

座椅发泡材料机器人浇注轨迹设定技巧

陈攀宇

(广西质量技术监督学校 广西 南宁 530000)

摘要: 发泡是汽车座椅的关键部件,发泡提供了座椅的形状和轮廓,汽车座椅发泡的质量直接影响乘客乘坐的舒适度和安全性。为了提高座椅发泡质量的一致性和稳定性,越来越多的厂家在生产座椅发泡时,采用机器人控制发泡材料的浇注轨迹。本文基于ABB机器人控制系统,说明机器人浇注轨迹示教过程,研究出多种座椅类型的浇注轨迹设定技巧,满足不同座椅类型的发泡材料浇注要求,有效解决了实际生产过程中的难题,提高了发泡生产的合格率,对整个座椅发泡工业有一定的借鉴作用。

关键词: 座椅发泡;聚氨酯发泡;机器人轨迹;浇注轨迹

0 引言

汽车座椅作为汽车内饰产品的关键部件,承担着驾驶、舒适、安全、外观等重要功能。其中座椅发泡提供了座椅的形状和轮廓,发泡的特性影响乘坐的舒适性和安全性。座椅发泡主要由聚氨酯发泡、加强无纺布、面料吊紧钢丝和成型塑料硬块等部件组成。其中聚氨酯发泡为座椅发泡最主要的组成部分。

座椅发泡生产工艺主要由原料混合、原料浇注、发泡成型、辊压破泡、发泡修边、发泡熟化共6个工艺步骤组成。

1 座椅发泡原材料的浇注方式

发泡原料浇注是发泡成型工艺的重要环节。50%以上的聚氨酯发泡是用此方法成型的。浇注发泡操作过程是:按配方比例将各种化学原料均匀混合后,注入模具或制件的空腔,在发生化学反应的同时进行发泡,制得聚氨酯发泡。发泡原料浇注根据浇注方式可分为人工浇注和机器人浇注。

人工浇注是指由操作人员根据设定好的浇注轨迹,通过手动移动枪头位置和控制浇注阀门打开/关闭来进行原料浇注操作。人工浇注的优点是操作灵活,浇注轨迹可灵活变化,可通过目视和经验控制原料浇注量,缺点是操作人员体力消耗大、操作一致性差、浇注轨迹和时间不稳定,导致产品一致性差、应用范围窄,仅限于小型发泡和单体发泡模具原料浇注。

机器人浇注是指机器人根据设定好的浇注轨迹,当发泡模具流转至指定位置时,自动触发机器人浇注程序,程序自动控制浇注枪头移动位置和浇注阀门,自动完成浇注原料的动作。浇注机器人的作用:机器人用于支撑高压混合枪头,携带混合枪头在模具型腔内按预定的轨

迹运动。机器人具备自动跟踪浇注的功能,对不同的工位上的模具预先设定其浇注轨迹及发泡机的浇注参数。机器人识别模具后,自动调用发泡设备相应的注射程序,机器人携带混合头到轨迹起点后,启动发泡机的注射程序,实现自动浇注,浇注完毕实现混合头自清洁功能。

机器人浇注相比人工浇注具有浇注一致性好、浇注轨迹和时间固定、原料浇注均匀、产品质量好、劳动强度低等优点,适用于大型发泡模具和发泡生产流水线作业。机器人浇注的缺点是浇注轨迹需提前设定,且需要根据每个发泡模具的大小、发泡主要部位来设定浇注轨迹,前期设定工作量较大。目前国内汽车座椅发泡厂家更多采用机器人浇注来提高生产效率和产品质量。

2 机器人浇注轨迹对发泡成形的影响

机器人浇注轨迹主要由机器人运动路径及路径运动时间组成。运动路径是指浇注枪头从浇注开始点运动到浇注结束点所运行的全部路径。运动路径根据运动方向可分为横向路径、纵向路径和弧形路径。路径时间是指浇注枪头走完运动路径所需总时间。在运动路径中,每段直线所运动的时间称为分段路径时间。机器人浇注轨迹设定是否合理,直接影响到发泡成型质量的好坏。机器人浇注轨迹对发泡成形的影响主要有:

(1) 浇注轨迹不均匀,会造成发泡成形过程中局部缺料,影响发泡成型尺寸;

(2) 浇注轨迹过于复杂,会增加路径时间,造成开始浇注量大,结束浇注量小,影响发泡成型的完整性;

(3) 浇注轨迹初始点与结束点设置不当,会造成发泡材料产生的气体往模腔中间集中,达不到排气效果,造成发泡空洞;

(4) 浇注轨迹设置沿着模具钢丝槽运动,会造成发泡材料飞溅,形成小气泡,发泡成型存在气泡缺陷;

(5) 机器人浇注运行速度太快，会造成枪头甩枪，发泡材料飞溅，造成发泡气泡缺陷，而且枪头频繁快速移动，会降低机器人和原料输送管道的使用寿命。

3 机器人浇注轨迹设定

3.1 机器人轨迹编程基本流程

机器人轨迹编程基本流程如下：首先要进行原料浇注点的选取和优化，然后利用优化好的浇注点在海绵模具上进行轨迹试运行。这两个步骤共同决定了发泡模具的位置和发泡成形的质量。模具位置确定后，就运用编程软件对浇注程序进行离线编写。当离线编写的程序应用计算机模拟的方式证明不会与模具发生明显碰撞后，就可以开始在线示教程序，对机器人的浇注姿态进行深度调整。当机器人在线示教完成后，就要对各机器人运行轨迹和浇注时间进行深度调整，实现浇注轨迹的优化。最后是自动走线测试，即每个模具通过一遍机器人浇注位置，机器人在全自动状态下执行浇注轨迹路径运行。

3.2 机器人示教程序设定

示教器是进行机器人的手动操纵、程序编写、参数配置以及监控用的手持装置。它包含了操作机器人系统、运行程序、手动移动机器人、编辑程序等功能。示教器可在恶劣的工业环境下持续运作，其触摸屏易于清洁，且防水、防油。示教器是一个通过将设备指向移动方向来直观控制机器人和机械设备的微动控制装置。在使用示教器进行微动控制时，将会选择设定的坐标系统（例如世界坐标或工具坐标），机器人会沿着所选坐标系的设定方向移动。摇杆用于调节控制机器人在某一坐标系下沿着某个轴运动的速度。摇杆有 6 种运动方式：前移、后移、左移、右移、顺时针旋转和逆时针旋转，这 6 种运动方式直接对应机器人的运动方向。

本文以 ABB 机器人示教器为例，其主菜单如图 1 所示。点击“程序编辑器”，进入例行程序选择界面，选择对应轨迹程序，如 JobModule001，点击“确定”进表 轨迹程序关键指令说明

序号	项目	操作说明
1	PROC JobModule_1	运行例行程序 JobModule_1
2	MoveL	枪头直线运行
3	pShot001_01	轨迹的第一点，后两位数 02、03…依次为轨迹第二点、第三点…
4	v4000\T:=0.01	V4000 运动速度，单位 mm/s；T:=0.01 运动到达目标点所需时间，单位 s，如定义时间值，则不管速度只考虑时间
5	fine、z20	运动转弯尺寸，fine 代表到达目标点速度降为零，机器人动作停顿；z20 代表转弯尺寸为 20mm，机器人动作圆滑流畅
6	StartFoaming	开始浇注
7	EndFoaming	结束浇注
8	Waittime 1.0	枪头等待时间 1.0s，用于排干净残留原料
9	ENDPROC	结束程序
10	ENDMODULE	结束例行程序

入轨迹程序。整个轨迹程序从“PROC JobModule_1()”指令开始到“ENDMODULE”指令终止，轨迹程序界面如图 2 所示。其中关键指令说明如表所示。

3.3 机器人运动路径设定

运动路径调试步骤如下：

- (1) 机器人打到手动，并在程序编辑中找到 testconv 程序，点击“确定”进入这个程序；
- (2) 进入程序后按自动运行键，进入输入轨迹号界



图 1 ABB 机器人示教器主界面

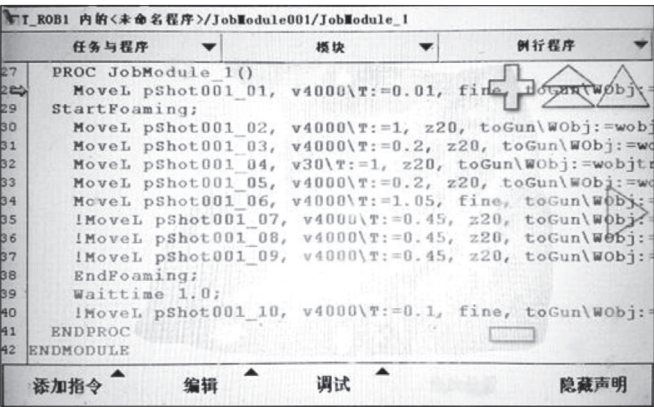


图 2 浇注轨迹程序界面

面,输入轨迹号,如15#,点击“确定”进入轨迹程序;

(3) 操作流水线流转,轨迹号所对应的模具到达浇注位置后会自动停止;

(4) 按2次示教器上面的单步运行键(进入程序单步运行操作功能,可以使机械人按照程序单步运行),使枪头进入浇注的第一点;

(5) 点击需要修改的点,点击“PP移至光标”,按单步运行键,枪头移至需要修改的点,通过摇杆修改位置,点击“修改位置”,再点击“确定”确认修改;

(6) 完成所需位置修改后,通过“PP移至光标”将枪头移至第一点,按自动运行键,检验位置修改运行效果,如需重新修改,则按停止键,重复第5、6步进行修改;

(7) 确认修改完成后,枪头自动运行回到待机原点。

根据浇注轨迹对发泡成型的影响情况,浇注运动路径设定原则主要有以下4点:

(1) 路径以环型运动为主,S型和M型为辅,路径运行范围尽量覆盖整个发泡模具;

(2) 轨迹点尽量少,避免轨迹过于复杂,分段时间过短等问题;

(3) 靠近模腔发泡钢丝槽,但避免直接设置在钢丝槽上;

(4) 浇注枪头运行路径避开发泡模具结构,避免枪头与模具发生碰撞。

汽车座椅发泡分前排座椅发泡和后排座椅发泡两种类型。前排座椅一般为单人座椅,发泡体积较小,但形状复杂;后排座椅一般为两人或三人座椅,发泡体积较大,但形状简单。前排座椅发泡和后排座椅发泡均包含靠背发泡和坐垫发泡,下面以前排坐垫发泡和后排坐垫发泡的浇注轨迹设定为例:

(1) 前排坐垫发泡见图3,图中A、B区域是座椅景中部位,是乘客主要乘坐范围,受力大,发泡厚度较厚,为浇注量主要集中部位,D、E区域是座椅侧翼部位,主要起车辆转向时侧向保护乘客的作用,为浇注量次要集中部位,C区域是座椅后部,起到座椅骨架支撑作用,为浇注量最后集中部位。根据运动路径原则,最终浇注轨迹按B-D-A-E-C五个区域顺序的环形路径进行设定,路径分为横向路径1、3、5,纵向路径2、4,共5段路径,路径尽量避免在图中虚线发泡钢丝槽上方位置。

(2) 后排靠背发泡见图4,图中B区域是乘客主要乘坐范围,为浇注量主要集中部位,A、C、D区域为浇注量次要集中部位。后排发泡长度较长,浇注时间长,发泡材料不能同时发泡,运动路径应遵循“先中间后外侧”的原则,避免中间部分后发泡产生的气体排不出去。根据运动路径原则,最终浇注轨迹按B-D-E-C-A五个区域顺序的环形路径进行设定,路径分为横向

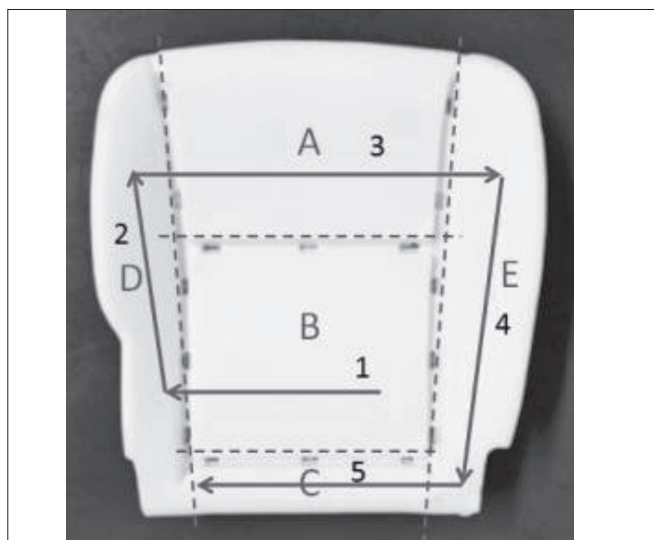


图3 前排坐垫发泡及浇注轨迹

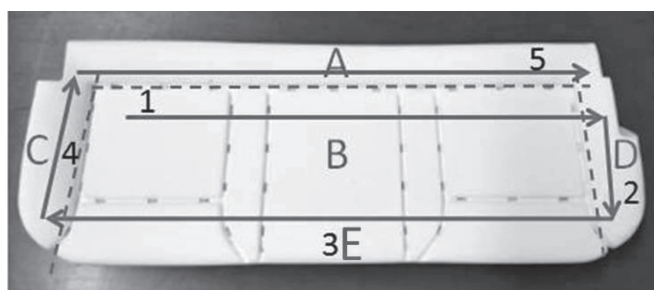


图4 后排坐垫发泡及浇注轨迹

路径1、3、5,纵向路径2、4,共5段路径。整个模具往发泡前端倾斜,横向1、3应靠近发泡钢丝槽,避免发泡材料浇注时往前流动,在发泡钢丝槽位置没有发泡材料而造成发泡成型缺料。

3.4 机器人运动时间设定

运动时间设置步骤如下:

(1) 点击“程序编辑器”,进入输入轨迹号界面,输入轨迹号,如15#,点击“确定”进入轨迹程序;

(2) 双击所需修改轨迹点对应的时间命令,如 $t:=0.01$,进入时间修改界面,输入时间,单位为s,输入完成后点击“确定”完成时间修改。

根据浇注时间对发泡成形和原料用量的影响,运动时间设定原则主要有以下4点:

(1) 各点运行时间总和应与发泡材料浇注时间相对应,避免轨迹完成后剩余或缺少发泡材料;

(2) 除了浇注开始点和结束点之外,其余轨迹点时间不得小于0.2s,避免机器人单点变向运动过于频繁,提高机器人使用寿命;

(3) 根据发泡材料所需覆盖面积设定运动时间,面积小则设定时间短,面积大则设定时间长,从而使发泡材料浇注均匀;

(4) 轨迹结束点需设置0.5~1s的停顿时间,用于

排干净混合枪头内的原料,避免原料浪费和枪头堵塞。

运动时间设定以前排靠背发泡和后排坐垫发泡为例:

(1) 前排靠背发泡浇注轨迹见图 5, 图中 A、B 区域为浇注量主要集中部位, 浇注面积大, 运动时间设置应分配较长时间段; C、D 区域为次要集中部位, 浇注面积小, 运动时间应设置分配较短时间段。根据轨迹运动路径和原料浇注总时间 2.3s, 横向 1、3、5 段路径运行时间较长且覆盖面积大, 可分别设定为 0.5s、0.6s、0.5s; 纵向 2、4 段路径运行时间较短且覆盖面积小, 可分别设定为 0.3s、0.3s; 最后停枪等待时间为 0.5s。

(2) 后排坐垫发泡浇注轨迹见图 6, 图中 B 区域为浇注量主要集中部位, A、C、D 区域为次要集中部位。根据运动路径和浇注总时间 5s, 横向 1、3 段路径运行时间较长且覆盖面积大, 可分别设定为 2s、1.5s; 纵向 5 段路径运行虽然较长, 但浇注量少, 路径时间可设定为 0.8s; 纵向 2、4 段路径运行时间较短且覆盖面积小, 可分别设定为 0.3s、0.3s; 停枪等待时间为 0.5s。

3.5 机器人自运行测试

经过发泡模具原点在世界坐标系中的位置确定, 发泡浇注轨迹程序的离线程序编写, 浇注轨迹运行路径的优化, 各路径运行时间的修正等一系列工作顺利完成后, 发泡模具和机器人浇注系统已经具备在全自动条件下进行测试的条件。以环形发泡生产线为例, 线上总共有 24 套模具, 选取了其中 5 套发泡模具进行测试, 结果 5 套模具和机器人浇注系统在运行过程中, 浇注轨迹清晰, 原料浇注量正常, 发泡成形质量良好, 期间没有发生任何设备故障停机, 证明通过性测试良好, 设备运行正常。

4 结语

在现代工业生产中, 机器人应用作为工业生产系统重要的组成部分, 有着提高劳动生产率、增加产量、减轻劳动强度、改善劳动条件等作用。目前机器人广泛应用于座椅发泡浇注生产中, 解决了人工浇注时浇注不均匀、轨迹不固定、劳动强度大等问题, 实现了不同产品生产制造的自动化、柔性化、精密化、生产过程控制智能化。技术人员通过掌握浇注轨迹的设定技巧, 能够对浇注轨迹和浇注时间进行深度优化, 提高了生产节拍和

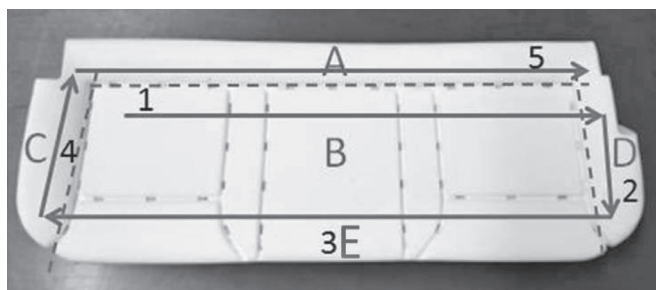


图 5 前排靠背发泡及浇注轨迹

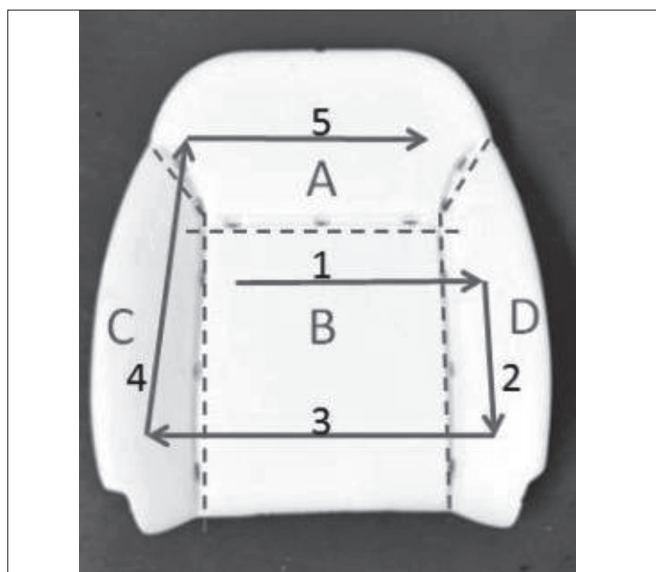


图 6 后排坐垫发泡及浇注轨迹

节约了原材料的使用, 最终达到优化产品质量, 提高生产效率, 降低产品故障率的目的。

参考文献:

- [1] 陈鼎南. 聚氨酯浇注设备及制品成型工艺 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [2] 兰虎. 工业机器人技术及应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2014.
- [3] 叶晖, 管小清. 工业机器人实操与应用技巧 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.

作者简介: 陈攀宇 (1987.09-), 男, 汉族, 广西北流人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 汽车内饰产品。