装于墙壁内部, 将电线套管或电线端头从接线盒侧面的穿线孔引入盒体内, 对开关、插座等电器附件进行电路接线, 然后通过接线盒开口装入接线盒, 用螺钉将开关、插座固定在盒体上, 最后盖上面板完成安装, 实现对电气接线的防护, 确保用电安全。接线盒发展至今, 取得了显著的成果, 但从客户的反馈信息和行业实际调查情况来看, 目前还存在着一些问题。

关键词: 接线盒反馈信息 实际调查问题分析

Abstract: the installation box is an important accessory electrical wiring installation, used widely to use cassette, buried in the wall inside the wire casing or wire ends from the installation box side of the thread hole into the box body, the circuit connection of switches, sockets and other electrical accessories, and then through the installation opening into the mounting box box, screw the switch, the socket is fixed on the box body cover panel, finally complete the installation, to achieve protection of electrical wiring, to ensure safe use of electricity. The development of the installation box has made remarkable progress so far. However, there are still some problems from the feedback information of customers and the actual investigation of the industry.

Key words: installation box; feedback information; actual investigation; problem analysis

1 前言

在家居装修中, 接线盒是电工辅料之一, 因为装修用的电线是穿过电线管的, 而在电线的接头部位(比如线路比较长, 或者电线管要转角)就采用接线盒做为过渡用, 电线管与接线盒连接, 线管里面的电线在接线盒中连起来, 起到保护电线和连接电线的作用, 这个就是接线盒。

常用的接线暗盒有 86 型, 120 型, 118 型, 八角暗盒以及其他特殊作用暗盒。目前国内开关插座的接线盒大部分是 86 型的, 所谓 86 型线盒, 是指开关插座面板的外型尺寸为 86x86mm, 明装线盒为 86x86mm, 暗装线盒为 75x75mm(且各厂家尺寸不一), 配接线盒盖(或者直接配开关和插座面板), 一般上采用的材质是金属或阻燃绝缘材料。

2 86 暗盒分类及优缺点

接线盒, 根据材料的性质来分, 可分为绝缘材料接线盒、金属材料接线盒、复合材料接线盒。根据安装方法来分, 暗装、半暗装或嵌入式接线盒、

明装式接线盒、定位接线盒。

目前市场上的 86 暗盒主要有 3 种, 施工时, 可根据不同环境选用不同材质的暗盒。

第 1 种是全金属的(如图 1):

这类铁盒一般用于工程, 铁盒需配铁管, 且需接地。

这类暗盒的优点是坚固而且安全(因接地), 对开关插座的固定效果较好, 不会出现安装失效开关插座脱落的现象, 当然也有, 品质差的比较薄, 防锈处理工艺也不过关, 虽然经过防锈处理, 但毕竟时间长了也会生锈。



(图 1)

第 2 种是全塑料的(如图 2):盒底和接线柱部位都为塑料

先说下暗盒的作用:一是为了走线,二是为了固定开关插座。

此类暗盒拧螺丝的位置是三道塑料筋板,完全不结实,要是只用一次或二次,估计也没问题,可是谁家的开关插座能保证永远不需要打开呢,即使不打开,也会随着使用的时间增加,它会一点点的松动,造成开关插座的松脱,如果发现问题,想要更换,那便要砸开墙壁,重新施工了。

因此这类暗盒,虽然价格便宜,但是不好用,缺点多多,属于比较老式的暗盒,不建议采用。



(图 2)

第 3 种是 PVC+金属的(如图 3):

此类暗盒主要是在接线柱部位用钢等材质且可滑动,其它部位用的 PVC,

因此这类暗盒,安装牢固,多次使用螺纹不滑牙,而且利于调节开关插座安装的水平位置,绝缘性也好,抗腐蚀。

目前这种暗盒比较多,价格实惠,质量也不错,广泛应用于家装,建议采用。



(图 3-1)



(图 3-2)

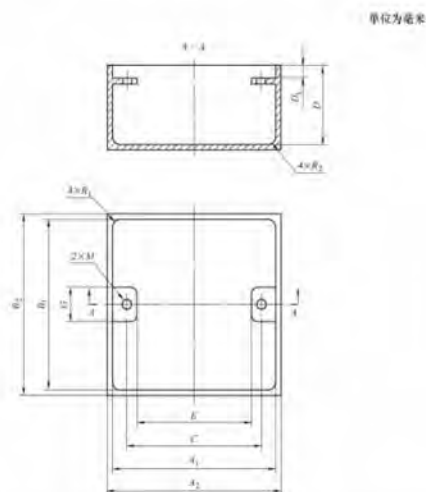
3 86 暗盒尺寸的规范

接线盒作为主要电器附件产品,其产品质量和安全性关系人民群众家庭财产安全和生命安

全,因此必须予以高度重视。其材质必须有良好的阻燃性能和耐腐蚀性能,并且接线盒的产品规格必须高度一致化。

目前我国接线盒产品执行标准为:GB 17466.1-2008《家用和类似用途固定式电气装置电器附件接线盒和外壳第 1 部分:通用要求》,本标准修改采用 IEC60670-1:2002《家用和类似用途固定式电气装置电器附件接线盒和外壳第 1 部分:通用要求》。对接线盒的尺寸没有严格的要求,目前市场规格较多,给安装施工等带来不便,建议将 JB/T8593-2013 纳为强制标准,对接线盒尺寸一致化(如下图 5 一位 86 型接线盒)。

JB/T 8593—2013



安装盒 材质	相关尺寸 mm							
	A_1/B_1	A_2/B_2	C	D_1	E	G	R_1	R_2
金属材料	73	73	$60^{+0.5}$ -0.2	4~7	51	15	8	8
	min	max			min	max	max	max
绝缘材料	69	73	$60^{+0.5}$ -0.2	4~7	51	15	8	8
	min	max			min	max	max	max

注 1: 2×M4 表示螺纹孔, 适用 M4 螺钉。

注 2: D 尺寸见表 1。

注 3: 明装式安装盒安装孔尺寸同暗装式安装盒, 外形尺寸与相应产品相匹配。

注 4: 不影响安装的附加结构(如外部挂耳)的厚度不计入 A_1 、 B_1 。

图 5 一位 86 型安装盒

4 86 暗盒的安装和施工方式

最近朋友圈刷屏的 Bticino 开关插座的一个示范视频!

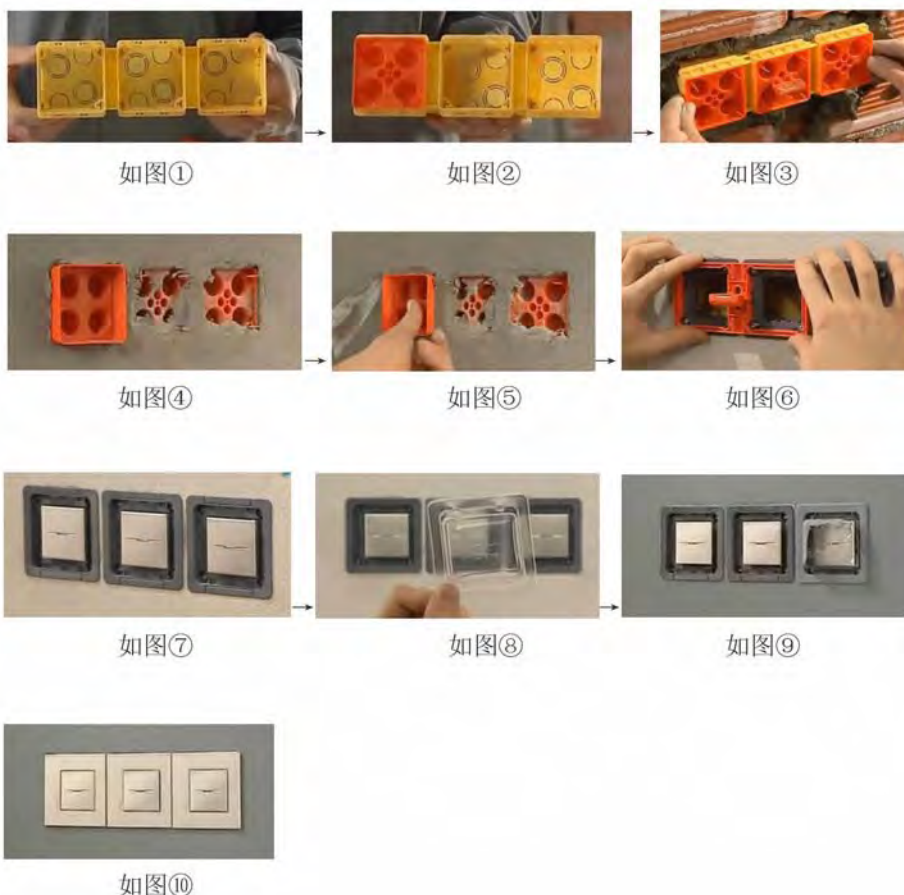
视频来自公众号:机械前线。标题:老外电工是这样安装开关插座的,朋友圈炸开了锅!

安装施工流程大致如下:

86 型暗盒拼装(如图①)→封口板 I 将暗盒口盖上(如图②)→埋入墙体→水平校验(如图③)→

浇上水泥→取下封口板 I→盖上封口板 II (如图④)→暗盒四周修整 (如图⑤)→清理暗盒内部→定位安装架→水平平齐校验 (如图⑥)→电路接

线→装上功能件(如图⑦)→盖上吸塑盖(如图⑧)→墙面刷漆 (如图⑨)→取下吸塑盖→盖上面板(如图⑩)→完成安装。



与国内快节奏的工作相比,这个可谓是慢工出细活,安装过程严谨有序,装好的开关美观整洁。

Bticino 是罗格朗公司从意大利引进的智能家居高端品牌,Bticino 的前身是生产不同应用的金属制品的公司,能从机械专业转型到高级家居和开关行业,并把生意做到全球,可见,Bticino 的这个视频还是值得学习的。

结束语

本文探讨了 1、86 型暗盒的材料、结构、性能及优缺点,工程上,建议选用第 1 种全金属的,家

装上,建议选用第 3 种 PVC+金属的;2、86 型暗盒尺寸的规范和统一,建议将 JB/T8593-2013 纳为强制标准,接线盒尺寸一致化;3、86 暗盒的安装和施工方式,建议借鉴国内外,好的安装工艺和施工流程,要有工匠精神,让开关插座做的更加精致,完美。希望本文能够为广大电工企业未来在暗盒的发展方面提供参考和帮助。

参考文献:

[1] GB 17466.1-2008《家用和类似用途固定式电气装置电器附件接线盒和外壳第 1 部分:通用要求》。

作者简介:

陈钦鹏,男,浙江人,学士学位,工程师,主要从事电器附件产品设计及开发。

王勇,男,湖北人,学士学位,中级工程师,现任浙江德力西国际电工技术部经理,主要从事电器附件产品研发工作。

基于 ANSYS 的塑料卡扣仿真设计

汪凤琴, 乐志斌

(杭州鸿雁电器有限公司, 浙江 杭州 310013)

摘要: 通过 ANSYS 软件对塑料卡扣连接的卡入、脱扣过程进行模拟, 分析两个过程中卡扣的受力情况, 并将卡入力和脱出力的计算结果与实验测试结果进行比对验证。根据对塑料卡扣连接的受力分析结果, 可以优化卡扣的结构、尺寸, 实现卡扣的仿真设计。

关键词: ANSYS; 塑料卡扣; 受力分析

Simulation Design of Plastic snap Based on ANSYS

Wang FengQin, Le ZhiBin

(Hangzhou Hongyar Electric Co., Ltd.)

Abstract: The loading and unloading process of the plastic snap connection is simulated by ANSYS, and the force of the snap in the two processes is analyzed, the calculation results are compared with the test results. According to the results of the force analysis of the plastic snap connection, the structure and size of the snap can be optimized to realize the simulation design of the snap.

Keywords: ANSYS; Plastic snap; Force analysis

1 引言

卡扣连接, 因其结构简单、占用空间小、易于装配、不需要额外的连接零件而带来的低成本等特点, 已被普遍应用于电器附件产品设计。卡扣在卡入、脱扣过程中的受力情况, 直接影响到卡扣连接可靠性。

ANSYS 是现在应用最广的有限元分析软件, 是融结构、热、流体、电磁、声学于一体的大型 CAE 通用有限元分析软件^[1]。本文通过塑料卡扣典型结构的模型建立、基于 ANSYS 分析, 并与实验测试结果进行比对验证。根据对塑料卡扣连接的受力分析结果, 可以优化卡扣的结构、尺寸, 实现卡扣的仿真设计。

2 选型

卡扣连接是一种简单、快速和经济的连接技术, 主要通过装配中的弹性变形和到位后的复原变形实现部件的连接, 可以完成部件的多次分离

和连接而不对产品结构产生影响。

卡扣, 按锁紧部分结构进行分类, 有以下几种型式^[2]: 悬臂梁锁紧卡扣、平面型锁紧卡扣、止逆型锁紧卡扣和圆环型锁紧卡扣等。

悬臂梁锁紧卡扣、平面型锁紧卡扣在开关插座产品的面板与外框、开关/插座功能件中的基座盖与基座等零部件的连接中都常见到。

本文选择一种典型的悬臂梁卡扣产品 (如图 1) 进行 ANSYS 模拟分析, 并通过实验测量进行比对验证。

3 ANSYS 模型分析

使用 ANSYS 软件对产品外面板和内面板的分离、装配过程进行模拟, 分析两过程中卡扣受力情况。

考虑到选型产品三维模型的对称、软件分析时对模型的输入设置、分析过程耗时等因素, 将 ANSYS 软件模拟的模型装配和分离过程简化为: 1/4 内面板在 XZ 面固定, 对 1/4 外面板施加 Y 向



图 1 悬臂梁卡扣产品

的位移载荷 -3.6mm (外面板初始位置为:外面板从装配后状态的位置沿 Y 向平移 $+3.6\text{mm}$), 并设置其 X、Z 向的固定约束, 此为装配过程。之后再对外面板施加 Y 向的位移载荷 3.6mm , 此为分离过程。

3.1 ANSYS 分析流程

1) 新建分析项目。建立 Geometry, 如图 2, 导入选型产品装配模型。

2) 进入 DesignModeler, 对模型作前处理, 如图 3。

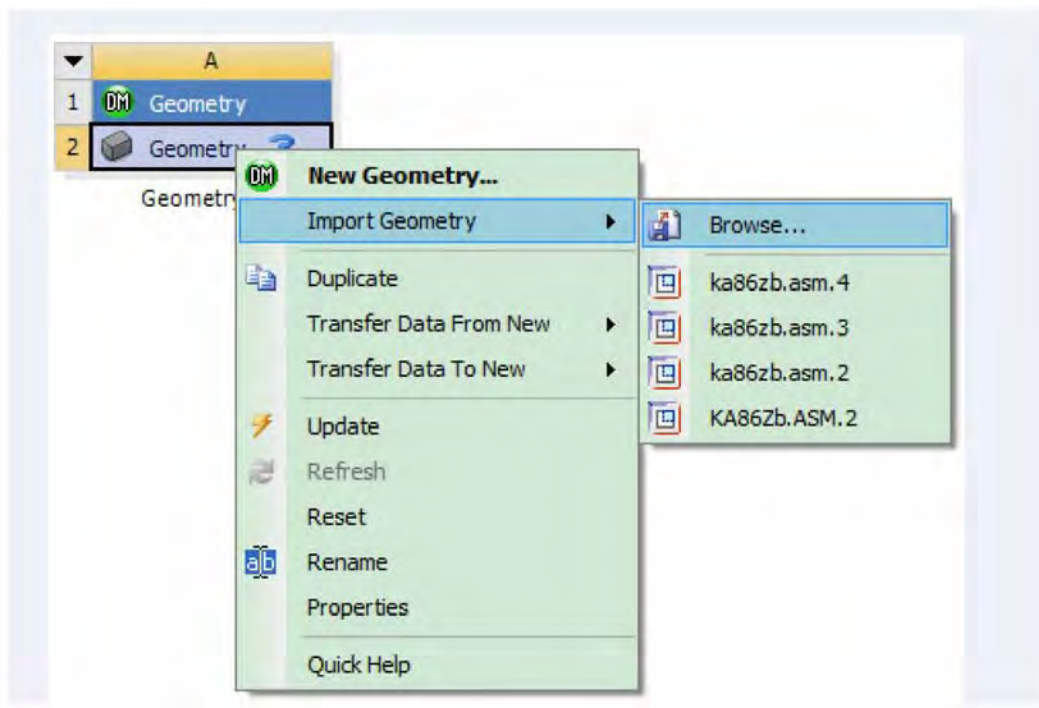


图 2 建立 Geometry

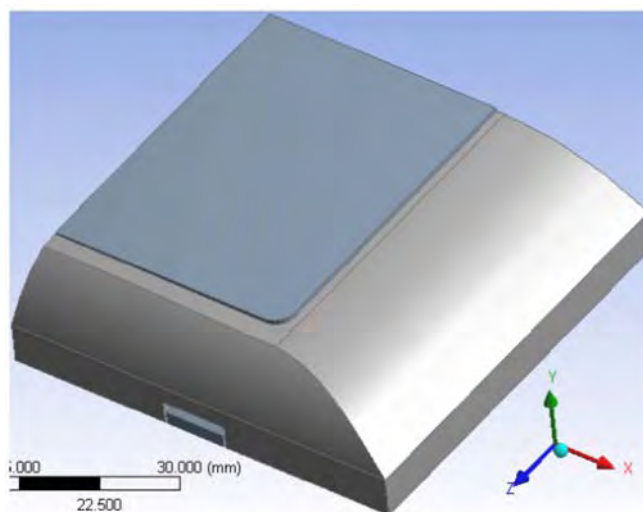


图3 Geometry 前处理

使用对称工具(Tools-Symmetry),分别定义 2 个对称平面(YZ、XY),保留 1/4 装配体模型(每次切割,保留对称面法向轴的正半轴材料,切除负半

轴材料)。

3)建立静力结构分析,如图 4。

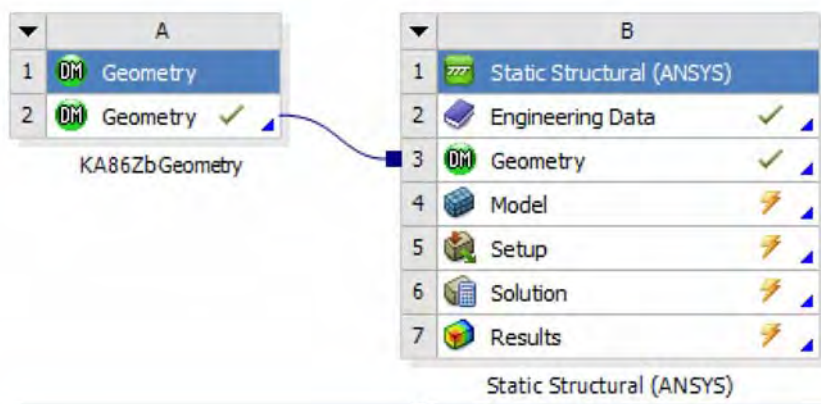


图4 建立静力结构分析

4)设置材料参数

根据产品采用材料,新建聚碳酸酯(PC)材料,其弹性模量为 2300MPa,泊松比为 0.39。

5)定义外面板与内面板的连接关系

定义内面板为目标体,外面板为接触体,二者在外面板卡扣处的接触区域为面接触,接触面之间的摩擦系数为 0.2。

6)划分模型网格

7)分析设置

外面板与内面板分离、装配的接触过程为状态非线性,属于大变形问题,在求解控制中,打开

大变形;

在非线性控制中,打开线性搜索;

此次分析模拟卡扣的分离和装配两个过程,载荷步设置为 2。

8)约束和载荷的施加

内面板固定约束;对外面板施加位移载荷:第 1 个载荷步,外面板 Y 向平移 + 3.6mm(分离);第 2 个载荷步,外面板 Y 向平移 - 3.6mm(装配)。

9)建立所需结果项:等效应力(第四强度理论)、等效应变和力,如图 5。

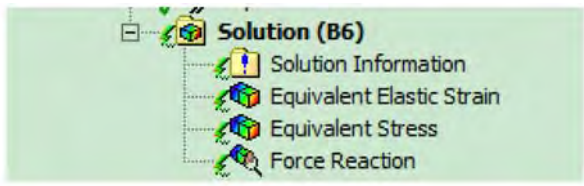


图 5 建立结果项

3.2 ANSYS 分析结果评价

本次仿真分析的仿真时间 2s, 0~1s 为外面板

从内面板分离过程(内面板 XZ 固定、外面板 Y 向移动 + 3.6mm), (1~2)s 为外面板装入内面板过程(外面板 Y 向移动 - 3.6mm)。本节仅对 0~1s 分离过程进行分析, 装配过程与其类似, 不再叙述。

1) 分离过程

软件仿真模拟的两零件从开始分离、部分分离到完全分离的过程, 见图 6、图 7、图 8。

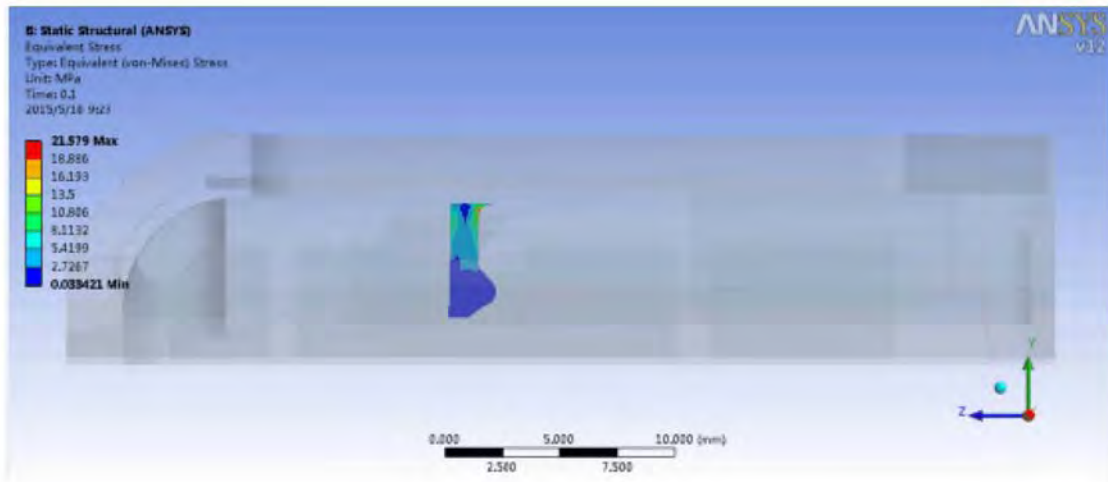


图 6 开始分离

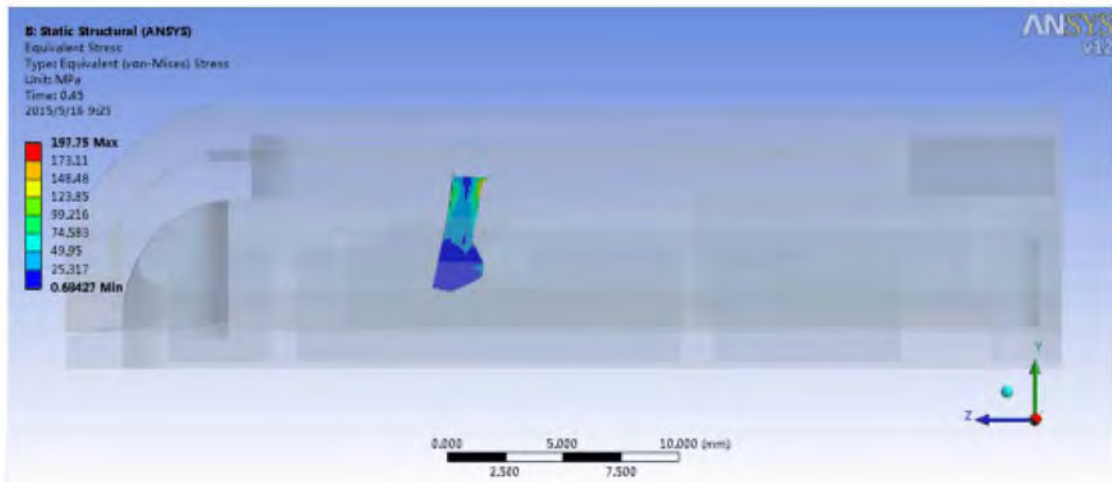


图 7 部分分离(最大弯曲)

2) 分离过程结果分析

分离过程中, 卡扣所受最大应变 8.6%, 最大应力 197.8 MPa, 最大力 -18.9N。PC 塑料的抗弯曲强度 (100~110)MPa。分离过程中, 卡扣在最大弯曲状态时, 卡扣根部为危险区

域, 此区域集中三块应力, 见图 9 黑色线条所在区域, 应力范围(44.5~110.2)MPa, 大致在强度范围内; 最大应力 197.8MPa, 虽然已经超出强度范围, 但最大应力的作用区域非常小, 如图 9 红色区域。综上分析, 卡扣安全。

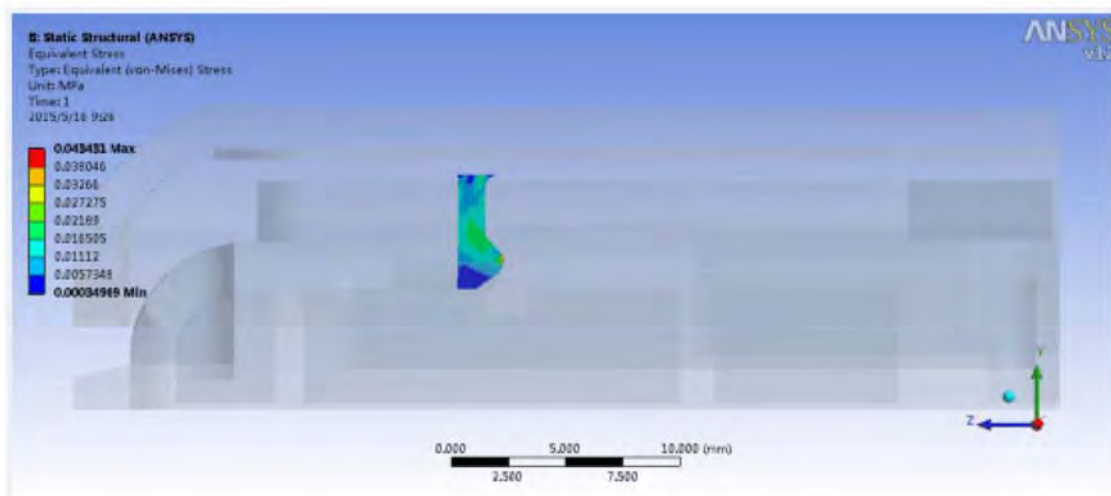


图 8 完全分离

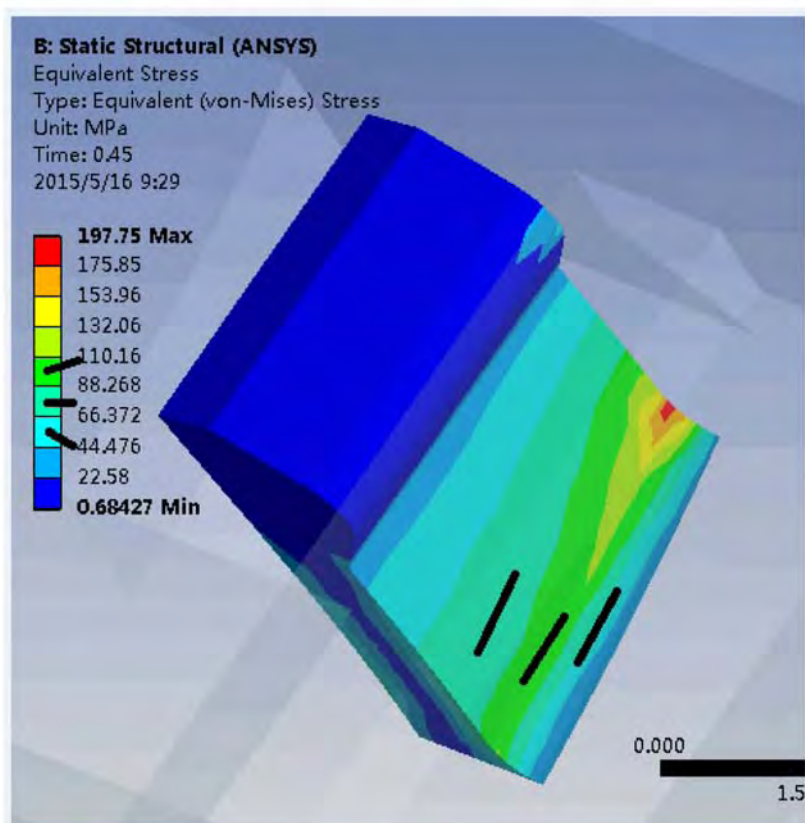


图 9 最大弯曲时应力云图

脱出力与根切深度、保持面角度等有直接关系。随着两零件逐步分离，卡扣实际有效保持面角度不断减小，装配偏斜不断增大，卡扣受力随之增大，并达到一个最大值，然后该力逐渐减小至零，

两零件完全分离，该过程符合实际情况。最大脱出力-18.9N(负号表示该力方向与(1~2)s 装配过程所受力相反)，最大卡入力 28.7N，见图 10。卡扣分离、卡入过程 ANSYS 分析力值表，见图 11。

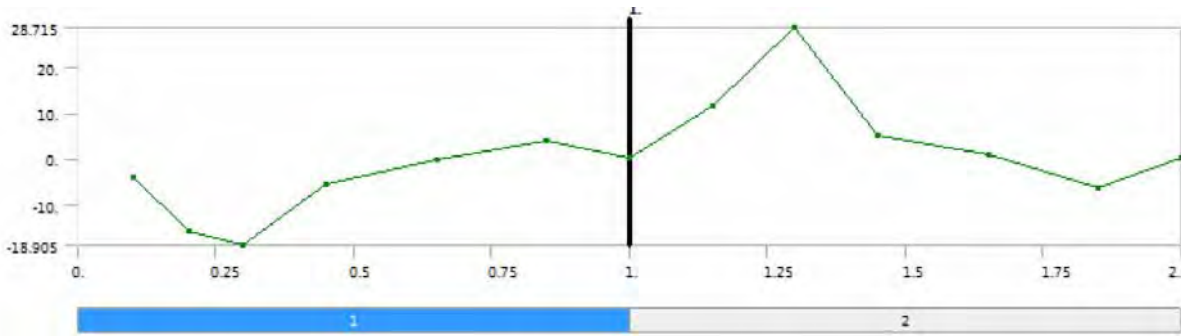


图 10 时间-力折线图(0~1s 为分离过程,1~2s 为装配过程)

	Time [s]	Force Reaction (X) [N]	Force Reaction (Y) [N]
1	0.1	-2.1724e-002	-3.8974
2	0.2	-3.4002e-002	-15.797
3	0.3	-0.93749	-18.905
4	0.45	-1.1426	-5.7161
5	0.65	-1.5465	-0.38459
6	0.85	-0.19443	4.0198
7	1.	-3.3579e-005	9.2284e-005
8	1.15	-0.60893	11.661
9	1.3	-2.7368	28.715
10	1.45	-1.635	5.1608
11	1.65	-1.1752	0.76847
12	1.85	1.1510	6.2277

图 11 力值表

4 产品卡扣受力实验测量结果

实验测量卡扣卡入力时,使用指针式推拉力计测量方法,测 8 个产品(测试前将外面板与内面板装拆几次),每次测量与 ANSYS 分析模型相同的一个位置的卡扣(其余 3 个卡扣已扣合),测脱出力时,按吊砝码方式进行测量。测量结果如表 1、表 2。

表 1 卡入力实验测量值

产品序号	卡入力(单位:N)
产品 1	29.5
产品 2	31.2
产品 3	30.6
产品 4	30.2
产品 5	30.5
产品 6	30.4
产品 7	31.2
产品 8	29.6
平均值	30.4

表 2 脱出力实验测量值

产品序号	脱出力(单位:N)
产品 1	20.8
产品 2	20.6
产品 3	20.4
产品 4	19.8
产品 5	20.1
产品 6	20.6
产品 7	21.1
产品 8	19.8
平均值	20.4

5 ANSYS 分析结果与试验测量结果的比较

产品外面板和内面板的卡入力、脱出力,实验测量结果:最大卡入力 30.4N、最大脱出力 20.4N;

ANSYS 分析结果,最大卡入力 28.7N、最大脱出力 18.9N;

数据比对结果,卡入力相对误差 5.9%,脱出力相对误差 7.9%,ANSYS 分析与实际测量基本吻合。

6 结论

通过 ANSYS 仿真受力分析,可以有效分析卡扣处的最大应力、最大应变,在与材料的弯曲强度比对后,可以规避产品后续开裂风险;同时,可以有效分析卡扣的卡入力和脱出力,通过调整卡扣结构参数,达到想要的卡入、脱出效果。

本文通过对悬臂梁塑料卡扣 ANSYS 受力分析和实验测量数据的比对,比对结果,卡入力相对误差 5.9%,脱出力相对误差 7.9%,在 PRO/E 三维

模型基础上通过 ANSYS 对悬臂梁塑料卡扣进行受力分析,为卡扣设计提供可靠的设计依据,基本可以实现仿真设计的效果。

参考文献:

- [1] 龚曙光 ANSYS 工程应用实例解析 北京,机械工业出版社,2003.3.
- [2] [美]保罗 R.博登伯杰 著 冯连勋,马秀清,董力群,梁军译 塑料卡扣连接技术 北京,化学工业出版社,2004.3.
- [3] 邵将,李世国 Pro/E 和 ANSYS 的连接方法和应用实例 [J].机械设计,2004,21(9):58.

尿素树脂面板移印附着力的改善

徐大庆, 金玉, 柏建军

(松下电气机器(北京)有限公司, 北京 100176)

1 背景

移印加工由来已久,由于制造成本低、工艺过程简单、适用范围广、变更容易等特点广泛运用到生产制造中,目前仍然是产品表面标识印刷及装饰的主要方法之一。一直以来,我们所采用的移印加工,都是印在注塑部品上。但是,当我们想将同样的工艺,用在热固性材质——尿素树脂面板上时,才发现图像或字迹易脱落,附着力不理想。特别是产品经过包装运输和振动、摩擦等,造成图像或字迹部分模糊、脱落、不完整等情况。这是因为,尿素树脂表面光滑、密度高,印刷的油墨难以渗透、吸附。不过,这也并不能说明,尿素树脂面板不适合移印加工。或许,只是条件还需探索。为此,我

们决定展开试验。

2 试验路线:

我们认为,影响移印附着力的因素无非是:油墨、移印条件、部件表面。

油墨除了不同品牌会有差异外,为了工艺的可实现性,采购来的油墨都要加入适当比例的稀释剂和固化剂,而不同的比例显然是影响因素之一。由于移印后需要进行烘干工序,烘干的条件,也就是烘干温度和烘干时间也会对附着力有所影响。另外,部件表面的光洁程度可通过适当的处理而改变,也作为试验的条件之一。这样,通过加工条件的改变,进行试验,以确定附着力最佳的移印加工条件。

表 1 试验路线表

试验顺序	变量	其他条件	具体条件	目的
试验一	改变油墨配比	表面确定, 烘干条件固定	油墨:固化剂:稀释剂	确定较理想的X与Y值
			100:X:Y	
试验二	改变烘干条件	表面确定, 油墨配比固定	烘干温度改变70\80\90\105℃	确定理想的时间
试验三	改变烘干条件	表面确定, 稀释剂用量改变后	烘干温度改变70\90\105℃	确定稀释剂用量是否最优
试验四	改变烘干条件	表面确定, 固化剂用量改变后	烘干温度改变70\90\105℃	确定固化剂用量是否最优
试验五	表面处理改变	油墨配比与烘干条件固定	表面处理改变(清洗、打磨、轻微粗化、中度粗化)	确定面板处理效果
试验六	追加烘干温度	表面确定, 油墨配比固定	追加烘干温度100℃与试验二对比	确定最佳烘干温度

3 试验过程及结果

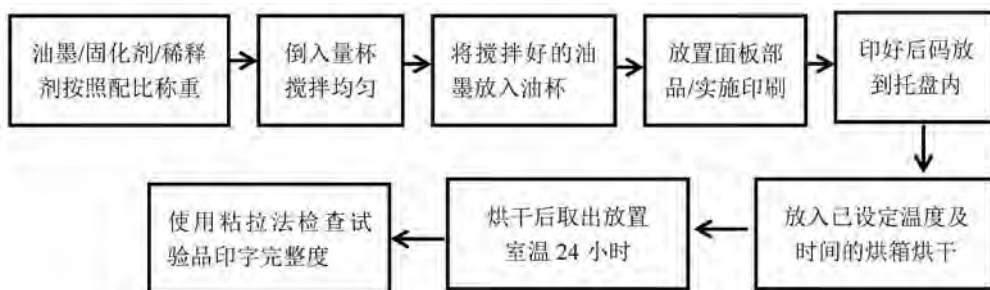
3.1 试验准备

- 1.试验工艺步骤(见下页)
- 2.试验基础条件

试样数量 n=5, 承印物要求:面板表面洁净、无异物等外观不良

设备压力:45MM 印刷速度:3秒 移印胶头:防静电胶头

移印室温度:18℃~24℃ 移印室湿度:40%

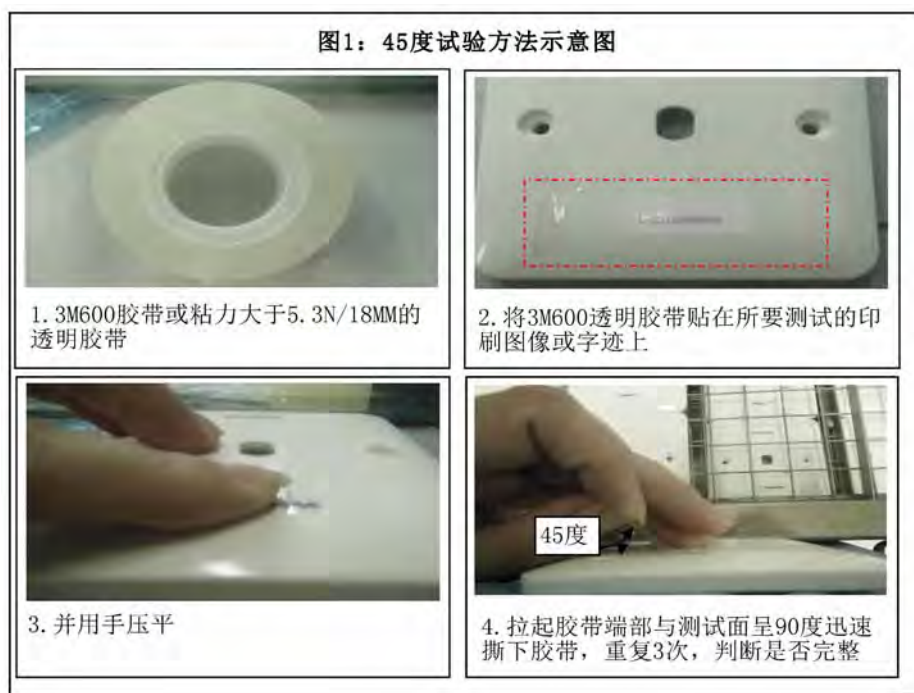


RH~60%RH

3. 检查方法——粘拉法: 使用 3M 胶带贴在

所要测试的试样的图像或字体上,并用手压平,以

45 度角的方向,迅速拉起胶带反复 3 次(如图 1)。



4. 检查标准:

印字图像或字迹 100%完整为良品。

3.2 试验结果及论证

1、油墨、固化剂、稀释剂的配比试验

取 100 份油墨,分别加入不同量的固化剂和稀释剂,在烘干温度为 80℃,烘干时间 60 分钟时,进行印刷试验。试验结果如表 2。

应该说,附着力都不能满足要求。但是在相同烘干温度和烘干时间的条件下,油墨 1-3-1 的配比,附着力好于其他配比,也就是说,固化剂用量增加,附着力有所提升。在此配比基础上还需进一步展开试验和验证。

2、烘干温度的试验

采用 1-3-1 的油墨配比,也就是油墨:固化剂:稀释剂为 100:20:20 时,改变烘干温度,设定烘干温度分别为 70℃、90℃、105℃的附着力试验,结果见表 3。

结果显示,当烘干温度为 105℃,时间为 60 分钟时,印刷图像无不良,附着力有明显的提高。这是因为,烘干温度的提高,油墨固化比较完全,附着力也自然提高了。

3、油墨配比再试验

但是,目前,油墨配比是否最佳,还无法确定,为此,在前述较佳的配比基础上,再适当的调整固化剂和稀释剂用量,以确定是否还有更好的油墨配比。

日期		室内湿度 18℃~24℃	室内温度 40%~60%	试样数 N=5个	烘干后放 置24小时	45° 测试		备注
样品号	油墨	固化剂	稀释剂	干燥温度 (度)	干燥时间 (分钟)	结果		
						良品	不良品	
1-1-1	100	10	20	80	60	0	5	
1-2-1	100	15	20			0	5	
1-3-1	100	20	20			1	4	
1-4-1	100	20	30			0	5	
小结	虽不明显, 但1-3-1略微好一些							

日期		室内湿度 18℃~24℃	室内温度 40%~60%	试样数 N=5个	烘干后放 置24小时	45° 测试		备注
样品号	油墨	固化剂	稀释剂	干燥温度 (度)	干燥时间 (分钟)	结果		
						良品	不良品	
2-3-0	100	20	20	70	60	1	4	
2-3-2	100	20	20	90	60	1	4	
2-3-3	100	20	20	105	60	5	0	
小结	烘干温度105时的附着力效果明显							

试验结果见表4和表5。

日期		室内湿度 18℃~24℃	室内温度 40%~60%	试样数 N=5个	烘干后放 置24小时	45° 测试		备注
样品号	油墨	固化剂	稀释剂	干燥温度 (度)	干燥时间 (分钟)	结果		
						良品	不良品	
3-4-0	100	20	30	70	60	0	5	
3-4-2	100	20	30	90	60	0	5	
3-4-3	100	20	30	105	60	0	5	
小结	稀释剂增多, 干燥温度调整, 附着力无明显改善							

日期		室内湿度 18℃~24℃	室内温度 40%~60%	试样数 N=5个	烘干后放 置24小时	45° 测试		备注
样品号	油墨	固化剂	稀释剂	干燥温度 (度)	干燥时间 (分钟)	结果		
						良品	不良品	
4-5-0	100	25	30	70	60	0	5	
4-5-2	100	25	30	90	60	0	5	
4-5-3	100	25	30	105	60	2	3	
备注	固化剂增多, 烘干温度105度时附着力相对较好, 但仍明显不如2-3-3							

表4表明,稀释剂用量增加,反而附着力下降。表5表明,只有当烘干温度达到105℃时,才开始出现良品。这也证明了105℃是较佳的烘干温度。同时比较3-4-3与4-5-3,同样是105℃,只是固化剂用量不同,固化剂用量多的,良品率高,也说明固化剂用量增多,可以提高附着力。但此时的固化剂对稀释剂的比例,大约83%(25/30),与表2的2-3-3的固化剂对稀释剂比例的100%(20/20),还是低的,这样可以解释为什么良品率低于2-3-3的情况了,而4-5-3情况,固化剂用量多,

制造成本也高。因此,还是2-3-3的配比最佳。

4、面板表面处理试验

面板作为外观部件,应该保持其固有的光洁度。但是为了提供附着力,是否可以在印刷的局部进行适当的处理,以降低其局部光洁度,从而提高附着力。以此思路,我们提出了用稀释剂局部擦拭、表面打磨、模具轻微粗化改造和模具中度粗化改造几种情况,与未做任何处理的面板进行对比试验。结果如表6。

日期	面板表面处理	油墨 (毫升)	室内湿度 18℃~24℃	室内温度 40%~60%	硬化剂 (毫升)	稀释剂 (毫升)	干燥温度 (度)	干燥时间 (分钟)	15° 测试		备注
									结果		
									良品	不良品	
5-3-3-0	无处理	100	20	20	105	60	5	0	5	0	条件同2-3-3
5-3-3-1	表面稀释剂清洗处理	100	20	20	105	60	4	1			
5-3-3-2	表面打磨(50次)	100	20	20	105	60	2	3			
5-3-3-3	模具轻微粗化处理	100	20	20	105	60	5	0			
5-3-3-4	模具中度粗化处理	100	20	20	105	60	2	3			
小结	表面进行微度粗化处理附着力良好,但需要改造模具										

结果表明,模具轻微粗化处理,对附着力的提高还是有效果的,但是如果处理程度是很难掌握的,过度粗化和过于轻微,反而附着力会降低。并且,模具处理也是需要成本的,因此,不建议采取这样的方法。

5、追加试验:

从前述试验可以知道,配比为100:20:20,烘干温度105℃,烘干时间60分钟的条件最佳,那么是否还可能降低烘干温度,达到相同的效果,如果可行,还可更加节能。为此,又追加了100℃时的试验,结果见表7。

表8: 试验一览表

油墨配比	油墨: 固化剂: 稀释剂	70℃		80℃		90℃		100℃		105℃	
		样品号	结果	样品号	结果	样品号	结果	样品号	结果	样品号	结果
100 : 10 : 20				1-1-1	×						
100 : 15 : 20				1-2-1	×						
100 : 20 : 20	试验二	2-3-0	△	1-3-1	△	2-3-2	△	2-3-2-1	×	2-3-3	○
100 : 20 : 30	试验三	3-4-0	×	1-4-1	×	3-4-2	×			3-4-3	△
100 : 25 : 30	试验四	4-5-0	×			4-5-2	×			4-5-3	△
100 : 25 : 35											

试验一

可以知道,烘干温度 100℃附着力还达不到 105℃时的烘干效果。也就是说,105℃是最佳的烘干温度了。

6、试验数据表

为了能对所有的试验更加一目了然,在此将各试验汇总为表 8。这样,也可便于今后在此基础上进行扩展试验和验证试验,进一步研究,或许还可以找到更佳加工条件。

日期		室内湿度 18℃~24℃	室内温度 40%~60%	试样数 N=5个	烘干后放 置24小时	45° 测试		备注
样品号	油墨	固化剂	稀释剂	干燥温度 (度)	干燥时间 (分钟)	结果		
						良品	不良品	
2-3-0	100	20	20	70	60	1	4	
2-3-2	100	20	20	90	60	1	4	
2-3-2-1	100	20	20	100	60	1	4	
2-3-3	100	20	20	105	60	5	0	
小结	追加烘干温度100度时的附着力无法达到105度的附着力							

4 结论

根据以上试验,我们按照所确定的印刷条件,即油墨:固化剂:稀释剂为 100:20:20,烘干温度 105℃,时间 60 分钟,对尿素树脂面板进行了大批量的生产应用,结果表明没有再发生图像或字迹

脱落现象。应该说结果是可靠的。为公司的生产经营做出了实际贡献。

参考文献:

[1] JARDEN 常用标准.

近年家用开关插座产品抽查情况汇总及分析

景意新

(中国电器科学研究院有限公司,广东 广州 510663)

摘要: 本文对近三年来国家及各地公布的插头插座、转换器、开关抽查情况进行汇总,对出现的不合格项加以介绍和分析,并提出选购开关插座产品的注意事项。

关键词: 插头;插座;开关;抽查;不合格项

Summary and Analysis for Spot Check Results of Household Switches and Socket-outlets in Recent Years

Abstract: This paper summarizes and analyzes unqualified items of spot check results for household switches and socket-outlets across the country in recent years. Then, introducing the items consumers should pay attention to when they purchase.

Key words: Plugs, socket-outlets, switches, spotcheck, unqualified items

1 概述

随着我国经济实力及自主研发实力不断加强,消费者对产品品质的要求也越来越高,选择产品的标准逐渐从价格低转变为品质好。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》首先提出“建立产品质量追溯制度,形成来源可追溯、去向可查证、责任可追究的安全责任链”的要求。而后,为深入贯彻落实科学发展观,促进经济发展方式转变,提高我国质量总体水平,实现经济社会又好又快发展,国务院印发《质量发展纲要(2011-2020年)》,确立了“以人为本,安全为先,诚信守法,夯实基础,创新驱动,以质取胜。”的工作方针,发展目标为:到2020年,建设质量强国取得明显成效,质量基础进一步夯实,质量总体水平显著提升,质量发展成果惠及全体人民。形成一批拥有国际知名品牌和核心竞争力的优势企业,形成一批品牌形象突出、服务平台完备、质量水平一流的现代企业和产业集群,基本建成食品质量和重点产品质量检测体系,为全面建设小康社会和本世纪中叶基本实现社会主义现代化奠定坚实的质量基础。最近,国家质检总局印发《质量品

牌提升“十三五”规划》,全国质检系统贯彻习近平总书记关于“推动中国制造向中国创造转变、中国速度向中国质量转变、中国产品向中国品牌转变”等重要讲话精神,落实新时期党中央、国务院对质量品牌工作的部署要求,实施《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《质量发展纲要(2011-2020年)》和《质量监督检验检疫事业发展“十三五”规划》的专项规划。《质量品牌提升“十三五”规划》着眼于加快质量强国建设,充分发挥质量管理、品牌建设、计量、标准、认证认可、检验检测、监督执法、出入境检验检疫等职能作用,统筹布局、综合施策,是全国质检系统“十三五”时期推动质量品牌提升的行动纲领。为贯彻一系列质量政策,国家质监局、工商局及各地质检工商系统近几年对各类产品抽查力度不断加强。

家用开关插座都是用量较大的电器附件产品,其质量好坏直接关系消费者人身和财产安全。国家及各地质监、工商部门都极为重视开关插座产品的质量抽查,主要依据的标准包括:GB/T 2099.1-2008《家用和类似用途插头插座 第1部分:通用要求》、GB/T 1002-2008《家用和类似用途单相插头插座 型式、基本参数和尺寸》、GB/T 1003-2016

《家用和类似用途三相插头插座 型式、基本参数和尺寸》、GB/T 2099.3-2015《家用和类似用途插头插座 第 2-5 部分：转换器的特殊要求》、GB/T 2099.7-2015《家用和类似用途插头插座 第 2-7 部

分：延长线插座的特殊要求》、GB/T 16915.1-2014《家用和类似用途固定式电气装置的开关 第 1 部分：通用要求》等。



中国质量新闻网 2014-2016 年公布的各地开关插座抽查结果数量

2 抽查结果中出现的不合格项

2.1 插头插座产品

经统计,2015 年至 2016 年,全国各地质监、工商局公布的插头插座、转换器及延长线插座产品抽查结果涉及不合格项目主要有:标志、尺寸的检查、防触电保护、接地措施、正常操作、端子和端头、固定式插座的结构、插头和移动式插座的结构、温升、拔出插头所需的力、软缆及其连接(弯曲试验)、机械强度、耐热、螺钉载流部件及其连接、爬电距离电气间隙和通过密封胶的距离、绝缘材料的耐非正常热、耐燃。

2.2 开关产品

2015 年至 2016 年,全国各地质监、工商局公布的墙壁开关和器具开关产品抽查结果涉及不合格项目主要有:耐热、绝缘电阻和介电强度、耐久性、电气间隙、爬电距离、固体绝缘、着火危险。

3 不合格项出现频次统计及分析

2015 年至 2016 年,开关插座产品抽查中最常见的不合格项目为:耐热,尺寸的检查,软缆及其连接(弯曲试验),绝缘材料的耐非正常热、耐燃

和耐漏电老化,插头和移动式插座的结构,接地措施,标志,拔出插头所需的力。

耐热是考核开关插座产品材质的一项重要安全指标,此种产品在长时间使用后会发热变形,影响其使用性能和防触电性能,在严重的情况下将导致带电部件移位、外漏,从而导致电气间隙、爬电距离减小而出现短路的现象,给使用者留下安全隐患。不合格的主要原因可能是厂家为了节省成本,偷工减料,使用劣质材料生产而使得质量不达标。

尺寸不合格主要表现为插头外形尺寸偏小,其插销到插头边缘的距离小于标准规定的 6.5 mm,可能导致使用时发生触电危险。出现该不合格的原因为工厂在进货检验、冲片以及装配时未严格按照作业指导书以及图纸进行生产。还有就是插孔的尺寸不符合标准规定的止规要求,出现该不符合的原因是由于设计时未控制好该尺寸以及由于模具使用时间过久导致磨具有磨损。

软缆及其连接不合格主要表现为线体横截面积偏小,工作中发热量大,易造成电线的绝缘性能下降。另外,标准规定接地线需使用黄绿双色线,一些厂家使用其他颜色的线,导致不合格。

绝缘材料的耐非正常热、耐燃不合格的主要原因是:插座的绝缘材料无阻燃性,当出现该种情况时,易发生火灾,造成生命财产损失。

插头和移动式插座的结构不合格可能会导致接触不良、零件脱落或损坏,从而造成触电、起火燃烧等危险。

接地措施不合格主要表现接地插销与载流插销接触和断开顺序不符合规定,使用过程中易发生触电危险。

标志是指导用户了解和正确使用产品的直接信息来源,标志表述不正确或表示错误会误导用户,可能产生不良后果。

插座拔出力是插座在实际的插拔使用过程中,对夹紧插销的铜片其接触力大小进行考核的一项指标,标准规定要同时满足最大拔出力和最小拔出力的要求。插座在插拔过程中过松或过紧都会影响安全使用,甚至产生打火、电弧等,引发人身伤害及火灾事故。造成该项目不合格的主要原因是企业为了降低成本,在选用材质上没有严格按标准选料,造成产品铜片弹性达不到要求,导致产品不合格。

4 选购开关插座产品的注意事项

消费者在选择开关插座时,应除了应首选知名品牌和有3C认证标标示的产品外,还应注意以下几点:

一、对孔型。一定要购买新国标插座,不要选购国家禁止生产的万用孔插座。新国标插座的三相与两相分开,有5个孔;万用孔插座的三相插孔与两相插孔合在一起,有3个孔。

二、数插销。不要购买插板上有三极插孔,但插座本身自带的插头上只有2个插销的两芯插座。

三、验手感。符合国家标准的插座内部所用铜线多、铜片厚,塑料壳严实,分量较重,而不合格插座偷工减料明显会感觉轻很多。合格插座每个插孔的插拔手感适中有弹性,插头插入插座后应接触良好,且各插孔的插拔手感一致;不合格插座的插拔力度则过松或过紧,弹性差且易松动,每个孔也能明显感觉手感不同,甚至经常发生开关卡在

中间位置的现象。

四、闻气味。高档开关插座面盖及边框采用优质进口PC料,无毒,且无明显气味,后座采用进口无气味PA66的尼龙料,产品无明显塑胶气味。劣质开关插座产品选用材料更多使用ABS、尼龙、PVC等回收混合杂料,不仅有明显塑胶异味,且容易变色发黄。

五、购买时注意查看开关插座底座上是否有额定电流大小、商标等标志,观察产品包装盒上是否有清晰的厂家地址电话,包装内是否有使用说明书和合格证等。一般的开关额定电流是10A,如使用一些大功率电器时则应尽量选择额定电流大的开关(如额定电流为16A),以此避免开关通电时被瞬间大电流烧掉。

六、选额定电流或功率。根据使用的电器功率选择相应(匹配)的插头插座。如家用空调器、微波炉、烤箱等功率较大的家用电器应选用额定值为16A的插头插座;而彩色电视机、家用冰箱、洗衣机、电饭煲等功率较小的家用电器可选用额定值为10A的插头插座。

5 结语

近年来,随着大多数企业品质把关更为严格、各级监督部门对开关插座产品抽查的重视,以及消费者质量意识的提升,开关插座产品整体质量有了显著提升。但是,行业内仍有部分生产企业质量意识淡薄,为降低成本,不遵照标准要求,选用质次价低的配件、以及使用不耐热绝缘材料,质量状况令人担忧。针对抽查中发现的问题,产品生产企业要注重产品质量、提高诚信意识,经销商进货时应把好进货关,严格按照国家标准要求,严格执行进货质量验收制度,共同为行业创造安全、健康、有序的生产经营环境。

参考文献:

- [1] GB/T 2099.1-2008《家用和类似用途插头插座 第1部分:通用要求》
- [2] GB/T 16915.1-2014《家用和类似用途固定式电气装置的开关 第1部分:通用要求》

荧光灯负载与自镇流灯负载

罗宣果¹, 何均匀²

(1. 广东德牌仪器设备有限公司, 广东 佛山 528300; 2. 广东红禾朗科技实业有限公司, 广东 惠州 516000)

概述

随着科技的高速发展, 家用开关控制的负载种类越来越多, 变化也越来越快; 以灯为例: 白炽灯、卤钨灯、石英灯、电感式日光灯、电子式日光灯、节能灯、LED 灯等等。由于每一种负载的特性不同, 所以我们的标准也必须根据这些变化做相应的修订。

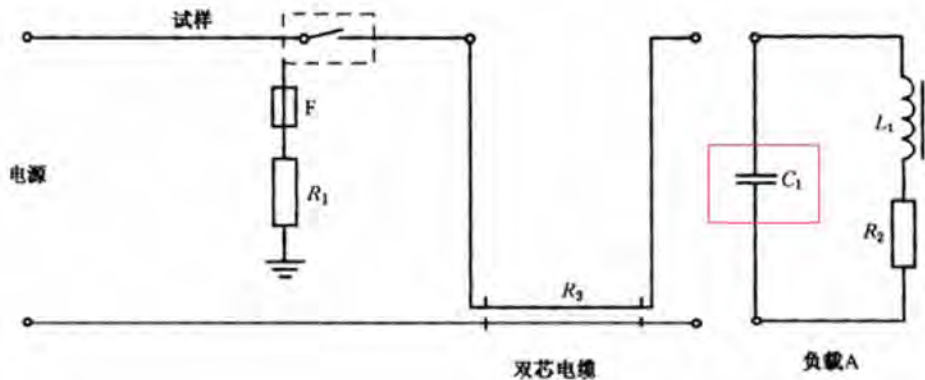
开关标准 GB16915.1-2014 提供了三种标准模拟负载, 19.1 是通用感性负载, 19.2 是荧光灯负

载, 19.3 是自镇流灯负载。

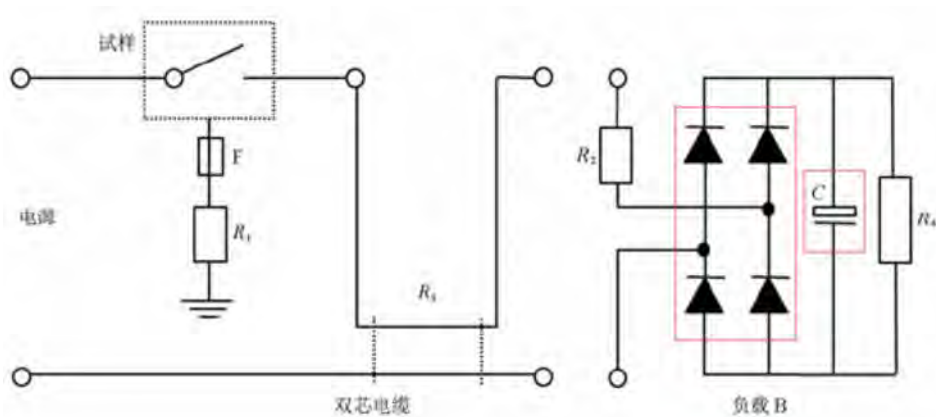
其中 19.2 和 19.3 都是强调带电流冲击特性的负载。本文将重点比分析 19.2 和 19.3 这两种负载, 并得出一些重要结论。

1 负载模拟电路

下图为 19.2 和 19.3 的标准负载模拟电路。由图可见 19.2 是一个 RLC 交流电路, 19.3 采用了整流和滤波电路。从元器件上对比 19.2 的电容是交流无极电容, 19.3 采用的是有极性的电解电容。



19.2 荧光灯负载电路



19.3 自镇流灯负载电路

2 实际模拟负载

19.2 叫做荧光灯负载。标准要求 $\cos\phi=0.9$ (滞后),属于感性负载(实际中我们将 19.2 称作容性负载),所以标准模拟的实际负载是:带功率因素校正电容的电感式镇流器日光灯,显然这个负载早已过时了。这个负载模拟不了实际中大量使用的电子式镇流器日光灯(其 $\cos\phi$ 大于 0.98)。

19.3 叫做自镇流灯负载。参见标准 GB_T 17263-2013《普通照明用自镇流荧光灯 性能要求》,我们知道自镇流灯的含义是:含有灯头、镇流器和灯管,并使之为一体的灯,这种灯在不损坏其结构时是不可拆卸的;自镇流灯的特点是直接接入市电就可以使用了。由此可见前期流行的节能灯也属于自镇流灯;随着节能灯逐渐退出使用,目前最典型的自镇流灯就是 LED 灯。

参见标准附录 C《19.3 电路的来源》,我们可以看出标准是以 15W 的 LED 灯作为典型电路,并详细给出了单灯和多灯负载下的模拟电路、冲击电流和冲击能量等参数。由此可见 19.3 负载就是模拟一个或多个 LED 灯并联在一起的负载。

(提问:19.1 模拟的是什么实际负载?)

3 测试电流或测试功率

19.2 是按照同 19.1 一样的标称额定电流来定义负载功率和进行测试的,比如额定电流 16A 开关要在 16A 电流下进行测试。因此 19.2 除了考核电流冲击之外也考核了产品的额定负载能力。

由标准中的表 1 可见 19.3 的测试负载最大只有 350W(约 1.4A),远小于开关的标称额定电流;而且 19.3 正常操作完成后的温升测试又需要改用额定电流进行测试,因此我们认为 19.3 是单纯考核产品的抗冲击能力。

4 测试电源容量的影响

标准中 19.2 和 19.3 都对测试电源(的容量)做了要求:在 $\cos\phi=0.9\pm 0.05$ (滞后)时其预期短路电流应在 3kA~4kA 之间(19.1 由于冲击电流较小,因此无此要求)。

这个要求非常重要,因为 19.2 和 19.3 都需要考核冲击电流,只有保证测试电源的容量才能够保证负载能够输出这么大的冲击电流。

通过调查发现很多实验室的电网容量根本达不到这个要求,大部分实验室也从来都没有测量过电源的预期短路电流。在此我们建议每个实验室都需要测这个预期短路电流值并做备案(另外对于不同时段用电量变化比较明显的地区尤其是工厂我们也要测量不同时段预期短路电流值)。

对于 19.2 负载基于测试电源容量的差异我们可以得出如下结论:不同实验室,不同测试环境中就算是同一台 19.2 负载输出的冲击特性也有差异,从而导致测试结果也会有差异。

实际工作中我们也经常遇到这种情况(比如 OEM 厂与客户之间,工厂与第三方检测机构之间的测试结果差异),当然也不排除其他因素导致的差异。

测试电源容量对 19.3 负载同样有影响,但是由于标准中对于 19.3 负载有输出冲击参数要求,我们只要保证了标准要求的输出冲击参数,这个影响就可以排除掉,详细我们将在后面讨论。

那么如何保证标准要求的测试电源容量呢?有二个方案,一个就是改造实验室电网,比如从变压器直接拉专线进实验室,这个费用成本很高,很多实验室都难以做到。第二个方案就是在具体被测开关的供电端(注意:不是实验室供电端)安装一个有源提升装置,通过有源硬件来改变测试电源的容量(具体可咨询德牌仪器来获取完整的硬件解决方案)。

5 标准要求的差异

以下为 19.2 的标准描述:

F 为铜线保险丝,其标称直径为 0.1mm,长度不小于 50mm。

R_1 为将电流限至约 100A 的电阻。

双芯电缆应适当长度,使接至负载的试验电路的电阻 R_3 等于 0.25 Ω 。额定电流不超过 10A 的开关试验时,此双芯电缆的横截面积为 1.5mm²;若受试开关的额定电流超过 10A 但不超过 20A,则双芯电缆的横截面积为 2.5mm²。

负载 A 的构成:

——电容器组 C_1 ,6A 开关时, C_1 的电容量为 70 $\mu\text{F}\pm 10\%$;其他开关时, C_1 的电容量为 140 $\mu\text{F}\pm 10\%$ 。这些电容器应以尽量短的 2.5mm² 导体连接;

——电感器 L_1 和电阻器 R_2 ，这二者应调好，使功率因数为 0.9 ± 0.05 (滞后) 且流经试样的试验电流为 $I_{n0}^{+5}\%$ 。

负功 B 的构成：

——电容器 C_2, C_2 的电容为 $7.3 \mu\text{F} \pm 10\%$ ；

——电感器 L_2, L_2 的电感为 $0.5\text{H} \pm 0.1\text{H}$ ，用 d. c. 测得的阻值为不大于 15Ω 。

注：电路参数业经挑选，能代表大多数实际使用时所用的荧光灯负载。

由此可见标准中只是对制作负载所需的关键元件参数做了要求，但是实际上在负载的加工制造过程中由于元件选型不同，制造工艺不同(包括内部配线大小以及布局等因素)，导致其整体参数肯定有差异，这些差异直接会导致负载柜输出的冲击特性也会有差异。

由于标准中没有对 19.2 的输出参数做量化要求，所以我们也无法通过事后调整或者补偿来达到输出的一致性。因此不同供应商，甚至同一供应商不同批次的 19.2 负载就算在同一测试电源条件下其输出的冲击特性也会有差异的。

以下为 19.3 的标准描述：

测试用的电源的预期短路电流 (r.m.s.) 在 $\cos\phi = 0.9 \pm 0.05$ (滞后) 时应在 3kA 和 4kA 之间。

F 为铜线保险丝，其标称直径为 0.1mm，长度不小于 50mm。

R_1 是一个将电流限制在约为 100A 的电阻。

双芯电缆应有适当长度，使接至负载的试验电路的电阻 R_3 等于 0.25Ω 。当受试开关的额定电流不超过 13A 时，双芯电缆的横截面积为 1.5mm^2 ；当受试开关的额定电流超过 13A 但不超过 20A 时，双芯电缆的横截面积为 2.5mm^2 。

测试用的负载应与图 14b) 一致(见附录 C)。最大电流峰值和最大浪涌电流的 I_t^2 值由表 19 给出。

注 1: R_2 为光源电路的总串接电阻，包括了电容的 ESR (等效串接电阻) 值。

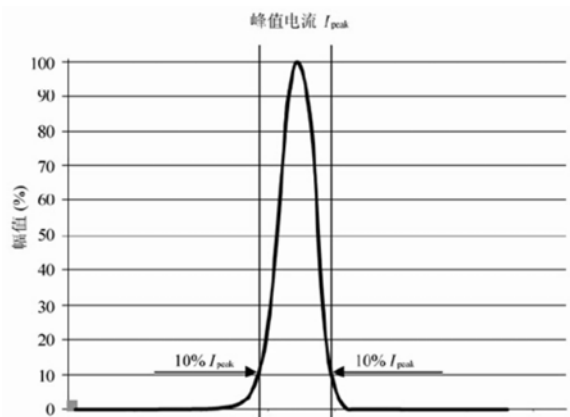
负载 B 中的 R_2 和 C 值应选择，使得当开关触点在相位角为 90° 闭合时电流峰值 I_{peak} 和 I_t^2 值[从电流峰值的 10% 到 10 进行积分，见图 14c)]达到表 19 中给出的值 ($\pm 5\%$)。 R_4 值的选择应能使之达到新额定电流。

表 1 开关额定电流和 SBL 电路的额定功率

用于 SBL 负载的 开关额定 电流 A	配电系统/V:
	220/380 230/400 240/415 SBL 电路的额定功率/W
>6 且 ≤ 10	100
>10 且 ≤ 13	150
>13 且 ≤ 16	250
>16 且 ≤ 20	350

表 19 不同配电系统的电流峰值 I_{peak} 和 I_t^2 值

用于 SBL 负载的 开关额定 电流 A	配电系统/V:	配电系统/V:
	220/380 230/400 240/415 I_{peak} A	220/380 230/400 240/415 I_t^2 A^2s
≤ 10	108	2.8
>10 且 ≤ 13	142	5.5
>13 且 ≤ 16	192	13
>16 且 ≤ 20	223	20



c) 从电流峰值 I_{peak} 的 10% 到 10% 的积分

由此可见，标准中除了对关键元件参数做了建议要求，还对负载输出的五个冲击参数的做了具体量化要求。这五个参数包括：额定电压；输出

功率;90度冲击波形; I_{peak} ; I_t 。必须这五个参数都一致符合标准要求才是合格的负载。

那么 19.3 有没有受测试电源容量的影响呢?答案是有的。19.3 负载在送达客户的测试现场后还需要根据当地的电网情况做参数调试后才能够正常使用(标准规定误差在 5%以内)。而 19.2 负载基本上是送达客户的测试现场接上电源就可以直接使用了。

综上所述,由于标准中 19.2 负载没有对输出冲击参数做具体的量化要求,所以不同实验室做出来的测试结果有差异。而 19.3 负载对输出参数做了量化要求,因此在不考虑其他非相关因素的前提下其测试结果我们认为是一致的。

由此可见,19.2 的冲击特性测试只是定性的测试,其测试结果会有差异;19.3 的冲击特性测试是定量的测试,其测试结果一致性很好!

6 相关建议

1. 建议每个实验室对自己的 19.2 负载测试一下 90 度冲击波形, I_{peak} 和 I_t 等参数并做备案,尤其是第三方检测机构更需要标明负载的冲击参数。

2. 建议标准增加 19.2 的输出冲击特性参数要求,以达到测试结果的一致性。进一步考虑到重复测试的因素以及实际模拟负载的变化,为了提高测试效率和减少资源浪费,我们建议标准取消 19.2 项的测试。

3. 由于目前 LED 灯大量普及使用,实际中也有部分开关产品在带 LED 灯时出现严重拉弧甚至粘连失效,建议将 19.3 项 3C 强制化以确保产品测试结果的一致性。

7 19.3 负载的技术方案

自镇流灯负载柜的开发从技术上讲存在较大难度。据我们了解目前国内外能够做到完全符合标准要求的自镇流负载柜的厂家非常少,这也导致业内很多大公司和专业检测机构对市面上的自镇流灯负载柜都持观望态度。也有部分公司已经买了 19.3 负载柜,但是经过我们去现场计量检测发现其完全不符合标准要求。

以下是德牌仪器开发的一款三工位自镇流灯负载柜。



该设备具有如下特点:

1. 本负载装置出厂前已经预置好标准要求的负载条件。只要测试电压调节到 250V~, 操作人员按下与待测开关额定电流相同的开关按钮,其额定功率,冲击波形, I_{peak} 和 I_t 就符合标准相应要求。

2. 使用方便直观,数显输入电压和输出功率,指针式电流表可以观察到冲击电流情况。

3. 工位数 3 个,可以同时独立进行 3 个开关的测试。

4. 带计量模式和计量专用端口,内置 90 度合闸板,方便测量冲击波形, I_{peak} 电流值和 I_t 能量值,完全满足标准对设备计量要求。

5. 本设备内部配备调压装置,无需再外接调压器即能达到开关测试所要求的电压。

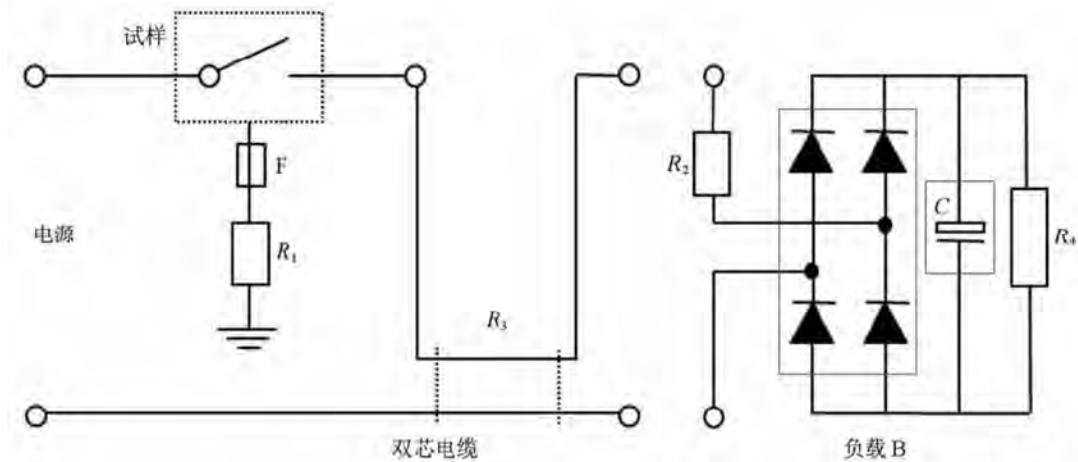
8 19.3 负载的计量和验收

自镇流灯负载柜在计量和验收方面也面临较大困难。计量过程要求非常熟悉标准条款,还要懂得冲击波形的取样方法以及 I_t 的积分算法等,目前国内真正能够计量自镇流灯负载柜的专业机构很少!有些公司买了自镇流灯负载柜并且贴上了计量合格标志,但个中原因大家都很清楚。

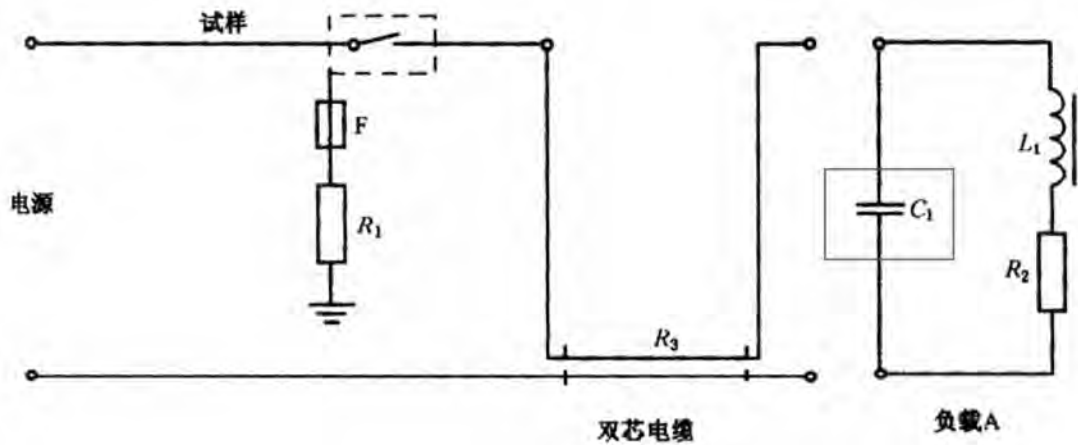
下面我们提供一套自镇流灯负载的验收标准和计量方法供大家参考:

1. 电路设计

负载柜电路应按标准 19.3 的图 14b 进行设计,要注意打方框的两种器件,有整流桥和极性电容(电解电容),这种电容与 19.2 的无极性电容不一样(对比下图)。



b) 19.3 的开关测试接线图



a) 荧光灯负载用开关的试验电路图

2. 设备输出

电路中 R_2 应选择,使得当开关触头在相位角 90° 闭合时电流峰值 I_{peak} 和 I_t 值(从电流峰值的 10% 到 10% 进行积分) 达到表 19 中给出的值($\pm 5\%$)。 R_4 值的选择应能使之达到额定电流。

负载 B 中选择 R_2 和 C 的意思是电阻 R_2 的电容 C 可以调节。“开关触头在相位角 90° 闭合时电流峰值 I_{peak} 和 I_t 值”的意思就是计量电流峰值和电流平方乘时间的积分是在 90° 合闸时得到的,设备要有一个 90° 合闸控制。正常测试时 90° 合闸控制不起作用,开关的通断是按日常操作那样在随机相位角接通的。

“ R_4 值的选择应能使之达到额定电流”这个额定电流不是开关的额定电流,而是表 1 对应的功率。

表 1 开关的额定电流和 SBL 电路的额定功率

用于 SBL 负载的开关额定电流 (A)	配电系统 (V):
	220/380 230/400 240/415 SBL 电路的额定功率 (W)
>6, 且 ≤ 10	100
>10, 且 ≤ 13	150
>13, 且 ≤ 16	250
>16, 且 ≤ 20	350

3. 设备显示

设备上有功率表和电压表以及冲击电流表用来监控。

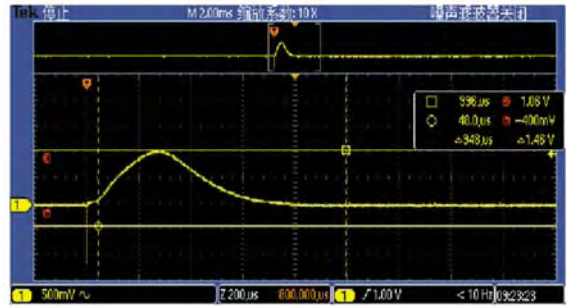


4、计量方法(以 10A 开关为例)

用一个 0.2 级的标准电阻(电阻值为 0.01 欧)串联到开关回路中,用示波器读取标准电阻两端的电压,用电压除以电阻的公式得到电流($I=U/R=$

$U/0.01=100*U$),测量波形图如下:

峰值电流 $I_{peak} = 100*1.06=106A$



将测量到的数据复制到电脑,用 Excel 软件对采样到的电压信号进行运算。用电压除以取样电阻 (0.01 欧) 得到被测电流值 ($I=U/R=100*U$)。

10A-100W 的波形数据如下表所示:

10A-100W - Microsoft Excel												
=R*3*100												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Model	DF02024B			t	u	I	I2t		t	u	I
2	Firmware Version	1.5B										I2t
3					0.000000000	0.38	38	0.00023104		0.0000369600	0.12	12
4	Point Format	Y			0.0000001800	-0.82	-82	0.00107584		0.0000371200	0.1	10
5	Horizontal Units	S			0.0000003200	-0.6	-60	0.0000576		0.0000372800	0.1	10
6	Horizontal Scale	0.002			0.0000004800	-0.18	-18	0.00005184		0.0000374400	0.1	10
7	Sample Interval	1.80E-07			0.0000006400	1.44	144	0.00331776		0.0000376000	0.1	10
8	Filter Frequency	2.00E+08			0.0000008000	-1.1	-110	0.001936		0.0000377600	0.12	12
9	Record Length	125000			0.0000009600	0.2	20	0.000064		0.0000379200	0.1	10
10	Gating	0.0% to 100.0%			0.0000011200	-0.12	-12	0.00002304		0.0000380800	0.1	10
11	Probe Attenuation	10			0.0000012800	0.44	44	0.00039976		0.0000382400	0.1	10
12	Vertical Units	V			0.0000014400	-0.38	-38	0.00023104		0.0000384000	0.1	10
13	Vertical Offset	0			0.0000016000	0.1	10	0.000016		0.0000385600	0.1	10
14	Vertical Scale	0.5			0.0000017600	-0.16	-16	0.0004096		0.0000387200	0.1	10
15	Label				0.0000019200	0.32	32	0.0016384		0.0000388800	0.1	10
16					0.0000020800	0.02	2	0.0000064		0.0000390400	0.1	10
17					0.0000022400	-0.06	-6	0.00000576		0.0000392000	0.08	8
18					0.0000024000	-0.02	-2	0.0000064		0.0000393600	0.1	10
19					0.0000025600	0.24	24	0.0009216		0.0000395200	0.12	12
20					0.0000027200	-0.02	-2	0.0000064		0.0000396800	0.12	12
21					0.0000028800	-0.04	-4	0.00000256		0.0000398400	0.1	10
22					0.0000030400	0.04	4	0.00000256		0.0000400000	0.12	12
23					0.0000032000	0.14	14	0.00003136		0.0000401600	0.1	10
24					0.0000033600	2.15E-08	2.1458E-06	7.38693E-19		0.0000403200	0.12	12
25					0.0000035200	0.02	2	0.0000064		0.0000404800	0.12	12
26					0.0000036800	0.14	14	0.00003136		0.0000406400	0.1	10
27					0.0000038400	0.08	8	0.00001024		0.0000408000	0.12	12
28					0.0000040000	0.06	6	0.00000576		0.0000409600	0.1	10
29					0.0000041600	-0.04	-4	0.00000256		0.0000411200	0.12	12
30					0.0000043200	0.06	6	0.00000576		0.0000412800	0.12	12
31					0.0000044800	0.04	4	0.00000256		0.0000414400	0.1	10
32					0.0000046400	0.02	2	0.0000064		0.0000416000	0.1	10
33					0.0000048000	0.04	4	0.00000256		0.0000417600	0.12	12
34					0.0000049600	0.08	8	0.00001024		0.0000419200	0.14	14
35					0.0000051200	0.04	4	0.00000256		0.0000420800	0.1	10
36					0.0000052800	0.08	8	0.00001024		0.0000422400	0.12	12
37					0.0000054400	0.06	6	0.00000576		0.0000424000	0.08	8
38					0.0000056000	0.06	6	0.00000576		0.0000425600	0.12	12
39					0.0000057600	0.08	8	0.00000576		0.0000427200	0.12	12
40					0.0000059200	0.06	6	0.00000576		0.0000428800	0.12	12
41					0.0000060800	0.06	6	0.00000576		0.0000430400	0.12	12
42					0.0000062400	0.06	6	0.00000576		0.0000432000	0.12	12
43					0.0000064000	0.06	6	0.00000576		0.0000433600	0.12	12
44					0.0000065600	0.04	4	0.00000256		0.0000435200	0.12	12
45					0.0000067200	0.06	6	0.00000576		0.0000436800	0.12	12
46					0.0000068800	0.08	8	0.00001024		0.0000438400	0.1	10
47					0.0000070400	0.04	4	0.00000256		0.0000440000	0.12	12
48					0.0000072000	0.06	6	0.00000576		0.0000441600	0.12	12
49					0.0000073600	0.04	4	0.00000256		0.0000443200	0.12	12
50					0.0000075200	0.04	4	0.00000256		0.0000444800	0.14	14
51					0.0000076800	0.06	6	0.00000576		0.0000446400	0.12	12
52					0.0000078400	0.06	6	0.00000576		0.0000448000	0.12	12
53					0.0000080000	0.06	6	0.00000576		0.0000449600	0.12	12
54					0.0000081600	0.04	4	0.00000256		0.0000451200	0.12	12
55					0.0000083200	0.06	6	0.00000576		0.0000452800	0.14	14
56					0.0000084800	0.06	6	0.00000576		0.0000454400	0.14	14
57					0.0000086400	0.04	4	0.00000256		0.0000456000	0.12	12
58					0.0000088000	0.06	6	0.00000576		0.0000457600	0.14	14
59					0.0000089600	0.06	6	0.00000576		0.0000459200	0.12	12
60					0.0000091200	0.06	6	0.00000576		0.0000460800	0.12	12
61					0.0000092800	0.04	4	0.00000256		0.0000462400	0.14	14

示波器总计取得 125000 个点, 每个点间隔 0.00000016 秒 (具体点数多少取决于示波器带宽和采样率, 带宽采样率越大取样数据越多, 间隔时间也越小)。由图 C) 可知积分取大于峰值电流 10% 的部分, 所以我们将所有大于峰值电流 I_{peak} 的 10% 以上的电流值平方后乘 0.00000016 秒后再相

加, 得到积分值为 2.8244A2S, 符合标准要求的 2.8 A2S (标准规定误差小于 $\pm 5\%$)。

为了确保一致性和稳定性, 以上数据都要要求经过 5 次以上的测量 (包括冷态和热态), 测量值均要在标准要求范围之内。

家用插座温升不确定度分析和评估

徐倩, 金伟斌

(嘉兴威凯检测技术有限公司, 浙江 嘉兴 314050)

摘要: 不确定度是一个评价测量结果分散性的数值, 它代表了被测量值所不能肯定的程度, 是判断测量结果是否可信赖的一个重要指标。在检测行业, 我们也常常通过不确定度分析来表征试验数据的合理性、准确性和可信赖性。本文以国内常规家用插座温升试验为例, 对其进行不确定度分析, 以下分别对标准不确定度进行 A 类评定和 B 类评定, 以此获得合成不确定度, 从而得到扩展不确定度及其最终结果。

关键词: 家用插座; 不确定度分析; A 类评定; B 类评定

Abstract: Uncertainty is an numerical which evaluate the dispersion of the measurement results, it represents the extent of the measured value, and it's an important indicator to judge whether the measurement results are reliable or not. In the testing industry, we always characterize the rationality, accuracy and trustworthiness of the test data through the uncertainty analysis. In this paper, as the domestic conventional household outlet temperature test for example, we use class A and class B evaluation of uncertainty to analysis and to evaluation its uncertainty respectively, than get the expanded uncertainty and final result.

Keywords: Household outlet, Uncertainty analysis, Type A evaluation, Type B evaluation

在检测行业, 不确定度分析对于表征试验数据的合理性、准确性和可信赖性尤为重要, 是提供正确测量结果的前提和保证, 亦是对检测结果负责的重要依据。插座在我们日常生活中尤为常见, 我们的生活、企业的生产都离不开插座产品, 因此对于插座产品的检测要求也变得严格细致, 而温升参数则是考核其产品质量的一个重要指标, 其数值大小直接反应产品质量工艺和成本价值。

对不确定度的评定一般分为两类, 对在规定测量条件下测量的量值用统计分析的方法进行的测量不确定度分量的评定, 称为不确定度的 A 类评定, 是由一组观测得到的频率分布导出的概率密度函数得出; 用不同于测量不确定度 A 类评定的方法测量不确定度分量的评定称为不确定度的 B 类评定, 是表征对一个事件发生的信任程度。

本文以家用单相两极带接地暗装插座(规格: 10A 250V~)为例, 分别运用不确定度的 A 类和 B 类评定对其温升测试结果进行不确定度分析和评估来合成标准不确定度, 从而得到扩展不确定度及其最终结果。

1 测量数据的采集

试验依据标准 GB2099.1-2008 中有关暗装插座温升试验的规定进行安装, 按要求用专用粘胶将热电偶的测量端固定在插座 L、N 端子和外壳等测量点上, 另悬空一根热电偶用于采集环境温度变化, 试验样品具体布点如图 1.1 所示。通过恒流源系统供电(如图 1.2 所示), 通过图表测温仪(如图 1.3 所示)实时打印测量点温度并直观反映温升走向。室温调节控制在标准规定的 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ 之间, 布点完成后预留粘胶固化时间, 使各个被测点与环境温度达到平衡, 打印各布点处温度初始值。



图 1.1 试验样品热电偶布点情况



图 1.2 恒流源供电系统



图 1.3 试验用图表测温仪

试验开始前按下图表测温仪 record 键，实时记录温度点，插入专用温升试验插头，通电 1h 温升进入稳定状态，按下 print 键记录稳定后的温

度，此后每隔 10 分钟按一次 print 键记录测量点实时温度，采集 10 组数据，求出各点温升数据如表 1.1 所示。

表 1.1 插座温升试验记录

组别 位置/温度	初始 温度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
环境	22.2	22.4	22.8	22.8	22.7	22.8	23.6	22.6	22.7	23.2	22.5
L 端子	22.3	56.4	56.9	57.0	57.0	57.2	57.3	57.3	57.6	57.6	57.4
温升(K)	-	34.0	34.1	34.2	34.3	34.4	33.7	34.7	34.9	34.4	34.9
N 端子	22.3	57.6	58.0	58.1	58.0	58.2	58.4	58.4	58.6	58.6	58.4
温升(K)	-	35.2	35.2	35.3	35.3	35.4	34.8	35.8	35.9	35.4	35.9

本文就以 N 端子温升数据进行不确定度分析。

2 不确定度来源分析

本次试验所测的温升数据只是被测量的估计值，测量过程中随机效应和系统效应均会导致温升测量的不确定度。从测量仪器、测量环境、测量人员和测量方法等方面考虑，选取对测量结果影响较大的不确定度来源如下。

2.1 对于测量位置的选取。本次试验选用的单相两极带接地暗装插座，对 L 端子、N 端子和外壳分别进行了热电偶布点，对于最终数据分析所选取的 N 端子数据，也由于位置上的一点点偏差可能导致最终结果的一定误差。

2.2 热电偶布置的稳定程度所产生的误差。本次试验采用专用粘胶将热电偶固定在测试点上，在

此过程中，由于测试人员熟练程度的不同，热电偶布点的稳固状态不一，所采集到的温度值也会有所偏差。

2.3 恒流源供电系统的误差。本次试验采用恒流源供电系统供电，由于恒流源设备本身存在的误差，电流值在一定微小范围内会有所波动，从而影响最终测试结果。

2.4 图表测温仪自身分辨率引起的不确定度。本次试验采用图表测温仪直接显示温度数据，因此不考虑人为的读数误差。但图表测温仪本身分辨率存在的误差，也能导致测量值的不确定度。

2.5 热电偶测量精度所引进的测量不确定度。本次试验采用 J 型热电偶，该热电偶本身存在精度误差也会影响测量结果。

2.6 环境温度波动引起误差。试验环境温度理论上要求不变，但由于室内人员变化、外界天气变化

等原因,试验环境温度会有所波动,从而影响测试结果。

2.7 不确定分析计算过程中,人为数值修约引起的误差。

3 测量模型的建立

根据定义,温升就是测量点温度比周围环境温度高出的数值,因此列示如下:

$$\Delta T = T_p - T_a \quad (1)$$

T_p —当前测量点温度值

T_a —测量 T_p 时的环境温度

根据以上不确定度来源分析,定义 T_p 和 T_a 的不确定度分量分别为 u_p 和 u_a ,则

$$\Delta T = u_p T_p - u_a T_a \quad (2)$$

其中

u_{p1} —对于测量位置的选取所产生的不确定度分量;

u_{p2} —热电偶布置的稳定程度所产生的不确定度分量;

u_{p3} —恒流源供电系统的误差所产生的不确定度分量;

u_{p4} —图表测温仪自身分辨率所产生的不确定度分量;

u_{p5} —热电偶测量精度所产生的不确定度分量;

u_{p6} —人为数值修约所产生的不确定度分量;

u_{p7} —10次重复测量测量点实时温度所产生的不确定度分量;

u_{a1} —环境温度波动重复测量10次所产生的不确定度分量;

u_{a2} —图表测温仪自身分辨率所产生的不确定度分量;

u_{a3} —热电偶测量精度所产生的不确定度分量;

u_{a4} —人为数值修约所产生的不确定度分量;

u_p 标准不确定度由 u_{pi} ($i=1, 2, 3, \dots, 7$) 7个分量合成得到,该7个不确定度分量之间不相关,得:

$$u_p = \sqrt{u_{p1}^2 + u_{p2}^2 + u_{p3}^2 + u_{p4}^2 + u_{p5}^2 + u_{p6}^2 + u_{p7}^2} \quad (3)$$

同理可得 u_a 标准不确定度如下:

$$u_a = \sqrt{u_{a1}^2 + u_{a2}^2 + u_{a3}^2 + u_{a4}^2} \quad (4)$$

最终合成标准不确定度 u_c 如下:

$$u_c = \sqrt{u_p^2 + u_a^2} \quad (5)$$

4 不确定度分析和计算

4.1 测量点温度 T_p 的不确定度分析和计算

4.1.1 对于测量 N 端子时热电偶布置的端子位置不同引入的标准不确定度 u_{p1}

采用 B 类方法评定。根据经验分析,在同一 L 端子,同一外界条件下,测得的温度值在 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 内不等,则区间的半宽度 $\alpha=0.1$,假设可能值在区间内均匀分布,则置信因子 $k=\sqrt{3}$,因此得

$$u_{p1} = \frac{\alpha}{k} = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.058^\circ\text{C}$$

4.1.2 对于热电偶布置的稳定程度不同引入的标准不确定度 u_{p2}

采用 B 类方法评定。根据实际试验分析,不同检验人员在同一位置,热电偶布点松紧程度不一,用胶的量多少也不同,这种由检验人员的熟练程度造成多方面随机影响量而导致的热电偶采集温度变化最终结果在 $\pm 1^\circ\text{C}$ 内,则区间的半宽度 $\alpha=1$,假设被测量的随机变化近似正太分布,概率按 $p=0.99$ 要求,则置信因子 $k=2.576$,因此得

$$u_{p2} = \frac{\alpha}{k} = \frac{1}{2.576} = 0.388^\circ\text{C}$$

4.1.3 恒流源供电系统的误差引入的标准不确定度 u_{p3}

采用 B 类方法评定。根据恒流源设备计量证书知,扩展不确定度 $U=0.3^\circ\text{C}$ ($k=2$),则标准不确定度得:

$$u_{p3} = \frac{U}{k} = 0.150^\circ\text{C}$$

4.1.4 由图表测温仪自身分辨率引入的标准不确定度 u_{p4}

采用 B 类方法评定。根据图表测温仪计量证书知,扩展不确定度 $U=0.3^\circ\text{C}$ ($k=2$),则同理可得标准不确定度 $u_{p3}=0.150^\circ\text{C}$ 。

4.1.5 由热电偶测量精度引入的标准不确定度 u_{p5}

采用 B 类方法评定。根据试验用 J 型热电偶计量证书,该热电偶测温范围为 $0\sim 200^\circ\text{C}$,允许误差 $\pm 0.5^\circ\text{C}$,则区间的半宽度 $\alpha=0.5$,考虑该种情况概率均匀分布,因此置信因子 $k=\sqrt{3}$,得

$$u_{p5} = \frac{\alpha}{k} = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.289^\circ\text{C}$$

4.1.6 由人为数值修约引入的标准不确定度 u_{p6}

采用 B 类方法评定。测量结果按要求保留两位小数,修约误差在 $\pm 0.005^{\circ}\text{C}$,则区间的半宽度 $\alpha=0.005$,考虑均匀分布,置信因子 $k=\sqrt{3}$,得

$$u_{p6}=\frac{\alpha}{k}=\frac{0.005}{\sqrt{3}}=0.003^{\circ}\text{C}$$

4.1.7 由 10 次重复测量测量点实时温度引入的标准不确定度 u_{p7}

采用 A 类方法评定。根据表 1.1 所示,在温升稳定后对 N 端子实时温度进行独立重复观测 10 次,得到 10 个 $T_{pi}(i=1,2,\dots,10)$ 温度值,即 $n=10$,则 N 端子温度最佳估计值为该 10 次测得值得算术平均值,即

$$\bar{T}_p=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n T_{pi}=58.23^{\circ}\text{C}$$

则 T_p 的实验方差 $s^2(T_p)$,得

$$s^2(T_p)=\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^n (x_i-\bar{x})^2=0.098$$

由贝塞尔公式得实验标准偏差 $s(T_p)$:

$$s(T_p)=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^n (x_i-\bar{x})^2}=0.313$$

综上,得 A 类标准不确定度 u_{p7} ,如下

$$u_{p7}=s(\bar{T}_p)=\frac{s(T_p)}{\sqrt{n}}=0.099^{\circ}\text{C}$$

4.2 实时环境温度 T_a 的不确定度分析和计算

4.2.1 由 10 次重复测量实时环境温度引入的标准不确定度 u_{a1}

采用 A 类方法评定。根据表 1.1 所示,悬空热电偶测得 10 次环境温度如表 1.1 所示,得到 10 个,得到 10 个 $T_{ai}(i=1,2,\dots,10)$ 温度值,其中 $n=10$,与 4.1.7 同理可得 10 次环境温度算术平均值 $\bar{T}_a=22.81$, T_a 的实验方差 $s^2(T_a)=0.123$,实验标准偏差 $s(T_a)=0.351$,综上,得 A 类标准不确定度 u_{a1} ,如下

$$u_{a1}=s(\bar{T}_a)=\frac{s(T_a)}{\sqrt{n}}=0.111^{\circ}\text{C}$$

4.2.2 由图表测温仪自身分辨率引入的标准不确定度 u_{a2}

采用 B 类方法评定。根据图表测温仪计量证书知,扩展不确定度 $U=0.3^{\circ}\text{C}(k=2)$,则同 4.1.4 可得标准不确定度 $u_{a2}=0.150^{\circ}\text{C}$ 。

4.2.3 由热电偶测量精度引入的标准不确定度 u_{a3}

采用 B 类方法评定。与 4.1.5 同理可得,

$$u_{a3}=u_{p5}=0.289^{\circ}\text{C}$$

4.2.4 由人为数值修约引入的标准不确定度 u_{a4}

采用 B 类方法评定。与 4.1.6 同理可得, $u_{a4}=u_{p6}=0.003^{\circ}\text{C}$ 。

4.3 合成标准不确定度计算

由于各个不确定度分量之间相互独立,将 $u_{pi}(i=1,2,\dots,7)$ 代入公式(3)得 $u_p=0.541^{\circ}\text{C}$,同理将 $u_{ai}(i=1,2,3,4)$ 代入公式(4)得 $u_a=0.344^{\circ}\text{C}$ 。

由 T_p 和 T_a 的合成标准不确定度分量 u_p 、 u_a ,代入公式(5)得 $u_c=0.641^{\circ}\text{C}$

5 测量不确定度表示

根据观测的 10 组数据分别求出对应测量时刻温升 ΔT_i 如表 1.1 所示,则求出 10 组温升值平均值为温升最佳估计值,如下:

$$\bar{\Delta T}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n \Delta T_i=35.42\text{K}$$

由于合成标准不确定度 $u_c=0.641$,取包含因子 $k=2$,则扩展不确定 U 得:

$$U=ku_c=1.28\text{K}$$

所以测量结果报告为:即 $\bar{\Delta T}=(35.42\pm 1.28)\text{K}$; $k=2$ 。

6 总 结

经过以上不确定度分析和评估,该家用插座温升测试系统的不确定度为 1.28K。根据标准 GB2099.1-2008 中规定,暗装插座端子温升不得超过 45K,当温度达到临界值时,就要对测试数据进行不确定度分析。考虑综上影响温升的因素,实际测试过程中,应尽量减少不确定度对试验参数的影响,提高测试结果的准确性。

参考文献:

- [1] JJF 1059.1-2012. 测量不确定度评定与表示,中国质检出版社,2013.
- [2] 国家质量技术监督局计量司组. 测量不确定度评定与表示指南[M]. 北京:中国计量出版社,2000.
- [3] 高云. 温升试验中测量结果的不确定度评定[J]. 现代测量与实验室管理,2012(6).
- [4] MX100-E-1H 图表测温仪校准证书.
- [5] WS-1 温升试验台校准证书.

GB 12350 和 GB 4706.1 中家用电动机温升测试的差异分析

王星龙,黄天岐

(嘉兴威凯检测技术有限公司,浙江 嘉兴 314050)

摘要: 本文从测试条件、测试方法、测试结果评价三个方面分析了 GB 12350 和 GB 4706.1 中家用电动机温升测试的各项差异,并解释了这些差异产生的原因,浅析了这些差异带来的影响。

关键词: GB 12350; GB 4706.1; 家用电动机; 温升测试

Differences Analysis on Temperature Rise Test of Household Electric Motor of GB 12350 and GB 4706.1

Abstract: This paper analyzes the differences on temperature rise test of household electric motor of GB 12350 and GB 4706.1 from three respects: test condition and test method and test evaluation. This paper also explains the causes of these differences, and analyzes the effects of these differences.

Keywords: GB 12350; GB 4706.1; household electric motor; temperature rise test

家用电动机作为电动器具的驱动元件,对电动器具的安全起着至关重要的作用。电动机在实际工作过程中存在发热现象,发热的存在不仅影响电动机的运行效率,而且还会影响电动机的绝缘性能,甚至可能引发漏电等安全问题。器具某一部分温度与周围冷却介质的温度差称为该部分的温升。作为衡量电动机发热现象与散热功能相平衡的参数,电动机温升对电动器具的安全至关重要。

目前我国家用电动机温升测试主要参考《GB 12350-2009 小功率电动机的安全要求》(下文简称 GB 12350)和 GB 4706 系列家电安全标准。GB12350-2009 是家用电动机的强制性安全标准;虽然 GB 4706 系列家电安全标准对于不同器具所使用的电动机温升测试有所差异,但绝大部分家电特殊标准在温升测试部分与《GB 4706.1-2005 家用和类似用途电器的安全-通用要求》(下文简称 GB 4706.1)一致。因此这两个标准对温升测试要求的差异便显得至关重要。

GB 12350 和 GB 4706.1 都从测试条件、测试方法、测试结果评价三个方面对电机温升测试提

出了相关要求,GB 12350 和 GB 4706.1 对电动机温升测试存在几个明显的差异(见表 1),本文将对这几个差异的基本出发点及其影响进行简单分析。

1 测试条件

尽管对测试时冷却介质温度都有规定,但由于标准的适用范围不同,所以对冷却介质温度的规定还是有所差异;对于不同工作制定额,GB 12350 还提供了不同的温升试验后冷却介质温度测定方法。

GB 12350 基于 GB/T 5171、GB 755 系列标准,采用 40℃基准环境温度体系;而 GB4706.1 采用 25℃基准环境温度体系。对于家用电动机,GB 12350 对冷却介质温度的要求是 0℃到 40℃。夏季我国大部分地区的室外温度会达到 35℃左右,所以 GB 12350 中基准冷却介质温度 40℃的规定并不苛刻。在确定温升限值的时候,标准根据不同耐温等级留有不同裕度,又综合很大一部分家用电动机所对应的器具都在室内使用,所以 GB 4706.1 中基准冷却介质温度 25℃的规定也并不会

表 1 GB 12350-2009 和 GB 4706.1-2005 中家用电动机温升测试部分主要差异

-	差异内容	GB 12350-2009	GB 4706.1-2005
测试条件	测试时冷却介质温度	17.1.1:合适的冷却介质温度	5.7: 无强制对流空气且环境温度为 20℃±5℃
	测试后冷却介质温度的测试方法	17.1.2: 温升试验结束时冷却介质温度的测定 对不同工作制定额,标准给出不同测试冷却介质温度的方法	无此项规定
测试方法	电动机工作状态	17.2.2.2.3:额定电压供电带实际负载测试	11.2、11.5:以 0.94 倍和 1.06 倍额定电压之间的最不利电压供电,按照器具正常使用状态放置,电动机作为器具的部件测试
	绕组热态温度瞬时值修正	17.2.3 电动机停车后测得温度值的修正(外推法修正) 电动机停车不超过 15s,测得绕组阻值直接作为计算温度的数据;超过 15s,其修正按 GB/T 5171 的规定。	11.3 在断能后几个短的时间间隔内,尽快测量几次电阻,以绘出一条电阻对时间变化的曲线,用其确定断能瞬间电阻值(插值法修正)
测试结果评价	温升限值基准	温升限值基于 40℃环境温度 温升限值见表 2	温升限值基于 25℃环境温度 温升限值见表 3
	温升限值修正	17.1.1 如试验结束时冷却介质温度与使用地点所指定的冷却介质温度之差大于 30K,按 GB 755 的规定对温升限值进行修正 17.3.3、17.3.4 对短时工作制和 S9 非周期工作制定额温升限值做出修正规定	无此项规定

显得宽松。

当电动机为非连续工作制时,由于作为热源的电动机温度变化很快,所以周围冷却介质的温度也会发生波动。因而 GB 12350 对测试后冷却介质温度测试方法的规定就具有积极的意义。家用电动机嵌装在家用器具内部使用,这样也相应减少了电动机发热对整个家用器具的外部冷却介质温度的影响,所以 GB 4706.1 并未提供测试后冷却介质温度的测试方法。

2 测试方法

GB 12350 和 GB 4706.1 对温升测试时电动机的工作状态以及绕组热态温度瞬时值修正方法的规定有明显差异。GB 4706.1 中以 0.94 倍和 1.06 倍额定电压之间最不利电压供电的规定考虑到电网电压的波动性对温升的影响;GB 12350 标准体

系(见 GB 755-2008 第 7 章和 GB/T 5171.1-2014 第 4.2 节电气条件)中对电网波动做出了相应规定,所以测试时就没有加以说明。GB 12350 中电动机带实际负载测试则是充分模拟电动机实际工作状态对温升的影响。

对绕组热态温度瞬时值修正方法的规定虽然有所差异,但都考虑了测试时间的延误。GB 12350 中 15s 的规定减少不必要的作图计算,外推法准确度高但曲线作图繁琐;GB 4706.1 提供的插值法并没有明确使用何种曲线模型,常用的线性插值法计算简单但准确度不如外推法。

3 测试结果评价

由于采用不同的基准冷却介质温度,所以两个标准的温升限值不同;GB 12350 各耐温等级温升限值较 GB 4706.1 相应等级小 15℃。

GB 12350 标准体系(见 GB 755-2008)规定了在基准运行条件下且按照连续工作制运行的电动机的温升限值;对于工作在非基准运行条件、非连续工作制时以及试验地点条件和运行条件有差异时,标准分别提供了不同的温升限值修正规则。GB 4706.1 中由于测试温度和温升限值的冷却介

质基准温度相差不大,故无修正规定。

海拔不超过 1000m,环境空气温度-15℃到 40℃定义为基准运行条件(由于家用电动机的输出功率基本上不会超过 600W,所以家用电动机基准运行条件温度范围为 0℃到 40℃);其它情况称为非基准运行条件。

表 2 GB 12350-2009 温升限值

部 件	温升/K
电动机绕组:	
——105(A 级)	60(50)
——120(E 级)	75(65)
——130(B 级)	80(70)
——155(F 级)	105(95)
——180(H 级)	125(115)

表 3 GB 4706.1-2005 温升限值

部 件	温升/K
绕组,如果绕组绝缘符合 IEC 6085 的规定:	
——A 级	75(65)
——E 级	90(80)
——B 级	95(85)
——F 级	115
——H 级	140
——200 级	160
——220 级	180
——250 级	210

GB 12350 和 GB 4706.1 这两个标准在对家用电动机温升测试要求上面还有一些其它的差异(例如 GB 12350 增加铜铝混合绕组电阻温度系数常数、温度计法测试温升,GB 4706.1 描述电动机老化试验等),本文不再加以讨论。

以上对 GB 12350 和 GB 4706.1 中关于家用电动机温升测试要求的主要差异做了简要分析,并解释了这些差异产生的原因,浅析了这些差异带来的影响。虽然两个标准都适用家用电动机,但是由于标准整体的适用范围的差异,所以在某些

要求上面的差异在所难免。

参考文献:

- [1] GB 12350-2009 小功率电动机的安全要求[S].
- [2] GB 4706.1-2005 家用和类似用途电器的安全 第 1 部分:通用要求[S].
- [3] GB/T 5171.1-2014 小功率电动机 第 1 部分:通用技术条件[S].
- [4] GB 755-2008 旋转电机 定额和性能[S].

电动汽车电池总输出端熔断器选型方法探讨

赖文辉¹, 朱泽江²

(1.好利来(中国)电子科技股份有限公司,福建 厦门 361101;2.好利来(厦门)电路保护科技有限公司,福建 厦门 361101)

摘要: 本文提出了电动汽车电池总输出端熔断器选型的几个参考依据,并结合一例子分析讲解。试图为电动汽车电气设计提供参考方法,选择合适可靠的熔断器保障汽车最关键的电路系统的安全。

关键词: 电动汽车、电池、熔断器、保护

Abstract: This article has provided a few reference for fuse selection on the output of electric automobile, and analyzed it with a sample. It has tried to provide a reference method for the electrical design of electric automobile, in order to select a suitable fuses to protect the most critical circuit in electric automobile.

Keywords: Automobile, Battery, Fuse, Protect

和传统的燃油发动机汽车不同,电动汽车有电压较高的储能电池供电的电气系统,高压直流电的电弧和交流电的比较更难以熄灭,一旦电池出现短路故障,将出现燃烧起火、爆炸等危险事故,严重危及乘客和车辆的安全。和分支应用线路相比,电动汽车电池总输出端熔断器选型尤为关键。

在对于电动汽车行业客户技术支持过程中,我们对于电动汽车应用做一些分析,对于电动汽车电池总成熔断器选型做了些研究总结,提出了我们建议的选型方法:

第一步根据各车型设计要求取得电池的容量、额定电压和充放电电流,运行的过载电流,脉冲电流等工况条件。

第二步,依据持续放电电流,结合各种使用外在条件按经验修正系数计算出熔断器的最小额定电流值数据,供后续评选的依据之一;

第三步按起动等最大过载负载电流(通常持续时间 1s 以上),参考 NFPA 70TM 中“电动汽车充电系统”关于保护器的选择要求计算出应该选择的熔断器的最小额定电流值数据;

第四步,考虑到为实现最佳的短路保护效果,参考 NHH 熔断器手册电池系统的保护的选型指导,计算出应该选择的熔断器的最大额定电流值数据;从前 2-4 步取得的上下限,可以选出若干基本符合要求的额定规格值。

第五步,进一步考虑寿命问题,针对脉冲电

流、过载电流、及其持续时间和发生频次这些影响寿命的因素,结合各额定电流熔断器的 IT 曲线和设定余量建议参数,筛选出符合要求的安全余量最大的规格为首选。通常直接对第四步取得的最大额定值的熔断器的 IT 曲线对比余量建议参数即可,若符合寿命要求即可确定为最终选择规格。

第六步,在试验室台架上进行各负载验证,或者随实车耐久同步进行验证。

以下是选型的一个例子:

(一)电池和运行电流等工况:

1. 电池组额定电压:126V.

2. 电池组额定容量:334.4AH.

3. 最大持续充电电流:150A

持续放电电流:200A

最大脉冲放电电流:400A(60S)

4. 推荐工作温度:-20℃--55℃

5. 过载电流一:350A 30S 每天几次

过载电流二:400A 10S 每天几次

脉冲电流: 450 A 1S 每月 1 次以下

(二)、按最大持续通电电流计算:

熔断器最大持续负载电流值的额定值应满足

下列公式:

$$I_b \leq I_n \times K_t \times K_e \times K_v \times K_f \times K_a \times K_b$$

I_b :最大持续负载电流(RMS 有效值);

I_n :熔断器额定电流

K_t :温度修正系数(参见图 1)

K_e :连接导体修正系数(参见图 2)

K_v :冷却风修正系数(参见图 3)

K_f :频率修正系数(参见图 4)

K_a :海拔高度修正系数(参见表 1)

K_b :安装空间修正系数:敞开安装为 1.0,密封空间安装为 0.8。

图 1 曲线显示了环境温度对熔断器载流能力的影响,本方案中电池总成推荐工作温度为 -20°C ~ -55°C ,实际用时高压盒的温度实际可达到 80°C 左右,则 K_t 取值 0.78。

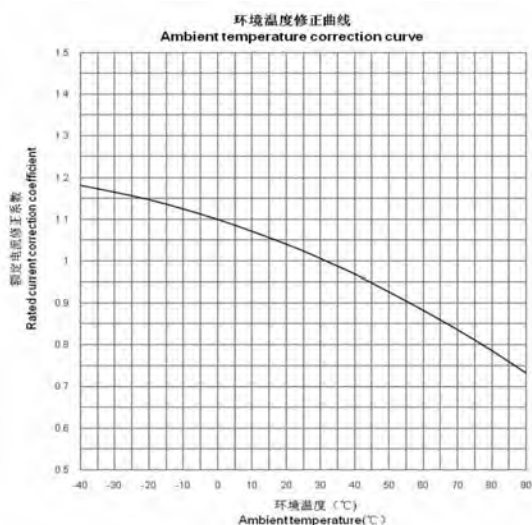


图 1 环境温度修正系数曲线

安装熔断器的铜排最大电流密度为 $1.3\text{A}/\text{mm}^2$ (IEC60269.4 补充部分的定义为 1.0 至 $1.6\text{A}/\text{mm}^2$)，如果铜排的承载的电流密度大于 $1.3\text{A}/\text{mm}^2$ 数值，则熔断器应该适当降低额定电流。由于连接熔体的导体截面积未知，暂按 $K_e=1$ 计算。若实际使用导体电流密度大于 $1.3\text{A}/\text{mm}^2$ ，则请按图 2 数据进行修正。

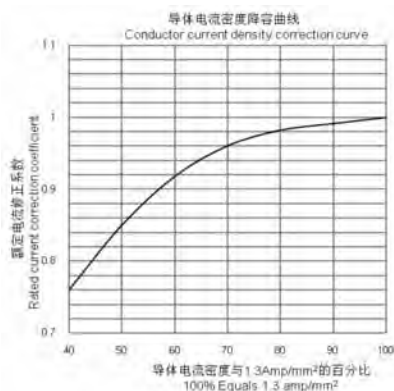


图 2 连接导体修正系数曲线

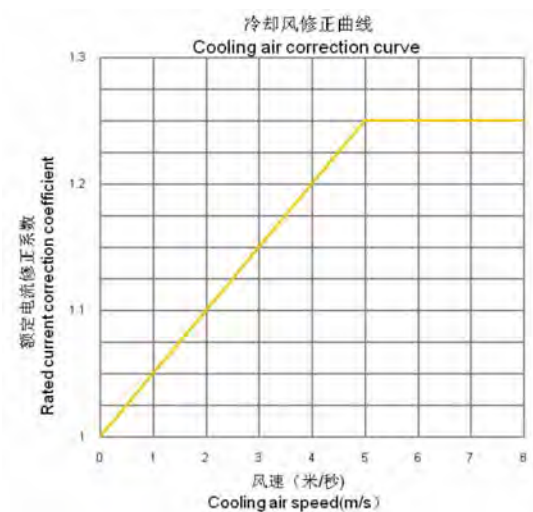


图 3 冷却风修正系数曲线

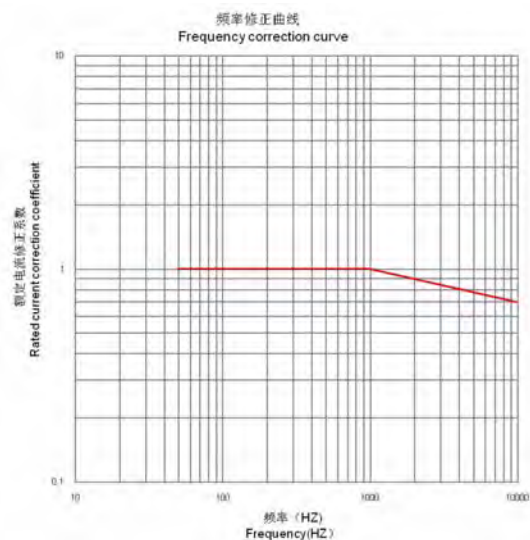


图 4 频率修正系数曲线

本方案的熔断器放置于封闭的空间内，风速可视为 0，则 K_v 取值为 1.0。

对于此方案的熔断器，是处于低频范围运行， K_f 取值为 1.0。

当熔断器在高海拔地区使用，空气的密度降低熔断器的散热效果，实际应根据表 1 计算。

根据实际使用情况，电池应能随整车在海拔 4000m 左右的地区运行，由此 K_a 取值为 0.94。

若熔断器安装在较为封闭的盒子内时，对比 IEC 标准规定的散热条件，应做相应修正。由于此方案的熔断器是与电池总成放置于相对封闭的空间内，可选取 K_b 修正系数 0.8

$$I_b \leq I_n \times K_t \times K_e \times K_v \times K_f \times K_a \times K_b$$

表 1

海拔高度 Altitude above sea level		额定电流修正系数 Rated current correction coefficient
米 Meters	英尺 Feet	
1000	3300	1.0
1500	5000	0.99
2100	7000	0.98
2400	8000	0.97
2700	9000	0.96
3000	10 000	0.96
3600	12 000	0.95
4300	14 000	0.93
4900	16 000	0.92

$I_n \geq I_b (K_t \times K_e \times K_v \times K_f \times K_a \times K_b) = 200 / (0.78 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.94 \times 0.8) = 340.97A$

所以选取的熔断体的额定电流应大于 340.97A。

(三)按最大负载计算:

电池系统的最大脉冲放电电流为 400A,60 秒,在此可视为最大负载。

参考 NFPA 70 电动汽车充电系统 625.21“过流保护”要求,保护器的额定值不小于供电设备的最大负载的 1.25 倍,即不小于 $400A \times 1.25 = 500A$ 。

(四)按短路电流计算:

对于电池系统的额定容量为:334.4AH,最好在额定容量的 5 倍时,熔断器在 10 秒(尽可能小)以内能断开,以免发生短路时,熔断体不能及时熔断,烧毁导线或其它原器件(NH-HH 熔断器手册)。也就是在 $334.4 \times 5 = 1672A$ 电流时,熔断体需在 10 秒内熔断。考虑到熔断器熔断时间总存在一定的离散区间,在此要考虑到该处 10 秒比对的

对象为熔断器熔断时间曲带的最下方的边界线对应于 1672A 电流的时间。如果用熔断时间曲线代表熔断时间曲带时,按 0.9 安全系数修正 1672A(= 334.4×5) 得 1505A,此时 10 秒比对的对象为熔断器熔断时间曲线对应于 1505A 电流的时间。查对熔断器的 I-T 特性曲线,对应熔断时间不大于 10s 的熔断器规格均初步符合要求。在本例子中,查特性曲线发现 HBC 系列额定电流小于等于 500A 产品都符合要求。

在此要留意电池电源输出电缆的规格要足够,电缆设计也可按上述短路电流和时间计算需要的电缆规格。或根据选定的电缆计算出电缆计算出 10s 时间的允许短路电流,并和上述短路电流对比评估电缆的可靠性后综合选择。

(五)按产品寿命计算分析

需针对过载电流、持续时间、发生频次结合 IT 曲线和设定余量建议参数评估。

过载电流影响因子表:

表 2 过载电流影响因子表

出现频次	过载电流(持续时间>1 秒)	脉冲电流(持续时间<1 秒)
每月 1 次以下	$I_{max} < 80\% \times I_t$	$I_{max} < 70\% \times I_t$
每周 2 次以下	$I_{max} < 70\% \times I_t$	$I_{max} < 60\% \times I_t$
每天几次	$I_{max} < 60\% \times I_t$	$I_{max} < 50\% \times I_t$

I_t 为过载电流或脉冲电流持续时间在选定的熔断器规格 I-t(时间-电流)特性曲线上对应的熔断电流值; I_{max} 是选定的熔断器规格可长期承受的对应持续时间的最大过载电流值(脉冲电流有效值)。

下图(图 5)红色绿色为 HBC 500V DC 500A 和 300A 熔断器的 IT 曲线。

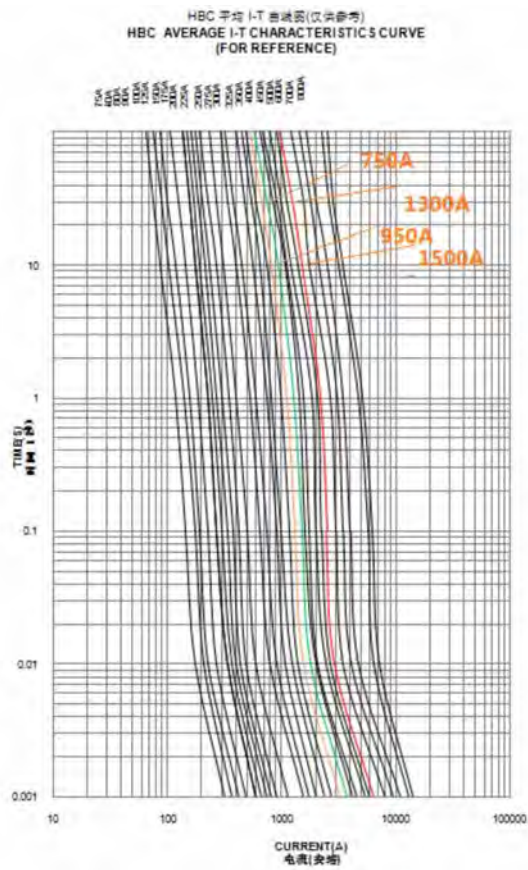


图 5

对于型号 HBC 额定电流为 500A 的熔断体：
 $I_{max} < 60\% \times I_t = 60\% \times 1300A$ (熔断时间为 30 秒时的电流)=780A
 $I_{max} < 60\% \times I_t = 70\% \times 1500A$ (熔断时间为 10

秒时的电流)=900A

对于型号 HBC 额定电流为 300A 的熔断体：

$I_{max} \text{ 安全} < 60\% \times I_t = 60\% \times 950A$ (熔断时间为 10 秒时的电流) =570A

$I_{max} \text{ 安全} < 60\% \times I_t = 60\% \times 750A$ (熔断时间为 30 秒时的电流)=450A

$I_{max} \text{ 安全} < 70\% \times I_t = 70\% \times 750A$ (熔断时间为 30 秒时的电流) =525A

和以下应用条件比对：

过载电流一：350A 30S 每天几次

过载电流二：400 A 10S 每天几次

脉冲电流：450 A 1S 每月 1 次以下

按上述脉冲电流和过载电流结合所选熔断器分析 HBC 300A--500A 规格均可以满足寿命要求。而电池使用寿命需要大于 5 年或二十万公里，选取的熔断体额定值较大为好，充裕。

综合以上因素考虑，优选 HBC 500A 产品合适。

(六)熔断器实际寿命最终仍需要在试验室台架上进行验证，或者随实车耐久同步进行验证。

按选定规格进行验证。

参考文献：

- [1] NFPA 70TM National Electrical Code ? 2008 Edition.
- [2] 熔断器手册 (作者 Dr.-Ing.Herbert Bessei, 管正明翻译 王季梅审定 NH-HH 回收应用协会出版).
- [3] Protecting Semiconductors with High Speed Fuses (Application Guide 10507 BUSSMANN 公司).

作者简介：

赖文辉,1969 年生,本科,主要从事熔断器的开发和应用研究。

朱泽江,1971 年生,中专,主要从事熔断器的开发和应用研究。

熔断器在高海拔地区应用及其设计探讨

赖文辉

(好利来(中国)电子科技股份有限公司,福建 厦门 361101)

摘要: 本文基于巴森定律 (Paschen Law) 和已有的试验、理论和相关标准对熔断器在高海拔条件下的性能进行了分析,并提出了一些应用和设计的建议对策及一些后续研究展望。

关键词: 熔断器 高海拔

Abstract: Based on the Paschen Law and existing research, theory and the related standards, this article has studied and analyzed the performances of fuse at high altitudes, and has proposed some countermeasures for application and some suggestions about design of fuse-link and some further research prospects.

Keywords: Fuse High altitudes

我国海拔高度 1000 米以上的地区占全国国土面积的 60%以上,其中海拔高度 2000 米以上的地区占国土面积 33%,在全球范围看,我国高海拔地区面积属于较多的地区。随着我国西部建设和经济发展,将会有更多的电工电子产品进入高海拔地区,然而,西部高原海拔高、空气密度低、热辐射增强、温差大,平均气温低,这些对于产品和零部件的耐久可靠使用带来了严重影响,过去我国研究不多,国外研究也不多。我国标准主要采取 IEC 体系,但涉及有关电工电子产品的高原适应性问题,没有 IEC 标准可采用,近年来,随着西部开发的加快,我国对于高原等特殊环境条件对电工电子设备正在逐步研究制定了一些标准,这些研究主要涵盖了一般技术要求和试验方法,对于开关、断路器、电机等等研究较多,研究较深入。我国虽然初步建立了一些标准,但对于熔断器影响的研究较少,所以,有必要对高原气候对熔断器做更多研究,提高高原气候对于熔断器影响的认识,以利于相关工程人员对于熔断器的选型、检测和生产设计参考。

1 高海拔地区的环境条件

不同海拔地区环境条件由于地心引力和与太阳远近不同,形成了不同的气候条件。为使电工电子产品适应海拔高度的要求所确定的海拔高度分级级别,海拔高度分级从 0-5000 米,每 1000 米为

一级,共分 5 级,针对地理环境调查,对不同海拔地区的环境状况按级划分归纳,在此借下表说明高海拔地区的环境条件。

2 高海拔对熔断器性能影响分析

1、对温升的影响

海拔提高,空气密度降低,对流散热效果下降。所以同环境温度下试验,熔断器温升将升高。在高海拔地区熔断器的散热受到影响是导致温升上升的原因,影响散热的因素主要有以下几个方面:

a, 熔断器外壳直接和周围空气对流散热由于外界空气稀薄导致散热速度下降,这是主要影响因素。

b, 熔断器通过端电极和导线连接进行热传导散热,端电极和导线由于外界空气稀薄导致散热速度下降,进而间接影响了熔断器的散热。

c, 高海拔地区辐射增强,熔断器表面温升有提高倾向。

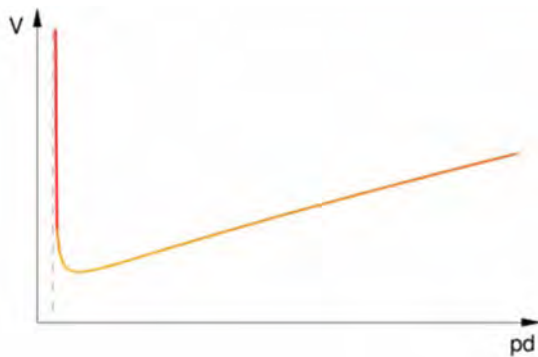
上海电器科学研究所对于熔断器在高海拔大气条件下做了部分试验,试验结果为:

温升随海拔升高成近似线性上升,但他们用于试验的产品的温升仍在产品的标准范围内。在此我们应当注意,当熔断器产品在低海拔地区温升就已经接近标准上限时,按其试验推论,存在在高海拔地区超出温升的可能。

序号	环境参数		海拔高度(米)					
			0	1000	2000	3000	4000	5000
1	气压(kPa)	年平均	101.3	90.0	79.5	70.1	61.7	54.0
		最低	97.0	87.2	77.5	68.0	60.0	52.5
2	空气温度(°C)	最高	45,40	45,40	35	30	25	20
		最高日平均	35,30	35,30	25	20	15	10
		年平均	20	20	15	10	5	0
		最低	5,-5,-15,-25,-40,-45					
		最大日温差(K)	15-30					
3	相对湿度(%)	最湿月 月平最大 (平均最低气温°C)	95,99 (25)	95,99 (25)	90 (20)	90 (15)	90 (10)	90 (5)
		最干月 月平最大 (平均最低气温°C)	20 (15)	20 (15)	15 (15)	15 (10)	15 (5)	15 (0)
4	绝对湿度(g/m ³)	年平均	11.0	7.6	5.3	3.7	2.7	1.7
		年平均最小值	3.7	3.2	2.7	2.2	1.7	1.3
5	最大太阳直接辐射强度(W/m ²)		1000	1000	1060	1120	1180	1250
6	最大风速度(m/s)		25-40					
7	最大10分钟降雨量(mm)		15-30					
8	1米深土壤最高温度(°C)		30	25	20	20	15	15

2、对于分断能力的影响

依据巴森定律 Paschen Law, 空气的介质绝缘强度随气压变化呈现凹形变化, 如下图。约 5mm×Toor 击穿电压约 400V, 即最低约击穿电压 80V/mm。熔断体在重力和电磁收缩效应作用下, 在分断阶段, 在将熔化了的可熔体液态金属形成断点瞬间, 形成一气体间隙。对于无填充灭电弧的石英砂等的熔断体而言, 当熔断体不完全密封时(实际上无封装料包封, 或管壳和端帽/盖板没有增加密封胶粘结的产品, 都是不能保证完全密封。), 熔断体管内的气压和外部环境的是一致的。



图一 击穿电压(V)和气压-间距(pd)关系曲线

华中科技大学臧春艳等的试验研究表明, 同条件电弧在不同气压下, 在近似真空时飞弧时间

短, 气压上升总的飞弧时间延长。参考相关研究人员对于电弧在不同气压条件下的试验分析发现, 分断电弧存在金属蒸汽阶段和气相阶段。在此, 我们可进一步分析, 当无密封的熔断体处于低气压环境时, 对于分断电弧早期的金属蒸汽阶段, 低气压大气冲淡带电粒子的程度比在高气压条件下要弱, 以致在低气压条件下该阶段电弧衰减慢、延续时间长; 当在进入气相电弧阶段, 我们分析认为巴森定律则起主要作用, 击穿气隙电压在低海拔条件下较低, 对于同样的外部电压, 该阶段电弧延续时间则将表现较长。所以, 在高海拔地区无密封的熔断器的分断电弧较难熄灭, 飞弧的时间将变长, 这将导致分断阶段输入熔断器的能量增加, 内部产热量增加, 内部温度提高进而内部气压提高, 材料强度下降, 从而降低了熔断器的分断能力。另外, 高海拔气压低, 熔体材料的升华温度和熔点降低, 金属蒸汽更易于蒸发, 这也将不利于分断电弧, 这也是在高海拔地区降低熔断器的分断能力原因。

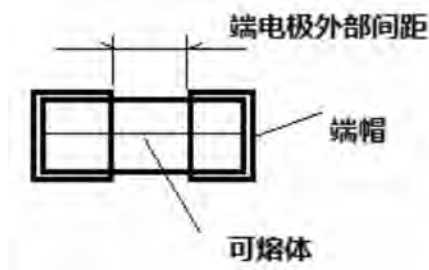
对于完全密封的熔断体, 由于熔断阶段, 熔断点周围的气压条件没有受到不同海拔条件的影响, 其分断能力没有变化。

对于填充了石英砂的熔断体, 由于主要是熔断夹缝增压和石英砂冷却来熄灭电弧, 即使是熔

断体没有完全密封,高海拔的影响也将减小;而对于没有填充灭弧物质的非完全密封熔断体,由于标称的分断能力和实际能承受的最大分断能力间的存在大小不明确的冗余区间,所以,对于高海拔重要场合可能需要高海拔条件下作故障分断试验验证适用性,或者提高分断试验的额定电压间接评估其是否适用于高海拔地区。

3、对熔断体的绝缘性能的影响

空气压力或空气密度的降低,依据巴森定律,引起外绝缘强度的降低。对于超小型熔断体外部设计过于狭窄的端电极间的间距的产品,将可能有较明显影响,这时,熔断管内部电弧反而比熔断管外部的电弧更易于熄灭,因为内部熔体烧损后可形成比熔断器外部端电极间距更大的间距。



图二 超小型熔断体结果示例

3 熔断器在高海拔地区应用对策探讨

1、对于使用于高海拔的以空气为灭弧介质的熔断体,特别是不完全密封的熔断体,应用于高海拔地区其分断能力要在高海拔条件下重新评估适用性。评估方法可以在模拟大气条件下进行,采用提高分断试验的额定电压间接评估也是可行方法,只是提高的电压修正系数要继续研究。

2、对于使用于高海拔的以空气为灭弧介质的熔断体,特别是不完全密封的熔断体,在设计上考虑实施完全密封,以便于减少海拔影响并适用于高海拔地区。

3、对于熔断体两端的端子的距离应考虑是否充足,特别是对于超小型熔断体。可考虑设计时按上述标准中电器间隙海拔修正系数修正。

4、对于熔断体和熔断器座的绝缘性,应考虑海拔的影响。在设计和试验中,可考虑按上述标准关于工频耐压和冲击耐压的海拔修正系数设计和试验验证,以便于适用于对应的高海拔地区。

5、对于含有灭弧填充物的熔断体,高海拔气候对其分断能力影响较小,一般不需要考虑修正。对于特别重要的场合,仍需要模拟试验验证。

6、高海拔修正问题

如果为方便,并且熔断器周围小区间和周边大气是连通的,建议直接采用 IEEE C 37.40-2003 的附件 A 中第 2 列的数据直接修正即可,在这里,不需要再考虑环境温度的修正,该修正数据实际已经考虑到不同海拔的最高气温了

海拔高度修正系数:参考标准 IEEE Std C37.40-2003

海拔高度		额定电流修正系数
米	英尺	
1000	3000	1.0
1500	5000	0.99
2100	7000	0.98
2400	8000	0.97
2700	9000	0.96
3000	10 000	0.96
3600	12 000	0.95
4300	14 000	0.93
4900	16 000	0.92

如果保险丝长期工作时,由于周边存在发热元件且空间密闭,形成保险丝管周边温度的和外部气温相差较大,建议综合海拔和周边实际温度降容公式计算实际需要的降容量

-降容系数 Y

=温度修正 Y1* 海拔修正 Y2

$$=(-0.0000159x^2 - 0.0026678x + 1.0997553)*[1 - (h-2000)/20000]$$

-Y 为修正系数(降容系数)

-x 为环境摄氏温度值

-h 为海拔高度(米)

-备注:海拔降容系数适用于海拔高度 $h \geq 2000$ 米

综合上述,高海拔对于熔断器导电部件的安全距离、绝缘性、温升、约定熔断时间和分断能力几个方面都有一定影响,需要再设计和选型应用中考虑到;总体上看,对于熔断器在高海拔地区应用,最为关键的仍是分断过程电弧的熄灭是否及时实现。鉴于熔断体结构众多,仍需要对熔断器产品的分断能力在高海拔气候下进行更多地研

究,争取可研究出分断能力的修正系数,或者分断能力试验提高电压或电流的的修正系数,为产品开发、试验检测和选型应用提供指导;实验研究机构适当建立模拟高海拔气候的分断能力和预定熔断和不熔断试验室,为熔断器的开发研究和检测提供试验平台,利于该项目的更深入研究发展。

参考文献:

- [1] GB/T20626.1-2006 特殊环境条件 高原电工电子产品 第一部分 通用技术要求.
- [2] GB/T20626.2-2006 特殊环境条件 高原电工电子产品 第二部分 选型和检验规范.
- [3] GB/T20626.3-2006 特殊环境条件 高原电工电子产品

作者简介:

赖文辉 1969年生,本科,主要从事熔断器的开发和应用研究。

第三部分 雷电、污秽、凝露的防护要求.

- [4] GB/T20645-2006 特殊环境条件 高原用低压电器技术要求.
- [5] GB/T20635-2006 特殊环境条件 高原用高压电器技术要求.
- [6] GB/T 14597-2010 电工产品不同海拔的气候环境条件.
- [7] IEEE C 37.40-2003 IEEE Standard Service Conditions and Definitions for High-Voltage Fuses, Distribution Enclosed Single-Pole Air Switches, Fuse Disconnecting Switches, and Accessories.
- [8] 气体对分断电弧两相转变过程的影响 华中科技大学 臧春艳等.
- [9] 浅谈海拔高度对于低压电器的影响 上海电器科学研究所 沈海鹰.

贴片保险丝产品耐焊性能研究

陈 镇,袁红红,丁晨晖

(南京萨特科技发展有限公司,江苏 南京 210049)

摘 要: 对于贴片保险丝产品,其熔断特性、分断能力等是熟知且被关注的性能,而对于耐焊接热性能,关注点则没有那么高,但作为电子产品,任何性能都有其重要的意义。保险丝产品的耐焊接热性能,会对其在 PCB 板上的焊接会有很大的影响,可能会发生开路、阻值漂移等问题。

关键词: 耐焊接热,贴片保险丝,产品设计

Study of Resistance to Soldering Heat performance of SMD fuses

Abstract: For SMD fuses, Time/Current characteristics as well as Breaking Capacity are well-known and focused on. People give less attention to the Resistance to Soldering Heat performance. But as electronic products, any kind of performance has its important significance, the Resistance to Soldering Heat performance of SMD fuses will have a great influence on the PCB welding performance, which may lead the problem such as open, resistance drift.

Keywords: Resistance to Soldering Heat, SMD fuses, product design

引言

耐焊接热性能是电子元件产品常规交收试验时需测试的性能项目之一,也是可靠性测试的项目之一,其目的是通过接近模拟波峰焊焊接的方式,确定元件是否能经受得起在焊接端电极过程中所产生的热效应,焊接后是否能发挥其正常的电气特性,外观是否会有机械损伤等不良影响。贴片保险丝产品的耐焊接热测试要求,在相关国际标准(IEC 60068-2-58 / IEC 60127-4)、国家标准(GB/T 9364.4)、国军标(GJB 360B)及美军标(MIL-STD-202G)等标准中都有规定。

1 耐焊接热测试标准要求

相关标准中都对耐焊接热测试项目有规定其试验要求,本文对各个适用的标准之相关内容摘录说明如下:

1. 国标 GB/T 9364.4(IEC6127-4)中 8.7.2 条款标准内容:

熔断体应经受 IEC60068-2-58,6.2 试验,试验后应符合下述条件:

——老化,不进行(按接收状态);

——浸渍条件:260°C±5°C,10s±1s.

——浸渍深度:10mm

——助焊剂类型:活性

试验之后,熔断体不应破裂,标志应清晰可辨,且如有色码,不应改变颜色。

按标准中 9.1 条款要求测量电压降,电压降应不超过标准中最大电压降和持续功耗表所允许的最大值。

注:对某些设计,可能需要进行非严格试验。这应按照制造商的建议进行,并应在试验报告中注明。

2. 国军标 GJB 360B 方法 210 (MIL-STD-202G Method 210)中标准相关内容简化说明如下:

试验条件 B 为浸焊(注:通常贴片保险丝使用浸焊方式验证耐焊接热性能),试验顺序如下:

a) 样品预处理应在有关标准或产品规范中规定;

b) 预备焊槽:应搅拌熔融状态下的焊液以使其均匀,焊液的表面应保持清洁和光亮;

c) 使用助焊剂时,样品的端电极应在室温条件下浸入助焊剂中,其深度应与将浸渍的焊料的深度相同,持续 5s~10s;

d) 将元件装配在适当的夹具之上, 夹具采用非可焊的材料制作, 应以最小面积接触被测元件且不可给被测元件施加不恰当的压力;

e) 当有规定时, 引出端电极涂助焊剂;

f) 试验温度、浸入和拔出速率、浸渍时间以及循环次数按标准中给出的测试条件表要求。除另有规定外, 引出端的浸渍位置应距离元件本体 1.27mm 以内。若安装结构允许, 所有引出端应同时浸渍;

g) 浸焊后, 将样品在室温下冷却到稳定温度。若使用了助焊剂, 应以适当的溶剂清除之;

h) 以 10 倍放大镜目检元件;

i) 检验与测量: 适用时, 试验前后进行的检验和测量应按有关标准的规定。试验后, 元件应置于室温环境下冷却到稳定温度。恢复时间由有关标准规定;

j) 当有规定时, 应在试验后对元件进行内部检查以检测出有无焊料回流或热损伤。

3. IEC 60068-2-58 标准是专业针对贴片器件环境试验中有关焊接的标准, 也是各标准中耐焊接热测试项目所参考及引用的标准, 如 IEC 60127-4 等标准就有引用。其对于耐焊接热的测试方法有很详细的规定, 本文对其中浸焊法简要说明如下:

a) 首先, 确认端电极的材料。当前电子元件的端电极使用的合金材料有两类: 一类是无铅材料、另一类为锡铅合金, 他们的耐焊接热测试就去是

有差别的。目前电子元件产品都必须符合欧盟关于有害物质管理的 RoHS 2.0 标准要求, 各制造商进行产品设计时都选择无铅设计工艺生产, 但因各制造商设计工艺不同, 实际使用的材料也各有不同, 标准中针对不同的端电极材料, 做无铅焊接测试时选择的测试温度也是有区别的。由于贴片保险丝产品工艺设计时大多采用铜锡合金材料 (也有使用铜帽镀金或铜帽镀银材料) 为端电极, 故确认产品焊接温度属于最高温度组, 其温度范围为 250°C~260°C;

b) 预处理。如无特殊说明或要求, 样品应以接收时状态保存, 注意不受污染或手指接触等;

c) 浸焊法: 其测试装置、材料、助焊剂等都按相关标准规定或产品规格书要求;

d) 测试夹具: 使用不锈钢材质的夹具, 如镊子等, 按图 1 的方式进行装夹, 注意不要接触到焊接区域, 且样品在浸泡助焊剂和浸焊的整个测试过程中应保持装在夹具上;

e) 助焊剂: 除非有规定, 助焊剂浸渍和拔离时应缓慢, 多余的助焊剂需用纸吸走;

f) 浸焊: 对有预热要求的, 应在浸焊之前立即进行, 测试前需对于锡浴中的氧化物立即进行清除, 测试时浸焊和拔离速率应在 20mm/s 到 25mm/s 之间;

g) 对大多数样本, 浸渍深度应不低于焊液面 2mm, 且与底座面垂直, 具体可参看图 1 的示意方式;

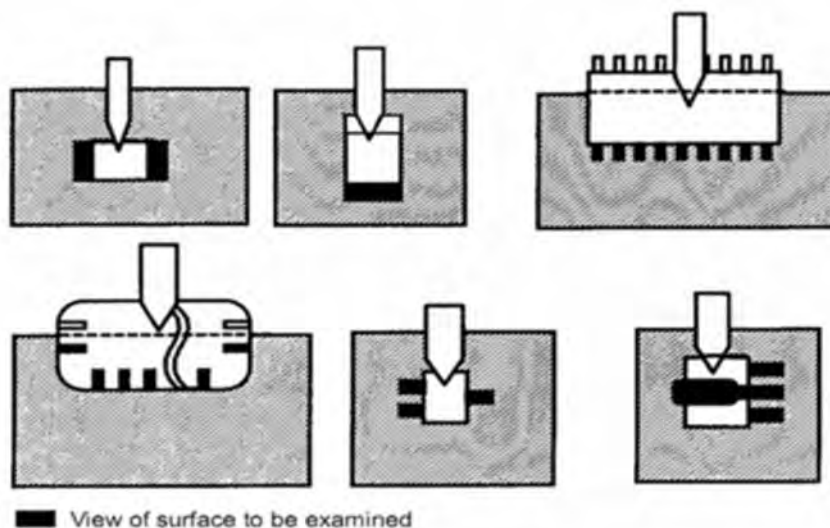


图 1 测试夹具与浸渍说明

h) 焊接方式与条件:有浸焊方式,回流焊方式,根据不同的焊接测试方式,其温度与时间需相应进行调整,具体可参看相关规格书要求;

i) 最终测试:产品完成焊接后允许进行恢复,自然冷却至室温,冷却后去助焊剂,然后进行电性

检查及外观评价等,具体可参看相关规格书要求。

各个标准在表述方面详略程度各有不同,在此对各个标准描述的情况做了对比说明,具体内容列于表 1 中:

表 1 对各个标准描述的情况对比说明

参考单元	GB/T 9364.4/ IEC6127-4	GJB 360B 方法 210 /MIL-STD-202C Method 210	IEC 60068-2-58 (按无铅设计工艺)
性能测试	根据相关标准或规格书	根据相关标准或规格书	根据相关规格书
适用的测试方法	浸焊法	浸焊法	浸焊法
预处理	老化:不进行(按接收状态)	根据相关标准或规格书	除特殊要求,按接收状态保存,注意不受污染或接触
确认端电极材料	未提及	未提及	确认端电极成份
助焊剂选择	活性的	有规定时可选用	根据产品详细规范要求
夹具	按 IEC 60068-2-58 要求	用非可焊材料,接触面小	按图 1 用不锈钢夹具
预热浸焊法	按 IEC 60068-2-58 要求	预热焊液且搅拌均匀	对有预热要求的,应在浸焊之前立即进行
浸焊使用方式	浸渍深度 10mm	端电极的浸渍位置应距本体 1.27mm 以内,结构允许时所有端电极应同时浸渍	浸入深度应不少于液面 2mm 以下,且与底座面垂直
焊接温度与时间	260°C±5°C, 10s±1s	260°C±5°C, 10s±1s,	260°C±5°C, 10s±1s,
浸入和拔出速率	按 IEC 60068-2-58	25mm/s±6mm/s	20 mm/s~25mm/s
去助焊剂清洁	按 IEC 60068-2-58	如有使用助焊剂,需用溶剂清除	冷却到室温(约 60 分钟)后使用合适的溶剂清除
恢复条件	按 IEC 60068-2-58	室温环境下冷却到稳定温度	冷却到室温(约 60 分钟)或根据相关标准或规格书
引出端焊接面检查	熔断体不应破裂,标志清晰,色码不应变色	10 倍放大镜目检,端电极焊料覆盖面积应大于 95%	端电极焊料覆盖面积应大于 95%
电性能检查	测量电压降应符合要求或有些按制造商建议	根据相关标准或规格书	根据相关标准或规格书

2 贴片保险丝产品设计方式

现今,电子行业的产品越做越小,集成化程度也越来越高,保险丝产品也向小体积、表面贴装工艺等方向做设计。各保险丝产品制造商根据其各自掌握的产品技术,设计开发出不同工艺的贴片保险丝产品,其设计方式主要有以下几种:

1. 贴片电阻器工艺:在陶瓷基板上印刷厚膜熔体浆料或敷设合金薄膜的设计方式;

2. 陶瓷管组装或拼装工艺:使用陶瓷管组装或拼装方法,且在陶瓷管两端加金属帽及通过内部焊锡焊接熔丝的设计方式;

3. 独石工艺:使用流延及熔体印刷工艺,经高温烧结后再封端形成独石结构;

4. 聚合物胶合工艺:使用聚合物树脂基板

做本体及用导电胶粘合熔丝的方式;

5. 合金丝绑定工艺:在环氧树脂或其他材质的基板表面,把合金丝用绑定的工艺绑定在合金片上,再使用绝缘胶封装的工艺方式。

各种不同设计的产品各有其特色,在性能特性方面也各有优劣,且其适用的电路环境也各有要求,而从耐焊接热性能项目看,也各有其优劣,在选用时还需根据制造商规格书或选型指南的说明进行产品的选用。

3 各种不同设计产品耐焊接热

产品不同的设计方法,由于制造工艺及选用材料的不同,故在耐焊接热测试项目下的阻值变化率方面体现也各不相同:

1. 贴片电阻器工艺:(产品示意图可参看图 2)

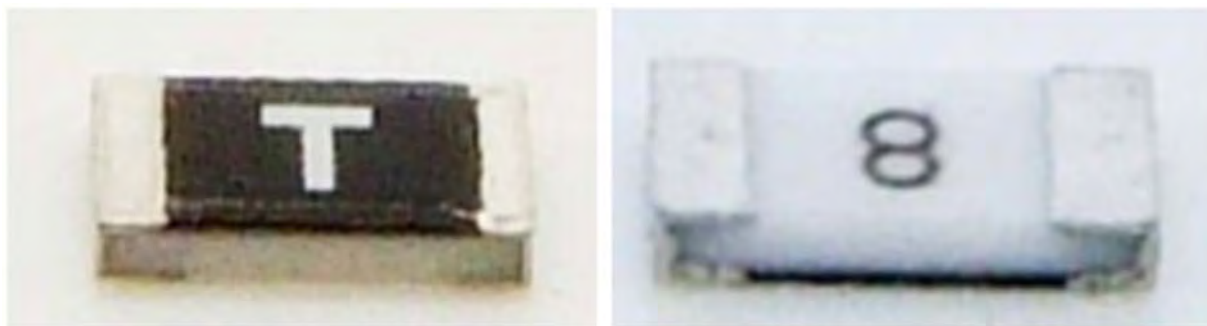


图2 片式电阻器工艺生产的贴片保险丝产品

用贴片电阻器工艺设计的贴片保险丝产品,其端电极工艺有两种:一种为使用磁控溅射连接正面与背面电极,另一种使用低温银浆浸封整个端电极。前者用磁控溅射工艺设计的连接方式,端头厚度总体较薄,且由于熔体浆料是印刷在陶瓷基板的一面,故其存在正面与背面的电阻值差的问题(通常会有 $3\text{ m}\Omega\sim 5\text{ m}\Omega$ 的差值,具体差值大小与侧面电极层厚度有关),在耐焊接热测试后,产品阻值会因有接触电阻而略有增加,对于冷电阻为毫欧级的贴片保险丝产品,耐焊接热测试后的阻值变化率通常在 5% 以内,但对于大电流规格产品,因初始阻值就在 $1\text{ m}\Omega$ 左右,有时会有超过阻值变化超出 $\pm 10\%$ 的情况,从而导致产品耐焊接热测试后阻值飘移问题(通常定义耐焊接热阻值变化率标准为允许偏差 $\leq \pm 10\%$,有部分产品在规格书中把标准定义为允许偏差 $\leq \pm 20\%$),当然此问题可通过增加侧面电极层厚度的方式解决,但会导致成本的增加。而后者使用浸封工艺封端的产品,端头使用银浆连接,正面背面阻值测试时差异值正常不会超过 $0.5\text{ m}\Omega$,在做完耐焊接热测试后,其阻值变化率一般不超过 $\leq 5\%$,但浸封工艺的缺点是使用低温银浆,端电极附着力相对差一些。

2. 陶瓷管组装或拼装工艺:(产品示意图可参看图3)



图3 陶瓷管组装或拼装工艺生产的贴片保险丝产品

陶瓷管组装工艺一般使用专业的组装机生产(或使用板焊的方式生产),通过熔化金属帽内的高温焊锡,把熔丝、金属帽与陶瓷管组装在一起,组装机生产方式生产自动化程度高,产品一致性可得保证,目前主要用于 2410 规格及以上尺寸产品的生产。由于设计使用焊锡来连接熔丝与金属帽,故金属帽内的焊锡需要做耐高温化特殊设计,以确保可以经受耐焊接热测试时的热效应,确保在耐焊接热测试过程中,产品内部的焊锡不会熔化导致产品开路的问题。

3. 独石工艺:(产品示意图可参看图4)。



图4 独石工艺生产的贴片保险丝产品

独石工艺设计方式把熔体设计在产品内部的中位位置,不仅可以单层印刷,还可以进行多层印刷,其端电极为浸封工艺,产品端电极四周都有电极层包裹,故产品没有正面与背面阻值差的影响,且可以做大电流规格的产品。此设计方式生产的贴片保险丝产品经受耐焊接热测试后发生阻值飘移与开路的风险小,但由于此种工艺为实心设计,产品散热性能好,不适用于做小电流的贴片保险丝产品。

4. 聚合物胶合工艺:

使用聚合物树脂基板工艺生产的方式,这种

方式由于本体选材为聚合物树脂材料,内部熔丝放在聚合物基板的空腔中,通过胶体粘合成产品。故此种工艺生产的产品耐高温能力差,经受耐焊接热测试后有时会有阻值飘移问题发生,而且这种材料在高温下测试时还可能会发生聚合物基板分层的问题(如图5所示),甚至会有发生开路的风险。

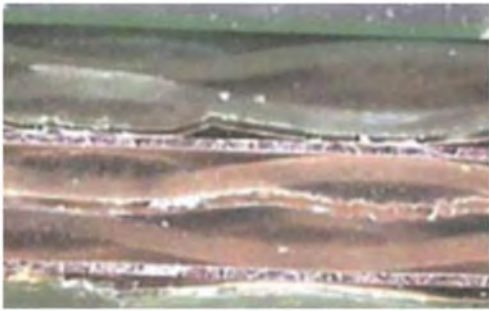


图5 耐焊接热测试后聚合物分层问题

5. 合金丝绑定工艺:(产品示意图可参看图6)

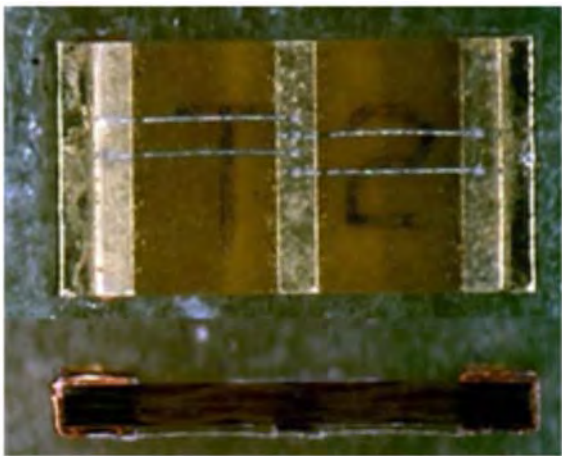


图6 绑定工艺方式生产的贴片保险丝

使用绑定工艺生产的贴片保险丝产品,可以使用单根合金丝,也可以使用多组合合金丝组合成不同规格的产品,其端电极材料以铜或铜合金为主,优势是产品正面与背面的阻值差小,其经受耐焊接热测试后发生阻值飘移与开路的风险小。但

由于使用多组合合金熔丝并联或串并联组合的绑定方式,需要在生产过程中保证各组合合金熔丝的材质均匀性与加工质量的一致性。

除上述五种产品设计工艺外,还有其他设计工艺的生产方式,不同设计工艺的贴片保险丝产品在性能指标上各有其优势与劣势,从耐焊接热性能的角度看,用户也需根据整机的实际加工制程条件与实际的应用情况进行合理的选型。同时各贴片保险丝制造商也都在持续对产品质量进行改善,对制作工艺进行完善,以不断提升其产品的市场竞争力。

结论

本文通过对相关标准中关于耐焊接热的测试要求进行了对比说明,同时结合贴片保险丝产品的不同产品设计工艺特点,及其经受耐焊接热测试后可能发生的问题进行了相关分析说明,由于实际分析测试的样品数量有限,本文的结论不一定完全正确,希望各位专家不吝指正。同时建议用户在对贴片保险丝产品选型时,除了关注贴片保险丝产品的熔断特性、分断能力、I₂t等重要指标外,也需关注其他相关指标:如耐焊接热、温升、电压降等。

参考文献:

- [1] IEC60127.4 Miniature fuses - Part4: Universal modular fuse-links(UMF)Through-hole and surface mount types.
- [2] GB/T 9364.4 小型熔断器第4部分通用模件熔断体.
- [3] GJB 360B 电子及电气元件试验方法.
- [4] MIL-STD-202G 8 February 2002 DEPARTMENT OF DEFENSE Test Method Standard Electronic and Electronic Component Parts.
- [5] IEC60068-2-58 Environmental Testing-Part2-58: Tests-Test Td: Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices(SMD).

作者简介:

陈镇:男(1971-),江苏常熟人,高级工程师。工作单位:南京萨特科技发展有限公司。通讯地址:南京市马群科技园青马路6号,210049。