

## 第一章 交通运输概论

本章着重介绍五种现代运输方式的发展历程，探讨交通运输业的发展趋势，以帮助读者对交通运输的发展有个基本了解，增加学习兴趣，并从中接触一些交通运输学的基本知识，为后面的学习奠定基础。

### 第一节 交通运输简史

人类社会在解决人和货物位移的问题上，主要集中于陆路运输和水上运输的发展。在河川湖泊较多的地区，人们较多利用水资源，发展水运；在河川湖泊较少的地区，人们则注重陆路运输的发展。在车辆产生以前，陆路运输以人挑、肩扛为主。随着生产的发展，集市贸易的扩大，逐渐采用畜力驮运，进而发展为牛车、马车等运输工具。畜力运输的能力十分有限，行走速度慢，遇有大宗或长距离运输就很难胜任，促使人类改进运输条件。首先从路面上下工夫，铺设砖石路面，使路面平坦坚硬，车轮行驶在石槽轨中，以减轻马的阻力。后为减轻石槽与车轮间的摩擦阻力，改石槽为木轨，由于木轨容易破损，又改为铸铁轨道。同时，人类从来没有放松过对水资源的充分利用。在难以准确追溯的年代，人类已经利用各种筏进行运输了，后来又发明了船。从总体看，在铁路成长之前，人类对水运的利用较陆路普遍，水运对人类进步的贡献较陆路要大。

交通运输的革命性进展出现在 1785 年詹姆斯·瓦特发明蒸汽机之后。蒸汽动力的出现揭开了第一次工业革命的序幕，也而为

后相继出现的轮船运输（现代水运）、铁路运输、公路运输（现代道路运输）、航空运输的发展奠定了基础，可以说由此拉开了现代运输的帷幕。

## 一、道路运输的历史

道路的出现最早可以追溯到 5000 年以前，大约 4000 年前就已经开始修筑比较像样的道路了。公元前 3000 年左右 埃及为建造金字塔修筑了运输建筑材料的大道；公元前 2000 年左右 意大利修建了巴比伦街道，这是一条有路面的道路；公元前 500 年左右，修建了东方丝绸之路。在古代道路中最有名的是罗马帝国道路。世界上最早的道路管理机构出现在我国，早在 4500 年以前，我国就设置过掌管道路的“司空官”。

在欧洲，随着文化开化和产业革命，开始使用以牲畜作动力的车辆，即出现了作为道路交通工具的马车。进入马车交通时代以后，以往的砂土路被车轮压出很深的车辙，导致路面破坏。作为防治措施，开始铺砌路面。这种路面与罗马帝国时代的路面已有所不同。到 19 世纪末，欧美已修建了相当数量的碎石路。这种碎石路虽然造价很高，但对马车很适合。美国于 1839 年采用木块路面，1872 年采用砖块路面，这些都是块料路面的开始。

此后，以马车交通为主的道路交通得到了迅速的发展。不仅市内运输，而且城间运输也广泛地采用马车，道路得到了大规模的改善和建设，马车运输愈加兴旺，并继续向前发展。1892 年汽车的出现，标志着道路交通工具进入了新的历史阶段，是交通史上的一次革命。但是初期的汽车不仅故障多，性能也差，发展缓慢。自从美国能大批量地生产廉价汽车之后（以 1913 年首条生产流水线在密歇根州的 Ford 车场建成为标志），由于性能改善，费用降低，速度提高，作为道路交通工具的汽车才获得迅速的发展。

尽管汽车性能提高了，路面也大大改进了，但在很长的一段

时间里，陆路长途运输仍主要由铁路承担，汽车只分担从出发地到铁路车站，或从铁路车站到目的地的辅助性运输（短途集散）。打破这种分工格局的是高速公路的出现。希特勒为了侵略需要在 1932 年修建了汽车专用高速公路 Auto-bahn（德语）全长 3 860 km，历时 11 年，是世界上最早的高速公路。从此公路运输进入了又一个新的时代。公路运输不再甘心只当铁路运输的配角，向铁路发起攻击，与铁路竞争。大约经历了 30 年左右的时间，公路运输在中途运输中占据了一席之地，公路运输发展进入了相对平稳的时期。目前，公路运输已是中短途客货运输的主力，而且平均运距还在继续延长。

1997 年，我国拥有公路通车里程 122.64 万 km 其中高级次高级路面 46.7 万 km，占 38.08%，高速公路 8 000 km（1998 年），民用载货汽车 601.23 万辆，载客汽车 580.56 万辆 完成货物运量 13 406 万 t，占总量的 76.54%，货物周转量 5 271.5 亿 t·km，占总量的 13.80%，旅客运量 1 204 583 万人 占总量的 90.89%，旅客周转量 5 541.4 亿人公里，占总量的 55.31%。

## 二、铁路运输的发展

17 世纪前后，英国的煤矿开始用木轨和有轮缘车轮的车辆运送煤和矿石。由于木轮在行驶中受路面铺板磨损严重，改用铁车轮。可是，铁车轮又损伤铺板，又把铺板改为铁板，随后又发展成棒状，这就是最初的“铁轨”。1776 年，英国的雷诺兹首次制成凹形铁轨。1789 年，英国的杰索普提出了车轮上装轮缘的设想，不用再防备脱轨了。当时的铁轨形状已接近 I 字形。

促使铁路获得巨大发展的是蒸汽机的发明和锻铁铁轨的出现。1804 年，英国的特里维西克制成了牵引货车在铁轨上行驶的机车。1825 年，英国的乔治·斯蒂芬森在斯图克顿和达林顿之间铺设了世界上第一条客货两用的公共铁路，并第一次用蒸汽机车运营。

1830 年英国开始使用双头轨（bull-belly rail）。1831 年，美

1<sup>υ</sup> ÈÈÈè¼ÆΘÏÔÛÈ¹ÓÏÄÆÏκλì 1<sup>ι</sup> £-ó ÔÛØφ Ë×í ÒÆì;£μ½ 1855  
ÄË-ÒÑ¼ÄÛÄÏÀ ÒÆì, Ò<sup>ι</sup> ÄË-ÆΘí×'ο<sup>ι</sup> ³α ¶ÈÒÈÏÏÛÄÏ Ò<sup>ι</sup> Ìà ÈÆ-  
ÏÄ ¼ø¼¶ÏÜ Á·μÄφ Ò<sup>ι</sup>ÆÄÈÏØμÄκ-ÓÄ£

μ<sup>ι</sup>ÄÈ 19 ÈÄ¼ÍØØ¶-ÓØú;ç ÄÄúο<sup>ι</sup> Ì÷ Ä· ÷<sup>ι</sup>·×·× ½ÈÈÄÈú Ä·½<sup>ι</sup>  
Èè;ß³±£-ρá¹á ÄÄú 'ó Ä¼Ä<sup>ι</sup>Äú Ä·¼ÄÈÏÛØäø È±ÆΘ<sup>ι</sup>½<sup>ι</sup>μÄ;£ ÒÄÏ± Ä÷  
Óñ<sup>ι</sup> ×ÄÈÈúú¼Ø-μ½ 19 ÈÄ¼Íó °èÆΘ<sup>ι</sup>-ú Ä· ÒÛ ÈèÇÏØφ Ä<sup>ι</sup>ÄÏß<sup>ι</sup>  
ÑÏØ<sup>ι</sup>-<sup>ι</sup>ú;£ 'ÓÈÈ-ú Ä·³ÈÄÈ¼Ä·½<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup> μÄÏ-Ï<sup>ι</sup>α¼££

1879 ÄË-μÄ<sup>ι</sup>ú Ì÷ ÄÄ<sup>ι</sup>Ó «È³μ<sup>ι</sup>ÛÓ»<sup>ι</sup> ÑÈÏÆÈ<sup>ι</sup> μçÄ<sup>ι</sup>!»<sup>ι</sup>Ûμ;£1881 ÄË-  
μÄ<sup>ι</sup>ú ÒÏÈÈ¹ÓÄçÄ<sup>ι</sup>!»<sup>ι</sup>Ûμ;£»¼Ä-ÓÏ<sup>ι</sup>α·ç ³èÄÈÈ¼<sup>ι</sup>Ûμ;£μ±È±-Ï±óÓÄ  
μçÄ<sup>ι</sup>!»<sup>ι</sup>Ûμ»óÄÈÈ¼<sup>ι</sup>ÛμçØÏÛÄÏ<sup>ι</sup>¼μ»ó»<sup>ι</sup>Ûμ;£óóÄ'ÓØç Ò<sup>ι</sup>ÈÈ¼<sup>ι</sup>μç¶<sup>ι</sup>»ú  
»óÄÈÈ¼<sup>ι</sup>Ûø±ø×<sup>ι</sup>óÛ<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup>μÈÍÈ-Ï<sup>ι</sup>³Èμç<sup>ι</sup>μ<sup>ο</sup>ÄÈÈ¼<sup>ι</sup>Ûμ;£ÈÏ<sup>ι</sup>ÄÈÈμμÄ  
¼äø<sup>ι</sup>²çÈÈÈ<sup>ι</sup>ÄÈÈ<sup>ι</sup>ÏÈÈ¼<sup>ι</sup>ÛμμÄ±ä×é;£'ÓÈÈ-ú Ä·½ÈÈÄÈÏ<sup>ι</sup>ú»<sup>ι</sup>È±ú;£

19 ÈÄ¼Íó Ò¶Ø<sup>ι</sup>20 ÈÄ¼Íó ÈÏú Ä·ç Ò<sup>ι</sup>μÄ¶<sup>ι</sup>á È±ÆΘ<sup>ι</sup>-ú Ä·¹æÄÈ<sup>ι</sup>  
μ¼<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup> 'ó £-ú Ä· ÒÈÈäè ³ÈμÄÏÈäÄ<sup>ι</sup>ÛØÛØ<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup>Ø¼<sup>ι</sup>ÄÈÈÈä×ÛÄ<sup>ι</sup>μÄ  
90% ÒÈÈ;£20 ÈÄ¼ 30 Äèú ç<sup>ι</sup>ÄÈ<sup>ι</sup>£-ú Ä· ÒÈÈäÈ¼<sup>ι</sup>¼ÄÈ<sup>ι</sup>×Ó«Ä·ç<sup>ι</sup>Û<sup>ι</sup>  
μÄ<sup>ι</sup> ½<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup>ÛÄÄÄÄ<sup>ι</sup>ÛØ<sup>ι</sup>£-ú Ä·ç Ò<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup>³È¼<sup>ι</sup>ÄÈÄÈ·£-ÛØÛø ÒÈÈäÏμÄ  
μØ»ÈØäÄ¼<sup>ι</sup>£-Ï<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup>20 ÈÄ¼ 60 Äèú £-ÛØÛø-ÈÈ»<sup>ι</sup>È³μÄ<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup>Û<sup>ι</sup>;£  
ÛÈÈÄ¼<sup>ι</sup>¶<sup>ι</sup>Ï<sup>ι</sup>ÄÈÈ-ú Ä· ÒÈÈäÏÑ<sup>ι</sup>ÄÄ¼<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup>·½<sup>ι</sup>ð·ç Ò<sup>ι</sup>È<sup>ο</sup>¼<sup>ι</sup>¼ÄÈäÏ±È<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup>ó  
μÄ<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup>Ø-ú Ä· ÒÈÈäÏ-Ï<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup> Ìñ ÓÛØ<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup>»óÈÈ-Ìñ ÄÄú;ç¼<sup>ι</sup>Ä<sup>ι</sup>ó;ç °Ä<sup>ι</sup>  
'ó Ä<sup>ι</sup>ÑÏç¶<sup>ι</sup>ÄÈÈ<sup>ι</sup>μÈÈ»<sup>ι</sup>¼ÄÈäÏ±È<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup>ÏμÄ<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup>Ø-ú Ä· ÒÈÈäÏ-Ï<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup> Ìñ  
ÓÛØ<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup>ÛÈÈ-Ìñ ÈÈ¼<sup>ι</sup>ç ÒØú μÈ;£

1997 Äè<sup>ι</sup>ð<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup>Ó<sup>ι</sup>ÛØ<sup>ι</sup>Ä· Ò<sup>ι</sup>¼Ä<sup>ι</sup>³<sup>ι</sup> 5.76 Ìó km È<sup>ι</sup>¼ Ä·»<sup>ι</sup>Ûμ 15 335 Ì<sup>ι</sup> £-  
Ìú Ä·»<sup>ι</sup>Ûμ 437 686 Ä³<sup>ι</sup>£¼<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup>μ 34 346 Ä³<sup>ι</sup>£è ³È»<sup>ι</sup>Ûμ ÒÈÈ¼ 169 734 Ìó t,  
Û<sup>ι</sup>¼Ä<sup>ι</sup>μÄ<sup>ι</sup>13.30% È»<sup>ι</sup>Ûμ Ò<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup>Ä<sup>ι</sup>¼ 13 097.1 Ò<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup>·km È<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup>¼Ä<sup>ι</sup>μÄ<sup>ι</sup> 34.28%,  
ÄÄ<sup>ι</sup>¼ÛÈ<sup>ι</sup> 22 578 Ìó ÈÈÈ¼<sup>ι</sup>¼Ä<sup>ι</sup>μÄ<sup>ι</sup>6.99% ÈÄÄ<sup>ι</sup>¼ÛÈ<sup>ι</sup>Ä<sup>ι</sup>¼ 3 548.25 ÒÈÈ«ÄÈÈ-  
Û<sup>ι</sup>¼Ä<sup>ι</sup>μÄ<sup>ι</sup> ██████████

ÈÏ;ç ÈÈÈ¼ÄÄÈ.

ÈÈÈÈÄÓÄÄÄÄÈ·;£¹« Ò<sup>ι</sup>ç ° ÄèÈ¼<sup>ι</sup>ÄÄ<sup>ι</sup>ÏÈÈ¼<sup>ι</sup>¼<sup>ι</sup>ÛÈÈÈÈ

风帆。中国在周朝或其以前，出现了独木舟。春秋时期，吴国建造了能承载 92 人的中型木船。秦汉时期造船技术更加发达，汉武帝刘彻时，已建成能承载千余人的大木船。到了 11 世纪前后出现了远洋航行的商用帆船。

14 世纪磁罗盘的发明，为航海的发展创造了条件。到 15 世纪，已经能绘制航海天文历了，航海技术有了飞跃性的发展。1787 年英国建成了世界第一艘铁船，长 21.5 m。1807 年世界上第一艘蒸汽机船在美国问世。将这种蒸汽机船被起名为轮船。

1836 年，史密斯发明了螺旋推进器。1839 年，轮船首次安装了螺旋桨。1850 年，迎来了烧煤的安装着螺旋推进器的轮船的全盛时代。1883 年，瑞典的德拉瓦尔和英国的帕森发明了汽轮机。1897 年，荻赛尔发明了柴油机。这种柴油机被用于船舶，使船舶的燃料从煤变成了柴油。第二次世界大战前夕，客轮成了各大陆之间最主要的客运工具，并日益显现出汽轮化、大型化、高速化的发展趋势。

货轮直到 19 世纪末期才开始汽轮化，而且在大型化和高速化方面远远落后于客轮。随后，货轮开始专业化分工，最早分出干货船、液体货物船，后又将干货船分成杂货船和散装货船，为货轮沿着大型化、高速化发展创造了条件。第二次世界大战以后，把重量 10 000 t、航速 20~23 km/h 的货轮定为标准船型。为提高杂货船的装卸效率，人类在成组运输上进行着不懈的努力，1956 年在美国诞生了世界上第一艘集装箱船，开始了世界运输史上的又一次技术革命。

随着轮船的发展，世界上出现了一段以开凿运河、渠化河川为特征发展内河运输的时期。历史上最早最有影响的运河是中国的大运河。从 17 世纪下半叶开始，英国在河流上修建闸门，18 世纪兴建了沃斯利运河和布里奇沃特运河，这是两条完全由人工开挖的航道。当时正值英国工业革命的开始，为满足激增的运输需要，以英格兰中南部为中心的运河网得到了发展。那时，道路交

通的基本形式是马车（运人）和驮马（运货），费用较内河运输高 2~3 倍。不久英国的经验被其他正在进行工业革命的国家所借鉴。19 世纪初，美国从东部地区开始了运河建设，到 1925 年建成了沟通五大湖的安大略湖和伊利湖的伊利运河。另外，连结纽约和五大湖的哈德逊运河也于同期通航，至 19 世纪中叶，美国已建成运河 7 190 km。几乎同时，世界运河的发展也到了顶峰时期。此后，运河开始衰落。目前，世界上仍在发挥运输功能的运河已经很少了。

1997 年 我国拥有内河通航航道 10.98 万 km 机动船 215 814 艘 净载重 38 749 289 吨位 载客量 1 022 970 客位 驳船 49 983 艘，完成货物运量 113 406 万 t，占总量的 8.89%；货物周转量 19 235.0 亿 t·km，占总量的 50.34%；旅客运量 22 573 万人，占总量的 1.70%；旅客周转量 155.7 亿人公里，占总量的 1.55%。

#### 四、航空的历史

翱翔天空是人类很早就有的梦想。最先把这一梦想变成现实的是 1782 年法国的蒙高菲亚兄弟。他俩把燃烧羊毛和稻草时产生的轻质气体装进一个巨大的球形袋子里，并让气袋带着人飞了起来。1785 年 他俩又使用氢气球横渡了多佛尔海峡（即加来海峡），从此人类乘氢气球飞行日渐盛行起来。

上述飞行都是随意的不定向飞行。1852 年，法国机械师吉法尔研制成功率大、重量轻、可装在气球上的蒸汽机，并配上操纵机构，气球的定向飞行获得了成功。这就是最初的飞艇。内燃机问世后，飞艇上的蒸汽机换成了汽油机。1911 年，德国人齐柏林用安装汽油机的飞艇成功地飞行了约 600 km。但是，不论气球还是飞艇，飞行速度都很慢，而且还有发生气体爆炸，造成球（艇）毁人亡的悲剧。

德国人林塔尔通过观察鸟的飞行，研究空气动力对翼的作用，

进而利用重力并借助风力在 1850 年制成了一架没有发动机的飞机，这就是最早的滑翔机。

无论是气球、飞艇还是滑翔机，都还不是真正意义上的飞机。如果将它们组合起来，即在滑翔机上装上发动机，才算是飞机。这项工作由美国的莱特兄弟完成。

莱特兄弟用双翼滑翔机实现了飞行的稳定性和操纵性，积累了充足的飞行经验，同时研制了可装在滑翔机上的轻型汽油发动机，并在滑翔机上装置了螺旋桨，这就是飞机的雏型。1903 年，莱特兄弟实现了人类历史上第一次真正的驾驶飞行。这架最原始的飞机虽然只有不到 12 kW，但它却宣告了航空时代的来临。此后，飞机不断改进。1914 年，在美国首次开辟了从加利福尼亚坦帕到圣彼得斯堡的定期航线。第一次世界大战后的 1919 年，又开通了从伦敦到巴黎的定期航线。

第二次世界大战期间，航空运输迅速发展，其原因是用飞机运送军队、物资比其他运输方式都快捷。第二次世界大战后，航空运输发展更加迅速，民航飞机也开始广泛采用续航里程较远的四引擎飞机，从而使越洋飞行更加活跃，并开辟了欧亚南部航线。1959 年，随着喷气式客机的问世和投入使用，又出现了从欧洲经北极飞往远东的新航线。1967 年，从欧洲飞越西伯利亚到达远东地区的航线开通，使欧亚之间的距离大大缩短。

超音速民航客机的诞生和使用，使航空运输跨入了一个新的时代。1965 年英法合作研制四发动机涡轮喷气式超音速民航客机“协和”号。原型机于 1969 年试飞，1976 年正式投入航线使用。几乎同时，前苏联图波列夫设计局也开始研制四发动机涡轮喷气式超音速运输机图-144，1975 年交付民航部门投入货、邮试飞，1977 年 11 月开始用于国内定期客运航班。时至今日，除英、法、德、荷兰、西班牙合作生产新一代“空中客车”取代“协和”外，美国的波音公司（麦道公司已与之合并）制造的超音速系列民航客机更是名扬世界（占了世界民航客机 75% 强的份额），飞遍全球。

目前,世界上主要的民航机型为“波音”系列,国内常见的有 B-737、B-747、B-757、B-767、B-777;“空中客车”系列如 AIRBUS-300;“图”系列,如图-154。我国的地方航线也有飞“运-7”系列的。

1997年,我国拥有民用航线里程 1 452.5 万 km,民用飞机 485 架,完成货物运量 125 万 t,占总量的 0.01%,货物周转量 29.1 亿 t·km,占总量 0.08%,旅客运量 5 630 万人,占总量的 0.42%,旅客周转量 773.52 亿人公里,占总量的 7.72%。

## 五、管道运输发展概况

管道运输的发展与能源工业,特别是石油工业的发展密切相关。现代管道运输始于 19 世纪中叶,1865 年在美国宾夕法尼亚州建成了第一条原油管道,直径 50 mm,长近 10 km。20 世纪初,管道运输获得了进一步发展,但真正具有现代规模的长距离输油管道则始于第二次世界大战。美国因战争需要,建设了两条当时管径最大、距离最长的输油管道。一条是原油管道,管径 600 mm,全长 2 158 km,日输原油 47 700 m<sup>3</sup>;另一条是成品油管道,管径 500 mm,包括支线全长 2 745 km,日输成品油 37 360 m<sup>3</sup>。战后,随着石油工业的发展,管道建设进入了一个新的时期,各产油国都开始建设长距离输油管道。60 年代开始,输油管道向着大管径、长距离方向发展,前苏联—东欧的“友谊”输油管道和美国横贯阿拉斯加的输油管道就是典型代表。沙特阿拉伯的东西原油管道和阿尔及利亚—突尼斯的原油管道都穿过了浩瀚的沙漠地区。随着英国北海油田的开发,兴建了一批海洋原油管道,最长的达 358 km,铺设在 100 多米深的海底。这些管道的成功建设,标志着管道已可以通过极为复杂的地质、地理条件与气候恶劣的地区,可以成为一种非常普遍的运输方式。

与此同时,成品油管道也获得了迅速的发展。成品油管道多建成地区性管网系统,沿途多处收油和分油,采用密闭和顺序输送方式输油。美国的科洛尼尔成品油管道系统是世界上大型成品

油管道系统的典型代表。

目前世界上著名的大型长输管道主要有：

前苏联的“友谊”输油管道。它是世界上距离最长，管径最大的原油管道。从前苏联阿尔梅季耶夫斯克（第二巴库）到达莫济里后分为南、北两线，南线通向捷克和匈牙利，北线进入波兰和前民主德国。南、北两线的长度分别为 5 500 km 和 4 412 km，管径有 1 220、1 020、820、720、529 和 426 mm。全线密闭输送，泵站采用自动化与遥控管理。

美国阿拉斯加原油管道。从美国阿拉斯加北部的普拉德霍湾起纵贯阿拉斯加，通往该州南部的瓦尔迪兹港，是世界上第一条伸入北极圈的输油管道。管道全长 1 287 km，管径 1 220 mm。全线有 12 座泵站和 1 座末站，采用燃气轮机带离心泵。全线集中控制，有比较完善的抗地震和管道保护措施。

沙特东—西原油管道。起自靠近东海岸的阿卜凯克，终于西海岸港口城市延布，横贯沙特阿拉伯中部地区。管径 1 220 mm，全长 1 202 km。全线设 11 座泵站，使用燃气轮机带离心泵。全线集中控制。

美国西—东原油管道。从西部圣巴巴拉到休斯敦。管径 762 mm，全长 2 731 km。采用加热方法输送高粘度原油，为世界上最长的热输管道。全线共有 21 座泵站和加热站，其中 6 座用燃气轮机带离心泵，其余用电动机带离心泵。

美国科洛尼尔成品油管道系统。由墨西哥湾的休斯敦至新泽西州的林登。干管管径为 1 020、920、820 和 750 mm。干线总长接近 5 000 km，干线与支线总长达 9 000 km，有 10 个供油点和约 300 个出油点，主要输送汽油、柴油、2 号燃料油等 100 多个品级和牌号的油品。

我国是最早使用管子输送流体的国家。早在秦汉时代，已经用打通了竹节的竹子连接起来输送卤水，随后又用于输送天然气。然而，直到 1958 年，才建成全国第一条长距离输油管道：克拉玛依—独山子原油管道，管径 150 mm，全长 147 km。60 年代后，

随着大庆、胜利、华北、中原等油田的相继开发，兴建了贯穿东北、华北和华东的原油管道网，总长约 5 000 km，这个原油管道系统除了向沿线的各大炼厂供油外，还通过大连、秦皇岛、黄岛和仪征等港口向南方各炼厂供油，并向国外出口。东北地区的输油干线有：大庆—铁岭（复线），铁岭—大连，铁岭—秦皇岛等 4 条，管径均为 720 mm，总长 2 181 km，形成了从大庆到秦皇岛和从大庆到大连的两条输油动脉，年输油能力为 4 千万 t。其他地区的输油干线主要有：秦皇岛—北京原油管道，管径 529 mm，长 344 km；任丘—北京原油管道，管径 529 mm，长 120 km；东营—黄岛原油管道，管径 529 mm，长 250 km；任丘—临邑—仪征原油管道，管径 529、720 mm，长 882 km。这些管道把我国主要油田与东北、华北地区的大型炼油厂和大连、秦皇岛、黄岛、仪征等主要油港连成一体，形成我国东部地区的输油管网。此外，在我国的河南、湖北、陕甘宁、青海和新疆等地区也铺设了一些原油管道。

建于世界屋脊青藏高原，穿过永久冻土带等地质条件极为复杂地区的格尔木—拉萨成品油管道，是我国最长的一条顺序输送管道，全长 1 080 km，管径 150 mm，输送汽油和柴油。

建国以来，我国管道运输业有了长足发展。到 1997 年，我国有输油（气）管道 421 条，总长 20 402.73 km，其中输油管道 195 条，总长 10 805 km，年输油 14 767.67 万 t；输气管道 26 条，总长 9 598 km，年输气 123.385 亿  $m^3$ ，管道运输完成了整个运输业 1.25% 的货运量和 1.52% 的货运周转量。已与铁路、公路、水运、航空一起构成了我国五种现代运输方式。

## 第二节 交通运输业的发展趋势

自 20 世纪 60 年代以来，各国运输业的发展纷纷步入“渐变期”。近 40 年，运输业在质的方面变化不及前 150 年猛烈，但一

直在用更短的时间、更低的费用、更少的环境破坏获取人类发展对空间位移需要的方向上努力，从来没有停止过前进的步伐，着重体现在以下一些趋势性的特征上。

## 一、专门化

专门化是效率的前提，是至今为止人类发展生产力的一大旋律。这一旋律在交通运输业主要体现在两个方面，一是运输工具专门化，二是运输方式专门化。运输工具专门化是以运输工具为主体的运输对象专门化，早期表现为客货混载到客货分载，即旅客运输工具与货物运输工具的专门化，出现专门运输货物的货轮、货机、货车和专门运输旅客的客轮、客机、客车。近期表现为专用载货工具的发展，出现专门运输某一类货物的运输工具，如集装箱船、集装箱拖车、集装箱平车、液化气船、罐车、散货船等。

由混运到分运是以运输方式为主体的运输对象专门化，目前还没有引起人们的关注，但已经出现了十分明显的迹象。比较典型的是海运（河运的进程稍慢一点），几乎在全世界放弃了客运，而专门从事货运。铁路的发展也已到了客货越来越不兼容的年代。从世界范围看，经济发展到较高水平之后，铁路货运与铁路客运的兼容性越来越差，一般的趋势是国土辽阔的大陆性国家铁路以货运为己任，正在放弃客运，如美国、加拿大、澳大利亚、俄罗斯等国；国土较小或多岛屿国家的铁路则以客运为己任，逐渐放弃货运，如英国、日本等。

## 二、大型化

大型化是规模经济在交通运输业的具体体现。在铁路货运中，大型化表现为重载化，这一倾向在美国、俄罗斯、加拿大、澳大利亚、南非表现得最为突出。1989年，南非在 860 km 长的塞申至萨尔达尼亚线上，一列装载了 71 600 t 矿石的列车摘取了列车载重世界冠军。该列车有 7.3 km 长，前部有 5 个、中间有 4 个电

力机车，尾部有 7 个内燃机车充当动力组（尾部使用内燃机车是为了避免电力网负荷过重）。不过，从整个运输业看，这样的载重量算不了什么，真正的冠军在海运。世界上最大的运输工具应该是油轮，油轮的载重量最大达 56.3 万 t。矿石船的载重量最大的在 30 万 t 左右，液化气船的载重量最大在 13 万 m<sup>3</sup> 集装箱船的载重量目前最大为 6 790 标准箱( TEU) 似乎还没有逼近“极限”不时有更大的集装箱船出现。管道运输的大型化体现在大口径管道的建设，输油管道的最大口径为 1 220 mm, 年输油量高达 1.4 亿 t。

大型化在公路和航空运输中也有诸多表现，客机已越来越大，载客 400 人的客机已十分普及，1 000 人以上的客机正在酝酿之中。从绝对量讲，它们将永远无法与轮船相比。大型化是手段，不是目的。一般运输对象价值较低，对运输服务的质量要求较少，大型化的程度可以很高；反之，大型化将受到较大限制。因此，不可能出现象海轮那样规模的汽车和飞机。

### 三、高速化

运输速度的提高一直是各种运输方式的努力方向，这里所讲的高速化不仅仅是速度的一般性提高，更多的是常速“极限”的突破。在铁路运输中，高速的概念是时速 200 km 以上，这种概念的高速列车出现在 20 世纪 60 年代。目前正在发展的高速铁路有三种类型。一是传统型高速铁路，以日本和法国的技术最具商业价值。日本于 1964 年投入使用，时速超过 200 km。目前，运营中的高速列车最高时速在 325~372 km 最大商业时速在 270~275 km。法国于 1981 年开始使用高速铁路，商业时速在 270~300 km。二是传统型普通铁路，习惯于称摇摆式高速铁路，以瑞典的技术最为成熟，商业速度在每小时 200~250 km。三是磁浮铁路，日本、德国、美国对此都有着浓厚的兴趣，目前仍处于试验阶段。1979 年 12 月日本曾创下了 516.5 km 的时速，法国也于 1990 年创造了 515.3 km 的时速。1998 年，纪录被日本打破，实验速度

达到 539 km/h。

在其他运输方式中，高速也有着特定的含义。在公路运输中，高速一般是指高速公路。目前，世界各国都在努力建设高速公路网，作为公路运输的骨架。在航空运输中，高速是指超音速。目前，正在设想研制超音速的民用飞机。在水运中，速度提高较快的是小型客轮，水翼船时速可达 70 km，气垫船的时速更高，飞翔船的时速最高，每小时达 160 km 以上。在管道运输中，高速体现在高压力，美国阿拉斯加原油管道的最大工作压力达到 8.2 MPa。

#### 四、环保化

从 20 世纪 50 年代开始，世界上许多国家开始了以电力机车和内燃机车取代蒸汽机车的牵引动力现代化步伐。西欧诸国、独联体等国以牵引动力电气化为主，美国、加拿大以内燃化为主；德国、法国、日本则电气化和内燃化并举。到 70 年代这些国家基本上完成了牵引动力的现代化改造。这一进程，我国在 20 世纪末才基本完成。牵引动力现代化的本意是提高牵引动力，更有效地利用能源，具有环保意义，只是因为铁路运输对环境的破坏本身就比较少，加上多建在人烟稀少的乡间，没有引起人们的特别关注。直到汽车在经济发展和比较发达国家普及到家庭的时候，交通运输（主要是汽车）给环境的破坏越来越大，逼近了人类忍受的极限，促使人们重新认识交通技术，并逐渐形成了两个趋势性的认识。一是环境污染较轻的运输方式再次引起人们的重视，如处在夕阳中的铁路重露曙光；环境污染严重的运输方式放慢了发展的速度，如日中天的汽车在不少国家和地区程度不同地受到了限制。二是环保型交通工具赢得了人们的青睐，除铁路牵引动力现代化外，电动汽车、双燃料汽车已经成为汽车工业发展的一大旋律。

注重环保，已不是某种运输方式的事，每一种运输方式都非

常重视，只是有的显现，被人们认识较多，有些隐蔽，人们看到的较少而已。拿管道运输来说，对环保、野生动植物保护和维持生态平衡等问题都给予了足够的重视，如为防止对空气、水体、土壤的污染，解决沿线土壤流失及植物复种等问题，在开始设计、施工时就进行充分的考虑，并对管道建设可能影响地区生态、生物迁移、动物群习性等进行研究，以期管道建设对环境的破坏减少到最少。

## 五、智能化

凭借人类的直接判断和身体力量已无法适应运输工具日益大型化和高速化的发展需要。运输工具的驾驶更多地转向依靠仪表、信号和辅助驾驶系统，智能化程度越来越高。以往，对运输工具运行环境的判断，主要依靠目视信息，而现在更多地依靠仪表。以往，运输工具的操纵需要比较好的力量，现在则变得越来越轻便，甚至只是驾驭各种按钮。VOVAL 公司新近推出的总重达 50 t 的载货汽车，只要一个手指的力量便可以驾驶。以往，运输工具的操纵必须亲临现场，现在则可以在远距离之外通过自动控制台来实现。管道运输中，比较早地采用了计算机监控与数据采集（SCADA）系统，已经达到站场无人值守、全线集中控制的水平。此外，线路的信号控制智能化程度也在不断提高。道路交叉口色灯信号的时间长短已经能够根据车流大小自动调节。

## 第二章 交通设施

交通运输系统由硬件和软件两部分组成，其中硬件又可依据可移动性区分为交通设施和运输设备两类。本书将固定在特定空间位置的建筑物界定为交通设施，包括交通线路、交通港站，及与之密不可分导航、通讯和管制设施；将用于水平和垂直运动的各种设备叫运输设备，包括各类船舶、汽车、飞机、列车及装卸设备等。本章主要讨论交通设施，重点是交通线路、交通港站和交通枢纽。

预备知识：

1. 交通量 指通过某一点进入交叉口 或使用某一交通设施 如航道、船闸、跑道、轨道、车道、人行道）的车船机数或行人数。

2. 会让，指两趟列车（或机车或机车与列车）在同一线路上相向行驶，其中一趟在车站的其他线路或两站之间的插入线或会让线等待，让另一趟列车通过的现象。

3. 越行，指两趟列车（或机车或机车与列车）在同一线路上同向行驶，前面的列车在车站的其他线路或两站之间的插入线或会让线等待，后面的列车超越的现象。

上述两种现象在公路运输、航空运输、水路运输中同样存在，而且十分类同，只是称谓不尽相同而已。

4. 铁路专用线 指由各单位自行修建与全国铁路网相接的岔线。

### 第一节 交通线路

交通线路是供运输工具定向移动的通道，是运输工具赖以运行的物质基础。在现代运输系统中，主要的交通线路有铁路、公

路、航线和管道，其中铁路和公路为陆上交通线路，需承受运输工具及其装载物或人的重量，并主要或部分地引导运输工具的行进方向。航线分水运航线和民航航线，主要起引导运输工具定位定向行驶的作用，不必承受来自运输工具及其装载物或人的重量，船舶等浮动器和飞机等航空器及其装载物或人的重量由水和空气的浮力来支撑。管道是一种相对特殊的交通线路，由于其严密的封闭性，使之部分地承担了运输工具的功能。

### 一、陆上交通线路结构

陆上交通线路主要包括铁路和公路。铁路线路由路基、轨道和桥隧三部分组成。公路线路与铁路线路相似，由路基、路面和桥隧三部分组成。

1. 路基是线路的基础，位于线路的底层。如果是在地面上用土和其他材料由人工堆填起来的称为路堤，如果是在地面上开挖土石方修成的则称为路堑，如果既有挖方又有填方，为适应山坡地形修筑的称山坡路基。为保证路基的稳定性及抵抗自然力的破坏，还必须修建排水设施如边沟、截水沟、暗沟、盲沟及山区线路的防护、加固设施。

2. 铁路轨道由钢轨、联接零件、轨枕、道床、防爬设备和道岔组成。其断面和水平面分别如图 2.1 和图 2.2 所示。

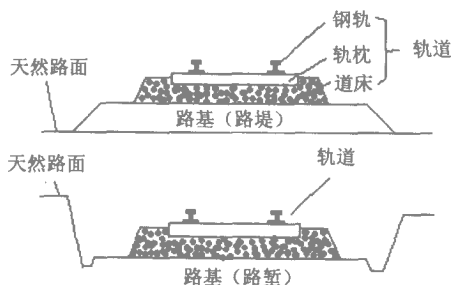


图 2.1 轨道的断面

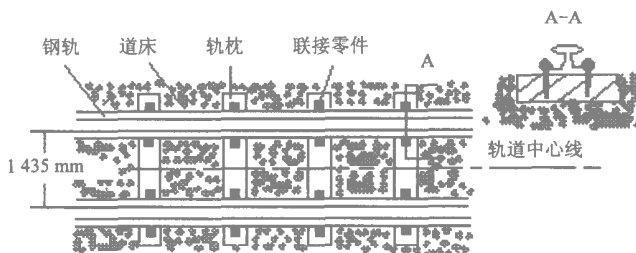


图 2.2 轨道的水平面

我国以往使用的钢轨以每米重 38 kg、43 kg、50 kg 的居多，目前主要干线上多已铺设每米 60 kg 的钢轨。每米重 70 kg 的钢轨正在研制中。采用重轨有助于增加线路的强度与稳定性，减少维修量，提高通过能力。

一般线路上铺设的钢轨长度为 12.5 m 或 25 m。钢轨铺设时，相邻钢轨之间留有轨缝，以适应温度变化时钢轨热胀冷缩的需要。为减少列车对钢轨接缝冲击振动，增加列车运行的平稳性，各国都在推广无缝轨道（钢轨）。无缝轨道一般由 25 m 长的钢轨联接而成，用高强螺栓、扣板式扣件或弹条扣件“锁定”在轨枕上，阻止钢轨的热胀冷缩。当环境温度变化时，钢轨内部会产生温度应力，计算公式为：

$$F=25\Delta t \cdot s$$

式中  $\Delta t$  —— 轨温变化度数（）；

$s$  —— 钢轨断面面积（ $\text{cm}^2$ ）。

显然 应力的大小与钢轨的长度无关。但从制造、运输、施工等考虑，我国无缝钢轨的长度一般为 1000~2000 m。通常以稍高于钢轨铺设地区平均轨温为锁定轨温，对钢轨的强度和稳定比较有利。

钢轨是用联接零件固定在轨枕（木枕或钢筋混凝土枕）上的。

两根钢轨头部内侧间与轨道中心线相垂直的距离称为轨距。我国绝大多数线路轨距为 1435 mm 这也是世界上多数国家通用的轨距，称标准轨距。较大者称宽轨，如独联体国家、巴基斯坦、孟