

探析手机摄像头支架外观缺陷智能检测设备

吴鹏飞

常州微亿智造科技有限公司, 江苏 常州 213002

[摘要]近年来, 智能手机的广泛普及和应用为人们的生活工作带来诸多便利, 但与此同时, 对手机的要求也逐渐提升, 尤其是手机摄像头。对此, 为满足用户需求, 在研究中, 将手机摄像头支架外观缺陷智能检测作为研究对象, 深入分析外观检测类自动化设备的设计与应用。本次研究的设备具有工作平台, 工作平台上设有上料工位、转移工位、接驳工位等。其中检测工位上设有可同时对多个后摄像头进行检查的检测机构, 下料工位上设有可对工件进行下料的第一下料机构, 转移机构将上料机构上的后摄像头转移至接取机构对各个后摄像头进行定位和拍摄。本实用新型结构巧妙, 便捷高效。

[关键词]手机摄像头; 支架外观; 缺陷; 智能检测设备

DOI: 10.33142/sca.v5i8.8154

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

Analysis of Intelligent Detection Equipment for Appearance Defects of Mobile Camera Bracket

WU Pengfei

Changzhou Micro Intelligence Technology Co., Ltd., Changzhou, Jiangsu, 213002, China

Abstract: In recent years, the widespread popularity and application of smart phones have brought many conveniences to people's lives and work. At the same time, the requirements for mobile phones have gradually increased, especially for mobile phone cameras. In response, in order to meet user needs, in the research, intelligent detection of appearance defects of mobile phone camera brackets is taken as the research object, and the design and application of automated equipment for appearance detection are analyzed in depth. The equipment in this study has a working platform, on which there are loading stations, transfer stations, connection stations, etc. The detection station is equipped with a detection mechanism that can inspect multiple rear cameras at the same time, and the blanking station is equipped with a first blanking mechanism that can perform blanking on the workpiece. The transfer mechanism transfers the rear cameras on the feeding mechanism to the receiving mechanism to position and photograph each rear camera. The utility model has an ingenious structure and is convenient and efficient.

Keywords: mobile camera; bracket appearance; defects; intelligent detection equipment

1 项目背景

新时期下, 社会的飞速发展, 为技术的创新带来契机, 手机作为人们生活和工作中不可缺少的重要内容, 更新速度越来越快。手机是由多个零部件共同组合而成, 但因为其中需要应用到大量精密零部件, 特别是手机上摄像头的拍摄精度, 现有技术中, 对手机摄像头支架外观检测期间, 大多采取人工检测的方式, 效率低, 检测精准性很难保证。并且利用人工方式对手机摄像头支架外观缺陷进行检测, 便利性不强, 无法满足现代手机摄像头支架外观缺陷高效且准确检测的需求^[1]。基于此种背景下, 对我公司在承接江苏某科技股份有限公司的一款零件(手机摄像头支架)外观缺陷检测需求, 客户需求设备 20 台, 涉及合同金额 2500 万元。

在自动化浪潮席卷 3C 行业的近十年, 自动化代替人工作业的生产模式无处不在, 但有一道工序, 至今仍是劳动密集型作业, 那就是产品外观检测工序。特别是消费电子产品的外观检测工序, 外观要求非常苛刻, 传统自动化设备在这道工序面前束手无策。本项目委托方精研科技股份有限公司就是一家受这道工序制约发展的公司。该企业

生产的苹果手机摄像头支架零件, 日产量高达 30 万件, 人工检测效率 20S/PCS, 人工日检出量 1800 件左右(10 小时工作); 单单这一款零件日用工量达 170 人左右。2015 年起, 随着光学技术、算法技术发展和融合, 神经网络深度算法在图像检测技术中的运用, 使得图像的检测能力和 AI 智能程度得到大幅提升。外观检测类自动化设备迎来发展的春天。

2 手机摄像头支架外观缺陷智能检测设备的设计难点

针对手机摄像头的精度越来越高, 应用的技术越来越先进, 但针对手机摄像头支架外观缺陷智能检测而言, 由于没有相关经验参考和借鉴, 使得设备在具体设计阶段, 遇到的难点和挑战较多, 具体可以体现在以下几个方面:

(1) 该类检测设备在行业内属于空白;

(2) 涉及技术前沿: 该设备是基于深度图像识别算法和大数据采集、传输和分析的 AI 智能检测设备。

(3) 涉及技术融合和广泛: 该设备的开发涉及了机械、电气、光学、软件、模型、算法和标注等多种技术的融合。

(4) 客户要求苛刻：①对设备验收要求的苛刻。这款产品是苹果手机一款零件，对设备检测能力验收；②设备机械方面要求模块化、柔性化设计，后期换型开发能够满足手机行业更新换代的速度；③对机械结构的稳定性和一致性提出了很大的挑战。拍照图像的重复精度定为正负5个像素（0.016mm/像素），产品公差范围 $\pm 0.02\text{mm}$ ，对整个拍照系统来说，重复精度需要控制在 $\pm 0.05\text{mm}$ 以内。

3 AI 智能检测设备整体布局介绍

为提升手机摄像头支架外观缺陷智能检测效果，最大程度满足客户需要，在本次所研究的AI智能检测设备中，在对传统检测方法充分运用的基础上，将设备分成多个模块，每个模块有各自的功能和作用，由此达到智能检测精准度与效率提升的效果。该设备由振动盘自动供料模块，四轴机械手移栽搬运模块，产品治具及回转模块，六轴机械手拍照模块，产品翻转中转模块，不良品分类模块，产品料盘收放模块以及机架防护罩模块组成，布局如图1所示。

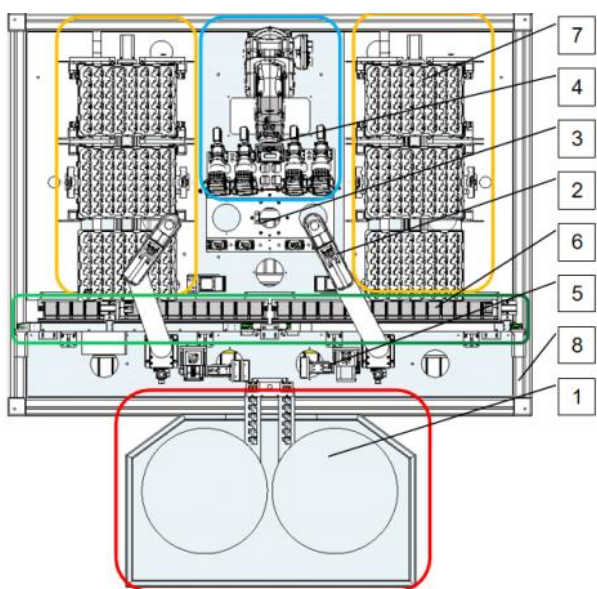


图1 AI智能检测设备布局

结合图1来看，(1)为振动盘自动供料模块；(2)为四轴机械手移栽搬运模块；(3)为产品治具以及回转模块；(4)六轴机械手拍照模块；(5)产品翻转中转模块；(6)不良品分类模块；(7)产品料盘收放模块；(8)机架防护罩模块。

4 项目研发过程机械部分关键技术点

由于客户的要求较为特殊，所以在对手机摄像头支架外观缺陷智能检测设备设计以及研发期间，需要加强对各个环节的把控，注重细节的设计，精准把握关键点，尤其是在机械部分，保证项目的研发能达到预期要求^[2]。

关键技术点1：如何实现产品外观拍照全覆盖检测？针对本次研究的产品，结构异形如图2所示：



图2 产品结构异形

通过图2可以看出，光学检测方案覆盖每一个面，每一个角，每一条边共计32张照片；客户需求节拍4S/PCS；按照传统移栽跳步式检测设备，拍照一次0.3S，PPU移栽一次1S，整个设计方案至少20个工位，设备很庞大；同时这么多数量的产品移栽，稳定性相对较差，设备调试难度很大，零件的加工精度要求很高，设备造价有超标风险。经机械团队的头脑风暴和经验畅谈，最终讨论出一种全新的产品外观全覆盖检测的方案。通过利用六轴机械手的柔性高，动作速度快的优点，再配合自制旋转第七轴解决机械手死点位置，来解决除底面外其余照片的拍照需求^[3]。

在实验台上经路径模拟后，测算出拍照节拍为0.5S/张左右。除底面外31张照片拍照时间为15.5S。再通过增加同时拍照的产品数量来解决节拍的问题。同时考虑产品上下料治具过程占用一定时间以及那智六轴机械手的选型，综合考虑后方案定为通过六轴机械手搭载4套光学相机镜头，对4个产品同时拍照，且产品能够独立旋转的方案，具体如图3所示。机械手选用那智MZ10型号，臂展720mm，额定载重10公斤。

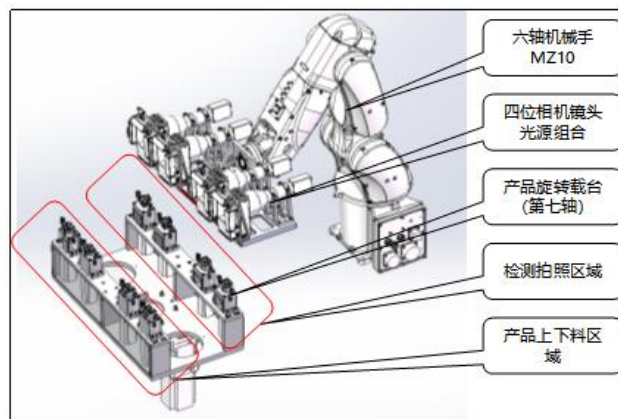


图3 机械部分布局

关键技术点2：产品治具如何设计？

治具是检测部分的核心，该设备产品的治具定位精度要求很高。整个拍照的系统精度 $\pm 0.05\text{mm}$ ，各部件公差分配为机械手搭载相机拍照系统公差精度 $\pm 0.02\text{mm}$ ，治具部分公差精度 $\pm 0.01\text{mm}$ ，产品定位精度公差 $\pm 0.02\text{mm}$ ，具体如图4所示。

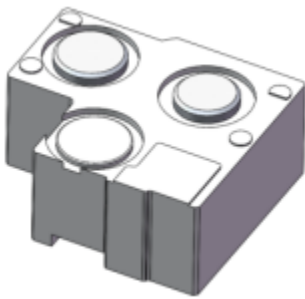


图4 治具

治具部分公差精度 $\pm 0.01\text{mm}$ ，包括了治具零件的加工精度以及治具旋转的精度。这么高的系统精度，单靠加工和标准件精度是无法保证的，在治具的设计的初期，首先要熟悉零件的加工工艺和传统机床能够保证的加工精度。加工精度能够保证在 0.01mm 以内的机床目前常见的只有四种，一种是慢走丝机床，加工精度 0.005mm ；一种是加工中心，加工精度 0.01mm ；一种是精密磨后进行抛光，精度 0.005mm ；一种是精密数控车加工精度 0.005mm 。该治具的设计考虑外形和定位孔慢走丝加工，中间定位柱精车后做嵌件。治具上表面配合光学要求做镜面抛光处理，可以对内部尖角进行补光。同时设计的时候考虑机加基准与设计基准重合，保证多件产品的一致辞性。

治具旋转采用与伺服电机直联的方式，避免过程传动对治具旋转精度的影响，同时伺服电机选用 100W 高惯量绝对值编码器伺服电机。采用高惯量的作用是使电机自身惯量与治具惯量比尽量小，在 $1:10$ 的范围之内。这样治具旋转后可以快速定位，减小抖动；选用绝对值编码器的作用是为了避免开机后伺服原点位置对精度的影响，具体设计如图5所示。

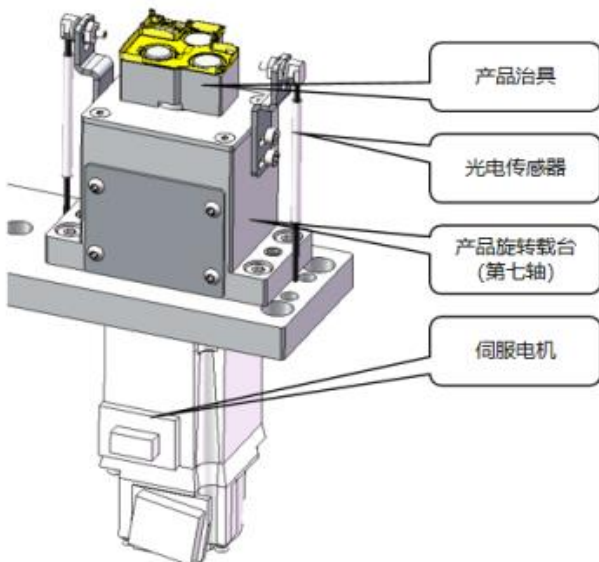


图5 治具设计

结合图5可以看出，在手机摄像头支架外观缺陷智能

检测设备设计中，治具位于支架的最上端，其次为光传感器。同时借助产品旋转载台，起到支撑和旋转作用，最后伺服电机。

关键技术点3：如何实现产品在各工位间的移栽？

产品从供料器出来后，需要移栽到底面拍照工位拍照，再移栽上治具载台上检测，再移栽到翻转工位进行翻转，最后移栽到料盘工位放料。产品需要5次移位，对于这种需多次移栽的情况，普通的XYZ三轴桁架系统无法满足使用要求。该设备选用雅马哈四轴平面机械手（YK600XGL_150）实现产品在工位间的移栽。该款机械手臂展 600mm ，Z轴行程 150mm ，最大搬运重量 10 公斤，通过该机械手的使用既提升了搬运效率，又节约了设备空间，还降低了该功能的实现成本。

机械手抓手的设计采用四点真空吸附抓取，相比传统的气动夹爪抓取方案与电磁铁吸附方案动作响应速度快，吸取更加稳定，且对产品无三伤、脏污类风险隐患，具体设计如图6所示。

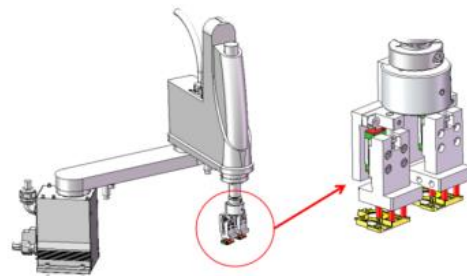


图6 机械手抓手

关键技术点4：如何保证多台设备的一致性？

在本次研究中，检测设备一共 20 台，这里所说的一致性至少有三层含义：

- (1) 零件加工精度的一致性；
- (2) 设备装配精度的一致性；
- (3) 相机拍照系统的照片一致性；

对于零件加工精度的一致性的保证，首先在设计初期通过优化配合公差，合理排布加工工艺可以有效解决；在关键零件的设计时，要考虑材料的加工形变量、耐磨性以及防锈等因素。产品治具材料选用SKD11，该材料钢质纯净，具有淬透性好、淬火变形量小的良好淬硬性。经球化退火软化处理，可加工性良好，碳化物颗粒细小均匀。淬火后表面抛光不易生锈、耐磨性好。

对于设备装配精度的一致性的保证，重点在于各功能部件的模块化设计。

设备布局紧凑，涉及零件上千个，功能部件模块化设计后，可以在机台外部进行装配，功能模块检测合格后再装配到主体机台上，减少在主体机台上的装配与检验。另外在设计时尽量减少多层零件的堆叠，减少因零件公差累积带来的问题。

对于相机拍照系统的一致性的保证,在保证前两点的情况下,更重要的是设备调试的一致性调节。调试能力因人而异,为了减小人为调试差距,将设计加工的标准零件模板置于机台上,模板零件上刻有刻度,再通过光学调试软件和伺服调试程序进行精准调试。多台设备图像一致性地调试,而是依据图像重合度对比,发现调试过程中位置的变化,再通过伺服的调节和机械的位置来精确修正。

5 经济效益与成果

在对手机摄像头支架外观缺陷智能检测期间,通过对该设备的应用,无论是在经济效益方面,还是精准度上,都能获得良好效果,优化了以往检测的弊端与缺陷。与传统的人工检测方式不同,将本次设计的设备应用到检测中,智能化和自动化水平高。经过分析得知,该手机摄像头支架外观缺陷智能检测设备是基于深度图像识别算法、大数据分析、数据采集与传输,为传统工业质检领域打造的检测自动化设备。并且该项目的顺利交付,解决了精研公司发展制约的核心问题。该设备检测 CT 4S,两班制生产,日产量 18000PCS;设备共计投入 20 台,共用操机人员 6 人和维护人员 4 人,为企业节省人工 150 人次。由此可见,在手机摄像头支架外观缺陷检测过程中,若能利用智能设备,可以对人力成本大幅度节约,减轻工作人员的压力和负担,促进工作效率与时效性的增强。同时,设备的检测

准确度高,避免了以往人工检测期间出现误差大等问题,不会被外界因素干扰,检测过程更为高效和准确。

结合客户需求及客户现场详细调研情况,通过细致、严谨的机构设计和生产制造调试过程的管控,最终设备获得精研客户及苹果客户的一致好评,苹果客户也将我们的产品推广到其供应链体系里其他代工厂。同时由该手机摄像头支架外观缺陷智能检测设备组成的“5G 智慧工厂”,获得工信部举办的第三届“绽放杯”5G 应用大赛全国一等奖。通过获得的成果可以看出,该智能检测设备的实用性、先进性强,完全符合手机摄像头支架外观缺陷的智能检测需求。

[参考文献]

- [1]马宁.手机摄像头的现状与发展趋势[J].世界产品与技术,2022(7):39-39.
 - [2]谢忠强.手机摄像头发展历程与未来趋势展望[J].中国科技纵横,2021(22):1.
 - [3]张赫,李刚,张叶.手机摄像头 MIPI-PHY 的 FPGA 实现与显示[J].液晶与显示,2021,29(4):6.
- 作者简介:吴鹏飞(1986.11-),男,汉,籍贯:江苏省常州市,职称:机械中级,毕业院校:运城学院,研究方向(专业):机械设计制造及其自动化。