

液压差动回路的设计缺陷

杨殿宝

(海门市油威力液压工业有限公司责任公司,江苏 南通 226100)

摘要:差动回路是一种节能回路,但在实际应用中往往不能满足工况要求,本文从设计角度阐述液压差动回路的设计缺陷。

关键词:液压设计;液压差动回路;液控单向阀;平衡阀;速度

中图分类号:TH137.7 **文献标识码:**B **文章编号:**1008-0813(2012)04-0036-03

Design Defects in the Hydraulic Differential Circuit

YANG Dian-bao

(Haimen Youweili Hydsty Co.,Ltd.,Nantong 226100, China)

Abstract: In the differential circ is a move for loop, but in actual usage cannot satisfy the conditions required, From the angle in the design on the hydraulic circuit design flaw.

Key words: hydraulic system design; differential circ; pilot operated check valve; balanced valve; pace

0 引言

液压差动回路在液压系统设计中是提高液压缸速度的首选,但在实际应用中经常会因为忽视某些负载

的特性,或在构成系统时疏忽元件的特性选型,造成液压差动回路的设计缺陷,本文就这方面聊作阐述。

1 设计缺陷

(1)差动回路使用时负载特性考虑不足

为了描述方便通俗,本文把能实现差动回路的液换向阀统称为差动阀。差动回路主要有两种:一种是过计算,认为不能满足要求,必须选用冷却器。根据冷却器产品选型样本的估算法,选择冷却面积为 1m^2 的列管式油冷却器。

3 结论

该试验台已在我公司应用,实践证明,该设备布局合理得当,操作便捷,维护方便,试验结果准确、可靠,可满足作动筒性能检验的要求,大大提高了生产效率。此项设计的成功应用,对于公司其他相似设备的设计具有借鉴和示范意义。

参 考 文 献

- [1] 雷天觉.新编液压工程手册[M].北京:北京理工大学出版社,1998.
- [2] 成大先.机械设计手册[M].北京:化学工业出版社,2002.
- [3] 黎启柏.液压元件手册[M].北京:冶金工业出版社,2000.
- [4] 乔学新.关于液压元件试验台的设计理念和设计思路[J],液压与气动,2009,(12).
- [5] 曾亿山.液压缸综合性能检测试验台液压系统的研究开发[J],煤矿机械,2008,(8).
- [6] 张立娟.液压系统油液温升计算及冷却器选型[J].重工与起重技术,2007,(4).

收稿日期:2011-10-17

作者简介:杨殿宝(1975-),男,江苏高邮人,工程师,大专,主要从事液压系统设计与液压故障分析诊断。

d ——管子内径,单位为 mm;

$[\sigma]$ ——许用应力,单位为 MPa,对于钢管 $[\sigma]=\frac{\sigma_b}{n}$;

σ_b ——抗拉强度,单位为 MPa;

n ——安全系数。(当 $p < 7\text{MPa}$ 时,取 $n=8$;当 $p < 17.5\text{MPa}$ 时,取 $n=6$;当 $p > 17.5\text{MPa}$ 时,取 $n=4$ 。

本系统选用的是材料为 1Cr18Ni9Ti 的冷拔不锈钢无缝钢管, $\sigma_b=550\text{N/mm}^2$, n 取 4。

泵排油管路:工作压力最大为 25MPa ,内径为 18mm , $\delta \geq \frac{pd}{2[\sigma]} = \frac{25 \times 18}{2 \times \frac{550}{4}} \approx 1.636\text{mm}$,实际取值为 2mm 。

辅助供油管路:工作压力最大为 31MPa ,内径为 8mm ,

$\delta \geq \frac{pd}{2[\sigma]} = \frac{31 \times 8}{2 \times \frac{550}{4}} \approx 0.9\text{mm}$,实际取值为 2mm 。

5)冷却器的选用

液压系统发热的主要原因是液压泵和执行器的功率损失以及溢流阀的溢流损失造成的,估算为泵组驱动功率的 $15\% \sim 30\%$ 。系统所产生的热量,主要通过油箱的各散热面散发至空气中。本系统的油箱散热量通

利用差动阀构成,另一种是增加电磁阀控制,利用通断实现差动回路。根据差动回路的构成条件,可以得出结论:如果液压缸的无杆腔和有杆腔面积差越大,液压缸的增速作用就越小,液压缸的输出力就越大;如果面积差越小,液压缸的增速作用就越大,液压缸的输出力就越小。由于知识面的问题或对差动知识的一知半解,往往使我们过于关注增速作用而忽视了由于输出力减少带来的副作用。由于这种不小心带来的后果就是液压缸驱动力下降了(下降倍数为无杆腔对有杆腔的比值,潘家鹤等对该问题进行了较为详细的阐述^[1]),可能导致试机时较大危险,系统更不可能正常投入使用。这种案例较多,笔者此文不作赘述。

一般情况下,对于系统输出力值要求较高的,差动回路都是通过增加元件通过回路实现空载差动,当液压缸运行到末端时,取消差动功能(实现主换向阀功能),也就在最大程度上利用了有效功。

2)与差动阀制约的液压元件

图1a是某公司自行设计的差动回路图(选用了叠加式单向节流阀、叠加式液控单向阀和差动阀),在现场调试时发现:液压缸只能上升,不能下降;调节节流阀或调整系统压力现象相同。

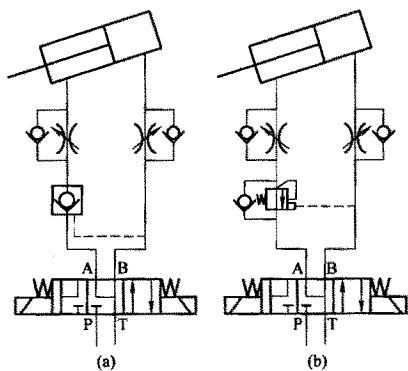


图1 差动回路原理图

笔者适逢其会,参与了这个问题的剖析:回路本身并没有问题,关键是选用了叠加式液控单向阀(结构图见图2),根据其原理单向阀2的锥阀芯是有装在阀体1内部的推杆3打开的,而推动3的力源于其左右两腔力的比较,当左边的力小于右边,才可能推动3进而打开单向阀,但叠加式液控单向阀A/B腔由于左工位A、B互通,实现了两腔压力相等,这样就达不到推杆3的运动条件,所以液压缸不能下降是很正常的。

对于这种事故笔者提供了3种解决方案:①是变更叠加式安装液控单向阀为外控外泄的板式安装液控单向阀,这种方法可靠,不改变原来设计主要思路,但这样一来,就必须更换油路块甚至具体的回路都有变

化;②是在设备允许的情况下增加系统供油量及系统压力,以一定的能量损耗实现回路功能;③是变更叠加式液控单向阀为叠加式平衡阀(见图1b),这个方案的优势在于没有改变原来设备的外形、连接、功能,甚至在节能方面更优于其他方案,唯一的缺陷就是这种阀国内供应商较少,且供货周期较长。事实上,用户是先更换了一个常规的“Y”型换向阀过渡,最终选择了SUN公司叠加式抗衡阀(平衡阀)的方案。面前已经过近半年的运行,状态良好。

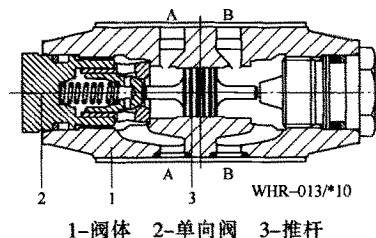


图2 叠加式液控单向阀结构图

3)差动阀选型时通流量较小、管道规格较小

不少设计员还有这样的理念:换向阀的规格、管道的规格可以根据油泵输出量来确定。实际上,系统中不同工况下管道中通过的流量差别是很大的。就回路而言,差动回路、蓄能器回路、充液阀回路、双泵回路本身的流量输出差异就很明显。就差动阀而言(参见维拓斯公司10通径换向阀压力流量曲线图3),A/B腔流量-压力曲线根据不同的阀芯类型(0、1、2、3、6、7、8)都集中在曲线A、B及AB之间,而差动阀芯9*系列压力曲线集中在C、D和CD之间,也就是说,同样规格的阀,在同样的压降条件下,通过差动阀的流量明显小,如果差动阀通过的流量已经饱和或接近饱和的话,那差动回路中补充流量(有杆腔液体)就不可能全额利用,只能溢流。换向阀的规格限制了进入液压缸的流量,就必然影响到执行元件的动作要求。

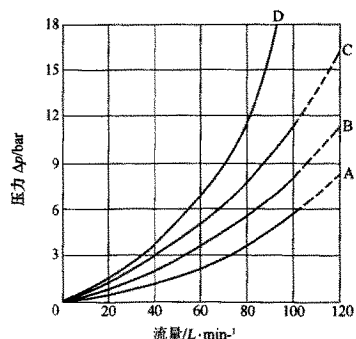


图3 压力-流量曲线

同样的道理,管道规格应根据实际通过的最大流量来计算,这种流量来源除了回路中可能形成,还有负载形成。比如中频炉系统、步进炉系统升降液压缸下降

时由于受到负载的作用,实际流量超过液压泵输出的2~3倍,甚至更多。

4) 压力低、速比小时不宜采用^[1]

差动工况下,流经各液阻的流量发生变化,阻力效应也随之发生较大的变化,而无杆腔的液阻最为敏感,压降损失较非差动工况下几倍到几十倍不等。由于液阻上的压损与流量的平方成正比,故差动工况下,液阻的压损减小只能通过减小流经液阻上的流量来实现。因此,对于低压差动系统而言,减少流量实际上就是溢流阀在溢流。不少低压差动系统执行元件运动速度达不到原来设计要求,多是由于这种因素(也有可能是机械摩擦较大、液压缸启动压力较大、装配不良等原因,本文只讨论液压方面的设计因素)。所以对于低压系统不建议选择使用差动回路,特别是液压缸速比较小时。实在要使用时,也必须考量到这种因素的影响。

5) 考虑高速运动对液压缸密封件的损伤

差动回路设计应用时因考虑执行元件运动速度带来的密封时效变化。国外相关资料表明:柔性材料(比如橡胶)与刚性材料表面相对运动时,密封接触区在杆件轴向方向上的压力、剪切应力、油膜厚度的分布规律与杆件的运动速度有关^[2]。因此在应用差动回路,特别是速度较高时,应充分考虑液压缸密封材料和密封方式,同时辅以启动与停止的缓冲,以保证和维持系统的可靠性。选用优质密封件、合适的缓冲机构,并有必要利用电控的优势实现速度曲线的在线优化。特别是在启动和停止时,这种损伤尤为明显。

6) 差动回路使用中应考虑速度对密封的影响

图4是某型密炼机上顶栓部分回路图,为提高工作效率和节能,该差动回路充分发挥了比例伺服阀、单向节流阀及相关检测与控制技术,实现了静止与运动的理想缓冲的过渡,实现了节能高效,提高了设备工作效率,同时设备本身使用寿命也不受到影响。

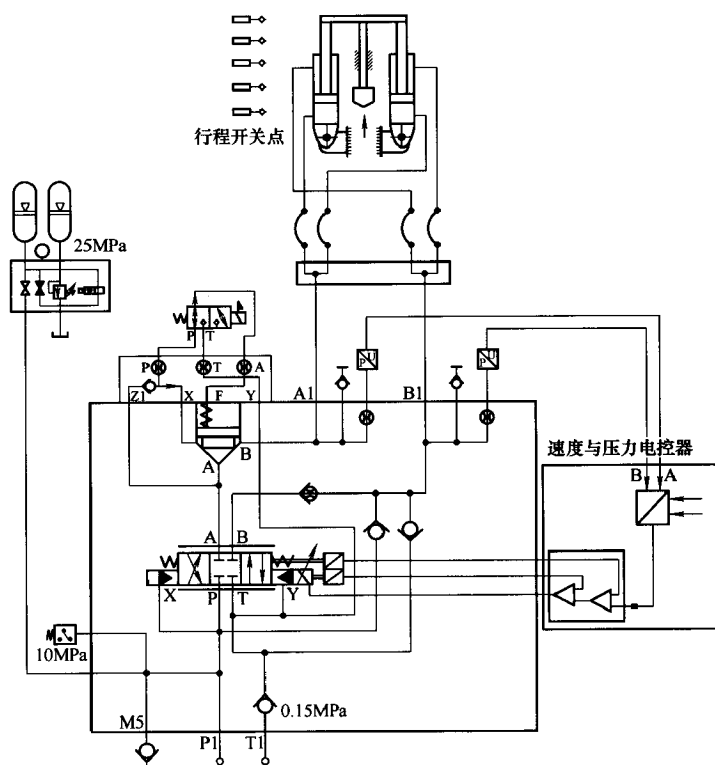


图4 某型密炼机上顶栓部分回路图^[3]

2 结束语

差动回路是一种节能型回路,但这也是建立在熟练掌握技巧和原理基础上的运用,只要我们设计者从源头上减少失误,就可以最大程度上发挥这种回路的优势,以达到我们的设计目的。

参 考 文 献

- [1] 潘家鹤.一种低压差动回路的故障分析[J].液压气动与密封,1996,(4).
- [2] 张付英.液压往复密封理论与应用的进展研究[J].润滑与密封,2007,(3).
- [3] 杨殿宝.单向阀应用初步[J].液压气动与密封,2011,(1).