

# WZ330型挖装机液压系统的研究与设计

## Research and Design of Hydraulic System of WZ330 Excavator

刘进志, 乔丰立, 贾粮棉

LIU Jin-zhi, QIAO Feng-li, JIA Liang-mian

石家庄铁道大学 机械工程学院, 河北 石家庄 050043

Department of Mechanical Engineering, Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang 050043, Hebei, China

**【摘要】**通过介绍WZ330型挖装机液压系统的设计要求和实现的功能,设计了该机型的液压系统,并对液压系统的主要参数进行了计算,最后对主要液压元件进行了选型。试验和应用结果表明:该机的液压系统性能稳定,技术可靠,为挖装机的长期无故障运行提供了重要保障。

**【Abstract】** The design requirements and functions of hydraulic system of WZ330 excavator were introduced, and the hydraulic system for the WZ330 was designed. Main parameters were calculated, and main hydraulic components were chosen. The tests and application show that the hydraulic system runs steadily and reliably, which guarantees the long-time running of excavator without failure.

**【关键词】**挖装机;液压系统;主工作回路;辅助工作回路

**【Key words】**excavator; hydraulic system; major working loop; assistant working loop

中图分类号:U415.5

文献标志码:B

文章编号:1000-033X(2012)11-0088-05

## 0 引言

WZ330型挖装机是针对挖掘隧道、煤矿巷道、地铁和地下金属矿等的碴石运输前端环节研究开发的一种挖掘、扒碴、装碴、转运碴和破除危岩的机械设备,它主要由工作机构、刮板输送机构、履带行走机构、车架、铲板、电控、液压和动力等部分组成<sup>[1]</sup>。液压系统是其重要组成部分,挖装机的所有动作都通过液压系统来实现,故其性能优劣直接影响挖装机的使用效果。

## 1 液压系统设计及组成

### 1.1 设计要求与工况分析

挖装机的传动系统为全液压系统,其基本工作原理是采用液压回路实现挖装机的行走和作业。挖掘的反复动作使工作臂经常起动、制动、换向,外负载变化较大,冲击和振动较多。根据挖装机的特点,主机正常工作要求液压系统满足以下条件。

(1) 保证动臂、斗杆和铲斗的传动,能够各自单独动作,或者实现复合动作。

(2) 要求左右履带各自独立驱动,使机械行走方便,转向灵活,并且可以原地转弯。

(3) 挖装机的一切动作都是可逆的,而且有些动作要求无级变速。

(4) 要求机械工作安全可靠,各种作业油缸过载保护良好,行走装置制动可靠,防止动臂因自重而快速下降和整机超速溜坡。

### 1.2 挖装机实现的功能

挖装机的功能比较多,机、电、液系统均较复杂,主要完成以下功能<sup>[2]</sup>。

(1) 行走。包括前进、后退及调节运动速度。

(2) 送料。送料机构的输送带要求回转,由于对输送速度没有变量要求,所以采用定量马达;为了适应各种自卸汽车的高度,送料机构输送槽的排料口高度需要调节,执行元件采用液压油缸;送料机构的进口部是一个簸箕形铲口装置,收集反铲扒运的物料。簸箕形口部左右挡板设计成可开合的结构,使口部进口宽度可调,执行元件采用液压油缸。

(3) 挖掘。挖装机的反铲动作和普通挖掘机的动作相同。不同的是挖装机主机没有回转底盘,臂的水平转动

由油缸驱动来实现一定范围内的摆动。

(4) 辅助功能。由于挖装机在使用电动机作动力源时,需要电缆接入动力电源,而且挖装机在正常工作时,工作位置不是固定的,为了适应挖装机的短距离移动,挖装机配备了一个电缆卷筒,它由液压马达驱动。

根据挖装机的功能得到功能和动作的对应关系(表1)。

表1 功能对应运动轨迹

部位	功能	运动轨迹	液压系统执行元件	选用数量
走行机构	前进,后退并可调速	回转运动	闭式变量马达	2
挖掘机构	铲斗	挖掘和铲土	油缸	1
	斗杆	调整挖掘力的大小	油缸	1
	动臂	调整挖掘高度	油缸	1
摆臂	水平摆动	直线往复运动	油缸	1
	输送带驱动	回转运动	定量马达	2
送料机构	送料槽高度调整	直线往复运动	油缸	1
	进口部宽度调整	直线往复运动	油缸	2

### 1.3 液压系统组成及工作原理

本系统按功能分为三个主工作回路和两个辅助工作回路。系统采用双动力源,但在工作时只能使用一个动力源,所以在液压系统中采用了双单向阀闭锁方式。

#### 1.3.1 主工作回路

主工作回路包括行走回路、工作回路和送料回路。

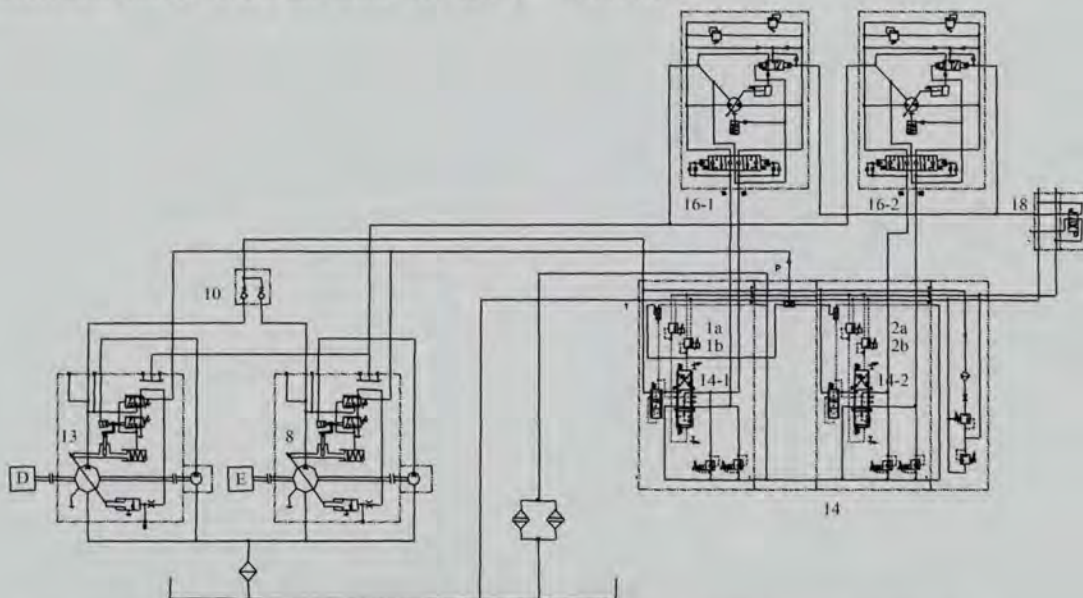
(1) 行走回路。由变量泵13和变量泵8、合流阀10、2个多路阀组14、2个变量马达16和1个马达变量切换阀18组成。行走回路液压系统原理如图1所示。合流阀10的作用是通过两个单向阀来实现泵源的选择。本机液压系统回路采用开式传动回路,从变量泵出来的压力油经过多

路阀14再驱动变量马达16,马达需要反向工作时,多路阀14换向即可。马达的换向是通过操作电液比例先导阀1a、1b、2a、2b控制多路阀16-1和16-2实现的。变量马达本身带有闭式制动器(无压力油时为制动状态),确保在坡道运行当中液压泵出现故障时主机可以停车。

(2) 工作回路。工作回路液压系统由变量泵13和变量泵8(两泵各带1个齿轮泵13-1和8-1)、合流阀10、1个多路阀14和3个多路阀组17、8个电液比例先导阀和4个液压油缸等组成。本回路完成挖掘臂的水平左右摆动,铲斗、斗杆及动臂的动作,即完成各个油缸的伸出和收缩动作。工作回路液压系统原理如图2所示。油缸的动作是通过操作相应的电液比例先导阀实现的,油缸15为工作臂回转油缸,它的伸出和回缩由操作电液比例先导阀3a、3b实现,油缸19对应4a、4b等,依此类推。

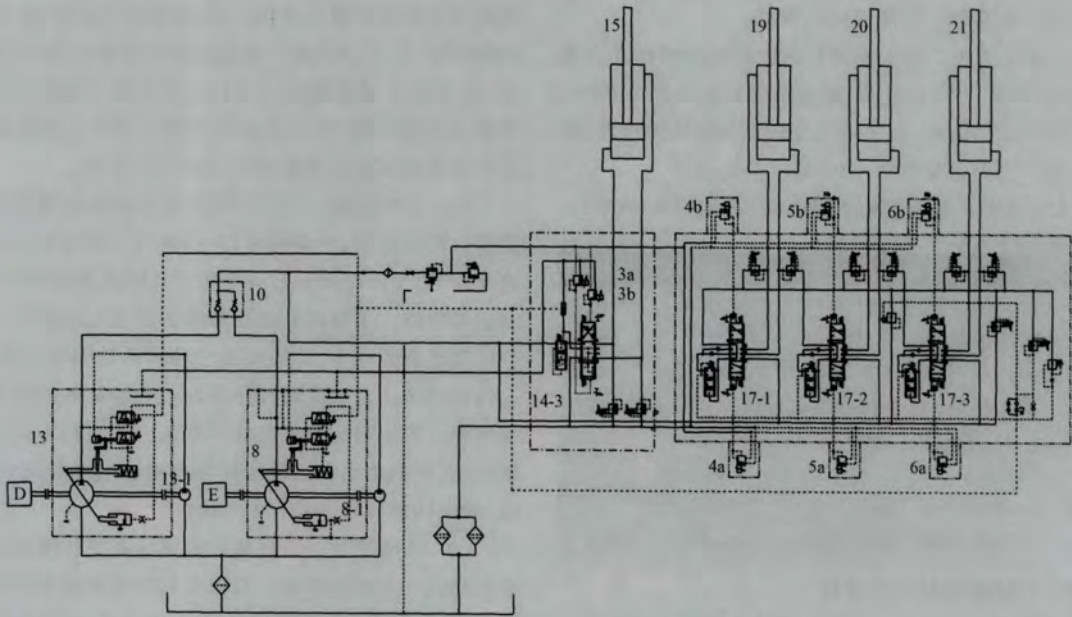
(3) 送料回路。送料部分的液压系统作用是液压马达驱动圆环链输送机构,根据自卸汽车的高度调节输送槽的出口高度。系统由齿轮泵13-1、8-1、合流阀10-1、1个先导式溢流阀31、1个电液换向阀30、3个电磁换向阀29、1个平衡阀25、6个单向节流阀、2个定量马达、3个液压油缸等组成。送料回路液压系统原理如图3所示。

从齿轮泵排出的压力油经过各个换向阀使马达或油缸换向,液压缸24为调节输送槽高度的液压缸。由于槽(加排料时)有自重,所以该支路设计了油缸收缩时的平衡阀,防止油缸由于自重而失压造成事故或损坏液压元件及机械机构。24及27油缸的换向由各自相对应的电磁换向阀控制。



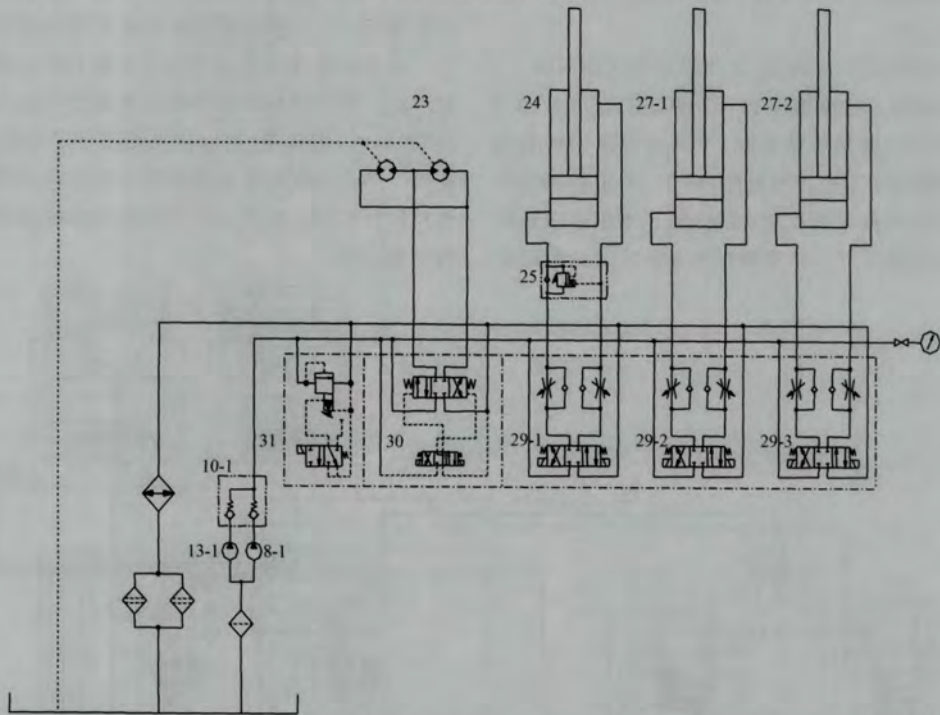
注: 1、2为电液比例先导阀; 8为变量泵; 10为合流阀; 13为变量泵; 14为多路阀组; 16为变量马达; 18为马达变量切换阀。

图1 行走液压系统原理



注：3、4、5、6为电液比例先导阀；8为变量泵；10为合流阀；13为变量泵；14为多路阀；17为多路阀组；15、19、20、21为油缸。

图2 工作回路液压系统原理



注：8-1为齿轮泵；10-1为合流阀；13-1为齿轮泵；25为平衡阀；24、27为油缸；29为电磁换向阀；31为先导式溢流阀。

图3 送料回路液压系统原理

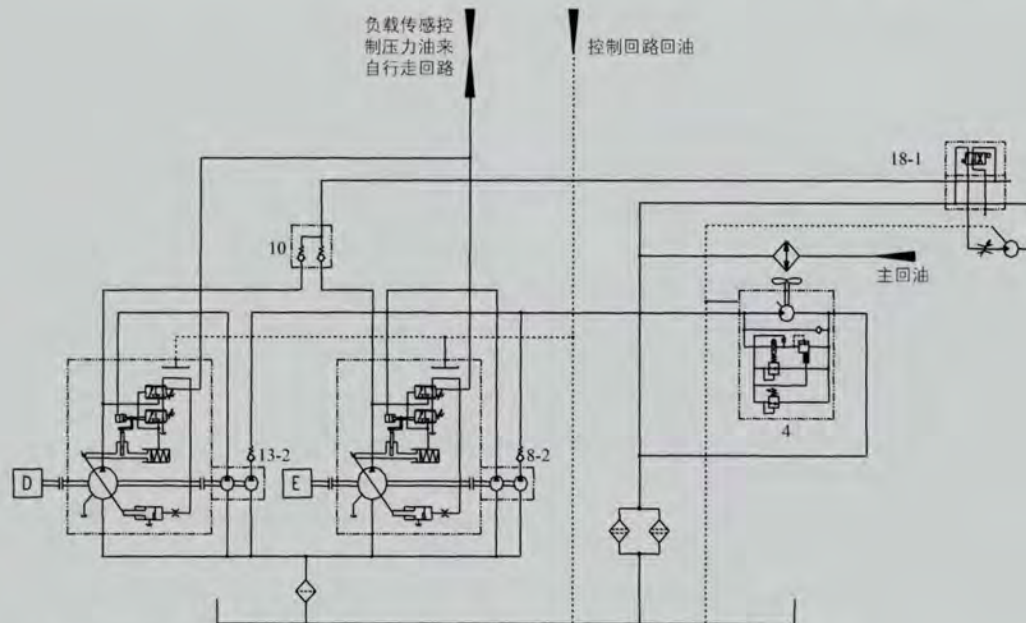
### 1.3.2 辅助工作回路

图4为辅助工作回路液压系统原理图，它包括电缆卷筒回路和回油冷却回路。

(1) 电缆卷筒回路。由变量泵13和变量泵8、合流阀

10、电磁换向阀18-1和定量马达组成。电磁阀18-1的作用是当电缆放线时，马达进出油口都接回油，在收起电缆时，该阀才换向。

(2) 回油冷却回路。由小排量齿轮泵13-2和8-2、温



注：4为冷却风扇定量马达；8-2为齿轮泵；10为合流阀；13-2为齿轮泵；18-1为换向阀。

图4 辅助工作回路液压系统原理

控冷却风扇定量马达4组成。由于挖装机连续工作时间较长,整个液压系统发热比较多,因此挖装机设计了风扇冷却回路。马达4由温度传感器自动控制本身的运行,当回油路液压油温度达到设定值时,温控溢流阀关闭,小齿轮泵提供动力,冷却风扇运行。

## 2 液压系统主要参数计算

### 2.1 系统工作压力

系统工作压力的选择需结合技术要求、经济效果和现有液压元件的技术水平等来确定。在外负载已定情况下,系统压力选得愈高,各液压元件的几何尺寸就愈小,可以获得比较轻巧紧凑的结构,所以,一般应尽可能选取较高的工作压力。本次设计系统工作压力初选为32 MPa。

### 2.2 液压缸的主要尺寸

液压缸的主要尺寸是缸径、杆径和行程。通过计算可以确定液压缸的工作压力和工作速度。根据文献[3]确定主要液压缸的尺寸,如表2所示。

### 2.3 液压马达的排量

液压马达的规格参数是排量、外形尺寸和变量方式。马达的最小排量应满足设计的最高速度,最大排量应满足工作扭矩要求,根据文献[3]确定马达的排量,行走马达排量为290 ml·rad<sup>-1</sup>,输送马达排量为934 ml·rad<sup>-1</sup>。

### 2.4 液压泵

液压泵的主要参数是排量和额定工作压力,选取的

表2 主要液压缸的尺寸

液压缸名称	缸径/mm	活塞杆直径/mm	工作行程/mm
动臂缸	130	80	800
斗杆缸	130	80	800
铲斗缸	120	75	600
回转缸	125	60	600
升降缸	110	60	600
左、右挡板油缸	90	40	300

依据是系统的负载力和速度。

泵源由变量泵和定量泵组成,每个泵供油的回路不同,因此每个泵的流量要按回路分别计算。已知变量泵的供油回路有以下元件:2个行走马达、回转油缸、动臂缸、斗杆缸、铲斗缸。变量泵的最大流量要满足这些元件同时工作的需求。定量泵的回路元件包括:2个输送马达、输送机升降油缸、左右挡板油缸。定量泵的流量要满足这些元件同时工作的要求。

#### 2.4.1 排量的计算

(1) 变量泵排量。考虑到容积效率和系统泄露,选用排量为190 ml·rad<sup>-1</sup>的变量泵。

(2) 定量齿轮泵排量。定量泵用普通电机驱动,考虑到容积效率和系统泄露,选用了排量为70 ml·rad<sup>-1</sup>的齿轮泵。

#### 2.4.2 压力的计算

液压泵的工作压力 $p_p$ 要大于执行元件的最大工作压力 $p$ ,即

$$p_p \geq p + \Delta p$$

式中:  $\Delta p$ ——从液压泵到执行元件的管路和阀类元件的压力损失总和。

由于系统设定的工作压力为32 MPa,故计算泵的工作压力需要计算出 $\Delta p_i$ 的大小。采用经验法计算出定量泵回路压力损失最高的管路是输送马达回路,压力损失约在3 MPa左右,故计算出液压泵的工作压力应大于35 MPa。

### 2.5 液压系统功率和发动机功率

根据文献[3],计算出液压系统的总功率 $N_p$ 为105 kW。发动机或电机功率根据液压系统方案确定,若是变量系统,由于液压泵经常在满载或短时超载情况下工作,功率利用系数比高达85%以上。为了保证功率储备,延长液压泵和发动机的使用寿命,并考虑到辅助液压系统、冷却装置等辅助设备的动力消耗,发动机功率可取为

$$N=(0.8\sim 1.1)N_p=84\sim 115\text{ kW}$$

因此发动机的功率可以在84~115之间选择,考虑到发动机的负载特性,所以选择132 kW的柴油机,90 kW的电动机。

### 2.6 主油管管径和油箱容量

由参考文献[3]得,管道内径可在20~25 mm之间选取,油箱容量选为340 L。

### 2.7 液压阀

根据系统的工作压力和通过该阀的最大流量来选择标准阀类。按液压泵的最大流量选取安全溢流阀。节流阀和调速阀要考虑最小稳定流量,其他阀类按所在回路通过的最大流量选取。所选液压阀允许通过的最大流量不应超过公称流量的120%~140%。

### 2.8 辅助元件

液压系统的辅助元件比较多,包括油管、管接头、油箱、滤油器、冷却装置和密封件等。

## 3 主要液压元件的选型

根据计算结果,主要液压元件的选型结果如下。电动

主泵为力士乐公司的A11VO190型变量泵,排量为190 mL·rad<sup>-1</sup>,转速为1 490 rad·min<sup>-1</sup>,公称压力为35 MPa,最高工作压力为40 MPa。柴油驱动主泵为力士乐公司的A11VO130型变量泵,排量为130 mL·rad<sup>-1</sup>,转速为2 600 rad·min<sup>-1</sup>,公称压力为35 MPa,最高工作压力为40 MPa。齿轮泵为力士乐公司双联齿轮泵,排量为(70+20) mL·rad<sup>-1</sup>,公称压力为25 MPa,最大工作压力为35 MPa。行走液压马达为青岛力克川液压机械有限公司的双档变量马达,排量为290 mL·rad<sup>-1</sup>,公称压力为35 MPa。液压油箱容量为340 L。

## 4 结语

本文介绍了WZ330型挖装机液压系统的设计要求和实现的功能,设计了主要由三个主工作回路和两个辅助工作回路组成的液压系统。并对液压系统的主要参数如系统工作压力、液压缸的主要尺寸、液压马达的排量等进行了计算,最后对主要液压元件进行了选型。样机已先后在中铁十九局棉花树隧道和中铁二十二局六盘水工地施工现场进行了为期半年的工业性应用试验,目前已有多台新机在中铁十八局、中铁二十三局、中铁二十五局等单位的施工工地投入使用。试验和应用结果表明:液压系统性能稳定、技术可靠,为挖装机的长期无故障运行提供了重要保障。

### 参考文献:

- [1] 汪西应,许宏伟,刘进志.WZ330型挖掘装载机工作机构的设计[J].煤矿机械,2010(8):73-75.
- [2] 刘进志,汪西应,张增强.WZ330型多功能挖装机简介[J].矿山机械,2011(2):48-50.
- [3] 何存兴,王明智.液压传动与气压传动[M].武汉:华中科技大学出版社,2008.

收稿日期:2012-04-18

[责任编辑:杜卫华]

查询《筑路机械与施工机械化》稿件处理请访问

<http://www.roadm-china.com>