

绪 论

一、世界铁路的由来和发展

世界铁路已有 170 多年的历史，它的发展过程大体上可划分为四个阶段。

（一）初建时期

世界铁路的产生和发展是与科学技术进步和大规模的商品生产分不开的。1804 年英国人特雷维西克试制了第一台行驶于轨道上的蒸汽机车，1825 年英国在大林顿到斯托克顿之间修建了世界上第一条铁路，长 21 km。以后，欧、美比较发达的资本主义国家竞相仿效，法国（1828 年）、美国（1830 年）、德国（1835 年）、比利时（1835 年）、俄国（1837 年）、意大利（1839 年）等国纷纷修建铁路；到 19 世纪 50 年代初期，亚、非、拉地区也开始出现了铁路，如印度（1853 年）、埃及（1854 年）、巴西（1854 年）、日本（1872 年）等国。自 1825 年开始到 1860 年间，世界铁路已修建了 105 000 km。

（二）筑路高潮时期

在资本主义国家，铁路是资本家赚钱牟利的工具，形成盲目修建、激烈竞争的局面。自 1870 年到 1913 年第一次世界大战前，铁路发展最快，每年平均修建 20 000 km 以上；主要资本主义国家，大部分投资用于修建铁路，大量钢材用于轧制钢轨，如美国从 1881 年到 1890 年的 10 年间，每年平均建成 10 000 km 铁路，1887 年一年就建成 20 619 km 铁路，当年钢产量仅 339.2 万 t。到 1870 年世界铁路营业里程为 21.0 万 km，1880 年为 37.2 万 km，1890 年为 61.7 万 km，1900 年为 79.0 万 km，1913 年为 110.4 万 km；绝大部分铁路集中在英、美、德、法、俄五国。19 世纪末叶，帝国主义为了掠夺和侵略落后国家，开始在殖民地、半殖民地国家修建铁路。

（三）停滞不前时期

第一次世界大战后到第二次世界大战前的 20 多年间，主要资本主义国家的铁路基本停止发展。而殖民地、半殖民地、独立国、半独立国的铁路则发展较快，到 1940 年世界铁路营业里程达到 135.6 万 km。

第二次世界大战中，西欧各国的铁路受到战争破坏，直至 1955 年前后才恢复旧貌。战后，公路和航空运输发展较快，主要资本主义国家的铁路与公路、航空的竞争更为激烈，铁路客货运量的比重日益减少，很多铁路无利可图、亏损严重。不少国家不得不将铁路收归国有，美、英、德、法、意等国继续封闭并拆除铁路。如美国的铁路营业里程自 1916 年的 40.8 万 km，到 1980 年为 31.8 万 km，缩短了 9 万 km；英国铁路的营业里程自 1929 年的 3.28 万 km，到

1980 年为 1.77 万 km, 缩短了 1.51 万 km, 相当于减少 46% 的营业里程; 法国铁路的营业里程自 1937 年的 6.48 万 km, 到 1980 年为 3.39 万 km, 缩短了 3.09 万 km, 相当于减少 47% 的营业里程。

自 20 世纪 30 年代到 60 年代初, 一方面, 资本主义国家的铁路营业里程有所萎缩, 另一方面, 亚、非、拉与部分欧洲国家的铁路营业里程有所增长, 所以世界铁路营业里程基本保持在 130 万 km 左右。

(四) 现代化时期

20 世纪 60 年代末期, 世界铁路的发展又开始复苏。特别是 70 年代中期世界石油产生危机后, 因为铁路能源消耗较飞机、汽车低, 噪声污染小, 运输能力大, 安全可靠, 作为陆上运输的骨干地位被重新确认, 很多国家都确定以电力牵引为铁路发展方向。近 30 年的时间内, 先进技术广泛采用, 如牵引动力的改革, 集装箱和驮背运输的发展, 通信信号的改进, 轨道结构的加强, 以及管理自动化的迅速发展。更值得注意的是高速铁路方兴未艾, 重载运输日新月异。

1964 年日本建成东京到大阪的东海道高速铁路新干线, 实现了与航空竞争的预期目的, 客运量逐年增加, 利润逐年提高。对亏损严重的资本主义国家铁路, 提供了一种解脱困境可资借鉴的出路。于是自 60 年代末, 很多资金充裕、科技先进的国家, 纷纷兴建新线和改建旧线, 以实现 250~300 km 的最高时速。

传统的粘着铁路只能达到 450 km 左右的时速; 要实现更高的速度需要采用磁浮技术。日本和德国的磁浮铁路技术比较先进, 日本计划在东京至大阪间修建时速为 500 km 的超导磁浮铁路, 德国计划于柏林—汉堡间修建时速为 450 km 以上的常导磁浮铁路。我国西南交通大学已于 90 年代研制出载人的常导磁浮车, 1998 年与四川省合作计划在都江堰青城山下修建 2.0 km 长的常导磁浮线。我国已于 2001 年 3 月正式开工修建上海磁悬浮高速运营示范线。

铁路的重载列车近十几年发展很快, 牵引吨数都在 6 000 t 以上, 有的超过 10 000 t。美国、加拿大、澳大利亚等国, 采用同型车辆固定编组, 循环运转于装卸点之间, 称为单元重载列车。前苏联除积极发展重载列车外, 还大量开行两列甚至三列合并运行的组合列车, 在不需要普遍延长站线的情况下, 提高铁路的输送能力。

到 20 世纪 90 年代末, 世界铁路营业里程已达到 140 多万 km, 美洲占 42.6% 以上, 欧洲占 33.8% 以上, 亚洲占 13.8%, 非洲和大洋洲约占 9.8%。

据 1999 年统计, 铁路营业里程最长的五个国家是: 美国 (一级铁路) 20.1 万 km, 俄罗斯 8.6 万 km, 加拿大 7.3 万 km, 印度 (国营铁路) 6.3 万 km, 中国国营铁路 5.79 万 km (不包括大陆地方铁路 5 034 km, 香港特区地方铁路 35 km, 台湾省地方铁路 1 108 km)。

二、我国铁路建设概况

(一) 旧中国铁路的特点

19 世纪后期, 帝国主义国家开始对我国进行经济、政治、军事侵略。1865 年英国商人杜

兰德在北京宣武门外修建了窄轨铁路约 0.5 km 试行小火车，清政府以“见者骇怪”为理由，命令拆除；1876 年英国怡和洋行在上海—吴淞之间修建了 15 km、轨距为 762 mm 的窄轨铁路，清政府又出银 28.5 万两将路赎回拆除。

直到 1880 年，清政府才同意英商在唐山—胥各庄（今丰南）之间修建一段长为 9 km 的铁路，以运送唐山开滦煤矿的煤，但只允许用骡马牵引。这段铁路 1881 年竣工，轨距为 1 435 mm，以后广泛采用，成为我国铁路的标准轨距。1882 年改用机车牵引，这台机车是由旧锅炉改制而成，时速 32 km，可牵引 100 多 t，是我国制造的第一台蒸汽机车。

1840~1900 年，帝国主义国家接连发动侵华战争，迫使清政府割地赔款，订立种种不平等条约，在我国划分势力范围，夺取筑路特权。于是在 1900 年前后，形成了帝国主义掠夺中国的“筑路高潮”。如帝俄建的中东铁路，德国建的胶济铁路，比利时建的京汉铁路，英国建的沪宁铁路，日本建的安奉铁路，法国建的滇越铁路。这些用中国劳动人民血汗修建起来的铁路，却成了帝国主义对我国进行经济掠夺和军事侵略的工具，铁路过处，主权尽失在全国舆论“保路”、“赎路”的压力下，清政府才自行筹款，修建了京张、株萍等少量铁路到 1911 年清帝退位时，全国铁路通车里程约 7 800 km。

国民党统治时期，先后建成了粤汉路株（洲）韶（关）段、陇海、浙赣、同蒲、江南（南京—芜湖）淮南（田家庵—裕溪口）铁路。1931 年“九·一八”事变后，日本帝国主义侵占东北，为了经济掠夺和军事侵略，先后修建了吉（林）长（春）、四（平）洮（南）、四（平）辑（安）、图（们）佳（木斯）、锦（州）承（德）、叶（柏寿）赤（峰）等铁路。到 1937 年抗日战争爆发前夕，东北铁路通车里程达 8 300 km，全国铁路通车里程达 19 000 km。

抗日战争时期，铁路员工利用撤退时拆卸的铁路器材，修建了湘桂路的衡（阳）来（宾）段、黔桂路的柳（州）都（匀）段、叙（府）昆（明）路的昆沾（益）段，以及宝（鸡）天（水）线、綦江线（猫儿沱至三江）。抗战末期（1945 年）在国民党统治区内勉强通车的铁路只剩下了 1 409 km。

旧中国的铁路，自 1881 年兴建唐胥铁路到 1949 年全国解放前夕，如果将所有通车的铁路都计算在内，里程为 21 800 km（台湾省未计入）在这 69 年间，平均每年兴建铁路才 320 km，发展速度非常缓慢。

旧中国的铁路多为帝国主义修建，并为它们的侵略服务，故铁路分布极不合理，多集中于东北地区与沿海各省，而西北、西南的广大地区，却几乎没有铁路。

旧中国的铁路，设备简陋，标准低。全路的机车车辆，不但数量少，而且破损不堪，机车有 120 多种型号，全路钢轨竟有 130 多种类型。粤汉线最小曲线半径仅 194 m；沪宁、沪杭线的最短坡道长度仅 152 m；浙赣线某些路段无信号设备，未铺设道碴；宝天线绝大部分隧道没有衬砌，坍方断道经常发生。旧中国铁路的凋零残破，千疮百孔，给解放后铁路的恢复和改建造成不少困难。

（二）新中国的铁路建设

1949 年新中国成立以后，铁路建设有了很大的发展。在路网建设、线路状况、技术装备和运输效率上，都取得了极大的成就。

路网建设 在崇山峻岭的西南地区，修建了成渝、宝成、黔桂、川黔、贵昆、成昆、湘

黔、襄渝、阳安、来睦（来宾—睦南关）、黎湛、内宜、达成、南昆等干线，构成了大西南的路网骨架。在解放前根本没有铁路的西北地区，建成了天兰、兰新、兰青、青藏（西宁—格尔木）、南疆、包兰、干武、宝中、北疆等干线，加强了大西北与内地的联系。在华北地区，建成了丰沙、京承、京原、京通、通坨、京秦、太焦、邯长、新菏、侯西等干线，以及纵贯南北的京九大干线，首都北京已形成九条干线引入的大型枢纽。在东南沿海，建成了兰烟、兖石、肖甬、鹰厦、外福、皖赣、阜淮、广梅汕、三茂等干线；在华中地区，建成了焦枝、枝柳、汉丹、武大、大沙、合九等干线；在东北地区，修建了沟海、通让等联络线，汤林、牙林、长林、嫩林、林碧等森林线，以及霍林河、伊敏河等煤矿支线。截止到 1999 年，建国 50 年来，我国共建成干、支线 130 余条，增加营业里程 3.8 万 km；每年平均建成 700 多 km 的新线，修建速度为解放前的 2 倍多。我国路网情况如图所示。

路网布局已大为改观，解放前满洲里—昆明一线以西几乎没有铁路，目前铁路已延伸到西南、西北的边远地区，京广线西侧的铁路营业里程已占全国铁路的 45% 左右。

路网骨架已基本形成，南北干道有：哈大、京沈、津沪、京九、京广、太焦—焦枝—枝柳、宝成—成昆、成渝—川黔—黔桂—湘桂（柳州至友谊关）等线；东西干道有：滨洲—滨绥、京秦—京包—包兰、石太—石德—胶济、新焦—新菏—兖石、陇海—兰新、沪杭—浙赣—湘黔—贵昆、广梅汕—三茂等线。

截止到 1999 年底，国营铁路的营业里程已达 57 923 km，其中复线为 20 925 km，电气化铁路里程为 14 025 km，内燃化铁路里程为 36 859 km，分别占营业里程的 36.1%、24.2%、63.6%。此外，各省区建成的地方铁路还有 6 218.4 km。

桥梁隧道 解放前天堑长江上没有一座桥梁，目前已建成攀枝花、安边、宜宾、重庆、枝城、武汉、九江、南京等铁路长江大桥。解放前黄河上只有郑州、济南两座桥梁，目前自刘家峡至济南段，又建起 20 余座黄河铁路桥。解放后新建铁路桥梁两万余座，总延长 1 600 多 km。解放前标准轨距营业线的隧道仅 238 座，总延长 89 km；截止到 1999 年底，路网（不含台湾省）中有隧道 5 456 座，总延长达 2 740.447 km；桥梁 398 911 座，总延长 259.59 km。

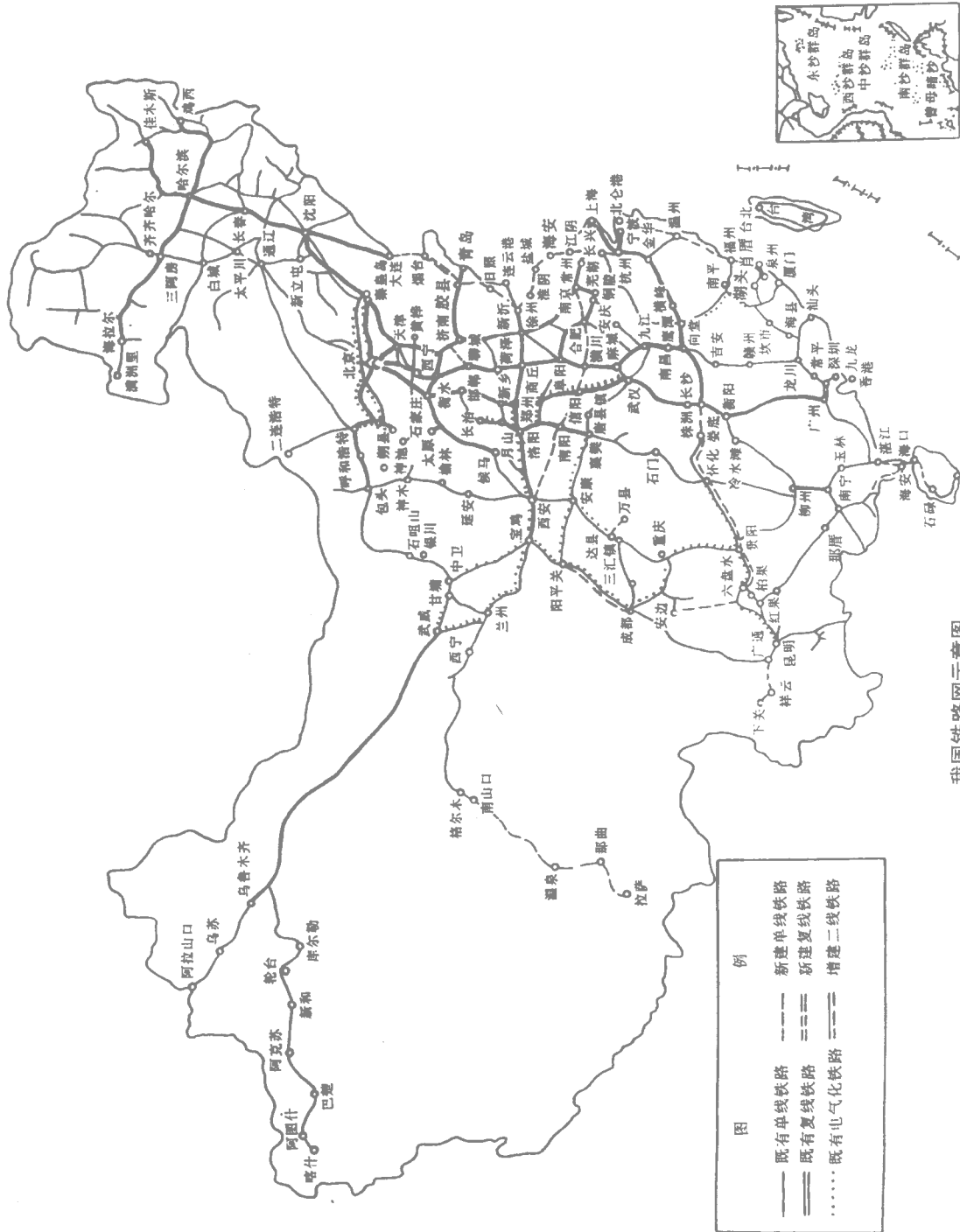
轨道结构 铺设无缝线路的里程已达 27 448.6 km，占正线里程的 34.1%；钢轨采用 60 kg/m 以上的线路已占正线的 54.6%；铺设钢筋混凝土轨枕的正线已占铁路线的 80% 以上。

闭塞方式 到 1999 年止，半自动闭塞里程为 40 788 km，自动闭塞里程为 17 969 km；调度集中里程为 1 401 km。

线路装备的改善，为提高铁路的输送能力奠定了基础，为行驶大型机车车辆和提高行车速度创造了条件。

机车车辆 刚解放时全路仅有蒸汽机车 4 096 台。解放后陆续建成了制造蒸汽、内燃和电力机车的工业体系，截止到 1999 年底，电力机车保有量为 3 344 台，占机车总数的 23.1%；内燃机车保有量为 10 121 台，占机车总数的 69.9%；电力、内燃机车完成的客货总重吨公里已超过总运量的 90%。客车保有量为 34 535 辆；货车保有量为 436 236 辆，标准轨货车的平均标记载重已达 59.6 t。

运输效率随着我国复线、电气化和内燃化水平的提高，铁路运输效率也随之提高，有的技术指标已进入世界先进行列。1999 年主要技术指标如下：



我国铁路网示意图

图 例	
——	既有单线铁路
- - - -	既有复线铁路
.....	既有电气化铁路
—— - - -	新建单线铁路
- - - - - -	新建复线铁路
—— - - -	新建二线铁路

主要指标	客 运	货 运
周转量	4 046 亿人 · km	12 578 亿 t · km
平均运输密度	699.0 万人 · km / km	2 171.5 万 t · km / km
平均技术速度	65.7 km / h	46.5 km / h
平均旅行速度	56.0 km / h	32.4 km / h
货运机车日产量		97.0 万 t · km / 台
货物列车平均牵引质量		2 654 t

（三）我国铁路建设规划

铁路是国民经济的大动脉，在社会主义建设中发挥了重大作用。但是我国铁路的密度仍然较低，按人口计，人均约 5.3 cm，在世界各国的排位上，居于 100 位之后；按国土面积计，每 km² 约 6.6 cm 在世界上排在 60 位之后。为适应国民经济持续稳定、快速增长的需要，铁路应有一个历史性的大发展。

铁路建设要服从和服务于国民经济和社会发展的战略需要；在适应社会主义市场经济体制和扩大对外开放的形势下，要确立超前发展的战略思想；以建立大能力通道作为战略重点，以打通限制口为突破方向；投资重点要向中西部倾斜，打通西南通道，扩展西部路网，促进中西部经济协调发展；要坚持科技兴路的战略方针，满足客运快速和货运重载的需要；要重视前期工作，讲究经济效益。

最近国家加大了包括铁路在内的基础设施投入，以拉动经济发展，铁路建设形势大好。1998~2002 年铁路建设的总体部署是：决战西南，强攻煤运，建设高速，扩展路网，突破七万。初步安排是建成新线 5 340 km，复线 2 580 km，既有线电气化线路 4 400 km 以及地方铁路 1 000 km。铁路建设面临新的高潮，任重道远，前途光明。

三、铁路运输的性质与特点

（一）铁路运输的性质

铁路运输业是一个独立的、特殊的物质生产部门，是发展国民经济、提高人民物质文化生活水平的重要基础设施。

铁路运输具有物质生产的三个要素：车、机、工、电各部门运输职工的劳动、线路、机车、车辆、通信、信号等劳动资料，作为劳动对象的人或物（旅客或货物），铁路运输使旅客与货物的场所发生预定的变化，从而具有使用价值。运送旅客可满足人们旅行的需要，运送货物是生产性质的价值增值过程，也是生产过程在流通领域的继续。所以铁路运输是一个独立的物质生产部门。

在铁路运输生产的三要素中；人的劳动和劳动资料虽然由铁路支配，但劳动对象即运送的旅客和货物，铁路只是为其提供服务而不能自由支配，所以铁路运输虽然是一个物质生产部门，但还具有服务的功能。这就决定了铁路运输在各种运输方式的协作配合、合理分工的条件下，能安全、舒适、快捷地满足运输需求，以适应国民经济的发展。

在社会主义市场经济条件下，铁路还具有企业性质，必须重视投入产出问题，建立竞争机制与营销策略，讲究经济效益，以保证铁路的生存和发展。

（二）铁路运输的特点

铁路运输的生产过程不改变物质的形态或性质，只改变旅客和货物的场所，属于空间变化，其产品是人和物的位移，用“人·km”和“t·km”来衡量铁路运输的生产量。

工农业生产的产品既可以储存，又可以调拨。而以“人·km”和“t·km”表示的铁路运输生产量，则是在运输生产过程中完成的，它不能作为独立的物体存在于运输过程之外，只能在运输过程中被同时消费。所以，铁路运输的产品是不能在运输过程以外进行储存和调拨的。因此在国民经济发展的总体规划中，铁路建设应当适度超前，避免铁路成为制约因素和瓶颈产业，以保证国民经济持续稳定的发展；同时在一铁路的规划设计中，也需要使其能力具有一定储备，以适应铁路经行地区工农业迅猛增长的运输需求。

（三）铁路运输的生产量

铁路运送旅客的生产量用“人·km”衡量，称为旅客周转量，按下式计算：

$$\text{旅客周转量} = \sum (\text{旅客人数} \times \text{旅行距离的公里数})$$

铁路运送货物的生产量用“t·km”来衡量，称为货物周转量，按下式计算：

$$\text{货物周转量} = \sum (\text{货物吨数} \times \text{货物运距的公里数})$$

为了统计铁路客货运输的综合生产量，习惯上可将每“人·km”的旅客周转量折算为一个“t·km”的货物周转量。这样，就可以将旅客周转量和货物周转量直接相加，称为客货周转量或换算周转量，单位为“换算 t·km”。换算周转量可以综合体现铁路完成客货综合生产量的大小。

平均每公里铁路每年运送的旅客人数称为客运密度，平均每公里铁路每年运送的货物吨数称为货运密度，平均每公里铁路每年完成的换算吨数称为运输密度。运输密度是衡量铁路运输效能最重要的指标。

我国建国之初的 1949 年，全国铁路完成的旅客周转量为 130.01 亿人·km，货物周转量为 184.00 亿 t·km，换算周转量为 314.01 亿换算 t·km。当时的铁路营业里程为 21 810 km。客运密度仅 59.6 万人，货运密度仅 84.4 万 t，运输密度仅 144.0 万换算 t。1999 年，铁路旅客周转量为 4 046.27 亿人·km，货物周转量为 12 578.89 亿 t·km。换算周转量为 16 625.16 亿换算 t·km（不含补票与行包工作量）为 1949 年的 52.9 倍。1999 年铁路营业里程为 57 923 km，客运密度为 699 万人，货运密度为 2 171 万 t，分别为 1949 年的 2.65、11.7 倍和 25.7 倍；运输密度达 2 870 万换算 t，为 1949 年的 19.9 倍，也就是说 1999 年每公里铁路的生产量为 1949 年的 19.9 倍。

（四）发展交通运输应以铁路为重点

80 年代以前，在铁路与公路、水运、民航和管道五种运输方式中，铁路基本处于垄断地位，全国的长、短途客货运输非铁路莫属。自 80 年代起，国民经济迅猛发展，交通运输全面紧张；公路和民航发展很快，铁路客运被大量分流；在社会主义市场经济逐步完善的过程中，运输市场的竞争日益显著，铁路的垄断地位已被削弱。

在综合交通运输体系中，五种运输方式应当发挥各自的优势，协调发展，共同为国民经济持续、稳定、快速发展服务。铁路运输能力大，运输成本低，是中长距离客货运输的主力。

在地区间物资交流和大宗货物运输中具有明显优势,是我国陆上运输的骨干。公路运输机动灵活,在广大城乡集散客货的运输中非公路莫属,是短途运输的主力。水运投资省、运力大、成本低、能耗少,沿海和内河水运应当充分利用。管道运输投资省、运力大、建设周期短,占地极少,是输送油、气的最佳运输方式。航空运输速度快、运达快,但能耗大、成本高、运力有限,主要担负中长途高级客流和贵重货物的快速运送任务。

发展综合运输体系要符合我国的国情民情,要以铁路为重点。因为:

(1)我国疆域辽阔,人口众多,且处于小康水平,中长距离的出行,需要运力大、运费低的铁路运输。

(2)我国东部工业发达,中西部资源丰富,形成了北煤南运、西煤东运、南粮北调、西棉东调等大宗货物长距离运输的格局,只有铁路才能承担这样繁重的运输任务。

(3)我国还处于社会主义初级阶段和工业化前期,决定了运输物品多为煤炭、矿产品、原材料和粗加工的大宗货物,量大而价低,为了减少销售成本中的运费支出,必将选择运费低廉、安全可靠的铁路运输。

四、铁路总体设计

(一)我国铁路设计工作的发展过程

我国铁路兴建之初管理权为外人把持,设计工作也为外人包办。但是中国人民是勤劳智慧的人民,在铁路修建的实践中,也涌现出许多有成就的中国铁路工程师。1905~1909年勘测设计京张铁路并领导施工的詹天佑,就是一个杰出的代表。

京张铁路由北京丰台经西直门至张家口,翻越燕山山脉,工程非常艰巨。勘测时,詹天佑在西直门沙城间选出了三条比较线。第一条出西直门、经南口进入关沟,穿居庸关,越八达岭,过康庄、沙城、宣化而到达张家口;第二条由西直门,经昌平、明陵,出得胜口,过延庆沿妫水到达沙城;第三条由西直门西行,经石景山、三家店,沿永定河河谷而达沙城。当时投资有限,第三条比较线虽然直短,但工程大,造价高,而第二条比较线又迂回太远,因而选定第一条比较线进行勘测设计。该线路走向顺直、节省造价,是当时情况下的最佳决策。

京张铁路由南口至康庄的关沟段,穿越八达岭,地形困难,纵坡陡峻。詹天佑创造性地采用了2-8-8-2型双节蒸汽机车与33%的最大坡度,并引进国外的自动车钩车辆;利用青龙桥车站设计了人字形展线。通过这样精心设计,减少了工程数量,仅隧道总延长就较英国人选定的线路缩短2000m,使工程造价大大降低。在施工组织过程中,詹天佑编制了隧道施工组织规划,并在长达1091m的八达岭隧道施工中,开挖两个竖井,以加快施工进度。他还亲自进行精密测量,亲自指导工人打眼放炮;在怀来河大桥的架梁中预先就地拼装,加快了施工进度。并采取措施,克服了资金不足、材料机具缺乏、技术工人不足等困难,使这条铁路比原计划提前两年建成,工程费结余白银28万两。詹天佑坚持在京张铁路采用1435mm的轨距,并建议作为全国的标准轨距,这是很有远见的。詹天佑还编定了“京张铁路标准图”和“行车、养路、机车、电报”等规则共33章,可谓我国最早的设计规范与管理规程。

辛亥革命后,我国的铁路工程师勘测设计了不少铁路,其中粤汉路株(洲)韶(关)段的选线和浙赣路钱塘江大桥的修建,誉满中外

新中国成立以后，我国铁路勘测设计工作面貌一新，铁道部成立了专门的勘测设计总队，以后逐步发展为地区性和专业性的设计院，目前拥有几万人的勘测设计队伍，铁路勘测设计的实践和理论，都有了长足的进展。

为了统一全路的设计标准，提高勘测设计质量，铁道部颁布并多次修订了铁路设计规范，编制了一系列指导勘测设计的基本文件，建立了各个设计阶段鉴定审批的工作程序。在有关规定中和勘测设计的实践中，体现了总体设计思想，并制定了总体设计负责人和专业负责人的岗位责任制，强调勘测中要重视地质情况和水文条件，明确了设计铁路要根据国家运输要求，有的放矢地设计铁路能力。设计方案的选定，要经过技术经济比较。航空勘测、遥感技术和计算机辅助设计技术已在勘测设计中广泛采用，基于计算机及其辅助设备的铁路勘测设计一体化正在逐步实现，铁路勘测设计智能化技术正在抓紧研究。这些措施，有力地推动了设计质量的提高。

（二 铁路选线设计的基本任务

铁路设计的基本任务是提出质量可靠的设计文件，以保证铁路投资的经济效益。铁路设计是一项涉及面广、技术比较复杂的工作，必须按照规定的程序进行勘测，提供设计所需要的资料。因此，铁路勘测与设计是一项综合性的整体工作。

铁路设计所需要的资料包括经济资料（如设计线的客运量、货运量、地方运量与直通运量的比重、车站装卸量等）与技术资料（如铁路沿线的地形、地质、气象等）两类。经济资料与技术资料分别通过经济勘察（即经济调查）与技术勘测获得。

铁路选线设计是整个铁路设计中一项关系全局的总体性工作，它的基本任务是：

（1）根据国家政治、经济、国防的需要，结合线路经过地区的自然条件、资源分布、工农业发展等情况，规划线路的基本走向，选定铁路的主要技术标准。

（2）根据沿线的地形、地质、水文等自然条件和村镇、交通、农田、水利设施等具体情况，设计线路的空间位置（平面、立面），并在保证行车安全的前提下，力争提高线路质量，降低工程造价，节约运营支出。

（3）与其他各专业共同研究，布置线路上各种建筑物，如车站、桥梁、隧道、涵洞、路基、挡墙等，并确定其类型或大小，使其总体上互相配合，全局上经济合理，为进一步单项设计提供依据。

铁路选线设计工作必须从国家的全局出发，统筹兼顾，正确处理铁路与工农业的关系，近期与远期的关系。要做好铁路建设与水利、公路、航运以及城乡建设的配合；要贯彻“以农业为基础”的方针，节约用地，少占良田，保证农业灌溉，方便农村交通，并结合工程改地造田。

铁路选线设计工作要坚持勤俭节约的原则，既要防止标准过高，又要照顾到将来的发展要因因地制宜，就地取材，力求节约人力、物力和财力。要加速实现铁路现代化，积极而慎重地采用新技术、新结构、新设备、新材料。

铁路选线设计必须讲究经济效益，既要考虑铁路的部门效益，又要考虑全局的社会效益；在拟定设计决策和评选原则方案时，更应着眼于社会效益。

铁路选线设计中，要认真进行调查研究工作，切实做好经济调查和地形、地质、水文、

勘测工作。要从大面积着手，由面到带，逐步接近，实事求是地评选比较方案，选定合理的线路位置。

（三）铁路基本建设程序

1998年铁道部制定的《铁路基本建设工程设计程序改革实施方案》和1999年8月发布的《铁路基本建设项目预可行性研究、可行性研究和设计文件编制办法》规定：铁路大中型建设项目的决策阶段应进行预可行性研究和可行性研究，铁路设计按两阶段设计，即初步设计和施工图。对于工程简易的建设项目，可不编制预可行性研究文件，设计可按一阶段设计，即施工图设计，文件深度应满足项目决策和工程实施的要求，同时加强铁路建成后的后评估工作

1. 预可行性研究。预可行性研究文件是项目立项的依据，应按铁路建设的长远规划，充分利用国家和行业资料，经调查踏勘后编制。在预可行性研究中，要从宏观上论证项目的必要性，为项目建议书提供必要的基础资料。其内容和深度主要包括：系统研究建设项目在路网及交通运输中的意义和作用，论证项目的必要性；解决拟建规模、线路起讫点和线路走向方案（改建铁路则应针对其运能与运量不相适应的薄弱环节拟定改建初步方案，铁路枢纽则应结合总图规划拟定研究年度的建设方案）；提出主要技术标准、各项主要技术设备设计原则的初步意见和主要工作内容；对相关工程和外部协作条件作初步分析；提出建设时机及工期、主要工程数量、投资估算、资金筹措设想；初步进行经济评价；从宏观上分析对自然和社会环境的影响。

预可行性研究中，对影响线路走向方案选择的长距离、大面积地质条件极其复杂的地区，应开展遥感工作，编制遥感地质报告，对线路走向方案做出地质评价。

地形地质特别复杂，线路可能方案较多，范围较大的地区，应在预可行性研究中提出加深地质工作的具体意见，经审查后，在初测前安排加深地质工作，确定初测方案，指导后续地质工作。

2. 可行性研究。可行性研究是项目决策的依据，应根据批准的项目建议书，从技术可行性、经济合理性上进行全面深入的论证，采用初测资料编制。其内容和深度主要包括：解决线路方案、接轨点方案、建设规模、铁路主要技术标准和主要技术设备的设计原则（改建铁路则应解决改建方案、分期提高通过能力方案、增建二线的第二线位方案，以及重大施工过渡方案；铁路枢纽则应解决主要站段方案和规模、枢纽内线路方案及其铁路主要技术标准、重大施工过渡方案；铁路特大桥则应解决桥址方案，初步拟定桥式方案）；进一步落实各设计年度的客货运量，提出主要工程数量、主要设备概数、主要材料概数、用地及拆迁概数、建设工期、投资估算、资金筹措方案、外资使用方案、建设及经营管理体制的建议；深入进行财务评价和国民经济评价；阐明对环境与水土保持的影响和防治的初步方案，以及节约能源的措施。可行性研究的工程数量和投资估算要有较高的精度。

3. 初步设计。初步设计文件是项目建设的主要依据，应根据批准的可行性研究，采用定测资料编制。其内容和深度主要包括：解决各项工程设计原则、设计方案和技术问题；提出工程数量、主要设备数量、主要材料数量、用地及拆迁数量、施工组织设计及总概算；确定环境保护和水土保持措施。初步设计文件经审查、修改、批准后，作为控制建设总规模和总概算的依据，应满足工程招标承包、设备采购、征用土地和进行施工准备的需要。初步设计概算（静态）与国家批复的投资估算（静态）差额不应大于10%。

4. 施工图。施工图是工程实施的依据，应根据已审批的初步设计和补充定测资料编制。应为施工提供需要的图表和必要的设计说明，详细说明施工时应注意的具体事项和要求，并编制投资检算。

5. 工程施工和设备安装。

6. 验交投产。由建设单位会同设计、施工和铁道部有关单位组织验收；验收合格，铁路交管局投入运营，基本建设阶段结束。

7. 后评估。在铁路运营若干年后，由建设单位会同有关部门对立项决策、设计决策、设计质量、施工质量、技术经济指标、投资和经济效益等进行后评估，以总结经验，提高决策水平。

(四) 总体设计负责制

铁路建设是国家基本建设的重要组成部分。按照设计程序，设计单位根据铁道部下达的任务，首先指派专人对建设项目进行调查研究，编制《预可行性研究报告》作为铁道部编制建设项目计划任务书（或设计任务书）的基础资料。设计单位以下达的计划任务书为依据，任命总体设计负责人（简称“总体”）负责设计的总体性管理工作。同时任命专册负责人（简称“专册”），专册包括的专业有：（1）经济与运量；（2）行车组织；（3）地质；（4）线路、路基及轨道；（5）桥涵；（6）隧道；（7）站场；（8）机务设备；（9）车辆设备；（10）给水排水；（11）通信；（12）信号；（13）电力；（14）房屋建筑；（15）施工组织及概算。

总体设计负责人主要负责事项：编写《可行性研究报告》；进行勘测设计的准备工作，拟定必要的勘测设计阶段；对建设项目的技术标准、线路主要方案的比选、车站分布等技术问题直接负责，并对设计文件的总体性、完整性和统一性负责；施工阶段亲临现场领导现场设计组配合施工，直到完工交付运营为止。

专册负责人在勘测设计过程中，对专业设计方案、设计原则推荐的正确性、经济合理性以及专册文件的总体性、完整性和统一性负直接责任。

五、铁路设计中应遵循的规程与规范

《铁路技术管理规程》（简称《技规》）是为铁路各部门和各工种安全、迅速、准确、协调地进行生产活动而制定的基本法规，所有铁路工作人员都必须严格遵守执行。《技规》内容包括：技术设备、行车组织、信号显示和对铁路运输工作人员的要求四大部分。《技规》是我国广大铁路职工长期生产实践经验的总结，随着技术装备的更新和科学技术的发展，其内容也在不断更新和完善。铁路线路养护维修应符合《技规》的规定。

《铁路线路设计规范》（简称《线规》）属于国家标准（现行标准为 GB50090-99）《线规》是线路设计的依据，与本课程有密切关系，内容包括：总则、术语、符号、线路的平面和纵断面、车站分布、铁路与道路的交叉、正线轨道等。《线规》将随着铁路技术装备的更新和行车组织方式的改进，而不断地修订和完善。从事铁路选线设计工作的人员应掌握制订标准的理论基础，创造性地运用《线规》。

此外，还有铁道部颁布的车站、信号、桥涵、隧道、路基工程等设计规范，以及《列车牵引计算规程》（简称《牵规》）在设计工作中均应遵守。

第一章 铁路能力

第一节 铁路运量

一、客货运量的意义

新建与改建铁路，设计前必须进行经济调查，以明确设计线的政治、国防和经济意义，确定设计线在铁路网中的地位和作用；并提供铁路总体设计和各种设施设计所需要的客货运量资料。客货运量的重要意义如下：

（1）客货运量是设计铁路能力的依据。客货运量是选定铁路主要技术标准的依据，而主要技术标准又决定着客货运输装备的能力，它不应小于调查或预测的客货运量，以满足国家要求的运输任务。

（2）客货运量是评价铁路经济效益的基础。客货运量决定铁路的运营收入、运输成本、投资偿还期等经济效益指标。客货运量大，则收入多、成本低、投资偿还期短。修建铁路要讲究经济效益，就应当十分重视客货运量的调查和预测。

（3）客货运量是影响线路方案取舍的重要因素。铁路选线设计中，出现大量的线路方案经济比较。若运量大，投资大的方案，因运营支出低于投资小的线路方案，故投资大的方案中选的可能性增加；若运量小，则投资大的方案中选的可能性降低。可见，客货运量大小是影响线路方案取舍的重要因素。

总之，客货运量在铁路设计中具有重要作用。若调查或预测的客货运量偏大，则铁路标准偏高，技术装备能力也偏高，投资较大的方案中选，增大投资。但铁路运营后，若实际运量偏小，则铁路能力闲置，投资浪费，而运营收入偏少，铁路投资效益必然降低；若调查或预测的运量偏小，虽初期投资省，但铁路运营后，能力会很快饱和，引起铁路过早改建，追加投资增大，也不经济合理。因此，铁路设计必须十分重视客货运量的调查和预测工作

二、客货运量的调查和预测

设计线客货运量的确定，首先要划定设计线的吸引范围，然后在吸引范围内进行经济调查，以确定近期的客货运量。并根据吸引范围的建设规划和经济统计资料，预测远期的客货运量。

（一）划定吸引范

设计线的吸引范围是设计线吸引客货运量的区域界限，设计线客货运量的调查和预

测，都是在吸引范围内进行的。吸引范围按运量性质划分为直通吸引范围和地方吸引范围两种。

1. 直通吸引范围

直通吸引范围是路网中客货运量通过本设计线运送有利的区域范围。因为铁路运价是按里程计算的，所以直通吸引范围可按等距离的原则划定吸引范围，即在直通吸引范围内的运量，通过设计线要比其他径路运程短。直通吸引范围需按上、下行分别勾画，如图 1-1 所示。

初步勾画出直通吸引范围后，需根据以下具体情况加以修正。如充分利用铁路能力富余的线路，绕过限制区段；充分利用线路平纵断面条件较好的线路，以降低运输成本；考虑直通列车牵引定数划一，力争中途不换重；充分利用空车，减少排空运输等。

2. 地方吸引范围

地方吸引范围是在设计线经行地区内，客货运量要由设计线运送有利的区域范围。运量包括运出、运人和在本线装卸的货物。

地方吸引范围可按运量由设计线运送运价最低（运距最短）的原则来确定。可先作设计线经济据点（城市、工矿区等）与邻接铁路经济据点的连线，再连接各连线的中点，即可粗略画出吸引范围，然后再考虑公路、水运的布局与运价情况，山脉、河流等自然条件及行政区划等具体情况加以修正。若某线吸引范围边界附近的经济据点，不能确定是否属于设计线吸引范围时，可根据货流方向计算不同径路的运价（包括公路、铁路运费与装卸费用），并考虑倒装次数、运送时间等利弊加以确定。图 1-2 中的虚线即为设计线 AB 的地方吸引范围示意图。

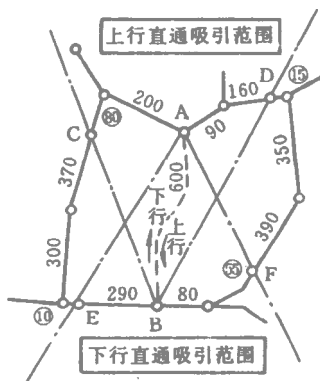


图 1-1 直通吸引范围图

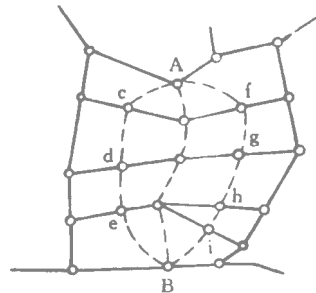


图 1-2 地方吸引范围图

(二) 货运量的调查和预测

直通货运量可根据国家计划部门制定的地区间物资交流规划，分析直通吸引范围内的物资供求情况，分上、下行汇总得到。

地方货运量可按产销运平衡法、估算各运品的铁路运量。如粮食的运量，可根据播种面积乘平均亩产量得到产量为口粮、饲料粮、种子粮、酿造业、食品加工用粮和储备粮之和，总运量为产量与销售量之差（正值为运出量，负值为运入量）。再从总运量中扣除公路、水运等其他运输方式承担的运量，即可得到铁路的粮食运量。将各运品的运量汇总，即可得到铁路上、下行的货运量。

设计线远期运量的预测尚缺乏成熟经验，一般多比照条件接近的既有铁路，用曲线拟合办法或多元回归等办法，结合设计线近期的调查运量来预测远期运量。

通过调查和预测，将直通货运量和地方货运量汇总，可绘出货流图如图 1-3。从货流图中可以看出各路段的货运品种、数量和流向，以及各大站的货物装卸量。

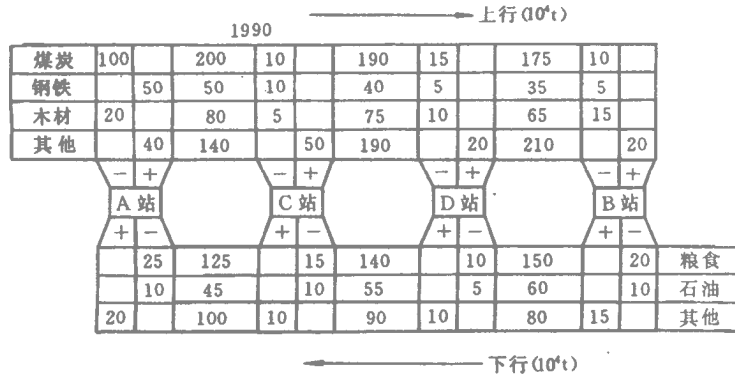


图 1-3 货流示意图

(三) 客运量的调查和预测

直通客运量占客运总量的比重一般并不很大，可进行客流的典型调查，找出直通客流量和地方客流量的比值，根据地方客运量估算直通客运量。

地方客运量与吸引范围内的人口总数、工矿企业职工人数比重、人均收入、内迁工厂多少、早期移民数量、旅游地多少等因素有关。可用乘车率（每人每年的平均乘车次数）或多元回归法预测。

将客流量汇总后，可按每列车定员估算旅客列车数；亦可比照和设计线条件相近的既有线路，拟定设计线的旅客列车数。

三、铁路选线设计所需要的运量参数

(一) 货运量

货运量 C 是设计线（或区段）一年内单方向需要运输的货物吨数，应按设计线（或区段）分上、下行分别由下式计算：

$$C = \sum C_i \quad (10^4 \text{ t/a}) \quad (1-1)$$

式中 C_i —— 某种货物的年货运量 (10^4 t/a)。

(二) 货物周转量

货物周转量 C_{HZ} 是设计线（或区段）一年内所完成的货运工作量，可由单方向一年内各种货运量 C_i (10^4 t/a) 与相应的运输距离 L_i (km) 按下式计算：

$$C_{\text{HZ}} = \sum (C_i \times L_i) \quad (10^4 \text{ t} \cdot \text{km/a}) \quad (1-2)$$

(三) 货运密度

货运密度 C_M 是设计线 (或区段) 每 km 的平均货物周转量:

$$C_M = \frac{C_{HZ}}{L} \quad [10^4 \text{ t} \cdot \text{km}/(\text{km} \cdot \text{a})] \quad (1-3)$$

式中 C_{HZ} ——设计线或各区段的货物周转量 ($10^4 \text{ t} \cdot \text{km}/\text{a}$);
 L ——设计线 (或区段) 的长度 (km)

(四) 货流比

设计线上、下行方向的货运量不均衡时, 应区分为轻车方向和重车方向。货流比 λ_{QZ} 是轻车方向货运量 C_Q 与重车方向货运量 C_Z 的比值, 即

$$\lambda_{QZ} = \frac{C_Q}{C_Z} \quad (1-4)$$

(五) 货运波动系数

由于生产和消费的季节性等原因, 设计线的货运量在一年内各月份并不相等。一年内最大的月货运量和全年月平均货运量的比值称为货运波动系数, 以 β 表示设计线必须完成运量最大月份的运输任务, 所以在计算铁路能力时, 应考虑货运波动系数的影响

$$\beta = \frac{\text{一年内最大的月货运量}}{\text{全年月平均货运量}} \quad (1-5)$$

(六) 零担、摘挂、快运货物和旅客列车

零担列车是运送地方零散货物的列车, 在中间站办理零担货物的装卸, 一般运行于一个区段内
 摘挂列车是运送地方整车货物的列车, 在中间站办理货车甩挂和到货场取送车作业, 一般运行于一个区段内。

快运货物列车是运送鲜活或易腐货物的列车, 为缩短旅途时间, 这种列车很少停站, 其他普通货物列车要停站待避, 使其不停车通过。

旅客列车是运送旅客的列车。

这些列车的对数, 应根据经济调查资料分析确定。

四、设计年度

设计线交付运营后, 客货运量是随着国民经济的发展逐年增长的, 设计线的能力必须与之适应。上述运量参数, 也需分设计年度提供。铁路的设计年度一般分为近、远两期, 近期、远期分别为铁路交付运营后第五年和第十年; 必要时, 也可增加初期, 初期为交付运营后第三年。各期运量均应通过经济调查确定。

铁路的建筑物和设备, 应根据设计年度的运量分期加强, 使铁路设施的能力与运量增长相适应。这样, 既能满足日益增长的运输要求, 又可节约铁路建设的初期投资。对于可以逐步改、扩建的建筑物和设备, 应按近期运量和运输性质确定, 并考虑预留远期发展的条件; 对于不易改、扩建的建筑物和设备, 应按远期运量和运输性质确定。

第二节 牵引计算

牵引计算以力学为基础，研究作用在列车上的与列车运行方向平行的外力（包括机车牵引力、列车运行阻力、列车制动力），以及这些力和列车运动的关系，进而研究与列车运动有关的一系列实际问题的计算方法，如列车运行速度和时间、牵引质量、机车能耗、列车制动等问题的计算与解算。

一、作用于列车上的力

作用于列车上的力有机车牵引力、列车运行阻力及列车制动力。

（一）机车牵引力

1. 机车牵引力的形成

机车牵引力是与列车运行方向相同并可由司机根据需要调节的外力。

图 1-4 为电力机车（或电传动内燃机车）的传动部分示意图。机车动轴上装有牵引电动机，通过齿轮传动装置将转矩传给动轴。由图可知，动轮上的转矩 M 对机车来说是内力，不能使机车前进。以力偶 F_1F_2 代替转矩 M ， $F_1 = F_2 = M/R$ ， R 为机车动轮半径。 F_2 作用于动轮中心（即轮轴的轴承上）而 F_1 作用于钢轨上企图推移钢轨，但钢轨是固定不动的，因而轮心 O 点及轮轨接触点 A 必然产生一反力矩，其大小与 M 相等而方向相反。力 F_3 为轴承作用于轮轴的反作用力， F 为钢轨作用于车轮的反作用力。就整个机车来说， F_3 为内力，轴承以力 F_3 作用于动轮轮轴，而轮轴也以大小相等、方向相反的力 F_2 反作用于轴承，二者相互平衡。显然， F 是作用于机车上的唯一外力，也就是使机车前进的牵引力。 F 是依靠轮轨间的粘着产生由钢轨作用于动轮轮周上的反作用力。这种由钢轨作用于动轮轮周上的切向外力之和，即为机车轮周牵引力，简称机车牵引力。

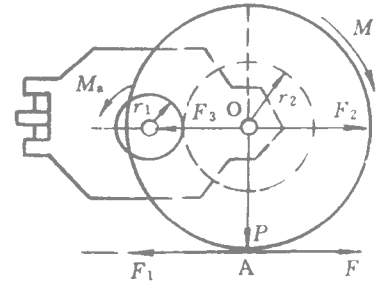


图 1-4 电力机车及电传动内燃机车牵引力的形成

我国《列车牵引计算规程》中规定：机车牵引力以轮周牵引力为计算标准，即以轮周牵引力来衡量和表示机车牵引力的大小。机车车钩牵引力（或称挽钩牵引力）是指机车用来牵引列车的牵引力，其值等于轮周牵引力减去机车全部运行阻力。

2. 粘着牵引力的限制

根据对图 1-4 的分析，牵引力的大小可由司机通过变换操纵方式改变转矩 M 来调节，即调节内力 F_1 ，从而控制与其大小相等、方向相反的反作用力 F 。当 F_1 增大时，外力 F 随之增大。但 F 是动轮压在钢轨上产生的粘着力，其最大值为动轮荷载的重力乘轮轨间的粘着系数。在牵引计算中，根据机车类型，可知机车的粘着质量 P_μ ，但轮轨间粘着系数 μ_j 则受很多因素影响，包括动轮踏面和钢轨材质与表面状况、行车速度、机车有关部件状态等，一般由试验确定。机车粘着牵引力 F_μ 可表示为：

$$F_{\mu} = 1000 \cdot P_{\mu} \cdot g \cdot \mu_j \quad (\text{N}) \quad (1-6)$$

式中 P_{μ} ——机车粘着质量 (t), 常用机车的粘着质量见表 1-1;

g ——重力加速度 m/s^2 ;

μ_j ——机车的计算粘着系数。

各种机车的计算粘着系数 μ_j 的试验公式为:

$$\text{国产各型电力机车} \quad \mu_j = 0.24 + \frac{12}{100 + 8V} \quad (1-7)$$

$$\text{国产各型电传动内燃机车} \quad \mu_j = 0.248 + \frac{5.9}{75 + 20V} \quad (1-8)$$

式中, V 为行车速度 (km/h)。

机车的轮周牵引力不能大于机车所能产生的粘着牵引力, 称为粘着牵引力限制。

表 1-1 电力机车牵引性能参数表

机车型号	参数	V_{Jmin} (km/h)	F_{Jmax} (kN)	F_{q} (kN)	P, P_{μ} (t)	V_g (km/h)	L_j (m)
韶山 1		43.0	301.2	487.3	138	95	20.4
韶山 3		48.0	317.8	470	138	100	21.7
韶山 4		51.5	431.6	649.8	2×92	100	32.8
韶山 7		48.0	353.3	487.3	138	100	22.0
韶山 8		99.7	127.0	230.0	88	177	17.5

3. 机车牵引性能曲线

机车牵引性能曲线是表示机车轮周牵引力 (纵轴) 与运行速度 (横轴) 相互关系的曲线, 通常由试验得到。机车牵引性能曲线因牵引种类而异, 牵引种类相同时, 多种机车类型的牵引性能曲线大同小异。我国《牵规》附录中, 列有各类常用机车的牵引性能资料及牵引性能曲线图。以下按电力、内燃机车分述如下。

(1) 电力机车

概述

电力机车系由接触网取得电能。我国铁路电力牵引采用工频单相交流供电, 接触网的高压交流电经机车受电弓进入机车的变压器变为低压交流电, 再经整流器整流后变为直流电, 供给牵引电动机。牵引电动机与机车动轮轮轴之间用齿轮啮合, 使动轮得到产生牵引力所必需的旋转力矩。最后通过轮轨间的粘着作用产生机车牵引力。

电力机车上的牵引电动机, 目前均采用直流串激电动机。因为这种电动机的机械特性曲线与双曲线相近, 适合于机动牵引特性的需要。

电力机车的牵引性能曲线分析

图 1-5 为韶山 3 型电力机车的牵引特性曲线图。电力机车的电能由发电厂供应, 所以对每一台机车来

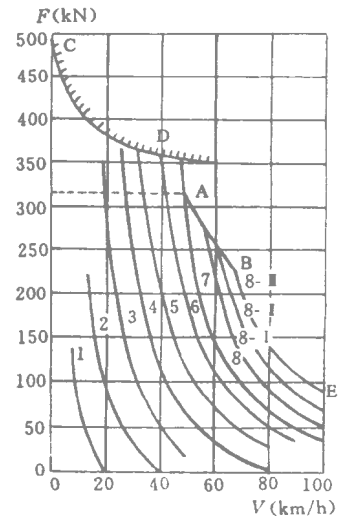


图 1-5 韶山 3 型电力机车牵引特性曲线