

电液负载模拟系统中多余力特性分析

王明奎 (晋城金成矿山建筑工程有限责任公司, 山西 晋城 048000)

摘要: 电液负载模拟器的工作状态可分为两种: 主动加载和被动加载。在被动加载过程中, 由于舵机系统的主动运动将在加载系统中形成强迫流量, 从而产生所谓的多余力问题。如何减小多余力是提高负载模拟系统性能的关键问题, 本文将介绍多余力的定义、产生机理及相关结构参数对多余力的影响。

关键词: 电液负载模拟器; 多余力; 结构不变原理

1 多余力定义

电液伺服加载系统中的强位置干扰定义: 当电液伺服加载系统的参考输入指令为零时, 由受载体的运动引起加载系统的输出力。强位置干扰是由承载侧运动所引起的输出误差, 在采取任何抑制措施时其值非常大, 它的混入严重影响了加载系统的精度和控制性能^[1]。

2 多余力产生机理

为了详细论述电液负载模拟系统产生多余力的原因, 本文将从启动瞬间、正常工作过程以及换向瞬间三种情形讨论多余力的产生机理, 我们以加载系统中使用的电液伺服阀为零开口时为例进行分析:

2.1 启动瞬间多余力分析

当被加载对象开始运动时, 在启动的瞬间, 由于伺服阀为零开口, 加载缸的两腔均被封死, 这时只有加载缸的内泄漏排出少许流量, 两腔之间形成巨大的压力差, 由此形成极大的瞬态多余力。当力传感器将此力矩信号传递给伺服阀起控制作用时, 伺服阀开始调节阀的开口, 从而调节两腔的压力差, 使压力差减小, 由于信号的传递和伺服阀控制作用的滞后, 释放掉由舵机运动所引起的强迫流量, 消除到这部分压力差也必然具有一定的滞后, 因此这时零开口伺服阀将产生压力冲击现象。

2.2 正常工作过程中多余力分析

当被加载对象正常运动时, 由于它带动加载系统运动将使加载缸产生强迫流量, 根据伺服阀的流量—压力曲线可知, 流量的变化导致加载伺服阀的压降改变, 从而使得加载系统的输出力产生变化。力矩传感器检测到加载力输出并将此信号送到到比较器前, 与加载力指令信号比较, 利用误差信号调节加载伺服阀开口量, 加载阀根据误差信号做相应的调节, 释放掉舵机系统引起的强迫流量。由于这个过程要经过力信号检测、反馈信号与指令信号比较、产生误差控制信号、加载伺服阀响应误差调节指等一系列环节, 因此加载阀的动作总是滞后于强迫流量。特别是舵机系统的运动速度越快、频率越高, 形成的强迫流量也就越大, 伺服阀释放强迫流量的滞后现象也更明显, 多余力也越大, 加载精度也就越差。

2.3 舵机运动换向时多余力分析

当被舵机系统换向时, 液压缸中的强迫流量也跟着换向, 换向瞬间由于伺服阀调节等一系列环节的滞后作用, 有可能在加载缸的液压腔中产生油液倒灌现象, 即由于舵机系统的突然换向导致加载缸的两腔中一腔未被油液充分充满, 而另一腔由于舵机系统运动产生的强迫流量使得加载缸向油源排油, 加载缸此时一个腔将形成负压, 另一个

腔的峰值压力瞬间达到可以向油源排油的高压, 这造成了加载缸两腔巨大的压力差, 使得零开口伺服阀产生压力冲击现象。而伺服阀要经历回程、封闭、开启的全过程才能释放强迫流量, 可见被舵机换向时的多余力矩将比启动时、正常工作时的多余力都要大^[2]。

由以上分析可以看出多余力是被动式电液伺服模拟系统所固有的、影响系统动态品质的重要因素, 多余力的存在严重影响了加载系统的控制性能和加载精度, 消减多余力是提高系统性能指标的关键。

3 多余力频率特性

多余力开环传递函数如下:

$$\frac{F_g}{x_d} = \frac{(\frac{v_{ij}M_j}{4\beta k_{cej}}s^3 + M_j s^2 + \frac{A_j^2}{k_{cej}}s)(\frac{M}{K}s^2 + 1)A_j k_{qj} G_{svj}(s)}{4K\beta k_{cej} s^3 + \frac{(M+M_j)}{K} s^2 + (\frac{A_j^2}{Kk_{cej}} + \frac{v_{ij}}{4\beta k_{cej}})s + 1} \quad (1)$$

由式(1)直观上可以看出多余力大小与舵机系统和加载系统的链接刚度 K 、加载系统的泄露系数 k_{cej} 、负载质量 M 、活塞面积 A_j 、加载系统有效容积 v_{ij} 有直接的关系, 式中已忽略加载缸的粘性阻尼系数, 下面我们先从频率特性角度分析以上参数对多余力的影响。

3.1 舵机系统和加载系统链接刚度对多余力的影响

改变系统链接刚度 K , 得到不同刚度值下的系统多余力频率特性, 如图1。曲线1、2、3分别对应于系统链接刚度为 $3 \times 10^6 \text{N/m}$ 、 $6.3 \times 10^6 \text{N/m}$ 、 $1 \times 10^7 \text{N/m}$ 时的多余力频率特性。由图1可知, 舵机系统与加载系统的链接刚度越大, 多余力就越大, 但在低频段链接刚度对多余力影响较小。通过分析系统链接刚度对多余力的影响, 我们应该在保证系统响应达到设计要求的前提下, 尽可能的选取合理的加载系统和舵机系统的链接刚度。

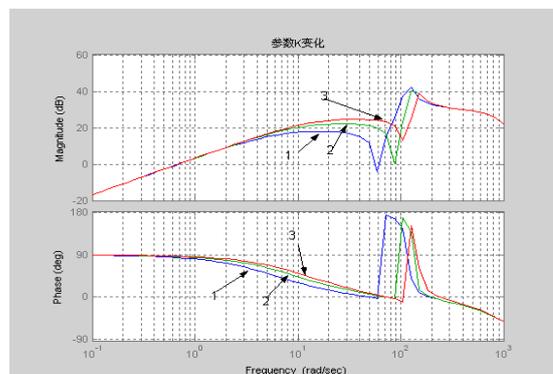


图1 不同链接刚度下的多余力频率特性

3.2 负载质量对多余力的影响

改变负载质量 M , 得到不同负载质量时系统多余力的

频率特性,如图2所示,曲线1、2、3分别对应负载质量为200kg、800kg、1400kg时的多余力频率特性。由图可知负载质量越大,多余力越大,和链接刚度K相似,在低频段,负载质量对多余力影响较小。通过分析负载质量对多余力的影响,因此,在保证系统稳定性的前提下应尽量减小负载质量。

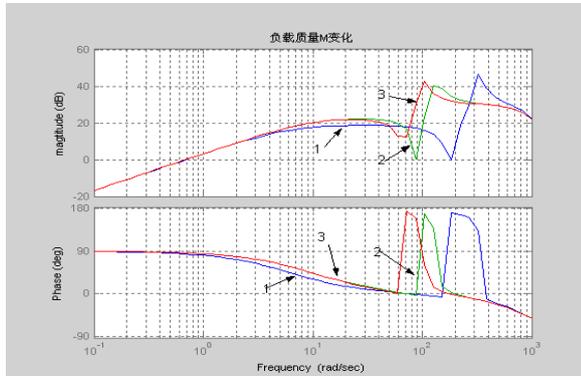


图2 不同负载质量时多余力频率特性

3.3 加载系统伺服阀频率对多余力的影响

由多余力产生机理的分析知,加载伺服阀响应滞后是导致系统在启动和换向时产生多余力的一个环节,那么

采用高频响加载伺服阀是不是可以减小在舵机系统启动和换向瞬间的多余力呢?现在我们讨论正常工作过程中加载阀的响应频率对多余力的影响。改变加载阀的频率分别为50Hz、250Hz、500Hz。图中在低频段三种频响时多余力的频率特性几乎重合,可知高频响的加载阀对除去启动和换向瞬间状态以外多余力减小作用并不明显。如果不另外采取专门措施抑制多余力,而单纯依靠加载系统的力闭环和提高加载伺服阀的响应频率是不能减小多余力的,原因在于,多余力具有明显的微分特性和相位超前特性,多余力的产生总是先于加载阀动作的。

参考文献:

- [1] 崔阳华. 电动舵机加载仿真控制方法研究 [D]. 西安:西北工业大学,2006.
- [2] 高俊霞,华清,焦宗夏. 电液加载系统中的多余力及各种补偿方法的比较 [J]. 液压气动与密封,2003,10(5):1-5.

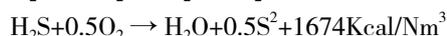
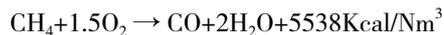
作者简介:

王明奎(1981-),男,民族:汉,籍贯:河南省林州市,学历:硕士研究生,毕业时间:2009.07,毕业学校:太原理工大学,毕业专业:机械电子工程,职称:机械工程师,研究方向:机械/机电。

(上接第185页)分液,这样可以减少酸性气中的含水量。酸性气中水分的含量越少,硫转化率越高。

2.2 反应炉内酸性气配风造成的影响

让酸性气和空气按照一定比例混合后输送进反应炉中, H_2S 与空气中氧气燃烧不够充分,主要目的是将克劳斯尾气中的硫化氢能最大程度转换为硫单质。基于此对酸性气进行配风,提高硫的转化率。酸性气在炉内的主要反应为:



2.3 反应器内催化剂的影响

硫化氢和二氧化硫气体直接进入一二级化学反应器中进行化学反应后,可以直接生成硫蒸汽,该反应过程是凭借氧化铝催化作用完成的,并且这种催化剂起到了决定性作用,因此在进行工业生产时我们需要注意保证反应器内部催化剂处于活跃状态。首先我们需要对反应器床层温度进行合理控制,防止其因为床层温度过高从而加快催化剂的老化速度,因此要控制一级和二级的床层温度不能高于 380°C ^[9]。其次,硫磺单元在停止工作前要对反应器内部的催化剂进行吹硫和钝化操作,这样可以保证催化剂在低温环境下不会被液态硫附着,产生失活现象。最后,在停工阶段需要对反应器的催化剂做好采样工作,可以更换少量催化剂,确保催化剂在反应过程中的活性。

2.4 尾气吸收塔吸收效果影响

尾气经过脱硫加氢反应后要先完成急冷降温的过程再传送进吸收塔中,尾气吸收塔内可以通过应用醇胺来吸收尾气中含有的酸性气体,富胺液可以在尾气吸收环节循环

使用,经醇胺吸收的尾气最后会传送至焚烧炉中,可以结合焚烧工艺处理尾气,让其氧化成二氧化硫排入进大气中。

2.4.1 贫胺液和尾气进入吸收塔的温度控制

贫胺液进入吸收塔中之后要先进行放热反应,而处于低温状态更有益于尾气吸收,低温直接提升硫化氢和二氧化碳的吸收效果,但如果反应温度明显过低时就会直接改变贫胺液的理化性质,让其溶液粘度变大,使其流动性明显降低,并且还可能会对机械泵结构造成一定的损害因此,想要有效控制尾气在吸收塔内的温度,需要保证进塔前后的温度差为 3°C 。

2.4.2 控制贫胺液入塔的流量和位置

贫胺液与硫化气会进行发热反应,通常情况下贫胺液的流量较大,对尾气中的硫化氢的吸收效果更好。但尾气吸收塔板共有十三层,胺液可以同三个位置进入塔中,为保证将胺液和尾气接触得足够充分,可以将胺液在十三层的位置入塔,这样可以明显提高硫的转化率。

3 总结

综上所述,通过综合分析可知,我们不仅需要准确把握酸性气中影响硫温度转化的影响因素,确保再生塔能够保持良好的再生效果,还要密切关注当前反应器内温床层内部的温度波动,以此判断当前反应器内部催化剂的活性状况。此外,还要加强胺液对塔内硫化氢的吸收能力,降低二氧化硫的排放量,进而实现硫磺回收装置中硫的高效转化。

参考文献:

- [1] 张磊,张玉显,卓英奎. 硫磺回收装置尾气达标排放的优化措施 [J]. 化工技术与开发,2021,50(Z1):59-61.