

产教融合下 OLED 蒸镀板运输系统设计

金春风¹ 吴璟²

1 昆山登云科技职业学院 2 昆山鼎辉自动化设备有限公司

DOI:10.12238/er.v4i11.4376

[摘要] 本文介绍了产教融合背景下OLED全柔面板蒸镀车间内衬板运输系统的设计和开发。蒸镀工艺是OLED面板制造过程中的核心工艺。量产全柔面板蒸镀机内衬板清洗运输线在国内尚属空白,在国内并无先例可以借鉴。本文从内衬板运输车,内衬板清洗输送线两个部分,以目前最先进的Tokki蒸镀机内衬板为例详细介绍了蒸镀车间内衬板清洗运输系统的设计。该运输系统具有结构简单、成本低、性能稳定、操作方便等优点,为OLED相关设备设计制造企业和显示器件生产企业提供了思路和参考。

[关键词] 产教融合; OLED面板; 蒸镀; 内衬板; 运输系统

中图分类号: G4 文献标识码: A

Design of the Transportation System of OLED Evaporation Panel under the Integration of Production and Education

Chunfeng Jin¹ JingWu²

1 Kunshan Dengyun College of Science and Technology

2 Kunshan Dinghui Automation Equipment Co., Ltd

[Abstract] This article introduces the design and development of the lining board transportation system of the OLED full flexible panel evaporation workshop under the background of the integration of production and education. The evaporation process is the core process in the OLED panel manufacturing process. The cleaning and transportation line of the lining board of the mass-produced full-flexible panel evaporation machine is still blank in China, and there is no precedent in China to learn from. This article introduces the design of the cleaning and transportation system of the lining plate in the evaporation workshop in detail from the two parts of the lining plate transporter and the lining plate cleaning conveyor line, taking the most advanced Tokki evaporation machine lining plate as an example. The transportation system has the advantages of simple structure, low cost, stable performance, convenient operation, etc., and provides ideas and references for OLED-related equipment design and manufacturing companies and display device manufacturers.

[Key words] integration of production and education; OLED panel; evaporation; lining board; transportation system

引言

学校通过搭建科研项目实践教学平台,鼓励优秀教师成立教师工作室,带领青年教师承接科技研发项目,服务企业的同时,获取科研成果反哺教育,满足人才培养的需求,从而拓展产教融合的深度与广度。自动化设备维护改造教师工作室以企业需求和问题为导向,承接科研任务。本项目承接了固安云谷科技有限公司委托的OLED蒸镀车间内衬板运输系统设计。

蒸镀是OLED面板制造的最核心工艺,蒸镀技术一直是日本光电产业视为国宝的技术,在全世界所有的蒸镀设备厂商中,Canon Tokki技术优势独占鳌头,Tokki能够把误差控制在5微米之内。

本项目甲方为固安云谷科技有限公司,是具有自主知识产权的第6代AMOLED全柔屏的主体实施单位。该公司总投资近300亿人民币,成立于2016年底并成功定购到日本Tokki公司的蒸镀机。

蒸镀工艺是通过高温的方式将有机

材料镀在玻璃基板上,蒸镀的同时,蒸镀机设备内腔也必然被蒸镀上各种有机材料,因此蒸镀机内壁上都安装了内衬板来保护蒸镀机内壁。蒸镀机的内衬板需要定期的拆卸更换,同时拆卸下来的内衬板也需要进行清洗、储存以被周转使用。这样就需要设计一套内衬板清洗运输系统来给蒸镀机配合工作。

1 清洗运输系统项目内容说明

为保证蒸镀车间1000级无尘洁净度和避免其他设备震动的干扰,蒸镀车间

表2-1 设备一位置对应成本表

位置 内衬车号	每件运送长度(米)					
	a	b	c	d	e	f
1	8	61	48	35	78	4
2	48	11	47	76	62	22
3	54	51	15	49	12	81
4	41	45	80	16	60	32

Machine Location: Minimization (Assignment Problem)						
03-05-2009	From	To	Assignment	Unit Cost	Total Cost	Reduced Cost
1	Assignment 1	Assignee 6	1	4	4	0
2	Assignment 2	Assignee 2	1	11	11	0
3	Assignment 3	Assignee 5	1	12	12	0
4	Assignment 4	Assignee 4	1	16	16	0
5	Unfilled_Demand	Assignee 1	1	0	0	0
6	Unfilled_Demand	Assignee 3	1	0	0	0
	Total	Objective	Function	Value =	43	

图2-2 WinQSB 软件运行前置条件输入状况图

不允许其他无关设备的存在,所有内衬板在蒸镀机腔室内装入包装袋后放入内衬周转车,密封运输,在送入相邻隔离车间后把内衬板放到内衬运输线上,由内衬运输线完成内衬板在内衬车与清洗站之间的输送。

内衬板清洗运输系统的设计由内衬周转车和内衬运输线组成:

内衬周转车的功能:(1)放置拆卸下来的内衬板;(2)运输内衬板;(3)储存清洁过后的内衬板

内衬运输线的功能:(1)提供内衬周转框摆放待清洗的内衬;(2)运输内衬周转框;(3)实现内衬板在内衬车与清洗站之间的输送。

2 内衬周转车的设计

2.1内衬周转车结构件材料的选择。因在无尘车间内使用的装置必须使用不发灰,不生锈的材料,所以选择范围就只剩下304不锈钢和铝合金。为了在这两种材料里面好中选优,首先对这两种材料的力学性能进行对比,以评估出最合适的材料。

选用相同质量的铝型材和不锈钢方管,同样的受力状态下,不锈钢方管的理论变形量是铝型材的1.8倍以上,但是因不锈钢型材已经处于塑性变形范围,导致不锈钢型材实际变形量无法计算。故

内衬车选择铝合金作为主结构材料

2.2内衬车结构设计。内衬板的特点是各具形态,没有相同的两块,而内衬板周转的时候如果使用普通的运输车,必造成内衬板之间互相堆叠挤压进而产生划痕和变形,故需要设计定制化的专用运输车。设计步骤如下:

(1)按照内衬板的每个个体尺寸设计存放空间;(2)把所有内衬板存放空间设计完成后再整合到一辆长1.5米、宽1.2米、高1.1米的运输车上;(3)对于车身高高于850mm的位置设计成活动式栏板,取放时放下栏板方便人员取放;(4)内部隔条使用硬度比内衬板低的铝型材,从而保护内衬板,防止内衬板被隔条划伤。

依照内衬板的外形,我们把内衬板分为,扁平、方正、狭长、成对异形四大类型,并分别设计了四种内衬周转车

2.3内衬车位置摆放选择。蒸镀机全长接近200米,提供了6个上下物料的地点。需要把4种内衬车分别安排到有效的位置上,使内衬板在安装拆卸时的物流线最短,以保证工作效率。

2.3.1数学模型建立。1000级无尘车间,人员活动是主要污染源。物流线最优的意义不仅仅是提升生产效率,同时以保证无尘车间的洁净度。

内衬车在每个位置定位后物流输送的总单位长度(根据物流线的长短以及运输次数)在表2-1中列了出来。

此问题是一个指派问题,内衬车是指派者,地点是任务。下图显示了表2-1中的所有数据。

与其他线性规划问题一样,所要解决的是各种最优摆放位置组合。这些决策表示为:

X_{1a} =1号车摆放到a位置的数量;

X_{1b} =1号车摆放到b位置的数量;

其余数值依次设定

问题的目标是:最小总运输长度Z,即求MinZ。

运输长度 $Z=8*X_{1a}+61*X_{1b}+48*X_{1c}+35*X_{1d}+78*X_{1e}+4*X_{1f}+48*X_{2a}+11*X_{2b}+47*X_{2c}+76*X_{2d}+62*X_{2e}+22*X_{2f}+54*X_{3a}+51*X_{3b}+15*X_{3c}+49*X_{3d}+12*X_{3e}+81*X_{3f}+41*X_{4a}+45*X_{4b}+80*X_{4c}+16*X_{4d}+60*X_{4e}+32*X_{4f}$

这些决策必须是非负的同时内衬车种类以及安装地点也是有限的,相应的约束为:

内衬车种类约束条件:

$X_{1a}+X_{1b}+X_{1c}+X_{1d}+X_{1e}+X_{1f}=1$; $X_{2a}+X_{2b}+X_{2c}+X_{2d}+X_{2e}+X_{2f}=1$;

$X_{3a}+X_{3b}+X_{3c}+X_{3d}+X_{3e}+X_{3f}=1$; $X_{4a}+X_{4b}+X_{4c}+X_{4d}+X_{4e}+X_{4f}=1$;

等式的意义在于表示每台内衬车只能放在唯一的一个地点。

安装地点约束条件为:

$X_{1a}+X_{2a}+X_{3a}+X_{4a}\leq 1$; $X_{1b}+X_{2b}+X_{3b}+X_{4b}\leq 1$; $X_{1c}+X_{2c}+X_{3c}+X_{4c}\leq 1$;

$X_{1d}+X_{2d}+X_{3d}+X_{4d}\leq 1$; $X_{1e}+X_{2e}+X_{3e}+X_{4e}\leq 1$; $X_{1f}+X_{2f}+X_{3f}+X_{4f}\leq 1$;

$X_{ij}\in[0,1]$

不等式的意义在于表示每一个地点,只能放置不超过一台的内衬车。

2.3.2 WINQSB软件求解数学模型。此问题可以使用EXCEL中的工具Solver解决,在这里我们用WINQSB软件求解。WinQSB软件是一款运筹软件。在WINSQ的类型栏内分别确定问题的类型以及变量数量。^[1]WINQSB软件计算的结果如下:

所以我们得出内衬车的最佳摆放位置为1-f,2-b,3-e,4-d。

最小化总运输长度 $Z=43$ 米,这里最小化运输总长度表示设备按照最佳位置摆放安装后,产品流经这些设备时的总运输长度最短,而且这个最短的总运输长度是43米。

3 运输线的设计

为了保证蒸镀车间的1000级无尘洁净度,蒸镀车间不允许其他无关设备存在,所有内衬板在蒸镀车间装入内衬周转车后,送入相邻隔离车间再把内衬板放到内衬运输线上,由内衬运输线完成内衬板在内衬车与清洗站之间的输送。^[2]

3.1输送线布局方案设计。总体分为3个独立区域,装载区(10000级无尘室标准)、清洗区(30万级洁净室标准)和卸载区(1万级无尘室标准),三个区域使用聚氨酯彩钢板安全隔断,防止低洁净室污染高洁净室,3个区域中间使用风淋室作为缓冲间,缓冲间前后各1扇大门,两扇大门有互锁装置控制,保证两扇大门不能同时开启。

3.2机械系统方案设计。运输线设计分为机械系统和电控系统两个部分。

机械系统分为机械臂、输送线、转弯机等部分;电控系统分为电控箱、驱动电机、连接线路等部分。

机械构件材料的选取,机械构件的设计必须满足10000级的无尘室使用,同时输送线向内衬清洗机输入输出内衬板时,经常被喷溅到液体和洗剂,所以选用SUS316不锈钢作为机械构建的主要材料,防止机械部件生锈和被腐蚀。

传动件的选择,机械系统对无尘车间污染主要来自与各个传动部件,因此正确的传动部件的选择对保证车间洁净度特别重要。作为输送线大量使用的轴承部件,选用带端盖的密封轴承,防止轴承内部有微尘等颗粒物析出而影响车间的洁净度等级。动力传递部分主要选用同步带和同步带轮组合,以减少转动件磨损产生的颗粒物对无尘车间洁净度的影响。如果存在没法用同步带替代的传动机构时,在链条链轮的外部加装密封保护罩,降低发生污染。

3.3电控系统方案设计。电气部件的选择以工业产品防护等级(防尘防水等级)IP64或者相等效的等级作为电气部件的选择要求,IP64对应的国家标准代码为GB4208-2008标准名称《外壳防护等级》。IP64的意义为防尘、完全防止灰尘侵入,防止飞溅的水侵入,防止各方向飞溅而来的水侵入^[3]。

整条输送线分为装载机、洗前输送线、洗前转弯机、内衬清洗机(客户自购)、洗后输送线、洗后转弯机、卸载机7大模块,每个模块均使用PLC控制。

3.4电气部分控制逻辑设计。内衬输送线上一共有两台内衬清洗机,动作顺序作如下定义,才能够使内衬周转框按照设定的动作行进,不会产生同时有2个内衬周转框汇入同一条输送线上,造成线体之间互相干涉。

(1)当装载机后方的输送机上没有周转框的时候,装载机才能继续装载;(2)洗前输送机优先往1号清洗机内输送;(3)1号清洗机内有内衬正在清洗时,将内衬周转框推向洗前转弯机;(4)两台清洗机内都有内衬政治清洗时,洗前输送机停止工作;(5)洗后输送机比洗后转弯机有更高一级权限,洗后清洗机将内衬装载框运到卸载机后,洗后转弯机才能往洗后输送机输送周转框。

3.5控制系统的选择。依据无尘车间特点按照以下要求:

(1)操作简单,降低对操作人员技能水平的要求,尤其推荐人机界面控制;(2)结构简单,故障率低;(3)设备具有故障自检及报警功能;依据以上要求,本项目采用人机界面+PLC的控制模式。

3.6装卸机机构设计。装卸机机构主要由立柱、爪臂滑轨、爪臂滑台、步进电机、爪臂、机爪、机爪气缸等零部件组成。装载时操作人员将内衬放入内衬周转框,并将周转框通过推车推到指定位置。操作人员启动操作按键,装卸机爪臂沿着滑轨下降,当爪臂下降到一定位置的时候,机爪内部感应器感应到内衬周转框,机爪在机爪气缸的作用下开始

夹紧内衬周转框。机爪夹紧完成以后,爪臂自动上升、回到输送机上方,爪臂开始下降,当爪臂下降到预先设定的位置以后,机爪松开,爪臂上升到指定位置。

机爪气缸通过气缸底板安装在爪臂上。为了能及时侦测到内衬周转框,机爪内部内装上感应器。机爪和气缸之间;机爪和爪臂之间的连接部分使用赛打螺丝加弹簧组合的连接装置,保证机爪在夹持和起降周转框的时候有一定的缓冲动作。

4 总结

通过一系列的评估对比、实验比较和优化设计最终设计出了一套可以完全满足客户要求的OLED蒸镀车间内衬板运输系统,并且顺利通过了客户的出厂检验和最终验收。为国内OLED蒸镀车间内衬板运输系统提供了一个成功的案例。

在解决企业需求的同时,教师在此项目实施过程中提升了专业研发水平,学生则以企业生产的真实情景为工作背景,在实际工作岗位中提升了就业本领、创新意识和创业能力,实现了人才培养目标与社会用人单位需求之间的无缝对接,形成了产学研一体化办学特色。

[课题项目]

江苏省高校哲学社会科学研究一般项目“高职类院校科研促进产教融合实践研究”的研究性成果(项目编号:2020SJA1552,主持人:金春风)。

[参考文献]

[1]王正林,龚纯,何倩.精通MATLAB科学计算[M].北京:电子工业出版社,2007:358.

[2]李广强,赵洪伦,赵凤强,等.人机合作的免疫算法及其在布局设计中的应用[J].计算机工程,2005(31):4-6.

[3]马红.GB/T4208-2017《外壳防护等级(IP代码)》标准解读与应用[J].中国标准化,2020(S1):213-218.

作者简介:

金春风(1974--),女,汉族,江西省新建县人,硕士研究生,副教授、高级工程师,工学院副院长,研究方向:机械自动化。