

# 公路大件运输技术与安全

主 编 何太碧

副主编 张 洪 谢能剑 叶 斌

李本伟 曾传华

西南交通大学出版社

·成 都·

-----  
图书在版编目 ( C I P ) 数据

公路大件运输技术与安全 / 何太碧主编. —成都 :  
西南交通大学出版社, 2021.1  
ISBN 978-7-5643-7790-8

. 公... . 何... . 公路运输 - 长大货物运  
输 - 交通运输安全 . U492.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 ( 2020 ) 第 210231 号  
-----

Gonglu Dajian Yunshu Jishu yu Anquan  
公路大件运输技术与安全

主 编 / 何太碧

责任编辑 / 李晓辉

助理编辑 / 宋浩田

封面设计 / 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行  
( 四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号西南交通大学创新大厦 21 楼 610031 )  
发行部电话 : 028-87600564 028-87600533  
网址 : <http://www.xnjdcbs.com>  
印刷 : 四川森林印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm  
印张 25.75 字数 640 千  
版次 2021 年 1 月第 1 版 印次 2021 年 1 月第 1 次

书号 ISBN 978-7-5643-7790-8  
定价 69.00 元

课件咨询电话 : 028-81435775  
图书如有印装质量问题 本社负责退换  
版权所有 盗版必究 举报电话 : 028-87600562

## 编委会成员

顾	问	黄英权	四川省交通运输厅
编	者	何太碧	西华大学
		张 洪	四川省交通运输厅运管局
		谢能剑	四川省大件公路管理处
		叶 斌	四川省大件运输公司
		李本伟	四川省交通运输厅公路勘察设计研究院
		曾传华	西华大学
		杨开贵	四川省交通运输厅运管局货运处
		罗 忠	四川省交通运输厅运管局车管处
		陈 平	四川省交通运输厅运管局安稽处
		何修祥	四川省大件公路管理处工程科
		林英全	四川省大件公路管理处运输科
		宋恒扬	四川省交通运输厅公路规划勘察设计研究院
		李永成	四川省大件运输有限公司
		谭 颖	四川省大件运输有限公司
		林兰刚	四川省大件运输有限公司
		李冯锦	四川省大件运输有限公司
		蔡 刚	四川省大件运输公司工程物流部
		王 帅	中外运沙伦氏物流有限公司
		涂海滨	中外运大件物流有限公司
		杨 浩	成都纺织高等专科学校
		王意东	西华大学
		李绍军	西华大学
		闵 丹	四川省大件运输有限公司
		周 丹	四川省大件运输有限公司
		杨晨曦	西华大学
		何 彬	西华大学

审 校 李 丽 西华大学  
古 滨 西华大学

# 序 言

---


道路通，百业兴。我们正处在一个高速发展的世界，全球化经济发展是不可逆转的历史潮流，给中国经济带来了千载难逢的发展机遇。装备制造业、基础设施建设、交通运输业等各个领域势必加速迎来大发展，大件运输业作为各行业发展的必需，正进行着一场复杂而深远的变革。

本书由四川省运输厅、四川省大件运输公司技术团队和西华大学汽车与交通学院教授团队发挥校企合作优势，共同编撰而成。全文系统性地从大件运输的内容、大件运输设备、大件运输过路过桥技术、大件运输的组织以及大件运输的安全评估方法和评价标准等多方面开展了讲解和论述。

本书针对大件设备运输通过公路桥梁时的技术设置、技术方法和安全管理，提出了专业而独特的见解。在各类型大件设备的公路运输安全管理上，有明确的方法，方便读者在本书中查找研究。本书的编制，为该行业提出了很多可行性研究及案例参考，从很大程度上弥补了公路大件运输行业专业性、系统性书籍的空白。

科技进步，人才先行，非常感谢编者团队，在交通运输领域的技术发展上做出的默默努力，大件运输作为交通运输领域里的特种运输，我时刻关注着它的相关动态，你们的分享，让公路大件运输领域更加科学、更加良性发展、也越来越人才济济，期待着你们在未来的时间里加强校企合作，研究出更多更优的大件运输技术方法，培养更多公路大件运输的技术人才，以自己的方式为国家重点项目建设，为中国经济走出去参与“一带一路”建设作出应有的贡献。

四川省交通运输厅





# 编者的话

发达的运输系统、适应性强的能源动力系统和现代的网络与通信系统是现代经济赖以发展的三大支柱，交通运输是国民经济的命脉，是经济社会发展的基本需要和先决条件。中国已经拥有一个较为发达的五种运输方式齐全的运输系统，大件运输是运输行业的重要组成部分，在石油、化工、电力、冶金、海洋工程等领域发挥着举足轻重的作用。我国大件运输行业起步较晚，但发展势头强劲，后发优势明显。借助“十三五”期间实施的区域板块与经济轴带结合的区域发展战略，大件运输行业有了长足的发展。

“十三五”期间，我国实施板块与轴带结合的区域发展战略。一方面，国家进一步有序推进东部率先、西部开发、中部崛起和东北振兴、即此前形成的东中西部及东北“四大板块”战略；另一方面同时，强力增加促进京津冀协同发展、长江经济带战略，最终形成了“四大板块”+“三个支撑带”即“4+3”的战略大布局。在这个充满生机与活力的国家顶层设计的大变局中，以“一带一路”倡议牵引的内外部协同发展进一步加强了中国力量的外溢效应，给交通运输特别是大件运输的大发展带来了千载难逢的发展机遇。首先，国家重点建设工程项目数量和规模不断增加，大件运输的需求十分旺盛，市场潜力巨大；其次，电力、建筑、石油、化工等行业快速发展，对大型生产设备需求持续增长，从而刺激大件物流发展，关联效应突出；最后，随着科学技术进步和中国制造的崛起，大件运输装备提档升级步伐加快，国产化效率显著提高，新材料、新工艺、新技术的应用催生了大件运输设备及工具的智能化和集成度，为大件运输提供了强有力的技术支撑。

大件运输行业遵循“安全第一，技术第二，成本第三”。与普通货物运输相比，大件运输具有门槛高、风险大、周期长、运输速度慢、技术要求高等特点。大件运输技术与安全管理涉及机械、材料、汽车、力学、电工电子、液压与气压传动等多门学科专业，从常用大件运输装备到专用设备及工具的选型选配，从大件运输线路选择与优化，过路过桥技术路线确定，再到大件称重、货物的捆绑加固及在途运输组织，以及起讫点的装卸作业等，无一不是高技术、高风险、专业性强的工作，这些都离不开专业人员按照专业性的技术流程和规范进行程式化操作。可以说，大件运输专业化人才的缺乏，已经明显制约我国大件运输业在经济发展体系中协调发展。

本书以公路大件运输技术与安全为基石，阐述公路大件运输的特点与发展历程；针对公路大件运输的常用工具及设备以适用范围为依据进行详尽的分类；围绕桥梁技术状况评定、承载能力鉴定、桥梁加固、拱桥加固等方面对公路大件运输的过桥技术进行阐述；并对公路大件运输组织技术进行了较为全面的介绍；通过分析大件运输安全管理现状、罗列相关安全法规、总结安全评价方法、建立安全评价指标从而实现公路大件运输安全管理；最后对核电、风电、海工模块等特种货物运输进行了详细的介绍。本书共计九章，各章具体内容如下。

第一章为绪论，内容包括大件运输分类特点与国内外现状趋势、公路大件运输安全技术措施与安全管理意义；

第二章为常用运输工具及设备，内容包括牵引车、挂车、吊机、常见铁路运输工具、工装等的用途与分类的介绍；

第三章为专用运输工具及设备，内容包括液压平板车的结构性能参数与全、半挂转向系统，轴线车运载方式，自行式液压平板车，大件称重技术，吊装一体化等的介绍；

第四章为过桥技术，内容包括过桥技术的组成分类与事故案例，桥梁技术状况评定，桥梁承载能力鉴定，桥梁加固方法，拱桥加固，桥梁基础及下部结构加固，过桥安全管理等的介绍；

第五章为大件运输组织，内容包括公路大件运输招投标、大件运输资质及运输组织框架、运输线路选择、货物的吊装、货物的其他装载方式、货物的装载位置、货物的绑扎加固、公路路形分析与建模、重型车组通过能力、车组道路运输稳定性、大件运输护送规范性要求等的介绍；

第六章为大件运输安全管理，内容包括大件运输安全管理现状与基础知识、安全管理法律法规、运输安全评价方法、运输安全评价指标的建立、运输安全性综合评价等的介绍；

第七章为核电运输，内容包括核电运输特点、加速度要求、充氮保护、安全管理、核电操作等的介绍；

第八章为风电运输，内容包括风电产业发展现状、风电设备吊装、风电场道路分析、海上风电运输与安装等的介绍；

第九章为海工模块运输，内容包括海工模块运输发展现状、滚装滚卸技术、货物单元分类和系固设备、系固规则等的介绍。

本书由四川省交通运输厅、四川省大件运输有限公司、中外运大件物流有限公司技术团队和西华大学淮安应用技术研究中心、西华大学汽车与交通学院教授团队发挥政校企合作优势，共同编撰而成。全书系统性地从大件运输内容、大件运输设备、大件运输过桥技术、大件运输的组织以及大件运输的安全评估方法和评价标准、特种货物运输等多方面开展了讲解和论述；在理论与实践结合的基础上，为公路大件运输从业人员、相关物流行业技术人员提供大件运输车辆选配、运输组织与安全管理的理论支撑和实践依据，很大程度上弥补了公路大件运输行业专业性、系统性、全面性书籍的空白。同时，该书也可作为交通运输、交通工程、物流工程等专业的学生教材，帮助学生掌握实践中的公路大件运输技术操作，培养学生理论知识与实际技能相结合的能力，满足普遍性要求与个性化培养的需求。

聚沙成塔，集腋成裘。本书历时4年，付梓出版。非常感谢编者团队，经年累月，精进不休，字斟句酌，数易其稿，得以功成。感谢为该书撰写过程提供帮助的教授、工程师们，正是有了你们的辛苦付出，此书才能顺利地编撰完成；同时也要感谢为我们编撰本书提供学术素材的业界前辈、业内同行，鉴于篇幅和精力限制，参考文献及作者未能尽数罗列。

本书顺利出版，得到四川省大件运输有限公司专项资助，特此鸣谢。

本书虽经过反复修改，但仍可能存在不足之处，恳请各位读者批评指正。



编 者

2020年8月于成都

# 目 录

第一章	绪 论	
第一节	公路大件运输概述 .....	001
第二节	公路大件运输安全概述 .....	009
第二章	常用运输工具及设备	
第一节	牵引车 .....	015
第二节	挂 车 .....	022
第三节	吊 机 .....	023
第四节	常见铁路运输工具 .....	034
第五节	工 装 .....	039
第三章	专用运输工具及设备	
第一节	液压平板车 .....	043
第二节	轴线车运载方式 .....	056
第三节	自行式液压平板车 .....	062
第四节	大件称重技术 .....	078
第五节	吊装一体化 .....	081
第四章	过桥技术	
第一节	公路大件运输过桥技术概述 .....	085
第二节	桥梁技术状况评定 .....	095
第三节	桥梁承载能力的鉴定 .....	123
第四节	梁桥加固方法 .....	125
第五节	拱桥加固 .....	131
第六节	桥梁下部结构加固 .....	133
第七节	过桥安全管理 .....	139
第五章	大件运输组织	
第一节	公路大件运输招投标 .....	144
第二节	大件运输资质、组织框架、技术措施和应急预案 .....	149
第三节	公路大件运输线路选择 .....	159
第四节	货物的吊装 .....	173
第五节	货物的其他装载方式 .....	182
第六节	货物的装载位置 .....	189

第七节	货物的绑扎加固 .....	200
第八节	公路平面线形分析 .....	220
第九节	重型车组通过能力 .....	232
第十节	车组道路运输稳定性 .....	249
第十一节	道路大件运输护送 .....	257
第六章	大件运输安全管理	
第一节	大件运输安全管理现状 .....	260
第二节	大件运输安全管理基础知识 .....	263
第三节	大件运输安全管理法律法规 .....	268
第四节	大件运输安全评价方法 .....	272
第五节	大件运输安全评价指标的建立 .....	284
第六节	大件运输安全性综合评价 .....	296
第七章	核电运输	
第一节	中国核电设备运输 .....	302
第二节	核电运输的加速度控制 .....	310
第三节	核电设备的充氮保护 .....	319
第四节	核电运输安全管理 .....	320
第五节	核电厂退役 .....	325
第八章	风电设备运输	
第一节	中国风电 .....	329
第二节	风电设备吊装 .....	337
第三节	陆上风电场道路分析 .....	346
第四节	海上风电运输与安装 .....	354
第九章	海工模块运输	
第一节	海工模块化运输概述 .....	360
第二节	滚装滚卸技术 .....	370
第三节	货物单元分类和系固规则 .....	385
	参考文献 .....	395
	附录 .....	398

# 第一章

# 绪论

公路大件运输是技术密集、人才密集、资金密集，行业跨度大，安全风险较高的运输类型，运输对象往往超出公路、桥梁等各种建筑的正常通行能力以及限界规定。在运输组织流程当中，其有别于普通货物运输的显著特点是：除了有提前申报通行并按指定的线路和时间运输外，最重要的是运输前必须制订详尽可靠的运输组织方案，并采取一定的工程技术、运输组织以及安全保障措施来确保运输工作开展的可行性与安全性。

## 第一节 公路大件运输概述

对物流来说，大件，顾名思义，就是在质量、体积上较大的物品。在运具选择上，大件物品有严格要求，不是一般的运输车辆可以完成的，需借助特殊的运输工具来完成。

大件运输的大件是相对于一般运输对象而言的，大件运输的对象至少具有超长、超宽、超高、超重的特征之一。需要运用牵引车、全挂平台板车、各类型平板、门架、吊车、人力拖移等运输工具进行接驳、转运，直至目的地。

超限设备（货物）是指装载轮廓尺寸超过国家规定的车辆限界标准；超重设备（货物）是指装载后的车货总质量超过国家规定的质量。

为加强道路大型物件运输管理，提高运输质量，保证运输安全，保护合法经营，维护运输市场秩序，适应国民经济发展的需要，根据《道路大型物件运输管理办法》，对大型物件的货物的标准进行了以下界定：

- （1）外形尺寸：长度在 14 m 以上或宽度在 3.5 m 以上或高度在 3 m 以上的货物；
- （2）质量在 20 t 以上的单体货物或不可解体的成组（捆）货物。

交通运输部于 2016 年 5 月 25 日经第 10 次部务会议通过了《交通运输部关于废止 20 件交通运输规章的决定》的 2016 年第 57 号部令，该决定自 2016 年 5 月 30 日起施行。其中废止的交通运输规章包括自 1996 年 3 月 1 日起施行的《道路大型物件运输管理办法》和自 2000 年 1 月 1 日起施行的《汽车货物运输规则》。

2016 年 8 月 18 日经第 18 次部务会议通过的《超限运输车辆行驶公路管理规定》（交通

交通运输部 2016 年第 62 号令) 取代了原《超限运输车辆行驶公路管理规定》(交通部 2000 年第 2 号令), 并于 2016 年 9 月 21 日开始施行。《超限运输车辆行驶公路管理规定》对大件运输做了一些规定, 但是对道路运输管理机构和经营者来说, 随着 2016 年 5 月 30 日《道路大型物件运输管理办法》(交公路发〔1995〕1154 号) 的废止, 大型物件分级、运输经营业户分类的依据就不存在了。

综上所述, 大件运输属于超限运输, 但不包括散装货物的超限运输。大件运输若按照国家及地方政策规定提前提出申请, 并得到公路管理机构批准后按照要求运输, 是合乎法律规定的。执法部门出台政策是为不可分割的大型设备的运输提供执法依据及保障, 而散装货物的超限运输是交通管理部门禁止的行为。

## 一、大件运输分类

### (一) 公路大件运输

公路大件运输属于超限运输。根据《公路法》《公路安全保护条例》等法律、行政法规, 交通运输部制定了《超限运输车辆行驶公路管理规定》(交通运输部令 2016 年第 62 号)。本规定所称超限运输车辆, 是指有下列情形之一的货物运输车辆:

- (1) 车货总高度从地面算起超过 4 m;
- (2) 车货总宽度超过 2.55 m;
- (3) 车货总长度超过 18.1 m;
- (4) 二轴货车, 其车货总质量超过 18 000 kg;
- (5) 三轴货车, 其车货总质量超过 25 000 kg; 三轴汽车列车, 其车货总质量超过 27 000 kg;
- (6) 四轴货车, 其车货总质量超过 31 000 kg; 四轴汽车列车, 其车货总质量超过 36 000 kg;
- (7) 五轴汽车列车, 其车货总质量超过 43 000 kg;
- (8) 六轴及六轴以上汽车列车, 其车货总质量超过 49 000 kg, 其中牵引车驱动轴为单轴的, 其车货总质量超过 46 000 kg。

除公路大件运输形式外, 还有铁路大件运输、水路大件运输、航空大件运输以及联合运输四种形式。

值得注意的是, 公路大件运输属于超限运输, 但是公路超限运输不一定属于公路大件运输。关于大件的定义和分类, 将在第五章——大件运输组织中, 再次明确。

### (二) 铁路大件运输

铁路大件运输有运力大、计划性强、连续性好、安全性高、成本低等优点。一次一般能运送 3 000~5 000 t 货物, 运力远高于公路大件运输和航空大件运输; 运输受外界环境因素的限制较小, 可有计划地、定期地运转, 运输途中所受干扰较小, 可保持运输的连续性; 有轨运输, 线路确定, 运输安全性高于其他运输方式; 铁路大件运输成本较低, 能耗约为公路运输的二十分之一, 尤其是对于运送质量较大、体积较小的货物更具备优势。

同时, 铁路大件运输具有运行时间长、灵活性差、限界严格、对沿线干扰大等缺点。如不便于运输运距短的业务, 在始发地或到达终点时可能需要公路运输辅助才能到达最终目的

地；只能沿特定轨道行驶，灵活性较差；在经过曲线线路及隧道时，限界要求十分严格，不适宜运输超大型体积的货物；对于运输繁忙的干线，大件列车通过将会产生很大干扰，扰乱日常运行计划，因此一般需避开繁忙干线而选择绕行其他路线。

### （三）水路大件运输

水路大件运输具有运量大、成本低、限界条件少等优点。在天然水路上航行，维护管理费用相对低，并且航道对运输的限界及限重方面的要求宽松很多，由此也降低了由于大件的质量或尺寸超限引起的排障等费用，所以水路大件运输是适合大吨位、大容量的运输；从经济角度考虑，租船、装卸费用以及运输方式衔接后的费用共同决定了水路大件运输不适合于短途运输，而在长距离运输上更能体现其成本优势。

同时，水路大件运输存在运输速度慢、自然条件影响大、风险较大、灵活性差等缺点。水运航线较长，运输过程中自然条件不好掌控，不确定性因素较多，因此风险较大；从可实施性来看，水路大件运输只能在水系能够到达的地方运输，运输起讫点必须依赖其他运输方式的衔接，我国水系运输网络还不能够覆盖全国，并且有些码头不具备运输大件的客观条件或设备。

### （四）航空大件运输

航空大件运输的兴起较晚，发展历程较短，其优势在于速度快、包装要求低等。由于最大起飞装载吨位有限、运力较小、成本过高，因此适用于质量小、体积小、附加值高的民用货物运输。此外，多见于应急抢险、军事运输。

### （五）联合运输

联合运输，是根据实际运输需求选择两种或两种以上运输方式，完成整个运输作业的运输组织形式。综合考虑各种运输方式的优点及缺点，以可操作性强、安全性高、成本低为目标，根据实际大件运输项目的运输起讫点位置及其运输要求，在不同的运输线路阶段选择不同的运输方式，最常见的运输方式有公铁联运和海陆联运。

## 二、公路大件运输特点、现状及趋势

### （一）公路大件运输特点

#### 1. 高技术、高风险、高成本的基本特点

大件运输对象一般为国家电力、化工、石油、机械、冶金等行业建设项目的重大型装备，对国家的基础建设举足轻重，运输时均需要根据运载对象的特点，单独、有针对性地做好安全保障措施，运输安全性要求普遍很高。正是基于这种专用设备运输的特殊要求，必须针对不同业主的不同运输对象制订个性化的运输方案，所以决定了其高技术的特点。

大件货物通常价格昂贵，制造周期特别长，并且往往是独一无二的，加上货物超限超重并有特殊运输要求，所以大件运输的运输难度和运输风险都很大，运输过程中出现任何失误

将造成巨大的、不可恢复的损失，因此大件运输在运输路径选择和装卸加固等方面具有一次性的特点，相对于普通货物运输，需要提供更多的个性化、特殊化的服务保障，以保证所运大件货物绝对安全地到达目的地。

从货物本身价值、租用运输工具费用、装卸费用、办理通行许可费用、排障费用等各方面分析，显然大件货物运输费用远远高于普通货物运输。

## 2. 单向性、周期长的运输模式

普通货物运输注重范围经济和规模经济的结合，要考虑几点之间的往返运输，提高路径利用率，尽量降低空载率，以达到效益最大化。大件运输极具专业性而小众化，是针对运输对象选用专用的特种车辆专程运输，以安全性为首要考虑因素，通常选择排障最少或最易排障、最安全的运输线路，而不是最短的经济运输线路。此外，由于大件运输通行前，需要办理通行行政许可手续以及实施相应的排障工作，而且运输速度相对较慢，因此与普通货物运输比较，大件运输的周期较长。

## 3. 运输难度大，对运输组织管理有特殊要求

### (1) 装载加固要求。

公路大件运输的货物应根据货物自身性质选择超重型挂车，并由超重型牵引车牵引，保证货物无偏载，捆绑加固后应保证货物不发生横向及纵向的滑移。

### (2) 道路要求。

公路大件运输中，途经道路应平坦而坚实，满足车载负荷；路面宽度必须满足车货外形尺寸的通过需要，尤其是途经的弯道、纵坡以及净空障碍，必须提前做好勘查及排障工作；桥涵要有足够的承载能力，否则需提前采取加固等措施；在需要封闭交通以保证大件车组通过的路段，需要交通管理部门的组织配合。

### (3) 从业人员要求。

大件运输各个环节的工作人员均需要经过专业化的培训，任何一步都应保证操作的准确性，探路人员、装卸人员、随车人员等均需要专业化的并具有丰富经验的人员，能熟练操作大件运输设备的同时还具备良好的应急处理能力。另外，大件运输设备的维护技术性对从业人员的素质也提出了较高要求。

## (二) 公路大件运输现状

### 1. 具有鲜明的行业特色

虽然我国的大件运输业近几年来发展得比较快，但是国家关于规范大件运输市场的法律法规还不完善，市场还比较混乱。

(1) 作业难度大，行业利润率较高。大件运输涉及的对象多为超重、超长、超宽、超高的不可分割的整体货物。这些货物有相当一部分都是大型工程项目所需要的设备，货物的附加值极高。多数货物都超出了普通载货车所容许的承载容积和质量，运输难度较大，这对大件运输装备水平以及工程技术能力等都提出了极高的要求。大件运输的这些特性也直接反映到了其高昂的运价上，大件运输单笔费用可达几十万，甚至上百万。

(2) 市场竞争日趋激烈。经济迅速发展,使大件运载业务需求旺盛,受到高运价的吸引,不少中小型运输公司,甚至个体车主都投身到大件运输市场,使市场开始出现供过于求的局面。这种供需关系的变化,直接导致的结果就是大件运输市场的竞争日益激烈。目前市场上还有数百家中小型大件运输公司,基本上每个省和一些发达城市都有一家或数家大件运输公司,比如山东大件、重庆大件等。虽然近年来大件运输企业越来越多,但是也有很多公司常年无开张的情况。

## 2. 存在行业壁垒

### (1) 运输许可。

运输方案的设计和需要提前勘察道路和设计运输方式,需要获得经过地公路运输管理部门的通行许可(尤其是跨省运输),这对大件运输企业的运营经验有较高要求,新进入企业需要时间积累。

### (2) 客户资源。

由于大件运输的难度大、安全要求高,客户对于承运方的信誉、运营经验及资质非常看重,运输企业一旦获得客户的信任,将获得稳定的客户资源。客户的相对稳定将给新企业的进入造成壁垒。

## 3. 管理和运营规范性需加强

国内专用大件运输通道少,大件运输顶层设计和国家标准匮乏,市场灰色利益链条变相抬高了成本,降低了服务质量。如何解决好大件运输三个层面的问题,是决定大型工程施工建设进度的关键;第一,在政府层面要解决标准缺失、标准不科学、制度缺失、制度冲突、管理混乱、末端岗位寻租、存在懒政思维和雁过拔毛心理等问题;第二,在行业运营环境层面要扶持管理水平高、安全诚信好和资质合格企业,避免出现与不良管理体制勾结的“黄牛”交易导致的“劣币驱逐良币”的“柠檬市场”;第三,在企业运作层面要充分发挥上下游供应链体系建设和合规企业跨区域联盟,一方面保证物流企业的合理利润,另一方面为货主企业降本增效,全程杜绝收费高、质量差、安全性低等过程风险高的运作经营模式。

## (三) 公路大件运输行业发展趋势

### 1. 国际化趋势

全球经济一体化发展,国际产业结构的调整与产业梯度转移,中国工业化进程的加快,国外制造的单件质量超过千吨以上的重型设备已进入中国市场,国内公路大件运输市场向世界开放、呈现国际化趋势等,这些都是我国公路大件运输企业面临的竞争态势。

### 2. 集约化、规模化趋势

尽管目前国内大件运输市场运作不规范,存在很多问题,如企业粗放式经营导致运营成本过高,企业规模小而导致的无序竞争等,但是随着大件运输的相关标准及政策的逐步出台,超限运输许可证跨省使用以及特种车辆运营牌照等相关问题得到切实解决,大件运输的集约化、规模化将是市场竞争的必然结果,也是国民经济发展对大件运输企业的必然要求。道路



运输集约化趋势，有利于具有资金管理优势的企业接入大件运输业务并发展壮大。

### 3. “互联网+”的智慧化供应链趋势

与普通货运不同，大件运输运载任务较为临时性、单向性和个性化，难以实现双向重载的“重去重回”，难以利用运输网络规模化“结点成网”实现多向重载运输。大型物件不可解体，如果没有恰当的车源、货源匹配，会进一步加剧设备浪费和回程空驶。据统计，大件运输车辆回程空驶率达到98%。

供应链、互联网、物联网、大数据和人工智能等构成的智慧物流恰恰可以全面或部分解决以上问题和约束，大件物流向大件智慧物流和大件运输全供应链的转变可能从顶层设计和系统环境上改变大件物流业的产业生态，构建基于智慧供应链的更规范、更标准、更通用、更便捷、更集约、更安全、更高效和更环保的新型产业链生态圈。

高速发展的互联网实现了运营模式的两个重大突破。第一是可以将个别化的需求与个别化的供给低成本高效率精准地对接，并利用互联网平台实现对接的规模化；第二是将传统供应链一个收入源的理念扩展为从供应商、制造商、第三方物流、批发商、零售商、投资基金、消费者乃至政府资源的多个潜在收入源，高效、低价、精准实现“羊毛出在猪身上”的产业链生态逻辑。

大数据是提高大件运输多头管理间协同管理最便利的工具之一。大数据的目的是把分布在大件运输全过程涉及各区域、各行业、各节点的非结构化或半结构化且含有意义的数 据，依托云计算进行专业化处理，实现深度数据挖掘。一方面，利用大数据进行深度数据挖掘，从大型物件的装卸、包装、加固、运输、配送等全供应链环节和运输路径相关基础设施条件上实现区域级和国家级的安全风险识别、控制和规避，建立强大的大件物流监控中心，实时管理全流程信息，包括大型物件和装卸、运载设备的RFID识别标签、车载移动终端、作业人员识别标签等，建立基于风险识别的预警和报警系统等。另一方面，利用大件运输运价相对较高的优势，强力推行企业级信息化及智能化。将大数据作为大件物流企业经营获利的利器，利用大数据实现的全供应链物流整体优化带来效益与利润，让企业乐于建设自身的数据平台，从而实现大数据在管理部门与物流企业间的融合共享。

物联网及窄带物联网（NB-IoT）技术将整体赋予大型物件、大件装卸设备、大件运输车辆等设备及相关零部件以感知器来捕获信息，赋予道路、桥隧、地域、行业、政策等以特征信息、实时导航信息及资源使用信息，赋予四类大件运输物流企业以资质信息和信用信息等，结合网络层和应用层的专门化处理，实现大件运输的全智慧控制。应积极推进大件运输企业联盟或无车承运平台建设，最大限度、低成本、高效率地整合车源和货源以“结点成网”，在移动导航技术、云平台供需精准对接和高频次带动低频次物流的递增边际收益中形成大件智慧运输供应链。

## 三、全球大件运输发展

运输是经济发展的派生性需求，我们以大件运输工具的发展来窥探全球大件运输的发展脉络或许更为直观一些。

20 世纪 60 年代以后，伴随着钢铁、冶金、造船、化工、核电等超大型工程建设，模块化施工工艺得到应用，单件重量 300 t 以上的设备越来越多，千吨重的超重设备也将相继问世，重达数百吨的工程模块运输受到挑战。由于铁路运输受轨道、线路的限制，并且成本高昂，而公路轮式车辆运输则可随时调度装运，载重量有小（0.25~1 t）有大（200~300 t），既可以单个车辆独立运输，也可以由若干车辆组成车队同时运输，因此轮式汽车在大件运输上，逐步显示出对铁路运输的优势。

1963 年，德国歌德浩夫（Goldhofer）在长期制造低架式拖车的基础上，开发出 TPA 型液压平板车。该车由两个 4 轴模块拼接成 8 轴线，用 3 轴 10 轮卡车牵引，载重量可达到 160 t 以上。此后索埃勒等厂商对液压平板车的轴荷平衡和转向控制系统不断改进，性能大幅度提高。到 20 世纪 70 年代中期，出现了自行式液压平板车，将大功率柴油机直接安装在平板车上，在部分车轮中加装液压马达来驱动车辆行驶。由于不用牵引车，使得运输车队长度缩短，降低了对公路转弯半径的要求，提高了车辆通过能力。20 世纪 80 年代初期，自行式模块化液压平板车（SPMT）开始兴起，这种车辆自带动力，采用模块设计、电子控制转向，可以横向或纵向拼接车辆，最大载重量可以达到数千吨。模块化运输，使得公路大件运输面临更广、更宽的市场，在各类超大型工程建设中得到广泛应用，在大件运输领域的地位越来越高。

现在所讨论的大件运输一般是指承重 100 吨以上的超重或超宽或超长或超高的超限运输，属于特种运输范畴，运输车辆不是通用底盘商用车，而是采用液压悬挂轴线车为基础的各种形式车辆。

目前，西欧、北美、日本等拥有更先进的此类车辆设备的设计、制造和使用能力。仅就影响最大的液压悬挂车而言，最典型的车型分为法系、德系两大类。法系为尼古拉斯（Nicolas）；德系为歌德浩夫（Goldhofer）、索埃勒（Scheuerle）以及意大利的科米托（Cometto）。

法系尼古拉斯车具有货台低矮的通过性优势，几乎可使货台平面不凸出车轮最高点，这是大件运输车辆最重要的性能指标。德系车货台高，强度、刚度大，因此轴载大，使用相同轴数的车可以运输更重的货物。在大件运输中，尤其在不控制轴荷、轮压的地区，非常受欢迎。这些车型出现在 20 世纪六七十年代的欧洲，并得到很大程度的发展，车辆基本结构、型式大致相同。采用大马力牵引车带动；车架为网格框架结构，为提高承载能力，高强度钢不断得到应用，从最初的 Q345 材料为主，到目前的 Q690 材料被大量应用，使结构承载能力获得较大提高；使用液压悬挂，可进行三点和四点支撑切换，以适应不同工况；液压悬挂具有升降功能，可在不平路面自动调整找平，并可在没有起重机的情况下，自行装卸货物，轴线数可拼接或增加，相应的承载能力也大幅提升。

以德系车为主的几家公司开发出不同系列的模块车。其中，索埃勒公司设计的 2.43 m 窄系列模块车风靡市场，完成许多叹为观止的重大运输工程。2009 年，一家位于挪威斯图尔最大的船厂——Aker Stord，把该船厂刚刚完工的一个用于废水处理业务的油水分离装置运往附近的浮动平台。整个油水分离装置由三部分组成，超大的尺寸令人惊叹，它的中间部分自重就有 12 750 t，装置整体总质量更是高达 15 000 t，相当于 83 架波音 747 客机的总质量，最终用了共计 540 轴线规模的 SPMT 集群完成了这一艰巨任务。模块车经过 30 年的发展，结构更为合理，单位面积的承载能力不断提高，并更多地融入了机电液及微控制技术，在遥控操作、微调微动、精确定位、多轴线协同工作方面都达到较高水平。

液压挂车和模块车只是大件运输的基本车辆类型，由之衍生和不同结构的各类车辆及相

关设备越来越多，例如桥架运输车、高铁运梁车、凹板运输车、风电设备运输车、麦弗逊悬挂车、游艇运输车、玻璃运输车、跳板、伸缩板等不胜枚举。

## 四、国内大件运输发展

我国现代道路大件运输发端于 20 世纪 30 年代，在中华人民共和国成立后得到了发展，成熟于 20 世纪 80 年代。改革开放后，随着国民经济的飞速发展，我国工业建设的规模日益增大，电力、化工、冶金等基础设施建设步伐不断加快，社会对大件设备的需求也日益增加。同时，随着现代液压技术的发展，各种进口液压平板车的引进以及国内自主研发液压平板车的成功，使得 20 世纪 90 年代以来我国道路大件运输事业得到了迅速的发展。从进行大件运输所使用的车辆来看，可大致将国内大件运输的发展分为以下三个阶段。

### 1. 第一阶段：起步阶段，自 20 世纪 30 年代至 60 年代初

这一阶段，以整体式非液压悬架平板挂车为标志。

作为我国现代道路大件运输的第一代载运工具，整体式非液压平板挂车的悬架为平衡梁悬架，无法根据道路横坡、纵坡、路面不平度等调整各轴载重，因此货物运输的稳定性较差，而且它的载重量、载货平台高度都是固定的，对不同形状货物的适应性和运输过程中的通过性都较差。

中国现代首次进行大件货物运输的时间是在 1930 年，由上海经营汽车货运的英商茂泰股份有限公司，装配制造了中国第一辆载重 20 t 的整体型平板挂车，投入上海地区大件货物的营运，开启了中国现代道路大件运输的先河。当时装运的大型物件，主要有锅炉、变压器、银行库门与一些不能解体搬运的大型机器。一年后，上海华商华富运输行仿制了一辆平板挂车，载重量为 25 t。这些整体型平板挂车均为全挂车，采用实心橡胶轮胎。装有动力的牵引主车，则用普通载重汽车改装而成。牵引主车与平板全挂车以牵引架相连接，组成运载大型物件的汽车列车。

20 世纪 40 年代中期，我国开始有大吨位的鹅颈形平板半挂车投入使用，牵引主车大多采用美国的万国、大蒙天、奇姆西等军用汽车改装而成。这种载量 15 t 至 20 t 的平板半挂车及牵引主车，一直沿用到 20 世纪 70 年代初，才被进口的斯开尼亚平板半挂车与国产的大交通平板半挂车所替代。

进入 20 世纪 50 年代，我国地方交通工业企业与一些大件运输企业，开始试制 60 t 级以上的大件运输专用平板半挂车。1958 年 10 月，上海装卸机械厂制造了中国第一辆载重 60 t 的平板半挂车。1959 年之后，我国还引进了洪格、太脱拉等牵引车组成的载重量为 60 t 的平板全挂车。1960 年年底，上海市汽车运输第六场，研制了我国第一辆载重量为 150 t 的重叠式平板半挂车，在一辆平板半挂车上再装一个转盘，套上另一辆平板半挂车。组成双重半挂结构，车速极慢。该平板半挂车自重 20 t，共 32 只轮胎，为平衡梁悬架的平板半挂车，牵引车为进口的太脱拉牵引车。该 150 t 级的重叠式平板半挂车，满足了当时运输 100 t 左右大型变压器的需要。

### 2. 第二阶段：成长时期，20 世纪 60 年代中期至 80 年代初

这一阶段，以整体式液压平板车为标志，并出现了组合式液压平板车组。

液压平板挂车的特点为：以有很多内置有液压缸的独立悬架为基本承载单元，通过液压管路连接各悬架液压缸，使货物的荷载均匀分配至各个轮胎且可根据不同路面情况自行调整配重，保证了运输的稳定性，且液压悬架可升降，因此道路通过性也更好。

1967年初，上海外地运输公司修理厂自行设计制造了我国第一辆150 t液压平板车。该平板车采用液压悬挂，属于整体式液压全挂平板车，牵引主车采用进口的太脱拉牵引车。1972年，上海又研制成功了300 t级与200 t级的液压平板全挂车，以及牵引力为400匹马力的上海牌SH990型牵引车交付使用。同年，交通部引进法国尼古拉斯组合式全挂平板车，配给中国汽车运输总公司天津公司与上海市汽车运输公司。同时，上海水工机械厂开始试制国产组合式液压平板车。之后，全国各地的道路大件运输企业纷纷试制100 t级以上的液压平板车组，并投入使用。

由于液压平板车采用了液压技术，液压悬挂支承的平板装货平台可调节升降高度，易于通过一定高度的立交与其他空中障碍，从而减少了对通行道路的要求，并可进行自装自卸作业。因此，液压平板车的应用，促进了我国道路大件运输的发展。

### 3. 第三阶段：成熟时期，20世纪80年代初期至今

这一时期，我国道路大件运输工具已开始与国际先进水平接轨，以组合式液压平板车为标志，我国公路大件运输发展步入成熟期。

20世纪80年代初期，我国工业化进程进一步加快，国外引进或国内制造的石化、冶金、电力等工业设备日益向大型化、重型化方向发展，件重200 t以上的大型设备越来越多。我国道路大件运输企业以及一些非交通部门，相继购置进口或国产的超重型组合式液压平板车组，我国也开始制造重型牵引车，装备我国道路大件运输企业。目前我国现有的组合式液压平板车组，在道路、桥梁、涵洞的承受重量允许的情况下，可承运单件重量可达上万吨，并能确保安全就位。2010年7月至8月，在宁波镇海五里牌大件码头完成直径12.35 m、长120.65 m、重1200 t的“再蒸馏塔”码头运输和滚装滚卸作业，创造了中国最长件设备滚装滚卸及道路运输新纪录。2010年11月29日，承运世界首批三代核电AP1000机组山东海阳核电项目直径达43.2 m、高11.7 m、重818 t的一号核岛钢制安全壳（CV）底封头，刷新了中国道路最宽件运输纪录。2013年4月13日，完成中交博迈科2300 t挖泥船倒运物流项目，再次刷新了当时国内陆路重大件运输的最重纪录。该船长66.85 m，宽18 m，船货总重2300 t。2015年3月，在外高桥船厂完成江南长兴重工18000TUC船体模块运输，长54 m，宽10.43 m，高30.6 m，刷新国内陆路重大件运输最高件纪录。目前，随着2011年《公路安全保护条例》、2017年《机动车运行安全技术条件》和2016年《超限运输车辆行驶公路管理规定》等相关法律法规的出台，我国大件运输正在走向规范化、制度化、法制化。随着互联网技术的发展，2017年9月30日，跨省大件运输并联许可系统正式全国联网运行，提前实现了国务院确定的“一地办证、全线通行”全国联网目标。2019年8月，交通运输部对跨省大件运输并联许可系统进行了升级改造，2.0版本系统将使得《超限运输车辆通行证》的办理更方便、更智能、更规范。

## 第二节 公路大件运输安全概述

公路大件运输，通常是由超重型汽车列车来完成运输任务，大件货物由超重型汽车挂车承重，由超重型牵引车牵引行驶，靠装载加固材料对货物进行装载加固，具有高技术性、高

难度、高风险的特点，要求运输企业在运输前必须做好充足的准备才得以确保公路大件货物运输的安全。

## 一、公路大件运输安全

为了保证运输安全，大件运输需要预先进行方案设计和技术计算。对于承载挂车来说，既要考虑用足够多的车轮分散道路荷载，又要限制挂车的宽度和高度以利于通过狭窄路面和高空障碍。车体长度大、宽度窄、高度低，带来的问题是车体强度、刚性、稳定性相对较差，因此，需要对挂车承载后的受力、变形和稳定性进行分析。大件车辆装载后尺寸很大，运输常常要途经急弯、路面起伏等复杂的道路环境，通过能力经常受到限制，因此，需要对弯道、竖曲线等通过条件进行模拟和判断。大件货物质量或百吨或千吨，运输道路或平坦路面或陡坡，运输所需牵引力差别很大，常常需要进行牵引车的配备与计算等。这些计算涉及的学科多、影响因素多，需要在实践的基础上进行总结和研究。

公路大件运输是行业难度最大、风险最高的运输类型，运输往往超出公路、桥梁等各种建筑的正常通行能力以及限界规定，在运输组织流程当中，其有别于普通货物运输的显著特点除了有提前申报通行并按指定的线路和时间运输外，最重要的是运输前必须制订详尽可靠的运输组织方案，并采取一定的工程技术、运输组织以及安全保障措施来确保运输工作开展的可行性与安全性。

公路大件运输的安全问题贯穿于大件运输工作的整体过程中，“安全”运输是不仅是指表层上的将大件货物完好无损地从起运点运输到目的地。大件运输的安全性区别于普通货物之处主要在于货物起运之前所做的一切运输安全计划及保障工作。本节将从两个阶段对大件运输的安全含义进行概述：一是安全运输准备工作阶段，主要是指运输方案制定阶段；二是运输阶段，主要指起运前货物装载、加固和排障及运输行驶过程。

### （一）安全运输准备工作阶段

安全运输准备工作阶段即运输方案制订阶段，是保证大件运输安全的根本前提，运输工作的实际操作需要依据此方案执行，因此运输方案制订的关键环节不能够出现任何差错。装载和加固方案可以根据具体情况在运输的实际操作中进行验算调整；而在车辆配置和线路选择方面，由于在申请超限运输通行证后确定下来的车辆类型和运输线路不可改变，因此必须在此阶段保证运输计划方案的安全性，对货物和车辆进行实际检查和匹配验算，对运输线路进行实际勘察和通过性评估，并与交通管理部门确定运输线路上的排障地点及排障措施。

因此，在运输方案制订阶段，保障大件运输的安全主要表现在：必须确保配置安全可行的运输设备，以及确保运输线路选择的可行性和安全性（装载方案的安全可靠，还表现在某些方面通行时对沿途道路及其他构筑物的安全影响，以及运行时交通组织的安全可靠上）。

### （二）运输阶段

运输阶段要按照运输方案进行实际操作，是从将货物装载开始一直到目的地卸载完成的整个过程。运输阶段每一个步骤的实际操作中都不能出现任何差错或失误。货物装载时，起

重吊装要保证货物位置移动时的稳定性,加固后必须保证在运输过程中不会发生侧滑、偏移、倾覆等情况。排障工作必须保证车辆行驶的通过性良好,不会使运输工作因为道路环境不佳的因素而发生长时间延误或危险。运输行驶过程中,驾驶人的操作及状态、车辆行驶状态、货物状态等均需要得到实时的监控,尤其对于一些精密仪器的运输,对振动等有较高的要求,行驶过程中的监管及应急工作十分重要,它可以提前发现不安全因素从而避免危险的发生。

在运输实际操作阶段,保障大件运输的安全主要表现在:必须确保货物安全装卸,加固措施满足运输过程中的货物稳定性;排障工作保证行驶通过性良好;运输过程须对人、车、货、环境进行实时监管。

## 二、保障运输安全技术措施

为保障大件运输安全运输,针对大件运输各环节的主要影响因素、操作方法及其注意事项进行分析。

### (一) 车辆配置

若要保证大件运输工作的安全进行,首先要保证运输车辆配置的合理性和可靠性,即牵引车及挂车的合理选型及挂车轴数的确定,选定的车辆保证能够满足承载货物的要求,同时能够保证运输中牵引车和挂车的可靠性,具体方法会在第二章详细介绍。

### (二) 货物装卸

根据货物的外形、质量和结构等特点,结合装运车辆的技术条件选择装载形式。选择专用的装卸设备进行货物装卸,如起重机、液压千斤顶、滑车和卷扬机等。

装车前要保证运输车辆停放位置准确,前后轮封死,不可移动,挂车保持水平,通常为增加货物与挂车之间的摩擦力而在货物托架下垫薄木板。如采用吊装方法,吊装过程应缓慢平稳,吊钩钢丝绳应垂直并通过货物重心,装车时货物重心要与挂车承重重心保持一致,在货物底面与挂车接触瞬间,应停止继续下降,检查轮胎的承重情况,确保无异常状况后再逐渐降落,定时重复此操作,直到货物彻底落下。

### (三) 捆绑加固

要保障货物捆绑加固可靠性,首先,在方案制定阶段,要根据大件货物的外形及特征参数对货物进行绑扎及加固方案设计,要保证货物与车辆之间捆绑的可靠性,影响因素包括捆绑方式、捆绑强度、加固方式以及捆绑加固材料的强度;其次,在运输过程中,应监测捆绑稳定性,保证重心位置不偏移,这除了取决于货物捆绑加固方案的可靠性及其操作的正确性外,还取决于运输道路条件和运输人员驾驶平稳。

根据货物的外形及其特点选择绑扎方式,主要有绕顶绑扎、环状绑扎和直接绑扎三种方式,制定绑扎方案时应进行绑扎力的安全校核。

根据货物装载绑扎后的状态选择加固装置及加固材料,配合使用的加固装置主要有货物转向架、支架、活动式滑枕、车钩缓冲停止器等。加固材料一般有木质类,如挡木、垫木等,

起到拦护作用；钢铁制品类，如铁线和钢丝绳对货物进行拉牵加固，腰箍可用于无拴结点的箱型货物等；其他材质，主要用来防滑，如橡胶垫、草支垫等；此外，还有焊接加固的方式，主要适用于铁底板超限车辆装运的货物。

#### （四）线路排障

要保证公路运输大件安全，必须确保运输车队能顺利通过运输线路，确保通行载荷在安全限值以内。如果存在通行障碍，必须进行线路排障。

##### 1. 通行载荷要求

主要指所经道路及桥涵的承载能力要满足大件货物安全通过，一旦发生凹陷或坍塌的情况，极易导致事故发生。在勘察线路时，要重点对泥土或碎石路段、弯道处、地下管网铺设处等进行校核，对于不能满足承载力需求之处，最简单的方法是铺设 8~12 mm 的钢板，以提高承载强度，长距离无法满足通行要求的路段需要重新进行修建。对于承载力不足的桥涵，根据情况采用临时加固或永久加固的方法，桥上桥是比较常用的一种临时桥涵加固方法，使用临时桥跨越承载力不足的桥跨主梁，适用于中小型桥涵。有关桥梁检测及加固技术，将在第四章中重点讲述。

##### 2. 通行净空限制

通行净空是公路大件运输中，车货顺利通过运输线路的最小物理尺寸。通行净空限制包括通行宽度限制、通行高度限制和通行长度限制。

###### （1）通行宽度限制。

通行宽度上的主要障碍，是行驶道路两旁的建筑物、构筑物、树木以及收费站等，对于树木、临时建筑物等这类障碍可采用临时移除的方法，待大件设备通过后如必要可做恢复；对于可移动式收费站，可临时移走，否则需要拆除，费用较高。

###### （2）通行高度限制。

通行高度上的主要障碍是架空的电线、索道、管道、隧洞、立交桥、收费站顶棚、标识标牌等。对于已经无用的障碍可采用拆除的方法。对于柔性的、有活动空间的、净高相差小的空中障碍，如较松弛的电线等，在采取绝缘措施后，可用顶高法将其抬高，待超限车辆通过后再将其放回。对于净高相差较大的无法顶高的电线，可采取落地法，对落在地上的电线应采取保护措施，以免受损。对于隧道、桥梁和高压线等无法采用以上方法处理的障碍，可比较挖地法和滚拖法的可操作性及经济性选择其一。挖地法为了降低路面高度几乎都要破路挖地，待超限车辆通过后再重新修复。滚拖法是将大件货物从车上临时卸下，用地面滚动法穿过障碍处，通过后再将货物重新装车，此方法需要装卸车及拖运工具，并且有一定的风险。

###### （3）通行长度限制。

通行长度限制，实际上是通行线形要求，主要包括最大纵坡要求、竖曲线要求、扫空宽度要求。因货物超长影响通过性的主要原因是车辆转弯时转弯半径不足，通常发生在转弯和交叉口处，实质上相当于通行宽度不足，需要将道路路边障碍拆除，超长货物的通过能力取决于车组的最小转弯半径、弯道的最小平曲线半径以及货物的外形尺寸。