

曲柄压力机译文集

李作有 等 译

160310-0003

机械工业出版社

TG 315.5-53

346922

L40

曲柄压力机译文集

李作有等 译



机械工业出版社

本文集共搜集、翻译了俄、德、英三种文字的有关曲柄压力机文献61篇。主要内容包括：曲柄压力机的发展前景（自动产、柔性生产模块、锻压设备参数的预测等）、传动机构参数、机零部件（曲轴、连杆、齿轮、滑块、导轨、床身等）的设计、保护装置参数的选择与计算，以及若干新型压力机的特性、曲柄压力机设计、制造、研究人员和有关大专院校师生参考。

曲柄压力机译文集

李作有等 译

责任编辑：李书全 版式设计：张世琴
封面设计：刘 代 责任校对：马志正
责任印制：张俊民

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）
（北京市书刊出版业营业许可出字第117号）
机械工业出版社京丰印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092¹/₁₆ 印张 16 字数 393千字
1990年12月北京第一版 1990年12月北京第一次印刷
印数 001— 771 定价：14.30元

科技新书目：231-004
ISBN 7-111-01956-3/TG·496

译者的话

本文集共搜集、翻译了近期有关曲柄压力机结构与计算方面的 61 篇俄、德、英文文献，内容丰富，材料翔实，主要介绍了曲柄压力机的新结构及其零部件的设计与计算。从中可以看出国外曲柄压力机近期的研究水平和发展前景。它对于我国曲柄压力机的研究和设计将有所帮助。本书可供从事曲柄压力机的研究、设计、制造生产人员和有关院校师生参考。

原作者见各篇，译校者署名见各篇文献之后。

文集的出版得到了原机械委重型局的支持和帮助，特表示感谢。

限于水平，译文定有疏漏和错译之处，欢迎批评指正。为节省篇幅，文中所注参考文献目录从略。

译者 1988年8月



目 录

曲柄压力机结构的发展前景与研究范围	1
建立柔性自动化锻压生产的前景	4
未来的机器构思——能量和控制为特征的锻造	12
曲柄热模锻压力机作基础的柔性生产模块	15
锻压设备（如曲柄热模锻压力机）参数的预测	19
考虑载荷概率特性时热模锻压力机的选择	24
热模锻压力机的最佳行程次数	29
模锻压力机噪声发射参数值的估算	31
成形压力机和冲床的试验和验收准则	33
曲柄热模锻压力机电力传动参数的优化	46
考虑概率加载的热模锻压力机传动计算	49
单作用曲柄压力机传动工作的动态模拟	52
重型机械压力机齿轮传动承载能力的研究	56
曲柄压力机和自动机调节电力传动装置参数与工作制度的优化	58
曲柄热模锻压力机运行的控制任务	65
曲柄锻压机械运转的控制	67
双动板料冲压压力机的传动设计问题	69
设计曲柄热模锻压力机的模拟准则	73
合上曲柄压力机单盘摩擦离合器时自摆过程的探讨	77
曲柄压力机执行机构几何尺寸对其运动学、动力学和柔度的影响	80
曲柄热模锻压力机偏心轴应力状态的研究及其强度和刚度计算方法的改进	84
曲柄热模锻压力机偏心轴的设计计算	88
曲柄热模锻压力机主轴的液压动力支承	89
曲柄压力机曲柄—摇杆送料机构摇杆摆角的确定	93
连杆（作为曲柄压力机零件子系统目标）应力—应变场的有限元计算	97
曲柄压力机滑块与导轨的摩擦力对滑块导轨副的接触应力和作用力分布与大小的影响	101
滑块导向对工件精度的影响	105
曲柄压力机滑块缓冲器的计算	109
新结构滑块弹性边缘最佳尺寸的确定	113
双动单曲柄压力机外滑块传动机构杆件尺寸的确定	116
曲柄压力机滑块的气动平衡器作用力	121
热模锻压力机机架计算	124
曲柄压力机焊接机架截面形状系数的确定	128
压力机机架的计算和辅助设计模型试验结果	131

IV

63tf单曲柄开式压力机的刚度·····	136
偏心轴压力机及曲轴压力机的静刚度试验·····	137
偏心轴热模锻压力机的精度特性·····	149
曲柄压力机基础件应变计模型研究的模拟与方法·····	159
重型曲柄压力机基础件按强度和刚度规定指标的设计·····	163
重型压力机基础件的预设计试验研究·····	168
实现工艺工序时曲柄热模锻压力机零件的动载荷·····	171
曲柄板冲压力机装模高度调节机构螺旋副应力状态的研究·····	177
带液压楔块调节闭合高度的锻造压力机——减轻锻件重量的设计·····	180
机械压力机的计算·····	183
成形压力机负载的计算·····	189
单轴曲柄压力机在成形工序时动载的确定·····	200
曲柄锻压机械电动机功率的计算·····	204
曲柄热模锻压力机最大楔固力的确定·····	208
曲柄压力机液体摩擦轴承的热计算·····	211
曲柄压力机的机械保险装置·····	217
曲柄压力机液压保险装置参数的选择·····	219
单曲柄压力机工作区的防护装置·····	223
曲柄压力机保险装置液压支承强度和刚度的有限元法计算·····	225
新结构的6300kN曲柄热模锻压力机·····	230
新克拉马托尔斯克列宁机器制造厂生产的曲柄锻压机械·····	232
630/400tf双动四曲柄压力机·····	235
在装有机器的40MN曲柄热模锻压力机基础上应用模锻组合体的经验·····	239
偏心轴垂直于正面的模锻压力机传动机构·····	241
电伺服控制的三轴向多工位压力机·····	244
装有杠杆—气动式启动机构的开式单曲柄压力机·····	248
25000kN自动化曲柄热模锻压力机工艺可能性的扩展·····	250

曲柄压力机结构的发展前景与研究范围

曲柄压力机改进委员会主席
技术科学博士 Е.Н.ЛАНСКОЙ

发展曲柄压力机结构是一个复杂过程,受到下列因素的影响:生产对技术经济要求的提高,社会—人口条件情况,设备的传动、控制和检验新技术系统的出现,冲压工艺过程与模锻工具结构的改善,以及新冲压材料的出现。

运用电子计算机进行计算与设计,这个工程方法的重大变化,是从根本上影响曲柄压力机质量提高的很重要的因素;因而,根据一系列技术经济准则优化曲柄压力机结构,就成了首要任务。在初始阶段的工作则要建立某些型号的机器和部件的自动化设计系统。

为了满足小批量和单件生产经济上的合理性,要求生产具有更大的柔性、工艺设备具有万能性。从发展上看,将建造能满足两种完全不同需要(用于大量生产或大批量生产和用于小批量生产或单件生产)的曲柄压力机。自然,满足这种不同需要的机器虽然对零件的产量和质量的某些要求是共同的,但是仍然要用不同的方法加以改进。

近10~15年内,曲柄压力机仍是大批量或大量生产的企业体积模锻和板冲车间的主要工艺设备,但在总台数中的相对数量未必会有增加。设备的改进,设备的性能(包括生产率)的改善,以及设备价格的提高,决定了更有效地利用设备的可能性和必要性。

改进大批量生产的传统曲柄压力机的主要方向是:提高生产率,改进冲压件质量(首先是它的形状和尺寸精度),实现自动化,以及根本改善操纵条件和工作地点的舒适性。

提高生产率这一任务,可由直接提高设备的运转速度来完成,也可通过改进设备的结构以保证可靠性和减少停机与调整量来完成。已经显露出这样的趋向:制造能尽量完成多工序(包括切削、焊接和热处理等)的成套设备或单机。高速自动机的行程数约可达到 $1000 \sim 2000 \text{ min}^{-1}$ 。这主要靠平衡执行机构的动力,合理分配运动参数来取得。看来,公称行程数继续增长不会很高(近10~15年板冲和冷锻自动机的行程数增加了1~2倍),但其增长的势头是会保持住的。

执行机构的结构没有根本的改变。机构的复杂化只限于某些专门用途的压力机(其变形过程的特性决定着滑块移动的运动特性的某些限制)。在单动和双动压力机上拉伸时,曲柄杠杆机构能保证限制工作行程的速度,提高回程的速度,因而得到广泛的应用。这时的行程数约提高了50%。从过去用于此目的机构中对6~8链环的各种变型装置的铰链机构进行了随机检查,发现经过改装的执行机构在热模锻压力机和冷挤压压力机上得到了广泛采用。因为进行热模锻和冷挤压时,在各个行程段上移动速度的合理分配使模具寿命得到了提高。在某些型号特别是多工位板冲压力机上,该方法可以解决建制更良好的周期图表、减少滑块行程和噪声辐射等问题。用其它方法(如调节传动速度、换挡等)来改变滑块速度,在近期未必是合理的。

提高冲压件的质量(例如零件的精度),用传统方法即提高设备的刚性来解决。这同时可改善机器的动力质量,降低动力学因素,有利于模具寿命的提高。伊积模锻压力机靠提高刚度以提高其精度,这在目前是不合理的,因为刚度已达到渐近饱和极限。在现有模锻结构

和冲压工艺条件下,从本质性上提高精度是不可能的。闭式模锻可以保证尺寸和几何形状的应有精确度。但由于工艺过程可能出现的不稳定性,在这种情况下刚性压力机就不合理了。所以对这类过程应寻求在工作过程中分级改变刚度的或调节的措施。

影响精度的主要因素之一是滑块的导向质量和导轨基础承受倾斜力矩的能力。在一台压力机上进行多工序加工时更是如此。

如实验所证实,对所有机器来说,由力矩产生的大部分变形(80~85%)正是发生在导轨的基础上。提高这些部件刚度便可大大提高精度。在这方面广泛采用的设计方法之一是扩大连杆和其它零件的支承基础。

提高冲裁压力机的刚度可保证降低冲模的磨损(特别是对定片和转片型的大量零件)和减少噪声辐射。这一刚度水平尚未找到。

传动和控制方面的新成就,电子计算机的应用,经济和社会—人口因素推动了近年来自动化领域的进步。带料的进料速度达到80~140m/min。保证这样高速下的精度最好采用先进的夹钳进料(实践表明,就在15m/min以上的速度下,辊式进料的间距误差超过5~6倍)。辊式进料在宽带材和大间距进料的条件下是更为合理的。这时装有由电子计算机操纵的自动跟踪电传动装置,进料精度不小于0.05mm。

在自动化情况下通常压力机应在行程顺序规范下工作。顺序行程工作问题现在对生产线上大型板冲压压力机来说已得到解决。最妥善的解决方案是将压力机作为生产线上的一个单独模块来考虑,使其具有装料工位,配备有直线——搬运机和冲压件出料工位。直线移放机具有两个运动方向,即与夹持机构运动对应的上下和前后方向。只有三个工位来限制操纵:装料、工作和出料。这就可提高可靠性、机动性和生产率。自动生产线上的压力机模块与配有机器人的搬运机模块相连接,后者为从出料工位到装料工位的连接环。搬运机也保证工件的翻转,其中一些工件由微处理机进行程序控制。在自动线上的全部压力机顺序行程同步工作时,这种配置可保证生产率达到了1000个/h的水平。

抓斗结构作为工序间广泛应用的传输部件保持本身的工位,这是由于在抓斗结构中必要的运动是很有条理的。近年来非常重视磁力和真空夹爪,因为它们不需夹持运动,而且在某些情况下更为通用。

可以肯定,压力机结构正朝着引入自动化部件作为压力机主要部件的方向发展。

压力机在这方面的自动化,将与锻压车间建造机器人模块基础同时进行。实验证明,成组使用机器人是合理的。然而,现代机器人操纵压力机时不总是能保证所要求的生产率,甚至定位常不够准确。但是成组使用就能消除这些缺点。组建配有机器人的综合装置时,装配适于机器人操纵的专门压力机是合理的。这两个设备的价值和作用在综合装置中实际上是相同的。因此,机器人的前景仍然是压力机的主要部件。

在压力机控制和调节系统中,日益采用电子学。电子学不但被采用在各种仪表设备中,而且被采用在电子计算中。当前电子装置用于检查和验收过去由管理人员进行的逻辑处理。这种系统要求在检测地点装置传感器。在大型自动化压力机上电子系统用于检测进料间距,与压力机传输进给工作同步化。在冷锻自动装置上用微处理机检查给定钢棒的长度,并发出推出不够尺寸余料的指令。就在这些自动装置上按加工结果为进给坯料检查长度提供了先决条件。

这些系统还为减少压力机再调整过程的工作量找到了用场。工艺设备要求操纵人员少而技术水平高,这种趋势决定了要采用遥控设备来调节冲模高度、行程长度、进料间距等。带

有自动化连接装置的盒式和组合式的更换工具方法得到了广泛应用。控制盘上装有指示灯和预先选定的数字装置。将来要设计压力机控制与检验的集成系统。这种系统的主要元件由微型电子计算机控制,用来监控机器状态,包括润滑装置的工作,轴承、离合器和制动器工作的热工条件,离合器和制动器工作的正确组合,电机的功率负载,压力机的负载等。传动新系统(晶闸管等)与此系统相结合便可解决按动力或其它条件正确调整行程数的问题,建立机器的匹配条件,并保证精度的提高。

要保证工作地点良好的舒适性,摆在面前的尖锐问题是首先降低噪声辐射。文献中广泛地阐明了降低噪声的多种途径。但是不得不指出,在有限的资金条件下,根本降低噪声而又不影响机器工作质量的方法还没有找到。除工艺措施外,当前还采取了如下降低噪声的措施:降低工作行程起始瞬间的行程数和滑块速度;减少压力机工艺负载;设置弹性挡板和液压减振器来吸收冲孔负载“断裂”后机器的弹性;用消声器来降低离合器的噪声;节流供风以形成离合器和制动器的软开关条件以降低离合器打击噪声;设置隔音室,或在主要噪声源上罩上防声罩和隔声板。其中一些措施可以降低噪声10~20dB,在具体条件下可以推荐使用。

机器的质量除看操作参数外,还要看金属消耗量和能耗。而金属的合理耗量问题又与所采用的计算水平和准确度以及对机器工作的实际条件的详尽研究有着密切关系。机器的动力改善程度可以用周期效率(在曲柄压力机上此数字相当低,通常不超过0.5)来评价。解决动力质量的途径有:顺序行程作业,降低执行机构铰链中的摩擦系数,提高刚性,降低离合器和制动器的工作能耗,建立压力机工作所释放的弹性能和动力能的回收系统,寻求无离合器压力机的合理结构——后者对那些离合器和制动器的尺寸从可靠性和维修保养方便方面已超过极限的大型压力机来说,是至关重要的。

机器制造业所采用的材料情况近10年来发生了根本变化,广泛采用了铝合金包括再生铝、金属粉末,合成材料和塑料,出现了新的加工(包括冲压)过程。所以用于冲压新材料的专用压力机的将来会有大量需求。

用于小批量和单件生产的曲柄压力机有着广阔的发展前景。建立这种柔性工艺设备是机器制造现代工艺的主要方向之一。在这种设备上用相应的几何工具将图纸信息传递给零件的通用方法适用性很小,因为压力机加工中实际上很少采用数字程序控制机器,而只有在这个基础上才可建造易于重新调整的工艺设备。当变形不发生在坯料局部而经常发生在坯料整体时,压力加工中很难采用程序控制,所以,整体坯料中的误差实际上也很难得到校正。

但是,努力利用压力加工过程与先进控制技术相结合的这一优点,便能建立和发展一系列带有数字程序控制的变形机器的结构。

一般说,带数字程序控制的机器特点,是在机上可实现坯料的顺序局部加工,而不是一下子实现对坯料的整体加工。这种对坯料的加工特点迫使增加坯料或工具的轴向运动次数(在传统的机器上只有一个方向——变形工具的运动)。大量的运动决定了采用数字程序控制的合理性。数字程序控制机器的特点是下列运动的程序化:仅仅待加工材料(按单、双或三轴)的运动,待加工材料与工具的工作部分的运动,以及待加工材料与工具更换的运动。属于第一类的有剪裁组合体和带有程控步进送入板材或带材的压力机;属于第二类的有弯曲压力机、径向挤压机等;属于第三类的有弯曲压力机、带数控的冲孔与钻孔压力机。最后应指出,虽然只有少数几个但已建立了冲压加工中心(例如冲孔的和弯曲的)。这些加工中心中,不仅工具的更换和进料程序化,而且待加工材料的更换、待加工件的堆放、废料的去除等也程

序化了。加工中心还配置程控机器人，用以完成进料，取出零件、工具组合件的更换等工序。

改进带有数字程序控制的机器方向是装备更完善的仪器设备——显象器、图形显示器等，使机器匹配，以补偿误差，提高制件的精度，但是为此尚需装设测定设备和相应的反馈设备。

提高这些机器的效率，直接与定位部件和保证变形的部件的快动性有关。应当指出，带有数字程序控制的标准机床系统，在快动性和其它参数上不总是与锻压机器的的工作条件相一致的。例如，在穿孔压力机上板材在加工过程中的移动是相当大的，为了高速的移动就必须改由三级速度来代替一般的二级速度，以保证准确定位。现在这种压力机的切割数已达到425/min。改善冲压加工中心的最重要问题是各种冲压工序在一个组合件上的联合和通用。

物理科学成就在实际中应用后而出现的新的工艺过程，往往导致传统工艺设备的根本改造或淘汰。无疑这个过程将继续下去，例如用激光光束来代替穿孔工序。

工艺设备的改进若不采用科技成就就不可能获得成功。可以列述旨在根本改进曲柄压力机结构的科技研究的首要课题：

压力机执行机构新结构的研制以建立进行某一冲压工序的优化技术经济条件；

借助有限元法引用弹性系统先进计算方法使压力机复杂基础件（基本上决定其金属高耗量）的结构达到优化；

压力机及其各部件刚性的合理分配方法的研究，以提高工作的准确性，降低能耗，提高工作可靠性；

在提高生产率和负载剧增的条件下，对提高压力机全部工件动态质量途径的研究；

建立可靠的与惯性小的离合器和制动器弹性位能与动能的回收系统，以研究压力机动力的改进方法，减少各种机构关节处的摩擦损失；

研制半成品的进料、出料与工序间输送的高速自动化设备；

压力机传动优化方法的研究，先进压力机电传动合理系统的探索研究；

研制采用电子计算机扩大控制与检验功能的压力机现代化高速控制与检验系统；

研究调整、更换与检测工具位置与工具整体的方法；在高生产率机器上对工具采用盒式和强制性更换；

改善工作地点的舒适程度，降低噪声以达到卫生标准；

研制使压力机自动化和机器人化，并使压力机和机器人在结构上构成整体的机器人组合体；

研制为在锻压生产中采用柔性工艺系统用的加工中心型的压力机和组合设备。

袁嘉容 译自《КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО》，1981，№8。

王燕文 校

建立柔性自动化锻压生产的前景

Г. Л. КУЗЬМИН, Ю. В. МАЛЬКОВ

锻压生产配备工业机器人的经验表明，有可能建立在柔性工艺模块基础上的柔性自动化

生产。柔性工艺模块——这是由基本设备（压力机）单元、一台或数台工业机器人、全套辅助设备（保证机器人工艺组合体内部的自动化工作周期和其与生产过程作业线的联系）组成的独立工作的工艺手段总成；是布置柔性工艺组合体的组成部分。最合理地运用联机结构工业机器人是柔性工艺模块和柔性工艺组合体的关键。建立柔性自动化生产能将生产提高到崭新的水平。

建立柔性自动化生产的研究工作，无论在苏联还是在其他国家都在加紧地进行着。锻压生产方面的良好成果是以 0.63MN 曲柄压力机为基础建立配有自动化换模、坯料送进和自动排件装置的组合体所取得的。

在现行生产中，柔性可以靠广泛使用快换装备、精确组织工序间的运输与坯料、零部件的存放来取得。

推行柔性自动化生产与研制和推行自动化设计系统问题有关。

现在，各部属企业单位正研制和生产各种用途的多型号的工业机器人，其中包括数十种用于锻压生产的型号。有许多型号已投入批量生产，如：ЦИКЛО-3Б、ЦИКЛО 5.01、ПРЦ-1、КМ10Ц4201、КМ5Ц4202、РПД-1.25、КМ1.25 Ц4216、КМ 2.5Ц4214、МП-9С、МП-11等。随着应用领域的扩大，工业机器人的型号数将会不断增加。因为锻压生产所要解决的工艺任务是大量的，锻压设备的型号是繁多的。因而就有必要研制新型自动化设备，其中包括组合模块结构的工业机器人。

工业机器人在锻压生产中的数量，应根据面临的任務规定一个最低限量。这就要求工业机器人的结构简单、价格低廉、使用高效、工作可靠。组合模块结构的工业机器人对柔性自动化生产最适用。

苏联锻压机器人设计与工艺研究院也对抓举力为 1.25kg、2.5kg、5kg 和 10kg 的组合式结构循环气动锻压机器人系列进行了研制工作。

现已编成了基础模型 MA2.5Ц-MA10Ц 的、抓举力为 2.5kg 和 10kg 的组合式工业机器人的技术文件。

研制了以微处理机为基础的 YЦМ-100 型程序控制系统来控制组合式工业机器人，但也可用成批生产的 YЦМ-663 型程序控制系统对其控制。

MA-2.5Ц 等型组合式工业机器人样机已交送部际验收委员会，现已在一家工厂投入试生产。

机器人的手臂、提升、回转、横向移动的组合部件都有中间停歇点，这样就能扩大自身的工艺能力。

组合结构工业机器人有 9 个组合部件基础模型：手臂——8 个动作；回转——5 个动作；提升——3 个动作；横向移动——2 个动作；夹爪则固紧于手臂端部。

工业机器人的技术性能

参 数	抓 举 能 力 (kg)			
	1.25	2.5	5	10
公称抓举能力(kg)	1.25	2.5	5.0	10.0
手臂数	1;2;3	2;3	1;2	1;2;3
单臂抓举公称抓举能力(kg)	1.25	0.8;1.25	2.5;5.0	3.2;5.0
	0.32;0.63	2.5		10.0

(续)

参 数	抓 举 能 力 (kg)			
	1.25	2.5	5	10
最大绝对定位误差 (mm)	0.1	0.1	0.5	0.5
最大位移 (mm):				
水平	320;500; 630	500;630; 800	630;800; 1400	630;800; 1020;1400
垂直	80	125	125;160	160
横向	500	500	500;800	500;800
水平面回转 (°)	90; 180	90;180; 270	90;180; 270	80;180; 270
夹紧装置的角度移 (mm)	25	25;50	25;50	25;50
角位移 (°)		15(+5~-10)	15(+5~-10)	15(+5~-10)
夹爪旋转 (°)	180	180	180	180
夹爪最大移动速度(m/s):				
水平	1.8	1.8	1.6	1.6
垂直	0.63	0.63	0.63	0.63
横向	0.63	0.63	0.63	0.63
水平面回转 (°)/s	150	150	120	120
夹紧装置位移 (m/s)	0.8	0.8	0.63	0.63
夹爪旋转 ((°)/s)	180	180	180	180
正向、反向移动时的程序点数:				
水平移动	2;3	2;3;4	2;3;4	2;3;4
垂直移动	2	2;3	2;3	2;3
横向移动		2;3	2;3	2;3
水平面回转	2;3	2;3	2;3	2;3
夹紧装置	2	2	2	2
角位移	2	2	2	2
夹爪正向、反向旋转时的程序点数	2	2	2	2

可在这些基础件上附加可换夹爪, 在不要求配置部件和程序控制系统时附加变径套。用这些部件配置工业机器人时, 运用组合、更换和拆除的方法可以得到 100 个以上的工业机器人的基本改型, 它们具有 2-6 级的能动率, 可在直角坐标, 柱面坐标, 球面坐标或混合型坐标系统中工作。

锻压机器人研究院研制的组合式工业机器人可用于各种方案的机器人化工艺组合体、机器人化工艺生产线和锻压过程自动化的生产工段。机器人化工艺生产线和工艺工段, 是建立在独立的机器人工艺组合体基础之上的, 机器人工艺组合体是最简单的柔性工艺模块。

在锻压生产中使用自动化系统来设计零件、模具、夹具、工艺过程和工艺装备与工艺过程自动化装置准备控制信息, 将导致建立集成柔性自动化生产的可能, 它包含了制件研制、生产准备和制造阶段的自动化。

在莫斯科举行的“自动化-83”国际展览会上, 仪表工业部展出了切断模(汽车模具)自动化设计与制造的多元集成系统。该系统用来实现切断模冷冲件工艺准备的自动化。这里所谓的切断模, 也就是指矩形板叠和圆形板叠的、连续作用和复合作用的落料模和冲孔模。该系统工作如中: 在输入端放置必须设计与制造的工卡具零件图纸。系统的程序实现零件冲压工艺的设计、模具型号的选择、最佳下料的计算、模具的设计、零件制造工艺的设计与编

制, 以及加工这些零件的控制程序的编制和在压力机与数控机床上加工这些零件的控制程序的编制。在绘图机上绘出图纸、工序草图和下料图。该系统包含有 17 个典型结构和 608 个模具标准尺寸。应用它可降低设计工作量 90%, 缩短生产准备时间 50~60%。系统中还包括有内存容量不少于 512000 字节的统一系统系列的电算机, 平板式绘图仪, 数控电蚀机床和铣床。

运转试验表明, 工业机器人应用在大批量锻压生产中才取得最大的效益。这个结论对于柔性工艺模块也是正确的。因此, 柔性工艺组合体以外的模块不能全部解决最大限度应用工艺设备可能性的问题, 应将它结合在柔性工艺组合体中。

柔性自动化模块有以下作用:

将自动化组合体、工段、各类自动线配套, 建立按自动化功能与程度分类的、复杂的自动化生产系统;

按机器人工艺组合体的产量扩大锻压设备制造厂家的生产潜力;

提高小批、中批与大批生产的自动化程度;

缩短自动化组合体、工段、生产线的试制周期;

保证各种工艺设备的对接能力, 并用运输卸载装置扩大变通能力;

保证柔性工艺组合体对生产条件变化的适应性。

板冲、拉延、冷、热体积模锻, 塑料制件和粉末冶金制件的模锻等工序已在锻压生产中得到最广泛的应用。

板冲通用设备有: 单、双点单动开式与闭式压力机, 单动四点闭式压力机、框架式液压机、双动柱式液压机、单柱卷边液压机等。

单动单点开式压力机得到了最广泛的推广, 而且在其基础上目前已建立了数十种各类配备机器人的工艺组合体, 工艺工段和工艺生产线。这就要求首先应在这种工艺设备基础上建立柔性工艺模块和柔性自动化生产。柔性工艺模块的配置方案 (图 1) 是在参考了机床工业部等部门建立组合体的经验,

参照了有关文献资料对工艺过程加以分析的基础上编成的。在单点开式压力机基础上配置柔性工艺模块, 不会破坏冲压车间板冲工段设备的传统线性配置, 反而会有利于建立方便的运输流水线, 有利于布置辅助工艺设备。

板冲生产柔性工艺模块列于图 1a~g 方案中。图 1a 所示的柔性工艺模块包括: 压力机, 振动料斗装料机 (如 VCB-3 型, 它可将扁钢坯输送到原始 (装料) 位置), 气动程序控制工业机器人 (它可将坯料装

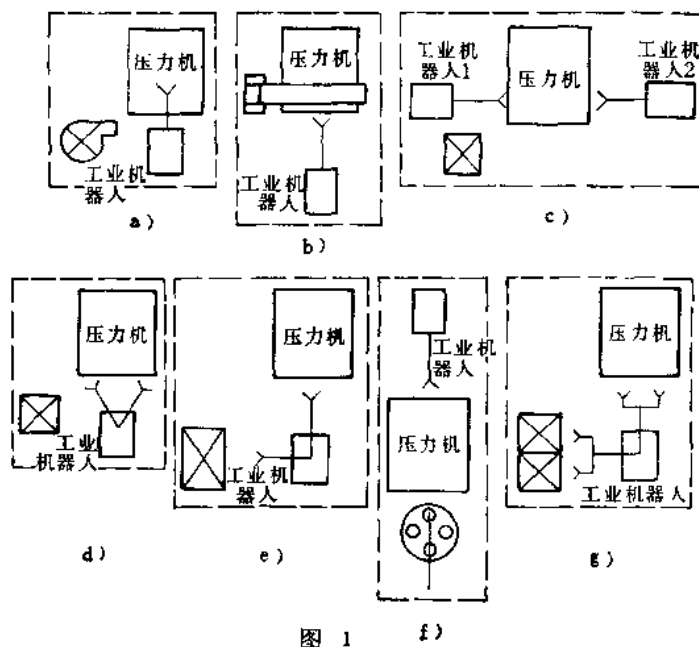


图 1

上模具), 气动排料装置, 工业机器人的全套通用夹爪。

图1b所示的柔性工艺模块包括: 压力机、由退卷机、送料辊和废料剪断机组成的拆卷装置(它可将卷材送到压力机的模具上) 程控工业机器人(它可将制件从模具上卸下来并撤出冲压区), 工业机器人的全套卸料抓具。

图1c所示的柔性工艺模块包括: 压力机, 多位槽式储料装置(它可将扁钢坯送到原始(装料)位置), 两台机器人(一台将坯料从装料位置送到压力机的模具上, 另一台将制件从模具卸下来并撤出冲压区), 工业机器人的全套卸料抓具。

图1d所示的柔性工艺模块包括: 压力机, 多位槽式储料装置(它可将扁钢坯送到原始(装料)位置), 周期程序控制的双臂自动机械手(它可将坯料装上模具并将半成品和成品卸下来), 工业机器人的全套卸料抓具。

图1e、f所示为以冲压大型制件的单动双点压力机为基础的柔性工艺模块; 而图1g所示为同时冲压两个制件的单动双点压力机为基础的柔性工艺模块。

图1e所示的柔性工艺模块包括: 压力机、槽式储料装置(它可将扁钢坯送到原始(装料)位置), 双臂工业机器人(它可将坯料装上模具并将制件卸下来), 工业机器人的全套卸料抓具。

图1f所示的柔性工艺模块包括: 压力机, 槽式装料装置(它可将扁钢坯送到压力机的模具上), 工业机器人(它可将制件从模具上卸下来并撤出冲压区), 工业机器人的全套卸料抓具。

制件拉延通用设备有: 单、双动开式与闭式单点压力机, 双动框式与柱式液压机。制件拉延深度为50mm以下的柔性工艺模块列于图1b、c、d。

制件拉延深度为50mm以上的柔性工艺模块(图2a)包括: 压力机, 槽式装料装置(可将扁钢坯送到模具上, 工业机器人(它可将制件从模具上卸下来并撤出冲压区), 工业机器人的全套抓取装置。

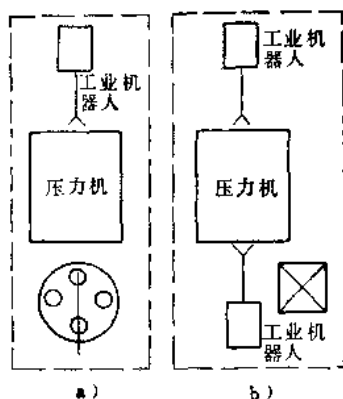


图 2

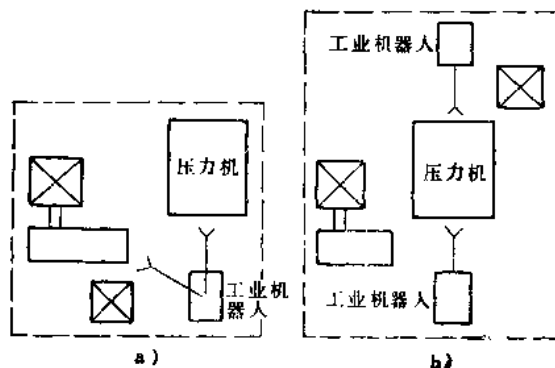


图 3

图2b所示的柔性工艺模块包括: 双动闭式单点压力机, 槽式储料装置(它可将扁钢坯送到原始(装料)位置), 两台工业机器人(一台将坯料装上模具, 另一台将坯料从模具上卸下来并撤出冲压区)。

弧形定子传动螺旋压力机在锻压生产中占有特殊地位。在该螺旋压力机上既可进行冷

冲,也可进行热体积模锻,因此,柔性工艺模块也应装设相应的槽式储料装置。

以螺旋压力机(图3a)为基础的柔性工艺模块包括:压力机,装料装置(可将圆钢坯送入感应装置),双臂工业机器人(可将坯料装上模具并卸下制件),机器人的全套抓具。

图3b所示的柔性工艺模块包括:螺旋压力机,装料装置(它可将圆钢坯送入感应装置或槽式储料装置上,而后者又可将扁钢坯送至原始位置),两个单臂机器人(一个可将坯料放到模具上,另一个可将制件从模具和冲压区撤出来),工业机器人的全套抓具。

热体积模锻通用锻压设备有:曲柄热模锻压力机,弧形定子传动螺旋压力机,单点闭式切边压力机。

图4a所示为热模锻柔性工艺模块平面布置图,它包括:自动化装置,传送装置(可将热坯从感应器送至压力机进料口),两个单臂工业机器人(可将坯料放在锻粗位置,移置到成形,冲压位置,并可将锻件从模中取出来),工业机器人的全套抓具。

图4b所示为热模锻柔性工艺模块,它包括:热模锻压力机,自动化感应装置,传送装置(将热钢坯从感应器送至压力机进料口),三个单臂机器人(可将坯料放在锻粗位置上,将锻件移入模槽,并可将锻件撤出冲压区),工业机器人的全套抓具。

图4c所示为切边柔性工艺模块,它包括:切边压力机,两个单臂工业机器人(可将锻件放入模具并将锻件和飞边撤出模锻区),工业机器人的全套抓具。

为最大限度利用在柔性自动化生产中以锻压设备为基础的柔性工艺模块,在针对最终结果最优分配它们之间的模锻工序后,应同步其工作。这种优化在每次变换加工对象和模锻工艺时都必须进行。这样就可能出现这样情况:必须按新的设计给予锻件(从一台压力机到另一台压力机)以新的顺序。应用一台电算机解决锻压设备和工业机器人的类似问题,以柔性自动化传送系统按下述进行工作:

系统的中心环节(坯料和锻件库,模具和工业机器人抓具库)做成多格架,供堆垛机器人使用。它根据电算机指令从库格中取出所需的扁钢坯垛或卷材(在盒中或专用箱中),模具或工业机器人需用的抓具,将其装到传送机器人上,机器人便按电算机给出的指令地点将其送往柔性工艺模块。箱中成品由传送机器人放入仓库。

选择和研制柔性工艺模块的传送一堆集系统时要求:

传送系统与全厂和车间的坯料、半成品、成品的传送设备相连接;

在柔性工艺组合体第一工位上,选择坯料(制件)的定位和配套方法;

选择堆集设备的型号和容量。

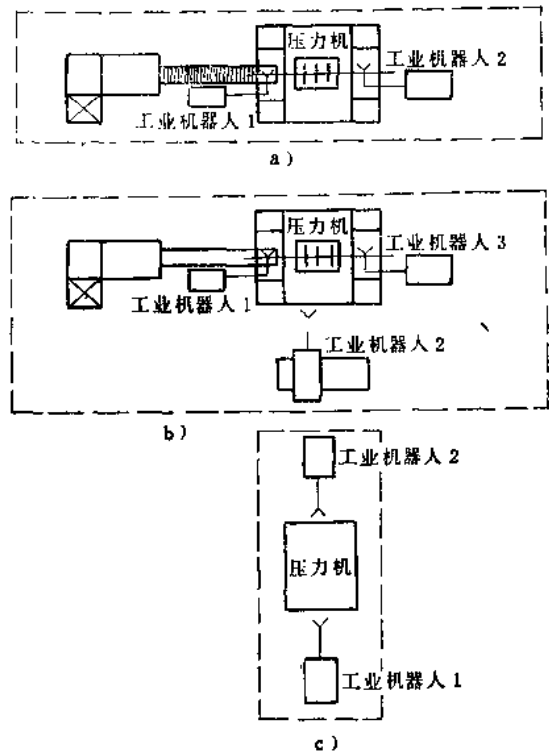


图 4

可用坡槽（滑槽），步进式传送器（由制动爪控制的齿式传送器和锯式传送器），链式（水平和垂直的）传动器，圆盘式堆集装置，尽头式堆集装置，辊式传送器，循环旋转台，多格箱作为柔性工艺组合体的堆集装置。

可用提升-回转台和中间台作为过渡装置。

单件或成箱传送方法的选择，要根据锻件批量大小，对传送-堆集系统可移动性的要求以及所用工业机器人的技术特性来确定。

如果柔性工艺模块间是刚性联系，就可用专用传送装置，通过步进式传送器或循环旋转台逐个传送坯料。

如果柔性工艺模块间是弹性联系，就可用工业机器人独自逐个传送坯料，或用其它传送设备（步进传送器循环旋转台），配合堆集器传送坯料，也可用自动化系统成箱地进行。

微电子技术主要优点在于能在中、小批量生产过程中基本实现一种新型的自动化，其中包括柔性自动化系统。目前，控制生产过程发展的柔性自动化系统有以下四个主要方向：

加工机床、压力机的数控系统；

配备机器人的工艺生产单元；

机器人技术系统；

集成柔性生产工段。

以微电子技术为基础的控制系统的增长，为实现新的先进工艺过程以及为使制件装载、定位、传送和检测等至今仍用手工完成的操作过程实现自动化，提供了有利前提。建立在微型电子计算机基础上、用来直接进行控制的程序控制器，得到了广泛的应用。

在锻压设备上可按各种工艺过程冲压各种形状的零件。生产应是柔性的，即随时都能转向新制件的生产。每种新零件出现后，有关加工工艺和设备负荷问题应在最快时限内得到解决，为此就必须寻求最佳方案。这些问题只要采用柔性自动化生产就能得到解决。

分析冷冲压工艺过程表明，单工序和双工序的板冲工艺应用最广，三工序板冲工艺应用较少，四工序板冲工艺应用则极少。但是，建立柔性自动化生产时排除最后两个工艺过程就不正确了。

建立柔性自动化锻压生产时要出现一系列问题，解决它需要时间和物质保证。用于锻压生产的循环工业机器人的结构必须具有更换抓具、抓具库和其它设备的能力。在锻压生产中推行柔性自动化生产分两个阶段：第一阶段要使设备的负荷系数达到0.85~0.9，缩减锻压设备的需求量。

在组合体以外的柔性自动化生产中，编制了工艺和控制程序，设计和制造了必需的抓具、模具和装具。箱装坯料或卷材由堆垛机器人送到工作地点，而定位则由操作员进行。模具和抓具由堆垛机器人送往设备和从设备上脱开，而更换模具和抓具则由操作工进行。这方面的主要问题是要力求缩短更换模具、抓具和坯料定位的辅助时间。坯料或零件在压力机模具上的放置，是锻压生产中一个待研究解决的问题，因为在工业机器高速作业时，其定位误差不允许超过0.1~0.5mm。

图5所示为第一阶段柔性板冲生产方案图。图中绘出了两个柔性工艺组合体设备的线性配置。在备料工段1，在自动机和组合体上由条料或带料冲出坯料，并将其放入料箱中。堆垛机器人2将料箱放入坯料自动库3的库格里。在料库4的库格中放有压力机用的模具和工业机器人用的抓具。工作开始前，堆垛机器人5按电算机发出的指令抓取坯料，模具和抓具，

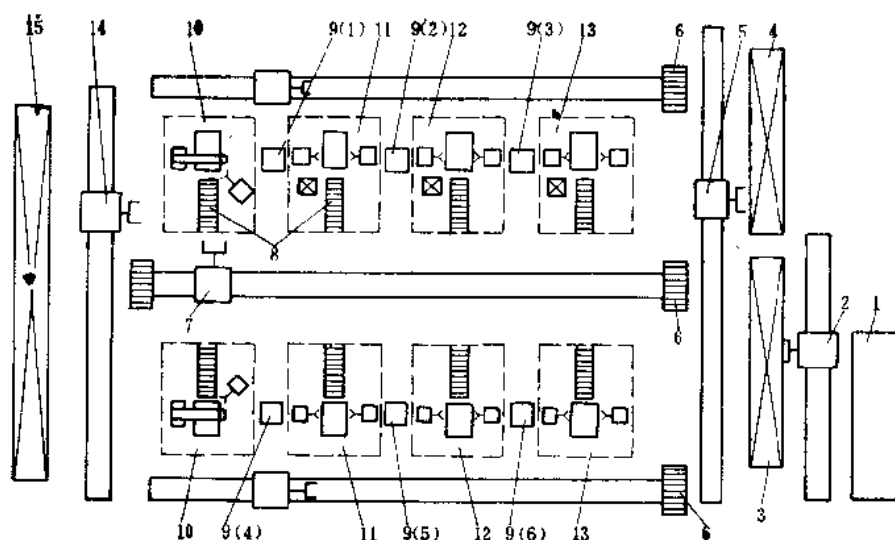


图 5

并放在中间工作台 6 上。输送机器人 7 将其放在每个柔性工艺模块的辊道 8 上。如果开始时电算机发出的指令是四工序冲压作业，则卷材从材料库送往第一柔性工艺模块。冲压后，工业机器人将零件放在中间工作台 9 上，进入柔性工艺模块 11 的工业机器人再将零件放在第二台压力机上。在柔性工艺模块 11 上冲压后，第二台工业机器人将零件移至中间工作台 9 (2) 上。以此类推，直至冲压完成。转换到第三工序冲压时，则用三个柔性工艺模块 10、11 和 12；而在柔性工艺模块 13 上则进行单工序冲压。在柔性自动化生产中，有可能进行四工序冲压，三工序和单工序冲压；双工序和单工序冲压；单工序冲压。箱装零件由输送机器人 7 和堆垛机器人 14 从柔性工艺模块转至仓库 15。

柔性工艺模块与柔性自动化生产的结合，柔性自动化生产的自身建造，这两项都要求制造和运用大量结合到柔性自动化生产中的模块系统和子系统，这类系统包括有：自动化的传送系统、库存系统、工段或车间柔性自动化生产的控制系统、劳动和生产组织系统（它所包括计划，作业管理和生产进度的调整）；这些系统又可分成若干模块。

正在建立综合自动化工段和车间的企业，现在不要再等待模块的研制，应将零件分类，整理好车间的工艺文件，确定建立柔性自动化生产所需的每个改型模块的数量；还应对工业机器人抓具、定位装置等专门的自动化工具确定其技术要求，编就这些装置的工艺文件，参照在已改型模块中的应用情况，着手审改这些工作。

在锻压生产中建立柔性自动化生产和柔性工艺模块，这是一项综合性课题，只有参加建立的各个单位共同努力才有完成的可能。

在锻压生产中建成柔性自动化生产和柔性工艺模块后，生产费用必将大大缩减，坯料的制造质量必将大大提高。

《李作有译自《КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО》1985, №3.

周大勇校)