

一种新的液压传动系统图识读方法

王美姣

A New Recognition Method for Hydraulic System Diagram

WANG Mei-jiao

(河南职业技术学院, 河南 郑州 450046)

摘要:为提高现场技术人员识读液压传动系统图的速度,该文提出了一种新的液压传动系统图识读方法,采用分解-反流-整合原理,根据执行元件个数将液压系统图分解为若干个子系统,对每个子系统按反流逆推原理划分出各个分支回路,在了解每个分支回路工作原理的基础上,根据液压设备的工作循环及性能要求,整合所有分支回路,进行综合分析,克服了从液压泵输出的压力油因分支油路太多而难以理清回路,识图困难的缺点,并以 JS01 工业机械手液压系统图为例,说明了该方法的准确性。

关键词:液压系统图;分解;反流;整合;快速识图

中图分类号: G724.4 文献标识码: B 文章编号: 1000-4858(2009)10-0001-04

1 引言

液压传动具有独特的优点,具有广泛的工艺适应性、紧凑性、灵活性、响应快速性、可控性,在工程技术领域得到越来越广泛的应用。但是液压系统属于封闭的管路系统,客观上给故障的诊断带来一定的困难,这就要求工程技术人员要有深厚的理论技术功底和丰富的现场经验,才能快速、准确地判断出故障点,并及时拿出处理故障的办法^[1]。液压系统原理图分析法是目前工程技术人员应用最为普遍的方法^[2,3],它要求工作人员对液压知识具有一定基础并能看懂液压系统图,掌握各图形符号所代表元件的名称、功能,对元件的原理、结构及性能也应有一定的了解,并能够结合动作循环表对照分析、判断故障,所以快速、准确的读懂液压原理图是故障诊断与排除最有力的助手,也是其他故障分析法的基础。

由此,本文提出了一种新的液压传动系统快速识读图方法,该方法以液压缸为起点,采用逆向思维反推油液流动路线直至液压泵,克服了从液压泵输出的压力油因分支油路太多而难以理清回路,识图困难的缺点。

2 “分解-反流-整合”读图法

2.1 “分解-反流-整合”读图法的基本原理

按照正常的读图思路,根据液压传动介质(油液)的运动路线进行看图分析,那么从液压泵开始看图,将会由于一个或两个动力元件向多个执行元件供油,而出现从液压泵输出的压力油因分支油路太多而难以理清回路,系统越复杂,识读越困难。但是如果以每个液

压缸为起点,采用逆向思维反推油液流动路线直至液压泵,那么单个分支回路就比较简单,由此可采取化繁为简的方法各个击破,这样识读系统图就容易多了。

由此“分解-反流-整合”读图法的基本原理为:

(1) 分解 以执行元件个数为依据将液压系统图分解为若干个分支回路,对每个分支进行具体分析;

(2) 反流 以各支路的执行元件为起点,沿油液流动路线逆推回路至油箱,并将组成该回路的液压元件从液压系统图中划分出来,对该回路的工作原理进行详细分析;

(3) 整合 根据液压设备的工作循环及性能要求,以信号传递为纽带,整合所有分支回路,进行综合分析,归纳总结出整个液压系统的工作原理和特点。

2.2 “分解-反流-整合”读图步骤

(1) 了解液压设备系统:熟悉设备的功用、设备工况对液压系统的要求以及液压设备的工作循环;

(2) 系统分解:按执行元件个数将液压系统图分解为若干个子系统;

(3) 反流逆推:对每个子系统按反流逆推原理划分出各个分支回路,其中换向阀中的截至符号与单向阀反向假想连通;

(4) 分支回路工作原理分析:根据反流路线分析

收稿日期:2009-03-29

作者简介:王美姣(1968—),女,河南濮阳人,副教授,主要从事机械工程、自动化控制(液压与气动)以及机械教学和研究工作。

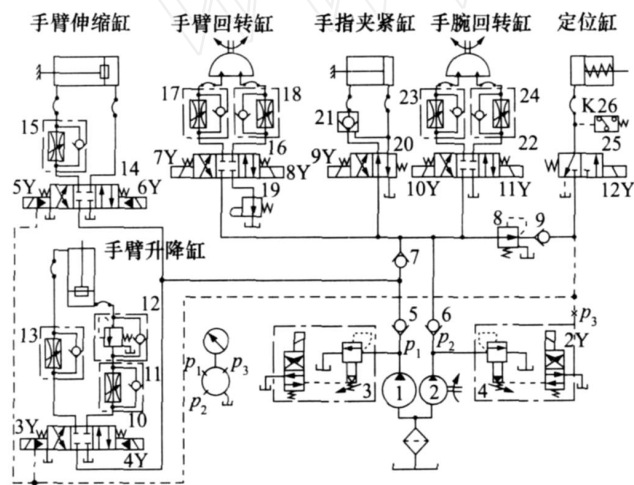
每个分支回路的工作原理,了解分支回路的基本回路和液压元件,并将油液反向恢复正常,根据进回油路线弄懂各分支回路的工作原理;

(5) 整合各分支回路,分析单个工作循环:在了解每个分支回路工作原理的基础上,根据液压设备对液压系统中各子系统之间的顺序、同步、互锁、防干扰或联动等要求,整合各子系统之间的工作关系,以起始信号为控制源头,中间信号为传递纽带,按照电磁铁动作情况,全面分析油液进回油路线以及实现各个子系统功能的具体过程;

(6) 综合分析液压系统特点:在全面读懂液压系统图的基础上,根据系统所采用的基本回路性能,对系统作出综合分析,归纳总结出整个液压系统的特点,以加深对液压系统的理解。

3 实例分析

为了说明该方法的实用性,以 JS01 工业机械手液压系统图为例,应用“分解 反流 整合 读图法”进行读图,液压系统图如图 1 所示。



1. 大流量泵 2. 小流量泵 3,4. 溢流阀 5~7,9. 单向阀
8. 减压阀 10,14,16,22. 电液换向阀
11,13,15,17,18,23,24. 单向调速阀 12. 单向顺序阀
19. 行程节流阀 20,25. 电磁换向阀 21. 液控单向阀 26. 压力继电器

图 1 JS01 工业机械手液压系统图

步骤 1 了解液压设备系统:

设备用途:模仿人的手部动作,按给定程序实现自动抓取、搬运和操作的自动装置。

设备工况:在高温、高压、多粉尘、易燃、易爆、放射性等恶劣环境中工作。

动作要求:JS01 工业机械手是圆柱坐标式、全液压驱动机械手,具有手臂升降、伸缩、回转和手腕回转 4 个自由度。其工作循环及电磁铁动作顺序见表 1。

表 1 JS01 工业机械手液压系统电磁铁动作顺序表

| 动作顺序 | 1Y | 2Y | 3Y | 4Y | 5Y | 6Y | 7Y | 8Y | 9Y | 10Y | 11Y | 12Y | K26 | | |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|---|---|
| 插定位销 | + | | | | | | | | | | | | + | - | + |
| 手臂前伸 | | | | | + | | | | | | | | + | + | |
| 手指张开 | + | | | | | | | | + | | | | + | + | |
| 手指抓料 | + | | | | | | | | | | | | + | + | |
| 手臂上升 | | | + | | | | | | | | | | + | + | |
| 手臂缩回 | | | | | | + | | | | | | | + | + | |
| 手腕回转 | + | | | | | | | | | + | | | + | + | |
| 拔定位销 | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 手臂回转 | + | | | | | | + | | | | | | | | |
| 插定位销 | + | | | | | | | | | | | | + | - | + |
| 手臂前伸 | | | | | + | | | | | | | | + | + | |
| 手臂中停 | | | | | | | | | | | | | + | + | |
| 手指松开 | + | | | | | | | | + | | | | + | + | |
| 手指闭合 | + | | | | | | | | | | | | + | + | |
| 手臂缩回 | | | | | | + | | | | | | | + | + | |
| 手臂下降 | | | | + | | | | | | | | | + | + | |
| 手腕回转 | + | | | | | | | | | | | + | + | + | |
| 拔定位销 | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 手臂回转 | + | | | | | | | | + | | | | | | |
| 待料卸载 | + | + | | | | | | | | | | | | | |

工作循环:插定位销 手臂前伸 手指张开 手指夹紧抓料 手臂上升 手臂缩回 手腕回转 180° 拔定位销 手臂回转 90° 插定位销 手臂前伸 手臂中停 手指松开 手指闭合 手臂缩回 手臂下降 手腕回转复位 拔定位销 手臂回转复位 待料(泵卸载)。

步骤 2 系统分解:

由图 1 可知:系统共包括手臂伸缩缸、手臂升降缸、手臂回转缸、手指夹紧缸、手腕回转缸和定位缸 6 个执行元件,故将液压系统图分解为 6 个子系统。

步骤 3 反流逆推(以手臂伸缩缸子系统为例):

以手臂伸缩缸子系统为例理出分支回路:系统静态时,反流逆推油液路线为:油箱 阀 14 中位 液压缸右腔 液压缸左腔 单向调速阀 15 阀 14 中位 单向阀 5(7,6) 液压泵 1(2)

步骤 4 分支回路工作原理分析(以手臂伸缩缸子系统为例):

根据反流路线分析分支回路的工作原理,可知基本回路包括调压回路、卸荷回路、换向回路、锁紧回路、节流调速回路等。各元件的功用及其相互间的连接关

系:泵 1和泵 2同时向伸缩缸提供压力油,满足伸缩缸的负载及速度要求;单向阀 5防止在手臂及手腕回转、手指松紧及定位缸工作而只由小流量泵供油,大流量泵供油卸载时,油液倒流进泵 1;阀 14实现手臂伸缩缸的伸缩换向;手臂伸缩缸带动机械手手臂伸缩;单向调速阀 15调节机械手手臂伸缩的速度。各元件间的连接关系见图 1。将油液回流恢复正常,分析手臂伸缩动作时油液流动路线为:

手臂前伸——进油路线:泵 1和泵 2 单向阀 5
 阀 14左位 手臂伸缩缸右腔
 回油路线:手臂伸缩缸左腔 单向
 调速阀 15 阀 14左位 油箱
 手臂缩回——进油路线:泵 1和泵 2 阀 14右位
 单向调速阀 15 手臂伸缩缸左
 腔
 回油路线:手臂伸缩缸右腔 阀 14
 右位 油箱

步骤 5 整合各分支回路,分析单个工作循环:

在了解每个分支回路工作原理的基础上,根据设备对液压系统中各子系统之间的顺序动作要求,以起始信号为控制源头,中间信号为传递纽带(如行程开关、压力继电器、顺序法、死挡铁),按照电磁铁动作顺序,将各个子系统的动作顺次“连接”起来,完成一个工作循环。分析如下:

按下液压泵启动按钮后,双联叶片泵 1、2同时供油,电磁铁 1Y、2Y通电,油液经溢流阀 3和 4至油箱,机械手处于待料卸载状态。当棒料到达待上料位置时,启动程序动作。电磁铁 1Y、12Y通电,实现插定位销动作(此时泵 1继续卸载,而泵 2停止卸载)。插销定位后,此支路系统油压升高,使继电器 K26发出信号,接通电磁铁 5Y,实现手臂前伸。当手臂前伸到适当位置,行程开关发出信号,电磁铁 1Y、9Y通电,实现手指张开动作(此时泵 1卸载,泵 2供油)。手指张开后,时间继电器延时,待棒料由送料机构送到手指区域时,继电器发出信号使 9Y断电,实现手指抓料动作。当手指抓料后,电磁铁 1Y断电,3Y通电,实现手臂上升动作。手臂上升至预定位置后,碰行程开关,电磁铁 3Y断电,6Y通电,实现手臂缩回动作。当手臂上的碰块碰到行程开关时,6Y断电,1Y、10Y通电,实现手腕回转动作。当手腕上的碰块碰到行程开关时,10Y、12Y断电,在弹簧作用下实现拔定位销动作。当定位缸支路无油压后,压力继电器 K26发出信号,使 7Y通

电,实现手臂回转动作。当手臂回转碰到行程开关时,7Y断电,12Y重新通电,实现插定位销动作。之后,手臂前伸与前述动作相同,当手臂前伸碰到行程开关后,5Y断电,伸缩缸停止动作,实现手臂中停动作,确保手臂将棒料送到准确位置处。手臂中停等待主机夹头夹紧棒料,夹头夹紧棒料后,时间继电器发出信号,使 1Y、9Y通电,实现手指张开动作。同时启动时间继电器延时,主机夹头移走棒料后,继电器发出信号,使 9Y断电,实现手指闭合动作。当手指闭合后,1Y断电,6Y通电,实现手臂缩回动作。当手臂缩回碰到行程开关,6Y断电,4Y通电,实现手臂下降动作。当升降导套上的碰块碰到行程开关时,4Y断电,1Y、11Y通电,实现手腕反转动作。手腕反转碰行程开关后,11Y、12Y断电,实现拔定位销动作。拔定位销之后,压力继电器发出信号,使 8Y通电,实现手臂反转动作。手臂反转到位后,启动行程开关,8Y断电,2Y通电,此时,两液压泵同时卸载,实现待料卸载。机械手的动作循环结束,等待下一个循环。

步骤 6 综合分析液压系统特点:

实质是在步骤 4的基础上,将各个分支回路的特点与液压设备的用途及工作要求相结合,总结出系统的工作特点。

(1) 系统采用了双联泵供油,手臂升降及伸缩时由 2个泵同时供油,手臂与手腕回转、手指松紧与定位缸工作时,只有小流量泵 2供油,大流量泵自动卸载。由于定位缸和控制油路所需压力较低,在定位缸支路上串联有减压阀 8;

(2) 手臂的伸缩和升降采用单杆双作用液压缸驱动,手臂的伸出和升降速度分别由单向调速阀 15、13和 11实现回油节流调速;手臂及手腕的回转由摆动液压缸驱动,其正反向运动也采用单向调速阀 17和 18、23和 24回油节流调速;

(3) 执行机构的定位和缓冲是机械手工作平稳可靠的关键。手臂伸出、手腕回转由死挡铁定位保证精度,端点到达前发信号切断油路,滑行缓冲。手臂伸缩缸和升降缸采用了电液换向阀换向,调节换向时间,也增加缓冲效果。为进一步提高定位精度,手臂回转缸除采用单向调速阀回油节流调速外,还在回油路上安装有行程节流阀 19进行缓冲,最后由定位缸插销定位;

(4) 为使手指夹紧工件后不受系统压力波动的影响,保证牢固地夹紧工件,采用了由液控单向阀 21控制的锁紧回路;

大客车空气悬架可调式液压减振器设计与试验

江浩斌, 孙 鹏, 胡隼秀, 汪若尘

Design and Test of Adjustable Shock Absorber for Coach's Air Suspension

JIANG Hao-bin, SUN Peng, HU Jun-xiu, WANG Ruo-chen

(江苏大学 汽车与交通工程学院, 江苏 镇江 212013)

摘 要:根据某大客车空气悬架的阻尼控制要求,确定了减振器在“软”、“硬”阻尼状态下的阻尼力设计目标,设计了以电磁阀和摆动气缸作为驱动机构的电控气动式可调阻尼减振器,介绍了该减振器的结构组成、工作原理,通过仿真计算分析了该减振器的阻尼特性。研制了可调阻尼减振器样件并进行了台架性能测试,减振器阻尼力试验结值与仿真值、设计目标值基本一致。进行了大客车道路平顺性对比试验,结果表明,采用可调式液压减振器使大客车的舒适性界限值 T_{CD} 由原车的 2.8 h 提高到 4.2 h,说明可调减振器设计方案可行,满足了大客车空气悬架的阻尼控制要求。

关键词:空气悬架;可调减振器;结构设计;台架试验;平顺性试验

中图分类号:U463.3 文献标识码:B 文章编号:1000-4858(2009)10-0004-04

1 前言

空气悬架具有非线性弹性特性、可使簧载质量的偏频保持相对稳定、内摩擦小、隔振消声能力强、自身质量轻、使用寿命长等优点,能使车辆获得良好的行驶平顺性和道路友好性,因此,空气悬架在客车、轿车和高档载货汽车和挂车上均得到广泛应用。目前,国外高档商用汽车(包括旅游客车、城市客车和重型载货汽车)上空气悬架的装车率已超过 90%,高档轿车和 SUV 上安装空气弹簧的比例也不断提高^[1,2]。近年来,国外的空气悬架逐渐从机械式向电控式发展,空气

悬架的刚度、阻尼和车身高度均为自动化电子控制,使汽车的行驶平顺性和操纵稳定性进一步提高。国内空气悬架的发展和应用比较晚,目前仅在少数高档客车和重型货车上安装,普遍采用机械式结构,电控空气悬

收稿日期:2009-03-27

基金项目:浙江省重大科技专项重点项目(2006C11089);江苏大学高级人才启动项目(07JGDG039)

作者简介:江浩斌(1969—),男,江苏启东人,副教授,博士,主要从事车辆悬架系统设计与控制研究工作。

(5) 手臂升降缸为立式液压缸,为支承平衡手臂运动部件的自重,采用了由单向顺序阀 12 控制的平衡回路。

4 总结

“分解-反流-整合”识图法的特点是将复杂的液压系统图进行分解简化,它利用了由复杂到简单(分解、反流),再由简单到复杂(整合)的一般认识规律,克服了从液压泵输出的压力油因分支油路太多而难以理清回路,识图困难的缺点。需要说明的是:读图步骤仅仅是初学者练习的一般方法,事实上有些步骤不能截然分开,而是交叉进行的。例如,了解执行机构时,自然对系统进行了分解,分析单个子系统时,其回路特点又是整个液压系统的特点之一,分析单个工作循环时,又与整个液压系统联系到了一起。而且,随着看图

熟练程度的增加,往往会将几个步骤综合起来,以提高识图速度。所以,读图是一个不断深入、综合认识、循序渐进的过程。识图时应有步骤、有重点,但不宜拘泥于一种方法,而应灵活掌握。

参考文献:

- [1] 王振南. 液压传动系统的故障分析与诊断方法 [J]. 液压与气动, 2006(1): 77 - 78.
- [2] 王伟. 数控机床液压系统引发的故障及诊断技术 [J]. 液压与气动, 2006(9): 78 - 80.
- [3] 彭敏. 交通工程机械液压传动系统故障原因分析 [J]. 广东建材, 2008(8): 220 - 223.
- [4] 张世亮. 液压与气动传动 [M]. 北京:机械工业出版社, 2006.
- [5] 张应龙. 液压识图 [M]. 北京:化学工业出版社, 2007.