

中国机械工程学会设备与维修工程分会
“工程机械日常使用与维护丛书”编委会

组编



工程机械日常使用与维护丛书

挖掘机械 日常使用与维护

徐国杰 等编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



工程机械日常使用与维护丛书

中国机械工程学会设备与维修工程分会
“工程机械日常使用与维护丛书”编委会 组编

挖掘机日常 使用与维护

徐国杰 杨申仲 李 凯 王文兴 等编



机械工业出版社

本书是由中国机械工程学会设备与维修工程分会组织编写的“工程机械日常使用与维护丛书”中的一本。

本书共分四章。第一章简要介绍我国挖掘机械行业发展的情况。重点强调了节能、创新是挖掘机械行业发展的必由之路。第二章对挖掘机械液压系统、液压传动等系统进行了重点介绍,使相关人员能便捷地了解 and 掌握挖掘机械设备的性能。第三章主要介绍挖掘机械驾驶操作、燃油管理、润滑管理、使用与保养管理、运输与牵引、检查与维修,以及挖掘机械操作技巧、冬季使用挖掘机械注意事项等内容。第四章主要介绍挖掘机械检测诊断、挖掘机械修理误区、蓄电池故障排除及维护、空调及空气滤清器故障排除、燃油系统故障排除、液压系统维护与故障排除等;将大量故障排除案例,提供给相关人员参考应用。

本书针对挖掘机械设备使用、维护保养、管理、维修人员,提供大量实用知识和实际案例参考选用。

图书在版编目(CIP)数据

挖掘机械日常使用与维护/徐国杰等编. —北京:
机械工业出版社, 2010. 4

(工程机械日常使用与维护丛书)

ISBN 978-7-111-30108-0

I. ①挖… II. ①徐… III. ①挖掘机—使用②挖掘机—维修 IV. ①TU621

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 045343 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 沈红 责任编辑: 沈红

版式设计: 霍永明 封面设计: 鞠杨

责任校对: 李秋荣 责任印制: 王书来

三河市宏达印刷有限公司印刷

2010 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

140mm × 203mm · 6. 125 印张 · 145 千字

0 001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-30108-0

定价: 17.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821

封面防伪标均为盗版

工程机械日常使用与维护丛书

编 委 会

主 任 邢 敏

副主任 洪孝安 杨申仲

编 委 (按姓氏笔画为序)

马 彪 刘林祥 沈 红

李 凯 岳福林 杨申仲

洪孝安 徐小力 蒋世忠

《挖掘机日常使用与维护》编写人：徐国杰 杨申仲 李 凯
王文兴 杨 炜 谭根龙
李秀中 朱同裕

序 言

随着我国经济建设不断发展，工程机械在国内外市场需求量越来越大，工程机械已经成为我国基础设施建设、交通、港口码头以及工矿企业进行装卸、起重、运输、牵引等作业必备的机械设备之一。为了更好地使有关工程机械设备相关行业以及工矿企业的从业人员能便捷地熟悉和掌握各种工程机械的性能、使用、维护保养和排除故障要求，做到合理选用，更好地发挥设备效能，中国机械工程学会设备与维修工程分会和机械工业出版社组织编写“工程机械日常使用与维护丛书”。可供工程机械设备管理、操作和维修人员学习、查阅，也可作为专业培训教材使用。

已经确定编写和准备出版的有《挖掘机械日常使用与维护》、《装载机械日常使用与维护》、《推土机械日常使用与维护》、《混凝土机械日常使用与维护》、《压实机械日常使用与维护》、《汽车起重机日常使用与维护》、《叉车日常使用与维护》等。

还有《路面机械（平地机、摊铺机）日常使用与维护》、《凿岩机械气动工具日常使用与维护》等书正在落实编写单位和人员。

我们对积极参加组织、编写和关心支持丛书编写工作的同志表示感谢，也热忱欢迎从事设备管理与维修工程的行家积极参加丛书的编写工作，使这套丛书真正成为从事工程机械设备使用、管理与维修人员的良师益友。

中国机械工程学会设备与维修工程分会

2009年10月

编写说明

挖掘机械是世界工程行业内公认的土石方机械的主力机型。据统计，目前我国工程机械保有量已经超过 200 万台，其中挖掘机械为 40 万台，每年消耗燃油为 4500 万 t。目前，我国挖掘机械企业所掌握的主要是产品集成技术，技术上尚不完善，核心配套件仍然依赖进口，在挖掘机械的使用操作、维护保养上还存在薄弱环节。

本书共分四章。第一章由杨申仲、杨炜、李秀中、谭根龙编写；第二章由徐国杰、李凯、王文兴、杨申仲编写；第三章由徐国杰、杨申仲、李凯、李秀中、杨炜编写；第四章由徐国杰、杨申仲、李凯、王文兴、杨炜、朱同裕、谭根龙编写。

本书可供设备管理、操作和维修人员参考，也可作为专业培训教材使用。

编者

2010 年 2 月

目 录

序 言

编写说明

第一章 挖掘机械的发展	1
第一节 我国挖掘机械的发展现状	1
第二节 节能、创新是挖掘机械行业发展的必由之路	4
第二章 挖掘机械的结构	8
第一节 传动及液压系统	8
第二节 执行系统	27
第三章 挖掘机械使用与维护	39
第一节 挖掘机械驾驶操作	39
第二节 燃油管理	40
第三节 润滑管理	41
第四节 使用及保养管理	41
第五节 运输与牵引	54
第六节 检查与维修	59
第七节 挖掘机械的操作技巧	76
第八节 冬季使用挖掘机械	84
第四章 挖掘机械故障排除与检测诊断	88
第一节 挖掘机械检测诊断	88
第二节 挖掘机械修理误区	92
第三节 蓄电池故障排除及维护	95
第四节 挖掘机械空调及空气滤清器故障排除	104
第五节 挖掘机械燃油系统故障排除	113
第六节 挖掘机械液压系统维护与故障排除	117

第七节	典型挖掘机械的故障排除	135
第八节	挖掘机械其他装置维护及故障排除	178
参考文献	186

第一章 挖掘机械的发展

挖掘机械是世界工程机械行业内公认的土石方机械的主力机型。自 1995 年以来，卡特彼勒、神钢、小松、日立、斗山、现代重工等世界知名品牌公司先后以合资或独资在中国布局，一直到 21 世纪初中国市场 95% 的挖掘机被外资品牌所占领。时至今日，这个局面正在逐步改变，广西柳工集团有限公司（简称柳工）、三一重工集团有限公司（简称三一重工）、广西玉柴重工有限公司（简称玉柴重工）、湖南山河智能机械有限公司（简称山河智能）等企业正在逐渐构建中国自主品牌的阵营。在这些企业中，柳工和三一重工的产品是以中型挖掘机为主，玉柴重工和山河智能则侧重小型挖掘机。

第一节 我国挖掘机械的发展现状

随着生产技术的不断改进，我国挖掘机械市场近 10 年平均每年以 30% 速度递增，国内企业为了获得更大的投资收益，在生产规模和产品质量上不断提升。依托国际市场的定价和国内市场的原材料、人力资源等成本优势，我国挖掘机产品投资价值极具吸引力。但是我国挖掘机械出口量占总销售量比例仍很小，出口产品主要以小型挖掘机为主，行业中产销量近 80% 为日、韩、美等外资企业所占有。

1. 挖掘机械产品还存在差距

我国企业生产的挖掘机械装配了国际知名品牌的液压元件、配套件等，主机性能与国外产品相比差距不大，但在可靠性和技术细节上仍有待进一步提高。具体体现在多个方面，即外观设计、操纵性、零部件匹配、加工制造精细性等方面都不同程度地存在一些差距。主要原因是我国企业在产品技术研发试验、

模具、工装设计等方面的投入还远远不足。

为了迅速提高产品质量，我国挖掘机械主要制造企业一般都选择国际优秀公司为标杆，从加工工艺、产品性能等多方面学习，努力创造特色产品，完善自己的产品线。如玉柴重工在我国小型挖掘机械制造上产品系列完善、产品性能稳定性相对较好。这与他们花很多精力做液压元件等匹配调试的对比试验是分不开的。这些试验需要有经验的技术工人利用测试扫描仪、动态测试仪、压力流量测试仪等先进的现代测试仪器，根据发动机、泵、马达和阀的液压、液力、流量及适应各种工况的问题，设计、调整匹配方案；并对不同的方案反复进行判断、评价、分析，选择最佳方案，应用于主机装配，提高整机的稳定性和可靠性。

主机的可靠性，除了与液压元件、结构件等装配的精密性有关外，还有多方面的因素。客户不能规范使用产品，如整机保养、维修、油品更换不及时等也会造成产品故障，国内不少厂家已经发现这一问题，并开展创新售后服务模式，延长产品的使用寿命，提升品牌价值。

2. 增强智能化应用

挖掘机械在液压方面的主要发展趋势是电液控制智能化，这一技术的成熟使用将加快系统响应，使整个动力系统控制更加方便、灵活。计算机技术在挖掘机械上的应用能够自动监测液压系统和柴油机的运行参数，如压力、柴油机转速等，并根据这些参数自动控制整个动力系统在高效率节能状态下运行。根据监测到的运行参数还可以进行故障诊断，便于维护。

借助计算机控制技术，泵与发动机的匹配控制将进一步“智能化”，实现一体化控制。在这种控制中，控制器能根据工作状况的变化，自动把泵与发动机的匹配调试到最佳状态，在保证输出功率满足工作需要的同时，将燃油消耗量降至最低。

智能化的进一步应用，使得动力系统内部一些控制元件能够随着挖掘机械具体工作状况而改变，从而提高工作效率，使

操纵变得更容易。智能挖掘机自动控制程度高，能够自动加压、自动调整挖掘状态，是挖掘机发展的一个趋势。

未来的挖掘机械将在节能、节油等方面做得更好。在综合考虑成本的前提下，改进结构件装配，尽可能地提高工作效率，减少无效的能量损失，从而达到节能的目标。如优化产品配置、提高发动机的效率、减轻工作装置质量、减小转动惯量等。根据工况的变化，利用电控泵自动调节发动机与泵的匹配，使其达到最佳效果，进一步提高有效功率，减少油耗。

3. 逐步树立挖掘机械品牌

未来的我国经济建设任务很重，中西部地区和东北地区随着经济建设的加快和施工项目的增多，挖掘机械市场需求空间很大；国际上（尤其是西欧和北美地区）大型工程、基础建设的继续开展，大中型挖掘机的市场需求量仍然很大。作为代替人力施工的中、小型挖掘机无论国外还是国内都将有很大的需求，尤其是在工业生产发展程度较高的国家和地区。

国内许多工程机械生产制造商看好这一市场潜力，相继投入挖掘机生产，利用较低的价格在竞争中分得产品利润。玉柴重工、山河智能等企业集中精力完善小型挖掘机产品系列、走高端产品路线，以及柳工专注大中吨位挖掘机，扩大产品线、提高产品质量、研制特色产品的发展战略，占领更大市场份额。同时需要国家进一步引导产业布局，切实提高资源利用率，增强我国挖掘机械的国际竞争力。

产品品牌化竞争的市场态势下，我国挖掘机械制造企业应当有效控制成本，适应国际、国内市场的需求，采取审慎、灵活的应对策略。国内市场上销售的中低端产品的液压件、发动机一般选择或定制成本相对低、供货灵活的国内优质产品。国际市场上销售的产品大部分采用 YANMAR（洋马）、PERKINS（珀金斯）等国际知名品牌的专配发动机，销往对产品要求较高的国家和地区的主机，还配置了满足排放标准的柴油机，更加注重主机的节能、减排、操纵简单和驾驶室的舒适性。这些措

施既保证了企业利润的增加,又扩大了产品的市场占有率,有利于品牌的推广和企业在生产、研发等环节的资金投入。由于未来社会人们生活水平进一步提高,提出走中高端产品路线的发展思路,根据企业实力和发展规划创造自己品牌的特色产品。

特色赢得品牌,我国挖掘机械主要制造企业在学习中不断创新,进一步提高产品性能、增强竞争力,逐步扩大国内外市场占有率。如果我们能在产品研发、生产工艺方面投入更多的资金和精力,关注产品生产加工细节、装配精密性,提高整机性能,制造品牌化的特色产品。

4. 挖掘机械市场较为乐观

2009年以来,基于国内基础建设投资和房地产投资维持高位、保增长的经济刺激政策带动下,国内挖掘机械需求保持旺盛。从目前各方面了解的情况来看,一季度全国挖掘机械销量持续增长,二季度销售虽出现下滑,但6、7月份挖掘机械销售同比出现较大幅度增长,8月份情况将更为乐观。

从机型销量分析,20~25t级通用型挖掘机以及30t以上矿用挖掘机销量比例继续提高,而10t级以下的小型挖掘机销量受到出口下降等因素影响,市场份额出现较大幅度下降。

从销售市场来看,铁路建设成为2009年上半年挖掘机械市场需求的动力;公路、水电、城建、市政仍为国内挖掘机械主要销售市场;石油天然气、矿山、以及租赁、出口等市场2009年1~7月则出现显著的下降趋势,下半年销量与上半年相比持平,因此2009年全年销量与2008年销量接近。

第二节 节能、创新是挖掘机械行业发展的必由之路

1. 节能减排为主旋律

通过进行科学的比较和分析,摸清各品牌挖掘机的节能情况,为今后制定挖掘机械节能标准提供依据。节能状况特别好的和比较好的产品将贴上不同的环保节能标志。今后节能、高效的挖掘机将成为市场的主旋律。

回顾挖掘机械行业发展历程，作为基础设施建设的重要机械设备，它在为人类做出重大贡献的同时，也存在着破坏环境、消耗资源的负面角色。为了减少环境污染，目前各国政府纷纷出台政策和法规，强制机动车辆的排放指标，禁止排放超标机动车的使用。特别是美国和欧盟明确规定了非公路机动车设备的排放标准。除此之外，日本等国对低排放和零排放的机动车生产和使用也都给予优惠的政策。为了鼓励工程机械的节能减排，近年来，我国也出台了一系列相关的法规，并逐步与国际接轨。

对于工程机械特别是挖掘机最终用户来说，节能将为其带来可观的经济效益。据统计，目前，我国主要工程机械保有量已经超过 200 万台，其中挖掘机占 40 万台，每年消耗燃油约为 4500 万 t。如果我国工程机械行业通过科技创新，采取有效的节能技术，使工程机械产品节能 10%，每年将节省燃油 450 万 t，节约 250 多亿元的资金，并大大降低废弃物的排放。

2. 创新是发展之根本

为了早日实现节能减排的目标，企业应加大技术创新力度，把更多的新技术应用到工程机械领域，因而创新人才就逐渐成为企业提高自主创新能力的第一要素。

在工程机械创新浪潮的推动下，以三一重工、柳工、玉柴重工、山河智能等为代表的本土企业在创新的道路上正在不断摸索、突破和超越，并快速成长起来。在经济全球化的大背景下，本土品牌企业要想在全球市场上立足，在挖掘机高端市场上拥有一席之地，除了自主创新掌握核心技术、掌握研发的主动权外，别无选择。

20 世纪末，在一股强大的合资、独资浪潮的冲击下，老牌的本土挖掘机制造企业纷纷退出市场。进入新世纪，以柳工、三一重工、玉柴重工、山河智能等为代表的一批新生本土企业承担起挖掘机械行业从退出市场到再生的重任，并一步一步地壮大起来。

2007年,我国挖掘机行业包括中外合资、外商独资、国有、民营等挖掘机制造公司共销售(包括外销)挖掘机近7万台,其中11家外资企业销售5.4万台,13家本土品牌企业销售1.6万台,本土品牌企业市场占有率23%。从机型上看,外资品牌大型挖掘机销量为3.8万台,13t以下的小型挖掘机为1.5万台。其中,小型挖掘占总销量的28.7%,中、大型挖掘机占71.3%;而本土企业大型挖掘机销量为4800台,小型挖掘机为8700台,小型挖掘机占总销量的64.7%,中、大型挖掘机占总销量的35%。

分析上述数据可以得出以下结论:一是外资企业市场销售以中、大型挖掘机为主;本土品牌挖掘机销售以小挖为主。虽然2007年本土企业挖掘机销售量已占市场总量的23%。但销售额远达不到23%。二是2007年包括外资企业在内,小型挖掘机占市声总量约为35%,全国小型挖掘机的产销量约占全球市场总量的45%~50%。而本土企业只有30%多一点,发展空间还很大。随着市场需求的进一步扩大,预计我国挖掘机行业产销量很快会达到10万台,不但中、大型挖掘机销量会连年增加,小型挖掘机的增量也将高达几万台,行业发展前景值得期待。

3. 建立健康、稳定的市场

2009年7月份,挖掘机行业销售5651台,环比下降13%,同比增长31%;8月份,挖掘机行业销量6172台,环比增长9%,同比增长50%,成为今年以来同比增幅最大的月份。

从2007年和2008年中国的挖掘机机械销量连续两年超过10万台(包括进口的新机和旧挖掘机)的业绩分析,预计今后3~5年,我国挖掘机市场会继续呈现较大幅度的增长,但不会出现每年40%以上的上升速度。由于我国是一个正在进行大规模经济建设的发展中国家,GDP的增长率高于世界上许多工业化国家。在这个前提条件下,工程机械特别是挖掘机的需求逐年增长是必然的。但是我国历来强调中国挖掘机行业需要健康、稳定发展,行业的竞争要有利于产品质量和服务水平的提

高，最大限度地保证挖掘机用户的利益。

近几年，挖掘机销售量连年大幅增长，产品销售价格上去了，产品质量、服务水平却没有上去，产品质量纠纷越来越多，甚至名牌产品的质量投诉也有增无减。因此，维护和保障中国挖掘机械市场的健康、稳定发展是挖掘机行业共同的责任。

4. 挖掘机械行业发展新步伐

为了推进我国挖掘机械行业发展新步伐，近期要加强以下几方面工作：

1) 提倡尽量使用新的或机况好的挖掘机，以降低能源消耗和减轻污染物的排放。

2) 强制性淘汰国内使用年限过长、效率低、污染严重的挖掘机。应制定一个行业标准，并建立一个与此相适应的激励机制与其配套。

3) 逐步淘汰斗容量在 4m^3 以下的机械式挖掘机。

4) 强制性规定，不准使用灌装水泥、废铁块以及别的废弃物作为配重物，以免污染环境。

5) 严格执行国家发改委发布的从 2007 年 7 月 1 日开始正式实施的《进口二手挖掘机验收规范》，严禁不合格的高能耗、高污染的挖掘机进口。

6) 在研究和分析当前品牌挖掘机节能状况的基础上，尽快制定出一个先进的、具有当代国际先进水平的挖掘机械节能标准。

第二章 挖掘机械的结构

挖掘机械的结构主要由机械系统、传动及液压系统、制动系统和电气系统等组成。液压挖掘机械的工作部件中主要有液压泵、液压马达、液压缸、分配阀（控制阀）操作手柄、比例压力控制阀、油箱和发动机等。

第一节 传动及液压系统

1. 液压传动与机械传动的比较

(1) 优点

1) 在一个范围内实现无级变速和保持一个恒定的发动机转速。

2) 平稳精确地控制方向切换。

3) 液压油路取代机械系统，减少了保养和调整项目。

(2) 缺点

1) 液压系统成本高于机械系统。

2) 部分能量通过热能的形式消耗，与机械系统相比，动力损失要多一些。具体见图 2-1。

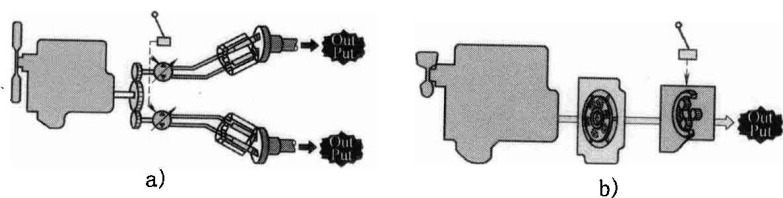


图 2-1 液压传动与机械传动的比较

a) 液压传动 b) 机械传动

2. 传动与液压系统

(1) 油的流向 见图 2-2。

- 1) 泵从油箱吸入低压油。
- 2) 泵产生高压油。
- 3) 控制阀分配压力油到液压马达。
- 4) 高压油通过液压马达产生机械动力。
- 5) 低压油回到油箱。

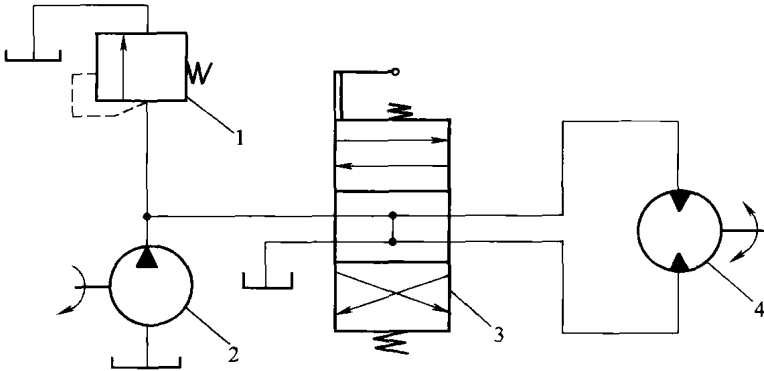


图 2-2 油的流向示意

1—溢流阀 2—主泵 3—控制阀 4—液压马达

(2) 开环系统 开环系统制造成本较低，几乎很少用于需要高速和高精确性的地方。开环系统广泛用于工程机械，如挖掘机的行走马达或回转马达、推土机的液压操作系统和压碎机的传动或驱动系统等，见图 2-3。

(3) 闭环油路 见图 2-4。

- 1) 油路包含供液压泵油路。
- 2) 液压泵产生油流和控制方向。
- 3) 油驱动液压马达产生机械驱动力。
- 4) 低压油供给泵的入口。

5) 高制造成本的闭环系统能克服开环系统不能提供的作业保障，同时可以保证挖掘机控制简单，以及柔和地、容易地控制前进和后退，见图 2-5 和图 2-6。