光伏组件自动化流水线自动条码装置设计[[1]](#footnote-1)

王 磊

（阜宁协鑫集成科技有限公司 江苏阜宁 224400）

摘要：为了满足光伏组件自动化流水线快速生产和产品追溯需求，针对光伏组件车间流水线生产过程中采用人工放置条码存在的效率低下、作业安全风险等不足，设计了一种能够实现条码自动打印、裁切、放置和数据追溯的自动条码装置。介绍了自动打印装置的工作原理、整体作业方式、控制系统设计及配件选取原则；选取斑马条码打印机作为关键设备，通过控制系统连接打印机实现在线打印及自动放置。实践证明该装置在流水线生产取得了较好的应用效果，提升了流水线生产效率及降低了人员作业的安全风险。

关键词：光伏组件；流水线生产；条码；追溯

中图分类号：TH692.2 文献标识码：A

Design of Automatic Barcode Device for Automatic Assembly Line of Photovoltaic Module

WANG-Lei WU-Sun yang WANG-Chun cheng LI-Zong bai

ZHAO-Shu bao QIN-Yi jiang

*(Funing GCL System Integration Technology Co., Ltd. Funing, Jiangsu 224400, China)*

**Abstract:** In order to meet the requirements of rapid production and product traceability of photovoltaic module automatic assembly line, aiming at the disadvantages of manual placement of bar code in the production process of photovoltaic module workshop assembly line, such as low efficiency and operation safety risk, an automatic bar code device was designed to realize automatic barcode printing, cutting, placing and data tracing. This paper introduces the working principle, overall operation mode, control system design and accessories selection principle of the automatic printing device; zebra barcode printer is selected as the key equipment, and the printer is connected through the control system to realize online printing and automatic placement. The practice shows that the device has achieved good application effect in the production line, which improves the production efficiency and reduces the safety risk of personnel operation.

**Key words:** photovoltaic module; assembly line production; bar code; trace back

0 引言

制造业尤其是新兴产业在自动化流水线应用方面走在技术前列[1]。在自动化流水线生产过程中条形码结合信息技术实现了产品生产过程的可视化、数据化和实时可控[2]，在零配件、组装、运输、农业经济等产业应用及其广泛[3-4]。

目前，国内制造型企业在自动化流水线关于条形码的应用取得了长足进展，学者专家在该方面做出了重大贡献：王烨青[5]采用高速CCD摄像机（Charge Coupled Device, 电荷耦合器件）条形码进行拍照并二次图像处理，实现条形码读取精确；刘希[6]设计一种多条形码识别系统，实现一个数字图片中多个条形码的定位识别；廖文睛[7]引人HOG和SVM条形码图像识别方式提高条形码图像的定位效率和识别成功率。上述学者对

条形码进行研究中多采用信息化技术提升条形码的存储和识别能力，流水线作业过程中如何便捷放置条形码没有过多研究。

本文设计的光伏组件自动化流水线自动条码装置是一种通过裁切设备、打印装置结合制造执行系统（Manufacturing Execution System,MES）形成的组合式装置，技术人员预先设定条形码顺序规则，通过MES系统传递到打印机上，打印机完成打印后，伺服机构驱动机械臂进行X、Y、Z轴进行运动，机械臂上的夹钳通过气缸横向抓取条形码，通过气缸驱动机械尾部的切刀切断条形码与条形码之间的连接，夹钳带动条形码放置到制定位置。该自动条码装置具有以下特点：①X、Y、Z三个角度方向可以随着程序设计的需要，通过伺服机构的电机带动不间断作业，实现流线化生产的需求；②设计装置简单易行，仅占用一节流水线，可放置在排版机出料流水线上，减少对流水线的运行影响；③该装置连接MES系统，确保条形码输出准确，裁切质量稳定，同时降低人员在流水线上放置条码可能出现的安全风险。

1 光伏组件条形码使用现状及安装区域分析

1.1 条形码使用材质及使用现状

光伏组件生产过程中会使用一种碳带打印的条码，该条码尺寸为50mm\*12mm，一般采用米亚银聚脂薄膜材质，用于标识组件订单序号和产品生产时间等信息，通过条码扫描能够准确识别光伏组件生产时间、制程中使用的电池片、玻璃、边框、接线盒等材料信息，同时能够识别组件生产过程中EL（Electroluminescent，电致发光）测试及IV测试显示数据，对光伏组件生产过程中的管控和MES数据信息对接具有较大作用[8]。

目前光伏组件条形码在流水线上使用有2种情况：①条形码从线边仓（又叫暂存库，是仓库和生产线边上的暂存区域，主要负责把原物料通过该区域进行细分到线体，确保物料不会分发错误）通过设计的条码规则和条码打印机打印出来，与电池片一起分配到线体，通过从串焊机处人工逐一扫码，放置到串焊机对应的排版机上的组件上；②条形码从现场串焊机处进行打印，进行人工放置。两种使用方式有以下弊端：①通过人工绑定条形码和串焊机台号，一旦匹配失误将会导致条形码与串焊机不对应；②条形码放置过程中通过人工放置在流水线的组件上，组件运转过程中容易造成人身伤害；③条形码使用过程中并未反馈给MES系统，导致MES系统在串焊机端只能默认该过站的条形码对应的就是该串焊机。

1.2 光伏组件条形码安装区域分析

光伏组件生产过程包含从玻璃上料、串焊机、自动排版、自动焊接、自动叠层、外观检测、层压、装框、清洗、测试与分档。条形码放置主要集中在串焊机、自动排版到自动叠层焊接3个工位之间。串焊机在电池串焊接完成后，经过扫码的条形码放置在电池串中运输到排版机中进行电池串排版作业。常规组件的条形码有2个：一个位于光伏组件玻璃面右上角处，主要便于在组件流转过程中确认过站信息，在自动焊接岗位中叠层焊接机作业后人工进行放置条形码；另一个位于光伏组件背面（根据产品不同分为单玻和双玻组件，单玻组件背面是背板，双玻组件背面是玻璃），位置根据各企业特点放置差异较为明显，在自动叠层后，人工根据客户要求进行放置条形码。从安装区域分析，条形码形成到安装完成主要在串焊机、自动焊接、自动叠层3个工序，其中自动焊接和自动叠层均为一对一人工作业，不存在条形码错放及漏放现象，在串焊机处，存在一对多作业，存在错放及漏放问题。因此本文重点解决串焊机处条形码打印、扫码及放置问题。

2 自动条码装置整体设计思路

自动条码装置整体设计包含结构的设计、气缸的选择、气动元件的选择、电器元件的选择、吸盘力计算与控制。

2.1 自动条码装置结构设计

设计的自动条码装置一种直角坐标系式使用的装置结构[9]，主要作用是通过MES系统确定的条码规则，使用碳带在打印机中把条码信息打印完成，打印完成后通过拍照回传条码信息到MES系统中，核对条码信息；信息核对完成无误后，切刀在气动装置驱动下，裁切条码；传输带通过气动装置把吸盘移动到条码处，吸盘抓取条码；通过传输带移动到条码装置区域，松开吸盘，条码自动掉落到光伏组件上；传输带通过气动装置进行，归位原点。整体作业方式如图1所示。

****

图1 自动条码装置作业流程图

2.2 自动条码装置气缸选择

光伏组件车间为提高设备使用安全和降低使用成本，主要的设备均以用气为主，因此车间内各工序均实现了气管连接。本次使用的自动条码装置的吸盘和步进装置使用气缸驱动，气缸驱动降低能耗的同时能够避免用电风险。根据气缸的行程和用气量，本装置气缸的缸径选择为50mm，最大行程为200mm，采用亚德客HFZ-20型号。

2.3 自动条码装置气动元件的选择

本装置使用的空气压缩机、电磁换向阀、吸盘等使用的品牌和型号如表1所示：

表1 主要气动元件厂家选择

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 品牌 | 型号 |
| 空气压缩机 | 英格索兰（SIRC） | 无油静音空压机 |
| 电磁换向阀 | 油研（YUKEN） | DCG-01-2B2-40 |
| 吸盘 | SMC | ZP2薄型吸盘 |

2.4 自动条码装置电气元件的选择

 根据裁切机械手每个部位和运输所需要的实际扭矩大小来确定电气元件的参数需求，元器件的品牌、型号需求如表2：

表2 主要电气元件厂家选择

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 品牌 | 型号 |
| 伺服电机 | 中大电机 | 5GU 30RC |
| 传感器 | 欧姆龙 | ZW-7000 / 5000 |
| PLC控制器 | 三菱 | MELSEC iQ-R |

2.5 自动条码装置吸盘吸力计算

本自动条码装置在机械臂尾部有一个吸盘，吸盘通过吸力把剪断的条形码吸起。吸盘的直径计算公式为：$R\gg \sqrt{\frac{4Gt}{πnp}}$，其中：G为条形码重量（单位为N，条形码重0.00098N，常规一块组件有3个条码，合计0.00294N）；t为安全系数（条形码质量轻，随机掉落无安全隐患，t取值1）；n为吸盘的数量（本装置中吸盘安装1个）；P为吸盘真空度（单位为MPa）；R为吸盘的直径（条形码宽度为12mm，本次吸盘宽度按照10mm设计）。由此得到吸盘真空度$p=\frac{4Gt}{nπR^{2}}=$4\*0.00294\*1/(1\*3.14\*0.1\*0.1)=0.375MPa。

3、自动条码装置控制系统设计

3.1 自动条码装置控制技术要点

如图1，把自动条码装置通过传输带运送到条码打印机旁，MES系统反馈信号给条码打印机，条码打印机打印一串条码（根据客户需求打印，正常为1次3个相同条码），打印出条码后，通过拍照系统回传条码信息到MES系统，与打印要求核对一致后，机械手抓取条码，切刀把条码串裁切完成，吸盘把机械手的条码吸起，通过传输带作业到组件上，松开吸盘，条码串落在组件上，组件流转出去，进行下一道工序继续作业。具体要求如下：

（1）X、Y、Z轴方向

4 结论

率

参考文献

[01] 肖子东.提高VL公司非标产品准时交货率的研究[D].华南理工大学,硕士论文,2019.

[02] 黄毅.支持RFID实时监控的可重构制造执行系统研究[D].清华大学,博士论文,2011.

[03] 李瑾等.畜产品质量安全控制及追溯技术研究进展[J].农业工程学报,2008,28(09):337-342.

[04] 刘倩等.浅谈现代信息技术对物流行业的影响[J].中国储运,2013, (03):113-114.

[05] 王烨青,杨永跃.机器视觉在流水线条形码识别中的应用[J].电子测量与仪器学报,2006,20(6):102-105.

[06] 刘希.多条形码的图像定位技术研究与应用[D].华南理工大学,硕士论文,2019.

[07] 廖文等.一种改进的复杂环境下条形码图像增强和定位算法[J].现代计算机,2020, (04):36-44.

[08] 费斐.条形码技术在仓储管理中的应用研究[J].物流工程与管理,2014,12(36):64-66.

[09] 梁礼群.自动化生产线搬运机械手设计研究[J].组合机床与自动化加工技术, 2018, (04):162-164.

[10] 陈森. 森林抽样调查中标准差计算方法介绍[J].云南林业调查规划,1982:33-37.

1. 投稿日期：2021-1-7

基金项目：江苏省盐城市社科奖励基金项目（20szfsk48）

作者：王磊(1988-),男,江苏淮安人,阜宁协鑫集成科技有限公司工业工程部副经理,硕士。主要从事工业工程与智能制造等方面的工作。(E-mail) 15951463654@163.com [↑](#footnote-ref-1)