

# TY220J 型推土机工作装置液压系统可靠度及常见故障分析

窦春雨,霍晓强,沈云峰

(工程兵指挥学院工程装备教研室)

**摘要:**介绍 TY220J 型高原履带式推土机工作装置液压系统的组成及工作原理,为找出工作装置中的可靠性薄弱环节,建立工作装置液压系统串-并联结构可靠性框图,给出各液压元件的基本失效率,计算各液压系统的基本故障率,建立了系统可靠度表达式。介绍可靠性较低的铲刀液压系统的常见故障原因及排除方法。

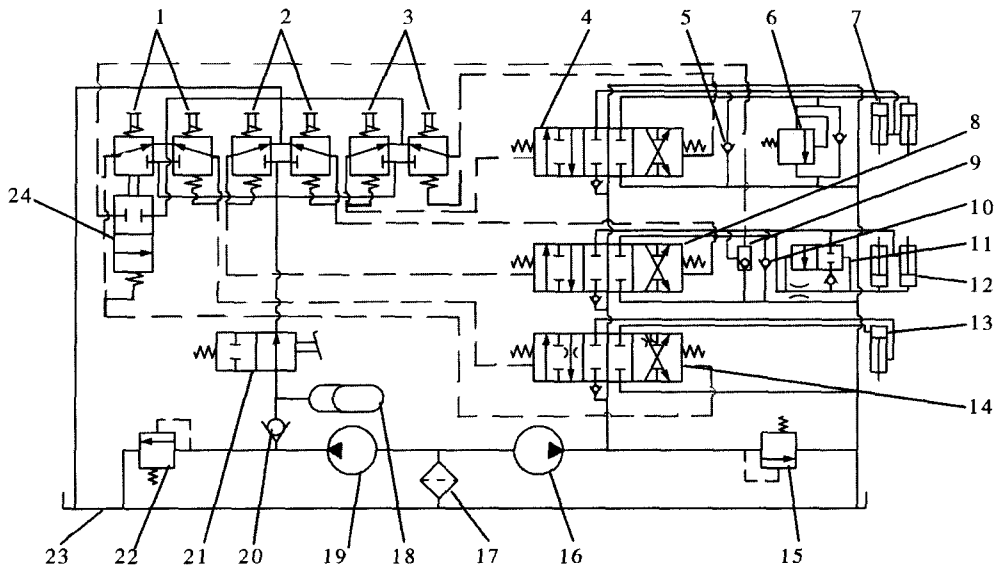
**关键词:**推土机;液压系统;可靠性;故障

TY220J 型高原履带式推土机工作装置液压系统采用了性能先进的液压先导-主油路式结构形式,由铲刀升降液压系统、铲刀倾斜液压系统和松土器液压系统 3 部分组成,具有操纵轻便、效率高等优点。

## 1 工作装置液压系统工作原理

如图 1 所示, TY220J 型高原履带式推土机工作装置液压系统由主油路和先导油路两部分组成。

主油路由主液压泵、主安全阀、松土器换向阀、



1. 铲刀倾斜先导阀 2. 铲刀先导阀 3. 松土器先导阀 4. 松土器换向阀 5. 补油阀  
6. 过载阀 7. 松土器液压缸 8. 铲刀换向阀 9. 液控单向阀 10. 补油阀 11. 快坠阀 12. 铲刀液压缸 13. 铲刀倾斜液压缸 14. 铲刀倾斜换向阀 15. 主安全阀  
16. 主液压泵 17. 粗滤器 18. 蓄能器 19. 先导泵 20. 单向阀 21. 锁止阀 22. 先导安全阀 23. 油箱 24. 泄油补油阀

图 1 工作装置液压系统图

铲刀换向阀、铲刀倾斜换向阀、油箱、滤油器、铲刀液压缸、铲刀倾斜液压缸和松土器液压缸等组成。主液压泵为CB160型外啮合齿轮泵,安装在动力输出箱右侧,排量为162 L/(1 000 r/min)。主安全阀的调定压力为14 MPa。松土器换向阀、铲刀换向阀和铲刀倾斜换向阀共同组成多路换向阀,安装于油箱上,它们均在先导油路控制下改变主油路液压油流动方向,从而改变相应工作装置的运动方向。在松土器换向阀、铲刀换向阀和铲刀倾斜换向阀中还分别装有单向阀,其目的是在提升工作装置过程中,调整换向阀阀芯工作位置时,防止工作装置产生“点头”现象。铲刀换向阀和松土器换向阀中都分别装有补油阀,它们主要用来防止铲刀或松土器下降时产生抖动现象,因为铲刀或松土器在自重作用下的下降速度比液压泵向液压缸大腔供油的速度快,液压缸大腔会产生负压。当液压缸大腔产生负压时,单向阀打开,工作油箱的油可以直接补充给液压缸大腔,从而消除抖动现象。在松土器换向阀体上还装有过载阀(调定工作压力16 MPa),当松土器受到外载荷突然冲击时,松土器液压缸和管路中的压力会突然升高,当压力超过16 MPa时,过载阀打开,压力油泄入油箱,保护松土器液压缸和管路不至损坏。在铲刀油路中设有液控单向阀,在铲刀倾斜调整时打开,可满足铲刀液压缸排油或补油需要。快坠阀设在铲刀液压缸上部,用来在铲刀下降

时增加铲刀的下降速度,进一步避免真空的产生。

先导油路的先导泵为G5-10-1EB3F-20-R-C型齿轮泵,由分动箱驱动,排量为10 L/(1 000 r/min)。先导安全阀的调定压力为2.5 MPa。蓄能器和单向阀相互配合可为先导油路提供一定能量的液压油。在先导泵无法向先导油路提供压力油时,蓄能器可将其中的压力油释放给先导油路推动多路换向阀的阀芯,使升起的工作装置安全下落到地面。当把锁止阀锁止手柄转向“锁止”位置时,先导阀将失去控制多路换向阀的能力,即铲刀和松土器被锁死,可避免发生意外。

## 2 工作装置液压系统可靠度分析

工作装置液压系统是推土机发挥设计性能、顺利完成各项作业任务的基础,应具有较高的可靠度。由于工作装置液压系统是由多个零部件组成的,因此其可靠度往往表现在组成液压系统的各元件的可靠度方面。通过前面分析可知,TY220J型推土机工作装置液压系统由铲刀升降液压系统、铲刀倾斜液压系统和松土器液压系统3个系统组成。由于上述3个系统的零部件组成和使用频率各不相同,各系统在实际使用中表现出的可靠度也各不相同。为确立工作装置中的薄弱环节,首先根据TY220J型推土机工作装置液压系统图建立如图2所示的串-并联结构的系统工作路线图,然后确定

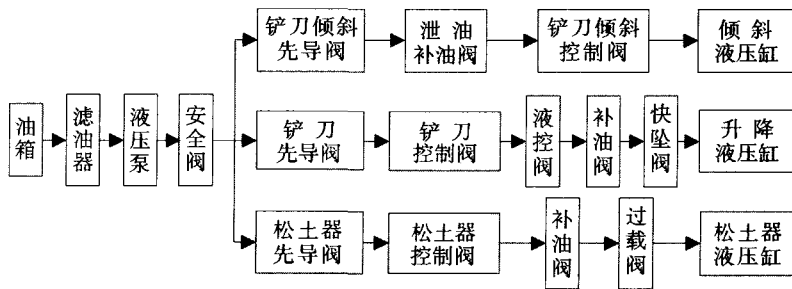


图2 工作装置液压系统工作路线

各液压元件的基本失效率(如表1所示),最后根据图2中的对应关系,分别计算出液压系统串联部分的基本故障率和并联部分的基本故障率,从而确立整个液压系统的可靠度表达式。

### 2.1 液压系统串联部分可靠度计算

液压系统采用双泵即先导泵和主泵供油系统,根据图2,其基本故障率 $\lambda_{\Sigma 1}$ :

$$\lambda_{\Sigma 1} = (1.5 + 2 \times 0.3 + 2 \times 13.5 + 2 \times 5.7) \times 10^{-6} =$$

$$40.5 \times 10^{-6}$$

双泵供油系统的可靠度 $R_{\Sigma 1}$ :

$$R_{\Sigma 1} = e^{-(\lambda_{\Sigma 1} t)} = e^{-(40.5 \times 10^{-6} k t)}$$

式中: $k$ ——工作条件系数;

$t$ ——工作时间系统。

### 2.2 液压系统并联部分可靠度计算

(1) 松土器液压系统可靠度计算。松土器液压缸操纵系统为可靠性串联系统,各液压元件的失效

表1 液压元件的基本失效率

元件名称	基本失效率平均值( $\times 10^{-6}$ )	元件名称	基本失效率平均值( $\times 10^{-6}$ )
压力控制阀	2.14	流量控制阀	8.5
溢流阀	5.7	滤油器	0.3
先导阀	30.0	固定小孔	0.15
单向阀	5.0	顺序阀	4.6
液压泵	13.5	压力表	4.0
液压缸	0.008	管接头	0.03
油箱	1.5	四通阀	4.6

率可在表1中获取,松土器液压缸操纵系统的基本故障率 $\lambda_{\Sigma 2}$ :

$$\lambda_{\Sigma 2} = (30 + 5.0 + 4.6 + 2.14 + 5.0 + 5.0 + 0.008) \times 10^{-6} = 51.748 \times 10^{-6}$$

松土器液压缸操纵系统的可靠度 $R_{\Sigma 2}$ :

$$R_{\Sigma 2} = e^{-\lambda_{\Sigma 2} t} = e^{-51.748 \times 10^{-6} kt}$$

(2) 铲刀升降液压系统可靠度计算。铲刀升降液压系统为可靠性串联系统,铲刀液压缸升降系统的基本故障率 $\lambda_{\Sigma 3}$ :

$$\lambda_{\Sigma 3} = (30 + 5.0 + 4.6 + 5.0 + 0.15 + 5.0 + 5.0 + 8.5 + 4.6 + 0.008) \times 10^{-6} = 67.858 \times 10^{-6}$$

铲刀升降液压系统的可靠度 $R_{\Sigma 3}$ :

$$R_{\Sigma 3} = e^{-\lambda_{\Sigma 3} t} = e^{-67.858 \times 10^{-6} kt}$$

(3) 铲刀倾斜液压系统可靠度计算。铲刀倾斜液压系统为可靠性串联系统,铲刀倾斜液压系统的基本故障率 $\lambda_{\Sigma 4}$ :

$$\lambda_{\Sigma 4} = (30 + 5.0 + 4.6 + 4.6 + 8.5 + 8.5 + 0.008) \times 10^{-6} = 61.208 \times 10^{-6}$$

铲刀液压缸倾斜液压系统的可靠度 $R_{\Sigma 4}$ :

$$R_{\Sigma 4} = e^{-\lambda_{\Sigma 4} t} = e^{-61.208 \times 10^{-6} kt}$$

TY220型推土机液压系统是由铲刀升降液压系统、铲刀倾斜液压系统和松土器控制液压系统并联组成的,因此其工作可靠度 $R'(t)$ 为:

$$R'(t) = 1 - (1 - R_{\Sigma 2})(1 - R_{\Sigma 3})(1 - R_{\Sigma 4}) = 1 - [1 - e^{-51.748 \times 10^{-6} kt}] \times [1 - e^{-67.858 \times 10^{-6} kt}] \times [1 - e^{-61.208 \times 10^{-6} kt}]$$

## 2.3 推土机工作装置液压系统可靠度的数学模型

推土机工作装置液压系统可靠度数学模型为:

$$R_{\Sigma}(t) = e^{-40.5 \times 10^{-6} kt} \times \{1 - [1 - e^{-51.748 \times 10^{-6} kt}] \times [1 - e^{-67.858 \times 10^{-6} kt}] \times [1 - e^{-61.208 \times 10^{-6} kt}]\}$$

通过以上分析可以看出:1)在工作条件系数 $k$ 一定时,铲刀液压系统的可靠度低,是TY220J型高原履带式推土机工作装置液压系统中最薄弱的环节;2)工作环境越恶劣,工作时间越长,系统的可靠度越低;3)在其他条件不变时,系统可靠度会随着时间的增长而降低,故应按时对系统进行维护。

## 3 铲刀液压系统常见故障分析

通过上述分析可知,铲刀液压系统是TY220J型推土机工作装置液压系统中可靠度较低的环节。在工程作业中,铲刀液压系统的故障率较高,故障主要表现在主油路和先导油路两个方面。由于两油路在铲刀液压系统中所起的作用不同,因此所表现的故障现象也不同。

### 3.1 主油路故障

铲刀液压系统主油路故障主要表现在以下3个方面。

#### 3.1.1 铲刀提升缓慢、下落无力

铲刀提升缓慢、下落无力是铲刀液压系统常见故障之一,它主要是由于主油路工作压力低所致。主油路工作压力低通常是由于主安全阀过度磨损或调整不当、主泵内泄造成的。一旦出现上述故障,应首先调整、检查主安全阀,使工作压力恢复至14 MPa。如果主安全阀出现过度磨损情况,则应更换主安全阀。如果主安全阀工作正常,检查主泵磨损情况和流量,如果主泵发生故障且无法修复,则应更换主泵。

#### 3.1.2 铲刀单向运动

铲刀单向运动主要是由铲刀换向阀阀芯卡死在某一工作位置所致。无论如何操纵铲刀升降手

柄,铲刀或者持续上升或者持续下降,即主油路液压油只单向推动工作装置运动,直到最大工作位置为止。换向阀阀芯卡死主要是由液压油内硬质杂质污染所致。液压油内的硬质杂质通常包括金属切屑、破碎的钢质喷丸和型砂等。

当发现工作装置单向运动时,应及时检查清洗铲刀换向阀。如果配合面只是轻微损坏,可继续装复使用,否则应更换新件,同时,还要清洗油道,更换液压油,更换新的粗、细滤油器。

### 3.1.3 铲刀自行下落

铲刀自行下落是铲刀液压系统的常见故障,它通常由铲刀液压缸内泄或铲刀换向阀内泄所致,以铲刀液压缸内泄最为常见。导致铲刀液压缸内泄的原因主要有活塞上的唇形密封圈损坏(如图3所示)和活塞上缓冲阀关闭不严两种情况。导致唇形密封圈损坏的原因主要是长期过度使用,使唇形密封圈磨损变薄,无法承受大的液压油压力,导致密封唇翻卷被相对运动的活塞和缸壁咬掉而损坏。而活塞缓冲阀关闭不严则是由硬质杂质进入缓冲阀内所致。



图3 边缘损坏的唇形密封圈

当出现铲刀自行下落故障时,应拆检液压缸,如果是唇形密封圈损坏所致,应更换唇形密封圈;如果是硬质杂质所致,应清洗活塞缓冲阀及整个液压系统。

## 3.2 先导油路故障

铲刀液压系统先导油路常见故障主要包括两个方面。

### 3.2.1 操纵铲刀手柄,铲刀反应迟钝或无反应

操纵铲刀手柄,铲刀反应迟钝或无反应,说明

先导油路工作压力低或无工作压力。铲刀换向阀采用弹簧复位式结构形式,由于复位弹簧具有一定的刚度和预紧力,只有当先导油压达到相应值(大于先导油路调定压力的70%)才能够推动铲刀换向阀的阀芯克服弹簧复位运动,实现铲刀相应动作,否则将会出现反应迟钝或无反应的情况。

导致先导油路压力低的原因主要有两方面:一是先导安全阀过度磨损、关闭不严或维修调整不当;二是先导泵内泄。一旦出现上述故障现象,应首先检查先导油路的工作压力,如果工作压力过低,则应调整先导安全阀,使工作压力恢复正常,如果无法调整则应更换相应的零部件。如果先导安全阀工作正常,但调整后的压力仍较低,说明先导泵出现了内泄,则应修理或更换先导泵。

### 3.2.2 发动机熄火后铲刀无法放下

在铲刀液压系统先导油路中设有蓄能器和单向阀组成的蓄能组件,它们可以保证先导油路工作压力稳定,即使发动机熄火后,仍可以将升起的工作装置放下。一旦出现发动机熄火后,铲刀无法放下的故障,说明蓄能组件出现了问题即单向阀或蓄能器出现故障。

单向阀故障通常是由于过度磨损或无法复位造成的,检查或清洗单向阀即可,如果过度磨损则应更换;蓄能器故障一般无法修复,应进行更换。

## 4 结束语

本文对TY220J型高原履带式推土机工作装置液压系统的工作原理及可靠度进行了分析,得出铲刀液压系统可靠度较低的结论,同时对其常见故障现象进行了介绍并提出了相应的解决方法,可供该型推土机工作装置液压系统的改进设计和维修借鉴。

### 参考文献

- [1] 屠滋培.可靠性工程[M].北京:原子能出版社,2000.
- [2] 高杜生,张玲霞.可靠性理论与工程应用[M].北京:国防工业出版社,2002.
- [3] 王伟,孙晓红.液压系统的使用、维护及常见故障分析[J].安阳工学院学报,2009(4):24-26.
- [4] 刘延俊.液压系统使用与维修[M].北京:化学工业出版社,2006.
- [5] 刘忠,杨国平.工程机械液压传动原理、故障诊断与排除[M].北京:机械工业出版社,2005.

通信地址:江苏徐州 工程兵指挥学院工程装备教研室 (221004) (收稿日期:2010-03-15)