

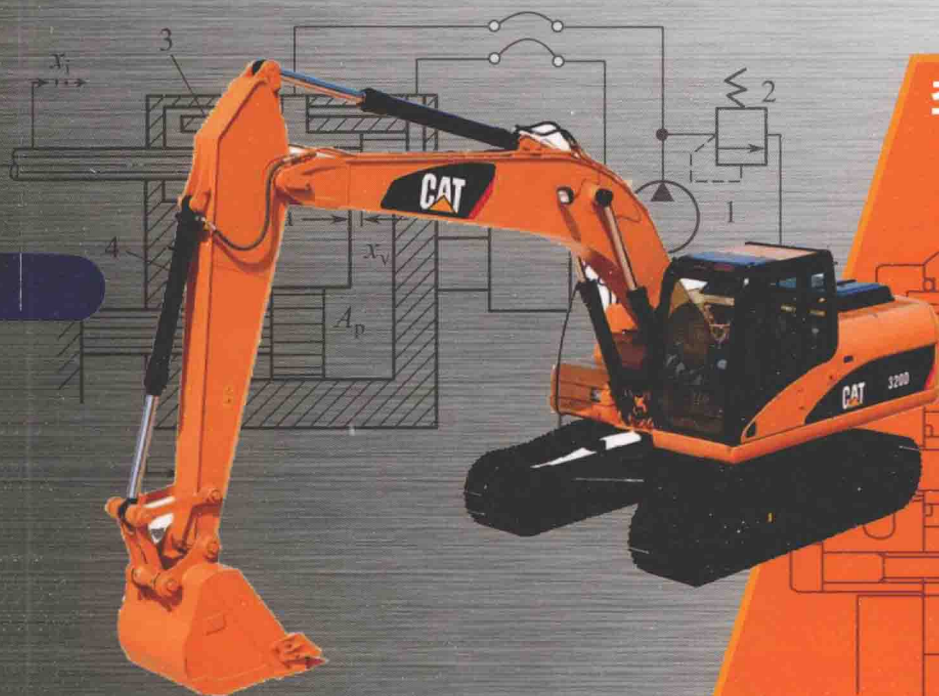
卡特挖掘机



液电控制维修手册

KATE WAJUEJI YEDIAN KONGZHI
KATE WEIXIU SHOUCHE

李波 主编



化学工业出版社

卡特挖掘机

液电控制维修手册



KATE WAJUEJI YEDIAN KONGZHI
WEIXIU SHOUC

李 波 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书主要介绍了卡特挖掘机液电控制系统的结构原理及故障维修,包括液压控制、电气控制(主要是电脑控制为主)和诊断维修。主要分为三部分共7章,第1、2章为基本部分,分别阐述了液电控制从最初发展到目前电脑控制的变化过程,总述液电控制的各种方式及液电控制的特点;第二部分是主体部分(第3~6章),重点阐述了该机型各个不同时期的液电控制特点以及最新的液电控制详解分析,并阐述它们的功能效果,对其结构、维修特点、故障排除层层解析;第三部分是第7章,主要是解决液电控制产生的故障,如何判断、如何检查、如何排除及故障代码。液电故障代码基本是独立系统而且全面提供在书中,便于随手查阅和及时解决故障。

本书适合挖掘机维修人员、技术工人查阅和参考。

图书在版编目(CIP)数据

卡特挖掘机液电控制维修手册/李波主编. —北京:化学工业出版社, 2014. 1

ISBN 978-7-122-19026-0

I. ①卡… II. ①李… III. ①挖掘机-液压控制-控制系统-维修-手册②挖掘机-电气控制系统-维修-手册 IV. ①TU621.07-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第274559号

责任编辑:张兴辉

文字编辑:陈喆

责任校对:宋夏

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京振南印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张21¼ 字数528千字 2014年4月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:98.00元

版权所有 违者必究

前 言

当前,随着我国国民经济的快速发展,工程机械行业的技术水平有了较大提高,挖掘机也得到了飞速的发展。挖掘机由原来的全进口到目前的基本国产化,由原来的个别品牌到现在的多品牌、多种类、多型号。挖掘机由开始的机液化发展为机液电一体化高科技产品。机液电一体化技术的应用,对挖掘机的使用、维护与修理提出了更高的要求。

目前挖掘机方面的图书已很多,但有关专门介绍挖掘机液电控制的相关知识和资料甚少;在教学和从事维修的人员中,一旦遇到液电控制系统的问题,感到很棘手;从挖掘机实际应用过程中反映出的故障来看,在很大程度上都是液电控制方面的故障(不论是在新机的保修范围,还是在后期的应用阶段,液电控制的故障占有比例最多);况且当今挖掘机液电合一的程度很高,缺一不可。因此,有不少人迫切需求有关挖掘机液电控制方面的图书,以便维修从业人员专门深层探究,熟练掌握、娴熟运用,快速地解决挖掘机使用中产生的故障。

由于每个挖掘机品牌都有独立研发的液电控制系统,使得人们必须以每个品牌的独立系统为对象加以研究。本书主要介绍了卡特挖掘机液电控制系统的结构原理及故障维修,包括液压控制、电气控制(主要是电脑控制为主)和诊断维修。主要分为三部分共7章,第1、2章为基本部分,分别阐述了液电控制从最初发展到目前电脑控制的变化过程,总述液电控制的各种方式及液电控制的特点;第二部分是主体部分(第3~6章),重点阐述了该机型各个不同时期的液电控制特点以及最新的液电控制详解分析,并阐述它们的功能效果,对其结构、维修特点、故障排除层层解析;第三部分是第7章,主要是解决液电控制产生的故障,如何判断、如何检查、如何排除及故障代码。液电故障代码基本是独立系统而且全面提供在书中,便于随手查阅和及时解决故障。

本书由李波主编,李文强、李秋、朱永杰、徐文秀、马志梅、张翠等人参与编写。

由于编者水平有限,在编写过程中难免出现不足之处,恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 卡特挖掘机液电控制系统的发展

- 1.1 卡特挖掘机概述
- 1.2 卡特系列挖掘机特点
- 1.2.1 D 系列挖掘机的特点
- 1.2.2 卡特 320C 型挖掘机的特点
- 1.3 液电控制系统的使用维护
- 1.3.1 液压控制系统的维护
- 1.3.2 电控系统的维护
- 1.4 挖掘机液压系统的维护保养

第 2 章 卡特挖掘机电脑控制系统

- 2.1 电脑控制概述
- 2.2 卡特液电控制系统
- 2.2.1 发动机转速控制
- 2.2.2 自我诊断功能
- 2.2.3 单触点低怠速
- 2.2.4 发动机转速保护
- 2.2.5 液压泵调节控制
- 2.2.6 冷却风扇控制
- 2.2.7 行走速度控制
- 2.2.8 回转制动操作
- 2.2.9 重物提升控制模式（选用）
- 2.2.10 备用系统
- 2.2.11 监控器
- 2.3 液电故障的含义
- 2.4 液电控制组件

第 3 章 卡特液压泵液电控制系统

- 3.1 液压泵的结构原理
- 3.1.1 液压泵构造
- 3.1.2 液压泵控制系统
- 3.2 液压泵的液电控制系统
- 3.2.1 液压泵流量和压力控制系统
- 3.2.2 电子控制系统
- 3.2.3 先导液压系统
- 3.2.4 先导系统液压装置
- 3.3 液压泵的性能测试
- 3.3.1 液压泵的测试（恒功率流量控制）

- 3.3.2 泵控制系统（输出流量）的测试
- 3.3.3 液压泵最大输出流量的调整
- 3.3.4 泵控制系统（反向流量）的测试
- 3.4 液压泵常见故障诊断与排除
- 3.5 液压泵维修的调整
- 3.5.1 液压泵的排除气体
- 3.5.2 压力技术规格
- 3.5.3 主安全阀的临时调定
- 3.5.4 安全阀（先导）的测试与调整
- 3.5.5 安全阀（主）的测试与调整

第 4 章 控制阀的液电控制系统

- 4.1 主控制阀液电控制
- 4.1.1 主控制阀简述
- 4.1.2 液压缸液电系统
- 4.1.3 主控制阀的拆卸与组装
- 4.1.4 主控制阀液电控制故障诊断与排除
- 4.2 先导控制的结构与维修
- 4.2.1 手控先导阀
- 4.2.2 行走先导阀的拆解
- 4.2.3 行走先导阀的组装
- 4.2.4 先导阀的故障诊断与排除

第 5 章 卡特回转、行走马达液电控制系统

- 5.1 液压马达概述
- 5.2 回转装置液电控制
- 5.2.1 回转马达液电控制的结构原理
- 5.2.2 回转马达液电控制系统
- 5.2.3 回转装置的拆卸与组装
- 5.3 行走装置的液电控制系统
- 5.3.1 终传动的构造与原理
- 5.3.2 行走系统的液电控制
- 5.3.3 行走装置的拆卸与组装
- 5.3.4 液压马达的维修

5.4 液压缸液电控制系统	198	7.2 液电控制系统的故障诊断	231
5.4.1 液压缸结构	198	7.3 故障维修模式的诊断程序	233
5.4.2 液压缸故障诊断与排除	199	7.4 卡特 320C 型挖掘机电脑控制 系统	242
第 6 章 液压辅助元件	203	7.5 故障诊断与排除	246
6.1 液压油箱与热交换器	203	7.6 挖掘机工作装置性能的测试与 调整	324
6.1.1 液压油箱	203	7.6.1 测试前的准备	324
6.1.2 热交换器	205	7.6.2 斗杆油缸的调整	325
6.2 过滤器	207	7.6.3 铲斗油缸的调整	326
6.3 蓄能器	211	7.6.4 动臂油缸的调整	326
6.4 油管与管接头	215	7.6.5 回转安全阀的测试与调整	327
6.5 中心回转接头	218	7.6.6 行走装置的测试与调整	328
6.6 密封装置	223	欢迎订阅工程机械类图书	331
第 7 章 卡特挖掘机液电控制系统故障 诊断与排除	231		
7.1 故障诊断与排除的初步程序	231		

第 1 章 卡特挖掘机液电控制系统的发展

1.1 卡特挖掘机概述

卡特挖掘机是美国卡特彼勒公司的产品，卡特彼勒公司生产的产品涉及范围很广泛，有自己的研究所和设计公司，相对挖掘机而言，它只是卡特彼勒公司工程机械产品中的一个品种，无论从发动机、液压、电气以及底盘的设计、制造基本都是由卡特彼勒公司完成的，因此就产品而言，有它独特的风格和设计个性，是其他生产厂家无法比拟的。

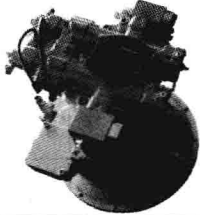
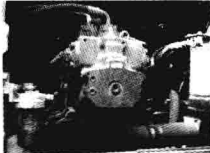
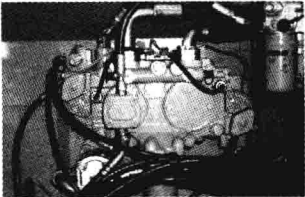
目前，卡特挖掘机已发展到 D 系列，在相同吨位的所有挖掘机里，卡特挖掘机是以最能“吃重”而闻名，特别是干石方活最能发挥出它的优势特点。目前工地上常见的卡特 320 挖掘机，大多为近几年生产的 320C，320D 是卡特挖掘机最新的机型。下面以 320C 与 320D 为例，解析卡特挖掘机的特点，了解卡特挖掘机的液电控制系统。卡特挖掘机机型的分类见表 1-1。

表 1-1 卡特挖掘机型号分类

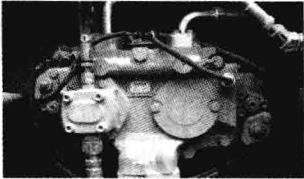
小 挖	中 挖	大 挖
CAT306	CAT315D	CAT325D
CAT307D	CAT320GC	CAT329D
CAT312D	CAT320D	CAT345D
	CAT323D	CAT365D

具体说来，卡特挖掘机液电控制技术发展大致分为四个阶段，见表 1-2。

表 1-2 卡特挖掘机液电控制技术四个阶段

阶 段	型 号	液电控制特点	液电总成件区别
第一代	320	主泵为斜轴式变量柱塞泵	
第二代	320B	发动机配置了卡特生产的 3066T 型发动机，液压泵的流量为 185L/min×2	
第三代	320C	C 系列相对 B 系列主要改进了液压系统，液压泵采取了全新的双泵并列式，压力没提高，但流量提高 11%	

续表

阶 段	型 号	液电控制特点	液电总成件区别
第四代	320D	D 系列相对 C 系列主要改进了发动机系统,采用了电喷发动机 液压系统与 C 系列液压系统基本相同	

1.2 卡特系列挖掘机特点

1.2.1 D 系列挖掘机的特点

320D 型挖掘机的改进主要是性能和外形（包括驾驶室、维修、多功能、环境）几个方面。

(1) 320D 发动机性能的改进

表 1-3 为三种型号卡特挖掘机发动机的参数对比，表 1-4 为 320D 型挖掘机性能参数。

表 1-3 卡特挖掘机发动机性能对比

挖掘机型号	320D	320C	320B
发动机型号	C6.4	3066T	3066T
额定功率/hp	138	138	128
最大转矩/N·m		601	282

注：1hp=745.700W。

表 1-4 320D 型挖掘机性能参数

型 号		320D
操作重量(标配)		20.300t
发动机	型号	卡特 C6.4 ACERT
	汽缸数-缸径×行程	6-102mm×130mm
	排量	6.400L
	吸气方式	涡轮增压电喷
	额定功率	103kW(1800r/min)
	柴油箱容量	410L
运输尺寸	全长	9440mm
	全宽	2800mm
	全高	3440mm
挖掘性能	铲斗最大挖掘力	54kN
	最大挖掘高度	8930mm
	最大卸载高度	5980mm
	最大挖掘半径	8900mm
	最大挖掘深度	5710mm

续表

行走参数	履带宽度	600mm
	履带全长	4070mm
	行驶速度	3.5(5.5)km/h
	爬坡能力	30°
液压泵类型	变量泵	2 个
	齿轮泵	1 个

320D 型挖掘机采用卡特环保型发动机 C6.4 ACERT, 涡轮增压, 可提供 138hp 的强大动力。通过 ACERT 技术, 可得到更大的功率输出密度、更少的排放、更小的噪声、更小的振动、更经济的燃油效率。

卡特 300 系列挖掘机公认的设计特点是简洁有力、充满时代气息, 其新颖的液压系统能够在最需要动力的时间和地点发挥效率。从 320D 的发动机功率看, 并没有变化。但由于新型的 D 系列发动机采用了 ACERT™ 技术, 在燃油输送、空气管理和电子控制方面满足了全球低排放法规, 同时发挥出发动机的最佳性能。

① 发动机转速自动控制。发动机自动控制具有方便的一触式控制功能。在无负载或轻负载的条件下, 发动机转速自动控制功能可以降低发动机转速, 最大限度地提高燃油效率并降低噪声等级。

② 空气滤清器。径向密封的空气滤清器 (位于驾驶室后面的一个舱室中) 采用了上层滤芯, 过滤效率更高。当灰尘累积超过一个预先设定的水平, 监控器上将显示一条警告信息。

③ 噪声低, 振动小。卡特 C6.4 发动机的设计降低了噪声和振动, 提高了操作员的舒适性。

(2) 液压系统的改进

卡特 320D 型挖掘机的液压泵外形如图 1-1 所示。

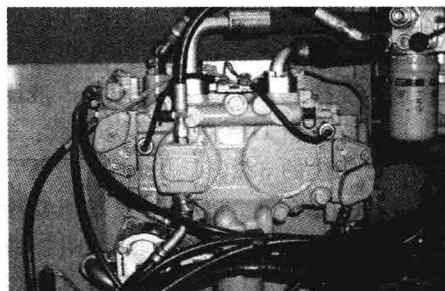


图 1-1 卡特 320D 液压泵

三种型号挖掘机液压系统主要性能指标的对比见表 1-5。

表 1-5 三种型号挖掘机液压系统主要性能指标的对比

型 号	320D	320C	320B
液压泵最大压力	35000kPa	34300kPa	34300kPa
液压泵最大流量	205L/min×2	205L/min×2	185L/min×2

① 液压系统。液压系统压力已提高至 35000kPa, 从而有助于增强以下几个方面的性能。

a. 斗杆和铲斗力增大 5%, 可以应对那些艰苦的挖掘作业。

b. 牵引力更大, 至 206kN, 使挖掘机具有更好的上坡行驶能力、更好的原地转向性能和更大的牵引力。

② 部件布局。320D 液压系统和部件位置经过特殊设计, 可以带来高水平的系统效率。主泵、控制阀和液压油箱的位置彼此靠近, 使得部件之间的连接管路更短, 从而减少管路中的摩擦损失和压力下降。散热器布置在上部结构的驾驶室侧面, 这种布局有利于操作人员从

一侧进入发动机室，而热空气和相应的发动机噪声从操作人员相反一侧排出。这样减少了传递到操作人员的发动机室热量和噪声。

③ 先导系统。先导泵独立于主泵，控制前连杆机构、回转和行驶等操作。

④ 液压交互感测系统。在所有工作条件下，液压交互感测系统可以利用两个液压泵中的每个泵，从而使发动机功率可以 100% 地发挥。随着机具速度加快以及枢轴旋转更快和更有力，生产率也得以提高。

⑤ 辅助液压阀。辅助阀是 320D 型挖掘机上的标准配置。控制回路可作为附件提供，从而可以操作高压和中压作业机具，如破碎剪、抓斗、液压锤、破碎器、综合多用机和振动板压实机。

⑥ 动臂和斗杆再生回路。动臂和斗杆再生回路可以在动臂下降和斗杆缩回的操作过程中保存能量，从而可以提高效率，缩短循环时间和减少压力损失，从而获得更高的生产率、更低的运营成本和更高的燃油效率。

⑦ 液压缸缓冲器。液压缸缓冲器位于动臂油缸的连杆端和斗杆油缸的两端，可以减振，同时降低噪声等级并延长部件使用寿命。

(3) 产品系列

320D 系列液压挖掘机包括三种产品：324D L、325D L 和 330D L。该系列挖掘机由于采用了卡特彼勒的 ACERT 发动机技术，发动机排放是目前任何挖掘机中最小的。

卡特 320D 系列的驾驶室更加宽敞，整体设计风格也与以前的设备明显不同。这三种新款挖掘机都比前一代产品具有更大的动力，并提高了液压系统压力，这将会增加破碎能力并提升力量，缩短工作循环时间和提高生产效率。卡特彼勒公司将 D 系列挖掘机的举重设为产品的标准模式。只要触动开关，液压系统将自动提升系统压力、增强设备举重性能。

卡特彼勒新 D 系列挖掘机参数：324D L 是三种新设备中最小的，机重 24.8t，发动机功率比前一代的 322C L 增加了 12%；325D L 机重 29.24t，动力比前一代 325C L 增加了 8%；330D L 质量 36.15t，发动机功率比 330C L 增加 9%。

D 系列挖掘机配备原厂预装附加液压系统，包括一个破碎锤、液压震动夯等专用的单向高压液压回路和包括一个可配备其他各类液压机械工具的双向液压回路。

D 系列工装控制系统可以使操作人员和技术人员通过驾驶室内的监控器来设置液压系统所需的流量和压力，而不必使用昂贵的配套工具。用户可根据需要预设和储存多达 10 个不同的液压流量和压力模式，以适应不同的液压机械工装。另外，324D L 和 325D L 两种较小的设备配备 CAT C7 发动机，330D L 则配备 CAT C9 发动机。

燃油控制使用卡特彼勒的 ADEM A4 电子控制模块，使单位燃油发挥最大效用，同时发动机控制系统提供灵活的燃料方案，可以使发动机根据实际需求的变化作出快速反应。

为了减少动力消耗和噪声，330D L 使用电子控制模块控制的液压驱动风扇散热，风扇速度可自动随系统冷却要求而变化。

1.2.2 卡特 320C 型挖掘机的特点

卡特 320C 型是卡特彼勒公司生产的 20t 级全液压挖掘机，与原来同级别挖掘机相比，具有很多优点。

① 集成化 ET 接口内含 233 种自动检查功能，维修诊断快捷、准确、方便，缩短了用户停机时间。熔丝盒配有中文提示，保养方便。电瓶短路开关，在收工后确保全车处于关闭状态，杜绝可能产生漏电现象，有利于延长电瓶与发动机的使用寿命（注意：长期亏电会降低电瓶寿命）。空气滤清器保养方便，无需工具。三级保护设计的燃油油水分离器，一级沉淀杯，用于排放水和沉淀物；二级保护燃油初级过滤器，进行进一步的过滤；过滤器必须在使用 500h 后进行清洗或更换；三级保护为卡特彼勒公司独特设计的杂质与水限位自动报警，

有效地延长了发动机的使用寿命。通过空调过滤器检查窗口,可以直接检查冷冻液是否充足。终身免维护电瓶,长寿命的设计,更好地延长了发动机的寿命。经特殊防锈处理的散热器,可以延长散热器的使用寿命。冷却液膨胀箱配有水位报警装置,当水位过低时,驾驶室监控面板会有中文自动报警,提醒驾驶人员添加蒸馏水。当喷淋水箱水位过低时,应添加蒸馏水并加入少量洗洁精,用于清洁水道与喷头。

② 履带连接销与销套采用了卡特彼勒公司独有的油脂密封润滑,延长了履带的使用寿命,比原来的 320B 提高了 20%。每天在开机前必须检查履带板、履带板固定螺栓、托链轮、引导轮、支重轮、履带张紧度,尤其需要指出的是,履带张紧度通常要求是下垂 4~5.5cm,但在石方施工环境中要调得紧一点,在土方环境中要松一点,如果过紧会加速履带连接销套与终传动齿的磨损。卡特 320C 的终传动侧盖配有 16 个高强度螺栓,还备有螺栓保护凹槽,以防止磨损与外冲击,延长了挖掘机的使用寿命。支重轮的设计采用了非等距离的理念,以确保支重轮的同寿命。

③ 内陷式的边切杆螺栓,减少了螺栓与物料的冲击和磨损,有效地保护了螺栓,延长边切板底座的使用寿命。独特材质打造设计的卡特斗齿,能够长久保持其齿形尖锐锋利,减少挖掘阻力,提高生产率。卡特 320C 在斗销和连杆的保养上也作了进一步改进,其中铲斗连杆销加润滑脂的时间由原来的 50h 延长到 100h,动臂与斗杆连接销加润滑脂的时间由原来的 50h 延长到 100h,这主要是材质的改变,销与销套都采用了自润滑材质。卡特彼勒公司生产的各种动臂和斗杆,在高应力区域采用了多层厚板,延长了寿命,增加了抗震、抗冲击的能力。

④ 卡特 320C 的主机架与 X 形机架采用了整体设计和箱形结构,由整块钢板连铸而成,坚固耐用,提供了高的抗扭抗弯强度。独立设计的整体桶形回转支撑底盘刚性好,强度高,可靠,经久耐用。独有的回转支撑固定螺栓防松隔垫,有效地防止回转连接松动,减少机件磨损,提高设备的保值率。

⑤ 冲压式星形防滑板走廊,保证了操作和维修人员的安全行走。发动机采用了卡特 3066T 发动机,额定输出功率为 138hp,功率强大、持久。同时 3066T 发动机采用了增压式冷却系统,提高沸点到 104~107℃,降低了发动机冷却系统开锅的概率,更好地保护发动机。另外发动机配备了冷启动自动预热系统,在 -17℃ 的情况下自动预热,保护了电瓶和启动系统。倒置式的机油过滤器在高温情况下可随时进行保养,只需大约 5min 就可完成更换机油过滤器的工作。

⑥ 液压泵配有六个快速接头,通过液压测试工具能快速、准确地检测液压系统的故障,缩短停机时间。独有的 SOS 抽取油样快速接头,通过 SOS 油样化验能立即了解液压系统、发动机部件的磨损情况,及时为用户提供挖掘机保养建议。独立的卡盘式回油过滤器,将回油过滤器独立于液压油箱之外,在保养中有效地防止污染,而且更换快捷方便。

⑦ 卡特 320C 驾驶室宽敞明亮,驾驶室暗蓝色的玻璃选用了特殊材料制成,有韧性,不易破碎,并且能有效降低操作人员的视觉疲劳。尤其是无顶罩发动机的设计,使得向后的视野更开阔。同时驾驶室为内增压式,通过驾驶室的内部增压,使得内部压力大于外部压力,有效地防止了灰尘和噪声的侵入,为驾驶人员提供一个舒适的环境,保持较高的工作效率。在不同工况的施工中,卡特 320C 又为操作人员提供了自动转换模式功能,包括动臂优先、回转优先、精细模式和斗杆的液压再生回路。以往在不同的工况中,操作人员会根据工况需要选择单一操作模式,而卡特 320C 无需操作人员选择任何模式,电脑通过对操作手柄行程大小的检测,自动匹配液压泵的流量与压力,使得挖掘机的每一个动作都能得到最快、最佳的速度。驾驶室的空调是数字设定全自动恒温控制。座椅为悬浮式,可全方位调整,靠背可调节到 180°,利于工作间隙休息。驾驶室的新型仪表盘使挖掘机的现况一目了然,高对比

度液晶显示屏幕, 开机后立即显示燃油油位、机油温度、液压油温。信息中心可显示语言故障代码、发动机工作时间、液压泵、行走马达和五个独立的工况设定、过滤器和油品的保养及更换间隔, 当过滤器、油品到达保养时间, 仪表盘会有中文提示, 提醒驾驶人员进行保养。通过仪表盘显示, 驾驶人员可随时监控发动机的转速、主系统压力、动力切换压力。集成化 ET 内含 233 种自测、检测功能, 全面检测整机的电气控制系统, 通过检测有关电气元件的工作状态以及获取故障代码, 快速、有效地协助专业维修人员排除挖掘机的故障, 缩短怠工时间。

1.3 液电控制系统的使用维护

1.3.1 液压控制系统的维护

挖掘机长期使用后, 会产生自然磨损、疲劳等。恶劣的作业环境, 又是加剧磨损的重要因素。因此, 定期检查、维护和保养挖掘机, 可以减少挖掘机的故障, 延长挖掘机的使用寿命, 缩短挖掘机的停工时间, 提高工作效率, 大大降低作业成本, 使挖掘机达到最佳状态。

(1) 油液维护保养注意事项

液压油、齿轮油、机油的管理注意事项如下。

- a. 在恶劣的条件(如高温、高压)下, 发动机和工作装置用的油会变质。因此, 即使油不脏, 也应在规定的时间按要求更换新油。
- b. 油液相当于人体内的血液, 使用时一定要小心, 以防杂物(如水、金属颗粒、粉尘等)进入其中。挖掘机在作业中发生的故障, 大多数都是由于油液中混入杂质而引起的。
- c. 严禁混用不同牌号和等级的油液。
- d. 应按照规定量加油, 加油太多或太少都会产生不良现象。
- e. 换油时, 一定要同时更换相应的过滤器。
- f. 为了检查挖掘机的工作状态, 应定期对油的品质进行分析。

(2) 对液压油的要求和选用

① 对液压传动介质的要求。在液压传动中, 液压油既是传动介质, 又兼作润滑油, 因此, 它比一般润滑油要求更高。对液压油的要求如下。

- a. 具有适宜的黏度和良好的黏温特性, 一般液压系统所选用的液压油的运动黏度为 $(13 \sim 68) \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (40°C)。
- b. 具有良好的润滑性, 以减少液压元件中相对运动表面的磨损。
- c. 具有良好的热安定性和氧化安定性。
- d. 具有较好的相容性, 即对密封件、软管、涂料等无溶解的有害影响。
- e. 质量要纯净, 不含或含有极少量的杂质、水分和水溶性酸碱等。
- f. 具有良好的抗泡沫性、抗乳化性、抗腐蚀性和防锈性。液压油乳化会降低其润滑性, 而使酸值增加, 使用寿命缩短。液压油中产生泡沫会引起气穴现象。
- g. 液压油用于高温场合时, 为了防火安全, 要求闪点应高; 用于低温场合时, 要求凝点应低。
- h. 对人体无害, 成本低。

② 液压传动介质的选用。液压传动介质的合理选用, 实质上就是对液压油的品种和牌号的选择。

a. 液压油品种的选择。石油基液压油的品种较多, 由于制造容易, 来源多, 故价格较低。在工程机械设备中, 几乎 90% 以上是使用石油基液压油。但难燃液压油既有抗燃特性,

又符合节省能源与控制污染的要求，故受到各国的普遍重视。因此，难燃液压油是一种具有很大潜力的液压油。所以应从工程机械设备中液压系统的特点、工作环境和液压油的特性等出发，来选择液压油的品种。表 1-6 可供选择液压油时参考。

表 1-6 液压油品种选择参考

液压设备液压系统举例	对液压油的要求	可选择的液压油品种
低压或简单机具的液压系统	抗氧化安定性和抗泡沫性一般、无抗燃要求	HH,无本产品时可选 HL
中、低压精密机械等液压系统	要求有较好的抗氧化安定性、无抗燃要求	HL,无本产品时可选用 HM
中、低压和高压液压系统	要求抗氧化安定性、抗泡沫性、防锈性、抗磨性好	HM,无本产品时可选用 HV、HS
环境变化较大和工作条件恶劣的(指野外工程和远洋船舶等)低、中、高压系统	除上述要求外,要求凝点低、黏度指数高、黏温性好	HV、HS
环境温度变化较大和工作条件恶劣的(指野外工程和远洋船舶等)低压系统	要求凝点低、黏度指数高	HR 对于有银部件的液压系统、北方选用 L-HR 油、南方用 HM 油或 HL 油
液压和导轮润滑合用的系统	在 HM 油基础上改善黏温性(防爬行性能好)	HG
煤矿液压支架、静压系统和其他不要求回收废液和不要求有良好润滑的情况,但要求有良好的难燃性,使用温度为 5~50℃	要求抗燃性好,并具有一定的防锈、润滑性和良好的冷却性,价格便宜	L-HFAE
冶金、煤矿等行业的中压和高压、高温和易燃的液压系统,使用温度为 5~50℃	抗燃性、润滑性和防锈性好	L-HFB
需要难燃液的低压液压系统和金属加工等机械,使用温度为 5~50℃	不要求低温性、黏温性和润滑性,但抗燃性要好,价格便宜	L-HFAS
冶金和煤矿等行业的低压和中压液压系统,使用温度为 20~50℃	低温性、黏温性和对橡胶的适应性好,抗燃性好	HFC
冶金、火力发电、燃气轮机等高温高压下操作的液压系统,使用温度为 20~100℃	要求抗燃性、抗氧化安定性和润滑性好	HFDR

b. 液压油牌号的选择。在液压油品种已定的情况下，选择液压油牌号时，最先考虑的应是液压油的黏度。如果黏度太低，就使泄漏增加，从而降低效率和润滑性，增加磨损；如果液压油的黏度太高，液体流动的阻力就会增加，磨损增大，液压泵的吸油阻力增大，易产生吸空现象（也称空穴现象，即油液中产生气泡的现象）和噪声。因此，要合理选择液压油的黏度。选择液压油时要注意以下几点。

- 工作环境：当液压系统工作环境温度较高时，应采用较高黏度的液压油；反之则采用较低黏度的液压油。
- 工作压力：当液压系统工作压力较高时，应采用较高黏度的液压油，以防泄漏；反之采用较低黏度的液压油。
- 运动速度：当液压系统工作部件运动速度高时，为了减少功率损失，应采用黏度较低的液压油；反之采用较高黏度的液压油。
- 液压泵的类型：在液压系统中，不同的液压泵对润滑的要求不同，选择液压油时应考虑液压泵的类型及其工作环境，见表 1-7。

表 1-7 各类液压泵推荐用液压油

液压泵类型		油液黏度/(10 ⁻⁶ m ² /s)		适用液压油的种类和黏度牌号
		液压系统温度 5~40℃	液压系统温度 40~80℃	
叶片泵	7MPa 以下	30~50	40~75	L-HL32、L-HM46、L-HM68
	7MPa 以上	50~70	55~90	L-HM46、L-HM68、L-HM100
齿轮泵		30~70	95~165	中、低压时用: L-HL32、L-HL46、L-HL68、L-HL100、L-HL150 中、高压时用: L-HM32、L-HM46、L-HM68、L-HM100、L-HM150
径向柱塞泵		30~50	65~240	
轴向柱塞泵		30~70	70~150	

c. 合理使用液压油的重点。

- 换油前液压系统要清洗。每次使用液压油前，液压系统必须彻底清洗干净；在更换同一品种液压油时，也要用新换的液压油冲洗 1~2 次。

- 液压油不能随意混用。一种牌号的液压油，未经设备生产厂家同意和没有科学依据时不能随意与不同牌号的液压油混用，更不得与其他品种的液压油混用。

- 注意液压系统密封应良好。液压系统必须保持严格的密封，防止泄漏和外界各种尘土、杂物、水等混入。

- 加入新油时，必须按要求过滤。

- 根据换油指标及时更换液压油。

(3) 液压系统维护保养注意事项

在作业中和作业结束时，液压油温度仍然很高，因此，检查和保养液压系统时要特别小心。

- ① 将挖掘机置于水平地面上，铲斗降至地面，然后释放液压缸管路压力。

- ② 让发动机熄火，等油温下降之后再行维护保养。即使油温下降，系统内部仍存有压力，当检查和保养液压回路时，为释放系统内部压力，应从液压油箱中排出空气。

- ③ 定期检查液压油油位，更换过滤器，加注液压油。

- ④ 当拆卸高压软管后，应检查 O 形圈或密封垫是否损坏，如损坏，应更换。

- ⑤ 在清洗或更换液压油过滤器滤芯和滤网之后，或拆卸液压管道之后，应排出油路中的空气。

- ⑥ 蓄能器内有高压氮气，若使用不正确是相当危险的，一定要严格遵照规定使用。

1.3.2 电控系统的维护

(1) 电气系统维护保养注意事项

- ① 如果电线受潮或绝缘层损坏，则电气系统会漏电，并可能导致挖掘机误动作或造成其他事故。

- ② 检查风扇传送带的张紧度、损坏程度和磨损情况，检查蓄电池电解液液位。

- ③ 不得拆卸或分解安装在挖掘机上的任何电气元件。

- ④ 不得安装不符合要求的伪劣电气元件。

- ⑤ 当清洗挖掘机或在雨天作业时，不要使电气系统沾水。

- ⑥ 在海滩工作时，应仔细清洁电气系统，以防腐蚀。

- ⑦ 当安装冷风机或其他电气设备时，应将其连接在独立的电源接头上。所选的电源绝不可连接在熔断器、启动开关或蓄电池继电器上。

(2) 焊接与维修时注意事项

- ① 切断电源（将启动开关拨至“OFF”）。
- ② 如果连接了电气部件（微电脑），应将其拆卸（诸如控制器等电气部件）。
- ③ 清理焊接区域 1m 范围内的地面。
- ④ 不要连续使用 200V 以上的电压。
- ⑤ 不要将任何密封零件或轴承放在焊接区域与地面之间。
- ⑥ 在焊接或加热经过刷漆的区域前，应先清除油漆，否则加热刷漆区域会产生有害气体。
- ⑦ 在靠近液压设备与管道的位置加热时，会产生易燃气体并可能燃烧。

1.4 挖掘机液压系统的维护保养

主动维护是继故障维修、预防维修、状态维修后，国际上近几年提出的一种新的设备管理理论。它的定义是对导致设备损坏的根源性参数进行修复，从而有效地防止失效的发生，延长设备的使用寿命。主动维护是在设备磨损之前针对其根源问题采取的措施，有效地控制磨损及失效的发生，从而大幅度地延长修理周期。主动维护与维修相比，是主动与被动、事前与事后的关系，因此，主动维护不但为设备可靠运行提供保障，而且可大幅降低维修成本。

下面以卡特 320 系列液压挖掘机为例，详细说明挖掘机液压系统的维护保养内容。

(1) 维护保养的注意事项

- ① 当保养液压装置时，保证挖掘机停放在平坦、坚硬的地面上。
- ② 将铲斗降至地面，关掉发动机。
- ③ 在部件、液压油、润滑油完全冷却后才开始保养液压装置。因为在完成操作后，液压装置中残留有余热和余压。
 - a. 排放液压油箱内的空气以释放内压。
 - b. 让机器冷却（注意：检查和保养高温、高压液压部件有可能引起高温部件或液压油突然飞出或喷出，导致人员伤害）。
 - c. 在卸载塞子或螺钉时，不要正对着身体和脸。液压部件即使在冷却后仍然具有压力。
 - d. 绝对不要在斜坡上保养或检查行走马达回路和旋转马达回路。它们会因自重而具有高压。
- ④ 当连接液压软管和硬管时，特别注意保持密封表面无污物并避免损坏它们。应注意以下事项。
 - a. 用清洗液洗涤软管、硬管和油箱内部，并且在连接之前彻底把它们擦干。
 - b. 使用新的 O 形圈。在组装时小心不要损坏。
 - c. 当连接软管时，不可使高压软管扭曲，以免缩短软管寿命。
 - d. 谨慎地拧紧低压软管夹子，不可过度拧紧。
- ⑤ 当加液压油时，应使用同牌号的液压油，不可混合不同牌号的液压油。
- ⑥ 不可使用“推荐液压油的牌号名称表”以外的液压油。
- ⑦ 不可在液压油箱无油状态下运转发动机。

(2) 检查液压油油位（每天）

- ① 将挖掘机停放在平地上。
- ② 以小臂液压缸完全缩回和铲斗液压缸完全伸出状态定位挖掘机。
- ③ 将铲斗降至地面。
- ④ 关掉自动空转开关。
- ⑤ 以低速空转速度空载运转发动机 5min。

⑥ 转钥匙开关至 OFF（关）位置，取下钥匙开关。

⑦ 把先导控制切断杆拉到锁住的位置。

⑧ 打开主泵前方的检查门。检查液压油箱上的油位计放在油位计标记之间。如果液压油不足，添加液压油（注意：液压油箱具有压力，应按下油箱盖上的压力释放按钮释放压力，并小心地取下盖子）。

⑨ 取下油箱盖子，加入液压油。重新检查油位计。

⑩ 装上盖子。确保过滤器和悬杆组件定位正确。

（3）排放液压油箱储槽污物（每隔 250h）

① 为工作方便，将上部机体与下部行走装置成垂直方向停放在平地上。

② 将铲斗降至地面。

③ 关掉自动空转开关。

④ 以低速空载运转发动机 5min。

⑤ 转钥匙开关至 OFF（关）位置，取下钥匙开关。

⑥ 把先导控制切断杆拉到锁住的位置。

⑦ 按压力释放按钮以释放油箱压力。

⑧ 在油冷却之后松开排放塞，排出水和沉积物。不可完全取下塞子，只能慢慢松开塞子排出水和沉积物。

⑨ 在排出水和沉积物之后，拧紧排放塞。

（4）按规定时间或根据液压油品质更换液压油

① 在恶劣的条件（如高温、高压）下，液压油会变质。因此，即使液压油不脏，也应在规定的时间按要求更换新油。

② 油液相当于人体内的血液，使用时一定要小心，以防止杂物（如水、金属颗粒、粉尘等）进入其中，挖掘机在作业中发生的故障，大多数都是由于油液中混入杂物而引起的。

③ 不定期对液压油的品质进行分析，必要时更换液压油。

（5）清洗吸油过滤器（每隔 4000h、2500h、1500h）

① 为更容易靠近挖掘机，将上部机体与下部行走装置成垂直方向停放在平地上。

② 以小臂液压缸完全缩回和铲斗液压缸完全伸出状态，定位挖掘机。

③ 将铲斗降至地面。

④ 关掉自动空转开关。

⑤ 以低速空载运转 5min。

⑥ 关掉发动机，取下钥匙开关。

⑦ 把先导控制切断杆拉到锁住位置。

⑧ 清洗液压油箱顶部，避免污物侵入液压系统。

⑨ 按下油箱压力释放按钮以释放压力。

⑩ 拆下油箱盖。

⑪ 把油液用液压泵排到干净的容器中（液压油箱容量大约是 200L）。

⑫ 拧下排放塞，让剩余油液排出。

⑬ 取出吸油过滤器和悬杆组件。

⑭ 清洗过滤器和油箱内部或根据需要更换过滤器。

⑮ 清洗并安装排放塞（按规定拧紧）。

⑯ 把油加到油位计之间。

⑰ 装上油箱盖（确保过滤器和悬杆组件在正确位置）。

⑱ 拧开液压泵顶部的排放塞，注满液压油，然后拧紧。

⑮ 启动发动机并以低速空转运行,在先导控制切断杆上挂上“禁止操作”的标牌,确保先导控制切断杆位于 LOCK (锁住) 位置。

⑯ 缓慢地松开泵排气塞以释放空气,直到确认排净,然后拧紧塞子。

⑰ 以低速空运转发动机,并且缓慢、平稳地操作控制杆 15min,以清除液压系统中的空气(注意:先导回路中没有排气装置,因此,在完成该步骤操作后,先导回路中的空气被排放)。

⑱ 按照检查油箱油位的标准操作检查油压、油位。

(6) 更换液压油箱内的回油过滤器 (每隔 1000h)

① 将挖掘机停放在平地上;将铲斗降至地面;关掉自动空转开关,以低速空载运转发动机 5min。

② 关掉发动机,取下钥匙开关,锁紧先导控制切断杆。

③ 按压油箱上的压力释放按钮,以释放油箱压力。

④ 打开回油过滤器盖子,取下弹簧、阀和回油滤芯(注意:取下滤芯,检查过滤器罐底部是否有金属颗粒和碎屑,如果有过量的铜和铁屑,说明液压泵、马达、阀已损坏或将要损坏;如果有塑料、橡胶类,说明液压缸密封损坏)。

⑤ 换上新的回油滤芯和 O 形密封圈。

⑥ 按原来的位置装配好阀和弹簧,盖好盖子并按规定转矩拧紧螺栓(转矩为 $49\text{N} \cdot \text{m}$)。

(7) 更换先导油过滤器 (每隔 1000h)

① 将挖掘机停放在平地上;将铲斗降至地面;关掉自动空转开关,以低速空载运转发动机 5min。

② 关掉发动机,取下钥匙开关;把先导控制切断杆拉到锁定位置。

③ 用过滤器扳手逆时针方向转动,从过滤器头盖上拆下过滤器壳体,取下过滤器。

④ 清洗过滤器头盖、O 形密封圈和滤芯。

⑤ 在新的 O 形密封圈上涂一层清洁的液压油,并将其装进过滤器头盖,确保 O 形密封圈安装在正确的位置上。

⑥ 把新滤芯的环部涂一层清洁的液压油,慢慢地安装到过滤器头盖上。

⑦ 清洗过滤器壳体,然后按顺时针方向,把过滤器壳体装到过滤器头盖上,拧紧转矩为 $39\text{N} \cdot \text{m}$ 。

(8) 检查软管和管道 (每天)

① 注意事项

a. 从管路破损口喷出的高压液体能穿透皮肤,导致重伤。为了防止受伤,应用一块纸板找漏。

b. 小心不要让身体接触到高压液体,一旦身体接触到高压液体应立即到医院治疗。

c. 外漏的液压油和润滑剂可能引起火灾,造成事故,要及时擦干清洗。

② 检查步骤

a. 将挖掘机停放在坚实的地面上;将铲斗降至地面;关掉发动机,取下钥匙开关,把先导控制切断杆拉到锁住的位置。

b. 检查是否有遗失或松动的管路夹子、扭曲的软管、互相摩擦的油管,油冷却器是否损坏,法兰、螺栓是否松动,有无漏油。

c. 紧固、修理或更换任何松动、损坏或遗失的管路夹子、软管、油冷却器及法兰、螺栓。不要弯曲或碰撞高压管道。

d. 油冷却器要每隔 250h 全面检查一次。