

机械压力机操作规范的计算机控制

卢炳超

吉林紫金铜业有限公司

[摘要]机械压力机约占整个锻造设备的80%。机械压力机传统的继电器-接触器控制方式接线复杂,工作速度慢,灵活性差,设计安装工作量大,已不能满足现代工业高度自动化的要求。用计算机控制方式取代传统控制方式势在必行。在工业生产中,广泛使用的通用机械压力机的操作标准控制电路是最复杂、最关键的。因此,当机械压力机由计算机智能控制时,首先需要在操作规范上实现计算机控制。

[关键词]机械压力机;电气控制;PLC;实时监测

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2020.03.010

基于自动控制下的机械压力机可以代替人工手动操作,并且伴随智能化的提高,在提高设备精度的同时,其生产效率与产品质量也提高,节约大量的人力资源,从而促使现代工业趋向于无人化模式靠拢。同时,对操作人员和投入使用机械设备的实时状态监控和维护管理更是重中之重。

一、压力机分类

1. 分类。机械压力机类型众多,并且是工业制造业中使用最为广泛的锻设备,无论现在还是未来在重工业汽车、农业机械、国防、现代化轻工业等各行业有无限的发挥空间。按工艺用途划分机械压力机有板类冲压机和模锻压力机。板类冲压机能倾和固定台开式压力机、闭式单、双、四点压力机。用于冲裁、弯曲、成型和部分浅拉伸工艺,是冲压工艺采用较多的设备;拉伸压力机用于复杂零件拉伸工艺,具有多连杆机构驱动滑块,使工作行程保持较低的匀速,返程快,缩短行程时间,效率高;板冲多工位压力机用于连续级进送料的多工位冲压工艺,备有自动上料与工位间夹钳送料等;板冲高速精密压力机是一种自动精密高效的生产多种冲压零件的设备,其基本特征有高效自动、高精度、高刚度高速精密压力机备有高精度自动辊式送料机构和开卷校平机构。模锻压力机是精确压力机,用于工作行程小而冲压力大的工艺过程,采用肘杆机构;自动冷锻机是一种多工位多工序整体卧式金属成形设备,全自动成形,具有生产率高、工件力学性能好、材料利用率高等优点;冷挤压机是一种用于各种毛坯、锻件的冷挤压成型或平面精压多工位冷挤压机,用于小型锻件的多工序冷挤压体积成型工艺,采用曲柄连杆肘杆式结构。

2. 功能。伴随着工业制造业的迅速发展,机械压力机的工作效率及性能稳步提升,目前压力机自动化工业向着大型机械压力机方向转型,其可以完成多种工艺流程工作。主要有冷冲压压力机和热冲压压力机。冷冲压机的驱动传输机构主要有多连杆机构和曲柄连杆机构,多连杆机械压力机一般用在弯曲与拉伸工艺中,此种多连杆机械压力机通过优化可以利用较小的曲柄半径,产生较大的滑块行程。滑块运动特性是慢下急上,在材料拉伸中,滑块的速度低而平稳,满足

金属材料延伸速度极限,保证了良好的拉伸质量。曲柄连杆机构是最常见的压力机驱动机构,由曲轴或偏心齿轮的匀速转动,通过连杆带动滑块做循环往复的运动,滑块的位移曲线为正弦曲线,速度曲线为余弦曲线。热冲压力机是对塑性体积成形工艺的加工设备,大部分用于各种加热坯料件冲压成型。目前热冲压力机的驱动方式主要有曲柄连杆和肘杆式。

二、机械压力机及其控制系统概述

1. 主要组成结构部件。一台完整的机械压力机由底座、立柱、滑块拉紧螺栓、横梁主传动、移动工作台小车、离合器与制动器、气垫、平衡器、空气管路系统、润滑管路系统、微速调整装置、电气控制系统、梯子栏杆走台共同组成。气垫是起压边和顶出工件。底座是支撑着整个压机的重量且承受由滑块施加的压力。移动工作台是将模具移进、移出,起到快速更换模具,达到方便起吊的作用。立柱通过拉紧螺栓将横梁、底座紧紧连接为一个整体,起着支撑整个横梁传动系统的重量。滑块通过曲柄连杆机构沿着导轨面做往复运动,实现冲压工作效果。并且通过滑块调整可对装模高度进行有效调整高度,实现对不同类型模具的成型工艺,滑块内设置液压保护系统,当工作过载时卸荷,来保护机械压机的安全工作。横梁内封闭着压机的主传动机械结构系统,由变速机构将电能变为机械能,再将动力传递给滑块,实现往返可控的运动轨迹,达到压机精确做功效果。平衡器用于平衡滑块下落的重量,消除压力机的间隙,确保压力机滑块运行精度不受影响及设备运行传动时更加平稳。电气控制系统是压机的动力源泉,实现机械压力机的动力拖动和动力控制作用。设备机身均为全钢铸造焊接结构,采用主传动系统在横梁全封闭式结构布置,压力机配备移动工作台,液压夹紧器,使用自走式上模夹紧器(整套外购),缩短换模时间,设计ADC自动换模功能,提高工业生产效率。润滑系统采用稀油自动定量循环系统,在重要部位设有监测显示、报警装置,通过人机界面显示系统直接向外界传递信息,保证压力机正常工作运转。电气控制系统的中心处理器采用先进的PLC运算处理,通过运行控制程序和配合各部位电器元件,实

现机械各部位动作及连锁功能，同时为机械压力机设计更全面精确的安全防护系统，例如设有光电保护和电动栅栏门装置，提供安全的工作环境。提高压力机的技术含量，更加安全可靠高效的保证了压力机在工作时的正常运行。

2. 机械压力机工作性能分析。机械压力机主传动系统的工作原理分析。机械压力机控制系统的主电动机带动皮带将运动传给飞轮，通过中间齿轮的运动将能量传给偏心齿轮，然后偏心齿轮驱动横梁内部的机械连杆机构带动滑块上下作往复行程运动。采用自动换模功能安装模具，把坯料放在上下模之间，使用具有控制精确运动次数及力度的滑块进行冲裁或者进行其他工艺变形动作，最终保质保量的完成所需要的工件。滑块在上下死点时速度为零，在 $\pm 90^\circ$ 时速度最大。用于拉延工艺时，滑块最大速度应小于板料的最大允许拉延速度。公称力是压力机能够安全地承受的最大容许冲压能力，在实际工作时，应对材料板厚以及材料强度的偏差、模具的润滑状态和磨损变化等条件充分考虑，使冲压能力有一定的宽裕度。为满足精度要求，提高模具和设备的使用寿命，降低噪声，一般按工称力的1.2-1.5倍来选用机械压力机设备。当冲裁加工落料时，设备的工作压力要限制在公称力的60%以下。公称力行程是指压力机能承受公称力时距下死点的距离，压力机在公称力行程以上的任何位置均不能承受公称压力。

三、安全自动保护控制系统设计

设计的安全自动保护控制系统降低了生产事故率，保护了生产设备、人身安全、防止恶性事故的发生、减少损失。紧急时刻控制系统可立即做出反应并给设备输出正确安全停车信号，来阻止未知的危险降临及不可评估的事故扩散。

1. 安全保护系统结构概述。压力机设备单机的人身保护环节有红外光电保护装置、凸轮控制器、安全门、急停开关、安全栓等辅助保护措施等，控制系统中的安全装置利用的是红外光幕和凸轮控制器进行双重保护。在设计控制电路时，要满足人身保护系统与压力机曲轴离合器驱动阀的连锁控制，可以在紧急时刻控制串联电路的某个环节失电，从而有效控制滑块的运行与停止，确保了人身安全并且对工厂生产的工件精度没有下降。

2. 光电保护系统设计。由以上安全结构框图显示得机械压力机控制系统的安全保护控制系统包括多种形式。以机械压力机设备的急停控制为例设计，把压力机设备上所有急停按钮常闭点串连后进入安全继电器模块，分两路控制进线进入安全继电器中，并且每个急停按钮开关均可实现强迫断开控制电路的功能，所有急停按钮通过其内部双闭合触点串联后冗余进入安全继电器模块，通过设计为双回路控制方法的方法确保系统的运行安全性。任意一路出现故障，任何一个

急停断开，或者两路同时出现常闭触点被粘连的故障，再或者是两路同时出现不能复位的故障，则安全继电器都不会输出信号，在压力机控制程序设计时也是采用双回路的控制方式。压力机设备的压机光电保护装置采用冗余技术，具有双路输出信号；保护区域应由保护高度和保护长度构成，一般为矩形区域；光电保护的保护高度不应低于滑块行程与装模高度调整量之和，安装时应覆盖滑块机构运动方向的操作危险区域；光电保护采用L型保护，分辨率为30mm，安全等级为四级，保护距离约0-12m；横向（压机前后方向）光电保护长度约300mm，安装于工作台面以上约100mm处；纵向光电保护长度约600mm，位于横向光电保护上方。3. 离合器-制动器安全控制设计。离合器与制动器是机械压力机设备的传动控制系统与制动控制系统的组成部件。离合器的作用是在压力机开动时，将飞轮的运动和动力传递给高速轴，从而使整个主传动系统工作起来，制动器的作用是在压力机停止时，将高速轴制动，从而使整个主传动系统停止。本课题设计的压力机控制系统的突出特点之一便是设计改进了人生自动安全保护系统系统。控制系统采用的是干式离合器，故有离合器单阀控制，制动器为双阀控制。应用安全继电器模块输出故障复位、急停输出、故障复位、急停安全栓输出继电器线圈，其分别是继电器KA103、KA104、KA105、KA106。经PLC控制器运算及处理，输出模块输出离-制控制阀继电器，分别是继电器KA31、KA32、KA33、KA33。在安全控制线路中，通过安全继电器的输出信号反馈点的串联接入离合器-制动器双阀控制线路中，在机械压力机启动运行时，满足所有相对应的运行控制条件，相对应的离合器运行继电器信号接通，离合器开始吸合动作。当出现紧急情况时刻，安全继电器输出信号切断离合器控制电路的供电电源，此时安全双阀断电复位，离合器排气动作且脱开，制动器吸合动作，压力机滑块立刻停止运行。

总之，由于控制系统是向智能化方向靠拢，更多的将智能检测技术应用到设备生产当中，全方位实时掌握系统控制的设备。以致对滑块的精准控制，应当深入研究伺服控制系统应用在大型机械压力机设备中的技术攻关。设计远程监控功能。为节约时间、降低运维成本，更快响应现场故障，当现场机器出现故障，通过现场反馈及远程监控程序，可以更快更准确的分析出问题所在、排除故障。

参考文献

- [1] 赵升吨, 赵弘, 周明勇, 等. 机械压力机操作规范的计算机控制[J]. 仪器仪表学报, 2002, 23(z2): 848-849, 852.
- [2] 冯小龙, 关于机械压力机操作规范的计算机控制. 2018.