

High-speed Test Feeding Mechanism for SMD-LED Bulk Devices

Junguang He Changqing Gui Jing Li Yunfei Jiang Yutao Zhao

Guangdong Changda Intelligent Manufacturing Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

In the process of producing SMD-LED, the raw materials and manufacturing process used by each SMD-LED are different, resulting in significant differences in SMD-LED in electrical properties, optical properties and color parameters. Different fields for specific SMD-LED in electrical performance indicators, luminous characteristics and color measures are different, so at the end of SMD-LED manufacturing, their electrical performance, optical characteristics and color must be detected, and they will be graded according to the test results. In view of this problem, this study designed a high-speed testing feeding mechanism for SMD-LED bulk device, hoping to provide a reference for relevant personnel.

Keywords

SMD-LED bulk device; high-speed test; feeding mechanism

SMD-LED 散装器件高速测试供料机构

何俊光 贵长青 李静 蒋云飞 赵玉涛

广东畅达智造技术有限公司, 中国 · 广东 深圳 518000

摘要

生产 SMD-LED 的过程中, 每一枚 SMD-LED 所采用的原料与制造工艺均有所不同, 因此造成了 SMD-LED 在电性能、光学特性和色彩参数方面的显著差异性。各个领域对于特定 SMD-LED 在电性能指标、发光特性以及色彩度量方面的标准各不相同, 所以在 SMD-LED 制造结束时, 必须对它们的电性能、光特性和色度进行检测, 并按照检验成果将它们进行分级。针对该问题, 本研究设计了一种 SMD-LED 散装器件高速测试供料机构, 希望能为相关人员提供参考。

关键词

SMD-LED 散装器件; 高速测试; 供料机构

1 引言

电子设备中必不可少的构件就是元器件, 它们的好坏决定了产品整体的性能与稳定性。为确保零部件质量与稳定性, 需执行严密的挑选与审查。元器件筛选检测机构在这一过程中扮演着至关重要的角色。随着电子产品的不断发展和更新换代, 元器件的种类和规格也在不断增加和更新。元器件筛选检测机构需要不断更新设备和技术, 提高检测的精度和效率, 以适应市场的需求和发展。

2 研究背景

表面贴装式发光二极管的生产量大概构成了整体发光二极管产出的 40%, 其分门别类地根据不同的辐射波长、亮度水平以及体积结构进行归类, 品类繁多, 高达数百种规格。这类发光二极管因其多用途性质, 被广泛应用于众多领

域, 如作为电子信息显示屏、各类屏幕的背光、移动电话的按键提示灯、汽车照明系统、室内外装饰性照明、街道照明、广场亮化、楼体廊檐辉映、隧道照亮, 以及体育场馆照明等多个方面。近期以来, SMD-LED 领域的市场潜力极为乐观, 其年度成长比例持续保持在 30% 的高水平。随着 SMD-LED 在各行各业中的普及, 预计在接下来几个年头, 每年对 SMD-LED 的市场需求数量将会突破 450 亿颗的大关。然而, 由于这种 LED 尺寸较小, 不适合通过人工进行操作, 因此必须依赖全自动化的测试与分拣设备来对其进行品质鉴别和分类。于是, SMD-LED 器械的迅猛市场增长为半导体照明行业的设备制造带来了极佳的成长良机。

近年来, 国产 SMD-LED 生产对本土化检测分类装备的需求日益攀升, 众多国内半导体装备生产商几乎能够完全自行设计制造出符合这些需求的装备。然而, 这些装备在稳定性和工作效率方面仍有极大地提升潜力。国内对于高技术含量的表面贴装 LED 自动化检测分拣设备的研制尚属初级阶段, 这类先进的表面贴装 LED 自动化检测分拣设备完全

【作者简介】何俊光 (1981-), 男, 中国四川南充人, 从事半导体封测与包装设备研发研究。

仰赖国外进口。设备昂贵之外，维护保养上的不便也极大限制了 SMD-LED 的制造效能。因而，自行研制拥有独立智慧财产权的 SMD-LED 全自动检测与分类机器显得尤为重要。

3 测试机构的设计与分析

凸轮装置构成包括凸轮、跟随元件以及支架，此装置能够驱动跟随元件在导轨上进行直线的前后摆动。凸轮系统以及其整合构造能够执行几乎所有的基础与高级的循环机械活动。检测台旨在执行可重复的机械运动，故此选用凸轮装置来操控检验探针，以达成此目的。

鉴于试验场的运作节奏加快，同时为了缩减摩擦并减少随动轮与凸轮之间的磨耗，因此采用了滚轮式随动部件。确保传递动力的准确性与加工操作的便捷，凸轮与从动部件之间保持接触采取了以力量紧固的连接模式。

确保从动部件在快速往返作用时，避免出现加速度的急剧变化和跨度为零，从而实现凸轮系统的顺畅启动，没有柔性或硬性撞击，从动部件的动作规律采用了摆线式运动模式。

为了确保测试误差率不超过 2.5%，须保测试针头与材质端部电极在初次触碰后的瞬间 1/2s 内，维持接触的稳定性，避免因接触不牢靠而引发的测量失误。在设计凸轮形状的路径时，必须确保在推动阶段活动部件的摆动不会干扰该部件在远离凸轮的休止位置的动作，这要求精心选择凸轮装置的合理周期比例。我们将从分析工作侧的动态表现开始，以此为依据挑选出恰当的凸轮机构循环比例。

3.1 凸轮系统周期比的计算

研究振动系统的途径分为两类：其一，视震动为非循环性质，着重计算瞬时反应；其二，将震动视作循环性质，专注于计算稳定状态下的反应。对于凸轮推杆装置来说，必须依据目标执行部件的动作规则来设定激励函数，随动部分的活动呈现出周期性特征，因此该激励函数亦随随动部件的活动周期呈现出周期性。此函数能够依照傅里叶级数被展开为多个不同频率的正弦波函数，换言之，即是把实用的振动函数拆分为众多的振动组分。在工作端，每一个激励成分均对应一相应成分，将所有级别的应答成分进行累加便可获得最终的响应。系统运作周期内，凸轮一端向另一工作端传递的激振仅在推动阶段或返回阶段出现。即使是在停歇阶段，操作端的震动依然在持续发生。所以，在各个作业周期里，作业部分在受激动阶段的反应被视为主要振动反馈，而在静止阶段的反应则被认为是尾随振动反馈。经历一定时期后，余振通常能够逐渐减小至可以忽视的水平。在高速凸轮装置的环境下，凸轮与从动部件的运作周期比值 t 与远端歇止位的工作部分的振动之间存在一定的关联^[1]。

对凸轮端施加有效振动激励，相应地，工作端呈现出动态反应。响应中频率与激励频率一致的部分被称作基础频率响应。作业侧的基本频率反应构成了输出活动的核心部

分。关于基频响应，无论是将同一凸轮从动件系统作为多自由度体系分析，抑或简化为单自由度模型进行探讨，二者得出的结论几乎相同；但在处理手法和计算流程上，后者显著简便。于是，在对高速凸轮机械装置进行分析与设计的过程中，常常将这一繁杂的多自由度系统转化为仅具有一个自由度的系统以便深入探讨。

图 1 揭示了一个单自由度凸轮式机构动态行为的模型，在此模型中，工作部件的等效激励位移用 y 来表示，其实际位移值同样是 y ，预加载固定的弹簧与工作载荷的合力被称作 F ，此处 k 代表的是固定弹簧的刚性系数， c 则是固定弹簧的阻尼系数。根据 N 的运动法则可知：

$$k(y_c - y) + c(\dot{y}_c - \dot{y}) - k_f y - c_f \dot{y} - F = m \ddot{y}$$

变换得：

$$m \ddot{y} + (k + k_c)y + (c + c_f)\dot{y} + F = ky_c + c\dot{y}_c$$

此方程式便是普遍状况中工作末端的微分运动方程。将振动等效动态参数 $y_c(t)$ 代入该方程之后，便能计算出工作端对应的响应 $y(t)$ 。

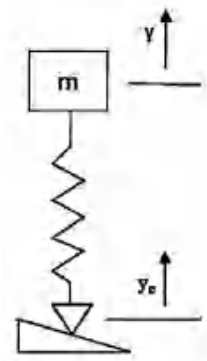


图 1 凸轮一推杆单自由度系统动力学模型

3.2 设计凸轮轮廓与选取合适的弹簧硬度

设计凸轮轮廓时，主要采用的技术手段是图形分析和数学推导。通过图形法来构建凸轮的轮廓线，方法明了、操作简便，然而绘制过程中的偏差却偏大；采用数学解析法虽然能提高设计精准度，但在推理步骤上烦琐，并且编写程序所需投入的劳动量较大，这使得不少工程技术人员对其感到难以捉摸且难于推行。因此，通过在 ADAMS 软件平台中，借助其完备的模型构建套件及先进的运动与动力学分析能力，我们得以高效率地设计出凸轮的轮廓形状，从而为凸轮系统的广泛运用奠定了基础。值得一提的是，ADAMS 在处理刚体问题上的建模是基于多体动力学的原理。

3.2.1 模型建立与导入

通过 ADAMS 软件直接构建复杂装置的立体框架效率不高，倒不如使用针对三维作图设计的专业软件进行快速操作。因此，最佳方式是先利用 SolidWorks 完成三维模型的制作，然后利用通用的模型转换标准，把这个模型转入

ADAMS 软件中。鉴于将整套模型直接置入 ADAMS 会造成软件的运算量过于庞大,故在导入之前,像装配用的螺丝等对分析成果影响甚微的零部件将被移除,以此减轻从动构件的计算负担。模型存储的档案类型采用 Parasolid(*.xt)格式,接着启动 ADAMS 程序,并加载先前储存的档案。在导入模型之后,需要对其基础属性进行配置,确保测量单位调整为秒、毫米和公斤。调整重力大小及其作用方向^[2]。

将引入的组件内的零部件逐一设置材质与特性,并对这些零部件进行改名。尽管 ADAMS 已经预设了一些常见的材料类型,但并未涵盖所有金属材质。我们能够自定义材料特性,如泊松比、杨氏模量和物质密度,并赋予其相应名称,以简化后续材料的选用流程。在论文中,精确的定位针和检测针采用了铜材质,检测基座和检测覆盖板选用了工程品牌的塑料,滑道、滑块和轮子选材为合金钢,而其余各个部件则运用了常规的碳素钢。

3.2.2 凸轮轮廓曲线的生成

初始步骤包括在 ADAMS/VIEW 软件内建立一个规定大小的圆形平面作为轨迹线生成的基准,且在轮子上侧的正中位置设置一个标志点。接下来,利用该标志点在圆面上形成路径曲线。其后,在椭圆形基准与支架结构之间建立一个转动连接,并通过固定连接件把各个部件连接在一起^[3]。最后,为滑块与支架结构之间增加一个滑动连接。须分别在滑移副和旋转副上施加滑移动力和旋转动力,其各自的驱动函数为:

IF(time-0.04:-6*(time/0.04-1/6.28*sin(6.28/0.04*time)), -6, IF(time-0.05:-6, -6, IF(time-0.08:STEP(time, 0.05, -6, 0.08, 0), 0, 0));4000.0d*time。

启动 ADAMSview 中的模拟功能,设定模拟周期为 0.09s,并且配置步进值为 500,以执行模拟操作。在模拟计算完毕后,能够于圆形物体表面绘制出用以参考的滑轮移动路径线条,而这条路径曲线便构成了待设计的凸轮装置的外轮廓形态,参见图二所展示的内容。

把路径上各点的坐标储存成一个 dat 类型的档案,利用样条曲线图工具随意绘制一个闭合的样条曲线,接下来调整该样条曲线的各个控制点,载入先前存好的 dat 文件,使得所绘制的样条曲线与原路径线重合,然后把它平移到原路径线的坐标位置一致的地方,去除原路径线,此时剩下的曲线即为所创建的凸轮轮廓线,然后运用拉伸功能将之制成凸轮的立体形态。

3.2.3 测试设计与仿真

在凸轮与支架的交接处、滚轮和推杆的连接点设置转动副,在定位针与试验底座的接触部分、滑块与支架的结合面放置滑动副^[4]。通过固定连接方式,将推杆、其安装座、滑块、试验底座、试验盖板以及两根试验针牢固结合。在凸轮和支架连接的转动副上额外增设一个旋转驱动装置,其驱动公式为 4000.0d*time。

为使得模型更贴近现实状况,应在其中融入接触元素。

两个构件的表面一旦相互碰撞,它们便在相碰之处激发出接触力。本模型需在三个位置实施第一类接合,分别是凸轮与滚轮、定位探针与 SMD-LED 以及定位探针与测试底板之间。触摸表面既可是固体也可是弧线,在此采用固体触摸,鉴于其更为简便。为确保凸轮和推杆不在动作过程中分离,造成动态误差,需在两者间设置一根弹簧以实现锁紧作用。在弹簧的伸展程度固定时,保持其足够的硬度是关键,但是若弹簧硬度太高,则会导致凸轮机构的接触应力上升并引起能量损耗加剧。故而,运用模拟技术挑选出一个既适当又恰当的弹簧硬度是十分必要的。需在测量探头与测试基座之间增设一只弹簧来实现复位功能,并且还须通过选取合适的刚性来确保该弹簧能够迅速复位且不干扰 LED 在测试过程中的精准定位。

在维持模拟与分析的时间为 0.09s、步长为 500 的条件不变下,将预加载力设定为 350N,弹簧硬度依次选取 5、10、15、20、25N/mm 进行比较。通过比较这五组条件下凸轮和滚轮接触力随时间变化的折线图,可以观察到在 5N/mm 的弹簧硬度下,凸轮与滚轮之间的接触力是最小的,并且其变化也相对平稳。这表明,选择 5N/mm 的弹簧硬度可同时确保锁紧效果,并且减少不需要的动力损耗,避免过大的接触力^[5]。

当设定预紧力达到 100N,且弹簧硬度为 5N/mm 的条件下,可得到定位针的位移图谱、速度图谱及撞击力图谱。根据这三个曲线图分析,在固定探针触碰 SMD-LED 之时,观察到探针停止了振动。据此得出,在弹性刚度为 5N/mm 的条件下,这一现象足以确保 SMD-LED 的准确定位,进而保障测试流程的稳定性和可信度。

4 结语

本研究在分析了凸轮系统的从动元件动态效应后,找到了一个恰当的周期比值,以确保该系统在推动阶段的震动不会对远端静止阶段产生负面影响。研究通过 ADAMS 软件逆向工程出凸轮的形状,并通过模拟实验确定了凸轮装置中楔块和弹簧的硬度。进一步的仿真测试证实,此机构能在设定时间内确保两个检测针与 SMD-LED 的两个电极进行稳定接触。

参考文献

- [1] 周光杰,余振涛.一种全自动散装电子元器件分拣外观检测测试包装设备:CN202110749636.6[P].CN113415485B[2024-06-10].
- [2] 李志刚,杜磊,张小宁.半导体光电子元器件技术现状与趋势分析[J].消费电子,2023(11):41-43.
- [3] A·格诺伊佩尔.用于对被测器件进行测试的具有汇流条机构的探针台:CN202010078415.6[2024-06-10].
- [4] 邹海方,彭学敏,陈燕峰,等.一种元器件抬升机构及测试设备:CN202320117950.7[P].CN219533216U[2024-06-10].
- [5] 迟延庆.用于半导体器件高压测试装置的辅助机构和测试方法:CN202210426585.8[P].CN202210426585.8[2024-06-10].