

自动化检测技术在电子产品制造中的质量控制应用

张宏祥

兴润建设集团有限公司 山东泰安

【摘要】随着电子产品制造产业蓬勃发展，产品复杂度与精密度攀升，质量把控难度骤增。自动化检测技术应运而生，其涵盖外观、性能、功能多层次精准检测，能实时监测生产、依反馈优化工艺，还可深度分析数据预测故障，全方位保障电子产品高质量产出，降低次品率，提升生产效能。

【关键词】自动化检测；电子产品；质量控制；故障预测；生产效能

【收稿日期】2025 年 1 月 18 日 **【出刊日期】**2025 年 2 月 16 日 **【DOI】**10.12208/j.jjea.20250037

Application of automatic detection technology in quality control of electronic products manufacturing

Hongxiang Zhang

Xingrun Construction Group Co. Ltd, Taian, Shandong

【Abstract】As the electronics manufacturing industry thrives, product complexity and precision increase, making quality control more challenging. Automated inspection technology has emerged to meet these needs. It covers precise testing of appearance, performance, and functionality, enabling real-time monitoring of production and optimizing processes based on feedback. Additionally, it can deeply analyze data to predict faults, ensuring high-quality output of electronic products, reducing defect rates, and enhancing production efficiency.

【Keywords】Automatic detection; Electronic products; Quality control; Fault prediction; Production efficiency

引言

电子产品已深度嵌入生活各方，制造质量至关重要。传统人工质检难满足高频、高精度需求，误判漏检频发。自动化检测技术可突破局限，高效精准筛次品、控流程、防故障，对稳定产品质量、强化产业竞争力意义非凡，亟待探究其应用路径。

1 生产环节精准筛查

在电子产品零部件制造这一牵一发而动全身的关键环节，其复杂程度犹如一座迷宫。近年来，电子产品小型化、轻薄化的浪潮汹涌澎湃，致使尺寸微小、构造精细的部件数量呈井喷式增长。以人手一部的智能手机来说，其内部主板宛如一个微观世界，芯片、电阻、电容等元件星罗棋布^[1]。这些元件尺寸常常仅有几毫米，甚至部分精密电阻电容，尺寸小至零点几毫米，却在方寸之间集成了极为复杂的电路结构，宛如在米粒上雕刻山河。在这般严苛精细的制造要求下，人工检测就像让远古的马车在现代高速公路上飞驰，显得力不从心。不仅检测效率低

下，每小时检测数量有限，难以跟上流水线的节奏，而且不同检测人员因视力、经验、疲劳程度等差异，使得检测的准确性与一致性大打折扣，极易出现误检、漏检情况。

自动化光学检测（AOI）系统的出现，犹如一道曙光，为解决这一难题提供了有效途径。AOI 系统凭借其先进的光学成像技术与精密算法，能够以微米级精度捕捉元件外观的细微瑕疵。在芯片制造过程中，芯片引脚歪折这一常见问题，对于产品性能有着极大的影响。AOI 系统通过多角度高清摄像头，对芯片引脚进行全方位拍摄，再利用图像处理算法进行分析，哪怕引脚仅仅出现几微米的歪折，也能被精准识别。而在电路板制造领域，线路缺蚀问题可能导致电路短路或断路。AOI 系统能够细致地检测电路板上的每一条线路，精确判断线路是否存在缺蚀现象，保障电路板的质量。

在贴片流程中，基于机器视觉的贴片机发挥着重要作用。这类贴片机自带先进的检测模块，在贴

片过程中实时核对贴片位置与精度^[2]。每一个贴片元件在被放置到电路板上之前，检测模块都会对其位置和方向进行快速而精准的分析。一旦发现贴片位置出现偏差，哪怕只是极其微小的超限偏差，贴片机也能立即启动纠错机制。它会迅速调整贴片头的位置，重新放置元件，确保贴片的准确性。这种实时检测与纠错功能，从源头上拦截了不良品流入后续工序，为电子产品的组装奠定了坚实的基础，极大地提高了电子产品制造的整体质量与稳定性。

2 性能实时监测优化

在电子产品制造流程里，组装半成品后的通电性能检测环节可谓重中之重，堪称决定产品质量的核心节点。这一阶段，需借助专业检测设备，对半成品的电压、电流、功率等关键性能指标展开精准测试。其肩负的使命，不仅在于甄别半成品是否符合既定性能标准，排除短路、断路、信号不稳定等潜在问题，更关乎整个生产线的高效运作与最终成品的品质^[3]。若检测环节疏漏，次品流入后续工序，将大幅增加生产成本，延误交付周期，严重时甚至可能导致产品召回，对企业声誉造成难以挽回的负面影响。

在这一关键环节中，自动化测试设备（ATE）发挥着无可替代的重要作用。它宛如一位训练有素的专业技师，能够精准模拟电子产品在实际使用场景中所面临的复杂工况。ATE 通过精心设计的电路与软件程序，向电子产品输入多元信号，这些信号涵盖了各类电压、电流、频率等关键要素，力求全方位复刻真实使用时的信号环境^[4]。以手机主板为例，ATE 会对主板上的各功能模块，如 CPU、GPU、通信模块等，分别施加针对性的信号，并以极高的精度测量它们的响应输出。在测量过程中，像各功能模块的电流、电压、功率等参数，都会被 ATE 细致入微地捕捉记录，任何细微的偏差都难以遁形。

以焊接环节为例，焊点的电气性能直接关系到产品的电气连接稳定性。倘若 ATE 系统发现某个焊点的电气性能异常，系统会立即启动智能调控机制，自动微调焊接温度。这一过程并非简单的温度升降，而是通过精密算法，综合考虑焊点周围的材料特性、焊接时间以及电流强度等多维度因素，精准确定最合适的温度值，确保焊点的焊接质量达到最佳状态。每一次温度的微调，都是为了让焊点能够承受更高强度的电气测试，保障电子产品在复杂

电气环境下的稳定运行。

3 成品综合功能核验

在电子产品制造流程中，成品阶段是至关重要的一环，此时自动化功能测试系统正式接手，肩负起确保产品质量的重任。以智能穿戴设备为例，该系统会精心模拟人体运动状态。通过高精度的机械装置和先进的算法，模拟出走路、跑步、跳跃等多种常见运动姿态，同时结合环境温湿度模拟设备，精确营造出从极寒到酷热、从干燥到潮湿的各类极端环境条件^[5]。在如此复杂的模拟场景下，对智能穿戴设备的心率监测功能进行全方位检验。通过与专业医疗级监测设备的数据对比，确保心率监测数值的准确性与实时性；仔细核查运动记录功能，验证其是否能够精准记录运动轨迹、运动距离、消耗卡路里等关键数据；反复测试信息推送功能，检验在不同网络环境和运动状态下，信息能否及时、准确地送达用户，以此确保智能穿戴设备各项功能的完整性与稳定性。

而对于智能家居中控产品，自动化功能测试系统则构建起极为复杂的家居网络场景。系统会模拟多种不同品牌、不同类型的智能家居设备接入，如智能灯光、智能窗帘、智能家电等，构建起一个庞大且真实的家居网络环境。在这个环境中，对智能家居中控的多设备联动功能进行严格验证^[6]。当用户下达“回家模式”指令时，系统会监测灯光是否自动亮起、窗帘是否自动拉开、空调是否自动调节至适宜温度等一系列联动操作是否准确无误地执行；针对远程操控逻辑准确性的测试，测试人员会在不同地理位置、不同网络条件下，通过手机 APP 远程发送各种控制指令，检验智能家居中控能否及时接收并正确执行指令，确保无论用户身处何处，都能稳定、高效地操控家中设备。

在电子产品复杂且环环相扣的制造流程里，每一个环节都犹如精密齿轮上的齿牙，对最终产品的质量起着至关重要的作用。对成品开展严格的功能核验更是关键环节中的核心任务。自动化功能测试系统便如同一位不知疲倦、精准高效的“质量卫士”，承担起对成品进行严苛功能检测的重任。只有通过自动化功能测试系统全方位、无死角的检测流程，对产品各项功能指标进行细致入微的核查，确保其完全符合既定质量标准，才能让这些电子产品踏上

流向市场的旅程。这一严谨举措，不仅仅是对消费者权益的坚实守护，毕竟消费者花费辛苦所得购买电子产品，理应获得质量上乘、性能稳定的商品；更是对品牌声誉的全力捍卫，在品牌建设的漫长征程中，声誉宛如璀璨明珠，一旦蒙尘，将对品牌造成难以估量的损害。

4 数据驱动质量升级

在电子产品制造流程里，自动化检测系统犹如一位忠诚且不知疲倦的记录者，始终坚守岗位^[7]。从原材料检验的起始阶段，对每一批次原材料的材质特性、尺寸精度等细致甄别；到零部件组装环节，密切关注各部件的装配顺序、连接紧密程度；再到成品测试阶段，全方位考量产品在不同工况下的性能表现，全程持续不断地捕获海量数据。这些数据犹如一幅宏大而精密的织锦，涵盖了生产环境参数，如温度、湿度、洁净度等对产品质量可能产生微妙影响的环境因素；设备运行状态，包括设备的运转速率、振动幅度、能耗情况等关乎生产稳定性的关键指标；以及产品性能指标，诸如电气性能、机械性能、光学性能等直接决定产品品质的核心要素，宛如一座蕴藏丰富的矿山，等待着深度挖掘以解锁其隐藏价值。

统计过程控制（SPC）算法堪称开启这座质量提升矿山的关键工具，它犹如一位精密的质量分析师，能够对生产过程中的质量数据展开全面且系统的分析。在实际运用中，SPC 算法会绘制出极为细致入微的质量波动曲线，将生产过程中质量变化的每一个细微之处，都以直观且可视化的图形呈现出来。在电子产品制造这一精细领域，任何细微的偏差都不容小觑，哪怕只是毫不起眼的电压、电流的微小波动，或是零件尺寸的毫厘之差，都极有可能对产品的性能产生重大影响。而 SPC 算法凭借其高度的敏锐性，能够精准捕捉到这些变化^[8]。它通过深入分析曲线的趋势走向、数据的离散程度，如同经验丰富且洞察力超群的侦探一般，在复杂的生产流程中精准定位生产波动的根源。

构建故障预测模型则是另一项数据驱动的智慧应用。借助机器学习技术，该模型对历史次品数据进行深度剖析，从外观瑕疵、电气性能异常等特征中提取规律，建立起对潜在质量风险的预警体系。在电子产品生产线上，根据这些模型预测，企业可

提前预判设备可能出现的故障点，在设备尚未发生严重故障前安排保养维护。当模型根据历史数据预测到某台贴片机在未来一周内可能因某个关键部件磨损而出现贴片偏差时，企业可提前更换该部件，同时依据模型分析结果，优化贴片程序参数，改进生产流程中的物料配送方式等，将质量隐患消除在萌芽状态。通过数据的深度挖掘与智能应用，自动化检测系统正以数据智慧领航电子产品制造向更高质量、更高效益的方向进阶，为行业发展注入源源不断的创新动力。

5 结语

自动化检测技术重塑电子产品制造质量管控格局，从零件到成品层层设防，借数据赋能持续精进。展望未来，伴随人工智能、物联网深度融合，检测将更智能、协同，精准度与效率迈向新高度，为电子产品创新发展、全球市场拓展注入不竭动力，持续点亮智慧生活之光。

参考文献

- [1] 王丙强.自动化前处理技术在农药残留检测中的应用与发展[J].食品安全导刊,2025,(09):137-139.
- [2] 于艳.高精度计量检测仪器的自动化校准技术研究[J].质量与认证,2025,(03):105-107.
- [3] 张一博.配网自动化技术在电力系统中的应用[J].光源与照明,2025,(02):219-221.
- [4] 史传博,胡玉山.电气自动化系统中的故障检测与诊断技术应用[J].灯与照明,2025,49(01):186-189.
- [5] 刘明夏.自动化仪表中的计量检测技术分析[J].流体测量与控制,2025,6(01):32-34+38.
- [6] 赵尧锋,梁汝光,邵明育.基于电气自动化技术的机械采煤机电故障监测系统的设计研究[J].电气技术与经济,2025,(02):25-27.
- [7] 李卫社,王新伟.机电自动化在工程机械制造中的应用[J].造纸装备及材料,2025,54(02):52-54.
- [8] 何文海,王晓东,陈建伟,等.计算机网络安全自动化检测与防范技术研究[J].中国自动识别技术,2025,(01):54-58.

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS