



北京市高等教育精品教材立项项目

铁路重载运输

杨浩 主编
魏玉光 副主编



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

北京市高等教育精品教材立项项目

铁路重载运输

杨 浩 主 编
魏玉光 副主编

北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书力求从理论和实践相结合的角度,集中展现铁路重载运输的先进技术和组织管理。全书共三篇,第一篇介绍铁路重载运输技术装备的构成和功能特点;第二篇介绍铁路重载运输组织的原理、方法及重载运输组织的主要特点;第三篇介绍大秦重载货运专线的运输组织。

本书是交通运输类院校铁路运输专业(方向)本专科学生的必修教材,也可供从事交通运输规划与管理的工程技术人员与研究人员参考。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

铁路重载运输 / 杨浩主编. — 北京: 北京交通大学出版社, 2010. 10

北京市高等教育精品教材立项项目

ISBN 978 - 7 - 5121 - 0374 - 0

I. ① 铁… II. ① 杨… III. ① 重载铁路 - 铁路运输 IV. ① U239.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 193637 号

责任编辑: 刘 洵

出版发行: 北京交通大学出版社

电话: 010 - 51686414

<http://press.bjtu.edu.cn>

北京市海淀区高粱桥斜街 44 号

邮编: 100044

印刷者:

经 销: 全国新华书店

开 本: 185 × 260 印张: 18 字数: 450 千字

版 次: 2010 年 10 月第 1 版 2010 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5121 - 0374 - 0/U · 26

印 数: 1 ~ 2 000 册 定价: 32.00 元

本书如有质量问题, 请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评, 我们表示欢迎和感谢。

投诉电话: 010 - 51686043, 51686008; 传真: 010 - 62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

重载运输是铁路运输现代化的重要标志，是铁路货运规模经济和集约化经营的典范。铁路重载运输已成为许多国家追求的现代货运方式，已被世界公认是铁路货运发展的重要趋势。铁路重载运输在国内外的技术进步和发展实践，要求进行系统的理论总结，进一步丰富和发展铁路运输理论，对本书的出版提出了迫切要求。

重载运输是货物运输方式调整的必然趋势，是提高运输能力的最佳措施和我国铁路实现跨越式发展的重要标志。与国外相比，国外重载单元铁路运输线一般都是专线运输，普遍采用低密度、大载重量、固定车底循环拉运模式，主要依托高新技术的优化组合，设备有充分的维护时间，运输组织反而比较简单。而相对应地，我国的大秦铁路不仅担负大同地区与秦皇岛港之间的煤炭运输，而且是我国山西、陕西和内蒙古广大地区煤炭外运的大通道，其货流来源与去向的多样性、车流组织的复杂性、车流密度和运输强度等都远远超过国外重载线路。而且，通过开展重载扩能改造，建设大能力的煤运通道，将进一步带动与重载相关的一整套技术的快速发展，是我国铁路跨越式发展的重要组成部分。

本书是铁路运输专业方向的新教材，为适应铁路卓越工程师培养计划，满足拓宽铁路运输专业知识、更新教学内容的要求，本书力求从理论和实践相结合的角度，集中展现铁路重载运输的先进技术和组织管理。本书内容包括三篇：第一篇重载运输技术装备，系统阐述铁路重载运输的线路、车站、装卸、供电、通信信号等基础设施及机车车辆等运载工具的技术构成和功能特点，介绍重载铁路检测和养护维修技术体系；第二篇重载运输组织，全面阐述铁路重载运输组织的原理、方法及重载运输组织的主要特点；第三篇大秦重载货运专线的运输组织，根据大秦线开行 20 000 t 重载列车的实践，重点围绕配套技术和相关问题，反映了我国铁路重载运输的技术进步和飞跃发展。

本书的绪论由杨浩负责编写，第一篇由夏胜利负责编写；第二篇第九、十一、十三章由魏玉光负责编写，第十、十四、十六章由韩学雷负责编写，第十二、十五章由张进川负责编写；第三篇第十七章由张红亮负责编写，第十八章由魏玉光负责编写，第十九章由张进川负责编写。全书由杨浩任主编，魏玉光任副主编。

本书参考了许多文献资料，在此谨向这些文献资料的作者和出版单位表示衷心感谢。

由于编者的水平有限，书中难免出现缺点和错误，欢迎广大读者批评指正。

编 者

2010 年 3 月于北京

目 录

绪论	1
第一节 铁路重载运输概述	1
第二节 国外铁路重载运输发展	3
第三节 我国铁路重载运输发展	6

第一篇 铁路重载运输技术装备

第一章 重载运输线路	13
第一节 重载运输线路的技术标准	13
第二节 重载运输线路的结构特点	21
第三节 重载轨道结构	23
第二章 重载运输车站	31
第一节 重载运输车站的主要类型与功能	31
第二节 重载运输车站站场设计技术标准	38
第三章 重载运输机车	44
第一节 重载列车牵引动力的技术特点	44
第二节 重载机车同步操纵及遥控装置	51
第三节 我国主要重载机型和性能参数	54
第四章 重载运输专用车辆	60
第一节 重载运输专用车辆的技术性能	60
第二节 重载列车制动系统	66
第三节 我国主要重载车型和性能参数	74
第五章 重载铁路牵引供电与通信信号设备	77
第一节 重载铁路牵引供电设备	77
第二节 重载铁路通信信号设备	82
第六章 重载运输装卸设备	93
第一节 重载列车装车设备	93

第二节	重载列车卸车设备	97
第七章	重载铁路安全监控与调度指挥设备	103
第一节	重载铁路安全监控技术	103
第二节	重载铁路调度指挥设备	105
第八章	重载铁路养护维修技术设备	112
第一节	重载铁路养护维修系统的构成与布局	112
第二节	轨道检测车	115
第三节	重载铁路大型养路机械	120

第二篇 铁路重载运输组织

第九章	铁路重载运输组织的基本理论	131
第一节	铁路重载运输集疏运系统	131
第二节	重载列车质量、速度、密度的合理组配	137
第十章	重载铁路货运站工作组织	150
第一节	重载铁路货运站工作的主要内容和特点	150
第二节	装车站作业组织	151
第三节	卸车站作业组织	156
第十一章	技术站组合列车作业组织	164
第一节	技术站组合列车作业特点和组合作业过程	164
第二节	技术站列车技术作业的协调	169
第十二章	基于货物流向的重、空车流组织	175
第一节	重载铁路流量及吸引范围	175
第二节	重载铁路车流组织	178
第三节	列车牵引质量的统一与差别	181
第四节	空车回送方案	184
第十三章	运输能力计算	189
第一节	重载货运专线的区间通过能力计算	189
第二节	技术站通过能力计算	193
第十四章	重载货运专线列车运行组织	202
第一节	重载货运专线列车运行组织特点	202
第二节	固定车底列车循环运行组织	204

第三节	重载列车组合运行工作组织	205
第四节	重载列车混合开行的运输组织方法	208
第十五章	线路与设备施工组织	210
第一节	重载铁路施工“天窗”类型	210
第二节	重载铁路设备养护标准与施工作业组织	212
第十六章	重载货运专线调度指挥	217
第一节	货运专线调度工作的特点	217
第二节	重载货运专线调度工作组织	219

第三篇 大秦线重载运输组织

第十七章	大秦线重载运输概况	225
第一节	大秦线概况	225
第二节	大秦线运输需求分析	229
第三节	大秦线运输能力分析	234
第十八章	大秦线开行 20 000 t 列车综合技术	247
第一节	线路设备	247
第二节	机务设备	250
第三节	机辆设备配套现状	255
第四节	供电设备	259
第五节	通信信号设备	261
第十九章	大秦线实现年运量 4 亿吨其他相关问题分析	265
第一节	20 000 t 列车连挂方式对列车运行的影响	265
第二节	中间站布局与设置方案	266
第三节	综合维修方案	270
参考文献		275

绪 论

第一节 铁路重载运输概述

在重载铁路上组织开行重载货物列车、实现货物位移的运输形式称为重载运输。

重载运输是指在一定的铁路技术装备条件下，采用大功率机车，扩大列车编组长度，大幅度提高列车载质量，充分利用运输设备的综合能力，达到一定载重量标准的运输方式。

1. 铁路重载运输的定义

自 1978 年第一届国际重载大会在澳大利亚佩思召开、1985 年国际重载运输协会正式成立以来，重载铁路的定义伴随重载运输与时俱进、不断发展。

1986 年国际重载运输会议首次提出重载铁路的定义，要求重载铁路至少应满足下列 3 个条件中的 2 个：

- ① 列车牵引质量至少达到 5 000 t；
- ② 车列中车辆轴重 21 t 及以上；
- ③ 年运量达到 2 000 万吨及以上。

1994 年国际重载运输年会制定的重载铁路标准，要求重载铁路至少应满足下列 3 个条件中的 2 个：

- ① 列车牵引质量至少达到 5 000 t；
- ② 车列中车辆轴重达到或超过 25 t；
- ③ 线路长度不少于 150 km 的区段，年计费货运量不低于 2 000 万吨。

2005 年国际重载协会理事会对新申请加入国际重载协会的国家提出新的重载铁路标准，要求至少应满足下列 3 个条件中的 2 个：

- ① 列车牵引质量不少于 8 000 t；
- ② 车列中车辆轴重达到或超过 27 t；
- ③ 线路长度不少于 150 km 的区段，年计费货运量不低于 4 000 万吨。

重载运输是铁路运输现代化的重要标志。目前世界范围内的货物列车重载运输技术迅速发展，重载运输在运送大宗货物上显现出高效率、低成本的巨大优势，是铁路运输规模经济和集约化经营的典范。铁路重载运输已成为许多国家追求的现代货运方式，已被世界公认是铁路货运发展的重要趋势。

2. 铁路重载运输发展的背景

铁路重载运输的产生与铁路运输业的发展密切相关，它是铁路发展的一个特定阶段的产物。

1) 20 世纪 30—50 年代欧美国家铁路萎缩

1825 年英国在斯托克顿与达灵顿之间修建了世界上第一条铁路，揭开了铁路运输的新纪元。19 世纪的铁路行业集机械、冶金、土木、通信、运输管理等技术于一体，体现了当时的先进生产力水平。此后的 100 多年间，世界铁路运输进入高速发展阶段。到 20 世纪 40 年代，仅美国铁路线路长度就达 40 多万公里。

从 20 世纪 30 年开始，铁路不断受到以公路和航空为代表的新技术的冲击与挑战，逐渐失去在运输市场中的垄断地位，出现了衰退趋势。再加上有些国家铁路经营管理不善，出现亏损而逐渐步入低谷，铁路网不断缩小。由于公众投资不足，债务负担较大，铁路提供的服务难以满足需要，不同铁路公司间又缺乏技术协调，铁路在国际范围内也缺乏改善服务质量、改善服务性能以同其他运输方式竞争的机制，这是当时欧美国家铁路萎缩的主要原因。

2) 综合交通运输体系建设

从 20 世纪 60 年代开始，西方发达国家进入建设综合交通运输体系的阶段。

发达国家先后放松了政府对运输市场的管制，旨在创造更为平等的运输市场竞争环境。经济全球化的发展，要求各国加强过境运输通道、联络通道和综合枢纽建设，以及大陆桥运输通道的建设等。

经济和社会可持续发展理念的提出，促使各国突破各种运输方式自行规划建设和运营管理的局限，而将其纳入综合的交通运输体系。

综合的交通运输体系建设与发展为铁路的复兴创造了良好的市场环境和社会环境。立足于综合运输体系的建设和发展，在旅客运输领域发展高速铁路的同时，铁路货物运输实现了两大战略调整。一是 20 世纪 50 年代以来铁路货运的重载化发展，旨在巩固和扩张铁路在大宗散装货物运输市场的传统优势，大幅度提高运输效率，降低运输成本。经过近 50 年的努力，已经形成标准的重载技术系列和运输产品，成效非常显著。二是 20 世纪 80 年代以来铁路货运快捷化发展，旨在保证货物准时送达，缩短货物送达期限，提高铁路在高附加值货物运输市场的竞争力，开发多样化、个性化的系列快捷货运产品，如集装箱联合运输直达货物列车、高速邮政行包列车和物流列车及次日送达服务等各种合同运输服务。目前铁路货运快捷化的发展方兴未艾。

通过货运产品的两大战略调整，欧美国家铁路从一度衰落又逐步走向复兴。自 1980 年至今，美国铁路货运量增长了 52%，铁路货运市场份额从原来的 35% 提高到了 39%，其中铁路承担了 60% 的煤炭运输和 50% 以上的粮食出口运输。重载运输成为美国铁路货运市场份额增长的主要推进器。

3. 重载列车组织形式

目前，国内外开行的重载列车组织形式主要有单元式、整列式和组合式重载列车三种。

1) 单元式重载列车

单元式重载列车的概念最早在美国提出，它是以固定的机车车辆（大功率机车和一定编成辆数的同一类型的专用货车）组合成为一个运输单元，并以此作为运营计费单位，在装卸车站间循环直达运行的货物列车。其特点是：固定机车、车底、货种、装车站、卸车站；货物装卸时不摘机车，整列装卸；运行过程中不进行改编；按规定走行公里整列入段检修。采用这种重载运输组织形式可以最大限度地减少运营支出，大幅度降低运输成本；但要求货源充足，货物品类单一，货物发到地点固定，机车车辆、线路站场、装卸仓储等设备配

套，并采用最合理的运行图及最佳周转的方案。

这种重载运输组织形式目前运用范围最广，经济效益也最显著。我国大秦重载运煤专线上也组织开行了万吨单元式重载列车。

2) 整列式重载列车

整列式重载列车是指由挂于列车头部的大功率单机或多机重联牵引，由不同型式和载重的货车混合编组，达到规定重量标准的列车。这种列车采用普通列车的作业方法，其到达、解体、编组、出发、取车、送车、装车、卸车和机车换挂等作业均与普通列车相同，在列车运行途中还可根据实际需要进行改编，因此具有较大的通用性和灵活性。目前，在我国的一些繁忙干线，如京广线（北京—武昌）、京沪线（徐州—上海）、陇海线（徐州—郑州）等区段开行的重载列车主要为这种形式，它具有“短、轻、快”的特点。此外，以客运为主的一些欧洲国家，目前也在结合本国实际条件，开行不同重量标准的整列式重载列车。

3) 组合式重载列车

组合式重载列车是由两列及以上同方向运行的列车首尾相接、合并组成的列车。在装车站（集运站）或编组站内组合成列，整列进入卸车站，也可以在站外适当地点分解，小列进入卸车站，既适用于始发直达列车，也适用于技术直达列车，这种重载运输形式在前苏联应用较多。它实质上是在线路通过能力紧张的区段，利用一条运行线行驶两列及以上列车的一种扩大运输能力的方法。但因为它对机车操纵控制技术和运输组织各环节有较严格的要求，因而在世界范围内应用并不广泛。我国大秦线开行的2万吨重载列车，采用的是2个万吨单元列车加以组合的形式，因此是较普通组合列车更为高级形式的组合列车。

不同的重载列车组织形式各有特点，采用何种重载列车形式，需要根据铁路运营条件、技术装备水平等具体情况确定。在路网规模大、运能较富裕的国家，如美国、加拿大、澳大利亚等国，一般采用单元式重载列车组织形式；而运能比较紧张的国家，如中国和前苏联，一般组织开行整列式或组合式重载列车，主要是为了扩大运输能力、挖掘现有设备潜力，以加速货车输送。

第二节 国外铁路重载运输发展

1. 国外铁路重载运输发展简况

国外重载运输发展概况简述如下。

1) 北美铁路

北美铁路以货运为主，是重载运输发展最早的地区。北美铁路重载运输主要采用重载单元列车方式，近年来还积极组织开行和发展双层集装箱重载货物列车。由于大力发展重载运输技术，以1980年为指数100%，1999年北美I级铁路生产率，按每1美元运营成本所获得的吨英里周转量计算，提高了171%，货车平均载重量提高15.1%，事故率降低了64%，运行成本下降了65%，在北美货运市场的占有份额从1980年的37.5%增加到1999年的40.3%。目前北美I级铁路的货运收入已达到历史最高水平。

1967年10月，美国诺福克西方铁路公司（N&W，现已归入诺福克南方铁路公司），在韦尔什至朴次茅斯间250 km线路上，开行了500辆煤车编组、由6台内燃机车分别分布在整个列车头部和中部担当牵引、全长6 500 m、总重达44 066 t的重载列车。

2) 澳大利亚铁路

澳大利亚借鉴美国和加拿大的经验,因地制宜修建了几条重载铁路,既有窄轨,也有准轨铁路。澳大利亚铁路发展重载运输主要采取两种途径。一是在客货混跑线路上,采取改造旧线和修建部分新线相结合的办法,变轻载线为重载线,如20世纪50年代末至60世纪初对昆士兰州运输繁忙的1 067 mm窄轨铁路进行技术改造,实现窄轨铁路的重载运输(以运煤为主)。二是新建重载专线,牵引总重可达2万多吨,澳大利亚最有特色的准轨重载铁路,是BHP铁矿铁路(包括全长426 km的纽曼山铁路和全长217 km的亚利耶铁路)和哈默利斯铁矿铁路,其中纽曼山铁路和哈默利斯铁矿铁路都是世界上运量最大的重载单线运输线路,其年运量分别能达到6 000万吨左右。

昆士兰煤运重载铁路全部为1 067 mm的窄轨铁路,全长2 000 km,70%的线路为电气化铁路。在窄轨条件下,采用交流传动的电力或内燃机车牵引轴重26吨的重载敞车,牵引质量达到1万吨,同时采用底开门敞车自动卸车,每一卸煤站每小时可卸煤4 000吨,在Cladstone煤码头,卸煤灯泡线长3.3 km,每年可卸煤3 600万吨,煤码头上装船采用全自动传输装置,每一船位的装船能力可达4 000 t/h,2个船位年装船量达3 000万吨以上,经济效益十分显著。

澳大利亚经营铁矿、铁路及港口的BHP公司从1973年开始采用重载运输技术后,劳动生产率逐年提高,运输成本逐年下降。2000年与1980年相比,燃油消耗下降43%,每百万吨矿石运输所需人力从30人减少到5人。机车车辆无故障运行距离从300万公里上升到920万公里,机车车辆利用率提高36%。车轮、钢轨寿命提高3~5倍。2000年公司年利润高达500亿澳元,创造历史上最高水平,其中重载运输发挥了重要作用。

1996年5月,BHP公司在纽曼山—德兰港之间,试验开行了由10台内燃机车牵引540辆货车(3台机车+135辆货车+2台机车+135辆货车+2台机车+135辆货车+2台机车+135辆货车+1台机车)、总长5 892 m、总重72 197 t、净重57 309 t的重载列车,由1名司机操纵,采用Locotrol无线遥控技术,平均速度57.8 km/h,最高速度达75 km/h。

2001年6月,BHP公司又在杨迪尔—德兰港之间276 km线路上,试验开行了由8台AC6000型交流传动内燃机车牵引682辆运煤敞车,全长7 353 m,总重达99 734 t、净重82 000 t的重载列车,由1名司机操纵,采用Locotrol无线遥控技术,创造了迄今为止重载列车的世界纪录。

3) 南非铁路

南非铁路20世纪70年代末开始采用重载技术,有两条重载货运专线:里查兹湾运煤专线和Orex矿石运输专线(锡申—萨尔达尼亚),均为窄轨(1 067 mm)电气化铁路,长度分别为580 km和861 km。由于采用重载运输技术,这两条铁路的运量与效益逐年提高。2000年与1980年相比,Orex铁矿线年运量从900万吨提高到2 600万吨,里查兹湾运煤专线年运量从1 900万吨提高到6 800万吨。这两条铁路总长只占南非铁路的6.3%,运量却占全国铁路总运量的45%。

1989年8月,南非铁路在Orex矿石运输专线上,试验开行了编组600辆、16台机车牵引(5台电力机车+470辆货车+4台电力机车+190辆货车+7台内燃机车+1辆罐车+1辆制动车)、总长度7 200 m、总重71 600 t的重载列车,创造了当时铁路重载列车的世界纪录。

4) 巴西铁路

巴西有几家重载铁路运输公司, 其中最有影响的是 CVRD 公司, 其下有两条重要的重载运输铁路, 即巴西北部的卡拉齐重载铁路和南部的维多利亚—米纳斯铁路。卡拉齐重载铁路全长 890 m、单线、轨距 1 600 mm, 主要运输铁矿石, 开行重载列车的平均牵引质量已到 39 000 t, 货车轴重 30 t, 年运输铁矿达 5 000 万吨。维多利亚—米纳斯铁路, 全长 980 km, 复线窄轨 (1 000 mm), 年货运量近 1 亿吨, 占巴西全国铁路运量的 37%, 是世界上运量最大的窄轨铁路。巴西的重载运输线除了主要运送铁矿石外, 还运送旅客和其他普通货物。

5) 瑞典铁路

瑞典铁路北部的瑞典—挪威矿山铁路 (LKAB), 全长 540 km, 1997 年在开行 25 t 轴重、52 辆编组、列车重量 5 200 t 的基础上, 将轴重提高到 30 t, 开行全长 740 m、68 辆编组、8 500 t 的重载列车, 使运输成本降低 35%, 年运量从 2 000 万吨提高到 3 000 万吨。

6) 前苏联铁路

前苏联铁路的主要做法是在繁忙干线上开行超重超长重载列车和组合列车。1964 年首次开行组合列车, 从 2 列普通列车连挂合并发展到 3 列、4 列, 最多到 7 列合并。还开行 6 000 ~ 10 000 t 以上的单元式重载列车及 100 ~ 200 辆的超长空车列车。在运营实验中成功开行过总重 4 万吨以上的重载列车, 80 年代重载列车运行线路超过 3 万 km, 完成运量占全路 10%。

7) 欧洲铁路

除了瑞典外, 欧洲其他国家也开始在客货混运、国际联运的铁路干线上发展 25 吨轴重的重载列车。德国铁路从 2003 年开始在客货混运的既有铁路上开行轴重 25 t、牵引质量 6 000 t 的重载列车, 最高运行速度 80 km/h (重车), 同时开行 200 ~ 250 km/h 的旅客列车。2005 年 9 月开始, 法国南部铁路正式开行 25 t 轴重的运送石材的重载列车。芬兰铁路正在研究开行 30 t 轴重的重载列车。欧盟经过研究认为, 欧洲铁路客运非常发达, 每年运送 90 亿人次、6 000 亿公里; 货运也同样很繁忙, 货运量占全世界铁路货运总量的 30%, 每年还以 4.4% ~ 7.5% 的速度增长。欧洲铁路货运量中有 30% 重载运输潜力。2001 年以欧洲铁路为主体的国际铁路联盟 (UIC) 以团体名义加入国际重载运输协会 (IHHA), 成为团体理事成员。由此可见, 欧洲铁路发展重载运输的战略已成定局。

此外, 印度铁路也在积极推进重载运输。

2. 国外铁路重载运输发展的经验和特点

国外铁路重载运输发展的主要经验和特点如下。

1) 充分发挥铁路货运的传统优势和核心竞争力

铁路的轨道运输、牵引动力与载运工具分离的运营技术结构, 特别适合大宗散装货物运输。铁路的这个技术优势, 是其他运输方式难以抗衡的。从某种意义上说, 是铁路的核心竞争力。实践证明, 铁路通过技术改造, 发展重载运输, 进一步拓展了这一核心竞争力。

2) 运输能力利用水平不同的国家采用适合自己国情的不同重载运输模式和技术路线

美国、澳大利亚等西方国家采用单元列车运输模式, 注重建设重载运输专线, 技术装备先进, 综合集成水平较高; 采用单元列车 (单一货种、固定车底和机车编挂方式) 循环运输组织模式; 突出以最大限度提高列车牵引质量来扩大铁路运输能力的技术路线; 不片面追

求行车密度，而着重列车一次牵引的效果，使线路有足够的养护作业时间。因此，运输组织相对简单，目标是提高运输的规模效益、降低运输成本。

前苏联铁路运输能力紧张，采用组合运输模式，不片面追求建设重载运输专线，而是注重对既有繁忙干线延长站线等适度技术改造；以提高限制区段的列车牵引重量缓解高密度行车的压力紧张局面，同时扩大铁路运输能力；根据实际需要，对普通列车采用比较灵活的组合、拆分组织方式，对技术装备的综合集成要求较低。因此，运输组织工作相对复杂，目标是扩大运输能力以适应运输需求增长。

此外，尚有更为普适的整列重载列车的运输模式，采用大功率机车单机或多机牵引、车辆大型化及延长站线，达到在既有线上提高列车牵引质量水平、提高运输能力的目的。

第三节 我国铁路重载运输发展

1. 我国铁路重载运输发展简况

我国铁路重载运输始于改革开放初期。

我国铁路负荷大、密度高，客货列车混行，长期以来一直是制约国民经济发展的“瓶颈”。从20世纪80年代中期开始，我国就在部分繁忙干线试验开行重载列车，首先在丰沙大—京秦线、沈山线、石德线繁忙干线开行2列合并组合列车。组合列车开行的实践，一方面说明在既有线通过部分车站延长站线、组织开行组合列车在技术上是可行的，具有改造工程量小、投资省、易于组织、扩能快等特点；另一方面也暴露出，由于列车的组合和分解作业需要占用更多的车站通过能力，有可能抵消开行组合列车增大区间通过能力的效果，由于技术装备和作业组织的匹配关系未能理顺，特别是由于机车同步操纵问题未能很好解决，列车组合分解作业效率不高，制动效能不好，容易产生断钩事故。90年代以后，组合列车在上述三大干线上的开行未能延续进行。

20世纪80年代中期，我国开始建设大能力的西煤东运通道——大秦铁路（煤运专线），1992年建成，该线学习借鉴西方国家重载单元列车的运输模式，开行6 000～10 000 t重载单元列车。这一模式的重载列车开行实践比较成功从而不断得到丰富和发展。2000年，大秦线年运量首次达到1亿吨设计能力，之后年运量不断增长，2004年达1.5亿吨。在进行后续固定设备和移动设备扩能技术改造的基础上，大秦线连续3年年运量递增5 000万吨，2008年实现年运量3.4亿吨。

在建设大能力煤运专线的同时，我国铁路也在不断探索在既有线发展重载运输的新模式。20世纪90年代中期开始，在京广、京沪繁忙干线通过提高普通列车牵引质量标准，成功开行了5 000 t整列式重载列车，不但在京广、京沪干线形成一定的开行规模，提高了运输能力，而且逐步扩展到哈大、焦枝等既有线及新建的朔黄线、侯月线，全面提高了全路的货运机车平均牵引总重水平。从1995年的2 597 t，提高到2007年的3 193 t。

我国重载运输的发展，为我国铁路网运输能力的提高发挥了重要作用。“十五”期间，从2002年到2007年，我国铁路营业里程，从7.2万km增至7.8万km，增长8.3%；同期铁路货运量，从20.5亿吨增至31.4亿吨，增长52%；运输密度从2 869万吨公里/km增至3 978万吨公里/km，增长38.6%。

2. 大秦重载铁路建设与运营

我国铁路重载运输发展的主要标志是大秦铁路建设与运营实践。

大秦铁路西起北同蒲铁路的韩家岭站，东至秦皇岛地区的柳村南站，全长 625 km，是我国第一条双线电气化、开行重载单元列车的运煤干线。大秦铁路西端汇集了大同地区的口泉支线、云岗支线及北同蒲线、神朔线、大包线、大准线等的煤炭货流，东端连接我国北方最大煤炭运输港口秦皇岛港及天津港和京唐港、曹妃甸港，北接秦沈线，是我国西煤东运的主要通道。承担全国 5 大电网、10 大钢铁公司和 6 000 多家工矿企业生产用煤和国家主要煤炭出口的运输任务，经大秦线运送的煤炭远销全国 19 个省、市和自治区。

因此，大秦铁路不是单纯的运煤专用铁路，而是连接“三西”（内蒙古西部、山西、陕西）煤炭基地与华北、东北等地区间的运输大通道，其货流虽然仅为煤炭，但品种多样性、来源与去向的多样性却为世界其他重载铁路所不及。来自不同地区、不同煤炭品种、输向不同用户的煤炭资源，导致了车流组织的复杂性。在列车牵引质量上有 5 000 t、10 000 t 和 20 000 t 等多个标准，在重载列车组织上有 5 000 t 整列重载列车、10 000 t 单元列车和由 2 个 10 000 t 单元列车组合开行的 20 000 t 组合列车模式等较为复杂的车流组织方式。大强度的货流，导致了大秦线上的车流密度和运输强度等都远远超过国外重载线路，因而其发展模式 and 运输组织模式也不同于国外重载铁路，具有鲜明的中国特色。

在运输技术层面上，大秦线借鉴国外重载运输先进技术装备，结合自身运输特点，成功采用了以下的重载运输技术。

① 在世界上首次实现了 Locotrol 技术与 GSM-R 技术的结合，并成功应用于 $2 \times 10\,000\text{ t}$ 重载组合列车的开行。把 Locotrol 技术由过去的点到点通信传输，发展为系统网络通信传输，解决了机车间通信距离限制的关键问题。

② 首次实现了采用 2 台和谐型大功率机车加可控列尾的方式，开行 2 万吨重载组合列车，是世界重载技术的又一次创新。

③ 在世界上首次实现了 800 MHz 数据电台与 Locotrol 技术的结合，并成功应用于大秦线 $4 \times 5\,000\text{ t}$ 重载组合列车，使通信传输距离由 450 MHz 的 650 m 提高到 800 MHz 的 790 m，进一步拓展了 Locotrol 技术的应用领域。

④ 首次采用单套 Locotrol 系统与 SS₄ 型机车结合，实现了主控机车双端同步操纵控制功能。与 GE 公司推荐的方案相比，200 台 SS₄ 型机车仅设备改造就节约资金 1 亿元。

⑤ 首次系统采用了重载车辆及重载配套技术。为大秦线设计生产了载重 80 t 的 C₈₀ 重载货车，加装了 120 - 1 制动阀和中间牵引杆，在 SS₄ 型机车上加装了 E 级钢车钩和大容量弹性胶泥缓冲器，纵向冲击力减少 35%。

⑥ 首次采用机车自动过分相装置。自主研发的机车自动过分相装置确保了重载组合列车安全平稳运行。

在运输组织层面上，大秦线结合自身运输特点，认真研究了我国铁路路网环境与所采用的重载铁路发展模式之间的关系，规划了重载运输通道的服务范围，着重从设备技术改造和运输组织相结合的角度，研究并在实践中创造了与中国重载运输需求增长相适应的分阶段扩能改造的发展模式；在大运量条件下，密度、速度和牵引质量优化匹配的运输组织模式；在车流多来源、多去向条件下，集疏运一体化的装卸车组织、重空车流组织和列车运行组织模式；在繁忙运输条件下，日常维修与线路大修相结合的综合维修“天窗”配置模式。具体

工作是：

① 对所衔接的大准、北同蒲等相关干线和支线实施扩能改造，使相关干线和支线具备了万吨和2万吨列车始发能力，实现了万吨、2万吨列车从装车点直通秦皇岛港翻车机。

② 加强了战略装车点的建设。截至2007年底，大秦铁路建成2万吨战略装车基地8个、万吨战略装车基地46个、5000t战略装车基地31个。

③ 以秦皇岛港为重点，成立了驻港运输协调办公室，与港务局合署办公，实现了煤矿、铁路、港口、船舶公司物流链管理过程的重新整合，形成以大秦铁路为纽带的集疏运大格局。秦皇岛港经过几年来煤炭运量的拉动，已发展成为世界最大的煤炭集运港，2007年已经实现煤炭吞吐量2亿吨目标。

④ 优化运输组织、提高运输效率是内涵扩大再生产的主要方式。从2003年到2007年，大秦铁路在增加2万吨列车对数、机车交路调整、乘务制度调整、检车检修制度改变等方面创新，助推大秦铁路步入持续、快速、健康发展的轨道。

⑤ 调整运输生产力布局。对大秦线及相关各线运力资源进行整体优化，全线653km只设一个机务段、一个车辆段。针对日常运输组织中出现的瓶颈区段和限制点，大秦铁路撤销了一半以上中间站，减少了列车的停站次数和停站时间，提高了列车速度及全线通过能力。

3. 我国铁路重载运输发展需要进一步研究和解决的问题

在我国铁路重载运输快速发展的实践中，需要进一步研究和解决的问题有：

① 强化重载运输基地建设，扩大重载运输能力，进一步提高重载运输整体水平及重载运输运量占铁路货运总量的比重，进一步实现重载运输集约化；

② 提高重载配套技术装备的国产化程度，加快某些关键技术装备（如ECP）的引进、消化和吸收；

③ 加快重载运输专用机车车辆的生产、提高货车轴重的技术改造及相应的线桥基础设施的技术改造；

④ 提高重载运输产品质量、产品系列建设和运输组织规范化建设等标准化管理水平；

⑤ 加强重载运输专线的设备养护维修体系建设。

展望未来，我国在21世纪进入全面建设小康社会的新发展阶段，经济和社会发展及货运需求具有以下特点。

① 运输总量需求平稳增长，质量需求不断提高，运输结构进一步优化。2020年全社会货运量和货运周转量预测分别为265亿吨和16万亿吨公里，铁路分别占全社会货运量15%，占货运周转量25%。

② 跨区运输持续增加，外贸运输快速发展。外资及资源和劳动密集型产业向中西部地区转移，东、中、西地区经济合作和物资交流不断增强；内地、沿海和沿边外贸运输持续发展。

③ 能源和原材料运输格局基本不变，全国大宗货物运输量占总运量比重60%左右。我国正处于工业化中期阶段，铁路承担全社会85%的木材运输、85%的原油运输，60%的煤炭运输和80%的钢铁及冶炼物资运输的运输结构不会发生根本改变。国家能源消费结构中，煤炭占65%的基本格局不会有根本性变化，2020年铁路煤炭运量预测为20亿吨，主要以重载方式输送。

④ 高附加值货物运输将成为货运市场竞争焦点。

根据上述这些特点，发展重载运输应该是我我国铁路必须长期坚持的战略方针。

铁路重载运输主要是为能源和原材料运输服务，我国以火力发电为主、煤炭占 65% 的能源消费结构决定了铁路仍将是大宗物资运输的主力，煤炭运输仍将是铁路货运的重点。

我国铁路是世界上最繁忙的铁路，大力提高列车牵引质量水平，在客货混行的繁忙干线上发展重载运输，可以进一步挖掘运输能力、保证线路维修时间、降低运输成本、提高运输效率。

《中长期铁路网规划》在规划国家煤运大通道的时候，提出规划建设铁路战略装车点，整合十大煤炭基地，形成煤炭运输通道的重载运输综合能力，进一步提高重载运输的规模和效益。此外，提出利用客运专线建设、实现主要干线客货分线运行、运能结构重大调整的契机，继续扩大 5 000 t 及以上整列式重载列车的开行规模，成为既有客货运输干线和煤运通道上重载运输的主要形式。

与此同时，进一步加强技术创新和运输组织创新，实现我国铁路重载运输的跨越式发展，主要包括：加快交流传动机车研制步伐；研制 25 t 轴重、轻型化、低动力作用转向架的新型货车；研制高性能的机车同步操纵系统和电空制动（ECP）系统；有计划地强化线路、桥梁设备，提高技术标准，增强承载能力；加强装、运、卸设备的配套建设和供电、安全保障系统建设；继续研究和创新适合国情的重载运输组织模式。

第一篇 铁路重载运输技术装备

铁路重载运输技术装备是发展重载运输的物质技术基础。世界各国铁路在发展重载运输的过程中，都积极研究采用新型大功率内燃和电力机车，增加轮周牵引力；研制安装机车同步牵引遥控和通信联络操纵系统，以保证机车分布在不同位置时实现多机牵引重载列车安全运行的需要；采用轴重大、自重轻、载重量提高的大型货车，车辆连接采用刚性结构，并装设性能可靠的制动装置及高强度车钩和大容量缓冲器；在改造既有线或修建新线（专线）适应重载运输要求时，强化线路结构，铺设重型钢轨和无缝线路，采用新型轨道基础，提高线路技术标准和承载能力；为减少重载列车在线路上运行时轮轨间有害作用力的影响，采用异型轨头和钢轨涂油润滑、打磨技术；对于既有线重载列车运行方向上的车站站场股道，进行能够容纳整列车的相应改造和延长；在铁路运营工作中，实现货物装卸机械化和行车调度指挥、运营管理自动化，等等。所有这些，都极大地推动了铁路重载运输技术水平的不断提高。