

机械加工自动线的输送装置

机械工程二系 王国钧

第一汽车厂 王广岳

摘 要

在调查研究的基础上,本文归纳分析了当前我国机械加工自动线所用输送装置的主要类型,适用场合,使用情况,以及它们的优缺点,并介绍了目前在国内应用还比较少的柔性自动线输送装置的两种较典型的布置形式,可供设计自动线时参考。文中最后提出了我国机械加工自动线输送装置应着重研究解决的问题。

目前,我国机械加工自动线的输送方式主要有棘爪步伐、摆杆、抬起步伐、托盘、机械手和滑道等几种。

输送方式	数量(条)	百分比	输送速度(米/分)	输送精度(毫米)
棘爪步伐	165	62%	6—8	0.3~0.5
机械手	49	18.4%	4—5	1—2
滑道	22	8.3%		
摆杆	15	5.6%	10—15	0.2—0.3
托盘	8	3%	5—7	0.4—0.6
抬起步伐	7	2.6%	5—7	0.5—0.7

现在生产中用得较多的有下述几种:

棘爪步伐式输送装置

这是使用得最早、应用范围最广泛的一种输送装置。传动方式主要有二种:

(1) 用标准液压输送滑台,拖动带有棘爪的输送带逐工位输送工件,结构原理见图1。油缸推动齿轮,经齿条带动滑台移动,这种机构使得滑台的行程量放大了一倍,而拖动滑台的力减小了一倍,例如上海某厂的缸头加工自动线,就是采用这种输送装置。

(2) 用油缸输送。这种形式,油缸活塞的移动距离就是工件的输送距离。与上述装置相比,在油缸直径相同的条件下,拖动力大一倍,移动距离减小一倍。

这种装置的特点是:结构简单,工作稳定可靠,因此国内多数自动线采用了它。但工件

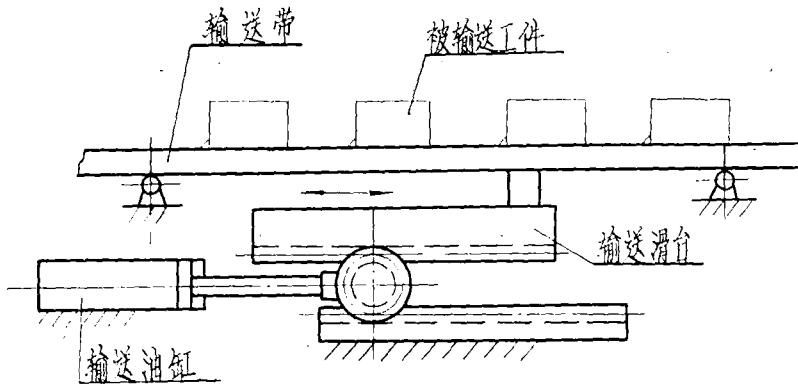


图1 棘爪步伐式输送装置

输送到终点时没有限位设施，由于惯性，工件可能脱离棘爪，定位不准，因此输送速度较慢，一般不超过10米/分，常用6~8米/分。另外，有时棘爪也会失灵，弹簧力过大，后退时磨损加大甚至能把工件带回，太小时可能被切屑卡死，不能复位，失去作用。

此类输送装置适用于如下情况：

- ①适宜输送尺寸大、形状规整具有较好基准的工件，如汽缸体、汽缸盖、变速箱壳等。对多数杂件它们没有较好的输送平面（如羊角、电动机外壳），还有些易受磕碰损坏的工件（压铸铝合金的化油器中体），均应配以随行夹具输送；
- ②通过式自动线多采用此类装置；
- ③输送步距较小的自动线。

摆杆步伐式输送装置

与棘爪步伐式主要区别在于增加了一套摆杆摆动机构，结构原理见图2。摆杆上根据工件或随行夹具尺寸大小，固定有限位块，可保证工件输送终了位置准确。它一般都是整步输送，而某汽车制造厂的一条自动线，在拉孔后为使拉刀能够退回，工件需先让开，故在此工位除整步输送外还有半步输送，工作过程见图3。此位置有a、b两块输送挡块，整步输送时由b挡块完成工件的输送。a挡块只装在半步输送工位，半步输送时a从位置2转到位置3。

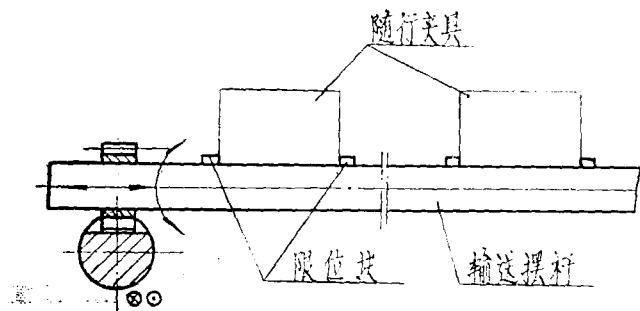


图2 摆杆步伐式输送装置

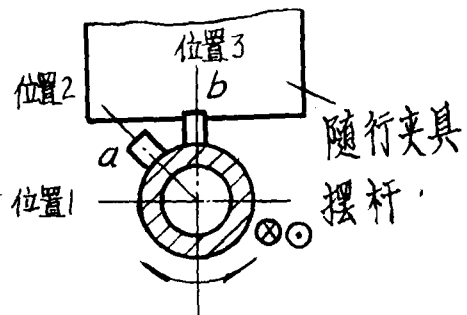


图3 半步输送原理

要使摆杆返回原位，需在图 3 所示情况反时针方向摆动， a 转至位置 1， b 转至位置 2，然后摆杆退回。

摆杆直径可选取 40、50、60、70 毫米，杆孔直径为 25、35、40、45 毫米。输送速度较棘爪式高，可达 20 米/分，常用 10~15 米/分。由于多了一个摆杆摆动，结构较前者复杂些。它适用于：输送步距大、带有随行夹具、生产节拍较小以及输送精度较高的自动线。

对上述两种输送方式，为使自动线工作不断循环下去，随行夹具在一次工作完毕之后，应能返回到原始位置。按随行夹具返回时相对自动线的位置不同可分为如下几种：

(1) 上方返回 这种返回装置布置在自动线的上方空间，如图 4 所示为上海某厂的曲拐自动线简图。自动线的首尾设有升降装置，以升降随行夹具，所需动力多为液压的。随行夹具在空中返回，绝大部份靠其自重，在倾斜滚道上滚回，滚道的倾斜角度可试验决定。有的自动线，将整个滚道作成有不同倾斜角的几段，最后一段较平坦以减少到达终点时的冲击。

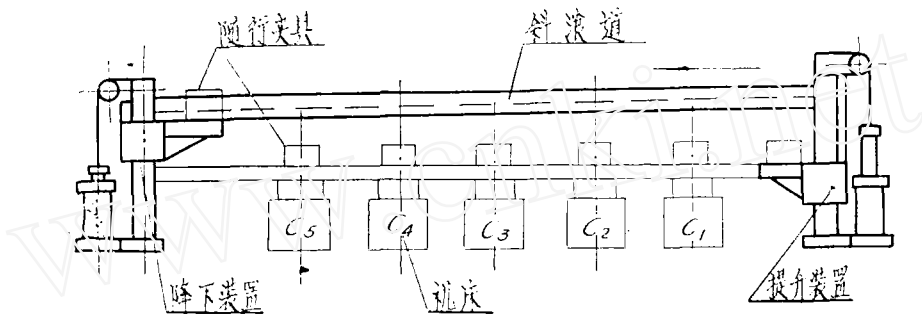


图 4 上方返回式布置

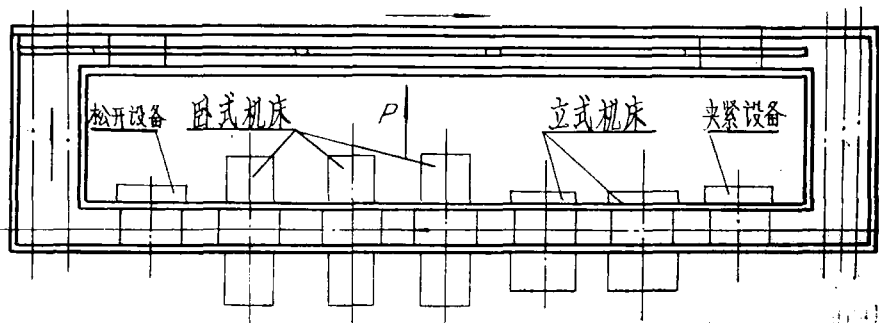
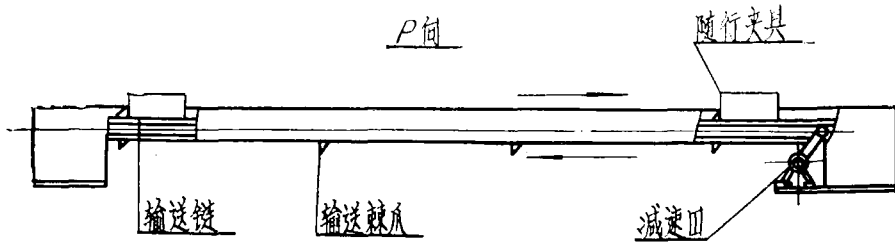


图 5 平面返回式布置

这种返回方式能节省占用的厂房面积，结构简单，工作可靠，大量用于中小杂件自动线上。但它占用的空间高度较大，特别是线上有立式机床时，应尽量少用。

(2) 平面返回 这种布置方式是将夹具工作时的输送和返回输送都置于同一等高平面内，如图5所示，返回的驱动可以是链式的也可以是液压的。一般长线用链式，它结构简单，输送距离长，工作可靠。液压驱动返回装置多用于输送距离短的场所，它工作可靠性不如链式，有的因漏油污染环境。

平面返回式占用生产面积大，但维护修理方便，适用于中等尺寸、中等重量随行夹具的返回，如某汽车厂的两条后桥壳自动线即为此类例子。

(3) 侧上方返回 它与前二种的区别是随行夹具在自动线的首尾处的斜上方升降。某电机厂加工电动机壳自动线为此种布置方式。其特点是将返回滚道固定在厂房立柱上，充分利用了立柱附近厂房面积；线上若有立式设备，也不影响随行夹具的返回。它需要一套夹具斜向升降的装置。

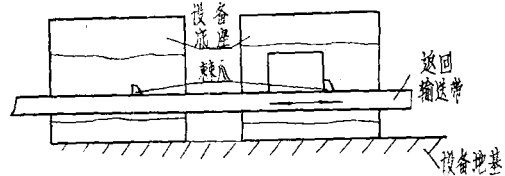


图6 下部返回布置

(4) 自动线下部返回 如图6所示，这种布置方式随行夹具是对机床底座内部返回。为了节省随行夹具数量，在一个加工循环中，返回输送带可以输送几次。大连某厂的摇臂底座加工自动线就是一例。它结构紧凑，外形整齐美观。但维修调整难，底座因开孔刚性差，特别是自动线排屑装置也布置在自动线下部，二者矛盾。这种返回方式应用不多。

小型自动线常用的输送方式有二种：一种是履带式的，原理简图见图7。它输送和返回用一套减速器和间歇传动机构完成。为了保证随行夹具能定好位，间歇机构的运动精度和随行夹具等的位置精度都要求比较高。

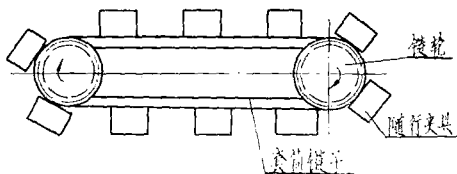


图7 履带式输送装置

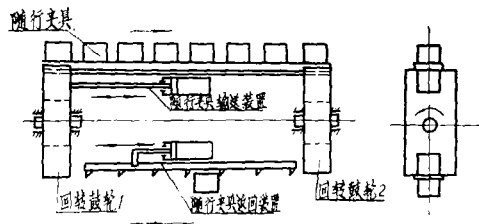


图8 鼓轮式输送装置

另一种是鼓轮式的，其输送和返回都靠油缸实现。如图8所示，在自动线两端装有油缸驱动的翻转鼓轮使随行夹具翻转180°，夹具在下方时完成返回输送和倒屑。这种形式在小型自动线中用的较多。

随行夹具所以需要返回，主要因为自动线设备呈直线排列。若能把设备布置成圆形、长圆形或矩形，在整个加工过程中，夹具的输送便成了完成工艺工作必不可少的一部份，因此不再有返回的问题。例如大连某厂的输油泵体自动线和北京某厂的化油器中体自动线，都很好的应用了这种布置形式。

拾起步伐式输送装置

(1) 摆动抬起式。某汽车厂底盘分厂自己设计制造的U型螺枪加工自动线为此输送装置，结构原理见图9。摆动式油缸的连杆推动摇臂1绕O转动，同时带动摇杆2转动，从而把输送带和工件顶起到预定的高度，再由步伐式送料机构推动输送带和工件一齐移到下一加工工位，油缸换向，输送带和工件落下并定位夹紧，输送带反向退回原位。

(2) 直接顶起式。南京某厂自己设计制造的后桥壳加工自动线为此类输送装置。如图10所示，油缸推拉齿条1，使齿轮作正反向转动，从而推动齿条2及其上的输送装置一起上下移动，便可完成工件的装卸工作，当输送装置纵向移动时可输送工件，齿轮齿条返回和工件定位夹紧后，已降下的输送装置返回原位。

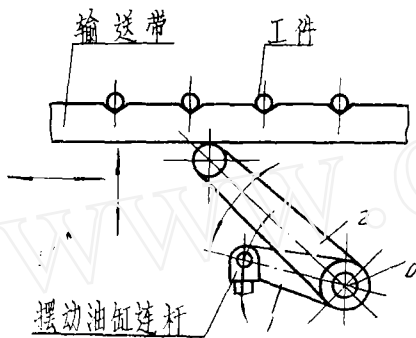


图9 摆动抬起式输送装置

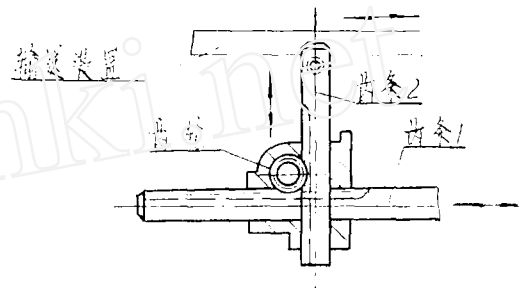


图10 直接顶起式送输装置

这种装置各工位升降动作由一个动力源控制，因此能够实现同步运动。但机构调整较费劲，机械摩擦大，动力消耗多。适用于短线、工件和随行夹具重量不太大、工件需要由上方安装的非通过式自动线。

托盘式输送装置

这也是一种移动步伐式输送装置，多用于不便直接输送的畸形件，如有些厂的连杆加工自动线，就采用了这种输送装置，图11为工作原理简图。这里所指的托盘就是一个平板，板上装有输送工件的定位件，托盘又装在步伐式输送带上一齐运动，托盘紧，加工完毕后靠推输送到每个加工工位后，借助取工件机械手，把工件抬起送到机床固定夹具的定位件上并夹紧料杆及取工件机械手把工件送回托盘上，继续向前输送。

这种输送方式，要求工件在每个工位重新定位夹紧，所以，也就能够根据加工需要变换其定位夹紧方式及夹紧力的大小，以适应加工中的某些特殊需要。它还能用作配偶件成套输送和多件输送，这对提高生产率保证配偶件的成套性都是很有意义的。

由于加工时工件是装在机床固定夹具上，故定位和加工精度较高，排屑条件较好，也便于采用自动上下料装置，提高了自动化水平。但是这套装置结构较复杂，观察工作状况及维修都不方便，影响使用效果。

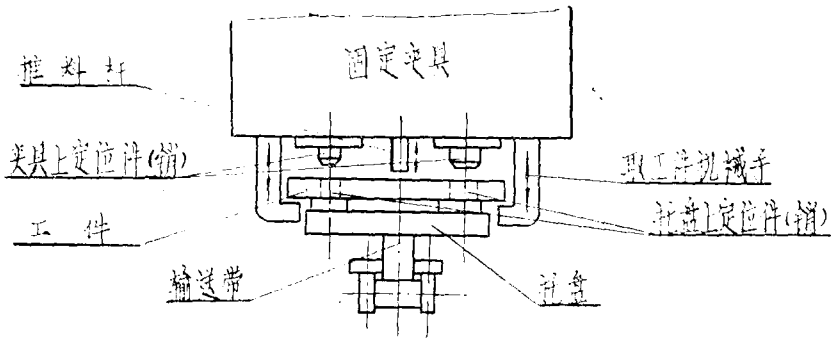


图11 托盘式输送装置

机械手输送装置

许多情况下，机械手和滑道、滚道、链式输送带结合起来进行轴和盘类工件的装卸和输送，这在以后有关部份介绍。这里主要叙述机械手在轴类加工自动线上，既完成装卸工件，又完成输送工件任务的情况。例如北京某厂的转向蜗杆加工自动线，某汽车底盘厂加工转向摇臂轴自动线等都是这类机械手输送的例子，工作原理如图12所示。机械手可完成五种动作：即手爪夹、松工件，沿工件轴向的移动，手臂上下移动，绕垂直轴的转动以及整个机械手沿上方导轨的纵向移动。每一种动作都有一个油缸完成，转位可用回转油缸，也可用直线移动油缸经齿轮齿条机构实现。

这种输送方式用一套机械手完成上下料和工件输送任务，能实现较复杂的动作。不少厂在使用中感到有以下问题：每个机械手都需要有若干油缸实现其动作、结构复杂，可靠性较差，刚度低，输送精度低，一般只能达到1~2毫米。这类输送装置常因电气、液压元件失灵而停机修理；滞漏油处较多，特别是在两台设备间输送工件漏油严重，即浪费又污染了工作环境；输油管路及电气线路多，维修很不方便。输送速度低，一般不大于6米/分。

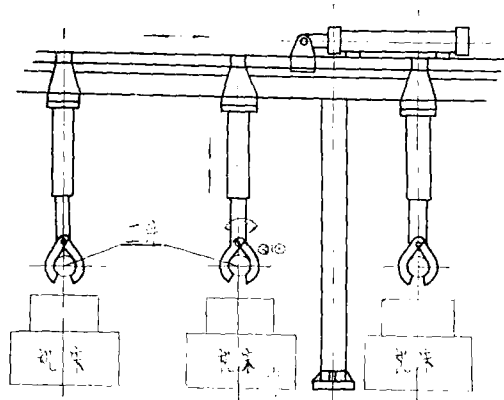


图12 机械手工作原理图

它适用于从机床上方装卸的轴类、盘类工件和生产节拍较长的短自动线。多半用作标准车床或专能车床联成的自动线的输送装置。

滑道、滚道输送装置

这类装置用于输送轴（销）类件或盘（环）类工件，多半是靠自重沿倾斜料道滚下或滑下，也有少数靠外力强制输送。

它们在自动线和自动化单机的上下料装置中应用较多。图13所示为某轴承厂208轴承加

工自动线输送装置的简图。图 1 为提升器、2 滚动料道、3 被输送的轴承环。工件沿滚道滚下，输送距离可远至几十米以外，输送途中工件还可以拐弯转向。输送距离越远要求提升高度越高。料道倾斜角度应是可调的，以便在调整时根据实际情况选择合适的角度。这种料道总是和机械手或其它自动上下料装置配合使用。

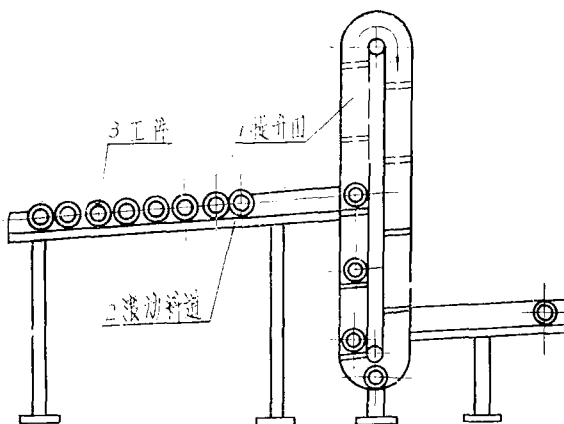


图13 滚道输送装置简图

图14所示为加工盘类零件的自动线，它是由机械手和滚道配合共同完成输送任务的。图中 1 自动线前后端滚道，2 盘形工件，3 使工件调头绕垂直轴回头的机械手，4 上下料机械手，5 各机床间输送工件的滚道， c_1 、 c_2 、 c_3

代表机床。工件在机床间是靠本身重量在斜滚道滚动输送。机械手可实现摆动、手臂的伸缩、手爪的张合以及整个机械手的横向运动，这些运动互相配合，共同完成自动上下料。

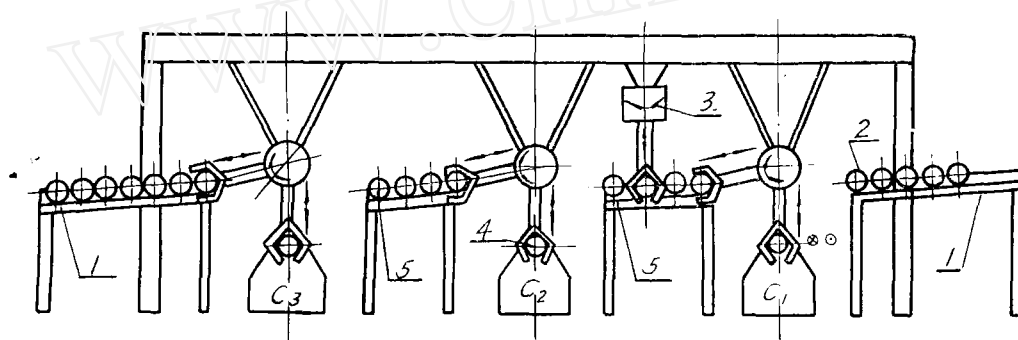


图14 盘类零件加工自动线输送装置

有不少厂家加工盘类工件已采用了这种输送方式，使用结果表明，它还是很可靠、很适用的。但有些自动线的机械手设计中存在着刚性不足问题，加上电气、液压元件质量不高，影响着这类自动线性能的发挥。

柔性自动线的输送装置

一条自动线所以能成为柔性的，主要取决于它的输送装置和上下料装置。这类自动线都具有能完成输送工件和储存工件的输送带或料道，和完成上下料任务的机械手或其它机构。上面介绍的滑道输送装置就属于此一例。

图15表示轴类柔性加工自动线的总布置图。它由T形块链条输送带 1 和 4、上料机械手 2、下料机械手 3 和机床 c_1 、 c_2 、 c_3 等组成。输送带 1 将工件送到机床右前方，上料机械手夹住工件装到机床上加工，加工完后下料机械手卸下工作放在下一段输送带上，继续下面的工艺过程。

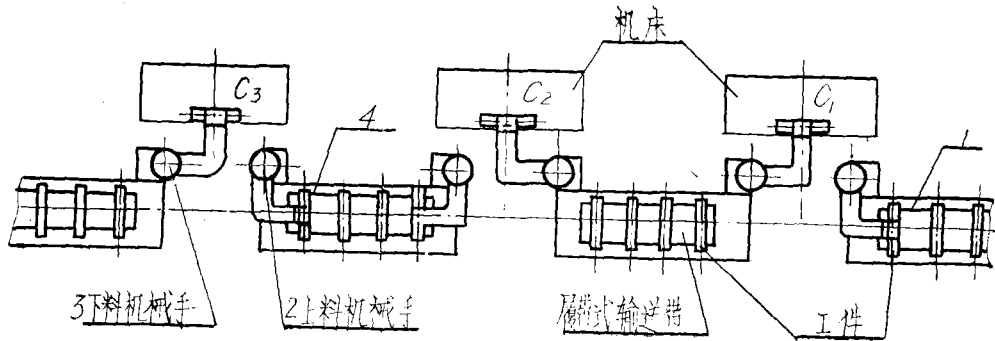


图15 轴类加工自动线

这种自动线已有了典型设计，国内不少厂家的轴加工采用了此种自动线，它的机床工作稳定可靠，输送带和机械手结构较简单，布局合理，调整比较方便。但有一些线由于电气和液压方面故障较多，机械手的输送速度低等原因影响了自动线效能的发挥。

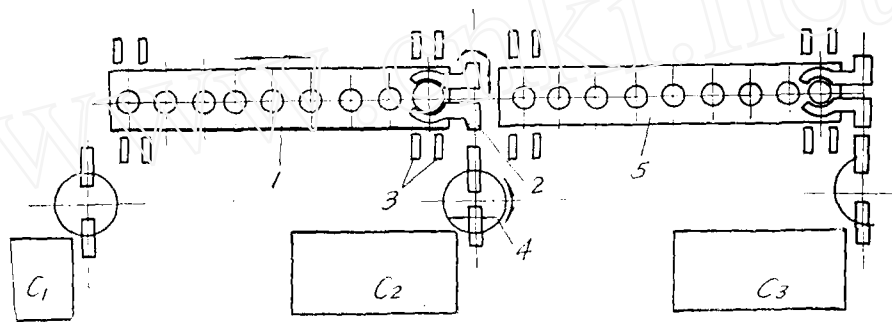


图16 盘类零件加工自动线

图16为天津某厂齿坯（盘类件）成组加工自动线的总布置图。这条自动线经快速调整，可以加工六种规格的齿坯。它由链板式输送带1、5，翻料器2，机械手4和机床 C_1 、 C_2 、 C_3 等部份组成。输送带1将前工序加工好的工件输送到位，经翻料器2从输送带1上抓起，再转给机械手4夹持，装到机床 C_2 上加工。与此同时，机械手4的另一手臂卸下已加工工件，经翻料器2放到输送带5上，向下工序继续输送。每段输送带上四对光电管3，控制输送带完成前进或后退运动以及减速运动和停止运动等。此输送带起着送料、接料、储存工件的作用。进退运动为非强制性的，是根据机床加工需要去完成送料和接料工作。输送带的驱动动力是由液压马达通过齿轮链轮机构正反转实现的。

经过一段使用表明，这种输送装置工作稳定可靠，布局较合理，应用于盘类零件加工自动线上较合适。对于其它类型工件的柔性自动线，设计输送装置时也可作为参考。

结 论

综上所述，我们认为目前我国应用棘爪步伐式和摆杆步伐式输送装置，来输送具有较大基准面的零件和输送随行夹具已经是很成功的了。例如仅从某两个工厂的统计数据来看，

它们总计有65条这类输送装置的自动线,各条线的输送装置都能正常运行,很少因输送装置故障造成停机。因此在生产节拍大于2分钟、输送位置误差允许大于0.2毫米,而零件形状结构又比较合适的情况下,可多采用此类输送装置。其中摆杆式可以实现较棘爪式更高的输送速度和定位精度,因此在经济上合理时又应多用摆杆式的。

机械手输送装置,现多用在专能机床联成的自动线上加工较大的轴、盘类零件的场合,如汽车变速箱第一轴、凸轮轴和圆盘齿轮等。这种输送装置组织环节多,往往因刚性差无法正常工作,设计时应给予足够重视;此外电气、液压元件质量不稳定,易出故障,装配时应进行筛选。机械手虽存在上述问题,但是不难解决的。此外它灵活性大,适用性强,可用于自动化单机上装卸工件,以及工序之间和自动线之间输送工件。除机械加工外,还适用于装配、铸、锻、冲压等加工中,特别是那些工作性质恶劣有碍工人身心健康的工作岗位,都可用机械手输送。可以预料,今后它将会得到日益广泛的应用。

滚道、滑道输送装置适用于输送小型或较小型的盘、环、球、短圆柱等易于滚动的零件。要在机床上装卸这些零件,一般还需配备简单机械手或其它上料机构。这类机械手的动力源,多用机床本身动力通过杠杆、凸轮、曲柄等其它机构实现。由于它控制系统环节少,结构比较简单,因此这类输送装置工作可靠。

目前我国的各种输送装置存在的主要问题,是输送速度低和输送精度低。摆杆式输送装置是比较好的一种,其输送速度也只有15米/分左右,输送精度只达0.2毫米,加上输送时的启动和缓冲时间,要输送1.5米距离要0.2分,相当于节拍为2分钟的1/10,而当前国外不少自动线的生产节拍在0.5~1分之间,0.2分则相当于此节拍的2/5~1/5,因此输送时间所占的百分数太大,严重的影响着自动线的生产率。国外有的先进自动线,其输送装置的输送速度可达50米/分,如美国“兰姆”公司研制的摆线式输送装置,加速度是逐渐变化的,冲击小,输送60吋距离只需2秒,输送精度为0.05毫米。因此今后应尽快改进输送装置结构,设计出先进的速度快、精度高的输送装置。