



高等学校交通运输专业规划教材

GAODENG XUOXIAO JIAOTONG YUNSHU ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI

# 铁路通过能力 计算方法

TIELU TONGGUO NENGLI  
JISUAN FANGFA

闫海峰 鲁工圆 薛锋 ● 编



西南交通大学出版社

## 内容简介

本书是根据新教学大纲和教学改革的实践,为适应我国铁路运输发展的需要,充分反映近年来铁路通过能力计算方法新理论和研究成果而编写的。本书主要内容包括区间通过能力计算、车站通过能力计算、编组站改编能力计算、铁路运输能力加强、车站能力查定方法。书中内容紧密联系现场生产实践,能为铁路运输生产提供指导。

本书可作为高等学校交通运输专业教材,也可以作为站场人员培训的教学辅助用书。

---

### 图书在版编目(CIP)数据

铁路通过能力计算方法 / 闫海峰, 鲁工圆, 薛锋编  
—成都: 西南交通大学出版社, 2019.1  
ISBN 978-7-5643-6563-9

I. ①铁… II. ①闫… ②鲁… ③薛… III. ①铁路—  
交通通过能力—计算方法 IV. ①U292.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 243611 号

---

### 铁路通过能力计算方法

闫海峰 鲁工圆 薛 锋 / 编

责任编辑 / 周 杨

助理编辑 / 何明飞

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

(四川省成都市二环北路一段 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 12 字数 320 千

版次 2019 年 1 月第 1 版 印次 2019 年 1 月第 1 次

书号 ISBN 978-7-5643-6563-9

定价 39.80 元

课件咨询电话: 028-87600533

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

# 前 言

铁路最显著的特点是载运质量大、运行成本低、能源消耗少，在大宗、大流量的中长及以上距离的客货运输方面具有绝对优势，而且在大流量、高密度的城际中短途旅客运输中具有很强的竞争优势，是最适合中国经济地理特征和人们收入水平的区域骨干运输方式。

截至 2015 年年底，全国铁路营运里程 12 万千米，仅次于美国；高速铁路里程 1.9 万千米，超过世界其他国家里程之和。总体来看，我国铁路得到了快速的发展。作为限制性运输行业，我国铁路运输能力问题一直备受关注。随着我国铁路技术水平和运输组织水平的不断提高，铁路运输能力出现了诸如图定列车数大于理论计算值的不合理现象，对传统的运输能力计算理论和方法提出了挑战。

本书涵盖了铁路通过能力计算的基本理论和方法，主要从区间、车站通过能力、编组站改编能力几个方面进行了阐述，同时还对铁路扩能技术和车站能力的查定方法进行了系统的介绍。

本书编写分工如下：闫海峰（第一章，第二章第一节、第二节、第三节、第四节，第五章），鲁工圆（第二章第五节，第三章，第四章），薛锋（第六章）。在全书的形成和文字整理过程中，王明起、文豪、李佳洁也做了大量的工作。

在本书的编写过程中，马驹副教授、朱志国副教授对本书的编写提出了宝贵的意见，另外编者参考引用了国内外专家学者的一些专著、教材和研究成果，在此一并表示衷心的感谢。

由于本书涵盖内容较多，编写时间短，以及编者业务水平的限制，在全书内容组织和文献材料的取舍方面，难免存在不当和疏漏之处，热忱欢迎国内外同行专家及各位读者批评指正。

编 者

2018 年 7 月 9 日

# 目 录

第一章 绪 论	1
第一节 铁路通过能力概述	1
第二节 列车运行图时间要素	2
第三节 列车运行图结构分析及晚点理论	13
第二章 区间通过能力计算	22
第一节 平行运行图通过能力	22
第二节 非平行运行图通过能力	32
第三节 平均最小列车间隔时间计算法	38
第四节 客运专线区间通过能力	46
第五节 能力利用率法计算铁路线路通过能力	51
第三章 车站通过能力计算	66
第一节 概 述	66
第二节 咽喉通过能力计算	68
第三节 到发线通过能力计算	84
第四节 最终通过能力计算	105
第四章 编组站改编能力计算	107
第一节 车站改编能力的基本概念	107
第二节 驼峰解体能力	108
第三节 尾部牵出线编组能力	121
第四节 铁路车站解编能力综合计算	125

第五章 铁路运输能力加强	131
第一节 概 述	131
第二节 提高列车质量	136
第三节 增加行车密度	150
第四节 提高行车速度	164
第五节 通过能力的综合加强	167
第六节 通过能力加强方案的选择	169
第六章 车站能力查定方法	173
第一节 车站能力查定工作	173
第二节 传统的车站能力查定方法	175
第三节 基于计算机联锁系统的车站能力查定方法	176
第四节 基于多源信息数据获取的车站能力查定方法	181
参考文献	185

# 第一章 绪 论

## 第一节 铁路通过能力概述

铁路为完成国家运输计划，充分满足国民经济发展和国防建设的需要，应具备一定的运输能力。运输能力是通过能力和输送能力的总称。铁路运输能力的大小，主要取决于以下因素：运输能力是通过能力和输送能力的总称。

(1) 固定设备，如线路、站场、信号、供电设备等；

(2) 移动设备，如机车、车辆等；

(3) 技术设备运用和行车组织方法；

(4) 行车人员（机车及列车乘务人员，车站办理行车工作的有关人员）的数量及业务素质、技术水平等。

除此之外，铁路运输能力的大小还与能源供应、运输要求特征等因素有关。

在采用一定类型的机车车辆和一定的行车组织方法条件下，铁路区段的各种固定设备在单位时间内（通常指一昼夜）所能通过的标准列车的最大列数或对数称为通过能力。通过能力在一定程度上取决于广大铁路职工的协同动作和对铁路固定设备、机车车辆的合理运用。因此，通过能力并不是一成不变的，它会随着技术设备和行车组织方法的改善而提高。计算铁路通过能力的目的就在于能够胸中有数地安排运输生产，保证铁路运输适应国民经济不断发展和人民生活不断提高的需要。

铁路输送能力是指该铁路线在一定的固定设备、一定的机车车辆类型和一定的行车组织方法的条件下，根据现有的移动设备数量和人员配备情况，在单位时间内（通常指一年）能够通过的最大货物吨数或旅客人数。

通过能力和输送能力两个概念相互之间既有区别，又有联系。通过能力着重从固定设备方面指明该铁路区段可以通过的列车数量，没有考虑移动设备和人员配备等情况。输送能力着重从移动设备和人员配备情况方面指明该铁路线能够通过的货物吨数或旅客人数，它以铁路通过能力为依托并受其限制。通过能力具有地区固定性，不能调拨，其发展一般呈阶跃式；而决定输送能力的机车车辆和人员配备是可以分散流动的，其数量的增长一般是渐进式的。

铁路运输能力也就是铁路的生产能力。它既体现了生产资料如线路、桥隧、站场、通信信号、机车车辆等各项技术设备，同时也体现了劳动者即铁路职工，在实现运输生产过程中的作用。特别是铁路职工的积极性、技术水平，以及所采用的行车组织方法等，对于铁路运输能力也有着很大的影响。在同样技术装备的铁路线路上，由于所采用的行车组织方法不同，工作组织水平不同，职工的技术水平和组织性、纪律性不同，其运输能力可能差别较大。

本书着重介绍铁路通过能力的计算方法，通过能力一般按铁路区段或枢纽确定。决定铁路区段通过能力的固定技术设备主要有：

(1) 区间。其通过能力决定于正线数目、区间长度、线路平纵断面、线路上部建筑和桥隧建筑物的类型以及信号、联锁、闭塞设备的种类等。

(2) 车站。其能力决定于到发线数量，咽喉区布置，信号、联锁、闭塞设备的种类，以及驼峰和牵出线的类型、数量与技术装备等。

(3) 机务段设备和整备设备。其通过能力决定于内燃或电力机车的定期检修台位、机车整备和换向设备、机务段内的走行线设置等。

(4) 电气化铁道的供电设备。其通过能力主要决定于牵引变电所的容量和配置，接触网、输电线的供电能力。

在铁路区段的各种固定设备中，通过能力最薄弱的设备的能力，即为该区段的最终通过能力。因此，各种固定设备的通过能力应力求相互协调、综合发展，使之发挥最大效能。

通过能力的计算应以所有技术设备的充分利用为出发点，必要时进行综合调整，使各项技术设备的能力达到最佳匹配，同时也要考虑设备日常保养维修所需时间及其工作的可靠性等因素。考虑到铁路专业的划分，本书只对区间和车站这两种固定设备通过能力的计算方法进行介绍，而不涉及机务设备和供电设备。

在铁路实际工作中，通常把通过能力区分为三个不同的概念，即现有通过能力、需要通过能力和设计通过能力。

① 在现有技术设备和现行的行车组织方法条件下，铁路各种固定设备可能达到的通过能力，称为现有通过能力。

② 为了适应一定时期国民经济发展和人民生活在客货运输上的需要，铁路各种固定设备所应具有的通过能力称为需要通过能力。

③ 预计铁路固定设备修建后或现有设备技术改造后所能实现的通过能力称为设计通过能力。

计算需要通过能力和设计通过能力时应考虑留有必要的后备。通过能力后备应根据设计规范有关规定和技术经济论证，就某项具体设备或整个铁路线确定。

各国铁路对通过能力的计算方法都非常重视，为了更好地适应我国铁路发展的需要，研究如何正确计算与使用通过能力和选择加强铁路通过能力与输送能力的最佳方案，具有重要的现实意义。

## 第二节 列车运行图时间要素

列车运行图虽有各种不同的类型，但它总是由一些基本的时间要素所组成的，包括列车区间运行时分和起停车附加时分；列车在中间站的停站时间；列车在技术站、客运站和货运站的技术作业过程及其主要作业时间标准；车站间隔时间；追踪列车间隔时间；维修“天窗”时间等。

## 一、列车区间运行时分及其停车附加时分

列车区间运行时分是指列车在两相邻车站或线路所之间的运行时间标准，它由机务部门采用牵引计算和实际试验相结合的方法进行查定。

列车区间运行时分按车站中心线或线路所通过信号机之间的距离计算。当到发场中心线与车站中心线不一致时，按到发场中心线计算（见图 1-1）。

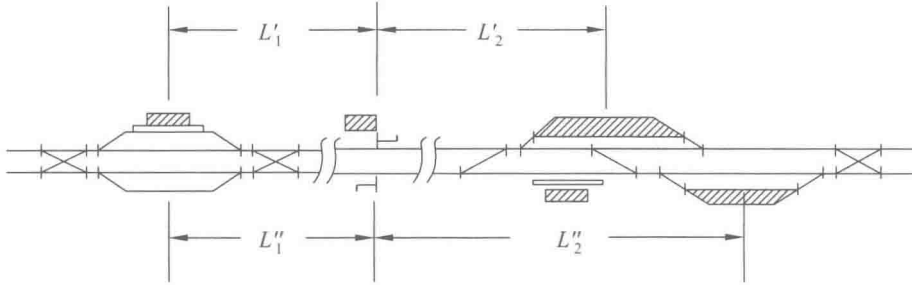


图 1-1 计算车站或线路所间列车运行时分距离图

由于旅客列车和货物列车的运行速度各不相同，上下行方向的线路平面、纵断面条件和列车质量也不相同，所以列车区间运行时分应按各种列车和上下行方向分别查定。此外，列车区间运行时分还应根据列车在每一区间两个车站上不停车通过和停车两种情况分别查定。列车不停车通过两个相邻车站所需的区间运行时分称为纯运行时分。列车到站停车的停车附加时分和停站后出发的起动附加时分，应根据机车类型、列车质量以及进出站线路平面、纵断面条件查定。

## 二、列车在中间站的停站时间

列车在中间站的停站时间由下列原因产生：

- (1) 必要的技术作业，如摘挂机车、试风和列车技术检查、机车乘务组换班等；
- (2) 客货作业，如旅客乘降，行李、包裹、邮件的装卸，车辆摘挂，货物的装卸等；
- (3) 列车在中间站的交会和越行。

摘挂机车作业在采用补机地段的起点站和终点站上进行。列车在中间站的技术检查和试风，一般在长大下坡道之前的车站上进行。当牵引区段较长或机车乘务组的连续工作时间超过规定标准时，也可能要采用中途换班的方式。

客货作业停站时间应根据各种列车的不同需要分别规定。对旅客列车规定旅客乘降、行李包裹和邮件的装卸所需要的停站时间；对摘挂列车规定摘挂车辆、取送车及不摘车装卸作业所需要的停站时间。

列车在中间站进行技术作业和客货作业的时间标准，由每一车站用分析计算和实际查标相结合的方法分别确定。列车在中间站的各项作业应尽可能平行进行。在满足实际需要的条件下，应最大限度地缩短列车停站时间，提高列车的旅行速度。

### 三、车站间隔时间

车站间隔时间是指在车站上办理两列车的到达、出发或通过作业所需要的最小间隔时间。在查定车站间隔时间时，应遵守有关规章的规定及车站技术作业时间标准，保证行车安全和最有效地利用区间通过能力。

常用的车站间隔时间包括不同时到达间隔时间、会车间隔时间、同方向列车连发间隔时间、同方向列车不同时发到间隔时间和不同时到发间隔时间等几种，其值大小与车站信号、道岔操纵方法，车站邻接区间的行车闭塞方法，以及车站类型、接近车站线路的平、纵断面情况，机车类型，列车质量和长度等因素有关。

#### 1. 不同时到达间隔时间 ( $\tau_{不}$ )

在单线区段，来自相对方向的两列车在车站交会时，从某一方向列车到达车站时起，至相对方向列车到达或通过该站时止的最小间隔时间，称为不同时到达间隔时间，如图 1-2 所示。为了提高货物列车的旅行速度，除上下行列车在同一车站上都有作业需要停站外，原则上应使交会的两列车中的一列通过车站，因此较常采用的是一列停车、一列通过的不同时到达间隔时间。

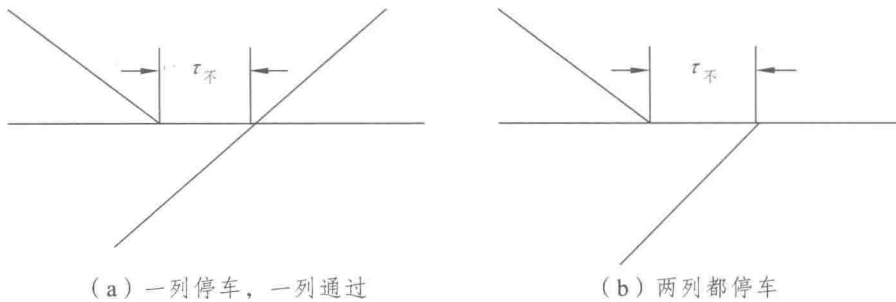


图 1-2 不同时到达间隔时间

凡不能办理相对方向同时接车的车站，由相对方向到站停车的两列车也必须保持必要的不同时到达间隔时间。

不同时到达间隔时间的大小，根据如下条件确定：

(1) 只有当第一列车到达车站，并为对向列车准备好接车进路以后，才能给对向列车开放进站信号；

(2) 进站信号开放时，列车头部在进站信号机外方所处的位置，应等于一个制动距离及司机确认信号显示时间内所通过的距离之和。

因此，不同时到达间隔时间由两个部分组成：第一部分为第一列车到达车站后，车站办理必要作业所需要的时间根据各站信联闭设备条件及其作业内容查定；第二部分为对向列车通过进站距离所需要的时间。由于车站两端的进站信号机位置和列车进站速度不同，因此每一车站必须对上下行列车分别查定其不同时到达间隔时间，一般  $\tau_{不}$  取 3 ~ 6 min。

#### 2. 会车间隔时间 ( $\tau_{会}$ )

在单线区段，自列车到达或通过车站时起，至由该站向同一区间发出另一对向列车时止的最小间隔时间，称为会车间隔时间，如图 1-3 所示。

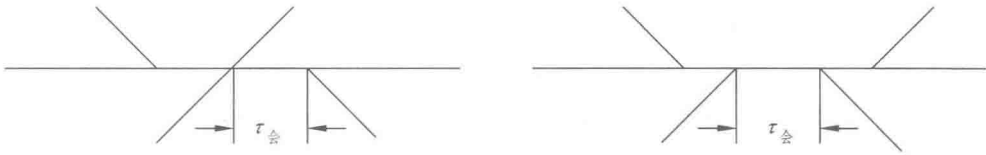


图 1-3 会车间隔时间

会车间隔时间由车站值班员监督列车到达或通过车站后，向同一区间发出另一列车所需办理必要作业的所时间组成，一般  $\tau_{\text{会}}$  取 1~3 min。

### 3. 同方向列车连发间隔时间 ( $\tau_{\text{连}}$ )

在半自动闭塞区段，从列车到达或通过前方邻接车站时起，至由车站向该区间再发出另一同方向列车时止的最小间隔时间，称为同方向列车连发间隔时间。根据列车在前后两站停车或通过的不同情况，连发间隔时间有以下 4 种形式：

- (1) 两列车通过前后两车站，见图 1-4 (a)；
- (2) 第一列车在前方站停车，第二列车在后方站通过，见图 1-4 (b)；
- (3) 第一列车在前方站通过，第二列车在后方站停车，见图 1-4 (c)；
- (4) 两列车在前后两站均停车，见图 1-4 (d)。

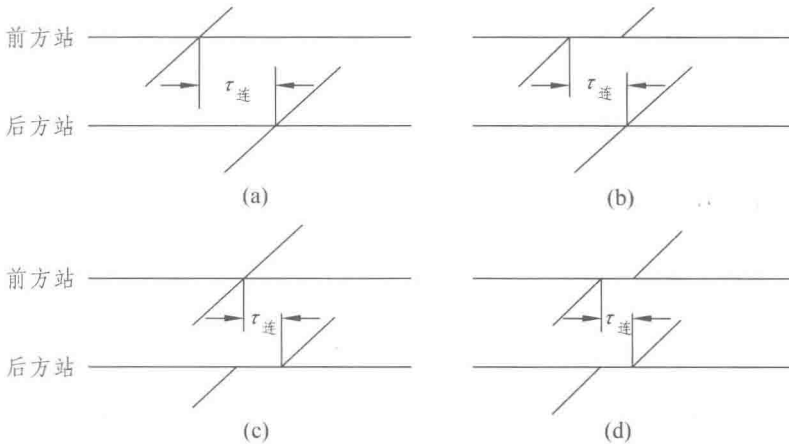


图 1-4 连发间隔时间图

按照连发间隔时间组成因素的不同，可以将上述 4 种形式的连发间隔时间归纳为两种类型。第一种类型为图 1-4 (a) 和 (b) 两种形式，其共同点是列车均在后方站通过。第二种类型为图 1-4 (c) 和 (d) 两种形式，其共同点是列车均在后方站停车。第一种类型连发间隔时间的组成因素及车站办理作业的内容与不同时到达间隔时间基本相同；第二种类型连发间隔时间所包括的作业内容则会车间隔时间基本相同。但必须注意，连发间隔时间发生在前后两个车站上，而不同时到达和会车间隔时间发生在同一个车站上。

说明： $\tau_{\text{连}}$  与  $\tau_{\text{不}}$ ， $\tau_{\text{会}}$  的取值很接近，但含义不同。

- (1)  $\tau_{\text{连}}$  在单线或双线区段均可能出现，而  $\tau_{\text{不}}$ ， $\tau_{\text{会}}$  只可能出现在单线区段；
- (2)  $\tau_{\text{连}}$  涉及相邻的两个车站，而  $\tau_{\text{不}}$ ， $\tau_{\text{会}}$  发生在同一车站；
- (3)  $\tau_{\text{连}}$  考虑的是同向列车，而  $\tau_{\text{不}}$ ， $\tau_{\text{会}}$  考虑的是对向列车。

4. 同方向列车不同时到发间隔时间 ( $\tau_{到发}$ ) 和不同时发到间隔时间 ( $\tau_{发到}$ )

自某方向列车到达车站时起, 至由该站发出另一同方向列车时止的最小间隔时间, 称为同方向列车不同时到发间隔时间。自列车由车站发出时起, 至同方向列车到达车站时止的最小间隔时间, 称为同方向列车不同时发到间隔时间。这两种间隔时间在运行图上的表现形式如图 1-5 所示。



图 1-5 同方向列车不同时到发和不同时发到间隔时间

凡禁止办理同时接发同方向列车的车站, 都必须查定同方向列车不同时到发间隔时间和不同时发到间隔时间。在查定这两种间隔时间时, 必须满足以下两个条件:

(1) 办理同方向列车不同时到发时, 必须在列车全部到达并停在警冲标内方以后, 另一个同方向列车方可从该站出发;

(2) 办理同方向列车不同时发到时, 必须在第一列车全部通过发车进路中的最后出站道岔以及车站办理有关作业之后, 将要进站的另一同方向列车, 应位于该站进站信号机外方的安全位置处。

根据上述条件, 同方向列车不同时到发间隔时间为由车站值班员监督列车到达后, 向同一方向发出另一列车所需办理必要作业的作业时间组成。而同方向列车不同时发到间隔时间, 则由如下三部分组成:

- (1) 出发列车通过出站距离的时间;
- (2) 车站办理必要作业的时间;
- (3) 到达的同方向列车通过进站距离的时间。

5. 相对方向列车不同时通过间隔时间 ( $\tau_{不通}$ )

在一端连接双线区间、另一端连接单线区间的车站 (或线路所) 上, 两个相对方向的列车不同时通过该站 (或线路所) 的最小间隔时间, 称为相对方向列车不同时通过间隔时间。如图 1-6 所示, 相对方向列车不同时通过间隔时间也由车站办理必要作业时间和对向列车通过进站距离的时间两部分组成, 一般取 4~6 min。

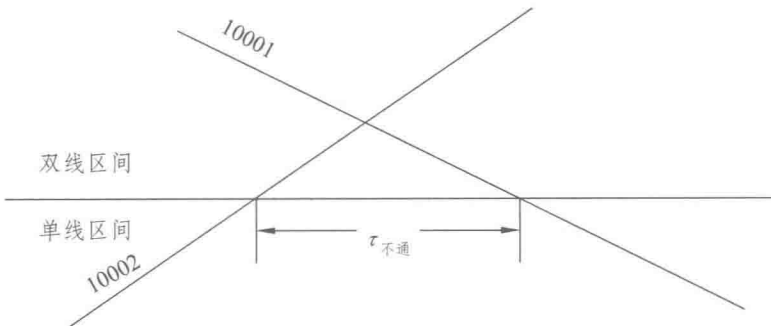


图 1-6 不同时通过间隔时间图

上述各种车站间隔时间的数值大小与列车运行速度和列车长度有关, 因此, 应分别对旅

客列车和货物列车进行查定。

#### 四、追踪列车间隔时间

在自动闭塞区段，一个站间区间内同方向可有两列或两列以上列车，以闭塞分区间隔运行，称为追踪运行。追踪运行列车之间的最小间隔时间，称为追踪列车间隔时间  $I$ ，如图 1-7 所示。追踪列车间隔时间决定于同方向列车间隔距离、列车运行速度及信联闭设备类型。

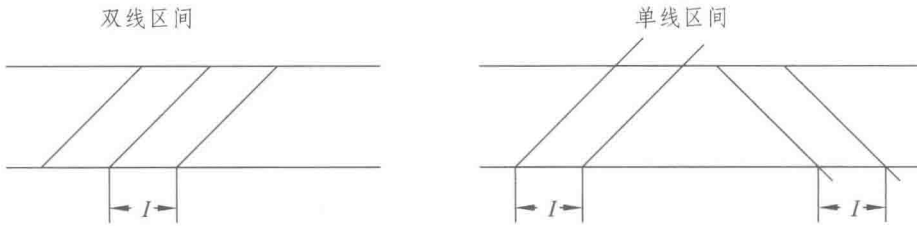


图 1-7 追踪列车间隔时间图

##### 1. 三显示自动闭塞区段追踪列车间隔时间

在使用三显示自动闭塞的区段，追踪列车之间的间隔通常情况下需相隔三个闭塞分区，如图 1-8 所示。这样，可以保证后行列车经常能看到绿灯显示，从而可以使列车保持高速运行。在这种情况下，追踪列车间隔时间  $I_{\text{追}}^{\text{绿}}$  为

$$I_{\text{追}}^{\text{绿}} = 0.06 \frac{l_{\text{列}} + l'_{\text{分区}} + l''_{\text{分区}} + l'''_{\text{分区}}}{v_{\text{运}}} \quad (\text{min}) \quad (1-1)$$

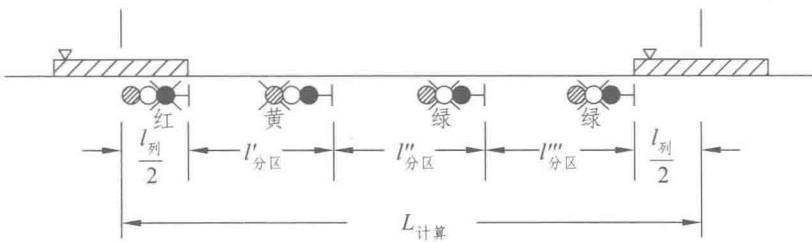


图 1-8 追踪列车向绿灯运行时的间隔距离图

但是，当列车在长大上坡道上运行时，由于运行速度较低，追踪列车间隔时间也可以按照前后列车间隔两个闭塞分区的条件（见图 1-9）来确定。这时，追踪列车间隔时间  $I_{\text{追}}^{\text{黄}}$  为

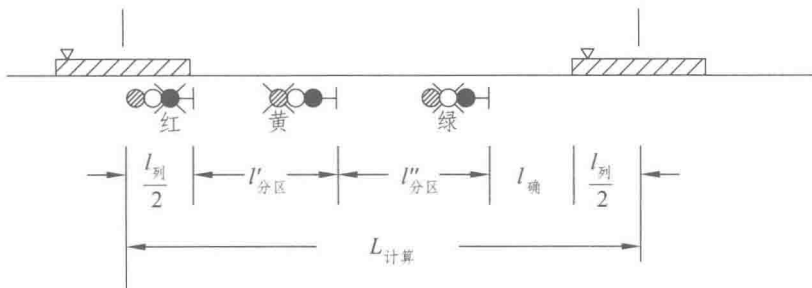


图 1-9 追踪列车向黄灯运行时的间隔距离图

$$I_{\text{追}}^{\text{黄}} = 0.06 \frac{l_{\text{列}} + l'_{\text{分区}} + l''_{\text{分区}}}{v_{\text{运}}} + t_{\text{确}} \quad (\text{min}) \quad (1-2)$$

式中  $t_{\text{确}}$ ——司机确认信号转换显示的时间,  $t_{\text{确}} = l_{\text{确}} / v_{\text{运}}$ , min。

根据列车在区间内追踪运行的上述条件计算出追踪列车间隔时间后, 还应分别按列车到站停车、从车站出发和两列车不停车通过车站的条件进行验算。

按到站停车条件确定追踪列车间隔时间时, 应确保后行的追踪列车不因站内未准备好接车进路而减低速度。为此, 车站准备好进路和开放好进站信号的时刻, 应不迟于第二列车首部接近站外第二通过色灯信号机的时刻 (见图 1-10)。这时, 追踪列车间隔时间  $I_{\text{到}}$  应为

$$I_{\text{到}} = t_{\text{作业}} + 0.06 \frac{l_{\text{进}} + l'_{\text{分区}} + l''_{\text{分区}} + 0.5l_{\text{列}}}{v_{\text{进}}^{\text{平均}}} \quad (\text{min}) \quad (1-3)$$

式中  $t_{\text{作业}}$ ——车站准备进路和开放进站信号的时间,  $t_{\text{作业}} = l_{\text{作业}} / v_{\text{进}}^{\text{平均}}$ , min;

$v_{\text{进}}^{\text{平均}}$ ——列车通过进站计算距离的平均速度, km/h。

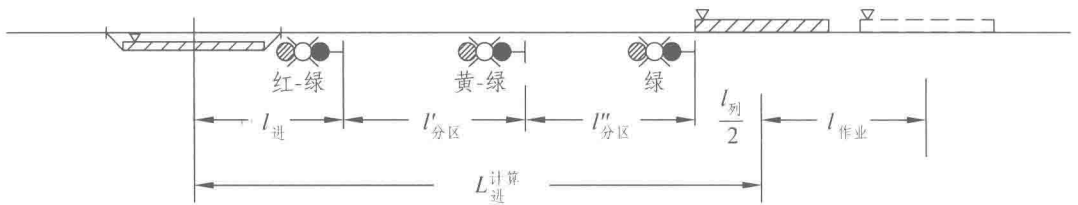


图 1-10 列车到站停车时追踪列车间隔

按列车从车站出发条件确定追踪列车间隔时间时, 应确保后行列车在出站信号机显示绿灯的条件下出发, 如图 1-11 所示。只有在第一列车腾空两个闭塞分区后, 出站信号机才能显示绿灯。因此, 由车站发出追踪列车的间隔时间  $I_{\text{发}}$  应为

$$I_{\text{发}} = t_{\text{作业}} + 0.06 \frac{l_{\text{列}} + l'_{\text{分区}} + l''_{\text{分区}}}{v_{\text{出}}^{\text{平均}}} \quad (\text{min}) \quad (1-4)$$

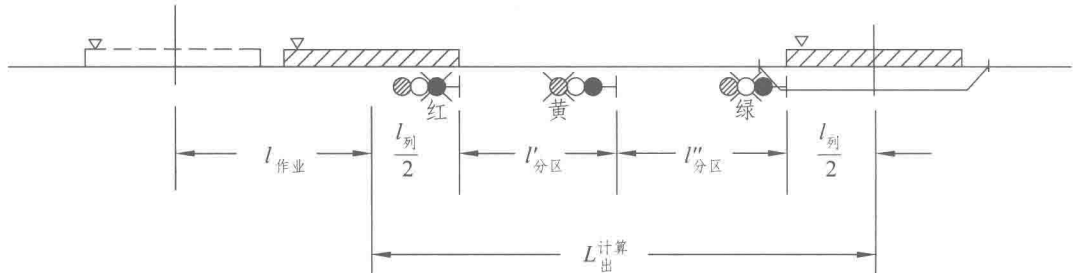


图 1-11 列车从车站出发时追踪列车间隔图

当准许列车凭出站信号机显示黄色灯光发车时, 则追踪列车间隔时间  $I_{\text{发}}$  应为

$$I_{\text{发}} = t_{\text{作业}} + 0.06 \frac{l_{\text{列}} + l'_{\text{分区}}}{v_{\text{出}}^{\text{平均}}} \quad (\text{min}) \quad (1-5)$$

式中  $t_{\text{作业}}$ ——车站开放信号和司机确认信号的时间, min:

$v_{\text{进}}^{\text{平均}}$ ——列车通过出站计算距离的平均速度, km/h。

按前后两列车不停车通过车站条件确定追踪列车间隔时间时, 必须在第一列车通过出站道岔, 并为后行列车开放进站信号后, 后行列车才能处在与第一列车相隔三个闭塞分区(包括车站闭塞分区)距离的位置(见图 1-12)。这时, 追踪列车不停车通过车站的间隔时间  $I_{\text{通}}$  应为

$$I_{\text{通}} = t_{\text{作业}} + 0.06 \frac{l_{\text{站分区}}^{\text{站}} + l'_{\text{分区}} + l''_{\text{分区}} + l_{\text{列}} + l_{\text{岔}}}{v_{\text{通}}^{\text{平均}}} \quad (\text{min}) \quad (1-6)$$

式中  $l_{\text{站分区}}^{\text{站}}$ ——车站闭塞分区长度, m;

$v_{\text{通}}^{\text{平均}}$ ——列车通过车站计算距离的平均速度, km/h;

$l_{\text{岔}}$ ——出站信号机至最外方道岔的距离, m;

$t_{\text{作业}}$ ——为第二列车开放进站信号的时间,  $t_{\text{作业}} = l_{\text{作业}} / v_{\text{通}}^{\text{平均}}$ , min。

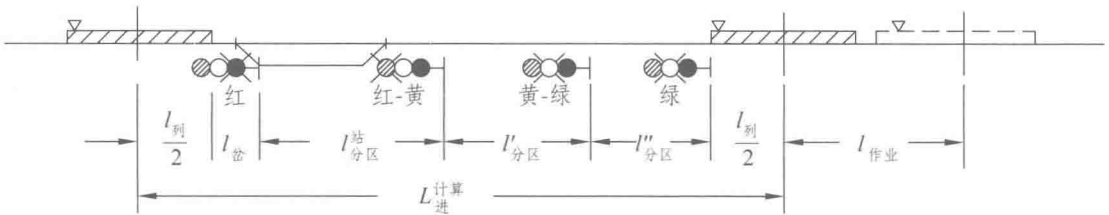


图 1-12 列车不停车通过车站时追踪列车间隔图

追踪列车间隔时间亦可用图解法确定, 即根据牵引计算做出的运转时分曲线, 确定各种计算距离的列车运行时分, 再加上相应的办理作业时分。

在开行组合列车或重载列车的区段, 应根据组合列车与普通货物列车前后位置的不同, 分别确定  $I_{\text{追}}$ ,  $I_{\text{到}}$ ,  $I_{\text{发}}$  和  $I_{\text{通}}$ 。

因为旅客列车和货物列车的运行速度不同, 所以在确定货物列车与旅客列车之间的追踪间隔时间时, 应按到站条件计算, 而确定旅客列车与货物列车的追踪间隔时间时, 则应按从车站出发的条件计算(见图 1-13)。

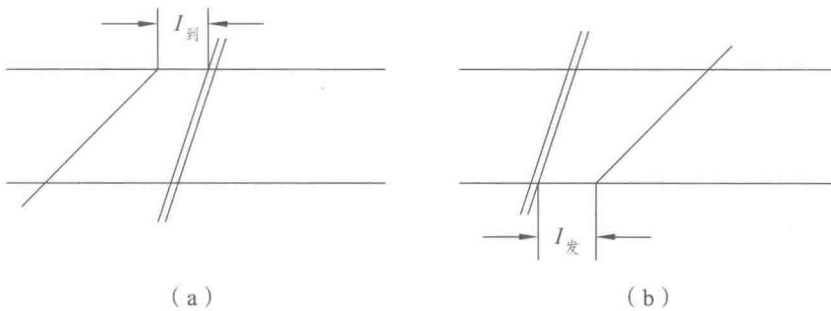


图 1-13 旅客列车和货物列车追踪间隔时间图

对各区间求出普通货物列车之间的上述几种追踪间隔时间之后, 取其中最大的数值作为计算平行运行图通过能力时的追踪间隔时间。

2. 四显示自动闭塞区段追踪列车间隔时间

一般称通过色灯信号机能显示诸如红 (H)、黄 (U)、绿黄 (LU) 和绿 (L) 四种灯光信号的自动闭塞为四显示自动闭塞。

四显示自动闭塞的轨道电路根据前行列车位置, 发出不同的码序, 表示一定的限制速度。当装设有超速防护装置时, 列车超速运行, 将迫使列车发生紧急制动。所以, 四显示信号是具有预告功能的速差式信号。而我国铁路一直采用的三显示自动闭塞, 各种信号显示没有具体速度要求, 对超速没有速度监督作用, 是无明显速度级差的信号。

如图 1-14 所示, 在四显示自动闭塞区间, 列车追踪运行至少应保证有四个闭塞分区的间隔。其中防护区用于保护区间, 要求列车停车; 提醒区用于提醒司机, 列车将进入减速地段。据此, 在四显示自动闭塞条件下, 在区间内运行的追踪列车间隔时间  $I_{\text{追}}$  可按式 (1-7) 计算。



图 1-14 四显示追踪列车间隔图

$$I_{\text{追}} = 0.06 \frac{4l_{\text{分区}} + l_{\text{列}}}{v_{\text{运}}} \quad (1-7)$$

3. 移动闭塞追踪列车间隔时间

移动自动闭塞是在确保行车安全前提下, 以使追踪列车间的间隔达到最小为目标, 以车站控制装置和机车控制装置为中心的一个闭塞控制系统。在这一系统下, 区间内运行的每一列车均与前方站的中心控制装置周期性地保持高可靠度的通信联系; 车站中心控制装置接到列车信息后, 根据列车牵引特性曲线及区间相关参数, 解算出每一追踪列车的允许最大运行速度发送给列车, 而对于接近进站的列车, 则根据调度命令发出该列车进站及进入股道等信号。

采用移动自动闭塞系统可以有效地压缩追踪列车间隔时间, 提高区间通过能力。在移动自动闭塞区间, 追踪列车间隔时间如图 1-15 所示。据此, 在区间内运行的追踪列车间隔时间  $I_{\text{追}}$  可按式 (1-8) 计算。

$$I_{\text{追}} = 0.06 \frac{l_{\text{制}} + l_{\text{列}} + l_{\text{安}}}{v_{\text{运}}} + t_{\text{信}} \quad (\text{min}) \quad (1-8)$$

式中  $l_{\text{制}}$  —— 列车制动距离, m;  
 $l_{\text{安}}$  —— 系统安全防护距离, m;  
 $t_{\text{信}}$  —— 列车动态信息传输时间, min。

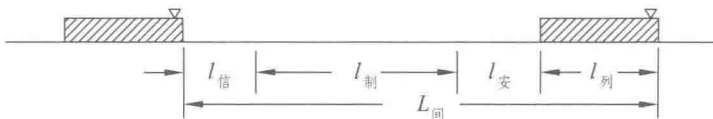


图 1-15 移动自动闭塞追踪间隔图

## 五、维修天窗时间

维修天窗是指为了铁路施工维修的需要，对区间或车站正线规定的一段不放行列车的运行图空隙。维修天窗的开设形式和时间，对铁路通过能力、行车组织方式有很大的影响。

### 1. 天窗的种类

#### (1) 工务维修天窗。

工务维修主要是对轨道、路基、桥隧等设施设备的维护和检修，主要分为日常维修、中修、大修三种类型。一般采用大型机械进行施工作业，所需天窗时间比较长。

#### (2) 电务维修天窗。

电务维修主要是对信号设备的维护和检修，主要分为日常维修、中修、大修三种类型。其中日常维修工作量较大也较为简单，而且只有少部分的作业需要开设天窗，一般与其他线路维修作业同时进行，以减少对线路运营的影响。此类天窗一般在日常运营中灵活安排。

#### (3) 接触网维修天窗。

电气化铁路要对接触供电设备进行检查维修，以保证列车运行的安全顺利。接触网的定期检修分为维修和大修两个修程，以周期修、状态修为主。此种天窗开设距离比较大，时间比较固定，应在方案运行图中预留。

### 2. 天窗的开设形式

天窗的开设形式主要有垂直矩形和 V 形两种基本形式，都有较广泛的应用。

#### (1) 垂直矩形天窗。

如图 1-16 所示，在整个区段同时为上下行线安排运行图空白，确保上下行线同时封锁进行维修。其优点是维修时不受列车影响，维修作业效率和安全度相对较高。缺点主要是对列车运行有一定影响，尤其是旅客列车运行线的铺画受到一定限制。

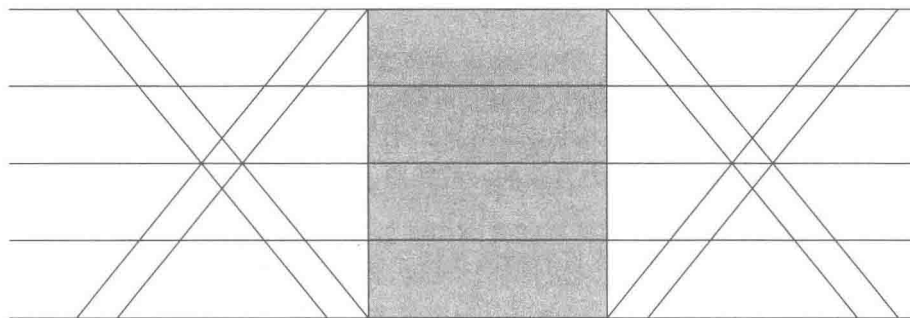


图 1-16 垂直矩形天窗示意图

#### (2) V 形天窗。

如图 1-17 所示，在整个区段按上下行分别形成运行图空白，一条线维修施工时，另一条线组织行车。优点是可以保证在全天内均可以行车，便于日常运行的调度调整；其缺点是一线维修、一线行车，对两条线路的作业都会产生干扰。

另外，还有 r 形、Y 形、X 形、平行矩形、单向隔日矩形、双向分隔式矩形等形式的天窗。它们都是由垂直矩形和 V 形天窗相互组合演化出来的，具有两者共同的特点。其中，r 形、Y

形、X形天窗多在我国既有线上采用，而平行矩形、单向隔日矩形、双向分隔式矩形天窗则很少采用。

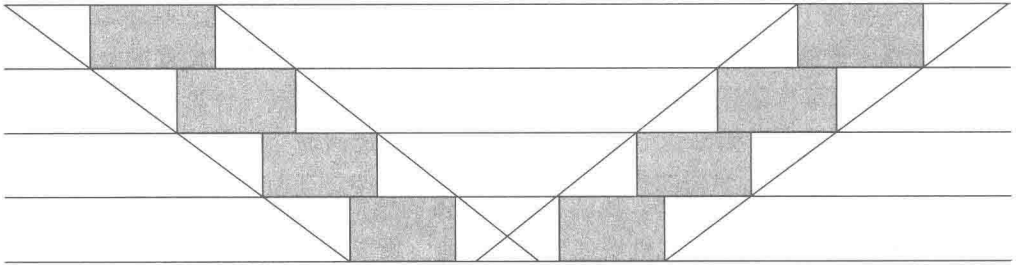


图 1-17 V形天窗示意图

如上所述，天窗形式各有优缺点，最终选取哪种形式的天窗，要根据线路的具体特点，结合运输组织需要，通过比较分析各类天窗的适应性和可行性后才综合确定。

### 3. 天窗时间

科学合理地设计铁路的综合维修天窗的形式和时间，协调组织各专业的维修作业，解决好综合维修与运输组织间的干扰和矛盾，是很重要的一个问题。天窗时间过长，会造成列车停运多，运输不均衡，降低列车旅行速度，恢复正常运输秩序困难，占用较多区间通过能力等问题。天窗时间过短，又影响施工作业效率，降低施工质量，不利线路运营安全。因此天窗时间过长和过短都不适宜，需要选择合理的天窗时间。

维修施工天窗时间的长短，主要决定于施工复杂程度、施工作业组织和作业效率、机械化程度和技术水平及占用区间通过能力程度等多种因素。维修天窗时间，主要应从提高线路维修作业效率和降低线路维修施工占用区间通过能力方面来确定。

我国既有线电气化铁路的维修天窗时间一般为 90 min，采用大型养路机械维修天窗时间一般为 3 h。高速铁路综合维修所需的时间一般为 4~6 h。

### 4. 天窗设置原则

采用何种类型的天窗，具体的起止时间如何设置应综合考虑以下主要因素来决定。

(1) 依据运量大小及列车密度大小，区分繁忙干线和一般线路。在繁忙干线和特殊困难地段实行预留天窗进行作业；在能力富余的一般线路上，则利用列车间隔时间设置天窗进行维修作业。

(2) 在线路能力允许和旅客列车开行时间条件允许的情况下，天窗应尽可能设置在白天，否则应尽量设置在夜间。

(3) 确保作业基本需要的原则。维修作业有一个最短作业时间，相应地天窗时间也有最小天窗时间，如果天窗时间小于这个时间就不能保证维修作业的顺利完成。

(4) 保证行车及作业安全。在接触网检修天窗内，由于反向列车由有电方向向无电方向运行时必然要经过渡线或道岔，有可能抱电进入无电区，使无电区带电危及作业人员安全。因此，在电化区段的 V 形天窗内应保证无反向列车运行，在矩形天窗内应保证没有列车运行。

(5) 正确处理好运输组织与维修作业的关系。在运输能力允许的情况下，应尽量为维修作业创造条件，如天窗时间尽量长一些，便于作业准备和机械化作业。