

文章编号:1672-1152(2013)04-0052-03

## 20 MN 挤压机液压系统改造

吴伟, 薛占军, 张强, 刘杰, 温肖

(中国重型机械研究院股份公司, 陕西 西安 710032)

**摘要:**全面介绍了 20 MN 挤压机液压系统改造思路,在其过程中阐述了改造后新的挤压机能达到的性能,并重点分析了挤压机工作过程中避免爬行现象的方案。

**关键词:**挤压机 液压系统 改造 爬行现象

**中图分类号:** TG375+.23

**文献标识码:** B

**收稿日期:** 2013-04-01

某铝材加工厂的挤压机组经过几十年的使用,面临挤压低速性不稳、能耗大、采购不到易损件、不适应新的铝合金材料等一系列问题,故此铝材加工厂委托中国重型机械研究院在尽量保留原有设备结构的基础上对包括 20 MN 在内的多种不同吨位的挤压机组进行改造,以适应新材料的挤压工艺要求,提高效率。

### 1 改造内容

1) 将传动介质由水改为油。原有水压机存在运行不稳、冲击大、效率低而能耗高等固有缺陷,改为油压机后除避免以上缺陷外,还易于实现恒速和自动化控制,且以油为介质使密封件寿命有所提高。

2) 重新设计主挤压缸,保留原有安装尺寸、外形。

3) 按原有安装尺寸、外形,对 1 台主缸、2 台附缸、2 台挤压筒缸、1 台锁紧缸、1 台挤压垫分离缸和 1 台残料分离缸全部重新设计。

4) 设计液压控制系统,并且优先使用原有液压管路及管路附件。

### 2 具体方案

#### 2.1 液压站部分(见图 1)

首先确定以比例变量泵(1~3 号泵)作为挤压动力源,主要因为:比例泵的工作压力与泵的排量无关,在挤压过程中压力波动不影响流量输出,即不影响运行速度;通过比例阀对流量按不同铝材所需的不同的挤压速度进行匹配,可减小能源消耗。而且挤压机工作速度范围广,如果用阀来调速,没有哪种阀的性能能够满足其调速范围的需求,最简单的思路就是设置数种不同流量规格的调速阀,但这样既不经济又增加

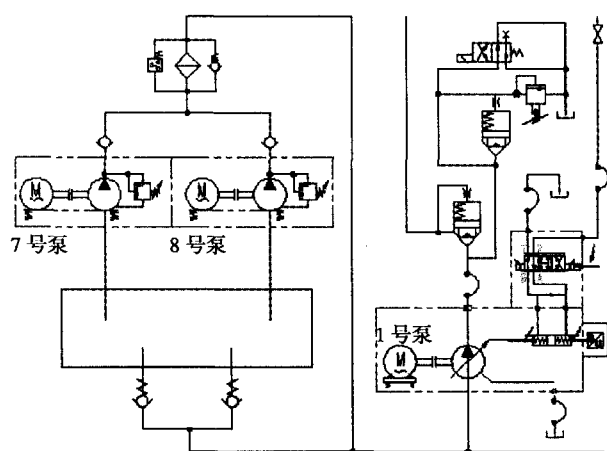


图 1 液压站原理简图

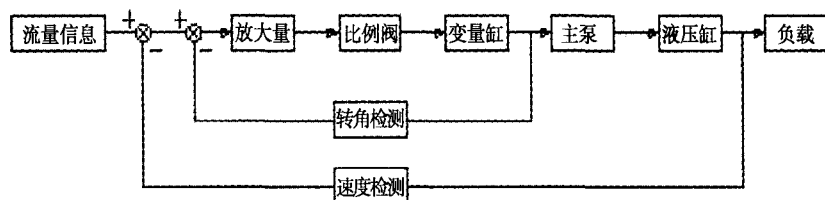


图 2 比例泵控制方块图

了控制难度。图 2 是比例泵控制方块图。

比例泵需要以单独的恒压变量泵(4 号泵)控制油源,以提高比例泵的快速运行和低速稳定性;为提高生产节奏,并防止辅助缸工作时影响主缸的速度稳定性,系统设置独立的辅泵装置(5 号泵)1 台。

此外,给系统配置 1 台小排量恒压变量泵(6 号泵),专门用于主挤压低速工况:挤压机极低速度运行,能满足特殊产品的挤压要求,提高挤压产品质量。

以上所有泵均由 2 台螺杆泵(7~8 号泵)强制供油,通过调节旁路上的止回阀弹簧设置供油压力。这种供油方式能够使油液在进入变量泵前得到过

**第一作者简介:**吴伟(1980—),男,主要从事流体控制技术方面的工作,工程师。Tel:13072980348,E-mail:2371674293@qq.com

滤,且带有一定压力。这两点好处使液压系统在运行过程中故障率大幅度降低,元件寿命特别是泵和比例阀的寿命延长,可有效降低维护成本和时间,提高设备利用率。

液压系统参数见表1。

表1 液压系统设备参数

参数	螺杆泵	比例泵	控制泵	辅助泵	低速挤压泵
流量/(L·min <sup>-1</sup> )	2×868	3×370	125	125	18
工作压力/MPa	1(max)	30	15	28	30

## 2.2 主缸部分

主挤压缸在高压下的极低速稳定运行控制是液压系统的核心,如何在满足快速性能的同时避免爬行现象是改造的重点。

### 2.2.1 主缸本体

1)该缸为柱塞式伺服液压缸,具有低摩擦、低启动压力、高频响、快速行等优点,从而更容易实现超低速运行。

2)密封件需要低摩擦因数,且有负载大、偏载大、负载变化大、需保压、运行速度范围广等特性。当摩擦面处于边界摩擦状态时,动、静摩擦力的差值变化和动摩擦系数随速度的增加而降低。故需采用工作压力在40 MPa及温度在-35~120℃内的V形组合密封,材质为聚四氟乙烯(PTFE)<sup>[1]</sup>,其耐磨性好,摩擦因数稳定且接触应力小,动、静摩擦力矩的差值小。

3)油缸内间隙配合和加工精度要求高。活塞和缸体、活塞杆和导向套之间的滑动配合间隙要合理,太大会引起卡滞和单边磨损,太小则使摩擦力过大,两者都会导致低速爬行。理论上配合间隙为H9/f8或H8/f8,但根据经验可知,如果按此值设计,对较大缸径(≥200 mm)和杆径(≥140 mm)的配合间隙显得过大,在应用中,这类油缸比小缸径的油缸更容易出现低速爬行现象,所以确定20 MN主缸配合间隙为0.05~0.15 mm。缸筒内壁镀铬、活塞杆工作表面高频淬火后镀铬;考虑国内基础材料水平有限,坯料的直线度差、壁厚不均、硬度不平均等原因,对缸筒内壁采用镗削-滚压、镗削-研磨工艺;保证活塞杆同活塞同轴度公差小于0.015 mm,端面与轴线的垂直度公差小于0.04 mm/100 mm<sup>[2]</sup>。

4)在对油缸组装时,避免其端盖处密封圈压得过松或过紧,保证活塞无泄漏地平稳运行。组装后油缸实验启动压力设定为1.5 MPa。

5)由于安装方式为水平安装,固主缸排气装置设在腔体上部。

### 2.2.2 主缸的安装调试

1)将主缸与2台附缸相连的活动横梁放在导轨上,活动横梁与导轨间的摩擦力影响到主缸的低速性能,尤其当主缸-横梁轴线与导轨不平行时。所以安装时,确保主缸、附缸、横梁与导轨的就位精度;在导轨上涂润滑油后主缸的运行使润滑油均匀分布,可使全行程内摩擦力基本一致并且达到最小,还可以减小动、静摩擦力的差值。

2)在液压系统任意一处混入空气并且最终都会进入主缸,由于空气具有压缩性和滞后扩张性,会导致油缸在工作中颤振和爬行。所以在正式运行前,系统以6 MPa给定压力使主缸满行程15~20个周期,能够有效从其排气口排出空气。

### 2.2.3 主缸液压控制回路(见图3)

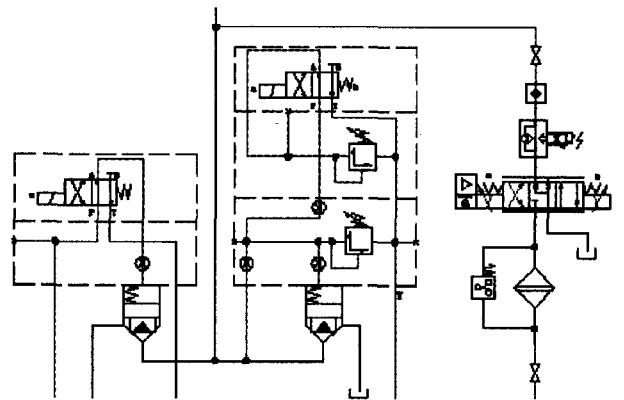


图3 主缸部分液压原理简图

1)提高系统阻尼比可以降低油缸临界速度,改善低速爬行状况;而提高系统总的压力流量系数可以提高系统阻尼比<sup>[3]</sup>,所以设计时考虑了较大的压力流量系数 $K_v$ 。

2)按工艺要求的最大挤压速度24 mm/s控制主缸,则需要超过1 000 L/min的流量,故选择插装阀。插装阀回油单元先导回路中带有两级溢流功能,可有效减轻高压大流量下插装阀开闭时的震动,避免对挤压机的冲击。精确速度的控制由比例泵(1~3号)以闭环形式、容积调速(见下页表2)实现。

3)某种特殊铝材其工艺要求的极低挤压速度为0.028~0.4 mm/s,对应流量是1.192~17.01 L/min,见图3中电液比例阀回路。6号泵提供动力,在6号泵出口并联蓄能器,可以消除脉动引起的压力波动,

而压力波动是诱发油缸爬行的主要因素。在比例阀前安装 5 μm 级的过滤器, 确保比例阀能获得清洁油源。在这里, 使用了两级比例流量调节, 第一级由比例方向阀来实现; 若其不能正常工作, 则第二级流量阀参与控制, 此时第一级比例方向阀开口度最大。两级调节的好处是: 有备用回路, 减少因设备故障导致停车的机率。此处用容积节流调速(见表 2)。

表 2 常用调速方式的比较

项 目	节流调速	容积调速	容积节流调速
低速稳定性	好	较好	好
调速范围	较大	大	大
效 率	低	较高	高
适用范围	中小功率系统	几乎所有系统	精度要求高的系统

最低稳定挤压速度所需流量与单台比例泵流量二者之比为 0.003 22, 即如果用比例泵控制流量, 则其精度的理论值必须大大高于 ±0.161%, 实际这种泵理想流量精度在 ±1% 左右。在以正常速度挤压时, 足够大的主缸缸径可以抵消 ±1% 左右的流量误差, 因为比例泵自身的误差相当于几升流量, 反映到速度上不过每秒零点几毫米, 这对于每秒几十毫米的速度控制要求来说完全可以忽略; 但极低速时, 只能使用精度更高的模式。6 号泵的流量略高于极低挤压速度的上限要求, 二者基本匹配; 如果用比例泵供油有大马拉小车之嫌; 比例泵控制系统响应时间比比例阀控系统多了泵这个环节, 故后者响应快于前者。

必须指出, 对比例方向阀规格的选择很重要, 因为其额定流量值通常被确定在一个特定的压降上, 若应用所需的压降与阀的额定压降相差悬殊大的话, 该阀往往不合适, 比如会带来油缸爬行等现象<sup>[4]</sup>。在实际工程中, 设计人员习惯性偏向选用流量规格较大的阀, 但这样可能使调节范围变小而滞环增大。正确选型原则是: 使最大使用流量尽量接近于与 100% 额定电流相对应的额定流量, 即尽量利用阀芯行程, 以扩大调节范围, 提高控制性能。

### 2.3 辅助缸

所有辅助缸都为非标缸, 其外形和安装必须符

合原有结构。锁紧缸锁紧力如果偏小, 挤压筒就会离开模具, 两者之间形成“大帽”, 影响挤压。由于对新铝材挤压力的要求比以前更高, 故通过提高锁紧缸工作压力使锁紧力增加。有资料统计挤压筒锁紧力尽量按照挤压力的 5% ~ 12% 设定<sup>[5]</sup>。

### 2.4 充液阀

原有充液阀过流截面积偏小, 不适应新工艺下主缸快进、快退的速度要求。新的充液阀最小过流截面直径为 225 mm, 并且采用径向增压式密封结构和减震垫设计, 具有寿命长、高压泄漏小、启闭平稳和阻力小等特点。

### 2.5 完备的自动化系统

主挤压缸安装高精度位移及压力传感器形成自动控制的基础, 高精度位移和压力信号经 PLC 用特殊模块实时采集, 通过计算在不同位置发出不同控制命令。由于采用闭环控制, 主缸速度调节十分方便可靠, 表现为: 在计算机上设定主缸任意位置参数, 通过模块给定到液压比例控制器控制比例泵输出流量或比例阀通流量, 从而控制主缸速度, 当缸运行到设定位置时减速, 直到为零。

液压系统其他部位也安装压力、油温、液位等检测元件, 完成液压系统的自动监测和保护。

### 3 结语

改造后的挤压机连续平稳地在考核速度范围内实现了自动挤压, 在使挤压机性能大幅度提高的同时, 节约了成本, 为同类设备的改造或新设备的设计提供了有益参考。

#### 参考文献

- [1] 林伊. 液压油缸选型设计[J]. 采矿技术, 2007(3): 45-47.
- [2] 王宣银, 岳继光, 刘庆和. 高精度伺服油缸的设计及组合密封圈总摩擦阻力计算[J]. 组合机床与自动化加工技术, 1995(4): 2-6.
- [3] 张强, 吴伟, 田维. 超低速在液压系统中的实现[J]. 机床与液压, 2013(1): 76-78.
- [4] 隋岩, 冯永平. 液压机低速运行抖动原因及解决措施[J]. 机械设计, 2006(增刊): 142-144.
- [5] 胡建华. 80 MN 挤压机液压系统改造[J]. 重型机械, 2002(5): 52-54.

(编辑: 胡玉香)

(下转第 74 页)

煤气管道中进入大量空气,空气与煤气混合到一定程度就会形成爆炸性气体;如果集气管压力控制过高,荒煤气从集气管冒出,使检修人员无法作业。

### 2.1 准备工作

1)确定更换炉号,合理安排出焦计划,使更换炉号处于结焦末期。

2)提前更换掉法兰上面的全部螺栓。

3)给新的阀体翻板轴加油润滑,并提前一天将其运到焦炉下面的指定位置。

4)准备 1 块 1 200 mm × 1 200 mm 的铁板,1 个用棉被做的直径比阀体法兰内径略大的圆球塞子以及在操作过程中需要的石棉绳、保温棉、泥料等,并将这些备用材料提前一天运到现场;准备 2 个铁质水桶、2 根风管、1 根皮管、2 床棉被;准备 20 袋焦粉,并提前将其放到炉顶。

5)检查集气管末端蒸汽阀,保证蒸汽阀完好。

6)连接好斜型测压计。

### 2.2 安全措施

1)所有作业人员穿戴好劳保用品,具体施工人员需佩戴好活性炭防护口罩,施工时应尽量站在上风侧。

2)安全监护人员应配备煤气检测仪。

3)专人看管集气管压力,力求将其稳定在 0~10 Pa。

4)停用电捕。

5)拆除及安装阀体期间,周围 50 m 内严禁火源。

6)施工期间,严禁无关人员从施工点下面及旁边通过逗留。

7)拟定特殊情况下的应急预案。

### 2.3 更换步骤

1)确认各组成员到位,电捕停用,集气管压力正常,连接好临时蒸汽管、风管、水管。

2)适当打开集气管末端蒸汽阀门。

3)打开焦侧吸尘孔盖,关闭桥管翻板,断开水封进水管,关闭氨水喷洒阀门,断开氨水喷洒管。

4)用钢丝绳将上升管及桥管整体吊出,如果阀体关不严,则用湿棉被盖住阀体,防止煤气外冒。

5)往炭化室塞装满焦粉的袋子,一直塞到平齐上升管根部,然后用铁板盖住上升管底座火道孔,铁板四周用耐火泥密封,并用湿保温棉盖住铁板上面,清理上升管底座周围的火星。

6)用钢丝绳扣好待换的阀体,拆除法蘭孔内的螺栓。在拆法兰螺栓过程中,往阀体内加水,保证煤气不外冒,将上升管房间内的压力调节装置切为手动,调节集气管压力,确认集气管内压力为 -5~0 Pa,保证更换部位为正压,专人看管斜型测压计及鼓风机房压力。

7)吊出阀体,用圆球塞子封堵阀体连接口,用铜质工具将粘在集气管法兰上的杂物清理干净(在清理过程中需用水管洒水,防止冒火星)。清理干净后,控制集气管内压力为 -5~0 Pa 后慢慢将新阀体吊装到位,紧固好几个螺栓,关闭新阀体翻板,往新阀体里面加适量水进行密封,紧固阀体法兰螺栓,恢复集气管压力,取出上升管底座孔盖上的铁板,吊装上升管、桥管,连接好水封进水管、氨水喷洒管,对承插口进行加填料密封,打开氨水喷洒阀门,打开新阀体翻板,恢复正常运行。

### 3 结语

上升管阀体的更换是一项复杂的工作,更换过后应对上升管阀体进行维护;另外,在更换阀体过程中如何应对突发事件,比如更换过程中的突然停电、停鼓风机、集气管煤气着火等尤为重要。

(编辑:胡玉香)

(上接第 54 页)

## Retrofit of the Hydraulic System for the 20 MN Extruder

WU Wei, XUE Zhanjun, ZHANG Qiang, LIU Jie, WEN Xiao

(China National Heavy Machinery Research Institute Co.,Ltd., Xi'an 710032, China)

**Abstract:** The paper introduces the train of thought about the retrofit of the hydraulic system for 20 MN extruder in the round, and elucidates the performance about the new equipment, and emphatically analyzes the projects for avoiding low greep phenoment in working.

**Key words:** extruder, hydraulic system, retrofit, greep phenoment