

电液负载模拟加载系统和舵机系统模型搭建与控制器参数优化

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: 为了能对电液负载加载系统和舵机系统进行模拟, 采用 AMESim 软件。该软件可以采用现有的模型或元件来建模, 通过自带的标准图标和多端口的框图, 极大地方便了建模的过程。在进行模拟时, 用户可以根据自己的需要调整模型的参数, 从而实现多模型的动力学仿真。用 Simulink 仿真前必须求得系统的数学模型然后进行拉普拉斯变换, 而 Amesim 建模的最大特色便是用户可以通过易于识别的图标来搭建模型, 这使整个建模过程变得方便快捷。

关键词: 加载系统和舵机系统模型搭建; 控制器参数优化

1 伪微分 (PDF) 控制器原理及封装

PDF (Pseudo Derivative Feedback) 控制方法是由美国康奈尔大学的 R·M·Phelan 教授首先提出, 实质上它是一种改进的 PID。PDF 在数学上或控制功能上已实现微分运算, 而在控制系统实施时并没有进行微分或降低了微分阶次。已有研究表明 PDF 是一种响应速度快, 超调量小, 鲁棒性强的控制策略, 同时具有结构简单, 便于工程实现的特点。加载力系统实际上是一个零型系统, 如果采用 PDF 方案, 应该能消除施力系统的稳态误差, 并得到良好的控制性能。

AMESim 元件库中没有现成的 PDF 控制模块, AMESim 准许用户自己封装功能模块来扩展元件库。在 Sketch 模式下搭建 PDF 控制器结构; 借助 AMESim 的 Supercomponents 功能对其进行封装并自己设计图标。

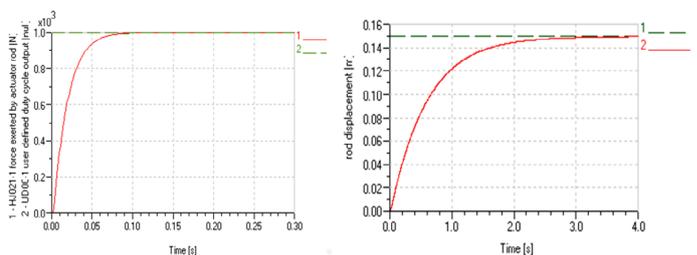
2 舵机系统与加载系统模型搭建

在打开 AMESim 软件时, 需要根据需要选择合适的元件库来进行建模, 常见的信号库如图 1 所示。力传感器将检测的加载活塞的输出信号分为两路: ①送到控制器中与指令信号做运算后, 其输出经放大后作为加载伺服阀的输入信号来控制阀的开度, 从而按比例地控制加载力; ②与力指令信号做比较后, 并将此误差作为函数模块的输入, 为控制器的参数优化做准备。进入 Submodel 模式, 为每个元件选择所需要的子模型。进入 Parameter 模式为各模型设定参数, 系统主要参数设定如下: 加载信号设定为 1000N 阶跃信号, 系统压力设定为 100bar 加载缸活塞直径 $D=63\text{mm}$, 活塞杆直径 $d=45\text{mm}$, 活塞行程 $H=200\text{mm}$, 液压缸距伺服阀的管道总长 $l_0=0.5\text{m}$, 加油管外径 $d_1=22\text{mm}$, 管厚 4mm, 根据 F108 系列大流量伺服阀的参数设定加载阀流量为 60L/min、额定电流为 10mA; 负载质量为 800kg、泄露系数为 0.01L/min/bar, 力传感器增益设定为 1, 伺服放大器增益为 0.0001, 限幅环节幅值设定为 10。

舵机系统压力设为 120bar, 其中舵机缸参数与加载缸相同。舵机阀参数为额定流量为 10L/min、额定电流为 20mA, 控制器采用 PID, 输入信号为 0.15m。

对于加载系统, 进入 Run parameters 模式, 设定仿真时间为 0.3s, 真步长 0.001。初步设定 $K_i=50$ 、 $K_p=1$ 、 $K_d=0$, 活塞阶跃响应和速度仿真曲线如图 2-1 (a); 对于舵机系统, 设定仿真时间为 4s, 真步长 0.01。初步设定 $K_i=500$ 、 $K_p=1$ 、 $K_d=0$, 活塞阶跃响应和速度仿真曲线如图 1 (b)。

从中可见系统无超调, 加载系统约 0.1s 到达 1000N; 舵机系统需 3 秒多的时间才达到稳态值。对于控制器参数的初步确定可以利用 AMESim 的批处理功能来大致确定一个范围。



(a) 加载系统阶跃响应 (b) 舵机系统阶跃响应

图 1 舵机与加载系统参数优化前阶跃响应

Fig1 Step response curves of

rudder and loading system before parameter optimization

3 基于 Design Exploration 模块的控制器参数优化

AMESim 提供了以下两种参数优化方法: NLPQL 法和 Genetic Algorithm。NLPQL 利用序列二次规划算法, SQP 是利用目标函数和约束条件的梯度解决非线性优化问题的。SQP 的基本思想是: 在每个迭代点 $x^{(k)}$ 构造一个二次规划子问题, 以这个子问题的解决作为迭代搜索的方向 $s^{(k)}$, 沿该方向按照迭代格式 $x^{(k+1)} = x^{(k)} + \alpha^{(k)} s^{(k)}$ 进行一维搜索, 使 $x^{(k+1)}$ ($k=0, 1, 2, \dots$) 最终逼近约束优化问题的解 x^* 。

下面以加载系统控制器参数优化为例介绍基于 Amesim 的系统参数优化过程。本文采取的方法是先用 NLPQL 算法对 PDF 控制参数初步优化, 然后在这些参数的基础上再利用遗传算法对控制参数进行二次优化。

3.1 设定输入输出模块

在参数模式下打开 Export Parameters 对话框, 分别设定输入参数、简单输出参数及复合输出参数: 设 PDF 控制器的三个系数 K_i 、 K_p 、 K_d 为输入参数; 设 rod_force (活塞的输出力)、error (力指令与与活塞输出力误差)、errorjifen (力误差平方的积分) 为简单输出量; 设复合输出量为: max_rod_force, 表达式为 globmax (abs (restrict (rod_force, 0.05, 0.3) -1000)), 和 objective, 表达式: (globmax (errorjifen))。

3.2 设定 Design Exploration

在 Run Model 模式下打开 Design Exploration (下转第 231 页)

转。同时在车轮轮胎对滚筒表面切线方向的摩擦力作用下, 减速器壳体与测力杠杆一起朝滚筒转动相反方向摆动, 该力的大小与滚筒对车轮的制动力相等, 测力杠杆一端的力或位移经传感器转换成与制动力大小成比例电信号。从测力传感器送来的电信号经放大滤波后, 送往 A/D 转换器转换成相应数字量, 经计算机采集、处理后将测量结果显示出来, 从而完成车辆车轮制动力的测试, 可通过对比左右两车轮间的制动力大小来判断叉车制动是否存在不同步状况。

4 结束语

总而言之, 叉车制动不同步的故障较为常见, 且具有多样性, 在分析故障原因的时候就应做到具体问题具体分析, 同时还要不断对之前的经验进行总结和积累, 只有这样, 才能在设备出现问题的时候能尽快的查出原因。此外,

(上接第 229 页) 人员数据处理需要。强制断电、报警和复电, 同样是系统重要功能, 为后续生产活动安全提供支持保障^[5]。基于当今网络技术和计算机技术的飞速发展, 未来也许可通过计算机模拟, 智能化分析监测监控数据, 实现在线诊断, 自动提供安全处理建议, 为矿井监测监控系统提供更加广阔的应用空间。

2.3 建立数据监控中心

建立数据监控中心, 为了应对突发安全事故, 可以编制紧急预案, 启动时统一调度, 为矿井生产安全提供坚实保障。基于系统及时反馈, 有助于推动紧急预案改进和完善, 辅助操作人员更加充分、全面了解矿井信息, 有效监测安全事故。定期更新升级矿井安全监测监控系统, 提升系统灵敏性和精准度, 避免系统延误, 并定期发布危险信息, 相应的对监控中心提出了新层次的要求。

2.4 提升安全检测人员素质能力

矿井安全监测监控系统集合了多专业内容, 包括机器设备、计算机知识、传感器、软硬件及时和网络知识等。为了保证矿井安全监测监控系统安全稳定运行, 应定期组织监控人员教育培训, 提升专业能力的同时, 养成良好的职业素养, 全身心投入工作中, 切实提升安全监测监控系统运行效率。

(上接第 228 页) Definition 对话框, 将 K_i 、 K_p 、 K_d 设为优化参数, 设定 K_i 范围为 0~150, K_p 范围为 0~10, K_d 范围为 0~1 (这些参数范围的初步确定可利用批处理功能或根据经验初步确定)。将 objective 作为优化目标, 将 error 上限设为 0, rod_force 和 max_rod_force 上限设为 1000N。这相当与将加载指令和活塞输出力的误差平方的积分最小做为目标函数, 以无超调以及活塞在 0.05~0.3s 保持在 1000N 做为约束条件。

负载模拟系统在工作时既要准确、快速的跟随舵机系统运动, 同时又要对舵机系统加载, 表面上这二者似乎有矛盾, 但从加载伺服系统和舵机伺服系统对阶跃输入的响

使用单位还应根据叉车的工作条件, 制定出合理的维护保养间隔及项目, 有计划地进行维护保养。由于维护保养的工作程序是事先计划好的, 在叉车尚未出现故障之前就进行维护, 可有效避免频繁故障和人身事故。还能使叉车经常保持完好状态, 随时可以出车, 发挥最大效能、提高叉车大修间隔, 使叉车不“带病运行”, 以延长叉车使用寿命, 提高使用效率。

参考文献:

- [1] 关朝宁. 浅谈叉车制动跑偏原因及检验检测 [J]. 时代农机, 2020, 47(03): 41-42.
- [2] 牛国辉. 平板式制动试验台和滚筒式制动试验台的结构和作用原理 [J]. 计量与测试技术, 2014(12): 31-32.
- [3] 刘孔义. 叉车制动不同步原因分析及检验检测 [J]. 内燃机与配件, 2018(5): 114-114.

3 结论

综上所述, 矿井安全监测监控系统在投入运行中, 紧紧围绕安全管理核心目标, 实现对矿井生产安全实时监测, 有助于及时发现安全问题, 寻求合理措施予以处理, 维护人员人身安全, 切实提升矿井生产效率和安全性。

参考文献:

- [1] 郭锐. 矿井通风安全监测监控系统的维护与保养分析 [J]. 当代化工研究, 2020, 19(18): 17-18.
- [2] 赵钢波. 煤矿通风安全监测监控系统的应用与运行 [J]. 山西冶金, 2020, 43(04): 201-203.
- [3] 杨轲. 基于信息融合与 ZigBee 技术的矿井安全监测系统的设计 [J]. 机械管理开发, 2020, 35(08): 140-141+144.
- [4] 王璐. 煤矿安全监控系统中一氧化碳无线传感器的设计与实现 [J]. 煤矿机电, 2020, 41(04): 5-8+12.
- [5] 徐国政. 煤矿安全监测监控升级改造的优势及未来发展方向 [J]. 化工管理, 2020, 11(18): 90-91.

作者简介:

索文慧 (1991-), 女, 内蒙丰镇人, 汉族, 2016 年毕业于中国矿业大学安全工程专业, 本科, 助理工程师, 研究矿井安全监控技术。

应响应速度来考虑, 加载系统要比舵机系统快的多, 这也是加载系统能在跟随舵机系统同步运动同时又能对其加载的原因。

参考文献:

- [1] 马长林, 黄先祥, 郝林. 基于 AMESim 的电液负载系统仿真与优化研究 [J]. 液压气动与密封, 2006, 2(1): 32-34.

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。