



第8卷

农村实用技术常识之①

挖掘机 维修技术

国家启动的农村劳动力转移培训“阳光工程”，开展农村劳动力转移培训，是加快农村劳动力转移、促进农民增收的重要环节，也是提高农民就业能力、增强我国产业竞争力的一项重要的基础性工作。结合农业结构的调整，加强农村农民朋友职业技术教育，为解决“三农”问题提供技术服务，特编写本书。主要内容包括：家用电器维修养护技术、农用机械维修养护技术、建筑工程与设备系统维修技术、致富维修技术、实用职业技能技术等。

刘利生/主编 余志雄/副主编



陕西科学技术出版社

目 录

第一章 挖掘机综述	(1)
第一节 挖掘机的介绍	(1)
第二节 挖掘机的构成	(1)
第三节 挖掘机的发展历史	(2)
第四节 挖掘机的分类	(2)
第五节 全液压全回转挖掘机	(2)
第六节 挖掘机驾驶中应注意的问题	(3)
第七节 挖掘机械	(5)
第二章 挖掘机的主要类型	(7)
第一节 单斗挖掘机	(7)
第二节 链斗式挖掘机	(8)
第三节 全液压式挖掘机	(8)
第三章 挖掘机维修知识	(9)
第一节 挖掘机的维修	(9)
第二节 其他综合知识	(71)

第一章 挖掘机综述

第一节 挖掘机的介绍

挖掘机是用来开挖土壤的施工机械。这是用铲斗上的斗齿切削土壤并装入斗内,装满土后提升铲斗并回转到卸土地点卸土,然后再使转台回转,铲斗下降到挖掘机面,进行下一次作业。

主要用于工程建设,如:公路、桥梁、建筑、养殖池、地下工程、抢险开挖,等等。挖掘机主要特点是力气大,效率高,能完成人力所不能完成的工程,提高工作效率。一般工程队、建筑业、抢险部门,甚至私人(开挖养殖池、道路、开垦)都需要挖掘机。

据统计,工程施工中 60% 的土方工程是由挖掘机来完成的。此外,挖掘机在更换工作装置后还可以进行起重、打桩、夯土、拔桩、浇筑、安装、破碎、拆除、粉碎等多种作业。

第二节 挖掘机的构成

常见的挖掘机结构包括动力装置、工作装置、回转机构、操纵机构、传动机构、行走机构和辅助设施等。

从外观上看,挖掘机由工作装置、上部转台、行走机构三部分组成。

第三节 挖掘机的发展历史

最初挖掘机是手动的,从发明到现在已经有 130 多年了,经历了蒸汽驱动、电力驱动和内燃机驱动等多种驱动方式。

在 20 世纪 40 年代以后,液压技术在挖掘机上得到应用,20 世纪 50 年代研制出了今天人们常见的履带式全液压挖掘机。

挖掘机最重要的三个参数:整车重量(质量)、发动机功率和铲斗斗容。

第四节 挖掘机的分类

以下是常见挖掘机的分类:

挖掘机分类一:常见的挖掘机按驱动方式有内燃机驱动挖掘机和电力驱动挖掘机两种。其中电动挖掘机主要应用在高原缺氧与地下矿井和其他一些易燃易爆的场所。

挖掘机分类二:按照行走方式的不同,挖掘机可分为履带式挖掘机和轮式挖掘机。

挖掘机分类三:按照传动方式的不同,挖掘机可分为液压挖掘机和机械挖掘机。机械挖掘机主要用在一些大型矿山上。

挖掘机分类四:按照用途来分,挖掘机又可以分为通用挖掘机、矿用挖掘机、船用挖掘机、特种挖掘机等不同的类别。

第五节 全液压全回转挖掘机

现在的挖掘机占绝大部分的是全液压全回转挖掘机。

液压挖掘机主要由发动机、液压系统、工作装置、行走装置和电气控制等部分组成。液压系统由液压泵、控制阀、液压缸、液压马达、管路、油箱等组成。电气控制系统包括监控盘、发动机控制系统、泵控制系统、各类传感器、电磁阀等。

根据其构造和用途可以区分为:履带式、轮胎式、步履式、全液压、半液压、全回转、非全回转、通用型、专用型、铰接式、伸缩臂式等多种类型。

工作装置是直接完成挖掘任务的装置。它由动臂、斗杆、铲斗等三部分铰接而成。动臂起落、斗杆伸缩和铲斗转动都用往复式双作用液压缸控制。为了适应各种不同施工作业的需要,液压挖掘机可以配装多种工作装置,如挖掘、起重、装载、平整、夹钳、推土、冲击锤等多种作业机具。

回转与行走装置是液压挖掘机的机体,转台上部设有动力装置和传动系统。发动机是液压挖掘机的动力源,大多采用柴油。要在方便的场地,也可改用电动机。

液压传动系统通过液压泵将发动机的动力传递给液压马达、液压缸等执行元件,推动工作装置动作,从而完成各种作业。

第六节 挖掘机驾驶中应注意的问题

(1)挖掘机是经济投入大的固定资产,为提高其使用年限获得更大的经济效益,设备必须做到定人、定机、定岗位,明确职责。必须调岗时,应进行设备交底。

(2)挖掘机进入施工现场后,驾驶员应先观察工作面地质及四周环境情况,挖掘机旋转半径内不得有障碍物,以免对车辆造成划伤或损坏。

(3)机械发动后,禁止任何人员站在铲斗内、铲臂上及履带上,确保安全生产。

(4)挖掘机在工作中,禁止任何人员在回转半径范围内或铲斗下面工作停留或行走,非驾驶人员不得进入驾驶室乱摸乱动,不得带培训驾驶员,以免造成电器设备的损坏。

(5)挖掘机在挪位时,驾驶员应先观察并鸣笛,然后挪位,避免机械边有人造成安全事故,挪位后的位置要确保挖掘机旋转半径的空间无任何障碍,严禁违章操作。

(6)工作结束后,应将挖掘机挪离低洼处或地槽(沟)边缘,停放在平地上,关闭门窗并锁住。

(7)驾驶员必须做好设备的日常保养、检修、维护工作,做好设备使用中的每日记录,发现车辆有问题,不能带病作业,并及时汇报修理。

(8)必须做到驾驶室内干净、整洁,保持车身表面清洁、无灰尘、无油污;工作结束后养成擦车的习惯。

(9)驾驶员要及时做好日台班记录,对当日的工作内容做好统计,对工程外零工或零项及时办好手续,并做好记录,以备结账时使用。

(10)驾驶人员在工作期间严禁中午喝酒和酒后驾车工作,如发现,给予经济处罚,造成的经济损失由本人承担。

(11)对人为造成车辆损坏,要分析原因,查找问题,分清职责,按责任轻重进行经济处罚。

(12)要树立高度的责任心,确保安全生产,认真做好与建方沟通和服务工作,搞好双边关系,树立良好的工作作风,为企业的发展和效益尽心尽责,努力工作。

第七节 挖掘机械

挖掘机械是用铲斗挖掘高于或低于承机面的物料,并装入运输车辆或卸至堆料场的土方机械。挖掘的物料主要是土壤、煤、泥沙及经过预松后的岩石和矿石。

一般工程约 60% 的土方量、露天矿山 80% 的剥离量和采掘量是用挖掘机械完成的。挖掘机械分为单斗挖掘机和多斗挖掘机两类,单斗挖掘机的作业是周期性的,多斗挖掘机的作业是连续性的。

最早的挖掘机是以人力或畜力为动力,用于挖深河底的浚泥船,铲斗容量一般不超过 $0.2 \sim 0.3 \text{ m}^3$; 1833 - 1836 年,美国人奥蒂斯设计和制造了第一台蒸汽机驱动、铁木混合结构、半回转、轨行式的单斗挖掘机,生产率为 $35 \text{ m}^3/\text{时}$,但由于经济性差没有应用。20 世纪 70 年代经过改进的蒸汽铲正式生产并应用于露天矿剥离。1880 年又出现了第一批以拖拉机为底盘的半回转式蒸汽铲。

20 世纪初至 40 年代末,挖掘机进入动力和行走装置多样化的阶段。1910 年出现了第一台电机驱动的单斗挖掘机,1912 年出现了汽油机和煤油机驱动的全回转式单斗挖掘机,1916 年出产了柴油发电机驱动的单斗挖掘机,1924 年柴油机直接驱动开始用于单斗挖掘机上,履带式行走装置于 1910 年开始采用。轮胎式行走装置随着汽车工业的发展,广泛用于小型挖掘机。20 世纪 30 年代,出现了步行行走装置;50 年代中期,德国和法国相继研制出全回转式液压挖掘机,从此挖掘机的发展进入一个新阶段。

多斗挖掘机也有 100 多年的历史。法国于 1860 年生产了世界上最早的、结构比较成熟的多斗挖掘机,用于苏伊士运河开挖工程。1889 年,美国生产的多斗挖沟机可挖宽 0.29 米、深 1.4 米的沟渠。19 世纪末,斗轮挖掘机在德国褐煤采掘中得到广泛应用,至 1958 年,每个铲斗容量已达 3 600 升。1977 年,联邦德国制造了世界上最大的斗轮挖掘机,其生产率为 24 万米³/日。

挖掘机械一般由动力装置、传动装置、行走装置和工作装置等组成。单斗挖掘机和斗轮挖掘机还有转台,多斗挖掘机还有物料输送装置。

动力装置有柴油机、电动机、柴油发电机组或外电源变流机组。柴油机和电动机大多用于中、小型挖掘机械,用一台原动机集中驱动,两者可互换。柴油发电机组和外电源变流机组用于大、中型挖掘机械,用多台电机分散驱动。

行走装置主要用来支承机器、使机器变换工作位置和转移作业场地;另外,链斗式挖掘机和环轮式挖掘机的铲斗,随着行走装置的连续行走而切削土壤。行走装置有履带式、轮胎式、步行式、轨行式、浮游式和拖挂式等几种。

作业场地固定时要求接地比压较低时用履带式;作业场地多变时用轮胎式;因施工条件特殊而必须架设专用轨道时,用轨行式;挖掘水下泥土用浮游式;小型单斗挖掘机的行走装置无动力源时,用拖挂式;作业场地固定、机器重量大时,用步行式。步行式行走装置大多用于单斗挖掘机中的大、中型拉铲挖掘机和斗轮挖掘机。

第二章 挖掘机的主要类型

第一节 单斗挖掘机

一、单斗挖掘机的介绍

单斗挖掘机是挖掘机中最常见的一种。同多斗挖掘机相对应,单斗挖掘机只有一个挖斗。

单斗挖掘机是大型基坑开挖中最常用的一种土方机械。

二、单斗挖掘机的分类

根据其工作装置的不同,分为正铲、反铲、拉铲、抓铲4种,按行走方式分为履带式和轮胎式2类,按传动方式有机械传动和液压传动2种。

三、单斗挖掘机的作用

单斗挖掘机主要是一种土方机械。在建筑工程中,单斗挖掘机可挖掘基坑、沟槽,清理和平整场地。是建筑工程土方施工中很重要的机械设备。在更换工作装置后还可以进行破碎、装卸、起重、打桩等作业任务。

四、构成和工作原理

单斗挖掘机主要由发动机、液压系统、工作装置、行走装置

和电气控制等部分组成。液压传动系统通过液压泵将发动机的动力传递给液压马达、液压缸等执行元件。

第二节 链斗式挖掘机

用装在无端链上的多个铲斗连续挖掘、运送和卸料的挖掘机械。用于开挖沟渠、运河、整修边坡和矿场的剥离、开采以及料场作业。

链斗式挖掘机的工作装置由铲斗、斗链、斗架、带式输送机等组成。

链斗式挖掘机的基本技术参数为：铲斗容量、挖掘深（高）度、宽度、生产率、功率和机重。

链斗式挖掘机能连续作业，生产率较高，铲斗以其前缘和单侧边切削土壤。挖掘面成型整齐，但挖掘力较小，斗链易磨损，适用于土质纯一、硬度较低的大量土方挖掘。大型链斗式挖掘机在大型矿场（如露天煤矿）和大型水利工程中配套使用。小型挖沟机可以灵活适应管道及军事工程施工的要求。

第三节 全液压式挖掘机

液压挖掘机主要由发动机、液压系统、工作装置、行走装置和电气控制等部分组成。挖掘机的动作控制都由控制油路来实现控制阀的操作。故称为全液压式，有别于老一代挖掘机的控制阀是由拉杆、拉线等操作。

第三章 挖掘机维修知识

第一节 挖掘机的维修

一、挖掘机主泵异常噪声的排除方法

一台 PC200 -6 型全液压挖掘机在启动后,工作装置可实现各种动作,但主泵却发出了异常噪声。

初步分析,认为是泵吸空或者是油路中混入了空气所致。故先将工作装置调整至油位检测位置,检查发现液压油箱的油位处于油标的低位以下,属缺油的位置。经询问驾驶员知,通向斗杆缸无杆腔的高压油管的密封圈在工作中因漏油而更换过,但更换后没有及时检查油位。因此,首先给液压油箱加油至标准油位,试机表明异常噪声虽有所降低,但仍然存在;然后,通过主泵排气阀对主泵进行排气后重新试机,发现异常噪声还是存在,说明此噪声不可能完全是由泵吸空而引起的。

接下来,对液压油箱的吸油滤芯和回油滤芯均进行了检查,发现吸油滤芯变黑、有油泥,而回油滤芯上粘有褐色金属颗粒,为此更换了上述滤芯;考虑到回油滤芯上粘有褐色的金属颗粒,因此将主泵的油液放出并进行了检查,发现也有褐色的金属颗粒;同时,解体检查主泵时发现,活塞、配流盘、斜盘等无损坏现象,而滑履产生了磨损。将其更换后,严格按照要求进行了装配,

清洗了液压系统并换油,当再次启动试机时,异常噪声消失,故障已被排除。

通常情况下,主泵周围产生异常噪声的可能原因如下:

液压油不够造成主泵吸空;吸油管路中混入了空气;吸油滤芯堵塞导致主泵吸空;主泵内部磨损,致使主泵工作出现异常噪声。

本例中异常噪声是由于液压油不够和主泵内滑履磨损两方面的原因噪声的。其原因是:更换密封件后没有及时检查油位,导致液压油不够,使主泵产生吸空现象;混入空气的油液流经主泵时,滑履在某些瞬间浮不起来或浮起不充分,导致滑履与斜盘之间不能形成良好的润滑油膜,使滑履磨损,最终引起主泵工作产生异常噪声。

二、CAT320 液压挖掘机行走慢、无力故障排除

1. 所有执行机构均无力

(1)操作操纵手柄,如没有听到发动机加油的声音,可通过打开自动控制系统维修程序的数据输出(也可拔出压力继电器接头,操纵控制手柄,用万用表检查压力继电器,正常应接通),操纵控制手柄,检查压力继电器是否失效,如失效则更换,否则检查发动机转速,如转速不正常则检查维修发动机。

(2)检查系统是否有空气,假若有则进行排气。

(3)检查吸油滤清器是否堵塞,堵塞则更换滤清器。

(4)检查泵的出油管是否通畅。

(5)检查先导压力:在先导压力测压点上接上 60bar(1bar = 10^5 Pa)的压力表,看压力是否符合规定(标准为 34.5bar),如不符则调节先导压力控制阀,若调不起则检查先导压力控制阀:阀

芯是否磨损(更换或维修)、调节弹簧(标准长度为 53.8mm)疲劳或折断(更换弹簧)、是否卡住(清除异物),正常则可能先导致齿轮泵有故障,维修或更换齿轮泵。

(6)检查安全阀压力:在两泵的测压口接上两个 600bar ($1\text{bar} = 10^5\text{Pa}$)的压力表,然后卡住履带,操作行走先导手柄,如泵的压力不正常(标准 343bar),则调整主安全阀压力至规定值,如压力不能提高,则检查并排除主安全阀故障,主要有:①安全阀阀芯锥面被异物卡在开的位置(清除异物);②调节弹簧疲劳或折断(更换弹簧);③安全阀密封锥面磨损严重,关闭不严(修复或更换);④阻尼孔堵塞(清除堵塞),如泵的压力正常进行下一步。

(7)检查换挡压力:换挡压力假若太高则会使泵的流量过小,造成动作缓慢无力,可在换挡压力测压口接上 60bar ($1\text{bar} = 10^5\text{Pa}$)的压力表,启动维修程序,看显示屏所显示的数据是否正常、与压力表的读数是否相等,如不正常,可通过维修程序进行调整,如不能调则检查清洗比例阀,排除比例阀故障,若比例阀正常而换挡压力无法调整则进行电气系统的故障排除。

(8)检查两条逆向流量控制油管是否堵塞(或液控活塞是否卡),如堵塞则清除(解除卡滞);

(9)检查泵的流量:发动机转速 1 800r/min,输出压力 9 800kPa,则泵的流量为 180 L/min,使用极限为 170 L/min,如流量太小,可调节泵的流量调节螺栓来调整流量,如无法达到要求,则可能:①配油盘与铜缸体配合面磨损(研磨配合面);②压紧弹簧疲劳或折断(更换弹簧);③柱塞与孔配合间隙太大(维修或更换柱塞与铜缸体);④泵伺服活塞卡在小流量位置(清除异物);⑤伺服阀发卡(清除异物);⑥伺服阀弹簧疲劳或折断

(更换)。

2. 只有行走机构无力

(1)操作行走控制手柄,听发动机声音,否则检查维修发动机。

(2)行走先导油压低:检查行走先导压力,把行走压力开关接头上面的螺塞拧出,接上 60bar(1bar = 10^5 Pa)的压力表,操作行走先导手柄(推到底应大于 30bar(1bar = 10^5 Pa),部分推应 18bar(1bar = 10^5 Pa)左右);不正常则检查维修或更换先导阀,主要是:行程不够(调整)、调压弹簧太软(更换)、阀杆卡住或磨损(清除堵塞物或维修、更换)。

(3)检查互射式溢流阀压力:在前后泵的测压口接上 600bar(1bar = 10^5 Pa)的压力表,卡住履带,操作行走操纵杆,正常压力应为 368bar(1bar = 10^5 Pa),如压力不正常则试调互射式溢流阀的溢流压力,如不能调高则检查互射式溢流阀,主要检查调压弹簧是否疲劳(更换)和密封锥面(研磨)、如被异物卡住则清除异物,若互射式溢流阀正常而压力调不高,则进行下一步。

(4)检查中央回转接头的泄漏情况:把左(右)边的两个高压管接头拆开并用堵头堵住,操纵行走操纵杆,假若回转接头的两个油口有大量的油流出,说明泄漏严重,维修更换密封件(或回转接头),正常则进行下一步。

(5)检查马达泄漏:拆开马达泄油管,从泄油口接一根油管到一个容器中,操纵行走操纵杆,如泄漏严重,则维修更换马达;马达泄漏量为在 200bar(1bar = 10^5 Pa)压力下,每分钟不超过 15L;(也可这样检查:拆开马达高压油管,用堵头堵住,读出压力值,如压力比原来高,则为马达泄漏)。

(6)检查多路阀:假若多路阀阀杆被卡在半关闭的位置或

配合间隙太大泄漏严重,将会造成动作无力,前一种清除异物即可排除,后一种则需修配阀杆阀套(检查多路阀的泄漏情况也可用如下方法:拆下泵的逆向流量控制管接头,接上三通接头和60bar($1\text{bar} = 10^5\text{Pa}$)的压力表,行走操纵手柄推到底,根据我的经验,压力表读数小于 $2 \sim 4\text{bar}$ ($1\text{bar} = 10^5\text{Pa}$)仍属正常,此法仅作比较用)。

(7)制动解除不彻底:不能完全解除的原因主要有:①制动先导阀被异物卡住(清除);②制动缸油封损坏泄漏(更换密封件);③平衡阀至制动先导阀油道堵塞(清除)。如都正常则可能马达轴承或减速机构卡滞,检查并清除异物。

我们在维修实践中曾经碰到这样的情况,行走无力且发动机有失速倾向,按第1中的(1)和第2中的(4)进行检查,发现压力继电器失效,回转接头密封件全部碎烂,吸油滤清器被密封件的碎片堵塞,经过更换密封件,清洗液压系统,工作正常;再有一例:有一台CAT320挖掘机出现这样的情况,当陷在泥中转弯时,即无法进行,其他都正常,我们经过检查发现压力都很正常,后来了解到因高压油管裂,工地的维修人员一时买不到正厂件,用其他元件更换,此后就出现此故障,我们认为可能是油管通流面积略小,其他动作变化不明显,平地转弯和爬坡也正常,可是碰到阻力很大的转弯时,就转不动,更换正厂件油管后工作完全正常。

三、挖掘机“动臂优先”功能失效原因及维修

液压挖掘机的主要作业工况是挖掘和装车。对这两种工况,动臂的起升速度是决定工作循环时间的主要因素,动臂起升速度越快,循环时间就越短,机器的工作效率也就越高。为提高

动臂的起升速度,卡特彼勒界 OB 系列挖掘机除了将动臂起升、斗杆外伸和斗杆内收动作设计由双泵合流完成外,还通过电控方式在机器联合动作需要动臂快速起升时取消斗杆内收的合流功能,进一步加快动臂起升的速度。对动臂的这种控制方式称为“动臂优先”模式。

挖掘机在进行装车或开沟作业时,动臂起升和斗杆内收一般是同时进行的,由于动臂和斗杆都具有双泵合流功能,两泵会同时向动臂缸和斗杆缸供油,在发动机功率允许的条件下,哪个动作需要的油量多,就给它多供一些油;而在动臂快速起升时,发动机接近满负荷,此时若想动臂起升更快一些,就不得不减少向斗杆缸的供油量,即“动臂优先”工作模式。但“动臂优先”工作模式,并不是动臂一直工作于“优先状态”,只是在需要动臂快速起升时,才让动臂处于“优先状态”。

当动臂起升时,来自动臂起升先导控制阀的先导油使动臂控制阀动作,将上主泵的油导向动臂缸大腔;当先导油油压大于 2 250kPa 时,动臂合流阀动,将下主泵的油也导向动臂缸大腔,此时动臂缸处于双泵合流供油状态,使动臂快速上升。在控制系统方面,按下“动臂优先”按钮,当动臂起升先导油油压大于 $2\ 646 \pm 196\text{kPa}$ 后,装于先导油管路上的动臂优先压力开关闭合,电脑收到闭合的信号后,使精细控制电磁阀得电,使斗杆合流阀的先导控制油路接通系统的回油路,此时斗杆合流阀处于中位。这样,在动臂快速起升过程中即使内收斗杆,也能保证动臂快速升起。

“动臂优先”功能失效的症状一般表现为动臂起升速度变慢,而此时机器的其他动作尚属正常。由此表明液压系统中的公共部分没有问题,故障原因可缩小在动臂缸的液压主系统、先

导控制部分以及“动臂优先”的电控部分。

1. 动臂缸液压主系统和先导控制部分

(1) 动臂起升先导控制阀工作不良。不能将先导油准确地送到动臂控制阀与动臂合流阀。可通过测量先导油路的油压断定;缓慢操作先导手柄时,先导挖掘阀的输出油压应能连续地在294~3727kPa之间变化。假若不能,应拆检动臂起升先导挖掘阀,检查其元件有无磨损、损坏或卡死,并应检查计量弹簧是否符合要求。

(2) 动臂控制阀与其合流阀工作不良。检查阀芯运动有无发卡现象,阀芯、对中弹簧及固定件有无问题,必要时进行修理、更换。

(3) 动臂缸内漏严重。可通过流量测试进行准确的诊断,或直接拆开缸检查,必要时更换有关零件。

(4) 动臂缸油路压力安全阀有问题。用压力表测安全阀的调定压力值,如不在 $(36\ 800 \pm 1\ 470)$ kPa的范围内,应予以调整或更换。

(5) 动臂防降阀有问题。检查阀芯有无发卡、损坏现象,必要时进行修理或更换。

(6) 操作不当。假若在动臂快速起升的同时又快速收斗杆,此时斗杆控制先导油会将动臂合流阀的阀芯推向中立位置,从而使动臂缸处于单泵供油状态。

2. “动臂优先”的电控部分

(1) 监控板有问题。按下监控板上的“动臂优先”按钮,确认“动臂优先”指示灯是否已亮。如指示灯不亮或不能稳定,应更换监控板。

(2) 压力开关不能向电脑发出正确的信号。利用电脑可显