

中国交通运输专家专著系列 · 甩挂运输丛书 ·

甩挂运输操作技术与方法

李红启 高洪涛◎著

中国物资出版社

中国交通运输专家专著系列·甩挂运输丛书

甩挂运输操作技术与方法

李红启 高洪涛 著

中国物资出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

甩挂运输操作技术与方法 / 李红启, 高洪涛著. — 北京: 中国物资出版社, 2012. 3

(中国交通运输专家专著系列. 甩挂运输丛书)

ISBN 978-7-5047-4179-0

I. ①甩… II. ①李…②高… III. ①公路运输—交通运输管理
IV. ①U491

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 031647 号

策划编辑 马 军

责任印制 何崇杭 王 洁

责任编辑 马 军

责任校对 孙会香 梁 凡

出版发行 中国物资出版社

社 址 北京市丰台区南四环西路 188 号 5 区 20 楼 邮政编码 100070

电 话 010-52227568 (发行部) 010-52227588 转 307 (总编室)

010-68589540 (读者服务部) 010-52227588 转 305 (质检部)

网 址 <http://www.clph.cn>

经 销 新华书店

印 刷 北京京都六环印刷厂

书 号 ISBN 978-7-5047-4179-0/U·0081

开 本 710mm × 1000mm 1/16

印 张 23

版 次 2012 年 3 月第 1 版

字 数 328 千字

印 次 2012 年 3 月第 1 次印刷

印 数 0001—3000 册

定 价 46.00 元

版权所有·侵权必究·印装差错·负责调换



前 言

作为现代物流体系组成部分的货物运输，是国民经济和社会发展的重要支撑。公路货物运输是中短途货物运输的主力。从世界各国交通运输发展的历程看，公路货物运输普及最广，无论在货运量还是在货物周转量方面，多数经济发达国家的公路货物运输都占有绝对优势。根据英国运输部、日本国土交通省、我国国家统计局等发布的统计数据，从 20 世纪 50 年代以来，英国公路货运量占国内货运量的比例由不足 40% 上升到目前的 70%、公路货物周转量占国内货物周转量的比例由不足 75% 上升为 85%，日本公路货运量占国内货运量的比例由不足 60% 上升到目前的 90%、公路货物周转量占国内货物周转量的比例由不足 10% 上升到 60%，我国自改革开放以来公路货运量占国内货运量的比例由不足 35% 上升到目前的 75%、公路货物周转量占国内货物周转量的比例由不足 3% 上升到 30%。公路货物运输之所以能在全社会货物运输中占据如此重要的地位，主要基于其各种技术经济优势，如适应性、灵活性、方便性、快速性、易于实现联合运输等。

公路货物运输在运输和物流体系中占据重要地位的同时，也面临降低物流成本和节能减排的巨大压力。特别是随着近年来全球能源供给波动导致的燃料价格上涨、城市交通拥堵导致的物流配送难等问题的凸显，公路货物运输的畅通高效、安全绿色发展问题引起学术界和各国政府的高度重视。相对于大规模建设拓展高等级公路等运输基础设施（规划建设周期长、投资大）、大范围推广应用高技术装备水平的汽车（产品研发和商业化周期长、购置成



本高)而言,优化汽车的组织管理方法是提高公路货物运输效率、降低物流成本、实现公路货运行业升级的更便捷高效的途径。

从汽车构造理论、汽车运用工程的角度,货运汽车是由动力部分和载货部分组成的。参考 ISO/WD 3833:1977、GB/T 3730.1—2001 等国际国内标准,以及世界各国运输行业发展实践,货运汽车可分为两大类:卡车和汽车列车。汽车列车是由卡车、牵引车、全挂车、半挂车等通过特定组合而成,卡车或牵引车是汽车列车的动力部分,卡车的载货车厢、全挂车和半挂车是汽车列车的载货部分。随着汽车制造技术进步,世界各国货运和物流企业越来越多地采用汽车列车从事运输物流活动。相对于卡车,汽车列车能够通过动力部分和载货部分的自由分离和结合,实现甩挂运输而获得更高的车辆使用效率。甩挂运输是提升汽车货物运输效率的重要手段。当汽车的货物承载技术和载货部分(车厢)的生产制造工艺达到一定水平、汽车动力部分(发动机)的燃油经济性水平达到一定程度时,提升汽车货物运输效率的手段就转向对于汽车运行过程的高效管控。由于生产制造技术进步使得汽车动力部分和载货部分可自由分离和结合,汽车货物运输过程乃至多式联运过程普遍采用甩挂的作业方式。

在经济发达国家,规模较大的货运或物流企业普遍依托汽车列车开展甩挂运输,而在其他一些国家如新加坡、韩国、巴西等,汽车列车的甩挂运输也很广泛。受各种制约因素影响,我国的甩挂运输发展相对滞后。2009年12月,我国交通运输部会同国家发展和改革委员会、公安部、海关总署、保监会联合发出《关于促进甩挂运输发展的通知》。交通运输部于2011年4月发布的《交通运输“十二五”发展规划》明确指出,“十二五”期间我国将“组织开展甩挂运输试点工程,推进甩挂运输全面发展。”2010年,交通运输部启动开展甩挂运输试点工作,制定了操作性强的“甩挂运输试点工作实施方案”,在全国选定数十家货运或物流企业作为甩挂运输试点单位。甩挂运输试



点工作启动以来,各甩挂运输试点企业开辟大量甩挂运输运营线路、健全甩挂运输网络体系,甩挂运输业务量增长明显,经济效益和社会效益开始显现。然而,开展甩挂运输所需的技术手段和管控方法较传统依托卡车开展运输时要复杂和深入得多。各甩挂运输试点企业在取得快速进步的同时,也面临各种各样的困境。所以,要充分发挥汽车列车甩挂运输的技术经济优势和社会效益,除了依靠货运和物流企业的高水平经营管理实践,更需要科学的理论指导,特别是需要操作指导层面的理论与方法。

与我国交通运输行业主管部门积极鼓励和支持甩挂运输发展、运输和物流企业踊跃探索甩挂运输模式形成鲜明对比的是,甩挂运输问题并没有引起学术研究领域的广泛关注。由于甩挂运输过程涉及多种类型的汽车列车,且需要同时解决牵引车与挂车配备比例、牵引车数量及其路径、挂车数量及其运行路径和存放场站等一系列紧密相关的问题,学术界尚未将甩挂运输问题梳理出系统化研究框架。在学术著作方面,我国目前只有由人民交通出版社分别于1960年和2010年出版的2本著作、中国物资出版社于2011年出版的1部著作;而其他形式的研究成果数量规模也不大。

作者在《道路甩挂运输组织理论与实践》和《道路甩挂运输组织技术及其应用实践》这两部著作研究工作的基础上,结合国外甩挂运输相关的研究成果和国内企业发展甩挂运输的理论需求,通过深入分析和研究我国企业发展甩挂运输过程中所面临的操作层面的主要问题,撰写而成本书。本书从甩挂运输车辆类型选用、甩挂运输车辆优化调度、甩挂运输网络规划和场站布局、甩挂运输经营主体表现形式等方面,有针对性地回答了我国交通运输或物流企业在发展甩挂运输过程中最为关心的问题。相对于国内已出版的甩挂运输领域的其他著作,本书侧重于运用理论研究成果,从操作层面切实指导企业的甩挂运输实践过程。

本书的内容主要包含这样几个方面:第一,从狭义和广义层面界定了甩



挂运输的概念，从微观的、企业的层面研究了采用甩挂运输模式可产生的经济效益和社会效益；第二，本书分析了甩挂运输车辆相关的技术问题，特别是甩挂运输组织主体在车辆选取过程中应重点考虑的各种因素；第三，鉴于甩挂运输车辆调度组织明显区别于传统车辆的调度组织方式，本书提出一类甩挂运输车辆调度问题，并采用启发式方法进行求解；第四，本书将甩挂运输网络节点分为T类一级、T类二级、T类三级、S类一级、S类二级、WH类、RH类等类型，并结合大量的案例指出各类节点的功能区布局方式；第五，本书介绍了开展甩挂运输业务的市场主体的表现形式——道路运输企业和甩挂运输装备租赁企业；第六，本书梳理了若干甩挂运输试点企业实践经验和面临的挑战，提出加快我国甩挂运输试点工作的对策措施。

虽然我们已在甩挂运输领域开展了多年的研究和实践工作，但在本书的研究和撰写过程中，愈发感觉到甩挂运输研究工作和实践进程的任重道远。我们呼吁有关方面能够重视甩挂运输的理论研究，更多的专家和学者加强这方面的研究；我们建议有关方面能够给予甩挂运输更有力的政策支持，创造适宜的政策环境；我们也期待企业能够积极发展甩挂运输。

作者

2012. 1



目 录

1 甩挂运输概论	(1)
1.1 甩挂运输基本原理	(2)
1.1.1 甩挂运输的概念	(2)
1.1.2 甩挂运输的主要装备	(4)
1.1.3 甩挂运输的优势	(9)
1.2 发达国家甩挂运输发展概述	(13)
1.2.1 甩挂运输的发展及其内在动因	(13)
1.2.2 美国甩挂运输发展概况	(19)
1.2.3 欧洲甩挂运输发展概况	(23)
1.2.4 澳大利亚甩挂运输发展概况	(24)
1.3 我国甩挂运输发展概述	(25)
1.3.1 我国甩挂运输的发展动因	(25)
1.3.2 我国甩挂运输发展的物流行业背景	(32)
1.3.3 我国道路甩挂运输发展概况	(36)
1.3.4 中韩陆海联运发展概况	(41)
1.3.5 我国甩挂运输行业发展环境分析	(48)
1.4 甩挂运输的经济效益和社会效益	(53)
1.4.1 节能减排与车辆的燃料消耗	(53)
1.4.2 甩挂运输车辆运行利润测算	(54)



1.4.3 甩挂运输的经济效益及其影响因素	(64)
2 甩挂运输车辆特征与选型	(73)
2.1 甩挂运输车辆的外廓尺寸与质量限值	(74)
2.2 甩挂运输车辆静态受力与货物重心分布	(78)
2.2.1 甩挂运输车辆静态受力分析	(78)
2.2.2 甩挂运输车辆货物重心分析实例	(80)
2.3 甩挂运输车辆的行驶阻力和驱动力	(82)
2.3.1 甩挂运输车辆的行驶阻力	(83)
2.3.2 汽车列车的驱动力与功率	(88)
2.4 甩挂运输车辆的转弯半径	(89)
2.4.1 公路圆曲线半径与车辆动态转弯半径	(90)
2.4.2 车辆稳态转弯半径	(92)
2.5 甩挂运输车辆对公路桥梁的作用力	(98)
2.6 甩挂运输车辆的关键装置.....	(109)
2.6.1 牵引连接装置.....	(109)
2.6.2 支承装置.....	(114)
2.7 甩挂运输车辆选型工作.....	(115)
2.7.1 甩挂运输车辆选型工作的意义.....	(115)
2.7.2 甩挂运输车辆选型工作的既有依据.....	(118)
2.7.3 甩挂运输车辆选型应考虑的主要因素.....	(122)
3 甩挂运输车辆调度	(125)
3.1 车辆调度问题概述.....	(126)



3.1.1 车辆调度问题的分类·····	(126)
3.1.2 车辆调度问题的求解方法·····	(131)
3.2 甩挂运输车辆调度问题界定及其求解算例·····	(137)
3.2.1 对甩挂运输车辆调度问题的基本认识·····	(137)
3.2.2 驾驶员工作时间的优化模式·····	(138)
3.2.3 用于甩挂运输牵引车调度的一种启发式方法·····	(144)
3.2.4 甩挂运输牵引车调度算例·····	(149)
3.3 基于启发式算法的汽车列车调度问题求解案例·····	(154)
3.3.1 实践需求背景·····	(154)
3.3.2 问题描述·····	(156)
3.3.3 求解方法·····	(158)
3.4 基于模拟退火算法的汽车列车调度问题求解案例·····	(166)
3.4.1 问题描述·····	(166)
3.4.2 求解方法·····	(167)
3.5 大型钢铁厂内循环甩挂运输车辆调度问题求解案例·····	(172)
3.5.1 实践需求背景·····	(172)
3.5.2 问题描述·····	(173)
3.5.3 求解方法·····	(174)
 4 甩挂运输网络与场站 ·····	 (178)
4.1 甩挂运输网络概述·····	(179)
4.1.1 甩挂运输网络的整体功能定位·····	(179)
4.1.2 甩挂运输网络的基本构成·····	(181)
4.1.3 甩挂运输网络节点分类及其功能·····	(183)
4.2 甩挂运输场站选址与布局·····	(186)



4.2.1	甩挂运输场站选址布局的一般工作流程	(186)
4.2.2	我国甩挂运输场站选址布局的主要依据	(191)
4.2.3	甩挂运输场站用地规模的主要影响因素	(194)
4.2.4	省域甩挂运输场站选址布局案例	(195)
4.3	甩挂运输场站内部布局	(198)
4.3.1	甩挂运输场站内部平面布局及案例	(198)
4.3.2	甩挂运输场站内部布局的参考性指标	(206)
4.3.3	道路甩挂运输场站主要功能区布局设计	(210)
4.3.4	基于甩挂运输的多式联运场站内一般作业流程	(218)
4.4	甩挂运输通道规划	(230)
4.4.1	甩挂运输通道选取的基本原则	(230)
4.4.2	甩挂运输通道选取方法	(231)
4.4.3	省域甩挂运输通道案例	(234)
4.5	现阶段我国甩挂运输网络运行的保障措施	(236)
4.5.1	投资引导和扶持	(236)
4.5.2	企业组织模式创新	(236)
4.5.3	企业形式创新	(237)
4.5.4	市场准入与资质管理	(238)
5	甩挂运输经营主体	(240)
5.1	道路运输企业	(241)
5.1.1	道路运输企业的粗放式发展	(241)
5.1.2	道路运输企业的生存压力	(243)
5.1.3	道路运输企业的可持续发展策略	(248)
5.1.4	道路运输企业发展甩挂运输的一般流程	(251)



5.2 甩挂运输装备租赁企业·····	(255)
5.2.1 交通运输领域的典型租赁活动·····	(255)
5.2.2 甩挂运输装备租赁概述·····	(270)
5.2.3 甩挂运输装备租赁的运作方法·····	(285)
5.2.4 道路甩挂运输车辆租赁公司·····	(291)
 6 典型企业甩挂运输试点工作进展与对策 ·····	(299)
6.1 典型企业甩挂运输试点工作进展概况·····	(299)
6.1.1 组织管理制度·····	(302)
6.1.2 甩挂运输业务形式·····	(309)
6.1.3 甩挂运输货源组织·····	(315)
6.1.4 甩挂运输运能资源配备·····	(320)
6.1.5 甩挂运输信息管理·····	(327)
6.1.6 甩挂运输试点企业的期望·····	(332)
6.2 甩挂运输试点中暴露出的主要问题·····	(335)
6.2.1 缺乏对甩挂运输基本规律的深入了解·····	(336)
6.2.2 缺乏对甩挂运输战略意义的足够重视·····	(340)
6.2.3 甩挂运输效益难以合理体现·····	(343)
6.3 甩挂运输试点工作的推进途径——以山东省为例·····	(347)
6.3.1 高度重视甩挂运输的重大发展机遇·····	(347)
6.3.2 统筹规划和科学安排·····	(349)
 参考文献 ·····	(352)



1 甩挂运输概论



本章导读

本章展现了甩挂运输基本原理和国内外实践的全貌。

首先，本章从狭义和广义层面界定了甩挂运输。狭义上的甩挂运输定位于道路货运车辆的组织方式，广义上的甩挂运输定位在基于牵引车、挂车等甩挂运输车辆的综合运输组织方式。由这种定义形式，甩挂运输装备涉及道路货运车辆、铁路货车、滚装船等，甩挂运输因所使用装备特点和组织方式等因素而展现出良好的技术经济优势。

其次，本章从交通运输组织方式发展历程的角度分析了甩挂运输之所以产生的内在动因，除了被期望于提升道路货运效率，甩挂运输用挂车也被作为一种集装化容器而从事多式联运服务。美国、欧盟国家等甩挂运输发展早，车辆装备技术、运输组织方式等水平高，甩挂运输所实现的运输量也很可观。

再次，本章较为详细地剖析了我国发展甩挂运输的机遇和挑战。在工业化融合信息化的经济社会发展背景下，在交通运输行业应对气候变化和节能减排、实现科学发展的迫切要求下，发展甩挂运输成为我国国家层面的一种战略，各级行政主管部门、各类企业、科研机构、社会团体等开始重视甩挂运输的发展。但是，我国交通运输和物流行业的发展模式、有关方面理论指导力度的欠缺等因素



极大地阻碍了甩挂运输的发展。随着鼓励和推进甩挂运输工作的深入开展,有一些亮点值得关注,特别是甩挂运输试点企业的积极作为,中国、韩国陆海联运业务的开展,等等。

最后,本章从微观的、企业的层面研究了采用甩挂运输后可产生的经济效益和社会效益。甩挂运输的经济效益主要体现在企业可实现的利润方面,甩挂运输的社会效益主要体现在减少碳排放方面。当然,甩挂运输效益的实现受到多种因素的影响,本章均结合算例给予阐明。

本章适合的阅读对象:道路运输和物流领域的高层决策者、中基层管理者;科研工作者;高等院校运输和物流相关专业教师、学生。

1.1 甩挂运输基本原理

1.1.1 甩挂运输的概念

1. 狭义上的甩挂运输

狭义上的甩挂运输定位于道路运输领域,其本质上是一种货运组织形式,是指按一定比例配置牵引车和挂车,在运输停顿过程中牵引车可以甩掉一个挂车、挂上另一个挂车继续空间移动过程的运输组织形式。在甩挂运输实践中,道路运输企业使牵引车或牵引汽车(带牵引装置的载货汽车)与挂车能够自由分离与结合,通过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汽车停靠时间,提高车辆动力部分利用率。甩挂运输具备良好的技术经济优势,可以产生可观的经济效益和社会效益。甩挂运输的基本工作模式是一部牵引车按计划或根据调度指令分时段拖挂不同的挂车,从而提高牵引车的有效工作时间。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。在这种情况下,甩挂



运输的应用使得2台或2台以上的挂车由同一台牵引车根据需要在不同时段牵引,这样可有效减少牵引车的保有量。

甩挂运输的产生与发展是大吨位道路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燃油经济性和装载能力,提高车辆的燃油经济性和装载能力最现实的措施就是使用大吨位货车。大吨位货车在满足上述两方面的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车之外的途径。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,甩挂运输能够增加牵引车的有效工作时间、降低牵引车的购置费用。

2. 广义上的甩挂运输

广义上的甩挂运输体现于道路运输和多式联运领域,其本质上是一种基于道路货运车辆调度的货运运力资源配置模式。在道路运输环节,牵引车在适当的站点可以甩掉一个(或多个)挂车、挂上另一个(或多个)挂车继续空间移动,以实现门到门运输;在多式联运环节,由道路甩挂运输牵引车拖挂的挂车经过陆路行驶抵达公铁多式联运场站或者水陆多式联运场站后,挂车被接驳到铁路货物列车或者滚装船,经过铁路和水运的大容量干线运输过程后,由道路甩挂运输牵引车继续拖挂这些挂车以实现门到门运输。在实践中,除了道路运输企业能够获得甩挂运输的各种效益外,通过将挂车作为集装化单元而进行多式联运,可有效地发挥不同运输方式的技术经济优势和整个综合运输系统的资源整合优势,提高综合运输系统运能资源配置效率和资源利用率。基于甩挂运输的公铁多式联运、水陆多式联运在世界上若干国家或地区得以蓬勃发展,在此过程中,不同运输方式之间的运力配备策略、多式联运场站的高效运转模式等成为关键的技术问题。

广义上的甩挂运输活动的发展是综合运输系统发展的必然结果。这是因



为：自 20 世纪 50 年代以来，世界各国意识到在交通运输业的发展过程中，水路、铁路、公路、航空和管道五种运输方式是相互影响、优势互补的，许多国家开始有计划地发展综合运输，协调各种运输方式之间的关系，进行铁路、公路、航空之间的科学分工与合理衔接，构建海陆空立体化的综合运输体系。在综合运输体系的形成过程中，公路运输作为门到门运输的可靠途径，承担着大量的末端集疏运业务，若这些末端集疏运业务直接被公路运输“一站式”地完成整个空间交流过程，则可省略大量的中途作业环节，但由于公路运输的技术经济劣势和公路运输基础设施资源使用成本的增加，干线运输阶段耗用了相对于铁路运输、水运而言大量的额外成本（包括内部成本和外部成本）。若将挂车作为一种集装箱化容器，且充分利用公路运输车辆动力部分（牵引车）和载货部分（挂车、半挂车）可自由分离和结合的优势，则可将挂车直接牵引并固定至铁路货物列车或船舶，实现多式联运并获得良好的经济效益和社会效益。

1.1.2 甩挂运输的主要装备

1. 汽车列车

根据国际标准化组织和我国的有关标准，汽车列车被定义为“一辆汽车（载货汽车或牵引车）与一辆或一辆以上挂车的组合。”牵引车是汽车列车的动力来源，而挂车是被拖挂车辆，本身不带动力源。汽车列车能适应多种运输需要，专用汽车中的厢式汽车、罐式汽车、自卸汽车、起重举升式汽车、仓栅式汽车、其他特种结构汽车等均可以采用汽车列车的形式。根据结构形式，汽车列车可分为以下几种：

（1）半挂汽车列车——由半挂牵引车同一辆半挂车组合；

（2）全挂汽车列车——由汽车（一般为货车）同一辆或一辆以上全挂车组合；



(3) 双挂汽车列车——由半挂牵引车同一辆半挂车、一辆全挂车组合；

(4) 全挂式半挂汽车列车——由汽车（一般为货车）通过牵引车连接一辆半挂车；

(5) 特种汽车列车——由牵引车同特种挂车组合。

根据汽车列车的最大装载质量，汽车列车又可分为轻型、中型和重型汽车列车，重型汽车列车最大装载质量可达数百吨。

2. 牵引车

牵引车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，牵引车可分为三类：

(1) 半挂牵引车。半挂牵引车用来牵引半挂车，与普通载货汽车相比，其车架上无货箱，只作牵引，而在车架上装有鞍式牵引座，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。实践中可在载货汽车底盘的基础上，选取合适的后桥主传动比，缩短轴距，并在车架上配置鞍式牵引座进行改装。

(2) 全挂牵引车。全挂牵引车用于全挂列车和特种挂车列车的牵引，一般可由通用的载货汽车改装。全挂牵引车车架上装有货箱，车架后端的支架处安装有牵引钩，通过牵引钩和挂环使牵引车与全挂车连接；拖带特种挂车的牵引车车架上装有回转式枕座，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车与特种挂车连接起来。

(3) 场站用牵引车。场站用牵引车用于机场、铁路车站、港口码头等特殊作业区域内，可牵引半挂车或全挂车，完成货物运送和船舶的滚装运输作业。场站用牵引车一般选用电动机或内燃机作动力，机动性好，能满足不同货物高度和不同行驶速度的要求。全挂牵引车前后大多装有牵引钩，可迅速连接或脱挂一辆或一辆以上的全挂车；半挂牵引车多装有低举升型牵引座，