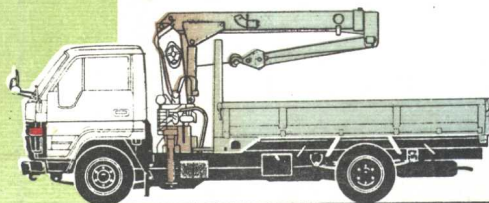
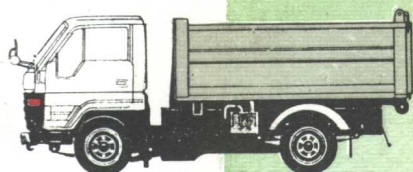
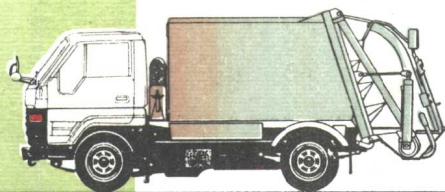
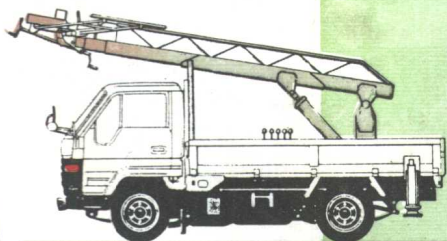
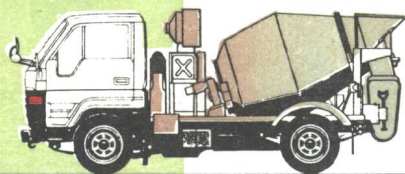
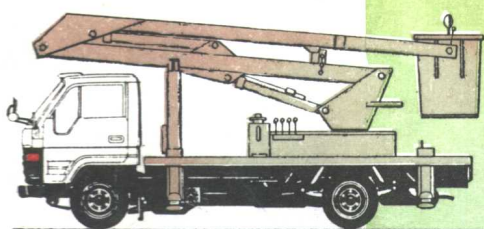


高等学校教材
邹有慧 主编
QICHE YUNSHU ZHUANGXIE JIXIE

汽车运输 装卸机械

(汽车运用工程专业用)



人民交通出版社

高等学校教材

汽车运输装卸机械

(汽车运用工程专业用)

邹有慧 主编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书共分四章。第一章间歇作用式装卸机械；第二章连续作用式装卸机械；第三章气力输送；第四章固定式装卸装置。按照货运装卸机械的作业特点，本书以汽车运输中典型的装卸机械为主，论述了装卸机械的结构、工作原理、主要技术参数、液压操纵系统和主要使用性能；并对工作装置结构参数的选择依据进行了分析。书中着重论述了第一章中的轮式装载机、叉式装卸车、跨运车和汽车起重机。对第二、三、四章仅做重点论述。

本书是精选各类装卸机械技术资料，按专业教学需要编写的。可作为高等学校汽车运用工程专业的选修课教材，也可供汽车运输部门的工程技术人员和工人参考。

高等学校教材

汽车运输装卸机械

·(汽车运用工程专业用)

邹有慧 主编

正文设计：崔凤莲 责任校对：张 捷

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：7.25 字数：172千

1991年6月 第1版

1991年6月 第1版 第1次印刷

印数：0001—4950册 定价：2.10元

ISBN 7-114-01066-4

U·00696

目 录

总 论	1
一、货物运输的装卸与装卸机械化	1
二、装卸机械的分类及要求	2
三、汽车运输装卸机械化的发展趋势	3
第一章 间歇作用式装卸机械	4
第一节 装载机	4
一、概述	4
二、装载机的工作过程及工作装置	5
三、装载机工作装置的受力分析	8
四、装载机的液压操纵系统	11
五、装载机的主要技术参数	15
六、装载机工作装置结构参数的选择	17
七、装载机底盘的特殊结构	21
八、装载机的稳定性	27
第二节 叉式装卸车	28
一、叉式装卸车的应用及其分类	28
二、叉式装卸车的主要技术参数	31
三、平衡重式叉车的结构型式	35
四、叉式装卸车工作装置主要部件的结构	44
五、叉式装卸车的液压操纵系统	49
六、叉式装卸车的作业方式	52
七、叉式装卸车的主要使用性能	52
第三节 跨运车	58
一、跨运车的组成及结构型式	58
二、跨运车的主要技术参数	60
三、跨运车的主要总成	62
四、跨运车的液压操纵系统	67
第四节 汽车起重机	69
一、概述	69
二、吊臂	75
三、回转装置	82
四、汽车起重机的液压系统	87
五、行走装置的特点	91
第二章 连续作用式装卸机械	94

第一节 概述.....	94
第二节 连续式装货机的供料装置.....	94
一、圆盘式供料器.....	94
二、蟹爪式供料器.....	95
三、螺旋式集料器.....	96
四、斗轮式供料器.....	96
第三节 连续式装货机的送料机构.....	97
一、带式输送机.....	97
二、刮板输送机.....	98
三、多斗式装货机.....	99
第三章 气力输送.....	100
第一节 概述.....	100
一、气力输送及其分类.....	100
二、气力输送的特点及其应用.....	101
第二节 气力输送装置的基本构件.....	102
一、供料器.....	102
二、输料管.....	105
三、分离器.....	105
四、除尘器.....	107
五、卸料器及卸灰器.....	107
六、动力装置.....	108
第三节 推动输送及空气输送槽.....	108
一、推动输送.....	108
二、空气输送槽.....	109
第四章 固定式装卸装置.....	110
第一节 装车用漏斗和滑坡场.....	110
第二节 汽车翻车机.....	111

总 论

一、货物运输的装卸与装卸机械化

在货运生产中,装卸工作是完成货物转运、存放不可缺少的生产环节。装卸工作直接影响到运输货物的完整性、运输车辆的生产节奏、货运期限、运输生产率以及装卸人员的劳动强度和工作效率。

装卸工作一般包括下列组成部分:

- (1)提供车辆以进行装货或卸货;
- (2)办理发货或交货手续;
- (3)将货物由存放地点移到装货地点或由卸货地点移到存放地点;
- (4)装货或卸货工作本身;
- (5)货物的固定或捆装。

装卸工作的机械化是指在装卸作业中,用机械或机器来完成劳动量或劳动强度很大的工作。其实质在于改变体力劳动和机械劳动的比例。它不仅可以减轻体力劳动,而且可以提高工作安全性、货物的完整性和车辆的生产率,并可降低运输成本。

图 0-1 是其它因素恒定时,车辆生产率随装卸工作停歇时间而变化的关系曲线。曲线表

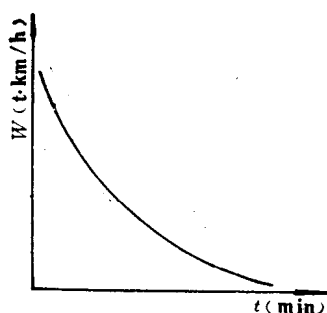


图0-1 车辆生产率(W)与装卸停歇时间(t)的关系

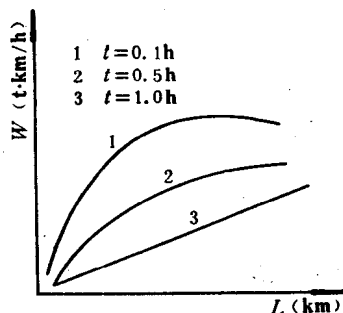


图0-2 不同装卸停歇时间(t)时,车辆生产率(W)与运距(L)的关系曲线

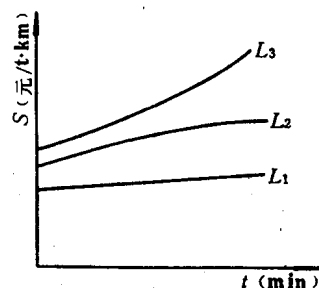


图0-3 在运距 $L_1>L_2>L_3$ 的条件下汽车运输成本和装卸工作停歇时间的关系

明,当装卸停歇时间为 0 ($t=0$) 时,车辆的生产率达到最大值。随着装卸停歇时间的增加,车辆生产率降低,并逐渐接近于横坐标。

图0-2为车辆生产率随装卸停歇时间和载货运程段长度(L)的变化关系。由图可见,装卸机械化程度越高,装卸停歇时间越短,在相同运距范围内,车辆生产率提高的越快。同时,由曲线 1、2、3 的变化趋势还可以看出:当运距很长时,装卸停歇时间对车辆生产率的影响渐趋不明显。因此提高短运距的装卸工作机械化水平是极为重要的。但必须指出,在货物长距离运输时,延长装卸停歇时间同样会导致车辆生产率下降。而且,越是装卸大件沉重货物,越应首先考虑装卸作业的机械化。

图 0-3 为假定其它因素不变时,装卸工作停歇时间与运输成本之间的关系曲线。在运距

不变的条件下,汽车运输成本随装卸停歇时间的延长而增加。缩短装卸工作停歇时间会使运输成本降低。图 0-3 中 L_1 、 L_2 、 L_3 三条曲线还表明,随着运距的增加运输成本也将相应降低。

综上所述,装卸工作实现机械化,将改善汽车运输生产条件,产生明显的效益:

- (1)节省装卸人员,并减轻劳动强度;
- (2)缩短了车辆装卸工作的停歇时间,提高了运输效率,加快了车辆周转;
- (3)由于装卸停歇时间缩短,因而装卸地点的装卸工作能力增加;
- (4)提高了装卸工作的安全性;
- (5)更好地保证了货物完整无损;
- (6)降低装卸费用和整个运输费用。

随着国民经济的快速发展,要求汽车运输装卸机械为适应货物周转量和运力增长的要求,必须以机械化的装卸作业取代繁重的体力劳动,提高装卸效率,并将进一步要求汽车运输装卸机械向高效率、大型化、专业化方向发展,以提高汽车运输生产的节奏。

二、装卸机械的分类及要求

汽车货运装卸机械,按照运输货物的种类、数量和货物性质、作业方式以及对运输工作的要求,可归纳为以下四大类。

(1)间歇作用式装卸机械。其工作特点是周期性的,如装载机、叉式装卸车和汽车起重机等。这类装卸机械具有机动、灵活、速度快、生产率高以及对货物和场地的适应性强等优点。因此在汽车运输的货物装卸中获得了广泛的应用。

(2)连续作业式装卸机械。是一种能连续实现供料、输送和卸料的机械。如圆盘式装货机、蟹爪式装货机和斗轮式装货机等。由于它具有结构简单、生产率高、使用与维修方便等特点,在一些货源较固定和货物数量较大的货场,使用也很普遍。

(3)气力输送装卸机械。是利用压缩空气或气体流动来直接输送货物的一种输送机械。一般只用于输送粉状或小块物料,近年来,由于散装货物运输量的不断增加,气力输送获得了较快发展。

(4)固定式装卸装置。是一种采用高货位装车或低货位卸车,利用物料自重实现装卸作业的固定装置。如漏斗、滑坡场和翻车机等,主要用于有货运量大的场合。优点是使用方便、装卸效率高。

对装卸机械的选择应根据:

- (1)装卸货物的种类和性质;
- (2)包装种类和要求;
- (3)装卸货地点的工作量和工作条件;
- (4)运输距离和货物的保存方法;
- (5)要求投资额的数量,包括偿还期,运输和装卸工作成本等。

根据上述选择条件,对装卸机械提出如下要求:

- (1)对工作场地应有较好的适应性;
- (2)保证装卸工作安全、货物完整无损;
- (3)有较高的生产率和较低的使用费用;
- (4)使用 and 维修方便;

(5)工作可靠,寿命长。

三、汽车运输装卸机械化的发展趋势

近年来,汽车运输作为独立完成运输工作的一种运输形式,获得了很快发展。在某些经济部门中,如矿山、建筑业等,汽车运输甚至代替了铁路运输。一大批新型的、能满足汽车运输特点的装卸机械已成批生产,并广泛应用于各项装卸作业。一些工业较先进的国家,在研制装卸机械方面进展很快,其发展趋势有如下特点。

1.适应各类型车辆的结构特点,向高效率、大型化、专业化方向发展

自行式装卸机械具有很高的行驶速度和很小的转弯半径,以保证能适应货场条件。实现机动、灵活的调车及装卸作业。

我国汽车货运装卸机械产品品种很多,而且主要产品已形成了系列。如装载机的斗容量从 0.3m^3 到 5m^3 ;叉式装卸车的额定起重量从 0.5t 到 40t ;汽车起重机的起重量从 3t 到 100t 等,现在都可以生产。

值得注意的国外大型产品,如美国国际收割机公司制造的580型装载机,其铲斗容量为 16.1m^3 ,功率 1462kW ;克拉克设备公司制造的675型装载机,铲斗容量为 18.4m^3 ,功率 1790kW 等。

2.广泛采用液压技术,装卸机械向全液压方向发展

液压技术的发展和利用液压元件组成的完善的液压系统,可以使各种装卸机械具有多功能和多用途的特点。现在自行式装卸机械的工作装置采用液压驱动和液压操纵已经非常普遍。许多自行式装卸机械的行走装置也开始采用液压传动,从而发展为全液压自行式装卸机械,如全液压装载机和全液压汽车起重机等。由于液压技术在装卸机械上的广泛应用,使整机结构简化,质量减轻、操作简便、省力、减轻了驾驶员的劳动强度,液压装卸机械的种类和型号近年明显增多。

3.普遍重视安全、舒适和环境保护问题

遵循机械设计和制造行业以及国家的有关标准和法规。在生产装卸机械时,对使用安全、舒适和环境保护等有关问题,已普遍予以重视。如采用翻车保护驾驶棚、落体撞击保护驾驶棚和悬挂式密封空调驾驶室,并注意减少噪声,防振、防尘,使视野宽阔、操作简便和防止失误操作等。为了解决噪声、振动和环境污染等问题,改进内燃机设计,在发动机上加装隔音罩和废气净化装置等。

4.采用先进技术,不断提高装卸机械的性能

(1)大量采用新技术,提高装卸机械的自动化程度。例如,在自行式装卸机械中,为提高使用安全性,采用自动控制和自动检测装置;在带式装货机上采用自动称量和计量;在运输机械上研究和应用气垫运输技术等。

(2)以高强度、低碳合金钢的新材料代替普通结构钢,使整机质量大为降低。在轮胎方面,目前尼龙帘线和钢丝帘线轮胎得到广泛应用;在大型轮式装卸机械上,广泛采用无内胎轮胎,改善了轮胎性能,为装卸机械向大型化发展创造了条件。

(3)电子计算机不仅应用在机械设计方面,而且也已用在研究试验和生产管理系统,促进了生产发展。

第一章 间歇作用式装卸机械

第一节 装 载 机

一、概 述

1. 用途及总体构造

装载机是一种用途十分广泛的铲运机械。在工业运输、建筑、农业、矿山及市政建设中常用来完成各种不同装卸工作。装载机主要工作属具是铲斗，它可用于装卸散粒、粉状和小块货料，通常是与自卸车配合使用，将散状物料装入车中进行运输。铲装作业是它最基本的作业方式，此外，还可以进行轻度铲掘作业，可以用来清理、刮平场地及牵引作业。在换装工作装置的属具后，也可以进行推土、铲运、起重装卸成件、长大件货物等多种作业。

装载机的总体构造如图 1-1。分为动力装置、底盘和工作装置三大部分。

装载机的动力装置广泛采用往复多缸四冲程柴油机，以汽油发动机为动力的仅是少数。其原因在于：

(1) 柴油机的热效率高、经济性好。现代柴油机的热效率为 30%~40%，最高可达 46%，高于汽油机。因此，耗油量少，且柴油价格便宜。

(2) 柴油机的功率范围广。单机功率小至几千瓦，大至数百千瓦，甚至更大，可以满足各种用途的需要，适应性好。

底盘是全机的基础，装载机的动力装置和工作装置都安装在它上面。其组成有传动系、行驶系、转向系、制动系和车架等。

工作装置是用来进行不同装卸作业的装置。由铲斗、动臂、摇臂和连杆等组成，工作装置的各项动作均为液压操纵。

2. 装载机的分类

装载机可以按不同的特征分类：

按行走装置分类，有轮胎式和履带式两种。如图 1-2a、c。

轮胎式装载机具有机动、灵活、速度快，且轮胎不破坏路面等优点。它不仅可以在狭窄地区进行作业，还可以在一定距离内作为运输工具使用；目前各国装载机生产的总台数中约有 80% 为轮胎式。

按工作装置的结构分类，有铲斗托架式和无铲斗托架式两种，如图 1-2a、b。

有铲斗托架式的工作装置，结构较简单。因为铲斗油缸和铲斗都直接铰接在托架上，所以铲斗的转动角度较大。同时，也易于更换铲斗和安装其他属具进行其他作业（如起重或改

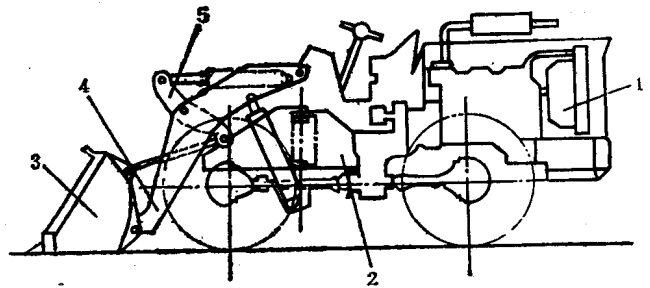


图1-1 装载机的总体构造
1-柴油机；2-底盘；3-铲斗；4-动臂；5-摇臂

为叉车)。但因动臂前端装有较重的托架,因而减少了铲斗的载货量。

无铲斗托架式的工作装置,其优点则与上述相反。

按车架的结构分,可分为整体式车架和铰接式车架两种,如图1-3a、b。

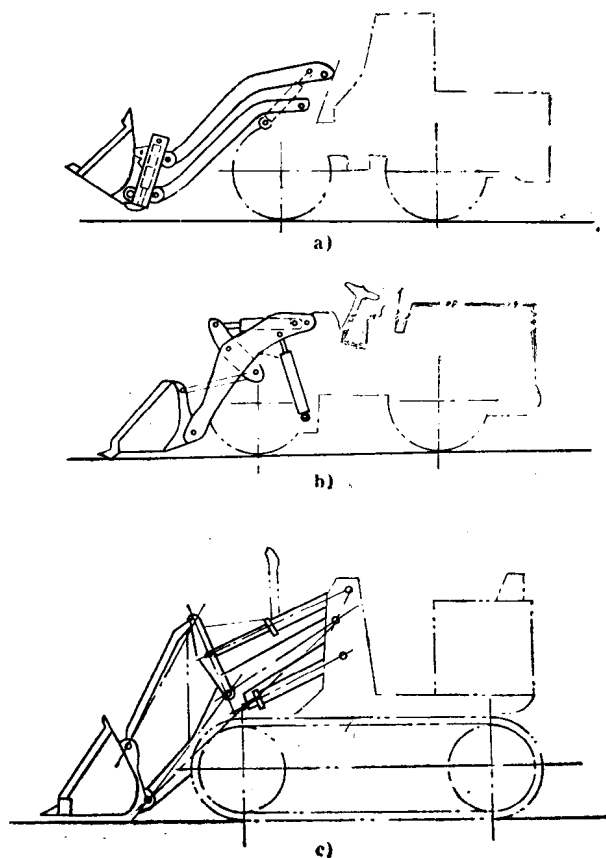


图1-2 装载机的主要类型

a)有铲斗托架轮胎式装载机; b)无铲斗托架轮胎式装载机; c)履带式装载机

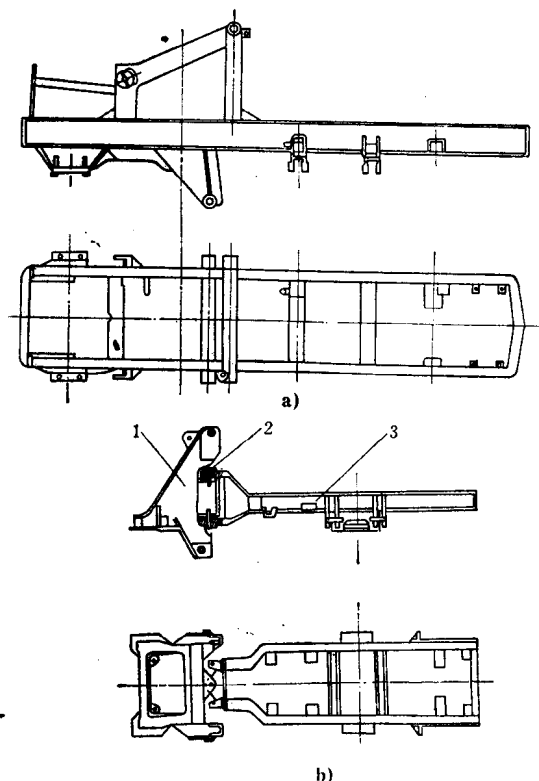


图1-3 装载机的车架类型

a)整体式车架; b)铰接式车架
1-前车架; 2-销轴; 3-后车架

整体式车架采用偏转车轮的机械式转向系。而铰接式车架是由前车架1和后车架3用销轴2铰接而成。借助于动力转向油缸使前车架相对于后车架转动。而车轮相对于车架则不发生偏转,通常称为“折腰转向”。其优点是转弯半径小,机动性好,且结构简单。但车架的整体刚性较差,行驶中遇有路面冲击时,保持稳定直线行驶的能力差,转向时的稳定性也较低。

按传动系统分有机械式传动,液力机械传动和静液传动。

按铲斗的卸料方式不同,还可以分为前卸式、后卸式、侧卸式、综合式和回转卸料式等多种。由于前卸式具有较大的通用性,且装卸货物方便,因此使用最广。

二、装载机的工作过程及工作装置

1. 工作过程及作业方式

当装载机用于将货物从料堆装入运输车辆或将货物由一地转移至另一地时,其工作过程大体包括:空斗运行、铲取货物、铲斗提升、满斗运行、卸货等五个循环作业过程。

(1)空斗运行。装载机为铲装货物,需空斗驶向料堆,在卸货后,后退、落斗并驶向料堆。运行中,铲斗取运输位置,使铲斗底面与前轮的公切线和地面成 15° 角运行,以保持必要的离地间隙。

(2)铲取货物。当装载机驶近料堆前约 $1\sim 1.5\text{m}$ 处时,换入低档。并下降动臂使铲斗底面贴地,以全力切入料堆。

在铲取货物时,一般采用两种方法,即一次切入铲装法和复合铲装法。前者是铲斗一次切入料堆达一定深度,随后铲斗上转,再提升动臂完成铲取作业;而后者是利用多次边切进与边上转铲斗的复合动作来完成铲装物料。由于复合铲装法能缩短作业循环时间约10%,故采用较为广泛。

(3)铲斗提升。完成铲装作业后,为保证装载机移动和不使货物散落,铲斗应提升到某一高度,一般是运输位置。该动作是通过液压系统完成,由动臂操纵杆予以控制。

(4)满斗运行。装载机完成上述动作后,后退一定距离,并转向驶进运输车辆或卸货点,并再度举升铲斗。

(5)卸货。动臂举升至卸料位置(以铲斗前翻时不致碰到车箱边缘为限),对正车箱后,使铲斗前翻将货物卸入运输车辆,随后返回料堆,进行循环作业。图1-4c所示为装载机的作业过程。

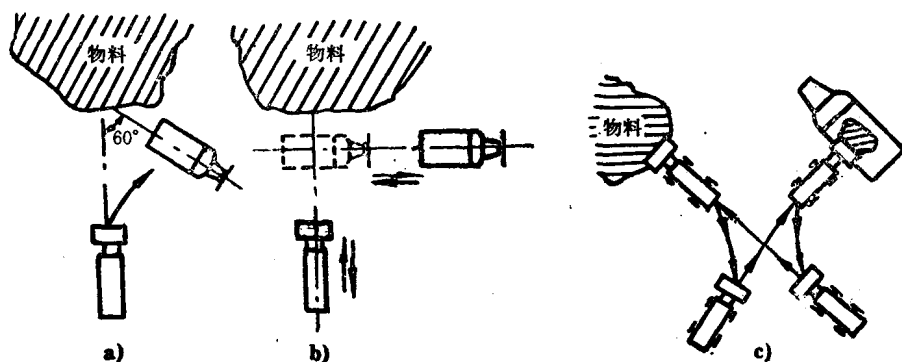


图1-4 装载机的作业方式

装载机的作业方式一般采用两种,如图1-4a、b所示。

图1-4a表示汽车停稳后不动,装载机在装满铲斗后,后退并转向驶进汽车卸料。然后返回重新铲装物料。

图1-4b表示装载机和汽车联合工作。装载机垂直于料堆前进和后退进行装卸,而汽车则平行于料堆往返行驶。

根据装卸货场地的条件,为方便装卸作业,还可以采用其他作业方式。如将汽车垂直于料堆停放,装载机往返、转向进行装卸。也可以将汽车停放在距料堆较远处,装载机在料堆与汽车之间来回进行装卸。这些多限于货场条件,以完成装卸作业为目的。它们与前述作业方式相比,不但装载机的转弯幅度大,装卸效率也较低。

2. 装载机的生产率

装载机生产率是指每小时装卸和搬运物料的质量。由于装载机受作业场地、作业方式、物料种类、性质和技术条件等因素影响,精确计算生产率是比较困难的,通常采用粗略计算。

装卸生产率，可按下式确定

$$Q = \frac{3600 V_H \rho K_1 K_m}{t}, \text{ t/h}$$

式中：\$V_H\$——额定斗容量，\$\text{m}^3\$；

\$\rho\$——物料密度，\$\text{kg}/\text{m}^3\$；

\$K_1\$——时间利用系数，

取 \$K_1 = 0.75 \sim 0.85\$；

\$K_m\$——铲斗充满系数，它取决于物料种类、块度，铲斗形状、驾驶员的熟练程度等。

对于容易铲装的物料，如松土和砂，取 \$K_m = 1.0 \sim 1.25\$；对于可直接铲装的中等程度物料，如粘土、松软砂土，取 \$K_m = 0.75 \sim 1.0\$；对于较难装的物料，如成堆碎石、硬粘土等，取 \$K_m = 0.65 \sim 0.75\$；对于难装物料，如石块、卵石、砾石等，取 \$K_m = 0.45 \sim 0.65\$；

\$t\$——一次装卸作业循环时间，s；取决于作业方式、物料装卸难易和距离。

3. 工作装置的主要结构

装载机工作装置的种类很多，换装属具后能完成各种作业要求。现以装设铲斗属具为例，对其工作装置的主要结构分述如下。

装载机的工作装置通常可分为有铲斗托架式和无铲斗托架式两种。由于托架的质量较大，使铲斗的载货量相对减少，因此，目前国内外的装载机广泛采用无铲斗托架式的工作装置。国产 ZL50 型装载机即属此类，如图 1-5 所示。

该机工作装置由铲斗、动臂、摇臂、连杆、转斗油缸、动臂油缸以及液压系统等组成。图中 A、B、C、D 四个铰接点和 D、E、F、G 四个铰接点各构成一个四连杆机构，这两个四连杆机构便构成了整个工作装置的连杆机构。

在动臂油缸和转斗油缸的作用下，可保证铲斗在地面位置能自动放平；装满物料后，使斗口向上，物料不易散落；动臂起升时，铲斗能作近似于平行的移动；在最大起升高度时，铲斗能达到要求的翻倾角度的各种动作。

1) 铲斗

铲斗是装载机用来铲取物料的工具。它由斗壁 4 和侧板 7 组成，是具有一定容量斗体的焊接件。如图 1-6 所示，斗壁为弧形结构，以便集装物料。为延长铲斗的使用寿命，斗底用耐磨材料（如 16Mn 合金钢板）制造，铲斗上部和各板连接角处均用角钢和钢板加焊，以加强斗体的刚度。

为避免铲斗举高时，货物散落造成事故，铲斗上部用后挡板 9 加高，并与侧板连接，主刀板和侧刀板直接与物料接触，磨损较严重，一般采用硼钢制造。在主刀板上还可以安装楔形斗齿 1，用以铲装硬质物料，并可在磨损后随时更换。

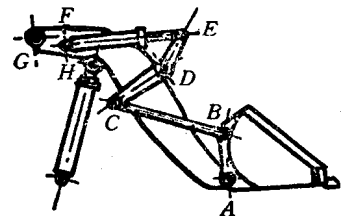


图1-5 ZL50型装载机的工作装置

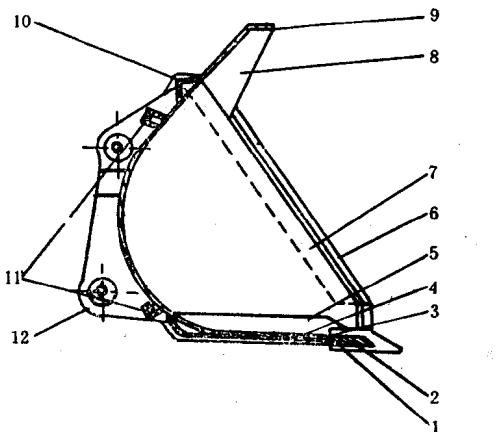


图1-6 ZL50型装载机的铲斗构造

- 1-斗齿；2-主刀板；3-加强板；4-斗壁；5-加强板；
- 6-侧刀板；7-侧板；8-加强板；9-后挡板；10-角钢；
- 11-限位块；12-连接板

铲斗背面焊有与动臂和连杆联接的支承板，上、下支承板之间用连接板12连接，以增加其连接强度和加强铲斗的刚度。斗背还焊有上、下限位挡板，用以限制铲斗翻转的极限位置，避免连杆机构出现死点位置和发生机构干涉现象。

2) 动臂

动臂是工作装置中受力最大的构件，其它零件均安装在它上面，因此动臂应有足够的强度和刚度。其外形通常有直线形和弯曲形两种，断面形状多为变断面，以适应动臂的受力特点。

ZL50型装载机动臂是以两块厚钢板组焊而成的弯曲形动臂，在左、右动臂之间以横梁加固，构成整体式的坚固构架。

近年来，单板式动臂应用比较广泛，即整个动臂由一块钢板切成，结构简单、加工方便。在两侧动臂之间加焊坚固的横梁，该横梁同时用作摇臂支架，使动臂质量大为减轻。

3) 连杆机构

装载机的连杆机构，既是工作装置中的连接件，又是传力件，它应保证铲斗的铲装、卸料以及上升、下降的运动要求，同时应传力可靠。

连杆机构的种类很多。无铲斗托架式连杆机构就有反转连杆机构、正转连杆机构和正转双摇臂连杆机构等多种。ZL50型装载机为无铲斗托架、单摇臂反转连杆机构，如图1-7a。它是由两个四连杆机构(ABCD和DEFG)组成的六连杆机构，只有一个摇臂，而且在运动中摇臂的转动方向与铲斗的转动方向相反，故称为反转连杆机构。适合于铲装地面以上的物料，结构简单，应用较广。

图1-7b、c为正转单摇臂连杆机构和正转双摇臂连杆机构。前者是由两个四连杆机构(ABCD和DEFG)组成的六连杆机构；后者是由三个四连杆机构(ABCD、DEFG和GHIJ)组成的八连杆机构。由于在运动中摇臂的转动方向与铲斗的转动方向相同，故均称为正转连杆机构。

为保证铲斗平移和翻转等方面的要求，通常将各连杆机构均设计成非平行的四连杆机构。连杆机构各铰点的布置方案，一般由总布置来决定。

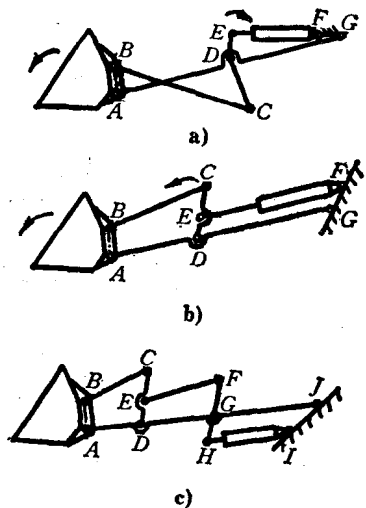


图1-7 无铲斗托架式连杆机构简图
a) 反转连杆机构；b) 正转连杆机构；c) 正转双摇臂连杆机构

三、装载机工作装置的受力分析

1. 外载荷的确定

装载机的作业有切入料堆、铲起、提升、满斗运行和卸载等过程。其中以在铲掘位置时，工作装置受力最大，如图1-8所示。

由于货物种类和作业条件不同，铲斗切刃的受载不均匀，常按两种极限受载工况分析：

(1) 对称受载工况，即认为载荷沿切刃均匀分布，并以作用在铲斗切刃中点的集中载荷来代替均布载荷；

(2) 非对称受载工况，由于铲斗偏铲，料堆密实程度不均，使载荷偏于一侧形成偏载工

况，通常将其简化成集中载荷作用在铲斗最外边的斗齿上。

装载机在铲掘物料过程中，通常有如下三种受力情况。

(1) 铲斗切刃只受水平力，此时工作装置的油缸闭锁，铲斗水平切入料堆；

(2) 铲斗切刃只受垂直力，此时铲斗在水

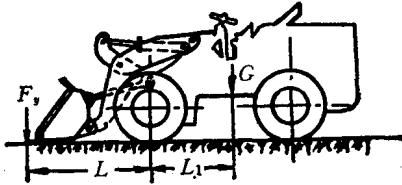


图1-8 装载机的铲掘位置图

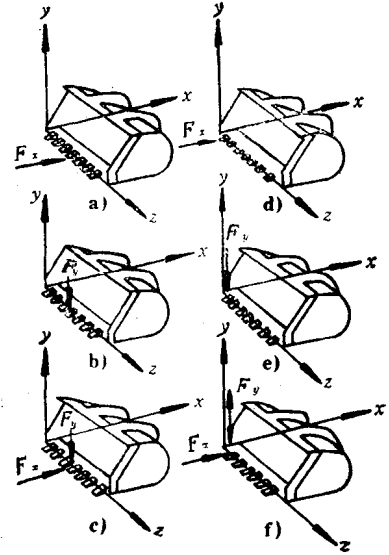


图1-9 工作装置受载的典型工况图

(3) 铲斗切刃上，同时受水平力和垂直力作用。此时铲斗是边切入边转斗或边切入边提升动臂。

分析上述受力工况，可知工作装置有如下典型工况，如图1-9所示。

(1) 对称水平力的作用工况，如图1-9a所示。水平力（即切入阻力）的大小，由装载机的牵引力确定，其最大值为

$$F_x = F_{x\max}$$

式中： $F_{x\max}$ ——装载机空载时的最大牵引力；

F_x ——水平力。

(2) 对称垂直力的作用工况，如图1-9b所示。垂直力（即铲起阻力）的大小，受装载机纵向稳定条件的限制，其最大值可按图1-8取力矩平衡条件计算，则

$$F_y = \frac{G L_1}{L}$$

式中： G ——装载机空载时的自重（质量）；

L_1 ——装载机重心到前轮与地面接触点的距离；

L ——垂直力的作用点到前轮与地面接触点的距离；

F_y ——垂直力。

(3) 对称水平力和垂直力同时作用的工况，如图1-9c所示。此时垂直力仍是 F_y ，而水平力则应取发动机扣除工作装置油泵功率后，所能发出的牵引力 F_k 。

(4) 水平偏载工况，如图1-9d所示。

(5) 垂直偏载工况，如图1-9e所示。

(6) 水平偏载与垂直偏载同时作用工况，如图1-9f所示。

(4)、(5)、(6)三种典型工况，力的计算方法与(1)、(2)、(3)工况相同。

2. 工作装置的受力分析

(1) 在对称受载的工况中，如图1-9a、b、c所示。由于工作装置的结构对称性，故两

臂的承载相等，当略去铲斗及支承横梁对动臂的影响时，可取工作装置的一侧进行受力分析，如图1-10a所示，其上的作用载荷取相应工况下的外载荷之半进行计算，由此可得

$$F_{xa} = \frac{1}{2} F_x \quad F_{ya} = \frac{1}{2} F_y$$

(2) 在非对称偏载工况中，如图1-9d、e、f所示。可近似地按计算简支梁支座反力的方法，求出左、右动臂平面内的等效力，如图1-10b所示。其上的作用载荷应为

$$F_{xa} = \frac{a+b}{b} F_x \quad F_{xb} = F_x - F_{xa}$$

$$F_{ya} = \frac{a+b}{b} F_y \quad F_{yb} = F_y - F_{ya}$$

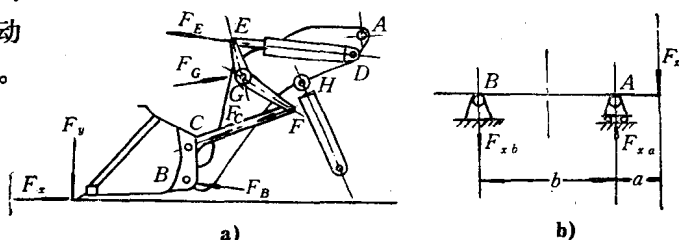


图1-10 工作装置的受力分析图

由于 $F_{xa} > F_{xb}$ ； $F_{ya} > F_{yb}$ ，因此可取 F_{xa} 和 F_{ya} 进行计算。

经过上述假定和分析，就可以将工作装置（一个比较复杂的空间超静定结构）简化为平面力系进行受力计算，在各构件取分离体后，可根据其静力平衡方程式，分别求出各构件的外力。由此便可对动臂、摇臂、连杆、铲斗等零件进行强度校核。

3. 工作装置油缸作用力的确定

装载机工作装置中，有动臂油缸和转斗油缸。其上的作用力有主动作用力和被动作用力两种。

主动作用力是油缸推动机构运动时的作用力，其最大值取决于液压系统的工作压力和油缸直径。被动作用力是油缸在闭锁状态下，工作装置工作时作用在油缸上的作用力，其最大值取决于液压系统过载阀的压力和承载活塞面积。

1) 油缸的主动作用力

分析装载机的工况可知，为保证装载机能正常有效的工作，油缸的主动作用力应能保证装载机工作时发挥最大的铲起力，同时，动臂油缸的主动作用力还应保证把满斗的物料提升到所需要的卸载高度。因此，最大铲起力是确定油缸主动作用力的依据。

(1) 铲起力的确定。由图1-8可见，装载机的最大铲起力受其纵向稳定条件限制。一般情况下，可按

$$F_g = F_y = \frac{G L_1}{L}$$

式中： F_g ——装载机的最大铲起力。

(2) 转斗油缸的主动作用力。如图1-11所示，可分别取铲斗、连杆、摇臂为分离体，根据其平衡方程式可得

铲斗静力平衡方程：

$$\Sigma F_B = 0$$

$$F_C = F_F = \frac{l_6}{l_5} F_g + \frac{l_7}{l_5} G_K$$

式中： G_K ——铲斗自重（质量）。

摇臂静力平衡方程:

$$\Sigma F_G = 0$$

$$F_E = \frac{l_4 l_6}{l_3 l_5} F_G + \frac{l_4 l_7}{l_3 l_5} G_K$$

考虑连杆机构传动中的摩擦损失, 引进摩擦损失系数 K_1 , 一般取 $K_1 = 1.25$, 则转斗油缸的主动作用力为

$$F_d = \frac{1}{2} K_1 F_E = \frac{K_1 l_4}{2 l_3 l_5} (l_6 F_G + l_7 G_K)$$

式中: F_d ——转斗油缸的主动作用力。

(3) 动臂油缸的主动作用力。取连杆机构为分离体, 根据连杆机构的静力平衡条件, 得

$$\Sigma F_A = 0$$

$$F_H = \frac{1}{l_8} (F_G l_{10} + G_K l_{11} + G_A l_{12} - F_E l_9)$$

考虑连杆机构传动中的摩擦损失后, 则得

$$F_b = \frac{1}{2} K_2 F_H = \frac{K_2}{2 l_8} (F_G l_{10} + G_K l_{11} + G_A l_{12} - F_E l_9)$$

式中: F_b ——动臂油缸的主动作用力;

G_A ——动臂自重 (质量);

K_2 ——连杆机构摩擦损失系数, 取 $K_2 = 1.25$ 。

2) 转斗油缸和动臂油缸的被动作用力

转斗油缸和动臂油缸的被动作用力, 根据装载机工作中工作装置受力最大的工况来确定。因此, 可以直接利用前述六种典型工况的结果, 取其中的最大值作为转斗油缸和动臂油缸的被动作用力。由此可确定液压系统过载阀的调定压力。通常过载阀的调定压力比油缸最大被动作用力所产生的压力约高20%。

工作装置油缸的作用力确定以后, 可以选定液压系统的工作压力, 设计油缸直径和行程, 并选择液压系统的其它元件。

四、装载机的液压操纵系统

ZL50 型装载机的液压操纵系统包括工作装置液压系统和动力转向液压系统, 如图 1-12 所示。

工作装置的液压系统, 由油箱11、双联油泵 8 和 9、分配阀 5、流量转换阀12、双作用安全阀 4、动臂油缸2、转斗油缸 3、和自动复位装置 (贮气罐 7、电磁开关 6) 等主要部件组成。

液压系统的油箱11为工作装置和转向系统共用, 内装两个滤油器, 容量为320L。

双联齿轮油泵是由主泵 8 和辅助泵 9 组成, 由柴油机直接驱动。当额定转速为 2200r/min 时, 每联齿轮泵的流量为160L/min, 工作压力为15MPa。

分配阀是由转斗分配阀、动臂分配阀和安全阀等组成。当压力超过 15MPa 时, 安全阀打开, 从而保证液压系统的工作安全。转斗分配阀和动臂分配阀只能单独工作, 不能进行复

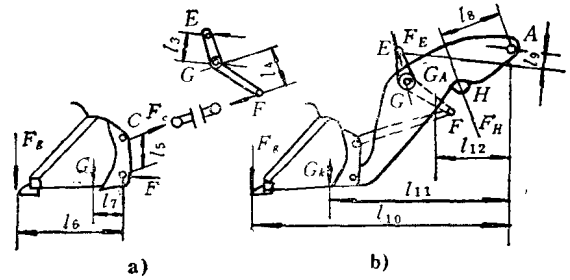


图1-11 油缸作用力计算图

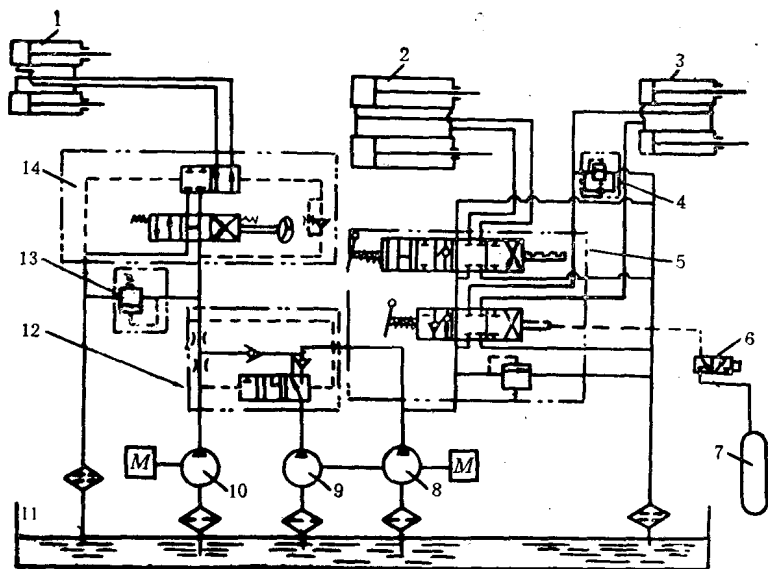


图1-12 ZL50装载机的液压操纵系统原理图

1-转向油缸；2-动臂油缸；3-转斗油缸；4-双作用安全阀；5-分配阀；6-电磁开关；7-贮气罐；8-主泵；9-辅助泵；10-转向泵；11-油箱；12-流量转换阀；13-安全阀；14-转向阀

合动作，以保证工作装置的工作安全。

为了可靠而方便地操纵分配阀，在转斗分配阀和动臂分配阀的一端装有定位装置，如图1-13所示。动臂分配阀的定位装置由回位弹簧11、动臂回位柱塞12、定位钢球13、活动柱塞14和限位弹簧15等零件组成。当分配阀杆处于某一位置时，钢球13卡在动臂回位柱塞12的定位槽中起定位作用，使动臂分配阀杆暂时固定在某一工作位置。动臂回位柱塞上有四个定位槽，对应着分配阀杆的四个工作位置。

转斗分配阀的定位装置的结构和作用原理与动臂分配阀定位装置相似。

工作装置液压系统分配阀的工作原理，如图1-13。

分配阀侧口P与油泵相通，为进油口；其上下下接油箱，为回油口。油道A、B分别接转斗油缸的上、下腔；油道D、C分别接动臂油缸的上、下腔。当两阀之一处于工作位置时，则油泵的压力油便经阀体上相应油道，进入油缸的一腔，而油缸另一腔则与油箱相通。

动臂分配阀有四个位置。

(1)中立位置（封闭位置）。动臂分配阀处于中立位置时，动臂油缸两端油管被封闭。此时，来自油泵的压力油从进油口G、H经回油口T流回油箱，安全阀关闭。

(2)动臂提升。将动臂分配阀杆10右移至动臂提升位置。此时，阀杆将G、H口关闭，液压油顶开单向阀9，经D口进入动臂油缸下腔，使动臂提升。油缸上腔的油液经C、E口流回油箱。

(3)动臂下降。动臂分配阀杆10左移至动臂下降位置。此时，阀杆将G、H口关闭，液压油经E、C口进入动臂油缸上腔，使动臂下降。油缸下腔的油液经D、F口顶开单向阀流回油箱。

(4)浮动位置。将动臂分配阀杆10再向左移至浮动位置。此时，油缸两腔的油液分别由