

“十三五”国家重点图书出版规划项目
交通运输科技丛书 · 运输服务

Key Technology on
Road Swap Trailer Transport

公路甩挂运输 关键技术



交通运输部公路科学研究院
交通运输部规划研究院 编著
中集车辆(集团)有限公司



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

第一章 甩挂运输概论

货物运输是社会生产、流通、分配、消费各环节正常运转和协调发展的先决条件,是国民经济发展的基础性、先导性和保障性产业,对保障国民经济持续、稳定、健康发展,不断改善人民生活 and 促进国防现代化建设具有十分重要的作用^[1]。

第一节 常见货物运输方式

货物运输包括5种不同的运输方式,即水路运输、铁路运输、公路运输、航空运输和管道运输。各种运输方式特点各异,对运送货物的类型有不同侧重,因此,在货运总量中的所占比例也不尽相同。便捷高效、安全绿色的现代化交通运输体系是支撑经济运行、促进经济增长和提高发展质量必不可少的基础,更是经济发展和社会进步的重要前提条件。

一、货物运输方式分类

(一) 水路运输

水路运输简称水运,是指利用船舶航行于水域,完成旅客与货物运送的经济活动^[2]。水路运输在所有运输方式中是运价最低、运输速度最慢的运输方式。

水路运输的主要技术经济特征是:运输能力强,能源消耗低,单位运输成本低,劳动生产率高,续航能力强,但易受气候和高港限制,可及性低,航速低,运输时效差。

(二) 铁路运输

铁路运输有着近200年的发展历史,铁路运输系统的建设有其时代意义及历史背景,某些特征其他运输方式所不能取代的^[3]。

铁路运输的主要技术经济特征是:适应性较强,单次运输能力较强,列车运行速度较高,能耗低,运输成本较低,运行平稳,安全环保性能好,可有效地利用土地,但前期固定投资大,设施设备的维护较为繁杂。

(三) 公路运输

公路运输是在公路上运送旅客和货物的运输方式,具有机动灵活、简捷方便的特点,是交通运输系统的组成部分^[4]。在现代社会,公路运输^①一般指汽车运输,为中、短途运输的

^①依据《中华人民共和国公路法》,公路分为国道、省道、县道和乡道,且包括公路桥梁、公路隧道和公路渡口。依据《中华人民共和国道路交通安全法》,道路是指公路、城市道路和虽在单位管辖范围但允许社会机动车通行的地方,包括广场、公共停车场等用于公众通行的场所。由于本书的主要技术内容围绕运行在干线公路上的甩挂运输车辆及相关标准法规、配套设施展开,除个别专业性术语(如统计数据、宏观概念)使用道路运输外,其余均为公路运输。



主要形式,发挥着运输干线作用。在地势崎岖、人烟稀少、铁路和水运不发达的边远和经济落后地区,公路运输为主要运输方式。

公路运输的主要技术经济特征是:原始投资较少,货损货差较小,覆盖区域广,转运方便,但运输成本较高,环保性能较差。

(四) 航空运输

航空运输是指以固定翼航空器或直升机经营国际或国内航线,定期、不定期从事客、货、邮件运送的方式。

航空运输的主要技术经济特征是:运输速度快,安全可靠性能高,基础设施整体投资不高,但设施维护费用高,运输成本高,受气候条件影响大,运输能力小,运输能耗高。

(五) 管道运输

管道运输是一种用管道作为运输工具的长距离输送液体和气体等物资的运输方式,专门用于输送石油、天然气、矿浆、煤和化学产品等,是干线运输的特殊组成部分^[5],在国民经济和社会发展中起着十分重要的作用。管道运输可省去水运或陆运的中转环节,缩短运输周期,降低运输成本,提高运输效率。

管道运输的主要技术经济特征是:运量大,运输成本低,能耗低,损耗少,安全可靠,且土地占用少,投资较小,运营费用低,但适用货物范围有限。

二、我国货物运输发展现状

近年来,随着我国经济的快速发展,社会对生产、生活物资需求不断增大,货物运输量呈现逐年快速增长的趋势。2006~2014年,我国货物运输量和货物周转量分别从203.7亿t、8.9万亿t·km增加至438.1亿t、18.5万亿t·km,年平均增长率分别为10.0%和9.6%,相关统计数据如图1-1所示。

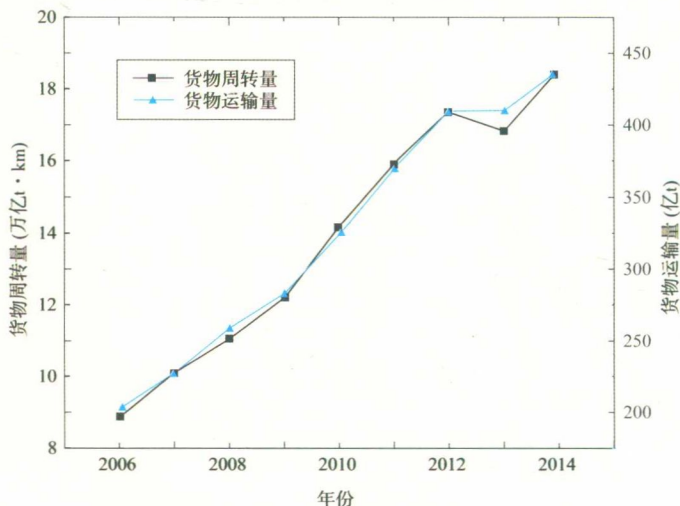


图1-1 2006~2014年我国货物运输量和货物周转量

在5种运输方式中,除了水路运输货物运输量稳步增长外,其他运输方式的增长趋势基

本类似,如图 1-2 所示。公路运输的货物运输量在整个货运量的比例平均保持在 74%,其次为水路和铁路,所占比例分别约为 14% 和 11%。

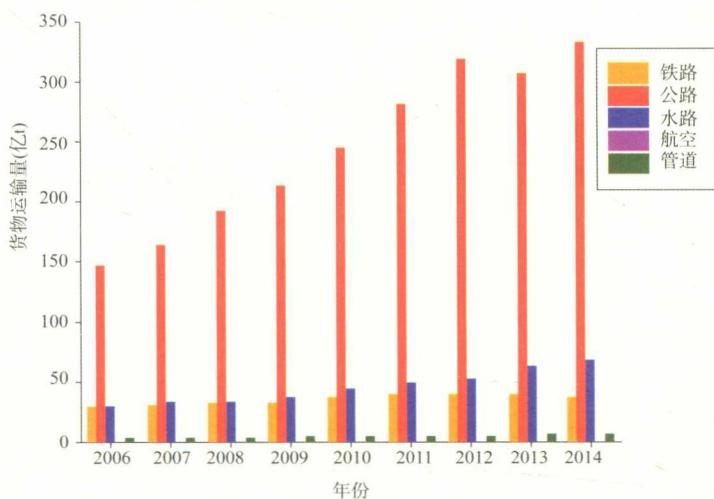


图 1-2 2006 ~ 2014 年不同运输方式的货物运输量

通过对近几年不同运输方式的货物周转量分析可知,水路运输的货物周转量最高,其次为公路运输、铁路运输。水路运输货运周转量高的主要原因是远洋运输运量大、运距远,且部分大型货轮无法行驶至相关水域,需要进行中转。各类运输方式货物周转量情况如图 1-3 所示。

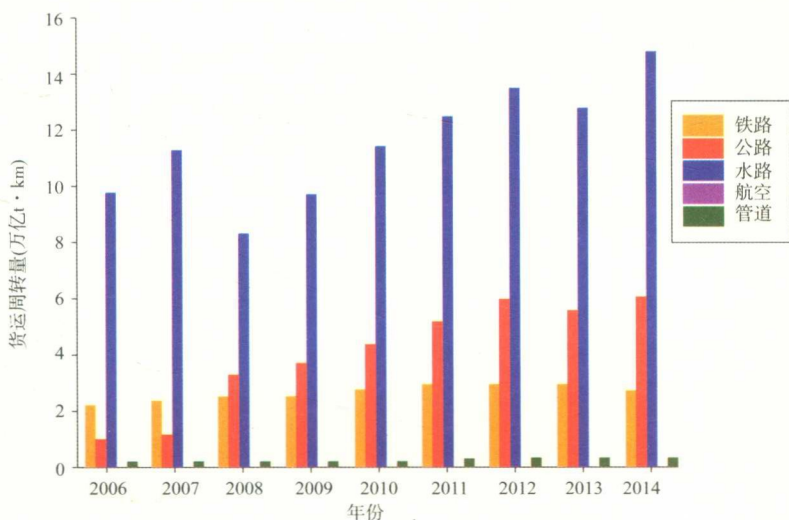


图 1-3 2006 ~ 2014 年不同运输方式的货物周转量

2006 ~ 2014 年我国营运载货汽车拥有量从 640 万辆增加至 1453 多万辆,年平均增长率约 9.5%,载货汽车的吨位数也由 2823 万 t 增加至 10292 万 t,年平均增长率达到 15.5%,单车平均载货吨位也由 2006 年的 4.4t 增加至 2014 年的 7.1t。近年我国营运载货汽车及载货吨位数情况如图 1-4 所示。

在对近几年不同运输方式的货物运输量、货物周转量,营运载货汽车拥有量与平均吨位



数分析的基础上,借鉴欧美等发达国家公路运输行业的发展趋势与经验,通过对大量物流企业走访调研发现,目前我国公路运输行业处于转型升级发展中,迫切需要开展甩挂运输组织模式的探索与应用。

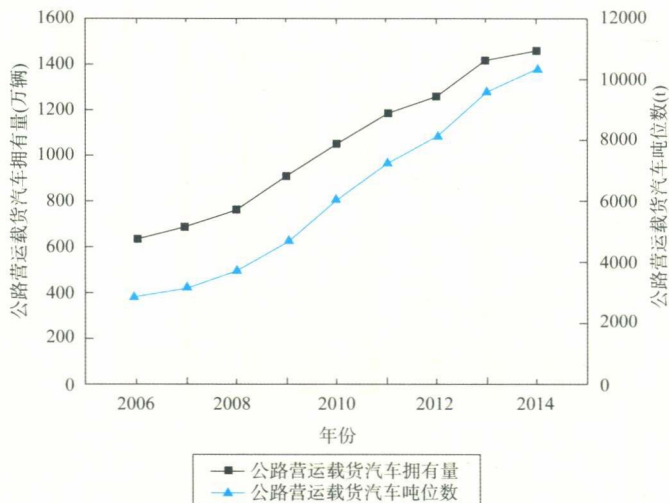


图 1-4 2006 ~ 2014 年我国营运载货汽车拥有量及吨位数统计

第二节 甩挂运输起源与定义

如果把大吨位车辆、厢式车、集装箱的推广使用视为公路运输发展史中运输设备的革新,那么甩挂运输则是基于既有设备的一种创新型公路运输组织形式^[6,7]。发达国家甩挂运输的大量采用可追溯至 20 世纪 40 年代,其出发点是满足多式联运中滚装运输和驮背运输等的需要,随后又被推广到一些大型汽车运输企业内^[6,8]。

甩挂运输是一种用牵引车辆拖带挂车至目的地,将挂车甩下后牵引另一挂车继续作业的运输组织方式^[9],如图 1-5 所示。在甩挂运输实践中,货运企业使牵引车或牵引车辆(带牵引装置的载货汽车)与半挂车/中置轴挂车/全挂车能够自由分离与接合,通过牵引车辆、半挂车、中置轴挂车和全挂车的合理调度与搭配,缩短因装卸货物而造成的牵引车或牵引车辆的停靠时间,提高牵引车辆的利用率^[10]。

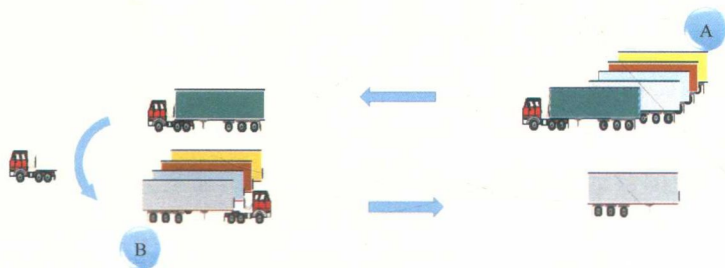


图 1-5 典型甩挂运输组织方式

甩挂运输之所以能在一些国家及大型企业内获得稳步发展,主要是因为甩挂运输可以产生可观的经济效益和社会效益^[6]。甩挂运输的产生与发展是大吨位货运车辆发展的必然结果。这是因为提高汽车货运效率的重要途径是提高车辆的平均行驶速度、燃料经济性和装载能力,而最现实的措施就是使用大吨位货运车辆且采用甩挂运输的组织方式。大吨位货运车辆在满足上述几方面的性能要求上已经达到较高水平,而继续提高汽车货运效率或运输经济效益则需着眼于货运车辆之外的途径。甩挂运输是提高汽车货运效率和运输经济效益的另一种思路,它能够增加牵引车辆的有效工作时间并降低牵引车辆的购置数量及费用^[11]。

甩挂运输的基本工作模式是一部牵引车按计划或调度指令,分时段拖挂不同的挂车,从而提高牵引车辆的有效工作时间。对于某些货运企业,车辆实际工作时间内的行驶时间低于或者基本等于货物的装卸时间和待装卸时间之和,在这种情况下,甩挂运输的应用使得2辆或2辆以上的挂车可由同1辆牵引车辆根据需要在不同时段牵引,从而有效减少牵引车辆的保有量。

与传统运输方式相比,甩挂运输具有明显优势^[12,13]:一是减少装卸等待时间,加速牵引车辆周转,提高运输效率和劳动生产率;二是减少车辆空驶和无效运输,降低能耗和废气排放;三是节省货物仓储设施,方便货主,减少物流成本;四是便于组织水路滚装运输、铁路驮背运输等多式联运,促进综合运输的发展;五是优化货运组织管理模式和运力结构,规范货运市场秩序。

第三节 甩挂运输构成要素

甩挂运输运营模式的成功运作需要多方面的协调配合,主要包括法律法规与标准、车辆装备、站场设施、运营组织与智能调度技术等方面。

一、法规及标准

法律制度的稳定、规范和先导作用对甩挂运输的发展至关重要。美国自1935年开始着手建立甩挂运输相关法规,历经多次调整,直至1995年才彻底放宽对汽车运输业的管制。而我国原有交通安全法律法规主要是对传统单体货车管理的制度,已经严重不适应大力发展汽车列车和甩挂运输的形势和要求^[14],包括挂车属性定位、挂车交强险、挂车报废、挂车牌证管理、全挂和双挂汽车列车上路行驶等法律规范有待修改完善,相关法律、法规、部门规章以及国家强制性技术标准应同步予以研究、配套解决。

此外,明确配套的政策支持是甩挂运输持续发展的保障。甩挂运输需要标准化货运车型、现代化作业站场、信息化管理手段、网络化运营组织作为基础支撑。货运车型标准化、站场设施标准化、数据接口标准化是不同货运企业间顺利合作的必要前提。

二、车辆装备

货物在道路上的通畅运输离不开运输载体——车辆装备。甩挂运输车辆装备包括不同类型的牵引车辆、半挂车、全挂车及中置轴挂车,以及由其组合而成的汽车列车。



(一) 牵引车辆

牵引车辆是汽车列车的动力源,用以牵引挂车来实现汽车列车的运输作业。根据结构与功能,牵引车辆可分为三类^[15]:

(1) 半挂牵引车。用于牵引半挂车,通过鞍式牵引座承受半挂车的前部载荷,并且锁住牵引销,拖带半挂车行驶^[16]。

(2) 牵引货车。用于牵引全挂车、中置轴挂车和特种挂车。牵引货车车架上装有货厢,车架后端的支承架处安装牵引钩等连接装置,通过牵引钩等连接装置和挂环使牵引货车与全挂车、中置轴挂车连接;拖带特种挂车的牵引货车车架上装有回转式鞍座,采用可伸缩的牵引杆同特种挂车连接,在运送超长尺寸货物时,也可通过货物本身将牵引货车与特种挂车连接起来。

(3) 站场用牵引车。用于站场作业区域内,可牵引半挂车、全挂车、中置轴挂车等,完成货物运送和车辆滚装运输作业。站场用牵引车机动性好,行驶速度低,能满足不同货物高度和不同行驶速度的要求^[16]。

(二) 挂车

挂车是汽车列车的主要载货部分,挂车车身可按运载货物的不同要求制成各种专用结构,如厢式挂车、集装箱挂车、罐式挂车等^[15,16]。根据车辆结构特点和牵引连接方式,挂车可分为三大类:

(1) 半挂车。半挂车是一种车轴置于车辆重心(货物均匀装载时)后面,并且装有可将水平力或垂直力传递到牵引车连接装置上的挂车,其连接到半挂牵引车后,部分质量通过鞍式牵引座由半挂牵引车承担。

(2) 全挂车。全挂车是完全靠拖挂的车辆,通过牵引钩和挂环与牵引货车相连,其本身的质量和装载质量均不在牵引货车上。为减少轮胎的侧滑、磨损和汽车列车的转向阻力,一般将全挂车前轴设计成转向轴。

(3) 中置轴挂车。牵引装置不能垂直移动(相对于挂车),车轴位于紧靠挂车重心(货物均匀装载时)的挂车,这种车辆只有较小的垂直静载荷作用于牵引货车,且其不超过相当于挂车最大质量的10%或10kN的载荷(两者取较小者)。

(三) 汽车列车

根据国际标准化组织和我国相关标准,汽车列车被定义为牵引车辆(载货汽车或牵引车)与一辆或一辆以上挂车的组合。牵引车辆是汽车列车的动力来源,而挂车是被拖挂车,本身不带动力源^[16]。根据结构形式,常见汽车列车可分为以下3种:

(1) 半挂式汽车列车。由半挂牵引车与一辆半挂车组合而成,又称铰接式汽车列车。

(2) 全挂式汽车列车。由汽车(一般为载货汽车)与一辆全挂车组合而成。

(3) 中置轴式汽车列车。由汽车(一般为载货汽车)与一辆中置轴挂车组合而成。

在此基础上,应用一些专用结构和装备进行组合,可形成双挂汽车列车甚至是多挂汽车列车,如图1-6所示。

三、站场设施

甩挂运输站场分为零担甩挂运输站场、整车甩挂运输站场、多式联运甩挂运输站场、集

装箱甩挂运输站场等 4 种类型。

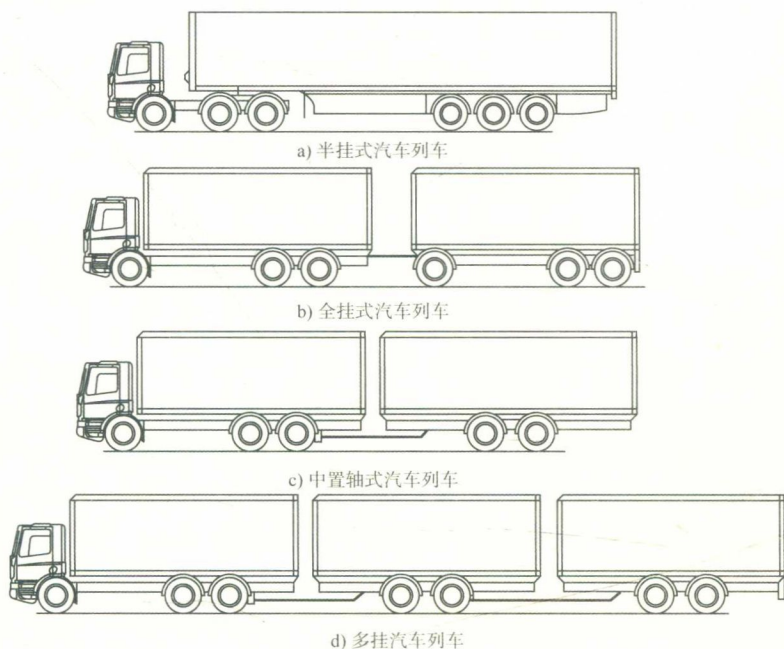


图 1-6 典型的汽车列车

甩挂运输站场应具备运输组织、中转和储运、中介代理、通信信息、辅助服务等功能。各特定站场还应具备以下具体功能：零担甩挂运输站场应具备装卸作业功能、分拣作业功能和牵引车辆、挂车中转停放功能；整车甩挂运输站场应具备车辆调度功能和牵引车辆、挂车停放功能；多式联运甩挂运输站场应具备牵引车辆、挂车停放功能、挂车或厢体装卸功能、挂车或厢体加固功能；集装箱甩挂运输站场应具备集装箱堆存功能、拆装箱功能和牵引车辆、集装箱挂车停放功能。

此外，不同站场可根据具体业务类型配备相关办公设施、生产设施、生产辅助设施和生活服务设施等。

四、运营组织与智能调度

美国、欧洲、日本、澳大利亚等国家及地区甩挂运输的成功运作离不开相对完善的运输组织技术，正是基础设施、运载工具、信息技术与现代化的组织管理技术的相互配合，共同构建了甩挂运输成功运作的基础。它需要运用系统工程的原理和方法，充分利用各种运输方式的优点，扬长避短，选择合理的运输路线和运输工具，以最短的距离、最少的环节、最快的速度、最省的费用以及最好的服务，组织物品的运输和配送活动，安全高效地将货物从生产地运到消费地^[17]。

在车辆调度过程中，要考虑很多既定的影响因素和很多随机出现的问题对车辆调度的影响，主要影响因素包括货物、车型、站场、客户、运输网络、约束条件和目标函数等。智能调度技术需要以运输企业的信息技术和管理优势为基础，依托健全的信息技术和现代管理手段，科学合理地对牵引车和挂车进行调度，实现牵引车辆和挂车之间的高效衔接运作^[18]。



第四节 国内外甩挂运输发展现状

一、国外甩挂运输现状

经济发达国家早在 20 世纪 40 年代就已经开展甩挂运输,这种先进的运输组织形式被大多数规模较大的货物运输企业所采用^[19]。为了促进甩挂运输的发展,发达国家在甩挂运输政策、车辆装备、站场设施、信息化等方面进行了广泛深入的研究与应用。

(一)甩挂运输法规政策

美国为了保障车辆和运输的安全性,针对车辆安全制定了严格的法规及技术标准。1935 年通过的《汽车运输经营法》,授权州际商务委员会对汽车运输实施严格的车队数量、货物种类、经营线路、运输价格等控制^[19]。1980 年美国通过了新版《汽车运输法案》,开始放松对汽车运输的管制,具体体现在放宽了经营许可条件,取消以数量控制为特征的市场准入门槛,不再对运价实施管控,市场优化配置资源的作用开始发挥,在有序竞争中运输成本有所降低(1986 年比 1979 年每吨运输成本下降了 22%)。1995 年通过的《运输管制改革法》进一步促使各州放宽对汽车运输业的管制^[19]。

针对甩挂运输,美国对车辆的相关管理规定如下^[19]:

(1)在车辆定性上,明确挂车不属于载货汽车。根据联邦法典的定义,载货汽车包括轻型载货汽车和牵引车,但不包括挂车;挂车自身没有动力,只有与牵引车组合上路行驶才构成汽车列车。

(2)在商用运输登记注册方面,只限于牵引车注册,挂车不用注册。所有获准从事州际载货汽车运输的承运商都会有一个唯一的联邦商用车注册码(US DOT Number)和一个州的注册码,法律规定必须喷涂在载货汽车或牵引车车门两侧,这是载货汽车获准从事州际运输的资格标志,但挂车则无需喷涂这样的注册码。

(3)挂车管理简便,且税费比较低。美国在过去 20 多年时间内逐渐把车辆监管的重点从挂车转向牵引车,挂车作为“可移动载货工具”越来越广泛地被工商企业作为临时仓储设备使用。政府努力减少挂车使用成本,以注册费为例,牵引车必须每年年检并缴纳注册费(3000 美元/年),而挂车只需在初次办理牌照时一次性缴纳手续费(约 20 美元),之后在使用寿命期内不再缴纳任何规费。

(4)挂车无需缴纳交通事故责任强制保险,美国的交通事故责任保险分为强制保险和自愿保险两类,大部分州实行强制保险。对于甩挂汽车列车的车辆强制保险,均以牵引车为主体,并覆盖到所牵引的挂车,挂车无需缴纳任何强制保险,所有交通事故责任及赔付均由牵引车承担。

美国车辆管理技术法规体系由安全、环保、噪声、节能和防盗等 5 类构成。其重型载货汽车列车分为两类:一类是通用汽车列车(Common Combination Vehicles,简称 CCV,多为 5 轴半挂或全挂列车),另一类是较长汽车列车(Longer Combination Vehicles,简称 LCV,7 轴、8 轴、9 轴、10 轴双挂或三挂列车)。“超长汽车列车”仅允许在一些特定高等级公路或者收费公路上通行,最大车货总质量超过联邦法律原规定的 80000 磅(36.29 t)限值,具体总质量、

外廓尺寸范围由各州确定^[20]。

欧盟于2001年发布了欧盟交通运输政策白皮书,推动了甩挂运输在欧盟内的发展。欧盟技术法规主要是采用颁布指令的形式,欧盟委员会发布了96/53/EC(Road safety: authorized dimensions and maximum weights for trucks, buses and coaches)指令,该指令规定了欧盟成员国国内和国际道路范围内运营车辆适用的法定尺度和从事国际运输的法定载质量标准。目前联合国欧洲经济委员会已正式制定颁布的联合国欧洲经济委员会汽车法规(ECE法规)共有135项,其中针对汽车产品(M、N、O类车辆)的ECE法规108项。针对挂车及汽车列车产品的法规主要有ECE R102, R55及R4等20余项,主要涉及挂车及汽车列车的制动、挂车的轮胎气压、汽车列车机械与电气连接等方面的内容。

德国非常注重甩挂运输在构建高效物流体系中的作用,通过政策管制、财政政策及政府拨款援助等方式,大力促进甩挂运输有效发展。在《德国货运与物流规划(2008~2012年)》中明确提出:要加大对甩挂运输新建设施以及既有设施改建的投资力度,由当前金额为6250万欧元的年投资水平提高至1.15亿欧元;制定差别通行费率;对使用现代技术降低机动车车辆噪声进行财政资助;增加高速公路载货车辆的停车区域;改进货运业的工作环境和培训条件,制定相关培训计划等。

日本在1997年4月制定了指导日本货运业现代化发展的《综合货运业施策大纲》。为了实现大纲要求的目标,制定了部分关键性控制参数(如货运托盘使用率、临时停留场所的滞留时间等),着手货物运输系统的技术升级[如物流系统信息化:进出口和港口手续无纸化,电子数据交换(Electronic Data Interchange, EDI)推进等],推行物流系统的标准化(集装箱、托盘标准的JIS国际整合)等^[21]。为了确保大纲得以落实,日本政府有关部门通力合作建立了一套政策推进体制,以确保中央部门、地方政府、企业、货主等各方面能够合作实施有关政策。这一体制包括中央政府各有关部门之间的合作;地方政府之间的合作;根据实施状况每年进行跟踪调查等^[21]。2005年,日本政府发布了《新综合物流施策大纲》,并成立了由国土交通省等相关政府部门组成的综合物流政策推进委员会,以确保各项政策措施的落实^[22],具体政策措施包括:促进综合物流效率提高,优化道路环境和通行时间;促进物流标准化、信息化;培养综合物流人才;促进国际物流与国内物流的一体化;发挥运输枢纽作用,完善港口和公路干线附近的物流节点,提高货物集散能力;促进都市物流圈建设,实现物流网络化;改革关税制度,有利于综合物流发展;提高物流安全性和应对灾害的能力;推动建立了“合作执行”机制,以推进物流企业之间的联合等。2013年6月,日本政府又发布了《综合物流施策大纲(2013~2017年)》,主要内容包括:致力于构建支撑产业活动与国民生活的高效物流体系;致力于进一步降低环境压力;致力于建立安全、安心的物流体系等几个方面^[23]。

(二) 甩挂运输车辆与装备

1. 国外甩挂运输车辆与装备发展情况

据统计,在经济发达国家,汽车列车承担着整个国家的大部分货物运输任务。经过长达半个多世纪的经验积累和技术验证,美国、日本、欧洲和澳大利亚等经济发达国家及地区针对挂车、牵引车辆和汽车列车的型谱、车辆技术要求等方面的研究已取得了丰硕成果,经过



多年应用,对车辆技术水平的升级、公路运输安全保障与运输效率的提高等方面起到非常大的促进作用,推动了现代物流业的发展。

针对汽车列车行驶稳定性控制,早在1937年德国斯图加特汽车研究所的L. Hubert和O. Dietz就进行了汽车列车横向稳定性研究^[24];20世纪60~80年代,以美国密歇根大学公路安全研究中心为代表的众多科研机构 and 学者,围绕着商用车辆制动性能范围、商用车辆可获得的最大制动性能,以及对制动性能、最大制动性能和受限制动性能的影响等进行了货运车辆和铰接汽车列车制动性能的研究与应用;从20世纪90年代至今,在汽车列车制动折叠、侧翻控制和防抱制动系统(Antilock Brake System, ABS)等方面的研究与应用取得了较大的进展。

美国是世界上物流最发达的国家之一,汽车列车的牵引车、挂车分类管理模式调动了运输企业和工商企业普遍联手推行甩挂运输的积极性,甩挂运输得到普遍使用,货物运输车型以厢式半挂汽车列车为主,其牵引车与半挂车保有量的比例(拖挂比)约为1:3,比例最大的是6×4/6×2牵引车匹配2轴厢式半挂车的汽车列车,以及部分双半挂汽车列车,分别占到厢式半挂汽车列车的90%和8%左右^[25]。其干线公路两旁随处可见停满挂车的仓储设施或停车场,挂车既作为运载工具,也作为临时周转“仓库”的功能得到充分利用^[20],如图1-7所示。据了解,早在2010年美国世能达公司(Schneider National)就拥有各类牵引车1.25万辆、挂车3.4万辆,拖挂比为1:2.72,其中70%的车辆应用于甩挂运输。作为整车运输公司,世能达公司将一定数量挂车事先放置在客户端,待客户装满货后,及时调度牵引车拖来新的空挂车、拉走装好货物的满载挂车,实现甩挂运输。美国UPS干线运输车队拥有6700辆牵引车和2.21万辆挂车,拖挂比达到1:3.3。作为零担运输的典型模式,主要依托自有货运站场进行甩挂作业。货运站场是重要的集散中心,站场至客户端用轻型载货汽车接、送货物,站场与站场之间的干线运输使用汽车列车,并在两端及多个站场实施甩挂作业^[19]。



图1-7 美国重型汽车列车及停车场

在欧洲,陆路范围内 74% 的货物运输是由载货汽车及汽车列车来完成,甩挂运输已实施多年。在北欧地区,甩挂运输车辆多采用一个牵引车拖带一个半挂车,半挂汽车列车后面再拖带一个全挂车或中置轴挂车等双挂列车模式,列车总长度为 25.25m,以扩大装货容积或总质量,减小轴荷,降低对路面的压力,减少路面损坏并提高运输效率^[26]。特别是近年来,正在开展一车双挂/一车三挂的超长汽车列车试运行,列车总长度为 27~32m,总质量可达 60t 以上,进一步提高了运输效率。

在新加坡、菲律宾、韩国、巴西等国家,甩挂运输作业应用也较为广泛,如港口、大型堆场以及大型仓库之间的集散运输^[19]。只要运距适当和装卸条件具备,甩挂运输均可发挥良好的作用^[27]。

2. 国外车辆标准和新技术应用情况

在甩挂运输车辆技术与标准的研究、应用方面,各经济发达国家都做出了很多实践。

1) 在车辆技术标准方面,欧洲、美国已形成了体系较为完善的甩挂运输车辆标准

美国标准中对牵引车、挂车单车的要求,牵引车和挂车组合的方式,以及各种连接部件与操作都进行了统一规范。20 世纪 70 年代提出了桥梁承载车辆总质量的公式,确定了轴荷对桥梁的影响,并把轴距和质量联系在一起^[25],图 1-8 给出了桥梁满足的五轴汽车列车载荷及轴荷分布情况具体要求。

20 世纪 80 年代,美国联邦公路法规定:半挂车长度的最大限值不小于 14.63m(48 英尺);半挂车总宽度限值为 2.6m(102 英寸);半挂车总高度限值 4.115m(13 英尺 6 英寸)^[25]。美国联邦法规对半挂车总尺寸的规定有一个渐进放大的趋势,正在探讨将长度放大到 18.3m(60 英尺)的可行性。

美国牵引车与半挂车尺寸匹配方面的标准规定:牵引车空载鞍座高度(Coupler Height)为 1194~1245mm,以保证甩挂运输中牵引车与半挂车的互换性。《商用挂车和半挂车牵引主销》(Upper Coupler Kingpin—Commercial Trailers and Semitrailers,SAE J700)对牵引销的尺寸进行了规定,保证甩挂运输半挂车的挂接牵引销的互换性。

在欧盟境内同样存在关于车辆尺寸与质量限值、车辆安全等相关标准。自 1993 年欧盟成立以来,一直重视相关标准的制定。欧盟颁布相关指令,以便相关条款在欧盟国家内强制执行。此外,各个国家也可以根据自己的道路与实际制定符合本国的车辆通行技术要求,但若相关技术要求超出欧盟指令限值时,该车型只能在本国境内行驶,不能从事跨国运输业务。

欧盟指令 96/53/EC 中规定了在欧盟范围内运输车辆的外廓尺寸和质量限值,普通车辆及普通铰接汽车列车的长度与质量限值均进行了单独的规定,其中铰接汽车列车不大于 16.5m,货车列车的长度不大于 18.75m,总质量不超过 40t(集装箱列车总质量为 44t)。联合国欧洲经济委员会(the United Nations Economic Commission for Europe,UNECE)的多式联运和物流工作组(the Working Party on Intermodal Transport and Logistics,WP. 24)曾对在荷兰、丹麦、芬兰、挪威、瑞典等北欧国家发展的由“1 个长单元+1 个短单元”组合而成,总长不

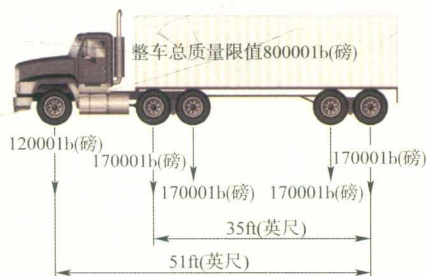


图 1-8 美国桥梁对车辆轴距、质量限值要求

超过 25.25m,总质量不超过 60t 的双挂汽车列车进行了说明,如图 1-9 所示。由于其综合效益更优,但总长不符合欧盟标准的缘故,双挂汽车列车的使用必须经过特殊批准,且对通行条件有一定要求。目前相关车辆已进行了充分技术论证,且在不同国家进行了大量试验运行,运行效果良好,欧盟正在考虑修改相关强制性法规。

为使欧盟境内的车辆能够更好地在不同国家内从事货物运输,欧洲经济委员会(Economic Commission of Europe, ECE)提出了 R55 法规(关于批准汽车列车机械连接件的统一规定),该法规中明确提出了相关连接件的标识与匹配尺寸。此外,欧盟对重型车辆尾部标志板提出了 R70 法规、对侧向防护装置强度提出了 R73 法规等。

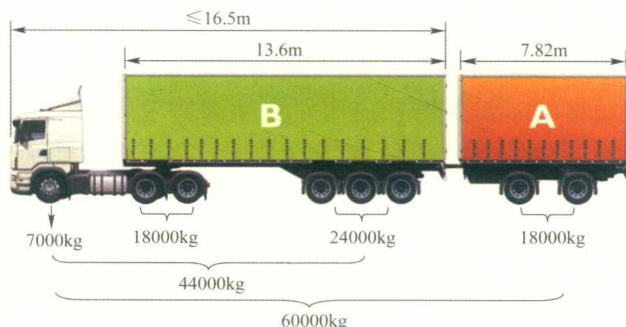


图 1-9 欧盟部分国家双挂汽车列车限值要求

2) 电子技术在甩挂运输车辆上得到了普遍运用

在公路运输安全保障方面,1998 年美国规定重型载货汽车和挂车必须安装 ABS,部分新型重型载货汽车还安装了电控制动系统(Electronically Braking System, EBS)装置,使得重型载货汽车驾驶员踩下制动踏板的反应跟小汽车一样灵敏,制动距离缩短约 15%。此外,还有危险物辨识距离增加 2 倍的红外线夜视系统、翻车警告系统等。

在欧洲,电子制动力分配(Electronic Brakeforce Distribution, EBD)装置已被大量装备到重型商用车辆上,其可改变两侧车轮的制动力,使得车辆制动更为平稳。车身电子稳定系统(Electronic Stability Control, ESC)的控制单元通过采集对应传感器的信号对车辆的运行状态进行判断,进而发出控制指令。ESC 程序可对不同车轮分别实施制动来对动力和转矩进行补充或是对车轮施加制动力,来确保车辆的正常行驶状态。此外,车道偏离预警系统(Lane Departure Warning System, LDWS),自适应巡航控制装置(Adaptive Cruise Control, ACC)等先进的电子装置也被大量使用。

甩挂运输智能管理方面,货运车辆普遍安装卫星通信和跟踪系统,以确定车辆运行位置,并对车辆状态实施远程监控,驾驶员可随时与调度员沟通信息,实现了车辆的智能调度管理。

3) 轻量化技术与应用渐趋成熟

欧洲对运输车辆更偏重于提高运输效率,降低运输成本,欧洲制造商在产品轻量化设计方面也不遗余力。厢式半挂车是欧洲公路运输主力车型,其中具有整备质量轻、成本低、便于装卸的侧帘半挂车约占 38%。例如 Kögel Cargo MAXX 侧帘半挂车整备质量为 6150 kg, Euro Cooler 保温篷布半挂车整备质量为 6790 kg。然而,“减肥”的不仅是厢式挂车和保温挂

车, Schmitz 自卸半挂车侧墙采用铝板后质量降低 700 kg。

欧洲半挂车“轻量化”的主要途径包括:一是采用高强度合金钢,自重降低约 30%;二是将钢铁的替代材料如铝合金、玻璃钢、工程塑料等应用于半挂车零部件;三是采用创新的结构设计,如无副梁的半挂自卸车、无大梁的厢式半挂车^[28];四是单宽胎和空气悬架等新技术的普遍应用。图 1-10 为前墙使用铝合金材料的侧帘厢式半挂车,前轴为提升桥,车辆在空载或者轻载时提起,以便减少轮胎的磨损。



图 1-10 前墙使用铝合金材料的侧帘厢式半挂车

4) 其他新技术的应用

欧洲内陆运输常用一种多功能集装箱半挂骨架车,其车型结构复杂,零部件数量多,外形精巧,自动化程度较高,可自动伸缩车架长度以适应约 6.1~13.7m(20~45 英尺)集装箱^[28],如图 1-11 所示。为了适应不同结构、尺寸的集装箱,转角锁设计为可翻转结构,如图 1-12 所示。



a) 半挂车车架未伸长状态



b) 半挂车车架伸长后状态

图 1-11 欧洲可变尺寸集装箱半挂骨架车

(三) 甩挂运输站场

1. 零担站场网络体系

美国从事零担运输的承运商一般都建有专门用于集散、中转货物的货运站场,大型零担运输企业均构建起自己庞大的站场网络体系。



图 1-12 前端梁可翻转角锁

以 UPS Freight 为例,基于零担货运特点,UPS 高度重视集散、中转货运站场建设,已经在北美地区构建起 200 多个用于干线运输的集散、中转货运站场。最成功的案例为 UPS 芝加哥地区包裹检索集散中心(Chicago Area Consolidation Hub, CACH)^[20]。为了优化从美国西南海岸到东北地区的包裹物流运输组织,降低物流成本,UPS 在 20 世纪 80 年代即寻求在芝加哥附近建设一个大型包裹集散中心,如图 1-13 所示。该中心于 2005



年3月投入使用,紧邻伊利诺伊州的高速公路和铁路,占地97万m²,是美国最大的陆路运输配送中心,也是全球最大的陆路包裹分拣中心,拥有发达的自动分拣、包裹配载、自动跟踪、实时查询等功能的管理信息系统^[19]。

2. 与铁路站场衔接的布局

CACH的站场作业普遍采用甩挂模式,每天有超过1900辆牵引车和3500辆挂车在这里周转。CACH的一个显著特点在于充分利用多式联运,为了发挥铁路运量大、速度快、成本低的优势,CACH依托紧邻的铁路,积极拓展驮背运输,如图1-14所示,其集散中转的包裹一般640km以上使用驮背运输,640km以下主要依靠公路货车运输,目前两种方式集散运输比例各占50%左右^[19]。



图 1-13 UPS 的芝加哥地区包裹检索集散中心



图 1-14 CACH 的公铁联运作业模式

不来梅货运中心是德国最大、欧洲第二大货运中心,共占地472万m²,拥有库房120万m²,现有入驻企业150家,员工8000人,货运中心以其高效的运输组织和多式联运享誉欧洲,其综合绩效长期蝉联德国35个货运中心之首,如图1-15所示。货运中心具备公路、铁路、水路转运条件。中心内设有专门的公铁集装箱联运站,联运站拥有10km路轨、8条轨道可停放整装列车,联运站的每台大型龙门吊可以同时装卸4个集装箱,同时装卸两列800m长的火车,目前联运站日装卸能力达1000个标准箱(Twenty-foot Equivalent Unit, TEU),装好一列整装列车用时2.5h。由于货运中心对不同货物实行了分类定点高效管理,大大提高了货物的多式联运中转效率,目前货运中心每日进出货车7000辆次,火车货运班列20~25列。



图 1-15 不来梅货运中心

3. 站场物流服务设施

德国货运中心规划分为州际货运中心和市域货运中心两个层次,全国共规划了州际货运中心 16 个,市域货运中心 40 个。物流园区内有完善的基础设施,平均规模在 140 万 m^2 。德国物流园区的服务水平较高,服务内容全面。物流园区除提供仓储、运输、配送、包装等物流增值服务之外,还往往配套建设了海关、金融、保险等机构^[29]。此外,物流园区内还建有维修厂、加油站、餐厅等服务设施,为物流需求者提供全方位的服务。

4. 广泛使用的挂车池

为了更高效、更从容地调度运力,一般货运企业都要根据客户分布情况在货主所在地(或就近地区)建设或租用停车场。其中专用做挂车运力储备的停车场地被称为挂车池(类似于集装箱中转站)——即为了满足货主对挂车尤其是空挂的需求,由货运企业储备足够的挂车以备及时调用。挂车池在平衡和调剂运力、满足客户“零库存”的要求、吸纳小型个体承运商加盟等方面体现出巨大的优势^[20]。美国许多大型货运企业将规划建设挂车池作为进一步优化甩挂运输组织模式、增强自身竞争力的重要举措。

(四) 甩挂运输运营组织

美国、欧洲、日本、澳大利亚等国家及地区甩挂运输的成功运作离不开相对完善的运输组织技术,正是站场设施、车辆装备、信息技术与现代化的组织管理技术有机整合,共同构成了甩挂运输成功运作的基础。国外甩挂运输运营组织模式主要存在以下 3 种类型。

1. 网络型循环甩挂运输

从国外来看,依托广泛布局的不同层次中转节点,以及连接这些节点的货运线路所形成的甩挂运输网络,构成了国外零担、快运企业最为核心的布局 and 经营形态。利用集零为整的转运以及网络内部运输的有效组织和衔接,最大限度地发挥网络优势^[30]。通过网络化运作可以提高挂车的利用率,降低运输的空驶率,最大限度提高运输的效率和规模效益。因此,依托稳定货源和运营网络所形成的网络型循环甩挂是国外甩挂运输的主要模式^[31]。

这种模式的典型案例的是荷兰 TNT 快运,在全球建立了 546 个邮件集散点(中心),857 个速递集散点(中心),拥有约 845 万 m^2 的陆运分拨中心,如图 1-16 所示。图 1-17 为 TNT 集团欧洲陆运网络,短途集散、长途干线转运的网络构成了零担、快运企业的普遍形态。



图 1-16 TNT 集团欧洲陆运分拨中心

2. 多式联运(公铁、公水)甩挂模式

依托铁路、港口等多式联运枢纽节点,围绕公铁、公水联运,开展与铁路、水路对接的集疏运甩挂作业^[32]。从国外来看,甩挂运输已经成为多式联运体系的重要组成部分。

从其甩挂组织模式来看,主要依托港口、铁路货运站为甩挂节点,将挂车运至站场后,甩下挂车,等待铁路编组,或者牵引至滚装船舱后甩下挂车,牵引车挂上已经装卸好的挂车开展第二次运输,如图 1-18,图 1-19 所示。甩挂组织主要是“一线两点”甩挂作业模式,其网络



形态主要呈现以铁路、港口等核心的一点多线放射状分布形式。

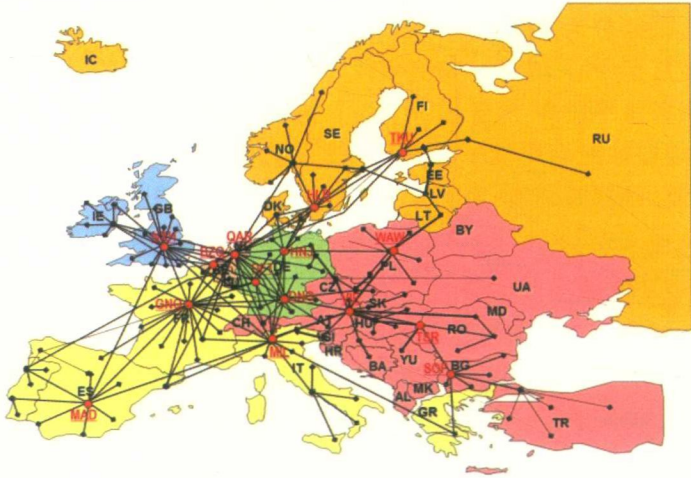


图 1-17 TNT 集团欧洲公路货运网络构架图



图 1-18 美国公铁联运甩挂模式



图 1-19 美国公水联运甩挂模式

3. 客户端甩挂模式

在降低物流成本的总体导向下,国外货主纷纷采取零库存的运作模式,在这种模式下,高效率、低库存的甩挂作业方式成为货主的必然选择,挂车既作为运载工具、也作为临时周转“仓库”的功能得到充分利用。在货主的工厂储备若干空挂车,作为临时仓库,产品下生产线后直接装车,或者将重载半挂车甩在货主工厂,货主根据生产需要直接将挂车内的各类材料送上生产线,从而减少企业的库存费用。从国外经验来看,工厂的客户端甩挂是现代物流业发展的重要基础支撑。