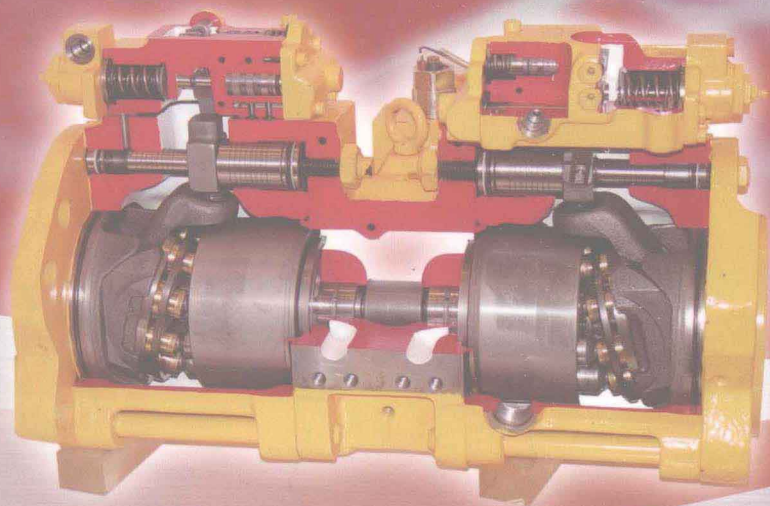


现代工程机械液压传动系统

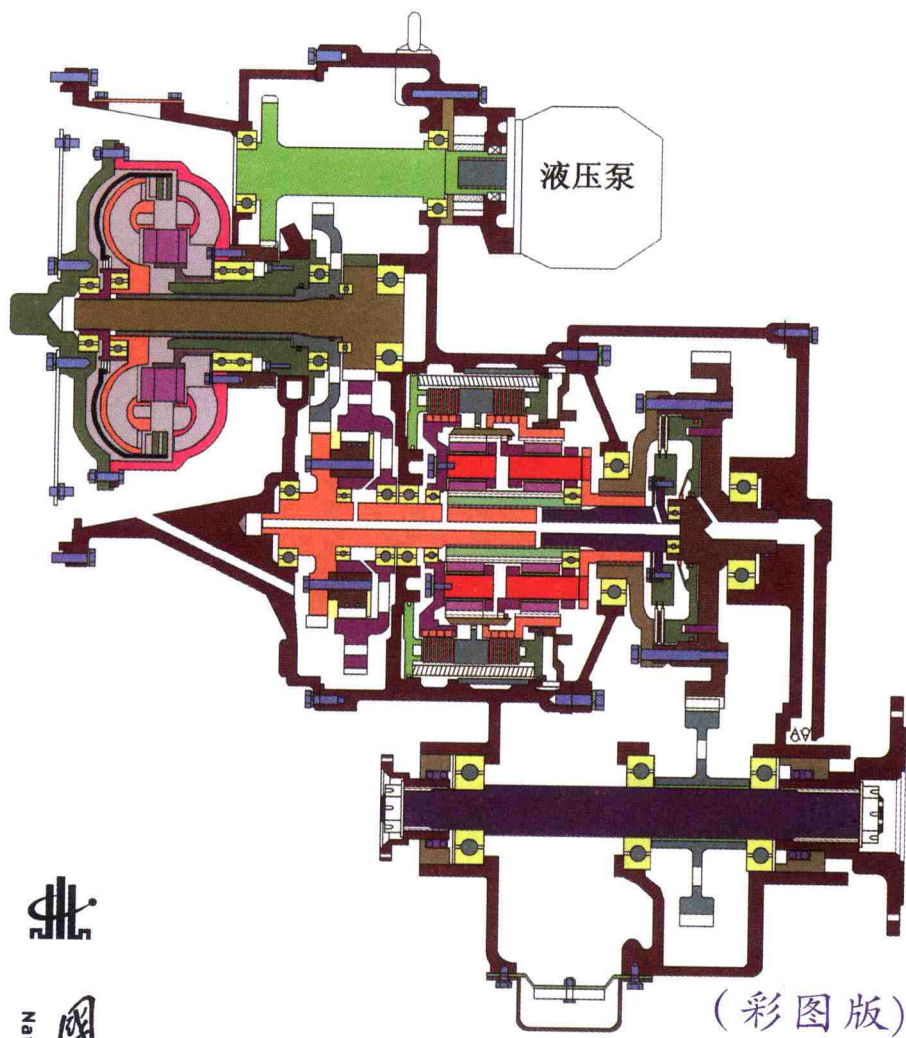
——构造、原理与故障排除(彩图版)

□马先启 王秀林 李磊 孙建省 刘涛◎编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

马先启 王秀林 李磊 编著
孙建省 刘涛



现代工程机械液压传动系统

构造原理与故障排除



国防工业出版社
National Defense Industry Press

图书在版编目(CIP)数据

现代工程机械液压传动系统:构造、原理与故障排除:
彩图版/马先启等编著. --北京:国防工业出版社,2011.7
ISBN 978-7-118-07337-9

I. ①现… II. ①马… III. ①工程机械—液压传动—
基本知识 IV. ①TH137

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 136739 号



现代工程机械液压传动系统——构造原理与故障排除

作 者 马先启 王秀林 李磊 孙建省 刘涛

责任编辑 白天明(010-68427677)

出版发行 国防工业出版社(68428422 68472764)

地址邮编 北京市海淀区紫竹院南路 23 号 100048

经 售 新华书店

印 刷 北京嘉恒彩色印刷有限公司

开 本 889×1194 1/16

印 张 13 $\frac{3}{4}$

字 数 401 千字

版 印 次 2011 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

印 数 1—4 000 册

定 价 48.00 元

前言

随着世界经济的发展,尤其我国经济的飞速增长,工程建设作为基础产业更是走在经济发展的前列,与此同时,工程机械也从原来的进口,到国内自产自足,到逐步出口创汇得到逐步发展。工程机械是典型的机—电—液一体化的高技术产品,结构复杂,使用频繁,一旦出现故障,操作手和一般维修人员束手无策,往往不能及时排除,而需要寻求厂家的专业技术人员,不但影响了工程的进度,同时也降低了设备的经济效益。

关于工程机械使用与维修方面的书籍很多,但往往是文字方面的叙述较多,比较抽象,缺少形象化描绘,没有一定基础的人员学习起来很费劲。鉴于此,我们参阅大量的有关资料,凭着多年来的维修实践经验,借助大量的实体解剖模型,并结合维修培训人员的切身体会,精心编著了这本书。

本书的特点是利用图示与文字叙述相结合的方式进行编写;以液压与液力传动的基础为主线,以推土机、挖掘机、装载机、平地机、压路机等机型为例,图文并茂,通俗易懂,还精选了部分典型故障案例,不但大大降低了广大学习爱好者的学习难度,具有很强的实用性、针对性、可操作性,还特别适合广大工程机械操作维修人员和机务管理人员参考,可以作为技校、职业学院的培训教材,也可作为本科院校教师和学生不可缺少的参考资料。

在编写过程中,山东交通学院戴汝泉教授指导审阅,并提出许多宝贵意见,在此表示感谢。

书中内容参考了很多工程机械厂家的技术资料,在此也一并感谢所有提供技术资料的技术人员。

本书由山东交通学院马先启主编,参加编写的主要人员还有山东省济南市章丘公路管理局王秀林、山东省潍坊市潍城公路管理局李磊、山东省菏泽市鄄城公路管理局孙建省、中建八局二公司刘涛。

由于编写时间紧,涉及范围广,书中难免会有错误或疏漏之处,恳请广大读者和专家批评指正。

作者
2011年3月

目 录

第一章	工程机械液压系统的基本组成及液压泵的构造与原理	1
第一节	液压传动定义与系统组成	1
一、	液压传动定义	1
二、	液压传动的优点	2
三、	液压传动的缺点	2
四、	液压传动的基本特征	2
(一)	力的传递与变换	2
(二)	能量的传输与转换	3
五、	系统组成	3
第二节	工程机械液压泵(马达)的类型 及发动机恒功率控制	4
一、	液压泵结构分类	4
二、	液压泵的排量分类	4
三、	发动机功率输出控制	4
四、	小松 PC200 挖掘机恒功率控制方式	5
五、	大宇 DH280 挖掘机恒功率控制方式	7
六、	液压泵实现变量的原因	8
第三节	液压系统故障分类及诊断	9
一、	液压系统故障	9
二、	液压泵	10
三、	齿轮泵	10
(一)	外啮合齿轮泵	11
(二)	内啮合齿轮泵	13
(三)	齿轮泵的故障与排除	14
四、	叶片泵	15
(一)	单作用叶片泵	15
(二)	双作用叶片泵	15
(三)	叶片泵的故障与维修	17
五、	柱塞泵	17
(一)	斜盘轴向变量柱塞泵	17
(二)	斜轴式轴向柱塞泵	20
(三)	径向柱塞泵	20
(四)	柱塞泵故障与维修	21
(四)	按液压阀的安装连接方式分类	24
二、	工程机械液压阀的特点	24
第二节	方向控制阀	26
一、	方向控制阀概述	26
二、	直控式单向阀	27
第二章	工程机械液压系统中的方向控制阀	23
第一节	液压控制阀概述	23
一、	液压控制阀的分类	23
(一)	按液压阀的用途分类	23
(二)	按液压阀的控制方式分类	23
(三)	按液压阀阀芯的结构形式分类	24

(一)普通单向阀的构造	27	(一)手动操纵阀	33
(二)普通单向阀的图形符号	27	(二)液动操纵阀	33
(三)普通单向阀的工作原理	27	(三)电磁操纵阀	34
(四)单向阀的作用与故障现象	28	(四)电液操纵换向阀	37
三、液控式单向阀	29	(五)比例换向阀	37
第三节 液压换向阀	31	(六)伺服阀	39
一、液压换向阀概述	31	五、换向阀的故障与排除	41
二、换向阀构造与工作原理	31	六、多路换向阀	41
三、换向阀的两个概念	32	(一)多路阀结构形式	42
四、换向阀的操纵方式	33	(二)多路阀的连接方式	42

第三章 工程机械液压系统中的压力控制阀

43

第一节 溢流阀	43	(七)先导式溢流阀(含直动式溢流阀) 的常见故障与排除	49
一、溢流阀概述	43	四、电液比例溢流阀	50
二、直动式溢流阀	43	(一)电磁比例先导阀	50
(一)K6 系统(KYB 公司为 6t 挖掘机配置 生产的)回转马达中的直动式溢流阀	43	(二)电磁比例先导溢流阀	51
(二)不设溢流阀的 B6 系统	44	(三)直动式比例溢流阀	51
(三)B6 系统溢流配用的直动式溢流阀 (LS 负载反馈油路中使用的)	45	第二节 安全吸油阀	51
(四)B6 系统中的行走、回转马达使用 的直动式溢流阀	45	一、安全吸油阀概述	51
三、先导式溢流阀	46	二、日本 20t 挖掘机 PC200 所采用(日本川 崎液压主阀中)的安全吸油阀	52
(一)日本 20t 挖掘机川崎液压系统 溢流阀	46	三、德国进口 B6 液压系统中的安全 吸油阀	54
(二)先导溢流阀工作原理及故障诊断 与排除	46	四、日本 KYB 公司生产的 K6 系统 安全吸油阀	54
(三)日本进口 K6 系统先导式溢流阀	47	五、故障诊断	56
(四)溢流阀图形符号与调整	48	六、安全吸油阀的压力调整与 故障排除	56
(五)溢流阀的安全作用	48	七、安全吸油阀图形符号	56
(六)直动式溢流阀与先导式溢流阀 的比较	48	第三节 卸载阀	56
		一、卸载阀概述	56

二、卸载阀工作原理	56	第五节 顺序阀	62
三、故障诊断与排除	58	一、直控式顺序阀	62
四、卸载阀的特点	58	二、单向顺序阀	63
五、卸载阀的故障与排除	58	三、先导式顺序阀	64
六、B6 系统中的卸载阀	58	四、顺序阀的故障与排除	64
第四节 减压阀	59	第六节 平衡阀	65
一、定值减压阀	59	一、平衡阀概述	65
(一)直动式定值减压阀	59	二、平衡阀工作原理	65
(二)先导式定值减压阀	60	三、平衡阀在行走马达中的应用	66
(三)定差式减压阀	60	四、安装位置	67
二、工程机械中常用到的减压阀	61	五、平衡阀的工作情况	67
三、减压阀的故障与排除	62	六、行走马达解除制动过程	68

第四章 液压系统流量控制阀

第一节 节流调速	71	(四)稳流分流阀	76
一、节流阀	72	(五)压力开关(压力继电器)	78
二、调速阀(节流调速组合阀)	72	第二节 流量控制阀在工程机械中的应用	78
(一)压力补偿调速阀	72	一、流量控制阀在液压制动系统的应用	78
(二)溢流调速阀	73	二、流量控制阀在转向中的应用	79
三、电液比例调速阀	74	(一)滑阀式转向器	79
四、同步阀	74	(二)转阀式转向器	80
(一)等量式分流阀	74	三、转向器的故障与维修	87
(二)集流阀	75	第三节 阀在液压回路中的应用	87
(三)分流集流阀	76		

第五章 液压系统执行元件

第一节 回转马达	89	第二节 行走马达	96
一、小松 20t 挖掘机的回转马达(斜轴式回转马达)	89	一、行走马达概述	96
二、KYB6t 挖掘机直轴式斜盘液压回转马达结构	94	二、KYB6t 行走马达结构图	96
三、回转马达的阀块	96	三、行走马达的阀块(以力士乐 6t 挖掘机的行走马达为例)	96
		(一)阀块	96

(二)解除制动阀(相当于两位两通阀)	98	二、活塞与活塞杆的连接形式	100
(三)高低速变换阀	99	三、液压油缸的缓冲装置	100
第三节 液压油缸	99	四、排气装置	100
一、液压缸的结构组成	99		
第六章 液压系统的基本概念	101		
第一节 液压系统的组成	101	二、单泵、多泵系统	108
一、基本回路	101	三、定量、变量系统	109
(一)压力控制回路	102	四、分功率、总功率变量系统	109
(二)速度控制回路	103	五、执行元件的串并联	110
(三)方向控制回路	106	第三节 工程机械液压回路故障诊断	
(四)同步回路	106	与排除案例分析	111
二、工程机械液压系统的要求	107	一、德国 B6 挖掘机的液压回路总图	111
第二节 液压系统的基本形式	107	二、故障案例分析	114
一、开式、闭式系统	107		
第七章 液压辅助装置	115		
第一节 蓄能器	115	五、滤油器的选用	122
一、蓄能器功用	115	六、滤油器的安装位置	122
二、蓄能器的种类与特点	116	七、空气滤清器	122
三、使用蓄能器的注意事项	118	第三节 液压油管与油管接头	123
第二节 滤油器	118	一、油管	123
一、液压系统油液中的各种污染物	118	二、压力表	124
二、滤油器类型	118	三、油箱	124
三、滤油器的典型结构	118	四、热交换器	124
四、滤油器的主要性能指标	121		
第八章 挖掘机变量泵变量控制方式及其应用	127		
第一节 变量泵变量方式	127	制形式	129
一、变量泵恒功率控制	127	二、OLSS 的调试	132
二、变量泵控制方式	127	(一)主泵、先导泵的压力调试	132
第二节 小松 PC-5 型的综合控制形式	129	(二)CO 阀、NC 阀输出压力的调试	132
一、中心开式负荷传感系统(OLSS)的综合控		三、TVC 阀输出压力的调试	133

四、伺服阀的调试	133	一、小松 PC200-6t、7t 挖掘机变量泵结构	140
第三节 大宇 DH225LC-7 型挖掘机变		二、HPV95+95 型变量泵流量控制方式	140
量控制系统	133	三、LS 阀	142
一、功率的设定	134	四、LS 阀结构	143
二、伺服阀	134	五、LS 阀受力分析	143
三、组合控制活塞的控制	134	六、LS 阀工作原理	144
四、高压切断控制	135	七、LS 阀工作过程	144
五、中位负流量控制	135	八、LS-EPC 电磁阀	144
六、小结	137	九、LS-EPC 安装位置	144
第四节 德国 6t 挖掘机液压泵变量控制		十、LS-EPC 阀结构	145
系统	137	十一、LS-EPC 阀工作原理	145
一、负荷传感分流器 LUDV 系统(与负荷无关		十二、PC 阀	145
的流量分配系统)简介	137	十三、PC 阀结构	146
二、LUDV 系统工作原理	137	十四、PC 阀工作原理	147
三、LUDV 系统的调整	139	十五、PC 阀工作过程	147
第五节 日本 6t 挖掘机变量控制系统	140	十六、PC-EPC 阀	147
第六节 小松 PC-6t、7t 挖掘机主泵和		十七、PC-EPC 安装位置	148
泵流量控制方式	140	十八、PC-EPC 结构与工作原理	148

第九章 工程机械中的特殊回路及阀类 149

第一节 斗杆再生回路	149	二、故障诊断	159
一、斗杆再生回路单向阀的构造与位置	150	三、LS 梭阀	159
二、再生回路再生时液压油液的流动轨迹	150	第四节 LS 选择阀及旁通阀	161
三、再生过程	150	一、LS 选择阀	161
四、动臂再生回路	151	二、工作原理	162
第二节 动臂保持阀	152	三、故障诊断	163
一、KYB 系统动臂保持阀的结构原理	152	四、LS 旁通阀	163
二、动臂保持阀在挖掘机油路图中的画法	154	五、工作原理	163
三、日本小松动臂保持阀(川崎液压系统)	154	六、LS 清洗阀(LS 旁通阀)	163
四、动臂油缸下降量的测量方法	158	七、故障诊断	164
第三节 LS 压力	158	第五节 压力补偿阀	165
一、LS 压力源头	158	一、压力补偿阀安装位置	165

二、压力补偿阀结构	165	四、中心回转接头	174
三、工作原理	167	第七节 先导控制阀	175
四、压力补偿阀和 LS 压力的源头	168	一、概述	175
第六节 合流/分流阀、直线行走阀		二、安装位置	175
与回转接头	170	三、结构	176
一、小松挖掘机合流/分流阀安装位置	170	四、工作原理	177
二、工作原理	170	五、故障诊断	178
三、行走连接阀	172		

第十章 液压传动系统液力变矩器 179

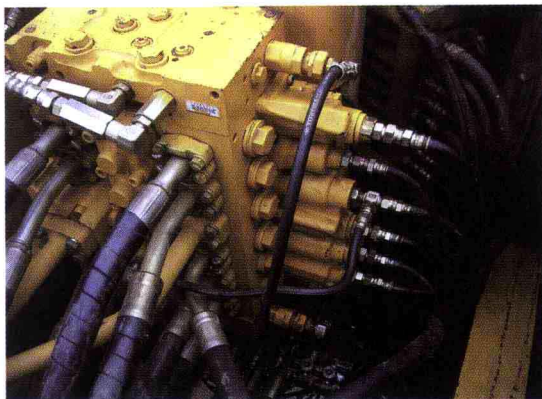
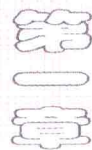
第一节 液力耦合器	179	(二)液体冲击涡轮时的环流方向	185
一、传动的方式	179	(三)液体综合运动方向	185
二、液力传动	179	四、变矩器结构	185
三、液力耦合器的泵轮与涡轮结构	182	第三节 液力变矩器的分类、原理与	
四、耦合器液流方向	182	故障排除	186
五、液力耦合器的缺点	182	一、液力变矩器分类	186
第二节 液力变矩器	183	二、双导轮变矩器结构	188
一、液力变矩器结构	183	三、双导轮变矩器工作原理	189
二、三大元件组装关系	183	四、变矩器补偿系统	189
三、导轮的导流作用	184	五、几组常用变矩器	190
(一)液体冲击方向	184	六、变矩器维护与故障排除	191

第十一章 动力变速箱 193

第一节 概述	193	三、行星变速箱内部结构	201
一、动力变速器使用维护注意事项	194	四、二轴输入齿轮	203
二、定轴式变速箱	194	五、二轴总成所装离合器与齿轮	204
三、动力换挡变速箱故障诊断		六、直接挡离合器	205
与排除	199	七、工作原理	205
第二节 行星式动力变速箱	200	八、换挡操纵阀	205
一、行星减速机构	200	九、变速箱泵	207
二、行星变速箱外形结构	201	十、几组拆装结构图	207

参考文献 209

工程机械液压系统的基本组成及 液压泵的构造与原理



自 17 世纪中叶帕斯卡提出静压传动原理, 18 世纪末英国制成第一台水压机算起, 液压传动已有二三百年的历史。

第二次世界大战前后, 液压传动装置被用于舰艇炮塔转向器, 其后出现了液压六角车床和磨床, 一些通用机床到 20 世纪 30 年代才用上了液压传动装置。

近 30 年来, 由于原子能技术、航空航天技术、控制技术、材料科学、微电子技术等学科的发展, 再次将液压技术推向前进, 使它发展成为包括传动、控制、检测在内的一门完整的自动化技术, 在国民经济的各个部门都得到了应用, 如工程机械、数控加工中心、冶金自动线等。

液压传动技术采用的程度已成为衡量一个国家工业水平的重要标志之一。

第一节 液压传动定义与系统组成

一、液压传动定义

一部完整的机器是由原动机、传动机构及控制部分、工作机(含辅助装置)组成。

几乎所有的机械或机器都需要传动机构。这是因为原动机一般很难直接满足执行机构在速度、力、转矩或运动方式等方面的要求, 必须通过中间环节——传动装置进行调节控制。

传动机构通常有机械传动、电器传动和流体传动三种传动方式:

- (1) 机械传动: 采用齿轮、曲轴、传动轴、皮带等之间的动力传递。
- (2) 电器传动: 采用电机、可控硅、变频器等部件进行的动力传递。
- (3) 流体传动: 是以流体为工作介质进行能量转换、传递和控制的传动, 包括气压传动和液体传动。



①气压传动:采用空气或其他气体为传输介质进行动力传递。

②液体传动:采用液体作为传输介质进行动力传递。液体传动又分为液压传动和液力传动。

液压传动和液力传动均是以液体作为工作介质来进行能量传递的传动方式,但是液压传动主要是利用液体的压力能来传递能量;液力传动则主要是利用液体的动能来传递能量。

①液压传动:是以液体为工作介质,通过驱动装置将原动机的机械能转换为液体的压力能,然后通过管道、液压控制及调节装置等,借助执行装置,将液体的压力能转换为机械能,驱动负载实现直线或回转运动。

②液力传动:是以液体为工作介质,通过驱动装置将原动机的机械能转换为液体动能,依靠液体动能来传递能量的流体传动。

二、液压传动的优点

将能量从机械能转换为液压能,而后又将液压能转换为机械能,液压传动之所以能得到广泛的应用,是由于它具有以下主要优点:

(1)液压传动借助油管的连接可以方便灵活地布置传动机构,这比机械传动优越。

(2)液压传动装置的重量轻、结构紧凑、惯性小。

(3)可在大范围内实现无级调速。借助阀或变量泵、变量马达,可以实现无级调速,调速范围可达到1:2000,并可在液压装置运行的过程中进行调速。

(4)传递运动均匀平稳,负载变化时速度较稳定。

(5)液压装置借助于设置溢流阀等易于实现过载保护,同时液压件能自行润滑,因此使用寿命长。

(6)液压传动容易实现自动化。借助于各种控制阀,特别是采用液压控制和电气控制结合使用时,能很容易地实现复杂的自动工作循环,而且可以实现遥控。

(7)液压元件已实现了标准化、系列化和通用化,便于设计、制造和推广使用。

三、液压传动的缺点

液压传动是以液压油为工作介质,在相对运动表面间很难避免漏油等问题,同时油液又是可以压缩的,因此使得液压传动不能保证严格的传动比。

液压传动对油温的变化比较敏感,温度变化时,液体黏度变化,引起运动特性的变化,使得工作的稳定性受到影响,所以它不宜在温度变化很大的环境条件下工作。

为了减少泄漏,满足某些性能上的要求,液压元件的配合件制造精度要求较高,加工工艺较复杂。

液压传动要求有单独的能源,不像电源那样使用方便。

液压系统发生故障不易检查和排除。

由于采用油管传输压力油,距离越长,沿程压力损失越大,故不宜远距离输送动力。

四、液压传动的基本特征

(一)力的传递与变换

液压压力传递示意图如图1-1所示。

压力:为一个物体垂直作用于另一物体表面的力。

压强:单位面积上的压力(在液压系统中,通常所说的压力就是指压强)。

压强的常用单位:1MPa=1000kPa=1000000Pa(N/m²)

$$1\text{MPa}=1\text{N/mm}^2=10\text{kg/cm}^2$$

$$1\text{bar}=1\text{kg/cm}^2$$

很多液压元件在标注压力时通常离不开这三个经常使用的单位。

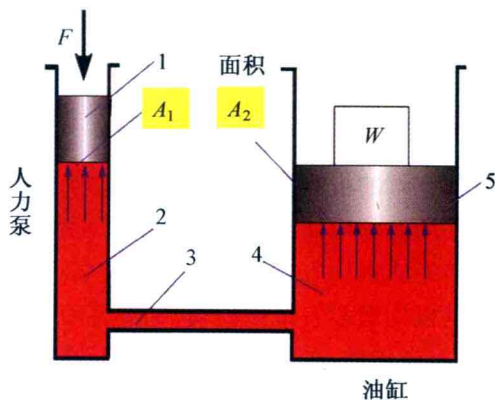


图1-1 液压压力传递示意图

1、5—活塞;2、4—液压缸;3—管路。

在活塞 1 上施加 F 的力后,如果容器 4、管路 3、液压缸 2 及活塞 1 有足够的压强,就可以认为油缸能顶起无穷大的重物,即工作负载是无穷大的,道理在于帕斯卡原理。

根据帕斯卡原理,该压强 P_1 将在这个封闭的液体间等值传递,管路 3 和液压缸 4 内各点都将产生大小和 P_1 相等的液体压强。

所以,压强 $P_1 = F/A_1 = P_2 = W/A_2$ 。

在不计活塞摩擦力和活塞自重的情况下,必须在活塞 1 上施加主动力 F

$$F = A_1 \times (W/A_2) = A_1 \times P_2$$

如果 W 为 0,很明显,在活塞 5 下的压力 $P_2 = 0$;所以 $P_1 = 0$,主动力 F 只能为 0,即主动力是加不上去的。

可以看出,有了负载,并且有了作用力后,液体才受到压力,即负载是第一性的,压力是第二性的。液体的压力决定于负载。

特征一:压力取决于负载。

活塞 1 向下移动 h_1 ,通过液体的能量传输,将使活塞 5 上升一段距离 h_2 ,很显然 $h_1 \neq h_2$ 。

假设不存在泄漏及忽略液体的可压缩性,所以在 Δt 时间里从液压缸 2 中挤出的液体体积 $V_1 = A_1 \times h_1$,将等于通过管路 3 挤入液压缸 4 的体积 $V_2 = A_2 \times h_2$ 。即:

$$A_1 \times h_1 = A_2 \times h_2$$

两边同除 Δt :得出速度:

$$A_1 \times h_1 / \Delta t = A_2 \times h_2 / \Delta t$$

在这里面介绍一个概念:流量 Q 。

在单位时间内,从液压缸 2 中排出的液体体积或挤入液压缸 4 的液体体积称为流量 Q 。那么,上式 ($A_1 \times h_1 = A_2 \times h_2$) 实质上就是说排出液压缸 2 的流量等于挤入液压缸 4 的流量 ($Q_1 = Q_2$)。

油缸的运动速度 $v = Q/A$,对于使用的油缸而言, A 的数值是不变的,所以在液压系统中执行机构的速度只取决于流量。

特征二:速度的快慢取决于流量。

(二)能量的传输与转换

活塞 1 的输入功率 $N_1 = F_1 \times v_1 = P_1 \times A_1 \times (Q_1/A_1) = P_1 \times Q_1$

活塞 5 的输入功率 $N_2 = F_2 \times v_2 = P_2 \times A_2 \times (Q_2/A_2) = P_2 \times Q_2$

液压系统中的能量传输和转换是守恒的,满足能量守恒定律。所以 $N_1 = N_2 = P \times Q$ 。

在液压系统中,功率表达式 $N = P \times Q$ (不考虑任何损失),压强 P 和流量 Q 是液压传动中最基本也是最重要的参数。

五、系统组成

液压动力元件:为机械的液压系统提供高压压力油的动力元件部分——液压泵,液压泵的功能是将发动机的机械能转化为液压能,为液压系统提供动力源(相当于图 1-1 中的人力泵)。

液压执行元件:为机械的行走、回转、工作装置提供执行动作的液压马达与液压油缸。这些马达与油缸将液压泵提供的液压能转化为机械能(如图 1-1 中的油缸)。

液压控制元件:为保证液压系统正确、安全的完成工作功能而在液压系统中设置各类阀类,这些液压阀的功能是调节液压系统油液的工作压力、流量、流动方向,以满足工作装置的工作要求。如图 1-1 管路中的单向阀(未画出)。

液压辅助装置:为液压系统的工作提供辅助作用的装置,如液压油箱、过滤器、密封件、冷却器、液压管路等,这些辅助装置的作用是负责液压油的储存、净化、输送、密封、冷却等辅助作用的,辅助装置并不是不重要,离开了辅助装置,液压系统也将无法正常工作。

工作介质:即液压油,其作用是传递液压能、散热、润滑。



注意:液压系统的五部分是一个有机联系的统一的整体,是不可分割的,各个部分的性能直接影响整个系统的工作特性。

第二节 工程机械液压泵(马达)的类型及发动机恒功率控制

液压泵与液压马达的作用是能量转化装置,液压泵将发动机的机械能转化为液压能,以便提供给执行元件参与工作;液压马达恰好相反,将液压能转换为机械能,实现工作装置的圆周运动。液压泵与液压马达是相反的一对液压元件,从理论上讲二者完全一致,可以互换。但实际上,二者毕竟是有区别的,因为为保证液压泵、液压马达的正常工作和制造结构的紧凑性,在各自的系统中都分别加装了不同的阀类、不同的减速装置等,因而连接部位构造是不同的,在实际中二者是不能互换的,可以互换使用的可能仅仅是主要部件,如缸体、柱塞、斜盘等。

工程机械整机所配用的液压泵(马达)不止一个,多的甚至达到4个或5个,其中有定量泵,也有变量泵。也就是说,挖掘机液压系统是一个多泵、变量、开式系统。

一、液压泵结构分类

液压泵结构分类如图1-2所示。

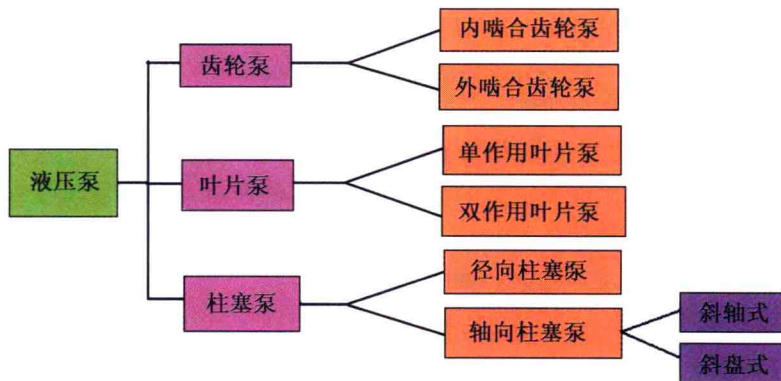


图 1-2 液压泵结构分类

二、液压泵的排量分类

按照液压泵的排量是否可调,分为定量泵、变量泵。

排量是指液压泵的泵轴每旋转一弧度或一周所排除的液体的体积。

排量恒定,并且不可调节的液压泵就是定量泵;排量可以变化调节的液压泵就是变量泵。

流量是指泵在单位时间内排除的液体的体积 Q 。

根据液压泵的结构特点,通常齿轮泵为定量泵;叶片泵和柱塞泵可以制作成定量泵,也可以制作成变量泵。

三、发动机功率输出控制

工程机械使用的发动机都是柴油机,柴油发动机功率输出最简单的控制就是“机械油门+离心式调速器”的控制,实现了在人为设定的油门位置上的恒功率输出。随着控制技术的发展,发动机功率输出的控制信息来源越来越多,控制路径越来越多,并实行信息监控、计算机控制等,控制手段越来越高级。

液压泵输入的是发动机的机械能量,输入的功率就是发动机的输出功率,发动机的输出功率大于或近似等于液压泵输入的功率。工程机械在工作时,根据实际情况,由驾驶人员随时设定油门的位置(脚踏油门不断根据实况设定油门的位置);也有的工程机械实行电子控制油门。这些方式都是为了控制发动机的功率输出。在不同的工况下,输出的功率不同,但油门位置在短时间不变的情况下,发动机将实现恒功率输出。

以液力传动为主的工程机械,如推土机、装载机、平地机、压路机,它们的液压工作装置工作时间比较短,主要工作是行走,所以发动机的油门变化受人工脚踏油门控制变化比较频繁,不宜采用电子油门。

中大型挖掘机的发动机功率较大,油耗也高,故中大型挖掘机工作时,大都采用电子油门进行控制,发动机是以某种工况达到满负荷工作,则以该工况的额定功率的数值大小实现恒功率输出;如果发动机空转,则会在很短的时间内(3s~5s)自动实现怠速运行;如果操纵先导阀,发动机便迅速回到原来设置的工作状态。

四、小松 PC200 挖掘机恒功率控制方式

小松 PC200 挖掘机实现发动机恒功率控制的各个部件在挖掘机中的分布如图 1-3 所示。

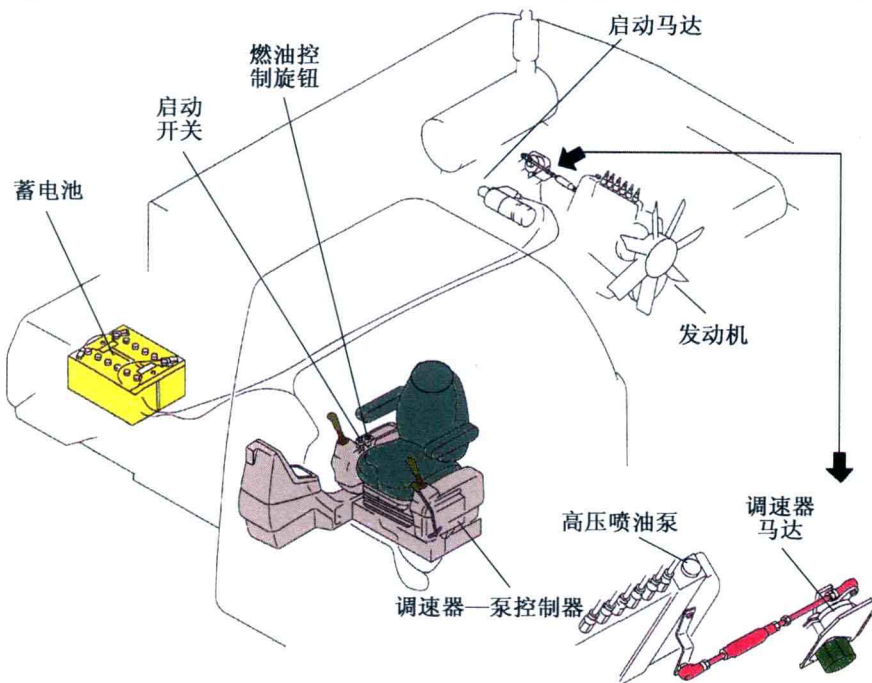


图 1-3 发动机控制部件分布图

电子油门前后控制关系如图 1-4 所示。

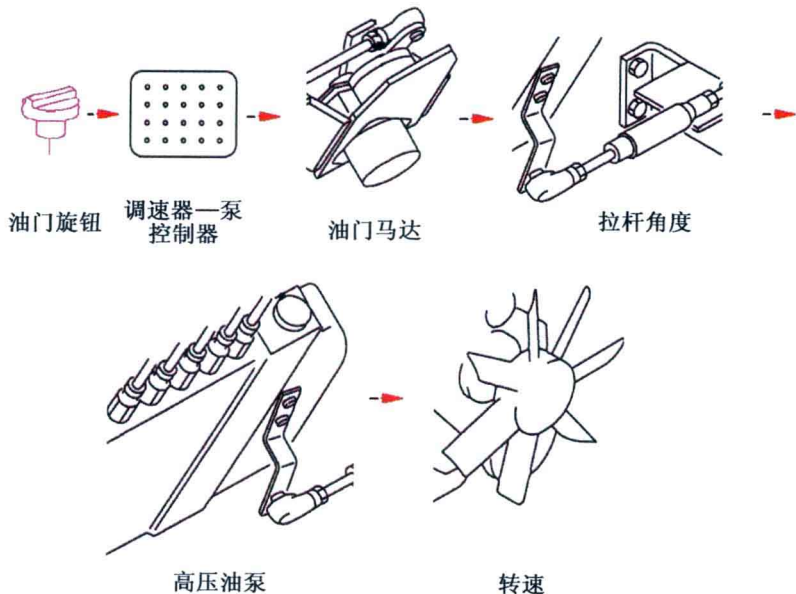


图 1-4 电子油门前后控制关系图



发动机的启动与关闭:由启动开关来启动和停止。

调速器—泵控制器(挖掘机计算机)——接收来自燃油控制旋钮的电信号,并发出相应电信号到调速器马达,以控制喷油泵的调速器杆行程角度,并控制发动机转速。

同时,调速器和泵控制还根据来自于其他监控器和相关传感器(转速传感器、调速器马达电位计)的电信号,通过调速器马达控制发动机转速。

电子油门控制系统原理如图 1-5 所示。

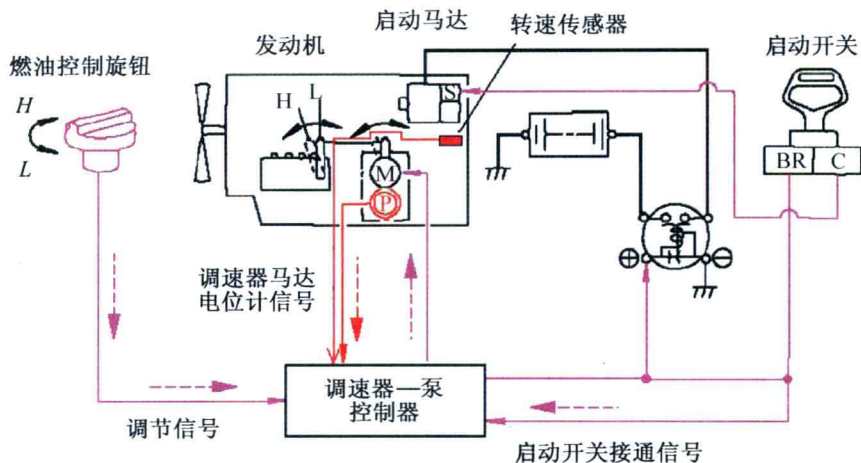


图 1-5 电子油门控制系统原理

1. 发动机的启动

启动开关转到启动位置后,启动电信号立即传给启动马达,启动马达转动,带动发动机飞轮转动,同时启动发动机转动,松开启动钥匙,钥匙自动回位,发动机处于运转状态。

在发动机启动运转的同时,调速器—泵控制器检查燃油控制旋钮发出的电信号,并将发动机转速调到燃油控制旋钮设定的转速范围之内。

在发动机运转过程中,电子油门对转速的控制:

燃油控制旋钮的位置与发动机的转速是一一对应关系,燃油控制旋钮根据人为设定位置向调速器—泵控制器发出电信号。调速器—泵控制器按照电流信号计算调速器马达的角度,并发出电信号驱动调速器马达,使其设定在这一角度。此时,调速器马达的工作角度由电位器检测并反馈到调速器—泵控制器。调速器—泵控制器通过电位计的反馈信号,判断是否还需继续发出驱动信号驱动调速器马达。经过几次反复,发动机按照设定的转速运转。

挖掘机正常工作时,操作手将燃油旋转到最大位置,调速器—泵控制器控制发动机的转速和扭矩均达到额定数值,发动机的转速传感器不断地将转速信号传导到调速器—泵控制器,调速器—泵控制器又不断地发出信号,时刻控制发动机处于额定转速范围之内。

由此可见,由旋钮设定控制与传感器反馈控制相互检测,从而实现油门角度的控制,进而实现发动机的转速控制。

挖掘机正常工作时,发动机的功率大小,除了设定燃油旋钮位置外,还应当选择工作模式。工作模式分为三种,即重型 H 模式、标准 S 模式、轻型 F 模式(如果操作手忘记选择,则调速器—泵控制器默认为标准工作模式)。

如果挖掘机正常工作,并且选择 H 模式,调速器—泵控制器不断地通过转速传感器检测发动机的实际转速,并与控制器内的存储器所储存的发动机额定转速值(根据燃油旋钮位置和 H 模式以及发动机转速等数据而预先设定)进行比较。如果实际转速低于额定转速,说明负荷较大,调速器—泵控制器便增大驱动电磁比例减压阀的电流,使电磁比例电磁减压阀的压力增大,继而通过液压油泵斜盘角度调节器减少斜盘角

度,降低液压泵的排量,减低发动机的负载,提高发动机的实际转速。重复几次类似过程,直至发动机的实际转速与额定转速相符。

也就是说,调速器—泵控制器随时根据发动机的转速和实际输出功率,随时调整负载的大小,使负载稍低于发动机的功率,保持该功率恒功率输出。

2. 发动机的关闭

将启动开关转到停止位置后,调速器—泵控制器将电信号传到调速器马达。驱动调速器马达,将调速器操纵杆设定到不喷油位置。此时,为了将系统内的电源保持到发动机完全停止,调速器—泵控制器本身发出驱动电信号至蓄电池继电器 Br 端子,使蓄电池继电器延时工作约 4s 后停车。

调速器—泵控制器示意图如图 1-6 所示。打开外盖,内置为各个不同的存储器、电阻、电感等电子原件组成的电子控制面板。调速器—泵控制器外形如图 1-7 所示。

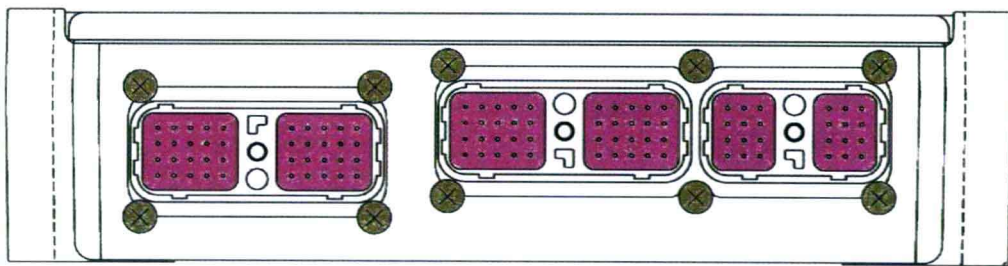


图 1-6 调速器—泵控制器示意图(6 只电路集成板)

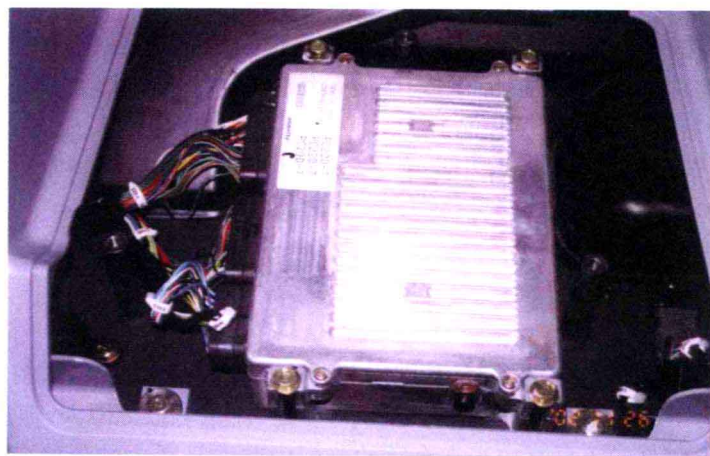


图 1-7 调速器—泵控制器外形图

五、大宇 DH280 挖掘机恒功率控制方式

大宇 DH280 挖掘机发动机电子油门控制系统如图 1-8 所示。

(1)H 模式下,发动机油门处于最大供油位置,发动机以全功率投入工作。

液压泵变量调整电磁比例减压阀的电流在 0~470mA 或 0~600mA 之间变化。

(2)S 模式下,EPOS 提供恒定的 470mA 电流,液压输入功率的总和约为发动机最大功率的 85%。

(3)F 模式下,液压泵输入最大功率的 60%。

(4)该系统设置一个模式辅助开关,一旦 EPOS 控制器失效,可以将此开关扳向另一侧,提供恒定的电流 470mA,使挖掘机处于 S 模式继续工作。

(5)自动怠速装置,在管路中加入两个压力开关,正常工作时,压力开关是处于常开状态。如果两个操纵杆都处于中位时,即挖掘机处于停止作业状态。这时,两个压力开关闭合接通。如果此时自动怠速开关又处于接通状态,则 4s 后,计算机便向电磁换向阀提供电流,换向阀的换向接通了安装在发动机高压泵处的