

高等学校试用教材

# 铁路选綫设计原理

(铁道工程 第三册)

北方交通大学 苗大维 关嵘如 主编  
西南交通大学 邓域才 主审

中国铁道出版社

1988年·北京

# 前 言

为适应铁路高等院校非铁道工程专业，如铁道运输管理工程、物资管理工程、技术经济、铁路航测、铁路工程地质、铁路桥梁、铁路隧道等专业讲授“铁道工程”课程的需要，1983年铁道工程及桥隧专业教材编审委员会讨论决定，在1963年人民铁道出版社（现中国铁道出版社）出版的北京铁道学院铁道建筑系编写的《铁道工程》的基础上进行重编，仍分为三册出版。

第一册《铁路工程建筑物构造》。主要介绍轨道的组成及构造，道岔，线路养护维修，路基的构造及加固防护，以及桥梁、涵洞、隧道等的构造。

第二册《铁路工程施工》。主要介绍铁路主要工程建筑物的施工技术、施工方法及施工组织与管理。

第三册即本册《铁路选线设计原理》。主要介绍铁路设计的基本原则，铁路平面及纵断面设计，铁路定线及方案比较，车站设计概要，既有线改建及第二线设计等。

每册教学时数约需40学时，由于各专业要求有所不同，各校在使用本教材时，应根据各专业的教学大纲及教学时数选择内容，在教学时并应参考现行的有关规程及规范。本书亦可供各类铁道大专班及干部班铁路工程课的教学使用，并可供一般铁路员工学习铁路工程基本知识及工作参考。

本书由北方交通大学苗大维、关嵘如主编，西南交通大学邓域才主审，参加本册编写的有北方交通大学苗大维（第一、二章），明静寰（第三、四、五章）。本书的编写主要根据各用书专业所订的教学大纲及教学时数，参考了近年来为各专业教学所编写的讲义，以及近年来出版的教材及现行规程、规范、手册等，内容有较大的更新。1984年制定了编写大纲，各院校均提出了很多宝贵意见。书稿编成后，1986年经主审详细审阅，并召开了审稿会，最后定稿。在此特向对本书编写给予支持帮助及参加审稿的同志表示衷心的感谢。

编 者

1986年6月

## 内 容 简 介

本书是为非铁道工程专业开设的“铁道工程”课程编写的教材，教学时数约为40学时。内容包括：铁路设计的基本原则，铁路线路平、纵断面的设计，铁路定线，车站设计概述，以及既有线改建与第二线设计等。

本书除作为大学本科教材外，亦可作为各类铁道大专班及干部班教学使用，并可供一般铁路员工学习铁路工程基本知识及工作参考。

高等学校试用教材

### 铁 路 选 线 设 计 原 理

北方交通大学 苗大维 关焯如 主编

中国铁道出版社出版

责任编辑 李云国 封面设计 刘景山

新华书店总店科技发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092毫米 1/32 印张：9.25 字数：226千

1988年5月 第1版 第1次印刷

印数：0001—4,000册 定价：1.60元

# 目 录

第一章 铁路设计的基本原则.....	1
第一节 铁路总体设计.....	1
第二节 铁路主要技术标准.....	2
第三节 铁路运量及运能的计算.....	8
第四节 铁路勘测设计的阶段及内容.....	12
第二章 铁路线路的平面及纵断面设计.....	14
第一节 设计基本要求.....	14
第二节 区间线路平面设计.....	22
第三节 区间线路纵断面设计.....	26
第四节 站坪线路设计.....	38
第三章 铁路定线.....	42
第一节 线路走向的选择.....	42
第二节 车站分布.....	45
第三节 定线的方法.....	47
第四节 各种地形条件下的定线.....	56
第五节 不良地质条件下的定线.....	61
第六节 线路与桥梁等工点的配合.....	63
第七节 方案比选.....	67
第四章 车站设计概述.....	76
第一节 中间站设计.....	76
第二节 区段站概述.....	91
第三节 编组站及枢纽概述.....	93
第五章 既有线改建与第二线设计.....	102
第一节 加强铁路能力的措施.....	102
第二节 既有线改建设计.....	108
第三节 第二线设计.....	126

# 第一章 铁路设计的基本原则

## 第一节 铁路总体设计

运输业是产销联系的纽带，是生产在流通领域的继续，是现代化大生产的重要组成部分。运输业把城市和农村，沿海和内地连接成统一的整体。运输业是发展国民经济，提高人民物质、文化生活水平，巩固国防，加强国际交往最重要的工具。为实现我国社会主义的现代化建设，必须具有四通八达的交通运输网。

现代化的交通运输方式有铁路、公路、水运、航空及管道五种。铁路与其他交通运输方式比较，相对而言，铁路具有运输能力大，运输成本低，不受气候及地理条件的影响，能昼夜行车，安全、迅速、准确、可靠，单位运量的能耗较低，事故率较少，污染较小等优点。本世纪六十年代以来，由于高速客运铁路、重载货运铁路、电气化铁路均有较大的发展，铁路效率仍可不断提高。铁路可直接引用电能，便于组织最优的运输过程，最大限度地实现自动化。铁路特别适于大宗货物的中、长途运输，大城市的近郊客运，经济发达人口稠密地区的客运。

对我国这样一个大陆性国家，铁路是交通运输的主干，是国民经济的大动脉，是现代化建设的先行企业。多年来铁路承担着国内旅客总周转量的60%以上，货物总周转量的70%以上。

我国地大物博，人口众多，是一个社会主义大国，但还是一个发展中国家；与发达国家相比，各种运输方式均较落后，数量不足，设备陈旧，效率不高；均与我国社会主义建设的需要很不适应，都需要有较大的发展，公路在较短距离内实现“门到门”的客货运输有极大的优越性，可以深入腹地遍布面上，运送迅速，运输成本也低；对运量很少的中长距离运输，也需依靠公路。航空对长距离点与点间的客运及轻便贵重物资的运输有极大的优势，可以迅速到达目的地。管道对大量油、气的定向运输是最合宜的运输方式，安全迅速，成本最低。水运是古老而又现代化的运输工具，运输能力大，运输成本低，能耗低，是可靠的运输方式。但水运的发展很大程度取决于自然水系的分布及其航运条件，充分利用优良的水系运输是获得巨大国民经济效益的必要因素。各种运输方式在技术上、经济上各有其优势范围。在交通运输的发展中应该因时因地制宜，使各种运输方式各得其所，互相协调配合。在总体上得到最大的经济效益。

铁路是交通运输系统中的主干，铁路必须在全国形成网络，四通八达，机动灵活，并有一定的储备能力。铁路网应有主干线、辅助干线及地方线，将全国各省区、各经济开发区、各大城市、沿海各港口、凡是有大宗货物集运的地方都应有铁路连通。

铁路建设，耗资巨大，牵涉面广，工种甚多。一条铁路干线可能要经过许多山脉、河流、城市、农村及工矿企业，必须修建路基，铺设轨道，修建桥涵、隧道、车站等。为了保证铁路的投资效益，必须经过详细的勘测设计，提出质量可靠的设计文件。铁路的勘测设计是一项综合性的整体工作。勘测是对设计线进行综合的经济和技术调查，搜集设计所需要的

一切资料，其中包括经济资料，如设计线在国家政治、经济、国防上的意义，在交通运输系统中及在铁路网中的地位和作用，设计线的客货运量，各车站的装卸量等；技术资料，如地形、地质、水文、给水、建筑材料产地等。设计包括综合性的铁路选线设计，建筑物和设备的单项设计；以及施工组织设计与财务概、预算。

综合性的铁路选线设计，即铁路总体设计，是一项关系到全局的总体性工作，它的基本任务是：

1. 根据国家政治、经济、国防上的需要及设计线在交通运输系统中和在铁路网中的地位和作用；根据经济调查中得到的客货运量资料，结合线路经行地区的自然条件和资源分布，工农业发展等情况；规划线路的基本走向，选定设计线的主要技术标准，保证铁路的能力及经济效益。

2. 根据沿线的地形、地质、水文等自然条件和城镇、交通、农田水利设施等具体情况，决定铁路的平面位置及设计高程。在保证行车安全的前提下，力求提高线路质量，降低工程造价，节约运营开支。

3. 与其他专业配合，正确分布线路上各种建筑物；如车站、桥梁、隧道、涵洞、路基挡墙等；确定其基本位置、类型及规模，使其在总体上互相配合，全局上经济合理。

建筑物及设备的单项设计是在综合性铁路选线设计的基础上，具体确定建筑物与设备的位置、类型、大小、构件的尺寸。单项设计包括路基、轨道、桥梁、涵洞、隧道、车站、机务设备、车辆业务设备、给排水设备、通信信号设备，动力供应及房屋建筑。

施工组织设计是编制切实可行、经济合理的施工组织方案，以指导全线施工。财务概、预算是编制设计线投资计划进行财务拨款的依据。

## 第二节 铁路主要技术标准

决定铁路能力，影响铁路工程及运营指标的主要因素称为铁路的主要技术标准，其选定在铁路设计中占有十分重要的主导地位。铁路的主要技术标准包括：轨距，铁路等级，正线数目，限制坡度，最小曲线半径，到发线有效长，牵引种类，机车类型，机车交路，车站及闭塞分区的分布，闭塞方式等。兹简述如下：

### 一、轨 距

世界铁路采用的轨距有十多种，如 1676mm、1524mm、1435mm、1067mm、1000mm、762mm、600mm 等。轨距是最基本的技术标准，轨距不同，所有其他一系列的技术标准都不相同。1886 年国际铁路会议决定1435mm为国际铁路标准轨距，大于 1435mm 者为宽轨距，小于 1435mm 者为窄轨距，在全世界一百三十多万公里的铁路中，标准轨距约占 60%，宽轨距约占 19%，窄轨距约占 21%。

一般情况，窄轨铁路工程费用低，运输能力小，运输成本高，特别是与准轨铁路换装，运营管理不便。但也有以米轨铁路配以先进的技术装备，行驶重载列车或特别快车，如南非锡申至萨尔丹哈运输矿石的铁路，轨距 1067mm，全长 864km，用电力机车牵引，每列编挂车辆 202 辆，车辆轴重 26t，列车总质量 21000t，每年可运送矿石 6000 多万吨。又如日本的 1067mm 轨距的铁路，时速有的可达 130km 多。

我国以 1435mm 为铁路标准轨距，所有纳入国家铁路网的铁路，都应采用标准轨距，以

便统一经营管理。我国现有窄轨铁路5000km多，如台湾的铁路，轨距为1067mm，已经自成系统，云南的昆（明）河（口）线现仍保持1000mm轨距，有些地方也有采用762mm轨距的铁路。

## 二、铁路等级

铁路等级也是最基本的技术标准。属于国家铁路网的铁路，包括范围甚广，因其所处的地理位置不同，在意义、作用、运量大小，要求速度高低，都有很大差别。根据要求的不同，将其划分为若干等级，各等级的铁路配备相应的技术标准及装备，以求在工程及运营上的经济合理，并便于管理使用。不分等级，不论运量大小及速度高低，都采用一个标准，将会造成工程上的浪费，和技术经济上的不合理。如没有统一的标准及规范，各行其是，将会造成技术标准混乱，不便经营管理。但等级也不应划分过多过细，使铁路的设计、施工、运营管理复杂化。我国现行的国家标准《铁路线路设计规范》（GBJ90-85）（以下简称《线规》）规定：新建和改建铁路（或区段）等级，应根据其在铁路网中的作用、性质和远期客货运量确定。

铁路等级划分为三级：

I级铁路 铁路网中起骨干作用的铁路，远期年客货运量大于或等于5Mt者；

II级铁路 铁路网中起骨干作用的铁路，远期年客货运量小于5Mt；或铁路网中起联络、辅助作用的铁路，远期年客货运量大于或等于7.5Mt者；

III级铁路 为某一区域服务具有地区运输性质的铁路，远期年客货运量小于7.5Mt者。

注：年货运量为重车方向，每对旅客列车上下行各按0.7Mt年货运量折算。

各级铁路旅客列车最高行车速度为：I级铁路120km/h；II级铁路100km/h；III级铁路80km/h。

我国铁路除国家铁路外，还有由地方集资修建，由地方经营管理，主要为地方服务的地方铁路；还有由厂矿企业修建，专为厂矿企业服务的工业企业铁路（专用线）；还有不同轨距的窄轨铁路。各种铁路也都应划分等级，制定相应的工程技术规范。对于特殊用途的铁路，如高速铁路，重载铁路，应单独确定其技术标准。

## 三、正线数目

正线数目对铁路的能力有决定性影响。双线的能力相当于单线的3~4倍，而且停站次数少，运行速度快，运营费用低，但工程费很大。因此必须根据运输要求及经济效益各方面的因素确定正线数目。一般情况，新建铁路按单线设计，特殊情况，根据运输需要按双线设计，或预留双线。既有铁路是否需要增建第二线，亦需根据运输需要确定，我国现有双线铁路已超过9000km，约占路网总长的9.8%。

## 四、限制坡度及最小曲线半径

限制坡度是指以一台机车牵引时，设计线所采用的最大坡度，以其确定牵引质量。限制坡度对铁路的能力及工程运营费用有重大影响。最小曲线半径是设计线采用的曲线半径最小值，它直接影响行车速度、运营费及工程费。限制坡度及最小曲线半径的选择将在第二章中作进一步论述。

采用的曲线半径最小值

## 五、到发线有效长

到发线有效长是指车站到发线允许停放列车、车列、机车、车辆，而不妨碍信号显示，道岔转换和邻线行车的长度，也是限制列车质量的主要因素之一。一定质量的列车就有一定的长度，列车质量越大，长度越长。为了统一标准，便于管理，《线规》规定了以下几种标准有效长与各种限制坡度及机车型式所牵引的列车质量相配合，计有 1050m、850m、750m、650m 及 550m。我国铁路主要干线的到发线有效长，大多数为 850m。目前货物列车的最大牵引质量为 3500~4000t。为提高铁路能力，我国以增加列车质量为主要措施之一，主要干线上的列车质量有逐步提高到 5000t、6000t 的可能，还有各铁路局组织超长超重列车的运行，主要干线上 850m 的到发线有效长已显得很不够用。虽然车辆平均每延米质量也在不断提高，但到发线有效长有迫切要求加长的趋势。为了提高客运能力，我国的旅客列车也在不断扩大编组，原来旅客列车由 12~14 节组成，现在普遍进行扩编，最长的已达 20 多节，很多车站的旅客列车到发线有效长及站台长度都不够使用，也迫切要求予以延长。但延长到发线有效长有很多困难，工程较大，特别是对较大车站，困难很多。因此新建铁路到发线有效长的确定是一个重要问题，必须慎重研究解决，应根据远期列车的最大长度预留发展余地。

## 六、牵引种类及机车类型

目前铁路采用的牵引种类，按牵引动力所用能源的种类分为蒸汽牵引、内燃牵引和电力牵引。各种牵引又有各种功率大小不同的机车类型，以适应各种条件及不同运量的铁路。在我国目前使用的主要机车类型，电力机车有韶山<sub>1</sub>型、6Y<sub>2</sub>型、6G<sub>F</sub>型、6G<sub>1</sub>型；内燃机车有东风型、东风<sub>2</sub>型、东风<sub>3</sub>型、北京型、东方红<sub>1</sub>型、东方红<sub>2</sub>型、ND<sub>2</sub>型、ND<sub>3</sub>型；蒸汽机车有前进型、FD型、建设型、解放型、人民型、胜利型等，我国自制的几种主要机车的技术特征如表 1-1 所示。正在设计试制的电力机车还有韶山<sub>2</sub>型及韶山<sub>3</sub>型，内燃机车有东风<sub>4</sub>型等。

各种牵引种类的能源消耗及热效率大不相同，蒸汽机车的热效率只有 6~8%；内燃机车的热效率可达 22~28%；电力机车用火发电可达 14~18%，用水力发电可达 50%。

蒸汽牵引是最古老的牵引种类，与内燃、电力牵引相比，热效率低，燃料消耗大，乘务人员工作条件差，每 40~60km 需要设置给水站，整备时间长，工作繁重，占地面积大，因此是被淘汰的一种牵引种类。但我国牵引动力的改革起步较晚，我国现阶段运用机车台数中蒸汽机车约占 50%，运量的完成相当部分仍靠蒸汽机车。蒸汽机车因其构造简单，造价低廉，我国在今后一段时期内，蒸汽机车仍将继续存在，所以仍需对蒸汽机车进行技术改进，提高其效率。

我国牵引动力的发展方向是“内电并举，以电为主”。电力牵引直接引用电能，不需要燃料供应和中途给水，速度高，牵引力大，机车效率高，乘务人员工作条件好，无污染，但其构造复杂，造价高，需要接触网供电。电力牵引适于运量大，坡度陡，隧道多，电源丰富的地区。在我国电力牵引铁路统一采用工频单相 25000V 供电制。采用电力牵引比内燃牵引可提高输送能力 50% 以上，比蒸汽牵引可提高 1~2 倍左右。在我国电力牵引的货运量范围为：单线铁路限制坡度 9~12%，年货运量在 8.0Mt 以上者；双线铁路限制坡度 4~6%，年货运量在 36.0Mt 以上者。我国铁路现在电气化里程很少，约为 3000km，今后将要积极发展电气化铁路。



我国铁路几种机车主要技术数据

表 1-1

项 目		电力机车 韶山 <sub>1</sub> 型 SS <sub>1</sub>				内燃机车 东风 <sub>4</sub> 型 DF <sub>4</sub>		蒸汽机车 前进型 QJ	
轴 式		3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>				3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>		1-5-1	
计算质量 P(t)		138				135		225	
粘着质量 P <sub>μ</sub> (t)		138				135		100.5	
计算粘着系数 μ <sub>j</sub>		0.24 + $\frac{12}{100+8V}$				0.25 + $\frac{8}{100+20V}$		$\frac{30}{100+V}$	
计算速度 V <sub>j</sub> (km/h)		粘着 41.2 小时 42.0 持续 43.0				货20 客24		V <sub>jmax</sub> 20 (70) 25 V <sub>j</sub> (Z <sub>j</sub> ) (65) 23 (60) 21	
计算牵引力 F <sub>j</sub> (kN)		粘着 363.0 小时 343.4 持续 301.2				货302.2 客251.6		F <sub>jmax</sub> 238.4 (70) 230.5 F <sub>j</sub> (Z <sub>j</sub> ) (65) 233.5 (60) 236.9	
计算动轮直径 D <sub>j</sub> (cm)		120				101.3		146.2	
计算起动牵引力 P <sub>s</sub> (kN)		487.6				货401.7 客346.3		278.6	
计算起动阻力 w <sub>s</sub> (N/kN)		5.0				5.0		8.0	
传动比 μ <sub>t</sub>		4.63				货4.50 客3.75		计算速断比 e <sub>j</sub> 0.6	
构造速度 V <sub>g</sub> (km/h)		95				货100 客120		80	
机车全长 l <sub>j</sub> (m)		29.4				21.1		29.2	
机车基本阻力 (N/kN)	牵引 w <sub>q</sub> '	1.64 + 0.0149V + 0.000260V <sup>2</sup>				1.04 + 0.0162V + 0.000138V <sup>2</sup>		0.70 + 0.0139V + 0.000276V <sup>2</sup>	
	惰行 w <sub>h</sub> '	2.25 + 0.0199V + 0.000320V <sup>2</sup>				2.28 + 0.0293V + 0.000178V <sup>2</sup>		0.70 + 0.0243V + 0.000673V <sup>2</sup>	
各种速度 的 牵 引 力 (kN)	10	414.96				货366.40 客346.29		(Z <sub>j</sub> = 70)252.12	
	15					(15.8)356.59 (15.3)346.29			
	20	387.50				302.15 286.45		238.38	
	30	272.78				216.81 210.92		208.95	
	40	(33m) 363.46				164.81 163.83		170.69	
	41.2	362.97	(33 I)						
	45.7		328.64	(33 II)					
	50	172.66	234.95	294.30	(33 III)	131.45	131.94	143.23	
	55.3				262.91				
	60	100.06	138.32	174.62	204.05	108.89	109.38	122.63	
	70	67.69	93.20	124.59	149.11	92.21	93.20	105.46	
	80	47.09	65.73	94.18	115.76	78.48	81.42	91.72	
	90	31.39	47.09	71.61	87.31	65.24	71.12		
	95	24.53	39.24	63.77	76.52				
100					52.97	61.80			
110						51.99			
120						44.15			

内燃牵引也是未来主要的牵引种类，蒸汽机车被逐步淘汰后，所有不能电化的铁路都需使用内燃牵引。即使在电气化铁路上，调车、小运转仍需由内燃机车承担。内燃机车除具有与电力机车相类似的优点外，其耗水极少，不需要外部供电设备，独立性能高，适于无水或水质不良的地区，森林区，沙漠区。但内燃机车构造复杂，造价昂贵，需要液体燃料，也有污染问题。

牵引种类及机车类型的选择，直接影响到列车的质量，行车的速度，铁路的效率，能源消耗，以及工程运营费用，是铁路技术标准中至关重要的问题。铁路技术改革中最主要的内容之一是牵引动力的改革，在铁路设计中应积极研究解决。

### 七、机车交路

铁路上运转的机车都是在一定路段内往返行驶。该路段称为机车交路。其长度称为机车交路距离。机车交路两端的车站称为区段站。区段站都配置一定的机务设备。区段站的机务设备，按工作性质和设备规模分为机务段（基本段）和折返段。机务段配属有一定数量的机车，担任相邻交路的运转作业，并设有机车整备和检修设备。配属该段的机车都在这里整备、检查和修理。隶属于该段的机车乘务组在这里居住并轮换出乘。折返段设在机车返乘的车站上，一般不配属机车，机车在折返段进行整备和检查，乘务组在这里休息或驻班。

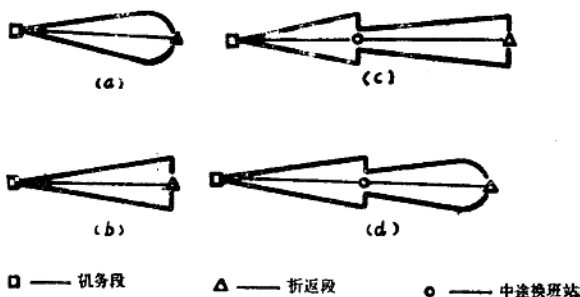


图 1-1 机车交路  
 (a) 短交路；(b) 长交路；(c) 两处驻班制超长交路；  
 (d) 中途驻班制超长交路。

机车交路距离与机车运转方式及乘务制度有关。机车运转方式有短交路、长交路及超长交路，如图 1-1 所示。

短交路即乘务组在一个工作班时间内走完交路的往返两个行程，在折返段不换班。长交路是乘务组在一个工作班的时间内只能走完交路的一个单程，在交路两端都要换班。超长交路是两个长交路或一个长交路一个短交路合并，机车连续运转，乘务组在中途及两端换班。一个乘务组从出勤至退勤连续工作的时间一般以 10h 为宜，最多不超过 12h。但除去交接班及整备、检查的时间，实际运转的时间只有 6~8 h。因此交路距离短的只有 100km 左右，长的可到 300~400km，更长的甚至超过 1000km。

乘务制度有包乘制及轮乘制，包乘制由几个乘务组固定在一台机车上轮流出乘。轮乘制即乘务组都不固定机车，上班时间内可以在任一机车上出乘。我国以往主要使用蒸汽机车，检修作业多，整备时间长，运行速度低，交路距离短，一贯实行包乘制。包乘制对机车保养有利，但机车利用率低。现在内燃、电力机车日益增多，为提高机车利用率及乘务组的工作效率，也逐渐采用长交路轮乘制。机车交路距离加长，机务段数目减少，运行速度加快，机车车辆周转时间缩短，效益显著提高。

机车交路距离影响区段站的分布，影响工程投资及运营效率，区段站应结合路网规划布置在客货集运量大的路网交叉点上，尽量减少区段站的数目，而使铁路得到最大的技术经济

效益。

## 八、闭塞分区的分布及闭塞方式

在单线铁路上，线路由车站分隔成闭塞分区，相邻两车站间的闭塞分区又称区间。一个区间内只允许一列车运行。列车在车站上进行交会或越行。一个区间内往返通过一对列车的时间，包括列车往返运行的时间及办理闭塞手续所需要的时间，称为一个运行周期。往返运行的时间决定于区间的距离及线路的坡度，办理闭塞手续所需要的时间决定于闭塞方式。一个区间一天内能够通过列车对数称为这个区间的通过能力。一个区段的通过能力受最困难区间的限制，因此要求车站的分布要均匀。单线铁路中间车站的分布受很多因素的限制，如应靠近城镇及工矿企业，地形平坦，交通便利。站间距离不能过短，也不能过长，一般在10 km左右，困难时可到7~8 km，并能满足通过能力的要求。

先进的闭塞方式可以缩短列车等候及办理闭塞手续的时间。铁路所用的闭塞方式有电话闭塞、电气路签闭塞、半自动闭塞及自动闭塞。

电话闭塞是最简单的闭塞方式，相邻两站用行车专用电话联系，在区间空闲并得到对方车站的许诺后即可将列车发入区间内，司机发车的凭证是车站开发的路票，列车到达对方车站后，对方车站用电话通知邻站，列车到达。再次发车，再用同样方式联系。这样的闭塞方式效率低，不安全，万一办理闭塞人员疏忽，会造成重大事故。只能用于行车量很少的临时线路上。

电气路签闭塞(图1-2 a)是在一个闭塞分区两端的车站上各装置一个路签机，用电线相连，彼此间有电气锁闭关系，列车进入区间的凭证是配属于该区间的路签。该区间两端任一车站如果需要取出一个路签，必须是区间空闲并得到对方车站同意后才有可能。当取出一个路签以后，任一车站都不能再从路签机中取出路签，这就保证了区间内只有一趟列车，这种闭塞方式适用于单线铁路，可以确保安全，但效率不高。

半自动闭塞(图1-2 b)是一种闭塞机与信号机有联锁作用的闭塞方式。列车进入区间的凭证是出站信号机显示绿灯。但出站信号机受闭塞机的控制，只有在区间空闲，双方车站办理好闭塞手续之后，出站信号机才能再次显示绿灯。这里省去了向司机递交路签的时间，因而缩短了车站发车时间。这种闭塞方式可靠，效率也较高，适用于单线或双线铁路。

自动闭塞(图1-2 c)是把区间再分成若干闭塞分区，主要用于双线铁路的闭塞方式。双线铁路上下行分线行车，为了缩短同向列车的间隔，把区间再分成若干闭塞分区。列车运行完全根据色灯信号机的显示，红色灯光表示前方闭塞分区被占用，列车需要停车。黄色灯光表示前方只有一个闭塞分区空闲，要求减速。绿色灯光表示前方有两个闭塞分区空闲，列车可以按正常速度运行。由于信号机的显示完全由列车本身通过轨道电路来控制，所以称为自动闭塞。自动闭塞同向列车间的间隔时分可缩短到8~10 min，双线铁路每天可通行144~180对列车，如缩短到6 min，则可通行240对列车。但双线铁路自动闭塞在扣除储备及各种损失，实际可能通行的客货列车数约为90~120对左右。

半自动闭塞或自动闭塞与调度集中配合，可使车站的道岔及信号均由调度员实行远程集中控制，从而加强了行车组织的计划性和灵活性，使行车更为安全，并能提高通过能力。

在调度集中的基础上，利用电子计算机进行列车调度工作，构成行车调度自动控制系統，称为行车指挥自动化，对提高通过能力和保证行车安全，具有特别重大的意义。

车站及闭塞分区的分布，以及采用何种闭塞方式，是关系到铁路运营效率及铁路能力的

重要因素。应根据铁路意义、作用、行车数量予以选择确定。

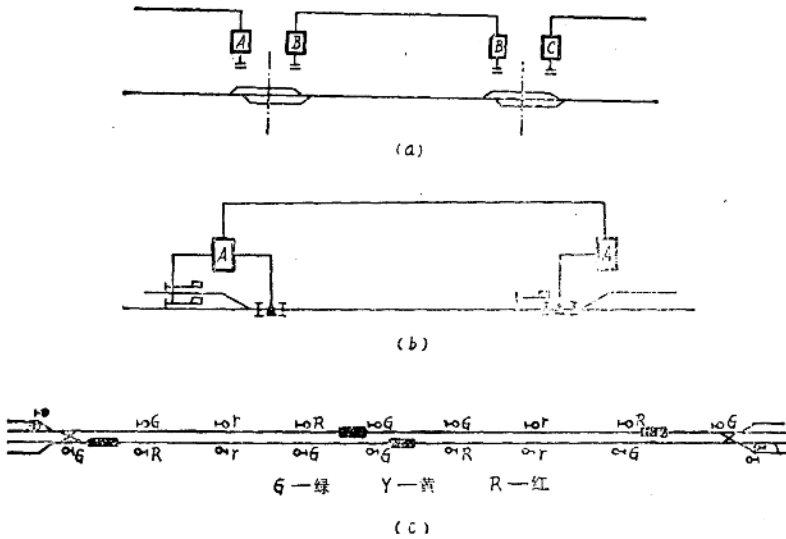


图 1-2 闭塞装置  
(a) 路签闭塞；(b) 半自动闭塞；(c) 双线自动闭塞。

上述铁路主要技术标准对铁路的能力、铁路的效率都有直接的重大的影响，而且对铁路的工程造价及运营费用也有极大的影响。其中有些是属于基本标准，如轨距、铁路等级，决定着设计线其他一系列技术标准及设备的类型。有些是属于基建标准，如正线数目、限制坡度、最小曲线半径、到发线有效长、机务段及车站的分布等，建成后很难改变，应按远期的需要选定其技术标准。还有一些是属于技术装备类型，如牵引种类、机车类型、闭塞方式等可随着运量的增长逐步加强，应分别按近期及远期选定其类型。

铁路的能力与技术水平主要表现为行车的密度、列车的质量及行车的速度。铁路主要技术标准中影响行车密度的，主要有车站及闭塞分区的分布、闭塞类型、正线的数目等；影响列车牵引质量的，主要有牵引种类、机车类型、限制坡度等；影响列车运行速度的，主要有最小曲线半径、机车交路、牵引种类及机车类型等。所有这些技术设备的综合构成铁路的能力，不同的组合可以得到大致相同的能力，也可得到不同的能力，但其技术效果与经济效益会有很大的差别。因此，对主要技术标准的选择必须综合研究，统筹规划，远近结合，具体情况，具体分析，使主要技术标准达到最佳的配合，最优的技术效果与经济效益。

### 第三节 铁路运量及运能的计算

#### 一、铁路的运量

运量是设计铁路的主要依据资料。铁路设计前必须通过经济调查。铁路的经济调查分网性的和线性的。

网性的经济调查是根据国民经济发展的要求，为加强铁路运输能力而找出各种可能的合

理解决方案，它着重研究全国路网中客货流的动态，应该发展和加强铁路网的那个方向，是增建新线还是加强旧线，并确定新线及旧线加强的起迄点和经过的主要城镇以及修建顺序，并且研究公路和水运与铁路的配合问题。

线性的经济调查是在起迄点已定的设计铁路线上进行，进一步明确设计线在政治、经济、国防上的意义，在铁路网中的作用和地位，明确设计线必须经过的经济据点，确定近远期客货运量及性质。从技术经济的观点出发，考虑地区经济发展要求，提出设计线的可能走向及商务作业站分布的初步意见。

铁路的运量是随着国民经济的发展而逐年增加，因此，要决定铁路各设计年度应具备的能力，必须明确各设计年度的运量。我国铁路工程设计年度分为近期及远期，近期是正式交付运营后五年，远期为正式交付运营后十年。

#### (一) 货运量

货运量通常是指铁路一年内需要运输的货物吨数，应按上下行分别计算。货运量包括直通运量和地方运量，前者为通过设计线的运量，后者为在设计线范围内有装卸作业，包括运出、运入及区段运量，单方向的货运量 $C$ 按公式(1-1)计算。

$$C = C_z + C_c + C_R + C_Q \text{ (Mt/a)} \quad (1-1)$$

式中  $C_z, C_c, C_R, C_Q$ ——分别表示单方向一年的直通、运出、运入、区段运量(Mt/年)。

#### (二) 货物周转量

货物周转量通常是指铁路单方向一年内所完成的货运工作量，用单方向一年内各种货运量乘以相应的运输距离的乘积来计算。货物周转量 $C_{HZ}$ 按公式(1-2)计算。

$$C_{HZ} = C_z \cdot L + C_c \cdot L_c + C_R \cdot L_R + C_Q \cdot L_Q \text{ (Mt} \cdot \text{km/a)} \quad (1-2)$$

式中  $L$ ——设计线全长(km)；

$L_c, L_R, L_Q$ ——运出、运入区段平均运距(km)。

#### (三) 货运密度

货运密度是把货物周转量均摊到每一公里设计线的平均货运工作量，货运密度 $C_M$ 按公式(1-3)计算。

$$C_M = \frac{C_{HZ}}{L} \text{ (Mt} \cdot \text{km/km} \cdot \text{a)} \quad (1-3)$$

#### (四) 货流比

铁路上下行方向的货运量往往不均衡，因此，分为重车方向与轻车方向。货流比 $\lambda$ 是轻车方向货运量 $C_{OL}$ 与重车方向货运量 $C_{ZH}$ 的比值，即 $\lambda = \frac{C_{OL}}{C_{ZH}}$ ，其值小于1。

#### (五) 货运波动系数

铁路的货运量由于某些部门生产的季节性等原因，一年内各月份并不相等，一年内最大月运量和平均月运量的比值称为货运波动系数 $\beta$ 。铁路必须完成运量最大月份的运输任务。

#### (六) 零担、摘挂及旅客列车对数

零担、摘挂列车是为运送地方运量而组织的列车，一般运行于一个区段内；前者仅办理零担货物的装卸，后者则在中间站进行整车货物的摘挂作业。

零担、摘挂及旅客列车对数系根据经济调查资料归纳分析而得，应按近期和远期分别提出。

## 二、铁路的能力

铁路的能力是用通过能力及输送能力来表示的。通过能力是指铁路每昼夜可能通过的列车对数（单线）或次数（双线每方向）。输送能力是指铁路单方向每年可运送的货物吨数。铁路的能力受技术标准及设备条件的限制，按铁路的技术标准和设备条件算得的通过能力称为可能的通过能力，算得的输送能力称为可能的输送能力。铁路设计的能力应满足运量的需要，并具有一定的储备。需要的输送能力即运量。需要的通过能力即根据运量计算所得每天需要开行的列车对数。一般惯称铁路的能力皆指可能的通过能力及输送能力。

### （一）通过能力的计算

铁路的通过能力受区间、车站、机务、给水、供电等的限制。各部分能力应当协调一致并以区间能力为主。实际的通过能力以实际编制的运行图来确定。

实际运行图为非平行运行图，如图 1—3a 所示，横轴表示时间，竖轴表示站距，斜线表示列车运行线。实际列车有旅客、直货、零担、摘挂等，在区间运行的速度，停靠的车站及停车的时间都不相同，故同方向列车运行线不平行。编制这样的运行图涉及面广，花费时间长，且必须绘出运行图后，才能求出通过能力，故只在实际运营中使用。

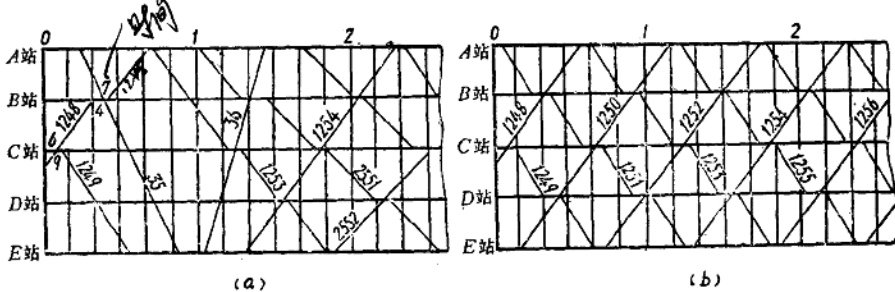


图 1—3 运行图  
(a) 单线非平行运行图，(b) 单线平行成对运行图。

在铁路设计时，计算通过能力系按平行成对运行图计算，如图 1—3(b) 所示。单线铁路以一对直通货物列车占用区间的总时分作为一个运行图周期  $T_z$ 。一个运行图周期包括一对列车在区间往返运行时分  $t_w$  及  $t_F$  和两端车站接发列车的间隔时分。一般按在车站上一列通过一列等会，需一个不同时到达时分  $t_B$  及一个会车间隔时分  $t_H$ ，如图 1—4 所示。列车往返运行时分按牵引计算求得，单线铁路各种闭塞方式最小车站间隔时分概略计算可按表 1—2 所列数据。

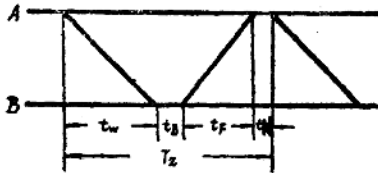


图 1—4 单线平行成对运行图周期

车站间隔时分 (min) 表 1—2

闭塞方式	$t_B$	$t_H$
电气路签	5~6	3~4
半自动闭塞	4~5	2~3
自动闭塞	4~5	1~2
自动闭塞与调度集中	3~4	0.5~1

单线铁路平行成对运行图通过能力  $N$  按式 (1—4) 计算。

$$N = \frac{1440}{T_z} = \frac{1440}{t_w + t_F + t_B + t_H} \quad (\text{对/天}) \quad (1-4)$$

双线铁路上下行列车分线运行，通过能力应分方向计算。当采用半自动闭塞时（图 1-5a），通过能力  $N$  按式（1-5）计算。

$$N = \frac{1440}{t + t_L} \quad (\text{列/天}) \quad (1-5)$$

式中  $t$  ——直通货物列车单方向运行时分 (min)；

$t_L$  ——同向列车连发间隔时分 (min)。

当采用自动闭塞时（图 1-5 b），通过能力  $N$  按式（1-6）计算。

$$N = \frac{1440}{I} \quad (\text{列/天}) \quad (1-6)$$

式中  $I$  ——同向列车追踪间隔时分 (min)，设计中采用 8~10min。

(二) 输送能力的计算

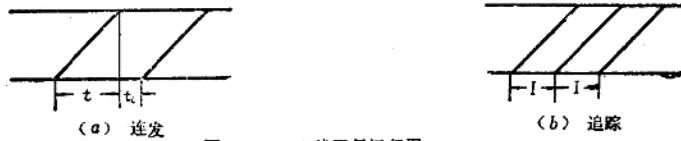


图 1-5 双线平行运行图

输送能力的计算是在平行运行图通过能力中扣除储备能力及旅客列车所占用的通过能力后，所剩货物列车每年能运送的货物总吨数。但货物列车中有直通、零担、摘挂等，其列车质量及货物净载，以及所占用的通过能力各不相同。为简化起见，是将各种列车所占用的通过能力换算为直通货物列车所占用的能力，再计算其输送能力。

每天可能通过的直通货物列车对数  $N_{ZH}$  可按式（1-7）计算。

$$N_{ZH} = \frac{N}{1 + \alpha} - (N_K \varepsilon_K + N_L \varepsilon_L + N_z \varepsilon_z) \quad (\text{对/天}) \quad (1-7)$$

式中  $\alpha$  ——通过能力的储备系数；

$N_K, N_L, N_z$  ——每天旅客、零担、摘挂列车对数；

$\varepsilon_K, \varepsilon_L, \varepsilon_z$  ——旅客、零担、摘挂列车的扣除系数。

通过能力的储备量在铁路运输中具有重要意义，主要是为了运输的急需，线路进行大中修，以及运输次序的调整，一般单线采用 20%，双线采用 15%。

扣除系数是因为旅客、零担、摘挂等列车在平行运行图中所占用的时间比直通货物列车长，而将其换算为直通货物列车。扣除系数与正线数目、列车种类、闭塞方式等有关，铁路设计时可采用表 1-3 所列数据。

各种列车扣除系数

表 1-3

区间正线	闭塞方式	旅客列车	快运货物列车	快零、零担 摘挂列车	摘挂列车	备注	
单 线	自动	1.0	1.0	1.5-2.0	1.3-1.5	$\alpha = 0.5$ 摘挂列车 3 对以上时，取相应的低限值	
	半自动	1.1-1.3	1.2	1.5-2.0	1.3-1.5		
双 线	自 动	$I = 10$	2.0-2.3	2.0	3.0-4.0		2.0-3.0
		$I = 8$	2.3-2.5	2.3	3.5-4.5		2.5-3.5
	半自动	1.3-1.5	1.4	2.0-3.0	1.5-2.0		

注：其他闭塞方式，可参照半自动的扣除系数值。

折算的货物列车对数 $N_H$ ，按式(1-8)计算。

$$N_H = N_{ZH} + N_L \mu_L + N_Z \mu_Z \quad (\text{对/天}) \quad (1-8)$$

式中  $\mu_L, \mu_Z$ ——零担、摘挂列车的净载与直通货物列车净载的比值，称清轴系数，一般采用  $\mu_L = 0.5, \mu_Z = 0.75$ 。

输送能力 $C_s$ 按式(1-9)计算。

$$C_s = \frac{365 N_H Q_J}{10^6 \beta} \quad (\text{Mt/a}) \quad (1-9)$$

式中  $Q_J$ ——直通货物列车净载(t)。

### (三) 需要的通过能力

需要的通过能力 $N_x$ 是根据运量并考虑了波动性把所有需要开行的列车对数换算为直通货物列车对数，再加储备量所得的总和，按式(1-10)计算。

$$N_x = (1 + \alpha)(N_{ZHx} + N_{Kex} + N_{Le} + N_{Ze}) \quad (\text{对/天}) \quad (1-10)$$

需要开行的直通货物列车对数 $N_{ZHx}$ 根据直通货运量 $C_s$ 考虑波动性而求得，按式(1-11)计算。

$$N_{ZHx} = \frac{C_s \times 10^6 \beta}{365 Q_J} \quad (\text{对/天}) \quad (1-11)$$

旅客、零担、摘挂也都按运量资料分别计算出每天所需开行的列车对数。

## 第四节 铁路勘测设计的阶段及内容

铁路建设项目投资巨大，耗费大量的人力和物力。关系到国家政治、经济、国防的发展。为了保证设计的效率和质量，必须由整体到局部，由原则到具体，由面到带，由带到线，由线到点，进行详尽的勘测与设计工作。由于铁路勘测设计牵涉面广，因此必须划分必要的勘测设计阶段，采取逐步接近的办法分阶段进行。

铁路建设项目必须按照国家规定的基本建设程序进行。我国铁路基本建设程序分三个阶段。第一阶段为前期工作，以可行性研究为中心。第二阶段为设计施工的基建阶段，第三阶段为验收投产与运营后投资效果反馈的投产阶段。

铁路建设项目必须先进行可行性研究，可行性研究之后，上报项目建议书，项目建议书下达后，进行初测和初步设计，初步设计鉴定后，前期工作即告结束。然后由计划部门根据初步设计的鉴定内容，上报设计任务书，设计任务书批准后，才能列入建设计划。根据设计任务书进行定测及技术设计。技术设计审查批准后，进行施工图设计。铁路建设项目一般按初步设计、技术设计和施工图三个阶段进行。可行性研究不属勘测设计阶段，仅为上报项目建议书提供依据。

铁路可行性研究是建设前期工作的重要内容。可行性研究是根据中长期规划的要求，对建设项目在技术、工程和经济上是否合理和可行，进行全面分析论证，作多方案比选，提出评价，为编制和审批项目建议书提供可靠的依据。在广泛调查研究的基础上，编制可行性研究报告。报告应包括以下内容：

1. 设计线的政治、经济意义，在铁路网中的作用；
2. 线路经行地区的自然特征——地势、地形、地质、地震烈度、水文、气象等；
3. 经济特征——吸引范围内的重要城镇、工矿企业、农林畜牧、人口、交通运输、资



源分布的状况及发展趋势；

4. 近远期客货运量的预测；
5. 相邻线路的主要技术条件；
6. 线路方案的比选——可在小比例尺（1:50,000）地形图上定线，选择接轨站、主要技术条件及确定重点工程和相关线路的扩建改建问题；
7. 车站的分布及远近期输送能力；
8. 投资估算和建设年限，社会效益及运营经济效果评价等。

初步设计是在初测的基础上进行的。初测需进行经济调查及对主要方案测绘较大比例尺（平坦地形1:5,000，困难地形1:2,000）带状地形图，并进行详细的地质、水文勘测。初步设计应将可行性研究报告中所提及的问题作进一步详细的分析比较与论证，对线路基本走向及主要技术标准作出选择；对选定方案作出总概算；对运营经济效果作出分析与评价；提出对路基、轨道、桥涵、隧道、站场、机务、车辆业务、给水、排水、牵引供电、通信、信号、电力、房建、三废处理等各专业的设计原则及标准，设备的分布、类型及规模，水源、电源及重点工程的情况，对协作配套工程的要求。

技术设计是在定测的基础上进行的。定测是在对初步设计所选定的线路方案详细分析研究后，并根据初步设计鉴定意见作出必要修正，把线路标定在地面上，具体确定线路平面位置及设计标高，确定沿线各项工程——桥涵、隧道、车站、路基挡墙的位置，进行详细的地形、地质、水文勘测工作。技术设计是根据定测的资料最后确定线路及沿线各项工程的位置，并根据设计任务书所规定的原则和标准作出各项个体工程设计，计算各项工程的数量，作出修正总概算。

**施工图**是根据批准的技术设计编制各项建筑物及设备的施工详图及工程明细表，以备施工。

对工程简单、技术不复杂的建设项目，可按两阶段进行设计。一般在可行性研究之后，即可确定方案及技术标准，上报设计任务书，设计任务书批复后，即可进行定测，作扩大的初步设计，然后编制施工图。对于原则明确，有条件的可按一阶段设计，即施工图设计。

铁路是一套大的联动机，为了保证铁路各部门协调地进行工作，保证整个铁路的安全和效率，铁路各部门必须遵循统一的规范及规程如《铁路技术管理规程》（简称技规）、《铁路线路设计规范》（简称线规）、《铁路牵引计算规程》（简称牵规）、《铁路基本建设工程设计文件的编制规定》（简称规定）等。

这些规范及规程是铁路多年来运营管理实践和科学研究的总结。它规定了运营管理的统一准则，铁路建筑物及设备的技术标准，设计的原则和方法。但这些规程及规范随着铁路科学技术的发展，也在作阶段性的修改与补充，因此，铁路设计时，应创造性地应用这些规范及规程，但对现行的各种规程及规范的任何条文在没有明令修改之前，不得违反。