



列车运行图 编制理论与方法

胡思继 著



- 创造性地提出规划型和组织型列车运行组织工程技术的理论体系
- 首次提出列车运行图结构理论和列车晚点传播理论
- 创造性地提出基于列车运行质量的高速铁路和既有线通过能力计算理论和方法
- 首次提出基于网络的高速铁路旅客列车开行方案的分析计算方法

铁路科技图书出版基金资助出版

列车运行图编制理论与方法

胡思继 著

中国铁道出版社

2013年·北京

内 容 简 介

本书在对列车运行图组成要素进行基本阐述的基础上,对列车运行图结构参数、铁路通过能力计算、列车开行方案及列车运行图编制进行了深入的探索和研究,提出了列车运行图基本结构单元的概念,并借以研究列车运行图结构理论和列车晚点传播理论、引入列车运行图缓冲时间的概念,给出了实用的计算方法;提出列车运行图平均最小列车间隔时间的概念,给出了实用的计算方法;针对我国铁路以铁路局为单元的行车组织体系特点,立足于铁路网状结构研究,率先将单线铁路、复线铁路和铁路枢纽作为整体,实现复杂列车运行组织模式条件下编制网状线路列车运行图的重大突破;提出对高速铁路和既有单、双线铁路通过能力计算理论和方法;提出了基于网络的、实用的高速铁路旅客列车开行方案和中间站停车方案的分析计算方法,对列车运行图理论创新和实际运用有重要意义。

图书在版编目(CIP)数据

列车运行图编制理论与方法/胡思继著. —北京:
中国铁道出版社, 2013. 11
铁路科技图书出版基金资助出版
ISBN 978-7-113-17254-1

I. ①列… II. ①胡… III. ①列车运行图—编制—研究 IV. ①U292.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 201880 号

书 名:列车运行图编制理论与方法
作 者:胡思继 著

责任编辑:金 锋 电话:010-51873125 电子信箱:jinfeng88428@163.com
编辑助理:悦 彩
封面设计:崔 欣
责任校对:马 丽
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:中煤涿州制图印刷厂北京分厂
版 次:2013年11月第1版 2013年11月第1次印刷
开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:21.75 字数:548 千
书 号:ISBN 978-7-113-17254-1
定 价:78.00 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:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

序 言

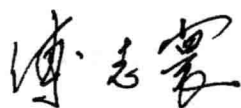
列车运行图是规定列车在区间和车站作业的铁路运输综合生产计划,是运输组织工作的中心环节。列车运行图的编制水平对提高运输能力、改善运输质量和保证行车安全起着重要作用。列车运行图的编制涉及线路、车站、路网、信号、机车、列车等多种设施和装备,是大量相关因素、多种目标综合协调、优化的结果。

美国、澳大利亚铁路以货运为主,货物列车运行组织的特点是大重量、低速度、低密度;日本及西欧部分国家铁路是客、货列车分线运行或在同一条线路上分时段运行,旅客列车运行组织的特点是高速度、高密度。

中国铁路运输强度居世界第一。为了充分利用线路能力,在繁忙干线上既要开行重载货物列车,又要实施客车提速,还要保持较高的行车密度。不同种类旅客列车尤其是客货列车之间速差大,列车运行交叉干扰多。由此可见,与其他国家相比,编制中国铁路列车运行图是一项复杂的系统工程。

北京交通大学胡思继教授长期从事“铁路列车运行组织工程技术”领域的科研和教学工作,取得了多项重要的理论和工程应用成果。在列车运行图编制理论和技术方面,他提出列车运行图基本结构单元的概念,并借以研究了列车运行图结构理论和列车晚点传播理论;针对我国铁路以铁路局为单元的行车组织体系的特点,基于列车运行图编制必须立足于铁路网状结构的思考,他成功解决了编制网状线路列车运行图的理论和工程技术难题;主持开发了我国铁路路网结构最复杂、运输工作量最大、客货列车运行关系最难处理的北京铁路局编图系统,以及哈尔滨、沈阳、南昌、昆明铁路局编图系统,并取得成功。率先将单线铁路、双线铁路和枢纽地区组成的铁路网作为一个整体,实现了在复杂列车运行组织模式条件下,编制网状线路列车运行图的重大突破,将我国铁路编图理论和计算机编图技术提升到了国际先进水平。在“铁路区间通过能力计算方法”研究中,他通过对

列车晚点传播理论的研究,引入列车运行图缓冲时间概念,提出以建立列车运行弹性工作机制为原理,适应编制柔性列车运行图需要的铁路区间通过能力计算方法,从理论和工程应用上解决了长期以来只注重发挥铁路运输设备潜能,弱化运输质量的问题,优化协调了运输质量和运输能力之间的关系。本书正是他在上述理论研究和工程应用成果基础上撰写而成的,是我国铁路第一部高水平的列车运行图编制理论方面的论著,是一本既有理论创新,又紧密结合工作实际的好书。我希望本书的出版将进一步推进我国“铁路列车运行组织工程技术”领域里的理论研究和工程应用。



2013年1月

前言

铁路列车运行图(以下简称列车运行图)是用以表示列车在铁路区间运行及在车站到发或通过时刻的技术文件,它规定各次列车占用区间的程序,列车在每个车站的到达和出发(或通过)时刻,列车在区间的运行时间,列车在车站的停站时间以及机车交路、列车重量和长度等,是全路组织列车运行的基础。

列车运行图一方面是铁路运输企业实现列车安全、正点运行和经济有效地组织铁路运输工作的列车运行生产计划,另一方面它又是铁路运输企业向社会提供运输供应能力和承诺运输服务质量的一种有效形式,是铁路运输生产联结厂矿企业生产和社会生活的纽带。

列车运行图的编制质量,对于提高铁路运输效率,保证行车安全,改善铁路技术设备运用,加速机车车辆周转和旅客、货物送达,适应运输市场需要都有重要的意义。此外,列车运行图又是铁路运输工程科学最重要的组成部分,是当前各国铁路运输工程学科研究发展的重心。因此,列车运行图编制理论的发展不仅在铁路运输实际工作中发挥着极其重要的作用,而且也有重要的学科发展的理论意义。

列车运行图作为铁路运输工程中的核心技术和最主要的经营决策系统,涉及千百万旅客和货主的利益。由于中国铁路客货运输工程的复杂程度和运输强度都居世界第一,因此运用计算机编制中国铁路列车运行图难度很高。作者根据列车运行图应面向路网系统的技术特征,创造性地提出了网状线路列车运行图编制理论,解决了计算机编图中的重大理论问题,实现了路网列车运行图编制的智能化,以此理论为基础,主持原铁道部项目“网状线路列车运行图编制系统的研究”,成功开发了我国铁路路网结构最复杂、运输工作量最大、客货列车运行关系最难处理的北京铁路局计算机编图系统以及哈尔滨、沈阳、南昌、昆明铁路局计算机编图系统,在实际工作中应用取得了很好的社会和经济效益;在铁路列车运行组织工程技术研究中,作者首次提出规划型和组织型列车运行组织工程技术的理论概念,建立了以调度指挥为核心的组织型列车运行组织工程技术和以列车运行图为依据,组织“按图行车”为核心的规划型列车运行组织工程技术理论体系,撰写出版了理论专著《列车运行组织及通过能力理论》,揭示了由计划经济向市场经济转变过程中,铁路列车运行组织工程技术由组织型向规划型发展的必然规律;在作者主持完成的原铁道部项目“铁路区间通过能力计算方法研究”中,通过对列车晚点传播理论的研究,引入列车运行图缓冲时间概念,提出以保证列车工作质量要

求为依据、以建立列车运行弹性工作机制为原理的铁路区间通过能力工程计算方法,从理论上解决了长期以来只注重发挥铁路运输设备潜能,弱化运输质量的问题,优化了运输质量和运输能力之间的协调关系。

近年来,作者有机会承担“高速铁路网旅客列车运行组织相关技术的研究”、“高速铁路通过能力计算理论和方法的研究”等铁道部科技发展项目的研究工作,取得了一定的研究成果。在研究中,通过列车在中间站停车办理作业对区段区间占用的研究,提出了列车运行图平均最小列车间隔时间的理论概念,给出了实用的计算方法;在旅客列车开行方案编制方法的研究中,众多专家学者提出了有理论意义的,基于一定优化目标的数学模型,但由于计算参数难以支持,而失去了实用价值。我们在“旅客列车运行路线网规划”理论模型研究的基础上,提出了以最大限度提高旅客列车旅行速度、压缩旅客在途旅行时间为目标,基于网络的、有实用价值的旅客列车开行方案分计算法;我国高速铁路中间站多设置在地级市及国家旅游胜地所在地,始发、终到客流量大,且跨区段客流比重也大,每个中间站都要求有一定数量的旅客列车在中间站停车办理旅客上、下车作业。列车在中间站办理作业对列车占用区段时间带来很大的影响,成为制约高速铁路通过能力的关键因素。因此,优化旅客列车在中间站停车方案和基于一定停车方案条件下的列车运行组织方法,就成为高速铁路列车运行组织的一个难题。为此,我们研究提出了以方便区段管内旅客乘车出行和组织无换乘输送,压缩旅客在途旅行时间为目标的,编制旅客列车在中间站停车方案客流组合法和分析计算法。

本书是作者在总结 50 多年来从事“铁路列车运行组织工程技术”领域的科学研究和教学工作,特别是上述理论研究成果和工程实践基础上完成的,是对 2007 年出版的《列车运行图编制理论》一书的补充和完善。作者希望本书的出版有助于我国铁路列车运行图编制理论的发展和工程实践技术水平的进一步提高。

本书可供铁路运输专业教师、本专科学生和从事铁路列车运行工作的工程技术人员、管理人员和科研人员参考。

感谢全国人大财经委员会主任、原铁道部部长、中国工程院院士傅志寰教授在百忙中为本书作序。

在整理本书文稿过程中得到了武旭、赵宏、贾传峻、张晨、郑攀、宋亚萍、龙昭、王世伟、郎爽、郭晓青、侯依梦、吴慧敏、程家兴的帮助,在此对他们表示谢意。

限于作者的理论和业务水平,书中可能有不妥之处,衷心期望读者给予批评指正。

作 者

2013 年 7 月于北京交通大学

目 录

第一篇 铁路列车运行图概述

第一章 列车运行图及铁路列车运行组织工程技术	2
第一节 列车运行图及其分类	2
第二节 铁路列车运行组织工程技术	11
第二章 列车运行图组成要素	14
第一节 列车运行图要素概述	14
第二节 车站间隔时间	18
第三节 追踪列车间隔时间	29
第四节 线路及接触网维修“天窗”时间	37

第二篇 铁路列车运行图结构参数分析

第三章 列车运行图结构	42
第一节 列车运行图结构单元特征	42
第二节 列车运行间隔时间的概率分布	47
第三节 列车对区段的占用	49
第四章 运行列车组平均最小列车间隔时间	61
第一节 双线区段运行列车组最小列车间隔时间	61
第二节 单线区段运行列车组最小列车间隔时间	62
第三节 运行列车组平均最小列车间隔时间	65
第五章 列车运行图平均最小列车间隔时间	67
第一节 列车运行图平均最小列车间隔时间概述	67
第二节 高速铁路客流区段 $\Delta t_{\text{占}}$ 的分析计算	67
第三节 双线铁路区段 $\Delta t_{\text{占}}$ 的分析计算	95
第四节 单线铁路区段 $\Delta t_{\text{占}}$ 的分析计算	107
第六章 列车运行图缓冲时间	129
第一节 列车进入晚点及缓冲时间的分布函数	129
第二节 两相邻列车间的晚点传播	131

第三节	平均列车后效晚点时间·····	135
第四节	列车后效晚点时间总值·····	140
第五节	按列车后效晚点时间测定的必要列车运行图缓冲时间·····	144
第六节	按限定货物列车被越行次数测定的必要列车运行图缓冲时间·····	150
第七节	在单线区间按组织会车需要测定的必要列车运行图缓冲时间·····	153
第七章	列车旅行速度·····	156
第一节	列车速度指标及其相关参数·····	156
第二节	列车旅行速度的分析计算·····	158
第三节	旅客列车追踪铺画对货物列车旅行速度系数影响的分析计算·····	162

第三篇 铁路通过能力计算方法

第八章	铁路区间通过能力·····	164
第一节	铁路运输能力概述·····	164
第二节	以非平行运行图扣除系数计算铁路区间通过能力的方法·····	165
第三节	以非平行运行图平均最小列车间隔时间计算铁路区间通过能力的方法·····	181
第四节	铁路区间通过能力利用状态分析·····	207
第五节	双线铁路区段必要站间距离与通过能力关系分析·····	214
第九章	编组站设备能力·····	217
第一节	编组站设备能力概述·····	217
第二节	驼峰设备改编能力·····	219
第三节	到达场接车能力对编组站通过能力影响的分析计算·····	220
第四节	调车场容车能力对编组站通过能力影响的分析计算·····	221
第五节	出发场接车能力对编组站通过能力影响的分析计算·····	223
第六节	牵出线改编能力·····	224
第七节	双峰编组站和双推双溜驼峰编组站通过能力·····	225
第八节	计算案例·····	226

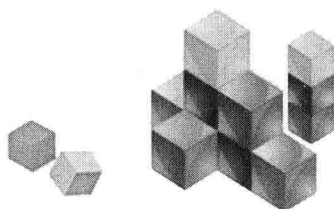
第四篇 铁路列车开行方案及列车运行图编制

第十章	旅客列车开行方案·····	236
第一节	旅客列车开行方案编制·····	236
第二节	高速铁路旅客列车中间站停车方案·····	268
第三节	旅客列车车底需要数和车底周转图·····	284
第四节	列车乘务组需要数·····	287
第十一章	区段管内工作·····	289
第一节	区段管内工作及其工作量·····	289

第二节 区段管内货物列车的铺画方案·····	291
第十二章 机车和动车组运用工作组织·····	297
第一节 机车运用工作组织·····	297
第二节 动车组运用工作组织·····	300
第十三章 列车运行图的编制和实行·····	304
第一节 列车运行图编制工作制度·····	304
第二节 旅客列车运行图的编制方法·····	307
第三节 货物列车运行图的编制方法·····	312
第四节 分号列车运行图的编制·····	319
第五节 电力牵引区段列车运行图的编制·····	323
第六节 列车运行图指标和实行新图前的准备工作·····	325
第十四章 列车运行图编制的现代化·····	328
第一节 我国铁路计算机编制列车运行图研究概况·····	328
第二节 计算机编制列车运行图的基本原理·····	328
第三节 计算机编制网状线路列车运行图的方法·····	331
参考文献·····	338

第一篇

铁路列车运行图概述



第一章

列车运行图及铁路列车运行组织工程技术

第一节 列车运行图及其分类

一、列车运行图的意义

铁路在组织旅客和货物运输的生产过程中,列车运行是一个很复杂的环节,它要利用多种铁路技术设备,要求各个部门、各工种、各项作业之间互相协调配合,才能保证行车安全和提高运输效率。

列车运行图是用以表示列车在铁路区间运行及在车站到发或通过时刻的技术文件,它规定各次列车占用区间的程序,列车在每个车站的到达和出发(或通过)时刻,列车在区间的运行时间,列车在车站的停站时间以及机车交路、列车重量和长度等,是全路组织列车运行的基础。

列车运行图一方面是铁路运输企业实现列车安全、正点运行和经济有效地组织铁路运输工作的列车运行生产计划,它规定了铁路线路、站场、机车车辆等设备的运用,以及与行车各有关部门的工作,并通过列车运行图把整个铁路网的运输生产活动联系成为一个统一的整体,严格地按照一定的程序有条不紊地进行工作,保证列车按运行图运行,它是铁路运输生产的一个综合性计划;另一方面它又是铁路运输企业向社会提供运输供应能力和承诺运输服务质量的一种有效形式。从这个意义上讲,供社会使用的铁路旅客列车时刻表及“五定”货运班列运行计划等,实际上就是铁路运输服务供给能力目录。因此,列车运行图又是铁路组织运输生产和产品供应销售的综合计划,是铁路运输生产联结厂矿企业生产和社会生活的纽带。

铁路通过能力与列车正点运行及列车运行的流水性密切相关。列车运行生产计划即列车运行图的实现有赖于铁路区段通过能力的保证,特别是当列车运行过程发生波动,亦即发生偏离于计划的情况时,只有在有充分通过能力保证的条件下,才能确保运输生产按计划准时进行,列车才有可能重新恢复正点运行。

二、列车运行图的图形表示方法

列车运行图是运用坐标原理对列车运行时间、空间关系的图解表示,因而实际上它是对列车运行时空过程的图解。在列车运行图上,对列车运行时空过程的图解可以有两种不同的形式。其一为以横坐标表示时间,纵坐标表示距离。这时,列车运行图上的水平线表示分界点的中心线,水平线间的间距表示分界点间的距离;垂直线表示时间。其二为以横坐标表示距离,纵坐标表示时间。这时,列车运行图上的水平线表示时间;垂直线表示分界点中心线,垂直线间的间距表示分界点间的距离。目前我国铁路列车运行图采用第一种图形表示形式。

为了适应使用上的不同需要,列车运行图按时间划分方法的不同,可有如下三种格式:

1. 一分格列车运行图和二分格列车运行图

如图 1-1-1 所示,它的横轴分别以 1 min 和 2 min 为单位用细竖线加以划分,10 min 格和小时格用较粗的竖线表示。一分格图和二分格图主要在编制新列车运行图时使用。

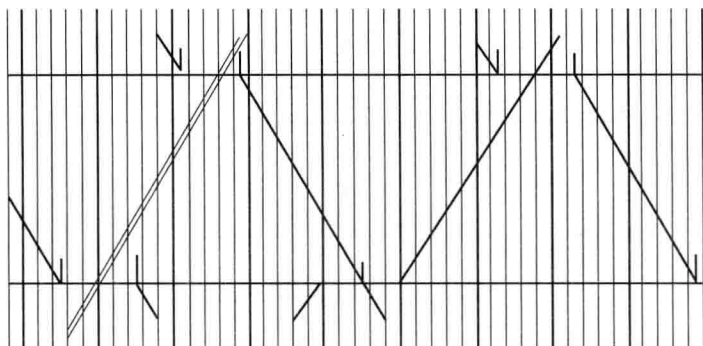


图 1-1-1 二分格列车运行图

2. 十分格列车运行图

如图 1-1-2 所示,它的横轴以 10 min 为单位用细竖线加以划分,半小时格用虚线表示,小时格用较粗的竖线表示。十分格图主要供列车调度员在日常调度指挥工作中编制列车运行调度调整计划和绘制实绩运行图时使用。

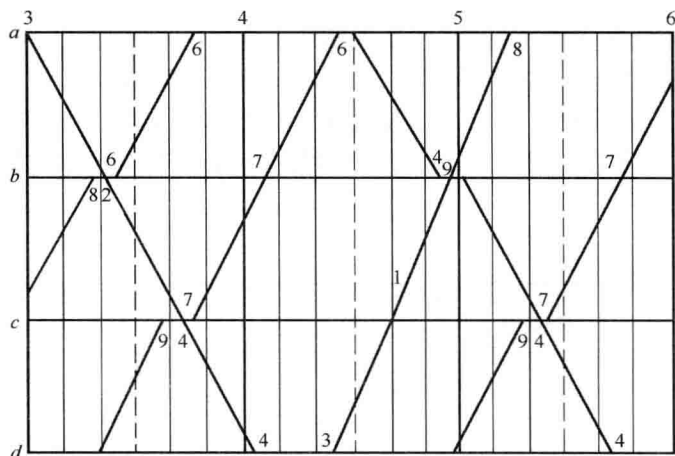


图 1-1-2 十分格列车运行图

3. 小时格列车运行图

如图 1-1-3 所示,它的横轴以 1 h 为单位用竖线加以划分。小时格图主要在编制旅客列车方案图和机车周转图时使用。

在列车运行图上,以横线表示车站中心线的位置,可有如下两种确定方法:

(1)按区间实际里程的比率确定,即按整个区段内各车站间实际里程的比例来确定横线位

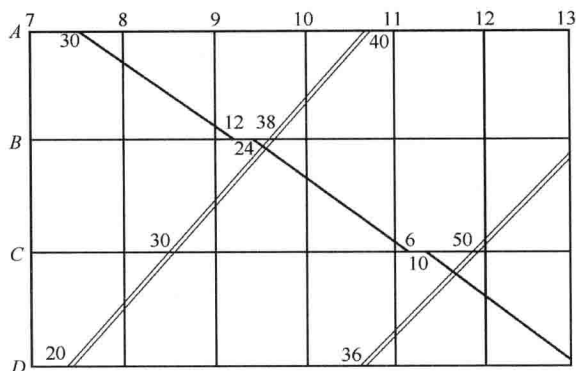


图 1-1-3 小时格列车运行图

置。采用这种方法时,列车运行图上的站间距离完全反映实际情况,能明显地表示出站间距离的大小。但由于各区间平面和纵断面各不一样,列车运行速度有所不同,这样列车在整个区段的运行线往往是一条斜折线,既不整齐,也不易发现列车区间运行时分上的差错,所以一般不采用这种方法。

(2)按区间运行时分的比率确定,即按整个区段内各车站间列车运行时分的比例来确定横线位置。采用这种方法时,可以使列车在整个区段的运行线基本上是一条斜直线,既整齐美观,也易于发现列车区间运行时分上的差错,所以一般用这一方法。如图 1-1-4 所示, A—B 段下行方向货物列车运行时分共计为 170 min,采用这一方法确定横线位置时,首先确定技术站 A、B 的位置,然后在代表 A 站的横线上任取一点 A,并以 A 点所对应的时间为原点,在代表 B 站的横线上向右截取相等等于 170 min 的 BF 线段,得 F 点,同时按 Aa、ab、bc、cd 和 dB 区间的列车运行时分,将 BF 线段划分为五个时间段,连接 A、F 两点,得一斜直线。过五个时间段端点作垂直线,在 AF 斜直线上可得交点,过各该交点作水平线,即为代表 a、b、c、d 车站的横线。

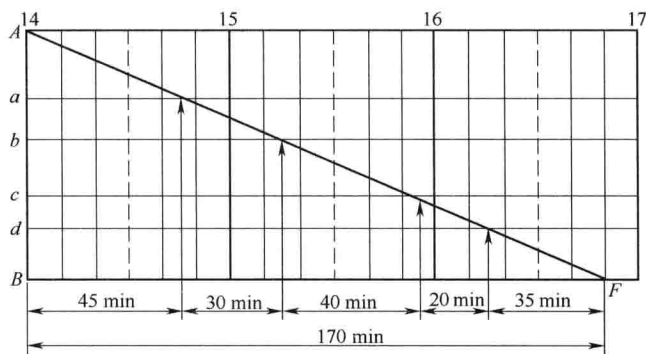


图 1-1-4 按区间运行时分比率确定车站位置示意图

列车运行图上的列车运行线(斜线)与车站中心线(横线)的交点,即为列车到、发或通过车站的时刻。根据列车运行图的格式,到发时刻有不同的表示方法。

(1)小时格、十分格列车运行图,用阿拉伯数字表示。在十分格图上,填写 10 min 以下数值;在小时格运行图上,填写 60 min 以下数值。所有表示时刻的数字,都填写在列车运行线与横线相交的钝角内。列车通过车站的时刻,一般填写在出站一端的钝角内。

(2)二分格列车运行图,单数整分用短竖线填记在两时分线中间,双数整分用短竖线填记在时分线上,15 s 用短竖线及线顶端加一向右上斜 45°短横填记在两整分线之间,30 s 用短竖线及线顶端加一向右短横填记在两整分线之间,45 s 用短竖线及线顶端加一向右下斜 45°短横填记在两整分线之间。

(3)一分格列车运行图,整分用短细竖线填记在时分线上,15 s 用短竖线及线顶端加一向右上斜 45°短横填记在两时分线之间,30 s 用短竖线及线顶端加一短横填记在两时分线之间,45 s 用短竖线及线顶端加一向右下斜 45°短横填记在两时分线之间。

三、列车运行图的分类

按使用范围以及铁路线路的技术设备(如单线、复线)和列车运行速度、上下行方向的列车数量、列车的运行方式等条件,列车运行图可以分为多种不同类型的列车运行图。

1. 按使用范围分类

(1)供铁路内部使用的列车运行图。它是铁路组织运输生产的依据,是实现“按图行车”的技术组织措施,是确保铁路运输产品质量的基础。在我国,通常以图形的列车运行图形式提供使用。

(2)供社会使用的列车运行图。它对铁路来说是铁路运输产品的供销计划,而对社会用户来说,则是旅客安排旅行计划、货主安排货物销售计划的依据。目前我国,有旅客列车时刻表和“五定”班列时刻表两种列车运行图供社会使用。旅客列车时间表和班列时刻表应在新运行图实行之前向社会公布。

2. 按照区间正线数分类

(1)单线列车运行图。在单线区段,上下行方向列车都在同一正线上运行,因此,两个方向列车必须在车站上进行交会,如图 1-1-5 所示。

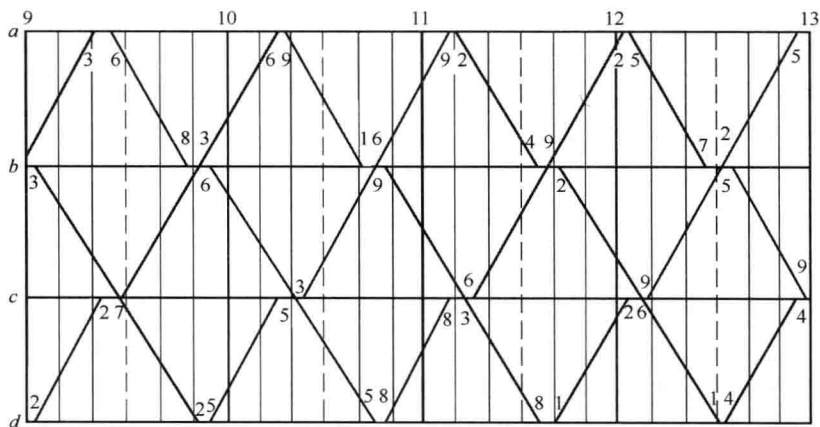


图 1-1-5 单线成对平行列车运行图

(3)单双线列车运行图。在有部分双线的区段,单线区间和双线区间各按单线列车运行图和双线列车运行图的特点铺画运行图,如图 1-1-7 所示。

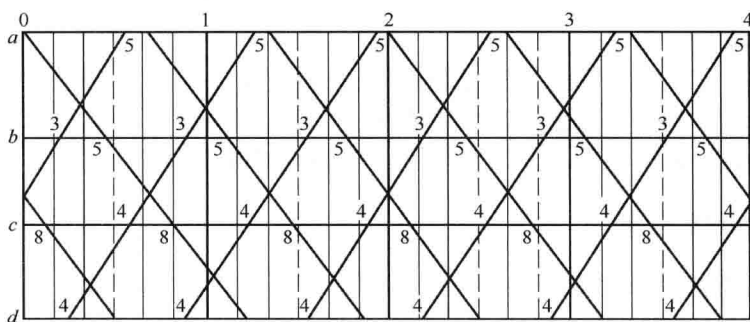


图 1-1-6 双线成对平行列车运行图

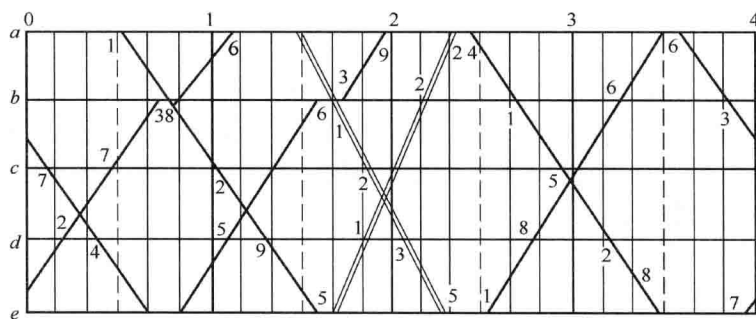


图 1-1-7 单双线列车运行图

3. 按照列车运行速度分类

(1)平行列车运行图。在同一区间内,同一方向列车的运行速度相同,且列车在区间两端站的到、发或通过的方式也相同,因而列车运行线相互平行,如图 1-1-5 和图 1-1-6 所示。

(2)非平行列车运行图。在列车运行图上铺画有各种不同速度的列车,且列车在区间两端站的到、发或通过的运行方式不同,因而列车运行线不相平行,如图 1-1-8 所示。

4. 按照上下行方向列车数分类

(1)成对列车运行图。这是上下行方向列车数相等的列车运行图,如图 1-1-5 和图 1-1-6 所示。

(2)不成对列车运行图。这是上下行方向列车数不相等的列车运行图,如图 1-1-9 所示。

5. 按照同方向列车运行方式分类

(1)连发列车运行图。在这种列车运行图上,同方向列车的运行以站间区间为间隔。单线区段采取这种列车运行图时,在连发的一组列车之间不能铺画对向列车,如图 1-1-9 所示。

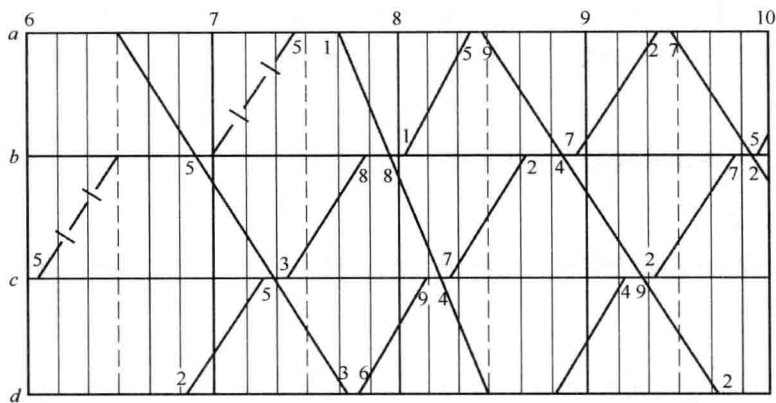


图 1-1-8 单线非平行列车运行图

(2)追踪列车运行图。在这种列车运行图上,同方向列车的运行以闭塞分区为间隔,在装有自动闭塞的单线或双线区段上采用,如图 1-1-10 所示。

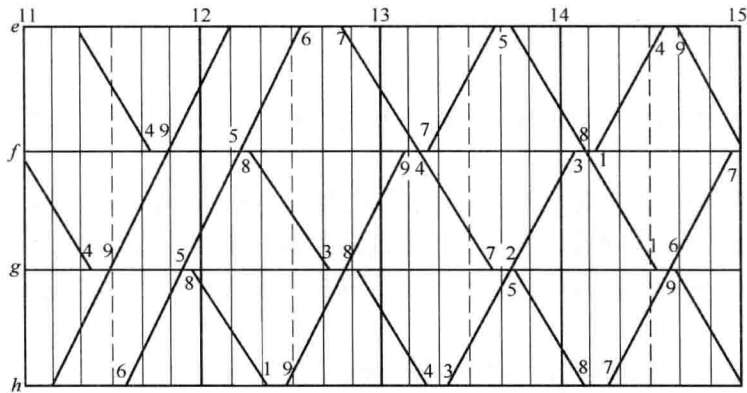


图 1-1-9 单线不成对列车运行图

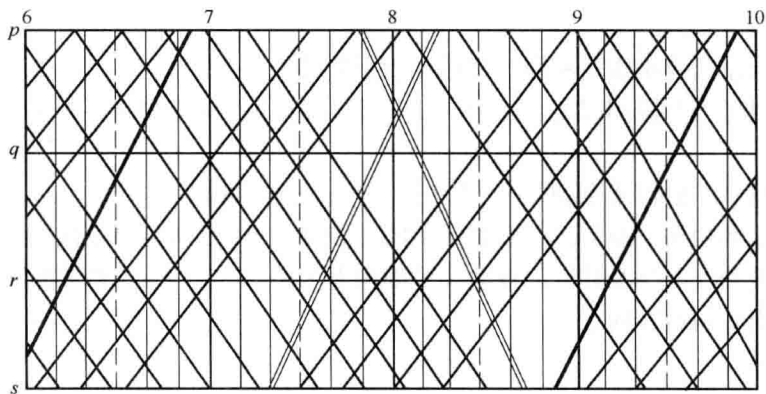


图 1-1-10 双线追踪非平行列车运行图