

工程机械设计与维修丛书

轮式装载机

杨占敏 王智明 张春秋 等编著



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

工程机械设计与维修丛书

轮式装载机

杨占敏 王智明 张春秋 等编著



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

轮式装载机/杨占敏等编著. —北京: 化学工业出版社, 2005. 8

(工程机械设计与维修丛书)

ISBN 7-5025-7551-0

I. 轮… II. 杨… III. ①轮胎式装载机-机械设计
②轮胎式装载机-维修 IV. TH243

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 097213 号

工程机械设计与维修丛书

轮式装载机

杨占敏 王智明 张春秋 等编著

责任编辑: 任文斗 张兴辉

文字编辑: 徐卿华

责任校对: 陈 静 于志岩

封面设计: 尹琳琳

*

化学工业出版社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 20 字数 490 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7551-0

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序

近年来,在国家宏观调控政策的影响下,我国工程机械产业进入了加速增长阶段,呈现出前所未有的繁荣态势。工程机械装备已经成为我国国民经济发展的支柱产业之一,占据世界工程机械总量第七位。随着国家西部大开发战略的实施,南水北调工程、西电东送工程、青藏铁路工程的启动,迎接北京 2008 年奥运会的基础设施及场馆建设、推进乡镇农村经济发展、上海黄浦江两岸开发及世博场馆的投入、振兴东北老工业基地等众多国家发展战略的实施,都为国内工程机械产品市场的发展提供了良好的空间,同时也必将有力地拉动相关产业的发展。

据介绍,亚洲其他国家、拉丁美洲和非洲的一些国家最近也相继出台了大规模扩大公路及其他公共设施建设的项目计划,这无疑对工程机械的需求将大幅度增加,也为我国工程机械发展全球市场策略提供了最具竞争力的契机。

从 20 世纪后期开始,国际上工程机械装备的生产注重向大型化、微型化、多功能化、专用化和智能化的方向发展。德国、美国和日本当属工程机械强国,利勃海尔公司(德国)、卡特彼勒公司(美国)、沃尔沃集团(瑞典)、小松制作所(日本)等公司的产品以设计先进、安全可靠、使用寿命长而著称。

我国工程机械行业几经洗礼和经过业内人员的不懈努力,在国际市场上充分显示了强大的生命力。在我国工业化发展进程中,工程机械行业已经由初始发展阶段逐渐走向成熟时期。一些主导产品的研发、设计和制造水平都有相当程度的提高,某些产品质量也达到了用户认可的水平。同时,由于其产品价格相对低廉,在国际市场上具有一定的竞争力。在国内市场处于激烈的成本-价格、质量-规模竞争的形势下,中小型国产工程机械产品在我国显现出了强大的市场占有潜力。但是国际经济市场的变化无时无刻不在冲击着现有的市场份额,市场的占有份额又无时无刻不在重新组合。我国的工程机械行业如何能够继续发展、如何能够尽快提升到我国工业化的第三阶段——强壮期阶段,即无论是对产品的研究、开发、生产以及产品的综合质量和售后服务都进入国际先进行列等问题,都需要认真加以思考。

现在,我国工程机械行业的发展已经有了很好的基础,产品门类,生产规模,大、中、小企业构架和发展环境都比较好,但同国际先进的工程机械制造厂家相比差距还比较大,主要表现在产品的可靠性、使用寿命、绿色工程设计、高新技术的创新应用以及管理模式上。相对而言,我国自主开发能力还比较薄弱,有自主知识产权的产品技术较少,新产品的关键技术大部分还依赖于引进国外技术;另一方面对国外先进技术的消化、吸收、创新不足。其次,对市场反映速度慢,产品更新周期较长。而美国一些机械企业 1990 年已做到了三个“3”,即产品的生命周期为 3 年,产品的试制周期为 3 个月,产品的设计周期为 3 个星期。我国工程机械的规格还有空缺。以上事实表明:中国工程机械市场虽然仍可保持持续增长的趋势,但是中国工程机械行业的技术发展仍然任重道远。

为促进工程机械技术的发展,弥补技术图书的匮乏和不足,化学工业出版社邀请吉林大学机械科学与工程学院组织编写了《工程机械设计与维修丛书》,共 16 本,包括《内燃机》、《液压与液力传动系统》、《电器、电子控制与安全系统》、《底盘结构与设计》、《金属结构》、《人机工程与造型设计》、《现代设计技术》、《液压挖掘机》、《轮式装载机》、《斗轮堆取料机》、《推土机与平地机》、《钻孔与非开挖机械》、《振动压路机》、《现代起重运输机械》、《特种车辆》、《商品混凝土成套设备》。丛书的编写者结合多年的教学、科研、生产及管理的经验,努力将传统的经典理论和现代设计方法结合起来,注重介绍工程机械发展中的新理念、新设计方法、新技术、新工艺和新材料。

《工程机械设计与维修丛书》所有编写工作人员在此对鼓励、支持、帮助过我们的领导、同事、同行、朋友等表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中纰漏与错误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

前 言

轮式装载机属于铲土运输机械类,是一种广泛用于公路、铁路、建筑、水电、港口和矿山等建设工程的土石方施工机械。具有作业速度快、效率高、机动性好、操作轻便等优点,对于加快工程建设速度,减轻劳动强度,提高工程质量,降低工程成本都发挥着重要的作用,是现代机械化施工中不可缺少的装备之一。

随着我国加入 WTO 组织和西部大开发的进程,及水电、港口、公路等基础设施建设工程的增多,国外先进工程机械先后涌入中国市场,我国工程机械设施同时面临着前所未有的机遇和挑战。这也意味着我国工程机械行业对技术人才的技术素质提出了更高的要求。本书编写旨在为促进我国的工程机械的发展做出一点微薄的贡献,同时企盼以此弥补当前工程机械类图书匮乏的现状。

本书是《工程机械设计与维修丛书》之一。

书中结合多年教学经验与科研成果,以模块的方式重点介绍了轮式装载机工作装置及底盘各系统的设计与维修,以及 CAD/CAE 技术和电气装置在现代装载机设计上的应用。其特点为:结构完整,内容新颖,通俗易懂,理论与实践相结合,适用面广。本书适于广大从事轮式装载机设计、研究、维护的工程技术人员,以及相关专业的本科生、研究生和教师使用或参考。

全书共分 10 章。第 1 章介绍了轮式装载机的现代设计与发展,概述了当今世界上装载机的最新设计方法和应用技术,并对比了我国的发展现状。第 2 章和第 3 章介绍了轮式装载机的总体设计和工作装置设计。第 4 章介绍了 CAD/CAE 技术在现代设计中的发展,并结合实例给出了 CAD/CAE 技术在装载机工作装置设计中的应用。第 5 章~第 8 章分别介绍了装载机的动力系统、传动系统、制动系统和行走系统的组成及这些系统的常见故障诊断与排除措施。第 9 章和第 10 章介绍了典型装载机液压系统与电气系统的组成及故障诊断与排除措施。

本书由杨占敏、王智明、张春秋、韩冬、刘从华编著,参加编写和校对的还有张永智、杨文志、孔德文、李春光、宫文斌、邓洪超、李炎亮、王云超、郭建华、纪永飞、杨旭、吕家德等。全书由张春秋、边琳统稿,马铸、胡加辉主审。

本书在编写过程中参阅了相关资料,在此对这些资料的作者一并表示感谢!

由于编者水平有限,书中纰漏与错误之处在所难免,敬请各位读者批评指正。

作者

2005 年 6 月于吉林大学

目 录

第 1 章 轮式装载机概述	1
1.1 装载机简介	1
1.1.1 装载机的用途	1
1.1.2 装载机的分类	1
1.1.3 装载机的主要技术性能参数	3
1.2 轮式装载机应用技术发展	4
1.2.1 国外轮式装载机发展现状及趋势	4
1.2.2 国内轮式装载机发展现状及趋势	9
第 2 章 轮式装载机总体设计	12
2.1 轮式装载机现代设计方法简介	12
2.1.1 装载机设计方法的发展现状	12
2.1.2 装载机设计的发展趋势	13
2.2 轮式装载机总体参数确定	15
2.2.1 轮式装载机的基本组成	15
2.2.2 轮式装载机总体参数确定	15
2.3 轮式装载机总体布置	20
2.3.1 总体布置的内容	20
2.3.2 总体布置的原则	21
2.3.3 总体布置的基准选择	21
2.3.4 各部件布置的具体要求	21
2.3.5 控制桥荷力分配	23
2.4 装载机稳定性计算	24
2.4.1 用稳定比来评价装载机的稳定性	24
2.4.2 用稳定度来评价装载机的稳定性	25
2.4.3 转向时侧滑和侧翻的稳定条件	29
第 3 章 轮式装载机工作装置设计	31
3.1 工作装置的设计要求	31
3.1.1 概述	31
3.1.2 轮式装载机工作过程	32
3.1.3 轮式装载机工作装置设计要求	32
3.2 铲斗设计	33
3.2.1 铲斗的结构形式	33
3.2.2 铲斗的分类	34
3.2.3 铲斗的设计	36
3.3 工作装置连杆系统设计	42

3.3.1	工作装置连杆机构的类型	42
3.3.2	工作装置动臂结构形式及举升油缸布置	44
3.3.3	工作装置连杆机构设计	44
3.3.4	工作装置连杆系统运动分析	52
3.3.5	工作装置连杆机构的优化设计	59
3.4	工作装置静力学计算及强度校合	67
3.4.1	工作装置的静力学分析	67
3.4.2	工作装置的受力分析	71
3.4.3	工作装置的强度校核	73
3.5	工作装置结构动力分析	76
3.5.1	工作装置运动分析	76
3.5.2	结构动力分析基础	79
3.5.3	结构动力求解	79
第4章	CAD/CAE 技术在装载机设计中的应用	83
4.1	CAD/CAE 技术概述	83
4.1.1	CAD/CAE 概念	83
4.1.2	常用 CAD/CAE 软件介绍	85
4.1.3	CAD/CAE 技术在现代设计中的发展	86
4.2	CAD/CAE 在装载机工作装置设计中的应用	87
4.2.1	CAD/CAE 在动臂设计中的应用	87
4.2.2	CAD/CAE 在摇臂设计中的应用	92
4.2.3	CAD/CAE 在横梁位置设计中的应用	94
4.2.4	CAD/CAE 在反转连杆设计中的应用	96
4.2.5	CAD/CAE 在工作装置设计中的应用	97
4.2.6	CAD/CAE 在工作装置机构分析中的应用	99
4.2.7	CAD/CAE 在工作装置运动仿真中的应用	102
第5章	装载机动力系统	106
5.1	柴油机的工作原理、组成及主要性能参数	106
5.1.1	概述	106
5.1.2	柴油机的工作原理	107
5.1.3	柴油机的组成	109
5.1.4	柴油机的主要性能指标	110
5.1.5	柴油机新技术	111
5.2	机体组件、曲柄连杆机构与配气机构	113
5.2.1	机体组件	113
5.2.2	曲柄连杆机构	116
5.2.3	配气机构	126
5.3	柴油机燃油供给系统	133
5.3.1	概述	133
5.3.2	燃烧室	135

5.3.3	燃油喷射装置	137
5.3.4	调速器	144
5.3.5	供油正时及喷油提前角调节装置	148
5.3.6	燃油供给系统的辅助装置	152
5.4	柴油机的润滑系统、冷却系统、启动装置	154
5.4.1	润滑系统	154
5.4.2	冷却系统	162
5.4.3	启动装置	166
5.5	柴油机的故障诊断与排除	167
5.5.1	柴油机常见异常现象	167
5.5.2	柴油机常见故障原因和排除方法	168
第6章	装载机传动系统	171
6.1	传动系统概述	171
6.1.1	传动系统的功用与类型	171
6.1.2	典型装载机传动系统	172
6.2	液力变矩器	173
6.2.1	液力传动的特点	173
6.2.2	液力变矩器的构造与工作原理	174
6.2.3	液力变矩器的特性参数与外特性曲线	176
6.2.4	装载机的液力变矩器实例	177
6.3	动力换挡变速箱	180
6.3.1	定轴式	180
6.3.2	行星齿轮式	183
6.4	万向传动装置	188
6.4.1	普通十字轴万向节	188
6.4.2	万向传动装置的传动特点	189
6.4.3	等角速万向节	190
6.4.4	传动轴	191
6.5	驱动桥	192
6.5.1	驱动桥的组成和功用	192
6.5.2	主传动器	193
6.5.3	差速器	194
6.5.4	ZL30 型装载机的主传动器和差速器	196
6.5.5	最终传动	197
6.6	传动系统的故障诊断与排除	198
6.6.1	动力换挡变速箱的故障诊断与排除	198
6.6.2	轮式装载机驱动桥的故障诊断和排除	199
第7章	装载机制动系统	204
7.1	制动系统概述	204
7.1.1	制动系统的功用	204

7.1.2	制动系统的组成	204
7.1.3	制动系统的基本要求	204
7.1.4	制动原理	205
7.1.5	制动系统的分类	205
7.2	制动器的类型和工作原理	206
7.2.1	蹄式制动器	206
7.2.2	盘式制动器	208
7.2.3	带式制动器	211
7.3	制动系统的传力、助力机构	211
7.3.1	制动系统的传力、助力机构	211
7.3.2	966D 型装载机的制动传力系统	212
7.4	制动系统的故障诊断与排除	217
7.4.1	制动不良或失灵	217
7.4.2	制动跑偏	218
7.4.3	制动拖滞	219
7.4.4	制动器异响	219
第 8 章	装载机行走系统	220
8.1	行走系统概述	220
8.2	车架	221
8.2.1	整体式车架	221
8.2.2	铰接式车架	222
8.3	车轮和轮胎	223
8.3.1	车轮	223
8.3.2	轮胎	226
8.4	行走系统的故障诊断与排除	230
8.4.1	液压系统的故障诊断与排除	230
8.4.2	轮胎的故障诊断与排除	231
第 9 章	装载机液压系统	234
9.1	液压系统概述	234
9.1.1	液压系统的组成	234
9.1.2	液压系统的类型	235
9.2	工作装置液压系统	235
9.2.1	ZL100 型装载机液压系统	236
9.2.2	KLD80 型装载机液压系统	241
9.3	装载机液压转向回路	243
9.3.1	转向机构布置	243
9.3.2	转向油路分析	245
9.3.3	转向阀	249
9.4	装载机传动系统变速箱操纵液压回路	250
9.4.1	行星式动力换挡变速箱操纵油路	250

9.4.2 定轴式动力换挡变速箱操纵油路	253
9.5 行走系统液压回路	256
9.5.1 液压传动形式	256
9.5.2 液压传动回路	258
9.6 装载机液压系统的设计	262
9.6.1 液压系统设计要点	262
9.6.2 油缸作用力的确定	264
9.6.3 系统设计计算	266
9.7 液压系统的故障诊断与排除	269
9.7.1 工作装置液压系统故障诊断与排除	269
9.7.2 转向液压系统故障诊断与排除	271
第10章 装载机电气系统	272
10.1 电气系统概述	272
10.1.1 装载机电气系统的设计原则	272
10.1.2 装载机的电子技术及应用	272
10.1.3 电控系统的基本组成与设计	273
10.1.4 典型国产 ZL50 型装载机电气系统	274
10.2 电气设备	276
10.2.1 蓄电池	276
10.2.2 发电机	278
10.2.3 调节器	280
10.2.4 启动机	284
10.2.5 照明设备、信号装置	285
10.2.6 开关及其他辅助装置	285
10.3 传感器与仪表	286
10.3.1 传感器	286
10.3.2 仪表	289
10.3.3 电子显示装置	297
10.4 电气系统的故障诊断与排除	298
10.4.1 蓄电池的故障诊断与排除	298
10.4.2 充电系统运行故障诊断与排除	300
10.4.3 启动机常见故障诊断与排除	302
10.4.4 照明与信号系统的故障诊断与排除	303
10.4.5 仪表系统的故障诊断与排除	305
参考文献	306

第 1 章 轮式装载机概述

1.1 装载机简介

装载机属于铲土运输机械类，是一种通过安装在前端一个完整的铲斗支承结构和连杆，随机器向前运动进行装载或挖掘，以及提升、运输和卸载的自行式履带或轮胎机械。它广泛用于公路、铁路、建筑、水电、港口和矿山等工程建设。装载机具有作业速度快、效率高、机动性好、操作轻便等优点，因此成为工程建设中土石方施工的主要机种之一，对于加快工程建设速度，减轻劳动强度，提高工程质量，降低工程成本都发挥着重要的作用，是现代机械化施工中不可缺少的装备之一。

1.1.1 装载机的用途

装载机是一种用途十分广泛的工程机械，可以用来铲装、搬运、卸载、平整散装物料，也可以对岩石、硬土等进行轻度的铲掘工作。此外，还可进行刮平地面和牵引其他机械等作业。换装相应的工作装置，装载机还可以进行推土、起重、装卸木料或钢管等作业，其部分可换工作装置如图 1-1 所示。

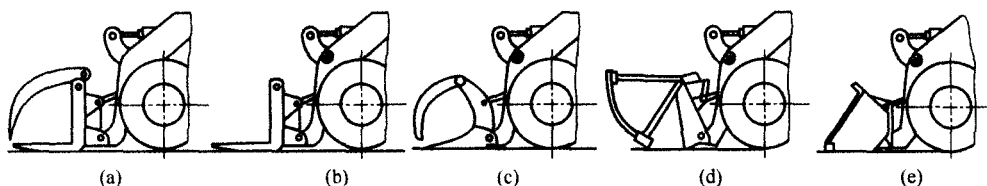


图 1-1 装载机部分可换工作装置

1.1.2 装载机的分类

装载机一般按以下特点来分类。

(1) 按行走装置不同分类

按行走装置不同可分为轮胎式和履带式两种。由于国产履带式装载机多是在推土机基础上形成及国内外使用和生产的绝大多数是轮胎式装载机，又因为这两类装载机除行走装置不同外，其他系统和构造大体相似，所以本书以讲述轮胎式装载机为主。轮胎式装载机简称为轮式装载机，它由车架、工作装置、动力装置、行走装置、传动系统、转向系统、制动系统和液压系统等组成，其结构示意如图 1-2 所示。

(2) 按使用场合不同分类

按使用场合不同可分为露天用装载机和井下用装载机（铲运机）。铲运机结构简单，如图 1-3 所示。国内外生产和使用的装载机绝大多数是露天轮式装载机，井下用铲运机是根据井下巷道的工作条件，对发动机的排污和消声，整机高度和工作装置以及驾驶操作系统的布置等提出特殊要求后，在露天用装载机基础上变型设计而成的。

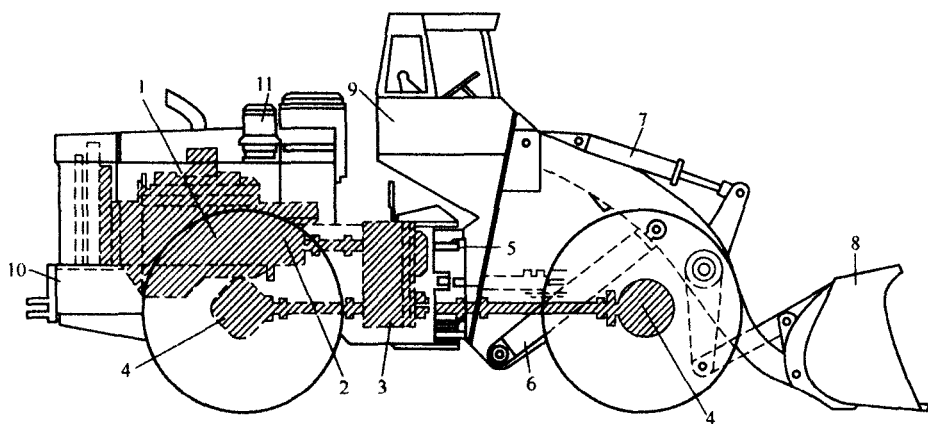


图 1-2 轮式装载机结构示意图

1—柴油发动机；2—液力变矩器；3—变速箱；4—前、后桥；5—车架铰链；6—动臂提升油缸；
7—转斗油缸；8—铲斗；9—驾驶室；10—燃料箱；11—滤清器

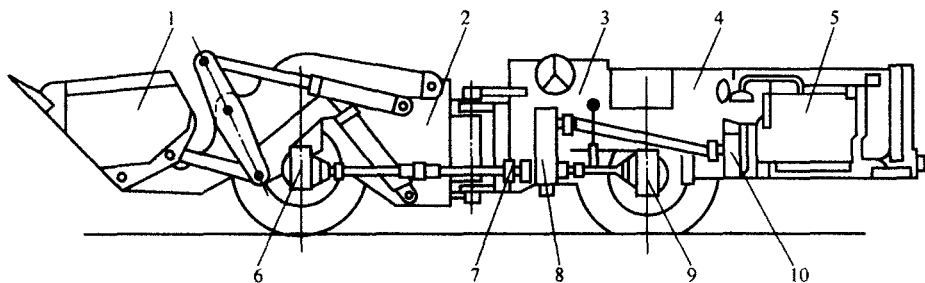


图 1-3 内燃式铲运机总体结构示意图

1—工作装置；2—前车架；3—司机室；4—后车架；5—柴油机；6—前驱动桥；
7—传动轴；8—变速箱；9—后驱动桥；10—液力变矩器

(3) 按传动形式不同分类

按传动形式不同可分为机械传动、液力机械传动、液压传动和电传动四种。

① 机械传动 在国内仅用于斗容量为 0.5m^3 以下的装载机，它一般直接采用汽车或拖拉机的传动装置，即离合器和变速器。具有成本低、传动效率高、可拖动、维修方便等优点。主要缺点是操纵复杂且费力，离合器和变速箱寿命较低。

② 液力机械传动 它是轮式装载机的主要传动形式。这是因为液力机械传动取消了机械传动中的离合器而换用液力变矩器，取消了人力换挡变速箱而换用了动力换挡变速箱。这样变矩器能吸收在作业时传给传动系统的冲击和振动，故能平稳地插入料堆，并可随外界载荷变化自动调速，不会因超载而使发动机熄火，而且可在不停车情况下进行换挡，操作轻便，工作可靠性高。其主要缺点是功率损失较大，传动效率较低，成本较高，结构复杂，维修不便。大中型装载机都采用液力机械传动。轮式装载机的液力变矩器有以下四种：

- a. 一级三元件液力变矩器；
- b. 双涡轮液力变矩器；
- c. 变量双泵轮液力变矩器；
- d. 双导轮液力变矩器。

我国液力机械传动轮式装载机的生产已形成一系列，定型生产斗容量为 $0.5\sim 3.5\text{m}^3$

的装载机，其额定载重量为 1~7t。即 ZL10 型、ZL15 型、ZL20 型、ZL25 型、ZL30 型、ZL40 型、ZL45 型、ZL50 型、ZL70 型、ZL160 型等 10 余种机型，20 余个变型产品。

③ 液压传动 用柴油机带动液压泵产生高压油，并通过控制系统和油管带动液压马达使车轮转动。这种传动方式省去了一系列的传动零件，简化了传动系统，使整机质量减轻，并可在一定范围内实现无级调速，使传动更加平稳，但它的启动性差，性能良好的液压元件昂贵，寿命也较低，故在装载机中的使用受到限制，目前只用在小型装载机上。但随着液压技术的发展，液压元件质量不断提高和成本不断降低，液压传动将会越来越多地在中小型装载机上使用。

④ 电传动 由柴油机驱动交流发电机发电，以此来驱动装在车轮上的直流电动机，然后通过轮边减速带动车轮转动，这样也省去了一系列传动零件，可实现无级调速。这种传动检查方便，维修简单，工作可靠。缺点是电机设备质量大，费用高，目前只在大型装载机上使用这种传动形式。

此外，国内还有采用变矩离合器传动的形式。这种传动形式目前仅在国产 DC10 型装载机上采用，它的动力传动系统是由变矩器、干式离合器和手动滑移齿轮式变速器所组成。

(4) 按装载方式不同分类

按装载方式不同可分为前卸式、后卸式、侧卸式和回转式。轮式装载机基本上都是前卸式。

(5) 按转向方式不同分类

按转向方式不同可分为整体式和铰接式。前者利用偏转后轮或前轮转向，或者同时偏转前后轮，后者采用铰接车架，利用前后车架之间的相对偏转进行转向。国产 ZL 系列轮式装载机绝大多数采用铰接式结构。

1.1.3 装载机的主要技术性能参数

标志装载机的主要技术性能参数有铲斗容量、额定载重量、发动机额定功率、整机质量、最大行驶速度、最小转弯半径、最大牵引力、最大掘起力、最大卸载高度、卸载距离、工作装置动作三项和等。

(1) 铲斗容量

一般指铲斗的额定容量，为铲斗平装容量与堆尖部分体积之和，用“ m^3 ”来表示。

(2) 额定载重量

指在保证装载机稳定工作的前提下，铲斗的最大载重量，单位为“kg”。

(3) 发动机额定功率

发动机额定功率又称发动机标定功率或总功率，是表明装载机作业能力的一项重要参数。发动机功率分有效功率与总功率，有效功率是指在 29℃ 和 746mmHg (1mmHg = 133.322Pa) 压力情况下，在发动机飞轮上实有的功率（亦称飞轮功率）。国产装载机上所标的功率一般指总功率，即包括发动机有效功率和风扇、燃油泵、润滑油泵、滤清器等辅助设备所消耗的功率。单位为“kW”。

(4) 整机质量（工作质量）

指装载机装备应有的工作装置和随机工具，加足燃油，润滑系统、液压系统和冷却系统亦加足液体，并且带有规定形式和尺寸的空载铲斗和司机标定质量（75kg±3kg）时的主机质量。它关系到装载机使用的经济性、可靠性和附着性能，单位为“kg”。

(5) 最大行驶速度

指铲斗空载，装载机行驶于坚硬的水平面上，前进和后退各挡能达到的最大速度，它影响装载机的生产率和安排施工方案，单位为“km/h”。

(6) 最小转弯半径

指自轮胎中心或后轮外侧或铲斗外侧所构成的弧线至回转中心的距离，单位为“mm”。

(7) 最大牵引力

指装载机驱动轮缘上所产生的推动车轮前进的作用力。装载机的附着质量越大，则可能产生的最大牵引力越大，单位为“kN”。

(8) 最大掘起力

指铲斗切削刃的底面水平并高于底部基准平面 20mm 时，操纵提升液压缸或转斗液压缸在铲斗切削刃最前面一点向后 100mm 处产生的最大向上铅垂力，单位为“kN”。

(9) 最大卸载高度

指动臂处于最高位置，铲斗卸载角为 45°时，从地面到斗刃最低点之间的垂直距离，单位为“mm”。

(10) 卸载距离

一般指在最大卸载高度时，从装载机本体最前面一点（包括轮胎或车架）到斗刃之间的水平距离，单位为“mm”。

(11) 工作装置动作三项和

指铲斗提升、下降、卸载三项时间的总和，单位为“s”。

图 1-4 所示为徐州工程机械集团生产的 ZL50G 型轮式装载机的外形，其主要技术参数如表 1-1 所示。

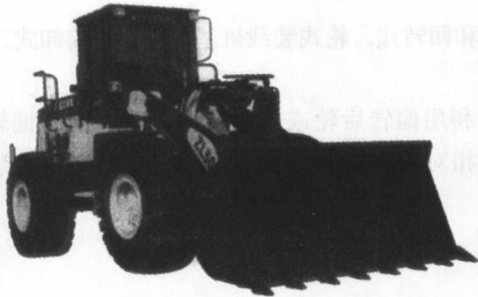


图 1-4 ZL50G 型轮式装载机的外形

表 1-1 ZL50G 型主要技术参数

产品型号		ZL50G	产品型号		ZL50G
额定斗容量/m³		3.0	最大卸载高度/mm		3090
额定载重量/kg		5000	卸载距离(最大卸载高度时)/mm		1130
发动机	型号	WD 615.67G3-31A(C8.3-C)	轴距/mm		3200
	额定功率/kW	162	轮距/mm		2200
	额定转速/r·min ⁻¹	2200	最小转弯半径(轮胎中心)/mm		6400
最大掘起力/kN		170	外形尺寸 /mm	长	8110
最大牵引力/kN		145		宽	3000
整机质量/kg		18000		高	3460
车速/ km·h ⁻¹	I 挡 前进(后退)	11.5(16.5)	工作装置三项和/s		<11
	II 挡 前进(后退)	37	轮胎规格		23.5-25

1.2 轮式装载机应用技术发展

1.2.1 国外轮式装载机发展现状及趋势

1.2.1.1 国外轮式装载机发展现状

在经历了 50~60 年的发展后，到 20 世纪 90 年代中末期国外轮式装载机技术已达到相

当高的水平。基于液压技术、微电子技术和信息技术的各种智能系统已广泛应用于装载机的设计、计算操作控制、检测监控、生产经营和维修服务等各个方面,使国外轮式装载机在原来的基础上更加“精制”,其自动化程度也得以提高,从而进一步提高了生产效率,改善了司机的作业环境,提高了作业舒适性,降低了噪声、振动和排污量,保护了自然环境,最大限度地简化维修、降低作业成本,使其性能、安全性、可靠性、使用寿命和操作性能都达到了很高的水平。

(1) 产品形成系列,更新速度加快并朝大型化和小型化发展

产品的系列化、成套化、多品种化成为主流。为了适应市场需求,各厂商加快了产品的更新换代,如以卡特彼勒为代表的美国,以小松公司为代表的日本和装载机生产第三大集团西欧各厂家都加快推出多功能,全面兼顾动力性、机动性与灵活性的新产品,以满足不同用途用户的需要。此外,装载机的大小规格向两头延伸,以适应大型露天煤矿或金属矿和狭窄施工场所,如仓库、货栈、农舍、地下等场所的装载作业。这些产品如美国克拉克公司生产的 675 型,功率达 1000kW,而日本东洋远搬株式会社生产的 310 型,斗容量仅 0.11m³,功率 9.8kW。此外,装载机还向高卸位、远距离作业方向发展。如 JCB 公司开发了伸缩臂式装载机,小松公司也开发了能扩大作业范围带伸出机构的装载机。

(2) 采用新结构、新技术,产品性能日趋完善

近年开发的产品普遍采用了高性能发动机和自动换挡变速器、大流量负荷传感液压系统、前后防滑差速器、多片湿式盘式制动器、行走颠簸减振等先进技术,并综合液压、微电子和信息技术制造,并应用了很多智能系统。工作装置连杆机构推陈出新,各种自动功能更趋成熟、完善。

1) 发动机

为了解决高作业效率与低燃料消耗的矛盾,近年来开始采用发动机管理系统。发动机管理系统亦称自动控制系统、电脑控制系统等,是电子计算机在工程机械中的应用之一。它能及时地根据装载机的工作负荷要求调节发动机的输出功率,使装载机更有效地利用发动机的动力,减少动力损失,节约燃料,减少废气排量和噪声,同时可使发动机长期在额定点工作,增加发动机的使用寿命。

如卡特彼勒公司 994D 型装载机采用的新一代 Cat3516 柴油发动机就安装有 HEUI (电液控制的燃油喷射) 装置以及 ADEM (先进的柴油机管理) 系统,可根据外载荷的大小有效地控制发动机的功率与转速,从而降低燃油消耗及尾气排放,减少噪声。马拉松·勒图尔勒公司的 L 系列大型装载机则采用电脑控制的柴油机-电子驱动系统,4 个驱动轮同时又充当制动器,其输出功率可反馈到交流电机和柴油机,使转速增加,从而提高工作总效率,使牵引效率高达 77% (普通装载机为 60% 左右),此电脑控制系统能监控装载机的整个作业过程,在最大车速范围内使发动机的输出功率极大化。

2) 传动机构

以卡特彼勒公司为代表的轮式装载机采用液力机械传动系统,其 G 系列装载机采用电子自动换挡控制,可自动选择挡位传动比,使换挡在变速箱最佳效率点进行。换挡离合器采用电子压力控制,行驶和换挡过程平稳,提高了生产率,延长了元件的使用寿命。

小松公司 WA 系列中小功率轮式装载机采用液压机械传动和新型集中结构驱动桥。它将主传动、制动器和行星轮式终传动都集中在桥的中部,桥壳断面变化连续、平缓、内应力分布合理,从根本上防止因传统结构桥壳在轮边支承轴段应力集中产生断裂。轮端采用浮动

密封结构, 安装简便, 有自动补偿功能, 密封性能好。

小松公司的全动力换挡变速器带有自动换挡开关, 提高铲掘和装载作业过程中的牵引力, 可保证全功率进行装载作业。新型的可调离合器系统, 能精确地控制行驶速度, 驱动功率可在 20%~100% 之间选择。

凯斯 C 系列装载机配有新型臂力换挡变速器、防滑差速器、多片湿式盘式制动器以及电子停车制动器。

迪尔 H 系列小功率型装载机为静压传动, 可实现全程范围内无级变速。中型以上装载机采用由计算机控制动力换挡的单级单相液力机械传动, 在任何情况下可实现平稳换挡。快速换挡按钮可使司机在 1~4 挡或 2~4 挡之间自动切换, 变速和换挡由一根操纵杆集中控制。HST 渐移式踏板可在保持发动机转速和液压系统流量的同时无限降低行驶速度。行车制动器为液压驱动自由调节双盘式制动器。

马拉松·勒图尔勒公司的轮式装载机采用柴油机-发电机-电动轮传动, 比液力机械传动系统简单。在整个作业中柴油发动机以恒定转速运转, 减少燃油消耗, 延长发动机寿命。无变速箱、传动轴等许多部件, 提高了传动效率, 操作维修方便, 费用低。独立电动牵引马达为固态控制, 反应迅速, 减少车轮打滑和轮胎过度磨损。设置了电动缓行器, 不用工作制动停机, 装料对位准确。整机重心低, 行驶稳定性好, 可靠性高。

3) 液压系统

为了满足铲掘能力和快速装卸两方面的要求, 装载机工作装置采用多级液压系统。例如小松公司的 WA450 型装载机设有一只转换泵, 切入料堆装载时切断阀自动使该泵卸载, 通向工作装置的液流量减少, 使发动机功率更多地通过变矩器传给车轮, 增加牵引力。当动臂举升时, 转换阀接入, 以提高举升速度。

卡特彼勒公司的 G 系列装载机采用高效大流量工作液压系统, 负荷传感转向液压系统, 使所需转向功率减少了 8%, 提高了作业效率和燃油经济性。大缸径转向液压缸使转向更灵敏。此外, 司机可根据个人喜好, 在命令控制转向及电子-液压工作装置控制以及传动转向控制及先导式液压工作装置控制两种方式中进行选择。

小松公司的 WA 系列采用双回路大流量液压系统, 增大挖掘力并降低工作循环时间, 提高燃油效率。液压驱动湿式多片制动器, 可以避免气制动时由于水和冷凝引起的冻结和锈蚀, 提高系统灵敏度。变输出液压系统可最大限度地利用发动机的功率, 提高生产率。

4) 工作装置

20 世纪 90 年代中末期以来装载机的工作装置已不再采用单一的 Z 形连杆结构, 卡特彼勒公司在继 IT 综合多用机上开发出八杆平行举升连杆机构之后, 又在其 992G、924G 等轮式装载机上采用了单铸钢动臂的所谓 Versa 连杆机构, 可承受极大的扭矩载荷, 具有卓越的可靠性、耐用性及和平行举升机构相类似的作业性能。工作装置能以水平位置提升或降下放在托板上的物料, 可配用多种作业装置, 最大限度地减少司机由地面到最大高度对铲斗倾斜角的调整, 前方视野更加开阔。沃尔沃公司在 L500-L220D 等 D 系列装载机上推出了该公司的专利产品——扭矩平行连杆机构 (TP), 在铲斗的整个举升循环中可提供更大的倾翻力矩以及举升能力, 这保证装载机不仅在配用铲斗时, 而且在配用叉、吊等其他工作装置时都具有优良的作业性能。德国 O&K 公司为其小型装载机设计有 Lear 连杆; Schaff 公司于 2000 年 3 月在 Intermat 展览会上推出了具有可折叠式新型连杆机构的高卸位式 SKL873 型轮式装载机等, 进一步增加了装载机工作装置的种类, 提高其作业的多用性和适应性。

5) 智能系统

当前, 轮式装载机发展的一个重要特点是不不断研制出集液压、微电子及信息技术于一体的智能系统, 并广泛应用于轮式装载机的产品设计之中, 目前广泛应用的有如下一些系统。

行驶平稳性控制系统——在动臂举升液压缸液压回路中增加一个蓄能器, 以衰减工作装置在机器行驶过程中产生的振动, 减少装载机的颠簸。

附着力控制系统——在每个车轮上安装一个速度传感器, 自动将所需的制动力施加到车轮上, 并将扭矩传给与之紧密相连的车轮, 便于装载机直线行驶及转向。

动力电子控制/管理系统——根据传动装置及液压系统的工作状态, 自动调节发动机输出功率, 以满足不同作业工况的需要, 提高燃料的经济性。

发动机自动控制系统——当装载机处于非作业工况时, 自动降低发动机转速, 减少燃料消耗及发动机噪声。

关键信息显示/管理系统——采用网络通信技术, 在办公室的控制中心实时监控装载机的作业状态, 据此向驾驶员提供基于文字提示的精确的故障诊断信息。

转向变速集成控制系统——取消传统的转向盘和变速杆, 将转向与变速操纵装置集为一个操纵手柄, 并采用简单的触发式方向控制开关和选挡用的分装式加速按钮。利用肘节的自然动作左右扳动操纵杆, 实现转向; 利用大拇指选择按钮, 实现前进与后退、加速与减速行驶。

销轴润滑系统——能为工作装置上的所有销轴提供为期 200h 的润滑服务, 并使销轴作业易于完成。

舒适驱动控制系统——其目的是提高驾驶员的舒适性, 帮助长时间进行作业的驾驶员减轻劳动, 保持作业效率。

负载感应变速系统——根据负载状态, 自动调节车速及发动机飞轮扭矩, 实现高速、小扭矩或低速、大扭矩的动力输出。

计算机故障诊断系统——通过控制面板上的指示灯、听觉与视觉相结合的报警信号, 提醒驾驶员可能潜在的故障隐患。驾驶员只管全神贯注地工作而无需不断查看仪表读数。

负载自动稳定器——采用一对钢膜氮气蓄能器, 安装在前车架中, 与工作装置液压系统连通。当作业或低速行驶时, 系统自动断开, 当车速超过 4.8km/h 时, 由电子速度开关控制的电磁阀自动开启, 蓄能器吸收工作装置液压系统的振动与冲击载荷, 提高了操作的稳定性、安全性和舒适性。

燃油/空气比例控制系统——提高燃料的利用率, 确保发动机排出的废气符合环境控制法规要求。

计算机监控/管理系统——连续监控/管理装载机数十项性能指标参数, 在遇到突发或紧急情况时, 很容易通过液晶仪表显示、听觉与视觉相结合的报警信号, 提醒驾驶员注意。

装载量称量系统——自动称量并显示铲斗的净装载量, 从而使司机心中有数, 防止超载或欠载, 减少无效跑车次数, 节省作业时间, 提高生产效率。并可对质量累计计算, 显示仪表以彩色数码显示, 清楚明了, 校准简便, 测量误差为 $\pm 3\%$ 以内。

面板控制系统——采用声、光、电及数字显示的控制面板, 实现装载仪器与仪表的报警与监控。

液压泵电子管理系统——自动监控液压泵的运行状态。

自动运输控制系统——降低机器在凹凸不平路面上的振动, 提高驾驶舒适性和作业效