铁路运输能力的计算与利用

杨介平　编著

中　国　铁　道　出　版　社
2001年·北京

需要全本请访问 www.ertongbook.com

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书共分 10 章，包括：铁路运输能力的概述；区间通过能力的计算；车站通过能力的计算；车站驼峰、牵出线改编作业能力的计算；调车场容车能力的计算；提高区间通过能力的方法；提高车站到发线通过能力的方法；提高车站驼峰、牵出线改编作业能力的方法；铁路输送能力；应用系统论，提高铁路运输综合能力等。内容简明扼要，密切结合运输生产实际，针对性、实用性较强。

本书可供铁路运输系统各级领导和专业管理人员学习参考，并可作为职工培训的教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

铁路运输能力的计算与利用/杨介平编著 .—北京：中国铁道出版社，2000.12
ISBN 7-113-03969-3

Ⅰ.铁… Ⅱ.杨… Ⅲ.铁路-交通流量-研究 Ⅳ.U292.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 56635 号

书　　名：铁路运输能力的计算与利用
作　　者：杨介平
出版发行：中国铁道出版社 (100054，北京市宣武区右安门西街 8 号)
责任编辑：梁兆煜
封面设计：陈东山
印　　刷：北京市燕山印刷厂
开　　本：787×1092 1/32 印张：3 字数：64 千
版　　本：2001 年 1 月第 1 版　　2001 年 1 月第 1 次印刷
印　　数：1～3000 册
书　　号：ISBN 7-113-03969-3/U·1090
定　　价：7.30 元

版权所有 盗印必究
凡购买铁道版的图书，如有缺页、倒页、脱页者，请与本社发行部调换。

前　言

随着我国国民经济和社会发展对铁路运输的需要，特别是在我国社会主义市场经济不断发展的条件下，人民生活水平日益提高，运输市场需求不断加大，铁路运输不断推出客、货运输新品种，使旅客列车对数不断增加，且形成密集到发的程度日趋严重，导致铁路区间、编组站通过能力更加紧张。尤其是我国铁路客、货列车混跑，既要满足旅客运输需求；又要适应货物运输需要；既要旅客列车速度，又要货运能力。存在着客货争嘴的现象。铁路作为综合交通体系的骨干，担负的运输任务越来越繁重。部分铁路干线和地区的铁路运输能力不足。为适应社会主义市场经济发展的需要，争夺运输市场，必须要有充足的运力作保证，扩大运量，提高经济效益和社会效益。为此，必须把扩大铁路运输能力，并作为一项长期任务来抓。

为扩大铁路运输能力，除需要加大硬件设备投入，加快铁路建设和既有线改造外，在日常铁路运输组织工作以及对铁路运输设备的改、扩建中，必须要以提高铁路运输能力为中心，对各项运输设备能力做到心中有数，这是完成铁路运输任务的必要条件。

我国铁路运输能力的查定与计算，系20世纪50年代从苏联沿袭而来的，它虽几经修改，但其基本原理和方法，均没有多大的改变。

目前，我国车站通过能力及改编作业能力的查定与计算，系遵照铁道部铁运［1991］76号文件颁布的《车站行车工作

细则编制规则》进行的，依据这一办法计算的能力，基本上能反映车站作业的实际情况，也较为接近实际。

为了进一步使我国铁路运输广大干部、职工及有关专业管理人员能深刻理解和掌握铁路运输能力的原理及其计算方法，撰写了本书。编写时，参考了有关文献，并联系我国铁路运输生产的实际情况，使其内容尽力达到通俗易懂，便于掌握运用，并对提高铁路运输能力的方法，作了一些简要的探索和说明，可供我国铁路运输部门广大干部和职工参考应用。

由于作者水平所限，本书内容错误之处，在所难免，如有不妥之处，敬请广大读者给予批评指正。

编者

2000.5.1 于天津

目　　录

第一章　铁路运输能力概述 …… (1)
第二章　区间通过能力的计算 …… (3)
　第一节　平行运行图区间通过能力 …… (3)
　第二节　非平行运行图区间通过能力 …… (6)
第三章　车站通过能力的计算 …… (16)
　第一节　车站通过能力计算方法的种类 …… (16)
　第二节　咽喉道岔通过能力 …… (20)
　第三节　到发线通过能力 …… (26)
　第四节　编发线通过能力 …… (31)
第四章　车站驼峰、牵出线改编作业能力的
　　计算 …… (32)
　第一节　各单项作业因素的确定 …… (32)
　第二节　驼峰、牵出线改编作业能力 …… (35)
　第三节　峰尾牵出线编组作业能力 …… (39)
第五章　调车场容车能力的计算 …… (40)
　第一节　调车场线路容车能力 …… (40)
　第二节　调车场线路数的计算 …… (42)
　第三节　车站最终通过能力 …… (44)
第六章　提高区间通过能力的方法 …… (47)
　第一节　正确编制列车运行图 …… (47)
　第二节　合理组织列车会让 …… (51)
　第三节　编组站发车与区间列车运行的
　　协调 …… (54)

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第四节　利用设备调整压缩发车间隔和到达
间隔 …… (57)
第七章　提高车站到发线通过能力的方法 …… (60)
第一节　压缩到达列车占用到发线时间 …… (60)
第二节　调整车站车场的接车 …… (62)
第三节　枢纽卫星站协助编组站接发列车 …… (63)
第四节　组织机列衔接 …… (63)
第五节　组织区段工作与编组站作业相协调 …… (65)
第八章　提高车站驼峰、牵出线改编作业能力
的方法 …… (66)
第一节　编组站车场类型对改编作业能力影
响的比较 …… (66)
第二节　驼峰采用“双推单溜”或“双推双
溜”的调车作业办法 …… (69)
第三节　积极扩大调车线路的容车能力 …… (71)
第四节　采用先进的驼峰调车作业方法 …… (72)
第九章　铁路输送能力 …… (75)
第一节　铁路输送能力的计算 …… (75)
第二节　机车运送能力的计算 …… (76)
第三节　提高铁路输送能力的方法 …… (77)
第十章　应用系统论，提高铁路运输的综合
运输能力 …… (80)
第一节　概　　述 …… (80)
第二节　组织点、线系统能力的综合协调 …… (82)
第三节　开展运输全程联网 …… (85)
参考文献 …… (89)

第一章　铁路运输能力概述

铁路运输能力包括铁路通过能力和铁路输送能力两部分。

铁路通过能力是指每一铁路线路方向或区段，根据现有固定设备，在一定类型的机车、车辆和行车组织方法（列车运行图）的条件下，于单位时间内（通常是一昼夜）所能通过的最大列车数（以列或对计)。

铁路输送能力是指每一铁路线路一个方向或两个方向，于一年内所能输送的最大货流量，即货物净重吨数（以万 t 计)。

在此，铁路通过能力表明每一铁路线路所能完成的旅客列车、货物列车、快运货物列车、摘挂列车以及路用列车等各种行车量的程度；铁路输送能力表明每一铁路线路某一方向，在保证通过一定数量的旅客列车和其他紧急运输列车的条件下，所能完成的货物输送能力。

铁路通过能力更确切地说，就是铁路线路的区段通过能力，通过能力的大小与铁路线路区间、车站等固定技术装备以及运行的机车车辆类型和列车运行的方式等有关。

铁路输送能力以铁路通过能力为基础，输送能力的大小与铁路通过能力、机车车辆类型、列车结构（列车种类)、货流结构（货物种类）以及列车重量标准等有着密切的关系。

铁路通过能力可分为现有通过能力和需要通过能力两部分。铁路现有通过能力是指在铁路线路现有的固定技术装备和活动设备以及现行的行车组织方法条件下，所具备的通过

能力；铁路需要通过能力是指该铁路线路为保证近、远期计划行车量所需要的通过能力。

铁路通过能力的计算，主要是按铁路线路有关固定技术装备，在得到充分利用的条件下进行计算的。

影响铁路通过能力的固定技术装备有以下几方面：

1. 区间：正线数目，区间长度，信号、联锁、闭塞及通信设备，中间站的股道配置等。

2. 车站：车站到发线股道数，驼峰、牵出线等调车设备，咽喉道岔的布置以及车场的类型。

3. 机务段：电力、内燃机车的定修台位，蒸汽机车的洗修台位，机车整备设备以及机车出入段及段内走行线等。

4. 牵引供电设备：牵引机组，牵引变电所的电力牵引变压器容量及接触网供电设备等。

5. 蒸汽机车的给水设备的水源、扬水动力机械设备及送水管路等。

6. 车辆段的车辆检修设备。

7. 客运和货运设备。

此外，影响铁路通过能力，还与机车、车辆等活动设备有关。

上述各项固定技术装备，是一个有机的整体，在相互作用后，其中所受限制部分，决定该铁路线路方向或区段的最终通过能力。根据我国铁路运输的实际情况，点、线能力不协调，通常是车站到发线接车能力限制铁路通过能力。

在计算现有通过能力时，还应根据国民经济的发展情况以及各地区运量分期增长的需要，要考虑有一定的后备运输能力（约10%～20%），以适应铁路运输量不断增长的需要，提高经济效益。

第二章　区间通过能力的计算

铁路通过能力的计算，一般从计算区间通过能力开始，因为铁路区间通过能力往往决定着铁路某方向或某区段的最终通过能力。

区间通过能力的大小，主要取决于现行列车运行图中一个列车组（在单线成对非追踪运行图中，包括一列上行列车和一列下行列车；在双线运行图中，指一列上行列车或一列下行列车）的区间运行时分、车站间隔时间以及列车起停车附加时分；在双线区段的列车追踪间隔时分和列车连发间隔时分等所构成的列车运行图周期占用区间所需的总时间（时间通常以分钟来表示，除注明外，以下时间的单位均为min）。

区间通过能力系对区段内每一个区间进行计算，以其中运行图周期为最大的限制区间的通过能力，作为该区段的通过能力。

区间通过能力的计算方法，分平行运行图区间通过能力和非平行运行图区间通过能力两种。

第一节　平行运行图区间通过能力

一、单线区段

单线区段的区间通过能力，是在限制区间按上行一列及下行一列货物列车占用区间运行时分、车站间隔时分及列车起停车加减速附加时分之和所构成的列车运行图周期（图 1）的值来进行计算的。

$$N = \frac{1440}{T_{周}} = \frac{1440}{t' + t'' + t^{a}_{站} + t^{b}_{站} + 2t_{加减}} \quad (对)$$

式中 $T_{周}$——单线成对列车运行图周期;

t'、t''——上、下行列车在区间的运行时间;

$t^{a}_{站}$、$t^{b}_{站}$——上、下行列车车站间隔时间;

$t_{加减}$——列车起停车加减速附加时分 (内燃、蒸汽机车采用起3 min; 停2 min; 电力机车起停车均采用2 min)。

图 1

在电气化铁路, 对接触网不能全部带电检修的区间, 在列车运行图上需要预留接触网检修的“天窗”时间, 平行运行图区间通过能力的计算公式为:

$$N = \frac{1440 - T_{天窗}}{T_{周}} \quad (对)$$

式中 $T_{天窗}$——列车运行图预留接触网检修“天窗”时间 (通常采取预留垂直“天窗”), min。

二、双线区段

1. 未装备自动闭塞的双线区段

在未装备自动闭塞的双线区段, 采用同方向连发列车运行图, 区间通过能力是在限制区间由一列上行或一列下行货

物列车区间的运行时分(t)(需考虑列车起停车附加时分)和同方向连发列车的连发间隔时分($t_{连}$)所组成的列车运行图周期($T_{周}$，见图 2)进行计算的。

图 2

每个方向的区间通过能力为:

$$N = \frac{1440}{T_{周}} = \frac{1440}{t + t_{连}} \quad (列)$$

式中 t——下行列车区间运行时分;

$t_{连}$——同方向列车连发间隔时分。

在电气化铁路，非自动闭塞双线区段区间通过能力的计算公式为:

$$N = \frac{1440 - T_{天窗}}{T_{周}} = \frac{1440 - T_{天窗}}{t + t_{连}}$$

式中 $T_{天窗}$——列车运行图预留接触网检修的天窗时分(通常采取预留“V”形“天窗”)。

2. 装备自动闭塞的双线区段

在双线自动闭塞区段，采用追踪列车运行图。区间通过能力的计算，是由上行或下行货物列车追踪间隔时分($I_{追}$，见图 3)来进行计算的。

每个方向的区间通过能力为:

$$N = \frac{1440}{T_{周}} = \frac{1440}{I_{追}} \quad (列)$$

需要全本请访问 www.ertongbook.com

式中 $I_{追}$ ——同方向列车追踪间隔时分。

图 3

在电气化铁路，双线自动闭塞区段的区间通过能力为：

$$N = \frac{1440 - T_{天窗}}{I_{追}} \quad (列)$$

式中 $T_{天窗}$ ——列车运行图预留接触网检修天窗时间（通常采取预留“V”形“天窗”），min。

第二节 非平行运行图区间通过能力

一、非平行运行图区间通过能力的计算方法

非平行运行图，也叫普通运行图。非平行运行图区间通过能力的计算方法，是在计算平行运行图区间通过能力的基础上，根据旅客列车、快运货物列车及摘挂列车的扣除系数，对非平行运行图区间通过能力的近似计算。

计算公式如下：

$$n_{货} = \frac{1440 - t_{扣}^{客} n_{客} - t_{扣}^{快} n_{快} - t_{扣}^{摘} n_{摘}}{T_{周}} + n_{快} + n_{摘}$$

$$= \frac{1440}{T_{周}} - \frac{t_{扣}^{客}}{T_{周}} n_{客} - \frac{t_{扣}^{快}}{T_{周}} n_{快} - \frac{t_{扣}^{摘}}{T_{周}} n_{摘} + n_{快} + n_{摘}$$

$$= N - \alpha_{客扣} n_{客} - \alpha_{快扣} n_{快} - \alpha_{摘扣} n_{摘} + n_{快} + n_{摘}$$

$$= N - \alpha_{客扣} n_{客} - (\alpha_{快扣} - 1) n_{快} - (\alpha_{摘扣} - 1) n_{摘}$$

式中 $n_{货}$ —— 非平行运行图区间通过能力，列；

N —— 平行运行图区间通过能力，列；

$\alpha_{客扣}$、$\alpha_{快扣}$、$\alpha_{摘扣}$ —— 旅客列车、快运货物列车、摘挂列车扣除系数；

$n_{客}$、$n_{快}$、$n_{摘}$ —— 旅客列车、快运货物列车、摘挂列车数。

又 $$n_{使} = n_{货} \times K_{使}$$

式中 $n_{使}$ —— 非平行运行图货物列车的使用通过能力，列；

$K_{使}$ —— 通过能力使用系数（取 0.9）。

二、旅客列车扣除系数的确定

旅客列车扣除系数，就是一列（双线）或一对（单线）旅客列车，在占用区间通过能力上，相当于扣除几列或几对货物列车的数值。

1. 单线区段

(1) 旅客列车扣除时间（$t_{扣}^{客}$）的确定

在单线区段内的旅客列车扣除时间（$t_{扣}^{客}$），是由一对旅客列车本身占用限制区间时间（$t_{客占}$）以及该一对旅客列车之间相邻的时间间隔内，除被货物列车占用外，不能再铺画一列整列货物列车所剩余的空费时间（$t_{外扣}^{客}$）所组成，如图 4 所示。

图 4

在图 4 中：

由于 $t_{客占} = t_{客} + \tau_{站}$

所以 $t_{扣}^{客} = t'_{客占} + t''_{客占} + t_{外扣}^{客}$

$= (t'_{客} + \tau'_{站}) + (t''_{客} + \tau''_{站}) + t_{外扣}^{客}$

$(t'_{客} + t''_{客}) + (\tau'_{站} + \tau''_{站}) + t_{外扣}^{客}$

式中 $t_{客占}$ —— 旅客列车占用限制区间时分;

$t_{客}$ —— 旅客列车限制区间运行时分;

$\tau_{站}$ —— 车站间隔时间;

$t_{扣}^{客}$ —— 旅客列车扣除时间;

$t'_{客占}$、$t''_{客占}$ —— 下行、上行旅客列车占用限制区间时分;

$t_{外扣}^{客}$ —— 旅客列车额外扣除时间(即不能利用部分的时间,以下同)。

(2) 旅客列车扣除系数 ($\beta_{扣}$) 的确定

旅客列车扣除系数,也是由旅客列车基本扣除系数 ($\beta_{基扣}^{客}$),又称旅客列车当量,与旅客列车的额外扣除系数 ($\beta_{外扣}^{客}$) 两部分组成。即

$$\beta_{客扣} = (\beta_{基扣}^{客} + \beta_{外扣}^{客})$$

式中 $$\beta_{基扣}^{客} = \frac{t''_{客占} + t'_{客占}}{T_{周}}$$

$$= \frac{(t''_{客} + \tau''_{站}) + (t'_{客} + \tau'_{站})}{T_{周}}$$

$$= \frac{(t''_{客} + t'_{站}) + (\tau''_{站} + \tau'_{站})}{T_{周}}$$

其中 $T_{周}$ —— 列车运行图周期。

$$\beta_{外扣}^{客} = \frac{t_{外扣}^{客}}{T_{周}}$$

旅客列车在单线区段内额外扣除系数的大小,与列车运行图中的旅客列车对数,铺画方法以及区间不均等程度、中间站到发线数目等因素有着密切的关系。

根据上列公式:

$$\varepsilon_{客扣} = \varepsilon^{客}_{基扣} + \varepsilon^{客}_{外扣}$$

$$= \frac{(t''_{客} + t'_{客}) + (\tau''_{站} + \tau'_{站}) + t^{客}_{外扣}}{T_{周}}$$

2. 双线区段

(1) 旅客列车扣除时间 ($t^{客}_{扣}$) 的确定

在双线区段, 旅客列车的扣除时间, 是在货物列车之间, 放行的旅客列车本身占用区间时间, 以及由于客、货列车速度差所产生的额外空费时间两部分时间所组成。即

$$t^{客}_{扣} = t_{客占} + t^{客}_{外扣}$$

①在非自动闭塞双线区段

$$t^{客}_{扣} = t_{客占} + t^{客}_{外扣}$$

$$= (t_{客} + \tau_{连}) + t^{客}_{外扣}$$

式中 $t_{客占}$ —— 旅客列车占用限制区间的时间;

$t_{客}$ —— 旅客列车在限制区间的运行时间;

$\tau_{连}$ —— 同方向列车连发间隔时间;

$t^{客}_{外扣}$ —— 在区段限制区间内的额外空费时间损失(通常采用 0.3～0.5)。

②在自动闭塞双线区段

$$t^{客}_{扣} = t_{客占} + t^{客}_{外扣}$$

$$= (t_{基} - I_{追}) + t^{客}_{外扣}$$

式中 $t_{客占}$ —— 旅客列车在某一区间的占用时间(并非限制区间);

$t_{基}$ —— 旅客列车基本占用区间时间;

$I_{追}$ —— 货物列车追踪间隔时间;

$t^{客}_{外扣}$ —— 在区段区间内的额外空费时间损失 (波动在 0～$I_{追}$ 间)。

其中 $t_{基}$ 如图 5 所示。

在图 5 中:

$$t_{基} = I_{到} + I_{发} + \Delta t + t_{加减}$$

$$= I_{到} + I_{发} + (t_{货} - t_{客}) + t_{加减}$$

式中 $I_{到}$ ——客车在货车后的到达间隔时间;

$I_{发}$ ——货车在客车后的发车间隔时间;

Δt ——客、货列车运行时分之差，即

$$\Delta t = t_{货} - t_{客}$$

$t_{加减}$ ——货物列车起停车附加时分。

因此 $t_{扣}^{客} = (t_{基} - I_{追}) + t_{外扣}^{客}$

$$= (I_{到} + I_{发}) + (t_{货} - t_{客}) + t_{加减} - I_{追} + t_{外扣}^{客}$$

图 5

但是，当在一个区间内的 $(t_{货} - t_{客}) > I_{追}$ 时，在相邻几个区间上，旅客列车的扣除时间 $(t_{扣}^{客})$，不仅取决于间隔时间 $(I_{到} + I_{发})$，而且与相邻几个区间上的客、货列车运转时分之差 (Δt) 相关。如图 6 所示。

在图 6 中，旅客列车在 AB 区段(假设区间大致均等)内的扣除时间 $(t_{扣}^{客})$，由于相邻的 bc，cB 区间的额外 Δt 损失时间，使 ab 区间旅客列车的扣除时间 $(t_{扣}^{客})$ 损失加大 $2\Delta t$，产生了约 $3\Delta t$。由此可见，在双线自动闭塞区段，不能孤立地按照列车在一个区间上的分布来确定基本扣除系数。

因此 $t_{扣}^{客}=(t_{基}-I_{追})+t_{外扣}^{客}$

$=(I_{到}+I_{发})+(t_{货}-t_{客})+t_{外扣}^{客}+t_{加减}-I_{追}$

$\approx(I_{到}+I_{发})+3(t_{货}-t_{客})+t_{外扣}^{客}+t_{加减}-I_{追}$

图 6

(2) 旅客列车扣除系数 ($\delta_{扣}^{客}$) 的确定

在双线自动闭塞区段，旅客列车的扣除系数 ($\delta_{扣}^{客}$)，是由旅客列车基本扣除系数的最小值 ($\delta_{基扣最小}^{客}$) 与旅客列车额外扣除系数 ($\delta_{外扣}^{客}$) 两部分组成，前者是固定部分，后者是可变部分。即

$$\delta_{扣}^{客}=\delta_{基扣最小}^{客}+\delta_{外扣}^{客}$$

①旅客列车基本扣除系数的最小值 ($\delta_{基扣最小}^{客}$) 的确定

旅客列车基本扣除系数，是由旅客列车越行货物列车时，所必须占用区间的时间所产生的能力扣除系数，一般采用下式进行计算：

$$\delta_{基扣}^{客}=\frac{t_{扣}^{客}}{I_{追}}=\frac{t_{基}-I_{追}}{I_{追}}=\frac{t_{基}}{I_{追}}-1$$

$$=\frac{(I_{到}+I_{发})+(t_{货}-t_{客})+t_{加减}}{I_{追}}-1$$

需要全本请访问 www.ertongbook.com