

场（厂）内机动车辆驾驶

主 编 麦恒华

主 审 张广生

廣東省出版集團
廣東人民出版社

第一章 绪论

第一节 厂内运输及其主要方式

一、厂内运输

在工厂里，把材料、成品、零件、部件、产品按生产路线、工艺流程进行库房与车间、车间与车间、车间内部各工序之间的运输都称为厂内运输。厂内运输是厂矿企业内原材料、半成品、成品等传递的重要手段，是联系各作业环节的纽带。在生产过程中，运输是生产的直接组成部分，没有运输，生产内部的各个环节就无法连接。

根据物料的周转情况，厂内运输大致可分为以下几个阶段：

1. 把原材料运到工厂。
2. 把原材料搬运入库或运到堆放场地。
3. 将材料由仓库或堆放场地运到车间或者生产作业班组。
4. 零部件在车间内部班组、工序间的转运。
5. 零部件在车间与车间之间的转运。
6. 将产品由车间运送到库房。
7. 将产品由库房发运出厂。

二、厂内运输的主要方式

近年来，随着我国物流搬运机械制造工业的快速发展，越来越多的机械应用于物流业，诸如叉车、牵引车、装载机、起重运输机械以及其他专用物流搬运机械等广泛应用于港口、货场、车站、码头、仓库、大型超市、工矿企业、物流中心、配送中心、军队等各个领域。厂内运输工具的种类繁多，一般可分为无轨运输车辆、有轨运输车辆、连续运输工具和其他运输工具。

1. 无轨运输车辆有汽车、铲车、电瓶平板车和手推车等。这类车辆机动灵活，载重量可大可小，道路基建投资小，使用方便，适用于各类工厂。
2. 有轨运输车辆有机车车辆、轨道式汽车。这类车辆适用于产品体积大，运输量大，厂内运输距离远，能和铁路线连接的情况。
3. 连续运输工具主要是传送带。它可以把物料或产品沿着水平、倾斜或垂直方向进行输送。
4. 工厂还可以利用滚杆、滚道、滑车、抱杆、绞车等运输工具。

第二节 场（厂）内机动车辆与驾驶员

场（厂）内机动车辆，是指在作业区域内（农用机动车除外）行驶，由动力装置驱动或牵引，最大行驶速度（设计值）大于5km/h或具有起升、回转、翻转等工作装置的机动车辆。

一、常用场（厂）内机动车辆

根据国家标准规定，常用场（厂）内机动车辆如下：

1. 挖掘机

在设计和技术要求上有特殊结构和专门功能，以内燃机为动力，装有橡胶轮胎或履带，可以自行行驶及进行挖掘作业的专用机械。如：轮胎式挖掘机、履带式挖掘机、轮胎式挖掘装载机。

2. 装载机

在设计和技术要求上有特殊结构和专门功能，以内燃机为动力，装有橡胶轮胎或履带，可以自行行驶及进行装载作业的专用机械。如：轮胎式装载机、履带式装载机。

3. 铲运机

以内燃机或电动机为动力，装有橡胶轮胎或履带，能独立完成装、运、卸作业的一机多能的联合设备，主要用于铲运土石方工程。如：轮胎式铲运机、电动铲运机、拖式铲运机等。

4. 平台搬运车

以内燃机或蓄电池为动力，装有橡胶轮胎及不能起升的载货平台，是一种可自行行驶的搬运车辆。如：内燃固定平台搬运车、蓄电池固定平台搬运车。

5. 自卸车

以内燃机为动力，装有橡胶轮胎及可倾翻的货箱，是一种为载运物料而设计的特殊车辆。如：重型卸料翻斗车、液压铰接翻斗车、小型翻斗车、非道路翻斗自卸车。

6. 牵引车

以内燃机或蓄电池为动力，装有橡胶轮胎，车辆后端装有牵引连接装置，用来在地面上牵引其他车辆的工业车辆。如：内燃牵引车、蓄电池牵引车。

7. 起升车辆

以内燃机或蓄电池为动力，装有橡胶轮胎，车辆的前端或侧面装有可起升或搬运货物功能的专用属具，可自行行驶及作业的机械车辆。如：平衡重式叉车、前移式叉车、插腿式叉车、侧面式叉车、越野叉车、侧面堆垛叉车、堆垛车、托盘堆垛车、平台堆垛车、非堆垛跨车、拣选车等。

8. 蓄电池车

以蓄电池为动力源，装有橡胶轮胎，车辆具有可供载运乘客或货物的车辆，是一种主要为场（厂）内区域载运货物及旅游、观光、游乐场所游览用的专用车辆。如：平板蓄电池车、蓄电池牵引车、游览观光车、高尔夫球车等。

二、对厂内机动车辆驾驶员的基本要求

广东省《厂内机动车辆驾驶人员安全技术培训考核大纲》对驾驶人员的基本条件作了明确规定：

1. 年龄 18 周岁以上（初学驾驶者不得超过 45 岁）。

2. 具有初中以上文化程度。

3. 身高 1.5m 以上（驾驶大型车辆的，1.60m 以上）；双目视力均 0.7 以上（包括矫正视力）；无色盲、色弱；左右耳距音叉 0.50m 能辨清声音方向；心、肺、血压正常；无癫痫、精神病、突发性昏厥及其他妨碍驾驶机动车辆的病症或生理缺陷。

第二章 主要厂内机动车辆简介

第一节 牵引车

牵引车（又称拖头）是指专门用来牵引挂车、半挂车和长货挂车的主体，一般车上不搭乘旅客，没有装载货物的车厢（少数具有短货箱）的汽车称为牵引车，又称载货列车。如图 2-1-1 所示。一般可分为半挂牵引车和全挂牵引车，半挂牵引车的载荷由自身和牵引车共同承受，全挂牵引车的载荷全部由自身承受。如图 2-1-2 和图 2-1-3 所示。



图 2-1-1 普通牵引车



图 2-1-2 半挂牵引车

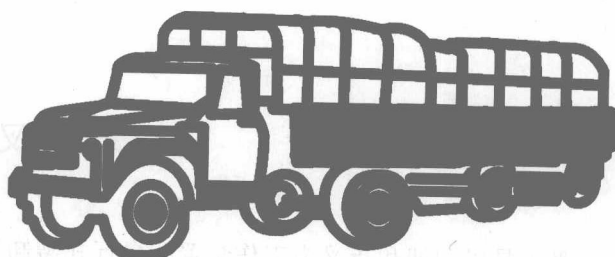


图 2-1-3 全挂车

一、半挂牵引车

半挂牵引车是装备有特殊装置用于牵引半挂车的商用车辆。如图 2-1-2 所示。

半挂牵引车自身没有可装载货物的车辆，但后部设有牵引座，用来牵引和支承半挂车前端。

对于半挂牵引车，车辆分类依据的质量是处于行驶状态中的半挂牵引车的质量，加上半挂车传递到牵引车上最大垂直静载荷和牵引车自身最大设计装载质量（如果有的话）的和。

半挂牵引车分类：

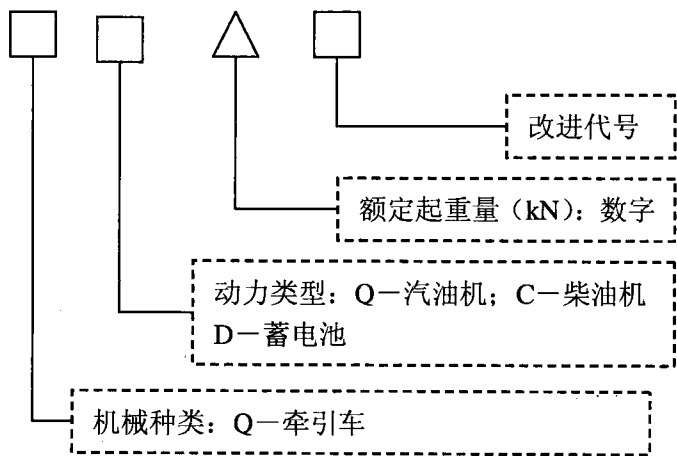
1. 准拖挂车总质量 $\leq 25\text{t}$ 的半挂牵引车。
2. $25\text{t} < \text{准拖挂车总质量} \leq 40\text{t}$ 的半挂牵引车。
3. $40\text{t} < \text{准拖挂车总质量}$ 的半挂牵引车。

二、全挂牵引车

全挂牵引车是一种牵引杆式挂车的货车。它本身可在附属的载运平台上运载货物。全挂牵引车本身带有车厢，其外形虽与货车相似，但其车辆长度和轴距较短，而且尾部设有拖钩。全挂牵引车自身具有装载能力，拖载挂车使发动机剩余工作能力得到利用。

三、牵引车的型号

一般表示如下：



第二节 叉车

叉车是以门架和货叉为工作装置的自行式装卸搬运机械。可用于装卸、堆放成件货物。更换工作装置后，也能用于特种物品和散料的装卸搬运作业。

一、叉车的分类

叉车的分类可以根据动力装置、结构特点和用途进行分类。

1. 动力装置

(1) 内燃式叉车：内燃式叉车以内燃机为动力，根据所用燃料的不同可分为：汽油、柴油、天然气等。它的特点是动力性和机动性好，适用范围非常广泛。

(2) 电动式叉车：电动式叉车是以蓄电池为动力，用直流电机驱动。它的特点是结构简单，机动灵活，环保性好，主要适用于室内作业的场所。不过存在动力持久性差，需要专用的充电设备，行驶速度不高，对路面要求高等不足。

2. 结构特点

(1) 平衡重式叉车：如图 2-2-1 所示。其中直叉平衡重式叉车应用最为普遍。直叉平衡重式叉车，货叉装在车体前端，伸出前轮中心线外。为了平衡货物重量产生的倾覆力矩，在车体尾部装有平衡重，作业时依靠叉车前后移动进行叉卸货物。

(2) 插腿式叉车：如图 2-2-2 所示。两条臂状的支腿伸向前方，支腿前端装有小直径的车轮，作业时货叉连同支腿一起插入货物底部，然后使货叉起升。由于货物位于车轮的支承面内，所以整车稳定性好。



图 2-2-1 平衡重式叉车

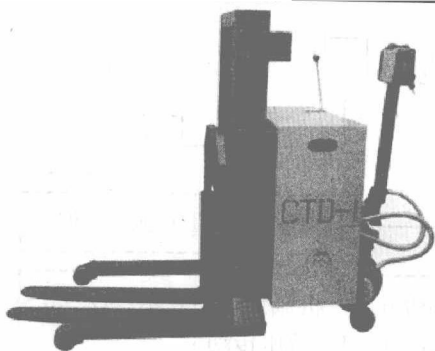


图 2-2-2 插腿式叉车

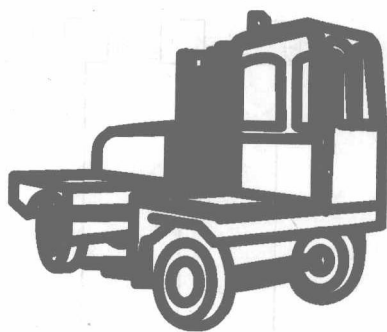


图 2-2-3 侧面式叉车

(3) 侧面式叉车：如图 2-2-3 所示。门架和货叉面向叉车一侧，位于车体中部，并可横向一起移动，适用于搬运长件货物，叉车行驶时，货物置于车体平台上，整车稳定性好。

(4) 前移式叉车：如图 2-2-4 所示。是插腿式叉车的变型，其货叉可在叉车纵向前后移动，装卸货物时货叉伸出，行驶时则退回到车体中部，整车稳定性好。集装箱叉车、高货位拣选式叉车。

(5) 集装箱叉车：如图 2-2-5 所示。集装箱叉车是集装箱码头和堆场上常用的一种集装箱专用装卸机械，配有吊运集装箱的专用属具，专门用于集装箱堆垛、拆垛作业。主要用作堆垛空集装箱等辅助性作业，也可在集装箱吞吐量不大（年低于 3 万标准箱）的综合性码头和堆场进行装卸与短距离搬运。

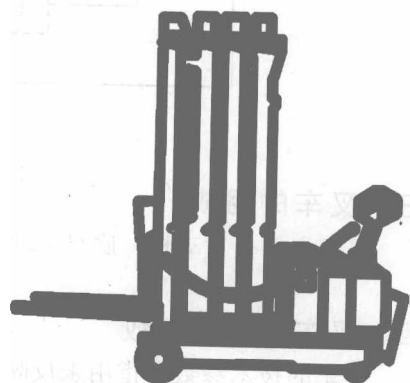


图 2-2-4 全电动前移式叉车

(6) 高货位拣选式叉车：是一种适用于货架仓库物资拣选作业的设备。如图 2-2-6 所示。

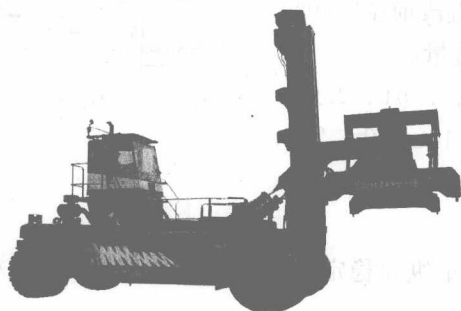


图 2-2-5 集装箱叉车

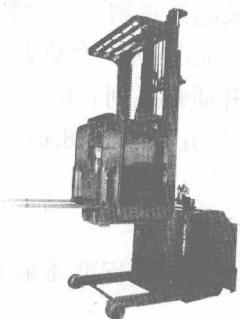


图 2-2-6 高货位拣选式叉车

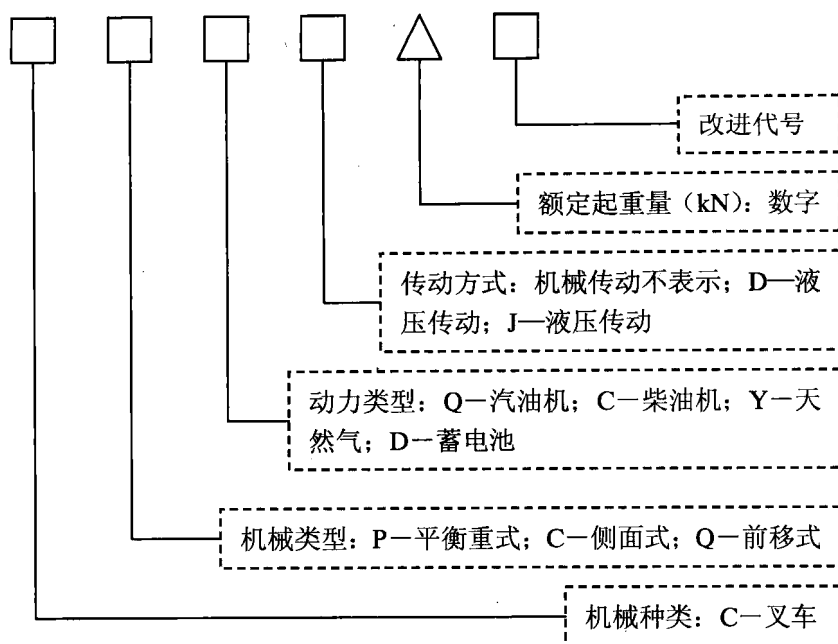
3. 用途

(1) 通用叉车：通用叉车是在大多数场合下都能使用的叉车，适用范围广泛。

(2) 专用叉车：专用叉车是具有专门用途的叉车，如堆垛叉车、集装箱叉车、箱内作业叉车等。

二、叉车的型号

一般表示如下：



三、叉车的组成

叉车主要由发动机、底盘、动力装置、工作装置、液压系统、电气系统等五部分组成。

四、叉车的技术参数

叉车的技术参数是指用来反映叉车的结构特征和工作性能的参数，包括性能参数、尺寸参数、质量参数。如图 2-2-7 所示。

1. 额定起升质量 m

指用货叉起升货物时，货物重心至货叉垂直段前壁的距离不大于载荷中心距时，允许起升货物的最大质量。

额定起升质量系列：0.5t、0.75t、1.0t、1.5t、2.0t、2.5t、3.0t、4.0t、5.0t、8.0t、10t、12t、15t、16t、20t、25t、32t、40t。

2. 载荷中心距 c

指在货叉上放置标准质量的货物、确保叉车纵向稳定时，其中心至货叉垂直段前壁间的水平距离。

3. 最大起升高度 $H_{\max}$

指叉车在平坦坚实的地面上，满载、轮胎气压正常、门架直立，货物升至最高时，货叉水平段的上表面至地面的垂直距离。港口叉车最大起升高度一般为 3~4m，否则，要增加门架和起升油缸的高度或者采用三级门架和多级作用的油缸。

4. 门架倾角

是指无载叉车在平坦、坚实的地面上，门架相对其垂直位置向前和向后倾斜的最大角度。

门架前倾角 α ：作用是便于叉取和卸放货物，一般前倾角取 $3^\circ \sim 5^\circ$ 。

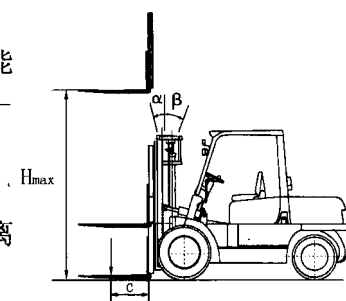


图 2-2-7 叉车技术参数示意图

门架后倾角 β : 作用是当叉车带货行驶时防止货物从货叉上滑落, 一般后倾角取 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 。

5. 最大起升速度 $V_{h\max}$

通常指叉车在坚实的地面上满载时, 货物举升的最大速度。根据港口装卸作业要求, 起升速度以 $15\sim 20\text{m/min}$ 为宜。

6. 最大运行速度 $V_{a\max}$

一般指叉车满载时, 在干燥、平坦、坚实的地面上行驶时所能达到的最大速度。在港口露天货物上工作的内燃叉车, 其行驶速度可取 $15\sim 25\text{km/h}$ 。据统计, 叉车作业时, 行驶时间一般约占全部作业时间的 $2/3$ 。

7. 满载最大爬坡度 $i_{\max}$

指叉车满载时, 在干燥、坚实的路面上, 以低速挡匀速行驶所能爬越的最大坡度。由于港口路面场地较平坦, 港口叉车最大爬坡度可在 10° 以内。

8. 最小转弯半径 $R_{\min}$

指叉车在空载低速行驶、转向轮处于最大偏转角时, 瞬时转向中心距叉车纵向中心线的距离。

9. 最小离地间隙 $h_{\min}$

指车体最低点与地面的间隙。

10. 直角通道最小宽度

可供叉车往返行驶的、成直角相交的通道的最小理论宽度。

11. 堆垛通道最小宽度

叉车在正常作业时, 通道的最小理论宽度。

12. 回转通道最小宽度

可供叉车调头行驶的直线通道的最小理论宽度。

13. 最大高度和宽度

决定叉车能否进入仓库、集装箱、船车内进行作业的参数。

五、叉车的主要性能

叉车的各种技术参数反映了叉车的性能, 主要性能有以下几个方面:

1. 装卸性能

装卸性能指叉车起重能力和装卸快慢的性能。装卸性能的好坏对叉车的生产率有直接的影响。叉车的起重量大、载荷中心距大、工作速度高则装卸性能好。

2. 牵引性能

它表示叉车行驶和加速快慢、牵引力和爬坡能力大小等方面的性能。行驶和加速快、牵引力和爬坡度大则牵引性好。

3. 制动性能

它表示叉车在行驶中根据要求降低车速及停车的能力。通常以在一定行驶速度下制动时制动距离大小来加以衡量。制动距离小则制动性能好。

4. 机动性能

它表示叉车机动灵活的性能。最小转弯半径小、直角交叉通道宽度和直角堆垛通道宽度小则机动性能好。

5. 通过性能

叉车的通过性能是指叉车克服道路障碍而通过各种不良路面的能力。叉车的外形尺寸小, 轮压小、离地间隙大、驱动轮牵引力大、则叉车的通过性能好。

6. 操纵性能

指叉车操作的轻便性和舒适性。如果需要加于各种操作手柄、踏板及转向盘上的力小、驾驶员坐椅与各操作件之间的位置布置得当等则操纵性能好。

7. 稳定性能

叉车的稳定性能就是指叉车抵抗倾覆的能力。稳定性是保证叉车安全作业的必要条件, 主要有纵向稳定性和横向稳定性要求。

8. 经济性能

叉车的经济性能主要指它的造价和劳动费用, 包括动力消耗、生产率、使用和耐用的程度等。

六、叉车技术的发展趋势

叉车市场的激烈竞争促进了叉车技术的发展, 现代叉车设计中正在不断大量地应用各种新技术来提高产品的性能和品质, 以满足市场的需要。叉车设计将充分运用人类功效学原理不断优化改进叉车人机界面等来提高操纵舒适性。重视叉车的安全可靠性、可维护性和工业造型设计。通过产品专业化、系列化、多样化去充分适应不同用户、不同工作对象和不同工作环境的需要。另外, 由于微电子技术、传感技术、信息处理技术的发展和应用以及环保的要求, 叉车技术将会朝机电液一体化、智能化、集成化、节能和环保化的方向发展。

部分厂内车辆技术参数见附录2。

第三节 装载机

装载机是向车辆或其他设备装载散状物料的自行式装卸机械。装载机广泛用于矿山、港口、车站、建筑工地、堆料场和仓库等地, 作业能力为 $30\text{t/h} \sim 300\text{t/h}$ 。装载机主要用来铲、装、卸、运土和石料一类散状物料, 也可以对岩石、硬土进行轻度铲掘作业。如果换不同的工作装置, 还可以完成推土、起重、装卸其他物料的工作。装载机如图 2-3-1 所示。



图 2-3-1 装载机

一、装载机的分类

装载机可以按不同特征分类:

1. 按工作装置的作业形式不同, 分为单斗式、挖掘装载式和多斗式三种, 通常所称的装载机多指单斗式装载机。
2. 按卸载形式的不同, 分为前卸式、侧卸式和回转式三种。
3. 按本身结构特点不同, 分为整体式和铰接式。
4. 按铲斗的额定载质量不同, 分为小型 ($< 1\text{t}$)、轻型 ($1 \sim 3\text{t}$)、中型 ($4 \sim 8\text{t}$) 和重型 ($> 10\text{t}$)。

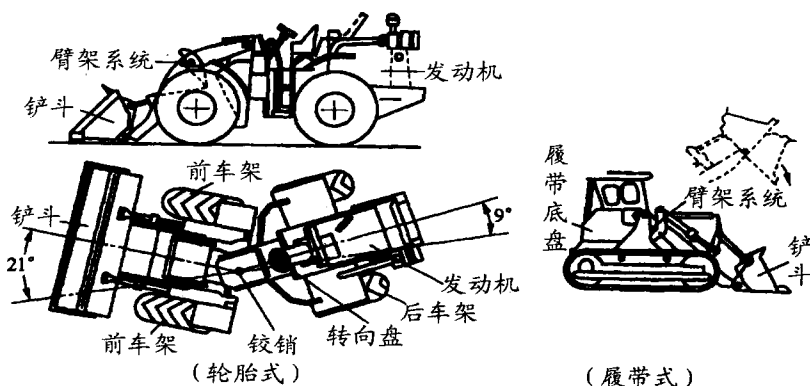
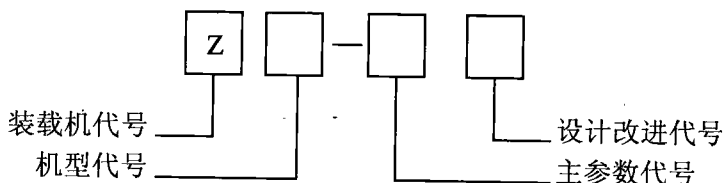


图 2-3-2 行走装置不同的装载机

5、按行走装置不同，分为轮胎式和履带式两种（如图 2-3-2 所示）。轮胎式装载机与履带式装载机相比，最显著的优点是行驶速度快、机动性能好、转移工作场地方便、可在短距离内自铲自运。轮胎式装载机不仅用于装卸土方，还可以推送土方。缺点是在潮湿地面作业易于打滑，铲取紧密的原状土壤较难，轮胎磨损较快。履带式装载机的特点是履带有良好的附着性能，铲取原状土和沙砾的速度较快，挖掘能力强，操作简便；最大缺点就是行驶速度慢，转移场地不方便，因此实际使用较少。

二、国产装载机的型号



由于国外装载机品牌型号编制不太统一，本书不作介绍。

国产装载机型号代码的含义如下:

机型号中 L 为轮胎式, Y 为液压式, J 为铰接式, D 为井下装载机。

主参数代号表示铲斗载质量, 以 t 为单位。如 ZL-50 表示铲斗载质量为 5t。

三、装载机的组成

轮胎式装载机由动力装置、车架、行走装置、传动系统、转向系统、制动系统、液压系统和工作装置等组成。如图2-3-3所示。轮胎式装载机采用柴油机为动力装置，液力变矩、动力换挡变速箱、双桥驱动等组成的液力机械式传动系统（小型轮胎式装载机有的采用液压传动或机械传动），液压操纵，铰接式车架转向，反转杆机构的工作装置。

履带式装载机以专用底盘或工业拖拉

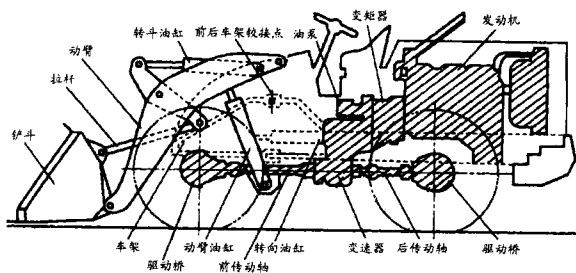


图 2-3-3 轮胎式装载机总体结构

机为基础车，装上工作装置并配装操纵系统而构成。履带式装载机的动力装置也是柴油机，机械式传动系统则采用液压助力湿式离合器或湿式双向液压操纵转向离合器和正转连杆机构的工作装置。

四、轮式装载机工作过程

1. 插入工况：动臂下放，铲斗放置于地面，斗尖触地，斗底板与地面呈 $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 倾角，开动装载机，铲斗借助机器的牵引力插入料堆。
2. 铲装工况：铲斗插入料堆后，转动铲斗铲取物料，待铲斗口翻至近似水平为止。
3. 重载运输工况：铲斗铲装满物料后举升动臂，将铲斗举升至运输位置（即铲斗斗底离地高度不小于机器的最小允许离地间隙），然后驱动机器驶向卸载点。
4. 举升工况：保持转斗缸长度不变，操作举升缸，将动臂升至上限位置，准备卸载。
5. 卸载工况：在卸载点，在举升工况下操作转斗缸翻转铲斗，向溜井仓或运输车辆中卸载，铲斗物料卸净后下放动臂，使铲斗恢复至运输位置。
6. 空载运输工况：卸载结束后，装载机再由卸载点空载返回装载点。

五、装载机的主要技术性能

标志装载机性能的主要技术规格有：铲斗斗容量、额定载质量、发动机的功率和转速、整机质量、行驶速度、轮胎规格、整机外形尺寸、最大牵引力、最大掘起力、轴距、轮距、最小离地间隙、最小转弯半径、最大卸载高度、最大卸载距离、动臂升降时间、转斗时间以及各主要部件的型号和规格等。主要技术性能指标见表2-3-1。

表 2-3-1 装载机主要技术性能指标

	ZL40		ZL50		DZL50		ZL50C		ZL90	
标准斗容量 (m^3)	3		2.0		3.0		3.0		5	
额定载重 (t)	5		3.6		5.0		6.0		9.0	
动臂提升时间 (满载)	7		6.5		8.0		6.0		9.5	
铲臂提升时间 (空载,s)	2.5		3.0		3.0		3.0		3.0	
车速(km/h)	前进	后退	前进	后退	前进	后退	前进	后退	前进	后退
I 档	0~10		0~10	0~14	0~10	0~13	0~10	0~13	0~10	0~13
II 档	0~34	0~13	0~35		0~34		0~34		0~32	
最大牵引力 (kN)	126.9 (空载)		103.9 (满载)		147 (满载)		147 (满载)		279.3 (满载)	
最大爬坡度	30°		30°		30°		30°		30°	
整机质量 (t)	18.5		12 (带驾驶室)		16.8 (带驾驶室)		16.7		36 (带驾驶室)	
最大卸载高度 (mm)	2950		2800		2850		1700		3500	

1. 铲斗容量。是指装载机所配备的铲斗最大几何容积, 通常用 m^3 来表示。
2. 额定载质量。是在保证装载机稳定工作前提下, 铲斗的最大承载能力, 单位为 t 。
3. 发动机功率。分有效功率与总功率。有效功率是在发动机飞轮上实有的功率, 也称飞轮功率。国产装载机上所标的功率一般是指总功率, 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。用总功率(即发动机的额定功率或标定功率)乘以 $0.9 \sim 0.95$ 的系数, 可求得有效功率的值, 单位用 kW 。
4. 整机质量。装载机的自重关系到使用的经济性、可靠性和附着性能, 单位用 kN 。
5. 最大行驶速度。指前进和后退的最大速度, 它影响生产率和安排施工方案, 单位为 km/h 。
6. 最小转弯半径。是指自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 m 。
7. 最大牵引力。是指装载机驱动轮缘上所产生的推动车轮前进的作用力。装载机的附着质量愈大, 则可能产生的最大牵引力越大, 单位为 kN 。
8. 最大掘起力。是指铲斗绕固定铰点转斗时, 作用在斗口内 100mm 处的法向力, 单位是 kN 。
9. 最大卸载高度。是指铲斗倾卸角一般在 $45^\circ \sim 60^\circ$ 之间、达到最大举升高度时, 斗尖到地面的距离, 单位为 m 。
10. 最大卸载距离。是指在最大卸载高度时, 斗尖到前轮前缘的水平距离, 单位是 m 。

六、轮式装载机技术的发展

由于电子和信息技术的发展和应用, 装载机的整体技术有了很大的发展: 发动机自动控制系统将会大大地减少动力损失, 节约燃料, 减少废气排放和噪声, 提高发动机的使用寿命; 计算机管理监控系统能连续管理、监控装载机的数十项参数, 具有故障诊断和报警功能; 电子自动换挡变速控制系统和负载感应变速控制系统, 将会有效缩短作业循环, 降低燃油消耗率, 提高作业效率和整机经济性, 减轻司机的工作疲劳; 司机辅助操作系统和负荷自动稳定系统等操作辅助系统的逐步加强, 提高了装载机作业的自动化程度, 提高了操作稳定性、安全性和舒适性。另外, 装载机的设计和制造将进一步体现以人为本的理念, 改善司机的工作环境。

第四节 蓄电池车

以蓄电池为动力的电动车辆, 简称蓄电池车。它装有橡胶轮胎, 车辆具有可供载运乘客或货物的车辆, 是一种主要为场(厂)内区域载运货物及旅游、观光、游乐场所游览用的专用车辆。如: 平板蓄电池车、游览观光车、高尔夫球车等。图 2-4-1 所示为杭叉 R30 蓄电池叉车。蓄电池车通过蓄电池向直流电动机供电, 并通过传动齿轮驱动车轮。

一、蓄电池车的发展

单能源蓄电池车早在 19 世纪末已非常流行。20 世纪随着汽车性能的改善, 蓄电池车逐渐为汽车所排挤。70 年代后, 由于电子、电机、蓄电池等技术的发展, 以及蓄电池车的污染很小, 不依靠石油能源, 可充分利用深夜的剩余电力和操作方便等原因, 蓄电池车又重新得到了发展。

在我国, 从 50 年代开始, 一些大型国有企业内部都自行生产制造蓄电池平板车以解决



图 2-4-1 杭叉 R30 蓄电池叉车

运输问题。在简易的车架上装上蓄电池带动直流电动机，这就是早期的蓄电池车了。随后便出现专门生产蓄电池车的厂家，直至目前国产蓄电池车仍有一定的生命力。随着改革开放和微电子技术等先进技术的应用，先进的蓄电池车产品不仅外形美观，结构合理，而且能耗低、噪音小、操作简便、生产率高。在种类方面不仅仅局限于企业内部生产自用的运输车，还大量生产电池游览车、体育场所代步的高尔夫球车、长距离运货的电池货车等等。直流电动机的功率也由过去的 1.5~3.5kW 提高到 18kW，载重量达到 3t。在我国，蓄电池车的最高车速有明文规定须低于 20km/h，但个别车辆时速已达 24km/h，还有向更高车速发展的趋势。对此，严格蓄电池车驾驶岗前培训和加强管理非常重要。

二、蓄电池车的优点

1. 噪音低，对环境干扰少，特别适合生产环境要求极高的食品、医药、卫生制品等企业使用。
2. 排放污染物少，尤其是阀控密封铅酸蓄电池对环境污染几乎等于零。
3. 低能耗、高效率、安全性高。

三、蓄电池车的缺点

1. 不宜在高温、潮湿及易燃易爆场所使用。
2. 庞大的蓄电池体积不但增加车辆自身总重量，而且占据了车辆的有限空间，而导致运载能力减弱。
3. 蓄电池在向外提供电能时，普通铅酸蓄电池会排出雾酸及氢气、氧气，其中酸雾具有腐蚀作用，如果氧气、氢气浓度达到一定程度遇火会发生燃烧爆炸。

四、蓄电池车的分类

根据用途不同，蓄电池车可分成以下四类。

1. 用于工矿、码头等局部地区的单能源蓄电池车。主要用来搬运货物。
2. 作为客、货兼用的蓄电池车。其功率较大，运行线路可达数 10km，一般速度为 10~40km/h。
3. 用于较长距离的客、货兼运双能源蓄电池车。除了蓄电池外，还可通过车上的受流器，从沿线路的接触网上得到电能以驱动车辆；同时还可使蓄电池充电，以备车辆驶入无接触网

地区时使用。

4. 蓄电池和内燃机兼有的双能源蓄电池车。以减少内燃机车对城市和车站产生的废气、油污和噪声的污染。

五、蓄电池车的组成

在厂内运输车辆中，常用蓄电池车主要有蓄电池叉车和蓄电池牵引车。如图 2-4-2 和图 2-4-3。

蓄电池叉车、蓄电池牵引车主要是由动力装置、控制系统、底盘、工作装置、液压系统等几部分组成。详细介绍见第七章。

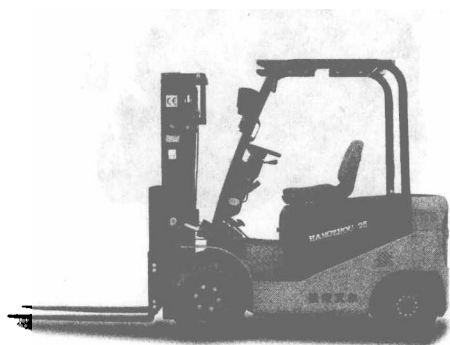


图 2-4-2 杭叉 J 系列蓄电池叉车

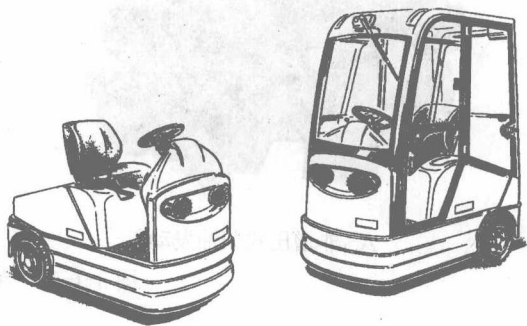
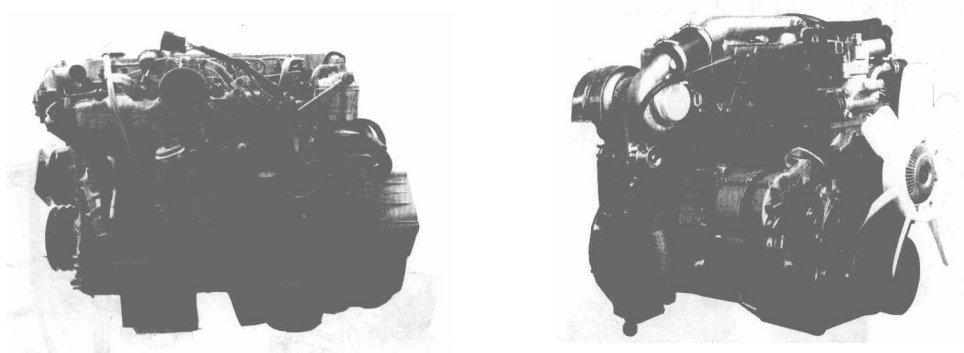


图 2-4-3 林德 P60Z 型蓄电池牵引车

第三章 发动机

第一节 发动机的基本原理和总体结构

发动机是车辆的动力源，它将进入其中的燃料(汽油、柴油、天然气等)燃烧发出的热能转换成机械能，并将获得的机械能输送给车辆底盘。图 3-1-1 所示为柴油发动机外形图。



A. 非增压式柴油发动机

B. 增压式柴油发动机

图 3-1-1 柴油发动机

一、发动机的分类及型号表示

1. 分类

发动机种类繁多，一般按其特征来进行分类。主要分类方法如下：

(1) 按照所用燃料分类。分为汽油机、柴油机和和其他燃料发动机（常见的是 LPG）。厂内车辆考虑到动力输出等原因，大多数都是采用柴油发动机。

(2) 按照冲程分类。分为四冲程和二冲程。一般装用四冲程发动机。

(3) 按照冷却方式分类。分为水冷发动机和风冷发动机。厂内车辆上装用的发动机多数为水冷发动机。

(4) 按照气缸数目分类。分为单缸发动机和多缸发动机。厂内车辆上发动机一般采用多缸发动机。

(5) 按照气缸排列方式分类。分为直列式、卧式（对置式）和 V 形三种，目前厂内车辆上一般采用多缸直列式发动机。

(6) 按照混合气点火方式分类。分为点燃式发动机和压燃式发动机。汽油发动机为点燃式，柴油发动机为压燃式。

(7) 按照进气系统是否采用增压方式分类。分为自然吸气（非增压）式发动机和强制进气式（增压式）发动机。汽油机一般采用自然吸气式；柴油机为提高功率，不少已采用增压式的。

2. 型号表示

国产发动机型号的排列顺序及符号所代表的意义如下图所示。



现对各部分简要说明如下:

①系列代号。

②换代符号。

③地方、企业代号。

④缸数符号。

⑤气缸布置形式符号。无符号表示直列及单缸卧式;“V”代表V型发动机;“P”代表平卧式发动机。

⑥冲程符号。“E”表示二冲程;四冲程不标符号。现时厂内车辆基本上都是采用四冲程发动机。

⑦缸径符号。以气缸直径的毫米数表示。

⑧结构特征符号。无符号表示水冷式发动机;“F”表示风冷式发动机;“Z”表示增压发动机。

⑨用途特征符号。无符号表示通用型发动机;“Q”表示汽车用发动机;“G”表示工程机械用发动机。

⑩区分符号。

型号编制示例:

495 柴油机:“4”表示4缸、四冲程;“95”表示缸径为95mm、水冷。

X4105柴油机:“X”表示系列代号;“4”表示4缸、四冲程;“105”表示缸径为105mm、水冷。

8V100发动机:“8”表示8缸、四冲程;“100”表示缸径为100mm、水冷;“V”表示气缸呈V字形排列。

二、发动机的基本工作原理

1. 发动机的基本术语

(1) 上止点。活塞在气缸内做往返运动时,活塞顶部距离曲轴旋转中心最远的位置。如图3-1-2所示。

(2) 下止点。活塞在气缸内做往返运动时,活塞顶部距离曲轴旋转中心最近的位置。如图3-1-2所示。

(3) 活塞冲程。活塞从一个止点到另一个止点移动的距离,称为活塞冲程(S)。如图3-1-2所示。

(4) 气缸工作容积。活塞从一个止点运动到另一个止点所经过的容积,称为气缸工作容积(V_h)。如图3-1-3所示。

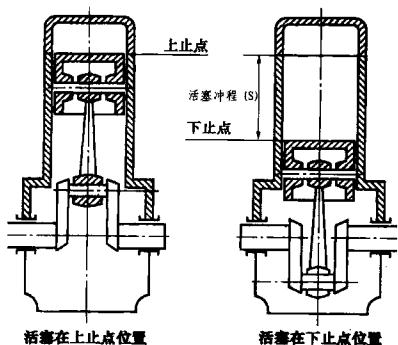


图 3-1-2 上、下止点位置

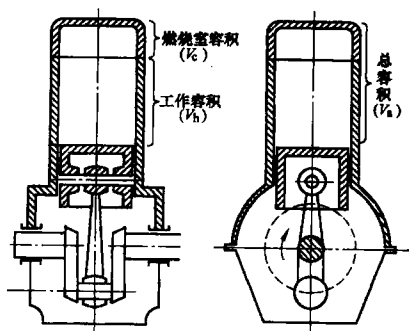


图 3-1-3 气缸容积

(5) 气缸总容积。活塞在下止点时，活塞上方的全部空间，称为气缸总容积 (V_a)。如图 3-1-3 所示。

(6) 燃烧室容积。活塞位于上止点时其顶部与气缸盖之间的容积称为燃烧室容积 (V_c) 如图 3-1-3 所示。

(7) 发动机排量。多缸发动机各缸工作容积的总和，称为发动机排量。

(8) 压缩比。气缸总容积与燃烧室容积的比值，称为压缩比。压缩比越大，压缩终了时气缸内气体的压力和温度越高。柴油机的压缩比比汽油机大得多，因此气缸压力也大很多。

2. 单缸四冲程汽油机工作原理

汽油机的工作过程可分为：进气冲程、压缩冲程、做功冲程、排气冲程，如图 3-1-4 所示。

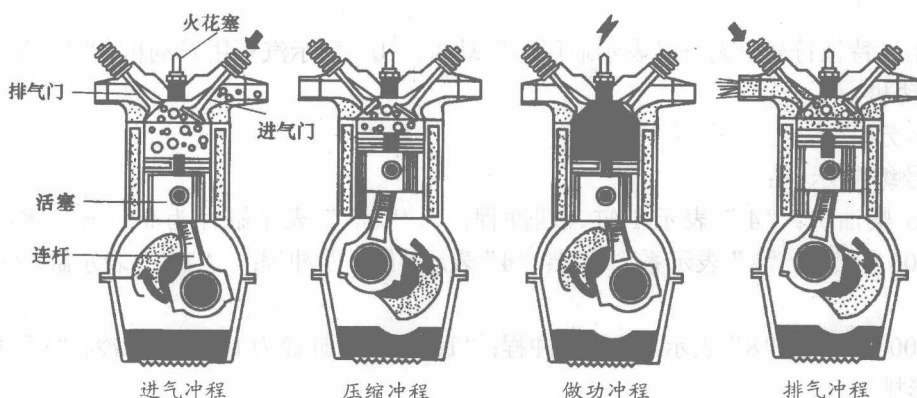


图 3-1-4 汽油机工作过程

空气与汽油混合而成的良好混合气，在进气冲程被吸进气缸，经压缩点火燃烧，燃烧后体积膨胀产生高温高压的热能，作用于活塞顶部，推动活塞作直线运动，同时通过连杆、曲轴飞轮机构而变为旋转的机械能，对外输出。通过新气的吸入、压缩、膨胀做功和废气排出这样四个冲程，曲轴转动两圈，完成一个工作循环。然后又是进气、压缩……周而复始，连续不断，这就是四冲程汽油机的工作循环。

(1) 进气冲程。在进气冲程开始时，活塞位于上止点，进气门开启，排气门关闭。曲轴转动活塞从上止点向下止点移动，活塞上方容积增大，压力降低，可燃混合气在压力差作用下进入气缸。

(2) 压缩冲程。压缩冲程开始，进、排气门关闭。活塞从下止点向上止点移动，活塞上方容积缩小，压缩混合气，使其压力和温度升高到易燃的程度。

(3) 做功冲程。做功冲程时，进、排气门依然关闭，当压缩接近终了时，火花塞发出电火花，点燃混合气，混合气燃烧膨胀，推动活塞从上止点向下止点运行，并通过连杆推动曲轴旋转输出机械功。

(4) 排气冲程。排气冲程开始，进气门仍关闭，排气门开启，活塞在曲轴的带动下从下止点向上止点运行，气缸内的燃烧废气在活塞的推力及自身的压力下，经排气门排出，直到活塞到达上止点。

排气冲程结束后，又进入下一工作循环的进气冲程。曲轴转两周，发动机完成了四冲程的一个循环：进气、压缩、做功、排气，这样，周而复始连续不断地工作。

综上所述，发动机完成一个工作循环。活塞在上、下止点间往复移动了四个冲程，