

车载AA机台研究与应用

竺志敏

中电海康集团有限公司 浙江 杭州 310000

摘要：随着汽车行业智能化的发展，车载模组的需求数量日渐增多，规格要求也逐年增加，由几年前的两百万螺纹模组，演变为如今的八百万ADAS模组，不仅对解析规格要求有所提升，对镜头光轴中心及sensor光轴中心对齐度也有了更高的要求，这就需要投入使用AA机台，在制造过程中实现更高的解析及光心精度要求。本文主要针对车载AA机台的原理进行研究并对未来AA机台的升级方向进行展望。

关键词：AA机台；车载模组；光心校准；智慧驾驶

1 引言

AA技术即主动对准（Active Alignment）技术，是一种在光学模组装配过程中实现高精度对位的先进工艺。AA技术通过在装配时实时监测光学组件的位置和姿态，并利用精密运动控制系统进行主动调整，以确保镜头、传感器等关键部件达到最佳的相对位置和角度，提升模组成像质量并控制光心偏移位置。这一技术能够有效克服传统装配方法中的尺寸偏差和装配误差，从而提高产品良率和一致性，是现代光学制造领域的一项重要创新技术。

2 车载AA设备组成

车载AA机台需包含上料组件，点胶组件，AA校准组件，测试组件这四大硬件组件，再结合电气控制及软件算法实现完整的AA过程，AA机台运作流程如图1所示。

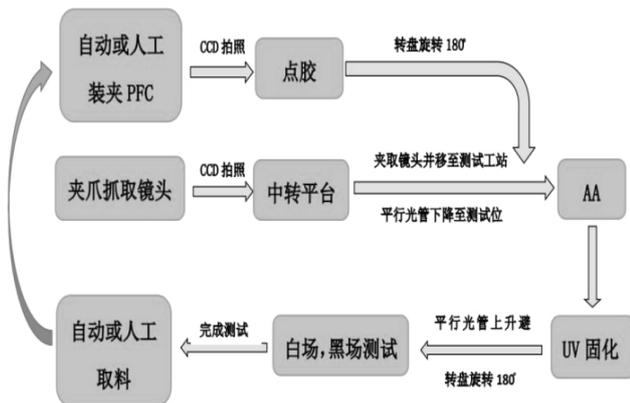


图1 AA机台运作流程

2.1 车载AA设备上料组件

目前市面上车载AA设备，上料工序仍需人工参与，^[1]需工作人员将镜头一颗颗放在摆料盘里，再将摆料盘放在AA机台上料组件Y轴平台内，使镜头在摆料盘里能被Y轴平台送到镜头夹料组件下方，当上料区的CCD相机探测到镜头被送到指定位置后，镜头取料夹爪模块开始工作，镜头夹爪可进行X和Z方向的移动，将镜头夹到AA

区域底座上方完成上料动作，上料组件如图2所示。镜头夹料组件运动参数X, Y, Z轴重复定位精度均能达到 $\pm 0.02\text{mm}$ 。

2.2 车载AA设备自动点胶及黑白场测试组件

自动点胶组件由点胶机、UV固化机、CCD相机、镭射定位组件、黑白场测试组件构成。点胶机自带一个升降气缸，给胶水针管施压使胶水按照固定位置画胶在模组底座法兰平台面上。镭射定位组件用来定位胶管针头的运动轨迹，点胶区域的CCD相机用来探测模组底座是否被放在正确位置，当检测到有底座出现且位置正确时，胶水针管被施压流出胶水，然后开始后续AA动作。AA及UV预固化结束后，开始黑白场检测，检测黑白点瑕疵。整个点胶组件示意如图3所示。

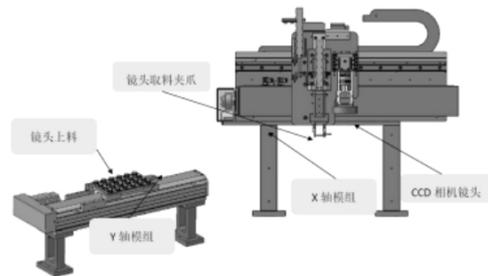


图2 上料组件

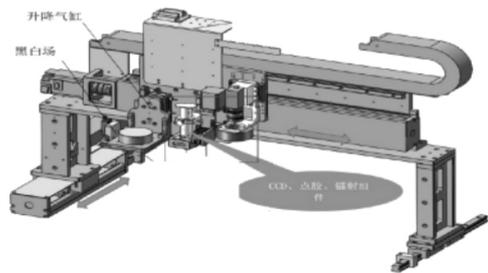


图3 自动点胶组件

2.3 车载AA设备AA组件

AA组件包含平行光管组件、三轴移动组件、双工位

转盘机构组件，分别如图4，图5，如图6所示。平行光管组件由光管支架、平面光源、平行光管组成，光管支架侧壁有刻度尺，用来调整光管高度时的定位，精度为 $\pm 0.5\text{cm}$ ，平行光管一共有9根，其中垂直于转盘机构的平行光管对应的是模组光轴即中心视场，其余8根分别对应模组四周不同视场，也可以只使用5根光管，即除中心光管外，剩余4根布点在相同视角角上的四个位置，可通过手动调整螺丝使光管兼容4:3或16:9的画面测试比例，螺丝调整角度可使4根光管的相邻角度为 $0\sim 55^\circ$ 之间，中心光管到模组的距离除调整整体光管支架的高度外，还可以通过三轴移动组件Z轴方向带动模组移动，移动行程范围为 $0\sim 300\text{mm}$ ，重复定位精度为 $\pm 0.02\text{mm}$ 。双工位转盘机构是模组底座放置的区域，分为A区和B区两个承载台，底部有一个中空旋转平台，可以使转盘机构旋转 180° ，当A区模组底座处于光管下方时，B区正好处于三轴移动组件处，三轴移动组件处的气缸夹爪会抓取新的底座到B区承载台上，A区和B区分别有一个三轴角度微调平台，在AA时，可以带动模组底座在 $0x/0y/0z$ 三个方向进行微调，在双工位转盘机构上，还集成了软龙格测试盒R2C/R6U用来点亮模组，三轴移动平台架设了四面UV灯，当模组AA结束时，UV灯被开启用来初固化AA胶水，使胶水固态化保持底座和镜头相对的位置，然后A好的模组会从AA机台中被人工取出放置烤盘中，被送往高温烤箱 85°C 烘烤2小时，进行胶水完全固化。AA组件是整个AA机台的关键核心所在，每次开机使用时，都要对平行光管组件及三轴移动组件进行校验。

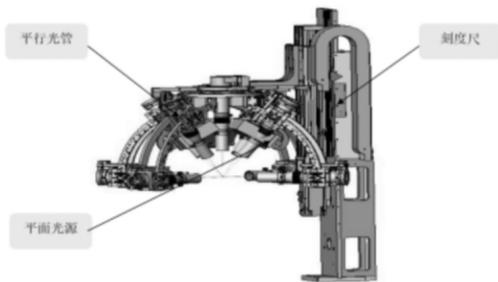


图4 平行光管组件

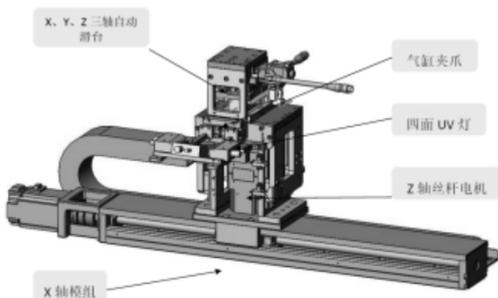


图5 三轴移动平台

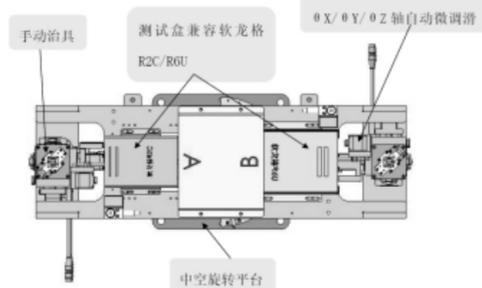


图6 转盘机构组件

3 车载 AA 设备气路及电气原理

AA设备的输入电压为单相交流电 220V ，设备需接地使用，^[2]气路图及电气原理分别如图7，图8所示。气路部分主要分治具气缸，黑白场气缸，平移夹爪气缸，镜头夹爪气缸，左右吸嘴气路，点胶机气路等。总阀连接进气和排气口，并配有正压表来检测压强，总控制器控制各气路及真空发生器的工作指令，需要注意的是对输入气体及整个机台的工作环境洁净度要求十分高，否则机台工作时环境灰尘会被带入模组内，产生画面黑点。

电路部分主要分滤波，LED灯，轴卡、信号电源、旋转轴平台、步进驱动电源、伺服驱动电源等电路，其中轴卡和信号电源电压及步进驱动电源电压为 24V ，旋转轴平台电压 48V ，伺服驱动电压 220V 。

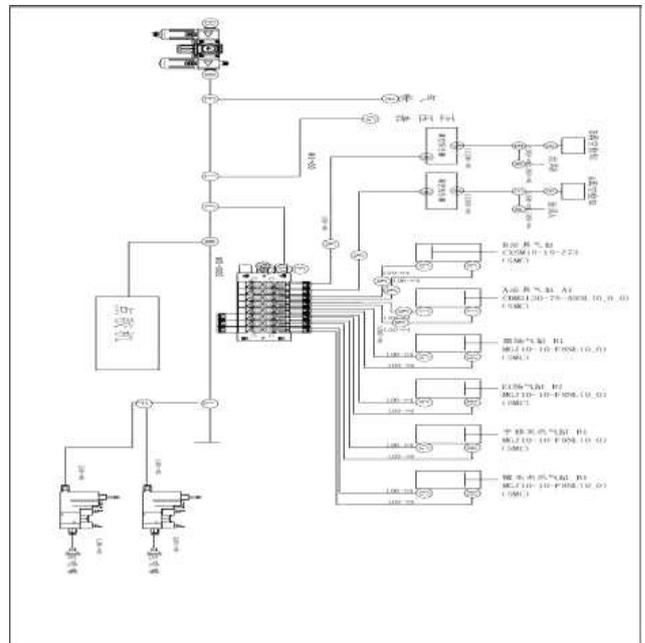


图7 气路图

4 软件算法部分

光学系统性能的衡量方法有很多，常见的有点扩散函数法、瑞利判断法、点列图法、光学传递函数法等，其中MTF在光学系统和镜头及模组加工制造中使用最为

广泛，真实的反映了成像系统将物方信息传递到像方的能力，MTF的计算方法有很多，比如条形目标法，随机目标法、点扩散函数法、带宽受限激光散斑法、倾斜边缘法等，^[3]其中点扩散函数法和倾斜边缘法是工业界普遍使用的方法。点扩散函数法的缺点在于需要使用小于光学系统或镜头分辨极限的点光源，这样使得成像器件很难获得足够强的信号，所以倾斜边缘法使用的更为广泛，AA机台上使用的正是倾斜边缘法，算法流程图如图9所示，先获取倾斜边缘的边缘扩散函数ESF，再求得得到对应的线扩散函数LSF，再进行DFT运算获得OTF，从OTF的实部获得SFR。需注意的是边缘倾斜角度对计算结果有一定影响，一般倾斜角要控制在 $2^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 之间，超过这个范围时，计算结果会出现较大的偏差。

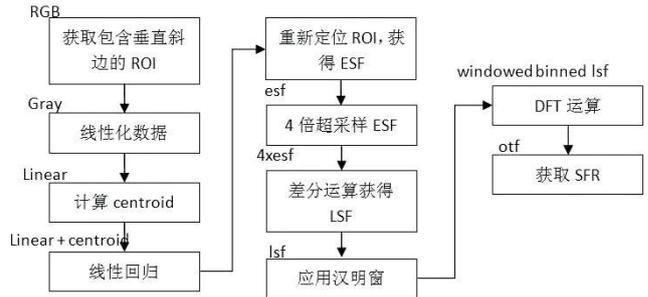


图9 算法流程图

5 结论及展望

本文主要对目前市面上车载AA机台的原理及构造进行研究分析，发现了一些不足之处，比如上下料仍需人工辅助，只能称半自动，且现阶段AA设备价格比较昂贵，很多进口AA设备比如AEI、ASM等价格让人望而却步，不过随着国内设备厂商比如中科精工、华亚智能、艾微视、德赛自动化、广浩捷科技、天准、舜宇等的不断成长，AA设备的成本将会下降，功能也会更完善，可应用产品类型将不局限于手机、安防、车载等摄像头，会扩展用于潜望式、TOF/结构光3D感知等产品的AA校准。

参考文献

- [1]陈学文;王以波;柯昌燕,伺服传动系统角度跳变电磁干扰问题研究[J].微特电机.2024,52(03)
- [2]段卓琳;王腾;董星言;王伟洋;蒋雨菲;温之绪,一种同步伺服控制系统控制软件通用架构设计方法[J].微特电机.2024,52(05)
- [3]王涛;田留德;赵建科;周艳;鄂可伟,倾斜安装的光管焦距标定方法研究[J].红外与激光工程.2022,51

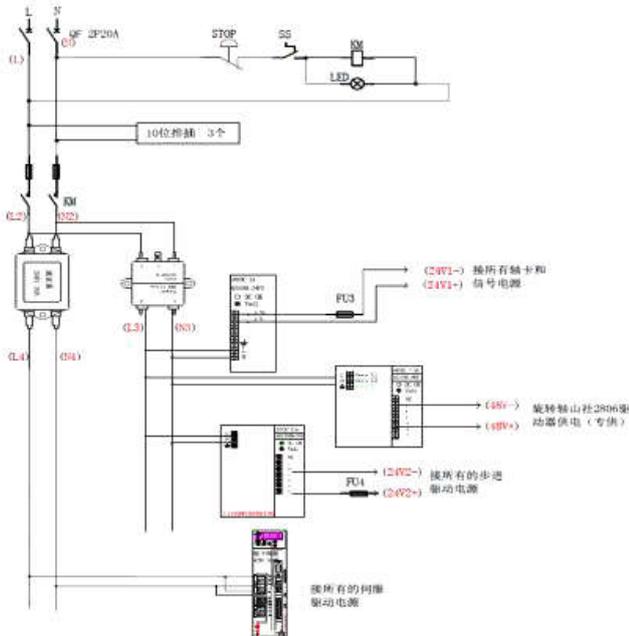


图8 电气原理图