

交通系统中等专业学校试用教材

港口起重输送机械

上册

(港口装卸机械专业用)

上海港湾学校 夏源有 主编

人民交通出版社

交通系统中等专业学校试用教材

港口起重输送机械

上册

(港口装卸机械专业用)

上海港湾学校 夏源有 主编

人民交通出版社

内 容 提 要

《港口起重输送机械》分上、下两册。上册为起重机械部分，主要阐述起重机械常用零、部件和起升、变幅、旋转、运行四大机构的一般构造特征、设计原理和计算方法，四大机构均附有计算实例。下册为输送机械和港口专用机械部分，主要阐述带式输送机和气力输送机的构造、原理、一般设计计算，以及斗式提升机和推耙机、括抛机、袋货装舱机、堆取料机、集装箱起重运输机械等港口专用机械的构造特征和工作原理。

本书为水运中等专业学校港口装卸机械专业教科书，亦可供相近专业和港口有关工程技术人员参考。

交通系统中等专业学校试用教材

港口起重输送机械

上 册

(港口装卸机械专业用)

上海港湾学校 夏源有 主编

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第006号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092 1/32 印张：12.25 字数：299千

1979年8月 第1版

1979年8月 第1版 第1次印刷

印数：0001—5,600册 定价：1.00元

前 言

本书系根据1978年3月交通部教育局在北京召开的全国水运中等专业学校教材编写会议所确定的编审分工,以及同年6月有关学校在南宁共同讨论和审定的《港口起重输送机械》课程教材编写大纲编写而成。

本书由上海港湾学校夏源有主编,并负责上册编写。下册的输送机械概论和气力输送机械由大连海运学校常连昇编写,带式输送机和斗式提升机由南通河运学校刘培德编写,港口专用机械由上海港湾学校严仲武编写。重庆河运学校李世元、程忠良主审,上海港湾学校常红、广西航运学校欧志锋等参加共同审定。

本书在编写过程中曾得到有关高等院校、科研单位和工厂的支持与帮助,谨在此表示感谢。此外,广西航运学校张益安、上海港湾学校常红、包嘉申协助收集资料、整理计算实例,并对单位制的换算等做了不少工作,在上册的整理过程中刘培德、程忠良、李世元做了不少工作,在此一并表示感谢。

限于时间和编者的水平,书中定有不少缺点和谬误之处,特别是本书所采用新的国际单位制,编者学习领会不够,难免错误,恳切希望广大读者批评指正。

目 录

绪 论

第一节	港口装卸机械的主要类型、分类	1
第二节	港口装卸机械化的意义和我国港口装卸机械的发展概况及发展趋势	16
第三节	国外港口装卸机械目前的概况和发展趋势	17

第一篇 起重机械

第一章	起重机械概论	20
第一节	起重机械的任务和组成	20
第二节	起重机械的基本参数	21
第三节	起重机械的作用载荷和计算载荷	26
第四节	起重机械的驱动型式	30
第二章	起重机电机	34
第一节	挠性件	34
第二节	卷筒和滑轮	39
第三节	制动器和停止器	44
第三章	起升机构	52
第一节	起升机构概述	52
第二节	吊钩装置和抓斗	54
第三节	滑轮组的倍率和效率	61
第四节	起升机构传动方案	64
第五节	起升机构一般设计步骤	68
第六节	起升机构计算实例	73
第四章	变幅机构	79
第一节	变幅机构概述	79
第二节	载重升降补偿的几种主要方案及其补偿原理	82
第三节	载重升降补偿典型方案的设计方法	84
第四节	臂架系统自重平衡的几种主要方案	89
第五节	杠杆——活配重式臂架自重平衡系统的设计方法	92
第六节	变幅机构的传动方案	95
第七节	变幅机构的受力分析和阻力计算	98
第八节	变幅机构驱动和制动计算	103

第九节 变幅机构计算实例.....	105
第五章 旋转机构.....	111
第一节 旋转机构概述.....	111
第二节 各类旋转支承装置的结构特点和比较.....	113
第三节 旋转驱动机构的结构型式.....	117
第四节 旋转支承装置的计算.....	119
第五节 旋转阻力矩计算.....	126
第六节 旋转机构驱动和制动计算.....	131
第七节 旋转机构计算实例.....	134
第六章 运行机构.....	143
第一节 运行机构概述.....	143
第二节 有轨运行机构的结构型式.....	144
第三节 轮压及其计算.....	149
第四节 自行式有轨运行机构一般设计计算.....	152
第五节 轮胎起重机运行机构的结构特点.....	162
第六节 运行机构计算实例.....	165
第七章 起重机稳定性及安全装置.....	173
第一节 稳定性的概念和安全装置的作用.....	173
第二节 稳定性计算.....	174
第三节 各类安全装置的结构特点和动作原理.....	178
附 工程单位制和国际单位制 (SI) 的换算关系及换算说明.....	187

绪 论

第一节 港口装卸机械的主要类型、分类

港口装卸机械是港口用于进行船舶装卸，车辆（火车和汽车）与船舶的转载，港内运输，库场作业，舱内、车内、库内作业的各种机械的总称。

港口装卸的货物从工业原料到工业产品和半成品，从农业机械、化肥到农副产品，从人民生活必需品到建筑材料无所不包。被装卸、搬运的货物有散货、袋装货、箱装货、桶装货、罐装货以及钢材、石油等等，货种繁杂。为了适应各类货种的装卸以及装卸过程中各个环节的不同要求，港口装卸机械的类型和机种以及辅助设备品种繁多，新机型、机种不断涌现。为了研究和选用的方便，装卸机械根据其工作特点与用途分为四大类：起重机械、输送机械、装卸搬运机械和港口专用机械。

一、起重机械

起重机械是间歇动作的机械，其工作特点是短暂、重复具有周期性，主要用于货物升降作业。它包括：简单起重机械、起重机和升降机。

1. 简单起重机械

简单起重机械具有构造简单、紧凑、轻巧的特点。属于简单起重机械的有：千斤顶；滑车；起重葫芦和卷扬机等。

(1) 千斤顶：又称举重器。它是在较小高度范围内用来举起重物的简易起重工具。按照动作原理和结构特点，千斤顶有螺旋千斤顶、液压千斤顶和分离式千斤顶。分离式千斤顶实际上就是一个油缸，由与千斤顶分离的电动泵供给高压油，使其动作。电动泵可以同时供几个千斤顶工作，从而可实现多油缸同时顶升的动作，全液压流动式起重机的液压支腿即属此例。在港口，千斤顶一般只作为机械检修时的起重工具。

(2) 滑车：它是由滑轮和吊钩（或吊环）等所组成的简单起重工具。在不便发挥大型起重机械作用或不便装设成型起重机械的场合，采用临时性的构架——桅杆，与滑车和卷扬机配套使用，即能完成大型设备的吊装工作。在港口，滑车一般作为辅助工具。

(3) 起重葫芦，它是通过链轮或卷筒起升重物，带有减速和制动装置的简单起重机械。按驱动型式起重葫芦有手拉葫芦和电动葫芦两种。手拉葫芦（图0-1）是一种构造简单、重量轻、携带方便的小型起重工具，在缺乏电源的临时性及流动性场所，用来吊运小型设备。电动葫芦（图0-2）是一种电力驱动的轻小型起重设备，一般与梁式起重机配套使用。电动葫芦的起重重量有0.98(0.1)、2.45(0.25)、4.9(0.5)、9.8(1)、19.6(2)、29.4(3)、49(5)和98(10)千牛（吨）等种。近年来，大起重量的电动葫芦在许多国家得到了迅速发展。

(4) 卷扬机：亦称绞车。它是由电机、减速传动装置、卷筒和钢丝绳等组成。电机通过减速传动装置，带动卷筒转动，卷筒收进或放出钢丝绳以实现货物升降。它是一般起重机起

升机构的仿型。在内河港口常用于斜坡码头，作为牵引设备。

2. 升降机

升降机是依靠承载部分，沿着导轨于垂直方向运送货载的升降设备。它包括电梯、液压升降机和缆车。

(1) 电梯：采用轿箱作为承载部分的升降机，主要用于多层仓库内升降作业。

(2) 液压升降机：采用升降平台作为承载部分的升降机，主要用于件货船的出舱作业。它是依靠液压缸顶升，使升降平台沿着固定导轨垂直运动，提升货物。

(3) 缆车：它是由卷扬机通过钢丝绳牵引斜架平台车，沿斜坡轨道运行的起重机械（图0-3），用于水位落差较大的内河港口，从浮码头到固定岸壁的斜坡提升和运移货物。



图0-1 手拉葫芦

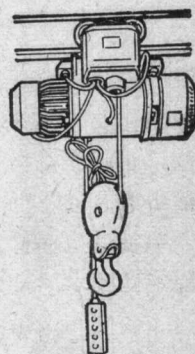


图0-2 电动葫芦

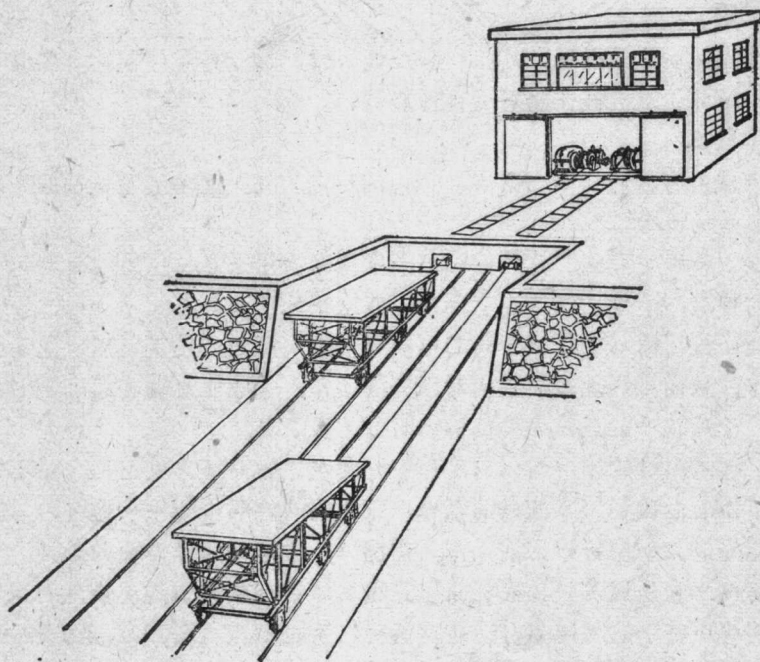


图0-3 缆车

3. 起重机

简单起重机械和升降机，一般都仅能进行货物的提升作业（电动起重葫芦还可沿轨道运行），而港口用于装卸作业的起重机械要求有高的装卸效率，除实现货物提升以外，还能进行货物的空间运移，各种类型的起重机就是满足这一要求的起重机械。

起重机按其作业范围与结构特点可分为两大类：臂架类和桥架类。

(1) 臂架类起重机：这类起重机的共同特点是具有可俯仰的摆动臂架。通常臂架是装在转台上，转台可绕其轴线旋转，这种臂架类起重机习惯上也称为旋转起重机。

臂架类起重机有固定式、移动式和浮式三种。

固定式即起重机被固定在某结构物或基础上，不能移动，用于库壁或舱壁的固定动臂起重机、固定旋转起重机以及桅杆起重机（图0-4）均属此类。

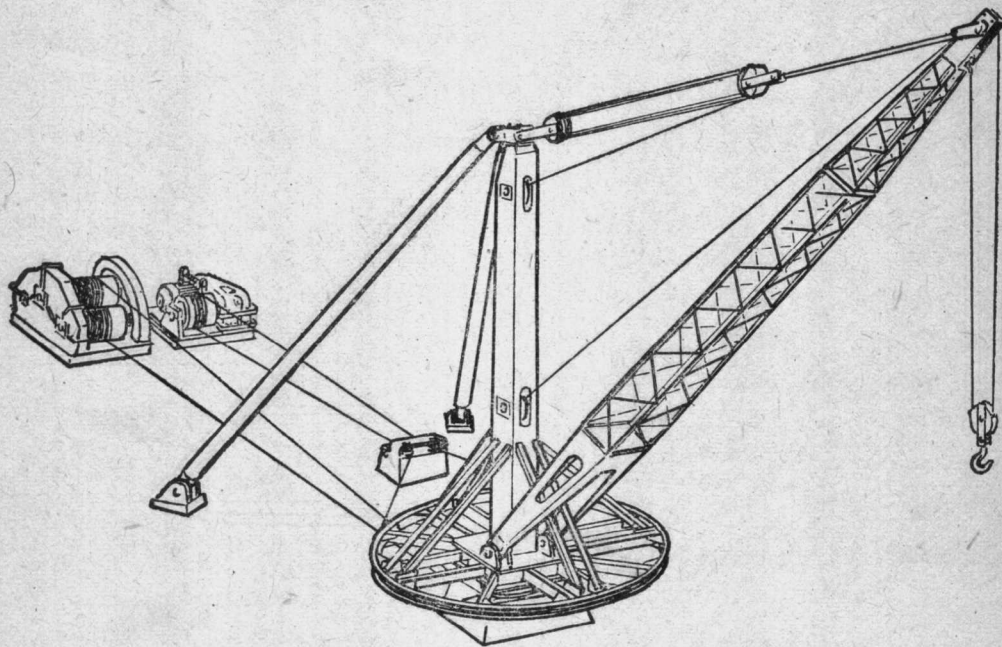


图0-4 桅杆起重机

移动式即有行走轮可在地面或轨道上运行的臂架类起重机。它包括小型起重机、缆车起重机、随车起重机、汽车起重机、轮胎起重机、履带起重机、铁路起重机、塔式起重机、门座起重机等。其中具有无轨运行机构的（如随车起重机、汽车起重机、轮胎起重机、履带起重机等）在习惯上亦称为流动式起重机。随车起重机（图0-5），汽车起重机（图0-6）和轮胎起重机（图0-7）都是具有轮胎无轨运行机构，它们之间并没有严格的区分标准，习惯上

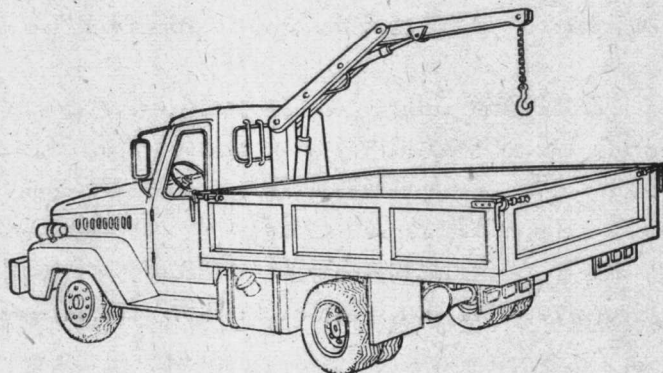


图0-5 随车起重机

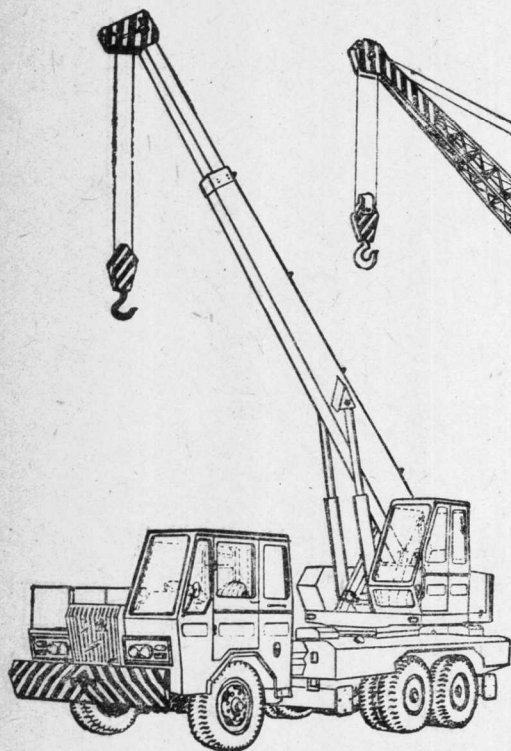


图0-6 汽车起重机

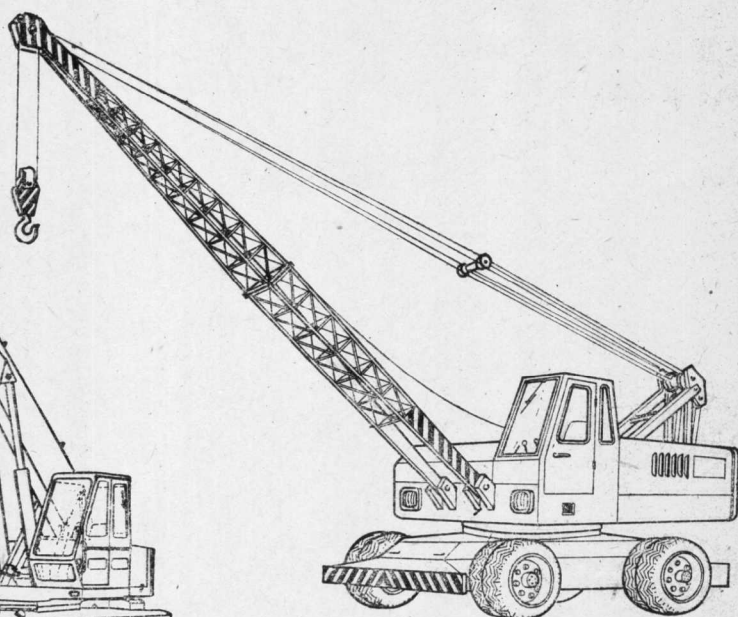


图0-7 轮胎起重机

把装在载重汽车上的起重设备称为随车起重机，把装在通用或特种载重汽车底盘上的起重机称为汽车起重机，把装在一个专用的自行轮胎底盘上的起重机称为轮胎起重机。轮胎起重机与汽车起重机相比，回转半径小，便于在狭小场地作业，故更适合于港口的装卸作业。

小型起重机（图0-8）虽然也有运行轮胎，但它不能自行而靠其它机械拖动运行，故不属于流动式起重机。

门座起重机具有可以跨越铁路线的门架，门架沿铺设在码头前沿的轨道运行，火车可在门架下通过，能实现车船的直接转载，故是当前水陆联运码头的主要起重机械（图0-9）。门架通常跨越一条到两条铁路线，少数跨越三条铁路线，其相应的跨度为6.5米、10.5米、15.3米。

浮式臂架类起重机即为起重船（图0-10）。它广泛用于海、河港口的装卸作业。在海港主要用于重件货的吊运。水位落差较大的内河港口，则是码头前沿的主要装卸机械之一。

（2）桥架类起重机：这类起重机的共同特点，是具有沿桥架运行的载重小车。库内的桥式起重机，码头前沿及库场作业的装卸桥，龙门起重机（图0-11）均属此类。装卸桥与龙门起重机两者并没有严格的区别，习惯上把载重小车运行速度较高，跨度较大，同时具有刚性、柔性支腿的龙门起重机称为装卸桥。用于库场作业的装卸桥，目前国内最大跨度达90米。

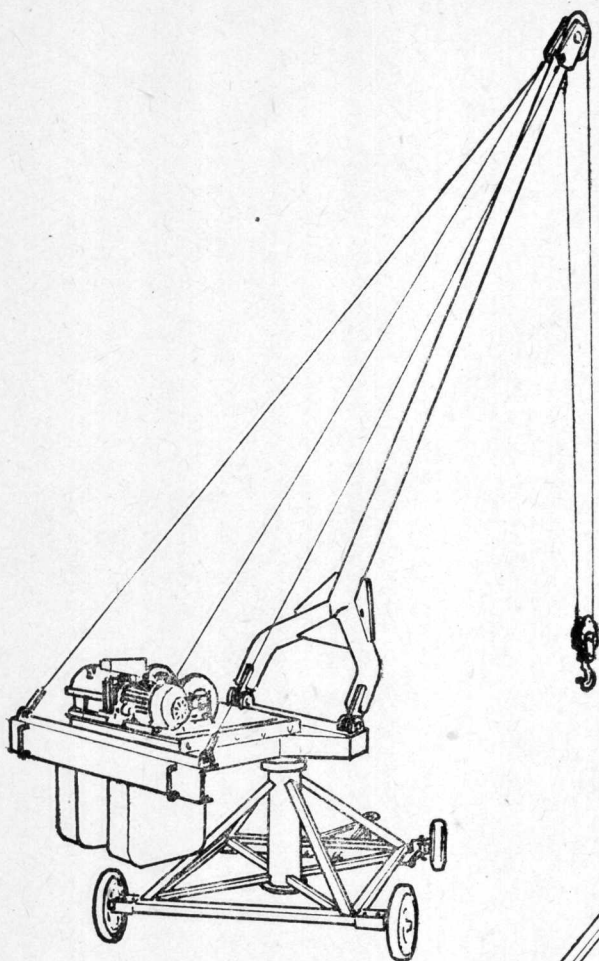


图0-8 小型起重机

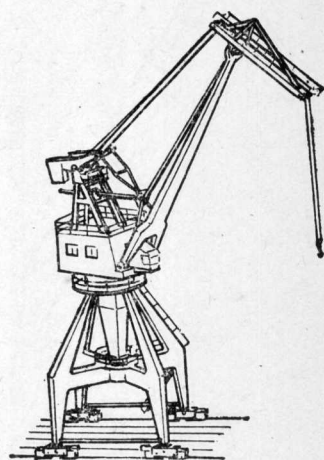


图0-9 门座起重机

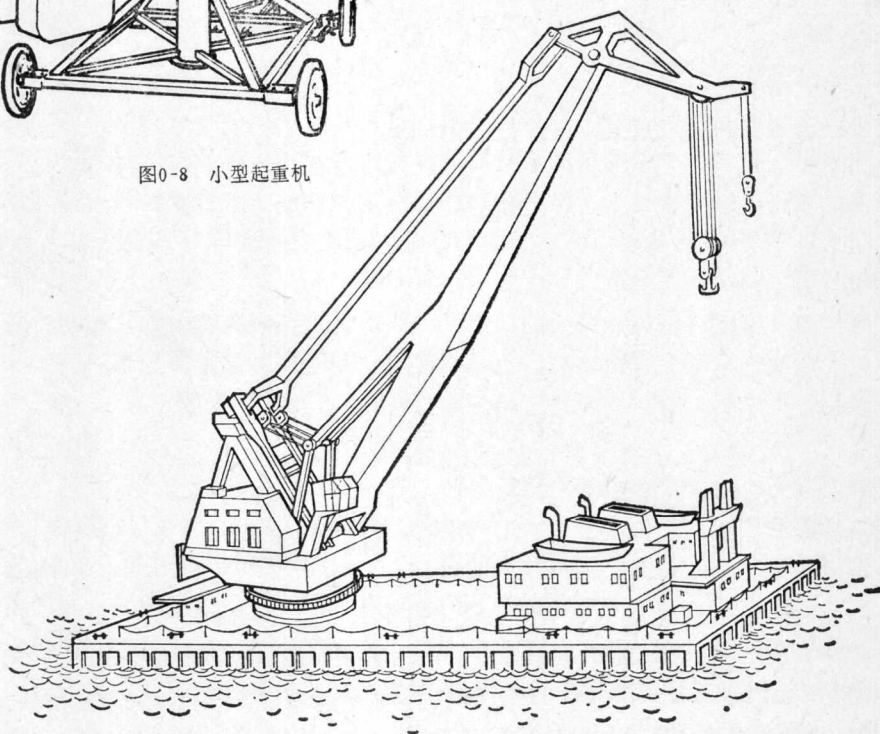


图0-10 浮式起重机

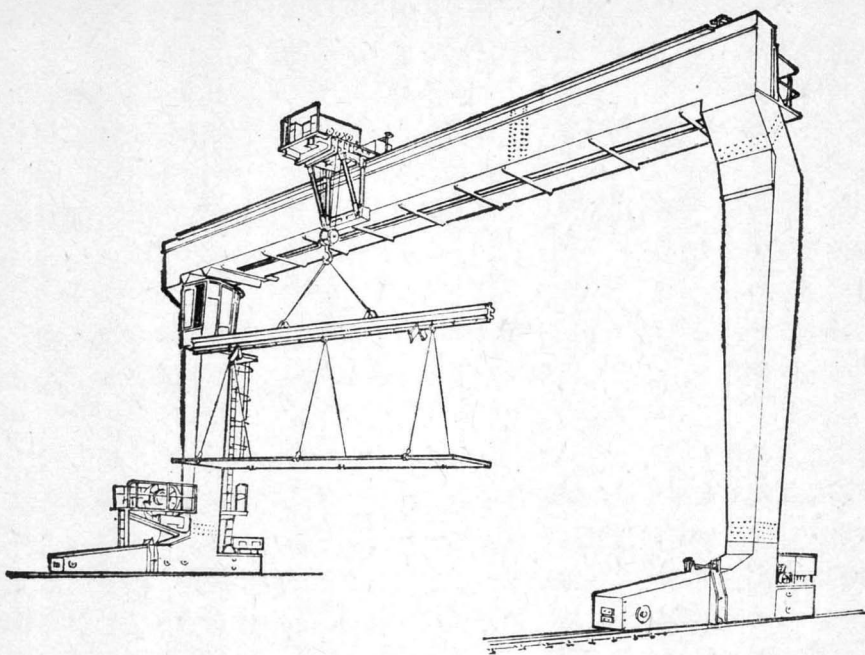


图0-11 龙门起重机

二、输送机械

输送机械是连续动作的机械，其工作特点是以连续流动的方式输送货物。它包括：带式输送机、链式输送机、埋刮板输送机、提升机、螺旋输送机、滚柱输送机、气力输送机和气垫输送机等。

1. 带式输送机

带式输送机（图0-12）是依靠连续运动的无端输送带输送货物的输送机械。根据其结构

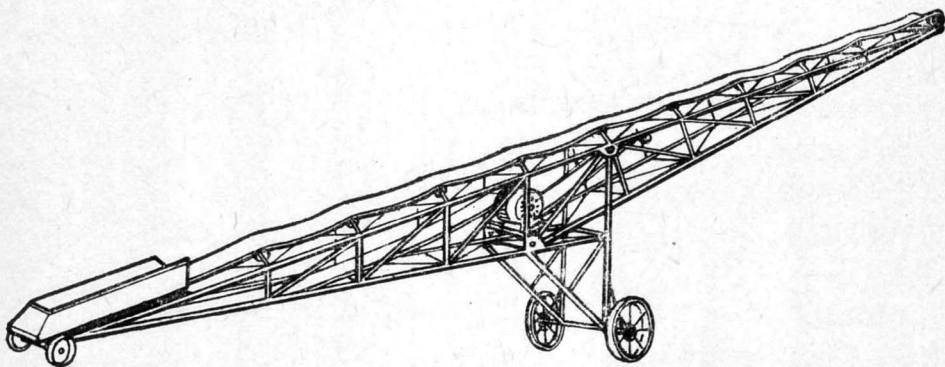


图0-12 移动式带式输送机

特点和输送原理的不同，又分为胶带输送机、钢绳牵引胶带输送机和压带输送机。

（1）胶带输送机：它是用胶带作为输送带的带式输送机。它的特点是带条既是承载构件又是牵引构件。无端带条绕过驱动滚筒和改向滚筒，并利用带条与驱动滚筒之间的摩擦力驱使胶带运动。

胶带输送机可输送件货和散货，在港口，主要用于大宗散货的港内运输。由于胶带强度的限制，单机输送长度一般不超过400米。

(2) 钢丝绳牵引胶带输送机：它是用特制的带有绳槽的胶带作为承载构件，用强度较高的钢丝绳作为牵引构件的带式输送机。它适用于长距离输送，目前最长的单机输送距离达十余公里。主要用于煤炭、矿石等的长距离输送。

(3) 压带输送机：它是在两平行的输送胶带之间压送货物，主要用于箱装货，袋装货的垂直或倾角较大的输送作业。

2. 链式输送机

链式输送机是依靠无端链条的不断运动，以实现连续输送货物的输送机械。它包括用于件货输送的链板输送机，用于较大倾角散货输送的刮板输送机和用于木材输送的链爪输送机。

3. 埋刮板输送机

埋刮板输送机与刮板输送机虽然都是以刮板链条的运动输送散货的输送机械，但在输送原理上有很大的区别。刮板输送机的刮板呈平板状，刮板链条在敞开的料槽内运动，推移在料槽里的散货以实现输送；埋刮板输送机的刮板呈一字形或空心框形，刮板链条埋没于被输送的物料之中，在封闭的壳体内运动，物料受到刮板链条运动方向的压力，形成物料的内摩擦力，使物料形成连续整体的料流而被输送。埋刮板输送机可以水平输送，也可以进行垂直输送。它适宜于输送扬尘较严重、有毒的粉状物料，如化肥、农药等。

4. 提升机

提升机是以链条或胶带作牵引构件，将承载的斗子或托架固定在牵引构件上，随牵引构件一起运动，以实现货物提升的输送机械（图0-13）。提升机下部供料，绕过顶部链轮或卷筒时在出口处卸料。它包括带斗式提升机、链斗式提升机和托架提升机。前两种用于提升散货，后一种用于提升件货。

5. 螺旋输送机

螺旋输送机是在料槽或料管内装有螺旋状叶片，通过螺旋叶片的转动来输送粉状或粒状货物的输送机（图0-14）。其输送距离较短，在港口，仅用作出舱作业。

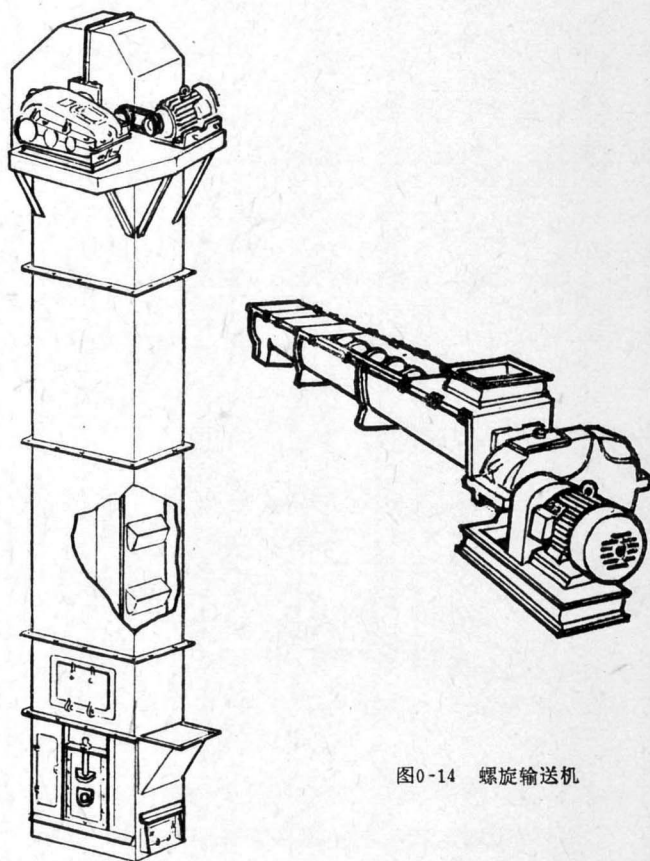


图0-14 螺旋输送机

图0-13 带斗式提升机

6. 辊子输送机

辊子输送机是由若干相互等距离装在车架上的辊子组成，无牵引构件的输送机。无动力者俗称滚道，件货在重力作用下在滚道上由高处向低处输送。而辊子输送机则在一定的辊子间隔中安置一个电动滚筒，主要用于袋货的短距离输送。

7. 气力输送机

气力输送机是在管内用空气输送物料的一种输送机械。在港口，主要用于散粮卸船。

8. 气垫输送机

气垫输送机是使散粒物料与输送槽之间形成一气垫，以减少物料与输送槽之间的摩擦力，使物料能在稍倾斜的输送槽内靠重力作用，达到输送目的的输送机械（图0-15）。它用来输送干燥微粒货物。

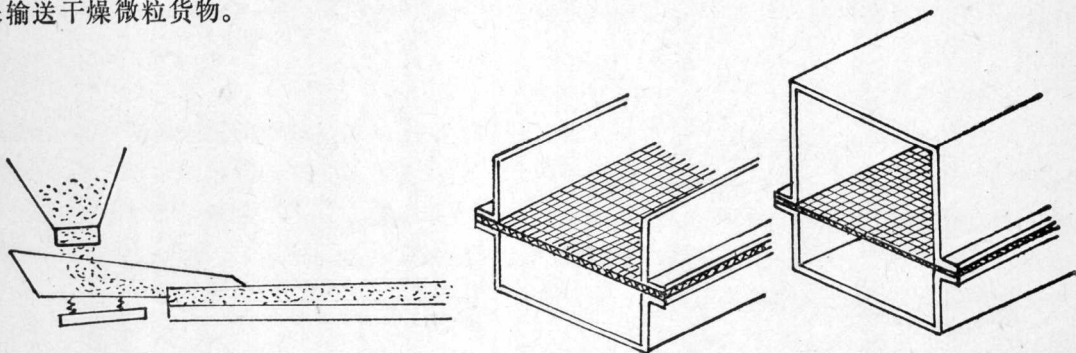


图0-15 气垫输送机

三、装卸搬运机械

装卸搬运机械是用于港内方向不固定的运输和搬运作业的机械。它包括叉式装卸车（图0-16）、单斗车（图0-17）、跨运车（图0-18）、牵引车（图0-19）、平板车和搬运车（图0-20）等。

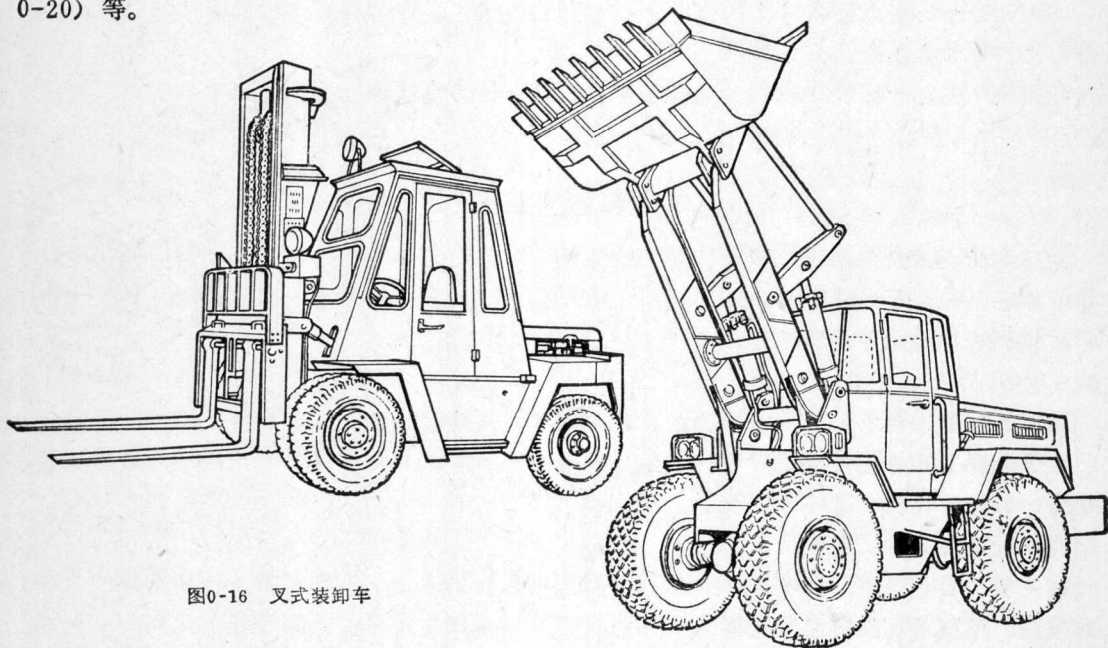


图0-16 叉式装卸车

图0-17 单斗车

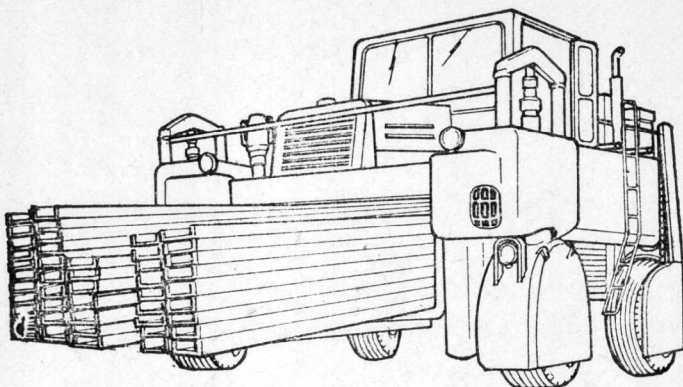


图0-18 跨运车

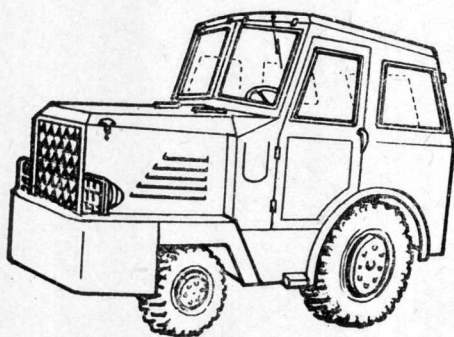


图0-19 牵引车

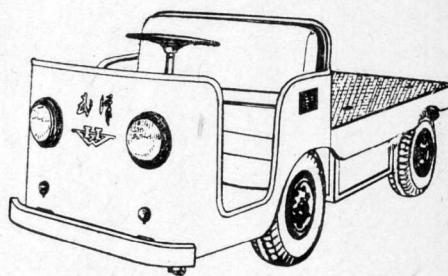


图0-20 搬运车

叉式装卸车配以不同的属具，可以进行堆码，拆垛等多种作业，并能适应各种货种。小型叉式装卸车还可进入舱内、车内作业，故有万能装卸机之称。平板车与牵引车配套使用，是目前港内无轨运输的主要形式。

作为装卸搬运机械代表机种的叉式装卸车，将开设专门课程，故本教材不研究这类机械。

四、港口专用机械

港口专用机械是根据港口装卸作业的特殊条件，为适应某货种的某作业要求而专门设计的装卸机械。它包括装船机械、卸船机械、装车机械、卸车机械、舱内机械、库场机械、集装箱机械和石油码头专用机械等。

1. 装船机械

装船机械是根据装船作业特点而设计的多动作专用输送机械。按所适应的货种不同分为：散货装船机和件货装船机。它一般用于专业化码头，例如用于件货专用码头的袋货装船机（图0-21）。

2. 卸船机械

卸船机械是根据船型、货种及卸船作业特点而设计的多动作专用机械。按所适应的货种不同分为：散货卸船机和件货卸船机。卸船机具有较高的生产率，适用于专业化码头，例如用于散货专用码头的半门座抓斗卸船机（图0-22）。

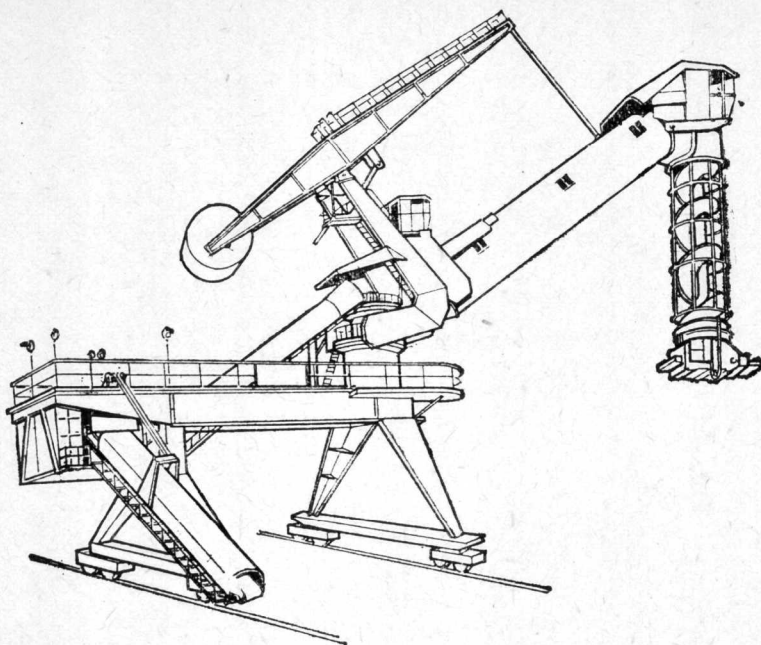


图0-21 袋货装船机

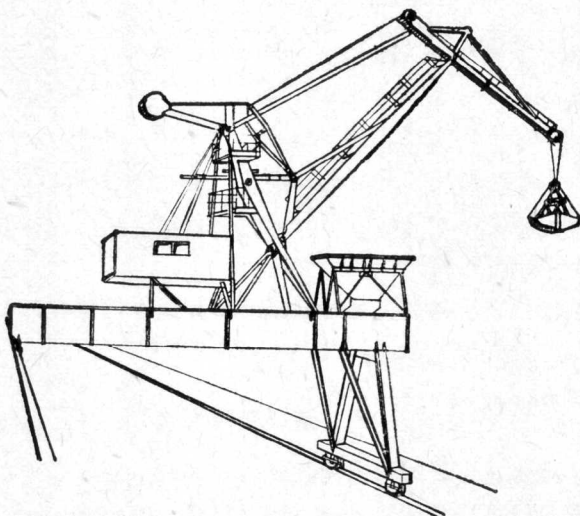


图0-22 半门座抓斗卸船机

3. 装车机械

装车机械是供车辆装车的专用机械。按所适应的货种不同分为：散货装车机和件货装车机。例如图0-23的件货装车机。

4. 卸车机械

卸车机械是用于卸出铁路车辆货物的专用机械。目前有散货卸车机（如图0-24的链斗卸车机）、翻车机等。

5. 舱内机械

舱内机械是在船舱内进行清舱、平仓、出舱作业的专用机械。例如配合抓斗进行散货清

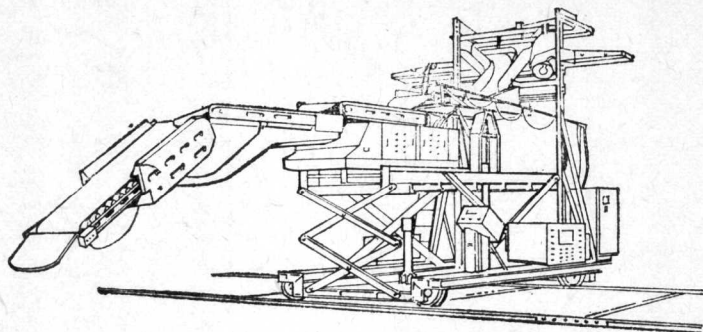


图0-23 件货装车机

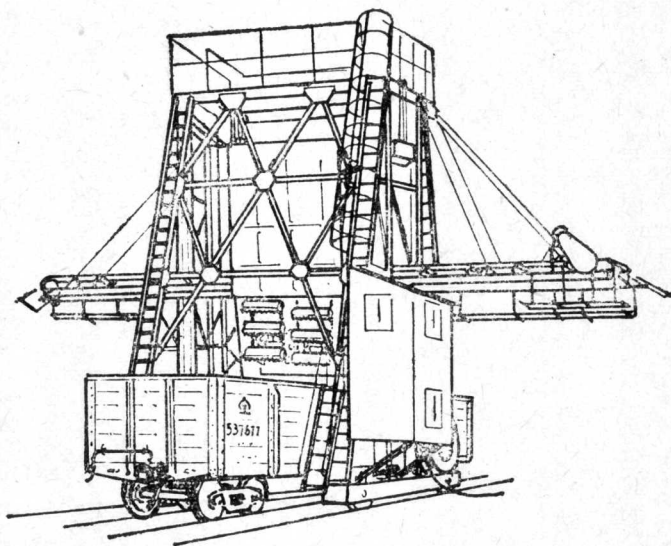


图0-24 链斗卸车机

舱作业的刮抛机（图0-25）。

6. 库场机械

库场机械是在港口仓库、货场进行货物的码垛、拆垛、堆料、转运的专用机械。它包括库场件货专用机械（如码垛机）和库场散货专用机械（如堆料机、取料机、堆取料机等）。例如专用于煤码头的单臂式堆料机（图0-26）和斗轮堆取料机（图0-27）。

7. 集装箱机械

集装箱机械是供集装箱船舶和车辆的装卸、库场上集装箱堆码、拆垛及转运的专用机械。它包括集装箱起重机（如图0-28的岸边集装箱起重机）、集装箱叉式装卸车（如图0-29的侧面集装箱叉式装卸车）、集装箱跨运车（图0-30）、集装箱牵引车（图0-31）和集装箱挂车等。

8. 石油码头专用机械

用于港口石油码头的专用机械是输油臂。

附港口装卸机械分类表：