



自动化生产线 安装与调试

彭海兰 主编



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社



自动化生产线 安装与调试

彭海兰 主编



WUHAN UNIVERSITY PRESS
武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

自动化生产线安装与调试/彭海兰主编.—武汉:武汉大学出版社,
2014.6

ISBN 978-7-307-13390-7

I.自… II.彭… III.①自动生产线—安装 ②自动生产线—调试
方法 IV.TP278

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 107218 号

责任编辑:胡欢芸 责任校对:关 健 版式设计:大春文化

出版发行: **武汉大学出版社** (430072 武昌 珞珈山)
(电子邮件: cbs22@whu.edu.cn 网址: www.wdp.com.cn)

印刷:杭州印校印务有限公司

开本:720×1000 1/16 印张:11.25 字数:220千字

版次:2014年6月第1版 2014年6月第1次印刷

ISBN 978-7-307-13390-7 定价:33.00元

版权所有,不得翻印;凡购我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。



前 言

我国作为世界制造业大国,制造业生产的高度自动化对于提高企业竞争力和经济效益具有非常重要的意义。而制造业的自动化水平依赖于自动化生产线的应用与设计能力。由于我国自动化装置的自主设计和开发能力较世界先进水平还存在较大距离,许多行业关键的自动化生产线或自动化生产设备还是选择进口。在生产过程中,生产企业一方面要对自动线等生产装置进行维护及装调;另一方面还要根据生产条件及对象的变化对自动线等生产装置进行改造,甚至是再创造。因此,制造业对自动机及自动线的应用、设计及管理人才是有很大需求的。

面对此种人才需求,国内许多高职院校加强了自动机与自动线相关领域的人才培养力度。嘉兴职业技术学院自 2001 年起与区域多家优质制造业企业合作,培养自动机与自动线维护、设计与管理人才,已逐步形成较成熟的专业课程体系和技能人才培养方案。其中,“自动化生产线安装与调试”课程与浙江正原电气股份有限公司合作建立了课程的“厂中校”,使得该课程的绝大部分实训教学得以在实际的自动线及生产环境中完成,这极大地提高了课程教学的应用性和实用性,也为企业有针对性地培养了所需的人才。

从自动化生产线本身的构成角度来讲,一条完善的自动化生产线应该包括以下几个部分:

(1) 间歇或连续的自动送料装置及其驱动与控制系统,其中包括振盘、凸轮、皮带或链条等构成的输送线及由步进电机、伺服电机、变频器、单片机或 PLC 等构成的驱动系统;

(2) 完成各种工序操作的执行部件及机构,包括由刀具、机械手、机器人等液压、气动与电动元件构成的能完成某种特定操作功能的部件或机构;

(3) 能对整条生产线行使自动控制功能的控制系统及其自动检测或图像处理



等视觉系统,其主要由单片机、PLC、传感器、照相机及触摸屏等部件构成。

本书是作者与“厂中校”实训指导老师共同编撰的一本项目化教材。教材以“厂中校”的实际自动生产线——电子元件检测与分拣自动生产线为对象开发了项目一振动送料装置、项目二间歇回转送料装置和项目三机械手送料装置三个部分的内容,这三部分内容根据实际的应用要求设计,体现了在典型工作任务下自动化装置的设计、装调、改造等应用特点。这三部分的教学全部在企业“厂中校”中完成。另外,教材项目三机械手送料装置的部分内容和项目四 PLC、变频器及触摸屏电气控制系统则以亚龙 YL-335B 自动化生产线实训考核装置为对象进行编撰。由于这两部分项目涉及较多的气动元件和电气控制设备的调试等操作,所以相关的实训选择在校内“自动化生产线实训室”中完成。在校内实训室,学生可以对自动线上的自动机械部件和电气控制部件进行反复的拆装、编程、调试等操作训练,使其对自动线的结构形式、应用技术和管理模式形成较系统的概念。

最后,本书前三个项目中的技术部分得到浙江正原电气股份有限公司周柏麟同志的悉心指导,亚龙科技集团也为本书第四个项目的编撰提供了许多珍贵的素材,在这里一并表示感谢。另外,限于编者的学识水平与实践经验,书中不足与疏漏之处在所难免,恳请读者和同行批评指正。

编者

2013年12月





目 录

项目一 振动送料装置	1
任务1 观察与思考	1
任务2 学习与归纳	3
任务3 振动送料装置实训	14
项目二 间歇回转送料装置	29
任务1 观察与思考	29
任务2 学习与归纳	32
任务3 间歇回转送料装置实训	38
项目三 机械手送料装置	59
任务1 观察与思考	59
任务2 学习与归纳	61
任务3 机械手送料装置实训	93

项目四 PLC、变频器及触摸屏电气控制系统	105
任务1 观察与思考	105
任务2 学习与归纳	107
任务3 PLC、变频器及触摸屏综合实训	150
参考文献	173

项目一

振动送料装置

任务1 观察与思考

图 1-1 所示是 LTCC 元件检测与分拣自动生产线上的振动送料装置的一部分,主要包括漏斗、直线振动送料器(直振)、圆形振动送料器(圆振)和振动控制器四个部分。

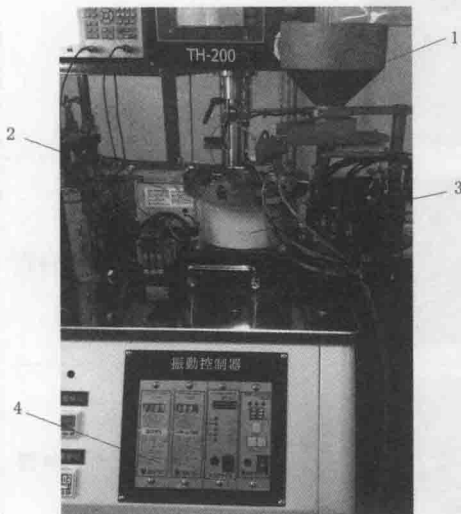


图 1-1 振动送料装置

1—漏斗;2—直线振动送料器;3—圆形振动送料器;4—振动控制器





在此自动检测与分拣生产线上,生产完成的 LTCC 元件被人工倾倒入料斗并通过振动送料装置自动输送到检测装置进行检测,检测完成的 LTCC 元件最终被分拣成合格品与不合格品两部分并被分别存储。此时,LTCC 元件即被称为此自动线的工件或物料。

在振动送料装置中,当振盘内的工件减少到一定程度,料斗会自动添加工件到振盘;当添加的工件满足要求后,料斗将自动停止往振盘添加工件。在添加工件的过程中,工件从料斗中以自由姿态掉落到振盘,然后在振盘的螺旋形轨道上进行定向和选向,再全部以某种要求的固定姿态方向以一定的速度列队输入与振盘出口连接的直振的直线导轨中。此段直线导轨可以被看做是工件被送往下一检测工序的缓冲存储区。当工件到达直振另一端的出料口时,再被完成检测与分拣工序的自动装置上的真空吸嘴逐个地拾取并送往下一个检测工位。


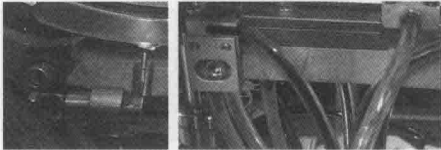

可见,此自动检测与分拣生产线上的振动送料装置的主要功能是能够给检测与分拣自动机自动输送被检测的工件,由于 LTCC 元件被通电检测时需要保持特定的位置和方向,所以振动送料装置更重要的作用是在送料的过程中能将工件按照要求的姿态方向进行排列后再送往检测工位。

下面仔细观察表 1-1 中振动送料装置的各个组成部分,并注意它们的结构特征。

表 1-1 振动送料装置各组成部分

图 片	名 称	特 征
	漏斗	电磁振动直线送料器
	圆形振动送料器	压电振动圆形送料器
	直线振动送料器	压电振动直线送料器
	振动控制器	VVVF 电源

续表

图 片	名 称	特 征
	传感器	光电传感器与 光纤传感器
	气动元件	压缩空气喷嘴 与真空吸孔
	PLC	10 个 I/O 点数的 晶体管输出型

观察完成后,请思考下列问题,并讨论得出初步结论。

- (1) 振动料斗是如何判断振盘内缺料了需要及时下料的?
- (2) 圆振料斗上的螺旋形料槽的每一个细微结构是如何为工件的定向与选向出力的? 并讨论如此精密的结构会是如何设计出来的。
- (3) 讨论圆振与直振是如何配合工作的,例如:圆振是否会不间断地往直振直线导轨输料?
- (4) 讨论振动控制器的作用是什么。

对以上问题得出初步结论后,通过学习任务 2 的内容,再次归纳以上问题的答案。

任务 2 学习与归纳

2.1 振动送料装置的功能与特点

振动送料装置是自动化生产线上较成熟的供料装置,被广泛应用于自动装配、

自动加工、自动包装等工序的自动输料中。由于物料在进入以上工序时,必须保持某种固定的姿态和方向,所以送料装置在自动送料的同时可能还要对其中的物料进行定向排列和姿态纠正。下面以应用较为广泛的圆形振动送料器为例,说明振动送料装置的功能。

圆形振动送料器,又称振动料斗、振盘,是一种可以振动的倒圆锥形或圆柱形的盘状容器,外形如图 1-2 所示。

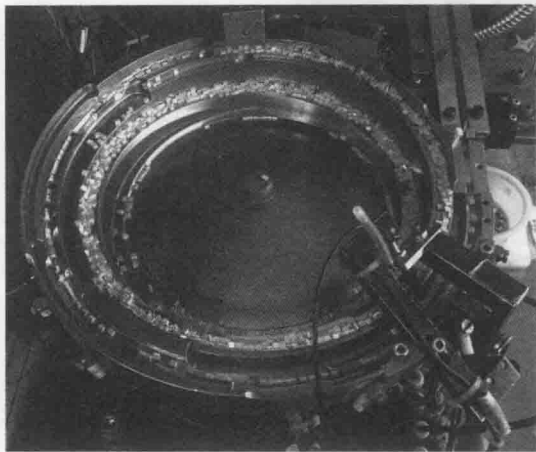


图 1-2 振盘外形

在圆形振动送料器锥形或圆柱形振盘的内侧,设置有从盘底部逐渐延伸到顶部的螺旋形输料槽(轨道),该输料槽的形状与结构根据所输送的物料形状、尺寸和定向条件来设计和加工。在螺旋形输料槽的顶端出口处,沿切向设置有一条一定长度的、供物料列队输出振盘的直线输料槽,该输料槽往往设计成直线振动送料器。

当振盘内一次性倒入很多物料时,物料姿态方向是杂乱无章的。当振动电源接通开始振动后,物料将在振盘沿圆周方向的旋转振动驱动力的作用下沿螺旋形输料槽自动向上爬行(看上去像是振盘在旋转,其实是所有物料在振动力的作用下同时同方向地转动)。物料在爬行过程中完成自动定向,最后列队输送到直线振动送料器。而直线振动送料器对输料槽中已经完成定向的、列队而来的物料再施加一个沿直线送料方向的振动驱动力,推动工件向下一个工位输送。

所以,不论是圆形振动送料器还是直线振动送料器,都是通过振动使其中的物料完成自动输送。而圆形振动送料器还可以在物料输送过程中通过输料槽形状与结构的设计,并结合传感器检测技术完成物料的定向与选向。

提出问题:振动送料装置有什么特点,适用于输送什么类型的物料?

振动送料装置具备以下优点：

(1) 无机械传动装置，没有相互摩擦的运动部件，无需润滑，易维护，可靠性高。

(2) 靠微小的振动送料，物料没有强烈的碰撞现象，不会破坏表面的加工精度，不会堵塞。

(3) 适用范围广，一般中小型的物料的输送都能适用，特别适用于质量轻、尺寸小、强度低的小型或微型物料的自动输送。

(4) 通用性强，输送形状不同的物料，只要更换定向机构部分，振动部件都可通用。

(5) 体积小，在自动线中的空间布置位置灵活。

由于以上的诸多优点，振动送料器已经成为自动化生产线中应用最为广泛的连续定向送料装置，在各行各业的生 产、装配、检测和包装生产线上都有大量的应用，该项自动送料技术经过数十年的应用与发展，也已成为一项非常成熟的应用技术。

即便如此，振动送料装置仍有少数不足之处：

(1) 不适用于尺寸和质量较大的，或有油渍、水渍的物料振动送料，此时可以考虑采用搅拌式料仓和机械手等自动送料装置。若上述方法都难实现自动送料，建议采用人工送料方法。

(2) 振动送料装置运行中不可避免地会产生噪音。在对工作环境舒适度有要求的自动化车间里，可将送料装置的振动部分、甚至将带有振动送料器的自动机用隔音罩或隔断进行屏蔽。

(3) 振动送料装置的定向机构需根据自动送料的物料形状与定向要求来设计和加工，这意味着输送不同的物料就要重新设计定向机构。对于一些形状复杂的物料，相应的定向机构几乎难以用通常的视图来表达，其在实际的制造与加工过程中，只能依靠钳工边调整边修磨，加工周期很长。而基于机器视觉的振动送料装置则可以适用与多种不同物料的定向与传输，在很大程度上解决了这个问题。

工作原理思考：振动送料装置的振动是如何产生的？振动又是怎样实现自动送料和整列的？

读者可能见过或体验过这样的场景：劳动者用大簸箕翻晒谷粒，他们双手拿着盛有谷粒的簸箕，快速、有力地在水平或竖直方向、甚至在圆周方向振动簸箕，簸箕中轻微、细小的谷粒就会腾空并沿力的方向直线运动或旋转或翻面，并显示出一种大概率的一致性姿态方向。那么，这是不是可以理解为一种在振动作用下的定向运动和整列呢？

振动送料装置产生振动的方式目前主要有三种：电磁铁驱动、压电陶瓷驱动、超声波驱动。电磁振动送料器和压电振动送料器在结构和原理上比较相似，超声

波振动送料器与前两者相比却有很大不同。这里将着重介绍电磁振动送料器的结构和原理,简要介绍压电振动送料器。

可以大概思考一下,以上三种振动送料器,从节能和环保的角度比较,将会怎样排序?

2.2 电磁振动送料装置的结构与工作原理

2.2.1 电磁直线振动送料器

1. 电磁直线振动送料器的结构

电磁直线振动送料器的外形与结构如图 1-3 所示,主要结构部件有:输料槽、衔铁、电磁铁、板弹簧、底座及减振垫圈或弹簧和控制器。其顶端是具有一定长度的输料槽,输料槽可能根据需要具备一定的坡度,其一端一般与圆形振动送料器的振盘出料口相连,另一端是下一工序的取料口,也是送料装置的出料口。输料槽下是装有隔磁板的底板,可以防止输料槽中的物料被下面的电磁铁磁化。固定在底板下的是衔铁,它与固定在底座上的电磁铁之间存在一定的间隙。底板与底座之间通过两根相互平行的、与垂直方向有微小倾角的板弹簧相连,该板弹簧不能伸缩,但可以产生弯曲的弹性形变。

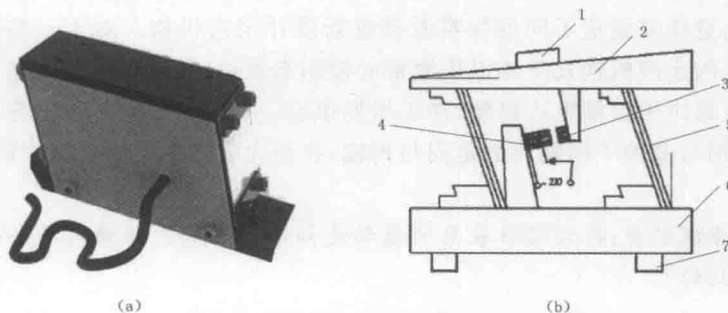


图 1-3 电磁直线振动送料器的外形与结构图

(a) 外形图; (b) 结构图

1—工件; 2—输料槽; 3—衔铁; 4—电磁铁; 5—板弹簧; 6—底座; 7—减振垫圈

2. 电磁直线振动送料器的工作原理

当电磁铁线圈通电后,在交流电流的作用下,铁芯与衔铁之间产生高频的吸、断动作。在电磁吸力的作用下,输料槽偏离平衡位置向下移动,迫使弹簧片弯曲;当电磁力减弱或消失,弹簧片形变恢复,使输料槽急剧改变运动方向,并且超越原

来的静平衡位置达到某一上限。如此上下循环往复,形成高频、微幅振动。但如果仅仅是上下振动,只能使物料腾空,不足以使它们产生直线的前进运动。由于板弹簧与垂直方向有微小倾角,所以弹簧产生的振动驱动力几乎是与水平方向平行的,这样就可以促使输料槽中的物料沿直线滑道快速、平稳地排队移动,最后经排料口逐个排出。

所以,直线振动送料器一般用于不需要定向处理的粉粒状物料的输送,或用于对物料进行清洗、筛选、烘干、加热或冷却的自动生产线。

2.2.2 电磁圆形振动送料器

1. 电磁圆形振动送料器的结构

电磁圆形振动送料器一般用于一定形状和尺寸,并需要作定向整理的物料的自动输送。其外形与结构如图 1-4 所示,主要结构部件有:料斗、螺旋轨道及定向与选向机构、衔铁、电磁铁、板弹簧、底座及减震垫和控制器。

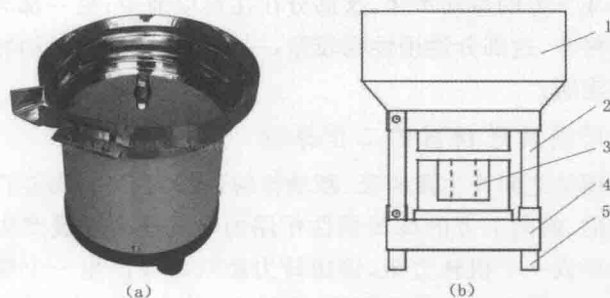


图 1-4 电磁圆形振动送料器的外形及结构图

(a) 外形图; (b) 结构图

1—料斗; 2—板弹簧; 3—电磁铁; 4—底座; 5—减震垫图

圆形振动送料器顶端是倒圆锥形或圆柱形的盘形容器,称料斗或振盘。料斗内壁上磨凿或镶焊有螺旋形的定向送料轨道,该轨道的形状根据所输送物料的形状、尺寸和定向要求而特别设计,比如在轨道上设置缺口、挡条(块)、斜坡面或视觉系统来对物料进行自动的定向和选向,以保证物料最后能按要求的方向姿态输出。螺旋轨道与料斗内壁有做成整体的,也有镶焊而成的。整体的是料斗壁与螺旋轨道由同一块坯料加工、磨合而成;镶焊的是将螺旋轨道镶入料斗壁上切成的螺旋凹槽中焊牢,也可直接将螺旋轨道焊在料斗光滑的内壁上。

为使物料能顺利地由料斗底板中部移向料斗边缘,并迅速地爬上螺旋轨道,料斗底部往往设计成中间隆起的“蜗壳”状。底板与料斗圈一般沿径向用螺钉连接或焊接,为防止电磁铁的磁力线穿透料斗底板而磁化物料,在衔铁与底板之间应装隔磁板。

料斗上端出口往往连接直线振动器的输料槽。在圆形振动送料器中完成定向

排列的物料将通过直线振动器自动输送到后续自动机构中,完成装配、检测和包装等工序。

料斗的常用材料有不锈钢、铜、铝、硬塑料和有机玻璃等。另外,由于物料在料斗中的爬行速度随其与螺旋轨道之间的摩擦系数增加而增大,所以料斗表面一般要进行表面处理,如喷漆、喷脂、喷塑等,这样的处理还可以起到保护物料、减振和耐磨的作用。

在料斗底板与底座重盘之间靠近两者边缘部分的支架上,安装有三根板弹簧(少数振动料斗装有四根)。三根板弹簧在水平 360° 圆周方向均匀垂直分布,并沿垂直线向料斗螺旋轨道相反的方向倾斜相同的角度(此角度需要通过计算),即板弹簧的中心线在水平面上的投影与料斗中心同心的圆相切,切点间角度相差 120° 。

圆形振动送料器的衔铁安装在料斗的底板上,电磁铁则固定在带有重盘的底座上,两者之间仍然存在一定的间隙。底座下安装有橡胶材料的减振垫。

在圆形振动送料器的实际制造过程中,一般是分为两个独立的部分分别生产的。一部分为料斗下方的振动本体,这部分往往可以通用;另一部分为顶端带有定向与选向机构的料斗,这部分通用性则较差,一般需要根据物料的具体形状和定向与选向的要求来定制。

2. 电磁圆形振动送料器的工作原理

当电磁铁与衔铁之间产生高频吸、断动作时,板弹簧将对料斗产生一个垂直于板弹簧倾斜方向的、斜向上方的高频惯性作用力。三根板弹簧产生的惯性作用力合力在圆周方向形成一个扭转力矩,该扭转力矩对料斗产生一个圆周方向的惯性作用力。料斗中的物料在此惯性作用力、摩擦力、重力的综合作用下,沿螺旋轨道不断向上爬行。

回过头思考一个问题:在圆形振动送料器料斗底部倒入物料后,物料的姿态应是杂乱无章的,物料开始也是以随机的姿态方向沿螺旋轨道向上爬行,为什么最后能按照要求的姿态方向输送出来?它们自己是如何自动地完成姿态方向的调整的呢?

通过上述内容的学习,读者大概知道这是因为料斗中的螺旋轨道上设置有根据物料形状和定向要求设计、加工而成的定向与选向机构。那么,什么是“定向”,什么是“选向”,相应的机构又是如何完成工作的呢?

3. 定向与选向机构

定向,是通过在螺旋轨道上设置挡条(块)、压缩空气喷嘴等机构来对不符合姿态方向要求的物料进行纠正,增加物料以正确姿态行进至最后被输出的概率,以提高送料的速度和效率。可见,定向是依靠物料自身不停的前进运动将其由不正确

的姿态纠正为正确的姿态,是一种主动的行为。

选向,是通过在螺旋轨道上设置缺口、挡条(块)、斜坡面或传感器视觉系统等机构对初步定向过的物料作进一步的筛选,使符合输出姿态要求的物料通过,不符合要求的掉落到料斗底部重新开始爬行。可见,选向是对物料姿态方向的被动选择。

表 1-2 是一些振盘中常用的定向与选向机构的应用举例。

表 1-2 振盘中常用的定向与选向机构应用举例

形式	机构简图	功能特点
缺口		使不合姿态要求的工件在重力作用下翻倒掉落
挡条		使工件改变姿态方向,或使不合姿态要求的工件掉落
斜坡面		剔除重叠的工件,或分选某些质量分布不均匀形状的工作
凹槽		分选有大、小端形状的工作
窄槽		使不合姿态要求的工件掉落,或分选某些不对称形状的工件

续表

形式	机构简图	功能特点
台阶		使工件翻转或转向，增加其正确姿态方向的概率
压缩空气喷嘴		喷嘴吹气使工件翻转或转向，或吹掉重叠工件，或推进工件向前运动

在振动料斗中，仅仅依靠主动的定向机构或被动的选向机构是不够的，为了提高输送物料的通过率和出料速度，必须将两者结合起来或多种定向与选向机构一起使用才可以获得较好的效果。在同一个振动料斗中，多种定向与选向机构按一定的工件筛选顺序分布在螺旋轨道不同的位置，有需要配合工作的就会被布置在一起。当然，特定的振动料斗采用哪些定向与选向机构、如何设计与加工这些机构、怎样调试它们使之相互配合高效率地工作，以显著提高输料速度和效率，却是一个专业性和经验性要求很高的工作。

由于振动料斗中的定向与选向机构必须根据所输送物料的特定要求来设计加工，那么一旦物料的形状、尺寸等有所改动，则意味着整个料斗需要重新设计加工，而相应的定向与选向机构在实际的制造与加工过程中，只能依靠钳工边调整边修磨，加工周期很长，且对实践经验有较强的依赖性。许多生产厂家的实践经验证明，一台自动装配生产线的制造成本竟有 60%，甚至 90% 的精力是消耗在解决物料的自动给料和自动定向与选向上的。

借助传感器、照相机和气动装置组成的具备图像处理与识别功能的视觉系统就可以对形状复杂的、微小的、有瑕疵的、无明显定向特征的、高精度定向要求的物料进行选向。当物料的形状、尺寸在一定范围内变化时，只需将料斗视觉系统的软件程序进行修改即可；即使物料的形状、尺寸变化很大，料斗的设计也将变得相对简单快捷。所以，具备视觉选向机构的振动料斗具有很好的柔性。