

国外冲压自动化发展概况

第一机械工业部
铸造锻压机械研究所
一九七八年六月

国外冲压自动化发展概况

目 录

第一章 冲压自动化装置.....	(1)
一、辊式送料装置.....	(3)
(一)超越离合器传动的辊式送料装置.....	(5)
(二)蜗杆凸轮传动的辊式送料装置.....	(7)
(三)步进电机和电液步进马达驱动的辊式送料装置.....	(9)
(四)直流电机驱动的辊式送料装置.....	(10)
(五)摆动辊式送料装置.....	(11)
(六)辊式送料装置的节距调节机构和抬辊机构.....	(12)
(七)辊式送料装置的系列参数.....	(13)
二、钳式送料装置.....	(15)
(一)机械传动的钳式送料装置.....	(16)
(二)气动钳式送料装置.....	(17)
(三)液压钳式送料装置.....	(19)
三、夹滚式送料装置.....	(20)
四、钩式送料装置.....	(21)
五、转盘式送料装置.....	(21)
六、闸门式送料装置.....	(24)
七、真空吸料装置.....	(25)
八、磁力分离口.....	(28)
第二章 多工位板料自动压力机.....	(32)
一、概述.....	(32)
二、多工位压力机的发展趋势.....	(35)
(一)加速换模调节, 适应多品种生产.....	(35)
(二)扩大工艺范围, 增加工序种类.....	(38)
(三)着重改进夹钳系统, 不断提高生产率.....	(39)
(四)主驱动装置采用无级调速系统.....	(40)
(五)提高机口的可借性和安全性.....	(40)
(六)压力机本身传动机构的改进.....	(41)
(七)交错落料, 节省材料.....	(42)

三、多工位压力机的一些典型机构	(43)
(一)三坐标夹钳系统(日本日立造船公司)	(43)
(二)行星齿轮式夹钳系统(日本神户制钢所)	(46)
(三)行星齿轮式夹钳系统(日本会田公司)	(47)
(四)单夹板传送夹钳和开式多工位压力机	(47)
(五)三角杠杆摆动夹料的夹钳系统	(49)
(六)采用两对夹板以改变传送间距的夹钳系统	(51)
(七)双行交错落料机构(会田公司)	(52)
第三章 高速自动压力机	(55)
一、概述	(55)
二、西德舒勒公司的高速压力机	(57)
三、瑞士布鲁德尔公司的高速压力机	(59)
(一)开式高速压力机	(59)
(二)四柱式高速压力机	(62)
四、美国布利斯公司的高速压力机	(65)
五、美国明斯特公司的高速压力机	(66)
六、高速压力机的发展趋势	(68)
第四章 汽车复盖件的自动冲压线	(76)
一、概述	(76)
二、美国克利林公司的自动冲压线	(78)
三、美国丹利公司的自动冲压线	(86)
四、西德舒勒公司的自动冲压线	(91)
五、日本小松公司的自动冲压线	(95)
六、各类型自动冲压线的分析比较	(98)
(一)连续同步和间歇同步	(98)
(二)专用化和通用化	(99)
(三)辅机的驱动型式	(100)
(四)上下料口的结构和布置	(102)
(五)关于车门自动冲压线设计方案的设想	(103)

第一章 冲压自动化装置

冲压自动化装置包括送料、卸料、堆料、涂油和废料剪切乃至开卷、校平等装置,而以送料装置为最重要。本章着重介绍国外几种主要类型的自动送料装置的发展概况。

在冲压领域中,自动送料装置分为送进带料、条料的一次送料装置和送进块料(毛坯或半成品)的二次送料装置。

一次送料装置包括辊式、钳式、夹滚式和钩式等数种。其中以辊式应用最多,适应性最大,一直占主导地位,近十几年来在高速和高精度方面的发展尤为显著。钳式居第二位,其中以气动钳式的发展值得注意。夹滚式简单,但只适用于小节距和薄料。钩式精度不高,节距不大,而且还要求具有足够强度的搭边,近年使用渐少。

由于宽卷料的广泛采用和开卷剪切、开卷落料线的发展,辊式和钳式送料装置的料宽、料厚和节距都在急剧增大。

一次送料装置的送料精度取决于送料速度,即压力机的每分钟行程次数和送料节距。送料速度(送料节距 $\times$ 每分钟送料次数)是个平均值,实际上在每次工作循环中有 180° 曲轴转角是不送料的,而在送料过程中速度又在不断变化,因此送料过程中的最高速度一般约为平均速度的3倍。这是在考虑送料速度时应当注意的一点。

对送料精度影响最大的是压力机的每分钟行程次数。例如送料节距为100毫米,行程次数为200次/分时,和送料节距为50毫米、行程次数为400次/分时的送料速度都是20米/分,但由于后者的最大加速度为前者的两倍,所以后者的送料精度较低。

不过并不是说行程次数越低,送料精度就越高。例如苏联有人曾进行过试验:在有的小型压力机上采用夹滚式送料装置送料,料厚2毫米,节距10毫米,当压力机行程次数为60次/分时,送料误差为 ± 0.04 毫米;而当提高到100~150次/分时,送料误差反而减少到 ± 0.03 毫米。原因是该型号压力机正好在100~150次/分时自振最小,运动最为平稳。可见对于每一种结构的压力机,都有其最合理的行程次数。〔1〕

一般情况下,送料节距越长,送料精度也就越低,特别是在送进纵向弯曲较大的薄料时尤其如此。

六十年代初国外自动送料装置的一般性能指标(不包括某些特殊情况)如表1所列。七十年代初国外各种辊式和钳式送料装置的性能指标如表2所列。

在二次送料装置中在中小件方面以转盘式、闸门式和真空吸头式等简易型式使用最为普遍。在大件方面则使用机械手或所谓工业“机械人”。

表1 六十年代初国外一次自动送料装置的性能指标

项 目		送料 距 离 (毫米)	料 宽 (毫米)	料 厚 (毫米)	送料 精 度 (毫米)
辊 式	单 舌	≤400	≤ 300	≤5.0	±0.2(200次/分)
	双 舌			≤8.0	±0.2
钳 式		≤150	≤150	≤3.0	±0.2
夹 滚 式		≤250	≤200	≤3.0	±0.1
钩 式		≤75	≤150	≤5.0	±0.5

注：本表适用于由压力机驱动的送料装置

表2 七十年代初国外各种辊式和钳式送料装置的性能指标〔2〕

传 动 型 式		最大料宽 (毫米)	最大料厚 (毫米)	送料节距 (毫米)	最高行程次数 (次/分)	最高送料速度 (米/分)	送料精度 (毫米)	价格比较	应 用 范 围	
辊式送料装置	机械传动	偏心轮与超越离合器	630	4	0~630	240	25	0.15	1	普通冲裁
		蜗杆凸轮与滚子齿轮	1250	2	5~630	700	70	0.05	2.5	特别适用于高速、高精度的级进模冲裁
		摆动系统	300	3	0~200	700	60	0.05	2.5	同 上
		棘 轮	1600	4	1~50	500	6	0.05	1.5	冲 孔 等
	单独电机驱动	电液步进马达	250—2000	3	0~10米	500	45	0.1	3	用途广泛, 可编程, 调节时间外
		可控硅调速直流电机	500—2000	2.5	0~10米	80	100	0.2	5	宽卷料, 大节距, 用于开卷下料线
钳式送料装置	机械传动	偏心轮与连杆、杠杆	630	6	0~500	200	20	0.15	1.5	普通冲裁
		高速回转轴, 偏心盘直接传动	500	3	0~500	500	50	0.1	2.5	速度较高的冲裁和剪切
		偏心轮, 连杆、杠杆及棘轮	630	6	0~500	200	15	0.05	2	精度较高的冲裁和剪切
		凸轮和棘轮	500	6	0~500	200	25	0.05	2.5	速度和精度较高的冲裁和剪切
	气动		500	3	0~500	250	10	0.05	1.5	普通冲裁
		液压	300—2000	8	0~2米	60	40	0.1	4	宽而且厚的卷料, 大节距, 用于开卷下料线

一、辊式送料装置

辊式送料装置是一次送料装置中应用最广、优点最多的一种。

辊式送料装置是利用辊子与带料（或条料）之间的摩擦力向前送料的，因此一般送料厚度不大。但是由于没有往复运动的形响，送料速度很高，送料节距的范围也很大，而且在采用一些新型结构后，送料精度也很高，完全扭转了过去认为辊式送料装置的精度不高的概念。

辊式送料装置分为单百和双百两种，单百结构又分为单百推式和单百拉式两种（前者设在压力机的进料侧，后者设在出料侧）。目前使用最多的是单百推式，双百式次之，单百拉式最少。

双百式送料精度并不比单百式的高，相反，往往比单百式的低。如果单百式的送料精度为 ± 0.1 毫米，则双百式可以达到 ± 0.15 毫米。这是因为当两对辊子的送料误差同时为正或同时为负时，总的误差就比单百式的大。此外，结构复杂也是双百式的一个缺点。所以在采用带料、而且材料既不厚又不很薄的情况下，一般都使用单百式（推式）。余下的料尾以手工送进冲完。至于条料，由于料尾太多，使用单百辊式送料装置是不合理的。薄料由于易弯，也不宜采用单百辊式，单百推式一般情况下料厚不宜小于0.8毫米，单百拉式不宜小于0.3毫米。

还有一种折衷的处理方法，即采用双百辊式送料装置，但通常情况下都将出料侧的上辊升起使该对辊子不发生作用，直到卷料末端接近进料侧辊子时，检测装置发出电信号，出料侧辊子才夹住并拉送材料。这样既不形响精度，又能充分利用料尾，是有其优点的，但结构则是更进一步复杂化了。

但是由上述可见，双百辊式也是有不少优点的，例如①可充分利用材料，特别是在冲压条料时；②和单百辊式相比夹紧力较大，因而可用于略厚的材料；③使出料侧辊径略大于进料侧辊径，就可以使两对辊子之间的材料张紧，防止弯曲下垂……因此双百式仍然得到广泛的采用。

辊式送料装置事实上由于工艺用途不同而分为普通的和精密的两种系列。例如在一般常速压力机（例如100~200次/分）上用一付模具进行落料或冲压时，对辊式送料装置的速度和精度要求就不很严，因而可以采用普通的结构，但是如果在500~600次/分的高速压力机上进行级进冲压（例如冲电机硅钢片）时，对其工作速度和精度就有相当严格的要求，因而就需要采用一些特殊的结构。

六十年代初期，一般辊式送料装置能达到 ± 0.2 毫米的送料精度。而目前，由于结构上的不断改进，一般情况下制造质量较好的辊式送料装置都能达到下述精度：当送料速度为15米/分（例如送料节距50~100毫米，压力机行程次数300~150次/分）时，节距精度达到 ± 0.05 毫米；速度为25~30米/分（100~200毫米，300~150次/分）时，达到 ± 0.1 毫米，速度为35~40米/分（200~300毫米，200~135次/分）时，达到 $\pm 0.3\sim 0.4$ 毫米（冲压技术1974№4，P73~80）。

西德舒勒公司生产的WK9—180型辊式送料装置(送料节距9~90, 18~180毫米;料厚0.5~1.6毫米;料宽20~180毫米;单百辊式),采用弗格森机构,当配合80吨高速自动压力机以500次/分的速度进行电机硅钢片的级进冲压时,可以达到±0.05毫米的送料精度。

美国明斯特公司研制的60吨高速自动压力机,行程50毫米,最高行程次数为1600次/分。据报导在这台压力机上采用带弗格森机构的辊式送料装置,以120米/分的速度送料,节距精度已能达到±0.025毫米。〔3〕

在提高辊式送料装置的送料精度方面,国外各厂家大体上采用下述几种办法:①防止或减少送料辊子和材料之间的相对滑动;②在送料行程终点处的准确定位;③防止送料开始和终止时的加速(包括负加速)冲击……

为了防止送料辊子和材料之间的相对滑动,一般可以提高辊子对材料的接触压力;但如这一比压太大,又会压坏材料。因此西德舒勒公司在设计辊式送料装置时采用赫茨氏公式〔4〕:

$$P = 0.418 \sqrt{\frac{N_H E}{RL}}$$

式中P—许用接触压力(公斤/毫米²); N_H —辊子对材料的总压力(公斤);E—材料弹性模数(公斤/毫米²);R—辊子半径(毫米);L—料宽(毫米)。

一般情况下,无论对于辊式还是钳式送料装置都采用

$$P = 0.56_s$$

增大辊子半径,可以提高辊子的压力。但由于辊子的运动惯量和其半径的平方成正比,因而过分增大辊径也是不合适的。

辊子的表面可以进行磨削、镀铬(硬铬)、喷丸以及滚花或铣槽等加工,但为了减少滑动而采用滚花一类方法,往往会破坏带料的表面质量。

在采用带料时为了减少送料起始时的滑动,应由开卷机或校平机将带料向前送进,并且在辊式送料装置的前百最好有一个“活套”。

一般用弹簧、有时用气缸使上辊压紧带料。

在送料行程终点处的定位是个非常重要的问题。在采用单向离合器时,对制动口都十分重视。有的单辊制动,有的双辊制动,有的用凸轮控制的带式制动,有的用气缸制动,有的用盘式制动,有的用钳式制动,有的借第二个超越离合器制动……

在模具上设定位销(导料销),有助于最后确定带料的位置。但受零件形状和材料厚度等限制,有时不能采用定位销,例如料厚在0.2毫米以下时定位销会损坏孔的边缘,以致精度恶化或工件破坏。过分软的材料也不宜采用定位销。其次,压力机行程次数过高、而送料节距本身又不很精确时,采用定位销也有困难。总之定位销是有其一定的修正范围的,超过这一不大的范围,定位销就不起作用。因此,主要应借送料装置本身来保证终点处的定位精度。于是除制动性能外,还应尽量减少冲击作用。

减少送料行程起点和终点的冲击作用是提高送料精度的重要途径之一。通常使用的超越离合器在由停止状态转变为送料动作时带料在静止状态下突然以最大加速度向前送

进，而在送料末端同样又以最大的负加速度行止，这种突变导致冲击和振动，因而大大影响送料精度。通常在送料速度 ≤ 20 米/分时，影响还不显著，一旦超过30米/分，由于振动关系，送料精度就恶化。在这种情况下以采用下述的所谓“弗格森”间歇运动机构（即以蜗杆凸轮和滚子齿轮相啮合）为比较理想，但由于制造困难和成本较高，因而自六十年代初问世以来，虽然已有十多年的历史，仍未能普遍推广，以致超越离合器传动的辊式送料装置依然是辊式送料装置中压倒一切的类型。

（一）超越离合器传动的辊式送料装置

这是目前辊式送料装置中最简单、最便宜和用得最多的一种。尽管许多人认为由于冲击作用不宜用于高速压力机，但据日刊报道，在压力机行程数在300~1000次/分之间时，采用超越离合器传动的辊式送料装置仍能达到 $\pm 0.10 \sim 0.15$ 毫米的送料精度，只是在此以后精度才急剧恶化。当提高到1200次/分时，节距误差已达到 ± 0.4 毫米。（冲压技术 1973 No 10）因此有人认为采用超越离合器的极限值是1000次/分和30米/分。不过，这显然是指结构优良、制造精度很高的超越离合器（以及辊式送料装置本身），一般情况下是不易达到这种速度和精度的。

传统的滚柱（由弹簧支承）式超越离合器，外径和重量比较大（从而惯量也就较大），所能传递的力矩也比较小，已逐渐不能适应目前的要求。较新的辊式送料装置中有不少采用异型滚超越离合器的，后者体积较小，精度也较好，传递的扭矩也较大。此外，为了在送料行程终点能使送料辊迅速制动，近年来还在原有超越离合器的基础上发展了所谓“反转制动”超越离合器。有的厂家还把它和摩擦制动口联合使用，以增强制动效果和减轻摩擦制动口的载荷，效果据说不错。由下述瑞士布鲁德尔公司两种辊式送料装置的结构（图1和图2）中可以看出所谓“反转制动”超越离合器的作用。

瑞士布鲁德尔公司在其所生产的BSTA系列18吨和30吨高速压力机上采用同一结构、四种规格的辊式送料装置（最大料宽 $\times$ 最大送料节距为：120 $\times$ 60、170 $\times$ 60、120 $\times$ 100、170 $\times$ 100mm）。该装置中设有两个超越离合器和一个锥形制动口（图1）。由图中可以推知，较小的一个超越离合器应是和锥形制动口一起共同起反向制动作用的。〔5〕

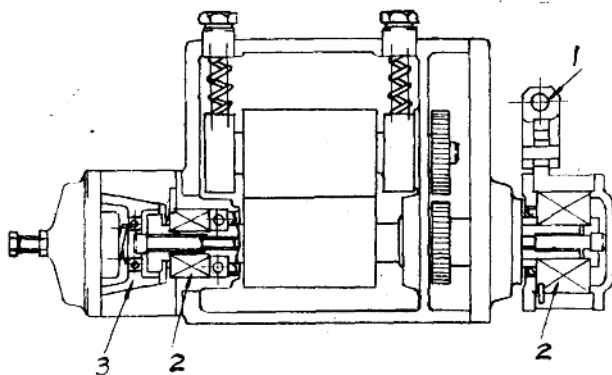


图1 布鲁德尔公司的超越离合器传动的辊式送料装置示意图 (用于18,30吨高速压力机)

1—传动机构；2—超越离合器；3—锥形制动口

图2所示则为该公司60吨高速压力机上所用的BBV 300/200型超越离合器式辊式送料装置。图中1为驱动轴，2为摇臂，3为摆动支点，4为送料节距指示盘，5为送料节距调节手柄，6为两个特殊的超越离合器，7为上辊抬起用杠杆（上辊在两个弹簧压紧口的作用下压向下辊），8为齿轮，9为齿条。利用与曲轴相连接的驱动轴的回转运动，使摇臂绕支点摆动，带动两根齿条作上下直线运动，从而使齿轮8回转。两个超越离合器中，一个用于驱动，一个用于反向制动。转动送料节距调节手柄，移动摆动支点3的位置，可以改变齿条行程长度，从而调节送料节距，并在刻度盘上指示出来。最大节距为200毫米。最大料厚为4毫米，最大料宽为300毫米，和压力机本体采用同一个循环式强制润滑系统。〔5〕

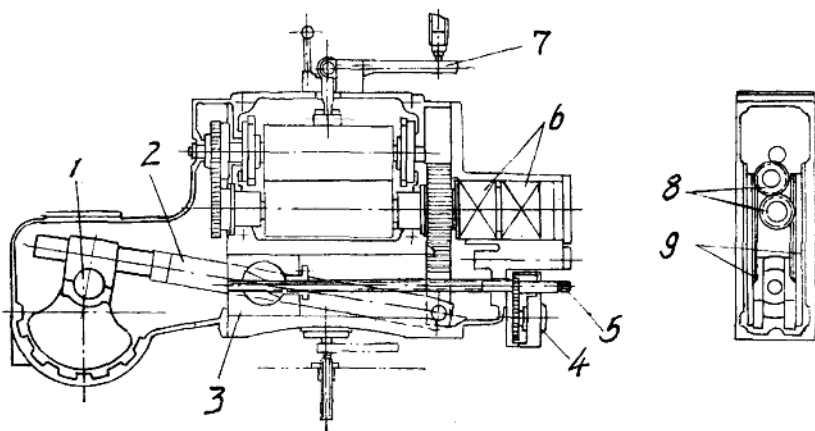


图2 布鲁德尔公司的BBV300/200型辊式送料装置示意图

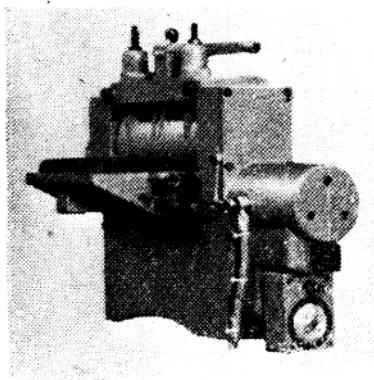


图3 瑞士布鲁德尔公司BBV300/200型辊式送料装置的外观

由图3中可以看出这种BBV300/200型辊式送料的外观，图的上方为两个弹簧压紧辊口和一个抬辊机构。图的右下方为节距调节机构的丝杠的端部，和指示节距数值的刻度盘。〔6〕

据称，在这种送料装置中，送料辊筒经过平衡试验，连接上下辊筒的齿轮经过磨削，而且在抬起上辊进行冲压时，齿轮的节元位置不能发生变化。〔5〕

这种辊式送料装置比较复杂,易损件较多,但是送料精度高(± 0.01 毫米),特别是据称相邻节距误差为 ± 0.01 毫米,累积节距误差为 ± 0.035 毫米(在最好的工艺条件下,送料速度为10~12米/分),这一指标如果属实,对于精密的级进冲压是非常重要的。其次,送料节距可以方便地进行无级调节,这也是一个相当重要的优点。因此,这一BBV 300/200型辊式送料装置还是值得注意的。

总的说来,超越离合器型的辊式送料装置结构简单、制造方便,性能较好,加上不断有所改进,所以不仅目前是,而且今后仍将是辊式送料装置中的主力。

(二) 蜗杆凸轮传动的辊式送料装置

由凸轮实现送料辊子的间歇回转运动(分度运动)可以获得高速、均匀的送料动作,可以在相当大的范围内任意改变从动件的运动规律,而且整个机构极为紧凑,零件很少(例如和超越离合器式及马氏槽盘式相比)。图4所示是三种凸轮机构,其中又以蜗杆凸轮式的优点最为显著,因而近年得到了较大的发展。这三种凸轮传动的比较如表3所列,可以参考。〔7〕

表3 辊式送料装置凸轮传动的三种型式的比较〔7〕

	圆柱凸轮式	蜗杆凸轮式	耦合平板凸轮式
型 式	立 体 凸 轮	立 体 凸 轮	平 百 凸 轮
头数(N)的限制	每一凸轮 $N \geq 6$,头数可能达到48、60。头数越多越易加工。	N可以在很大范围内变化,但N越大($N > 12$),制造越难	2—8个头左右,头数再多,结构即不合理
分度角(θ_N)的限制	分度角范围广,分度角越大越易制造	范围广,分度角越大越易做	分度角范围较窄
设计方面的限制	略 多	少	多
过盈配合	难	易	易
制 造	用普通铣床即可加工,用专用铣床更好	必须用专用机床和工具加工	用普通铣床即可加工

所谓蜗杆凸轮式间歇传动机构(图4a)是美国弗格森公司首先研制成功的,起初用作分度机构(例如用于硅钢片自动冲槽机的回转工作台),自六十年代初起用于辊式送料装置。由于蜗杆式凸轮不易加工,还由于在改变送料节距时需要更换辊子,因而没有获得普遍应用。直到六十年代后期,由于高速度自动压力机的推广,这才显示出其优点,并获得国外冲压行业的推许。目前这种结构已经达到2000次/分的送料次数〔8〕。

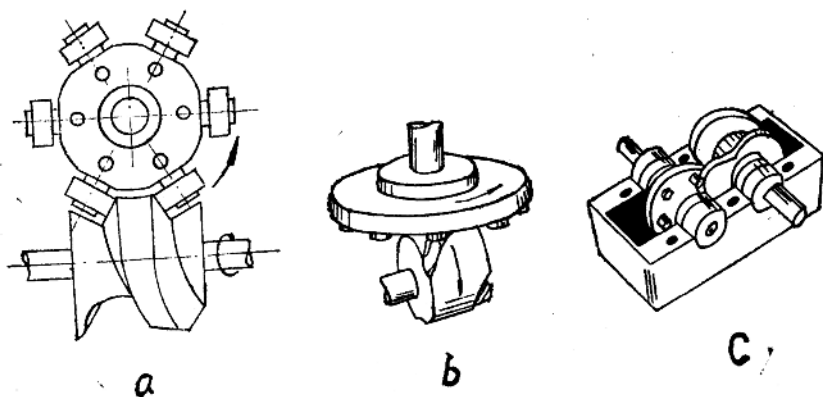


图4 凸轮传动的辊式送料装置工作原理图

a—蜗杆凸轮式；

b—圆柱凸轮式；

c—平行凸轮式。

这种辊式送料装置有下述优点：①在送料开始和结束时，由于逐渐加速和减速（加速度曲线为正弦曲线或多正弦曲线），这就根本上减少了机构本身的冲击和振动，从而有助于提高送料的稳定性和精度；②滚子齿轮上的相邻两个滚子以过盈配合紧紧夹住蜗杆凸轮上的螺纹（在圆柱凸轮上铣出的梯形截面的筋），其间没有间隙，因此当螺纹升角过渡到零时，滚子齿轮和送料辊都立即停止回转，没有惯性作用，从而能使被送进的带料精确定位，并且可以不用制动口；③可以根据需要将送料角度增大到 $180\sim 300^\circ$ 曲轴转角；④如果最大加速度的值过大，还可以改变螺纹升角的设计，使最大加速度降低；⑤不需要单独的制动口〔3〕……。

滚子齿轮上可以根据需要设有3、4、6、8、10或12个滚子（采用滚针轴承）共分六种。由于滚子齿轮上的齿距是固定的，在改变送料节距时就得换用相应直径的送料辊筒。这在大批大量生产的条件下（例如在一台高速压力机上只用1~4种模具，当然略多几种也不是不可以的），是合理的。特别是据说由于在结构上采取了措施，更换辊筒只要2~5分钟，这就更加有利。但是由于一种送料节距就需要一付辊筒，成本较高，因此在六十年代初期和中期并未得到推广。自1968年以后，针对这一缺陷在滚子齿轮和下辊之间增设四个交换齿轮，可以在一定范围内接近无级地调节送料节距，因而使用范围有所扩大。例如西德舒勒公司的WK 9—180型辊式送料装置就采用44个交换齿轮（由43齿到86齿），据称可以获得40万个不同的送料节距，因而在9~90毫米或18~180毫米范围内接近于无级调节。采用这种办法在中小批、多品种的生产条件下，是比较节约的；而在大批大量生产条件下则是不合理的，因为交换齿轮的费用贵，要求加

工转度高,更换齿轮时间长,而且增加了从动惯量和传动间隙。交换齿轮的布置如图5所示。

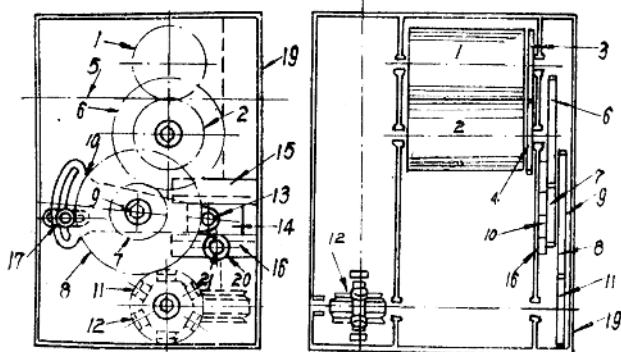


图5 带交换齿轮的弗格森辊式送料装置的传动系统图 (西德魏因加滕公司)

西德到目前为止还只有两家公司的压力机上供应这种蜗杆凸轮传动的辊式送料装置,一家是舒勒公司,采用交换齿轮、而不用更换下辊方式调节送料节距;另一家是魏因加滕公司,既生产交换齿轮式,也生产更换下辊式的。看来两者各有其适应性。

弗格森机构并不易做。以日本来说到目前为止仿制的弗格森机构的精度仍然不够,不能过关,以致不得不以很高的价格从美国弗格森公司进口该机构。根据日本人的经验,加工蜗杆凸轮需要高级的数控铣床。〔10〕

正是由于这种“弗格森”辊式送料机构的制造难度大、生产费用高和调节不方便,因而目前主要只适用于小电机硅钢片之类大惯量产品的级进冲压;至于用于批量不够大的一般冲压,则等于牛刀杀鸡,得不偿失。因此,至少在目前并不宜于普遍推广,更谈不到代替简单的、大惯量使用的超越离合器式送料装置。

(三) 步进电机和电液步进马达驱动的辊式送料装置

近年来由于步进电机的扭矩提高,因而已能用于直接驱动送料辊筒。这种电机的定子采用五对绕组(磁极),转子为一永久磁铁。向各绕组依次供电,转子每被一绕组吸动一次,就回转一个步距,通过适当传动装置使步进电机的每一步距相当于送料辊筒表面的0.1或0.01毫米(还可以更小,取决于所要求的精度)。如以一个步距等于0.1毫米,则通过十进制开关输入10000个脉冲,即可确定送料节距为1000毫米。为了防止加速与制动时带料的打滑,采用一特殊电气回路以保证均匀地加速和减速。据西德魏因加滕公司介绍,还可采用一低速系统,使带料以低速接近其终点位置,因而能减小惯量,提高节距精度。

当步进电机的扭矩不足以带动尺寸较大的辊式送料装置时,还可以使步进电机和液压马达组合在一起而成为所谓“电液步进马达”,如图6所示。其中液压马达起扭矩放大

作用。随着步进电机的起动和停止，液压马达也作间歇的起止动作，从而实现间歇送料。〔2〕

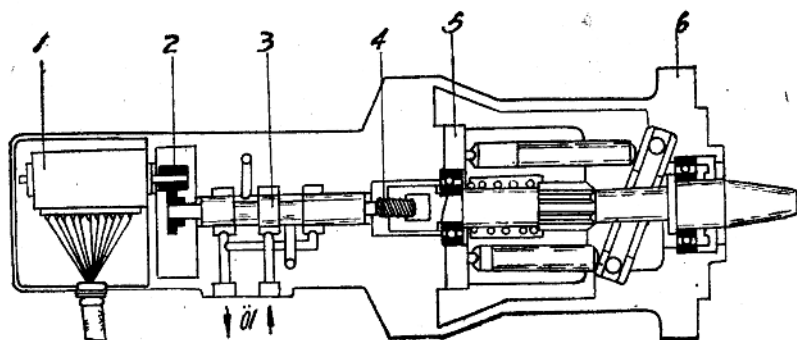


图6 驱动辊式送料装置的电液步进马达示意图

- 1—步进电机； 2—齿轮； 3—液压阀； 4—调节螺纹；
5—配流盘； 6—液压马达

据魏因加滕公司介绍，采用这种步进电机驱动的辊式送料装置，当送料节距为100毫米时，可送料175次/分；节距10毫米时，480次/分；1000毫米时，50次/分。

电液步进马达传动的辊式送料装置，根据西德舒勒公司的资料，其名义送料精度为 ± 0.1 毫米，但该公司以1600毫米宽、2毫米厚的带料试验的结果表明，实际误差不超过 ± 0.05 mm，不到名义精度的50%。〔2〕〔7〕该公司的试验还表明，这种电液步进马达辊式送料装置在以5毫米的节距送进时，压力机每分钟可作500次行程，节距精度达到 ± 0.1 毫米。〔11〕〔12〕

而据西德因德拉玛特公司的试验结果，该公司生产这种送料装置能以10毫米的节距进行800次/分、或以5000毫米节距进行30次/分的冲压加工；最大送料速度可达150米/分；送料精度为 ± 0.1 毫米。〔13〕

辊式送料装置采用步进电机独立驱动，不依赖于压力机的曲轴，因而机械部分比较简单，送料节距范围很大（步进电机转速很快，而且可以利用曲轴的270°转角进行送料），节距调节方便送料精度也较高。尽管和压力机本身在电气联动方面比较复杂，而且在采用液压马达后价格还会进一步提高（比弗格森辊式送料装置的价格高20%，是超越离合器辊式送料装置的3倍），但是对于经常改变送料节距（即在中小批量生产时改换工件）或送料节距很大或以冲孔带进行程序控制时都很适用。无疑这是一种值得注意的辊式送料装置。〔14〕

（四）直流电机驱动的辊式送料装置

当送料节距很大时，送料速度很高，以致产生冲击，影响精度。因此近年出现了直流电机驱动的辊式送料装置，以可控硅对直流电机进行调速。这种送料装置主要用于开

卷下料线，对宽卷料进行大节距的剪切或冲裁，或用于配合带料多辊卷型机。如图7所示，送料辊筒和直流电机直接连接。上辊在两个气缸的作用下压紧或抬起。送料前先通过十进制开关输入所要求的送料节距的值（以0.1毫米为单位），然后由数字记录口控制送料节距。当达到预定的最大送料速度后，加速度就逐渐降低到零，以后就以恒速送进；而当达到预定的剩余送料长度时，开始减速，并于达到规定的送料节距后瞬时“停止”因此不产生冲击和滑动现象。

这种送料装置还可以在送进一定长度后，再使带料退回一段距离。这在开卷下料线上以两台剪板机剪切梯形（或不规则的四边形）毛坯时是需要的，因为有时毛坯长度外于两台剪板机之间的距离。据报导目前已制成最大送料速度100米/分、最大送料节距10米的直流电机辊式送料装置。〔2〕〔7〕

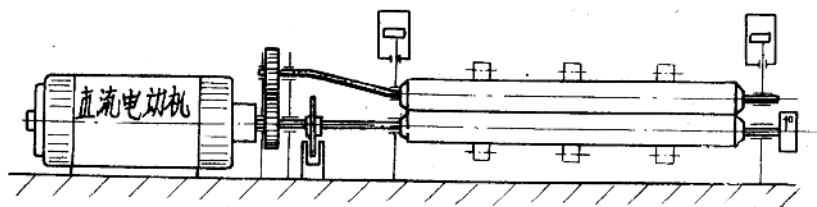


图7 直流电机驱动的辊式送料装置

（五）摆动辊式送料装置

图8所示的摆动辊式送料装置是近年出现的一种新型结构，据说使用在逐渐增加，因为送料是借辊筒，只是回程时的夹料借钳子，所以仍应属于辊式送料装置。〔4〕

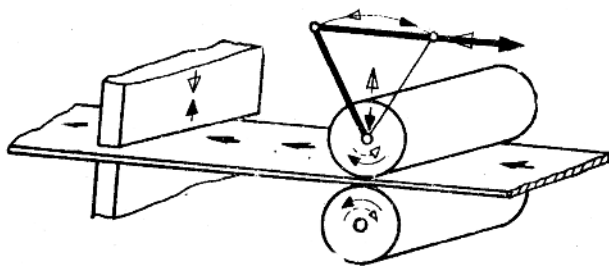


图8 摆动辊式送料装置原理图

辊子由压力机曲轴通过机械系统传动，而且只有在送料时才压紧带料。回程时辊子上升，带料被钳子夹紧。送料阶段和停止阶段必需互相协调，并有一定的重叠系数，否则将会造成送料误差。据称这种摆动系统同样可以获得很高的送料速度，但是当改变送料节距时，必须进行节距校正，因为通常不能从行程长度刻度盘上直接得出送料节距的值。送料节距的精度取决于整个系统的刚度以及送料阶段和停止阶段的重叠精度。

瑞士布鲁德尔公司有一条关于摆动辊式送料装置的专利（瑞士专利№544243，1971

年申请, 1973年公布), 结构复杂, 优点并不明显, 到目前为止, 也还未见到产品。总的说来, 关于这种摆动辊式送料装置目前还没有详细资料, 录此仅供参考。〔15〕

(六) 辊式送料装置的节距调节机构和抬辊机构

在机械传动的辊式送料装置上利用调节曲轴端 Γ 偏心盘的办法, 并不能一下子就获得所需要的节距。而在高处反复试调, 又很费时费力。因此在比较先进的辊式送料装置上都设有送料节距的无级调节机构, 或者设有单独的微调机构和曲轴端 Γ 的偏心盘配合使用(粗调)。这两种方法都可以相当方便、准确地调到所需要的尺寸。这在要求送料精度较高的级进冲压中, 具有重要的作用。调节机构又分两种, 一种是付机调节, 另一种是不付机调节, 当然以后一种为更好。

在新型的辊式送料装置中, 一般还都设有抬起上辊的机构, 其主要用途是在开始冲压前的一瞬间释放已被送进、但仍被上辊压紧的带料, 以便利用模具上的定位销使带料转动定位或便于进行拉深。其次, 冲压过程中使带料处于自由状态, 还可以避免在带料张力的影响下损坏模具。

抬辊机构分为气动和机械式两种。采用气动抬辊机构时, 可以省去上辊压紧机构, 将二者合而为一。机械式抬辊机构又分为两种, 一种是由压力机滑块通过杠杆系统抬起上辊, 另一种则由压力机曲轴通过凸轮系统抬起上辊。前一种由于必须在下死点前一个相当大的角度时抬辊(在开始冲压以前), 因而也就只能在曲轴越过下死点后转过同样大的角度时再压紧辊子, 结果由于带料沉离时间过长, 以致影响送料精度。凸轮式抬辊机构则能保证最早的抬起时间, 因而有助于提高精度。例如曾于1975年在我国已出的西德舒勒公司的A2-80型80吨高速压力机, 其上的蜗杆凸轮式辊式送料装置就采用这种凸轮抬辊机构。

据外刊报导, 凸轮式抬辊机构尽管精确, 但不如滑块驱动式简单, 因此目前在国外采用滑块驱动式抬辊机构的仍然很多。

前页所介绍的瑞士布鲁德公司BBV 300/200型辊式送料装置的无级调节送料节距的机构, 事实上也是一种微调机构(图2)。这种机构的环节和间隙较少紧固处都相当窄, 是颇有可取之处的。

下页简单介绍一种比较新颖的节距调节机构, 由于未见生产, 仅供参考。

图9和图10所示是美国的一个专利结构(美国专利№ 3791586, 1973年申请, 1974年公布), 其特点是送料辊筒始终以恒速回转, 辊筒凸轮状表百可以周期地夹紧并送进带料。例如上辊15的筒身16的横断面上就具有凸轮状表百, 其中工作表百21和空程表百22之间以台阶23和24作过渡。下辊情况相同。17、18、27和28为辊筒的端百凸统。轴40穿过下辊25中心。电动机通过皮带轮46、伞齿轮48和53、轴50上的伞齿轮55和54以及伞齿轮60和61分别带动上下送料辊回转。键接在轴50上的伞齿轮55在弹簧58的作用下与伞齿轮60始终啮合(即使在伞齿轮60上下调节移动时两者仍然啮合)。带料A被压在固定钳口64的表百69上。压板70安装在杠杆71和72上, 当它绕着轴80回转时, 上辊15就上升或下降(这时轴19也就在孔37里升降), 钳口73以螺钉74连接在压板70上, 并以弹簧加载。导向滚85上的凸统86可使带料对准送料辊。作用在杠杆71和72上的弹簧95始终将上辊15

调节送料节距的方法是改变上下辊的工作表面21和31的相对角位置。为此设有调节机构97。转动螺杆114, 可使支架100的底座98沿着键103 (设在槽104内滑动。在支架100内设有套筒120, 其中有衬套125。衬套内带有螺纹孔, 轴40的端部拧入螺纹孔内。因此当转动螺杆114使支架100向前或向后移动时, 轴40就转动, 从而使下辊相对于上辊回转一个角度。(以上所述只是基本原理。各零件的详细结构需看该专利文件, 共有14幅图。例如调节节距时, 伞齿轮61和51的脱开问题就未说清)。

据称这种辊式送料装置可用于2000次/分的高速压力机。到目前为止,还没有见到关于这种产品的报导,因此这一结构是否可借还有待验证。不过在调节节距的方法、取消拾辊机构以及送料时自动放松压料钳口等方百还是有些参考价值的。〔16〕

此外, 美国还有一条专利№3653569, 内容与此极为近似, 可供参考。〔17〕

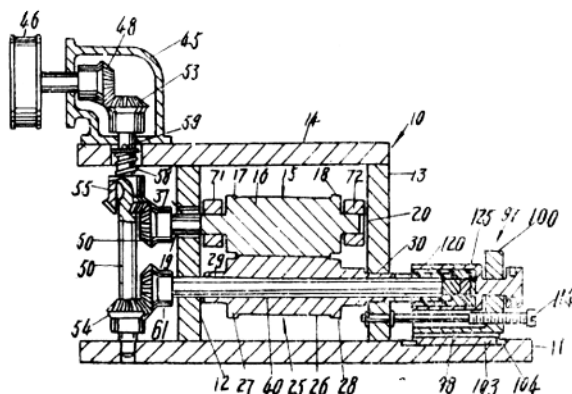


图9 凸轮状辊筒的辊式送料装置 (1)

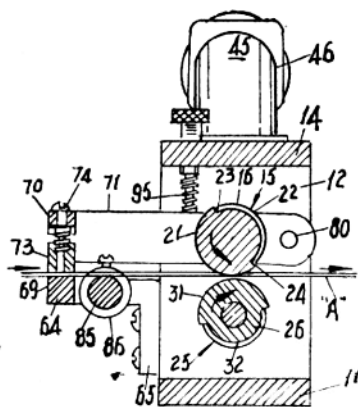


图10 凸轮状辊筒的辊式送料装置 (2)

(七) 輥式送料裝置的系列參數

日本会田公司生产两种通用系列的辊式送料装置：压力机曲轴驱动的RFC系列和单独电机驱动的RFO系列。这两个系列在结构和性能上都不先进，属于普通品种。但其参数可作参考。

RFC系列共分六个规格(见表4),最大料厚为3.2毫米。上下辊筒均为钢制,经热处理后,镀硬铬。采用滚动轴承,齿轮经热处理,并有间隙消除装置。设有盘式制动口,采用凸轮式抬辊机构,使上辊定时抬

起, 放松送进的带料, 以便于进行拉深。表中的两个最大规格采用气动压紧上辊。本系列包括单百式, 也包括双百式。

表 4 会田公司RFC系列辊式送料装置的基本参数 [18]

型 号	RFC 15/15	RFC 20/20	RFC 25/25	RFC 30/30	RFC 30/40	RFC 40/50
送料节距 (毫米)	0~150	0~200	0~250	0~300	0~300	0~400
料 宽 (毫米)	150	200	250	300	400	500
料 厚 (毫米)	1.6×150 2.0×95	2.0×200 3.2×80	2.0×250 3.2×100	2.0×300 3.2×120	2.0×400 3.2×150	2.0×500 3.2×200

RFO系列共有四个规格(见表5), 最大料宽1200毫米, 料厚0.6~2.3毫米(另有两个特殊系列, 料厚范围分别为0.3~0.8毫米及1.2~4.5毫米)。这个系列以单独电机驱动, 上辊以气动压紧(空气压力5个大气压)。有无级变速口, 可对每分钟的送料行程次数作无级调节。送料节距利用偏心销进行调节, 设有微调刻度盘。因此, 这只是一种最普通单独驱动的辊式送料装置, 电机转数与送料间距并无关系。但辊子可作两次送料行程, 然后压力机才冲压一次。可以供应辊子、滚式涂油口等附件。送料装置的进料侧设有导料台, 可以调节, 以便材料对准中心。可以有两种操作方式: 第一种是送料装置连续运转而压力机间歇运转; 第二种压力机连续运转, 而送料装置间歇运转。当采用第一种方式时每分钟的送料次数取决于压力机的制动口的性能; 而当采用第二种方式时, 最大送料次数(间歇送料)为35次/分。本系列的送料精度为 ± 0.5 毫米, 最大送料速度为28米/分。

本系列为单百式, 可用于开式压力机和闭式压力机。用于宽卷料开卷落料线时, 电动机由电子控制, 送料长度由电气装置检测并调定。

表 5 会田公司RFO系列辊式送料装置的基本参数 [18]

型 号	RFO 45/46	RFO 60/61	RFO 110/100	RFO 120/122
送料间距(毫米)	100~450	150~600	250~1,100	250~1,200
料 宽(毫米)	150~460	150~610	300~1,000	300~1,220
料 厚(毫米)	0.6~2.3			
连续送料次数 (无负载时)(次/分)	20~50			
电机功率(千瓦)	2.2	3.7	7.5	7.5