学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

世界科技全景百卷书(76)

交通建设

BOOK

内部资料 非卖品

交通建设

铁路建设

铁路问世

第一条铁路的诞生

世界上第一条铁路是英国在 1825 年修建的斯托克顿——达林顿铁路。斯托克顿和达林顿相距约 21 公里，由于地处产煤地区，资本家早就拟定了修建铁路的计划，但是遭到封建贵族的阻挠和反对。他们认为，修铁路有违圣经的教义，是对上帝的背叛。说什么火车冒出的黑烟不仅损害田禾，使五谷不生，而且会毒化草地，连乳牛也不能出奶了。因此，几次申请计划都没有得到国会的批准。然而，历史的车轮是不断前进的，新生产力的发展迫使贵族们不得不让步。经过几次波折之后，终于批准了这条铁路的修建。由于斯蒂芬逊的才能被资本家看中，雇用他来督修这条铁路和制造蒸汽机车。1822 年 5 月 23 日在斯托克顿开工，用了三年多的时间修建成功。线路的设备和当今现代化铁路当然无法比拟。铁轨是鱼肚形的熟铁轨，每码重 28 磅（合每米 13.9 公斤）。机车只有两台（其中一台就是“旅行号”），大小不及现代普通机车的 1/20，有一对直立的汽缸和一对直径 48 英寸（约合 122 厘米）的动轮，后加一个煤水车，总重量只有九吨，行速每小时八英里（约合 13 公里）。

1825 年 9 月 27 日这一天，世界上第一条铁路正式通车营业，并举行盛况空前的表演。开业典礼在通往达林顿的煤矿运输线的息来敦站举行，检阅式由五列列车组成。第一列由蒸汽机车“旅行号”牵引，后挂煤水车，32 辆货车和 1 辆客车。客车编挂在列车中间，专供铁路公司的官员乘坐。另有 20 辆代用客车，是在货车内加上座位供一般旅客乘用，其他车厢满载着煤和面粉，总重达 90 吨，乘座旅客达 450 人。其余四列车均由一匹马拖六辆货车。第一列机车由设计者斯蒂芬逊亲自操纵。上午 9 点，列车在奏乐声和欢呼声中从息来敦站出发，铁路两旁人山人海，许多小伙子和孩子跟着火车奔跑，也有人骑马沿路相随。途中曾发生过脱轨，经修复后继续前进。机车平均速度每小时为 13 公里，机车最高时速达到 20 至 24 公里。到达林顿支线后，机车补水，并将一部分到达货物甩掉后，继续向斯托克顿方向行驶。下午 3 点 47 分到达目的地，5 点钟在斯托克顿礼堂举行了宴会，庆祝这次开业检阅的成功。斯托克顿——达林顿铁路是世界上正式办理客货运营业的第一条铁路。因此，人们把 1825 年作为世界上第一条铁路诞生的年代。这趟列车的开行，成了当时一件哄动的大事，从而引起了运输生产力划时代的重大改革。

自从 1825 年英国修筑世界上第一条铁路后，铁路运输的优越性迅速地被人们所认识。英国在 1825 年的最后 3 个月，修建了 160 公里，到 1860 年延长到 30300 多公里，平均每年约修 800 多公里。

从那时起，铁路在世界各国兴建起来。19 世纪末，世界铁路里程已经发展到 65 万公里，到 20 世纪 20 年代又将近翻了一番，达到 127 万公里。那时，工业发达的国家都基本形成了铁路网。以美国为例，它是继英国之后于 1827 年开始修建铁路的，1830 年第一条铁路建成通车。当时，美国人口还不到 1300 万，几乎全部住在密西西比河以东的地区。到了 1850 年，美国铁路营业里程达到 14000 多公里。在美国政府廉价“赠地”政策的推动下，出现了一个持续半个多世纪的筑路高潮。1920 年，铁路里程达到了顶峰，总长是 425522

公里。从 19 世纪末到 20 世纪 20 年代，这 30 年是世界筑路高潮时期，是铁路的黄金时代。

由于美国铁路网是在盲目竞争下自发地形成的，20 年代后期，又遇到了新兴运输方式，特别是汽车的激烈竞争，再加上有的铁路地区资源枯竭，有些线路运量很小，因而从 1917 年开始，美国不断封闭和拆除铁路，路网逐年减缩，60 年来减少营业里程约 9 万余公里。不仅美国如此，其他一些国家也有这种情况。英国则是世界上拆路比重最大的国家，从 33000 公里拆剩到目前的 18100 公里，即拆掉了整个路网的 44%。

但是，铁路仍然是世界上运输的主要工具，它的总长度约为 130 多万公里，可以绕地球赤道 32 圈。其中美国拥有 33 万公里，居世界第一位，前苏联有 138000 多公里，加拿大 7 万多公里，印度 62000 多公里，中国 5 万多公里，居世界第 5 位。

中国早期的铁路

东省铁路和南满支路

打开地图，可以看到，我国东北有两条主要铁路干线正好构成“丁”字形。一条由满洲里车站以西的国界起，经哈尔滨到绥芬河，全长 1483 公里，历史上称之为东省铁路；另一条从哈尔滨经长春、沈阳到大连、旅顺，全长 1005 公里。历史上称之为南满支路，这两条铁路都是沙俄最早在我国直接经营的铁路干线。

1894 年爆发的中日甲午战争，昏庸落后的清政府被新兴的日本打得一败涂地，迫使清政府签定了屈辱的马关条约，规定赔款银 2 亿两，并割让台湾、澎湖列岛、辽东半岛和旅顺、大连港给日本。早就蓄意独霸我东北三省的沙俄见此状于心不甘，联合德、法两国，出面干涉，迫使日本把辽东半岛退还，另由中国增加赔款银 3000 万两。于是三国借口“还辽有功”，除要求占领沿海港湾外，还强索直接建筑铁路的特权。由于赎回辽东半岛的银 3000 万两，限在三个月内交清，马关条约赔款一亿两要在一年内分两次交付，另一半在三年内付清。清政府面对庞大的赔款坐如针毡，束手无策。沙俄为扩大自己的经济势力，乘虚而入，别有用心地联合法国于 1895 年 7 月一次贷款 4 亿法郎（约合银一亿两），取得了清政府的好感。清政府也想利用沙俄的势力来牵制日本。在这种历史背景下，1896 年 4 月，俄使喀西尼向清政府提出建造东北三省铁路的要求。同年五月，俄皇尼古拉二世举行加冕典礼时，清政府应沙俄要求，派直隶总督、北洋大臣李鸿章前往参加。李在彼得堡与沙俄财政大臣维德和外交大臣罗拔诺夫举行秘密会谈，并会见了俄皇尼古拉二世。维德向沙皇请准拨款 300 万卢布，“作为使事业进行之方便”的经费，即所谓的“李鸿章基金”，在百般的威胁和利诱、贿赂下，中俄双方达成了秘密协定，同意沙俄在中国界内建造铁路，称之为“中国东三省铁路”。”这条铁路轨距采用西伯利亚铁路的五英尺（1.504 米）宽轨，而不是当时中国铁路早已采用的标准轨距。这条铁路虽然在表面采取由中国政府和沙俄政府合伙经营，而实际上则由沙俄全权控制。

1898 年 3 月，沙俄又借口德国占领胶州湾，强迫租借了旅顺、大连两港，租期 25 年，并修建由哈尔滨至大连、旅顺的南满支路。这样，沙俄就完全夺

取了纵横东北的铁路修筑权，实现了他侵略中国的第一步野心。

1897 年 8 月，中国东北三省铁路（在清朝时简称东清铁路，辛亥革命后改称东省铁路，1924 年又改称中东铁路），举行开工典礼。沙俄在修建东北三省铁路中，擅自派遣“护路”骑兵入境，分段驻扎，强占田地，毁坏房舍，民愤极大。为了同时赶修干支线路，曾雇用中国筑路工人 17 万多人。这些来自天津、烟台、上海、营口、大连的工人，徒步走到气候寒冷、人烟稀少的东北、胼手胝足，终年劳动，受尽了压迫和剥削，伤病死亡者不知其数。东北三省铁路和南满支路都于 1903 年 7 月 14 日完工通车。

1900 年八国联军镇压义和团运动后，在各国勒索的赔款中，以沙俄为最多，占 29%，其中东省铁路的赔偿款就达 8000 万两，几乎占 18%。对此，日本帝国主义十分眼红、妒嫉和愤恨。而且到这时，日本在中国还没有获得任何铁路权。在英国公开支持和美国暗中支持下，日本于 1904 年 2 月决定对沙俄宣战。结果沙俄陆海军均被日本打败，1905 年，日俄在美国的朴茨茅斯签定和约，沙俄拒付任何赔款、却把对我国的旅顺、大连两港的租借权和长春到旅大的铁路及其沿线煤矿等种种特权，无偿让给日本。从此，我国东北便成为日、俄两国南北分霸的局面。

长春到大连的铁路长 704 公里，日本改称“南满洲铁道”，简称“南满铁路”。日本明治天皇特地颁布一道“敕令”，成立“南满洲铁路株式会社”，并特任他的参谋总长儿玉大将为“创设委员长”。南满铁路在 1907 年 5 月正式营业，客票和货物运费须用日元付给。沿线各站驻扎日本警备队一、二万人，在铁路沿线建立的许多“附属地”，掌握着行政、司法、警察等权。中国军队需要进入车站乘坐列车或进入“附属地”时，必须解除武装，把武器锁闭在棚车内。日本军国主义在中国国土上任意横行霸道的罪恶历史，中国人民是永远不会忘记的。

1917 年俄国革命胜利后，苏联政府自动宣布废除帝俄在华的一切特权。但当时的北洋军阀政府却不理睬。直到 1924 年，北洋军阀政府在人民的压力下，才和苏联签定“中俄解决悬案大纲协定”。在这个协定中，苏联允许中国可赎回“中东铁路”，未赎回前，双方协议暂时由两国平等地共同管理。

1931 年日本帝国主义侵略东北后，于 1935 年又以“收买”为名，用低价变相地夺取了中东铁路。直到 1945 年 8 月 15 日日本无条件投降，中东铁路和南满铁路才从日本帝国主义手中解放出来。

1945 年 8 月 15 日，中苏缔结了“关于中国铁路的协定”，规定“日本军队驱出东三省以后，中东铁路及南满铁路……全并成为一铁路，定名中国长春铁路。”在 30 年内，在中国保持主权的原则下，由两国共同管理。新中国成立后，中苏两国于 1950 年 2 月 14 日签定了“关于中国长春铁路旅顺口及大连的协定，规定中国长春铁路的一切权利以及属于该路的全部财产无偿地移交中华人民共和国政府。此项移交于 1952 年 12 月 31 日完成。从此中长铁路由我国自己独立管理。这就是现在的滨洲线、滨绥线、长滨线和长大线，分别归齐齐哈尔、哈尔滨、沈阳铁路局管理。

我国自办的第一条铁路

吴淞铁路拆毁后，镇压太平天国中起家的“洋务派”逐渐认识到，修筑铁路对稳定他们的罪恶统治有着积极作用，因而也纷纷建议和赞同修建铁

路。同年，洋务派的主要首领李鸿章委任怡和洋行买办出身的轮船招商局总办唐景星招股组织“开平煤矿公司”。1878 年在直隶省（今河北省）东部开平县唐山的煤矿区开掘了第一个竖井。为了把煤从矿区运到最近的海口，以供应北洋海军轮船招商局和天津机器局的需要，该公司在 1879 年请求建筑一个从唐山到北塘的铁路，但是受到清朝政府内部守旧势力的反对。筑路的请求开始虽然被清政府批准，不久又被撤消了。1880 年开平煤矿公司想开筑一条运河来代替铁路，但是这段地形经过勘测，不适宜开运河。于是只好重新申请，把铁路线缩短，仅修唐山到胥各庄一段，并声明不行驶机车，以驴马拖行，这个新的请求总算勉强被批准了。这条铁路长 10 公里，1881 年 5 月 13 日动工，同年 6 月 9 日开始铺轨，并用中国工人自己制造的“龙号”机车拉运铺轨材料，11 月 8 日举行通车典礼，命名为唐胥铁路。这条铁路采用标准轨距，钢轨每码重 30 磅（每米 15 公斤），每英里用款约 3000 英镑。通车以后，以骡马在轨上拖车，这就是所谓的中国“马拉铁路”。因为清王室的东陵在离唐山西北不远的遵化县马兰峪，生怕火车头“震动山陵”，所以禁用机车牵引。后来经过往返疏通，才在 1882 年改用机车牵引，由于开平煤矿的产量不断增加，供应地区不断扩大，唐胥铁路必须扩筑线路。1885 年，设立“开平铁路公司”，着手招集商股。1886 年胥各庄至芦台的铁路兴工，同年竣工。轨重提高为每码 45 磅，称为唐芦铁路，全长共 45 公里。1887 年，“开平铁路公司”改为“中同铁路公司”，以期逐渐扩展。因款项不足，先后向英商怡和洋行和德商德华银行共借款合银 100 万两。这是我国铁路建筑向外国借款的开始。1888 年，唐津铁路修通后，中国铁路公司筹划再由天津扩筑铁路到北京，先修到通州，并向东伸展到山海关。但因清政府内部顽固派的反对，津通铁路延缓下来。由唐山向东北继续扩筑线路，1889 年修建到古冶林西煤矿，长 24 公里。1890 在山海关设立“北洋官铁路局”，这是我国官办铁路的开始。1894 年，由古冶伸展到山海关，全线长约 127 公里，改称津榆铁路。尔后，经过陆续的扩筑线路，到 1911 年，北京到奉天（沈阳）的关内外铁路全线通车。后改为京奉铁路。在修筑京奉铁路的时候，1898 年向中英公司借款 230 万英镑，合白银 1600 万两。借款合同规定：在偿还借款期间内，关内外铁路由英国人管理，铁路的营业收入存入英国银行，全路财产均作为借款担保。因此，这条关内外的主要铁路干线，实质上已被英国帝国主义所垄断。截止中日甲午战争为止，山海关内外铁路，西起天津，东到中后所，一共筑成铁路 348 公里。后来经过断断续续的延长，成为“津榆铁路”，继改为“关内外铁路”，后又改称“京奉铁路”和“北宁铁路”，也就是解放后的京山、沈山两线。

从唐胥铁路的试办及以后的扩筑铁路过程，可以看出，我国铁路由自办逐渐向外国借资，外国侵略势力逐步渗入到中国铁路的过程。这是当时中国半封建、半殖民地社会的特点在中国初期铁路史上的一个具体反映。

京张铁路和詹天佑

谈到中国铁路，就一定要讲詹天佑和京张铁路，因为京张铁路是全部由中国人自己建筑和经营的第一条铁路，负责修建这条铁路的总工程师就是詹天佑先生。

詹天佑，字眷诚，广东南海人，祖籍安徽婺源（今属江西省）。生于 1861

年 4 月 26 日，1872 年当他 12 岁时，就考取公费生赴美留学。1881 年 6 月，他 20 岁时，在耶鲁大学土木工程系以优异的成绩毕业。同年 8 月回到中国。清政府先后派他到福州船政学堂和广州木陆师学堂任教员。1888 他应（天）津（塘）沽铁路公司的邀请，北来塘沽任工程师。从此，他决心为中国铁路建设事业而努力奋斗。

京张铁路自丰台到张家口，全长 201 公里。张家口在居庸关外，地处北京的西北，为通往内蒙古的要道，在历史上一直是北面的军事重镇，也是南北商旅交易的要道，贸易的数量很大。早在 1903 年，先后有商人李明和、李春请求承筑这条铁路，清政府以“ 商股不可恃 ”为理由，一律驳回不准。清政府就此也注意到修建这条铁路的重要性，准备利用关内外铁路（京沈铁路）的余利来兴建京张铁路。对这条铁路的建筑权，英国和沙俄都竭力争夺，双方相持不下。清政府不得已才决定不用任何外国工程师，而由中国工程师自己建造，遂委派詹天佑为京张铁路局会办兼总工程师，并向中英银公司要求提拨政府应得的关内外铁路的营业余利 500 万银两作为工款。

京张铁路是在当时技术设备少而简陋、工程技术人员缺乏、建筑工程十分艰巨的条件下建造的。尤其是南口到八达岭越过燕山山脉那一段，山高峰陡，层峦叠嶂，古称天险，无法绕避。工程之艰难在当时的中国是空前的，外国工程界议论纷纷，他们认为中国人自己根本没有力量修筑这条铁路。有的甚至说：“ 能够修筑京张铁路关沟段的中国工程师还没有出世呢！ ”

詹天佑以爱国主义的高度热忱决心修成京张铁路。这正如他们 1906 年 10 月在给美国老师写信时说：“ 中国及外国人，都以锐利的眼光，注视着我进行的工作，我如失败，不仅是我个人的不幸，而普遍的中国工程师、中国人均遭到不幸，因若如此，则大众对中国工程师将失去信用……我无论如何，坚持我的工作。 ”

从南口经青龙桥到岔道城一段 22 公里（即关沟段），地势陡，坡度大，最大坡度达 33‰，即每前进 1000 米，就上升 33 米。在居庸关和八达岭之间，需要开凿座隧道：居庸关、五柱头、石佛寺和八达岭，共长 1645 米，其中八达岭隧道最长，1091 米，是全线的关键工程。为了缩短工期，除在两头动工外，又在中间顶端开凿两竖井，使工作面增加到 6 个。在竖井内发现炭气很重，影响工人操作和健康。詹天佑命令在井口设扇风机，连接铁管，输入空气，并用手拉风箱补助。战胜了各种困难，使隧道工程按期完工。

京张铁路胜利完工，不仅依靠中国技术员和工人群众的智慧和力量，也是与詹天佑先生的以身作则和一丝不苟的精神分不开的。关沟段工程开工以后，詹天佑立即将总工程师办事处移到南口，专心主持工程，并下决心，不打通隧道不回北京，并把家搬到工地，全家过着艰苦简朴的生活。

京张铁路于 1905 年 10 月 2 日开工，1909 年 9 月 24 日全线通车，11 月 14 日在南口四站举行了通车典礼，中外来宾达万人之多。京张铁路的顺利建成，使深受帝国主义、封建主义压迫的中国人民精神为之一振，大大地出了一口气，增强了民族自豪感。修筑了工程艰巨的京张铁路，在中国铁路史上写下了光辉的一页。

詹天佑前后从事铁路建设工作 32 年，对发展中国的铁路事业作出了杰出的贡献。1919 年 4 月 20 日，因劳累过度，心脏病发作而与世长辞，年仅 59 岁。他的墓落葬在北京西郊海淀万泉庄。中华工程师协会和京绥铁路同人会等会商，在青龙桥车站树立了铜像。十年浩劫中，树立在青龙桥的铜像遭到

破坏。敬爱的周恩来总理知道此事后，非常气愤，立即指示说：“那一定要恢复，是中国人的光荣嘛！”

为了纪念詹天佑先生，激发我国人民的爱国主义热情，铁道部决定在青龙桥车站修建詹天佑先生新墓。1982 年 5 月 20 日，将詹天佑原墓迁到新墓地，并举行了迁墓典礼。新墓背靠雄伟的万里长城，面对蜿埏逶迤的燕山山脉，与座落在车站上的詹天佑先生的铜像、碑亭，以及车站前方的“人”字形线路，遥相辉耀，供人们瞻仰。

台湾省修筑的第一条铁路

台湾省是我国修筑铁路较早的省份之一。第一条铁路通车于 1887 年，仅比吴淞铁路晚 11 年。

1877 年，清政决定拆毁吴淞铁路的时候，当时的福建巡府兼台湾学政丁日昌就请清政府准予把拆下的器材运到台湾高雄作筑路之用。但因清朝政府拒绝在经济上支持丁日昌计划，苦于无筑路经费，因此铁路一时未能修成。

台湾建省后，首任巡抚刘铭传是一个热心洋务的官僚，力图实现丁日昌未实现的计划。他利用中法战争后清朝政府要求振作一下的机会，在 1887 年奏请清朝政府，利用士兵劳动建筑台湾铁路，获得批准。于是借商款 100 万两银子，开始修筑台北铁路。这时候，台湾的行政中心正从台南移到台北，所以铁路就以台北为中心兴建起来。1891 年修成了台北到基隆的铁路，长 29 公里；1893 年又修成了台北到新竹的铁路，长 71 公里，两段共长 100 公里。至于运到高雄的吴淞铁路的钢轨，已日久锈烂，不堪再用。这条铁路所铺的钢轨是从英、德两国买来的，每码重 36 磅（约米重 18 公斤），轨距 3 英尺六英寸（1.067 米）。后来日本侵略台湾所筑的铁路也都采用了这种轨距。在修建这条铁路时，开凿了我国第一条铁路隧道，隧道全长 260 米，这条铁路是中国人民自己集资 100 万两白银兴筑的，虽然雇用了一个叫马奇逊的英国顾问工程师，但大多数工程师是中国人。其中由我国工程师张家德设计建造的木质结构的淡水河桥（长 450 米），虽然遭到马奇逊的反对，但后来的事实证明，这座桥的寿命超过了预计的时间。

1895 年，清朝政府和日本签订了马关条约，把我国的台湾省割让给了日本，这条铁路随之落到日本侵略者手里，直到 1945 年 8 月，抗日战争胜利后才重归祖国。

慈禧太后祭祖的“专用线”

在中国铁路史上，曾有一条专门供慈禧太后去西陵祭祖而修筑的西陵铁路。

1902 年（光绪 28 年），由于义和团运动，逃到西安的那拉氏回到北京后，一方面她继续动用巨款修复残破的颐和园，同时在这年夏季提出，要在次年（1903 年）清明节时去西陵“祭祖”。为了迎合慈禧的旨意，当时已接替李鸿章而担任直隶总督和北洋大臣的袁世凯，建议由京汉铁路的高碑店站修一条达西陵的铁路，让那拉氏坐火车去祭陵。慈禧听后大加赞赏，并令袁世凯全权主持修建事务，限期六个月内完工，不得延误祭陵日期。

这条铁路东起高碑店车站，向西经过涞水县，止于易县梁各庄清王朝的

西陵附近。叫做新易线，又称西陵铁路或新易皇陵支线。全线建筑里程长 46.4 公里，其中正线长 42.7 公里，站侧线长 3.7 公里，线路最大坡度为 9.9‰。

清朝统治者的陵墓主要集中于两处——东陵和西陵。东陵，在河北省遵化县马兰峪，有清太宗后昭西陵、顺治帝孝陵，康熙帝景陵、乾隆帝裕陵、咸丰帝定陵、同治帝惠陵，后来慈禧死后也葬在这里（即慈禧安定东陵）。西陵在易县梁各庄附近，有雍正帝的泰陵、嘉庆帝的昌陵、道光帝的慕陵和光绪帝的崇陵。这些陵墓地处太行山、恒山的丛山中，周围群山环抱，林木葱郁，气候凉爽，风景十分秀丽，是游览的好地方。因此封建统治者选中了这个地方，作为他们死后的葬身之地。

1902 年秋，袁世凯委派在津榆（今京山）铁路任职的詹天佑为新易铁路总工程师，责成他如期完成修建任务。詹天佑经过周密的计划，细致的勘测，用几千民工，仅 4 个多月时间，便提前完成了修筑任务。整个施工有一大部分时间是在冬季，条件十分艰苦，全部费用为 59 万 5 千两白银，由清政府拨款。

铁路修通后，1903 年春，那拉氏如期前往西陵，祭陵队伍有皇太后、皇上、皇族成员、宫廷大臣等，还带有御膳房的厨师，专给她做宫庭饭菜。专车只有几节车厢，慈禧专门乘座的车厢是一辆花车（又叫龙车），里面陈设十分华丽，有龙床、龙椅、梳妆台、吊灯等。按照当时封建制度规定，牵引皇上、皇太后的机车不能挂在列车前头，要挂在列车末尾。可是这样是很危险的，经过几大臣的奏请西太后“恩准”，机车才挂在列车前边。

慈禧对新易支线的修建很满意，把自己心爱的“法钟”送给了精心筹划这条铁路的詹天佑。詹天佑在设计修建新易铁路过程中。积累了实际经验和勘测数据，为他在 1905 年主持修建京张铁路打下了基础。这条铁路修成后，初归京奉（北京至沈阳）铁路兼管，1909 年 1 月作为支线划归京汉铁路接管。辛亥革命后西陵铁路又成为中外资产阶级的游览线。1927 年路基曾被破坏，1928 年奉系军阀东退，机车车辆都被拖走，新易支线也停止行车。到 1931 年 10 月把一台破旧的小机车赶修出厂，12 月又通车，每日往返一次。“七七”事变后，日军侵占华北，又停止了行车，而且把梁各庄到易县之间 9.3 公里的线路拆除，以后正线改铺了 27.2 公里，每米重 16 公斤的小钢轨。1938 年 2 月，高碑店到易县才又勉强通车。这样几经反复，西陵铁路又很不成样子了。到抗日战争末期，由于物质极度缺乏，主要干线都维持不住，更无力顾及这些小支线，终于全线拆除，把材料物资填补到各线使用了。以致这条铁路在地图上已不复存在。

白骨堆成的铁路

当列车从昆明南下时，有一条窄铁路——昆河线（即昆明至河口），它是我国现存唯一的一条窄轨。在距昆明 300 多公里处有座罕见的没有桥墩的“人字桥”。

这座桥是帝国主义在中国直接经营铁路的一个产物，它蕴藏着一部血泪史。

1894 年中日甲午战争后，惨遭失败的清朝政府签订了屈辱的马关条约。其他帝国主义俄、法、德也借此进一步掠夺在中国修筑铁路的权利。滇越铁路就是在这种情况下由法国人主持修建的。1901 年，法国印度支那总督杜梅

授权法国东方汇理银行等四家金融组织，筹备成立滇越铁路公司，承造老街到昆明的铁路（即昆河线）。

当初修建这座桥时，先由一位法国工程师负责设计，修了一年多，架了几次，火车开过时，又坍塌了。于是，就把附近的地形地物摄影绘图，拿回法国登报征求设计方案。有个女工程师依图研究，利用力学支点的原理，设计出了无桥墩的人字桥方案。后来就根据这个方案把桥建成了。

这座桥虽是法国工程师设计的，却是中国路工的身肉筑成。1907 年初，有 100 多名路工，从河口来到这里。每天路工们爬上山顶，腰系绳索，吊下凿洞。石壁是 90 度的陡坡，上面又长满青苔，无法立足，路工们只能悬空工作。这里气候与昆明不同，常年如夏，高山峡谷之中，常有急风暴雨，凿洞的路工常常跌落崖下丧命。开工不到一个月就摔死路工 20 多人。当时这一带是人迹罕到的地方，恶性疟疾流行，在毫无医药卫生条件下，许多人死亡。开工一年，崖下就摆满了 300 多具白骨。

1908 年初，靠南面的隧道即将开通，突然一块巨石从隧道顶上落下，奔突的地下水猛然涌出，一下子淹没了隧道。在洞内干活的 200 多名路工无一幸免。到 1908 年底，人字桥初步架设完工的时候，桥下面已经掩没了 800 多名中国路工的尸体。人字桥可谓是用白骨堆成的桥。

我国的主要铁路干线

铁路干线

我国铁路网已基本形成，铁路干线纵贯南北，横穿东西。我国纵贯南北的铁路主要有：

京广线。北起首都北京，南到广州，全长 2313 公里。这条铁路穿越河北、河南、湖北、湖南、广东 5 省，跨过海河、黄河、淮河、长江、珠江五大水系，是我国中部南北运输的大动脉。

京哈线。起于北京，经天津、河北、辽宁、吉林、黑龙江等省市，终点在东北北部最大城市哈尔滨，全长 1388 公里，是东北通往首都和全国各地的一条铁路干线。

津沪线。北起天津，过河北、山东、江苏、安徽等省市，南达上海，是我国东部南北交通的大动脉，所经地区人口稠密、工农业发达，人员和物资交流频繁。

宝成线。起于陕西宝鸡，穿秦岭山地、达“天府之国”成都。是联系关中与川内西北与西南的重要干线。

成昆线。北起成都，南至“春城”昆明，是我国西南的又一重要干线。

太焦—焦枝—枝柳线。北起有“煤海”之称的山西省会太原，南至西南地区的对外联系的“出海前哨”广西柳州，成为与京广线平行，穿越腹地的又一条“小京广”。

除了上述纵贯南北的大铁路外，我国还有一些重要的横贯东西的铁路干线，它们是：

京包线和包兰线。从首都北京到“草原钢都”包头，再从包头到西北工业中心的兰州，这一干线加强了首都与西北地区的联系。

陇海线和兰新线。陇海线东起连云港，西至兰州；兰新线从兰州到乌鲁

木齐。这两条铁路是横贯我国东西的大动脉，后与原苏联阿拉木图接轨，成为“欧亚大路桥”，对开发我国西部工区与加强对欧洲的联系具有重大意义，它与京广线构成我国铁路的主要骨架。

沪杭线、浙赣线、湘黔线和贵昆线。沪杭线从上海到杭州；浙赣线从杭州到株洲。湘黔线从株洲到贵阳；贵昆线从贵阳到昆明。这 4 条铁路线构成我国南部横贯东西的大动脉，它把我国经济落后而资源较丰富的西南地区联结起来，对密切这两个地区的经济联系、发展经济、巩固国防具有重要的意义。

在铁路交汇之地形成了许多铁路枢纽。我国主要的铁路枢纽有：北京、沈阳、哈尔滨、石家庄、郑州、徐州、株州、贵阳、柳州、重庆、成都、兰州等。

新中国修建的第一条铁路

成渝铁路是新中国诞生后，中国人民依靠自己的力量，自力更生修建的第一条铁路。这条铁路全长 505 公里，东起重庆，西至成都，横贯四川中心地带，是西南地区经济建设和国防建设的大动脉。

解放前，四川这样大的一个省分，一条铁路也没有。早在 1903 年，清朝政府就叫嚷要修成渝铁路，商办川汉铁路公司在 1903 年就开始筹备，主要用征集粮谷的租股办法，集股达 2000 万元之多，但因线路自宜昌沿江而下，工程极为艰巨，因此对设计施工方案争执不下。

这时帝国主义者为了掠夺四川的资源和财富，都想夺取四川修筑铁路的权利，帝国主义强盗的侵略野心，激起了人民的无比的愤恨，纷纷要求由民众集资自办川汉铁路，并于 1904 年设立川汉铁路公司。但是，清政府在帝国主义的唆使下，竟然不顾人民的利益，强行把民办川汉铁路公司收归“国有”，然后出卖给帝国主义。这种卖国罪行激起了广大人民的反抗，于是，在成都组织了“保路同志会”，掀起了波澜壮阔的保路运动，后来全省参加的人多达几十万。清朝政府从四面调兵进川进行镇压，造成了保路惨案。国民党反动派上台后，和清政府一样，从 1936 年起，就扬言要修成渝铁路，先后叫嚷了 14 年，刮尽了人民的血汗，而铁路连一点影子也没有。人们在一首诗谣中这样唱道：

成渝路不是成渝路，
是反动政府的摇钱树，
人民的愿望付流水，
成渝路变成了人民的血泪仇。

解放后，党和政府决定修筑成渝铁路。1950 年 3 月 11 日，成立了重庆铁路工程局（后改为西南铁路工程局），6 月 15 日正式开工。成渝铁路是解放后自力更生修筑的第一条铁路，困难是很多的，广大筑路工人在党的领导下，以无比高昂的政治热情和干劲，在“人民自己的铁路自己修”口号下，日日夜夜忘我劳动，筑路使用的都是国产材料。四川人民曾普遍掀起了献枕木的运动，农民从山里伐来了 120 十万根优良枕木。在施工中还积极创造了新技术，如路基分层填土打夯、长涵洞分节建造、厂制钢筋混凝土、枕木预先钻眼等先进方法，不仅缩短了工期，而且提高了工程质量。

这条铁路于 1950 年 6 月 15 日开工，1952 年 6 月 13 日铺轨到成都，7

月 1 日全线正式通车，使沿线丰富的物产源源不断地运往祖国各地。对于发展工业，繁荣经济，改善西南人民的生活，起到了非常重要的作用。

世界屋脊上的铁路

世界上位于海拔最高的一条铁路线，是我国的青藏铁路。

青藏铁路自青海省的西宁起，经哈尔盖、德令哈、格尔木、托托河、安多、那曲、墨竹工卡，到达西藏自治区的首府拉萨，全长 2949 公里。

青藏铁路要通过柴达木盆地，翻越昆仑山、风火山、唐古拉山、念青唐古拉山等主要山脉；横跨格尔木河、楚玛尔河、通天河、托托河等河；铁路绝大部分处于世界屋脊的青藏高原，有 930 多公里地段的海拔高度为 4000 到 5000 米。沿线大部分地区气候严寒多变，风多雨少，空气稀薄，施工条件十分困难艰巨。根据计划安排，青藏铁路确定分段修建。首先修建西宁到格尔木段。全长 834.5 公里，已于 1979 年 7 月修通。

青藏铁路经过的地方是 1300 多年前唐朝文成公主经过的道路，这里留下美好的传说，也碰上了修路史上许多意想不到的困难。

从西宁到格尔木段的高原地带，缺氧 30%左右，需要发动机的机械，均需要安装增压器。这里全年有 40 到 70 天刮八级以上大风，虽有几条小河，因水里含有盐碱和其他化学元素，不能饮用，工程也不能用，所以小桥涵洞均需先在工厂里预建好，然后运到现场拼装。修建这条铁路所碰到的困难，在我国和世界铁路史上都是罕见的。

青藏铁路在到达格尔木前，要穿过柴达木盆地。柴达木盆地是我国三大内陆盆地之一，一向被人们称为“聚宝盆”。柴达木是蒙语“盐泽”的意思，盆地里 32 个湖泊中，已有 14 个发育成盐湖，其中最大的要数察尔汗盐湖。青藏铁路就有 32 公里要从察尔汗盐湖上通过。

在盐湖上修筑铁路，世界上仅有原苏联和美国作过尝试。但原苏联只是在盐矿地区修筑了短小的专用线，美国那个盐湖还是一个水湖。而察尔汗盐湖地质构造复杂，铁路经过的北缘外侧，有一段叫饱过粉细沙震动液化地段，离地面 10 米以内都是粉末状的细沙粒。经过长时间盐水浸泡，结构松软，因为沙有流动性质，受到震动，承载力大大减弱。要在这上面修筑铁路，是很难想象的。

我国科研人员和铁路建设者们经过多年观察，进行了大量的调查研究，决定往松软的地层里打进几万根沙桩，灌入了几万立方米的粗粒砾砂，以增强地层的密实度，提高承载力。终于在海绵般的粉细沙地层上筑起了一条坚实的路堤。1979 年 6 月 23 日，顺利地把钢轨铺到了盐湖的南岸，使青藏铁路第一期工程的铺轨任务提前完成。

随着铁路的正式通车运营，察尔汗盐湖的取之不尽、用之不竭的宝贵资源，得到了充分开发利用。

京广铁路

京广铁路包括京汉和粤汉两条铁路，北起北京，中经石家庄、郑州、武汉、株洲、衡阳到达广州，纵贯河北、河南、湖南、广东五省，全长 2324 公里。1957 年长江大桥建成后，京汉、粤汉两大干线接轨。

京汉铁路是先从北段修筑的，最早称之芦汉铁路，即从芦沟桥到汉口。甲午战争失败后，清朝政府从失败中也认识到修筑铁路的重要性，遂把修铁路正式宣布为“力行实政”的重要措施。1896 年 10 月直隶总督王文韶、湖广总督张之洞奏请设立铁路总公司，以大官僚买办、天津关道盛宣怀为督办大臣。这条铁路长 1200 公里，修筑计划需银 2000 多万两，原打算收商股 700 万两，拨官款银 300 万两，借官款 1000 万两，借洋债 2000 万两。清政府首先用拨给的官款修建芦沟桥至保定一段长 131 公里，由津榆铁路总局负责修建。1898 年 2 月动工，1899 年 1 月完工通车。

汉口是中国的水陆要镇，把汉口和北京连接起来，是帝国主义早就垂涎的目标，因此各国纷纷起来争夺。首先是美国、英两国，但因“所索权利过多”而告吹，转同比利时商洽，比利时在后台法、俄的支持下，签定了借款合同，借款 11250 万法郎。合同规定，筑路工程由比利时公司派人监造；所需材料，除汉阳铁工厂可以供应者外，都归比利时公司承办，并享受免税待遇。在借款期限 30 年间，一切行车管理权均归比利时公司掌握。这不仅使中国完全丧失了铁路主权，还在财政上受到巨大损失，为以后帝国主义者利用债款关系掠夺中国铁路权开了一个极为恶劣的先例。

比利时公司为了加速工程进度，节省费用，偷工减料，结果建筑的线路质量极低。就像黄河大桥这样的重要工程，也采用低标准设计，保险期限只有 15 年，致使后来常常被水冲坏而中断行车。

芦汉铁路 1898 年动工，八国联军侵入北京后，法国侵略军在 1901 年又擅自把芦汉铁路从芦沟桥延长到北京前门，从此成为京汉铁路。京汉铁路在 1906 年 4 月全线通车，全长 1215 公里。

京汉铁路通车以后，营业发达，余利很多，在义和团运动的影响和全国人民纷纷要求收回铁路主权的压力下，清政府几经周折，终于在 1909 年 1 月，拨官款 500 万两白银和借英国汇丰、法国汇理两银行款 5 万英镑，还清了京汉铁路借款，把铁路赎回。

清政府在决定修建北段的时候，便打算修建南段的粤汉铁路，美国合兴公司取得了这条铁路的贷款承筑权。可是由于美西（西班牙）战争爆发，以及该公司内部发生纠纷，到 1903 年 10 月，5 年时间仅修成广州的石围圹到三水的支线 49 公里。后来由于华美国合兴公司违反合同规定，中国政府赎回这条铁路。

粤汉铁路赎回后用三种不同的方法分由三省办理：粤段商办；湘段官督商办；鄂段官办。在这期间，因清政府的“铁路国有”，引起湖北、湖南、广东、四川省的保路运动，使粤汉铁路时建时停。广州至韶关段，全长 224 公里，1915 年 6 月修通；武昌至长沙段，是用 1911 年成立的英、德、法、美四国银行中英国贷款的一部分，并聘用英国总工程师修筑的。1912 年 8 月开工，1918 年 9 月完工通车，长 365 公里。中间的株州韶关一段长 456 公里，因政局混乱，竟搁置了 10 多年没有修通。国民党政府成立后，又利用英国退还的庚子赔款，修筑了这段铁路。从 1930 年开工，1936 年 6 月完成。粤汉铁路的修建，自 1898 年 4 月与美国订立合同至 1936 年 6 月，经过了 38 年的时间，由武昌（徐家棚）到广州黄沙（今广州南站），1096 公里，才正式通车。抗日战争期间，京汉、粤汉铁路几乎全部沦陷，直到 1949 年全国解放后，才回到人民的手中。

京广铁路不仅是沟通我国南北最长的铁路线，也还具有光荣的革命斗争

史。

自从 1971 年 7 月 1 日中国共产党成立以后，京汉铁路工人在党的教育下，从斗争实践中认识到组织起来的重要性。1922 年 4 月，由长辛店工人俱乐部发起，召开了一次全路总工会筹备会议，对全路工会组织作了初步整顿。在 1923 年 1 月 5 日的筹备会上，拟定了京汉铁路总工会章程草案并决定 2 月 1 日正式举行总工会成立大会。这个总工会的成立完全是公开进行的，各报发了消息，并报告了当时的铁路局局长赵继贤。参加这次成立大会的有京汉铁路各工会分会代表六十五人，各地工会、教育界、新闻界来宾共二百多人，都齐集郑州。

京汉铁路总工会的成立使帝国主义和封建军阀震恐万分。军阀吴佩孚指使铁路局长赵继贤伙同郑州警察局长进行恫吓。总工会筹委会仍决定如期开会。1923 年 2 月 1 日早晨，吴佩孚下令郑州全市紧急戒严，沿街布置军警，荷枪实弹，阻止代表和来宾进入会场。代表们群情愤怒，高呼口号，终于突破包围，冲进会场，立即放鞭炮开会，宣布京汉铁路总工会正式成立，代表们高呼“京汉铁路总工会万岁！”“劳动阶级胜利万岁！”会议一直开下午 4 时才宣布散会。

当天下午，吴佩孚命令反动军警包围代表来宾住所，不准来宾和代表自由走动和交谈，总工会和郑州分会会址被封闭占领，工会文件什物，均被抄查捣毁。军阀的蛮横和暴行，激起了工人们的无比愤怒。当晚，总工会召集紧急会议，决定在 2 月 4 日中午宣布京汉铁路全体总同盟罢工。从 4 日上午 9 时起，不到 3 个小时，全路一致停工，全路客、货、军车一齐停止了行驶。

总罢工爆发后，在北京的帝国主义各国“公使团”召集了紧急会议，向北洋军阀政府提出了“严重警告”，要求早日恢复交通，教唆军阀用武力镇压工人。2 月 7 日，湖北督军肖耀南派参谋长张厚生带兵两个营，包围了总工会，枪杀空手抵抗的工人，同时包围工人宿舍，搜捕罢工积极分子。先后被杀害 38 人，伤 200 多人。江岸分会委员长、共产党员林祥谦同志被捕。

林祥谦同志捕后，敌人把他绑在江岸车站电线杆上，逼迫他下令复工。林祥谦同志坚决拒绝。刽子手张厚生令人在他身上砍了一刀，问他“上不上工？”林祥谦同志说：“不上！”张又令再砍一刀，问他“到底下不下上工命令？”林祥谦同志忍痛高呼：“上工要总工会命令，我的头可断，工是不上的！”张又令人再砍一刀，优秀的共产党员林祥谦同志就这样英勇地牺牲了，他为工人阶级的事业，在敌人面前至死不屈，表现了中国工人阶级大无畏的精神。武汉工团联合会法律顾问、共产党员施洋同志，也于 15 日被杀害于武昌。此外，郑州和京汉铁路其他各站工人也遭到军阀的逮捕和屠杀。为了保存革命力量，京汉铁路总工会和武汉工团联合会在 2 月 9 日下令，劝工人们忍痛复工。

“二七”斗争虽然失败了，但是通过这次斗争，显示了工人阶级的伟大力量。斗争中英勇牺牲的烈士们，给工人阶级树立了光辉的榜样。为了纪念林祥谦烈士，于 1961 年初在烈士的故乡福建省闽侯县尚干镇建成了林祥谦烈士陵园。

陇海铁路

陇海铁路从江苏省的连云港市起，经徐州、郑州、西安、宝鸡、天水，

直到甘肃省会兰州，全长 1759 公里，是我国横贯东西的一条大动脉。

陇海铁路最初修建的是开封至洛阳段，当时称作汴洛铁路。这条路早在 1895 年即开始测量，但是由于清政府缺乏资金，拖了很长时间没有铺上一根钢轨。1899 年 11 月，清朝督办铁路大臣盛宣怀以“预筹干路还款、保全支路”为理由，呈请清政府批准归总公司筹款建造。比利时公司当时以法国为后台请求承办，得到清政府的应允。1903 年 11 月，中比双方由盛宣怀与比国铁路公司代表卢法尔签订了《汴洛铁路借款合同》。比铁路公司承借款项法金 2500 万法郎（1907 年又增借 1600 万法郎），并取得了承办汴洛铁路的权益和把该线接展到西安的承办优先权。汴洛铁路 1905 年 6 月开工，1909 年 12 月完工，1909 年 1 月 1 日正式通车，长 184 公里。

清朝末年，人民提倡修路的风潮盛极一时。河南有一个名叫刘果的大地主兼资本家，假借自修铁路的名义，创立洛阳铁路商办公司，打算修筑洛阳至潼关的一段铁路。由于刘果一意搜刮民财，向各县摊派股款，强迫盐斤加价，引起人民强烈反对，结果不得不停止下来。到了 1912 年，比利时公司和北洋军阀政府签订陇秦豫海铁路（简称陇海）借款合同，把汴洛铁路全并到陇海路内，准备分头向东西两路修进。这样，陇海铁路实际上就为比利时公司所垄断。

自从 1913 年陇海路开始向东西两方向扩展。成千成万的修路工人在恶劣的劳动条件下，使用最简单的修路工具，进行着紧张的施工。开封至徐州长 277 公里，洛阳到观音堂 93 公里，地势比较平坦，工程不太困难，用了两年多的时间才先后修通。到 1924 年才开始通车。

最初的陇海线与当时其他各线比较起来设备是非常简陋的。全线只有 4 台小机车，机车经常没有煤烧，只好用木柴来代替。其经营之腐败闻名全国。经常巧立名目，勒索旅客。到了 1930 前后，蒋介石想把它的政治、军事和经常势力伸入西北，完成一条进攻解放区的运输线，决定把陇海铁路向西延长。利用庚子赔款由灵宝向潼关扩展。1931 年 12 月完工，1932 年 1 月通车。从潼关到西安，延长到宝鸡，是由法国巴黎工业电气公司和国内银行团联合投资完成的，1937 年 3 月通车。陇海铁路的东段，由荷兰治港公司包工修建到连云港。至此，陇海铁路东起连云港，西至宝鸡，延长到了 1226 公里。

抗日战争期间，蒋介石依赖美国、英等国的“援助”，继续修筑了几条铁路，其中把陇海铁路从宝鸡向天水扩展，以便于调兵包围陕甘宁革命根据地。这条路是利用陇海铁路洛阳以东拆下的钢轨铺设的，1939 年 5 月动工，1945 年底筑至天水，长 154 公里。这段铁路的工程质量十分低劣。国民党政府资源委员会当时拟在宝鸡峡建造渭河水库，要求把宝天段路基提高 60 米，避免将来水库蓄水冲断铁路，这样一来，不仅使宝天段路基和隧道的工程量作为不应有的加大，而且使铁路线多沿山腰坡行进，以致频频倾坍，使行车时常中断，成为西北铁路中的“盲肠”。到了解放夕，整个陇海线遭到严重破坏，几乎陷于瘫痪状态。从天水到兰州一段，虽然在 1947 年就已兴工，到 1950 年西北解放前只完成全工程的 3/10。1950 年 5 月西北解放后，铁道部就在“局部改线，重点开工”的方针下，重新修建这段铁路，到 1952 年 8 月，铺轨任务全部完成，10 月 1 日正式通车，并在此以前，对整个陇海线进行了修复，使陇海铁路东起连运港，西至兰州全线畅通无阻。

成昆铁路

在我们祖国的地图上，沿着当年红军长征走过的道路，修筑了一条穿越万水千山的铁路——这就是举世闻名的成昆铁路。

成昆铁路，北起四川成都，南抵云南昆明，全长 1100 公里。它北接宝成、成渝铁路，南与贵昆、昆河铁路相通，使西南边疆和祖国内地紧紧相连。这条铁路，从 1958 起，成都至峨眉段全面开工，中间的一些重点工程亦相继开始施工，于 1970 年 7 月 1 日修成通车。1971 年 1 月 1 日，正式交付国家使用。

成昆铁路从海拔 500 米的成都平原南下，傍沿秀丽的峨眉山麓前行。在峨边的西南，逆汹涌的大渡河转牛日河而上穿越连绵的大小凉山。这一带地势险峻，坡陡流急，有深二、三百米的“一线天”峡谷。从金口河到埃岱 58 公里的线路，就有隧道 44 公里，被称为大流河畔的“地下铁路”，从甘洛到喜德，要越过岷江与雅砻江的分水岭，在这 120 公里的地段内，4 次盘山展线，13 次跨牛日河，修了 66 公里的隧道和 10 公里的桥梁，绕 5 公里，爬到海拔 2200 多米的制高点。铁路从喜德往南，进入安宁河谷，再溯龙川江上行至拔海 1900 米左右的滇中盆地。金沙江河谷是地质上著名的深大断裂地带，属 7 至 9 级地震区，此处不但有崩坍、岩堆、滑坡、泥石流、地下水和有害气体，还有寸步难行的“一步苦”峭岩和干燥酷热的“火焰山”，被称为“地质博物馆”。沿龙川江有含盐、含硝、含石膏和“龙街粉砂”地层，多处纵横断裂交错。线路在这个河谷三次盘山展线，47 次跨过龙川江，爬上长江和元江的分水岭，然后南下广通经滇池地区的丘陵和淤泥地带，到达昆明。

这条穿山越水的铁路，隧道、桥梁数量之多，是我国铁路史上少有的。全线隧道、桥梁总长占线路全长的 40%。共有隧道 427 座，总长 345.7 公里。这些隧道有单线的、多线的，也有弧形和圆周形的，长度在 3 公里以上有 9 座，最长的沙木拉打隧道长 6379 米。大中小桥梁共有 1009 座。总长 97 公里。有我国目前钢桁桥梁中跨度最大的金沙江大桥，主跨达 192 米。有长 54 米的我国最大的一线天铁路石拱桥。有的地段连找一块修车站的地方都很困难，不得不建在桥梁上或隧道里。在全线 122 个车站中，这种“空中车站”和“山腹车站”就有 41 个。真是“穿岩透壁洞复洞，跨谷飞空桥又桥”。全线共修筑路基土石方九 9525 万立方米，如果堆成 1 米见方的长堤，可以绕地球两圈。这样浩大的工程，是我国铁路建设史上的空前壮举。

沙漠铁路

被称为“沙漠之舟”的驼骆，在过去，是沙漠里唯一可用的交通工具。但是，随着科学事业的发展，在沙漠里修建铁路也是一大创举。

在沙漠里修筑铁路是非常困难的。沙漠里气候多变，在某些季节里，即使是一天之内，冷时犹如严冬，热起来又似盛夏；雨量极少；有强烈风沙，一遇“起沙风”，沙粒便被风扬起，形成滚滚“风沙流”，路基容易受到风蚀和沙埋，以及造成对机车、车辆和通讯设备的磨损，从而影响和中断行车。

我国修建的第一条穿越沙漠的铁路是包兰线（包头——兰州）。于 1956 年开始修建，1958 年 8 月通车，全长 980 公里，其中有 140 公里线路在腾格里沙漠和鄂尔多斯高原西部沙漠中通过。沙害最大的沙坡头附近 16 公里是铁路必经的地段，沙坡头位于宁夏自治区中卫县境内腾格里沙漠的东南前缘，

是一座 100 多米高的沙山。修建这段铁路，由于当时缺乏经验，曾造成大规模吹蚀。一夜大风，把即将完工的沙漠路基，几乎全部被吹蚀。我国铁路工程人员总结经验，终于弄清了这段沙路的地貌、沙漠成分与来源、水文地质、植被条件、防护材料、气象等，在选线时，使线路和主导风向接近平行，减少路基积沙和风蚀。同时采取多种方法进行固沙治理，终于在 1958 年 8 月胜利通车。

在沙漠中修筑铁路，首先是固沙，防止沙害。目前采用的固沙方法主要有植物固沙、机械固沙和化学固沙。

植物固沙就是在沙漠地区大搞植树造林，是防沙治沙的根本措施。实践证明，花棒、黄柳、沙棘、沙拐枣、胡杨等是适应沙漠环境的植物，既耐干旱，又能抗风固沙。

机械固沙就是在铁路两旁离地面几十米到 100 多米的高大沙丘上，用卵石、粘土、沥青、芦草、干草等埋设在沙里，或用草扎成的方格沙障，就像防洪堤一样，阻止着沙子的移动。这种办法在植物长成以前是一种最经济、最简单易行而又有较好效果的固沙方法。

化学固沙是新发展起来的一门科学技术，有的是利用石油的副产品，如“沥青乳剂”等固沙，瑞士研制一种颗状化合物，把这种东西像施肥一样撒入沙漠后，沙粒就能像海绵一样吸水，并能保持比沙粒本身重 12 倍的水分，施用一次可维持几年。

中国铁路头号工程

京九铁路北起北京，南至深圳、九龙，位于京广、京沪铁路之间，跨越京、律、冀、鲁、豫、皖、鄂、赣、粤九省市和香港特别行政区，连接京山、京包、京秦、石德、陇海、浙赣等铁路干线，其战略地位十分明显。京九线全长 2538 公里，工程概算投资 210 亿元，是我国铁路建设史上规模最大、投资最多、一次建成里程最长、工期最短的铁路干线，被列为国家“八五”铁路建设的头号工程。1993 年 2 月全面动工，预计 1995 年底可全线铺通。

京九铁路跨越黄河、长江、淮河、赣江等大江大河和大别山、赣南山区等崇山峻岭，地形地质条件十分复杂。全线架设特大桥、大中桥 549 座 133.3 公里桥梁，开凿 136 座 57.6 公里隧道，填挖土石方近 2 亿立方米，征地 17 万多亩，拆迁房屋 120 万平方米……是一项庞大复杂的系统工程。全线分 10 个路段，既有新线建设，又有旧线改造。困难之大、难题之多、工期之短都是罕见的。

被称为京九铁路“难中之难，重中之重”的江西吉安至定南段，全长 346 公里，隧道 91 座，总长占全线隧道的 61%，千米以上的隧道就有 7 座，且山体严重风化，大都是软弱围岩；建桥 176 座，其中特大桥 9 座，有 3 座要建在水深十几米的赣江上，有两座是国内罕见的大跨度悬臂灌注混凝土连续梁。桥梁隧道共占该段总长的 18.9%。铺轨前的工期只有两年，时间对于“难中难”路段来说太紧迫了。担任赣州指挥部指挥的陈嘉珍从一开始就把精力集中在攻克桥隧上，他与专家和同事反复研究，决定采取“长隧短打、长桥短建、分割围歼”的办法，为抢工期起了关键的作用。

吉安赣江特大桥全长 2655.75 米，需建 73 个墩台，是整个京九铁路重中之重的五大难点工程之一，也是唯一在喀斯特地形上建成的特大桥。该桥桥

址横断石灰岩与砂岩交界地段，溶洞沟密布，溶槽暗河交错。这历来被视为建桥的禁区。为了保质保量地完成这座特大桥的建设任务，铁道部十六分局三处通过铁道部、建设部从国内外请来 28 位专家学者，先后三次在北京和大桥工地召开科技攻关会议，有效地解决了大面积溶洞群上基础钻孔所遇到的卡钻、陷钻、塌孔、漏浆等施工难题，攻克了在深水中围堰施工和拼装 5 片大型钢梁等重大施工难关，战胜了多次特大洪水的袭击，仅用 13 个半月就建成了常规下至少需要 3 个旱季共 38 个月工期的这座特大桥。这在我国尚属首次，在世界建桥史上也是罕见的。经质检部门对该桥 4300 个分项工程进行全面检测，合格率达 100%，优良率达 90%以上，受到专家和领导们高度评价。

在京九全线 126 座隧道中，被推上重点难点工程之首，成为京九铁路咽喉工程的歧岭隧道，位于江西省丰县和南康县交界处，全长 2536 米，它集溶洞、溶沟、断层、岩爆、黄胶泥等于一体，地下水丰富，施工难度很大，成为国内外关注的热点。担负施工任务的铁道部十八局三处和十四局的 2000 余名职工，在专家学者、技术人员的指导下，大胆采用“水泥水玻璃双液注浆”和“重型井水降水”等一系列先进的新材料、新技术、新工艺，战胜无数次塌方、涌水、泥石流、断层等重大困难，创下了我国铁路隧道建设史上平均月成洞 133.3 米、最高月成洞 172 米的奇迹。

九江长江大桥是我国目前跨度最大的双层双线铁路、四车道公路两用桥，铁路桥长 7675 米，比南京长江大桥还长 900 米，再次刷新了世界最长公路铁路两用桥的吉尼斯世界记录，并取得十项技术突破，为世界桥桥梁界所瞩目。其中大桥梁焊接采用了世界罕见的 56 毫米厚的钢板，突破了欧美桥梁板厚度不得超过 50 毫米的界限。

孙口黄河特大桥长 6673 米，共 148 孔，是目前黄河上最长的双线铁路桥，桥梁主体在我国第一次采用了世界上最先进的整体节点技术，并根据施工实践将这项工艺又向前推进了一步。

京九铁路是一条高质量、大能力的南北大通道。它的建成，将在我国南北通道上新增 2000 至 7000 万吨运力，对于缓解南北运输紧张状况、完善全国铁路网布局、促进国民经济发展以及加快中部地区改革开放和沿线革命老区脱贫致富、维持港澳地区繁荣，都具有十分重要的战略意义。

京九铁路是中国铁路建设史上的一个里程碑，将作为中国铁路建设的壮举而载入中国铁路发展史册。

世界上跨度最大的铁路石拱桥

“一线天”石拱桥是当今世界上跨度最大的铁路石拱桥。

“一线长”地处当年红军长征途经的大渡河畔，名叫老昌沟，是古老凉山的一条长达几公里的大裂缝。两山平行相峙，光如刀削，直插云天。沟里云飘雾绕，抬头看天只有扁担宽，每天只能到两个小时的太阳，“一线天”因此得名。

“一线天”桥的两端正与隧道相连，下边是万丈深渊。原来设计为两孔 32 米钢板梁桥，中墩为沉井深埋基础，但由于沟床是砂卵石夹大石块，而且覆盖很厚，钻探 15 米也没有达到基岩，给基础施工增加了极大困难。因而改变设计，去掉了中间墩，采用大跨度的空腹式无铰石拱桥。

“一线天”石拱桥全长 63 点 2 米，主跨 54 米，高 26 米。于 1966 年 4

月 14 日开工，到八月 28 日，只用了 4 个月时间，主体工程全部完工。

修建这座桥的工程非常艰巨，条件十分困难。两边峭壁上经常有一些小风化石滚落下来，加上大胆的猴子经常调皮地向这些陌生人发起“进攻”——从山上向下扔石头，因此，在这里的人除了睡觉，头上总离不开安全帽，以防意外事故的发生。

如今，成昆线通车已经 10 多年了。每当列车驰过这里时，旅客们都要抓住这通过的瞬间，挤在窗口，探头饱览一下：头尾两座隧道口相望，两岸悬崖陡立，怪石嶙峋，古藤绿树掩映，巍然屹立在万丈深渊之间的石拱桥的壮丽景色。

城市铁路

由“冷”转“热”的城市铁路

城市铁路是指位于城市范围以内的铁路，其中主要是市郊铁路。

早在上个世纪，城市铁路就在世界各大城市兴建。后因汽车运输的崛起，一度衰落。30 多年前，西方国家有许多人认为，铁路已不能适应现代化运输的需要，尤其是城市交通运输，将主要依靠发展公共汽车和私人小汽车。但是 70 年代以后，这种倾向发生了巨大的变化，不少国家竞相发展城市铁路，把解决城市乘车难的问题，寄托于城市铁路的发展。

究竟是什么原因导致如此戏剧性的变化呢？首要原因是全世界城市人口的加速发展趋势。尤其是发展中国家。而且随着城市人口的迅速增长，城市面积也在不断扩大。

影响城市交通的另一个重要因素，就是城市结构的变化。近几十年来，西方国家的许多大城市把生活区、生产区、商业区分离开来。重工业及轻工业逐渐由中心区迁往郊区；商业、服务业在城市中心区占据了主要地位。城市成了面向周围广大地区居民的中心，有的则在城市周围建立卫星城镇，分散过于集中的人口，因此，城市对交通运输的服务要求，大大超过了其自身的发展速度。如何实现高质量、低成本的运输服务，解决乘车难的问题，每个国家、每个城市都必须作出回答。

曾几何时，西方国家把大力发展汽车作为解决交通运输的主攻方向，而铁路则日益冷落。有些城市铁路线被迫结束了自己的历史使命。然而过分依赖汽车运输的方案问世不久，便孕育了一场无法解脱的危机。私人小汽车固然方便、舒适。但是摩肩接踵的闹市区，汽车只能在车如流水的街道上蠕动。好不容易开到目的地，开车者还要为寻找立足之地——停车场而犯愁。上了高速公路，虽然速度可以加快，但是那一桩桩车毁人亡、惨不忍睹的事故，更令人心寒，加上空气和噪声污染，也令人难以容忍。

山穷水尽疑无路，柳暗花明又一村。城市铁路经受西方国家 30 多年冷落之后，又重新受到人们的青睐，特别是速度快、运能大、成本低、污染小的城市电气化铁路，更受到广泛的重视。据统计，目前世界上已有 70 个多城市拥有市区铁路，到本世纪末，将增加到 100 个以上。以德国为例，城市铁路最早出现在汉堡（1907 年）和柏林（1927 年）。70 年代以来，慕尼黑、法兰克福、斯图加特、鲁尔区和纽伦堡也相继建成城市铁路网，共计约 1200 千米，年运量 6 亿多人次，占铁路总客运量的 60%，占市郊总运量的 70%。

鲁尔区已有城市铁路 167 千米，还要扩建成 650 千米的铁路网。

城市铁路和我们常见的远距离铁路，从结构和技术特点来说，是没有多大区别的。但从旅客运输这个角度来讲，城市铁路的客运，仍具有自己的特点。

首先是远距和站距短。市郊铁路旅客运输的运距，一般在 100 千米范围内，平均运距只有 30 千米左右。例如奥地利首都维也纳，城市总面积 414.2 平方千米，人口为 151.6 万。该市有 5 条市郊快速铁路线，每条路线的长度都只有几十千米，共设有 55 个车站，年运送旅客 3200 多万人次。又如伦敦市郊铁路线，总长 650 千米，设有 550 个车站，平均站距只有 1.3 千米。90%的居民住在离火车站不到 1.6 千米的范围内，乘车非常方便。澳大利亚的悉尼，市郊铁路特别发达，一天发送列车 110 多对，其密度简直与我们的公共汽车差不多。沿途每 2～3 千米就有一个小站。

其次是运量和比重大。东京市郊铁路所担负的客运量，可以说在全世界是最大的了。由于东京中心区土地昂贵，住宅建设用地缺乏，因而都向地价便宜的郊区发展。所以，住在以东京车站为中心的 20 千米半径圈范围内的居民逐渐减少，而 21～50 千米半径范围内的居民逐年增加。在政府机关、企事业单位上班和大专院校上学的人中，大多数都居住在郊区和邻近三个县。由此形成间人口流向郊外，白天人口拥向市中心的局面。据 1982 年统计，在东京一都三县范围内，平均每天各种交通工具客运量总计达 4812.4 万人次，占总量的 46.5%。伦敦市郊铁路年运量为 5 亿多人次，占全国铁路客运总量的 70%。

工业发达国家如此，发展中国家也是如此。印度每天市郊铁路的客运量占全国铁路客运总量的 54.3%；波兰城市铁路客运总量占全国铁路客运总量的 68%。从这些城市的运量比重中可以看出，城市铁路已经成为世界各大城市市郊客运的主力军。

再次是客流不均衡。市郊铁路运输，其旅客多数为上下班职工和上下学学生。节假日与平常日、早晚上下班时间和平常时间，乘客人数相差悬殊。例如纽约城市铁路乘客中，75%都持有通勤月票，长岛铁路公司，每天把东部郊区长岛的 8 万月票乘客，运送到纽约市中央和纽黑文铁路，每天把 5 万持月票的乘客，运送到中央火车站；西边的伊利—拉瓦铁路，每天把 3 万持月票乘客，运到霍博肯枢纽站。毫无疑问，这些乘客都是在高峰时间乘车。因此，在非高峰时间，乘客就大大减少了。巴黎是市郊铁路网络密集的城市，共有 28 条辐射式铁路线，连接市区与周围郊区。住在郊区而在巴黎市内工作的人，40%以上愿乘坐市郊列车，日客运量达 300 万人次。为了适应客流量不均衡的特点，规定在平常时间，距巴黎市中心 15 千米半径范围内，每 15 分钟发一趟列车；距市中心 30 千米半径范围内，半小时发一趟列车；更远地区每 1 小时发一趟列车。在高峰时间，列车数量根据运量需要确定，一般为低峰时的 2 倍，有时可达 4 倍。为了满足市郊客流量迅速增加的需要，巴黎市首先使用了双层铁路旅客车辆，使每列车增加 40%的座席。

市郊铁路与公共汽车相比，除了运量大，速度快以外，还有许多不可替代的优越性。首先，在准时性和舒适性方面，大大超过了公共汽车，特别是准确的列车到、发时刻，这对于上班职工和上学的学生是十分重要的；其次是节省能源，运输成本低，市郊列车每人千米耗油量约为烧汽油汽车的九分之一，烧柴油汽车的七分之一，市郊列车的运输成本，每人千米不到 0.01

元，而公共汽车为 0.015 元；再次是市郊列车有利于环境保护，内燃机车和烧汽油的汽车相比，在完成相同的工作量情况下，两者排放的有害气体，汽车是火车的 23.5 倍，如果列车由电气机车牵引或是电动车组，则完全没有空气污染问题。

城市铁路作为市郊运输的主力军，确实当之无愧。它是沟通大城市中心区与郊区卫星城镇最经济、最有效、最理想的交通工具。除了担负客运任务以外，还可承担相当一部分货运任务。

城市客运的形式

世界各国城市，由于需要和技术条件的不同，市郊铁路运输的形式也各有不同，从目前已有的市郊铁路运输情况来看，主要有四种形式：

一是在铁路大系统中，开辟了一系列市郊客运专线。这是大城市市郊铁路运输较普遍的方式。因为大城市一般都有许多对外的长途铁路线，这些长途铁路线，有相当路段位于世界范围以内。这些路段，既可用于对外的长途运输，也可用于本市的短途运输。开辟市郊客运专线，一般在上下班高峰运输时，为市郊列车专用，不跑长途。这种线路的利用率较高，投资费用低。例如俄罗斯铁路网的欧洲部分，是以莫斯科为中心，呈幅射状向周围延伸，从莫科出发的铁路线多达 12 条，其中电气化铁路，在市区范围内的长度有 200 千米，乘电气化列车从市界到市中心附近只需 20 分钟左右。这些铁路线既服务于市区与郊区之间的交通运输，又参与市内客运工作。

二是建成独立的市郊运输网。这是指专门或主要用于市郊运输的线路网。这种线路的技术设备较好，所以列车运行速度快，效率高，可以实行等间隔运输，高峰时间的最小行车间隔可达 1.5～2.0 分钟，旅客不需要花费很多等车时间。市郊铁路在市中心地段多为地下线或高架线，例如我国台北市正建造的城市快速铁路网，就属于这一类型。台北市人口 260 万，占地 272 平方千米，市内道路纵横，交通拥挤，台湾铁路局的主干线正好穿越市区，使交通情况更为恶化。为了从根本上解决交通问题，有关部门曾先后提出 40 多种方案，最后选定的方案是以台北火车站为中心，在半径 15 千米的范围内，建设由棕线、红线、蓝线、橙线和黄线五条线路组成的快速铁路网，总长度 97 千米。这五条线，南北、东西纵横交错，构成大小两个“十”字，并互相连接。这个快速铁路网，均用电力牵引，没有平交路口，不受任何干扰，每列可载客 1100 人。

三是机场联络铁路，随着航空运输的迅速发展，机场的规模和旅客流量也发生了很大变化。例如美国，1980 年定期航班的机场就多达 628 个，而客运量的 84%集中在 60 个机场。芝加哥奥哈尔机场，1989 年共起降飞机 75.8 万架次，平均不到一分钟就有一架飞机起降，年客流量 5913 万人次，平均每天进出机场的旅客就达 16 万多人次,加上来往接送的亲友以及其他往来人员如此之多，单纯依靠汽车进出机场，必然造成道路拥挤，交通阻塞。为了适应这种繁忙运输的需要，运量大、速度快、时间准的机场联络铁路就应时出现，而且日益发展。英国从伦敦盖特威克机场到市区维多利亚车站之间的铁路，是世界上最早出现的机场联络铁路。这个机场 1989 年上下飞机的旅客 1982 万人次，乘坐机场联络铁路的旅客 260 多万人次。设在机场内的铁路车站有三个站台，六条线路，候车室横跨线路之上，与候机大楼第二层相接。

各种汽车的停车场设在车站南侧。另有跨线桥横跨铁路站线路与候车室相通，旅客换乘十分方便。

四是混合运输线，即市郊运输与远程铁路客货运火车共用一条轨道，市郊专用线少，技术设备差，运行速度慢。这种形式遍布中小城市。发展中国家的某些大城市，目前也属这种形式，但它的潜力很大，只要追加投资，加以改进，其经济效益和社会效益都是很可观的。

东京山手线

发达的铁路运输是东京运输的一大特点。列车由架空线输送高压直流电驱动，故日本人称“火车”为电车，为了保证列车的高速运行，各方向以至同向不等速的列车，都分轨运行。所以东京一般列车运行速度，每小时都在100千米以上，大站间的同速列车每小时可达200多千米。每条线上尽管车辆很多，有的线路上每隔3分钟就有一趟列车通过，可车辆运行时间极准。日本人很会节约时间，下了这辆车，又急着赶几分钟后的另一班车。车站附近常见有拼命奔跑的人，人赶车（不是人待车）是东京人坐车的最显著的特点。这种习惯的形成，显然同像时钟一样准确的车辆运行有关。

东京电车不仅设备优良（一般都有空调和弹性软座），而且服务态度好。在那里乘电车观光是十分有趣的，买一张很便宜的车票，只要不出车站，你可以在车上坐一天，到处周游，饱览东京风光。出站时，服务员还会殷勤地向你鞠躬，连声说：“辛苦了，谢谢您乘坐我们的列车。”在东京的铁路中，效率最高的首推环行币内的电车——山手线。

山手线的名称起源于东京地区的地理位置。东京地区处于奥多摩山地与东京湾之间的高岗地带。在日语中，称高岗地带的住宅区为“山手”。该线全长34.5千米，沿途设有29个车站，大致每隔2千米设有一个车站，最短的仅有0.7千米，穿过银座、新宿、池袋、涩谷等几乎所有东京繁华地带。它像一条大铁环，将东京市区纵横交错、四通八达的10条地铁线、18条电车线以及纵贯日本的新干线火车连接在一起。该线电车每趟有10节左右车厢，每节座席140人，加上站席，一趟车可运载3000人以上。不到3分钟即发一趟车。时速一般可达60～70千米。由于每个道路交叉点都是从空中铁桥上驶过，所以不受红绿灯和交通堵塞的影响。准点率极高，车厢内设备完善，冬有暖气，夏有空调。每天从早晨4点27分开始，直到翌晨1点18分，运转近21个小时，平均每天运客397.3万多人次。日本全国进出人次最多的车站中，前四名均在山手线上。其中名列第一的是新宿车站，平均每天有62.8万人次进出。

电气化铁路

快速电气化铁道

旧金山是美国太平洋沿岸第二大城市，也是美国对远东贸易的重要港口。该市的快速电气化铁道总长120千米，其中有40千米为地下区段，共有34个停车站，连接着三个人口在250万以上的卫星城。其快速列车由3～8节车厢组成，每节车厢装有4台功率120千瓦的牵引电机，供电电压1000

伏。车厢长 21 尝试，装有隔音和空调设备，设座席 72 个，则车运行平均时速达 80 千米，最高时速为 120～140 千米，大大超过了其他城市交通工具的运行速度。白天，列车间隔 1.5 分钟，夜间间隔 3 分钟，星期六和星期日为 15 分钟。其运行能力每小时可达 23000 人次。

由于这条快速电气铁道全部实现了自动化，管理人员很少，营运费用很低。每个车站都有电子自动售检票机，投入硬币之后，自动售票机立即送出带磁带的塑料车票（磁卡）。在到达站上自动检票机可算出票价。如果旅程费用超过车票上的数额，自动检票机的屏幕就出现闪光，揭示旅客补票，补票后旅客才能通过旋转栅门出站。

我国上海也将修建城市快速电气铁道。它将利用现有的沪杭内环线、淞沪支线等铁路线路，北起宝山钢铁总厂和石洞发电厂，途经吴淞工业区、江湾机场、鲁迅公园、上海新客站，中山公园、上海体育馆、闵行开发区等主要集散地，以解决上海南北轴向的交通问题。线路总长 100 千米，沿途靠站约 34 个，站间距离为 2.5 千米，列车运行平均时速 50 千米。它建成后将大大促进上海卫星城的发展和减轻市中心区交通的压力。

西煤东运第一通道

中国第一条现代化运煤铁路——大秦铁路,于 1992 年 12 月 21 日全线正式开通，万里委员长在秦皇岛车站为大秦线全线开通剪断了令世界瞩目的红绸。

大秦铁路是国家为解决华东和华南地区能源缺乏，缓解能源运输能力不足对国民经济发展的制约，于 80 年代初，决策建设的北煤南运大通道，也是我国第一条开通万吨重载单元列车的双线电气化铁路。

大秦铁路全长 653 公里，西起“ 煤都 ”大同，东至秦皇岛港，途经山西、河北、北京、天津四省市，穿越雁北高原、桑干河峡谷，沿官厅水库北岸跨丰沙、京包、京承铁路后，紧依燕山山脉南麓向东延伸，一路浩荡，吞天吐地地直抵浩瀚诱人的渤海之滨。

大秦铁路投资 66.5 亿元，一期工程自大同至河北省三河县大石庄，长 410.8 公里，已于 1988 年 12 月 28 日开通运煤。二期工程西起大石庄站，东至秦皇岛三期煤码头，于 1992 年 12 月 21 日开通。大秦铁路主体工程和运输装备均具有世界先进水平，在工程方面采用一级重载路基、铺设重型钢轨，设计列车牵引重量 1 万吨，年运输能力 1 亿吨。采用当今国际上最先进的重载（6000 到 10000 吨）单元列车（品种单一不混装，循环运输不解体）运输模式。在运营设施和运营管理方面，除少量引进关键设备和技术外，组织国内科学技术人员，实行跨行业、跨地区、跨部门的联合攻关，在机车、车辆、通信、信号、工务、铁道供电、调度指挥方面，用上了以微型计算机的广泛使用为代表的 91 项先进技术及设备，使大秦铁路成了中国铁路现代化的缩影，被誉为“ 中国第一路 ”。

大秦铁路是我国第一个以铁路为主，路、港、矿、电统筹规划，装、运、卸同步建设的现代化、大能力煤炭运输系统工程，是我国经济建设运用系统方法的成功范例。它是一一条真正的巨龙！有威武的“ 龙头 ”：在晋北煤海大同——雁北地区安排了 18 个年装运量为 200～450 万吨的煤炭集运站。有矫健的“ 龙身 ”：双线电气化开通重载单元列车的运煤专用铁路，列车装上

煤炭在大同旁边的湖东车站编组之后，一路风驰电掣直奔秦皇岛港三期煤码头，用翻车机将煤卸完后又原班车马返回湖东车站，再被派往各煤炭集运站装煤。还有潇洒的“龙尾”：由翻车机、堆料机、取料机、装船机等十大机械及港池、码头、航道、引堤、堆场、翻车机房六大建筑组成卸煤效率极高的秦皇岛三期煤码头工程，它与实现了“快装快跑”的大秦铁路配套，拥有两个 3.5 万吨级和一个 5 万吨级泊位，年设计能力为 3000 万吨。大秦铁路依着古长城走势，跨越四省七八百公里地域，然而装、运、卸之间却和谐有序，配合自如，浑然一体。

从 1989 年至 1994 年 5 月底，大秦铁路已经外运晋煤 2 亿吨；按照国家统计局提供的数据，每 1000 万吨晋煤，在华东、华南地区，可创造工业产值 200 亿元；也就是说，大秦铁路除了自身直接创造的利税之外，已间接地为国家创造产值 4000 亿元！

大秦铁路的建成，对开发山西能源基地、缓解东北、华东、华北煤炭供应的紧张局面，推动对外贸易和发展国民经济都有重要作用，在改革开放市场经济调配下，它将会发挥愈来愈大的作用！

我国第一条电气化铁路

秦岭和大巴山横亘峡西南部，重峦叠障，陡峭险峻，成为陕西和四川两省之间交通的大障碍。自古以来，秦蜀道上，行人只能背负少数货物，屏息凝气地爬行在悬崖峭壁上开凿的栈道上。这种情况给两省的经济发展和人民生活带来极大的不便。唐朝著名诗人李白感叹蜀道之艰难，曾留下了“黄鹤之飞尚不得过，猿猱欲度愁攀缘……蜀道之难，难于上青天”的千古佳句。

辛亥革命后，北洋政府曾就修建同（大同）成（成都）铁路进行过多次勘测，后因工程艰巨未能实现。1936 年至 1948 年间，国民党政府又曾多次勘测比较，后因种种原因始终未能动工。

解放以后，中央人民政府决定修建宝成铁路，并把修建此铁路列为国家建设的重点项目之一。1950 年 5 月开始勘测设计，1952 年 7 月和 1954 年 1 月，分别自成都和宝鸡两端正对向动工修筑。1956 年 7 月 12 日全线接轨。1958 年元旦起采用蒸汽机车牵引正式通车运营。1961 年宝鸡至凤州段实现电气化。1975 年 7 月凤州至成都段也实现电气化。宝成段铁路成为我国第一条电气化铁路。

宝成铁路北由陕西宝鸡市起，南达四川成都市，经过陕、甘、川三省的 19 个县市，全长 668.2 公里。该项工程的建筑工程量十分浩大，全线 80%的轨道铺设在崇山峻岭之中，路基土石方工程 6877 万立方米，如果按立方米排列可从成都到北京走 34 个来回。全线有 304 座隧道，总和度为 84.4 公里，约占全总长的 12.6%；有大小桥梁 981 座，总长为 26.7 公里，占全线总长 4%；修筑涵管 989 座，总长度为 15.4 公里。

宝成铁路的北段，宝鸡到凤州，全长 94 公里，地形复杂，丛山峻岭，河谷窄狭，是全线工程最艰难的地段。从杨家湾车站到秦岭峰顶，水平距离不过 6 公里，可是，两地高低差却有 680 米，如果线路不盘道而行，那么，每公里就要升高 100 多米。这样陡峭的坡度，火车是无论如何也爬不上去的。为了把坡度降到每公里升高 30 米，适于火车通行，线路只好反复盘旋着往上爬，在 6 公里的水平距离内盘绕 27 公里，这样，线路就形成了三个马蹄形和

一个“ 8 ”字形，攀登到山巅，经过秦岭大隧道，穿过秦岭主峰，在深沟峭壁之中，桥梁与隧道相接。隧道占线路长度的 90%，有 7 座隧道口坐落在同一道山梁上，隧道重隧道，铁路重铁路，山回路转，景致十分壮观。铁路出秦岭大隧道后，沿窄狭陡峭的嘉陵江河谷，蜿蜒通往凤州。北段铁路两过清姜河，七跨嘉陵江，隧道桥梁密集，隧道 60 个，桥梁 93 座，占全线总长的 21 %，北段地区，地质复杂，沿线 180 多处有塌方、岩石风化、崩塌、滑坡和岩层出水等迹象的不同自然灾害。工程技术人员和筑路工人根据不同的病源，分别采取不同的根治方法。在秦岭以北的山岳地带，针对路基旁山坡等不稳定的特征，进行削平山头，放缓坡度的土石方工程，在岭南嘉陵江沿岸，针对地层里水源发达影响砾石地层滑动的特征，不但要修筑一些露天的“ 天沟 ”，还要在山肚里建筑一些人们看不见的“ 盲沟 ”，把地下水泄到嘉陵江里，以免水源冲刷砂石伤害路基。在这样恶劣的条件下成功地修筑铁路，是中外铁路史上所鲜有的。宝成铁路是中国的骄傲。

铁路家族新成员

香港轻便铁路

香港的轻便铁路，全长 34 千米，通过专用轨道、架空电缆运行。95%的轨道敷设在道路中间，但与道路交通保持着一定的安全距离，起分离作用。路轨采用钢轨连续焊接，以保证行车畅通。车厢和车站都是经过精心设计而成，既有电气化铁路的科技水平和舒适的设施，又有电车易于乘客及伤残人上下的优点。车身比重型铁路灵活，一般可容纳 190 位乘客，最高能容纳 275 位。车内有空调设备，靠月台一侧安装有三对电动滑门，滑门平台与月台高度相同，方便乘客上下。路网密，站距短，平均站距为 800 米。每个车站至少有 2 个月台，每个月台均有楼梯和斜坡与邻近的人行道或人行天桥等道路相通。采用自动售票机，收费按区域计算。

香港轻便铁路运输系统，是一条快捷、舒适、高效、最新型的运输系统。设有自动化的车务控制中心，负责监察和控制整个轻轨的运转，确保乘车获得安全与可靠的服务。重要的交叉口都设有车辆感应式自动信号设备。每台车辆都装有单独的电子区分装置，当列车到达交叉口时，便能快速、高效地通过。全线最高行程时速 80 千米，平均行程时速 35～50 千米，第小时单向运量 2 万人次，日运量约 60 万人次。

温哥华无人驾驶的快速交通列车

温哥华是位于加拿大西南太平洋沿岸与美国接壤的城市。温哥华轻型快速交通系统，线路总长 21 千米，其中 1.6 千米在市中心地下，有 6 千米在地面上，其余部分在由钢筋混凝土制成的高架梁上。车辆系轻型铝质车，选用焊接铝框架和焊接铝蒙皮，蜂窝状铝质车顶和蜂窝状双金属地板。每 2 节组成一个半永久性的车对。每个车可以单独运行，也可组成具有 2、4、6 节车厢的列车运行。每一车有 80 个座位和 70 个站位。通常最密的行车间隔是 75 秒，需要时可以达到 60 秒的行车间隔。

温哥华轻轨交通的突出特点是自动驾驶。列车上没有驾驶员和服务人员，只有身穿制服的“ 快速交通值班员 ”在车上巡回，负有监督、保安和验票的责任。这种值班员在公共服务、紧急救助、人工驾驶和较小技术问题处理方面受过专门训练。运行速度每小时 70～80 千米。在正常情况下，所有运行车辆均自动驾驶。整个系统的运行情况全由三个计算机系统组成的自动控制系统控制；一是在管理中心，有一个单独的计算机，在工作人员的配合下，该机执行监督作用，车辆调动实行系统的运转或关闭，以及对事故处理方面的管理；二是在车辆控制中心，有三个连接在对车辆运行安全负有责任的计算机，与每一列车上的计算机相连，并接受管理中心计算机的指令；三是安装在车辆上的计算机，这些计算机接收并核对来自车辆控制中心的指令，同时为推进、制动、车门启闭发出指令。此外，还对车辆上的设备进行监测，以使这些设备在发生故障前及时发现问题，确保车辆正常运行。该系统的最大设计运能，单向每小时超过 3 万人次。

独轨铁路

人们常见的铁路，都是车辆在两根钢轨上运行的。这里介绍的独轨铁路，是指车辆在架空的单根轨道上行驶的一种交通工具，有的也叫架空单轨列车。

独轨铁路的历史悠久，但发展迟缓。1820 年，英国在伦敦北部建成世界上最早的一条用于货物运输的独轨铁路。1901 年，法国伍珀塔尔市在巴门和埃尔伯费尔德间，建造用于客运的独轨铁路。这是第一次世界大战以前，世界上唯一成功营运的独轨铁路。当时，独轨铁路发展迟缓的主要原因，是受有轨电车和公共汽车发展的影响，运输能力又比传统铁路差，技术上也不够成熟。20 世纪 50 年代以来，随着城市人口的集中，通勤运量的激增，以及汽车交通的日益阻塞，独轨铁路作为解决城市交通的有力手段，受到越来越广泛的重视。在旅游胜地，作为安全、舒适的交通工具，也日益受到欢迎。

独轨铁路具有许多独特的优点：一是建成费用低廉，施工简单，无需像地铁那样大的土方工程，其建设费用仅为地铁的 1/3～1/4。以德国为例，独轨铁路的造价，每英里（约合 1.6 千米）为 100 万马克，当时地铁的造价约 400 万马克，高架铁路是 270 万马克。其保养维修费用，也较地铁和传统铁路低。二是占地面积小，对地理条件适应性强。独轨铁路是在地面用钢筋水泥建起直径为 1.2～1.5 米的圆形支柱，然后在支柱之间架起轨道，轨道距地面高度为 7～19 米。它仅在地面占用支柱基座面积，就能在城市上空开辟一条新的运输线。它可以利用现在城市道路的中央分隔带，或河川上方的空间，架设高空轨道，不必搬迁地面建筑，更不影响地下管线的原有走向。三是载客量大，运输能力强，每小时可达 1～2 万人次，可以作为城市公共交通的生力军，为上下班职工和走读学生提供方便的服务。四是爬坡能力强，能通过 100 米的小半径曲线和 60‰的坡道。五是便于和旅游观光结合起来。列车奔驰于城市上空，乘客可临窗饱览都市风光，为旅游开辟新途径，为都市增添立体新景观。美国洛杉矶迪斯尼游乐场、西雅图世界博览会、意大利都灵博览会、东京读卖游乐场、大阪万国博览会等等旅游景点，都建成有独轨铁路。

独轨铁路按车辆的行车状态，分为悬吊式和跨座式两类。悬吊式独轨铁路的轨道梁，由一定跨距的钢支柱或钢筋混凝土支柱架在空中，车辆悬挂在轨道梁下运行。车辆有对称式和非对称式两种。对称式的车辆，以一对橡胶车轮在轨道梁的走行板上运行；非对称的车辆有吊钩，吊钩上有钢制车轮，车轮在铺设于轨道梁上的单根钢轨上运行。

人们也许会问，车辆在单轨上行驶，会不会掉下来呢？可以肯定地回答：不会的。设计时，已把安全放在第一位。整个车辆系统的运行和信号设施，都由一套现代化的模拟线路光电集中连锁装置进行监视和控制。如若不信，请看伍伯塔尔市独轨铁路的运行情况：

伍伯塔尔市是德国北莱茵——威斯特华伦州的一座山城。这里的独轨铁路，沿着伍伯塔尔河蜿蜒伸展 13.3 千米，穿过热闹繁华的市区，近千只铁脚，在沿河两岸架起人字形钢架，钢架上设轨道梁，轨面距地面 8～12 米，最陡坡度为 45‰。共设有 18 个车站，平均站间距离 775 米。每列车由 2 节车厢编组，载客 160 人，最高时速 60 千米。这条单轨吊车线路，已经运行了 80 多个年头，累计行程 2.5 亿千米，相当于环绕地球赤道 6000 圈，从未发生过事故，被认为是该市最安全的车辆，这个城市也被誉为“悬车之城”。

跨座式独轨铁路的车辆，在轨道梁上运行。轨道梁一般是预应力混凝土

箱形梁。在跨越河流和其他交通线路时，因梁的跨度较大，有时也采用钢制的轨道梁。车辆设有动轮和导轮，动轮以轨道梁顶面为走行面，承载车体，导轮以轨道的两侧面为走行面，用于保持车体稳定和导向。这种形式最有名的线路，算东京——羽田机场的独轨铁路，长 13.1 千米。线路的最大坡度 60‰，最小曲线半径 120 米，轨道面高 1.85～20 米，预应力混凝土梁架在间隔为 10～20 米的支柱上。列车由 3 节车厢固定编组，载客 140 人。旅行时速 52 千米，最高时速 80 千米。平均日运量 16 万人次，其中 80%是上下飞机的旅客。

悉尼独轨铁路

到目前为止，独轨铁路中现代化程度较高的，要算澳大利亚悉尼和日本北九洲的独轨铁路。

悉尼市的独轨铁路，把中心商业区和大片重新开发的达岭港区连接起来，于 1988 年建成运行。全线实现了世界上第一流的计算机化，每列车上都设有 9 台计算机。每个车站也设有 1 台计算机，全线采用 2 台中心计算机加以控制。列车采用全钢式封闭箱形结构，对市区干扰很小。每 2 分钟开出一趟列车，最高时速 33 千米，每小时可运送 5000 人次，全程只需运行 12 分钟。

北九洲的小仑线，由 4 节车厢编组成列，满员时可载运 1078 人，最高时速 80 千米，每小时单向运量可超过 1 万人次。

为了满足日益繁忙的城市交通的需要，又能节省资金，日本计划在原有铁路线路两侧架起支柱，利用这种支柱，建设单轨铁路，使独轨列车行走在原有铁路线的上方。由于这种列车运行时，离开地面 15 米左右，对地面物体不产生干扰。因此，在同一线位的地面部分，不仅可以行走高速客车，甚至还可以走行双层客车。采用这种形式的优点，在于可以节省土地占用量，免征用土地带来的困扰。建设费用比建铁道双轨复线工程所需的费用大幅度减少。这种架空单轨建成后，现有运行的双轨列车改作快速列车，单轨则作为每站都停的慢车。这样，既可以满足城市内的短途客运需要，又能大大增加城市间长途客运的容量。

磁浮列车

传统的铁路，属于轮轨粘着式铁路，即车辆的车轮，在钢轨顶面上借助轮轨间的粘着力运行。这种铁路随着机车车辆速度的提高，轮轨间的粘着力会逐渐减小，车辆的行走阻力会逐渐增大，在车速达到极限值（350～400 千米 1 小时 7 时，车辆的走行阻力将大于轮轨间的粘着力，车轮就空转了，速度不可能再提高。

为了克服这一障碍，60 年代初，有些国家开始研究非粘着式超高速铁路。这种铁路有气浮式和磁浮式两大类。

气浮式又称气垫式。是利用压缩空气使车体底面和导轨之间形成空气层（气垫），依靠气垫的悬浮力，使车辆悬浮于导轨面的空气层上运行。

经过一段时间的探索研究，从能源和噪音公害考虑，认为磁浮式比气浮式优越，所以，世界各国都转向研究磁浮式。

磁浮式又称磁垫式。和国对磁浮铁路经过多年研究，已经公认是一种很

有发展前途的新型交通工具。其特点是速度快，无噪音，无污染，无振动，能源消耗少，不受气候影响，适合于长途超高速和城市中低速的交通运输。

磁浮列车的众多优点，都来自它的一个基本的优点，即它消除了车轮与钢轨的摩擦。它不用常见的发动机，完全靠磁力运行。既没有在轴套中旋转的轴，又没有摩擦和撞击着轨道的车轮。也就是说不需要花相当大的费用，定期更换易磨损部件。因为不需要消耗动力去克服摩擦力，不仅能有效地利用能量，把列车从噪音和振动中解放出来，而且还能进一步实现列车的高速化。它的维修费用，相对来说也比较低。常规高速列车必须进行连续监测，防止轨道上出现微小缺陷，因为这种缺陷能引起列车出轨（日本“ 子弹列车 ”的路轨）每夜都要重新校准 70 磁浮列车却不同，它只有一条单轨，因为因轨道表粗糙，不改变磁场不会带来任何问题。虽说它是地面交通工具，但它不在地面上行驶，而是离开地面轨道，悬浮在一种看不见的“ 磁垫 ”上飞驰，因而被人们誉为会“ 飞 ”的列车。

磁浮铁路有多种型式，其中主要有常导电磁铁吸引方式和超导电磁铁相斥方式两种。

常导电磁铁吸引方式，是利用磁异性相吸的原理，在车厢底部，面向上安装强大的磁铁，在 T 形金属导轨的上方和伸臂部分下方分别设反作用板和感应钢板。磁铁与导轨相吸而把车厢提起来拉向导轨，而车厢的重量又刚好使磁铁与轨道脱离接触。普通的磁铁棒磁力磁太弱，无法提起车厢。这里使用的磁铁不是普通的磁铁棒，而是电磁铁。这种电磁铁就是一个密绕的线圈，当电流从中流过时，能产生磁场，改变电流，也就改变了磁场强度。这样，车厢与轨道之间的间隙就很容易加以调整，使之保持最佳距离。

世界上第一条商业磁浮铁路，已于 1984 年在英国投入使用。它包括两条平行的轨道，每条轨道上有一列由 2 个车厢组成的列车，每个车厢能载客 40 名。列车在伯明翰机场和火车站之间往返运行。列车上无驾驶员，由计算机自动控制。虽然其速度仅为 37.5 千米/小时，但是它证明磁浮铁路是现实可行的。

超导电磁铁相斥式铁路，是根据磁铁同极相斥的原理，利用超导体电磁力悬浮在轨道上前进的列车。它在车上安装超导电磁铁，当车辆通过装在地面上的线圈或非磁性金属极时，利用地面线圈产生的感应电流，与车上电磁铁之间的相斥力使车体浮起，用同步线性电动机驱动。超导电磁铁线圈用铌钛合金制成，浸在冷却的液态的氮容器内，保持零下 268.8℃的低温。此时，磁铁线圈的电阻为零，一旦有电流通过，即可保持永久通电状态。这种方式飘浮力大，车辆与地面间的有效飘浮间隙可达 10 厘米以上，适于高速和超高速运输。

电磁铁采用超导体材料和不采用超导体材料，效果大不一样。一般电磁铁增加车体总的重量，因而限制了车速；超导体电磁铁可使车体轻量化，从而提高了车速和装载能力。

也许有人会问：一旦磁力不足，悬浮的列车会不会掉下来摔坏呢？绝对不会。这在设计和建造时都充分考虑到了。磁浮列车外表呈现流线型，像一架没有机翼和尾翼的大型喷气客机。车体的构造是密闭式的，各个部位的外表都力求平滑，以减少空气阻力。列车装有车轮，仅在起动加速和减速停站时使用。导轨呈槽型，列车一旦悬离，车轮即失去作用。但是车轮还是车体稳定与安全所必需的，这种飞机起降时也需要轮子。车体的有关部位装有减

震的弹簧，车体的四角装有紧急着地的气闸，以防万一。当电源线路发生故障，浮悬着的车厢可直接落在导轨上，并借助摩擦力慢慢地停下来。所以，它是非常安全的交通工具。

有人可能还会提问：磁浮列车上没有常见的发动机，它怎样使列车前进呢？还是靠磁场。它的驱动装置是通过铺设在轨道上的三相电流绕组进行的。这个绕组产生的一个移动的磁场，并与机车下面的永久磁铁共同作用，利用移动的磁力将车推向前进。车上装备的超导体电磁铁产生的磁力，与地面槽形导轨上的线圈所产生的电磁力互相排斥，从而使车体上浮。槽形导轨两侧的线圈与车上电磁铁之间的相互作用，则产生牵引力，使车体一边悬浮一边前进。

当前，日本在研究和建造磁浮铁路方面遥遥领先。1985 年，日本的磁浮列车在筑波国际科技博览会上上首次公开露面，次年又在加拿大交通运输博览会上试运转，共运送 100 万人次。强大的超导磁体形成的磁力垫，使列车升离轨道 100 毫米，速度超过 500 千米/小时。车体长 28 米，高 2.35 米，宽 2.8 米，载客 67 人。可以多节编组运行，最多可编入 14 节，全长 315 米，定员可达 950 人。车厢内部设备很豪华，有空调设备，有自动报站的屏幕，有电视机，每个座席备有看书的台灯，一切都令人感到安全舒适。乘客搭载磁浮列车，每千米耗能相当于小轿车。日本估计东京环绕全程票价，同长途旅行其他交通工具票价不相上下，但乘客却能节省大量时间，同时享受到最安全、最舒适的旅行设施。

目前，世界上有许多国家正在建造磁浮铁路，预计在本世纪末建成使用的有德国从波恩到埃森长 100 千米的磁浮铁路，日本从东京到大阪长 500 千米的磁浮铁路，韩国从汉城到釜山长 380 千米、汉城到江陵长 240 千米、汉城到木浦长 256 千米的磁浮铁路、我国台湾省从台北到高雄长 300 千米的磁浮铁路，以及澳大利亚从悉尼到墨尔本长 700 千米的磁浮铁路等等。有人预计在今后 20 年内，磁浮铁路将使地面交通发生革命性的变化，可能成为 21 世纪地面的主要交通工具。

新交通系统

从北京乘上波音喷气客机，越过东海，只要 3 个多小时就能飞抵日本东京的成田国际机场。但是坐小汽车，从成田机场到东京市内仅 65 千米行程，跟随在高速公路上缓缓流动的车流中行驶，也要花费 3 个多小时。乘客的增加，车辆的拥挤，空气的污染，尤其是小汽车的泛滥，许多高速公路成了低速公路。城市交通面临着新的改革，建立一种自动化、高效率的，既具有公共汽车的大众性和经济性，又有小汽车的灵活性和适应性的新型客运系统，就十分必要了。

美国最早开始进行这种研究。1968 年，有关人士向议会提出“未来的城市交通”设想，并把它称为自动化导轨客运系统。它们采用橡胶车轮，利用侧式或中央导轨导向，由计算机集中控制，实行无人管理。经过多年的研究和实践，许多国家在此基础上进行了改进。各国的新型客运系统，名称各不相同，但是技术水平大致相似，是一种自动化程度很高的有轨快速客运方式。与地铁和市郊铁路相比，车辆重量轻，数千米的小半径曲线和 50‰的陡坡。站上无人管理，车上无人驾驶，完全由电子计算机控制，运行密度高，节省

人力，节约营运费用，且能随喀运量的变化，在不减少车次的前提下，加挂或减挂车辆。这种新交通系统的出现，标志着城市交通的发展，进入了一个新的时代。

1974 年，美国在达拉斯沃斯堡机场，建成第一个自动化导轨客运系统，全长 21 千米，设有 52 个车站，钢筋混凝土路面，有导向壁、供电轨和信号传输机。每辆乘客车有 16 个座位，24 个站位，最高时速 27 千米。列车间隔最小 18 秒，每小时运送能力 9000 人次，1978 年运送了 630 万旅客。第二系统于 1979 年在摩根城正式通车，全长 14 千米，设有 5 个车站，列车间隔时间最小 15 秒，最高时速 48 千米。采用充气橡胶轮胎，在有导轨的路面上行驶。随后，美国推广这个系统，1986 年 4 月，迈阿密自动化导轨客运系统建成开业。该系统直接从高楼内穿过，与城市建设融为一体，形成奇妙的景观。

日本和德国对新交通系统也怀有浓厚的兴趣。日本大阪在南港与市内住之江公园之间，建设了一条全长 6.9 千米的双线高架式新交通系统。车站全部高架，站台周围采用玻璃屏幕，配有电梯和自动扶梯等设施，便于年老体体弱者使用。列车由 9 节车厢组成，有冷暖气设备。为便于观赏风景，采用大玻璃窗。首尾为动力车，可往复行驶。车厢下面有实心的橡胶导向轮。由于车辆受水泥导轨引导，又是多辆联挂运行，所以认为属于铁路的一种。但因其用橡胶车轮行驶，又类似公路。车辆的运行由电子计算机集中管理。计算机为三重系统，即当一套发生故障，指挥失误时，另两套“以多胜少”，能够继续指挥。整个系统的设备仪表，也采取多种措施，保证行车安全。车站能利用“站上操作台”控制列车车门启闭和列车出发。通过电视将各站台的情况，传送到中央控制室。在站与站之间运输，调度员也可通过计算机向行驶中的列车发出各种指令。列车运行间隔 2 分钟，全程运行时间 14～15 分钟，每日运量 7 万人次。此外，日本在神户等地，还建有类似的 4 个系统。正在兴建的还有 10 多处。

德国的新交通系统称悬挂铁道，建在多德蒙特大学校园内，全长 11 千米。其特点是车辆挂在离地面 5～11 米和箱型空心梁上，很像独轨铁路，但采用直线电动机驱动，实行无人操纵，最小运行间隔为 40 秒，每小时最大运输能力 2100 人次。

据有关人士介绍，目前已经建成的线路，尚属简单的轨道运输系统。车辆虽是自动运行，但基本方式是往复式或循环式，线路没有或很少有交叉，车站没有待避线，列车只能按照顺序运行。如果提高自动化程度，在车站设待避线，后车可以超越前车，每列车可根据旅客的情况决定发站和到站，而不受先后顺序的约束，这是第二种。自动化程度最高的第三种，是轨道运输系统的线路形成网络，车辆小型化，在电子计算机的控制下，许许多多的车辆协调地在网络上自动运行，能如同出租小汽车一样，满足乘客需要。但速度、安全和环境保护方面，均远远优于小汽车，且无人驾驶。这将是未来大城市的交通发展前景。

地下铁路

地铁的优势

为什么地铁能够成为各大城市的主要交通工具，并且受到越来越多国家和城市的重视呢？这是因为同其他交通工具比较，在城市客运中，地铁具有许多独特的优势。

运量大，速度快，是地铁的最大优势。目前，普通地铁列车的一节车厢，可容纳 200 名乘客。地铁列车编组一般为 4～6 节，早晚上下班高峰时增加到 8～10 节。这样，一列列车可载客 800～2000 人，比地面公共汽车大 7～10 倍。地铁列车的行车时间间隔很短，高峰时间每一二就有一辆列车通过，每小时单向载客能力可达 5～6 万人。

交通工具速度快慢的比较，不仅要看技术速度，更要看实际旅行速度。地铁不仅技术速度高，而且实际的营运速度也大大快于电车和公共汽车。尤其在大城市，由于车辆过多，上下班高峰时间，汽车堵塞现象相当严重，以致常常出现人们说的“汽车不如自行车走得快”的现象。目前，大城市电车、公共汽车的一般时速为 10～20 千米，但地铁时速一般为 30～70 千米，最高可达 120 千米，为公共汽车和电车的 3～4 倍。

据国外有关机构测算，乘坐地铁通常要比公共汽车、电车节省 1/3～2/3 的时间。巴黎地铁的特别快车线，车速每小时约 100 千米，乘客只用 8 分钟就可穿过巴黎市区。马赛地铁由终点站到市中心仅用 18 分钟，而乘公共汽车需 45 分钟。据比利时西线地铁统计，一年节省乘客出行时间达 1 亿小时。日本福冈市计算，该市地铁一天节省旅行时间 46630 小时，相当于一年节约 255.5 亿日元。

地铁的另一重大优势是节约城市用地。地铁建在地下，几乎不占用地面用地。这对用地紧张、地价昂贵的大城市来说至关重要。尤其是在城市中心区，土地就更加宝贵。纽约的曼哈顿、东京的银座、北京的王府井、上海的南京路，都是世界闻名的人口集中、建筑密集、交通拥挤、土地昂贵的地方。在这些地区中，有的还有许多需要长期保存的历史建筑物。在这些地段改建或兴建交通设施，哪怕是座占地不多的过街人行天桥，也十分困难。如果修建地铁，既能解决大运量、高密度的客运问题，又占用不了多少土地，还能较好地保存地面上的历史文物。

从国防角度讲，地铁还具有战略作用。第二次世界大战期间，英国伦敦由于地铁工程坚固，希特勒狂轰滥炸，并没有使英国的神经中枢瘫痪。所以各国大城市，都在大力发展地下交通，尽量将市中心的交通地下化。许多科学家预测，21 世纪的大城市中心区，不仅交通设施地下化，其他许多城市设施也将向地下发展。他们认为，地面以下 50 米深处具有出色的恒温性、隔热性、密封性、耐震性等特殊性能。对来自空中和地面的爆炸，包括原子弹在内，几乎不受影响。在非常时期，地铁既可以保证城市的交通地运输畅通，又能成为安全可靠、容量很大的防空壕。

此外，地铁的安全率要比自行车、摩托车、公共汽车、无轨电车等交通工具高出 10 以上。这也是地铁的一大优势。

与地面交通相比，地铁的污染也最少。地铁列车采用电力驱动，无废气，不污染环境。地铁列车运行虽然也有噪声，但由于它在地下运行，对地面影

响很小。近几十年来，不少城市的地铁系统，列车采用橡胶充气轮胎。这种列车沿着抬高的、表面光滑的混凝土轨道疾驶，几乎没有噪声。

那么地铁是否也有缺点呢？有的。地铁最主要的缺点是造价十分昂贵，而且工期比较长。美国巴尔的摩地铁每千米的造价 1900～2500 万美元；华盛顿为 6300 万美元；香港地铁跨越海峡，每千米造价 7500 万美元；日本全国地下铁道平均造价每千米高达 1 亿美元。这是许多国家、尤其是发展中国家对建造地铁持慎重态度的主要原因。但是，造价也有较低的，如韩国汉城地铁每千米造价为 600 万美元，意大利米兰为 400 万美元。造价低的原因，主要是入地较浅，隧道直径小。为了降低造价，有些地铁把郊区轨道设在地面，市内部分有的根据地形建成高架线。所以，地铁往往成为包括地下、地面和高架铁道的总称。

地铁车站

地铁车站是聚集和疏散地铁乘客，并为乘客服务的场所。地铁车站的站间距离不能太近，也不能太远。对此，各国都有相应规定。如前苏联，在居民密度高的地区，站距在 1000 米以内，郊区为 2000 米。巴黎市区地铁平均站距为 540 米。我国北京地铁平均站距为 1380 米，上海为 1230 米。

地铁车站的设置，关系着乘客的吸引范围和客流量的大小。车站的出入口，也尽量与周围建筑物及其他设施结合在一起。纽约的世界贸易中心大楼，是两幢具有 110 层、高约 500 米的超高层建筑物，每天大约有 10 万人这两幢摩天大楼里办公。在这两座大楼底下，就设有四通八达的地铁车站，有 3 条地铁线路和一条穿越哈得逊河到新泽西河岸的隧道，以便为中心大楼的工作人员和来往乘客提供服务。加拿大蒙特利尔的所有地铁车站，都与其周围环境融为一体。无论是安排在公园之中而取得与丛林绿茵配合的良好景观，或者是深入到商业区内，车站的中层楼都与人行步道的高度相同，并且直接连通，也可直接通往办公楼的厅廊和旅馆。尤其是心脏地区的四个地铁车站，与周围的 25 幢办公大楼、1 万个车位的停车场、350 座大小商店、6 家医院、3 家大百货商店、35 家旅馆、6 座电影院、2 个洲际铁路车站、蒙特利尔证券交易所和北美洲最大的商业中心之一圣 · 布纳劳杜拉连通起来，来往十分方便。

我国台北市中心的地铁，是同地面火车站融为一体的车站。该站共有 10 层，其中地面以上有 6 层，地下有 4 层。地下第四层供“ 红线 ”地铁行驶；地下第三层设有中央大厅，供地铁旅客使用；地下第二层为台湾铁路局的 9 股铁路（台湾铁路干线在台北市中心的线路均已转入地下）和 4 个岛式站台；地下第一层设有铁路旅客中央大厅。地下各层均设有停车场，可容纳 600 辆汽车和 300 辆摩托车。地上二楼设有百货公司等各种商店和酒家。三至六楼是地铁和铁路部门的办公室。为加快旅客进出站，车站设有 44 部自动扶梯连接地下各层，并备有 16 部电梯为地上楼层服务，其中有 4 部专为残疾旅客服务。站内每 34 分钟调换一次隧道空气，通风量为每人所需空气的 2 倍。电力系统全部遥控，如发生事故，在数十秒内即可自动切断电源，保证安全，堪称为“ 智慧型车站 ”。

莫斯科的地铁车站造型各异，颇具匠心，大都以大理石、镶嵌砖为装饰，十分富丽堂皇。一根根巨大的柱子，令人眼花缭的枝形吊灯，以及各种雕塑

和镶嵌图案，使人宛如进入一座地下宫殿。环绕老城中心的地铁线沿途每一站，都体现出艺术家、建筑师的不同追求。白俄罗斯的地铁站内，大理石柱洁白光亮，地面铺着厚实的花砖，并安上一根根装饰性柱子，上面用彩色瓷砖镶嵌出一幅幅表现白俄斯人民辛勤劳动、爱好和平的图案。诺弗斯罗波兹卡娅站更是非同一般，熠熠闪烁的彩色玻璃柱，使乘客置身于现代艺术的奇妙氛围之中。

值得一提的是，许多地铁车站运用艺术语言作车站标志，使乘客一见到车站的陈设和装饰，便知道是到了哪一个车站。如巴黎的罗浮宫地铁站，不设广告，只陈设与罗浮宫博物馆有关的艺术品。乘北京地铁的人，一见到四大发明的壁画，便知道到了建国门站；见到了去长城的巨幅壁画，便知道到了西直门站。墨西哥城地铁为了让不识字或不熟悉道路的人能看标记凭地图下车，每个站都有一个代表站名的浮雕图样，做到了艺术与服务的统一。该城的地铁车站，不仅为人提供方便舒适的旅游环境，而且简直是一座座文物古迹的宝库，堪称地下博物馆。其中有一站位于市中心广场下，车站里矗立着不同时代的巨大建筑模型，和地面上的建筑一模一样。

更令人叹为观止的是瑞典的斯德哥尔摩，它把地铁作为地下美术馆，这里有跨越 40 年之久的 156 位艺术家的作品,分别悬挂在 50 多个地铁车站内，被誉为世界上最长的美术馆。

地铁服务系统

随着科学技术的进步，时间节奏的加快，地铁的服务也在不断提高。为使大量的地铁乘客迅速出入地铁车站，许多城市的地铁，都增加了车站出入口的数量。堪称亚洲之最的上海地铁徐借家汇车站，全长 606 米，东西两侧有 14 个出入口。在宽敞的大厅里，矗立着 42 根无缝亚光不锈钢巨柱，加上乳黄色的釉瓷砖墙，会使你惊叹其色彩瑰丽、气势恢宏。站厅南面设有 26773 平方米的地铁商场。地上有市百六店、东方商厦、太平洋百货、大千美食林等等大型商场和密布的商店，构成了上海西南的商业中心。香港地铁的中环站，在东西长达 380 米范围内，也建有 15 个出入口。因为中环地区是香港最重要的商业区，许多大银行、大公司的总部都设在这里，进出口商行、律师行、会计师等不计其数。这里到处是巍峨的大厦，是数以万计的“ 白领 ”（办公室职员）谋生之地。这个车站的许多出入口设在大厦之内，从车站出来，不知不觉便进入了商场。在这些大楼里工作的乘客，不用走马路，但能直接进入车站，不少人从离家开始，不用去下街道，半小时左右便到了中环写字楼中，还有一些城市为解决地铁换乘点乘客走行距离长的问题，安装了移动式的人行便道，好似航空港内的行人皮带输送机。有的自动扶梯向上一直运行到街道同样的高度，方便乘客。

东京的地铁朴素无华，却十分实用。所有车站都设有自动售票机，售票机上面有全市的地铁线路图和票价表。买票时，看一下自己所去的站名和票价，把硬币投入口内，然后按下一下灯光显示不同票价的按纽，车票便但自动投入了取票口。如果你放进去的钱多它会自动找钱。万一身上没有带硬币，也不用发愁，因为所有的车站都有纸币自动兑换机，把纸币放入兑换口，便自动换成相等金额的硬币。在每条线路的主要车站内，还设有月票售票处，购买十分方便。各条地铁线路各用一种固定的颜色，比如天蓝色东西线地铁，

这条线上的车体颜色、车站内表示方向的箭头都是天蓝色。换车时，沿着箭头所指的方向，很快就可以找到所换乘的路线。下了车，就会发现车站中央有一块大牌子，上面标明各个出口附近有什么主要建筑物。出了车站口，又有一块显示周围地理位置的示意图，上面详细标明该车站口的位置和街道、楼房的位置和名称，不用问人，就可以顺利找到所要找的地方。

有的城市车站备有比扑克牌略大一点的地铁线路图，乘客可以随便拿，上面介绍了各条线路主要站点、票价、列车行驶时间。车站还为盲人设置专用步道，是用一种麻面陶瓷步道板修筑的，盲人一踏上去就会感觉出来，沿这种步道走下去，就可以上车。

香港地铁的车票服务系统效率很高。车票其实是一张电脑磁卡，记录有售票时间、票值、车站等资料。进站时，把车票插进闸机的收票孔，机上的电脑验明无讹，旋转闸打开，乘客取回吐出的车票，同时进闸。这个过程只花一两秒钟时间，快捷便当。出闸时，情况相同，只是闸门不再把只使用一次的车票吐出。

香港地铁的票价政策也很灵活，不同区段采取不同票价。车票分单程票、通用储值票和游客车票三种。单程票和通用储值票又分成人票和儿童、学生票两种。游客车票专供到香港的旅游者购买，但购买日期仅限于抵港后 14 日以内，否则，过期不予优待。

线性小地铁

由于地铁具有许多独特的优势，已经修筑地铁的城市，还想扩展延伸；而那些尚未修建地铁的城市，也都希望新建地铁。但是，修建普通标准地铁所需费用极大，世界各国都非常关心这个问题。为了降低造价，地铁小型化就成为发展的必然趋势，于是线性地铁应运而生。

线性地铁，是以所用车辆的动力驱动采用线性感应电动机为特征的，即把标准地铁的旋转型电机改成线性感应电动机。

为什么要用线性感应电动机来代替呢？这是因为使用这种电动机，可以使地铁车辆小型化，从而降低地铁的造价。线性地铁使用的车辆，由于动力系统不需要从旋转运动转换成直线运动，省去了齿轮箱等一系列传动机构，减轻了车辆的重量。正是由于使用扁平的线性感应电动机，以及车上各种装载设备的小型化，使车辆车体底板比以前低 60 厘米，车辆断面积也缩小到以前标准地铁车辆的 70%，从而在不影响运量和旅客乘车舒适程度的情况下，实现了车辆小型化。

为什么车辆小型化就能降低地铁的造价呢？因为一条地铁的建设费用，其中 60%是用于修筑隧道，因此，缩小隧道的截面积，是降低建设成本的关键。由于线性地铁的车辆缩小了，隧道的断面积也可以相应缩小。据介绍，这种小型地铁的隧道，半径只有 4 米，比原来的大型地铁隧道的断面积缩小了将近一半。这就使地铁初期的建设费用，节省了大约 20%～30%。尤其在修建普通标准地铁困难的地段及地下埋设物多的地段，建设线性地铁更具优越性。同时，由于使用低地板的车辆，以及车辆小型化，也降低了车辆的成本。研究机构对两种地铁的建设投资进行了核算，结果是线性电动机驱动的小型地铁与原来的大型地铁相比，成本可降低 31%。

此外，线性小型地铁还有以下两个优点：一是适合曲线和陡坡线路，二

是噪音小。

邮政地铁

在伦敦市中心大约 21 米深处，有一条不运送乘客的地下铁路。这条鲜为人知的地铁，已经默默无闻地为社会服务了 60 个春秋。它就是英国皇家邮政部门所有的、专门用于信件和邮包快运服务的邮政地铁。

这条全长 10.5 千米的地铁，全线共有 7 个车站，每天运行 22 小时，为 2 条地上干线的 6 个邮局和 2 个火车站运送书信包裹是目前伦敦最繁忙的地铁之一。它有 34 辆无人驾驶的电动车辆，每辆车长 8.2 米，正好装载 4 个邮件集装箱，总共可以装 15 个书信邮袋或 6 个包裹邮袋。车辆侧面可以打开，搭在站台上，但于装卸。运输高峰期间，每 4 分钟发一次，可以把 2 辆车联挂在一起运行，以提高其运输能力。装载邮件的车辆从帕廷顿站出发，经过 5 个中间站交接，最后到达东区邮局所在地白色教堂路站，全程只需 26 分钟，被誉为英国最快速、效率最高的邮政通道。现在，这条件功能独特的地铁，正在加速实现设备的现代化。不久，这条地下邮政通道将成为英国邮件流量最大、投递最快的典范。

最近，日本也在用地下列车运送邮件。这一系统设在地下 50 米深处，用直径 5 米的隧道，将东京地区的 8 个主要邮政局、12 个邮政支局和一些邮政所联结起来，并在其中行驶无人操纵的邮件运输列车。整个隧道的长度为 46.4 千米。每列邮件运输列车由 2 节车厢组成，每隔 2 分钟发出一趟列车，它们的平均时速为 30 千米，最高时速可达 70 千米。

地铁线路网络化

一个大城市的交通，有无地铁固然很重要，但有了地铁，其线路是否连接成网，它的网络化的程度如何，也大不一样。因为连接成网的地铁，分布在各个居民区，能够吸引大部分地区的乘客，更能发挥地铁客运量大、速度快的优势，从而取得更大的效益。

莫斯科市从 30 年代初开始修建地铁，60 多年来坚持不懈，战争困难时期仍然投入大量人力和物力，不停地建设地铁。到 1986 年底，地铁营运里程总长度已达 212.5 千米，车站增加到 132 个，共有“一环八线”，即 4 个条直径线、4 个半径线和 1 条环线，形成纵横交错的庞大地铁网。莫斯科地铁是世界上最繁忙，也是客运量最大的地铁。它的线路长度仅相当于伦敦的一半，其运量却为伦敦的四五倍。年客运量高达 27 亿多人次，相当于全世界总人口的一半。

纽约和巴黎的地铁素以线路多，乘坐方便而闻名于世。纽约已经营运的线路共有 32 条，总长达 416 千米，纵横交错，四通八达，有的地段竟有两层地铁线路同时营运。全市共有 465 个地铁车站，24 小时昼夜服务。在全市公共交通运输中，担负着 70%的乘客运输任务。巴黎共有地铁线路 18 条，其中放射线 16 条，环线 2 条，全长 466 千米。在纵横交错的地铁线上，星罗棋布地设有 425 个车站。在巴黎市区任何地方，200 米距离内均可找到地铁车站。

墨西哥城是世界上地铁位置最高的城市，海拔 2240 米，这是建设地铁比

较困难的城市。众所周知，墨西哥城四面翠山环抱，风光秀丽，四季如春，气候宜人。但古时的墨西哥城，大部分地区是一片湖面，许多建筑物建在干涸的湖底。由于湖底的地层松软，它便成了世界著名的同地面下沉搏斗的城市。在这样的地层下建地铁，加上国内财政困难，自然不那么容易。但墨西哥政府仍拨出巨款，加强交通建设，结果该城成为世界上地铁发展最快的城市。从 1969 年 9 月第一条长 12.66 千米的地铁线路投入营运以来，到 1987 年底，共建地铁线路 7 条，总长 130.452 千米，增长 10 倍多，车站由 12 个增加到 120 个，也增加了 10 倍。

新中国的第一条地下铁道

1965 年 7 月 1 日，新中国第一条地下铁道——北京地铁一期工程动工兴建。这天上午 8 点多钟，党和国家领导人朱德、邓小平、彭真、李先念、罗瑞卿等同志来到北京西郊玉泉路临时搭设的主席台前，由北京军区司令员、北京地下铁路工程领导小组组长杨勇宣布：“北京地下铁道开工典礼开始！”中央领导同志依次走向基石碑，挥动铁锹，向基石培土，由此拉开了新中国地下铁道工程建设的序幕。

新中国修建地下铁道的愿望始于 1953 年，由于种种原因未能实施。1965 年国民经济进入新的发展时期，北京地铁修建方案再次提上议事日程。毛泽东主席审阅了北京地铁建设方案并作了批示：“精心设计，精心施工，在建设过程中，一定会有不少错误失败，随时注意改正。”不久，中央军委命令调铁道兵的精兵强将参与修建北京地铁。铁道兵、铁道部地铁工程局、北京城建局 4 万多建设者聚集北京，摆开了修建新中国第一条地下铁道的战场。

北京地铁一期工程以北京火车站为起点，向西至石景山苹果园，全长 23.6 公里。全线设有 17 座车站和一座地面车辆段。经过建设者 4 年零 3 个月的艰苦奋战，于 1969 年 9 月 20 日建成，并于当年 10 月国庆 20 周年时通车。二期工程从 1971 年 3 月开始，于 1984 年 9 月 19 日正式运营。它自火车站向北，经建国门，沿原来的内城墙环行至复兴门东端与一期地铁衔接，略成半圆形，故称环线工程。二期工程全长 16.1 公里，设有 12 个车站，与沿途 9 座立交桥和 60 多条公共汽车线路沟通，形成庞大的地上地下交通网。

北京地铁由我国自行设计、自行施工、自行制造设备，具有一定先进水平。地铁使用的电动机车最高时速为每小时 80 公里，列车双轨来回行驶，平均每天客运量约 13 万人次，最高峰时达 29 万人次。到 1992 年，北京地铁运量已达 4.28 亿人次，成为北京市公共交通的重要支柱。地铁列车车厢使用了自动广播、电动控制、密结式风电钩、空气弹簧、塑料闸等国内先进技术。信号系统的自动闭塞设备首次采用了我国的体积小、性能好、防干扰效率高的具有了国际先进水平的移频自动闭塞设备。为了减少通风设备产生的噪音，科研人员自行研制出一种具有国际先进水平的无机硬性微孔吸声砖，消音效果十分显著。地铁的车站，犹如一座座雄伟壮观的地下宫殿，各站结构型体大致相同，但设计者利用多种手法，使各站构造新颖别致，各具特色。北京地铁的建成不仅极大地加速了首都的城市交通，而且开辟了我国修建地下铁道的新纪元。

隧道与铁路

铁路隧道

1829 年，在英国建成的利物浦——曼彻斯特铁路线上，出现了世界上最早的一座铁路隧道，全长达 1190 米。从此，隧道偕同铁路一起在世界各国修建开来。1893 年，秘鲁在穿越南美的科迪勒拉山系时，修筑了一条加列尔隧道，这条隧道长 2800 米，海拔 4680 米，是目前世界上最高的铁路隧道。由于海拔过高，穿越隧道时常使旅客引起高山病而感到不适。1921 年，瑞士和意大利两国间修建了一条辛普伦二号隧道，长度为 19823 米。它是目前世界上最长的铁路单线隧道，最大埋设深度达 2136 米。施工时，洞内温度曾高达摄多 56 度，给施工带来了很大困难。

目前我国铁路隧道总长度已达 2000 多公里，其中 1900 多公里是解放后修建的。30 年来，我国共修建了 3600 多座铁路隧道，平均每年修建 120 座，总长为 60 公里，是世界上每年平均修建速度最快、数量最多的国家。如成昆铁路，全长 1085 公里，共有隧道 427 座，总延长米 240 多公里，占全线长度的 31%，2 公里以上的就有 34 座。襄渝铁路全长 800 多公里，隧道占了 34%，目前我国建成通车的最长的铁路山岭隧道是应原线上的驿马岭隧道，全长 7032 米。

据科学家认为，高速铁路多修隧道可以避免与地上其他交通干扰，选线可以尽量平直，通车后可以做到少维修和不维修，这在科学上和经济上都是合理的。

为了提高修建隧道的速度，目前国际上采用了许多新的科学技术。日本国铁研究所试验用四千个大气压的高压喷水切割花岗岩，可以像切豆腐一样方便，而且切出来的缝非常整齐。美国有个二公里长的隧道，采用大型掘进机开挖隧道，用激光导向，偏差只有 15 毫米，日进 20 至 30 米，最高日进 40 米。如果这些方法能够得到推广，那么修建隧道的速度将会大大加快。

我国最早的铁路隧道

1887 年，台湾开始修筑从基隆经台北至台南的铁路。这条铁路不仅是我国最早修建的铁路之一，而且在这条铁路上，修建了我国的第一条铁路隧道——狮球岭隧道。

这条隧道位于基隆与七堵之间全长 261 米。隧道的最大埋设为 61 米，建成于 1890 年。隧道于 1887 年起从南北两端同时开工，由我国工程师定出线路方向及中心桩的开挖高度，整个工程则由中国军队负责修建。隧道通过的地层为页岩、砂岩及粘土，其坚实性及透水性程度各不相同，岩层的倾角也很陡峻。这里每年的降雨量超过 330 毫米。在开挖过程中，由于对地面的防排水没有采取适当的措施，在北口洞外明处开挖时，整块岩层曾滑入路堑中，在南口也发生类似情况，但较北口稍好些。当时台湾政府曾下令放弃修建隧道而改用路堑代替，当时的工程负责人坚持修筑隧道方案并提出改动线路方向，将线路位置向西移动并在隧道中部设置了一个曲线，使工程得以继续进行。

海底隧道

人们居然能坐火车，从大海底穿过到达对岸，这是一件十分有趣的事，这在本世纪以前是想象不到的。只有科学技术发展到一定的时候，才使这种设想成为可能。

海底隧道是怎样修成的呢？原来，它和城市里的地下铁道一样，也是在海底下的岩层中开凿一条隧道穿过去的。火车从地面上经过引道开入海底隧道，再从对面的海岸引道开到地面上来。从纵剖面图上来看为“ 凵 ”形，中间水平部分即不海底隧道，两侧斜坡为海岸引道，上面水平部分为露出地面的部分。有时海底隧道根据地形、地质等具体情况，也不一定完全为水平。隧道的横断面在开凿时为圆形或马蹄形，隧道的底部还可以铺设输油管道和电缆等。有的复线隧道开凿成两个单线的海底隧道。

在一片汪洋大海的底下开凿一条隧道，确实是一个复杂而又艰巨的工程，无论是勘测、设计、施工，都会遇到一系列的复杂问题，如地质、地形、岩层裂缝、漏水等等。因此，修建海底隧道需要采用现代化的施工和技术设备。

1818 年至 1843 年，英国在伦敦泰晤士河下，修建了一条水底隧道，长 458 米。原为人行及通马车之用，建成后改为通行铁路之用。施工时河水曾两次淹没了隧道而被迫停工，这是世界上最早的水底隧道。1942 年，日本在下关和门司之间修筑了一条长 6.3 公里的海底隧道。这是较早的一条海底铁路隧道。

美国旧金山湾的海底隧道，水底部分长 5790 米，用 57 个管段，每段长 82～107 米，宽 14.7 米，高 7.3 米，排水量 11000 立方米，最大水深 37.5 米，是已知的管段沉埋最长的海底隧道。

在海底修建隧道，最容易发生的问题是裂缝和漏水，因此要求有防水、止水的有效措施。如用水泥沙浆喷射，压浆止水，强力抽排或化学凝固等方法。日本的一种化学药剂可在 30 秒内堵住水压每平方厘米 10 至 20 公斤、每分钟达 3 立方米的流量的裂缝水。

青涵隧道

世界上最长的铁路海底隧道是日本的青涵隧道，它位于日本的青森和函馆之间。日本的北海道与本州的联系，是通过海运和空运两途径来完成的。但是，由于日本客货运量发展迅速，海空运输已不能适应这种需要，而且海空运输均受气候的影响，因此，为解决这一问题，日本不惜耗费巨资决定修建这条加强本州与北海道联系的青涵隧道。

早在 1950 年，就开始通过疏浚和音波、地震探查以及潜水观察等方法对西线进行了调查，选择地质良好的地方作为隧道线路。开始设计时，选择了东、西两条路线，但东线在下北半岛的海岸附近突然下降需要穿过一条深达 200 米以上的海沟，并且那里处在火山带的轴心，因此采用位于水深 140 米以下海底的西线上。

青涵隧道全长为 53.86 公里，其中海底部分为 23.3 公里，它的最小曲线半径为 6500 米，最大纵向坡度为 12‰，隧道断面采取双线断面。这条隧道于 1964 年着手开挖斜斜坑道，1972 年着手开挖主坑道，目前，这个隧道仍

在夜以继日地紧张施工中。

修筑这条隧道要开挖 3 条隧道。第一条为超前导坑，即从斜坑道的底部以 3‰的纵向海峡中央开挖高 4 米、宽 5 米的隧道。它的目的是为了调查地质和确定灌浆、开挖方法以及搞清施工中会遇到的一些技术问题。这条超前导坑隧道，在将来主隧道施工时作为排水坑道和通风道使用。第二条是从斜坑道的中间在横离主坑 300 米而与主坑道同样高度的位置上开挖，施工坑道。这条隧道的开挖主坑道之前，而以 600～1000 米的间隔向着主坑道设置若干开挖连络坑道，采取分段施工的办法，以缩短主坑道的工期。最后开挖主坑道，这是将业通过新干线的高 9 米、宽 11 米的隧道。

在开挖中，为了停止涌水坍方和保证安全，采用了许多先进的施工方法来加固地层。为了减少施工过程中隧道内的高温，潮湿和空气污染，采用坑道通风，使开挖面的温度保持在摄氏 17 度左右。

隧道里的惨剧

在修建隧道中发生的事故，比如坍方、涌水、毒气等等，从而引起伤亡事故，这在隧道史上是屡见不鲜的。但是当隧道修成通车后，也曾发生过一些重大的死亡事故，而这种死亡本来是完全可以避免的，它是由于缺乏科学知识而造成的。

1944 年 3 月 3 日夜里 12 点多种，天气还很寒冷。在意大利南部亚平宁山区，一列火车穿过一座高架桥，钻进了一座很长的 S 形隧道。列车在潮湿、狭窄、路面倾斜的隧道中速度渐渐地缓慢下来。除了尾车以外全部车厢都进入隧道时，列车突然停住了。押车员佩罗站起来，拎着信号灯走下了尾车，想弄明白到底发生了什么情况，他沿车察看，发现所有的旅客全部都搭拉着脑袋，摊在座椅上。佩罗在隧道里感到头重脚轻，天旋地转。他跌跌撞撞地跑出隧道，站在桥上，一边深深地呼吸新鲜空气一边哭泣着，喊着：“死啦！全死啦！”

这是怎么回事呢？原来这列车来到 S 形隧道口时，由于车轮打滑，没有全部进入隧道。司机本应把车退到高架桥上，但他们没有退，而是使劲添煤加气，想要冲过斜坡，穿出隧道。可是，车轮在滑润的铁路上却少了摩擦力，虽然越转越快，列车却始终停留在原地。车上用的是一种劣质烟煤，燃烧中释放出大量的一氧化碳。由于长隧道内通风不良，大多数人已悄然入梦，无人发觉，于是在短短的几分钟内，521 名旅客和乘务员中，除 6 个人幸免外，都遭到不幸，酿成铁路史上一次最悲惨的事故。

因此，现在修建长而大的隧道时，一般都注意修建通风设备。早在 1905 年我国杰出的工程师詹天佑在修建京张铁路时，在八达岭隧道就设有通风楼，也是反映詹天佑聪明才智的一个例证。

大瑶山隧道

大瑶山隧道处在京广铁路衡广（衡阳至广州）复线的坪石至乐昌间，自北向南穿大瑶山，全长 14.3 公里，瑶山是我国中原的长江水系与南粤的珠江水系的分水岭——南岭的一个支脉，海拔高达 1500 米，在这里挡住了衡广铁路走向。原有的衡广铁路老线，从山峦重迭的南岭地带曲折蜿埏的穿过后，

在瑶山脚下沿武水河东岸绕行。由于这里山势险要，地形复杂，线路技术标准低，设备差，最小半径只有 229 米，最大坡度达 11.8‰，运输能力远远不能满足要求，于是决定修衡广复线。

大瑶山隧道从横断面上看上去，设计成人字形，即隧道的中间高，两头低。因为在修建长隧道时，要考虑到排水、出碴和运输供料的方便，设计成人字形便于向两头排水和出碴。隧道在施工中，有三个斜井和一个竖井通向正洞，以利施工和通风。

隧道施工全是机械化，用大型机械进行全断面和大断面的开挖。并采用复合衬砌技术，施工时进行光面爆破后，采用锚喷初期支护和二次模注混凝土衬砌，中间加一层厚二毫米的软聚氯乙烯塑料板作为防水层。这一新技术的采用，对隧道建成后将会起到有效的防漏水作用。随着这条隧道的建成和衡广复线的通车，这条线的通过能力将会会提高近一倍。

瑞士的隧道

内陆国瑞士地无三寸平，阿尔卑斯山脉盘踞在它和意大利、法国、奥地利的地境上，但它交通非常便利，6 万公里公路、5 千公里铁路交错于全国。稠密的道路网，主要靠 1200 条隧道沟通。有人说：“ 没有隧道便没有博士的现代生活 ”。

阿尔卑斯山是中欧通往南欧的障碍，在深切的河谷中豁开几个缺口，自古通行驿道。1707 年费时 11 个月，在圣哥达凿通第一条隧道，长 64 米、宽 2 米、高 2.5 米，来往商旅称便。1872～1882 年费时 10 年，凿成 15 公里的圣哥达铁路隧道，从此，瑞士开了“ 南大门 ”，火车直通意大利。1980 年，又在圣哥达建成世界最长的公路隧道，全长 16.32 公里，宽 768 米，两侧还有 0.7 米宽的人行道。成为瑞士第二号国家公路的捷径。

圣哥达以西的辛普朗山更加险峻，1800 年，法国皇帝拿破仑为了征服意大利，派出 1200 名士兵，用 15 个月时间，凿成瑞士第二条隧道，长 200 米，宽 7～8 米，使大炮能够拉到意大利去。1906～1922 年，又凿通当时世界最长的铁路隧道，两条并行的隧道位于辛普朗山口下，各长 19821 米、19801 米，最深处位于山峰之下 2135 米。

在瑞士实现交通现代化，要比平原国家艰难十倍。前面说的圣哥达山口，总长 57 公里的铁路段就凿了 72 个隧道。当时的 1200 多条隧道还不能满足需要，到 1990 年开挖总长 200 公里的新隧道 194 条。

瑞士除了交通隧道外，还开辟了地下民防工事网络，建立 2000 多个地方军事指挥所，20 万个民间核掩蔽所或防空洞，战时可以隐蔽 80%的居民，聚集有生力量以歼灭来犯之敌。

蒙特利尔的地下街

号称“ 小巴黎 ”的加拿大第二大城、巴黎以外讲法语的最大城市蒙特利尔，人口 280 万（1985 年），位置偏北，从 10 月底到翌年 5 月初，漫天风雪，河面封冻，气温可降至零下 30℃，积雪厚达 1.5～3 米。扫雪车不停地扫雪，吸雪车将雪抽到卡车上运走，清出一条条小路供人、车通行，每年为之花消七八百万加元。即使这样，交通还是相当困难，雪撬成了冬季的重要

交通工具。

因此，蒙特利尔开辟地下街来对付严冬的肆虐。从 1962 年在市中心兴建第一个地下商业中心到现在，全市开拓了 6 处地下街，总面积超过 100 平方米，相当我国泉州市区的住宅建筑面积。成了世界上拥有地下街最多的城市。在地下迷宫里，街道整洁，分布着 2 家大百货商场，1000 多家商店，8 家旅馆，140 家餐馆，25 个银行，25 家影剧院，还有可停 1 万辆汽车的停车场。魁北克大学蒙特利尔分校也在地下。1250 个家庭的住宅也设在地下。

最大的地下街建在玛丽城市场，这个广场是蒙特利尔最繁华的商业区。地下有一个地铁车站。1962 年开始，这些地面大企业有鉴于交通的拥塞和地皮的昂贵，基建时都在地下加建几层建筑，并挖掘地下通道与火车站、地铁车站相连，将行人吸引到本企业来。这样一来，百货店顾客、旅馆住客、剧院观众都成倍增加了，特别是冬季更为显著。后来经过进一步的规划和扩建，条条地下通道相连，道边开了商店、餐馆。不久，南面不远的博纳旺蒂尔广场也建成一处地下街区，两处沟通，在地下形成纵横总长约 10 公里的街道网，集结各种店铺、旅馆、餐馆四五百家，每日流动旅客数十万人。在地下街的上面则横跨 4 条大街、纵贯 5 条大街，人们随时都可以钻入地下，避开喧嚣的人寰，进入恒温、不怕车祸的宁静世界。

“ 德雅尔丹综合体 ” 是一个广场式的地下街区，是蒙特利尔的冬季文化活动中心。它在蒙特利尔美术博物馆马路的对面，这个博物馆是加拿大的艺术宝库，观众特多，开辟地下街给游客带来极大的方便。德雅尔丹地下街属于 “ 半潜式 ”，一半在地上，一半在地下。它长 72 米、宽 54 米，共可容纳 3 万人在内活动。室内灯火辉煌，加上天棚玻璃透光和空调，四季如春，令人舒畅。

德蒙蒂尼是蒙特利尔的交通枢纽，地下街与交通建设巧妙地结合起来了。它的地面是本城长途汽车总站，地下是全城地铁交换中心，地上地下统一规划，整体部署。地下三层，各通向三条不同方向的地铁站中台，互不干扰。最底层位于地面之下 20 米，那里竟有一个不大的 “ 热带植物园 ”，灯光明亮，终年保持 20℃的温度，三层顶楼还泻下一股小小的 “ 瀑布 ”。各种热带花草在地下暖湿的环境下，郁郁葱葱，令人难以置信。

蒙特利尔地下街的开拓是同 1966 年完成的地铁工程同步进行的，是地铁不可分割的一部分。通过地铁车站与地面商业中心、地面车站连接起来的地下街，构成蒙特利尔庞大的地下城，使大批人流转入地下，冬天不冒风雪也能过正常的生活，战时又能避免炮火和核武器的袭击。

公路建设

横穿塔克拉玛干沙漠的公路

塔克拉玛干意为“进得去，出不来”，这个世界第二大流动沙漠被人称为“死亡之海”。多少年来，装备最精良的职业探险家都不敢涉足，如今，一条横穿塔克拉玛干的沙漠公路已经完工，普通人乘坐汽车，一天即可随意纵贯沙漠南北。这是人类历史上从未有过的奇迹。

塔里木盆地是当前我国石油、天然气开发的重点之一。塔中油田位于塔克拉玛干沙漠腹地，交通十分困难，勘探、开发所需物质靠国外进口昂贵的沙漠车运送，从塔克拉玛干东西两端绕行上千公里，消耗大量财力物力。为了保障塔克拉玛干大沙漠油气资源的勘探开发，国家决定修建塔里木沙漠石油公路。

在世界第二大流动沙漠里修建公路绝非易事。这里具有诸多世界之最的严酷自然条件：内陆距离海洋最远、气候最干旱，植被最少，沙丘类型最复杂，沙丘流动性最强，流动性沙漠面积占沙漠总面积最大，流沙层最厚，沙粒最细，公路通过沙段最长等。这样的自然条件使工程技术攻关研究和公路建设经受了六个世界级难题的考验。

这项国家“八五”科技重点攻关项目 1991 年 5 月立项，经中科院兰州沙漠所等十几家科研设计单位通力合作，于 1995 年 5 月 21 日，“塔里木沙漠石油公路工程技术研究”课题通过国家验收。这一课题通过攻关形成 10 项沙漠公路配套技术，15 个新理论新认识，11 项新材料新设备，8 套图件，3 项沙漠公路有关标准，其主体技术达到国际领先水平。

这项成果主要是发展应用了我国独有的包兰铁路草方格固沙成熟技术，并从塔克拉玛干沙漠实际出发，取库尔勒一带极为常见的芦苇加以碾压，在公路两旁植成 50 厘米见方的方格形固沙网，外围用尼龙网及芦苇组成阻沙栅栏，再辅之以道路边坡防护、沥青路面输沙导沙等措施，组成了独具特色的防护体系，初步解决了沙害及道路防沙治沙的世界性难题。沿着蜿蜒起伏的公路两旁 50 米处，伴以蜿蜒起伏的芦苇栅栏，像两条“小长城”，加上宽 30～100 米的草方格防护网在大漠深处形成了一条几百公里长的屏蔽通道。这样，尽管风尘滚滚，汽车可以毫不费力地安然行驶。

承担修路任务的长庆筑路公司尽管装备有从美国、日本、德国、意大利和国产的近 200 台沙漠筑路设备，但施工仍然十分艰苦。在沙漠腹地修筑公路，每公里所花费用达 104 万元人民币，比沙漠外修同样的公路高出 30 万元。

1994 年 7 月 12 日，由轮南到塔中的 219.2 公里的塔里木沙漠石油公路通车，它使到塔中油田的运输线路缩短 2/3。

原来从库尔勒到塔中 4 井，经阿克苏至安迪尔牧场，行程约 2000 公里，还要乘坐 100 多公里沙漠车，需一周时间，而今行程仅 500 公里，当天即可到达，节约时间 6 天。

高速公路的故乡

德国是高速公路的诞生地。1913～1921 年，在柏林西南郊建成 9.8 公里长的中间划线的四车道公路，出现高速公路的雏型。这样宽的柏油水泥路面，

无异于飞机跑道，战时可转为军事用途，因而得到优先发展，1928 年～1933 年相继建成科隆——波恩、柏林——汉堡两线，成为世界上最早联结两座城市的高速公路。希特勒积极准备发动第二次世界大战，又有进一步发展。美国到 1937 年才开始仿效，日本到 1957 年才有高速公路。目前世界上只有 50 多个国家有高速公路，总长 13 万公里，其中 10 个发达国家占 92%，美国一国占去 64%。

高速公路的主要特点是封闭式、立体交叉，路上没有陡坡、急弯和其他不利于驾驶的障碍；每一方向有两条以上的行车道，正逆两向之间用一条草地或灌木带隔开；进出口有人管理，只许汽车通行，不许人、畜和非机动车通过（横过马路通过立交桥或地道）。它的优点是：高速，安全，便于驾驶，乘车者舒适，节省运行费用。一般行车时速 100 公里以上。

前联邦德国 1985 年拥有高速公路 8050 公里，居世界第二位；高速公路占公路里程的 1.64%，比率超过美国。这些高速公路连接全国所有的州和重要城镇，有 9 条通向国外。比之其他国家的高速公路，前联邦德国另有四大特色：（1）车速不限（其他国家均有限制），时速 140 公里以上也可以；（2）统建统管，不收过路费（各国均收费）；（3）不设路灯，每隔约 200 米竖一金属片镶面的水泥柱，夜晚在车灯照射下返光，全路亮起一条“光带子”；（4）路面特殊处理，看似粗糙，整齐排列着指头大小的凹坑，刹车效果极好，雨天不打滑，高速行驶十分沉稳。

前联邦德国一般高速公路宽 34 米，中间有 5 米左右宽的间隔带，铺草植树。高速公路占地惊人，全线等于是相接而成的足球场。线路大多通过经济发达区、平原区，盘踞黄金宝地，拆迁费用巨大，造价奇昂，每公里达 500 万美元以上，远远超过铁路。

前联邦德国因高速公路所获的经济利益，每年达六七亿美元，美国是这个数字的 10 倍。每建一条高速公路，大约 10 年就可收回成本。高速公路堪称前联邦德国的“大动脉”。

我国第一条快速公路

解放以后，我国陆续修建了一批质量较高的公路，但是限于国家财力，直到 80 年代，我国才首次修建全封闭、全立交式快速公路，这就是位于北京西南郊的京石汽车专用公路，1987 年底，这条公路的一、二期工程完工通车，标志着这条现代化公路的诞生。

这条公路的一、二期工程起自广安门外的六里桥，到赵辛店止，全长 14 公里。路宽 25 米到 26.5 米，中央有一堵高 0.7 米的钢筋混凝土隔离墙，把公路切成两半，仿佛是一条巨龙的脊骨。公路两侧有高 1.2 米的防护网，左右对行的汽车既不用担心对面来车相撞，也不用担心行人和自行车闯入公路。

这条公路采用全封闭、全立交的形式，保证了汽车畅行无阻。这一带是是北京铁路、公路和密集区域之一，因此各种立交设施相当多，计有新建桥梁 17 座，全长 1588 米，人行、车辆过街通道 33 处，其中有 8 座公路立交桥，4 座公路、铁路立交桥，平均每隔 500 米左右，就有一座地下通道或过街天桥。

在著名的古卢沟桥附近，京石公路架起了一座长达 1120 米的新桥，跨过

永定河、小清河和小哑吧河三条河流和一条灌渠——大兴灌渠。原来，这里通过车辆都要走古卢沟桥或 1971 年新建的卢沟新桥，通过能力差，而且载重不足，1986 年，一辆装载 190 吨大型变压器的重型拖车经过这里，因卢沟新桥负重不能超过 200 吨，不得不忍痛再一次启用已经保护起来的古卢沟桥。京石公路新桥在主设计上充分考虑了这方面的运输要求，可以通过总重量超过 500 吨的超重车辆，古沟桥遂彻底“ 退休 ”了。

京石公路在建桥筑路的同时，还同时完成了电信、电力的电缆、电杆、煤气、热力管道、上下水道等大量配套工程和预埋铺设工程，可以保证 20 年内不再开挖。

京石公路的施工量相当大，仅路面土方就有 160 万立方米，如用 8 吨载重车装运，需用车 27.6 万辆次。外国专家估计，建设这条公路需 5 年时间，国内计划是 4 年，而实际上，从 1986 年 4 月开工，到 1987 年 10 月完工，前后仅用了 19 个月，创造了一项新的建设纪录。京石公路以她现代化的设施和高水平的施工质量，被人们称为“ 中国公路建设的新起点 ”。

水运

东方伟大的航道

苏伊士运河是一条闻名世界的人工航道，它扼欧、亚、非三洲交通要冲，沟通红海和地中海，把大西洋和印度洋连接起来，在国际航运中有着重要的战略意义。

这条运河是在埃及东北部的苏伊士地峡上开凿的。原来，亚洲和非洲的连接地方就是苏伊士地峡。地峡位于平坦的沙漠地带，分布着一连串的咸水湖和洼地。运河就是穿过这些湖泊和洼地修建的。运河建成后，它就成了亚洲和非洲的分界线。

苏伊士运河工程从 1859 年 4 月 25 日破土挖掘,到 1869 年 11 月 17 日正式通航，共费时十载，埃及人民付出了 12 万人的生命。然而，运河通航后长期被帝国主义所霸占，成了他们进行军事侵略的桥梁和经济掠夺的动脉，其中英国从 1882 年起占领运河达 74 年之久,一直到 1956 年 7 月埃及政府断然把运河收归国有，苏伊士运河才重新获得了新生。1976 年中东战争后，苏伊士运河成了埃及与以色列对峙的前线，迫使埃及关闭运河长达 8 年之久，到 1975 年 6 月 5 日才重新开放。

苏伊士运河北起地中海畔的塞得港，南到红海之滨的陶菲克港，长 161 公里，加上两端的海中航道，总长 173 公里。原来航道宽 110 米，有的地带宽 150 米，有效深度 11.5 米，可通行 6.5 万吨的油船和 24 吨的空船。20 世纪 70 年代后半期完成了第一期扩建工程，运河展宽到 365 米，深度增加到 16 米多，可通行 15 万吨满载的轮船。苏伊士运河沟通了红海和地中海，把大西洋和印度洋联结起来，成为欧、亚、非三洲海路交通最便捷的途径。从欧洲经苏伊士运河航线进入印度洋比绕道非洲大陆南端的好望角航线缩短航程 8000～10000 公里。而且运河位置优越，航线多途经内海，远比好望角航线安全。因此，运河一经建成，立即成了世界性的通航要道。如今每天约有 60 多艘万吨级海轮通过苏伊士运河，使它成了世界上最繁忙的航线。

苏伊士运河像世界奇迹金字塔一样，是埃及人民的骄傲，也是埃及人民对航运事业的伟大贡献。伟大导师马克思，早在 100 多年前就高度评价苏伊士运河，称之为“ 东方的伟大航道 ”。

珠江航道

珠江原指广州到入海口 96 公里的一段水道，因为它流经海珠岛而得名。如今它已作为西江、北江、东江三江的总称。珠江奔流于终年郁郁葱葱、四季鲜花盛开的岭南山区，干流总长 2215.8 公里，流域面积为 45.26 万平方公里，是我国南方最大的河流，也是我国的第 4 大河。

珠江流域地处华南亚热带，这里终年温暖多雨，流域内年降雨量一般为 1200～1800 毫米，居全国各大河之首。因此，珠江的水量特别丰盈，平均每年入海的河水总量仅次于长江，是黄河的 6 倍。

由于珠江流域雨水丰沛、河道密布，经济比较发达，因此，珠江是我国河运发达的河流之一，整个珠江水系约占全国内河货物航运总量的 1/5，仅次于长江。

西、北、东三江中最长且最有经济价值的是西江。西江航运干线是珠江水系的主要航线。西江指由广西南宁一直到广州的这一河段，全长 2167 公里，流域面积占全流域的 80%以上。自梧州至广州段可常年通轮船，百色以下可通小型轮驳船，木帆船可上溯到云南境内。沿岸有大、中、小港口数十个，其中江门、肇庆、六都港是车货物吞吐量在 100 万吨以上的大型内河港口。西江水系是两广交通运输的大动脉，梧州是西江水上交通中心。广西的粮食、牲畜、牛皮、桂皮、抽油及竹、木、矿物等物质，大多经过西江运到广州出口，而广州的工业品又通过西江四通八达的水运输送到广西各地。

北江是珠江水系中另一条航运价值较大的河流。干流长 468 公里，流域内是广东省木材、煤炭、有色金属等资源比较富集的地区，故北江是广东北部地区煤炭、木材和其他山区特产外运的重要通道，也是广东中部平原及沿海地区粮食、日用工业品、食盐、机械等产品运往广东北部地区的重要通道。主要港口有韶关、连江口、清远、连县港等。

东江全长 500 公里，惠阳以上通木船，以下通轮船，是广州沿海平原地区与广东西部山地物资交流的水上通道。流域内森林面积大，是广东省重要林区之一，较重要的货种有煤炭、粮食、木材、杂货及日用工业品。主要港口有老隆、惠州、石龙、东莞等。

珠江三角洲河网集西、北、东三大河流及其他支流，各河在此地区支流纵横、交织成网，随后着大量的城乡物资交流任务，主要河道有 70 余条，连结珠江三洲各县及广洲、佛山、江门、中山等重要城市。

总之，珠江水系对加强两广联系，促进城乡物资交流具有重要意义，是华南地区的水运大动脉。

长江“黄金水道”

长江以“长”而得名，是我国最长的河流，也是世界三大河流之一。它像一条银色的巨龙，横卧在我国的中部，从唐古拉山的主峰——各拉丹东雪山发源，越过草原肥美、矿藏丰富的青藏高原，横贯“天府之国”的四川盆地，摆荡于“湖广熟、天下足”的两湖之间，滋润着“江淮稻粮肥”的苏皖大地，流经“富饶甲海内”的长江三角洲，沿途汇集了 700 多条大小河川，浩浩荡荡、一泻千里，干流流经 10 个省、市、自治区、全长 6300 公里，流域面积 180 多万平方公里，占全国总面积的 1/5。

万里长江，好像一条粗大的动脉，激流滚滚，给祖国大地带来生气和活力，其经济价值，在世界大河中很少有能与之相比者，因此它早就享有“黄金水道”的美名。

长江流域是我国最重要的农业经济区。大部分地处亚热带，气候温暖湿润，无霜期长，为农、林、牧、副、渔多种经营创造了有利的条件。许多地区的农作物一年两熟到三熟，耕地有 3.7 亿亩，哺育着 3.5 亿勤劳勇敢的人民。成都平原、江汉平原、洞庭湖区、鄱阳湖区、太湖区以及长江三角洲等，都是全国重要的商品粮基地，生产着全国 40%的粮食和 1/3 的棉花，油茶、芝麻、蚕桑、茶叶等经济作物在全国也占重要地位。

长江流域蕴藏着丰富的矿产资源。种类多、品位高、储量丰富。铜、铅、锌、锑、钨等在全国占很大比重，镁、钛、钒、汞等在全国名列前茅，我国的磷矿几乎全部集中于长江流域。

长江干流源远流长，支流盘根错节，构成了庞大的内河运输网。长江航道水量丰富、终年不冻、四季通航，水运量约占全国的内河水运总量的 80%，相当于 40 条铁路的运量。长江干流与海洋相通，江海联运，便利于长江流域与我国沿海各地的交往。

滚滚长江，落差巨大，蕴藏有丰富的水力资源。全流域水能蕴藏量约 2.7 亿千瓦，占全国水能的 40%，其中可开发利用的水力资源占全国可开发总量的一半，为全国江河之冠，居世界大河的第 3 位。长江的水力资源 80%集中于上游地区。可以说：“ 万里长江滚滚流，流的全是粮、煤、油。 ”

长江水系是我国最大的淡水鱼产区。鱼类品种多达 300 种。其产量约占全国的 2/3 以上，洞庭湖的银鱼，鄂城的武昌鱼、长江口的鲥鱼、凤尾鱼等驰名中外。被称为“ 四大家鱼 ”的青、草、鲢、鳙鱼也是我国特有的鱼种。

长江流域还是我国重要的产业密集带。长江上有我国第一大工业城市上海，中游有“ 九省通衢 ”的武汉，上海有西南最大的经济中心重庆。长江像一条银线串珍珠，把干支流几十个名城重镇紧密连结在一起。

第一条等高线运河

公元前 3 世纪，我国开凿了世界上第一条等高线运河（即沿等高线开凿的盘山或沿山的人工水道）。大运河是人们花了好几百年时间才建成的。它南北纬度相差约 10 度，长达 1794 公里，最高处达海拔 42 米。相当于一条从纽约到佛罗里达的大运河。这一伟大的工程完成于公元 1327 年。

在公元 17 世纪法国开凿四条运河以前,欧洲没有可与我国大运河相提并论的运河。法国的最后一条运河直到公元 1775 年才峻工，而且这四条运河中没有一条运河的长度超过 241 公里，到公元 18 世纪末，法国所有的运河加起来大约只有 1014 公里长。甚至到公元 1893 年，法国运河的总长也只有公元 1300 年的我国大运河的长度的三倍。我国的大运河深 3～9 米，宽一般为 30 米；而公元 19 世纪英国的运河仅仅深 1.5 米，宽 13.7 米。

应该承认，古代巴比伦在灌溉渠的建造方面是很先进的，但是我们无法知道他们在开凿运河、水闸等方面到底进步到什么程度。有证据表明在公元前 2000 年时，腓尼基人在西顿港已经使用了水闸。除巴比伦人的运河以外，埃及人在尼可执政时开始开凿一条连接尼罗河和红海的运河，但直到公元前 280 年普托勒密 · 菲拉德尔弗斯执政时才告完成。公元 9 世纪前，横跨科林斯海峡的一个在公元前 6 世纪初建造的船滑台仍在使用着。此海峡不是一条运河，船放在带轮子的支架上，沿着大部分为石路的滑台用绳子拉上来或放下去。古埃及与尼罗河有关的给水装置都是季节性的，目的是用于灌溉和排除淤泥的沉积，而不是为了通航。

中东最古老的运河当然是公元 3 世纪开凿的阿万运河，长约 402 公里，宽达 122 米，发源于底格里斯河，最后又和底格里斯河汇合。巴比伦有许多与河流连接的纵横交错的灌溉渠，目的是保证水的常年供应，并使河谷成为人工三角洲。那里也可能有专门为通航开凿的运河，但不会有等高线运河，至多不过是平原上的灌溉渠。我们也不应该忘记印度，必须承认，南地瓦德哈纳在公元前 5 世纪开拓了一条水上运输通道。令人遗憾的是，由于缺少足够的证据，这些古代外国工程的历史至今仍湮没无闻。

在我国，邗沟被认为是第一条开凿的运河。很显然，它建造于公元前 6

世纪。当然，特别使人们感兴趣的是世界上第一条等高线运河，即在公元前 3 世纪开凿的灵渠。这条运河的开凿可以说是一项开拓性工程，它是在秦始皇的命令下由史禄负责监督开凿的。秦始皇首次统一了中国，那时是公元前 221 年，开凿这条运河的目的是为了便于把皇家队军迅速运到南方去征服越族人。关于一点，伟大的历学家司马迁告诉我们：

“秦始皇派遣赵佗和屠睢两位大将领率领楼船水军去攻克有上百个部落的越国。他还使总监史禄开凿渠道运粮，深入越国。”

灵渠至今仍在通航，它只有 33 公里长，但人们主要感兴趣的并非它的长度。灵渠使两条流向不同的河流连接起来，使驳船的内河航行从纬度 40 度直达纬度 22 度。长达 2011.63 公里，这样，人们可以从北方的北京坐船直达南方的广州，再经过大海到达今天的香港。灵渠正是这条大动脉里的最后一环。

建造这条运河的困难在于：源于海阳山的湘江（发源于广西，流入湖南）是向北流的，而附近的漓江是向南流的。人们多么希望能坐船从这一条河到另一条河去呀！湘江最后流入长江，而漓江和西江的一条支流汇合，最后流向广州。在兴安县附近，湘江和漓江被一座石灰岩小山相隔，而它们之间的距离不过 4.8 公里。但是很难把它们直接连接起来，于是，人们想出了另一个办法。

在那座小山的山脊处可以沿着它挖一条运河。河流本身虽然很难控制，但沿湘江横向地挖一要 2.4 公里长的运河，坡度当然要比湘江本身坡度更加平稳。在另一端，漓江有 28 公里长需开凿成运河，以调节水位，便于灌溉。只有以这样的方式使两条河流分别“驯服”以后，便在小山的鞍状山脊上挖一条 4.8 公里长的运河将它们连接起来。在湘江中游筑起一座小山似的土墩，便于分流。同时在那里筑起两座泄洪道，并在下游继续筑起更多的溢洪道。在兴安县附近建起了许多横跨运河的桥梁，那里的运河 0.9 米深，4.6 米宽。分流水系及溢洪道的建造使仅约 3/10 的湘水流入运河，因此运河的水不会外溢。由于是沿着鞍状山脊的等高线开凿的运河，所以运河的水几乎是平的。至迟在公元 9 世纪就建造了 18 座泄水闸门，用于调节水位和流向，从而减少驳船所需的塔架的数目。在公元 10 世纪或公元 11 世纪，这些泄水闸门改建成运河船闸。灵渠被认为是一条神圣的水道，用龙来作为它的象征。据说在那里，龙的使者，一种名叫“龙驹”的青蛇会盘绕在旅游者手里。现在，一座现代化的铁路桥正好横跨这条仍通航的灵渠。除非你事先了解到这条运河的重要性，否则它不会引起你的注意，它会在你眼前一掠而过。但是，在公元 13 世纪初期以前，欧洲还没有可以和它相提并论的运河。