

# 第一篇 总论

## 第一章 概述

### § 1-1 交通运输与装卸搬运

交通运输的主要任务是使物资实现空间转移。在运输过程中，装卸搬运工作是实现物资转移、拆堆垛、出入库必不可少的生产环节。从物流系统的概念出发，二者均属于物流系统的子系统。

回顾交通运输业的发展历程，大体上相继经历了水路运输、铁路运输、公路运输、航空运输、管道运输以及联合运输、综合运输和集装箱运输等阶段。但不论在哪一个阶段，采用何种运输方式，运输何类物资，都离不开物资的装卸搬运，从手提肩扛的野蛮人工装卸，到文明的机械装卸，一直发展到机械化、自动化装卸 都证明了交通运输与装卸二者之间同时产生 相互依存。

随着现代交通运输的大力发展，尤其进入以五种运输方式及相应的支持保证系统构成的综合运输网络发展阶段，交通运输工具的种类和数量急剧增长，装卸搬运工作的重要意义显得更加突出。为了提高装卸效率及能力，以适应大力发展的交通运输业的需要，根本的途径是实现装卸搬运的机械化和自动化。

装卸搬运车辆及机械与适当的取货属具和索具配合，与托盘和集装箱等集装化运输配合，由现代通讯手段和物流中心系统指挥，形成高效的机械装卸搬运系统，就能提高装卸搬运机械化和自动化程度，从而也就能大大提高装卸搬运工作的效率，缩短货物在车站、港口、货场、仓库及其他场所的装卸作业时间，加快车、船周转，增加车站、港口的吞吐能力，降低装卸成本，提高运输效率。同时，提高装卸搬运机械化程度，改善装卸搬运条件，也是从根本上取代笨重、低效的人力装卸、节省大量劳动力，保证装卸工人的安全生产，保障货物的完好无损率，搞好文明装卸，提高整个交通运输各部门的社会、经济效益的重要途径。因此，装卸搬运作为一种高效特种作业手段，越来越引起交通运输各部门的高度重视。

目前，各种各样为满足不同运量和不同作业要求的装卸搬运车辆与机械应运而生。例如有装卸质量小到几十或几百公斤的手动液压装卸机械；有装卸几十甚至千余吨的起重机械；有外部电源供电的电动装卸机械，有自身装有独立的动力装置的装卸机械；有间歇作用类装卸机械，还有高效连续作用类装卸机械等。

装卸搬运车辆与机械的发展，正在改善着交通运输业的面貌，同时对综合运输网络的发展也起着推动作用。近年来，装卸搬运车辆与机械已形成了一支独立的学科，不仅研究装卸搬运车辆与机械的结构、性能，而且还研究装卸搬运过程的机械化、自动化。在一些运输部门采用集装箱多式联运系统和成套装卸搬运车辆与机械构成智能运输系统，有的运输部门建立综合运输网络，覆盖了该部门运输系统各个分支，使运输、装卸搬运、信息流通形成运输

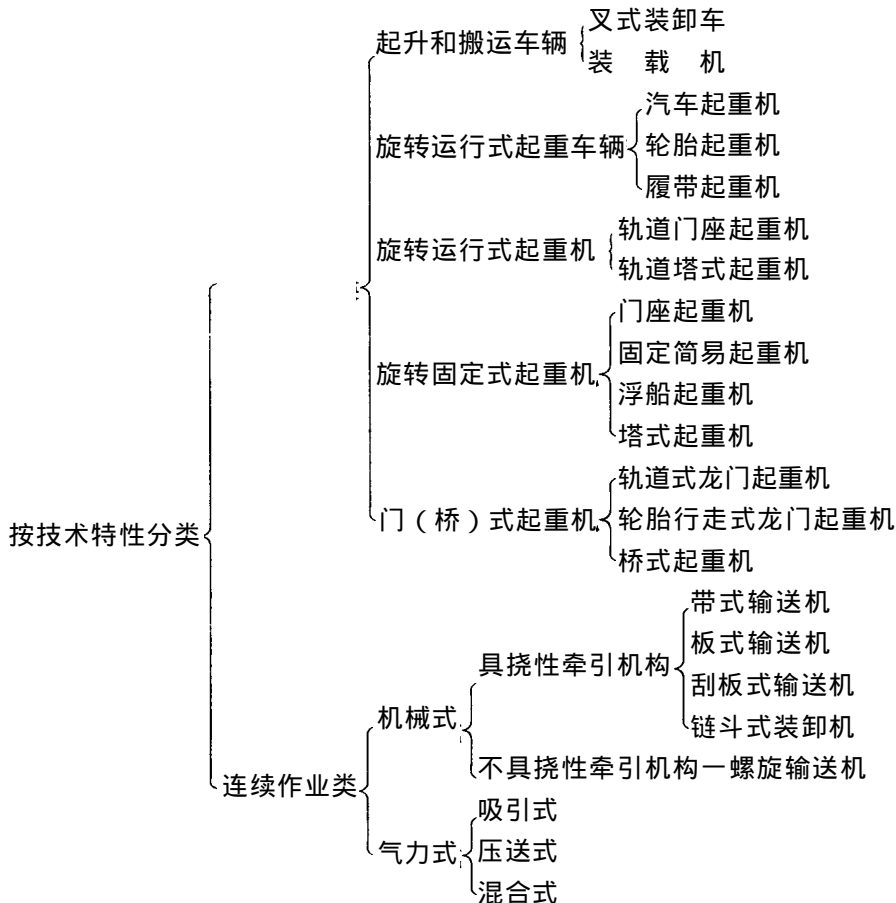
市场管理网络系统，使该部门运输业实现了网络化。

交通运输业的发展，促进装卸搬运业的发展，装卸搬运车辆与机械为交通运输服务，改善了交通运输业面貌。二者相互促进，共同发展。

## § 1-2 装卸搬运车辆与机械类型及选用

### 一、分类

交通运输装卸搬运车辆与机械种类非常繁多。一般来说，按工作状态分为运行式和固定式两大类；按动力源分为人力、电力、内燃动力三大类；按装卸方式分为气力输送、带式输送、料斗装卸、起落吊钩装卸、抓举装卸、电磁吸盘装卸等六大类；按技术特性分为间歇作业和连续作业两大类。其中，间歇作业是指在一定时间内，只能进行一次装车（船）或卸车（船）过程（或一次搬运过程）的车辆与机械；连续作业是指连续不间断地装卸搬运的机械。现按技术特性分类如下：



### 二、选用

交通运输装卸车辆与机械的选定，除根据需要外，还应因地制宜，结合作业场地，货物的种类、特性，货运量大小，运输车辆或船舶的类型，运输组织方法等，考虑重新设计、制

造，还是购置，并进行技术经济论证，以选择最优方案。其选择原则如下：

### 1. 符合货物的特性

货物的化学、物理性质以及外部形状和包装的千差万别，如散堆装货物，其颗粒的大小不等；成件货物有的有包装（袋装、箱装、桶装等），有的无包装；有的易碎；有的不能倒置等。此外，货物的质量、体积和长度又各不相同。在选择装卸机械时，必须与货物特性相符，以确保作业的安全和货物的完整无损。

### 2. 适应货运量的需要

装卸机械的生产能力，决定于货运量的大小。一般在运量大的货场，则选择生产率较高的大型装卸机械；在货运量较小的货场，宜选用投资较少的、生产率较低的中、小型装卸机械。

### 3. 与车辆（火车、汽车）或船舶的类型相适应

装卸机械的类型选择，必须充分考虑装运货物所用车辆或船舶的种类和结构。敞车作业与棚车作业，平板船作业与船舱作业，采用的装卸机械显然是不同的。为提高装卸效率，还应结合车站或港口的具体情况，使行车、货运、装卸及短途搬运工作密切配合，统一纳入运输方案，力争物流合理化。

此外，还要考虑装卸机械投资额、偿还期、装卸作业成本等。

交通运输的货物，按其特征可分为成件包装货物，长大笨重货物，散堆装货物，托盘、集装箱等集装化货物，液体货物，牲畜以及保鲜货物等，应针对不同货物选择不同的装卸方式和装卸机械。

成件货物除少数无包装外（如轮胎、金属锭和盘条等），大多数成件货物需进行包装。其包装形式与货物性质有关，大致可分：软包装（袋装、网装、捆扎等），半硬包装（筐、篓、纸箱等），硬包装（木箱、铁桶、瓶、罐等）三类。成件包装货物具有品类多，包装形式多样，运输和保管条件不同，且批量小，作业环节多等特点。因此，在选择成件包装货物的装卸搬运机械时，应考虑下述问题。

- (1) 装卸机械外形尺寸及整车整备质量应尽可能小，以适应棚车、船舱、仓库内作业；
- (2) 应能连续完成搬运、装卸及堆码作业，能自动取货和卸货，以减少辅助作业人员；
- (3) 应工作平稳、可靠，操纵灵活，并能装置各种工作属具，以减轻驾驶员的劳动强度，提高作业效率。

如果成件包装货物集装化，叉车是较理想的装卸机械。

输送机也可用于装卸搬运成件包装货物。与叉车相比，它具有构造简单、制造维修方便，并能实现多向连续不断地运送货物等优点。但输送机不能自动取货和堆垛，要靠人力辅助完成，机械化程度低，且外形尺寸大，故在船舱、仓库等作业场地较小的场合应用不多。应该指出，随着成件包装件运量增加以及枢纽站和大型仓库的出现，采用自动化连续输送机组来实现货物的自动分类、搬运、堆垛，装卸作业的机械化的前景还是非常广阔的。

长大笨重货物在质量、体积和形状方面差别很大。每件货物的质量轻者有 2t，重者达百吨以上。其中，有一部分货物的外形庞大，有的甚至长达十几米。由于它们具有长、大、笨重的结构和形状复杂的特点，常采用起重机械进行装卸作业。

如长大笨重货物和集装箱的运量较大、货流稳定的货场，可配置固定式起重机（电动龙门起重机，桥式起重机）。它们的优点是效率高、占地少，驾驶员视野好。其缺点是需要固定的地面轨道或高架轨道。龙门起重机与桥式起重机相比，后者需建筑价值昂贵的桥墩，而

且这类永久性建筑物使货场的改建及扩建困难。此外，桥式起重机没有悬臂而龙门起重机有悬臂。因而，龙门起重机扩大了作业范围，在港口或车站等货场使用较多。可用以靠岸的货船、进站的火车同汽车进行换装作业及其他形式的装卸作业。

运行式起重机机动性好，更适宜于在港口、车站等货场内对轮船、火车、汽车进行长大笨重件的装卸流动作业。

此外，对于长大笨重件在某些码头或中小车站还采用固定旋转式起重机（如简易电动起重机）进行装卸，尽管其起重能力小、作业范围有限，但由于结构简单，维修方便，故在装卸搬运量较小的场所仍可应用。

为了实现长大笨重货物和集装箱的装卸、搬运和堆垛作业的全面机械化，除采用起重机外，近年来，国内外还十分重视发展侧叉式叉车、集装箱叉车和轮胎式龙门起重机等装卸机械。

散堆货物（块状、粒装、粉末装货物）在交通运输货运量中占 60% 以上，因此对该类货物的装卸机械的选择是一项很重要的工作。

对散堆装货物发送量较大、货流稳定的港口或车站货场多采用连续作业装卸机械，其上有的装有自动称量、自动控制和调车等辅助装置。

一般来说，在交通运输业中，散堆装货物的品种很复杂，且物资堆放面积宽，采用固定式装卸设备不但不经济，而且对货场的改建、扩建也不利。因此，装卸这类货物应多考虑选择装载机、抓斗起重机、链斗装（卸）机等。对一些易飞扬的粉末物资或散装小件物资应选用气力输送机或运行式气动散装罐式车箱等专用车辆（火车、汽车）和轮船进行装卸和运输。

不管采用那类装卸车辆与机械装卸货物，装卸车辆与机械本身在技术上应符合以下基本要求：

- (1) 作业安全可靠，保证人身安全和货物完整无损；
- (2) 操纵灵活，维修方便，有较长的使用寿命；
- (3) 使用费用低，消耗能源少，生产率高，装卸需要的辅助人员少等。

### § 1-3 装卸搬运车辆与机械的发展

随着交通运输工具和设施的快速发展，大大促进了装卸搬运车辆与机械的相应发展，尤其是计算机进入装卸机械设计、制造领域后，使其在结构上更趋完善，性能也大大提高。可以说，装卸搬运车辆与机械发展之快、种类之多、用途之广已达到令人称绝的地步。

据国内外交通运输装卸搬运车辆与机械产品和技术信息分析，其发展大体呈下述趋势：

(1) 适应四种运输方式发展的需求，向多用途、多功能、污染小、机动灵活的中、小型方向发展，以满足装卸作业量不大或零星货物装卸的车站、港口、码头、仓库等货场的需要。为了适应综合运输枢纽站和大型港口及矿山、煤场、钢铁等场地的需要，目前高效、大型的装卸机械与车辆迅速发展，以满足成组或整列装卸作业的要求。

我国装卸搬运车辆与机械产品品种很多，类型也非常齐全，而且已形成系列。如叉车有前叉式、侧叉式、前移式、插腿式、托盘堆垛式、集装箱叉车、跨车等十余种、50 多个产品，额定起升质量从 0.5~20t 已成批生产，从 20~40t 也有生产，全自由起升、全视野门架等新型叉车已批量生产，采用先进技术的高架叉车、静液传动叉车也将试制成功；装载机

的生产在我国发展也很快，斗容量从  $0.5\sim 5.0\text{m}^3$  共 7 个系列，30 多个品种，并采用了液力机械传动、Z 型铲斗杆系等先进技术，有的还装有封闭式内设冷暖空调的驾驶室。

我国装卸起重机据不完全统计有 20 多种，上百个产品，起吊质量从  $1\sim 100\text{t}$  已成批生产，从  $100\sim 500\text{t}$  以上也有生产，很多产品已采用了先进的结构，可靠性和使用寿命有很大的改善。国产各种连续作用装卸机械发展也很迅速，品种更繁多，基本形成系列，如带式输送机就有普通带式、固定带式、U 形带式、回转带式、吊挂管柱带式等 10 多种，目前气垫带式输送机的问世大大改善了物资输送条件；气力输送机的生产使用，极大地净化了粉末状和松散密度较小的物资的运送环境，减少了物资损失和环境污染。

随着集装箱运输的发展以及不可拆卸大型设备的生产，国内外又生产一些大吨位叉车，最大举升质量达  $100\text{t}$ 。为适应矿山、钢铁、港口、电站等大型工程发展的需要，国外还生产一些大功率、大斗容量的装载机，如美国克拉克公司制造的 675 型装载机，功率  $1230\text{kW}$ ，斗容量为  $18.4\text{m}^3$ ，多种先进技术，如电控变速器、电子液晶显示装置、非等转矩差速器等在装载机上也有应用。在德国利勃尔生产的  $1000\text{t}$  级以上的汽车起重机上，还装有完善的电脑监控系统、中央微处理器和显示器，不仅显示操作所需各种数据，而且还有自动限制超载和自动报警的功能。

(2) 广泛采用动液和静液传动技术。由于液压传动装置具有体积小、重量轻、结构紧凑、能实现无级调速、操纵简便、轻巧、运行平稳和工作安全可靠等优点。因此，液力机械传动被广泛应用于装卸搬运车辆上。我国一些厂家生产的 ZL50C、ZLM50E 等装载机上又采用了先进的高效节能液压工作系统。在运行式装卸起重机上，工作装置甚至走行机构也采用静压驱动和液压操纵。全液压汽车起重机、全静液传动装载机以及全静压传动叉车也已制造并投入使用。

(3) 托盘、集装箱等集装化运输大力发展。集装化运输是把一定数量的散装或零星成件、包装件货物组合在一起，以便在装车、卸车、搬运、保管、运输的过程中作为一个整体处理。它在国际联运、综合运输网络方面应用广泛。货物在发货人的工厂、仓库或集装箱（件）发运站，被装进标准集装箱或托盘内，经海关铅封，由汽车或转火车或转轮船直接送交收货人。这种联合运输方式加快了货运速度，减少了货损、货差。近年来，世界各国又发展了集装箱滚装运输，用滚装船运输集装箱，更有利于发挥集装箱“门到门”运输的优势。

(4) 采用新技术、新工艺、新材料、新结构，以促进装卸搬运机械化、自动化的发展。为了提高使用的可靠性和安全性，在自行式装卸起重机上，采用自动控制、自动检测和监视装置；为了提高装卸效率、节省劳动力，在带式输送机上采用自动称量和计量装置；为了减少摩擦、磨损和提高装卸搬运速度，已研制成功气垫输送带；为了减轻装卸车辆和机械的整备质量，特别是起重吊臂本身的质量，国内外除了普遍向着采用高强度低密度的合金材料和提高热处理技术的方向发展外，在结构形式方面，采用有限元法，利用计算机优化设计合理的箱形和桁架结构等。

此外，在发展装卸机械产品中，各国很重视标准化、系列化、通用化。在起重机设计时，把相近吨位的起重机基本部件通用化，例如  $10\sim 16\text{t}$ 、 $25\sim 40\text{t}$ 、 $63\sim 100\text{t}$  的主副起升机构、回转机构等完全通用化。

由于电子技术和计算机的迅速发展，集装化运输、联合运输、综合运输的蓬勃发展，各种专用车辆、专用船舶的广泛使用，为装卸搬运机械化创造了条件。再将无线电遥控通讯、工业电视扫描、电子监视显示技术等应用到运输、装卸搬运、包装、仓储、管理等物流系统

中，使整个交通运输业形成了一个全盘自动化的综合运输网络系统，人们将摆脱繁重而琐碎的重复劳动，获得更多的自由，进一步从事新的技术的研究和探讨，使社会生产向着更高的阶段发展。

为了深入研究交通运输、综合运输与货物的装卸搬运、包装、储存等有关物流环节之间的关系，使物流活动顺利、高效地进行，需要对物流系统、装卸搬运机械化、综合运输以及装卸搬运车辆与机械等内容进行较详细的分析及论述。

## 第二章 物流系统

### § 2-1 物流系统基本概念及功能

#### 一、物流的基本概念

物流即物的流动。一般泛指从物质生产、分配、交换、流通一直到消费、废弃的全过程。它包括运输、储存、包装、装卸搬运、配送、流通加工、信息处理等环节，这些环节也称为物流的各个子系统。由这些子系统构成了物流大系统。

物的流通与人类的生产和生活有着密切的关系，尤其是在交通运输部门每天都要接触到大量的物流问题。但是物流这个概念，真正被人们所认识为时并不久，在我国更是刚开始引用。

物流大致可分为生产物流和供销物流两类。

生产物流是供销物流的基础，供销物流是生产物流的继续。

在工业生产中，为了顺利、高效地改变物料的形状、性质和功能，物料的流通是必不可少的。它是连接各道工序、各个车间的纽带。概括地说，整个工业生产过程，就是物料的装卸、运送、加工过程。人们把这种生产过程中的物流，叫做生产物流。虽然这是在工厂内部完成的，但各工序间，原材料库与车间之间同样得进行物料的运输与装卸搬运工作。特别是在现代化大生产中，多采用专业化生产，各专业化工厂（或车间）分担各种零部件生产，然后经选用由总装厂总装，其间对成品和半成品进行装卸、搬运工作的矛盾甚为突出。据统计，在机械工业中，从原材料投入到产品出厂，消耗在装卸搬运、工序间的停滞及半成品储存的时间占 80% 以上；装卸搬运费占产品总成本的比例，英国为 25%，美国为 15% ~ 18%。我国某轴承厂为 25% ~ 40%。如装卸搬运不当，还可能造成事故。因此，生产物流中的装卸搬运工作与供销物流中的装卸搬运工作同等重要。需要说明的是，本书内涉及的叉车、桥式吊车等在工厂内部应用也十分广泛。书内的这些内容可供在工厂内从事装卸搬运的人员参考。

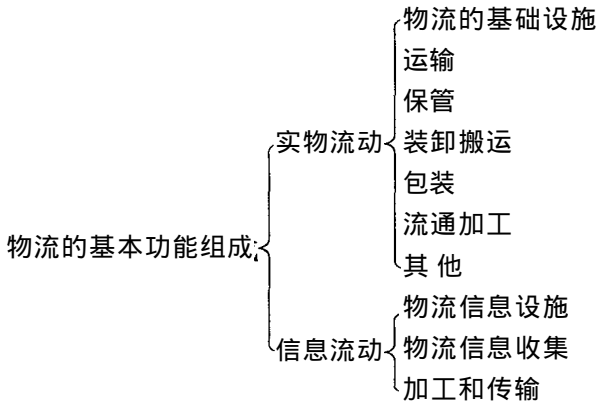
在货物的流通过程中，伴随着所有权的转移，需要使货物的位置发生变化，我们把这种物流称为供销物流。供销物流的经济、合理与否，直接关系到商品价格的高低。在工业发达国家，总是千方百计降低供销物流费用。为了加速货物的流通，降低运输费用，许多国家都十分重视物流技术的研究，并把重点放在装卸搬运机械化与自动化的研究上。

#### 二、物流的功能

物流的功能包括物资的运输、装卸搬运、包装和废品回收，以及与之相联系的物流信息

等。

物流的基本功能的组成情况如下：



装卸搬运是对运输、保管、包装、流通加工等物流活动进行衔接的中心环节。该环节包括装车（船）、卸车（船）、堆垛、入库、出库以及连接以上各项动作的短程搬运。在物流活动的全过程中，装卸搬运工作是频繁发生的，因而可能是产品损坏的重要原因之一。对装卸搬运作业的管理，主要是对装卸搬运方式的选择、装卸搬运机械的选择和合理的配置与使用、装卸搬运作业过程的机械化、自动化和合理化以及尽可能减少装卸搬运的次数等。

运输是物流部门（在此主要指综合运输网络枢纽站）用来解决物资在产地和需要地之间的空间位移、创造商品的空间效应、实现其使用价值、满足社会需要的一个极为重要的环节。

综合运输网枢纽，具有货物运输功能和与之相匹配的服务功能。这两个功能是由物流系统的实物流动功能和信息流动功能来实现的。所以说，综合运输网络的功能是物流基本功能的具体应用和集中体现。

其他物流活动，如包装、保管、物流信息收集等都是物流的主要职能之一。在物流系统的研究中，同样应给予高度重视。

## § 2-2 物流诸子系统的设计

物流系统包括运输子系统、装卸搬运子系统、包装子系统、储存子系统、配送子系统、流通加工子系统、物流信息子系统等。

(1) 运输子系统 运输既是物流总系统的重要组成部分，又是一个独立的子系统。该子系统设计时，应根据其担负的业务范围，货运量的大小及与其他各子系统的关系相协调，考虑以下各方面的问题： ① 运输方式的选择（铁路运输、公路运输、水路运输、航空运输）； ② 运输路线的确定； ③ 运输工具的选择（火车、汽车、轮船还是飞机）； ④ 运输计划的确定； ⑤ 运输环节的减少； ⑥ 运输时间的缩短； ⑦ 运输质量的提高； ⑧ 运输费用的节约； ⑨ 作业流程连续性； ⑩ 服务水平的好与坏等。

(2) 装卸搬运子系统 该子系统的设计，应根据作业场所、采用的机具设备及货流量的多少等。设计时考虑以下几个问题： ① 装卸搬运机械的选择； ② 装卸搬运机械化程度的确定； ③ 装卸搬运工作属具和索具的准备； ④ 装卸搬运过程的省力情况； ⑤ 与其他子系统协同作业情况； ⑥ 费用的节约； ⑦ 操作安全等。

装卸搬运子系统设计合理与否，直接影响运输效率和运输成本。

(3) 储存子系统 该子系统的设计，需考虑仓库建筑结构及布局的合理化，最大限度地利用仓库的容积，货物堆码，存放的科学性，进出库方便性等问题。

(4) 包装子系统 该子系统的设计，需考虑包装机械的选择，包装技术的研究，包装方法的改进，包装标准化、系列化，节约包装材料，降低包装费用，提高包装质量，方便顾客使用等问题。

(5) 物流信息子系统 该系统既是一个独立的子系统，又是为物流总系统服务的一个辅助系统。它的功能贯穿于物流各子系统业务活动之中。物流信息系统是物流各项业务活动的支持保障子系统，通过计算机信息网络系统把运输、储存、装卸搬运、包装、配送、流通加工等业务活动联系起来，使之协调一致，提高物流整体效率，取得最佳经济效益。该子系统在综合运输枢纽站的职能发挥非常突出，往往称之为物流信息中心。

(6) 物流加工子系统 该子系统的设计主要是对商品进行再包装或再装配。商品再包装不会提升商品本身价值，仅仅改变其价格，所以再包装应以产生较好的社会效益为目标，而不应单纯作为提高经济效益的手段；再装配主要是利用引进的原生产厂家的零部件或半成品进行装配加工成成品，它不仅提高商品的价格，而且也创造了新价值；广告和宣传也是流通加工子系统的重要业务活动，该项业务活动的设计要诚实、要合乎道德，必须取得消费者信赖，否则广告业务活动毫无意义。

## § 2-3 物流合理化

实现物流合理化的主要方法有：

### 1. 计划性

计划性是实现物流合理化的首要条件，特别是在国家、省、地、县四级综合运输网尚未形成，或已形成尚未良性运作，五种运输方式之间相互激烈竞争的情况下，合理地制定物流计划，妥善地安排货物储存、运输和装卸搬运工作，按着客户要求的时间、地点及时送到目的地，使客户满意，这样对提高物流社会效益有着更加积极的意义。

装卸搬运实现机械化是有计划的实现物流合理化的有效保障。

### 2. 直达化

直达化主要指的是交通运输部门，应尽量减少货物运输的中间环节，把货物由产地直接运送给客户。直达化既可缩短货物运输时间，又可降低运输费用。它是交通运输部门组织物流合理化的主要形式。目前正在开展的水陆空联运、国际联运、集装箱运输以及大力发展的综合运输就是直达化的体现。

### 3. 集中化

集中化也称大量化。就是运输部门在组织货物配送时，把发往同一地区，同一方向的多种商品进行集装化，调配适宜的装卸机械，给火车、汽车、飞机、轮船装货，以提高运输装卸效率。托盘运输、集装箱运输就是集装化的体现。

### 4. 社会化

物流企业社会化，是实现物流合理化的一个重要问题，也是提高物流企业宏观社会经济效益的关键。近年来，我国正在贯彻“发展以综合运输体系为主轴的交通运输业”的方针，强化横向经济联系，谋求交通运输网络布局、结构合理化以及全社会整体物流合理化，以提

高综合社会经济效益。

### 5. 服务标准化

物流企业，尤其是交通运输业属于第三产业的范畴。它既有经营，又有服务，是经营服务型而以服务为主的企业，应力求提高职工素质，为社会提供高标准的服务水平，提高服务质量，杜绝野蛮装卸，力求服务标准化，也是关系到交通运输业的发展，实现物流合理化的一项重要内容。

### 6. 物流信息化

物流信息化主要指的是交通运输业建立的运输管理计算机网络系统，以加强物流过程的业务联系和信息调控力度，促使交通运输各项工作走上程序化、网络化的轨道。

此外，物流合理化还包括物流过程短距化和钟摆化。前者是指在组织物流业务活动时，对一般普通的大宗物料或商品，应采用就近、分片供应和调运的办法，使物流里程最短，以节省运输工作量，降低物流费用；后者指在组织货物调运时，应强调往复、回程货源，也称钟摆式运输。达到运输钟摆化，是减少运力浪费，节约运输费用，提高运输部门经济效益的有效途径。

## 第三章 装卸搬运机械化

### § 3-1 装卸搬运的基本概念

#### 一、装卸搬运与综合运输网

装卸搬运指的是：同一地域范围内进行的，以改变物的存放状态空间位置为主要内容和目的的活动。一般情况下，存放状态和空间位置是密不可分的。所以，习惯上常常以装卸或搬运来代替装卸搬运的完整含义。例如交通运输业（属于流通领域的范畴）需要把装卸搬运活动称为货物装卸。

物流各个阶段的前后和同一阶段的不同活动之间，都必须进行装卸搬运作业。可见，装卸搬运是货物的不同运输阶段之间互相转换的桥梁。正是因为装卸搬运把货物的运动各个阶段联接成为连续的“流”，才使得物流的概念名实相符。目前，水路运输、公路运输、铁路运输等运输形式，也正是依赖着装卸搬运，才得以形成综合运输网。

#### 二、装卸搬运的要素

完成装卸搬运作业需要具备：装卸搬运设备、装卸搬运设施、装卸职工、货物、车（火车、汽车）、船、库等“硬”因素和工艺（即作业方法）、信息、管理等“软”因素。

装卸搬运设备包含机械、设备、吊索的辅助工具和集装用具四方面。完善集装用具及其运用系统是实现装卸搬运作业综合机械化的关键措施。要发挥设备的效用，必须用与其配套的装卸搬运设施（如：车站、港口、仓库、货场、装卸线、作业场等）来保证。工艺、信息和管理是整套“硬”因素能否发挥作用的关键。设备与设施的维修保养和人员的再教育等保障系统，是作业系统长期稳定发挥作用的保证。

### 三、装卸搬运的广义特点

(1) 装卸搬运是伴随生产与流通的一些环节发生的。无论从宏观看还是从微观看，无论是生产领域的加工、组装乃至检测，还是流通领域的运输、储存乃至包装，一般都以装卸搬运为始点，又以装卸搬运为终结。

(2) 装卸搬运保障生产与流通各环节的顺利进行。装卸搬运过程不消耗原材料，不产生有形的产品，具有提供保障和服务性的特点。

(3) 装卸搬运制约生产与流通领域各环节的业务活动。它与生产不同，既不改变装卸搬运对象的物理、化学、几何、生物等方面的性质，也不改变作业对象的相互关系。不提高作业对象的价值和使用价值。

### 四、交通运输业装卸搬运特点

(1) 交通运输业的装卸搬运，随着车船的到发和货物出、入库，作业是突出的、波动的、间歇的，对作业波动性（一般用波动系数来定量的表述）的适应能力是交通运输业装卸搬运的特点之一。

(2) 交通运输业的装卸搬运，其对象是随机的，货物的品种、形状、尺寸、重量、包装、性质等千差万别，车型、船型、库型等也各有特色，对多变的作业对象的适应能力是交通运输业装卸搬运的又一特点。

(3) 交通运输业的装卸搬运的各因素涉及整个社会，所以流通领域所有的装卸作业点的设备、设施、工艺、管理方式、作业标准都必须相互协调，才能提高整个交通运输业的社会效益。

(4) 货物的装卸与运输、存储等环节紧密衔接，为了保证安全作业和充分利用车、船的载重能力与库容，基本上都要同时进行堆垛、加固、计量、取样、检验、满载、分拣等作业，工种比较复杂，这也是交通运输业装卸搬运的一个显著特点。

### 五、交通运输业装卸搬运作业的类型

(1) 按作业场所分类 根据作业场所的不同，可分为公路（汽车）装卸、铁路（火车）装卸、水路（船舶）装卸、空运（飞机）装卸四大类。

公路装卸是指在货主处进行的装卸作业，即汽车在厂矿或储运部门的仓库、货场等处进行的装卸作业。

铁路装卸是指在铁路车站进行的装卸作业。它包括在铁路仓库和货场进行的堆垛拆取作业，分拣、配货、中转作业，还包括铁路车辆在货场和站台的装卸作业及装卸时进行的辅助作业。

港口装卸是指在港口进行的各种装卸作业。它包括在码头前沿进行的装卸船舶作业，前沿与后方的搬运作业，港口的堆垛、拆垛作业，分拣、配货作业，港口货场的堆取喂转作业，后方的汽车、火车的辅助装卸作业等。

(2) 按操作特点分类 根据装卸搬运作业操作特点的不同，又可分为：堆垛取拆作业，分拣配货作业和挪动移位作业。

堆垛取拆作业包括车厢内、船舱内、仓库内的堆垛、拆垛、取货等作业。

分拣配货作业指货物按品名、到达站、货主等不同特征进行分类的作业；按去向、品名

等某种要求，将已分类的货物集合为集装箱、托盘等集装单元，以便给汽车、火车或船舶进行装货。

挪动移位作业指单纯地改变货物的支撑状态的作业和显著改变空间位置的作业。将汽车上的货物挪动到站台上的作业属于前者；将船舶上的货物移动到港口或汽车、火车上的作业以及将综合运输网枢纽站场的各运输区间的货物相互转移的作业属于后者。

## § 3-2 装卸搬运的基本原则

在交通运输业中，装卸搬运过程一般遵循以下六大原则：

### 一、减少环节，简化流程

为防止货损和降低装卸成本，首要的是应尽量取消、合并装卸搬运环节和次数，必须进行的装卸搬运作业，应不停顿、不间断地像流水一样地进行。工序间要紧密衔接，作业线路尽量为直线，切忌迂回和交叉。必须进行的换装作业，尽量不使货物落地，直接换装。

### 二、科学管理，规范运营

为避免货物装卸搬运中的损坏，操作必须按一定工艺，缓起轻放、不碰不撞；堆垛要定型化，重不压轻、标志在外；货场、仓库通道的各种标志要明显；设备和设施的负荷率和繁忙程度要合理；能耗和成本要合理，仓库、船舱、车厢的空间要充分利用；设备和设施要有科学合理的维修制度及合理的储备。此外，还要实行全面质量现代化管理方法。

### 三、集散为整，集装作业

集装作业才能使作业量达到一定水平。为实现装卸搬运作业全面机械化，自动化，要对综合运输网的接口进行合理规划、布局，使装载点或卸载点尽量集中，优化作业路线和装卸搬运距离。各种成件包装货物应尽可能集装成集装箱、托盘、货捆、网袋等集装件再进行装卸搬运，各种粉、粒状货物应尽可能采用专用的汽车、火车、船舶以及连续输送机械装运。

### 四、协调兼顾，实行三化

装卸搬运作业与物流其他环节间，装卸搬运的各工序间，装载点与卸载点间，物流与其信息流之间，在管理、工艺、设备、设施等方面都要协调进行。装卸搬运的工艺、装备、设施、运载和集装用具、包装、存储装置、信息流等的组织管理方式、体制和制度都应当标准化、系列化、通用化。这些都是实现装卸搬运作业现代化的前提。

### 五、逐步活化，省力节能

货物的存放状态对装卸搬运作业的方便程度，称为货物的活性。在装卸搬运过程中，下一步比上一步更便于作业时，称为活化。装卸搬运设计使得物资或货物的活性程度逐步提高（至少不降低），即为逐步活化。通过对工序的合理设计，以做到逐步便于作业的同时，还要采取相应措施和方法尽量节省劳力、降低能耗。

## 六、满载装运，安全作业

装货是运输或存储的前奏，运输工具满载和库容充分利用是提高运输和存储的效益、效率的主要因素之一。装载搬运时要根据货物的轻重、大小、形状、物理、化学性质、去向、存放期限、车或船或库的形式等采用恰当的装载方法，巧妙配装，使运输工具满载，库容利用充分。此外，还要根据货物、运输工具、集装用具的不同，分别采用不同的码紧擦稳，加支柱、挡木、隔木等方法来稳固货物，以确保运输过程中货物的稳牢和作业安全。

### § 3-3 装卸搬运的基本方法

装卸搬运作业方法很多，一般按作业对象、作业手段、装卸设备作业原理、作业方式的不同进行分类。

(1) 按作业对象分 即按货物形态分，可分为单件作业法、集装作业法、散装作业法三类。目前散装作业法又趋向散装散卸作业法。该方法基本上可分为重力法（自卸汽车、火车）、倾翻法（翻车机）、机械连续法、气动输送法等。

集装作业法和散装作业法都是随着货流量的增大而发展起来的，它与现代的运输方式及储存方式的改革（如集装箱运输、集装化运输、重载运输、船舶大型化、超重型自卸汽车、高层货架、自动化仓库等）互为条件、互相促进、共同推进物流现代化的进程。

(2) 按作业手段分 可分为人工作业法、机械化作业法、综合作业法。

人工作业法劳动强度大、效率低、作业不安全，极不适应现代化生产和流通的需要。但作业量小、临时性作业、货物的形状或性质难以采用机械作业以及单件重量轻且，难以集装化的货物仍以人工作业为宜。

机械化作业法采用机械（代替人力）来完成装卸搬运作业。前已述及，目前装卸搬运机械的品种不胜枚举、方兴未艾。但一般来说一种机械发展到一定程度，其效益、效率则难以继续提高。此时，机械的数量、质量与其能力、效率之间不存在线性关系等。于是出现了综合机械化作业法。

实现综合机械化作业法有 3 个要求：要求在物流的全过程中组织、运营、管理和工艺要协调；要求在物流全过程中设备、设施等要配套；要求实现以计算机为中心的信息传递、运营管理和对设备与设施控制的自动化。

(3) 按装卸设备作用原理分 可分为间歇作业法和连续作业法。

间歇作业法是指货物的支撑状态和空间位置的改变是断续、间歇、重复、循环进行的。主要使用叉车、装载机、起重机等专用车辆和机械进行作业。成件、包装件和笨重货物一般采用此法作业。

连续作业法是指货物的支撑状态和空间位置的改变是连绵、持续、流水式的进行的。主要使用连续输送机械进行作业。散堆货物和重量轻、体积小、流量大的中、小型包装件货物一般采用连续作业法。

(4) 按作业方式分 可分为吊装吊卸法和滚装滚卸法。

吊装吊卸法（即垂直装卸法）是使用各种起重机械或垂直输送机械，以改变货物的垂直方向的位置为主要特征来完成其支撑状态和空间位置改变的作业法。

滚装滚卸法（即水平装卸法）是指货物或货物的各种集装单元靠拖曳、承推、浮移等方式，以改变货物的水平方向的位置为主要特征，在货物的重心高度变化不大的前提下来完成其支撑状态和空间位置改变的作业方法。

### § 3-4 装卸搬运工艺设计原则及计算

装卸搬运作业和产品加工一样，为达到同样的目的，可采用各种不同的方法，不断地分析、研究，选择最优的工艺，并使之标准化、通用化，才能保证装卸搬运的质量，降低成本，提高效益和效率。

#### 一、设计装卸搬运工艺的基本原则和依据

(1) 严格遵守决策部门制定的与装卸搬运作业有关的标准、制度、规章、条例、细则等行政和技术法规。

(2) 全面贯彻装卸搬运作业的基本原则（见 § 3-2），不孤立突出某一条。

(3) 根据装卸搬运作业的特点，引进各种现代化的管理方法和装备，以使装卸搬运工艺技术先进、管理科学、经济合理、作业完全。

(4) 以加速车（汽车、火车）、船周转为中心，妥善安排泊位、货场、仓库、装卸通道、装卸机械与作业人员的能力及作业规模。

(5) 以直接装卸车、船的机械为首位，其他设备与设施的能力和效率均应与直接装卸车船的主机成龙配套，使各环节的效率与能力平衡。

(6) 设备应使用可靠、维修简单、配套方便、价格合理。

(7) 满足当前需要，留有发展余地和适当的储备。

(8) 对综合运输网络的枢纽站场，还要考虑装卸搬运线路要尽量与货运区平行布置，目的是充分利用站场面积，节省装卸搬运场地和搬运时间。

#### 二、装卸搬运工艺的制定方法

(1) 详细调研与装卸搬运有关的因素：

货物、货流及波动系数、物理、化学及几何系数、包装及集装化程度等对装卸作业的特殊要求；

车、船的性能和几何参数、各型车、船的到达比例；

装卸机械设备，吊、索、属具，集装件和仓库、货场、通道、作业线、泊位、站台等设施的性能参数和效率，主要属具、维修设备、设施的性能和效率；

装卸人员的数量、素质及组织情况；

企业管理方式和水平，信息流传递状况；

⑥相关环节的能力和效率等。

(2) 收集并分析与装卸搬运作业有关的各种定额。

(3) 在详细调研与装卸搬运有关的因素的基础上，对现有装卸搬运工艺进行分析评价，指出其优缺点。

(4) 综合现有工艺方案的优点，设计出新工艺方案若干个，进行对比分析，选定可行的新工艺方案。

### 三、装卸工艺计算

装卸搬运工艺计算主要是指作业区（包括仓库、堆场、综合运输枢纽站场、集装箱堆区等）所需货场面积计算、装卸机械数量计算、装卸线长度计算以及月平均操作量所需工人数的确定等。

#### 1. 枢纽站场、港口、仓库等作业区所需货场总面积 A 计算

$$A = \frac{E}{q \cdot K_K} \quad (\text{m}^2) \quad (3-1)$$

式中：E——货场一次堆货最大容量（t），其中：

$$E = \frac{Q \cdot K_{AK} \cdot K_r \cdot t_d}{365} \quad (3-2)$$

q——货场单位面积堆货量（t/m<sup>2</sup>），该值应根据库、场条件，拆、堆垛的机械性能、货物单件质量、外形尺寸及包装稳固度等因素确定（表 3-1、表 3-2）；

K<sub>K</sub>——货场单位面积利用率（有效堆货面积与总面积之比）（表 3-3）

在（3-2）式中：

Q——年货运量（t）；

K<sub>AK</sub>——货场不平衡系数（一般取 1.25）；

K<sub>r</sub>——设计的货物最大入场百分数（表 3-4）；

t<sub>d</sub>——货物平均在场堆存期（d），应根据历年统计数据确定（表 3-5）；

q 值的确定方法有查表法和算法：

由表 3-1 可查取某些杂货的 q 值：

货场单位面积堆货量（q）

表 3-1

货物名称	包装形式	堆高(件数)	q(t/m <sup>2</sup> )	货物名称	包装形式	堆高(件数)	q(t/m <sup>2</sup> )
食 糖	麻 袋	10~12	1.6~1.8	棉 布	捆	6	1.0
化肥(<50kg/件)	塑料袋	16	2.2	纯 碱	麻袋	12	1.5
化肥(>50kg/件)	塑料袋	12	1.8	日用百货			0.4~0.5
水 泥	纸 袋	10	1.5	小五金			0.6~0.8
大 米	麻 袋	12	1.5	各类杂货	无包装		0.7~1.0
面 粉	布 袋	15	1.8	生 铁	无包装		2.5
棉 花	铁机捆	6	1.6~2.0	大钢锭	无包装		7~10

由下式可计算 q 值：

$$q = \gamma \cdot H \quad (3-3)$$

式中：γ——货物堆积容质量（t/m<sup>3</sup>），（表 3-2）；

H——货物堆高（m），按仓库、车站、港口容许高度定。

货物堆积容质量（γ）

表 3-2

货 种	包装形式	γ (t/m <sup>3</sup> )	备 注	货 种	包装形式	γ (t/m <sup>3</sup> )	备 注
大 米	麻 袋	0.66		广 柑	木 箱	0.45	
小 麦	麻 袋	0.65		茶 叶	木 箱	0.40	

续上表

货 种	包装形式	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	备 注	货 种	包装形式	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	备 注
黄 豆	麻 袋	0.55		香、肥皂	纸 盒	0.77	
大 麦	麻 袋	0.65		塑料薄膜	卷	0.70	
面 粉	布 袋	0.65		聚氯乙烯	纸 袋	0.90	
磷 肥	麻 袋	1.00		染 料	圆 筒	0.63	
尿 素	塑料纸袋	0.85		金刚沙	小麻袋	1.40~1.55	
砖		1.50	耐火砖为 2.0	金刚沙	箱 装	0.80	
棉 花	布 包	0.50		铁 沙	箱 装	2.95	
棉 花	捆 装	0.40		电焊条	纸 盒	1.20~1.50	
棉 织 品	箱纸盒	0.40		元 钉	箱 装	1.00~1.50	
钢 丝	捆	1.30		海 盐	麻 袋	0.83	
玻 璃	木夹板	1.20		白报纸、牛皮纸	木夹板	0.60	
石 蜡	箱	0.93		圆筒纸	筒 装	0.75	
松 香	箱	0.78		生 丝	布 包	0.40	
油 毡	卷	0.60		铸铁(钢)管		1.50	
油 毡	纸 包	0.80		锌 块		5.50	
油 漆	木条箱	1.00		角 钢		1.00~1.50	
钢锭(坯)		2.8~3.7	>6.5取 5.3	马口铁		5.50	
钢 板		2.4~5.5		矽钢片		5.70	
钢 轨		1.75		圆杉木		0.40	
螺纹钢筋		2.30		松 木		0.5~0.6	

货场单位面积利用率 ( $K_K$ )

表 3-3

仓库或堆场	货 物 性 质	大批量货物 (粮食水泥等)		一 般 批 量 件 货		小批量货物 (日用零担百货)	
		跨度 (m)		跨度 (m)		跨度 (m)	
		<15	≥15	<15	≥15	<15	≥15
仓	联运货物	0.65	0.70	0.60	0.65	0.55	0.60
	地方货物	0.60	0.65	0.55	0.60	0.50	0.55
	客货班轮货物	—	—	0.55	0.60	0.50	0.55
堆 场	钢铁、木材等	0.75		0.70		0.65	
	散 货	0.80		0.75		0.70	

注：表中数值已考虑电瓶叉车与小型叉车进库作业，其通道宽度按 2.5m 计。

货物最大入货场百分数 ( $K_r$ ) 表 3-4

货 种	联运货 $K_r$ (%)	当地货 $K_r$ (%)
客班轮货物	100	100
件杂货	95	100
大批量件货	90	95
散 货	85	95
钢铁、机器、设备、木材	95	100

注：联运货  $K_r$  值适用于综合运输货  $K_r$  值

货物平均一次在场堆存期 ( $t_d$ ) 表 3-5

货 种	$t_d$ (d)	
	联运货物	当地货物
客班轮货物	3~5	4~6
日用百杂货	3~7	4~5
大批量件杂货	4~7	6~8
散 货	3~7	7~9
钢铁、机器、设备、木材	5~7	8~10

注：本表不适用厂矿长期存货码头和大型储木场

## 2. 装卸机械数量 $N_j$ 计算

根据装卸工艺、装卸货种、运输量及装卸机械台时效率，分作业区（或货场等）计算。

(1) 一个作业区 (或一个货场) 所需装卸机械数量  $N'_j$  计算:

$$N'_j = \frac{Q_j}{8760K_j \cdot P_j} \quad (\text{台}) \quad (3-4)$$

式中  $Q_j$ ——该作业区 (或货场) 年货运量 (t);

$P_j$ ——台时效率, 采用不同作业方法, 装卸不同货物时, 每台装卸机械作业 1h 能装卸的货物质量 (t/台·h);

$K_j$ ——机械利用率统计数值, 一般一班制取 0.15~0.20; 两班制取 0.30~0.35; 三班制取 0.40~0.50。电动机机械取上限, 内燃动力机械取下限, 也可用下式计算:

$$K_j = \frac{K_{js}}{K_{jm}} \quad (3-5)$$

式中:  $K_{js}$ ——日实际工作的装卸机械台时;

$K_{jm}$ ——日名义工作的装卸机械台时。

(3-5) 式应满足下列两个要求:

车到库 (库到车) 与库到船 (船到库) 的往复两个操作过程, 即前方装卸船与后方装卸车的作业 (前方装卸车与后方装卸船) 的作业应能同时进行;

② 装卸作业线各环节的生产率与主机 (指装卸车船的机械) 生产率相适应。

(2) 全部作业区或枢纽站所需装卸机械数量  $N_h$ :

$$N_h = \sum_{j=1}^n N'_j \quad (\text{台}) \quad (3-6)$$

### 3. 铁路运输区装卸线长度 $L$ 计算

铁路运输受设施约束, 铁路线布置较长, 一般需计算装卸线长度, 而公路运输区、集装箱运输区比较短, 但下列公式也适应于后者。

$$L = \frac{Q_j \alpha l}{365 q \cdot n} \quad (\text{m}) \quad (3-7)$$

式中:  $Q_j$ ——年货运量 (t);

$\alpha$ ——不平衡系数 (一般取 1.25~1.43);

$l$ ——运输车辆平均长度 (火车每个车箱为 14m);

$n$ ——24h 取送车次数。由运输区 (或港口、车站) 性质确定, 如粮食、杂件、钢铁件运输区,  $n$  取 2~4; 如一般机械化散货运输区,  $n$  取 4~6; 如机械化程度高的散货运输区,  $n$  取 10~12;

$q$ ——车辆平均载质量 (t/辆), 铁路运输时, 按各货种、车型的统计值  $q$  为 45.5t, 怕湿货为 30t, 蔬菜水果为 30t, 重大件和集装箱为 40t。

### 4. 按平均月操作量确定所需工人数 (包括驾驶员) $N_r$

(1) 通式:

$$N = \frac{\beta}{30K} \cdot \sum_{i=1}^n \left( \frac{Q_i}{H_i} \right) \quad (3-8)$$

式中:  $Q_i$ ——不同货物的平均月操作量 (t);

$K$ ——纯装卸工时利用率, 其中:

$$K = \frac{K_s}{K_m} \quad (3-9)$$

在 (3-9) 式中： $K_s$ ——每工作日实际装卸作业工时数；  
 $K_m$ ——每工作日名义工时数；  
 $H_i$ ——工班效率（t/工班），其中：

$$H_i = 8 \cdot \frac{H_{ai}}{N_{ai}} \quad (3-10)$$

在 (3-10) 式中： $H_{ai}$ ——按作业线段设计的每小时生产率（t/h）；  
 $N_{ai}$ ——该作业线固定的配工人数；  
 $\beta$ ——作业区生产不平衡系数，考虑工人轮休、缺勤等因素确定，统计数据取  $\beta = 1.45 \sim 1.55$ 。

(2) 对于专线运输、成组运输及综合运输枢纽站等大批量货物运输，所需装卸工人数  $N_\tau$ ：

$$N_\tau = \beta_\tau \cdot n_b \cdot n_x \cdot n_\tau$$

式中： $n_b$ ——24h 装卸作业班次数；  
 $n_x$ ——作业区作业线数；  
 $n_\tau$ ——每条作业线配工人数；  
 $\beta_\tau$ ——作业区生产不平衡系数，取  $1.2 \sim 1.3$ 。