

绪 论

【主要内容】 交通运输的种类、我国铁路运输的特点、铁路的发展概述、我国铁路管理机构设置、铁路运输的发展趋势。

【重点掌握】 交通运输的种类、我国铁路运输的特点、铁路运输的发展趋势。

交通运输是国民经济的基础设施和支柱产业，在国民经济及社会中占有重要地位，是国民经济活动的重要组成部分。在现代交通运输体系中，铁路运输是主要的运输方式，发展和建设现代化铁路是实施国家可持续发展战略的重要举措，也是建设社会主义现代化强国的重要保证。

一、我国铁路运输简介

1. 现代交通运输的种类

现代化的交通运输方式主要有铁路运输、公路运输、水路运输、航空运输和管道运输。这五种运输方式在技术经济上各有长短，都有各自适宜的使用范围。

1) 公路运输

公路运输是在公路上运送旅客和货物的运输方式，是交通运输系统的组成部分之一，主要承担短途客货运输。现代公路运输所用运输工具主要是汽车，因此，公路运输一般即指汽车运输。在地势崎岖、人烟稀少、铁路及水运不发达的边远和经济落后地区，公路为主要运输方式，起着运输干线作用。由于公路运输网一般比铁路网、水路网的密度要大十几倍，分布面也广，因此公路运输适应性较强。同时，汽车体积较小，可以实现“门到门”直达运输，运输速度也较快。但公路运输运量较小，且安全性较差。

2) 铁路运输

铁路运输是以机车牵引列车在两条平行的钢轨上行走的运输方式。它是已知的最有效的一种陆上运输方式，在整个运输领域中占有重要的地位，并发挥着越来越重要的作用。

铁路运输由于受气候和自然条件影响较小，且运输能力及单车装载量大，在运输的稳定性和低成本性方面占据了优势，再加上车辆种类繁多，使它几乎能承运任何货物，几乎不受重量和容积的限制，而这些都是公路和航空运输方式所不能比拟的。

3) 水路运输

水路运输是以船舶为主要运输工具，以港口或港站为运输基地，以水域（包括海洋、河流和湖泊等）为运输活动范围的一种运输方式。水路运输是目前各主要运输方式中兴起最早、

历史最长的运输方式。它具有载重量大、成本低、投资小等优点；但其灵活性小，连续性较差。水路运输较适于担负大宗、低值、笨重和各种散装货物的中长距离运输，尤其是海运，更适于承担各种外贸货物的进出口运输。

4) 航空运输

航空运输又称飞机运输，它是在具有航空线路和飞机场的条件下，利用飞机作为运输工具，运送人员、货物、邮件的一种运输方式。它具有快速、安全、准时的特点，是现代旅客运输尤其是远程旅客运输的重要方式，为国际贸易中的贵重物品、鲜活货物和精密仪器运输所不可缺。在我国运输业中，航空运输货运量占全国运输量比重较小，主要承担长途客运任务，伴随着物流的快速发展，航空运输在货运方面将会扮演重要角色。

5) 管道运输

管道运输是用管道作为运输工具的一种长距离运输方式。其主要适于输送石油、天然气等液体和气体物资，此外还可运输矿石、煤炭、建材、化学品和粮食等。管道运输系统的基本设施包括管道、储存库、压力站（泵站）和控制中心。管道是管道运输系统中最重要的一部分，由于管道运输的过程是连续进行的，因此管道两端必须建造足够容纳其所承载货物的储存槽。管道运输的优点有：建设周期短，投资小，占地少；运输损耗少，无“三废”排放，有利于生态环境保护；可全天候连续运输，安全性高，事故少；运输自动化，成本和能耗低等。

2. 我国铁路运输的特点

(1) 运输的准确性和连续性强。铁路运输几乎不受气候影响，能够一年四季不分昼夜地进行定期的、有规律的、准确的运转。

(2) 运输速度比较快。我国普速旅客列车运行速度一般为 80~160 km/h，高速动车组列车可达 200~300 km/h。铁路货车可达 100 km/h 左右，远远高于水路运输。

(3) 运输量比较大。铁路一列货物列车一般能运送 3 000~5 000 t 货物，远高于航空运输和公路运输。

(4) 运输成本较低。铁路运输费用仅为公路运输费用的十几分之一到几分之一；运输耗油约是公路运输的 1/20。

(5) 运输安全性高。铁路运输安全可靠，风险远比水路运输小。

(6) 初期投资大。铁路运输需要铺设轨道、建造桥梁和隧道，消耗大量钢材并占用土地，建路工程艰巨复杂，其初期投资大大超过其他运输方式。例如，京沪高速铁路总长度 1 318 km，总投资约 2 209 亿元，约耗资 1.7 亿元/km。

3. 我国铁路运输在国民经济体系中的重要地位

我国是一个幅员辽阔、人口众多的发展中国家，能源结构以煤炭为主，经济尚不发达，自然资源主要分布在西部和北部地区，而工业基地主要分布于东部和南部沿海区域。自然资

源和工业布局的错位态势，决定了我国地区经济发展的不平衡，决定了货运结构以能源、原材料和初级产品为主，也决定了物资由北向南、由西向东的基本流向，同时伴随大量的人员流动。改革开放以来，大量剩余劳动力从农村流向城市，从内陆省份流向沿海地区。随着人民生活水平的提高，旅游业的发展也成为促进旅客运输发展的重要因素。随着经济的发展，客货运输需求不断增长。

我国的基本国情和客流、货流特点，决定了我国应发展以铁路为主导，公路、水运、航空、管道运输协调发展的综合交通运输体系。因此，要将我国建设成为伟大的社会主义现代化强国，没有强大的铁路是不可能的。大力发展铁路运输，是发展国民经济、增强国防力量、繁荣城乡市场、促进国土开发、增强民族团结、扩大对外开放的需要，完全符合我国国情，符合我国经济和社会可持续发展的战略要求。

二、世界铁路发展概述

18世纪60年代起以蒸汽机的发明和运用为主要标志的第一次工业革命，直接推动了铁路的诞生。1825年英国修建了世界第一条蒸汽机车牵引的铁路——斯托克顿至达林顿铁路，开辟了陆上运输的新纪元。它的出现标志着近代铁路运输业的开始，此后铁路运输以其迅速、便利、经济等优点，受到人们重视，除在英国大面积展开铁路建设工程外，其他国家也相继兴建铁路。世界主要国家相继修通铁路的年份见表0-1。

表0-1 世界主要国家铁路通车年份

国家	通车年份	国家	通车年份	国家	通车年份
英国	1825	加拿大	1836	印度	1853
美国	1830	俄国	1837	澳大利亚	1854
法国	1832	意大利	1839	南非	1860
德国	1835	荷兰	1839	日本	1872
比利时	1835	西班牙	1848	中国	1876

19世纪末世界铁路总长已达65万km，第一次世界大战前夕达到110万km，20世纪20年代达到127万km。其后由于公路、航空运输的迅速发展，世界各国铁路修建速度逐渐缓慢下来，目前世界铁路总长稳定在130万km左右。

第二次世界大战以后，在第三次工业革命浪潮的推动下，世界交通运输领域发生了革命性变化，传统的陆路运输格局被彻底改变，公路、航空、管道等现代交通运输方式迅速兴起，对铁路形成了强大的替代性竞争，综合交通运输体系逐步形成；再加上铁路自身管理体制的不适应和经营管理不善等原因，使得铁路在这一时期发展相对迟缓，有的国家和地区甚至出现停滞局面，造成世界铁路网规模缩小、客货运量比重下降、经营亏损严重，铁路发展进入了低谷，一度被视为“夕阳产业”。

1973年，世界能源危机，使公路和航空运输发展受到限制，而铁路运输受此影响相对较小，加上铁路运输过程中排放的废气及产生噪声对生态环境的污染与其他交通运输方式相比最低，特别是高速、重载铁路运输的出现，更使人们认识到铁路在国民经济发展和人民物质文化生活水平提高中具有不可忽视的地位和作用。世界各国铁路正在步入一个新的发展时期。

世界铁路的新发展主要表现在客运的高速和货运的重载两方面。

1964年10月1日，世界上第一条高速铁路——日本东海道新干线正式开通运营。1983年9月法国TGV东南线全线建成通车。以日本新干线和法国TGV为代表的高速铁路自投入运营以来，以其安全可靠、技术创新、优质服务等优势为铁路发展带来了新的机遇，为国民经济的发展带来了巨大动力，德国、英国、意大利、西班牙、中国等多个国家先后拥有了高速铁路。

自20世纪50年代起，随着大功率机车、大吨位货车的投入运营，铁路重载运输技术有了可靠的保证。由于其运量大、能耗低、经济性好，重载运输在美国、加拿大、俄罗斯、巴西、澳大利亚、中国等幅员辽阔、矿产资源丰富的国家迅速发展，成为世界铁路发展的又一重要趋势。铁路重载运输的发展，对降低运输成本、提高经济效益发挥了重要作用，对大宗货物、中长距离的货物运输具有更大的吸引力。

目前全世界200多个国家和地区中，有150多个国家和地区建有铁路，其中约90个国家提供客运铁路服务。铁路依然是世界上载客量最高的交通方式，拥有无可取代的地位。

三、我国铁路发展概述

1. 旧中国铁路概述

中国铁路是在遭受帝国主义侵略中诞生的。

1876年中国第一条营业铁路吴淞铁路在上海建成通车，该铁路从上海起到吴淞镇止，全长14.5 km，轨距762 mm，轨重13 kg/m。它是英、美合谋采用欺骗手段，由英国在华的代理人——怡和洋行背着清政府擅自修建的。这条铁路后被清政府以28.5万两白银于次年分三次赎回，并于1877年10月拆除。吴淞铁路虽是帝国主义势力开始对中国逐步改变侵略和扩张手段的产物，但是它的出现，却让中国人见识了铁路这一新生事物，让中国人认识了改变旧的运输方式、提高运输效率的必要性。

1879年，洋务派首领李鸿章为了将唐山开平煤矿的煤炭运往天津，奏请修建唐山至北塘的铁路。李鸿章的奏请起初得到清政府的批准，随后便遭到顽固的王公大臣的群起攻击。面对强大的守旧势力，清政府的当权者撤销了原议，决定将铁路缩短，仅修唐山至胥各庄一段，胥各庄至芦台间开凿运河，连接蓟运河，以达北塘海口；为避免机车震动寝陵，决定由骡马牵引车辆，直到第二年才以由锅炉改造的蒸汽机车牵引。

1881年修建的唐山到胥各庄的唐胥铁路，是中国自己创办的第一条铁路，铁路全长10 km。

为加强海疆建设，从1887年起，以士兵为劳力修筑台湾铁路，其台北向东到基隆的一段

于 1891 年完成，台北向西南到新竹的一段于 1893 年完成，两段共长 107 km。

最让中国人骄傲自豪的是京张铁路。京张铁路是由杰出的铁路工程师詹天佑主持并胜利建成的，是完全由中国自己筹资、勘测、设计、施工建造的第一条铁路干线。京张铁路起始自北京丰台柳村，经居庸关、八达岭、河北的沙城、宣化至张家口，全长 201.2 km，于 1905 年 10 月开工，1909 年 10 月建成。京张铁路是中国人民和中国工程技术界的光荣，也是中国近代史上反帝斗争的一个胜利。

旧中国铁路的产生和发展，是与帝国主义对我国的侵略紧密相连的，所造成的结果是我国铁路的发展缓慢又畸形，设备杂乱而且管理落后。主要表现在三个方面：

(1) 数量少、分布偏。到 1949 年新中国成立，全国仅有的 2 万多 km 铁路，能够维持通车的只有 1 万多 km，且大都分布在东北和沿海地区，西北、西南地区只有 1 000 多 km，仅占全国铁路的 6% 左右；能用的机车仅 1 700 余台，车辆 3 万余辆。

(2) 标准杂、质量差。全国轨距宽窄不一，甚至同一线路上的桥、隧界限和曲线、坡度标准都不统一。铁路的技术设备陈旧落后、质量差、标准低、类型杂乱，机车、钢轨就有百种之多，且 30% 的车站没有信号机，70% 的线路没有闭塞设备，线路病害多，行车安全得不到保障。

(3) 管理分割、经营落后。大部分铁路借外债修建，又以路产和营业收入为担保，因而按投资的国别分线设局，分割管理，甚至一个铁路地区由几个铁路局管理。各铁路局各自为政、各行其是，不仅导致一条铁路实行多种规章制度、多套管理方法，也使车站和机务、工务、电务等设置重复，行车费用和员工人数增多，给旅客乘车、货主运货带来诸多不便。

这就是旧中国半封建半殖民地铁路的真实写照。当然，铁路作为新型交通工具，还是对当时的物资交流、人员往来等发挥了重要作用。

2. 新中国铁路概述

铁路路网是铁路运输的重要基础设施。铁路路网的规模、结构和质量，不仅直接反映出一个国家铁路的发展水平，也深刻地影响着一个国家铁路甚至整个国民经济的发展速度。从 1949 年到 2012 年的 50 多年中，我国铁路营业里程，经过铁路工程技术人员和铁路职工的共同努力，并历经三次历史性的重大技术突破，得到了长足的发展和进步，截至 2014 年年底，我国铁路营业里程已经突破 11.2 万 km，其中高速铁路营业里程突破 1.6 万 km，位居世界第一。铁路干线已遍布西北、西南地区并延伸进雪域高原西藏；雄伟的南京大桥屹立在长江天堑上；电气化铁道跨越在“难于上青天”的蜀道上；成昆铁路已伸展在西南的“禁区”中；被国际社会称为“可与长城媲美的伟大工程”——青藏铁路攻克了多年冻土、高寒缺氧、生态脆弱的“三大难题”，已顺利建成并于 2006 年 7 月 1 日正式通车运营。尤其在“十五”期间，重点强化“八纵八横”路网主骨架的建设。“八纵八横”路网主骨架营业里程占全国路网的 43%，承担着全路 80% 左右的客货周转量，是铁路在综合交通运输中发挥优势的主力，也是国民经济增加控制的着力点。

“八纵八横”路网中“八纵”有：

- (1) 京哈通道：北京—哈尔滨—满洲里。
- (2) 沿海通道：沈阳—大连—烟台—无锡—上海—杭州—宁波—温州—厦门—广州—湛江。
- (3) 京沪通道：北京—上海，包括建设京沪高速铁路。
- (4) 京九通道：北京—南昌—深圳—九龙。
- (5) 京广通道：北京—武汉—广州。
- (6) 大湛通道：大同—太原—焦作—洛阳—石门—益阳—永州—柳州—湛江—海口。
- (7) 包柳通道：包头—西安—重庆—贵阳—柳州—南宁。
- (8) 兰昆通道：兰州—成都—昆明。

“八纵八横”路网中“八横”有：

- (1) 京兰通道：北京—呼和浩特—兰州—拉萨，重点是建设青藏铁路。
- (2) 煤运北通道：大同—秦皇岛、神木—黄骅。
- (3) 煤运南通道：太原—德州、长治—济南、侯马—月山—新乡—兖州—日照。
- (4) 陆桥通道：连云港—兰州—乌鲁木齐—阿拉山口。
- (5) 宁西通道：西安—南京—启东。
- (6) 沿江通道：重庆—武汉—九江—芜湖—南京—上海。
- (7) 沪昆(成)通道：上海—株洲—怀化—贵阳—昆明(怀化—重庆—成都)。
- (8) 西南出海通道：昆明—南宁—黎塘—湛江。

四、铁路管理机构设置

我国铁路管理采用的是三级管理模式，即中国铁路总公司—铁路局—局所属站段(含货运中心)。

2013年3月，根据国务院机构改革和职能转变方案，铁路实行政企拆分，撤销铁道部。将铁道部拟订铁路发展规划和政策的行政职责划入交通运输部。交通运输部统筹规划铁路、公路、水路、民航发展，加快推进综合交通运输体系建设。组建国家铁路局，由交通运输部管理，承担铁道部的其他行政职责，负责拟订铁路技术标准，监督管理铁路安全生产、运输服务质量和铁路工程质量等。组建中国铁路总公司，承担铁道部的企业职责，负责铁路运输统一调度指挥，经营铁路客货运输业务，承担专运、特运任务，负责铁路建设，承担铁路安全生产主体责任等。

目前中国铁路总公司下设18个铁路局，分别是：北京铁路局、沈阳铁路局、成都铁路局、武汉铁路局、上海铁路局、西安铁路局、太原铁路局、济南铁路局、郑州铁路局、南宁铁路局、南昌铁路局、昆明铁路局、兰州铁路局、哈尔滨铁路局、呼和浩特铁路局、乌鲁木齐铁路局、广铁集团、青藏铁路公司。

我国实行铁路局直接管理站段(含货运中心)的模式。管理的站段有局直属车站、车务

段、客运段、货运中心、机务段、车辆段、供电段、电务段、工务段等。

五、铁路运输的发展趋势

随着科学技术的进步和发展，铁路运输业采用的高新技术日益增加，在实现铁路运输现代化的过程中出现了高速化、大型化、重载化、自动化和信息化的趋势。

(1) 客运快速化、高速化是 20 世纪后 50 年世界铁路客运发展的一个重要趋势。

(2) 发展重载运输已是目前铁路大宗散装货物运输的重要特征。根据我国铁路运营特点和实际需要，把发展重载运输作为主攻方向。

(3) 随着重载运输技术及装备水平的不断提高、牵引动力的加大，为适应货物运输的需要，发展大轴重、轻自重、低动力作用的大型化货车是铁路货车发展的方向；采用高强度重型钢轨，铺设无缝线路，加强道床基础和改进轨道结构以强化重载线路。

(4) 利用计算机数据通信网的支持实现运营管理信息化，使运营管理自动化向综合化发展，进一步优化信息资源的配置和合理利用，增强系统的功能，扩大了应用范围。

总之，今后铁路运输将向客运高速化、货运重载化、载运工具大型化、运营管理自动化、智能化的方向发展。

【相关案例】

修建京张铁路的技术创举

京张铁路是中国第一条不使用外国人员，由中国人自行建设完成、投入营运的干线铁路。京张铁路施工时间比计划缩短了两年，而建造成本也比预算节省了 35 万两白银（也有一说是节约了 28 万两），总费用只有外国承包商过去索取价银的五分之一，可谓花钱少、质量好、完工快。该铁路在设计施工中主要有以下几项技术创举。

(1) “人”字形展线。京张铁路青龙桥段铁路穿越军都山、南口和八达岭的高度相差 180 丈，坡度极大，最大坡度达 33‰，在 22 km 线路区段内用折返方法，设计、修建了著名的青龙桥车站，铁路轨道呈“人”字形，如图 0-1 所示。

(2) 双机牵引。引进国外大马力机车，并使用双机牵引，解决了运输动力问题。

(3) 中部凿井法修隧道。开凿 1 092 m 长的八达岭隧道，曾经有诸多外国专家断言：如不使用外国的先进机械以及技术人员，仅凭中国人的力量不可能完成。在詹天佑的策划指挥下，八达岭隧道采用南北两头同时向

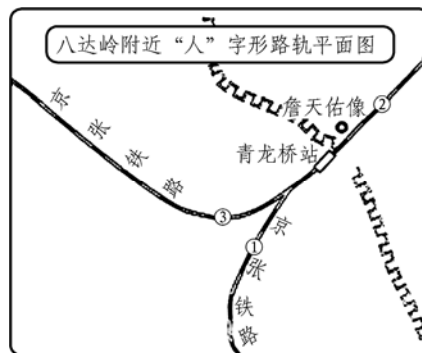


图 0-1 “人”字形展线

隧道中间点凿进的同时，采用中部开凿两个直井，分别可以向相反方向进行开凿，增加工作面；使用 TNT 爆破等措施，依靠人力建成了这条中国筑路历史上的第一条长大隧道。

另外京张铁路比较重大的工程还有 200 m 长的钢架结构的怀来大桥，这是京张铁路上最

长的一座桥，詹天佑即以山上开道之石来垫山下河床。为防山洪冲击路基，又用水泥砖加以保护。

【拓展知识】

中国铁路有多长？

到 2012 年年底我国铁路营业里程达到 9.8 万 km，居世界第二位；高铁运营里程达 9 356 km，居世界第一位。到 2012 年 12 月 1 日哈大高铁正式开通，我国电气化铁路总里程在 54 年突破 4.8 万 km，超越了原电气化铁路世界第一的俄罗斯，跃升为世界第一位。根据中国铁道学会电气化委员会提供数据，目前世界上 68 个国家和地区拥有电气化铁路，电气化铁路总里程排在中国之后的几个国家分别是：俄罗斯 43 300 km、德国 21 013 km、印度 18 810 km、日本 16 965 km、法国 15 217 km。

复习与思考

1. 简述现代交通运输方式的特点。
2. 简述我国铁路运输特点。
3. 简述我国铁路管理机构的设置。
4. 简述铁路运输的发展趋势。

第一篇

铁路线路

第一章 路基及桥隧建筑物

【主要内容】 路基形式、组成、排水、防护加固及常见病害；桥梁、隧道、涵洞的作用、分类及其主要组成部分。

【重点掌握】 路基的组成、桥梁和隧道的构造。

铁路线路是由路基、桥隧建筑物和轨道组成的一个整体结构。它直接承受机车车辆轮对传来的压力，是列车和机车车辆运行的基础。铁路线路必须时刻保持状态完好，使列车能按规定的最高速度安全、平稳和不间断地运行，以保证铁路运输部门能够优质地完成客货运输任务。

第一节 路 基

铁路路基是为满足轨道铺设和运营条件而修建的土木构筑物。它是轨道的基础，是铁路线路的重要组成部分。它直接承受轨道及机车车辆的静荷载和动荷载，并将荷载向地基深处传递扩散。路基的质量情况对于整个线路质量和行车安全有很大的影响。因此，路基必须填筑坚实，基床应强化处理，并经常保持干燥、稳定和完好状态，以保证运输安全畅通。路基面应有足够的宽度，符合轨道铺设、附属构筑物设置和线路养护维修作业的要求。同时，路基两侧应留有足够宽度的铁路用地，以保证路基稳定，满足维修检查通道、栅栏设置及绿化带建设的需要。

一、路基工程的组成

为了保证路基正常工作，路基工程主要由三部分建筑物组成。

1. 路基本体

路基本体是直接铺设轨道结构并承受列车荷载的部分，例如路堤、路堑等。它是路基工程中的主体建筑物。

2. 路基防护和加固建筑物

路基防护和加固建筑物属于路基的附属建筑物，例如挡土墙、护坡等。

3. 路基排水设备

排水设备也属于路基的附属建筑物，例如排除地面水的排水沟、侧沟、天沟和排除地下水的排水槽、渗水暗沟、渗水隧洞等。

二、路基横断面形式

路基横断面是指垂直于线路中心线截取的断面。依其所处的地形条件不同，主要有以下六种形式，各种路基横断面形式如图 1-1 所示。

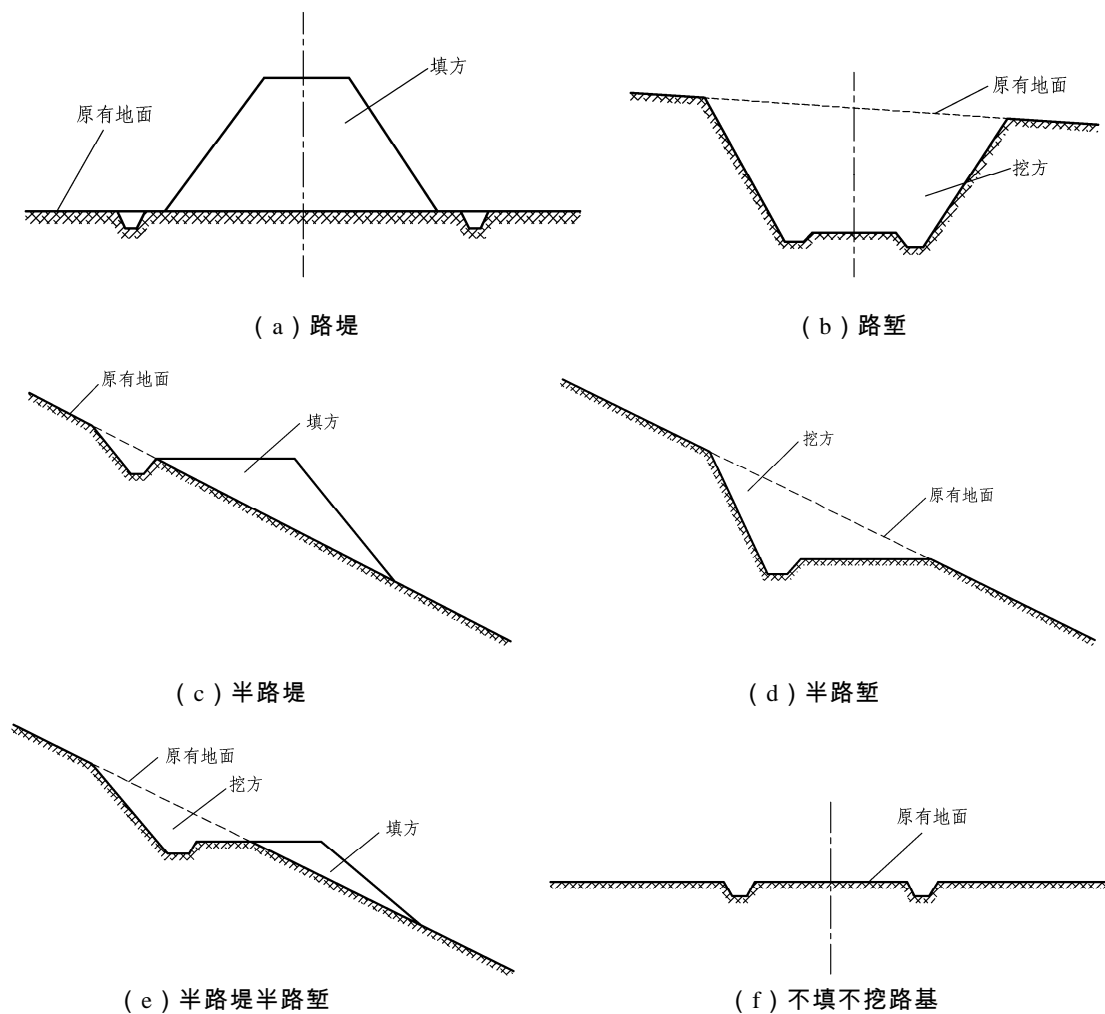


图 1-1 路基横断面形式

- (1) 路堤。当线路的路肩设计标高高于天然地面时，以填筑方式修筑而成的路基。
- (2) 路堑。当线路的路肩设计标高低于天然地面时，以开挖方式修筑而成的路基。
- (3) 半路堤。当天然地面横向倾斜，路堤的路基面边线和天然地面相交，在与天然地面

相交线以上部分无填方修筑而成的路基。

(4) 半路堑。当天然地面横向倾斜，路堑的路基面一侧边缘和横向倾斜的地面相交，在与天然地面相交线以下部分无挖方修筑而成的路基。

(5) 半路堤半路堑。当天然地面横向倾斜，其路基面一部分以填筑方式构成，而另一部分以开挖方式构成的路基。

(6) 不填不挖路基。当线路的路肩设计标高与经过清理后的天然地基面相同，无需填、挖方的路基。

在铁路线路工程中，路基常见的两种基本形式是路堤式和路堑式。

三、路基本体

直接铺设轨道结构并承受列车荷载的部分，称为路基本体，路基本体由路基面、路肩、边坡、基床、及基底几部分组成，如图 1-2 所示。

1. 路基面

由直接在其上面铺设轨道的部分及路肩组成，称为路基顶面或简称路基面。在路堑中为堑体开挖后形成的构造面。

路基面做成有横向排水坡的拱状，称为路拱，以利于排除雨水，避免路基面处积水使土浸湿软化，造成病害。路拱的形状为三角形，由路基中心线向两侧设 4% 的人字排水坡，如图 1-3 所示。曲线加宽时，路基面仍应保持三角形，仅将路拱外侧坡度放缓。

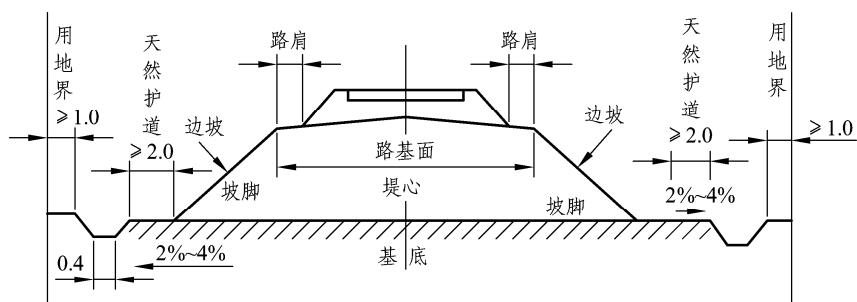


图 1-2 路基本体组成

路基面的宽度等于道床覆盖的宽度加上两侧路肩的宽度之和。当道床的标准为既定时，路基面的宽度便决定于路肩的宽度。

2. 路肩

路基顶面中，道床覆盖以外的部分称为路肩。其作用是保护路堤受力的堤心部分，防止道砟滚落，保持路基面的横向排水，供养护维修人员行走、避车、放置养护机具，供防洪抢险临时堆放砂石料，供埋设各种标志、通信信号、电力给水设备等。因此，路肩必须在考虑了施工误差、高路堤的沉落与自然剥蚀等因素以后，保持必要的宽度。

我国现行规范规定的标准为：I、II级铁路路堤的路肩宽度不应小于0.8 m，路堑的路肩宽度不应小于0.6 m。

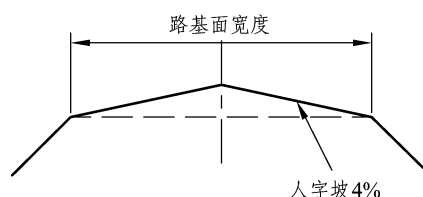


图 1-3 区间线路路拱的形状

3. 边坡

路基两侧的边线称为路基边坡。边坡常修筑成单坡形、折线形或阶梯形，每一坡段坡面的斜率以边坡上下两点间的高差与水平距离之比表示，当高差为1单位长时，水平距离折算为m单位长，则斜率为1:m。在路基工程中，以1:m方式表示的斜率称为坡度。边坡与地面的交点，在路堤中称为坡脚，在路堑中称为堑顶。

路堤坡脚与排水沟或取土坑边缘之间的天然地面称为护道，其宽度不小于2.0 m，以保护路堤坡脚免受排水沟或取土坑中水流的冲刷而危及路堤边坡的稳定性。护道表面应平顺，并有2%~4%的向外排水坡。

4. 基床

基床是指路基上部受列车动荷载作用和水文气候变化影响较大的土层，其状态直接影响列车运行的平稳和速度的提高。基床分为表层及底层，I级铁路由路肩施工标高至其下0.6 m为基床表层，表层以下1.9 m为基床底层；II级铁路由路肩施工标高至其下0.5 m为基床表层，表层以下1.5 m为基床底层。如图1-4所示。基床底层的顶部和基床以下填料部位的顶部应设4%的人字排水坡。

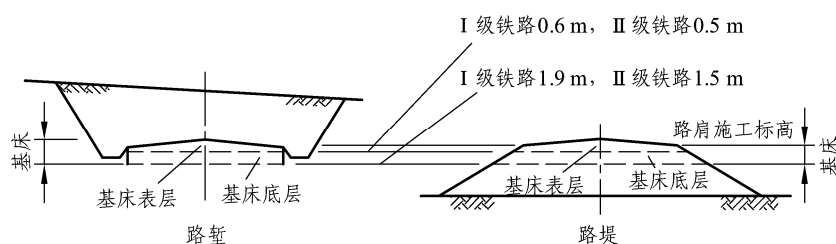


图 1-4 基床结构图

5. 基底

路堤下地基内承受路堤及轨道、列车等荷载作用的部分称为路堤基底。在路堑中，因为路基是在地基内以开挖方式构成的，所以，路堑的基底为路堑边坡土体内和堑底路基面以下的地基内产生应力变化的部分。基底的稳固对路基本体以及轨道的稳定性都至关重要。因此，

在软弱基底上修筑路堤时，必须对基底进行处理，以免危及行车安全与正常运营。

四、路基防护和加固

路基坡面长期裸露在自然界中，受自然风化及雨水冲刷的破坏作用，会出现边坡剥落、局部凹陷、表土溜滑、坡脚被掏空崩塌等不同的坡面变形，进而破坏路基边坡的稳定性。因此，对路基坡面地表水流的洗蚀应及时进行坡面防护，并修筑排水设备，保证排水通畅。常用的坡面防护措施有：种草、铺草皮、植树、抹面、灌浆和砌石护坡等。此外，还可以设置挡土墙或其他拦挡建筑物。挡土墙如图 1-5 所示。

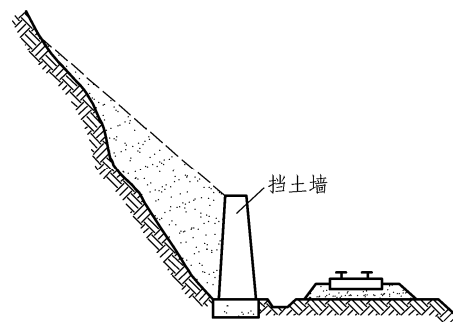


图 1-5 挡土墙

五、路基排水

1. 区间路基排水

为保持路基经常处于干燥、坚固和稳定状态，路基上设有一套完整的排水设备。如纵向排水沟、天沟、侧沟等，如图 1-6 所示。

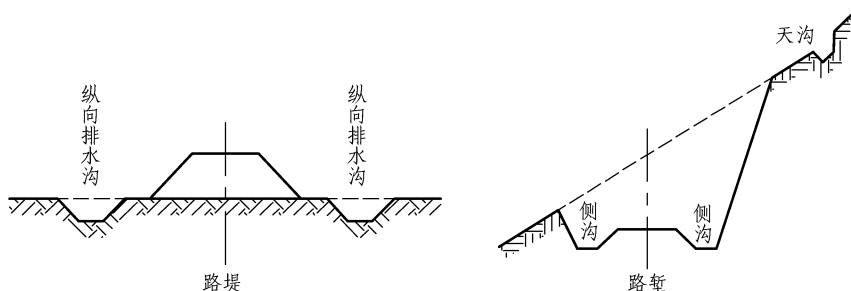


图 1-6 路基地面排水设施

1) 排水沟

路堤填筑有弃土可利用时，路堤地表排水应在护道以外迎水一侧或两侧设排水沟。一般采用底宽 0.4 m、深度 0.6 m 的梯形断面。干旱少雨地区，深度可减至 0.4 m。在无其他防护与加固设施时，铁路用地地界可划定在取土坑或排水沟外侧顶缘外不小于 1 m 处。

2) 天沟

当堑顶上坡方向一侧无弃土堆时，如有地表水流向路堑，应设天沟截引，天沟与堑顶边缘的距离应不少于 5 m。天沟的横断面与侧沟相同，一般采用底宽 0.4 m、深度 0.6 m 的梯形断面，天沟的两侧边坡根据土质条件可取为 1:1 ~ 1:1.5。

3) 侧沟

路基面两侧的排水沟称为侧沟，用以排引路基面和边坡上的地面水。一般黏性土和细砂

土的路堑侧沟，底宽不应小于 0.4 m，沟深不应小于 0.6 m。一般黏性土的侧沟边坡，靠线路一侧为 1:1，靠田野一侧与边坡陡度一致。岩石路堑的侧沟可修建成槽形，底宽和深度均不应小于 0.4 m。侧沟的纵坡不应小于 2‰，一般应取与路堑线路纵坡相同的坡度。

除了地面水以外，地下水也是破坏路基坚实、稳固的一个重要因素。为了拦截地下水，降低地下水位，常采用渗沟和渗管等地下排水设备，如图 1-7 所示。地下水渗入渗沟后，可通过渗管纵向排出路堑。

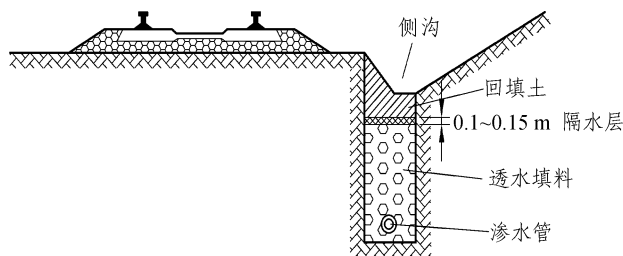


图 1-7 渗沟和渗管

2. 站场路基及排水

站场路基面一般不设路拱，而应设有横向坡度以利排水，其坡度根据土质种类、道砟种类、降水量及同一坡面上的线路数目确定，一般以 2‰为宜。

站场路基面的形状，可根据车站路基宽度、排水要求及路基填挖情况确定。在线路数目较少的中间站，可设为单面坡或双面坡横断面，如图 1-8 所示。而在线路数目较多的区段站、编组站、客运站及大型货场等，则多设为锯齿形横断面，如图 1-9 所示。

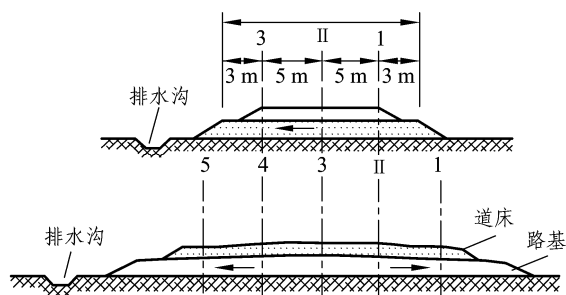


图 1-8 单、双面坡站场路基横断面

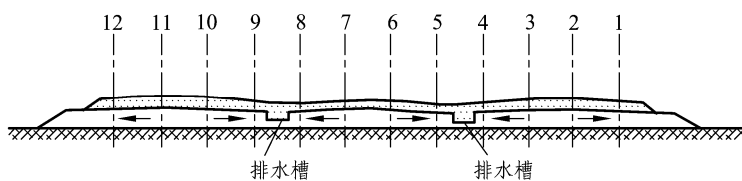


图 1-9 锯齿形站场路基横断面

站场路基排水系统主要由横向、纵向排水设备组成。

图 1-10 为某中间站站场排水系统平面布置示意图。该站共 4 条线路，站场路基面呈双面坡，在 3 道与基本站台间和 4 道外侧均设有带盖板的纵向排水槽。地表水可经纵向排水槽及横向排水涵管排出站外。

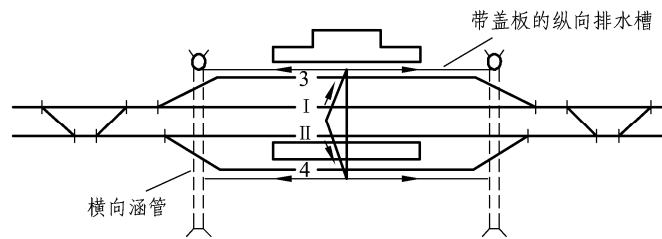


图 1-10 中间站站场排水系统平面布置图

六、路基病害

路基在列车荷载的作用和自然条件（如雨水、风沙等侵蚀）的影响下，不可避免地会引起路基土壤力学性质发生变化，形成路基病害。常见的路基病害有翻浆冒泥、路基冻胀、滑坡和边坡塌方。

1. 翻浆冒泥

土质路基顶面因道床污染及排水不良，在列车反复振动作用下形成泥浆向上翻冒现象，称翻浆冒泥。此病害会使道砟陷入路基面，造成轨道下沉和变形，引起轨面坑洼，导致列车运行的不平稳，甚至会危及行车安全。翻浆冒泥的整治办法是排除地表水，降低地下水位，彻底清筛道床，加铺砂垫床或更换路基顶面土壤等。

2. 路基冻胀

路基冻胀是在严寒地区铁路线路上，由于路基排水不良和地下水侵蚀，在严寒季节发生的路基顶面不均匀隆起的现象。冻胀使轨道出现高低不平，将严重危及行车安全。路基冻胀的整治办法是排除地表水和降低地下水位，更换土质，改良土质或将炉渣覆盖在路基基床表层作保温材料。

3. 滑坡

滑坡指在一定的地形地质条件下，由于地表水的大量侵入或地下水的作用，土体或岩体在重力的作用下，沿某一层面或软弱带作整体缓慢或急速滑动的现象。滑坡的综合防治办法为拦截地下水，排除地表水和修建支挡建筑。

4. 边坡塌方

山区铁路的路基多为深堑高堤，地质构造复杂。在雨季，由于雨水侵蚀，洪水冲刷，土质路基变软、石质路基岩石发生风化，在列车荷载作用下，路基边坡发生坍塌叫边坡塌方。

在北方地区裂隙中的水冻结后，体积膨胀，也会导致边坡塌方。为防止边坡塌方，可在坡面种草或铺片石，必要时可在边坡脚处砌挡土墙。

【相关案例】

浙江萧甬铁路余姚段路基塌陷事故

1. 事故概况

2005年5月9日上午，浙江萧甬铁路路基发生整体下沉事故，发生塌陷的铁路位于浙江余姚市牟山镇境内，塌陷路段全长100多米，两条铁道全部悬空，塌陷处的铁轨严重变形，路基旁的树木、电线杆纷纷倾倒，旁边的一条机耕路也被横向折断，向南侧平移了5~6m，导致行车中断。萧甬铁路是一条连接杭州和宁波的铁路，起点是杭州钱塘江南岸的萧山站，终点在宁波南站，全长147.32 km。此次塌方软土地基长度超过150 m，深度达到5~10 m，如图1-11所示。



图 1-11 路基下沉事故现场

2. 事故原因

从塌陷的情况可以看出，附在软土表层的道砟路基就像鸡蛋壳，而下面的软土就像蛋黄，只要路基出现缺口，里边的软土就会流出，引发塌陷。

3. 采取措施

在软土地基上修建和维护铁路是世界性的难题，事故现场的专家组曾考虑过架桥或改线。但经过商议发觉架桥时间太长，改线施工量太大，经过实地测量计算，专家组决定采取“反压法”制服软土滑移。形象地说，就是在线路两侧先筑两道防线。北侧的鱼塘边，将由中铁十二局用钢板桩“钉”牢路基。塌方长度为159 m，而他们需要往土里“钉”上500根钢板桩，每根长度12.5 m，这些钢板桩再环环相扣，形成170 m长的铜墙铁壁，牢牢架起铁路路基。

而南侧将在滑移的软土外围修筑“反压护道”，对软土“滑舌”进行拦截。即在“滑舌”周围筑起一道大坝，可以防止软土继续逃逸。等到南北两翼基础稳固后，再在路基部分填充岩石和道砟，最后才是铺设铁轨。

【拓展知识】

青藏铁路如何解决冻土难题？

冻土是青藏铁路工程建设面临的主要难题之一，线路经过多年冻土区长达 550 km。攻克多年冻土难题，是建设世界一流高原铁路的关键。

为确保列车在冻土地段的安全运行，青藏铁路在建设时期就确立了“主动降温、冷却地基、保护冻土”的设计理念，主要采取了以下工程措施：

(1) 埋设热棒。热棒是一种由碳素无缝钢管制成的高效热导装置，埋入地下 5 m，露出地面 2 m。热棒的结构大致为一个密闭空心长棒，具有独特的单向传热性能：热量只能从地面下端向地面上端传输，反向不能传热。内装有一些液氨，液氨沸点较低，在冬季土中热量使该液体蒸发到顶部，通过散热片将热量传导给空气，冷却后又液化回到下部，保持冻土冷冻状态不松软。在夏季，液体全部变成气体，气体对流很小，热量向底部传导很慢，如图 1-12 所示。



图 1-12 青藏铁路（线路两侧为热棒）

(2) 适当提高路基填土高度，用天然土保温。

(3) 在路基埋设 5~10 cm 的工业保温层（PU、EPS 等）。

(4) 埋设通风管，就是在路堤中埋设直径 30 cm 左右的金属或混凝土横向通风管，可以有效降低路基温度。

(5) 采用块石路基，即用碎块石填筑路基，利用填石路基的通风透气性，隔阻热空气下移，同时吸入冷量，起到保护冻土的作用。

(6) 在少数极不稳定冻土地段修建低架旱桥，工程效果有保证，但造价高。

青藏铁路开通运营以来，冻土区段路基正逐步趋于稳定，冻土稳定性经受住了夏季和冬季的考验。