

西门子运动控制系统在2 500t 伺服压力机上的应用

中国第一重型机械股份有限公司 （黑龙江齐齐哈尔 161042） 刘林峰

压力机是金属成形加工领域中大规模使用的冲压设备，其中以机械式飞轮曲柄压力机和液压机应用最为普遍。机械式飞轮曲柄压力机具有易于制造，结构简单，生产效率高等优点，但同时由于压力机需要飞轮的储能来满足冲压力的要求，而飞轮的巨大转动惯量导致滑块在一个循环周期的运动速度不能被快速调整，因此滑块的运行曲线非常固定单一，特别是对深拉伸的工件（冲压瞬间要求滑块速度较慢）效率非常低；液压机在深压延时效果非常好，但是工作速度比较慢，且能耗较大。随着现代制造技术的发展，要求冲压机械不仅能够高效、高质量地冲压，而且应具有更大的灵活性，能迅

速、方便地改变滑块的运动曲线来满足越来越复杂的模具设计需求；同时要求压力机能够易于使用，易于维护，从产品整体生命周期来大大降低费用。伺服压力机正是在上述要求的基础上发展而来。

近年来随着汽车行业的蓬勃发展，各大厂商对压力机的要求也越来越高，目前高端压力机市场主要被外资企业占据，为了突破垄断，国内企业纷纷投入大量的物力与财力，努力提升自身的核心竞争力，中国第一重型机械股份有限公司就是其中的佼佼者，其研制的2 500t新型压机为目前国内最大的伺服压机之一，为我国的大型伺服压机研制作出了巨大的贡献。

对应的编码器线数。

当系统正常连接，参数设置完成后，ADI4指示灯PW（绿）和EXCH（绿）亮。如果 R DY（红）亮，则可能的原因是PROFIBUS连接不正常、地址开关S2的设置不正确、线缆接头的ON/OFF开关位置不正确、参数没有正确设置。

表3 MD11240[0]=1时TTL编码器标准配置

PROFIBUS adress	16			
Axis	1.Axis	2.Axis	3.Axis	4.Axis
Encoder Lines	2500	2500	2500	1024
MD30110[0]	7	8	9	10
MD30220[0]	7	8	9	10
Connection of Encoder ADI4	X4.1	X4.2	X5.1	X5.2

（2）伺服参数调整 在整个系统配线完成后，需要对安川Σ-V伺服系统驱动器进行参数设置，以实现伺服驱动与数控系统的匹配。需要设置的参数分别为Pn212，Pn50A和 Pn50B。其中Pn212

为电动机一转输出的脉冲数，该值要保证与机床轴数据MD31020一致。Pn50A和 Pn50B为正、反转行程极限设置参数，通常将伺服系统的该功能关闭，具体设置值如表4所示。

表4 安川Σ-V系列伺服驱动器参数设定

参数编号	说明	初始值	设定值	备注
Pn212	电动机一转输出的脉冲数	1250	2 500	根据实际值设定
Pn50A	正转行程极限	2100	8 100	8100→关闭正转禁止保护功能
Pn50B	反转行程极限	6543	6 548	6548→关闭反转禁止保护功能

3. 结语

西门子840D s1配置ADI4实现安川伺服的模拟量控制，经实际使用，校验，效果良好。本文中介绍的内容对于普通数控机床的设计制造及老旧数控机床的改造都有着重要的意义。MW

（收稿日期：20130412）

一、伺服压力机与传统压力机的比较

1. 工作原理

机械压力机工作时，由电动机通过皮带驱动飞轮，经过齿轮副和离合器带动曲柄滑块机构，使滑块和上模直线下行。冲压工作完成后滑块回程上行，靠凸轮控制离合器脱开，同时制动器抱紧，使滑块停止在上死点附近（见图1）。

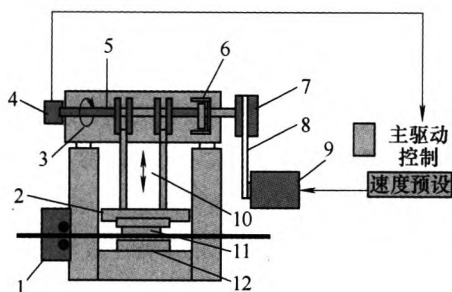


图1 机械压力机原理图

- 1.辊轮进给 2.滑块 3.旋转运动 4.绝对值编码器e.g.ssl 5.偏心轴
6.制动器/离合器组件 7.飞轮 8.带轮 9.主驱动
10.线性运动 11.上模 12.下模

伺服压力机是通过一个由运动控制器控制的伺服电动机直接带动偏心轮来实现滑块的运动过程。通过复杂的电气控制，伺服压力机可以任意规划滑块运行的行程与速度曲线等，甚至在低速运转时也可达到压力机的公称吨位。

2. 伺服压力机与机械压力机的对比

与传统的压力机相比，伺服压力机具有如下优点（见图2）：

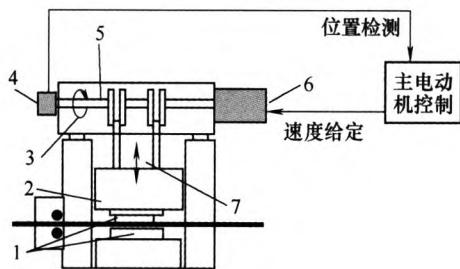


图2 伺服压力机原理图

- 1.上下模具 2.滑块 3.旋转运动 4.绝对值编码器
5.偏心轴 6.主电动机 7.线性运动

（1）提高生产率 机械压机在冲压过程中的电动机和飞轮速度会短时跌落，飞轮的速降释放的动能转化为工件变形所需要的能量，然后靠回程及

上死点停止时电动机再向飞轮上补充能量，由于能量的补充需要时间，因此系统在单位时间内能完成的冲程次数是有限的；对于没有飞轮的伺服压力机，因不需要动能恢复过程，且其速度给定值可变，在保证冲压速度一定状态下其空程下降及回程中可使用较高的速度，因此生产率更高。

（2）提高成形质量 机械压力机在冲压时，为了保证能可靠地完成冲压过程，其飞轮上必须储备有足够的能量，因此飞轮的速度不能太低，这就造成了在冲压过程中的速度也较高，工件的成形质量较差；而伺服压力机的运动曲线能灵活地适应不同的冲模和工件的成形工艺需求，在压下过程中使用较慢的速度以达到良好的成形质量。

（3）满足多种工艺要求 由于伺服压力机可根据要求设计和优化滑块运动轨迹，因此可满足不同材料、不同模具的多种工艺要求。

（4）减少机械设计和制造时间 与机械压力机相比，由于没有了飞轮、离合器/制动器及控制制动/离合装置的设备，机械结构更简单，因此大幅减少了机械设计和制造时间。

（5）减少机械冲击、降低现场噪声、提高模具寿命 传统的机械压力机在工作时，是靠摩擦片的摩擦来使滑块停在上死点，摩擦片是消耗件，需要定时更换；伺服压力机通过电子凸轮曲线的设置，可以达到滑块运动的柔性化，减小对机械部分的冲击，是靠电能使滑块平滑停到上死点。因此，与机械压力机相比，伺服压力机能显著降低现场噪声、减少模具振动并提高模具寿命，同时省去了摩擦片的更新费用。

（6）节能环保 由于伺服压力机取消了机械压力机的飞轮、离合器等耗能元件，只在冲压过程中消耗能量，因此大幅降低了能量消耗，其运行成本也大幅降低。

（7）控制精度高，易于组成同步压力机线 为了能使冲程结束后的滑块准确停到上死点，机械压力机需要计算制动角，而这需要知道转动惯量、摩擦及离合/制动器等数据，计算较复杂，且会随工况不同而变化，每个冲次所用时间也各不相同；而对于伺服压机，传动系统能自动计算制动曲线且控制精确，其冲程次数控制精确，因此更容易组成需要节拍控制的由多台压力机组成的同步压力机生产线。

二、西门子解决方案

一重伺服压力机采用全套的西门子电气控制解决方案,柜体布置及网络拓扑分别如图3所示。

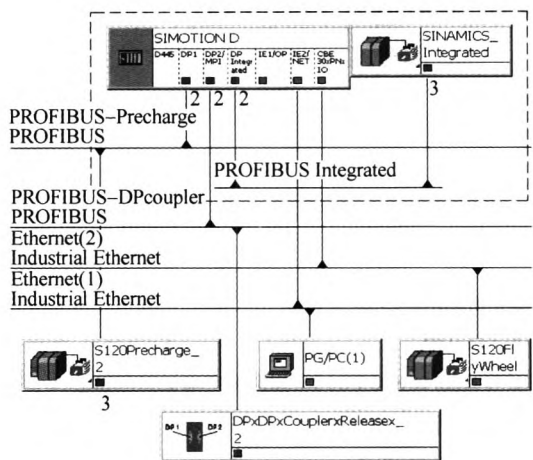


图3 系统网络拓扑图

整个系统包含下列硬件：

- (1) SIMOTION-D445是整个系统的控制中心。
- (2) 四台主电动机及S120驱动器：带动滑块运动，完成冲压过程，由D445（图中的SINAMICS Integrated）控制；主电动机采用大转矩、高过载能力、高抗振性能的1FW3电动机。
- (3) 两台飞轮电动机及S120驱动器：负责能量管理，由一块单独的CU320（S120FlyWheel）控制。
- (4) 电容柜负责能量管理，由一块单独的CU320（图中的S120Precharge_2）控制。
- (5) DP-DP Coupler 负责和S7-300PLC（控制整条压力机线的节拍及辅助设备）通讯。
- (6) 触摸屏完成压机的动作控制，图中暂由PC机代替（PG/PC）。
- (7) PROFINET网络为时间要求苛刻的控制系统提供高速数据交换，因能量管理的需要，本系统要求较短的通信周期。

三、提升国产伺服压力机竞争力

经过中国一重和西门子工程师的共同努力,目前该伺服压力机已完成调试工作,通过了带负荷测试。整套控制系统具有以下优点:

- (1) 自动产生运动曲线。合适的运动曲线是整个伺服压力机正常工作的前提, 由于伺服压力机

可根据要求设计和优化滑块运动轨迹, 因此可满足
不同材料、不同模具的多种工艺要求。

(2) 优越的能量管理功能。伺服压力机除了
在冲压时需要尖峰能量之外, 还在加速和减速过程
中有尖峰能量的出现。如果不对这些尖峰能量进行
管理而直接与电网相连, 那么需要一个非常巨大的
电网容量来容纳这些能量尖峰, 而这些能量尖峰的
时间在一个周期里又都非常短, 大部分时间所需的
平均能量都不大, 电网容量得不到充分利用而造成
投资上的极大浪费, 同时尖峰能量又会对周边的用
电设备造成不良影响, 因此需要找到合适的方法来
平滑这些能量尖峰、降低系统对电网容量的需求并
减少对其他用电设备的干扰。同时, 为了保证压力
机系统能正常工作, 从主电动机的角度看, 在需要
时系统还必须能提供所需的能量尖峰。

能量管理系统有两种不同的储能方式，一种为电容柜储能（电能储能），另一种为飞轮储能（机械能储能）。电容柜储能的特点是控制简单，对能量交换的响应迅速，但其成本相对较高；飞轮储能的特点是需要复杂的算法控制，对系统的响应较慢、但其成本相对较低。通过两种不同储能方式的灵活选择，可以构成满足不同吨位、不同需求的能量管理系统。本项目中采用了电容柜储能和飞轮储能混合的方式，既满足了系统快速性的要求，又降低了成本。

(3) 位置同步控制。由于机械本身的特点, 要求四个主电动机之间的位置必须同步, 西门子 PROFIBUS-DP 网络所具有的“等时同步”功能为四个电动机的位置同步提供了可靠的保障。

(4) 高速数据交换。无论四个电动机的位置同步还是能量管理的可靠运作，都需要驱动器和控制器之间的高速数据交换，西门子公司的PROFINET网络为这些需求的实现提供了坚实基础。

四、结语

中国一重2 500t伺服压机的成功运行表明我国在大型伺服压力机的制造方面迈出了坚实的一步，为振兴我国的装备制造业作出了杰出的贡献。MW

(收稿日期: 20130610)