

铁 道 概 论

编 者 石定宇 俞静贞
责任编辑 朱远民

★

西南交通大学出版社出版
(四川·峨眉)

西南交通大学出版社印刷厂印刷

★

开本: 787×1092 1/16 印张: 4
1986年4月第一版 1986年4月第一次印刷
字数: 190千字 印数: 1—12,000册
统一书号: 15478·1 定价: 1.25元

目 录

绪 论

一、运输业的性质、作用和种类·····	1
二、我国铁路的产生和发展·····	3
三、铁路运输的特点及基本设备·····	6

第一章 线 路

第一节 铁路线路的平面和纵断面·····	8
一、铁路选线的初步概念·····	8
二、铁路线路的平面及其组成要素·····	9
三、铁路线路纵断面及其组成要素·····	12
第二节 路基和桥隧建筑物·····	15
一、路 基·····	15
二、桥隧建筑物·····	16
第三节 轨 道·····	19
一、轨道的组成部分·····	20
二、无缝线路和新型轨下基础·····	26
三、轨道上两股钢轨的相互位置·····	27
第四节 线路标志与限界·····	29
一、线路标志·····	29
二、限 界·····	29
第五节 工务工作·····	30
一、线路经常维修·····	31
二、线路中修·····	31
三、线路大修·····	31

第二章 车 辆

第一节 车辆的基本构造·····	33
一、走行部·····	34
二、车底架·····	36
三、车 体·····	37
四、车钩缓冲装置·····	39
五、制动装置·····	40

第二节 车辆标记及技术经济指标.....	42
一、车辆标记.....	42
二、车辆的技术经济指标.....	44
第三节 车辆的检修.....	44
一、定期检修.....	44
二、日常维修.....	45

第三章 机 车

第一节 蒸汽机车.....	47
一、蒸汽机车的基本构造和工作原理.....	47
二、蒸汽机车的牵引特性.....	51
第二节 内燃机车.....	53
一、内燃机车的柴油机.....	54
二、内燃机车的传动装置.....	57
三、内燃机车的车体与转向架.....	60
第三节 电力机车.....	63
一、电气化铁道的供电系统.....	64
二、电力机车.....	66
第四节 机车的运用与检修.....	68
一、机车运用.....	68
二、机车检修.....	71
第五节 机车的比较与发展.....	72

第四章 车 站

第一节 车站的作用及任务.....	74
第二节 车站的分类及其特征.....	75
一、中间站.....	76
二、区段站.....	77
三、编组站.....	77

第五章 信号及通信

第一节 信 号.....	80
第二节 联 锁.....	84
一、电锁器联锁.....	84
二、电气集中联锁.....	85

第三节 闭塞	88
一、电气路签闭塞	88
二、半自动闭塞	89
三、自动闭塞	91
第四节 机车信号及调度集中	93
一、机车信号与自动停车装置	93
二、调度集中	94
第五节 通信	95
一、地区通信	96
二、长途通信	97
三、区段专用通信	99
四、站场专用通信	101

第六章 铁路运输组织

第一节 车站工作组织	103
一、客运工作	103
二、货运工作	103
三、行车工作	104
第二节 运输计划	105
一、旅客运输计划	105
二、货物运输计划	105
第三节 列车编组计划	106
一、货物列车的种类	106
二、列车编组计划的任务和作用	107
三、列车编组计划的最优方案	108
第四节 列车运行图	110
一、列车运行的图解法	110
二、列车运行图的分类	110
三、列车运行图的要素	111
四、列车运行图的意义	112
第五节 铁路运输能力	112
一、铁路通过能力	112
二、铁路输送能力	113
第六节 铁路运输自动化	114
一、行车自动控制系统	114
二、铁路车站自动化	115
三、铁路运营管理自动化	116

绪 论

一、运输业的性质、作用和种类

1. 运输业是一个物质生产部门

社会的物质生产是人类赖以生存的基础。而社会的物质生产无非是改变劳动对象的形态和性质，或者是改变劳动对象的位置。运输业当然不能改变劳动对象的形态和性质，但是劳动对象位置的变换，却依靠运输。劳动对象位置的变换，看起来，它好象并不生产什么东西，但是，首先它是进行生产的必要条件，是生产过程中不可缺少的一个环节。在产品的生产过程中，从一个工序到另一个工序；从一个生产场所到另一个生产场所；从原料进厂到成品出厂，都离不开运输。例如一个现代化的大型钢铁联合企业，它本身要有一个庞大的运输系统，其铁路线长度有几百公里，机车上百台，车辆几千辆，一年厂内所运的东西就有几千万吨，它不但需要运输原料，而且从炼铁到炼钢，从炼钢到轧钢，都要靠运输来联系。所以可以说运输是冶金工业的命脉，没有运输就没有现代化的冶金工业。另外，有些生产部门，如采煤、开采石油与开矿等，它们的生产过程几乎就是运输过程。例如开采煤炭，它主要的就是把埋藏于地下的煤炭运送到地面上来。只有通过运输把产品送到消费地点，才为社会提供了使用这些产品的可能性，产品只有在消费领域内才能得到正常的利用，也只有在消费领域内，才能表现出产品的价值。缺少了把产品从生产地点运到消费地点这个环节，产品就不可能被消费，也就是产品的生产过程没有最后完成。显然工农业所需要的原料和产品，都必须通过运输才能完成它的生产和再生产过程。当然人民的旅行和其他生活需要也离不开运输。马克思在一百多年前就是根据社会生产的发展规律指出：“除了采掘工业、农业和加工工业以外，还存在着第四个物质生产领域，……这就是运输业，不论它是客运还是货运。”（《马克思恩格斯全集》第26卷I 444页）由此可见，运输业是伴随着生产和社会的发展，独立成为一个物质生产部门的。它的生产过程表现为运送旅客和货物的运输过程，其运送对象在位置上的变换是生产在流通过程中的继续。

运输业是一个物质生产部门，但它又不同于其他的物质生产部门，（最明显的特点是，运输业的生产不为社会创造出新的物质产品，在运输过程中，既不增加运送对象的数量，也不改变运送对象的性质，运输旅客和货物的结果，只是改变了旅客和货物所在地的位置。因此，“位移”就是运输业的“产品”，它是以“人公里”和“吨公里”为单位来计量的。其产品的总数分别称为旅客周转量和货物周转量。）

旅客周转量 = Σ 旅客发送人数 $\times$ 旅客的平均运距的公里数

货物周转量 = Σ 货物发送吨数 $\times$ 货物的平均运距的公里数

（运输业的产品——位移，同运输过程本身不可分离，在它被生产出来的同时就被消费掉了。因此，运输业的产品既不能贮存，也不能进行积累。）这就和工业生产可以用产品建立储

备不一样，运输业不可能以自己的产品来建立储备，（而只能储备生产能力——运输能力。）另一方面，工农业可以用调拨产品的方法来调剂地区之间的供求，而运输业却不能用调拨产品的办法来调节不同时期和不同地区对运输的需要，它只能调动运输业的生产能力——如机车车辆等生产工具来进行调剂。因此，不仅整个运输业的发展要适应国民经济不断增长的需要，而且必须使运输业生产能力的配置与工农业生产的配置密切地协调一致。

另外，在运输的过程中，运输工人的劳动主要作用于劳动资料（如机车、车辆、汽车、船舶等），而不是作用于劳动对象（所运送的旅客和货物）。劳动资料的运行使劳动对象也随之而改变其所在位置。这就是用运输工具实现的生产过程。因此，要提高运输业产品的数量，就必须充分利用运输工具的载运能力和加速运输工具的周转，提高运输效率。

2. 运输业在国民经济中的地位和作用

建国以来，我国交通运输业有了很大的发展，初步形成了由铁路、公路、水运、航空和管道五种主要运输方式组成的综合运输网。这些纵横交错的运输网就象布满在社会主义祖国土地上的脉络，把全国各地联系成为一个统一的整体。无论在政治、经济、国防和国际交往方面都有着重要的意义。

运输作为生产和消费的联系纽带，把产供销几个环节有机地联系起来，是社会经济的重要组成部分。为了促进我国国民经济有计划按比例地发展以及适应“四化”建设的需要，运输业必须充分发挥“先行官”的作用。只有运输业走在工业建设的前面，才能为现代化工业发展提供可靠的运输条件。

在我国交通运输中，铁路运输是主体，它起着骨干和国民经济大动脉的作用。我国土地辽阔，人口众多，资源丰富，大量的客货运输任务是由铁路承担的。据统计，解放后历年来，铁路完成的客货周转量都占到整个运输业完成客货周转量的一半以上，有力地促进社会主义现代化建设的发展。正如列宁所说：“铁路是一个重要的环节，是城市和乡村间、工业和农业间最明显的联系的表现之一，社会主义是完全建立在这种联系上的，要想建立这种联系来为全体人民有计划地进行工作，就必须有铁路。”（《列宁全集》第27卷284页）

为了适应“四化”建设的需要，我国已明确把包括铁路在内的交通运输业列为国民经济发展的战略重点。因而依靠科学装备和改造各种运输设备，扩大运输能力，缓和日趋紧张的运量与运能的矛盾势在必行。

3. 现代化交通运输的种类

现代化的运输方式可分为铁路、公路、水运、管道、航空五种。这五种运输方式是随着生产的需求和科学技术的进步，逐渐产生、发展和完善的，它们构成了国家统一的运输网。根据各种运输方式的技术特征，它们既要有分工，又要互相协作，充分发挥各种运输方式的优势，共同完成国民经济对运输提出的任务。

铁路运输具有运量大、运距长、速度快、成本低、安全可靠、受气候条件影响较小等特点。因而目前铁路运输是我国交通运输中的主体，继续发挥骨干的作用。它适合大宗货物的长距离运输，也是深受广大群众喜爱、工厂企业欢迎的一种运输方式。到1984年我国铁路营业里程已达5.2万多公里，承担着全国客货运输任务的一半以上。

公路运输速度快，具有高度的灵活性。无论在地、高原或沙漠，建筑公路都比建筑铁路容易，而且造价较低，养护维修方便，因此公路往往可以伸展到各个角落。它既可服务于城乡间，又是各厂矿内部必不可缺少的运输工具。不过它的载运能力较小，成本较高，主要适合短途客货运输。

水路运输具有巨大的载运能力，海洋和主要内河干线的大型轮船，可以载运万吨以至几十万吨货物。它基本上是利用天然形成的海洋和河流加以整治，修建必要的码头而进行运输的，因此运输成本较铁路低。我国海岸线长，河流众多，水量充足，具有发展航运的良好基础和巨大潜力，应积极发展以减轻繁重的铁路运输任务。但水路运输受自然界气候（如冰冻或风暴）的影响较大。

管道运输输送能力大、能耗小、无污染，且具有连续和稳定的优点。目前一般运送液体和气体，如石油、天然气等。近年来国外运送固体物料的管道，主要是运煤、运矿石与运矿建材料的管道有较快的发展。其主要方法是将煤、矿石粉碎采用浆体泵送到目的地后经脱水处理使用。因埋入地下的管道可以取直线、走捷径，行程短而快，且管理方便。今后管道运输将有较大的发展，只是初期投资大。我国从1958年修建第一条输油管，至今已建成输油、输气管一万多公里。

航空运输的特点是速度快，而且比其他运输方式更容易连接各地，到达其他运输工具难以到达的地区。它所完成的客货运输任务，虽然在我国客货运输中所占比重很小，但在国家生活中起着重要的作用。它的缺点是载运能力较小而成本高。今后应大力发展长途旅客运输，以缓和铁路长途旅客运输的紧张局面。

纵观世界各国现代化交通运输的发展，大致可分为四个阶段：第一阶段是水路运输阶段。水运是历史悠久的古老运输方式。早期各国的工业发展，大多依靠水运。第二阶段是铁路运输阶段。到本世纪三十年代以前，铁路几乎垄断了所有陆上运输。铁路运输迄今已有160多年的历史，世界铁路总长已达130多万公里，占世界运输网总长3000万公里的4.3%。第三阶段是公路、航空、管道运输阶段。自本世纪三十年代开始，公路运输发展骤增，全世界公路近2000万公里，公路运输在世界货物周转量中只占10%，而其货运量却占80%以上。管道、航空是较年轻的两种运输方式，近年来，管道运输的增长速度甚至高于公路。航空客运量近几十年来增加100倍以上，货运量也以每年递增20%的速度增长。第四阶段是综合运输阶段。自本世纪五十年代开始，各种运输方式的独自发展已不能适应工农业生产发展的需要，因而世界各国都强调了综合运输的重要性与必要性，它主要是调整铁路、公路、水运、管道、航空五种主要运输方式的比例，建立既平衡又协调的现代化交通运输体系。

随着我国工农业生产的不断向前发展，加强交通运输的统一规划，合理分工，以使各种运输之间紧密衔接，协调配合，充分发挥各种运输方式的作用，这将是十分重要和迫切的任务。

二、我国铁路的产生和发展

1825年英国修建了一条从希尔顿经达林顿到斯托克顿长21公里的铁路，这是世界上第一条以蒸汽机车作牵引动力的铁路。到目前为止世界铁路总长已达130多万公里，可以绕地球赤道32周。美国铁路营业里程至今已缩短至28.8万公里，但仍是世界上铁路线最长

的国家，其次是苏联约 14.5 万公里，加拿大 7.3 万公里，印度 6.6 万公里，我国 5.2 万公里列第五位。

我国铁路的发展也有一百多年的历史。早在 1865 年，英国商人杜兰德以宣传建路为名，在北京宣武门外，修建了一条半公里的窄轨铁路，试行小火车。这是殖民主义者试图利用铁路对华侵略的序幕，由于清政府视为不祥之兆，命令拆除。1876 年英商怡和洋行又在上海——吴淞间修了一条 15 公里长的淞沪铁路，轨距 762 毫米，正式营业一年零三个月后被清政府出白银 28.5 万两赎回拆除。1879 年后，满清官僚搞所谓的“洋务运动”，为解决开平矿务局煤炭运输问题于 1881 年批准修建由唐山至胥各庄长 10 公里的铁路，后延至天津，至今是京沈线的一段。该铁路轨距 1435 毫米，同年建成后先用骡马牵引，1882 年改用蒸汽机车牵引，时速 32 公里，可牵引 100 多吨，这是我国正式修建的第一条铁路，迟于英国第一条铁路五十六年。1891——1893 年在台湾省建成基隆至新竹的铁路约 100 公里，轨距为 1067 毫米。

自 1840 年鸦片战争以来，各帝国主义国家不断发动侵华战争。清政府在外 国侵略者的淫威下，大肆出卖国家主权和民族利益，签订种种不平等条约，大量割地赔款，于是在 1900 年前后，英、法、美、德、日、比、沙俄等帝国主义国家在其所霸占的“势力范围”内掀起“筑路高潮”。如沙俄建中东铁路，德国建胶济铁路，英国建沪宁、沪杭甬，广九铁路，法国建滇越铁路，日本建安奉铁路，英德合建津浦铁路等。这些在我国土地上用我国劳动人民血汗修筑的一条条铁路，却成了各帝国主义国家对我国进行经济掠夺和军事侵略的工具。

在旧中国修筑的铁路中，特别值得赞颂的是，我国杰出的爱国工程师——詹天佑，在广大人民反帝斗争的鼓舞下，排除内外阻力，依靠广大筑路工人和农民的力量，于 1905 年 9 月至 1909 年 8 月比计划提前两年建成了一条工程艰巨复杂，长达 206 公里的京张（北京——张家口）铁路。这条铁路穿越燕山山脉，在南口至康庄的关沟段，山峦起伏，地势险峻，线路坡度达 33.3%，并在青龙桥车站附近采用“人”字型展线，巧妙地解决了线路设置的一大难题，而且使八达岭隧道的长度缩短到 1089 米。这条铁路的建成有力地打击了帝国主义对中国人民的嘲讽和鄙视，充分显示了中国人民的智慧和力量，写下了我国筑路史上光辉的篇章。

从 1876 年至 1911 年清朝统治灭亡，全国共建铁路 9618 公里，通车里程约 7800 公里。

此后国民党长期推行对内镇压劳动人民，对外投降卖国的政策，铁路修建速度缓慢。这一时期先后修建了粤汉铁路株洲至韶关段，陇海、浙赣、同蒲、江南（南京至芜湖）、淮南、湘桂、黔桂、湘黔、宝天等线。

自 1881 年至 1949 年的六十九年间共修建铁路 2.17 万公里，平均每年修建 320 公里。旧中国所建的铁路，设备简陋，标准很低，而且明显具有殖民地和半殖民地的特征。具体表现为铁路少、偏、低。

少：即数量少。解放前近七十年，总共修建两万多公里的铁路，到解放时全国能够维持通车的不过 11000 多公里。平均每一百平方公里的面积上只有铁路 0.26 公里，每一万人口平均只有铁路 0.45 公里，这样的铁路网密度在世界各主要国家中是最少的。旧中国铁路的机车车辆也很少，解放时全国能用的各种类型的机车只有 1737 台，车辆 30233 辆。对我们这样一个领土辽阔、资源丰富、人口众多的大国来说，这样少的铁路遗产是极不敷用的。

偏：铁路分布极不平衡，大部分铁路集中在东北和东部沿海地区。其中，约占全国土地

面积 60% 的西北、西南地区仅占全国铁路总长的 5.5%，许多省份甚至完全没有铁路。而占全国土地面积 15% 的东北和华北地区，却占有全国铁路总长的 65%。帝国主义者为了便利它们剥削和掠夺我国物质资源而造成的这种畸形分布情况，充分反映了殖民地、半殖民地的铁路性质。

低：铁路的技术装备陈旧落后，线路质量差，路基病害严重，有 32% 的车站没有信号设备，72% 的线路没有闭塞设备，大部分区间采用电话或电报闭塞方法行车。技术设备的类型也很不一致：机车类型多至 120 余种；钢轨类型多至 130 余种；桥梁载重不一。因此行车安全毫无保障。经营管理上各自为政，没有全国统一的调度指挥。各路之间的车辆不能相互通用，跨路货物须在接轨站换装，机车车辆归各路自有，造成极大浪费。各路财政收支也不统一，公文往返都要采用外文。经营管理方法十分落后，货物列车平均总重只有 800 多吨，货车载重利用率不过 60~70%，旅行速度不足 20 公里/小时。货车周转时间约为五天，运输组织工作落后，运输效率很低，运输事故甚多。

新中国成立后，铁路建设事业有了很大发展，无论在路网建设上，还是在既有线的改造加强上，都取得了光辉的成就。基本上改变了旧中国少、偏、低的落后局面。

到 1984 年底铁路营业里程已达 5.4 万公里(包括地方铁路)，比建国初期增加 1.4 倍，线路延展长度增加 2.4 倍。铁路干线已伸进西南、西北广大地区，其铁路线长度，在全国铁路里程中所占的比重，已由解放前的 5.5% 上升到 24.8%。目前除西藏自治区外，全国各省都已经有了铁路，初步形成以北京为中心的全国铁路网骨架(如表所示)。

骨架干线	名 称	经 由	营业里程 (公里)
关内南北向	京 广 线	北 京—广 州	2313
	京 沪 线	北 京—上 海	1462
	太焦、焦枝、枝柳线	太原—焦作—枝城—柳州	2063
	宝 成、成 昆 线	宝 鸡—成 都—昆 明	1769
关内东西向	京 包、包 兰 线	北京—包头—兰州	1811
	陇 海、兰 新 线	连云港—宝鸡—兰州—乌鲁木齐	3651
	沪杭、浙赣、湘黔、贵昆线	上海—杭州—株洲—贵阳—昆明	2679
东北地区	滨 洲、滨 绥 线	满洲里—哈尔滨—绥芬河	1483
	哈 大 线	哈尔滨—沈阳—大连	944
联络关内外	京 沈 线	北 京—沈 阳	841
	京 承、锦 承 线	北京—承德(上板城)—锦州	655
	京 通 线	北 京—通 辽	834

随着铁路客货运量的不断增长，在大规模修建新线的同时，也对既有线加强了改造或增修第二线。铁路双线由解放初期的 867 公里，增加到 9182 公里（据 1983 年底统计），占营业里程的 17.8%。目前已经是双线的铁路有：哈大、哈佳、京沈、津沪、京广（北京至衡阳段）、陇海、石太、石德等线。现已基本建成的电气化铁道有 8 条共长 3000 多公里。在我国铁路网扩展的同时，还在黄河、长江等急流大河上架起了数十座技术复杂，气势雄伟壮观的特大桥梁。继宏伟的南京长江大桥建成后，又一座特大桥——长东黄河铁路桥于 1985 年 9 月架通，大桥全长 10.282 公里，比南京长江大桥还长 3.5 公里。它是目前亚洲最长的桥梁。另外，我国还在湘桂线的红水河上建成了世界第四座铁路斜拉桥。

在我国铁路网日益扩展的同时，线路质量有了很大提高，1954 年起全部采用国产钢轨，并把正线用钢轨轨型统一为 43、50、60 公斤/米三种，全路有 40% 的线路铺设预应力钢筋混凝土轨枕，铺设无缝线路近万公里，此外，轨枕板和整体道床等新型轨下基础已在很多车站和隧道内试铺。目前主要干线多采用自动闭塞和半自动闭塞设备，一些线路区段上装有调度集中和调度监督设备，全路采用电气集中的车站已超过三分之一，新建和扩建铁路枢纽 40 多处。对旧有车站进行了大量的改造，如增加和延长车站股道，增建客、货运设备，在大型编组站上修建了机械化和半自动化调车驼峰等。采用这些措施后，原有线路和车站的运输能力有显著提高。

机车车辆比解放初期有了很大发展，我国自行研制的东方红、东风、北京型内燃机车和韶山型交流大功率电力机车已成批生产，目前全国机车台数中，内燃和电力机车已占四分之一，主要干线的旅客快车都用内燃机车牵引。1985 年我国内燃、电力机车年产量达到 384 台，首次超过蒸汽机车产量。货车比解放初期增加 4.7 倍，载重 50 吨以上的货车占 80%，目前生产的通用车都是 60 吨，另外还设计制造了缩短型货车、大型货车和各种专用车。客车比解放初期增加了三倍，除了生产一般型式的座、卧车外，已生产带有空调装置的高级客车。

解放后，我国铁路实行了统一指挥、分级管理。建立了一整套适合我国铁路运输特点的技术管理和计划管理制度。制订了《铁路技术管理规程》和运输计划、列车编组计划、列车运行图、技术计划、运输方案、日常计划等。基本上体现了我国社会主义铁路管理的优越性。1985 年我国铁路运输完成了 11.1 亿人和 12.75 亿吨的客货运量。三十多年来铁路运输取得了伟大的成就，在国民经济中发挥了重大作用。但是我们还必须看到我国铁路运输各项技术设备的增长速度落后于运量的增长速度，一些主要干线和枢纽的通过能力和解编能力均已饱和。为了适应“四化”建设的需要，今后铁路必须加快改革的步伐，用先进的科学技术装备铁路，同时必须把现代科学技术成果，综合地运用到铁路管理上来，广泛地利用现代数学方法、电子计算机等手段，逐步实现铁路主要技术装备和运输管理的现代化。

三、铁路运输的特点及基本设备

铁路运输的生产过程是分布在全国漫长的铁路线上进行的，点多、线长、连续性强，而且铁路又是由运输、机务、车辆、工务、电务、材料供应、基本建设等许多业务部门配合在一起进行运输生产活动的综合性企业。几十万辆车辆在几万公里的线路上昼夜不停地运行，全路各个部门，各个工种都必须精确地、协调地、有节奏地进行活动，整个铁路就象一部巨

大的联动机，象钟表一样地工作。一个地方出了问题，全局立即受到影响。因此铁路必须实行高度集中，统一指挥。从铁路运输组织工作的角度来看，铁路运输的特点是轨道运输及列车运输方式。铁路上的主要运输设备，都是根据这种运输方式的要求设置的。合理使用铁路运输设备，挖掘运输潜力，提高运输效率，对安全、迅速、经济、准确地组织运输生产过程，多、快、好、省地完成和超额完成国家给予的运输任务，具有十分重要的意义。

铁路上主要有下列几类技术设备：

1. 铁路线路及各种类型的车站(如旅客站、货物站、编组站、区段站、中间站等)：铁路线路是机车车辆和列车运行的基础。车站是办理旅客和货物运输、编组和解体列车以及有关技术作业的基地。

2. 铁路机车车辆及其修理与整备设备：机车是牵引列车的基本动力。各种类型的车辆是载运旅客和货物的基本工具。其修理与整备设备是确保机车车辆经常完好和正常运行的基本保证。

3. 铁路信号及通信设备：铁路信号及通信设备有如铁路运输的耳目，是保证行车安全和提高运输效率的重要设备。

第一章 线 路

铁路线路是机车车辆和列车运行的基础。

铁路线路简称线路。它是由路基和轨道组成的一个整体工程结构（图 1—1）。

路基是轨道的基础，也叫做下部建筑。当线路跨越江河、谷地、公路及穿越山岭时应修建桥梁、隧道等以代替路基。桥隧建筑物包括：桥梁、隧道、涵洞、明渠等。

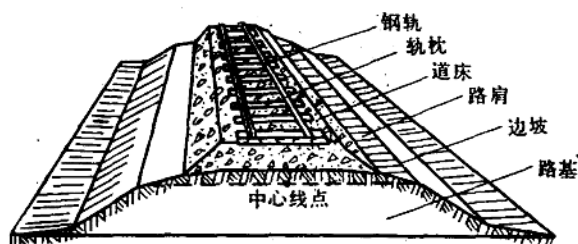


图 1—1 线路的组成

轨道是用来引导机车车辆的运行方向，直接承受和传递车轮的巨大压力于路基。因此，轨道也叫做上部建筑。轨道包括：钢轨、联结零件、轨枕、道床、道岔及防爬设备等。

线路是铁路运输的基础。为了使列车能按规定的最高速度，安全、平稳和不间断地运行，线路各部件必须经常保持完好状态，加强检查和维修，以确保铁路运输部门能够质量良好地完成客货运输任务。

第一节 铁路线路的平面和纵断面

一、铁路选线的初步概念

在建筑一条铁路线路以前，首先必须选定最适宜的路线，谓之铁路选线。铁路的新线建设必须结合路网的全面规划来进行，以使铁路建设的布局更合理，并能做到与水运、公路、管道等其他运输工具的相互配合、合理分工。

铁路的勘测设计是一项涉及面广、工种繁多、细致且需时间较长的工作，其中铁路选线又是整个铁路设计中关系全局的总体性工作。铁路选线的主要任务是：确定线路的走向；选定铁路的主要技术标准，如牵引种类、机车类型、限制坡度、最小曲线半径、到发线有效长及闭塞方式等；设计线路位置，合理布置线路上的各种建筑物，如桥梁、车站等。在设计中应力求提高线路质量，降低工程造价，节约运营支出。

为了保证设计的效率和质量，铁路的勘测设计必须由整体到局部，由粗到细，分阶段进行。通常分初步设计和施工图设计两个阶段进行。

在勘测设计一条铁路线之前，勘测单位要收集与该线有关的经济、地形、地质、水文等资料，对设计中遇到的一些重大问题，经研究提出线路研究报告，报请铁道部审查。铁道部参考线路研究报告，下达该线设计任务书，作为勘测设计的依据。在设计任务书中通常要明确线路的起讫点、线路走向、修建意义及运输任务，规定施工与交付运营期限，并对一些重

大的技术问题，如铁路等级、正线数目、限制坡度及与其他重大建设项目相互协调方案等提出初步意见。

在初步设计中要进行初测，初测包括内业与外业两部分工作，外业工作是按已定的线路基本走向，进行地形、地质、水文、的勘测和调查。初测的内业工作是复核、检查外业测得的数据。根据这些资料进行线路平面和纵断面的初步设计。由于线路的平面位置是在地形图上研究选定的，故也叫纸上定线。

在初步设计中要对已提出的多个方案进行技术经济比选，确定线路的走向，确定主要的技术标准；合理设置车站位置，确定其通过能力和输送能力；提出工程数量并编制概算。初步设计文件包括文字说明和图表两部分。

施工设计阶段的勘测叫定测。定测时是把初步设计选定的线路中心线标定在地面上，确定线路的具体位置，并收集桥、隧、路基、车站等单项工程的地形、地质、水文资料进行设计，提出施工图表、详细的工程数量和必要的说明，编制施工预算并交付施工。

不同等级的铁路线，在平面、纵断面的设计和整个线路工程结构方面都有不同的要求。

在铁路设计和建设工作中，要正确处理铁路和工、农业的关系，要注意同公路、水运、水利和其他城乡建设的配合，要爱惜民力，节约用地，少占农田，并尽可能结合工程改地造田。

我国新建和改建的铁路线，根据它们在铁路网中的作用和所担负的运输任务，共分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三个等级，如表 1—1 所列。

铁 路 等 级 表 1—1

等 级	Ⅰ 级 铁 路	Ⅱ 级 铁 路	Ⅲ 级 铁 路
作 用			
在铁路网中的意义	保证全国运输联系，具有重要政治、经济、国防意义，在铁路网中起骨干作用	具有一定的政治、经济、国防意义，在铁路网中起联络、辅助作用	为某一地区服务，具有地方意义
远期国家要求的年线路输送能力	大于 800 万吨	500 万吨及以上	小于 500 万吨

二、铁路线路的平面及其组成要素

经过选定的铁路线在空间的位置是用线路中心线来表示的。线路中心线在水平面上的投影，叫做铁路线路的平面；线路中心线（其曲线部分展直后）在铅垂面上的投影，叫做铁路线路的纵断面。线路平面可以表示出线路的曲直变化。线路的纵断面则可以表示出线路的坡度变化。因而，在线路平面图和纵断面图上才确定了线路的位置。

从运营的观点考虑，铁路线路的平面最好是直的，没有弯道；铁路线路的纵断面最好是平的，没有坡道，这样既可拉得多也可跑的快。但是由于铁路线一般是修在地表面的，地表有高山、河谷、城镇等许多障碍物，要把线路修的既平又直，势必增大工程投资，这样做往往是既不经济，也不合理，有时甚至是不可能的。所以修筑一条铁路线时，应在满足规定的

运输能力的前提下，结合地形、地质等条件综合考虑，应经过多方案的技术经济比选，确定既有利于运营，又节约投资的线路方案。

在平面上，铁路线不一定是直的，必要时须转弯（图 1—2），因之，直线和曲线组成了线路的平面要素。

1. 圆曲线

在线路的转弯处应设置曲线，铁路曲线采用圆弧曲线。圆曲线的要素（图 1—3）包括：转向角度 α ，

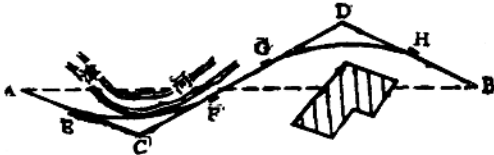


图 1—2 线路平面组成

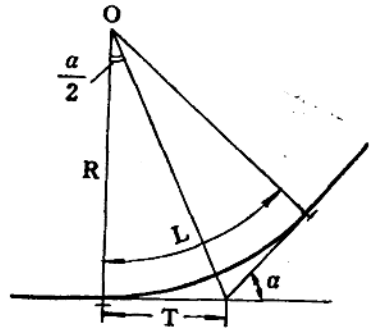


图 1—3 圆曲线要素

半径 R ，切线长度 T 和曲线长度 L 等，它们之间的关系是：

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \text{ (米)}$$

$$\left(\text{因为 } \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{T}{R} \right)$$

$$L = \pi R \frac{\alpha}{180} \text{ (米)}$$

$$\left(\text{因为 } 1^\circ \text{ 的弧长 } L = \frac{2\pi R}{360} = \pi R \frac{1}{180} \text{ 米} \right)$$

线路平面设置曲线后，给列车运行带来不良影响。

当列车通过曲线时，由于离心力的作用，使外侧车轮轮缘紧压外轨，摩擦增大；同时由于内侧车轮和外侧车轮的滚动长度不同，车轮的滑行较大等原因，给运行中的列车造成一种附加的阻力，称为曲线附加阻力，习惯上用单位曲线附加阻力表示。单位曲线附加阻力的大小，通常用试验方法得出简单的计算公式，这个公式的基本形式是：

$$w_r = \frac{A}{R} \text{ (公斤/吨)}$$

式中 w_r ——单位曲线阻力（公斤/吨），即每一吨重量所受到的曲线附加阻力；

R ——曲线半径（米）；

A ——根据试验得出的常数， $A = 700$ 。

从以上公式中可以看出，曲线半径越小，曲线阻力越大，对列车运行的影响也就越大，运营条件越差。因此，在设计铁路线时，曲线半径的选择，应能满足规定的旅客列车最大速度的要求，由大到小，合理选用。我国铁路正线的曲线半径一般是 4000、3000、2500、2000、1800、1500、1200、1000、800、700、600、550、500、450、400 和 350 米。但是，事物都是一分为二的。小半径曲线虽不利于运营条件，由于它容易适应地形上的困难地段，对工程条件是有利的。此外，《技规》中对区间线路最小曲线半径作了规定（如表 1—2）。

最小曲线半径

表 1—2

铁路等级	最小曲线半径(米)	
	一般地段	困难地段
I	1000	400
II	800	400
III	600	350

铁路曲线还限制了列车运行速度,从表 1—3 可以看出:曲线半径越小,列车通过曲线时所允许的最大速度越低,当区间正线上的最小曲线半径为 1000 米、800 米和 600 米时,相应的最大允许速度为每小时 136 公里、122 公里和 105 公里,满足我国铁路 I、II、III 级铁路最高行车速度的要求。

最大允许速度与曲线半径的关系

表 1—3

曲线半径(米)	250	300	350	400	450	500	550
行车速度(公里/小时)	68	74	80	86	91	96	101
曲线半径(米)	600	700	800	1000	1200	1500	1800
行车速度(公里/小时)	105	114	122	136	149	166	182

2. 缓和曲线

在铁路线上,直线和圆曲线往往不是直接相连的,中间要加一段缓和曲线(图 1—4)。

从缓和曲线所衔接的直线一端起,它的半径由无穷大渐变到它所衔接的圆曲线半径 R 。这样,列车从直线开进曲线时,离心力将逐渐增加,因而不会发生突然的强烈冲击。这对于改善运营条件,保证行车安全和平顺有很大作用。我国铁路上缓和曲线的长度是 20~150 米,根据曲线半径和该地段的行车速度按规定选用。超高的顺坡也是从缓和曲线的起点开始的,一般在缓和曲线内完成。如未设缓和曲线的,亦可在直线上顺坡。

用一定的比例尺,把线路中心线及其两侧的地形地貌投影到水平面上,就是线路的平面图(具体示于图 1—7 上)。

从图 1—7 上图,我们可以看到线路中心线(包括直线和曲线)以及沿线的车站、桥涵、隧道等情况;同时,还可以看到用等高线(地面上高程相等诸点的连线)表示的沿线地形和地物(河流、道路、房屋)等情况。

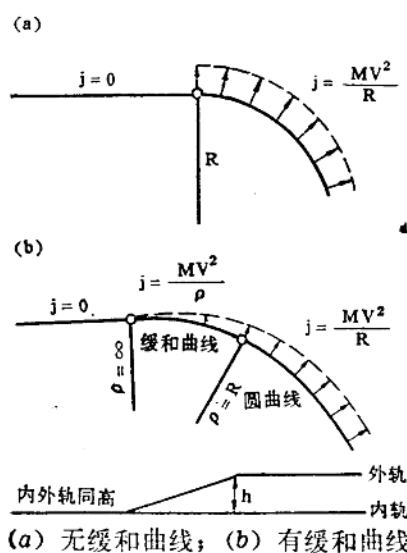


图 1—4 曲线设置

三、铁路线路纵断面及其组成要素

为了适应地面的天然起伏，铁路线路上除了平道以外，还产生了上坡和下坡。因此，平道和坡道就成为铁路线路纵断面的组成要素。

铁路坡度的大小是用千分率表示的(图 1—5)。

$$i\% = \frac{h}{L} = \operatorname{tg} \alpha$$

设 L 为 1000 米， h 为 6 米，则坡度为 0.006 或 6‰。

坡度有正负之分，上坡为正 (+)，下坡为负 (-)。当列车在坡道上运行时，机车车辆的重量 Q 可以分解为垂直于坡道的分力 N 和平行于坡道的分力 W_1 。 N 分力由轨道的反作用力抵消了， W_1 分力就成为附加的坡道阻力。机车车辆在坡道上所受到的总坡道阻力 W_1 是：

$$\begin{aligned} W_1 &= Q \sin \alpha \text{ (吨)} \\ &= 1000 Q \sin \alpha \text{ (公斤)} \quad (\text{当 } \alpha \text{ 很小时, } \sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha) \\ &\approx 1000 Q \operatorname{tg} \alpha \text{ (公斤)} \\ &\approx Qi \text{ (公斤)} \end{aligned}$$

列车平均每一吨重量所受到的坡道阻力，叫做单位坡道阻力 w_1 。

$$w_1 = \frac{W_1}{Q} = i \text{ (公斤/吨)}$$

这就是说，机车车辆每一吨重量，上坡时所受到的坡道阻力（公斤数）等于用千分率表示的这一坡道的坡度值。因此，坡道阻力也有正 (+)、负 (-) 之分。

由此可见，坡度越大，同一列车上坡时的坡道阻力也就越大。但是，阻力越大，同一台机车所能牵引的列车重量也就越小。在每一个铁路区段中，总是由许多平道和坡道组成的各个坡段的坡度也往往不等，它们对于列车重量的影响也就不同。在某一区段上，确定货物列车重量（用一台某种类型的机车牵引时）的坡度，即对于列车重量限制最大的坡度，叫做限制坡度 $i_{\text{限}}\%$ 。其坡道阻力一般是最大值。

限制坡度的大小，影响一个区段甚至全铁路线的运输能力。限制坡度越小，列车重量越大，运输能力越大，运营费用也越少。但是限制坡度较小时，就不容易适应地面的天然起伏，特别是在地形变化很大的地段，工程量大，造价高。因此，限制坡度的选定是一个很重要的问题，要经过仔细的综合研究，才能得出合理的结论。我国《铁路技术管理规程》规定的最大限制坡度，如表 1—4。

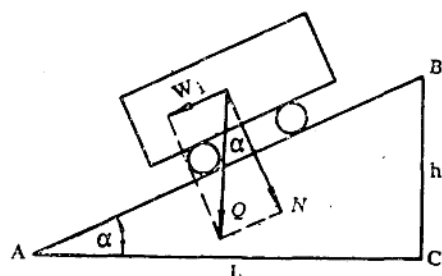


图 1—5 坡度与坡道阻力示意图

铁路等级	最大限制坡度(‰)	
	一般地段	困难地段
I	6	12
II	12	
III	15	

相邻的坡道和平道，或坡道和坡道之间的交点，叫做变坡点。为了保证列车运行的平顺和安全，I、II级铁路相邻坡段的坡度代数差大于3‰，III级铁路大于4‰时，应以竖曲线连接（图1—6）。竖曲线就是在纵断面上的圆曲线。

竖曲线的半径，I、II级铁路规定为10000米，III级铁路规定为5000米。

用一定的比例尺，把线路中心线展直后投影到铅垂面上，并标明平面、纵断面各项有关资料的图纸，叫做铁路线路纵断面图。

图1—7下图为某段线路的纵断面图，横向表示线路长度、纵向表示高度。该图包括图、表两部分。图的上部细折线为地面线，整齐平缓的粗实线

为路线的设计坡度线，即设计的路肩标高的连线。此外还有填方和挖方高度的数字以及用符号表明的桥隧建筑物资料（包括桥梁、涵洞的孔径、类型、中心里程和隧道长度等）、车站资料（包括站名、车站中心里程和相邻车站间的距离）及其他有关情况。

在纵断面图的下部是表格部分，其中主要的是路肩设计标高（在变坡点处和百米标、加标处都标出路肩设计标高）和设计坡度（每个坡段分别标出）。同时，用公里标、百米标和加标（在桥涵中心位置等必要地点都设置加标，并标明加标处和后一个百米标的距离）标明线路上各个坡段和设备的位置。此外，还有地面标高等。

在线路纵断面图上，还附有铁路线路平面（中央的直线表示直线段，上下凸出部分为曲线段，上凸表示铁路线向右偏转，下凸表示向左偏转，斜线表示缓和曲线），以便和线路纵断面情况相对照，看清线路平、纵断面的全貌。

线路纵断面图可依据其不同的用途选用不同的比例尺来绘制。在新线建筑中绘有详细纵断面图、纵断面略图、简明纵断面图及工程地质纵断面图等多种。如详细纵断面图是设计、审核、施工的主要文件，图上详细地反映出线路纵断面要素及其两侧地面情况，一般横向取比例尺1:1000，纵向比例尺为1:200~1:1000。图中应注明主要技术标准，如限制坡度、机车类型、曲线半径及闭塞方式等，并应附有图例说明。

线路纵断面图极为重要。在新线建筑；办理移交及运营；线路维修及改建工程；进行牵引计算确定列车牵引重量以及其它工作等都以线路纵断面图为依据。

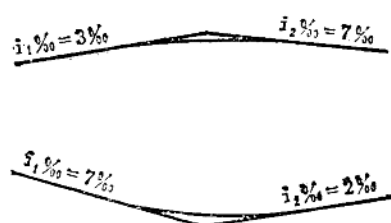


图 1—6 竖曲线示意图