

高等学校教材



Tielu Zhongzai

Yunshu Zuzhi

铁路重载运输组织

马彩雯 主编 杨 浩 主审 ○

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内容简介

高等学校教材

铁路重载运输组织

马彩雯 主 编

杨 浩 主 审

中国铁道出版社

2015年·北京

内 容 简 介

本书将铁路重载理论与我国重载运输实践有机结合,集中展现了铁路重载运输的科学组织管理方法。内容包括七篇:第一篇铁路重载运输技术设备,介绍铁路重载运输线路、车站、机车车辆、通信信号及供电设备;第二篇重载运输车站作业组织,介绍重载铁路货物运输的基本作业内容、重载铁路货运站、中间站、技术站的作业组织方法;第三篇重载运输车流组织方案编制,介绍重载运输货流的吸引范围与流量分析、重载运输车流组织、重载货运专线列车开行方案的编制方法;第四篇重载货运专线列车运行图的编制与通过能力计算,介绍列车运行图要素、重载货运专线列车运行图的编制、重载货运专线通过能力;第五篇重载运输调度指挥,介绍重载运输调度工作的特点、重载货运专线调度工作组织、重载铁路调度指挥设备;第六篇重载运输安全管理,介绍重载运输安全监控技术、重载列车应急救援作业组织;第七篇铁路重载运输组织案例分析,介绍大秦铁路、朔黄铁路重载运输组织方法。

本书是交通运输类院校铁路运输专业(方向)的必修教材,是铁路行车组织内容的重要补充,满足拓宽铁路运输专业知识、更新教学内容的要求,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。

图书在版编目(CIP)数据

铁路重载运输组织/马彩雯主编. —北京:中国
铁道出版社,2015.3
高等学校教材
ISBN 978-7-113-19778-0

I. ①铁… II. ①马… III. ①重载铁路—铁路运输—
运输组织—高等学校—教材 IV. ①U239.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 306594 号

书 名:铁路重载运输组织
作 者:马彩雯 主编

责任编辑:金 锋 悦 彩 编辑部电话:010-51873125 电子信箱:jinfeng88428@163.com
封面设计:时代澄宇
责任校对:龚长江
责任印制:李 佳

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.51eds.com>

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

版 次:2015年3月第1版 2015年3月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:16 字数:410 千

印 数:1~1 000 册

书 号:ISBN 978-7-113-19778-0

定 价:34.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

前 言

重载运输是除高速铁路以外,铁路现代化的又一个重要标志,是指在先进的铁路技术装备条件下,扩大列车编组,提高列车重量的运输方式。重载运输已被世界公认为铁路货运发展的重要趋势。重载运输是铁路运输的一项重大改革,也是一项庞大的系统工程,它不仅能大幅度地提高运输能力,也必将促进科学技术的进步和发展。在铁路重载运输中,行车组织是重中之重。研究铁路重载运输组织方法对我国重载运输的发展有着重要的意义。

我国铁路发展重载运输既充分借鉴了国外铁路重载运输的先进经验,又非常注重结合国情路情实现自主创新,经过几年的努力,在实践中取得了十分显著的成效。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。大秦铁路重载运输所取得的举世瞩目成绩,是在不断提高技术装备水平、完善运输组织办法、深入挖掘既有线路设备潜力的基础上实现的。

本书是交通运输类院校铁路运输专业(方向)的必修教材,是铁路行车组织内容的重要补充,满足拓宽铁路运输专业知识、更新教学内容的要求。本书将铁路重载理论与我国重载运输实践有机结合,集中展现了铁路重载运输的科学组织管理方法。内容包括七篇:第一篇铁路重载运输技术设备,介绍铁路重载运输线路、车站、机车车辆、通信信号及供电设备;第二篇重载运输车站作业组织,介绍重载铁路货物运输的基本作业内容、重载铁路货运站、中间站、技术站的作业组织方法;第三篇重载运输车流组织方案编制,介绍重载运输货流的吸引范围与流量分析、重载运输车流组织、重载货运专线列车开行方案的编制方法;第四篇重载货运专线列车运行图的编制与通过能力计算,介绍列车运行图要素、重载货运专线列车运行图的编制、重载货运专线通过能力;第五篇重载运输调度指挥,介绍重载运输调度工作的特点、重载货运专线调度工作组织、重载铁路调度指挥设备;第六篇重载运输安全管理,介绍重载运输安全监控技术、重载列车应急救援作业组织;第七篇铁路重载运输组织案例分析,介绍大秦铁路、朔黄铁路重载运输组织方法。

本书由大连交通大学写作团队共同完成。全书由马彩雯主编,李季涛副主编,编写分工如下:绪论由汪玲负责编写,第一篇由荣文芋负责编写,第二篇由王燕负责编写,第三篇由王宇负责编写,第四篇由马彩雯负责编写,第五篇由李季涛负责编写,第六篇由王晚香负责编写,第七篇由刘迪负责编写,王志远收集了大量资料,并编写了部分章节内容。

本书参考了大量的文献资料,在此谨向这些文献资料的作者和出版单位表示衷心感谢。

限于编者的理论和业务水平,书中难免有不妥之处,衷心希望读者给予批评指正。

编者

2014年10月

目 录

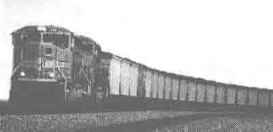
绪 论	1
第一节 铁路重载运输概述	1
第二节 铁路重载运输的形式	2
第三节 国内外铁路重载运输的发展	5
复习思考题	13

第一篇 铁路重载运输技术设备

第一章 重载运输线路	16
第一节 重载运输线路的技术标准	16
第二节 重载铁路线路平面设计	22
第三节 重载铁路线路纵断面设计	25
第四节 轨道铺设及养护	27
复习思考题	30
第二章 重载运输车站	31
第一节 重载运输车站场站设计	31
第二节 重载运输中间站设计与改造	37
第三节 重载运输技术站设计与改造	41
复习思考题	46
第三章 重载运输机车车辆	47
第一节 重载运输机车	47
第二节 重载运输专用车辆	53
复习思考题	58
第四章 重载运输通信信号及供电设备	59
第一节 重载运输通信信号	59
第二节 重载运输供电设备	62
复习思考题	67

第二篇 重载运输车站作业组织

第五章 重载运输货运站工作组织	70
第一节 概 述	70



第二节 装车站作业组织	71
第三节 卸车站作业组织	76
第四节 单元式重载列车装卸作业	84
复习思考题	87
第六章 重载运输中间站工作组织	88
第一节 概 述	88
第二节 接发列车作业	88
第三节 摘挂补机作业	90
第四节 越行站作业组织	91
复习思考题	92
第七章 重载运输技术站工作组织	93
第一节 概 述	93
第二节 技术站组合列车的技术作业	94
第三节 技术站列车技术作业计划编制	103
第四节 车站作业调度指挥	107
复习思考题	108

第三篇 重载运输车流组织方案编制

第八章 重载运输货流吸引范围及流量分析	110
第一节 重载运输的线路模式	110
第二节 重载运输货流吸引范围的确定	112
第三节 重载运输流量分析	113
复习思考题	114
第九章 重载运输车流组织	115
第一节 重载运输车流组织特点	115
第二节 重载运输装车区车流组织	118
第三节 重载铁路空车调整方法	126
复习思考题	132
第十章 重载货运专线列车开行方案的编制方法	133
第一节 重载货运专线运输组织的特点	133
第二节 基于目标规划的重载货运专线列车开行方案的编制方法	133
复习思考题	136

第四篇 重载货运专线列车运行图的编制与通过能力计算

第十一章 列车运行图要素	138
第一节 概 述	138

第二节 重载运输车站间隔时间	140
第三节 重载列车追踪间隔时间	145
复习思考题	150
第十二章 重载货运专线列车运行图的编制	151
第一节 概 述	151
第二节 “天窗”的类型	153
第三节 重载铁路“天窗”维修	158
复习思考题	160
第十三章 重载货运专线通过能力	161
第一节 概 述	161
第二节 重载货运专线区间通过能力计算	164
第三节 技术站通过能力计算	172
第四节 重载运输的速度、密度与重量	179
复习思考题	186

第五篇 重载运输调度指挥

第十四章 重载运输调度工作的特点	188
第一节 调度工作概述	188
第二节 重载货运专线调度工作的特殊性	190
复习思考题	191
第十五章 重载货运专线调度工作组织	192
第一节 调度部门岗位设置	192
第二节 调度工作组织	193
复习思考题	196
第十六章 重载铁路调度指挥设备	197
第一节 铁路列车调度指挥系统(TDCS)	197
第二节 分散自律调度集中系统(CTC)	198
复习思考题	203

第六篇 重载运输安全管理

第十七章 重载运输安全监控技术	206
第一节 重载运输安全的特点	206
第二节 重载运输安全监控技术	207
复习思考题	209
第十八章 重载列车运行安全	210
第一节 重载列车运行安全问题	210

第二节 重载列车应急救援作业组织办法	213
复习思考题	216

第七篇 铁路重载运输组织案例

第十九章 大秦铁路重载运输组织	218
第一节 大秦铁路概况	218
第二节 大秦铁路吸引范围煤炭来源与去向	221
第三节 大秦铁路列车牵引重量和开行密度	224
第四节 大秦铁路不同运量条件下的车流组织	225
第五节 大秦铁路万吨级列车运行组织	230
第六节 大秦铁路生产力布局调整	232
复习思考题	238
第二十章 朔黄铁路重载运输组织	239
第一节 朔黄铁路概况	239
第二节 朔黄铁路重载运输组织模式	241
第三节 朔黄铁路公司 CTC 系统组成	242
复习思考题	245
参考文献	246

绪论

重载运输出现于 20 世纪 50 年代,是铁路运输的一项重大改革,也是一项庞大的系统工程。它在运送大宗货物上显示出高效率、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。铁路重载运输在大幅度提高运输能力的同时,不仅促进了科学技术的进步和发展,使铁路的机车、车辆、线路、桥梁、通信信号、材料工艺、信息控制等各个领域和各类硬件设备全面配套发展,也促使铁路重载运输组织水平有了极大提高。目前,重载铁路运输在世界范围内迅速发展,已成为世界铁路发展的重要趋势。

第一节 铁路重载运输概述

重载运输是指在一定的铁路技术装备条件下,通过采用大功率内燃或电力机车(单机、双机或多机)、扩大列车编组长度、提高列车轴重和牵引重量、采用特殊运输组织方式等措施,使牵引重量和输送能力达到一定标准的运输方式。此种运输方式能够充分发挥铁路集中、大宗、长距离、全天候的运输优势,从而加速机车车辆周转,加快货物输送速度,达到增加运输能力、提高运输效率、降低运输成本、获得更大经济和社会效益的目的。

一、重载运输的定义

由于各国铁路运营条件、技术装备水平不同,因此采用的重载运输模式和组织方式也各有特点。以往国际上对重载铁路并没有统一的标准。为了推动世界重载运输的发展,1986 年 10 月在加拿大温哥华召开的第三届国际重载会议上,国际重载协会对铁路重载运输的定义进行了界定,即重载铁路至少符合下列三个条件中的两项:

- (1)列车牵引重量至少达到 5 000 t;
- (2)轴重 21 t 及以上;
- (3)年运量 2 000 万 t 以上。

随着重载运输的发展和时代的进步,1994 年国际重载运输协会又重新修订了此标准,即重载铁路必须满足以下三条标准中的至少两条:

- (1)经常定期或准备开行总重最少为 5 000 t 的单元列车或组合列车;
- (2)在长度至少为 150 km 的铁路区段上,年计费货运量最少达到 2 000 万 t 及以上;
- (3)经常、定期或准备开行轴重 25 t 及以上的列车。

在 2005 年国际重载协会理事会上,对新申请加入国际重载协会的重载铁路,要求满足以下三条标准中的至少两条:

- (1)列车牵引重量至少达到 8 000 t;

(2)轴重 27 t 以上;

(3)在长度不小于 150 km 线路上年运量达到 4 000 万 t 及以上。

我国 2013 年 2 月 1 日起实施的新版《铁路主要技术政策》规定:重载铁路为满足“列车牵引重量 8 000 t 及以上、轴重为 27 t 及以上、在至少 150 km 线路区段上年运量大于 4 000 万 t”三条标准中的至少两条的铁路;新建重载铁路设计速度不大于 100 km/h,轴重不小于 30 t,列车牵引重量万吨级及以上。

对于重载列车,必须满足下列条件中的一个:

(1)列车重量至少达到 8 000 t 或列车空车底编组辆数不少于 80 辆;

(2)轴重 27 t 及其以上。

目前,我国大秦铁路满足国际重载运输协会 2005 年的标准,朔黄、京广、京沪、京哈等干线满足国际重载运输协会 1994 年的标准。

二、重载列车的开行条件

(1)有稳定集中的大宗货流或中转货流;

(2)具备机型统一、附有遥控装置的大功率重载列车牵引机车,机车上应有“三大件”(制动机、车钩、缓冲装置);

(3)重载列车的始发站、中途技术作业站和中间会让站的到发线有效长要达到 1 050 m 及其以上,调车停留线有效长应达到 1 250 m 及其以上;

(4)加强线路、桥隧强度及更换重型钢轨;

(5)车辆轴重要大,制动装置和车钩缓冲装置及信、联、闭设备要保证重载列车运行安全;

(6)具有能牵引或顶送重载列车运行的调车机车。

第二节 铁路重载运输的形式

纵观世界各国铁路重载运输,可将国内外铁路开行的重载列车组织形式归纳为三种,分别是以北美为代表的单元式重载列车(包括美国、加拿大、巴西、澳大利亚、南非等国),以我国为代表的整列式重载列车,以苏联和俄罗斯为代表的组合式重载列车。

一、单元式重载列车

单元式重载列车是把大功率机车双机或多机与一定编成辆数的同类专用货车固定组成一个运输“单元”,并以此作为运营计费的单位。机车操纵采用无线遥控同步运转系统,运送的货物品种单一,在装、卸站间往返循环运行,中途列车不拆散,不进行改编作业,机车车辆固定编挂位置,车底固定回空,两端车站装卸设备配套,是装、运、卸“一条龙”的运输组织形式。

单元式重载列车起源于美国,盛行于北美,进而推广到澳大利亚、巴西、南非等国。美国铁路的单元列车是从整列运输的固定编组直达列车演变而来的。所谓整列运输就是直达运



输,以始发直达列车的形式进行运输。它是根据货主的要求随时进行的一次性运输,在沿途各站无需进行解编作业。所谓固定编组直达列车,就是循环直达列车,它的车底是固定编组,并在发到站间循环运用。但是固定编组直达列车的机车是不固定的,而且它所运输的货物也并不一定都是固定一个品种、一个货主。单元列车在组织形式上和组织方法上都比整列运输和固定编组直达列车更加高级,它的机车车辆都是固定编组,循环运用,而且是由一个货主,固定一种车型、运送一个品种的货物。

在机车车辆充足的情况下,采用单元式重载列车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,货物到发地点统一,机车车辆、线路站场、装卸仓储等设备要配套,并要采取最合理的运行图及最佳周转方案。缺点是货车车辆运用率较低,货物到达目的地卸车后,只能空车返回。

单元式重载列车的运输组织方法是建立在货源货流稳定集中、产运销三方协同配合以及铁路技术装备重型化的基础上的。

(1)要有稳定集中的货源货流,这是长期均衡地组织单元式重载列车循环运行的基本条件。

在美国,一般是由生产者和消费者双方签订长期供应合同来共同保证的。这种合同短则五年,长则一二十年。铁路则在供应合同的基础上,按照年运量、运距和列车周转时间来选定列车的最佳组成和运行方案,然后配备固定车底的套数,制定运行时刻表,组织列车在各装卸点间循环运行。

(2)要求产运销相互协调一致,保证装、运、卸各个环节的能力能够相互适应配合。

组织单元式重载列车为产运销三方都带来一定的经济效益。铁路由于降低了单位运输成本从而可以降低单元列车的运价,而产销双方则可以从降低运价中得到好处,这就有可能从中提取部分款项,投资改建或新建装卸设施,扩大装卸能力使之适应单元式重载列车的作业要求。

(3)要求铁路技术装备重型化,以便尽可能地提高每一列车的载重量。包括线路铺设重型钢轨、提高桥梁载荷能力、提高货车平均载重以及与重载运输配套设施的建设等。

这种重载运输方式目前运用范围最广,经济效益也最显著。美国、加拿大、澳大利亚等国均采用此方式,组织开行从装车地到卸车地之间的重载单元列车,通过货物集中发送、快速装卸、加速机车车辆周转来降低成本,从而获得较大的效益,提高了与其他运输方式之间的竞争能力。美国的重载单元列车,牵引总重在 10 000 t 以上,并曾创造总重达 44 066 t 的世界最高纪录。我国在大秦线曾用 C₆₃、C₇₀、C₇₆、C₈₀ 等开行这种重载列车。

二、整列式重载列车

整列式重载列车是由大功率单机或多机重联牵引,列车由不同形式和载重的货物车辆混合编组,达到规定重载标准(牵引重量达到 5 000 t 及其以上)的列车。目前,中国繁忙干线上开行的重载列车主要为这种形式。

整列式重载列车采用普通货物列车的作业组织方法,列车到达、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,只是牵引重量较一般列车大幅度提高。它对于列车的要求低于单元式重载列车,既不要求“五固定”,在运输途中可根据实际需

要进行改编,也不要要求整列装卸以及整列入段检修,因此具有更大的通用性。此外,这种组织形式具有“短、轻、快”特点,能够实现多种货品混编重载运输,可有效缓解客货混运繁忙、铁路运力不足的问题,货车车辆运用率较高,但车列解编作业相对复杂。

整列式重载列车适用于货流增长不大,固定设备和移动设备能够满足牵引重量提高要求的线路。我国京沪、京广、京哈等干线开行的 5 000 t 货物列车为这种重载列车。其他国家应用较少,但一些以客运为主的欧洲国家(如瑞典和挪威),也开行了不同重量的整列式重载列车。

三、组合式重载列车

组合式重载列车是由两列及其以上同方向运行的货物列车首尾相接、合并组成的列车。机车分别挂于各自的货物列车首部,由最前方货物列车的机车担任本务机车,运行至前方某一技术站或终到站后,分解为各单独货物列车。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的货物列车的一种扩大运输能力的方式。

前苏联铁路是客货混用,列车数量多、行车密度大,运能与运量的矛盾比较突出,为扩大运输能力、挖掘现有设备潜力,即组织开行超重、超长列车或组合式列车,并成功地试验开行了总重 43 047 t 的重载列车。

组合式重载列车可分为两种类型。

第一种类型的组合式重载列车是由两列及以上同方向运行的普通货物列车首尾相接、合并组成的列车。机车分别挂于原各自普通货物列车首部,由最前方货物列车的机车担任本务机车,运行至前方某一技术站或终到站后,分解为普通货物列车。这种重载运输方式始于 1964 年前苏联,我国曾在 20 世纪 80 年代中后期在丰沙大等线路上开行,由于组织复杂和设备条件所限基本停开。

第二种类型的组合式重载列车是由两列及以上同方向运行的单元重载列车首尾相接、合并组成的列车,根据需要机车有不同的连挂方式。我国大秦线所开行的 $4 \times 5\,000\text{ t}$ 和 $2 \times 10\,000\text{ t}$ 重载列车就是采用的这种组合形式。

与单元式和整列式重载列车相比,组合式重载列车更加灵活,它既可在装车站(集运站)或编组站内组合成列,整列进入卸车站;也可在途中适当地点分解成原列进入卸车站,或在解体站分解为两列以后,再进入卸车站。这种组织方式的一大优点是,组合运行完毕后分部运行较容易。但其对机车操纵控制技术和运输组织各环节有更多要求,因而在世界范围内应用不太广泛。

组织组合列车必须具备的条件有:

(1)要有合适的列车流来源,它们可以是自编列车,也可以是中转列车,但要符合编开组合式重载列车的条件,对中转列车要检查其编组确报的内容,对自编列车要控制装有重质货物车辆的单独集结,注意车辆编挂顺序要求,有计划地安排到解列车的解体顺序和自编列车与中转列车的配对。

(2)如编开组合列车的目的在于增加区段总的运输能力,在因某种原因组合式重载列车运行线前有空闲运行线可以利用时,宁可单开两列单编列车,而不开组合式重载列车,以增加运行调整的灵活性。

(3)加强计划性,防止出现有线无流、有流无线以及有流有线而货车停留时间过长等情况,保证组合式重载列车的开行有较高的效益。组合列车的开行数量以满足实际需要为度,并非开行的越多越好。

第三节 国内外铁路重载运输的发展

重载运输代表了铁路货物运输领域的先进生产力,从概念的提出到蓬勃发展经历了一个技术不断进步的过程,已被国际上公认是铁路货运发展的方向。为推动世界重载运输的发展。1985年,中国、美国、澳大利亚、加拿大、南非等5国铁路发起成立了国际重载协会。由于重载运输极大地提高了铁路劳动生产率,创造了巨大社会 and 经济效益,至今发展重载运输的国家已经遍及五大洲和几乎所有的铁路大国,特别是美国、加拿大、澳大利亚、南非、瑞典、俄罗斯、巴西等国,在重载运输方面取得了突出的成绩,同时也为我国铁路重载运输的发展提供了许多可借鉴的经验。

一、国外铁路重载运输发展

世界铁路重载运输始于20世纪50年代,以开行长大列车为主要特征,此时这种高效的运输方式并没有引起重视并加以推广;到60~70年代,为适应产品生产、流通和国际贸易的增长,降低运输成本以适应日益激烈的运输市场竞争,生产大宗原材料(煤炭和其他矿石、木材、粮食)国家的铁路相继在运输大宗散装货物的主要方向上开创了固定车底单元列车循环运输方式;80年代以后,由于新材料、新工艺、电力电子、计算机控制和信息技术等现代高新技术在铁路上的广泛应用,铁路重载运输技术及装备水平又有了很大提高。

1. 美国铁路重载运输

美国是世界上最早发展重载运输的国家。早在20世纪60年代,美国铁路便开始大规模采用重载运输,以货运专线上开行重载单元列车为主要运输模式,完成了半数以上的煤炭运输。其重载运输的发展历程大体可以分为三个阶段:

(1)20世纪50年代到70年代末,牵引动力的现代化改造,大力发展新型大功率机车。

(2)20世纪70年代末到20世纪90年代末,提高轴重、增加装载能力;

(3)进入21世纪后,加强交流内燃机车和轮轨界面等技术领域的研究,进一步提高重载运输效率和生产率。

由于大力发展重载运输技术,美国一级铁路的运营效率 and 经济效益大幅提高。例如,1999年与1980年相比,铁路生产率(即每一美元运营成本所获得的吨英里周转量)提高了171%,货车平均容量提高了15.1%,事故率降低了64%,运行成本(10亿吨英里的支出)下降了65%,铁路在货运市场的占有额从37.5%提高到了40.3%。与此同时,通过货物运输重载化,美国一级铁路的货运收入也达到了历史最高水平。

美国重载运输线路多为单线,线路运量大,自动化程度高,运输效率较高,其运量增长主要依靠提高单列车重量来实现。重载列车采用大容量、低自重的货车,最大允许轴重可达30~38 t。全列编组通常在100辆以上,列车总重达万吨以上。重载列车一般采用大功率内

燃机车多机牵引,将 7~8 台机车采用 2-3-2 或 3-3-2 分前、中、后三组布置,配合机车遥控技术牵引,如图 0-3-1 所示。

近年来,美国铁路通过加强海铁联合运输,大规模开行双层集装箱列车,使重载运输技术不仅可用于大宗散装货物运输,也可以用于杂货件运输。这种新型双层集装箱列车采用 5 连挂和 10 连挂车组(即 5 辆或 10 辆车固定编成一组),减少了列车在加减速时车辆之间的冲击。车组内车与车之间通过铰接式转向架或无间隙牵引杆连接成一个整体,提高了集装箱列车的运行稳定性,如图 0-3-2 所示。



图 0-3-1 美国重载列车 8 机重联

在车体材料方面,美国的铝合金重载货车早在 1959 年就开始制造,那时起就普遍采用了低合金钢及铝合金、不锈钢,目前美国 90% 的重载货车采用了铝合金车体,如图 0-3-3 所示。重载运输铁路采用重型钢轨,最大轨重可达 70 kg/m。线路采用规划型运输组织模式,列车运行相对速度较低;通常线路的行车密度较小,运输繁忙程度较低;车辆为专用车辆,列车通常为单元列车,运输直达化程度高,运输秩序较好,运输组织复杂度较低。



图 0-3-2 美国双层集装箱列车

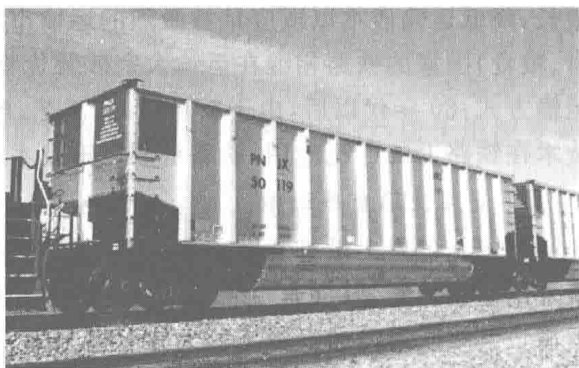


图 0-3-3 美国 PNJX 新型轻量化重载货车(漏斗车)的铝合金车体

2. 澳大利亚铁路重载运输

澳大利亚从 1973 年开始研究采用重载运输技术,其特点是在窄轨和准轨重载铁路上开行重载列车,以世界闻名的昆士兰铁路系统、BHP 铁矿铁路和哈默利斯铁矿铁路为主要代表。

昆士兰铁路的窄轨运输技术世界领先,煤运重载铁路主要是轨距为 1 067 mm 的窄轨铁路,列车轴重达 26 t,全列重达 10 000 t 以上。75% 的煤运重载列车运行的铁路为电气化铁路,它将煤炭运送到输出港口以及国内各电厂和工业基地。通过重载运输,昆士兰铁路使澳大利亚铁路货运连续十多年创运量新高,每年从煤炭运送上获取的收入达 10 亿澳元。

BHP 铁矿铁路和哈默利斯铁矿铁路则是澳大利亚准轨重载铁路的代表。这些铁路用于向外运输澳大利亚西部的铁矿,已形成了铁矿—铁路—港口一体的重载运输体系。BHP 铁矿铁



图 0-3-4 澳大利亚纽曼山—海德兰重载铁路列车

路中最为著名的便是全长 426 km 的纽曼山单线重载铁路。2001 年 6 月 21 日,纽曼山—海德兰重载铁路上创造了重载列车牵引总重 99 734 t 的世界纪录,该列车共有 682 辆货车及 8 台牵引机车,列车总长达到 7 300 m,如图 0-3-4 所示。1996 年和 2001 年纽曼山重载铁路两次创造了重载列车牵引重量的世界纪录。这条线路上重载列车编组达 240 辆,最大轴重达 35 t,采用 4 台美国 GE 公司生产的 Dash9 型内燃机车牵引。通过重载运输,仅是 2000 年与 1980 年相比,BHP 铁矿铁路燃油消耗就下降了 43%,每百万吨矿石运输所需人力减少了 25 人,机车车辆无故障运行距离的可靠性上升了 3 倍,机车车辆利用率提高了 36%,车轮、钢轨寿命提高了 3~5 倍。

澳大利亚铁路运输的大宗货物(如矿石、煤炭等)均采用单元式重载运输,自动化程度高,线路多为单线,主要为矿区服务或由矿区开采公司经营,运输线路大多较为封闭,运输组织简单,线路运量较大,单列车重量很大,线路运量的提高主要依赖于列车重量的增加。线路采用规划型运输组织模式,列车绝大多数为直达,列车运行速度低,线路行车密度小,运输繁忙程度低,车辆为专用车辆,全员劳动生产率高。

3. 南非铁路重载运输

南非铁路于 20 世纪 70 年代末采用重载运输技术,目前主要有两条重载货运专线:理查兹湾运煤专线和 Orex 矿石运输专线,均为 1 067 mm 轨距的窄轨电气化铁路,长度分别为 580 km 和 861 km。1971 年南非铁路开发了自导向径向转向架,适应了重载和小半径曲线的要求;1995 年开发的列车电子控制空气制动系统有效地缩短了列车制动距离,减少了列车纵向冲动。同时南非铁路重载线路全部实现了调度集中,有效地提高了运输效率。近年来,南非铁路已在其他普通窄轨线路上将轴重从 16~18 t 提高到 20~22 t,并尝试开行长大编组重载列车,列车的牵引重量一般为 18 500~20 000 t,如图 0-3-5 所示。



图 0-3-5 南非重载铁路列车

以南非为代表的非洲大陆各国其重载运输大多是针对大宗的矿石、煤炭等货物组织单元式重载运输,采用规划型运输组织模式,自动化程度相对不高,线路运量一般,单列列车重量大,线路行车密度低,运输繁忙程度较低,车辆为专用车辆,运输组织复杂度较低。

4. 西欧铁路重载运输

在西欧,铁路主要是以客运为主,重点发展高速客运列车,重载运输发展规模不大。但

在部分国家为满足煤炭、矿石等大宗货物的需要,也有部分线路采用了重载运输,常为专用铁路,开行规模小,行车密度不大,生产效率不高,列车运输组织简单。这一地区的重载运输以瑞典铁路为主要代表。

瑞典铁路北部的瑞典—挪威矿山(LKAB)铁路全长 540 km,是瑞典北部专用的矿山铁路。1888 年线路开通时,轴重只有 11 t,1915 年实现 15 kV/50 Hz 电气化,是瑞典第一条电气化铁路。1997 年前开行 25 t 轴重、每列车 52 辆编组、全列车质量 5 200 t 的重载列车。经过不断改造后,2000 年开始开行轴重 30 t、全长 740 m、68 辆编组、牵引重量 8 500 t 的重载列车。开行提高轴重的重载列车使 LKAB 公司的运输成本降低 35%,年运量从 2 000 万 t 提高到了 3 000 万 t,使 LKAB 公司有能力与澳大利亚、巴西、加拿大同业进行竞争。

5. 前苏联及俄罗斯铁路重载运输

前苏联线路多以客货混行,列车数量多,行车密度较大,运能与运量不相适应矛盾较为突出。早在苏联解体前,为提高运输能力,苏联铁路部门就开始在货流、车流特别大的地区和繁忙干线上,组织开行以组合列车和重量及长度大大超过普通货物列车的超长超重列车(简称长重列车)为主要形式的重载列车,以显著有效地扩大运输能力。这种重载运输方式不同于北美、非洲、澳大利亚等国的单元式重载运输,在组织型运输组织模式下,通过开行超重超长列车和组合列车来提高运量,充分地使用了既有的运输资源,车辆利用效率高,运输组织较为灵活,运量较大,行车密度较高。

俄罗斯铁路的重载运输主要集中在西伯利亚库兹巴斯—远东纳霍德卡港口线。重载运输技术沿袭了前苏联的发展模式,为解决客货混跑铁路运输繁忙干线上列车数量多、行车密度大、运能紧张的矛盾,组织开行重量超过 5 000 t 以及万吨以上、以超重超长列车和组合列车为主要模式的重载列车。为提高列车重量,俄罗斯大力发展电气化铁路,研制和生产大功率机车,并试验开行了 2 万 t、3 万 t 及以上的组合列车,使运力增长 85%。同时进行了一系列重载试验,包括对新的列车控制系统进行了 9 000 t 的安全运行试验以及对第二台机车的无线控制设备进行了 1.2 万 t 连挂列车的控制试验,为此工业部门提出了使用轴重在 25~27 t 四轴敞车的技术要求。另外,延长站线长度一直是俄罗斯铁路发展重载运输的一个技术改造重点,长度在 1 050 m 以上的站线比例达到 20%左右。目前,铁路的研究和开发部门正着手开发保证重载运输安全的信息控制技术。尽管要投入大量资金用于技术开发和试验,但发展重载运输也为俄罗斯创造了巨大的经济效益。在 2005~2009 年近 4 年间,俄罗斯在西伯利亚大铁路上开行了 7 000 列整列式重载列车和 8 000 多列牵引重量超过 12 000 t 的组合式重载列车,经济效益超过 14 亿卢布。

概括而言,国外重载运输可分为两大类,即北美、澳大利亚、西欧、南非等国采用的单元式重载运输和前苏联采用的组合式及整列式超重超长列车。单元式重载运输铁路大多与港口直接相连,铁路与港口均属于采矿公司所有,或主要专门为少数几个大客户服务,产、运、销各环节要求高度匹配,运输组织指挥相对简单,线路行车密度较小,车辆使用效率相对不高,对线路相关设施要求高,线路运输的专业化程度高。组合式及整列式超重超长列车的运输方式可使用通用的机车车辆,运输品类可多样,可较大幅度增大线路运量,缓解运力矛盾,但运输组织指挥较为复杂,通常针对繁忙线路开行,线路行车密度较大时,对普通列车干扰较大,且改造后的线路设备利用率相对不是很高。